技術開発を伴う工事の実施手法に関する研究

Study on the implementation method for construction projects requiring research and development

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction and Maintenance Management Division

室　　長　　中洲　啓太
Head　　NAKASU Keita
主任研究官　　光谷　友樹
Senior Researcher　　MITSUTANI Yuki
研　究　官　　井星　雄貴
Researcher　　IBOSHI Yuki

In recent years, the construction projects applying inexperienced technology under severe conditions such as heavy traffic, deep underground and limited space in highly populated cities are increasing. In this study, implementation method for construction projects requiring R & D by applying technical proposal and negotiation method is proposed based on the past experience of construction projects requiring R & D.

［研究目的及び経緯］

近年、供用しながら行う更新・修繕工事、大深度地下空間での工事、大都市部の狭隘空間での工事等、過去にない厳しい条件下で行われる工事が増加している。こうした厳しい条件下で、類似の現場条件における実績が少ない技術を用いる場合、現場条件に応じた技術開発・検証を実施の上、工事を進める必要がある。

本研究では､技術開発を伴う工事の実施手法として、①発注者主導で技術開発を行う方法、②技術開発と工事を一体で発注する方法（技術開発・工事一体型調達方式)､③施工者が設計段階から関与する方法（技術提案・交渉方式）の３つに着目し、これらの手法の実施状況等を踏まえ、技術開発を伴う工事を実施する上での基本的な考え方や留意事項を整理した。

［研究内容・成果］

1. 技術開発を伴う工事の既往事例

(1) 発注者主導で技術開発を実施する方法

発注者主導で技術開発を実施する方法は、発注者が試験施工、模型実験、数値解析、学識経験者への意見聴取等を実施の上、仕様を確定し、工事を発注するものである。具体的には、発注者が調査・設計段階に国土技術政策総合研究所､土木研究所等の施設を用いて、試験施工、模型実験等を実施し、仕様を確定する例がある。また、過去には、海洋架橋、耐震補強、橋梁補修等の技術的ニーズに対して、土木研究所、大学、施工技術に関する豊富な知見を持つ業界団体等が共同研究等を実施し、研究成果を活かして、事業、工事が行われた例もある。

発注者主導で技術開発を実施する場合、発注者に試験施工、模型実験、数値解析等の試験調査や、学識経験者への意見聴取（技術検討会の運営等）を実施する能力が必要となる。また、施工に関する豊富な知見を有する業界団体等との共同研究は、個別工事の調達プロセスとしてではなく、将来の技術的ニーズに対して行われるのが一般的である。

(2) 技術開発・工事一体型調達方式

個別工事の調達プロセスに技術開発を取り入れた発注方式としては、技術開発・工事一体型発注方式があり、A 型（技術開発・工事一括型）と B 型（技術開発・工事分離型）に区分される。平成 21 年度から、一部の国土交通省直轄工事で試行的に適用されている。

A 型は、技術開発と工事を一括して契約するため、技術開発・設計・施工の過程での不確定要素が大きい工事には適用できない。国土交通省直轄の設計・施工一括発注工事(総合評価落札方式･技術提案評価 A 型)において、関係機関協議、地質・土質条件、地中障害物等の条件変更が多く発生していることが報告されている [1)]。そのため、過去にない厳しい条件下で実施する工事では、施工者がコントロールできない不確定要素を完全になくすことは難しく、適用できる工事が限られるのが現状である。

B 型は、技術開発者として１～３者を選定し、技術開発を実施した上で、最終的に１者を選定し、施工契約を締結する。B 型の実施方法について、地方整備局、建設会社それぞれの技術者にヒアリングを実施した結果を表-1 に示す。地方整備局の技術者からは、「発注前に相応の準備が必要。」、建設会社の技術者からは、「継続的な発注見通しがない上、技術開発に巨費を投じた以上、受注したい。」といった意見があった。

表-1　B 型（技術開発・工事分離型）への主要意見

B型	【地方整備局の技術者の意見】 ・施工者に的確な提案を求めるには、発注前に相応の準備が必要である。 ・前提条件が確定しない場合は、具体の工法ではなく、提案能力の評価が重要である。 【建設会社の技術者の意見】 ・過去にない厳しい条件の工事は、将来、継続的に発注される見通しがない。巨費を投じた技術開発に成功した以上は、工事を受注したい。

2. 技術提案・交渉方式の実施状況の整理

技術提案・交渉方式は、平成 26 年の品確法改正により規定され、施工者が設計段階から関与する方式である。国土交通省直轄工事では、令和２年３月までに 13 工事の適用例がある。

国土交通省直轄の技術提案･交渉方式適用工事では、表-2 示すように施工者による技術協力／設計の段階に、特殊性、独自性の高い技術については、数値解析や学識経験者への意見聴取を実施している。このように、技術提案・交渉方式は、施工者による技術協力／設計の段階に、必要な試験調査等を行い、現場条件に応じた技術開発を実施できるスキームとなっている。

技術提案・交渉方式のガイドライン（令和２年１月改正）に示されている工事特性に応じた技術協力期間の設定例を表-3 に示す。例えば、構造形式、工法等の変更等の自由度を認める工事で、異なる現場条件での実績しかなく、技術検証（試験施工、模型実験、数値解析、学識者への意見聴取等）が必要な工事は、12 ヶ月程度以上の技術協力期間を確保するとしている。

表-2 技術提案・交渉方式における事例

事例1	床版取替工事において、変更した施工手順に対して、FEM 解析を実施し確認するとともに、施工中にモニタリング（変位計測）を実施し問題が無いことを確認
事例2	トンネル工事において土被りの浅い県道交差部掘削時に、各種補助工法を３次元解析し、沈下量が最小となる補助工法を採用、また施工中にモニタリング（変位計測）を実施
事例3	トンネル工事において覆工厚の薄肉化や AGF 打設範囲調整の採用にあたって、３次元解析し、学識経験者に施工上の問題がないことを確認して設計に反映

表-3 技術協力期間の設定例
（平常時、新設、緊急度標準の場合）

工事特性		技術協力期間の設定例
提案の自由度	適用技術の実績※	
高：構造形式，工法等の変更を伴う	限定的	12 ヶ月程度以上
	十分ある	6～12 ヶ月程度
低：確実な施工のための照査、不確定要素への対応が中心	限定的	6～12 ヶ月程度
	十分ある	5～8 ヶ月程度

※限定的：異なる現場条件での実績しかない等の理由により、技術検証（試験施工、模型実験、数値解析、学識者への意見聴取等）が必要
ある：類似の現場条件での実績があるものの、追加調査（数値解析、学識者への意見聴取等）が必要

3. 技術開発を伴う工事の実施手法

技術開発を伴う工事を実施する上での基本的な考え方や留意事項を次の通り要約する。

- 技術提案・交渉方式は、施工者による技術協力／設計の段階に、必要な試験調査等を行うことができ、十分な技術協力／設計の期間を確保することで、技術開発を含む多様な検討を実施できるスキームを有する。
- 技術提案・交渉方式は、優先交渉権者より 1 者ずつ技術開発・設計／技術協力を行い、価格交渉成立後に工事を契約するため、技術開発・工事一体型調達方式の課題（不確定要素への対処、不採用となる開発技術）に対応した方式と言える。
- 技術提案・交渉方式を技術開発等の事業上流段階から適用するほど、不確定要素が多くなり、技術協力／設計の負担増大や期間長期化が課題となる。技術開発を含む多様な検討を個別工事の調達プロセスにおいて全て実施することには限界がある。
- 技術提案・交渉方式の効率的、効果的な活用のためには、事業上流段階では、発注者主導で、事業課題、前提条件、技術要件の明確化、絞り込み等を行う基礎調査と組み合わせることが必要である。
- 技術提案・交渉方式等、民間の技術力を活用しやすい入札契約方式が普及しても、国土技術政策総合研究所、土木研究所と連携しながら、発注者が技術力を確保することの重要性は変わらない。

［成果の活用］

本研究の成果である工事特性に応じた技術協力期間の設定例（表-3）等は、令和２年１月に改正された技術提案・交渉方式のガイドラインに反映された。

（参考文献）

1) 中洲啓太，中尾吉宏，田村央，島田浩樹，三輪真揮：実工事への適用結果を踏まえた技術提案・交渉方式の手続改善，土木学会論文集 F4（建設マネジメント），Vol68，No.4，pp.115-124，2012.

合理的な入札契約制度選択に関する基礎研究

Research on the appropriate choice of public procurement systems

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction and Maintenance Management Division

室　　　長	中洲　啓太
Head	NAKASU Keita
主任研究官	大城　秀彰
Senior Researcher	OOSHIRO Hideaki
主任研究官	吉野　哲也
Senior Researcher	YOSHINO Tetsuya
研　究　官	鈴木　貴大
Researcher	SUZUKI Takahiro
交流研究員	小林　靖典
Guest Research Engineer	KOBAYASHI Yasunori

Some people say that larger number of bidders promotes the competitiveness of procurement auctions. In certain types of constructions/services, however, it is hard to expect many bidders participating because few companies have enough skills, experience, or technique required.

The present research first discusses the relationship between the number of bidders and the procurement results (e.g., average bids). Specifically, we find that the average technical scores among bidders do not so much increase with the number of bidders, which indicates that procurements of technique might be successfully done with a few bidders. Finally, we take a look at some construction cases to find that the conditions such as price, the number of sites, etc. could affect the bidders' motivations to participate in the procurement auctions.

［研究目的及び経緯］

公共調達における入札参加者数は、しばしば競争性と結びつけて論じられてきた。特に１者入札については、競争性確保の観点から批判もある一方で、先行研究では、分野ごと参加者数の傾向が大きく異なること、また案件の特殊性・専門性によっては遂行可能な業者数が限られるといった建設サービスの供給側の市場に関わる指摘も見受けられる。

そこで本研究では、平成 25～29 年度における国土交通省直轄の工事、調査・設計等業務を対象として、工事・業務の分野毎の参加者数の傾向を整理するとともに、公告資料等をもとに案件ごとの特徴を整理し、参加者数の多寡に影響する要因を調査した。紙面の都合上、本稿では工事に関する分析結果を述べる。

［研究内容］

1. 入札参加状況の把握

結果的に辞退・無効等となった者も公告・参加表明段階では応札意思があったものと考えられることから、本稿では、入札者数に辞退・無効等を合わせた競争参加者数について述べる。

図 1は、比較的件数が多いアスファルト舗装、プレストレス・コンクリート、維持修繕、一般土木、鋼橋上部の５工種（および全工種）について、工種毎の競争参加者数の平均を示した結果である。プレストレス・コンクリートでやや減少傾向が見られるものの、いずれの工種もおおむね安定的に推移している。

一方で、競争参加者数の平均は工種によって大きく異なり、最も高い鋼橋上部で 10.1 者、維持修繕で 3.4 者（いずれも、５年間の対象業務で単純集計）となっている。

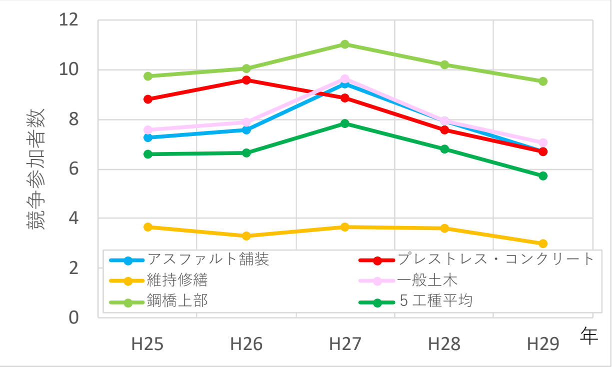

図 1 工事の競争参加者数の経年変化　のべ N=35,096 件（総合評価落札方式適用工事のうち、詳細が確認できた工事）

2. 競争参加者数と入札率・技術点得点率

競争参加者数（入札者数）と入札結果との関係を見

るため、競争参加者数ごとの平均入札率、平均技術点得点率（非落札者含む）を示したのが、図 2、図 3（いずれも、15 者以下について集計）である。全体的な傾向としては、競争参加者数が多いほど入札率は減少する一方で、技術点得点率は一定ないし漸増であった。ただし、競争参加者が 1 者であった工事に注目すると、いずれの工種も平均技術点得点率はおおむね高い水準（90%程度）が確保されており、その特徴は特に維持・修繕で顕著となった。換言すれば、競争参加者が 1 者であっても、工事施工に係る必要な技術力の確保という観点からは、大局的な問題は見られないといえる。

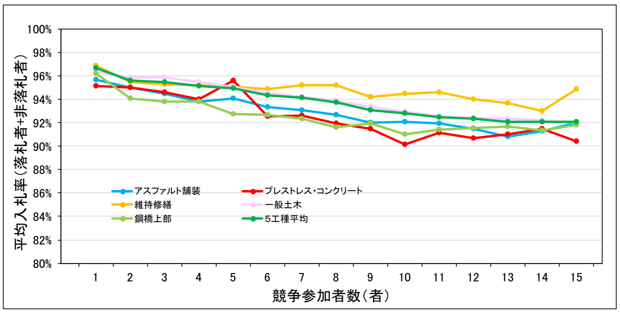

図 2 平均入札率と競争参加者数の関係　N=235,595

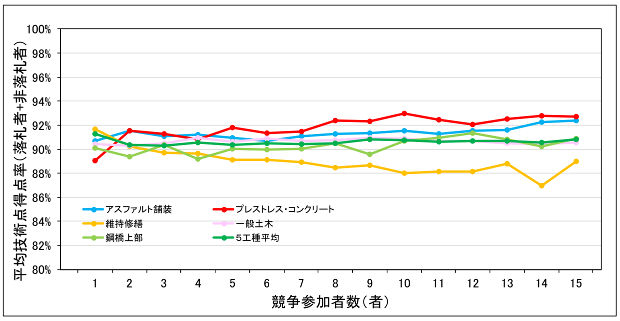

図 3 平均技術点得点率（落札者＋非落札者）と競争参加者数の関係　N=235,595

3. 工事特性と競争参加者数

一般的には、工事箇所の分散、施工時間の制約等、採算性が期待しづらい工事では、競争参加者数が下がり、入札率の上昇、技術点得点率の低下が生じやすいと考えられる。そこで本研究では、関東地方整備局の平成 30 年度完成工事のうち、工種毎に競争参加者数が平均から標準偏差二つ分以上乖離した工事のうち約 100 件を抽出し、工事の特性と入札結果との関係を分析した。

紙面の都合上、本稿では維持修繕工事（9 件）の分析結果を示す。図 4 は工事規模（横軸）に対する競争参加者数（縦軸）を、図 5 は工事に含まれる工種数（(横軸)　なお、工種はレベル２相当でカウント）に対する入札率（縦軸）の関係を示している。

サンプル数は限定的であるものの、いずれも右上がり気味であることから、工事規模が大きいと競争参加者数が多くなる傾向、工種数が多いと入札率が高くなる傾向といえる。なおプロットの中で、競争参加者数が相対的に少ない赤点（図 4）は特殊な鍵交換を含む工事、入札率が相対的に高い青点（図 5）は 20 を超える工区での施工を求めるものであった。

本研究では、少数のサンプル数ながら、工事特性（工事規模、工事に含まれる工種数、施工の特殊性、施工箇所数）が競争参加者数や入札結果に影響している傾向が確認できた。こうした関係性は工種にも依存しており、いっそう強くみられるもの（河川堤防）、そうでないもの（橋梁下部）等がある（図 6)。換言すれば、入札率等の結果は、競争参加者数のみならず、工事の手間の程度、特性に依存するものと考えられる。今後の研究では、工種ごとの施工条件の違い、市場の違い（受注者に占める地域企業の割合）等を踏まえつつ、サンプル数を増やして分析を拡充し、競争性・透明性に留意しつつ安定的に担い手を確保する入札・契約方式の改善に向けた分析を行う予定である。

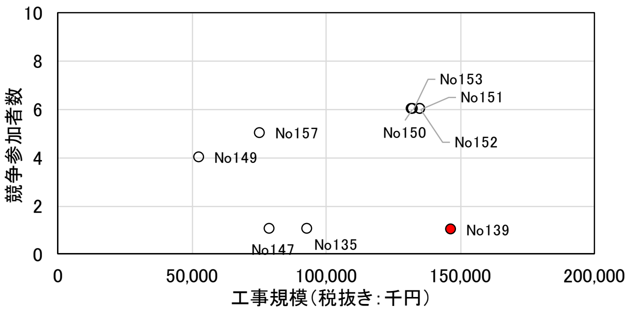

図 4 競争参加者数と工事規模の関係（維持修繕工事）　N=9

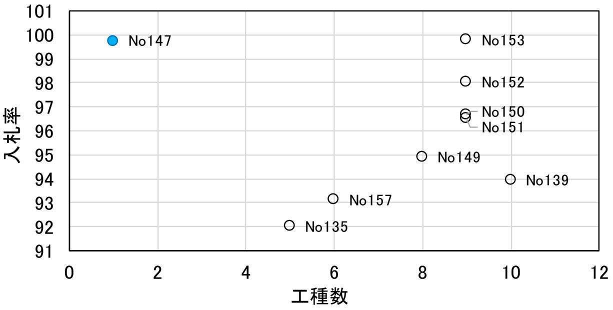

図 5 入札率と工種数の関係（維持修繕工事）　N=9

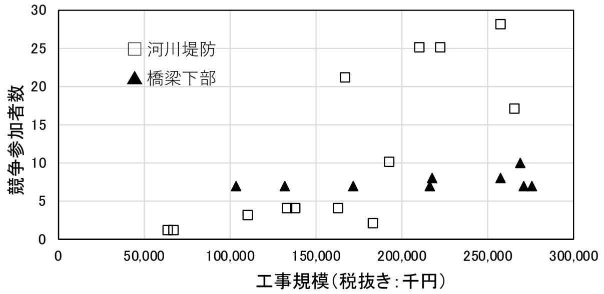

図 6 競争参加者数と工事規模の関係（河川堤防、橋梁下部）　N=(13＋9)

［成果の活用］

本調査結果は、応札者数の少ない工種等（維持・修繕工事等）において、技術提案・交渉方式やフレームワーク合意方式等の利用の検討も含め、入札・契約方式の改善に資する基礎資料として活用する予定である。

道路事業及び河川事業における入札・契約方式の実用性・実効性向上に関する検討

Study on improvement of practicality and effectivity on the bidding and contracting system

（研究期間　令和元年度～令和 3 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室

室　　長	中洲 啓太	主任研究官	吉野 哲也
主任研究官	大城 秀彰	主任研究官	光谷 友樹
研 究 官	鈴木 貴大	研 究 官	井星 雄貴
交流研究員	石本 圭一	交流研究員	大野 琢海
		交流研究員	小林 靖典

［研究目的及び経緯］

本調査は、令和元年 6 月に公布・施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律（令和元年法律第三十五号）」を踏まえ、工事の性格、地域の実情等に応じた多様な入札契約方式に関する研究を行うものである。

令和元年度は、技術提案・交渉方式については、施工に着手している工事を対象に詳細設計や技術協力の報告書等により技術協力、工事の実施状況を確認するとともに、発注者、設計者、施工者にヒアリングを行い、技術提案・交渉方式の課題を整理した。課題への対応策として、初期の対応を充実させた設計・技術協力業務の進め方・役割分担、工事特性を踏まえた設計・技術協力の設定期間の例等を整理し、国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン（令和 2 年 1 月）に反映された。

公共事業評価手法の高度化に関する調査

Study on the sophisticated methodology on appraisal and evaluation of infrastructure development

（研究期間　平成 21 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室

室　　長	中洲 啓太
主任研究官	大城 秀彰
主任研究官	光谷 友樹
研 究 官	鈴木 貴大
交流研究員	小林 靖典

［研究目的及び経緯］

本調査は、公共事業評価の効率性および実施過程の透明性の一層の向上を図る検討を行うための、基礎資料の収集や事業評価カルテ等の事業評価結果の分析を行うことを目的とする。

学識経験者等から構成される公共事業評価手法研究委員会では、平成 30 年 3 月中間とりまとめのなかで、把握したストック効果の整理・保存（アーカイブ化）、アーカイブ化された知見をもとに事業評価手法を見直すサイクルの確立等の方針を示している。

令和元年度は、平成 20 年度～平成 30 年度に事業評価が実施された直轄事業を対象として、各種ストック効果の発現状況の整理、定量的効果（製造品出荷量、観光客数等）を貨幣換算するための手法の検討を行い、好事例のアーカイブ化に向けた情報整理を行った。結果として、事後評価で確認されたストック効果としては製造品出荷額が最も多く、工業団地の整備等によって顕著なストック効果が発現した事業を確認する等、アーカイブ化された知見に基づく事業評価手法の構築に必要な基礎的知見を得た。

調査・設計業務の品質確保に関する調査

Study on promoting quality assurance in construction engineering services

（研究期間　平成 21 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室　室　長　中洲 啓太
主任研究官　大城 秀彰
研　究　官　鈴木 貴大
交流研究員　小林 靖典

［研究目的及び経緯］

本研究は、調査・設計等業務の品質確保・向上に資する技術力の評価、受発注者の更なる事務的負担軽減、中長期的な担い手確保・育成等を目的として、プロポーザル方式、総合評価落札方式の制度設計や運用方法の改善に向けた検討・提案をするものである。

本年度は、地方整備局等がプロポーザル方式・総合評価落札方式・価格競争で発注した業務を対象に、発注方式選定表に示された発注方式との適合率、入札・契約方式と成果品質との関係を経年的に整理し、業務内容に応じた適切な発注方式選定のための現状、課題を整理した。結果として、発注方式の違いが成果品質に及ぼす影響は必ずしも大きいものではなく、発注方式の選定は、手続きの効率性の観点を含め、総合的に検討される必要があることを確認した。

公共工事における総合評価落札方式に関する調査

Study on the improvement of comprehensive evaluation in public works

（研究期間　平成 21 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室　室　長　中洲 啓太
主任研究官　吉野 哲也
主任研究官　光谷 友樹
研　究　官　井星 雄貴

［研究目的及び経緯］

本研究は、公共工事の品質確保や向上のため、国土交通省の直轄工事における総合評価落札方式の実施状況を分析・評価するとともに、総合評価落札方式等の制度設計や運用方法の改善について検討・提案するものである。

本年度は、工事の不確実性や技術的工夫の余地、工事規模、競争参加者数、緊急性（災害復旧等）等に着目した分析を行い、工事規模に比して競争参加者数が多い工事は、工種数が少なく単純であり、かつ施工数量が多いなどの工事特性に応じ、多様な入札契約方式の適用可能性を示した。次年度以降より効果的な入札契約方式の適用について総合評価ガイドラインの改定等に反映させていく予定である。

また、各地方整備局、北海道開発局及び内閣府沖縄総合事務局が平成 30 年度に契約した総合評価落札方式等による工事を対象に実施結果をとりまとめ、有識者懇談会に基礎情報として報告するとともに、ウェブサイト上で公表した。

公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な積算方法等の研究

Research on the estimation method etc. necessary for the quality assurance of public works to be trained and secured in the medium to long term

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室
室　　長　　関 健太郎
主任研究官　北見 裕二
研 究 官　　杉山 泰啓

［研究目的及び経緯］

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。また品確法においては、受注者の責務として、技術者、技能労働者の技術的能力の向上並びに育成及び確保等が位置づけられ、発注者の責務として、受注者が公共工事の担い手が中長期的に育成され確保されるための適正な利潤を確保できるよう、予定価を適正に定めることが位置づけられている。本研究は、適正な積算基準を定める為の知見を得る為、技術者、技能労働者の技術、技能の向上が、日当り施工量（歩掛）に及ぼす影響の把握、受注者の技術者、技能労働者の育成・確保に必要な費用の把握を行うものである。令和元年度は、建設技能労働者の賃金等に関する関連制度調査等を実施し、技能者の最低賃金の有無、遵守方法、賃金水準の決定方法等を整理した。

山間部等における施工の実態等を的確に反映した積算実施に向けた研究

Study on the implementation of cost estimation that accurately reflects the actual conditions of construction in mountainous areas.

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室
室　　長　　関 健太郎
主任研究官　北見 裕二
研 究 官　　杉山 泰啓

［研究目的及び経緯］

品確法において、市場における労務及び資材等の取引価格、施工の実態等を的確に反映した積算を行うことは発注者の責務とされている。現場をヒアリングした結果、山間部の工事においては、市街地と比べ材料の取引単価が高くなる傾向にあるとの意見があった。市街地と山間部等とでは、工事材料の調達単価に大きな差異が生じる場合がある。本研究は、適切な積算基準を検討する上での知見を得る為に、標準的な単価の適用が妥当な場合と、見積単価等を用いるべき場合の区分方法を明らかにするものである。令和元年度は、単価の差異が生じると想定される主たる材料を選定するとともに施工実態の把握手法を検討した。

公共土木工事の積算手法に関する調査検討

Research on efficiency operation using public works estimation system

（研究期間　平成 21 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室
室　　長　　関 健太郎
主任研究官　北見 裕二
研 究 官　　杉山 泰啓
交流研究員　伊沢 友宏
交流研究員　蔵島 清志

［研究目的及び経緯］

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の３次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。令和元年度は、過去の積算データの分析、効率的な積算、適正な工期設定を行うためのシステム改良を実施した。

公共工事の環境負荷低減に関する調査

Research on public works project environmental load reduction

（研究期間　平成 14 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　市村 靖光
研　究　官　鈴木 宏幸

［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」として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・評価について、「グリーン購入法の公共工事の技術評価基準（案）」に基づき、技術的な検討を行うものである。本年度は、10 品目の技術評価を行ったが、新規に特定調達品目に追加されるものはなかった。また、既特定調達品目（16 品目）の現在の普及状況等を調査し、調達可能地域、コスト変動等を整理し、特定調達品目としての妥当性をとりまとめた。本調査による検討結果は、基本方針（令和 2 年 2 月 7 日変更閣議決定）」に反映された。

積算システム高度化検討

Research on efficiency operation using public works estimation system

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　北見 裕二
研　究　官　杉山 泰啓
交流研究員　伊沢 友宏
交流研究員　蔵島 清志

［研究目的及び経緯］

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の３次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。令和元年度は、過去の積算データの分析、効率的な積算、適正な工期設定を行うためのシステム改良を実施した。

建設コスト等の評価に関する調査

Research on the evaluation of construction costs

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　市村 靖光
研　究　官　鈴木 宏幸

［研究目的及び経緯］

平成 29 年 3 月に決定された働き方改革実行計画の実現を図るため「今後の発注者のあり方に関する中間とりまとめ（平成 30 年 4 月）」が策定され、中期的な担い手の確保として賃金の改善や週休 2 日の推進等の取組の実現、が求められている。

そこで本研究では建設コストを構成する労働条件（賃金、労働時間、元下請構造）等の仕組みについて海外（欧米）事例を把握することで、わが国における建設コストの構成（労務費、機械経費、材料費）の国際比較や労働生産性向上を図るための基礎資料を得ることを目的としている。

本年度はシンガポールで現地企業、政府関係者へヒアリングを行い、技術の導入による生産性向上にむけた取り組みや、それらの取り組みを評価する制度等について調査した。

監督検査の効率化に向けた有効な検査技術に関する調査

Research on effective inspection technology for more efficient supervision or inspection

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　市村 靖光
研究官　鈴木 宏幸

［研究目的及び経緯］

建設工事の品質を確保するため、現状では発注者立ち会いによる段階確認が行われているが、工事受注者からは準備作業に多くの時間と手間を要する、長時間の待機が発生する場合がある等の課題も報告されている。一方、近年は新技術等による施工時連続計測データの取得、施工状況の遠隔監視等が可能となってきており、これらを活用することにより、工事受注者の待機時間や検査書類の削減等が期待できる。

本研究は、施工件数の多いコンクリート構造物を対象に、従来の段階確認を代替する新たな監督・検査方法の確立を目的としている。本年度は、鉄筋組み立て時の段階確認の効率化に向け、現場での実態把握（段階確認の頻度、内容、工事受注者の作業実態等）および既往研究・実証実験のレビュー等を行い、カメラの撮影画像から鉄筋径・間隔等を自動計測する手法について、要求性能の整理等を行った。

道路工事における土木工事積算システムの高度化に関する検討調査

Research on efficiency operation using public works estimation system

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　北見 裕二
研究官　杉山 泰啓
交流研究員　伊沢 友宏
交流研究員　蔵島 清志

［研究目的及び経緯］

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の３次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。令和元年度は、過去の積算データの分析、効率的な積算、適正な工期設定を行うためのシステム改良を実施した。

働き方改革の実現に向けた労働条件等の改善に関する調査

Research on the improvement of working conditions, etc. for the realization of work style reform

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室　室　長　関 健太郎
主任研究官　市村 靖光
研究官　鈴木 宏幸

［研究目的及び経緯］

平成 29 年 3 月に決定された働き方改革実行計画の実現を図るため「今後の発注者のあり方に関する中間とりまとめ（平成 30 年 4 月）」が策定され、中期的な担い手の確保として賃金の改善や週休 2 日の推進等の取組の実現、が求められている。

そこで本研究では国内外事例（インフラを担う民間会社、欧米の各国等）の労働条件、労働環境（休日確保、支払い方式、技術者配置要件等）を調査することで、日本を含めた関連諸制度の比較や労働生産性向上を図るための基礎資料を得ることを目的としている。

本年度はスイスで現地企業等の関係者へヒアリングを行い、各国の建設分野における、労働環境や技能労働者の教育制度や最低賃金を保証する制度といった労働条件等について調査した。

施工データの 3D・4D 化による生産性の向上

Productivity improvement by 3D ・ 4D convention of constrction data

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室

室　長	関 健太郎	主任研究官	山口 悟司
研 究 官	杉山 泰啓	交流研究員	齋藤 孝信

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室

室　長	森川 博邦	主任研究官	大槻 崇
交流研究員	畑迫 勇太	交流研究員	天野 克己
交流研究員	佐々木 陽	交流研究員	木村 圭佑

［研究目的及び経緯］

今後日本全体及び建設業での生産年齢人口の減少や高齢化が予想されている中において、経済成長及び社会の安全・安心の確保に向けた社会資本の整備に向けて、生産性の向上が必要不可欠である。

そのため、国土交通省では ICT の全面的活用などの「i-Constrction」により建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。

本研究では、建設現場の施工の生産性向上に向けて、AI 技術を活用した施工の自動化及び施工現場の安全確保を目的に研究を実施している。

施工の自動化については、施工段取り作業を支援する AI 開発への産業界からの投資促進を目指し、AI 開発に必要な学習用データとして、工程進捗データの蓄積・共有・活用を可能にする環境整備に取り組んでいる。本年度は、施工現場での工程進捗データの活用実態の調査と共に、施工シミュレータの機能要件の基礎検討及び一部機能の試作を通じた工程進捗データ項目に関する素案検討を行った。

施工現場の安全確保については、過去に発生した建設工事事故について、工事積算体系及び作業内容等の分類及びデータ整理を実施し、建設現場で日々実施する KY 活動に資する当日の作業内容などから、想定される事故の形式等を表示する事故予報システムを試作した。

状態監視保全による機械設備維持管理の高度化に関する研究

Study on upgrading of machine facility management by Condition Based Maintenance

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室　室　　長　森川 博邦
主任研究官　田中 義光
研　究　官　金森 宗一郎

［研究目的及び経緯］

老朽化が進む河川系機械設備の維持管理においては、平成 26 年度より「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」に基づき、個別施設の維持管理計画を策定し、状態監視保全を導入した効果的な整備・更新の実施を目指している。併せて維持管理情報のデータベース化を進め、当該データを状態監視保全に有効に活用することとされているが、現状では充分に活用されておらず、健全度の判断基準も明確になっていない。

本研究は、各地方整備局で整備が予定されている水門設備及び河川ポンプ設備をモデル施設として選定し、データベース情報と整備・更新時に得られる工事データから健全度に影響する要因を分析し、判断基準をまとめるものである。

令和元年度は、排水機場 5 施設、水門設備（堰を含む）3 施設を選定し、維持管理データベースに登録されている計測データを用いて、排水機場においては主ポンプ・主原動機・系統機器を、水門設備においては扉体、開閉装置・制御機器を対象とした健全度評価を実施した。また、当該施設のうち、令和元年度に整備・更新を行った施設においては工事データを収集した。

今後も引き続き、継続的にモデル施設を選定し、維持管理データに基づく健全度評価を行うとともに、工事データで得られる劣化指標を基に判定基準を策定していく予定である。

河川機械設備の整備プロセスにおける CIM 導入に関する研究

Study on introduction of CIM in construction process of river management equipment

（研究期間　平成 30 年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室　室　　長　森川 博邦
主任研究官　田中 義光
研　究　官　金森 宗一郎

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、建設技術者の減少に伴う生産性向上施策の１つとして CIM の導入を推進しており、機械設備に関しても平成 29 年度に策定した「CIM 導入ガイドライン(案)機械設備編(素案)」に基づき試行している。

本研究は、水門、排水機場ポンプ設備等の機械設備について、土木・建築構造と機械設備の CIM を連携させ、設計・施工・維持管理において効果的に CIM を導入する具体的方策を立案し、「CIM 導入ガイドライン（案）」に成果を反映させることを目的とする。

令和元年度は、平成 30 年度にとりまとめた機械設備における CIM 活用効果を効率的に得られるよう、課題を整理したうえでモデル詳細度の再定義を行い、水門設備と河川ポンプ設備の詳細度別 CIM モデルサンプルを作成するとともに、作成上の留意点をとりまとめ、機械設備の管理者及び設計・施工関係者に対して CIM モデル作成及び活用の具体的な方策を示した。また、当該成果を基に、「CIN 導入ガイドライン(案)機械設備編」を編集した。

今後も引き続き、機械設備における CIM モデルの効果的な活用手法の研究を進め、特に維持管理段階における CIM モデルとレーザースキャナーによる点群データの利活用法について検討し、成果を令和２年度に予定されている「CIM 導入ガイドライン(案)」の再改定に反映させる予定である。

道路整備等の生産性向上に資するロボット及びICT技術の利活用に関する調査

Survey on utilization of robot and ICT technology that contributes to productivity improvement such as road maintenance

（研究期間　平成28年度～令和2年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室

室　　長	森川 博邦	主任研究官	大槻 崇
研　究　員	畑迫 勇太	交流研究員	天野 克己
		交流研究員	西村 峰鷹

［研究目的及び経緯］

国土交通省では「i-Construction」により道路事業における建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。

本研究は、3 次元データを活用した監督検査の省力化について検討を行うものである。また、「i-Construction」における ICT の全面的な活用として 3 次元計測機器における出来形管理についての検討も行う。

本年度は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）」、「施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）」に関係する国際基準の動向調査を行った。また、TS・GNSS による盛土締固め管理における管理データを、当該管理に用いる専用システム以外にて共有・表示可能なシステムの調査を行った。

生産性向上のための ICT 施工の工種拡大及び監督・検査の効率化に関する調査

Survey on expansion of work types of ICT construction and efficiency of supervision and inspection for productivity improvement

（研究期間　平成28年度～令和2年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室

室　　長	森川 博邦	主任研究官	大槻 崇
研　究　員	畑迫 勇太	交流研究員	天野 克己
		交流研究員	西村 峰鷹

［研究目的及び経緯］

国土交通省では「i-Construction」により河川事業における建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。

本研究は、3 次元データを活用した監督検査の省力化について検討を行うものである。また、「i-Construction」における ICT の全面的な活用として 3 次元計測機器における出来形管理についての検討も行う。

本年度は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）」、「施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）」に関係する国際基準の動向調査を行った。また、TS・GNSS による盛土締固め管理における管理データを、当該管理に用いる専用システム以外にて共有・表示可能なシステムの調査を行った。

i-Consutruction における浚渫工及び護岸工への拡大検討

Research on expanding i-Construction into dredging work and revetment work

（研究期間　平成29年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室

室　　長	森川 博邦	主任研究官	小塚 清
主任研究官	大槻 崇	研　究　員	畑迫 勇太

［研究目的及び経緯］

我が国では生産年齢人口が減少することが予想されている中において、経済成長を続けるためには、生産性向上は避けられない課題であることから、国土交通省では「i-Construction」により建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。そのため、国総研では、i-Construction を推進するため、これまで ICT を活用した土工や舗装工の出来形管理要領案を作成し、現場への適用を進めてきた。本研究は、ICT を活用した出来形管理の工種拡大として、河川浚渫工や護岸工への適用を目指すものであり、それぞれの工種に応じた 3 次元多点計測技術の適用性や、面的に管理を行う場合の規格値、出来形管理の手法を検討するものである。

令和元年度は、過年度作成した河川浚渫工・護岸工について、新たな出来形管理要領案に基づき実際に行われた ICT 活用工事について、実現場での実態調査を行い、トータルステーションやレーザースキャナー等による計測の適用性について確認するとともに、生産性向上効果の確認を行い、ICT 活用が適する現場条件を整理するとともに、より生産性向上を実現できるような施工管理等の手法についてとりまとめた。

情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査

Study on the method of using three dimensions measurement value data at the construction field

（研究期間　平成 20 年度～）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室　室　長　森川 博邦
主任研究官　小塚 清
主任研究官　大槻 崇
研　究　員　畑迫 勇太

［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、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「TS（トータルステーション）を用いた出来形管理」がある。平成 20 年 3 月に河川土工・道路土工を対象とした出来形管理要領が策定され、直轄工事で導入されているが、国総研では一層の普及に向け、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いる。

令和元年度は、過年度に、管理断面以外での法肩・法尻等の横断変化点における計測による出来形管理の手法をとりまとめた「TS を用いた出来形管理要領（案）（横断変化点管理）（土工編）」について、実現場での試行計測を引き続き実施し、規格値の案を作成するとともに、ソフトウェア会社の意見を踏まえ、出来形管理用ソフトウェア機能要求仕様書の案を作成した。

機械設備のモニタリング技術に関する研究

Study on monitoring technology for machine equipment

（研究期間　令和元年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室　室　長　森川 博邦
主任研究官　田中 義光
研　究　官　金森 宗一郎

［研究目的及び経緯］

トンネル換気設備や、排水機場ポンプ設備では、劣化傾向を監視して故障を未然に防ぐ状態監視保全を行うことが望ましい。国土交通省では、状態監視保全の手法として、管理運転時に設備を測定して得られた値の時間変化の傾向を監視する傾向管理の実施を推進している。しかし、測定機器や測定者が異なると、測定値が大きくばらつくため、傾向管理による状態監視保全が行えないことが問題となっている。

このようなばらつきを防止できる技術の候補の一つが無線モニタリング技術である。しかし、トンネルや排水機場といった特異な環境における無線モニタリングの可否はほとんど調べられていない。そこで、本研究ではどのような性能の無線モニタリング機器であれば、トンネルと排水機場における無線モニタリングが可能か明らかにすることを目的とした。

今年度は無線振動モニタリングに関する最新の技術動向の調査と、トンネルと排水機場での試行実験を行い、無線振動モニタリングが可能であるために、無線モニタリング機器のどの性能が重要なのかを明らかにした。

今後は無線温度モニタリングの検討、複数の設備における測定データの収集を行う予定である。

ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究

Research on the advance of construction productivity by extensive using ICT

（研究期間　平成29年度～令和2年度）

社会資本マネジメント研究センター	建設マネジメント研究官		池田 裕二	
社会資本マネジメント研究センター	社会資本情報基盤研究室			
	主任研究官	青山 憲明	主任研究官	井上 直
	研　究　官	郭 栄珠	研　究　官	寺口 敏生
社会資本マネジメント研究センター	社会資本施工高度化研究室			
	室　　　長	森川 博邦	主任研究官	小塚 清
			研　究　員	畑迫 勇太

［研究目的及び経緯］

昨今、少子高齢化による建設現場の担い手の不足が懸念されている。この状況下で、国土交通省では、平成27年度より、建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場の実現を目指すi-Constructionを推進している。このi-Constructionのトップランナー施策の一つである「ICTの全面的な活用」については、国土交通省が、平成28年3月に、土工へのICT活用に必要な基準類を整備したものの、「土工以外への工種への展開」、「維持管理の生産性向上」を進める必要がある旨、「国土交通省i-Construction委員会」において報告されている。以上を踏まえ、本課題では、設計、施工、維持管理の各生産プロセスにおいて、建設現場の生産性向上を目指し、幅広い工種にICTを本格的に導入するため、基準の策定等に資する研究を行う。

設計段階では、3次元モデル表記標準（案）に基づき、寸法や注記が入った3次元モデルを作成する際に参考となる技術資料（3次元モデル表記標準（案）に基づく3DAモデル作成の手引き（案））を作成した。また、BIM/CIM活用業務にて作成した3次元モデルを用いた設計照査・検査に用いる技術資料（BIM/CIM設計照査シート及び運用ガイドライン、BIM/CIM成果品の検査要領（案））を作成した。さらに、土木工事数量算出要領に基づき、数量算出に活用可能な3次元モデルを作成する際に参考となる技術資料（土木工事数量算出要領（案）に対応するBIM/CIMモデル作成の手引き（案））を作成した。

施工段階では、地盤改良工、法面型枠工、舗装修繕工等について、ICT活用に必要な出来形管理要領等の素案を作成した。また、民間からの提案に基づき、飛行中に自動で自己位置の特定が可能な無人航空機など、新たな出来形計測技術等へ適切に対応可能な基準類の素案を作成した。同時に、ICT活用による生産性向上効果定量化・指標化のための実態調査を行い、工事成績等へのインセンティブ付与へ活用できるよう、指標客観化のための手法を整理した。

維持管理段階では、橋梁と河川構造物の3次元モデルに点検記録等を紐付ける方法とデータを効率的に一元管理する方法を整理し、試行を通じて評価した。その結果を基に、次年度に実施予定の現場試行の実施手順を整理した。

AI を活用した建設生産システムの高度化に関する研究

Research on upgrading of construction production system using AI.

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室

室　　長	関 健太郎	主任研究官	山口 悟司
交流研究員	齋藤 孝信		

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室

室　　長	森川 博邦	主任研究官	大槻 崇
研　究　官	畑迫 勇太	交流研究員	西村 峰鷹

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室

室　　長	関谷 浩孝	主任研究官	井上 直
主任研究官	青山 憲明	研　究　官	寺口 敏生

［研究目的及び経緯］

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況下、働き方改革を進め建設労働者の給与確保、週休 2 日の実現等、労働環境の改善は喫緊の課題であり、この解決には建設生産システムにおける労働生産性の向上が必要不可欠である。本研究は、労働生産性の向上にむけ、IoT（モノのインターネット）等を使って施工現場から収集されるビッグデータを、近年飛躍的に進化した AI（人工知能）を用いて解析し、調達、施工管理等の建設生産システムの高度化を図るものである。

調達の高度化については、現場に即した積算及び工期設定を行うため、鉄筋の組立等の施工量把握の自動判別技術開発の推進に向けて、本年は昨年度取得した施工状況データを教師データへの加工を実施した。

土工の施工管理については、土工用建機の工程分析を効率的に行うため、建機の動作映像から建機の種類や作業を自動判別する AI 開発を促進するべく、本年は、その AI の学習用データとなる土工作業動画を実現場にて試行収集を継続して進めたほか、当該ユースケース等を前提とした意見公募を実施した。

情報連携の高度化では、既設構造物の維持管理段階において BIM/CIM の活用を推進するため、情報連携基盤となる 3 次元モデルを低コストで作成する技術として、2 次元 CAD 図面より半自動的に 3 次元モデルを作成する AI 技術の開発を行っている。本年は、橋梁の 2 次元 CAD データより図面と表を抽出し、内部構造を含む 3 次元モデルを半自動的に構築する AI 技術を開発した。

道路空間データの整備・活用手法に関する研究

Study on a method of generation and practical use of MMS point cloud data expresses surrounding environment of road　（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　室　長　池田　裕二
社会資本情報基盤研究室　Head　IKEDA Yuji
Research Center for Infrastructure Management　主任研究官　糸氏　敏郎
Information Platform Division　Senior Researcher　ITOUJI Toshiro
主任研究官　大手　方如
Senior Researcher　OOTE Masayuki
交流研究員　細川　武彦
Guest Research Engineer　HOSOKAWA Takehiko
交流研究員　難波　雄二
Guest Research Engineer　NANBA Yuji

The purpose of this research is to examine the system configuration for integrating, storing, and sharing point cloud data in road space. The authors analyzed the acquired data and Interviewed with some companies, and created a functional requirement necessary for building implementation system.

［研究目的及び経緯］

国土交通省ではMMS（Mobile Mapping System）を各地方整備局等に導入し、道路管理用車両等を用いて大量の点群データを取得している。今後、この点群データを民間企業と共有し、道路交通上の課題解決等につながる多角的な利活用を促すことを目指している。しかし、各地方整備局等が取得したデータを集約・保管し、利用する民間企業と共有するための仕組みが存在しない。このため本研究では、点群データの集約・保管・共有を行うためのシステム要件等の検討を行い、システムの実装に必要な機能要件を作成した。

［研究内容］

(1) 各地方整備局等による取得データの調査

各地方整備局等が保有している MMS の機材はそれぞれ異なるため、取得するデータの形式やサイズ等、データの諸元が大きく異なる。そこで各地方整備局等が取得した点群データ等を入手して分析を行い、構築するシステムのスペック等について検討を行った。

各地方整備局等で使用されている MMS のレーザスキャナは、「SICK LMS511」、「Velodyne HDL-32E」「Velodyne VLP-16」の 3 種類である。また、デジタルカメラは標準カメラと 360 度カメラの 2 種類であり、これらの違いによりデータ容量に差が生じる。各地方整備局等で使用しているレーザスキャナおよびデジタルカメラの種類及び 1 kmあたりのデータ量（入手したデータの平均値）を表-1 に示す。

表-1　機材の種類と1kmあたりのデータ量（GB）

保有する地整	レーザスキャナの機種	カメラ	点群データ	画像データ
関東、中部、近畿、中国、四国、九州	SICK LMS511	標準カメラ 画素数：500万画素	0.17	4.46
北海道、東北	Velodyne HDL-32E	360度カメラ （魚眼カメラ2台で構成） 1200万画素	4.96	2.27
北陸	Velodyne VLP-16	360度カメラ （標準カメラ6台で構成） 500万画素	1.1	7.3

これらのデータから、直轄国道約 23,000km の上下線を合わせて約 50,000 kmを取得することを想定し、400TB の容量以上をシステムのデータベースの要件であることとした。

(2) データ共有・加工機能の決定

システムが保管・管理する点群データ等を民間企業と共有する際には、データを容易に検索する機能やデータ容量を減らすための加工機能を実装することが望ましい。そのため、点群データを取得・利用している企業へヒアリング調査を行い、システムが備えるべきデータ共有・加工機能を利用者の視点から決定した。

ヒアリングは、MMS を用いた測量業務を各地方整備局等から受託している「パスコ」、「アジア航測」、「アイサンテクノロジー」の 3 社に、点群データ等を用いて自動運転用地図の作成に取り組んでいる「ダイナミックマップ基盤」を加えた 4 社に対して実施した。

ヒアリングの結果、各社ともに必要と判断した項目を 7 つに整理し、データ共有・加工機能としてシステムに実装することとした（表-2）。

表-2 データ利用者の視点から必要な機能等

① **データを間引く加工機能**は不要 (用途に応じてデータ利用者が行う)
② **計測直後（処理前）のデータ（ローデータ）の提供機能**が必要
③ 画像に関しては、**個人情報を削除する加工機能**が必要
④ **データ取得箇所を容易に検索・特定する機能**が必要
⑤ 有償で提供する場合には**事前にデータを確認できる機能**が必要
⑥ データ共有は、容量が大きいため、ダウンロード機能に加えて **郵送による物理的な手法の組み合わせ**が望ましい
⑦ **データの精度等に関する諸元**も提供することが必要 （機材スペック、計測時の車両速度、渋滞状況、計測日時等）

(3) データ納品仕様の決定

取得される点群データ等は、各地方整備局等の機材の種類に応じて格納先やメタデータの項目が異なるだけでなく、取得作業の受注者によっても取得データの形式が異なる。そこで、民間企業が利用する際に必要なデータが漏れなく納品され、自動的にシステムへ登録できるよう、各地方整備局等にデータ納品する際の納品仕様を作成することとした。

特に、表-2⑦にあるデータの精度については、民間企業が活用するにあたり必須となるため、必要な精度管理資料の種類や項目をヒアリングにより整理し、成果物として納品することを必須とした（図-1)。

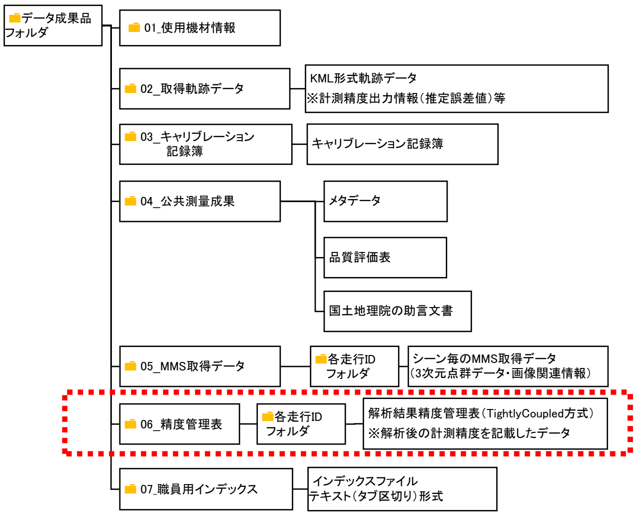

図-1 データ納品仕様の構成

［研究成果］

各地方整備局等が取得したデータの分析から、システムに必要な機材のスペックを仮定し、費用を比較してシステムに必要なサーバ等のスペックを決定した。

データ共有機能のうち、ヒアリングで確認された表-2③の個人情報を削除する機能については、共有した画像データによりプライバシーや肖像権の侵害が生じる可能性があるため確実な実施が必要である。しかし、データの取得延長が多いと処理作業の負荷が大きい。そのため、AI を用いて顔やナンバープレートのマスキング処理を自動で一次スクリーニングし、処理後のデータを目視確認する機能を実装することとした（図-2)。

図-2 顔やナンバープレートのマスキング処理

また、表-2④のデータ検索・特定機能については、地図上に取得路線を表示するとともに、各データの路線名、都道府県、データ取得時期、及び道路種別をメタデータとして表示し、容易に求めるデータが入手できる仕様とした。表-2⑤のデータを事前に確認できる環境については、データが存在するすべての場所について利用者がブラウザ上で点群データと画像データを連動させた画像を閲覧できる機能を備えることとした。表-2⑥のデータ共有手法については、管理者にデータ提供を依頼する機能を備えることとした。これらの機能を備えたシステムのイメージ画面を図-3に示す。これらをシステムの機能要件とした仕様の作成を行った。

図-3 システムの機能

［成果の活用］

令和 2 年度から取得を開始する直轄国道の点群データ等を収集・保管・管理・共有できるように、整理した機能要件に基づきシステム構築を行う予定である。

CIM 展開のための３次元データ利活用の高度化に関する調査

Research on advanced utilization of 3-D data for CIM development

（研究期間　平成 29 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター
Research Center for Infrastructure Management
社会資本情報基盤研究室
Information Platform Division

建設マネジメント研究官　池田　裕二
Research Coordinator for Construction Management　IKEDA Yuji
主任研究官　青山　憲明
Senior Researcher　AOYAMA Noriaki
主任研究官　井上　直
Senior Researcher　INOUE Tadashi
研　究　官　郭　栄珠
Researcher　KWAK Young-Joo
研　究　官　寺口　敏生
Researcher　TERAGUCHI Toshio
交流研究員　坂藤　勇太
Guest Research Engineer　SAKAFUJI Yuta

To improve the quality of infrastructure maintenance work and to prevent design errors on the Building / Construction Information Modeling, Management (BIM/CIM) at the design stage, our division developed the prototype of the 3D simulation for construction inspection and modified standard documents of the BIM/CIM utilizing in a practical research application. This report proposed the basic perspective of data management on the BIM/CIM utilizing based on 3D model for dissemination of BIM/CIM.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、インフラの安全安心と建設生産性の向上を図るために、３次元データを活用した建設生産システムを構築し、公共調達の品質向上、コスト縮減、維持管理の高度化を達成することを目標として、BIM/CIM の導入普及に取り組んでいる。また、計画・設計から維持管理に至る全体の建設生産プロセスにおいて、３次元モデルを基軸とする ICT 基盤の建設生産・管理システムの開発に取り組んでいる。

本調査では、建設生産プロセス全体で３次元データ利活用の高度化に向けた技術開発のため、点検シミュレーションの機能要件の整理と維持管理における施工及び点検記録結果等の一元管理（登録、参照）方法を開発することを目指している。

［研究内容］

1.　設計段階における BIM/CIM を活用した点検シミュレーションのプロトタイプの開発

(1)　点検シミュレーションの機能要件に関する調査

設計段階で「橋梁を確実に近接目視できる」「支承を確実に交換できる」こと等を確認するため「点検シミュレーション」に必要な機能要件と有効な場面を明らかにする。そのために、どのようなシミュレーションを実施し、実際の設計の品質向上や点検計画立案に役立つのかを検討し、必要な機能要件を整理する。

(2)　BIM/CIM を活用した点検シミュレーションの評価

整理した利用場面及び機能要件をもとに、プロトタイプを開発し、その機能の有効性を評価する。道路管理者、点検業者、橋梁診断者を対象に点検シミュレーションの利用シナリオ案を作成し、ヒアリング調査に伴うデモンストレーションを実施し、点検シミュレーションの有効性の評価を行う。

2.　３次元モデルの利活用した施工及び点検記録の一元管理方法

(1)　施工及び点検記録等を BIM/CIM 上に登録する方法の検討

本調査では、維持管理で必要な情報と、その利用頻度を明らかにする。次に、維持管理における施工及び点検記録の管理方法と、３次元モデル上の検索・参照方法を検討する。また、施工及び点検記録の属性として BIM/CIM 上で効率的に管理する方法(データの紐付け方式、ファイル管理方式)を検討する。 調査の対象は、「橋梁点検」と「河川堤防点検」とする。

(2) BIM/CIM を活用した施工及び点検記録等の管理（登録、参照）の有効な利用場面の調査

施工管理および点検データを３次元モデルに登録し利活用する有効な利用場面を検討する。有効な利用場面として、点検業者が点検結果等を BIM/CIM 上に登録して管理者が参照する一連の作業を点検業者及び管理者の視点で抽出する。

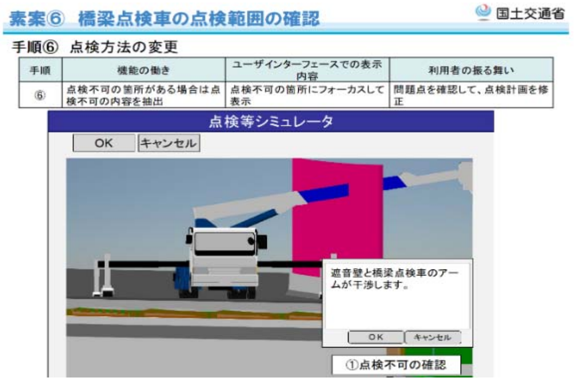

図-1　点検シミュレーションの適用事例のプロトタイプ一部の画面（点検車両の干渉確認）

紐付け方式（直接・間接参照）、データ管理方式（構造全体、構成要素単位、各部材、ピンおよびテクスチャ単位等）、ファイル管理方式（フォルダ形式、ファイル名詳細設定、オブジェクトストレージ管理）等の計 80 通りの組み合わせうち、ニーズが高い利用場面（表−１）のデータ登録および参照にかかる手間やデータ検索の容易さ等の時間を計測する試行シナリオを作成し、実データを用いて候補となる計 13 通りの有効な利用場面案を試行する。

表-1　施工及び点検管理の有効な利用場面

	有効な利用場面	対象情報
点検管理	①画像からひび割れを検出して CAD データを自動的に作成し、時系列で比較	点検時の写真、点検調書（損傷図）
	②点検結果を条件に色分け表示等で描画し、修繕計画の要否や修繕範囲を判断	点検調書
	③対象部材の変状が進展しているかを確認するため、過去の変状図を並べて比較	点検調書（変状図）
	④劣化の進行度の高い構造物の点検結果推移を確認	点検調書
施工管理	①施工時の状況を確認	工事写真
	②鋼橋の各種試験結果に問題がないか確認	鋼橋製作結果(ミルシート等)
	③生コンクリートおよびコンクリート二次製品の品質記録表（骨材）を確認	生コンクリート品質記録表（骨材）
	④問題が発生した橋梁と同じ骨材を用いている橋梁を検索	生コンクリート品質記録表（骨材）

［研究成果］

(1)　点検シミュレーションの機能の有効性の評価

点検シミュレーションが具備すべき機能について、確認項目と確認方法から「画面上の機能」と「内部処理の機能」に大別し、維持管理への配慮事項、点検方法（直接目視の確認）、点検箇所へのアプローチ等の利用場面の有効性を評価した。

有効と評価される内、既存ソフトウェアの機能を組み合わせて実現可能な、図-1 で示すように点検シミュレーションのプロトタイプを開発した。開発した新規機能の利用のため、現場点検で利用することを想定した利用者マニュアルにとりまとめた。

(2)　橋梁及び河川構造物の施工及び点検モデルの評価

施工及び点検記録データは、土木工事における資料管理の業務効率化と維持管理に関する資料管理の効率

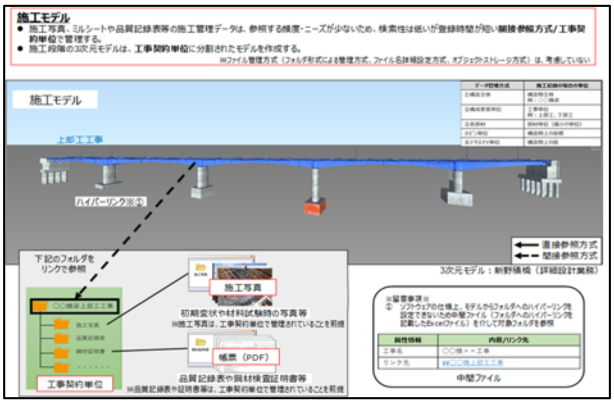

図-2　橋梁構造物の点検記録等を BIM/CIM 上に登録する施工モデルのイメージ

化に寄与するか、巡回等に併せて日常的に行われる点検で使いやすいか、データ作成者の手間、データ検索のしやすさの観点で定量的に評価した。具体的な評価は以下の通りである。

施工記録データ（工事写真、ミルシートや品質記録表等）の管理方法は、損傷があった場合の原因究明に必要な情報であるが、参照回数は低いので、手間をかけずに紐づける方法で一元管理するのがよいと評価した。そこで、工事写真、品質記録表、ミルシートや品質記録表等は、検索性は低いが登録時間が短い間接参照方式を選定し、工事契約単位で管理することがよいと評価した。図-2 は、工事契約単位に分割された施工モデルに工事写真（帳票）と品質記録を間接参照方式のデータとして管理するイメージを示した。

点検記録データ（写真・損傷図等）の管理方法は、前回の記録を参照するなど参照回数が高く、３次元モデル上で点検対象の構造体が損傷のある場所で紐づけて管理されると検索、参照し易くなる。前回の記録の撮影位置と撮影写真を確認する手間がかかっているため、モデル上で撮影位置と撮影写真を確認可能な間接参照方式/ピン単位で管理することがよい。また、点検調書は、検索性は低いが登録時間が短い間接参照方式/径間単位で管理する。さらに、時系列で損傷が見られれば尚良い。

しかし、本調査に基づいた BIM/CIM 上で活用可能な維持管理モデルのデータ作成作業は、ソフトウェア環境に依存するため、関連ツール開発業者と継続的に調整していく等の中長期的な取り組みに推進していく必要がある。

［成果の活用］

本調査の成果の一部は、CIM 導入ガイドライン（案）の維持管理における BIM/CIM の利用方法や維持管理のための CIM モデル作成仕様の改定に反映している。また、本調査結果は、現場で試行可能な点検シミュレーションの開発等への活用が期待される。

CCTVカメラを用いた被害把握システムの実証実験に関する研究

Study on demonstration of a system for confirmation of disaster damage with CCTV camera

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター	情報研究官	菅原 謙二
社会資本情報基盤研究室	室　　長	池田 裕二
	主任研究官	大手 方如
	交流研究員	細川 武彦

［研究目的及び経緯］

大規模で広域的な災害発生時であっても、インフラ施設の被災情報等を迅速に収集・集約・共有できる技術の開発が求められている。そこで、本研究では、全国に２万台以上設置されているCCTV（Closed Circuit Television）カメラを活用することにより、災害時に被災状況を迅速に把握・共有するための技術開発を進めている。

令和元年度には、震災発生前後の画像から被害の可能性がある「変化」を差分として検出する技術（以下、差分検出という。）について、AI（Artificial Intelligence）を用いて誤検出を減少させる技術（以下、本技術という。）の開発を行った。本技術は、差分検出を行う前段階でAIによる画像処理を行い、後段の差分検出での誤検出を減少させる手法である。教師データとして多くの被害画像を準備することが困難であることから、AIのアルゴリズムとして、教師データに被災状況の画像を必要としない「セマンティック・セグメンテーション」というアルゴリズムを用いた。

また、震度４以上の地震発生時に、一部のCCTVカメラを対象に、CCTVカメラを自動的に回転させてパノラマ画像を作成する機能や差分検出を行う機能を持つ「パノラマ画像作成システム」を中部地方整備局に構築した。

道路基盤地図情報を活用した道路管理支援システムの高機能化に向けた研究

Study on sophistication and functionality of road management support system using fundamental geospatial data of road

（研究期間　平成29年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室	室　　長	池田 裕二
	主任研究官	糸氏 敏郎
	主任研究官	大手 方如
	交流研究員	細川 武彦
	交流研究員	難波 雄二

［研究目的及び経緯］

国土交通省では平成18年度から大縮尺道路地図である「道路基盤地図情報」の整備を推進し、道路基盤地図情報を活用した道路管理や道路サービスの高度化の実現に向けて取り組んでいる。国土技術政策総合研究所ではそのために必要となる技術開発や基準類の整備を行っている。「地下埋設物を含む公益占用物件」及び「道路案内標識」については、社会資本整備審議会における答申等を踏まえ、諸元等の管理に必要な各種の情報を収集・整理し共有する仕組みの構築が求められている。

「道路基盤地図情報」については、ベースとなっている道路工事完成図が未収集である領域について、道路台帳附図を用いて、「道路基盤地図情報」を管理している道路管理支援システム上で補完し、直轄国道全線をGISデータで表示できるようにする。

「地下埋設物を含む公益占用物件」については、占用申請者の負担を最小限にする方法で、地下埋設物の有無及び概略の位置を地図上に表示させて適正に管理するための図面の提出要領（案）を作成する。「道路案内標識」については、「案内地名」、「交差点毎の方向別案内地名」、「表記」の連続性・整合性を確認する機能を試作し、確認結果を地図上に表示するシステムを構築する。

インフラ・データプラットフォームの構築

Constructing Infrastructure Data Platform

（研究期間　平成 29 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター	情報研究官	菅原 謙二
社会資本情報基盤研究室	室　　長	池田 裕二
	主任研究官	青山 憲明
	主任研究官	井上 直
	研 究 官	郭　栄珠
	研 究 官	寺口 敏生
	交流研究員	坂藤 勇太

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、公共調達の品質向上、コスト縮減、維持管理の高度化を達成することを目標として、インフラデータの電子化を進めている。建設生産プロセスの各段階で生成、蓄積されている様々なインフラデータを統合的に活用するためのデータシステムを構築することで、現場の施工管理や監督・検査時に加え維持管理・更新等における生産性の向上が期待できる。そこで、上述のインフラデータを統合的に活用するためのデータシステムとして、インフラ・データプラットフォーム（以下、「インフラデータ PF」とする。）を構築する。

令和元年度には、インフラデータ PF の基本的な機能やユーザー管理の方法について整理を行った。また、ユースケースの検討を行い、利活用の観点からインフラデータ PF に求められる機能等を整理した。更に、メタデータの自動生成方法等のインフラデータ PF の利用を拡大するための技術開発を実現するための実現性調査を実施した。

今後も引き続き、インフラデータ PF の機能の開発、実装、利用拡大につながる技術開発を実施していく予定である。

設計データの３Ｄ化による生産性の向上、品質の確保

3D Design Data to Improve Productivity and Ensure Quality

（研究期間　平成 29 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室	室　　長	池田 裕二
	主任研究官	青山 憲明
	研 究 官	郭　栄珠
	研 究 官	寺口 敏生
	交流研究員	坂藤 勇太

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、建設現場の生産性向上に向け、測量・調査から設計、施工、維持管理に至る建設生産プロセス全体で ICT や 3 次元データを利活用する i-Construction を推進している。一方、 設計データの 3 次元化ができておらず、設計・施工間のデータの引き渡しも効率的に行われてはいない。このため、3 次元データの活用シーンが可視化による合意形成の迅速化など限定的であるという課題がある。生産性の向上や品質の確保を図るためには、一連の建設生産プロセスにおいて 3 次元データの流通・利活用が必要である。そこで、3 次元データの円滑な受け渡しを図るため、規格の標準化等を進め、3 次元データによる数量・工期の自動算出、施工段階を見据えた効率的な設計などの手法を開発する。

本年度は、変形可能な 3 次元モデルであるパラメトリックモデルの要件、設計・施工間で引き渡すべき情報、業務履行・工事施工中における受発注者間の情報共有システム機能要件の検討を行った。検討結果を基に、「データ交換を目的としたパラメトリックモデルの考え方（素案）」、「設計－施工間の情報連携を目的とした４次元モデル活用の手引き（案）」「土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン」等を作成し、公表を行った。

建設経済に関連した時事的課題の体系化に関する研究

Study on systematization of current affairs related to construction economy

（研究期間 令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター	室　　長	小俣　元美
建設経済研究室	Head	OMATA Motoyoshi

Research Center for Infrastructure Management
Construction Economic Division

The subject of research on the construction economy is wide and related to socio-economic trends and economic statistics. In addition, some topics depending on the time of year are derived from current affairs, and current affairs may be the subject of policy research. In this study, a wide range of current economic issues related to the construction economy are identified, their items are extracted, and a classification and viewpoint are examined to conduct research and study to organize and systematize, and collect case information.

［研究目的及び経緯］

建設経済に関する研究の対象は幅広く、社会経済動向や経済統計とも関連している。また、関連する時節に応じた話題（トピック等）は、多くが時事的課題（時事問題）から導かれるものであり、時事的課題は政策研究としての研究対象となり得る可能性がある。

本研究においては、建設経済に関する時事的課題を幅広く捉え、その項目を抽出した上で分類の視点を検討することにより、整理と体系化を行うための調査研究を行うとともに、事例情報の収集を行った。

［研究内容］

1．文献収集・整理

１）時事的課題の体系化の検討

国内外の研究機関等が調査研究を行っている住宅・社会資本に関連する社会経済に関しての統計的又は継続的な調査研究項目に関する情報、及び政策提言に関する項目に関する事項について、既往文献、ホームページ等から項目又は概要の情報収集を行い整理した。特に時事的課題（時事問題）に関しては、各新聞社等発行のキーワード集等の文献の分類を参考としている。

分類・体系化への考え方としては、①住宅・社会資本の分野、領域ごとに関係性を整理、②時間軸（短期的課題、長期的課題など）や歴史性から整理、③技術革新など時代や技術の進展の軸から整理、などにより分類していく方法が考えられる。なお、住宅・社会資本の分野、領域ごとに関係性を整理していく場合は、その性格上から、国土、観光、環境等の分類下における課題（キーワード等）が多くなる傾向があり、対象とする範囲や内容の設定が再度の検討事項となる。

表-1　抽出した項目例（抜粋）

【時事的課題（時事問題）の内容別項目（トピック等）の例】

（経済）
　フィンテック、マイナス金利、シェアリングエコノミー、
　軽減税率、仮想通貨、‥‥
（政治）
　カジノ解禁（ＩＲ）、ふるさと納税、マイナンバー制度、‥‥
（社会、生活）
　サマータイム、子ども食堂、コミュニティ防災‥‥
（情報通信）
　ＡＩ、５Ｇ、ＩｏＴ、ビックデータ、スマートシティ、
　電子マネー、ＧＡＦＡ、‥‥
（環境）
　異常気象、パリ協定、カーボンプライシング、SDGs、
　再生可能エネルギー、‥‥
（観光）
　訪日客数増加、インバウンド消費、民泊、‥‥
（国土）
　インフラ老朽化、空き家対策、ストック型社会、耕作放棄地、限界集落、消滅可能都市、生産緑地、東京一極集中、都市のスポンジ化、ストック効果、国家戦略特区、‥‥
（産業、雇用）
　外国人労働者、ハラスメント、副業解禁、第４次産業革命、‥‥
※時事問題：近年に起きた政治､経済､国際､社会一般における事象の総称．その時々の社会問題.

表-2　「分類・体系化」への考え方（例示）

【「分類・体系化」への考え方（例示)】

（例１）
　住宅・社会資本の分野、領域ごとに関係性を整理
（例２）
　時間軸（短期的課題、長期的課題など）や歴史性から整理
（例３）
　技術革新など時代や技術の進展の軸から整理

２）事例内容の情報収集

国内外の社会経済の状況等をふまえ、本調査研究では３つの内容を取り上げ、その系譜や動向を俯瞰できる専門家から情報収集を行った。

（1）直近の社会経済の状況

現在の我が国は、急激な少子高齢化の進行、空き家864万戸(H30住宅土地統計調査)、人口の自然減50万人超という状況に直面し、相次ぐ自然災害の襲来に見

舞われ、国際情勢でも貿易・経済摩擦問題や軍事衝突の頻発という環境にある。

こうした社会経済背景の時代にあって、老若男女ともに生活者が、安心してQOL を保つことのできる住宅と居住環境の保障が重要になっている。

（２）情報収集

【情報収集１】建築学会建築社会システム委員会動向

大量の空き家の活用については、右肩下がり時代の現在のテーマであり、新規供給を前提とした建築生産や住宅生産のための技術教育や関連業界の意識を転換しなければならないと考えられる。本調査では日本建築学会の建築社会システム委員会(旧建築経済委員会)における調査研究の系譜や取り組みに着目した。

日本建築学会では、昭和24年、戦災復興対応のために横山不学先生、丹下健三先生らの参画で「建築経済委員会」が立ち上がったが、内容的には現在の「建築着工統計」にも繋がっている。その後、建築経済委員会は、住宅生産と建築生産を対象に活動してきたが、経済バブル崩壊後の社会経済の変化（建設事業の膨張よりストックの活用や建築物の中長期の適切な維持管理が求められる時代への変化、巽先生ら）を受けながらあり方を模索してきていた。さらに「ストック型社会の時代」になってきたことが鮮明になり、住宅生産や建築生産という枠組みでは捉えられない都市計画や建物の維持管理・リノベーション、不動産マネジメント（価値の保全等）などの領域と合わせて取り組むあり方の必要性が議論され、平成21年度より「建築社会システム委員会」と名称変更するに至った。

近年では、建築学から都市計画や不動産マネジメントの領域と重なる（あるいは隙間になっている）領域を、埋め合わせる研究や取り組みと教育が大切と考えられ、建築社会システムの関連領域やコストマネジメント分野の重要性、将来性の訴求やグローバリゼーションという先行きに照らして、各テーマでの共同化や連携の活動を理解し評価していくことが重要と考えられる。

今後の取組テーマの例示として、①Whole Lifecycle Costing(建築物を造ることの重視から活用すること重視へ)、②価値のあるストックの評価手法研究、③災害保険制度（不可知の災害や建築生産過程の瑕疵や欠陥等）が挙げられる。

【情報収集２】都市の持続可能性（ISO37120の取組）

右肩下がりの社会経済の打開方策として、数年前から始まったスマートシティ構想～スーパーシティ構想が検討される中、ISO37120 の取組は、カナダのトロント大学で都市比較指標としての研究がなされており、その目的の「都市の持続可能性」と「都市居住のQOL」の指標づくりは、わが国の住宅・都市政策にも有用と考えられる。

トロント大学が ISO37120 の取組を先導するようになった経緯は、トロント大政治学部にパトリシア・マカーニという人がおり、ISO は大学というよりパトリシア氏が主導してきた。彼女はもともと UN ハビタットや世銀で仕事をしていた。そのコンサルティング業務をしていて気づいたことが、様々な国のデータが存在するが、都市レベルで比較できるデータが無かった点であった。例えば、国レベルの比較はできるが都市レベルではできない、それで都市レベルで比較できるデータの標準化を創る必要があると考えた。

世界銀行からSeed Funding の形で助成金が出て、始めたプロジェクトでは、9都市で一定の成果を得た後、州から助成が得られ、それをグローバルに広げる取組を始め、大きなステップになった。州政府は、「グローバル都市研究への貢献」ということの意義を認めた。

元々トロント大に都市研究センターというものがあったが、大学からの補助金が打ち切られ、同大建築学部の中に移されることになった時に、パトリシア氏が州政府の研究助成を得たことで、グローバルシティ・インスティチュートを立ち上げられることになった。研究資金の裏付けができたことで同大の研究機関となり、ISO37120 の開発をサポートすることとなって行った。

【情報収集３】少子高齢化の中でのセーフティネット

安全・安心の問題は忘れた頃に到来する危機の管理（リスク回避）への取り組みと繋がる。人々の意識や地域社会の連携を踏まえた安全・安心のための知恵・知見(コミュニティ防災やコミュニティ危機管理)の重要性が再評価され始めている。

現在、地域社会の安全を高めるため、監視カメラやIoT 技術に頼る傾向が高まっているが、社会の健全性を高め持続させるまちづくり的取組「環境設計CEPTED」の取り組みが、これまで以上に重要な意味を持つようになっている。事例として、プルーイット・アイゴー(Pruitt-Igoe、米セントルイス市)、ベルメミーア（蘭アムステルダム市)、ヒューム（英マンチェスター）地区が挙げられる。

オランダでは、まちづくりや建築デザインを警察と関係者の協議で決める方法が採用され、都市計画面から建物デザインのガイドラインが定められている。これには、建物の階数制限、戸数制限、裏路地の見通しの確保、正面玄関への部外者の接近制御、集客施設の配置、建物の表裏の厳密な区別、物置、車庫の自然な見守りなどヒュームの伝統がベルメミーアにも生かされている。

英政府は、ヒュームなど問題になっている団地について、犯罪問題を含め、周辺分野の問題を含む領域(雇用、住宅、教育、健康等、相互に関連）について改善が必要と考えている。地域によって問題分野に違いがあり、その優先順位について、計画づくりから地域に参加させているが、その時の手法としてセプテットが採用されており、補助金も導入されている。

経済分析手法による道路整備の幅広いストック効果把握に関する調査

Research on using economic analysis method to grasp wider stock effects by road construction facilities

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済研究室　　室　　長　　小俣 元美

［研究目的及び経緯］

建設経済研究室では、道路整備のストック効果などの経済効果の説明性向上のため、道路整備の様々な幅広い経済的効果を把握することを目的として、全国マクロ的な効果及び地域へ及ぼす効果を対象に経済分析手法を用いた調査分析を行っている。

本年度は、海外の道路整備等の指標に関する情報収集・整理、海外の集積の経済等の間接的な経済効果（広範な経済効果）の適用状況に関する情報収集・整理、及び全国マクロ計量経済モデルによる道路整備の経済効果に関する分析、SCGE 分析（空間的一般応用均衡分析）による全国高速道路整備による地域別・産業別経済効果の把握分析を行った。

冬期道路対策への住民参加の促進に関する調査

Research on measures to support and promote winter road snow removal by residents

（研究期間　令和元年度～令和３年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済研究室　　室　　長　　小俣 元美
主任研究官　　原野 崇
研　究　官　　齋藤 貴賢

［研究目的及び経緯］

近年、非常に強い降雪が集中的かつ継続的に発生するなど雪の降り方が変化する一方、人口減少や少子高齢化、除雪作業の担い手・後継者不足など、除雪を取り巻く環境は一層厳しさを増している。こうした昨今の情勢を受け国総研では、地域や民間団体が道路除雪へ積極的に協力できる仕組みの構築を目指し、冬期道路対策への住民参加を促進する方策の検討を行っている。

令和元年度は、住民等による道路除雪活動に関する既往の調査結果から 17 道府県 44 市町村で実施されている除雪活動や支援制度などの事例を収集・整理した。その中から 6 地域を抽出し、市役所や社会福祉協議会、自治会、学生ボランティア団体など除雪活動関係者からのヒアリングによる詳細調査を行った。

今後も引き続き、地域住民等による道路除雪活動の事例を調査・研究するとともに、その活動の支援・促進方策についての検討を進めていく。

大雪時の交通障害による経済損失の把握手法に関する研究

Research on grasping method of economic loss by road traffic suspension due to heavy snow

（研究期間　令和元年度～令和２年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済研究室　　室　　長　　小俣 元美
主任研究官　　原野 崇
研　究　官　　齋藤 貴賢

［研究目的及び経緯］

建設経済研究室では、冬期道路管理の効果の説明性向上のため、道路の交通障害を伴う大雪時の経済損失を把握する手法についての調査研究を行っている。

本年度は、国内の道路整備の事業評価等から、道路交通障害発生時に道路利用者または沿線地域住民が受ける経済損失の評価に関する事例を収集し、その考え方を整理した。さらに整理した考え方をもとに、複数の仮定条件下で大雪による道路交通障害発生時の経済損失額を試算し、経済評価の行う上での適用性や課題についての整理を行った。

今後は、本年度整理した課題をもとに、経済損失の把握に必要な情報、仮定条件等について再整理、経済損失額の再試算を行い、把握手法の妥当性を検証する予定である。

都市の生物多様性の確保に向けた簡易なモニタリング手法の開発及び活用に関する研究

Research on development and effective use of monitoring methods for conserving urban biodiversity

（研究期間　平成 29 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター
緑化生態研究室
Research Center for Infrastructure Management
Landscape and Ecology Division

室　　長　　舟久保　敏
Head　　FUNAKUBO Satoshi
研　究　官　　益子　美由希
Researcher　　MASHIKO Miyuki
研　究　官　　守谷　修
Researcher　　MORIYA Osamu

Monitoring data of plants and animals at a city scale are essential to make effective policies for conserving urban green spaces. To clarify appropriate monitoring methods which could be used by local governments, this study examined good practice of citizen-participated biological monitoring projects. The purposes of these projects are classified into five types: (1) raising awareness of biodiversity, (2) evaluating the status of biodiversity, (3) designating a conservation area, (4) protecting endangered species, and (5) controlling invasive species; accordingly, each planner of the project should consider the detailed procedures on monitoring and its utilization to conserve green spaces. Those results are to be compiled as a guide for local governments.

［研究目的及び経緯］

生物多様性条約に基づく国際的な議論を背景に、都市においても、生物多様性の確保に向けた効果的な取組の実施が求められている。国土交通省では、地方公共団体における生物多様性の確保に向けた取組を支援するため、2013 年に「都市の生物多様性指標（素案）」、2016 年に「都市における生物多様性指標（簡易版）」を順次策定・公表した。一方で、国土交通省が 2014～2015 年に行った調査では、十分な生物データを持つ地方公共団体が極めて少ない現状が明らかになっており、地方公共団体における動植物の生息・生育状況に関するモニタリングの普及が課題となっている。

そのような中、市民との協働により行う生物調査（以下「市民参加型生物調査」という）は、各種の先行事例がみられ、地方公共団体が比較的取り組みやすく継続性のある生物モニタリング手法の一つと考えられる。そこで本研究は、地方公共団体が実際の生物の生息・生育状況を踏まえて、都市における生物多様性の確保のための取組を適切かつ持続的に実施できるよう、市民参加型生物調査の効果的な実践・活用手法について検討し、地方公共団体の担当者向けの手引きとなる技術資料を作成することを目的として取り組んだ。

［研究内容及び成果］

1．市民参加型生物調査の効果的な実施手法の整理

市民参加型生物調査の目的や実施手法は画一的なものではなく、地域の緑地が置かれている状況、身近な自然に対する市民の意識の程度、過去の取組実績等によって異なると考えられる。そこで、地域の状況に応じた市民参加型生物調査の企画・実施のための手順や留意点を整理するため、先進的な取組を行っている地方公共団体を対象とした事例調査を行った。

その結果、市民参加型生物調査の目的は大きく 5 つに整理され、それに応じて対象とする生物種や求められるデータの精度といった調査の特性が区分された（表-1）。それによって具体的な調査の実施手法にも違いが見られ、例えば生物多様性に関する意識啓発を主目的とする場合には、小学生を含む多くの市民が調査者となって生物の目撃情報を収集する方法や、特定の場所での定期的な観察会によって記録を蓄積する方法により、ツバメ等の親しみやすい生物を対象として情報量を重視した調査を行うことが有効と考えられた（表-2 左）。一方、保全区域の設定を主目的とする場合には、生物の識別力のある市民が専門家の指導のもとで継続的に調査を行う方法により、樹林や草地といった環境を指標する生物等を対象としてより正確なデータを収集する方法が有効と考えられた（表-2 右）。

2．調査結果の活用に関する整理

都市の生物多様性の確保を進めるには、収集した生物データに基づいて、それら生物の生息・生育場所となる緑地環境の保全・創出を計画的に進めていくこと

表-1　市民参加型生物調査の目的とそれに応じた調査の特性の違い

	市民参加型生物調査の目的		目的に応じた調査の特性：調査対象とする生物種	目的に応じた調査の特性：求められるデータ精度
市民の意識の醸成	生物多様性に関する意識啓発	➢地域の自然への意識啓発や環境学習の機会の創出 ➢人材の育成	1～100種以上 ➢親しみやすい種、識別しやすい種等の観点から選定	精度よりも情報量を重視することもあり得る
土台となる生物データの蓄積	生物の状況の把握・評価	➢生物データの蓄積を通じた地域の生物の生息・生育状況の把握や評価 ➢施策の効果や進捗の点検、目標値の設定や見直し	30～100種以上 ➢ある程度網羅的な分類群と種数を設定 ➢環境指標性をもつ種等の生態学的な観点から選定	施策への反映も視野に、一定レベルの精度確保が必要
個別の施策の展開	保全区域の設定	➢地域における保全上重要な緑地の抽出 ➢法令に基づく保全区域の設定		
	希少種の保全	➢希少種の生息・生育状況の把握 ➢希少種の保全や生息・生育環境の整備	1～5種程度 ➢特定の希少種や外来種を選定	特定の種に焦点を絞ることで精度の確保を行う
	外来種の対策	➢外来種の生息・生育状況の把握 ➢外来種対策の効率的な実施		

が重要となる。そこで、市民参加型生物調査の実践だけでなく結果の活用も行っている地方公共団体を対象とした事例調査を行った。

その結果、行政区域での生物の確認状況を地図化して多くの生物種が確認された区域を抽出し、特別緑地保全地区や地方公共団体独自の制度による指定を行って緑地を保全する方法や（表-2 右）、市民参加型生物調査への参加者数や確認された生物種数を目標値として緑の基本計画等の行政計画に位置付け、毎年の実績値と比較して施策の進捗を評価する方法によって、実際の生物の状況を踏まえた生物多様性確保の取組を進めることが有効と考えられた。

表-2　市民参加型生物調査の目的に応じた手法の違い

	生物多様性に関する意識啓発を主目的とする場合 （横浜市 こども「いきいき」生き物調査の事例）	保全区域の設定を主目的とする場合 （茅ヶ崎市 自然環境評価調査の事例）
調査の体制	地方公共団体 事務局 環境教育 市民（調査者） 小学5年生 外部 小学校 調査用紙・結果配布 回答の回収	地方公共団体 事務局 結果報告　依頼 市民（調査者） 生物を識別できる人 ミーティング 外部 業者 学識者 支援 支援
調査の実施と結果の活用	・**調査対象種**：識別しやすい種（毎年9種） ・**時期**：夏休み ・**方法**：身の回りで見つけた生物に○を付ける ・調査結果を地図化し、レポートを配布・HP公開 ・普及啓発資料として環境イベント等で活用	・**調査対象種**：環境指標種（約120種） ・**時期**：通年 ・**方法**：現地調査で指標種の出現有無を記録 確認された指標種数を地図化した評価マップを環境ごとに作成 ・樹林マップ ・草地マップ ・水辺マップ ・海岸マップ ・保全上重要な緑地を緑の基本計画に位置づけ ・適宜、特別緑地保全地区等に指定

［成果の活用］

これらの結果をもとに、市民参加型生物調査の考え方、実践の際の一連の手順、調査結果を地域の緑地保全へ活かすための手順について、具体事例から学べるポイントを交えたとりまとめを行い、取組のコーディネート役となる地方公共団体の担当者向けの手引きとなる技術資料の作成を進めている。手引きの要点をコンパクトに紹介するパンフレットもあわせて作成し、令和2年度早期に公表する予定である（図-1）。

図-1　技術資料の構成（案）

効果的な歴史まちづくりの進め方に関する調査

Research on the effective methods of urban development
through the conservation and utilization of historical resources

（研究期間　令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター	室　　長	舟久保　敏
緑化生態研究室	Head	FUNAKUBO Satoshi
Research Center for Infrastructure Management	研　究　官	岩本　一将
Landscape and Ecology Division	Researcher	IWAMOTO Kazumasa

This project has explored how to appear the effects through the practices with historical resources for urban development in each city. Through the two-phase of questionnaire survey, seven outcomes and the process of how to proceed with them have been made clear. Finally, they are concluded as seven logic models with a twenty-six evaluation index.

［研究目的及び経緯］

平成 20 年に「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律（歴史まちづくり法）」が制定されて以降、令和 2 年 3 月 31 日現在で全国 81 都市が同法に基づく歴史的風致維持向上計画の認定を受けて歴史まちづくりに取り組んでいる。これら認定都市では、当初の認定期間が終了し、その評価の実施と次期計画の作成を行う都市が出てきているが、その際には、認定計画に基づく中長期的な取組の成果とその達成プロセスを適切に把握し、より効果的な計画の作成・運用へとフィードバックすることが必要であると考えられる。

本研究では、認定都市を対象として、歴史まちづくり法による取組効果とその発現プロセスを把握するとともに、それらの効果を適切に把握・評価するための指標とその計測・算定手法を整理する。

［研究内容］

1. 歴史まちづくりの効果発現プロセスに関する調査

初期に認定された 12 都市の歴史的風致維持向上計画を収集し、計画に記載された目標や課題、方針等をもとに、歴史まちづくりの取組によって得られる効果を抽出するとともに、その発現に至るプロセスをロジックモデルの形式で整理した。さらに、アンケートを通じ、認定計画に基づく事業等により特徴的な効果発現が認められた 15 都市（12 都市の一部を含む）を対象に、その発現プロセスを確認するための詳細調査を行い、当初に作成したモデルの検証・修正を行った。

2. 取組効果の計測・算定手法に関する調査

歴史まちづくりの効果を適切に把握・評価できるようにするため、取組効果の評価手法について参考となるまちづくり分野の既往研究レビューを行った上で、前述した詳細調査等を通じて取組効果の計測・算定手法に関する情報を収集・整理した。

［研究成果］

表-1　歴史まちづくりの効果一覧

歴史まちづくりの効果（最終アウトカム）
1.歴史的資源の保全・継承と理解醸成 歴史的資源が保存・継承されるとともに、その積極的な活用等を通じて、地域の歴史的資源の価値に対する理解が深まっている。
2.歴史的景観の保全・形成 歴史的資源周辺における景観形成、歴史的景観の構成要素の保全、眺望確保等により、地域固有の歴史的風致と調和した良好な市街地景観が維持・形成されている。
3.安全・安心で快適な住環境の形成 歴史的市街地における交通環境整備、防災機能の向上、現代の生活ニーズに応じた住環境づくり等により、安全・安心で快適な歴史的市街地の住環境が形成されている。
4.地場産業の活性化 地域の伝統工芸や地域特性を活かした産業、農林水産業など地域固有の地場産業の評価が高まり、後継者が育成されるなど活性化している。
5.観光産業の活性化 歴史的市街地に訪れる観光客が増加するとともに滞在化が促進されることで、観光産業が活性化している。
6.認知度向上・移住促進 歴史と文化が息づくまちとしての知名度が高まるとともに移住に関する受け入れ体制も整い、歴史的市街地に移住する人が増加している。
7.シビックプライドの形成 各種メディアに歴史的市街地が取り上げられるなど外部評価が高まるとともに、自分の住むまちに対する満足感が高まり、歴史的市街地に居住する人々のシビックプライドが形成されている。

1. 効果発現プロセスの整理とロジックモデルの提示

調査結果を踏まえ、歴史まちづくりの効果として、表-1 に示した 7 つの効果（最終アウトカム）を確認した。また、効果ごとに、図-1 に例示したロジックモデルを作成した。

モデルでは、歴史まちづくりを通して実現したい最終的な状況・目標を「最終アウトカム」、最終アウトカムの実現に向けて達成すべき途中段階の成果を「初期・中間アウトカム」、初期・中間アウトカム実現のために実施する事業を「インプット例」とし、右端の「インプット例」から左端の「最終アウトカム」に至る道筋を体系的に示している。このモデルにより、「最終アウトカ

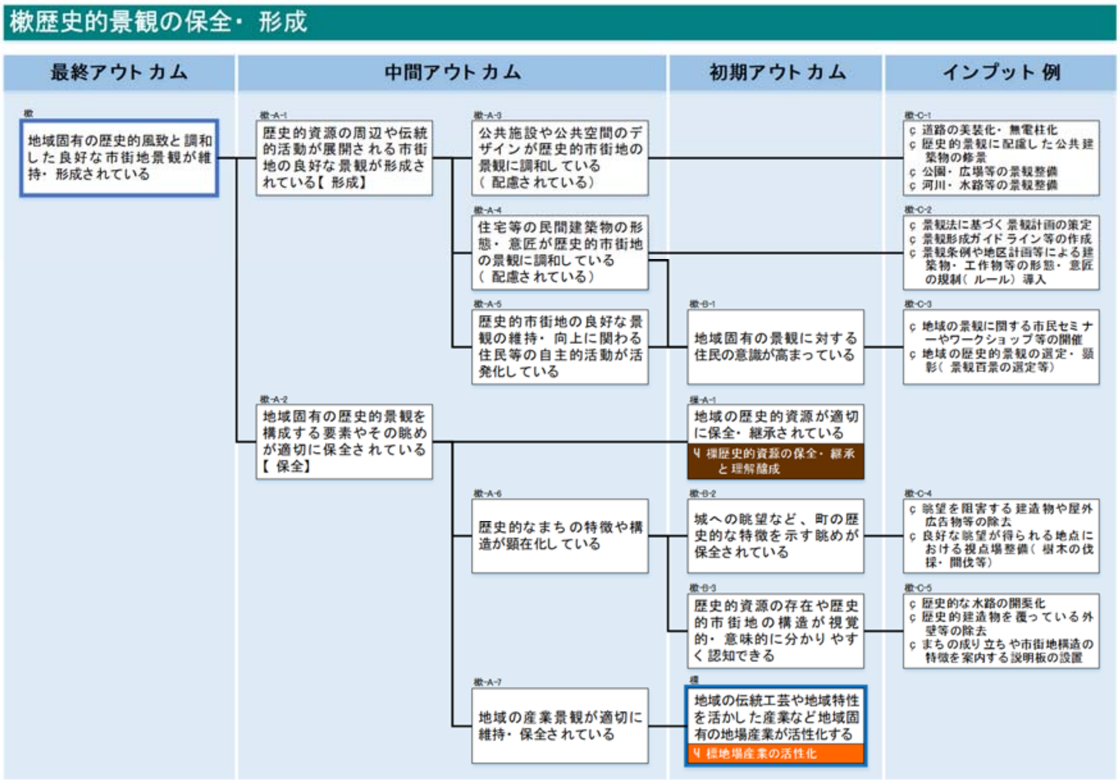

図-1　ロジックモデルの例（表-1 の「2.歴史的景観の保全・形成」）

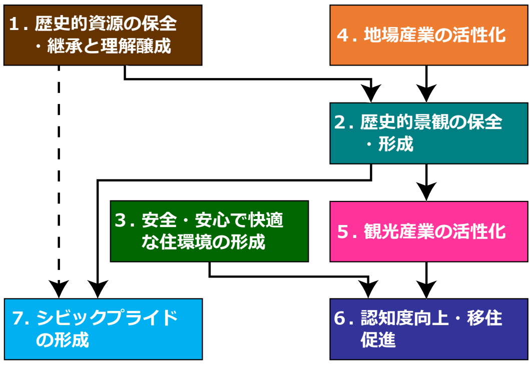

図-2　各ロジックモデルの関係性

ム」の実現には「インプット例」から導かれる複数の「初期・中間アウトカム」が結び付いており、まずはそれらアウトカムの達成に向けた取組の実施が重要であることが理解できる。

また、今回の整理を通じ、各ロジックモデルはそれぞれが独立しているのではなく、各取組効果が相互に関係していることも把握することができた（図-2）。

２．取組効果の計測・算定手法の整理

調査を通じて、各アウトカムに対する指標が計 221 件抽出された。これらをもとに、計測対象の違いや効果発現の段階性、情報収集の難易度、該当する事例の有無などに着目して 26 件の評価指標を選定し（表-2）、その計測・算定手法を留意点とともにシート形式でとりまとめた。

［成果の活用］

本調査結果は、認定都市が用いる「歴史的風致維持向上計画の進行管理・評価制度に基づく「最終（中間）評価シート」作成ガイド」の別冊として取りまとめ、活用を図る予定としている。

表-2　選定した 26 件の評価指標（案）

【①歴史的資源の保全・継承と理解醸成】
1．地域住民の意識（まちの歴史や文化に誇りを感じている住民の割合等）
2．歴史的建造物の保存件数（滅失件数）
3．職人学校等の学生数・修了者数／伝統芸能等の稽古者数・塾生数
4．地域の歴史文化を体験できるガイダンス施設の利用者数（入館者数）
5．地域の歴史文化資源を巡る探訪ツアー等への参加者数
【②歴史的景観の保全・形成】
6．地域住民や来訪者の意識（歴史的景観に対する住民や来訪者の満足度等）
7．歴史的市街地における景観計画等の基準に合致していない建造物数（割合）
8．歴史的市街地における条例等の基準に合致しない屋外広告物の件数（割合）
9．地域のシンボル的な歴史的建造物等への眺望が得られる地点数
【③安全・安心で快適な住環境の形成】
10．初期消火対応可能な範囲とその増減率
11．省エネルギー性等の一定の基準を満たす歴史的建造物（住宅）の割合／防火・耐震化が図られている歴史的建造物の割合
12．歴史的市街地へ流入する車両交通量（減少率）
13．自主防災組織の数・活動実績
【④地場産業の活性化】
14．地域外の人々の意識（地域の地場産業・地場産品に対する全国的な認知度等）
15．地場産品をメインに取り扱う施設の入込客数／地場産業・地場産品のファンクラブ等の会員数
16．地場産品の出荷額／地場産業の従事者数
【⑤観光産業の活性化】
17．来訪者の行動（観光客のリピート率、歴史的市街地内での平均滞在時間等）
18．観光客の入込数／歴史的市街地最寄り駅の１日平均乗降客数
19．主要商店街における流動客数
20．主な観光ルートにおける歩行者の分散率
【⑥認知度向上・移住促進】
21．地域外の人々の意識（当該都市の全国的な認知度等）
22．歴史的市街地への移住者数
23．歴史的市街地における空き家・空き店舗の利活用件数
24．当該都市が各種メディアに取り上げられた回数（掲載数、取材回数）／映画やテレビドラマ、CM等の撮影場所として活用された回数
25．空き家見学ツアー等への参加者数／体験移住制度等の利用者数
【⑦シビックプライドの形成】
26．地域住民の意識（自分が住むまちに誇りを感じている住民の割合等）

鳥類の良好な生育環境としての河川環境の評価と管理方針に関する検討調査

Research on evaluation and management of river environment as better habitat for birds

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　　室　　長　　舟久保　敏
緑化生態研究室　　Head　　FUNAKUBO Satoshi
Research Center for Infrastructure Management　　研　究　官　　益子　美由希
Landscape and Ecology Division　　Researcher　　MASHIKO Miyuki

Many bird species use rivers and those surrounding environments such as sands, reed beds, forests, and mudflats as their breeding and resting habitats. To create better bird habitats through river restoration projects, we compiled a guidebook for river managers which summarized ecological knowledge on birds based on previous studies and our bird-censuses data at Tama, Yahagi, Suzuka, and Kumozu Rivers.

［研究目的及び経緯］

河川環境は、一般に生態系の上位を占める、絶滅危惧種等の希少種を含めた鳥類の重要な生息・繁殖地となっている。平成 9 年の河川法改正以降、国土交通省では、多自然川づくりや自然再生事業を通じて鳥類を含めた生物の生息環境の保全・創出のための整備・管理の取組を進めているが、このような取組をさらに効果的に行うには、まずは鳥類が河川とその周囲の環境をどのように利用しているかについての知見を整理することが重要と考えられる。

そこで本研究は、鳥類の生息と河川環境との関係を量・質的な側面から明らかにし、河川管理者が個々の河川や流域において効果的な環境保全方針を策定し取組を実施する際に参照可能となる知見や情報を整理することを目的に行った。

［研究内容及び成果］

1. 河川を利用する鳥類の既存知見の整理

河川水辺の国勢調査（鳥類調査）の過去の結果等をもとに、採餌、休息（渡りの中継を含む）、繁殖等のために河川を利用する鳥類として 251 種を抽出し、既往文献等を用いて種ごとの生態、希少性、河川環境の利用形態、河川管理における配慮事項等についての情報をシート形式で整理した（図-1）。

2. 鳥類の河川環境の利用形態に関する現地調査

関東から中部地方に位置する 4 河川（多摩川、矢作川、鈴鹿川、雲出川）の中流から河口域を調査対象とし、主要な河川環境として水域、砂礫地、草地、河畔林、干潟の 5 つに着目して、平成 30～令和元年度にかけ、季節ごと、春・秋季は渡り、夏季は繁殖、冬季は越冬のために河川を利用する鳥類を把握するための現地調査を定点又はルートセンサスにより行った。全体で 135 種（16 目 39 科）の鳥類が確認され、水域では水面で休息するカモ類や水際で採餌するサギ類等 36 種、砂礫地では当該環境への依存性の高いイカルチドリ等 46 種、草地ではヨシ原で繁殖するオオヨシキリや越冬に利用するカシラダカ等 46 種、河畔林ではオオタカやコゲラ等の森林性の鳥類を中心に 54 種、干潟では渡りに立ち寄るシギ・チドリ類等 63 種がみられた。これらの結果は、河川環境ごと、一覧表及び代表的な景観と鳥類相を描いたイメージ図で整理した（図-2a）。

No. 79
チドリ目　チドリ科
イカルチドリ
Charadrius placidus

IUCN	種の保存	環境省	都道府県
－	－	－	36

特　徴[2)3)]
全長約21cm。雌雄ともに、上面が茶褐色で下面が白色。目の縁は淡黄色で細く縁取られ、脚は淡黄色。水際や裸地でチョコチョコと小走りに数歩歩いては立ち止まることを繰り返す習性がある。ピュ、ピウと鳴く。コチドリやシロチドリも似通った姿で同様の鳴き声を出すが、本種は他2種より大きく嘴が長い。コチドリとは色模様が似ているが、本種の方が目の縁と脚の黄色が淡い。

分　布[1)4)]
© 公財)日本鳥類保護連盟
ウスリー地方、中国東北地区、朝鮮半島、日本に分布し、北の地方のものは冬に南へ移動する。日本では留鳥として北海道、本州、四国、九州で繁殖する。冬季は青森県から太平洋側の東北地方、新潟県以南で越冬する。

渡り区分：留鳥(夏鳥)
見られる時期[3)]：1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

河川環境の利用形態と依存度[2)3)4)]

【生息域】

区分	上流	中流	下流
生息	○	◎	△

【利用環境】

区分	干潟	水域	砂礫地	草地	河畔林	水田	畑地	その他
採餌	△	△	◎	○		○	△	△
休息	△	△	◎	○				△
営巣			◎					

【採餌】
主に川筋や湿地で水生昆虫やミミズなどの小動物を探す。採餌は立ち止まった時に行なわれ、ピョコンと頭を下げて地面をつつく。

【繁殖】
つがいで、主として栗石と砂利の多い河原で繁殖し、特に中流域の氾濫原の礫の多いところを好む。コチドリやコアジサシと一緒に営巣することもある。砂や土の多い埋立地では繁殖しない。繁殖期・産卵期は3～7月で、砂利上に凹みをつくり、小石、木片などを敷いて巣とし、通常4卵を産む。人やカラスなどが卵やヒナに近づくと、親は盛んに擬傷して注意を逸らす。

【非繁殖期の生態】
繁殖期と同様に河原や裸地・耕作地などで採餌・休息して過ごす。地域により多少移動する個体もある。通常1羽～小群で生活するが、春・秋の渡り時期には、干潟や水田でも記録され、十数羽の群れになることもある。

河川環境の整備・保全における配慮事項[2)8)]
中洲や島など、他の動物が近づきにくい広い砂礫地が必要である。繁殖地では、オートキャンプの車やモトクロスバイクなどによって卵やヒナが踏みつぶされたりする。繁殖期にはこれらの車両が生息地に侵入しないような配慮が必要である。工事を行なう場合は、事前に生息調査を行なうとともに、繁殖期を避けることが望ましい。河川に砂礫地や中洲が保全されるような河川管理が必要である。繁殖地の維持には定期的な洪水が不可欠であるとの見解もある。

図-1　鳥類シートの例

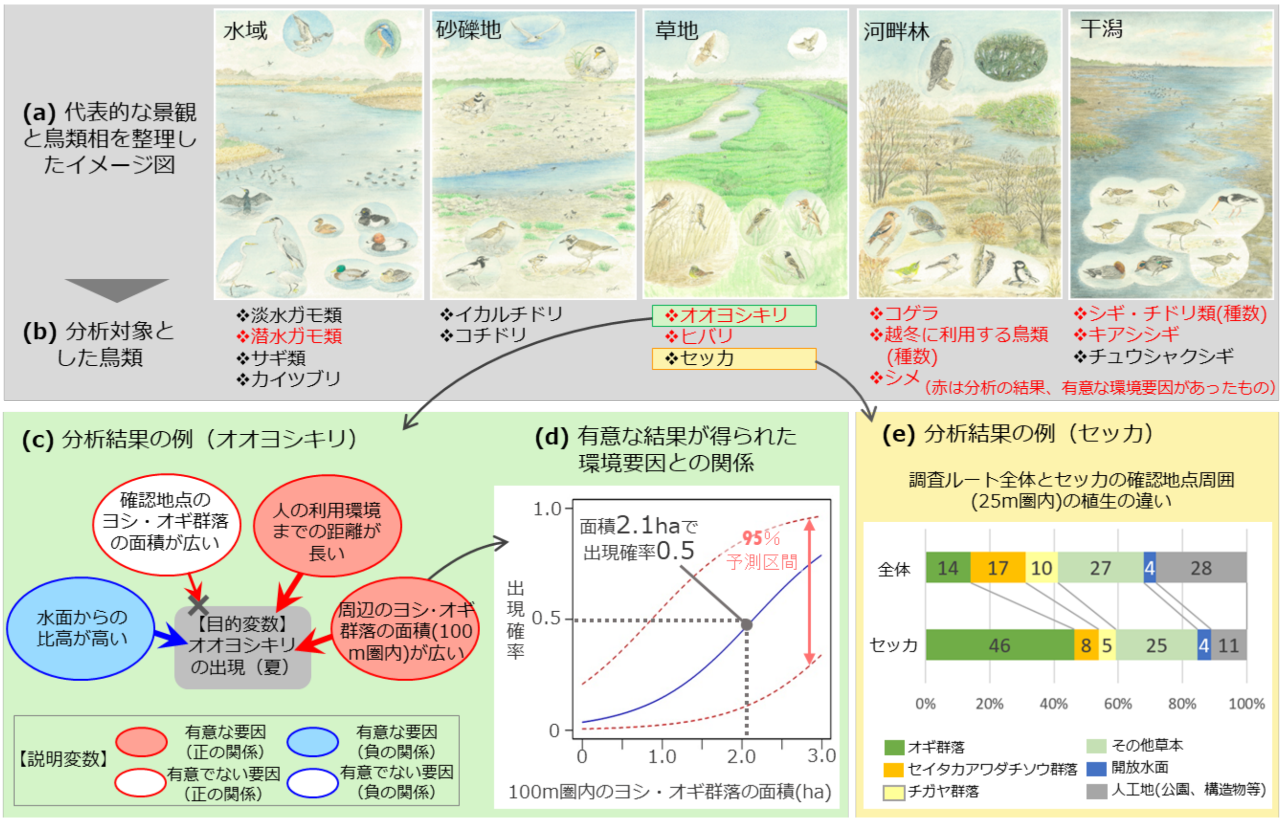

図-2　河川環境ごとの景観・鳥類相を整理したイメージ図と主な鳥類を対象とした分析結果の例

3. 鳥類の生息と河川環境との関係の分析整理

2.の鳥類調査の結果、及び河川水辺の国勢調査（環境基図）や ALB 計測データ等をもとに整理した河川内外の環境に関する詳細データをもとに、現地調査で対象とした河川環境ごと、主要な鳥類に着目して、鳥類の出現有無や種数を目的変数、鳥類が確認された地点の環境要素の種類・面積・質、周辺の一定範囲の環境要素の構成比等を説明変数とした一般化線形混合モデルを用いて定量的な分析を行った。

その結果、一部の鳥類では有意な関係が見られた環境要因があった（図-2b）。例えば、草地のヨシ原で繁殖するオオヨシキリの出現については、4 種類の環境要因のうち水面からの比高が負の、人の利用環境までの距離と周辺のヨシ・オギ群落の面積が正の方向に影響していた（図-2c）。このうち周辺のヨシ・オギ群落との関係をみると、100m 圏内の面積が 2.1ha 以上で出現確率が 50%を超えた（図-2d）。また、モデルによる関係は見出せなかったものの、特定の植生への選好性が示唆された鳥類もあり、例えば草地で繁殖するセッカは、オギ群落を好み、セイタカアワダチソウ群落を避ける傾向がみられた（図-2e）。

4. 鳥類に配慮した河川環境の整備・保全の事例調査

治水事業や自然再生事業において鳥類を対象とした河川環境の整備･保全がなされた国内における 13 事例を取り上げ、取組の背景や施工内容、鳥類に対する配慮のために実施した内容､その成果と課題等について、事業者へのヒアリング調査等により情報を収集し、シート形式でとりまとめた。

5. 技術資料の作成

1.～4.の結果をもとに、河川管理者向けの技術資料を作成した。本編は 3 章構成とし、導入部の第 1 章で河川を利用する鳥類に着目する意義やその全国的な出現動向を解説した後、第 2 章で、2.の現地調査及び 3.の分析結果等をもとに、河川内における鳥類の環境利用を踏まえた河川環境の整備･保全の配慮点を記した。第 3 章では、移動能力が高く河川区域を越えて生活する鳥類について良好な生息場の創出がより効果的なものとなるよう、河川外における鳥類の環境利用を踏まえた留意点の解説を加えた。また、資料編では 4.の事例シート等、付録（別冊）では 1.の鳥類シートを収録した。

なお、河川を利用する鳥類の全国的な動向等については、土木研究所・河川生態チームとの共著によりとりまとめを行った。

［成果の活用］

技術資料は､｢鳥類の良好な生息場の創出のための河川環境の整備･保全の考え方｣（国総研資料第 1094 号・土研資料第 4395 号）として公表した。今後、希少種等に留まらず河川を利用する鳥類全般に関する資料として、それぞれの現場において河川環境の整備・保全の取組を行う際に広く参照されることが期待される。

道路空間再構築の計画・設計手法に関する研究

Research on the Methods of Planning and Designing for Road Reconstruction

（研究期間　平成 30 年度～令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　　室　　長　　舟久保　敏
緑化生態研究室　　Head　　FUNAKUBO Satoshi
Research Center for Infrastructure Management　　研　究　官　　岩本　一将
Landscape and Ecology Division　　Researcher　　IWAMOTO Kazumasa
招へい研究員　　西村　亮彦
Visiting Researcher　　NISHIMURA Akihiko

This paper has aimed to organize the methods of Planning and Designing for Road Reconstruction through the ninety-six cases of the projects in Japan. In order to carry out it, this paper investigated into abstract of the project, consideration of the process from the plan to construction, ingenious point, and trouble point. Afterward, the second survey has done focusing key fifteen cases in order to make the model of ideally process on the Road Reconstruction. Finally, this paper has shown the model which have twenty-seven recommendation point with three phases.

［研究目的及び経緯］

近年、まちなかの道路空間について、都市再生や中心市街地の活性化、観光振興等の一環として、歩行者中心の公共空間へと転用する動きが高まっている。既成市街地でこれらの空間を創出するにあたっては、道路空間再構築（元の道路幅員を維持したまま、幅員構成の再編や施設更新による再整備を行う取組）により多様なモビリティ・アクティビティの共存、及び良好な景観形成とが両立した空間構成の計画・設計を行うことが必要となるが、その手法についての知見は整理されていない。

本研究では、全国における道路空間再構築の先行事例を対象に、空間構成の検討プロセス、及び計画・設計上の課題とその解決策を調査し、上述の目的に資する道路空間再構築の計画・設計手法を整理することを目的とした。

［研究内容］

全国の道路空間再構築の事例 96 件を対象としてアンケート調査を行った。アンケート項目は、計画・設計上の課題とその解決策を分析する上で必要なデータとして、事業の概要、検討プロセスにおける留意事項、計画・設計の考え方、事業実施にあたり工夫した点・苦労した点に関する情報を効率的に収集できるよう設定した。

回答が得られた 88 事例の結果を踏まえ、道路空間再構築における多様なモビリティ・アクティビティの共存、及び良好な景観形成とが両立した空間構成の計画・設計にあたり、課題となる技術的事項を抽出するとともに、各課題の解決策を検討する上で参考となる事例 15 件を選定し、課題解決の留意点に係る詳細な情報を収集し、課題毎に整理した。

［研究成果］

調査の結果、道路空間再構築の事業実施にあたり工夫した点・苦労した点として関係機関との調整が多く挙げられていた。そのため、実事例より整理された事業を進める上での留意点を分かりやすく示すために、構想・計画から設計、施工に至る一連の「事業段階」と、各事業の目的や課題の類似性で 3 つに分類した「検討項目」の 2 軸を用いた事業実施のフロー図（図-1）により課題を列挙するとともに、各課題における協議・合意形成の対象を図-2 のように整理した。以下に各事業段階における具体的な課題および解決策の例を示す。

１）「構想・計画段階」では、事業対象地の現況整理（地域における主要施設の位置関係や路線の位置づけ、既存施設の整理など）を行い、同時に対象地が持つ現況課題を把握した上で、事業の検討を行うことが必要となる。

具体例として、道路を舞台に地域の活動を促進することを企図した場合、地域のニーズに合わせた利用しやすい空間を適宜適切に確保できることが求められる（図-1 の課題番号①)。福岡市の承天寺通りでは、使い勝手に配慮した横断構成としてセミフラット形式の歩道整備を採用し、そこに着脱式のボラードを設置することによって、イベント時の対応と平常時の歩行者保護を両立させることが検討された。(図-3)

２）「設計段階」では、構想・計画段階で方向づけた道路空間のあり方や利活用時の使い勝手等に対する地域要望の実現に向けて、歩行空間の快適性や利活用を促進する施設の配置や道路構造に係る施設等の確定、地上機器の集約等の道路空間の使い勝手やディテールに関する詳細な設計が必要となる。

具体例として、沿道価値の向上を目指した修景整備

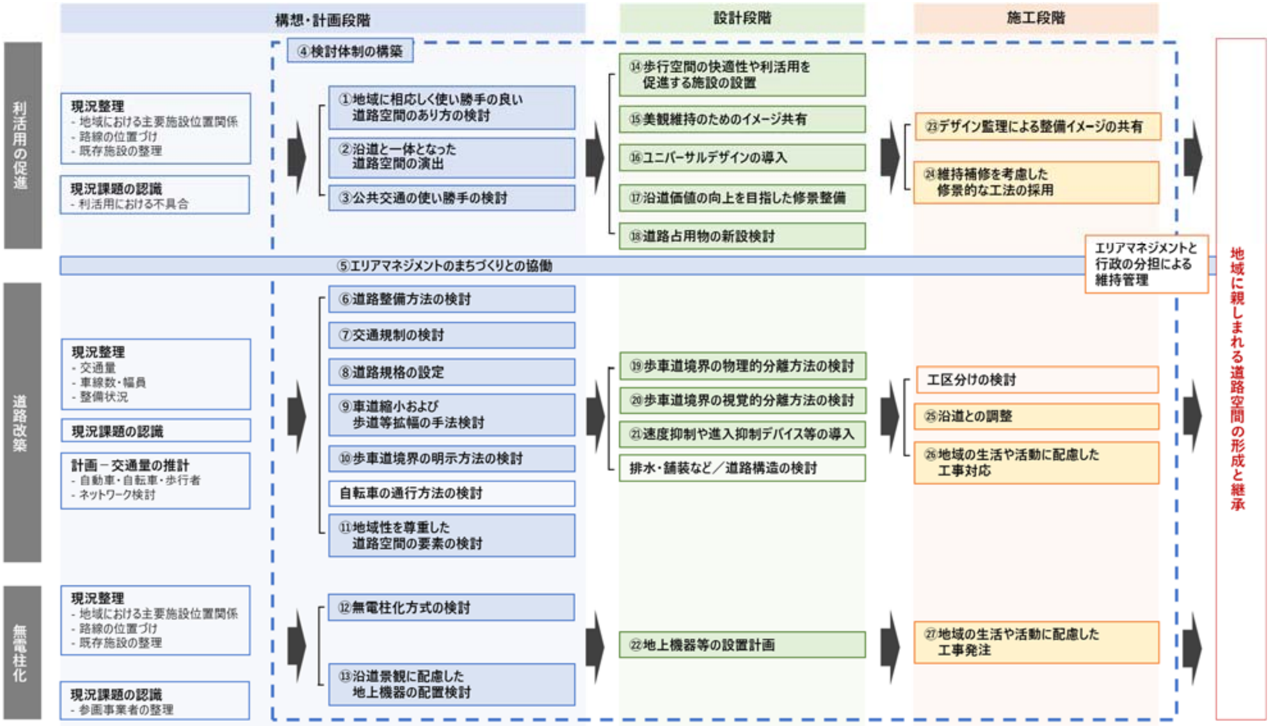

図-１　事業段階と検討項目の２軸を用いた事業実施のフロー

構想・計画段階

	検討項目ごと整備の技術的な課題	事例からみた課題解決の具体的対応	庁内	地域関係者	警察	道路管理者	その他の行政機関	交通運輸系事業者	供給処理系事業者
				協議・合意形成の対象					
(1)利活用の促進	①地域に相応しく使い勝手の良い道路空間のあり方の検討	a. 使い勝手に配慮した横断構成の検討	●	●					
		b. 積雪地における消雪装置の必要性の検討	●	●					
	②沿道と一体となった道路空間の演出	c. 沿道景観との調和に配慮した景観整備方針の検討	●	●					
	③公共交通の使い勝手の検討	d. 公共交通と歩行者空間の共存に係る調整	●	●	●			●	
	④検討体制の構築	e. 多様な視点での計画立案のための横割りの検討体制の構築	●	●	●	●	●		●
	⑤エリアマネジメントのまちづくりとの協働	f. 道路管理者の標準外整備の場合の維持管理方針の検討	●	●		●	●		

図-2 協議・合意形成の対象を示したインデックス
（図-1 に掲載した課題番号①―⑤の部分を抜粋）

図-3 使い勝手に配慮した横断構成：セミフラット形式の歩道（左）と着脱式のボラード（右）
【福岡市承天寺通り】（※市提供）

を企図した場合、歩行者が視認することのできる空間における施設のおさまりや、地域により親しまれる景観の検討が必要となる（図-1 の課題番号⑰）。岐阜市の川原町通りでは、道路の舗装材について行政と沿道住民が一緒に材料のサンプル比較や現地での試験施工を通じて検討を行い、その結果が設計内容にまとめられた（図-4）。

図-4 地域との協働による材料サンプルの比較（左）と現地での景観検討（右）
【岐阜市川原町通り】（※市提供）

３）「施工段階」では、沿道の住民や商業への影響を軽減する各種路面標示の扱いや工事時期の調整等に関する事項が必要となる。また、構想・計画、設計の各段階で地域との合意を得ていたとしても、工事の進捗にあわせた丁寧な説明対応を行い、その都度相互理解や合意を得ながら事業を進めることも必要となる。

具体例として、地域の生活や活動に配慮した工事対応を企図した場合、沿道への影響を可能な限り軽減するための効率的な工区割りや工事時間の設定といった配慮が求められる（図-１の課題番号㉖）。輪島市の本町・朝市通りでは、沿道地権者のほか、工事期間中も開催される朝市関係者とともに工事の時間帯を調整した結果、全ての工事が夜間に実施された。

［成果の活用］

本研究成果については、今後、参照しやすいよう課題別のシート形式での整理などを行い、道路空間再構築の業務担当者が活用できる技術資料としてとりまとめ、公表する予定としている。

グリーンインフラの機能の定量評価及び現況調査の手法に関する研究

Research on methods of evaluating functions of green infrastructure and of investigating its current condition

（研究期間　令和元年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　室　長　舟久保 敏
研　究　官　守谷 修

［研究目的及び経緯］

グリーンインフラの取組の普及・促進のため、国土交通省は有識者懇談会での議論を踏まえて令和元年 7 月に「グリーンインフラ推進戦略」を公表した。その中で、推進方策の一つとして「グリーンインフラに関する評価手法の開発等」が挙げられている。そこで、本研究は、グリーンインフラの有する機能評価、また、評価のもとになるグリーンインフラの現況調査を行うための手法について検討を行うことを目的に実施した。

本年度は、グリーンインフラの各種機能の個別の評価や総合的な評価、現況調査の手法に関する既往研究の調査を行った。その上で、有識者へのヒアリングも踏まえ、個別機能評価、総合的な評価、現況調査の手法について現状と今後の課題を整理した。

東日本大震災からの復興に係る津波防災緑地等整備の状況とその効果に関する研究

Research on current state and effects of development of disaster prevention green space in reconstruction after the Great East Japan Earthquake

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　室　長　舟久保 敏
研　究　官　守谷 修

［研究目的及び経緯］

東日本大震災以降、岩手県、宮城県、福島県における被災自治体では、国の財政的・技術的支援のもと、様々なタイプの津波防災緑地等の公園緑地整備を進めてきているが、実際にどのような整備が行われたか、またその際にどのような課題や配慮事項があったか等について知見が整理されていない。そこで、本研究は、津波防災緑地等の整備状況を整理するとともに、今後津波防災緑地等を整備する際に参考となる知見の整理を行うことを目的に実施した。

本年度は、東日本大震災からの復興に係る公園緑地の整備について、国の方針・制度等を整理した上で、被災自治体への調査を行い、整備状況の一覧表、代表的な整備事例の個表を整理した。また、これらの情報をもとに、被災地の地形的特徴や復興まちづくりの方針・計画（高台移転、内陸移転と多重防御等）の違い等と公園緑地整備の類型（津波防災緑地、避難の丘等）の関係を整理した。

都市における緑農環境保全の計画・実現手法に関する研究

Research on planning and implementation for conservation of green space and farmland in urban areas

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　　室　　長　舟久保 敏

研　究　官　守谷 修

［研究目的及び経緯］

平成 28 年に閣議決定された「都市農業振興基本計画」において、都市農地が新たに都市に「あるべきもの」とされたことを受け、翌年の都市緑地法等の改正により農地が「緑地」の一つとして明確に位置づけられ、都市における緑農環境保全を支援する各種制度が創設・拡充された。そこで、本研究は、都市と緑・農が共生するまちづくりに向け、都市における緑農環境保全の計画・実現手法等に関し、国内外の先進事例等をもとに知見の整理を行うことを目的に実施した。

本年度は、都市農地の保全・活用の取組、空閑地の緑地的・農的利用の取組、グリーンインフラに関する諸外国の計画等に関する事例調査を行った。また、これらの事例調査をもとに、有識者の意見も踏まえ、都市における緑農環境を保全・活用していくための留意点を整理した。

質の高い公共デザインの枠組みと進め方に関する研究

Research on successful schemes and implementation methods of public design

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　　室　　長　舟久保 敏

研　究　官　岩本 一将

［研究目的及び経緯］

平成 17 年の景観法施行以降、景観行政が全国に普及する一方、公共事業における景観への配慮、デザインの質的向上が課題となっている。そのような中、近年、各地方公共団体では、デザインの質的向上を図る多様なデザイン行政の枠組みや、事業のトータルデザインを通じて公共事業を地域の活性化等に効果的に結び付ける公共デザインの取組みがみられるようになっている。そこで本研究は、これら事例をもとに、地方公共団体の規模や地域の景観特性に応じたデザイン行政の枠組みの構築、公共事業の質を高めるトータルデザインの方策の提案を目指した。

本年度は、地域のビジョンに適合し、かつ高質な空間を生み出している国内 22 事例（広場・公園・道路・河川・建築物・橋梁）を対象に、事業実現へと至るプロセスや取組体制等を調査した。その結果をもとに、有識者から聴取した意見もふまえつつ、事業の段階別（計画、設計、施工、管理・運営の 4 段階）のポイントや実施方策、また、事業の遂行に適した体制構築等について、具体の事例紹介と併せて整理を行った。

目標となる河川植生の成立条件及び実現手法に関する検討調査

Investigation on conditions and methods in order to realize target natural vegetation in rivers

（研究期間　平成 30 年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　室　長　舟久保 敏
主任研究官　山岸 裕

［研究目的及び経緯］

本調査は、これまでの植物の保全・再生を主目的とする自然再生事業等の自然再生・保全の取組事例を広く収集し、目標タイプ・内容別に横断的な分析・評価を行い、効果や課題のみられた取組の要因を抽出整理することにより、今後のこれら取組の一層の効果的、効率的な実施を目指すものである。

令和元年度は、河川（湖沼及び遊水池を含む）における自然再生事業等の事例について、直轄河川事務所等へのアンケート調査等をもとに情報を収集し、事業目的等に応じたタイプ分類を行い、タイプごとに事例の比較検討を通じて、河川空間の維持及び目標植生実現のための効果的な手法や基準（冠水頻度や朔望平均満潮位をもとにした掘削高等）等について整理した。さらに、それら結果をもとに、河川における目標植生実現のための効果的な実施手法（計画立案、整備工法、維持管理手法）を整理した、河川管理者を主な対象とした現場で活用しやすい技術資料（事例集を含む）のとりまとめに向けた基礎資料の作成を行った。

道路植栽地の適正な維持管理に関する研究

Study on appropriate management of road planting area

（研究期間　令和元年度～令和 2 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　室　長　舟久保 敏
主任研究官　飯塚 康雄

［研究目的及び経緯］

道路植栽地においては、維持管理水準の低下や植栽の経年的な変化等により、街路樹の根上り、中低木植栽の劣化、雑草の繁茂により、道路利用者の通行障害や見通しの阻害、景観の悪化等の問題が発生している。このような状況の中で、道路緑化技術基準（平成 27 年 3 月改定）においては、道路交通機能の確保を前提として、緑化機能を総合的に発揮できる質の高い緑化を行うことにより道路空間や地域の価値向上を図ることとしている。

本研究では、道路植栽地が緑化機能を継続して発揮できる適正な維持管理手法について、現場で活用できる技術資料をとりまとめることを目的としており、令和元年度は、街路樹の根上り、中低木植栽の生育、雑草繁茂における問題を現地調査したうえで、各種問題の発生要因を把握した。

グリーンインフラのアフターケア：生物との軋轢解消アルゴリズムの創出

Aftercare of green infrastructure: creating algorithm for resolving human-bird conflicts

（研究期間　平成 30 年度～令和 3 年度）

社会資本マネジメント研究センター　緑化生態研究室　研　究　官　益子 美由希

［研究目的及び経緯］

グリーンインフラは、防災・減災、地域振興、環境をつなぐキーワードとして注目されている。一方で、グリーンインフラの推進に伴って都市域における緑地の増大が予想される中、人の生活圏と生物の生息域が近接し、生物との軋轢も増大することが懸念されるが、そのような課題に対する議論は十分ではない。そこで本研究では、住宅地に隣接する緑地にコロニー（集団繁殖地）を形成し、糞、鳴き声等による迷惑被害を生じる場合がある集団繁殖性サギ類を例に、生物との軋轢解消手法を検討することを目的としている。

令和元年度は、軋轢の発生した場所からサギ類コロニーを移設する効果的な手法を検討するため、昨年度の予備実験の結果を踏まえ、代替地となる緑地に簡易デコイを設置しサギ類の誘導効果を確かめる野外実験を行った。また、コロニーの移設が困難な場合の共存方策の検討に資するため、コロニーの規模や繁殖段階に応じたサギ類の鳴き声の騒がしさの程度について、コロニー周囲で騒音調査を行い定量的に評価した。

地震災害復旧対策技術に関する研究

Research on Recovery Technique of the Bridge damaged by Earthquake

（研究期間　平成 29 年度～令和 3 年度）

社会資本マネジメント研究センター　熊本地震復旧対策研究室　室　　長　西田 秀明

主任研究官　宮原 史

研　究　官　田中 謙士朗

［研究目的及び経緯］

平成 28 年熊本地震では，地震動の揺れとともに地盤変位の影響も伴って、橋梁等の構造物に被害が生じた。このような被害を受けた橋の復旧においては、地盤変状等の不確実性の高いリスクが橋に及ぼす影響を軽減する観点や，損傷した橋の状態評価とその復旧設計への見立てに含まれている不確実性に配慮する観点からモニタリング等の技術を活用して復旧の信頼性の向上等を図る必要がある。また、速やかな復旧が行えるようにする観点から、道路構造物の地震被災リスクを低減できる構造形式にするとともに、早期復旧を合理的・効果的に行うための調査・診断技術や対策技術が必要となっている。

本年度は、ゴム支承に支持された鋼Ｉ桁橋主桁支点部を対象に、橋の破壊形態に及ぼす影響について検討するための解析を実施し、補強リブのある主桁支点部の耐力喪失がゴム支承の破断よりも先に生じることがない一方で、早期復旧の観点を考慮すると、ゴム支承の破断より前の上部構造の損傷イベントにも着目する必要があることを明らかにした。また、震災復旧した橋を対象に、補修後の供用段階で想定される懸念事項等を踏まえ、維持管理に引き継ぐべき調査・施工段階での情報を、BIM/CIM を活用して合理的に保存する一例を示した。

デバイスを用いた道路橋の耐震対策技術に関する調査検討

Research on seismic design for road bridges using seismic control device

（研究期間　平成30年度～令和元年度）

道路構造物研究部　構造・基礎研究室	室　　長	七澤　利明
Road Structures Department	Head	NANAZAWA Toshiaki
Foundation, Tunnel and Substructures Division		
社会資本マネジメント研究センター	室　　長	西田　秀明
熊本地震復旧対策研究室	Head	NISHIDA Hideaki
Research Center for Infrastructure Management	主任研究官	宮原　史
Kumamoto Earthquake Recovery Division	Senior Researcher	MIYAHARA Fumi

Seismic control devices can be used for seismic design of road bridges. However, performance requirements of seismic control devices are not specified concretely in Specifications for highway bridges. In recent earthquakes, it was observed that some seismic control devices could not show its performance required in design stage. Therefore, it is needed to specify performance requirements of seismic control devices to utilize the devices appropriately.

This report considered performance requirements, items to verify the performance, and test method to verify the performance of seismic control devices.

［研究目的及び経緯］

道路橋示方書（以下、道示）では、橋の耐荷性能の照査に用いる橋の限界状態を、橋を構成する部材等の限界状態によって代表させる場合には、それぞれの限界状態を適切に設定し、組み合わせなければならないことが規定されている。これを受けて、鋼部材やコンクリート部材に対しては具体的な要求性能が規定されている。しかし、地震動により生じる橋の振動の増幅や持続の抑制・低減を図ることを目的として用いる制震デバイスに対しては具体的な要求性能は規定されておらず、道路橋に制震デバイスを用いる場合、開発者が個別に行った検証内容を踏まえて、設計者が当該橋への適用方法を個別に判断している。また、近年の地震においては、設計で想定した挙動と実際の挙動の乖離に起因する損傷事例も発生している。例えば熊本地震では、耐震補強として端支柱等の斜材に軸降伏型の制震デバイスが取り付けられた鋼アーチ橋において、作動痕跡が確認されないまま端支柱下端の接合ボルトが全て破断する損傷が生じた。

以上の背景から、道路橋の耐震性向上に資する制震デバイス技術が適切に適用されるよう、要求性能と、性能の検証手法を提示する必要がある。そこで本研究では、制震デバイス技術の要求性能、性能を確認するための検証項目、性能検証試験法を検討した。

［研究内容］

1．制震デバイス技術の実態に関する調査

2．と3．の検討の基礎資料を得るため、制震デバイスを用いた耐震補強が行われることが想定される構造形式の一つとしてアーチ橋に着目して制震デバイス技術の実態を調査した。調査は、1995年以降に耐震補強を目的に制震デバイスが用いられた国管理国道のアーチ橋35橋を対象とした設置状況調査、及び同年以降に発刊された土木学会論文集等の文献調査により行った。

2．制震デバイス技術の要求性能及び性能を確認するための検証項目の検討

1．で調査する実態を踏まえ、制震デバイス技術の要求性能と、性能を確認するための検証項目を検討した。検討にあたっては、制震デバイス技術の特性を踏まえ、道示の体系と整合するように、材料、品質、設計、施工、維持管理の観点から要求性能及び性能を確認するための検証項目を検討した。

3．制震デバイス技術の性能検証試験法の検討

2．で検討する制震デバイス技術の要求性能のうち、上部構造や下部構造を構成する斜材として制震デバイスを設置する場合の減衰性能の検証を想定した性能検証試験法を検討した。1．で調査する実態を踏まえ試験装置を試設計した上で3次元FEMによる数値解析を行い、性能検証試験を行う上での留意点を整理した。

［研究成果］

(1) 制震デバイス技術の実態に関する調査

設置状況調査の結果から、アーチ橋に用いられる制震デバイスとしては架構構造に斜材として設置される軸降伏型ダンパー（図-1左）と上下部構造間を接続する粘性ダンパー（図-1 右）が多いことが確認された。

また、軸降伏型ダンパーの取付部のガセットプレートの設計は、道示に示される通常の斜材を想定した設計法が適用されることが多く、地震時の破壊順序までは考慮されていないことが分かった。文献調査の結果からも、アーチ橋への適用を想定して開発された制震デバイス技術には軸降伏型ダンパーが多いことが確認された。また、軸降伏型ダンパーに対して開発者が行っている性能検証は単軸載荷試験と斜め載荷試験によるものが多いこと、主な性能検証項目は変位-抵抗力特性と、速度や温度等に対する依存性であることが確認された。

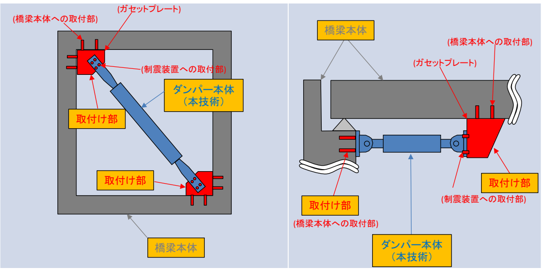

図-1　アーチ橋に設置されるダンパーの例

(2) 制震デバイス技術の要求性能及び性能を確認するための検証項目の検討

制震デバイス技術には多種多様な制震原理や使われ方等が想定されるが、本研究では道路橋の「上部構造」「下部構造」「上下部接続部」の少なくともいずれかを構成する部材として使用することを前提としたものを対象に検討を行った。このように扱うことができる部材を対象にしていることから、制震デバイスの要求性能は、道示に規定される設計の基本理念に照らして、耐荷性能、耐久性能、使用材料、設計、施工、維持管理の各観点から特性が明らかであることと整理した。そして、1.で調査した実態を踏まえ、要求性能の各観点から性能を確認するための検証項目を表-1 に示すとおり整理した。整理は、「上部構造」「下部構造」「上下部接続部」のいずれを構成する部材として使用するか、制震原理、性能を保証する前提となる条件が明らかにされることを前提に、制震原理に依存せず普遍的な検証項目となるよう行った。

各種の依存性に関する評価項目については、1.で調査した実態から開発者毎に提示する様式が異なることが想定されたため、検証データをとりまとめる際の様式も具体的に提示した。取付部の設計に関する評価項目では、当該技術が保証する性能を発揮するために、橋の設計者が取付部の設計を行うにあたって考慮する必要がある条件等が明らかであることを要求した。

(3) 制震デバイス技術の性能検証試験法の検討

制震デバイスの性能検証を目的とした試験では、取付部が制震デバイスに先行して破壊しないことが求められる。本研究では、図-2 に示すように斜材として設置した軸降伏型制震デバイスを水平方向に繰返し載荷して減衰性能を検証する試験を対象に、3 次元 FEM による試験体及び試験装置の変位漸増解析を実施し、試験目的に沿った破壊形態となるか確認を行った。なお、性能検証試験装置は、長さ約 3m、降伏軸力 750kN の軸降伏型ダンパーを斜めに設置し、降伏軸力の 1.5 倍まで水平載荷が可能となるよう設計した。

解析結果（最大荷重時の変形）を図-2 に示す。制震デバイスが降伏した後、取付部の腹板が降伏し、最終的に腹板に局部座屈が生じた。最大荷重時の制震デバイスの降伏ひずみは終局ひずみを超過しており、取付部が先行して破壊することなく減衰性能を検証し得ることが確認された。一方、この基本ケースに対して、制震デバイスの諸元、取付部の諸元、面外方向の初期変位等のパラメータを変化させたケースの解析結果からは、これらのパラメータに応じて損傷順序が変わり得ることを確認した。このことから、性能検証試験にあたっては、制震デバイスが挙動を保証する範囲を明らかにするとともに、その挙動を保証する取付部の設計を適切に行う必要がある。

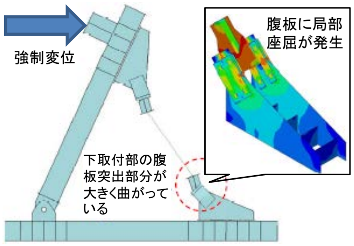

図-2　解析結果
（最大荷重時変形）

［成果の活用］

本調査結果は、新技術活用システム（NETIS）の技術公募への活用や道示等の技術基準類へ反映予定である。

表-1 制震デバイス技術の性能を確認するための検証項目（案）

項目名		内容
耐荷性能に関する項目	変位－抵抗力の特性	変位－抵抗力曲線の定義が明確となっており、またその再現性が制御できていること
	速度依存性	振幅速度が減衰効果の特性値に及ぼす影響度が明らかであること
	温度依存性	外気温が減衰効果の特性値に及ぼす影響度が明らかであること
	振動数依存性	振動数が減衰効果の特性値に及ぼす影響度が明らかであること
	変位依存性	変位が減衰効果の特性値に及ぼす影響度が明らかであること
	繰返し載荷回数による依存性	繰返し回数が減衰効果の特性値に及ぼす影響度が明らかであること
	荷重載荷方向の変化による依存性	載荷方向の違いにより生じる２次応力などが減衰効果の特性値に及ぼす影響度が小さい又は評価可能で対処方法が明らかであること
耐久性能に関する項目		本技術の耐久性の確保の方法が明らかであること
材料に関する項目	材料の機械的性質・力学的特性・化学的特性	減衰性能や，減衰性能を確保するために求められる耐久性の確保のために用いる材料の特性が明らかであること
品質管理に関する項目		出荷される製品すべてに対して本技術の減衰性能に係る品質が担保されることを確認できる管理方法が明らかであること
設計に関する項目	解析モデルに関する項目	橋の動的解析を行うにあたって，減衰力に係る解析モデル設定に必要な情報が明らかであること
	取付け部の設計に関する項目	保証する性能を発揮するために、橋の設計者が取付部の設計を行うにあたって考慮する必要がある条件等が明らかであること
施工に関する項目	施工方法に関する項目	橋の設計にあたって考慮する必要がある、橋本体への追加（新設橋，既設橋とも）や、既設部材との交換に関する施工の条件等が明らかであること
維持管理に関する項目	点検・診断に関する項目	橋の設計にあたって考慮する必要がある、橋の性能の前提とする維持管理の条件が明らかであること
	維持方法に関する項目	橋の設計にあたって考慮する必要がある、橋の性能の前提とする維持管理のための行為が明らかであること
その他	その他の留意事項	本技術の道路橋での使用に際し、上記以外で考慮する必要がある重要性の高い事項が明らかであること

道路橋のマネジメント能力体系に関する研究

Research on technological capabilities to maintain road bridges

（研究期間　令和元年度）

社会資本マネジメント研究センター　　　主任研究官　　　宮原　史
熊本地震復旧対策研究室　　　Senior Researcher　MIYAHARA Fumi
Research Center for Infrastructure Management
Kumamoto Earthquake Recovery Division

In order to maintain road bridges, strategic human resource development is required to secure engineers that are capable of behaving or making decision at certain level required for each organizations concerning for road bridge management. However, objectives of human resource development such as perspective and components of technological capabilities are rarely provided in human resource development of each organizations.

This research attempts to elucidate technological capabilities by classifying technical decision making, surveys and so on one by one conduced in some case of problem handling processes of road bridges (e.g. recovery from disaster) based on Bloom’s taxonomy developed to describe educational objectives in education field.

［研究目的及び経緯］

道路橋を保全してゆくためには，道路橋の保全に関わる主体が行う行為や意思決定に必要な技術力を有する技術者が継続的に確保できるように、人材や組織をマネジメントする必要がある。

人材育成の継続的改善のサイクルが機能するためには、そもそも人材育成の目標が明確に設定されていることが前提条件となる。一方、道路橋の保全は暗黙知に支えられている部分も大きい。このため、道路管理者をはじめ道路橋の保全に関わる各組織で行われる技術力の修得を目的とした研修や OJT（on-the-job training）を通じての人材育成において、どのような行動をとれるようになるために、どのような力を修得させようとしているのか、すなわち人材育成が目標とする技術力の全体像や構成要素が整理されているケースは稀と考えられる。そこで本研究では、人材育成の継続的改善のサイクルの実現に向け、道路橋の保全、すなわち個々の道路橋の損傷状態を把握し、それらに対して補修等の対策を行うという行動様式に着目して、これを行うための技術力の整理を試みた。

［研究内容］

1. 熊本地震で被災した道路橋の復旧事例に基づく技術力の整理

本研究では、教育分野で開発された「ブルーム・タキソノミー」と呼ばれる枠組を用いて技術力の整理を試みる．本枠組を用いたのは、技術者の能力を分けるとともに深度化することは、細分化された目標に対し具体的な人材育成計画を立案することにつながると考えられたためである。

ブルーム・タキソノミーの枠組を表-1 に示す。横軸の認知過程次元に、教える内容（知識）を類型化した。

表-1　改訂版ブルーム・タキソノミー

知識次元	認知過程次元					
	1.記憶する	2.理解する	3.応用する	4.分析する	5.評価する	6.創造する
A.事実的知識	1					
B.概念的知識		2			4	
C.手続的知識			3			
D.メタ認知的知識						

縦軸の知識次元を加えて 2 次元で構成され、合計 24 の目標の類型を示すことが可能である。ただし実際には，特定の知識のタイプは特定の認知過程と結びつきやすい性質をもっており、表-1 に示すように、1)「事実的知識の記憶」、2)「概念的知識の理解」、3)「手続的知識の応用」、4) さまざまなタイプの知識の複合体に支えられた「高次の認知過程」という 4 つの目標の類型が考えられるとされている。

本研究では、熊本地震で被災した道路橋の復旧事例と、国総研が道路管理者に対して行った技術指導事例をサンプルとして、これらの事例から読み取ることができる道路橋を維持管理するための知識と認知の組合せを、改訂版ブルーム・タキソノミーの枠組を用いて分類することによって、技術力の構成要素の具体化を試みる。

ここでは、熊本地震の影響により A1 橋台側の斜面が崩落し、これに伴って A1 橋台に設置された支承が破壊して A1 橋台自体が沈下し、箱桁端部との間に鉛直方向に 2.0m 程度のずれが生じる等の被災を生じた阿蘇長陽大橋（写真-1）の復旧において、ひび割れが貫通したことによる抵抗力の低下を補うため、中空断

写真-1　阿蘇長陽大橋（復旧工事中）

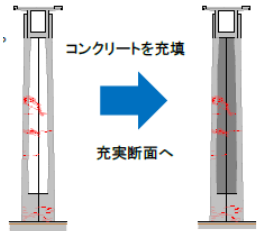

図-1　中空断面橋脚へのコンクリート充填

面橋脚にコンクリートを充填した復旧の記録（図-1）をサンプルとして、復旧において行われた１つ１つの判断や検討に用いられた知識と認知の組合せを分類した例を示す。

［研究成果］

(1) 熊本地震で被災した道路橋の復旧事例に基づく技術力の整理

中空断面橋脚にコンクリートを充填した技術的な判断や検討に用いられた知識と認知の組合せの分類結果を図-3 に示す。技術的な判断や検討の経緯を矢印で示している。

例えばこの一連の経緯の起点となっている「既往の実験事例に基づき、橋脚のひび割れの貫通の有無を確認するための破壊調査を計画する」は、橋脚の外面側に地震の影響によるひびわれが生じていたことから、既往の実験事例の知見に基づき、ひびわれが貫通しておりコンクリートによるせん断抵抗機能が失われていることを懸念し、橋脚頂部に小さな孔を下向きに開けての小型カメラによる調査を計画したものである。問題解決のために計画を立てることは「計画する」に含まれることから、認知過程は「創造する」に分類した。また、この計画立案は既往の実験事例という事実的知識とその実験で得られたコンクリート中空断面橋脚の地震時挙動に関する知見というコンクリート工学に関する概念的知識に基づいた認知過程であったと考えられることから、知識次元は「事実的知識」と「概念的知識」の両方に跨るものとして分類した。これに対し例えば「中空断面橋脚内側の破壊調査を行う」ことは、「手続的知識」に該当すると考えられる調査手法を問題に「応用する」ものであることから、「手続的知識の応用」に分類した。

図-3 に示すように、ルーム・タキソノミーの枠組を用いることで、一連の判断や検討を、知識と認知の両方の観点から様々に分類することができた。また、分類結果からは、道路橋の復旧には「事実的知識」から、「メタ認知的知識」まで、様々な知識に支えられた「高次の認知過程」が多く用いられていること、及びこれら高次の認知過程は、一般に確立された調査手法や解析手法の適用、すなわち「手続的知識の応用」とは差別化されることが分かった。

なお、本研究では熊本地震で被災した道路橋の復旧事例の他、国総研が道路管理者に対して行った技術指導事例をサンプルとした分類に基づき、道路橋を維持管理するための知識と認知の組合せの普遍的な整理も行った。

［成果の活用］

本調査結果は、熊本地震で被災した道路橋の復旧において行われた判断や検討の整理、及び、道路橋のアセットマネジメントに関する研究において基礎的な知見として活用する予定である。

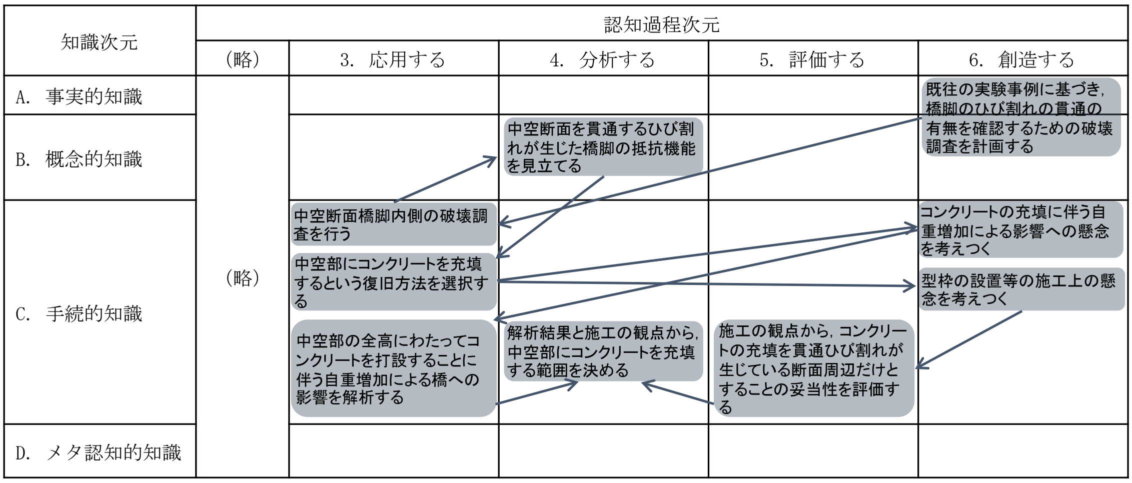

図-3　技術力の整理の例（中空断面橋脚へのコンクリート充填）