

ISSN 1346-7328

国総研資料 第344号

平成18年12月

国土技術政策総合研究所資料

**TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management**

No. 344

December 2006

平成18年度 国土技術政策総合研究所講演会講演集

Report of the Lecture Meeting of NILIM(2006)

国土交通省 国土技術政策総合研究所

**National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan**

平成18年度 国土技術政策総合研究所講演会講演集

Report of the Lecture Meeting of NILIM(2006)

概要

本資料は、「平成18年度国土技術政策総合研究所講演会」の講演内容をまとめたものである。

キーワード： 講演会、国土技術政策総合研究所、公共投資、地球環境対策、沿岸域の再生、省エネルギー、交通事故削減

Synopsis

This report summarizes the Lecture Meeting of NILIM held in 2006.

Key Words： Lecture Meeting, NILIM, Public Investment, Global environment measures, Reproduction of coast region, Energy conservation, reduction of traffic accident

目 次

◇プログラム	1
◇講 演 集	
公共工事の品質確保のための取り組みの方向について	7
研究総務官 兼 総合技術政策研究センター長 西川 和廣	
道路環境影響評価の技術手法のマネジメント	25
環 境 研 究 部 長 福田 晴耕	
下水道における地球環境対策	47
下 水 道 研 究 部 長 田中 修司	
沿岸域の再生に向けて ―自然再生の包括的計画・管理システムの構築―	61
港湾施設研究室長 高垣 泰雄	
東アジアの航空ネットワークと我が国における国際空港の展望	73
空 港 研 究 部 長 加藤 久晶	
建築省エネルギー技術の現状と課題	89
建築新技術研究官 澤地 孝男	
交通事故削減に向けた取り組み	103
道 路 研 究 部 長 佐藤 浩	

国土交通省
平成18年度

国 総 研 講 演 会

平成**18**年**12**月**6**日(水)

10:00開演(9:30開場)

イイノホール

東京都千代田区内幸町2-1-1

〈主催〉国土交通省 国土技術政策総合研究所(国総研)

〈協賛〉国土技術研究協議会

N I L I M

プログラム

10:00 ～ 10:10	開会の挨拶	所 長	望月 常好
10:10 ～ 11:10	特別講演「公共哲学の実践的意義－コミュニタリアニズムを中心にして－」 千葉大学大学院人文社会科学研究所教授		小林 正弥
11:10 ～ 11:25	休 憩		
11:25 ～ 11:50	公共工事の品質確保のための取り組みの方向について	研究総務官	西川 和廣
11:50 ～ 13:00	休 憩		
13:00 ～ 13:25	道路環境影響評価の技術手法のマネジメント	環境研究部長	福田 晴耕
13:25 ～ 13:50	下水道における地球環境対策	下水道研究部長	田中 修司
13:50 ～ 14:15	沿岸域の再生に向けて－自然再生の包括的計画・管理システムの構築－ 沿岸海洋研究部長		高垣 泰雄
14:15 ～ 14:25	休 憩		
14:25 ～ 14:50	東アジアの航空ネットワークと我が国における国際空港の展望 空港研究部長		加藤 久晶
14:50 ～ 15:15	建築省エネルギー技術の現状と課題	建築新技術研究官	澤地 孝男
15:15 ～ 15:40	交通事故削減に向けた取り組み	道路研究部長	佐藤 浩
15:40 ～ 15:50	休 憩		
15:50 ～ 16:50	特別講演「理系が日本を変える」	毎日新聞科学環境部	元村有希子
16:50 ～ 16:55	閉会の挨拶	副所長	山根 隆行

講演者及び演題

特別講演Ⅰ



公共哲学の実践的意義 — コミュニタリアニズムを中心に —

千葉大学大学院人文社会科学研究科教授
小林 正弥

<プロフィール>

1963年生まれ。東京都出身。東京大学法学部卒業。現在、千葉大学大学院人文社会科学研究科教授、公共哲学センター長・地球福祉研究センター長。専門は、政治哲学、公共哲学、比較政治学。アメリカ同時多発テロ（9・11）直後に公共哲学ネットワークを発足させる。公共性を中核とする国際的な学問的研究を推進すると同時に、地球的平和問題をはじめ実践的問題に対して公共的に様々な見解を提示している。03年元旦には、研究者と市民が共に平和のための実践活動を行う地球平和公共ネットワークを創設。著書に『非戦の哲学』（ちくま新書）、編書に『戦争批判の公共哲学』（勁草書房）、監訳に『ネクスト～善き社会への道～』（麗澤大学出版会）など多数。

特別講演Ⅱ



理系が日本を変える

毎日新聞科学環境部記者
元村有希子

<プロフィール>

1966年生まれ。福岡県出身。九州大学教育学部卒業。現在、毎日新聞科学環境部記者。同部での01、02年の日本人ノーベル賞受賞者の取材で科学（者）・技術（者）の魅力に開眼する。日本の研究者・技術者の現状を描いた毎日新聞の長期連載「理系白書」（02年1月～）の取材班キャップとして、科学と社会のあり方についてさまざまな問題提起をしてきた。読者との交流の場として04年9月に開設した「理系白書ブログ」では管理人を務める。06年5月には、科学技術に関する優れた報道や出版物などを表彰する「第1回科学ジャーナリスト賞」で「大賞」を受賞。



公共工事の品質確保のための 取り組みの方向について

研究総務官 兼 総合技術政策研究センター長
西川 和廣

近年、公共工事に関しては、談合対策やコスト縮減を目的とした入札の競争性・透明性を高めるため、一般競争入札への転換が図られるとともに、価格と品質を総合的に評価する総合評価方式の拡充が図られている等、その調達制度は大きな転換期を迎えている。一方、現下においては公共事業費の大幅な削減等により、企業間の競争が激化し、著しく低い価格の落札が頻発しており、手抜き工事や安全対策の怠り、下請け業者・労働者へのしわ寄せ等による公共工事の品質低下が懸念されているところである。総合政策研究センターでは、このような背景を踏まえ、計画、調査設計・施工、維持管理までの全体を通した公共調達制度のあり方について検討を行っており、その方向について報告する。



道路環境影響評価の技術手法の マネジメント

環境研究部長
福田 晴耕

平成 11 年の環境影響評価法の施行に伴い、一定規模以上の道路事業に対して環境影響評価（法アセス）の実施が義務づけられた。旧建設省土木研究所は、法アセスの実施を支援するための「道路環境影響評価の技術手法」（以下、技術手法という）を作成し、道路環境影響評価実施者の利用に供してきた。

さらに、国総研では、円滑な環境影響評価の実施を支援するため、この技術手法について現場の課題と最新の知見を反映するよう、これを常時点検・改正する「技術手法のマネジメント」を行っている。

この度、省令の改正に対応し、技術手法について制度面及び技術面での見直しを行い、全面改定を行うこととなった。本講演では、これまでに実施された法アセスについて制度と技術の面から実態と課題の分析を行うとともに、技術手法のマネジメントの概要と今回の主な改正点について報告する。



下水道における地球環境対策

下水道研究部長
田中 修司

平成 17 年 2 月に京都議定書が発効し先進国は温暖化ガスの削減に本格的に取り組み始めています。日本に割り当てられた削減目標は 1990 年に比較して 6 % 減となっています。日本ではすでに「地球温暖化対策の推進に関する法律」が 1998 年に公布され、国・自治体・事業者などがそれぞれの立場で温暖化ガスの排出削減に取り組んでいます。下水道事業からの温暖化ガスの排出量は、自治体の事業部門の中ではかなり大きくなっています。ここでは、下水道事業における温暖化対策の全体像と二酸化炭素の 300 倍以上の温暖化効果を持つ一酸化二窒素の排出およびその対策について最近の研究内容からご紹介します。



沿岸域の再生に向けて — 自然再生の包括的計画・管理システムの構築 —

沿岸海洋研究部長
高垣 泰雄

国土交通省の「全国海の再生プロジェクト」において、重要な取り組みと位置づけられている海域環境の改善や環境モニタリングを推進するための研究として「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」「海辺の自然再生のための計画立案と管理技術に関する研究」を実施している。

これらのプロジェクトでは、干潟造成に関する産学官の共同実験、汽水域における住民参加型の観測・実験、事例研究やシンポジウムによる計画・管理手法の考え方を整理した。

海辺の自然再生においては、現状把握、目的設定、手法開発だけでなく、「順応的管理手法」のような自然再生の計画・管理を推進するシステムが不可欠である。



東アジアの航空ネットワークと 我が国における国際空港の展望

空港研究部長
加藤 久晶

中国をはじめとする東アジア諸国における経済発展は目覚しく、これに伴う国際航空ネットワークの発達に対応すべく各国では巨大な国際空港の建設・開港が相次いでいる。一方、わが国においては関西国際空港の2本目の滑走路が平成19年夏に供用開始予定であるほか、成田空港の滑走路延長、羽田空港の再拡張事業に伴う国際線強化（年間3万回の国際線向け離発着枠を確保）が予定されている。

今後とも暫くは東アジアの経済発展が順調に続くと予想されるが、我が国経済の国際競争力の維持・強化にとって国際空港容量の不足がボトルネックとなることがないようにする必要がある。

本講演では我が国における国際空港容量の現状と見通しや、東アジアの経済発展に即応した我が国の空港整備のあり方について述べる。



建築省エネルギー技術の現状と課題

建築新技術研究官
澤地 孝男

民生分野における二酸化炭素排出量は我が国全体の1/4程度となっており、周知のようにその増加傾向について対策が求められている。この講演では、住宅及び業務用建築物に関するエネルギー消費の現状と省エネルギー技術について概観し、欧米諸国の動向を踏まえつつ、現段階における到達点を整理するとともに、ここ数年における課題に関して考察する。住宅については気象条件とエネルギー消費構造の確認から、設備性能評価の位置付けとともに、既存住宅性能向上のための改修工事普及の課題と解決策を論じる。また、業務用建築物に関しては、未だその核心が容易には捉えがたい省エネルギー設計技術に関して、そこへのアプローチの課題について考察する。



交通事故削減に向けた取り組み

道路研究部長
佐藤 浩

第8次交通安全基本計画（2006～2010）では、2010年までに交通事故死者数を5,500人以下にする等の目標を掲げ、道路交通事故のない社会を目指して政府全体として取り組んでいる。国総研では、交通事故発生状況の推移、特徴等を踏まえ、より効果的・効率的な交通安全対策の実施を支援するための技術研究を行っている。その成果として、対策の立案から評価までの手順、留意点等を体系的にまとめた「交通事故対策・評価マニュアル」を作成するとともに、道路管理者が実施した交通安全対策の事故削減効果を明らかにした。本講演では、これら国総研が行っている技術研究やその成果、さらに今後の取り組みについて最新の状況を述べる。

公共工事の品質確保のための取り組みの方向について

研 究 総 務 官
兼 総合技術政策研究センター長
西 川 和 廣

公共工事の品質確保のための取り組みの方向について

国土技術政策総合研究所 研究総務官

兼 総合技術政策研究センター長 西川 和廣

1. はじめに

公共工事により整備される社会資本は、数十年以上の長い期間に亘って、国民の生活や経済・社会活動を支える重要な公共資産であり、性能や耐久性に優れた良質なものが供給されなければならない。また、建設工事により発生する騒音、交通渋滞等による外部コストの縮減や安全性の確保、工事便益の早期発現に対する国民の要望も高く、工事目的物だけでなく、その施工方法もあわせた工事品質の確保・向上が重要な課題となっている。

公共工事に関しては、平成17年度に相次いで発生した談合問題に対して一般競争入札の拡大等の一連の対策が講じられたほか、独占禁止法の改正により取り締まりや罰則の強化が図られたところである。しかし、その一方で、公共投資額の急激な減少に伴う建設業界の過剰供給構造等により、工事の受注を巡る価格競争が激化し、いわゆるダンピング入札が急増するとともに、手抜き工事や安全対策の怠り、下請け業者・労働者へのしわ寄せ等による公共工事の品質低下が懸念されているところである。

このような状況を踏まえ、平成17年度には「公共工事の品質確保の促進に関する法律」（以下、「品確法」）が施行され、総合評価方式の適用拡大等が進められたほか、平成18年度には「国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会」において、発注者責任の明確化と公共工事の調達システム全体の見直し・検討が行われたところである。

本講演においては、これらの取り組みや検討結果を踏まえて、公共工事の品質確保のための取り組みの方向について述べる。

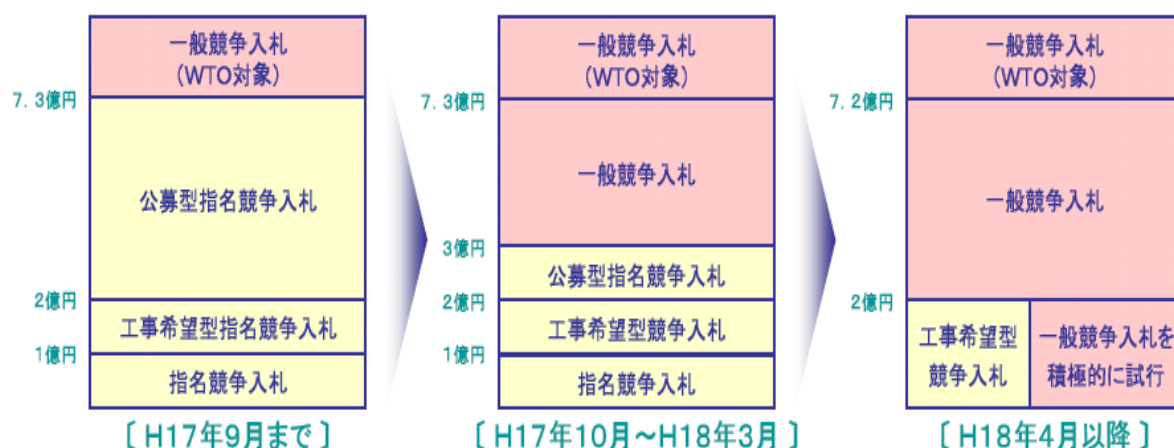
2. 公共工事を取り巻く現状

公共工事においては、コスト縮減、業者選定における競争性・透明性の確保、良質な社会資本整備の供給といった社会的要請に応えるため、様々な取り組みが行われてきたところであるが、近年においても以下のような状況が生じている。

2. 1 談合問題と一般競争入札

平成17年度においては、国土交通省直轄の鋼橋上部工事の発注に関して大規模な談合事件が発生する等、依然建設業界において談合や「汗かきルール」と呼ばれる非公式の技術支援等が行われていたことが明らかとなった。これを受けて国土交通省では指名競争入札から一般競争入札を原則とした入札方式に大きく転換したほか（図－1参照）、独占禁止法が改正され、課徴金の引き上げ、課徴金減免制度の導入等が行われた。また、これらの対応策や社会的な厳しい批判を受け、受注者側である社団法人日本土木工業協会は、「透明性ある入札・契約制度に向けて一改革姿勢と提言－」を

公表し、「旧来のしきたりからの訣別」を打ち出しており、このような状況が業者間の過当競争に一層拍車をかけているとも見られる。

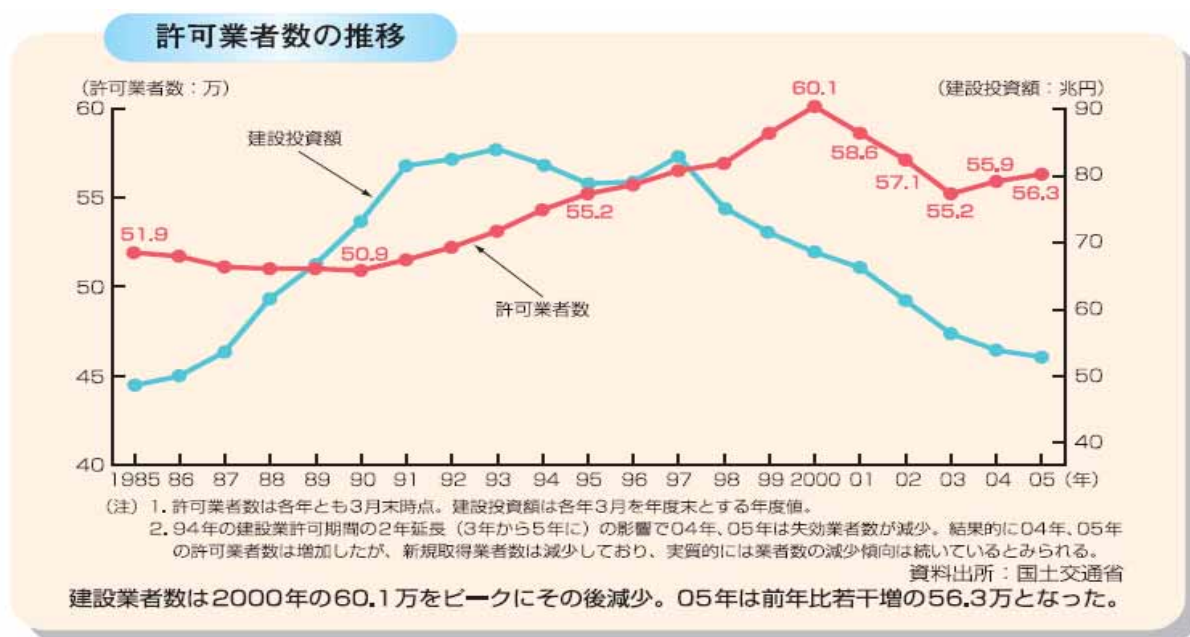


図－1 入札方式の転換

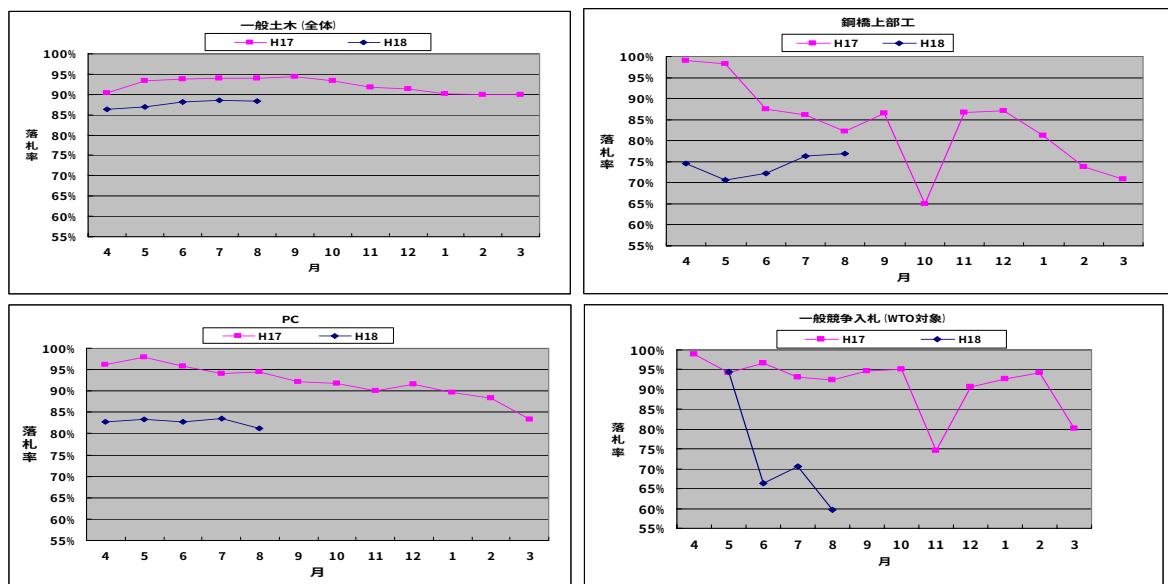
2. 2 いわゆるダンピング問題

一般競争入札の拡大等により、入札契約制度の透明性が高まっている一方、建設市場は公共事業費の急激な減少に伴う著しい過剰供給構造となっており(図－2 参照)、昨今、大規模工事においても著しい低価格による落札工事の増加傾向が見られている(図－3 参照)。いわゆるダンピング受注については、公共工事の品質の確保に支障を及ぼしかねないだけでなく、下請けへのしわ寄せ、労働条件の悪化、安全対策の不徹底等につながるものであり(図－4 参照)、国民の安心・安全の確保や建設業の健全な発展を阻害するものである。

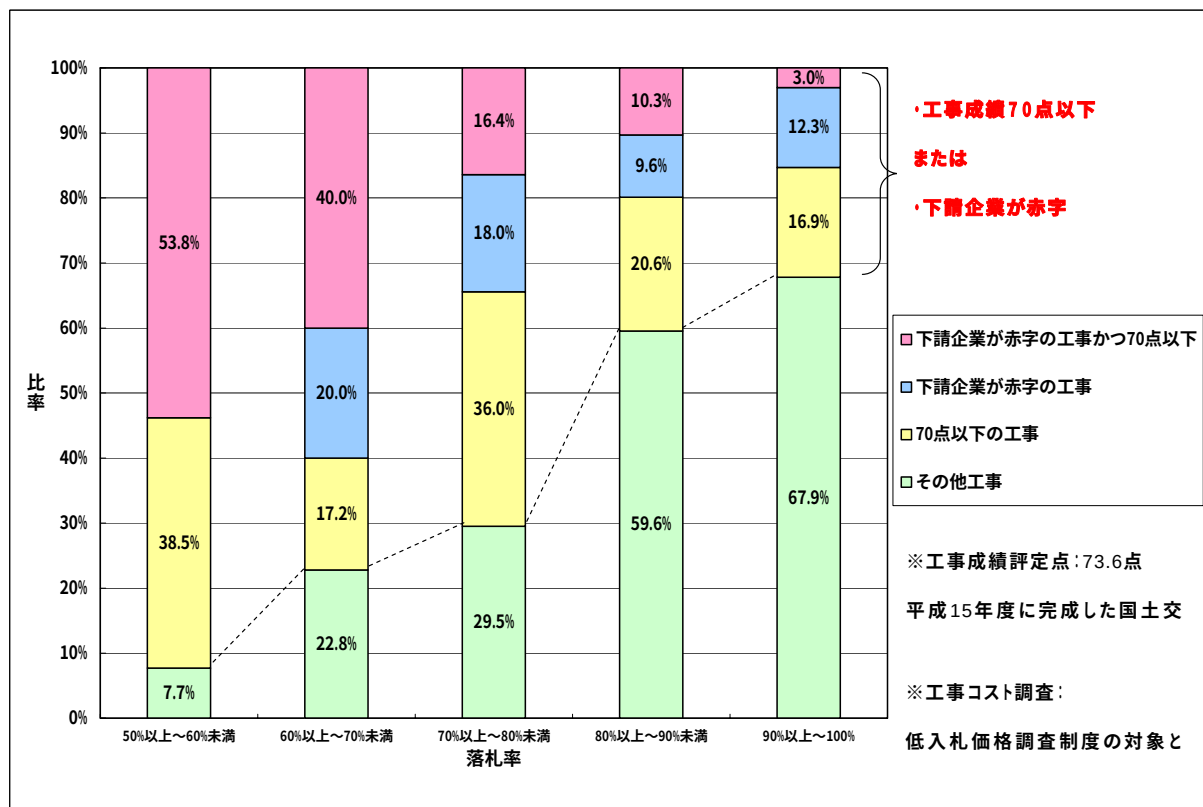
国土交通省においても、工事品質の確保の観点から様々な対策を講じるとともに、落札状況の監視を行っている。



図－2 建設業界における需要・供給のバランス



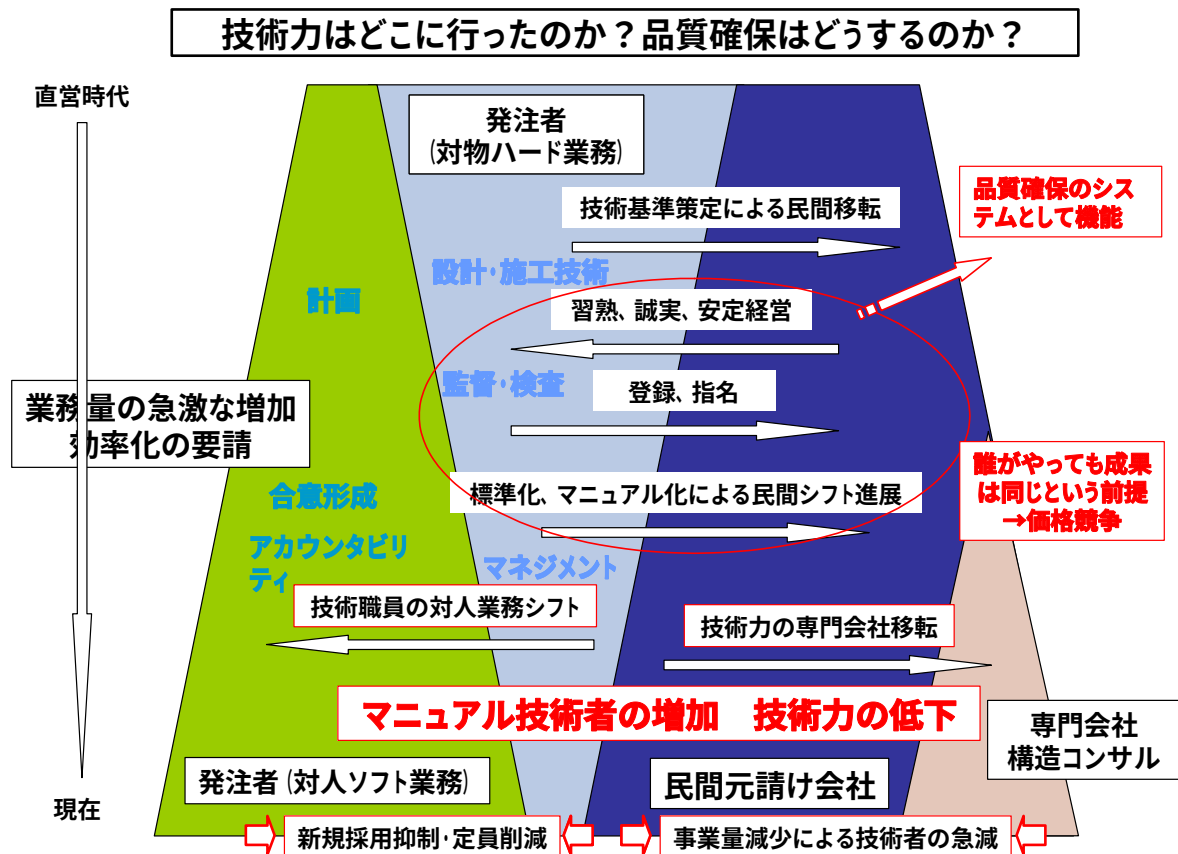
図－３ 直轄工事における落札率の推移



図－４ いわゆるダンピング入札による工事品質等への影響

2. 3 発注者の体制と技術力

戦後復興期から高度成長期を通じ、発注者の業務は設計・施工に直接関係する業務が主であったが、近年、公共事業の実施において合意形成や説明責任（アカウンタビリティ）等が求められ、これに対応するため、技術基準の標準化等により業務の効率性を上げるとともに、設計あるいは施工に直接的に係わる時間を減少させてきた（図－５参照）。



図－５ 発注者の業務内容の変遷

発注者に必要な技術力とは技術的判断を行う経験により蓄積されるものであり、設計・施工に係わる時間の減少は、発注者の技術力研鑽の機会を減少させ、結果として技術力の低下が危惧されるという意見もある。

また、公共投資額の削減の中で組織の一層のスリム化も求められているところである。このような状況下において、公共工事の品質確保のため、業者選定から完了検査までの調達全般において、発注者の十分な技術力・体制の整備が求められている。

2. 4 公共工事の品質に係わる懸念と品確法の制定

上記のような状況を踏まえるとともに、優良な国土基盤を形成する公共工事の重要性を鑑み、品確法が施行されたところである。品確法のポイントは以下の通りである。

- ①公共工事の品質確保に関する基本理念及び発注者の責務の明確化
- ②価格競争から価格と品質が総合的に優れた調達への転換
- ③発注者をサポートする仕組みの明確化

3. 公共工事の品質確保の方向

平成17年度において発生した談合問題に対して、国土交通省においては「一般競争入札の拡大」を柱とする入札談合再発防止対策を打ち出している。平成18年度現在においては、予定価格2億円以上の工事において一般競争入札を適用し、2億円未満の工事においても、一般競争入札の積極的試行を図りつつも、そうでない場合は工事希望

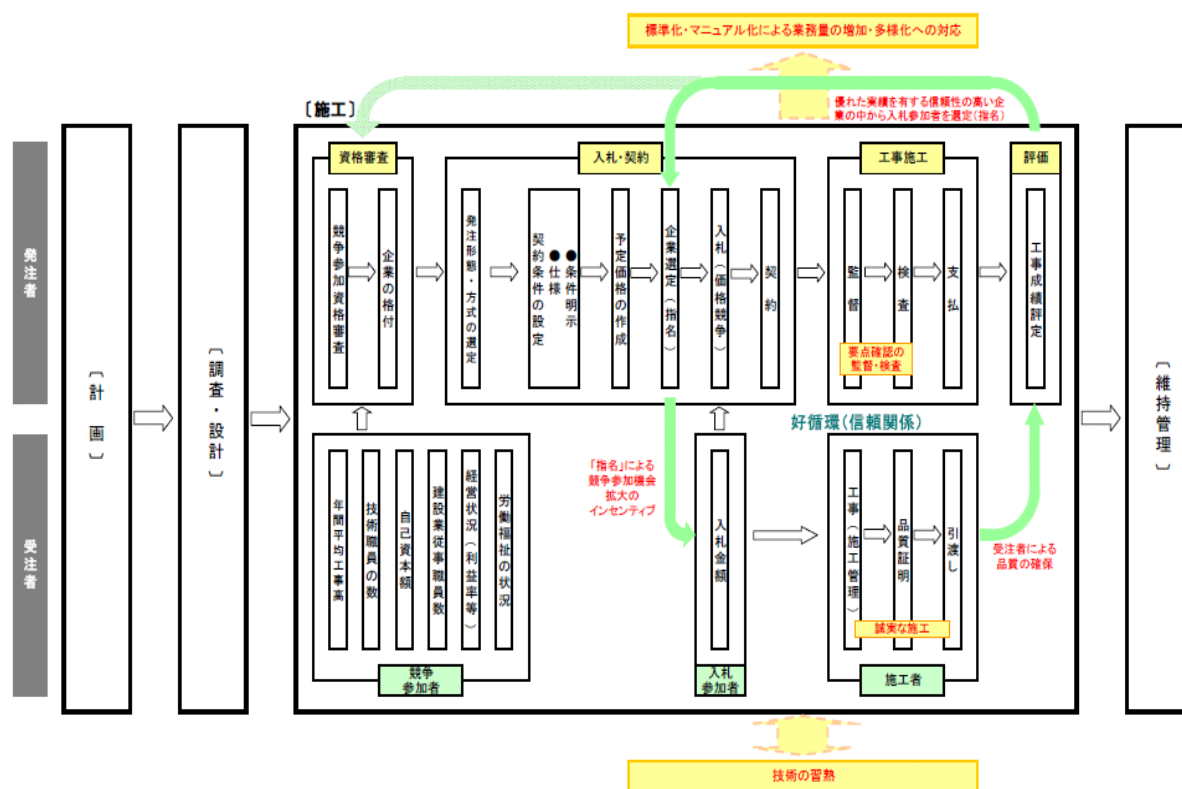
型入札を原則としている（図－１参照）。

これは、100年以上にわたり、公共工事の調達を支えてきた指名競争入札を原則廃止するものであり、指名競争入札が潜在的に有した「公共工事の品質確保のための仕組み」も失われることを意味する。このため、一般競争入札における品質確保のための「新たな仕組み」の形成が必要である。

3. 1 指名競争入札における品質確保の仕組み

指名競争入札は、発注者が、当該工事等の技術的特性、自然・社会条件、競争参加者の手持ち業務・工事量等様々な条件を勘案し、優れた実績を有する信頼性の高い企業の中から入札に参加する者を指名し、競争を実施する方式であり、企業にとっては、良い仕事をする事がそのまま工事等の受注機会の拡大に繋がるため、必然的に、企業は請負契約の誠実な遂行や技術開発等に努めることになり、結果として質の高い調達が実現されるといった仕組みが形成されるとともに（図－６参照）、発注者と受注者の間に工事等の品質についての信頼関係が構築されていた。

この仕組みを前提とすることで、例えば、発注者は監督・検査において要点だけを確認することで一定の品質を確認できる等、発注者における効率的な工事等の調達を可能としてきた。また、これと同時に、各種基準類の標準化・マニュアル化を進めることで、高度成長期における発注量の急激な増加への対応を可能とするとともに、事業に関する説明責任（アカウントビリティ）の確保や地域住民との合意形成等、行政事務の多様化への対応も可能とした。

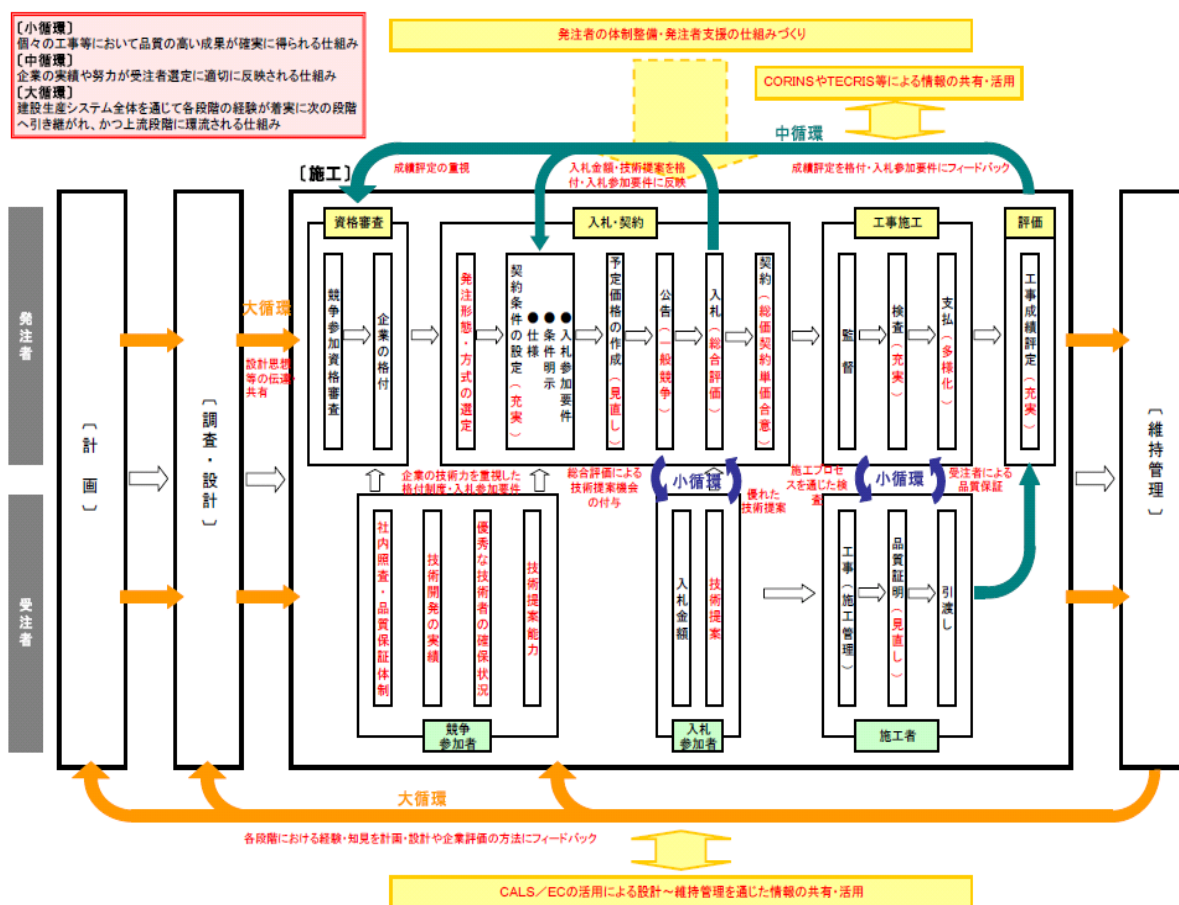


図－６ 指名競争入札における品質確保の仕組み

3. 2 一般競争入札における新たな仕組みの構築

一般競争入札の拡大は、手続の透明性・競争性の向上に寄与する一方で、企業にとって、指名競争入札に比べ当該工事の成績が以後の受注機会に結びつきにくいことから、当該工事における利益を優先し安全管理や品質確保に対する配慮が十分でない等施工能力の劣る企業や不誠実な企業が競争へ参加しやすくなるとともに、良い仕事をする優良な企業の受注機会が減少するデメリットも指摘されている。また、工事の施工段階においては、受注者との信頼関係を前提として実施してきた現行の要点だけの監督・検査では、設計ミスや不可視部分での工事の手抜きの発見が事実上不可能である等、現行の制度・体制では質の高い調達十分に担保できない恐れがある。さらに、受注者の資格審査や登録の制度も指名競争入札を前提としたものとなっている。

このように、指名競争入札から一般競争入札への入札・契約制度の転換と急激な適用範囲の拡大は、現行の建設生産システムでは対応しきれない様々な問題を引き起こしている。さらに、公務員の定員削減や行政事務の多様化・増大も進んでいることから、現在の発注者の体制の面も十分に考慮した上で、これらの環境の変化に適応する建設生産システムの再構築が急務となっている。



図一 7 一般競争入札を前提とした新たな好循環の構築

3. 3 新たな好循環システムの構築のための方策

発注者責任を果たすための建設生産システムを再構築するためには、専門化・複雑化している受注者の施工体制の確認も含め、発注者が施工等の各段階を厳重に監視する仕組みとともに、良い仕事をした企業には次の競争参加機会を拡大し、問題を引き起こした企業には適切なペナルティを加えるといった「信賞必罰」によるインセンティブに基づいて企業自らが品質確保に努める仕組みを構築し、これらの仕組みをバランスよく組み合わせることで、指名競争入札における品質確保の仕組みのような循環システムを構築することを基本的な方向とすべきである。

表－1 好循環形成のための具体的な検討課題

循環の種類		具体的な検討課題
小循環	個々の工事等において品質の高い成果が確実に得られる仕組み	○ 施工プロセスを通じた検査への転換 ○ 現場の問題発生に対する迅速な対応 ○ 適切なペナルティの検討 ○ 人材の育成、技術力の継承 ○ 発注者支援の仕組みづくり ○ 設計照査制度の導入等適切な品質管理プロセスの確立 ○ 設計技術者資格要件の検討
中循環	企業の実績や努力が受注者選定に適切に反映される仕組み	○ 多面的で適正な企業・技術者等評価の実施 ○ 企業の技術力を重視した格付制度の導入、入札参加要件の設定 ○ 総合評価方式の充実 ○ 下請企業（専門工事業者）を重視した調達 ○ 計画・基本設計における技術的検討の重視 ○ 設計と施工の役割分担の見直し ○ 積算手法の見直し ○ 支払制度・瑕疵担保の見直し ○ 総価契約単価合意方式の活用
大循環	建設生産システム全体を通じて各段階の経験が着実に次の段階へ引き継がれ、かつ上流段階に環流される仕組み	○ 設計思想等の伝達・共有 ○ 各段階における経験・知見の環流 ○ 大循環を支える仕組み ○ 建設生産システム全体に係るP D C Aサイクルの構築 ○ 人材の育成、技術力の継承 ○ 技術開発の促進

具体的には、①昨今のいわゆるダンピング受注や設計ミス、施工不良等の増加による品質低下の懸念等、喫緊の課題への対応策として、個々の工事等において品質の高い成果が確実に得られる仕組み（小循環）、②透明性・競争性の高い調達制度を前提に、良い仕事をした企業が受注機会を拡大する等報われるように企業の実績や努力が受注者選定に適切に反映される仕組み（中循環）、③建設生産システム全体（調査～計画～設計～施工～維持管理）を通じて各段階の経験が着実に次の段階へ引き継がれ、かつ上流段階に環流される仕組み（大循環）を構築し、システム全体の継続的な改善を図るPDCAの機能を確保すべきである（図－7 参照）。

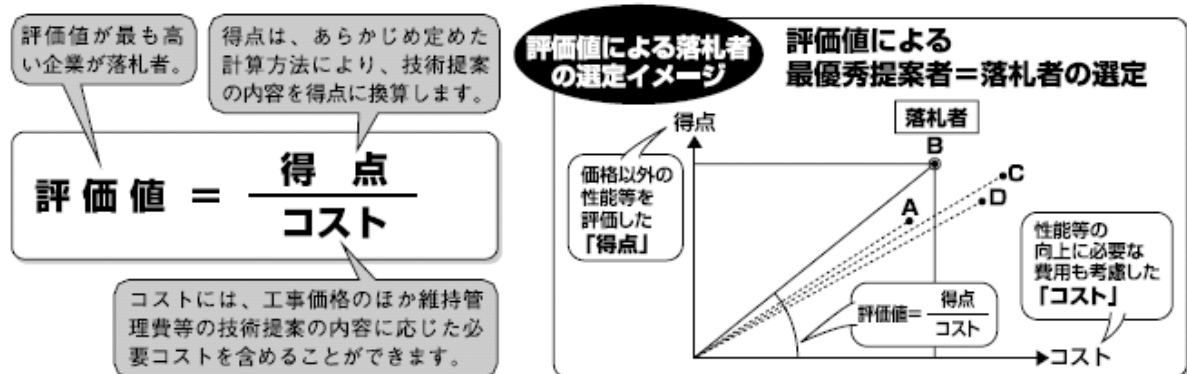
これらの大・中・小の循環の仕組みを構築していく上での具体的な検討課題を表－1 に示す。

4. 公共工事の品質確保のための取り組み状況

3章では、公共工事の品質確保に向けた調達システム全体での取り組みの方向について述べたが、ここでは、既に試行が行われているものや優先的な検討課題について取り上げ、その詳細について述べる。

4. 1 公共工事における総合評価方式の導入

公共工事は、調達時点で品質を確認できる物品の購入とは基本的に異なり、施工者の技術力等により品質が左右される。そのため、発注者は、個々の工事の内容に応じて適切な技術力を持つ企業を競争参加者として選定するとともに、技術力を評価した落札者の決定や適切な監督・検査等の実施により公共工事の品質を確保する必要がある。このため、品確法においては「価格と品質が総合的に優れた調達（総合評価方式）」を重視している。総合評価方式は、発注者が定めた仕様に基づく工事に対して価格競争を行う従来の方式とは異なり、「入札参加者が提示した技術提案や技術力とその入札価格」を総合的に評価して、最も優れた入札者を落札者とする方式である（図－8 参照）。この方式は、発注者にとってValue for Money（評価値）の観点から最も有利な調達が可能となるだけでなく、民間業者の技術力をより向上させようとするインセンティブを形成するものであり、技術と経営に優れた健全な建設業者が育成される効果がある。



図－8 総合評価方式のイメージ

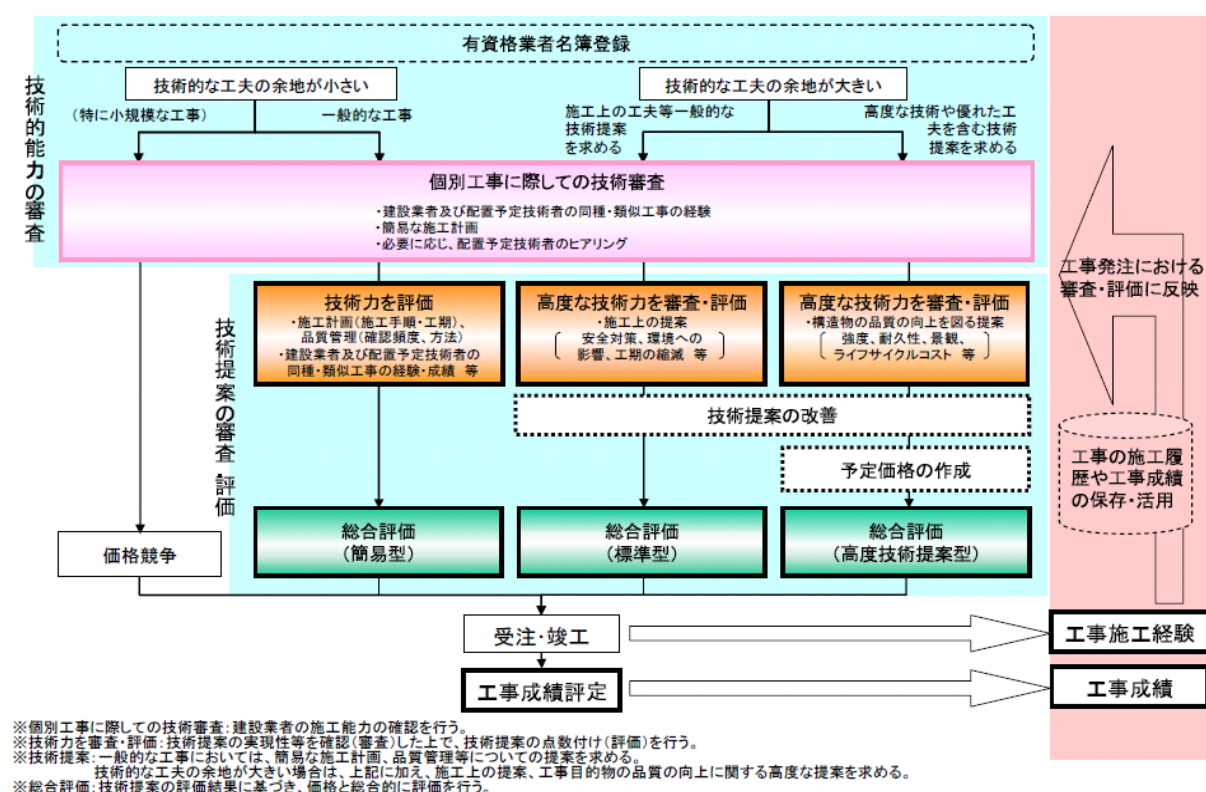
4. 1. 1 工事特性に応じた総合評価方式の整備

総合評価方式は、平成11年度に「今井一号橋撤去工事」において最初の適用が行われて以来、平成12年度には現財務省との包括協議が整い、平成14年度以降国土交通省においては、およそ400件程度の工事に適用されてきた。従来、総合評価方式は、大規模な工事を対象に適用がなされてきたが、平成17年度においては品確法の趣旨を踏まえ、全ての公共工事について、その特性に応じて総合評価方式が適用できるよう、比較的小規模で工夫の余地の小さい工事に適用する方式や、高度技術や新工法等の適用を視野に入れて目的物の形状や構造も対象とした技術提案を募る方式についても検討・整備した（図－9参照）。

①簡易型： 技術的な工夫の余地が小さい工事においては、施工の確実性を確保することが重要であるため、施工計画や同種・類似工事の経験、工事成績等に基づく技術力と価格との総合評価を行う。

②標準型： 技術的な工夫の余地が大きい工事において、発注者の求める工事内容を実現するための施工上の技術提案を求める場合は、安全対策、交通・環境への影響、工期の縮減等の観点から技術提案を求め、価格との総合評価を行う。

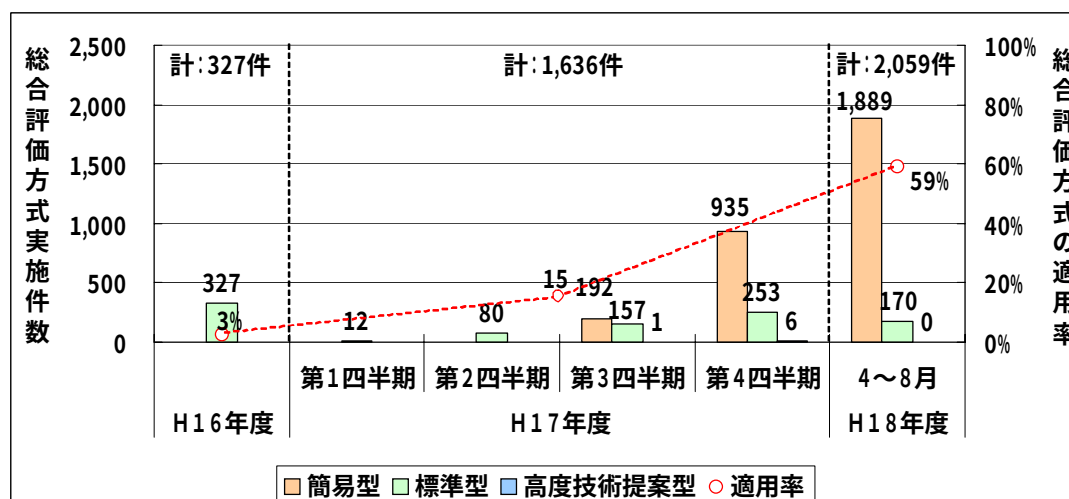
③高度技術提案型： 技術的な工夫の余地が大きい工事において、工事目的物を含む工事の品質の向上を図るための高度な技術提案を求める場合は、例えば、設計・施工一括発注方式等により、工事目的物自体についての提案を認める等、提案範囲の拡大に努め、強度、耐久性、維持管理の容易さ、環境の改善への寄与、景観との調和、ライフサイクルコスト等の観点から高度な技術提案を求め、価格との総合評価を行う。



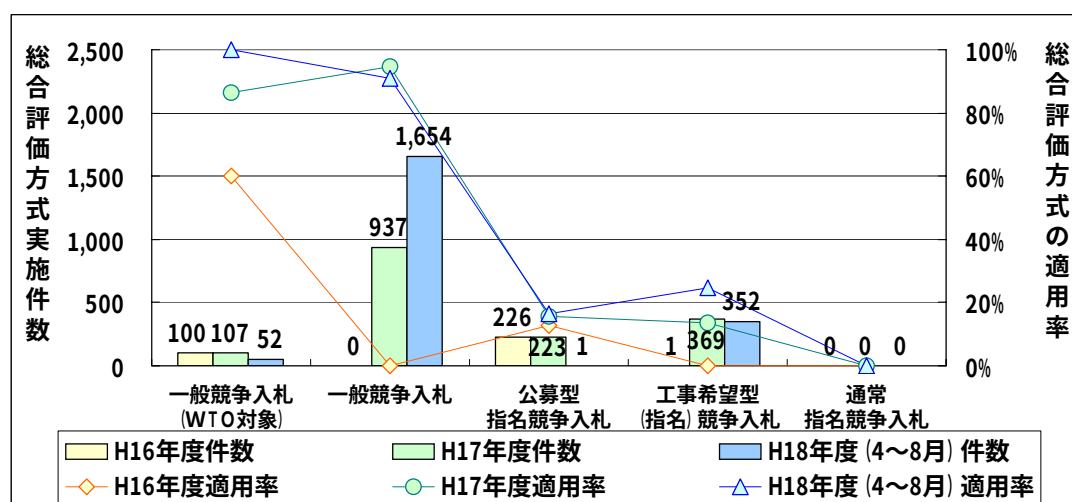
図－9 公共工事の特性に応じた総合評価方式の適用イメージ

4. 1. 2 総合評価方式の試行結果

総合評価方式については、平成16年度までは大規模な工事を中心に年間400件程度の工事について適用が図られてきたが、平成17年度は約1,636件、平成18年4月～8月においては、2,059件と大幅に適用件数が増加している（図－10参照）。特に、比較的小規模な工事まで適用対象が拡大しており、簡易型の適用件数が顕著に増加している。



図－10（1） 総合評価方式の適用状況（経時変化）

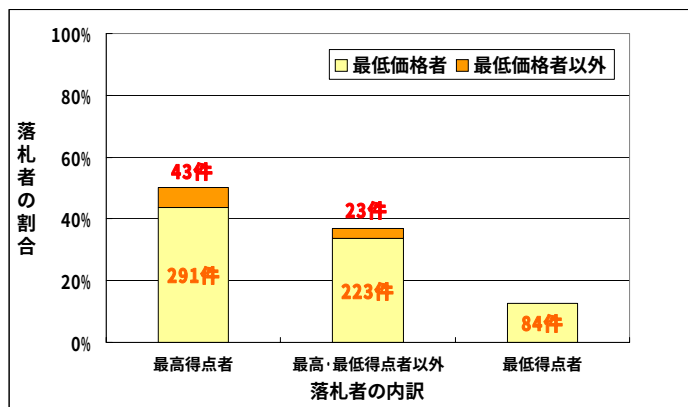


図－10（2） 総合評価方式の適用状況（入札方式別）

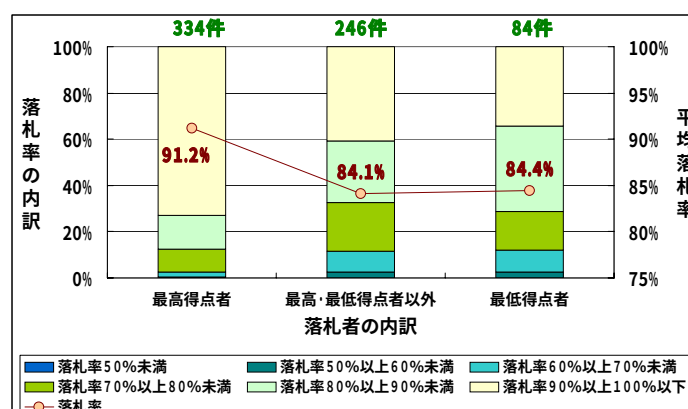
平成17年度の試行結果より、総合評価方式の落札者の傾向について、図－11，12、表－2に示すとともに現行の総合評価方式の効果について検証した。

(1) 簡易型

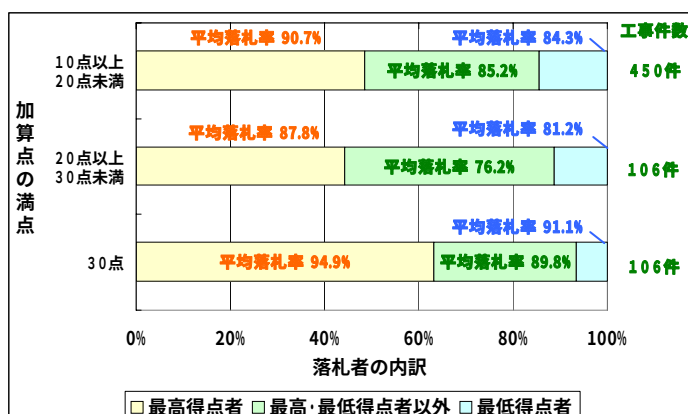
平成17年度に簡易型を適用した工事においては、最高技術得点者による落札が50%、最低得点者によるものが13%であり、最低価格による落札が90%を占めた。また、技術点の順位が高いほど、低価格入札の割合が低く平均落札率が高くなる傾向が見られたが、最低得点者の落札率が逆に高くなる傾向も見られ、入札価格に対して企業の技術力が十分に反映されていないと見られる。加算点を増加させることにより、最高得点者による落札件数を増やし、最低得点者による落札を減少させる傾向が見られており、落札者決定における技術力の比重を高めることも有効と考えられる。



図－１１（１） 簡易型の落札者の内訳（技術得点の順位別）



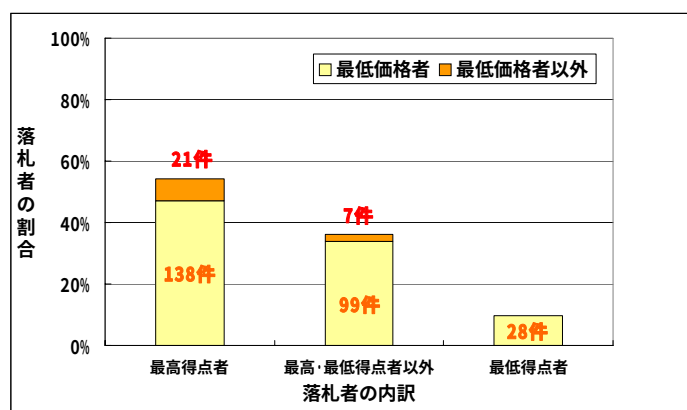
図－１１（２） 簡易型の落札者の内訳（落札率）



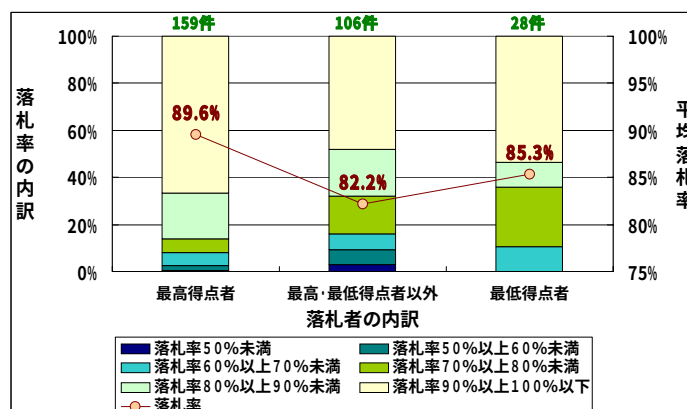
図－１１（３） 簡易型の落札者の内訳（加算点別）

（２）標準型

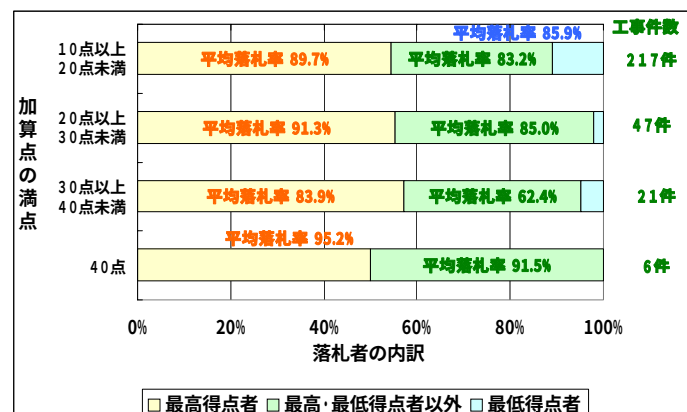
標準型については、簡易型に比べ最高得点者による落札件数（54%）が多く、最低得点者による落札件数（10%）は少なくなっている。ただし、最低価格による落札件数は90%と同程度に多く、落札者の決定において価格が支配的になっている。加算点については最低得点者の落札を減少させており、技術評価の比重を高める傾向が見られる。



図－１２（１） 標準型の落札者の内訳（技術得点の順位別）



図－１２（２） 標準型の落札者の内訳（落札率）



図－１２（２） 標準型の落札者の内訳（加算点別）

(3) 高度技術提案型

高度技術提案型については、平成17年度は7件実施されており、そのうち5件は設計・施工一括発注方式で実施されている。実施された7件全てについて最低価格者が落札するとともに、うち3件については低入札価格調査の対象であった。

表－2 平成17年度における高度技術提案型の実施事例

地 整 名	東 北	東 北	関 東	北 陸	中 部	中 部	中 国
工 事 名	胆沢ダム洪水吐き打設(第1期)工事	一般国道45号両石高架橋工事	国道1号原宿交差点立体工事	女川第4砂防堰堤工事	横山ダム国道303号新横山橋工事	1号静岡共同溝西地区工事	尾原ダム建設第1期工事
工事の概要	胆沢ダム洪水吐きについて、コンクリート打設を行なう工事である。	一般国道45号に設置する両石高架橋について、詳細設計及び実施施工を一括して発注する設計・施工一括型の試行工事である。	一般国道1号の原宿交差点の立体化について、詳細設計及び実施施工を一括して発注する設計・施工一括型の試行工事である。	砂防堰堤1基(基礎部コンクリート約1,300m ³)の工事と法面工(堰堤左岸部)の設計及び工事を一括して実施するものである。	横山ダム貯水池内に設置する(仮称)新横山橋について、詳細設計及び実施施工を一括して発注する設計・施工一括型の試行工事である。	一般国道1号の静岡市葵区長沼地先から同市同区西門町までの共同溝に設置する共同溝について、詳細設計、及び実施施工を一括して発注する設計・施工一括型の試行工事である。	尾原ダムにおけるコンクリートダム本体工事である。
発注範囲	施工	設計・施工一括	設計・施工一括	設計・施工一括	設計・施工一括	施工	設計・施工一括
評価項目	①コンクリート打設計画に係る提案	①橋梁上部の出来形、品質の向上に係る提案 ②橋梁下部(基礎を含む)の出来形、品質管理に係る提案 ③工事中の周辺環境等への配慮に係る提案	①アンダーパス部供用までの施工日数の提案	①法面対策工に係る提案 ②掘削の方法に係る提案 ③仮設備計画(資材の運搬方法)に係る提案	①総合的なコストに関する事項のライフサイクルコスト	①特殊部の施工に伴う交通規制日数の短縮 ②トンネル掘進に伴う建設汚泥の発生抑制対策	①施工日数 ②建設廃棄物処理対策 ③夜間照明対策
技術評価点の設定	判定方式 ・標準点：100点 ・加算点：10点	判定方式 ・標準点：100点 ・加算点：10点 (①3点②3点③4点)	数値方式 ・標準点：100点 ・加算点：上限の規定なし (0.25点/日)	判定方式 ・標準点：100点 ・加算点：30点 (①15点②10点③5点)	数値方式 ・基礎点：100点 ・加算点：10点	数値方式 ・標準点：100点 ・加算点：20点 (①15点②5点)	数値方式、判定方式 ・標準点：100点 ・加算点：10点 (①5点②4点③1点)
落札率	93.1%	62.8%：低入札価格調査実施	58.0%：低入札価格調査実施	97.7%	98.4%	85.1%	47.9%：低入札価格調査実施
価格順位	1位	1位	1位	1位	1位	1位	1位
加算点順位	1位(最高加算点者)	4位(予定価格内2位)	2位(予定価格内2位)	1位	1位	1位	3位(予定価格内2位)

4. 1. 3 総合評価方式の見直しの方向

平成17年度における試行結果を踏まえて、技術提案(又は技術力)と価格の総合的な評価を適正に行う観点から、①技術力の評価項目・評価方法・配点の見直し、②加算点の設定、③技術提案の課題設定・評価方法等について検討することとしている。

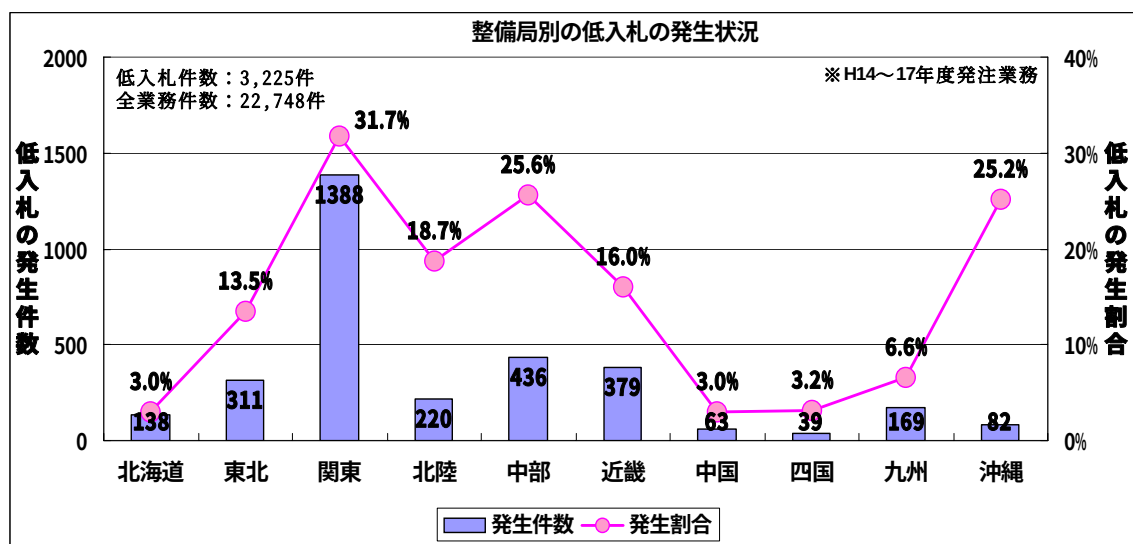
また、高度技術提案型については、今後継続的に事例を蓄積しながら、技術評価の方法や技術対話、予定価格の作成方法等について検証する予定である。

4. 2 設計業務等の品質確保

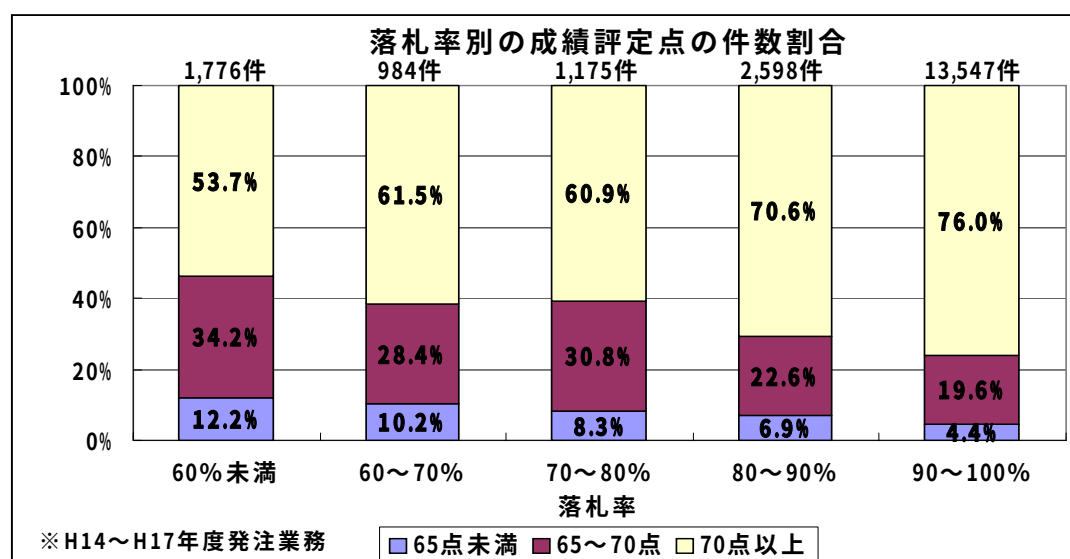
公共工事の品質を確保するためには、当該工事に係わる設計等の業務の品質が重要であることは言うまでもない。従来より、知識又は構想力・応用力が特に求められる業務については、プロポーザル方式による技術力競争により業者選定を行ってきたが、特に高度な技術力を要さないものとして価格競争が行われてきた調査・詳細設計の分野においては、近年ダンピング入札が散見される等、品質の低下が懸念されている。

4. 2. 1 調査・設計業務を取り巻く状況

価格競争入札により受注者が選定される調査・設計業務においては、近年ダンピングによる受注が見られており（図－13参照）、技術者の過剰な業務の集中や労働環境の悪化等に伴い、業務全般の品質が低下することが懸念されている（図－14参照）。



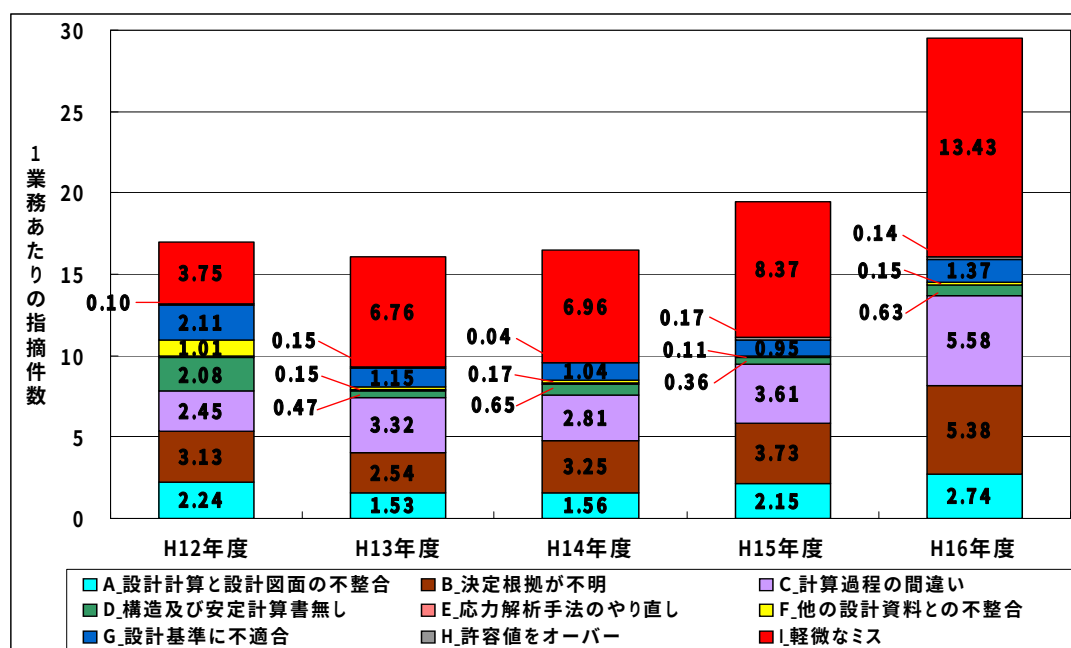
図－13 低価格入札の発生状況



図－14 落札率と業務成績の関係

また、特に詳細設計には施工計画の検討等が含まれており、施工技術に十分精通していないコンサルタントが業務を請け負った場合、現場条件からみて必ずしも最適となっていない設計がなされることにより、施工段階で設計の見直しが行われる等、非効率を生じる場合がある。また、従来行われてきた建設会社、メーカー等による受注を前提にした非公式なコンサルタントの技術的支援（汗かきルール）が、今般「旧来のしきたりとの訣別」に伴い、廃止されたとも言われており、これにより詳細設計の品質が一層低下することもあると考えられる。

実際、近畿地方整備局及び四国地方整備局が、詳細設計業務の照査を行ったところ、軽微なものを除いても相当数のミスが指摘されている（図－１５参照）。



図－１５ 詳細設計におけるミスの発生状況（近畿地方整備局の例）

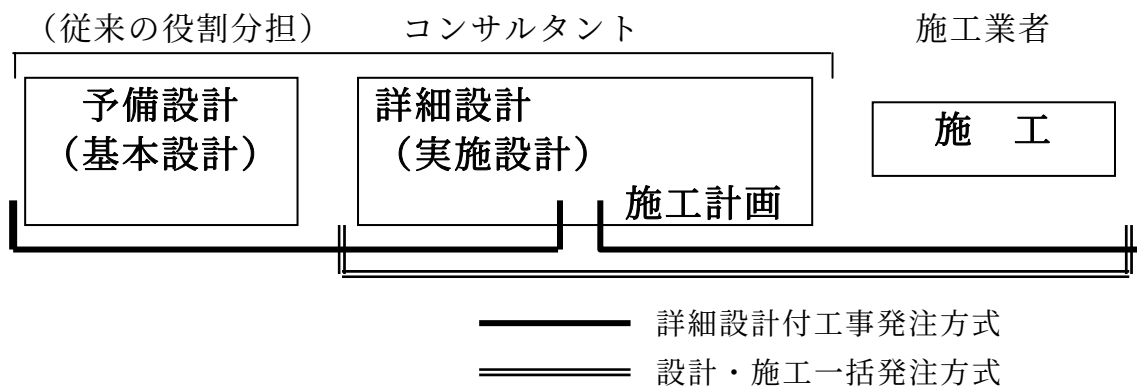
4. 2. 2 設計業務等における品質確保のための方策

調査・設計業務の品質確保は、技術力を重視した適切な業者選定と、より厳格な設計照査により、図るべきと考えられる。

（１）技術力を重視した適切な業者選定

従来より、価格競争により業者選定されてきた業務分野においても、業務内容の多様化等に伴い、一定程度以上の技術力を要する業務については、業者選定において価格と技術力を評価する総合評価制度を導入すべきと考えられる。

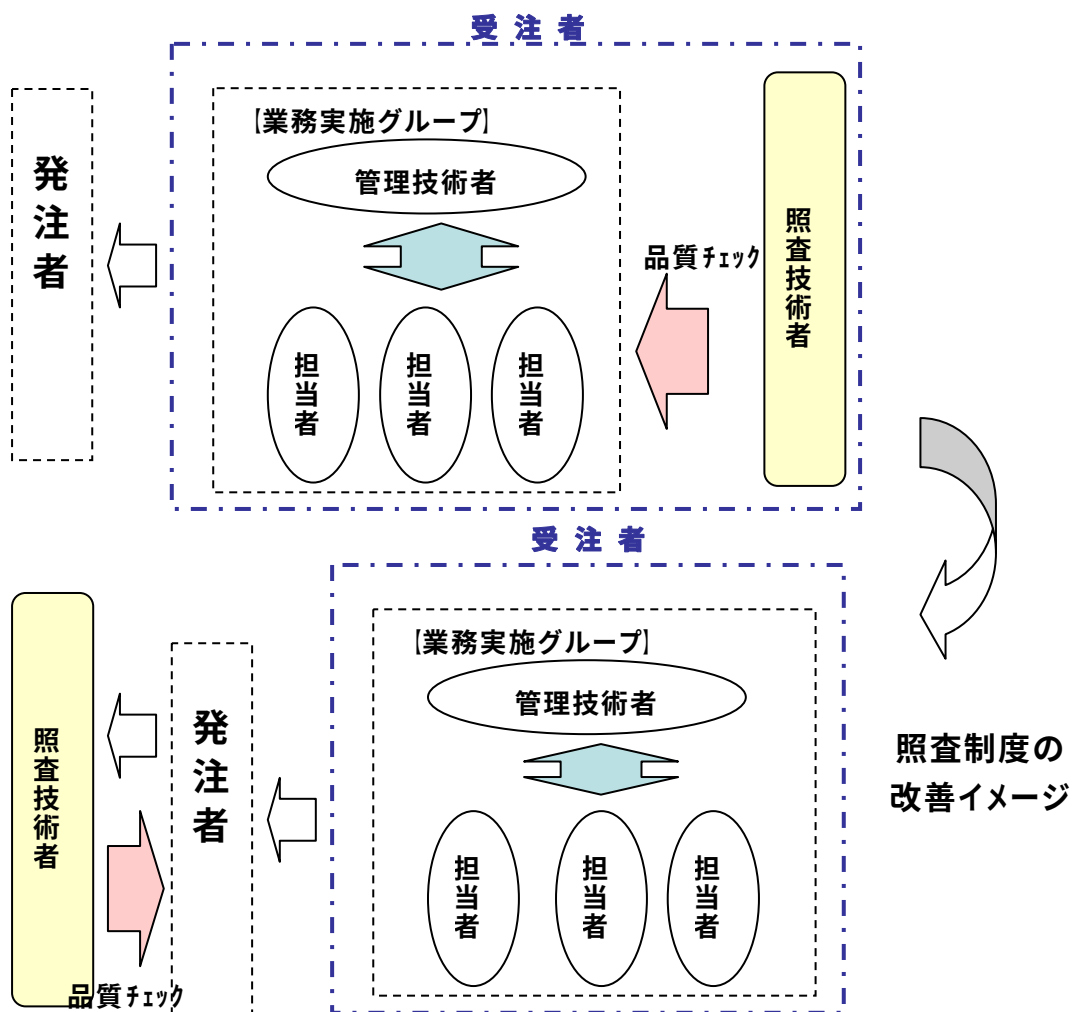
また、従来より設計・施工分離の原則から、詳細設計についてはコンサルタントが行ってきたが、詳細設計は施工に係わる知識や技術力を要するものであり、そのため、施工者による技術提案の余地が大きい工事等においては、設計者と施工者の役割分担について見直すとともに、詳細設計付工事発注方式や設計・施工一括発注方式のあり方（図－１６参照）について検討する必要がある。



図－１６ コンサルタントと施工者の新たな役割分担の考え方

(２) 設計照査制度の見直し

設計業務においては、請負業者自らが照査技術者を配置し、これにより自社内での照査を行うことが通常である。しかし、近年の詳細設計におけるミスの頻発はこのような照査制度が十分に機能していないことを示唆しており、建築分野等における制度構築等も参考としながら、第３者の活用等による厳格な照査制度の構築を検討する必要がある（図－１７参照）。



図－１７ 設計照査の見直しイメージ

4. 3 中間検査の導入

設計ミスや施工不良等の多発により、工事等の品質低下が懸念される中、受注者との信頼関係や発注者の体制を前提とした従来の限定的な監督・検査ではこれらへの対応が困難となっていることを踏まえ、これからは、施工プロセスを通じた検査の枠組みへと転換し、体制の強化を図る必要がある。特に、大規模、複雑な構造をもつ施設については、完了検査で行われる外観的な検査だけでなく、内部の構造や施工の中間過程を十分に確認・評価することが重要である。

具体的には、検査頻度の増加や抜き打ち検査の実施、中間時及び完成時における検査の充実等を図るとともに、検査結果を支払や成績評定へ反映する必要がある。

4. 4 発注者の技術力・体制の整備

4. 4. 1 人材の育成、技術力の継承

発注者が工事等の品質を的確に確認するための技術力や体制を維持するため、適切な技術的判断ができる能力、すなわち、構想から計画、施工、維持管理まで一貫した知識経験を備え、工事等の契約時における適切な条件設定や条件変更への適時・適切な対応、効果的な検査ができる能力を、各職員のキャリアパスを通じて身に付けられる仕組み・体制を充実する必要がある。一方、ダムや橋梁、トンネル等の専門性の高い構造物については、当該分野の専門知識を有する職員の育成及び技術継承プログラム等を構築する必要がある。また、これらの前提として、公務員の定員削減や行政事務の多様化に伴い、職員一人あたりの事務量が增大していることから、入札・契約から維持管理まで、工事等のすべての調達過程において、発注者が責任を持って自ら実施することと、アウトソーシングが可能なことを分類・整理する必要がある。

4. 4. 2 発注者支援の仕組みづくり

発注者の技術力を補完する仕組みとして、発注者・設計者・施工者による3者会議の開催や設計VE制度の活用、CM方式の活用等、具体的な導入方策を検討する必要がある。また、必要に応じ、発注者の支援を務めることができる者として、例えば、公益法人や建設コンサルタント、専門技術者グループ、NPO等を適切に評価・活用するための仕組みについて、責任の所在の明確化等に配慮しつつ、検討する必要がある。具体的には、発注関係事務の執行に際して、発注者の支援を務めることができる者を活用するために、認定技術者制度等の導入について検討する必要がある。

5. おわりに

公共工事の品質確保のための取り組みは多岐にわたるとともに、関連する諸制度等との関係から速やかな見直し・改善等が容易でないものも少なくない。社会情勢や国民のニーズの変化等も見据えながら、取り組むべき課題を適宜絞り込み、優先的・重点的に検討を進めることとしている。

参考文献

- 1)国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会：中間とりまとめ，2006年9月
- 2)国土交通省直轄事業の建設生産システムにおける発注者責任に関する懇談会：懇談会資料第1回～第3回，2006年5月～6月
- 3)公共工事における総合評価方式活用検討委員会：公共工事における総合評価方式活用ガイドライン，2005年9月
- 4)公共工事における総合評価方式活用検討委員会：高度技術提案型総合評価方式の手続について，2006年4月
- 5)公共工事における総合評価方式活用検討委員会：第8回委員会資料，2006年9月
- 6)社団法人日本土木工業協会：「透明性ある入札・契約制度に向けて－改革姿勢と提言－」，2006年4月

道路環境影響評価の技術手法のマネジメント

環 境 研 究 部 長

福 田 晴 耕

道路環境影響評価の技術手法のマネジメント

環境研究部長 福田 晴耕

1. はじめに

平成 11 年の環境影響評価法の施行に伴い、一定規模以上の道路事業に対して環境影響評価（法アセス）の実施が義務づけられた。旧建設省土木研究所は、法アセスの実施を支援するための「道路環境影響評価の技術手法」（以下、技術手法という）を作成し、道路環境影響評価実施者の利用に供してきた。国土技術政策総合研究所（以下、国総研という）は、この技術手法に関して、見直し、改定等のマネジメントを行っている。この度、省令の改正に対応して技術手法について制度面及び技術面での見直しを行い、全面改定を行うことになった。

本編では、先ず国総研が行っている技術手法の改定に対するマネジメントの概要について述べ、次に現状の道路環境影響評価の現状と課題について報告する。最後に今回の改定の概要を述べるとともに、その中からトピックとして「動物・植物・生態系」と「景観」についてとりまとめた。

2. 道路環境影響評価の技術手法のマネジメントの概要について

国総研では、円滑な環境影響評価の実施を支援するため、この技術手法について現場の課題と最新の知見を反映するようこれを常時点検・改正する「技術手法のマネジメント」を行っている。

2.1 道路環境影響評価の技術手法のマネジメント・サイクル

国総研は、図-1 に示す道路環境影響評価の PDCA サイクル（Plan,Do,Check,Action）

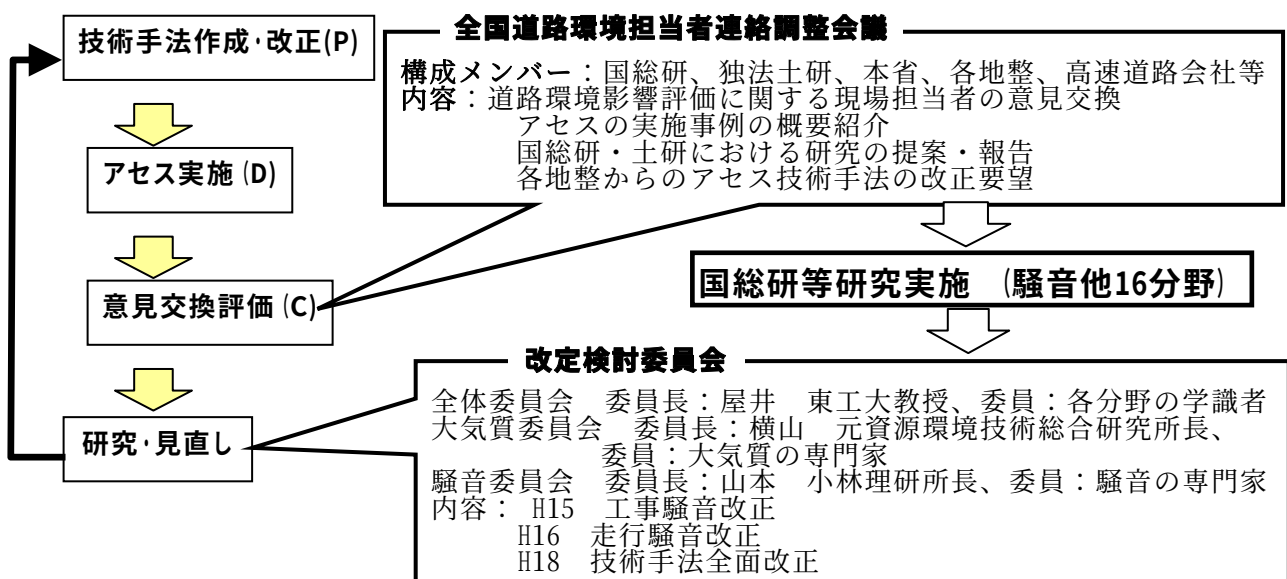


図-1 道路環境影響評価の技術手法のマネジメント・サイクル

に関し、C（評価）及びA（研究・見直し）にあたるマネジメントを行っている。

2.1.1 全国道路環境担当者連絡調整会議（Check）

道路環境影響評価の実施者である道路事業者から意見・要望を聴取するため、年3回程度道路環境担当者連絡調整会議を開催している。同連絡調整会議では、本省からの連絡、全国の道路環境影響評価の実施状況報告、国総研、土研の研究方針、各地方整備局からの技術手法の改正要望などの議題を取り上げている。

2.1.2 研究の実施及び技術手法の見直し(Action)

国総研、独法土研は連絡調整会議からの意見、技術的動向、社会的状況の変化などを参考にして、道路環境影響評価にかかわる研究を実施している。技術手法の全ての項目について担当研究室・チームを定め、内容充実のための研究を行っている。

技術手法改定にあたっては、学識者による改定検討委員会を設置して検討を行っている。常設の委員会は、全体委員会、騒音委員会、大気質委員会である。初版技術手法の作成にあたっては、騒音、大気質、自然の学識委員会を設置して内容の検討を行った。平成15年の工事騒音の改定、平成16年の走行騒音の改定は騒音委員会の検討を経て行われた。今回の全面改定は、全体委員会の検討を経て行われている。

3.道路環境影響評価制度の課題

道路環境影響評価制度全体を見渡したところ、現在、以下の2点が大きな課題となっている。

- ①環境影響評価の手続きに、長期間を要すること
- ②環境保全措置に、多額の費用を要すること

上記の問題点を解決するため、環境影響評価の事例調査により原因を把握し、事態改善に向けた技術手法の改定に資することとした。今回、環境保全措置に要する費用については生活環境と自然環境の両面から検討を行った。

3.1 環境影響評価手続に要する期間の調査

3.1.1 調査方法

(1)環境影響評価手続の概要

環境影響評価の手続きの流れは環境影響評価法に定められており、表-1に示す

表-1 環境影響評価手続きの流れ

区分	手続き内容	実施者	法に定める手続き期間
方法書	①作成	事業者	規定無し
	②公告・縦覧	事業者	30日(1ヵ月)
	③意見の提出	国民	14日(2週間)
	④知事意見等の提出	知事等	90日(特例120日)以内
準備書	⑤作成	事業者	規定無し
	⑥公告・縦覧	事業者	30日(1ヵ月)
	⑦意見の提出	国民	14日(2週間)
	⑧知事意見等の提出	知事等	120日(特例150日)以内
評価書	⑨作成	事業者	規定無し
	⑩大臣意見等の提出	大臣等	90日以内
	⑪公告・縦覧	事業者	30日(1ヵ月)

とおりである。方法書、準備書及び評価書の作成以外の手続き期間については、環境影響評価法等に定められている。

(2)調査対象事業の選定

手続きに長期間を要する原因を把握するために調査を行う事業として、以下に示す理由から、準備書作成期間を選定した。

- ①公告・縦覧、意見提出の手続きについては、環境影響評価法等により手続き期間が定められており、事業ごとの差はほとんど生じない。
- ②方法書作成期間については、作成開始時期が不明であるため、把握できない。
- ③準備書作成期間については、各環境要素の調査・予測・評価を実際に行う期間であるため、一般に最も時間を要し、かつ、事業ごとの差も生じる。さらに、公告・縦覧まで終了した事業が20事業あり、評価書と比較して多くなっている。
- ④評価書作成期間については、公告・縦覧まで終了した事業が10事業と少なく、分析の基とするには不十分である。

(3) 一般的な準備書作成期間の把握

準備書の作成に当たっては、方法書手続きにより定めた方法に従い、各環境要素の調査・予測・評価を行う。その上で、各環境要素の調査・予測・評価結果を示し、環境の保全に関する事業者自らの考え方をとりまとめる。

各環境要素の調査は文献調査及び現地調査に大別されるが、現地調査に必要と想定される期間は、大気質や動植物・生態系等で1年単位、騒音や振動については1日単位である。大気質や動植物の現地調査に1年間を要することから、準備書の作成に当たり、現地調査は最低1年間必要となる。

準備書作成時に行う各環境要素の予測・評価については、現地調査のように物理的に制約される期間はないが、準備書とりまとめや関係機関調整等と合わせると、1～2年間程度は必要になる。

上記を勘案すると、準備書作成期間は、通常2～3年間（各環境要素の現地調査1年間＋各環境要素の予測・評価1～2年間）必要である。

3.1.2 調査結果

(1)既存アセス実施事業

道路事業に係る環境影響評価の内訳は、以下に示すとおりである。

- ・方法書の公告・縦覧まで終了：25事業
- ・準備書の公告・縦覧まで終了：10事業
- ・評価書の公告・縦覧まで終了：10事業

本研究では、準備書の公告・縦覧まで終了した10事業及び評価書の公告・縦覧まで終了した10事業の計20事業（以下「既存アセス実施事業」という。）を対象とした。

(2)既存アセス実施事業での準備書作成期間

既存アセス実施事業において、準備書の作成期間は11ヶ月～52ヶ月で平均が29ヶ月、評価書の作成期間が16ヶ月～52ヶ月で平均39ヶ月となっている。ここで、準備書の作成期間とは「方法書に対する知事意見等の提出」から「準備書の広告・縦覧」開始ま

で、評価書の作成期間とは「準備書の
広告・縦覧」終了から「評価書の広告・
縦覧」開始までとしている。

(3)長期化の傾向を示すアセス特有の 調査内容

準備書作成期間が、前節で想定した
「通常の準備書作成期間」の上限値で
ある3年（36ヵ月）以上の事例が、10事業あった。

ここでは、上記10事業を、「長期化の傾向
を示すアセス」と位置づけた。

長期化の傾向を示すアセスのうち、その
事業特有の環境要素が追加されている事業
は、表-2に示すとおりである。

それぞれの追加項目の現地調査期間から
判断すると、手続きの長期化の原因が、事
業特有の追加項目に対する現地調査である
可能性は小さい。

(4)現地調査の実施状況

長期間を要する現地調査として、大気
質・動物・植物・生態系が挙げられる。

大気質については、全ての既存アセス実
施事業において、約1年間の現地調査が実施
されていた。このため、大気質の現地調査
が原因で、手続きが長期化している可能性
は小さい。

動物・植物の現地調査期間は、表-3に示
すとおりである。表-3によると、動物調査
に要する期間が長い傾向にある。特に、鳥
類（猛禽類）調査は、2～4シーズンにわた
って現地調査を行っている事例が多い（14
事業／20事業）。長期化の傾向を示すアセス
に着目すると、全10事業中、6シーズンにわ
たっている事例が1事業、4シーズンにわた
っている事例が4事業、3シーズンにわた
っている事例が1事業ある。

上記を勘案すると、環境影響評価手続き
に長期間を要する原因としては、猛禽類等

表-2 事業特有の追加項目

追加項目	追加項目の 現地調査期間	準備書の 作成期間
温 泉	3日	49ヵ月
温 泉	9日	39ヵ月
ツルの生息地	2シーズン	45ヵ月

表-3 動物・植物の現地調査期間
(既存アセス実施事業)

№	動 物		植 物
	一 般 ¹⁾	鳥類（猛禽類）	
1	約 3 年間 ²⁾	2 シーズン	約 1 年間
2	約 1 年間	4 シーズン	約 2 年間
3	約 4 年間	1 シーズン	約 2 年間
4	約 2 年間	4 シーズン	約 2 年間
5	約 1 年間	2 シーズン	約 1 年間
6	約 3 年間	3 シーズン	約 2 年間
7	――	――	――
8	約 1 年間	1 シーズン	約 1 年間
9	約 7 年間 ²⁾	6 シーズン	約 6 年間 ²⁾
10	約 6 年間 ²⁾	3 シーズン	約 6 年間 ²⁾
11	約 1 年間	4 シーズン	約 2 年間
12	約 2 年間	4 シーズン	約 2 年間
13	約 1 年間	4 シーズン	約 1 年間
14	約 8 年間 ²⁾	4 シーズン	約 4 年間 ²⁾
15	約 1 年間	2 シーズン	約 1 年間
16	約 1 年間	1 シーズン	約 1 年間
17	約 1 年間	2 シーズン	約 1 年間
18	約 1 年間	2 シーズン	約 1 年間
19	約 1 年間	2 シーズン	約 1 年間
20	約 1 年間	1 シーズン	約 1 年間

- (注) 1) 哺乳類、一般鳥類、両生類・は虫類、魚類・
底生生物、昆虫類等を示す。
2) 非連続な調査である。
3) 生態系調査は、動物調査・植物調査あわせて
実施している。
4) は、「長期化の傾向を示すアセス」であ
ることを示す。

に代表される動物・植物の現地調査に、最大8年間という期間を費やしていることが一番大きいと考えられる。

ただし、猛禽類調査などは、方法書の公告・縦覧前から調査を開始している事業も多く、全ての「長期化の傾向を示すアセス」事業が、動物・植物の現地調査のために、長期化しているとは必ずしも言えない。

3.1.3 調査結果の考察

通常、環境影響評価では、調査に1年、予測及び評価に1～2年が、一般的な準備書作成期間であると考えられるが、既存アセス実施事業20事業のうち、半分の10事業で、準備書作成に3年以上要している。その第一の要因として、猛禽類等に代表される動物・植物の現地調査に、最大8年という期間を要していることが挙げられる。現地調査期間を短縮するためには、事例集の作成なども含めた、調査方法の標準化などが有効であり、今後の対応が必要になるものとする。

上記から、環境影響評価を行う上で、動物・植物、特に猛禽類の現地調査が、環境影響評価の長期化要因の1つであると考えられるが、準備書の作成に4～5年程度要している事業の中には、動物・植物等の現地調査を準備書作成以前に終了している事業もある。これらの事業では、環境影響評価以外での設計の見直しや住民対応等の要因が大きく関わっているものと考えられる。

3.2 生活環境保全措置に関する費用の調査

3.2.1 調査方法

(1) 生活環境保全措置に要する費用

環境保全措置には、騒音対策である遮音壁の設置、コミュニティ分断対策である橋の設置などがあるが、最も多額な費用を要するのは、道路構造の変更である。道路構造の変更は、単独の環境要素のみの対策ではなく、大気質、騒音、景観、コミュニティ分断等、生活環境に対する複合的な環境対策である。道路構造により、生活環境に与える影響を小さくしようとする、地下構造や半地下構造を採用することになり、建設費の大幅な増加につながる。地下構造の場合、換気所が付随することも多く、この場合はさらに建設費用が増加する。

(2) 検討する環境保全措置の選定

上記を勘案し、本研究では、要する費用を研究する環境保全措置として道路構造の変更を選定し、様々な道路構造での費用の相違について比較を行うことにより、環境保全措置に要する費用を整理した。

(3) 検討ケース

検討する道路構造のケースは、以下のとおりとした。

- ①平面構造（土工） ②掘割構造（擁壁） ③地下構造（トンネル）
- ④半地下構造（擁壁） ⑤高架構造（橋梁）

さらに、参考として、道路構造の変更以外の以下の環境保全措置についても、検討を行った。

⑥低騒音舗装

⑦遮音壁

(4) 費用算出に当たっての留意事項

費用の算出は、具体の計画形状を想定の上、延長1m当たりの概算費用として算出した。

ただし、各構造において共通して発生する費用（舗装費、小構造物（排水、安全施設等）費など）は省き、比較する費用は構造物費のみとした。構造物費は、直接工事費ベースで算出した。また、大規模地下構造物の場合は、換気施設、非常用施設が必要となるが、それらの費用は含まない。

なお、構造物費は、地域の違い、地盤の状態、資材の運搬距離、工事の施工性など様々な条件によって大きく異なる。ここで算出した概算費用は、道路構造の違いによる費用の相違に関する、おおまかな目安となるものである。

3.2.2 調査結果

平面構造を基準として、堀割構造、地下構造、半地下構造及び高架構造の費用を試算することから、平面構造の費用を0円とした。それぞれの構造別の費用は表-4のとおりである。

道路構造別の費用は、平面構造（土工）が最も低く、次いで堀割構造（U型擁壁）、高架構造（連続箱桁構造）の順に高くなり、地下構造（ボックストンネル）でかなり高くなり、半地下構造（片持式擁壁）が最も高くなる。仮に、一般的なアセスの事業区間 10km の道路構造を平面構造から変更すると、堀割構造で 500 億円、半地下構造で 1,700 億円の費用がかかることになる。また、地下構造の場合は、その規模によっては換気所を併せて設置する必要があることから、その建設費用は、さらに高くなる。また、低騒音舗装や遮音壁による保全措置の費用は、上記道路構造別の費用と比較すると、かなり低くなっている。

3.2.3 調査結果の考察

道路構造により、生活環境に与える影響を小さくしようとする、地下構造や半地下構造を採用することになり、建設費の大幅な増加につながる。しかも、地下構造の場合、換気所が付随することも多く、この場合はさらに建設費用が増加する。より良い環境保全措置を行えば、当然多くの費用を要する。守るべき基準との整合（例えば、環境基準）や周辺環境の状況とのバランスを考え、どこまでの対策を実施するかを明確にし、周辺住民の理解を得た上で環境保全措置を実施することが大切である。今後

表-4 環境保全措置に要する費用の比較

道路構造		費用
平面構造（土工）		0 円
堀割構造（U型擁壁）		5 百万円/m
地下構造（ボックストンネル）		15 百万円/m
半地下構造（片持式擁壁）		17 百万円/m
高架構造（連続箱桁構造）		6 百万円/m
参 考	低騒音舗装 ＜通常舗装＞	12 万円/m ＜9 万円/m＞
	土工部 ($H=2\sim3+5Rm$)	5～27 万円/m
	橋梁高架部 ($H=1\sim2+5Rm$)	2～33 万円/m

（注）1）低騒音舗装、遮音壁以外は構造物費であり、直接工事費ベースで算出している。

2）地下構造の場合、換気所が付随することが多い。換気所一棟の一般的な概算費用は、以下に示すとおりである。

・地上建設換気所： 9億円

・地下建設換気所： 42億円

は、方法書作成の段階から、周辺住民との意思の疎通を図る合意形成プロセスが重要となってくる。周辺住民にも協力を求めた上で、周辺住民の意見を可能な範囲で取り入れた計画を実施することが、結果として環境保全措置に要する費用の低減につながるものと考ええる。

3.3 自然環境保全措置に要する費用の調査

3.3.1 調査方法

本節では、既往の環境保全措置の例や効果を参考にして、今後、環境保全措置の費用を整理・検討する場合に、必要となる視点・考え方を整理した。

3.3.2 調査結果

(1) 環境保全措置費用を整理・検討する目標

自然環境に対する環境保全措置費用を整理・検討する目標は、以下のとおりと考える。

①環境保全措置費用データの整備

環境影響評価時点（準備書段階等）において環境保全措置を検討する場合、事業者は、調査・予測結果や既存事例等を参考に、環境保全措置の検討を実施している。このため、環境保全措置の検討段階では、費用面からの比較検討は含まれていない。これは、事業者が環境影響評価時点における環境保全措置の検討過程において、判断材料とすべき情報が不足していることが要因と考えられる。そこで、環境保全措置費用データを整備し、環境保全措置の検討過程に、費用面での検討を組み込むことが目標

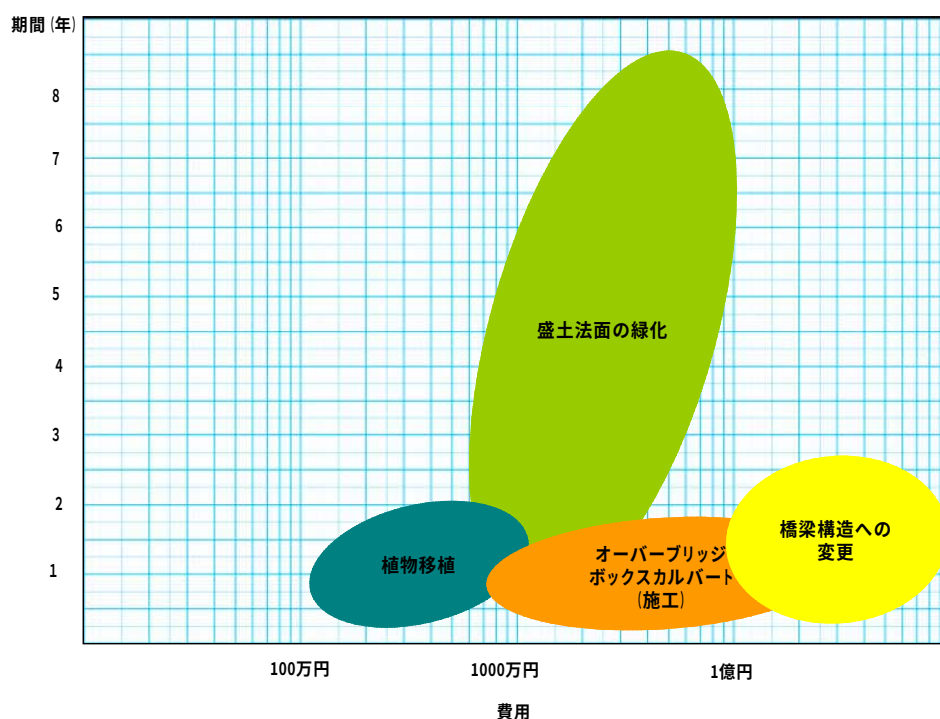


図-2 環境保全措置に要する費用の傾向（自然環境関連）

となる。

②環境保全措置と全体事業費の関係を示すデータの整備

一般には、自然環境に係る環境保全措置の検討は、環境影響評価時点（準備書段階等）において開始されることが多い。

ルート選定段階からの自然環境に対する環境配慮の検討が、事業全体としての自然環境保全措置費用縮減につながる可能性が大きい。上記を確認するための既存事例等のデータ整備が目標となる。環境保全措置に要する期間と費用の傾向は、図-2 に示すとおりである。

(2) 環境保全措置費用の対象項目

自然環境に対する環境保全措置は、整備計画の策定段階、予備設計段階、調査・設計段階、さらに工事中、完成後のモニタリング時、維持管理時など、多段階で行うべきものである。

また、環境保全措置には、道路構造の変更など費用算定が容易なものから、線形検討による環境影響の低減など費用算定が困難なものまで、多様なものが含まれる。したがって、環境保全措置費用の整理・

検討を行うに当たっては、その対象項目と検討内容を明確にする必要がある。

①整備計画の策定段階（路線の比較検討・選定）

路線選定段階に、自然環境影響への回避・低減の観点からルート検討を実施することは、事業全体の費用に係るものであるが、事業費を算定するには計画の熟度が低いため、今回の環境保全措置費用を整理する範囲・対象には含めなかった。

②予備設計段階（環境影響評価実施段階）

環境保全措置費用の対象項目と検討内容は、表-5 に示すとおりである。

③調査・設計段階（実施設計、道路概略設計段階）

環境保全措置費用の対象項目と検討内容は、表-6 に示すとおりである。

3.4 まとめ

本研究結果から、環境影響評価手続

表-5 対象項目と検討内容（予備設計段階）

対象項目	検討内容
予備設計 と並行した概略検討	線形の検討による影響の最小化 ・ 平面・縦断線形の検討による長大切土盛土法面の最小化 ・ 上下線分離による改変の最小化
	動物の移動分断防止対策 ・ オーバーブリッジ、トンネル構造等の採用

表-6 対象項目と検討内容（調査・設計段階）

対象項目	検討内容
道路構造の細部検討による影響の最小化	・ 土工部法面・法尻のブロック積、擁壁等による改変面積の最小化 ・ 土工部法面の緩勾配化による法面緑化 ・ 自然改変の少ないトンネル坑口形状の採用
動物移動経路の確保	・ ボックスカルバート ・ コルゲートパイプ ・ 排水用管路 ・ オーバーブリッジ ・ 誘導植栽
排水構造物	両生類等に配慮した側溝（自力で這い出せる側溝）
侵入防止柵	・ 格子網型フェンス、金網型フェンス ・ その他（侵入防止板等）
河川改修時の配慮	多自然型工法等、河川管理者との協議
表土の保全・活用	———
林縁の保護	———
貴重動植物等の移植	植物移植、食餌植物の移植、動物の移設
照明	———
代替生息地の整備	———
ビオトープの整備	———

きの長期化は、猛禽類を中心とした動物・植物の現地調査の長期化が一つの大きな要因であることが分かった。また、環境保全措置の費用については、生活環境の保全に係る地下構造・半地下構造への変更が、多額の費用を要するのに比べて、自然環境関連の環境保全措置のための費用は、小さいことも分かった。一方、自然環境関連は長期間の調査が必要であり、それに伴う調査のための費用、及び期間の長期化による機会損失が問題であることも明らかとなった。

4.道路環境影響評価の技術手法の利用状況

改定に先立ち、環境影響評価法施行後に行われた全ての道路環境影響評価について、技術手法の現状に関する調査を行った。

4.1 道路環境影響評価と技術手法

4.1.1 オーダーメイド方式

環境影響評価法が制定される以前のいわゆる閣議アセスでは対象事業の主務大臣が指針に基づき評価項目、評価手法等を決定していた。道路環境影響評価法制定にあたって改められた主要点の一つとしていわゆるオーダーメイド方式の採用がある。これは、対象となる事業の特徴、周辺の環境の状況等を反映した環境影響評価とするため、環境影響評価実施者が、知事、住民等の意見を踏まえ環境影響評価の項目並びに調査、予測及び評価の手法を選定するというものであり、環境影響評価法第11条に定められている。

4.1.2 技術手法は一例

技術手法はその中で「ただし、これらの手法等はいくまで一例であり、実際には各事業者が対象道路事業毎にこれらの手法を参考としつつ、適切な手法等を選定することが望ましい。」と述べており、オーダーメイド方式における手法の一例であることを示している。

4.2 道路環境影響評価の実態調査

全面改定を行うにあたって、オーダーメイド方式とマニュアル的な位置づけにある技術手法の関係について整理した。整理は、実際に行われた道路環境影響評価を対象にして、技術手法の利用状況の調査によって行った。

4.2.1 調査方法

調査は、環境影響評価法施行後に実施された全ての道路事業に関わる環境影響評価（以下、道路環境影響評価）45事業のうち、準備書及び評価書段階の20事業を対象とした。その理由は、最終的な項目及び手法の決定は、方法書及びそれに対する知事、住民等の意見を勘案して行われるため、最終的に選定された項目、手法は準備書段階以降にならないと判別できないからである。

技術手法を利用しているか否かの判断については、準備書中の「環境影響評価の項目、並びに調査、予測及び評価の方法」の記述を参考に判断した。例えば、手法の選

定理由に「事業特性及び地域特性を踏まえて、建設省令に基づき標準的な手法を選定した。」等の記述がある場合には、内容を確認して技術手法によるものと判断した。

一方、「事業特性及び地域特性の状況を踏まえ、(中略)、予測は事例の引用又は解析を、評価は回避又は軽減の検討並びに基準値との整合性の検討を選定した。」というように、技術手法を示す記述がない場合には技術手法によらないものと判断した。技術手法の利用状況と技術手法によらない項目の内訳について整理した(表-7)。

表-7 技術手法の利用状況

現技術手法での取扱環境要素 (斜体字は、標準外項目)		利用状況 (利用事業数 ¹⁾ ／項目取扱事業数)				標準項目削除 ³⁾	利用していない事例 ²⁾
		準備書・評価書					
		調査	予測	評価			
2. 大気質	2.1 自動車の走行に係る二酸化窒素及び浮遊粒子状物質	19/20	20/20	20/20	0/0	・気象の整理で異常年検定が行われていない。(調査:3-4)	
	2.2 自動車の走行に係る一酸化炭素及び二酸化硫黄	CO:0/0 SO ₂ :0/0	CO:0/0 SO ₂ :0/0	CO:0/0 SO ₂ :0/0	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
	2.3 建設機械の稼働に係る粉じん等	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	2.4 資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に係る粉じん等	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	2.5 建設機械の稼働に係る二酸化窒素及び浮遊粒子状物質	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
	2.6 資材及び機械の運行に用いる車両の運行に係る二酸化窒素及び浮遊粒子状物質	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	NO ₂ :3/3 SPM:2/2	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
3. 強風による風害	3.1 換気塔等の大規模施設の装置に係る強風による風害	1/1	1/1	1/1	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
4. 騒音	4.1 自動車の走行に係る騒音	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	4.2 建設機械の稼働に係る騒音	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	4.3 資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に係る騒音	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
5. 低周波音	5.1 自動車の走行に係る低周波音	17/17	17/17	17/17	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
6. 振動	6.1 自動車の走行に係る振動	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	6.2 建設機械の稼働に係る振動	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
	6.3 資材及び機械の運搬に用いる車両の運行に係る振動	20/20	20/20	20/20	0/0	----	
7. 水質	7.1 休憩所の供用に係る水の濁り及び水の汚れ	3/3	3/3	3/3	36/36	----	
	7.2 休憩所の供用に係る水の富栄養化	0/0	0/0	0/0	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
	7.3 水底の掘削等に係る水の濁り	5/7	7/7	7/7	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	・水底の土砂の状況を調査していない。(調査:9-2、9-3)	
8. 底質	8.1 汚染底質の掘削等に係る底質	1/1	1/1	1/1	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----	
9. 地形及び地質	9.1 道路の存在に係る地形及び地質	16/16	16/16	16/16	11/11	----	
	9.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る地形及び地質	16/16	16/16	16/16	10/10	----	

10. 地盤	10.1 掘削構造物、トンネル構造物の設置に係る地盤	2/2	2/2	2/2	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----
	10.2 掘削工事、トンネル工事の実施に係る地盤	2/2	2/2	2/2	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----
11. 土壌	11.1 汚染土壌の掘削等に係る土壌	2/3	3/3	3/3	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	・土壌汚染の状況を調査していない。(調査：9-4)
12. 日照障害	12.1 道路の存在に係る日照障害	15/15	15/15	11/15	5/5	・評価において基準・目標との整合が検討されていない。(評価：7-2、7-3、9-2、9-3)
13. 動物、植物、生態系	13.1 道路の存在に係る「動物」	19/19	19/19	19/19	2/2	・湧水の変化を調査・予測項目として取り上げている。(重点化：3-1)
	13.1 道路の存在に係る「植物」	19/19	19/19	19/19	2/2	----
	13.1 道路の存在に係る「生態系」	19/19	19/19	19/19	2/2	----
	13.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る「動物」	18/18	18/18	18/18	1/2	・道路の存在に含めた形で取り扱っている。(標準項目削除：3-4) ・湧水の変化を調査・予測項目として取り上げている。(重点化：3-1)
	13.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る「植物」	18/18	18/18	18/18	1/2	・道路の存在に含めた形で取り扱っている。(標準項目削除：3-4)
	13.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る「生態系」	18/18	18/18	18/18	1/2	・道路の存在に含めた形で取り扱っている。(標準項目削除：3-4)
14. 景観	14.1 道路の存在に係る景観	19/19	19/19	19/19	2/2	----
	14.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る景観	1/1	1/1	1/1	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----
15. 自然触れ合いの活動	15.1 道路の存在に係る人と自然との触れ合い活動の場	19/19	19/19	19/19	3/3	----
	15.2 工事施工ヤードの設置及び工事用道路等の設置に係る人と自然との触れ合い活動の場	1/1	1/1	1/1	標準外項目のため、項目の削除の要件はない。	----
16. 廃棄物等	16.1 切土工等又は既存の工作物の除去に係る廃棄物等	20/20	20/20	20/20	0/0	----

(注) 1. 「利用」と明記されていないものであっても、記載内容から利用していると判断される場合を含む。

2. () 内の数値は、環境影響評価法に基づいた道路環境影響評価一覧の整理番号を示す。

3. 標準項目削除の利用状況は方法書段階のものも含む。

4.2.2 標準項目の削除

標準項目は、ほとんど全ての事業（20事業）で評価対象となっている。削除される主な標準項目及びその削除理由は、以下の通りである。理由を見ると事業特性に応じた項目選定となっていることがわかる。

①地形・地質

重要な地形地質が存在しないことが明らかであるため、評価項目から削除する。

②日照障害

平面構造であるなど明らかに日照障害がおきないことが予想されるために、評価項目から削除する。

③動物・植物・生態系

対象事業が都市内で実施されるなどの理由により保護対象となる動物・植物・生態系が存在しないため、評価項目から削除する。

4.2.3 標準外項目の追加

標準外項目（表-7中の斜字体項目）のうち追加された項目は、低周波音が17事業において追加されており標準项目的な扱いとなっている。これ以外は、事業数が少なく、事業特性に応じて付加的に評価されるという位置づけになっている。

4.2.4 評価手法選定

評価手法の選定については、標準項目、標準外項目を問わずほとんどの事業で、技術手法に記載がある場合には技術手法掲載手法を採用している。評価手法等を独自に採用するためには現実的には非常に慎重な検討が必要であり、オーダーメイド方式とは言いながらも手法選定については標準的な手法が多用されている。

4.2.5 調査結果のまとめ

調査の結果、項目選定は事業毎に実態に応じた選定が行われており、オーダーメイド方式にふさわしい状況になっていることが判明した。一方、評価手法に関しては、ほとんどのケースで技術手法掲載手法が選定されている。このことは、アセス実施者にとって技術手法が有用であることを示している。

つまり、技術手法は、①道路環境影響評価に対して評価項目の選定にあたって参考となる選択肢を与えるとともに、②項目を選定した後は標準的な手法を提案することで道路環境影響評価の省力化を行う、という機能があることが判った。

これまで、技術手法について、道路環境担当者連絡調整会議などに場を通じて常に道路事業者からの要望を聞き、これに応える形で研究を実施し最新の技術的知見の蓄積に努めてきた。さらに、必要性の検討、技術的知見の蓄積状況を踏まえて、技術手法への新たな評価項目の追加、評価手法の改正などを行ってきた。今回の調査結果は、こうした努力の結果が反映されたものである。

5. 技術手法の18年度改定概要と今後の課題

5.1 平成18年の全面改定に向けた取り組みについて

今回の全面改定は、主に以下の3つの視点から行う。

- ① 省令改正を受けた改定
- ② 技術的進展を反映させる改定
- ③ 新法律の制定等に伴う改定

5.1.1 省令改正を受けた改定

技術手法の全面改定は、平成16年度末に行われた「環境影響評価項目等選定指針に関する基本的事項」（環境省告示；以下、基本的事項）の改正を直接的契機として行われた。この改正を受けて、全ての環境アセスメント制度の見直しが行われた。

道路事業についても「道路事業に係わる環境影響評価の項目並びに当該項目に係わる調査、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、環境保全のための値に関する指針等を定める省令」（省令）の改正が行われた（平成18年3月30日）。この省令の改正を受けて技術手法の改定を行う。

これによる主要な改定は、次の通りである。

- ・ 評価項目、評価手法を幅広く選択できるようにするため、従来の「標準項目」、「標準手法」を新たに「参考項目」、「参考手法」とする。
- ・ 予測の対象となる時期について、従来の定常状態に加えて、設定が可能な場合には影響最大時を加える。
- ・ 評価にかかわる根拠及び検討の経緯を明らかにする。

5.1.2 技術的進展を反映させる改定

初版技術手法の作成後、技術的進展を反映させるため、平成 15 年に機械騒音、平成 16 年に走行騒音の改定を行ってきたが、今回の全面改定を機にこれまでに蓄積された技術的知見の状況を技術手法全分野において確認を行った。この結果、技術手法のあらゆる分野において技術的な進展を可能な限り反映させることとし、技術手法全編を最新の知見を踏まえたものとする。例えば 3. の調査結果を受けて、環境影響評価の手続の長期化には猛禽類を中心とした動物・植物の現地調査の長期化が大きな要因となっていることが明らかとなったため、現地調査の期間の短縮に資するために猛禽類対策を含む自然環境の事例集を作成する。

今回の改正では技術的進展に伴う 17 項目の改定が行われている。主たる改定点は次の通りである。

- ・ 希少猛禽類の環境影響評価手法を追加する。
- ・ 動植物・生態系に事例集を追加する。
- ・ 建設機械に関するパラメータを改定する。
- ・ 走行大気質に関するパラメータを改定する。
- ・ 身近な自然景観を追加する。

5.1.3 新法律の制定等に伴う改定

初版技術手法の作成後、平成 12 年に「建設工事に係わる資材の再資源化等に関する法律」（建設リサイクル法）、平成 14 年に「土壤汚染対策法」が制定された。これに伴って、汚染土壌への対策を、汚染土壌の存在を前提とするものから、汚染土壌の存在が限定された状況でのみ存在する前提に改める。廃棄物についても、建設工事に伴う解体・廃棄時に発生する廃棄物等全てを対象として発生量を見積る手法からリサイクルが進展していないもののみを対象に見積る手法に改める。

この他、関連する基準についても、例えば環境基準関連の最新告示等を反映するなどの改定を行う。これにより、技術手法全般が最新法令等に対応したものとなる。

5.2 今後の課題

表-8 実際に採用された技術手法にない項目

区 分	項 目	件数
騒音・低周波音・振動関連	換気塔の存在に係る騒音	1
	換気塔の存在に係る低周波音	1
	換気塔の存在に係る振動	1
水質関連	工事の実施に係る水の汚れ	2
	切土・工作物の除去、工事施工ヤード・工食用道路の設置、掘削工事、トンネル工事に係る水の濁り	5
景観関連	換気所の存在に係る景観	1
	道路の存在に係る市街地の地域景観	1
電波障害関連	道路（嵩上式）の存在に係る電波障害	1
	換気塔の存在に係る電波障害	1
文化財関連	道路の存在等に係る文化財	1

地下構造・半地下構造などの生活環境保全措置に要する費用を軽減するためには、現行の環境影響評価制度よりももっと上位の段階において検討を行う必要があるため、今回の改定では検討の対象外としている。しかし、今後制度全体の改善に向けて検討を実施していく必要がある。

技術手法に含まれていない項目であっても、実際のアセス図書に採用されている評価項目が存在している（表-8）。この中でも5件と数が多いのは、「切土・工作物の除去、工事施工ヤード・工事用道路の設置、掘削工事、トンネル工事に係る水の濁り」である。この項目については今回の改定で項目追加を行うことはできなかったが、平成19年度以降技術手法に項目追加を行う方向で検討を進めている。

更に、技術的な進展やこれまでのアセスにおける実績、技術手法利用者からの声を踏まえて、項目追加を随時実施していく予定である。

6. 「動物」、「植物」、「生態系」における改定

4車線以上かつ10km以上の大規模な道路事業及び全ての高速自動車国道等高速道路の新設、改築の実施にあたっては、生物の多様性の確保、多様な自然環境の体系的保全の観点から「動物」、「植物」、「生態系」に対して、環境影響評価を行うこととなっている。

「動物」、「植物」、「生態系」における環境影響評価を行う場合の課題は、他の環境要素、例えば「騒音」、「振動」あるいは「大気質」等とは異なり、対象種や立地条件等によって全て対応が異なることや、定量的な評価が困難なこと等が挙げられる。そのため、検討する際に参考となる科学的知見や類似事例等が全般的に不足している状況にあり、3.1の調査結果でも明らかになったとおり、事業者が評価を行う場合において、予測、保全措置の検討に非常に苦慮しており環境影響評価の調査期間が長期化する一要因となっている。

そのようなことより、今回改定する技術手法では、新たな調査・研究の成果や、今まで現場で実施している保全対策や事後調査事例等の収集を踏まえて、最新の科学的知見や対策事例等の内容を追加掲載する。

具体的には、(1)オオタカ及びサシバを注目種とした場合の環境影響評価の一つの手法と、(2)平成14年度以降の全国の環境保全措置及び事後調査事例を体系的に取りまとめた内容とを掲載する。

ここでは、それぞれの概要を紹介する。

6.1 希少猛禽類（オオタカ、サシバ）の環境影響評価の一手法

道路を計画する場合に必ずと言っていいほど、避けては通れない地域として、里山や低山付近が挙げられる。そこには、平地や山地と比較して多くの希少猛禽類（オオタカ、ハイタカ、サシバ、ハチクマ、チョウゲンボウ、他）が生息しており、その生息地の地形や環境の改変に対する影響を如何に少なくしていくかが、事業を行う場合に大きな課題となっている。

一方、地域の生態系の上位に位置する猛禽類を保全することは、すなわち、その地域全体の生態系の保全にも繋がっていくものといえる。

このように、希少性はもとより、食物連鎖上において非常に重要な猛禽類に対する環境影響評価の手法について、今回改正の技術手法の中で掲載する。ここではオオタカについてのみ紹介する。

図-3 はオオタカの環境影響評価の進め方について整理した表であり、(1)生息の有無

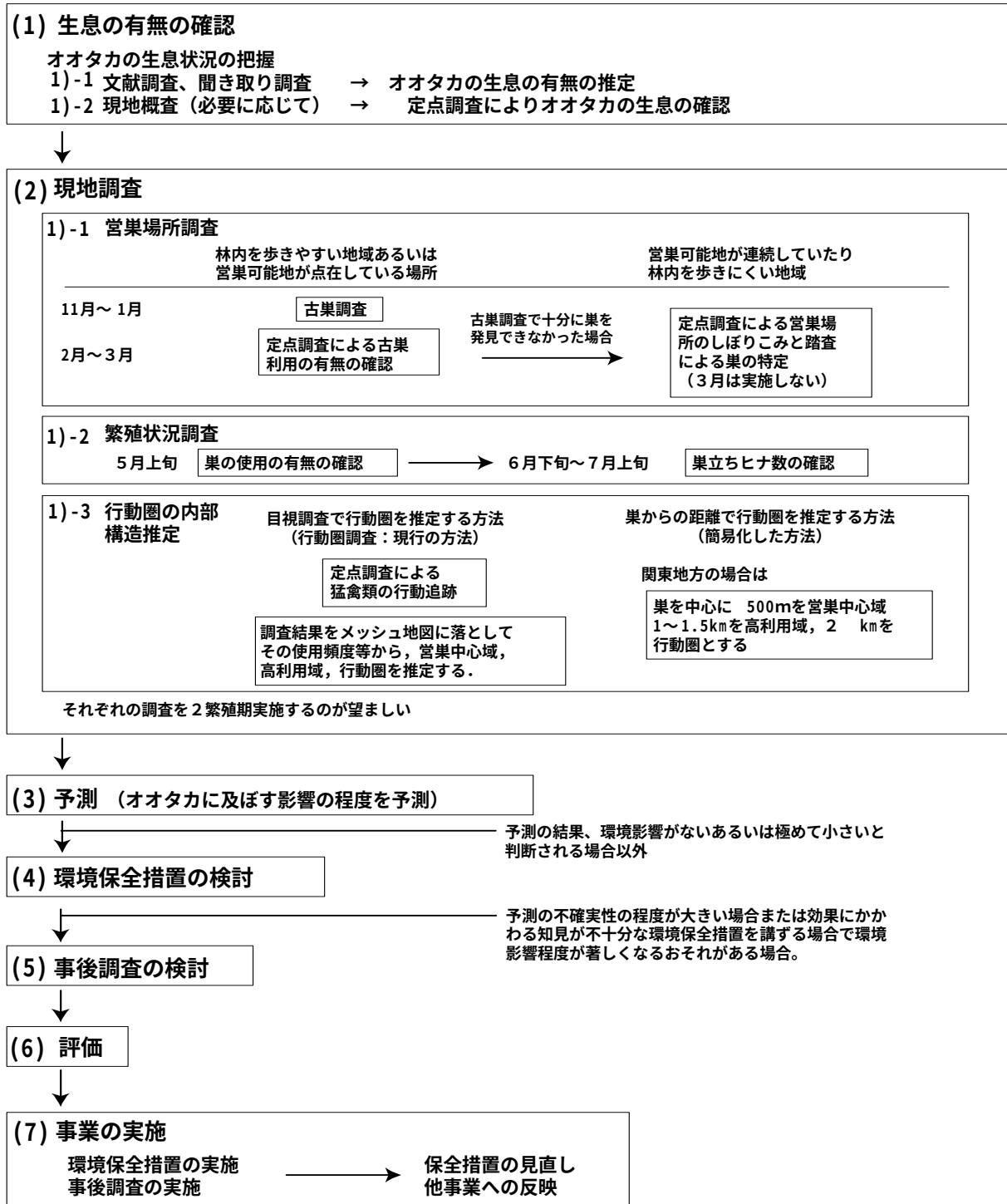


図-3 オオタカを注目種とした場合の環境影響評価の進め方

の確認→(2)現地調査→(3)予測→(4)環境保全措置の検討→(5)事後調査の順で検討していくこととなる。ここで各項目についてのポイントを整理すると以下のようになる。

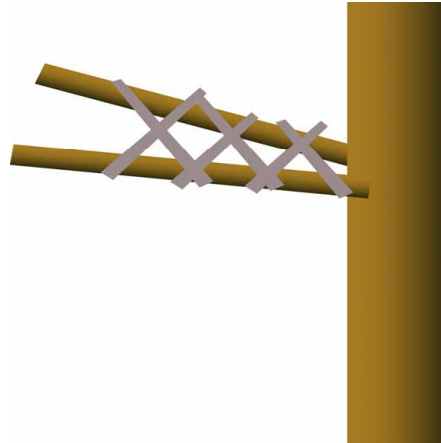


図-4 巣台

- (1) 生息の有無の確認では、既存文献に記録がない場合であっても、地元の専門家が情報をもっている場合があり、ヒアリング等での情報収集が重要である。
- (2) 現地調査では、事業の影響を予測するために情報取得は大切な作業であることから、「営巣場所調査（巣場所の特定調査）」、「繁殖状況調査（巣内の雛の繁殖状況調査）」、「行動圏の内部構造の推定（定点調査又は巣の位置からの距離による行動圏を推定）」のそれぞれについて、最低2繁殖期行うことが望ましい。ここで重要な点は、今回具体的な調査手順を時系列で示したことであり、また、2年調査をしても巣場所が絞り込めない場合には、オオタカが繁殖していないことを判断できること等を明確に示す。
- (3) 予測では、営巣中心域、高利用域、行動圏に分け計測し、どの事業計画ルートが最もオオタカへの影響が少ないかを推測する場合の事例を示す。
- (4) 環境保全措置の検討では、その対策の例としてオオタカの営巣に適した林を作る方法や、代替の巣台を設置する方法（図-4 参照）を参考掲載する。
- (5) 事後調査では、オオタカの保全対策の課題として、試行段階であることより事業実施後のモニタリングの重要性について述べている。大切なことはオオタカの事業への反応を詳しく調べ、実施した保全対策の変更や今後の保全対策へいかに反映させるかが重要であることを強調しておきたい。

6.2 「動物」、「植物」、「生態系」の環境保全対策等の事例集

環境保全措置は、予測の結果から、環境影響の程度が極めて小さいと判断された場合以外において、事業者により実行可能な範囲内で環境影響をできる限り回避し、又は低減することと、必要に応じ損なわれる環境の価値を代償することを目的として実施されている。また、不確実性の程度に応じて事後調査を行い、実施理由、項目及び手法等是可以できる限り明らかにすることとされている。

環境保全措置の例については、環境保全措置の例と効果等（動物の場合）、（植物の場合）、（生態系の場合）として、影響の種類（「消失・縮小」、「分断」、「環境の質的变化」）ごとに、その対策例を表中に示されているが、今回の技術手法では別冊を設け、実際現場における環境保全対策及び事後調査の事例について全国規模で収集した結果を体系的に取りまとめ、掲載する。

その具体的な対策項目はⅠ．動物の生息地の分断対策、Ⅱ．希少猛禽類の対策、Ⅲ．動物、植物の移植・移設、Ⅳ．動物、植物に対する道路照明設備の配慮の４項目について、それぞれ、対策手法及び事例集の形で取りまとめる。以下項目ごとにその概要を説明する。

6.2.1 動物の生息地の分断対策

道路が建設されると、道路事業地とその周辺に生息する動物は様々な影響を受けることとなる。中でも生息域の分断とロードキル（自動車による轢死）は動物の生息にとって深刻な弊害となる可能性がある。そのため、動物の生息環境を保全し動物と共存できる道路を目指して、道路を動物が安全に横断できるような対策が実施されている。

今回の事例集に掲載する動物の横断路設置事例は 26 箇所、対象動物はニホンリスやエゾシカを始めとして哺乳類や爬虫類、両生類など全般に及んでいる。

具体的な事例として、一般国道 108 号鬼首エコロードを図-5 に示す。これはけもの専用の横断路を設け、さらに横断路内は周辺環境との連続性を保つため下には土を入れ、壁や天井は木材で被覆したりする配慮がなされている事例である。

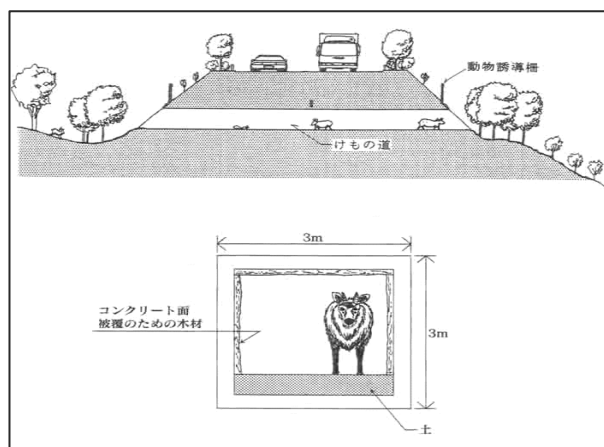


図-5 けもの専用の横断路

6.2.2 希少猛禽類の対策

猛禽類は、地域の生態系の上位に位置付けられ、その地域の生態系が健全に維持されていることを示す指標となり、生態系の保全を図る上で指標種として重要な意味を持っている。猛禽類の行動圏は広く生息密度が低いことなどから、詳しい生態等はいまだ不明な点も多いが、近年の大規模開発や環境汚染などにより、分布域や生息数の減少が指摘されている。そのようなことより、猛禽類保全に対して現場では、種々の対策が実施されている。今回の事例集に掲載する希少猛禽類の対策事例一覧を表-9 に示す。

表中の事例-1～5 は「事後調査」中心の事例であるが、事例-6,7 は、「低減措置」の事例である。

この内事例-6 は帯広広尾自動車道におけるハイタカの保全対策として、排卵期の工事の中止や営巣林への立ち入り制限を実施した例であり、事例-7 は一般国道 474 号三遠南信自動車道におけるクマタカの保全対策として、遮音パネルの設置や低振動低騒音型機械の使用などを実施した例である。その中

表-9 希少猛禽類の対策事例一覧

事例	事例名	対象動物
1	八箇峠道路	ハチクマ、オオタカ
2	永平寺大野道路	クマタカ、オオタカ、サシバ
3	甲子道路	猛禽類
4	新主寝坂トンネル	クマタカ
5	東広島・呉自動車	オオタカ
6	帯広広尾自動車道	ハイタカ
7	三遠南信自動車道	クマタカ

で、遮音パネルの設置例を図-6 に示す。

6.2.3 動物、植物の移植・移設

道路が建設されると、道路事業地とその周辺に生息・生育する貴重な動植物はさまざまな影響を受ける。それに対して、動植物の生息地または、生育地等の生息・生育環境をいかに保護・保全するかが重要となる。

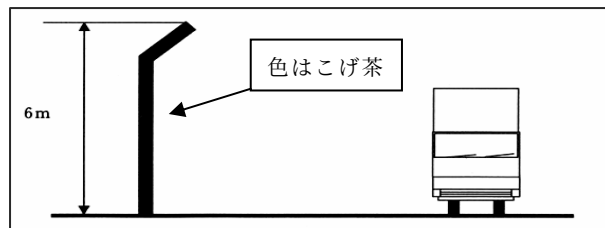


図-6 希少猛禽類対策の遮音パネル

そのため、保全措置の一つとして、貴重植物種の移植及び代替生育地の創出や貴重動物種の代替生息地の創出・卵のう等の移設等の対策が実施されている。今回の事例集に掲載した植物の移植事例は 61 例あり、動物の移設事例（生息環境整備を含む）は 16 例であった。また、動物でサギ類のコロニーでの保全についても 1 例掲載している。

紙面の関係上一覧表は省くが、保全の根拠となる法、その他による指定状況から事例数を整理してみると、(1)自然公園法に基づく指定植物ではカザグルマを含め 14 例、(2)環境省及び各自治体のレッドデータブック記載種では、植物：フクジュソウを含め 47 例、動物：ニホンザリガニを含め 20 例、(3)その他学識者や委員会における提言や地域の要望等では、植物：ナツツバキを含め 17 例、動物：ゲンジボタル 1 例（注：複数指定されている種あり）を掲載することとしている。

動植物の詳細な移植・移設場所等については、乱獲、盗掘等の恐れもあり明らかにしていないが、道路内用地の場合、植物では法面への移植が最も多く、ビオトープ等への移植もあった。動物では、生息環境を整備したビオトープ等への移設が最も多かった。道路用地外では、生活保全林や都市公園等公有地への移植・移設の事例が多くあった。その中で、移植・移設の代表的な事例としてフクジュソウの移植先における繁殖状況及びニホンザリガニの移設先である代替池の状況を図-7,8 に示す。

6.2.4 動物、植物に対する道路照明設備の配慮

光が動植物に与える影響に対する研究は農作物や家畜を中心に多義に渡り行われているが、道路照明のように低い照度、特定波長光との関係を明らかにした知見は少ない中で、植物では主に農作物、動物ではホタルやアカウミガメ等に対する対策が実施されている。



図-7 フクジュソウの移植先状況



図-8 ニホンザリガニの移設先状況

今回収集できた対策事例の中には植物はなく、動物に対する対策のみの5事例（表-10参照）であった。対策手法としては、(1)高欄照明の採用(道路外への光漏れ防止)(2)影響の小さい光源の採用（低圧ナトリウム灯）、(3)遮光板の採用、(4)照明器具の工夫（ルーバー：道路外への光漏れ防止）等が挙げられる。表中事例-3は一般国道1号潮見バイパスの例であるが、希少種のアカウミガメ産卵地を保護するために、前述の影響の少ない光源の採用、遮光板の採用、照明器具の工夫といった対策を併用している例である。

その中で照明器具の工夫として照明器具内にルーバーを取り付けた事例を図-9に示す。

表-10 道路照明設備の対策事例一覧

事例	事例名	対象動物
1	首都高速道路2号目黒線	鳥類：シジュウカラなど
2	南知多道路	鳥類：カワウ
3	一般国道1号（潮見バイパス）	爬虫類：アカウミガメ
4	東関東自動車道	鳥類：カモ類、サギ類、シギ、チドリ類など
5	名古屋高速道路市道高速分岐2号線	昆虫類：ヒメホタル

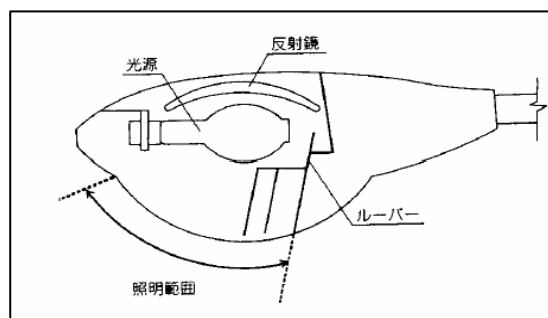


図-9 ルーバーによる道路外への光漏れ防止対策

7.道路事業における景観の環境影響評価手法

道路環境影響評価（以下、「法アセス」と呼ぶ）においては、景観を「見る主体（人間）」と「見られる対象（環境）」との「視覚的關係」と捉え、主要な眺望点からの景観資源の眺め（主要な眺望景観）を対象として評価を行っている（図-10）。平成12年に公表した技術手法では、その対象として山岳、湖沼、峡谷などの優れた景観資源への眺望が示されており、これまでの法アセスでは、観光資源となるような有名な眺望点や傑出した景観資源等からなる眺望景観を取り上げることが一般的であった。しかし、近年、身の回りの自然との日常的な触れ合いの重要性が指摘されるようになり、平成16年3月以降に公表された準備書、評価書においては、「生活上の視点」や「身の回りの景観」の観点を含めた影響評価を実施している事例が7件あった（景観を取り扱っている法アセス事例22件のうち31.8%）。また、景観を取り巻く社会的な状況も、美しい国づくり政策大綱の策定（平成15年7月）や景観法



図-10 法アセスにおける景観の捉え方

表-11 「身近な自然景観」に係る景観資源

要素	内 容
里地・里山	田や畑などの農耕地、棚田、谷津田、里山、鎮守の森、並木およびこれらとともに構成される集落の形態など、地域の人々が自ら生活や生業のあり方を土地に刻みつけることによって、長い時間が経つうちに形作られてきた当該地域を特徴づける風景を構成しているもので、優れた景観資源として認められているもの

の全面施行（平成17年6月）をはじめ、地方自治体による景観条例制定の広がり、各地における「景観100選」等の選定・公表など、大きく変化してきている。これらの状況を踏まえると、今回の技術手法の改定にあたっては、前述のような有名な眺望点や傑出した眺望景観のみならず、地域の人々が日常的に利用している場所や地域の人々に古くから親しまれてきた身の回りの景観も、その対象に含む必要がある。そこで、地域を特徴づけるような「身近な自然景観」の視点を取り入れることとし、技術手法の見直しを行った。なお、法アセスでの景観は、「人と自然の触れ合いの確保」を旨とする環境要素であることから、その対象を自然的な要素で構成されているものに限定しており、自然環境と一体をなしている人工物はこれに含まれるが、いわゆる都市景観は対象としていない。

7.1 「身近な自然景観」

7.1.1 「身近な自然景観」に係る景観資源

新しい技術手法では、「身近な自然景観」に係る要素として「里地・里山」を追加した（表-11）。これについては、①「景観 100 選」等において、田園風景、農村風景等が取り上げられていること、②「文化財保護法の改正」（平成 17 年 4 月）で棚田、里山などが「文化的景観」として位置づけられたこと、③「新・生物多様性国家戦略」（平成 14 年 3 月、地球環境保全に関する関係閣僚会議決定）で、「里地里山の保全と持続可能な利用」が重点施策の 1 つとして掲げられたこと、④34 の都道府県において、「身近な自然景観」の保全に関する何らかの施策、条例が制定されていることを踏まえている。里地・里山としての景観資源の例を図-11 に示す。

7.1.2 「身近な自然景観」の把握方法

「身近な自然景観」の把握にあたっては、客観性・中立性の確保の観点から「地方公共団体等の景観 100 選等（都道府県・市町村）」を参考とすることが適当と考えられる。景観行政団体となった自治体においては、景観法に基づく景観計画の策定が進められているところであり、その動向も視野に入れておく必要がある。これら既存資料・



図-11 里地・里山としての景観資源の例
（左：石積みと棚田、右：鎮守の森）

文献では十分な情報が得られない場合には、地元への聞き取りやアンケート調査等が考えられるが、地域における「身近な自然景観」の認識の程度は、都心部なのか地方4なのかといった地域特性だけでなく、日常的な関心や地域への愛着の度合い等に大きく依存すると考えられる。このことから、特に合理的に聞き取り調査やアンケート調査を実施する上では、その被験者の範囲を適切に定めるなど注意が必要である。

また、主要な眺望点については、「身近な自然景観」では多数の眺望点が存在する可能性があり、設定が難しい場合がある。その場合、その分布の把握にあたっては、「景観 100 選」等で紹介されている写真等の撮影位置を参考として、地域の人々が日常的に利用している眺望点を現地踏査により確認する必要がある。

7.1.3 「身近な自然景観」の予測・評価

景観への影響は、主要な眺望点および景観資源の改変と主要な眺望景観の変化であり、これは「身近な自然景観」についても同様であることから、これまでと同じ予測・評価手法が適用できる。予測手法については、今回の改定にあたって、視覚的表現方法に「模型による方法」を追加する。模型には、簡易なものから精密なものまで様々な精度・範囲のものがあるが、簡易なスタディ模型であっても、直感的な空間の把握が可能であり、また操作性も高いことから、視覚化の有効なツールの1つである。

特に「身近な自然景観」のように対象範囲が限定されていて、さらに眺望点が多い場合には有用な手法である。

また、環境保全措置の検討については、道路分野の景観形成ガイドラインとして、平成 17 年 7 月に「道路のデザインー道路デザイン指針（案）とその解説ー」がまとめられているので、具体的な内容の検討にあたっては、本資料の「第 5 章 設計・施工時のデザイン」を参照していただきたい。

8. おわりに

国総研では道路事業の円滑な推進のため、道路環境影響評価の技術手法について見直し、改定のマネジメントを重要な研究の一つとして実施しており、今後も実施者からの要望、社会的要請、技術的知見の蓄積、関連制度の変更などを踏まえて随時改定を行っていく予定である。今後ともこの技術手法が、皆様に利用されることでよりよい道路環境影響評価と円滑な道路事業の実施に役立つことを期待している。

参考文献

- 1) 曾根 真理, 並河 良治, 足立 文玄: 道路環境影響評価の技術手法の利用状況と課題, 土木技術資料 VOL.48 NO.9, pp28-33, 2006
- 2) 足立 文玄, 曾根 真理, 並河 良治: 道路環境影響評価制度の現状に関する研究,

土木技術資料 VOL.48 NO.9, pp34-37, 2006

- 3) 大塩 俊雄, 松江 正彦:「動物」、「植物」、「生態系」における環境影響評価事例の分析と集成, 土木技術資料 VOL.48 NO.9, pp42-47, 2006
- 4) 小栗 ひとみ, 松江 正彦:道路事業における景観の環境影響評価手法, 土木技術資料 VOL.48 NO.9, pp48-49, 2006

下水道における地球環境対策

下水道研究部長

田中 修司

下水道における地球環境対策

下水道研究部長 田中修司

1. 地球温暖化防止の枠組み

温暖化ガスの削減を規定する京都議定書が平成 17 年 2 月に発効しました。アメリカ合衆国が議定書の枠組みから離脱したあと、平成 16 年 11 月に、ロシアが批准し、その結果、議定書の発効要件である、①条約の 55 カ国以上の締結、②1990 年（平成 2 年）における先進国の CO₂ 排出量の 55%を占める先進国の締結という 2 つの要件を満たし、その 90 日後の 2 月 16 日に国際法として発効するという経緯をたどりました(図 1)。

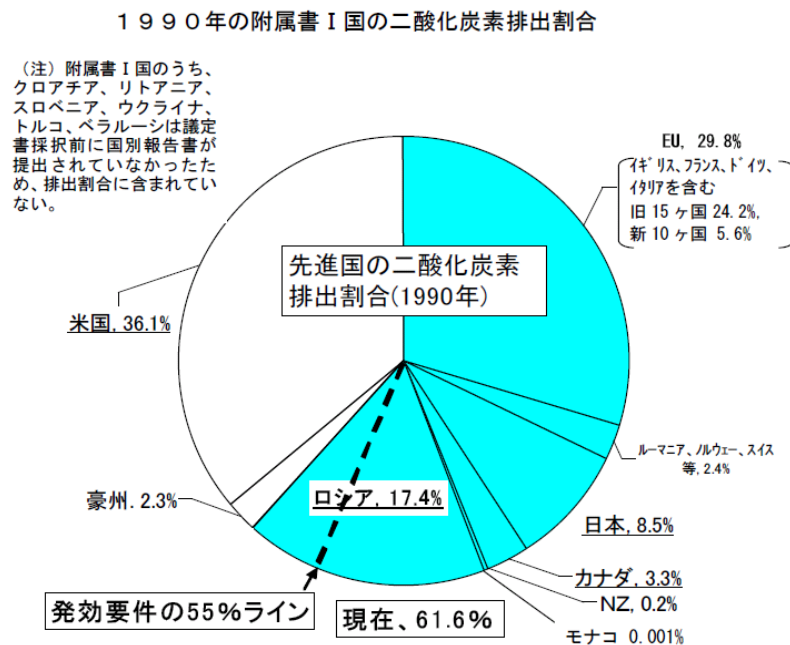


図1 京都議定書発効要件と充足状況（環境省ホームページより引用）

京都議定書では、先進国の温室効果ガス排出量について法的拘束力のある数値約束を各国ごとに設定しています。その目標数値は、日本が 1990 年に比較して 6 % の削減、米国が 7 % の削減、EU が 8 % の削減などとなっており、先進国全体で少なくとも 5 % 削減を目指すものです。目標期間は 2008 年から 2015 年となっています。

地球温暖化を生じさせる原因となる温室効果ガスは二酸化炭素 (CO₂) が代表的ですが、その他にもメタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O)、オゾン層を破壊するとされているフロン類 (CFC, HCFC 等)、オゾン層を破壊しないとされているフロン類 (HFC, PFC, SF₆) があります。このうち、京都議定書では対象となるガスを、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、代替フロン等 3 ガス (HFC, PFC, SF₆) の合計 6 種類としています。各ガスの温室効果の度合いは異なり、二酸化炭素を 1 とした場合の倍率で「温室温暖化係数 (GWP)」で表現されています。GWP はメタンでは 21、一酸化二窒素で 310、

HFC-23 で 11,700、HFC-134a で 1,300、HFC-143a で 3,800、PFC-14 で 6,500、PFC-116 で 9,200、SF₆ で 23,900 となっています。すなわち、同じ重さのガスで見た場合に、メタンは二酸化炭素の 21 倍の、一酸化二窒素は 310 倍の温暖化効果をもつことになります。

日本では 1998 年に「地球温暖化対策の推進に関する法律」が公布されており、国、地方公共団体、事業者および国民の責務が示されています。この法律では自治体等は自らが排出する温暖化効果ガスの排出抑制等のための実行計画を策定し、公表し、実施状況を明らかにすることが義務付けられています。

2. 下水道事業での温室効果ガスの排出状況

地方公共団体が行う事業のうち下水道事業はかなりの温暖化ガスを排出しています。表 1 は公共団体の例として千葉市の温暖化防止実行計画から平成 16 年度の二酸化炭素排出量の状況部分を引用したものです。清掃工場からの排出量が全体の半分以上を占めています。下水道施設からの排出は、個別部門では、清掃工場について大きく、7%近くを占めています。

表 1 千葉市平成 16 年度二酸化炭素排出量の現況

単位：トン-CO2

事務・事業の区分		平成 12 年度 排出量	平成 16 年度排出量 (平成 12 年度比増減)	目標 (H17 年度 排出見込量)	目標達成のための 削減量 (H16 年度基準)
事務 系施設	本庁舎	1,205	1,083 (10.1%減少)	1,205	目標達成
	区役所	4,493	4,336 (3.5%減少)	4,044	6.7%削減
	その他施設	26,306	27,029 (2.7%増加)	23,675	12.4%削減
	小計	32,004	32,448 (1.4%増加)	28,924	10.9%削減
事業 系施設	清掃工場※	82,650	108,593 (31.4%増加)	82,710	23.8%削減
	浄化センター	11,303	13,198 (16.8%増加)	15,116	目標達成
	その他施設	26,677	28,355 (6.3%増加)	25,610	9.7%削減
	小計	120,630	150,146 (24.5%増加)	123,436	17.8%削減
公 用 車		2,327	2,244 (3.6%減少)	2,141	4.6%削減
合 計		154,961	184,838 (19.3%増加)	154,501	16.4%削減

※清掃工場の売電等による間接的削減効果量を考慮した排出量である。

(平成 16 年度千葉市地球温暖化防止実行計画の実施状況より引用)

また、表 2 は、既存文献から温暖化ガスの発生総量と下水道部門の総量の関係を整理したものです。下水道は、二酸化炭素で 0.17%、メタンで 0.19%、一酸化二窒素で 3.76-6.16%の排出シェア-を占めています。

下水道事業に伴う温室効果ガスの発生は 2 つのカテゴリーに分けることができます。まず電力消費や燃料の燃焼に伴う二酸化炭素の発生です。もう 1 つのカテゴリーは処理プロセスのなかでのメタンの生成や窒素分を含む汚泥の焼却に伴う一酸化二窒素の発生です。また水処理過程からも一酸化二窒素が発生することが知られています。

表2 既存の温暖化ガス発生量試算値の整理表

発生量 区分	二酸化炭素 CO ₂ (Gg/年)	メタン CH ₄ (Gg/年)	一酸化二窒素 N ₂ O (Gg/年)	出典および 調査年度
1) 地球規模(IPCC) 人為的発生	2.16×10 ⁷	1.72~5.20×10 ⁵	0.13~2.7×10 ³	(1)
2) 日本全国(環境庁) 人為的発生	1.166×10 ⁶	0.75~1.45×10 ³	27~47	(2)および(3)
3) 日本全国 (A)	1.218×10 ⁶	1.548×10 ³	110.0	(7)
4) 下水道 人為的発生 自然発生 計	3.5×10 ³ 1.6×10 ³ 5.1×10 ³	 6.0	 2.6	CO ₂ (3) CH ₄ (5) N ₂ O (6)
5) 既往調査結果(下水道) 水処理施設 汚泥処理施設 計 (B)	1.39×10 ³ 0.74×10 ³ 2.13×10 ³	2.22 0.60 2.88	1.34~3.98 2.80 4.14~6.78	(4) (平成5年度値)
下水道が全国に占める排 出量割合 (B)/(A) %	0.17	0.19	3.76~6.16	

出典

(1) IPCC第1作業部会:IPCC第1作業部会レポート、1990

(2) 環境庁企画調査局地球環境部編:地球温暖化防止問題対策ハンドブック、第一法規、1990.6

(3) 下水道技術開発連絡会議:下水道の長期的技術開発課題に関する基礎調査報告、(財)下水道新技術推進機構、1993.3

(4) 下水道技術開発連絡会議:下水道の長期的技術開発に関する基礎調査報告書、(財)下水道新技術推進機構、1995.3

(5) 水落、京才:温室効果気体の下水処理プロセスからの放出、月刊下水道、Vol.15、No.1、1992

(6) 松原、水落:下水処理場からの亜酸化窒素放出量調査

(7) 日本国政府:「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく第2回日本国報告書、1997年

※表において2)の環境庁による人為的発生量の試算結果は、表記の値には汚泥焼却炉からの温暖化ガス発生量は見込まれているが、水処理施設からの発生量を見込んでいない。

※3)の全国における排出量は、表1-1にその内訳を示す。下水道における二酸化炭素と一酸化二窒素は排出量の内訳に含まれていない。

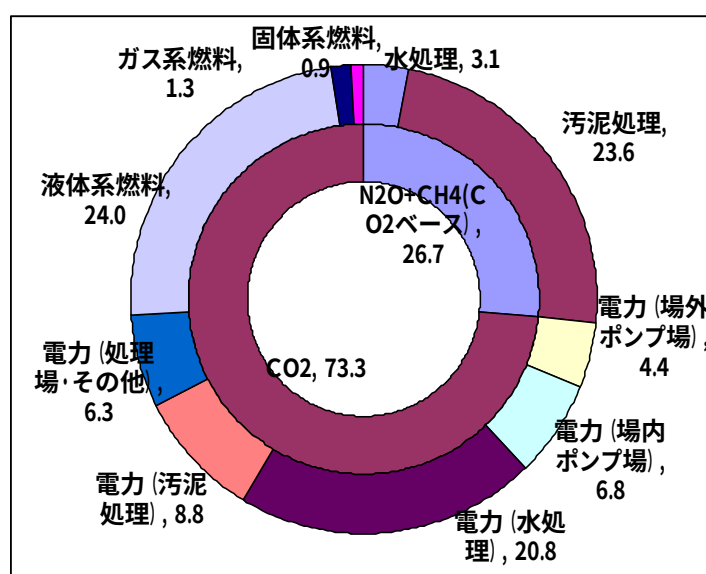


図2 温室効果ガス総排出量の排出源別構成比 (平成8年度全国)

注、総排出量は C02 ベースで 4,632Gg/年。

1999 年に策定された「下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き」では、1996 年の統計データから下水道からの温室効果ガスの総排出量を、詳しい内訳付きで算出しています（図 2）。これによると二酸化炭素は全体の 70%強、残りがメタンと一酸化二窒素となっています。また汚泥処理からの温暖化ガスの発生の寄与が大きいことも図 2 のグラフから読み取れます。汚泥処理からの温暖化ガスの排出は、メタンは少なくかなりの部分が焼却に伴う一酸化二窒素が寄与しています。

3. 温室効果ガス対策の対象

下水道事業を実施する場合、まず施設の建設から始まり建設された施設の運転管理、そして最終的にはその施設の廃棄というプロセスをたどります。これら一連のプロセスの中でのライフサイクル CO₂ を研究した既存の結果では、建設段階での CO₂ の排出は 14%、廃棄では 3%に対して、残り 83%が施設の運転に伴って排出されるという結果が得られています。したがって、施設の運転段階での CO₂ の排出のコントロールがまずは有効な手段として浮かび上がってきます。

施設の運転段階での温室効果ガス対策としては、まず全体の 7 割を二酸化炭素が占めることから、この対策を考えることがまず重要になってきます。IPCC ガイドラインによるとバイオマスの分解や燃焼による二酸化炭素の発生は対象にしないことになっております。したがって下水中の有機分の分解に伴って発生する二酸化炭素や、汚泥の燃焼に伴って発生する二酸化炭素は対象外です。二酸化炭素の直接排出は主として電力消費に起因するものとなっています。このため、まずは省エネルギーが温室効果ガスの排出抑制につながります。そのほか温室効果ガス排出のウェートが高いものとして汚泥焼却の際に排出される一酸化二窒素があります。また最近の国総研における研究から水処理プロセスからもかなりの一酸化二窒素が排出されてくることがわかってきました。したがって、焼却炉での一酸化二窒素対策と、水処理施設から出る一酸化二窒素対策が重要になってきます。

以上の状況ならびに施設の各部位ごとの温室効果ガスおよびエネルギー消費の状態を定性的に示すと下のような図 3 で表すことができます。

4. 省エネルギー

下水道施設の省エネルギー対策は、昭和 50 年代に原油価格の高騰を契機としてさまざまな形で進められてきており、すでにかかなりの対策が講じられています。したがって、なにかひとつの対策を講じて大きく全体に寄与できるような対策はすでに手が打っており、その上積みで対策効果を挙げてゆくのはなかなか難しい面があります。温暖化対策として省エネルギーを考えてゆく場合には、落穂拾いの的に少しずつでも効果のあるものを実施して、全体に積み上げてゆく必要があります。たとえば、主ポンプの運転制御について回転数制御を導入しあわせてポンプの運転水位を高め保持し水位一定制御を行う、汚水調整池等を導入し揚水水量を一定に保ち効率化を図る、エアレーション装置を超微細気泡型に変更、電気設備の力率の改善、建築や覆蓋の換気設備の運転時間の短縮化、焼却炉における廃熱利用などです。これらの省エネルギー対策は施設の運転経費の削減対策として、地球温暖化対策の観点からだけでなく実施の

インセンティブが働く内容であり、地球温暖化対策として前倒しで積極的にすすめていくことにより温暖化対策の目標に寄与できると考えています。

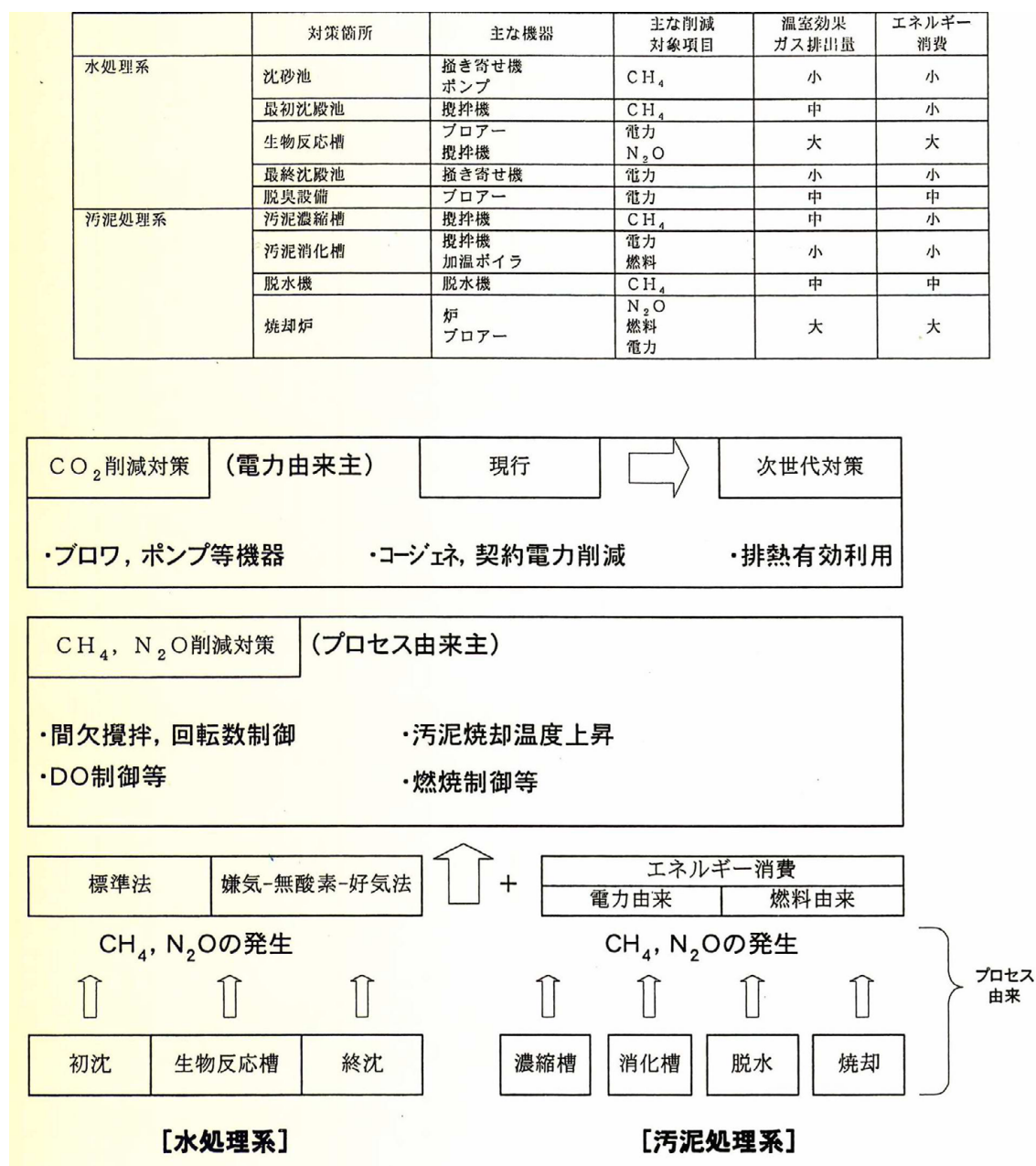


図3 下水道施設の温室効果ガスの排出と温暖化対策のイメージ

5. 焼却に伴う一酸化二窒素の発生とその対策

汚泥の焼却や水処理プロセスから一酸化二窒素が排出されることが知られています。一酸化二窒素は、亜酸化窒素とも呼ばれ歯科治療の際に使われる笑気ガスのことで麻酔作用があります。常温・常圧では無色で香気と甘みがあります。同じ重量の二酸化炭素に比較して310倍もの温暖化作用があり無視することのできないガスです。

まず、汚泥の焼却プロセスで発生する一酸化二窒素の状況について述べます。このガスは、汚泥中に含まれる窒素の一部が焼却の過程で酸化されて発生するものです。その発生割合が焼却温度に依存していることが旧土木研究所時代の研究からわかっています。汚泥中の窒素あたりの転換率を、流動焼却炉の炉内上部の空間（フリーボードと呼び、炉内で汚泥と砂が流動している上部の、未燃焼のガスが存在している場所）の温度との関係で示すと図4のようになります。現状ではこのフリーボードでの温度は800-830度が一般的ですが、ここの温度を850度以上に上げると大幅に一酸化二窒素の発生が抑えられ削減できることがわかります。この温度を上げるためには追加の燃料が必要ですが、表3に示す試算では、一酸化二窒素の削減が燃料増加に起因する二酸化炭素の増加量を抑えて、全体として温室効果ガスの発生を抑制できています。

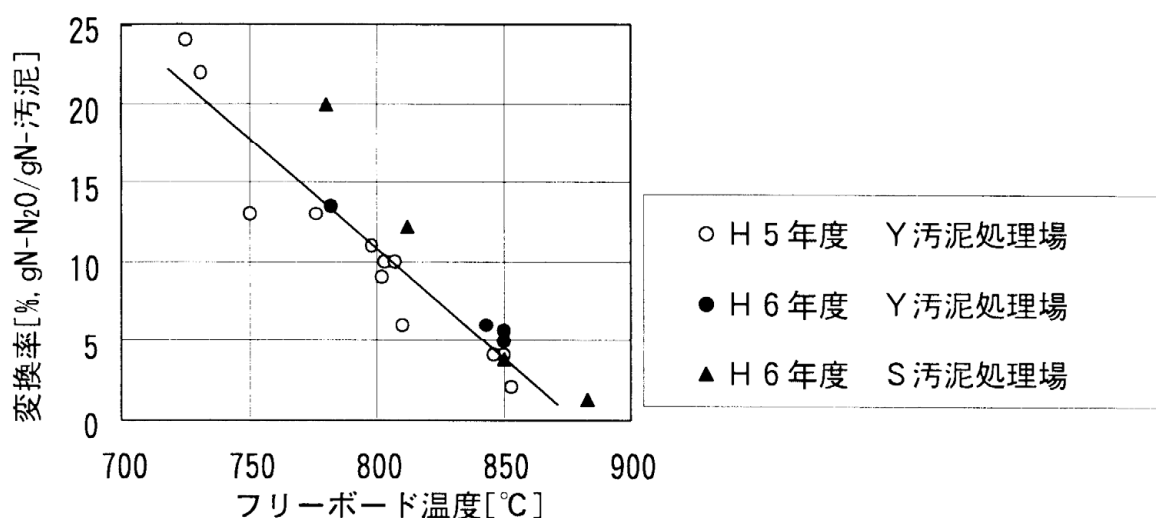


図4 流動焼却炉のフリーボード温度と N2O への転換率

表3 流動焼却炉における高温燃焼時の温室効果ガスの総排出量の試算例

	汚泥焼却量 (t/y)	使用重油量 (kl/y)	燃焼温度 (°C)	温暖化ガス年間発生量 (kt/y)		CO2 換算総排出量 (kt/y)		
				N2O	CO2	N2O	CO2	計
定格運転	70070	2405	846	0.041	27.4	12.7	27.4	40.1
高温燃焼		2719	870	0.011	28.2	3.4	28.2	31.6

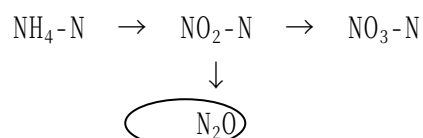
6. 水処理過程からの一酸化二窒素の発生とその対策

6. 1、今までにわかっていたこと

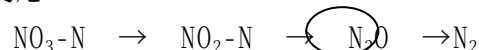
下水処理場の生物反応槽内において、硝化、脱窒反応の過程から一酸化二窒素 (N₂O)

が生成されます。下のような反応式になります。

○硝化反応



○脱窒反応



硝化反応では、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) から亜酸化窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) へ酸化される段階で、脱窒反応では、 $\text{NO}_2\text{-N}$ から窒素ガス (N_2) へ還元される段階で、 N_2O が生成する可能性があります。

下水処理過程からの N_2O 排出に関して、今まで研究されてきた結果の要点は以下のような形にまとめることができます。

- ・実験装置による検討により、硝化反応の速度の大きさが N_2O 発生速度の大きさを支配していることを確認したが、明確な数値を示すことはできなかった¹⁾。
- ・実験装置による検討により、反応槽の SRT を長く、MLSS 濃度を高く設定して硝化率を高く維持し、かつ脱窒反応と連動させることにより、 N_2O 排出が抑制される可能性がある¹⁾。
- ・実験装置による検討により、硝化反応経路の N_2O 排出量が、脱窒反応経路の N_2O 排出量の 4.5 倍に達することがわかった¹⁾。
- ・パイロットプラントによる検討により、脱窒反応からの N_2O 排出に関して、高水温期と低水温期を比べると、低水温期の排出が 14 倍ほど多くなった。低水温期の排出量は、 $0.60\text{gN}_2\text{O-N/m}^3$ であった²⁾。
- ・実処理場の調査により、 N_2O の発生に関しては、最初沈殿池、最終沈殿池に比べ反応槽からの排出量が卓越していた³⁾。
- ・実験装置による検討により、脱窒反応経路の N_2O に関して、ORP の上昇時に N_2O 排出量が増加する関係が明らかになった。しかし、常に連動するわけではなく、ORP が高い場合でも排出量が低い場合もあった。排出濃度は、数 ppm から突発的に 150ppm まで上昇した⁴⁾。

上記に加え、室内実験に基づく報告がいくつかあります。反応槽内で硝化反応経路と脱窒反応経路の N_2O 排出が同時に起きており、曝気の状態が実験により様々である等、硝化、脱窒反応に影響する要因が複数混在し、排出量を決定するための影響因子に関する調査が困難なのが現状です。全体を通しての傾向としては、処理状態の変化により N_2O 排出量が大きく上昇する可能性があり、突発的なものでは排出量が 100 倍程度となる場合もあることです。

6. 2、国総研のこれまでの研究

国総研（旧土木研究所）では、平成 11 年から 12 年にかけて 10m^3 のパイロットプラントを用いて硝化状態と N_2O 排出量の関係について調査を行っています。その結果をまとめると以下ようになります。

- ・ 期間平均の排出量は、 $124\text{mgN}_2\text{O-N/m}^3$ であり、最大 $420\text{ mgN}_2\text{O-N/m}^3$ まで上昇した。
- ・ 完全硝化状態から非完全硝化への移行時、その逆、さらに硝化促進時には $\text{NH}_4\text{-N}$ が残存、硝化抑制時には $\text{NO}_3\text{-N}$ が若干発生している時期に、 N_2O 排出量が急激に上昇する。硝化状態が不安定なときに排出量が増加する。
- ・ 硝化状態が安定している期間の N_2O 排出量は、高温期の硝化抑制で $1.8\text{mgN}_2\text{O-N/m}^3$ 、硝化促進で $18.3\text{ mgN}_2\text{O-N/m}^3$ 、低温期の硝化抑制で $14.0\text{ mgN}_2\text{O-N/m}^3$ 、硝化促進で $55.3\text{ mgN}_2\text{O-N/m}^3$ であった。硝化抑制状態で排出量を低く抑えることが可能であるが、放流先の環境を考慮し、総合的な判断が必要である。しかし、最大排出量に比べればかなり低く抑えることが可能であるため、運転を安定させ、硝化状態を一定に保つことが重要である。

以上のことが確認できたのですが、排出係数を決定するような影響因子を取りまとめるまでには至っていませんでした。

6. 3、国総研における昨年度の調査内容

水処理過程からの排出状況を確認し、さらにその対策を検討するため改めて昨年度より N_2O の排出係数に関する調査を開始しています。その調査方針を以下のように設定しました。

- － 現行排出係数の計算法である過去研究データの平均値の計算法よりも説得力のある排出係数を確定すること。
- － これまでの結果は実処理場ベースではないため、実験のデータ、結果が実処理場においても妥当なのか、数値的にも妥当なのかの比較できること。
- － 1990 年との比較が可能なこと。
- － 対策技術に関しても何らかの提案ができること。
- － N_2O 排出量への影響因子が解明されていないため、とりあえず平成 18 年度の環境省への報告は平成 17 年度までの知見でとりまとめ、その後より長期的な視点で調査を実施すること。

これまでの調査研究から、水処理過程からの N_2O の排出係数への影響因子は複数が考えられます。日本の平均排出係数、対策元年の 1990 年の排出量を算出することから、長期にデータを集積している下水道統計の項目のうち、硝化過程の指標として代表的な A-SRT と N_2O 排出量の関係について調査しました。調査では、パイロットプラント実験を行いデータを集めるとともに、実処理場での実態調査を行いました。

パイロットプラント実験では、標準活性汚泥法での硝化反応経路の N_2O 排出を対象とした検討しました。結果を図 3、表 4 に示します。図 3 では、SRT5～7 日以下の場合に N_2O 排出量が急激に上昇し、 $323\text{mgN}_2\text{O-N/m}^3$ を示しています。また、表 4 より、処理水中の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度も同時に上昇しており、 N_2O の前駆物質である $\text{NO}_2\text{-N}$ との関連が強いことがうかがえます。しかし、実験ケースが少ない等のため、 N_2O 排出量が上昇する明確な SRT 値を判断するまでには至っていません。

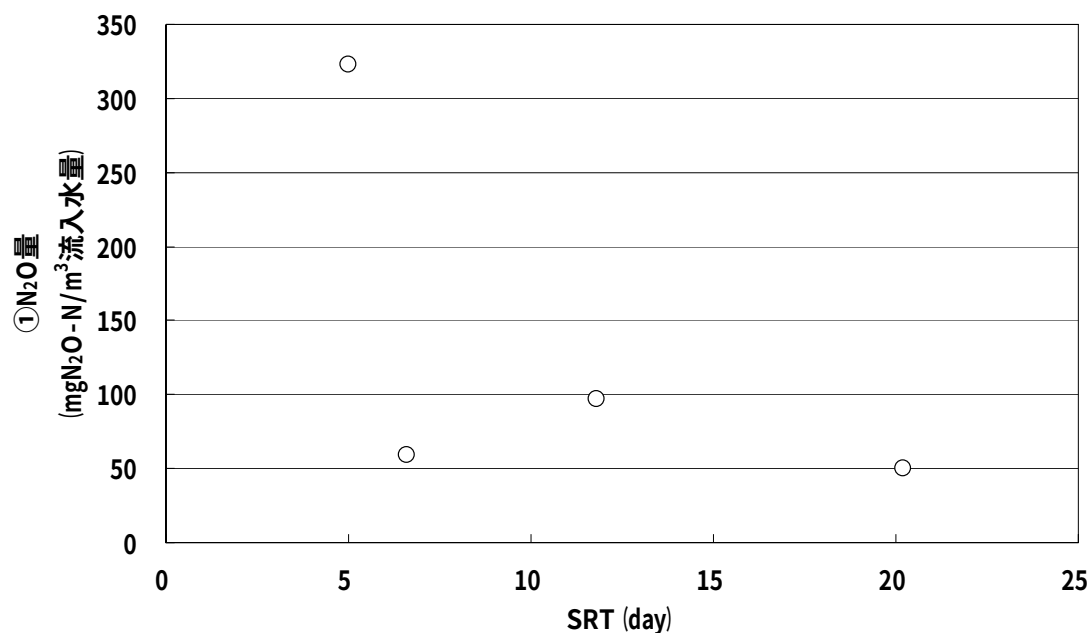


図3 N₂O排出量とSRTの関係

表4 N₂O排出量と水質分析の結果

条件		①N ₂ O量	②N ₂ O量	SRT	一次処理水	処理水		
		mgN ₂ O-N/m ³ 水量	mgN ₂ O-N/m ³ 水量	d	T-N mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L
設定SRT day	5	322.7	200.0	5.0	29	0.16	0.68	13.27
	7	59.1	37.0	6.6	29	0.15	0.12	14.56
	12	97.1	77.1	11.8	36	0.13	0.13	22.20
	20	50.0	37.2	20.2	36	0.10	0.04	23.12

※①N₂O量は「ガス+末槽液体」の総発生量、②は「ガス+末槽液体-返送液相」の返送経由のN₂Oを抜いた発生量である。

※N₂Oの単位の水量は、初沈流入水あたりのN₂Oを意味する。実験の流入水は、パイロットプラントの初沈流入水と反応槽流入水の比から計算した。

実処理場での調査結果を、図4、表5に示します。図4より、実験同様、A-SRT5日付近の短いA-SRTでN₂O排出量が急激に上昇することがわかります。このことから実験値はある程度妥当な数値であることが判断できますが、実験結果とは異なり、短いA-SRTにおいてもN₂O排出量が少ない場合があるため、すべてにおいて実験と同じ傾向ではありませんでした。これは、硝化がまったく進んでいないため、中間生成物のN₂Oが生成されず、さらにA-SRTの値自体の信頼性、エアレーション方法の違い等が影響していると考えられます。

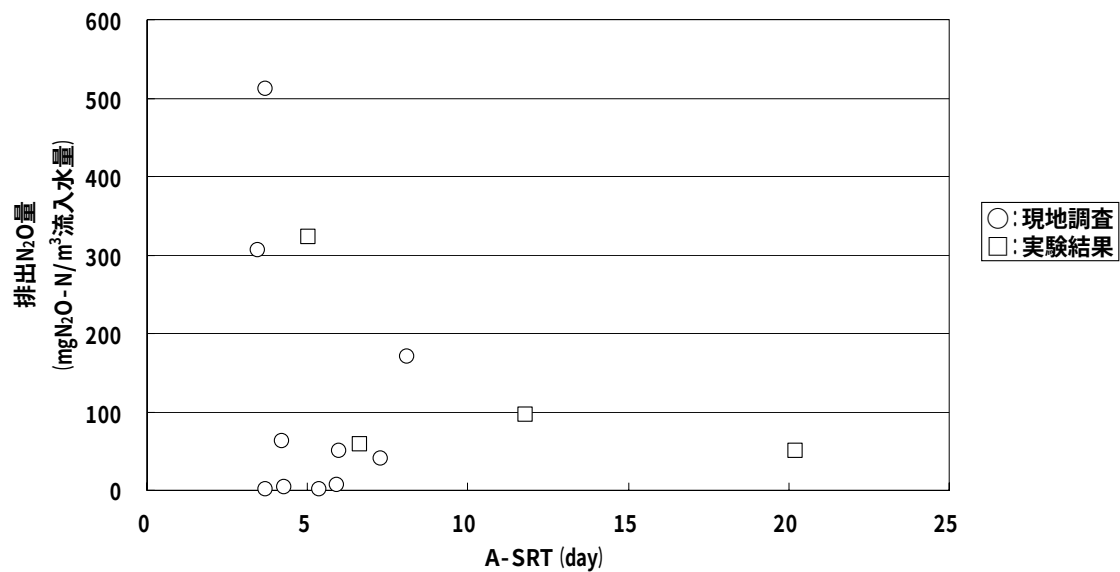


図4 実処理場における排出 N_2O 量とA-SRTの関係

表5 N_2O 調査の結果

処理場名		N_2O 量 mg N_2O - N/ m^3 水量	SRT d	A-SRT d	一次処理水 T-N mg/L	処理水			処理法	備考
					NH_4 -N mg/L	NO_2 -N mg/L	NO_3 -N mg/L			
A県	D処理場	50.9	8.00	6.00	35	ND	ND	13	擬似嫌気好気法	A県すべて N_2O 液相測定なし。
	E処理場	2.0	8.89	5.38	26	ND	ND	5.5	ステップ流入式二段嫌気好気法	
	F処理場 (1回目)	1.1	3.70	3.70	39	25	0.04	ND	標準活性汚泥法	
	F処理場 (2回目)	2638.0	20.80	8.91	41	ND	1	0.7	ステップ流入式二段嫌気好気法	
	F処理場 (3回目)	2347.4	9.30	6.64	31	0.3	7.4	1.6	嫌気好気法	
B市	G処理場	4.2	5.70	4.28	36	18.22	0.05	0.04	擬似嫌気好気法	
C市	H処理場1系	305.7	5.20	3.47	37	3.15	1.08	4.52	嫌気好気法	
	H処理場2系	511.2	3.70	3.70	37	0.61	0.14	4.53	擬似？嫌気好気法 (余剰を初沈へ)	嫌気槽のエアーが結構多い。
	I処理場1系	6.5	7.90	5.93	23	3.75	0.13	4.75	嫌気好気法	↑標準活性汚泥法として計算
	I処理場2系	62.9	5.60	4.20	26	2.19	0.16	5.28	擬似嫌気好気法	
	J処理場1系	40.0	8.90	7.28	38	0.16	0.11	8.52	擬似嫌気好気法	
	J処理場2系	170.9	9.90	8.10	38	0.47	0.15	8.07	擬似嫌気好気法	
	K処理場	1543.3	11.00	8.25	35	0.18	3.42	3.60	嫌気好気法	
実験結果 SRT (day)	5	322.7	5.03	5.03	29	0.16	0.68	13.27	標準活性汚泥法	実験装置が小さいため過曝気
	7	59.1	6.63	6.63	29	0.15	0.12	14.56	標準活性汚泥法	実験装置が小さいため過曝気
	12	97.1	11.80	11.8	36	0.13	0.13	22.20	標準活性汚泥法	実験装置が小さいため過曝気
	20	50.0	20.20	20.2	36	0.10	0.04	23.12	標準活性汚泥法	実験装置が小さいため過曝気

※現地調査では、反応槽水面に直接チャンバーを浮かべ、ガスサンプリングを行った。

※ N_2O 量の単位の水量は、初沈流入水量を示す。 N_2O 量は、基本的に「ガス+末槽液相 N_2O 」の総和である。

※嫌気、無酸素槽と好気槽のガスを測定、さらに末槽の液中の N_2O 濃度の測定も行い、そのトータルを上に表示している。

※A県は独自に調査を実施していたため、提供過去データから計算した値である。

※嫌気好気法は嫌気槽を機械攪拌したものであり、擬似嫌気好気法は汚泥が旋回する程度のエアレーションで嫌気槽を攪拌しているものを示している。

データ数が少なく、判断が困難ではありますが、以上の結果から、 N_2O 排出量が急激に増える A-SRT の値として A-SRT6 日と仮定し、下水道統計から A-SRT6 日以上と未満の処理場の割合から排出係数を計算してみました。計算にあたっては、表5のデー

タの内、F 処理場（2，3 回目）は一時的な高排出条件であったことから、また、K 処理場のデータは N_2O 濃度が高く、一般的ではないと考えられたことから除きました。その結果は、全国の平均的な排出係数としては $163 \text{ mgN}_2\text{O}/\text{m}^3$ 、平成 12 年度排出量は約 $2 \text{ GgN}_2\text{O}/\text{年}$ と試算できます。上記の考え方によれば、実処理場の A-SRT を 6 日以上とすることで排出係数が小さくできます。しかし、低水温の下水処理を行っている地域であえて硝化抑制運転を行っている処理場においては、無理に SRT を伸ばすことで逆に中途半端な硝化状態になり N_2O 排出量が増える可能性があるため、処理場の状況に応じて判断することが必要と考えられます。

なお IPCC の Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook に基づき、人からの排出原単位を算出すると $712 \text{ mg-N}_2\text{O}/\text{m}^3$ 程度になり、下水処理からの排出は、この値の 20% 強の値となります。IPCC に現時点で登録されている下水処理からの排出原単位は、ひとつだけで、その数値は $250 \text{ mg-N}_2\text{O}/\text{m}^3$ です。IPCC の Background Paper-Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories によると、概ね $32\sim650 \text{ mg-N}_2\text{O}/\text{m}^3$ とされています。すなわち、下水処理過程で汚水を処理することにより、未処理で自然の水域へ排出されるよりもはるかに N_2O の発生を抑えるのに役に立っており、さらに下水処理過程の中で、 N_2O を意識してコントロールする手法を導入することにより、全体として N_2O の発生を大幅に除去できる可能性があることがわかります。

6. 4、今後の進め方

昨年度は調査初年度であり、十分な実験数・実態調査数が確保できませんでした。今年度以降、以下の点に関して調査研究を進め、排出係数の決定、さらに対策技術を打ち出す予定にしています。

- ① 今回の実験に関しては、A-SRT を長く保てば N_2O の排出を低く抑えることが確認できた。しかし、データ数が少なすぎるため傾向がある程度のことしか示せなかった。そのため、今後詳細なデータを取り続けることで、 N_2O 排出量の増加が起る可能性のある A-SRT の区切りをはっきりすることが可能である。
- ② 「①の A-SRT のみ」の指標であると、 N_2O 排出量が増加する区間でも排出量が増えない処理場を分離できないため、さらに影響因子の解析が必要になる。次の段階として、現在多数処理場で行われている省エネ対策の低エアレーションにおける N_2O 排出の検討が必要である。流入水あたりのエア量、槽内 DO、ORP を影響因子と考え実験装置による検討を行う。
- ③ 上の①、②の実験を行うとともに、実処理場の調査を実施し、データの蓄積を行う。
- ④ 脱窒反応に関しては、上の硝化反応系の検討を行ったあとに、実験装置における検討を行う。 A_2O 法のような形式による脱窒反応、内生脱窒反応を対象とした検討を行う。影響因子としては ORP、水温であり、この項目は過去の研究でも指摘されている項目である。
- ⑤ 全国的な排出状況を算出するため、上記で得られた影響因子に関する、実処理場

における運転実態把握を行う。

なお既往の知見、平成 17 年度の調査結果と今後の予定についてとりまとめ、表 6 に示しておきます。

7. 自然エネルギーの利用

下水道施設の運転にはかなりの電気エネルギーが必要ですが、日本全国の処理施設の使用電力量の使用実態を、単位水処理水量で整理してみると表 6 のようになります。

表 6 規模別単位水量当、消費電力

処理場規模	箇所数	処理水量計	電力消費量計	単位水量当消費電力1	単位水量当消費電力2
m3/日	箇所	千m3/日	Kwh/日	Kwh/m3	Kwh/m3
1000未満	102	74428	79	1.06	1.07
1000-3000	167	305856	241	0.79	0.83
3000-10000	152	891464	587	0.66	0.67
10000-30000	137	2425607	1202	0.50	0.50
30000-100000	103	5235455	2206	0.42	0.43
100000-	58	12847497	3944	0.31	0.32
	719	21780307	8258	0.38	0.67

単位水量当消費電力量については、合計値から計算したものを1に、各処理場の単位水量当消費電力量を平均したものを2に示した。

この使用電力の一部をまかなうために、風力や太陽光発電を行うことが考えられます。環境先進国と言われるドイツでは風力発電はすごい勢いで設置されており 2004 年末で 16,628MW という世界でも最大の発電量となっています。すでに風力発電は、売電価格と同等程度の発電単価を実現できており、自然エネルギーを利用した発電ではもっとも大規模な実用化が展開してゆくものとなっています。

下水道施設は風力発電施設が建設可能な用地がある場所が多く、海岸近くや河川沿いの比較的風の条件のよい場所に設置されているところが多く、地球環境対策として風力発電を今後の対策案のひとつとして考えてゆくことが可能です。

風力発電は、風任せの発電で安定した電力供給ができませんので、既存電力供給とあわせて実施することになります。発電電力量が使用電力量を上回った場合には、電力会社に余剰電力を売却し、足りないときは電力会社から不足する電力を購入します。余剰電力の売却単価は、電力会社により異なりますが、購入単価と同じ単価を適用する電力会社もあります。

風力発電を行う場合には、施設の稼働率が問題になります。通常、稼働率を 17%以上確保しないと、発電単価が高くなり実用化できないといわれています。そこで稼働率 20%で 1000kw の発電能力をもつ風力発電施設を 1000m³/日の処理能力を持つ処理場に設置したと考えると、その収支を考えてみます。

風力発電により発電できる電力量は、日平均で $1000\text{kw} \times 20\% \times 24 \text{時間} = 4800\text{kwh}$ 、一

表6 下水処理過程からのN₂O排出に関する既往の知見と課題

主な影響因子		既往の知見	不明な点	国総研における平成17年度以降の調査		
				H17調査	今後の調査	
硝化反応	硝化状態	・ 完全硝化状態から非完全硝化への移行、その逆、さらに硝化促進時にはNH4-N残存、硝化抑制時にはNO3-Nの発生時にN2O排出量が急激に増加する。 ・ 硝化反応の速度により、N2O発生速度が支配されている。	—	—	—	—
	A-SRT、MLSS	・ SRTを長く、MLSS濃度を高くし、硝化率を高くしたもち、かつ脱窒反応と連動させることで、N2O排出を抑制する可能性がある。	・ 定量的な知見が不十分	・ SRTが5〜7日の短い場合にN2O排出量が急激に上昇し、323mgN2O-N/m3を示した。その際、N2Oの前駆物質であるNO2-N濃度が上昇した。	・ 引き続き実験、実態調査を実施し、影響因子を明らかにすることで排出係数を明らかにするとともに、排出抑制手法の検討を行う。	・ 全国的な排出状況を算出するため、影響因子に関する実処理場における運転実態把握を行う。また、基準年における運転実態について類推するための検討を行う。
	水温	・ 硝化状態が安定している期間のN2O排出量は、高温期の硝化抑制で1.8mgN2O-N/m3、硝化促進で18.3 mgN2O-N/m3、低温期の硝化抑制で14.0 mgN2O-N/m3、硝化促進で55.3 mgN2O-N/m3であった。	・ 硝化が不安定な状態での知見が不十分	・ 実験、実態調査のバックデータのの一つとしてデータを収集。		
	DO	—	・ 反応槽の送風量やDOレベルがN2Oの排出に影響を与えると考えられるが、明確な知見は得られていない。	(下水道統計で基準年排出値の算出のための基礎データがないため、優先度を下げた)		
脱窒反応	ORP	・ ORPが上昇した場合に排出量が増加した。	・ 常に連動するわけではなく、ORPが高い場合でも低い排出量の場合もあり、明確な知見は得られていない。	(全国的なデータの算出にあたっては、好気的な条件での排出量の算出を優先せざるを得ず、優先度を下げた)	・ 硝化反応に起因するN2O排出影響因子に関する実験に引き続き、脱窒反応に関する実験を行う。	
	水温	・ 脱窒反応経由のN2O排出量は、高温期に比べ低温期で14倍の排出があった。0.60gN2O-N/m3であった。	・ 定量的な知見が不十分			
	有機物負荷	—	・ 脱窒反応速度に影響するため、N2Oの排出にも影響を与えると考えられるが、明確な知見は得られていない。			
その他		・ 硝化反応経由の方が脱窒反応経由のN2O排出量に比べ4.5倍の排出量があった。 ・ N2Oの発生は、最初沈殿池、最終沈殿池に比べ、反応槽からの排出量が卓越していた。	—	—	—	—

方このクラスの処理場で平均的に使用される電力量は $1000 \text{ m}^3/\text{日} \times 1\text{kwh}/\text{m}^3 = 1000\text{kwh}$ となります。したがって収支では、使用電力量を大きく上回って発電可能であり、また余剰電力量を売却して収入を得ることが可能です。このような、メリットを考えると風力発電が可能なところでは積極的に導入を図り、地球環境対策に大きく貢献できるとともに、維持管理に必要な収入さえ得ることができます。

8. まとめ

平成 17 年 2 月に京都議定書が発効し先進国は温暖化ガスの削減に本格的に取り組んでいます。日本に割り当てられた削減目標は 1990 年に比較して 6 % 減となっています。日本ではすでに「地球温暖化対策の推進に関する法律」が 1998 年に公布され、国・自治体・事業者などがそれぞれの立場で温暖化ガスの排出削減に取り組んでいます。下水道事業からの温暖化ガスの排出量は、自治体の事業部門の中ではかなり大きくなっています。千葉市の例では、市の 7 % ほどのシェアになっており他の都市でも同様な状況と考えられます。

下水道事業からの温暖化ガスは 7 割程度が二酸化炭素で、残りの 3 割はほとんど一酸化二窒素です。一酸化二窒素は同じ重量の炭酸ガスの 310 倍の温暖化効果があり、この対策も重要です。二酸化炭素対策は主として省エネルギー対策として進めることで維持管理費削減にもつながりインセンティブが働き対策が進むことが期待できます。一方、一酸化二窒素は焼却炉と水処理過程から発生することが知られています。焼却炉から発生する一酸化二窒素対策としては、焼却温度を 850°C 以上の高温に保つことで減ることが過去の国総研（旧土木研究所）の調査でわかっており、現在この方向で対策が講じられているところです。水処理過程からの一酸化二窒素の発生については、さまざまなパラメータが絡んでおりとりあえず SRT が大きく支配をしていることが昨年度の調査からわかってきました。その他影響を与えるパラメータとしていくつかの因子をあげて調査を継続しているところです。全体的な方向としては、硝化を促進して行く方向にあり、高度処理の位置づけや、処理場からの放流水基準にもかかわってくる可能性があります。

風力発電が省エネルギーの観点から有効であり、余剰電力量の売却による収入を得ることも可能で導入のインセンティブとしても働くと考えられます。

参考文献

- 1) 水落等：生物学的嫌気好気活性汚泥法における N_2O 発生に及ぼす SRT、DO の影響、水環境学会、22-2、145-151
- 2) 鈴木等：固定化担体を用いた窒素除去法からの温室効果ガスの放出特性、第 8 回地球環境シンポジウム講演論文集、217-222
- 3) 水落等：地球温暖化ガス CH_4 、 N_2O の標準活性汚泥法および嫌気・無酸素・好気法における放出量の比較解析、日本水処理生物学会誌、35-2、109-119
- 4) 花木等：都市下水の脱窒過程での亜酸化窒素の突発的な発生、水環境学会誌、24-7、473-476

**沿岸域の再生に向けて
—自然再生の包括的計画・管理システムの構築—**

沿岸海洋研究部長

高垣 泰雄

沿岸域の再生に向けて

－自然再生の包括的計画・管理システムの構築－

沿岸海洋研究部長 高垣泰雄

沿岸海洋研究部海洋環境研究室長 古川恵太

要 旨

国土交通省の「全国海の再生プロジェクト」において、重要な取り組みと位置づけられている海域環境の改善や環境モニタリングを推進するための研究として「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」「海辺の自然再生のための計画立案と管理技術に関する研究」を実施している。

これらのプロジェクトでは、干潟造成に関する産学官の共同実験、汽水域における住民参加型の観測・実験、事例研究やシンポジウムによる計画・管理手法の考え方を整理した。

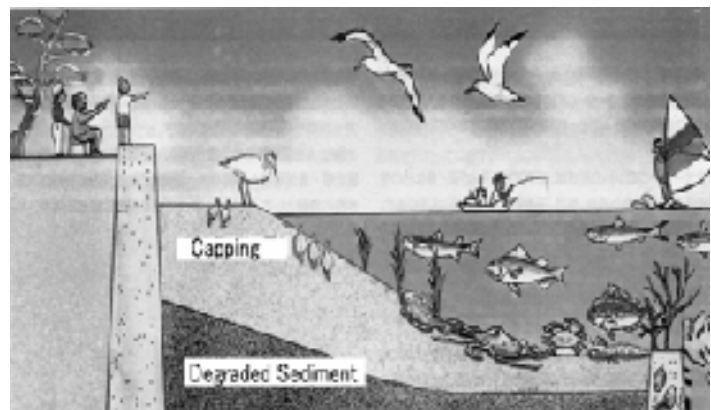
海辺の自然再生においては、現状把握、目的設定、手法開発だけでなく、「順応的管理手法」のような自然再生の計画・管理を推進するシステムが不可欠である。

1. 港湾事業における環境への取り組み

1.1 シーブルー事業

1980年代、高度成長期以降に顕在化した有害物質による汚染等に対する規制を含めた公害対策が一段落したものの、富栄養化、赤潮の発生、悪臭、底層水の貧酸素化など有機物質による「汚濁」は改善されていない時代に、シーブルー計画は策定された（シーブルー・テクノロジー研究会，1989）。それは、個別具体のシーブルー・テクノロジーとして提唱される海水浄化技術を組み合わせて、利用形態に応じた清澄な水質環境を実現することを目的としたものである。

シーブルー事業を総括すると、環境修復を目指した個別政策の実施であったと位置づけられる。その目標は水質（透明度、COD）の回復であり、事業による環境の「改変」と「創造」による「環境改善」を目指していたと位置づけられる。そうした段階においては、局所的な現象解明に重点が置かれ、施策の個別評価のための技術開発



図－１：シーブルー事業のイメージ（覆砂）

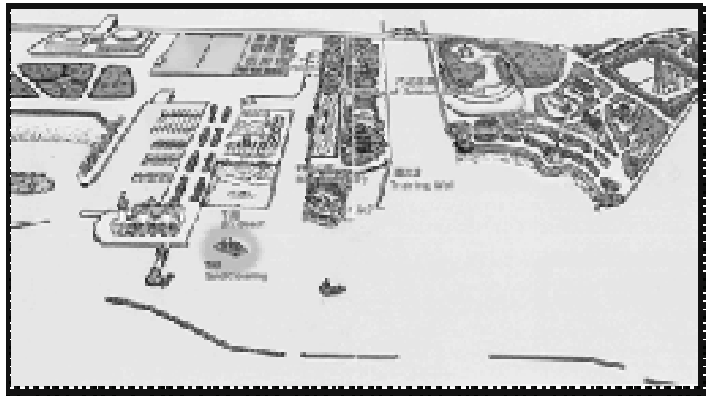
が優先して行われた（図－１）。

1.2 エコポート事業

1990年代に入り、運輸省はエコポート政策を策定した。エコポート政策においては、水質の「汚染」は少なくなっているものの、いまだ改善されない「汚濁」に対する環境改善の方向性に関する理念が提示された（運輸省港湾局，1994）。それに合うように、各事業者が地域性を考慮して具体的方策を立案するという性能規定型の環境改善方策を導出することを目的としたものである。すなわち、自然生態系の「改変」・

「創造」から一歩踏み出した「機能の強化」を目指した大きな変化であったと位置付けられる。

こうした「機能の強化」を目標とするためには、機能の定量化をする必要があり、環境シミュレーションや生態系モデルの役割も、個別施策の評価から、施策による場の機能の変化の評価や予測に重点がおかれるようになったと言える（図－２）。



図－２：エコポート事業のイメージ

1.3 自然再生事業

1999年12月に港湾審議会から経済・社会の変化に対応した港湾の整備・管理のあり方についての答申が出された。その中で物流面等ばかりでなく、自然環境・環境配慮等の面からも広域的視点の重要性がクローズアップされている。つまり、環境問題のマクロ化である。それと同時に、干潟や藻場といった生態系の創出を含む環境保全・創造のための生態系機能の評価や推定といったミクロ化された環境問題も重要な検討課題と指摘されている。

そうした背景を受け、国土交通省港湾局では『環境と共生する港湾（エコポート）を目指し、豊かな生態系を育む自然再生型事業を総合的に展開する』とした、港湾環境政策2001を発表した（港湾局，2001）。自然「再生」に向け、「強化」「創造」された生態系が機能し、自己回復力を発揮できるための管理手法、システムについて検討が始まったところである。

こうした検討は、政府全体の、2001年の環の国づくりの政府方針の発表、2002年の新・生物多様性国家戦略の策定、自然再生法の成立といった動きとも連動しているものである。

2. 自然再生の目標設定

2.1 自然再生の定義

自然再生に対して抱くイメージや期待する事業は、主体や地域、時期などによって異なっている。ここで、国内外における自然再生の定義について、国際航路会議および、自然再生推進法における検討例を示し、自然再生のプロセスについて考えてみたい。

(1) 国際航路会議の例

欧州・米国を中心とする国際社会に向けて、外航・内航の港湾・航路整備についての技術指針を発信している国際航路会議の「湿地再生についての技術ガイドライン」の中では、表－1のように、改変・創造・改善・修復・強化・再生（狭義）・再生（広義）（それぞれ原文は、Reclamation、Creation、Remediation、Rehabilitation、Enhancement、Regeneration、Restoration）が定義されており、再生は、これら人間活動による自然への働きかけすべてを含む上位概念として定義された（PIANC, 2003：古川, 2002）。

表－1：自然再生にかかわる言葉の定義（PIANC, 2003 より作成）

湿地の環境を改善し、造りだし、変化させることを”Restoration”と呼び、以下のような活動を含む概念として用いる。	
Reclamation	人手により水域を平均水面以上の陸域に変えること（改変）
Creation	人手によって湿地でない場所を湿地とすること（創造）
Remediation	汚染された湿地における汚染物質の浄化（改善）
Rehabilitation	損害を受け、制限されている生態系の機能を人手により修復すること（修復）
Enhancement	存在する湿地に対し、利用者にとっての価値を創り出すこと（強化）
Regeneration	かく乱後の自然の再成長（再生）
Restoration	上記概念を含む人間による生態系の持続性を回復させるための活動（再生）

ここで、特徴なのは、「改変：Reclamation」も「再生：Restoration」の中の一形態として位置付けられていることである。改変も修復や創造、再生といった一連の努力の線上にあり、ただ目標が異なるだけであるという位置付けとなっている。

こうした再生の概念を図で示すと、図－3の様に示される。グループ I では、現状の環境条件から生態系の持続性の高い状態に変化させ、かつ、従来存在した生態系に類似したものを「再生」する「再生、強化、修復、改善」といった方向性を持つ。一方、グループ II では、現在の環境条件よりも生態系の持続性の高い状態を目指すものの、人的な管理などによりその回復力を助ける場合であり、従来存在した生態系と必ずしも一致しないものを「再生」する「改変、創造」といった方向性を持つ。こうした方向性には、どちらが優位であるといった序列は存在せず、目標の立て方（価値の付与の仕方）により、再生の方向性が変化するということを表している。すなわち、「開発」（改変や創造）と「再生」は、決して対立概念としては扱われていないのである。

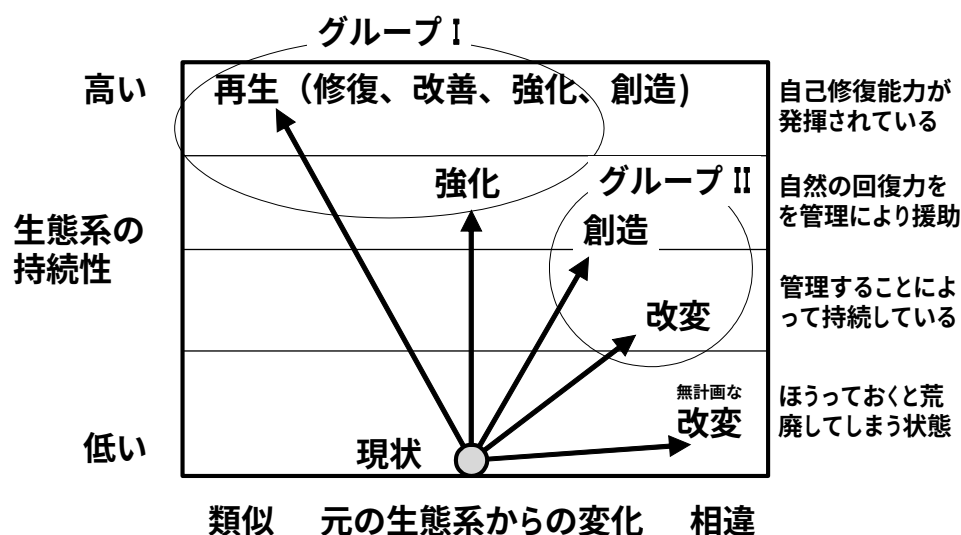
(2) 自然再生推進法の例

平成 15 年 1 月に自然再生推進法が施行され、同年 4 月に自然再生基本方針が出された。この中で、自然再生の定義がなされており、

「自然再生」とは、過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的として、関係行政機関、関係地方公共団体、地域住民、特定非営利活動法人、自然環境に関し専門的知識を有する者等の地域の多様な主体が参加して、河川、湿原、干潟、藻場、里山、里地、森林その他の自然環境を保全し、再生し、若しくは創出し、又はその状態を維持管理することをいう（自然再生推進法、第 2 条から抄録）。

と記述されている。特徴的であるのは、前出の定義と比較して、「保全」や「維持管理」を含めたより広範囲な定義となっている一方で、目的が「過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻す」とことと限定されていることである。図－3 のグループ I が自然再生推進法における自然再生として定義されていることがわかる。

ただし、自然再生基本方針においては、「自然再生の方向性を考える際には、地域の自然環境の特性や社会経済活動等、地域における自然を取り巻く状況をよく踏まえるとともに、これらの社会経済活動などと地域における自然再生とが十分な連携を保って進められることが必要」であることが示されており、目標のグループ II への拡張もありうることも解釈できる。どのような自然再生の定義となるのかは、今後の事業の適用例の積み重ねにより明確になっていくのかもしれない。



図－3：自然再生の概念図（国際航路会議の例）

(3) 自然再生のガイドライン

上記のように、自然再生を目指すための個別具体の目標は、それぞれの地域性、場の特殊性などを考慮して立てられるべきである。そのためには、予め決められた統一的な目標を設定するのではなく、目標設定のための前提条件が重要になってくる。例えば、国際航路会議の「湿地再生についての技術ガイドライン」においては、

- ・ 再生することの前に、まず保全する手立てがないか検討する
- ・ 常に流域圏のスケールを意識する
- ・ 長期的な管理が必要であることを認識する
- ・ 再生のプロセスには、地域住民、関係者の参画が不可欠である
- ・ 近隣、遠隔地への影響も考慮する
- ・ 順応的管理手法が有効である
- ・ 明確な目標設定、評価基準が必要である

などが、目標設定のためのガイドラインとして示されている。そして、その実現の鍵となるプロセスとして、戦略的計画の立案と順応的管理の実現の重要性が指摘されている。

2.2 目標達成に必要な仕組み

(1) 戦略的計画：Strategic Planning

戦略的計画とは、今まで個別に状況把握、目標設定、行動計画、実施、維持管理が行われてきた事業実施の計画を改め、各段階を包括的に議論し、将来的に目指すべき目標、計画年次、必要な資源などの概要を示すものである。これを立案するためには、環境影響評価や自然科学研究の成果、関係者からの情報提供などを含めて幅広い条件を考慮する必要がある。

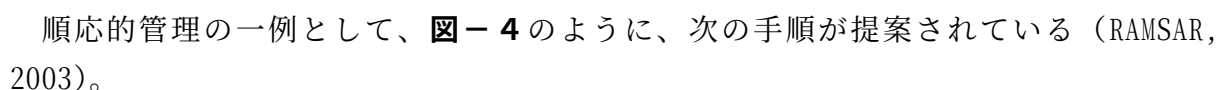
そのためには、状況把握、目標設定、行動計画、実施、維持管理（評価）、フィードバック等の段階的なアプローチの中で、下記のような配慮が必要とされている。

- a) 状況把握：現況の把握や戦略的環境影響評価（SEA）による目標設定への根拠提示
- b) 目標設定：環境の機能などを用いた指標により目標の定量化および、この目標について、達成の戦略、優先度、達成方法、関係機関の役割分担、計画や資源の配分についての合意形成
- c) 行動計画：影響予測や評価指標の確立、管理手法などと整合を取った詳細設計
- d) 実施：工事施工に伴う環境影響に配慮した施行
- e) 維持管理（評価）：定期的な維持管理の実施および各段階での現況判断を経て、最初の状況把握の段階にフィードバック

戦略的計画においては、こうした過程を重視した計画立案を提唱しており、そのなかで、フィードバックの機構として有効視されているのが、順応的管理手法である。

(2) 順応的管理：Adaptive Management

順応的管理とは、計画地だけでなく、他所への影響も含め、計画時に予想できなかった変化やコントロール不可能な状況が発生した場合において、最新の情報と最新の技術を適用し、必要な修正を行っていくことを目指した管理手法である。

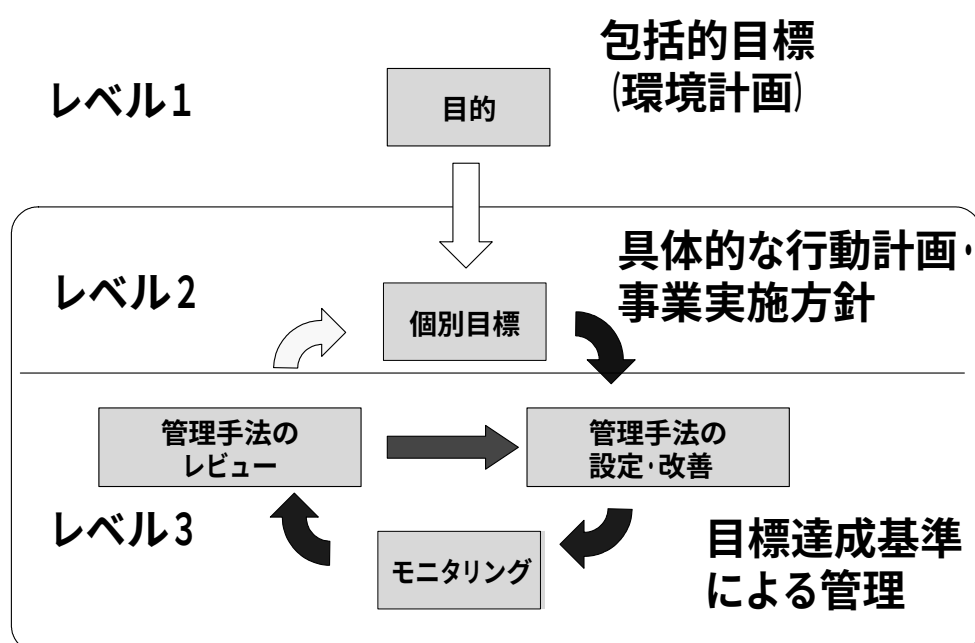
順応的管理の一例として、のように、次の手順が提案されている（RAMSAR, 2003）。

- ・ 管理目標を設定する

- ・ 最新・最適の情報を用いて適切な管理手法を導入する
- ・ 目標が達成されているかどうかをモニタリングする
- ・ 目標が達成されていなければ、管理手法を修正する。必要であれば目標を修正する。

こうした手順は、あらかじめ決めた間隔で実行されるべきものであり、その期間は1－2年から5年程度と、様々なケースが考えられている。

こうした順応的管理を実施することにより、自然再生事業の実施者・管理者は、経験から学ぶこと、特性に影響する要因の変化に対応すること、管理手法を継続的に改善すること、管理が適性になされていることを示すことなどが可能となる。



図－4 順応的管理の例（古川ら，2005 より）

2.3 東京湾再生計画

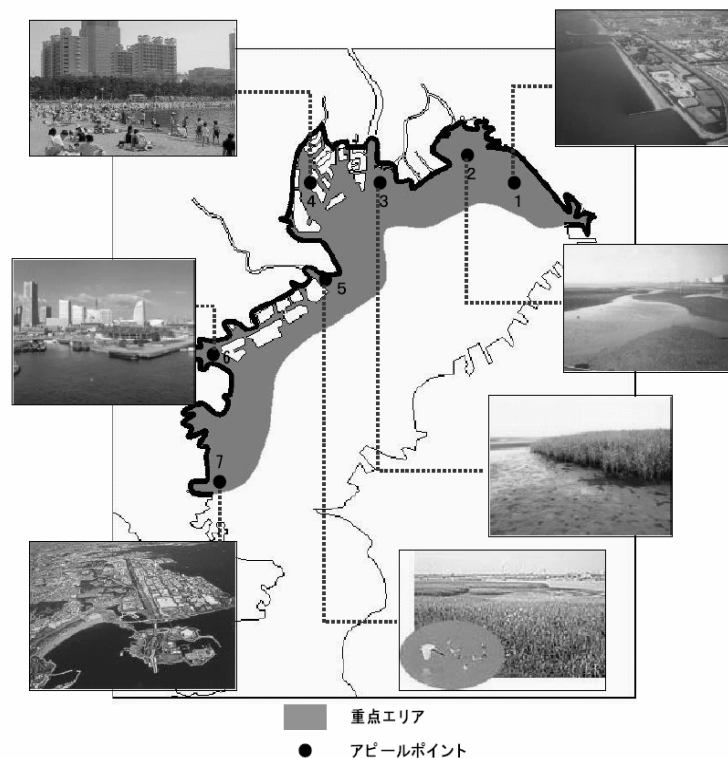
平成 13 年 12 月に内閣府都市再生本部は都市再生第 3 次決定として、東京湾を対象に「海の再生」施策を取り上げた。国土交通省は、環境省・湾岸 7 都県市などと検討協議会（東京湾再生推進会議）を作り、翌年 6 月に中間報告をまとめ、「東京湾再生のための行動計画」として平成 15 年 3 月に発表した（図－5）。

この行動計画における順応的管理の構造を見てみると、1）包括的目標（環境計画）の設定、2）具体的な行動計画・事業実施方針の策定、3）目標達成基準による管理という 3 層構造になっていることが分かる。

すなわち、「快適に水遊びができ、多くの生物が生息する、親しみやすく美しい「海」を取り戻し、首都圏にふさわしい東京湾を創出する」という目的が設定されている。この目的（Goal）を実現するために、陸域負荷の削減、海域における環境改善対策、

東京湾のモニタリングの3つの柱による行動計画（個別目標、Objectives）が設定されている。さらに、重点エリアが設定され、その中に7箇所のアピールポイントを設けることで、目標達成基準（Performance Standard）によるモニタリングとレビューによる事業の管理が行われている。

このように3層構造の順応的管理を適用することで目的と行動計画、その評価の区分が明確になり、順応的管理が無制限に目的を変更する手段となることが抑制され、システム化が図られているのである。同時に、目的達成のための行動計画、管理手法への最新の科学技術、社会状況の反映が可能になる。このように、順応的管理は、環境緩和策や自然再生施策としての2面性をもつ沿岸域環境施策に対して、目的主体に取り組み、強力に推進していくツールのひとつとなる可能性を秘めていると考えられる。



図－5 東京湾再生計画の重点エリア（重点エリアは、東京湾西岸沿いの河川の河口部、埋立地、浅瀬を含む領域に設定されており、前述したように、このエリアはアサリ生息場間の強いつながり【生態系ネットワーク】の重要な位置にあたる可能性が高い領域である。）

3. プロジェクト研究「沿岸域における包括的環境計画・管理システムに関する研究」

沿岸域における人間活動の利害双反、人間活動による環境への圧力、人間活動に対する自然の脅威は高いものとならざるを得ず、我が国社会は沿岸域の問題に対して背を向けることが許されない。これらの問題を克服するために総合的な沿岸環境計画の策定が急務であり、一部、前出のように湾域毎の再生計画（東京湾再生計画、大阪湾再生計画等）が策

定されてきている。

一方、その実現に向けての手法としては、海の自然再生ハンドブックや自然共生型海岸づくりの進め方で記述されている「包括的計画」や「順応的管理」といった新たな視点が提示されている。その具体的な運用に対しては、関係主体との目的の合意や沿岸域の持続的利用に関して、手法開発（マニュアル化）や運用指針の確立が整備局などから要請されている。

また、海岸保全の観点からも海岸保全施設が海岸環境に与える影響を体系的に把握し、海岸保全事業における自然共生・保全評価を行う必要がある。

このような背景を踏まえ、沿岸域における包括的な再生計画（東京湾再生計画、大阪湾再生計画等）における自然再生手法、環境モニタリング手法等の効果的な実施を目指し、その計画のあり方や技術の活用のための計画・管理システムについて、沿岸域におけるユーザドリブンな計画・管理モデルに関する研究を実施する。

3.1 都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト

当該プロジェクト研究の中で「都市臨海部に干潟を取り戻すプロジェクト」を平成15年度より実施している。これは、当該プロジェクトの実践的研究として、阪南2区整備事業により造成された干潟において干潟の安定性に関する実験や、生物の定着に関する実験に関する共同研究を実施するものである。

このプロジェクトは、市民が親しめる干潟を都市臨海部に再生しえることを実証するために、干潟、海草・海藻場、ヨシ原が持つ海水浄化機能や生物生息機能等を再生・強化する自然再生技術の確立を目指したものである。

プロジェクトを推進するために、運営検討会と技術検討会を組織し、運営検討会は、

- ・実験場の整備計画と実験計画の調整
- ・実験実施状況の報告
- ・大阪湾シンポジウム（仮称）の開催
- ・成果の公表に係る事項

等を検討・情報共有する場として位置付け、技術検討会は、

- ・実験計画の立案
- ・実験参加者間の調整
- ・調査経過の情報交換
- ・成果のとりまとめ、公表に関する事項

等を検討・情報共有する場とした。

2つの検討会により各実験の詳細計画を立案し、具体的な専有面積や形状が詳細に確定していく段階で、随時情報交換を行い、実験内容およびその配置を検討していった。情報交換には、会合や電話連絡、E-mailの他に、インターネット上にコミュニケーション用のサイトを立ち上げ、合意事項の掲載、実験情報の交換、現場への立ち入り調整等を行った。

この結果、干潟全域を対象として貧酸素水塊の発生や波浪・流れ・水質などの干潟

環境の基礎調査（国総研）、干潟を取り巻く物質循環の調査（大阪市立大）、侵食・堆積・地盤沈下などの干潟地形の変化過程の調査（堺LNG、大阪市立大、国総研）、干潟で出現する幼稚魚、エビ・カニなどの水生生物調査（大阪府立水試）、日本野鳥の会の協力による干潟に飛来する鳥類の調査（大阪府港湾局）を実施することとした。

また、民間共同研究グループでは、干潟地形の安定化、干潟土壌の最適化、生物の多様化など干潟造成技術の高度化に関する技術開発を行うため、河川水の供給がほとんどない干潟におけるヨシ移植実験（鹿島・大成）、竹、石などの自然素材による干潟地形安定工法の実験（鹿島・大成）、造成干潟の上に浚渫泥を充填したミニ泥干潟を設置し浚渫土砂を利用した泥干潟の性能を調べる実験（五洋）、礫、玉石、混合土などの各種材料で置換した干潟の地形変動や生物定着を調べる実験（東洋）、造成干潟の地先浅海部におけるアマモ造成実験（東洋）を図-6に示すように配置し、実施することとした。

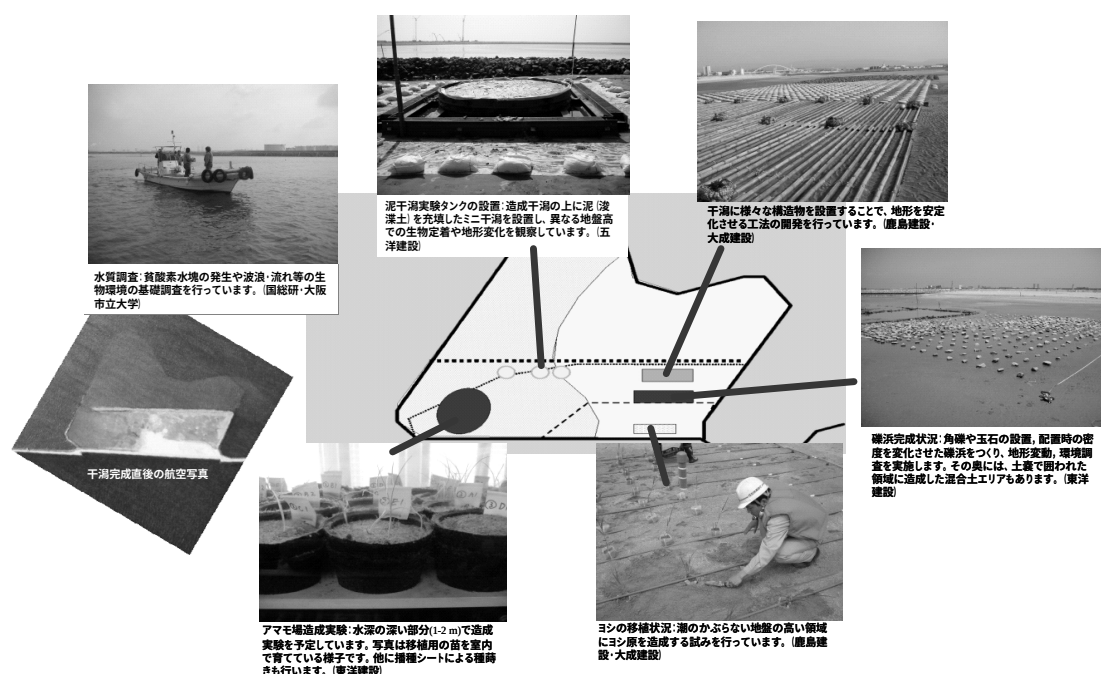


図-6 調査ゾーン確定案（平成16年3月実験開始時）

3.2 海辺の自然再生のための計画立案と管理技術に関する研究

海の自然再生にとって、干潟・浅場・海浜・磯場・河口部等の海辺空間は、豊かな海の生態系を支える機能を持つ重要な場であるが、海陸境界に位置するため、自然変動が大きいことに加え、市民活動の影響を受けやすく、こうした環境変化に敏感な場でもある。

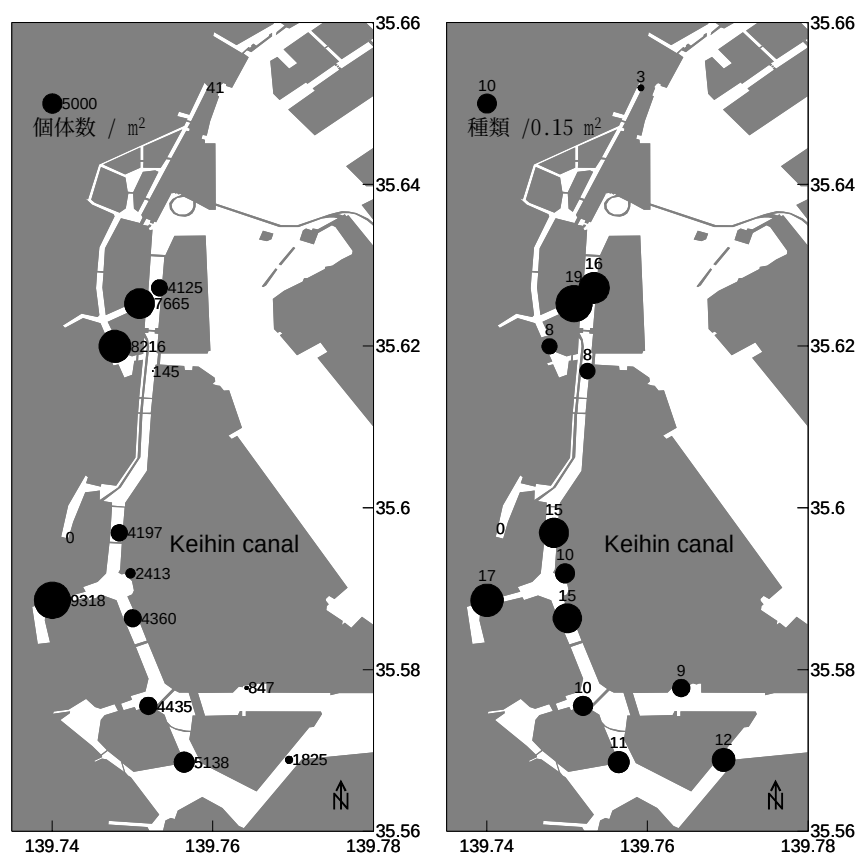
こうした、海辺の自然再生を推進するため、（1）海陸境界部における環境の影響伝搬（インパクト・レスポンスフロー）の解明、（2）局所生態系（マイクロハビタット）の消長観測と形成技術開発を行い、（3）これらの知見を踏まえて包括的計画の立案手

法を開発するとともに、自然変動や生態系回復の不確実性に対処する順応的管理技術の開発を行うことを目的として、平成 17 年度から本研究が開始された。

平成 17 年度には、背後に東京を抱え、周辺は京浜工業地帯である典型的な都市臨海部である京浜運河において、底生生物を指標として、自然再生の可能性および自然再生の場として留意すべき点に対する検討を行った。

京浜運河においては、平均干潮面から約±50cm の場所には底生生物が豊富に生息していた（図－7）。このことは、京浜運河は底生生物の分布を期待する自然再生の場としての自然再生のポテンシャルを有しており、平均干潮面から約±50cm という場所は底生生物の生息が可能な環境であることを示している。アサリに関しては、低塩分水域は生息場としては適していないことが示された。したがって、アサリ再生を目的するような自然再生の場合には、運河内に流入する下水等の淡水流入に配慮する必要がある。

調査結果からはアサリの分布も確認され、運河部特有の水路地形に依存した浮遊幼生の移流・滞留がアサリ分布に影響していると推測された。依然、数値実験や京浜運河内のアサリの浮遊幼生の分布の把握により、正確な議論を必要とするが、運河部における自然再生の可能性を考える上で、浮遊幼生による生物ネットワークを考慮し、運河部の水平・鉛直に分布する水塊構造を考慮する必要があると考えている。



図－7 マクロベントスの出現個体数(左)、種類数(右)

3.3 東京湾シンポジウムの開催

こうした研究を進めるにあたって、「東京湾シンポジウム」を開催し、東京湾の環境上の問題点の指摘（第1回、第2回）、再生の計画や内外の事例の紹介（第2回、第4回）、モデル化や評価技術の検討（第2回、第3回、第5回）、自然再生の試みと評価（第2回、第3回、第4回）、ソフト的アプローチ（第5回）などについて議論・話題提供し、研究の遂行・成果の発表に活用してきた。第6回において、本プロジェクト研究の研究進捗状況の発表を行うとともに、東京湾の環境グランドデザインに関する議論を行った（図－8）。



図－8 第1回から第6回の東京湾シンポジウム報告書
(<http://www.meic.go.jp> より入手可能)

第6回において東京湾環境グランドデザインを発表した（図－9）。これは、東京湾再生のために取り組みとして国・自治体関係者、漁業者、環境NPO、研究者などの方々と共に討議されたものである。本提言は、本プロジェクト研究の最終的なまとめとなると共に、東京湾再生推進会議など東京湾に関わる行政主体への具体的提言として、また、今後の研究の方向性の確認に資する概念整理として活用していくべきものと考えている。



図－9 東京湾環境グランドデザイン

4. おわりに

今後、港湾の環境修復事業は、「自然再生」「沿岸域総合管理」等の軸を中心に実施されていくことが期待されている。そのためには、自然再生の具体的な目標作り、事業を実施するためのシステム作りが重要であり、それらを総合化した戦略的計画が必要となってきたと感じられる。そのための手法として「順応的管理」が注目されている中で、個別の技術開発に加え、自然再生のシステムとして総合化するための技術開発が研究者に求められていると感じている。

参考資料

- 運輸省港湾局(1994)：環境と共生する港湾－エコポート－,大蔵省印刷局, 87p.
- 国土交通省港湾局環境整備計画室 (2001)：EcoPort 港湾環境政策 2001,政策パンフレット,11p.
- 国土交通省・環境省(2002)：東京湾の干潟の生態系再生研究会報告書,6p.
- シーブルー・テクノロジー研究委員会 (1989)：シーブルー計画,シーブルー・テクノロジー研究委員会,239p.
- 日向博文 (2002)：湾域全体でのアサリ浮遊幼生動態把握に基づく干潟再生戦略,沿岸環境関連学会連絡協議会,第9回ジョイントシンポジウム予稿集
- 古川恵太 (2002)：港湾事業における自然再生の目標について,第4回汽水域セミナー,pp.56-61.
- 古川恵太ら (2005)：海洋環境施策における順応的管理の考え方,海洋開発論文集,Vol.21, pp.67-72.
- PIANC (2003)：Ecological and Engineering Guidelines for Wetlands Restoration, Report of PIANC-EnviCom WG7, 56p.
- Ramsar(2003): . The Ramsar Convention on Wetlands, <http://www.ramsar.org/>.

東アジアの航空ネットワークと我が国における 国際空港の展望

空 港 研 究 部 長

加 藤 久 晶

東アジアの航空ネットワークとわが国の国際空港の展望

空港研究部長 加藤 久 晶

1. はじめに

東アジア地域の経済は、1980年代以降長期間にわたり高い成長率で推移し、同地域における航空市場も著しい発展を遂げてきている。国際航空旅客数で見ると、全世界の平均では年3%程度の成長率であるのに対して、東アジア地域の平均では年5~8%もの高い成長率を記録している。

このように航空需要が高率の伸びを示していることの背景の一つには、近年東アジア地域において複数滑走路を有する大規模国際空港が次々と建設、供用されていることが挙げられる。空港設置に適した広大な平地を陸上に確保することが困難であるわが国に比べ、これらの空港は短期間でかつ低コストで整備されている。

また、B747を凌ぐ次世代大型航空機A380の就航が近々予定されている一方、リージョナルジェットやビジネスジェットという小型機による輸送形態も普及しつつある。このような動きの中で東アジアの航空ネットワークが今後どのように推移していくかを見極め、わが国の空港整備政策に反映させていくことは、わが国経済の国際競争力を維持・向上させる上で重要な課題であるといえる。

本報告では、近年の東アジア地域における国際航空ネットワークの成長と相次ぐ大規模国際空港の整備、次世代超大型航空機の導入とその対極にある機材の小型化傾向などについて展望し、わが国において必要な国際空港容量の見通しについて述べる。なお、ここでいう東アジア地域とは、日本・北朝鮮・韓国・中国・台湾・香港・インドネシア・シンガポール・タイ・フィリピン・マレーシア・ブルネイ・ベトナム・ラオス・カンボジアの15ヶ国及び地域を指す。

2. 東アジアにおける経済社会と空港整備の動向

2. 1 東アジアにおける経済の動向と将来の発展シナリオ

東アジア地域（但し、台湾を除く）の実質GDP（1990年の米ドル換算）は、2004年において約6兆4,200億ドル（1990年米ドル換算）で、1980年の約2.48倍となっており、世界平均（1.88倍）を上回る速度で成長している。しかし、域内GDPの過半を占める日本を除いた数字で見ると、2004年の実質GDPは約2兆7,900億ドル、1980年の約5.36倍になっている。また、このような高い成長を維持してきた結果、2004年には、日本を除く東

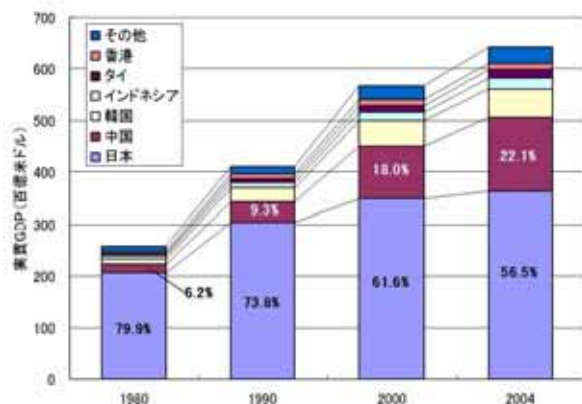


図-1 東アジア地域（台湾を除く）の実質GDPの推移

アジア地域の実質 GDP は世界全体の 8.8% を占めるに至っている。

特に、近年の中国の成長は著しく、東アジア地域全体の GDP に占める日本の構成比が約 79.9% (1980 年) から約 56.5% (2004 年) へと大幅に減少したのとは対照的に、中国の構成比は約 6.2% (1980 年) から約 22.1% (2004 年) へと大幅に増加している。1980 年と 2004 年の比較で見ても、日本は約 1.76 倍の成長に留まるのに対し、中国は約 8.82 倍となっている。東アジア地域内でそれに次ぐ韓国でも約 4.87 倍であることに照らしてみると、その規模が群を抜いたものであることが明らかである。

世界銀行が発表する東アジア大洋州地域報告書“ East Asia and Pacific Regional Update ”の 2006 年 3 月版によると、2006 年の東アジア経済は、原油価格が値上がりして経済活動を圧迫する可能性はあるが、経済成長率は 3 年連続で 6.5% を上回るとの見通しが示されている。2006 年の日本を除く東アジア(中国・インドネシア・マレーシア・フィリピン・タイ・ベトナム・香港・韓国・シンガポール・台湾)の経済成長率を 6.6% と予測し、2007 年についても、小幅減速するものの 6.3% の成長が見込まれるとしている。また、2006 年については、特に中国(9.2%)とベトナム(8.0%)で高い成長が見込まれている。

また、アジア開発銀行が 2006 年に発表した年次報告書“ ADB's Annual Report 2005 ”によると、東アジア(中国・香港・韓国・モンゴル・台湾)の経済成長率は 2006 年で 7.7%、2007 年で 7.1% (中国については、それぞれ 9.5% 及び 8.8%)、東南アジア(カンボジア・インドネシア・ラオス・マレーシア・フィリピン・シンガポール・タイ・ベトナム)の経済成長率は 2006 年で 5.5%、2007 年で 5.7% と予測されている。

このように、東アジア地域の経済は、中国を中心に、今後とも当面順調な成長を継続するものと考えられる。

2. 2 東アジアにおける大規模国際空港の整備動向

東アジア地域においては、近年、国家の命運を賭けるかのような大規模国際空港の建設が相次いでいる。

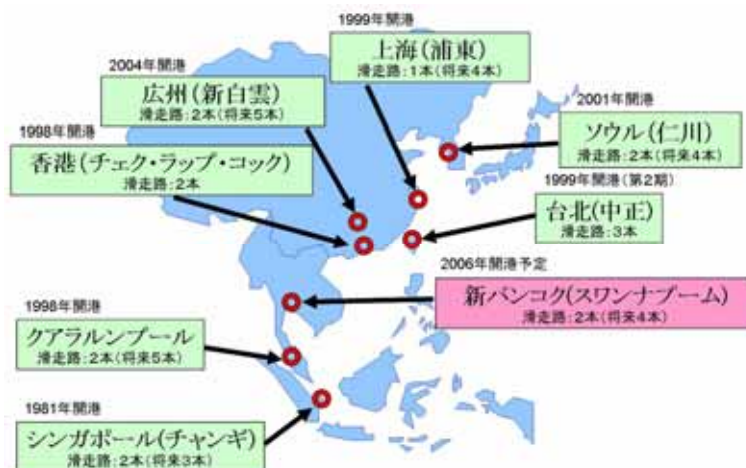
中国では、1999 年に上海浦東国際空港が開港し、従来の虹橋国際空港から国際線の機能を移転したほか、2004 年には広州新白雲空港が開港し、旧白雲空港を廃止してすべての機能を移転している。また韓国では、2001 年にソウル仁川国際空港が開港し、従来の金浦国際空港の国際線機能のほとんどを移転している。さらに、2006 年 9 月にはタイの新バンコク国際空港(スワンナプーム国際空港)が開港している。

これら新規に開港する東アジアの国際空港に共通するのは、上海浦東国際空港を除いては、開港時点において 3,000~4,000m 級の滑走路が複数整備されているということである。また、既設の大規模国際空港も含め、全体計画として 4 本以上の滑走路を有することとなっている空港が多く、中でも広州新白雲国際空港やクアラルンプール国際空港においては、全体計画で滑走路 5 本を整備することとしている。

翻って、わが国の国際空港の現状と計画を見ると、成田国際空港では開港後 24 年を経た 2002 年になってようやく暫定平行滑走路が完成したところであるが、同滑走路の本格整備はこれからであり、全体計画では 3 本の滑走路を整備することとなっているものの、横風用の第 3 滑走路の整備は未定となっている。関西国際空港について

も、開港 13 年後の 2007 年に平行滑走路が供用開始となる予定であるが、全体構想にあった横風用の第 3 滑走路については、成田と同様未定である。また、2005 年に開港した中部国際空港も、現在のところ 2 本目の滑走路を整備する構想とはなっていない。

このように、東アジア地域における大規模国際空港の整備が相次いでいることは、新空港の建設にあたって社会的・経済的に多様な困難性を抱えているわが国にとっては大きな脅威とも言えるものである。



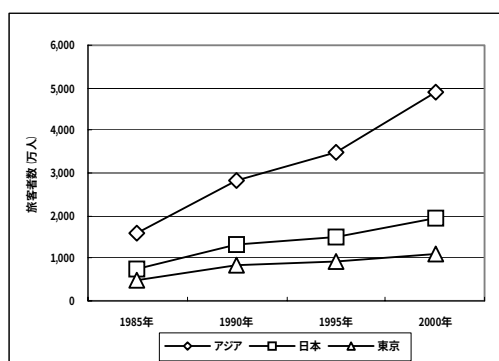
図－2 東アジア地域における大規模国際空港

3. 東アジアの国際航空ネットワークの見通し

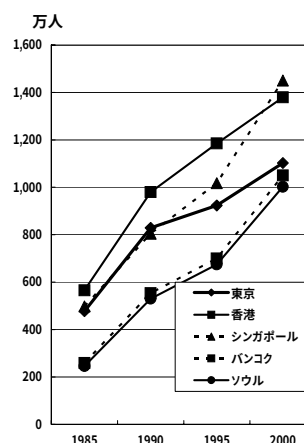
3. 1 東アジアにおける国際航空ネットワークの変遷

3. 1. 1 東アジアにおける国際航空旅客 OD の特性

近年、東アジアにおける航空市場の発展は著しく、航空旅客については全世界では毎年 3% ほどの伸びであるのに対して、アジアでは 5~8% もの伸びを記録している。また、IATA（国際航空運送協会）の予測によれば、2020 年には世界の航空市場の 50% を東アジアが占めるとされている。



図－3 東アジアと日本の国際航空旅客数



図－4 都市別の国際航空旅客数

わが国の空港も含め、今後国際空港間の競争は激化することが予想され、さらに、全世界的な航空自由化によりボーダーレス化が進み、比較的遅れているといわれるアジア域内の航空自由化についても今後進展していく可能性は十分にあることから、今後の東アジアの航空市場の動向を慎重に分析・予測することが必要である。

しかし、その分析の重要な要素である東アジア内空港間ODデータについては完全なものが整備されていないため、ICAO(国際民間航空機関)のデータのうちのSeries OFOD (On-Flight Origin and Destination) を基に1985年、1990年、1995年、2000年の4断面における空港間ODデータを作成し、このOD表から旅客流動のクロスセクション分析及び時系列分析を行った。これらの分析は旅客数と路線の経年比較を行うことによって、東アジアの国際航空市場がどのように変化してきたのかを定量的に捉えること等を目的としている。

作成した OD 表は、2000 年の ICAO データに掲載されている東アジア圏の全 34 都市（2 社以上の航空会社により運航される国際航空路線の起終点となる都市）を抽出し、その都市からの出発旅客数を読み取って片方向の OD 表を作成したのち、OD ペアごとに合算して双方向の OD 表を作成したものである。従って、単一の航空会社により運航されている国際航空路線についての OD データは、元データの制約上含まれていない。

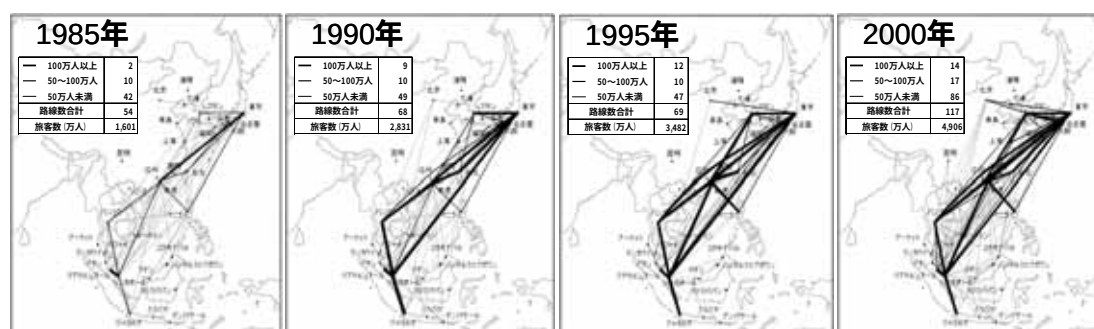


図-5 東アジアにおける航空ネットワークの変遷(旅客数の推移)

東アジア地域内の国際航空旅客数は右肩上がりで増加しており、1985年から2000年までの15年間で3倍以上にもなっている。特に、1995年から2000年までの5年間では約1,400万人増加しており（年平均増加率約7%）、路線数の合計も1.7倍近くの117路線に増えている。その中で、日本の国際航空旅客数も順調に伸びているが、1995年から2000年までの5年間の年平均増加率は約5.4%であり、全体の平均を下回っている。

また、旅客数の変遷を都市別に見てみると、1995年までは香港が第1位を占めていたが、2000年ではシンガポールにその座を譲っている。香港、シンガポール、東京が一貫して上位3都市であり、2000年において東京は第3位であるが、近年バンコク及びソウルが急成長してきており、東京に迫る勢いとなっている。

国際航空路線数でも、2000年には1985年の2倍以上に増えており、2000年ではシンガポール発着の路線が26路線、バンコク発着路線が19路線である一方、東京発着の路線は13路線に留まっている。

3. 1. 2 東アジアにおける国際航空の機材・運航特性

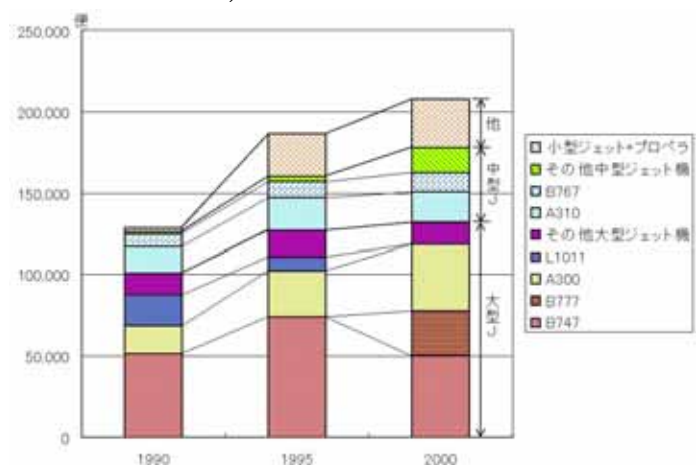
航空輸送において、使用航空機材の構成は航空需要や空港の規模等と密接な関連を有しており、その変遷を分析し今後の動向を予測することは、空港整備の方向性を探る上での重要な手段となる。

東アジア圏の全35都市（2社以上の航空会社により運航される国際航空路線の起終点となる都市）を対象に、これら都市間の全260路線の機材構成の特徴はつぎのとおりである。なお、航空機材構成は航空機の座席数による分類で整理することとしたが、航空機の座席数は機種によっても変化し、エアライン毎の座席配置によっても変化するため、ここでは平均的な座席配置を考え、座席数が200席未満のジェット機を小型ジェット機、200～300席を中型ジェット機、300席を超えるものを大型ジェット機として便宜的に定義した。

1990年には21都市の間で68路線が運航されているが、主な使用機材はB747を筆頭に大型・中型ジェット機が大きな割合を占め、小型ジェット機はほとんど使用されていない。1995年には24都市の間で70路線が運航されており、1990年と比較して路線数にあまり変化はないものの、機材構成としてはややダウンサイジングの傾向があり、小型ジェット機に分類されるB737が非常に多く運航されるようになっている。2000年になると、35都市の間で122路線が運航されており、路線数は1995年と比較して大幅に増加しているが、総便数に関してはあまり増加していない。機材構成としては、相変わらず大型・中型ジェット機の比率は高いが、B747に関しては1995年と比較して大幅に減少しており、この期間に新たに就航したB777へのシフト傾向が顕著に現れている。

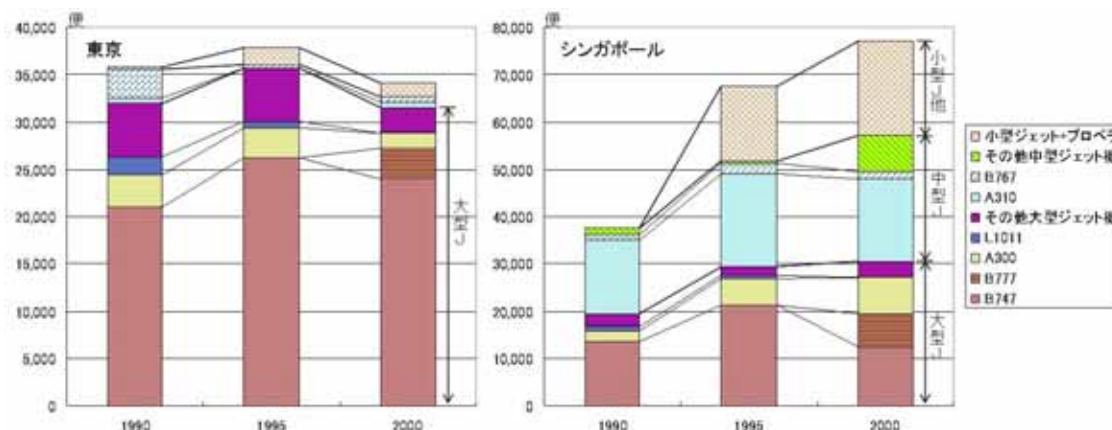
このように、東アジアの国際航空ネットワークにおいて使用されている航空機材（運航総便数）は大型ジェット機の比率が大きく、年々比率は低下してきているものの、2000年時点でなお約63.5%を占めている。また、発着機材の構成は空港によっても違いが見られ、シンガポール（チャンギ国際空港）を発着する機材に占める大型ジェット機の比率は2000年で約39.6%にまで低下している一方、東京（成田国際空港）を発着する大型ジェット機の比率は約92.5%となっており、1995年よりは低下しているものの、1990年を上回る規模となっている。

また、シンガポールにおいては小



図－6 東アジアにおける使用機材構成の推移(総便数)

型ジェット機及びプロペラ機による輸送の比率が2000年で約25.7%を占めるまでになっており、実数で見るとB747とB777を合わせた規模程度となっているが、一方、東京では約4.4%のシェアを占めるに留まり、実数もほとんど伸びていない。

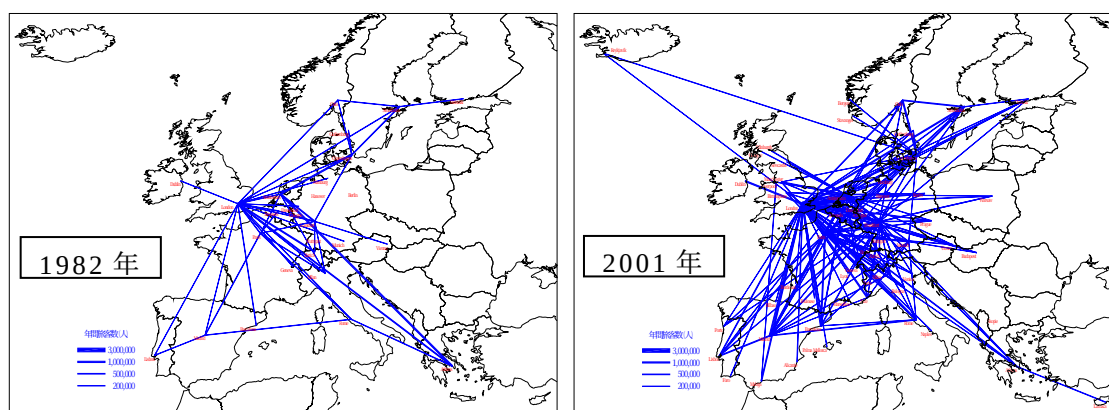


図－7 東京及びシンガポール発着の機材構成の推移(総便数)

3. 2 航空先進地域としての欧州における国際航空ネットワークの変遷

3. 2. 1 欧州における国際航空旅客 OD の特性

東アジアにおける将来の航空ネットワーク像を予測するためには、航空産業界での画期的な規制緩和が実施され、航空自由化が進んでいる欧州の航空市場の動向が参考とすべき前例となるものと考えられる。



図－8 欧州域内における都市間年間航空旅客数の推移

原データの特性上、旅客数等は実際の7割程度を把握したものであると考えられるが、欧州域内の国際航空路線数、国際航空旅客数ともに、年を追う毎に大きく成長しており、2001年における路線数は1981年の約3倍、旅客数は約4倍にまで成長している。また、欧州域内の国際航空路線の週便数も年々増加しており、2001年には1981年の約6.5倍となっている。とりわけ、1997年の欧州域内航空完全自由化を挟んだ1995年から2001年の間の増加は著しく、この6年間で約1.9倍となっている。

航空ネットワークの発達の状況を路線別の年間旅客数を指標として見てみると、1982 年においては主としてロンドンを中心に放射状に路線が張られていたが、2001 年になると、ロンドンのほかにアムステルダムやパリ、フランクフルトなどに新しい核が発達し、これらを中心とする複雑な航空ネットワークへと変化していることが明らかになった。全路線数に占めるロンドン発着路線の割合は年々低下してきており、1982 年には約 45%であったものが 2001 年には約 29%となっているが、ロンドン発着路線の実数としては約 2 倍に増えており、欧州の国際航空ネットワークに占めるロンドンの位置付けは依然として大きいものであると言える。

3. 2. 2 欧州における国際航空の機材・航特性

欧州域内の国際航空路線の週便数は飛躍的に伸びてきているが、その成長の大部分は小型ジェット機（提供座席数 100～200 席のジェット機）によるものである。総週便数に占める小型ジェット機のシェアは、1981 年において既に約 63%であったが、20 年後の 2001 年には約 68%に拡大し、実数では約 7 倍となっている。その一方、1981 年において約 8.9%であった大型ジェット機（提供座席数 300 席以上のジェット機）による週便数のシェアは、2001 年には僅か約 0.5%にまで低下している。これは、依然として全体の 6 割強を大型ジェット機による輸送に依存する東アジア地域の国際航空ネットワークとの最大の相違点である。

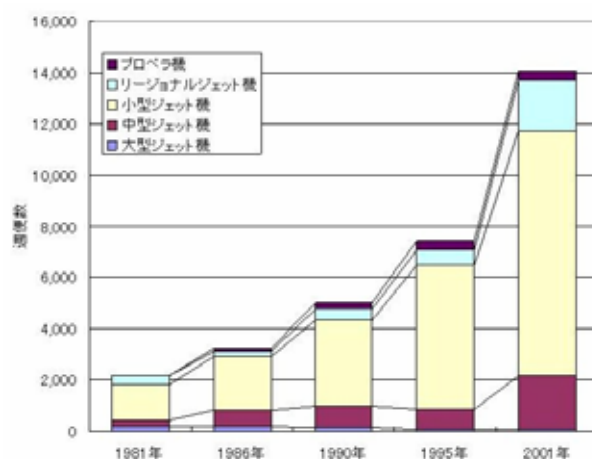


図-9 欧州域内国際航空路線における機種別週便数の推移

また、リージョナル・ジェット機（提供座席数概ね 100 席未満のジェット機）による国際航空輸送は、2001 年において総週便数の約 14%となっており、小型ジェット機に次ぐシェアとなっている。シェア自体はむしろ 1981 年時点の方が高いものの、1986 年にかけて縮小して以降は拡大を続けており、小型ジェット機と共に、今後とも欧州の国際航空ネットワークを支える柱としてさらに成長することが予想される。

3. 3 東アジアの国際航空ネットワークの将来動向

東アジアにおける国際航空ネットワークの将来動向としては、以下のような点が予想される。

①航空輸送の成長、特に日中間の輸送需要の拡大

1985～2004 年において、東アジアの中で相対的に成長が著しい航空路線を多く有

する空港は、ソウル、上海といった日本の近隣に位置する空港である。

ソウル路線については、2000 年以前は香港路線やバンコク路線の成長が見られた。2000 年以降ではこれらの路線に加え、北京・上海・青島の中国路線、台北路線、ホーチミンシティ路線などで成長傾向が見られる。

中国路線については、2000 年以前の成長は日本路線が中心となったが、2000 年以降においては、ソウル路線といった近距離路線に加え、バンコク路線、シンガポール路線といった東南アジア地域との路線で成長が見られる。日本に関係する路線については、成田及び関西における上海路線が 2000 年以前から現在に至るまで長期にわたる成長が見られる。2000 年以降においては、福岡～上海路線、関西～北京路線で成長傾向が見られ中国路線を中心とした航空需要の拡大が伺える。

この日本と中国の間の輸送拡大は今後も続く想定され、特に上海を中心として、空港整備が進んでいる広州、重慶、成都、昆明など中国南部内陸部の都市との輸送量増加が想定される。こうした状況より、日本・中国間の輸送力は、他の地域に比べ高い伸び率で拡大することが見込まれる。

②東アジア・北米間における輸送力の拡大

航空機の航続性能の向上に伴い、東アジアの各都市と北米の都市とを結ぶ直行便の運航が増えており、今後も新たな路線開設が見込まれている（Airbus 社では、今後 10 年間で太平洋路線及びアジア・欧州間で 60 路線が新たに開設されると予測している）。

2000 年から 2004 年までの 4 年間における東アジア・北米間直行便の輸送力拡大は、1 年間で 1.5 往復/日に相当する輸送力が拡大されている。また、IATA では日本・北米間の需要について 2004－2008 の短期間の予測ではあるものの年率 4.2%の成長を見込んでいる。

以上より、今後のシナリオとしては、ある一定の伸び率で成長する一方で、東アジア・北米間直行便の増加による増分に相当する分が日本・北米間で減少するというシナリオが考えられる。

③低コスト航空会社等の台頭

東南アジアにおいてローコストキャリアが台頭し、特にタイ以南の地域を中心として航空ネットワークを拡大している。現在、香港、台北までローコストキャリアの乗り入れが進んでおり、将来には中国への参入も視野に入れている。

こうした状況から、ローコストキャリアの日本乗り入れについても一つのシナリオとして考慮する必要がある。しかし、日本への乗り入れについては、成田・関西・中部等の着陸料の高い空港や福岡のように混雑空港に乗り入れるより、新北九州などの大都市圏またはその近隣にあって着陸料が相対的に安い空港に乗り入れるものと考えられる。

④航空機材の変化

機材構成に関する分析により、B747 が減少しその他の機材が増加することによる機材の小型化の傾向が明確にされ、今後もこうした傾向が続くものと想定される。

一方、現在就航している最大の航空機である B747-400 を上回る A380 の初就航が 2006 年に予定されており、座席配置によっては B747-400（340～420 席）の 1.5 倍程度の座席数となる A380 の就航は、各空港における発着回数に大きな影響を及ぼすことが想定される。

4. わが国に必要な空港容量

4. 1 わが国の主要空港における空港容量の現状と将来見通し

わが国の主要空港における空港容量の現状と見通しについては、以下のとおりである。

成田国際空港の発着枠（容量）は、1978 年の開港当初は 180 回/日であったが、現在では A 滑走路 370 回/日、暫定 B 滑走路が 176 回/日で、1 日あたり 546 回、年間発着枠は約 20 万回/年となる。また、B 滑走路 2,500m 完成時の発着枠（地元との調整案）は、A 滑走路 329 回、B 滑走路 275 回で、1 日当たり 604 回、年間では約 22 万回と試算されている。

関西国際空港については発着枠の定めはないが、想定 of 空港容量は 2,500m の A 滑走路 1 本で運用さ

れている現状においては年間約 16 万回（1 日当たり約 440 回）となっている。現在第 2 期事業として、2007 年の供用を目指して B 滑走路の整備が進められているが、これが完成すると、両滑走路合わせて全体で年間約 23 万回（1 日当たり約 630 回）の容量になるとされている。

表-1 わが国の大都市圏における空港容

空 港		日あたり発着枠	年間発着枠
成田空港	現状	546回	20万回
	B滑走路完成後	604回	22万回
羽田空港	現状	754回 ^{注1}	27.5万回
	再拡張後	1,114回 ^{注1}	40.7万回
伊丹空港	現状	370回	13.5万回
関西空港	現状	448回	16万回
	2期事業完成後	630回 ^{注2}	23万回
中部空港	現状	350回 ^{注3}	13万回
福岡空港	現状	不明	—

注1 利便時間帯における発着枠

特定時間帯を含む発着枠は、現状：898回、再拡張後1,258回（想定）

注2 年間発着枠23万回からの推定値

注3 整備目標値（年間13万回）からの推定値

中部国際空港についても発着枠の定めはないが、供用中の施設による年間発着回数は約 13 万回（1 日当たり約 350 回）となっている。

東京国際空港（羽田）については、累次の施設整備や運用方法の変更等により発着枠が段階的に増加し、現在では 754 回/日（朝の到着及び夜の出発の特定時間帯を含めると 898 回/日）、年間で約 27.5 万回である。また、第 4 滑走路を整備する再拡張事業が完成した後の発着枠は 1,144 回/日、年間で約 40.7 万回となり、このうちの約 3 万回が国際線に充てられることとなっている。

なお因みに、韓国の仁川国際空港は現在滑走路 2 本で 24 万回/年の容量を有して

おり、将来的には滑走路 4 本で 53 万回/年となる計画である。

4. 2 東アジアの航空ネットワークの将来展開を考慮した航空需要の見通し

4. 2. 1 ネットワークモデルを用いたシミュレーション

今後、空港整備の進展や、航空自由化、航空機材の技術変化など、国際航空輸送市場を取り巻く環境が変化すると、必然的に各空港の航空需要にも変化がもたらされる。そこで、こうした航空ネットワークの変化が航空旅客流動に及ぼす影響を分析するためのモデルを構築し、仮想的将来シナリオについて簡単な需要分析を行った研究の概要を以下に述べる。

本研究では、国際航空ネットワークにおける旅客流動を分析するために、確率的利用者均衡配分問題に基づくネットワークモデルを構築し、国際航空旅客流動変化に関するシミュレーション分析を行った。本手法は、OD 旅客需要および路線や便数・座席数など航空輸送ネットワーク条件を外生として、旅客流動パターンを推計するものであり、SUEFD 型と呼ばれるモデルである。

モデルでは、航空旅客の経路配分に影響する要因、すなわちリンクコスト要因として、航空経路の一般化時間を採用した。本モデルは、航空輸送のサービスレベル変化（ここでは便数と座席数を指標とする）による利便性への影響を考慮し、そのことによる旅客流動への影響を評価することが可能である。

本研究においては、東アジア全体の航空ネットワークを分析するため、東アジア域内における 114 空港および東アジア域外における 124 空港を対象とする大規模な航空ネットワークデータを整備した。対象となる航空輸送路線は、国際航空路線については 1417 路線である。さらに、東アジア域内の国については内際・際内トランジットも考慮するため国内航空路線も分析対象ネットワークに含めており、その数は 1174 路線である。このように多くの航空路線を対象とする場合、各 OD についての利用可能経路の数が膨大となり、全ての経路を列挙し LOS データを整備することが困難である。こうした場合において、本研究が採用したネットワーク配分モデルは、データ整備のコストと計算負荷を大きく軽減させるメリットを持つ。

構築したモデルを利用し、本研究では将来のネットワーク条件変化シナリオに対する旅客流動への影響分析を行った。仮想的な将来シナリオとして、中国発着 OD 需要増加が現状から 50%増加し、かつ、関西空港発着路線の航空サービスレベル（便数および座席数）が 50%向上したケースを想定して分析を行った。これは、中国における航空需要が他地域よりも著しく成長しているという事実と、二期工事終了後の関西空港における利便性向上を考慮した

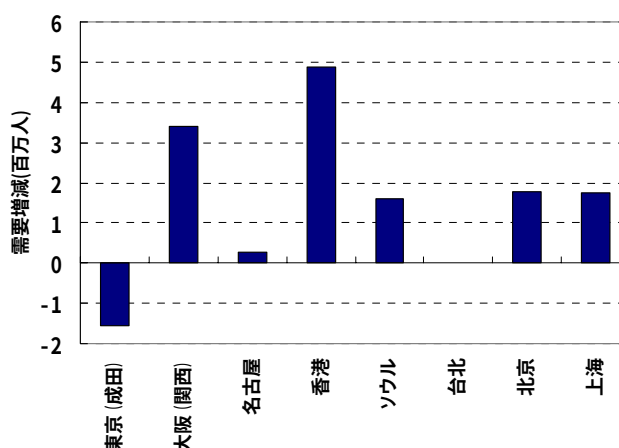


図-10 シミュレーションによる分析結果
(各空港の需要の増減)

ものである。ただし、このシナリオは厳密な将来前提条件として与えたものではなく、そのため、得られる分析結果は精緻な将来予測ではなく、旅客流動パターン変化の傾向や、各空港における需要への影響の相対関係を表す水準の精度であることを認識しておく必要がある

分析結果を見ると、関西空港の需要増加が最も大きく、成田においてはわずかに需要が減少するという特徴が見られた。これは、日本国内における空港間競合の結果として、主として内際・際内トランジット旅客の流動がシフトしたことによる影響と考えられる。名古屋については、OD 需要増加による影響が関西空港への需要転換の影響よりも大きく、その結果として需要が増加したものと考えられる。また OD 需要が増加した北京、上海および香港においても需要増加が確認され、モデルの推定結果は、直感的推定を大きく乖離しない概ね妥当な結果と言えよう。

その他空港の需要変化挙動を見ると、香港とソウルでは需要が増加し、台北では大きな需要増減が生じないという結果が見られた。これらの需要変化も、OD 需要増加と利用経路シフトによる影響の組み合わせとして生じたものである。

以上の結果から考察すると、国際航空輸送市場において、関西空港は、国内の国際空港および台北空港とは競合的な関係にあり、ソウル（仁川）に対しては競合の度合いが小さく、むしろ補完的關係となりうる可能性が示唆される。日本は東アジアの東端に位置しており、北米とアジア地域の間における旅客流動に対しては、地理的にトランジット地点としての優位性を持っている。このため、国内他空港や台北との競合関係がモデル分析結果にも表れていると思われる。ソウルに関しては、韓国－北米間の旅客流動では、日本と韓国の位置が近接しており、日本をトランジット地とするメリットが小さい。このため、際際トランジットではなく、日韓 OD 旅客が、サービスレベルの向上した関西空港を利用するように経路をシフトさせたものと考えられる。

本モデルは、東アジア全域の航空ネットワークのような広域における旅客流動パターンの変化を分析する際に有用であり、本分析においてもモデルのパフォーマンスが示されている。しかし、本モデルは航空ネットワークを外生条件としており、エアラインの行動が考慮されていない点に限界がある。航空政策がエアラインのネットワーク形成に及ぼす影響を評価するためには、そうした目的に見合ったモデルが必要である。しかし、国際航空輸送市場においてはエアラインの行動を評価するモデル開発に堪えうるデータが充実していないため、本研究のように、予想されるネットワークパターンをシナリオとして与え旅客流動パターン変化を分析する方法が、代替的な近似的手法となりうると思われる。

なお、以上のネットワークモデルによるシミュレーションは、多くの仮定（計算の省力化のため航空市場における競争環境が考慮されていない）を設けたモデルを用いた分析であるため、ここで示した値は厳密な需要予測値ではなく、東アジア地域の航空ネットワークの概略的な市場特性のみを表現しているということに留意する必要がある。

4. 2. 2 簡易な手法による主要空港の発着回数の推計

一方簡易な方法として、将来の日本発着路線における航空需要の伸び率を仮定し、2015 年における主要空港の発着回数を推計した。将来の伸び率については、以下の 3 ケースを設定した。

〔A〕1996～2004 年の日本発国際便による提供座席数の年平均伸び率

〔B〕IATA が推計した 2004～2008 年の旅客の年平均伸び率

〔C〕ICAO の推計をベースにした 2004～2015 年の旅客の平均伸び率

〔A〕1996～2004 年の日本発国際便による提供座席数の年平均伸び率を用いる方法

1996 年から 2004 年までの出発便数及び提供座席数の伸び率は表－2 に示すとおりであり、その特徴は以下のとおりである。

- ・空港別に見ると成田の伸び率が最も高く、次いで名古屋、関西、福岡の順となっている。
- ・北東アジア路線（韓国、中国、香港及び台北）ではいずれの空港においても高い伸び率を示しており、過去における増便がこの路線に集中していたことがわかる。
- ・北米路線については、便数では成田以外の 3 空港で減少、提供座席数では 4 空港全てで減少している。

また全体的な傾向として、提供座席数の伸び率より便数の伸び率の方が高くなっており、これは年々航空機が小型化してきたことを示している。

こうした状況も考慮し、将来便数の推計にあたっては、便数の伸び率を用いて将来便数を推計するのではなく、まず提供座席数の伸び率を用いて将来提供座席数を推計し、これに 1 便あたりの座席数を考慮して将来便数を推計することとする。ただし、伸び率が設定できない場合（1996 年または 2004 年に路線がなかった場合）や計算上伸び率が異常に高くなる場合、伸び率が減少している場合については、別途仮定した伸び率を設定する。

なお、1 便あたりの座席数については、空港別・方面別に見た 1996～2004 年の機材構成比を基に推計した 2015 年の機材構成比により設定しているが、全体で見ると、2004 年に比べて約 14% 程度少ない設定（機材の小型化）となっている。

〔B〕IATA が推計した 2004～2008 年の旅客の年平均伸び率を用いる方法

表－2 日本発着路線における便数及び提供座席数の伸び率

[1996～2004年の出発便数の年平均伸び率(%)]

	成田	関西	名古屋	福岡	4空港計
全路線	4.7	2.5	3.4	1.6	3.8
北米	1.1	△ 2.0	△ 3.4	△ 8.3	0.1
欧州	2.4	△ 0.4	12.1	—	1.8
北東アジア	9.8	7.0	6.1	4.5	7.9
東南アジア	4.8	0.1	2.7	0.0	3.0
西南アジア	13.0	—	—	—	12.1
中央アジア	—	31.6	—	—	37.8
グアム・サイパン	2.2	△ 6.2	1.4	△ 5.5	△ 0.7
オセアニア	1.9	△ 2.6	4.6	△ 8.3	0.3
南太平洋	4.1	5.2	—	—	0.9

[1996～2004年の出発便数による提供座席数の年平均伸び率(%)]

	成田	関西	名古屋	福岡	4空港計
全路線	2.9	0.8	1.8	0.3	2.1
北米	△ 0.3	△ 4.4	△ 2.5	△ 8.3	△ 1.3
欧州	1.6	△ 1.3	8.4	—	0.9
北東アジア	7.4	4.7	4.3	2.7	5.8
東南アジア	3.4	0.7	3.7	△ 1.0	2.5
西南アジア	14.1	—	—	—	11.9
中央アジア	—	32.3	—	—	39.6
グアム・サイパン	1.3	△ 6.7	△ 2.5	△ 5.9	△ 1.8
オセアニア	△ 1.7	△ 2.3	△ 2.4	△ 6.4	△ 2.1
南太平洋	△ 1.5	6.8	—	—	△ 2.2

IATA が推計した旅客数の将来伸び率のうち、日本発着路線の方面別伸び率は**表－3**のとおりである。これを過去の実績による出発便数や提供座席数の伸び率と比較してみると、IATA の推計値は大きめに設定されていることとなる。

この方法による推計でも、過去の伸び率を用いる方法と同様に初めに将来提供座席数の推計を行ってから将来便数を推計することとする。また、1 便あたりの座席数の設定に際しては、上述の過去の推移から設定するのに加えて、A380 が就航すると想定される路線については B747 のすべてが A380 に置き換わる設定としている。

〔C〕 ICAO の推計をベースにした 2004～2015 年の旅客の平均伸び率を用いる方法

ICAO が発表している “Asia/Pacific Area Traffic Forecasts, 2004-2020” においては、東京及び大阪の方面別需要について 2007 年まで予測され、太平洋路線あるいはアジア域内路線といった大きな括りでの予測は 2020 年まで行われている。このうち、東京及び大阪の方面別伸び率（2002～2007）と太平洋路線及びアジア域内の伸び率（2002～2007 及び 2004～2015）を用い、東京及び大阪の方面別伸び率（2004～2015）を**表－4**のとおり設定した。

この方法では、北米路線の伸び率の設定は 3 つの方法のうちで最も高いが、アジア方面の伸び率は IATA の推計値を用いる場合ほど高くはなく、全体的には中間的なケースと考えられる。なお、将来便数を推計する手順及び 1 便あたりの座席数の設定方法は、IATA の伸び率を用いる方法と同様である。

〔推計結果〕

上記の 3 つの方法による推計の結果は**表－5**のとおりである。

過去の伸び率を基にした推計〔A〕の結果によると、首都圏（成田及び羽田）では 137 回分の発着枠が不足し、一方で関西圏（関西及び伊丹）では 74 回分の発着枠の余裕が出る。また、中部及び福岡空港ではそれぞれ 36 回分、87 回分の枠の不足が想定され、主要 6 空港全体では 186 回分の枠の不足が想定される。

一方、IATA の伸び率を基にした推計〔B〕の結果によると、首都圏では 323 回分の発着枠（概ね滑走路 1 本分の容量）が不足し、関西圏では 66 回分の発着枠が不足する。また、中部及び福岡空港ではそれぞれ 78 回分、131 回分の枠の不足が想定

表－3 IATA による旅客数の推計伸び率

	IATAの推計伸び率 (2004～2008)
日本 ～ 北米	4.2%
欧州	5.1%
北東アジア	8.2%
東南アジア	6.7%
その他	6.6%

注 その他の路線には全方面の平均伸び率を適用

表－4 ICAO 推計値をベースとした伸び

	ICAOの推計値を ベースとした伸び率 (2004～2015)	
	東京	大阪
日本 ～ 北米	7.3%	5.0%
北東アジア	5.5%	3.9%
中国	5.6%	3.6%
東南アジア	5.7%	1.7%

注 1) ICAO で推計されていない欧州路線の伸び率については IATA の設定値、その他の路線には IATA の全方面の平均伸び率を適用
2) 中部、福岡の路線については、大阪と同じ伸び率を適用

資料 ICAO, Asia/Pacific Area Traffic Forecasts, 2004-2020 を参考に設定

され、主要 6 空港全体では 598 回の枠の不足が想定される。

また、中間的なケースである ICAO の伸び率を基にした推計〔C〕の結果では、首都圏では 259 回分、中部及び福岡空港ではそれぞれ 42 回分、97 回分の発着枠の不足が想定され、関西圏では 36 回分の発着枠の余裕が生じ、主要 6 空港全体では 362 回分の枠の不足が想定される結果となった。

表－5 現状及び将来便数と発

		便数(便/日)			
		2004	2015		
			過去伸び率	IATA伸び率	ICAO伸び率
成田	国際線	396	670	856	792
	国内線	32			43
	貨物便	76			121
	計	504	834	1,020	956
	発着枠	546			604
羽田	国際線	8			82
	国内線	808			1,083
	計	816			1,165
	発着枠	898			1,258
関西	国際線	162	240	380	278
	国内線	86			115
	貨物便	36			86
	計	284	441	581	479
	発着枠	448			630
伊丹	国内線	362			485
	発着枠	370			370
名古屋 (中部)	国際線	58	90	132	96
	国内線	210			282
	貨物便	6			14
	計	274	386	428	392
	発着枠	350			350
福岡	国際線	40	54	98	64
	国内線	302			405
	計	342	459	503	469
	発着枠	372			372

4. 2. 3 わが国における国際空港容量確保の検討

4. 2. 2 での検討の結果、2015 年における首都圏・中部圏・福岡圏では空港容量（発着枠）に対して需要が超過すると想定され、関西圏についても、IATA の伸び率を用いた検討結果では同様に空港容量に不足をきたすことが想定された。

空港容量の不足に対する対応策としては、新空港の設置もしくは既存空港における滑走路増設が基本であるが、わが国の事情を勘案し、成田・中部・関西・福岡の主要 4 空港に次ぐ地方拠点空港や大都市圏近隣にある既存空港を活用することによってどの程度容量不足を緩和できるかという視点での分析を行った。検討の対象とするケースは、発着枠不足の程度が比較的少ない上記〔A〕及び〔C〕の 2 ケースとする。

大都市圏に集中している航空発着需要を他の空港に分担させる際の考え方は、以下のように整理した。

- ・容量不足のため需要を他の空港に移動させる対象は、国際線のみとする。
- ・需要を移動させる対象は、主要 4 空港を利用する旅客のうち、当該空港の勢力圏以外に居住する旅客とする。
- ・需要の移動は、需要移動の対象となる旅客が一つの地域にある程度の規模で存在し、地方空港での路線開設の可能性がある場合に限り行うものとする。
- ・北東アジア方面（韓国・中国・台湾・香港）については、ほとんどの地方空港で路線開設が可能と考える。
- ・北米・ヨーロッパ・東南アジアの各方面については、主要 4 空港の他には地方拠点空港である新千歳・仙台・広島で路線開設が可能であると考え。

需要を移動させる対象については、平成15年度の国際航空旅客動態調査のデータより出国旅客（日本人及び外国人）の居住地、出国空港、出国先を整理す

ることで抽出し、その数が当該出国先の旅客全体に占める割合を算出して、その割合を先に推計した将来便数に乗じて他空港に移動させる便数を推定する。

推定の結果、成田空港では1日あたり約70～90便を他空港に移動させることができると考えられ、関西空港で8～9便、福岡空港でも11～13便を移動させることができる。中部空港では逆に3～6便増加することとなるが、首都圏・近畿圏・中部圏・福岡圏の合計で見ると、国際航空路線の適切な設定と需要の誘導により、1日あたり約100便程度の発着需要を分散させることができ、国際空港容量不足の緩和に寄与できると想定される。

この考え方によっても、なお1日あたり100～250便の発着枠が不足することとなるが、表-6に見られるように、地方拠点空港の容量には未だかなりの余裕が存在し、量的にはこれらの不足を充分補い得る規模となっている。従って、これらの余裕容量を有効に活用して主要国際空港における国際線の発着需要を分散させることは、発着枠の不足を解消するための手段の一つとして有力な手立てである。

ただし、その過程で移動させる旅客の需要は当該地方拠点空港の勢力圏の外にあるものであり、これを実現させるためには、当該地方拠点空港における国内線と国際線の乗り継ぎの利便性の向上が図られること、並びに、国内の他空港との間に国際線需要の規模に応じた適切な国内線路線設定が行われることが必要である。

表-6 地方拠点空港における空港容量と発着余裕

空港	滑走路本数	処理容量(回)		日平均便数 (便/日)	発着余裕枠 (便/日)
		年間	日あたり		
新千歳	2本(クロス・ラン)	13万×1.25	450	275	175
仙台	1本	13万	360	89	271
広島	1本	13万	360	50	310

注1 滑走路1本の処理容量は、一般的な値である13万回とする。

注2 クロス・ランの処理容量は、1本の場合の25%増しとする。

表-7 地方拠点空港への移動便数

空港	方面	移動してくる便数(便/日)	
		【過去伸び率】	【ICAO伸び率】
新千歳	北米	5	10
	ヨーロッパ	1	2
	北東アジア	4	3
	東南アジア	3	3
	計	13	18
仙台	北米	4	8
	ヨーロッパ	2	3
	北東アジア	7	6
	東南アジア	3	3
	計	16	20
広島	北米	3	6
	ヨーロッパ	2	3
	北東アジア	10	10
	東南アジア	3	3
	計	18	22

表-8 国際線再配分後の発着枠の過不足

【過去伸び率】	2015年 発着枠	2015年便数(便/日)		発着枠 過不足
		当初	国際線 再配分後	
成田空港	604	834	763	首都圏で
羽田空港	1,258	1,165		▲66
関西空港	630	441	433	関西圏で
伊丹空港	370	485		82
中部空港	350	386	392	▲42
福岡空港	372	459	446	▲74
合 計				▲100
【ICAO伸び率】	2015年 発着枠	2015年便数(便/日)		発着枠 過不足
		当初	国際線 再配分後	
成田空港	604	956	863	首都圏で
羽田空港	1,258	1,165		▲166
関西空港	630	479	470	関西圏で
伊丹空港	370	485		45
中部空港	350	392	395	▲45
福岡空港	372	469	458	▲86
合 計				▲252

5. まとめ

中国をはじめとした東アジア地域とその中におけるわが国を対比的にとらえ、経済成長と国際航空ネットワークの発達において、わが国は近年低い水準に留まっていることが改めて浮き彫りにされた。航空需要の伸びは今後とも依然として順調に推移していくことが予想され、旅客需要の伸び率をいくつか設定して推計した結果によると、低めのケースでも、2015年には首都圏の2空港で発着枠に対し約140回/日、主要6空港全体では約186回/日の容量が不足するとされた。

こうした空港容量の不足に対しては、若干の余裕が見込まれる関西圏の空港に需要を誘導するなどの方策が考えられるが、高めの伸び率を設定したケースでは主要空港に発着枠の余裕はなくなると想定されることから、地方空港への国際線の導入等により対処を図るべきことがまとめられた。

建築省エネルギー技術の現状と課題

建築新技術研究官

澤地 孝男

建築省エネルギー技術の現状と課題

国土交通省国土技術政策総合研究所

建築研究部 建築新技術研究官

澤地 孝男

1. はじめに

国土技術政策総合研究所に期待される役割として、建築物の持続可能性、中でも運用時におけるエネルギー消費低減のための施策群に対して、それらを裏打ちする評価技術の整備と設計施工技術の改善、そして技術の普及支援の役割を挙げることができる。この小論は、同研究所の上記の役割と深く係っているわが国の建築省エネルギー技術及び関連基準について、現状の到達点と課題について改めて平易に紹介することを目的とする。

2. 建築物の省エネルギー基準の仕組み

2. 1 建築物は住宅と非住宅に区分される

建築物には様々な用途のものが含まれるが、省エネルギー基準は住宅とそれ以外の建築物に分けられて整備されてきた。事務所ビル等の住宅以外の建築物を「建築」と呼ぶ決まりになっている。住宅と非住宅では建設者が随分と違うのでそのような区分は理にかなったものとも言える（戸建住宅や木造又は鉄骨造等の集合住宅は、中小の工務店や設計事務所、大規模な住宅専門建設会社やプレファブメーカーが建設している。住宅でも鉄筋コンクリート造の集合住宅は中規模大規模の総合建設業者、いわゆるゼネコンが建設する。「建築」については、通常はゼネコンが工事を担当するほか、その設備に関しては設備業者、いわゆるサブコンが工事を担当する）。

2. 2 評価項目は外皮と設備についてある

住宅の省エネルギー基準には、必要換気量を定めた換気基準、暖冷房設備や通風に関する項目も含まれてはいるが、何と言っても「外皮の断熱」及び「日射遮蔽性能」が中心となった基準である。住戸内の設備に関する基準は存在せず、共有部分の設備（換気、照明、エレベーター）のみについて平成 18 年 4 月から基準が追加された。一方、建築の省エネルギー基準には、「外皮の断熱」及び「日射遮蔽性能」に加えて設備の省エネルギー性能に関する基準が含まれている。住宅の設備基準が作られてこなかった背景には、暖冷房設備等の竣工時に設置されないケースのあることがあろう。

2. 3 性能規定と仕様規定がある

住宅省エネルギー基準は各々『判断基準』と『設計施工指針』と略称される 2 つの告示から成る。前者が性能規定であり、後者が仕様規定である。外皮の断熱と日射遮蔽性能の性能規定はいずれも、2 種類の尺度（断熱性能は、年間暖冷房負荷又は熱損失係数。日射遮蔽性

能は、夏期日射取得係数又は日射遮蔽係数）があって選択可能である。設計施工指針には、壁・屋根・窓といった部位毎に求められる熱抵抗又は熱貫流率が規定されている。

建築省エネルギー基準はひとつの告示から成り、その中に性能規定と仕様規定が含まれる。性能規定は、外皮については年間暖冷房負荷に相当する PAL 値、設備については種類ごとにエネルギー効率に相当する CEC 値によってなされている。仕様規定は、『ポイント法』とも呼ばれ、合致する仕様毎に得られるポイントを合計して基準値を越えればよいことになっている。

2. 4 基準の運用方法

住宅については、何らの義務があるわけではない。住宅金融公庫が行う住宅ローンの証券化業務において、住宅省エネルギー基準に準じた基準に準拠した物件については、金利面で有利な条件を利用できる。これにより、初めて住宅省エネルギー基準が有効となっているのが現状である。ただし、延床面積 2000 m²以上の共同住宅については、省エネルギー基準に含まれる指標の計算書（省エネルギー計画書）の提出が平成 18 年度から義務化された。

建築については、2000 m²以上の物件について省エネルギー計画書の提出が義務化されている。

2. 5 基準案の作成方法

（財）建築・環境省エネルギー機構に別個に設けられる住宅と建築の省エネルギー基準案策定を目的とした委員会において、従来の原案は作成されてきた。学識経験者や民間技術者も原案作成に係ることが多い。また、基準改正の方針や案の確認は社会資本整備審議会環境部会及び総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会でなされるのが通常である。

3. 省エネルギー基準の動向

3. 1 1980 年～2002 年

建築物に関する省エネルギー基準が創設されたのは 1980 年(昭和 55 年)である。1973 年 10 月に第四次中東戦争が始まり原油の生産制限や価格の大幅な引き上げが行われた。次いで 78 年秋、イランに政変が起こり石油需要の逼迫に伴って原油価格は急騰した。この二回の石油危機が当初の基準創設の背景である。その後、湾岸戦争の勃発と地球温暖化の問題の顕在化によって、住宅省エネルギー基準は 1992 年に、建築省エネルギー基準は 1993 年に改正がなされた。住宅については、断熱要件の強化に加えて寒冷地域については気密性に関する基準が導入された（日射遮蔽性能についても若干であるが基準が強化された）。建築については、空調用のみであった設備基準に、照明用・給湯用・換気用・エレベーター用の設備基準が導入された。

さらに 1999 年には住宅と建築のいずれもについて、2 度目の省エネルギー基準改正が行われた。住宅については、寒冷地で培われた高断熱技術が防露技術とともに広範な地域に適用され、気密性に関する基準が温暖地でも適用されることになり、それがいわゆる「高断熱高

気密住宅」のブームを後押しする形となった。この時点で、温暖地（関東以西）であっても壁体内部を全充填する断熱方法が基準化された。一方、建築省エネルギー基準においては、基準値が 10%程度強化され、少し遅れたが 2002 年には 2000 m²以上の建築については省エネルギー計画書の提出が義務づけられた。

3. 2 2006 年 4 月の改正について

住宅については、2000 m²以上の共同住宅について省エネルギー計画書（ただし、指標は建築とは異なる）が義務化された。同時に共同住宅の共用部分の設備（換気、照明、エレベーター）の基準が新たに導入された。また、断熱基準については、温暖地域での普及を促進するために、従来の技術開発成果を裏付けとして様々な緩和策が盛り込まれた。また、これまでは新築のみを対象にした基準であったが、大規模改修及び模様替え（過半）についても省エネルギー計画書が義務付けられ、同時に一度計画書の提出された物件については 3 年毎の維持保全に関する報告も義務化されることになった。

建築についても、同様に大規模改修及び模様替え、維持保全に関する報告が義務化された。

3. 3 今後の展望

今後の情勢が何に影響を受けるかは明白であろう。政府は 2002 年 3 月に地球温暖化対策推進大綱を閣議決定し、それを 2005 年 4 月に改定して京都議定書目標達成計画を閣議決定した（2005 年 2 月 16 日に京都議定書が発効したため）。前者では、2010 年度のエネルギー起源の二酸化炭素排出量を 1990 年度比で民生部門 2%減、産業部門 7%減、運輸部門 17%増を目標としたが、3 年後の后者においては民生部門 10.7%増（業務その他部門 15%増、家庭部門 6%増）、産業部門 8.6%減、運輸部門 15.1%増と変更されている。すなわち、3 部門のうちで民生部門

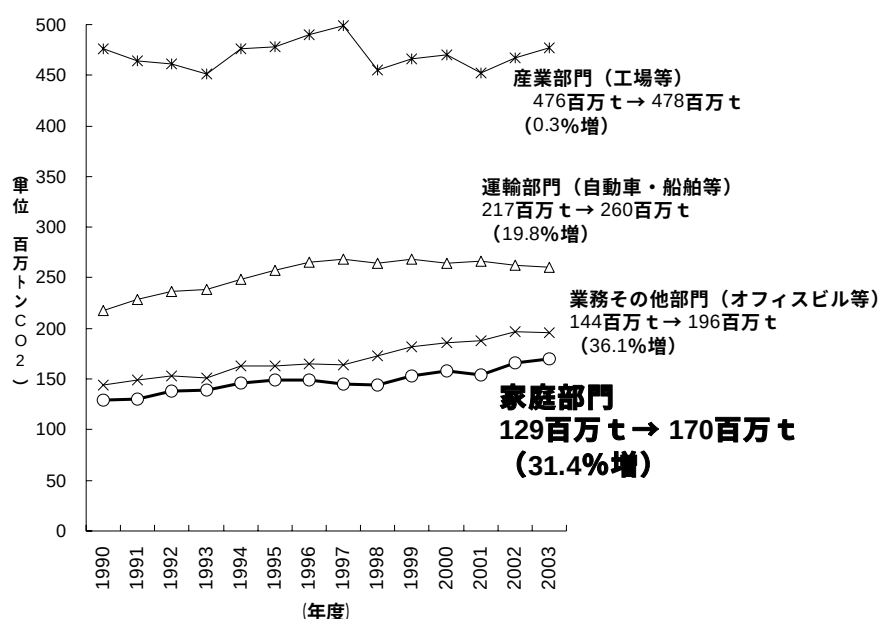


図1 部門別CO₂排出量の1990-2003年度の推移（カッコ内1990年度比）：(独)国立環境研究所地球環境研究センター温室効果ガスインベントリ・オフィスによる

のみが目標を緩和され、他の2部門は目標が強化されているのである。

この理由は年度毎に発表される二酸化炭素排出量を見れば明らかであって、図1に示すように産業及び運輸部門が平準化又はやや減少の傾向が見え始めているのに対して民生部門は一貫して増加傾向にあるからであろう。このことは、オフィス床面積の増加など、不可避な側面も関係しており、省エネルギー対策が民生部門において不十分であると即断することは必ずしも正しくはないが、わが国は京都議定書の目標達成のために逐次目標達成度の評価と計画の見直しをすることとしており、第1約束期間の前年である2007年度には、温暖化対策と施策の進捗状況をチェックし、第1約束期間において必要な対策・施策を2008年度から講じることとしている。したがって、平成18年4月の改正でマンション（2000 m²以上）の省エネ計画書提出義務化や大規模改修及び維持管理における省エネ性能の申告の義務化が盛り込まれ、それによって従来に比べて一歩踏み込んだ施策が打ち出されて入るが、2007年度のチェック時にそれで十分とされる可能性はあまり大きくはない。

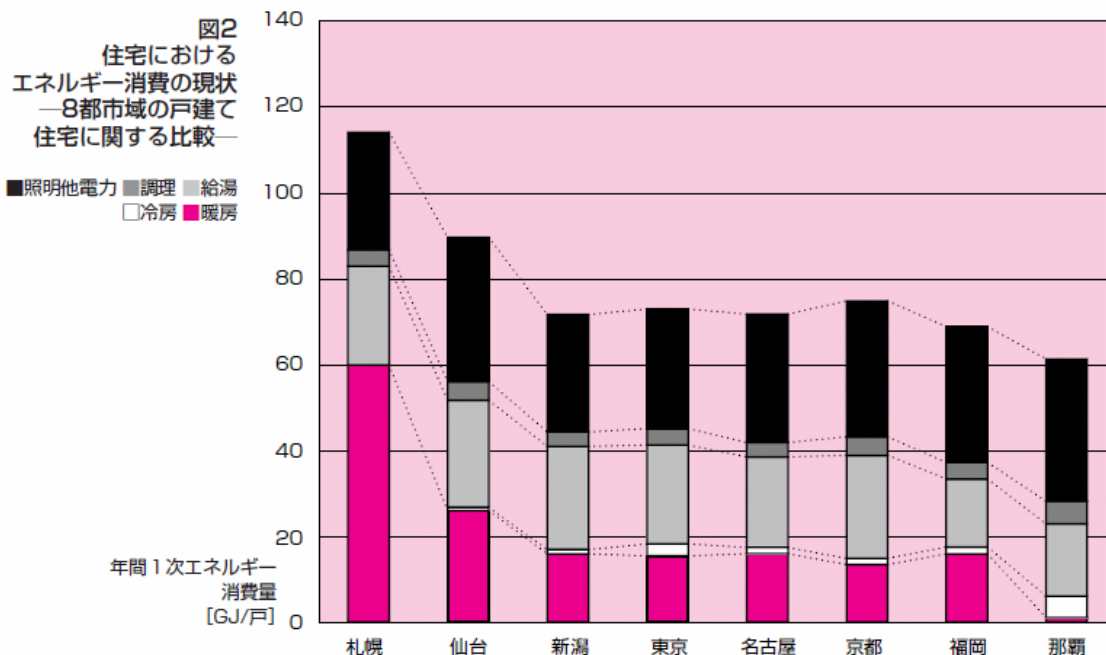
4. 省エネルギー研究へのニーズ

ニーズ①

従来の省エネルギー研究の推進は、2つの目的を持っていた。一つは石油危機や温暖化といった問題の取り組みを求める社会の声に応えること、もう一つは省エネルギー産業という新しい産業を創り振興することである。しかし、これまで実効性の高い省エネルギー技術が多数確立され普及してきたと言い難い状況を冷静に見渡せば、両者の目的を同時に満たすことは困難であると言える。「持続的な開発」という考え方は極めて重要であるが、だからといって省エネ性能を甘く評価し、効果を過大に見積もることはすでに限界に来ているのではないかと思われる。その意味で、ニーズの第一は実効性のある省エネルギー技術の開発整備と普及、あるいは実効性を評価する手法の開発ではないかと考えられる。

ニーズ②

住宅・建築分野の省エネルギー対策としては、よりバランスの良いもの、即ち費用対効果の高い部分により改良を加えることかと思われる。図2は各都市における戸建住宅のエネルギー用途別消費量であるが、札幌は半分以上を暖房が占めるものの、新潟から福岡では3割に満たない。集合住宅ではこの傾向はさらに顕著であって、他の用途特に給湯及び照明他の電力消費の削減対策が重要であり、全体に占める削減効果も大きいことがわかる。また、暖冷房エネルギー消費量の削減のためには、外皮の断熱性能や日射遮蔽性能等のみではなく、設備の省エネルギー性能も建築と同様に評価するべきである。したがって、住宅内部で
使用される設備の省エネルギー性能の評価手法で信頼性の高いものの開発がなされるべきである。



ニーズ③

公的基準において使用される評価尺度が、設計にも適用できることが望ましい。そうでなければ、民間技術者は基準を満たすことを示すためにのみある種の計算をさせられることになる。省エネルギー設計手法が存在するのであれば、まだ二度手間の煩雑さのみが問題で済むのであるからまだ良い。今後は、まず省エネルギー設計法（住宅も建築も）の普及と実務者への情報提供が必要とされている。また、設計手法が基準と重複する部分が多いほど、実務者によって手間が省けて喜ばれる。

5. 諸外国の動向

5. 1 北米の動向

米国では、法規制を用いて最小限の省エネルギー性能の確保を狙うとともに、建築関連取引における購買者等の志向を活用した任意の性能表示制度を活用してより高い省エネルギー性能を有す建物の普及を目指している。後者では環境保護局が主導する Energy Star 制度及びエネルギー省が主導する LEED による総合評価システムが代表的なものである。いずれの制度においても、着目する技術の適用によるエネルギー消費低減の実効性をどのように評価するかが課題として顕在化しつつあると言える。カナダにおいては、住宅の断熱性能に関しては建築基準において最低基準（といっても寒冷度故に相当程度の断熱性が求められる）が定められており、加えてより高水準の環境性能（断熱性能に加えて換気性能等が求められる）を政府が定めた高性能住宅認定制度によって誘導せんと試みられてきた（R2000 住宅認定制度）。非住宅及び RC 造等の集合住宅については、個別に省エネルギー性能に関する評価をシミュレーション等で行って一定の水準に達していることが主張できれば、政府の補助金の対象となってい

る。その評価手法はあくまでも計算に依存するものであり、種々の省エネルギー的な技術を適用した場合における省エネルギーの実効性を明らかにした上で施策を展開する必要性が増しつつあると言える。

5. 2 ユーロッパの動向

ヨーロッパ連合は、2002年に建築のエネルギー性能に関する指令(Energy Performance Directive in Buildings)を発して、住宅を含む建築物の暖冷房・換気・給湯・照明に係るエネルギー効率を計算又は実績値によって表示する方向性を各国に示している。しかしながら、計算が実態をどの程度正確に評価できるか、簡単に入手できる実績値を用いるだけで用途別エネルギー消費の多寡が評価可能であるか、さらには、同じ用途分類に属す建物であっても使われ方が千差万別であり得る状況でエネルギー効率の評価が可能なのか、といった課題は残っている。EPBDにおいては2006年1月4日までにすべての加盟国が同指令に沿った各々の評価基準を整備することとしてきたが、いずれの国も遅滞が生じており、現在の見込みとしては2009年1月4日までにはすべての国において基準整備が完了するとされている。

6. おわりに

この小論では、我が国の住宅及び非住宅建築物に係わる省エネルギー基準の概要及び関連する技術開発の現状と動向について論じた。

周知のように建築産業の主体は民間であり、土木事業とは対照的な分野であると見られがちではある。しかしながら、各企業、各技術者が使用する、あるいは今後使用することを社会的に求められる省エネルギー技術の数々の中には共通のものが少なくない。即ち、事業のひとつひとつは民間活動であるが、要素技術としては個々の民間企業が単独で開発するには限界のあるものが少なからず含まれている。例えば、断熱材は種類によって個々の民間企業が製造特許を持ち、独自に製造するものではあるが、断熱の設計施工方法は共通のものが使用されており、今後の開発も公的機関が関与せざるを得ない側面がある。その理由は、公平中立な視点が必要であること、開発の後には誰でも使用できるものになるのであり開発コストを単独又は少数の企業が負担することの合理性が乏しいこと、などが挙げられる。

また、居住者の生命や財産に係わる性能の向上は、企業にとって取り組まざるを得ない性質のものであるが、省エネルギー性能は施主が望まない限り企業にとって不可避なものではなく、その性能の向上は広範な社会的意思決定とおぜん立てをもってして開始されるものであると言える。

参考文献等

(財)建築環境・省エネルギー機構「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き」平成18年9月

国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」平成17年6月

(付録)

以下では、住宅のための実効性のある省エネルギー技術の開発整備を目指して取り組んだ、総合技術開発プロジェクト「循環型社会及び安全な環境の形成のための建築・都市基盤整備技術の開発（エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発）」（平成 13-16 年度）の成果の一部である実務者のための「自立循環型住宅への設計ガイドライン-エネルギー消費 50%削減を目指す住宅設計-」について紹介する。なお、このガイドラインは出版後約 1 年半において、各都道府県の建築士会、建築家協会、財団法人建築環境・省エネルギー機構、国総研出前講座等を通じて 4000 人以上の自立循環型住宅設計講習会の受講者に配布され実務に活用されている。

1. 「自立循環型住宅」の定義と設計ガイドラインが扱っている住宅種類

定義：

自立循環型住宅とは、気候や敷地特性などの住宅の立地条件および住まい方に応じて極力自然エネルギーを活用した上で、建物と設備機器の設計や選択に注意を払うことによって、居住性や利便性の水準を向上させつつも、居住時のエネルギー消費量(二酸化炭素排出量)を 2000 年頃の標準的な住宅と比較して 50%にまで削減可能な、2010 年時点までに十分実用化できる住宅である。

設計ガイドラインの対象住宅：

本来、自立循環型住宅の設計に有効な個々の技術(要素技術)の設計・適用方法は、住宅を建設する地域や敷地の条件、住宅の建て方や工法、及び住まい方などの設計の前提となる条件によって変わるものであり一律ではない。将来的に多様な条件を対象とした設計ガイドラインが必要であるが、現段階では次のような条件に絞られている。

- 建設地域：比較的温暖な地域(省エネルギー基準Ⅳ地域：概ね関東以西の地域)
- 住宅の建て方：一戸建ての住宅
- 木造住宅(伝統的構法による住宅も含む)

2. 設計の流れの概略

住宅のための環境設計及び省エネルギー設計は、一般に建物が置かれた状況、すなわち立地条件と居住者のライフスタイルによって大きく変わりえる。敷地の形状や隣接建物等との位置関係、周囲外部環境の質に応じて実現可能な設計、実現できない設計が存在する。また、住まい手の自然志向の強さや暑さ寒さなどの環境要因に由来するストレスに係る許容度がどの程度であるか、どの程度の利便性を求めているかによっても設計内容は左右される。こうした点を踏まえて自立循環型住宅のための設計の流れ、手順は付図 1 のようになる。

3. 13 種類の省エネルギー要素技術

自立循環型住宅のガイドラインでは、実証実験や数値シミュレーションにより効果を裏付けることのできた技術のみを対象としている。それらの一覧を付表 1 に示す。

これらの要素技術を採用した場合の省エネルギー効果は、東京に建てられた 4 人家族(世帯

主 45 歳会社員、配偶者 42 歳専業主婦、17 歳高校生女子、15 歳中学生男子)の住む戸建住宅(敷地 63.5 坪、延床面積 128.35m²)を与条件として算出している。これらの要素技術を適用する前の状態における基準となるエネルギー消費構成は付表 2 のようになるものと推定し、この状態に各種の省エネルギー要素技術を適用した場合のエネルギー消費量削減効果を評価している。

4. エネルギー用途毎の省エネルギー設計

4. 1 暖房エネルギーの削減設計

基準となるエネルギー用途構成は暖冷房形態により 2 種類が想定されているが、ここでは部分間欠暖冷房の条件に関して説明する。暖房エネルギーの多寡に関連する要素技術としては、断熱外皮計画、日射熱の利用、暖冷房設備のエネルギー効率の 3 項目が関係する。付表 3 に暖房エネルギー削減に関係する要素技術を適用した場合の効果を示す。なお、付表 3 ～ 付表 8 において、レベル 1 から 4 は自立循環型住宅技術として推奨される要素技術の適用水準であり、レベル 0 は自立循環型住宅技術としては不十分な水準を意味している。

断熱外皮計画では昭和 55 年省エネルギー基準の水準が比較基準であり、その時の暖房エネルギー消費量は 12.8GJ と推定されている。レベル 3 (平成 11 年省エネ基準)を適用することで $12.8\text{GJ} \times 0.55 = 7.04\text{GJ}$ に削減することが可能である(ただし、設定室温が高まったり暖房時間が延びたりしないことが前提)。日射熱の利用の適用は断熱外皮計画の水準がレベル 3 又はレベル 4 であることが必要条件であり、それに加えて①開口部断熱向上(熱遮断構造のサッシと低放射複層ガラスの仕様以上)、②南面 $\pm 30^\circ$ に向く開口の面積を延床面積の 20%に増加、③蓄熱量の付与(単位床面積当たり 120kJ/°C以上の熱容量。具体例としては、外壁及び間仕切り壁を厚さ 70mm の土塗り壁とする等)、を組み合わせることでさらに 0.6(40%削減)までの効果が出る。例えば、パッシブ地域区分の「は地域」で立地 3 (冬至に終日日照)であれば、断熱外皮計画でレベル 3 かつ日射熱の利用でレベル 4 を適用することで、暖房エネルギーは $7.04 \times 0.6 = 4.22\text{GJ}$ で済むものと推定される。

さらに、暖房エネルギーは暖房設備のエネルギー効率に関係し、COP が 6 以上のエアコンを使用することにより暖房エネルギーは 0.6 倍となる。したがって、上記の例において通常のエアコンの代わりに高効率のエアコンを使用することで、暖房エネルギーは $4.22 \times 0.6 = 2.53\text{GJ}$ となる。ただし、エアコンの COP は暖房負荷に比べて過大な能力のものをを用いた場合には、表示されたエネルギー効率が発揮されないので注意が必要である。

4. 2 冷房エネルギーの削減設計

冷房エネルギーの削減に関係する要素技術としては、自然風の利用、日射遮蔽手法、冷房設備のエネルギー効率の 3 項目が挙げられる。日射や内部発熱により上昇した室温よりも外気温が低くなる中間期や夏期の夜間等の時間帯には、窓を開け空気を入れ替えることで室内を涼しく保ち、冷房設備を使用しないで済ませることができる。通風量は風圧や窓の配置に関係するため、周囲の遮風状況(立地条件)に依存し、卓越風向を考慮して風圧の異なる位置に

複数開口を設けること(直接的手法)、外壁に平行して流れる風の取り入れの工夫(間接的手法)、風力を期待しにくい場合の温度差換気の利用、間仕切壁における通風経路の確保等(室内通風向上)、の各手法が重要となる。

通風と並ぶ防暑手法は、日射遮蔽手法である。建物の日射遮蔽性能は、主開口面の向きと深く係り、南向きと基準とすると南東又は南西向きでは冷房エネルギーが 1.3 倍となってしまう。主開口面の向きを工夫するとともに、外ブラインド等の日射遮蔽部材を適用して開口部の日射侵入率を下げることによって冷房エネルギーを低減することが可能である。例えば主開口面が南向きで、日射侵入率を 0.55(真北 $\pm$ 30°の開口)及び 0.45(左記以外の方位に面する開口)とした場合(平成 11 年省エネ基準の日射遮蔽基準の水準)、冷房エネルギーは 0.7 倍に低減されると推定される。日射侵入率は、庇の有無、ガラスの種類及び日射遮蔽部材の種類の組み合わせで決まる。さらに、エアコンのエネルギー効率を向上させることも低減に寄与する。

4. 3 換気エネルギーの削減設計

平成 15 年 7 月の建築基準法改正によって設置が義務付けられた居室の全般換気用換気設備を含めた換気用エネルギーは基準となるケースで 4.7GJ と見積もられる(熱交換機能のないダクト式第 1 種換気設備を想定)。全般換気設備の省エネルギー手法としては、ダクト径の拡大や長さの縮小(ダクト換気適正化)、直流モーターファンの使用、自然換気との併用(ハイブリッド換気)、ダクト長の短い第 3 種換気等への簡略化の 4 種類が掲げられている。なお、局所換気設備についてもハイブリッド化以外の手法は適用可能であるが、夜間連続して使用するなど稼働時間が長いもの以外は、省エネ効果はあまり期待できない。

4. 4 給湯エネルギーの削減設計

給湯エネルギーが全体に占める割合は大きく、その削減対策は重要である。ここで、太陽熱温水器と呼ぶものは、給湯熱源に接続せずに浴槽への落とし込みによって沸かした湯を使用するものであり、その省エネルギー効果は 10%と推定される。給湯機と集熱器を接続して使用する形式の太陽熱給湯システム(②)を単独で用いる場合には 30%の省エネルギー効果が見込まれる。他の熱源関連としては、潜熱回収型ガス給湯機(③-1、配管保温及び節湯器具との組み合わせで 20%の効果)及び自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯機(③-2、単独で 20%の効果)が効果的である。配管保温(サヤ管ヘッダー方式を採用した上で 10mm 以上の配管断熱及び浴槽断熱 30mm 以上を施す措置)及び節湯器具(シングルレバー又はサーモスタット式混合栓に加えて止水機構付シャワーヘッドの採用措置)の適用による省エネ効果は単独でも 10%であり、上記の熱源との組み合わせによってさらに効果が出る。

4. 5 照明エネルギーの削減設計

照明エネルギーの削減のための要素技術には昼光利用と照明設備計画の 2 項目がある。昼光利用の程度は、立地条件と各用途の部屋における採光面の数によって決められる。立地 3 とは、外壁窓への太陽光の入射を妨げる建物等の要素がない状況であるのに対し、立地 2 は

部分的に妨げられる状況、立地 1 は外壁窓への太陽光入射が困難な状況を意味する。昼光利用による効果は、リビングダイニング(記号：LD)、老人室又は子供室等(記号：老)の順で大きいと考えられ、これらの 2 面採光を確保することで昼光利用による省エネ効果が大きくなり、例えば立地 2 では 2~3%の省エネルギー効果が得られる。

加えて照明設備計画についても、機器効率の向上、人感センサーや照度センサーによる ON-OFF 制御、多灯分散照明方式(室内に複数の照明器具を分散配置し点灯パタンのきめ細かい行う方式)の採用により、最大で 50%の省エネが期待できる。

4. 6 その他のエネルギー削減手法

付表 2 によれば部分間欠暖冷房の条件では、家電使用のためのエネルギー消費量は給湯エネルギーに匹敵し、全体の 28.5%を占めている。家電におけるエネルギー消費量の比率の大きい、冷蔵庫、テレビ(以上が最重点家電)、温水暖房便座、電気ポット、洗濯機(以上 3 種類が重点家電)に関するエネルギー効率は製造年が新しくなるにつれて向上している。

2003 年度以降製造の冷蔵庫は 400 リットルのもので 200kWh/年未満であるのに対して 2000 年度製造のものは 450kWh/年程度の電力を消費する。また、28 型のブラウン管テレビ(2000 年以前の製造)に比べて 2001 年度以降製造の液晶テレビでは 250kWh/年ほど電力消費量が低減する。これらの冷蔵庫及び液晶テレビを使用している場合にはレベル 1 と評価され、20%の省エネ効果があるとみなし得る。さらに、最重点家電及び重点家電に加えて、MD コンポ、ステレオ、DVD、ビデオデッキ、CD ラジカセ、パソコン、電話機、電子レンジ、ゲーム機等に関して待機電力削減対策をとられたものを使用している場合にはレベル 2 と評価でき、40%の省エネ効果があるとみなし得る。

調理用コンロに関しては、電磁調理器具とガス調理器具の間に有意差が見出せず、他に省エネルギー効果のあるものも見出せなかった。

太陽光発電については、3kW 設置時には 29.3GJ、4kW 設置時には 39.1GJ が発電され、その分の 1 次エネルギー消費量が削減される。

4. 7 エネルギー消費量の推定確認方法

省エネルギー要素技術のうちの何を設計に適用するかを決めれば、付表 3~8 を用いてエネルギー消費量の推定が可能である。付表 9 に算定例を示すが、この例によれば太陽電池を採用しない条件でも 47%の一次エネルギー消費量の削減が期待できる。

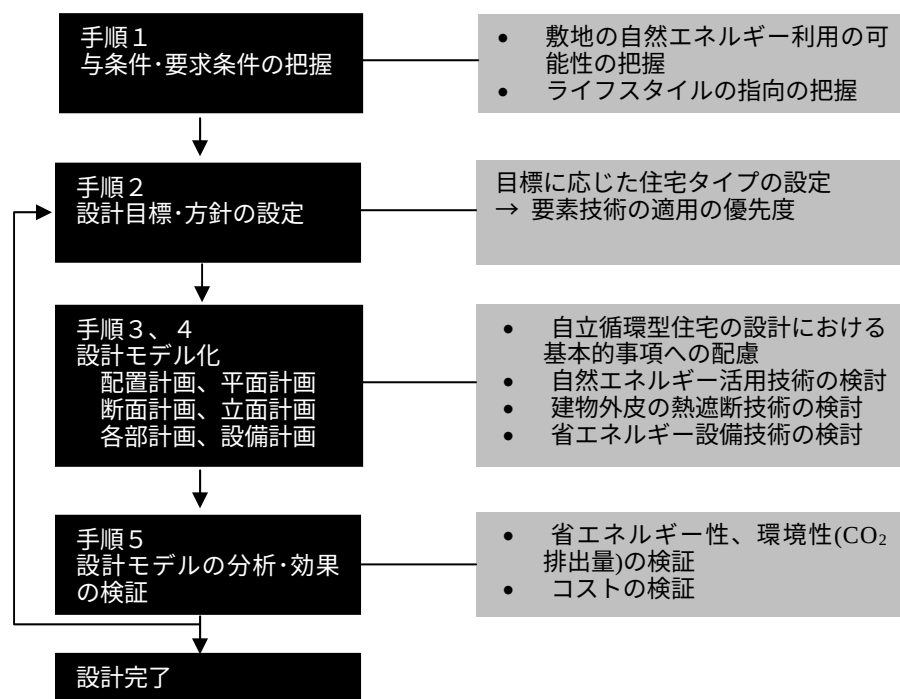
5. おわりに

ここでは、「自立循環型住宅への設計ガイドライン」において採用された省エネルギー要素技術の全体像の概略を説明するとともに、それら要素技術の組み合わせによる総合的な省エネルギー効果の推定方法について示した。

補注：実際の電気、ガス、灯油の消費量から 1 次エネルギー消費量を求めるには、電気 9830kJ/kWh、都市ガス(13A)46000kJ/m³、灯油 37000kJ/L の各係数を用いる。ただし、1GJ=10⁶kJ。

参考資料

国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修「自立循環型住宅への設計ガイドライン」（自立循環型住宅設計講習会テキスト）、財団法人建築環境・省エネルギー機構刊、2005年6月



付図1 自立循環型住宅の設計フロー

付表1 『自立循環型住宅への設計ガイドライン』で取り上げた省エネルギー要素技術

要素技術分類	熱環境分野	空気環境分野	光環境分野	その他
自然エネルギー活用技術	日射熱の利用 太陽熱給湯	自然風の利用	昼光利用 太陽光発電	
建物外皮の熱遮断技術	断熱外皮計画 日射遮蔽手法			
省エネルギー設備技術	暖冷房設備計画 給湯設備計画	換気設備計画	照明設備計画	高効率家電機器の導入 水と生ゴミの処理と効率 的利用

付表2 基準となるエネルギー消費構成(省エネルギー要素技術適用前の一次エネルギー消費量)

エネルギー用途	エネルギー消費量基準値* (一次エネルギー換算値)	
	部分間欠暖冷房の場合	全館連続暖冷房の場合
暖房	12.8 ギガジュール (15.4%)	43.2 ギガジュール (37.1%)
冷房	2.4 ギガジュール (2.9%)	5.3 ギガジュール (4.6%)
換気	4.7 ギガジュール (5.6%)	4.7 ギガジュール (4.0%)
給湯	24.5 ギガジュール (29.4%)	24.5 ギガジュール (21.0%)
照明	10.7 ギガジュール (12.9%)	10.7 ギガジュール (9.2%)
家電	23.7 ギガジュール (28.5%)	23.7 ギガジュール (20.3%)
調理	4.4 ギガジュール (5.3%)	4.4 ギガジュール (3.8%)
合計	83.2 ギガジュール (100.0%)	116.5 ギガジュール (100.0%)

※「基準」という単語を用いているが、目標とすべき値という意味ではなく、自立循環型住宅技術を適用する前のベースとなる値という意味で用いている。

付表3 暖房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果(本表は部分間欠暖房が前提条件)

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法		エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)						
					レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4		
暖房	12.8 GJ	断熱外皮計画	省エネルギー基準	1.0	0.8	0.65	0.55	0.45			
				S55 基準	H4 基準	H4 基準・H11 基準中間	H11 基準	H11 基準超			
		日射熱の利用	手法：①開口部断熱向上、②集熱面積増加、③蓄熱			1.0	0.95	0.9	0.8	0.6	
				い地域・ろ地域	立地3 0-15°	手法を非採用		①, ①+②, ①+③	①+②+③		
					立地3 15-30°	手法を非採用		①, ①+②, ①+③, ①+②+③			
					立地2 0-30°	手法を非採用	①, ①+②, ①+③, ①+②+③				
				は地域	立地3 0-15°	手法を非採用		①	①+②, ①+③	①+②+③	
					立地3 15-30°	手法を非採用		①	①+②, ①+③, ①+②+③		
					立地2 0-15°	手法を非採用	①+②, ①+③	①+②+③			
					立地2 15-30°	手法を非採用		①+②+③			
				に地域・ほ地域	立地3 0-30°	手法を非採用		①	①+②, ①+③	①+②+③	
					立地2 0-15°	手法を非採用	①+③	①+②	①+②+③		
					立地2 15-30°	手法を非採用	①+②	①+②+③			
				暖房設備計画(暖房)	エアコン	COP	1.0	0.8	0.7	0.6	
							4.0 未満	4.0 以上	5.0 以上	6.0 以上	
					温水床暖房+エアコン	手法：床暖配管断熱措置、エアコンCOP	床暖断熱措置なし	あり	あり	あり	
							4.0 未満	4.0 以上	5.0 以上	6.0 以上	

付表4 冷房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
冷房	2.4 GJ	自然風の利用	手法:①直接的手法、②間接的手法、③屋根面利用、④温度差換気、⑤室内通風向上	1.0	0.9	0.8	0.7	
				手法を非採用	立地3 ①+⑤ 立地2 ②+③+⑤ 立地1 ④+⑤	立地3 ①+②+⑤ 立地2 ②+③+④+⑤	立地3 ①～⑤すべて	
		日射遮蔽手法	主開口面の向き	南向き	1.0	0.85	0.7	
				南東・南西向き	1.3	0.8	0.75	
				東・西向き	1.1	0.8	0.75	
			開口部の日射侵入率	真北±30°	0.79程度	0.79以下	0.55以下	
				上記以外	0.79程度	0.60以下	0.45以下	
		暖冷房設備(冷房)	エアコン	COP	1.0	0.8	0.7	
					4.0未満	4.0以上	5.0以上	
							0.6	
							6.0以上	

付表5 冷房エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
換気	4.7 GJ	換気設備計画	手法:①ダクト換気適正化、②高効率機器、③ハイブリッド換気、④換気方式簡略化	1.0	0.7	0.6	0.4	
				通常の第一種ダクト換気	①又は④	①+②	①+②+③+④	

付表6 給湯エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
給湯	24.5 GJ	太陽熱給湯、給湯設備計画	手法:①太陽熱温水器、②太陽熱給湯システム、③-1 潜熱回収給湯器、③-2 CO ₂ HP給湯機、④配管保温・節湯具	1.0	0.9	0.8	0.7	0.5
				従来型ガス給湯機	①、③-1、④のいずれか	①+③、③+④、③-2のいずれか	②、①+③+④のいずれか	②+③、②+③+④のいずれか

付表7 照明エネルギーを削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
照明	10.7 GJ	昼光利用	採光条件：①LD2面採光、②LD・老2面採光、③LD・老2面採光+非居室1面採光	1.0	0.97 -0.98	0.95	0.9	
				基準法相当の採光条件	立地3 ① 立地2 ② 立地1 ③	立地3 ② 立地2 ③	立地3 ③	
		照明設備計画	手法：①機器による手法、②運転・制御手法、③設計による方法	1.0	0.7	0.6	0.5	
				従来型照明方式	①	①+②	①+②+③	

付表8 家電使用のエネルギー等を削減するための要素技術とそれらの効果

エネルギー用途	エネルギー基準値	要素技術	評価指標・手法	エネルギー消費率(基準値を 1.0 とした場合)				
				レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
家電	23.7 GJ	高効率家電機器の導入	製造年の目安	1.0	0.8	0.6		
				2000年頃に保有されていた製品	2003年製品(▲500kwh)	2003年製品+待機電力の低減(▲1000kwh)		
調理	4.4 GJ	—	—	1.0				
				ガスコンロ又はIH調理器				
電力		太陽光発電	太陽電池の容量	削減なし	29.3 GJ	39.1 GJ		
				採用しない	3kW 相当	4kW 相当		

付表9 エネルギー消費量の算定例

下記の省エネルギー要素技術を適用した場合、47%の削減率となる。

平成11年省エネルギー基準に準じた断熱性／東京冬至5時間日照条件南面条件で日射熱利用手法①②③を適用／エアコンCOP6以上(暖冷房とも)／自然風利用条件立地2で手法②③④⑤を適用／開口部日射侵入率0.3以下(真北のみ0.55以下)／熱交換無し第1種換気でダクト径75mmとし給気口位置工夫／太陽熱給湯システム(真空管貯湯式)・節湯器具・浴槽断熱／採光条件立地2で全居室2面採光及び廊下非居室1面採光／高効率照明器具及び人感センサー照度センサー適用／省エネ型冷蔵庫・液晶テレビ・省エネ型暖房便座・省エネ型電気ポット・AV機器低待機電力型使用

エネルギー消費量の算定表(斜体文字部分が表3～8より求まる各要素技術適用時のエネルギー消費率)

用途	算定式	設計値	基準値	削減率
暖房	$12.8 \times (0.55 \times 0.9 \times 0.6)$	3.8 GJ	12.8 GJ	▲70%
冷房	$2.4 \times (0.8 \times 0.55 \times 0.6)$	0.6 GJ	2.4 GJ	▲75%
換気	4.7×0.6	2.8 GJ	4.7 GJ	▲40%
給湯	24.5×0.5	12.3 GJ	24.5 GJ	▲50%
照明	$10.7 \times (0.95 \times 0.6)$	6.1 GJ	10.7 GJ	▲43%
家電	23.7×0.6	14.2 GJ	23.7 GJ	▲40%
その他(調理)		4.4 GJ	4.4 GJ	0%
合計		44.2 GJ	83.2 GJ	▲47%
電力	太陽電池による発電量 (□-29.3 GJ □-39.1 GJ)	-0 GJ		
総計		44.2 GJ	83.2 GJ	▲47%

交通事故削減に向けた取り組み

道路研究部長

佐藤 浩

交通事故削減に向けた取り組み

道路研究部長 佐藤 浩

1. はじめに

図-1.1に示すように、我が国の交通事故死者数は近年減少傾向にあり、2005年には6,871人となったものの、交通事故死傷者数は116万人と過去最悪の水準であり、日本を取り巻く交通安全状況は依然として厳しい。

我が国ではこれまでに、交通安全対策の総合的かつ計画的な推進を図るため、1970年に交通安全対策基本法が制定され、翌年以降数次にわたる交通安全基本計画を作成し、国、地方公共団体、関係民間団体等が一体となって交通安全対策を強力に実施してきている。現在の計画は2006年3月に作成された第8次の計画であり、数値目標として2010年に交通事故死者数を5,500人以下、交通事故死傷者数を100万人以下とすることを掲げている。

このような状況の中、全国の道路管理者は道路交通環境の整備を実施し、交通事故の削減へ向けて取り組んでいる。国総研では、道路管理者が効果的・効率的な交通安全対策を実施できるように、その支援のための技術研究を行っている。具体的には、道路管理者が重点的に実施すべき交通安全対策を明確にするため、交通事故の発生状況の特徴分析により日本の道路交通が抱える課題を整理し、情報提供を行っている。また、道路管理者が実施した交通安全対策の情報を収集し、効果分析結果を道路管理者へフィードバックしている。加えて、道路管理者が抱える交通安全対策への課題に対して、これを解決するための技術研究を行い、より効率的、効果的な交通安全対策の実施に向けて、技術的な支援を行っているところである。

本稿では、日本の道路交通が抱える課題およびこれらを踏まえて国総研が行っている技術研究やその成果、さらに今後の取り組みについて最新の状況を述べる。

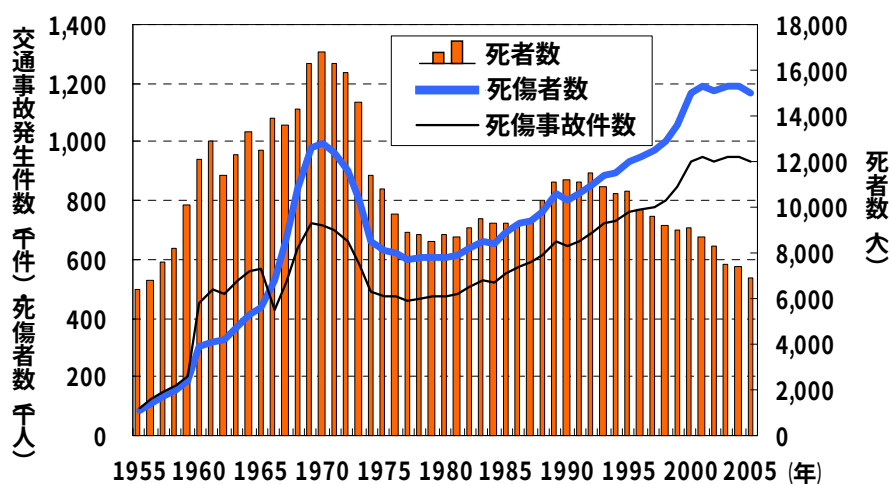


図-1.1 日本の交通事故発生状況の推移 (交通事故統計データによる)

2. 近年の交通事故の発生状況および事業の実施にみる課題

2.1 地域別発生状況の特徴

国内の地域別死者数の内訳の特徴を把握するため、全人口に占めるDID地区の人口割合（DID人口割合）を用いて、全国を大都市圏、中規模都市圏等、地方部に分類し、幹線道路（一般国道、都道府県道、政令市主要市道）、生活道路（政令市主要市道以外の市町村道）別に比較を行った結果を表-2.1に示す。大都市圏では、歩行中・自転車運転中の事故について、人口あたりの死傷者数（以下、「死傷者割合」という）が多く、一方で地方部では幹線道路の自動車乗車中の死傷者割合が高いという特徴が見られる。したがって、大都市圏では歩行者や自転車事故の対策をより重視すべきであり、地方部では幹線道路における自動車事故の対策をより重視すべきであると考えられる。

表-2.1 人口百万人あたりの死傷者数（2004、交通事故統計データによる）

	幹線道路		生活道路	
	自動車乗車中	歩行中・自転車乗用中	自動車乗車中	歩行中・自転車乗用中
大都市圏 (DID人口割合 70%以上)	3,757.8	887.2	2,684.2	1,895.5
中規模都市圏等 (DID人口割合 50～70%)	4,063.6	623.5	3,304.0	1,361.8
地方部 (DID人口割合 50%未満)	5,087.1	664.5	2,968.5	979.8
全国	4,314.5	746.2	2,927.8	1,439.5

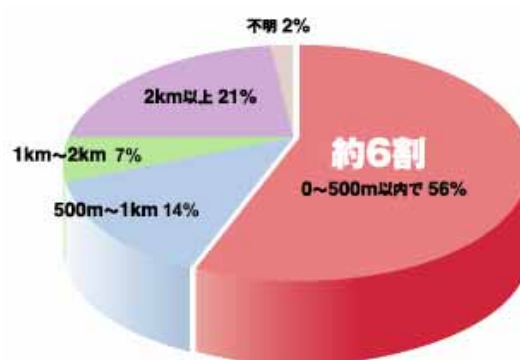
●大都市圏：DID人口割合70%以上の都道府県（東京、大阪、神奈川、京都、埼玉、愛知、兵庫）

●中規模都市圏等：DID人口割合50%以上70%未満（北海道、千葉、福岡、沖縄、奈良、広島、静岡、宮城）

●地方部：DID人口割合50%未満（その他の県）

また、表より、歩行中・自転車乗車中の死傷者数の約65%は生活道路に集中していることがわかる。死亡事故については、図-2.1に示すように約6割が自宅から500m以内で発生しており、生活道路での歩行者事故対策は緊急の課題といえる。

一方、幹線道路においては、道路延長の6%の区間に死傷事故の53%が集中して発生しており、特定の箇所に集中して発生する傾向があることから、事故が集中する箇所で対策を実施することが効果的であると考えられる。



資料：交通事故総合分析センター

図-2.1 自宅からの距離別死亡事故発生件数（2003）

2.2 諸外国との比較による日本の交通事故の特徴

図-2.2は、全死者数のうち歩行中の死者数の占める割合を欧米諸国と比較したものである。

日本は全死者数に占める歩行中の死者数の占める割合が高いことがわかる。歩行者事故は致死率が高いことから、歩道の設置など歩行者事故対策の必要性が高いといえる。

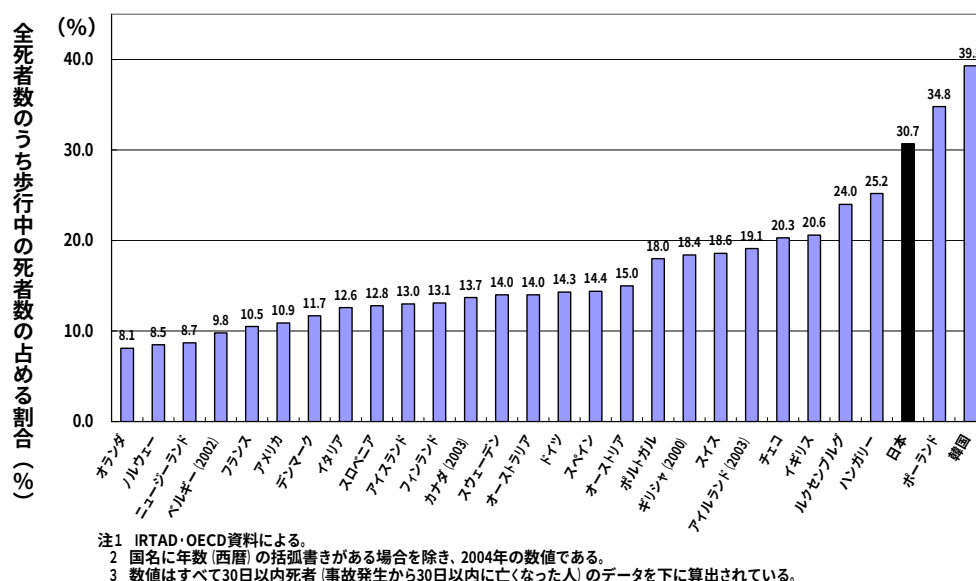


図-2.2 全死者数のうち歩行中の死者数の占める割合

2.3 年齢層別交通事故死者数の特徴

図-2.3は年齢層別の交通事故死者数の推移を示している。図より、65歳以上の高齢者の死者数が高水準で推移していることが確認でき、これは全死者数の約4割を占めている。このうち、高齢者の歩行中及び自転車乗用中の死者数が高齢者の死者数の約6割以上を占めている。また、近年、高齢運転者による死者数の割合も増加している。

また、16歳から24歳までの若者の死者数が大きく減少していることがわかる。

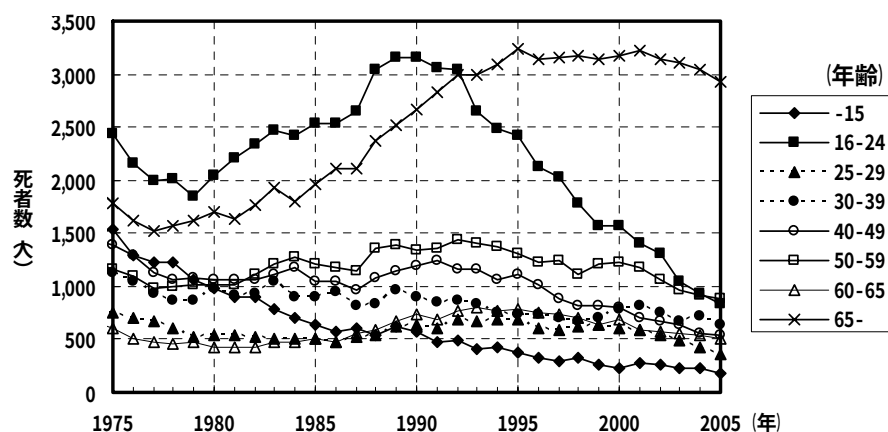


図-2.3 年齢層別の交通事故死者数の推移

2.4 時間帯別事故発生状況の特徴

図-2.4は、2005年の時間帯別死亡事故発生件数を示している。図より、17時～19時の間

に死亡事故が集中して発生していることがわかる。**表-2.2**に示す季節的な変動をみると、特に9月～12月の時季にさらに突出してこの時間帯の死亡事故が多い。この時季は、通勤ラッシュ時が日没時の時間帯にほぼ重なり、交通量の増加や視認性の急激な変化など事故が発生しやすい環境になっているものと考えられる。また、**図-2.5**は、2005年の時間帯別・事故類型別の致死率（死亡事故件数/死傷事故件数）である。図中の棒グラフは、全類型平均の致死率を示しており、午前4時台をピークとして全体的に夜間の致死率が高くなっていることがわかる。事故類型別にみると、人対車両、正面衝突、車両単独が突出しており、痛ましい死亡事故の削減のためには、夜間の交通事故対策を早急に推進していく必要がある。

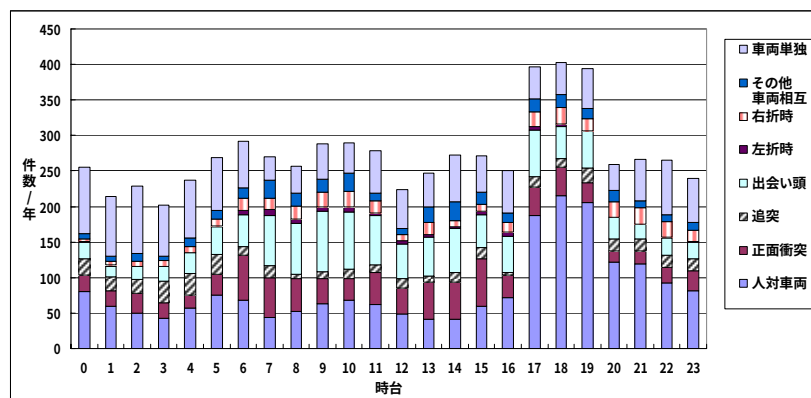


図-2.4 時間帯別死亡事故発生件数（2005、交通事故統計データ）

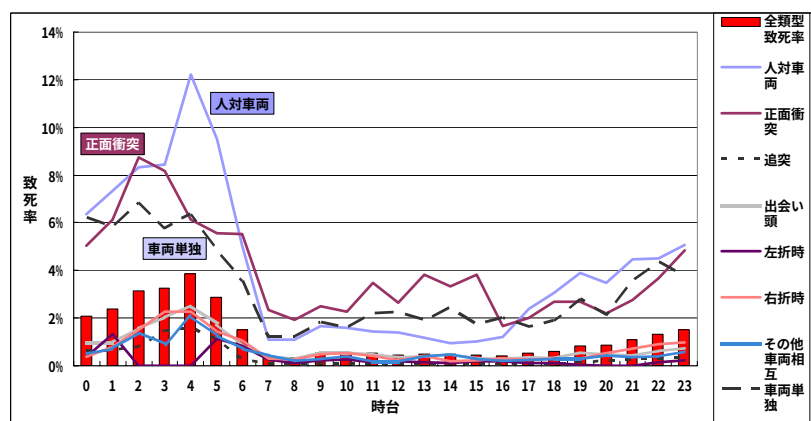


図-2.5 時間帯別・事故類型別致死率（2005、交通事故統計データ）

表-2.2 季節による死亡事故件数の変動（2005）

	17時	18時	19時
1月	43	38	24
2月	28	44	32
3月	20	41	34
4月	17	25	32
5月	25	17	35
6月	14	12	27
7月	26	19	23
8月	19	27	40
9月	27	53	45
10月	51	49	27
11月	72	31	41
12月	59	50	35

（交通事故統計データ）

2.5 交通事故発生状況の特徴の整理

前述した近年の交通事故発生状況の特徴をまとめると以下のようになる。

（1）幹線道路における事故の特徴

- ・地方部での自動車乗車中の死傷者割合が高い。
- ・特定の箇所に死傷事故が集中して発生している。

（2）生活道路（非幹線道路）における事故の特徴

- ・都市部での歩行中・自転車乗車中の事故が多い。

（3）歩行中・自転車乗車中の事故の特徴

- ・日本の交通事故死者数に占める歩行中の死者数の割合は約3割を占め、国際的にも高

くなっている。

- ・高齢者の歩行中及び自転車乗用中の死者数は、高齢者の死者数の約 6 割以上を占めている。
- ・歩行中・自転車乗車中の死傷者数の約 65%が生活道路で発生している。また、歩行者の死亡事故の約 60%が自宅から 500m 以内で発生している。

(4) 夜間事故の特徴

- ・17～19 時に死亡事故が多く発生している。季節的な変動もみられる。
- ・致死率は深夜の時間帯が高く、特に人対車両、正面衝突、車両単独事故の致死率が突出している。

これらの特徴を踏まえて、道路管理者が各種交通安全対策を実施してきており、国総研としては、より効果的、効率的な交通安全対策の実施を支援するための技術研究に取り組んでいるところである。次章より、その取り組みについて述べる。

3. 交通安全対策に関する技術研究

3. 1 幹線道路における交通安全対策の効果分析

幹線道路においては、特定の箇所に事故が集中して発生していることから、それらの事故はその箇所特有の道路構造に起因して発生していると考えられる。交通安全対策を実施するにあたっては、道路構造と事故との関係进行分析し、事故が起こりにくい道路環境を整備していく必要がある。ここで、単路部における歩道の設置等の交通安全対策は、その設置目的から事故との関係(どの事故に対して効果があるのか)を比較的容易に把握することができる。そこで、幹線道路の単路部において整備が進められてきた交通安全対策の効果分析の一例として、重大事故の低減に効果があると考えられる歩道、中央帯、防護柵の整備状況と、その効果に関する分析を以下に示す。

3. 1. 1 歩道の設置効果分析

幹線道路における歩行者事故の削減対策としては、歩道の設置に代表される歩車分離対策が効果的であると考えられる。そこで、歩道の設置状況と歩行者事故の削減効果との関係について分析を行った。分析にあたっては 1999 年の道路交通センサスデータおよび 2000～2003 年の交通事故統合データを用いた。なお、道路の両側に歩道が設置されている場合を「歩道

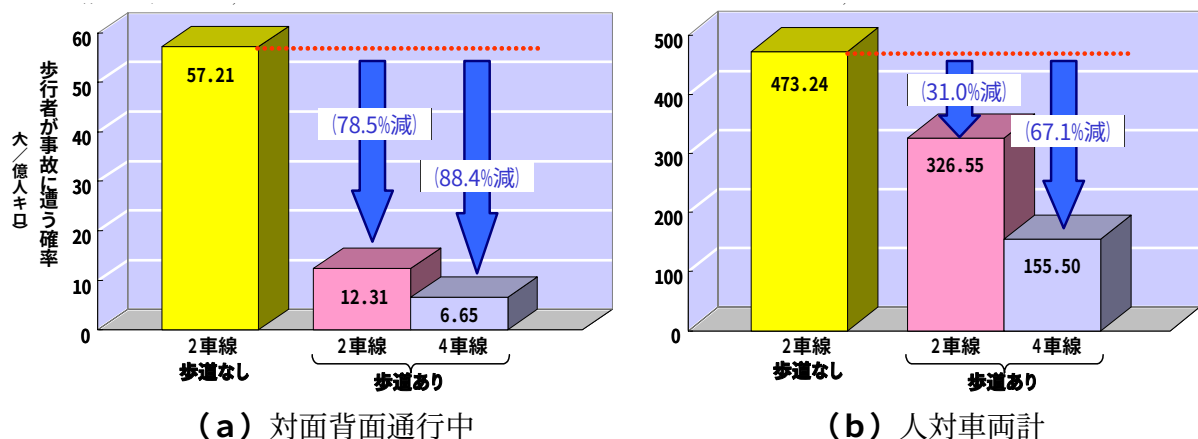


図-3.1 歩道有無の比較による歩道設置効果

あり」、どちら側にも設置されていない場合を「歩道なし」とし、4車線道路の場合は、「歩道なし」の区間が極めて少ないため、集計対象としていない。また、市街地を対象として分析を行った。図-3.1は歩行者が事故に遭う確率を歩道の有無により比較したもので、交通量が10,000台/12h以上の区間についての分析結果を示している。図-3.1(a)より、歩道の設置区間は痛ましい歩行者の事故（対面背面通行中）を約8割削減する効果があることがわかる。また、図-3.1(b)に示すように、横断中など全てを含めた人対車両事故全体についてみると、交通量の多い2車線道路では約3割削減する効果が認められた。

3.1.2 中央帯の整備効果分析

単路部における中央帯の設置は、対面通行の分離による車両同士の正面衝突や、進行方向右側への沿道出入りに起因した右折時事故等の削減に多大な効果があると考えられる。そこで、1996年～2002年に中央帯が整備された区間における中央帯累積整備延長と単路死傷事故件数の推移を分析し、その効果把握を行った。分析には、1997年および1999年の道路交通センサスデータ、1996～2002年の交通事故統合データ、道路管理データ(MICHI)を用い、中央帯整備区間における1996年～2002年の正面衝突および右折時の死傷事故件数の推移を分析した。ここで、分析対象区間としてはMICHIの平面線形、縦断勾配が判明している区間を対象とし、中央帯の種別（縁石、防護柵等）は問わないこととした。また、1997年、1999年両年の交通量が不明な区間および事故内容が不明の事故を除いて分析を行った。

図-3.2に分析結果を示す。分析対象区間は1996年～2002年の間に中央帯が整備された139.1kmであり1996年～2001年に年平均約23kmの整備が行われている。正面衝突及び右折時の死傷事故減少件数についてみると、正面衝突については27件（1997年46件、2001年19件）、右折時事故の場合は49件（1996年70件、2001年21件）であり、中央帯の整備延長の増加に伴い、単路区間の正面衝突および右折時の死傷事故件数が顕著に減少していることがわかる。

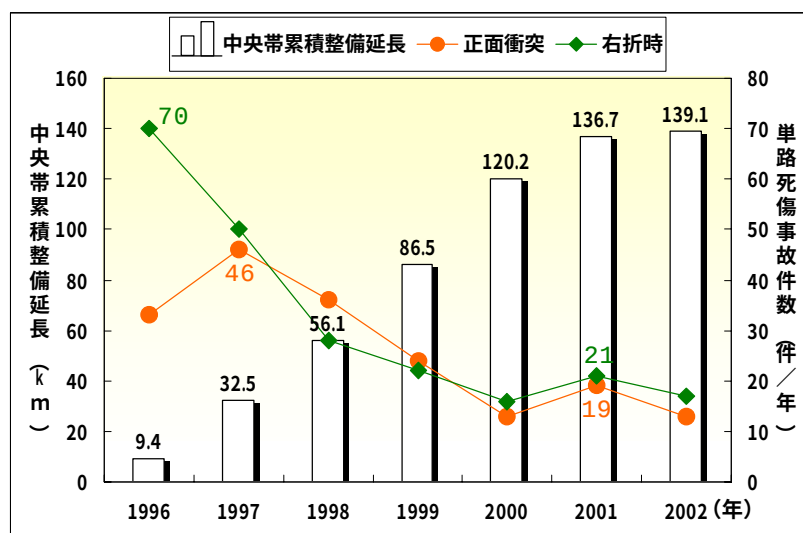


図-3.2 中央帯の累積整備延長とその効果

3.1.3 防護柵の設置効果分析

ガードレール、ガードパイプ等に代表される防護柵は、進行方向を誤った車両が路外、対

向車線または歩道等に逸脱するのを防ぐとともに、重大事故の発生低減を主たる目的としている。そこで、道路逸脱事故の重度に着目し、防護柵の有無により死亡、重傷、軽傷それぞれの事故件数にどの程度の差が生じているのかを把握することにより、防護柵の設置効果を検討した。分析にあたっては 1999 年道路交通センサス、1998～2001 年の交通事故統合データ及び道路管理データ（M I C H I）を用いた。なお、対象道路は一般国道である。分析対象とした事故は、防護柵なしの区間については、発生した事故のうち、工作物衝突・路外逸脱事故、防護柵ありの区間の場合には、防護柵衝突事故とした。

表-3.1 に分析結果を示す。分析対象とした道路延長に差があるものの、死傷事故件数に占める割合を見ると、防護柵ありの区間では防護柵なしの道路に比べて車両が道路を逸脱する事故の死亡事故及び重傷事故の割合が減少していることがわかる。したがって、防護柵の設置が事故の重度を緩和しているといえる。

表-3.1 防護柵の有無による比較

	道路延長 (km)	事故件数 (件/4年)				死傷事故件数に占める割合 (%)		
		死亡事故	重傷事故	軽傷事故	死傷事故 合計	死亡事故	重傷事故	軽傷事故
防護柵なし (工作物衝突・路外逸脱)	2,960.9	93	305	639	1,037	9.0%	29.4%	61.6%
防護柵あり (防護柵衝突)	2,507.4	57	219	536	812	7.0%	27.0%	66.0%

3. 1. 4 今後の課題

交通安全対策の効果を適切に評価するためには、実施された対策と、対策が削減対象とする事故類型との関係を把握したうえで、分析を行う必要がある。特に交差点部では道路構造が複雑であることや、交通の錯綜が比較的頻繁に発生することなどから事故の発生要因が様々に考えられ、事故の原因を的確に把握することが困難な場合もある。したがって、両者が関連付けられた情報を道路管理者から収集することで、よりの確な分析が行えるようになる。

3. 2 幹線道路における最適な交通安全対策の実施に関する技術支援

幹線道路においては、道路延長の 6%の区間に死傷事故の 53%が発生するなど、集中して発生する傾向があることから、事故が集中している箇所を特定した上で、交通安全対策を実施していくことが有効である。そこで国総研では、道路管理者が科学的、集中的な交通安全対策を実施することを支援するための研究として、事故危険箇所を抽出するための基準の検討や、対策の立案から評価までの流れ、対策事例の収集、収集した情報の道路管理者へのフィードバックなど、対策実施全般に関する仕組みを検討し、提案した（図-3.3 参照）。また、この仕組みを実現するために、「交通事故対策・評価マニュアル」の作成、「事故対策事例集」の作成、「事故対策データベース」の構築を行った。各道路管理者はこの仕組みを活用しながら、事故危険箇所での交通安全対策を実施している。本節では、これら技術支援の内容について述べる。

3. 2. 1 事故危険箇所の抽出

幹線道路の事故は特定の箇所に集中して発生する傾向があることから、それらの箇所への集中的な交通安全対策を実施することが効果的である。そこで、幹線道路を対象に事故多発

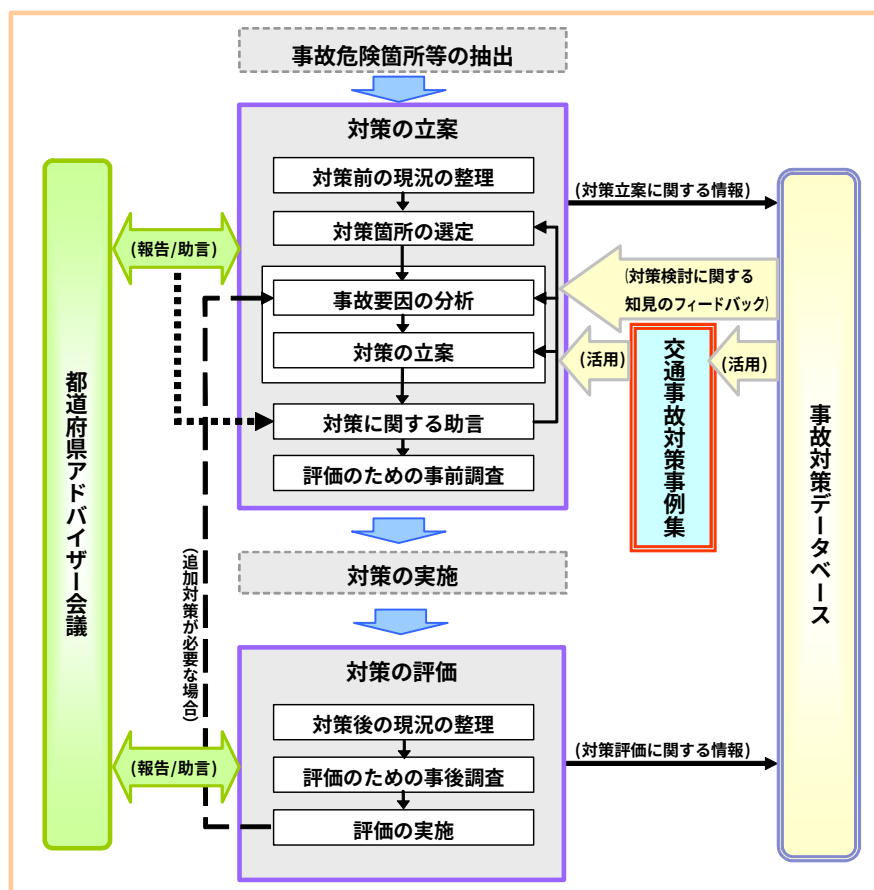


図-3.3 幹線道路における事故対策の仕組み

地点を抽出し、交差点改良、道路照明の設置等の事故削減対策を集中的に実施する「事故多発地点緊急対策事業」を、1996年から2002年にかけて実施した。その結果、箇所全体で約3割の抑止効果が得られた。ただし、対策を実施したにも関わらず十分な効果が得られない箇所も存在した。

2003年からは引き続き、集中的対策として事故危険箇所対策を実施している。国総研では、これら危険箇所を適切に抽出するための基準の検討を行った。その結果、事故危険箇所としては、10年ごとに1件以上の死亡事故が再起して発生する可能性がある箇所、あるいは死傷事故率が幹線道路の5倍以上の箇所として、全国3,956箇所を選定し、道路管理者によって交通安全対策が実施されている。

3.2.2 交通事故対策・評価マニュアルの作成

交通事故の発生要因や対策工種は多様であり、対策実施担当者には高度な知識や経験が求められる。このため、事故危険箇所対策を実施するにあたっては、個々の対策実施担当者の対策立案を支援できるように、対策を立案する際に行う要因分析に必要なデータの選択やその分析の方法、対策案の抽出方法をマニュアル化することが有効である。そこで、事故多発地点緊急対策事業の対策検討資料及びフォローアップ調査の結果をもとに、事故抑止対策の検討手順を体系的に整理して、交通事故対策・評価マニュアルを作成した。

このマニュアルの主な特長をまとめると以下のとおりである。

- ・ 対策検討手法が体系的に整理されていなかったため、各段階における検討内容を明確

化した。

- ・発生要因が複雑な場合、対策検討が困難なことがあるため、学識経験者等から構成される都道府県アドバイザー会議を活用することとした。
- ・過去に実施された対策検討の知見を記録するため、対策立案及び効果評価に関する情報を蓄積するためのデータベースを構築することとした。
- ・過去に実施された対策検討の知見を次の検討に活用するため、蓄積した情報をフィードバックする仕組みを手順に取り入れた。

このマニュアルに示した対策の立案・評価の手順は図-3.3に示すとおりであり、各手順の内容を以下に示す。

（１）対策の立案

効果的な対策を立案するためには、対策箇所の道路構造や交通状況、事故発生状況等を的確に把握し、適切な事故要因の分析を行うことが重要となる。また、対策の効果を適切に評価するために、対策の立案を実施する過程で事前調査を実施することも重要となる。

したがって、対策の立案過程は、①対策前の現況の整理、②対策箇所の選定、③事故要因の分析、④対策の立案、⑤対策に関する助言、⑥評価のための事前調査の６段階で実施する。

（２）対策の評価

対策の評価は、実施した対策が目的とした効果を上げているかどうかについて確認するだけでなく、当該箇所における追加対策の必要性検討や他の箇所における対策立案の参考としても活用できるため、非常に重要な作業である。対策の評価過程は、①対策後の現況の整理、②評価のための事後調査、③評価の実施の３段階で進めるが、調査を行う際は、対策効果の現れ方を考慮した上で実施時期を決定することが必要である。

３．２．３ 事故対策事例集の作成

これから新たに事故抑止対策を検討するにあたっては、過去に実施した対策の方法やその留意点等の情報を蓄積し、それを活用することで、より効率的に効果的な対策の立案を行うことが可能になる。このため、これまで実施してきた事故多発地点緊急対策事業において事故発生要因の推定が可能であった557箇所の事例を収集・整理し、道路特性毎、事故要因毎にこれまで検討された主要な対策ならびにその他有効と考えられる対策について体系的にとりまとめ、これを交通事故対策事例集（以下「事例集」という。）としてまとめた。

事例集の作成における検討内容は次のとおりである。

（１）道路特性の分類検討

本事例集では事故発生要因とその対策を、事故発生要因に影響を与えと考えられる道路特性項目で分類、整理し、14の道路特性にまとめた。

（２）事故類型の分類検討

事故類型は、事故原票による事故類型を基本に、事故要因や事故発生形態が類似すると思われるものを集約するとともに、事例が少ないものや要因の把握が困難なものを除き、9の事故類型に整理した。

（３）事故要因一覧表の作成

要因を特定する作業を支援するため、道路特性別、事故類型別に事故の発生過程、要因に

について分析し、事故要因一覧表を作成した（図-3.4 参照）。この表では、各事故類型から想定される事故の発生状況、事故を誘発する道路交通環境のチェックポイントなどをもとに、事故多発地点緊急対策事業の対策の検討において抽出された事故要因もしくは検討記録にはないが事故に結びつくと考えられる事故要因を整理した。

（4）事故対策一覧表の作成

特定した事故発生要因に対する事故対策を立案する作業を支援するため、道路交通環境に起因すると考えられる事故要因に対応した、対策方針と具体的な対策工種及び対策を実施する場合の留意点をまとめた事故対策一覧表を作成した。（図-3.5 参照）。

これらの一覧表を活用することにより、道路特性ごとの主要な事故類型に対して事故要因の分析から主要な事故対策の検討まで効率的に行えるようにした。

3.2.4 事故対策データベースの構築

事故危険箇所等における事故分析や対策検討の事例を収集、整理し、今後の対策の検討に反映するための仕組みを検討し、対策の立案から効果評価までの一連の作業の過程を統一した様式で体系的に収集・記録する仕組みとして事故対策データベース（以下「データベース」という。）を構築した。

データベース構築にあたっては、交通事故対策・評価マニュアルの内容に基づいて検討するとともに、各地方整備局等の意見を踏まえて整理した。有効な対策事例や効果の上がらなかった事例、アドバイザー会議による助言で効果の上がった事例など、様々な知見を現場担当者にフィードバックすることにより、新たな事故対策の立案を、より効果的、効率的に進められるようにした。なお、事故対策データベースの使用者は、幹線道路を管理している各地方整備局、都道府県および政令市である。データベースの内容を以下に示す。

（1）データ入力項目

データベースに入力するデータの項目については、過去に行った事故多発地点に関する調査の項目をもとに、これらを交通事故対策・評価マニュアルの内容に基づいて、事故抑止対策前の対策立案時に必要

①対策実施箇所が該当する道路特性を選ぶ

④道路交通環境のチェックポイントは「視認を妨げる要素はあるか？」に該当する

⑤事故を誘発する道路環境は「急なカーブ」

②対策実施箇所が該当する道路特性を選ぶ

③事故の発生過程では「前方車の認知が遅れ、追突するのでは？」を見る

事故の発生状況

事故を誘発する道路環境のチェックポイント

事故を誘発する道路環境

図-3.4 事故要因一覧表

事故対策は、運転者に注意喚起を促すため、「警戒標識」および「予告信号機の設置」を選択した。

事例コード	対策方針	事故対策の立案 具体的対策工種	対策選出上、実施上の留意点
1-1	1 前方に交差点があることを注意喚起・情報提供する	警戒標識201（交差点あり・形状含む）の設置 予告信号機の設置	「交差点手前の降車帯」を設置する等、大規模な改造が可能な場合にのみ検討する 上記対策を実施しても交差点がわかりにくい場合に、導入を検討する 多車線道路の交差点では、この対策を積極的にすすめるべきである
2-7	1 直進車の速度を抑制する	減速標識の導入 速度警告表示板の設置 警戒標識208の2（信号機あり）の設置 徐進標識の導入	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する
3-1	1 ドライバーにとって死角となる箇所を注意喚起・情報提供する 2 右折車の発生を抑制する	警戒標識208の2（信号機あり）の設置 右折信号機表示の分離（青矢印信号の設置） 右折禁止（規制標識・路面標示）の設置	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する 1の方針がとれない時に検討する
4-5	1 交差点をドライバーに意識させる 2 車両が安全に停止できるように信号制御する	警戒標識208の2（信号機あり）の設置 徐進標識の導入 交差点のカラー化 ジェンマ感応制御の導入	対策により、ドライバーが交差点を認識後、安全に止まれる場所に対策を実施する 交差点内のみをカラー化 上記対策を実施しても交差点がわかりにくい場合に、導入を検討する

図-3.5 事故対策一覧表

なもの及び対策後の対策効果評価時に必要なものに整理した。また入力項目は、各地方整備局等の意見も踏まえ検討した。

対策の立案と評価の過程の各段階における入力データの項目について図-3.6に示す。

(2) システムの機能

データベースシステムの基本的な機能として、データを入力するためのデータ入力機能のほかに、設定条件に該当する箇所を検索し、閲覧するための事例検索／閲覧機能、必要なデータ項目を電子ファイルに出力するためのデータ抽出機能を持たせることとした。

① データ入力機能

対策箇所のデータを入力する機能のうち、事故発生要因の整理と対策検討過程を入力する部分については、交通事故対策事例集の対策検討の流れに基づいて作成した。これにより、着目する事故パターンの要因分析から具体的対策工種の立案の部分、事例集の流れに沿って自動的に表示され、入力作業を支援する機能とともに、対策検討を支援する機能も併せ持つ形とした。

② 事例検索／閲覧機能

この機能は、設定した条件に該当する対策箇所を検索し、閲覧、印刷するものである。この機能により、2003年度に指定された全国の事故危険箇所の情報の中から、自分の管理する道路と類似した道路特性を持つ箇所や、自分が分析した事故要因と同じ事故要因をもとに事故抑止を実施した箇所等、参考にしたい事例を絞り込んで見ることができ、効率的に事例の参照ができる。検索については、自由入力部分以外の全てのデータベース情報項目を検索条件として設定できる。閲覧については、検索条件を設定して検索を行った後、検索条件に該当する事故危険箇所等を一覧表に表示する。この中から閲覧したい箇所を選択すると、その箇所のデータが閲覧できる。

③ データ抽出機能

この機能は、設定した条件に該当する対策箇所を検索した後、必要なデータベース情報項目を選択して、そのデータを電子ファイルに出力するものである。この機能の出力したデータを利用することにより、事故抑止対策の分析や評価、事業の進捗管理などを行うことがで

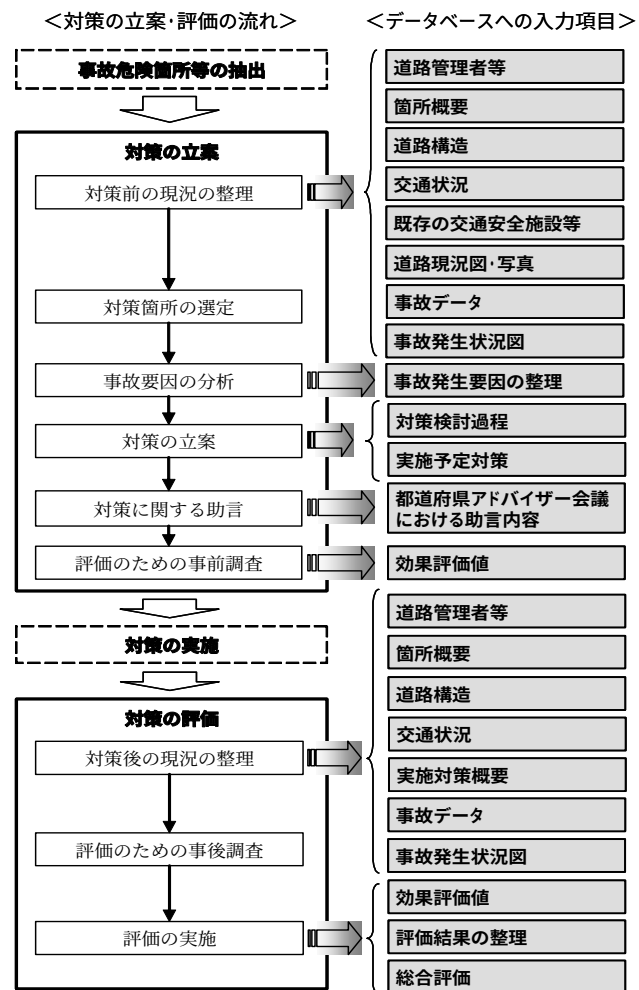


図-3.6 交通事故対策立案・評価の流れと入力項目との関係

きる。検索条件の設定については、項目指定画面によりデータベースに入力してある情報項目を、事例検索／閲覧機能の検索条件設定と同様の操作により行う。出力したデータについては、市販のソフトウェアの利用により、データの集計やグラフの作成が可能である。

3.2.5 各種交通安全対策の事故削減効果分析

各箇所で行った交通安全対策による事故削減効果を整理することにより、今後の対策立案時に、これまで行われてきた複数の対策案の中から最も効果の高い対策を選択できるようになる。

そこで、1996年～2002年に実施された事故多発地点対策実施箇所における交通安全対策実施事例をもとに、各対策実施地点における対策実施前後の事故類型ごとの事故件数を比較することにより、対策別および事故類型別の交通事故削減効果を分析した。

ここで、事故多発地点対策では1つの箇所で行った対策のみが実施される場合もある、複数の対策を組合せて実施される場合もある。対策実施による事故削減効果を把握する際は、まず、対策ひとつひとつの効果を得るために、他の対策の影響を受けず直接的に対策効果を把握しやすい単独対策を実施した箇所について分析を行う必要がある。一方、複数の対策を組合せて実施した場合の効果評価においては、その効果が相互に影響を及ぼし合うことから、単独の対策による効果指標がそのまま使用できるわけではない。

そこで本分析では、まず単独対策を実施した箇所について事故削減効果の分析を行い、交通安全対策の工種ごとの定量的な効果を把握した。ついで、複数の対策を組合せて対策を実施した場合の定量的な効果を把握するとともに、単独対策による効果指標との比較を行い、組合せ対策による効果の相互影響についての分析を行った。

事故削減効果の評価にあたっては、「二対比較法（double pair comparison）」¹⁾を適用することとした。本手法は、時間経過に伴う道路交通状況の変化による影響を補正することができることが特長で、対策実施箇所（グループ A）において、対策を実施しなかったと仮定した場合の事故件数を、対策非実施箇所（グループ B）の事故件数の変化に比例すると仮定して推計し、これを対策実施後の件数と比較することで対策の効果を示すものである。

本手法を用いて算出した事故削減効果を「事故件数抑止率」と定義し、対策実施前後の事故件数として死傷事故件数を用いることとした。なお、対策前の事故件数は事故多発地点抽出時の1990～1993年の年平均値を事故類型毎に算出して用いた。一方、対策後の事故件数は、箇所によって対策が完了した年度が異なることから、対策翌年～2002年の年平均値を事故類型ごとに算出して用いた。

ここで、二対比較法という「グループ B」の変化率（ α とする）は、全国の幹線道路の事故類型ごとの死傷事故件数の伸び率（1990～1993年の事故件数の年平均値と2002年の事故件数との比較による）とした。これを対策実施箇所の対策前の死傷事故件数に乗じたものを「対策の効果がなかった場合」の死傷事故件数と仮定し、対策工種それぞれについて実際の対策後の死傷事故件数を用いて事故類型 i の死傷事故件数抑止率を次式に基づいて算出した。

$$\text{事故類型 } i \text{ の死傷事故件数抑止率 (\%)} = \frac{\text{対策前の死傷事故件数 (件/年)} \times \alpha_i - \text{対策後の死傷事故件数 (件/年)}}{\text{対策前の死傷事故件数 (件/年)} \times \alpha_i} \times 100$$

ここで、 $\alpha_i = \frac{\text{2002年の事故類型 } i \text{ の死傷事故件数}}{\text{1990年～1993年の事故類型 } i \text{ の死傷事故件数の年平均値}}$ 、 i は各事故類型を表す。

表-3.2 は単独対策実施時の対策工種ごとの死傷事故件数抑止率をまとめたものである。道路照明については夜間事故のみを分析対象とした。なお、抑止率については対策と事故類型の関係が明らかなものを抽出して算定すべきであるが、現時点ではその関係が明確ではないため、すべての組合せについて機械的に計算することとした。また、表中の「-」は、対策実施前の事故件数が0であり、抑止率が算定できないことを示す。

各対策の全類型に対する抑止率をみると、多くの対策で死傷事故件数を削減する効果が得られていることが確認できる。単路部においては、追突に関して全ての対策で効果が見られる結果となった。一方、単路部で効果が見られなかったのは、主に出会い頭、左折時、右折時に関するものであった。これは、単路部におけるこれらの事故類型の死傷事故件数が比較的少ないため、これらの事故類型を対象に対策を実施したケースが少なかったのではないかと考えられる。

交差点においては、各事故類型に対してほとんどの対策で効果が得られていたものの、対策実施前の事故件数が0で、事故件数抑止率を算定できない区分がいくつか見られた。

表-3.3 に複数の対策を組合せて対策を実施した場合の対策別および事故類型別の死傷事故

表-3.2 単独対策実施時の死傷事故件数抑止率（％）

対策名	実施箇所数	死傷事故件数抑止率（％）								
		人対車両	車両相互						車両単独	全類型
			正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	車両の相対		
単路	道路照明〔道管〕〔夜間事故〕	80	49.8	39.2	39.9	-0.5	45.6	-46.9	49.4	37.6
	舗装改良〔滑り止め〕〔道管〕	29	-20.0	58.0	15.0	-40.6	29.1	-98.0	36.1	34.7
	視線誘導標〔道管〕	27	18.4	19.2	17.9	0.3	3.5	-59.1	27.8	21.4
	歩道〔道管〕	24	26.2	14.1	31.6	-150.5	-9.8	-38.2	42.6	64.3
	路面標示〔道管〕	22	24.1	75.2	45.2	-63.2	-11.9	-4.7	24.0	65.7
	車道外側線、車道中央線、車線境界線〔道管〕	21	7.3	-52.9	36.0	-17.6	-4.3	-19.8	45.9	42.0
	車線〔道管〕	20	6.6	53.8	23.9	28.0	29.5	36.2	25.1	-9.1
	警戒標識〔道管〕	17	52.4	70.9	21.4	-127.5	23.3	1.0	48.3	72.6
	道路標識・道路標示〔公安〕	14	4.1	65.9	34.8	-29.2	62.5	-11.5	37.5	41.5
	バイパス〔道管〕	13	60.9	70.3	84.8	-10.1	100.0	-179.2	38.3	46.1
	中央帯〔道管〕	10	10.9	-2.1	41.6	-30.2	-59.5	19.9	1.4	86.0
	線形改良〔道管〕	8	13.9	-16.6	33.9	-18.4	-30.0	20.2	13.9	9.3
	歩道用防護柵〔道管〕	8	-22.1	11.5	8.2	-123.2	2.1	-32.5	5.0	-2.9
	植栽の整理〔道管〕	7	51.4	21.8	6.0	29.6	-173.2	-316.6	6.4	55.1
	案内標識〔道管〕	6	-12.3	59.9	35.5	-157.7	-34.8	-27.5	11.7	95.2
	舗装改良〔排水性舗装〕〔道管〕	6	-59.2	100.0	5.7	-83.3	-123.7	-70.7	65.4	-1251.6
	交通規制〔自動車関連〕〔公安〕	5	29.0	100.0	11.5	29.7	26.3	-5.9	24.7	47.9
	道路照明〔道管〕〔夜間事故〕	56	33.4	32.1	36.4	36.2	29.4	40.5	42.7	56.1
	信号現示改良〔公安〕	36	19.7	14.8	23.9	35.5	-35.0	43.2	45.0	30.1
交差点	交差点改良〔道管〕	33	13.8	-9.7	-5.2	39.6	11.4	8.7	8.9	-9.0
	右折レーン〔道管〕	33	22.7	5.9	32.0	58.9	39.6	54.3	44.9	0.9
	路面標示〔道管〕	27	21.5	-35.6	26.1	34.5	24.5	34.8	13.9	22.8
	舗装改良〔滑り止め〕〔道管〕	14	13.5	-65.6	23.1	61.7	41.3	47.6	23.7	59.4
	信号機改良〔公安〕	10	-32.1	-99.8	6.5	32.3	8.3	16.0	-20.9	-31.4
	舗装改良〔排水性舗装〕〔道管〕	9	40.5	43.9	52.8	11.6	68.4	35.1	76.1	87.1
	道路標識・道路標示〔公安〕	8	30.5	17.2	60.7	-16.7	-25.8	44.7	73.2	65.5
	立体化〔道管〕	7	49.1	31.9	28.8	60.7	28.9	67.9	43.9	15.4
	中央帯〔先端表示〕〔道管〕	6	40.1	100.0	62.5	69.0	50.8	53.8	29.0	49.2
	舗装改良〔カラー化〕〔道管〕	6	2.2	20.2	36.1	59.1	41.7	49.9	60.4	100.0
	警戒標識〔道管〕	5	32.8	-	-89.6	71.3	67.4	11.8	30.0	100.0
	導流帯〔道管〕	5	48.1	-	49.1	35.5	-55.5	24.7	39.6	64.0
	歩道用防護柵〔道管〕	5	-0.7	-	58.6	1.9	29.4	13.2	13.0	-26.7
	注〕〔道管〕：道路管理者、〔公安〕：公安委員会									

表-3.3 組合せ対策による死傷事故件数抑止率（％）

	事故データ	対策工種				実施箇所数	死傷事故件数抑止率 (%)									
							人対車両	車両相互						車両単独	全類型	
								正面衝突	追突	出会い頭	左折時	右折時	車両の相対			
単路	夜	道路照明 [道管]	道路標識・道路標示 [公安]		20	74.3	-7.5	38.5	69.9	75.0	64.0	58.4	31.9	48.3		
	夜	道路照明 [道管]	車道外側線、車道中央線、車線境界線 [道管]		16	61.1	79.8	35.5	-60.0	57.9	24.7	49.7	69.7	36.8		
	夜	道路照明 [道管]	視線誘導標 [道管]		16	76.2	45.7	54.3	80.7	-	80.6	47.6	46.4	60.3		
	夜	道路照明 [道管]	路面標示 [道管]		12	77.6	17.8	41.2	-109.4	-	-91.7	93.5	62.6	51.9		
	夜	道路照明 [道管]	警戒標識 [道管]		9	74.3	-1.4	20.8	36.9	89.4	-21.9	50.8	57.7	35.6		
	夜	道路照明 [道管]	路面標示 [道管]	視線誘導標 [道管]	8	24.7	72.9	52.6	48.6	-	-283.2	86.9	73.0	59.1		
	夜	道路照明 [道管]	車道外側線、車道中央線、車線境界線 [道管]	視線誘導標 [道管]	8	77.5	18.4	-42.9	56.8	-	-119.7	44.4	65.8	5.4		
	昼夜	路面標示 [道管]	視線誘導標 [道管]		8	35.8	75.8	0.7	-9.2	-52.5	0.7	3.5	-116.6	2.8		
	昼夜	警戒標識 [道管]	車道外側線、車道中央線、車線境界線 [道管]		7	-34.4	76.4	35.1	-14.0	7.0	-30.0	32.8	-12.0	14.3		
	夜	道路照明 [道管]	舗装改良 [滑り止め] [道管]		6	28.7	76.9	17.8	26.1	100.0	49.9	-27.5	37.8	23.9		
	昼夜	車道外側線、車道中央線、車線境界線 [道管]	舗装改良 [滑り止め] [道管]		6	53.9	-21.3	53.9	-22.1	30.0	-55.9	60.8	57.1	40.4		
	夜	歩道 [道管]	道路照明 [道管]		5	83.5	79.4	-10.0	-160.2	100.0	63.9	5.6	77.5	35.2		
	夜	右折レーン [道管]	道路照明 [道管]		13	83.4	100.0	51.2	68.7	-84.6	57.4	50.9	50.6	50.0		
	交差点	昼夜	交差点改良 [道管]	横断歩道、自転車横断帯 [公安]		12	19.4	-20.5	31.9	54.3	25.5	26.8	-19.3	2.4	26.4	
夜	道路照明 [道管]	路面標示 [道管]		10	74.7	54.7	71.8	-12.0	76.3	72.6	-8.9	-29.5	58.6			
昼夜	右折レーン [道管]	信号現示改良 [公安]		8	22.0	100.0	30.8	56.4	-30.8	74.4	-16.5	-431.5	44.2			
昼夜	信号現示改良 [公安]	道路標識・道路標示 [公安]		7	-24.9	100.0	22.1	21.1	16.4	54.0	28.2	-28.8	29.5			
昼夜	路面標示 [道管]	信号現示改良 [公安]		5	-1.4	100.0	24.1	36.4	-10.5	35.7	-171.7	70.3	21.9			

注〕〔道管〕：道路管理者、〔公安〕：公安委員会

件数抑止率算定結果を示す。なお、道路照明との組合せのものは夜間事故を対象に分析した結果を示している。

結果、ほとんどの組合せで事故削減効果が発揮されていることがわかった。事故類型別にみても、対象としている事故類型の多くで削減効果が認められる。

組合せて対策を実施した場合の削減効果を詳細にみると、例えば交差点における道路照明と路面標示の組合せ対策では、出会い頭、その他車両相互、車両単独を除いて、高い削減効果を示していることが確認できる。

ここで、対策の組合せによっては、対策を単独で実施した場合に比べて大きな効果（相乗効果）が現れることも考えられる。そこで、組合せ対策による効果の相互影響を、単独対策実施時の効果との比較により分析した。

図-3.7 は組合せ対策と単独対策における効果比較の一例で、上記でも示した夜間の交差点における道路照明と路面標示の組合せ対策の場合である。人対車両、正面衝突、追突、左折時、及び右折時について、道路照明、路面標示をそれぞれ単独で実施した場合に比べて著しく高い効果が発揮されており、両対策による相乗効果が確認できる。これは、道路照明の設置により、横断歩道の存在や正面衝突・追突等の注意喚起などを示す路面標示の視認性が向上したことによる相乗効果であると考えられる。一方で、出会い頭やその他車両相互、車両単独については、単独対策実施時に比べて事故抑止率が低くなっている。対策を組み合わせた場合に逆の相乗効果がある可能性もないとは言えないが、合理的な理由は見あらず、今回の分析サンプル特有の現象とも考えられる。いずれにせよ、なお検討を有する。

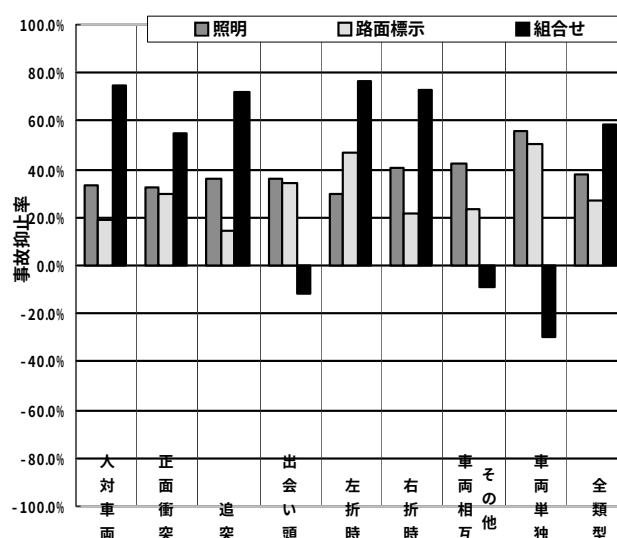


図-3.7 各単独対策と組合せ対策の死傷事故件数抑止率の比較（交差点）

上述の事例の他、計 18 の組合せについて同様の分析を実施し、全般的に見て単独対策を実施した場合よりも対策を組合せて実施した場合に高い事故削減効果を有する傾向が認められた。

3.2.6 今後の課題

交通安全対策をより効果的に行うためには、事故要因の的確な分析に基づく対策の立案だけでなく、実施した対策について適切に対策効果を評価し、追加対策を検討することが必要である。このため、今後は交通安全対策における P D C A サイクル（対策の立案・実施・評価・改善）の効率化に向けた下記の取り組みを行っていく必要がある。

（１）迅速な対策効果評価方法の開発

対策効果の評価は、交通事故データを用いて行うことが一般的である。しかし、交通事故

の発生は稀に発生する事象であり、評価実施に必要なデータが集まるまでには時間を要する。そこで、PDCAサイクルの短縮のため、走行速度、加速度等の交通挙動データによる迅速かつ的確な対策効果の評価方法について研究を行っていく。この評価手法の開発により、追加対策の必要性等を早期に判断でき、より効率的、効果的な交通安全対策を実施できるようになる。

（２）事故対策データベースの活用

対策立案時の支援等に資するため、事故対策データベースの活用が望まれる。本データベースは、2006年4月より全国の道路管理者による運用を開始している。事故対策データベース web システムの完成により、道路管理者が交通安全対策を立案するにあたって、交通事故対策事例集のほか、事故対策データベースの情報を直接検索・閲覧できるようになる。今後は引き続きデータの充実に努め、より使いやすいものにしていく予定である。

（３）事故削減効果の分析

交通安全対策の事故削減効果の分析も引き続き行っていく。現在のところ、多くの分析サンプル数を確保できているわけではなく、多種多様な対策の組合せの中で18通りの組合せのみの効果分析にとどまっている。今後事故対策データベースにデータが蓄積され次第、他の組み合わせについても分析事例を蓄積し、単独対策の効果も含めて結果を精査するとともに、対策立案者が活用できるように整理して、事故対策データベースや交通事故対策事例集に反映していきたいと考えている。

（４）事故要因の特定手法の開発

交通事故の発生には、発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りといった運転者のヒューマンエラーが深く関わっており、効果的な交通安全対策を実施していく上でヒューマンエラーを含む事故の要因を正確に把握することは非常に重要である。事故要因を把握するには、現状では事故類型や発生件数等の事故データを用いて行っている場合が多い。ただし、同じタイプの事故であっても、その要因は様々に考えられ、事故データのみでその要因を把握することは困難な場合がある。そこで、交通事故に至る事故発生メカニズムを的確、かつ体系的に把握する手法や、ドライバーのヒューマンエラーの検知手法の確立を目指した技術研究を行っているところである。

3.3 生活道路における交通安全対策の効果分析

地方部の幹線系道路と並び、都市部の生活道路では未だ交通事故が多く発生している。生活道路では、自動車優先の道路整備から人優先の道路整備へと移行し、通過交通の排除や自動車の速度抑制対策など、歩行者の安全に配慮した対策が行われている。これらの対策の実施にあたっては、道路管理者および地域住民に対して対策の定量的効果を示すことが求められているが、その知見が十分には得られていない。そこで本節では、生活道路のくらしのみちゾーンで実施された交通安全対策の効果を分析した。以下に分析結果を示す。

3.3.1 双方向通行道路での速度抑制策の効果

くらしのみちゾーンでは、通行する自動車の速度を適切な速度へと抑制するため、ハンプ、狭さく等が設置される。狭さくは、これまで一方通行の道路を中心に設置されてきたが、す

れ違う自動車が互いに道を譲ることによる自動車の速度抑制を期待して、近年では双方向通行の道路に設置する例もみられる。ここでは、双方向通行道路に狭さくを設置した社会実験において、自動車の走行速度や自動車のすれ違い時の状況等を調査した。

狭さくの設置状況を写真-3.1に示す。写真のように、この場所では自動車の通行空間を片側から狭めた。狭さくにおける自動車通行部分の幅は4m、狭さくの長さは道路の延長方向に7mであった。通行する自動車からランダムにサンプルを選定し速度プロファイルを計測したところ、50サンプル中9サンプルが、対向車との待合せのために速度を10km/h程度まで低下させていた。狭さく設置箇所における待合せ発生回数は図-3.8に示すとおりで、多い



写真-3.1 双方向通行道路における狭さくの設置

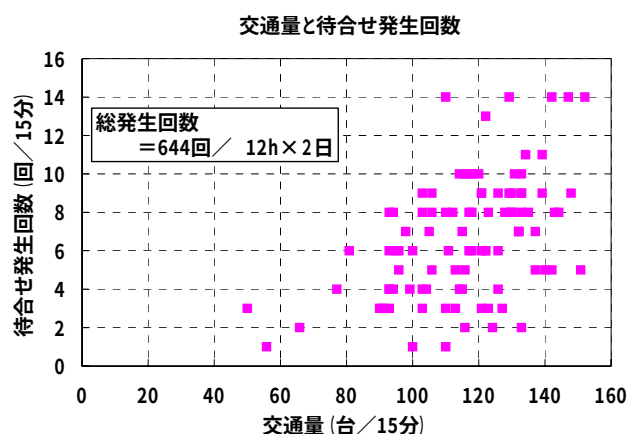


図-3.8 狭さく設置箇所における待合せ発生回数

場合には15分間に14回（およそ1分間に1回程度）の割合で待合せが発生した。一方で、待合せが発生しない場合も多く、この場合は、走行速度が抑えられることはほとんどなかった。この結果、狭さくにより待合せが発生する場合は期待通り速度抑制はみられるものの、待合せが発生しない場合も考慮して、例えば狭さくとハンブを組合せるなどの対応を検討する必要があると考えられる。

3.3.2 車道外側線移設効果の分析

くらしのみちゾーン内の道路では、通行する歩行者・自転車の事故を削減するために、2車線道路の中央線を消去して、車道外側線を道路中央側へ移設する対策がとられる場合がある。ここでは、そのような対策を実施した社会実験における歩行者等の通行位置から、車道外側線の移設効果を分析した。

社会実験時の道路状況を写真-3.2に示す。写真から、外側線移設と中



写真-3.2 社会実験時（車道外側線移設時）の状況（道路中央側への外側線移設と、中央線の消去）

央線消去の状況がわかる。

通常時と社会実験時における歩行者の通行位置を図-3.9に示す。通常時、社会実験時とも、歩行者の通行位置は、車道外側線の外側にほぼ納まっている。この結果から、歩行者は車道外側線を目安に通行位置を定めているものと考えられ、車道外側線の道路中央側への移設に伴い、歩行者は通常時よりも広い空間を利用できるようになった。一方、社会実験時の自動車の通行位置を

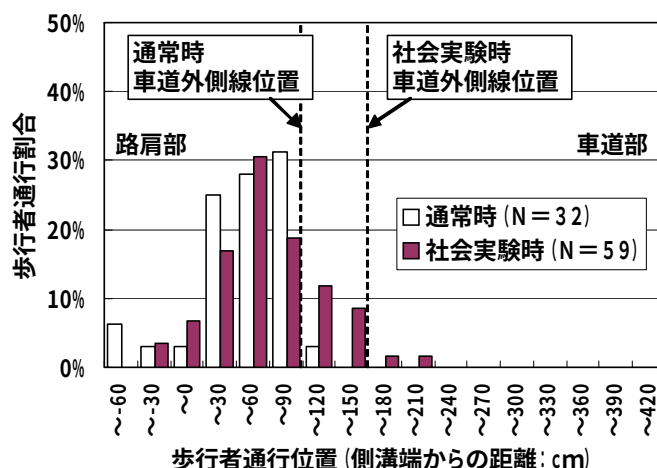


図-3.9 歩行者通行位置（通常時と社会実験時）

みれば、自動車の通行位置も、車道外側線の移設に伴って道路中央側に移動した。ただ、ケース数としては少ないが、自動車同士がすれ違う場合に自動車が車道外側線の外側にはみ出すケースが発生した。分析データからは、このようなはみ出しで歩行者が危険な状況に陥ったケースは見られなかったが、この点は、車道外側線の移設を実施するに際して留意すべき点と考えられる。

3.3.3 道路整備による快適性向上効果の調査

くらしのみちゾーンでは、ゾーン内道路における歩道の整備や無電柱化を通じて、歩行者の快適性の向上が図られる。ここでは、そのような効果を把握するため、道路整備を実施した箇所において来街者にヒアリング調査を実施し、道路整備により変化した点や良くなった点等を得た。

対象道路は中心市街地に位置するくらしのみちゾーン内の道路で、整備前は道路幅員 8m 程度で、歩道のない道路であった。対象道路では、歩道を両側に設置するとともに、電線類地中化や舗石による修景整備、ベンチの設置等を実施している。道路整備後の対象道路を写真-3.3に示す。

図-3.10、3.11に調査結果を示す。道路整備により変化した点としては、歩道の整備、電線類地中化などにより歩行者空間が充実したため、歩きやすさの観点での回答が多い。図-3.11には景観等の面で良くなった点を示すが、ここでも歩道の整備、電線類地中化がその



写真-3.3 道路整備後の対象道路

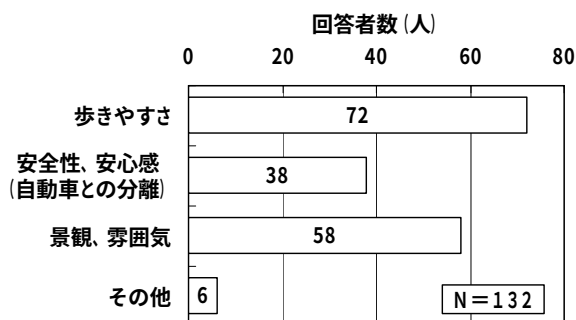


図-3.10 道路整備により変化した点（複数回答）

大きな要因であることがわかる。その他、道路整備等を通じて駐輪が減ったことなどが、良くなった点として得られた。

3.3.4 今後の課題

生活道路では、上述したような歩行者の安全に配慮した交通安全対策を実施中であるが、安全で快適な生活環境の実現に向け、より一層の対策を実施していく必要がある。そこで、ハンプやカラー舗装など、生活道路における各種交通安全対策の事故削減効果を把握するとともに、より効果的な対策方法を検討、整理し、手引き、事例集等として知見を継承し、交通事故を削減していく。加えて、生活道路対策における住民との合意形成においては、その手順に関する情報が少なく、対策が進まないケースもあるため、合意形成過程の調査・把握を行っていく予定である。

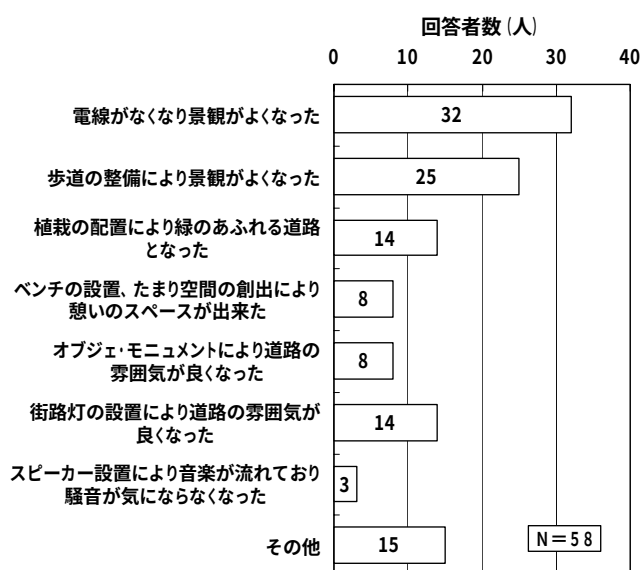


図-3.11 景観、雰囲気にに関して良くなった点（複数回答）

3.4 交差点照明の必要照度に関する研究

2.6(4)に示すように、夜間事故の低減は大きな課題である。夜間事故の防止策としては、道路照明の設置による視認性の向上が挙げられる。しかし、現在の「道路照明施設設置基準」では、連続照明やトンネル照明に関しては明るさの規定があるが、局部照明の一つである交差点照明や、歩行者用照明に関しては明るさの規定がない。そのため、これら照明の必要な明るさレベルなどについて研究を行っているところである。

3.4.1 歩行者用照明の必要照度

国土技術政策総合研究所の試験走路に仮設した歩道に段差や障害物を設置して、高齢者(65歳以上)10名、非高齢者10名、車いす使用者7名を対象として、夜間照明施設に照らされた路面や障害物の見や

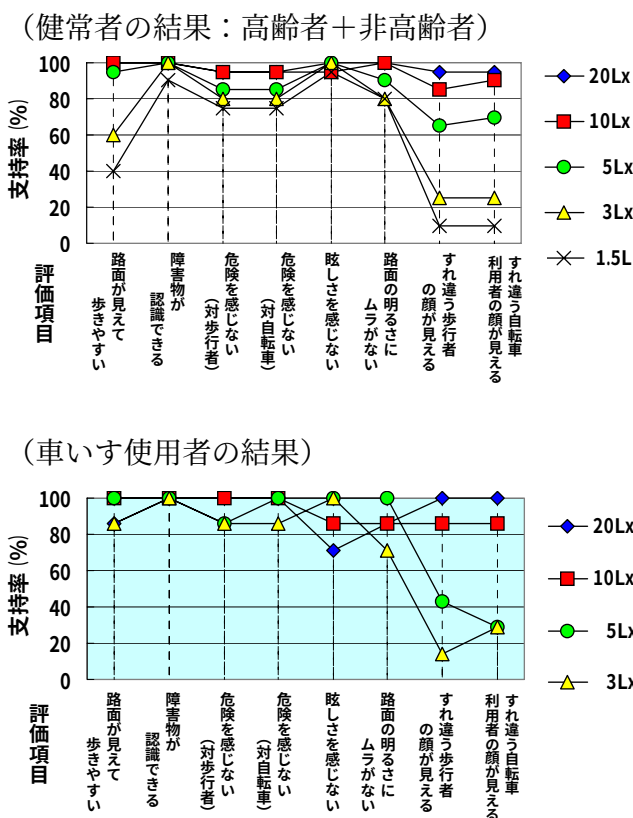


図-3.12 歩行者用照明の照度レベルごとの視認性評価結果³⁾

以上のことから、歩行者用照明の必要照度は 5 lx 程度以上が望ましく、障害者等に配慮する場合は 10 lx 以上が望ましいことがわかった。

国土技術政策総合研究所の試験走路の実物大交差点において、図-3.13に示すように直進、左折、右折の各場面を想定して、横断中、乱横断中、また横断待機中の人の見え方を被験者（22～78歳の免許保有者20名）にアンケートを行った⁵⁾。この時の照度レベルは、0 lx（照明なし）、5 lx、10 lx、15 lxであった。

-3.13 の⑦、⑨)の評価は 15 lx でも高い評価が得られなかった。以上の評価は、静止した観測車両(図-3.13 の視認位置)からの評価であるが、走行中の車両からの評価になると、横断待機中の人(図-3.13 の⑭、⑮)でも 10 lx 以上では高い評価が得られる結果となった。

①~⑩: 静止実験
⑪~⑯: 走行実験

(視認位置)

5m

(12 走行) (11 走行)

(1 静止) (2 静止)

それぞれの歩行者まで
40m

直進車から見た横断歩行者の視認性
(走行実験は60km/hで走行)

(7 走行) (14 走行)

5m

(6 走行) (13 走行)

(視認位置)

5m

(5 静止)

左折車から見た横断歩行者の視認性
(走行実験は徐行しながら左折)

(10 走行) (16 走行)

5m

(9 走行) (15 走行)

(8 静止)

(視認位置)

40m

右折車から見た横断歩行者の視認性
(走行実験は徐行しながら右折)

Figure 1 is a line graph showing the average evaluation scores (平均評価点) for four conditions (15Lx, 10Lx, 5Lx, 0Lx) across 16 experimental patterns (実験パターン). The y-axis ranges from 1 to 5, and the x-axis ranges from 1 to 16. A vertical dashed line is drawn at pattern 7.5. A text box on the right indicates the evaluation levels: 5: 非常によく見える (Very good), 4: よく見える (Good), 3: まあまあ見える (Fair), 2: かるうに見える (Fairly good), 1: 見えない (Not visible).

実験パターン	15Lx	10Lx	5Lx	0Lx
1	3.4	3.4	3.1	2.6
2	3.5	3.4	2.9	2.1
3	3.4	3.3	2.7	2.5
4	3.0	2.6	2.4	1.6
5	3.7	3.0	3.4	2.7
6	3.3	3.0	2.6	1.6
7	2.3	2.3	1.7	1.3
8	3.6	3.9	3.1	2.4
9	2.7	3.0	2.1	1.6
10	3.2	3.5	2.2	1.2
11	3.5	3.6	2.9	2.0
12	3.3	3.4	2.7	1.9
13	3.6	3.5	3.1	2.0
14	3.5	3.4	2.7	1.8
15	3.7	3.6	3.1	1.9
16	3.7	3.6	2.9	2.2

以上のことから、交差点照明の必要照度は 10 lx 以上が望ましいことがわかった。なお、

この結果は、道路敷外からの光の影響を受けていない結果であることから、道路周辺の光環境に応じた照度レベルの検討が課題となっている。

3.4.3 今後の課題

今後の道路照明施設の整備にあたっては、本来の安全性・利便性を確保した上で、高齢ドライバーの増加への対応、外国人の道路利用者の増加に対するユニバーサルデザインによる対応など、これら社会的要請にどのように応えていくのかを検討し、さらに、設置・維持管理費用、施設整備による効果を踏まえて、交通安全施設の基準改定の必要性を判断することが必要である。そこで、現在の基準の問題点の把握などにより、基準改定の必要性等の検討を行っているところである。

4. おわりに

国総研では、道路管理者が行う道路交通環境の整備に対し、その支援のための技術研究に取り組んでおり、以下に示す成果を挙げた。

(1) 事故多発地点緊急対策事業における課題を踏まえ、「事故対策・評価マニュアル」、「交通事故対策事例集」を作成するとともに「事故対策データベース」を構築した。これらの成果により、道路管理者から交通安全対策に関する情報を収集して得られた知見をフィードバックする仕組みを構築した。

(2) 幹線道路および生活道路において道路管理者が実施している交通安全対策の効果分析を実施し、定量的な効果を明らかにした。

(3) 交差点照明の必要照度について実験を行い、歩行者用照明の必要照度は 5 lx 以上、交差点照明の必要照度は 10 lx 以上が望ましいという結果を得た。

今後は、事故要因の特定手法の開発や、事故削減効果のさらなる分析、道路照明施設の基準改定の必要性検討など、残された課題についてさらに研究を行っていく予定である。また、今後も道路交通の量的拡大、交通事故死亡事故の当事者となる比率の高い高齢者人口の増加が見込まれており、国総研としては、時々刻々変化する社会情勢に即した交通安全対策のさらなる研究を行っていく所存である。

<参考文献>

- 1) (社)交通工学研究会編：交差点事故対策の手引き、2002 年 11 月
- 2) 交通安全事業研究会編：交通安全事業必携、ぎょうせい、1994 年 8 月
- 3) 林堅太郎、森 望、安藤和彦：歩行者用照明の必要照度に関する研究、2002 年度（第 35 回）照明学会全国大会講演論文集 pp.214-215、2002 年 8 月
- 4) 森 望、安藤和彦、河合 隆、林堅太郎：歩行者用照明の必要照度とその区分に関する研究、国総研資料第 157 号、2004 年 2 月
- 5) 簗島 治、池原圭一、岡 邦彦：交差点照明の照明要件に関する研究、第 26 回日本道路会議、2005 年 10 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 344 December 2006

編集・発行 © 国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675