諸外国における国土整備の現状と課題等に関する基礎研究

Research on the management of Public Works Research Institute in other countries

（研究期間　平成 22～23 年度）

企画部　国際研究推進室

室　　長　　寺元　博昭
主任研究官　　渡辺　春彦
研　究　員　　松下　智祥

［研究目的及び経緯］

国総研では、国の研究機関として、開発途上国に対して JICA を通じた研修員の受け入れや専門家の派遣など国際的な技術協力を積極的に行なっている。こうした開発途上国への技術協力は、国の機関としての重要な役割の１つである。近年国総研では、２国間での研究連携に基づく覚書の締結を行なってきたことから、本研究では、２国間での研究連携を中心に我が国の技術の普及や国際貢献に的確に取り組むためのプラットフォーム（諸外国の国土整備現状の把握及び課題とニーズを発見し、国総研として今後取り組むべき技術支援と役割・体制のあり方を見直す仕組み）の研究として、基礎資料の収集と整理、並びに各種方策を検討する。

初年度は、国土整備関係分野における関連組織の体系的情報、インドネシア国及びベトナム国の長・中期国土開発計画（幹線道路等の整備目標値の把握等）の調査、各国の施策研究ニーズや方向性、要望等の把握を行なうとともに、研究ネットワークを形成すべきキーマンや組織の特定を行なった。

最終年度は、研究協力体制にあるアジア各国（研究機関）と、継続した研究連携を行なうために、特定されたロードマップに沿った調査・研究のフォローアップと課題の整理、本格的な技術移転や共同研究実施のための基礎的条件の整理及び既存施策の適用可能性の検討に資する関連情報の収集等を行なう予定である。

港湾工事の積算基準に関する調査

Survey of Cost Estimate Standards for Harbor-Construction Works

（研究期間　平成 13 年度～）

管理調整部　積算支援業務課
課　　長　　菅原　広幸
第 一 係 長　　大始良幸雄
第 二 係 長　　金澤　利男
第 三 係 長　　練尾伸一郎

［研究目的及び経緯］

国土交通省港湾局は、港湾・海岸工事等の積算価格の算出を適正に行うため、「港湾請負工事積算基準」を定めている。

港湾・海岸工事は、一般土木工事に必要とされる施工技術のほかに、作業船等による海上又は海中における施工が主体で、気象・海象条件等の影響を受けやすい特徴を持ち、また施工規模の大型化や建設地の沖合化等により、社会情勢や施工環境も、日々変化してきている。これらの社会情勢の変化、施工環境の変化に迅速かつ適切に対応するため、施工実態等を調査・解析し、積算基準が施工実態に適合した内容となるよう、所要の改正を行っている。

本調査は、各工事現場における様々な施工条件や地域特性等を調査・解析し、施工環境等の変化に迅速かつ適切に対応するための検討を行い、適正な積算価格算定に資することを目的としている。

平成 22 年度は、全国の港湾・海岸工事や船舶・機械製造修理工事、及び調査設計業務について、施工情報調査（モニタリング調査、詳細調査）や間接工事費等調査、及び整理・解析を行い、これらの結果を基に、積算基準改定案の検討を行った。また、併せて「設計等業務における新たな積算手法」に対応するための検討及び積算基準改正案の作成を行った。

港湾積算情報システムの整備及び運用

Upgrading and Also Application of the Harbor Cost Estimation Information System

（研究期間　平成 13 年度～）

管理調整部　積算支援業務課
課　　長　　菅原　広幸
第 一 係 長　　大始良幸雄
第 三 係 長　　練尾伸一郎

［研究目的及び経緯］

港湾・海岸工事の工事費等を適正に算出するため「港湾請負工事積算基準」を制定し、これを基に積算業務を行っているが、この積算業務のコスト、労力を低減するため積算システムの開発に着手し、昭和 53 年度から「港湾土木積算システム」を、昭和 54 年度から「船舶・機械積算システム」を運用開始している。その後も、工種の拡大、基準改訂に伴うプログラム修正等についてシステムの整備及び運用を行ってきた。

近年においては、コンピュータ技術の開発・発展及びシステム開発言語のサポート終了の問題等に伴い、これに対応するため平成 17 年度から新たなシステムの開発を行い、現在の新システムとなっている。このシステムは、それまでの港湾土木積算システムと船舶・機械積算システムの統合に加え、新たに臨港交通施設等の積算業務にも対応できるよう「土木工事標準積算基準」を取り入れるなど、積算業務の効率化を目的として整備及び運用管理を行っている。

平成 22 年度は、「港湾請負工事積算基準」の改正に併せた積算システム整備及びシステム利用者の環境向上のための機能改良、並びに積算システムの運用管理を行った。また、併せて「総価契約単価合意方式」や「設計等業務における新たな積算手法」に対応した新たな積算機能の追加を行った。

港湾工事の船舶等損料に関する調査

Survey of Rent out Ships for Harbor-Construction Works

（研究期間　平成 13 年度～）

管理調整部　積算支援業務課
課　　長　　菅原　広幸
第 一 係 長　　大始良幸雄

［研究目的及び経緯］

港湾・海岸工事は、作業船等による海上または海中での施工が主体となることから、港湾等の土木請負工事及び測量・土質調査業務等の積算価格の算出を適正に行うため「船舶および機械器具等の損料算定基準」を制定している。

本調査は、毎年民間会社が保有する作業船等の稼働状況等を調査・解析を行い、損料算定基準と実態との適合性について検討を行い、適正な積算価格算定に資することを目的としている。

平成 22 年度は、作業船等の船舶基礎情報（船名、規格、購入価格等）、船舶稼働情報（運転時間、運転日数、休止日運転日数等）及び船舶維持修理情報（定期修理費等）等を調査、諸数値の整理・解析を行った。また、海上工事量の減少や新造船の減少といった港湾工事船舶の現状や課題を踏まえ、新たな損料算定手法の検討を行った。

港湾工事の新積算方式の導入に関する調査

Survey on Introducing of New Estimation Method for Harbor-Construction Works

（研究期間　平成 15 年度～）

管理調整部　積算支援業務課
課　　長　　菅原　広幸
第 二 係 長　　金澤　利男

［研究目的及び経緯］

新積算方式（ユニットプライス型積算方式）は、従来の積上げ積算方式に代わる積算方式であり、「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム」において、「調達の最適化」の中の「積算の見直し」として試行の実施が求められている手法である。

ユニットプライス型積算方式は、発注者と元請業者との間の契約時の合意単価をデータベース化し、その単価を以降の積算に用いる積算方式で、積算の透明性の向上や積算業務の効率化などの効果が見込まれている。

ユニットプライス型積算方式導入に向けた調査は、平成 15 年度から検討を開始し、①主要工種の抽出、②海上工事における導入の検討、③陸上工事における導入の検討などを行い、平成 17 年度から「ブロック製作工」を試行工種として導入を開始しているところである。

平成 22 年度は、ユニットプライス型積算方式の試行拡大のため、「浚渫・土捨工」の積算データを分析し、積算条件、単価のばらつきや構成比、地域性、特異性の要因等の検討を行った。現在試行中の「ブロック製作工」については、合意単価データ（平成 17～22 年度）を整理し、合意単価及び諸経費の検討を行った。また、「その他工種」についても、新積算手法への移行に向けた検討を行った。

物流の効率性と両立した国際輸送保安対策のあり方に関する研究

Research on the security measure for international logistics network which is compatible with the efficiency of the logistics

（研究期間　平成 22～24 年度）

管理調整部　国際業務研究室
室　　長　　和田　匡央
研 究 官　　原田　貴久

［研究目的及び経緯］

２００１年の米国同時多発テロ以降、港湾を含む海上輸送分野においてはいち早くＳＯＬＡＳ条約による保安対策が世界的な枠組みで整備されたが、最近では国際的なサプライチェイン全体を対象とした国際貨物の保安対策へと展開している。その対策として現在有力であるのが貨物検査の強化である。しかし貨物検査の輸出港湾での強化は港湾地区等での滞留貨物の増加やそれによる輸送時間の長期化など、物流効率を著しく低下させ、経済活動に多大な悪影響を与えることが懸念されることから、物流効率を阻害しない港湾における貨物検査への対応方策の確立が急務となっている。

他方、従来国際輸送保安対策はテロを事前に防止するための通常時の対策が主体であり、テロ事件の発生時の対応は検討されていない。本研究は、国際的な連携をも視野に入れつつ、通常時・非常時の両者の観点から物流効率に配慮した国際輸送保安対策について検討することを目的とする。

平成 22 年度は、国際輸送保安対策（貨物検査、出入管理）や貿易復旧方策に関する最新の情報収集を行った。

港湾 BCPの策定手法に関する研究

Research on the decision technique of the port BCP(Business Continuity Plan)

（研究期間　平成 22～24 年度）

管理調整部　国際業務研究室
室　　長　　和田　匡央

［研究目的及び経緯］

グローバルなスケールでサプライチェインが構築されている中、米国の同時多発テロ以降サプライチェインの脆弱さが指摘されたが、日本においても、新潟県中越沖地震を契機として、非常時でも重要業務を継続するための事業継続計画（ＢＣＰ）が普及しつつある。一方、港湾機能が多数の利害関係者により成り立っていることから、関係者間で目標の設定・役割分担・協働意識の醸成が必要となる港湾ＢＣＰの策定は、より難易度の高いものになっている。

本研究では、事業継続に関する国際標準化の動きや企業・省庁におけるＢＣＰの取り組みなど、内外における情報を収集・分析し、港湾ＢＣＰの策定に関わる関係者に情報提供し、その策定に対する技術支援を行うとともに、港湾ＢＣＰ策定に関わる課題の解決策について検討を行い、今後の港湾ＢＣＰ策定と継続的な更新のあり方について提言を行う。

平成 22 年度は、内外の危機管理に関する事例収集と国内の港湾 BCP　策定状況に関する情報収集を行った。

伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発

Development of Environment Impact Assessment Technique for Eco-Compatible River-Basin Management in and surrounding areas of Ise Bay

（研究期間　平成 18～22 年度）

環境研究部河川環境研究室	室長	天野　邦彦
River Environment Division	Head	Kunihiko AMANO
Environment Department	研究官	望月　貴文
	Researcher	Takafumi MOCHIZUKI

In this study, for the sustainable watershed in accordance with nature, we have investigated necessary social measures and examine their effects. We have chosen the Ise-Bay River-Basin as an objective. The following is contents. 1) We collected basin environment information, and clarified the deterioration composition of Ecosystem-services from the past with related social economic conditions.2) We set measures for the purpose of improvement and reclamation of water environment, and calculated the effect by the water and material cycles　model. 3) We estimated effects (Quality of the water purification, Food supply, Carbon accumulation and Cultural service) and cost (Money and CO2 discharge) of measures, and suggested the method to evaluate them comprehensively.

［研究目的及び経緯］

自然環境がもつ物質循環機能を最大限に活用し、流域圏に展開する人間活動が周辺環境に与える影響を可能な限り軽減するとともに、この機能を提供している生態系が持続的に維持されるような流域を形成するための技術体系の開発を目的とする。具体的には、類型景観を単位として生態系サービスの概念を導入することによって政策ツールとなり得る流域圏をカバーする評価モデルを作成する。さらに流域圏の持続可能性について、開発されたモデルを用いて社会活動と環境保全を両立させる流域圏の社会像を提示し、それを可能にする社会政策シナリオ・修復技術・戦略アセスメント手法の提案を目指す。本研究は、科学技術振興調整費「伊勢湾流域圏の自然共生型環境管理技術開発(H18～H22)」において実施され、流域圏の社会像変遷の分析、さまざまな地先や類型景観で想定される施策シナリオの設定、施策の総合評価手法の提案及び戦略比較を行った。

［研究内容］

１．環境情報データベースの構築と環境変遷分析

伊勢湾流域圏における環境情報として、自然地形区分、人口、土地利用、河川や沿岸海域の地形、水循環系及び海域への物質排出量、河川の流況や土砂動態、水循環系への主な施設の設置状況、その他の人間活動（工業出荷状況、漁獲高、施肥量、洗剤使用量など）について、GIS 等汎用性の高いソフトウェアを使用し、地理的・空間的情報と関連づけて、伊勢湾流域圏環境情報データベースを作成した。そして、各項目の情報を相互に関連させて俯瞰的に分析を行うことにより、流域の環境変遷を構造的に把握した。分析対象期間は、1950 年から 2000 年の 50 年間を基本とし、人口及びそれと連動する項目について 2030 年までの将来推計を行い、将来状況の検討にも使えるようにした。

２．シナリオ及び施策群の設定

水環境改善を目的とした、個別の類型景観を対象に開発された修復技術、従来適用あるいは検討されてきた施策等の代表的な施策についてその性質を整理した一覧を作成し、流域圏での自然共生シナリオを考えるため、施策をグループに分けたシナリオを検討した。

３．施策の総合評価手法の提案

生態系サービスとして水質浄化、食料供給、炭素固定、生物とふれあいを導入し、それらの指標値の算定方法を検討し、各類型の施策群による効果の算定を行った。また、施策群実施に伴う費用、CO2 排出量などから、実行可能性を考慮した総合評価手法を検討した。

［研究成果］

１．環境情報データベースの構築及び環境変遷分析

作成したデータベースを用いて環境変遷分析を行い、それを踏まえ、環境修復の方向性について考察した。例として図-1 に土地利用のデータ整備状況を示す。図-2 に、汚濁負荷の増加と浄化対策による削減の全体状況を、T-N について示す。図の赤矢印は、1950

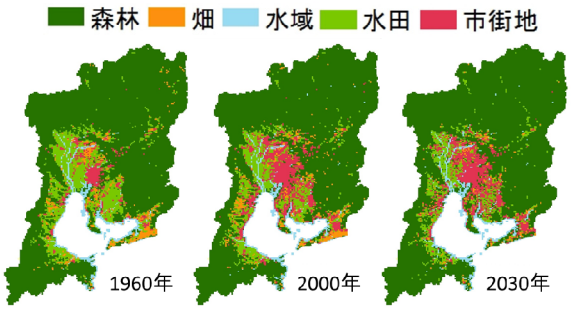


図-1 伊勢湾流域圏の土地利用分布の変遷

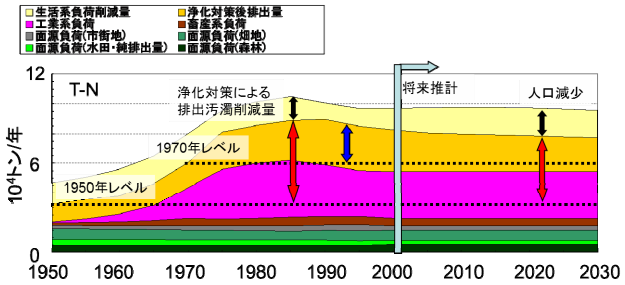


図-2 発生負荷量（T-N）の時系列変化

年からの発生汚濁負荷量の増加量、青矢印は 1970 年からの増加量、黒矢印は、未処理を仮定した場合の排出量と、生活系負荷対策を行った後の実際の排出量との差を示す。黒矢印に着目すると、1950 年からの変化が小さく、赤矢印の占める割合が現在についても大きい。これは 1950 年以降実施されてきた汚濁負荷対策が、T-N にはその効果が低いことを示唆するものである。これより、1950 年を戻すべき目標とすると、既往の対策や生態系サービス向上で対応するのは難しいのはないかと考えられる。1970 年を基準にすると、その削減必要量は大幅に減ることになる。将来推計をみると、人口減少や処理形態の改良により主に生活系負荷の排出量は減少していくと考えられる。以上のような考察を踏まえ、目標レベルやそれに向けた適切な修復技術の設定等の検討に活用した。

２．シナリオ及び施策群の設定

適用する施策群は、α 型、β 型、γ 型の 3 つに類型化した。α 型は、主として公的用地が対象となり、その費用が基本的には税金によりまかなわれ、様々なタイプ・規模の施設あるいはインフラ整備が主体となる。β 型は、個人負担と補助金等の税負担の組み合わせであり、施策によっては、個人、家庭、あるいはコミュニティの活動（労力）を必要とする。γ 型は、類型景観の生態的機能を改善するものである。バックグラウンドとしては、2000 年の現況を元に、下水道整備等の既往の環境保全対策がなされているという仮定をもとに設定した 2030 年の環境情報を用いた。適用する施策群シナリオとして、それぞれの類型の施策を理論上最大で設定したシナリオ（α 型：既往の対策をさらに続けるという観点から、β 型：住民への啓発により協力を得るという観点から、γ 型：直接生態系サービスに働きかけるという観点から）及び実行可能性を考慮した自然共生型というビジョンに沿って、各類型の施策を組み合わせた vision Ⅰ型、Ⅱ型シナリオを設定し、水物質循環及び生態系サービスの計算を行った。

３．施策の総合評価手法の提案

得られた計算値を用いて、生態系サービスとして、COD、TN、TP の伊勢湾域への流入削減量と河川代表地点での濃度低下量、アサリの漁獲量、河川等における生物の個体数を取り上げ、一方、施策群実施に伴うコスト（広義）として、費用、CO_2 排出量を取り上げ、効果とコストのシナリオによる変化、またそれらの種々の組み合わせについて整理した。図-3 に、各シナリオにおける T-N 流出量の変化量を示す。どのシナリオにも共通し、2000 年から 2030 年での削減量に比較して、追加的効果は低く、水質改善という効果について見ると、β、γ 型の効果は、下水処理に劣ると評価された。一方で、同一の水質改善効果を生むために必要なコストを算定した結果、β 型については、公的資金投入や CO_2 排出量を削減できる可能性があることが分かった。また、γ 型については、生物とのふれあい等の効果が高く評価されることが示唆された。今回評価対象とした施策群のうち β、γ 型シナリオは、下水処理などの通常の水処理とは性質が異なるため、これまで同時に評価されることがなかったが、本研究で提案した総合評価手法を用いることで、性質の異なる施策を生態系サービスや実行可能性の観点も考慮した数種類の指標で包括的に比較することが可能となった。

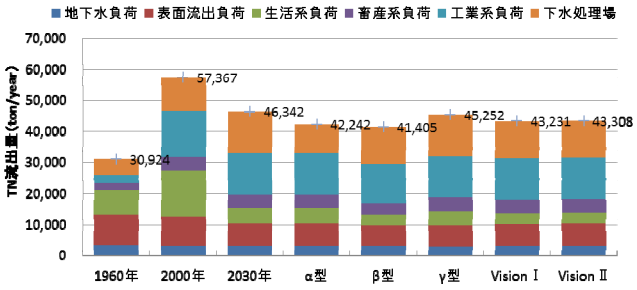


図-3 各シナリオにおける T-N 流出量

［成果の発表］

菊池佐智子、藤田光一、望月貴文：伊勢湾流域 1950-2000 年における人間活動と物質負荷に着目した環境変遷の分析、河川技術論文集、第 14 巻、pp379-384、2008

細流土砂が河川環境に与える影響に着目した
水系環境の評価と対応に関する研究

Research on evaluation and the correspondence of the water environment in consideration of the fine sediment influence on river environment

（研究期間　平成 21～22 年度）

環境研究部
河川環境研究室
River Environment Division
Environment Department

室長	天野　邦彦
Head	Kunihiko AMANO
主任研究官	原野　崇
Senior Researcher	Takashi HARANO
研究官	遠藤　希実
Researcher	Maremi ENDO
研究官	伊藤　嘉奈子
Researcher	Kanako ITO

In this research, for evaluation of the impact of dams on the environments of the rivers downstream from the dams, We have conducted field survey to investigate the change in river bed and invertebrate features which may be found between upstream and downstream of 79 dams. From these results, Riverbed material seems coarser at any immediately downstream sites due to the trap of sediment behind dams; however show the difference of the recovery trend from armoring phenomenon by basin characteristics. So then we apply the statistical analysis to evaluation of the recovery speed and classify 18 dams under four groups.

［研究目的及び経緯］

ダムが下流の河川環境に与える影響は、ダム建設による周辺地形の直接的改変だけではなく、貯水池創出による水質や水温の変化、洪水調節等による流況の変化、また土砂扞止による河床材料の変化など多岐に亘る。そのため、環境影響の発現はそれらの要因が複合的に作用するとともに、ダム建設前の河川環境に関する統一的な調査資料が少ないこともあり、影響因子の抽出が困難であった。そこで本研究では国土交通省にて管理する 79 ダムにて実施した現地調査成果〈地形測量、河床材料調査（主に面格子法による）、底生動物調査等〉を基に、ダム上下流における物理・生物生息環境の現状把握を行うとともに、縦断的な河床材料及び底生動物の変化特性について解析し、その評価方法の提案を行うことを目的とした。

［研究内容］

ダム上下流の縦断的な河川環境の変化を把握するため、ダム周辺環境をダム上流区間（貯水池上流端から上流部の概ね 5km）、ダム直下区間（ダム堤体から下流部の概ね 5km）、ダム下流区間（ダム直下区間下流で流域面積がダム集水面積の概ね 2 倍となる地点までの区間）に区分し、ダム管理者が 2009 年度に実施した現地調査成果を GIS にてとりまとめ、以下のデータ分析を行った。

(1) ダム上下流に作用する摩擦速度の縦断変化

27 ダムを対象に等流計算を行い、平均年最大流量時にダム上下流河道に作用する摩擦速度U^*及び岩垣式による移動限界粒径D_cを縦断的に算出し、河床材料の移動傾向を把握した。なお、平均年最大流量の算定に用いた統計期間は 1999～2008 年であり、ダム地点における比流量を求めた。各調査地点の流量は GIS にて算出したダム集水面積に対する各調査地点の流域面積比を乗じて与えた。

(2) 河床材料の縦断変化と粗粒化状態の評価

18 ダムを対象に河床材料の縦断変化を整理するとともに砂礫の粒径区分毎の個数百分率を指標とした統計解析による粗粒化状態の評価を試みた。統計解析を行うにあたり、ダム上下流データの正規性を検定したところ、各ダムの粒径、区間によって有意差にばらつきが認められ、正規性が担保できなかったため、Mann・Whitney の U 検定(U-test)にて行うこととした。なお、U-test はダム上流区間のデータを母集団として取扱い、ダム下流（直下及び下流区間）は河床材料の

空間的な不均一性を考慮し、検定対象となる調査地点から下流 3 地点までのデータを 1 つの母集団とした。

(3) ダム上流及びダム直下区間での底生動物の変化

17 ダムを対象にダム上流及び直下区間における EPT 指数と多様度指数を算出し、Wilcoxon 検定を行った。また、シマトビケラ科、マダラカゲロウ科等の出現状況と河床材料の粒径について整理した。

［研究結果］

(1) ダム上下流における平均粒径と移動限界粒径

図-1 はダム上流区間及び下流における平均粒径D_{60}の平均値$\overline{D}_{60}$と平均年最大流量時の摩擦速度U^*の平均値$\overline{U}^*$を整理したものであり、図中の矢印はダム上流区間から下流のプロットへの向きを示している。また、図中の曲線は移動限界粒径D_cである。

ダム上下流河道に作用する平均的な摩擦速度は$\overline{U}^*$≧20cm/s（D_c≧49mm）となっており、中礫以下の粒径は恒常的に移動していると考えられた。また、$\overline{D}_{60}$は概ねD_cよりも小さいことから、ダム上下流において何らかの形で河床への土砂供給が存在しており、出水後の河床に移動限界粒径より細かい粒径の河床材料が堆積していることが示唆された。

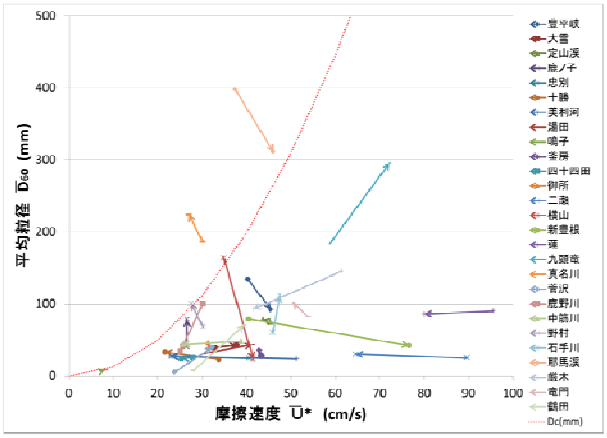


図-1　ダム上下流の平均粒径$\overline{D}_{60}$と摩擦速度$\overline{U}^*$

（2）河床材料の粗粒化状態の評価

各粒径における個数百分率の縦断変化を整理したところ、ダム上流区間に比べて下流において砂礫が減少する傾向が確認された。そこで各ダムの上流区間に全体的に存在する小粒径を指標として U-test を行い、ダム上流区間との有意差が無くなる調査地点の流域面積比（調査地点の流域面積/ダム流域面積）を求めることでダムによる土砂扞止の影響を分類した。

U-test の結果、小粒径を指標としたダムの影響は①有意差の無いダム、②僅かな流域面積比の増加で小粒径の個数百分率が回復するダム、③流域面積比が増加しても小粒径の個数百分率が回復しにくいダム、④ダム下流にてすぐに本川と合流し、小粒径の個数百分率が回復するダムの 4 つに区分された。

粗粒化状態からの回復が早い②グループに共通する特徴として、ダム上流区間の河床材料に砂の個数百分率が多いことが挙げられた。このようなダムでは残流域からも砂礫の供給が多いために河床の粗粒化が短い距離で緩和されていることが示唆された。また、粗粒化状態からの回復が遅い③グループは支川等残流域から供給される砂礫が少ない、またはダム下流河道に作用する摩擦速度が大きく、砂礫等の小粒径が河道内に貯留されないことが考えられた。

表-1　粗粒化状態の統計解析結果

グループ	ダム名	供用年	年当たり比堆砂量 (m3/km2/年)	評価粒径 (mm)	有意差が無くなる流域面積比
①有意差が無いダム	豊平峡、美利河、四十四田、湯田、鳴子、二瀬、蓮、新豊根、野村、竜門				
②回復が早いダム	御所	1981	284	2	1.01
	石手川	1973	350	2	1.06
	大渡	1987	273	2	1.40
③回復が遅いダム	忠別	2006	544	8	1.45<
	大雪	1978	172	4	1.98<
	十勝	1984	283	4	1.48
	九頭竜	1968	533	32	2.96
④本川に合流するダム	釜房	1970	500	2	2.03

前述(1)及び(2)の結果からダム上下流における土砂の移動性は上下流区間ともに高く、小粒径の土砂供給量により粗粒化状態の回復傾向が異なることが示唆された。また、洪水調節効果が大きいダムの下流河道ではピーク流量の低減に伴い掃流力が減少し、土砂の移動性が低下するため、粗粒化状態からの回復が早まると想定したが、18 ダムの結果からは関連性がみられず、洪水履歴や残流域の土砂供給量、河道特性などの詳細検討が必要であると考えられた。

(3) ダム上流及び直下区間における底生動物の変化

多様度指数、EPT 指数について Wilcoxon 検定を行ったところ、EPT 指数がダム上流で有意に大きく(1%有意)、これは下流におけるカワゲラ目種数の減少に起因していた。また、河床材料の粒径と底生動物出現種に大まかな関連性が見受けられ、底生動物の棲み分けを利用したダム下流河川環境に関する影響評価の可能性が示唆された。

［成果の発表］

土木学会等にて発表する予定である。

［成果の活用］

河床材料の小粒径に着目した粗粒化状態の統計解析は、各ダムの河床材料特性に応じた評価が可能である。また、小粒径の存在は、底生動物の生物生息環境に与える影響も大きく、ダム下流の河川環境を評価するうえで有用であると考えられる。今後は本研究成果をふまえ、全国ダムの環境影響について解析を進めていく。

土地利用の変遷と将来予測に立脚した流域圏管理に関する研究

Research on river basin management which is based on the change and future prediction of land use

（研究期間　平成 22 年度～）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
研 究 官　　望月　貴文

［研究目的及び経緯］

本研究は、今後の社会構造変化に伴う土地利用変化を予想するとともに、これまでの変遷を考慮して、自然の地形やそれにともなう水循環特性を活かした流域圏における水管理手法について検討を行うことを目的とする。

本年度は、伊勢湾流域圏を対象に、過去から現在までの土地利用変遷を流域単位で整理し、それに加えて、過去の変化実績や人口の将来予測等から将来の土地利用変化を予測し、水環境保全に関する社会資本整備の性質から、その効果と土地利用の影響との関係について整理した。また、水・物質循環モデルを用いて、種々のシナリオにおける物質動態の変化が解析できるよう、入出力用インターフェースを作成し、代表的な施策を適用した際の効果についてシミュレーション計算を実施した。

汽水域環境の保全・再生に関する研究

Research on conservation and restoration of estuary environments

（研究期間　平成 21～23 年度）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　大沼　克弘
研 究 官　　遠藤　希実

［研究目的及び経緯］

本研究は、河川と海の影響により複雑な物理・生物・化学環境を形成する汽水域について、全国的なデータを基に汽水域の類型化や物理・生物・化学環境の相関分析を行うとともに、類型ごとにインパクトレスポンスについてまとめることにより、治水・利水・環境を総合的に勘案した汽水域の保全・再生・管理についての提言を目指すものである。

平成 22 年度は、全国一級水系から 25 水系を選定し、各河川の河道地形特性に着目した河道形状のパターンとその変化パターンについて整理するとともに、河道形状やその変化及び河床材料の特性を規定する因子について分析を行った。さらに出水による冠水頻度や潮汐による冠水時間等の物理環境と植生分布との相関性を分析するとともに、2 年代の植生図と出水履歴を整理して植生の剥離条件を推定した。また、7 水系を対象に既往のモニタリング調査成果等を活用して、河道掘削等の河川事業や自然再生事業に対する河道及び生物応答の因果関係を整理するとともに、水質・地形・水理・底質等の環境条件の変化が生物等の汽水域環境全体に及ぼす影響について整理・分析した。さらに豊川及び菊池川の汽水域を対象として、塩分及び懸濁物濃度変動について数値解析モデルにより非定常解析を行い、物質滞留時間を算定し、汽水域地形、河川流量、潮汐条件の変化や構造物の存在が物質滞留時間に与える影響を整理した。

気候変動が河川環境に与える影響評価に関する調査

Research on climate change effects on river environment

（研究期間　平成 22 年度～）

環境研究部 河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
研 究 官　　望月　貴文

［研究目的及び経緯］

河川生態系保全のための適切な河川管理と目標設定に向けて、河川環境の変化が河川生態系に与える影響予測・評価手法の開発に向けた研究を行っている。

平成 22 年度は、河川環境のうち、水温と流況に着目し、全国の河川における水温・流況・生態系に関する既往の実測データを収集・整理し、TWINSPAN 法を用いて生物出現特性（出現種、個体数）によって調査地点を類型化した。そのうえで、河川の環境形成要因に関する指標及び水温・流況に関する指標を抽出し、それらが有する上記各類型との関係について、類型区分ごとに指標値の分布特性を整理すること、また、生物出現特性を目的変数、指標値を説明変数とする重回帰分析を行うことで検討した。その結果、生物の出現特性による類型区分は、今回抽出した指標のうち、「平成元年以降の最大流量、4 月-6 月の期間の平均年最低水温、COD 平均年最大値」との相関性が高くなる傾向が見られた。

治水と環境保全の均衡を図る戦略的植生管理に関する研究

Research on strategic vegetation management considering the balance between environmental conservation and flood control

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　河川環境研究室

室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　大沼　克弘
研　究　官　　遠藤　希実

［研究目的及び経緯］

河道内に繁茂する植生は、鳥類の営巣地や魚付き林として利用されるなど生物生息環境の重要な構成要素であるが、一方で過度の河道内樹林化は河積阻害を引き起こし、治水安全度の低下を招く。また、流下能力の向上を目的とした河道掘削において、河川環境保全の観点から中水敷を造成し、湿地環境の創出を図ったが、中水敷に植生が繁茂したことに伴い土砂の再堆積が助長され、早期の維持管理が必要になるなどの問題が指摘されている。本研究は、河川植生の生育や植生遷移に関する環境条件を定量的に分析するとともに、植生消長が河道地形に及ぼす影響について評価することにより、治水と環境保全を勘案した河道計画・維持管理手法の確立に資するものである。

平成 22 年度は、出水時期や植物出現種の分布傾向など地域特性が異なる 3 河川（米代川、鬼怒川、吉野川）におけるセグメント 2 区間を対象に、昭和 40 年代から現在に至る期間を概ね 5 年代に分割し、既存調査資料を基に各年代の推定植生図や 3 次元河道地形を GIS にて作成した。さらに準 2 次元不等流計算により各年代の植生に作用する水理量を算出するとともに、GIS による空間解析により植生の物理的な生育環境条件を定量化し、各年代間の経年変化傾向を分析した。

周辺地域と調和した河川環境管理に関する調査

Research for the river environment management which is harmonized with the neighboring areas

（研究期間　平成 21 年度～）

環境研究部　河川環境研究室

室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　原野　崇

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所は、河川生態系の基盤である河川植生の保全及び再生を目的とした適切な管理に関する研究を行っている。平成 22 年度は、外来植物の侵入が河川における在来植生の保全に与える影響を明らかにすることを目的に、我が国の河川における河畔植生に関するデータに基づく分析を行った。まず、河川水辺の国勢調査の在来植生種データを TWINSPANN 法による統計解析にかけ、全国 109 水系を大きく 10 ～ 25 区分に分類した。これらの分類は、気候や地質学的特徴、地誌学的特徴との関連性が見受けられた。次にこの各区分の在来種数と河川の物理的特性との関連性を比較したところ、平均年最大流量や年平均最高気温などの指標と正の相関がみられた。

その上で、外来植物の侵入状況について整理し、河川の水文特性、流域の気候特性、植生分類、植物種の多様性との関係把握を試みた。日本の一級河川において、種数で約 22%、群落数で約 10%、群落面積で約 15%の外来植物が侵入していることが確認された。外来種率と他の指標の関係では、樹木率が高くなると被陰され外来種率が小さくなる傾向や、在来植物種数及び暖かさの指標が外来種数に大きく連動していることが明らかになった。

地域・市民との連携・協働を促進する河川環境情報共有手法に関する調査

Research on methods of river environment information sharing to promote cooperation with residents in the basin for river management

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
研　究　官　　伊藤　嘉奈子

［研究目的及び経緯］

河川環境行政と市民が連携する目的として、地域環境に応じた事業の実施、市民の地域環境に関する高い専門性を生かした調査・維持管理の実施、連携・協働を通じたより多くの市民の関心喚起などが挙げられる。このためには、地域の河川環境に関する正確かつ客観的な情報の共有が必要である。行政の持つ河川環境情報を客観的・総合的な情報として発信すること、また、市民が持っている地域環境に関する情報についても収集し、これらの情報を市民と行政が共有することが、効果的な連携・協働に向けた地盤作りになると考えられる。

平成２２年度は、市民との連携・協働を促進するような情報共有手法の開発を目的に、地域の河川環境情報を発信している事例を文献やホームページ等から収集するとともに、市民団体に対してヒアリング調査、アンケート調査を実施して、情報共有の現状と課題などを整理した。今後は、抽出された課題を踏まえて、WebGIS を活用した情報共有手法の提案を行う予定である。

流域環境と河川特性が河川水質および環境に与える影響の評価

Estimation of effect of watershed and river characteristics on river water quality and river environment

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
研　究　官　　伊藤　嘉奈子

［研究目的及び経緯］

河川水質や環境は、流域における水質負荷特性や流出特性など、その流域環境の特性に大きな影響を受けている。また、河川形状や流量のような河川特性も河川水質や環境に大きく影響する。このため、河川水質や環境を保全・改善しようとするならば、まずはその流域環境の状況を把握するとともに、河川特性をふまえて保全・改善の方向性を定める必要がある。

本研究では､河川の任意の地点において､その地点における流域環境の特性と河川特性を評価するシステムを開発し、河川の様々な地点における環境評価を行うことを目的とする。本年度は、全国 15 河川を対象に、流域特性（標高、地形・表層地質、土壌、雨量、人口、土地利用、産業、下水処理形態など）、河川特性（河床材料、河道の水面幅、水深、勾配）に関するＧＩＳデータベースを作成し、流出過程における負荷量変化率を算定するとともに、河川水質分布表示ツールの作成を行った。

河川生態を支える物理基盤の状態評価及び変化予測に関する調査

Research on condition evaluation and change prediction of the physical environment supporting river ecosystem

（研究期間　平成 22 年度～）

環境研究部 河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
研　究　官　　望月　貴文

［研究目的及び経緯］

河口湖の生物生息場の形成及び生態系が流れと土砂及び物質の動態とどのようにつながっているかを明らかにすることで、適切な汽水域環境の保全・管理技術を確立することを目的として、岩木川の河口域にある十三湖を代表事例に選定し研究を行っている。

平成 22 年度は、風波による底泥の巻き上げ及び沈降を考慮した流動及び水質解析モデルにより、十三湖における流れと土砂及び物質の動態を解析した。その結果、時間経過に伴い細粒土砂が移動し、底質が変化する挙動や、底泥の巻き上がりにより SS 濃度が高くなり、底質の変化に影響を与えていること、河川から流入した物質が十三湖に補足される期間別の割合、十三湖内の有機物の起源別の優占状況等を把握できた。

河川砂防技術基準改定検討業務（調査）

Research for revision of Technical Criteria for River Works (Practical Guide for Researching)

（研究期間　平成 21 年度～）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　原野　崇

［研究目的及び経緯］

河川行政を的確かつ効率的に行うため、「建設省河川砂防技術基準(案)調査編」(平成９年改定)をはじめとする各種調査マニュアル等、河川環境調査や水質調査に関する技術的な基準や調査手法の改善、標準化等に関する研究を行っている。近年の関係法令の改正や技術的知見の蓄積、自然環境や社会情勢の変化により、現状を踏まえた新たな技術的検討が必要になってきており、これらの新たな技術について河川砂防技術基準（調査編）（案）に反映すべく、改定検討を行っている。平成 22 年度は「河川砂防技術基準検討委員会」での議論を踏まえ、各章の改定方針について調整を行い、原稿の執筆を進めているところである。

河川環境データセンターサービス提供

Development of River environment Database System

（研究期間　平成 22 年度～）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　原野　崇

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所は、国土交通行政に関する諸情報の管理・活用の拠点としての役割が期待されている。当業務は、河川水辺の国勢調査や河川生態学術研究会の成果、川の通信簿等、河川環境に関する基礎データをデータベース化して公開し、もって河川環境に関する研究や河川行政に資することを目的とする。平成 22 年度はデータベース用サーバ及び公開 WEB システムの構築、並びに公開に向けての管理体制の検討と整備を行った。

河川生態学術研究

River Ecology Research

（研究期間　平成 21 年度～）

環境研究部　河川環境研究室
室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　池田　鉄哉

［研究目的及び経緯］

近年、河川が本来有する自然環境の役割を活かした河川管理を進めようとの機運が高まってきている。また、一方で多くの生態学研究者によって河川の構造・機能と生態系との関連性について研究が進められてきた。このような状況の中で、河川工学と生態学の研究者が協働して河川生態に焦点を当てた河川生態学術研究が行われてきた。

河川生態学術研究は、全国の代表的な6河川について実施され、これまで多くの研究成果が得られてきた。また多自然川づくりや自然再生事業の実施に際して河川生態に係る多くの調査・検討成果が得られている。このような豊富な研究成果を収集・整理することにより、土砂投入や樹木伐採などの河川事業の実施（インパクト）による環境・生態系への応答（レスポンス）に関する知見の分類・統合化を行った。またこのように分類・統合化された知見を用いて、全国の河川管理者や研究者にとって利用可能となる環境・生態系影響のデータベースの設計及び運用手順に関する検討を行った。さらに、これまでの河川生態学術研究成果などについてデータベースへの実装を行った。

太田川の干潟安定に関する調査

Research on tidal land stability in the Otagawa River

（研究期間　平成 19 年度～）

環境研究部　河川環境研究室

室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　大沼　克弘
研　究　官　　望月　貴文

［研究目的及び経緯］

本研究は、河口部において、河道に種々のインパクトを加えた際の干潟形状・材料の応答予測技術を構築し、干潟保全・再生のための河川管理手法の高度化を目的としている。

平成 22 年度は、太田川放水路の河口干潟及び干潟再生実証実験区において、出水時及び平常時の潮汐における地形や河床材料の変化の実態把握やそのメカニズム解明のために、河床変動調査、河床材料調査、浮遊砂観測、細粒土砂の混入状況調査等を行った。その結果、出水によって、場所によっては地形に大きな変化が見られ、その後の平常時には変化は少ないことから、干潟地形の基本的な骨格は、出水時の外力により規定されていることが示唆された。また、実証実験区では、造成後、干潟上にバーム状の地形が形成され、同様の地形は他の河口干潟上にも見られた。これは、平常時の波による運搬・分級作用によるものと考えられる。

川内川河道整備に関する調査

Research on effective and efficient river management in the Sendaigawa River

（研究期間　平成 20～22 年度）

環境研究部　河川環境研究室

室　　長　　天野　邦彦
主任研究官　　大沼　克弘

河川研究部　河川研究室

研　究　官　　武内　慶了

［研究目的及び経緯］

本研究は、河川激甚災害対策特別緊急事業として大規模な河道掘削が行われる川内川を対象として、植生による細粒土砂の堆積や河岸の侵食等の掘削後の河道の変化をあらかじめ想定し、河川環境や河道維持を考慮した河道掘削や維持管理計画等を立案するための調査、検討を行うものである。

平成 22 年度は、河道掘削後のモニタリング調査の結果を活用して、これまで構築した植生消長も考慮した２次元河床変動解析モデルの妥当性の検証を行うとともに、今後の河道維持管理法の検討を行った。後者については、河道掘削後に土砂堆積が予想されることから、洪水の流下のために必要な河積に加えて土砂の堆積空間としての河積（マージン）を確保した維持掘削を行うこととし、そのマージンを確保する掘削を毎年場所を変えて行うケース等の様々な管理方法について、治水（流下能力の維持や局所洗掘の防止）、環境（植生面積やとチスジノリの生息環境の保全）、経済性の観点から、予測計算に基づいた定量的な整理を行った。

社会資本のライフサイクルをとおした環境評価技術の開発

Development of Life Cycle Assessment method on infrastructure

（研究期間　平成 20～22 年度）

環境研究部　道路環境研究室	室長	曽根　真理
Environment Department	Head	Shinri　SONE
Road Environment Division	研究官	瀧本　真理
	Researcher	Masamichi　TAKIMOTO
	研究官	神田　太朗
	Researcher	Taro　KANDA

In this research, we examined method of Life Cycle Assessment (LCA) that was able to be applied to infrastructure development. We made up the frame of infrastructure LCA, and the environmental load units for construction materials etc. Life cycle CO2 was calculated by using made the frame and the units, and the practicality of infrastructure LCA was confirmed.

［研究目的及び経緯］

近年、環境問題の中心は公害などから温室効果ガスの削減、廃棄物・資源など地球環境問題へ移ってきている。これらの問題に対応し、低炭素社会、循環型社会を目指すためには、環境評価をインパクトからサステナビリティ（持続可能性）へ発想を転換することが必要になってきている。持続可能性に対する評価手法としてライフ・サイクル・アセスメント（LCA） が注目されているが、LCAは主に工業製品の環境評価に用いられており、これらと異なる特徴を有している社会資本へそのまま適用できない。

そこで、本研究では社会資本整備へのLCAの導入を目的に、社会資本LCA の枠組み構築、環境負荷量の計算を行うための建設資材等の環境負荷原単位の整備を行い、精度良く、かつ、簡単にLCAの結果が求められるような環境負荷計算手法を検討した。

［研究内容］

（1）社会資本 LCA の枠組み構築

国際規格（ISO 14040）では、LCA 調査には「目的及び調査範囲の設定」、「インベントリ分析」、「影響評価」及び「解釈」の実施が必須とされている。本研究では、上記に社会資本の特徴による適用性や意思決定段階ごとの実施可能性の課題を反映させ、社会資本 LCA の枠組みを構築した。

（2）社会資本 LCA に用いる建設資材等の環境負荷原単位の整備

社会資本のライフサイクルをとおした環境負荷量は、基本的に建設資材や建設機械の数量とそれらの環境負荷原単位の積和により計算できる。社会資本への LCA の適用にあたって、設計や施工等の各段階の利用者が使いやすいツールである必要があることを考慮し、建設資材や建設機械の環境負荷原単位の他、工種あたり、構造物あたりの環境負荷原単位を網羅的に整備した。

（3）構築した LCA 手法の実用性の検証

本研究で構築した社会資本 LCA の枠組み及び環境負荷原単位を用いて、社会資本整備のライフサイクルをとおした環境負荷量（ライフサイクルインベントリ分析：LCI）の試算を行い、社会資本整備への LCA の実用性を検討した。

［研究成果］

（1）社会資本 LCA の枠組み構築

社会資本 LCA の枠組みとして検討した「目的及び調査範囲の設定」、「インベントリ分析」、「影響評価」及び「解釈」のうち、特に重要である「目的及び調査範囲の設定」、「インベントリ分析」について述べる。

・目的及び調査範囲

社会資本 LCA の目的は、社会資本整備の各意思決定段階における定量的な環境負荷の評価により、より環境負荷の少ない社会資本整備を目指すことであるが、各意思決定段階で、システム境界とした項目を漏れなく計算する「網羅性」と、計算方法で解釈の違いによる誤差が生じないようにする「一意性」が異なる。対象とするライフ・サイクルは、構造物の原材料の採取から製造・運搬、施工、維持管理及び解体廃棄を基本とし、構造物の利用は対象としない。将来の解体を前提としたライフ・サイクルの設定は困難であり、（再

生）資源採取段階ともみなせることから、既存の構造物の解体廃棄から始まるライフ・サイクルとするが、想定したシナリオの将来の解体等が現状より環境負荷を低減できる場合は評価に加える。

・インベントリ分析

構造物の環境負荷量は、基本的に活動量（資材等の数量）と資材等の環境負荷原単位の積和により計算する。活動量は設計成果等に基づき、資材等の環境負荷原単位は一般品目については環境負荷原単位を参照し、個別品目については資材等の供給者が提供する。設計段階やより上位の意思決定段階では、検討の詳細度に応じた高次の原単位(材工込みの原単位)を活用する。

（2）社会資本 LCA に用いる建設資材等の環境負荷原単位の整備

環境負荷量の算出は建設資材等の原単位を積み上げて工種の環境負荷量を求める。また、それを積み上げて構造物の環境負荷量を求める（図-１）。各段階での利便性を考慮し、次の環境負荷原単位を作成した。

a)建設資材等の環境負荷原単位一覧表

建設資材等の一般的な環境負荷原単位は、積み上げ法と産業連関法を組み合わせた手法により算出した。公共工事における環境負荷量が多い鉄鋼，セメント，アスファルト合材，砕石等について、環境負荷量の計算範囲を定め、環境負荷原単位を作成した。

b)工種あたりの環境負荷原単位

工種あたりの環境負荷原単位は、土木工事標準歩掛等により求めた建設資材等の数量と、一般品の建設資材等の環境負荷原単位を用いて、その工種の平均的な値として作成した。

c)構造物あたりの環境負荷原単位

b)と同様に土木工事標準歩掛等により求めた建設資材等の数量と、一般品の建設資材等の環境負荷原単位を用いて、平均的な構造物あたりの環境負荷原単位を作成した。

（3）構築した LCA 手法の実用性の検証

（1）の枠組み、（2）環境負荷原単位を用いて、主に道路構造物の LCI の試算を行い、LCA 手法の実用性の検証を行った。ここでは、道路事業において主要な構造物である土工（平面構造）の CO2 排出量の計算について紹介する。

CO2 排出量の基本的な算定方法は、コストと同様の手法であり、単価の代わりに（2）で作成した CO2 排出原単位を用い、資材等の数量との積和で求めた。資材等の数量は，国土交通省が発注の際に用いる工事積算書の情報に基づいた。

対象とする土工工事は施工延長 469.4m、全幅員 10.5m、暫定 2 車線（片側 1 車線）の平面構造の道路である。試算の結果、CO2 排出量は約 740t-CO2 であった（図-2）。建設機械に係る CO2 排出量の比率が大きいこと、掘削土量の運搬が多い掘削工からの排出量が顕著に大きく、工事全体の約 50%を占めていることなど、掘削、盛土等が工事の大部分である土工において、CO2 排出量が多い要因が明らかにできた（図-3）。

［まとめ、成果の活用］

本研究の成果をガイドラインとしてとりまとめる。今後、社会資本 LCA を社会資本整備に導入することで、社会資本整備のライフサイクルをとおした環境負荷量の削減に資することが期待される。

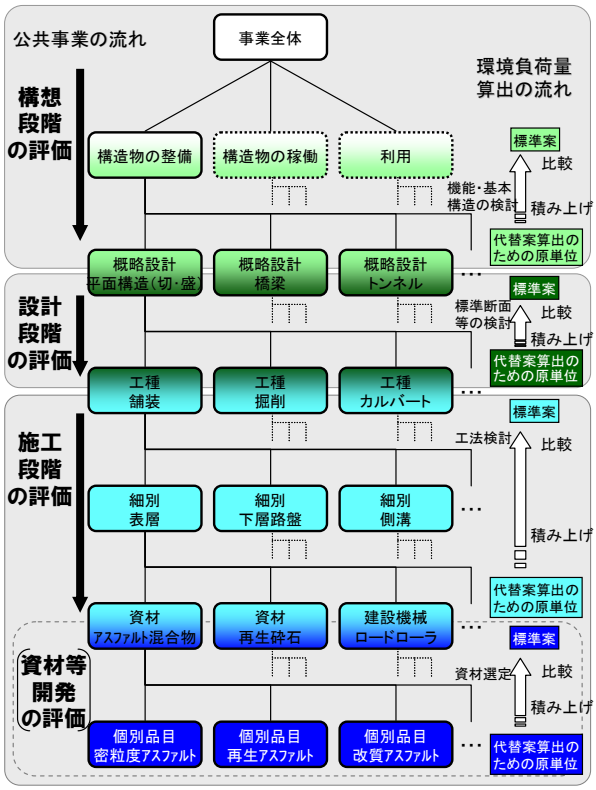


図-1　環境負荷量算出の流れと環境負荷原単位

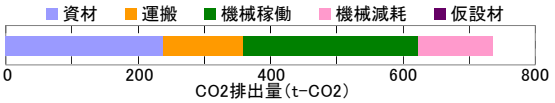


図-2　土工・工事全体の CO2 排出量(t-CO2)

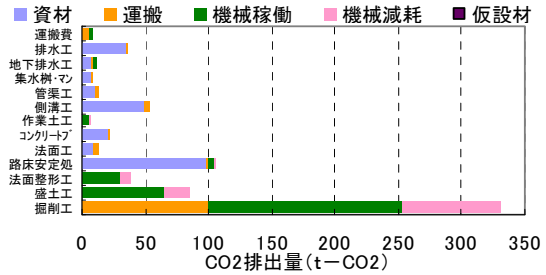


図-3　土工・工種別 CO2 排出量(t-CO2)

環境影響評価における自動車排出ガス量の推計に関する調査検討

Investigation to estimate motor vehicle emission factors using environment impact assessment

（研究期間　平成 18～22 年度）

環境研究部　道路環境研究室	室長	曽根　　真理
Environment Department	Head	Shinri　SONE
Road Environment Division	主任研究官	土肥　　学
	Senior Researcher	Manabu　DOHI
	研究官	瀧本　　真理
	Researcher	Masamichi　TAKIMOTO

We measured the amount of air pollutants (nitrogen oxide, particulate material and carbon dioxide etc.) emitted from the exhaust pipe of vehicles conforming to the latest exhaust gas regulation using a chassis dynamo meter, and we surveyed percentages of types and model years of cars on the road.

We will estimate the motor vehicle emission factors using environmental impact assessments of road project based on these results.

［研究目的及び経緯］

道路環境影響評価の自動車走行に係る大気質予測に用いる自動車排出係数は,平成 12 年までの排ガス規制車のシャシダイナモ試験結果及び中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第四次答申の平成 17 年規制目標値に基づき設定している.

本調査研究は,平成 17 年より新長期規制車が普及したことを踏まえ，シャシダイナモメータを用いて実走行状態を再現して自動車排ガス中の大気汚染物質量(NOx・PM 等)を測定し,今後の排ガス規制導入による低減を考慮し,自動車排出係数をより実態に即した値に更新するとともに，自動車走行時の CO_2 排出係数の更新を検討するものである.

［研究内容］

１．新長期規制適合車の自動車排出ガス量調査

自動車排出係数の更新にあたり，最新の排ガス規制適合車からの排ガス量が必要となる．そこで，シャシダイナモメータを用いて実走行状態を再現し新長期規制適合車からの排出ガス量を調査した．調査車両，測定項目，試験モード条件の概要を以下に記す.

1)調査車両：ガソリン乗用車 5 台，ハイブリッドガソリン乗用車 1 台，ガソリン軽量貨物車 2 台，ガソリン中量貨物車 1 台，ディーゼル乗用車 1 台，ディーゼル中量貨物車 1 台，ディーゼル重量貨物車(車両総重量 4～5t 級)2 台，ハイブリッドディーゼル重量貨物車(車両総重量 4～5t 級)1 台，ディーゼル重量貨物車(車両総重量8t 級)2 台,ディーゼル重量貨物車(車両総重量25t 級) 4 台の計 20 台

2)測定項目：NOx，PM，CO，SO_2，THC，ベンゼン，CO_2，燃料消費量，速度　等

3)試験モード

①規制モード：軽量車（10・15 モード，11 モード)，重量車(JE05 モード)

②実走行モード：幹線道路における実走行調査から路線(一般道，自専道)及び車種(軽量車，重量車)別に作成した走行モード(旧土研モード)の中から平均旅行速度約 5～100km/h 程度のものを使用

③定常走行モード(軽量車 120km/h,重量車 90km/h 等)

２．道路上における車種構成比・車齢比把握のためのナンバープレート調査

車種構成比・車齢比は，自動車登録情報を元にした自動車保有台数から把握可能であるが，実際の道路上における比率と異なることが想定される．そこで，平成 21 年 11～12 月に，全国 13 箇所(一般国道 9 箇所，高速道路 4 箇所)においてナンバープレート調査を実施した．調査は平日 24 時間調査とした.

３．道路環境影響評価に用いる自動車排出係数の推計

１～２の調査結果を用いて道路環境影響評価で用いる自動車排出係数の推計を行った.平成 22 年度は特にハイブリッド車の普及影響の考慮方法を検討した.

［研究成果］

１～２の主な調査結果は既報の国土技術政策総合研究所資料NO.624「平成21年度 道路調査費等年度報告」P.78～79 において記していることから割愛し，本稿では３におけるハイブリッド車の普及影響の考慮方法に関する研究成果について記す.

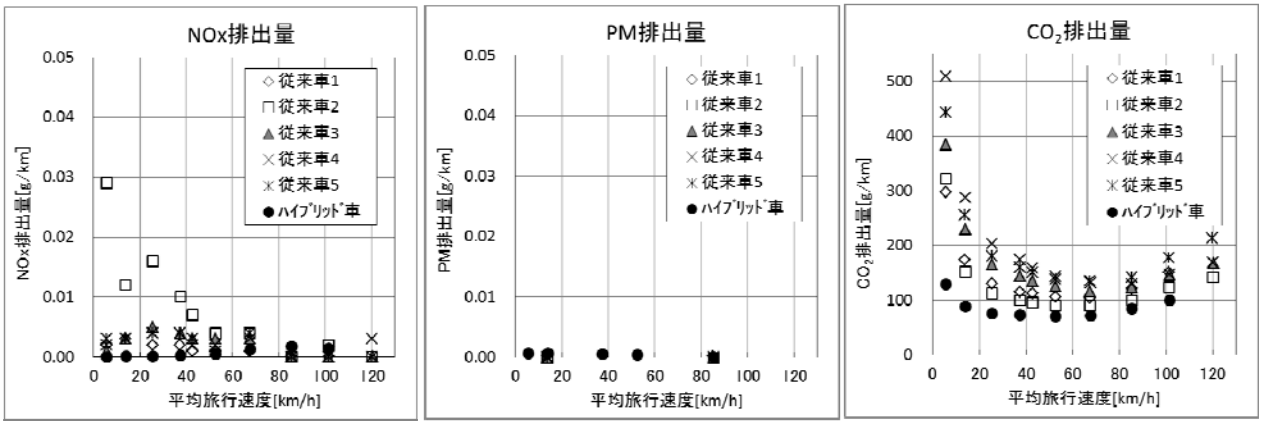


図-1 ハイブリッドガソリン乗用車と従来車との平均旅行速度別NOx・PM・CO_2排出量比較

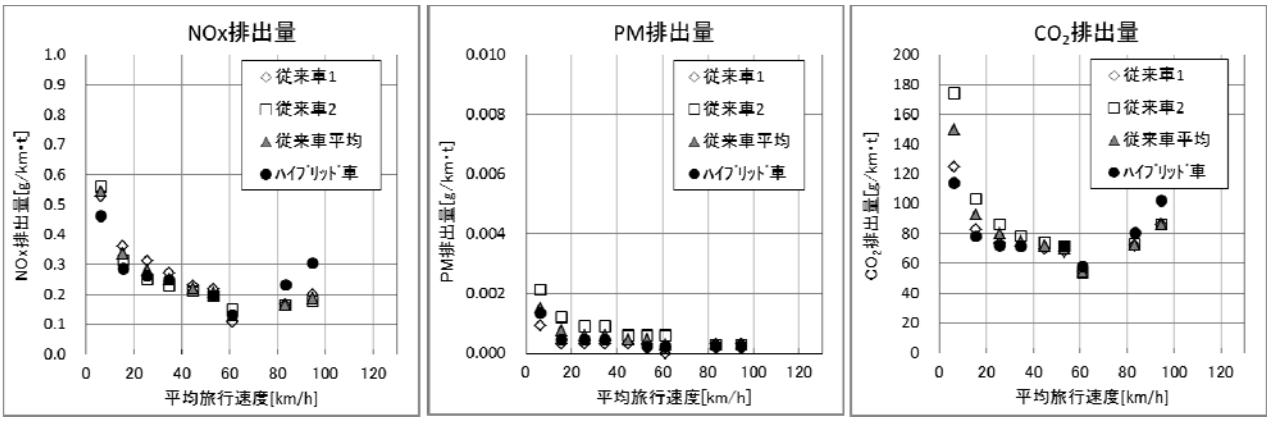


図-2 ハイブリッドディーゼル貨物車（**車両総重量4～5t級**）と従来車との平均旅行速度別NOx・PM・CO_2排出量比較

1)ハイブリッド車の排出ガス特性

ⅰ)ガソリン乗用車：ハイブリッド車と従来車におけるNOx・PM・CO_2の平均旅行速度別排出量の比較図を**図-1**に示す．従来車は5台分示しているが，このうち今回測定したハイブリッド車と車両重量及び排気量が同程度な車両は従来車3である．車排ガス成分別に比較すると，NOx・PMは排出量自体が微量であるとともに顕著な差はみられない一方，CO_2はハイブリッド車と従来車とで，特に低速度域で顕著な差がみられた．これより，自動車排出係数の推計においては，NOx・PMについては特に考慮する必要はない一方，CO_2についてはハイブリッド車の市場普及率が2010年3月末時点で全体で2.4%，2010年初度登録車に限っては15.0%と徐々に高くなっていることも勘案し，何らかの考慮を行う必要があるものとした．

ⅱ)ディーゼル貨物車（車両総重量4～5t級）：ハイブリッド車と従来車における NOx・PM・燃費消費率・CO_2の平均旅行速度別単位重量当たりの排出量の比較図を**図-2**に示す．排ガス成分別に比較すると，NOxは排出量に有意的な差はみられない．PM は排出量自体が微量であるとともに顕著な差はみられない．CO_2は高速度域で排出量がやや大きく低速度域で排出量がやや小さくなる傾向がみられるものの，顕著な差まではみられない．これより，自動車排出係数の算定においては，NOx・PM・CO_2ともハイブリッド車の市場普及率が2010年3月末時点で0.1%と非常に小さいことも勘案し，特に考慮を行う必要はないものとした．

2)ハイブリッド車の普及影響の考慮方法

自動車排出係数の算定にあたっては，まず代表8車種別（ガソリン・ディーゼル別／乗用車・貨物車(軽量・中量・重量)別）の自動車排出原単位を排ガス成分別に算定した上で，実用的である小型・大型車類の2車種別自動車排出係数を推計している．市場普及が進んでいるのはハイブリッドガソリン乗用車のみであることから，代表8車種別の自動車排出原単位のうちガソリン乗用車のみハイブリッド車の普及影響を考慮した補正を行った．

補正にあたっては，今回の調査結果から整理した同程度の車両重量のハイブリッド車と従来車との排出量比と，自動車保有車両数の統計データから整理される各年式におけるハイブリッド車普及率を用いることとした．

［成果の発表・活用］

これらの調査結果を踏まえ道路環境影響評価に用いる自動車排出係数の更新値をとりまとめ，国土技術政策総合研究所資料として公表する．

多様な交通条件、現場条件に対応できる騒音対策の検討

Development of noise prediction methods for various road traffic and site conditions

（研究期間　平成 20～22 年度）

環境研究部		室長	曽根　真理
Environment Department		Head	Shinri SONE
道路環境研究室		主任研究官	吉永　弘志
Road Environment Division		Senior Researcher	Hiroshi YOSHINAGA

In order to consistently and economically implement environmental measures for roadways, it is necessary to estimate the noise generated by vehicles under various traffic conditions. The A-weighted sound power level (L_{WA}) generated by the low emission vehicles and the heavy tractor-trailers had been measured at the test track and the highways, verifications of estimated acoustic noise considering the trailer ratios, and a prediction of road traffic noise reduction by reducing vehicles noise reduction was done in fiscal 2008 and 2009. The measurements of the L_{WA} of vehicles at the highways, the inquiry about the technical knowledge of noise barriers, the append inquiry about the road traffic noise abatement measures had been done in fiscal 2010. The validation of continuous usage of the L_{WA} values in the 1999 document to estimate road traffic noise is confirmed. Furthermore, the technical knowledge of the various road traffic noise abatement measures had been put together.

［研究目的及び経緯］

本研究は、多様な交通条件、現場条件に対応できる騒音推計手法を開発し、より効率的・経済的な道路管理を実現することを目的としている。平成 20 年度と平成 21 年度は低公害車およびトレーラ連結車から発生する A 特性音響パワーレベル（L_{WA}）を構内試験および一般道で調査し、トレーラ連結車の混入率を考慮した騒音の計算式の検証および自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減に関する将来予測を行った。平成 22 年度は車種別の L_{WA} の調査、遮音壁に関する技術資料の整理、多様な騒音対策に関する補足調査及び騒音対策の事例調査を行った。

［研究内容］

（１）車種別の騒音発生量の調査

道路交通騒音の等価騒音レベル（L_{Aeq}）を計算で予測または推計する場合には、交通量および自動車走行のA特性音響パワーレベル（L_{WA}）のデータが必要になる。このうちL_{WA}については測定(1999年の文献値)から10年以上経過したので、継続して使用することの妥当性を確認することとした。公道で測定した車種別のL_{WA}は、変化していなかった(例えば**図1**)。さらに、交通量と文献値の$L_{WA,}$から計算したL_{Aeq}も正確であることを確認した。

なお、大型車のうちトレーラ連結車から発生する騒音は他の大型車より大きいことが明らかになった。また、乗用車および中型車の低公害車等から発生する騒音は公道で測定した一般的な自動車から発生する騒音よりも小さかった (**図2**) 。これらのうち、トレーラ連結車の混入率の考慮の有無は計算の正確さに影響しなかった。自動車の低騒音化は将来的に道路交通騒音の低減に寄与すると予測した。

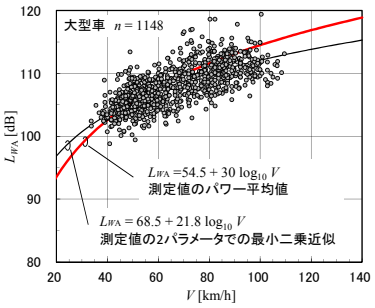


図 1　L_{WA} の測定結果の例（大型車）

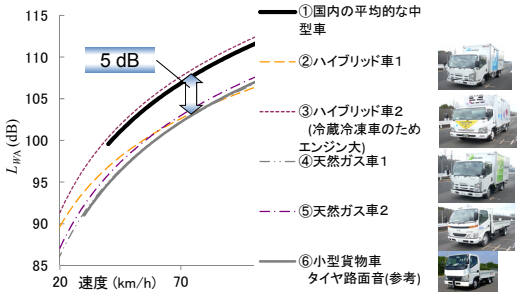


図 2　低公害車の L_{WA} の測定結果の例（中型車）

（２）多様な騒音対策に関する調査

道路交通騒音の予測および対策に関する様々な事項について調査した。調査内容は、山間部における反射音の影響、騒音の会話影響、大型車の騒音対策、波動数値解析等の詳細な予測手法が有効かつ必要となる条件、沿道に学校等が存在する場合における騒音対策の実施例、高架橋隙間からの漏出音等の予測手法、縦断勾配に関する補正の適用の考え方、裏面吸音板設置による高架構造物音の低減、高層階の騒音予測における留意点、住居等における騒音レベル分布の簡易推計方法、海外における騒音規制、および遮音壁の技術基準とした。これらのうち実測等をともなう調査の内容は以下である。

山間部における反射音の影響については、M系列信号変調法等により直接音と反射音を分離する方法で現地調査した(**図 3**)。反射音の寄与が大きいと考えられる地形における反射音の影響は最大でも約 1 dB 以下であった。騒音の会話への影響については、道路交通騒音、セミ、および滝の音で騒音が大きい屋外でごく普通に会話がなされている地点の騒音を測定して調べた。全 14 地点のうち 10 地点は等価騒音レベルで 70dB を超えていた。また、3 地点の交差点において騒音レベルの変化と会話する人の割合の関係を調べ、両者には関係がないことを確認した。

大型車の騒音対策については、騒音の車種別寄与の調査、貨物事業者に対するアンケート調査、および騒音の実測調査を行った。国土交通省が管理している道路における騒音の車種別寄与を沿道状況や道路構造に分類して調べた結果、夜間 65dB を超える地点では大型車の寄与が 60%以上であり、騒音値が大きいほど大型車の寄与が大きくなる傾向がみうけられ（**図 4**)、大型車の騒音を抑制する対策が重要であることが明らかとなった。貨物事業者を 3 業種（特積事業者、港湾出入り業者、その他一般）に区分してサンプル抽出し、運送経路・発着地・輸送時間等やその決定方法をアンケートにより調査した結果(4,498 社送付､969 社回収)、3 業種の回答はほぼ同様な傾向にあり、経路は運行管理者とドライバーによって決定され、発着時刻は荷主の要望が強く影響していた。環境への取り組みとして、多くの企業で沿道騒音対策としてアイドリングストップを実施し、環境への配慮の意識が高いこと(**図 5**)、および走行速度は乗用車等の他の車両に合わせていることが明らかになった。さらに、車両重量自動計測装置の近傍（関東、中部の 2 箇所）で騒音実測調査を行い、単独車約 1,700 台について車種、車両重量、速度等と騒音レベルとの関係を分析し、過積載車両、速度超過車両、整備不良車両の通行を抑制できれば沿道騒音が 4dB 程度低下すると予測した。

［研究成果］

道路交通騒音の計算で1999年の文献に記載されたL_{WA}を継続して使用することが妥当であることを確認した。一方、低公害車から発生する騒音は他の一般的な車両から発生する騒音よりも小さく、自動車の低騒音化は将来的に道路交通騒音の低減に寄与すると予測した。また、騒音の予測および対策に関する広範な知見を得た。なかでも、夜間の騒音値が大きい沿道の騒音は大型車の寄与が大きいこと、および規制速度を遵守した静かな運転を普及させるためには大型車のみならず全ての運転者に対する啓発が必要であることが明らかとなった。

［成果の活用］

今後、研究成果を道路管理に反映させて円滑な騒音対策に資する予定である。

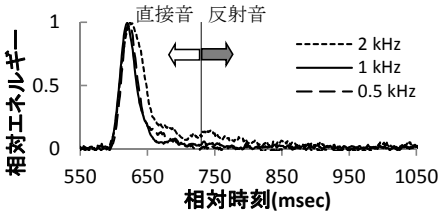


図 3　M 系列変調相関法による測定結果の例

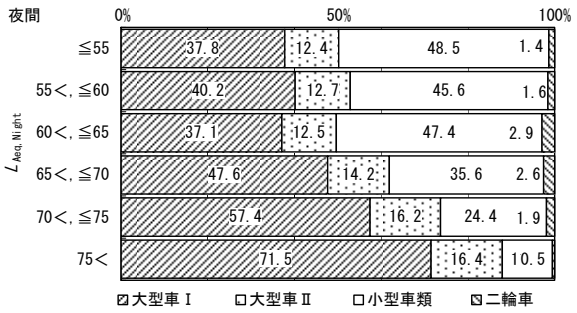


図 4 騒音の車種別寄与(騒音レベル別，夜間)

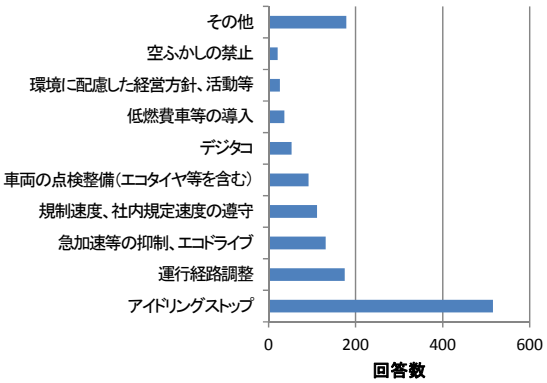


図 5 貨物事業者の環境への取り組み

環境影響評価法の改正に伴う環境評価技術手法の検討

Survey for Improving Technical Guidelines for Environmental Impact Assessment of Road Projects as Amendment of Environmental Assessment Law

（研究期間　平成 22 年度～）

環境研究部　道路環境研究室

室　　長　　曽根　真理
主任研究官　　井上　隆司
研　究　官　　山本裕一郎
部外研究員　　安東　新吾

［研究目的及び経緯］

「道路環境影響評価の技術手法」（以下、「技術手法」という）は、道路事業の環境影響評価を実施するための具体的な調査・予測・評価手法の事例をとりまとめたものであり、現在、道路環境影響評価の多くは技術手法を参考にして実施されている。技術手法は平成 11 年 6 月の環境影響評価法の施行により、土木研究所資料第 3742～3745 号として作成されたのち、平成 17 年 3 月に環境影響評価法に基づく基本的事項（平成 9 年 12 月 12 日環境庁告示第 87 号）が改正（平成 17 年 3 月 30 日環境省告示第 26 号）され、これを受けて平成 18 年 3 月に「道路事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令（平成 10 年 6 月 12 日建設省令第 10 号)」が改正（平成 18 年 3 月 30 日国土交通省令第 20 号）されたため、平成 19 年 6 月に全面改定（国土技術政策総合研究所資料第 382～400 号）を行っている。

平成 22 年度は、施行後 10 年を経た環境影響評価法の改正予定の動向を受けて、「計画段階環境配慮書に関する手続き（SEA 制度)」や「事後調査に関する手続き（環境保全措置等の報告書の作成等)」の新設等を技術手法に反映するため、道路事業の構想段階ＰＩの実施状況や事後調査事例の分析を行った。

自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討

Study concerning rationalization of estimate method about motor vehicle emission factors

（研究期間　平成 22～25 年度）

環境研究部　道路環境研究室

室　　長　　曽根　真理
主任研究官　　土肥　学
研　究　官　　瀧本　真理

［研究目的及び経緯］

道路環境影響評価の自動車走行に係る大気質予測に用いる自動車排出係数は、従来シャシダイナモ室内試験データに基づき算定してきたが、実走行時の自動車排出ガス量は運転方法や電装品使用状況、道路渋滞等の影響により室内試験データよりも大きくなる。この課題解消に向けては、車載型排出ガス計測システム等を用いた実走行時の排出ガス調査データに基づき自動車排出係数を算定していくことが必要である。

本調査研究は、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計を用いて、実走行時の自動車排出ガス量及びその変動特性に関する調査を実施しその実態を把握するとともに、将来における合理的な自動車排出係数の更新方法を検討するものである。

今年度は、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計による自動車排出ガス計測データに関する精度検証を実施しその有効性を確認するとともに、道路構造や運転方法・乗車人数・電装品使用・整備状況の違いによる実道路上における自動車 CO2 排出量の比較調査を実施し、交差点部やエアコン使用状況・積載量による CO2 排出量影響が大きいこと等の結果を得た。

大気環境予測技術検討のための大気質及び気象観測

Air quality and meteorological observations to study detailed prediction method about air environment by roadside

（研究期間　平成 19～24 年度）

環境研究部　道路環境研究室
室　　長　　曽根　真理
主任研究官　　土肥　学
研　究　官　　神田　太朗

［研究目的及び経緯］

大気安定については周辺地形により出現状況が異なることや、安定静穏時においては大気の鉛直方向の対流が少なくなり大気汚染物質が滞留し高濃度になりやすいこと（不安定時は大気の対流・混合が活発）が言われているが、大気安定状況と沿道大気質濃度との関連性は十分に明らかになっていない。この影響を踏まえた大気質予測手法の検討にあたっては、まず大気安定静穏の出現が沿道大気質濃度及び予測に与える影響を詳細に把握することが必要である。

本調査研究は、このような背景を踏まえ、地形等周辺状況が異なる箇所において通年の気象観測を実施し大気安定度と沿道大気質濃度との関連性分析に必要となる基礎データを収集するとともに、この関連性の解明を目指すものである。

今年度は、昨年度までに完了した平地・盆地・谷地における気象観測データに基づき、大気安定度と沿道大気質濃度の関連性についての分析を実施した。その結果、大気安定は冬季及び夕方から早朝にかけて出現しやすいものの沿道大気質濃度に与える影響は短期的でその濃度上昇は道路寄与側ではなくバックグラウンド側であること、沿道大気質濃度年平均値への大気安定影響はほとんど見られないこと、予測で用いる NO2 濃度の年間 98%値換算式等は地形別に分類しなくても予測結果に影響を与えないこと、等の分析結果が得られた。

道路交通騒音の現況把握手法の確立に関する検討

Study on Analyzing Method for Road Traffic Noise Situation

（研究期間　平成 22～25 年度）

環境研究部　道路環境研究室
室　　長　　曽根　真理
主任研究官　　吉永　弘志

［研究目的及び経緯］

本研究は、国土交通省が管理している道路における騒音の現況を把握するとともに優先的に実施する騒音対策方法および箇所を選定する手法に資する知見を得ることを目的としている。平成 22 年度は屋内値で評価した場合の環境基準の達成状況を推計するとともに道路交通騒音の現況を整理した。住居等における騒音レベルは屋内値による評価においても約 10% が環境基準を超過していると推定した。一方、掘割道路の沿道では掘割道路に起因する騒音がきわめて小さいことも明らかとなった。

道路事業による CO_2 推計手法の検討

Study on estimate method of carbon-dioxide emission from road transport section

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　道路環境研究室
室　　長　　曽根　真理
主任研究官　　土肥　学
研　究　官　　瀧本　真理

［研究目的及び経緯］

我が国の京都議定書の温室効果ガス削減目標の達成状況報告に際し、正式なデータベースとして用いている温室効果ガスインベントリでは、ガソリンや軽油等の燃料消費量に基づき、道路交通部門の CO_2 排出量を算定している。しかしながら、燃料消費量からのみでは多種多様な道路交通流対策による CO_2 削減効果の評価が難しいことが課題であると考えている。

本研究では、道路交通流対策による交通量や走行速度の変化を踏まえた CO_2 排出量削減方策の検討に資することを目的に、道路交通部門からの CO_2 排出過程モデルの検討を進めている。

今年度は、「走行台キロ」「旅行速度」に加え「混雑度」、「交差点密度」を説明変数に追加した CO_2 排出過程モデルについて有意性の高いモデル案を作成し、このモデル案から得られる道路交通からの CO_2 排出量の再現性について、全国及び地方ブロック・都道府県別での比較検証を実施したところ、一定の再現性を確保できる等の検討結果が得られた。

DNA を用いた生息地分断影響予測モデルに関する研究

Studies on the impact prediction model of habitat fragmentation using fecal DNA

（研究期間　平成 20～22 年度）

環境研究部　緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長　松江　正彦
Head　Masahiko MATSUE
研究官　園田　陽一
Researcher　Yoichi SONODA

In order to develop DNA tequnique for road environmental assessment, we identified Japanese hare （Lepus brachyurus） individuals, sex and parentage using fecal DNA. A study area was both sides on the Route 289 road kashi in Fukushima prefecture. We sampled 344 fecal pellets on the tracks of individuals and identified 36 individual hares （28 males and 8 females） were identified. As a result, it is estimated that four hares crossed between the both sides of road.

［研究目的及び経緯］

道路事業における野生哺乳類の環境影響評価では、目視または痕跡調査によって、事業エリアの周辺部に生息する動物種をリストアップする。その結果、重要な種あるいは注目種が確認された場合には分布範囲を推定し、計画路線が移動経路を横断すると予測される場合には道路敷地内への侵入防止柵と橋梁、ボックス等の横断施設の設置が検討される。

しかし、分布範囲や移動経路は、痕跡調査と一部ラジオテレメトリー調査により得られる個体レベルの行動圏や移動パターンの断片的なデータから推定しており、簡易にかつ高精度の調査手法の開発が求められている。さらに道路による分断において、どの程度の個体及び個体群間の交流が行われれば、保全目標とする種が存続可能であるのかといった予測評価手法の開発も求められている。

近年では、野生動物の糞や獣毛からの微量な DNA を抽出し、個体識別による生息数の推定や個体群間の遺伝的交流を予測・評価する手法が確立されつつある。この方法は、直接観察や捕獲を伴う行動圏調査と比較すると、サンプリングが容易であり、DNA を標識として利用できるので、半永久的な個体の追跡が可能であるといった利点がある。

本研究では、まず文献調査により現地調査において DNA 分析が適用できる種を選定した。次に、選定した種について個体数、性比の把握や個体ごとの行動パターンの把握、さらには生息地の分断化に伴う野生動物個体群への影響を解明し、道路事業における環境影響評価技術手法として、DNA 分析を活用した新たな技術手法の方向性等を明らかにすることを目的とした。

［研究内容］

1） 従来の調査手法と糞抽出 DNA 分析との比較
2） 調査対象種として選定したノウサギの糞の回収、抽出 DNA による個体識別、雌雄判別、個体数把握、親子鑑定
3） DNA 分析結果と道路周辺環境、餌資源との関連性解析
4） 糞抽出 DNA 分析の環境影響評価への適用可能性を検討するための先行研究の整理

［研究成果］

1）従来の調査手法と糞抽出 DNA との比較（調査のメリット・デメリット、コスト）

注目すべき種に対する環境影響評価を行う際に、従来は痕跡調査、赤外線センサーカメラ調査、ラジオテレメトリー調査によって行われきたが、糞抽出 DNA 調査は DNA サンプルの取り扱いが困難であることや、分析に特殊な機器や技術が必要であるものの、生息密度や個体の追跡等、個体単価に換算すると低コストで詳細な調査が実施できることが明らかとなった（表-1）。

2） 糞抽出 DNA 分析結果

福島県南会津郡下郷町の国道 289 号線甲子道路周辺において、ノウサギの糞抽出 DNA 用のサンプルを採取した。なるべく新鮮な糞を回収することに努め、足跡上から新鮮な糞が見つからない場合には、やや古い糞を回収した。なお、甲子道路両側の平坦地においてノウサギの各個体の足跡をトレースし、雪表面にある糞を新鮮な糞とし、雪中に沈んでいる糞を古い糞とした。糞を回収する際に位置情報を GPS（Garmin 社製）によ

り記録した。

サンプル（n=344）から抽出された DNA について、98～100%の個体識別、雌雄判別率が得られた。全体で 36 個体（♀8 個体、♂28 個体）が識別された。親子鑑定の結果から、2 組（4 個体）が親子関係にあり、それ以外は親子関係が認められないことが推定された。しかし、親子鑑定を解析するソフトの精度は今後の課題である。今回の調査では、36 個体中 4 個体（♀1 個体、♂3 個体）の糞が道路両側で確認された（図-1 は調査箇所の一部）。

3）DNA 分析結果と道路周辺環境、餌資源との関連性

DNA 分析の結果から多数の個体が利用する場所が明らかになり、植生、地形との解析により種の生息適地評価にも応用できることが明らかとなった（図-2）。今後、現存植生図、地形等との関連性を分析することで、生息適地評価モデルを作成することが可能となった。さらに、利用頻度の高い環境について餌となる植物について調査したところ、林縁に生育するキイチゴ属（モミジイチゴ、クマイチゴ）やササ、クロモジに対する利用頻度が高かった。

3）糞抽出 DNA 分析の環境影響評価への適用可能性

糞抽出 DNA による個体識別のプロトコルが現在確立されている種は、ツキノワグマ、ニホンジカ、アナグマ、タヌキ、ノウサギ、ホンドテンの 6 種と、分析のためのプロトコルが確立されている種が少なかった（表-2）。この中で、糞のサンプリングが容易な種は、ニホンジカ、ノウサギ、ホンドテンの 3 種であった。

［成果の活用］

道路環境影響評価の技術手法の改定時に DNA を用いた影響評価手法として新たな提案を行う。

［参考文献］

1）松木吏弓・矢竹一穂・梨本真（2000）DNA 多型を利用したノウサギの個体識別．電力中央研究所報告 U00016、18pp.

2）松木吏弓・矢竹一穂・竹内亨・阿部聖哉・石井孝・梨本真（2004）イヌワシを頂点とする生態系の解明-DNA 解析を利用したノウサギの生息数推定法の開発．電力中央研究所報告 U03066、25pp

表-1　糞抽出 DNA 法とラジオテレメトリー法のコスト比較

項目	調査内容	VHFラジオテレメトリー法 1個体追跡に費やすコスト	糞抽出DNA法 96サンプル集めるコスト
人工	個体の捕獲	4人×6日	−
	糞のサンプリング	−	2人×2日
	調査・分析	4人×6日	1人×16日
人件費		¥1,440,000	¥600,000
直接経費	調査機器	¥30,000	¥0
	機器損料	¥29,000	¥91,000
	試薬	¥0	¥1,453,000
合計		¥1,499,000	¥2,144,000
1サンプル当たり		¥1,499,000	¥22,000
1個体当たり		**¥1,499,000**	**¥165,000**

*糞抽出 DNA 法の 1 個体あたりの単価は、解析単位である 96 サンプル中に含まれる個体数（図-1 の解析結果 13 個体）で割った値とした。

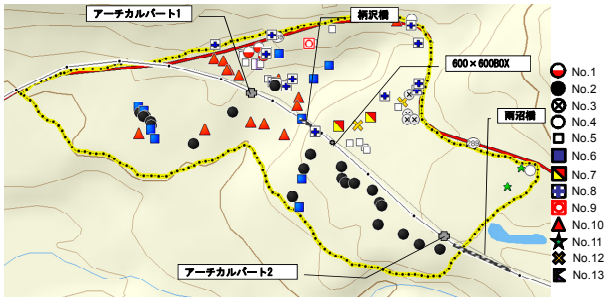


図-1　個体識別した糞のサンプリング地点（13 個体）

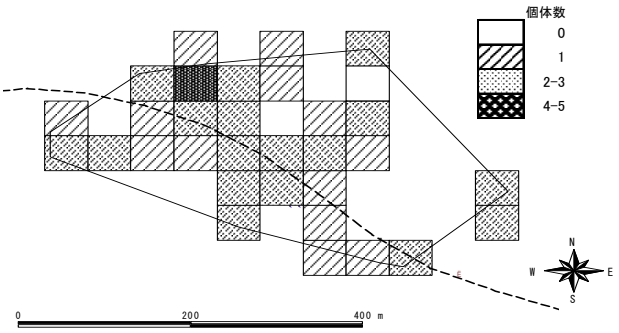


図-2　個体識別による生息適地評価

表-2　糞抽出 DNA 法の他の哺乳類への適用可能性

種名	学名	調査内容	DNAによる個体識別使用部位	個体識別可能率 春～夏	個体識別可能率 冬	出典
ニホンカモシカ	*Capricornis crispus*	①個体識別 ②雌雄判別	糞			西村(2006)
ニホンジカ	*Cervus nippon*	個体識別	糞	51%		宮崎ら(2000)
ニホンイノシシ	*Sus scrofa*	個体識別	毛	8%		石川ら(2006)
ツキノワグマ	*Ursus thibetanus*	①個体識別	毛	47%		大西ら(2008)
		②雌雄判別	糞			山内ら(2004)
			唾液	30%		Saito et al.(2008)
ホンドタヌキ	*Nyctereutes procyonoides viverrinus*	①個体識別 ②雌雄判別	糞	88%		松木ら(2006)
ニホンアナグマ	*Meles meles anakuma*	①個体識別 ②雌雄判別	糞	45%		松木ら(2009)
ホンドテン	*Martes melampus*	①個体識別 ②雌雄判別	糞			国土交通省九州地方整備局筑後川工事事務所(2009)
ニホンノウサギ	*Lepus brachyurus*	①個体識別 ②雌雄判別	糞	7～35%	100%	松木ら(2004)

歴史的風致形成に資する建造物等の保全・活用方策に関する研究

A Study on Conservation and Utilization Methods of Historic Buildings in Maintaining and Improving Historic Environment

（研究期間　平成 20~22 年度）

環境研究部
Environment Department
緑化生態研究室
Landscape and Ecology Devision

室長　松江　正彦
Head　Masahiko MATSUE
主任研究官　小栗　ひとみ
Senior Researcher　Hitomi OGURI
研究官　阿部　貴弘
Researcher　Takahiro ABE

The Law on the Maintenance and Improvement of Historic Landscape in a Community was enacted in 2008. In this study, in order to operate the law smoothly, conservation and utilization methods of historic buildings in maintaining and improving historic environment have been analyzed. Also, the management and evaluation system for the historic preservation plan has been constructed.

［研究目的及び経緯］

平成 20 年 5 月に「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律」（以下「歴史まちづくり法」という）が成立し、まちづくり行政と文化財行政が連携した歴史的風致の維持向上が推進されることとなった。平成 23 年 3 月現在、全国 22 都市が歴史的風致維持向上計画の認定を受け、地域の歴史・文化を活かしたまちづくりに取組んでいる。

歴史まちづくりの推進にあたっては、地域特性を踏まえながら、歴史的風致を構成する主要な要素である建造物等を適切に保全・活用・復元することが重要である。しかし、多くの地方自治体では、専門的な技術や経験を持った職員を配置しておらず、また建造物等の条件に応じた保全・活用・復元等の手法やプロセス等に関する十分な情報も提示されていない状況にある。

そこで、本研究では、歴史まちづくりの推進に向けた地方公共団体の取組みを支援し、歴史まちづくり法の適切な運用を図るため、（1）歴史的風致形成に資する建造物等に関して、地域特性に応じた具体的な保全・活用・復元等の実施手法及び実施プロセス等を分析・整理するとともに、（2）歴史的風致維持向上計画に基づく建造物等の保全・活用・復元等の取組みの進行管理・評価の仕組みについて分析した。

［研究内容］

（1）歴史的風致の維持向上に資する建造物等の保全・活用・復元等の手法・プロセスの分析

歴史的風致維持向上計画認定都市を含む、全国の先進的な歴史まちづくり事例約 50 事例に対して、文献調査やヒアリング調査を実施し、1）歴史まちづくりに取組む上で、地域特性を読み解く際の視点を整理するとともに、2）地域特性に応じて、歴史的風致を構成する建造物等を抽出し、それらの保全・活用・復元等の実施手法、及び3）実施プロセスに関する分析を行った。さらに、分析結果を踏まえ歴史まちづくりの取組みを支援するための事例集を作成した。

（2）歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組みの分析

歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組みの分析にあたっては、1）歴史的風致維持向上計画の計画特性を整理した上で、2）歴史・文化に関する政策・事業の評価を行っている事例や、第三者機関による計画等の認証を行っている事例の分析を踏まえ、歴史的風致維持向上計画に基づく取組みの進行管理・評価の仕組みについて検討・整理した。さらに、計画認定都市において進行管理・評価を試行し、仕組みの妥当性について検証した。

［研究成果］

（1）歴史的風致の維持向上に資する建造物等の保全・活用・復元等の手法・プロセスの分析結果

1）地域特性を読み解く際の視点の整理

歴史的風致維持向上計画では、まず、歴史的風致の基盤となる地域の都市構造を明らかにした上で、都市構造を構成するインフラや歴史的建造物、さらに地域の祭礼行事等の伝統的な活動を抽出・整理し、それらの要素について歴史的風致を維持向上するための取組みを講じている。

歴史的風致の基盤となる地域の都市構造は、各都市の成立過程に特徴付けられることから、歴史まちづくりに取組む上で、地域特性を読み解く際には、まず、それぞれの“都市の成り立ち”を読み解く必要がある。

そこで、地域特性を読み解く際の視点として、文献調査に基づき、6 つの都市の成り立ちを整理した（表-1）。

表-1　都市の成り立ちと主な特徴

都市の成り立ち	主な特徴
(1)城下町	中世以降、戦国大名の領国支配の象徴として城郭を築城し、城郭を中心に家臣等の武家、領内の商工業者等の町民を一緒に集住させ、計画的に建設した都市。現在の市町村（特に県庁所在地）のほとんどは城下町が元になっている。
(2)在郷町	江戸時代以降、農村部の商品生産の拡大に伴って発展した商工業に特化した小都市。城下町周辺の町人街や寺内町が幕藩体制下で在郷町として発展した例が多い。在郷町の基本的構成は、町家の町並みとその前面の祭礼等にも利用される通り、生活・防火用水として用いられる水路網等から構成されている。
(3)門前町（鳥居前町）	著名な寺院や神社への参詣客を迎え入れる都市として発展した都市。門前までの参道があり、参道沿道には参詣客を相手にする宿坊、商工業者が集住した町家が立地する沿道型の町並みを構成している。
(4)宿場町	主要な街道沿いに発達した集落都市で、特に往来の多かった五街道や往還沿いに立地、街道に沿って両側に短冊形の宅地割を形成した。 参勤交代の大名一行等が宿泊する本陣や脇本陣、公用物資の運送を担う問屋、これらに必要な人足を徴用するための助郷が立地した。旅籠や問屋などの町家の町並みが発達し、当時の繁栄した様子が伺える。
(5)港町・川湊町	17 世紀後半に日本海側から下関を経由する西回り航路、津軽海峡を経て江戸に至る東回り航路が発達し、停泊地に在郷町である港町が形成された。舟運の発達により、荷物運搬の中継地として川沿いの内陸部に集積地として都市が発達した。
(6)寺内町	室町時代に浄土真宗などの仏教寺院や御坊を中心として成立した自治集落である。防衛のために環濠や土塁で囲まれており、信者や商工業者が集住した。環濠集落は、寺内町等の自治集落において、周囲に堀をめぐらせた集落形態を示す。

２）保全・活用・復元等の手法の分析

保全・活用・復元等の手法の分析にあたっては、地域特性を読み解く際の視点を踏まえ、先進事例分析に基づき、まず、都市の成り立ちごとに特徴的な構成要素を抽出・整理し、その上で要素ごとに取組み手法を整理した。一例として、城下町を構成する主な要素（図-1）及び構成要素ごとの取組み手法例（表-2）を示す。

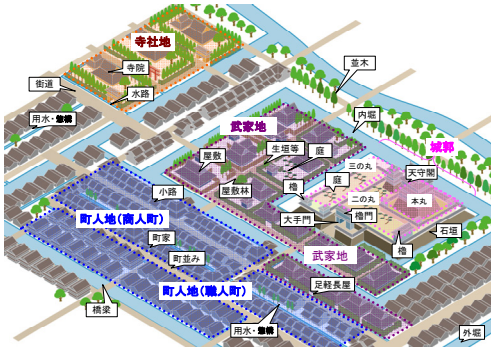


図-1　城下町の主な構成要素

表-2 城下町（町人地）の構成要素ごとの取組み手法例

構成要素		保全・活用・復元等の取組み手法(例)	
		取組みの方向性	具体的な取組み手法
歴史的風致を特徴づける象徴的な要素	連続する町家の町並み	○連続的な町並みの基調の維持 ○隣接建築物同士の空間的秩序の尊重	○連続的な町並みの維持 ○町家等の維持・修理、修景 ○共通する形態や素材、伝統的意匠・様式の継承
		○歴史的町並みの顕在化	○現行的看板、屋外広告物等の整除、アーケードの撤去
		○商いに関わる生業を伝える機能施設の維持、公開	○町家・蔵・商家等の修理、資料館等としての公開
歴史的風致を演出/際立たせる要素	共同井戸、水屋、共同カワド(洗い場)	○コミュニティの共用施設の再生、共同管理の継承	○共同管理のルールづくり ○水場等の修理・修景、復元整備
	水路を渡る小橋梁群	○コミュニティの共用・交流空間の維持、再生	○橋の修理、修景、復元
	祭りの舞台となる辻、伝統的な市が立つ辻	○祭り空間を引き立てる地となる要素の洗練 ○伝統的な商い催事の継承	○祭りのルートとなる通りの単一の道路舗面の継承 ○重厚な山車等の巡行に対応した道路・辻の整備 ○近世と同一の辻での「市」の継続開催
	高札場	○人の滞留空間と一体となった施設の再現	○高札場の復元整備
	多様な看板類	○伝統的な商いのしつらえの継承 ○共通要素の統一による町並みの基調の維持	○「杉玉」「暖簾」「屋号」等の掲出 ○現行的看板、屋外広告物等の整除
	祭りの舞台となる桟敷席	○祭りのしつらえを尊重した建築・住文化の継承	○祭りに対応する建築形態や空間利用の継承
歴史的風致の基盤を形成する要素	水路、水路網	○コミュニティの共用施設の再生、共同管理の継承	○水路網と水循環の再生、水路の修理・修景、復元整備 ○水路の規模・構造の維持・保全 ○水路沿いの花・植栽の育成、管理
	店先の通り	○町並みを引き立てる「地」となる要素の洗練	○官民境界部のおさまりに配慮した修景 ○電柱・電線類の整備（美濃市 目の字地区）

３）保全・活用・復元等の実施プロセスの分析

構成要素ごとの具体的な取組みを検討・実施する際には、①地域特性や地域のまちづくりの方向性を見定めた上で取組みの方向性を検討するとともに、②ハードからソフトまで多面的に具体的な取組み手法を検討・実施する必要がある。そこで、先進事例分析に基づき、図-2 に示す各視点から取組みを検討する際の留意事項を整理するとともに、各視点に対応する先進事例の取組みを分類・整理し、事例集に取りまとめた。

①取組みの方向性を検討する際の視点
- ○現在までのまちの歴史的変遷や変化の整理
- ○地域のまちづくりの方向性や規制誘導の内容の把握
- ○地域にある文化財等の歴史的な資源の整理
- ○地域の文脈や資源から歴史まちづくりの方向性の見定め

＋

②具体的な取組み手法を検討する際の視点
- ○歴史的に特徴のある都市構造を活かす
- ○ランドマークやシンボルの修復・復元とそれらの眺望を確保する
- ○歴史的まちづくりの資源となる要素の維持・保全、再生を図る
- ○魅力を高める素材や工作物の収まり、様式や工法などに留意する
- ○地域独自の祭事や行事など、まちと人との文化的なつながりを継承する

図-2　取組みを検討する際の視点

（２）歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組みの分析結果

１）歴史的風致維持向上計画の計画特性の整理

歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組みの分析にあたり、歴史的風致維持向上計画の計画特性を整理すると以下のとおりとなる。

○計画の記載事項が法により定められているため（法第 5 条第 2 項）、各計画が同様の計画構成となる。
○計画には、歴史的風致の維持及び向上に関する方針とともに、具体的な施策や事業が定められており、マスタープランと事業計画の両側面を持つ。
○計画認定・変更にあたっては、法定協議会の意見を聴くとともに、国の認定審査を受ける必要がある。
○各計画に 5～10 年の計画期間が定められ、計画期間を延長する際にも国の認定が必要になる。
○計画の成果や達成状況の評価には、取組みの総体的評価や質の評価が必要であり、定量的評価が難しい。

２）進行管理・評価の仕組みの構築

歴史的風致維持向上計画の計画特性を踏まえ、事例分析に基づき、歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組みとして、①毎年度評価を行う、施策・事業の進捗状況に関する「進捗評価」と、②原則として 3 年度毎に評価を行う、計画の方針達成状況及び事業の質に関する「総括評価」の枠組みを構築した（図-3）。

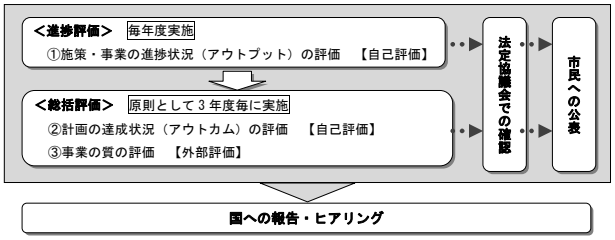


図-3 歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価の仕組み

［成果の発表］

土木学会や都市計画学会などへ公表する。

［成果の活用］

本結果は、歴史まちづくりに取組む市町村等に技術指導等を行う際に活用する。

特定外来生物二次指定植物の防除手法の確立に関する調査

Research on vegetation management for controlling the invasive alien species

（研究期間　平成 18～22 年度）

環境研究部　緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長　松江　正彦
Head　Masahiko MATSUE
主任研究官　小栗　ひとみ
Senior Researcher　Hitomi　OGURI
招聘研究員　畠瀬　頼子
Visiting Researcher　Yoriko　HATASE

Coreopsis lanceolata　was added to List of Regulated Living Organisms under the Invasive Alien Species Act in February, 2006. This study is aimed for developing management techniques of that invasive alien species. This report describes a vegetation management experiment of *C. lanceolata* . We have been experimenting with three different exterminating methods;1) selective removal of invasive plants, 2) mowing and 3)removing topsoil.

［研究目的及び経緯］

特定外来生物の第二次指定（平成 18 年 2 月）で、オオキンケイギクが指定され、その栽培、保管、運搬、輸入等が規制され、必要と判断される場合には防除が行われることとなった。平成 18 年国土交通省・環境省告示第一号「オオキンケイギク等の防除に関する件」では、「国土交通大臣及び環境大臣は、効果的かつ効率的な防除手法、防除用具等の開発に努め、その成果に係る情報の普及に努めるものとする」とされている。オオキンケイギクは、花が美しく群生する植物であることから、これまで景観資源として活用されてきているが、その防除については、国内での管理実験などの研究例が少なく、効果的な管理手法を検討するための情報蓄積が必要となっている。

本研究は、防除手法の開発の一環として実施するものであり、国営木曽三川公園かさだ広場における植生管理実験を通じて防除手法とその効果を検証し、防除による在来河原植生の再生効果を明らかにした上で、オオキンケイギクの効果的な管理手法をとりまとめるものである。

［研究内容］

植生管理実験区の位置を図-1 に示す。植生管理実験では、まず 18 年度に抜き取り管理実験を開始したが、より簡易な方法として、19 年度から一般的な管理作業である草刈り機を用いた地表面付近での刈り取りにより、オオキンケイギクの開花結実を抑制する刈り取り管理実験を追加した。さらに、抜き取りを行っても土壌の中には多量の埋土種子が存在することから、20 年度にはオオキンケイギクの埋土種子を表土ごと除去し、在来河原植物に適した生育基盤に改善する表土はぎ取り実

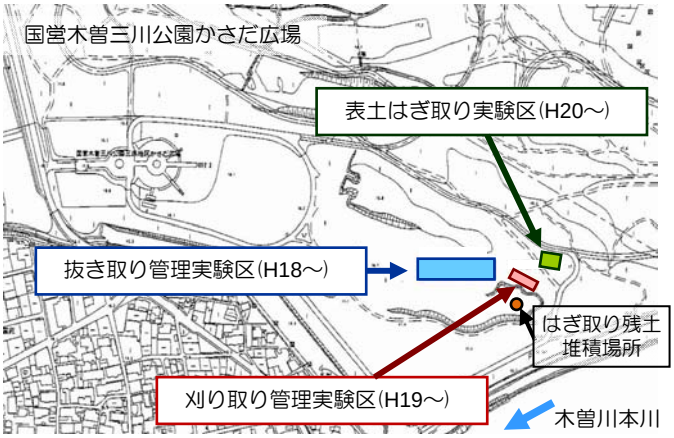


図-1　オオキンケイギク植生管理実験区位置図

表-1　オオキンケイギク植生管理実験の概要

実験名	方法	管理時期・回数
抜き取り管理実験	オオキンケイギクおよび大型の外来種（シナダレスズメガヤ、メマツヨイグサ、ムシトリナデシコ、ウチワサボテン属）の人力による選択的な抜き取りを実施	1回抜き（6月）、 2回抜き（6月、10月）、 管理なし ※管理区に2年目以降および3年目以降管理停止区を設定
刈り取り管理実験	草刈り機による地表面付近での刈り取りを実施	時期（6月、10月、2月）と回数（1回、2回、3回）の組み合わせに、1回抜き（6月）、管理なしを加えた9パターン
表土はぎ取り実験	バックホウを用いて表土（深さ約20cm）を除去し、在来河原植物の播種およびオオキンケイギクの選択的抜き取りを組み合わせた管理を実施	播種なし、 播種あり、 播種＋抜き取り管理（6月）

験を追加し、管理手法、管理時期・回数、管理継続期間の違いによる管理効果の検証を行った（表-1）。

［研究成果］

１．オオキンケイギクの生態

オオキンケイギクは、北米原産のキク科の多年生草本で繁殖力が強く、大量の種子を結実し、こぼれ落ちた種子からよく発芽するほか、抜き取りまたは刈り取り後に残存した部分からもすぐに再生する強健な性質を有した植物である。かさだ広場における調査結果では、1 頭花あたり 100 個程度の種子をつけ、開花茎数（シュート数）は 15～25 本／㎡、茎あたり平均着花数は約 2 個であることから、1 ㎡あたりの種子生産量は約 3,000～5,000 粒となる。また、種子散布直前における土壌中の生存種子数は約 1,150～2,160 粒／㎡となっており、多量の埋土種子が存在していることが確認された。

２．オオキンケイギクの分布特性

昭和 54 年、平成 8 年および平成 18 年の植生図を比較したところ、かさだ広場周辺では乾性草本群落が 30 年近くにわたって持続している場所が見られた。この乾性草本群落にオオキンケイギクが最も多く出現しており、特にカワラヨモギーカワラハハコ群落、シバーカワラサイコ群落など河原特有の植物の生育する群落に出現割合が高く、在来の河原植物と競合しやすい傾向が確認された。

３．オオキンケイギクの管理手法と管理効果

植生管理実験の結果から、管理手法と管理効果について以下の知見が得られた。

１）抜き取り管理

生育・開花量は 1 回目の抜き取りで急減し、抜き取りの継続により効果が維持される。抜き取り時期（春のみ年 1 回か、春・秋の年 2 回か）による効果の違いはない。なお、春に加えて秋にも抜き取りを行うと、他の外来一・二年生草本を増加させる一方で、在来多年生草本の増加が頭打ちとなる。このため、在来種中心の礫河原植生を再生するためには、春のみの抜き取りとするほうが効果的と考えられた。

種子散布の防止による埋土種子量の減少には 3～4 年の期間が必要である。また、十分にオオキンケイギク生育量が減少しないうちに抜き取りを停止すると、残された埋土種子の発芽等による急激なオオキンケイギクの増加により効果が失われる。したがって、効果を得るには 3～4 年の抜き取り継続が必要である。

２）刈り取り管理

刈り取り実験を行った 2 月、6 月、10 月の中では、早春（2 月）を含む時期に刈り取りを行うと、その年の開花を抑制させる効果があり、結実および種子による拡散を防止できる。2 月は開花前の時期であるため、その年の春の開花量が減少すると思われるが、より効果的な時期についてはさらなる検討が必要である。

刈り取りではオオキンケイギクの生育量そのものは減少しないため、恒久的な除去にはつながらない。開花抑制の効果を持続させるためには、毎年の継続した刈り取りが必要である。

３）表土はぎ取り

表土はぎ取りによりオオキンケイギクの埋土種子を短期間に大きく減少させることができる。その他の効果については、モニタリング期間が短いため、明らかにはなっていない。なお、はぎ取った後の表土には、埋土種子が大量に含まれるため、その処理方法を検討する必要がある。

［成果の発表］

１）畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦，木曽川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と種子生産，ランドスケープ研究 Vol.70 No.5，pp467～470，2007.3

２）畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦，木曽川中流域における植生変遷と特定外来生物オオキンケイギクの分布特性，ランドスケープ研究 Vol.71 No.5，pp553～556，2008.3

３）畠瀬頼子・小栗ひとみ・藤原宣夫・宇津木栄津子・戸井可名子・井本郁子・松江正彦，木曽川におけるオオキンケイギク優占群落での礫河原植生復元のための植生管理の効果，ランドスケープ研究 Vol.72 No.5，pp537～542，2009.3

４）小栗ひとみ・畠瀬頼子・松江正彦，オオキンケイギク植生管理実験における管理手法とその効果，土木技術資料 Vol.51 No.8，pp26～29，2009.8

５）畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦，刈り取り管理の時期および回数が特定外来生物オオキンケイギクに及ぼす影響と防除効果，ランドスケープ研究 Vol.73 No.5，pp421～426，2010.3

６）畠瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦，オオキンケイギク優占群落の選択的抜き取り管理の時期による礫河原植生復元効果の違い，ランドスケープ研究 Vol.74 No.5，pp473～478，2011.3

［成果の活用］

本研究で得られた知見をもとに、オオキンケイギク防除管理マニュアルをとりまとめ、現場におけるオオキンケイギク対策の参考資料として活用を図る。

道路緑地の設計手法に関する研究

Research on slope revegetation method around the roads

（研究期間　平成 20～22 年度）

環境研究部　緑化生態研究室　室長　松江　正彦
Environment Department　Head　Masahiko MATSUE
Landscape and Ecology Devision　主任研究官　武田　ゆうこ
Senior Researcher　Yuko TAKEDA
研究官　久保　満佐子
Researcher　Masako KUBO

Artificial slope revegetation method using surface soil is one of using native plant species. In order to establish the revegetation method as reliable technique which can be used commonly, we investigated the usage situation of this revegetation method around the roads and the vegetation with slope conditions.

［研究目的及び経緯］

近年、外来種の逸出や外国産在来種による遺伝子攪乱の問題を背景に、地域性を考慮した緑化植物の取り扱いが求められている。一方、地域性種苗の供給体制は未整備であることから、限られた種子量のなかで需要が増加すると供給できなくなることも懸念されている。このため、地域の生態系に配慮した緑化工法の一つとして、森林の表土を植生基材に混入してのり面に吹付け、埋土種子の発芽・定着によって緑化を行う「森林表土利用工」が、緑化の現場で利用されるようになってきた。しかし、本工法の利用状況や、成立する植生と環境要因との関係は明らかではない。

そこで本研究では、全国における森林表土利用工の利用状況を整理し、本工法で成立する植生と周辺環境との関係を調べた。

［研究内容］

（１）施工地の情報収集

本工法の利用状況を整理するために、国土交通省の直轄地を主体として、事務所および施工関係者への聞き取りにより、全国の森林表土利用工の施工地の情報を収集した。その結果 30 箇所の施工地が確認され、これらの施工地における本工法の採用理由、施工年月、利用した森林表土の情報などを整理した。

（２）のり面の植生調査

30 箇所の施工地において、吹付方法やのり面方位などの条件の違いに応じて調査のり面を選定し、各のり面で成立している植生を明らかにするために、植生調査を行った。植生調査は、のり面で成立している植物群落の高さに応じて調査区を設定し、植物の種類と被度を調べた。さらに、調査対象としたのり面で、過去の植生調査資料がある場合には、それらも含め、30 箇所の施工地で 106 の調査のり面とした。

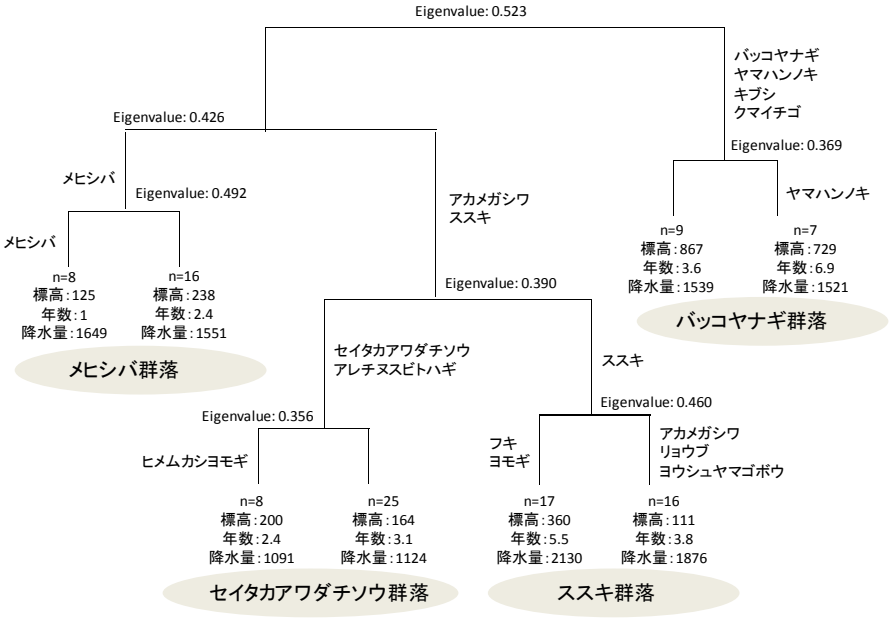


図-1. 二元指標種分析による植生の分類

［研究成果］

（１）森林表土利用工の利用状況

聞き取りにより得られた 30 箇所の森林表土利用工の利用状況を整理すると、本工法は主に平成 14 年から採用されており、国立公園や国定公園の中や隣接地での採用が多かった（表-1）。利用した表土の採取地は全て施工地の周辺であり、コナラ林やアカマツ林が特に多かった。

（２）のり面植生の分類

二元指標種分析により 106 のり面の植生を分割したところ、バッコヤナギやメヒシバ、セイタカアワダチソウ、ススキなどを指標種として大きく 4 つの群落に分類された（図-1）。バッコヤナギやヤマハンノキなどを指標種とするバッコヤナギ群落は、他の群落に比べると標高が高く、主に治山や林道ののり面でみられた。その他の 3 群落は市街地や里山にみられた。このうち、メヒシバ群落は、施工後年数が 1 年から 2 年ほどの施工地にみられ、セイタカアワダチソウ群落やススキ群落は、施工後年数が古い施工地にみられる傾向があった。また、セイタカアワダチソウ群落はススキ群落に比べると、降水量が少ない地域でみられた。

全国的に本工法で成立する植生を調べた結果では、施工地の周辺環境や地域の違いによる影響が大きいことが確認された。周辺が山林では、初期に外来種の侵入が少なく、在来の森林へと遷移することが予想される。市街地や里地においては、ススキを指標種とする群落では、年数の経過に伴いアカメガシワやヌルデなどの木本が成長することが期待できる。しかし、セイタカアワダチソウを指標種とする群落では、本種の下に木本が生育しているが、施工から 4 年目現在までセイタカアワダチソウが優占し続けているため、さらに木本が生長できるのかを継続して調べる必要がある。

［成果の活用］

本結果は、森林表土を利用した緑化技術に関するマニュアルの作成に活用する。

表-1. 森林表土利用工の利用状況

	都道府県	調査地名	工法採用理由	施工年月	表土採取時期	表土採取地
1	北海道	白老	自然休養林内にあるため	H18年6月	H18年6月	ダケカンバ林
2	岩手	大松倉沢	国立公園内にあるため	H14年6月	H14年6月	ミズナラ林
3		小堀沢	国立公園に隣接しているため	H14年7月	H14年7月	ミズナラ林
4	福島	甲子	国立公園に隣接しているため	H18年1-3月頃	記録なし	ミズナラ林
5	茨城	ひたち	国営公園内にあるため	H20年3月	H20年2月	アカマツ林
6	栃木	日光	試験工事	H17年8月	H17年8月	ミズナラ林
7	新潟	上越	国営公園内にあるため	H17年11月	H17年11月	クリ・コナラ林
8	山梨	本栖	国立公園内にあるため	H16年12月	H16年11月	イヌブナ林
9		塩山	試験工事	H20年5月	H20年4月	ミズナラ林
10	岐阜	高山	検討委員会の指摘をうけて	H14年6月	H14年6月	コナラ林
11	愛知	鞍ヶ池	検討委員会の指摘をうけて	H14年12月	H13年11月	コナラ・ヒサカキ林
12		豊田	検討委員会の指摘をうけて	H15年4月	H14年2月	コナラ林
13	三重	度会	不明	H21年3月	H21年2月	アラカシ林
14	滋賀	丹生	開発地の自然保全のため	H14年7月	H14年5月	クヌギ・コナラ林
15		西浅井	絶滅危惧種生息地のため	H15年9月	H15年7月	クヌギ・クリ林
16	京都	京都市	大学演習林隣接地で大学側の要望により	H15年8月	H15年7月	アカマツ・ヒサカキ林
17		宮津	風致保全林内にあるため	H17年3月	H17年2月	アカマツ・ヒサカキ林
18	兵庫	三木	里山林の保全のため	H17年9月	H17年7月	アカマツ林
19		明石	試験工事	H19年2月	H19年2月	アベマキ林
20	鳥取	八頭町	国定公園に隣接しているため	H18年7月	H18年7月	スギ人工林
21		江府町	国立公園に隣接しているため	H17年6月	H17年6月	ミズナラ林
22	島根	浜田１	表土の再利用として	H20年9月	H20年8月頃	コナラ林
23		浜田２	表土の再利用として	H21年1月	H20年12月頃	コナラ林
24	広島	備北	試験工事	H18年7月	H18年6月	コナラ林
25	香川	まんのう	試験工事	H19年1月	H19年1月	アカマツ林
26	佐賀	唐津１	不明	H21年11月	H21年8月頃	竹林とコナラ林
27		唐津２	不明	H22年2月	H21年8月頃	竹林とコナラ林
28	鹿児島	屋久島１	島外からの植物の持ち込みを避けるため	H16年3月	H16年2月	スダジイ林
29		屋久島２	島外からの植物の持ち込みを避けるため	H17年3月	H17年1月	スダジイ林
30		奄美	島外からの植物の持ち込みを避けるため	H17年2月	H17年2月	オキナワジイ・ウラジロガシ・アラカシ林

美しいまちづくりに向けた公共事業の景観創出の効果分析に関する研究

A Study on the Landscape Effect of Public Works on City Planning and Community Development

（研究期間　平成 21～23 年度）

環境研究部　緑化生態研究室

室　　長　　松江　正彦
主任研究官　　小栗ひとみ
研　究　官　　阿部　貴弘

［研究目的及び経緯］

本研究は、先進的な景観創出事例の分析に基づき、これまで明らかにされてこなかった、公共事業の景観創出が美しいまちづくりに及ぼす効果とその発現メカニズムを解明し、直轄等の公共事業における、美しいまちづくりに向けた景観創出の取組みをよりいっそう推進することを目的とする。さらに、「景観創出を契機とした美しいまちづくりのみちしるべ」を作成し、具体的な景観創出手法や、地方公共団体や地域住民等との役割分担、景観創出の推進体制や合意形成・意思決定プロセスなど、美しいまちづくりの実現に資する効果を発現するために、直轄等の公共事業の各段階においてどのような景観創出の取組みを進めればよいか、効果的な景観創出の進め方等を示す。

本年度は、公共事業に関わる景観形成ガイドラインや既存文献等のレビューに基づき、事業特性に応じた景観創出手法や合意形成プロセス、景観創出の効果等に関する情報を収集・整理した。そのうえで、公共事業における景観創出事例 13 事例について、ヒアリング調査や現地調査などの詳細な事例調査を行い、景観創出が美しいまちづくりに及ぼす効果を把握・整理するとともに、それらを事業特性や地域特性に応じて類型化した。

公園樹木管理の高度化に関する研究

Research on the improvement of the urban forest management

（研究期間　平成 21～24 年度）

環境研究部　緑化生態研究室

室　　長　　松江　正彦
主任研究官　　飯塚　康雄
研　究　官　　久保田小百合

［研究目的及び経緯］

公園緑地においては、取り巻く環境の変化や経年変化など様々な要因から、樹木の成長に伴う巨木化や過密化、土壌の貧困化、病虫害による樹木の生育不良等が発生しており、根上りや倒木による障害にまで繋がることも少なくない。今後、安全で安心した公園緑地の利用を促進するためには、樹木の適確な維持管理が重要であり、さらに、樹木が巨木化、過密化することに伴って増加していく管理コストについては、明確な管理目標を設定した上での効率的な維持管理を実施することによりコストの低減化を図る必要がある。

平成 22 年度は、北海道及び関東地方で多用されている都市緑化樹木において、樹齢の異なる樹木の形状寸法を測定することにより、経年的な成長特性を把握した。また、樹木の健全度診断方法について検討を行った。

河川管理における外来種対策調査

Research on measures of the invasive alien species in the river management

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　緑化生態研究室
室　　長　　松江　正彦
主任研究官　　小栗ひとみ
招聘研究員　　畠瀬　頼子

［研究目的及び経緯］

平成 19 年度河川水辺の国勢調査において、特定外来生物のオオキンケイギクが北海道を除く広範囲の河川に定着し、拡大の傾向にあることが明らかとなり、これ以上分布が拡大しないよう対策が必要となっている。また、同調査で新たに確認された外来種 17 種のうち 12 種が園芸植物であったことから、人為的な影響による地域固有の生態系への配慮についても注意が必要である。そこで、本研究では、生態系に配慮した効率的な河川管理を支援するため、オオキンケイギクの開花、結実等の時期と気温や降水量との関係を明らかにし、管理に適切な時期を推定する手法を検討するとともに、全国の河川敷に栽培・播種されている主な園芸植物、緑化植物を対象として侵略性リスクの検討を行い、導入にあたっての影響を事前に評価し、これらに基づく外来種の適切な管理方法を提案するものである。平成 22 年度は、オオキンケイギクに関する調査として、岩木川、鬼怒川、木曽川、重信川における開花結実調査および渡良瀬川における植生管理実験を実施するとともに、園芸植物・緑化植物について、全国の直轄河川における使用実態と分布状況を把握するための調査を行った。

公共事業における景観検討の高度化に関する調査

Research on sophistication of landscape assessment system of the public works

（研究期間　平成 22～23 年度）

環境研究部　緑化生態研究室
室　　長　　松江　正彦
主任研究官　　小栗ひとみ
研　究　官　　阿部　貴弘

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、「平成 22 年度国土交通省事後評価実施計画」（平成 21 年 8 月）に基づき、平成 22～23 年度にかけて「美しい国づくり政策大綱」に関する政策レビューを実施することから、同大綱の施策として位置づけられている景観アセスメントシステムについて、その導入効果を検証し、より効果的・効率的なシステムへと高度化を図っていくことが必要となっている。そこで、本調査では、地方整備局等における景観アセスメントシステムの取り組み実績について、実務上の課題を抽出するとともに、システムの導入効果の検証を行い、高度化に向けた方策を検討する。また、地方整備局等における景観アセスメントシステムの運用を支援するため、地方整備局等の担当者向けデータベースを構築し、本システムに基づく取り組みの情報の共有・活用化を図る。平成 22 年度は、地方整備局等アンケート、事務所アンケート、景観アドバイザーアンケート、事業関係者ヒアリングおよび既存資料等からの外部評価情報の抽出等を通じて、システムの導入効果と運用上の課題を把握し、今後の方向性を検討するための基礎資料を整理した。また、それらの取り組み事例データベースを設計し、プロトタイプを作成した。

街路樹計画支援技術の高度化に関する研究

Research on the improvement of street trees planning

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　緑化生態研究室

室　　長　松 江 正 彦
主任研究官　飯 塚 康 雄
研 究 員　久保田小百合

［研究目的及び経緯］

街路樹は生き物であり、美しい景観の形成や CO_2 の固定量を増加させ低炭素都市を実現させるためには、樹種ごとの生育特性を十分把握しながら適切な管理を続けていく（育てていく）ことが必要である。しかし、植栽されている街路樹の中には、樹形を維持するのに必要十分な管理が行われなかったり、狭い植栽空間にもかかわらず大きく成長する特性の樹種を植栽してしまい、強剪定により街路樹の持つ機能を全く発揮せずに見苦しい景観を呈しているものなどが見られる。これは、街路樹の管理費用とその効果が明確に把握されていないことと、街路樹の生育特性、特に現場条件や管理作業の違いによる生育特性が十分に解明されていないためであり、科学的根拠となるデータを蓄積することが必要となっている。

平成 22 年度は、街路樹に関する整備及び管理費用の実態を把握するとともに、管理費用の低減等に適切に対応できる緑化技術の抽出を行った。また、効率的で最適な剪定方法を把握するための剪定実験を開始した。

福島県国道 289 号甲子道路道路横断施設等検討調査

Research of road crossing structures on the Route 289 road kashi in Fukushima prefecture

（研究期間　平成 22～24 年度）

環境研究部　緑化生態研究室

室　　長　松江　正彦
研 究 官　園田　陽一

［研究目的及び経緯］

H19 年度～H22 年度までの道路横断施設に関する調査の結果から、排水用パイプカルバート等の改良（犬走りの設置、ロープの設置等）を行うことで、動物の利用が促進される事が明らかになった。そこで、既存の施設を改良し、動物の移動施設として改善するための技術を検討し、今後の道路横断施設の維持管理に反映できるようにする必要がある。また、樹上性哺乳類（ヤマネ、モモンガ）や両生類（サンショウウオ類）の多くは、環境アセスメントにおける「重要な種」に選定され、調査、環境影響の予測の対象となり、さらに予測の結果において環境保全措置が求められる。アセスメント事例の中には、大臣意見として保全対策を再検討するよう求められているものもあるが、対応策がないため、これらの環境保全措置やその設置場所を選定する調査方法や効果を確認する調査技術を早急に開発する必要がある。

H22 年度は、樹上性哺乳類のエコブリッジ調査として、樹上性哺乳類の利用頻度が高い公園内に構造・素材の異なるエコブリッジを設置し利用状況の比較・検討を行った。また、両生類の保全対策事例とモニタリング調査として、全国における両生類を対象とした横断施設等の環境保全措置の現況調査を行うとともに、甲子道路の雨沼池及び那須塩原の道路側溝においてマイクロチップを利用したモニタリング調査を行った。

日本近海における海洋環境の保全に関する研究

Research Initiative on Conservation of Northwest Pacific Marine Environment

（研究期間　平成 20～22 年度）

下水道研究部　下水道研究室	室長	横田　敏宏
Water Quality Control Department	Head	Toshihiro YOKOTA
Wastewater System Division	主任研究官	重村　浩之
	Senior Researcher	Hiroyuki SHIGEMURA
	研究官	藤原　弘道
	Researcher	Hiromichi FUJIWARA

As the economics of Japan's neighboring countries have grown rapidly, problems have become increasingly evident, such as red tide and eutrophication caused by deterioration of the marine environment around Northwest Pacific. By constructing and using both land-based pollution model and hydrodynamic and water quality model, the authors found countermeasures such as sewer installation work effectively for reducing land-based pollution loads and conserving marine environment of Northwest Pacific.

［研究目的及び経緯］

近年、日本近隣諸国における経済発展は著しく、産業の発展と急速な人口増加が見られる反面、下水道等の整備が十分に進んでおらず、主要河川及び渤海・黄海・東シナ海・日本海を範囲とする日本近海においては、工場排水や生活排水に起因する水質汚濁の問題が顕在化しつつある。当研究室では、2008 年度より 3 カ年で、日本近海における将来的な海洋環境の保全手法について検討を行うため、特に近隣諸国での下水道整備等による汚濁負荷流出削減効果の把握を試みてきた。

また、本研究を行うにあたり、日中韓露の研究者と連携を図りながら各国における下水道整備状況、海洋環境汚染状況などの情報共有を行い、検討をすすめることとした。

［研究内容］

1. 日中韓露における汚濁負荷流出源等の情報収集

（平成 20 年度）

日中韓露における陸域からの汚濁負荷流出機構の把握、並びに日本近海上での汚濁負荷挙動の把握の際に必要となる各種データを収集した。また、各国における陸域からの汚濁負荷流出、海洋環境保全に関連した既存研究・文献について収集を行った

2. 日中韓露における陸域からの汚濁負荷流出モデル・日本近海における海洋海流シミュレーションモデルの構築

（平成 20～22 年度）

平成 20 年度の収集した各国の諸データを用いて、陸域からの汚濁負荷流出モデルの構築を行った。また、GDP・人口等の将来予測値を用いて、人口増加及び経済成長（汚濁負荷増加）・下水道等整備（汚濁負荷削減）を考慮した 2030 年までの将来シナリオの設定を行い、各国における 2005 年から 2030 年までの将来シナリオ別の汚濁負荷流出量について予測を行った。算出された汚濁負荷量を、別途構築した渤海・黄海・東シナ海・日本海を対象とする海洋海流シミュレーションモデルに入力値として用い、海洋上での水質の変化を把握した。

3. 関係諸国の研究者間との連携

（平成 20～22 年度）

日中韓露の研究者と、国際会議等で連携を図りながら各国における下水道整備状況、海洋環境汚染状況の情報共有を行うと共に、海洋環境保全のための具体的な連携手法について議論を行った。

［研究成果］

主な研究成果の概要を以下に示す。

1.　日中韓露における汚濁負荷流出源等の情報収集

各国の地形・土地利用データ、人口データ、降雨量データ、汚濁負荷原単位、河川・沿岸域の水質データ等について、基本的に公的に公表されている資料（中国統計年鑑、中国環境年鑑など）から収集を行った。文献・データ収集を試みたものの適切な情報が見つからなかったもの（例えば中国における面源系負荷に関する原単位）については日本の平均的なデータを用いて代用することとした。

2.　日中韓露における陸域からの汚濁負荷流出モデル・日本近海における海洋海流シミュレーションモデルの構築

上記で収集した各種データを用いて、各国の陸域から

日本近海に流入する汚濁負荷量を把握するための汚濁負荷流出モデルの構築を行った。対象とする汚濁物質はCOD、窒素(N)、りん(P)とした。また汚濁負荷の計算手法は流域を分割した後、日本における流域別下水道整備総合計画の考え方を参考として原単位法と呼ばれる手法に従い、それぞれのブロックで発生する汚濁負荷を算出し、河川上流部から河口部まで積算していく方法を採用した。

海洋海流シミュレーションについては、流動モデルと水質モデルの2種類を構築し、COD、窒素、りんの挙動計算を行った。流動モデルについては密度流、吹送流、海流の効果を考慮できるモデルを、水質モデルについては低次生態系モデルと呼ばれるモデルを採用した。モデルの格子間隔は水平方向に40km間隔で分割し、鉛直方向にはσ座標系に座標変換を施し、20層に分割した。

構築したモデルの概要について、図-1に示す。

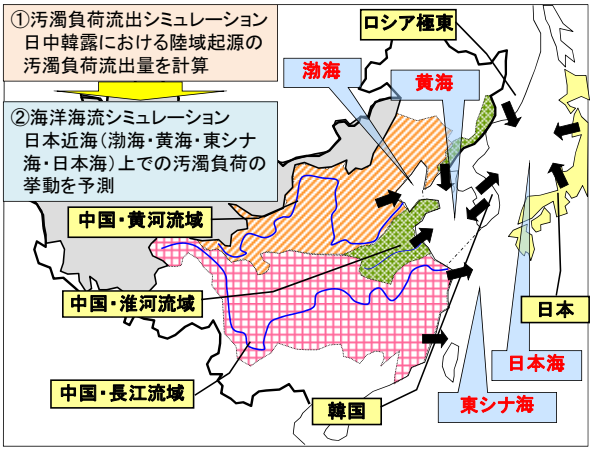


図-1 シミュレーションモデルの概要

構築した汚濁負荷モデルにおける汚濁負荷流出の計算結果について、主要河川の最下流観測ポイントにおける観測負荷量との比較を行ったところ、観測値(実測値(2005年データ))とモデルによる計算値(2005年時の値を用いた計算)の比率[負荷量比率]=[観測地]/[計算値]が0.8倍から1.3倍となり、汚濁負荷の計算手法が概ね問題ないことが示された。但し、黄河流域については上記の負荷量比率が0.28倍となり、計算値が観測値の約3～4倍となった。これは黄河の流域特性が他の流域と比較して特異であることが主原因であると考えられる。

また、将来シナリオを設定し、2030年までの汚濁負荷量変化の把握を行ったところ、水質保全施策に関して現状維持とするシナリオと、高度処理導入等の対策を取るシナリオでは、COD、窒素、りんの排出量に明確に差が出ることが明らかになった。中国においては、全国的な下水道普及率の向上が、日本・韓国では高度処理型下水処理の推進、並びに面源系汚濁負荷対策などの推進が、ロシアでは都市部での汚水処理施設の整備推進が、それぞれの国において負荷量削減を図るために効果的な対策であると示唆された。

3. 関係諸国の研究者間との連携

構築を行った汚濁負荷モデル及び海洋海流シミュレーションモデルの計算過程、計算結果については、国際会議などを行う中で各国の研究者に照会し、意見を頂いてきた。また国際会議の中で、各国研究者らと、今後日本近海の海洋環境保全対策を推進していく上で、各国が継続的に主要河川・日本近海海洋上の水質データを蓄積し、海洋環境保全対策のための基礎データとしていくことが重要であるとの課題認識を共有した。この共通認識を受け、2011年2月に東京で開催した国際会議において、日中韓露の研究者間で、各国が保有する主要河川・日本近海上の水質モニタリングデータを継続的に共有していく旨を記載した合意文書を作成した。(図-2)



図－2 海外研究者との国際会議・合意文書作成

[成果の発表]

本研究の成果は、以下のところで対外的に報告した。

1) 榊原隆・遠藤淳・藤原弘道:日本近海における海洋環境の保全に関する研究，平成20年度下水道関係調査研究年次報告集，国土技術政策総合研究所，平成21年8月

2) 松宮洋介・吉田敏章・藤原弘道:日本近海における海洋環境の保全に関する研究，平成21年度下水道関係調査研究年次報告集，国土技術政策総合研究所，平成22年10月

3) 藤原弘道・遠藤淳・嶋津陽子:日本近海における陸域からの汚濁負荷モデル構築について，第46回下水道研究発表会講演集，(社)日本下水道協会，平成21年6月

[成果の活用]

本研究で得られた知見、並びに各国の汚濁負荷原単位等に関わる情報、日本近海・各国主要河川等の水質モニタリングデータ等を継続的に蓄積していくことで、今後の日本近海における海洋環境汚染の把握がより正確に実施できると期待している。

また、蓄積したデータについて、国内・国外の研究者らに積極的に提供することにより、各国での河川・沿岸・海洋域での環境保全対策の促進につながることが期待される。国内については、土木学会環境工学委員会の委員を中心に、国外については、本研究に参画して頂いた、清華大学、同済大学(中国)、ソウル市政開発研究院(韓国)、ロシア科学院太平洋地理学研究所(ロシア)の研究者を中心に蓄積したデータを提供・共有する予定である。

下水道事業における評価・分析のあり方に関する検討調査

Research on Methods for Assessment and Analysis about Sewage Works

（研究期間　平成 22 年度）

下水道研究部　下水道研究室
Water Quality Control Department
Wastewater System Division

室長　横田　敏宏
Head　Toshihiro YOKOTA
主任研究官　重村　浩之
Senior Researcher　Hiroyuki SHIGEMURA
研　究　官　藤原　弘道
Researcher　Hiromichi FUJIWARA

Though wastewater treated population rate in Japan has reached 85.7% (at the end of fiscal year 2009), construction of sewage facilities is considered still important. For efficient construction of wastewater treatment facilities, we researched characteristics of some kinds of wastewater treatment facilities such as effluent quality, maintenance cost, and so on. And we extracted indicators for assessment and analysis about wastewater treatment facilities.

［研究目的及び経緯］

厳しい財政状況のもと、下水道整備を取り巻く状況は厳しいものがあるが、汚水処理人口普及率は平成 21 年度末現在で 85.7%にとどまっており、生活環境の改善のためには、更なる整備が必要と考えられる。現在、効率的な下水道整備を進めていくため、国土交通省では、平成 20 年 9 月に「効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想マニュアル(案)」をとりまとめ、地方自治体に対して、下水道等の汚水処理施設の整備計画策定時における整備コストや維持管理コストの算定手法について提示している。しかし、汚水処理施設の整備に当たっては、施設ごとのコストの違いのみならず、水質面や温室効果ガスの排出量等、環境面での違いも考えられ、幅広い視点を踏まえて汚水処理施設を整備する必要があると考える。

そのため、本調査では、下水道施設のコストや環境面等に関する文献を整理し、また、地方自治体の下水道部局に下水道計画等に関するヒアリングを実施し、下水道施設について幅広い視点での特徴を整理することとした。さらに、この内容整理を踏まえ、汚水処理施設の整備の際に評価及び分析を行うための指標について考察することとした。

［研究内容］

1. 下水道のコストや環境面等に関する文献調査

（１）コストに関する文献調査

下水道事業におけるコストに関する文献として、平成 20 年度地方公営企業年鑑（総務省）等を用い、下水道事業の使用料、汚水処理原価、経費回収率等について整理した。

（２）環境面等に関する文献調査

汚水処理施設の整備に当たって重要と考えられる環境への負荷について把握するため、下水道事業における処理水の放流水質、電気使用量等について、既存の文献を収集整理した。

2. 下水道計画等に関する地方自治体へのヒアリング調査

地方自治体において、下水道計画の変更内容や汚水処理施設の整備選定手法、下水道整備の阻害要因等について把握するため、11 の地方自治体の下水道部局に対してヒアリングもしくはアンケートを行い、その結果について整理した。

3. 下水道等整備への評価及び分析に活用可能な指標についての考察

汚水処理施設整備について、その内容について評価及び分析を行うため、既存事業の業務指標等を用いて、下水道及び下水道類似事業に普遍的に適用可能な指標について検討した。

［研究成果］

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 下水道のコストや環境面等に関する文献調査

（１）コストに関する文献調査

使用料単価について、平成 18 年から 20 年までに 3 カ年の平均値を整理した結果、公共下水道が 133.73 円/m^3、特定環境保全公共下水道が 149.73 円/m^3 であっ

た。公共下水道においては、有収水量密度が 5,000m³/ha 以上の事業については、5,000m³/ha 未満の事業よりも、使用料単価が小さい傾向が見られた。

資本費分の汚水処理原価について、平成 18 年から 20 年までに 3 カ年の平均値を整理した結果、公共下水道が 97.00 円/m³、特定環境保全公共下水道が 190.44 円/m³であった。特に、公共下水道、特定環境保全公共下水道共に、有収水量密度が 5,000m³/ha 以上で、かつ供用開始後年数が 25 年以上の事業については 100 円/m³ を下回る事例が多く、有収水量密度が 2,500m³/ha 未満の事業においては 200 円/m³ を上回る事例が多い傾向にあった。

維持管理費分の汚水処理原価について、資本費分と同様に平均値を整理した結果、公共下水道が 65.86 円/m³、特定環境保全公共下水道が 138.70 円/m³であり、資本費分の汚水処理原価と同様に、特定環境保全公共下水道の汚水処理原価が公共下水道の 2 倍程度となっていた。平均的にみると、有収水量密度が大きいほど、また、供用開始後年数が長いほど、維持管理費分の汚水処理原価が小さくなっている傾向にあった。

汚水処理事業に掛かる費用に対する使用料収入の割合を表す経費回収率については、平成 18 年から 20 年までに 3 カ年の平均値を整理した結果、公共下水道が 82.23%、特定環境保全公共下水道が 45.88%であった。全体的な傾向として、有収水量密度が大きいほど、また、供用開始後年数が長いほど、経費回収率は高くなっていた。

（2）環境面等に関する文献調査

下水処理水の BOD(生物化学的酸素要求量)放流水質の年平均値について、平成 20 年度下水道統計を用いて調査したところ、調査対象の 2138 処理場のうち、全処理場において 20mg/L 以下であった。また、そのうち 82.6%の処理場において 5mg/L 以下であり、概ね良好な水質が得られていたと考えられる。

また、単位処理水量当たりの電力消費量をもとに、下水道等の温室効果ガス排出量について、文献値を用いて考察した。その結果、下水道における単位処理人口当たりの二酸化炭素排出量は、小規模になるほど大きくなる傾向にあることがわかった。文献値では、処理水量が約 5 万～約 10 万 m³/日で 0.3 kWh/m³程度、処理水量約 1.5 万～3 万 m³/日で 0.5kWh/m³程度と示されていた。

2. 下水道計画等に関する地方自治体へのヒアリング調査

汚水処理施設の整備内容については、「効率的な汚水処理施設整備のための都道府県構想マニュアル(案)」に掲載されている費用関数を用いて選定していた。また、自治体によっては、集合処理と個別処理の経済性について大きな差がないエリアについて、地元住民の意向も考慮して選定していた。また、整備概成時期を設定して汚水処理計画を立てている事例も見られた。

下水道計画については、近年の厳しい財政状況や将来的な人口減少傾向等を考慮して、下水道計画面積や下水道計画人口を減少させている自治体があった。下水道計画から外された区域については、浄化槽整備とされた区域が多かった。

下水道未整備地区における下水道整備の阻害要因としては、既存市街地における他の地下埋設物との調整、街路事業や道路事業の進捗との調整、河川事業者等との調整に時間を要している等の事例が見られた。

また、自治体によっては、農業集落排水汚泥や浄化槽汚泥、し尿を下水処理場内で処理するという汚泥共同処理の事例が見られた。

3. 下水道等整備への評価及び分析に活用可能な指標についての考察

汚水処理施設整備のための評価及び分析を行うための指標を整理するため、「下水道維持管理サービスのためのガイドライン」((社)日本下水道協会)、「平成 20 年度下水道事業経営指標・下水道使用料の概要」(総務省)等を参考とし、適用可能な指標を抽出した。観点としては、整備・経営面や環境面から、汚水処理施設間の比較が可能なものを抽出することとした。以下に、その事例を示す。

【整備・経営の視点からの指標の事例】

- 使用料単価(円/m³)
- 汚水処理原価(円/m³)
  (資本費のみ、維持管理費のみを考慮したものを含む。)
- 経費回収率(円/m³)

【環境の視点からの指標の事例】

- 晴天時 BOD 放流水質(mg/L)
- 水処理電力源単位(kWh/m³)
- 処理人口 1 人当たり温室効果ガス排出量($kg\text{-}CO_2$/人)

なお、指標については、上記のものに限らず、各地方自治体での実情に応じ取捨選択して、採用すべき汚水処理施設の選定のために活用すべきと考える。

［成果の活用］

本研究で得られた成果に含まれる知見については、今後、地方自治体において汚水処理施設の整備計画を策定もしくは変更する際の、汚水処理施設の評価及び分析のための検討材料として活用することが可能である。

下水管きょの調査・診断の基準化に関する研究

Research on standardization about inspection methodology of sewer pipes

（研究期間　平成 21～23 年度）

下水道研究部　下水道研究室

室　　長　　横田　敏宏
研 究 官　　深谷　渉
研 究 官　　宮本　豊尚

［研究目的及び経緯］

下水道管きょは整備が一段落し、維持管理・改築更新の時代に入りつつある。現在、維持管理上問題視されている管材は、古くに建設されたコンクリート管や陶管であるが、経年劣化についての調査実績が多く存在することから、劣化の調査・判定方法は概ね確立されている。しかしながら、敷設延長の約 5 割を占める塩化ビニル管は素材として歴史が浅く、経年劣化に関する情報が限られており、合理的な調査・判定手法が確立されていない。

本研究では、塩化ビニル管の劣化につながる因子を抽出して劣化の判定を行う際の指標を探すことを目的に、塩化ビニル管の不具合事例に関する全国アンケートを行うとともに、管きょ内 TV カメラ調査結果（画像）の収集・分析を行った。また、不具合報告が比較多い本管と取付管の接続部の脆弱性を調査するため、本管の穿孔及び取付管設置による塩化ビニル管強度への影響を把握するための試験も実施した。

下水道クイックプロジェクトの推進に関する調査

Research on economical methods for sewer service expansion

（研究期間　平成 19～23 年度）

下水道研究部　下水道研究室

室　　長　　横田　敏宏
研 究 官　　深谷　渉
研 究 官　　橋本　翼

下水道研究部　下水処理研究室

室　　長　　小越眞佐司
主任研究官　　小川　文章

［研究目的及び経緯］

平成 21 年度末の下水道処理人口普及率は約 74%であるが、下水道予定処理区域内にありながら未だに下水道が整備されていない、いわゆる下水道未普及人口は約 2000 万人に上る。また、人口減少や高齢化の進展、厳しい財政事情など、整備・改築を進めていく上での難しい問題を抱えている地方公共団体も多い。こうした状況を踏まえ国土交通省が主導する「下水道クイックプロジェクト」では、地域特性を踏まえた新たな整備・改築手法の導入を進めるべく、複数のモデル都市において新技術の試験的な施工による社会実験を実施している。

社会実験では、様々な観点から新技術の性能評価を行い、今後、より多くの公共団体で当該技術が採用されるように問題点の整理及び改良を行うこととしている。平成 22 年度は、社会実験を円滑に実施するために自治体の技術的サポートを継続的に行うとともに、「クイック配管（露出配管・簡易被覆）」について技術評価を終え、有識者で構成される下水道クイックプロジェクト推進委員会へ報告し、一般的な技術として普及させることの了承を得た。また、平成 21 年度に技術評価を終えた改良型伏越しの連続的採用」、「道路線形に合わせた施工」、「発生土の管きょ基礎への利用」に関し、技術の一層の普及と適切な利用（品質の確保）を図るために、採用時の手引き書となるべく、設計及び施工時の留意点を取りまとめた『下水道クイックプロジェクト技術利用ガイド（案)』を作成しホームページにて公表した。

下水道管きょのストックマネジメント導入促進に関する調査

Research on Application of Asset Management Approach to Sewers

（研究期間　平成 22～24 年度）

下水道研究部　下水道研究室
室　　長　　横田　敏宏
研 究 官　　深谷　渉
研 究 官　　宮本　豊尚

［研究目的及び経緯］

平成 21 年度末の下水道普及率は 73%を超え、下水道管きょの総延長は約 42 万kmとなっており今後益々増加する。この膨大な下水道施設資産の維持管理が益々重要となっている。下水道管きょのストックマネジメントとは、莫大な下水道管きょ資産を長く良好な状態に維持するための方策群のことで、ストックマネジメントの導入により維持管理コストの軽減及び施設の延命化が期待される。

本研究では、ストックマネジメントを検討する上で必要となる、管きょの健全性の予測精度の向上、リスク評価に基づくミクロマネジメント手法の検証、改築更新に係る LCA の算定、修繕による機能回復評価手法の検討を行う。

下水道管路施設の地震対策推進に関する調査

Research about countermeasures for sewer lines against large-scale earthquake

（研究期間　平成 22～23 年度）

下水道研究部　下水道研究室
室　　長　　横田　敏宏
研 究 官　　深谷　渉
研 究 官　　橋本　翼

［研究目的及び経緯］

大地震により下水道が被災すると、その機能麻痺に伴う公衆衛生問題や浸水被害の発生、道路陥没やマンホール浮上に伴う交通障害など、社会活動に多大な影響を及ぼす恐れがある。また、トイレの使用が不可能になるなど、住民の生活環境に与える影響も計り知れない。下水道は他のライフラインと異なり代替手段が殆どないにも拘わらず、平成 9 年より以前に施工された重要な幹線等の耐震化率は 14%（平成 21 年度末現在）であり、十分に耐震化が進んでいない状況である。

本調査では、散逸している過去の被災情報を統一的な様式でデータベース化し、これらデータを分析することで下水道管路施設の被害推定システムの構築に向けた基礎情報を整理する。これにより、効率的な耐震化や被害軽減が期待できるとともに、データベース公開による産官学の地震研究の発展、被災要因抽出による被災時の情報収集円滑化にも寄与するものである。平成 22 年度は、耐震化率向上に向けた課題点の整理や過去の被災情報の収集、被災要因の抽出等を行った。

都市雨水対策の推進に関する調査

Research on Promotion of Countermeasures for Urban Stormwater

（研究期間　平成 22～24 年度）

下水道研究部　下水道研究室
室　　長　　横田　敏宏
主任研究官　　重村　浩之
研 究 官　　藤原　弘道

［研究目的及び経緯］

近年、気候変動等の影響により局地的豪雨の発生回数は徐々に増加している傾向にあり、今後も集中豪雨・局地的大雨による都市域での浸水被害の発生増加が見込まれることから、一刻も早い対策が必要である。しかし、対策を行うための前提となる気候変動等の影響による豪雨の発生頻度・降雨特性の変化等が明確でないため、まずこれらについて明確化する必要がある。

本研究では、今後の全国的な都市雨水対策を推進する上で必要となる、気候変動等の影響による降雨特性の変化の把握、降雨特性の変化が既存の都市雨水対策に与える影響の把握を行う。また併せて、近年の降雨特性変化に適応した都市雨水対策の計画策定手法の検討、CommonMP への対応を考慮した雨天時汚濁負荷解析モデルの改良などを行う。

下水道による微生物リスク低減の評価に関する研究

Evaluation of Microbiological Risk Reduction by Sewerage System

（研究期間　平成 20~22 年度）

下水道研究部　下水処理研究室
Water Quality Control Department
Wastewater and Sludge Management Division

室長　小越　眞佐司
Head　Masashi OGOSHI
研究官　藤原　隆司
Researcher　Takashi FUJIWARA

Waterborne pathogens are health hazards. Therefore, the treatment of wastewater plays a significant role to ensure hygienic safety. To evaluate the role, we proposed analysis methods to quantify pathogens in the influent and the effluent of wastewater treatment plant.

［研究目的及び経緯］

原虫類やウイルス等、水系感染性病原微生物による健康被害が発生しており、下水処理施設には水環境における役割に応じ、衛生学的安全性を確保することが求められている。本研究は下水道による微生物リスク低減効果を定量的に評価することによって、下水道の健康被害低減に果たす役割を評価しようとするものである。

［研究内容及び成果］

（1）　病原微生物の流入状況の評価

下水道施設へのノロウイルスの流入状況を把握するため、下水処理施設Ａの流入水中のノロウイルス濃度が、保健所が取りまとめている定点当たりの感染性胃腸炎感染者報告数（ほぼノロウイルス感染者数に等しいと考えられる）とどの様な関係があるか平成 20 年 5 月～平成 22 年 2 月のデータに基づいて検討した。

ノロウイルスは感染後 2 日程度で発症し、症状が収まってからも数週～1 ヶ月程度は患者の糞便中にウイルスの排出が続くことが知られている。一方、感染症サーベイランスのデータは週単位の新規患者数に関する情報である。したがって、実際に下水中にノロウイルスを排出している者の数は、分析試料を採取した日が所属する週に発生した患者数とは一致せず、数週間前まで遡って合算した患者数に近いと考えられる。

実際に、試料採取日を含む週、その前の週、その 2 週前、その 3 週前、その 4 週前までのサーベイランス新患数と採取試料中のウイルス量の関係を調べたところ、「前週までの和」、「2 週前までの和」と順次相関係数が高くなり、「3 週前までの和」では若干低下することが判明した。そこで、採水週～2 週前のサーベイランスの感染性胃腸炎患者報告者数の合計値と流入下水中のノロウイルス濃度分析値との関係を平成 20 年 5 月～平成 22 年 2 月のデータで検討した結果、図 1 に示すように両者の間には両対数紙上で直線的な関係が認められた。

この結果は、下水中に流入する病原微生物濃度が、その病原微生物に感染した患者数と、その微生物の特性（感染後糞便中に排出される量と期間および下水中での生残性など）から推定可能であることを示すものと考えられた。また、逆に、下水中の病原微生物濃度から、その病原微生物による感染症の流行状況を推測することも可能であると考えられた。

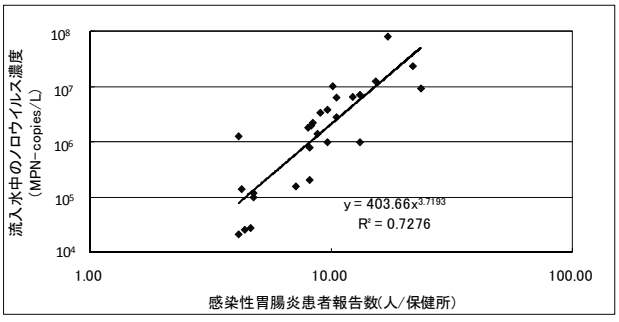


図１　サーベイランス調査結果と流入下水中のノロウイルス濃度

（2）　病原微生物分析および評価手法の検討

ノロウイルスは、培養系が確立していないことから遺伝子工学的手法であるリアルタイム RT-PCR により検出している。このため、実際には感染力を持たないウイルスを検出している可能性がある。リスクを評価

するにあたり、このような感染力を持たないウイルス遺伝子を除去するため、酵素処理を加える測定方法について検討した。検討した酵素処理法は、プロテナーゼKによりウイルス外殻に損傷があるものやプロテナーゼに耐性を示さないウイルスの外殻を分解し、次にRNaseによってRNAの分解を行うものである。この処理により、外殻が損傷していない完全なプロテナーゼ耐性ウイルスのRNAのみが検出され、損傷があり感染性のないウイルスのRNAは検出されないと仮定している。

酵素処理を併用するノロウイルスの測定を行った結果、酵素処理をしない場合と比べ若干検出数の減少が確認された。このことから、今回採用した酵素処理法で判定可能な損傷ウイルスは少なく、酵素処理をしない測定法によるノロウイルスの測定結果をリスクの評価に用いても大きな誤差を生じないものと考えられた。

（3）放流先水域における下水処理水によるリスク評価

放流先水域における水利用状況に応じたリスク管理を行う上で、下水処理水の病原微生物の検出下限値を決定する必要がある。

水の利用用途と摂取シナリオは「下水道におけるクリプトスポリジウム検討委員会最終報告」で用いた再生水の摂取シナリオに基づいて試算した。本シナリオは、親水利用（水遊び）、修景利用（魚釣り）、水洗用水利用（飛沫による接触）、植生潅漑利用（芝生等との接触）について、暴露形態，摂取頻度，摂取量を定めたものである。

本シナリオによる感染リスクは親水利用＞修景利用＞植生潅漑利用＞水洗用水利用となる。環境水のノロウイルスについて考えるとき、リスクが最も高い親水利用は、「水遊び」を想定しているため、夏季のシナリオ（以下、夏季シナリオ）として有効であるが、ノロウイルスの濃度が高くなる冬季に水遊びをすることは想定できない。これに対し、次に感染リスクが高くなる修景利用は、通年で用いることが可能なシナリオであるので，これを冬季のシナリオ（以下、冬季シナリオ）として年間感染リスクの試算を行った。

試算結果を図２に示す。夏季シナリオと冬季シナリオでは、同じ年間感染リスクの場合のノロウイルス濃度は、冬季シナリオの方がおよそ10倍高い値が許容される結果であった。

冬季と夏季の流入下水中ノロウイルス濃度の差は、図１の右上と左下のプロットの差であり、100～1,000倍冬季の方が高い。下水処理水中のノロウイルス濃度にも同程度の差が生じるため、リスク管理上は冬季の方が厳しい時期となる。

許容される年間感染リスクについては、米国環境保護庁は、目標値を10^{-4}以下とすることを提案している。また、我が国のクリプトスポリジウムの年間感染リスクの考え方（「処理水、再生水の衛生学的水質検討プロジェクト活動報告書」による）では、暫定的に10^{-2}としている。最も許容濃度が高い冬季シナリオの年間感染リスク10^{-2}に対応するノロウイルス濃度は10^{5}copies/L程度であり、最も許容濃度が低い夏季シナリオの年間感染リスク10^{-4}に対しては10^{2}copies/L程度である。これらの値を信頼性の高い値として計測するには各々の10分の1の濃度の検出・定量が必要である。

試料水を濃縮せずに、厚生労働省が通知している「ノロウイルスの検出法について」に基づきリアルタイムPCRの検量線による検出、定量を行う場合の検出下限値は、10^{5}copies/L程度、定量下限値は10^{6}copies/L程度になる。10倍希釈3連法による最確数法による定量を行う場合には、検出下限値、定量下限値ともに5×10^{4}copies/L程度となる。

これらのことから、ノロウイルスに対するリスク管理上必要な定量分析を行う場合、夏季シナリオに対し最大で検量線法では10^{4}倍の濃縮が、最確数法では10^{2}倍の濃縮が、冬季シナリオに対し検量線法では最大で10^{2}倍の濃縮が、最確数法では最大で2倍程度の濃縮が必要となる。なお、下水処理場の放流水は放流先の環境水では10倍に希釈されているものとしている。

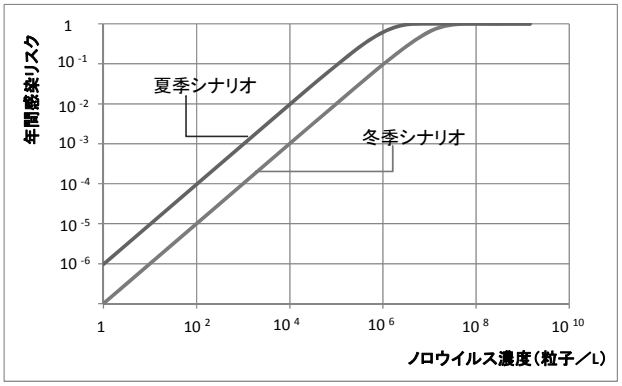


図２　年間感染リスクと環境水ノロウイルス濃度

この試算に用いたノロウイルスの用量反応は、ノロウイルスのプロトタイプであるノーウォークウイルスを用いたボランティア試験をもとに報告されている値を用いている。この容量反応の前提は，ABH抗原の分泌者を対象とし、ノーウォークウイルス粒子の凝集は考慮しない場合と仮定し実施されたものである。

［成果の発表］

2009.6：16th International Symposium on Health - Related Water Microbiology

下水処理水の衛生学的安全性に関わる技術の基準化

Hygienic risk assessment of treated wastewater reuse

（研究期間　平成 17~22 年度）

下水道研究部　下水処理研究室
Water Quality Control Department
Wastewater and Sludge Management Division

室長	小越　眞佐司
Head	Masashi OGOSHI
研究官	藤原　隆司
Researcher	Takashi FUJIWARA

In this study, we examined the prevalence of infectious disease, the concentrations of pathogens in influent raw wastewater, and the removal ratio of pathogens in wastewater treatment plants in order to asses hygienic risk. The results suggest that wastewater treatment plants are effective in the removal of pathogens.

［研究目的及び経緯］

下水道の普及に伴い、下水処理水は、修景・親水用水等への利用、河川流量の維持等、その水環境中での重要性が増している。一方、原虫類やウイルス等、水系感染性病原微生物による健康被害が発生しており、下水処理水も、水環境における役割に応じ、衛生学的安全性を確保することが求められている。本研究は、衛生学的安全性確保の観点から、下水処理水放流先の水利用状況や再利用用途を踏まえた下水処理における技術と処理水質の関係を明らかにすることを目的に実施した。病原微生物の測定手法として一般的になりつつある PCR 法の評価や下水処理場における処理状況の実態調査等を行った。病原微生物の対象としては、病原微生物の指標とされる大腸菌群や大腸菌の他、サルモネラ菌、ノロウイルス、アデノウイルス、さらに 2009 年に発生したインフルエンザ H1N1/2009 の測定も行った。

［研究内容及び成果］

（１）ノロウイルスの分析手法の評価

ノロウイルスは、培養による検出手法が確立されていないため、一般的に遺伝子工学的な手法が用いられる。本研究では、リアルタイム RT-PCR 法を用いて検出し、ウイルスの定量は、10 倍希釈 3 連法による最確数法により計測することとした。また、下水処理水や再生水、環境水などの低濃度のウイルスを測定するために比較的簡易なろ過操作を基本とする陰電化膜法と遠心式の限外濾過を組み合わせて高濃縮を行った。

定量された値を比較・検討するにあたっては、検出・定量手法の特徴から数倍程度の濃度差は誤差範囲に当たり、対数オーダーでの濃度変化しか読み取れないこと、感染性の有無については評価できないことに注意が必要である。

（２）下水処理場におけるノロウイルスの実態調査

下水処理場流入水中のノロウイルス濃度は、流行期と非流行期では 1,000 倍以上の濃度差であり、流行期には 10^6～10^8 MPN-copies/L であることが分かった。

一方で、下水処理場における生物処理及び重力沈降による活性汚泥の分離では、一年を通じて 99～99.9%程度の除去が確認され、中でも嫌気 - 無酸素 - 好気法などの高度処理やオキシデーションディッチ法などの生物処理時間（反応タンク内の水理学的滞留時間）が比較的長い処理方式では高い傾向を示した。また、生物処理後に膜による活性汚泥の分離を行う膜分離活性汚泥法では、試料水 1 L を用いて検出できる下限値未満であり、高い除去効果があることが確認された。

（３）消毒によるノロウイルスの除去効果

ノロウイルスは、感染性の評価はできないものの、遺伝子レベルでの低減効果が把握できれば、感染リスクの観点からはより安全側での評価であるため、下水処理場において用いられる塩素消毒及び UV 消毒によって検出量の低減効果を評価した。

塩素消毒は、遊離塩素の残留濃度と接触時間から算出する塩素消毒強度を管理することにより、ノロウイルスの遺伝子量を低減することができることが明らかになった。一方で UV 消毒では、既存の基準照射量の 10 倍以上でないと PCR 検出法では優位な現象が見られなかった。塩素消毒の強度を上げることに比べて、既設の UV ランプの照射量を 10 倍にすることは非常に

困難であると考えられる。

（4）その他の病原微生物の実態調査

下水中に含まれる病原微生物は多種多様であるが、保健部局で監視されている感染性病原微生物の流行状況と下水中の流入濃度、処理濃度等の情報を事前に収集することで、下水処理水における衛生学的な安全性を確保するために監視すべき病原微生物が絞られると考えられる。次に当研究期間中に検討した病原微生物の下水中の検出状況を記載する。

①サルモネラ菌

サルモネラ菌は、食中毒の主要な原因微生物とされており、サルモネラ菌による食中毒は、主に夏季に多く発生する。サルモネラ菌は培養によって測定できるため、流入下水及び処理水中のサルモネラ菌を夏季、冬季にそれぞれ培養法によって測定したが、季節変動は見られず、流入水では 10^{1}～10^{4} MPN/100ml 程度、処理水では 10^{-2}～10^{1} MPN/100ml 程度であった。また、大腸菌群と同程度の塩素消毒強度で殺菌された。

②ヒトアデノウイルス

ヒトアデノウイルスは、現在 56 種類が報告されており、種類によって呼吸器疾患、消化器疾患、泌尿器疾患等を引き起こす。流入下水中の濃度は年間を通して大きな変動はないものの 10^{5}～10^{6} MPN-copies/L 程度であり、ノロウイルスの流行期ほど高くないものの、非流行期と比べると高い。下水処理過程における除去率はノロウイルスと同程度の 99～99.9%程度であった。

③インフルエンザウイルス H1N1/2009

2009 年 4 月にメキシコで発生が確認された新型のインフルエンザウイルス H1N1/2009 は、当初は病状の詳細が不明であった。しかしながら、季節性のインフルエンザ感染者でも糞便からインフルエンザウイルスが検出される事例がありうること、また、初期の集団感染者の疫学調査によると季節性のインフルエンザと比べ下痢症を訴える感染者が多いとされたため、糞便と共に排出されて下水道に流入することが想定された。

インフルエンザ H1N1/2009 が最も流行した 2009 年 11 月から 2 月までの流入水および処理水を調査したところ、流入水では 18 検体中 15 検体から検出され最大で 3.7×10^{4} MPN-copies/L が検出され、処理水での検出は 18 検体中 1 検体のみで検出下限値程度であった。これらの濃度は、新型インフルエンザウイルスの流行状況を勘案するとノロウイルスやアデノウイルスと比べ非常に低く、下水を通して新型インフルエンザが拡大する恐れは少ないことを明らかにした。

④A 型肝炎ウイルス

A 型肝炎ウイルスは、我が国において 55 歳未満にはほとんど免疫を有しないウイルスであり、ときに小規模な集団感染が報告される。感染者の糞便から排出され、糞口感染するウイルスである。完治までに 2～3 カ月間かかりその期間ウイルスは下水に排出されると考えられる。2011 年 1 月から 2 月にかけて A 市において集団感染が発生し、6 週間の間に合計 45 名の感染が確認された。感染者が発生した地域の下水処理場で流入下水を 2 回採水して A 型肝炎ウイルスを測定した。結果を同時に測定したノロウイルスやヒトアデノウイルスと共に図 1 に示す。今回の A 型肝炎の流行状況では、A 型肝炎ウイルスの流入下水中の濃度は、A 型肝炎ウイルスの濃度は低く、ヒトアデノウイルスや流行期にあたるノロウイルスの 100 分の 1 以下であった。このことから、A 型肝炎ウイルスは、保健部局の監視で発覚する小規模の集団感染においてノロウイルスやアデノウイルスと比べて、極めて低い濃度で検出されることが明らかとなった。

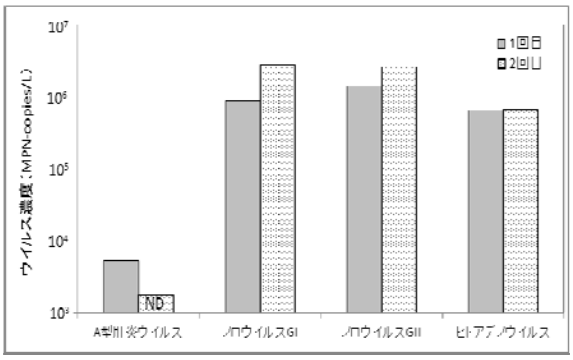


図 1　A 市における病原ウイルスの実態状況調査結果

［まとめ及び今後の課題］

下水処理水の衛生学的安全性の評価のためにノロウイルスをはじめとした感染性胃腸炎の原因となる病原微生物を中心に保健部局が監視している感染症の流行状況と流入下水中の病原微生物濃度及び下水処理場における処理状況を把握し、下水処理場が一定の除去効果があることを明らかにした。

しかしながら、遺伝子工学的手法による検出方法は、感染性の有無に関する評価が出来ないことが課題であり、今後の最新の研究動向に注視していく必要がある。

［成果の発表］

2009.3：第 43 回日本水環境学会年会

2009.6：16th International Symposium on Health - Related Water Microbiology

2010.3：第 44 回日本水環境学会年会

2010.7：第 47 回下水道研究発表会

2011.3：第 45 回日本水環境学会年会

ほか

下水処理場における地球温暖化対策の推進に関する調査

Promotion of counter measures against global warming in wastewater treatment plants

（研究期間　平成18～22年度）

下水道研究部下水処理研究室
Water Quality Control Department
Wastewater and Sludge Management Division

室長　小越　眞佐司
Head　Masashi OGOSHI
研究官　宮本　綾子
Researcher　Ayako MIYAMOTO
研究官　對馬　育夫
Researcher　Ikuo TSUSHIMA

N_2O is a greenhouse gas considered by experts to be 310 times more powerful in its atmospheric warming effect than carbon dioxide. N_2O emission is estimated to be 8.7% (CO_2 base) of total emission from wastewater treatment process. We studied the association of N_2O emission with various SRT using by bench-scale nitrification reactors. Additionally, we measured N_2O emitted from several wastewater treatment facilities. In the result, the treatment by long SRT (more than 7 days) and MBR suggested to be effective to inhibit N_2O emission.

［研究目的及び経緯］

現在把握されている下水道の使用に伴い排出される温室効果ガスのうち、施設運転のために使用される電力や重油等によるCO_2は全体の約50%を占め、下水処理・汚泥焼却・汚泥埋立の際に排出されるCH_4やN_2Oが残りを占める。このうち、汚泥焼却過程で排出されるN_2Oに関しては、焼却炉を高温化（800℃→850℃）することで約60%のN_2O排出量を削減することが知られており、そのための対策が進められている。また、汚泥埋立から排出されるCH_4に関しても、下水汚泥の有効利用を推進していく中で、下水汚泥の埋立量を減少させていく方針が策定されている。一方、下水処理過程で発生する温室効果ガスは全体の11.9%(CO_2換算)を占めており、決して無視できる数値ではないが、未だ明確な対応策が講じられていない。N_2Oは、CO_2の310倍の温室効果を持つ温室効果ガスで、下水処理過程においては、アンモニアが亜硝酸に酸化される過程（硝化反応)および亜硝酸がN_2ガスに還元される過程（脱窒反応）で生成されることが既往の研究より知られている。

本研究では、下水処理過程から発生する温室効果ガスの1つであるN_2Oを対象に、SRTとN_2O排出量の関係を把握するためベンチスケールの実験装置を設置し運転状況の確認を行った。また、N_2O排出量原単位を把握するため実処理場でのN_2O排出量調査を実施した。

［研究内容］

1. ベンチスケール硝化リアクターを用いたN_2O発生量の評価（平成18年度）

生下水を原水とする完全覆蓋型硝化リアクター(2系、6槽直列、39.6L）を用い、N_2OとSRT（汚泥滞留時間）との関係を調査した。

2. 下水処理施設におけるN_2O発生量の調査（平成19年～22年）

様々な処理方式（標準活性汚泥法、循環式硝化脱窒法、嫌気好気活性汚泥法、疑似嫌気好気法、嫌気好気法、OD法、MBR法）の実下水処理施設における現地調査を行った。

［研究成果］

SRTがN_2O排出量に及ぼす影響

ベンチスケールの硝化リアクターを用い、SRTを変化させることにより、硝化反応時排出されるN_2Oを調査した。その結果、SRTを7日、12日、20日に設定した系では、N_2O排出量が低く抑えられていた（50-100 mgN_2O-N/m^3-流入下水）。しかし、SRTを5日に設定した系では、N_2O排出量が非常に高い値（320 mgN_2O-N/m^3-流入下水）であった。処理水の水質において、アンモニア性窒素はどの系においても0.1-0.2 mg/Lと低かった。亜硝酸性窒素も同様に0.0-0.1 mg/Lと低かったが、SRTを5日に設定した系においては0.7 mg/Lと比較的高い値を示した。N_2Oは硝化過程の中間生成物であるため、硝化反応の中間に位置する亜硝酸性窒素濃度が高ければ、不安定な亜硝酸性窒素から多量にN_2Oへ移行すると考えられる。SRTが5-7日以下の場合、排出N_2O量が多くなる可能性が示唆された。

下水処理施設における N_2O 発生量の調査

下水処理施設における N_2O 発生量の調査の結果、下水処理場から測定された N_2O は 0.0–143.8 mgN_2O-N/m^3-流入下水と処理場により大きく異なっていた。下水処理場から排出される N_2O は日内変動が大きく、ピーク時には 500 mgN_2O-N/m^3-流入下水を上回る場合もあった。硝化促進で運転している標準活性汚泥法の処理場の反応槽内における N_2O 発生量を示す（図 1）。この結果、流入部付近ではほとんど N_2O が排出されていないが、反応槽中間部において N_2O が 80 mgN_2O-N/m^3 (18 時) から 180 mgN_2O-N/m^3 (8 時) 程度の生成が確認された。反応槽出口付近において、N_2O 排出量は減少し、20–50 mgN_2O-N/m^3 程度排出されていることが計測された。また、反応槽入口、出口付近における N_2O 排出量の日内変動はあまり大きくないが、中間部においては、大きく変動することが示唆された。また、他の処理場においても反応槽中間部付近から排出される N_2O の日内変動は大きかったが、最大・最小になる時刻は処理場や調査時期により異なっていた。

同一処理場を 3 月、6 月、11 月に N_2O 発生量を測定した。その結果、3 月に行った調査では N_2O 発生量が 24 時間の平均で 143.8 mgN_2O-N/m^3 と、6 月、11 月の調査時（それぞれ 22.5 mgN_2O-N/m^3、60.5 mgN_2O-N/m^3）よりも高い値を示した。また、処理方式の異なるその他の処理場と比較しても高い値を示した。3 月に行った調査では、他の調査と比較して、槽内において比較的高い亜硝酸性窒素濃度が確認された。その他の調査においても、槽内の亜硝酸性窒素濃度の高い場合に、気相中の N_2O 濃度が高くなる傾向が観察された。3 回の調査において、流入水および放流水の水質はほぼ一定であったことから、季節変動や流入水の水質が処理水質に対して与える影響はほとんどないと考えられるが、N_2O 発生量には何らかの影響を与えると考えられた。

処理方式別による N_2O 発生量

図 2 に測定時の窒素除去率および N_2O 転換率（除去された窒素のうち N_2O に転換された割合）を示す。各下水処理施設における N_2O 転換率は 0.0–0.5%だった。下水処理施設から排出される N_2O は様々な要因により排出傾向が異なると考えられるため、単純に処理方式ごとに比較することは難しいが、標準活性汚泥法では N_2O 転換率が高く、循環式硝化脱窒法と膜分離活性汚泥法（MBR 法）では低い傾向にあった。特に MBR 法では N_2O 転換率が 0.00–0.05 mgN_2O-N/m^3 と非常に低い値を示した。また、窒素除去率が比較的低い状態のときに N_2O 排出量が増加する傾向が観察された。一般的に N_2O は硝化・脱窒反応が不安定の時に多く排出されることが知られており、窒素除去率の低下と N_2O 転換率には高い相関があると考えられる。しかしながら、例外もあり、今後さらなる検討が必要である。

［成果の発表］

1) 宮本綾子, 小越眞佐司, 水処理からの一酸化二窒素発生量調査, 下水道研究発表会講演集, **2010**, 155-157.

2) 小越眞佐司, 宮本綾子, 對馬育夫, 下水処理における温室効果ガスの発生状況とモニタリングのあり方, 資源環境対策, **2011 (2)**, 42-46.

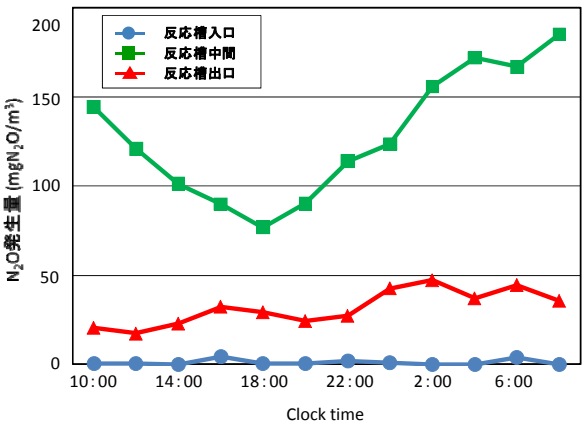


図 1 反応槽内における N_2O 発生量

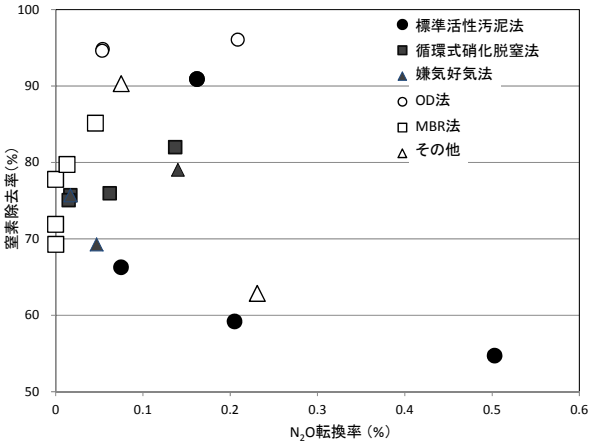


図 2 処理方式別 N_2O 転換率および窒素除去率

膜を利用した既存施設の高度処理化推進

Promotion of Advanced Wastewater Treatment with Membrane Technologies

（研究期間　平成 20～22年度）

下水道研究部　下水処理研究室
Wastewater and Sludge Management Division
Water Quality Control Department

室長　小越　眞佐司
Head　Masashi OGOSHI
研究官　藤原　隆司
Researcher　Takashi FUJIWARA
研究官　西村　峻介
Researcher　Shunsuke NISHIMURA

There will be going to increase the necessity of promotion of membrane technologies including MBR for Advanced wastewater treatment. In this research, we researched long-term treatment performances in actual 3 WWTPs which MBR has been introduced for listing on the Enforcement Order of the Sewerage Law. The result showed MBR compared to conventional treatment methods, it is possible to achieve the best treatment performance. Then, energy consumption of MBR was contained in the distributions of energy consumption of conventional methods that have almost equal nitrogen removal performances.

［研究目的及び経緯］

我が国の閉鎖性水域では水質改善が遅れており、その原因としては、関連水域の多くを占める下水道整備済みの中大規模都市で、高度処理のための拡張用地の確保が難しいことや膨大な改築費用が必要であることが考えられる。今後、多くの都市において下水道施設の改築更新は不可避であり、この時期に高度処理化が図られなければ、閉鎖性水域等の水質基準未達成の状況は更に長期化することが懸念される。一方、MBR は、活性汚泥と処理水を膜により分離することから、従来の重力沈殿のように、汚泥の沈降性に左右されないため、生物反応槽内の活性汚泥濃度を高く保持するが可能であり、施設のコンパクト化が図れる。そのため、既存施設の処理能力の増大や高度処理化を図る場合に、従来の高度処理方式を導入する場合に比べて、敷地面積を小さく、かつ大幅な増改築を伴わずに導入できることから、普及促進が望ましいと考えられている。しかしながら、MBR は、比較的新しい処理方式のため、全国に適用可能な一般的な処理方式として下水道法施行令（以下、「施行令」という。）に位置づける必要があった。さらに十分にその優位性や先進性が認識されていない状況にあった。

本研究では、MBR について、計画放流水質区分を明確にし、全国に汎用可能な処理方式として施行令に位置づける一般評価を実施するために必要な MBR の処理性能に関する基礎調査を実施した。また、自治体の下水道管理者に対し、MBR に関する情報を提供するため「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン[第 1 版] ならびにその改定版の作成にあたって、必要な維持管理情報の充実と、MBR と従来法の処理機能を考慮したエネルギー消費量比較調査等を実施した。

［研究成果］

1. 処理性能に関する調査

MBR を施行令に位置付けるための一般評価の基礎資料として活用することを目的として、MBR を導入している 3 箇所の実施設を対象に、1 年以上に渡って継続的な処理性能に関する調査を実施した。対象とする水質項目は、施行令に計画放流水質として定められている BOD、全窒素(T-N)、全りん(T-P)とし、評価対象とする処理方式は、循環式硝化脱窒法の生物反応タンク混合液を膜で分離して処理水を得るタイプの MBR (以下、「循環式硝化脱窒型 MBR」という。)とした。

その結果、循環式硝化脱窒型 MBR は、施行令に位置付けられている従来の処理方式の中でも最高ランクの計画放流水質区分を達成可能であることが明らかになった。この調査結果を踏まえて、一般評価がなされ、表-1 のとおり、施行令に循環式硝化脱窒型 MBR の計画放流水質区分が位置づけられた。

表-1　MBR の対応する計画放流水質区分

処理方式	計画放流水質（mg/l）		
	BOD	T-N	T-P
膜分離活性汚泥法 (循環式硝化脱窒法であって膜により活性汚泥を分離するもの)	< 10	< 10	-
膜分離活性汚泥法 (凝集剤を添加して処理する循環式硝化脱窒法であって膜により活性汚泥を分離するもの)	< 10	< 10	< 0.5

2.MBR の維持管理性に関する調査

(1) 高 MLSS 条件による酸素移動効率の低下

MBR の特徴として、MLSS を高く保持できるが、生物反応槽内の活性汚泥の粘性度が大きくなることから酸素移動効率が低下し、溶存酸素不足に陥る恐れがあることが、処理性能に関する調査結果から得られた。そのため本調査では、酸素移動効率試験を実施し、酸素移動効率を示す補正係数 α と MLSS の関係から高 MLSS 条件が酸素移動効率に及ぼす影響を調査した。その結果、図-1 のとおり、MLSS が増加するほど、α が低下することが明らかとなり、MBR の施設設計段階では、適切な溶存酸素濃度が確保できるよう、酸素移動効率の低下を十分に考慮した設備設計を行う必要があることが示唆された。

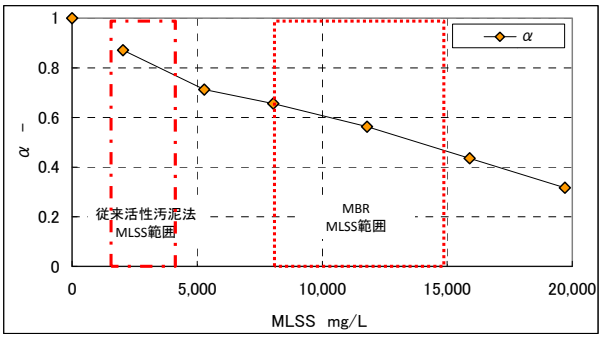


図-1 MLSS と α の関係

(2) エネルギー消費量比較調査

上述したとおり、MBR は、良好な処理水質が得られる一方で、酸素移動効率が低下することや膜面を洗浄するために行っている粗曝気のために動力が必要であることなどから、従来法に比べて大量の空気が必要であることからエネルギー消費の点では不利とされている。そのため本調査では、国内で採用されている窒素除去型の活性汚泥方式と循環式硝化脱窒型 MBR のエネルギー消費量の比較を行った。MBR 施設については、管理者からエネルギー使用量のデータを収集し、従来法を採用している施設については、2007 年下水道統計より電気使用量を把握することで、エネルギー消費量の比較を行った。

調査の結果、いずれの施設においても施設規模が大きくなることで処理水量あたりの電気使用量は減少する傾向を示し、MBR のエネルギー使用量もほぼ従来の窒素除去型の分布に包含される結果となった（図-2）。

MBR は、発展途上の技術であることや、膜メーカーにおいても省エネに向けての取り組みは、最も重要な課題の一つとして技術開発が進められていることから、同一の処理機能を持つ窒素除去型活性汚泥法と比較した場合は、同等程度までエネルギー効率を高めて運転ができる可能性が示唆された。

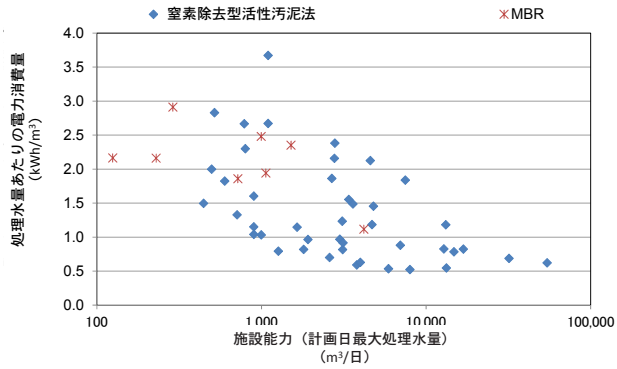


図-2 施設能力と処理水量あたりの電気量の関係

(3)MBR と従来法の汚泥発生率比較調査

MBR は MLSS を高く保持することで、固形物滞留時間(SRT)を大きくすることができるため、微生物の自己分解が促進され、汚泥の発生量が小さくなると考えられる。本調査では、5 箇所の MBR 実施設の維持管理データから汚泥発生率を算定し、従来の活性汚泥法と比較することを目的とした。その結果、次亜塩素酸ナトリウムによる膜の薬液洗浄を頻繁に行っている MBR 施設では、0.51kg/SS-kg と汚泥発生率が低い結果となったが、他の 4 施設では、0.65～0.73kg/SS-kg となり、SRT を基準とした場合、従来の循環式硝化脱窒法(0.79kg/SS-kg)[1)]やオキシデーションディッチ法(0.75kg/SS-kg)[1)]の汚泥発生率と同等程度と考えられる。

以上の調査結果から、MBR は、MLSS 濃度を上げ、長い SRT を確保することで、汚泥発生量を抑制することが可能であるが、酸素移動効率の低下やエネルギー消費量などを考慮し、各処理場において更なる技術的改善が必要であると考えられた。

［成果の発表］

S.NISHIMURA, T.FUJIWARA, M.OGOSHI, General Evaluation of MBR for WWTPs in JAPAN, AMS6/IMSTEC10, Sep 2010

［成果の活用］

1．一般評価のための基礎資料として活用

2．「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン[第 2 版]」への反映

［参考文献］

1)（社）日本下水道協会、「下水道施設計画・設計指針と解説 2001 年版」、2001 年

都市におけるエネルギー需要・供給者間の連携と温室効果ガス排出量取引に関する研究

Research on greenhouse gas emissions levels and on collaboration between energy suppliers and consumers in cities

（研究期間　平成 21～23 年度）

下水道研究部	下水処理研究室	室長	小越　眞佐司
		主任研究官	小川 文章
		研究官	藤原 隆司
都市研究部	都市施設研究室	室長	西野　仁
		主任研究官	高柳　百合子

［研究目的及び経緯］

本研究は、研究成果として、(a) 連携技術の事例評価と適用可能な最新技術メニュー、(b) 連携技術の事業性診断に関する指針、(c) 都市計画と排出量取引とのポリシーミックスのあり方の３つの指針等を作成し、温室効果ガス（以下「GHG」という。）排出削減効果に関する連携プロジェクトの適正な評価と促進、並びに都市計画と協調した国内排出量取引の制度設計の検討に資することを目的とする。

また、研究成果として得られた指針等の活用により、各主体の個々の垣根を越えた GHG 排出削減の取り組みがより促進され、従来の単独公益事業または単独建物レベルの GHG 排出削減に留まらない低炭素型の都市・地域構造の形成が図られることにより、地球温暖化対策に資するものである。

平成 22 年度は、下水道等のエネルギー連携事業の潜在的な供給者・需要者に関する全国情報の分析を行うため、下水処理場及び近傍の事業場等の立地特性等について調査分析した。また、連携事業の成立条件について、事業採算性の観点からフィージビリティスタディ手法を用いた評価を実施したほか、特性の異なる具体事例を用いて、より詳細な事業成立条件について明らかにした。

さらに、街区や地区の範囲で省エネルギーや CO2 排出量削減を推進するために、熱エネルギーのネットワークシステムの導入適性診断項目の数値を算出するプログラムを作成した。またいくつかの街区について、作成したプログラムを用いて CO2 排出量削減量などを試算した。

下水道資源有効利用の推進に関する調査

Promotion of utilization of sewage sludge and treated wastewater

（研究期間　平成 19 年度～）

下水道研究部	下水処理研究室	室長	小越　眞佐司
		主任研究官	小川　文章
		研究官	對馬　育夫

［研究目的及び経緯］

資源・エネルギーの消費に伴う環境負荷の増大により、地球温暖化が進行しているといわれている。バイオマス等の積極的な利用は地球温暖化対策の一つとして期待されており、下水道は下水汚泥・下水処理水などの資源・エネルギーポテンシャルを有しているが、資源・エネルギーとしての利用は限られている。また、下水道は循環型社会の社会基盤として、健全な水及び資源循環の創出を図っていく必要がある。このため、下水道の有する資源回収・供給機能を積極的に活用するための施策展開が必要であり、施策の方向性の検討や実施状況のフォローアップ、見直しに必要となる下水道資源有効利用の実施状況に関するデータベースの構築が求められている。

当研究室では、全国を対象とした継続的な下水道資源有効利用の実施状況データの蓄積を行い、さらに汚泥リサイクル率・下水道バイオマスリサイクル率などのとりまとめを行っている。本年度は、全国の下水処理場 2,158 箇所に対して、平成 21 年度における下水道資源有効利用の実績についてアンケート調査を行い、情報整理を行った。また本年度からリンの資源化状況に関してデータ収集を開始した。

地球温暖化対策としての下水処理水再利用の定量的効果に関する調査

Quantitative Effect of Water Reuse as a Global Warming Control Measure

（研究期間　平成 20～23 年度）

下水道研究部　下水処理研究室

室　　長　　小越　真佐司
研 究 官　　宮本　綾子
研 究 官　　西村　峻介

［研究目的及び経緯］

地球温暖化の適応策として、下水処理水再利用は農業用水や地下水涵養への利用拡大が展望されており、再生水量・水質の管理方策を確立することが求められている。本調査は、再生水の農業利用や地下水涵養を行っている香川県多度津町において、再生水の地下浸透による地下水質への影響評価方法について検討している。多度津町では、通年に渡って親水公園から再生水の地下水涵養を行っており、灌漑期には、農業用ため池に再生水を送水している。22 年度は、灌漑期に町内に分布する水源地を対象として人由来の微量化学有機物質（カルバマゼピン、カフェイン）の分析を行った。その結果、涵養池から北西方向に約 390m 離れた水源地では、処理水の濃度の約 35%程度のカルバマゼピンが検出された。また、同方向に 911m 離れると約 9%まで低減していた。同方向であっても、1km 以上離れた水源地では検出されなかった。また、涵養池から北、北東に位置する水源地や浅井戸では、300m 以内程度の距離に位置していても、カルバマゼピンはほぼ検出されず、再生水の影響は見られなかった。一方、カフェインについては、ほとんどの水源地で検出されなかった。農業用ため池のカルバマゼピン濃度は、非灌漑期では処理水の濃度の 7%程度であったが、灌漑期では 54%の濃度が検出され、再生水が貯水されている影響が顕著に表れた。以上より、地下水質への再生水の影響を評価するためには、涵養水量の増減による影響が見られたカルバマゼピンを指標として用いることの有効性が示唆された。

地域における資源・エネルギー循環拠点としての下水処理場の技術的ポテンシャルに関する研究

Research on the technical potential of the wastewater treatment plant as a local base for reuse of sewage resources and biomass

（研究期間　平成 22～25 年度）

下水道研究部　下水処理研究室

室　　長　　小越　眞佐司
主任研究官　　小川　文章

［研究目的及び経緯］

本研究は、京都議定書に定められた目標の達成のため、下水処理場における資源・エネルギーの利用可能性及び循環利用技術について評価し、資源・エネルギー循環利用技術の適用を検討する際のガイドラインを策定することにより、地域における資源・エネルギー循環拠点として大きなポテンシャルを有する下水処理場における資源・エネルギー循環利用技術の導入を促進することを目的としている。

平成 22 年度は、下水処理場の周辺地域を含めた下水や下水汚泥等の再利用・有効利用事業の実施事例、ケーススタディやシミュレーションによる事業化検討事例等の情報を収集し、事業及び採用技術の特性・課題等について整理するとともに、新技術や新制度の導入による一層のエネルギー利用効率化の可能性について検討した。

アフリカ・サヘル地域の持続可能な水・衛生システム開発

Improving Sustainable Water and Sanitation Systems in Sahel Region in Africa: Case of Burkina Faso

（研究期間　平成 21～26 年度）

下水道研究部　下水処理研究室

部　　長　　堀江　信之
室　　長　　小越眞佐司
研 究 官　　對馬　育夫
研 究 官　　西村　峻介

［研究目的及び経緯］

当研究は､2015 年までに安全な飲料水と基礎的な衛生施設を利用できない人々の割合を半減するとしたミレニアム開発目標達成に資することを目的として、アフリカ・サヘル地域のブルキナファソ（以下、「ブ国」という。）を対象国とし，水と衛生の新しいシステムの開発と実証をブ国の国際水環境学院(2iE: International Institute for Water and Environmental Engineering)と共同して実施するプロジェクトの一環である。当研究室では、新たに開発する要素技術（低価格コンポストトイレ、雑排水処理／再生システム）を適用する都市モデル、農村モデルにおいて財政・法制度的要因の整理及び流通系形成に必要な要因整理を担当する。22 年度は、国内調査として、中長期的な調査方針を他のプロジェクトメンバーらと調整し策定するとともに、ブ国における現行の水と衛生に関する法令・制度に関する資料調査を行った。現地調査では、パイロットプラント設置予定地であるジニアレで、村落の衛生設備や水使用に関する利用者の実態と問題意識に関する聞き取り調査を実施するとともに、ブ国の都市部におけるし尿収集事業者への聞き取り調査により、収集されたし尿が農地利用されていることが明らかとなった。このことから、し尿・雑排水由来のコンポストや再生水の利用を、ビジネスとして流通系を形成できる可能性があることが示唆された。

川のダイナミズムを考慮した河道計画・維持管理手法の検討

Development and test of river-bed variation measurement technique during flood events in gravel-bed river

河川研究部
River Department
河川研究室
River Research Division

（研究期間　平成 19～22年度）

室長　服部 敦
Head　Atsushi HATTORI
主任研究官　尾藤 文人
Researcher　Fumito BITO

The river-bed variation measurements using acoustic depth observing system were conducted in the YOSHINO and FUJI rivers during flood events. The system succeeded in capturing the dynamic variation of river-bed with sufficient accuracy to detect abrupt change of river-bet by scouring. The system will facilitate integrated levee management.

1　研究の背景

河川整備計画の策定においては、ある状況（計画河道もしくは現況河道）を想定した流下能力の評価が行われているが、河道内の地形、河床材料、植生は出水に伴う急激な変化と日々の緩やかな変化を繰り返している。例えば、流下能力を確保するために河道掘削を実施した直後に、河道が土砂で埋め戻されたなどといった事例や出水中の河床低下により水位から想定される以上の流量が出ている事例等がある。河道は常に変化するものであり、より効率的・効果的な維持管理を実現するためには、出水中の河床変動を詳細に観測する技術及びそれに伴う適切な粗度管理並びに改修後の地形変化の予測技術が必要である。

2　研究の目的

本研究では、高精度かつリアルタイムでの計測が可能な河床変動観測技術を確立するとともに、それらを活用した河道計画・維持管理手法の検討を行うものである。

吉野川および富士川の水位観測基準点近傍に、音響測深器を設置して出水時に河床変動の連続計測を実施し、リング法や河床測量による精度検証や流下物の影響・装置の維持管理について検討を行い、河道点検の一手法として活用するにあたっての改善点を洗い出し、実用に向けての目処を得た。

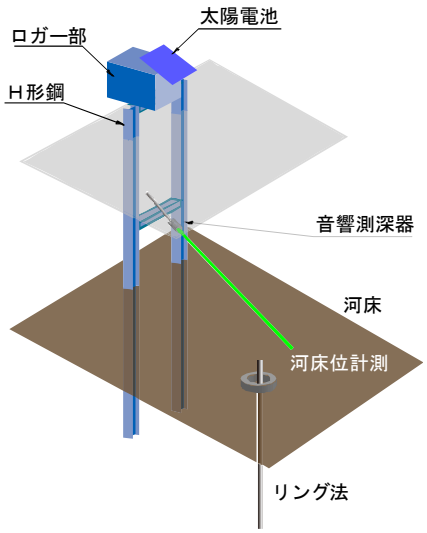


図-1　河床高自動計測装置の基本構成

3　音響測深器を用いた河床高自動計測装置の概要

装置の基本的構成を図-1 に示す。観測架台は出水時の流体力・河床変動に対して構造的な安定性が必要であることを考慮して、門型に組んだH鋼杭を使用した。架台頂部または隣接する橋梁上にセンサーのコントロールおよびデータ記録を行うロガーや電源を設置した。音響測深器（センサー）は、架台自体が河床変動に与える影響を考慮して、架台からある一定の距離離れたポイントで計測する必要があるため、架台から河道横断

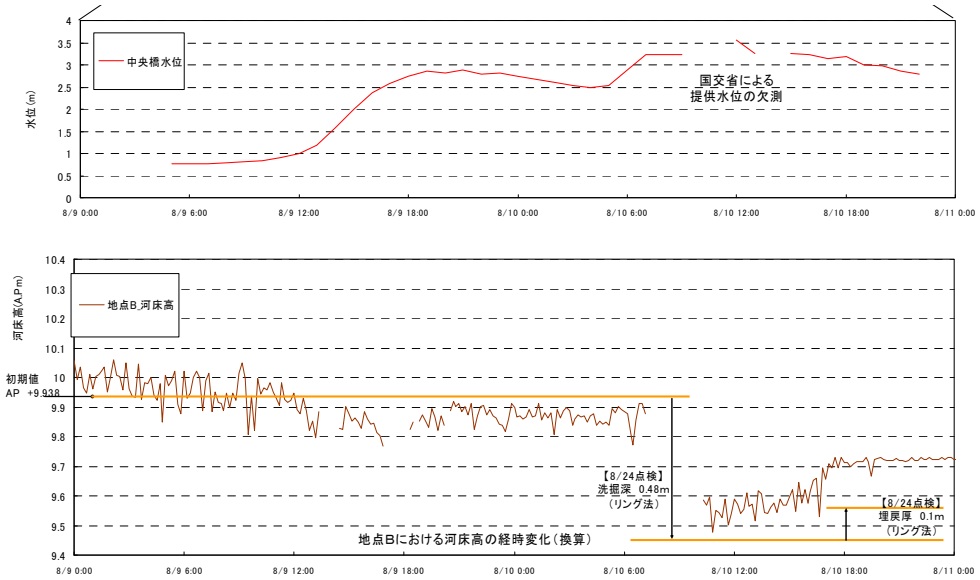


図-2　観測結果の一例（吉野川：2009 年台風 9 号）

方向に離れた位置で測定するように鉛直真下に対して 30～45° の角度を付けて設置した。

なお使用センサー・ロガーの選定にあたっては、4 機種の候補を船舶に搭載し、濁度の高い実河川で測定を実施し、データ信号のばらつき、長期観測への適用性などの観点から比較して選定した。

4　計測結果

2009～2010 年の出水期に河床高の自動計測を実施した。吉野川の河道中央部に設置した装置による計測結果の一例を図-2 に示す。

水位上昇時には多少の河床低下傾向があるが水位ピーク付近で河床高が一気に 40cm 程度低下しており、その後上昇に転じる傾向が見られた。出水後にリング法によって測定された最深河床高と、出水後の河床高を図-2 に併記した。それら結果と自動計測結果とを比較すると、10～15cm 程度のズレがあるものの、洗掘の進行とその後の埋め戻りが生じたことは、自動計測によってとらえられている可能性を示唆する結果となった。

また、出水後の調査時に、架台には植物根茎や丸太・ゴミなど流下物が大量に絡みついている状況と、架台周辺のすり鉢状の地形変化が確認された。図-3 に示す架台周辺の横断測量による出水前後の地形変化から、課題を中心に左右岸方向に約 10m 程度の河床低下が確認された。これら結果から、流下物が集積した架台周辺において局所的に洗堀が生じたと推察される。

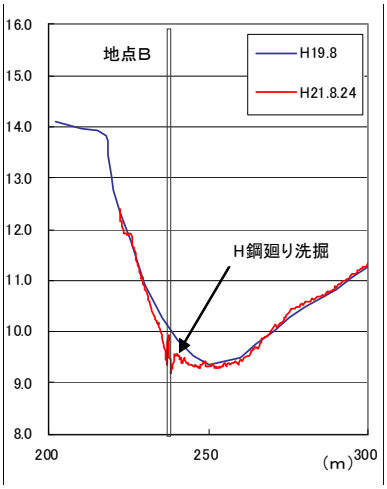


図-3　架台周辺の出水前後の河道横断形状

5　成果の活用

一部欠測となる時期もあったが、改善を加えることで出水中の連続的にデータが取得できた。また、リング法および現地測量の結果と比較して、自動計測は概ね整合する結果となった。精度向上に向けて、いくつかの課題は残されたものの、出水時に洗掘の進行状況を、安全かつ無人で連続して把握できる目処を得た。

河川構造物の技術基準改訂検討業務

Study for revision of technological standard for structure concerning river

河川研究部
River Department
河川研究室
River Research Division

（研究期間　平成 21～22 年度）

室長	服部 敦
Head	Atsushi HATTORI
研究官	福原 直樹
Researcher	Naoki FUKUHARA
研究官	延常 浩次
Researcher	Koji NOBUTSUNE

The database system for river levees was constructed in order to collect disaster data and to manage inspection data of river levees. In this database, records of river levee banking, records of inspection, results of slope stability analysis and values of geotechnical soil parameters and so on were stored. The system will facilitate integrated levee management.

1　研究の背景

河川に関わる技術基準については、様々な技術基準が存在し、技術的事項に対する範囲が不明瞭、基準の目的・時期により技術水準の相違、技術的知見の基準反映の遅滞等の問題点を有しており、これらの問題点の解消が求められている。

2　研究の目的

本研究では、被災に関する報告書や被災の解析結果等の情報を収集し、知見を蓄積していくことで、現行の河川構造物に関する技術基準の課題を明らかにし、技術基準の改訂に繋げていくため、堤防の被災に関する知見の収集及び蓄積環境の整備を行った。蓄積環境の整備は、被災事例とその調査、要因分析についての情報を格納するデータベースの構築及び共有手段の確立を目的とし、各地方整備局からデータベースへ格納されている情報の閲覧及び登録が可能となるよう、仕様を検討し、実装を行った。

3　データベースへ格納する情報種別及びシステムの構成

データベースに格納する情報は以下の 5 つの情報である。

① 被災情報（被災速報、調査報告書等）

② 堤防概略点検情報（築堤履歴情報等）

③ 堤防詳細点検情報（浸透流解析、安定計算結果やパラメータ設定値等）

④ 樋門等構造物点検台帳情報（樋門の構造諸元、沈下等の点検結果記録等）

⑤ 堤防詳細点検時の土質試験情報（透水試験、せん断強度試験結果等）

上記の情報については、相互にリンクが張られ、被災の情報から周辺の堤防に関する情報の取得が容易となる構成を採用している。閲覧手段は、インターネットブラウザを用いて、指定されたアドレスにアクセスする、という形式を採用しており、行政 WAN に接続していることで、国土交通省内での閲覧を可能としている。

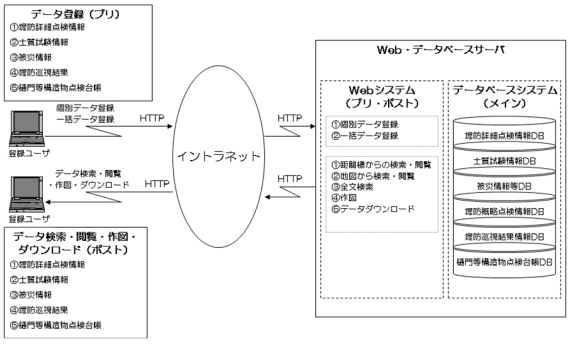


図-1　システムの全体構成

4　データベースの機能

先に述べたように、本データベースでは被災に関する情報及び関連するデータの収集を主としている。そこで、被災に関する検討及び分析を行う際に、データの検索が容易にでき、検索されたデータを解析に利用する際も、迅速な実施が可能となるよう、機能を実装した。以下に、主となる機能について示す。

①　関連データリンク表示機能
②　土質データ一覧表示機能
③　登録データダウンロード機能
④　土質試験情報の作図機能

①は、被災情報と関連する堤防のデータとのリンクを設定する事で、堤防点検結果と被災箇所、双方の情報を参照することが可能となるよう、設定した機能である。関連する情報へのリンクが表示される事により、一度検索を行うと、関連する情報への検索作業が減り、利便性が高まる（図-2）。

②は、河川の名称・区間を指定すると、その区間に含まれる土質データが一覧表示される機能である。一覧表示を行うことで、縦断的な土質分布の概略を掴む事が可能となる。

③は、登録された土質試験結果データ等をダウンロードする機能である。土質試験結果データは、数値データとしてではなく、pdf 等の電子ファイルで保持されている例が多々見られる。そのため、解析に土質試験結果を用いる場合、解析を行うために数値化し、データの配列等も整理する必要がある。本データベースでは、土質試験結果に関しては、数値データにて登録を行い、数値データを csv ファイルにてダウンロード可能な機能を実装することにより、データを解析に用いる際の作業軽減が図られ、解析作業等への助力となることを目的としている。

④は、項目を指定し、土質試験結果の簡易な解析の実施が可能となるよう、実装している機能である。詳細な分析は、③の機能を用いてダウンロードした数値データから行うことになるが、その前段として行う、相関の傾向を見る等の分析はデータベース上で可能となる。

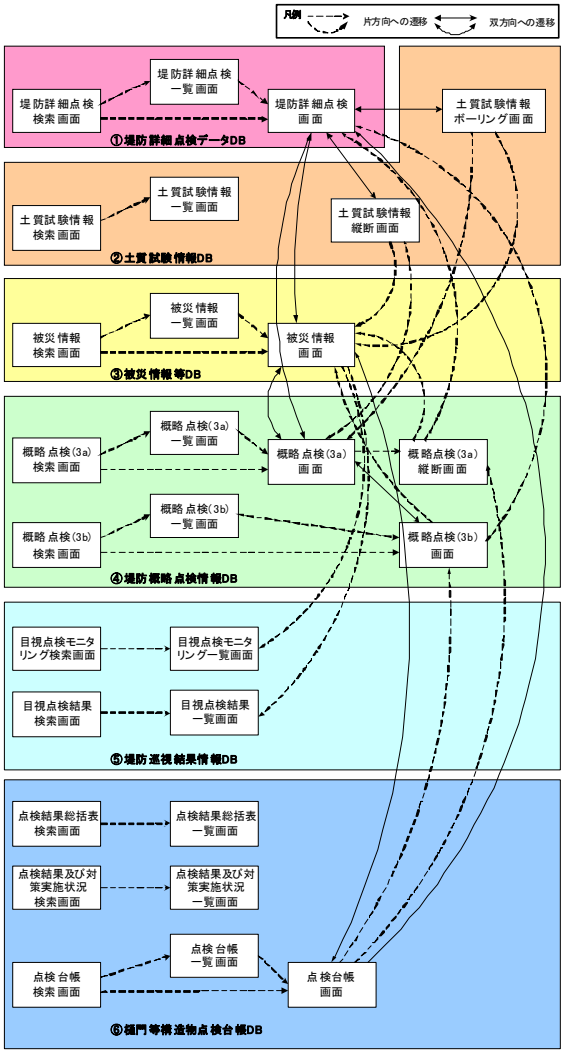


図-2　データベースの情報相互関係図

5　成果の活用

本データベースにより、被災情報の取得及び被災が生じた際に参照すべきデータの入手がこれまでよりも容易となる。また、全国各地で生じた被災に関する被災速報、調査結果・被災要因報告書、復旧・対策報告書等の情報を格納していくことで、知見が蓄積され、河川構造物に関する技術基準の課題が抽出されることになる。加えて、被災に関する情報や調査方法、調査結果等の知見をデータベースを介して共有することで、国土交通省職員の技術力向上にも資するツールとなる。

河川構造物の耐震対策工法に関する検討業務

Study on methods of antiearthquake procedures for structures concerning river

河川研究部
River Department
河川研究室
River Research Division

（研究期間　平成 21～22 年度）

室長　服部 敦
Head　Atsushi HATTORI
研究官　福原 直樹
Researcher　Naoki FUKUHARA

The earthquake-proof performance check of the river structure is advanced by Regional bareau ministry of land, infrastructures and transport. In this Study, we examined it for the precision enhancement for the earthquake-proof performance check technology. As a result, an important index to execute the earthquake-proof performance check of the river levees was clarified. Moreover, a simple check technique of the sluice pipe was developed.

1　研究の背景

平成 20 年 4 月に内閣府が発表した「自然災害の「犠牲者ゼロ」を目指すための総合プラン」において、「平成 24 年度までに、堤防区間約 13,000km のうちゼロメートル地帯等背後地が河川の水位より低い約 1,400km の堤防を対象に耐震性能点検を概ね完了する。」と明記されている。本発表を受け、各地方整備局において、堤防及び堤防機能を有する河川構造物の耐震性能照査を随時進めているところである。

2　研究の目的

大規模地震動(レベル 2 地震動)に対する既設河川構造物の耐震点検は、「河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説」(平成 19 年 3 月、国土交通省河川局治水課)（以下「指針」という。）により実施されている。しかしながら、指針には、照査に用いる地震動の設定、照査方法の基本事項は規定されているが、照査に必要となる調査、照査断面の設定等の照査の具体的方法については規定されていない。また、堤防機能を有する樋門施設については、設置数が膨大であることから、全管理施設を対象とした数値計算による耐震性能の照査には多大な時間・費用を要してしまう。上記の背景を踏まえ、本研究の目的を以下の 2 点に設定した。

①堤防の照査断面の設定手法の検討
②樋門の耐震性能を簡易に評価するための照査手法の開発

3　堤防の照査断面の設定手法の検討

本研究においては、過去に生じた以下の 5 つの大規模地震の際のデータを収集し、統計的な分析を行い、弱点箇所を効率的・効果的に抽出するための指標を明らかにした。

①新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月 16 日）
②新潟県中越地震（平成 16 年 10 月 23 日）
③十勝沖地震（平成 15 年 9 月 26 日）
④宮城県北部地震（平成 15 年 7 月 26 日）
⑤兵庫県南部地震（平成 7 年 1 月 17 日）

結果、堤防の一連区間の区分けする判断指標としては、以下の 3 点を用いることが適当である、と判明した。

①治水地形分類による地形区分
②許容沈下量（現況堤防高－照査外水位）
③耐震対策工の有無

ここで、③耐震対策工の有無を区分けの指標に加えている理由は、レベル1地震動を対象とした耐震対策工のレベル2地震動に対する効果について未検討なためである。

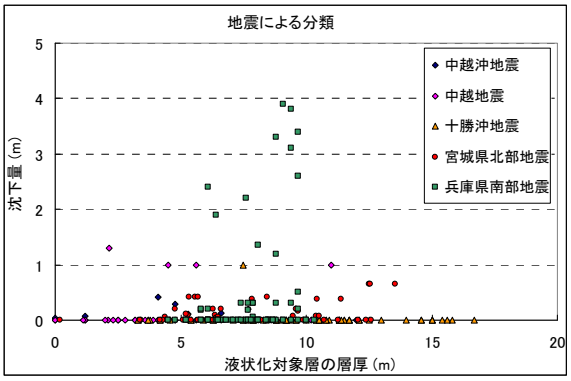
表-1 に、液状化地域ゾーニングマニュアル（国土庁防災局,平成 11 年 1 月）の微地形区分

表-1　治水地形分類における液状化可能性

グレード1	グレード2				微地形区分	治水地形分類区分
	レベル1地震動		レベル2地震動			
液状化の検討を要する地域	大	液状化の可能性は大きい	極大	液状化の可能性は非常に大きい	埋立地、盛土地、旧河道、旧池沼、蛇行州、砂泥質の河原、人工海浜、砂丘間低地、堤間低地、湧水地点	旧河道、落堀、旧落堀、高い盛土地、干拓地
	小	液状化の可能性は小さい	大	液状化の可能性は大きい	自然堤防、湿地、砂州、後背低地、三角州、干拓地、緩扇状地、デルタ型谷底平野	自然堤防、旧川微高地、浅い谷、氾濫平野、湿地、旧湿地
	極小	液状化の可能性は極めて小	小	液状化の可能性は小さい	扇状地、砂礫質の河原、砂礫州、砂丘、海浜、扇状地型谷底平野	扇状地、砂丘
液状化の検討を要しない地域	無	可能性無し	無	可能性無し	台地、丘陵地、山地	山地･丘陵地、台地、崖

を参考に、治水地形分類図による危険度の分類を行った結果を示す。「旧河道」や「落堀」、「干拓地」といった治水地形は液状化の可能性が非常に高い、すなわち被災を受ける可能性が高いという結果となった。

また、代表断面選定指標については、「液状化層の厚さ」を指標とすることが適当であると判明した。図-1 に示す通り、液状化層厚の増加に伴い、沈下量も増大している。



4　樋門の耐震性能簡易評価手法の開発

樋門の耐震性能簡易評価手法については、計算が複雑であるせん断耐力、曲げ耐力、許容塑性率、固有周期の 4 パラメータについて、樋門諸元から値を簡易に算出する事が可能な相関式を示す事で、耐震性能評価を簡便化する、という方針の下、検討を行った。

以下に、上記に記載した 4 つのパラメータについての相関因子について示す。なお、以下の②～④のパラメータについては、標準設計基準の変遷に伴い、耐震性能に関するパラメータの許容値が変更になっていること及び上部荷重に大きく影響されることから、まずは基準が大きく変わる昭和 55 年以降、昭和 62 年以降、平成 6 年以降のパターンに分類した後、上屋の有無並びにゲートの種別に着目し、更に細分化し、各々に対して、相関関係を導いた。

① せん断耐力

せん断耐力は、帯鉄筋ピッチ及び断面高との相関関係が認められた。

② 曲げ耐力

曲げ耐力については、降伏震度（Khy）と等価重量によって、算出することが可能なため、降伏震度について整理した。結果、せん断スパン比（L/H）と部材断面高、主鉄筋量との相関関係が認められた。

③ 許容塑性率

許容塑性率の値を用いて算出する構造物特性補正係数 Cs に着目し整理した。結果、せん断スパン比との相関関係が認められた。

④ 固有周期

固有周期については、②で相関を求めた降伏震度と降伏変位を用いて算出が可能であるため、降伏変位について整理した。結果、せん断スパン比との相関関係が認められた。

5　今後の活用

本結果は、堤防については、「レベル 2 地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル（案）・同解説」として、各地方整備局へ配布済であり、現在マニュアルに基づいて、点検が進められているところである。また、樋門の簡易照査については、上記マニュアルの樋門編として、現在、取りまとめている最中である。今後、マニュアルに基づき、レベル 2 地震動に対する点検が進められていく事となる。

河川砂防技術基準改定検討業務（調査）

for Revision of Technical Criteria for River Works for Survey

（研究期間　平成 20～22 年度）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
研 究 官　　武内　慶了

［研究目的及び経緯］

河川砂防技術基準（調査編）は平成 9 年に改訂されているが、技術の進歩が進む中で、改訂後にも様々な技術書が発行されている。そのため、改訂後に進んだ新たな技術について、河川砂防技術基準（調査編）へ反映させる必要がある。

本業務は、これまでに行われてきた人為的行為が、現在の河道内堆積土砂環境に与えた影響を、時空間的にマクロな視点で評価する調査技術の確立を目的とし、人為的行為のうち全国 1 級水系の砂利採取量、砂防堰堤貯砂量を、礫、砂、シルト以下の粒径集団別に整理した。現在の河道の骨格を評価し、今後習得すべき河川技術を抽出する上で、貴重な基礎的データが得られた。

流量観測データの取り扱い及び河道計画への影響評価に関する調査

Research on improvement of flood discharge observation technology and its effect to the river management

（研究期間　平成 20～22 年度）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
主任研究官　　尾藤　文人

［研究目的及び経緯］

流量観測データは河川計画・管理に必要不可欠な資料であるが、その観測技術の多くは昭和３０年代初頭までに確立した技術に依存したままである。一方、洪水流水中の３次元流速分布の計測技術や無人・連続観測技術等新しい技術が利用可能となっており、これら計測技術の特性・限界を把握した上で有効に活用することが求められている。また、河川管理事務所においては人員削減やコスト縮減が求められており、迅速な観測態勢の確保、観測の精度確保等が困難となる状況が見受けられる。

本調査は、ADCP 搭載型橋上操作艇や電波式流速計等新しい流量観測手法を用いた洪水流量観測を実施し、観測手法を確立するとともに、合理的な河道計画や効率的な河川管理について検討するものである。利根川、富士川、吉野川において、ADCP 搭載型橋上操作艇及び掃流砂採取機等による観測を実施し、それら結果を踏まえて観測手法について整理した。

土砂移動を考慮した治水安全度評価手法に関する研究

Study for safety evaluation against flood damage risk in considering of river-bed changes

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部	河川研究室	室　　長	服部　敦
		研　究　官	武内　慶了

［研究目的及び経緯］

本研究は、面的な河床形状計測技術や航空レーザー計測技術を用い、河道変化が治水機能に及ぼす影響を適切に判断し、効果的・効率的な河道管理につながる技術の体系化を目的とし、治水安全度を評価する手法を検討するものである。

今年度は、一般に洗掘部の埋め戻りが大きい砂床河川のうち、根固工が設置されている河床洗掘部を対象に、根固工の変形を含む平面的な河床形状を密に計測し、根固工の変形状況を調べ、最深河床高を推定した。根固工が設置されている河床洗掘部は平水時でも水深が大きく、また、根固工の設置延長が数十から数百メートルと大きいため、目視により深掘れ及び根固工の変形状況を詳細に把握することは困難である。空間密度の高い河床計測技術を用いることによりこれらの課題が解決され、河床洗掘が治水機能に及ぼす影響をより適切に判断する見通しを得た。

気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発

Development of basic technique for supporting arrangement and selection of measures against large flood disasters under the global climate change

（研究期間　平成 22～25 年度）

河川研究部		流域管理研究官	藤田　光一
	河川研究室	室　　長	服部　敦
	水害研究室	室　　長	伊藤　弘之
	河川研究室	主任研究官	菊森　佳幹
	水資源研究室	主任研究官	板垣　修
	水資源研究室	研　究　官	土屋　修一

［研究目的及び経緯］

国土の高度利用に比して水災害に対する整備水準が低い我が国の特徴を踏まえ、気候変動適応策としての水災害リスク低減を早急に進めることが極めて重要である。本研究は、流域特性を踏まえた施策オプション設定手法、超過洪水に係る水災害リスク評価手法等に関する検討を行い、具体的な施策群の設定・選択を支援する基盤技術を開発するものである。

平成 22 年度は、気候変動による全国 109 の一級水系の国土交通省直轄管理区間に係る治水対策への影響に関する検討に資する近未来（約 30 年後まで）、将来（21 世紀末）の同区間の洪水流量等を試算・図示するシステムを開発し同影響を評価した。さらに、同区間の堤防の土質データを整理・分析し、洪水流量の増大に対する施策群の設定・選択に資する水災害リスク評価を支援するシステムを開発し概略の評価を行った。

河口部の流下能力算定精度向上に関する研究

Research on improvement of flowing ability calculation accuracy in estuary

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部　河川研究室

室　　長　　服部　敦

研 究 官　　武内　慶了

［研究目的及び経緯］

本研究は、河口部における治水安全度を確保するため、改修後の土砂再堆積についても考慮した、より合理的な河道設計法を習得することを目的としたものである。

今年度は、全国 1 級水系における河口部を対象として、改修後の変化として砂河床が細粒化した河口部や細粒化しなかった事例等を抽出し、改修後の河口部の河床材料及び土砂堆積の変化実態を時系列的に整理するとともに、多変量解析等を用いて改修後の細粒化および堆積速度の程度について判別できる指標の抽出を試みた。その結果、改修後に生じる河床材料の細粒化現象については、出水時の掃流力だけでなく、平水時の潮汐による細粒土砂の流送能力（摩擦速度）の影響も受けることがわかった。

気候変動に伴う極端気象に強い都市創り

Experiments on Extreme Weather Resilient Cities

（研究期間　平成 22～26 年度）

河川研究部　河川研究室

室　　長　　服部　敦

主任研究官　　菊森　佳幹

水資源研究室

研 究 官　　土屋　修一

研 究 官　　加藤　拓磨

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所は、いわゆるゲリラ豪雨対策の強化として、早期に住民が安全に水害から回避できる予警報システムの開発を目指している。

本研究では、豪雨時の親水施設の増水、内水氾濫を主対象として、上記のリードタイム・誤差について流域の流出特性の観点を踏まえて分析し、情報の利用者と用途に応じた情報提供手法を提案するものである。

平成22年度は、ゲリラ豪雨対策を講じる上で基礎資料となる豪雨の挙動と河川流況の関係を把握するため、横浜市のいたち川流域、今井川、相沢川を対象として、国土交通省が平成22年7月から試験運用しているＸバンドＭＰレーダの時空間的に細密な観測値を入力データとする流出解析モデル構築を行った。

河川堤防植生管理に関する調査

Research on the vegetation management for river levees

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部　河川研究室　　室　　長　　服部　敦

河川研究室　　研　究　官　　福原　直樹

［研究目的及び経緯］

河川堤防をより効果的・効率的に維持管理するためには、外力条件や背後地状況等の条件に応じた維持管理水準の設定を実施することが、今後重要となる。しかし、除草、点検、河川巡視等の維持管理行為が治水機能を維持する効果は一部検討されているものの、十分には解明されておらず、維持管理行為と治水機能維持との関連を評価する技術の拡充が課題となっている。

上記の課題の解決を図るため、平成 22 年度は、管理水準（草刈り頻度）の違いによる堤防法面の耐侵食力を定量的に評価する事を目的とし、管理水準が低い場合に繁茂する高茎草本植物（ヨシ、オギ、セイタカアワダチソウ等）を対象とした実大水路実験を行った。結果、高茎草本植物の耐侵食効果については、地表部の植生が無い場合に比べ、摩擦速度が約 4～5 割低減すること、および礫を含む土質等の堤体土質自体が保持する耐侵食力の把握が必要であることが明らかになった。

河道変化を前提とした改修及び維持管理の最適化手法に関する調査

Research on the method to optimize river improvement and management on the assumption of river changes

（研究期間　平成 22～24 年度）

河川研究部　河川研究室　　室　　長　　服部　敦

研　究　官　　武内　慶了

［研究目的及び経緯］

本研究は、流下能力増大のための手段である河道掘削を対象とし、河道変化を見込んだ、つまり維持管理を踏まえた合理的河道設計法を確立することを目的とする。流下能力を維持する際、重要となる指標の一つに、改修及び維持管理に係る掘削土量が挙げられる。この中で、維持管理に係る掘削土量を算定するためには河道変化の速度(流下能力の減少速度)を見積る必要があり、改修時及び維持管理時に、目標とする流下能力に必要掘削マージンを加えることが合理的となり、必要掘削マージンを設定する際には当該区間の河道変化の速度を見積もる技術の習得が必要不可欠となる。

今年度は、砂礫を河床材料とする河道セグメント 2 は、低水路河床部をウォッシュロードとして流下する細粒土砂が水際や高水敷上の植生繁茂域に一部捕捉され速やかに堆積が進行し、河積が減少する事例を対象として、河積変化の予測精度の向上を図った。水理実験により、植生による細粒土砂の概ねの捕捉率を得た上で、ウォッシュロードの堆積に関わる本質的機構を失わない範囲で大胆に簡略化したモデルを構築した。

災害調査を活用した技術基準の改訂の検討

Revision of technological standard based on lessons learned from disaster investigations

（研究期間　平成 20 年度～）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
研 究 官　　延常　浩次

［研究目的及び経緯］

河川管理施設は、河川工学や水理学、土質力学等に関する技術的知見に基づいて、力学的な安定性を根拠とする基準などに沿って設計・維持管理されている。そうした技術的知見には、経験の積み重ねと現場における工夫に基づくものもが存在している。

災害時には、これまでの経験に合致しない被災事象もあり、これらの被災メカニズムを解明し、技術的知見の収集に努めることが必要である。また、それらの情報は蓄積・共有化されることが重要である。

本検討は、災害時に迅速に災害現地調査を実施することで、被災メカニズムの解明を行い、収集した新たな知見を基に、技術基準の改訂を実施するものである。

平成２２年度は、昨年度整備された河川管理施設等の総合的なデータベースに被災・変状報告を登録するため、河川管理者が効率的かつ速やかに実施できるよう、実例をもとに概要および調査データを一覧できる共通テンプレートの様式・ファイル形式の検討を行った。また登録時に設定する検索用キーワードを共通の基準を設定し、被災内容を適正に反映されたキーワードが選択されるよう設定マニュアルを作成した。これにより二次利用者は被災概要を的確に検索・把握され、データベースの情報活用促進が図られる。

河川生態を支える物理基盤の状態評価及び変化予測に関する調査

Research on condition evaluation and change prediction of the physical environment supporting river ecosystem

（研究期間　平成 22～24 年度）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
研 究 官　　武内　慶了

［研究目的及び経緯］

本研究は、出水に伴って生じる河道の変化、植生と土砂移動との関係、出水に伴う河床材料の変化、物質循環等の個々の現象を明らかにし、それらの現象が相互に関連して生じる一連区間の現象に着目することで、治水面のみならず、河川環境及び生態系をも考慮した河道の状態評価及び河道の変化予測に関する技術を開発することを目的とする。

今年度は、河川研究室が構築してきた、植生消長を考慮した平面２次元河床変動解析モデルを五ヶ瀬川水系北川に適用し、実際に生じた個々の河道変化とその発生スケールの再現性に着目し、河道改修が物理環境に及ぼす影響の評価ツールとしての本モデルの適用性を評価し、改善すべき点を抽出した。

水情報国土データセンター運営支援業務

Management support of Water Related Data Management Center

（研究期間　平成 22 年度～）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
主任研究官　　飯野　光則

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、河川情報データを統合的に管理・提供するシステムとして水情報国土データ管理センターを構築し、河川管理者、関係機関等へ河川情報データを広く提供している。国土技術政策総合研究所では、水情報国土データ管理センターの更なる利用促進を図るため、河川定期縦横断データベースをはじめとする各種データベースの整備、関連システムの改良、データの共有化・利用促進に関する研究を行っている。

平成 22 年度は、河川定期縦横断データ等の管理、データベース化を行うとともに、水情報国土データ管理センターにおけるシステム及びデータの管理支援を行った。

河川堤防の効率的・効果的な管理手法の検討

Revision of the efficient and effective management of river bank

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部　河川研究室
室　　長　　服部　敦
研　究　官　　延常　浩次

［研究目的及び経緯］

本業務は、巡視や点検などの堤防管理は、堤防の弱点箇所を早期に発見し、被害を予防する上で重要な役割を担っているが、経験的技術によるところが多い河川堤防目視点検技術に関する技術体系を再構築し、点検・維持管理が円滑にかつ確実に行えるように更なる改善を加えることを目指すものである。

H22 年度は一級水系荒川の直轄管理区間で実施された河川巡視、堤防点検および安全利用点検結果を元に各種目視点検の実態把握（一人一時間あたりの面積（点検速度）に対する変状発見数、1 区間に点検にあてる時間（年間）に対する変状発見数や変状が発見される堤防の部位、その大きさ・程度等の関連性を整理）を行った。また、各種点検結果より変状が集中している箇所を抽出し、補修履歴や変状規模などと比較し、点検の改善方策を検討した。

河川技術共同研究

Investigation of New River Technology

（研究期間　平成 21年度～）

河川研究部	河川研究室	室　　長	服部　敦
		主任研究官	尾藤　文人
	水資源研究室	研　究　官	土屋　修一
危機管理技術研究ｾﾝﾀｰ	水害研究室	室　　長	伊藤　弘之
		主任研究官	小林　肇

［研究目的及び経緯］

河川行政における技術政策課題を解決するため、産学のもつ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、技術研究開発体制を構築するために、平成 21 年に河川局に「河川技術研究開発制度」が創設された。このため、国土技術政策総合研究所では、本制度の方針の検討及び応募課題審査にあたっての技術的意見付与、および採択された研究課題の委託を行っている。

平成 22 年度は、「X バンド MP レーダ等の観測情報の活用に関する技術」、「合成開口レーダ（SAR）を利用した防災情報把握に関する技術」、「新材料を用いた樋門樋管ゲートの性能設計・施工技術に関する技術」「河道整備・管理に関する技術研究開発」について、委託研究を行った。

氾濫リスク分析を組み込んだ河川計画に関する検討

Research on river improvement planning technique with flood risk analysis

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部	河川研究室	室　　長	服部　敦
		主任研究官	菊森　佳幹
	水資源研究室	主任研究官	板垣　修

［研究目的及び経緯］

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）で指摘されているように、気候変動を踏まえたリスクに基づく水災害対策が極めて重要であることから、本研究では将来の予測雨量データを活用した氾濫リスク分析を組み込んだ河川計画手法について検討している。

平成22年度は、全国の中小河川（一級水系の都道府県管理区間）への気候変動の影響を評価するため、5kmメッシュで計算された年最大雨量データに基づき地域分割を行い、近未来（約30年後まで）、将来（21世紀末）の地域別予測雨量強度式を各導出し、同強度式により各中小河川の治水安全度を試算・図示するシステムを開発し同影響を評価した。

CommonMP 関連業務

Development and Maintenance of Common Modeling Platform for water-material circulation analysis

（研究期間　平成 22 年度～）

河川研究部	河川研究室	室　　長	服部　敦
	河川研究室	主任研究官	菊森　佳幹
	水資源研究室	研　究　官	里村　大樹

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所は、平成 19 年度から河川・流域の様々な水・物質循環の素過程を再現することのできる要素モデルを組み合わせて流域モデルを構成し、河川・流域の水・物質循環を解析することのできるソフトウェアである水・物質循環解析ソフトウェア共通プラットフォーム（CommonMP: Common Modeling Platform for water-material circulation analysis）を開発している。また、国総研は、国土交通省河川局や土木学会等とともに CommonMP の開発・普及のためのコンソーシアム（CommonMP 開発・運営コンソーシアム）を結成しており、事務局としてその運営に当たっている。

平成 22 年度は、平成 22 年 3 月にリリースした CommonMP Ver1.0 の改良（シミュレーションプロジェクトのポータビリティの向上や要素モデル管理の容易化）を行うとともに、CommmonMP 開発・運営コンソーシアムの中で要素モデルの認証手法等や CommonMP の管理手法の検討を行った。

豪雨による都市域内水氾濫対策に関する調査

Investigation for inundation inside a levee in urban basin by heavy rainfall

（研究期間　平成 21 年度～）

河川研究部	河川研究室	室　　長	服部　敦
		主任研究官	菊森　佳幹
河川研究部	水資源研究室	研　究　官	土屋　修一

［研究目的及び経緯］

近年の豪雨の頻度増加、内水被害の増加等のため、流域全域での水災害監視、予測の高度化が必要とされている。本業務は、ＸバンドＭＰレーダ雨量情報を用いた降雨予測、氾濫予測の高精度化等の技術開発や豪雨・洪水監視の高度化に資する情報の利活用手法についての検討を行うものである。

平成 22 年度は、豪雨・洪水監視の高度化に資する流域の降雨、浸水特性等の評価方法を体系化するために浸水計算モデルの調整及び再現性の検証、ＸバンドＭＰレーダ雨量情報、浸水シミュレーション技術を用いた降雨・浸水特性の整理、分類を行った。

ＸバンドＭＰレーダ配信における機能実装等

Implementation for delivery of rainfall information by X-band MP radar

（研究期間　平成 22 年度～）

河川研究部　河川研究室　　室　　長　　服部　敦

主任研究官　　菊森　佳幹

河川研究部　水資源研究室　　研　究　官　　土屋　修一

［研究目的及び経緯］

本業務は、ＸバンドＭＰレーダ雨量情報を用いた降雨予測、氾濫予測の高精度化等の技術開発や豪雨・洪水監視情報提供の高度化に資するＸバンドＭＰレーダ雨量情報の利活用等についての検討を行うものである。

平成 22 年度は、ＸバンドＭＰレーダの実運用に向けて、配信する雨量情報の要件を検討するために、累積雨量情報を国土交通省内部へ試験配信するためのシステム構築を行った。また、Ｈ２３年より試験運用が開始される地域の図化・配信システムの整備等を行った。

沿岸流砂動態に基づく海岸侵食対策の策定手法の検討

Research on Planning Method of Measures against Coastal Erosion Based on Actual Littoral Drift

（研究期間　平成 22 年度）

河川研究部　海岸研究室
River Department
Coast Division

室長　諏訪　義雄
Head　Yoshio SUWA
主任研究官　加藤　史訓
Senior Researcher　Fuminori KATO
研究官　笹岡　信吾
Researcher　Shingo SASAOKA

We proposed efficient and economical survey methods of longshore sediment transport rates and a planning procedure of measures against coastal erosion based on actual littoral drift. In the procedure, a design longshore sediment transport rate is set to keep a necessary beach width, and is used to design shore protection measures such as beach nourishment, breakwaters, and groins.

［研究目的及び経緯］

現在の海岸管理では、対象海岸の汀線位置や海浜断面を把握・予測し、必要な箇所に侵食対策を実施しているが、局所最適化による隣接海岸での侵食と施設設置の恐れや、漂砂系への供給土砂量が減っても対象海岸の汀線が後退するまで対策がなされず手遅れになる可能性がある。漂砂系における土砂管理、海岸保全施設、養浜の役割分担を明確にし、沿岸漂砂の実態に応じて順応的に侵食対策を実施するためには、沿岸漂砂量に基づいた侵食対策の計画・設計手法を確立する必要がある。

本検討では、沿岸漂砂量の効率的・経済的な把握手法等とともに、沿岸漂砂量に基づく海岸侵食対策手法を提案することを目的としている。

［研究内容］

（１）沿岸漂砂量の岸沖分布の推定

離岸堤等の漂砂制御施設による侵食対策の効果は、等深線変化モデル等の地形変化モデルにより予測できる。等深線変化モデルで使用する沿岸漂砂量の岸沖分布は、模型実験で得られた宇多・河野（1996）の分布式等が実務において用いられているものの、その現地適用性は検証されていない。そこで、海浜断面の時間的変化が大きいほど沿岸漂砂量が大きい水深帯と仮定し、各断面の測量成果から地形変化の標準偏差を算定し、対象海岸の全断面について平均化したものを沿岸漂砂量の岸沖分布とした。その結果、沿岸漂砂量の岸沖分布が宇多・河野（1996）の分布式とほぼ一致する海岸（図１）、砕波点付近がピークとなる海岸、水深方向に一様な分布になっている海岸があることが判明した。その妥当性については、その分布を用いた等深線変化モデルにより過去の地形変化を再現することで検証している。

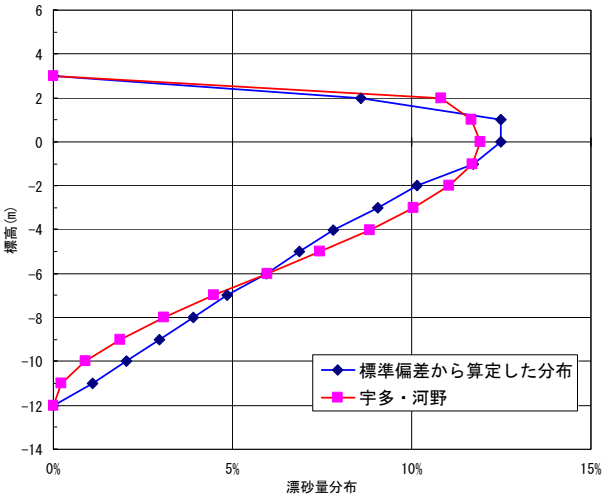


図１　沿岸漂砂量の岸沖方向分布（仙台湾南部海岸）

（２）沿岸漂砂量の効率的・経済的な把握手法の検討

沿岸漂砂量は、深浅測量や空中写真による地形変化の把握、海象観測による外力の把握、底質調査による粒度組成の把握等を通じて推定されるものである。調査の内容と沿岸漂砂量の推定精度はトレードオフの関係にあると考えられるが、その関係は明らかにされていない。そこで、調査データが比較的多い海岸を対象に、データを間引くことで沿岸漂砂量の推定結果がどの程度変化するのか試算した。

図２は、仙台湾南部海岸を対象に、沿岸漂砂量推定に使用するデータの内容と、沿岸漂砂量の推定精度との関係を試算したものである。推定精度は、データが

豊富な状況（測量：1996～2009 年、年 2 回、100m または 200m 間隔）での沿岸漂砂量に対する誤差で表した。測量データのない状況（空中写真解析から 1 時期分の汀線位置を設定し、沿岸漂砂量式から沿岸漂砂量を算定する方法）では、推定精度は著しく劣る。測量期間が短いケース（①2002 年以降、②2006 年以降）、深浅測量の測線間隔が広いケース（1km 間隔）、測量頻度が少ないケース（①11 月のみ、②2 月のみ）についても、データの量に応じて推定精度が低下している。なお、B-7（1 時期の測量成果から汀線移動量と土砂変化量との関係を定義し、空中写真（1963～2008 年）から読み取った汀線位置から沿岸漂砂量を算定）は誤差が比較的小さくなっているが、砂浜の消失により汀線変化だけでは侵食量が正しく見積もれない箇所があることから、偶然の結果と考えられる。

以上のことから、沿岸漂砂量の適切な推定には、相当期間の深浅測量が必要であるものの、測量の頻度や間隔に効率化の余地があると考えられる。このほか、波浪観測データや底質データは、沿岸漂砂の卓越方向の妥当性を確認する際の参考資料となる。

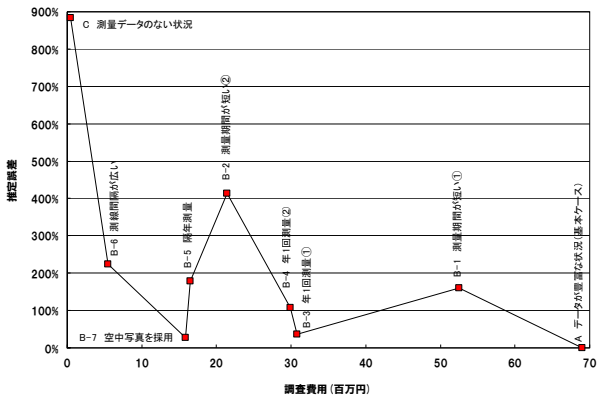


図 2　各種データによる沿岸漂砂量の推定精度

（3）沿岸漂砂量に基づく海岸侵食対策策定

沿岸漂砂量に基づいた海岸侵食対策の策定手法を以下のように提案し、それに沿った侵食対策計画のケーススタディを実施した。

・計画沿岸漂砂量は、土砂管理上重要な地点（河口や沿岸施設など）に設定する。

・計画沿岸漂砂量は、沿岸漂砂量の現状や実施可能な対策案（セットバックを含む）をふまえ、必要砂浜幅の確保に必要な沿岸漂砂量を設定する。

・計画沿岸漂砂量に足りない漂砂量は土砂管理や養浜で確保することに努めるとともに、計画沿岸漂砂量を低減する手段として海岸保全施設の設置を検討する。

・漂砂制御を目的とした海岸保全施設は、計画沿岸漂砂量を低減する機能を有するものとする。また、その機能が発揮されるように、沿岸漂砂量の岸沖分布を考慮した海浜変形計算により、海岸保全施設の型式、形状、配置を定めるものとする。

仙台湾南部海岸を対象としたケーススタディでは、現計画に定められた必要砂浜幅 30m を確保できるように、養浜のみを実施したケース、セットバック（海岸背後に人家がない箇所のみ）と養浜を実施したケース、潜突堤と養浜を実施したケース、既存ヘッドランド間でのヘッドランドの新設（図 3 の○囲み▲）と養浜を実施したケースを設定して海浜変形計算を行い、図 3 のように沿岸漂砂量と必要養浜量を算定した。漂砂上手（図中の右端）からの土砂流入が約 1 万 m^3/年に対し、漂砂下手（図中左端）への土砂流出が 4～5 万 m^3/年と多くなっており、また現時点で必要砂浜幅が確保されていない箇所があることから、養浜あるいはサンドバイパス等による上手からの土砂供給の増加が不可欠であることがわかる。今後 50 年間に必要な養浜量は、養浜のみのケースでは 400 万 m^3 となるが、セットバックを許容することで 3 割以上低減できる。また、セットバックをしない場合でも、潜突堤やヘッドランドの追加により、必要養浜量を 1 割程度低減できる。

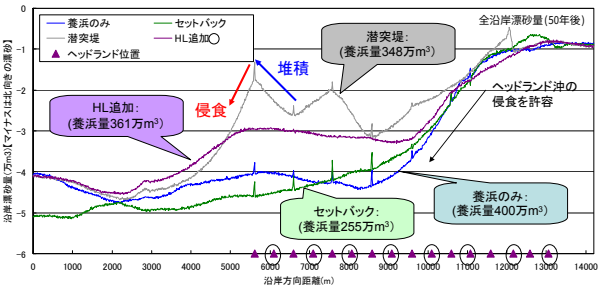


図 3　沿岸漂砂量の沿岸方向分布（50 年後）

［研究成果］

沿岸漂砂量に基づいた海岸侵食対策の策定手法を提案した。従来の汀線変化予測と異なり、沿岸漂砂量の沿岸方向分布は土砂供給の不足が一目瞭然であり、漂砂系全体における沿岸漂砂の不均衡を改善するサンドバイパス等の施策を離岸堤等の海岸保全施設の設置の前に検討するように仕向けるものである。

［成果の発表］

今後、論文としてとりまとめて発表する予定である。

［成果の活用］

各海岸での侵食対策の計画立案に活用される。

袋詰工の波浪応答メカニズムに関する調査

Research on the response mechanisms of sand bags to wave

（研究期間　平成 22 年度）

河川研究部　海岸研究室
River Department, Coast Division

室長	諏訪　義雄
Head	Yoshio SUWA
主任研究官	野口　賢二
Senior Researcher	Kenji Noguchi
研究官	渡邊　国広
Researcher	Kunihiro Watanabe
部外研究員	関口　陽高
Guest Researcher	YoKo Sekiguchi

1/1 scale test structures of sand bag were constructed on the experimental yard, and tensile forces on the surface geotextiles were measured. Observed circumferential tensile forces were well coincided with the result of numerically calculated tension. However, 6 times of tension was observed on the upper part of the sand bag when inner sand was not uniformly filled in the bag. The degree of increase in tensile forces was more rapid for sand stuffed bag than those for gravel stuffed bag when the tip of the sand bag was deformed by uplifting force. These results suggested that geosynthetics material should be designed to hold more than 6 time strength. The response of surface tension to the wave force could be differ between inner materials.

［研究目的及び経緯］

我が国の海岸では、津波、高潮、波浪などから背後地を守るために、コンクリート製の海岸保全施設が全国的に整備されてきた。しかし最近では、養浜の際の補助施設のように、移設・撤去の容易さが求められる場面も増えてきている。施設整備のコスト縮減や景観の向上に対する要求も高まってきており、国土技術政策総合研究所では、これらに対応した工法として袋詰工に着目し、実用化に向けた研究を進めている。

袋詰工とは、大型の袋材で現地の砂礫を包んだもので、アメリカ、オーストラリアなど海外では、「サンドバック」や「ジオチューブ」などの名称で既に利用されている。海岸に設置する場合には波圧による変形や袋材に作用する引張力の変化など袋材特有の現象の発生が予想されるため、この点も考慮した設計指針を定めることが必要となる。そこで本研究では、「袋詰め工による施設整備のガイドライン」の中で扱う内容のうち、袋材に求められる強度についての根拠データを取得することを目的として、実物大実験をおこなった。

［研究内容］

俵型（直径 0.9m、長さ 3m）およびチューブ型（直径 0.9m、長さ 15m）の 2 種類の袋詰工の実物を製作し、下記の計測をおこなった。

（1）袋詰工の製作時に袋材に働く引張力の計測

（2）波浪による変形時に袋材に働く引張力の計測

中詰め材の組み合わせは材料 2 種類（粗砂、中礫）と充填率 3 段階の 6 通り（**表-1**）とし、2 通りの方法（バックホウ、サンドポンプ）によって充填した。

表-1　俵型袋詰め工に充填した中詰め材の組み合わせ

ケース	中詰め材	充填率（%）
Case1	中礫	67
Case2		71
Case3		95
Case4	粗砂	76
Case5		86
Case6		100

［研究成果］

（1）袋詰工の製作時に袋材に働く引張力の計測

袋詰め工の側面（**図-1**）で計測した袋材の伸び率を元に算定した周方向の作用張力は、袋詰め工の下部(A3～A4, B3～B4, C3～C4）では、ほぼ 2.5kN/m 以下におさまっており、中詰め材の粒径および充填率の組み合わせに応じた違いは見らなかった(**図-2**)。この値は内部作用圧力との釣り合い式より算出される袋材張力の計

算値 0.8-3.5kN/m の範囲におさまるものであった。

一方で天端付近では、沖側と岸側に高い張力が働き、最大で計算値の6倍に相当する20kN/mにまで達する場合もあった。この現象はCase3やCase6のように充填率を最大とした場合に生じており、充填量の偏りによって局部的に応力が作用した結果と考えられた。

また、製作後の設置を想定して吊り上げたときには、充填完了時の約2.5倍にあたる最大で6.6kN/mもの張力が試験体の中央部で観察され、設置時における袋材の破断にも注意する必要があることがわかった(**図-3**)。

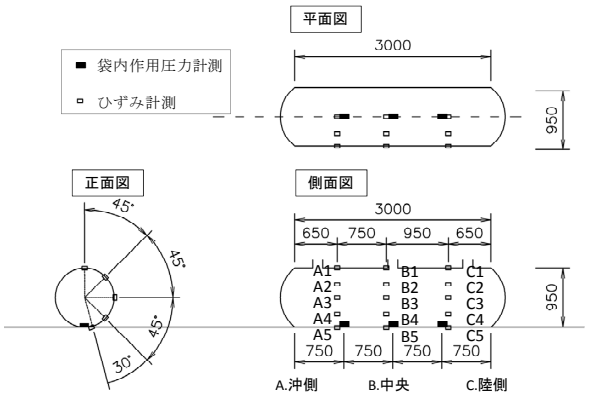


図-1 袋詰工に働く引張力の計測箇所（俵型）

（２）波浪による変形時に袋材に働く引張力の計測

別途実施済みの水理模型実験で観察された袋詰工端部の上方への浮き上がりを再現するために、上方への変形を発生させたところ、作用外力の増大に対応した袋材の周方向の張力増大が観察された(**図-4**)。張力の増大傾向は中詰め材の種類によって異なり、中詰め材が中礫の場合（Case1～3）に比べて粗砂の場合（Case4～6)のほうが、作用張力の増大は大きかった。これは、中礫は礫材同士の摩擦力が大きく、袋詰め工の剛性が高いため、同じ変形外力が加わっても内部作用圧力が増加しにくいことが原因と考えられた。

（３）袋材の設計強度についての留意事項

本研究の結果、袋詰工の袋材に働く張力は中詰め材の不均衡や吊り上げ、波浪による変形が生じた場合には計算値を大きく超えることもあることがわかった。海岸での実用には、6 倍以上の安全率を見込んで袋材強度を決定する必要があること、中詰め材の種類に応じた安全率を検討する必要があることがわかった。

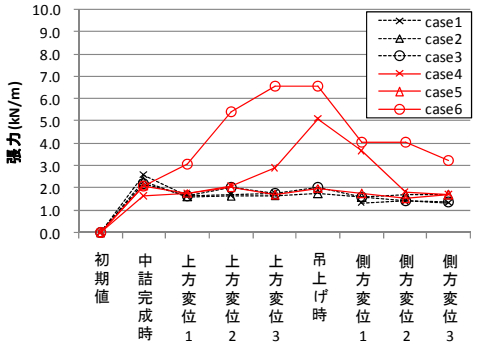


図-3　各イベント発生時に中央部袋材に働く張力

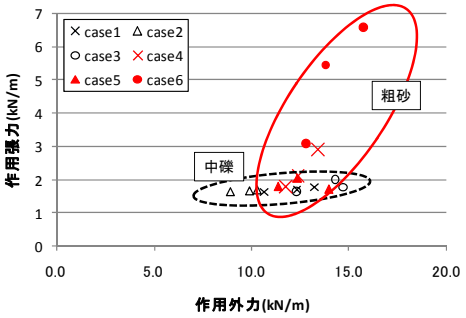


図-4　上方変形時の作用外力と張力の関係

［成果の発表］

土木学会論文集 B（海岸工学）に投稿中。（査読中）

［成果の活用］

本研究で得られた知見は、作成中の「袋詰め工による施設整備のガイドライン」の中に盛り込む予定。

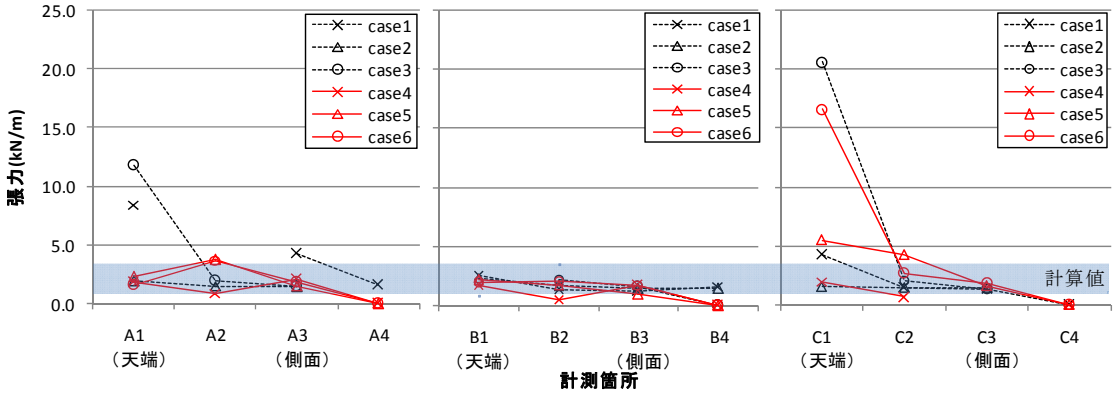


図-2　袋詰工（俵型）の製作完了時に袋材に働く張力（網掛け部が計算による理論値）

排水路等を活用した越波浸水対策に関する検討

Research on Coastal Drainage Measures to Prevent Inundation Induced by Wave Overtopping

（研究期間　平成 22 年度）

河川研究部　海岸研究室
River Department
Coast Division

室長　諏訪　義雄
Head　Yoshio SUWA
主任研究官　加藤　史訓
Senior Researcher　Fuminori KATO
研究官　笹岡　信吾
Researcher　Shingo SASAOKA

We surveyed actual situation on coastal drainage facilities such as drainages, retarding basins, secondary parapets and pump stations, and proposed a design procedure of coastal drainage facilities. The procedure includes flowcharts of drainage planning based on wave overtopping rate and precipitation, performance design of each facility, and maintenance planning.

［研究目的及び経緯］

平成 20 年 2 月の富山湾等の高波災害において、海岸堤防背後の排水路が機能を発揮した箇所では、浸水被害が生じなかった。そのため、高波災害対策検討委員会の「中間取りまとめ」において、排水路網等の越波の貯留施設、排水路などの管理用通路、副堤等について、全国における事例の分析を行うとともに、多様な整備手法のあり方等を検討することとされた。

しかし、排水工等の実態に関する全国アンケート調査によれば、排水計画を作成している海岸はほとんどなく、排水工の断面を基準解説書の例と同一にしている海岸が多かった。排水が必要な越波量を把握せずに、排水工が設計・設置されてきたことが伺える。

本検討では、排水路等を活用した越波・浸水対策の具体的な計画・設計手法をとりまとめることを目的とする。

［研究内容］

（１）技術基準上の規定の整理

「海岸保全施設の技術上の基準を定める省令」では、堤防および護岸が確保すべき機能の一つとして「高潮又は津波による海水の侵入を防止する機能」が定められている。また、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」では、排水工について以下のような解説がなされているが、副堤や潮遊びについては言及されていない。

・多量の越波が想定される場合には、越波流量を推定し、これを流下させるに必要な断面を確保する必要がある。

・波返工に孔をあけて排水する方法があるが、背後地が浸水するおそれのある場合には好ましい工法とはいえない。

・排水工を天端肩や裏法の途中に設けるのは、構造の弱点になると同時に、越波した海水の排水に役に立たず、海水が法尻に湛水する結果となる。

・排水工は根留工と分離して設けることが望ましいが、構造上の弱点となるおそれがない場合には排水工と根留工を兼ねさせることができる。

このほか、旧基準である「改訂海岸保全施設築造基準解説」では、「堤防には、原則として裏のり尻に排水工を設けるものする」、「潮遊びの設計に当たっては、湛水の深さ及び湛水時間が許容範囲におさまるように堤体及び基礎地盤の透水性、排水設備の機能、流出量、堤外水位、背後地の利用状況等を考慮して、その規模を決定するものとする」という記述がある。

（２）排水計画・排水施設設計の手順検討

図１のように、排水計画を策定した上で、排水施設の設計を行い、排水施設の維持管理計画を策定することとした。

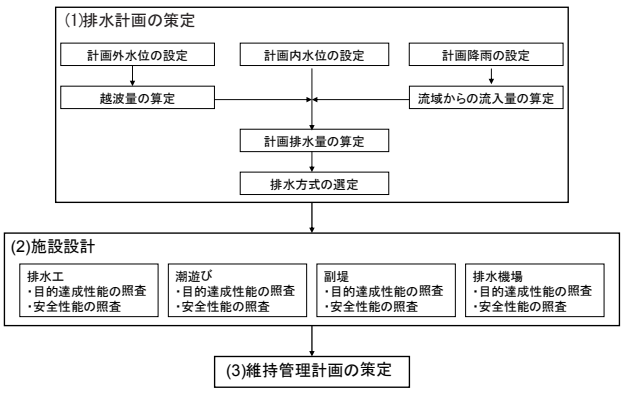


図１　排水計画・排水施設設計の検討フロー

排水計画は、海岸背後にある人命及び資産を浸水の被害から防護するため、越波により流入した海水等を排水する機能の確保を目的とし、越波量や流域からの流入をもとに計画排水量を算定し、排水方式を選定するものとする。計画内水位は、区域内最低標高に許容湛水深を加えた高さを用いるか、接続する河川、水路等の堤防・護岸の天端高に基づいて決定する。越波量の算定は、計画外水位（原則として堤防・護岸の設計高潮位とし、必要に応じて時間的変化を考慮）と堤防・護岸の設計波を用いるものとし、堤防・護岸の構造、周辺地形等を考慮して、適切な算定方法または水理模型実験によるものとする。流域からの流入量は降雨と高潮・高波の同時生起性や他の排水施設との排水分担等に応じて考慮することとし、計画降雨の確率年を1/10程度とすることを標準とする。計画排水量は経済性等を考慮して決定することとし、排水方式は計画排水量や施工条件等に基づいて選定するものとする。

排水施設は排水工、潮遊び、副堤、排水機場を対象とし、その設計は、表1のように、各施設の目的達成性能と安全性能の照査により行う。照査には信頼性のある適切な手法を用いるものとする。

各施設の目的達成性能は以下のように照査する。

・排水工

原則として設置位置、通水断面、縦断勾配の組合せにより評価するものとし、越波量、流域からの流入量等を適切に設定し、内水位が計画値以下に維持されることを確認するものとする。

・潮遊び

原則として設置位置及び通水断面の組合せにより評価するものとし、排水工と同様に、内水位が計画値以下に維持されることを確認するものとする。

表1　排水施設が有すべき性能

施設	目的達成性能	安全性能
排水工	堤防・護岸を越えて流入した海水を排水する	波力、地震力、土圧および水圧等の作用に対して安全である
潮遊び	堤防・護岸を越えて流入した海水や流域から流入した雨水を、一時的に貯留する	
副堤	堤防・護岸を越えた海水が海岸背後に流入するのを防止する	
排水機場	自然排水が不可能な場合または不足する場合に、不要な内水を排水する	

・副堤

原則として設置位置、天端高、表法勾配、天端幅、裏法勾配の組合せにより評価するものとし、当該海岸における設計潮位、設計波等を適切に設定し、波のうちあげ高または越波流量が所定の値を上回らないことを確認するものとする。

・排水機場

原則として位置及びポンプ能力の組合せにより評価するものとし、排水工と同様に、内水位が計画以下に維持されることを確認するものとする。

安全性能については、水位上昇による排水溝の浮き上がり、水圧・波圧に対する副堤の安定性、排水機場の原動機が水没しないかどうかなどを照査する。

維持管理計画では、排水施設が持っている排水機能が十分に発揮できるように、維持管理の内容等の基本的事項（点検の方法・頻度等）を定めるものとする。

（３）排水施設設計における留意事項

海岸に来襲する波浪は不規則であるため、海岸保全施設の設計には有義波が用いられている。平均越波流量は有義波から算定されるが、その値は時間平均値であり、瞬間的にはそれを上回る越波が発生している。このため、平均越波流量で設計された排水工は瞬間的には排水能力が不足することに留意すべきである。

また、副堤におけるうちあげ高や越波流量は、一般的な算定図では計算できないため、数値波動水路等の数値モデルや模型実験で算定する必要がある。

排水工の排水能力は、沿岸方向に設置された排水溝の通水能力だけでなく、その末端から堤防表法側等へ排水する管やカルバートの通水能力も照査する必要がある。また、土砂などの堆積による通水断面の縮小を考慮して、20%程度の余裕を考慮した断面積を設定することが望ましい。

［研究成果］

以上のように、海岸における排水計画策定および排水施設設計の手順を整理した。

［成果の発表］

加藤史訓・野口賢二・諏訪義雄：海岸堤防・護岸に設置された排水工等の浸水軽減施設に関する実態調査，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，pp. 173-174，2010.

［成果の活用］

本検討の成果は、各海岸での排水計画策定および排水施設設計に活用される。

生きた砂浜の再生手法に関する研究

Rehabilitation for the ecological status of sandy shores

（研究期間　平成 22～24 年度）

河川研究部　海岸研究室
室　　長　　諏訪　義雄
研 究 官　　渡邊　国広

［研究目的及び経緯］

本研究では、波浪による攪乱が海浜生態系に及ぼす影響を明らかにすることで、適度な攪乱を許容した新たな海岸保全手法を提案することを目的とし、海浜の植生および砂浜の物理環境に関する現地調査によって、波浪の来襲に伴う植生・砂浜環境の遷移過程を明らかにする。さらに得られた現地調査の結果をもとに、砂浜の環境遷移モデルを構築する。

今年度は、伊勢湾西南海岸において海浜植生調査および海浜底質の調査を実施し、海岸堤防のセットバック後に創出された砂浜空間には海浜植生よりも先に内陸性の植生が急速に進出して優占し、その後、時間を経るに従って少しずつ海浜植生が進入しつつある状態であることが確認された。また海浜底質については、セットバック実施から低下し続けていた強熱減量がこの 1 年間で増加に転じ、暴浪の来襲が極度に少なかったために砂中に有機物が蓄積されたことが示唆された。こうした砂中環境の動態が植生の遷移状況に与える影響については今後も継続して観測していく。

移設可能な海岸保全施設の整備に関する検討

Research for constructing removable coastal facilities

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部　海岸研究室
室　　長　　諏訪　義雄
主任研究官　　野口　賢二
研 究 官　　渡邊　国広
部外研究員　　関口　陽高

［研究目的及び経緯］

本研究では、移設可能な海岸保全施設（砂袋詰め工法）の実用化にあたって必要となる知見のうち、利用・景観面の配慮事項を有識者および海岸利用者へのヒアリングによって抽出・整理すること、想定される施設変状と変状に伴う機能低下について、海外事例を収集したうえで整理することを目的とする。

今年度は、海岸利用団体へのヒアリングをおこない、砂袋の素材等の工夫、技術的な改善を求める意見や実際に設置される時に生じる砂袋詰め工の運用上の課題が抽出された。海外事例の分析では、波浪による洗掘・摩耗から始まり、基礎地盤の吸い出しや砂袋の軽度な損傷を経て砂袋が沈下・転倒、移動・散乱、破壊する事例が多いことが確認され、国内での実用化にあたっての対策事項が整理できた。

DNA マーカーによる砂浜の生態系ネットワークの解明

Research on ecological network among coast using DNA markers

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部　海岸研究室
研 究 官　　渡邊　国広

［研究目的及び経緯］

これまでの海岸行政では、流砂系を単位として海岸保全の基本計画が策定されてきたが、砂浜生態系保全の観点からは全く異なる単位で管理をおこなったほうが効率的となる可能性がある。なぜならば、海浜生物の中には、自身による移動や種子撒布などによって、地理的に連続していない砂浜への移入が可能なものも多いからである。そこで本研究では、離れた砂浜の生態系どうしを連結するネットワークである“海の道”を解明することを目的とし、日本全国の砂浜に生息する複数種の海浜生物の DNA を採取し、砂浜間の遺伝子流動および砂浜内におけるクローンの拡散動態について解析する。

本年度は、北海道胆振海岸、新潟県新潟海岸、富山県下新川海岸、鹿児島県吹上浜、沖縄県宮古島で海浜植物のサンプル採取を実施し、サンプルからの粗全 DNA の抽出等の処理を実施した。また、前年度からの現地調査の結果とあわせて、各海岸における海浜植物の分布状況を整理した。

砂浜のバイパスシステムの技術シーズに関する調査

Research on Technical Seed Search for Sand Bypassing System

（研究期間　平成 22 年度）

河川研究部　海岸研究室
室　　長　諏訪　義雄
主任研究官　野口　賢二

［研究目的及び経緯］

他事業による必要性から生じてしまう漂砂の不連続による海岸侵食には人工的に連続性を復元するサンドバイパスを実施することが有効であるが、これは恒久的に継続する必要がある。これを実施する際の障害は、運営コストに技術的な面と行政的な仕組みの面が想定される。これらの障害を除去もしくは緩和に資する技術的なバックグランドを提供することが目的である。

そこで、本調査では、サンドバイパスの適用性の判断、最適な採取・投入点、合意形成手段としての費用便益についてケーススタディを行った。対象とした事例は、宮崎県一ツ瀬川河口周辺域、静岡県富士海岸田子の浦港、福井県九頭竜川河口周辺域、石川県加越沿岸千里浜の４海岸に対するサンドバイパスとして、侵食原因の考察と検証計算、海岸毎の課題の設定による適切なサンドバイパス計画案の策定、海岸価値に関するアンケート実施を行った。サンドバイパスの技術シーズについては、既存技術で十分まかなえることが費用面から示された。しかし、サンドバイパスより局所最適化（消波堤等）が有利な条件もあり、そのような場合には技術開発の余地があることが示された。

砂袋詰め工法の実用化に向けた基準策定に関する調査

Research for promoting application of geotextile on coastal areas

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部　海岸研究室
室　　長　諏訪　義雄
主任研究官　野口　賢二
研 究 官　渡邊　国広
部外研究員　関口　陽高

［研究目的及び経緯］

本研究では、砂袋詰め工法による海岸保全施設の耐久性を始めとする性能照査方法の検討および機能発揮の限界とすべき施設変状の耐久性を始めとする性能照査方法の検討および機能発揮の限界とすべき施設変状の程度についての検討に必要な根拠データを取得するために、水理模型実験、砂袋基布の現地暴露試験および室内試験をおこなう。

今年度は、仙台湾南部海岸、下新川海岸、駿河海岸、宮古島において砂袋基布の陸上および海中暴露試験を開始し、3 ヶ月経過後までの試料採取と各種強度試験を実施した。また、コンクリート摩耗試験機をもちいた摩耗試験を実施し、試験時間と基布の摩耗劣化度の関係を把握し、現地暴露試験と室内試験の対応関係を明らかにした。水理模型実験では、固定床における実験をおこない、砂袋の大きさ・重量、形状と波浪に対する安定性の関係を明らかにした。

波浪うちあげ高予測システムに関する調査

Research on Wave Runup Forecast System

（研究期間　平成 21～22 年度）

河川研究部　海岸研究室
室　　長　諏訪　義雄
主任研究官　加藤　史訓
研 究 官　笹岡　信吾

［研究目的及び経緯］

河川局が設置した高潮対策検討委員会の中間とりまとめをふまえて、各海岸のうちあげ高をリアルタイムで予測し都道府県等に配信するシステムを、富山湾、駿河湾、伊勢湾、大阪湾・播磨灘等を対象に運用している。予測精度の向上のため、地方整備局等との連携により検証事例の蓄積を図り、検証結果をふまえて予測システムの改良を図る必要がある。

本調査では、現地観測を通じてうちあげ高予測の精度検証を行い、うちあげ高予測の精度向上方策について検討し、その結果を予測システムに反映する。22 年度は、うちあげ高観測システムを試作した上で試験観測を行うとともに、うちあげ高予測に用いる浅海波浪モデルの周期過大予測の要因を検討する一方、波浪変形モデルの改良を行った。その結果、浅海波浪モデルに用いる湾口地形やエネルギー輸送項・消散項等の修正、波の不規則性を考慮した波浪変形計算テーブルの作成により、うちあげ高予測の精度を向上させた。

気象変動を考慮した地域別比流量の検討

Examination of the specific discharge according to the area that considered a climate change

（研究期間　平成 21～22 年度）

河川研究部
River Department
水資源研究室
Water management and Dam Division

室長　三石　真也
Head　Shinya MITSUISHI
研究官　尾関　敏久
Researcher　Toshihisa OZEKI

In our country, as for the design flood of the dam, the biggest value is adopted among calculated by the discharge of the probability once in 200 years flood or the observed greatest discharge, the specific discharge according to the area by the Creager curve. By the recent heavy rain, some floods to exceed discharge calculated by the curve that is already set occurs. Therefore, on the basis of the frequent occurrence of the extreme phenomenon with the global warming, it is necessary for the design flood to deal with the increase of the discharge precisely. In other words, in the dam, it is necessary to find discharge ability safe enough from a flood predicted that it will occur in future. This examination performed the review of the specific discharge according to the area by recent observed floods and performed the analysis about the change of the rain strength according to the area utilized climate change prediction model where it was necessary to calculate the future maximum discharge that considered climate change.

［研究目的及び経緯］

我が国におけるダムの設計洪水流量算定に当たっては、200 年確率流量、既往最大流量とともに、クリーガー型近似曲線によって算出される流量のうち最も大きな値が採用されている。近年では豪雨の頻発により、この既往設定の曲線による流量を上回る洪水が散見され、今後予想される地球温暖化に伴う極端現象の頻発を踏まえれば、将来における洪水流量の増大に対して的確に対処する必要がある。すなわち、治水施設において、将来起こりうると考えられる最大規模の洪水に対して安全な放流能力を確保することが望まれる。

本検討では、将来予想される気候変動により、発生すると思われるダム地点の洪水流量を明らかにすることを目的として、既往洪水により算出されている現状の地域別比流量の見直しを行うとともに、気候変動を考慮した将来の最大流量を算出するため、気候変動予測モデルによる将来降雨データを用いた解析を行い、地域別降雨強度の変化に関する分析を行った。

［研究内容］

地域別比流量図（以下、クリーガー曲線）は、昭和 52 年に建設省通達「河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について」において定められたものであり、これより以前に発生した実績流量をもとに算定されたものである。本検討では、直轄、水資源機構、補助ダムを対象に、クリーガー曲線制定以後における既往最大流入量を収集し、現行クリーガー曲線図にプロットすることにより、その妥当性について検討を行った。

また、気候変動を踏まえた将来の地域別比流量の算出については、将来の最大流量を直接算出することは現状では不可能であることから、最大降雨量から流出解析により算出することとした。本研究では、気象研究所が 21 世紀気候変動予測革新プログラムにおいて算出した 5km 格子の気候変動モデル（RCM5 後期実験）出力値を用いた近未来（2015～2039 年）及び将来（2075～2099 年）の雨量強度を活用して面積別に解析を行い、クリーガー流量相当の安全度を有する降雨量を算出した。対象地域は、気候変動による影響が大きいと考えられている北海道を選定した。クリーガー流量相当の安全度については、ダムの設計洪水流量算定にあたって、200 年確率規模流量と比較することから、1/200 を採用した。

まず、気候変動モデルの予測値から各年における年最大雨量を算出し、地域により降雨傾向が異なることを確認するとともに、順位和検定を用いて類似した降

雨分布を持つ地点を求めることにより、降雨の類似する地域毎に分割した。モデル出力値は近未来、将来ともに 25 年分のみ存在するため、確率統計処理により 200 年確率降雨量を算出するにあたっては、データ不足による結果の信頼性低下が危惧される。ここでは、確率分布が同様で互いに独立なデータであれば他の地点のデータを同地点における別の年のデータとして扱える station-year 法を適用することにより、データ数の増大を図った。ここに、同一地域内において、降雨が互いに独立した格子点を抽出する際には、スピアマン及びケンドールの順位相関係数による検定を用いた。

［研究成果］

図 1 は、北海道における既往洪水の最大流量をクリーガー曲線図にプロットしたものである。北海道のほか瀬戸内地域においても、近年、現行クリーガー曲線を越える洪水が発生している。また、比較的流域面積が大きいダムでクリーガー曲線を越える事象が散見される一方、流域面積の小さな部分では、相当の余裕も見られることから、クリーガー曲線の見直しを行うにあたっては、地域定数 C のみならず、その式形についても再検討の余地があるものと考えられる。

図 2 に気候変動モデルによる予測データを用いた近未来及び将来の地域別降雨強度の検討を行う際に用いた 11 地域の分割状況を示す。4、10 の地域においては地域内の格子点において雨量傾向に類似性が見られないが、これらの結果は格子サイズが小さく高解像度化されたことにより、別地域として分割されたものと考えられる。

図 3 は、地域 11 において 200 年確率雨量の現在に対する近未来及び将来の変化率について降雨継続時間毎に求めた結果を示している。近未来においては降雨継続時間が長くなる程、降雨量の変化率が高くなっている。また、変化率は、基本比率の 48 時間降雨で最大の 1.5 を示しており、その信頼区間の幅は±0.5 程度となっている。そして、将来においては、1～6 時間の比較的短時間の雨量についても変化率が高くなっている。

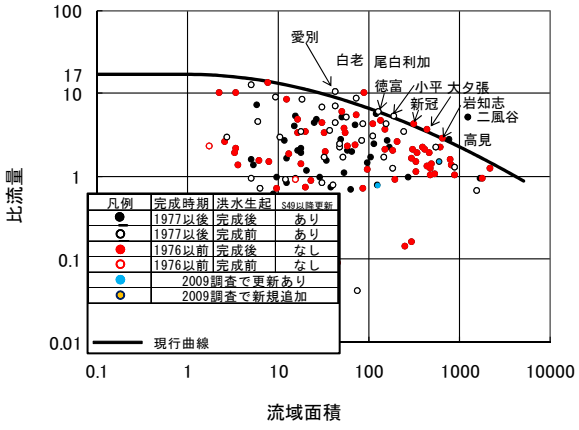


図 1　既往最大流量における比流量図（北海道）

［成果の活用］

本検討は、気候変動による影響を踏まえた設計洪水流量を設定する際に必要となる地域別比流量検討の基礎資料として活用されることが期待される。

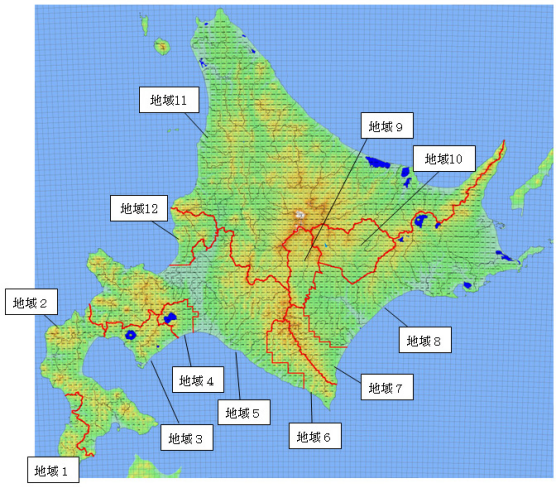


図 2 RCM5 後期実験データを用いた地域区分

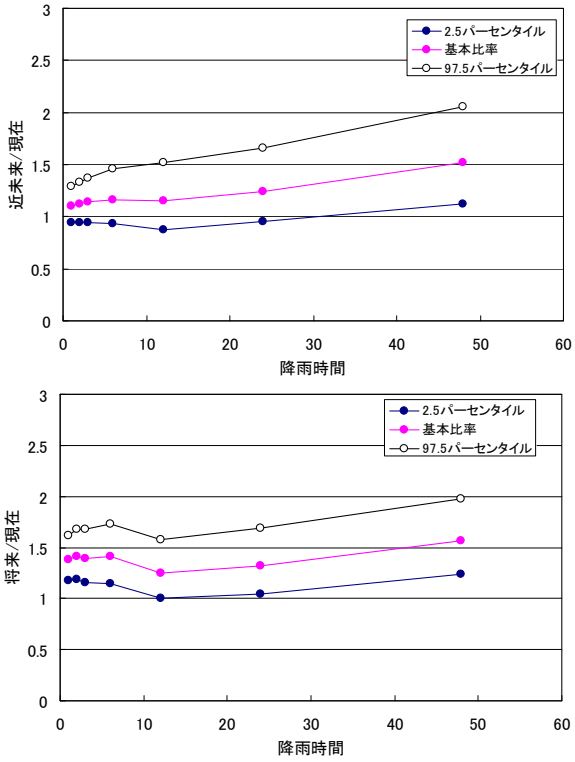


図 3　降雨継続時間毎の 200 年確率雨量変化率
地域 11（有意水準 5%）
（上：近未来／現在、下：将来／現在）

浅層地下水の挙動解析に関する研究

A Study on behavior analysis of shallow underground water

（研究期間　平成 21～22 年度）

河川研究部水資源研究室
River Department
Water Management and Dam Division

室長　三石　真也
Head　Shinya MITSUISHI
主任研究官　山本　陽子
Senior Researcher　Yoko YAMAMOTO
研究官　豊田　忠宏
Researcher　Tadahiro TOYODA

Many problems have emerged with groundwater due to excessive pumping and a decline of rainwater infiltration caused by the progress of urbanisation. The actual problems include ground subsidence, depletion of spring water and intermittent flow of river water. Even though such measures as capping of the pumping yield and the installation of infiltration inlets are being implemented, their quantitative effects have not necessarily been evaluated. For the appropriate use and conservation of groundwater and river water in the coming years, clarification of the mechanism of water flow is essential to properly establish the overall storage potential and behaviour of groundwater with a view to establishing a healthy groundwater cycle. This study intends the development of a three-dimensional shallow groundwater flow model which is capable of analysing the behaviour of river water as well as groundwater in the Nogawa River basin in the Tama River system in order to establish a healthy groundwater cycle system. Using this model, the discharge and recharge mechanism between river water and groundwater is evaluated along with analysis of the changes of the water cycle system to properly analyse suitable groundwater conservation measures. These changes include the occurrence of interrupted river water flow, increase/decrease of the pumping yield and changes of the river water level, groundwater level and volume of spring water due to the implementation of measures to facilitate infiltration.

［研究目的及び経緯］

地下水に関しては、低平地などを中心に、過剰揚水や都市化に伴う雨水の浸透量の減少によって、地下水位の低下や地盤沈下、塩水化、湧水の枯渇、河川流量の瀬切れなどの問題が発生している。地下水は河川水を涵養し、又は河川水から供給されている場合も多く、一部の地域においては、河川維持流量の確保や地下水資源保全のために、揚水量規制や浸透マスの設置等の浸透対策が行われてきているが、その効果については、必ずしも定量的な評価が行われていないのが現状である。今後、厳しい財政制約の下、効果的な地下水保全施策を行っていくためには、河川流量・地下水間の流出・涵養メカニズムの解明および地下水の流動等のメカニズムを明らかにし、適正な施策の位置、規模を検討する必要がある。

本研究では、流域の地下水・湧水量の減少に伴う河川の瀬切れが問題となっている多摩川水系野川流域を対象として、河川流量と地下水の連成解析が可能な 3 次元浅層地下水流動モデルを構築し、河川流量・地下水間の流出・涵養メカニズムを評価した。さらに瀬切れの発生や揚水量の増減、浸透対策の実施等に伴う河川、地下水位、湧水等、水循環系の変化を明らかにした。

平成 21 年度は、流域における水文・地質データを収集し、野川流域全体を対象とした 3 次元浅層地下水流動モデルを構築した。このモデルにより平成 11～21 年の 10 カ年について地下水位の再現計算を行った。また、浸透マスの設置や揚水規制など各施策の効果を評価した。

平成 22 年度は、流域の水収支を把握するために低水時の流量観測を実施し、河川流量や湧水量等の推定を行うとともに、ボーリングデータを収集し地質データを精査することにより、透水係数等をより精度良く設定するなどモデル精度の向上を図った。また、対象区域を野川上流域の瀬切れ区間に絞るとともに、解析範囲を河川流域外へ拡大し、地下水涵養及び流動の流域外からの影響を考慮した。また、地下水流動の流線を追跡することにより、地下水流域界を設定した。解析期間は近年、瀬切れが最も顕著であった平成 16～18

年の３カ年とした。この改善モデルによって、瀬切れ発生日数の推定、及び湧水への影響範囲を踏まえた施策の実施地点及び規模別の地下水保全施策の河川流況改善効果を算定した。

［研究内容］

（１）３次元浅層地下水流動モデルの構築

（２）河川・地下水間の流出・涵養メカニズムの評価

（３）流況改善のための地下水保全施策の効果算定

［研究成果］

（１）３次元浅層地下水流動モデルの構築

本研究では、多摩川水系野川流域において河川流量と地下水の連成解析が可能な 3 次元浅層地下水流動モデルを構築した。３次元浅層地下水流動モデルは、①流出モデル、②河道モデル、③地下水モデル（飽和・不飽和浸透流モデル）の３つのサブモデルで構成され、計算ステップごとにサブモデル内の流動、及びサブモデル間の水のやり取りを計算した。

また、地下水流動の数値解法として Galerkin 型有限要素法を用いた。有限要素法では、差分法と比較してメッシュ形状の自由度が高いことから、河川や崖線といった地形をより適切に表現することが可能であり、特に河川流出解析における要素ネットワークと一致させることで、地下水－河川流量間の水収支をより正確に扱えるというメリットがある。

本モデルによって、地下水位や河川流量などの分布、変動状況について現況再現計算を実施したところ、代表的な流量及び地下水観測地点の経時変化について、図-1 の通り、観測データの値をおおむね再現できた。

（２）河川・地下水間の流出・涵養メカニズムの評価

解析の結果、通常時は武蔵野段丘面の地下水位が高いため、国分寺崖線からの湧水が河川流量の水源となっているが、瀬切れが発生する渇水時には、武蔵野段丘面の水位が低下し、国分寺崖線からの湧水量が減少・枯渇する。これに加えて、野川の位置する立川段丘面においては、通常時は河床からの地下水の流出量が河川流量に寄与しているのに対し、渇水時には河床から地下への漏水が瀬切れの主因となっていることが示された。

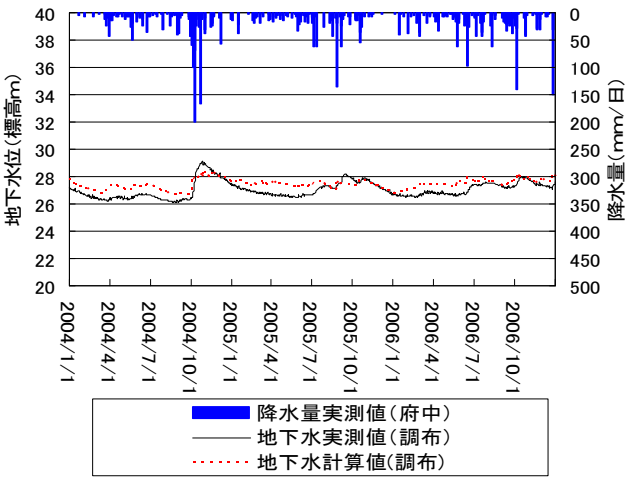


図-1　地下水位の計算値と実測値の比較

（３）流況改善のための地下水保全施策の効果算定

野川流域においては、雨水浸透マスの設置率が 50%を超過した小金井市をはじめ、流域各自治体により地下水保全施策が実施されているところである。より効果の高い地下水保全施策を検討するため、上記モデルを用いて、施策による流況改善効果を試算した。ここで、施設設置箇所については、河川流域界ではなく、モデル作成で明らかになった地下水流域界を対象とした。検討ケースは、以下の５ケースである。

① 国分寺市で小金井市相当（建物面積の 50%）の雨水浸透マスを設置

② 流域全域で小金井市相当の雨水浸透マスを設置

③ 流域の国道及び主要地方道，都道への透水性舗装の敷設

④ 水道用用途の地下水揚水量を一律 20%削減

⑤ 水道用用途の地下水揚水量を一律 40%削減

この結果、雨水浸透マスの設置については、瀬切れ区間である小金井新橋において、平成 16 年 7 月 23 日の瀬切れ発生時の流況がそれぞれ①14 ㍑/s、②22 ㍑/s 増加し、瀬切れの解消に対して一定の効果がある可能性が示された。なお、野川上流域における流量は平成 8～15 年度の平均値で 100 ㍑/s 程度、中央値ではこれを下回るとされている（東京都：多摩川水系野川流域河川整備計画（平成 18 年 3 月））。さらに、揚水量規制では、④10 ㍑/s、⑤35 ㍑/s の増加が試算された。一方で、③の透水性舗装は 0.4 ㍑/s の増加と、その効果はやや限定的であった。

以上に加えて、浸透施設の規模、設置位置や設置率を変化させた場合の試算を行っている。

また、国分寺市による JR 武蔵野線湧水の最上流部（姿見の池）への導水の効果を試算した。仮にこの導水がないと仮定すると、平成 16 年 7 月 23 日に瀬切れ区間上流の鞍尾根橋において 1 ㍑/s の流量減少が見込まれ、瀬切れの影響区間がさらに拡大することが予想される．

［成果の活用］

揚水量の増減、浸透対策の実施等に伴う河川流量、地下水位、湧水等、河川と地下水の関係を踏まえ、瀬切れの解消に向けた適切な地下水保全対策について検討する際の基礎資料として活用する。

持続可能な社会の構築に向けた
河川流域の未利用資源活用に関する研究

Research　of unused water energy in river basin area

（研究期間　平成 21～22 年度）

河川研究部水資源研究室　室長　三石　真也
River Department　Head　Shinya MITSUISHI
Water Management and Dam Division　主任研究官　山本　陽子
Senior Researcher　Yoko YAMAMOTO

Utilization of renewable energy is effective in order to reduce CO2 emission and maintenance and management cost of river management facilities. It is estimated in an evaluation that the availability of unused water-power energy in river basin areas is 320,000 MWh. This is the equivalent of 6.3% of solar power generation, and 5.5% of wind power generation in Kyoto Protocol Target Achievement Plan. The calculation method for cost benefit analysis for hydraulic power plant installation has potential for review. It is an issue for promotion of utilization of unused waterpower energy. With respect to the calculation method for cost benefit analysis based on the Specified Multi-Purpose Dams Law, B/C increases at many dams and floodgates where unused water-power energy is available in the case the fuel price for power generation unit price (kWh value) can be modified in accordance with the recent crude oil price. With regards to the calculation method for cost benefit analysis for power generation for dam management, B/C fluctuates significantly by changing power sale price. For utilization of unused water-power energy in river basin areas, technical issues such as the following need to be solved: reduction of maintenance and management cost for power generators and improvement of operation ratio.

［研究目的及び経緯］

地球温暖化への対応や国民の環境意識の高まりに伴い、持続可能な社会の構築に向けたクリーンエネルギーの開発が望まれている。我が国の河川においても流水エネルギーの利用について、一定の取り組みが行われているものの、未だ河川流域内に存在する未利用資源を十分に評価し、活用しているとはいえない。これらの未利用資源を有効に活用することは、河川管理コストの削減の経済的側面のみならず、国産クリーンエネルギーの開発による CO2 削減の面から見ても有効であり、今後さらなる普及促進のための検討が必要である。そのため、本研究では、河川流域の未利用流水エネルギーに着目し、その潜在的な存賦量及び CO2 削減効果を試算し、普及の阻害となっている今後の技術的な課題とその解決策について検討するとともに、現場において問題となっている維持管理上の技術的課題と対策について検討し、発電施設の維持管理コスト削減効果等について評価した。

平成 21 年度は、既存のダム、堰、砂防ダムにおける未利用流水エネルギーの存賦量と CO2 削減効果を評価するとともに、その活用促進に向けて、現状の化石燃料価格を考慮した費用対効果算出ルールの提案を行った。平成 22 年度は、ダムにおける管理用発電及び堰における低落差発電について、現場において問題となっている建設・維持管理上の技術的課題と対策について、ダム管理所を対象としたアンケートを実施する等、国内及び海外の情報を収集した。さらには、FTA を活用しつつ、事後保全、予防保全を適切に導入するなど、維持管理の合理化を図るとともに発電施設の設置位置や取水位置、治水の安全性等を考慮しつつ、建設・維持管理コスト低減に向けた技術について分析、立案を行った。

［研究内容］

（1）管理用水力発電の費用分析手法の改善に向けた検討
（2）河川の未利用流水エネルギーの賦存量及び効果の算定
（3）発電施設の維持管理コスト削減に向けた維持管理手法の改善策の検討
（4）河川流域の未利用エネルギー活用に関する懇談会の開催

［研究成果］

（１）管理用水力発電の費用分析手法の改善に向けた検討

国土交通省、水資源機構の管理するダム、堰、砂防堰堤のうち、未利用流水エネルギーを有する１２ダム、２９堰、１９砂防堰堤、１５オールサーチャージダムにおいて、費用便益算出手法の改定等による事業の採択可能性の変動について検討した。

特定多目的ダム法に基づく費用便益算出手法では、年効用算出において使用するkW価値、kWh価値は治水課長通達により定められているが、この値は昭和63年以降、据え置かれている。単価の根拠となる石油価格は、昭和63年当時の27ﾄﾞﾙ/ﾊﾞﾚﾙを前提とするものであり、近年における石油価格の高騰を踏まえれば、現状では改定の余地があるものと考えられる。例えば、kW価値、kWh価値の数値として、LNG火力代替、石油価格60ﾄﾞﾙ/ﾊﾞﾚﾙ、90ﾄﾞﾙ/ﾊﾞﾚﾙのケースを用いた試算では、現行ルールによれば、41のダム、堰のうちB/Cが１を上回る施設は16施設に過ぎないが、60ﾄﾞﾙ/ﾊﾞﾚﾙのケースでは34施設で、90ﾄﾞﾙ/ﾊﾞﾚﾙのケースでは全ての施設でB/Cが１を上回った。

一方、ダム管理用発電の費用便益算出手法は、発電電力の買電価格と売電価格より算出される。現状では、直轄・水資源機構管理ダムにおける管理用発電の売電価格は、平均9.3円/KWH（平成20年平均）に留まっている。この値が仮に太陽光発電買取制度の売電価格24円/KWHと同程度となれば、41のダム、堰のうち全ての施設でB/Cが１を上回ることとなり、19円/KWHであっても24施設で事業の採択可能性があると判断される。

（２）河川の未利用流水エネルギーの賦存量及び効果の算定

（１）の管理用発電のB/C算定において売電価格を19円とした場合にB/C≧1となり事業の採択可能性があると判断された１１ダム、１３堰、３砂防堰堤、１５オールサーチャージダムについて、未利用流水エネルギーの存賦量とCO2削減効果を試算した。

この結果、国土交通省・水資源機構所管の堰、ダム、砂防堰堤に存する未利用流水エネルギーの存賦量は年間32万MWhとなり、京都議定書目標達成計画の太陽光発電による発電量508万MWhの6.3%、風力発電による発電量577万MWhの5.5%にそれぞれ相当するエネルギー開発が見込まれることがわかった。

（３）発電施設の維持管理コスト削減に向けた維持管理手法の改善策の検討

ダムにおける管理用発電及び堰における低落差発電について、現場において問題となっている建設・維持管理上の技術的課題と対策について検討を行った。

ダム管理用発電設備については、管理用発電を有する28ダムを対象としたアンケート調査及び5ダムにおける現地調査を行った他、現場実務者、行政担当者によるワーキングによる意見交換を行うことにより、現場における課題の抽出を行った。

また、管理用発電施設は、故障等による停止によって電力の供給が困難になったとしても、商用電源での補完が可能であることから、施設の機能停止による社会的影響度が大きい排水機場設備等に比べ、維持管理に関し、経済的観点をより強く取り入れた維持管理手法を検討した。すなわち、信頼性工学に基づきダム管理用発電設備について致命的部品か否かに分類し、非致命的部品である電圧計、温度計等の計器類等について事後保全を導入した。また、施設全体の停止につながるものの、早期の復旧が可能な弱点ピン、ガイドベーン軸受け等についても事後保全とした他、点検・更新について合理的かつ経済性の高い維持管理手法を提案した。なお、施設停止期間が長く、経済的損失の多い部品については、予防保全に留めている。

さらに、貯水池運用の見直しによる発電稼働率の向上などによる維持管理費の低減策を提案した。例えば、サーチャージ容量等を活用した貯水池の弾力的運用や、融雪期の高水位時にも稼動可能な発電設備の設計により、発電水位や期間を増加させることにより、さらなる発電量増加の可能性がある。また、定期点検を使用電力量の少ない11月に集中的に実施することにより発電停止期間を短縮すれば、ダムによっては商用電力の買電コストを約30～70%縮減する効果があることが試算された。

堰における低落差発電については、国内外の情報収集を広く行うとともに、モデル３堰において、治水上の安全性に配慮した発電設備設置の概略検討を行った。

（４）河川流域の未利用エネルギー活用に関する懇談会の開催

上記（１）～（３）の検討結果については、有識者による懇談会に諮り、適切な助言を得た。

［成果の発表］

三石ほか:河川の水力エネルギー活用に関する検討、ダム技術NO294、pp19～28、2011.

［成果の活用］

管理用水力発電の費用分析手法の改善、維持管理手法の改良等、未利用流水エネルギー活用施策推進のための基礎資料として活用することが期待される。

降雨予測を活用したダム操作手法に関する研究

Study on dam operation method utilizing rainfall prediction

（研究期間　平成 21～22 年度）

河川研究部
River Department
水資源研究室
Water management and Dam Division

室長　三石　真也
Head　Shinya MITSUISHI
研究官　尾関　敏久
Researcher　Toshihisa OZEKI

The efficient and effective operation of existing dams is highly required since the frequency of the phenomenon of extreme rainfall events have increased due to climate change. In contrast, the construction of additional flood control facilities has been lagging behind schedule due to various constraints. This paper studied the applicability of a rational flood control method aiming at minimizing downstream damages including extreme floods, while utilizing rainfall prediction by the weather research and forecasting model (WRF), the accuracy of which has been significantly improved recently. This paper also discusses the suitable handling of errors in rainfall prediction by the WRF and the other possible improvements to achieve more effective dam operation.

［研究目的及び経緯］

地球温暖化の影響として、極端な降雨現象の発生頻度が引き続き増加する可能性が高いこと等が指摘されている。一方、我が国における国土交通省所管ダムの建設は近年減少しており、今後は既存ストックのいっそうの機能強化が求められる。

本研究は、ダム下流の洪水被害を最小化することを目指し、過去に大規模洪水を経験したダム流域を対象に、高い空間解像度の計算が可能な気象モデルである WRF（Weather Research and Forecasting model）を活用した降雨予測を行い、合理的な洪水調節を検討したものである。すなわち、降雨予測の精度分析を行うとともに、ダムの空き容量を最大限に活用した、より効果的な洪水調節方法（図 1）について検討し、超過洪水を含めた実際の洪水により、その適用性について検証を行った。

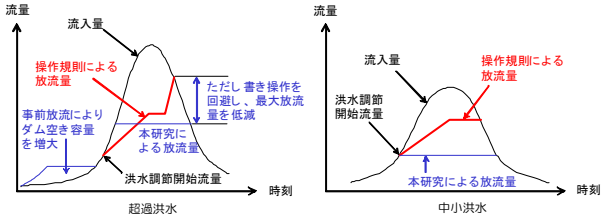


図 1　洪水調節効果の比較

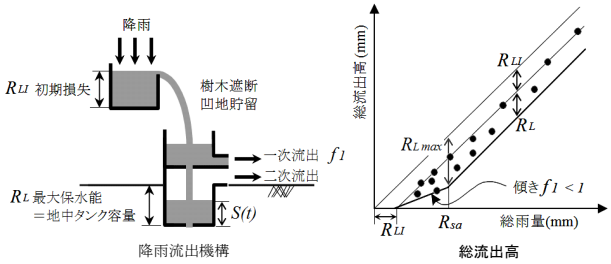


図 2　降雨流出機構と総流出高

［研究内容］

降雨予測は、局地的豪雨等の水平スケール及びダムの流域面積に鑑み、実績洪水発生当時の気象庁の予測（20km メッシュ）を境界条件として、米国で開発・公開されている気象モデル WRF を用いて 2km メッシュにダウンスケールすることにより、算出した。予測流入量は、ダム上流域における初期損失、一次流出、最大地中保水能とその低減曲線により降雨損失を算出（図 2）し、1 時間毎の降雨量から降雨損失を控除して得られた有効降雨量を求め、これに集水面積を乗じて算出した。算出した予測時間内総流入量と予測時点ダム空き容量を比較し、1 時間毎に操作判断を実施する洪水調節シミュレーションを行った。

降雨予測を活用した本手法は、洪水調節効果の向上が期待できる一方で、予測の誤差によるリスクを負うことが考えられる。ここでは、降雨予測の誤差に起因する治水容量の不足や利水容量の不充足などのリスクへの影響を把握するため、WRF による予測値の他に、予測値に対して多く又は少なく降ると考えられる誤差

範囲を設定し、これらのケースについてもシミュレーションを実施した。既往の研究では、WRF による降雨予測の定量的な誤差については明らかになっていないため、ここでは、WRF とは異なるが、気象庁予測降雨量の誤差に関する研究実績である気象予測データの利用可能性に関する研究による 48 時間積算雨量の誤差率を援用し、WRF による予測雨量に対する実績降雨量上限値及び下限値の比率で定義される誤差率を乗じたものを予測降雨として算出した。さらに、WRF による降雨予測の精度について、積算時間別に実績降雨と比較することにより明らかにした。

［研究成果］

超過洪水発生時にあっては表 1 に示すように WRF 予測値を活用した操作により最大放流量をそれぞれ 1,404m^3/s、489m^3/s、115 m^3/s 低減し、被害を大幅に軽減できる。このうち、矢作ダムにおいては、図 3 に示すように、速やかなすり付け操作により、操作規則に基づくただし書き操作による場合よりも最大放流量を大幅に低減していることがわかる。但し、計画最大放流量よりも大きな流量を放流する際には、その根拠を人口、資産の集積状況に配慮しつつ整理する必要がある。また、多くの中小洪水においては、放流量を無害流量以内に抑えることにより、下流被害の防止を図ることが可能であることがわかった。

表 1　WRF を活用した操作と実績操作の比較

ダム名	洪水	最大流入量 (m3/s)	最大放流量(m3/s)		低減量 (m3/s)
			実績	WRF活用	
矢作ダム	H12.9	2,993	2,378	974	1404
二風谷ダム	H15.8	5,959	5,489	5,000	489
渡川ダム	H16.8	1,005	827	712	115

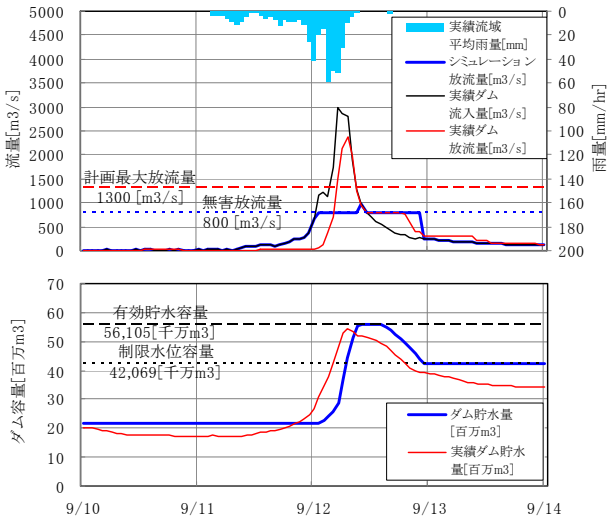


図 3　矢作ダム H12 年 9 月洪水のシミュレーション結果

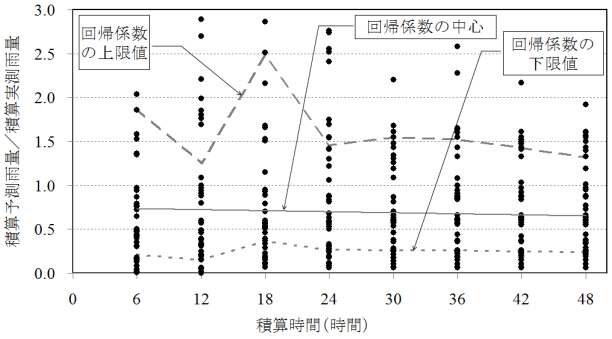


図 4　積算時間毎の WRF 予測雨量の回帰係数

全体の傾向として、上限値を採用したケースでは、事前放流や無害流量以上の放流を実施したケースが多く、一方、下限値を採用したケースでは、ダム容量を使い切るケースが多い。これは、予測降雨量が大きな場合は、本手法においてダム容量が不足すると判断されることが多く、逆に予測降雨量が少ない場合は、流入量に比べてダム容量に余裕があり、洪水を貯留しても差し支えないと判断するためである。

本研究で実施した WRF による降雨予測の精度について積算時間毎に分析した結果、図 4 に示すとおり回帰係数は、概ね 0.3～1.5 となった。ここでは上方値、下方値の設定について、利水安全度が 1/10 であることから標準偏差 σ を採用したが、現場への適用にあたっては、治水リスクも考慮しつつ適切に設定する必要がある。

［成果の発表］

以下のとおり、学会誌への論文投稿により成果を公表している。

1)「WRF による降雨予測を活用したダム操作に関する検討」三石真也,角哲也,尾関敏久,ダム工学 20(2),p94-104,2010

2)「WRF による降雨予測を活用した新たな洪水調節手法の適用性検討」三石真也,尾関敏久,角哲也,水文・水資源学会誌第 24 巻第 2 号,p21-31,2011

［成果の活用］

近年、降雨予測を活用した洪水調節は平成 21 年 10 月台風 18 号による木津川上流ダム群などで実施され、目覚ましい効果を発現している。本研究は、このような合理的な洪水調節について、効果的かつ安定的に実施するべく、基礎資料として活用されることが期待される。

低水管理シミュレータを用いた低水管理の高度化の検討

Examination of upgrade of low water management with low water management simulator

（研究期間　平成 20～22 年度）

河川研究部	室長	三石　真也
River Department	Head	Shinya　Mitsuishi
水資源研究室	研究官	豊田　忠宏
Water Management and Dam Division	Researcher	Tadahiro　Toyoda

Recently, the amount of yearly rainfall tends to vary more and more in Japan, and there was an extremely smaller amount of rainfall than ever before in some years. Furthermore, drought damage may extend due to climatic changes caused by global warming. To take action correctly against these phenomena, it is important not only to popularize water conservation practice and supply water resources in a stable manner but also to properly manage running water. However, on a national basis, balance of surface water including water intake and drainage and balance in catchment areas including flow of ground water are not necessarily comprehended with adequate precision. To respond to this situation, balance of intake and drainage of agricultural water and urban water on which water utilization depends in not only catchment areas but also non-catchment areas and balance in catchment areas such as for ground water flow were clarified to construct an intra-catchment-area water balance evaluation model in which the Chikugo River is handled as a model river; the river supplies large amount of water for, for example, agricultural purposes and receives a strong demand for environmental conservation. In addition, an attempt was made to construct a drought adjustment system to set waster saving ratios for water sources such as the Chikugo River, other water systems, and ground water.

［研究目的及び経緯］

近年、日本の年降水量平年比は年毎の変動幅が広がる傾向があり、著しく少雨となる年も発生している。さらに、今後の地球温暖化に伴う気候変動によって、渇水被害の深刻化が拡大する恐れも指摘されている。このため、今後は、渇水時において渇水対策をより効果的に実施するため、河川水のみならず流域内全体の水収支を考慮した流水管理を行う必要がある。すなわち、河川水の収支に加えて都市用水や農業用水の取排水や地下水流動を含めた流域内水収支を精度良く把握する必要がある。本研究では、渇水時においても河川環境と整合しつつ円滑な水利用を行うべく、河川内における綿密な水収支を把握する低水管理シミュレータの構築を実施した。また、渇水調整において、利水者の使用量ベースで節水率が平等となる水需給把握システムの構築を行った。さらに、河川水以外の水源である雨水、下水再生処理水等の渇水時の利水供給能力について定量的な評価を行った。

［研究内容］

１．低水管理シミュレータの構築

モデル河川として、複雑かつ多岐にわたる水利用が行われ、過去に厳しい渇水を経験している筑後川を対象とし、筑後川における流域の水循環を解明し、緻密な流水管理を行うことを目的として、農業用水、都市の取排水、地下水等流域内水収支を明らかにすることにより、上流荒瀬地点流量を基に低水管理の基準点である瀬ノ下流量について、正確に予測するモデルを構築し、流量再現性について評価した。

２．水需給把握システムの構築

筑後川からの取水の他に地下水、二級水系取水など全ての利水情報を集積するとともに、渇水時における各利水者の使用量ベースで節水率が平等となるよう筑後川の取水率を適切に設定することにより、円滑な渇水調整を可能とする水需給把握システムの構築を行った。

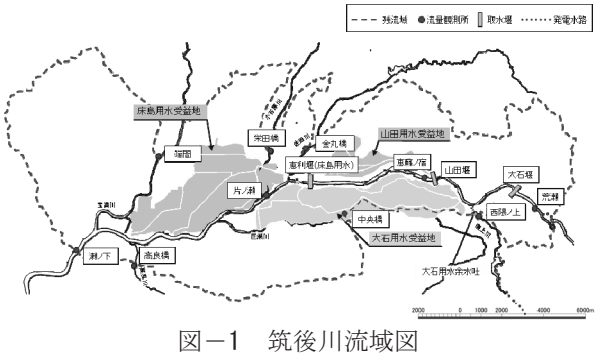
３．雨水施設等利水供給能力評価

福岡市において導入が推進されている雨水貯留施設、下水再生処理施設、海水淡水化施設等について分析を実施し、渇水時における利水供給能力の評価を行った。

［研究成果］

１．低水管理シミュレータの構築

筑後川の上流部では、発電用水を含めて、全ての流



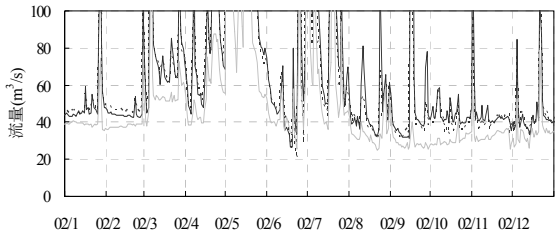
図－1　筑後川流域図

水が荒瀬地点において流下すると考えられる。ここでは、荒瀬地点流量を基に各堰の取排水量、地下水量を推計して瀬ノ下地点流量を算定する手法を開発することを目指した。夜明～瀬ノ下間の残流域には、6 つの主要支川が流入し、それぞれの流量観測所において、流況が把握されている（図－１）。この他、農業３堰による取水と還元水、地下水の流出、都市用水の取排水により水収支は構成されている。

以上を踏まえ、瀬ノ下地点流量は荒瀬地点流量や各種利水の取排水量を基に表すと、瀬ノ下流量予測式は次のとおりである

瀬ノ下流量=荒瀬流量+残流域流入量−都市用水量+都市排水量+地下水流入量−3 堰取水量(X+Y+Z)
+3 堰余水排水量(x+y+z)+還元率による還元量((X−x)×a+(Y−y)×b+(Z−z)×c)
−その他農水取水量+その他農水還元量

H14 年の瀬ノ下地点流況の再現結果を図－２に示す。瀬ノ下地点の予測値と実績値は、概ね整合している。



図－2　瀬ノ下流量の予測計算再現結果

２．水需給把握システムの構築

筑後川に利水を依存する利水者は、筑後川以外に二級水系、地下水、海水淡水化などの水源を所有する他、筑後川に水源を依存する割合も大小さまざまであるなど、その水源構造は多種多様であり、渇水時における耐性も大きく異なる。

以上を踏まえ、ここでは、渇水時に利水者の渇水への耐性を考慮しつつ、節水率を設定することを可能とする水需給把握システムの構築を行った。この水需給把握システムでは、表－１に示すように、筑後川に水源を依存する利水者全てを計上し、その水源を二級水系の自流及びダム、地下水、海水淡水化を含めて全て計上した。ここでは、渇水時に二級水系においても取水制限が実施されることが多いため、その取水率を設定した。また、海水淡水化施設は、維持管理時を除いて 100%の供給が可能と想定する等の条件設定の下、利水者の実際の給水ベースでの節水率と給水必要量を設定することにより、筑後川の取水率が逆算される。表－１では、全利水者について節水率を一律 20%に設定して、筑後川の取水率を求めた。これによれば、利水者Ａのように他水源が豊富な利水者は、筑後川からの取水率を 52%と厳しい取水制限まで対応することが可能であり、利水者Ｍのように水源を筑後川のみに依存する利水者は、取水率 80%と緩やかな取水制限となる。また、逆に筑後川からの取水制限率を設定した場合の各利水者の節水率を求める事も可能である。本システムにより、取水率、節水率を適切に設定することにより、各利水者で必要となる節水率や、筑後川からの適切な取水率を求めることが可能となる。

表－１　水需給把握計算（節水率一律 20%）

用途	利水者	S 計画供給能力(m^3/s)					R 取水率(%)				K 渇水時取水量(m^3/s)					D 給水必要量 (m^3/s)	E 節水率（%）
		S1	S2	S3	S4	ΣS	R1	R2	R3	R4	K1	K2	K3	K4	ΣK		
		筑後川	他水系	地下水	海水淡水化	合計	筑後川	他水系	地下水	海水淡水化	筑後川	他水系	地下水	海水淡水化	合計		
水道	A	3.08	7.57	1.55	0.58	12.77	52%	40%	40%	100%	1.59	3.03	0.33	0.58	5.52	6.94	20%
	B	2.46	0.35	0.38		3.19	66%	40%	40%		1.64	0.14	0.09		1.87	2.31	20%
	C	0.32		0.07		0.39	56%		40%		0.18		0.01		0.19	0.24	20%
	D	1.18	0.98	0.09		2.25	45%	40%	40%		0.52	0.39	0.03		0.94	1.18	20%
	その他	0.47				0.47	44%				0.20				0.20	0.25	20%
	小計	7.52	8.90	2.08	0.58	19.07	55%	40%	40%	100%	4.13	3.56	0.46	0.58	8.73	10.94	20%
工水	E	1.25				1.25	39%				0.49				0.49	0.61	20%
	F	0.17				0.17	80%				0.14				0.14	0.17	20%
	その他	0.25				0.25	80%				0.20				0.20	0.25	20%
	小計	1.67				1.67	49%				0.83				0.83	1.03	20%
農水	G	7.21				7.21	80%				5.77				5.77	7.21	20%
	H	3.50				3.50	80%				2.80				2.80	3.50	20%
	I	16.00				16.00	83%				13.31				13.31	16.65	20%
	J	6.40				6.40	69%				4.40				4.40	5.50	20%
	K	18.20				18.20	76%				13.83				13.83	17.31	20%
	L	12.12		2.10		14.22	77%		40%		9.27		0.42		9.69	12.12	20%
	M	28.08				28.08	80%				22.46				22.46	28.08	20%
	その他	6.43				6.43	80%				5.14				5.14	6.43	20%
	小計	97.94		2.10		100.04	79%		40%		76.99		0.42		77.41	96.80	20%
合計		107.12	8.90	4.18	0.58	120.78	77%	40%	40%	100%	81.95	3.56	0.88	0.58	86.96	108.77	20%

３．雨水施設等利水供給能力評価

河川以外を水源とする、雨水貯留施設や下水再生処理施設等の、渇水時における利水供給能力の評価を行った。評価対象は、雨水貯留等に積極的に取り組んでいる福岡市を選定し、各施設の整備、利用実態をヒアリング等により調査し、施設のモデル化を行った。表－２に雨水貯留施設による評価の例を示す。各施設のモデルから利水補給能力の評価を行い、効果量を評価した。一戸建てにおける雨水貯留は、各戸単位では、水道需要の 3～4%程度を担う能力があるが、福岡市全体で見れば、その効果は極めて限定的である。

表－２　雨水貯留シミュレーション結果

対象年	敷地内降雨量 (m3/年)	1戸当たり総利用水量 (m3/年)	総散水量 (m3/年)	タンク散水量 (m3/年)	上水補給量 (m3/年)	タンク散水量/総散水量 (%)	タンク散水量/敷地降雨量 (%)	タンク散水量/総利用水量 (%)
昭和53年	274.3	211.1	27.3	8.78	18.5	32.1	3.2	4.2
平成 6年	214.7		29.6	7.20	22.4	24.3	3.4	3.4
平成14年	330.5		26.0	8.87	17.2	34.1	2.7	4.2
平成21年	407.8		26.5	9.33	17.1	35.3	2.3	4.4

［成果の発表］

検討成果については土木学会への投稿を予定。

［成果の活用］

低水シミュレータは、流域の水管理の高度化に向けた活用が期待されるとともに、水需給把握システムにより、各利水者間の平等な渇水調整に向けた活用が期待される。また、河川水以外を水源とする各施設の評価は、今後の水資源開発の推進にあたって、基礎資料としての活用が期待される。

統合的な水管理の推進に必要となる技術項目に関する基礎的研究

Basic Study about the technical item becoming necessary for the promotion of the integrated water management

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部　水資源研究室

室　　長　　三石　真也
主任研究官　　山本　陽子
研　究　官　　豊田　忠宏

［研究目的及び経緯］

我が国においては、高度成長時代を中心に進捗した著しい都市化と水需要の増大に対して、その都度需要発生に併せる形で水利用が進み、一部の河川では、水量の減少、水質の悪化など河川環境問題が顕在化するとともに、水利用についても不経済な状況が見られる。また、近年の社会経済状況の変化に伴い、利水形態に変化が生じてきており、河川の利水、排水が必ずしも効率的ではない問題も抱えている。これらの問題の解決に向けて、「健全な水循環の構築」の観点から、水利用システムの再編成を図る必要がある。本研究は、新たな水管理のあり方の提示に向けた基礎的研究を行うことを目的とする。

平成 22 年度は、水循環再構築のための施策を実施する際に、河川環境への影響及び利水の受益等が互いに背反する関係にあることを踏まえ、これらの利害を社会全体で俯瞰的にとらえ、総合的に判断するための指標となる評価関数を検討した。水循環再構築の主要な課題である上流取水、取排水位置の再編、農業用水の前倒し・後倒しの 3 種について、水量、水質、河川生態、漁業、CO2 排出量、浄水・導水コスト、農業生産等の項目により分析を行い、評価手法を設定するとともに、実河川を対象としたケーススタディーを行い評価関数の適応性について評価を行った。

気候変動を踏まえた各国の流水管理の動向に関する調査分析

Research on the water management trend in each country under the global climate change

（研究期間　平成 21～23 年度）

河川研究部　水資源研究室

室　　長　　三石　真也
主任研究官　　菊森　佳幹
主任研究官　　板垣　修

河川研究室

水資源研究室

［研究目的及び経緯］

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）等を踏まえ、気候変動に適応した水災害対策・水資源管理が極めて重要となっているが、本研究は水災害・水資源管理に係る気候変動適応策の検討等に資するため、各国の同適応策に関する最新情報の収集・分析等を行うものである。

平成22年度は、米、英、蘭、独、仏、スペイン、ポルトガル、ハンガリー、フィンランド、スウェーデン、オーストラリア、中国、韓国、バングラディシュ、ブータン、カンボジア、インド、タイ、ベトナム、インドネシア、フィリピン、シンガポール、スリランカ、ラオス、マレーシア、ネパール、パキスタンの27ヶ国及び関連する国際機関の同適応策等を調査し一覧表にとりまとめるとともに、類似施策の比較、我が国への適用性及び我が国の技術・知見により貢献可能な改良点に関する整理・分析を行った。

気候変動に伴う河川流況の変化予測に関する研究

Research on climate change on stream flow co ndit ion s in Japan

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部　水資源研究室

室　　長　　三石　真也
主任研究官　　菊森　佳幹
研　究　官　　加藤　拓磨

河川研究室

水資源研究室

［研究目的及び経緯］

国土交通省では社会資本整備審議会河川分科会の水関連災害分野における地球温暖化に伴う気候変動への適応策のあり方について（中間とりまとめ）において異常少雨、積雪量低下に伴う融雪量の減少や雪解け時期の早期化等の傾向も強まる懸念があることを報告している。将来の渇水リスク軽減や水資源確保方策の検討に資するため、気候変動がもたらす渇水リスク、水資源への影響評価を行う必要がある。本研究は、気候モデルを用いて、将来の河川流況の変化に関して、基礎的な知見を整理・分析することを目的とする。

平成 22 年度は、気象研究所の作成した気候モデルデータ 4 種類（共生・革新前期・革新後期・RCM）の現在・近未来・将来の日本の水共同域、水系ごとに気候因子をバイアス補正し、渇水に関する特性値を算出した。

リスクに基づく洪水対策手法に関する調査検討

Research on the risk based flood management approaches

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部	水資源研究室	室　　長	三石　真也
	河川研究室	主任研究官	菊森　佳幹
	水資源研究室	主任研究官	板垣　修

［研究目的及び経緯］

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）において災害リスクに基づく水の統合的管理の必要性が指摘されているように、リスクに基づく洪水対策手法に関する調査・検討は極めて重要である。本研究は、同調査・検討に必要な海外の先進事例の収集・分析の一環として、同手法に関する日米英蘭4ヶ国共同研究に係る調査・検討を行うものである。

平成22年度は、上記共同研究により収集した米英蘭3ヶ国の治水事業に係るリスク評価手法に関する最新情報を分析するとともに、同手法の我が国への適用性に関する検討を行った。

地球温暖化に対応したダム等有効活用検討

Examination of effective utilization of dams and other facilities corresponding to the global warming

（研究期間　平成 22～23 年度）

河川研究部	水資源研究室	室　　長	三石　真也
	河川研究室	主任研究官	菊森　佳幹
	水資源研究室	研　究　官	加藤　拓磨

［研究目的及び経緯］

国土交通省では日本の水資源―持続可能な水利用に向けて―（平成 22 年 8 月）において昭和 31 年から平成 17 年までの 50 年間の降水量の実績値から、水資源賦存量は低下傾向にあり、それに伴い利水安全度が低下し、渇水リスクが高まっていることを報告している。IPCC 第 4 次レポートでは地球温暖化現象に伴う気候変動により降雨現象は大雨・無降水日が増加すると報告しており、将来の水文現象が渇水リスクへ与える影響を評価する必要がある。本研究は、将来の気候変動による河川流況の変化に関して、基礎的な知見を整理・分析することを目的とする。

平成 22 年度は、流域最上流のダムの流況算出モデルを作成し、気象研究所の気候モデルデータを用いて、近未来・将来における河川流況変化量を算出した。

道路空間の余剰を活用した平面設計手法に関する検討

A Study on 2-dimensional Design Methods Making Use of Road Space Margins

（研究期間　平成 21～22年度）

道路研究部　道路研究室
Road Department Traffic Division

室長	上坂　克巳
Head	Katsumi UESAKA
主任研究官	大脇　鉄也
Senior Researcher	Tetsuya OWAKI
研究官	濱本　敬治
Researcher	Keiji HAMAMOTO
部外研究員	木下　立也
Guest Research Eng	Tatsuya KINOSHITA

A virtual road with a modified cross-section (e.g. a reduced number of traffic lanes) was created and the traffic flow was analyzed with a micro-simulator. Based on the analysis results, the “delayed time” and the “number of uncomfortable crossing times” were comprehensively assessed from the perspective of vehicles, bicycles and pedestrians using quantitative indices.

［研究目的及び経緯］

都市内の道路において，交差点付近では慢性的に渋滞が発生する道路であっても，単路部では路上駐車や荷捌き車両等により車道の左側端の車線等が閉塞され，道路の交通機能が十分果たされていないことが多い．さらに，自転車は，原則車道の左側端を通行する必要があるため，車道に自転車通行空間の確保が求められている．これらの状況を受け，自動車交通は現状と同等程度を維持しつつ，歩行者，自転車，バス，荷捌き自動車など，道路を利用する交通が円滑に，かつ，快適に通行できる空間を確保することを目的として，現道路幅員内で適切に空間を再配分する道路空間の再構築に関する平面設計手法の検討を進めている．

本研究は，過年度の知見を受け，実道路を対象に道路空間再構築を立案し，道路管理者と協働して検討を行い，交通ミクロシミュレーション等を用いた交通実態推計の分析結果を整理し，実務において道路空間の再構築を行う上でのアイデアや参考となる標準図集の提案を行うものである．

［研究内容］

過年度は，自動車，自転車，歩行者の各交通が混在し，かつ一定の整備状況にある道路をモデルケースと設定し，交通ミクロシミュレーターを用いて，現実的なパラメータの設定や，各交通のサービス水準を評価するための指標の設定および評価を実施した．

本年度は過年度の知見を踏まえ，表-１に示すA～Cの３種類の道路でケーススタディを行った．

各道路の交通実態等の課題に加え，道路管理者から得た道路構造上の制約条件等の情報や意見を踏まえ，表-２に示す対策案の検討を行った．

これらの対策案の評価指標は，表-３に示すとおりであり、各交通が道路を利用する際のサービス水準を指標として設定した．さらに、交通ミクロシミュレーションを用いて指標値を算定し，評価は現況の交通状況との相対比較により行った．

表-１　対象道路とその交通実態状況

道路	幅員/ 車線	交通実態状況
A	10m/ 2 車線	歩行者交通量は少なく，自動車交通量が多く，自転車は歩道及び車道を雑然と通行している道路
B	22m/ 4 車線	自転車交通量が多く，自動車交通量に比べ車道幅員にゆとりのある道路
C	40m/ 6 車線	歩行者交通量が極めて多く，自動車交通量及び路上駐停車する自動車が多い道路

表-２　各対象道路の対策案

道路	対策案	概要
A	案①	車道幅員を減じ、自転車走行指導帯を設置
	案②	車道幅員を減じ、歩道拡幅を行い、自転車歩行者道とした
B	案①	車道の上下１車線をバス専用レーンとした さらにバス専用レーンに重複し、自転車走行指導帯を設置
	案②	車道を１車線減じ、自転車専用通行帯を設置 交通量が多い下り線を２車線、上り線を１車線とした
	案②改	上記案②に対し、車道の１車線を右左折レーンとして活用
C	案①	路肩を活用し、自転車専用通行帯を設置
	案②	車道の上下１車線を減じ、自転車道を設置

表-３　交通ミクロシミュレーションによる評価指標

評価指標	指標概要
所要時間 （遅れ時間）	任意の区間における所要時間 **対象交通：自動車，自転車，歩行者**
交錯回数	1.25m以内での他者との交錯した回数 **対象交通：自転車，歩行者**
歩行者換算密度	歩道内の 100 ㎡あたりの人数 **対象交通：自転車，歩行者**
（参考） 捌け交通量	特定断面での１時間あたり捌け交通量 ※現状と同じ交通量が処理可能か判別 **対象交通：自動車，自転車，歩行者**

［研究成果］

（1）再構築設計の検討

幅員，車線構成及び交通実態のシーンが異なる 3 種類の道路について，再構築の前後において交通ミクロシミュレーションを行い，各評価指標を算出した．算出結果を表-4 に示す．この結果から，主として以下に示すことがわかった．

○拡幅が困難な道路では，自転車の車道通行を順方向に徹底することで，自動車の所要時間が若干下がるものの，歩道内の通行環境は改善できる（幅員 10m 案①）．一方，車道幅員を減じ，歩道を拡幅して自転車歩行者道とする再構築は，歩道内の歩行者換算密度が高くなり、歩行者及び自転車がすれ違いや追い越しが不可能な時間帯が発生し，結果として通行不可となる（幅員 10m 案②）．

○バス専用通行帯又は車線を減じる再構築は，自動車の所要時間が低下するものの，その原因であった交差点に付加車線と適切な滞留長を確保することで，自動車交通の所要時間の遅れを緩和することができる（幅員 22m 現況，案②及び案②改）．

○歩行者が極めて多く，かつ，自動車も多い道路において，車線を減じ歩道を拡幅する再構築は，歩道内の通行環境は改善できるものの，現状の自動車交通の処理能力が維持できず悪化する（幅員 40m 案②参照）．

（2）自転車通行空間整備に関する標準図集の作成

ミクロシミュレーションでの結果や，各道路管理者へのヒアリング結果等を踏まえ，自動車，バス，自転車，歩行者等が適切に道路を利用するための標準図集を図-1 に示すとおり作成した．これにより，「道路幅員」と「車線」を与条件として，展開したい自転車通行空間確保の形態を選択することで，一般的な断面構成が計画できるようになり，実務での計画検討時に効果が高いと考える．

表-4　ミクロシミュレーションによる評価指標算定結果

幅員	想定シミュ	単路部	所要時間（参考：希望所要時間、遅れ時間）（所要時間：sec/100m、速度：km/hour）	自動車	自転車	歩行者	交錯回数（回/人）※100mあたり 自転車	歩行者	歩行者換算密度（人/100m²） 自転車歩行者	（参考）断付交通量（台/1h） 自動車	自転車	歩行者
県道10m	現況	2車線	所要時間	21.6	25.4	80.6	0.2	0.6	6.0	1,289	182	56
			（平均速度）	(15.4)	(14.2)	(4.5)						
			（参考）希望時間	9.9	23.3	78.5						
			（平均速度）	(36.4)	(15.5)	(4.6)						
			（参考）遅れ時間	11.7	2.1	2.1						
	案①自転車走行指導帯	2車線	所要時間	21.1	24.8	81.7	0.1	0.3	1.6	1,278	192	58
			（平均速度）	(18.0)	(14.5)	(4.4)						
			（参考）希望時間	6.9	23.2	79.9						
			（平均速度）	(52.2)	(15.5)	(4.5)						
			（参考）遅れ時間	14.2	1.6	1.8						
	案②歩道拡幅（自転車歩行者道）	2車線	所要時間	20.7	通行不可	通行不可	通行不可	通行不可	16.6	1,277	通行不可	通行不可
			（平均速度）	(18.3)								
			（参考）希望時間	6.9								
			（平均速度）	(52.2)								
			（参考）遅れ時間	13.8								
市道22m	現況	4車線	所要時間	15.7	24.4	81.3	2.2	4.1	3.9	1,246	376	223
			（平均速度）	(21.6)	(14.8)	(4.4)						
			（参考）希望時間	7.5	23.3	79.4						
			（平均速度）	(48.0)	(15.5)	(4.5)						
			（参考）遅れ時間	8.2	1.1	1.9						
	案①自転車走行指導帯＋バス専用レーン	4車線	所要時間	26.5	23.7	82.0	0.6	2.7	1.8	1,239	373	226
			（平均速度）	(14.2)	(15.2)	(4.4)						
			（参考）希望時間	6.8	22.9	80.2						
			（平均速度）	(52.9)	(15.7)	(4.5)						
			（参考）遅れ時間	19.7	0.8	1.8						
	案②自転車専用通行帯＋車線減	3車線	所要時間	27.0	24.1	81.7	0.6	2.7	1.8	1,242	376	230
			（平均速度）	(13.2)	(14.9)	(4.4)						
			（参考）希望時間	6.9	23.3	79.9						
			（平均速度）	(52.2)	(15.5)	(4.5)						
			（参考）遅れ時間	20.1	0.8	1.8						
	案②改自転車専用通行帯＋車線減（右左折レーン）	3車線	所要時間	20.3	24.3	81.6	0.6	2.7	1.8	1,241	376	230
			（平均速度）	(18.4)	(14.8)	(4.4)						
			（参考）希望時間	6.8	23.4	80.7						
			（平均速度）	(52.9)	(15.4)	(4.5)						
			（参考）遅れ時間	13.5	0.9	0.9						
国道40m	現況	6車線	所要時間	19.1	33.7	74.6	1.7	3.5	10.8	2,980	210	1,664
			（平均速度）	(18.8)	(10.7)	(4.8)						
			（参考）希望時間	7.5	28.6	69.1						
			（平均速度）	(48.0)	(12.6)	(5.2)						
			（参考）遅れ時間	11.6	5.1	5.6						
	案①自転車専用通行帯	6車線	所要時間	18.9	27.0	74.6	0.5	3.0	10.1	3,054	215	1,682
			（平均速度）	(19.3)	(13.3)	(4.8)						
			（参考）希望時間	7.5	23.7	68.9						
			（平均速度）	(48.0)	(15.2)	(5.2)						
			（参考）遅れ時間	11.4	3.3	5.6						
	案②自転車道＋車線減	4車線	所要時間	24.3	24.7	74.3	0.0	3.1	9.8	2,629	213	1,640
			（平均速度）	(14.5)	(14.6)	(4.8)						
			（参考）希望時間	7.5	22.9	69.0						
			（平均速度）	(48.0)	(15.7)	(5.2)						
			（参考）遅れ時間	16.8	1.7	5.3						

凡例　■；プラスの影響あり　■；影響なし　■；マイナスの影響あ

■所要時間塗りわけ
・自動車・歩行者；分散分析の結果 95%有意で差がある値を評価
・バス・自転車；±5%以上の差がある値を評価

■交錯回数・歩行者換算密度
・±10%以上の差がある値を評価

【断面構成・標準平面】

No	幅員	車線数	自転車通行空間の形態	部位	確保するその他の機能	ページ
1	40m	6	自転車道	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	1
2				交差点	乗り入れ[接続部]	3
3			自転車専用通行帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	5
4				交差点	乗り入れ[接続部]	7
5		6⇒4（車線減）	自転車道	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	9
6				交差点	乗り入れ[接続部]	11
7			自転車専用通行帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	13
8				交差点	乗り入れ[接続部]	15
9					乗り入れ[接続部]　、左折車線	17
10	25m	4	自転車道	単　路	バス停車帯、　ー　、支道取付	19
11				交差点	乗り入れ[接続部]	21
12			自転車専用通行帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	23
13				交差点	乗り入れ[接続部]	25
14			自転車走行指導帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	27
15		4⇒2（車線減）	自転車道	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	29
16				交差点	乗り入れ[接続部]	31
17			自転車専用通行帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	33
18				交差点	乗り入れ[接続部]	35
19					乗り入れ[接続部]　、左折車線	37
20	16m	2	自転車専用通行帯	単　路	バス停車帯、停車帯、支道取付	39
21				交差点	乗り入れ[接続部]	41
22					乗り入れ[接続部]、本線ハフ・右折減速車線重複	43

【要　素　図】

No	幅員	車線数	自転車通行空間の形態	部位	確保するその他の機能	ページ
23	――	――	自転車道	単　路	乗り入れ[歩道誘導]	45
24					乗り入れ[車道誘導]	47
25					支道取付[パターンD]	51
26					バス停車帯	52
27					停車帯	53
28	――	――	自転車専用通行帯	単　路	乗り入れ	54
29					支道取付[パターンJ]	56
30					バス停車帯	57
31					停車帯	58
32	――	――	自転車走行指導帯	単　路	バス停車帯	59
33	――	――	――	単　路	排水施設・境界縁石	60

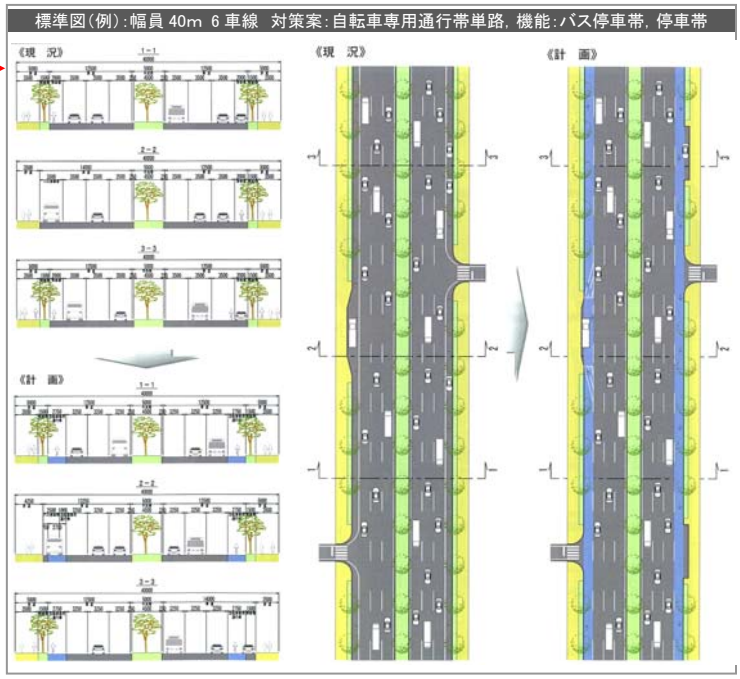


図-1　標準図集（幅員 40m，6 車線の例）

道路交通調査の高度化

Data collection support for road administration

（研究期間　平成 20 年度～　）

道路研究部　道路研究室	室長	上坂　克巳
	主任研究官	大脇　鉄也
	研究官	松本　俊輔
	研究官	橋本　浩良
	部外研究員	河野　友彦
	部外研究員	古川　誠
総合技術政策研究センター　建設経済研究室	主任研究官	門間　俊幸

［研究目的及び経緯］

近年、地域における課題の大きな箇所を厳選し、重点的に対策を講じることに加え、客観的データによる科学的分析結果をもとに、事業の必要性や効果について分かりやすく説明することが求められている。このためには、時々刻々変動する交通量や旅行速度といった道路交通状況を、全国の幹線道路を網羅しつつ効率的かつ詳細に把握することが必要不可欠である。以上のことから、本研究では、交通量や旅行速度の常時観測データの収集・加工方法の効率化・高度化に関する研究開発を行うとともに、本研究成果を踏まえ地方整備局等が行う道路交通調査の実施支援を行っている。

平成 22 年度は、交通量や旅行速度の常時観測データの収集・加工方法の効率化・高度化に関する研究として、①全国の幹線道路の交通量算定に必要となる交通量常時観測機器の計測値の欠測値や特異値の処理方法などの交通量データの処理方法の確立、②自動車メーカ等が取得している一般車両のプローブデータを用いた損失時間や時間信頼性など道路交通のサービスレベルの評価指標の算定方法の検討などを行った。さらに、地方整備局等が行う道路交通調査の実施支援として、①前年度国総研において標準化した交通調査基本区間（交通調査における共通の単位となる区間）の設定要領に基づき全国の幹線道路を対象に実施された交通調査基本区間の設定支援、②交通調査基本区間をベースとした道路交通センサス一般交通量調査（交通量調査、旅行速度調査、道路状況調査）の実施支援などを行った。

新たな役割に対応した道路構造の検討

Examination of road structure corresponding to new role

（研究期間　平成 21 年度～　）

道路研究部　道路研究室	室長	上坂　克巳
	主任研究官	大脇　鉄也
	研究官	松本　俊輔
	部外研究員	古川　誠

［研究目的及び経緯］

現在の地図は、道路を国道や県道といった「道路の種類」で識別しているものの、実際のドライバーにとっては、道路の種類より、むしろ道路の幅やカーブの大きさといった「道路の走りやすさ」が重要な情報となる。そこで、ユーザーの視点に立って、ドライバーへの情報提供を行うとともに、道路網の整備状況を把握するため、道路の走りやすさマップが整備されてきた。しかし、道路の走りやすさマップは独自の区間でデータが整理されているため、道路交通センサス等の各種交通調査と関連付けた分析が難しい点や、更新の負担が大きいといった課題の改善が求められている。

本年度は、過年度までに整理されている道路の走りやすさデータを、交通調査基本区間（交通調査における共通の単位となる区間）単位に統合し、各種交通調査の結果と組み合わせた評価を行うためのデータ整備を行った。また、更新の負担低減のため「道路の走りやすさマップデータの維持更新要領」の見直しを行った。

道路事業の多様な効果の算定方法に関する研究

Research on methods to evaluate various impacts delivered by road schemes

（研究期間　平成 20～25 年度）

道路研究部　道路研究室
室　　長　　上坂　克巳
主任研究官　　関谷　浩孝
研　究　官　　原田　優子

［研究目的及び経緯］

道路研究室では、旅行時間信頼性をはじめとする道路事業の多様な効果の算定方法を構築することを目的とした研究を行っている。平成 22 年度は、英国の行政担当者やコンサルタントへのヒアリング調査により英国における旅行時間信頼性向上効果（旅行時間変動減少効果）算定方法を詳細に把握し、この方法を用いたケーススタディを実施した。この結果、英国の算定方法を用いて日本の道路の旅行時間信頼性向上効果を算定することが可能であることを実証するとともに、時間帯別の交通量推計手法の検討の必要性等、今後の課題を示した。

自転車施策の評価に関する検討

Examination about the evaluation of the bicycle policy

（研究期間　平成 22 年度～）

道路研究部　　道路研究室
室　　長　　上坂　克巳
主任研究官　　大脇　鉄也
研　究　官　　山本　彰

［研究目的及び経緯］

CO2 の排出削減に向け、短距離移動において自動車から自転車への転換を図るため、安全・快適な自転車走行空間整備が進められている。よって今後、自転車施策推進の達成度を評価するにあたり、自転車走行空間における安全性や快適性の程度を定量的に捉える指標が必要である。

本研究では、自転車施策を評価する指標の一つとして自転車旅行速度に着目し、走行空間別の自転車旅行速度を検討した。具体的には、外的要因（道路幅員、交通量、信号等）の影響を受けない状況下における旅行速度、及び様々な外的要因の影響を受ける状況下での旅行速度を調査し、車道、自転車道及び自転車歩行者道の各走行空間別に自転車旅行速度を計測して分析した。なお、自転車歩行者道については、歩道上の混雑状況（存在密度）と自転車旅行速度との関連性を検討した。

その結果、走行空間別の自転車旅行速度の差異を明らかにするとともに、旅行速度に大きく影響する因子を選定した上で、自転車旅行時間の簡易な推定式を構築した。

部材の重要度を考慮した設計手法に関する調査検討

Study on design method considering importance of member for road structures

（研究期間　平成 21～22 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室
Road Department　Bridge and Structures Division

室長	玉越　隆史
Head	Takashi TAMAKOSHI
主任研究官	池田　秀継
Senior Researcher	Hidetsugu IKEDA
主任研究官	中洲　啓太
Senior Researcher	Keita NAKASU
部外研究員	加藤　浩一
Guest Research Engineer	Koichi KATO

As a truss bridge collapse in US, it is a possibility that damage in fracture critical member causes whole bridge collapse depending on structures of bridges. In order to establish design method that can evaluate performance effects of the fracture critical members on bridges as a whole, NILIM conducted trial calculations using several types of simulation models and analyzed the results in view of accuracy and practicality.

［業務目的］

道路橋の設計では、一般にその耐荷力性能については、橋を構成する部材それぞれに着目して、それぞれが破壊や不安定などによって大きくその機能を喪失しないようにしたり、弾性挙動を行うことの信頼性の程度を確保することで橋全体としての耐荷力性能を満足させることが行われる。一方、米国で発生した大規模トラス橋の崩壊事故の例のように、橋梁の構造によっては、一部の部材の破壊や不安定が他の部材にも連鎖的に影響を及ぼし、結果的に橋全体に落橋などの致命的な影響を及ぼす可能性がある。

本研究は、設計基準の高度化のために道路橋の耐荷力性能を前提となる部材単体の性能状態によって間接的に評価するだけでなく、部材が橋全体の耐荷力機構の中で果たす役割にも着目し、一部の部材の影響が橋全体の性能に及ぼす影響についても評価できる実用的な設計手法を確立することを目的としたものである。

［業務内容及び成果］

１．重大損傷事例の整理

一般的な道路橋の供用形態と維持管理の実態を想定した場合に、既存の道路橋について、その部材の一部が橋全体に致命的な悪影響を及ぼすような形態で劣化や損傷を生じるに至る可能性とその形態について既往の文献や損傷事例から検討を行った。その結果、鋼橋では局部的な腐食の進行による断面欠損や疲労による亀裂の発生は比較的高い頻度で発生しており、コンクリート橋についてもプレストレス鋼材の破断や鉄筋の腐食による断面欠損は劣化の進んだ橋ではある程度の数が現実に生じていることが確認された。

そのため本研究では代表的な橋梁形式に対してこれらの劣化や損傷の深刻化によって部材の一部が機能を損なう条件を設定し、それらが橋全体の耐荷力機構に及ぼす影響について解析的に検討を行った。

２．橋梁形式の選定

対象として２主構系の鋼橋（鋼トラス橋、鋼アーチ橋）、コンクリート床版を有する鋼桁橋、プレストレストコンクリート橋等を選定した。ここでは代表として２主構系鋼橋（鋼トラス橋・鋼アーチ橋）の検討結果を例に報告する。

３．解析手法

一部の部材が破断するなど橋の構造系が変化するような状態の橋全体の耐荷力を評価するには、当初設計における仮定に関わらず、部材各部の発生応力や塑性化の影響などをある程度精度よく表現できることが必要である。一方で橋全体を精緻なFEM解析モデルで再現することは少なくとも設計段階の負担が過度に大きくなることが想定され現実的でない。本研究では耐荷力状態を必要な信頼性で判定できる目的に過不足のない程度の合理的な解析モデルの条件を見いだすために、鋼単純トラス橋、鋼アーチ橋それぞれについて、床版の剛性を考慮した三次元骨組要素解析モデルを基本とし、それに対して塑性化の影響を適切に考慮する必要があると考えられる格点部とその近傍について一部または全部をシェル要素（鋼トラス橋のみ）や一定せん断流パネル要素でモデル化した全橋モデルでの解析を行って、モデル化の相違が結果に及ぼす影響について検討を行った。なお実際の状態に近い再現モデルとして別途全橋FEMモデルによる解析も行った。図-1及び図-2に解析モデルの例、表-1及び表-2に解析パラメータの例を示す。

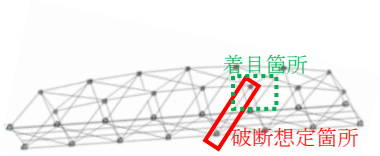


図-1　鋼トラス橋モデル

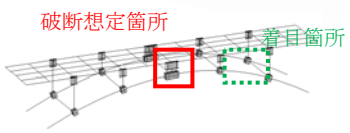


図-2　鋼アーチ橋モデル

表-1　解析パラメータ（鋼トラス橋）

	ケース名	主部材	格点部(置換箇所数)	要素分割
1	骨組(ピン)	はり	ピン	－
2	骨組(剛)	はり	剛結	－
3	骨組(換算剛性)	はり	換算剛性	－
3	簡易せんパネ全箇所	はり	せんパネ(全 30 箇所)	分割数少
4	基本せんパネ 8 箇所	はり	せんパネ(8 箇所)	標準
5	基本せんパネ 4 箇所	はり	せんパネ(4 箇所)	標準
6	粗せんパネ 4 箇所	はり	せんパネ(全 20 箇所)	分割数少
7	ＦＥＭ	はり	シェル	－

表-2　解析パラメータ（鋼アーチ橋）

	ケース名	主部材	格点部(置換箇所数)	要素分割
1	骨組(ピン)	はり	ピン	－
2	骨組(剛)	はり	剛結	－
3	骨組(換算剛性)	はり	換算剛性	－
3	基本せんパネ全箇所	はり	せんパネ(全 20 箇所)	標準
4	基本せんパネ 4 箇所	はり	せんパネ(4 箇所)	標準
5	簡易せんパネ 4 箇所	はり	せんパネ(4 箇所)	分割数少
6	簡易せんパネ全箇所	はり	せんパネ(全 20 箇所)	分割数少

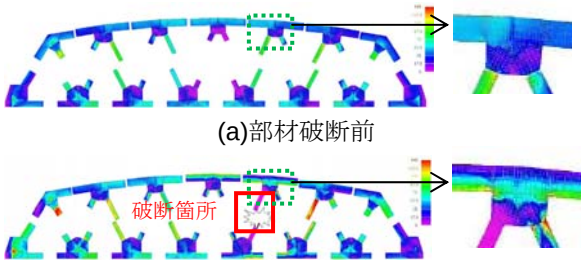
※せんパネ：一定せん断流パネル要素

４．解析結果

図-3 に図-1 の例で鋼トラス橋の破断想定部材近傍の格点部のＦＥＭ解析に基づく応力性状(Von mises)を示す。破断箇所の近傍の格点部ではガセットプレート縁端付近や弦材においても複雑な応力分布がみられるなど、部位によっては単純な格子モデルでは表現し得ない部材構成板の各部の応力状態を把握して、この影響を考慮しなければ連鎖的に損傷が拡大するなどの橋全体の耐荷力機構がどのように変化するのかを推定することは困難であることがわかった。図-4 及び図-5 に、破断部材に近接する格点部の縁端位置での斜材側（鋼トラス橋）及び吊材側（鋼アーチ橋）での応力分布を、表-1 及び表-2 に示した各モデルに対して描画した結果を示す。なお、ここでは、設計で一般的に用いられる骨組部材との対比のため、部材軸方向の応力に着目した。

当初の耐荷力設計で一般的に用いられる格点部をピン結合とした格子解析モデルでは、破断後の構造系の変化により影響が無視できなくなる格点部回転回りの部材応力状態や変形挙動が表現できない。一方、一定せん断流パネル要素でモデル化すると、せん断遅れ等による断面内応力の変化の再現レベルには差異があるものの板内の発生応力の分布傾向がある程度 FEM 解析による結果と近い性状で再現できることがわかる。

このように構造特性に応じて必要な箇所のみについて板内の応力分布性状がある程度精度よく表現できるモデルを格子モデルに組み込むだけで効率よく橋全体の耐荷力機構の変化とそれが致命的な影響をもつかどうかの判定は行える可能性があることがわかった。今後は実設計事例や既設橋の耐荷力照査に当たってモデル化レベルを変えた試算例を増やして、モデル化要領を確立することが必要である。



(a)部材破断前

(b)部材破断後

図-3　鋼トラス橋ＦＥＭ解析結果

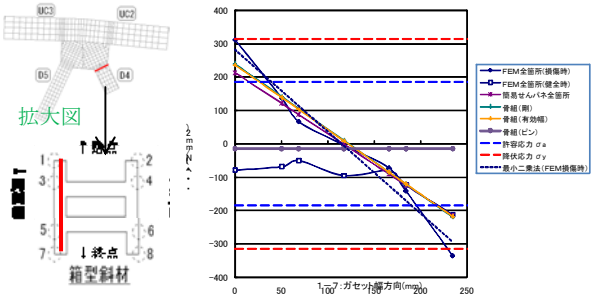


図-4　応力分布の比較（鋼トラス橋）

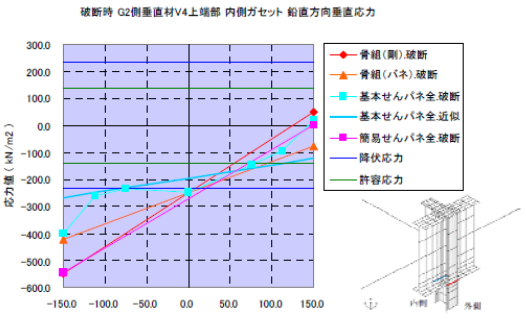


図-2　応力分布の比較（鋼アーチ橋）

［成果の発表］

国総研資料及び各種論文に発表予定である。

［成果の活用］

実務設計段階で構造的冗長性を検証する場合の参考となる。

部分安全係数法における安全率等の調整方法に関する調査検討

Study on calibration method of safety factors for load and resistance factor design method

（研究期間　平成 16～22 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室
Road Department
Bridge and Structures Division

室長　玉越　隆史
Head　Takashi TAMAKOSHI
主任研究官　中洲　啓太
Senior Researcher　Keita NAKASU
研究官　野村　文彦
Researcher　Fumihiko NOMURA
部外研究員　加藤　浩一
Guest Research Engineer　Koichi KATO

In order to introduce the load and resistance factor design method for highway bridges, NILIM conducted the calibration of load factors based on time-series simulations using statistic data such as vehicle, earthquake and wind load. It was indicated that it is a possibility that can apply the load and resistance factor design method, because results of trial design based on the load factors proposed by NILIM have the similar performance as those based on the allowable stress design.

［研究目的及び経緯］

我が国の道路橋の設計基準である道路橋示方書には、平成 13 年度の改訂において性能規定型の概念が導入される一方で、耐荷力照査の基本書式は許容応力度設計法が踏襲された。また、設計の目標とする期間において性能が満足されることの確からしさなどの信頼性についても陽な形では規定されておらず、技術や材料の信頼性や橋の規模に応じた荷重による影響の大小の相違などを過不足なく合理的に考慮できる信頼性に基づく性能の規定化については課題として残された。

本研究では、部分係数書式の耐荷力設計基準原案作成のため、現在入手可能な最新のデータを用いた時系列シミュレーションにより部分係数の試算を行った。

［研究内容及び研究成果］

1. 荷重係数の設定方法

荷重に関する最新のデータを収集し、当該データの性質を考慮して確率統計的な荷重側の条件を設定した。そしてこれらを単独又は複数組み合わせることで、道路橋が設計供用期間（100年）に発生する荷重・作用の状況を模擬するシミュレーションを実施した。

シミュレーションでは、現行基準に基づき設計されたモデル橋に対して、設計供用期間の標準と仮定した 100 年間に相当する荷重をそれぞれの統計モデルに従って同時に作用させる試算を 1,000 回行い、各回の着目断面力の最大値を抽出して 100 年間最大値の頻度分布を作成した。これは、同じ箇所に設計供用期間 100 年の同じ橋梁を 1,000 回建設したことに相当するとの考えによる（図-1）。なお、モデル橋梁は、我が国での採用実績に加えて、設計上支配的となりやすい作用要因の違い等を勘案して 20 橋程度を選定した。

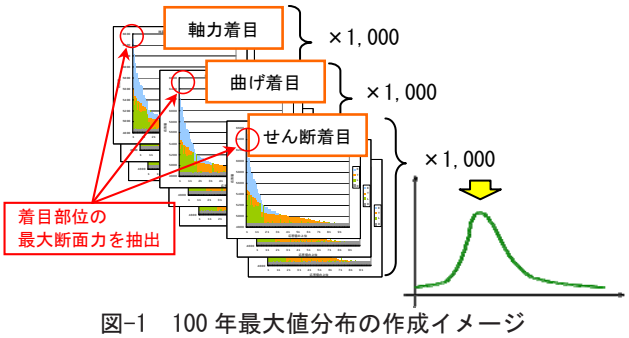


図-1　100 年最大値分布の作成イメージ

シミュレーションで用いた荷重条件のうち、代表的なものとして、死荷重、活荷重、地震の影響について述べる。

①　死荷重

材料品質が JIS 等の公的規格に準拠し、製作・施工技術に極端な変革がない限り既往の実績と同程度のばらつきが見込まれるものと仮定し、過去の調査結果を根拠データに主として寸法による死荷重のばらつきを考慮した。

②　活荷重

過去の実測データ（BWIM）をもとに、交通特性に対応する車列を車間距離や横ぶれを考慮して図-2 のように設定し、これを進行方向に 1m ずつ移動させた時の着

目部位の断面力を格子解析で求めた影響線から算出することとした。なお、通常時と渋滞時の荷重状態を考慮するため朝夕２回の渋滞列（車間距離の短縮）を設定している。

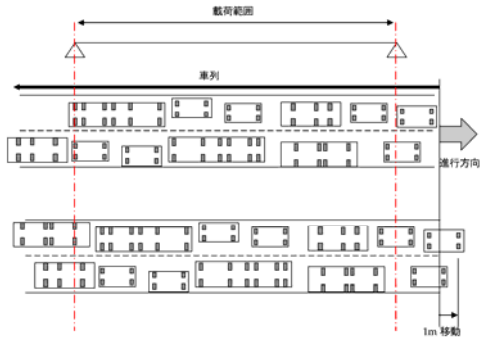


図-2　車列の載荷方法

③　地震の影響

設計供用期間中に比較的発生する可能性の高い地震について、過去の地震記録（地域区分Ａ：伊豆，Ｂ：室戸，Ｃ：旭川）をもとに地震危険度解析から得られる加速度分布を用いることとした。なお、再現期間については、地震単独のシミュレーションによる 100 年最大値分布(A)と、地震危険度解析から得られた最大加速度分布(B)とを比較し、震度換算での近似性から１年とした（表-1）.

表-1　再現期間別の最大値分布における震度比較

非超過確率	(A)シミュレーションによる100年最大値分布				(B)地震ハザード確率密度関数100年最大値分布
	再現期間2時間	再現期間1ヶ月	再現期間1年	再現期間50年	
36.6%	0.21 (0.88)	0.22 (0.92)	0.23 (0.96)	0.30 (1.25)	0.24
50.0%	0.23 (0.79)	0.25 (0.86)	0.28 (0.97)	0.35 (1.21)	0.29
60.5%	0.25 (0.74)	0.27 (0.79)	0.31 (0.91)	0.40 (1.18)	0.34
95.0%	0.50 (0.63)	0.58 (0.73)	0.75 (0.95)	0.82 (1.04)	0.79

注１：条件は，地域区分A・Ⅱ種地盤・固有周期1.0s
注２：( )内の数字は(B)に対する(A)の各震度の比率

図-3の上のグラフは、鋼橋の主桁端径間に着目した場合の発生断面力(最大曲げモーメント)の100年最大値の頻度分布の例である。また、下のグラフは100年間の発生断面力の頻度分布を1,000回分重ね合わせたものである。この場合100年間の頻度分布形状は概ね一致しており、最大値の頻度分布の特性を評価するための試算は1000回で十分であると判断した。

2. 荷重組合せ及び係数の抽出

1. に示した方法により、全ての着目部位毎に対して、100年間の最大値分布を算出し、現行基準による場合の断面力に近い断面力（±1%程度）を生じさせているシミュレーション結果から、最大値に対応する荷重組合せ及び荷重係数を抽出した。

その際、荷重組合せにおける各荷重の同時性、異常値等の影響への配慮、抽出過程の明確化等の観点から、以下の①から④に示す選出条件により、荷重組合せ、着目部位・部材、材料等毎に、シミュレーション結果から段階的に最大値に対応する荷重係数を抽出した。

① 係数は組合せ単位で選出
② 同じ荷重組合せにおいて、係数バランスが異なるものは漏れなく選出
（例：大Ｄ＋小Ｌ、小Ｄ＋大Ｌ、中Ｄ＋中Ｌ等）
③ 荷重係数が「0.3未満」と小さい場合は、係数自体の意味が薄れるため、選出しない
④ 係数の過大・過小をなくすため、抽出された断面力がH14道示の断面力と乖離(±20%)する場合は選出しない

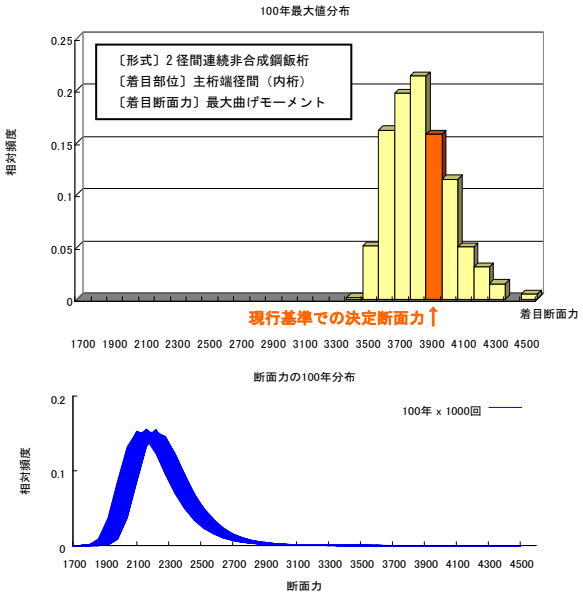


図-3　シミュレーションで得られた発生断面力の分布

3. 部分係数設計法による試設計

現行の道路橋示方書による詳細設計が完了している 20 橋梁に対して部分係数設計法による試設計を行い、部分係数設計法を用いた設計結果と現行の許容応力度設計法により設計された設計結果とを比較し、部分係数化の影響について整理した。その結果、部分係数化により、断面寸法等に著しい変更が必要とされるケースはなく、現行基準と同等の性能を担保しつつ部分係数化できることが確認できた。

［成果の活用］

道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用されるものである。今後は、提示した部分係数設計法を用いた実設計レベルでの試行を予定している。

道路橋の耐火性能基準に関する研究

Study on standard of fire-resistance performance of highway bridges

（研究期間　平成 21～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　大久保雅憲
主任研究官　　関谷　光昭
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

トンネルや建築物など閉鎖された空間においては、火災その他の事故に対して避難の困難さなどに起因して多くの人命が危険に晒されることが懸念される。そのため、火災報知器の設置、消火設備の設置、避難誘導径路の設定、耐火材の使用など様々な耐火性能の付与や技術基準の策定がなされてきている。一方、トンネルを除くと開放的空間である道路そのものについては、これまで一部の長大橋で消火設備が設けられるなどの例以外には、積極的に耐火性能を付与することは行われていない。しかし、近年、米国や首都高速道路において大量の可燃物を積載したタンクローリーからの出火によって長時間高温に晒された事故では、本体に致命的な被害を生じている。

そのため、今年度は、耐火設計に関する基準類の調査分析を行い、道路橋形態毎の適用可能性のある火災外力（受熱温度、時間、離隔）の設定方法の整理を行うとともに、耐火対策レベルの相違と対策費の関係について整理を行い、道路橋に対する耐火性能に関する基準化の必要性について基礎的条件の整理を行った。

「高強度材料」の一般橋梁も含めた適用性に関する調査研究

～高強度鉄筋を用いた RC 部材の基準化に対する検討～

Study on applicability of high-strength materials including general bridges

～ Study on standardization of reinforced concrete members with high-strength reinforcing bars～

（研究期間　平成 20～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　中洲　啓太
研　究　官　　野村　文彦
研　究　官　　北村　岳伸
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

一般的な道路橋橋脚へ高強度鉄筋を用いることにより、鉄筋量の削減による断面の縮小とそれに伴うコスト縮減、過密配筋解消による施工性の向上などが期待できる。しかしながら、高強度鉄筋を用いた RC 部材の道路橋への適用性については、鉄筋とコンクリートの付着特性、鉄筋の変形や繰返し曲げに対する脆化特性、大変形時の耐荷力特性等に未解明な部分があるため、国土技術政策総合研究所では、これまでに高強度鉄筋 SD490 及び USD685 を用いた鉄筋コンクリート橋脚模型の正負交番載荷実験等を行っている。その結果、SD490 までの高強度鉄筋を軸筋に使用した鉄筋コンクリート橋脚の水平耐力及び変形性能は、現行基準の評価式について、従来強度の鉄筋を用いた場合と同程度の安全余裕を確保しており、その再現性も高く、適用性を有することを確認している。

本研究では、高強度鉄筋がより多様な橋脚構造の条件下で適用されることを想定し、高強度鉄筋コンクリート橋脚の高軸力化が耐震性能に及ぼす影響を調査するため、橋脚の軸圧縮力をパラメータとした鉄筋コンクリート橋脚模型の正負交番載荷実験を実施した。

「高強度材料」の一般橋梁も含めた適用性に関する調査研究

～超高力ボルトの摩擦接合継手の基準化に対する検討～

Study on applicability of high-strength material including general bridges

～ Study on standardization of friction grip connection joint with super high-strength bolt～

（研究期間　平成 20～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　大久保雅憲
主任研究官　　池田　秀継
部外研究員　　加藤　浩一

［研究目的及び経緯］

鋼橋の継手部に用いられる高力ボルトでは、引張強さ 1,200N/㎟以上の F11T 及び F13T については実橋において過去に遅れ破壊が確認されたため、現行の設計基準である道路橋示方書では引張強さの上限値・下限値を厳しく制限した F10T, S10T までが規定化されている。一方、高強度ボルトの採用は、継手部の小型化や施工量の削減によるコスト縮減, 品質確保が困難な条件での厚板溶接の回避など、道路橋のコスト縮減と品質向上に資するものと期待される。

本研究では、材料的な品質が規格等で保証され建築分野でも実績があるなど耐遅れ破壊性能についても大きな課題がないと考えられる S14T までを対象に、過年度までにボルト等級・母材板厚・フィラーの有無・肌すき・多列・再組立における接合面の処理方法などの条件を替えて組み合わせたすべり試験を実施し、今年度においては実構造物を模擬した桁曲げ試験を実施し、50㎜以上の厚板における各種条件とすべり性能の関係の把握を行った。

耐久性を喪失させる要因分析及び設計・施工時の対処方法に関する調査検討

Study on investigation into cause of durability loss and the measures in design and construction stages

（研究期間　平成 21～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　星野　誠
主任研究官　　中洲　啓太
主任研究官　　池田　秀継
部外研究員　　小沼　恵太郎
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

道路橋の設計基準である道路橋示方書では、経済的かつ合理的に所要の性能が実現されるよう、過去から時代を経て改訂がなされてきている。耐荷力については、現在信頼性の概念を陽な形で導入するべく部分係数設計法書式への転換が検討されている。一方，耐久性については、徐々に規定の充実が図られてきたものの、精度の高い照査手法を規定するために必要な十分な知見がなく、設計上の目標期間の標準として 100 年程度を念頭に、構造細目や固定的な仕様を満足させることで耐久性能を確保する方法が中心となっている。

本研究では、様々な外力や環境の条件、完成時の施工品質の水準と耐久性能の関係を明らかにすることで、これらの耐久性に影響のある要因について定量的に設計で考慮するなど、合理的で信頼性の高い耐久性能の設計が行える手法の確立を目標に点検データ等の分析と評価を行った。平成 22 年度は、鉄筋コンクリート部材の塩害による損傷、鉄筋コンクリート床版の疲労によるひびわれ、PC 橋の持続荷重の影響による損傷、耐候性鋼材の異常腐食、コンクリートの補修・補強材の損傷を対象として、当該橋梁を取り巻く影響要因や構造条件と劣化損傷進展との関係を明らかにする目的で、定期点検結果、竣工図書、現地調査結果等の整理・分析を行い、設計時に留意すべき事項を整理した。

ボックスカルバートの耐震性能に関する実験的解析的検討

Experimental and numerical study on seismic capacity for concrete box culvert

（研究期間　平成 22～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　中洲　啓太
研　究　官　　北村　岳伸

［研究目的及び経緯］

ボックスカルバートに関する現行技術基準においては、幅 6.5m×高さ 5m の標準断面寸法を超える場合、耐震性について、詳細な検討を加え、合理的な設計を行う必要があると記載されているものの、具体的な照査法等が明示されていない。

本研究は、大断面のボックスカルバートの実績が増えつつあることから、道路盛土に設けられるボックスカルバートの耐震性能照査方法の確立のため、ボックスカルバート模型の正負交番載荷実験及び数値解析を行い、ボックスカルバートの地震時挙動、耐震性能に関する基礎的データを収集するとともに、それらを適切に再現、評価できる解析手法について検討したものである。

道路構造物群の状態評価手法及び橋梁の将来状態予測手法に関する調査検討

Study on evaluation method for road structure states and prediction method for future states of bridges

（研究期間　平成 21～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　大久保雅憲
研　究　官　　北村　岳伸
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

道路ネットワークは、橋梁、舗装、トンネル、土工等、様々な種類の構造物から成り立っている。一方、近年、新設構造物に対しては機能的な性能に着目した基準に基づく整備が進められつつあり、既設構造物に対しても機能面から性能状態に着目して合理的に管理しようとする検討が進められている。道路構造物も将来的には、橋梁、舗装、トンネル、土工等の個々の機能のみならず、道路ネットワークの機能との関わりの中でその性能を評価して、全体として調和のとれた合理的な整備や管理を行うことが必要と考えられる。

こうした状況を踏まえ、道路ネットワークの観点から道路構造物群に求められる機能を整理し、構造物に発生している損傷程度が当該機能の性能状態に与えている影響度合いを構造物の種類に拘わらず共通の指標で表す方法で試算し、技術者による点検結果及び補修計画と照合して妥当性を検証するとともに、得られた指標を用いてネットワークの性能マップを試作した。更に、橋梁に関しては、他の道路構造物に先行して、将来の機能状態の予測を視野に、主要な損傷に対して推定の信頼性を考慮した劣化予測の案をとりまとめた。

道路橋定期点検の合理化・標準化に関する調査検討

Study on rationalization and standardization of periodic inspection for highway bridges

（研究期間　平成 21～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　大久保雅憲
研　究　官　　北村　岳伸
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

我が国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち高齢化したものの割合が今後急速に増加するという課題に直面することから、これからは、施設の状態を定期的に点検・診断し、異常が認められる際には致命的欠陥が発現する前に速やかに対策を講じ、ライフサイクルコストの縮減を図る「予防保全」の考えに立った戦略的な維持管理・更新を実施していく（平成 21 年 3 月 31 日閣議決定）とされている。このためには、データに基づく科学的な維持管理に移行する必要があり、更には、管理者の別を超えて全国に形成された道路ネットワークとしての機能を維持、向上させていくことが重要となるものと考えられる。

これらを踏まえ、本研究では、地方公共団体を含む全国の道路橋を効率的に統一的な観点で把握するため、各道路管理者間に共通して適用される合理的な定期点検標準の策定に向け、同一橋梁に対する複数回の点検結果を用いて、橋梁形式、部材種類、架橋環境などの各種パラメータと損傷形態毎の劣化傾向を把握、整理し、点検頻度、点検項目を設定する際の基礎資料を得た。

損傷部材の現有性能及び既設道路橋の性能評価手法に関する調査検討

Study on existing performance of damaged bridge members and performance evaluation method for existing highway bridges

（研究期間　平成 21～23 年度）

道路研究部　道路構造物管理研究室

室　　長　　玉越　隆史
主任研究官　　池田　秀継
主任研究官　　関谷　光昭
部外研究員　　小沼恵太郎
部外研究員　　加藤　浩一
部外研究員　　藤田　知高

［研究目的及び経緯］

複雑な構造体である道路橋では、新設時には主要部材のみを解析モデルに取り込み設計されるものの、既設橋梁においては省略された部材も応力を分担するなど設計上の仮定と実構造の挙動が基本的に一致していない。そのような中、経年によって様々な変状が生じた既設橋に対して新設時の設計手法をそのまま適用すると、実際には荷重分担している部材の効果が無視されるなどの不合理が生じると同時に、変状による部材性能の低下が適切に考慮されず安全が担保されない恐れもある。そのため、現有性能を正当に評価し、合理的な維持管理を実現するためには、新設時とは異なり，実構造系の耐荷力機構と損傷等の変状による影響を適正に評価できる耐荷力評価手法を確立する必要がある。

本研究では、局部的な損傷等に対しても正確に照査を行える要素単位での２つの異なる解析モデルを作成し、耐荷力の試算を行い、モデル化の相違が結果に及ぼす影響についての基礎資料を得た。また、実際に供用されていたコンクリート床版を用いた供試体による疲労耐久性試験を行い、劣化損傷程度の相違と疲労耐久性の関係について基礎資料を得た。

路面表示の設計方法に関する調査

Study of Method of Designing Road Marking for Road Safety

（研究期間　平成 21～22 年度）

道路研究部　道路空間高度化研究室　室長　金子　正洋
Road Department　Head　Masahiro KANEKO
Advanced Road Design and Safety Division　研究官　尾崎　悠太
Researcher　Yuta Ozaki

This study collected some case of road marking using the accident measures data base. And we analyzed the relation between the road traffic situation and the effect of the accident reduction of these cases. And use these result, we have arranged the method of design for road marking that is based on grounds of effect of the accident reduction.

［研究目的及び経緯］

交通事故対策では、安価で比較的制約の少ない路面表示対策が採用されることが多い。しかしながら、路面表示の設置効果については、十分な分析がなされておらず、また、設計の考え方についても全国的に統一されたものがない。このため、実際の設置においては現場の技術者の経験により設計する場合が多いのが現状である。地域によっては路面表示の設置方法について、部分的ではあるがルール化を図っている例も見られる。それらの地域の取り組みの考え方や経験が他の地域のおいても共有され、対策に活かされていることは少ないと考えられる。

そこで、国土技術政策総合研究所では、各道路管理者が交通事故防止を目的とした路面表示を設計する際に参考となるよう、路面表示設計にあたっての考え方に関してとりまとめを行っている。

本研究では、全国の路面表示の設置事例について、現地での詳細調査を実施するとともに、事故データ及び道路利用者へのアンケート調査を行い、路面表示の設置効果を分析し、これらの結果から、今後、路面表示の設置を予定している道路管理者の参考となるよう、路面表示設置の事例集を作成するとともに、設計のポイントをとりまとめる。

［研究内容］

国総研が所有する事故対策の実施状況が登録された事故対策データベースやインターネットの情報等から全国の路面表示の事例を収集し、収集した事例について、現地調査を実施した。現地調査では、目視観測、メジャー計測、ビデオ観測（沿道及び車中からの撮影）、スピードガン等を用いた走行速度調査、を実施し、路面表示の設置位置、延長、寸法、見え方、路面表示設置による車両への影響、ドライバーからの見え方等を確認した。また、路面表示の設置効果を客観的に評価するため、一般ドライバーを対象とし、路面表示の視認性、理解度及び設置後の意識変化等について WEB アンケート調査を行った。

［研究成果］

調査結果から、路面表示設置の考え方を整理した。カラー路面表示による案内誘導を例に説明する。

カラー路面表示よる案内誘導は、形状が複雑な交差点等で、行き先までのルート確認に気をとられるため、安全確認しないまま急な車線変更をするなど周囲への注意が行き届かなくなり起こる事故を防ぐため、カラー舗装により行き先までのルートを分かりやすくするために設置するものである。

図 1 にカラー路面表示による案内誘導の事例を示す。

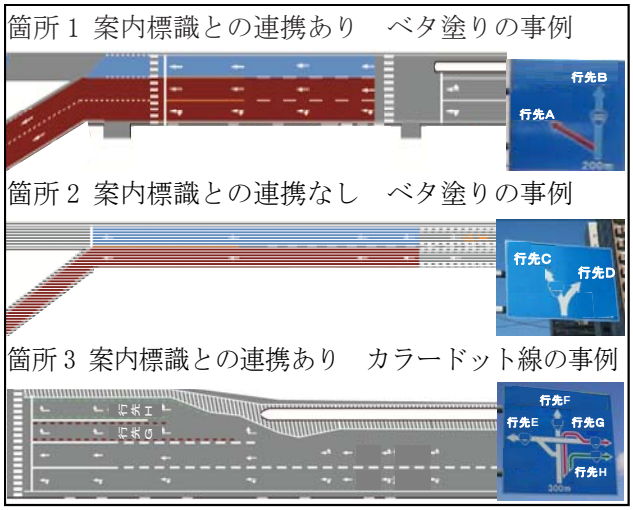


図 1　路面のカラー化による案内誘導の事例

箇所 1 は行き先別のカラー路面と連携した案内標識が設置されており、路面カラーはベタ塗りの事例である。箇所 2 は、案内標識はあるものの路面のカラー化との連携がなく、路面カラーはベタ塗りの事例である。箇所 3 は路面のカラーと案内標識との連携があり、路面からーはベタ塗りではなくカラーのドット線の事例である。

図 2 は路面表示の視認性に関するアンケート結果である。「大変見えやすい」もしくは「見えやすい」と回答する割合が、路面カラーベタ塗りである箇所 1・2 の方が、カラーのドット線の箇所 3 より高いことがわかる。

図 3 は「路面表示の設置目的は何だと思いますか？」という質問に対するアンケート結果である。箇所 1 及び箇所 3(案内標識との連携がある事例)の方が「進行方向をわかりやすく示すこと」という目的を正しく理解している割合が高い。それに対して、箇所 2 については、箇所 1 及び箇所 3 と比較して、設置の目的がわからないという回答が多かった。

図 4 は「路面表示により意識・行動はどうかわりましたか？」という質問に対するアンケート結果である。「車線変更を早めにするようになった」、「走行する車線がわかりやすくなった」という路面表示の目的に合致した回答をする割合が一番高いのは箇所 1 であり、次いで箇所 2 である。箇所 3 についても、「車線変更を早めにするようになった」という路面表示の設置の目的に合致した回答があったものの、特に変わらないという回答も多かった。

この結果からカラー路面表示による案内誘導は標識と連携することで、効果が高まると考えられる。また、カラー化の方法については、ベタ塗りが視認性及び案内誘導の効果が高いと考えられる。

以上の結果やその他の検討結果を踏まえ、表-1 に示すような、「路面表示設置の考え方(案)」をとりまとめた。

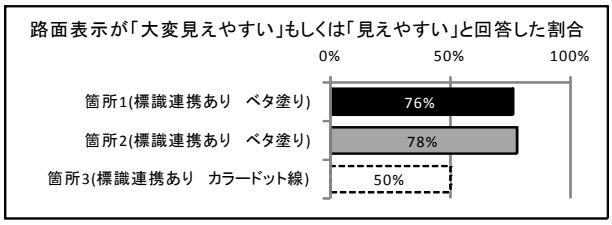


図 2　路面表示の視認性に関するアンケート結果

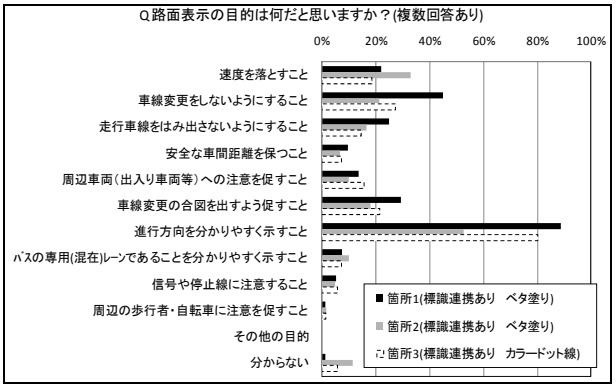


図 3　路面表示の目的についてのアンケート結果

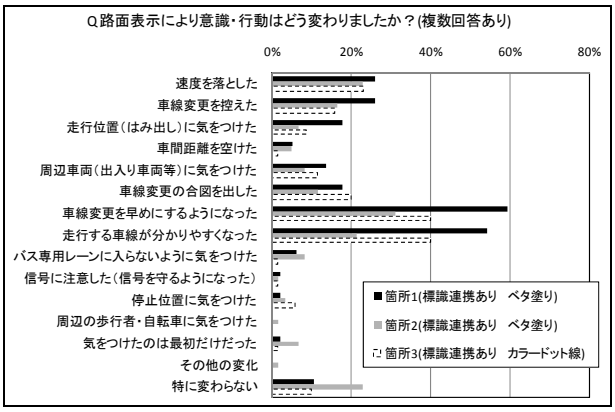


図 4　行動・意識の変化についてのアンケート結果

表 1　路面表示設置の考え方(案)

路面表示の工種		対策のポイント
注意喚起	カラー舗装	・カラー舗装は、注意喚起看板や文字表示との併設により、対策目的の認知が高まる。 ・利用者への広報も行うことにより、更に対策目的の認知が高まる
	注意喚起文字	・注意喚起文字を目立たせるため、ドットマークを併せて設置する ・信号待ち等の滞留長を考慮し、文字が車列に隠れないように設置位置を決める ・交通量が多い箇所や滞留長が変化する箇所は、注意喚起文字の 2 回設置や、看板と併設する
案内誘導、道路形状明示	上下線別のカラー舗装	・山地部のカーブ区間等、道路構造が危険な箇所に設置することで、上下線が明確になり、安全意識（車線はみ出し防止の意識）が高まる
	行き先別のカラー路面表示による案内誘導	・複雑な交差点等に設置することで、方面が分かりやすくなり、案内誘導の効果が発揮される。 ・行き先別の路面カラーと連携した案内標識を設置することでその効果が高まる。 ・路面カラー化は全面ベタ塗りが効果的である
	交差点内のカラー化	・交差点内の停止線までカラー化することで、交差点範囲及び停止線が明確になり、停止位置がわかりやすくなる
マナー啓発	マナー啓発	・路面表示設置に合わせ、その目的等を継続的に広報することで認知度、安全意識が高まる
錯覚効果	ドットマーク、アローマーク	・マーク単独の対策は、設置目的が理解され難いため、文字表示と組合せることで効果が高まる ・マークと文字表示を併せて設置することで、文字表示の認知効果も高まる

科学的分析に基づく生活道路の交通安全対策に関する研究

Research on traffic safety measure of community road based on scientific analysis

（研究期間　平成 20～22 年度）

道路研究部　道路空間高度化研究室　室長　金子　正洋
Road Department　Head　Masahiro KANEKO
Advanced Road Design and Safety Division　主任研究官　小塚　清
Senior Researcher　Kiyoshi KOZUKA

In recent days, the use of drive recorders has been rapidly spread mainly by taxies, delivery trucks etc. These devices record images of the road ahead, position, speed, acceleration, application of brakes and so on, of motor vehicles in operation. The use of drive recorders enables us to efficiently collect large quantities of accidents or near-misses data on community roads. The NILIM is conducting research on methods of using scientific data collected by drive recorders to plan and implement safety measures on community roads.

［研究目的及び経緯］

国道、都道府県道などの幹線道路においては、交通事故統計データ（事故原票に関するデータ）、道路交通センサスデータ（交通量、道路の構造等に関するデータ）を統合したデータベース（交通事故統合データベース）を整備しており、データを利用した事故危険箇所の特定、事故要因の分析等の科学的分析を行い、交通安全対策に活用する仕組みが確立している。一方で、幹線道路の 5 倍以上の延長を有する生活道路においては、対策に必要な十分なデータが整備されておらず、対策の実施にあたっては担当者の経験に拠るところが大きいのが実情である。このため、生活道路において、より効果的・効率的に削減するためには、個別の対策を実施するにあたって科学的分析に基づく立案、評価を行う仕組みを構築する必要がある。

本研究においては、ドライブレコーダデータに着目し、ドライブレコーダに記録されたヒヤリハット情報をもとに、交通事故データの乏しい生活道路において交通事故対策を効率的に実施するための手法についての検討を行った。

［研究内容及び研究成果］

（1）ドライブレコーダデータの特徴整理

ドライブレコーダにはヒヤリハットや事故の映像が記録されているため、事故調書等だけでは判らない、事象前後の周辺状況（交通量、他の交通の動き、歩行者の挙動、運転席からの視界等）が明確に把握可能であり、ヒヤリハットなどの要因の推察が容易となる、などのメリットがある。

物流事業者のトラックにより取得されたデータでは、車両特性上また運行特性上、ヒヤリハットが発生しにくく、逆に道路の凹凸やカーブによって発生する加速度によって誤検知されたデータが多く含まれており、ヒヤリハット発生箇所の分布状況を特定するために十分なデータがないことが判明した。

一方、タクシーから取得されたドライブレコーダデータには、ヒヤリハットが多く含まれており、特に幹線道路においては発生箇所の分布を明らかにするために十分なデータ数が得られている。ただし、駅前や繁華街など走行する範囲に偏りがあることが判明した。

以下では、十分なデータ取得が見込まれるタクシーのドライブレコーダデータについて検討を進めた。

（2）ドライブレコーダデータからのヒヤリハット事象の自動抽出ロジックの開発

タクシー車両に搭載されたドライブレコーダの記録データには段差通過などヒヤリハット以外のデータが５割程度含まれている。有効なデータを目視で判別するには大きな労力がかかることから、ヒヤリハット情報を効率的に抽出する手法を検討した。ヒヤリハットデータと段差通過時の振動により記録されたデータとの間で速度、加速度等の波形特性が異なることを利用し、簡単な抽出ロジックでも、ヒヤリハットの抽出割合が８割程度以上に高まることを確認した。これにより、記録映像の目視確認作業をしなくても、ドライブレコーダの記録データを生活道路の危険箇所抽出や安全対策後の効果測定に十分活用しうることを確認した。

表-1　生活道路で多発するヒヤリハット事象類型

	事故類型	発生地点の特徴
交差点	出会い頭（自動車）	信号なし
		比較的広幅員（5.5m以上）
		自車優先道路
	人対車両（横断中）	信号なし
		狭幅員（5.5m未満）
		横断歩道あり
		停止線あり
	出会い頭（自転車）	幹線道路との合流部
		T字交差
		横断歩道
		一時停止規制

	事故類型	発生地点の特徴
単路	人対車両（横断中）	歩道あり
		防護柵あり
		比較的広幅員（5.5m以上）
	自転車関連	狭幅員（5.5m未満）
		歩道あり
	正面衝突（自動車）	中央線のないカーブ区間
		中央線あり
		・比較的広幅員（5.5m以上）
		・駐車車両あり

（３）生活道路におけるヒヤリハット事象の類型化

科学的データから得られる知見の全国の交通事故対策への利用を図るため、生活道路において発生の多いヒヤリハット事象を類型化した。(表-1)

（４）ヒヤリハット事象と交通事故発生状況との関係分析

ドライブレコーダデータを交通事故対策へ適用するに際しての留意点を整理するため、ヒヤリハットデータと実際の交通事故の関係を把握する必要がある。このため、生活道路の事故データとドライブレコーダデータがともに収集可能な静岡市を対象として、ドライブレコーダに記録されたヒヤリハット事象、住民からのアンケートから取得したヒヤリハット情報、及び実際に発生した交通事故のデータそれぞれの関係について分析を行い、結果を整理した。

①分析エリアの選定

今回の検討はタクシー車両のドライブレコーダを使用しているため、分析を行うにあたり、一般車とタクシーの走行範囲の相違を考慮する必要がある。本分析においては、データ提供元のタクシー会社へのヒアリングにより、ドライブレコーダデータの取得が良好かつ一般車と同様の走行範囲の分布をしていると判断されるエリアを対象に分析を行った。

②ドライブレコーダデータと事故の関係

沿道状況、事象類型により相似性の結果が異なることがわかった。

沿道状況に共通した内容としては、主道路の見通しはよいが従道路からの見通しが悪い箇所での相似性が高いこと、主道路の見通しが悪い（カーブ等）箇所・幅員狭小箇所では相似性が低いことが挙げられる。

また、繁華街においては、主従関係が不明確な交差点での追突・出会い頭で相似性が高いこと、その他の類型では相似性が低いことが挙げられ、住宅地においては、自転車関連の出会い頭で相似性が高いことがわかった。

③住民アンケートによるヒヤリハット箇所とドライブレコーダデータの関係

全体として比較的相似性が高く、特に繁華街の人通りの多い箇所や、住宅地の線形不良等により見通しのきかない箇所において相似性が高い傾向が強いことがわかった。

（５）生活道路におけるドライブレコーダデータ活用手法の整理・マニュアル化

生活道路の交通安全対策の流れの中で、ドライブレコーダデータが活用できる場面として図－１を想定し、段階毎に留意点を整理するとともに、（１）～（４）の内容と併せ、ドライブレコーダデータ活用マニュアル案として取りまとめた。

①ドライブレコーダデータの入手

データには個人情報も多く含まれるため、プライバシー保護への配慮等、データの入手・使用にあたっての留意事項を整理した。

②危険箇所の選定

交通安全対策への活用の際に要求される精度に応じ、ドライブレコーダ映像を１つ１つ目視確認を行って危険箇所を特定する方法、ドライブレコーダデータを自動判別プログラムで処理しヒヤリハット以外データを除いた上でヒヤリハット候補から目視で絞り込み危険箇所を特定する方法などを整理した。

③詳細事故分析と事故対策立案

ドライブレコーダ映像の活用により、事故発生要因の特定や適切な対策立案を可能とするための手法を整理した。

④意識共有ツール

「住民説明用資料」「交通安全教育」など、ドライブレコーダデータを地域住民との意識共有ツールとして活用する手法を整理した。

⑤対策効果の定量的評価

ヒヤリハット発生回数の対策前後の比較により対策効果を短期間で評価するための考え方を整理した。

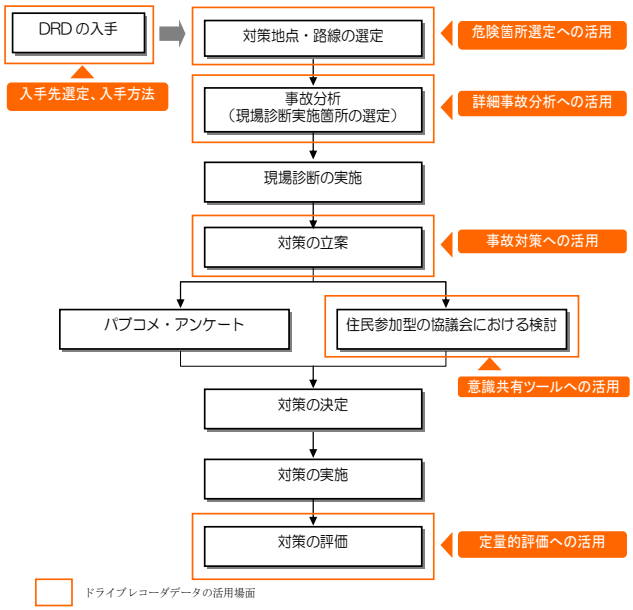


図-1　交通事故対策の流れとドライブレコーダデータ活用場面

［成果の活用］

本研究を取りまとめ、国総研資料として公表を予定している。これにより、今後ドライブレコーダデータが整備された地区において、ドライブレコーダに記録された科学的データが活用され、生活道路の交通安全対策が実施されることが期待される。

沿道コミュニティに着目した道路機能の評価手法に関する研究

Research on evaluation methods of road function focused on roadside communities

（研究期間　平成 20～22 年度）

道路研究部　道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長　金子　正洋
Head　Masahiro KANEKO
主任研究官　本田　肇
Senior Researcher　Hajime Honda
研究員　木村　泰
Researcher　Yasushi KIMURA

Through this research, we collected and organized cases of the improvement or effective use of road space, mainly on principal roads. At the same time, we studied methods of evaluating the diverse effects of implementing projects, including the improvement of traffic conditions, of living environments, of the consciousness of residents of their daily lives and of regional communities, and we organized the cases of the improvement and effective use of road space as a draft of case studies.

［研究目的及び経緯］

本格的な高齢社会の到来や、地域コミュニティの衰退など､道路を取り巻く社会環境は変化してきている。道路は、人や物を運ぶ交通機能をもつ一方で、空間としての機能も有しており、社会環境の変化に伴って生じる人々のニーズや地域の事情に応え、さらには快適な生活空間の一部としての役割も期待されている。

特に住区内の生活道路については、沿道住民の生活空間を形成し、地域コミュニティ形成の場としても重要な社会資本である。そのため、生活道路整備にあたっては､沿道住民のニーズを的確に把握するとともに、住民と情報共有する必要がある。

本研究は、主として生活道路を対象とした道路空間の整備や有効活用に関する情報（多様な整備効果、整備内容、整備手法、官民連携等の事業の円滑な推進のためのノウハウ）を整理し公開することにより、道路空間の整備や有効活用の効果を明らかにするとともに、各地の事業の円滑な推進に寄与するために実施するものである。また、整備等による効果の把握方法を示すことにより、効果評価に活用されることを期待している。

［研究内容及び研究成果］

（１）多様な効果に関する把握方法の検討

道路空間の整備や有効活用に関する取組みが全国各地で進められ、「交通状況の改善」、「生活環境の改善」などの効果に加え、「住民生活意識の向上」および「地域コミュニティの形成」などの間接的・副次的な効果も発現している。

そこで、「交通状況の改善」、「生活環境の改善」、「住民生活意識の向上」、「地域コミュニティの形成」などの多様な効果に着目し、既往の調査における道路空間の整備や有効活用に関する取組み事例を基に、各効果の評価指標を整理した。その上で、道路空間の整備や有効活用に対する地域住民の認識を評価した事例を収集し、整備に携わった地方自治体や住民団体等にヒアリング調査を行い、道路空間の整備や有効活用による多様な効果とそれを表す評価指標及び評価方法等を整理した。また、ヒアリング時には、整備内容・取組みにおける課題・解決方策等も調査し、整理した。

ヒアリング調査結果等から得られた定量的な評価指標例を表１に、定性的な評価指標例を表２に示す。

定量的な評価指標の代表的・特徴的な例として、「交通状況の改善」においては、実測調査による自動車交通量や自動車速度、歩行者交通量などがあげられる。また、「生活環境の改善」においては、既存データの活用による来店者数、来訪者数や、アンケート調査による街並みの美しさや居住環境としての安心感などがあげられ、「住民生活意識の向上」においては、既存データの活用による定住者人口や、アンケート調査による住宅周辺への美化意識やまちづくりへの意識などがあげられ、「地域コミュニティの向上」においては、既存データの活用による地域活動団体数や、アンケート調査による住民の地域活動や行事への参加意欲などがそれぞれあげられる。

既存データを活用する際には､使用できるデータ（評価指標）に限りがあることや、道路整備との因果関係が明確でないものも多く含まれていることに留意する必要がある。また、アンケート調査については、回収

率を考慮すると設問数には限りがあることや、地区によって道路整備の内容や地域活動の活発さなどが異なることから、有効な情報を得られる設問内容には地区によって違いがある。そのため、設問内容の設計時には、そのような状況を十分考慮する必要がある。さらには、アンケート調査から得られる効果指標には、個人の感覚尺度に関するものが多いため、人によって設問内容の解釈の仕方が異なることのないよう、すぐ理解でき､回答しやすい設問内容を検討する必要がある。

なお、これらの整備効果の出現については、事業目標との関連性や整備内容、地域特性等に影響され、事例により異なっているため、条件の異なる複数の事例の横並びでの効果の一律評価は難しい。

表１定量的な評価指標例

視点	効果の内容	評価方法別評価指標例		
		既存データの調査	実測調査	アンケート調査
交通状況の改善	自動車交通量の減少	－	自動車交通量 大型車交通量 渋滞長	－
	自動車速度の低下	－	走行速度	－
	交通事故の減少	交通事故件数	－	－
	路上駐車の減少	路上駐車台数	－	－
	歩行者の安心感の向上	歩行者事故件数	歩行者交通量 イベント時来場者数 歩行時間	安心感、満足感 危険感 歩き易さ
	自転車利用者の安心感の向上	自転車事故件数 路上駐輪台数	自転車交通量 自転車速度	安心感 危険感 通行し易さ
生活環境の改善	騒音の緩和	自動車騒音の苦情件数	騒音計測値	－
	排気ガスの緩和	自動車排気ガスの苦情件数	排気ガス計測値	－
	街並みの美しさの向上	－	－	美しさ
	街の賑わいの向上	来訪者数 観光施設入場者数 観光入り込み客数 雇用者数	歩行者交通量	賑わい
	犯罪の減少	犯罪件数 交通パトロール回数	－	安心感
	居住環境としての安心感の向上	－	－	安心感
	交通環境の変化	バリアフリー化率 緊急車両通行困難道路延長 緊急車両到達時間 バス利用者数	－	満足度 交通に対する安全感 快適度
	沿道店舗の変化	空き店舗数 沿道建物改良率 商業施設立地率 来店者数 売上額 商品開発件数	－	買い物回数 支払額
住民生活意識の向上	美化意識(自宅･道路)の向上	－	－	美化意識
	まちづくりへの意識の向上	－	－	まちづくり意識、満足度
	地域の歴史､文化の認識の向上	－	－	歴史、文化に対する意識
	交通安全意識の変化	－	－	安全運転意識 安全に対する意識
	定住意識の変化	定住者人口	－	定住感
地域コミュニティの向上	地域団体への加入割合の増加	団体加入者数	－	－
	地域活動への参加割合の増加	恒例行事等の参加者数 施設利用者数	－	地域活動や行事への参加意欲
	地域活動の内容の向上	地域団体数 地域活動内容数	－	－
	地域活動の実施頻度の増加	施設利用件数	－	－
	近所づきあいの内容の向上	－	－	挨拶や会話の内容
	近所づきあいの頻度の向上	－	－	挨拶や会話の頻度
	他地域との交流の向上	他地域と共同開催による催物回数､参加者数	－	－
	地域内のマナーの向上	－	－	マナー意識の向上
	住民同士の信頼感の向上	－	－	信頼感
	住民と行政間の信頼感の向上	－	－	信頼感
	地域内への外出機会の増加	－	－	外出頻度
	外で遊ぶ子供の増加	－	外で遊ぶ子供の人数	子供の屋外遊戯の頻度

表２定性的な評価指標例

視点	効果の内容	評価指標例		
交通状況の改善	歩行者の安心感の向上	子供の満足度	安心感	－
生活環境の改善	街並みの美しさの向上	美しさ	建物改築への関心	看板
	街の賑わいの向上	観光新ルート	－	－
	犯罪の減少	防犯への安心感	－	－
	居住環境としての安心感の向上	夜間の安心感	－	－
	沿道店舗の変化	売上額 空き店舗活用施設	来店者数 空き店舗仲介	新商品
住民生活意識の向上	美化意識(自宅･道路)の向上	美化の状況	－	－
	まちづくりへの意識の向上	企業の関心	まちづくり意識	－
	地域の歴史､文化の認識の向上	歴史的資源再生活動	－	－
	定住意識の変化	定住意識	－	－
地域コミュニティの向上	地域活動への参加割合の増加	地域活動の参加状況		－
	地域活動の内容の向上	イベント数	新ルール	定例会
		新規活動	維持管理協定	－
	地域内のマナーの向上	自動車通行状況	ごみの量	－
	住民と行政間の信頼感の向上	信頼感	－	－

（２）道路空間の整備・有効活用に関する事例集（案）の作成

道路空間の整備や有効活用等の取組みのさらなる促進のために、現場の実務者が住区内の生活道路の計画・設計等の検討をしたり、実施後の効果を評価する時に参考とすることができる取組み例を、その適用性と事業プロセスについて事例集としてとりまとめた。

事例集の構成については、事業目標に視点を置いて事例を分類し、道路空間の整備や有効活用について事例を整理する構成とした。事業目標の分類項目は､「交通の円滑化」､「交通の安全・安心の向上」､「地域活性化・賑わいの向上」､「交通の快適性の向上」､「交通の利便性の向上・歩行者回遊性の向上」､「景観の向上」､「地域住民の交流向上」の７分類を設定した。

事例整理においては、実務者が参考にしやすいように、適用性の視点「問題課題」､「事業目標」､「地区概要（対象道路、土地利用、地域資源)」と、事業プロセスの視点「実施主体」､「事業スケジュール」､「事業内容」､「整備効果」､「事業推進のポイント」の項目で構成した。このうち「事業推進のポイント」では、各事例における事業実施段階に発生した課題やその解決方法、事業実施にあたっての工夫などを記載している。

［成果の発表・活用］

今後、整理した評価指標及び事例集を国総研資料としてとりまとめて発行する予定であり、地方自治体等において、道路空間の整備や有効活用を実施するにあたって参考資料として活用されることを期待している。

歩行空間ネットワークデータ整備の効率化に関する研究

Research on increase in efficiency for pedestrian network data preparation

（研究期間　平成 22 年度～）

道路研究部　道路空間高度化研究室
室　　長　　金子　正洋
主任研究官　　小塚　清

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、地域の様々な課題に対応するため、ユビキタス技術等を活用した自律移動支援システムの構築を目指し、あらゆる歩行者が移動に関する情報を入手できる環境を、街づくりの中に構築することを目指した先進的な取組みを支援するモビリティサポートモデル事業を実施し、得られた成果を広く他地域へ普及・展開していくこととしている。

平成 22 年度は、この自律移動支援システムに不可欠である歩行空間でのバリア情報を含む歩行空間ネットワークデータ仕様案のスパイラルアップを図るため、先行してデータの整備が進められた上野駅周辺地区を対象に、車椅子利用者、視覚障害者などの方々に参加頂き、実際に作成されたデータに対するモニター調査を行った。モニターの方々には、歩行空間ネットワークデータの提供を実際の移動と同時に行い、歩行中及び歩行後にデータ内容についてアンケートに答えて頂いた。この調査により得られた利用者の意見をもとに、データの有用性確認、利用者ニーズのデータ内容への反映、提供情報項目の優先順位付けなどを行うとともに、これらの結果をもとに、ネットワークデータ仕様案における課題を抽出するとともに、利用者にとってより有用なデータ内容についての提案を行った。

我が国における交通安全施策における統計データ分析

Statistical Data Analysis for Traffic Safety Measures in Japan

（研究期間　平成 22 年度～）

道路研究部道路空間高度化研究室
室　　長　金子　正洋
主任研究官　池原　圭一
研　究　官　尾崎　悠太

［研究目的及び経緯］

平成 22 年の交通事故死者数は、4,863 人となり前年よりも減少している。しかしながら、いまだ多くの尊い命が交通事故で失われている。近年の交通事故死者数は、自動車乗車中の死者数は大きく減少しているものの、歩行中や自転車乗車中の死者数はあまり大きく減少していない。また、高齢者の死者数も他の年齢層と比較するとあまり減少していない。従って、このような状況を踏まえ、近年の交通事故の発生状況に応じた交通安全施策を検討することが求められている。

本研究では、近年の交通事故発生状況の傾向・特徴をもとにした交通事故削減のための課題の抽出、抽出された課題を道路交通安全施策へ反映する方策について検討するため、交通事故のデータベースなどをもとに、幹線道路、生活道路、高齢者、自転車などが関わる交通事故発生状況の傾向・特徴に関して分析を行った。その結果、自転車乗車中の死者数及び死傷者数は減少の度合いが小さいこと、自転車が関わる死亡事故は約６割が幹線道路で発生し、死傷事故に関しては約６割が生活道路で発生していること、自動車が従道路から主道路へ進む際に、右からくる順走自転車と左からくる逆走自転車との事故状況を集計し、代表区間における順走・逆走自転車の交通量を踏まえても、逆走自転車の方が危険性が高いことなどを確認した。

幹線道路における効果的な交通事故対策立案手法の検討

Study on Traffic Accident Reduction Effect by Implementing Road Safety Measures

（研究期間　平成 16 年度～）

道路研究部　道路空間高度化研究室
室　　長　　金子　正洋
研 究 官　　尾崎　悠太

［研究目的及び経緯］

日本国内における交通事故による死傷者数及び死者数については、近年減少を続け、2009 年には死者数が 4,914 人となり、昭和 27 年以後初めて 5,000 人を下回る結果となった。さらに、2010 年には 4,863 人となり減少を続けているものの、死傷者数については 90 万人と、依然として多くの国民が交通事故の犠牲となっている。このことから、全国の道路管理者は、交通事故の削減に向けた取り組みを一層強化する必要がある。そのためには、これまでの交通事故対策の結果から得られる対策の効果を分析し、得られた成果を今後の交通事故対策に役立てることが有効である。

本研究では、各交通事故対策が事故発生状況にどのような影響を及ぼすかを明らかにするため、事故対策データベースから得られる情報を整理すると共に、現地調査を実施し、調査結果をとりまとめて現場での交通事故対策検討の参考となる技術資料を作成した。

面的交通安全対策対象地区における効果的交通事故削減手法の検討

Research of Effective Safety Measures in the Area with Higher Risks of Traffic Accidents

（研究期間　平成 21～24 年度）

道路研究部　道路空間高度化研究室
室　　長　　金子　正洋
主任研究官　　本田　肇

［研究目的及び経緯］

警察庁と国土交通省は、交通事故の多い外周道路とそれに囲まれるエリアを「あんしん歩行エリア」として指定し、5 カ年に亘り交通安全対策を実施している。しかしながら、依然として自転車・歩行者関連の死傷事故の多くが生活道路で発生しており、これに対する効果的な対応方策が求められている。

そこで、本研究では、地方公共団体等が面的交通安全対策を効果的かつ効率的に進めるための手引き案を作成することを目的として、交通事故削減に直接寄与すると考えられる自動車走行速度を低減させるための効果的かつ簡易な物理的デバイス・視覚的デバイスの設置手法について検討を行っている。

平成 22 年度は、過年度の研究を踏まえ、簡易な物理的デバイスとしてゴム製ポールを用いて、設置間隔等を変えた狭さくとシケイン合計３パターンを実道に設置する社会実験を実施し、その減速効果を分析検証した。

その結果、シケインにおいて、概ね想定通り、減速効果があることが分かった。その一方、車が接近してくる側を歩行する歩行者から不安感も聞かれたため、歩道のない道路において実際に適用するためには、引き続き、対応策を検討する必要があることが分かった。

安全・安心な自転車走行空間に関する検討

Research of Safe and Secure Bicycle Space

（研究期間　平成 20～24 年度）

道路研究部　道路空間高度化研究室

室　　長　　金子　正洋
主任研究官　　本田　肇
研　究　員　　木村　泰

［研究目的及び経緯］

環境問題や健康に関する関心の高まり等から自転車利用が盛んになってきている。しかし一方、最近 10 年間で自転車対歩行者の死傷事故件数が大幅に増加する等自転車に関する問題も明らかになってきている。そこで、警察庁と国土交通省は、平成 20 年 1 月に自転車通行環境整備モデル地区として全国 98 地区を指定し、自転車走行空間の確保に努めている。

本研究では、これらモデル地区等での自転車走行空間の整備、その後の走行空間のネットワーク化及びそれらの全国展開を支援するため、現行の法令等に基づき、机上での検討により交差点部を中心とした「自転車走行空間の設計のポイント」（以下「設計のポイント」という。）を整理するとともに、社会実験や空間整備後の現地観測及び自転車関連交通事故分析等を通して、より安全・安心な自転車走行空間の検討を行っている。

平成 22 年度は、全国の現場において更に「設計のポイント」が有効活用されるように、社会実験及び空間整備後の現地観測により自転車走行特性を調査分析し、その結果、自転車走行空間の幅員の確保とともに歩行者交通量や歩行者空間の幅員とのバランスの重要性や自転車走行空間の直進性の重要性について知見を得ることができた。

ヒューマンエラーに着目した事故要因分析手法の現場への適用検討

Research on Analysis Technique of Accident that pays attention to Human-Error

（研究期間　平成 20 年度～）

道路研究部　道路空間高度化研究室

室　　長　　金子　正洋
研　究　官　　尾崎　悠太

［研究目的及び経緯］

幹線道路における交通事故は、特定の箇所に集中して発生する傾向がある。道路管理者はそのような箇所から重点的に対策を実施する箇所を事故危険箇所として指定し、事故対策を実施してきた。この事故対策が寄与し、現在では交通事故件数は減少傾向にあるものの、依然として交通事故による死傷者数は年間 90 万人近く存在し、今後も継続した事故対策が必要である。交通事故が集中して発生する箇所の中には、従来の経験的な事故要因分析手法及び対策手法だけでは十分に対応出来ず、対策の実施に苦慮する箇所も見られる。継続した事故対策の実施のためには、このような箇所においても対策に着手する必要があり、対策の実施のための新たな事故要因分析手法及び対策手法の開発が必要である。

そこで国土技術政策総合研究所では、現場におけるより効率的な事故要因分析手法として、アイマークレコーダーを活用した走行実験による事故要因分析手法を開発しているところである。

本研究では、走行実験による事故要因分析手法の確立を目指し、現地での試行を行い走行実験による手法の特徴を整理した。また、走行実験の新たな活用方法として、事故対策案の検証手法の試行を行った。

事故危険箇所の抽出手法に関する検討

Study on Extraction Method of the Road Traffic Accident Hazardous Spots

（研究期間　平成 22～23 年度）

道路研究部道路空間高度化研究室
室　　長　　金子　正洋
主任研究官　　池原　圭一
研　究　官　　尾崎　悠太

［研究目的及び経緯］

現在運用している交通事故統合データベースは、事故データと道路交通センサスデータの関連づけをデジタル道路地図（以下「DRM」という。）のノードを活用することで行っている。DRM が存在しない道路については、交通事故統合データベースの対象外となり、新規供用等により新設された道路での事故データを交通事故統合データベースに反映させるためには、DRM を新しいバージョンへ更新していく必要がある。毎年の DRM の更新時には、道路の改変がなくてもノード番号が振り替わることが多いため、交通事故統合データベースの DRM を新しいバージョンへ更新する際には、ほとんどのノードに対して、新旧のノード番号を対応させる多大な作業が必要となっている。

一方で、平成 22 年道路交通センサスでは、従来の区間割に代わり、幹線道路同士との接続点（交差点、IC 等）などで分割した区間割（以下「新センサス区間」という。）が行われ、毎年更新されることになっている。更新の際は、DRM のノード番号が振り替わることがあるのに対し、新センサス区間では、新規に供用された道路以外は区間割及び区間番号が変更されないことになっている。

本研究では、交通事故統合データベースの更新作業の効率化と今後の交通事故分析の有効性を検討するため、平成 22 年道路交通センサスにおいて設定された新センサス区間を活用する更新方法と従来の更新方法をモデル地域を対象に試行し、メリット・デメリットの整理を行った。その結果、コスト面では新センサス区間を活用する更新方法の方が優れており、事故率の集計では、従来の更新方法の方が事故件数との整合性の面で優れていた。ただし、新センサス区間を活用する更新方法においても、立体交差点、幹線道路同士の交差点では、識別フラグをたてて当該交差点と事故データとの関連づけを図ることで、従来の更新方法と同様の集計が可能になることを整理した。

無電柱化に係るコスト縮減方策検討

Study on Cost Reduction Policies for No Utility Poles

（研究期間　平成 22～23 年度）

道路研究部道路空間高度化研究室
室　　長　　金子　正洋
主任研究官　　池原　圭一
研　究　官　　木村　泰

［研究目的及び経緯］

電線類地中化及び無電柱化の事業は、昭和 61 年度の第１期電線類地中化計画より進められ、第５期無電柱化推進計画までに約 7,700km（平成 20 年度末時点）を実施している。しかし、欧米と比較すると、無電柱化は依然として大きく遅れているのが現状である。近年の無電柱化は、都市景観に加え、防災対策、バリアフリー化等の観点からも面的な整備を推進するものとされ、まちなかの幹線道路に加え主要な非幹線道路も含めた面的な整備を実施するものとされている。しかしながら、コストや施工性等の面であまり普及していない整備手法等もあることから、これらの技術的な課題を明らかにするとともに、コスト縮減に貢献する方策をまとめることが必要となっている。

本研究では、無電柱化に係る技術的な課題の整理、近年の技術開発状況の整理及び各地域で使用されている電線共同溝の仕様図書類の比較検討・整理を行った。その結果、各地の仕様図書類に充分には反映されていない無電柱化の整備手法である、同時整備、地中化以外の無電柱化手法及び既存ストックの有効活用は、採用事例が少ないため、共通的な対応として手続き、関係事業者との調整事項、具体的手法等を明らかにする必要があること、管路材質などは一部地域で柔軟に対応している事例があることから、他地域でも弾力的な運用を行えるようにするため、これら柔軟な対応事例の有効性、効果、適用条件等を整理する必要があることなどをまとめた。

建築物の適法性検査等の信頼性向上に資する マネジメントシステムに関する研究

Study on a management system for improving a reliability of building code inspection

（研究期間　平成 21～22 年度）

建築研究部	部 長	西山 功
建築研究部基準認証システム研究室	室 長	深井 敦夫

For the purpose of improving the reliability of building code inspection, this study aims to develop a management system including the implementation structure, implementation procedure, and record maintenance system of the inspections. The research includes (1) an anecdotal survey in the real market on the quality labeling systems of building materials, (2) the technical support for the industry to develop a new guideline for quality certification of steel, and (3) a survey on inappropriate inspection incidents and accidents relating building materials.

［研究目的及び経緯］

建築物の適法性を検査する施工時の中間・完了検査、使用時の定期調査・検査、違反パトロール等においては、現場において、目視、測定等により確認を行っているところであるが、建築主事等の検査者が施工期間中常駐して検査を行うことはあり得ず、また建材の加工工場等で適法性に係る加工が行われるケースもあることなどから、工事監理者の報告その他の報告書等によって確認することも一般に行われている。これら検査の中では、定期調査・検査制度における検査事項等及び報告様式の告示が平成20 年3 月に改訂されたが、中間・完了検査においては検査方法等が具体に示されていない。本研究は、建築物の施工時及び使用時の適法性検査等の信頼性向上のため、実施体制、実施手順、記録の作成等のマネジメントのあり方について、調査、研究するものである。

［研究内容］

（１）建築材料の品質表示状況に関する事例調査

（２）鋼材の品質証明に関する提案及び試行の支援

（３）建築材料等に関する近年の不適切事案に関する調査

［研究成果］

（１）建築材料の品質表示状況に関する事例調査

建築材料の流通過程における品質表示状況の実態を把握するため、鋼材、鋼材２次製品、セメント・生コン等、木材・金物等、ガラス・内外装材等について、これら製品における品質・性能項目に関し実際に流通している現場における表示状況について調査を行った。

調査を行った約１２０事例については、ほぼ何らかの形で品質表示が行われており、これをもとに、品質・性能を確認することが可能となっている。

調査結果をもとに、表示・証明書の添付等を大別すると以下のとおりである。

①材料そのものに表示があるもの

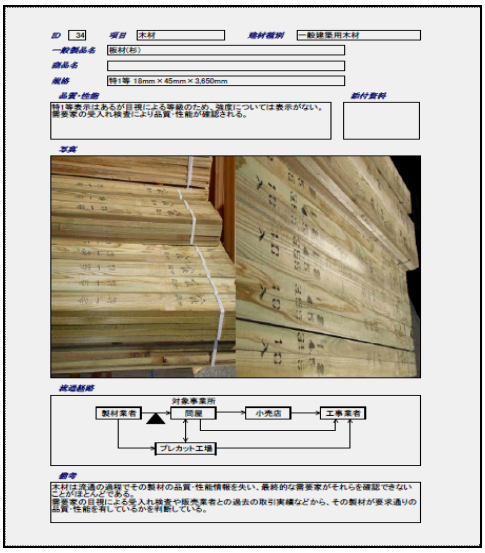
②ロット単位の梱包、外装等に表示があるもの

③証明書、試験成績表等が添付されているもの

④アセンブルされた製品に表示されているもの

また、これらの組み合わせがある。また、表示にも、ＪＩＳや建築基準法に基づく認定等の公的規格等と、業界団体等による自主規格がある。

（参考　調査票の例）



これらのうち、製造された材料がそのまま施工現場に搬入されるものについては、施工段階でも表示による品質確認が可能とみられるが、建築材料によっては、鋼材のように、最終的に２次加工され、建築施工現場に搬入された段階では、材料の表示が消滅してしまう場合もあることから、こうした材料については、流通・加工の過程でも品質表示・証明の継承を確保する必要があることが確認された。特に、安全性に直結する構造躯体等を構成する主要な材料については、こうした観点が必要に重要となる。

（２）鋼材の品質証明に関する提案及び試行の支援

こうした課題も踏まえ、関連団体における検討を支援し、鋼材の品質証明について、新たなガイドラインの作成が行われた。

鋼材については、従来、いわゆる「裏書ミルシート」方式により、その品質証明が行われてきたところであるが、規模がある程度大きな工事では、相当量のミルシートが管理されることとなり、これをチェックすることは大きな負担となっていたことや、実効性を高めるため、より合理的なトレーサビリティの確保が求められていた。

こうした観点から、原品証明書の作成、管理等による新しい鋼材品質証明ガイドラインが作成された。メーカー、流通業者、加工業者等を経て建築現場に供給されるまでのプロセスがトレースできるように、仕様鋼材の種別、規格等を明確化しリストを作成することを求めている。この方式では、加工業者等に対し、部位ごとの使用材料の出所等を明確に記録し、証明書を作成することを求めるもので、適切に業務管理されていることが求められる。この場合、ミルシート原本は、ミルシートを受領した主体において保全することを基本としている。これにより、材料の出所、規則が明確となることから、より合理的・効率的な品質管理が期待できる。また、工事監理や検査等においても活用が期待される。今後さらに、運用ルールの詳細等の作成が進められているところであり、こうした動きを技術的に支援し普及に協力しつつ、注視していくこととしている。

（３）建築材料等に関する近年の不適切事案に関する調査

近年、防耐火に関する建築材料、構造方法や、防火設備に関する不適切事案が公表され、認定の取り消しや改修の実施等が行われる事態となっている。

これらの事例について整理すると、①当初の認定・認証等のプロセスにおける不適切事案（性能評価試験の不正受験等、例：平成 19 年 11 月の防耐火構造認定に係る事案、平成 21 年 1 月の樹脂サッシの防火設備認定に係る事案が該当）、②認定・認証プロセスは適切であるが、その後の製品製造段階での認定・認証条件違反（例：平成 21 年 8 月のプレハブ住宅の型式部材等製造者認証違反等が該当）に大別される。

①については、そもそも認定の根拠となる性能評価における不正であることから、認定そのものの取り消しが行われている。一方、最近でも②に関し防火設備について不適切事案が公表され、必要な性能が確認されないものについては、多くの建築物を対象に改修が必要な事態となっている。これらについては、既に平成 20 年 12 月に社会資本整備審議会の部会において、対策がとりまとめられているが、今後もその状況を注視する必要があると考えられる。

（４）まとめ

建築物における建築材料の使用については、建築基準法において、主要な材料について①JIS・JAS 等の規格適合品　②①以外については、個別に性能評価を行った上で大臣認定　を行うことで、一定の品質を求めてきた。また、これらのほか、構造方法、建築材料については、要求性能（例えば耐火性能、遮炎性能）を明示した上で、当該性能を満たす構造方法・材料について、適合する一般的な仕様は技術基準告示において示すとともに、それ以外の個別製品（仕様）等については、第三者機関による性能評価を行った上で大臣認定が行われている。

こうした構造方法、建築材料は、建築物が期待される性能を発揮するため、表示・認定されている品質が確保されていることが前提となるが、（２）のような関係者による努力が行われる一方で、（３）で述べたように、かならずしも的確にルールが遵守されてはいない現実も見据える必要がある。

引き続き、関係者等における的確な品質表示・証明の普及を支援しつつ、現在、「建築法体系勉強会」が本省において設置・開催され、法体系全体の見直しの検討も視野に入れられているところであり、製造・施行段階でのより的確な品質確保のための方策を引き続き検討していくことが求められるところである。

［成果の発表］

所内及び関係機関の会合等において報告予定。

［成果の活用］

本省及び所内の委員会等における検討の際の参考資料等として活用する。

建築基準の運用状況の実態把握等に関する基礎的研究（その２）

Basic study for a building code implementation

（研究期間 平成22～24年度）

建築研究部		部　　長	西山 功
建築研究部	基準認証システム研究室	室　　長	深井 敦夫
		主任研究官	井上 波彦
		主任研究官	石原 直
		研 究 官	高木 智子

［研究目的及び経緯］

本研究は、平成19 年から施行されている改正建築基準法、住宅品質確保法等の最近の改正法令基準の運用状況について課題の把握、分析等の基礎的な研究を行うものである。具体的には、改正法の技術基準の内容、運用について、実務者からの改善提案等を受け付け、課題を収集・把握するとともに、本省住宅局、（独）建築研究所、建築行政会議、民間機関等と協力して、有識者等による技術基準を検討いただく委員会において、それら課題等を含めて技術基準及びその運用に関するレビュー等を実施するとともに、そこでの議論等を踏まえ、一部技術基準の見直し原案等の検討、作成等を行ってきたものである。

平成22年度は、構造計算適合性判定制度に係る技術的検討を中心に実施し、エクスパンションジョイントで接続する建築物や、鉄筋コンクリート造と木造を併用する混構造建築物等について、構造計算ルートの適用に関する技術基準の見直し原案を作成した。

浮き上がり活用型制振架構形式の展開に関する基礎研究

Basic Study on Development of Structural Systems Utilizing Uplift Responses of Buildings

（研究期間　平成 21～23 年度）

建築研究部	基準認証システム研究室	主任研究官	石原　直
	構造基準研究室	室　　長	小豆畑達哉

［研究目的及び経緯］

安全・安心な建築構造を簡易かつ安価に実現する構造方法の１つとして浮き上がりを許容した架構形式が考えられるが、建築構造の設計においてその学術的・技術的な資料は必ずしも十分に整備・提供・反映されていない。また、危険性のみが強調されるあまりそのメリットを活かせないままとなっており、科学的・工学的な検討が必要となっている。

従来の浮き上がりに関する研究の多くは我々のものを含め、基礎や柱脚等の建築物基部において浮き上がりが生じる場合を取り上げている。この成果に基づく場合、適度な塔状比が要求されるほか、基部周りに設計上の制約が出る可能性がある。また桁行方向は通常多スパンとなるため、張間方向と同等の応答低減効果を得ることは難しい。そこで本研究では浮き上がり位置の調整や多スパン構造に適応した浮き上がり活用型制振架構形式を提案し、その基礎的な振動特性や応答低減効果を明らかにすることを目的としている。

平成 22 年度は、幅に対する高さが小さく、ずんぐりとした建築物を対象に、柱スパン等を意図的に狭めて浮き上がりによる負荷低減効果を活用しやすくした架構を取り上げた。振動特性に関する理論的な解析及び地震応答に関する模型振動台実験を行い、その結果からずんぐりとした建築物にも一定の負荷低減効果が期待できること等を明らかにした。

地震動情報の高度化に対応した建築物の耐震性能評価技術の開発

Development of Building Seismic Performance Evaluation Technologies in Response to the Advance of Earthquake Motion Information.

（研究期間　平成 22～24 年度）

建築研究部	部長	西山　功
	建築新技術研究官	向井　昭義
建築研究部構造基準研究室	室長	小豆畑達哉
	主任研究官	新井　洋
建築研究部基準認証システム研究室	主任研究官	井上　波彦
	主任研究官	石原　直

［研究目的及び経緯］

近年の地震観測網の整備や地震学の進展に伴い、任意地点での地震動の特性が詳細に解明されつつある。観測又は予測された地震動の中には、現在の耐震設計で想定している設計用地震力のレベルを上回るものも少なくない。一方、建築物に作用する地震力は、地表面上の地震動がそのまま建築物に入力すると見なした場合より、かなり低減される場合のあることが知られている。建築物の耐震性能を適切に評価するには、地震動をより精度良く予測することに加え、このような「地震動」と「地震力」との関係を見極めることが不可欠であると言える。そのため、本研究では、建築物の地震観測記録を収集、分析して「地震動」と「地震力」との関係を明らかにし、地震動情報の高度化に対応したより合理的な建築物の耐震性能評価技術の開発に取り組む。本年度は、地震観測記録を収集すべき建築物の範囲、観測体制、及び、観測記録分析のフローについて検討を行った。「地震動」と「地震力」の関係については、地盤種別、地下室の有無、基礎杭の有無、建築物平面寸法、建設地等に着目すべきであり、したがって、これらの因子を網羅するように建築物を選定して地震観測を実施すべきとの方向性を固めた。また、いくつかの中低層建築物について地震計の設置作業に着手し、うち１棟については地震観測を開始した。

小規模建築物の雨水浸入要因とその防止策に関する研究

Research of rain water infiltration factor and prevention countermeasure in small-scale building.

（研究期間　平成 21～23 年度）

建築研究部	建築新技術研究官	向井　昭義
建築研究部構造基準研究室	主任研究官	西田　和生
	主任研究官	宮村　雅史

［研究目的及び経緯］

平成 21 年 10 月 1 日に住宅瑕疵担保履行法が完全施行され、業者に保険への加入や保証金の供託の義務付けがなされた。本研究は、小規模建築物の雨水浸入要因に関する技術資料の整備、将来の技術基準化に向けての防止策の検討を行うものであり、平成 22 年度は、雨水浸入のメカニズムを探る為、開口部、屋根と外壁の取り合い部、バルコニーの笠木部分等を対象として試験体を作製し、風速5m/sから20m/sに至るまでの雨水浸入状況と壁体内外の風圧分布を測定した。さらに、躯体内へ浸入した雨水が、構法及び構成される材料・部材により、どの程度、屋外へ放出されるのかを比較検討する為、気密性の高い次世代省エネルギー住宅に対応した試験小屋２棟を建設し、モルタル直張り構法とモルタル二層下地通気構法の温湿度及び含水率を測定している。

建築実務の円滑化に資する構造計算プログラムの技術基準に関する研究

Research on technical guideline for structural calculation computer program to streamline building engineering design process

（研究期間　平成 21～23 年度）

建築研究部構造基準研究室	室　　長	小豆畑達哉
建築研究部基準認証システム研究室	主任研究官	井上　波彦
	主任研究官	石原　直

［研究目的及び経緯］

平成１９年の建築基準法改正により、プログラムの大臣認定制度が創設され、構造計算書の偽装防止の徹底とともにプログラムによる構造計算の信頼性の確保が図られることとなった。一方、従前より、異なるプログラム間で構造計算の結果にばらつきが見られることが指摘されている。これは、現行の建築基準法令にはプログラムにおける個別のモデル化等の詳細までは標準化されていないため、プログラムにより異なるモデル化方法等が採用されている場合があること等を大きな要因としている。こうした状況は、大臣認定制度の制定後も変わりはない。これらプログラム間でのばらつき等が時として有意な差として現れる場合も考えられるため、建築確認審査では、認定プログラムを使用した構造計算であっても、慎重な取扱いが必要となっている。そこで本研究では、計算結果のばらつきを抑えるため、プログラムが従うべき構造計算の技術基準原案を作成し、建築構造のモデル化等を詳細に定めること等について検討を行う。本年度は、技術基準原案を具体的に検討していくための建築物事例として基本事例３体、その派生事例１６体を作成するとともに、今後、モデル化等の違いによるばらつきやモデル化の妥当性を検討していくため、それぞれについて参照値を算出した。

構造性能に関する建築基準の策定支援のための研究

Research of Support System for regulating Building Codes on Structural Performance

（研究期間　平成 21～23 年度）

建築研究部　構造基準研究室	室　　長	小豆畑達哉
	主任研究官	新井　洋
基準認証システム研究室	主任研究官	井上　波彦
	主任研究官	石原　直

［研究目的及び経緯］

耐震強度偽装事件を踏まえ、平成 19 年に建築基準法令が改正施行されたところであるが、その後も、「建築基準整備促進補助金事業」（住宅局建築指導課主管）により、構造技術基準の一層の適正化、合理化のための検討作業が進められているところである。ここでは、民間の能力を積極的に活用して基準の整備・見直しが図られているが、技術基準を実際の建築生産の場で運用していくには、単に技術的知見を基準として纏めるのみならず、建築設計・施工の実務的な側面や建築確認制度の実情に即した、新基準対応の構造計算プログラムや、建築確認での審査基準、種々の解説書類等、基準運用のための様々な「ツール」が必要になる。 本研究では、建築生産での設計、確認、施工、検査といった一連の流れの中で、新たな構造基準を策定し運用していくには、どのような「ツール」が必要になるかを分析・整理し、「建築基準整備促進補助金事業」の成果を睨みつつ、具体の「ツール」作成のための基礎的情報を入手することを目的とする。本年度は、不整形地盤を有する造成宅地における微動を用いた地盤探査の可能性を検討した。

建築物の長寿命化のための建築構造・材料に関する基礎的研究

Fundamental research on building structure and material for sustainability of buildings

（研究期間　平成 22～24 年度）

建築研究部　構造基準研究室

室　　長　　小豆畑達哉
主任研究官　　宮村　雅史
主任研究官　　新井　洋

［研究目的及び経緯］

フローからストックの時代への移行に伴い、建築物の長寿命化技術の必要性が指摘されてから久しい。しかしながら、建築物の長寿命化技術は、なお発展途上の段階にあり、様々なアプローチからの取組みが求められている。また、建築基準法令は、建築物に関する最低の基準を定めたものであるが、これに対して最低基準以上の性能確保を社会的施策として推奨し、建築物の長寿命化を図る上で、こうした施策を下支えするための技術の蓄積が必要となる。このような状況の下、本研究では、構造システム、材料の耐久性、長寿命化技術の前提となる性能評価技術の高度化等、様々な観点から、建築物の長寿命化に向けた検討を行う。本年度は、特に性能評価技術の高度化という観点から、液状化地盤の地震応答を簡便かつ合理的に算定する方法の開発に取り組み、等価有効応力 の概念を簡略化し、既存の 1 次元等価線形解析プログラムをそのまま利用する手法を提案して、その妥当性と有効性を検討した。また、木造住宅の構造躯体の耐久性に影響を及ぼす劣化要因について、構法及び構成材料・部材の設計・施工の面からも検討した。

防耐火構造・防火材料・防火設備等の品質確保のための維持管理方策に関する研究

Research on the maintenance and management of fire preventive material, construction and equipment for retaining the quality

（研究期間　平成 20～22 年度）

建築研究部
Building　Department
防火基準研究室
Fire Standards Division

室長	成瀬　友宏
Head	Tomohiro NARUSE
主任研究官	五頭　辰紀
Senior Researcher	Tatsuhiro GOTO
主任研究官	仁井　大策
Senior Researcher	Daisaku NII
研究官	山名　俊男
Researcher	Toshio YAMANA

In 2007, the camouflage of specimen to pass the fire test to get approval of the Minister occurred and the doubt of the fire performance quality of fire retardant treated wood was pointed out to the contact point system. It has been more conscious on the point of fire preventive material, construction and equipment to retain the quality of building. We investigated the state-of-the-art of the activity to retain the quality by both the association controlling the material, construction member and fire door approved by the Minister before 2000 and the individual body getting the approval of the Minister. Also we did fire tests for performance of fire retardant treated wood. We introduce the summary.

［研究目的及び経緯］

平成 19 年に起きた国土交通大臣認定のための性能評価試験において不正な試験体を使用して試験に合格し認定を受けていた問題や、コンタクトポイント（民間からの基準見直し提案）に薬剤処理した木材等の防火性能の耐久性に関する疑問が提案されるなど、防耐火構造・防火材料・防火設備等の建築物の火災安全に関する問題意識が高まっている。建築物の性能を含めた品質を維持するためには、建物建築時の初期の品質確保と使用期間中の維持管理が重要となる。

建物の建築時（初期）の品質確保のためには、設計内容が施工者に正しく伝わり、材料や施工現場での品質管理が重要になる。防耐火構造や防火設備についても全く同様であり、使用する材料の品質や大臣認定の仕様に従った施工やその品質管理が問題となる。また、建築基準法では、建築物の所有者等は建築物を常時適法な状態に維持するように努めなければならず、特殊建築物等の構造や建築設備、一定規模以上の建築物の建築設備の劣化の状況の定期調査報告を義務づけており、建物の維持管理のための情報となり得、建物所有者や使用者に対しても建物の維持管理のための基本的な情報提供が重要である。しかしながら、使用期間中に急速に性能低下する恐れが心配されるような材料やこれらを使用した構造等については、現物による性能確認や定期調査報告制度の中で確認することは難しい。このような問題は、火災安全上建物所有者や使用者にとってきわめて重要な問題である。

そこで、本研究では、薬剤処理木材の防火性能の耐久性確認を実施し、国土交通大臣による認定（以下、大臣認定という。）を取得した団体が、品質確保のためにどのような情報を設計者や施工者、建物所有者に提供しているのかを調査したので、概要を報告する。

［研究内容］

（１）薬剤処理木材の防火性能の耐久性確認

（２）大臣認定取得団体の品質管理のための取り組み状況に関するアンケート調査

（３）旧通則認定団体の品質管理のための取り組み状況に関するヒアリング等調査

［研究成果］

（１）薬剤処理木材の防火性能の耐久性確認

コーンカロリー計試験により初期の発熱性能の確認を行ったところ、結果に大きなバラツキがあり、品質に問題があることが分かった。また、試験体を２年程度室内環境で曝露した後、コーンカロリー計試験により発熱性能の確認を行ったところ、顕著な防火性能の変化は認められなかったものの、暴露した全ての材料の表面全体に白化現象(表面に白い粉状のものが出現)を起こし、建築材料としての品質に問題が生じた。

（２）大臣認定取得団体の品質管理のための取り組み状況に関するアンケート調査

アンケートは、1926 社、19163 件の認定に対して郵送で依頼し、9885 件の回答（回答率 51.6%）を得た。

その結果、設計者・施工者・建物所有者に対して、取り組みを行っているものは、すべて販売実績のあるものであった。そこで、販売実績のあるものの総数を母数としてそれぞれの取り組みの項目の総数を割合で示すと、表１に示すとおりである。

販売実績の総数に対する設計者・施工者・建物所有者に対する取り組みを行っているものの割合は、それぞれ 79%、65%、16%となっている。なお、この結果からは、カタログや施工マニュアル等がないために販売実績がないのか、販売実績がないから施工マニュアル等を作る必要がなかったのかは明らかではない。

設計者に対しては、認定取得者の作成による仕様書・解説書による情報提供が 39.7%で最も多く、配布方法は郵送・ネット配信・訪問等がそれぞれ同程度の割合であった。施工者に対しては、認定取得者が作成した施工マニュアルによる情報提供が 50.0%で最も多く、訪問等による配布が 41.1%を占めた。また 31.4%で施工方法に関する講習会を実施し 13.7%で資格制度を創設して、品質の確保を行っていることが分かる。建物所有者に対しては、性能補償期間を提示しているのはわずか 16.1%で、維持管理マニュアルの作成 32.0%や保守改修の案内 24.0%と、設計者や施工者への取り組みに比して取り組みが少ないことが分かる。

この中で、業界団体等が作成した仕様書・解説書・マニュアルは 15%程度を占めており、業界団体等による施工・品質・維持管理等に関する取り組みが行われていることが分かる。このことは、認定内容が業界団体として技術的に共通していることによる。

（３）旧通則認定団体の品質管理のための取り組み状況に関するヒアリング等調査

大臣認定取得団体の品質管理のための取り組み状況に関するアンケート調査で、業界団体等による施工・品質・維持管理等に関する取り組みが行われていることから、代表的な業界団体として 2002 年まで通則認定を管理していた団体（2011 年 4 月時点で防火材料等関係団体協議会に参加の 21 団体）に対して、ヒアリング調査及びアンケート調査を実施した。

2002 年にすべて個別認定に移行して以来、現在も同様に旧通則認定団体が認定の管理等をしている団体は 9 つある。ただし、製品や施工に対する責任は、すべて製造者や施工者にあるという回答を得た。

品質管理のための取り組みとして、ホームページを通じた情報提供が、設計者対象 17 団体、施工者対象 12 団体、所有者対象 7 団体で行われており、基準類の作成販売やガイドブックの配布が、設計者対象 3 団体、施工者対象 6 団体、所有者対象 2 団体であった。Q&A 形式の解説が 11 団体で行われている。また、施工の品質確保の取り組みとして、技能検定等の制度を設けている団体が国家検定制度で 2 種 2 団体、自主検定制度で 4 種 4 団体あり、2009 年に廃止された国家検定制度が 1 種 1 団体あることが把握できた。

［成果の発表］

ホームページによる情報の提供等。

［成果の活用］

大臣認定取得者が品質管理等の活動のための参考資料とする。

表１．大臣認定された構造・材料・設備等の施工・品質・維持管理等への取り組み状況

1)設計者に対する取り組み											
①カタログを作成・配布	②仕様書・解説書を作成・配布									③その他	④なし
		作成者				配布方法					
		認定取得者	業界団体等	学会等の第三者	その他	郵送	ネット配信	訪問・イベント等で配布	その他		
79.1%	51.3%	39.7%	14.4%	0.8%	1.2%	23.5%	26.2%	28.7%	10.0%	15.8%	7.7%

2)施工者に対する取り組み												
①施工マニュアルの作成・配布									②施工方法に関する講習会の実施	③資格制度の創設	④その	⑤なし
	作成者				配布方法							
	認定取得者	業界団体等	学会等の第三者	その他	郵送	ネット配信	訪問・イベント等で配布	その他				
65.0%	50.0%	16.9%	0.4%	2.3%	24.4%	22.4%	41.1%	17.6%	31.4%	13.7%	19.9%	18.7%

3)建物所有者に対する取り組み															
①性能保証期間等の提示	②維持管理マニュアル等の作成・配布									③保守改修の案内				④その他	⑤なし
		作成者				配布方法					送付先				
		認定取得者	業界団体等	学会等の第三者	その他	郵送	ネット配信	訪問・イベント等で配布	その他		建物所有者	施工者	製品の販売代理店	その他	
16.1%	32.6%	25.9%	13.3%	0.0%	1.3%	11.1%	18.8%	23.2%	8.3%	24.0%	8.8%	19.8%	17.2%	1.9%	17.5%	46.5%

高層建築物の地震後の火災安全対策技術の開発

Development of Postseismic Fire-Safety Technology for High-Rise Buildings

（研究期間　平成 21～23 年度）

建築研究部　防火基準研究室	室　　長	成瀬　友宏
	主任研究官	五頭　辰紀
	主任研究官	仁井　大策
	研　究　官	山名　俊男
建築研究部　基準認証システム研究室	主任研究官	石原　直

［研究目的及び経緯］

本研究は、中程度以上の地震（概ね震度 5 強を超える地震）に対して、火災安全に関連する耐火構造・防火設備等の挙動に関する技術的な情報を実験・解析により蓄積し、地震後の火災安全性に関する明確な技術基準がない概ね 10 階を超える高層建築物が中程度以上の地震の作用を受けた直後の在館者の継続使用を可能とするために必要な火災安全等の対策技術を開発し、新築建築物を対象として、これらの技術を前提とした設計基準及び地震直後の緊急点検・避難指針を作成する。また、これらの開発技術が組み入れられていない既存建築物を対象として、その保有する地震後火災安全性能に応じた、地震直後の継続使用または避難のための判断基準を明示した地震直後の緊急点検・避難指針を作成することを目指している。

平成 22 年度は 21 年度に引き続き、高層建築物において地震直後の緊急対応からおおよそ 1 ヶ月の間対応すべき事柄をまとめたガイドライン原案を作成した。また、鉄骨構造体の柱と梁部分の耐火性能に関して実験的検討を行い、地震被害との関係を確認した。さらに、防火区画壁の地震による被害と耐火性能の関係と対策について実験的な検討を行った。

建築物の防排煙規定の合理化に関する基礎的研究

Fundamental Study on rationalization of Smoke Control Standard of building

（研究期間　平成 22～24 年度）

建築研究部　防火基準研究室	室　　長	成瀬　友宏
	主任研究官	五頭　辰紀
	主任研究官	仁井　大策
	研　究　官	山名　俊男

［研究目的及び経緯］

建築物の防排煙に関する規定では、排煙設備や防煙区画、防火設備の遮煙性等種々の対策を要求しているが、制定後既に４０年あまりが過ぎ、新たな知見や新技術をとりいれた合理的な規定とすることが求められている。特に規定内容が、建築形態や空間特性によらず画一的な仕様で決められており、目指すべき機能要件や要求性能の安全水準が明確ではない。本研究では、建築形態や空間特性だけでなく、可燃物の発煙性状や室用途に応じた防排煙規定の合理的なあり方を提言することを目的としている。

平成 22 年度は、平成 21 年度に制定された加圧防排煙方式の告示の中で規定された、空気逃し口に用いられる排煙風道の必要性能についての検討を行い、耐火性能確認のための試験方法を確立し、また性能確認実施用の試験体の作成を行った。

住宅省エネルギー基準策定支援のための実証的研究

Empirical Research for Contributing to Energy Conservation Standard for Residential Buildings

（研究期間　平成20～22年度）

建築研究部
Building Department
環境・設備基準研究室
Environment & Equipment Standards Division

室長	足永　靖信
Head	Yasunobu ASHIE
主任研究官	倉山　千春
Senior Researcher	Chiharu KURAYAMA
主任研究官	西澤　繁毅
Senior Researcher	Shigeki NISHIZAWA

住宅研究部　住環境計画研究室
Housing Department

主任研究官	三木　保弘
Senior Researcher	Yasuhiro MIKI
主任研究官	三浦　尚志
Senior Researcher	Hisashi MIURA

Energy consumption of residential buildings has been evaluated by using the experimental dwellings, in which occupants' behavior is simulated mechanically. But more detailed data is needed for dealing with new energy-saving equipment, unclear techniques, and a variety of lifestyles. This research has improved the estimation method of energy conservation related to air conditioning system, floor heating, cooling and ventilation.

［研究目的及び経緯］

平成19年度までに、居住者の生活を機械的に模擬するシステムを導入し、生活スタイルの違いや省エネルギー設備の導入が室内環境やエネルギー消費に与える影響を実証する実験を進めることで、住宅の省エネルギー施策に資するデータを整備してきた。しかし、新しく開発された省エネ設備や検討が十分でない負荷削減技術、多様な家族構成、ライフスタイルを考慮した省エネルギー施策を行うためには、より一層の知見収集が必要であった。

本研究では、集合住宅試験体、戸建住宅試験体等を用いた実証実験からエネルギー消費量削減効果の検討を行い、新技術開発動向ならびに生活実態を反映した住宅省エネルギー技術策定支援のためのデータ整備をすすめた。

［研究内容］

（１）最適なエアコン容量提案法に関する検討
（２）床暖房・エアコン暖房併用時の評価に関する検討
（３）冷房・通風の使い方による冷房消費エネルギー削減効果の検討

［研究成果］

（１）最適なエアコン容量提案法に関する検討

家庭用ルームエアコンディショナ(以下、エアコン)を対象に、暖房時の使用方法の違いによる消費エネルギーの違いを検討するために、居住者の生活行動に伴う室内発熱や機器使用スケジュールを機械的に模擬することが可能な集合住宅試験体を用いて実験を行った。その結果、実験に用いた集合住宅で発生する暖房負荷は、定格負荷より小さい場合が大半であり、立ち上げ時の運転や発停を伴う運転では機器の効率が低くなることを確認した。

表1　最適容量選定後のエアコンの仕様

暖房		定格COP	定格能力 [W]	最大暖房能力 [W]	定格消費電力 [W]
現状		6.67	2800	5900	420
提案	間欠運転	6.67	1677	3533	251
	24時間運転	6.67	650	1369	97

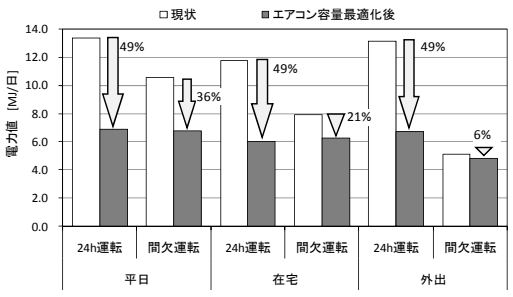
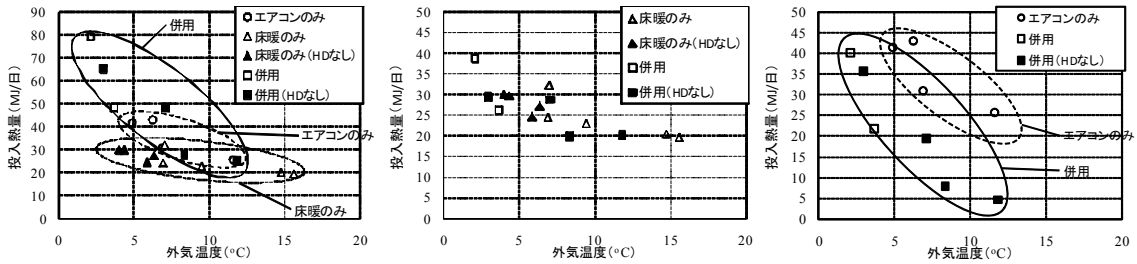


図1　容量最適化後のエネルギー消費量



(a) 投入熱量合計　　(b) 床暖房による投入熱量　　(c) エアコンによる投入熱量

図2　併用運転時および単独運転における投入熱量

この結果は、ある程度大きな負荷を処理できるよう能力に余裕をもった設計となっていることにより生じており、容量が大きすぎるエアコンを選択すると、稼働が非効率になるおそれがあるため、実使用状況で発生する負荷に応じた最適容量のエアコンを提案する方法を検討し、最適容量選定時のエネルギー消費量を算定した(図1、表1)。

（２）床暖房・エアコン暖房併用時の評価に関する検討

住宅においては、エアコンと床暖房、コタツとストーブなど、暖房機器を複数使用(併用)する場合が少なくないが、暖房機器を併用する場合の供給熱量の分担の時間的推移や実現される室内環境については不明な点が多く、温熱環境の快適性や省エネ効果の評価が難しい状況にあった。そこで、集合住宅試験体を用いて床暖房とエアコン暖房を併用した実験を実施し、実使用状況に応じて実現される室内環境と投入熱量の検討を行い、併用時には、エアコンは投入熱量が小さくなるものの床暖房の投入熱量が大きく変わらず全体としては投入熱量が大きくなるといった特徴が確認された(図2)。今後、床暖房やエアコンの設定による影響や実現される室温を考慮した室内環境の同等性について検討を行う必要がある。

（３）冷房・通風の使い方による冷房消費エネルギー削減効果の検討

集合住宅試験体において通風冷房行為をはじめとした居住者の生活を模擬した実験を行い、夏期および中間期の室内温熱環境、エネルギー消費量等の計測を行って、居住者の生活行為が室内温熱環境に及ぼす影響と窓開けの方法や、冷房設定温度、冷房開始温度が冷房消費電力量に及ぼす影響を検討した(図3、図4)。

また、アンケート調査と併用して計測機器を配布して、窓開閉と冷房使用に関する調査を行い、多様な窓開閉と冷房使用の実態を確認するとともに、窓開放の上限温度と冷房時の実現温度と冷房開始温度の整理を行った。

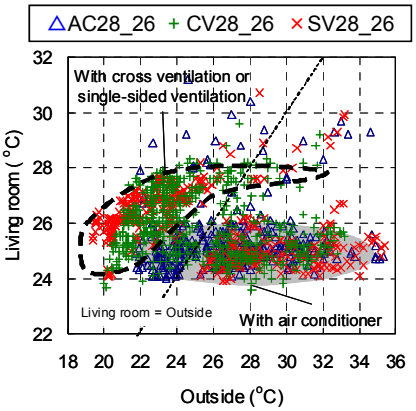


図3　外気温と室温の関係(301号居間)

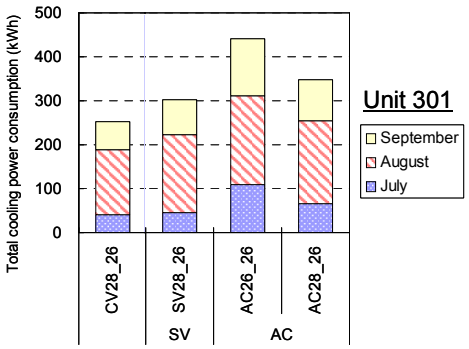


図4　実験結果に基づく冷房電力消費量推計値(301号)

［成果の発表］

三浦他：エアコンの運転スケジュールと暖房能力がエネルギー消費量に与える影響(第1報、第2報)，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集p. 2023～2070, 2010

Nishizawa et al, "Verification of the Effect of Cross-Ventilation on Energy Conservation by Simulating Occupant Behavior", International Journal of Ventilation, Vol.8 No.3, pp.265-276 (2009)

［成果の活用］

住宅事業建築主の判断基準におけるエネルギー消費量計算方法への反映

業務用建築の省エネルギー性能に係る総合的評価手法及び設計法に関する研究

Research on a Comprehensive Evaluation Method and Design Method Related to Energy Conservation Performance of Non-residential Buildings

（研究期間　平成20～22年度）

建築研究部
Building Department

	部長	西山　功
	Director	Isao NISHIYAMA
環境・設備基準研究室	室長	足永　靖信
Environment & Equipment Standards Division	Head	Yasunobu ASHIE
	主任研究官	倉山　千春
	Senior Researcher	Chiharu KURAYAMA
	主任研究官	西澤　繁毅
	Senior Researcher	Shigeki NISHIZAWA
住宅研究部　住環境計画研究室	主任研究官	三木　保弘
Housing Department	Senior Researcher	Yasuhiro MIKI
	主任研究官	三浦　尚志
	Senior Researcher	Hisashi MIURA

The quantity of carbon dioxide emissions caused by the consumption of energy in the Business and Related Fields (office buildings, commercial buildings) has been increasing remarkably (in 2008, to 43.0% of the 1990 level). This research has improved the precision of energy conservation evaluation indices for non-residential buildings (energy consumption prediction technology developed to verify the characteristics of the operation of equipment and building envelope) and provided the technological foundations to develop the practical design guidelines.

［研究目的及び経緯］

「業務その他部門」（事務所建築、商業建築等）におけるエネルギー消費に起因する二酸化炭素排出量は、「家庭部門」を上回る顕著な増加傾向にある（2008年度で1990年比43.0％増）。このような状況下において「業務その他部門」の省エネルギー・二酸化炭素排出削減対策について我が国としての十分な備えを行うことが不可欠となっており、採用を推進すべき要素技術の確認と基準・制度により到達すべき削減目標水準の明確化が課題となっている。また、現行の建築物（非住宅）の省エネ基準については、想定している建物の使用条件が固定的で実条件を加味した省エネ対策が評価されていない、小規模建築物（延床面積2,000㎡未満）の為の基準が未整備といった課題が山積している。

本研究では、業務用建築を対象とした省エネルギー評価指標の高精度化を目ざし、設計仕様毎の省エネ性評価に基づいた設計手法をとりまとめ実務者へ提供することを目的とし、省エネ措置とエネルギー消費削減量、費用対効果の関係を明確にする技術的基盤の整備を目指した。

［研究内容］

（１）設備の実使用条件下動作性状に関する調査
（２）中央式空調システムの特性計測
（３）建築内部使用機器の消費電力の評価
（４）空調負荷予測モデル・エネルギー消費量予測モデルの検証
（５）省エネ設計手法の枠組整理

［研究成果］

（１）設備の実使用条件下動作性状に関する調査

建物所有管理者、研究機関研究者を対象に、業務用建築の設備の実使用条件下動作性状に関して存在するデータの聞き取り調査を行い、既存データの項目、対象範囲、信頼性、詳細さなどについて整理し、信頼性が高く詳細なデータについてエネルギー消費量、空調

負荷、給湯負荷等に関するデータ等システム効率情報の整備を行った。また、あわせて、建築設備のシステムとしての性能を評価する点における現状データの限界・課題について民間実務者、研究機関研究者の見解を収集・整理した。

（２）中央式空調システムの特性計測

中央式空調設備を導入する建物において、熱源、補機、搬送系のエネルギー消費量ならびに供給熱量について詳細に計測を行い、熱源機(吸収式冷凍機)、補機(ポンプ、冷却塔等)、搬送機器(ポンプ、給排気ファン等)についての運転状況に対応した特性を整理するとともに、空調システムとしての実働効率について検討を行った(図1)。また、通常の監視業務で取得しているデータと対照して運転状況ならびに監視データの問題点を確認し、既存データを活用する際の課題の事例として整理した(表1)。

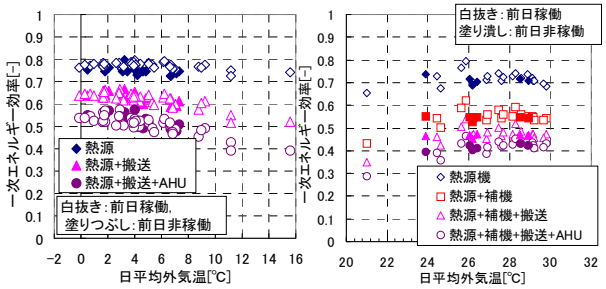


図1　一次エネルギー効率(左：暖房、右：冷房)

表1　計測した空調システムで明らかになった問題点

・運転上の問題点：冷温水ポンプの流量が過大、バイパス流量が過大、AHU系統において流量が過小で往還温度差が極端に大きくなる【監視データでは計器がなく把握不能だった】 ・監視用データの記録値の単位変換に不備あり【運用開始より未確認のままだった】

表2　プリンタの電力消費量予測モデルのパラメータ

コピー機／プリンタ		P1	P2	P3
平均消費電力[W]	印刷時	455	570	420
	待機モード	160	220	220
	スリープモード	5(想定値)	1.6	180
待機モード継続時間		1時間	2時間	2時間
印刷枚数から印刷時の電力消費量を予測する際の比例定数k[Wh/枚]		0.65	0.45	0.73

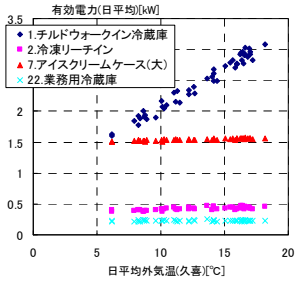


図2　小規模小売店舗の冷凍冷蔵設備の特性

（３）建築内部使用機器の消費電力計測

事務所等で使用されるOA機器類(コンピュータ、プリンタ等)、小売店舗の食品保存設備、照明設備、動力設備(エレベータ)等を対象に消費電力の計測を実施し、電力負荷ならびに空調負荷を発生する機器類について実使用状況に応じた電力消費量の特性・予測モデルを資料として整理した(表2、図2)。

（４）空調負荷予測・エネルギー消費量予測モデルの検証

地域、建物(外皮、開口部)、室使用条件等をパラメータとして設定した簡易モデルにおける熱負荷計算結果から空調負荷予測モデルの検討を行った。在室、機器、照明等の使用条件を対応させた室の使用用途毎に日平均外気温度から日積算負荷を算定するモデルである。暖冷房期に空調設定温度に差を設定しなければ外気負荷もあわせた空調負荷の日積算値を合理的に算定できることを確認し、特性計測等で得た計測結果を用いた比較検証を実施した。また、熱源、搬送系等も含めた空調エネルギー計算方法を適用し、消費エネルギーの検討を行った。

（５）省エネ設計手法の枠組整理

省エネ要素技術について文献調査および設計実務者、メーカー等への聞き取り調査を行い、規模の小さい建物を中心に採用されている省エネ要素技術の動向について整理した。また、省エネ要素技術の技術資料を収集し、用途、規模、設計手順で取り込む段階等で整理した(表3)。また、中小規模事務所ならびに小規模店舗における省エネ設計におけるプロセスを整理した。

表3　省エネ要素技術の特性の整理

主な省エネ手法			建物用途(負荷の傾向)		建物規模		空調・給湯熱源		建築計画への影響
項目	細目	省エネ手法の例	冷房負荷大	暖房・給湯負荷大	大	中小	中央	個別分散	
自然エネルギー	自然採光	自然採光	○	○	○	○	○	○	A
	自然換気	自然換気	○	○	○	○	○	○	A
	自然エネ利用	太陽光発電	○	○	○	○	○	○	B1 屋外
		太陽熱利用	○	◎	○	○	○	△	B1 屋外
		地中熱利用	○	○	○	○	○	△	A
		井水熱利用	○	○	○	○	○	△	B2
		外気冷房	◎	○	○	○	◎	△	B2
エネルギー・資源有効利用	エネルギーの効率的利用	コージェネレーション	○	◎	○	○	○	△	B1
		排熱回収	○	◎	○	○	○	△	B2
		排気熱回収(全熱交換器)	○	○	◎	◎	◎	◎	B2
		下水熱利用	○	◎	○	△	○	×	B1
	電力負荷平準化	水蓄熱	○	○	○	○	○	×	B1
		氷蓄熱	◎	○	○	○	◎	◎	B1～B2
		ガス冷房	◎	◎	○	○	◎	◎	B2
	搬送エネ最小化	VAV(変風量制御)	○	○	○	○	◎	×	C
		VWV(変流量制御)	○	○	○	○	◎	×	C
		換気量制御(CO2)	○	○	○	○	◎	△	C
	照明エネ最小化	高効率照明	○	○	○	○	◎	◎	C
		人感センサー	○	○	○	○	◎	◎	C
	水資源の有効活用	排水再利用／雨水利用	○	○	○	○	○	○	B1
		節水器具等	◎	◎	◎	◎	◎	◎	C

○：採用可能性有、◎：採用可能性大、△：採用可能性小、×：採用不可
A：建築計画そのものに直接かかわるもの(サッシ、トップライト等)
B1：機械室・水槽等設備スペースを大きく必要とするもの
B2：機械室・水槽等設備スペースを必要とするが、B1ほど大きく必要としないもの
C：設備計画単独で検討できるもの(建築計画への影響が極めて少ないもの)

［成果の発表］

西澤他：中規模建物の中央式空調システムにおけるシステム実働特性の分析と監視用データの検証, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集p. 1311～1314, 2010

［成果の活用］

建築省エネルギー基準の改定に向けた技術資料として活用、負荷予測モデルへの反映

建築物の居住性、省エネルギー性に関する基盤的研究

Basic Research on indoor environment and energy conservation

（研究期間　平成 22～24 年度）

建築研究部　環境・設備基準研究室	室　　長	足永　靖信
	主任研究官	倉山　千春
	主任研究官	西澤　繁毅
	主任研究官	秦　　良昌

［研究目的及び経緯］

建築物の環境及び設備に関する基礎的・基盤的研究により、新たな社会的ニーズに対応を図るため、居住性、省エネルギー性の向上技術を開発する。

今年度は以下の研究を実施した。ISO 等の動向調査を基に、オフィスに普及しているカーテンウォールの熱的性能評価を行う上で必要となる評価項目の整理や設計手法の課題等を整理した。JISA2102「窓及びドアの熱性能－熱貫流率の計算－」の制定に際してグレージングの構造を考慮した窓の熱貫流率の計算方法について物理的背景を整理するとともに、建築省エネルギー基準における取り扱い等の問題点の整理・検討を行った。建築基準法における設備、衛生関連の各種規定に関して、階層的な性能規定化の観点から目標、機能、検証方法等の検討を行い、エンジニアリング･アプローチによる規制システムのあり方を考察した。

低炭素・水素エネルギー活用社会に向けた都市システム技術の開発

Development of urban system technology to achieve a low-carbon society based on hydrogen energy

（研究期間　平成 21～24 年度）

建築研究部	部　　長	西山　功
建築研究部　環境・設備基準研究室	室　　長	足永　靖信
	主任研究官	秦　　良昌
	主任研究官	西澤　繁毅
建築研究部　防火基準研究室	室　　長	成瀬　友宏
	主任研究官	仁井　大策
都市研究部　都市開発研究室	主任研究官	鍵屋　浩司
住宅研究部　住環境計画研究室	主任研究官	三木　保弘
	主任研究官	三浦　尚志

［研究目的及び経緯］

エネルギー媒体としての「水素」は、電力と熱を必要とする需要家の傍に設置して高い発電効率と排熱利用が可能である燃料電池のエネルギー源であり、使用時に二酸化炭素が生じない、人工的に製造可能であり、搬送・貯蔵も可能であるなどのメリットがあるが、デメリットとして、金属に侵入しやすく配管等の強度を低下させやすい、着火時の状態によっては激しい爆発を生じるので慎重な扱いが必要であることがあげられる。

本研究では、新たなエネルギー媒体としての水素の供給及び利用に関する技術的課題として、水素配管技術、業務建築エネルギーシステム技術及び都市エネルギーシステム評価技術をとりあげ、都市建築物のエネルギー効率向上及び再生エネルギー源等との組み合わせを検討することにより、現状に比べて二酸化炭素排出量 50%削減を実現するための方策を提案する。

本年度は、今年度は検討会の下に水素配管部会、業務用省エネルギー部会、都市エネルギーシステム部会を設置して検討を進めた。水素の安全性及び活用可能性に関して、水素の貯蔵、輸送における建設・設備技術の開発状況の調査、海外基準の調査、水素配管等に関わるコスト調査等を実施するとともに、一般ガス配管設置状況と漏出事例を調査し、数値計算により水素漏洩時の建物内および周辺での水素蓄積性状及び対策の検討を実施した。

また、空調設備のエネルギー消費特性に関して、個別分散型空調設備を中心とした空調設備のエネルギー消費特性の検討を行うとととともに、個別分散空調設備の設計方法に関する調査を行った。また、燃料電池の性能特性について調査を行い整理した。

都市エネルギーシステムの評価プログラムに関しては、地域水素活用のエネルギー供給源となる再生可能エネルギーについて基礎データを収集し、水素活用システムの検討に資する資料として整理した。また、具体的な地方都市を念頭に、エネルギー需要特性や既存インフラ、水素活用システムの技術開発動向に基づき、現実性の高い水素活用モデルに関する検討を行い、具体化に向けた実証事業や実用化検証などの次ステップに向けた評価やスケジュールについて検討を行った。また、幅広いニーズに対応できる都市エネルギーシステム評価プログラムの開発仕様書を作成した。

住宅セーフティネットの維持・構築に関する研究

Research on Management of Housing Safety-net

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部
Housing Department
住宅計画研究室　　室長　　森　正志
Housing Planning Division　　Head　　Masashi MORI

It becomes more important to build an effective safety net system for housing under recent economical and social situation of Japan, such as aging, declining birth rate, lingering depression, etc. In this research, we examined the condition of the people with handicap for housing and systems to support them, with the aim of obtaining information to consider relating policy hereafter.

［研究目的及び経緯］

住宅は、「国民生活の健康で文化的な生活にとって必要不可欠な基盤」として位置づけられている（住生活基本法第６条）。住宅は通常、市場における売買、貸借等を通じて確保されるが、所得や心身の状態などからそれが難しい世帯等に対しては、住宅確保のための支援策等を講じる必要がある。

本研究においては、「住宅・住生活セーフティネット」を、これら住宅の確保に特に配慮を要する世帯等を対象とした住宅確保容易化のための社会的な手立てや仕組みとして位置づけ、今後の国や地方公共団体における施策検討の基礎資料等を得るための各種の調査等を実施した。

［研究内容］

（１）住宅・住生活セーフティネットに関連する社会的状況等に係る資料等の収集等
（２）具体的取組に関する資料の収集・調査
（３）現行の制度や取組みに関する課題等の検討整理

［研究成果］

（１）住宅・住生活セーフティネットに関連する社会的状況等に係る資料等の収集等

住宅・住生活セーフティネットに関連する社会的状況については、文献・資料収集等により次のような事項に関する実態把握を行った。

①　住宅確保に特に配慮を要す世帯等をめぐる状況

住宅セーフティネットの対象となる世帯等の類型としては、低所得者・世帯、高齢者・世帯、母子家庭等の子育て世帯、障害者・世帯、外国人・世帯等が挙げられる。（「住宅セーフティネット法」（後出）では、「住宅確保要配慮者」として定義されている。）

これら世帯等の経済状態等の実態について文献・資料収集等による把握を行った。これには、いわゆるホームレスに関する実態、生活保護（住宅扶助などを含む）の被保護者の動向・状況、上記の住宅確保に関しハンディキャップを負った世帯の動向などが含まれる。

②　国などにおける制度等の整備動向

このような状況を背景に住宅セーフティネットに関わる国の法令等各種制度も整備・充実されてきている。

具体的には、平成 18 年の「住生活基本法」とこれに基づく「住生活基本計画（全国計画）」等、同年の「地域住宅特別措置法」等、翌 19 年の「住宅確保要配慮者に対する賃貸住宅の供給の促進に関する法律」（いわゆる「住宅セーフティネット法」）とこれに基づく「住宅確保要配慮者に対する賃貸住宅の供給の促進に関する基本方針」、同 21 年の「高齢者の居住の安定確保に関する法律」（「高齢者住まい法」）とこれに基づく、国土交通大臣と厚生労働大臣が共同で定める「高齢者の居住の安定の確保に関する基本的な方針」などがあり、また、平成 23 年には、住生活基本計画（全国計画）の見直しが行われている。

これらの整備により、公的資金や住宅ストックの一層の効率的・効果的活用、民間住宅を含めた、より広範で多様なセーフティネットの整備、ハードとソフト、住宅施策と福祉施策、民間の多様な主体・地方・国など、関連する様々な立場・機関のより密接な連携による施策や具体的取組の効果的推進などの枠組みが形成されてきていると考えられる。

（２）具体的取組に関する資料の収集・調査

①　地方公共団体、ＮＰＯ等の取組

これら住宅・住生活セーフティネットの維持・構築

に向けては、地方公共団体やＮＰＯなどの様々な主体による取組みが、成果をあげてきている。文献調査などによりこれらの実態等の状況把握を行った。

② あんしん賃貸ネット等

民間住宅を含む重層的なセーフティネット構築の取組みの中で、国が地方公共団体、民間団体等と協力して進めてきたのが「あんしん賃貸支援事業」である。

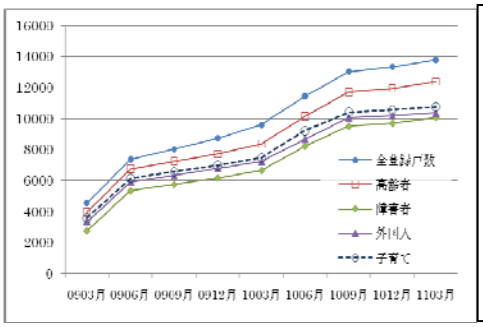
この事業は、民間賃貸住宅の市場において、住宅確保に配慮を要する世帯並びに賃貸人の双方の不安を解消するための仕組みを構築し、民間賃貸住宅市場の環境整備を図り、高齢者世帯等の円滑入居と安定した賃貸借関係の構築を支援することを目的として平成 18 年度に創設された。

事業の内容は、「あんしん賃貸住宅」、「協力店」、「支援団体」の登録制度を設け、あんしん賃貸住宅の賃貸人と入居希望者の双方に対して国、地方公共団体、協力店、支援団体が連携して居住支援と登録情報の提供等を行うものである。ウェブサイト「あんしん賃貸ネット」により関係者・関係機関の情報共有と入居者等による自由で効率的な住宅検索を可能にしている。

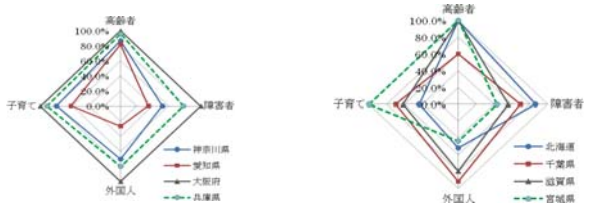
ここで検索できる登録住宅等に関する情報は、民間住宅を活用したセーフティネットの可能性を検討する上で貴重なものと考えられることから、本研究の中で、同ネットにおいて登録・公開された住宅等の実態概要の調査を行った。（図 1～3 参照）

詳細な説明は省略するが、サイトでの情報量（登録住宅数等）は伸びてきているものの、一般の不動産に関するネット情報に比して小さく、さらなる量的・質的充実が望まれる。登録内容（種類別の戸数比率等）は地域ごとに特徴があり、各地域の施策や民間を含む支援の取組等の成果をあげていること、一般の不動産サイトや、対応する世帯類型別の比較では、家賃、規模、建設年次等の分布に差異があることなどが推測される。

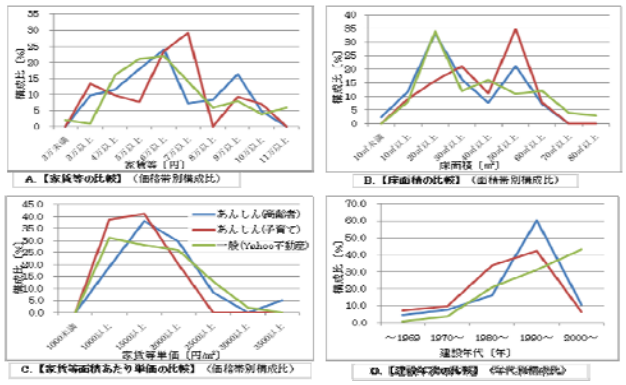
なお、あんしん賃貸支援事業は、当初 5 年間を目処に開始されたこと、国土交通省の予算監視・効率化チームによる判断などを理由に、平成 22 年度末で終了し、ウェブサイトも一部を除き閉鎖されることとなった。今後は地方公共団体や、居住支援協議会の活動などの各地域での取組に引き継がれることとなる。従来の統一サイトでは地域ごとの特色のある内容を比較できる利点があったが、今後は、このような利点が失われないような工夫が求められよう。各地域での関係者・機関の連携強化により、住宅入居希望者や賃貸人双方にとって使いやすく信頼と魅力のある情報提供、実際に登録される住宅の多様性の確保などに一層取り組んでいくことが期待される。



【図-1】「あんしん賃貸住宅」の登録戸数（全数及び対応世帯類型別の推移）



【図-2】各地域（都道府県）別の「あんしん賃貸住宅」の登録状況（対応する世帯類型別の構成比②）



【図-3】「あんしん賃貸ネット」と「一般のネット情報」掲載住宅の比較（名古屋市内の場合）

（３）現行の制度や取組みに関する課題等の検討整理

経済社会状況や公的制度をめぐる状況が急速に変化する中、住宅・住生活のセーフティネットに関する制度は整備されてきており、今後はこれらを活用して各地域ごとの効果的なセーフティネット整備を進めていくことが求められる。住宅の提供というハードの制度のみでは施策効果の実現が期待できない。住宅と福祉等関係分野の連携が一層強力に行われるようなしくみと、入居後の支援も含めた重層的・多次元的な対策を実現できるような施策整備が必要と考えられる。

［成果の活用］

国及び地方公共団体における住宅セーフティネット関係の施策、制度等立案、運用方法の検討等の参考資料とする。

多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発

Development of Planning and Management Technologies for the Ultra-long-life Houses

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部	部長	大竹　亮
Housing Department	Director	Ryou OOTAKE
	住宅瑕疵研究官	高橋　暁
Research Coordinator for Housing Warranty		Satoru TAKAHASHI
住宅計画研究室	室長	森　正志
Housing Planning Division	Head	Masashi MORI
住宅ストック高度化研究室	室長	眞方山　美穂
Housing Stock Division	Head	Miho MAKATAYAMA
住環境計画研究室	室長	長谷川　洋
Residential Environment Planning Division	Head	Hiroshi HASEGAWA
住宅生産研究室	室長	有川　智
Housing Production Division	Head	Satoshi ARIKAWA
	研究官	角倉　英明
	Research Officer	Hideaki SUMIKURA
都市研究部　都市計画研究室	室長	明石　達生
Urban Planning Department, Urban Planning Division	Head	Tatsuo AKASHI
	主任研究官	大橋　征幹
	Senior Researcher	Masamiki OHASHI

The goal of forming high-quality housing stock, we developed the design methods and management system for the apartment and wooden detached houses. Through this project we proposed a draft for the evaluation method of variability level of dwelling space in apartment buildings, and proposed a rough draft for the evaluation of degradation of existing RC apartments. Also, we published several guidelines such as the application of Structural Health Monitoring for houses, the practical guides of long-life design and maintenance for wooden detached houses.

［研究目的］

本研究は、国土交通省総合技術開発プロジェクトとして、長期利用可能な住宅の新築及び管理の適正化と改修による既存住宅の長寿命化に関する調査研究を行い、住宅の長寿命化の推進に係る関係施策における技術基準等の検討のために必要となる技術的知見や根拠データ等を整備することを目的とする。

［研究内容］

本研究では、高度な耐震性・耐久性・可変性・更新性と優れた維持管理性能を備え、多世代にわたって利用可能な社会的資産となりうる新しい住宅像を「多世代利用型超長期住宅」（以下、多世代利用住宅という。）と定義し、多世代利用住宅の形成及び管理に関する調査研究を実施した。具体的には、多世代利用住宅（共同住宅及び戸建住宅）と宅地等基盤の目標性能水準を設定したうえで、新築時の共同住宅の設計・計画技術、長期の適正なマネジメントシステム、木造住宅の維持管理手法等を検討した。既存住宅についても、躯体性能等に応じた多世代利用化改修を実施する際の目標性能水準の設定、多世代利用化改修を促進するための診断・改修技術や改修実施の手法、改修後の長期マネジメント手法等について検討した。また、耐震性等の経年変化に係る管理技術として、管理・流通における構造ヘルスモニタリングの技術利用を検討した。さらに、多世代利用住宅を支える既存宅地等の安全性向上の観点から、液状化対策技術等について検討した。

［研究成果］

多世代利用住宅（共同住宅）の設計・供給手法及びマネジメント手法に関する研究成果として、「共同住宅における住戸区画の可変性の評価手法及び可変性を有していると評価できるスケルトン空間の基準案」、「マンションの長期マネジメントに向けた新たな計画手法」等を提案した。また、住宅の長寿命化に資する良好な住環境のマネジメント手法に関する研究成果として、

「住環境の性能水準（日照等）を安定的に確保できる敷地条件の基準案及び協調ルール」等を提案した。

既存共同住宅（特に区分所有マンション）の改修等による多世代利用化に関する研究成果として、「既存共同住宅の躯体性能の評価手法と評価基準」、「既存共同住宅の多世代利用に向けた目標性能水準」、「多世代利用化改修に向けた改修技術の適用手法、改修計画の策定手法、改修に係る情報管理手法」、「マンションにおける２戸１改修の実施手法」等を提案した。

多世代利用住宅の管理技術の研究成果として、実大建物の加振実験を通じた解析手法及びセンシング技術の実用性検証と運用上の課題抽出に基づき、技術利用の共通認識のための「多世代利用住宅の維持管理・流通を支える構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン」等を作成・提案した。

戸建て木造住宅に関する研究成果として、木造住宅のつくり手、維持管理等の担い手や住まい手が配慮・実施すべき事項について調査整理し、戸建て木造住宅の長寿命化・多世代利用のための、設計・施工、維持管理、住み継ぎ対応などに関する指針(案)を作成・提案した。

多世代利用住宅を支える宅地地盤の安全性技術に関する研究成果として、「住宅が建ったまま行える空気注入法による宅地地盤の液状化抑制技術」を開発するとともに、「既存宅地擁壁の耐久性評価のための目視調査等の実施要領」を提示した。また、多世代利用住宅の住宅価値の持続性のために、立地する街区の相隣環境規範の確立に向けたデータ等を提示した。

［成果の発表］

国総研ホームページにプロジェクト特設サイトを設け、技術開発の検討資料、中間成果等の公表・配付を行っている。また、研究論文集・学術雑誌（日本建築学会大会学術論文梗概集、建設技術展等でのポスター展示など）で所外発表等を行っている。

［成果の活用］

共同住宅の可変性の評価手法の基準原案は、長期優良住宅法に基づく長期優良住宅の認定基準(面積基準)の見直しの技術的根拠･データとして検討されている。また、既存住宅に係る目標性能水準や躯体性能の評価基準案に関する検討成果は、長期優良住宅（既存）の認定基準検討に活用される見込みである。

構造ヘルスモニタリング技術の利用ガイドライン、戸建て木造住宅の長寿命化のための各指針(案)、設計・維持管理指針、既存宅地の液状化対策技術の技術検証実験データ等は、ホームページ等を通じて公表・配付し、住宅の長寿命化に向けた設計者、施工者、所有者等の実務実施を支援している。

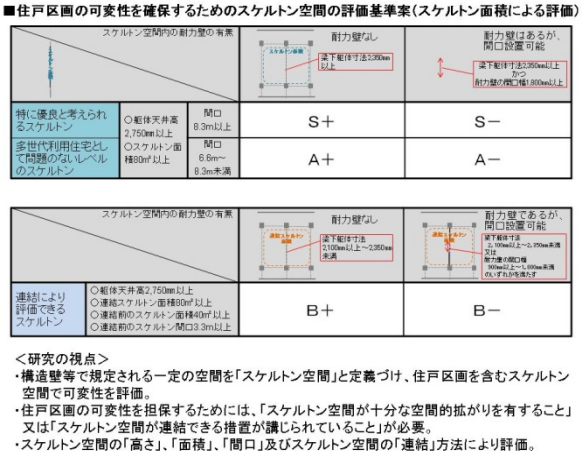
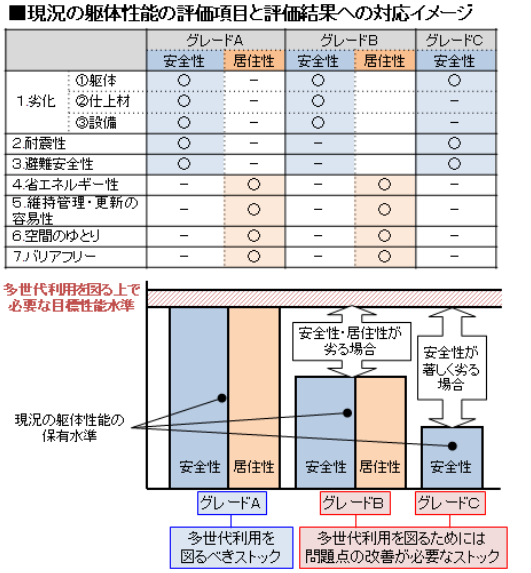


図１　研究成果の概要（住戸区画の規模の可変性の評価）



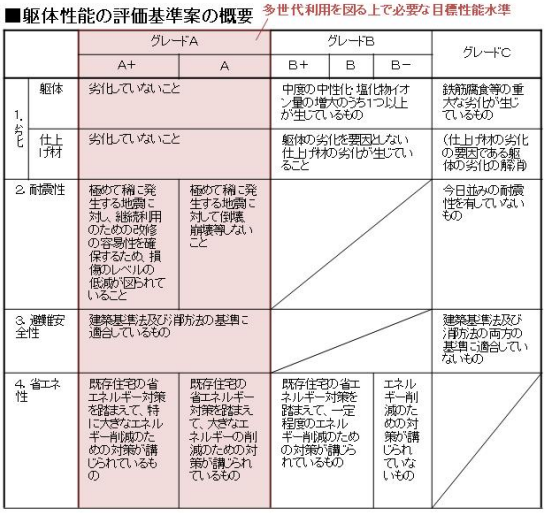


図２　研究成果の概要（既存住宅の躯体性能の評価）

参考：

多世代利用総プロ　ポータルサイト

http://www.nilim.go.jp/lab/ieg/tasedai/portal.htm

良質な住宅ストック形成のための住情報提供手法に関する基礎的研究

Fundamental study on Technique for maintaining information on house to increase the number of high quality houses

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住宅ストック高度化研究室

室　　長　　眞方山美穂

主任研究官　　西田　和生

［研究目的及び経緯］

現在、住宅性能表示により、住宅の機能・性能に関する一部の情報は提供される仕組みができつつある。また、供給者側でも簡易なコスト算定が可能な機能を持たせた HP を提供するなど、支援のための情報提供も行われている。しかしながら、必ずしも建築に関して専門的な知識を持たない消費者にとっては、理解が困難であったり、またそれらの情報にうまく辿り着けないということが多々ある。

本研究では、現在、さまざまなメディアを通じて提供されている住宅取得時ならびに維持保全段階等での情報を収集、整理し、建築技術について専門的な知識を持たない消費者が住宅の質的な評価を行うために必要な情報の提供手法について検討する。今年度は、主に自治体等で公表されている HP を対象に情報収集し、住関連情報の種類や分類方法を検討し、提供されている情報の体系整理を行った。また、消費者が住宅を取得する際に住宅に要求する事項を抽出するツールを用いた検証実験結果をもとに、住宅取得における要求事項から必要情報の検討を行った。

居住環境の実態と住まい手による居住環境評価に関する基礎的研究

Basic Study on the actual condition and evaluation of residence environment

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部　住環境計画研究室
Residential Environment Planning Division

室長　長谷川　洋
Head　Hiroshi HASEGAWA
主任研究官　三木　保弘
Senior Researcher　Yasuhiro MIKI
主任研究官　三浦　尚志
Senior Researcher　Hisashi MIURA

This study aims to clarify the actual conditions and resident's evaluation of residence environment. Main subjects are as follows; 1) Evaluation of residence environment by analysis of the Housing Census. 2) Analysis of site conditions to secure stable durations of sunshine as integrated index of residence environmental standard. 3) Trial calculation on luminous environment influenced by the differences of locality and housing types. 4) Empirical evaluation of indoor thermal environment influenced by the type of heating systems and their operation systems.

［調査目的及び方法］

本研究は、住環境水準の向上に向けた課題の把握及び住環境マネジメントに係る計画手法の確立に向けて、住まい手による居住環境評価及び居住環境の実態に関する基礎データの収集、整備を目的として実施するものである。具体的には、次の調査研究を実施した。

(1)住生活総合調査のデータ分析により、住まい手による住環境評価の実態を明らかにした。

(2)住環境水準の総合指標である「日照」に着目し、具体街区を対象としたケーススタディにより、良好な住環境形成の観点から、日照を安定的に確保するための敷地条件に関する定量的分析を行った。

(3) 住環境水準のうち、街区の日照・採光の状況が十分に確保されている場合の室内昼光環境に着目し、地域の違い、住居形態の違いが及ぼす影響について気象データをベースにした検討を行った。

(4)住環境水準のうち、住宅内部の温熱環境に着目し、暖房設備・機器の暖房方式の種類、運転設定やスケジュールなどの運転方法が室内の温度分布や放射環境に与える影響について、実験結果より整理した。

［研究内容］

(1) 住生活総合調査の分析による住環境の評価

住生活総合調査(住宅需要実態調査)の分析により、住まい手による住環境評価の実態を明らかにした。住宅及び住環境に対する評価の経年変化をみると、住宅に対して「不満」（多少不満と非常に不満の合計）を持っている世帯は経年的に減少しているが（平成 5 年調査 49.4%→平成 20 年調査 32.0%）、住宅まわりの「住環境」に対する不満はほとんど改善していない(平成 5 年調査の 32.5%→平成 20 年調査 32.3%)。なお、平成 20 年住生活総合調査において住環境の不満内容をみると、「敷地やまわりのバリアフリー化の状況」の不満率は半数を超え、ついで「まわりの道路の歩行時の安全」、「治安、犯罪発生の防止」、「火災・地震・水害などに対する安全」の不満率が４割を超えている。また、住宅所有関係別に不満率をみると「敷地やまわりのバリアフリー化の状況」や「敷地の広さや日当たり、風通しなど空間のゆとり」は民間借家で特に高い。

(2) 日照を安定的に確保するための敷地条件に関する定量的分析

住環境を評価する性能項目は、景観・街並み、空間の開放性、プライバシー、安全性等様々であるが、住環境水準の総合指標である「日照」に着目し、日照を安定的に確保するための敷地条件に関する定量的分析を行った。低層建築物と中層建築物が混在する第一種中高層住居専用地域の地区（南北細長街区。周辺道路約 4m、指定容積率 200％・最大利用可能容積率 160％）を対象とし、地区内の各敷地において容積率を最大限活用した建築が行われたとした場合の街区プランを作成し、日照を安定的に確保できる敷地条件を分析した。

日照時間の評価にあたっては、各地区の用途地域で定められている日影時間を用い、「日照時間 ＝８時間（8 時から 16 時）－日影時間」とした（但し、既成市街地において複合日影を考慮するため最大日照時間４時間とする)。作成した容積率最大活用プラン（隣接街区でも総３階建の高さの建物壁面が連続すると仮定）



図1　容積率を最大限活用した場合の各敷地内建物における日照時間の測定結果（南北細長街区）

に基づき、街区内の各敷地内建物について複合日影を考慮して得られる日照時間を分析した（測定面は日影規制の4m、建物壁面中央部で測定）。その結果、南北細長街区の対象地区では、南側に空地や道路が確保できる敷地を除き、大半の敷地では4時間日照を得ることは困難であり、日照を安定的に確保するためには、敷地面積200㎡が必要であることが明らかとなった。

(3) 地域の違いや住居種別の違いが室内の昼光環境に及ぼす影響に関する検討

日照・採光環境を考えるにあたり、街区の昼光環境の程度を踏まえ、住宅室内で得られる昼光環境についても検討する必要がある。そこで、住宅周りが開放され、敷地として昼光が十分に確保されている場合の室内昼光環境に着目し、地域の違い、住居種別の違いが及ぼす影響についてデータ検討を行った。

開けた周辺環境を有する戸建て・集合住宅の標準的な間取り（2階建てプラン及び集合住宅のユニットプラン）を想定し、省エネ法区分の寒冷、温暖、蒸暑地の気象データ（拡張AMEDASデータ）に基づいて、日中（8時～18時）の居室、非居室部分の室内昼光照度（床面照度分布）を試算した。なお、日照が開口に直接照射している時は、カーテンを閉めるものとしてカーテンの透過率を乗じた。試算結果は以下である。

・地域性に関しては、寒冷地と蒸暑地で大きな昼光導入量の差がある。
・住居の形態に関しては、集合住宅では非居室部分で十分な昼光が得られず、照明が必要な箇所が生じる。

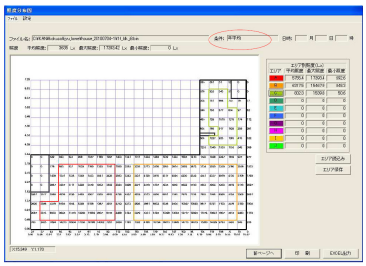


図2　戸建て住宅の昼光照度分布（年間）の算出

(4) 暖房方式や運転方法が室内の温熱環境に与える影響の実験による評価

上下温度分布や放射温熱環境の形成は、暖房方式、特に空気式か放射式かによって大きく異なる。主な空気式の暖房機器としてルームエアコンディショナーを、放射式の暖房設備として温水式床暖房を取り上げ、これらの暖房設備・機器を運転した場合あるいは同時に併用した場合の室内の温熱環境を実験により把握した。

実験は、(独) 建築研究所内の実験用集合住宅における外気温度が成り行きのより実態に近い状態における実験と、(独) 北方建築総合研究所の人工気候室内に建てたモデル住宅の中で実施した定常状態下による詳細な実験の2通りを行った。暖房方式によって上下温度分布の形成が異なり、設定温度と部屋中央部で測定された温度とに乖離があること、その乖離が断熱性能に大きく影響されること等を明らかにした。また、暖房方式を併用した場合は、床暖房への熱の投入と部屋への放熱とに時間遅れがあるために、日中のオーバーヒートを防ぐための運転方法の整理が必要であること等が明らかとなった。



図3　実験の様子
（左：北方建築総合研究所におけるモデル住宅内での温度分布測定　右：建築研究所における集合住宅での温度分布測定）

［成果の発表と活用］

本研究の成果は、既成住宅市街地の住環境水準のマネジメント手法や住宅屋内の居住環境水準の向上手法のあり方を考える上での基礎資料として活用する。

地域特性に応じた住宅施策の効果計測手法の開発

Development of policy evaluation technique of Local Housing policy

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部　住環境計画研究室　　室長　　長谷川　洋
Residential Environment Planning Division　　Head　　Hiroshi HASEGAWA

This study aims to propose a rational policy evaluation technique suitable for a local housing program. Firstly, I made logic models suitable for 17 basic local housing programs and proposed various outcome indexes for policy evaluations based on outcomes on the logic models. Secondly, I proposed an original impact evaluation method suitable for local housing programs.

［調査目的及び方法］

地方公共団体が自主性と創意工夫を生かした住宅施策を展開することがますます重要となっている。この際、政策目標の実現に向けて実施する個々の住宅施策の効果を評価し、それを以後の施策展開に反映させていく仕組みが重要となる。住生活基本計画や地域住宅計画等の住宅政策の計画体系においても、成果指標の設定による施策評価が行われるようになってきている。しかし、現状の施策評価においては、施策の結果がアウトカム目標の達成にどうつながるかの論理的な関連性を十分に考慮したアウトカム評価が行われていない場合が多く、また、政策目標の達成に対する各施策のインパクト評価が難しいことが課題として挙げられる。

このため、本研究は、地方公共団体が地域の課題やニーズに応じて実施する多様な地域住宅施策について、ロジックモデルの作成に基づくアウトカム評価及びインパクト評価のモデル手法を開発する。

［研究内容］

(1) 地域住宅施策に適したロジックモデルの提案

従来のロジックモデルは、行政の活動から成果の発現までの過程を「資源」「活動」「結果」「成果」の４段階に分解して表現する。こうした構造は単一施策の結果が最終アウトカムに直結する波及過程を説明するには適している。しかし、住宅施策は、従来の直接供給から市場重視に転換してきており、地方公共団体が住宅消費者や事業者に働き掛けて、民間住宅市場を通じて目標達成を目指す施策が中心となりつつある。また、施策対象や実現ツールが多様な施策を複合的に組み合わせて行う施策が増加してきている。従来のロジックモデルの構造では、こうした特徴を有する地域住宅政策の複雑な因果関係を適切に表現することができない。

このため、地域住宅施策におけるアウトカムの展開過程について、①主体（住宅所有者、事業者等）の『認知・理解』の変化、②住宅に関する行動の実施や行動内容の比較・選択等の『検討』、③よりよい住まいづくりに向けた具体の『行動』、④個々の行動の集積による『状態の改善（効果の定着）』という過程を経て、⑤居住者や地域社会の変化として現れる『最終アウトカム』が達成されるという過程を想定し、こうした構造を表現するロジックモデルを開発した（図１）。左から「認知・理解」、「検討」、「行動」、「状態の改善」、「最終アウトカム」という段階を示し、各段階の論理的つながりを示す矢印の順にしたがってアウトカムが展開される。また、各アウトカムの実現及びアウトカムの展開を促すための具体のインプット施策を該当するアウトカムの下に上向き矢印で表示している。

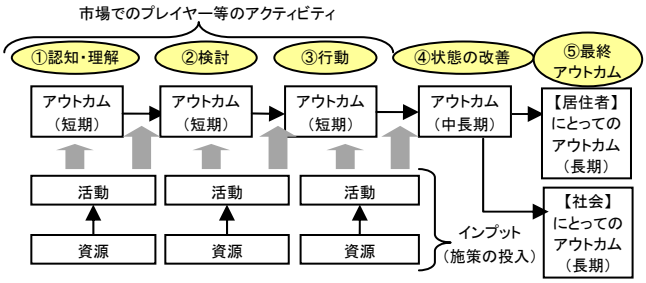


図1　地域住宅施策のロジックモデルの表現構造の提案

(2) ロジックモデルに基づくアウトカム指標の提案

全国の地域住宅施策を網羅的に収集し、施策の目的、内容、実現ツールを分析し、体系的に分類した（表－1）。整理した地域住宅施策のうち、全国の地方公共団体において幅広く取組みが可能な施策、複数の事業により構成されこれらの複合により目標の達成を目指す施策、を抽出しロジックモデルを作成した。最終アウトカムの内容が類似する施策タイプを「ロジックモデルの検討単位」として一つにまとめ、計 17 のロジックモデルを作成した。表１の施策目的名の後に記載の①～⑰が作成単位を示している。

表1　地域住宅施策の体系の分類結果

目標		施策の目的 ※1
	災害に対する住宅及び住環境の安全性の確保	災害全般に強いまちづくりの推進
		地震に対する安全性の確保①
		雪に対する安全性の確保④
	日常生活における住宅及び住環境の安全性の確保	火災に対する安全性の確保
		犯罪に対する安全性の確保②
		住宅構造に起因する家庭内事故からの安全性の確保⑧
		住宅の健康性の確保
		地域の交通安全性の確保
2. 誰もが快適に暮らすことができる	住宅の快適性の確保	良質な住宅の普及③
		地域の気候風土に適した住宅の普及④
		既存住宅の性能向上の促進⑤
	住環境の快適性の確保	密集住宅市街地の面的整備
		良好な街なみの整備⑥
		住宅敷地の細分化の防止⑥
		空地・空家の適切な管理の促進
		市街地の緑環境の整備⑦
	世帯の状況やニーズに応じた暮らしの実現	高齢者・障害者等が住みやすい住宅の普及⑧
		子育て世帯が住みやすい住宅の普及⑨
		福祉施設・子育て支援施設の整備⑧⑨
3. 地域を持続的に維持・発展させる	環境にやさしい住まい方の実現	環境に配慮した住宅・住宅地の普及⑩
		雨水対策により水資源の有効利用
		緑を増やし地域の微気象の緩和⑦
		長寿命住宅の普及③
		既存住宅の適正な管理の促進⑪
		リフォームにより既存住宅の長寿命化の促進⑤
		流通の円滑化による住宅の長期利用の促進⑫
	地域資源を活用して地域の個性の維持、地域経済の活性化	地域らしい景観・街なみの維持・形成⑬
		地域の伝統的まちなみの保存⑬
		地域材（木材・瓦等）の活用の促進⑭
		地域事業者の活用による地域産業の活性化⑭
	地域の社会的活力の維持	まちなか居住の促進⑮
		郊外団地・ニュータウンの再生⑯
		地方定住・二地域居住の促進⑰
	コミュニティの醸成	地域住民等による住まい・まちづくり活動の活性化⑮⑯
4. 居住の安定確保、誰もが安心して暮らせる	日常における居住の安定の確保	居住の安定確保要配慮者への公営住宅の適切な供給
		誰もが住まいを安定に確保
		高齢者・障害者等の住まいの安定の確保⑧
		子育て世帯の住まいの安定の確保⑨
	被災時の迅速な居住の安定の確保	被災者の応急住宅の確保の円滑化
		被災者の住宅再建の円滑化

次に、作成したロジックモデルの各アウトカムに対応する成果指標を検討し提案した。アウトカムの達成状況を直接的に表現するアウトカム指標の設定を重視し、国の住宅関連統計調査の活用に加え、地方公共団体の行政内部データの活用可能性を調査して提案を行った。表２に高齢者関連施策について、

表2　成果指標の提案の一例（高齢者関連施策）

	アウトカム	成果指標
状態の改善段階	バリアフリー・UD 対応の住宅の増加	バリアフリー・UD 対応の住宅への改修の実施を評価している世帯の割合：「リフォームをした」かつ以前の住宅に比べて「高齢者等への配慮が良くなった」と評価した世帯の割合
		バリアフリー・UD 対応の住宅の取得を評価している世帯の割合：「家を新築した」「建て替えた」、かつ以前の住宅に比べて「高齢者等への配慮が良くなった」と評価した世帯の割合
	バリアフリー・UD 対応の民間住宅の供給の定着	民間分譲住宅における住宅性能表示制度の高齢者等配慮対策等級が等級〇以上の住宅件数
	高齢者・障害者等が安心して住める民間住宅の供給の定着	高齢者・障害者の住宅確保に関する相談件数
		民間住宅における住宅性能表示制度の高齢者等配慮対策等級が等級〇以上の住宅件数
	高齢者・障害者等が安心して住めるバリアフリー・UD 対応の住宅の普及・定着	全住宅ストックに占めるバリアフリー・UD に対応した住宅（高齢者等のための設備等のある住宅）の割合：全住宅（世帯）に占める「高齢者等のための設備等」のある住宅（世帯）の割合
	バリアフリー・UD 対応の住宅に居住する高齢者・障害者の増加	高齢者・障害者等世帯のうちバリアフリー・UD に対応した住宅（高齢者等のための設備等のある住宅）に居住している世帯の割合：高齢者のいる全住宅（全世帯）に占める「高齢者等のための設備等」のある住宅（世帯）の割合
	住宅の構造に起因する家庭内事故の危険性の減少	住宅の構造に起因する家庭内事故の発生件数
最終アウトカム段階	高齢者・障害者等の住宅・住環境に対する満足感・安心感の向上	住宅における高齢者・障害者等への配慮に満足感を持っている世帯の割合：住宅についての満足度「高齢者等への配慮」に満足している世帯の割合
	介護費や介護・介助負担の減少	介護費用・介護コストの削減率
	医療費の減少	医療費の削減率

状態の改善及び最終アウトカム段階の成果指標の提案例を示す（実際は検討・行動等の各段階も提案）。

(3) 地域住宅施策のインパクト評価手法の提案

アウトカム目標を達成するために実施する複数のインプット施策のうち、各施策のインパクトを評価するための手法を開発した。具体的には「行動又は状態の改善」レベルのアウトカムの定量的状態と、関連するインプット施策の実施量の関係をクロス集計により分析し、「状態の改善」レベルのアウトカムの改善に大きく寄与する効果的なインプット施策を探索的に抽出する手法を提案した。図２にそのイメージを示す。専門的な統計分析を必要としないため、地方公共団体のインハウス職員が実施可能な実践的手法として期待される。

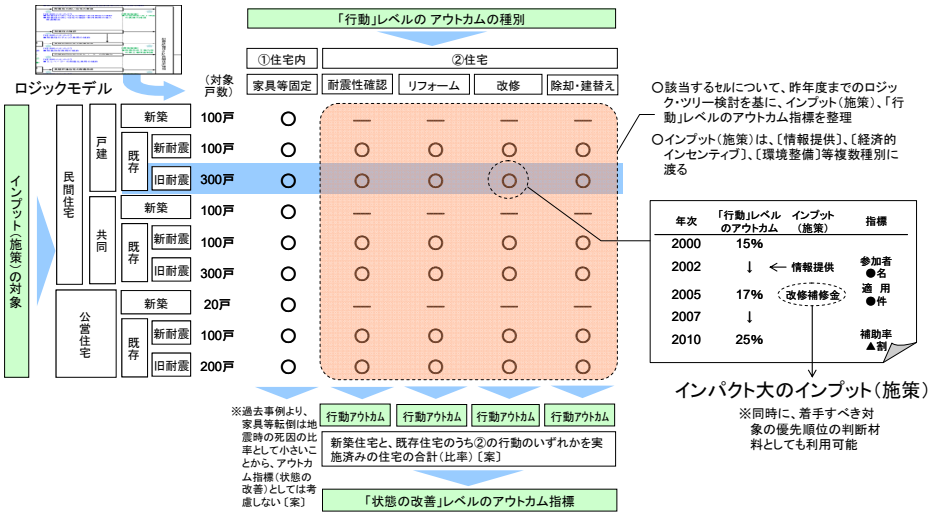


図2　インパクト評価のためのアウトカムとインプットの関係分析のイメージ

［成果の発表と活用］

開発した手法を精査吟味し、地方公共団体等向けのマニュアルとして取りまとめて公表する。提案した指標は住生活基本計画の見直しにも反映されており、また、マニュアルの公表を通じて、論理的な施策評価に基づく効果的な地域住宅施策の普及につなげていく。

住宅種別に応じたエネルギー消費性能評価法の開発

Development of evaluation method for energy consumption performance on the renovation of existing housing

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住環境計画研究室　　主任研究官　三木　保弘
主任研究官　三浦　尚志

［研究目的及び経緯］

家庭部門における CO2 排出量抑制が喫緊の課題となっており、これまでに新築住宅を対象としたエネルギー消費量の評価手法が開発されている。今後、省エネルギー施策のさらなる推進を図るには、既存住宅ストックについても対策を講じることが極めて重要となるが、既存住宅については、特に評価の前提として改修前の躯体・設備の性能の把握や、改修を行った部分を既存部分と一体で評価する方法の開発等が必要であり、新築住宅の評価方法と比較して検討すべき課題が多く、これまで既存住宅の改修に関する評価法の作成は実現に至っていない。このため、本研究では、評価方法の拡張に向けて、省エネルギー改修を対象とし、多様な住宅種別・改修方法に対応したエネルギー消費量に基づくエネルギー消費性能評価法を作成することを目的としている。成果は、省エネ法に基づく住宅の省エネルギー基準等の施策に反映させることを念頭に置いている。今年度は、省エネルギー改修の事例収集、省エネルギー改修を実施するに至った理由（居住者の動機や省エネルギー以外のその他の関連する改修など）の調査、省エネルギー改修の実施前後の住宅・設備機器特性（省エネ性、建設・製造年など）を行った。

高齢者向け住宅・サービス供給方式の有効性評価と今後のあり方に関する研究

Study on the evaluation of elderly housing from the viewpoint of cooperation with medical service and care service

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住環境計画研究室　　室　長　長谷川洋
住宅研究部　住宅計画研究室　　室　長　森　正志

［研究目的及び経緯］

本格的な超高齢社会の到来を迎える中で、医療・介護サービス等のニーズを持った高齢者が安心居住できる住まいの重要性が高まっている。このため、本研究は、医療・介護等のサービスと連携した高齢者向け住宅の供給方式の実態や課題を明らかにし、今後の高齢者向け住宅のあり方を検討する基礎的知見を得ることを目的として実施する。平成 22 年度の研究内容と得られた主な成果は次のとおりである。①高齢者施設及び高齢者住宅の実態と制度上の課題の把握整理：これまでに供給されてきた様々な高齢者向け住宅等を対象とし、制度内容、供給の実態、高齢者施設・住宅としての制度上の問題点や課題等について整理した。②多様な「高齢者向け住宅＋サービス」の供給方式の有効性の評価：医療・看護と連携した高齢者向け住宅の既存事例について調査し、日常的な医療・看護との連携、緊急時・夜間の医療・看護との連携（24 時間対応）の視点から連携パターンの類型化を行うとともに、医療・介護と連携した高齢者住宅事業の事業展開の実態調査を行い、住宅と医療の連携の制度上の仕組み、高齢者住宅でのターミナルケアへの対応の可能性、在宅医療を進める上での課題等について明らかにした。

多様な断熱計画に対応した住宅の保温性能に関する評価指標の開発

Development of Indices for Thermal Retention Performance in Residential Building

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住環境計画研究室　　主任研究官　三浦　尚志
主任研究官　三木　保弘

［研究目的及び経緯］

部分間欠暖房を前提とした住宅の躯体の断熱性能の評価指標を開発し、多様な断熱計画を採用した住宅に対応できるようにする。なお従来は、暖房負荷の多寡を表す指標は「住宅の躯体の断熱性能」と表現されてきたが、本指標は住宅全体ではなく暖房空間の暖房負荷の多寡を評価する指標となるため、「暖房空間の保温性能」として、従来の指標（Q 値）を内包した指標として定義する。本指標の開発により、部分間欠暖房時の暖房負荷さらには暖房エネルギー消費量をより良い精度で評価することができ、さらには住宅リフォーム等において未使用室との間仕切り断熱強化や基礎断熱住宅における床の断熱強化など、多様な断熱計画を採用した住宅の躯体の断熱性能を評価することができる。

22 年度は、熱移動回路網の計算や建築研究所内の実験住宅で実測したデータを用いて評価指標の定義を行った。

住宅品質確保と瑕疵担保履行の推進方策に関する研究

Study on Promoting Measures for Assurance of Housing Quality and Execution of Defect Liability

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部
Housing Department

住宅生産研究室	室長	有川　智
Housing Production Division	Head	Satoshi ARIKAWA
	研究官	角倉　英明
	Researcher	Hideaki　SUMIKURA
住宅計画研究室	室長	森　正志
Housing Planning Division	Head	Masashi MORI
住宅瑕疵研究官		高橋　暁
Research Coordinator for Housing Warranty		Satoru TAKAHASHI

This study aims at promoting measures for assurance of housing quality and execution of defect liability. In particular, this study mainly suggests new method of quality management on site for wooden house by small housing builders through some researches.

［研究目的及び経緯］

平成17年11月に構造計算書偽装問題が発覚すると、品確法（平成 12 年 4 月施行）によって売主及び請負人に対して義務付けられた、新築住宅における 10 年間の瑕疵担保責任が履行されないケースがあることが明らかとなった。このような事態を受け、住宅瑕疵担保履行法が成立し、平成 21 年 10 月 1 日以降に所有者に引き渡す住宅の建設業者及び宅地建物取引業者による資力確保（保険への加入、または保証金の供託のどちらかの方法）が義務付けられることとなった。住宅瑕疵に関連する紛争の増加が見込まれるため、円滑な瑕疵担保責任の履行や関係機関による迅速な処理が望まれる。

このような状況の下、本研究では、住宅の不具合傾向と品質確保の取り組みの現状を明らかにし、民間事業者における実態を踏まえた品質管理技術のあり方を整理・検討することにより、住宅品質の安定的な確保及び円滑な瑕疵担保責任の履行の推進につながる基礎的な資料を作成するものである。

［研究内容］

平成 20 年度は、既往の研究・調査によって得られたデータを用いた住宅不具合事例の分析、及び住宅供給業者による品質確保の取組と施工品質点検の実態を明らかにし、平成 21 年度は木造住宅市場の主要な担い手であり、かつその品質管理水準が懸念される地域の工務店など中小建設業者を主な対象にして、建設現場、及びそこでの品質管理の実態について調査を行い、安定した施工品質の確保を図る上での課題を抽出した。

1983 年と 2008 年時点に、居住者が住宅に生じた感じた不具合事象を比較すると、「外壁のひび割れ」、「天井からの雨漏り」や「床の傾斜やたわみ」といった共通するものもあれば、「開口部の作動不良」や「浴室のタイル剥がれ」といった工法変化や部材改善といった過程で解決されたものも見受けられた。

2008 年時点に限られるが、このような住宅の不具合に関する調査分析を通じて、不具合事象の多くは築後 4 年以内にその半数以上が発現すること、構造種別で見た場合、木造戸建て住宅に居住する住まい手からの不具合相談が多いという知見を得た。

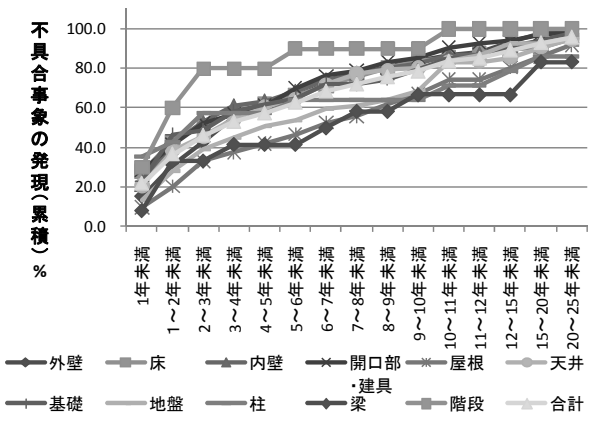


図１　部位別の不具合事象の発現割合（累積）

そこで、木造住宅の元請業者による自主的な取り組みが大きな影響を及ぼす施工品質の管理手法について実態調査した。その結果から、施工品質を確保するための取り組みとして、住宅供給業者は一般的に、①材料の限定、②施工の標準化、③生産組織の質的向上、および④現場における施工品質の自主点検によって施工品質を確保することが分かった。特に、規模の小さな事業者では大工などの技能者を強化することに、一方で規模の大きな事業者では工事管理の仕組みを構築・充実させることに重点を置き、木造住宅の施工品質の確保を図る傾向が顕著である。

木造住宅供給業者は規模により組織体制だけでなく、資金、人材が量的に異なる。また、同一事業者であっても、邸別によって各種工事の工程も大きくな異なることもある。したがって、同一の施工品質の管理のための取り組みであっても、規模によってそのやり方、内容等に大きな差異がある。しかしながら、一般的に規模が小さい事業者である地域の工務店においては、現場監督による現場常駐が困難である点、定期点検の仕組みはあるが品質管理体系が未整備である点や大工を中心とした技能者個人の技量に大きく依存している点が大きな課題であることが分かった。

そこで、平成 22 年度は、これまでに収集した調査結果や知見等をもとに、地域の工務店による自主的な施工管理手法の提案を行い、本研究の成果とした。

［研究成果］

本研究課題の実施期間に行った他の調査結果等も本研究の成果と位置づけられるが、ここでは本年度検討・提案した地域の工務店による自主的な施工管理手法を取り上げ、その主なポイントを整理する。

①職方による自主チェックの追加・・・これまでの工務店による自主管理である現場監督による工程点検に、直接工事を担当する職方による自主チェックを加える。これにより、クロスチェックや点検項目の増加などにより点検機能を強化できる。

②前工程の確認・・・工事は通常、前工程と取り合い部分を持ちながら進行するため、職方は着工時もしくは工事中に前工程の取り合い部分における施工不良の有無などを確認し、完工時に担当工程の点検チェックを行う。これにより、前工程における施工不良の看過を防止することができる。

③自主チェックの結果記録・・・職方による前工程の取り合い部分および担当工程の自主チェックを記録する。工程単位、工事業種・業者単位を、１つの品質管理単位として扱うことができる。そのため、これまで出面をベースにされてきたキャリアパスについても、工程単位や工事業者単位でも可能となり、品質管理のできる職人・職方としてより社会的に意義のあるキャリアパス形成にも役立つことが想定される。

他の副次的な効果として、職方のキャリア形成、住宅の生産情報の可視化等にもつながるという特徴もある。

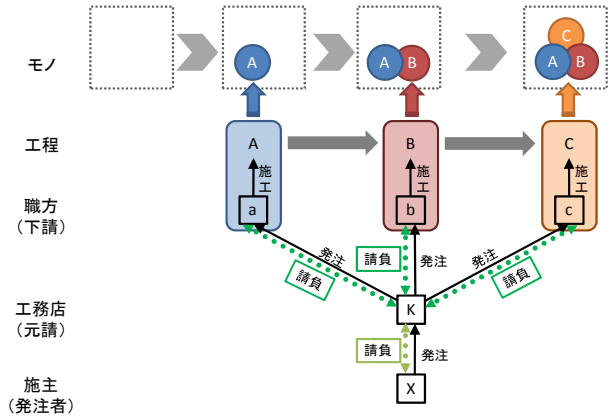


図 2　工務店型生産システムの概略図

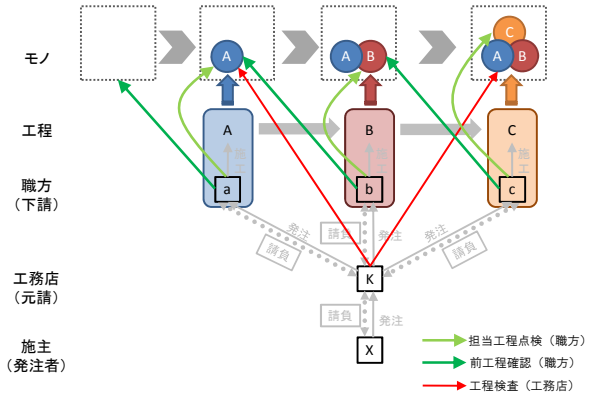


図 3　職方協働

［成果の活用］

上記の研究成果で提案した仕組みは、すなわち、職方協働による自主的な施工管理手法であり、中小規模である地域の工務店においても体系的な品質管理体制を構築できると考えられる。また、この仕組みは今後増加が見込まれる改修工事にも容易に適用できるため、比較的簡便な仕組みを維持した上で副次的な効果を充実できれば、地域の工務店への普及は十分に可能であり、自主的な施工管理手法の水準を大きく向上させることが期待できる。

住宅品質向上のための部材生産技術に関する基礎的研究

Study on Production System of Housing Components for Improvement of Housing Quality

（研究期間　平成 20～22 年度）

住宅研究部
Housing Department
住宅生産研究室
Housing Production Division

室長　有川　智
Head　Satoshi ARIKAWA
研究官　角倉　英明
Researcher　Hideaki　SUMIKURA

This study aims at getting basic information about some technologies of housing components manufacturing. In particular, this study mainly focuses on the precut technology which became one of important and necessary technologies for wooden housing.

［研究目的及び経緯］

2010 年 5 月に、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（以下、公共建築物木材利用促進法と略称）が公布された。これにより、木造率の低い公共建築物において国が先導して木材利用の促進が図られることになり、国土の約 3 分の 2 を占める森林の有効利用、すなわち国産材の利用促進と共に、住宅・建築市場における木造の普及が今後大きく期待されることとなる。

また、住宅・建築市場において木材の多くは、住宅建築用製材として利用されることが一般的な状況であることは古今大きな変化はない。しかしながら、その部材生産技術は、大工の手刻みによる人力加工から、プレカット加工と呼ばれる機械加工に大きく変化している。

このような状況の下、本研究では、プレカット加工による建築用製材（以下、プレカット材と略称）の普及状況を整理、林産地におけるプレカット加工工場の実態把握を行うことを目的とした。

［研究内容］

（１）プレカット材の普及状況

プレカット加工自体は、昭和５０年代に工作機械メーカーが加工機械を開発したことに始まる。その後、需要の増大と共に、工場数を増やした。

プレカット材普及の現状を図１に示す。図の通り、平成９年から平成１９年までの最近１０年間において、プレカット材は大きく普及している。平成９年の時点で工場数は 881 工場、在来木造住宅のうちでプレカット材を使用した比率（プレカット率）は 41％であったが、平成 15 年の時点では工場数は 871 工場、プレカット率は 62％となった。さらに、平成１９年の時点では、848 工場、84％である。これら過去 10 年間の傾向を読み解くと、以下のような現状があることが分かる。

・過去 10 年間において、プレカット工場は 800 工場を数え、その数には大きな変化はなく、概ね減少傾向にある程度と言える。これは、近年の住宅着工戸数の減少傾向からすれば、そもそも新築需要向けに設置されたプレカット工場は、需要減少の影響を受け、その数を減らしたと考えられる。

・また、プレカット率を見ると、平成 9 年時点の 41％から、平成 19 年時点の 84％へ、その比率は倍増していることが分かる。平成 9 年度における在来木造住宅の新築着工戸数が約 48 万戸のため、19.7 万戸程度でプレカット材が使用されたことが分かる。一方で、平成 19 年度の着工戸数は約 43 万戸のため、36.1 万戸程度でプレカット材が使用されたことが分かる。すなわち、過去 10 年間でプレカット材の利用は年間ベースで 16.4 万戸増加（83.2％増）ということなり、近年においてプレカット普及が急速に進んだことが分かった。

（２）林産地におけるプレカット加工工場

素材生産量と住宅着工戸数等から日本の各地域における木材の需給バランスを見ると、南関東では消費が強く、一方で九州では供給が強いという傾向がある。九州地域に着目すると、平成 19 年における九州内の製材用素材生産量は 3327 千㎥、製材用素材入荷量は 3750 千㎥である。この中でも、宮崎県は素材の生産量・消費量が 1200 千㎥に達し、他県よりも特に多い。

そこで、宮崎県に着目し、当該県内のプレカット加工工場に着目し、近年話題となっている地産地消を含む、その実情を明らかにする。本研究では、プレカット加工工場として、Ｌ社とＫ社の 2 つの工場を対象に

してヒアリング調査を行った。なお、ここでは、L 社を中心にその結果まとめる。

L 社

①住所：宮崎県宮崎市高岡町
②業種：プレカット業者 5 社による組合
③設立：1995 年
④変遷：当初 2 社から、プレカットをしたいという要望が出され、一緒に始めたことがきっかけである。そこからさらに 2 社が加わり、1998 年に森林組合も加わって現在の 5 社となった。
⑤従業員：56 名
⑥事業エリア：県内、福岡、熊本、鹿児島、沖縄、関西、関東
⑦月産加工能力：200 棟
⑧年間着工棟数：2000 棟（県内 1300 棟）
⑨概要

県内の新築木造住宅(3200 棟)のプレカット使用のうち約半分はプレカット業組合 L 経由であるというほど、大規模なプレカット工場である。どんなに複雑な注文も機械生産で対応可能という柔軟な生産システムを持ち、県外からの受注も多い。

⑩使用材について

材は通常、工務店等のほとんど持ちこみであるが、構造材、羽柄材など全てに 9 割以上県産材のスギやヒノキを使用している。外材は土台や母屋などに少し使用する程度である。近くに整備された大型港湾がなかったために長らく外材も入ってこなかった。そのために、あたりまえに県産材を使用している。結果的に実行はしているものの、地産地消を意識したことはない。

⑪県産材の定義と利用促進策について

県内で製材された材を県産材と認識している。一部鹿児島産材が市場に入っているがその量は一割にも満たないので実質は県内で伐採されて県内で製材された材を指している。

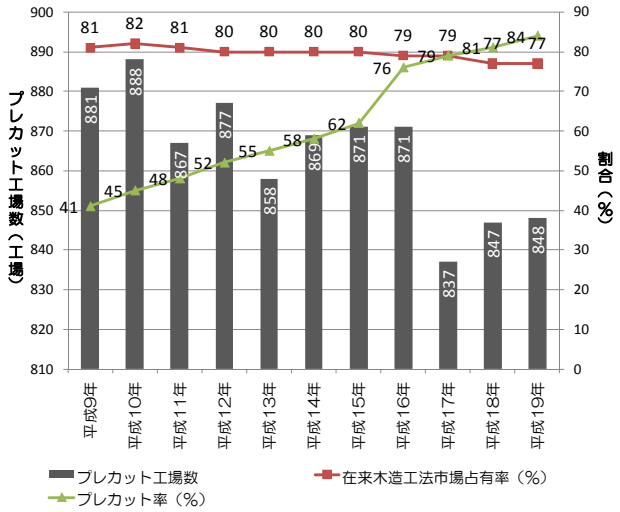
県産材使用は、運搬コストの削減がメリットである。道路整備にも力を入れている宮崎県ではあまりデメリットは感じない。しかし、鳥取などにおいては森林の蓄積がなく、需給バランスが悪いため地産地消ではやっていけないということが分かった。

都市型の大量生産システムと地方型の多種多様な生産のシステムを併せ持つことで、どのような注文にも短い納期で対応できる。そのことで他社との差別化を行ってきた。極端な例であるが、韓国の木造建築（韓屋）のプレカット材加工も受注している。機械をなるべく使用することで効率を上げロスを減らし、運搬コストも削減できる。

（３）プレカット加工工場の課題

L 社では韓国など県外にも事業エリアを持つため、材の安定供給体制が必要である。そのためには、木材流通の垂直的関係が一層健全である必要がある。

また、公共建築に木材供給される実績はあるが、大規模な建築物の建築工事には課題が残る。例えば、必要な時に必要なだけの量の木材を供給できる能力の確保である。そのためには、既存のプレカット加工工場の連携が必要となることが分かった。



※1　在来木造工法市場占有率は、木造住宅市場に対する在来木造工法の市場占有率のこと
※2　プレカット率とは、在来木造工法で建設された木造住宅のうちプレカット材を使用した比率のこと
出典：「木材需要と木材工業の現況　平成19年版」、財団法人日本住宅・木材技術センター

図 1　プレカット工場数とプレカット率



図 2　プレカット加工工場（左：加工機、右：ライン）

［研究成果］

現状のプレカット加工工場の調査を行った。また、木造住宅や今後増加が見込まれる木造公共建築物の品質確保・向上の観点から、その部材生産技術・システムにおける課題を明らかにした。

［成果の活用］

今回得られた知見は、今後推進される公共建築の木造化に向けた技術開発・調査研究の基礎データとして活用する。

IC タグを活用したコンクリートのトレーサビリティ確保に関する研究

Research on Ready-mixed Concrete Traceability System with IC tag

（研究期間　平成 21～23 年度）

住宅研究部　住宅生産研究室
室　　長　　有川　智
研 究 官　　角倉　英明

［研究目的及び経緯］

平成 20 年 6 月、本来使用が認められていない材料を混入させた生コンクリートが出荷され、マンションや戸建住宅の建築に使用されていた事実が発覚した。これ以降、コンクリート製造分野におけるトレーサビリティ確保の重要性が強く認識されるようになった。

一方、近年では製品の生産管理、流通過程におけるトレーサビリティの向上を目的として、食品産業や流通産業を中心に導入が進んでいる IC タグの技術は、コンクリートのトレーサビリティにおける偽装防止をはじめとして、品質管理や検査等の合理化・省力化にも寄与するなど数多くのメリットが期待できる。

そこで本研究は、コンクリート製造分野における偽装防止および品質管理や検査の合理化・省力化を目指し、IC タグを活用してコンクリートの製造、現場への運搬、荷卸し、施工に至るまでの履歴情報を記録・保存するトレーサビリティシステムの可能性と実現に向けた課題を整理することを目的としている。平成 22 年度は、工場における生コンクリートの製造情報を IC タグに記録する基盤となるシステムを試行的に開発し、それを用いて簡単なフィールド実験を実施した。コンクリート内での IC タグ挙動に関する検証の実施に加え、鉄筋を含むコンクリート内での IC タグの通信性能の検証実験に着手した。

既存建物を維持管理・利活用し続けるための地域の建築生産システムに関する基礎研究

Basic Study on the Regional System to Utilizing Buildings for Long Term

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住宅生産研究室
研 究 官　　角倉　英明

［研究目的及び経緯］

新しい建物を作り続けるフロー型社会から、今ある建物を最大限に利活用するストック型社会への移行は、人口減少と相まって、地域における最終的な生産主体・担い手である中小建設業者、すなわち工務店を中心とした地域の建築生産システムに及ぼす影響は大きく、そのあり様に大きな変化・変容が生じることになる。そこで、本研究は、このような社会構造の転換の下、既存建物を長期的に使用し続けるための生産活動に重点を置いて住環境を運営していく上で、工務店を中心とした人・物・金・技術・情報などにより構成される地域の建築生産システムに求められる変化や、新たに創出されるサービス・事業等を体系的に整理し、その再編モデルの基盤となる部分を設計することを目的とした基礎研究である。

平成 22 年度は、新築住宅着工戸数が大幅に減少し、改修を中心とした市場に移行していると考えられる地方の建築生産システムの実態を明らかにすべく、現地の生産者側へのヒアリング調査を、新潟県佐渡市及び宮崎県宮崎市等にて実施した。

社会的魅力に資する優れた公共建築の発注手法に関する国際比較研究

A Comparative Study on Public Procurement for Architecture

（研究期間　平成 22～24 年度）

住宅研究部　住宅生産研究室　　室　　長　　有川　智

［研究目的及び経緯］

逼迫した財政下において質の高い公共建築を整備していくため、その企画段階から発注契約段階に至るプロセスの透明性・競争性を確保した上で、結果として魅力ある環境を生み出すことに繋がる公共発注のあり方が求められている。本研究は、建築の質とその発注プロセスとの関係に着目し、我が国と比べ公共投資が小さいにもかかわらず、優れた公共建築を生み出している欧州（英独仏）を対象として、公共発注に関わる諸制度・規定及び関連職能団体の関与等を調査し、各国の良質な公共建築の標準的事例とその発注プロセスや諸制度との対応関係を明らかにするとともに、我が国のシステムと比較・検討することで、国や地方自治体等において適用可能な制度や支援体制を検討し、具体的な公共建築発注のあり方を提案するものである。

平成 22 年度は、国ごとの状況を明らかにするために、各国の建築関連法規、公共建築発注の標準的プロセス、建築家の選別方法、住民参加の導入方法等を把握するとともに、公共建築の計画における関連団体の関与の度合いや建設業の社会的位置付けなどに関する基礎調査を実施した。

都市空間における緑の機能評価手法に関する研究

Study on evaluation method of functions of green plants in urban areas.

（研究期間　平成 22～24 年度）

都市研究部　都市計画研究室
室　　長　　明石　達生
主任研究官　　大橋　征幹

［研究目的及び経緯］

新成長戦略の基本方針（平成 21 年 12 月 30 日閣議決定）では、日本の都市を、温室効果ガスの排出が少ない「緑の都市」としていくため、中長期的な環境基準の在り方を明らかにしていくとともに、都市計画の在り方や都市再生・再開発の在り方を環境・低炭素化の観点から抜本的に見直すことが定められた。本研究は、このような背景を踏まえ低炭素社会の実現に向けた都市環境計画に資する目的で、都市計画基礎調査におけるリモートセンシング技術の活用に関する研究の一環として行うものである。

本研究は、緑を活用した政策を積極的に行っていくことを可能にするための基礎的技術を開発するものであり、従来の空中写真による平面的な調査に変わって、近年著しく発達した航空レーザ測量技術を利用して緑を中心とした都市の空間構造を把握する手法を開発し、都市の緑の現況と動向を分析するとともに、都市計画的視点から都市の緑の多面的な機能を評価する手法を開発することを目的とする。

今年度は、市街地内の緑地を対象とした航空レーザ計測によりサンプルデータを取得し、都市の緑の現況を調査する手法について検討を行った。

広域的な都市構造評価への事務事業評価資料の効率的活用に必要な要素技術に関する研究

Development of Element Technology for Analysis of Urban Structure based on Administrative Work and Project Evaluation Statements from the viewpoint of Multi-Municipal Area.

（研究期間　平成 22～24 年度）

都市研究部　都市計画研究室
主任研究官　　阪田　知彦

［研究目的及び経緯］

本研究は、都市構造評価における従来の統計資料などによる分析の限界に対するブレークスルーを目指して、地方公共団体が実施している行政サービスの内容を示した「事務事業評価書」を活用し、都市構造の分析に必要な項目・内容を効率的に取得する技術と、それらを地理空間データ上に効率的にプロットするために必要な要素技術の検討を行うものである

本年度は、研究テーマの１つ目の柱である、大量の様式の異なる事務事業評価書から都市構造に関連する内容・指標などを効率的に抽出する技術についての基礎的検討を実施した。事務事業評価書は定型の様式というものが存在せず、団体ごとに様式や記載項目・内容などが異なっていること、多くの団体では PDF 形式での公表を行っていることから、PDF 形式のファイルより、必要な項目や内容を取得するプログラムの基本設計を行った。具体的には、評価書に記載の項目名とその紙面上の位置情報を取得するためのアルゴリズムとして、代表的な評価書の様式の分類を行い、評価書中の各項目の出現位置の傾向等についての分析を行った。さらに、各項目の位置関係をモデル化することにより、処理に必要なプログラムのベースとなる処理アルゴリズムを検討した。また、大量の処理を実現するためのプログラム化に必要な上記のアルゴリズムの実装方法（必要なライブラリなど）についての検討を行った。

街区レベルのエネルギー構造改善方策に関する研究

Research on Energy Interchanging System among Buildings in Built-up Areas

（研究期間　平成 21～23 年度）

都市研究部　　都市施設研究室
室　　長　　西野　仁
主任研究官　　高柳百合子

［研究目的及び経緯］

京都議定書目標達成計画では、エネルギーの効率的な利用について都市政策での対応として「街区レベルや地区レベルでの面的な対策を導入することにより低炭素型都市の構築を推進する」ことが求められている。しかし、主体が明確な個人による建物レベルの取組は進展しているが、複数主体が関与する街区レベルの取組については、未だ十分に進展していない。

このため都市施設研究室では、土地利用密度の高い都市中心部の業務地区を対象として、街区単位で都市機能更新と併せてエネルギー構造改善を実施する方策について、技術的な要件や複数主体の合意形成手続き等の課題を踏まえた研究を実施する。最終的には、地方自治体等が活用可能な街区レベルのエネルギー構造改善方策の指針を作成することを目指している。

平成 21 年度は、既存事例における事業成立要因の分析、最新技術による新しい街区レベルのエネルギー構造の検討、事業による街区 CO2 排出量削減等効果の試算までを行った。更に平成 22 年度は、街区や地区の範囲で省エネルギーや CO2 排出量削減を推進するために、熱エネルギーのネットワークシステムの導入適性診断項目の数値を算出するプログラムを作成した。またいくつかの街区について、作成したプログラムを用いて CO2 排出量削減量などを試算した。

総合的なまちづくり事業制度の評価・改善に関する研究

Research on　evaluation for comprehensive urban renewal projects

（研究期間　平成 22 年度～）

都市研究部　都市施設研究室
室　　長　　西野　仁
主任研究官　　高柳百合子

［研究目的及び経緯］

平成 22 年度に創設された「社会資本整備総合交付金」は、旧まちづくり交付金と比べて事業実施主体や事業範囲、計画区域の設定等が異なっている。しかし、事業の実施にあたって、明確な目標の設定、適切な事業の選定、指標の適切な選定がされた計画づくりが必要とされ、そのため事前の計画書作成段階の検討内容が重要であることに変わりは無い。そこで本研究は、都市施設研究室が平成 16 年度のまちづくり交付金創設時より蓄積してきた都市再生整備計画書作成に関する知見を活かして、社会資本総合整備計画策定における課題を整理・分析し、自治体が行う計画作りと、計画を受領・審査する側の国の、双方にとって役に立つ知見を得ることを目的としている。

平成 22 年度には、旧まちづくり交付金の後継である都市再生整備計画を主体とした社会資本総合整備計画策定における「(仮称) シナリオ作成の手引き (案)」を作成した。ただし、検証事例は旧まちづくり交付金事業地区に限定したものである。

ＰＴ調査の改善と活用方策のあり方に関する研究

Research on a Further Development of the Person Trip Survey and Utilization

（研究期間　平成 20 年度～）

都市研究部 都市施設研究室

室　　長　　西野　仁
主任研究官　　高柳百合子

［研究目的及び経緯］

近年、人口減少等の社会経済環境の変化を背景に、都市政策・都市整備施策においては、集約型都市構造を実現するための施策群を比較・評価して都市交通計画・都市計画に組み込むための政策検討に活用できるツールが求められている。また、ＰＤＣＡサイクルに基づく都市交通施策の推進に資するモニタリング手法の開発等も求められている。そこで本研究は、人の動きを把握することにより、将来需要予測を行い都市圏交通計画の立案に利用されてきたパーソントリップ調査について、これら新たなニーズにも応えうる改善と活用方策のあり方を検討することを目的とする。

平成 22 年度は、①英国等の都市施設に関する制度や都市交通指標に関する調査を実施した。②施策群を比較・評価して都市計画や交通計画に組み込むための土地利用交通モデルについて改良を行った。③都市交通分野におけるパネル調査の適用可能性を実地調査等を通じて検討した。

市街地の防災性能評価時における市街地データ取得手法に関する研究

Acquisition techniques of the urban district data for disaster prevention performance evaluation

（研究期間　平成 20～22 年度）

都市研究部　都市防災研究室	室長	木内　　望
Urban Planning Dept. Urban Disaster Mitigation Div.	Head	Nozomu Kiuchi
都市研究部　都市防災研究室	主任研究官	竹谷　修一
Urban Planning Dept. Urban Disaster Mitigation Div.	Senior Researcher	Shuichi Takeya

To estimate fire prevention performance in densely built-up districts requires detailed buildings information; for example, shape, fireproof performance, numbers of floors, window shape and so on. However, it is very difficult to get the information of fireproof performance. So we developed substitution method of it. And then, we also made clear the availability of these methods.

［研究目的及び経緯］

防災まちづくりを進めていく上で、市街地の防災性能を評価することは必要不可欠である。現状では、各種のシミュレーションで用いる建物等の形状データについてはGISデータとして地方公共団体が保有していることが多いものの、シミュレーション等で必要とする建物の属性データ（防火上の建物構造等）が十分に整備されていることは希である。

そこで、現状で取得出来るデータを整理し、さらに現状では直接入手出来ないデータを、他のデータから代替して間接的にデータを取得する手法について検討するとともに、データ代替時に評価結果がどのように変化するのかを明らかにすることを目的とした。

［研究内容］

（１）防火上の建物構造の推定方法に関する検討

（２）推定した防火上の建物構造を用いて市街地防火性能を評価した結果の検証

［研究成果］

（１）防火上の建物構造の推定方法に関する検討

地方公共団体によってGISデータに格納されている属性はそれぞれ異なることから、建物用途と建物形状だけが分かる場合、防火地区の指定状況と建物階数が分かる場合について検討を行うこととした。

まず最初に建物用途と建物形状だけが分かる場合については、建築面積は把握できるものの、階数情報が無いことから延べ床面積を取得することが出来ないため、建物規模に応じた防火上の構造を推定することは難しい。そこで東京都における重点密集市街地を対象に、建物用途別に防火上の建物構造を集計し、さらに建築面積を30㎡ごとに分類して、面積分類別の構造割合を求めた。東京23区の重点密集市街地に準じるということにはなるが、この割合を用いて、建物用途と建物形状だけで防火上の建物構造を推定することとした。

次に、防火地区の指定状況と建物階数が分かる場合については、表１に従って構造を推定することとした。

表１　防火地域の指定状況と建物階数が分かる場合の防火上の構造の推定方法

防火地域	建物階数，床面積	推定した防火上の構造
防火	3階以上 2階以下	耐火 準耐火
準防火	4階以上 3階／2階以下，500m²超 その他	耐火 準耐火 防火

（２）推定した防火上の建物構造を用いて市街地防火性能を評価した結果の検証

防火上の建物構造を推定した場合、市街地の防火性能がはたして正しく評価できるのかという疑問が生じる。そこで、（１）で検討したうち後者の防火地域の指定状況と建物階数が分かる場合について、実際に市街地火災シミュレーションを用いて下記の手順により検証を行った。

①東京 23 区の重点密集市街地について町丁目毎に延焼抵抗率を推定したうえで、6つの町丁目を抽出。

②防火地域の指定状況、各建物の階数、床面積から、表１に従って構造を推定。

③正しい防火上の構造と②で推定した構造を比較。

④市街地火災シミュレーションにより焼失率を算出し、地区の防火性能を推定・比較。

構造を推定した結果、準防火地域において正しく推定できた割合（以後、正答率）は 78.8%、実際の防火性能より過大に評価したものが 8.6%、逆に過小評価したものが 12.6%であった。防火地域においては、正答

率は 26.4%にとどまり、過大評価したものが 72.0%、過小評価が 1.7%となった。

町丁目別にみると（表 2）、準防火地域で正答率 73.8～86.9%、防火地域での正答率は 10.3～36.6%となる。また、各町丁目の延焼抵抗率との関係でみると、準防火地域では延焼抵抗率が高くなるにつれて正答率が下がり、逆に防火地域では延焼抵抗率が高くなるにつれて正答率が上がる傾向にある。全体での正答率は、準防火地域の面積が大きいため、概ね準防火地域の場合と同様の傾向を示し、正答率は 65.1～83.2%であった。

誤推定についてみると、防火地域ではどの町丁目でも構造を過大評価しており、準防火地域では町丁目によって過大評価あるいは過小評価が多い場合とに分かれる。

表 2　構造の推定結果（町丁目別）

	全体			準防火			防火		
	正答	過大	過小	正答	過大	過小	正答	過大	過小
A 町	72.2%	24.8%	3.0%	86.9%	9.4%	3.7%	10.3%	89.3%	0.5%
B 町	83.2%	11.4%	5.4%	83.2%	11.4%	5.4%	－	－	－
C 町	71.8%	9.5%	18.7%	71.8%	9.5%	18.7%	－	－	－
D 町	70.0%	18.3%	11.7%	79.5%	6.6%	13.9%	26.7%	71.5%	1.8%
E 町	65.1%	20.6%	14.3%	76.1%	5.5%	18.4%	33.1%	64.8%	2.1%
F 町	67.0%	17.5%	15.5%	73.8%	7.8%	18.5%	36.6%	61.1%	2.3%

次に、構造を推定した場合に、実際の市街地防火性能とどの程度乖離するのかを、市街地火災シミュレーション結果から明らかにした。

図 1 は風速が 0m/s の場合において、真の構造を使った場合の焼失率から、推定した構造を用いた場合の焼失率を引いたもの（誤差に相当）を、出火からの経過時刻別に示したものである。出火からの経過時刻が 180 分後の誤差は-2.0～3.1 ポイントであるのに対して、360 分後では-6.3～14.2 ポイント、720 分後では-17.4～16.1 ポイントの誤差となっている。したがって、出火から間もないうちはほとんど誤差を生じないが、時間がたつにつれて誤差が大きくなるといえる。なお、B 町については誤差がいったん拡大したのち、360 分を越えたあたりから誤差が小さくなっているが、これは 720 分後の焼失率が約 8 割で概ね地区全体が焼失しているための影響だと推測される。また、有風下の場合についても同様な結果が得られた。

次に、焼失率の誤差を延焼抵抗率との関係でみるために、出火からの経過時刻として 180、360、720 分後の誤差をプロットしたものが図 2 である。ばらつきは見られるものの、大きな傾向としては延焼抵抗率が低い町丁目ではプラスの誤差となり、延焼抵抗率が高くなるとマイナスの誤差となる。つまり、本研究で扱った構造の推定方法の場合、延焼抵抗率が低い場合は市街地防火性能を過小評価することになり、逆に延焼抵抗率が高い場合は市街地防火性能を過大評価する傾向があることになる。なお、有風下も同様の傾向がある。

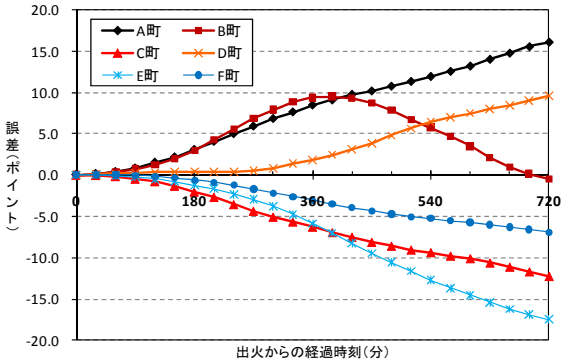


図 1　推定構造使用時における焼失率の誤差（風速 0m/s）

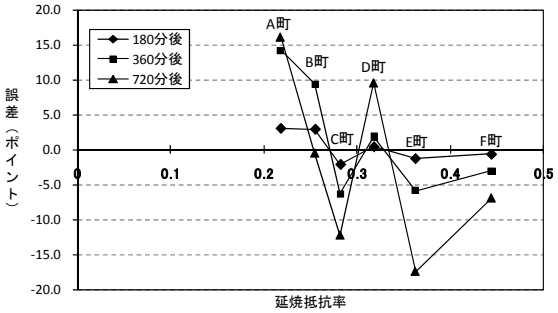


図 2　延焼抵抗率と焼失率の誤差（風速 0m/s）

［成果の発表］

竹谷修一:「市街地火災シミュレーションにおける防火上の構造推定と市街地防火性能の精度検証」、日本建築学会 2010 年度大会（北陸）学術講演梗概集 F-1、pp. 903～904、2010 年 7 月

［成果の活用］

地方公共団体等における市街地火災シミュレーション適用時における参考資料とする。

人口減少期における都市・地域の将来像アセスメントの研究

Study on Assessment Model of Future Urban and Regional Visions in the Depopulating Period

（研究期間　平成 19～22 年度）

都市研究部　Urban Planning Department

都市防災研究室 Urban Disaster Mitigation Division	室長 Head	木内　望 Nozomu KIUCHI
都市施設研究室 Urban Facilities Division	室長 Head	西野　仁 Hitoshi Nishino
都市計画研究室 Urban Planning Division	主任研究官 Senior Researcher	阪田　知彦 Tomohiko Sakata

The purpose of this research is to develop we try to construct a technological system for assessing urban policy by developing indexes to evaluate options that had been presented in advance concerning prospective images in cities and urban policy, and a technique for calculating the indexes from the viewpoint of sustainability of administrative costs, the quality of life and environmental load, and so on.

［研究目的及び経緯］

本研究の目的は、国が掲げる「持続可能な都市の構築」という都市政策を推進するため、各地方自治体が人口減少等の諸制約に対応した都市・地域施策を立案するにあたり、複数の施策案を持続可能性の観点から比較・評価することにより、「持続可能な都市の構築」という政策に合致した合理的な選択を支援するアセスメント技術の体系を開発することである。

［研究内容］

主要な研究の構成を図１、流れを図２に示す。

＜研究初年度（平成 20 年度）＞

①土地利用交通モデルについて、国内外における活用事例を調査･検討し、基本要件と基本仕様を整理。

②「データ収集・作成方法ガイダンス（案）」の検討に関して、（空間データ製品仕様書）を作成。

＜研究中間年度（平成 21 年度）＞

①将来都市構造評価モデルについて、評価項目・評価指標等を設定し、それらの算定式を定めた。

②将来都市構造予測モデルプロトタイプを作成。

③アセスメントの対象とする施策の整理とツールへの入力方法の検討を実施。

＜研究最終年度（平成 22 年度）＞

①将来都市構造評価モデルを構成する算定モジュールの詳細設計及びプログラミングを実施。

②将来都市構造予測モデル及び評価モデルについて、仮想都市を想定して感度分析等の検証等を実施。

③各モデル間の入出力及び計算過程において、異なるゾーンサイズ間の調整モジュールの検討し作成。

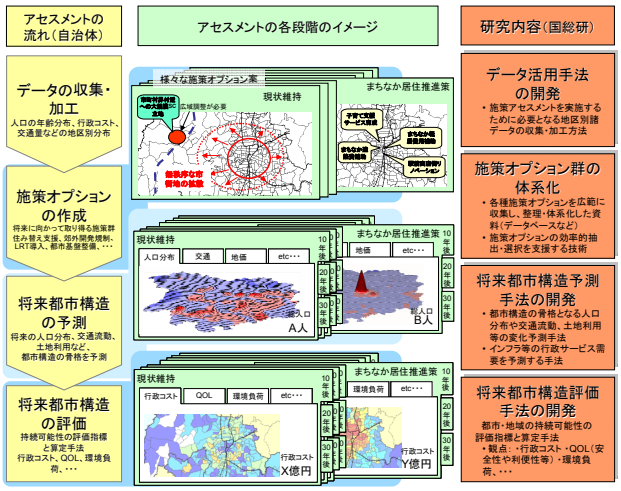


図１　想定されるアセスメントの流れの研究課題の構成

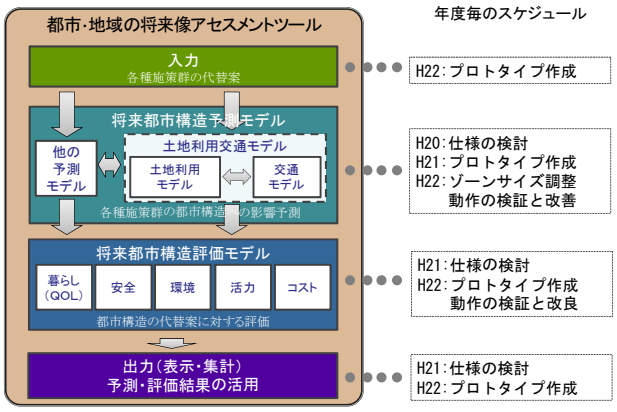


図２　アセスメントツールの基本的な構成

［研究成果］

(1)将来都市構造の予測手法の開発

＜方針＞

①土地利用交通モデルをベースとし、ゾーン別の人口等を元にする集計型のモデルに拠ることにした。

②交通モデルを各都市が総合都市交通体系調査に用いているものへなど、各サブモデルの入れ替えがある程度できるような構造を基本とした。

③居住者の年齢階層・世帯タイプ等の分析や、関連する施策が検討できるよう、土地利用モデルでの家計立地主体は、世帯（タイプ別）とした。

＜考え方＞

①対象地域に立地する立地主体は、総数を外生的に与る閉鎖都市を仮定し、その下で各ゾーンの立地需要量が決定される。

②土地利用と交通の各市場は、構成するサブモデルを順次操作し、段階的にシミュレート。価格は考慮されるが、各期での各市場の定常状態は表現されない。

③前期の交通市場が今期の土地市場に影響を与え、今期の交通基盤整備は次期の土地市場の立地需要に影響。

④モデル全体は擬似動学的モデルであり、交通と土地利用の各市場の調整速度の相違を表現することを目的。各立地主体の総数は変化し、完全な均衡状態に達せず。

さらに、土地利用モデルと交通モデルや、入出力データの各ゾーンサイズが異なる場合でも適用可能とするために、ゾーンサイズ調整機能の作成も行った。

これらに基づく全体の構造を図２に示す。

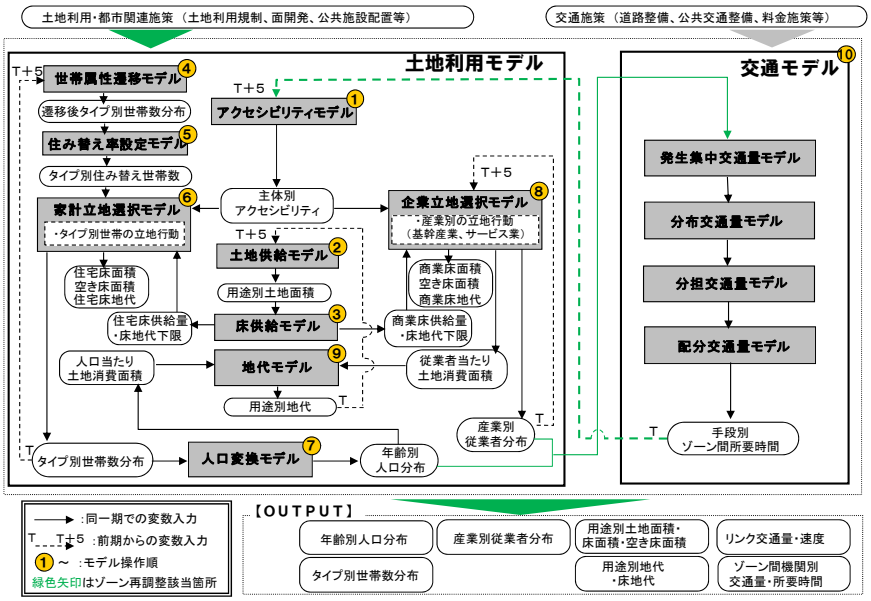


図３　将来都市構造予測モデルの構造

(2)将来都市構造の評価手法の開発

関連する取組・諸計画と関連研究指標を参考に、評価指標候補群を抽出し、人口減少期にある地方都市の将来都市構造案を比較・評価する上での活用可能性を検討した。その上で指標候補の算定可能性を、土地利用、夜間人口・昼間人口の配置、交通ネットワーク条件の変更により、算出値が変わる指標か否か、土地利用交通モデルで算出が可能かという観点で精査した。

これらの結果や、各種計画や研究レビューでの該当が複数あること、指標間のバランスなどを踏まえて必要な指標を 30 程度に絞り込んだ（表１）。

以上の検討を踏まえ、将来都市構造予測モデルの出力と指標算出のみに用いるデータ等を入力とする将来都市構造評価モデルを構築した。

(3)その他

以上の予測・評価の各モデルについては、グリッド状の仮想都市データにおける、施策代替案に対する各モデルの応答の論理整合性の検証等を通して、アセスメントツールとして正しく動作することを確認した。

また、北海道道央圏及び小樽市と、新潟県上越市を対象に、算定値の妥当性の検証と計画検討への活用可能性も含めたケーススタディを行った。

表１　都市構造評価指標の概要

大分類	小分類	細分類	指標
暮らし	住宅	居住地	居住地属性別居住者数（都心1km以内、危険地区、沿岸地域等）
		住宅質	一人当たり床面積（住宅タイプ別等含む）
		居住コスト	居住費用
	交通	交通特性	所要時間（手段別等含む）
			交通手段構成比
		公共交通	公共交通利用者数
			交通施設アクセス（駅、バス停：アクセス時間・距離、施設数）
		渋滞	混雑度
		交通事故	交通事故死傷者数
		アクセシビリティ	都心アクセス（時間,距離）
	インフラ	上下水	下水処理サービス人口比率
		公園・緑地	単位人口当たり公園・緑地面積、緑地率
	コミュニケーション	コミュニティ	居住者の属性構成バランス
安全	治安	治安	犯罪発生件数・発生率（種別等含む）
	防災	防災	帰宅困難者数
			市街地安全性・防災性（消防活動困難地域、狭隘道路率、避難圏域、避難地面積等）
			広幅員道路密度
			災害危険区域の戸数・居住者数
			建築物・構造物の耐震化率
	医療	医療	医療施設アクセス圏人口（施設別等含む）
環境	地球環境	地球温暖化	CO2排出量（運輸、民生、産業等部門別含
			みどりのCO2固定量・吸収量
	大気汚染	排出量	NOX排出量・環境基準
	自然・森林・生態	緑被	緑農地比率
	資源・エネルギー	燃料	燃料消費量、燃費（種別、部門別等含む）
	廃棄物	廃棄物発生量	一人当たり廃棄物発生量
活力	活動量分布	産業	従業者数（産業部門別等含む）
	産業活動	生産物流コスト	時間短縮・定時性確保
		商業	商業販売額
		観光	主要観光施設間アクセス
	経済成長	GDP・GRP	GDPおよび1人当たりGDP
	経済効果	土地価格	地価・地代・地価変動率

［成果の活用］

今後、開発したツールの地方都市での適用の普及を進め、またその結果を分析することによって人口減少下でも持続可能な都市構造のあり方を検討したい。

避難地情報の統合化及び活用に関する研究

Research on integrating and making the most of various kinds of information about emergency evacuation sites

（研究期間　平成 19～22 年度）

都市研究部　都市防災研究室
Urban Planning Department
Urban Disaster Mitigation Division

室長　木内　望
Head　Nozomu KIUCHI
主任研究官　影本　信明
Senior Researcher　Nobuaki KAGEMOTO
主任研究官　竹谷　修一
Senior Researcher　Shuichi TAKEYA

The purpose of this research is to develop the system that examines the arrangement of the emergency evacuation sites. In this system, we can manage and use needful information totally by using GIS to examine the emergency evacuation sites and grasp the evacuation difficulty district and population.

［研究目的及び経緯］

平成 17 年には「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が施行されるなど、大規模地震発生の危険性が高い地域における安全性向上が急務となっており、防災公園整備の必要性は益々高まっている。

広域避難地等となる防災公園の整備に当たっては、上記特別措置法をはじめとする法律に基づく都市要件の他、人口密度等の地域要件、活断層や地盤等の立地条件、周辺道路や他の避難地の状況等、様々な条件について検討する必要がある。

しかし、これらの情報を一元的に管理・活用するシステムがないため、防災公園の整備に当たって、整備効果（どの程度避難困難区域・人口が解消できるか）の把握及び整備目標の設定が困難な状況となっている。

本研究では、避難地の検討や避難困難区域・人口の把握等に必要となる情報を、GIS を活用して一元的に管理・活用するシステムの開発を目的とする。

［研究内容］

以下の手順で、実施した。

（1）システム開発

地図データを SIS（Informatix 社製 GIS）で表示できるように変換するとともに、広域避難地データをデータベースに登録した。そして、GIS 上で避難可能区域及び避難困難区域の面積・人口を算出し、区域の表示が可能な機能を有するシステムの検討を行い、システム機能設計や SIS をベースとしたシステム構築を行った。

（2）システム改良

データについては解析結果等ファイルの保存選択機能等の追加、データベースについては設定条件と集計結果を示したダイアログが表示される機能等の追加、広域避難地集計については避難圏域生成機能の改良等、避難困難区域については 1 人あたりの避難面積が設定を満たすまでの避難可能な人口等の算出機能等の追加のシステム改良を行った。

（3）プログラムの改良

避難可能区域の表示及び集計方法の改良や市町村別集計方法の改良を行った。

（4）システムの運用・管理の検討

システムの運用・管理方法の検討を行うとともに、プログラム仕様書を作成した。

［研究成果］

（1）システムの概要

①システムの目的

本システムは、避難地の検討や避難困難区域・人口の把握等に必要となる情報を、GIS を活用して一元的に管理・活用するものである。

このことにより、広域避難地の適切な配置についての検討を行うことができるとともに、都市計画に関するデータの参照を行うことができるので、研究等の基礎資料として活用することができる。

②システムの特徴

基本機能として避難可能区域・避難困難区域を算出する機能があり、以下のように算出している。

避難圏域の設定については、広域避難地から一定の

直線距離内、道路データを用いた一定の経路距離内、自治体で予め指定された領域を避難圏域に設定することができる。

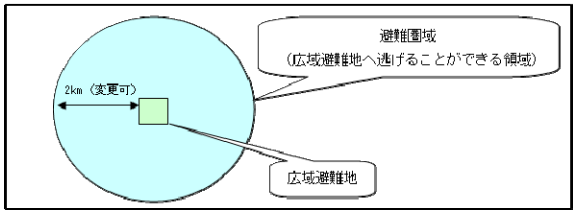


図１　避難圏域（直線距離）のイメージ

広域避難地の避難可否判定にあっては、広域避難地の全体面積又は１人あたりの避難面積が基準面積未満のものを、避難不可としている。

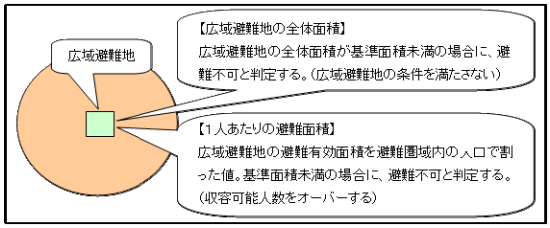


図２　避難可否判定の条件

避難可否判定で避難可能とした広域避難地の避難圏域を避難可能区域とするとともに、避難可否判定で避難不可と判定した広域避難地の避難圏域及び広域避難地の避難圏域外の領域を避難困難区域とする。

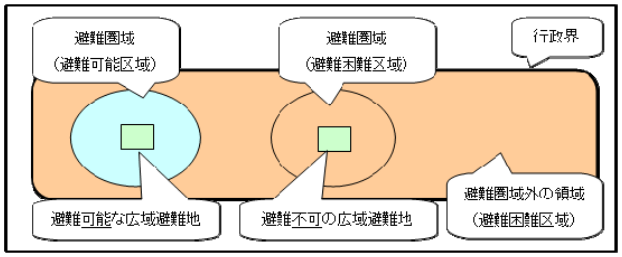


図３　避難可能区域・避難困難区域のイメージ

１人あたりの避難面積が基準面積未満の広域避難地の場合、１人あたりの避難面積が基準面積となるまでの避難者を「避難可能人口」とし、それ以外の人口を「あふれる人口」として算定することができる。

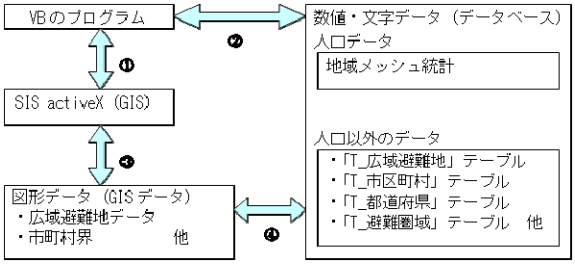
また、市街地外の安全な場所へ避難することが出来る地域には広域避難地は不要であるが、本システムでは、市街化区域外の領域に接する一定距離内の領域を避難可能区域として設定することができる。

なお、広域避難地から一定の直線距離内として避難圏域の形状を計算する際には、隣接する避難圏域が重ならないように「ティーセン分割」をすることで、面積及び人口が二重に計上されないようになっている。

また、便利な機能として、「市街化区域」や「DID」のみを対象とすることができる「フィルタ」や、「市町村別集計表」や「広域避難地一覧表」などを表示することができる。

③システムの構成

システムの構成は以下のとおりである。



本システムは、SIS activeX をベースに VB（VisualBasic6.0）で開発したシステムである（①）。VB のプログラムからデータベースへアクセスし、検索等の様々な処理を実行する（②）。GIS データの表示等の処理は、SIS activeX の機能を用いて実行し（③）、GIS データとデータベースは、市町村コードや ID 番号等によりリンクしている（④）。

（２）システムの利用方法

本システムでは、市町村内全域で、避難可能区域、避難距離に問題ある区域、広域避難地の数や面積が不足している区域を評価することができ、その結果をふまえて広域避難地の整備を検討することができる。さらに、避難圏域内の人口から、備蓄すべき物資の量や仮設住宅の検討も可能となる。

研究目的では、広域避難地の整備状況、充・不足状況、遠距離避難などの研究に利用が可能であるとともに、これらについて経年変化を把握することも可能となる。また、地域防災計画等との比較を行うことも可能である。

（３）継続的な運用・管理方法

データの更新については、国勢調査や事業所・企業統計調査等のデータが更新されるタイミングと合わせて実施することが適切と考えられる。また、複数年次のデータを管理する上では、プログラム・設定ファイル・データを年度別に管理することで、プログラム改良費用が低く抑えられる等のメリットがある。

プログラム更新については、新しい OS へ移行するために SIS やプログラムの更新を検討する必要がある。また、データ更新に伴い、政令指定都市の追加及び地域メッシュ統計データの読み込みについてプログラム改良の検討をする必要がある。

［成果の活用］

広域避難地の状況を検討し、広域避難地の適切な配置についての検討を行う。

地震火災時における広域避難の円滑化に関する研究

Smooth Wide Area Refuge from Urban Fires Caused by an Earthquake

（研究期間　平成 21～23 年度）

都市研究部　都市防災研究室　　室　　長　　木内　望
主任研究官　　竹谷　修一

総合技術政策研究センター　建設経済研究室　　主任研究官　　岩見　達也

［研究目的及び経緯］

中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」が行った被害想定では、死者数は 11,000 人（半数以上が火災により死亡）と推定されている（東京湾北部地震の場合）。火災による死者発生の要因として、炎上出火家屋からの逃げ遅れ、倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者、延焼拡大時の逃げ惑いを想定しているが、最後の延焼拡大時の逃げまどいに関しては、時間、道路や街路の整備状況、人口等、地区内の様々な条件を考慮しながら対策を検討する必要がある。

そこで、これまでに開発した地区内で発生した火災に対する地区住民の避難行動を予測するシミュレーションプログラムをベースとして、広範囲に居住する多数の地域住民が一箇所に集中するような広域避難時の様々な問題に対して、避難問題箇所や阻害要因等の分析までを検討可能な、広域避難マルチエージェントシミュレーションプログラムを開発するとともに、シミュレーションプログラムを活用して避難の円滑化に関する検討を進めることを目的とする。

今年度は、シミュレーションプログラムの改良として、各道路及び各交差点での混雑状況を時系列的に集計できるようプログラムの改良を行った。これにより、避難者の歩行速度や道路混雑状況を定量的に分析可能となった。

地球温暖化及びヒートアイランド対策に寄与する屋上空間活用の最適化に関する研究

Research on the Way of Making the Best Use of Building Roof Space for Countermeasures against Global Warming and Urban Heat Island

（研究期間　平成 20～22 年度）

都市研究部　都市開発研究室
Urban Planning Department
Urban Development Division

主任研究官　鍵屋　浩司
Senior Researcher　Koji KAGIYA

We conducted some case study on urban heat island measures suitable for some local areas with many numerical simulations, and considered the way for evaluation of multi-UHI measures. We also made our simulation software more easy-to-use for local governments so that they can choose effective UHI measures suitable for the area of interest.

［研究目的及び経緯］

都市再生本部により「地球温暖化・ヒートアイランド対策モデル地域」が指定されるなど、ヒートアイランド対策は地球温暖化対策と連携して効果的に実施されることが求められている。しかし、影響する空間や時間スケールが異なるヒートアイランド現象並びに地球温暖化現象双方に効果的な対策を評価・検討する手法は、現在のところ確立されていないのが実情である。

そこで、本研究ではヒートアイランド対策のひとつとして推進されている都市部の屋上緑化と、地球温暖化対策としての自然エネルギー利用技術として注目されているソーラーパネル（太陽電池）について、都市部における効果的な配置の考え方とその対策効果の評価手法を実験や数値計算等によって検討、提示するもので、年間を通じた対策効果に関する実証実験、都市部における対策効果に関する調査、屋上空間活用の最適化手法の検討を行った。

［研究内容］

（１）地区スケールの対策効果の数値計算

地域特性に応じた効果的な対策を検討するために、実市街地を対象としたケーススタディを行った。総プロで開発した、地区スケール（１㎞圏）で様々なヒートアイランド対策効果を予測するシミュレーションソフト（図１）を用い、複数の市街地を対象に、様々なヒートアイランド対策を適用した場合の対策効果を水平 5m メッシュ、高さ 500m までの領域を計算した。

ケーススタディは東京都区部を対象とした。東京は冷涼な海風の流入が期待できるため、本研究では地域特性として次の３つに整理した。まず、臨海部で海風の冷却効果が期待できる①海風利用型、それ以外の地区の②内陸型、②のうち、大規模な緑地や都市内河川等に隣接し、これらの効果が期待できる③都市内緑地・都市内水面利用型、の３つの地区に分類するとともに、それぞれの対策の考え方を整理した。

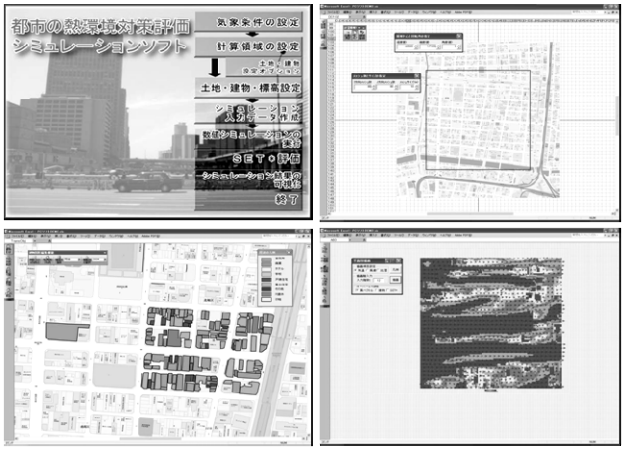


図１　対策評価シミュレーションソフト

ケーススタディの対象地区として、これらの類型に対応した３つの地区を選び、表１のように各地区（600m×600m の範囲）でそれぞれの対策を講じた場合の現状との熱環境の変化をシミュレートした（図２）。

表２は対策前後の各地区の地上 1.5m の平均気温の変化を示したものである。個別の対策効果は、気温変化量そのものでは比較しにくいため、効果的な対策を比較検討しやすくするために、気温変化量の指標化を試みた。これは地上緑化 30%が一般的な市街地の対策量の限界と考え、この気温低下量を基準に表３のように他の対策はその何倍になるかを示す方法を提案した。

表１　ケーススタディの概要

分類	海風利用型（業務地区）	内陸型（業務地区）	都市内緑地・都市内水面利用型
対象地区（範囲は別紙）	新橋・虎ノ門	神田	新宿御苑
評価指標	気温・体感温度・放熱量	気温・体感温度	気温・体感温度
地上緑化（保水性舗装を含む）30%	○	○	○
各建物の屋上の30%を緑化	○	○	○
省エネにより人工排熱30%削減	○	○	○
道路整備による「風の道」の形成	○		
空地の確保			○（環境省の検討を参考）
以上の全対策の総合効果	○	○	○

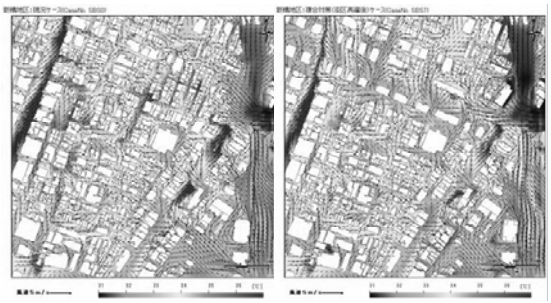


図２　シミュレーション結果のイメージ
（新橋・虎ノ門地区、左：対策実施前、右：複合対策後）

表２　対策による地区平均気温の変化（℃）

分類	海風利用型（業務地区）	内陸型（業務地区）	都市内緑地・都市内水面利用型
対象地区（範囲は別紙）	新橋・虎ノ門	神田	新宿御苑
地上緑化（保水性舗装を含む）30%	-0.093	-0.102	-0.128
各建物の屋上の30%を緑化	-0.014	-0.017	-0.011
省エネにより人工排熱30%削減	-0.058	-0.073	-0.043
以上の対策の総合効果	**-0.166**	**-0.191**	**-0.185**
道路整備による「風の道」の形成	-0.208		
空地の確保			-0.155
以上の全対策の総合効果	**-0.362**	**-0.191**	**-0.340**

表３　気温低下量に基づく対策効果の指標化

分類	海風利用型（業務地区）	内陸型（業務地区）	都市内緑地・都市内水面利用型
対象地区（範囲は別紙）	新橋・虎ノ門	神田	新宿御苑
地上緑化（保水性舗装を含む）30%	1.00	1.00	1.00
各建物の屋上の30%を緑化	0.15	0.17	0.09
省エネにより人工排熱30%削減	0.62	0.72	0.34
以上の対策の総合効果	**1.78**	**1.87**	**1.45**
道路整備による「風の道」の形成	2.24		
空地の確保			1.21
以上の全対策の総合効果	**3.89**	**1.87**	**2.66**

表３によると、例えば先述の地域特性の分類で海風活用型の地区（新橋・虎ノ門地区）で、「風の道」の整備による効果は、地上緑化の約 2.2 倍となる。また、各対策と対策の総合効果との関係は、総和の関係にあることがわかる。このことは、実施した対策量に比例してその地区の対策効果が期待できることを示唆している。

（２）実験による緑化とソーラーパネルの効果の評価

屋上緑化と、地球温暖化対策としての自然エネルギー利用技術として注目されているソーラーパネル（太陽電池）の試験体を立原庁舎屋上南側の日向に設置して、平成 21 年８月から平成 23 年１月までの期間、双方および屋上面（灰色の塩ビシート防水）の表面温度やソーラーパネルの発電量等を計測した。

緑化被覆材として屋上緑化用に製品化されている保水マットと設置用基盤と一体化された芝マットと、家庭用太陽光発電ユニットとして市販されているソーラーパネルそれぞれ１ｍ角を並べて設置した（図３）。



図３　立原庁舎屋上に設置した実験装置

年間を通じて計測した結果、緑化試験体表面温度は全体的にソーラーパネルおよび屋上面よりも低く、芝表面に散水した場合、真夏の昼間では最大 10℃程度低くなる。散水しない場合の表面温度差は５℃程度であった。ソーラーパネルは表面が黒色に近いため、表面温度が上昇しやすいが、１ｍ角で最大 110W程度の発電が可能であった。

［研究成果］

屋上緑化やソーラーパネルの設置について、都市部における効果的な配置の考え方とその対策効果の評価手法を実験や数値計算等によって検討、提示した。

［成果の発表］

本研究の成果は、建築学会、都市計画学会等で今後発表する予定である。また、平成 22 年度に公表された低炭素都市づくりガイドライン（都市・地域整備局）の技術資料として整備する予定である。

［成果の活用］

ケーススタディの成果は都市・地域整備局「低炭素都市づくりガイドライン」に反映され、本研究で改良したパソコンソフトとともに 23 年度中に自治体等向けに公開される予定である。

市街地環境構成要素としての建築・敷地・道路等に関する研究

Research on Buildings, Lots, Roads and so on as Environmental Components of Built-up Areas

（研究期間　平成 20～22 年度）

都市研究部 都市開発研究室
Urban Planning Department, Urban Development Division

室長　河中　俊
Head　Takashi KAWANAKA
主任研究官　勝又　済
Senior Researcher　Wataru KATSUMATA
主任研究官　鍵屋浩司
Senior Researcher　Koji KAGIYA

There is not sufficient share of environmentally well-ordered built-up areas that are assumed in the Building Standard Law and the City Planning Law. Under such conditions, various devices and consideration are needed in order to maintain and improve built-up areas with more dense and in decline. This research aims to examine the importance of buildings, lots, roads and so on as environmental components of built-up areas from various aspects.

［研究目的及び経緯］

建築基準法や都市計画法が想定している秩序ある市街地環境の既成市街地は必ずしも広範に分布しているとは言えない。そのような状況下で、狭小過密化の進行や地区の衰退等といった課題をかかえた既成市街地地区の環境の水準を維持・向上していくために、法の運用に際してさまざまな工夫と配慮が求められている。本研究はそのような背景のもとに、建築・敷地・道路等の市街地環境構成要素としての重要性を多面的に検討した。

［研究内容］

本研究の構成は次の通りである。

①建築基準法上の「敷地台帳」の整備可能性に関する基礎的検討を行った。

②市街地環境性能を担保する建築基準法集団規定のあり方について、密集市街地を題材に検討を行った。

③建物内部から市街地に至る火災安全性に関する検討を、国土交通省住宅局の基準整備促進事業における防火基準に関する研究課題と連携して行った。

［研究成果］

①敷地台帳の整備可能性

建築基準法における敷地は容積制や斜線制限をはじめとした建築物の形態規制や、接道規制の基礎となる重要な概念である。建築基準法集団規定の対象範囲において敷地に対する物的コントロールを敷地コントロールと呼ぶことがあり、その中で敷地台帳（敷地に関する公的な記録）の必要性と有効性が主張されてきた。たとえば敷地の二重使用の防止や最低敷地面積規制や接道規制の効力の担保への寄与があげられる。

近年ではＧＩＳ（地理情報システム）を活用した電子的敷地台帳の構築が技術的に可能なものとなっていると考えられる。そこで、ＧＩＳを活用した、建築確認行政の支援システムおよび道路台帳システムを有する複数の先進的な特定行政庁のシステムに関するヒアリング調査を実施して、敷地台帳的な機能の実現状況を把握した。

一部の建築確認業際支援システムにおいては、ベースマップ（市販の住宅地図を用いる場合と自治体独自の庁内共通基盤図を用いる場合とがある。共通基盤図の最大の地図情報レベルは 500 であった。）上に、確認した建築物の敷地を、配置図をもとに職員が手操作でポリゴン記入する例があった。（指定確認検査機関扱いのものも、特定行政庁へ照会されるので、同様にシステム入力される。）精度の高い敷地境界座標値を持たない敷地形状データであるが、システムに蓄積されることにより、二重敷地や接道状況のディスプレイ上での目視チェックに活用することが可能となる。これらを簡易型の敷地台帳機能と呼ぶことができる。

一方で、精度の高い（地図情報レベル 500 以上）道路台帳システムを有する複数の先進的自治体においては、地籍調査による民民境界データが整備されたエリアが限られているため、全行政区域を対象とした敷地台帳は構想されていない状況にあった。精度の高い敷地台帳の構築については、道路関係データを含めてさらに調査検討すべき事項が残る。

②市街地環境性能を担保する建築基準法集団規定のあり方（密集市街地での建て替えをめぐる課題を題材に）

密集市街地においては、建築基準法集団規定（接道

義務、斜線制限等）の基準が実態よりも厳しすぎることが一因で建て替えが進まず、地区の防災性や住環境が悪化しつつある。実際、密集市街地を抱える全国の自治体に対し、建て替えが進まない物理的要因についてアンケート調査を行った結果、「二項道路のセットバックが困難」「無接道」「建ぺい率を守ることが困難」が上位の要因として認識されていることが分かった。

これらの課題に対応し建て替えを促進するためには、集団規定の適用で期待される市街地環境性能が担保できる限りにおいて、建築物・敷地・道路に対する制限を一般規制によらずに行う「性能規定化」の考えを導入することが有効であると考えられる。「性能規定」の考えに基づき、一般基準と同等以上の市街地環境性能を担保する方策としては、規制の「置き換え」（接道規定を緩和する代わりに沿道建築物の防耐火性能を強化する等）や、設備・ソフト面での「補完」（ドレンチャー、避難設備等の設置により火災時の延焼防止性能や避難性能を強化する等）が挙げられる。

密集市街地の建て替え促進に向けた「性能規定化」の導入に際して、今後検討すべき課題を整理した。

(1)集団規定の各種制限は、どの市街地性能項目の担保を目的とするものなのか、手段と目的の対応関係の体系的な再整理が必要である。建築基準法の条文にも各種集団規定の規制目的は明記されておらず、その運用者の常識と経験に委ねられている。例えば、屋外の通風性能を担保する規制としては、斜線制限なのか、壁面の位置の制限（隣棟間隔）なのか、建ぺい率制限なのか。また、いずれもあり得るのか、組み合わせが必要なのか、いずれか決定的な規制があるのか。

(2)集団規定の各種制限の強度と、実現される市街地性能の関係性を定量的に明らかにする必要がある。例えば、街並み誘導型地区計画では斜線制限を建物高さと壁面位置の制限に置き換えるが、置き換えによる採光、通風・換気、延焼防止、圧迫感等の市街地性能の同等性を、経験的にではなく定量的に確認する必要がある。

(3)市街地タイプや地域毎に市街地環境性能の要求水準は異なるであろうが、その要求性能を定性的に、さらには定量的に表現し、それがどのような集団規定と規制値で実現できるのか、すなわち市街地環境性能の目盛り打ちと各目盛りに対応した集団規定の内容を明らかにすることが必要である。

③建築内部から市街地に至る火災安全性に関する検討

市街地の安全性に関する検討の一環として、建築内部から市街地に至る火災時の避難安全性能を系統的に明らかにするために、建物の区画を形成する間仕切りが有する避難安全性能や、火災時の建物相互の加害性・受害性の概念に基づいて建物が集団的に有する延焼抑制性能の考え方について検討を行った。

特に建物の区画を形成す間仕切りが有する避難安全性能については、今後の防火の性能規定の高度化を視野に、防火区画の壁以外に用いられる簡易な不燃間仕切り壁や不燃扉などが防災計画に積極的に使われているが、この簡易間仕切り壁等が火災初期に階避難に要する15分間程度の間、廊下などの避難経路を、火災を閉じこめて火災の影響からどの程度保護できるのか、試験法の原案の提示も視野に実験的検討を行った。

20～22年度の2年間で、代表的な仕様の簡易間仕切り壁等を対象に局所加熱及び耐火炉加熱による耐火実験や常温遮煙性試験を行って、避難安全検証にも活用できる実測データを得た。

21年度には避難を対象とした初期火災時の遮熱性・遮炎性等を確保できる耐火時間を評価するために、上記の局所加熱による耐火実験をベースに、実火災を想定した火災加熱との比較のための実大火災実験を実施して、その妥当性の検討をふまえて試験法の原案を作成した。

以上の実験的検討によって、今後の防火性能規定の高度化に必要な技術的知見を整備して避難安全検証法等において簡易な間仕切り壁等の評価も可能にするための技術的基知見を整備した。

［成果の発表］

研究成果の一部を下記の論文として公表した。

1) 勝又済(2009)「密集市街地における建て替えと集団規定」『2009年度日本建築学会大会（東北）建築法制部門研究協議会資料 －市街地性能を担保する集団規定のあり方－』, pp.5-12

2) 勝又済(2009)「規制誘導手法を用いた密集市街地における建替え促進方策」『建築士』, Vol.58, No.684, pp.26-31

3) 勝又済(2009)「規制誘導手法を活用した密集市街地の建て替え促進方策に関する研究 －規制誘導手法の活用をめぐる地方公共団体の意向－」『都市計画論文集』No.44-3, pp.625-630

4) 鍵屋浩司(2009)他「尼崎市木造商店街火災の概要」『日本火災学会研究発表会概要集』pp.346

5) 鍵屋浩司(2009)「簡易間仕切り壁等の耐火性・遮煙性に関する実験的検討」『日本建築学会2009年度大会(東北）学術講演梗概集』A-2, pp.253-254

［成果の活用］

密集市街地における建築基準法集団規定の運用方策に関する研究成果については、事項立て研究「密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発」（平成22～25年度）に発展し、同課題において行う「協調的建て替えルール策定ガイドライン」の検討に反映される予定である。

密集市街地における人口構造及び建物更新に関する研究

A Study on Actual Conditions of Demographic Change and Rebuilding Activities in the Densely Built-up Areas

（研究期間　平成 21～22 年度）

都市研究部	部長	山下　浩一
Urban Planning Department	Director	Koichi YAMASHITA
都市研究部　都市開発研究室	主任研究官	勝又　済
Urban Planning Department Urban Development Division	Senior Researcher	Wataru KATSUMATA
都市研究部　都市防災研究室	室長	木内　望
Urban Planning Department Urban Disaster Mitigation Division	Head	Nozomu KIUCHI
都市研究部　都市防災研究室	主任研究官	竹谷　修一
Urban Planning Department Urban Disaster Mitigation Division	Senior Researcher	Shuichi TAKEYA

This study aims to quantitatively clarify and analyze the physical, social and economical aspects related to renewal and non-renewal of old wooden houses in densely built-up areas, to gain basic material which will promote investigation of the appropriate direction to improve the areas. By nation-wide macro study of these areas during the first year, rebuilding rates for each area were estimated, and by case studies of 3 areas during the second year, the physical, social and economic conditions for rebuilt and unrebuilt buildings were clarified and statistically analyzed.

［研究目的及び経緯］

我が国には、地震時に大規模な市街地火災が発生するおそれのある危険な密集市街地が依然大量に存在しており、防災性向上のための整備・改善の加速化が求められている（都市再生プロジェクト（第十二次決定）等）が、予算制約から公共投資の選択と集中が必要であり、少子高齢化・人口減少等の人口構造の変化や建物の更新速度等の実態を踏まえ、地区特性に応じた整備・管理方策の方向性の検討が必要となっている。

そのためには、全国の密集市街地の市街地特性データ（物理的、社会経済的）の収集・整備・分析が必要であるが、全国的な地区の変容動向に関するデータが不足している。特に人口構造の変化、建物更新速度に関する既存データは存在しないため、データの収集・整備が急務であり、さらにそれを用いた人口構造変化及び建物更新速度の要因（その他市街地特性との相互関係）の分析が必要である。

そこで本研究では、密集市街地の整備・改善の加速化に向けた施策や事業制度の拡充を検討する際のバックデータとして、全国の重点密集市街地の物理的実態（建物更新、道路・敷地等の状況）及び社会・経済的実態（人口増減、高齢化、地価等の状況）に関する客観的データを整備するとともに、建物更新／未更新に関する物理的要因及び社会・経済的要因についてマクロ・ミクロ両面から定量的に分析し、これからの少子高齢化・人口減少社会における密集市街地の整備・管理方策の方向性を検討する上で必要な基礎資料の作成を目的としている。

［研究内容］

本研究の主な構成は次の通りである。

(1) 全国の重点密集市街地の市街地特性等に関するマクロデータベースの構築
(2) 人口構造及び建物更新の変容要因に関するマクロ分析
(3) 建物更新に関する物理的、社会・経済的要因のミクロ実態調査・分析
(4) 整備・改善方策の方向性の検討

［研究成果］

本研究において得られた主な成果について以下に述べる。

１．全国の重点密集市街地の市街地特性等に関するマクロデータベースの構築

全国の重点密集市街地について、人口構造、建物更新、

その他地区の物理的・社会経済的市街地特性や政策・事業的位置付け等に関するマクロデータを収集、地区単位で集計し、マクロデータベースとして整理した。

従来、重点密集市街地の建物更新率については、地区毎の個別データは存在せず全国一律の値が用いられることが多かったが、今回は固定資産課税データを用いて近年の新築量をストックで割って算出される「新築更新率」のデータを新たに整備することにより、建物更新状況に関する地区別の状況把握や比較、他のマクロ指標との相関分析が可能となった。

また、国勢調査小地域データの集計による人口動態（人口増減、高齢化率、５歳階級別人口、５年間定住率、及びそれらの推移等）、地価及びその推移等の社会・経済的実態に関するデータについても新たに整備し、地区別の状況把握や比較、他のマクロ指標との相関分析が可能となった。

２．人口構造及び建物更新の変容要因に関するマクロ分析

上記のデータベースを用いて、人口構造及び建物更新と、その他市街地特性との相互関係を客観的に分析した。特に、従来、建物更新が進みにくい要因として定性的に語られてきた市街地特性(狭小敷地、細街路、高齢化、ポテンシャル等）について、関連するマクロデータと「新築更新率」との相互関係を分析した。

その結果、高齢化率、狭小敷地率、細街路率、駅から距離、借地率、指定容積率等が更新率に影響を与えること等を定量的に明らかにした（図１～２）。

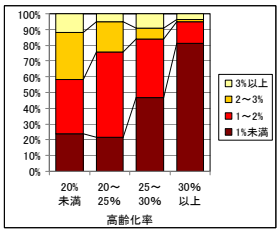


図１　全国の重点密集市街地に関する高齢化率別の新築更新率

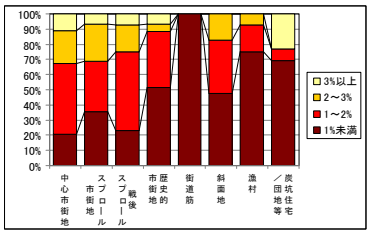


図２　全国の重点密集市街地に関する市街地類型別の新築更新率

３．建物更新に関する物理的、社会・経済的要因のミクロ実態調査・分析

マクロ調査のクロス集計は地区単位の集計データ（代表値）を用いているので、厳密な意味での要因分析になっていないため、マクロ調査の結果をミクロ調査（敷地・建物を単位としたクロス集計）で検証する必要がある。そこで、東京（東部・西部）・大阪の重点密集市街地から地域特性を考慮しつつ具体の地区を複数取り上げ（荒川区、目黒区、寝屋川市）、地権者の建物更新行動に大きな影響を与えていると思われる物理的、社会・経済的条件に関するデータを敷地・建物を単位として収集し、建物更新／未更新の要因について分析を行った。その際、地権者の属性、建て替え・住み替え意向等については、アンケート調査及び補足ヒアリング調査により１世帯毎に把握し、敷地・建物データと対応付けを行った。

その結果、高齢化、敷地面積、前面道路幅員、権利関係等が建物更新／未更新に影響を与えることを解明した（図３～４）。また、近年建物更新を行った住宅については、権利移動を伴うものが多いことが明らかとなった（図５）。

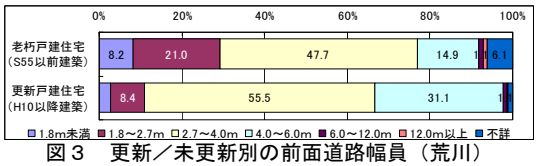


図３　更新／未更新別の前面道路幅員（荒川）

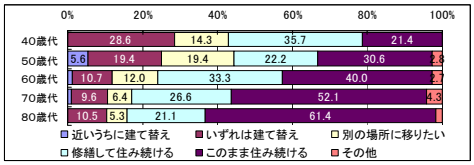


図４　世帯主年齢別の住宅改善予定（荒川・目黒・寝屋川計）

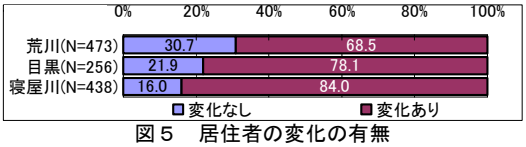


図５　居住者の変化の有無

４．整備・改善方策の方向性の検討

本研究で対象とした密集市街地において物理的、社会・経済的特性について分析した結果、以下のような整備・改善方策の方向性が導かれた。

①地区の建築活動の主体は地権者の自力更新ではなく、権利移動を伴った新築となっており、それに合わせた防災性・住環境の改善が図れる方策が必要である。

②老朽住宅（本研究では昭和 55 年以前の住宅）の所有者は高齢者が大部分を占め、定住意向は高いが建て替え意向が低い。小規模敷地等では建て替え促進策よりも、住み替えと第三者への円滑な権利移動に合わせた防災性・住環境の改善を図る方策が望まれる。

③建て替え意向はないものの修繕等の意向がある場合は、当面耐震改修等により住宅の安全性の確保を進める方策が必要である。

［成果の発表］

本研究の成果は、今後更に詳細な分析を加え、講演会、学会での発表等により公表していく予定である。

［成果の活用］

本研究の成果は、本省住宅局市街地住宅整備室や地方公共団体に提供し、住生活基本計画（全国計画）の改訂作業や、少子高齢化・人口減少社会における密集市街地の整備・管理方策の方向性検討のための基礎資料として活用されることが期待される。

省 CO2 効果からみたヒートアイランド対策評価に関する研究

Research on the Evaluation of Urban Heat Island Countermeasures from the Viewpoint of Low Carbon Emission

（研究期間　平成 21～23 年度）

都市研究部	部　　長	山下　浩一
都市研究部　都市開発研究室	主任研究官	鍵屋　浩司
建築研究部　環境・設備基準研究室	室　　長	足永　靖信

［研究目的及び経緯］

本研究は、地球温暖化対策として喫緊の課題である CO2 排出量の削減の一環として、様々なヒートアイランド対策が有する省 CO2 効果の考え方とその評価手法を構築することを目的とする。主に夏季の都市気温の上昇に伴う環境問題として対策の推進が求められているヒートアイランド現象と、年間を通じた CO2 排出量や地球全域の気温上昇が議論される地球温暖化現象の双方を総合的に評価･検討する手法は確立されていない。そこで本研究により都市計画運用指針や、自治体等向けのヒートアイランド対策評価手法の手引き等に反映できる知見の構築を目指す。

平成 22 年度は、ヒートアイランド対策が年間を通じて熱環境に及ぼす効果・影響の定量化を行うとともに、ヒートアイランド対策による建物空調の年間を通じた省エネ効果の定量化を行った。具体的には夏季・冬季の昼夜間における屋上緑化・人工排熱削減等のヒートアイランド対策効果を定量化するとともに、屋上へのソーラーパネルの設置と屋上緑化のような複数の対策の組合せについても定量的に検討した。さらに、都市環境分野の有識者に、夏季・冬季を通じた効果からみたヒートアイランド対策の評価手法と都市づくりへの適用方策に関するヒアリングを行った。

密集市街地における協調的建て替えルールの策定支援技術の開発

Development of the Supporting System on Making Harmonious Rules for Rebuilding in Densely Built-up Areas

（研究期間　平成 22～25 年度）

都市研究部		部　　長	山下　浩一
都市研究部	都市開発研究室	主任研究官	勝又　済
総合技術政策研究センター	建設経済研究室	主任研究官	岩見　達也
住宅研究部	住環境計画研究室	主任研究官	三木　保弘
建築研究部	環境・設備基準研究室	主任研究官	西澤　繁毅

［研究目的及び経緯］

我が国には、防災性や住環境の水準の低い密集市街地が大量に存在しており、整備・改善の加速化が求められているが、密集市街地の街区内部は狭隘道路と狭小敷地で構成されているために、建築基準法集団規定（接道義務、道路斜線制限、建ぺい率制限等）による建築規制が厳しく作用することにより、法に適合した建て替えが困難な老朽木造住宅が数多く存在し、整備・改善の大きな障害となっている。そこで本研究では、特定行政庁の許可・認定により一般の建築規制を性能的に同等な基準に置き換えたローカルルールに従って区域内の各敷地において個別に建て替えを進める「協調的建て替え特例手法」の活用促進を図るため、協調的建て替えルールの策定を支援する街区性能（防火・避難等の火災安全性能、及び日照・採光、換気・通風等の住環境性能）の簡易予測・評価ツールを開発するとともに、全国の類型密集市街地における街区性能の実態を定量的に把握し、確保すべき街区性能の水準の明確化と協調的建て替えルールの策定ガイドラインの検討を行うことを目的としている。

平成 22 年度は、簡易予測・評価ツールの性能項目別要素プログラムの開発を進めるとともに、シミュレーションによるデータベースの作成、類型密集市街地における冬季の街区性能の実測調査や住民ニーズに関するアンケート調査等を行った。

内湾域における水辺環境再生事業
アピールポイント強化プロジェクト

Implementation of Environment Restoration in Urban Wetland

（研究期間　平成 19~22 年度）

沿岸海洋研究部　海洋環境研究室
Marine Environment Division、
Coastal and Marine Department

室長	古川　恵太
Head	Keita　FURUKAWA
主任研究官	岡田　知也
Senior Researcher	Tomonari　OKADA
研究官	吉田　潤
Researcher	Jun YOSHIDA
研究官	上村　了美
Researcher	Satomi KAMIMURA

To restore the coastal habitat, surrounding dynamic coastal ecosystem (wetland system) also needs to be restored.　Nevertheless, coastal wetlands are decreasing in alarming rate.　It is unable to reverse the tendency unless changing fundamental causes such as uncontrolled economical development, excess use of resources, and lack of public interest.　Nevertheless, it should not be a choice of “this or that.”　One way to implement breakthrough measures can be the restoration of wetlands in urban area using sound ecological engineering to incorporate the restoration and the development.　The way of restoration as well as the project target is presented in practical studies.

［研究目的及び経緯］

沿岸域と水辺の環境の係わりについて，生物・環境の両面から概念的に繋がりが理解できる概念モデルを構築するとともに，アピールポイントのあり方について整理を進め，その評価手法の確立，市民が主体的に参加できる活動メニューの構築を通して，統合沿岸域管理としての全国海の再生プロジェクトを推進する．

全国海の再生プロジェクト（国土交通省），の評価手法として，アピールポイントという評価地点が抽出されている．H19.3 には東京湾再生のための行動計画の第１回中間評価が行なわれ，全体としての順調な進捗が評価された．しかし，そのアピールポイントで具体に，どのように評価するのか，特に横断的比較や，今後の再生計画への反映のさせ方については，十分に議論されていないと指摘されている．

［研究内容］

（１）勉強会、ワークショップを通したアピールポイントのあり方の整理

（２）現地観測による実践的な観測手法の開発を通したアピールポイントにおける評価手法の確立

（３）社会実験を通した住民参加のメニューの構築

［研究成果］

（１）アピールポイントのあり方の整理

江戸前のハゼ復活をターゲットにした勉強会、環境調和型研究会、東京湾シンポジウム等の開催を通して、アピールポイントのあり方の検討を進めた。

第９回東京湾シンポジウムにおいては「場の理解と生き物の棲み処づくり」をテーマとし、東京湾再生推進会議、ラムサールセンター、千葉県漁業研究所、東京湾島しょ農林水産総合センター、よこすか海の市民会議の各位から、関連の活動、調査等の成果をご披露いただき、「ワイズユース」という考え方の重要性、関係者が協働してデータを取得し共有することの大切さ、異業種の交流の促進、肥沃な海水としての貧酸素水の認識、循環を意識した場づくり、方向性を持った取り組みなどの大切さが指摘された。

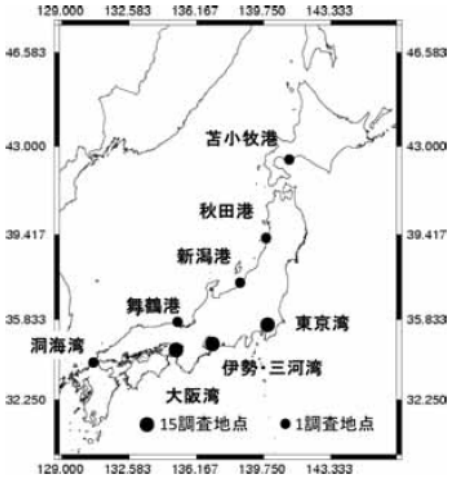
第 10 回東京湾シンポジウムにおいては「モニタリングデータの社会への還元」をテーマとし、京都大学藤原建紀教授、港空研中村由行研究主監、国総研日向博文沿岸域システム室長、大阪市立大学重松孝昌准教授らから話題提供を受け、「海の豊かさ」を目指した方向性、モニタリングにおける情報の「量」と「質」の大切さといった考え方の普及・啓発がモニタリングデータの社会への還元の方策として重要であると指摘された。

第 11 回東京湾シンポジウムにおいては「協働の推進」をテーマとし、東京工業大学灘岡和夫教授、水工研八木宏チーム長、国総研古川東京湾漁業研究所鳥羽光晴所長、、お台場学園福井正仁校長、大阪市立大学矢持進教授らから話題提供を受け、共同の実現に向けた研究者の役割、アイデアから実践へ踏み出すための取り組みについて意見交換が行われ、研究者と行政の作業レベルでの協働や成果の発信の強化、環境再生の目的の明確化と、子どもに本当のものを伝える、ひろがりのある連携の推進の重要性が指摘された。

（２）アピールポイントにおける評価手法の確立

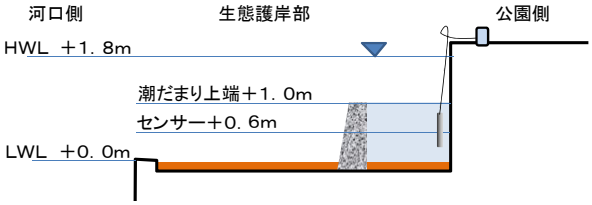
環境を生物によって評価する試みとして，指標生物による海底環境区分や，7 都県市首脳会議環境問題対策委員会水質改善部会の提唱した「東京湾における底生生物等による底質評価方法」がある．こうした生物を指標は感覚的に理解できることが利点である．

東京湾はじめ、代表的な港湾域の防波堤や護岸における付着生物･ベントスの分布状況を調査し(図－1)、多様度指数、群集組成のクラスタリング、生物分布と環境特性の関連性、などの生物生息に関する基本的な解析を行って、付着生物・ベントスの生息場所としての人工水際線の現状とそこにおける付着生物・ベントス生物群集の特性を明らかにした結果、マクロな生物生息勾配（緯度勾配）の存在とともに、メソ～ミクロな生物生息勾配（湾内分布、鉛直分布）において水質・底質・波あたりなどの局所環境要因が影響していることが示唆されるデータを得ることができた。



図－1　付着生物調査地点

また、テラス型護岸（潮だまりの造成）による生物生息場の創出手法に対して、溶存酸素（DO）濃度を指標とする護岸造成の一指針について検討を進め、テラス型護岸が面する運河部では、強い塩分成層が形成され塩分躍層および貧酸素水塊の上面の水深が表層近くに存在し、また、潮だまり内の DO 濃度は流入水の DO 濃度に強い影響を受けることから、テラス型護岸の天端高は、運河部の貧酸素水塊が流入しない高さに設定されるべきであること。また、やむなく DO 濃度が低い運河水を導入する場合には、潮溜まりの水深を浅くする必要があること。さらには、数年経過し潮溜まり内に有機物が堆積し、酸素消費が大きくなり、酸素生成機能が衰えた場合においては､潮溜まり内の DO 濃度を回復させる方法として、覆砂は有効な手段となりえる可能性があることなどの結論を得た。



図－2　河口部テラス型護岸の造成断面例

（３）住民参加のメニューの構築

芝浦アイランドでの生き物の棲み処づくりプロジェクトを実施し、住民参加のメニュー作りを実践的に検討した。潮だまりの観察、ハゼ釣り調査、粘土を用いた体験型スクーリング等が具体のメニューとして抽出され、それぞれの活動の実施に活用する資料を作成することで､効果的に実施できることが示された(図－3)。



図－3　各種啓発資料

［成果の発表］

公開サーバ(http://www.meic.go.jp/)によるプロジェクトのイベント告知・報告や、国総研資料、学会発表による成果の発表を行った。

［成果の活用］

全国海の再生プロジェクト、環境共生型港湾構造物の計画・施工・管理にあたって、参考資料とする。

海底・水際の環境評価手法に関する研究

Environment Assessment for Sediment and Shore

（研究期間　平成 20～23 年度）

沿岸海洋研究部　海洋環境研究室　　研　究　官

室　　長　　古川　恵太
主任研究官　　岡田　知也
研　究　官　　吉田　潤
研　究　官　　上村　了美

［研究目的及び経緯］

海辺における自然再生の事業として、干潟造成、藻場造成とともに、環境配慮型護岸・防波堤等の構造物の造成、運河部における生物生息場再生・造成など、海底面および、水際線に密着した領域でのメニューが考えられている。実行可能性を考慮すると、こうした取り組みは今後増加していくことが予想されるが、その整備・造成効果を明確に示す指標が確立されていない。そこで、環境変化が蓄積される底質・水際の基盤環境や、生物生息状況などに着目し、簡易で、かつ継続性・汎用性のある評価手法を、評価方法と不可分のモニタリング（測定）手法とととともに検討し、評価の指針を得ることを目的とする。

平成 22 年度には、東京湾奥部－港内－運河における地形・水塊・底質構造に関する調査結果を可視化するシステム開発・改良を進めインタラクティブな情報共有システムとして構築した。また、東京湾再生推進会議、九都県市首脳会議環境問題対策委員会、東京湾岸自治体環境保全会議に協力し、東京湾水質一斉調査の実施および調査成果の取りまとめを行った。

生態系サービスを指標とした港湾環境の診断技術の検討調査

Study on environment assessment by ecosystem services in port area

（研究期間　平成 21～24 年度）

沿岸海洋研究部　海洋環境研究室

室　　長　　古川　恵太
主任研究官　　岡田　知也
研　究　官　　吉田　潤
研　究　官　　上村　了美

［研究目的及び経緯］

本研究では、港湾における生物共生型構造物の導入やその維持管理を支援するため、その整備効果を診断するシステムとして、生態系サービス（直接・間接、供給・緩和など）の変化を指標とした手法の確立を目指す。あわせて、各地方整備局の整備してきた環境データベース、環境情報センターの蓄積データの利活用を図る。

平成 22 年度には、汽水域を生息域とするハゼを指標とした環境評価の研究の深化のためにハゼ釣り調査、ハゼ生息調査などを実施し、従来型の縁辺性の生活史だけでなく定在型の生活史を持つ群があることが示唆する成果を得るとともに、港湾域における生息生物を用いた環境評価について基礎的な解析を実施した。

沿岸環境メカニズム可視化手法開発調査

Development on visualization techniques for coastal environment mechanisms

（研究期間　平成 22～24 年度）

沿岸海洋研究部　海洋環境研究室

室　　長　　古川　恵太
主任研究官　　岡田　知也
研　究　官　　吉田　潤
研　究　官　　上村　了美

［研究目的及び経緯］

本研究では、全国海の再生プロジェクトで推進されている環境モニタリング、各地方整備局で運用されている環境データベースや数値計算モデルの成果を環境メカニズムの可視化という方向性で統合し、直轄および関係自治体、市民、関係者などに広く提供することを目的とし、沿岸環境のメカニズムを示す可視化成果の取りまとめ、情報提供の在り方・手法の検討を行う。

平成 22 年度には、芝浦アイランドにおける「生き物の棲み処づくりプロジェクト」の成果を住民・関係者と共有するため調査結果等をとりまとめた啓発資料を作成するとともに、第 11 回となる東京湾シンポジウム・第 6 回の海辺の自然再生に向けたパネル展を主催し、関係者と沿岸域の総合的な管理に向けた取り組みの必要性、考え方について議論を進めた。

高潮･津波からの避難方策多様化に関する調査

Research on Promotion of Diversification on Storm Surge and Tsunami Evacuation

（研究期間　平成 20～22 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸防災研究室	室長	根木　貴史
Coastal and Marine Department	Head	Takashi NEGI
Coastal Disaster Prevention Division	主任研究官	熊谷　兼太郎
	Senior Researcher	Kentaro KUMAGAI
	研究員	渡邉　祐二
	Research Engineer	Yuji WATANABE

Breakwaters, seawalls and the other structures have been constructed for tsunami protection measures. However, there is a possibility that such measures cannot completely prevent urban areas from tsunami flooding. For this reason, various methods of evacuation are proposed for citizens who are in danger of suffering damage from the flood. Therefore, we examine the effects of main evacuation methods and compile the evaluation methods.

［研究目的及び経緯］

防波堤、防潮堤等の整備による津波への対策が行われている。しかし、このような対策を講じても市街地等への津波の浸水被害を完全には防ぐことができない可能性がある。そのため、津波による人的被害を抑えるため津波避難ビルの整備等の様々な避難対策が提案されている。そこで、本研究では主な避難対策が避難安全性に及ぼす効果を定量化する方法について検討し、その評価方法をまとめる。

［研究内容］

①高潮及び津波に対する建築物の耐力を評価するために昭和４６年以降の建築基準の改正経緯の整理を行った。

②主として津波を想定してモデル構造物の浸水に対する耐力を求める構造計算を行った。

③建物の鉛直階への避難について所要時間を推定する手法の整理を行った。

④高潮に対して利用可能な避難施設の構造等についての検討を行った。

⑤沿岸地区の市街地をモデルケースとした津波避難対策が避難安全性に及ぼす効果の試算を行った。

［研究成果］

モデル構造物の浸水に対する耐力を求める構造計算を行った結果は、２ｍと４ｍの浸水深別に作用力を算定し、曲げ耐力を比較した。その結果、鉄筋コンクリート造建物の壁は上の条件では作用力に比較して耐力が十分に大きくなった。一方、鉄骨造建物の壁は一部のケースを除き作用力に比較して耐力が小さくなり、建物内部への浸水の可能性が高いことが分かった。

建物内の鉛直避難を考慮すると建物内の鉛直避難を考慮しない場合に比べて、避難余裕時間は約３０秒短くなることが分かった。

また、高潮災害の場合は、ＲＣ構造の２階以上の建物を避難可能な施設とすることでより安全な避難を行うことができるとの結果を得た。

ある沿岸地区の市街地（東西約６００ｍ、南北約９００ｍの範囲）をモデルケースとして、津波避難対策が避難安全性に及ぼす効果の試算を行った。解析にあたっては、汎用的なＧＩＳソフトウェアであるＡｒｃＧＩＳを用いた。図１に、解析に用いたＧＩＳデータの避難施設（津波避難場所及び津波避難ビル）、市街地の建物、街路、交差点及び

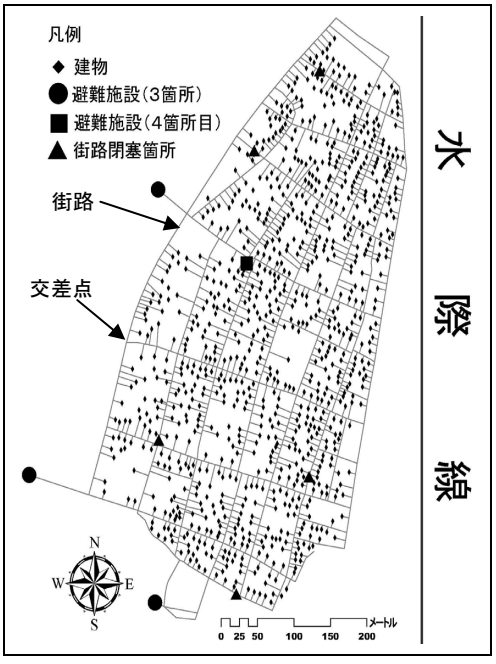


図１:市街地のＧＩＳデータ

表1：ＧＩＳデータ 各項目の数量

	街路	交差点	建物及び避難施設
ノード数	８６２	８６	８１７
リンク数	１８１８		

閉塞箇所を示す。また、そのうち街路、交差点、建物及び避難施設の数量を表１に示す。なお、図１に示す閉塞箇所５箇所について、閉塞箇所がある場合の解析を行う際は５箇所全てが閉塞するものとし、閉塞箇所が無い場合の解析を行う際は５箇所全てが閉塞しないものとした。

次の３つの津波避難対策の効果について検討を行った。１つ目に津波避難場所または津波避難ビルの追加による効果、２つ目に建物耐震化による街路閉塞箇所の減少の効果、３つ目は津波避難標識の設置による効果である。解析の方法は、ＧＩＳの経路解析機能を用い、避難者は各建物に１名ずついるものとし、避難速度を１ｍ／秒とした。市街地全体の避難安全性に及ぼす効果は、避難者が自宅から避難施設まで要する避難距離の平均値（平均避難距離）を指標として評価する。

解析を行った結果、避難施設数を３箇所から４箇所に増加させた場合は、約６０ｍの平均避難距離短縮の効果、建物耐震化によって街路閉塞箇所を５箇所から０箇所にした場合は、街路閉塞箇所を迂回する必要がなくなることから、約１０ｍの平均避難距離短縮の効果があった。

次に、津波避難標識の効果について、津波避難標識がない場合は逃げ惑いによるロスタイムが交差点を通過するごとに５秒かかり、ある場合にはロスタイムがかからないものとした。津波避難標識がない場合において、ロスタイムは平均約２５秒（距離にして約２５ｍ）となり、津波避難標識がある場合はこのロスタイム（または距離）がゼロになることが効果とみなせる。

以上の結果について平均避難距離を指標とすると、避難施設数を増やすことが最も市街地全体の避難安全性向上に寄与し、次に津波避難標識の設置であり、最後に建物耐震化による街路閉塞箇所の減少となる。

しかし、平均避難距離の指標だけでは計れない部分がある。例えば建物耐震化による街路閉塞箇所の減少の効果については、避難者が街路閉塞箇所に遭遇しなくなることにより、逃げ惑う危険性を減らすことができる。このように、今後は平均避難距離のみの指標ではなく他の指標からも検討を行う必要がある。また、避難施設数や街路閉塞箇所等の条件を変えて、津波避難対策の相乗効果等より詳細に解析を行う必要がある。

［成果の発表］

土木学会において論文発表を行う予定である。また、国土技術政策総合研究所資料としてまとめる予定である。

［成果の活用］

本研究で提案した評価手法により、港湾管理者、直轄事務所、自治体担当者等において、津波避難場所及び津波避難ビルの整備、海岸保全施設の整備等の対策実施に伴う避難安全性向上を定量的に評価することがある程度できるようになり、高潮、津波、温暖化に伴う海面上昇等への対策立案に活用できる。

［参考文献］

1)熊谷兼太郎・鈴木武：市街地特性及び浸水予測結果を考慮した津波避難安全性評価の基礎的研究，国土技術政策総合研究所資料　第 537 号，2009

2)内閣府政策統括官（防災担当）・津波避難ビル等に係るガイドライン検討会：津波避難ビル等に係るガイドライン，p. 11，p. 19-25，2005.

地震・津波複合災害の被害波及過程及びその評価に関する研究

Study on estimate method of carbon-dioxide emission from road transport section

（研究期間　平成 22～23 年度）

沿岸海洋研究部　　主任研究官　　熊谷兼太郎
沿岸海洋研究部　沿岸防災研究室　　室　　長　　根木　貴史

［研究目的及び経緯］

港湾は人流・物流の結節点であり、災害時はさらに復旧・復興活動拠点としての役割が期待されている。この津波対策を立案するためには、津波による浸水の直接・間接被害、地震動による海岸保全施設の機能喪失が津波の浸水に与える複合的な影響等について、被害予測を体系的かつ的確に行う必要がある。

本研究では、港湾及び背後地域を対象として、被害予測の体系化のための「地震・津波の被害波及過程図の作成」及び被害額算定手法の開発・試行による「被害評価手法の提案」を目的とする。平成 22 年度は、地震・津波の被害波及過程図の案を整理するとともに、被害評価手法の提案のための基礎的数値データを収集し、GIS データとして整理した。

全国の高潮災害リスクの推定とリスクマップの開発

Estimation of Nation-wide Risk and Development of Risk-map

（研究期間　平成 21～23 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸防災研究室　　室　　長　　根木　貴史
研　究　員　　渡邉　祐二

［研究目的及び経緯］

温暖化の影響は広く世界に顕在化しつつあり、積極的な緩和策と共に、長期的な視点で悪影響に備える適応策が必要である。我が国における適応策策定を支援し、安全・安心な気候変動適応型社会の実現に向けた政策評価を可能とすることが求められている。

そこで、定量的かつ簡易な影響評価手法の開発により、自治体レベルでより具体的な適応策を社会実装するため、従前の研究成果から空間分解能を高め、土地利用を考慮することで、被害推定の精度を高めるとともに。全国の高潮被害を予測し、インフラと地域の関係を明らかにする。

平成 22 年度は、以前に開発した高潮災害の被害予測モデルの越流モデルを改良するとともに、全国に拡張するための準備を行った。

高潮による漂流物衝突力の評価手法の調査

Development of Life Cycle Assessment method on infrastructure

（研究期間　平成 21～23 年度）

沿岸海洋研究部　　主任研究官　　熊谷兼太郎
沿岸海洋研究部　沿岸防災研究室　　室　　長　　根木　貴史

［研究目的及び経緯］

「ゼロメートル地帯の高潮対策検討会」提言（平成 18 年 1 月）及び交通政策審議会答申「地球温暖化に起因する気候変化に対する港湾政策のあり方」（同 21 年 3 月）において、海岸保全施設等の安全性を確保するため流出物対策についての研究を推進する必要がある等と指摘されている。そこで、本研究では、高潮による漂流物に対する海岸保全施設等の安全性を確保するための漂流物の衝突力の評価手法等を調査することを目的として、風洞水槽（台風防災実験水路）における海域の漂流物の挙動に関する実験等を行う。

平成 22 年度は、海上に流出した漂流物の到達範囲推定のため、風洞水槽においてコンテナ模型漂流実験を行い、漂流物に作用する風と流れの抗力係数を実験的に得た。また、風の乱流構造の測定により、実験結果の現地への適用性について検証した。

持続可能な臨海部における廃棄物埋立処分に関する研究

Estimation of Nation-wide Risk and Development of Risk-map

（研究期間　平成 21～23 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸防災研究室　　室　　長　　根木　貴史
研　究　官　　渡邉　祐二

［研究目的及び経緯］

従前の研究成果から空間分解能を高め、土地利用を考慮することで、被害推定の精度を高める。全国の高潮被害を予測し、インフラと地域の関係を明らかにする。

東京湾における漂流ゴミの収支把握と効率的な回収方策に関する研究

Research on floating debris balance of Tokyo Bay and measures for its effective collection

（研究期間　平成 22 年度）

沿岸海洋研究部	室長	日向　博文
Coastal Zone Systems Division	Head	Hirofumi Hinata
沿岸海洋研究部	研究官	片岡　智哉
Coastal Zone Systems Division	Researcher	Tomoya Kataoka

Based on the inverse method proposed by Kako et al. (2010)、floating debris balance in Tokyo Bay was investigated in order to take measures for its effective collection with sea-surface-clean vessels operated by regional offices of the Ministry of Land、 Infrastructure、 Transport and Tourism.

［研究目的及び経緯］

近年、海洋におけるゴミ問題が顕在化しつつあり、沿岸環境への影響や経済的な被害が報告されている。最近ではプラスチック製ゴミに含有する化学汚染物質に注目が集まりつつあり、海岸や海洋における新たな汚染源としての研究が進められている。また、2009 年 9 月には大量の流木が鹿児島市と種子島と屋久島を結ぶフェリー航路を横断したため高速船が長期欠航となり海運業者に経済的な打撃を与えたことは記憶に新しい。

国土交通省関東地方整備局（以下、関東地整）は東京湾における海洋環境整備事業として湾内一般海域（**図-1**）における漂流ゴミの回収を行っている。漂流ゴミの多くは陸域から河川を介して湾内に流入していると想定されるが、詳細な流入源、流入量や流入時期は明らかになっていない。漂流ゴミによる湾内環境への影響を評価していく上ではまずゴミ流入量や流入時期を把握することが重要である。また、海洋環境整備船の効率的な運用を図る上でもゴミの流入源、流入量や流入時期を把握することが基本となる。

流入源の推定に関する既往の研究例としては使い捨てライターに記載されている住所等の情報や漂着ゴミに付いているバーコードや製造番号を指標とした方法が一般的である。しかしながら、これらの方法はある特定ゴミの流入源しかわからない上に紫外線や波浪等の影響で上記の情報が得られない場合が多いという欠点がある。また、流入量の推定に関しては河川でゴミを直接採取し、その採取量から流入量を推定する事例、あるいは海岸調査及びアンケート調査の結果とゴミの回収量に関する資料から適当な係数を決め、河川からの流入量等を推算し、瀬戸内海の収支を試算した事例がある。前者は河川でゴミを直接採取するため、結果の信頼性は非常に高いが、労力を要するため継続的に複数の河川で流入量を計測することが困難である。また、後者は方法自体の妥当性や推算した流入量に関する検証が現時点では十分行われていないという欠点がある。

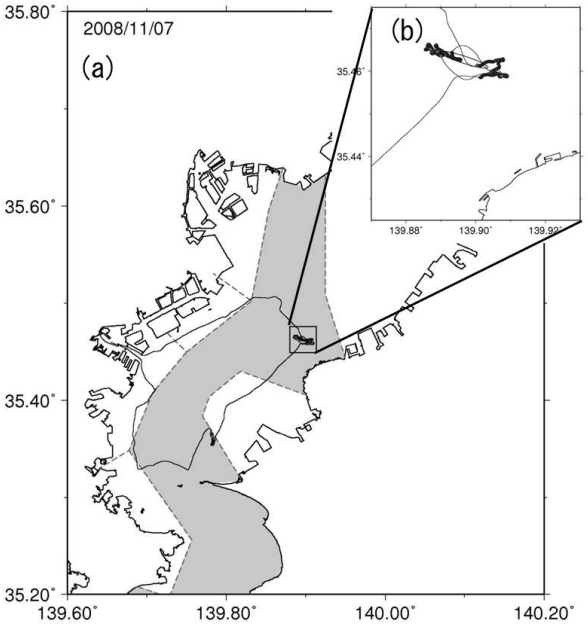


図-1　2008 年 11 月 7 日の航走データによる航跡と航跡から抽出した回収範囲。実線は船跡、黒丸は船速が 4knot 以下の地点、点線は港湾区域と一般海域の境界線、灰色は一般海域を示す。

一方、Kako et al., *MPB*, 2010（以下、K2010）は五島列島福江島八朔海岸で行った漂着ゴミ調査の結果と数値モデルを用いて東シナ海におけるゴミの流入源及び流入量の推定を行った。その結果、推定流入源については同海岸で回収した使い捨てライターから推測された流入源分布と良く一致する分布パターンを得ることが出来た。また、推定流入量に相当する中立粒子を推定流入源に放流する hindcast 実験を行ったところ、八朔海岸に漂着するゴミ量を数値モデル上で上手く再現することに成功した。さらに Kako et al.(2011)では同様の hindcast 実験を行い、五島列島奈留島大串海岸に設置したウェブカメラの撮影画像から計算した漂着ゴミ被覆面積と比較したところ、その変動パターンを上手く再現できた。この手法の特徴は、対象海域の表層流動場と対象海域内のある地点でのゴミの回収量・回収場所・回収日時のデータ（以下、回収データ）が揃えば、回収したゴミの流入源、その流入源におけるゴミの流入量と流入時期が推定可能な点にある。さらに、この推定方法は定期的なゴミの回収データを用いることで、流入量の時間変化を推測することができる長所もある。

東京湾の場合、一般海域における漂流ゴミの回収量、種類、および回収日は関東地整によってデータベース化され管理されている。また、東京湾の表層流動場は、同じく関東地整によって整備されている短波海洋レーダ（以下、HF レーダ）によって 1 時間毎にほぼ全域のデータが空間解像度 1.5km で計測されている（**図-2**）。したがって、これらのデータと K2010 の方法を応用することで東京湾に流入するゴミの流入源、流入量と流入時期を明らかにすることが期待できる。

［研究内容］

（1）HF レーダによって計測された東京湾内湾域における表層流速データ、および環境整備船によるゴミ回収実績データを用いた hindcast 実験に基づいて K2010 による方法の東京湾への適用性の検証

（2）K2010 による方法に基づく東京湾における漂流ゴミ収支の試計算の実施

［研究成果］

（1）東京湾においても K2010 の方法は適用可能であることが明らかとなった。また、手法自体の推定精度は流入源の推定は流れ場に依らず、10km 以内（湾口は除く）であり、流入量の推定精度は 2 倍以内である。

実際よりも大きな水平拡散係数を計算に用いると間違った流入源を検出する可能性が高くなるが、水平シアによる分散効果が大きい流速場では水平拡散係数の大小による明瞭な違いは見られなくなる。

計算に用いる拡散係数が実海域の水平拡散係数に対して 2 倍程度、あるいは 1 オーダーの誤差があったと仮定してもゴミの流入量の推定誤差はそれぞれ 1.5 倍、6 倍程度の範囲で求められる。

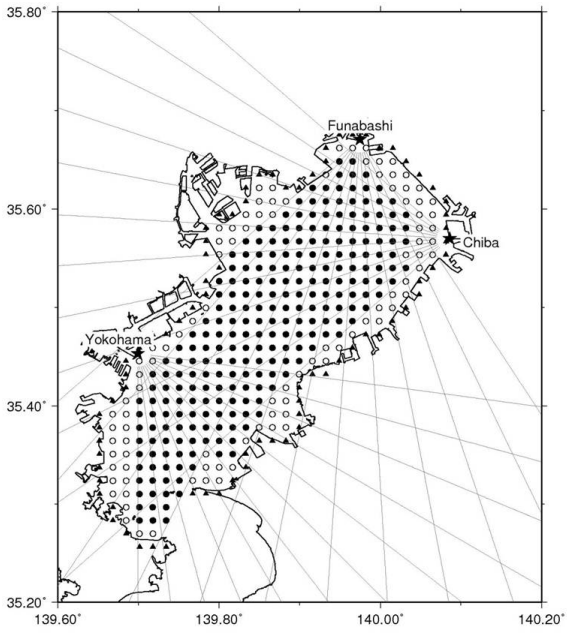


図-2 HF レーダ観測グリッド

（2）2008 年度における東京湾の漂流ゴミ収支計算を行ったところ、港湾管理者による回収量（約 7300m^3）とほぼ同程度かそれ以上の量の漂流ゴミが一般海域に流入していることが明らかとなった。また、漂流ゴミ流入量の変化は淡水流入量の変化と非常に相関が高いが、変化の割合は淡水流入量に比べて 2 オーダー程度大きいことが明らかとなった。

［成果の発表］

国総研資料、港湾空港政策研究会、および全国海洋環境・技術課長会議による研究成果の提供等。

［成果の活用］

漂流ゴミ回収支援システムの高度化のための資料として活用。

沿岸域の地域資源を活かした地域活性化に関する研究

Research on Local Vitalization by Using Coastal Resources

（研究期間　平成 20～23 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸域システム研究室　　研　究　官　　森本剣太郎

［研究目的及び経緯］

地方・地域は、長引く国内外の経済停滞、急速な少子高齢化や若年層の流出などが相まって、地域の活力が急速に衰退しさらに疲弊するという負のスパイラルに陥っている。そこで政府は、地方再生を国の最重要課題と位置づけた「地方再生戦略」を 2008 年 1 月に改定し、地域の資源を活かした自律的かつ持続的な地方地域の再生・活性化を推し進めている。一方で沿岸域は、海と陸が接するがゆえに自然・産業・景観・歴史・文化などにおいて地域の中でも特色ある空間を形成しているが、地域活性化についてはその特色を十分に活用していると言い難い。

本研究では、沿岸域を改めて見直し、活用されずに眠っている沿岸域の魅力ある資源を模索し、それらの有効な活用方法や様々な主体が連携してそれらの価値を発揮させる仕組みの提案を目的として、これまでに既往研究や現地踏査データを整理・分析し、地域活性化のための課題とこれまでに蓄積されてきた知見をとりまとめた。

海ゴミによる化学汚染物質輸送の実態解明とリスク低減に向けた戦略的環境教育の展開

Study on chemical-pollutant transport by beach litter and establishment of public education regimes to reduce its environmental risk

（研究期間　平成 22～24 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸域システム研究室　　室　　長　　日向　博文
研　究　官　　片岡　智哉

［研究目的及び経緯］

本研究は、愛媛大、九州大と共同で、日本全国に設置したウェブカメラ画像で解析するゴミ漂着量データや、コンピュータ・シミュレーション、さらには海岸調査を通して、東アジアにおける発生源から漂着海岸までの海ゴミ輸送やゴミを介した化学汚染物質輸送のフローマップを作製し、海ゴミ起源地における投棄量削減の数値目標を提言していく。また、研究成果を地域住民と行政に還元しつつ、海ゴミの調査・清掃を継続的に実施する地域リーダーを育成することを目標としている。国総研は数値モデルとウェブカメラ網による海ゴミ輸送量解析を行う。

本年度は、ゴミによる海岸被覆面積を自動計測するウェブカメラを東シナ海と日本海に面する海岸５箇所（石垣、対馬、輪島、酒田、稚内）に設置し、ゴミ漂着量の連続観測を開始した。

短波海洋レーダに基づく漂流ゴミ量分布予測に関する研究

Study on prediction of floating debris distribution on coastal sea surface based on HF-radar derived surface current velocity data

（研究期間　平成 22～24 年度）

沿岸海洋研究部　沿岸域システム研究室　　室　　長　　日向　博文
研　究　官　　片岡　智哉

［研究目的及び経緯］

本研究では環境整備船の効率的運用の実施を目的とし、短波海洋レーダによって計測された沿岸域の表層流速データを用いた漂流ゴミ集積海域特定技術の開発を行っていく。

一般に沿岸域では潮流や吹送流などの影響で流れの非定常性が強く、水平収束発散の計算に基づく集積海域の特定は困難である。そこで本年度は HF レーダ観測と力学系理論を組み合わせたゴミ集積海域特定方法を提案した。東京湾における 2008 年度の HF レーダ観測結果を利用して Finite-time Lyapunov Exponent を計算し、Lagrangian Coherent Structure（LCS）のマッピングを行った。そして LCS の発生位置と環境整備船による実際の漂流ゴミ回収位置の比較を行った結果、70%程度の確立で漂流ゴミ回収位置を特定することに成功した。来年度以降は解析事例を増やし、引き続き精度の検証を行っていく。

港湾アセットマネジメントの空間的手法に関する調査

Research on the Asset Management for port facilities based on the service conditions

（研究期間　平成 20～22 年度）

港湾研究部
Port and Harbour Department
前部長　高橋　宏直
Ex-Director　Hironao TAKAHASHI
港湾新技術研究官　小泉　哲也
Research Coordinator for Advanced Port Technology　Tetsuya KOIZUMI

The evaluation method was proposed how to determine the priority for remedial action such as repair or renewal, considering both structural performance degradation and service conditions and the concept of the maintenance core of the port and harbour facilities was showed.

［研究目的及び経緯］

港湾整備の進展にともない港湾ストックが年々増加している一方で，順次老朽化が進展している．今後の厳しい財政状況の中で既存港湾ストックの有効活用，効率的・効果的な点検診断・維持管理手法，特に港湾空間内での維持補修の優先順位を合理的に設定する手法が求められている．

本研究では，これまでの研究成果を踏まえて，係留施設を対象にしたアセットマネジメントの空間的手法（港湾空間内での施設の維持補修の優先順位の設定手法）に関して新たな研究を行った．

港湾アセットマネジメントの確立，普及を図るための留意事項と課題を抽出し、今後の港湾整備における施設の維持管理活動に役立てることをねらいとした．

［研究内容］

（１）港湾の施設のレトロフィットの検討

（２）港湾アセットマネジメントの空間的手法の検討

（３）港湾の施設のメンテコアの検討

［研究成果］

（１）港湾の施設のレトロフィットの検討

港湾の施設については，老朽化あるいは維持補修の際に，主に①原形復旧，②船舶の大型化への対応，③他の機能への転換，３つの手法がとられている．

①原形復旧

最も基本的な維持管理でありリペアと言われるような手法で，現在は省令告示の維持管理基準に基づき，維持管理計画を策定し，予防保全の考え方に従って行われている．

②船舶の大型化への対応

港湾を利用する船舶の大型化は著しく，施設の補修に合わせて，陳腐化した係留施設の増深や構造の強化等を図るケースが多い，まさに港湾の施設のレトロフィットといえる改修の考え方である．

③他の用途への機能の転換

港湾地域の全体の利用計画の中で，原形復旧や施設の強化を図るより，他の用途に転換した方が効率的かつ経済的な場合がある．その場合には，施設の一部又は全部を他の機能に転換し，施設を更新する．

例としては，A港のコンテナターミナルについて，コンテナ船の大型化に伴い，施設の増深等を図るより，岸壁部分は残しつつ，ヤードの部分を港湾以外の用途に変更している．この場合，都市的な倉庫，大学の敷地等に利用されている．これも港湾全体の機能強化につながるものであり広い意味での，港湾のレトロフィットといえる．

（２）港湾アセットマネジメントの空間的手法の検討

係留施設を対象にして，これまでの研究成果から得られる劣化現況・予測を基本とする評価軸に加えて，施設ごとの利用状況をも評価軸とする２次元的評価手法等について検討した．

劣化状況（時間軸）
＋
利用状況（空間軸）

の２次元的評価手法のイメージ

特に，利用状況の評価軸については，周辺の港湾のみならず全国的な評価にも適用可能となる指標について検討した．

指標としては，

①寄港船舶総隻数

②寄港船舶総トン数

③係留時間

④取扱貨物量

に基づいて，利用状況をＡ～Ｄに判定をすることが有効であることが確かめられた（**図-1** 参照）．

本研究によるアセットマネジメントの空間的手法により，限られた予算の中での効果的・効率的な点検診断・補修・維持管理の実施を可能とする．

		劣化状況判定			
		A	B	C	D
利用状況判定	A	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
	B	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
	C	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
	D	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ

図-1　２次元的評価手法の概念

（３）港湾の施設のメンテコアの検討

港湾における維持管理業務は，各港で断続的にかつ小規模で行われているため，ノウハウが蓄積されにくく，非効率ともなりやすい面が見られる．そこで，社会資本のストックマネジメント新市場創造のために提案されているトータルシステムの中核となるメンテコアという概念を港湾の維持管理に適用することを検討した（**図-2** 参照）．

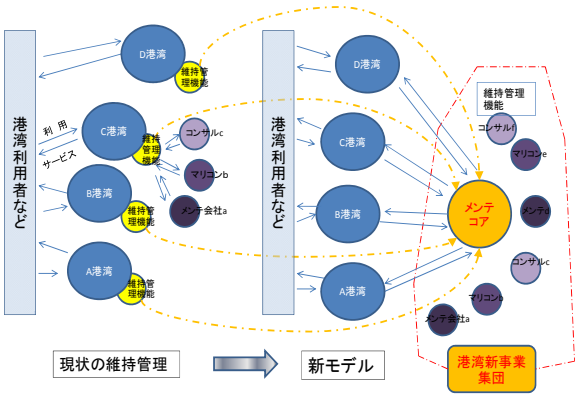


図-2　港湾メンテコアの概念

港湾メンテコアにおける一般的な留意事項と課題を抽出すると以下のとおりである。

・業務の平準化

・経費の縮減

国内の港湾施設の補修等の施工では，一般管理費として工事金額の一定割合を見込んでいる．この経費について，メンテコアの考え方により，工事規模を集中・拡大することにより，下げることが可能となり，コストの縮減を図ることができる．

全国の港湾の維持補修費の将来動向は**図-3** に示すとおり，増大が見込まれている．メンテコアの手法により維持管理のコスト縮減を図り、維持補修費の増大を抑制することが可能となり得る。

また、港湾メンテコアが行う維持管理技術の標準化，適切な維持のための検査と補修技術の高度化により，安全性と経済性を両立させた港湾の施設の維持・管理が可能となる．このような港湾メンテコアに蓄積される維持管理技術を武器に，港湾施設の維持管理事業の海外展開を目指すべきである．

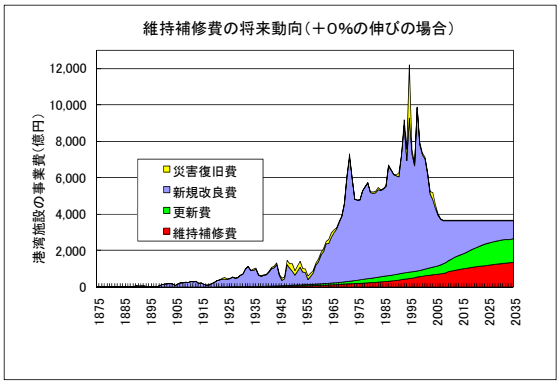


図-3　港湾の維持補修費の将来動向

港湾の広域連携化による影響把握と拡大方策に関する研究

Study on the Effect and the Development Means on the Cooperation between Ports

（研究期間　平成 20～22 年度）

港湾研究部部
Port and Harbor Department
港湾計画研究室
Port Planning Division

室長	赤倉　康寛
Head	Yasuhiro AKAKURA
研究官	竹村　慎治
Senior Researcher	Shinji TAKEMURA
研究員	瀬間　基広
Researcher	Tomohiro SEMA

To strengthen the international competitiveness of Japanese companies, more and more efficient logistics are required. For this reason, wide-range cooperation between ports is promoted. Based on this background, this study (1) grasps and analyzes the effect of cooperation of Osaka and Tokyo bay ports on intra-Asia container route and (2) considers the development of marine logistics information system about whole bay ports for support cooperation.

［研究目的及び経緯］

我が国企業の国際競争力を強化し、低コストでの物資の供給を確保するため、国際海上物流の効率化が求められている。

一方、我が国の国際海上物流のゲートウェイである東京湾・大阪湾は、複数の港湾管理者が陸域・水域を分割して管理をしており、必ずしも効率的ではない部分があった。そこで、港湾の広域連携により、効率的な管理運営を実施し、国際海上物流のサービス水準を向上させる取り組みがなされてきた。平成 19 年には、「国際物流戦略チーム（本部長：関西経済連合会長）」を中心に、大阪湾諸港の広域連携化が推進され、同年 11 月には関税法上、大阪港・神戸港が一つになった阪神港が誕生した。本研究は、以上の状況を踏まえ、大阪湾諸港の取り組みを中心に、特に国際コンテナ物流における効果を把握し、さらに広域連携を展開するための支援となる海上物流情報システムを検討したものである。

なお、研究開始寸前の平成 20 年 3 月には、東京港・川崎港・横浜港が「京浜三港の広域連携強化に係る基本合意」を発表し、開始後の平成 22 年 2 月には共同ビジョンを発表している。また、平成 21 年 11 月に発足した「国際コンテナ戦略港湾検討委員会」では、コンテナターミナルの一体運営を強く打ち出し、港湾の広域連携化の流れを推し進めた。研究を進めるに当たっては、これらの状況を十分に踏まえたものとした。

［研究内容］

（１）広域連携化施策による対アジアコンテナ航路への影響の把握・分析

（２）湾域全体を対象とした海上物流情報システムの開発検討

［研究成果］

（１）広域連携化施策による対アジアコンテナ航路への影響の把握・分析

広域連携施策は、コストの低減により国際競争力の強化を目的としている。ここで着目されたのが、船舶が入港する場合に徴収される入港料及びとん税・特別とん税である。入港料は、港湾法に基づき各港の港湾管理者が徴収する。管理者が異なる港湾に寄港すれば、その都度必要となる。とん税・特別とん税は、関税法等に基づき国が徴収する。関税法・港則法上の異なった開港に入港すれば、その都度必要となる。広域連携策では、これらについて、入港料は連続寄港への減免措置、とん税・特別とん税は一開港化によって、連続寄港への港湾コストを低減させ、寄港港湾を増加させることを目標としている。さらには、荷主に近い港湾での船積卸しが可能となることから、陸送距離も短縮されることになる。

本研究では、大阪湾及び東京湾での連携施策が実施された時期を踏まえ、複数連続寄港の割合を分析した。その結果が表１である。比較対象として、施策が実施されていない伊勢湾（名古屋港・四日市港）の状況も

表１　広域連携施策前後の複数港連続寄港割合

		大阪湾 施策無し H18.4～H19.3	大阪湾 入港料減免 H19.4～H19.11	大阪湾 一開港化 H19.12～H21.3	東京湾 入港料減免 H21.4～H21.12
東アジア域内航路	東京湾	82.8%	83.7%	83.9%	83.2%
	大阪湾	71.4%	71.2%	73.3%	69.5%
	伊勢湾	24.2%	20.0%	20.9%	20.4%
うち、近海航路	東京湾	73.0%	78.2%	77.6%	78.0%
	大阪湾	78.9%	81.8%	83.7%	72.0%
	伊勢湾	23.8%	18.5%	18.5%	18.1%

*) LMIU動静データより国総研作成。近海航路は、韓国・中国北部航路のこと。

確認した。大阪湾の連続寄港割合は、入港料減免措置だけでは変化がなかったものの、一開港化（平成 19 年 12 月）を境に、東アジア域内航路における 2.1%ポイント上昇していた。同時期の東京湾・伊勢湾では連続寄港割合に変化がなかったことから、広域連携施策の効果と見ることが出来る。その後、世界不況下での係船や減速運航の実施によって、大阪湾・伊勢湾は連続寄港割合が減少していたが、入港料減免措置を実施した東京湾の近海航路は、連続寄港割合が増加していた。

さらに、本研究では、広域連携施策のコスト低減が、コンテナ船の入出港に関わる各種料金の中で占める割合を，実際に入港した船舶のデータを用いて推計した。その結果は、コンテナ船の大きさ等によって左右されるものの、平均すると入出港に関わる諸費用の中で概ね 1 割弱程度の削減であり、コンテナ 1TEU あたり約 100 円の削減となることが判った。

（２）湾域全体を対象とした海上物流情報システムの開発検討

コンテナ物流に関わる陸運業者、フォワーダー、ターミナル業者、船舶代理店及び荷主へのヒアリング結果では、総じて、かなり高い比率で、船舶入出港・離着岸情報に対する要望が強いことが確認された。一方、入出港情報等をオンラインで提供している港湾は既に存在するが、一港湾では提供できる範囲が限られることに加え、使いづらいことやサービスが周知されていないといった理由により、利用者の需要にかなったものとはなっていなかった。

本研究では、湾域全体の船舶動静情報をリアルタイムに提供することを目的として、AIS（Automatic Identification System：船舶自動識別装置）データを用いた船舶動静情報システムを開発した。当研究所において、東京湾全体で航行する船舶の AIS データを受信し、他への提供を可能とするものである。

時期を同じくして、国土交通省港湾局では、平成 21 年度より、「スーパー中枢港湾を核としたコンテナ物流



図１　コンテナ物流情報サービス Colins の画面

の総合的集中改革プログラム」における港湾物流情報化推進のためのモデル事業として、3 年間の期限を設けてコンテナ物流情報サービス（Colins）の社会実験を実施している。同ウェブサイトでは、輸入コンテナ搬出可否情報、フリータイム情報、船舶動静情報、港頭地区渋滞情報、ゲートオープン時間情報などのコンテナ物流情報が、ターミナルオペレーター、荷主、海貨業者、運送事業者間に共有化されている。その中に、船舶動静情報の一つとして、本研究にて開発した湾域での AIS 情報を提供するシステムも組み込まれている（図１）。湾域全体を対象としているため、例えば、特定の船舶が東京湾に入った時点の確認が出来、一港湾での入出港情報に比べて、情報の範囲が格段に大きくなっていることが特徴であり、港湾の広域連携の支援を意図するものである。

［成果の発表］

土木学会第 65 回年次学術講演会「港湾の広域連携が複数港連続寄港に与える影響の分析」

国土技術政策総合研究所資料（予定）

コンテナ物流情報サービス（Colins）の一部

［成果の活用］

広域連携施策の把握結果については、他の湾域における施策展開のための基礎資料として使用。

海上物流情報システムについては、現在、社会実験中。結果次第では、平成 24 年度以降に本格運用に移行する可能性あり。

港湾の計画基準に関する研究

Study on the Standard/Guideline of Port Planning

（研究期間　平成 16 年度～）

港湾研究部　港湾計画研究室
室　　長　　赤倉　康寛
主任研究官　　井上　岳
研　究　員　　瀬間　基広

［研究目的及び経緯］

港湾の計画基準（「港湾の施設の基準上の基準・同解説」の計画関連部分）の改訂に向けて、基礎となる分析を進めた。コンテナ船について、国際コンテナ戦略港湾検討委員会での検討を踏まえ、超大型コンテナ船に対応した計画基準案を作成した。バルク貨物輸送について、最新のバルクキャリアの船型動向と輸送船の大型化によるコスト削減効果等に関し、国際バルク戦略港湾検討委員会への研究成果等の提供を行った。国際フェリー・Ro/Ro 船については、就航船の国際・国内総トン数や港湾施設の現状について把握した。

さらに、現行の計画基準（平成 19 年改訂）において、新たに導入された船舶の諸元、航路等の水域施設等の計画につき、本省・各地方整備局への研修や技術指導を行った。また、この航路に関して導入された基準については、国際的にも先進的な内容であることから、国際航路協会（PIANC）での活動を通じて国際的な航路基準としての位置づけを目指した。

港湾貨物に関する動静分析

Study on the trends of port-related cargo

（研究期間　平成 21 年度～）

港湾研究部　港湾システム研究室

室　　長　　渡部　富博
主任研究官　　笹山　博
主任研究官　　柴崎　隆一
主任研究官　　井山　繁
研　究　員　　鈴木　恒平

［研究目的及び経緯］

より効率的な港湾の整備や成果重視の行政が必要となっており、貨物流動や船舶動静の現状分析はもちろんのこと、社会経済状況の変化や海上輸送をとりまく各種の規制緩和、超大型コンテナ船就航等輸送環境変化など、より詳細な港湾貨物や港湾の利用などに関する分析が必要となっている。

このような状況のもと、国際貿易構造の分析，港湾取扱量，船舶寄港実績や船型の動向，国際海上コンテナ貨物のトランシップや海外フィーダー輸送の状況、内貿ユニットロード貨物の輸送状況など、港湾物流に関する政策・施策の企画・立案のための各種分析・研究を継続的に実施する。

22 年度は、フェリー、ＲＯＲＯ船などによる内貿ユニットロード貨物の港湾間流動や背後圏などに関する分析を実施した。なお、分析内容や結果等に関しては、本省や地方整備局等の関係部局と調整・意見交換などを行った。

国際物流データベース拡充に関する基礎的研究

Basic research on the expansion of international cargo database

（研究期間　平成 21～23 年度）

港湾研究部　港湾システム研究室

室　　長　　渡部　富博
主任研究官　　柴崎　隆一
研　究　員　　鈴木　恒平

［研究目的及び経緯］

昨今の国際物流を取り巻く環境変化は著しく、貨物の輸送状況の変化をよりタイムリーに的確に捉えるとともに、分かり易く情報発信することも必要となっている。このような状況に鑑み、本研究は、既に継続的に収集・分析をしている国際物流に関するデータや統計などに加えて、国際物流を取り巻く状況に関わる情報収集・分析を進め、データベースの拡充を図るとともに、既存データ・統計をより有効活用した貨物流動の推計や、よりビジュアルな物流動向変化の提供などを目指すものである。

22 年度は、コンテナ貨物流動調査データの背後圏分析や、国際フェリー輸送に関わるフェリーや RORO 船による輸送サービスの比較検討などを実施した。

港湾貨物の機関分担・配分モデルの開発

Research on the modal-split model of port-related cargo

（研究期間　平成 20～23 年度）

港湾研究部　港湾システム研究室

室　　長　　渡部　富博
主任研究官　　柴崎　隆一
主任研究官　　井山　繁

［研究目的及び経緯］

経済連携や SCM の進展、産業構造の水平分業化、コンテナ船の大型化、シー＆エアー輸送、世界同時不況による原油高騰や定期船の減速運航、国内における構想区料金の割引、地球温暖化対策の更なる推進など、国際貨物輸送を取り巻く情勢は大きく変化している。このような状況のもと、国際海上コンテナ輸送や国内の内貿ユニットロード輸送などの港湾貨物についての輸送機関分担、輸送経路予測ができるモデル開発を行い、施策の評価や施策の立案などに活用をはかる。

22 年度は、内貿ユニットロード輸送に関わる国内主要 OD 間の純流動貨物量の推計、内貿ユニットロード輸送に関わる機関分担モデルの検討、コンテナ貨物流動調査データを用いた輸送経路選択モデルの改良・高度化、国際フェリー・RORO 船輸送を考慮したモデルの拡張などを行った。

港湾の事業評価手法の高度化に関する研究

Research on evaluation methodology for port investment

（研究期間　平成 21 年度～）

港湾研究部　港湾システム研究室

室　　長　　渡部　富博
主任研究官　　笹山　博
主任研究官　　井山　繁

［研究目的及び経緯］

より効率的な事業の実施のために、費用対効果分析や施策の効果をより分かり易く国民に示すアウトカム指標による評価などが行われている。従って、それらの基礎となる港湾コストの削減や、港湾整備による地域経済への波及効果など、港湾の整備や利用に関わる効果についての基礎的で継続的な分析が必要となっていることから、港湾の事業評価に関する基礎データの収集や分析、評価手法の高度化を行うものである。

22 年度は、国際海上コンテナ貨物の輸送コスト削減に伴う生産増や雇用増などの経済波及効果の算定手法の検討や、産業連関表を活用した港湾整備の効果の地域的な広がりに関する分析等を実施した。

技術基準の国際化に関わる調査研究

Investigation for Grovalization of Design Standards

（研究期間　平成 18～26 年度）

港湾研究部　港湾施設研究室
室　　長　　長尾　毅
研 究 官　　福永　勇介

［研究目的及び経緯］

WTO における TBT 協定において、各国の基準類は国際基準との整合性が求められている。このことは、港湾構造物においても例外ではない。現在、構造物の設計法に関する国際標準化の動きは、ヨーロッパを中心に進められており、ウィーン協定によりヨーロッパの国々で取りまとめている Eurocodes は国際的な基準の原案になる可能性が高い。また、強大な経済力とヨーロッパとの歴史的なつながりを背景として、北米の基準類も国際的な基準への大きな影響力を持っている。

本研究は、国際的な基準類への影響の大きい Eurocodes や北米の基準について、それらの設計法の内容の検討や我が国の港湾の技術基準との比較設計による検討を行うとともに、Eurocodes や北米の基準が国際規格として採用された場合の影響について明らかにし、国内基準の今後の検討課題を明らかにするものである。

本研究に先行する研究においては、我が国の基準と諸外国の基準による比較設計検討を行うとともに、港湾基準改訂のための検討として様々な港湾の施設に対する要求性能を明確にし、信頼性設計法により照査するというシステムにおける課題を抽出した。平成 22 年度は、国際標準化の最新動向に関する情報収集・整理を行うとともに、各種国際規格案の港湾基準への影響等について検討した。

港湾施設の性能照査法の体系化に関する研究

Design Standards for Port and Harbour Facilities

（研究期間　平成 18～26 年度）

港湾研究部　港湾施設研究室
室　　長　　長尾　毅
研 究 官　　福永　勇介

［研究目的及び経緯］

港湾基準においては安全率を用いた仕様規定型の設計体系から脱却し、平成 19 年度より性能設計へと移行した。本研究では、性能設計体系における港湾施設の性能照査法の体系化の検討を行う。

このため、港湾施設の性能照査において必要な作用の評価方法の研究、とりわけ地震動の評価方法の研究を行うとともに、確率論を援用した信頼性設計法などの各種設計法の適用方法について検討する。

平成 22 年度においては、設計地震動の評価として、全国の港湾において新規に取得された強震観測記録や常時微動観測記録をもとにして過年度に設定した入力地震動の合理化を必要に応じて行うとともに、常時微動観測結果を用いた設計地震動の補正方法の高度化について検討し、サイト増幅特性の 1 次ピークの周波数のみならず増幅倍率を推定する方法を構築した。設計法に関する検討としては、重力式岸壁および矢板式岸壁のレベル 1 地震動に対する耐震設計における簡易照査法および変形量許容値の合理的設定法に関する研究、防波堤の耐波安定性の最適化に関する研究、防波堤の戦略的な維持管理手法に関する研究、護岸の簡易耐震照査法に関する研究等を行った。

港湾分野における環境負荷低減に関する検討

Research on reduction of environmental load by field of port

（研究期間　平成 15 年度～）

港湾研究部　港湾施工システム課
課　　長　　菅野　甚活
第一係長　　前川　直紀

［研究目的及び経緯］

平成１３年度から施行された循環型社会形成にむけた施策のひとつであるグリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づき「環境物品等の調達推進に関する基本方針」が策定されている。この中で国は国等が重点的に調達を推進すべき環境物品等の種類（以下「特定調達品目」という）及びその判断基準を定めることとしている。

本年度は、公共工事の港湾分野における新たな特定調達品目（資材、工法、目的物）の選定を目的として、民間等からの提案品目について、環境負荷低減に関する特性、環境負荷低減以外に関する特性（強度や耐久性・機能等の品質等、公共工事での使用実績、コスト等）について技術的な検討を行った。また、環境物品の利用拡大に向けた検討及び特定調達品目の普及方策に関する検討も行った。

港湾等事業における品質確保の促進に関する検討

Study on promotion measures of quality assurance in port

（研究期間　平成 18 年度～）

港湾研究部　港湾施工システム課
課　　長　　菅野　甚活
第二係長　　釘田　裕樹

［研究目的及び経緯］

公共事業の品質確保については、平成１７年４月の「公共工事の品質確保の促進に関する法律」施行後以降、一般競争入札及び総合評価方式の適用拡大をはじめとする様々な入札契約制度の改善・改革が進められ、公共調達改革を進めるうえで更なる品質確保に向けた取り組みが求められている。

本年度は、港湾分野（港湾、港湾海岸等）の国土交通省事業（以下「港湾等事業」という）の品質確保に資することを目的とし、公共調達の取り組み方針及び入札契約制度の改善経緯を踏まえた港湾等事業の入札契約結果、審査・評価（競争参加資格審査、総合評価方式、成績評定）について分析検討を行った。

港湾分野における社会資本のライフサイクルをとおした環境評価技術の開発に関する研究

Development of environmental life cycle assessment technology on infrastructure of port

（研究期間　平成 21 年度～）

港湾研究部　港湾施工システム課
課　　長　　菅野　甚活
第一係長　　前川　直紀

［研究目的及び経緯］

近年、ＩＰＣＣの報告書や観測結果などにより、地球温暖化を始めとした環境問題の深刻さとその対策の重要性が認識にされるようになり、環境問題の中心が持続可能性分野へと移った。この持続可能性を評価する手法としてＬＣＡ（ライフサイクルアセスメント）が期待されている。しかし、社会資本分野のＬＣＡの研究や取組は蓄積されているが，共通の環境負荷計算方法や統一されたシステム境界がないため、実用可能な状況ではない。

このため、港湾分野における社会資本整備への適用可能なＬＣＡを構築し、港湾分野における社会資本整備の関係者に広く活用されることで、環境への取組を促進させ、一層の環境負荷低減が進むよう、ＬＣＡ開発に関する検討を行った。

港湾施設のライフサイクルコスト計算に関する検討

Study on Life Cycle Costing and Repair Method for Port Facilities

（研究期間　平成 22 年度～）

港湾研究部　港湾施工システム課
課　　長　　菅野　甚活
第 二 係 長　　釘田　裕樹

［研究目的及び経緯］

港湾施設については、高度経済成長期に集中投資した施設の老朽化が進行することから、必要な機能を維持しつつ、将来の改良・更新コストを抑制するため、従来の事後保全的な維持管理から予防保全的な維持管理への転換が求められている。そのため、港湾施設毎の劣化予測結果からライフサイクルコストを推計できる実用的な手法を整理し、ライフサイクルコスト計算プログラムを作成する。

本年度は、混成堤式防波堤、桟橋式係船岸、矢板式係船岸および重力式係船岸について主要な部材と劣化要因を特定し、それを基に施設の劣化とライフサイクルコストを概略推計する手法の原型を作成した。

エアラインの行動を考慮した空港需要マネジメントに関する研究

Research on Airport Demand Management Policy Evaluation Considering Air Transport Market

（研究期間　平成 20～23 年度）

空港研究部　空港計画研究室　　室　　長　　丹生　清輝

［研究目的及び経緯］

高需要の空港における容量逼迫が顕在化しつつあり、空港近接地域における役割分担のあり方や混雑空港における空港容量のマネジメントの政策ニーズと政策効果分析手法の必要性が高まっている。そこで、航空政策と航空市場におけるエアラインの行動（運賃設定、便数設定、路線設定など）の関係に焦点をおき、国内外における航空政策及びその影響に関する政策レビュー、近年の航空輸送ネットワーク市場における動向分析、エアラインの行動モデルの構築ならびに構築した手法を用いた政策効果分析の研究を通じて、今後の空港需要マネジメントに係る政策の評価を行う。

平成 22 年度においては、エアライン行動モデルのプログラム構築とそのモデルの拡張に向けた検討等を行った。

航空需要予測手法の改善に関する研究

Improvement of Air Transport Demand Forecast Method

（研究期間　平成 19～23 年度）

空港研究部　空港計画研究室　　室　　長　　丹生　清輝

［研究目的及び経緯］

厳しい財政事情の中、空港整備事業についても一層の重点的かつ効果的な実施と適切かつ効率的な空港の運営管理が求められている。そのため、空港の整備や運営に関する中期的な基本的方策をとりまとめる交通政策審議会航空分科会での審議の他、個別空港の計画段階や事業評価等に際して必要となる航空需要の予測手法(モデル)について、予測精度や説明力の向上さらには航空・空港に関する様々な政策立案に際しての評価手法として適用性向上をめざしたモデルの改良･改善を行う。

平成 22 年度においては、最新の航空需要動向（航空需要を取り巻く環境、需要変動要因、乖離要因等）の分析、予測モデル改善の方針（実勢運賃の設定方法や航空会社行動(路線設定)の反映、国際旅客・貨物のアジア発着への拡張等）の検討を行った。

地球温暖化の影響を考慮した空港マネジメントに関する研究

A Study on Airport Management Considering Impacts of Global Warming

（研究期間　平成 21～24 年度）

空港研究部　空港計画研究室　　室　　長　　丹生　清輝
研　究　員　　杉谷　愛

［研究目的及び経緯］

配置的側面からは概成している既設空港を、今後とも適切に維持管理していく必要があるが、我が国の空港は沿岸・海上に位置する空港が多いため、高波や高潮など海象条件の影響を受けやすい。一方、あらゆる分野で地球温暖化対策が求められているものの、現在は温室効果ガス排出量の削減すなわち緩和策が取り組みの中心となっており、地球温暖化による気候変動が及ぼす悪影響を低減するための対策すなわち適応策の検討は全般的に遅れている。

こうしたことから、空港分野での適応策として、地球温暖化が我が国の空港に及ぼす中長期的視点からの影響を抽出・整理・試算し、その影響を低減するための対策を含む望ましい空港マネジメントのあり方について検討・提案する。

平成 22 年度は、地球温暖化による気候変動が空港に及ぼす影響(海面上昇が空港施設やアクセス交通に与える影響（護岸・橋梁部への影響、局所的・突発的な気象変化(豪雨等)が離着陸や排水に与える影響など)に関する情報収集等を行った。

地域活性化の観点に立った空港の利活用方策に関する調査研究

A Study on Making Use of Airport Terminal Areas and Networking among Airports Contributing toward Regional Revitalization

（研究期間　平成 19～23 年度）

空港研究部　空港ターミナル研究室
室　　長　　上島 顕司
研 究 官　　内門 光照

［研究目的及び経緯］

交通政策審議会航空分科会答申（H19.6.21）によれば、一般空港については、配置的側面においては概成したものの「自立的で活力のある地域づくりや地域の国際化のための社会基盤として、ハード及びソフトの組み合わせを十分に考え、就航率の改善や国際化対応の強化等その質的な充実を図るとともに、観光振興のためにもその利用を促進し、既存ストックを最大限活用していく必要がある」とされている。さらに、国土交通省成長戦略（H22.5.17）においても『「作り、拡げる」パラダイムから「作ったものを効率的に使う」パラダイムへのシフトの実現が謳われている。このように、地方空港においては、改良・利活用へとパラダイムが変化していると言え、地域活性化等の新たな観点から空港の改良・利活用方策を構築する必要がある。このため、地域や空港の特性に配慮した空港の利活用方策・空港間の連携方策を検討、提言する。平成22年度においては、アンケート調査結果をもとに、九州・瀬戸内地方における旅客動態調査で把握できない広域流動のパタンを把握した。

空港ターミナル地域における施設規模見直しに関する調査研究

A Study on the Development of Functional Planning Methods in the Airport Terminal

（研究期間　平成 17～23 年度）

空港研究部　空港ターミナル研究室
室　　長　　上島 顕司
研 究 官　　内門 光照

［研究目的及び経緯］

地方空港は概成したとされているが、超大型機や小型機の導入、安全性の向上、情報化の進展などの新たな課題や需要に対応した効率的かつ機能的な空港ターミナルの実現を図ることが必要である。このため、空港ターミナル地域に係る施設原単位や機能配置・動線配置等の計画設計手法の総点検を行い、空港計画の基準である「空港施設計画参考資料」の見直しに反映させる。平成２２年においては、空港ターミナルビルのデザインの変遷についてとりまとめた。

空港施設の設計に関する新概念の検討

Study on the newly developed concept of performance based design

（研究期間　平成 20～22 年度）

空港研究部	空港施設研究室	室長	水上 純一
Airport Department	Airport Facilities Division	Head	Junichi MIZUKAMI
空港研究部		主任研究官	坪川 将丈
Airport Department		Senior Research Engineer	Yukitomo TSUBOKAWA
空港研究部	空港施設研究室	研究官	齊藤　泰
Airport Department	Airport Facilities Division	Researcher	Yutaka SAITOH

The purpose of this study is to develop roughness criteria of airport pavements based on aircraft response to ensure the safety in operation and the ride comfortability of aircraft. As the results, relationship between aircraft vertical acceleration and roughness of pavement was clarified using simulation program of aircraft response, APRas, and the roughness criteria in order to keep aircraft vertical acceleration under 0.4g for both runway and taxiway were obtained. To verify these roughness criteria, longitudinal profile was measured on runway of major domestic airport for three years, and roughness evaluation of the airport pavements was carried out using these criteria.

［研究目的及び経緯］

空港基本施設の舗装構造設計を性能規定化する際に、性能として「荷重支持性能」「走行安全性能」「表層の耐久性能」を定義し照査項目、照査基準を設定した。本研究では、乗り心地を指標とした「走行快適性能」設定に向けた検討を行う。

［研究内容および成果］

空港舗装を適切に維持管理するために、舗装の路面性状評価と構造評価を行い、補修を行う時期や補修程度を決定している。アスファルト舗装の場合、路面性状評価としては、舗装表面のひび割れ、わだち掘れ、平坦性に関する調査結果を元に、路面性状評価指標である PRI（Pavement Rehabilitation Index）が算出される。また構造評価としては、FWD による非破壊調査や解体調査が実施されている。しかしながら、PRI に基づく路面性状評価は、あくまで技術者の主観的評価を数量化したものであることから、空港舗装上を走行する航空機の操縦安全性や走行快適性は考慮されておらず、これらの項目に着目した空港舗装の平坦性評価は現状では実施されていない。

車両の乗り心地を評価する指標としては、世界銀行が提唱している IRI(International Roughness Index)があるが、車両と航空機では運動特性や走行速度が異なると考えられること)、)から、IRI を用いて航空機走行時の操縦安全性や走行快適性を評価することは難しいと考えられる。

井上ら)はパイロットに対するアンケート調査、ならびに滑走路において測定した縦断プロファイルに対してウェーブレット理論による空間周波数分析を行うことで、滑走路における航空機の乗り心地と走行安全性には、路面の特定の波長が影響していることを明らかにしている。また、遠藤ら)は、航空機の乗り心地を表わす指標として、航空機の応答シミュレーションによる航空機の鉛直加速度から算出した Ride Quality Factor を用いて、乗り心地に影響を及ぼす路面の波長に着目した滑走路の平坦性評価について検討している。このようなことから、航空機走行時の操縦安全性や走行快適性を評価するためには、航空機の運動特性と路面の平坦性を直接結びつけることが必要であると考えられる。

以上のような背景から、空港舗装上を走行する航空機の操縦安全性と走行快適性を確保するために、航空機の鉛直加速度に着目した平坦性評価基準を作成することを目的として本研究を実施した。この場合、大規模空港だけではなく、中・小規模空港に対しても適用可能な平坦性評価基準が必要となることから、大型機ならびに中型機の鉛直加速度と路面の平坦性の関係を明らかにした。

具体的な検討手法としては、空港舗装上を走行する航空機の鉛直加速度を実際に計測することは困難であることから、空港舗装上を走行する種々の航空機の応答が計算可能であり、汎用性が高いと考えられる市販の航空機応答シミュレーションソフト APRas を使用して解析を行い、空港舗装の平坦性が航空機の鉛直加速度に及ぼす影響を検討した。

一連の解析結果から得られた平坦性評価基準の

妥当性については、国内の主要空港において三ヵ年にわたり測定した空港滑走路の縦断プロファイルデータに対して、本研究で得られた航空機の応答を考慮した平坦性基準を適用することにより評価した。

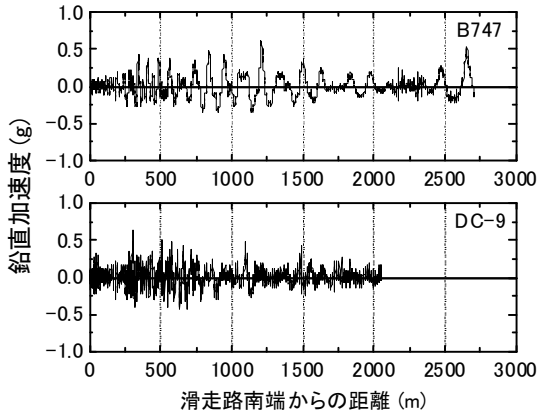


図-1　滑走路走行時の鉛直加速度

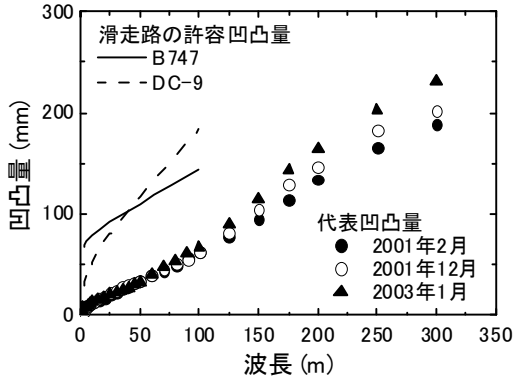


図-2　滑走路の代表凹凸量と波長の関係

パイロット位置における鉛直加速度を**図－1** に示す。同一の縦断プロファイルを用いているにもかかわらず、航空機種の違いにより、鉛直加速度が大きくなる位置が異なることがわかる。これは、短波長成分と長波長成分の凹凸量の分布が異なることが原因と考えられる。すなわち、連続サイン波形による解析結果から、短波長の路面を走行する際は DC-9 の方が、長波長の路面を走行する際は B747 の方が鉛直加速度は大きくなるため、滑走路の中で短波長成分の凹凸量が大きな箇所を走行する際には DC-9 の、長波長成分の凹凸量が大きな箇所を走行する際には B747 の鉛直加速度が大きくなると考えられる。

以上の結果から、航空機の応答特性と波長ごとの路面の凹凸量を考慮することで、航空機の鉛直加速度が大きくなる箇所を推定することができると考えられる。

次に、三ヵ年にわたり測定した滑走路の縦断プロファイルを用いて、波長ごとの凹凸量の 85 パーセンタイル値（以下では代表凹凸量と記す）を整理した結果を図－2 に示す。これによると、100m 以上の波長に対応した代表凹凸量が二年間で増大していることがわかる。この原因は明確ではないが、この滑走路が埋立地盤上に建設された施設であることから、不同沈下の影響があるのかもしれない。

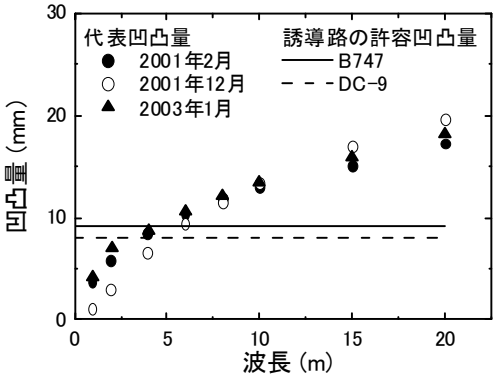


図-3　20m 以下の波長に対応する代表凹凸量

次に、今回測定した縦断プロファイルを、誘導路のものとみなして、誘導路走行時の平坦性について検討した。

誘導路走行時の航空機の応答に影響を及ぼすと考えられる 20m 以下の波長について、代表凹凸量と波長の関係を整理したのが図－3 である。代表凹凸量は 5m 以下の波長では許容量より小さいが、波長が比較的長い場合には許容量を超過していることがわかる。

航空機走行時の応答を考慮した平坦性評価方法について、航空機に生じる鉛直加速度に着目して検討した結果は次のとおりまとめられる。

(1) 航空機種の違いは滑走路走行時の航空機の応答で顕著であり、B747 は長波長の路面を、DC-9 では短波長の路面を走行する際に代表鉛直加速度が大きくなる傾向にある。

(2) 誘導路走行時の場合、走行速度によらず、特定の時間振動数のときに鉛直加速度が最大となる。これに対して、滑走路走行時の場合、鉛直加速度が最大となるときの時間周波数は一定ではなく、波長により変化する。

(3) 一連の解析結果をまとめて、誘導路ならびに滑走路の平坦性評価基準を提案した。

(4) 実際の空港舗装の波長ごとの凹凸量の分布と航空機の応答特性を考慮することで、航空機の応答を考慮した空港舗装の平坦性評価が可能である。

空港施設の性能に関する研究

Research on the performance-based design of Airport pavements

（研究期間　平成 20～22 年度）

空港研究部	空港施設研究室	室長	水上 純一
Airport Department	Airport Facilities Division	Head	Junichi MIZUKAMI
空港研究部		主任研究官	坪川 将丈
Airport Department		Senior Research Engineer	Yukitomo TSUBOKAWA
空港研究部	空港施設研究室	研究官	齊藤　泰
Airport Department	Airport Facilities Division	Researcher	Yutaka SAITOH

Recently airport facilities are constructed on various types of foundations. In this study、series of loading test for prestressed concrete pavement are carried out and necessary performances of the pavement are clarified.

［研究目的及び経緯］

本研究は、空港舗装補修設計法に理論設計手法を導入する際に生じる諸課題に対して検討を加えることを目的としている。アスファルト舗装構造設計には多層弾性理論を用いた設計法を、コンクリート舗装構造に対しては疲労設計法を導入することとしている。既設版の残存耐力(疲労度)の算定手法および調査手法とその総合評価手法を明確化し、補修設計への対応を図ることとする。

［研究内容および成果］

1. 空港基本施設の総合的評価手法（図―1）

既設アスファルト舗装における供用開始後からの荷重作用や気象作用等による舗装の機能低下の状況を把握するために、日常点検や定期点検として、ひび割れ､わだち掘れ及び平坦性について調査が実施される。これらの定期点検調査等の結果により、舗装路面性状から見た補修の必要性の有無、並びに構造上の問題の可能性の有無について、一次評価を行う。

一次評価の結果により、路面性状の回復が必要であり、かつ構造上の問題の可能性もあると評価された範囲については、非破壊調査として FWD　調査または熱赤外線調査を実施し、累積疲労度調査の結果も踏まえて、構造上の問題の有無について舗装構造面からみた二次評価を行う。

二次評価の結果により、構造上の問題がある可能性が高い箇所については、舗装断面方向のより具体的な調査を行うため、解体調査として現場試験または室内試験を実施し、舗装構造を詳細に評価する。

既設舗装の機能低下状況は区域毎に異なるため、これらの各段階での評価結果を基に総合的な評価を行い、区域毎に機能低下状況を十分に把握したうえで、既設アスファルト舗装に対する補修の必要性について最終的に評価する。

その評価結果を踏まえて、既設アスファルト舗装における構造上の問題の有無に応じた適切な補修設計を行い、補修工法を選定する。

3.2 空港基本施設の改良設計手法

3.2.1 基本方針

空港基本施設の改良設計手法は大きく「構造上問題のある場合」と「構造上問題のない場合」に区分けされ、条件ごとに検討を行う。

構造上問題のある場合、あるいは、近い将来に構造上の問題が懸念される場合においては､荷重支持性能、走行安全性能および表層の耐久性能を回復するための設計が必要であり、累積疲労度調査、非破壊調査および解体調査の結果を踏まえ、経済性や施工性も含めて総合的に判断し、設計手法を検討する。

路面の評価では改良の必要があるが、構造上問題のない場合には、走行安全性能および表層の耐久性能を回復するための設計が必要である。既設舗装の路面性状および材料性状等を踏まえ、経済性および施工性も含めて総合的に判断し、改良設計手法を検討するものとする。

(1) 構造上問題のある場合の考え方

構造上問題のある場合の改良設計手法では、荷重支持性能の回復に関しては、舗装の累積疲労度を算定することによる構造設計が必要であり、走行安全性能および表層の耐久性能の回復に関しては材料設計を行う必要がある。

(2) 構造上問題のない場合の考え方

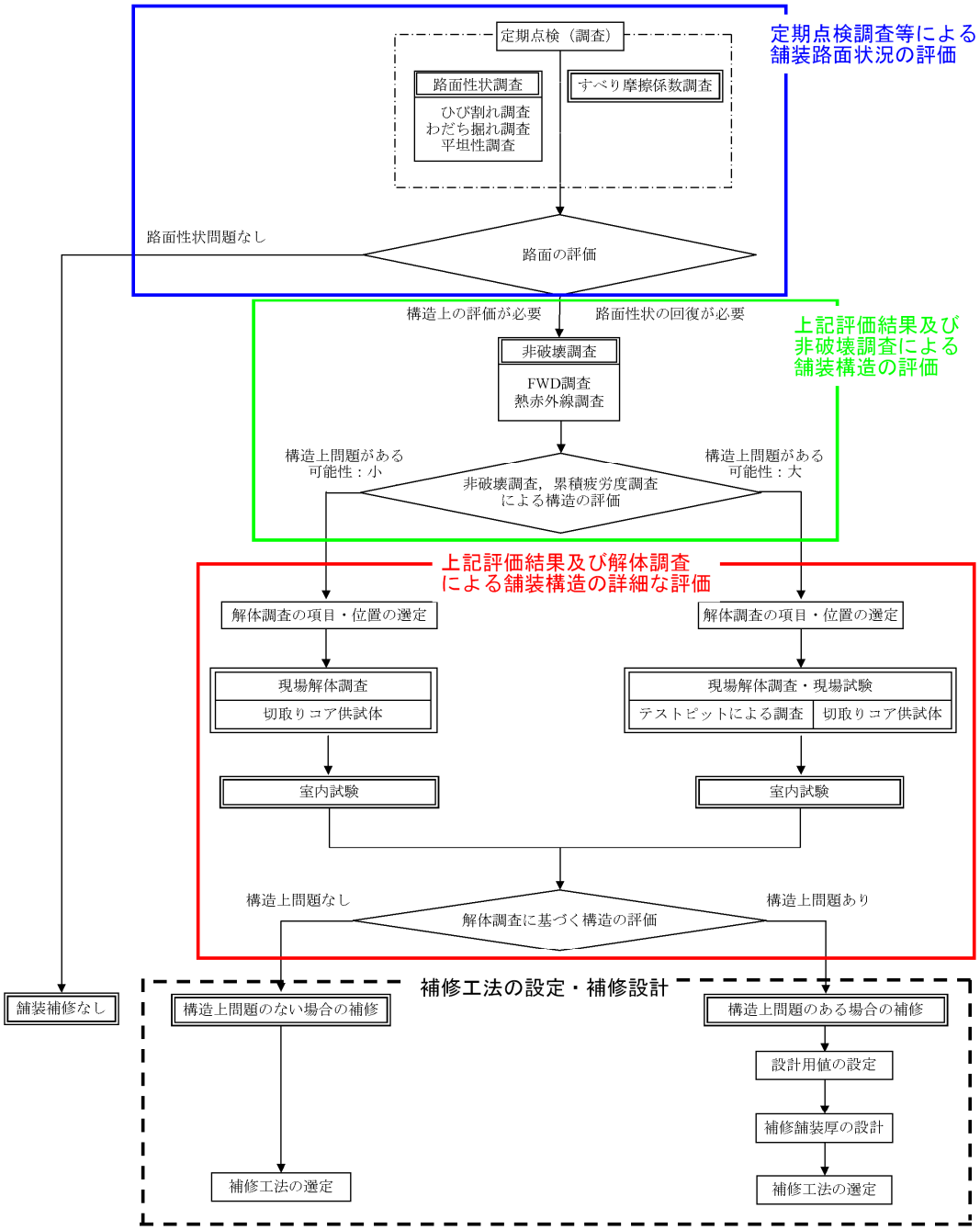
構造上問題のない状態であっても、補修後の設計供

用期間内において、将来的に路床・路盤の支持力低下により構造上の問題が生じる可能性もあるため、補修設計にあたっては、支持力低下に対する検討を行う必要がある。

構造上問題のない場合の補修設計手法では、走行安全性能および表層の耐久性能の回復に関しては材料設計を行う必要がある

3.2.2 アスファルト舗装において構造上問題のある場合

構造上問題のある場合には、アスファルト舗装に求められる性能を回復させるための補修を行う必要がある。既設舗装の補修のための改良設計は基本的には新設設計の場合と同様で、アスファルト混合物層および路床の疲労度が評価基準値を下回るように構造を設定する。



図—1 既設アスファルト舗装に対する調査および評価の流れ

PC 舗装構造の部分打換え技術の開発

Study on the improvement of prestressed concrete pavement

（研究期間　平成 21～23 年度）

空港研究部　空港施設研究室

室　　長　　水上 純一
主任研究官　　坪川 将丈
研 究 官　　齊藤 泰

［研究目的及び経緯］

東京国際空港で供用中のエプロン PC 版端部、緩衝版、目地部を効率的に機能向上するための研究を行う。羽田空港の西側ターミナルエプロンは、平成 4 年の供用以来約 16 年を経過し、航空機等の繰り返し載荷により PC 舗装端部の一部が劣化しはじめている。本調査は、劣化した PC 舗装を再生させる手段として、既設 PC 舗装を一部切断し、部分的に打換えを行うことを前提に研究開発を実施する。平成 21 年度は、PC 版と路盤の間に空洞が存在する場合に PC 版にどのような応力が発生するか数値シミュレーションを実施した。平成 22 年度は、既設 PC 舗装と打換え部のプレキャスト RC 舗装の接続構造、設計法について検討を行った。

空港舗装維持管理における予防保全措置に関する研究

Research on application of preventive maintenance for airport pavement

（研究期間　平成 20～22 年度）

空港研究部
Airport Department
空港施工システム室　　室長　伊豆　太
Airport Construction Systems Division　　Head　Futoshi Izu
係長　藤　隼人
Chief　Hayato Toh

For airport pavement ,preventive maintenance is ideal ,but now it is not still applied and there is no knowledge whether it is appropriate for pavement maintenance or not. We Pre-studied feasibility of preventive maintenance for airport pavement analyzed the change of PRI(pavement rehabilitation index)　and 3 elements consisting PRI with time and show some problems to be solved in future.

［研究目的及び経緯］

高頻度に利用されている空港においては、その利用にともなう舗装の劣化の進展が早い反面、日中時間帯に緊急に補修を要する場合の利用者、航空会社等に与える影響が少なくないため、壊れてから補修する事後保全ではなく、壊れる手前で補修を行う、いわゆる予防保全措置が理想的と考えられる。予防的保全は、それが（管理対象施設の性質に）適合する場合に行うべきものとして国際民間航空機関（ICAO）においても推奨されている。本研究は過去の補修実績等から予防保全の可能性について検討を行い、その現状における課題等について考察、検討を行うものである。

［研究内容及び成果］

以下の（１）～（３）の順で検討を行った。

（１）　滑走路補修実績等に関する資料収集整理等

滑走路補修実績データは､滑走路名と補修時期の項目からなるかなり粗いデータであるが､これについて、資料収集を行った。

（２）　分布型等の検討を通じた保全の型の検討

空港舗装に対して予防的保全が適用できるかどうかについては明確な知見がない。このため以下のように検討を行った。

一般に故障の類型は、以下の３タイプに大別される。

① 故障率減少型（Decreasing Failure Rate：DFR）時間の経過とともに故障率が減少していくもの。主に製造上の欠陥による故障。

② 故障率一定型（Constant Failure Rate：CFR） 故障が時間の経過に関連のないもの。主に突発的事象による故障。

③ 故障率増加型（Increasing Failure Rate：IFR）故障が時間の経過とともに増加していくもの。主に磨耗、損耗など特定の不良モードによる故障。このうち、③の故障率増加型の場合、予防保全の適用可能性があると言える。

本研究においては、（１）で収集したデータについて補修間隔に２パラメータワイブル分布（下式）の当てはめを最尤法により行い形状パラメータを推定した。

$$f(t)=\frac{m}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{m-1}\exp\left\{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{m}\right\}$$

ｔ：故障間隔、
ｍ：形状パラメータ
η：尺度パラメータ

ワイブル分布の形状パラメータｍは、故障の類型に対応して

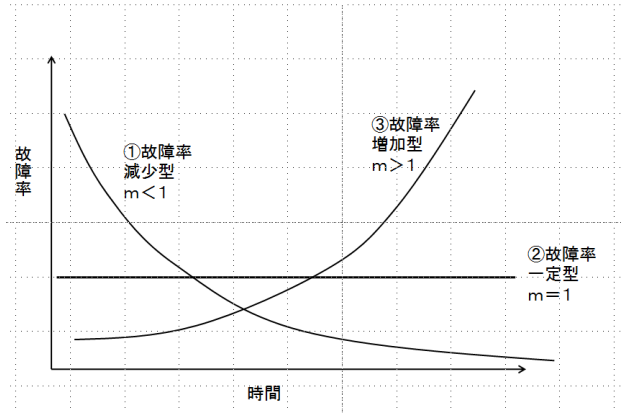
- ｍ＜１のとき、→①
- ｍ＝１のとき、→② →事後保全が適当
- ｍ＞１のとき、→③→予防保全が適当

となっている。

今回、パラメータｍを推定したところ０．７（１未満の値）となった。ただし、二週間以上の補修間隔のデータに対しては、１または１．２という結果となった。

データが限られていることもあり、以上の結果を

もって、直ちに故障の類型を判断することは困難であるが、一定間隔以上の故障に対しては予防的保全の適用の可能性があると考えられる。



故障の類型のイメージ

（３）舗装に係る総合指標等の検討

予防保全に限らず効果的な保全を行っていく上で、舗装の性状を表す代表的な指標について劣化の予測手法を確立していく必要がある。空港舗装の路面性状を表す総合管理指標として PRI（pavement rehabilitation index）がある。これについて、PRI を構成する３要素であるひび割れ率、轍ぼれ量、平坦性それぞれの検討も含め経年的な変化傾向、適合する確率分布型、3 要素の相関性等について検討を行った。経年的な変化については、残念ながら 3 要素の間に明確な関係を見いだすことはできなかった。統計的な分析（主成分分析と PRI の比較）の結果 PRI（アスファルト舗装の場合）はこれを構成する３要素の持つ情報量の半分程度を反映しているとの結果となった。また、その特性別に滑走路について、いくつかの区間に分類することを試みた。

（４）今後の課題

本研究においては、空港舗装について、予防保全の適用が可能との明確な結論は導けなかったが、予防保全措置の適用が可能であれば施設の安全性の向上、維持管理業務の効率化やライフサイクルコストの低減に寄与することが期待される。今後さらなる検討が必要であるが、今回の結果から以下のような課題が考えられる

・予防保全の適用にあたっては、その適用可能性についてさらに詳細な補修データを収集整理し、検討を行う必要がある。適用可能性があると判断された場合、いわゆる劣化予測曲線の作成と最適な補修工法の選定、最適な補修時期を踏まえた補修計画の策定、ライフサイクルコストの的確な算定によるライフサイクルマネジメントが最終的な目標として必要となるが、このための基礎データの整理が必要である。

・予防保全を適用するしないにかかわらず効率的な管理の実現に向けて今後関連するデータの質と量を高めるとともに利活用がしやすいよう電子化を進める必要がある。特に補修データについては今後、位置等を含めた取得方法、統一的な電子化等について検討を行いデータの蓄積を図っていく必要がある。これについては、現在別途開発を進めている空港舗装巡回等点検システムさらには空港施設 CALS との連携を図りより詳細なデータの蓄積を図ることが重要である。また、データの分析を行う機能を準備していくための検討を進めていくことも必要である。

・舗装の指標について、現在轍ぼれ量の測定に関しては、3 ユニット（30×３＝90m）毎に夜間に最大と判断される場所を目視で判断し記録している。このため、轍ぼれ量が支配的な場合には連続する３ユニットの特性が類似するという問題がある。今後、測定の頻度及び測定方法についての改善が必要と考えられる。

・路面性状の指標である PRI と構造を表すなんらかの指標等との関係について、構造指標の構築を含めて整理していく必要がある。また、個別の要素毎の劣化予測の究明も必要である。

空港舗装予防保全システムの開発

A Survey of Development for preventive maintenance system of the Airport Civil Airport Facilities

（研究期間　平成 16～23 年度）

空港研究部　空港施工システム室
室　　長　　伊豆　太
専 門 官　　佐野　誠
係　　長　　藤　隼人

［研究目的及び経緯］

空港土木基本施設である滑走路等の空港舗装は、その機能が損なわれると航空機の安全性及び空港全体の運用に重大な支障を来すことから、適切で効率的な維持管理・保全が求められている。滑走路等重要な土木施設の維持管理については、予算、要員の制約、施設の老朽化、運用時間の各大等による点検時間の制約といった厳しい状況の中ではあるが、技術レベルの確保や継承に配慮しつつ、点検業務のより一層の効率化を進め事後保全から予防保全的な維持管理への移行を図ることが必要である。このため、空港施設 CALS との連携を考慮しつつ、情報の蓄積、DB 化を図り、点検・評価・改良及び修繕等の一連の維持管理業務を総合的、計画的に進めるため、空港舗装の維持管理・保全情報システムの構築を進めることが必要である。

上記の目的を達成するため、平成 16 年度より舗装点検業務支援システムの開発を行ってきたところであり、平成 22 年度においては、現地での試行における利用者からの要請等に応じて画面表示等使用性向上のための機能改良を行うとともに、補修情報の今後の活用などの方策について検討を行った。

空港土木積算システム開発に関する研究

Survey of Development of the Airport Civil Works Cost Estimate System

（研究期間　平成 9 年度～）

空港研究部　空港施工システム室
室　　長　　伊豆　太
専 門 官　　佐野　誠
研 究 官　　増田　光

［研究目的及び経緯］

空港土木積算システムは、空港土木工事積算業務の適正化・効率化を図るため、平成 12 年度に構築された積算支援電算システムである。本調査は、空港土木工事工種体系の策定などによる積算基準の改定等に対応するためのシステム改良、ユーザーの操作性・使用性の向上のための入出力、画面、ユーザーインターフェイス等の機能改良を行うとともに、積算の説明性・透明性の向上を図るため試行している新たな積算方式であるユニットプライス型積算方式による積算システムの開発等について調査、研究を行うものである。

平成 22 年度は、積算基準の変更等に対応するとともに、「空港土木積算電算プログラム」の機能拡張・ユーティリティ改良等を行った。

空港土木工事共通仕様書及び積算基準改定に関する調査

Survey of the Cost Estimation Standards and Construction Manuals for Airport Civil Works

（研究期間　平成 12 年度～）

空港研究部　空港施工システム室

室　　長　　伊豆　太
専 門 官　　佐野　誠
研 究 官　　増田　光

［研究目的及び経緯］

空港土木工事については、空港の大型化、運用時間の延長により施工時間が制約される中での大規模夜間施工や工事目的物の品質の確保、情報化施工技術の進展等施工技術の高度化、工事の安全性のさらなる向上や環境との調和等の要請に的確に対応することが必要である。また、空港土木工事の発注等においてもこれらの諸条件への対応が可能な形で契約行為を効率的に行うことが必要である。

こうした要請を踏まえ、本調査は、空港における主要な土木工事の施工の合理化、効率化を図るため、一般的な施工法、施工管理方法等を定めている空港土木施設施工要領について、新たな技術の開発や現場施工形態の変化、関連基準等との整合性を踏まえ改訂案等の検討を行うとともに、これらの改訂が契約行為の上で整合のとれた発注契約が行われるための共通仕様書の改訂素案の検討を行ったものである。また、透明性、説明性のより一層の向上を図るため従来の「積み上げ方式」ではなく、工事請負業者との合意単価等の分析に基づく「施工単価方式（ユニットプライス型積算方式）」の導入に向けた検討を行っている。

平成 22 年度は、空港土木工事共通仕様書、業務共通仕様書について、「JIS」、関係分野の共通仕様書等関係基準の変更等との整合を図るための改訂案の作成を行った。また、空港基本施設舗装工事におけるユニットプライス型積方式について、試行工事の結果等を踏まえた検討やユニット単価等基礎データの整理を行いユニットプライス型積算基準（試行版）改定案の作成を行った。

空港土木技術基準改定に関する調査

A Study on structural design manual for the Airport Civil Airport Facilities

（研究期間　平成 13 年度～）

空港研究部　空港施工システム室

室　　長　　伊豆　太
専 門 官　　佐野　誠
係　　長　　藤　隼人

［研究目的及び経緯］

空港土木施設の技術基準については、平成 20 年 7 月に航空法施行規則の改正がなされ、空港土木施設設置基準解説等が航空局より通知されたところであるが、そのうち排水施設、共同溝、地下道等空港土木付帯施設等の構造設計については完全な性能規定化まで至っておらず大部分を従来の設計手法をみなし規定で援用している状況である。一方コンクリートの設計法などで限界状態設計法が標準となりつつある状況で、空港の附帯施設の設計にも限界状態設計法等信頼性設計の導入が求められている。このため適切な設計手法等を検討するとともに新たな手法の導入についても検討を進めることが必要である。

上記の目的を達成するため、従前より検討を行ってきたところであり、平成 22 年度においては、空港における排水溝、共同溝、用地等の設計照査の例等を示している空港土木施設構造設計要領について、引用している基準の変更等を踏まえた検討を行い、必要な変更を行った改訂案の作成を行った。

調査設計業務の積算・設計変更の適正化に関する研究

Study of a adequacy of cost estimated/adjusted method on investigation and design works

（研究期間　平成 20～22 年度）

総合技術政策研究センター　建設システム課
Research Center
for Land and Construction Management
Construction System Division

課長　金銅　将史
Head　Masafumi KONDO
課長補佐　大上　和典
Deputy Head　Kazunori OKAMI
技術基準係長　市村　靖光
Chief Official　Yasumitsu ICHIMURA

Depending on contents and the quantity of design works, it is necessary to pay reasonable value. On the other hand, the bids for the low price increase recently. So we must build structure inspecting validity of official cost estimated method.

［研究目的及び経緯］

調査設計業務においては、業務の内容や量に応じて適正な対価が支払われるように、歩掛実態調査の結果に基づき、適宜、標準歩掛の改定が行われている。しかしながら、歩掛実態調査には多大な時間と費用を要することから、10 年以上も見直しが行われていない工種もある。一方、近年は低価格での応札が増加しており、標準歩掛の妥当性について検証が必要な工種が存在するのが実状である。以上から、迅速かつ簡便に標準歩掛の妥当性を確認し、歩掛実態調査が必要な工種を抽出する仕組み等について検討を行った。

［研究内容］

(1)予定価格と応札価格の乖離要因

調査設計業務における予定価格と応札価格が乖離する要因として、以下のものが考えられる。

①設計基準類の改訂等により、設計方法が著しく変更され（耐震設計の高度化等）、それに対応するための労力が増加することが考えられる。

②IT 技術の進歩（専用ソフトの導入、設計計算から CAD 作成までの自動化等）による省力化によって、作業量が減少することが考えられる。

③近年の過当競争の激化に伴い、経営コスト（一般管理費等）を削減することによって、総額を抑えていることが考えられる。

上記①～③を考慮し、図－1 に示す仕組みにより、応札率分布が予定価格から大きく乖離していないかどうかを検証する市場性チェックを導入することとした。

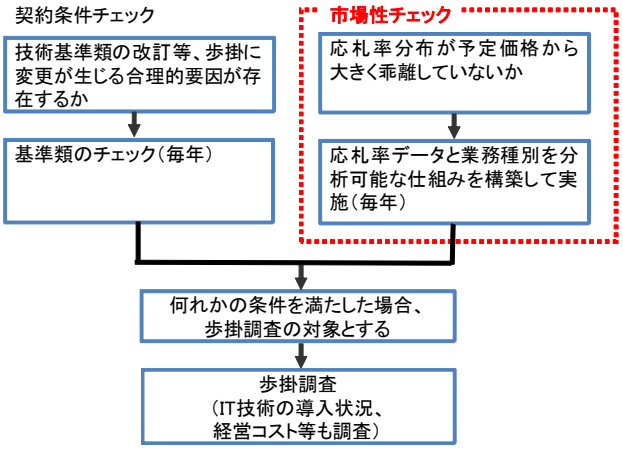
(2)市場性チェックの方法

市場性チェックには、以下の 2 つのデータを使用する（図－2 参照）。

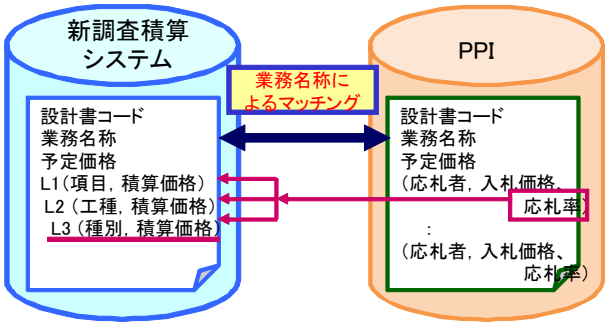
①官積算：新調査積算システムにより作成された積算データ

②民積算：PPI（入札情報サービス）に登録されている応札データ

現在、新調査積算システムと PPI では、1 つの業務



図－1　市場性チェックを組み込んだ新たな仕組み



図－2　新調査積算システムと PPI のマッチング

に対して共通のコードが付与されていないため、まず業務名称によるマッチング作業が必要となる。業務名称が同じであっても、両者の予定価格が異なっている場合には、そのデータは以降の分析には使用できない。今後は、同一のコードを共有する仕組みが必要である。

また、調査設計業務では、業務の契約後に内訳書の提出を求めていないため、民積算の内訳を知ることができない。このため、PPI から業務ごと、応札者ごとの応札率を算出し、それを積算データの工種体系（L1、L2、L3）に乗じて、民積算の内訳として代替する。

予定価格と応札価格の乖離の判定は、図－3 のフローに基づき行う。このうち、応札率平均の乖離の評価基準を図－4 に示す。

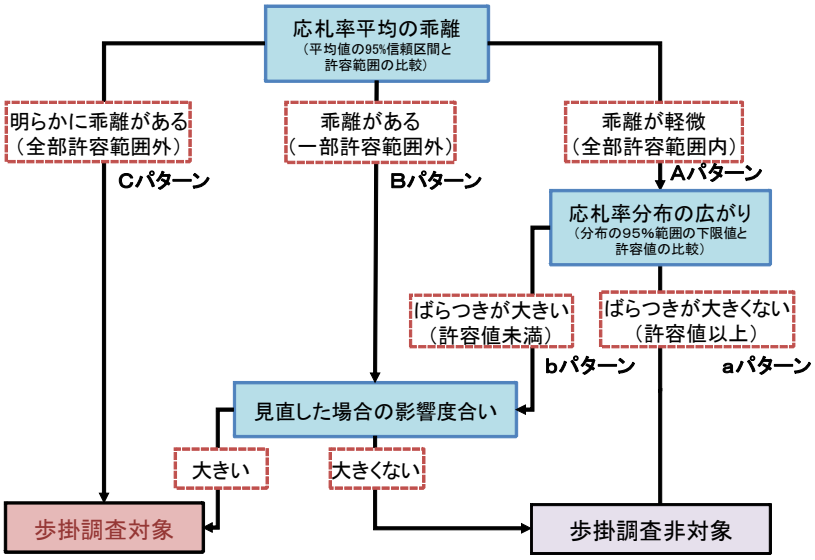
(2)市場性チェックの結果

平成 18 年度から 20 年度までの各年度のデータを用いて、市場性チェックを行った。その結果、3 年間連続して C パターン（明らかに乖離がある）と評価されたものが、測量業務で 2 工種、設計業務で 2 工種あった。その一例として、図－5 に平成 20 年度の電線共同溝詳細設計の応札率分布を示す。

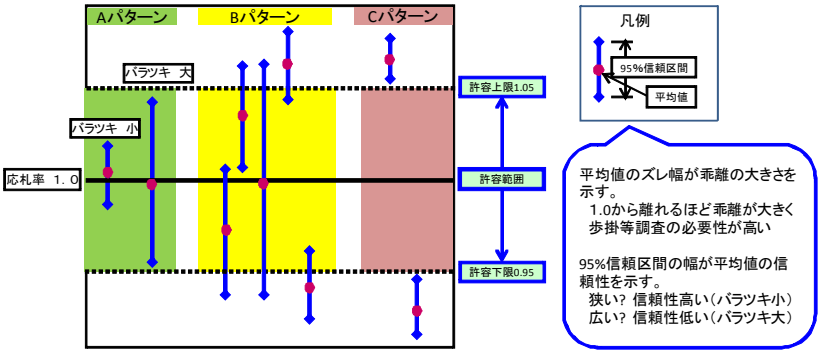
今後は、低入札傾向での市場性チェックのやり方（乖離があると判定する際の閾値の設定方法等）についても検討し、継続して市場性チェックを実施する予定である。

［成果の活用］

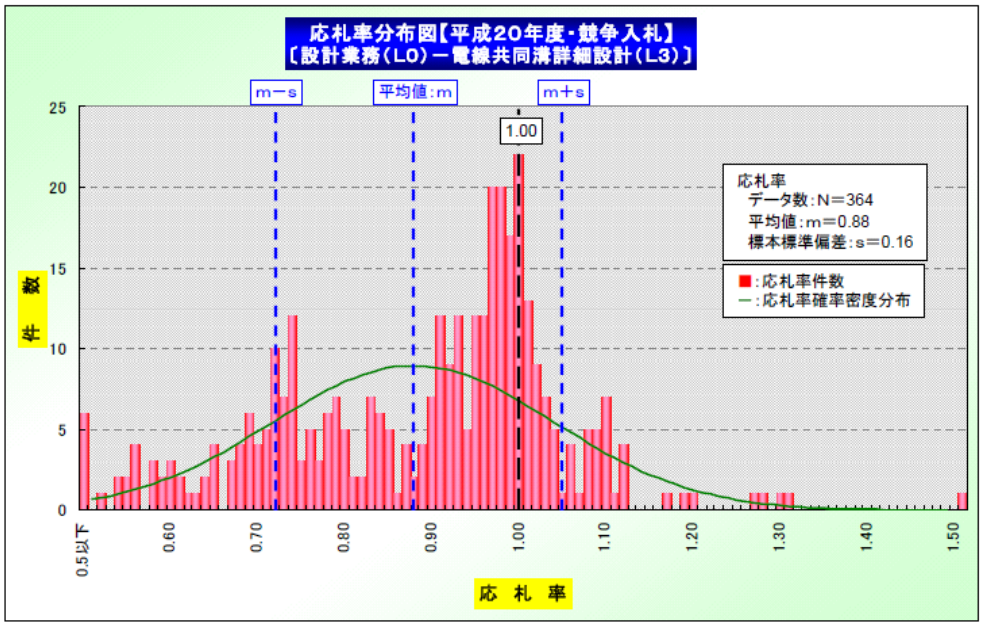
市場性チェックによって、予定価格と応札価格の乖離が大きい工種として「デジタルマッピング」、「標定点及び空中三角測量」、「電線共同溝詳細設計」等を抽出し、そのうちのいくつかは既に歩掛実態調査が実施されている。



図－3　予定価格と応札価格の乖離の判定フロー



図－4　応札率平均の乖離の評価基準



図－5　平成 20 年度の電線共同溝詳細設計の応札率分布

ストックマネジメント推進の戦略に関する研究

Study of the Strategy for Stock Management Promotion

（研究期間　平成 20～22 年度）

総合技術政策研究センター　建設システム課
Research Center
for Land and Construction Management,
Construction System Division

課長　金銅　将史
Head　Masafumi KONDO
主任研究官　駒田　達広
Senior Researcher　Tatsuhiro KOMADA
部外研究員　岩塚　浩二
Guest Research Engineer　Koji IWATSUKA

It is necessary to promote the stock management to correspond to aging in the infrastructure intensively constructed at the high economic growth period. We studied the problem of the technological opportunity and the procurement system to secure a service firm, it was considered the necessity of technological development, the construction cost estimation standard improvement, and the procurement system improvement concerning the maintenance and repair works.

［研究目的及び経緯］

高度経済成長期に集中投資した社会資本の高齢化・老朽化による事故や災害、維持管理費・更新費の急増が懸念される。今後は、つくったものを長持ちさせて大事に使う「ストック型社会」への転換を推進していく必要がある。

これまでは損傷等に対して個別・事後的に対処してきが、高齢化による損傷リスクが急速に増大する将来においては、施設の状態を定期的に点検・診断し、その結果に基づく劣化予測により計画的に補修を行うことにより致命的欠陥が発現する前に対策を講じるストックマネジメントの導入が必要となっている。これにより、事故や災害を未然に防ぐとともに、施設の長寿命化により長期的に見た場合のトータルコスト（ライフサイクルコスト）の縮減を図る「予防保全」の考えに立った戦略的維持管理が実現することができる。

本研究では、ストックマネジメント推進にあたっての技術的課題、担い手を確保するための調達方法の課題を調査し、維持管理に関する技術開発、積算基準改善、調達方法改善の必要性について考察・提言した。

［研究内容］

(1)ストックマネジメントにむけた技術的課題
(2)ストックマネジメントにむけた調達方法の課題
(3)維持管理の契約価格に関する考察と提言
(4)維持管理の調達方法に関する考察と提言

［研究成果］

(1)ストックマネジメントにむけた技術的課題

これまで、地方公共団体をはじめとして多くの施設では定期点検も実施されず事後補修が主体の管理が行われ、ストックマネジメントの導入が遅れていた。

平成 19 年に幹線道路の橋梁で落橋につながりかねない主要部材の破断が見つかった他、住宅・建築物の外壁の劣化による剥落、下水道の管路施設の高齢化等が原因となった道路の陥没事故等の重大な二次災害につながりうるような損傷・事故が頻発しつつある兆候が見られるようになり、社会生活に大きな影響を与えるような事故や災害の急増に対する懸念が高まってきた。このため、国交省施策で道路橋、下水道施設、河川管理施設等において点検に基づく長寿命修繕計画の策定を推進する等、取り組みが開始された。

ストックマネジメントや長寿命化計画策定のため、まず、点検を実施することが必要であるが、これまでは目視による点検が行われ、損傷が相当進行して表面に現れてから把握され、構造物の埋込部・狭隘部、高所、閉所等では、空間的制約により調査日数や点検費用が嵩むため、適切な頻度・方法での検査が実施されないことが多いことが判明した。

しかしながら、現在、目視できない部位に対する点検・診断技術は未熟な状況にあり、社会資本の高齢化・老朽化の現状から、これらを経済的かつ確実に点検・監視する技術の開発に早急に取り組むことが不可欠であり、これについては別途、総合技術開発プロジェクト「社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発」を、当課がとりまとめ窓口となり６研究部・センターの共同で実施することとした。

(2)ストックマネジメントに向けた調達方法の課題

ストックマネジメントの重要性が指摘されているが、その実行のためには維持管理業務の担い手確保が前提

となる。しかしながら、現実の維持管理調達においては、市場の機能不全（不調・不落問題）が生じている。

国土交通省が発注した河川および道路施設の維持修繕工事を受注した事業者を対象に、アンケート調査を実施した。平成 21 年度は東北地区（6 県）を対象とし、維持工事 118 件のうち回答 101 件（回答率 86%）、修繕工事 47 件のうち回答 31 件（回答率 66%）を得た。

維持工事の約 6 割、修繕工事の約 9 割が問題ありされ、工事価格･単価が安いこと、工事地点が分散して効率が悪いこと、拘束時間・待機時間の効率が悪いことが挙げられた。一方で、工期の短さ、発注時期の悪さについての指摘は少なく、工事価格及び施工効率の悪さが維持修繕工事の主要な課題であることが判明した。

契約方法の改善に関しては、“問題を感じない”とする回答が約 3 割あったものの、維持工事ではほぼ同数の約 3 割の回答で、工事内容（工種）を拡大し 1 件工事の規模を拡大（工事対象の区域・延長は同じ）することを望む意見があった。一方、1 件工事事の規模を拡大するための工事区域・延長の拡大、性能発注等により受注業者の裁量を拡大することを希望する意見は少なかった。

(3) 維持管理の契約価格に関する考察と提言

維持管理工事の契約価格は、小規模工事、作業制約のある場合でも新設工事とほぼ同等となっており、積算において現場の実態を適切に反映できていない場合

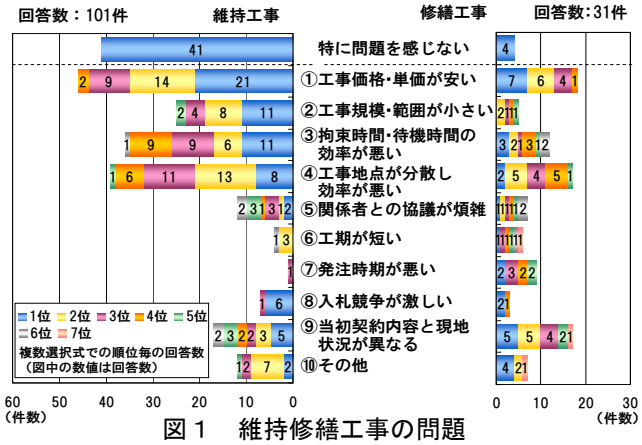


図１　維持修繕工事の問題

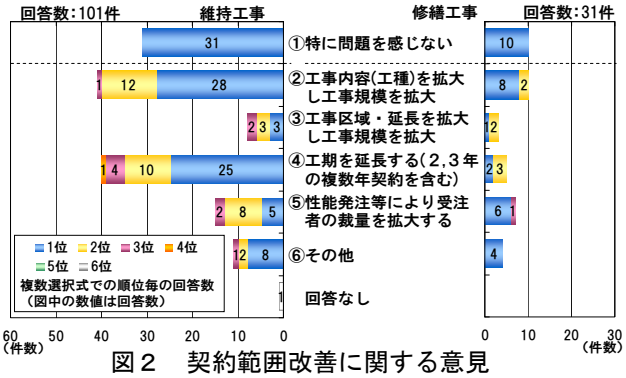


図２　契約範囲改善に関する意見

がある。契約価格の適正化に向けた積算方法の改善策として、「大都市での日当たり作業量補正」および「点在施工箇所の間接工事補正」等が試行されている。今後はその効果を検証した上で、積算基準への反映や積算方法の改善の方向性について検討する必要がある。

(4) 維持管理の調達方法に関する考察と提言

①契約規模の拡大

受注業者からは工事内容（工種）の拡大による工事規模の拡大を希望する意見が多く、受注規模拡大による経費の捻出、不採算工種の利益率の改善（適正化）を期待したものと考えられる。調査対象の東北地方整備局の維持工事は、清掃、除草、除雪作業を包括化した契約とし、平均的な工事価格は 1 億円程度で、改善が進んでいるが、更に先んじた方策を打ち出すことが期待される。維持管理契約の包括化については、地方公共団体においても青森県の橋梁管理や札幌市の道路維持と除雪の一体化等、一部で導入が始まっている。

②長期契約

工期については、2，3 年の複数年契約を含む工期の長期化を希望する意見が多かった。維持工事を複数年契約とすることで、受注工事の確保による企業経営の改善、作業の平準化および作業の習熟度向上による維持管理の効率化等が期待できるものと考える。

③民間セクターの活用

現在国内では、補修、除草、除雪等の業務ごとに契約する方法がほとんどを占めている。一方、海外では民間セクターの裁量を高めるため、複数業務の包括化、契約の長期化、対象エリアの広域化、性能規定契約が近年拡大しており、英国道路庁が国道維持管理をエリア単位で、5～7 年間の契約で民間企業に委託するＭＡＣ（Managing Agent Contractor）が知られている。アンケートでは、工事区域・延長の拡大や性能発注等による受注者の裁量拡大を望む意見は少なく、むしろ競合激化やリスク負担増加に対する懸念が強く表れていた。これら懸念を解決するためには、維持管理における各種の不確実要因とそれに伴うリスクの定義、現行の調達制度との関係を明確にする必要がある。

［成果の発表］

土木学会建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集（平成 22 年 12 月）、土木技術資料第 52 巻第 12 号（平成 22 年 12 月）で研究成果を発表した。

［成果の活用］

本研究で得られた成果は、ストックマネジメント推進に向けた施策や制度改善等に反映できると考えられる。とくに、維持管理に関する積算基準改善、調達方法改善では直轄維持工事の複数年契約の拡大、委託内容包括化の試行に反映できる。

情報化施工に対する監督検査等に関する研究

A study about supervision inspection for the information execution

（研究期間　平成 21～23 年度）

総合技術政策研究センター　建設システム課
課長　金銅　将史
課長補佐　大上　和典
施工管理技術係長　坂本　俊英

［研究目的及び経緯］

情報化施工の普及に伴い、施工者における施工管理の方法や管理結果データ精度などが向上し、施工管理のあり方が大きく変化すると考えられる。施工者側の施工管理方法が変われば、発注者側で求める施工管理方法や管理データの精度及び目的物の検査、工事請負代金の支払い及び工事成績評定の方法も見直す必要がある。

総合技術政策研究センターは、情報化施工によって得られる出来形・品質データのうち、有用なデータを現場の施工管理及び監督・検査等へ反映させることによって品質とコストの両面の向上を目指す監督・検査の方法について調査研究を行っている。平成２２年度は、研究に必要となる基礎資料の収集及び実施状況の把握のため、情報化施工で運用されている監督・検査における工事成績評定の実施状況について聴き取り調査を実施し、情報化施工において考慮すべき評価対象項目の抽出を行った。

河川工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査

Investigation for evaluation of the integrated cost structure improvement in river works

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課
課長　金銅　将史
主任研究官　駒田　達広
部外研究員　中島　章

［研究目的及び経緯］

河川行政では、これまでのコスト縮減の取り組みに加え、行き過ぎたコスト縮減は品質の低下を招く恐れもありことからコストと品質の両面を重視する取り組みとした「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム」（平成 20 年度～平成 24 年度）（以下「改善プログラム」という。）に基づき、平成 20 年度から 5 年間で、15%（平成 19 年度比）の総合コスト改善を目標とした「総合的なコスト構造改善」に取組んでいる。平成 21 年度の総合コスト改善率は、国土交通省・関係機構等合計で、5.6%の低減となった。物価変動等を含めた改善率は 4.5%の低減となった。

本研究では、総合コスト改善実績の分析、新たな評価項目であるライフサイクルコストの改善及び工事に伴う社会的コストの改善施策の普及・促進を図るための、分かりやすい算出事例の作成並びに算出手間の軽減等のフォローアップ方法の効率化について検討を行った。

道路工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査

Investigation for evaluation of the integrated cost structure improvement in road works

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課
課　　長　　金銅　将史
主任研究官　　駒田　達広
部外研究員　　中島　章

［研究目的及び経緯］

道路行政では、これまでのコスト縮減の取り組みに加え、行き過ぎたコスト縮減は品質の低下を招く恐れもあることからコストと品質の両面を重視する取り組みとした「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム」（平成 20 年度～平成 24 年度）（以下「改善プログラム」という。）に基づき、平成 20 年度から 5 年間で、15%（平成 19 年度比）の総合コスト改善を目標とした「総合的なコスト構造改善」に取組んでいる。平成 21 年度の総合コスト改善率は、国土交通省・関係機構等合計で、5.6%の低減となった。物価変動等を含めた改善率は 4.5%の低減となった。

本研究では、総合コスト改善実績の分析、新たな評価項目であるライフサイクルコストの改善及び工事に伴う社会的コストの改善施策の普及・促進を図るための、分かりやすい算出事例の作成並びに算出手間の軽減等のフォローアップ方法の効率化について検討を行った。

公共工事の環境負荷低減に関する検討

Study of public works project environmental load reduction

（研究期間　平成 14 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課
課　　長　　金銅　将史
技術基準係長　　市村　靖光

［研究目的及び経緯］

本調査は、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づく「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」に定める「特定調達品目」のうち、公共工事で調達する品目を選定するために、民間等から提案された品目の分類・評価において技術的な検討を行ったものである。本調査により、「再生骨材 M を用いたコンクリート製品」等を継続検討品目とした。また、社会情勢や環境物品の技術開発状況等を鑑みて、今後優先的に検討すべき環境負荷低減分野・方策を整理した。さらに、「特定調達品目」を設計段階から積極的に採用していくための方策について検討を行った。

公共工事の品質確保のための入札・契約方式に関する調査検討

Research on advanced cost estimation system

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課

課　　長　　金銅　将史
補　　佐　　大上　和典
主任研究官　　吉田　潔
技術基準係長　　市村　靖光
積算技術係長　　伊藤　善裕
研　究　官　　関根　隆善
部外研究員　　船田　誠

［研究目的及び経緯］

公共事業の価格に対しては透明性・客観性・妥当性の向上が求められているなか、これまで新土木工事積算大系の構築と普及を実施してきた。一方、「国土交通省公共事業コスト構造改革プログラム」において、「調達の最適化」として新たな積算方式が求められている。「総価契約単価合意方式」は、平成 22 年度から各地方整備局において発注される工事を対象に全面的に実施された新たな積算方式であり、本調査においては「総価契約単価合意方式」の運用上の課題について対策案の検討を行うものである。

平成 22 年度においては、総価契約単価合意方式のうち、単価個別合意方式による合意単価の実績値等について集計・分析を行い、本方式における単価合意状況を明らかにすると共に単価協議の効果的・効率的な実施のための制度検討を行った。また、積算の改善方策に資するため、積算実績データより各工事区分別や細別毎の金額、工種毎の機械費・労務費・材料費の各構成比率、整備量等のデータ集約を行った。

積算改善検討

Research on advanced cost estimation system

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課

課　　長　　金銅　将史
補　　佐　　大上　和典
主任研究官　　吉田　潔
積算技術係長　　伊藤　善裕
研　究　官　　関根　隆善
部外研究員　　船田　誠

［研究目的及び経緯］

公共事業の価格に対しては透明性・客観性・妥当性の向上が求められているなか、これまで新土木工事積算大系の構築と普及を実施してきた。一方、「国土交通省公共事業コスト構造改革プログラム」において、「調達の最適化」として新たな積算方式が求められ、「ユニットプライス型積算方式の拡大」が位置付けられている。本積算方式は、平成２１年度までに「舗装、道路改良、築堤護岸、河川維持、河川修繕、道路維持、道路修繕、砂防堰堤、電線共同溝」の９工事区分について基準類を含む制度構築を行うとともに試行が行われている。

平成２２年度は、ユニットプライス型積算方式の適用拡充のため、上記９工事区分の他「樋門・樋管、砂防・護岸、流路、斜面対策」の４工事区分において、プライス定義データが未設定であったモジュールについてプライス分析及びプライス定義データの作成を行い、基準類の改訂案を作成するとともに、これまでの試行結果等からプライスの設定方法や積算手法の妥当性検証を行い、効果的・効率的な実施のための制度検討を行った。

建設コンサルタント業務成果の品質確保に関する検討

Study of the improvement of the detail design quality control

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課

課　　長　　金銅　将史
課 長 補 佐　　大上　和典
技術基準係長　　市村　靖光

［研究目的及び経緯］

近年の地方整備局における設計業務成果の品質点検結果によると、多数のミスが発見されており、その発生要因を分析・整理し、ミスを防止する体制、方策を強化することが必要となっている。本調査では、会計検査の指摘事項や施工者が三者会議や施工中に発見した設計ミス・不具合事例を分類・整理し、類似のミスを発生させないための活用方策（事例集の作成や詳細設計照査要領との関連づけ等）について検討を行った。

関東管内公共工事の品質確保検討調査

Research on advanced cost estimation system

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設システム課

課　　長　　金銅　将史
補　　佐　　大上　和典
主任研究官　　吉田　潔
技術基準係長　　市村　靖光
積算技術係長　　伊藤　善裕
研　究　官　　関根　隆善
部外研究員　　船田　誠

［研究目的及び経緯］

公共事業の価格に対しては透明性・客観性・妥当性の向上が求められているなか、これまで新土木工事積算大系の構築と普及を実施してきた。一方、「国土交通省公共事業コスト構造改革プログラム」において、「調達の最適化」として新たな積算方式が求められ、「ユニットプライス型積算方式の拡大」が位置付けられている。本積算方式は、平成２１年度までに「舗装、道路改良、築堤護岸、河川維持、河川修繕、道路維持、道路修繕、砂防堰堤、電線共同溝」の９工事区分について基準類を含む制度構築を行うとともに試行が行われている。

平成 22 年度は、ユニットプライス型積算方式の積算精度向上のため、「舗装、道路改良、築堤護岸」の工事区分において、過去の合意単価データに基づき設定されているユニットプライスの定義データのうち、機械・労務・材料の取引価格が異なる地域及び時期へ単価を補正するために用いる「機労材構成比」に着目し、積み上げ積算方式に用いる単価における構成比を考慮した算出方法を検討の上、当該算出方法による場合の機労材構成比によるユニットプライスの定義データの設定を行った。

また、近年の地方整備局における設計業務成果の品質点検結果によると、多数のミスが発見されており、その発生要因を分析・整理し、ミスを防止する体制、方策を強化することが必要となっている。本調査では、会計検査の指摘事項や施工者が三者会議や施工中に発見した設計ミス・不具合事例を分類・整理し、類似のミスを発生させないための活用方策（事例集の作成や詳細設計照査要領との関連づけ等）について検討を行った。

社会資本の予防保全的管理のための点検・診断技術の開発

Development of Inspection and Monitoring Methods for Preventive Maintenance of Infrastructure

（研究期間　平成 22～24 年度）

総合技術政策研究センター		建設マネジメント研究官	森　望
下水道研究部	下水道研究室	室長	横田　敏宏
河川研究部	河川研究室	室長	服部　敦
道路研究部	道路構造物管理研究室	室長	玉越　隆史
建築研究部		建築品質研究官	棚野　裕之
住宅研究部	住宅ストック高度化研究室	室長	眞方山美穂
総合技術政策研究センター	建設システム課	課長	金銅　将史
総合技術政策研究センター	評価システム研究室	室長	槌本　敬大

［研究目的及び経緯］

従来は損傷等に対して個別・事後的に対処してきたが、事故や災害を未然に防ぎまたコストを抑制するためには、施設を定期的に点検・診断し、致命的欠陥の発生前に対策を講じる「予防保全」の考えに立った戦略的維持管理が必要となっている。社会資本の致命的損傷の発生を未然に防ぐ予防保全的管理を推進するため、（1）構造物の目視困難な部位の点検・診断技術と評価基準、及び（2）目視では評価が困難な変状の点検・監視技術と評価基準を開発する。

今年度は、①非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術、②画像・データによる目視困難な部位の点検・診断技術、③赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術、④位置計測による構造物の監視・変状探知手法について、基本仕様・要求性能を検討するとともに、一部装置のプロトタイプ・実験用供試体を製作し、基礎性能実験を実施した。

圏域における社会構造の変化に関する研究

A study of social structural change in functional regions

（研究期間　平成 20～22 年度）

総合技術政策研究センター
Research Center for Land and Construction Management
建設経済研究室
Construction Economics Division
主任研究官　湯原　麻子
Senior Researcher　Asako YUHARA
研究官　大橋　幸子
Researcher　Sachiko OHASHI

Various social and demographic changes including population decline with ageing society have occurred in Japan. Thus, a clear vision and plan for national land management are needed.

This study aimed at understanding how the country has changed from the perspective of transition of “functional regions”. In this study, we used two types of functional regions. The first one is the area of movement of people and business enterprises. Another one is the sphere within the reach of its centre.

［研究目的及び経緯］

本格的な人口減少社会の到来・少子高齢化の進展・グローバル化の進展・モータリゼーションの進展・都市と地方の格差拡大など我が国を取り巻く社会情勢の変化に伴い、国土づくりの転換が迫られる状況下、新たな時代の要請に対応し、国土・国民生活の将来像の明示、並びに国土の計画的な運営の必要性が増しているところである。

そこで、本研究では、国土の変遷を把握する切り口として、住民や企業の行動範囲としての「圏域」と、その集合体ともいえる中心地からの影響範囲としての都市圏等の「圏域」の主に２つの「圏域」に着目し、近年のそれら圏域の変化の状況等についての調査分析を行った。本稿ではそのうち、ケーススタディ地域として選定した福島県郡山市における買い物行動に着目した調査結果について紹介する。

［研究内容］

（１）　影響範囲としての「圏域」の変遷

影響範囲からみた圏域を規定するものとして、ここでは事業所の立地や居住地域の連なりに着目し、1980 年代、1990 年代、2000 年代の 3 時点において、事業所・企業統計、国勢調査のメッシュデータ等を用いた分析を行った。ここでの事業所数は、卸売・小売・飲食店数を使用している。

（２）　行動範囲としての「圏域」の変遷

個人の行動範囲の把握方法として、郡山都市圏パーソントリップ（PT）調査結果を使用した。さらに、各人の行動レベルで変遷を捉えるために、住民へのヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査は 2010 年末に市内２地区（中心より西側、東側の郊外より各一か所）において、約 30 名の住民に対し、現在と過去の買い物行動について品目別に地図を見ながら回答する形で行った。

［研究成果］

（１）影響範囲としての「圏域」の変遷

郡山市全体の状況としては、人口は増加を続けているが、事業所については 2001 年の調査以降横ばいである。事業所・人口とも 1980 年代から 1990 年代にかけては、郊外への広がりが認められたが、その後、駅中心の減少と国道沿いへの集中が認められた。事業所数の変遷については図１に示している。ただ、その増減の動向は必ずしも同じではなく、人口が増加しているにも関わらず、事業所が減少しているメッシュが駅周辺、郊外外縁部に見られた。

また、圏域内の構造を表現する一つの指標であるフーバーインデックスで人口集中度を見ると、郡山都市圏全体では 1985 年、2000 年の 2 時点では、0.64 から 0.67 と増加し、DID では 0.31 から 0.27 へと減少しており、都市圏全体では一部に集中しているが、中心部自体は拡散していることが推察された。

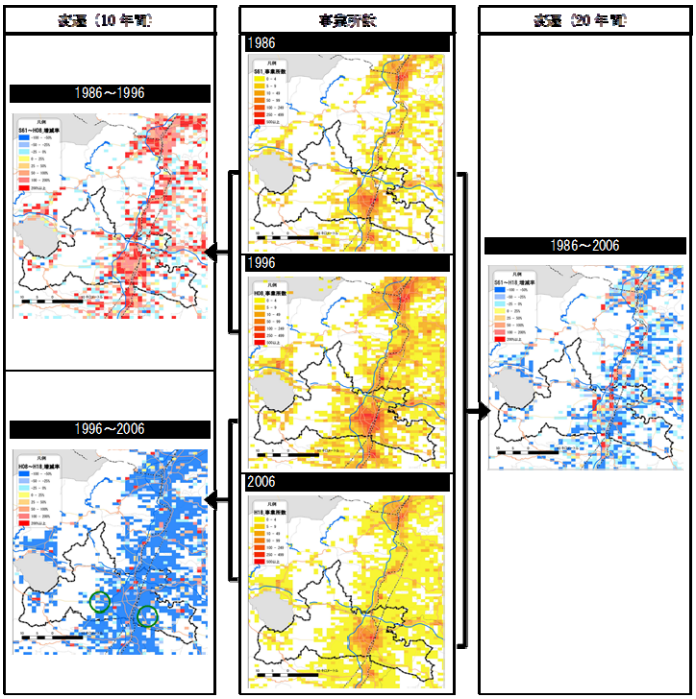


図１　事業所数の変遷

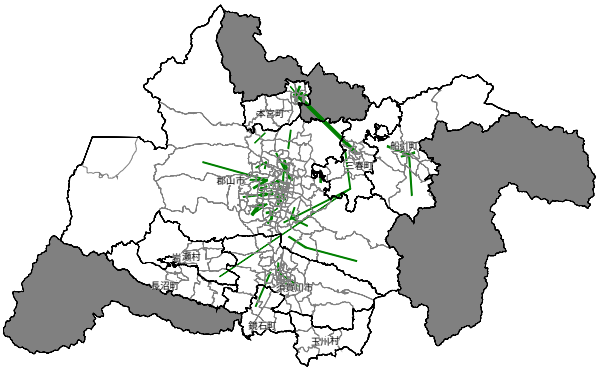


図２　小型商店への買い物トリップ（1986）

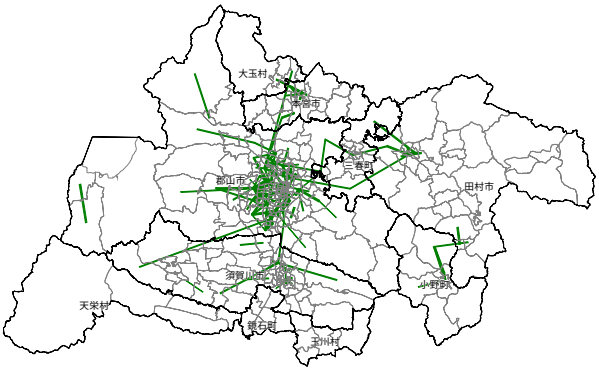


図３　小型商店への買い物トリップ（2006）

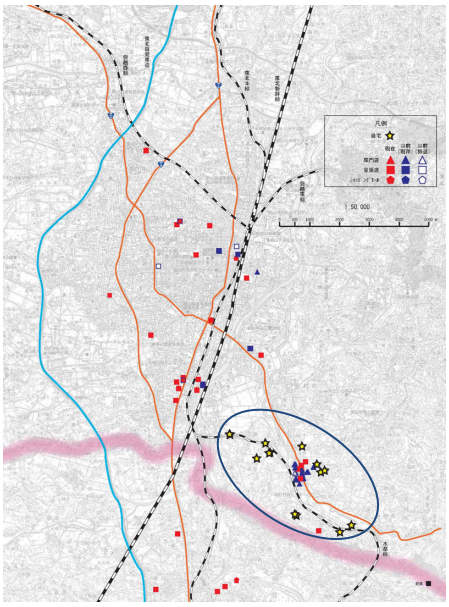


図４　ケーススタディ地区における行動圏域

（２）　行動範囲としての「圏域」の変遷

PT 調査によると郡山都市圏では、大型商店へのトリップは 1986 年時点においてもゾーン間の移動が少なくなかったが、図２、図３の通り、小型商店を利用するトリップについては、ゾーン間の動きが増加し多様化している。トリップの平均長も 1986 年の 3.31km に対し、2006 年は 3.51km と増加している。

調査対象者においては現在ほとんどが自動車利用であり、近隣の店から、県道沿いのエリアや市外などに買い物における行動範囲が変化していた。例えば、図４に提示した市の東寄りの地区の例においては、丸で囲んだ居住地区とその周辺に過去に利用していた店舗（青で表示）、その中でも専門店（△で表示）が多いのに対し、現在（赤で表示）は、新幹線の西側に位置する市中心部や隣接市の総合スーパー等（□で表示）で買い物する人が多く見られ、自宅から利用する店舗までの平均長も長くなっている傾向が見られた。

以上の通り、近年買い物における行動圏域が拡大していたことが確認出来た。

その一方、より一層の高齢化の進展やガソリン供給等における問題の顕在化により行動範囲についての制約が予測されるところから、今後については行動範囲・影響範囲としての圏域とも拡大以外に転じることが示唆される。

［成果の発表］

各種論文等での発表を予定している。

［成果の活用］

本研究での成果は、今後の国土マネジメントのための基礎資料として活用する。

経済社会の転換期における今後の国土マネジメントの新たな展開に関する研究

Paradigm shift of the national management in the turning point of economic society

（研究期間　平成 22～23 年度）

総合技術政策研究センター　建設経済研究室　　室　　長　　梅村　里司
総合技術政策研究センター　建設経済研究室　　主任研究官　　門間　俊幸

［研究目的及び経緯］

世界や日本の経済社会が転換期を迎える中、わが国経済や暮らしを支える国土マネジメントのあり方についても、前提条件、考え方、対応方法等の様々な局面において転換が求められる。このため、本研究では今後の国土マネジメントにおいて転換が求められる着目点を探し出し、その影響を分析し、今後の国土マネジメントの新たな展開を明らかにすることを目的とする。

今年度は、文献調査に加え、地政学的にみた国家戦略、今後の世界経済社会の動向を考える上で重要なヒントとなりえる脱成長主義の意義、人口構成の変化による消費・労働・コミュニティへの影響、について、外部の有識者による所内講演会を実施した。さらに高齢社会の進展とそれに伴う交通分野における現状の課題・問題点、それらに対する行政の取り組み・制度等を調査し、整理した。高齢化社会において顕著となっている現状の課題は、主に交通事故と移動制約の問題であり、それらの行政・民間の取り組みと新たな展開事例を収集した。

市街地及び集落の再生可能性に関する研究

A Study of Regeneration of Urban and Rural Communities

（研究期間　平成 21～23 年度）

総合技術政策研究センター　建設経済研究室　　主任研究官　　湯原　麻子
研　究　官　　大橋　幸子

［研究目的及び経緯］

本研究は、市街地・集落の現在の状況の把握と変化をもたらした要因の分析、及び住民の生活に密接に関係する、産業、子育て、医療、福祉、文化等の社会的サービスの変化に伴う社会資本の役割の変化の解明を行うもので、市街地・集落の社会的サービスの変化に対応する社会資本管理の検討に活用することを目的としている。

平成 22 年度は、過疎化の流れの中、都市部から集落部へ移り住む人々に着目して、その価値観の調査等を行った。本調査においては、都市部から地方部へ魅力を感じて移住した人を対象に、移住理由、重要と考える価値観とその変化、および居住地選択の際に必要と考える施設等について、インタビューを行った。調査地域は、移住支援に先進的かつ積極的に取り組んでおり、これまでに多くの移住者を迎えている福島県小野町、鳥取県日南町、鹿児島県垂水市とした。調査では、これまで魅力的な指標とされた大型ショッピングセンターなどを必ずしも重要としない価値観や、通勤に長時間をかけることに格別の抵抗を感じる価値観があることなどを見ることができた。

今後は、定量的な分析を行うとともに、価値観の差異に伴う社会資本の利用の変化の分析を行う予定である。

東アジア諸国の越境地域政策間に見る協力・連携可能性の検討

A study on possibilities of cooperation / coordination among cross-border region policies of East Asia countries

（研究期間　平成 22～23 年度）

総合技術政策研究センター　建設経済研究室
研　究　官　　芮　　京禄
主任研究官　　湯原　麻子

［研究目的及び経緯］

東アジア共同体構想が謳われるなか、この圏域の持続的発展のためにどのような協力関係がありうるかを検討するため、現段階における各国の国土計画・地域計画・インフラ整備計画等において国境を越えた広範囲に影響を及ぼす可能性のある個別政策・事業を抽出し、これらの事業間の協力・連携可能性を検討する。

今年度は、日本における国土形成計画と広域地方圏計画、韓国における第４次国土総合計画修正計画と地方圏計画の内容から越境政策を抽出する作業を行い、北東アジア学会にて発表した。その結果で見ると、両国とも東アジア、東北亜という超国家圏を想定した国土計画を作成しており、日本の場合は日中韓を中心としながら東南アジア、オーストラリアなど南方向を重視する傾向がある反面、韓国の場合は北朝鮮、モンゴル、ロシアなど北方向を重視する傾向があった。政策の目標からみると、産業、環境、エネルギー、人材交流面では協力・連携の視点が目立ち、交通・物流部門では競争局面が強く認識される傾向があった。広域地方圏計画では、日本が地域主導の政策、韓国が国主導の政策である違いがあったが、超国家圏を念頭においた地域戦略がすでに策定され始めていること、交通・物流の競争局面は、国家間のみならず各国内の地域間にも顕在し、このような競合関係が無駄な投資、不経済を生み出さないよう調整する必要があると考察した。

国土レベルでの土地利用計画技術の高度化に向けた海外の土地・土地利用評価技術の適応可能性に関する研究

A study about the adaptation possibility of the overseas land / land use evaluation methodology for the advancement of the land use planning technology at the country level

（研究期間　平成 22～24 年度）

総合技術政策研究センター　建設経済研究室
主任研究官　　岩見達也
研　究　官　　芮　京禄

［研究目的及び経緯］

わが国では、国土構造やそれを支える土地利用計画をめぐる状況は大きな転機を迎えており、土地利用計画策定の基礎となる土地利用評価技術を、科学的・客観的であると同時に、きめ細かで多様な観点を加味した土地利用の評価を国土レベルで実施できるような技術へ進化していくことが必要である。

本研究では、科学的・客観的で新しい課題にも対応可能な土地利用計画技術の開発（土地利用計画技術の高度化）に資するために必要な技術的検討課題の整理・抽出を目的として、海外における土地や土地利用にかかる評価技術の現状の把握、海外の先行的技術体系のわが国での土地利用評価への適応・応用可能性の検証等を実施する。

今年度は、欧州３カ国（イギリス、ドイツ、オランダ）における国土レベルでの土地・土地利用に対する評価技術に関連する資料の収集および整理を行い、根拠法、対象（空間、地域）、評価技術の概要、データソース（種類、空間単位等）、日本での先行研究・調査事例（内容概略）等を踏まえて、各国の状況を横断的に比較可能な指標を作成した。

豪雪時の官民連携対応策の先進事例に関する調査、複数の調査対象地における官民連携内容の検討

A Study of Public-Private Collaboration in Snow Disaster management

（研究期間　平成 22～24 年度）
総合技術政策研究センター　建設経済研究室　主任研究官　湯原　麻子
研　究　官　芮　京禄

［研究目的及び経緯］

中山間豪雪地帯集落においては、高齢化による自助・共助能力の減退、及び行政の財政負担能力の低下により、冬期道路の管理水準の低下やそれによる豪雪等の災害時の安全確保の困難が懸念され、自助・共助能力の強化とともに、地域住民と行政が連携しての対応がより一層必要となっている。

そのため、本研究では、中山間豪雪地帯市町村の生活維持や安全確保のための自助・共助・公助能力強化に資する支援制度、異常豪雪などの災害時において官民が連携しての防災体制、及びその官民連携を円滑に行うためのコミュニケーション活性化の手法の検討を行っている。

今年度は、全国の中山間豪雪地帯における災害時の安全確保等のための制度・施策及び官民連携に資するコミュニケーションを円滑化させる手法の収集・整理を行うとともに、秋田県仙北市において豪雪時の対策を検討する住民意見交換会及び実証実験を行った。

欧州ランドスケープ条約が各地域の景観・観光政策に及ぼす効果発現の実証的研究

A study of the effect that European Landscape Convention gives to each local Landscape and Tourism policy

（研究期間　平成 22～23 年度）
総合技術政策研究センター　建設経済研究室　研　究　官　芮　京禄

［研究目的及び経緯］

本研究は、ヨーロッパにおいて 2000 年に公開された「欧州ランドスケープ条約（ELC）」を題材に、加盟各国やヨーロッパ連携で行っている総合施策、具体施策という国際標準の取り組みが、各国・地域の景観政策、観光政策に具体的にどう作用し、効果を上げているかを実証的に研究することを目的としている。

今年度は、欧州ランドスケープ条約の公開後 10 周年記念で開かれた国際会議への参加、条約の具体施策であるランドスケープ特性評価の先進事例となる英国の評価手法について専門家ヒアリングを実施し、都市計画学会及び造園学会に報告した。その結果から見ると、ELC はヨーロッパの地方自治体連合が立案したボトムアップ型国際条約であること、資源重視体制に基づく持続的発展や生活の質向上、観光を介した雇用創出などの社会的意義を見出していること、ランドスケープを「国土領域」全体と見なし、その領域の質向上を課題とする具体施策を実施していることが分かった。

既存木造住宅の倒壊限界変形量と耐力に関する研究

Studies on Collapse Limit Deformation and Shear Strength of Old Wood Houses

（研究期間　平成 19～22 年度）

総合技術政策研究センター
Research Center for Land and Construction Management
評価システム研究室　室長　槌本　敬大
Evaluation System Division　Head　Takahiro TSUCHIMOTO

To verify the safety limit deformation of the Japanese conventional post-and-beam wood residential construction with the mortar exterior wall and the light frame construction which have clarified datum to prove the safety limit deformation, the static lateral load tests were conducted to such old wood houses. As a result, 1) In the shear wall type of timber structures, the maximum loads were under about 1/30 rad shear deformation, and the collapse limit deformations were over 1/3 rad, regardless of the cross section of members, 2) Maximum lateral capacity of the Japanese conventional post-and-beam wood residential construction with the mortar exterior wall was in the safety side in comparison with the precise seismic evaluation on “The seismic evaluation and reinforcement methods” published by The Japan Building Disaster Prevention Association.

［研究目的及び経緯］

既存木造住宅の構造性能評価の究極の目標は、その構造体が倒壊するか否かを精緻に評価することである。以前は、国内外を問わず耐力要素の静的加力試験結果に基づいて木質構造の最大耐力などが論じられてきたが、木質構造においては非構造要素の影響が大きく、必ずしも耐力要素の合計値ではないことが知られている。これに対して既存木造住宅の耐震性が不足していることが社会問題化している現在、耐震性が劣る建築物を最小のコスト、労力で許容しうる最低限の耐震改修を行う必要性がある。このため、既存木造住宅の倒壊限界変形角や最大耐力などの限界性能を把握する必要がある。

これに対して、これまで既存木造住宅の抽出構面実験、平屋建ての静的倒壊実験、２階建ての移築震動台実験を通じて既存木造住宅の限界性能の評価を進めてきた。1) モルタル外壁を有する既存木造住宅や 2) 枠組壁工法住宅の倒壊限界変形角や最大耐力は実験の機会に恵まれず、評価されてこなかった。そこで、これらに対象を絞って大変形加力試験を行い、最大耐力と倒壊限界に関する考察を与えた。

［研究成果］

1)　**モルタル外壁を有する既存木造住宅の最大耐力と倒壊限界に移管する検討**

図１に示すような平面を有する２階建て軸組構法住宅の東西面の２階床梁の高さに H 鋼を据え付け、両者を鋼製ロッドで緊結した。ワイヤを介してこれをチェーンブロックで引くことで静的水平荷重を与えた。

加力試験の結果得られた南側の壁線の荷重－変形関係を図２に示す。最大耐力は南側壁線が 21.5 rad、最も変形が小さい北側壁線が 45.8 rad 変形したときに 195.6 kN を記録し、これは層せん断力係数 1.04 に相当する。その後、圧縮筋かいが 105 mm の正角の桁を破壊させたり（写真１）、外壁モルタルが剥落したり、面材や筋かいが面外座屈したりするなどして破壊が進行したものの、南側壁線が 1/2.5 rad に達しても倒壊には至らなかった（写真２）。以上は、土塗り壁を主たる構造要素とする木造住宅に関する既往の研究[1)]で得た、木造住宅の最大耐力時の変形は約 1/30 rad、倒壊限界は 1/3 rad を超える可能性があることを再現している。

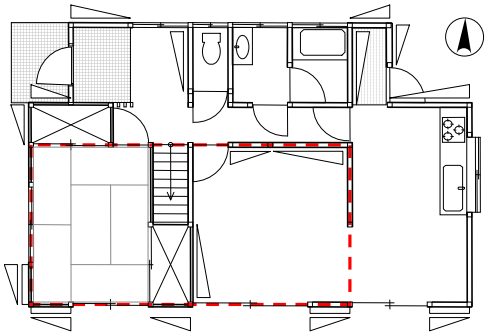


図１　試験対象としたモルタル外壁を有する軸組構法による住宅の１階平面の概要

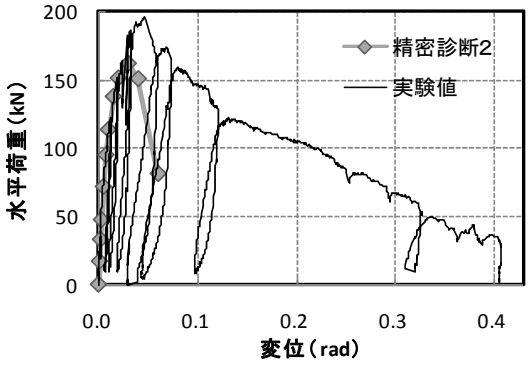


図２　モルタル外壁を有する軸組構法住宅の包絡線



写真１　梁を折損した筋かい



写真２　1/3 rad を超える大変形

2)　枠組壁工法住宅の最大耐力と倒壊限界に移管する検討

図３に示すような１階の平面を有する３階建て枠組壁工法住宅に対して、前節同様の１階部分の加力試験を行った。

その結果得られた包絡線を図４に示す。1/120 rad を超えたあたりから内外装材に損傷が始まり、1/33 rad 時に最大荷重の 895kN を記録した（写真３）。これ.以降、荷重は緩やかな低下をたどり、最終的に層間変形角 1/2.1 rad で倒壊に至った（写真４）。以上は、土塗り壁を主たる構造要素とする木造住宅に関する既往の研究[1)]で得た、木造住宅の最大耐力時の変形は約 1/30 rad、倒壊限界は 1/3 rad を超える可能性があることを再現している。なお、推定重量に対して、最大耐力はせん断力係数 1.79 に相当する。

以上から、木質壁式構造は柱やスタッドの径の大小にかかわらず、最大耐力が約 1/30 rad 程度であり、倒壊限界は 1/3 rad を超える可能性が高いことが分かった。



写真３　最大耐力時の内部



写真４　倒壊時の様子

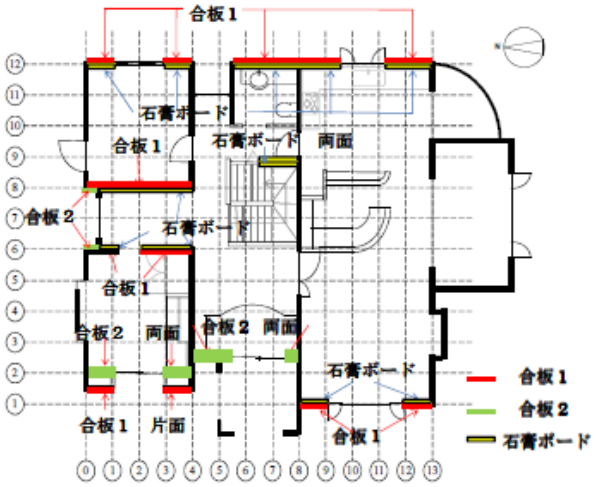
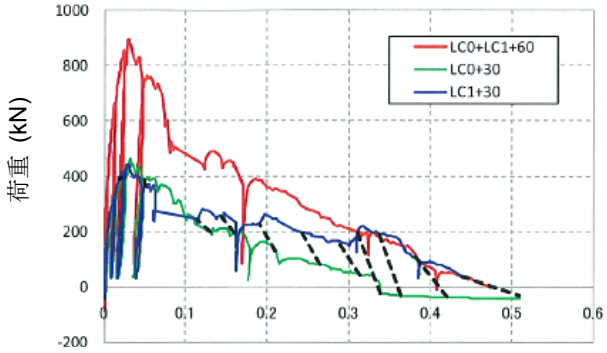


図３　供試枠組壁工法住宅の１階の平面図



１階層間変形角（rad）

図４　枠組壁工法住宅の荷重変形関係

3)　まとめ

・木質壁式構造は柱やスタッドの径の大小にかかわらず、最大耐力が約 1/30 rad 程度であり、倒壊限界は 1/3 rad を超える可能性が高い。

・軸組構法に対する耐震精密診断１－保有耐力診断法および同２－保有水平耐力計算による方法は、静的加力試験結果に対しても安全側の評価である。特に、後者による包絡線の推定値は 1/50 rad までは非常に正確に推定されているといえる。

文献 1）神谷文夫、槌本敬大ほか２名：日本建築学会大会学術講演梗概集，C-1，163-164，2005.

［成果の発表］

日本建築学会大会において発表等。

［成果の活用］

木造住宅の耐震診断と補強方法等の技術指針に活用、または技術基準解説書等に反映等。

建築構造システムの合理的な性能検証に資する構造試験法に関する研究

Study on Structural Testing Method for Rational Performance Verification of Architectural Structural System

（研究期間　平成 22～24 年度）

総合技術政策研究センター　評価システム研究室
室　　長　　槌本　敬大
主任研究官　　喜々津仁密

［研究目的及び経緯］

建築構造設計には、設計対象の建築構造システムに作用する荷重・外力に対して、当該システムのどのような挙動を目標（又は限界）とするのか明確にしたうえで、適切な性能評価技術によって目標性能の確保を検証するという設計体系の充実が求められる。そこで本研究では、性能評価技術の１つとして構造試験に着目し、既に提案されている各種試験方法の諸課題を系統的に抽出したうえで、具体の試験事例の実施を通して応答値（試験体の状態）と限界値との比較による性能評価の原則にしたがった試験・評価方法の構成を検討する。そして、それを構造性能評価の体系に積極的に組み込むことにより、建築基準体系における性能評価の合理化に資することを目的とする。

今年度は、建築物の外装システム（屋根ふき材、帳壁）を対象にして、海外の基規準（米国 IBC、ASTM、豪国 AS 等）に定める構造試験とその評価の方法を系統的に整理した。さらに、風圧作用時の折板屋根の有限要素解析に着手し、解析結果と既往の耐風圧性試験結果との比較を試みた。また「鋼板製外壁構法標準 SSW2011」の制定に関わり、鋼板製外壁材を対象とした各種耐力試験・評価の方法の標準化に当たって、本研究課題で得た知見を反映させた。

建築物の突風危険度評価に適用可能な竜巻発生装置の開発

Development of Tornado Simulator Applicable to the Evaluation of Tornado-induced Wind Hazard for Buildings

（研究期間　平成 21～23 年度）

総合技術政策研究センター　評価システム研究室
主任研究官　　喜々津仁密

［研究目的及び経緯］

近年では、平成 18 年に北海道で藤田スケール F3 規模の竜巻が発生して甚大な建築物被害が発生するなど、竜巻の突風による構造物の被害事例が多くみられる。そして、平成 20 年には気象庁による竜巻注意情報の発表も開始された。このような背景のもと、竜巻に対する社会的関心が高まってきており、竜巻災害の低減に資する対策の整備及び充実も求められているところである。そこで本研究では、(独)建築研究所、東京大学及び京都大学防災研究所の 3 機関と共同で「竜巻状気流発生装置」を開発した。この装置は、竜巻を工学的に模擬した旋回流れ(渦巻き)を形成し、実際の竜巻のように移動する機構をもつユニークなものである。

今年度は、当該装置で生成する実験気流の基本特性を把握するため、床面上での風圧測定、水平面内の PIV(Particle Image Velocimetry)実験を実施し、これらの測定結果が工学的な竜巻モデルとして供されているランキン渦モデルに適合していることを確認した。また、既往の同様の装置での実験結果を活用して、竜巻通過時に低層建築物に作用する風力モデルの構築を試み、その妥当性を検討した。

公共調達システムの変遷と建設生産システムの各段階を通じた調達方法に関する研究

Research on transition of procurement system and new procurement method through each stage of public works

（研究期間　平成 20～22 年度）

総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室
Research Center for Land and Construction Management, Construction Management Division

室長　笛田　俊治
Head　Toshiharu FUETA
主任研究官　宮武　一郎
Senior Researcher　Ichiro MIYATAKE
研究官　多田　寛
Researcher　Hiroshi TADA

The procurement method concerning public works in our country is done at each stage of the investigation, the plan, the design, construction, and the operation and maintenance. On the other hand, the procurement method through each stage of public works might be worthy.

The purpose of this study is to propose the new procurement method according to the characteristics of public works by investigating about procurement method currently utilized overseas.

［研究目的及び経緯］

現在、我が国における公共土木事業に関する調達は、建設生産システムを構成する調査、計画、設計、施工、維持管理の各段階で行われているが、事業によっては必ずしも価値のある調達とはならない場合がある。例えば、施工と維持管理を視野に入れたメンテナンス付き工事を行うことで、施設・設備にかかるコスト（イニシャルコストとランニングコストの合計）、安全性・信頼性の面で有利になる事業があることが考えられる。このため、各段階を通じる調達も事業の特性に応じて選択可能とすることが、今後の公共調達を改善する上での検討すべき課題のひとつと考えられる。

一方、海外においては、各段階を通じた調達を採用している事例が存在する。これらの調達方式は、我が国とは発注者の体制、建設業界の業態が異なるため、そのまま直ちに導入するには慎重な検討が必要であるものの、今後、我が国の調達制度を検討する上で参考となる内容を多く含んでいると考えられる。

本研究では、海外で活用されている多様な調達方式について調査を行うとともに調査結果を踏まえ、今後の我が国に必要とされる、建設生産システムの各段階を通じた調達方式について、事業の特性に応じた多様な調達方式について提案する。

［研究内容］

(1)海外における多用な調達方式についての事例調査

(2)建設生産システムの各段階を通じた多様な調達方式の提案

［研究成果］

(1)海外における多用な調達方式についての事例調査

海外における多用な調達方法の事例調査として、①計画、設計、施工、維持管理段階を通じた契約方式として英国の MAC 契約（Managing Agent Contractor Contract）、②施工、維持管理段階を通じた契約方式として米国の品質保証付き契約（Warranty Contract）について、事例調査を行った。

英国の MAC 契約については、契約期間は 5 年～7 年の長期であり発注規模も大規模であること、性能規定が採用されていること、工事施工に関しては目標価格方式を採用しインセンティブの付与していること、品質管理は請負者による自主管理方式を採用していることを把握した。

我が国の調達方式と比べると、発注規模も大きく、しかも 5～7 年の長期の契約期間とすることで、請負者の事業効率の向上や継続的で計画的な事業執行及び請負者内での人材育成が期待される。工事施工については、目標価格方式を導入することで請負者にインセンティブを与え、維持管理業務全般に関してコスト縮減の提案額の半分を請負者に還元させるシステムを導入していること、また、性能規定を導入するなど請負者の自主的な創意工夫を促進

していると考えられる。

このほか、自主品質管理の導入や、点検～維持管理、交通管理業務等の道路管理業務全般を一括して同一請負者に実施させることにより発注者の負担を軽減している。一方、性能規定の導入によりこれまで以上に請負者にリスクを負担させている側面があるといえる。

米国の品質保証付き契約（Warranty Contract）については、契約の種類として、仕様規定（舗装工事（ミシガン州））と性能規定（舗装工事のクラック処理工、チップシール工、表層オーバーレイ工や橋梁工事における塗装工（ミシガン州）やデザインビルドで発注されるもの（サウスカロライナ州））の場合があることを把握した。保証期間は、工種や構造物を構成される部位毎に異なるが、耐用年数の約25%～50%の範囲で設定が多かった。

米国の品質保証付き契約は、請負者が長期に亘り積極的な品質管理への関与を促すことができるものと考えられる。このため、請負者における人材の育成や、性能規定による契約の場合、請負者の有する優れた技術の導入、また、請負者が工事目的物について熟知していることも期待され、結果として、施設・設備の品質確保についてこれまで以上の期待ができると考えられる。

一方、品質保証期間中、発注者の負担は軽減されるが、請負者は修繕に係るリスクをこれまで以上に負うことになる。工事目的物によっては、保証期間が長期に及ぶものもあるため、これまで以上に長期間に亘りリスクに負うようになるものといえる。

(2)建設生産システムの各段階を通じた多様な調達方式の提案

前項で述べた結果を踏まえつつ、より高度化・効率化した維持管理を目指して調達を行うという観点から、①点検付き工事調達、②設計付き修繕工事、③複数年契約について検討を行った。

①点検付き工事調達

一般に設備等の故障・不具合の発生率と時間経過の関係を見ると初期および後期において、その発生率が高く、中間期においては、それらに比して、その発生率が低くなるといわれている。同様なことは、公共事業における施設・設備においてもいわれている。例えば、「橋梁定期点検要領(案)　平成16年3月」では、初期欠陥の多くが供用後概ね２年程度の間にそのほとんどが現れるといったことから、供用開始後の最初の橋梁点検は供用後２年以内としている。また、維持管理の効率化・高度化を図る上で設計・製造段階において維持管理に着目し、現行の点検基準とは異なる点検等（点検頻度の減少等）の提案を受けることで、製造者が自ら維持管理を行うことを前提とした維持管理に係わる技術開発のインセンティブを高めるといったことも考えられる。こうしたことから、工事（製造・据付を含む）調達と一定期間の維持管理を合わせて調達する「点検付き工事調達」という調達方式を新たな方式とすることが考えられる。

②設計付き修繕工事

修繕において設計思想を反映する必要がある場合があるが、修繕工事は新設工事と異なり供用施設の機能を回復するものであり、対象施設・設備の機能停止期間を極力短期間とする必要があり、修繕工事に入ってからの変更等はできる限り避けることが望ましいといった状況もある。こうしたことから、修繕工事において設計を行う場合に対象施設・設備の設計思想を把握している者による「設計付き修繕工事」という調達方式を新たな方式とすることが考えられる。

③複数年契約

PFI は、事業対象設備の建設から維持管理を含めた事業契約とするのが一般的である。こうしたPFI事業における維持管理の取扱に着目すると、要求水準書において「変状（劣化及び損傷）の要因と予測」として、施設の立地条件、使用条件、構造特性等を踏まえ、対象施設全てについての変状（劣化及び損傷）の要因と予測を適切に設定し、維持管理計画に反映させることを要求している例がある。PFI のように長期的なものではなくとも、単年度単位で分割された契約ではなく、複数年契約とすることでより計画的・効率的な維持管理が行える可能性があるといえる。また、現行の点検業務の発注においては、一定時間以内の出動体制確保を要件として求めている一方で、契約期間は1年間であり、受注者の視点から見た場合には体制整備をしても受注できないリスクを毎年負うこととなっている。こうした点を考慮すると、維持管理に係わる調達を「複数年契約」とすることが考えられる。なお、PFI 方式ではPFI法（民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律）により30年以内の債務負担行為が認められているが、一般の工事等の契約に関しては会計法により国の債務負担行為は最長で5年が原則となっている。

［成果の発表］

土木学会全国大会で発表を行った。

［成果の活用］

現在、国土交通省直轄事業における調達では、本文で述べたような新たな調達方式が試行されている。今後は、本研究の結果を踏まえつつ、フォローアップ調査を行い、より優れた調達制度への改善が必要である。

社会資本整備における利害調整手法の構築および普及促進に関する研究

Study on Development of Reconciliation of Interests Methods in Infrastructure Development Process

（研究期間　平成 21～23 年度）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室

室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　森田　康夫
研　究　官　　小嶋　文
部外研究員　　畑中　謙吾

［研究目的及び経緯］

社会資本整備における利害関係者との円滑な合意形成に資するため、本研究室では、利害調整に関する実務上の課題の把握や、利害調整の技法や技術の研究を行っている。

平成 22 年度は、国内における利害調整事例を把握するため、利害調整に関わる実務者からの意見を抽出し、具体的事例に即した合意形成または利害調整を行う際に感じた疑問や葛藤した事項について整理した。また、国内の社会資本整備事業において、第三者（有識者）として合意形成の現場実務を担当したことのある学識経験者、利害調整現場に立ち会ったことのある学識経験者、および利害調整の研究に携わる者等を対象としたヒアリングを行い、現場における問題点や実際に用いられている手法等に対する客観的意見を整理した。これらの成果と過年度の研究成果を踏まえ、実務者向けの利害調整教育プログラム（案）開発に必要な基礎資料を取りまとめた。

調査・設計業務の調達における技術力評価に関する研究

Study on the evaluation of technical capability in procurement of research and design services

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室

室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　森田　康夫
部外研究員　　深澤　竜介

建設経済研究室

研　究　官　　大橋　幸子

［研究目的及び経緯］

本研究では、公共工事に関する調査・設計等業務の品質確保・向上のため、調査・設計業務における総合評価落札方式の審査・評価結果の分析と評価を行うとともに、入札・契約段階における技術審査の制度設計や運用方法の改善策を提案するものである。

平成 22 年度は、低入札の発生状況の分析および総合評価落札方式における技術審査・評価の調査を行った。低入札の発生状況については、技術提案の確実な履行の確保のための履行確実性評価が実施された平成 22 年 9 月以降（～12 月末）の契約業務における低入札状況を分析した結果、履行確実性評価を導入した 2,000 万円以上の業務では、平成 21 年度の同時期（平成 21 年 9 月～12 月）及び平成 22 年度導入前（平成 22 年 4 月～8 月）に比べて、低入札応札者数及び低入札落札者数の割合はいずれも減少していることが分かった。また、総合評価落札方式の技術審査・評価については、平成 21 年度、平成 22 年度に実施された業務の中から今後の審査の参考にすべき事例について事務所発注担当者からのヒアリングを行い、入札・契約方式の選定の着眼点、審査のポイント、評価テーマ設定の考え方等を整理した。

河川事業における総合評価方式の技術評価の改善に関する調査

Study on the Improvement of Technical Evaluation for Comprehensive Bidding Evaluation Method Used in River Projects

（研究期間　平成 22 年度～）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室
室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　塚原　隆夫
研　究　官　　多田　寛
部外研究員　　工藤　匡貴

［研究目的及び経緯］

平成 17 年４月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、公共工事の品質は、「経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない」と規定されており、公共工事の品質確保のための主要な取り組みとして総合評価方式の適用を掲げている。

国土技術政策総合研究所においては平成 17 年度～20 年度に「公共工事における総合評価方式活用検討委員会」、平成 21 年度からは「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」を設置し、総合評価方式のより一層の活用促進に向けた検討を行うとともに、総合評価方式の技術評価の改善に関する検討を行ってきたところである。

平成 22 年度は、総合評価方式の技術評価の改善に資するため、受発注者双方に対し、入札・契約制度等の透明性確保に関するアンケート調査を実施するとともに、抽出された課題に対し総合評価方式の技術評価の更なる改善に向けた今後の取組みについて検討し、上記委員会においてとりまとめを行った。

道路事業における総合評価方式の技術評価の改善に関する調査

Study on the Improvement of Technical Evaluation for Comprehensive Bidding Evaluation Method Used in Road Projects

（研究期間　平成 22 年度～）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室
室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　塚原　隆夫
研　究　官　　多田　寛
部外研究員　　工藤　匡貴

［研究目的及び経緯］

平成 17 年４月に施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、公共工事の品質は、「経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない」と規定されており、公共工事の品質確保のための主要な取り組みとして総合評価方式の適用を掲げている。

国土技術政策総合研究所においては平成 17 年度～20 年度に「公共工事における総合評価方式活用検討委員会」、平成 21 年度からは「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」を設置し、総合評価方式のより一層の活用促進に向けた検討を行うとともに、総合評価方式の技術評価の改善に関する検討を行ってきたところである。

平成 22 年度は、直轄工事の総合評価方式の実施状況を踏まえ、総合評価方式の技術評価の改善に資するため「国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用ガイドライン（案）」を作成し、上記懇談会においてとりまとめを行った。

事業評価に関する調査

Examination on sophistication of project evaluation methods

（研究期間　平成 21 年度～）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室

室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　森田　康夫
研　究　官　　小嶋　文
部外研究員　　畑中　謙吾

［研究目的及び経緯］

公共事業評価における事業分野横断的な整合性を確保し適正な運用を図るため、本研究室では、公共事業評価のための便益計測手法の事業横断的な検討を行っている。

平成 22 年度は、便益評価手法の一つとして、「旅行費用法（Travel Cost Method: TCM）」を取り上げ、旅行費用法の適用上の課題について、海外における適用事例及び学識経験者の意見を踏まえて技術的事項を整理するとともに、旅行費用法の適用手法について体系的に取りまとめた。

公共工事の品質確保のための入札・契約方式に関する調査

Study on the procurement method for promoting quality assurance in public works

（研究期間　平成 22 年度～）

総合技術政策研究センター　建設マネジメント技術研究室

室　　長　　笛田　俊治
主任研究官　　森田　康夫
主任研究官　　宮武　一郎
研　究　官　　安谷　覚
部外研究員　　工藤　匡貴

［研究目的及び経緯］

平成 22 年度は、国際的な発注・契約方式を国内における公共工事にも取り入れることを検討することにより、建設業の国際展開を強力に支援するとともに、合わせて、国内における工事品質の更なる向上を図ることを目的に、FIDIC 土木工事契約約款に準拠した契約を国内に取り入れることと、建設コンサルタント等と施工会社の共同体（コンソーシアム）の活用について、検討を行った。

FIDIC 土木工事契約約款に準拠した契約を国内に取り入れることについては、第三者技術者（ジ・エンジニア）の活用について検討し、発注者と第三者技術者の役割分担および責任について整理するとともに、第三者技術者の選定方法、第三者技術者と受発注者間の手続きについて整理を行った。また、受発注者からのクレームの処理方法や紛争処理の手続きについても検討した。これらの検討結果に基づき契約図書や基準類へ反映する上での技術的留意事項を抽出してとりまとめた。

建設コンサルタント等と建設会社の共同体（コンソーシアム）の活用については、設計・施工一括発注方式および詳細設計付き工事発注方式への活用を念頭にコンソーシアムのあり方について整理するとともに、入札時及び契約後において留意すべき事項について抽出・整理を行い、手続き等をとりまとめたガイドライン（素案）を作成した。

三次元住宅情報の永久保存技術に関する基礎的研究

Fundamental Investigation on Permanent Digital Preservation of 3D Data for Housing

（研究期間　平成 22～24 年度）

高度情報化研究センター　　住宅情報システム研究官　　小林　英之

［研究目的及び経緯］

紙図面等による記録が困難な三次元住宅情報を、物件存続期間に亘り、記憶媒体、データ形式、入出力方法の変化を超えて利用可能とする技術について研究する。３年計画の初年度において以下を実施し、成果を随時ＷＥＢ公開した。

① データの永久保存を使命とする各機関の実態調査(H22)

総務省、国立国会図書館、国立公文書館、等の各種機関の調査を完了させる。調査対象機関の全てに関して、電話などによる聞き取り調査を終え、いくつかについて実際に訪問し調査を概ね完了した。多くは、安全な管理下のハードディスクに保管することを基本としていた。北海道建築指導センターが、これとは別にＣＤ－ＲＯＭを３部作成し、施主、施工者、センターに保管の上、10 年毎に更新する、という最も洗練された手法を実行していた。

② 各種の記録保存媒体、データ形式等の変遷に関する調査と技術評価(H22-23)

旧建設省建築研究所で統計分析等に使用された、パンチカードからＣＤ－ＲＯＭに至る各種記録媒体の変遷を跡付け、サンプル媒体を収集した。次年度に、読み取りテスト等を行う。三次元データ形式の今後の変遷に対処する方法に関する基本構想が描けたため、過去にコンバータを作成した 13 種類のデータ形式に加え、最近の三次元サンプル・データ収集を実施した。現在約 300 種類のデータ形式があって、更に増加しつつある。

③ デモンストレーション用のコンセプト機を試作する(H24)

再来年度に実施する予定である。(http://sim.nilim.go.jp/MCS/phi/phi.asp)

ＩＴを活用した動線データの取得と電子的動線データの活用に関する研究

A Study on acquisition and utilization of person flow data by using IT

（研究期間　平成 20～22 年度）

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced Information Technology

情報研究官　濱田　俊一
Research Coordinator for Advanced Information Technology
Shunichi HAMADA

情報基盤研究室
Information Technology Division

室長　平城　正隆
Head　Masataka HIRAJO
研究官　今井　龍一
Researcher　Ryuichi IMAI
研究員　井星　雄貴
Research Engineer　Yūki IBOSHI

In these years, urban structures are getting complicated and public life is diversified into various kinds, therefore, the trail data is becoming increasingly important to enrich convenience and comfort in urban space. This research studies how to get many kinds of trail data by using IT, and utilize acquired trail data.

［研究目的及び経緯］

近年の都市構造の複雑化、国民生活の多様化を踏まえた都市空間における利便性・快適性の向上のため、IT を活用した動線データの活用が期待されている。国土技術政策総合研究所では、国及び地方公共団体の防災対策の支援、交通計画の企画立案等の効果的な活用に資するべく、IT を活用した多様な動線データの取得方法や取得した動線データの活用方法を検討している。

本研究では、動線データを活用した人の移動・滞在状況の実態を把握するために、IC カードや GPS 等の IT により取得可能な動線データの種類や取得方法を検討した。また、取得した動線データを利用する上での課題を整理し、各用途に応じた動線データの提供のあり方を検討した。今年度の研究では、交通計画や道路事業前後の効果把握の活用場面に着眼し、実際の動線データを用いて分析を進めながら活用方法を検討した。

［研究内容］

平成 20 年度は、道路交通センサスや都市圏パーソントリップ調査等の既存調査で取得している動線データを整理した。

平成 21 年度は、モデル地域として埼玉県・さいたま市を対象とし、バスの走行阻害箇所を考慮した地域交通計画策定等の動線データの活用シナリオを検討した。また、バス IC データやプローブデータを用いて、バス停留所間平均旅行速度等の動線データをグラフにより視覚化した。

平成 22 年度は、過年度の成果及びモデル地域の担当部局のニーズに基づいて、動線データを用いたバス停留所の改善計画及び道路整備前後の効果把握の支援策を検討した。また、多様な動線データの複合利用による分析精度の向上や用途の拡大に向けて、本研究で検討した活用シナリオを踏まえつつ、既存の動線データの相互補完の可能性を分析した。

［研究成果］

（１）バス停留所の改善計画立案の支援策の検討

バス IC カードで取得した動線データを用いて、さいたま市内の 802 箇所のバス停留所のうち、利用者数の多い上位 30 位の停留所を対象に、動線データからバスの利用状況（通勤時間帯、休日の利用率等）及びバス・一般車の走行性（平均旅行速度、変動）の動的な実態を整理した。また、運行本数や走行環境の静的な状況も整理した。各整理結果を用いて、各停留所におけるバスの走行阻害発生率を算出した（図 1 参照）。以上の分析結果をバス停改善計画検討の基礎資料として利用できるように、停留所別に分析結果のカルテを作成した。これらの検討に加え、同市の幹線公共交通軸のバス及び一般車の走行実態を整理し、図 2 のような走行

性を把握する客観的指標案も考案した。

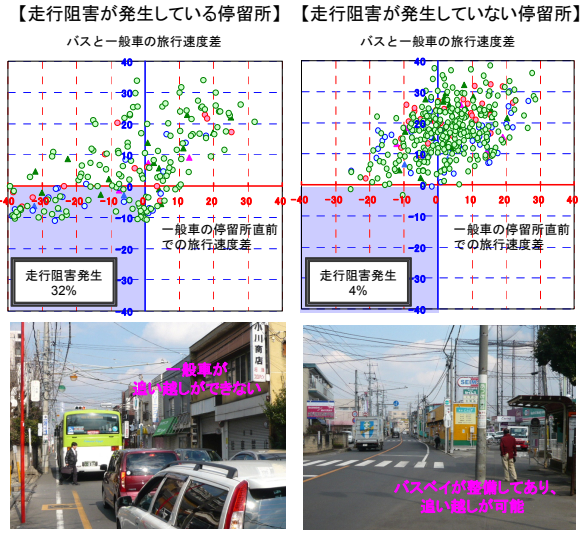


図 1　走行阻害箇所の抽出例

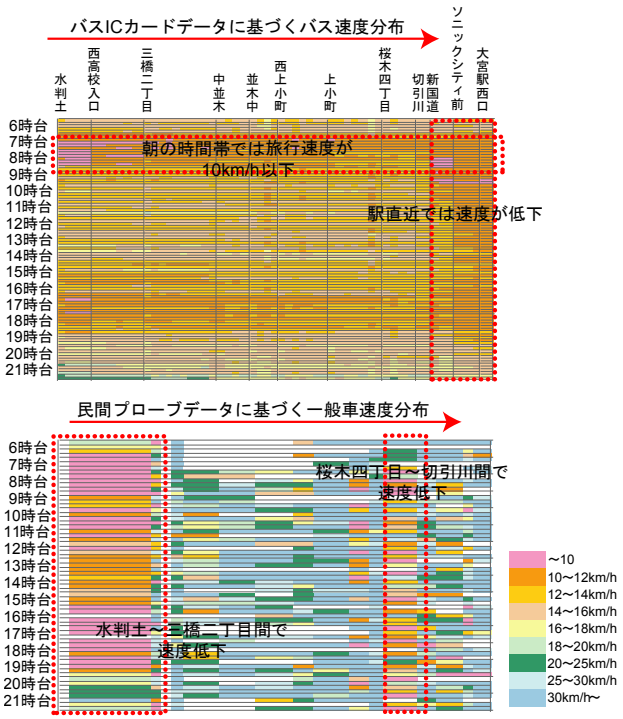


図 2　旅行速度の時空間分布例

（２）道路整備前後の効果把握の支援策の検討

バス IC カードと民間プローブの２種類の動線データが取得されている朝霞蕨線北戸田駅入口交差点を対象に、平成 22 年２月に延伸した右折帯による整備効果を計測した。バス IC カードから取得した動線データを用いて右折帯の整備前後の時間帯別平均旅行速度を比較した。図３は比較結果を示しており、朝の通勤ピーク時間帯を含む 7～10 時台で約 0.6km/h の速度上昇が確認できた。また、同時間帯のバス走行速度帯を標準偏差で比較した結果（図３右側）、1.56 から 1.22 へと小さく、旅行速度分布からも定時性の向上が確認できた。

次に、民間プローブデータを用いて交差点の整備前後４ヶ月間を対象に、月別の朝夕ピーク時速度を比較した結果、平日の朝ピークは３月を除く 4～6 月で上昇、夕方ピークは 4～5 月で上昇したことが確認できた。

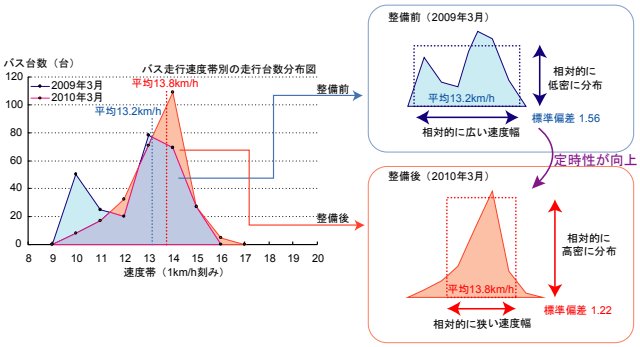


図 3　整備前後でのバス走行速度分布の変化

（３）異なる動線データの補完可能性の検討

多様な動線データのうち、本研究では、バス IC カード及びパーソントリップ調査から取得可能な動線データに着目し、複合利用による相互補完可能性を検討した。検討の際には、地域交通計画策定等の活用シナリオを考慮した。

今回は、さいたま市をケーススタディとして、“ゾーン別バス乗降数”、“代表バス停別バス乗降数”及び“時間変動傾向”の相互補完可能性を確認した。図４は、比較結果の一例を示しており、ゾーン別や主要バス停留所別では両データの需要傾向、時間変動傾向の相関性が高いことが明らかとなった。

今回の検討結果から、量的な傾向はバス IC カードの動線データの利用、移動目的や年齢構成等の質的な傾向はパーソントリップ調査の動線データの利用により相互補完が可能であることを示した。

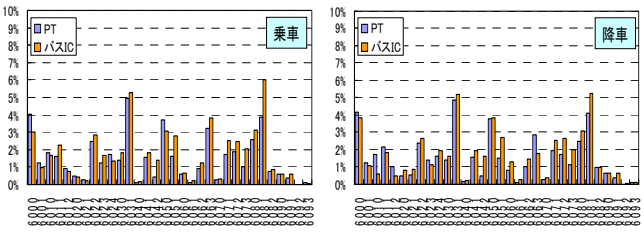


図 4　ゾーン別の比較結果（左：乗車、右：降車）

［成果の活用］

本研究で考案した支援策を広く地方公共団体に利用していただくために、活用マニュアル等を作成し、普及活動に努める。

ドライビングシミュレータ等を活用した走行支援情報提供手法に関する検討

Research for the method of supplying driving support information, by applying driving simulator

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター	室長	平城　正隆
Research Center for Advanced Information Technology	Head	Masataka HIRAJO
情報基盤研究室	主任研究官	重高　浩一
Information Technology Division	Senior Researcher	Koichi SHIGETAKA
	研究官	今井　龍一
	Researcher	Ryuichi IMAI
	研究官	湯浅　直美
	Researcher	Naomi YUASA
	部外研究員	落合　修
	Guest Research Engineer	Osamu OCHIAI

It is important that new ITS services, for example attention awakening by sounds during driving, are evaluated beforehand. In this research, we examined the method of evaluation of ITS service by applying driving simulator and fundamental geospatial data of road.

［研究目的及び経緯］

走行中の車両周辺状況の情報提供（注意喚起）等の新たな ITS サービスによって、事故削減や環境負荷低減を図る試みについては、これまでも議論がされてきている。ITS 施策は交通の流れを変化させ、社会的に大きな影響を与える場合もあるため、ドライバーの挙動の変化や交通流への影響について、サービスの評価を事前に行うことが重要である。

事前に ITS サービスの評価を行う有効な手法として、シミュレーションによる方法が挙げられる。特にドライビングシミュレータを用いた方法は、ドライバーの行動選択のみならず、運転挙動特性の変化も把握が可能であり、また実地検証では実現が困難な交通状況の再現や、複数の被験者に対して同じ交通状況の再現ができるため、ITS サービスの評価にも有効だと考えられる。

一方、国土技術政策総合研究所では、道路の構造情報を高精度に表現した地図情報である道路基盤地図情報を継続的に整備する研究を進めている。上記のシミュレーションに、高精度な道路構造情報である道路基盤地図情報を用いることができれば、従来よりも効果的・効率的に ITS サービスの評価を実施できる可能性がある。

本研究では、道路基盤地図情報を活用し、効果的に ITS サービスの評価を行う方法を検討することを目的とし、ドライビングシミュレータ等へ道路基盤地図情報を適用する技術の検討、道路基盤地図情報が適用されたドライビングシミュレータを用いたシミュレーション方法の検討、新しい ITS サービスについての道路基盤地図情報を用いた評価を行った。

［研究内容］

（１）ドライビングシミュレータ等への道路基盤地図情報の適用可能性の検討

道路基盤地図情報により表現された道路構造情報を、ドライビングシミュレータの仮想現実(VR)空間で運転映像シーンを CG により描画する技術へ適用することが可能であるか検討した。

道路基盤地図情報は、路面や交差点、歩道や島（分離帯）など、共用性の高い 30 の基本地物について決まった形式で作成され、レイヤーに分けられている。今回は、最も基本的な要素である車道部、車道交差部、島、歩道部についてドライビングシミュレータシナリオへの変換を行った。

今回、検討対象サンプルデータとした区間は、国道 16 号の野田市から柏市にかけて、約 11km である。

（２）道路基盤地図情報を活用したシミュレーション手法の検討

道路基盤地図情報を活用してシナリオ構築が効率化された状況を想定し、事前シミュレーション環境としてのドライビングシミュレータ活用方法を検討した。具体的には、柏地域周辺でのダイナミック・パーク＆ライドを実施するシナリオで、「ITS スポット」を介して、公共交通への乗り換え支援の情報コンテンツが自

動車へ提供される状況を想定し、サービスの整理および実験環境の構築を行った。

（３）ドライビングシミュレータ等を活用した ITS サービスの評価

新たな ITS サービスや交通運用手法の導入事前評価として、本研究では、柏市を対象とし、ダイナミック・パーク＆ライドと、ダイナミック可変チャンネリゼーションを実施した場合の周辺道路への影響を分析し、その効果の評価を行った。

［研究成果］

（１）ドライビングシミュレータ等への道路基盤地図情報の適用可能性の検討

全区間を変換し、ドライビングシミュレータ用のシナリオエディタに載せたところ、全データが問題なく変換されることが確認できた。図 1 に常磐自動車道柏 IC と国道 16 号の交差部分を拡大した様子を示す。地物属性として車道部、車道交差部、島、歩道部を含めている。地図と同様の道路構造をドライビングシミュレータのシナリオエディタ上で正しく再現できていることが分かる。

この処理は完全自動で出来たことから、道路基盤地図情報を用いてドライビングシミュレータのシナリオを効率的に作成することが可能であると言える。

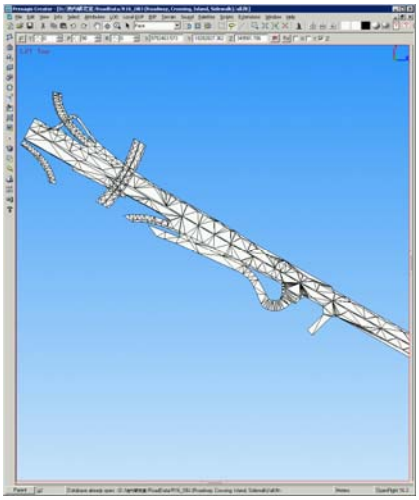


図 1　変換結果（柏 IC 付近）

（２）道路基盤地図情報を活用したシミュレーション手法の検討

旅行者の属性（ビジネス/観光）、目的地（都心/柏周辺）、時間的余裕の有無等により、ダイナミック・パーク＆ライドサービスを提供するケースを 6 通りに整理し、導入における各ケースの課題を整理した。図 2 は、ビジネスで都心へ向かう自動車交通に対して鉄道への乗換を支援するケースのイメージである。

これをもとに、各ケースをドライビングシミュレーション実験環境に組み込むため、タイムラインに沿った画面表示や、ドライバーの選択による分岐等の設定を行い、情報コンテンツ内容（画像、音声）を表現した情報提供シナリオを試作した。

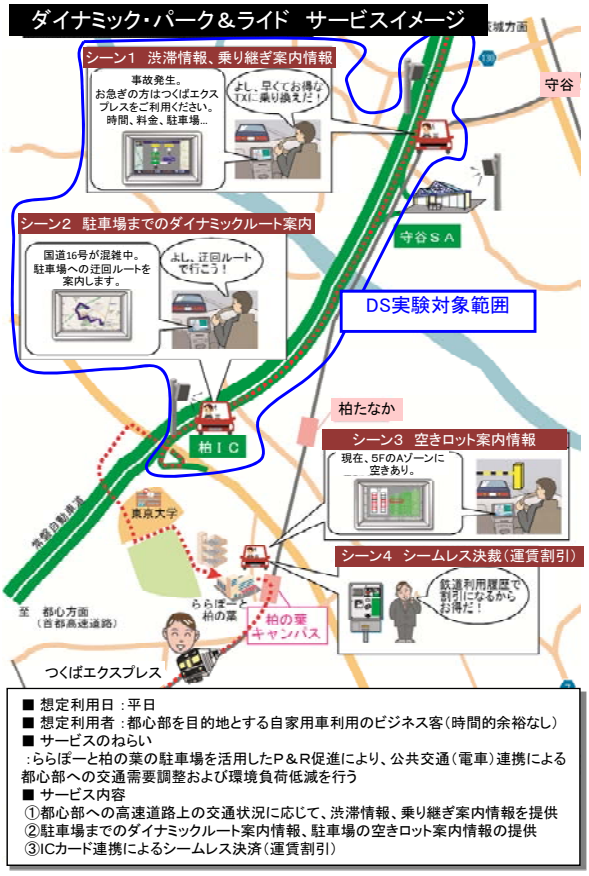


図 2　整理したサービスの一例

（３）ドライビングシミュレータ等を活用した ITS サービスの評価

ダイナミック・パーク＆ライドを実施した際は、周辺道路の平均旅行速度が変化し、平均旅行速度が高くなる区間もあることを確認した。

ダイナミック可変チャンネリゼーションについても、国道 16 号線はもとより、その周辺道路の交通状況の向上が確認された。

以上の 2 つの交通シミュレーションにおける道路データの作成においては、交差点における細かい属性の設定が容易となるなど、道路基盤地図情報が有効活用できることが確認された。

［成果の活用］

本研究成果を基礎とし、ITS サービスの高精度評価の実現に向けた発展的研究を行う。今後の予定としては、道路基盤地図情報を適用したドライビングシミュレータによって得られる高精度な挙動データを活用し、ドライバーへの情報提供サービスや道路交通対策による効果の評価精度を向上させる手法の検討を行う。

地図とカーナビの連携サービスの構築に関する研究

Development of the cooperation service of digital map and car navigation system

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター	室長	平城　正隆
Research Center for Advanced Information Technology	Head	Masataka HIRAJO
情報基盤研究室	主任研究官	重高　浩一
Information Technology Division	Senior Researcher	Koichi SHIGETAKA
	研究官	今井　龍一
	Researcher	Ryuichi IMAI
	研究官	湯浅　直美
	Researcher	Naomi YUASA
	部外研究員	落合　修
	Guest Research Engineer	Osamu OCHIAI

We push forward development of the road GIS data which expressed information of road structure accurately. In this study, we examined contents of the driving support service by using road GIS data of road. And we examined the circulation method of road GIS data.

［研究目的及び経緯］

安全運転や環境負荷軽減等の走行支援サービスを実現するには、カーナビゲーションの高度化を図る必要がある。この高度化を図るには、高精度な道路地図が必要であることから、産業界は道路管理者が保有する道路基盤地図情報（図 1 参照）の流通を要望している*。

現在、国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、道路構造の平面的な道路形状や高さ情報から構成される道路基盤地図情報の整備を進めているが、産業界の要望も踏まえて用途を具体化し、適切な情報流通方法を確立する必要がある。

本研究では、道路基盤地図情報の公開にあたり、知的財産権の取扱い等の条件を調査・検討した。また、適切な情報流通方法の確立に向けて、道路基盤地図情報の試行提供を実施し、産学ニーズを調査した。

［研究内容］

上記の目的を達成するために、平成 22 年度は以下の研究を実施した。

（１）道路基盤地図情報の公開の条件や課題の抽出

道路基盤地図情報の公開に際しては、先例の運用や法的な扱い等の様々な観点から諸条件や課題を明らかにし、適切な措置を講ずる必要がある。

本研究では、国や地方公共団体が保有する地理空間情報の公開の事例、判例や参考文献を調査し、知的財産権の取扱い、公開情報の作成・公開・更新方法、有償・無償の別、利用規約等を整理した。また、道路

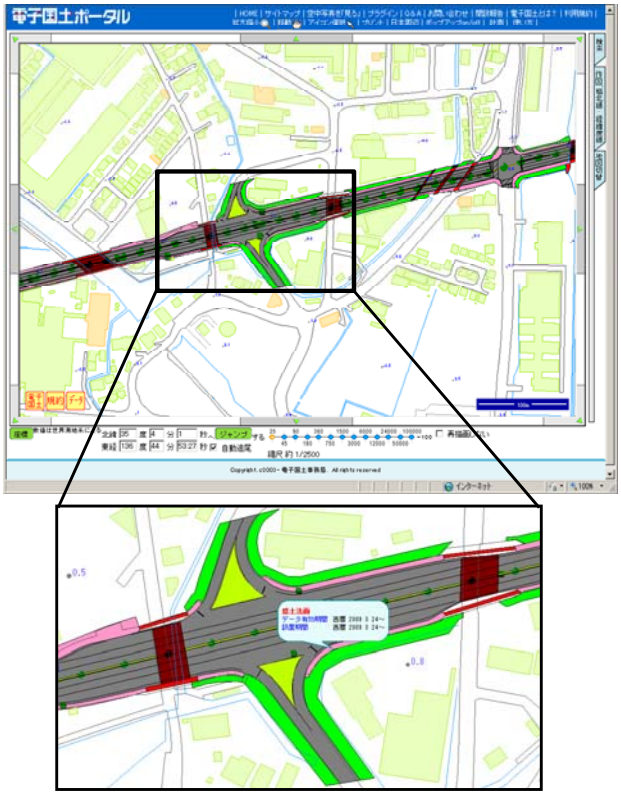


図 1　道路基盤地図情報の表示例

基盤地図情報の著作物性の取扱いを弁護士にヒアリング調査して確認した。これらの整理結果に基づき、道路基盤地図情報の公開条件や課題を抽出した。

（２）道路基盤地図情報に対する産学ニーズ調査

国総研では、道路基盤地図情報の整備に加え、取り組み内容の広報活動にも努めている。この成果もあってか産業界は、走行支援サービス等を実現するために、道路基盤地図情報の流通を要望している*。しかし、道路基盤地図情報は公開していないことから、産業界等における具体的な用途に加え、各用途を満足する品質を確保しているのか等が明らかになっていない。したがって、適切な情報流通方法を確立していくためにも産学ニーズを明らかにする必要がある。

本研究では、次のことを目的として、広く一般に直轄国道の一部の道路基盤地図情報を試行的に提供し、産学のニーズを調査した。

・産業界等における道路基盤地図情報への関心、利用目的や期待する効果を明らかにする。
・現状の道路基盤地図情報の品質、重要な地物や路線単位等の連続的・面的な道路基盤地図情報の整備（接合）検討に資する要望等を明らかにする。

図 2 は、試行提供の流れを示しており、道路基盤地図情報の利用者から利用報告書を提出していただく運用とした。実施期間は 2010 年 12 月～2011 年 3 月末までとし、三重県内の直轄国道 122.1km（国道 23 号、25 号、42 号、258 号）の道路基盤地図情報を提供した。試行提供の案内は、情報基盤研究室の Web サイトに掲載するとともに、ITS Japan 次世代デジタル道路情報委員会(62 名)や地理空間情報流通実験コンソーシアム（114 団体）等で広報した。

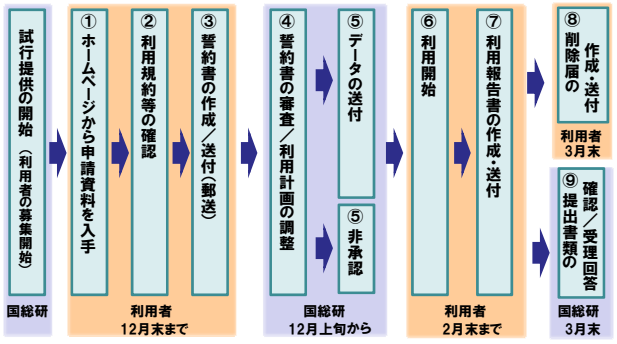


図 2　道路基盤地図情報の試行提供の流れ

［研究成果］

（１）道路基盤地図情報の公開の条件や課題の抽出

道路基盤地図情報（元データである道路工事完成図含む)は、著作物性が認められる可能性が極めて低い。また、接合・標定処理した道路基盤地図情報も著作物性が低いことが明らかになった。一方、公開に向けた課題としては、メタデータの作成方法、接合・標定技術の開発等が挙げられる。

（２）道路基盤地図情報に対する産学ニーズ調査

試行提供の利用申請者は 6 社であった。しかし、申請者には学協会も含まれていたため、学協会の会員組織も含め合計 89 社からのニーズが収集できた。得られたニーズの要約を以下に示す。

1）様々な用途への可能性

道路基盤地図情報の用途として以下の意見を得た。

・ITS（車線逸脱防止警告、カーブ進入警告）のサービス提供に必要な情報の構築
・自社（民間）地図の高精度化
・GIS 製品へのプラグイン機能の実装
・民間地図整備の基礎データとして事故調査等の行政業務に利用
・道路維持管理のための情報ポータルの基盤データ
・歩行空間における 3 次元ユニバーサルデザインマップの基盤データ
・歩行者ナビゲーションのネットワークデータ
・ドライビングシミュレータ、自走カート、ロボット向けナビゲーション
・騒音調査、事故調査、大気成分測定等の調査・シミュレーション

2）コンテンツ作成の効率化

道路基盤地図情報は基礎データとしての用途が広く、利用者は、上述のような各用途のコンテンツ作成の効率化（コスト削減）に期待している。

3）情報の品質

利用者は、道路基盤地図情報の中でも高さ（標高、縦横断勾配）に対する関心が高い。また、ITS サービスやナビゲーション等の用途では、接合・標定処理した（シームレス化した）道路基盤地図情報であるとともに、迅速な更新による鮮度や正確性の確保を要求している。

4）利用への対価

道路基盤地図情報は無償提供が望ましいが、商用目的であれば有償もやむを得ない意見が挙げられた。また、研究目的の利用には無償提供を希望する意見が挙げられた。

5）試行提供の拡大・長期化への要求

今回提供した道路基盤地図情報は、一部の直轄国道であったこともあり、対象の範囲や種類（高速道路）を拡大した試行提供の期間延長の要望が挙げられた。

［成果の活用］

今後、本研究では、道路基盤地図情報の公開条件や課題および試行提供結果で得た産学ニーズを基にして、具体的な情報流通方法のスキームの立案に取り組む。

*）次世代デジタル道路情報委員会：2009 年度の次世代デジタル道路情報委員会活動報告書，ITS Japan，2010.5

道路基盤地図情報と道路関連データの重ね合わせによる道路管理業務効率化手法に関する検討

Examinations of the efficiency technique of road management with overlapping the road GIS data and the road-related data

（研究期間　22 年度）

高度情報化研究センター Research Center for Advanced Information Technology	室長 Head	平城　正隆 Masataka HIRAJO
情報基盤研究室 Information Technology Division	主任研究官 Senior Researcher	重高　浩一 Koichi SHIGETAKA
	研究官 Researcher	今井　龍一 Ryuichi IMAI
	研究官 Researcher	湯浅　直美 Naomi YUASA
	部外研究員 Guest Research Engineer	落合　修 Osamu OCHIAI

We push forward development of the road GIS data which expressed information of road structure accurately. In this study, we examined the way and the possibility to use the road GIS data with the help of the comments by the advanced road administrators. And we examined the specification of Fundamental Road Web Mapping System supporting the work of road management.

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、道路構造の平面的な道路形状や高さ情報から構成される道路基盤地図情報の整備を進めている。

道路基盤地図情報は、様々な道路管理業務の共通基盤として利用することで、道路管理業務の効率化・高度化に寄与することが期待されている（図 1）。

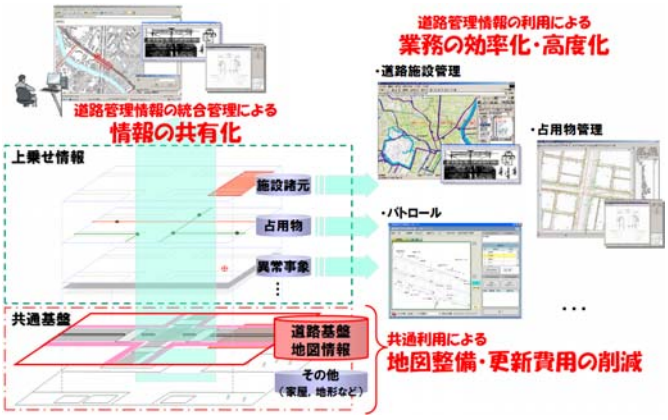


図 1　道路基盤地図情報の基本構想

本研究では、道路基盤地図情報を全国の事務所の道路管理業務支援に利用するための共通システム（以下、「道路基盤 Web マップ」という。）の仕様策定を目的として、道路基盤地図情報の整備率が高い先進事務所の道路基盤地図の利用方法や今後の利用可能性について整理し、道路基盤 Web マップの共通機能の整理及び要件定義を行った。

［研究内容］

上記の目的を達成するために、平成 22 年度は以下の研究を実施した。

（１）先進事務所の利用実態の把握

道路基盤地図情報を様々な道路管理業務の共通基盤として利用するためには、道路基盤地図情報を先進的に整備・利用している事務所の事例を調査し、利用実態を把握することが有効である。

本研究では、道路基盤地図情報を利用したシステムを導入している 2 事務所の業務報告書を分析・整理した。また、道路基盤地図情報を管理区間全線に渡り整備している事務所と意見交換を行い、道路基盤地図情報へのニーズや今後の利用可能性を調査した。

これらの結果から、道路基盤 Web マップの仕様検討で考慮すべき以下の機能要件を抽出した。

①　各種業務で共通利用する機能

地図表示、検索、距離・面積計測、印刷、ユーザ管理など、一般的な GIS ソフトウェアで提供している標準的な機能が必要となる。また、道路管理業務では距

離標による場所検索が必要である。

② 道路基盤地図情報の管理機能

共通基盤として利用する道路基盤地図情報を最新の状態に保つための登録・更新機能が必要である。

③ 様々な背景地図の切替表示機能

利用場面に応じて、道路基盤地図情報で網羅できない管理区域外の地形情報を数値地図や航空写真、衛星画像などの多様なパターンの組み合わせで表現できることが望ましい。

④ 既存データやシステムとの連携機能

道路管理で利用している既存のデータやシステムの情報を組み合わせて利用するための連携機能が必要である。特に、現地写真や道路走行映像を道路基盤地図情報と関連付けて表示する機能が求められている。

（２）道路基盤 Web マップの共通仕様の検討

上記の要件に基づき、共通機能の整理及び要件定義を行い、共通仕様を検討した。

1) 各種業務で共通利用する機能の検討

先進事務所の事例及び過年度の国総研業務の成果をもとに、様々な業務で利用されるシステム機能と情報項目のモデル化（図 2）を行い、横断的に利用するシステム機能を共通機能とした。

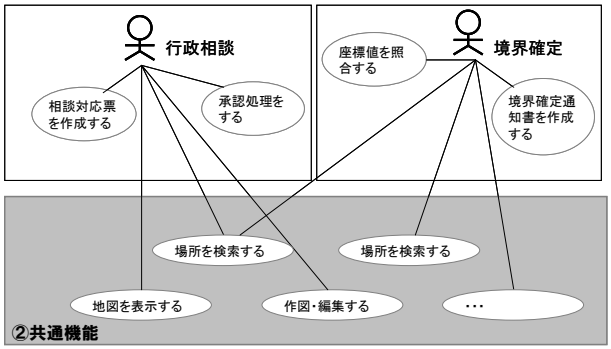


図 2 共通機能の抽出（イメージ）

2) 道路基盤地図情報の管理機能の検討

過年度業務で検討した道路基盤地図情報の更新サイクル（図 3）を参考に、工事により更新された箇所の道路基盤地図情報を更新するための①切り出し機能と⑥更新・接合機能を共通機能とした。

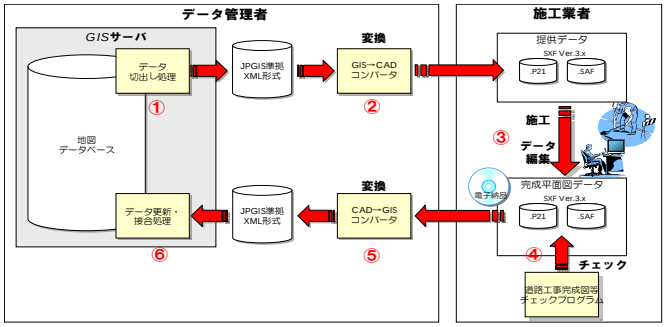


図 3 道路基盤地図情報の更新サイクル

3) 様々な背景地図の切替表示機能の検討

背景地図を提供する既存の Web サービスとして、電子国土 Web システムや Google Maps 等を Web API（他のソフトウェアが提供する機能を利用する手法）を通じて取得する機能により、背景地図を切替可能とする。

4) 既存データやシステムとの連携機能の検討

既存のデータやシステムの情報を組み合わせて利用するために、OGC（Open GIS コンソーシアム）などが策定している標準的なインターフェース仕様を採用し、他システムとの連携に柔軟に対応可能とする。

また、上記 1)～4) の結果を踏まえ、道路基盤 Web マップのシステム構成（案）として取り纏めた（図 4）。

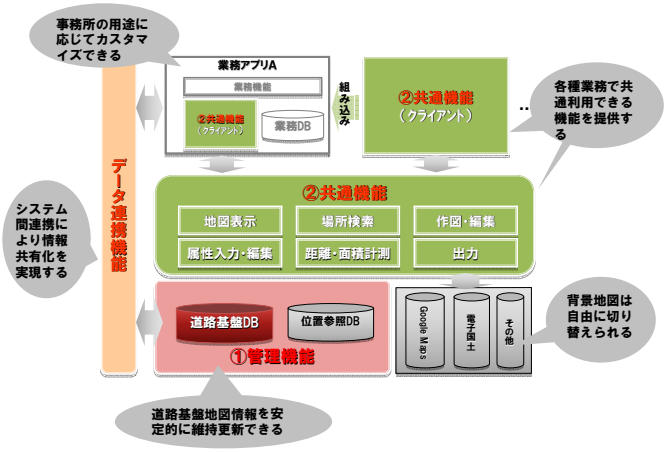


図 4 道路基盤 Web マップのシステム構成（案）

［研究成果及び活用］

道路基盤地図情報を整備・利用する先進事務所の事例や道路管理者の意見・要望等をもとに、道路基盤 Web マップに求められる共通機能を整理することができた。

今後、本研究の成果を活用し、道路基盤 Web マップの機能要件の詳細検討、システム設計及び実装を行い、早期に道路基盤地図情報を共通基盤として利用できる環境を整備する必要がある。なお、これらの取組を進めるにあたっては、実際の利用者である事務所の道路管理者も交えた検討ができる体制を作ることが望ましい。

道路基盤地図情報及び道路関連情報を容易に利用できる環境の構築により、道路管理業務の効率化・高度化が期待される。

道路基盤地図情報の部分更新など維持更新システムに関する検討

A study for method of updating road GIS data

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター
Research Center for
Advanced Information Technology
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長　平城　正隆
Head　Masataka HIRAJO
主任研究官　重高　浩一
Senior Researcher　Koichi SHIGETAKA
研究官　今井　龍一
Researcher　Ryuichi IMAI
研究官　湯浅　直美
Researcher　Naomi YUASA
部外研究員　落合　修
Guest Research Engineer　Osamu OCHIAI

We push forward development of road GIS data which expressed information of road structure accurately. In this study, we examined followings about road GIS data, the method of evaluating the quality and application to the ordering drawings.

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、道路管理や ITS サービスの効率化や高度化を図るうえでの共通基盤となる“道路基盤地図情報”の整備・更新・活用に関する研究を行っている。道路基盤地図情報は、30 種類の地物で道路構造を表現した高精度な GIS データであり、“工事完成平面図（CAD データ）”及び“CAD-GIS コンバータ”を用いて作成される（**図 1** 参照）。現在、“道路工事完成図等作成要領”に則した電子納品の実施により、道路基盤地図情報を整備しているが、近い将来には、更新・活用段階を迎える。

前述の共通基盤としての用途を踏まえ、道路基盤地図情報には、鮮度、精度や網羅性が求められる。このため、国総研では**図 1** のような更新サイクルの実現を目指している。具体的には、道路基盤地図情報から施工対象範囲を発注図として施工業者に渡し、その後、更新された完成平面図を利用して、道路基盤地図情報を更新するサイクルである。

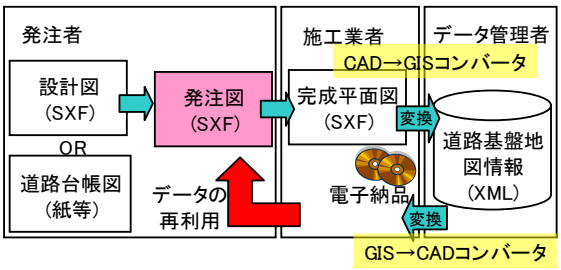


図 1　道路基盤地図情報の更新サイクルイメージ

本研究では、**図 1** の更新サイクルの実現に向けて、次の 2 つの課題に対する解決策を検討した。

1 つめの課題は、道路基盤地図情報の効率的な品質評価方法の確立である。現在は、“道路工事完成図等チェックプログラム”を用いて道路基盤地図情報の品質を評価している。しかし、工事関係者の運用を加味して、距離標や道路中心線等の一部の地物の評価に留まっており、各規程で定める全ての地物を網羅的に評価していない。また、全ての地物の品質を詳細に評価するには、相当な時間を要することも課題となっている。そこで、本研究では、一定の品質を確保しつつ、実務上の効率性も加味した道路基盤地図情報の評価方法を検討した。

2 つめの課題は、道路基盤地図情報の発注図への適用可能性を明らかにすることである。本研究では、道路基盤地図情報を発注図に適用する際の留意点等を検討した。

［研究内容・研究成果］

（1）完成平面図の効率的な品質評価方法の検討

1）品質評価方法の検討

本研究では、道路基盤地図情報に係わる各規程（道路工事完成図等作成要領、道路基盤地図情報製品仕様書）に基づいて、各地物が保持すべき品質を整理した。また、各地物を作成する上で品質の低下に起因する点も整理した上で、品質の評価方法を検討した。検討結果の一例として、立体交差部に関する評価項目を以下

に紹介する。

立体交差部（車道部・島等）の道路面では、地物同士を重ね合わせて作成するのが正しい。このため、完成平面図（CAD データ）に立体交差部があれば、アンダーパス部とオーバーパス部の道路面の地物が重なっていることを確認する。片方の地物しか作成していない場合は、誤りとして検出する。

２）実運用を踏まえた品質評価方法の洗練

本研究では、品質評価の一連の実作業の効率性や難易度を考慮し、品質評価方法の洗練を図った。具体的には、まず、実際の完成平面図を用いて、前項で設定した評価方法に準じた作業を実施し、各評価項目に対する作業の難易度や所要時間等を整理した。

実作業から得た整理結果に基づき、とくに作業の難易度が高く、作業時間を要する評価項目に対しては、代替の作業手順やプログラム処理による評価支援策を検討した。

その結果、品質評価項目の全 20 項目のうち、目視等の手作業による評価が 12 項目、プログラム処理による評価が 8 項目となった。当初想定していた品質評価項目のうち、半数近くはプログラム処理により効率的に評価できる可能性があることがわかった。ただし、実運用に適用するには、プログラム開発費用等を詳細に検討し、実現可否を判断する必要がある。また、今後、道路管理や ITS サービスの推進を図る上で、道路基盤地図情報に対する要求事項が明確になることが想定される。これら要求事項に対して満足する道路基盤地図情報の品質と、その評価方法とを検討することも今後の課題としてあげられる。

（２）工事発注図への適用可能性の検討

１）道路基盤地図情報を適用可能な項目の抽出

図１のサイクルを実現するには、道路基盤地図情報の発注図への適用可能性を明らかにする必要がある。本研究では、“道路工事完成図等作成要領”の対象である“道路改良”、“舗装”、“橋梁・トンネル”、“共同溝・電線共同溝”及び“道路修繕”の 5 工種の発注図を用いて、道路基盤地図情報の各地物の適用性を確認した。

具体的には、各工種の既存の発注図を用いて、発注図に必要な記載項目を整理した。次に、発注図に必要な記載項目に対して、道路基盤地図情報の 30 地物から適用可能な項目を整理した。**表１**は、整理結果を簡略化して示している。整理結果から、“道路修繕”及び“共同溝・電線共同溝”の発注図は、道路基盤地図情報が適用できる項目の割合が高い。また、道路基盤地図情報の工事発注図への適用の実現には、工種区分によって異なるアプローチが必要であることがわかった。

表１　発注図への道路基盤地図情報の適用可否（概要）

発注図への記載事項	工種区分				
	道路改良	舗装	橋梁・トンネル	共同溝・電線共同溝	道路修繕
道路の区域の境界線・境界杭	×	×	×	○	○
高さ	×	×	×	×	×
交差・接続する施設	×	×	×	×	×
隣接地の状況	×	×	×	×	×
道路中心線、測点	○	○	○	○	○
曲線の起終点、IPの位置等	×	×	×	－	－
道路幅員線等	×	×	×	○	○
路面の種類	－	－	－	－	－
交差部の滞留長等	×	×	－	○	○
道路構造物	○	○	○	×	○
地下構造物	×	×	－	○	－
道路付帯設備	×	×	×	－	－
工事箇所を示す引出線等	×	×	×	×	×
工事起終点、前後の状況等	×	×	×	×	×
方位、排水の流向、カットライン等	×	×	×	－	－

【凡例】○：道路基盤地図情報を適用可能な項目
×：道路基盤地図情報を適用できない項目
－：発注図で必須記載ではない項目

２）工事発注図への適用方法の検討

前項の整理結果から“共同溝・電線共同溝”及び“道路修繕”は、道路基盤地図情報以外による補完が必要な項目が少ない。このため、道路基盤地図情報を元に必要な記載項目を付記して補完することで、発注図に適用できる可能性がある。今後の課題としては、道路基盤地図情報を発注図に適用する際に不足している記載項目の補完方法を検討する必要がある。

一方、“道路改良”、“舗装”及び“橋梁・トンネル”は、道路基盤地図情報を適用できる記載項目が少ないため、上記 2 工種のような手順による発注図の作成は難しい。このため、発注図と既存の道路基盤地図情報とを組み合わせる等の措置が必要となる。例えば、道路台帳図を発注図に用いる場合や設計成果の図面を用いて発注図を作成する場合は、既存の道路基盤地図情報も重ね合わせる等の措置を講ずる必要がある。

今後の課題として、これら発注図の組み合わせの実証実験を行い、適用性や実用性を確認することがあげられる。

［成果の活用］

本研究成果を基に、蓄積された道路基盤地図情報の品質評価を行い、品質向上を図る。また、道路基盤地図情報の更新方法を具体化し、継続的で効率的なデータ更新の実現を図る。

機械施工における電子情報を活用するための標準化の検討

A study of standardization for the sake of using electronic information on construction mechanization

（研究期間　平成 21～23 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　梶田　洋規
研　究　官　　北川　順

［研究目的及び経緯］

国土交通省では「CALS/EC アクションプログラム2008」および「情報化施工推進戦略」において、平成24年度までに情報化施工を標準的な工法として普及・定着させることを目標として掲げている。

この目標を達成するために解決すべき課題の１つとして、情報化施工機器に搭載する三次元設計データ作成にかかる施工者の負担軽減が挙げられており、本研究では効率的な設計データ作成・流通手法に関する検討を行っている。

平成 22 年度は、通達「情報化施工技術の一般化・実用化の推進について」（平成 22 年８月２日付国官技第 113 号、国総施第 31 号）に基づき発注された工事を対象に、アンケート調査やヒアリングを実施し、３次元設計データ流通の効果や課題を検討した。

３次元ＣＡＤデータに関する検討業務

Examination business concerning three dimension CAD data

（研究期間　平成 22～24 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　青山　憲明
研　究　員　　井星　雄貴

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、国土交通省成長戦略に掲げられた「我が国の建設業の国際競争力を向上」のため、3 次元設計や情報化施工技術の導入、普及を図り、建設生産性向上を実現すべく取り組んでいる。具体的には、公共事業支援総合情報システム（CALS/EC）の構築に向けた検討の一環として、3 次元設計、情報化施工、各種の 3 次元シミュレーションのための 3 次元データ流通、利活用の検討を行う。

今年度は、２次元で設計したデータを３次元化するデータ交換標準（案）を作成し、河川土工、道路土工、舗装工を対象に、情報化施工への適用性を確認した。また、橋梁を対象に、「設計ミスの防止」、「工程上の安全性向上」、「維持管理の支援（被災や損傷の早期把握、早期復旧）」の観点から、構造物の基本的な位置情報であるコントロールポイントの座標を設計～施工～維持管理段階で流通させる試行工事を実施し、３次元データの有効性を確認した。

システム間相互接続による情報交換高度化

Advanced Information exchange using System Interconnection

（研究期間　平成 21～24 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　小原　弘志
研　究　官　　小川　倫哉
部外研究員　　東耕　吉孝

［研究目的及び経緯］

国土交通省の道路管理機関等において、全国各地の情報センター間で情報を交換するための通信規格である「道路通信標準」は、国土技術政策総合研究所が平成 13 年度に策定してから 9 年が経過しており、近年の情報技術や通信環境の進歩やそれにより変化したニーズに合致しない部分が目立ってきている。このことから、現行の道路通信標準に「交換する情報の取捨選択を行う機能」及び「データ辞書の更新を柔軟に行う機能」を追加した「次世代道路通信標準」の研究を行っている。

平成 22 年度は、道路交通情報に関連するモデルのデータ辞書及びメッセージセットを作成し、次世代道路通信の通信規格としての実現性を通信実験により確認した。

また、これらの成果をもとに、次世代道路通信標準の国際標準化を推進した。具体的には、各国の標準化に関する技術動向等の整理にとして、米国及び欧州の同種規格の分析を行うとともに、国内分科会での意見の整理や対応方針の検討を行った。

共通位置参照方式の活用による更新データの迅速な提供手法の構築に関する検討

A development of circulation technique of update data using location referencing method

（研究期間　平成 16～24 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　重高　浩一
研　究　官　　今井　龍一
部外研究員　　落合　修

［研究目的及び経緯］

カーナビ等による安全・環境に資する走行支援サービスの実現には、道路情報の整備と流通の仕組みづくりが求められる。具体例として、走行支援サービスでは、正確な位置が特定できる道路情報を漏れなく、迅速にカーナビ等に伝える必要がある。この実現には、道路管理者が現場で管理している新鮮な情報を民間でも流通できる仕組みの構築が前提となる。官民の異なる道路ネットワーク地図間で道路情報を交換・共有するには、道路網の更新の影響をできるだけ受けず、かつ正確な位置が特定できる位置参照方式の確立が急務である。

平成 22 年度は、道路関連情報の交換・共有のための検討として、道路の共通位置参照方式によるプローブデータの交換実験を行った。実験により、官や複数の民間でプローブデータの集計単位が異なっている場合でも、路上参照点からの道のりを利用して相対的に位置を特定する本方式により、情報を収集し比較することが可能であることを確認した。また、道路交通センサス情報、交通量常時観測情報、プローブデータを対象に、道路の共通位置参照方式の適用可能性を検討し、本方式へ反映すべき課題と対応策をまとめた。

地理空間情報を活用した電気自動車等普及支援に関する検討

Research on supporting to put Electric Vehicle on the market utilizing Geospatial Information

（研究期間　平成 22～24 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　重高　浩一
研　究　官　　小川　倫哉
部外研究員　　落合　修

［研究目的及び経緯］

わが国では近年、自動車メーカより電気自動車やプラグインハイブリッド車の販売が順次開始されている。電気自動車は、走行中に二酸化炭素を排出しない低公害車として普及が期待されているが、一充電あたりの連続走行可能距離が短いことが課題である。充電施設の位置やバッテリ残量を考慮したルート案内等のサービスの実現によって、さまよい走行や電欠に起因する事故や渋滞を防ぎ、安心・安全なドライブが可能となる。このことから、充電施設の情報がカーナビ等に速く、正確かつ円滑に流通されることを目指し、充電施設に関する統一的な形式による情報集約・提供の仕組みについて研究を行っている。

平成 22 年度は、充電施設情報を集約・提供する際に必要となる情報項目を標準化した「EV･PHV※充電施設情報流通仕様（案）Ver.1.0」を策定した。また、本仕様（案）の有効性を実験により検証することを目的として、充電施設情報を一元的に集約・提供する実験用システムを構築した。

※EV (Electric Vehicle): 電気自動車、PHV (Plug-in Hybrid Vehicle): プラグインハイブリッド車

施工分野における３次元座標データの利活用に関する調査

A study on the method of using three dimensions measurement value data at the construction field

（研究期間　平成 20～23 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　梶田　洋規
研　究　官　　北川　順

［研究目的及び経緯］

公共事業のコスト縮減および品質確保、熟練技術者不足などに対応する為、情報化施工の導入普及を図るべく平成20年７月に「情報化施工推進戦略」が策定され、これに基づき国土交通省は情報化施工に関する取り組みを推進している。

現在、国土交通省で積極的に取り組んでいる情報化施工技術の１つに、出来形管理が効率的に行える「トータルステーション（ＴＳ）による出来形管理」がある。平成20年３月に河川土工・道路土工を対象とした「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理要領(案)」が策定されているが、その後、工種の拡大、新しい計測機器の導入、取得したデータの他場面での有効活用等について検討を進めてきた。

平成 22 年度は、衛星を利用した測位技術の１つである「RTK-GNSS」を用いた河川土工の出来形管理要領の策定を目的として現場試行を実施し、その結果を踏まえて、要領類の検討を行った。

島根県松江市西津田地区施工管理検討調査

A study about construction control at Nishitsuda district Matsue City Shimane Prefecture

（研究期間　平成 20～22 年度）

高度情報化研究センター　情報基盤研究室

室　　長　　平城　正隆
主任研究官　　梶田　洋規
研　究　官　　北川　順

［研究目的及び経緯］

我が国は、急速な少子高齢化による本格的な人口減少社会を迎えつつあるが、こうした中で、社会経済に新しい可能性を切り拓き、新たな活力を生み出し、人口減少局面においても持続的発展を実現することが重要な政策課題となっている。その実現手段の一つとして、情報通信技術を建設施工に活用して高い生産性と施工品質を実現する情報化施工がある。

国土交通省の施策である「CALS／EC アクションプログラム2008」、「情報化施工推進戦略」に基づき、平成24 年度までにこの情報化施工を標準的な工法として普及・定着させるための課題への取り組みとして、情報化施工に対応した施工管理要領やマニュアルの整備を進めている。

平成 22 年度は、トータルステーションを用いた出来形管理の適用工種拡大の一環として舗装工や地下埋設物工への拡張の検討を行い、その実現に必要なソフトウェアに関する機能要求仕様書(案)および、ソフトウェア間のデータ交換標準(案)の検討を行った。

交通安全情報提供のための歩行者行動モデリングに関する研究

Modeling Pedestrian Behavior for Providing Traffic Safety Information

（研究期間　平成 20～22 年度）

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長　金澤　文彦
Head　Fumihiko KANAZAWA
研究官　鈴木　一史
Researcher　Kazufumi SUZUKI

Notifying drivers of the existence of pedestrians using ITS is effective to prevent pedestrian accidents that account for about 35% of all traffic accident fatalities. This paper presents several ITS services that increase pedestrian safety and discusses the technical issues in detecting pedestrians and providing safety information to drivers. It also investigates the applicability of the proposed service based on the observed data.

［研究目的及び経緯］

交通事故死者の約 35%（平成 21 年）は歩行中の事故によるものである。歩行者事故は一度発生すると致命的であり、重点的な安全対策が求められている分野である。これら事故の多くは歩行者の見落とし等のヒューマンエラーが大半であり、注意喚起情報の提供等が有効な対策と考えられる。

そこで、国土技術政策総合研究所では、ITS 技術を用いて道路利用者へ注意喚起情報を提供する歩行者安全支援サービスの検討を行っている。本研究では、これらサービスの実現に必要な歩行者検知技術および情報提供手法の技術的要件および課題等を具体的に検討するため、歩行者事故発生パターンに応じたサービスの整理と実データに基づいたサービスの適用可能性について検討を行う。また、これらサービスの効果評価に必要な歩行者行動モデリングのあり方を整理する。

［研究内容及び成果］

１．歩行者事故要因に応じた歩行者安全支援サービス

歩行者関連事故の発生パターンを抽出し、その発生要因を分析した上で、対応する歩行者安全支援サービスを検討し、実現のための技術要件と課題を整理した。

（１）事故類型の抽出と事故発生要因の整理

交差部および単路部で発生する歩行者事故について、交通事故統合データベースにより道路形状と事故時の行動類型に着目し分析を行った。事故発生頻度の観点からは a)中規模交差点の右折、b)中規模交差点の直進、c)小規模交差点の直進、d)交差点付近の直進、e)単路上下非分離（中央分離帯の無い単路部）の直進の 5 つの事故発生パターンが抽出された。これらに対して ITARDA 交通事故統計の分析結果や既存研究事例等を参考に、バリエーションツリー手法を用いてヒューマンエラーの観点から事故発生要因を整理した。

表 1 検討された歩行者安全支援サービスの概要

事故発生パターン	No.	対象	信号	歩行者安全支援サービスの概要
a) 中規模交差点の右折	①	自動車	あり	右折車に対して横断歩道に歩行者が存在することを注意喚起（例：図 1 参照）
	②	歩行者		横断中の歩行者に対して青点滅時に渡りきれないことや次の青信号で渡ることを注意喚起
	③			横断中の歩行者に対して右折車が存在することを注意喚起
b) 小規模交差点の直進または c) 中規模交差点の直進	④			歩行者に対して赤信号時に信号ルールを守るように注意喚起
	⑤	自動車	なし	直進車に対して横断歩道に歩行者が進入することを注意喚起
	⑥	歩行者		横断歩道に進入する直前の歩行者に対して直進車両が存在することを注意喚起
d) 交差点付近の直進または e) 単路上下非分離の直進	⑦			乱横断しようとする歩行者に対して近くの横断歩道を使って車道を横断するように注意喚起
	⑧	自動車		自動車に対して横断歩行者が存在することを注意喚起(幹線道路)
	⑨			自動車に対して歩行者が存在することを注意喚起(生活道路)
	⑩	歩行者		歩行者に対して走行車両に注意するように注意喚起

（２）歩行者安全支援サービスの検討

表 1 は各事故発生パターンに有効と考えられる歩行者安全支援サービスを検討した結果である。ここで、中規模交差点と小規模交差点の直進、単路上下非分離の直進と交差点付近の直進は、事故発生状況等が類似していたことから同様のサービス内容とした。検討に際しては、既存の情報通信技術を用いて安価に実現できること、歩行者・ドライバの誰もがサービスを受けられ、かつ短期間で実現できることを要点とした。

（３）サービス実現に必要な技術要件と課題整理

これらサービスを実現するために必要な歩行者検知

技術および情報提供手法について、検知エリア・検知周期および情報提供エリア・情報提供タイミング等の技術的要件を整理し、サービス実現にあたっての課題を整理した。その結果を中規模交差点の右折ドライバを対象としたサービス(表 1 の①)を例に表 2 に示す。

2．歩行者安全支援サービスの適用可能性検討

1．で検討された歩行者安全支援サービスのうち，集中的な整備で対策効果が得られやすい交差部に関するサービスを費用対効果、有効性および実現可能性等の観点から評価選定し、実フィールドでの観測データによりサービス実現に向けての課題を整理した。

（1）検討対象サービスの選定

検討対象サービスを評価選定した結果、対象事故規模が大きく､有効性および実現可能性がともに高い｢中規模交差点の右折ドライバを対象とした情報提供サービス」（表 1 の①に該当）が選定された。次に、本サービスを提供する際に必要となるシステムの機器構成および機器配置（図 1 参照）を整理した上で、システム導入にかかるコスト等の概算を行った。

（2）実フィールドでの観測データによる課題の整理

選定されたサービスを実現するための歩行者検知技術および情報提供手法の技術的要件について、実フィールドで観測された車両および歩行者の挙動データ、ドライバの視線データを用いて具体検討を行った。検討対象フィールドとして神奈川県横浜市内の事故多発交差点を選定し、ビデオ観測調査および被験者による走行調査を実施した。以下に検討結果の概要を示す。

(a)注意喚起情報の提供タイミングおよび提供位置

情報提供タイミングは視認のための時間的余裕がある右折待機時の提供が望ましく、観測されたアイマークレコーダの視線データの観測結果等から(図 2 参照)、提供位置の候補としては対向直進車の通過位置付近が考えられる。しかし、ドライバの右折判断は複雑であり、交通条件、道路形状等に応じて視線の動きは大きく異なると考えられるため、諸条件に応じた提供タイミングおよび提供位置の検証が必要である。

(b)歩行者の横断特性とセンサの検出精度

検討したシステムでは、横断歩道端部で歩行者の進入を検出し、歩行速度一定と仮定して右折車の通過地点に近づいた時点で情報提供が行われる。この場合、歩行者によって歩行速度等の横断特性のばらつきは大きいことから、横断歩道長が長い場合には情報提供時には状況が大きく変化し適切なタイミングで情報提供できない恐れがある。今後、歩行者の横断特性のばらつきに応じたセンサの検出精度等の検証が必要である。

(c)情報提供頻度のネガティブチェック

歩行者交通量の多い箇所では、横断歩道上に歩行者が存在する場合を条件として情報提供を行うと情報提供頻度が多くなり､慣れによる効果低下の恐れがある。

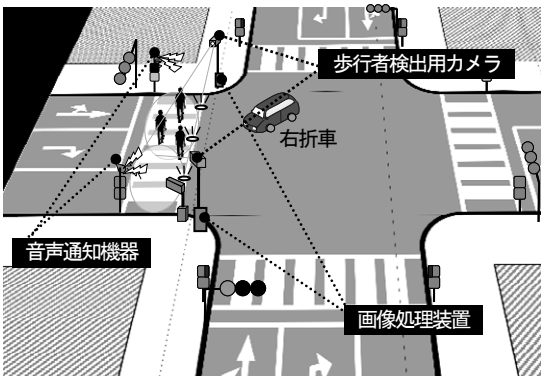


図 1 システムの機器構成および機器配置のイメージ

表 2 サービス実現に必要な技術要件および課題

項目			内容
検知技術	必要な技術	検知エリア	・横断歩道および滞留スペース
		検知内容	・横断直前および横断中の歩行者
		検知周期	・常時リアルタイムでの検知が必要（検知までの許容遅延時間は情報提供タイミングも加味してできる限り短い方がよい）
	実現のための課題	既往技術・開発動向	・レーザー方式、画像処理方式がある（レーザー方式は自転車等の 1 軸移動体の識別が不安定であり画像処理方式が有力） ・画像処理方式の夜間の検知の課題は赤外カメラの利用が考えられ、赤外線センサといった簡易な方式もある
		要素技術の課題	・検知精度（誤差の程度）やリアルタイム性の検証が必要 ・赤外線センサなどの簡易な方法でも十分か確認が必要
情報提供手法	必要な技術	提供エリア	・右折信号待ち～交差点内待機場所
		提供タイミング	・歩行者が横断歩道上を横断中のとき（歩行者の横断位置、速度のばらつきなどの考慮が必要）
		提供内容	・横断歩行者の存在の注意喚起情報を提供（｢横断者注意」など）
	実現のための課題	既往技術・開発動向	・ITS スポット対応カーナビ、照明や情報板による情報提供 ・短期に誰もがサービスを享受できるには情報板や照明が有力
		要素技術の課題	・効果的なメッセージや情報板等の設置位置、提供タイミングの検討（歩行者が多い箇所は常に情報提供される問題　等）
		行動特性からみた課題	・検知エラーへのネガティブチェックが必要（注意喚起情報がないときドライバは歩行者が存在しないと思い込む等）
その他課題等			・自転車も含めたサービスを考える場合、速度の速い自転車について検知範囲、検知タイミング等を精査することが必要



図 2 右折時のドライバの視線と情報提供位置のイメージ

危険性の高いときのみ情報提供を行うなど、危険事象の発生を的確に抽出する手法の構築が必要といえる。

3．歩行者行動モデリングのあり方

本研究で検討対象としたサービスの効果評価には精緻な歩行者行動モデルを組み込んだシミュレーション評価手法が有効と考えられる。この歩行者行動モデルの構築に際しては、歩行者属性および横断タイミングに応じた速度分布、道路形状に応じた歩行者動線の再現が重要であり、歩行者挙動の観測を通じ歩行者の判断･行動メカニズムを明らかにすることが必要である。

環境負荷低減に効果的な ITS による情報提供方法に関する研究

A Methodology on Providing Information in ITS for Reducing Environmental Load Effectively

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長　金澤　文彦
Head　Fumihiko KANAZAWA
主任研究官　坂井　康一
Senior Researcher　Koichi SAKAI
研究官　鈴木　一史
Researcher　Kazufumi SUZUKI

It is necessary to change traffic activities into lower mode in terms of environmental load for reducing environmental load effectively. This study discusses the measures that aim to encourage drivers to take environmentally-friendly traffic behavior, and verifies these measures throughout driving simulation and field operational tests.

［研究目的及び経緯］

我が国では、2020 年に温室効果ガスを 1990 年比で 25%削減するとの中期目標を達成するため、低炭素革命の推進が求められている。これを達成するためには、運輸部門においては、電気自動車やプラグインハイブリッド車といったエコカー等の活用だけではなく、ライフスタイルの転換など、交通行動そのものを変えていくことも必要である。特に道路交通分野においては、利用経路変更などの環境負荷低減に資する行動をドライバが自発的に選択できるよう、交通行動の変容を図っていくことが必要不可欠である。

そこで国土技術政策総合研究所では、ITS を活用し様々な情報を路側機と車載器との路車間通信によりドライバへ情報提供を行う次世代道路サービスにおいて、環境負荷低減に効果的な情報提供に関する技術基準について検討を行ってきた。

本研究では、環境負荷低減に繋がる交通行動をドライバに促す方策について議論するとともに、ドライバへの効果的な情報提供方法についてドライビングシミュレータ（DS）実験、実道実験を通じて検証を行った。

［研究内容及び成果］

1．環境負荷低減に資する交通行動をドライバに促す方策についての検討

環境負荷低減に配慮した交通行動をドライバに促す方策について検討するため、既往のモビリティ・マネジメントの手法等を整理した上で、従来までの情報提供方法や依頼方法、行動プラン作成方法について、環境負荷低減に配慮した交通行動への変容に対する適用可能性を調査した。また、移動目的や時間的要因、個人の環境負荷低減への意識水準、金銭的効果の影響についても被験者アンケートを通じ調査を行った。これらの調査結果を踏まえ、出発前及び移動中におけるドライバに対する方策の基本的な考え方を図 1 のように整理した。これら方策の詳細について以下に示す。

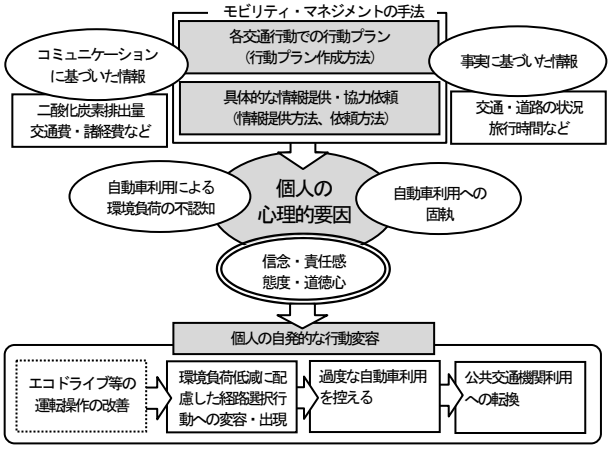


図 1　各手法と個人の心理的要因及び自発的な交通行動の変容との関係

（1）出発前を対象としたドライバへの方策

出発前の家庭や職場においては、インターネットなどの様々な情報提供を利用し、目的地到達に利用可能な交通手段を対象として事前に行動プランを立案することが考えられる。アンケート結果からは、各プランにおける二酸化炭素排出量、交通費・諸経費などに関する情報内容を合わせて提供することで、環境負荷低減に配慮した運転操作、経路選択への行動変容を促すことができる可能性が示された。

（2）移動中を対象としたドライバへの方策

移動中の自動車内においては、カーナビゲーションや ITS スポット対応車載器、モバイル機器による情報提供を主体として、最新の道路交通状況、旅行時間情報等を提供することが考えられる。アンケート結果からは、これらの方策により個々のドライバに環境負荷低減に配慮した経路選択行動の存在に気づかせたり、出発前に環境負荷低減へ繋がる行動プラン作成の動機付けを促すことができる可能性が示された。

（3）交通行動の変容に対する他要因の影響

旅行・レジャーや業務など移動目的の違いや時間的要因、金銭的要因がドライバの環境負荷低減に配慮した交通行動への変容に及ぼす影響を検討するため、都市内高速道路で目的地までの経路が複数存在し、そのうちの一つが環境負荷低減に有効な経路である場合を想定しアンケート調査を実施した。その結果、旅行・レジャー目的で移動するドライバが多い状況では、環境負荷低減に配慮した経路選択行動に協力的となる可能性の高いことが示された。また、環境負荷低減への関心度が中程度以下のドライバでは協力をやや拒む傾向があるが、これに対しては、金銭的効果を利用して協力を促すことができる可能性のあることが示された。

2．交通行動の段階別におけるドライバへの情報提供のあり方についての研究

ドライバへの効果的な情報提供方法について検討するため、都市内高速道路を想定した実道実験と DS 実験を実施し、情報内容やヒューマン・マシン・インタフェース（HMI）仕様について検討するとともに、ドライバの経路選択行動や心理面に与える効果について検証を行った。実道実験及び DS 実験では、都市内高速道路における目的地に対して 2 つの異なる経路を想定し、その一つを環境負荷低減に配慮した経路に設定した上で、アンケート調査を実施した。実験では、分岐前と合流後の情報呈示を一対として、分岐前では環境負荷の低い経路に関する情報呈示を行い、合流後では環境負荷低減に配慮した経路選択行動に協力したことを再認識させる情報呈示を行った（図 2 参照）。ここでは、情報呈示の際の音声メッセージの長さや表示画像のピクトグラムや文言について分析と検討を行った。

（1）環境負荷低減への関心度向上の可能性

アンケート調査より、環境負荷低減に対して多くの被験者が「エコ」の文言や「木」のイメージを連想している結果が得られ、このような概念や要素に基づいた表示画像を対象に DS 実験等を通じてその効果を確認した。また、分岐前と合流後の情報呈示を一対としたときに、感謝のメッセージを呈示することで、ドライバの環境負荷低減への関心意識を高められる可能性があることが示された（図 3 参照）。



図 2　走行経路と情報提供位置及び提供情報内容

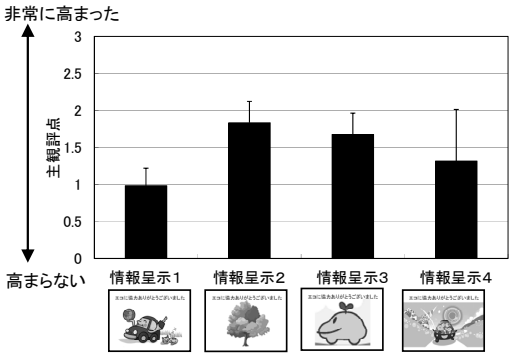


図 3　環境負荷低減への関心度を高める効果の比較

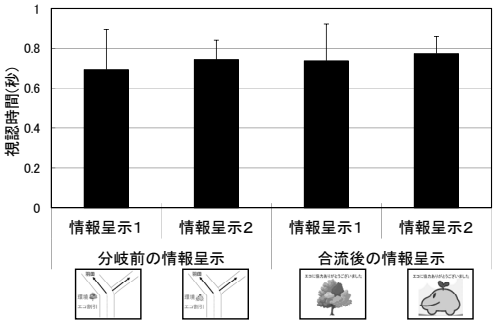


図 4　初回の情報呈示に対する視認時間の比較

（2）ドライバへの運転負荷とサービス受容性

本研究で設定した情報内容のコンテンツ量や呈示方法の仕様について、運転負荷の観点から DS 実験を実施した結果、視認時間や視認回数等において問題のない範囲であることが示された（図 4 参照）。また、今後のサービス利用やサービスの有効性に関するアンケート調査からは、サービスが肯定的に受け入れられる可能性の高いことが示された。

本研究より、経路選択に環境負荷低減の要素を含めた経路情報を提供することで、環境負荷低減に繋がる交通行動への変容が見込まれる。これらをより効果的に促すには、環境負荷低減の要素を経路情報に含めるだけでなく、個々のドライバが意思決定した交通行動と環境負荷との関係についてのフィードバックも必要であると考えられ、そのような ITS 技術の利用や情報提供が今後求められるといえよう。

地域のサービス要求水準に適合したＩＴＳの展開支援

Promoting Widespread Use of ITS that Satisfies the Required Level of Service in Local Area

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長　金澤　文彦
Head　Fumihiko KANAZAWA
主任研究官　坂井　康一
Senior Researcher　Koichi SAKAI
研究官　鈴木　一史
Researcher　Kazufumi SUZUKI

Local ITS is expected as a solution to various traffic problems in the local communities. This paper reviews past experiences of local ITS in Japan, and reveals the points that he/she should pay attention when applying a local ITS succeeded in a specific area to other areas. It is also discussed how to expand the use of local ITS all over the country.

［研究目的及び経緯］

近年、過疎・高齢化や、市町村合併による基礎自治体の広域化に伴う周辺部の衰退の懸念など、地域における様々な社会的課題が顕在化しつつある。これらの諸課題に対して、移動の円滑化やモビリティの確保が解決策の 1 つと考えられている。道路交通分野では、地域に即した ITS 技術（以下「地域 ITS」とよぶ）の導入により、これらの効率的な実現が期待されている。国土技術政策総合研究所では、これまでに多様な地域 ITS が個別地域において開発されていることを踏まえ、地域 ITS を全国的展開するための導入戦略について検討を行ってきた。

本研究では、各地域で導入実績のある地域 ITS の事例を収集・分類し、全国的展開に必要な留意事項を明らかにするとともに、地域 ITS の全国的展開のための導入手法のあり方について研究を行った。

［研究内容及び成果］

１．地域 ITS の他地域への導入にあたっての留意事項に関する研究

地域 ITS の導入にあたっては、持続的なサービス提供のために初期投資費用及び維持管理費用の低減が必要となる一方で、それに伴い提供されるサービスのサービス水準も低下するのが一般的である。また、ある地域で導入実績のある地域 ITS を他地域に展開していく際には、その地域 ITS の技術的特性を踏まえつつ、それぞれの地域の実情の違いを十分に考慮して検討する必要がある。

そこで、個別地域でこれまで開発・導入されてきた各種地域 ITS について、その事例を収集・分類し、そのカテゴリー別に、提供サービスのサービス水準と初期投資費用及び維持管理費用などとの関係や、それぞれの地域 ITS の技術的特性を踏まえた他地域への展開にあたっての留意事項等について明らかにした。

（１）地域 ITS の事例収集と体系的整理

本研究で収集対象とする事例としては、①安全運転支援システム、②公共交通等低炭素社会を支援するシステム、③積雪寒冷地における ITS システムの大きく 3 つとした。ここで収集された 15 の地域 ITS の事例について、地域課題と地域 ITS との関係、導入過程における課題等を表 1 のように整理した上で、これらのサービスについてサービス水準と導入費用及び維持管理費用との関係、サービスによる効果等の整理を行った。

表１　地域課題に対応する地域 ITS の事例（一部抜粋）

地域課題		対応する地域 ITS	導入過程における課題等
①安全運転支援システム	交通事故	動的警告情報提供システム(広島)	道路管理者、警察、企業、NPO など関係機関の協力
		無信号交差点での出合い頭事故防止システム(兵庫)	設置性が高くかつ低コスト、習慣性が生じにくくすることが必要
		ゆずりあいロード支援システム(高知)	低コストなシステムの構築、標準化
②公共交通等低炭素社会を支援するシステム	地方部	地域バス情報システム(Chi-Bus)(高知)	コストを抑えた実用化システムの構築
	EV(電気自動車)	グリーンニューディール沖縄(EV 給電設備)(沖縄)	多様な関係者によるビジネスベースでの検討
③積雪寒冷地における ITS システム	路面情報	プローブ車の車両運動データに基づく冬期路面情報システム(札幌)	道路利用者と道路管理者のニーズの違い
	視界不良	冬期視程不良時の視線誘導システム(稚内)	低コストなシステムの構築

さらに、各地の地域 ITS の事例を体系化し、他地域への適用可能性等を表 2 のように整理し、他地域への導入に際しての留意事項を検討した。

表 2　地域 ITS 事例の体系化（安全運転支援システムの例）

適用対象箇所 ＼ 地域 ITS 事例			動的警告情報提供システム	無信号交差点での出合い頭事故防止のための路上設置型警告システム	ゆずりあいロード支援システム
交差部事故	信号交差点	大規模	○		
		中・小規模	○		
	無信号交差点	小規模		◎	○
	連続交差点	－	◎		
単路部事故	トンネル	－	○		○
	カーブ	－	○	○	○
	中山間地	－	○	○	◎
	サグ・クレスト	－	◎		
他地域への導入に際しての留意事項			クレストが続く箇所で有効	無信号一時停止ありの箇所で有効	道路幅員が狭い箇所で有効

凡例：◎ 適用箇所で検討中のシステムあり、○ 適用箇所にも応用できるシステムあり

（2）他地域への導入に際しての基本方策案の検討

全国各地で学を中心に様々な ITS の取り組みが進むなか、道路管理の現場においては地域 ITS の全国的な展開が依然として進まない状況にある。そこで、道路管理者へのヒアリングを通じて、地域 ITS のシステム仕様等を現場の道路管理者が参照可能な技術資料として手順、内容、体制等のあり方について検討し、とりまとめを行った。ヒアリング結果からは、各地の道路管理者にとって地域 ITS による対策の認知度が低いこと、地域 ITS の導入費用、導入効果、システム仕様等が体系的に整理されていないことなどが要因として抽出された。この結果と 1.（1）における検討結果を踏まえ、他地域への導入に際しての基本方策案を表 3 のように整理した。

表 3　他地域への導入に際しての基本方策案

他地域への導入までの手順		課題抽出	対策検討	比較・評価	設計	導入
他地域への導入手順の例 ※ 安全対策を導入する場合		事故多発地点など地域の安全に関する課題を把握	地域特性を考慮した上で ITS 対策メニューから有効な施策を検討	課題に対する施策の適合性コストの評価を行い、導入する施策を決定	システム設計	発注
ITS 導入に際しての基本方策	必要なアクション	課題把握のためのツールとして ITS が活用可能なことを伝える	地域の道路管理者への説明ツールとしてカルテやメニューを準備	ITS 施策の適合性、コスト評価方法を検討・整理	システム仕様の作成方法、様式等を準備	
	対策検討に必要なツール	プローブ情報により事故多発箇所等を把握できる技術の開発	①地域 ITS 概要	②ITS の導入効果・コストの事例	③技術資料	

他地域への導入に際しての流れは、各地域の道路管理者において課題抽出→対策検討→比較・評価→設計→導入のようになると考えられる。導入に際しては、ITS の存在を伝えるためのツールとして既存の ITS 施策事例をわかりやすく整理した「地域 ITS 概要」、ITS 導入に必要な費用や ITS 導入による効果を伝えるためのツールとして「ITS 導入の効果・コストの事例」、システム設計及び事業者への発注準備のためのツールとして「技術資料」などが必要になる。

2．地域 ITS を全国的に展開するための導入手法のあり方に関する研究

個別地域の地域 ITS を全国的に展開するための導入手法のあり方を検討するため、1．で検討された留意事項について、表 3 の基本方策案に沿ってフィールド実験を通じた検証を行った。ここでは、表 1 における「無信号交差点での出合い頭事故防止システム」、「地域バス情報システム（Chi-Bus）」の 2 つを代表事例とした。

（1）無信号交差点での出合い頭事故防止システム

交差点事故の約 6 割は無信号交差点で発生しており、そのうち約 6 割は出合い頭事故である。これら無信号交差点での出合い頭事故対策を低コストに実現するため、道路反射鏡などの既存インフラと組み合わせた簡易な警告システムである出合い頭事故防止システムが開発され、一部の地域で試行検証されている。本研究では、これまで実績のある兵庫県加古川市内の 2 箇所の交差点においてフィールド実験を行い、本システムを全国展開するための導入手法のあり方について検討した。その結果、「対策検討」の段階では、導入が想定される交差点の種別（細街路同士または細街路・幹線道路の交差）に応じて設置箇所の建築限界、見通しといった交差点特性等を十分に考慮する必要があること、「比較・評価」の段階ではシステムによる事故削減効果が他地域でも同様に得られるかについて効果検証結果の一般化が必要であることなどが明らかとなった。

（2）地域バス情報システム（Chi-Bus）

バス位置情報等を利用者に提供するバスロケーションシステムは各地で導入されてきたものの、地方部のバス事業者にとっては事業採算性の問題など地域の実情にそぐわないことから、より地域に即したバスロケーションシステムの検討が行われてきた。その 1 つに地域バス情報システム（Chi-Bus）がある。本研究では、このシステムを他地域へ導入する際のガイドライン作成に必要な指針導出を目的とし、既に高知県安芸市田野町で導入済みの Chi-Bus の事例を対象に検討を行った。その結果、「課題抽出」の段階では、現地のバス事業者へのヒアリングやバス利用者への利用実態調査により課題やニーズを把握した上で、システム導入時の技術面・運用面の課題を抽出し、これらの課題に対応するサービスの機能を「対策検討」の段階で明確化することの重要性が明らかとなった。また、「比較・評価」の段階では、システムの導入・運用にかかるコストの考慮、システム導入に伴う直接的・間接的な効果とその受益者の明確化に加え、システムの費用負担のためのビジネスモデルが必要であることが明らかとなった。さらに、「設計」の段階では、例えば商用電源を確保できない地域では太陽電池の利用を考えるなど、地域の実情に応じて最適な構成機器を代替的に選択できるようシステムを構成する各機器の代替仕様を事前に技術資料に盛り込むことが必要であることが明らかとなった。

情報提供によるドライバ行動の汎用的な効果評価手法に関する研究

Study on the general evaluation method of the driver behavior caused by information provision using ITS

（研究期間　平成 21～23 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
研 究 官　　鈴木　彰一
研 究 官　　若月　健
部外研究員　　森井　紀裕

［研究目的及び経緯］

交通事故、渋滞、環境、災害等の様々な課題の解決方法として、情報技術の活用が検討されている。中でも、利用者の行動変更を図る情報提供は、安全運転支援やモビリティマネジメント、災害時の避難誘導など様々な場面での効果が期待されている。これらの情報提供技術を施策として各地へ普及・展開するためには、施策導入に伴う種々の便益の定量化が求められる。またその手法も個別課題に応じた検討ではなく、より汎用的な導入検討・評価パッケージの構築が求められている。しかし、既存の情報提供技術検討の多くが実用化のための技術開発に重点を置いており、情報提供による人の行動変化等の効果を確認するための評価項目や計測方法の体系化がなされているとは言い難い。

そこで本研究は、情報提供施策の一例として、情報提供実験による行動データの収集蓄積がある ITS サービスに着目し、様々な側面から ITS サービスの便益評価に必要な項目を定義した上で、標準的な ITS サービスの効果評価パッケージの構築を目指すものである。平成 22 年度は、評価結果の国際比較を念頭に我が国の ITS サービスの効果評価パッケージの構築・提案を行えるよう、欧米における ITS サービスの実証実験評価手法・結果等について調査、整理を行った。

キャッシュレス料金決済システムの具体化検討

Research on Realization of Cashless-Payment System

（研究期間　平成 22～23 年度）

高度情報化研究センター　高度交通情報システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
主任研究官　　鹿野島秀行
研 究 官　　元水　昭太
部外研究員　　前田　武頼

［研究目的及び経緯］

駐車場の入庫待ち行列解消による道路の渋滞緩和､駐車場の利便性向上による路上駐車の解消及び高齢ドライバー等の円滑な料金ゲートの通過支援を目的として、公共駐車場等での ITS スポットを利用したキャッシュレス料金決済サービスについて研究を行っている。　ITS スポット対応カーナビに通常の IC クレジットカードを挿入して、車に乗りながらキャッシュレス料金決済が可能になるサービスであり、民間事業者による導入も進むことが期待されている。決済システムは EMV 仕様（IC クレジットカードの国際的な規格）に準拠しており、「車利用型 EMV」と定義している。

官民共同研究を平成 21 年度より開始しており、今年度、公共駐車場に機器を設置し実証実験を実施した。実車を用いた機器動作試験の結果、想定のとおりに動作することを確認した。その後、クレジットカード会社のサーバとの接続試験を実施し、正しく課金が行われることをシミュレーションした。

個々の車両･ドライバのリクエストに応じた情報提供システムの開発

Development of an information delivery system according to the driver's request

（研究期間　平成 22～24 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
主任研究官　　澤　　純平
研　究　官　　上田　善久

［研究目的及び経緯］

平成 23 年 1 月～3 月には、全国の高速道路上を中心に ITS スポットサービスが開始されることとなっている。このサービスは、道路情報板やハイウェイラジオのように、どのドライバに対しても同一の情報提供を行う放送型のサービスである。一方、ドライバ個々のニーズに応じたきめ細やかな情報提供方法の実現に向けた研究も平成 22 年度より行うこととしている。

本研究は、ITS スポットを用いて、個々の利用者（車両、ドライバや事業者等）のリクエストに応じた情報提供を行うサービスについて、ドライバや事業者のニーズや欧米で検討されている ITS サービス等を踏まえた検討を行い、サービスの定義を行った。これを踏まえて、システム構成や機能要件等を検討し、平成 23 年度に実施を予定している実証実験に関する実験計画を作成した。

多様な通信メディアの利活用に関する検討

Research on application using various communication media for ITS

（研究期間　平成 21～24 年度）

高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
主任研究官　　鹿野島　秀行
研　究　官　　若月　健
部外研究員　　高嶋　将大

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、「次世代道路サービス提供システムに関する共同研究」を通じて、ITS スポットサービスの検討を行ってきた。2011 年 1～3 月には、ITS スポットサービスを提供するための施設が全国的に配備されることとなっている。一方、近年、携帯電話などのモバイル通信では、次世代の通信規格である LTE など最新技術の実用化が進められている。またテレビ放送のデジタル化と VHF 帯の再編に伴い、700MHz 帯の ITS での利用や、マルチメディア放送による VICS の配信などの検討も進んでいるところである。こうした近年の通信技術を用いて、スポット通信が不得意とする部分を補完することにより、箇所や時間を限定することなく適切なタイミングでの情報提供サービスが実施できる可能性がある。

今年度は、箇所や時間を限定することなく適切なタイミングで情報提供サービスを実施することが可能な連続通信に関する技術動向の収集・整理を行い、連続通信を活用した交通事故削減、交通流円滑化、環境改善（CO2 排出量削減）等に寄与する ITS 情報提供サービスについて、技術的課題、制度的課題、コスト的課題を整理した。また、連続通信を活用した今後の ITS 情報提供サービスごとに効果検討を行い、優先的に開発を進めていくべきサービスについての技術資料を作成した。

ＩＴＳ国際標準化動向・対応に関する調査検討

Research on ISO standardization activities related with intelligent transport systems

（研究期間　継続的に実施）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
主任研究官　　鹿野島　秀行
研　究　官　　鈴木　彰一

［研究目的及び経緯］

国土交通省が推進するスマートウェイは、路車協調システムであり、道路にインフラを整備する必要がある。したがって、基本的には政府がインフラ調達の主体となるが、WTO/TBT 協定により、政府調達には既存の国際標準を用いることが求められるため、スマートウェイ技術の国際標準化の重要性・必要性は高い。国際標準化活動を行わなかった場合、調達コストの上昇（複数の標準に適合させるための二重の開発コスト）、貿易障壁（国際標準と異なる仕様による調達）、日本のシステムの海外普及に対する阻害（国際競争力の低下）といった負の影響が生じることが考えられる。

本調査は、上記のような事態を避けるため、国内外の標準化動向を把握し、日本の道路行政の方針・実態を踏まえた対応方針案を検討することにより、日本が開発する技術や基準と、国際標準との整合性を確保していくことを目的としている。

平成 22 年度は、ISO における ITS の国際標準化組織である TC204 の標準化動向や、国内外の ITS に関連するプロジェクト等の動向を、ITS の標準化に関する国際会議及び国内会議における審議内容からの情報収集、会議に参加しているメンバーに対するヒアリング、公開情報の収集等により調査した。そのうえで、ITS に関する国際標準化の議論に関して、道路行政関係者等を招集した会議（インフラステアリング委員会及び ISO/TC204/WG16 国内分科会のサブワーキングである DSRC 関連国際標準検討会）を開催し、日本の道路行政の方針・実態を踏まえた対応方針案の検討を行った。

また、欧州では協調システムの標準化を求める欧州委員会指令の要請に応える形で、CEN、ETSI による標準化活動が急速に進められ、加えて欧米政府当局が、協調システムの標準の調和化を目指して協力活動を活発に実施している実態等について調査を行った。

長崎県五島市全域 道路情報提供手法検討調査

Research on provision method of the road information in whole Goto city, Nagasaki Prefecture

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　　澤　　純平
研　究　官　上田　善久

［研究目的及び経緯］

平成 23 年 1～3 月には、全国の高速道路上を中心に ITS スポットサービスが開始されることとなっている。この ITS スポットサービスは、高速道路上での広域道路交通情報の提供など全てのドライバに対しても同一の情報提供を行う放送型のサービスと、サービスエリアや道の駅などにおいてカーナビからインターネットに接続しドライバが望む情報を自ら収集できる情報接続サービスからなる。

情報接続サービスでは、ITS スポット設置場所周辺の情報である地域独自コンテンツと、全国で共通のコンテンツの両方を提供することが有用であると考え、本研究では、全国共通のコンテンツを提供するポータルサイトについて、利用者ニーズ等を踏まえて検討を行った。また、ITS スポット対応カーナビでのウェブサイト表示機能の制約事項を踏まえたコンテンツ作成時の留意点をまとめ、今後のサービス拡充に向けた技術要件及び課題の検討を行った。

コンテンツ作成時の留意点については、今後のサービス展開やカーナビの機能拡充の可能性を考慮したものとし、サービス提供者、コンテンツ作成者、車載器メーカー、インフラ整備者のそれぞれの視点で留意すべき事項を整理した。

千葉県柏地域　官民連携した道路交通情報の提供に関する検討調査

Research on road traffic information provision with public-private partnership in Kashiwa region of Chiba prefecture

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター　　高度道路交通システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　澤　　純平
研　究　官　元水　昭太
部外研究員　前田　武頼

［研究目的及び経緯］

スマートウェイの展開・実運用やマルチアプリケーションを実現するプラットフォームを構築することで、コンテンツ関連市場などへの波及を含めた経済的な効果が見込まれている。

今年度は、道路管理者が設置した ITS スポットやセンター設備などのシステム基盤（以下、ITS オープンプラットフォーム）を用いて民間事業者と連携してサービスを提供するための試験環境の検討や官民連携サービスの実現性についてとりまとめを行うこととし、首都圏を例にして官民連携サービスのニーズの整理を行い、ITS オープンプラットフォームを用いてサービスを実現する際の制度上・運用上の課題を整理し、民側からのニーズが高い、交通情報以外の情報提供の手法等について検討した。

アクアラインにおける渋滞緩和施策に関する効果検証調査

Research on congestion relief measures using ITS on Tokyo Bay Aqua-Line

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　鹿野島　秀行
主任研究官　坂井　康一
研　究　官　若月　健
研　究　官　上田　善久
研　究　官　鈴木　一史
部外研究員　森井　紀裕

［研究目的及び経緯］

大都市における都市内高速道路では渋滞が頻発するため、目的地への経路が複数存在する場合、分岐部においてどの経路を選択するかによって、所要時間が大きく変わる場合がある。このため、従来から道路情報板の文字情報やラジオによる音声情報により渋滞情報が提供されているが、ある程度の土地勘がないと理解しづらい等の欠点がある。また、2.5GHz 帯を使用した VICS 簡易図形による渋滞情報提供も行われているが、前方の所要時間の提供はなく、情報提供される範囲も狭いため、都道府県をまたがるような広域な経路選択を行うためには、情報量が不足している。

国土技術政策総合研究所では、都市高速道路等を走行中のドライバにとって、より経路選択の参考となるよう、ITS スポットを活用したナビゲーション画面及び音声による情報提供(広域経路選択)の実用化に向けた研究を行ってきた。ITS スポットを活用した情報提供には、1)提供できる情報量が多いため VICS 情報より広域の道路交通情報の提供が可能、2)ナビゲーション画面による情報提供とともに音声による情報提供を行うことが可能、というメリットがある。これらのメリットを生かしたサービスの早期実現・普及を図るためには、効果や課題を明らかにし、道路利用者や道路管理者に利用のメリットや適用可能性を示していくことが必要である。

こうした背景のもと、広域経路選択情報の提供による渋滞緩和効果を検証するため、実験を実施することとした。また、効果検証をより精緻に実施するため、プローブ統合サーバに搭載した機能の拡張に関する検証もあわせて実施した。

首都高速 大型車による環境負荷の低減システムの開発検討調査

Research on the development of systems to reduce environmental load of trucks on the Tokyo Metropolitan Expressway

（研究期間　平成 22～25 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　　金澤　文彦
主任研究官　　坂井　康一
研　究　官　　上田　善久
部外研究員　　佐藤　章博

［研究目的及び経緯］

首都高速道路では渋滞の約１割が交通事故を起因としたものであるとともに、特に大型車による事故は事故処理に要する時間が長くなる傾向にあり、長時間の通行止めによる一般道を含む周辺の渋滞の発生等、社会的インパクトが大きい。そのため、大型車の事故対策は、事故そのものの削減効果とともに、事故処理に伴う渋滞を削減し環境負荷を低減させる観点からも重要な課題である。

国土技術政策総合研究所では、ITS を用いたカーブ部における速度超過による事故対策のため、速度超過した車両の存在を検知し、ITS スポット対応車載器を通じて情報提供を行う、「カーブ進入危険防止システム」の開発を行ってきた。今年度は、事故多発地点である首都高速 5 号池袋線下り熊野町カーブに大型車を対象としたカーブ進入危険防止システムを導入し、システムの効果検証を行った。

東名高速道路 サグ部における交通円滑化システムの高度化検討調査

A study on the development of traffic flow smoothing cruise-assist systems
at sag sections on the Tokyo – Nagoya (Tomei) expressway

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター　　高度交通情報システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　坂井　康一
研　究　官　鈴木　一史
部外研究員　佐藤　章博

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、ITS スポットを活用した情報提供による車線利用率適正化サービスの研究開発を行ってきた。これは、車線利用率を均一にするため、車線変更あるいは車線維持の情報をドライバーに提供し、交通円滑化を図るサービスである。一方、自動車会社により速度や車間距離を一定に保つ ACC（Adaptive Cruise Control）の技術開発が進められており、既に実用化されている。

これら道路側と車両側の技術を連携させることにより、高速道路の渋滞の約 6 割を占めるサグ部や上り坂部をはじめとする渋滞個所へのより効果的な交通円滑化対策を検討している。今年度はサグ部における交通円滑化対策として、渋滞削減効果を検証するためのミクロ交通シミュレータを構築し、車線利用率適正化サービスと ACC 車両混入率による渋滞削減効果の試算を行った。なお、研究に関する議論・検討を行う場として、有識者、自動車メーカー、道路管理者等で構成する研究会を開催し、意見を参考にしながら研究を進めた。

長崎県五島市全域 ITS を活用した電気自動車等の普及促進調査

Research on promotion of Electric Vehicle using ITS in Goto city, Nagasaki Prefecture

（研究期間　平成 22～24 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　鹿野島　秀行
主任研究官　坂井　康一
研　究　官　元水　昭太
研　究　官　鈴木　一史
部外研究員　森井　紀裕

［研究目的及び経緯］

電気自動車（以下、EV）等の次世代自動車の本格普及に向けて、自動車や蓄電池の性能向上、充電インフラの整備、自動車の走行状態や充電状況の管理など、総合的な取組みが必要であり、日本でも様々な取組みが進められている。EV・pHV タウンに選定されている長崎県では、五島地域において、EV と ITS が連動した未来型ドライブ観光の実現を目的とし長崎 EV&ITS プロジェクト（以下、長崎 EV&ITS）が実施されている。

このようななか、国土技術政策総合研究所では、次世代自動車の普及を支援する道路交通システムのあり方や、関連する各種情報の共有化技術の研究・開発を行うこととしている。また、これまでに技術仕様の策定を行った ITS スポットサービスを活用した、EV 支援等の普及展開方策の検討を行っている。

本調査は、次世代自動車の普及を支援する道路交通システムのあり方に関する整理を行うとともに、次世代自動車の普及等を支援する ITS スポット対応カーナビの機能について、長崎 EV&ITS で導入される予定の ITS スポットサービスへのニーズ等を参考に検討した。

首都高速情報収集・提供システムの活用に関する検討調査

Research on the collecting probe data and information provision of the Metropolitan Expressway

（研究期間　平成 22 年度）

高度情報化研究センター　高度道路交通システム研究室

室　　長　金澤　文彦
主任研究官　鹿野島秀行
研　究　官　元水　昭太
部外研究員　森井　紀裕

［研究目的及び経緯］

安全で環境にやさしい物流の実現を目指し、ITS スポットを活用した物流支援サービスに関する研究を行っている。平成 21 年度に物流車両での活用が見込まれる GPS 機能を具備した発話型 ITS 車載器（以下、GPS 付き試作器）の開発を行い、本車載器の機能仕様（案）を作成したところである。

本研究では、GPS 付き試作器が具備しているプローブ情報収集機能について実道における検証走行により収集したデータをもとに、GPS 付き試作器の機能仕様（案）を満足するものであるか検証するとともにデータ精度を検証し、技術的・運用的視点から課題を整理し、マップマッチングを行う時の道路中心線からの閾値などについて検討を行った。

北東北圏域 危険事象検知システム開発検討調査

Research on hazard detection system based on CCTV image

高度情報化研究センター高度道路交通システム研究室

（研究期間　平成 22～24 年度）
室　　長　　金澤　文彦
研 究 官　　鈴木　彰一
研 究 官　　若月　健
部外研究員　　前田　武頼

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、落石･法面崩壊・越波・路面凍結等の監視を行うため、全国の約 9,000 箇所に CCTV を設置している。国土技術政策総合研究所では、これらの CCTV を効果的、効率的に活用するため、安全運転支援システムの研究開発において、CCTV 画像を用いた、停止車両や避走車両等を自動で検知する「危険事象データ収集装置」や、凍結や湿潤等を自動で検知する「路面状況データ収集装置」の開発、実用化を行ってきた。本研究は、社会資本整備に対する厳しい財政的制約下においても、監視業務の高度化・効率化を低コストで実現するため、特に危険事象等検知システムのコスト面の問題に着目し、システムの低コスト化を行うとともに、低コスト化したシステムの全国展開を図るための仕様化を行うものである。

今年度は、既設 CCTV を用いて危険事象検知や積雪寒冷地における視程情報・路面状況把握を効率的・効果的に行うためにシステムに求められる機能の要件検討を行った。また、その実用化に向け、既存 CCTV システムに導入されている撮像技術、伝送技術、画像処理技術、事象判定技術等において、解決が必要な課題の調査及び課題解決方法の検討を実施するとともに、低コスト化の一つの手法として考えられる CCTV 画像の集中処理システムについて課題の整理及び試設計を実施した。

ソーシャルキャピタルの特性に応じた地域防災力向上方策に関する研究

Study on schemes for improving local ability of disaster prevention based on characteristics of social capitals

（研究期間　平成 21～23 年度）

危機管理技術研究センター　砂災害研究官　西　真佐人
水害研究室　主任研究官　小林　肇
地震防災研究室　主任研究官　宮武　裕昭

［研究目的及び経緯］

自然災害による「犠牲者ゼロ」を目指して、国全体でハード・ソフトを含めた総合的な対策を実施していく必要がある。このため、本研究では、住民参加による施設や危険箇所の点検、住民参加型ハザードマップの作成、地域組織と連携した災害緊急対応等の国土交通省の役割に応じた活動を通じて、ソーシャルキャピタルの特性に応じた地域防災力向上方策を提案することで、災害に対する備え、防災情報の認知力、避難力の向上等による被害軽減に資することを目的とする。

平成２２年度は、国土交通省の事業に密接な関連を持つ地域防災力向上の取り組み事例を抽出し、ソーシャルキャピタルとの関係性を分析することで地域特性に応じた地域防災力向上方策の検討を行った。

全国における地域防災力向上の取り組み事例を抽出し、国土交通省出先機関と地域の関わりに着目してソーシャルキャピタルの影響についての検討を行った。

大規模災害時における被害情報把握技術の活用方策に関する研究

Research on the Technologies for Damage Identification in Large-scale Disaster

（研究期間　平成21～23年度）

危機管理技術研究センター　土砂災害研究官　西　真佐人
砂防研究室　主任研究官　水野　正樹
地震防災研究室　研究官　本多　弘明

［研究目的及び経緯］

災害時には被災状況を早急に把握して災害の全体像を明らかにすることが求められており、各管理施設の被害状況把握技術の開発が進められている。しかし、大規模災害の発生時には通信・交通の途絶、広大な対象地域など状況把握のうえで様々な悪条件が発生することが想定されている。

本研究では、大規模災害時において発生する制約条件下において、現行の被災状況把握技術が直面する課題について整理するとともに、その解決に活用可能な新技術開発の方向性について検討するものである。

平成 22 年度は、深層崩壊等により発生する天然ダムを空中から調査する各種計測手法を迅速性と確実性等から比較検討するとともに、計測条件の違いによる計測精度を検討し、具体的な調査手順等を明らかにした。

また、被害調査を効率化するため、高分解能衛星画像に土砂災害危険箇所や道路橋等を重ね合わせた衛星地形図を試作した。

大規模災害時における応急対策の効率化に関する研究

Research on Efficiency of Emergency Measure in Large-scale Disaster

（研究期間　平成 21～23 年度）

危機管理技術研究センター
土砂災害研究官　西　真佐人
地震災害研究官　運上　茂樹
建築災害対策研究官　港　以知郎
水害研究室　主任研究官　小林　肇
地震防災研究室　主任研究官　宮武　裕昭

［研究目的及び経緯］

大規模災害発生時には防災担当者は、時々刻々変化する状況のなかで膨大な災害対応業務をこなす必要があるため、災害時の適切な対応方法を平常時に準備することが重要である。本研究では、各研究室が蓄積した災害対応事例などを基礎資料として、大規模災害時において行政担当者が実施すべき行動に関する課題と改善方法について検討することにより、今後の災害対応を迅速に実施するための基礎資料とするものである。

平成22年度は、災害対応を概観するため、災害時に対する危機管理の現状と課題について検討するとともに、応急対策等の場面で個別の課題となる、震災後における建築物の応急危険度判定、水害時の水防活動、避難行動に有効な防災情報のあり方、TEC-FORCE受け入れに関する事前計画策定、の各テーマについて現状の課題把握と解決に向けての方向性についてまとめた。

がけ崩れ危険箇所の災害リスク評価手法に関する研究

Method for evaluating disaster risk at sites prone to slope failure

（研究期間　平成 20～22 年度）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
Erosion and Sediment Control Division
Research Center for Disaster Risk Management

室長　小山内　信智
Head　Nobutomo OSANAI
主任研究官　冨田　陽子
Senior Researcher　Yoko TOMITA
研究官　桂　真也
Researcher　Shin'ya KATSURA

Japan suffers slope failure disasters every year. Facilities for counter measures have been constructed only at 25% of all sites prone to slope failure. To promote the counter measures more efficiently, it is desirable that site decision will be based on the risk evaluation. This study developed the method for evaluating the disaster risk and discussed application of the method.

［研究目的及び経緯］

毎年がけ崩れにより甚大な人的・物的被害が出ている。急傾斜地崩壊危険箇所における対策施設の整備率は約 25%（平成 18 年度末）と非常に低い水準にとどまっている。効率的に対策を推進するためには、がけ崩れによる災害リスクを分析し、それに基づいて対策の内容や優先的・積極的に施設整備を行う箇所を決定するのが望ましいが、がけ崩れ災害リスクを定量的に評価する手法は確立されていない。

国総研砂防研究室では、がけ崩れ災害の位置、規模、基岩地質、誘因イベント、被害状況等に関する情報を昭和 47 年から収集しており（がけ崩れ DB）、平成 19 年までに約 19,000 件のデータが蓄積されている。本研究では、がけ崩れ DB を用いてリスク評価手法を開発した上で、その活用方法を検討した。

［研究内容］

（1）がけ崩れ災害リスク評価手法の開発

①全体構成

本研究では、リスクカーブ法を用いることとした。リスクカーブとは、横軸に予測される損失、縦軸にその損失が発生する年超過確率をとって、分析対象物のリスクを表現した曲線である。

本手法の全体構成を図 1 および図 2 に示す。リスクカーブはハザードカーブとロスカーブから作成される。ハザードカーブは現象の規模（本研究では崩壊土量を用いる）と年超過確率との関係を表した曲線であり、がけ崩れの発生規模と頻度を関係づける斜面崩壊発生頻度モデルから作成される。一方、ロスカーブは崩壊土量と予測損失額・被災者数との関係を表した曲線であり、がけ崩れによる家屋被害／人的被害／応急復旧費用を予測する損失予測モデルから作成される。

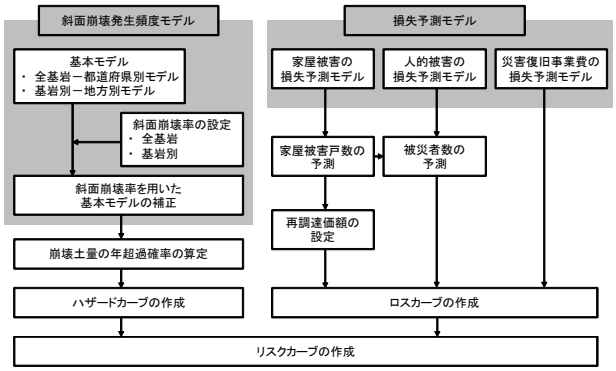


図 1　本手法の全体構成

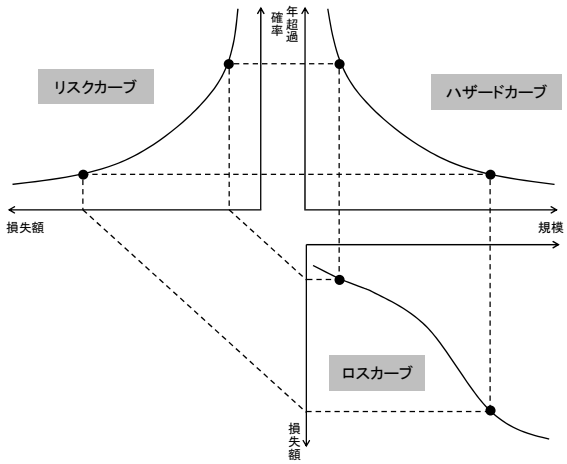


図 2　ハザード／ロス／リスクカーブの関係

②ハザードカーブ

斜面崩壊発生頻度モデルについては、発生の場を考慮できるよう、都道府県のみを考慮した全基岩－都道府県別モデルと、基岩(7 種類)と地域(8 地方)の両方を考慮した基岩別－地方別モデルの 2 種類を作成した。がけ崩れの発生しうる斜面の面積(素因の大きさ)の影響を取り除くため、発生頻度を面積比係数(＝単位面積(後述)／崩壊地面積)で補正した。その上で、がけ崩れ DB を用いて崩壊土量 V がある値 v を超えているがけ崩れの年平均発生回数 $n(v)$をプロットすると、vの小さな領域については $\log n(v) = a - bv$ (a:頻度係数、b:規模係数;ともに回帰分析により決定できる)の関係が認められた。このうち、aについては、斜面個々の崩れやすさを反映させるため、評価対象斜面の勾配から求まる斜面崩壊率(がけ崩れ DB から設定)を用いて補正することとした。以上から、V の確率密度関数を求めることができる。

ハザードカーブの作成にあたって、まず対象斜面をメッシュに分割する。このときの 1 メッシュの面積が、上述の面積比係数における単位面積となる。その上で、任意の発生確率に対する急傾斜地下端部への到達土量を集計し、ハザードカーブを作成する。

③ロスカーブ

家屋被害については、保全対象家屋に対する全壊／半壊／一部損壊それぞれの被災家屋の割合を家屋被災率と定義し、vとの関係をがけ崩れ DB から被害関数として設定した。予測された崩壊土量から家屋被災率を求め、既知である保全対象家屋数に乗じることでそれぞれの被害戸数を求める。損失額は、被害認定統一基準を参考に、(再調達価額＋解体費用)×損失率(全壊:100%、半壊:50%、一部損壊:20%)で求めることとした。

人的被害については、家屋被害によって生じるものと仮定し、被災家屋数(全壊／半壊／一部損壊の合計値)から死亡／負傷それぞれの被災者数を求める被害関数を、がけ崩れ DB を用いて設定した。損失額は、「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」等を参考に、死亡については精神的損害額、逸失利益、医療費の和(＝284.5 百万円／人)、負傷については医療費(555 千円／人)とした。

応急復旧費用については、崩壊土砂の撤去に係る費用とし、vとの関係を被害関数として設定した。

④リスクカーブ

ハザードカーブとロスカーブからリスクカーブが作成される(図 1、2)。リスクカーブから、任意の年超過確率に対する損失の大きさや、最悪ケースにおける損失の大きさが読み取れる。また、リスクカーブと縦軸・横軸で囲まれた部分の面積が年間期待値損失(年間平均損失)である。

（２）評価手法の活用方法の検討

①防災性能判定

ある地域に危険個所が複数存在する場合、たとえば各地区の期待値損失額と人的被害期待値を求めることにより、各地区の経済性と安全性を評価できる。

②防災対策の優先度評価

経済性・安全性それぞれの観点から、防災対策の重要度をマトリックスとして定め、それぞれの地区をあてはめることにより、防災対策の優先順位を決定することが考えられる。

③防災事業の整備率評価

より大きなリスクが内在する斜面から計画的にリスクを低減することで、より効果的な防災事業の実現が期待できる。防災事業によるリスクの低減量をもとに整備率を評価すれば（図 3)、その根拠を明確に説明できるとともに、地域のリスクの「見える化」も図ることができる。

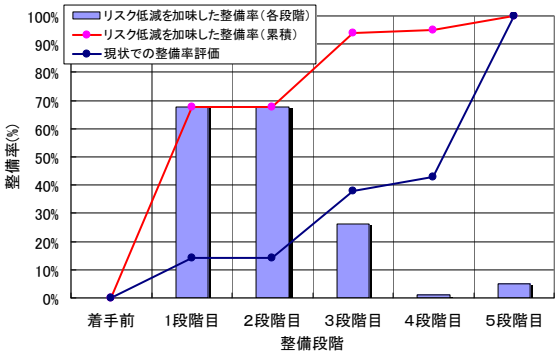


図 3 段階的な整備率の変化

④防災事業の費用便益分析

防災事業による便益は、期待値損失額の軽減分と考えることができる。「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」に基づき、純現在価値（NPV)、費用便益比（B/C)、経済的内部収益率（EIRR）を求めることができる。

［研究成果］

がけ崩れ災害リスクを定量的に評価する手法を開発できた。また、開発した手法を用いて、がけ崩れ対策施設の整備をより効率的に行う方法についても提案することができた。

［成果の発表］

平成 21 年度砂防学会研究発表会、平成 22 年度砂防学会研究発表会、第 63 回全国地すべりがけ崩れ対策協議会研究発表大会において発表した。

［成果の活用］

急傾斜地崩壊対策の手法選定方法の提案、急傾斜地崩壊防止工事技術指針策定への反映、急傾斜地崩壊対策事業の評価手法の提案のための基礎資料として活用予定。

温暖化による積雪変化と雪崩リスク分析手法に関する研究

Research regarding the change of the snowfall,the snow and avalanche disaster depends on the climatic variation

（研究期間　平成 21~22 年度）

危機管理技術研究センター
Research Center for Disaster Risk Management
砂防研究室
SABO(Erosion and Sediment Control) Division

室長　小山内　信智
Head　Nobutomo OSANAI
主任研究官　冨田　陽子
Senior Researcher　Yoko TOMITA
研究官　桂　真也
Researcher　Sinya KATSURA

We did data analysis in order to examine the influence which climatic variation causes to the occurrence of avalanche, concerning the relationship between air temperature, the snowfall, snow circumstance and occurrence form of avalanche. When we see at common year ratio, we can see correlation in air temperature and snow depth when air temperature is low,snow depth becomes large. When snow depth becomes large, number of cases of the avalanche which occurs in year becomes many. But,as for clear relationship it is not seen air temperature and heavy snowfall year.

［研究目的］

気温の上昇が雪崩の発生形態等の変化に及ぼす影響を検討するために、過去 100 年間程度の気温、雪崩に関するデータを収集し、この間の変動傾向を分析し、それを基に、将来的に気温が上昇する場合の変動傾向について解析した。

［研究内容］

（１）気象、降雪・積雪の経年変化の分析
（２）雪崩の発生形態等の経年変化の分析

［研究成果］

（１）気象、降雪・積雪の経年変化の分析

1)最大積雪深の経年変化

気象庁 AMEDAS 観測点及び高標高域におけるデータとしてスキー場が観測している積雪深データについて過去 100 年間程度の経年変化では、1910-2010 年の長期トレンドでは積雪深が減少する地域が卓越するが、1990-2010 年の最近 20 年程度ではその減少傾向は鈍化しているようにみえる。また、気温の下降・上昇に連動して積雪深が増減する傾向にあることがみられた（図-1）。

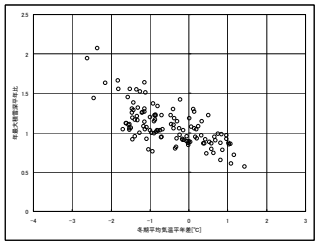


図-1　気温と積雪深の変化

2)少雪化傾向の中で発生する豪雪

収集したデータからは、低温年には積雪深も大きく雪崩災害が多いことが把握できた。また、雪崩災害の多く発生した年には積雪深の突出値を記録している観測点が多かった。図-2 の散布図からは積雪深偏差が大きい年には突出値記録観測点の数の比率が増加する傾向がみられるが、このことは積雪深が少ない年には突出値を記録する観測点が少なくなることを意味する。積雪深は気温に連動して増減する傾向にあるので、気候変動による気温上昇においては、積雪深は徐々に減少していくことになり、突出値の出現回数は減少していくことが推定でき、このことは降雪・積雪の量の変動幅が小さくなることを意味すると考えられる。

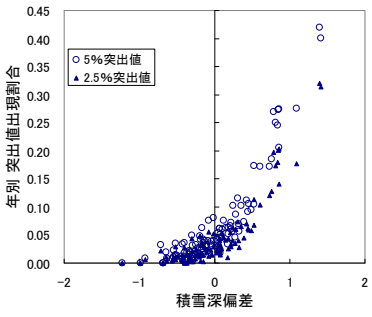


図-2　積雪深偏差と年別突出値出現割合の関係

（２）雪崩の発生形態等の経年変化の分析

1)雪崩の発生位置（標高）の変化

雪崩の発生位置（標高）がほぼ判明している雪崩事例（70 事例）について、雪崩の発生地点の標高を冬期気温平年差別に整理した（図-3)。冬期平均気温平年差がプラスとなるほど標高のより高いところで雪崩が発生しやすくなると想定していたが、ここでは気温と雪崩が発生した標高との間に明瞭な関係はみられなかった。

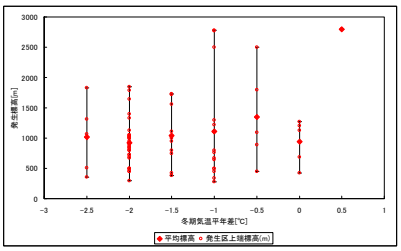


図-3　冬期平均気温平年差別にみた雪崩の発生地点（標高）の分布

2)月別の雪崩発生数

収集した雪崩事例（総数 3,147 事例）を、その雪崩が発生した月別に整理した（図-4)。雪崩の発生は 2 月が最多で、1 月、3 月と次ぐ。これを冬期平均気温平年差別に整理すると（図-5)、気温が低いほど 3 月、4 月の雪崩発生が多くなる傾向にあり、気温が高くなると 11 月、12 月の雪崩発生が多くなる傾向がみえる。

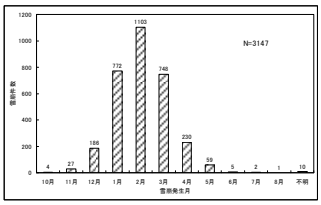


図-4　雪崩の発生月

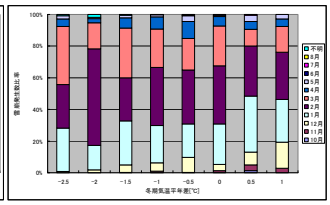


図-5　冬期平均気温平年差別にみた雪崩の発生月

3)降雨によるスラッシュ雪崩の発生の変化

冬期の積雪斜面に降雨があるとスラッシュ雪崩が発生する可能性が考えられる。スラッシュ雪崩の発生件数と積雪深平年比､冬期平均気温平年比の経年推移と、冬期雨日数平年推移を比較した。スラッシュ雪崩は 1984 年度に最も多く、次いで 1983 年度である。冬期の雨日数は、集計対象年では 1984 年度は平年より 3 日多いが、1983 年度は平年より 10 日少ない。ここでは、スラッシュ雪崩と冬期の雨日数との対応はみられなかった。また、積雪深や気温と比較しても特徴はみられなかった。

4)気温の上昇による雪崩の発生

収集した実績ﾃﾞｰﾀによれば、冬期平均気温偏差が +1.5℃以上では雪崩災害発生の事例はなく、積雪深は平年比 0.8～0.6 以下になる地域が多くなる。気温の上昇により長期的には現在に比べて積雪深は相当量減少することが予想される。図-6 は温室効果ガス排出シナリオA1B とB1 に基づく地球温暖化予想と連動した雪崩発生域の変化の様子を検討したものである。

+1.0℃では山陰では雪崩発生分布域がほぼ消滅する。北陸、東北の沿岸沿いの低地での分布域は全体に脊梁山脈側に移動し、面積は減少する。北海道では大きな変化はない。+2.0℃における雪崩発生分布域は､北陸、東北の一部の山岳地と道南を除く北海道に、+3.0℃では北陸、東北の雪崩発生分布域はさらに減少するが、北海道においては分布域の減少はほとんど起きない。

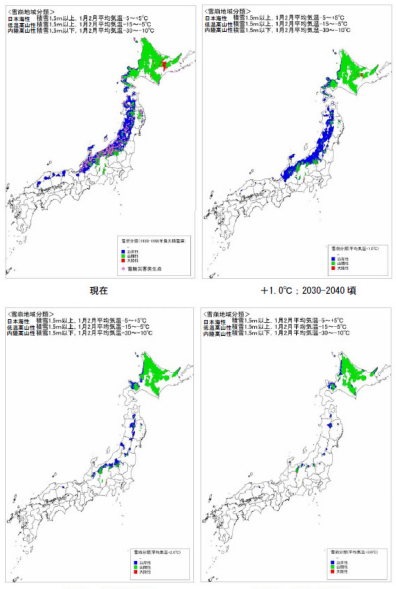


図-6　気温上昇に伴う雪崩発生域の分布の変化

［まとめ］

これまでにも、全国の積雪深データによる変動傾向の分析、統計モデルや物理的なモデルを用いた積雪量の将来予測が行われてきているが、高標高域の実測データが不足していたり、限られた条件での解析であることなどから、長期における全体的な傾向の把握とは必ずしもなっていない面もあった。本研究では、収集が可能な限り過去 100 年程度の気象、雪崩に関するデータを収集し、この間の変動傾向を分析することで全体的な変動傾向の把握を試みた。

降雪量は、季節風や海流、寒気の吹き出しの状況など、気温以外の影響も受けるので、本研究成果でみられた積雪深の変化等が気候変動によるものかどうかを今後の調査観測により明らかにしていく必要があろう。

［成果の発表］：　砂防学会等

［成果の活用］:気候変動が及ぼす土砂災害への影響及び対応策について検討するための基礎資料

東南アジアにおける大規模山体崩壊後の河川地形の経年変化に関する研究

Study on the erosion processes of the collapsed mass of the gigantic landslide in South-east Asia

（研究期間　平成 20～22 年度）

危機管理技術研究センター砂防研究室
Research Center
For Disaster Risk Management
Erosion and Sediment Control Division

室長　小山内信智
Head　Nobutomo OSANAI
主任研究官　水野　正樹
Senior Researcher　Mizuno MASAKI
研究官　林　真一郎
Researcher　Shin-ichiro HAYASHI

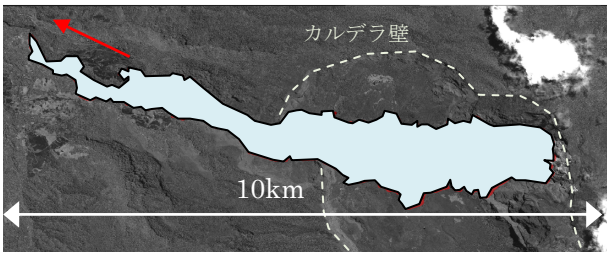
It is very important to forecast the amount of the sediment discharge and erosion processes after large-scale sediment production for appropriate erosion and sediment control planning. In this study, time variation of the erosion of the collapsed mass is examined by the analysis of multi-temporal DEMs acquired by stereo-pairs of SPOT5 and Quick Bird image on Mt.Bawakaraeng, South Sulawesi, Indonesia.

［研究の目的及び経緯］

大規模土砂生産後の土砂流出量及び流出過程の経年変化を予測することは、下流への土砂流出を安全な量まで低減させるための砂防計画を立案するために非常に重要である。それにも関わらず大規模土砂生産後の土砂流出量と流出過程の経年変化を予測する手法が確立されていない。これを検討するためにはより多くの事例の収集が必要であるが、大規模山体崩壊の発生する頻度が低いことより、十分なデータの蓄積が進んでいない。本研究は、2004 年 3 月にカルデラ壁の大崩壊が発生したインドネシア、スラウェシ島のバワカラエン山（図－1）を対象に、崩壊土砂から土砂流出量と流出過程の経年変化の把握を行ったものである。



図－1　バワカラエン山の位置（スラウェシ島）



図－2　DEM 差分解析範囲
(中央塗りつぶし部)

［研究の内容］

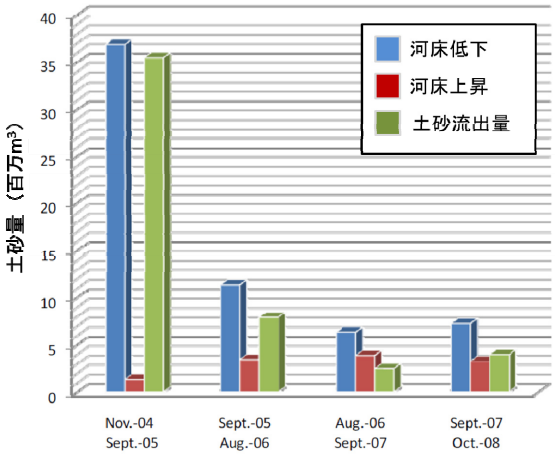
インドネシア、スラウェシ島のバワカラエン山で 2004 年 3 月にカルデラ壁の大崩壊（推定崩壊土砂量：約 2 億 m^3）が発生し、その後の土砂流出により、下流にあるマカッサル市の主要な水源であるビリビリダムの貯水池容量の減少、濁水による水質汚濁等の問題が発生している。本研究では、大規模崩壊からの土砂流出の事例として、衛星 SPOT5 及び衛星 Quick Bird の画像から作成された複数時期の DEM 差分解析により、バワカラエン山の土砂移動、土砂の流出過程の経年変化の計測を行った（図－2）。また、グランドトゥルースのための現地調査を毎年 1 回実施した。

［研究の成果］

1)　衛星 SPOT5 による経年変化の計測

SPOT5 の大崩壊発生後の 2004 年～2008 年の毎年の画像から DEM（5m メッシュ）を作成し、1 年毎の土砂流出量について、DEM の差分解析から算出した（図－3)。

図－3 から、崩壊直後の 2004 年～2005 年にかけての期間は土砂流出量が 3600 万 m^3 と大きな量を示しており、2005 年～2006 年は 800 万 m^3、その後、時間の経過に伴って、1 年間に 300 万 m^3 程度の土砂流出量と土砂移動の規模が小さくなっていることが示された。また、画像の差分解析の結果の平面出力図から、2004 年から 2005 年の間は、部分的に深さ約 70m のガリ侵食が大規模に起こっていることが分かった。その後、形成されたガリには側岸侵食により発生した堆積土砂によって埋められている傾向があり、これは、現地調査によっても確認されている。



図－3　SPOT5 による土砂流出量の算出

2)　衛星 Quick Bird による経年変化の計測

1)で示したように、崩壊からの時間の経過とともに土砂移動現象の規模が小さくなり、SPOT の画像から作成した DEM の分解能では、土砂移動現象の把握が難しくなって来たことから、高分解能衛星 Quick Bird の画像から DEM（2m メッシュ）を作成し、土砂移動の傾向を把握することを試みた。

まず、試みに撮影状況が良好であった 2006 年と 2009 年の画像を用いて作成した DEM により、差分解析を行った。その結果、3 年間累計の侵食量 1600 万 m^3、堆積量 600 万 m^3、土砂流出量 1000 万 m^3 と推定され、この数値から推測される 1 年間の土砂移動現象は SPOT から作成した DEM による解析結果と同様の傾向を示していると言える。

2008 年以降の土砂移動の状況を把握するために、2008 年の SPOT の画像から作成した DEM と 2009 年の Quick bird の画像から作成した DEM による差分解析を行った。また、2009 年～2010 年については、ともに Quick Bird の画像から作成した DEM を用いて解析を行った結果、2008～2009 年、2009～2010 年の両方において、300 万 m^3 弱程度の土砂流出量であるという結果が得られ、大崩壊発生後の 2006 年以降は、300 万 m^3 程度の土砂流出量で推移していることが推測された。

［成果の発表と活用］

1.　成果の発表

清水孝一、小山内信智、山越隆雄、笹原克夫、筒井健：衛星観測高精度 DEM によるインドネシア国バワカラエン山の大規模崩壊後の土砂流出の経年変化把握、日本地すべり学会誌、Vol.45、No.2、pp.95-105、2008

Sasahara, K., Shimizu, Y., Osanai, N., Yamakoshi, T., Tamura, K., Doshida S., Tsutui, K., “Time variation of sediment runoff from collapsed mass caused by large-scale landslide at Mt.Bawakaraeng, South Sulawesi, Indonesia”, International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and the Countermeasures, pp.45-54, 2010

水野正樹、林真一郎、清水孝一、小山内信智：衛星リモートセンシング技術の土砂災害への応用、土木技術資料、53-1、pp.16-19、2011

2.　成果の活用

本研究で得られた成果により、衛星リモートセンシングにより、大規模土砂生産後の土砂流出量及び流出過程の経年変化を把握できる可能性が示された。また、本研究で開発された衛星からの DEM の作成技術は、地形変化の把握による長期的な流域監視、及び、火山噴火時の地形変化把握等の大規模土砂災害に対する危機管理に資するものであると言える。

土砂災害に対するリスクコミュニケーションによる避難行動促進に関する研究

Study for promotion of the resident's precaution evacuation activity by risk communication for sediment-related disaster

（研究期間　平成 21 年度～）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　正樹
研　究　官　　林　真一郎

［研究目的及び経緯］

土砂災害対策としてハード対策と併せて、避難行動を促進するために土砂災害警戒情報の提供、土砂災害防止法による警戒区域の設定等のソフト対策が行われている。しかしながら、その効果について定量的に計測した事例は少なく、また、ソフト施策の改善に資する知見が乏しい状況にある。本研究では、ソフト施策の効果の定量的把握およびリスクコミュニケーションによるソフト施策の改善手法の検討を実施するものである。具体的な検討内容として、土砂災害対策におけるソフト施策の効果の定量的把握を行うためのアンケート調査等の手法の開発、開発した手法によるソフト施策の効果の定量的把握を実施する。また、得られた結果から、ソフト施策の周知、防災教育等のリスクコミュニケーションによるソフト施策の改善手法の検討を実施する。

平成 22 年度は、①鹿児島県さつま町におけるリスクコミュニケーションの土砂災害発生後の効果測定、②小学校での防災教育の授業を通じたクロスロードの実施、授業の効果測定を実施した。

流砂量観測データに基づく河床変動への影響評価手法の高度化に関する検討

Advancement of method for evaluating impacts on river-bed evolution on the basis of sediment discharge monitoring data

（研究期間　平成 22～24 年度）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　秀明
研　究　管　　鈴木　拓郎

［研究目的及び経緯］

山地河川を流れる流砂を定量的に把握することを目的として、全国的に流砂量観測が実施されている。国土技術政策総合研究所では、全国の流砂観測手法の統一化、技術指導等のマネジメントや観測データの圧縮・解析手法の高度化を行うとともに、流砂観測データベースシステムを開発して全国流砂観測データを保存・管理することとしている。本検討では、流砂観測や観測データの取得・解析をより効率的に実施することを目的として既存のデータベースシステムを改良するとともに、観測データに基づいて山地河川の河床変動の影響を評価する手法の高度化について検討する。

平成 22 年度は、データを低容量化するために開発したデータ圧縮解析手法を現地観測に導入する手法を検討し、現地観測システムを開発した。また、低容量化したデータをオンラインで効率的に移動するためのシステムの概略を検討し、システムに必要な機能等を整理し、消費電力と供給電力の関係から観測頻度の限界や、必要設備・費用を試算した。

今後は、改良システムの導入を進めるとともに、流砂観測データを活用した河床変動影響評価手法を検討する予定である。

砂防事業の事業評価マニュアルの高度化に関する検討

Study on Application Method of Cost-Benefit Analysis for Sediment-related Disaster Prevention Works

（研究期間　平成 22 年度～）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　秀明
研　究　官　　林　真一郎

［研究目的及び経緯］

本研究は、土砂災害対策に関する「事業評価マニュアル」を策定することを目標として、土砂災害対策による土砂災害リスクの低減効果を評価する手順の開発を目的としたものである。河川砂防技術基準計画編（平成 16 年）に記載されているように、砂防基本計画は水系砂防、土石流対策、流木対策、火山砂防、天然ダム等異常土砂災害対策からなる。これらの砂防事業のうち土石流対策については、「土石流対策事業の費用便益分析マニュアル（案）」（平成 12 年 2 月、建設省河川局砂防部、以後「既存マニュアル」と記す）が発行されているが、その他の対策については発行されていない。また、国土交通省は砂防事業を始めとする公共事業に関する費用便益分析の考え方等を取りまとめた「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」（以下、「技術指針」と記す）を平成 16 年 2 月に初めて発行し、その後平成 20 年 6 月、平成 21 年 6 月に改訂した。前述の砂防事業に関する評価マニュアルはこの技術指針の発行前に策定されたことから、技術指針に示された考え方を全て含んだものとはなっていない。

このような背景から、技術指針に示された方法を取り込んだ上で、水系砂防・土石流対策・流木対策を網羅した費用便益分析に関するマニュアルの策定が近年求められている。

平成 22 年度は、砂防基本計画（土石流・流木対策編）および砂防基本計画（水系砂防）に基づいて設置された砂防設備の効果を共に取り扱うことができるよう、土石流区間から掃流区間を統一して計算できるプログラムを開発した。また、警戒避難といったソフト対策による効果を評価する手法を検討した。

リモートセンシングによる砂防流域モニタリング手法の開発に関する調査

Study on the monitor technique for mountainous area by the satellite remote sensing

（研究期間　平成 19 年度～）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　正樹
研　究　官　　林　真一郎

［研究目的及び経緯］

土砂災害対策における衛星リモートセンシング技術利用の目的として、①長期的な流域監視と②大規模土砂災害等の土砂災害発生時の迅速な被災状況の把握の２つが挙げられる。

砂防研究室では、上記２つの目的のため、ALOS（だいち）の光学センサー画像とPALSARデータについて衛星リモートセンシング技術を用いた崩壊地抽出技術について検討を実施している。

平成22年度、ALOS（だいち）の光学センサー画像（NDVI値とGSI値を用いる手法）とPALSARデータ（相関係数差分解析、NDPI解析等）のそれぞれについて、長期的な流域監視と大規模土砂災害等の土砂災害発生時の迅速な被災状況の把握を岩手宮城内陸地震の被災地、平成21年7月に土石流災害が発生した山口県防府市を対象に試験的に実施し、精度検証を実施した。また、技術的課題、運用面の問題点を整理し、解決策についても検討を実施した。

総合的な土砂管理を踏まえた砂防設備の計画・配置手法に関する調査

Study on Method For Establishing Master Plan of Sabo Facilities In Viewpoint Of Comprehensive Sediment Transportation Management

（研究期間　平成 21～23 年度）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　秀明
研　究　官　　鈴木　拓郎

［研究目的及び経緯］

流砂系において顕在化している、土砂移動に関わる問題を解消するために、山地流域は土砂の供給源としての役割が期待されている。そこで、本研究では、土砂災害を防ぎつつ、かつ、効率的に土砂を下流へ供給するための砂防設備の計画・配置・設計手法を検討する。さらに、砂防設備の建設といった人為的インパクトが魚等の生物生態系になるべく影響（レスポンス）を及ぼさないという観点を取り入れるために、インパクト-レスポンスの推定手法を検討する。

平成 22 年度は全国の 12 流砂系を対象として、記録の存在する期間を対象に物理環境の変化、生物生態系の変化を取りまとめた全国流砂系マップを作成すると共に、それらの流砂系において現時点で想定されるインパクトーレスポンス関係を整理した。

長大斜面で発生する崩壊と対策施設の要求性能に関する調査

Investigation on slope failures at long slope and required performance of facilities for preventing such disasters

（研究期間　平成 21～22 年度）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　冨田　陽子
研　究　官　　桂　　真也

［研究目的及び経緯］

近年、斜面高さが概ね 30m を超える長大斜面で崩壊土砂が流動化する現象が見られる。このような現象の発生機構等は十分に解明されていない。災害の予防や災害からの復旧・復興にあたっては、表層崩壊対策のための急傾斜地崩壊対策事業が行なわれているが、そのような現在施工されている施設では崩壊土砂の流動化に十分対応できない場合も考えられる。長大斜面における崩壊土砂の流動化メカニズムを解明し、発生しやすい場所の抽出方法や、対応可能な災害防止施設の調査・計画・設計のあり方を確立することが求められている。

そこで本研究では、長大斜面において崩壊が発生した事例を 18 事例収集した上で、地形（斜面の高さ・形状・勾配等）・地質条件、崩壊状況（崩壊高さ・幅、崩土の状況等）、降雨状況等を整理し、崩壊土砂が流動化する場合の条件について検討した。さらに、崩壊土砂の運動に関する既往文献の収集・整理・分析および既往の崩壊事例の収集・整理・統計解析を行い、崩壊土砂が流動化しやすい斜面を抽出する手法について検討した。

土砂災害データベース構築検討調査

Study regarding construction of the database system for records of sediment-related disasters

（研究期間　平成 21 年度～）

危機管理技術研究センター　砂防研究室
室　　長　　小山内信智
主任研究官　　水野　正樹
研　究　官　　林　真一郎

［研究目的及び経緯］

砂防研究室では、砂防行政に係る法令・技術基準の技術的根拠の作成、政策の企画・立案の基礎資料の作成および危機管理等を支援するため、砂防関係情報データベースの構築を進めている。

本研究では、①土石流・地すべり・がけ崩れが発生した際に、都道府県から報告される「土砂災害発生報告」、災害関連緊急事業実施の際に行われる調査の結果を報告する「土砂災害実態報告」のデータベースの構築、②全国で撮影された砂防ＬＰ計測データ管理システムの構築、③前年度に発生した主要な災害の分析による砂防関係情報データベースとして整備すべき情報の整理及び様式の検討の実施等を行うものである。

平成 22 年度は、砂防ＬＰ計測データ管理システムの構築及び前年度に発生した主要な災害の分析による砂防関係情報データベースとして整備すべき情報の整理を実施した。

洪水予報の高度化に係わる検討

Study on improvement of flood forecast

（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室
室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一

［研究目的及び経緯］

流域における安全・安心な社会の構築を達成するためにハード対策のみならず、リスク回避のためのソフト対策の高度化を図るべく、水害に対する住民の適切な避難行動の支援情報であるハザードマップ等の浸水予測情報の精度向上に寄与するものとして、詳細な地形を反映させた新たな氾濫解析プログラムを構築し、実用化にむけて研究を行っている。

本研究課題では、新たに構築した氾濫解析プログラムにて氾濫計算のケーススタディを実施し、プログラムの計算精度等の確認・改良を行った。また、同時に構築した観測データとシミュレーションの同化を行うアジョイント法による氾濫逆計算プログラムについて、ケースステディ等を通した検証と改良を行った。

治水事業の体系的な実施システムの把握に関する調査検討業務

Study on the comprehensive flood prevention policies.

（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室
室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一

［研究目的及び経緯］

水害に対して脆弱な国土を有する我が国では、気候変動の要因と考えられている温室効果ガス削減の緩和策に加えて、気候変動に対処するための適応策が極めて重要である。堤防決壊が生じるような大規模水害が発生した際にも被害の波及を最小限に留めるために、予めその被害をイメージし、排除すべきリスクの正確な把握および評価と、リスクの最小化対策を具体的に検討しておく必要があり、将来の気候変動に適応した安全・安心な社会を構築するために、排除すべき水災害リスクの正確な把握および評価と、水災害リスクの最小化を目指した水災害リスクマネジメントの構築および、その体系化による治水事業の位置づけの明確化が必要である。

本調査では、都市域において近年発生した大規模水害や自然災害のリスクマネジメントに関する先進事例等から、現在の社会において顕在化・潜在化している様々な分野における水災害リスクを抽出するとともに、我が国の国土・社会条件への適用性の視点から水災害リスクを構成する各々の項目やその評価手法について提案した。

大規模水害時の氾濫域における氾濫流・排水対策に関する研究

Study on crisis management against large scale flood inundation.

（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室

室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一

［研究目的及び経緯］

水害に対して脆弱な国土を有する我が国では、気候変動の要因と考えられている温室効果ガス削減の緩和策に加えて、気候変動に対処するための適応策が極めて重要である。堤防決壊が生じるような大規模水害が発生した際にも被害の波及を最小限に留めるために、予めその被害をイメージし、排除すべきリスクの正確な把握および評価と、リスクの最小化対策を具体的に検討しておく必要があり、将来の気候変動に適応した安全・安心な社会を構築するために、排除すべき水災害リスクの正確な把握および評価と、水災害リスクの最小化を目指した水災害リスクマネジメントの構築および、その体系化による治水事業の位置づけの明確化が必要である。

本調査では､治水事業及びソフト対策から構成されるいくつかの施策群を提案した上で､「治水事業の体系的な実施システムの把握に関する調査検討業務」で提案されたリスク評価手法を用いて、実流域におけるリスク評価を行い、その結果を比較することにより、施策群の効果の評価や手法の適合性について検討した。

（「治水事業の体系的な実施システムの把握に関する調査検討業務」と併せて実施）

豪雨時における都市域の浸水危険度評価手法に関する研究

Study on flood risk evaluation in urban areas

（研究期間　平成 20～22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室

主任研究官　　水草　浩一
研　究　官　　平塚　真理子

［研究目的及び経緯］

近年、集中豪雨の発生件数は増加傾向にあり、全国各地で浸水被害が発生している。特に都市部の河川流域では、都市化の進展に伴い、宅地開発や道路面積等の増大によって地表面がコンクリートやアスファルトで被覆され、雨水が地下に浸透しにくい構造となっており、大量の雨水がごく短時間に河川や雨水管に流入するため、雨水排水能力が追いつかず、雨水が地表面に溢れてしまうという都市型水害が、毎年のように発生している。こうした都市域の内水被害の危険性をあらかじめ把握しておくことが必要である。

本研究課題では、平成２２年７月前線性降雨によって起こった河川氾濫に起因する浸水被害を受けた岐阜県可児市にて都市型水害の特徴を考慮した現地調査を行い、浸水エリアや氾濫流の流向等の確認し、浸水の特徴についてとりまとめを行った。また、氾濫計算等流域の基礎情報として活用されるＬＰデータについて共有利活用が可能となるシステムの整備を目的とした検討を行った。

水災害監視・予測、既存洪水予測モデルの精度向上に向けたとりまとめ及び全体検討

Study on observation and forecast system for water disasters reduction

（研究期間　平成 20～23 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室

室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一
研 究 官　平塚　真理子

［研究目的及び経緯］

近年発生している観測史上の記録を上回る大雨や局地的な集中豪雨による浸水被害の危険性の把握と防災情報提供等について迅速な対応を可能にするために、水災害監視・予測システムの構築を目指している。そのために、新技術や既存技術を活用した水災害監視の技術構築を目標とした研究及び既存洪水予測精度の向上に関する研究を行っている。

平成２２年度は、水位観測機器及び伝送装置の未整備地域における安価で安定した水位情報の取得するために、観測機器の調査を行い、現地での実証実験を行い、安価で安定した水位情報の取得に適した観測機器についてとりまとめを行った。また、現地での観測データを用いた洪水予測精度向上のためのモデル改良を行った。これらの成果より水災害監視・予測を行うための骨子をとりまとめた。

水災害被害軽減のための先端技術活用手法に関する調査検討業務

Study on practical use of high-technique　for water disaster damage reduction

（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室

室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一

［研究目的及び経緯］

近年発生している観測史上の記録を上回る大雨や局地的な集中豪雨による浸水被害の危険性の把握と防災情報提供等について迅速な対応を可能にするために、水災害監視手法の高度化を目標とした検討を行っている。特に浸水により交通機能が麻痺した場合は、災害発生直後の浸水状況の把握が困難となり、適切な初期対応に遅れを生ずる原因となるため、最先端技術の活用によって浸水状況の把握が困難な状況下においてもリアルタイムでそれができるシステムを構築することが有用である。

本研究課題では、オーストラリア水害等の大規模な水災害事例から情報収集・情報共有に関する課題を明らかにし、浸水状況の把握手法として画像情報を用いることの有効性を検討し、既存カメラの機能や設置状況の調査を行い情報提供ルーツとしての可能性や活用性について検討を行った。

大規模水害に関する効率的な避難のあり方の検討業務

Study on efficient way of evacuation and sheltering against large-scale flood disaster

（研究期間　平成 20～23 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室

室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　水草　浩一
研 究 官　平塚　真理子

［研究目的及び経緯］

流域全体でより安全･安心な社会を構築するため､適確な水理情報の把握による洪水予測の高精度化を目指し、高密度な広域的水監視システムの構築を目指している。この際、下流域の安全のためにも上流域で生じている水文現象の情報をリアルタイムで把握することが重要となるが、一般的に上流域での観測網は不十分であることが多いため、そのような地域での情報収集方策に関する研究を実施している。

平成 22 年度は、水監視に資する十分な水文情報を得るため、従来の通信機器のみならず、民間サービスにて提供されている通信技術等、水文データを確実に収集するために安定したデータ送受信技術の最新動向やその実用性を調査し、使用可能な地域やコストについてとりまとめた。

気候変動への適応策としての氾濫を考慮した治水施策手法に関する研究

Study on flood control methods with considering an overflowed situation as an adaptation for the climate change

（研究期間　平成 23～24 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室
河川研究部　河川研究室

室　　長　伊藤　弘之
主任研究官　飯野　光則
研 究 官　小野田惠一

［研究目的及び経緯］

将来の気候変動に伴って洪水等の災害リスクが大きくなることが予想されているが､外力増加に河道改修や洪水調節施設の整備等で対処するには、完成まで相当の長期間を要することから、治水施策の重層化の必要性が指摘されている。そのために、流域での氾濫が生じてしまった場合の遊水機能について、その定量的な把握を行うとともに、遊水機能の活用にあたって、評価結果を共有し、地域の合意を得た上で、施策展開するための手法に関する研究を行っている。

平成２２年度は、水防災対策事業が実施されている流域を対象に、湛水許容条件等を設定した場合の氾濫計算・河川流量計算を通じて、流域でのリスク試算を行い、上下流の被害リスクを１つの指標として、流域での遊水機能を保持した治水方式の被害軽減効果の定量的な把握・評価を行った。

治水事業の経済評価に関する調査

Study on economic estimation of flood damages.

（研究期間　平成 21～22 年度）

危機管理技術研究センター　水害研究室
室　　長　　伊藤　弘之
主任研究官　　小林　肇

［研究目的及び経緯］

治水経済調査は、堤防やダム等の治水施設の整備によってもたらされる経済的便益や費用対効果を計測することを目的として、「治水経済調査マニュアル（案）」に示される手法を用いて実施されている。しかし、現行の治水経済調査マニュアルにおける一般資産被害額の算定は、土木研究所資料「水害被害の実態調査に基づく一般資産の被害率の推定」（平成 7 年 3 月）の浸水深別被害率・単価に基づいており、その後の社会情勢・生活様式の変化が反映されておらず、抜本的な調査が必要である。

本調査では、現行治水経済調査マニュアルの改訂に向けた基礎資料とするべく、既定の被害率について平成 7 年度以降の生活様式等の変化に伴う見直しを行うため、家屋および、事業所・農漁家の機材の損耗率について、業界団体・メーカー等にヒアリング調査およびアンケート調査を行って更新を図り、新たな被害率を試算した。また、現在算定方法が確立されていない地下空間の被害率について、被害率推定の考え方と具体的な算定手法の検討を行い、被害率を試算した。さらに、実際の水害で浸水深別被害率を調査する水害被害実態調査について、調査の精度と回収率の向上方策の検討を行った。

地震観測情報を活用した地震比較手法に関する調査

Methods for evaluating resemblance of earthquakes using observed seismograms

（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長　高宮　進
Head　Susumu TAKAMIYA
主任研究官　長屋　和宏
Senior Researcher　Kazuhiro NAGAYA
主任研究官　片岡　正次郎
Senior Researcher　Shojiro KATAOKA

MLIT conducts inspection of facilities under its administration after a major earthquake. The inspection often takes several hours and thus the Headquarters for Disaster Control has little information for crisis management at its initiation. In this study, methods for evaluating resemblance of earthquakes using strong motion records are developed so as to enhance decision making by administrators.

［研究目的及び経緯］

国土交通省は大規模地震の発生直後から所管施設の点検を実施しているが、被災状況の把握に数時間以上要することも少なくない。甚大な被害が想定される首都直下地震や東海･東南海･南海地震ではさらに長時間を要する可能性があるが、その間、災害対策本部では被害が把握できず、危機管理に致命的なミスや遅れが生じるおそれがある。本調査は、地震発生直後の情報の少ない段階において施設管理者の意志決定をサポートすることを目的に、強震記録から被災状況を推計する手法と推計情報の提供に関する検討を行うものである。

本調査では、国土交通省の強震観測記録に加え、他機関による強震観測の記録を利用し、発生地震の地震動分布を作成するとともに既往地震との比較により近似性の高い地震の抽出を行う方法の検討を行った。

［研究内容］

1．推計地震動分布の演算手法および地震近似性の評価手法の検討

地震発生後に地震動の面的な広がりを示す推計地震動分布の演算手法および表示形態の検討を行った。さらに、発生地震に対する危機管理対応の参考となる既往地震を抽出することを目的に、異なる地震の推計地震動分布の近似性を評価する手法の検討を行った。異なる地震の近似性の評価にあたっては可能な限り定量的な判断が行えるようにすることを念頭におき、地震動指標の面積などにより評価するとともに施設被害との関係にも着目した。

2．地震観測情報による地震比較システムの構築

1．で検討を行った推計地震動分布を演算および表示する仕組みについて、国土技術政策総合研究所において運用できるシステムとして構築を行った。

構築したシステムでは、国土交通省地震計ネットワークによる観測記録に加え、防災科学技術研究所(K-NET)で得られた観測記録を用いるものとし、地震発生後に K-NET の記録を同研究所より自動的に取得する仕組みの整備も併せて行った。

3．既往地震記録に基づく推計地震動分布の演算

地震観測情報による地震比較システムの構築にあたり、発生地震の危機管理対応の参考とする既往地震の推計地震動分布の演算、データベース化を1．で検討を行った演算方法に基づき、既存の観測記録から行った。

［研究成果］

1．推計地震動分布の演算手法および既往地震との近似性の評価手法の検討

推計地震動分布の演算手法を検討するにあたり、他機関の地震被害推定システムなどで用いられている既往の演算手法の整理を行った。整理にあたっては、震度分布の推計に必要となるデータセット、補完手法、演算に要する時間などの特徴を比較した。その結果、震度分布の演算には時間を要するものの震源情報等を組み合わせることで高い精度で補完することが出来る Kriging 法を用いた地盤面での推計震度分布の演算手法を構築した。

一方、異なる地震の近似性の評価手法の検討にあた

っては、地震動レベル毎の面積を比較する手法、面積に加えその分布形状を考慮した比較手法、地震発生エリアに有するインフラ施設延長などを考慮する手法、それぞれの特徴について整理し、比較検討を行った。

その結果、近似性の評価が比較的簡便な地震動レベル毎の面積による比較手法を用いることとした。なお、施設管理者の意志決定をサポートすると言う観点からは、施設延長などに鑑みた評価を高精度化する必要があることも判った。

2. 地震観測情報による地震比較システムの構築

システムの構築にあたり、K-NET での観測記録の取得にあたっての最適な取得手法、接続回線などの検討を行い構築に反映させた。また、演算処理の高速化を念頭におき、演算する対象となる観測記録を絞り込む仕組みを取り入れた(図－1)。

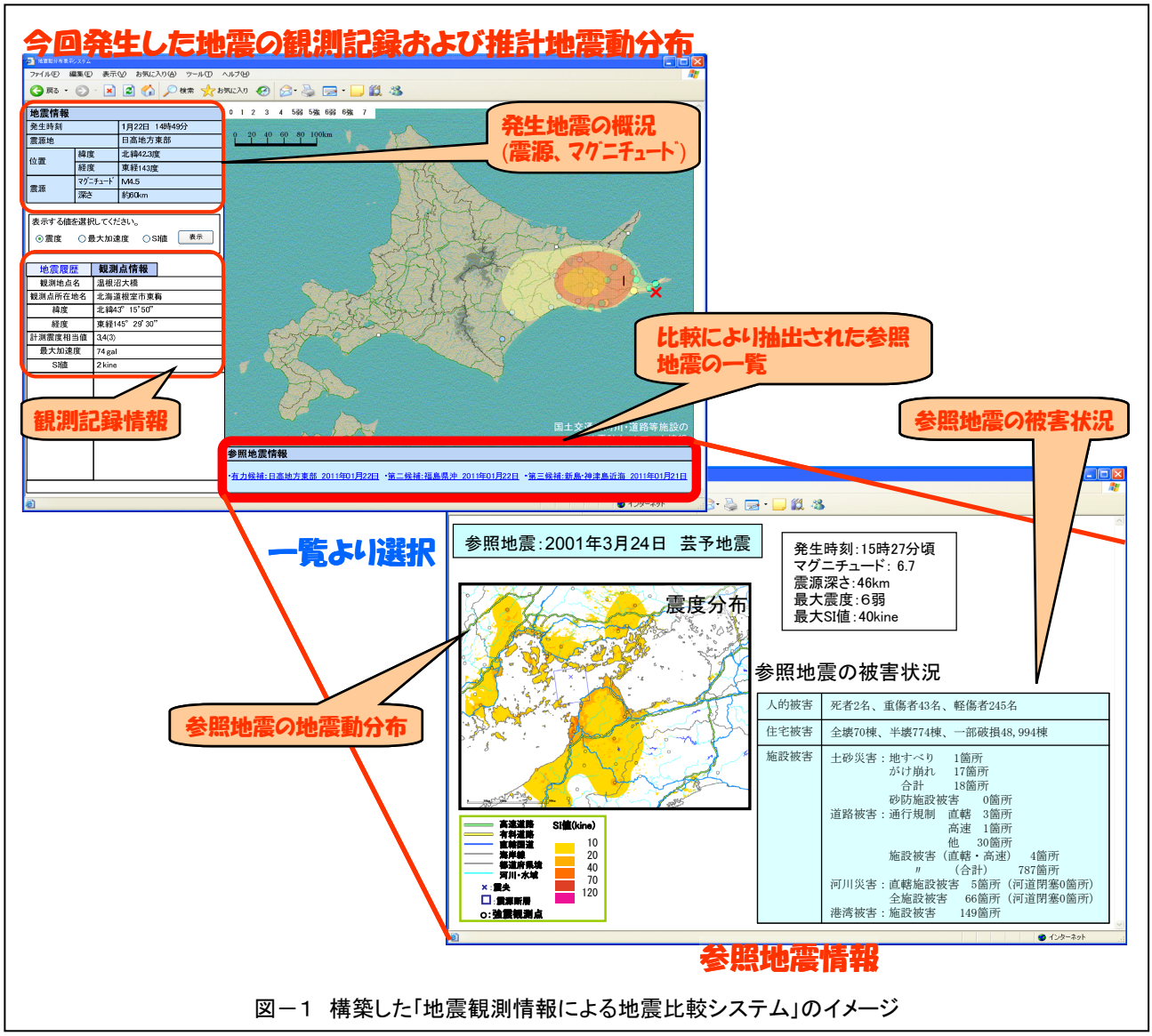
3. 既往地震記録に基づく推計地震動分布の演算

地震発生時に危機管理対応の参考とする既往地震を「地震観測情報による地震比較システム」により抽出するため既往地震の推計地震動分布の演算を行った。演算にあたっては、近年の被害地震を対象とするとともに同程度の最大震度を観測している施設被害が報告されていない地震を含む 40 地震において推計地震動分布を演算した。

また、演算を行った 40 地震については、地震概況として、人的被害、住宅被害、インフラ施設被害などの状況も併せ、参照地震情報としてデータベース化した。

［成果の活用］

本調査の成果により、地震計ネットワークで得られる強震記録から被害状況を推計し、即時震害推計情報として災害対策本部等に提供することができる。



図－1 構築した「地震観測情報による地震比較システム」のイメージ

地点ごとの特性を考慮した地震動推定手法の検討

Study on methods for estimation of site-specific earthquake ground motion

（研究期間　平成 21～22 年度）

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長　高宮　進
Head　Susumu TAKAMIYA
主任研究官　片岡　正次郎
Senior Researcher　Shojiro KATAOKA
研究員　松橋　学
Research Associate　Manabu MATSUHASHI

Design earthquake motion for highway bridges shall be formulated based on appropriate estimation of site-specific earthquake ground motion.　This study aims to provide a reference technical note that describes characteristics of various estimation methods of earthquake ground motion and their application to the practice of seismic design of highway bridges.

［研究目的及び経緯］

現行道路橋示方書は、標準加速度応答スペクトルと地域別補正係数で設計地震動を設定することを基本としているが、活断層やプレート境界で発生する地震、地下構造等の情報を考慮して地震動を適切に推定することができる場合は、これらに基づいて設計地震動を設定することとしている。しかしながら、具体的な判断基準や地震動推定手法が整理されておらず、合理化を目指して積極的に個別検討が行われる事例は限定的である。本調査では、地点ごとの特性を考慮した地震動推定を行うための手法を検討するとともに、既存の手法も含め、手法の選定基準等を整理し道路橋示方書を運用する上での参考資料を作成する。

22 年度は、地震ごとの震源特性並びに地点ごとの地震動増幅特性の違いを考慮することができる地震動推定式を作成し、既往の研究による推定地震動と比較して妥当性を検討した。

［研究内容］

１．震源スペクトルの推定

強震記録を収集・整理し、スペクトルインバージョン解析により地震ごとの加速度震源スペクトルを算出した。加速度震源スペクトルは、震源域から放射される地震動加速度のスペクトル特性であり、**図-1** に示すとおり地震の規模（M_w はモーメントマグニチュード）につれて大きくなること、短周期側では一定の値となることが知られている。この、加速度震源スペクトルが短周期側でとる値を短周期レベルとよぶ。**図-1** はそれぞれの M_w に対する平均的な加速度震源スペクトルを示したものであり、実際には M_w が同じでも短周期レベルは大きく異なる場合がある。

２．地震動推定式の作成

整理した強震記録をもとに、観測点ごとの特性を観測点補正係数として分離した上で、振幅特性と位相特性を対象とする地震動推定式を作成した。振幅特性については、短周期レベルをパラメータとする場合と震源深さをパラメータとする場合の２ケースの推定式を作成した。これら地震動推定式とサイト係数の組み合わせにより想定地震の地震動を推定し、既往の研究と比較して地震動推定式の妥当性を検討した。

［研究成果］

１．震源スペクトルの推定

1989～2010 年の 94 地震で得られた 13713 記録を収集・整理し、スペクトルインバージョン解析により震源特性、伝播経路特性、サイト特性を分離して地震ごとの加速度震源スペクトルを算出した。この震源スペクトルの短周期レベル A と地震の規模 M_w との関係を示すと**図-2** のようになる。この図から、地震の規模が大きくなると短周期レベルも大きくなるが、その傾向は地震のタイプによって異なり、M_w が同じ場合にはプレート内地震、プレート境界地震、内陸地殻内地震の順に短周期レベルが大きい傾向があることが分かる。また、地震の規模とタイプが同じでも、発生する地域によって短周期レベルが異なる傾向があることも最近知られてきており、このような地震のタイプや発生地域による短周期レベルの違いを考慮することで、より精度の高い地震動の推定が可能になると考えられる。

２．地震動推定式の作成

１．と同様の強震記録を用いた統計解析により、

振幅特性と位相特性を対象とする地震動推定式を作成した。振幅特性としては、固有周期 0.1～10[s]の加速度応答スペクトル S_A[cm/s^2]（減衰定数 5%）を対象とする推定式を作成した。次のように、それぞれ短周期レベル A[Nm/s^2]と震源深さ D[km]をパラメータとする 2 つの式を作成した。

$$\log S_A(T) = a_1(T)M + a_2(T)\log A - b(T)X + c_j(T) - \log\left(X^{d(T)} + p(T)10^{qM}\right) \quad (1)$$

$$\log S_A(T) = a_1(T)M + a_2(T)D - b(T)X + c_j(T) - \log\left(X^{d(T)} + p(T)10^{qM}\right) \quad (2)$$

ここで、T は固有周期[s]、X は震源域からの距離[km]、a_1, a_2, b, d, p, q は回帰係数である。

観測点補正係数 c_j は観測点 j の地震動増幅特性を補正する係数であり、この空間補間により任意の地点を対象に地震動推定式を補正するサイト係数を算出した。

位相特性としては、周期帯ごとの地震動の到達時間およびそのばらつきを表現する群遅延時間の平均値と分散を対象として、それぞれの推定式を作成した。これらは同じ式形で表され、次のようになる。

$$Z(T) = \alpha(T)M_0^{1/3} + \beta(T)X^k + \gamma_j(T) \quad (3)$$

ここで、Z は群遅延時間の平均および分散[s]、M_0 は地震モーメント[dyne･cm]、α, βは回帰係数、k は平均の場合 1、分散の場合 2 である。

観測点補正係数γ_j は観測点 j に地震波が到達するのに要する時間とそのばらつきを補正する係数であり、これを空間補間することでサイト係数を算出した。

以上のように作成した推定式とサイト係数を用いて、想定する地震が発生した際の対象地点における地震動の加速度応答スペクトルおよび群遅延時間の平均と分散を推定し、それらの推定値に適合する時刻歴波形（模擬地震動）を作成することができる。ここでは例として、**図-3** のように 523 の小断層からなり 9 つのアスペリティをもつ東南海･南海連動地震（M_w8.6）を対象に、大阪湾岸の 1 地点の時刻歴波形を作成した結果を、既往の研究（土木学会提供波）と比較して**図-4** に示す。

図-4 は、それぞれの小断層（M_w7 程度の地震に相当）から発生する 523 の地震動を作成して重ね合わせた場合と、M_w8.6 の単一断層から発生する地震動を作成した場合の 2 ケースの結果を示している。どちらのケースでも最大振幅の誤差は 6%程度、継続時間は 200 秒を超えており、既往の研究とよく一致する結果が得られている。ただし、単一断層のケースでは 120 秒以降で周期 5 秒程度の長周期の揺れが卓越しており、推定式を M_w に関して外挿して用いたことが影響していると考えられる。

［成果の活用］

設計地震動の設定に関する参考資料の作成に反映。

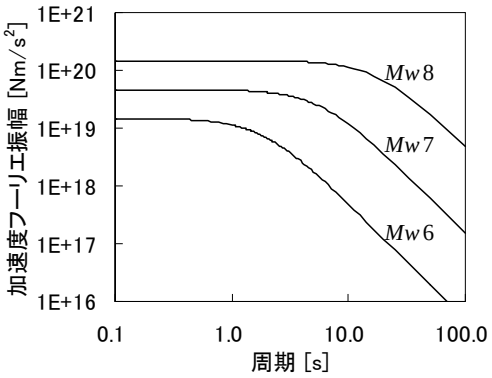


図-1　加速度震源スペクトル

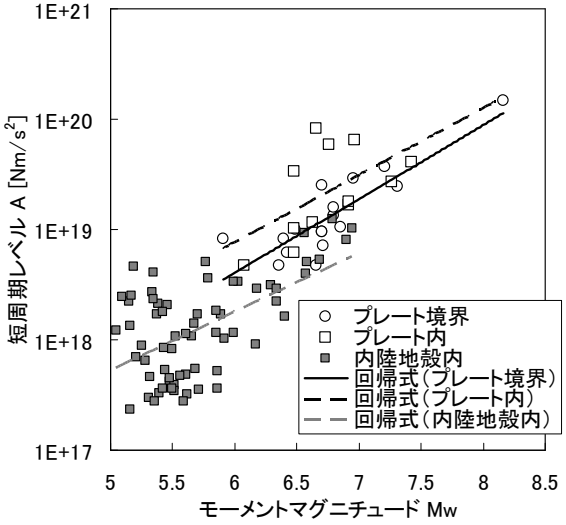


図-2　モーメントマグニチュードと短周期レベルの関係

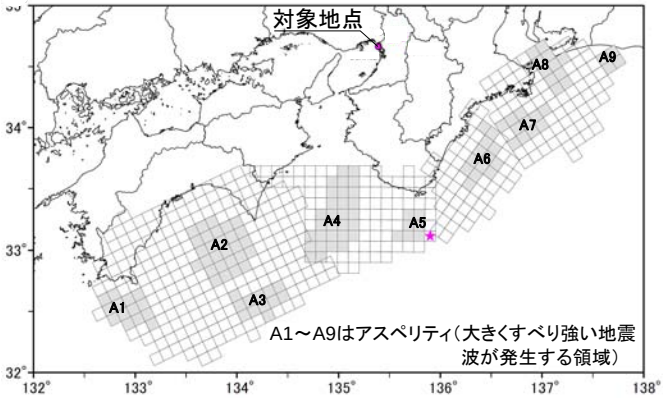


図-3　東南海・南海連動地震の震源モデル

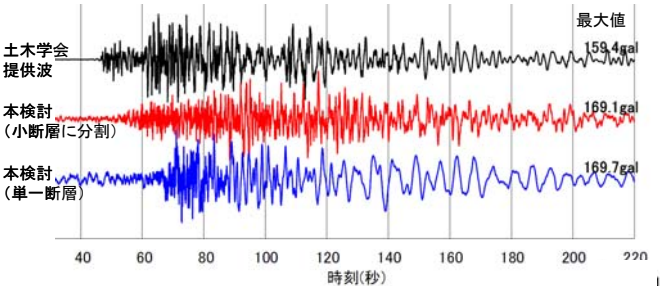


図-4　土木学会提供波と推定地震動の比較

道路災害リスク評価に基づく防災対策の合理化支援に関する調査

Research on support for rationalization of road disaster measures based on road disaster risk evaluation（研究期間　平成 22 年度）

危機管理技術研究センター
Research Center for Disaster Risk Management
地震防災研究室
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮　進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	宮武　裕昭
Senior Researcher	Hiroaki MIYATAKE
主任研究官	長屋　和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	山影　修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

For rationalized road disaster measures, various action manuals are established for every kind of disaster risk at the site of the administration of road. Each road administrator prepares tsunami action manuals for Tsunami. But these manuals are insufficient for distant tsunami such as the Tsunami caused by earthquake in Chile in 2010. We carried out literature research on tsunami action manuals, extracted problems of tsunami measures and indicated trend for rationalization.

［研究目的及び経緯］

平成 22 年 2 月のチリ地震では、太平洋岸を中心に大津波警報が発令され、直轄国道の通行止めなどの規制が行われた。この津波は遠地地震に起因するものであったため、警報の発令から津波の到達までに時間的余裕があったこと、規制時間が長時間かつ広範囲に及んだことなどから規制の現場において混乱を生じた。

直轄国道における津波対応マニュアル等は策定されているが、規制実施の判断の根拠となる浸水域予測の整備の促進と活用や津波到達まで時間的余裕がある場合の対応策など、経験の蓄積が必要な事項も多く、今後も定期的にマニュアルの見直しを行い、新たな知見を反映するなどの改善を行うことが必要となっている。

本研究では、津波対応マニュアル類の改善に資するため、津波の特性や津波が道路交通等に与える影響を整理・分析するとともに、通行規制の実施や道路利用者への周知など、津波による人的被害を未然に防止するための技術的知見を整理する。

［研究内容］

１．津波に関する通行規制行動の分析

道路管理の現場における津波に対する通行規制行動（以下、規制行動）を既存マニュアルの分析、チリ地震津波対応に関するヒアリングから整理し、規制行動の高度化の論点を検討した。

２．規制行動の高度化に関する技術的知見の整理

１．で抽出した論点に対し、解決策となる先進的事例の整理、人間工学的視点からの検討を行い、規制行動の高度化の方向性と技術的知見として整理した。

［研究成果］

１．津波に関する通行規制行動の分析

直轄国道の道路管理の現場で採用されているマニュアルから、規制行動に関する規程を整理した。あわせてチリ地震において通行規制を実施した道路管理者へのヒアリングを行い、実際に行われた規制行動を分析し、整理した。

津波への対応行動には、平常時の取り組みから被災後の復旧復興まで幅広い行動が含まれるが、ここで対象とした規制行動は、①職員参集、②体制構築、③通行規制開始、④通行規制継続、⑤通行規制解除、⑥体制解散に分類される。①②⑥については、地震対応、風水害対応とも共通する部分が多く、④については、降雨時の事前通行規制や波浪・高潮通行規制と共通する部分が多かったため、津波特有の規制行動として、③と⑤を中心に整理した。ここでは、複数のマニュアルで記述内容にばらつきが見られるもの、記述内容に具体的な内容が明確に規定されていないもの、実際の対応と記述にずれが見られたものを論点とした。主な論点を表１に示す。

現行のマニュアルは近地津波を基本としており、津波発生、津波警報発令、津波襲来が間断なく発生する

という前提である。そのため遠地津波や遠隔地での近地津波のように津波到達まで時間的余裕がある場合の通行規制開始時間の考え方が無いなど、全国的に共通する論点が見受けられた。また、津波警報の予想高さと浸水深さの混同など一般的知見の欠如に起因する論点を抽出した。

表1 規制行動の構造分析と論点の抽出

規制行動		既存マニュアルにおける規制行動の論点
通行規制開始	規制開始判断	津波到達予想時刻と規制開始時刻の関係の整理
	規制区間設定	規制区間設定の基準となる津波高さの根拠の整理
通行規制解除	規制解除判断	通行規制解除手順の標準化
	通行安全判断	通行安全判断を行う職員の安全確認の手法の明確化
		通行安全判断における事務所、出張所の役割分担の明確化

次に、チリ地震以前から津波に伴う通行規制を規程したマニュアルを策定しており、さらにチリ地震後に改訂を行って事前通行規制の考え方を導入した整備局等について、事務所間の記述の差異を分析した。表２中の○×は該当する項目の記述の有無を表している。

表2 事務所間での津波に対する通行規制に関する記述の差異

事務所	通行規制開始判断	通行規制区間設定	通行規制解除判断	通行安全判断	関係機関との事前協議
A	○	×	×	○	×
B	○	×	×	○	×
C	○	○	○	○	×
D	○	○	×	○	×
E	○	○	○	○	×
F	○	○	○	○	×
G	○	○	×	○	×
H	○	×	×	○	×

分析の結果、例えば通行規制区間の設定の有無は、想定している津波高さと管理区間の標高の関係や、管理路線の迂回路の有無や沿道の市街化状況による通行規制の可否に起因することがわかった。

通行安全の確認の方法については、全ての事務所で現地の確認パトロール後に解除することとしているが、津波警報の解除との関連性が整理されていない事務所があった。

２．規制行動の高度化に関する技術的知見の整理

１．で抽出した論点について、今後の規制行動を高度化しうると考えられる先進的事例を技術的知見として整理した。具体的な技術的知見がない場合は、論点の背景から考察される方向性を検討した。方向性と技術的知見の領域として、意思決定の明確化、行政間の連携、新たな技術・手法の導入、の三点を設定し、分類整理した。結果を表３に示す。

現場においては、マニュアル等に規定されていなくとも、下記のように津波対応の高度化に有効と考えられる行動がとられた例があった。

・事務所の体制は警報発令後に構築されるルールであるが、前日の遠地地震発生の情報に基づき、職員に自宅待機を指示した事務所があった
・通行規制に関する関係機関との事前協議は実施せず、同報連絡網を使っての事後通知であった
・通行規制による渋滞が伸びてトンネルにかかったため、一時的に規制を解除した

これらの行動はそれぞれに職員の居住環境、平常時からの関係機関との連携、現地の条件などによる影響が大きく、一般的な対応とは言えないものもあり、これらの背景と組み合わせて技術的知見とした。

表3 津波対応行動を高度化するための論点と解決の方向

分類	論点	解決の方向（既往の対応事例など）
意志決定の明確化	遠地、近地津波別対応の必要性	・津波到達予測時刻に余裕がある場合は到達時刻の１時間前程度、と規程
	通行規制開始の判断基準	・以下の3ケースのいずれかの場合 ①津波警報発表時 ②CCTVによる監視や通報等により、沿岸部の異常・予兆を検知した場合 ③自治体からの要請等があった場合
	通行規制解除の判断基準	①津波警報（大津波、津波）が解除された場合、または津波注意報に変更された場合 ②通行規制解除前に規制区間全線についてパトロール（解除時パトロール）を実施し、規制区間内の安全を確認
	通行規制区間の起点の考え方	・津波浸水想定区間の前後 ・浸水の恐れがない標高の高い箇所 ・進入を制限する車両が旋回・迂回可能（交差点や路側駐車帯等）な箇所
行政間の連携	県災害対策本部・県警・自治体、防災協議会等との連携、役割分担の明確化	・都道府県内における道路管理者（国土交通省、県、市町村、高速道路会社）で「道路災害情報連絡会」を設立し、会員間における道路の災害情報の伝達・共有（情報共有システム利用）ルートを確立
	直轄国道以外の道路の通行規制との整合	避難施設、防災施設等を考慮した避難路、輸送路を設定し、優先順位の高い路線について、通行規制の計画を国、自治体が共同で策定
	住民避難勧告、避難指示との整合	・災対法による住民避難と道路法による通行規制の目的の違いを事前に確認しておく
新たな技術・手法の導入	想定する津波高さ設定と規制区間設定	・想定する津波高さの使い分け 津波警報レベル　：自治体想定と揃え、対応行動の連携に活用 大津波警報レベル：事前に管理道路の標高をおさえておく
	道路利用者の津波危険度に関する意識向上	・浸水の危険性が高い津波浸水想定区域において地域住民や道路利用者の迅速かつ円滑な避難を促すような事前の周知により、意識啓発、注意喚起に努める。 ・道路情報板による情報提供 ・避難場所等への誘導を促す案内板等の設置
	走行中の道路利用者への情報提供	・『津波警報・注意報等の情報提供』、『津波浸水区域への交通流入の規制』、「通行規制・迂回路情報・被災状況などの周知」を目的とした安価な道路情報板（小型情報板）の設置
		・自動で情報が表示されるリアルタイム情報板への更新整備
		・VICSからの津波情報の配信検討

道路利用者に対する津波に係わる情報の提供については、情報を提供された側の反応に着目した「人間行動工学」によって高度化されると考えられる論点を既往の研究文献などを調査し、抽出した。論点の代表例を表４に整理した。

表4 人間行動工学的視点からの論点

段階		行動上の問題点
地震発生～津波情報発表		①運転時に地震が発生しても気づかないため、津波情報を入手しようとしない。
		②地震に気づいても、自分が走行している区間、あるいは近傍が津波浸水予想区域であることを認識していない場合、津波情報を入手しようとしない。
		③「津波が来る前には必ず何らかの情報が出る」といった思い込みから「津波の情報がなければ安全」と避難行動などを取らない。
津波情報発表～通行規制	津波注意報	③「注意報なので安全であろう」と判断し、避難しない。
	津波警報	④「通行規制されていないから安全であろう」と判断し、避難しない。
通行規制後		⑤車で浸水区域外へ避難しようとする。

東北地方太平洋沖地震では、津波により多くの被害が発生しており、津波対応全般の見直しが求められていることから、本調査で抽出された論点と規制行動高度化に関する技術的知見は、全国的に行われている津波対応マニュアル改訂作業における基礎資料として活用することが必要である。

［成果の活用］

津波対応マニュアル改訂作業に資する基礎資料として活用

震災構造モデルの構築と対策検討への活用に関する研究

Study on structure model of earthquake disaster and its application to countermeasures

（研究期間　平成 22～24 年度）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室

室　　長　　高宮　進
主任研究官　　片岡正次郎
研　究　官　　本多　弘明

［研究目的及び経緯］

発生が予想される首都直下地震や東海・東南海･南海地震では、高度に集積した首都機能の停止、あるいはきわめて広域の被災地化といった事態により、地域さらには国全体に重大かつ回復困難な被害が生じるおそれがある。これらの被害は現在に至る都市化や対策履歴も影響する複雑な因果関係の結果生じているため、ボトルネックを的確に捉えた対策や復興計画の策定が困難となっている。このような関係を表現し、社会経済指標の変化をシミュレートできる震災構造モデルを構築することにより、重大な社会経済的被害はどのような因果関係によって発生しているかを把握するとともに、震災軽減へのボトルネックの解消にはどのような対策・復興計画が適切かを検討する。22 年度は、震災の社会経済的影響を表す既存モデルの調査を行った上で、関東大震災、阪神・淡路大震災および首都直下地震（東京湾北部地震）を対象に、公共・民間資本被害による生産力の低下、復興資金の調達・投入等による経済・社会の変化を表現するマクロ経済モデルを構築した。

震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究

Study on estimation procedure for post-earthquake road functional depression

（研究期間　平成 21～23 年度）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室

室　　長　　高宮　進
主任研究官　　間渕　利明
研　究　官　　本多　弘明

［研究目的及び経緯］

首都直下地震や中部圏・近畿圏直下地震など大規模都市を襲う地震に対しては、地震後における社会等への影響の大きさから、緊急輸送道路等の早急な道路啓開が極めて重要となる。このため、地震直後における道路管理者の行動に向けた計画づくりが必要となる。本調査研究では、大規模都市を襲う地震を対象に、緊急輸送道路等において道路交通機能の低下をもたらす障害やその程度を明確化し、それらへの対処方策を導く。

平成 22 年度は、兵庫県南部地震の際の航空写真の分析から把握した沿道建築物の倒壊等による震災ガレキの実態を基に、道路が機能低下する状況を予測する手法について、精度の向上などの改良を行った。また、道路管理者が発生した震災ガレキ等の道路機能低下要因の除去を効率的に行うために必要な情報の整理を行った。

断層変位に対する道路交通機能の確保に関する調査

Study on securing road traffic function at fault displacement

（研究期間　平成 22～23 年度）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室

室　　長　　高宮　進
主任研究官　　間渕　利明
主任研究官　　片岡　正次郎
研　究　官　　山影　修司

［研究目的及び経緯］

道路施設への地震の影響として道路橋示方書においては地震動による慣性力が耐震設計上考慮されているが、断層については未解明な点が多く、その影響の想定は容易ではない。ひとたび、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合には、大被害が生じ、復旧が長期にわたる恐れがある。また、ずれの大きさや方向によっては、復旧が困難となることが予想される。そのため、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合の道路施設への影響について調査し、断層変位に対する道路計画・管理上の対策手法について整理を行う必要がある。

平成 22 年度は、対策手法の検討に必要な知見やデータを取得することを目的として、道路施設に影響を及ぼす断層の特性（大きさ・方向・活動度等）を把握し、道路に影響を与える断層と場所を整理した。また、事例調査等により断層変位に対する事前対策、応急復旧の方策を整理した。

道路管理者の震後対応能力の向上策に関する検討

Study on Earthquake Disaster Information Management of Road Administrators

（研究期間　平成 22 年度～23 年度）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室

室　　長　　高宮　進
主任研究官　　間渕　利明
主任研究官　　長屋　和宏

［研究目的及び経緯］

地震後の緊急活動の円滑な展開や速やかな道路の応急復旧に向けて、道路管理者には道路の被災情報の迅速な収集・共有が求められる。国土技術政策総合研究所では、震後の緊急活動、復旧活動を合理的に進めることを目的に、IT 技術等を活用した道路施設の被害や通行状況を迅速に把握する業務モデルの研究・開発を行っている。

本研究は、道路の被災情報の迅速な収集・共有を実現するため、地方整備局等における情報収集・共有ツール等について特徴の整理を行うとともに、現況を鑑みた全国レベルでの情報共有の仕組みの整理を行うものである。

平成 22 年度は、全国レベルでの情報共有の仕組みの構築に向けた、道路の被災に関する情報の伝達およびその手法の整理、上位部署における道路の被災に関する情報の要求性能の整理、道路の被災に関する情報を共有する仕様の整理を行った。

被災後における道路復旧対策工法等に関する検討

Study on road restoration strategy after earthquake disasters

（研究期間　平成 22～23 年度）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室
室　　長　　高宮　進
主任研究官　　間渕　利明
研　究　官　　山影　修司

［研究目的及び経緯］

地震によって道路が被災した場合、道路管理者には迅速な道路復旧が求められる。しかしながら、地震によって被災した道路は、その施設や被害の様相、現地の条件等が様々であり、復旧対策工法の決定や、関係機関との調整等がその都度求められる。その結果、復旧対策が効率的に進まない状況が発生する。

本検討では、既往の地震災害から道路施設被害とその復旧方策事例を調査し、復旧対策を効率的に進めるための方法について検討する。平成 22 年度は、地震による道路施設被害と復旧方策の事例について調査し、道路の特性、被害状況、復旧の内容等を個別事例ごとに整理した。また、これら事例等を参考に、道路復旧方策の立案における課題を抽出した。さらには、道路管理者から課題に対する具体的な対応をヒアリングした。多数の道路施設が被災し、復旧優先順位をどのように考えるかといった課題に対し、復旧資材であるアスファルトを供給するため、アスファルトプラントへのアクセス道路を優先して復旧した等、抽出した課題に対する対応事例を得た。

河川施設における強震計点検調査

Observation of strong ground motion at river facilities

（研究期間　昭和 60 年度～）

危機管理技術研究センター　地震防災研究室
室　　長　高宮　進
主任研究官　長屋　和宏
研　究　員　松橋　学

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、公共土木施設の耐震設計技術の向上などを目的とし、全国の堤防、堰などの河川構造物等において一般強震観測を行っている。また、地震発生直後における地震規模の把握および施設被害の推定などを目的とし、事務所、出張所、主要施設などの地盤上に地震計を設置してネットワーク化された地震観測網から、全国約 700 箇所の地震動強さを即時に共有できる地震計ネットワークを運用している。

これまでの実地震により多くの観測記録が得られ、これらの観測情報は、河川構造物の耐震性能照査指針(案)などをはじめとした各種設計基準に反映され構造物の耐震設計技術の向上に寄与するとともに、HP などを通じ情報の公開がなされてきた。

平成 22 年度は、一般強震観測では継続的に観測施設を維持していくための管理を行い観測された強震記録を整理、蓄積するとともに新観測体制に向けた観測地点の見直しの検討を行った。また、地震計ネットワークでは引き続き計測震度、加速度値、SI 値を HP で公開するとともに情報の利活用に関する検討を行った。