

ISSN 1346-7328

国総研資料 第 766 号

平成 25 年 11 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.766

November 2013

平成 24 年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research

in FY 2012

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, Transport and Tourism, Japan

## 平成 24 年度 道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2012

### 概 要

本報告は、国土技術政策総合研究所において平成 24 年度に実施した道路調査費、地域連携推進事業費に関する調査・研究の結果をとりまとめたものである。

キーワード：道路調査費、地域連携推進事業費、年度報告、平成 24 年度

### Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2012.

Keywords : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2012



# ま え が き

本報告は、国土交通省国土技術政策総合研究所において、平成 24 年度に実施した道路関係調査研究の結果をとりまとめたものである。この道路関係調査研究には、「道路調査費」による試験研究及び「地域連携推進事業費」による試験調査がある。

「道路調査費」による試験研究課題においては、行政ニーズに対応して設定された次に示す 10 の「政策領域」のうち、平成 24 年度は、領域 5 を除く 9 つの「政策領域」において研究に取り組んでおり、本報告ではこの領域毎に整理している。

- 領域 1      新たな行政システムの創造
- 領域 2      経済・生活に活力を生む道路ネットワークを形成し、有効利用を図る
- 領域 3      新たな情報サービスを創造し、利用者の満足度を向上させる
- 領域 4      コスト構造を改革し、道路資産を効率的に形成する（つくる）
- 領域 5      美しい景観と快適で質の高い道空間を創出する
- 領域 6      交通事故等から命を守る
- 領域 7      災害時における対応をスピーディーかつ的確に支援する
- 領域 8      大切な道路資産を科学的に保全する
- 領域 9      沿道環境を改善し、良好な生活環境を創造する
- 領域 10    自然環境、地球環境を保全する

また、「地域連携推進事業費」による試験調査については、各地方整備局等からの依頼により実施しており、担当研究室ごとにまとめている。

平成 25 年 11 月

道路研究部長	森      望
高度情報化研究センター長	塚田   幸広

# 平成 24 年度 道路調査費等年度報告

## 目 次

### 道路調査費

#### 1. 領域 1：新たな行政システムの創造

・交通量常時観測体制の高度化・効率化	(道 路 研 究 室) … 2
・交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析	(道 路 研 究 室) … 4
・交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析	(建 設 経 済 研 究 室) … 6
・渋滞診断と対策の立案・評価に関する検討	(道 路 研 究 室) … 8
・プローブデータ利活用の高度化とデータ要件に関する検討	(道 路 研 究 室) … 10
・交通分析の高度化に関する検討	(道 路 研 究 室) … 12
・道路交通調査プラットフォームに関する検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 14

#### 2. 領域 2：経済・生活に活力を生む道路ネットワークを形成し、有効活用を図る

・都市間道路のサービス水準と効率的な機能向上策	(道 路 研 究 室) … 16
・道路事業の多様な効果の算定手法に関する検討	(道 路 研 究 室) … 18

#### 3. 領域 3：新たな情報サービスを創造し、利用者の満足度を向上させる

・道路基盤地図情報を活用した交通安全対策等の評価手法の検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 20
・道路に関する地理空間情報を用いた走行支援サービスに向けた検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 22
・道路の区間 ID 方式を用いた情報流通の効率化検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 24
・道路通信標準の高度化に関する検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 26
・道路管理業務における道路基盤地図情報の共通利用に関する検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 28
・道路管理用情報共有プラットフォームの構築に向けた調査業務	(情 報 基 盤 研 究 室) … 30
・プローブ情報の道路交通管理への適用に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 32
・プローブ情報等の相互利用に関するシステム検討	(高度道路交通システム研究室) … 34
・ITS スポットサービスの技術的課題に関する調査検討	(高度道路交通システム研究室) … 36
・高速道路における交通円滑化システムの高度化に関する効果検証調査	(高度道路交通システム研究室) … 38
・新たな通信技術等の適用性検討	(高度道路交通システム研究室) … 40
・新たなモビリティに対応する道路交通システムの技術的課題調査	(高度道路交通システム研究室) … 42
・ITS による環境負荷に配慮した行動変容を促す情報提供手法に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 44
・道路情報の集約強化に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 46
・ITS を活用した特定の車両への走行支援に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 48
・個々の車両・ドライバのリクエストに応じた情報提供システムの開発	(高度道路交通システム研究室) … 50
・公共駐車場におけるキャッシュレス料金決済システムの具体化検討	(高度道路交通システム研究室) … 52

・ ITS サービスの効果評価に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 54
・ 海外展開向け ITS 技術開発に関する研究	(高度道路交通システム研究室) … 56
・ 国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討	(高度道路交通システム研究室) … 58
4. 領域 4 : コスト構造を改革し、道路資産を効率的に形成する (つくる)	
・ 道路構造物の津波被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 60
・ 土工の地震被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 62
・ 高強度鉄筋コンクリート橋脚の設計基準に関する研究	(道路構造物管理研究室) … 64
・ 超高力ボルト摩擦接合継手の設計基準に関する研究	(道路構造物管理研究室) … 66
・ 部分係数設計法の適用性拡大に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 68
・ 構造解析手法に応じた安全率設定手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 70
・ 初期品質の信頼性向上策及び実品質に基づく性能評価手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 72
・ 道路事業における総合評価落札方式の技術評価の改善に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) … 74
・ 3次元CADデータに関する検討	(情報基盤研究室) … 76
・ 情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査	(情報基盤研究室) … 78
・ 道路橋に作用する津波外力の検討	(地震防災研究室) … 80
・ 巨大地震を対象とした設計地震動の検討	(地震防災研究室) … 82
5. 領域 6 : 交通事故等から命を守る	
・ 我が国における交通安全施策における統計データ分析	(道路空間高度化研究室) … 84
・ 効果的な交通安全事業を支援するための調査研究	(道路空間高度化研究室) … 86
・ 車両挙動分析結果を活用した事故要因分析及び対策効果分析手法の検討	(道路空間高度化研究室) … 88
・ 生活道路における交通安全対策支援方策検討調査	(道路空間高度化研究室) … 90
6. 領域 7 : 災害時における対応をスピーディかつ的確に支援する	
・ 豪雪時の官民連携対応策の先進事例に関する調査	(建設経済研究室) … 92
・ 除雪の社会経済活動への影響に関する調査	(建設経済研究室) … 94
・ 道路防災対策の効果計測方法に関する調査	(地震防災研究室) … 96
・ 道路の防災機能に関する研究	(地震防災研究室) … 98
・ 道路の地震後の通行可能性評価に関する調査	(地震防災研究室) …100
・ 地震時緊急巡視点検の実施基準に関する検討	(地震防災研究室) …102
・ 道路の啓開・復旧に関する調査	(地震防災研究室) …104
7. 領域 8 : 大切な道路資産を科学的に保全する	
・ 道路構造物の点検・管理体系の最適化に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …106
・ 道路構造物群の管理状態評価に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …108
・ 既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …110

## 8. 領域9：沿道環境を改善し、良好な生活環境を創造する

### 領域10：自然環境、地球環境を保全する

・自動車交通に関するCO <sub>2</sub> 排出モデルの構築	(道路環境研究室) …112
・ライフサイクルを通じた道路事業の低炭素化に関する調査	(道路環境研究室) …114
・自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討	(道路環境研究室) …116
・道路事業の構想段階における環境調査・予測手法の検討	(道路環境研究室) …118
・道路事業の工事中・供用後における環境保全措置の効果把握に関する検討	(道路環境研究室) …120
・環境影響評価図書の情報の有効活用に向けた検討	(道路環境研究室) …122
・局地における沿道大気質調査・予測手法の高度化及び総合的対策効果の分析	(道路環境研究室) …124
・大気質予測における数値解析モデルの適用可能性の検討	(道路環境研究室) …126
・道路交通騒音の現況把握手法の確立に関する検討	(道路環境研究室) …128
・樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発	(緑化生態研究室) …130
・道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究	(緑化生態研究室) …132

### 地域連携推進事業費

・関東管内建設工事中の騒音・振動・大気質に関する予測手法の検討	(道路環境研究室) …136
・関東管内土木工事の積算体系に関する検討調査	(建設システム課) …138
・関東管内道路工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査	(建設システム課) …140
・関東管内土木工事における設計成果の品質確保に関する検討	(建設システム課) …142
・北東北圏域 CCTV 等を活用した危険事象検知システムの開発	(高度道路交通システム研究室) …144
・長崎県における道路プローブ情報の集約・共有・活用に関する検討	(高度道路交通システム研究室) …146

# 道 路 調 査 費

# 交通量常時観測体制の高度化・効率化

Making the continuous observation of traffic volume more advanced and efficient

(研究期間 平成 23 年度～25 年度)

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

室 長	高宮 進
Head	Susumu Takamiya
主任研究官	小塚 清
Senior Researcher	Kiyoshi Kozuka
研究官	橋本 浩良
Researcher	Hiroyoshi Hashimoto
部外研究員	水木 智英
Guest Research Engineer	Tomohide Mizuki
部外研究員	山崎 恭彦
Guest Research Engineer	Takahiko Yamazaki

This study was conducted to help the Regional Development Bureaus conduct continuous observation of traffic volume and travel time more efficiently. The status of travel time data was investigated, a dataset for analysis was created and distributed to the Regional Development Bureaus. In addition, to help the Regional Development Bureaus perform their road traffic surveys, basic section data and intersection data was renewed.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、365 日 24 時間の交通量データ、旅行速度データの収集を目標とする「道路交通データの常時観測体制」の構築を進め、これらデータを利用して、道路における各種対策の立案、効果計測等を実施していくこととしている。

本研究では、交通量や旅行速度の常時観測データの収集・加工・分析方法の効率化・高度化に関する研究開発を行っている。

## 〔研究内容〕

平成 24 年度は、①車両感知器未設置区間の交通量の推定方法の検証、②地方整備局等向けの交通分析用旅行時間データの作成、③常時観測データを用いた交通量と旅行速度（旅行時間）の関係式の作成などを行った。さらに、地方整備局等と連携し、常時観測データの収集・分析に活用する④交通調査基本区間・基本交差点データの年次更新・修正を行った。

## 〔研究成果〕

### (1) 車両感知器未設置区間の交通量の推定方法の検証

車両感知器未設置区間（以下「推定区間」という。）の交通量の推定は、車両感知器設置区間の交通量データを用いて行われている。このため、本研究では、推

定区間の交通量の推定方法の検証として、「車両感知器設置区間の交通量データに生じる特異値や欠測値の補完精度の検証」、「推定区間と車両感知器設置区間との交通量比、基準時間係数など推定区間の交通量の推定に用いるパラメータの妥当性の検証」を行った。

本稿では、紙面の都合上、「車両感知器設置区間の交通量データに生じる特異値や欠測値の補完精度の検証」について紹介する。

図 1 は、東北地方整備局を対象に、平成 21 年度の交通量データを用いて、車両感知器設置区間の日交通量データの実測値と、それらに欠測等があったとみなして他のデータから導いた補完値とを比較した結果である。この図より、山地部など年平均日交通量が少ない一部区間では誤差率（絶対値）の年平均値が 10%～15% となったものの、年平均日交通量が概ね 1 万台/日以上 の区間では、誤差率（絶対値）の年平均値が 5%以下となっている。一般的な機械計測誤差が 5%と言われていることから、今回用いた補完方法で、機械計測と同程度の非常に高い補完精度を確保できると考えられる。

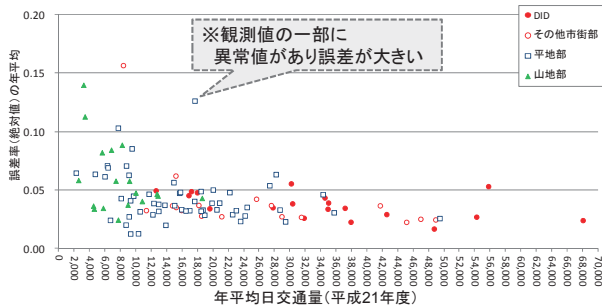


図1 特異値・欠測値の補完値と実測値との比較結果

## (2) 地方整備局等向けの交通分析用旅行時間データの作成

### 1) 旅行時間データの収集状況の整理

平成23年2月から平成24年1月の旅行時間データを用いてデータ取得状況を整理した。例えば、平成24年4月における道路種別別・地域ブロック別のデータ取得延長割合（混雑時間帯（7時～9時、17時～19時）に毎日データが取得されている延長割合）から、規格の高い道路種別ほど、また大都市を含む地域ブロックほどデータ取得率が高いことがわかる（図2）。

	高速道路	直轄国道 (高規格除く)	補助国道	都道府県道
北海道 東北	31%	33%	18%	11%
関東	93%	84%	58%	43%
北陸 中部	72%	77%	39%	28%
近畿	83%	79%	40%	30%
中国 四国	48%	62%	25%	16%
九州 沖縄	70%	58%	26%	14%
全国	72%	63%	37%	25%

図2 道路種別別・地域ブロック別のデータ取得状況

### 2) 各地方整備局向けの分析用データの作成

各地方整備局向けに、DRM 区間単位の旅行時間データを全国約9万の交通調査基本区間単位に加工し、以下の分析用データを作成した。

- ・日別・時間別・方向別の旅行時間
- ・平休別・時間別・方向別の月平均旅行時間
- ・5%間隔の%タイル旅行時間

### (3) 常時観測データを用いた交通量と旅行速度（旅行時間）の関係式の作成

時間単位の交通量と旅行時間（以下「BPR関数」という。）のパラメータ（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）の推定を行うとともに自由旅行時間（ $t_0$ ）の推定式を構築した。

#### 1) 研究に用いたデータ

平成21年度～平成23年度の車両感知器設置区間の交通量データ、当該区間の旅行時間データについて、異常値の確認・除去を行い、研究に用いる交通量と旅行時間の対応データ（以下「QT データ」という。）を

整理した。全国で上下別に計1,439区間のQTデータを得た。

#### 2) 時間単位の交通量と旅行時間関係式のパラメータ推定

BPR 関数のパラメータ（ $\alpha$ 、 $\beta$ ）の推定は、以下の手順により行った。推定結果は表1の通り。

- ①区間別・上下別に $\alpha$ 、 $\beta$ を推定した。
- ②推定した $\alpha$ 、 $\beta$ と道路条件との分散分析を行い、 $\alpha$ 、 $\beta$ が類似する区間を類型化した。
- ③類型ごとにQTデータを集約し、 $\alpha$ 、 $\beta$ を推定した。

表1 道路条件による類型と $\alpha$ 、 $\beta$ の推定値

	アクセス コントロール	信号交差点 密度	車線数	$\alpha$		$\beta$	
				時間単位	日単位	時間単位	日単位
類型1	完全 出入制限	全	2車線	0.25	0.19	2.3	1.6
類型2			多車線	0.26	0.24	2	3.8
類型3	その他	1.0箇所/km 未満	2車線	0.50	0.37	2.2	2.8
類型4			多車線	0.38	0.36	2.3	4.2
類型5		1.0箇所/km 以上	2車線	0.76	0.58	1.8	1.7
類型6			4車線	0.66	0.53	1.9	1.9
類型7			6車線以上	0.75	0.55	2.8	3

#### 3) 自由旅行時間（ $t_0$ ）の推定式の構築

自由旅行時間（ $t_0$ ）の推定式の構築は、以下の手順により行った。

- ①区間別・上下別に自由旅行時間（ $t_0$ ）を推定した。
- ②推定した自由旅行時間（ $t_0$ ）と道路条件との分散分析を行い、自由旅行時間（ $t_0$ ）と関係が強い道路条件を抽出した。
- ③抽出した道路条件を説明変数とする自由旅行時間（ $t_0$ ）の推定式を構築した。

#### 【自由旅行時間（ $t_0$ ）の推定式】

$$\begin{aligned} \text{自由旅行時間 (分/km)} = & 0.78 \\ & + 0.12 * \text{信号交差点密度 (箇所/km)} \\ & + 0.12 * (60 / \text{指定最高速度}) (\text{分/km}) \quad \text{【自専道以外】} \\ & + 0.47 * (60 / \text{指定最高速度}) (\text{分/km}) \quad \text{【自専道】} \\ & - 0.45 * \text{自専道 dummy} \\ & + 0.19 * \text{DID商業 dummy} \quad \text{【自専道 以外】} \\ & + 0.07 * \text{その他 DID dummy} \quad \text{【自専道以 外】} \end{aligned}$$

#### (4) 交通調査基本区間・基本交差点データの年次更新

交通量及び旅行時間の常時観測データの収集・分析に活用する交通調査基本区間データについて、地方整備局等と連携し、道路ネットワークの改変等に伴う年次更新・修正を行うとともに、更新・修正した交通調査基本区間データをもとに基本交差点データを作成し、地方整備局等へ配布した。

#### 【成果の活用】

引き続き、本研究成果を活用しながら、交通量及び旅行時間の常時観測とこれらデータを利用して、道路における各種対策の立案、効果計測等の実施を支援していく予定である。



# 交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析

Relevant analysis of the continuously observed traffic volume and socio-economic trends

—過年度道路交通調査結果等の整理・分析—

Organization and Analysis on the Results of Past Road Traffic Surveys

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

室 長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

(研究期間 平成 24 年度)

高宮 進  
Susumu Takamiya  
小塚 清  
Kiyoshi Kozuka  
山崎 恭彦  
Takahiko Yamazaki

An information system that can be analyzed changes over time in road traffic and road conditions based on a database created from the results of road traffic censuses was established. This database consists of road traffic census data collected during the 60 years since World War II. This information system was used to clarify the role of the long-term development of trunk road networks in the expansion of vehicle use and improvement in travel convenience. The impacts of long-term road development on changes in social and economic indicators of prefectures and the resultant changes in road traffic were also clarified and discussed.

## 〔研究目的〕

国土技術政策総合研究所では、幹線道路網整備が、自動車利用の拡大、移動の利便性向上、地域の社会・経済の発展等へ及ぼす影響の定量化に関する研究を行っている。

本研究では、戦後 60 年にわたる道路交通センサス結果をデータベース化することにより、道路交通・道路状況の変化を分析可能な情報基盤を作成した。この情報基盤を用いて、長期にわたる幹線道路網整備が、自動車利用の拡大、移動の利便性向上等に果たした役割を整理した。同時に、長期にわたる道路整備及びそれに伴う道路交通の変化が、各都道府県の社会・経済指標の変化に及ぼした影響について整理の上、考察を加えた。

## 〔研究内容〕

- (1) 道路交通センサスの実施経緯の整理
- (2) 過去の道路交通センサスデータの集計・整理
- (3) 過去の道路交通センサスデータを用いた分析

## 〔研究成果〕

### (1) 道路交通センサスの実施経緯の整理

昭和 3 年度に開始され、平成 22 年度に至るまで 22 回にわたり実施された道路交通センサス一般交通量調査を対象に、「調査体制」「実施対象」「調査項目」「実

施方法」「調査結果の集計・整理方法」に関する情報を各調査年の内容と前回調査からの変更内容が明確となるよう、下記の方法等により整理した。

- ・各調査年度の実施要綱を活用した。
- ・道路法や国土交通省資料等を参照することにより、過去の道路交通状況等の説明を補足した。

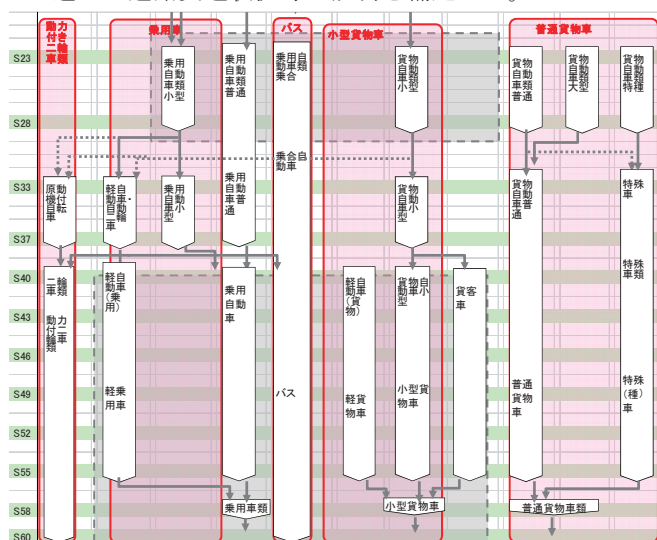


図-1 実施経緯の整理例（車種区分の変遷）

### (2) 過去の道路交通センサスデータの集計・整理

#### ①過去の道路交通センサスのデータベースの作成

過年度のセンサス結果のうち、戦後実施された調査



で、電子データが未整備となっていた昭和 23 年度から昭和 43 年度まで(6 回分)の箇所別基本表記載内容を、電子的なデータベースとして整理した。また、昭和 46 年度から平成 22 年度までのマスターファイルと合わせ、昭和 23 年度から平成 22 年度までの長期にわたる道路交通・道路状況の経年変化を適切に分析できるよう、実施年度ごとに整合のとれていなかった主要データ項目に対し、共通コードを付与するなどの対応を行った。

表－1 共通コード化の例(道路種別)

道路種別	共通	S23	S28	S33	S37	S40	S43	備考
高速自動車国道	10							S49 以降
都市高速道路	20							S49 以降
一般国道	30	1				1		
1 級国道	33		1	1	1		1	元 1 級
2 級国道	34		2	2	2		2	元 2 級
主要地方道	40			3	3	2	3	
指定府県道	40	2						
主要地方道(県道)	41							S55 以降
主要地方道(市道)	42							S55 以降
一般都道府県道	50	3	3	4	4	3	4	一般地方道
指定市の一般市道	60	4	4		5	4		市道
不明	99	99	99	99	99	99	99	

## ②過去の道路交通センサスデータの集計・整理

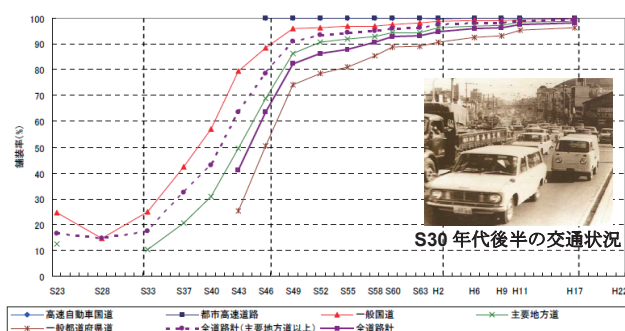
昭和 23 年度から平成 22 年度までのマスターデータ(計 19 回分)の集計を行い、調査年ごとに集計結果整理表として整理した。

(3) 過去の道路交通センサスデータを用いた分析  
(2)における情報基盤の整備により、道路交通・道路状況の長期的推移や、社会・経済・生活の変化へ及ぼした影響などの分析が可能となった。このデータを用いて試行した集計・分析の事例を、以下に紹介する。

## ①道路交通・道路状況の長期的変遷整理

道路交通・道路状況関係指標等の推移の整理を行い、複数の文献から導かれた時代背景に基づき、自動車利用の拡大や利便性向上への影響を整理した。整理の例を以下に示す。

- ・走行台キロは高度経済成長期に入り急速な増加を続けてきた。一方、同じ時期に、混雑度の大きな悪化や旅行速度の低下は見られなかった。交通需要の増加と相まって高速道路整備やバイパス整備が積極的に進められたことが要因として想定される。
- ・舗装率は高度経済成長期に大きく向上した。都道府



図－2 舗装率の推移

県道においては、S39 の「簡易舗装要綱」の制定を契機に簡易舗装が推進されたことが、舗装率の向上に大きく寄与したものと推察される。

## ②社会生活統計指標と道路交通・道路状況関係指標等との関係の整理

道路交通センサス集計結果より、道路交通・道路状況を表現する指標として以下の 11 指標を選定した。

延長、舗装率、歩道設置延長、道路面積、走行台キロ、平均交通量、混雑度、昼夜率、大型車混入率、貨物車混入率、混雑時旅行速度

社会・生活・経済との関係が深く、かつ都道府県別に経年推移の追跡が可能な指標のうち、幹線道路網整備が地域の社会・経済・生活に及ぼした影響を分析するために有用と想定される社会生活統計指標として、「GDP との相関の程度」及び「生活の質的確な表現」の観点から、以下の 17 指標を選定した。

県民総生産額、従業者数、商業年間商品販売額、世帯当たり県民実収入、一人当たり住民税、住宅地・商業値・工業地標準価格、事業所数、商業・近隣商業地面積、工業専用地域面積、製造品出荷額、商業年間販売額、一人当たり固定資産税、世帯当たり自動車保有台数、DID 面積割合、3 次生活時間

社会生活統計指標と道路交通・道路状況関係指標等との関係の推移について、都道府県別かつ道路種別別かつ沿道状況別に集計を行った。

表－2 道路整備と社会生活統計指標との関係

社会経済統計指標(目的変数)	道路交通・状況関係指標(説明変数)	指標間に関する分析結果及び考察
指標	指標の意味	
県内生産額	生産の増加	<p>多変量解析：混雑度・交通量の増が、生産額に対しプラス側に寄与            文献：1985 年ごろは、生産の盛んな地域では、混雑の激しい状況            査察：生産増に道路整備が追いつかない状況が近年まで長く続いたと推測。</p>
従業者数	雇用の増加	<p>多変量解析：混雑度の増が、従業者数に対しプラス側に寄与            文献：高速道路整備によって、商圏や移動圏域、高速輸送が可能となり、企業立地を促した旨の記載            査察：道路整備に伴う交通需要増と相まって、企業立地が多数行われた結果、雇用が増加したと推測。</p>
民営事業所数	産業立地の増加	<p>多変量解析：郊外部の混雑度の増が民営事業所数に対しプラス側に寄与            文献：山梨など、特に郊外で高速道路が整備されると商圏が拡大していた旨の記載            査察：道路整備に伴う交通需要増と相まって、郊外部を中心に産業立地が進んだと推測。</p>
固定資産税額	土地の価値増加	<p>多変量解析：山地部の混雑度が高い地域や市街地の国道で交通量が増加した地域で固定資産税の増に対しプラス側に寄与            文献：高速道路整備の恩恵を受けている地域は、企業誘致が行われ、地価の上昇につながった旨の記載            査察：幹線ネットワークの整備が進んだ地域で、土地の価値の増加が大きいと推測。</p>

さらに、これらの集計結果及び複数の文献から導かれた時代背景に基づき、道路整備が各都道府県の社会・経済指標の変化に及ぼした影響を整理した。

整理の結果、表－2 に例を示した通り、いくつかの社会経済統計指標について、交通量・混雑度などの道路交通・道路状況指標との相関関係が認められた。

# 交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析

Relevant analysis of the continuously observed traffic volume and socio-economic trends

(研究期間 平成 20～25 年度)

総合技術政策研究センター 建設経済研究室  
Research Center for the Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	大谷 悟
Senior Researcher	Satoru OTANI
主任研究官	湯原 麻子
Senior Researcher	Asako YUHARA
主任研究官	大橋 幸子
Senior Researcher	Sachiko OHASHI

The present study aims to develop a method to explain socio-economic trends using traffic data. This paper deals with number of visitors and Diffusion Index. As a result of relevant analysis of number of visitors and traffic volume in 5 areas, the relation seems to bearing on seasonal variation, scale, transportation, course of the visitors. As a result of correlation analysis of Diffusion Index and traffic volume in each prefecture, relations of these data have no features in common.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年、客観的データによる科学的分析結果をもとに、道路事業の必要性や効果について分かりやすく説明することが求められている。このためには、時々刻々変動する交通量や旅行速度といった道路交通状況を効率的かつ詳細に収集するとともに、収集したデータを、地域の交通状況の把握、施策の立案・評価に有効活用していくことが重要である。以上のことから、国土技術政策総合研究所では、交通量常時観測点の交通量データを用いて地域の社会経済動向の把握手法の開発を行っている。

本研究ではこれまでに、特定目的の社会経済指標に対して、特定の常時観測地点における交通量との関連分析を行うことで、交通量データにより動向の把握が可能性のある指標の抽出を行った。その結果、一部地域の観光入込客数、東京港貨物取扱量、成田空港貨物取扱量・旅客数など、特定地域の社会経済指標との関連が確認された。また、広域的な社会経済指標との関連は得にくいことが分かった。

平成 24 年度は、昨年度までに交通量との関連が深いという結果の得られた社会経済指標のうち、比較的各地域で利用の可能性が高いと考えられる観光入込客数について、把握手法の確立に向けた整理・分析を行った。また、特定目的のみならず広く社会経済の把握が可能な手法の確立を目指して、道路交通データと各地域における景気動向指数および景気動向指数を構成する社会経済指標の関連の分析を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 地域の観光入込客数の動向との関連分析

全国の 5 つの観光地を対象に、交通量と観光入込客数の関係を、観光客数の季節変動、人口に対する観光客数の規模、観光客の主な交通手段などの特性を考慮して分析し、道路交通データから観光客数の動向を把握できる可能性の高い観光地の特性の抽出を行うこととする。

観光客数の季節変動を考慮し、観光シーズンに観光客数の変動がある地域と、季節変動の少ない地域の両方を設定することとし、富良野、平泉、金沢、高山、吉野の 5 地域を対象とする。各常時観測地点の交通量データについて、観光と関連が深いと考えられる昼間の小型の交通量について、観光入込客数との関連を分析することとする。なお、近隣に高速道路の IC がある場合には、IC 利用者数についても同様に分析する。対象とした 5 地域について、道路交通データから観光客数の動向把握を目指すことから、常時観測地点ごとに月単位での総交通量と観光入込客数の回帰式の当てはまりにより、関係を比較する。

### 2. 地域の景気動向との関連分析

地域の景気動向との関連を分析するため、表-1 に示す景気動向指数および景気動向指数を構成する指標等について、交通量常時観測データとの相関分析を行う。対象期間は、平成 13 年度から平成 24 年 12 月までを基本とした（ただし近畿、中国、四国、九州、沖縄は平成 17 年度～平成 23 年度を除く）。分析は、都道府県単

位で、各指標で当期との相関のほか、1年前、6か月前、3か月前、3ヶ月後、6ヵ月後、1年後についても行う。

#### 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 地域の観光入込客数の動向との関連分析

#### a. 5地域における年間の交通量との関連

結果を表-2に示す。常時観測地点の交通量と観光入込客数の関連が考えられるのは富良野、高山であり、金沢、吉野、平泉は関連が薄いと言える。これらの関連性に影響すると考えられる観光地の特性を以下に述べる。金沢については、近隣のICは常時観測地点より交通量と観光入込客数の関連がみられること、人口に比べ観光入込客数の規模が小さいことから、常時観測地点での交通量には域内の交通の影響が強いと考えられる。また季節変動も小さいため、域内の交通の中で観光に関係する交通量をとらえにくいことも要因と考えられる。吉野については、5地域のうち唯一、負の相関となっており、観光シーズンのマイカー規制の影響が強いと考えられる。平泉については、関連がややみられるものの、近隣のICの方が関連が強い。これは、季節変動がやや大きく、観光入込客数の規模も人口と比べて大きいことから、常時観測地点を経由しない観光交通が多いことが考えられる。これらのことから、常時観測交通量と観光入込客数の関連には、観光入込客数の季節変動、規模、交通手段、観光地への経路が影響することが考えられる。

#### b. 高山地域における年間の交通量との関連

関連が考えられた高山地域について、期間を広げて月間、年間での相関分析を行った。交通量については、月間交通量は月間の一時間当たり交通量の平均値、年間交通量は年間交通量の平均値とし、休日、全日別に分析した。期間は平成13年4月から平成23年3月までとした。ただし交通量の欠測がある月次も含む。年間については暦年でなく年度での算出とした。結果を表-3、表-4に示す。

月間、年間とも、交通量と観光入込客数については、複数の常時観測地点で関連がみられる。しかしながら、月間と年間では相関の高い常時観測地点が異なっており、この要因についてはデータを細かく確認する必要があるが、月間と年間で交通量と観光客数の関連の特性が異なる可能性も考えられる。

#### c. 富良野地域における平休別の交通量との関連

相関の考えられた地域のうち、富良野について、a.と同様に平日の交通量との比較を行った。結果を表-5に示す。全般に、平日よりも休日の方が関連が強い。これはb.における高山地域と逆の結果となった。しか

し、本稿で調査した範囲では2地域の特性に大きな違いはなく、この要因特定についてはさらなる分析を行う必要がある。

表-1 景気動向として分析した指標

種別	指標
先行指標	景気動向指数(CI)(先行指数)、最終需要財在庫率指数、新規求人数
一致指数	景気動向指数(CI)(一致指数)、鉱工業生産財出荷指数、大口電力使用量、コンビニエンスストア商品販売額
遅行指標	景気動向指数(CI)(遅行指数)
その他	消費総合指数、民間住宅総合指数、民間企業設備投資総合指数、公共投資総合指数、観光入込客数

表-2 月間の観光入込客数と交通量の関連のまとめ

地域	観光客数との関連	季節変動	規模	交通規制	近隣ICでの関連
富良野	大	大	中	-	-
平泉	小	大	大	-	大
金沢	小	小	小	-	中
高山	中	中	中	-	中
吉野	小	大	大	有	-

表-3 月間の観光客数と交通量の相関（高山）

常時観測地点	相関係数 R	
	休日	全日
5110310	0.4242	0.2711
5110420	0.6596	0.5620
5110700	0.5535	0.4549

表-4 年間の観光客数と交通量の相関（高山）

常時観測地点	相関係数 R	
	休日	全日
5110310	0.5270	0.5498
5110420	0.4386	0.3769
5110700	0.5605	0.5589

表-5 観光客と交通量の相関（富良野H21.3-H22.9）

常時観測地点	決定係数 R <sup>2</sup>	
	休日	平日
1110120	0.4804	0.7230
1110125	0.4279	0.6564
1110126	0.4563	0.6667
1110293	0.5181	0.7006
1110294	0.5553	0.7232
1318140	0.3325	0.5222

## 2. 地域の景気動向との関連分析

本研究で分析した範囲では、個別に相関がみられる地域、指標はあったものの、全国的な特徴は確認できなかった。

#### 〔成果の活用〕

得られた成果を基に、交通量常時観測データから観光バスの交通量を推計する方法の検討、観光入込客数の季節変動、交通手段、観光地への経路といった観光地の特性を踏まえた交通量常時観測データと社会経済動向との関連をさらなる分析を行い、経済モデル等を利用した社会経済動向の把握につなげたい。



# 渋滞診断と対策の立案・評価に関する検討

Study on road traffic congestion diagnosis and plan and evaluation of measures

(研究期間 平成 23 年度～25 年度)

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

室 長	高宮 進
Head	Susumu Takamiya
主任研究官	小塚 清
Senior Researcher	Kiyoshi Kozuka
研究官	橋本 浩良
Researcher	Hiroyoshi Hashimoto
部外研究員	水木 智英
Guest Research Engineer	Tomohide Mizuki

In this study, examination of the three items was made. First, the calculation of indices which indicate the service level of trunk road throughout Japan. Secondly, consideration of how to specify locations which cause congestion, and study methods of clarifying the range of the impact of congestion. Finally, case studies of measurement of the effect after the construction of new roads.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路交通における諸課題の中でも、社会の生産性を阻害する交通渋滞は大きな課題となっている。渋滞対策を効果的に進めるためには、道路交通データを用いた詳細な分析結果をもとに、①渋滞の著しい箇所であるボトルネック箇所の抽出、②ボトルネック箇所の渋滞の発生頻度や程度など渋滞状況の把握、③対策立案、④対策効果の評価を実施していく必要がある。また、道路交通データを用いた詳細な分析により、渋滞対策の必要性や効果に関する説明責任を果たすことも非常に重要である。

国土技術政策総合研究所では、幹線道路における交通量及び旅行時間の常時観測データ等を用いた地域の交通状況の把握並びに交通渋滞の分析及び対策立案のための実務的な方法に関する研究開発を行っている。

本研究では、これらの研究開発に必要となる、全国の幹線道路交通のサービスレベルを表す指標の選定と算定方法の整理、ボトルネック箇所における渋滞状況の類型化とボトルネック箇所の特定とその影響範囲の把握、新規道路の供用効果検討のケーススタディを行った。

## 〔研究内容〕

### （１）全国の幹線道路交通のサービスレベルを把握するための指標の算定

地整等における常時観測データを活用したサービス

レベル評価の事例等を収集・整理した。更に、サービスレベル把握に有効であると思われる指標を選定し、全国の幹線道路を対象として指標値とともに算定方法を整理した。

### （２）ボトルネック箇所における渋滞状況の類型化

全国のボトルネック箇所を対象として、渋滞状況进行分析し、渋滞の発生する曜日や時間帯等に基づいて類型化した。

### （３）ボトルネック箇所の特定とその影響範囲の把握

常時観測データを活用してボトルネック交差点及びその影響範囲を特定する具体的方法・特徴を整理するとともに、各々の方法による算定結果と実測結果とを比較することでその特定精度を検証した。

### （４）新規道路の供用効果計測のケーススタディ

常時観測データを活用した分析手法の検討の一環として、新規供用道路を対象とし、旅行速度データを用いた供用前後における当該道路及びその周辺道路の交通動向の変化について分析した。

## 〔研究成果〕

### （１）全国の幹線道路交通のサービスレベルを把握するための指標の算定

全国の幹線道路におけるサービスレベルを把握するための指標として、旅行速度、時間信頼性などを中心に 19 の指標を選定した。選定した各指標について、その定義、算定方法及び表現方法を検討した。その上で

さらに、19 の指標について常時観測データから 2010 年度と 2011 年度の指標値を算出した。一例として混雑時平均旅行速度の指標値の一部を図 1 に示す。

単位:km/h	高速自動車 国道	都市高速 道路	一般 国道	主要地方道 (都道府県道)	主要地方道 (指定都市道)	一般都道府 県道	指定市の 一般市道
北海道	87.2		43.7	35.2	27.0	33.1	24.1
青森県	85.3		38.3	35.5		31.5	
岩手県	84.1		43.1	41.0		40.4	
宮城県	80.1		36.5	33.9	25.0	33.3	
秋田県	87.1		45.9	38.9		38.9	
山形県	83.6		42.0	34.1		34.4	
福島県	82.8		36.5	37.4		34.2	
茨城県	87.0		36.0	36.5		36.6	
栃木県	100.0		38.8	34.0		36.0	
群馬県	84.7		32.9	28.0		31.7	
埼玉県	84.3	42.0	24.3	25.8		24.2	20.8
			34.6	31.3		31.9	23.7

図 1 混雑時平均旅行速度 (2011 年度・平日・朝)

## (2) ボトルネック箇所における渋滞状況の類型化

渋滞の発生する曜日や時間帯等に着目して渋滞状況を分類化する手法を検討するとともに、全国約 5,500 箇所のボトルネック箇所の流入部区間における渋滞状況を類型化した (表 1、図 2)。その結果、ボトルネック箇所の流入部の約 30% が曜日・時間帯によらず混雑している「区分 1」に該当する結果を得た。

表 1 渋滞状況の類型区分

渋滞発生 曜日/時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
曜日	毎日	毎日	毎日	平日	平日	平日	平日	平日	平日	金曜	金曜	金曜
時間	慢性	昼間	夕方	慢性	昼間	夕方	慢性	昼間	夕方	慢性	昼間	夕方
【解説】	曜日：毎日：月曜から日曜に毎日渋滞が発生 平日：平日および土曜に渋滞が発生 金曜：金曜に渋滞が発生											
時間帯	慢性：6 時台～23 時台に慢性に渋滞が発生 昼間：7 時台～19 時台に渋滞が発生 夕方：16 時台～18 時台に渋滞が発生											

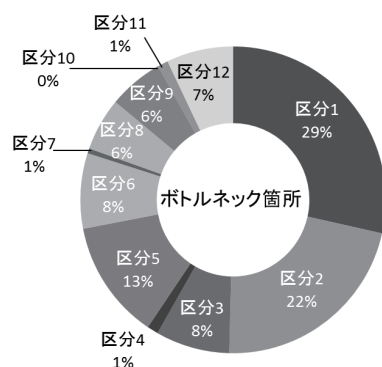


図 2 渋滞状況の類型化結果 (2010 年度)

## (3) ボトルネック箇所の特定とその影響範囲の把握

常時観測データを活用してボトルネック交差点及びその影響範囲を特定する方法を調査し、その具体的内容と特徴を整理した。表 2 に特定方法と概要を示す。

次に、広島県内の主要な渋滞交差点 (5 箇所) に対して各々の方法により、ボトルネック交差点の箇所およびその影響範囲の特定を試みるとともに、各方法の特定精度を検証するために、対象交差点における渋滞長を実測することにより、実際のボトルネック箇所の位置とその影響範囲を調査し、各方法を用いた特定結果とを比較した。

比較の結果、ボトルネック箇所およびその渋滞影響範囲の特定は、「ボトルネック指数を用いた特定方法」が最も特定精度が高い結果となった。しかし、渋滞が長時間にわたり、かつ渋滞長が長い場合は、いずれの特定方法・閾値を用いても特定結果と実測結果とが乖離するという課題も確認された。

表 2 ボトルネック箇所と影響範囲の特定方法

No.	特定方法	概要
1	旅行速度および隣接区間の相関係数による特定方法	区間の平均旅行速度 (渋滞状況) と隣接区間相互の相関係数 (連動性) からボトルネック交差点・影響範囲を特定する方法
2	ボトルネック指数を用いた特定方法	対象区間と隣接区間の渋滞状況の組み合わせから、対象区間の渋滞状況および下流側の区間からの影響の有無を捉え、ボトルネック交差点・影響範囲を特定する方法
3	アソシエーション分析による特定方法	区間別の渋滞発生状況から同時に渋滞が発生しやすい区間群 (価値のある相関ルール) を抽出し、ボトルネック交差点・影響範囲を特定する方法

## (4) 新規道路の供用効果計測のケーススタディ

新東名高速道路、国道 2 号廿日市高架橋、国道 58 号那覇西道路を対象に、常時観測データを用いた新規道路の供用効果検討のケーススタディを行った。分析にあたっては、常時観測データが有する特徴 (面的・時間的に幅広いデータが収集可能) を踏まえて、多角的な視点から指標値を算定した。一例として新東名高速道路の分析事例を表 3 および図 3 に示す。図 3 より、新東名の供用により所要時間内で移動できる割合が増加したことが確認された。

表 3 道路事業・分析項目

事業種別	事業名	分析項目
高速道路区間の新規供用	新東名高速道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>○旅行速度の変化</li> <li>○旅行時間の変化</li> <li>○所要時間信頼性の変化 (①参照)</li> <li>○県庁～市役所間のアクセス向上</li> <li>○IC アクセス道路の走行状況の変化</li> <li>○リダンダンシー確保による集中工事の影響低減</li> <li>○規制速度と実際の速度の関係</li> <li>○IC 出入交通量の変化</li> </ul>

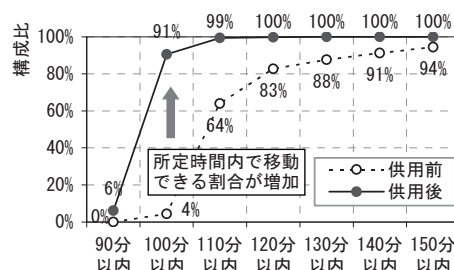


図 3 所要時間信頼性の変化

(三ヶ日 J→御殿場 J を所要時間内で移動できる割合)

## 【成果の発表】

平成 25 年 6 月に広島工業大学にて開催される土木計画学研究発表会春大会において、本研究成果である民間プローブデータを用いたボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法に関する分析について発表する。

# プローブデータ利活用の高度化とデータ要件に関する検討

Study on advance of the probe data utilization and data requirements

(研究期間 平成 24～25 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
関谷 浩孝  
Hirotaka SEKIYA  
諸田 恵士  
Keiji MOROTA

Probe car data have been used to calculate the traveling speed on trunk road networks throughout Japan. In order to promote the use of probe data for road administration, in this research the authors analyzed the relationship of data volume and the accuracy of indices such as the average traveling speed and ratio of traffic turning right at intersections.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路行政におけるプローブデータの活用を推進するために、プローブデータの活用方法を整理するとともに、各活用方法に応じたデータ要件の検討を行うことを目的とする。

本年度は、活用方法に応じたデータ要件を整理するとともに、代表的な指標（平均旅行速度、OD 交通量比率、交差点右折交通量比率）のデータ量に関する要件を検討するため、精度との関係性について分析を行った。本稿では、平均旅行速度について、統計理論に基づき精度とデータ量との関係を分析した結果について紹介する。

## 〔研究成果〕

### （１）分析方法

平均旅行速度の精度とデータ量との関係は、平均旅行速度の分布が正規分布に従うと仮定すると、母平均の検定方法<sup>1)</sup>の考え方にに基づき、式（１）のとおり示される。式（１）は一定の精度で平均旅行速度を算定する場合、個別の車両の旅行速度のばらつき（標準偏差）が大きいほど、多くのサンプル数が必要となることを示している。

$$n \geq \left( \frac{Z_{\alpha/2}}{d} \right)^2 \sigma^2 \quad (1)$$

$n$ ：必要サンプル数、 $d$ ：許容誤差、 $\sigma$ ：標準偏差  
 $Z_{\alpha/2}$ ：標準正規分布の信頼区間  $P(=1-\alpha)\%$  の点（信頼区間 95% の場合： $Z_{0.05/2}=1.96$ ）

ここでは、平均旅行速度を 1 ヶ月間の平日を対象に、

混雑時間帯別（朝混雑時（7-8 時台）、非混雑時（9-16 時台）、夕混雑時（17-18 時台））に一定の精度を確保して算定することを想定する。式（１）を用いて、精度を信頼区間 95%、許容誤差  $d=\pm 5\text{km/h}$  と設定し、全国の DRM 区間における個別車両の旅行速度のばらつき（標準偏差  $\sigma$ ）をプローブデータから求め、必要サンプル数を算定した。

全国の DRM 区間毎に誤差  $\pm 5\text{km/h}$  以内とするために必要なサンプル数を算定し、小さい順に並べたものが図 1 である。図 1 の横軸は、全国の DRM 区間毎のサンプル数を小さい順に並べ、これらの全体比率を示したものである。例えば、図 1 に示す、全体比率（以下「カバー率」という。）50%に相当するサンプル数（24 件）は、全国で半数の DRM 区間が誤差  $\pm 5\text{km/h}$  以内とするために必要なサンプル数といえる。

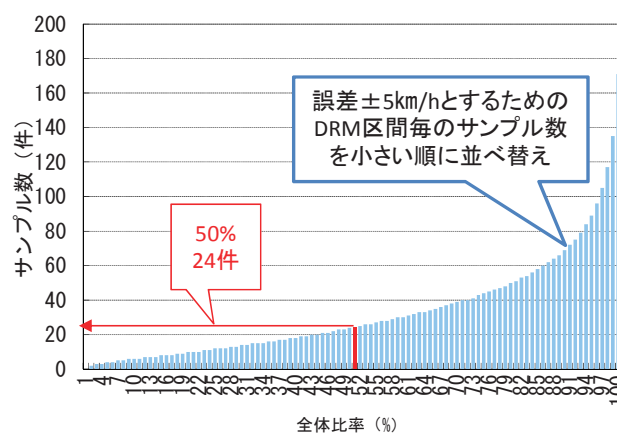


図 1 DRM 区間毎の誤差  $\pm 5\text{km/h}$  以内とするために必要なサンプル数  
(朝混雑時（7-8 時台）、平成 24 年 4 月（平日）、直轄国道）

## (2) 分析結果

### ①カバー率別の必要サンプル数（誤差±5km/h 以内）

上記（1）の分析方法に従って、カバー率別（50%、60%、70%、80%、90%）に誤差±5km/h 以内とするために必要なサンプル数を求めた結果を表1に示す。当然ながら、カバー率が上がるにつれ、必要なサンプル数も増加する。例えば、一般国道（直轄）の場合、カバー率50%の必要サンプル数は21～24件、カバー率90%の必要サンプル数は62～69件である。

表1 カバー率毎の必要サンプル数（±5 km/h 以内）

道路種別	カバー率	サンプル数(件)		
		朝混雑時間帯 (7～8時台)	非混雑時間帯 (9～16時台)	夕混雑時間帯 (17～18時台)
高速道路	50%	21	21	22
	60%	23	22	24
	70%	26	24	26
	80%	31	29	32
	90%	45	40	46
一般国道 (直轄)	50%	24	21	23
	60%	30	26	28
	70%	39	34	35
	80%	50	45	46
	90%	69	62	64
一般国道 (補助)	50%	17	14	16
	60%	21	18	20
	70%	27	24	26
	80%	37	33	35
	90%	55	50	52
都道府県道	50%	17	16	17
	60%	22	21	22
	70%	29	28	28
	80%	39	39	39
	90%	60	60	60

以下では、月別、沿道状況別のサンプル数の違いを分析するために、必要サンプル数の例として朝混雑時間帯におけるカバー率50%の値を用いた。

### ②月別の必要サンプル数（誤差±5km/h 以内）

平成24年4月～9月の平日において、月別に誤差±5km/h 以内とするために必要なサンプル数を示したものが図2である。図2に示すとおり、月別ではあまり変化はなく、同程度のサンプル数であった。

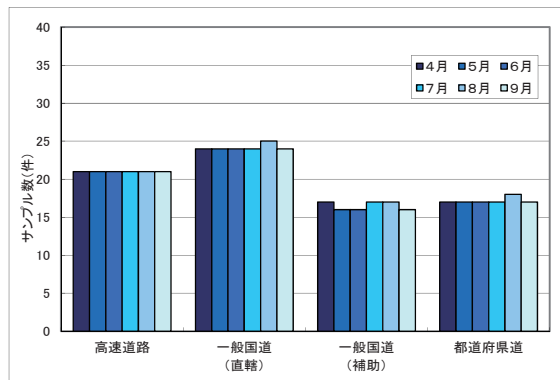


図2 月別の必要サンプル数  
(±5 km/h 以内、カバー率 50%、朝混雑時 (7-8 時台))

### ③沿道状況別の必要サンプル数（誤差±5km/h 以内）

沿道状況（人口集中地区（DID）、市街地部、平地部、山地部）別に誤差±5 km/h 以内とするために必要なサンプル数を示したものが図3である。

DIDは、他の沿道状況に比べ、信号交差点が多く、沿道施設へアクセスする車両等の影響が強いため、旅行速度の変動が大きくなる。そのため、全ての道路種別において、DIDのサンプル数が最も多くなる傾向を示した。

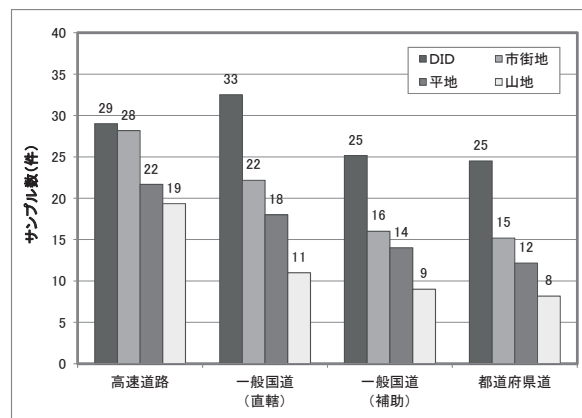


図3 沿道状況別の必要サンプル数  
(±5 km/h 以内、カバー率 50%、朝混雑時 (7-8 時台))

## (3) まとめ

統計理論に基づき、全国の DRM 区間を対象に、平均旅行速度を誤差±5km/h 以内の精度で算定するために必要なサンプル数を月別、沿道状況別等で算定した。

4月～9月において、平均旅行速度の精度を確保するために必要なサンプル数は各月で同程度であった。

沿道状況別では、DIDは旅行速度の変動が大きく、平均旅行速度の精度を確保するために必要なサンプル数が多くなることが分かった。

## [成果の活用]

本稿での成果は、プローブデータを用いて平均旅行速度を算定する際に、一定の精度を確保するためのデータ量の要件として、活用されることを想定している。

平成24年度は、全国的な傾向をみるためにプローブデータに基づき、精度とサンプル数との関係について分析した。今後は、現地調査を実施し、旅行速度の全数調査を行い、精度とサンプル数の関係について、更なる分析を行う予定である。

## [参考文献]

1) 永田靖：サンプルサイズの考え方，朝倉書店，2003。



# 交通分析の高度化に関する検討

## Review of Sophistication of Traffic Situation Analysis

(研究期間 平成 24 年度～25 年度)

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

室 長 高宮 進  
Head Susumu Takamiya  
研究官 橋本 浩良  
Researcher Hiroyoshi Hashimoto  
研究官 山下 英夫  
Researcher Hideo Yamashita  
部外研究員 水木 智英  
Guest Research Engineer Tomohide Mizuki

This research confirmed the effectiveness of a traffic simulation technique and clarified related problems in order to implement the technique in practice, by studying case examples of effects of road entry/exit traffic on travel speed on roads with small retail stores located alongside.

### 〔研究目的及び経緯〕

交通対策を実施した後の交通状況変化を事前に分析するには、時間的及び空間的に様々な条件下における交通状況を表現できるミクロ交通シミュレーション（以下「シミュレーション」という。）が有効である。

一般的に自動車を対象としたシミュレーションは、次の手順で行われる。

#### 手順 1. シミュレータ内の各種パラメータの調整(図 1)

シミュレータは、車両発生モデル及び車両走行モデルなどのモデルで構成される。例えば、車両発生モデルは、交通需要の条件を満たすよう車両の発生時刻を設定し、シミュレータ上の検討対象区間に車両を流入させるものである。また、車両走行モデルは、ドライバーの加減速挙動のメカニズムをモデル化したもので、各車両をシミュレータ上で走行させるため、①で例示するパラメータを用いて、前方車両との車間距離や相対速度などから、一定時間間隔ごとに加速度を計算するものである。

①検討対象とする交通状況や区間を選定した上で、実態調査等により、次に示す、シミュレータへの入力データ及び実際の交通状況を表すデータ（以下「現況再現性確認用データ」という。）を準備する。なお、「各種パラメータ」については、実態調査では容易に得られないため、あらかじめ初期値を設定し、後に調整を行う。

#### ＜入力データ＞

- ・道路構造データ：ノード位置、リンク長など
- ・交通需要データ：時間帯別車種別交通量など
- ・交通運用データ：信号現示、車線規制など
- ・実行条件データ：計算の開始時刻・終了時刻など

- ・各種パラメータ：自由流速度（下流部の交通容量の制約を受けない状況における速度）、通常加（減）速度（無理なく加（減）速を行う場合の加（減）速度）など
- ＜現況再現性確認用データ＞

- ・旅行時間、渋滞長など

②シミュレータにより交通状況の計算を行い、出力データとして各車両の走行位置や地点速度を得る。

③出力データと現況再現性確認用データを比較し、入力した各種パラメータが適切かを確認する。

- ・出力データと現況再現性確認用データとの乖離が大きい場合、調整対象となるパラメータの再設定を行い、再度計算を行う。

- ・出力データと現況再現性確認用データとの乖離が小さい場合、各種パラメータの調整を完了する。

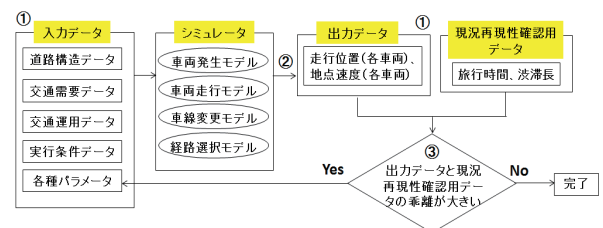


図 1 シミュレータ内の各種パラメータの調整手順

#### 手順 2. 交通状況変化の分析

各種パラメータの調整完了後、分析目的に応じて道路構造データ、交通需要データ又は交通運用データを変更してシミュレータに入力する。出力結果をもとに、交通状況変化の分析を行う。

シミュレーションの実施においては、実態調査や各種パラメータの調整に要する労力・コストが大きいといった課題が指摘されている。そこで、本研究では、



労力・コストの削減方法などシミュレーションの利用性向上に関する検討を行っている。

### 〔研究内容〕

平成 24 年度は、「沿道に立地する店舗への出入り交通（以下「沿道出入り交通」という。）が本線通過車両に及ぼす影響」の事例を通じて、シミュレーションの実施にあたり労力・コストがかかる項目を抽出するとともに、その削減方法を検討した。

### 〔研究成果〕

#### (1) 検討対象区間の選定

検討対象区間として、図 2 に示す区間を選定した。なお、沿道出入り交通以外による影響を排除するため、信号交差点を含まないよう選定した。



図 2 千葉県道 59 号線（白井市富士付近）（2 車線）

#### (2) シミュレータ内の各種パラメータの調整

##### 1) 入力データの準備

##### ① 道路構造データ

国土地理院発行の数値地図により、出入り口の位置、出入り口間の距離などの道路構造データを取得した。

##### ② 交通需要データ

ナンバープレート調査により、本線交通量（15 分帯）を取得した。また、ビデオカメラで撮影した映像により、沿道出入り交通量（15 分帯）を取得した。

##### 2) 現況再現性確認用データの準備

ナンバープレート調査により、本線通過車両の区間平均速度（15 分帯）を取得した。また、各車両の詳細な加速・減速挙動を把握するため、ビデオカメラで撮影した映像により、本線通過車両及び沿道出入り車両の走行位置の時間変化を取得し、流入出車両の出入り口までの距離帯別の地点速度を算出した。ここで、ビデオ映像から各車両の走行位置を手作業で読み取ることに、多くの労力・コストを要した。

##### 3) シミュレータによる計算の実行

車両発生モデルにより、乱数系列から車両の発生時刻にばらつきを与えて、1) で取得した 15 分帯の交通量と整合するよう車両を流入させた。また、車両走行モデルにより、0.1 秒ごとに加速度を算出した。

##### 4) 現況再現性の確認

速度・加速度に関するパラメータを車両挙動特性に応じて調整するため、次の①～⑤に着目して、シミュレーション結果と実態調査結果を比較した。さらに、各車両挙動を重ね合わせた全体の交通状況の再現性を確認するため、⑥について比較を行った。

① 流出車両の出入り口までの距離帯別の地点速度

② 流出車両の影響を受ける後続車両の区間平均速度

③ 流入車両の出入り口までの距離帯別の地点速度

④ 流入車両の影響を受ける後続車両の区間平均速度

⑤ 流出車両・流入車両の影響を受けない本線通過車両の区間平均速度

⑥ 本線通過車両の区間平均速度

①及び③については地点速度の平均値及び標準偏差の比較により、②及び④～⑥については区間平均速度のヒストグラムにおける最頻値、平均値及び標準偏差の比較により、現況再現性を確認した。図 3 に⑥のヒストグラムを示す。ここで、個々のパラメータが出力データに与える影響を見ながら、経験則に基づいて手作業でパラメータの調整を行うことに、多くの労力・コストを要した。

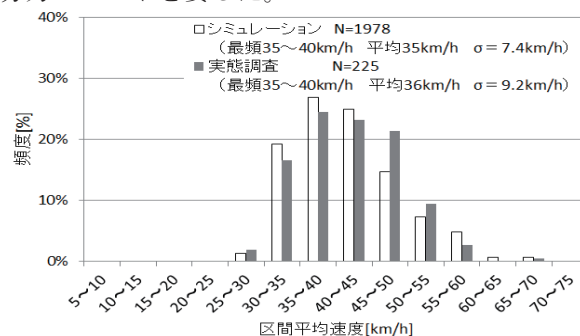


図 3 本線通過車両の区間平均速度のヒストグラム

#### (3) 労力・コストの削減方法の検討

(2)2) の各車両の走行位置の読み取りは、沿道出入り交通に関わる詳細な加減速挙動を把握するため、一般的に検討対象区間ごとに行っている。また、この加減速挙動の特性はドライバーの運転特性に大きく影響される。一方で、検討対象区間によってドライバーの運転特性は大きく変わらないと考えられるため、加減速挙動の特性も大きく変わらないと考えられる。このため、加減速挙動の標準的な特性を整理できれば、各車両の走行位置の読み取りが不要となり、労力・コストが削減できると考えられる。

(2)4) のパラメータの調整は、パラメータの種類や定義がシミュレータごとに異なるとともに、適切なパラメータの値が検討対象区間ごとに異なるため、分析の都度行う必要がある。このため、パラメータの調整にかかる労力・コストを削減することは難しいと考えられる。

# 道路交通調査プラットフォームに関する検討

## Examination on platform of road traffic data

(研究期間 平成 24～25 年度)

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

高度情報化研究センター 情報基盤研究室  
Research Center for Advanced  
Information Technology  
Information Technology Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
橋本 浩良  
Hiroyoshi HASHIMOTO  
山崎 恭彦  
Takahiko YAMAZAKI  
重高 浩一  
Koichi SHIGETAKA  
今井 龍一  
Ryuichi IMAI  
井星 雄貴  
Yuki IBOSHI

This research aims to build a system to store and utilize the various road traffic data, such as road traffic census, travel speed, traffic volume.

### [研究目的及び経緯]

本研究は、道路交通センサスをはじめ、旅行速度や交通量などの多様な道路交通調査の結果を効率的に蓄積・活用する仕組み（道路交通調査プラットフォーム）の構築を目的としている（図-1 参照）。

本年度は、道路交通調査プラットフォームの構築に向けて技術・制度の両面から要件を検討した。道路管理者へのヒアリングやアンケートを通じて、各道路交通調査データの収集プロセス、保管状況および道路交通調査プラットフォームの構築・運用に向けた課題などを詳細に調査・整理した。調査・整理結果に基づき、同プラットフォームの具備すべき機能（システム構成含む）や運用規程などを要件定義書（案）としてとりまとめた。

### [研究内容]

#### 1. 道路交通調査データの詳細整理

道路交通調査データごとに、適用されている規程、フォーマット、調査データの収集プロセス、保管状況、保管期間、実データのサイズおよび現行の運用における課題などを詳細に整理した。

整理対象の道路交通調査データは、道路交通センサス（道路状況、交通量、旅行速度）をはじめ、交通調査基本区間、旅行速度（民間プローブデータ）および交通量（常時観測データ、個別の交通量調査結果（交差点含む））とした。

#### 2. 道路交通調査データの活用方法の調査整理

道路交通調査プラットフォームの登録データは、道路管理者（国道事務所職員）が道路交通状況の把握などの行政運営に活用することを想定している。

同プラットフォームから各活用場面で利用しやすい形式のデータを提供するため、道路管理者（地方公共団体含む）における道路交通調査データの活用事例や活用ニーズを道路管理者へのヒアリングやアンケートにより調査し、同プラットフォームの要件を検討するうえで参考とすべき知見を整理した。

#### 3. ビッグデータを対象にした収集・活用のプラットフォーム技術や事例の調査

道路交通調査プラットフォームで扱うことが想定されるビッグデータの処理技術（集積、加工、分析や可視化など）とともに、具体的な事例を幅広く詳細に調査し、同プラットフォームの要件を検討するうえで参考とすべき知見を整理した。

#### 4. 道路交通調査プラットフォームの要件の整理

前項までの調査・整理結果に基づき、登録データの仕様、提供データの仕様、具備すべき機能、構成案および運用方法を整理し、要件定義書（案）としてとりまとめた。

### [研究成果]

#### 1. 道路交通調査データの詳細整理

各種規程・調査要綱などを元に作成主体、データ単

位（時間軸・空間軸）、ファイル形式・単位・サイズ、更新時期、更新主体などを整理した。

## 2. 道路交通調査データの活用方法の調査整理

ヒアリング・アンケート調査から以下のニーズが得られた。

- ・活用場面により道路交通調査データの加工・分析内容は異なるため、自由に加工・分析できるオリジナルファイルが取り出せる機能が必須。
- ・関連規程集や過去のデータも登録しておくことと便利。
- ・一連のデータを一括ダウンロードできると効率的。
- ・地名、路線、交通調査基本区間などをキーとして検索できると便利。
- ・地図で調査箇所が確認できるのは便利。

## 3. ビッグデータを対象にした収集・活用のプラットフォーム技術や事例の調査

ビッグデータの収集・蓄積・分析基盤においては、独自の開発、ディストリビューションの導入、アライアンスの導入やクラウドサービスの利用が想定される。これらのいずれの場合においても、ビッグデータの分散処理技術の「Hadoop」が採用されており、道路交通調査プラットフォームにも適用可能な技術である。

また、データマイニングなどのデータ処理技術やM2M クラウドといった処理基盤の適用可能性も挙げられる。

## 4. 道路交通調査プラットフォームの要件の整理

道路交通調査プラットフォームには「登録」「検索」「表示」「出力」「管理」の各機能が必要と考えられ、それぞれ must（必須）/ should（具備が望ましい）/ may（具備

すると便利）の3段階の優先度にて各機能の要件を定義した。must 機能の一例を以下に示す。

### 【登録機能】

- ・道路交通調査データはファイル単位で登録
- ・個別調査データは代表位置情報とともに登録

### 【検索・表示機能】

- ・地名、路線や交通調査基本区間などによる検索
- ・電子国土、交通調査基本区間や常観地点などの表示
- ・登録状況一覧表の表示

### 【出力機能】（図-2 参照）

- ・登録ファイルの形式での出力（整備局別、月別など）

### 【管理機能】

- ・パスワードや権限の設定、登録・出力などの履歴管理

図-2 出力機能の画面イメージ

### 【成果の活用】

今後は、本年度得られた成果を活用して、道路交通調査プラットフォームのプロトタイプを開発し、地方整備局での試行運用を行う予定である。

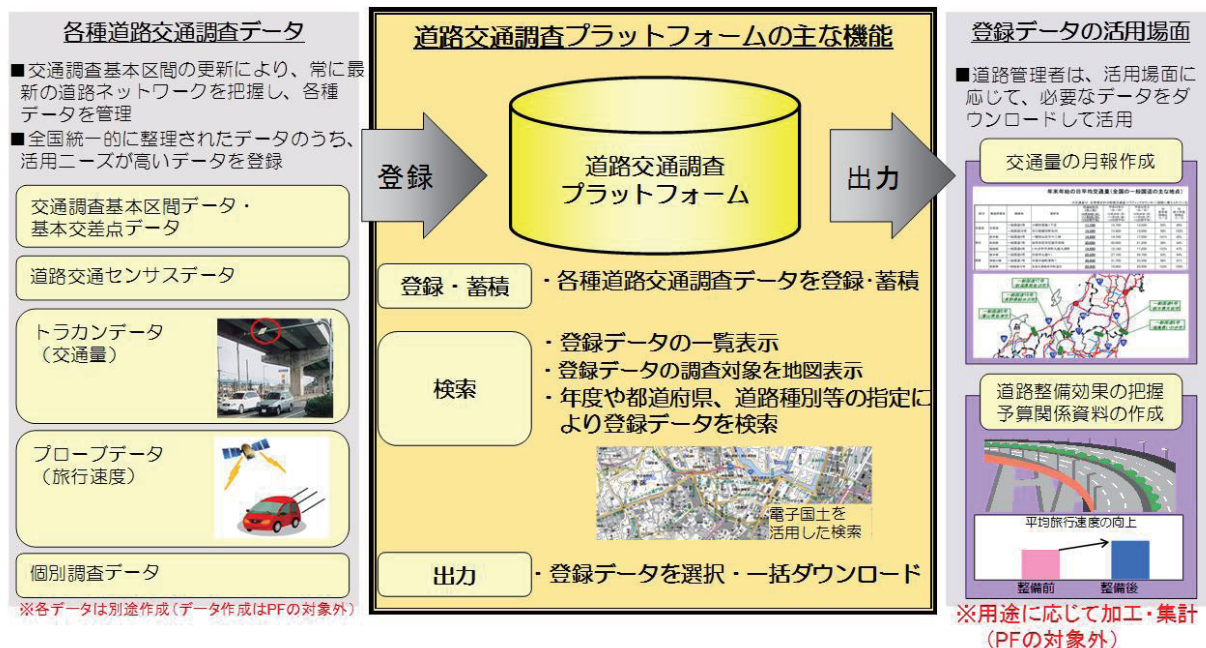


図-1 道路交通調査プラットフォームの全体像



# 都市間道路のサービス水準と効率的な機能向上策

The service levels and the efficient good plan for functions of interurban roads

(研究期間 平成 23～24 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer  
部外研究員  
Guest Research Engineer

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
小林 寛  
Hiroshi KOBAYASHI  
山本 彰  
Akira YAMAMOTO  
橋本 雄太  
Yuta HASHIMOTO  
中野 達也  
Tatsuya NAKANO

It is now necessary to efficiently and effectively improve the service level on interurban roads in Japan by devising various low-cost measures for existing roads. Our study, which was intended to help improve road functions, included research on the current status of road structures and traveling speed with respect to road functions, analysis of the relationship between traveling speed and signalized intersection density and a study of the designing method of roundabouts.

## 〔研究目的及び経緯〕

我が国の都市間道路については、幹線道路に求められる旅行速度が十分に確保できていないなど、本来求められる通行機能が発揮されていない状況が見受けられる。一方で、近年の財政状況や地勢等から、新たに高規格の道路を大量かつ早期に整備していくことは困難な状況にある。このような中、都市間道路のサービス向上を図るためには、旅行速度等のサービスの低下区間及びその影響要因を特定し、既存道路の効果的な改良を図るなど、重点的かつ効率的な対策が求められている。

以上を踏まえ、本研究では、既存道路ネットワークのサービス水準の実態整理やサービス低下要因の特定、既存道路の機能向上策等について調査を行った。本年度は、道路の機能に応じた道路構造及び旅行速度の実態整理や、道路状況別の旅行速度と信号交差点密度の関係分析、機能向上策の一つであるラウンドアバウトの幾何構造に関する基礎調査を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 機能に応じた道路構造及び旅行速度の実態整理

求められる機能に応じた道路の類型区分を整理した上で、類型区分毎の目標旅行速度の設定や望ましい道路構造を検討した。

### 2. 旅行速度と信号交差点密度の関係分析

一般道路で旅行速度が低下する要因として、信号交差点による影響が想定される。ここでは、目標とする旅行速度を達成する有効な手段となり得る信号交差点密度の設定について、道路状況別に分析を行った。

### 3. ラウンドアバウトの幾何構造に関する基礎調査

ラウンドアバウトの幾何構造に関する海外基準の調査や国内の既存円形交差点の実態整理、ラウンドアバウトの幾何構造に関する基礎検討を行った。

## 〔研究成果〕

### 1. 機能に応じた道路構造及び旅行速度の実態整理

土浦・つくば・牛久都市圏等の既存道路ネットワークを対象に、道路の機能に応じて設定した類型区分をあてはめ(図-1)、類型区分毎に仮設定した旅行速度の目標と実態とを比較した。これを元に、特に旅行速度の実態が目標から著しく低下している区間を抽出し、旅行速度に影響を与えている具体的な要因と事象(信号交差点による局所的な速度低下、沿道出入り車両や駐停車車両による後続車の速度低下など)の調査を行った。この結果から、道路の類型区分毎に目標とする旅行速度を発揮させるための道路構造(立体化や右折車線設置等の交差点改良やアクセスコントロール)について整理した。

類型区分			記号	地図表示
自動車専用道路	地方部	大都市間連絡(特に高規格)	I A +	該当なし
		地方拠点間連絡道路	I A	———
		地方地域間連絡道路	I B	- - - -
一般道路(幹線道路)	都市部	都市高速道路	II	該当なし
	地方部	環状線、BPなど	III A +	———
		主要都市間連絡道路	III A	———
		地域間連絡道路	III B	———
	都市部	補助幹線道路	III C	———
		環状線、BPなど	IV A +	———
		主要幹線道路	IV A	———
		都市幹線道路	IV B	———
		補助幹線道路	IV C	———
	区画街路、農道など			V
土浦・つくば・牛久都市圏境界				-----



図-1 道路機能に応じた類型区分と土浦・つくば・牛久都市圏の既存道路ネットワークへの適用

## 2. 旅行速度と信号交差点密度の関係分析

平成 22 年度道路交通センサスにおける交通調査基本区間や道路状況調査を活用し、旅行速度と信号交差点密度との関係分析を行った。分析にあたっては、道路種別や代表沿道状況など、旅行速度に影響する項目を絞り込んだ上で、道路状況別の関係を整理した。その結果、道路状況別に旅行速度の違いが明らかになり(図-2)、道路の計画・設計段階から概ね実現できる旅行速度を想定することが可能となった。

## 3. ラウンドアバウトの幾何構造に関する調査

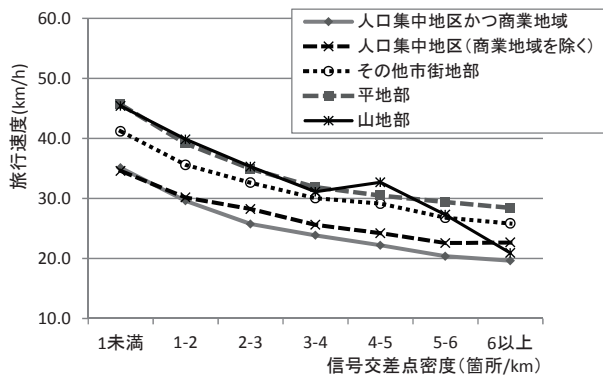


図-2 代表沿道状況別の信号交差点密度と旅行速度(平均値)の関係

### (1) 幾何構造に関する海外基準の調査

イギリス、ドイツ、フランス、アメリカ、オーストラリア、韓国のラウンドアバウトの設計基準について、主に幾何構造の観点から調査・整理を行った。また、設計基準の根拠や導入事例について、ヒアリング及び現地調査を実施した。

### (2) 既存円形交差点の調査

国内の既存円形交差点について、事例収集のための概略調査及び車両挙動の調査を実施した。車両挙動調査では、交通容量の算定に必要な各種パラメータの取得や、車両走行速度の調査(図-3)を行い、適切な幾何構造設計のための基礎資料として整理した。

### (3) ラウンドアバウトの幾何構造に関する基礎検討

ラウンドアバウトの環道及び流入入部の設計に導流

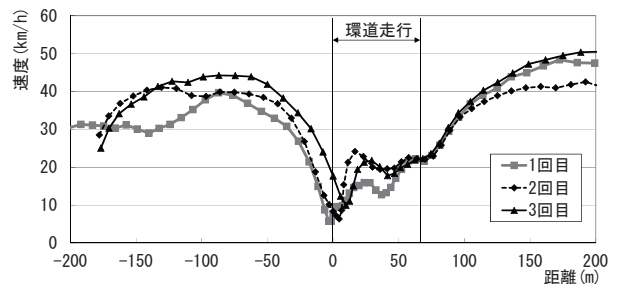


図-3 ラウンドアバウトの車両走行速度

路の考え方を適用すると、幅員等の幾何構造を仮設定することが可能となる。これを踏まえ、実交差点を対象にラウンドアバウトの試設計を実施し、設計上の課題や導流路の適用の可否を整理した。

### 【成果の活用】

本成果は、機能に応じた道路階層ネットワークの構築に向けた、道路計画・設計の基礎資料として活用することを予定している。そのうちラウンドアバウトについては、設計基準のとりまとめに向けて、今年度の調査結果を踏まえ、引き続き検討を進めていく。

# 道路事業の多様な効果の算定手法に関する検討

Study on methods to evaluate various impacts of road projects

(研究期間 平成 22～25 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
関谷 浩孝  
Hirotaka SEKIYA  
諸田 恵士  
Keiji MOROTA

The authors have been researching how road-related projects are evaluated and what indicators are used to prioritize them in other countries. This year the authors identified the methods used for estimating wider economic benefits in France, Germany, Sweden and New Zealand. Also, the authors gained knowledge on how these countries consider the possibility that the use of both wider economic benefits and conventional benefits (reduction in travel time and cost) could constitute double counting.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路事業の目的、効果に応じた多様な評価手法の更なる充実を図るため、道路事業がもたらす多様な効果を評価する手法を検討する必要がある。

本年度は、国外の道路事業による広域的な経済波及効果の算定方法及び時間短縮便益との二重計上の考え方について、調査を行った。ここでは、有益な情報が得られたドイツ、フランス、ニュージーランド、スウェーデンの4か国について、マニュアル類の記載内容の整理及び各国担当者への問い合わせにより調査した結果を報告する。

## 〔研究成果〕

### 1. 国外の広域的な経済波及効果の算定方法の概要

上記4か国の広域的な経済波及効果の算定方法の

概要を表1のとおり整理した。

広域的な経済波及効果は、効果項目を「雇用増加」としている国（ドイツ、フランス）と「集積による生産性向上」としている国（ニュージーランド、スウェーデン）がある。「雇用増加」は、建設工事による雇用の創出に加え、交通費用の低下による労働市場の拡大に伴う雇用数の増加を見込んでいる。「集積による生産性向上」は、企業間の移動の利便性が向上することによる生産性の向上効果を見込んでいる。

また、ニュージーランドでは、広域的な経済波及効果（集積による生産性向上効果）を貨幣価値換算している。この便益は、時間短縮便益の追加的な便益であり、二重計上とはならないという考えに基づき、時間短縮便益等とともに便益に加算されている。

表1 各国の広域的な経済波及効果の算定方法の概要（抜粋）

国	二重計上の考え方※1	評価指標	効果項目	評価対象(期間)	評価の内容
ドイツ	☆なし	□貨幣価値	●雇用増加	建設期間	△建設工事で創出される雇用に伴う「失業者対策の政府支出の削減額」※2
				供用後	▲移動コスト低下により新たに労働市場に参加する雇用に伴う「失業者対策の政府支出の削減額」
フランス	N/A	■:定量評価	●雇用増加	建設期間	△建設工事で創出される雇用者数※2
				供用後	▲移動コスト低下により新たに労働市場に参加する雇用者数
				供用後	・道路の維持管理と運営業務で創出される雇用者数
スウェーデン	★あり	◆定性評価	○集積による生産性向上	供用後	○企業間の近接性向上及び企業の生産性向上に伴うGDPの増加
ニュージーランド	☆なし	□貨幣価値	○集積による生産性向上	供用後	○企業間の近接性向上及び企業の生産性向上に伴うGDPの増加

※1 二重計上の考え方 ☆なし:時間短縮便益との二重計上の可能性がないと考えている。 ★あり:時間短縮便益との二重計上の可能性があると考えている。

※2 フランスは、建設工事で創出された雇用者の消費支出に伴う他産業での波及的な雇用増加数も含む。これに対し、ドイツの雇用増加数は、建設工事のみ。

## 2. 国外の広域的な経済波及効果の算定方法

### (1) 雇用創出効果の算定方法（ドイツ）

ドイツでは、道路事業による効果として建設工事による雇用増加数に加え、労働市場の拡大に伴う雇用増加数を算定している。雇用増加数は、雇用人1人を創出するのに必要な公的補助の金額を乗じて、貨幣価値による評価を行っている。

#### ① 雇用人1人あたりに必要な公的補助（代替費用）

雇用人1人を創出するのに必要な公的補助（代替費用）は、式（1）により算定される。

$$W_{AP} = I_A \times f_p \times m \times a \quad (1)$$

$W_{AP}$ ：雇用人1人1年あたりの代替費用（€/人年）

$I_A$ ：雇用人1人あたり平均投資額（€）

$f_p$ ：平均補助率（投資に占める補助金の割合）

$m$ ：「付随効果」係数（公的補助に対する雇用創出効果の感度を示す係数。ここでは3に設定する。雇用1単位に3倍の公的補助が必要であることを意味する。）

$a$ ：年平均化係数（便益を1年あたりの値に換算するための係数。ここでは0.142に設定する。）

#### ② 建設工事による雇用創出効果

建設工事による雇用創出効果は、創出される雇用人数を推計し、上記①の代替費用を乗じることにより貨幣価値換算を行っている（式（2））。

$$NR1 = K \times A \times 10^{-8} \times r \times p_a \times W_{AP} \times a_n \quad (2)$$

$NR1$ ：建設工事による雇用創出効果（€）

$K$ ：プロジェクトの投資費用（€）

$A$ ：投資費用1億€あたりの雇用創出量（人年/億€）

$r$ ：地域に帰される雇用人数の割合（0.4）

$p_a$ ：地域係数

#### ③ 労働市場の拡大に伴う雇用増加の効果

労働市場の拡大に伴う雇用増加の効果は、地域間のアクセス性が向上することにより、雇用が増加する効果の評価を行っている。地域間のアクセス性の上昇率に上記①の代替費用を乗じることにより貨幣価値換算を行っている（式（3））。

$$NR2 = \sum_r P_{b(r)} \times \frac{A_{(r)with} - A_{(r)without}}{A_{(r)without}} \times W_A \quad (3)$$

$NR2$ ：労働市場の拡大に伴う雇用増加の効果（€）

$r$ ：地域番号（1～97）、 $P_{b(r)}$ ：地域係数（ $r=1\sim 97$ ）、

$A$ ：地域間連絡の質（各交通モードを対象とし、移動時間等に基づき、他の地域へのアクセスしやすさを示す指標。）

with：事業あり、without：事業なし

### (2) 集積による生産性向上効果（ニュージーランド）

ニュージーランドでは、インフラ整備による交通費用の低下から企業の生産性が向上する効果の評価を行

っている。交通費用と雇用数の比から実効密度を求め、交通費用の低下による実効密度の上昇率に集積弾力性を乗じて、生産性の向上効果が算出される。

#### ① 平均一般化費用の計算

全交通モードを対象にOD間の一般化費用を交通需要の加重平均により算定する（式（4））。

$$AGC_{ij}^s = \frac{\sum_{m,p} D_{i,j}^{*,m,p} GC_{i,j}^{s,m,p}}{\sum_{m,p} D_{i,j}^{*,m,p}} \quad (4)$$

$AGC$ ：平均一般化費用、 $D$ ：需要、 $GC$ ：一般化費用、

$S$ ：シナリオ（with：事業あり／without：事業なし）、

$m$ ：交通モード、 $p$ ：目的、 $i$ ：起点ゾーン、 $j$ ：終点ゾーン

#### ② 実効密度の計算

上記①で算定した平均一般化時間（AGC）とゾーンjの雇用人数（E）から実効密度を算定する（式（5））。

$$ED_i^s = \sum_j \frac{E_j^s}{AGC_{ij}^s} \quad (5)$$

$ED$ ：実効密度、 $E$ ：雇用人数

#### ③ 生産性の上昇率の計算

集積弾力性（ $\epsilon$ ：実効密度の上昇率と生産性の上昇率の弾力性を示す指標）を用いて、ゾーンiにおける生産性の上昇率を算定する（式（6））。ニュージーランドでは実証研究に基づき、集積弾力性が設定されている。

$$\delta PR_i = \left\{ \left[ \frac{ED_i^{with}}{ED_i^{without}} \right] - 1 \right\} \times \epsilon \quad (6)$$

$\delta PR$ ：生産性の上昇率、 $\epsilon$ ：集積弾力性

ゾーンiの生産性の上昇率（ $\delta PR_i$ ）からゾーンiのGDPを用いて、生産性の増加額を算定する（式（7））。

$$dPR_i = \delta PR_i \times GDP_i \quad (7)$$

$dPR_i$ ：GDPの増加額、 $\delta PR_i$ ：生産性の上昇率、

$GDP_i$ ：ゾーンiのGDP

#### ④ 全ゾーンの地域GDPの増加額の合計

対象とする全てのゾーンの生産額の増加（ $dPR_i$ ）を合計し、集積効果による便益を算定する。

$$Aggl = \sum_i dPR_i \quad (8)$$

$Aggl$ ：集積効果による便益、 $dPR$ ：地域GDPの増加額

### [成果の活用]

本稿で調査した国外の動向は道路事業の多様な効果の算定手法の検討を行う上で、基礎資料として活用する予定である。



# 道路基盤地図情報を活用した交通安全対策等の評価手法の検討

A study on the evaluation method of traffic safety countermeasures using road GIS data

(研究期間 平成 22～24 年度)

高度情報化研究センター  
Reserch Center for Advanced Information Technology  
情報基盤研究室  
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	勘角 俊介
Senior Researcher	Shunsuke KANKAKU
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
研究官	井星 雄貴
Researcher	Yuki IBOSHI
部外研究員	横地 克謙
Guest Research Engineer	Katsunori YOKOJI
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Research Engineer	Yoichi SASAKI

It is important that traffic measures, for example, crossing improvement construction, are evaluated beforehand. In this research, the evaluation method of traffic safety countermeasures by applying the road GIS data was examined, driving simulator and traffic simulator.

## 〔研究目的及び経緯〕

交通事故削減・渋滞解消等を目的とした交通安全対策等には、費用対効果の大きい効果的な内容が求められる。その一方策として、対策の実施による交通流の変化を事前に分析し、対策結果を高精度に評価する手法が求められる。

交通安全対策等の事前評価のツールとして、ドライビングシミュレータ（以下「DS」という。）及び交通シミュレータ（以下、「TS」という。）がある。しかしながら、個々の対策ごとにDSのシナリオ（運転者に提示する道路形状等のCG環境）を忠実に作成するには、多大なコストと時間を要することとなる。

一方、国土技術政策総合研究所では、道路の構造を高精度に表現した地図である道路基盤地図情報を整備する研究を進めている。当該地図を用いてシナリオを作成すると、現地の道路構造を忠実に再現できるため、実道に近い高精度な運転挙動データの取得が可能となると考えられる。また、シナリオ作成に係るコスト等に関する課題解決の一助になることも期待できる。

本研究では、道路基盤地図情報を活用したDS用シナリオ作成の有効性について整理するとともに、DS及びTSによる交通安全対策等の事前評価手法の有用性について整理を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 道路基盤地図情報の適用可能性検討（平成 22 年度）

道路基盤地図情報により表現された道路構造情報を、DSにおける「CGにより運転映像シーンを描画する技術」に適用することが可能か検討を行った。

### 2. ドライビングシミュレータ実験等（平成 23 年度）

道路基盤地図情報を元に作成したシナリオをもとに、DS及びTSによる実験を行い、交通安全対策等実施前と実施後の車両挙動の変化や交通流の変化を計測した。

### 3. 事前評価妥当性の検証（平成 24 年度）

DS及びTSによる交通安全対策実施前後の運転挙動等の変化と、実道において計測した交通安全対策前後の運転挙動等の変化を比較し、交通安全対策等の事前評価手法の妥当性について検証を行った。

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 道路基盤地図情報を用いたDS用シナリオの作成

#### 1.1 シナリオ作成対象区間の選定

本研究では、道路管理者の協力の下、一般国道 16 号十余二工業団地入口交差点で関東地方整備局千葉国道事務所が実施した交差点改良工事を対象とした。当該対策は、警戒標識や路面標示等に加え、野田方面から柏方面における左直混合レーンから左折専用レーンを新設、交差点のコンパクト化等を実施している。

#### 1.2 DS用シナリオの作成

実験用のシナリオには、道路構造（改良後の車線追加を含む）、風景、交通安全対策等で追加される標識等、



様々な情報が必要である。図-1 に作成したシナリオのイメージを示す。改良前の道路構造の大部分を、道路基盤地図情報の地物を用いて自動生成することができ、シナリオ作成の効率化が確認できた。



図-1 シナリオイメージ

## 2. シミュレータ実験の実施

### 2. 1DS 実験

道路基盤地図情報を用いて作成したシナリオを用いて DS 実験を行った。実験では被験者 10 名が対策前後 2 回ずつ野田方面から柏方面へ走行を行い、交差点手前でのブレーキ操作回数、右折時の対向車との間隔等を計測した。

図-2 は、計測結果のうち交差点手前でのブレーキ操作回数である。左折専用レーン設置後に 1/10 程度に減少し、今回の対策は安全対策に効果があることが確認できた。

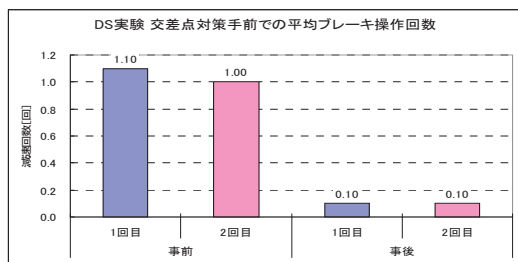


図-2 対策前後のブレーキ操作回数（平均）

### 2. 2TS 実験

対策実施前の交通量調査をもとに TS に交通流を発生させ、野田方面から柏方面への交通状況の変化（捌け台数、捌け残り台数等）を計測した。

図-3 は、計測結果のうち渋滞が発生している 9 時台、10 時台の捌け残り台数である。対策後に 0 台となり、今回の対策は渋滞対策に効果があることが確認できた。

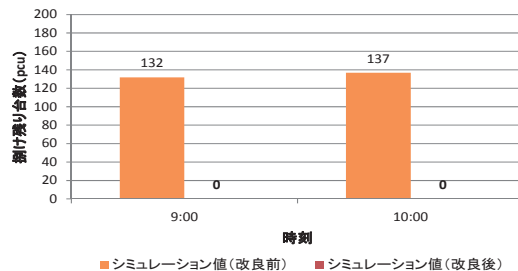


図-3 対策前後の捌け残り台数

## 3. 実道での交通状況の計測

### 3-1 安全対策に関する評価指標の計測

DS を用いた安全対策の事前評価の妥当性を確認するため、対策前後の交通状況をビデオ撮影し、野田方面から柏方面へ向かう車両の、交差点手前でのブレーキ操作回数、右折時の対向車との間隔等を計測した。

結果、図-4 のとおり、交差点手前でのブレーキ操作回数は左折専用設置後に 1/3 程度となり、DS による事前評価結果（図-2）より効果は限定的となった。これは、今回はカメラ設置可能位置の関係でブレーキ操作の要因や状況が把握しづらく、結果不要なブレーキ操作もカウントしている恐れがあるためと考えられる。

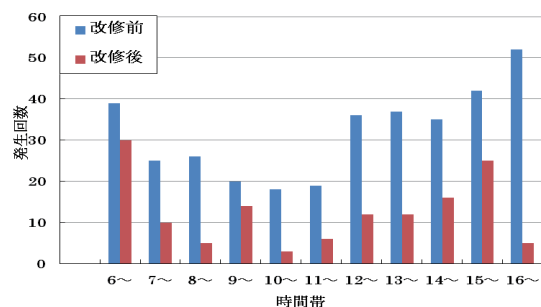


図-4 対策前後のブレーキ操作回数（実道）

### 3-2 渋滞対策に関する評価指標の計測

TS を用いた渋滞対策の事前評価の妥当性を確認するため、対策前後の交通流を観測し、野田方面から柏方面への交通状況の変化（捌け台数、捌け残り台数等）を計測した。

結果、図-5 のとおり、野田方面から柏方面（流入部 B）における捌け残り台数は、対策後はほぼ 0 台となり、TS による事前評価結果（図-3）と同様の傾向となった。これから、TS による渋滞対策の事前評価については、その妥当性が確認できた。

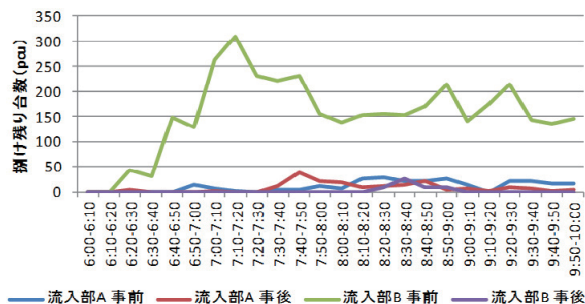


図-5 対策前後の捌け残り台数（実道：流入部 B）

### 〔成果の活用〕

道路基盤地図情報を用いて、実道を忠実に再現したシナリオを効率的に作成することができた。また、当該シナリオを用いた DS 及び TS による交通安全対策等の事前評価の可能性について検証できた。

今後は、他フィールドでの実証実験の積み重ねやプローブデータ等の活用による精度向上等によって、限られた予算の中でより費用対効果の大きい交通安全対策等を実施するための一助になると考える。

# 道路に関する地理空間情報を用いた走行支援サービス に向けた検討

A study for Cruise-assist using Geospatial Information of road

(研究期間 平成 24～25 年度)

高度情報化研究センター  
Research Center for Advanced Information Technology  
情報基盤研究室  
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	勘角 俊介
Senior Researcher	Shunsuke KANKAKU
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
研究官	井星 雄貴
Researcher	Yuki IBOSHI
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Research Engineer	Yoichi SASAKI
部外研究員	横地 克謙
Guest Research Engineer	Katsunori YOKOJI

In this study, the algorithm to render seamless of the Fundamental geospatial data of road was devised, and the prototype while maintaining the positional accuracy was implemented. And the usefulness of the algorithm by using the actual Fundamental geospatial data of road was have verified.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、道路構造を詳細に表現した大縮尺地図である道路基盤地図情報の整備を進めている。道路基盤地図情報は、道路管理の効率化を図るための地図としての利用に加え、民間の走行支援サービス等における利用が期待されている。しかし、現状の道路基盤地図情報は、図面単位で整備・蓄積されているため、道路地図として利用するにはシームレス化（接合・標定処理）を行う必要がある。

## 〔研究内容〕

本研究では、上記の課題を解決するため、道路基盤地図情報の位置精度を確保したまま自動的にシームレス化するアルゴリズムを考案し、プログラム（プロトタイプ）を実装した。また、整備済みの道路基盤地図情報を用いてシームレス化を行い、考案したアルゴリズムの有用性を検証するとともに、シームレス化する際の道路基盤地図情報の要件を整理した。

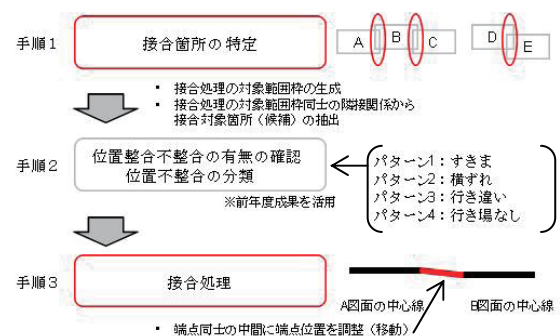
### （１）接合・標定処理の手順及びアルゴリズムの検討

道路基盤地図情報の地物要素は点・線・面の３種類あるが、隣接図面と境界線を共有しうる線・面データを対象に、処理の手順およびアルゴリズムを検討した。

### １）線データの接合処理

線データの接合処理手順(図-1)は次の通りである。

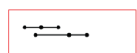
- ・手順１ 隣接図面の有無を確認し、図面間に接続関係がある箇所（接合箇所）を抽出
- ・手順２ 接合箇所の座標端点が不一致となる接合線（位置不整合箇所）を抽出し、位置不整合のパターンを分類
- ・手順３ 位置不整合のパターンに応じて線の接合処理を実施



#### （補足）

##### 行き違い

- ・ 図面間の端点の接続先は明確であるが、端点同士が上下方向、左右方向に行き違いを生じる状態



##### 行き場なし

- ・ 図面間の端点の接続先が不明瞭な場合または、一定以上の離れている（距離がある）状態

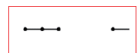


図-1 線データの接合処理手順

## 2) 面データの接合処理

面データの接合処理手順(図-2)は次の通りである。

- ・手順1 隣接図面の有無を確認し、図面間に接続関係がある箇所(接合箇所)を抽出
- ・手順2-1 接合対象の面の頂点距離を基に接合対象となる面の頂点を抽出(図-2a)
- ・手順2-2 接合対象面の隙間の多角形の面積を算出し、接合の要否を判断(図-2b)
- ・手順2-3 接合対象面を構成する外側線を基に位置不整合のパターンを分類(図-2c)
- ・手順2-4 位置不整合のパターンに応じて面の接合処理を実施(図-2d)

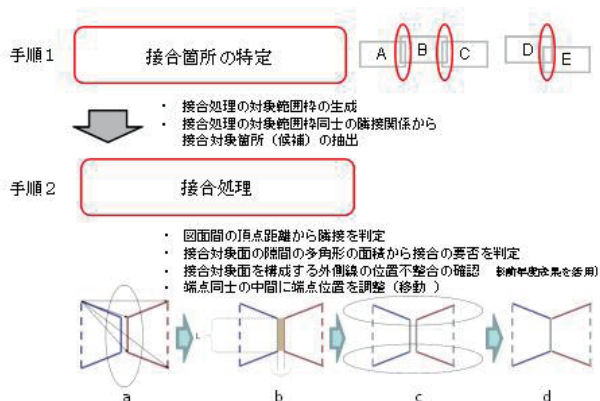


図-2 面データの接合処理の手順

### (2) 接合・標定の試行および検証

前項の処理手順およびアルゴリズムを実装したプログラム(プロトタイプ)を作成し、整備済みの道路基盤地図情報492面に対して接合処理を試行した。

#### 1) 線データの接合処理

道路中心線を対象に接合処理を試行した結果、図面間の接続関係が確認できた480箇所のうち、プログラムによって接合を行ったのは84箇所であった(図-3の赤枠)。接合処理対象外となったものは、隣接する図面のうちどちらかに道路中心線が存在しないケースが77箇所、道路中心線が接合処理の対象範囲枠外にあったケースが6箇所、道路中心線同士の頂点が同一座標で接合の処理の必要ないケースが313箇所あった。接合を行った箇所の接合処理結果は良好であった(図-4)。

対象図面数 (枚)	接合箇所数 (箇所)	位置的整合箇所数 (箇所)	位置的不整合箇所数 (箇所)
492	480	313 (65%)	167 (35%)
接合を実施した箇所			
すきま (箇所)	横ずれ (箇所)	行き違い (箇所)	行き場なし (箇所)
22 (13%)	28 (16%)	34 (20%)	6 (3%)
図面内に対象データ無 (箇所)			
77 (46%)			

図-3 道路中心線の接合処理試行結果

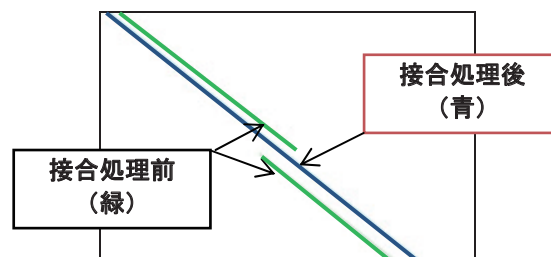


図-4 接合処理前後の道路中心線の形状

#### 2) 面データの接合処理

車道部を対象に接合処理を試行した結果、図面間に接続関係が確認できた294箇所のうち、プログラムによって接合を行ったのは84箇所であった(図-5の赤枠)。接合処理対象外となったものは、隣接する図面のうちいずれかに車道部が存在しないケースが157箇所、車道部が接合処理の対象範囲枠外にあったケースが47箇所、道路面同士の頂点が同一座標で接合の処理の必要ないケースが6箇所あった。接合を行った箇所の接合処理結果は良好であった(図-6)。

対象図面数 (枚)	接合箇所数 (箇所)
342	294
接合を実施した箇所	
接合 (箇所)	離れすぎ (箇所)
84 (28%)	47 (16%)
道路面無し (箇所)	
157 (53%)	
接合不要 (箇所)	
6 (2%)	

図-5 車道部の接合処理試行結果

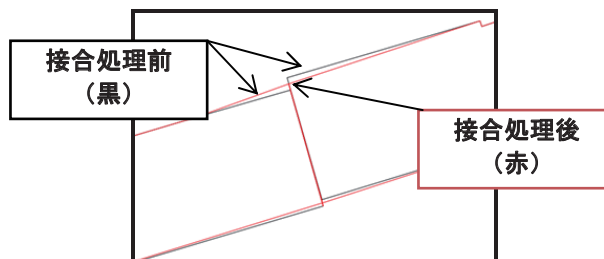


図-6 接合処理前後の車道部の形状

#### [研究成果]

本研究では、道路基盤図情報を自動的にシームレス化するアルゴリズムを考案し、整備済みの道路基盤地図情報を用いてシームレス化の試行を行い、考案したアルゴリズムの有用性を確認できた。

#### [成果の活用]

今後は、本研究で考案したシームレス化アルゴリズムを実装(実用化)し、道路基盤図情報を自動的にシームレス化する環境を構築する。

# 道路の区間 ID 方式を用いた情報流通の効率化検討

A Study for making circulation of information efficient using  
Road Section Identification Data set (RSIDs)

(研究期間 平成 22～25 年度)

高度情報化研究センター

Research Center for Advanced Information Technology

情報基盤研究室

Information Technology Division

室長

Head

研究官

Researcher

部外研究員

Guest Research Engineer

重高 浩一

Koichi SHIGETAKA

今井 龍一

Ryuichi IMAI

有賀 清隆

Kiyotaka ARUGA

For disaster response, the overview of the current situation in the affected areas have to know quickly. For that, the various informations to map have to superpose. However, it is difficult to superpose road-related informations by variousness of scheme for represent locations. Using Road Section Identification Data set (RSIDs), the Flooded road informations, Road regulation informations, Multiple probe data was overlapped.

## 〔研究目的及び経緯〕

組織的な震後対応にあたるには、被災地の現況を迅速に俯瞰・把握する手段が必要である。そして、あまねく国民に被災地の現況を伝える必要がある。この一方策として、多様な道路関連情報の地図への集約・重畳が挙げられる。しかし、道路関連情報は、経緯度、住所、路線名や距離標などの多様な位置表現が用いられているため、プログラム処理による自動的に地図への重畳ができない。

本研究は、道路の区間と参照点とに恒久的な ID を付与し参照点からの道程を元に位置を表現する「道路の区間 ID 方式（以下、「ID 方式」という。）」を用いることにより、多様な道路関連情報を効率よく交換・共有できる情報流通環境を構築することを目的としている。

本年度は、道路管理者が保有する道路冠水想定箇所情報、道路規制情報および民間プローブデータの位置に関する表現を ID 方式に変換し、地図への重畳処理の技術検証を行った。その結果、本方式を用いることにより地図への集約・重畳の自動化が可能であり、災害発生時の迅速な現況把握や情報提供の支援策となることを確認した。

## 〔研究内容〕

本研究は、異なる民間事業者で収集された民間プローブデータ、災害時道路規制および道路冠水想定箇所の位置表現を ID 方式に変換し地図への集約・重畳実験を行った。それぞれの情報の位置表現が異なることを踏まえ、図-1 に示す手順にて ID 方式の位置表現に変換して地図に重畳した。

## 1. 民間プローブデータ

民間プローブデータ（旅行速度）の重畳実験には、2 種類の異なる民間事業者にて収集されているものを用いた。各データは 2011 年 2 月に収集されたものであったため、DRM2103 版および DRM2203 版により位置が表現されていた。一方、道路の区間 ID テーブル（以下、「ID テーブル」という。）は、DRM2212 版を元に生成されている。このため、今回の実験では、前処理として、それぞれの民間プローブデータを DRM2212 版に変換後、道路の区間 ID 方式表現ツール<sup>1)</sup>（以下、「表現ツール」という。）を用いて位置表現を変換して地図に重畳した。

## 2. 災害時道路規制

災害時道路規制の重畳実験には、過去の災害対応にて作成された資料を用いた。災害時道路規制の位置は、住所または路線名と距離標との組合せで表現されている。今回の実験では、これらの位置の表現に応じて、図-1 に示す手順にて ID 方式の位置表現に変換した。

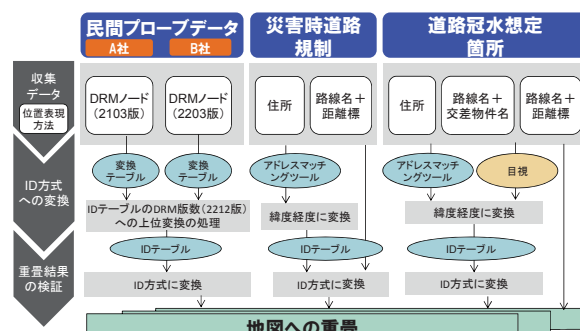


図-1 情報別の位置変換プロセス

具体的には、路線名と距離標は、表現ツールを用いて



位置表現を一括変換し、地図に重畳した。住所（地先名）は、経緯度へ変換した後、表現ツールにより位置表現を変換し、地図に重畳した。

### 3. 道路冠水想定箇所

道路冠水想定箇所は、各地方整備局で管理しており、管理主体により公開方法が異なっている。例えば、路線名と距離標、住所およびGISデータなど多岐にわたる。また、道路冠水想定箇所は、市町村道にも存在するが、現行のIDテーブルの整備対象は都道府県道以上となっている。そこで、今回の実験では、IDテーブル整備区間外にある道路冠水想定箇所は、目視による経緯度の特定後、表現ツールを用いて位置表現を変換し、地図に重畳した。住所および路線名と距離標は、災害時道路規制と同様の手順により地図に重畳した。

#### 〔研究成果〕

図-2 は、3 種類の情報を地図に重畳した結果を示している。得られた主な知見を以下に示す。

- ・路線名と距離標で表現されている国道・都道府県道の災害時道路規制は、ID方式へ自動変換が可能であることが確認できた。一方、住所で表現されている都道府県道以下の災害時道路規制は、規制箇所を有する道路が正確に特定されない場合や、経緯度から該当箇所を特定した場合でも道路上の適切な位置に表現できないことが明らかになった（図-3 参照）。
- ・道路冠水想定箇所も災害時道路規制と同様の結果が得られた。
- ・今回の実験で用いた民間プローブデータは、DRMによる位置表現であったため、ID方式との親和性が高い。この要因から図-2 に示すとおり、2社のプローブデータはID方式へ自動変換が可能であることが確認できた。
- ・東日本大震災では、災害時道路規制および複数種の民間プローブデータは手作業で地図に重畳され、通行実績として情報提供されていた。今回の実験結果に基づくと、民間プローブデータおよび路線名と距離標で表現されている国道・都道府県道の災害時道路規制は、ID方式を用いると自動処理による地図への重畳が可能であり、大幅な作業の省力化が期待される。
- ・IDテーブルの整備区間外に関する各種情報を地図に重畳するのは技術的に困難であることが確認できた。情報集約や地図への重畳の効率化を踏まえると、今後、IDテーブルの整備対象を市町村道に拡大していくことが望まれる。

#### 〔研究成果の活用〕

本実験を通じて、ID方式を用いると、異なる位置表現の情報を地図に集約・重畳することが可能であることが示唆できた。今後は、不測の事態に各種情報を地図に集約・重畳し、情報流通が促進されるための環境整備が必要となる。また、IDテーブルの整備対象を市町村道に拡大することも望まれる。

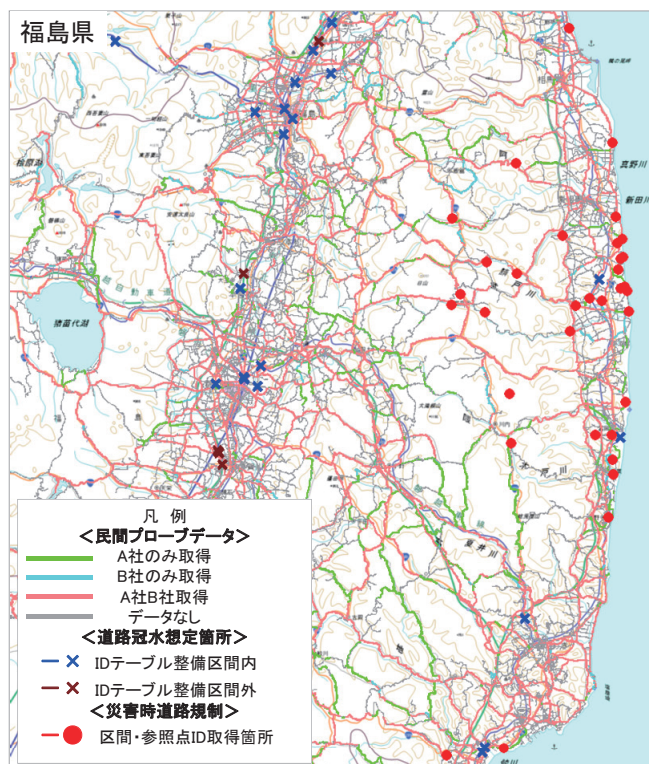


図-2 地図への重畳結果



図-3 住所表記による位置表示例

1) 日本デジタル道路地図協会：道路の区間 ID 方式表現ツール<<http://kukan-id.jp/IdSupport/top.htm>>

# 道路通信標準の高度化に関する検討

## Research on efficient development of Road Communication Standard

(研究期間 平成 23～24 年度)

高度情報化研究センター  
Research Center for Advanced Information Technology  
情報基盤研究室  
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	小原 弘志
Senior Researcher	Hiroshi OBARA
部外研究員	有賀 清隆
Guest Research Engineer	Kiyotaka ARUGA
部外研究員	上田 英滋
Guest Research Engineer	Eiji UEDA

Road Communication Standard is communication standards for exchanging information between road information management systems. It doesn't match the needs that have changed due to advances in information technology in recent years. In addition, it has been discussed to formulate a standard of information and communication using XML in ISO. This study is a research on Next Road Communication Standard using XML.

### 〔研究目的及び経緯〕

道路管理の現場は、様々な道路関連情報を用いた効率的な業務の遂行が求められている。しかし、道路管理で用いる数々のシステムは、業務や地域ごとに構築されていることから取り扱うデータの規約がそれぞれ異なる。そのため、データの集約や連携した利用のためには、事前調査やデータ変換の手間やコストがかかる。さらには、システム連携後に改造・更新を行う際、部分的な実施が困難である。このことからシステム間の接続に膨大な調整作業が必要になり情報交換・共有に莫大なコストがかかるなど、支障が生じている。

そこで筆者らは、システム構築の高度化を目的とし ICT の進展を背景とした Web 技術や XML 技術を用いた次世代のシステム構築を実現するための規約の確立を目指している。

本報告は、道路管理に用いられるシステムの現況から課題を整理し、その解決策となる道路通信標準の高度化と実現するための仕組みの検討結果を報告する。なお、これらを実現するためのシステム間の通信規約を「次世代道路通信標準」とし、相互接続性や将来の拡張性の確保を図った。

### 〔研究内容〕

IT 黎明期においては、道路管理業務を行う地整や事務所は、特定の業務毎の観測システムや現場設備の管理システムなどの導入を進めた。その後 IT の発展に従い業務毎に構築された個別システムを連携させ、一連

の情報システムに発展することができた。しかし、機能の配置や分担が複雑に入組んだ状態となっており、個別システム間は接続毎に独自の通信インタフェース（以下、「I/F」という。）を持ち、同じデータが様々な経路を辿る過程において重複して管理されている。このため、道路通信標準の高度化を実現する為には、下記の課題を解決しなければならない。

- (1) データ量の増加による通信帯域の圧迫や情報処理件数の肥大化
  - (2) システムの乱立によるデータの管理主体の増加
  - (3) I/F の違いによるシステムの相互運用性の欠如
- これらの課題の解決を行うことで、現況と変わらない地域特性や地域ごとのシステムを包括しながら相互運用性や拡張性を担保できる規格化を目指した。

### 〔研究成果〕

- (1) データ量の増加による通信帯域の圧迫や情報処理件数の肥大化

従来のデータ伝送速度が十分に得られない通信回線の下では、利用する現場に近い位置でデータを集約・管理していた。そのため、図-1 左に示すような集約型データ管理となっている。現況のシステムは、情報の収集、処理・蓄積、表示などのシステム機能を、個別システムそれぞれが実装し、機能の重複やデータの重複管理が生じている。

また、システム間の連携は、相互のデータの保有状態や通信回線の状態などに左右され、論理的に最適な

経路を迂回しているなど、必要な相手以外とのデータ連携が発生し系統が複雑化している。このことから、データ量の増大とそれに伴う処理件数の肥大化が発生している。

このような集約型データ管理に起因する問題点を解消するため、図-1 右に示す分散型データ管理を検討した。分散型データ管理では、データ生成箇所ですべてデータ管理を行い、データ利用者やシステム機能は必要に応じて管理元から欲しいデータのみを取得する仕組みを実現できる。

この機能の実現には、システム相互が必要時に自律的に通信接続できることやシステム間のデータ要求および応答に共通かつ理解し易い通信プロファイルとデータフォーマットが必要である。さらに、後述に示すように柔軟にデータ項目の変更にも対応可能なことが求められる。

### (2) システムの乱立によるデータの管理主体の増加

システム間でデータ連携を行う場合は、送り手と受け手が共通のデータ定義を共有している。しかし、現状のシステム間連携においては、システムごとにデータ定義を作成する必要がある。

そこで、次世代道路通信標準は、共通の通信規約に加えて XML スキーマを用いたシステム間でデータ定義を交換・合併できる仕組みを設けた。この仕組みには、データの管理元を明記することでデータの重複管理を防ぐことができる。さらには、データの管理元が判明することで重複する機能の軽減効果も期待できる。

これにより業務や地域ごとに構築されたシステムのデータ定義であってもシステム間連携を実現する際に事前調査やデータの加工などの手間やコストを軽減することができる」と著者らは期待する。

### (3) I/Fの違いによるシステムの相互運用性の欠如

システム間でデータ連携を行う場合は、事前にデータ定義やデータの管理主体への確認などが必要になる。

そこで、より高度なシステム間連携を実現するためにデータ定義をシステム間で自動的に交換や結合できる仕組みを検討した。これによりシステム間連携を実現する人の介在を少なくし I/F の確認などの事前調整にかかるコスト低減が期待できる。

このシステム構成を実現するため、個々のシステムがそれぞれデータ定義を保有し、システム間でデータの所在を共有し自律的にデータ連携を行う方法として P2P (Peer-to-Peer) 方式を検討した。

図-2 に示すように P2P ネットワーク内にデータ定義を保有するシステムを接続する。データ定義を保有する階層を作り上位システムは配下システムのインデックス情報を管理する。データ連携を行おうとする場合

は上位システムにデータ定義を問合せることで、欲しいデータを保有するシステムの所在を知ることができる。よって、そのシステムと次世代道路通信標準によるデータ連携を行うことが可能となる。さらには、データ項目が変更されデータ定義が更新された場合でも上位システムの持つデータ定義の更新を自動的にを行い、更新されたデータ定義を上位システム間で共有を行うことができる。これによりデータ定義に地域特有の定義(降雪、洪水など)が含まれても対応できる。

### 〔研究成果の活用〕

現在運用されているシステムが抱える課題を解決するため、XML ベースの次世代道路通信標準で情報交換・共有を行う仕組みを検討した。これにより、システム構築の効率化が図られ、円滑なデータ連携を実現し、業務の効率化・高度化に資するものである。また、システム構築後に発生する改修や新たな機能要求などにも柔軟に対応できる。

また、ITS における交通管理の国際標準化が議論されている ISO/TC204/WG9 において、次世代道路通信標準に関する検討結果をもとに「XML 方式によるセンター間通信の標準」の国際標準化に取り組んでいる。今年度、国際会議のメンバーに提案が認められ標準化に向けて推進中である。

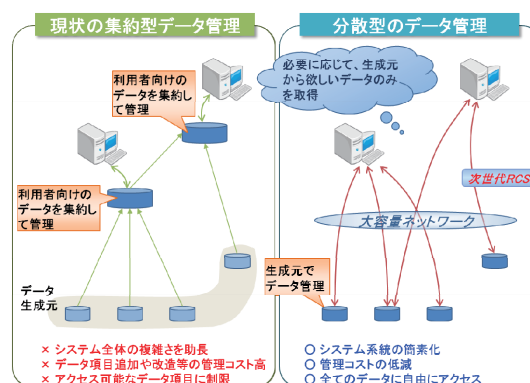


図-1 集約型と分散型のデータ管理

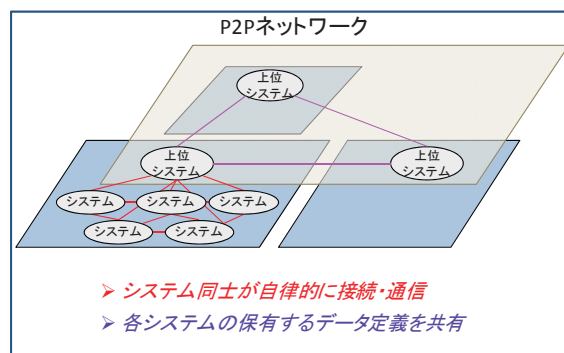


図-2 P2P ネットワークによるデータ定義の管理



# 道路管理業務における道路基盤地図情報の共通利用に関する検討

A study about the shared usage of a fundamental geospatial data of road in a road administrative task  
(研究期間 平成 23～26 年度)

高度情報化研究センター  
Research Center for Advanced Information Technology  
情報基盤研究室  
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	勘角 俊介
Senior Researcher	Shunsuke KANKAKU
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
研究官	井星 雄貴
Researcher	Yuki IBOSHI
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Research Engineer	Yoichi SASAKI
部外研究員	横地 克謙
Guest Research Engineer	Katsunori YOKOJI

In this study, the way and the possibility to use a fundamental geospatial data of road with the help of the comments by the advanced road administrators was examined. And the specification of Road Web Base Mapping System supporting the road management by using a fundamental geospatial data was examined.

## 〔研究目的および経緯〕

国道事務所が行う道路管理業務は、パトロール、舗装管理、境界確定や行政相談など多岐にわたり、取扱う道路情報は構造物の部材をはじめ、事故多発箇所や占用物など多種多様である。これらの道路情報は、業務間で共用性の高い情報も多いが、現状では個別に管理されているため情報共有・活用が課題となっている。

道路管理業務で使用する道路情報の多くは、座標や距離標などの位置との関連付けが可能である。そのため、道路構造を詳細に表現した大縮尺の道路地図があると、様々な道路情報を関連付けることが可能となり、業務間での情報共有・活用が実現する。

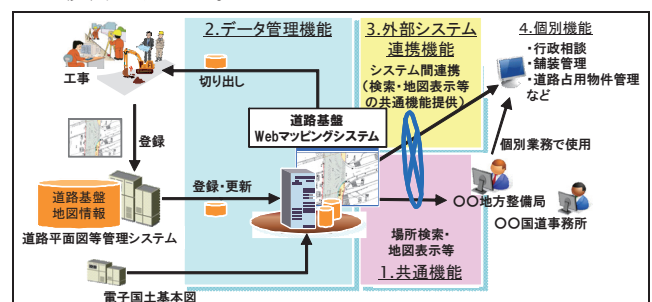
国土交通省では、平成 18 年度から「道路工事完成図等作成要領」を直轄工事に適用し、電子納品された完成図(平面図)を変換し、大縮尺(1/500～1/1,000)の GIS データである「道路基盤地図情報」を整備している。道路基盤地図情報は、工事が完了し完成図が納品されれば生成されるという整備・更新サイクルが確立されているため、データの鮮度が恒久的に確保される。

道路基盤地図情報に様々な道路情報の関連付けや重ね合わせ表示を行うことが可能な共通基盤が存在すれば、多様で大量な道路情報の空間的な検索、統計処理や分析などを行うことが可能である。そのため道路基盤地図情報を共通基盤とした利用環境の整備が、道路管理業務の効率化や高度化の支援になると期待される。

本研究は、道路管理業務の効率化を図ることを目的に、道路基盤地図情報を共通利用するシステム「道路基盤 Web マッピングシステム」の要件定義および開発の検討、導入計画の素案作成を行った。道路基盤 Web マッピングシステムの機能構成を図－1 に示す。

## 〔研究内容〕

道路基盤 Web マッピングシステムの操作感や機能の過不足を確認するため、平成 24 年度に「道路基盤 Web マッピングシステム」試作版を html による記述で作成した。平成 23 年度に検討・作成した要件定義書案の機能説明などを行うため、試作版を使用し道路管理者との意見交換会や民間 GIS アプリケーションベンダーへの説明に用いた。意見交換の結果やアンケート結果を基に要件定義書案を精査すると共に、システム導入に向けた検討を行った。



図－1 道路基盤 Web マッピングシステム構成



### （１）試作版作成

道路基盤 Web マッピングシステムの要件定義書「共通機能編」「行政相談支援システム編」「舗装管理支援システム編」を基に、利用者との意見交換などを円滑にし、機能説明を容易にするためシステムの試作版を作成した。試作版の画面例を図－２に示す。試作版は、html で記述され Web ブラウザ上にて動作し、要件定義書にある機能の操作性などを具体的な業務手順に則した形態で把握することが可能である。

試作版を使用し、要件定義書に記載されている機能の必要性などを検証し、要件定義書および試作版の修正を実施した。



図－２ 試作版画面

### （２）道路管理者との意見交換の実施

実際の道路管理者である千葉国道事務所と高崎河川国道事務所の職員へ、要件定義書および試作版を用い道路基盤 Web マッピングシステムの機能説明を行い、意見交換を行った。特に、各道路管理業務に特化した個別機能（今回は、行政相談や舗装管理）を重点的に意見交換し、機能の過不足や操作感などの要望や意見を要件定義書案へ反映した。

### （３）説明会およびアンケートの実施

既存 GIS アプリケーションや道路管理業務に係るシステムの開発・構築を行っている民間企業 30 社を集め、道路基盤 Web マッピングシステムの説明会を行った。試作版を用い機能説明を行い、道路基盤 Web マッピングシステム要件定義書案（「共通機能編」「行政相談支援システム編」「舗装管理支援システム編」）に対するアンケートを行った。アンケート回答は 3 社辞退であったが、27 社より回答があった。

民間各社の製品が電子国土基本図、道路基盤地図情報を組み込むことが可能か、または連携が可能かをアンケートによって確認した結果、電子国土基本図は 8 割の企業で対応可能であり、道路基盤地図情報は 9 割の企業にて対応可能であった。

要件定義書案にて定義している“共通機能”や“データ管理機能”、“非機能要件”の必要性を問うアンケート結果は、同意が 9 割を超えており、定義されている機能の妥当性が裏付けられた。“外部システム連携機能”の必要性を問うアンケート結果は、8 割の同意であり改善指摘などもあったため、更なる検討や要件定義書での記述などの見直しが必要と判断される。

頂いた指摘事項や更なる機能追加要望などを整理し、検討した上で、要件定義書への反映を行った。

### （４）導入計画素案の整理

道路基盤 Web マッピングシステムの要件定義書を纏めると共に、国道事務所または地方整備局に導入する際の参考として、導入計画の素案を整理した。導入にあたって予測されるスケジュールや留意事項、システム構築案、運用面課題、また導入や運用に係る費用などを検討した。成果をまとめ、道路基盤 Web マッピングシステム導入計画書（素案）を作成した。

### 〔研究成果〕

道路基盤 Web マッピングシステムの試作版を作成し機能説明に活用した。これを用い国道事務所との意見交換や民間企業へのアンケートを行い、道路基盤 Web マッピングシステムが具備すべき機能要件を洗い出し、道路基盤 Web マッピングシステム要件定義書案の洗練を行った。平成 24 年度成果として、道路基盤 Web マッピングシステム要件定義書「共通機能編」「行政相談支援システム編」「舗装管理支援システム編」を取りまとめた。また、国道事務所などへの導入を検討し、導入計画書（素案）として取りまとめた。

### 〔成果の活用〕

本研究では、道路管理業務の効率化を図るために道路基盤地図情報を共通基盤として利用する道路基盤 Web マッピングシステムが具備すべき機能を要件定義書として整理し、導入に向けた検討を行った。

今後は、実際の道路基盤地図情報を利用した道路基盤 Web マッピングシステムのプロトタイプを開発する。また、国道事務所などへのプロトタイプの実験的導入を進め、再度システムを精査し、実運用に展開していく予定である。

# 道路管理用情報共有プラットフォームの構築に向けた調査業務

Research for developing information sharing platform for road management

(研究期間 平成 24 年度)

高度情報化研究センター 情報基盤研究室  
Research Center  
for Advanced Information Technology  
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	小原 弘志
Senior Researcher	Hiroshi OBARA
部外研究員	上田 英滋
Guest Research Engineer	Eiji UEDA
部外研究員	有賀 清隆
Guest Research Engineer	Kiyotaka ARUGA

Since the great earthquake disaster, information sharing has been more important in the road administration. To meet the requirement, the Information Platform for the Road Management and Maintenance has been developed. It gathers various geospatial information on a digital map. And it enables easy acquisition of necessary information.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、「東日本大震災を踏まえた緊急提言（平成 23 年 7 月 14 日、高速道路のあり方検討有識者委員会）」等により指摘された「国・地方公共団体などが連携した被災者や物資輸送者への交通関係情報提供の課題」に対処するため、これまでに研究・開発してきた「空間情報連携共通プラットフォーム」（以降、空間連携 PF）を元に、道路管理者が業務において利用することを想定した「道路管理用情報共有プラットフォーム」（以降、道路管理 PF）を構築するための研究・開発を行っている。当研究の成果を踏まえ、道路管理 PF を用いた道路管理者間の効率的な情報共有の実現を目指す。

空間連携 PF は、「電子国土 web システム（国土地理院）」（以降、電子国土）の提供する電子地図を背景地図として、様々な地理空間情報を重ね合わせられる情報プラットフォーム（図-1）である。これまでの情報

共有システムとは異なり、全ての情報を集めて統合化するシステムではなく、個別に開発された様々なシステムが、空間情報連携仕様（以降、連携仕様）に基づいた位置情報を含む情報の概要（メタデータ）だけを、空間連携 PF に集約する。これにより、情報の所在を明らかにし、組織横断的な情報共有を実現して、業務上必要となる情報収集の労力を軽減する。

この空間連携 PF は、平成 20 年度から、国土交通省が保有する地理空間情報の流通を促進するための外部提供（「国土交通地理空間情報プラットフォーム」）に用いられている。平成 22 年度までの検討により、空間連携 PF を利用することで、情報へのアクセスを容易にすることが分かってきた。

一方、道路管理の現場においては、必要な道路情報（規制情報、工事情報、道路気象情報、その他）は、異なる道路管理者毎に個別のシステムで管理され、その方法も異なる。これらの情報を共有するためには、情報を一元的に管理する必要性が生じていた。平成 23 年度には、空間連携 PF が、道路管理者間の情報共有を行う環境の基盤としても採用が見込まれていたことから、道路管理においてこの仕組みを利用しやすい環境を整えるため、要求事項の整理・分析や、組織内外での情報共有で必須となる機能改良を行った。

道路管理 PF の開発は、この空間連携 PF に、既存機能の改良と、これまでの研究で道路管理業務に必要とされた機能の追加を施し、道路管理者間の情報共有を実現するものである。

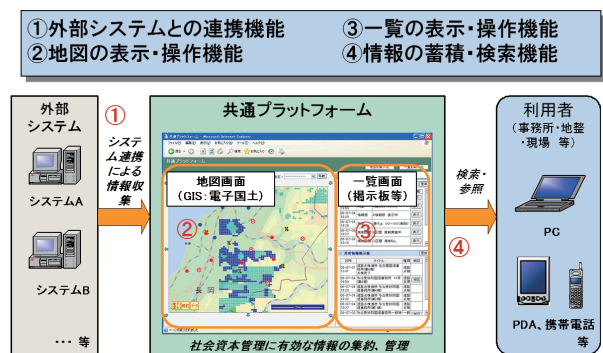


図-1 空間連携 PF の構成

## 〔研究内容〕

道路管理 PF のベースとなる空間連携 PF について、平成 23 年度までの成果を踏まえ、地方整備局等の現場での施設整備や管理業務において更に効果を発揮させることを目的とし、より操作性を高めると共に、多くの環境での利用を可能とするため、最新の電子国土（.NEXT）へ対応させる機能改良を行った。

また、道路管理 PF の構築においては、平成 23 年度の道路情報を共有する環境に対する要求事項の調査結果として、電子国土による背景地図と道路ネットワークとの親和性等が課題として明らかになっている。これを踏まえ、上記の改良した空間連携 PF に対し、道路管理業務で効率的に用いるための必要な機能として、道路管理における位置表現への対応や、道路に沿った経路抽出、それを用いた道路管理 PF への情報登録の支援等の機能追加を行った。

更に、道路管理 PF の最初の適用業務として、道路防災対策が挙げられたことから、災害情報の道路管理 PF を利用した情報収集について検討を行った。この結果、道路管理 PF でのメタデータを共有する方法が最適と考え、災害情報をとりまとめた上でメタデータとして生成可能な外部アプリケーションを作成した。

## 〔研究成果〕

### （１）電子国土 Web システム（.NEXT）への対応

現行の空間連携 PF で利用している電子国土（Ver. 3）では、ソフトウェア開発において、実現可能な画面の描画や操作等の自由度が低く、またタブレット端末等への十分な対応が難しかった。この課題を解決し、道路管理者の利用促進と多くの環境での利用を目指すため、平成 24 年度に試験公開された電子国土（.NEXT）に対応させるための機能改良を行った。この機能改良により、操作性の向上に加え、従来よりも多くの環境で PF を利用できる環境が整った。

### （２）道路管理における位置表現への対応

空間連携 PF は、ICT の既存技術で取得・蓄積された各情報を集約し、社会資本管理の現場業務に活用できるかを検証したものであり、位置表現は経緯度のみであったため、道路管理で用いるデジタル道路地図（以

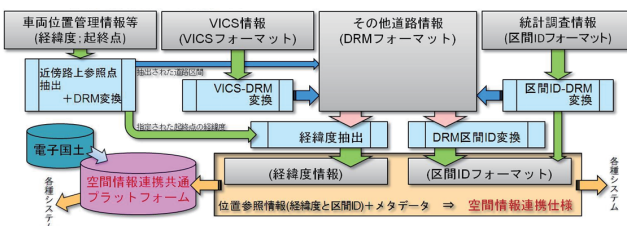


図-2 位置参照情報変換機能

降、DRM）フォーマットや VICS フォーマット等を扱うことができなかった。道路管理 PF では、位置参照情報変換機能（図-2）を実装し、この点を改善している。

### （３）道路管理に有用な機能の開発

この他、道路管理 PF では、データの入力や利用等の作業効率化を想定し、道路上の情報の登録を支援する「近傍道路点抽出機能」や、地図上の 2 点間の経路を経緯度を用いた線として表す「2 点間経路抽出機能」、登録された交通規制情報等を利用して通行可能な経路を抽出する「通行可能経路推定機能」（図-3）等を追加している。



図-3 通行可能経路推定機能

### （４）道路管理 PF を利用した情報収集

道路管理 PF の開発においては、基本機能の拡充に加えて、メタデータの共有機能を用いた災害情報の集約にも取り組んでいる。

道路管理 PF で異なる道路管理者の情報を集約させ、外部アプリケーション（図-4）で個別の報告作業や様式作成、履歴管理等の機能を実装することにより、業務アプリケーションの効率的な開発と情報の横断的利用を実現させることが可能になると考えられる。

Microsoft Excel - 災害情報管理ツール												
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H) Adobe PDF(P)												
A3												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	新着様式一覧作成			地先名⇄経緯度変換			RSS出力		RSS取り込み		次期作成	
2												
3												
4	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号	警備番号
5	9	95	1	バイパス	22	静岡県	静岡市西区	静岡市西区	静岡市西区	静岡市西区	静岡市西区	静岡市西区
6	10	95	245		22	静岡県	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区
7	11	95	138		22	静岡県	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区	静岡市東区

図-4 道路管理 PF 対応 EXCEL シート

### 〔成果の活用〕

道路管理 PF は、平成 25 年度当初から試験運用を開始し、当面は災害情報を集約しながら、道路管理 PF の評価を行い実運用上の課題に対する効果を検証する。

国総研では、道路管理 PF を利用した情報共有について、地方整備局などの道路管理者への技術支援等を通じて今後の機能改良へのニーズを把握する。



# プローブ情報の道路交通管理への適用に関する検討

## Applying the probe data to the road traffic management

(研究期間 平成 23-24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤田 泰征  
Yasuyuki SAWADA  
澤 純平  
Jumpei SAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
中村 悟  
Satoru NAKAMURA  
鳶村 嘉智  
Yoshitomo SHIMAMURA

National Institute for land and infrastructure management has been studying about probe data, which is collected by means of ITS Spot communication, to apply probe data to road management or to provide traffic information. In this paper, three main analyses will be reported. Firstly, the function of the server computer, which is storing probe data, and the accuracy of probe data were examined to assess the reliability of the data. Secondly, it designed about the processing mode about the distributed processing of probe data, the function of each processing system, etc. Thirdly, it studied about possibility of applying imaging probe data for road management.

### 〔研究目的と経緯〕

国土技術政策総合研究所では、ITS スポット（DSRC 路側無線装置）を通じて ITS スポット対応カーナビから得られる道路プローブ情報や、車載カメラから得られる画像プローブ情報を道路管理に活用するための調査研究を行っている。

本検討は、道路プローブ情報の処理システムに関する技術的検証、道路プローブ情報の分散処理に関する設計、画像プローブ情報による道路管理高度化サービスの検証を行うものである。

### 〔研究内容〕

#### (1) 道路プローブ情報の精度確保に関する検討

##### 1) 処理システムに関する技術的検証

ITS スポットで収集した道路プローブ情報は、高速道路会社等に設置されたプローブ処理装置を介し、各地方整備局経由で関東地方整備局に設置されたプローブ統合サーバに集約し、区間旅行速度等の算出を行っている。

国総研では、統合サーバにおける道路プローブ情報の収集状態の確認、集計機能の動作検証を実施した。2013 年 1 月時点でアップリンク許可されたユニーク台数（1 カ月間に走行履歴をアップリンクした実台数）

は 1.9 万台/月、アップリンク許可率は 59.1%、収集されたプローブデータの走行台キロは 314 万台 km/月であった。2012 年 3 月における統合サーバでのデータ取込み処理の改良及び ITS スポット対応車載器の普及等に伴いデータ量が増加していることを確認した（図 1）。

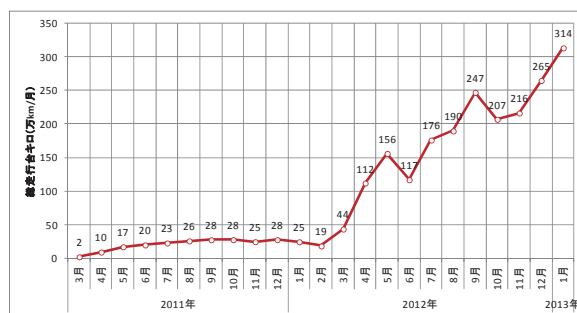


図 1 道路プローブデータ量の推移（走行台キロ）

##### 2) プローブ統合サーバの精度向上のための仕様作成

道路プローブ情報の精度を向上するため、プローブ統合サーバの改良仕様を作成した。

- ✓ 最新の道路ネットワークに対応するために DRM を最新の 2403 版に更新するとともに、過去データ閲覧のために複数世代の DRM を保持

- ✓ 旅行時間算出精度を向上するため時間精度を 1 秒から 1/100 秒に変更
- ✓ 挙動履歴異常データの除去機能の追加 等

### 3) 道路プローブの実務的要領（案）の作成

道路プローブ情報を道路管理者が本格的に活用するために、常時観測体制における道路プローブの位置付けや旅行速度調査実施要綱との関連について体系的に整理し、利活用システムの利用方法、道路プローブの実践的な活用事例（図 2）を記載した実務的要領（案）を作成した。



図 2 道路プローブデータの活用事例  
（中央道笹子トンネル通行止め時の交通状況の把握）

### (2) 道路プローブ情報の分散処理に関する概略設計

ITS スポット対応車載器の普及に伴い収集されるプローブ情報が増加し、既存のデータ処理能力が将来不足することを踏まえ、プローブ情報の分散処理を設計した。

#### 1) 分散処理方式に関する整理

複数の処理システムが分担してプローブ情報処理を行う処理システム（以下「分散処理システム」という。）に関して、機能分担、処理分担、処理システムの配置等について分散処理方式を 5 案程度作成し、各方式について、その特長、制約条件、処理情報量（処理、送信、受信、保存する情報）、所要処理能力、所要通信容量、耐災害性能、情報や機能のバックアップ方法、整備・維持管理費用等に留意して検討した。これにあたって、危険分散に基づく処理方式も考慮し、一部のサーバの障害時に処理機能を確保するため、異なる地域間でも相互補完を行う方式も検討した。

#### 2) 分散処理システムの設計

プローブ情報の処理及び処理した情報の利活用において、複数の処理システムが連携、補完して動作することも踏まえ、1) で整理した各方式について分散処理システム全体としての機能、動作及びそれを実現するための処理方法、各処理システムの連携方法について設計を行い、技術資料として取りまとめた。なお、設計においては、官民プローブの連携を考慮した機能構成を取りまとめた。

### (3) 画像プローブ情報による道路管理高度化サービス検証

画像プローブ情報を用いて災害、事故、路面破損等の異常事象等を検知する道路管理高度化サービスについて、録画画像を用いた簡易実験を実施し、技術的課題を整理するとともに、画像プローブ情報収集の仕組み案を検討した。

み案を検討した。

#### 1) 画像プローブ情報を用いた簡易実験の実施

道路管理者の情報収集方法や関連事例をもとに、事象検知・判定の対象事象を整理し、簡易実験システムを構築して録画画像による事象検知・判定を行った。

実験の結果、ナンバープレート（車番）認識と急ブレーキ→U ターンを除く事象については画像プローブ情報より概ね検知・判定が可能であることが確認された（表 1）。また、画像サイズ、フレームレートおよび画質（映像ビットレート）による認識率にはあまり差が無く、カメラ取付け位置による視野・死角の有無、画像のひずみによる影響が大きいことが確認された。

表 1 対象事象別の検知・判定結果

対象事象	簡易実験での検知・判定結果		実道での事象検知・判定可能性	
	DR (ドライブレコーダー)	CCM (車載カメラ)		
事故停止車両	○	○	○	対象物が大きく、人工物で特徴量が抽出しやすいため、VGA 程度の画像サイズであってもパターン認識の学習量を増やすことで実道でも検知・判定の可能性が高い。
車番	×	×	△	車両番号部分の画像サイズを実用化されている車番認識システム程度（175×85 ピクセル）以上にすることが可能であれば、検知・判定の可能性はある。
倒木 (落下物)	△	△	▲	対象物が自然物であり、形状、大きさ、色等が不定のため、実道においては画像解析のみで検知・判定は困難である。
落石 (落下物)	△	△	▲	認識率改善には、立体物を検出しやすいカメラ（レーザーセンサー、ステレオカメラ等）の使用が想定される。
ボール (落下物)	○	△	△	対象物が大きく、人工物で特徴量が抽出しやすいため、VGA 程度の画像サイズであってもパターン認識の学習量を増やし、また対象とするボールの規格をある程度制限することにより、検知・判定できる可能性がある。
逆走車両	○	○	○	対象物が大きく、人工物で特徴量が抽出しやすいため、VGA 程度の画像サイズであってもパターン認識の学習量を増やすことで検知・判定できる可能性が高い。
急ブレーキ→U ターン	×	×	△	画像解析のみでは検知・判定が困難であるが、急減速や避退等の車両挙動による情報を加えることにより、検知・判定できる可能性がある。
路面の段差 (横断方向)	△	△	▲	実道においては、段差の方向、形状、長さ等が不定のため、画像解析のみでは検知・判定が困難である。認識率改善には、立体物を検出しやすいカメラ（レーザーセンサー、ステレオカメラ等）の使用により認識率改善の余地がある。
路面の段差 (縦断方向)	○	△	▲	

※検知・判定結果の評価は、画像認識を行った全画像および昼夜の平均認識率から、以下の判定基準にて判定した。

○：認識率良（認識率 70%以上）[実現性高]、△：一部認識（認識率 30%以上・誤認識数 70 以下）[実現性あり]、▲：認識率低（認識率 30%以上 & 誤認識数 70 超）、×：認識無し（認識率 30%未満）

#### 2) 画像プローブ情報収集の仕組み案の整理

簡易実験結果、文献調査結果、個人情報保護の法令上の課題整理結果等を踏まえ、技術的課題及びその対応策を整理するとともに、サービスを実現する上で標準化を図るべき項目（画像ファイルサイズ、画像サイズ等）を整理した。

また、想定される画像プローブ情報収集の仕組みについて、事業用車両（物流トラック、タクシー等）を対象とした仕組み案を 2 案、一般車両を対象とした仕組み案を 1 案、合計 3 案整理した。

#### 【成果の活用】

本検討結果を活用し、道路プローブの収集処理システムに必要な改良を実施する。



# プローブ情報等の相互利用に関するシステム検討

## A study of the interoperable system for probe data

(研究期間 平成 23-24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤田 泰征  
Yasuyuki SAWADA  
鈴木 一史  
Kazufumi SUZUKI  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
中村 悟  
Satoru NAKAMURA

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying about the method of applying the probe data to road management. Although, the ITS Spot service has just started since 2011. Therefore the amount of probe data is still low. Data fusion with public and private data is required. In this sense, NILIM has developed a system to mix two types of probe data to meet the requirement to being probe data reliable and covering nationwide road networks.

### 〔研究目的と経緯〕

国土技術政策総合研究所では、ITS スポット（路側に設置した路車間通信用無線アンテナ）を通じて車両の走行履歴や挙動履歴（以下、「道路プローブ情報」という。）を収集するシステムを開発し、それにより得られる道路プローブ情報を道路管理や一般利用者への情報提供に活用するための調査研究を行っている。

今年度は、民間テレマティクスサービス事業者等において収集したプローブ情報（以下、「民間プローブ情報」という。）と、道路プローブ情報の統合利用のため、デジタル道路地図（以下、「DRM」という。）のバージョン更新にあわせて統合コンバータの改良を実施した。

また、対象となる車両の所有者了解のもと、事前にITS スポット対応カーナビ等のセッティングを行うことで、個別の車両を特定したプローブ情報（以下、「特定プローブ情報」という。）を抽出することが可能となる仕組みを利用し、国で収集した特定プローブ情報を民間物流事業者に提供することにより、物流支援を行う実証実験を平成 23 年度に継続して実施した。実証実験を通じて、特定プローブ情報の道路行政での活用、民間の物流管理等での活用における課題とその対応策を官民連携で検討した。

あわせて、各種 ITS 施策の効率的な効果評価に資するため、これらプローブデータの交通シミュレーショ

ンにおける活用可能性を検討し、プローブデータに求められるデータ要件の整理、及びプローブデータの活用を前提とした交通シミュレータの基本設計を行った。

### 〔研究内容〕

#### 1. 官民プローブ情報の統合

DRM は道路の新規供用等を反映して更新されるが、既存の統合コンバータでは取り扱い可能なプローブ情報の DRM バージョンや測地系が固定されており対応できない。そこで、まず道路プローブ情報及び民間プローブ情報の DRM バージョン更新スケジュールを考慮した統合パターンを整理した上で、整理した複数の段階の統合パターン（測地系変換、バージョン変換）に対応可能な統合コンバータを開発した（図 1）。改良した統合コンバータを用いて、平成 24 年 1 月から平成 25 年 1 月までのデータを対象に、道路プローブ情報と国総研が購入した民間プローブ情報の統合を行った。

#### 2. 特定プローブ情報の収集

平成 23 年度に設置した首都高速の特定プローブ収集装置に加え、平成 24 年度は NEXCO 東日本岩槻道路管制センター及び NEXCO 中日本川崎道路管制センターに特定プローブ収集装置を配置した。得られたデータから、複数の道路管理者を跨る走行においても個車を特定した経路把握が可能であることを確認した（図 2）。

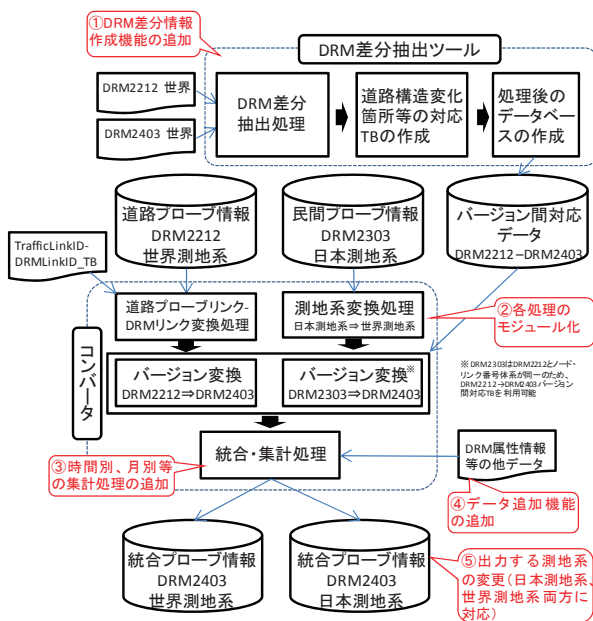


図1 プローブ統合コンバータの処理概要

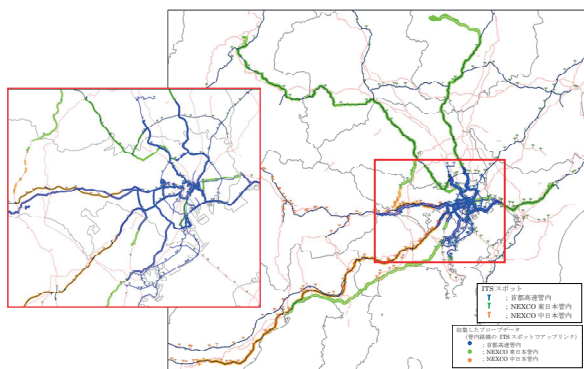


図2 特定プローブ情報の取得状況

また、複数の道路管理者が各々で設置しているプローブ処理装置（道路プローブ情報を地方ブロック単位で集約し、統合サーバに送信する装置）から特定プローブ情報を収集する方法を検討し、ネットワーク構成、装置間のインターフェース等の仕様案を作成した。

### 3. プローブ情報を活用した官民連携による物流支援

特定プローブ情報の道路行政への活用について、それぞれの課題に対する検証を実データを用いて実施した（表1）。

図3は「エ）渋滞ボトルネック箇所の把握」について例示したものである。特定プローブ情報から得られる速度プロファイルと道路構造をあわせて分析することにより、具体的なボトルネック箇所とその要因を推定可能であることが確認された。

表1 特定プローブ情報の道路行政への活用に向けた課題と検討結果

課題	検討結果
ア) 物流トラックドライバーのヒヤリハット：特定プローブデータ（挙動履歴）の閾値の設定方法	物流車両の挙動を分析、荷物の有無や道路構造、交通特性等の想定要因を推定、ドライバヒアリングによりヒヤリハット把握の閾値設定が可能
イ) 高速道路料金抵抗と走行経路の関係：経路選択条件の把握方法	走行経路を統計化、高速の利用形態把握に加え、走行時間帯の利用料金の対比により高速利用傾向が把握可能
ウ) 地点間の所要時間の変動特性：所要時間の信頼性評価方法	積載量や積荷の有無等の物流車両の特徴を踏まえ、平・休日の所要時間、速度変動の分析により都市間の所要時間の影響が把握可能
エ) 渋滞ボトルネック箇所の把握：ボトルネック箇所の推定方法・検証方法	詳細な速度変動の活用による速度低下地点や区間の抽出によるボトルネック箇所が推定可能
オ) 事故・災害時における道路交通状況：通行可否・経路変更の実態把握方法	平常時と災害時の走行経路や走行速度の比較により、所要時間や迂回路線の影響を把握可能

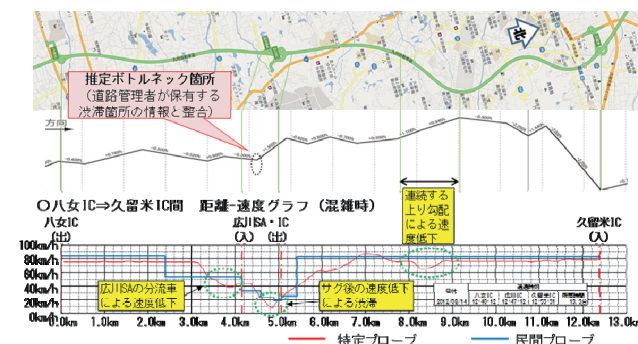


図3 渋滞ボトルネック箇所の把握例

### 4. 交通シミュレーションにおけるプローブ情報の活用可能性の検討

各種道路交通施策の評価に交通シミュレーションの適用が増えつつあり、その入力データとしてプローブ情報の活用が期待されている。そこで交通シミュレーションにおけるプローブ情報の活用可能性について検討した。具体的には、一般的な道路行政業務における交通シミュレーションの利用シーンを整理した上で、それぞれのシーンごとに必要となる入力データの要件を抽出し、これら要件に対する現状のプローブデータの適合性を確認した。なお、プローブデータの交通シミュレーションへの活用にあたっては、プローブデータの取得タイミングが時間単位または距離単位で異なること、オンラインリアルタイムシミュレーションで使用する場合はプローブデータが交通シミュレーション側にアップロードされるタイミングが異なる（例えば、道路プローブ情報の場合にはITSスポット設置箇所を通過してはじめてデータがアップロードされる）ことに留意が必要であることを確認した。

#### 【成果の活用】

本調査の成果は、ITSスポットから収集される走行履歴、車両情報等を官民が連携して活用するサービスの展開に反映する。

# ITS スポットサービスの技術的課題に関する調査検討

## Research on Technical Problems of ITS Spot under the Operation

(研究期間 平成 23-25 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤 純平  
Jumpei SAWA  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
畠村 嘉智  
Yoshitomo SHIMAMURA

ITS Spot services were launched nationwide in March 2011. The NILIM has promoted the reliability of the system of ITS Spot, smooth operation and deployment of ITS Spot service.

This research examines the technical subject on employment about ITS spot service of the highway superiors which had the whole country developed, and performs investigation and examination required for offer of positive service, or the improvement of service.

### [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、全国展開された高速道路上等の ITS スポットサービスについて、運用上の技術的課題を検討し、確実なサービスの提供やサービスの改善に必要な調査・検討を行っている。

本稿は、一部の道の駅や SA 等において運用を開始している、インターネット接続を用いてユーザが各種情報を入手する ITS スポットの情報接続サービスについて、現在、カーナビ向けポータルサイトで提供しているコンテンツ内容の改良を行うとともに、今後、コンテンツ内容の拡充を行うにあたって考慮すべきインターネット技術 (JavaScript 等) の機能を整理し、その機能の動作を検証するための調査用コンテンツを作成の上、ITS スポット対応カーナビによる表示確認を行い、その結果を留意事項として整理した。

また、道の駅、SA 等において、情報接続サービスの通信に関する確認試験を行い、技術的課題を明らかにするとともに、電界強度と処理時間の関係など、その原因及び対応案について整理した。

### [研究内容]

#### (1) 車載器機能を考慮した情報接続サービスコンテンツの調査・改良

今後の情報接続サービスの改良・拡充のために、既設カーナビ向けポータルサイトの課題整理、情報接続サービスの拡充に向けたコンテンツ作成上の留意事項の整理、コンテンツ内容拡充に関する検討、既設のカ

ーナビ向けポータルサイトの改良を行った。

(2) 情報接続サービスの通信に関する現状調査  
道の駅や SA において、情報接続サービスの通信状況調査を行うために、調査計画案の作成を行った上で、ITS スポットと車載器のデータ伝送時間の計測や車両停車位置や車両の遮蔽・反射が通信に与える影響等の調査を実施し、調査結果より、通信に影響を与える要因と調査結果を踏まえた今後の対応策検討、技術的課題のとりまとめを行った。

### [研究成果]

#### (1) 車載器機能を考慮した情報接続サービスコンテンツの調査・改良

##### ① 既設カーナビ向けポータルサイトの課題整理

既設カーナビ向けポータルサイトのコンテンツ及び表示状況を確認し、ユーザ視点での内容の拡充や改良が望ましいコンテンツの整理、現在及び今後の運用において課題となる事項を整理した。また、既往のニーズ調査結果を再整理するとともに、受注者の一般社員による体験会等を実施した上で、整理結果に反映した。また、その整理結果を踏まえたデモコンテンツを作成し、これを元に再評価を実施し、下記の課題を整理した上で、今後の対応を検討した。

- ・ トップ画面に戻るリンクボタン
- ・ リンク先の地図上への配置
- ・ 日本風景街道の概要ページと位置がわかる地図の表



示

- ・渋滞情報の凡例の表示
- ・観光情報の充実

② 情報接続サービスの拡充に向けたコンテンツ作成上の留意事項の整理

情報接続サービス内容の拡充に向けて、現在のWEB技術動向を把握し、継承される技術、使用頻度が高く今後も積極的活用が望まれる技術や新規技術（HTML5、CSS3）の方向性を整理し、調査用コンテンツとして採用すべき技術・要素を選定した上で、「マークアップ言語（HTML）」「CSS」「JavaScript」をはじめ、「プラグイン」、「文字コード」、「静止画（JPEG、GIF、PNG）」、「音声」、「動画」、「ファイル容量」等について図1のような試験用コンテンツを作成した上で留意事項を抽出した。



図1 調査用コンテンツ表示確認例

### ③ コンテンツ内容拡充に関する検討

プッシュ配信、カーナビ連携、簡便操作、メディア連携、決済等が可能であるITSスポットの強みを活かした拡充すべきコンテンツについて検討した。地域協働や官民連携などにより実現可能な観光情報、地域情報、災害情報等の事例を収集・整理しITSスポットへの適用可能性をカルテ形式で検討した。さらに、SNS（ソーシャルネットワーキングサービス）のITSスポットへの活用方法や課題、他の情報媒体との差別化や連携方法についても検討した。

### ④ 既設のカーナビ向けポータルサイトの改良

既設カーナビ向けポータルサイトの改良を行った。改良にあたっては、ITSスポット対応カーナビの表示上の制約条件や設計時等画面構成に関する規定を考慮し、改良したコンテンツはカーナビでの表示確認を行った。

## （2）情報接続サービスの通信に関する現状調査

### ① 調査計画案の作成

全国の情報接続サービス提供箇所の中から8箇所を選定し、下記の情報接続サービスの通信に関する調査を実施するための計画案を作成した。

- ・PPP接続時間及びデータ伝送時間の計測。
- ・車両停車位置や車両の遮蔽・反射が通信に与える影響。
- ・通信エラー時の通信ログ収集。
- ・車載器の設置高やアンテナ設置角度が通信に与える影響。

### ② 調査の実施

（2）①にて作成した計画案をもとに、情報接続サービスを利用可能な市販されている全ての車載器を用いて、調査を実施した。調査概要を図2に示す。調査にあたっては、普通車とワンボックスタイプの車両、各種車載器や対応カーナビの他、電界強度測定器、パケット通信の速度やログが記録可能な装置、きめ細かな設定が可能な遮蔽・反射試験用の可搬式アルミパネル等を使用した。下記に調査内容を示す。

- ・路側機位置と駐車位置の影響
- ・隣接駐車車両（遮蔽・反射）の影響
- ・複数同時接続の影響
- ・情報接続処理装置/路側機仕様の影響
- ・車載器仕様の影響
- ・PPP終端位置の影響
- ・路側機複数接続の影響

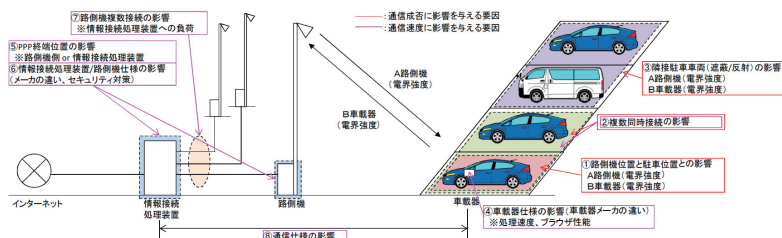


図2 調査の実施概要

### ③ 調査結果の整理

（2）②の調査結果を踏まえ、アンテナや駐車マスの設置位置といった、通信成功率や通信速度の改善に向けた対応策と、技術的課題（通信に影響を与える要因の相互の影響の考慮等）について整理を行った。

#### 〔成果の活用〕

ITSスポットサービスに関する運用上の技術的課題の抽出、整理結果をもとに、情報接続サービスのポータルサイトの改良、運用技術検討ワーキングへの反映などITSスポットに関する技術的な課題への対策に活用した。



# 高速道路における交通円滑化システムの 高度化に関する効果検証調査

A study on verification of the effects on advanced traffic flow smoothing systems on expressways  
(研究期間 平成 23-25 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
研究官	北川 順
Researcher	Jun KITAGAWA
部外研究員	岩崎 健
Guest Research Engineer	Ken IWASAKI
部外研究員	佐野 久弥
Guest Research Engineer	Hisaya SANO

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has studied the information provision methods and specification development of the lane utilization rates optimization systems using ITS Spot in order to reduce congestion at sag sections on intercity expressways. This paper reports on the preparation the technical guideline of this systems for spreading Japan and installation of this system at Yamato sag sections on Tomei Expressway.

## 〔研究目的と経緯〕

国土技術政策総合研究所では、高速道路サグ部における渋滞対策を目的とした ITS スポットによる車線利用適正化情報提供システムについて、その情報提供手法の検討、及び必要な標準仕様の策定に向けた検討を行っている。

本研究では、渋滞多発地点などにおいて交通円滑化等を図る効果的な対策を検討するため、道路幾何構造や交通量、走行速度、走行車線位置に対応したサグ部での最適な情報提供内容や提供タイミングを検討し、これらの情報を ITS スポットや情報板を通じてドライバに提供した際の渋滞削減効果を実証するなどにより、サービスの有効性、及び整備上・維持管理上の課題等について調査検討を行っている。平成 24 年度は、東名高速道路大和サグ部の上下区間において、渋滞発生要因となる追越車線への交通集中を抑制するため、走行車線の利用を促す車線利用適正化サービスの本格開始に向けて、既存 ITS スポットの改修等を行うとともに、様々な交通状態に応じたサービス稼働状況を確認した。また、車線利用適正化サービスの全国展開に向けて、全国的高速道路サグ部等の渋滞発生箇所における車線利用状況に関する調査を実施した上で、主要渋滞箇所である中央道下り・相模湖付近、中央道上り小仏トン

ネル付近を対象にサービスを新規に導入することを想定し、導入検討に必要となる技術指針案の作成を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 都市間高速道路のサグ部等における車線利用状況に関する調査

高速道路サグ部等における交通円滑化サービスの全国展開を見据え、全国の主要なサグ部等の渋滞発生箇所において、以下の 5 項目を調査した。

- ①渋滞発生傾向の把握（平成 22 年 1 年間）
- ②ボトルネック位置の特定
- ③道路線形・道路構造の把握
- ④渋滞発生前後 30 分間の交通状態の整理
- ⑤渋滞発生と車線利用の偏りの関係分析

この結果、サグ部等における渋滞発生時の断面交通量及び追越車線利用率の特徴を明らかにした。（図 1）

### 2. 車線利用適正化のための情報提供内容案の作成

車線利用の不均衡に対して、キープレフト遵守の認知度向上や、推奨車線情報の提供を行う方策について、情報内容や、提供媒体に関する検討を行った。

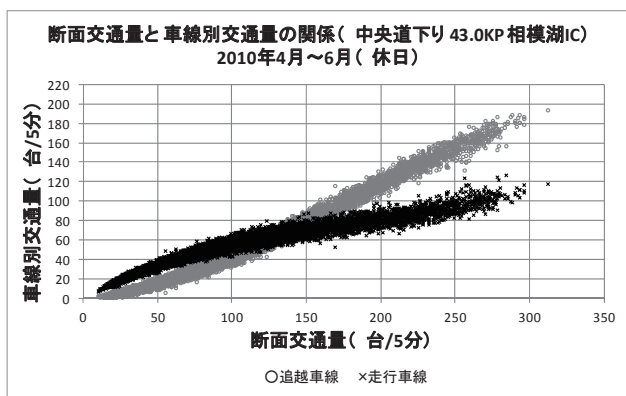


図1 断面交通量と車線別交通量の関係

### 1) 事前に提供すべき情報(教育や広報・啓発)

ドライバーへの広報・啓発を効果的に行うため、情報提供内容、対象者、場所、タイミングに応じて、個々の媒体の長所・短所を相互補完できるよう、複数のメディアを相互補完しつつ活用するメディアミックスの考え方を踏まえ、ホームページ、高速道路SA・PAのハイウェイ情報ターミナル、運転教習・運転講習会等を組み合わせた情報提供方策を立案した。

### 2) 走行中に提供すべき情報

渋滞発生箇所においてITSスポット対応カーナビや路側表示板等を用いて提供する簡易図形、音声・文字情報に関する検討を行った。さらに、Webアンケートを通じて理解度・受容性の評価を行い、その結果、事前の広報・啓発により走行車線の利用促進等の望ましい走行方法が十分に周知された場合は、走行中の情報提供内容を簡潔にした場合でもドライバーが理解可能、かつ走行車線の利用に結びつく可能性が示唆された。

### 3. 車線利用適正化情報提供システムの全国展開に向けた技術指針案及び具体箇所での導入検討資料の作成

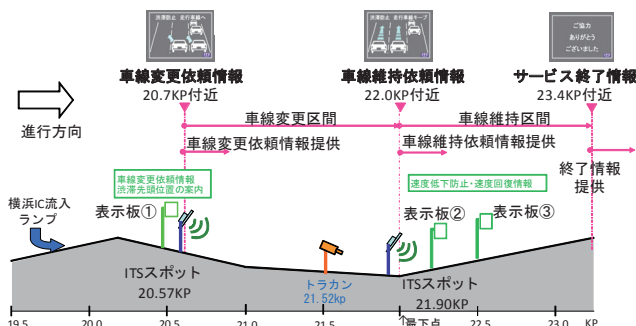


図2 技術指針案に基づく車線利用適正化情報提供システムの導入検討例(東名大和トンネル付近)

### 1) 車線利用適正化情報提供システムの全国展開に向けた技術指針案の作成

車線利用適正化情報提供システムの全国展開に向けて、システムを新規に導入する際に必要となる検討すべき項目、対処方針等を取りまとめた技術指針案を作成した。技術指針案には、以下に示す項目を盛り込んだ。

#### <技術指針案の構成>

- ・交通状況特性の把握
- ・道路線形・道路構造の把握
- ・渋滞発生要因の特定(車線利用適正化情報提供システムの適合性の確認)
- ・情報提供位置の設定
- ・ビーコン設置位置、情報板設置位置の検討
- ・トラフィックカウンタ設置位置(センシング位置)の検討
- ・交通状態判定処理装置のパラメータ調整
- ・高速道路会社における既存関連サービスとの連携・整合に関する考え方及び留意点等

### 2) 具体箇所での導入検討資料の作成

車線利用適正化情報提供システムを中央道下り・相模湖付近及び中央道上り・小仏トンネル付近を対象に新規に導入することを想定し、交通状況の把握等に必要となるデータ収集を行うとともに、作成した技術指針案に基づき導入検討資料の作成を行った。

### 4. 車線利用適正化情報提供装置の設置

東名高速道路大和サグ部(下り)において車線利用適正化サービスを開始するため、情報の提供に必要なITSスポットの調達、設置、道路交通状態判定処理装置との接続・調整及び動作確認を行った。

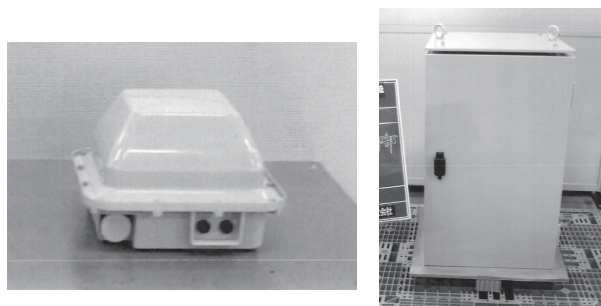


写真1 製造・設置したITSスポット路側無線装置

#### [成果の活用]

平成25年度は、本年度大和サグ部に設置したITSスポットを用いた車線利用適正化サービスを開始する予定であり、これにより渋滞解消に寄与するものと考えられる。また、システム導入のための技術指針案に基づき、サービスの全国展開を検討する。

# 新たな通信技術等の適用性検討

Research on application of new communication technologies.

(研究期間 平成 24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤 純平  
Junpei SAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
鈴木 一史  
Kazufumi SUZUKI  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
岩崎 健  
Ken IWASAKI  
佐野 久弥  
Hisaya SANO

The progress of developing IT relating element technologies has been rapid. Hence, several services, which cannot be supplied by DSRC communications, would be possible by applying continuous communications. A series of research has conducted for developing information providing services, freight vehicles operation, and traffic demand management by using those communication technologies.

## 【研究目的及び経緯】

情報通信に係わる要素技術の進展は非常に速く、現在展開中の ITS スポットに用いられているスポット通信では困難なサービスも連続通信などの情報通信技術を用いることにより実現できる可能性がある。

今年度は場所や時間を限定することなく適切なタイミングで実施可能な情報提供サービスや車両運行管理、交通需要管理等に、活用が期待される連続通信技術等の適用性の検討を行っており、「新たな通信技術と ITS スポット技術を連携させた ITS サービス」「安全運転支援サービス」「交通需要管理サービス」の 3 テーマについて検討を行った。

## 【研究内容・研究結果】

### 1. 新たな通信技術と ITS スポット技術の連携

現在検討提案されている ITS サービスについて、ITS システムアーキテクチャを検討するとともに、新たな情報通信技術 (LTE、無線 LAN、スマートフォンや汎用プラットフォームで動作するアプリケーション等) と ITS スポットを連携させたサービスによって実現が見込まれるサービスを抽出、整理して 18 のサービス定義を行った。

これを踏まえ、サービスを実現するために必要となるシステムの構成、技術要素、インフラ側処理システム、車載器及びスマートフォン等の機能要件、制約条件、技術的課題について整理した。

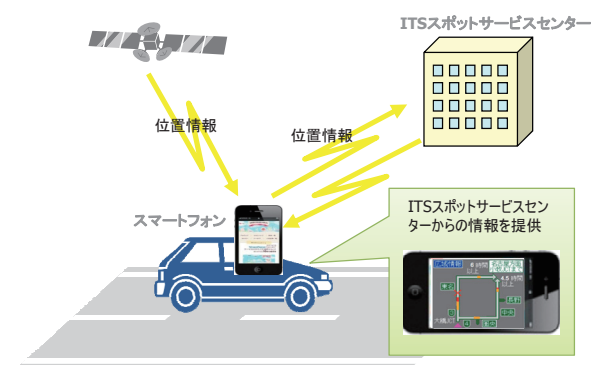


図1 スマートフォンによる道路交通情報提供サービスのイメージ

### 2. 安全運転支援技術に関する調査

近年、車両の操舵支援や事故軽減のためのセンサ類の高度化が進んでおり、事故防止やドライバの運転時の負担軽減が期待されている。しかし、動的に変化する交通状態や規制情報など、車両単独のセンサ等のみ

では把握しきれない情報もある。このような情報をインフラから車両に提供することで、より高度で正確な車両制御が可能になると考えられる。そこで本研究では、インフラと車両制御技術を連携させた安全運転支援システムの検討を行った。

### (1) インフラが提供すべき情報の整理

自律型の車両制御技術による運転支援よりも、さらに安全なサービス提供の実現に向けて、車両側が求める情報の内容に関するヒアリング調査を、自動車メーカーに対して行った。その結果、車両の縦断方向位置を特定するための情報に対する要求が非常に高いことが明らかとなった。これを受け、インフラから車両の縦断方向位置を特定する情報を提供することにより実現が想定されるサービス内容について整理した。図2はその一例を示したものである。また、車両の位置特定が安全運転支援には重要であることから、位置特定を行うインフラの技術についても整理を行った。

### (2) 路車連携型安全運転支援システム案の作成

上記の検討結果を踏まえ、路車連携型安全運転支援システム案を作成した。今後は本業務において作成したシステム案を基にした実験を実施し、その実現性の検証を行っていくこととしている。

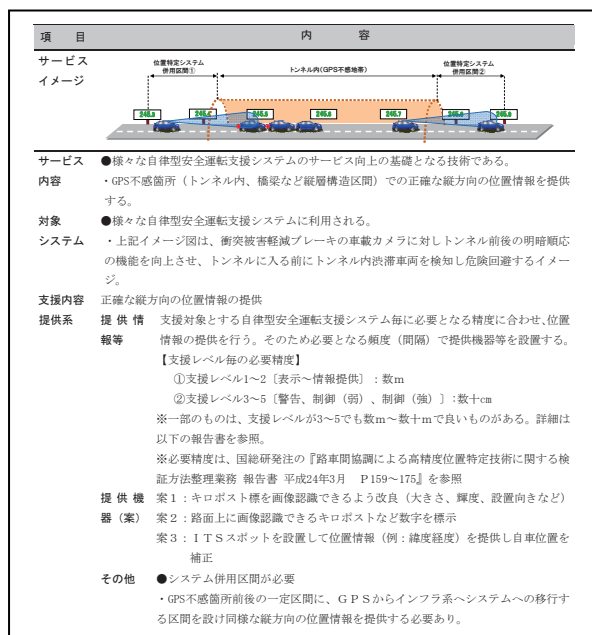


図2 GPS不感箇所での位置情報提供サービス案

## 3. 交通需要管理サービスの検証実験

平成23年度に交通需要管理への適用性検討を行った連続通信技術等を用いて、走行する路線、地域、時間帯、距離に応じてポイントを付与するような交通需要管理サービスについて、走行実験を行い、データを

収集・分析し技術面からの実現可能性の検討を行った。

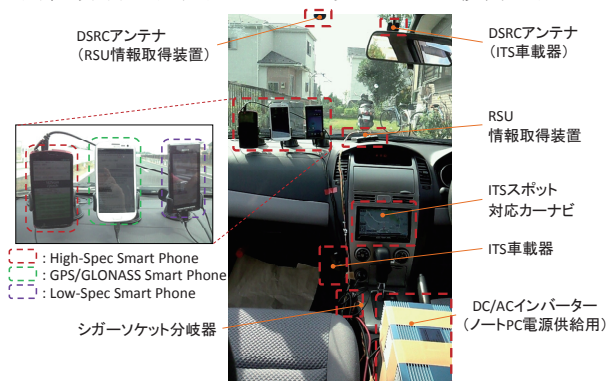


図3 実験時の車内での機器設置状況

### (1) 実現可能な交通需要管理サービスの精度検証

サービスパターン毎に求められる機能、サービスの視点から要求水準の整理を行い、検証結果(表1)を整理した。

表1 精度の要求水準検証結果

エリア判定方法	RSU通過情報		Low-Specスマホ		High-Specスマホ		GLONASS対応スマホ		ITS車載器	
	エリア通過判定	区間通過判定	エリア通過判定	区間通過判定	エリア通過判定	区間通過判定	エリア通過判定	区間通過判定	エリア通過判定	区間通過判定
RSU通過情報	◎	◎	—	—	—	—	—	—	—	—
オリジナル座標	—	—	○	○	○	○	◎	◎	—	—
マッチング座標	—	—	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×

◎:判定と実走行が一致 ○:判定と実走行の差が誤差(最大30m)以内 ×:判定と実走行に差あり

### (2) 交通需要管理サービスの実現に向けた検討

交通需要管理サービスの実現に向けて、実験結果から(表2)技術的課題を抽出すると共に、ステークホルダー毎の行動・阻害要因を構造化した上で抽出し、サービスの導入目的・地域別に整理した。

表2 実験結果から見た技術的課題

区分	実験結果から見た実現環境における技術的課題
スマートフォン	・測位点の欠損を前提とした制度設計 ・位置座標が測位しやすい環境の整備
ITS車載器	・位置情報の測位や起終点座標の開示に関する仕様変更
OBID II	・出力距離の精度向上及び情報取得に関する技術開発
RSU	・RSUの低コスト化及びRSU通過情報を取得する機材開発
距離計算	・マッチング方法や精度にあわせた制度設計 ・DRM/リンク等の距離計算ルール等の確立 ・車線変更等を考慮した高度な距離把握に向けた技術開発 ・適切なポイント付与単位及びエリア・区間の設定 ・時刻合わせルールの設定

### 【成果の活用】

#### 1. 新たな通信技術とITSスポット技術の連携

本調査で得られた成果は、協調ITSのシステムアーキテクチャ作成、普及展開ロードマップの作成などにそれぞれ活用される。

#### 2. 安全運転支援技術に関する調査

本調査で得られた成果を用いて、路車連携安全運転支援サービスの実現に向けた実証実験を行う。

#### 3. 交通需要管理サービスの検証実験

本調査で得られた成果は、本サービスの実用化検討にあたって技術的な課題整理に活用される。



# 新たなモビリティに対応する道路交通システムの技術的課題調査

A study on technical issues of road transportation systems which respond to new mobility  
(研究期間 平成 23-25 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長 金澤 文彦  
Head Fumihiko KANAZAWA  
主任研究官 澤田 泰征  
Senior Researcher Yasuyuki SAWADA  
研究官 鈴木 一史  
Researcher Kazufumi SUZUKI  
研究官 築地 貴裕  
Researcher Takahiro TSUKIJI

The spread of emerging new mobility such as electronic vehicles (EVs) or personal mobility vehicles (PMVs) can lead to a variety of technical and institutional issues on conventional road infrastructure. In this research, next-generation ITS that responds to emerging new mobility is discussed in cooperation with academia to realize smarter road transportation system.

## 〔研究目的と経緯〕

昨今の厳しい経済情勢・財政制約の下、既存交通インフラを有効に活用し交通サービスにおける移動の質を向上することが求められている。とりわけ、今後の少子高齢化社会の到来、エネルギー・環境制約、人々の価値観の多様化等により、交通サービスにおける移動の質に変化が生じ、これまでの時間・費用に加えて、安全・安心・健康・快適・環境を志向することで、専ら自動車を利用していた人が徒歩・自転車・公共交通等のモビリティに多様化するとともに量的にも増加すると予想される。このため、自動車のドライバを中心とした ITS の研究開発から、歩行者・自転車等の人を対象とする ITS への拡大も期待されており、スマートフォン等の多機能情報通信端末の急速な普及は、これらモビリティにおける移動の質の向上を技術面で容易にするものと考えられる。

そこで本調査では、上記の背景を踏まえ、徒歩・自転車・自動車・公共交通を含む多様なモビリティや EV(Electronic Vehicle)、PMV(Personal Mobility Vehicle、個人用都市内移動手段)等の新たなモビリティにおける移動の質を高める ITS のあり方について、土木学会等をはじめとした学との連携を通じて検討することを目的とする。具体的には、徒歩・自転車・自動車・公共交通を含む多様なモビリティにおける移動の質に関する評価指標を検討するとともに、移動の質の効率的な評価に活用可能な ITS 技術について、自転車を対象に適用可能性を検討するものである。

表 1 評価指標項目の整理結果（一部抜粋）

移動の質		評価指標
①利便性	モーダルシフトの容易性	公共交通モーダルシフト、交通分担率
	地域情報の入手	観光、地域イベント、施設情報入手率
	道路及び道路施設の充実	駐車場、駐輪場、スマート IC、スマート PA 整備率
②快適性・安心感	交通渋滞の減少	走行予定区間の渋滞率
	移動手段の多様化	所要時間／旅行速度
	移動中の安心・快適	移動中のアクティビティ性 歩行者・高齢者移動 自転車通行環境
③速達性	旅行速度の向上	旅行速度（ピーク時等）
	移動手段・ルート選択	所要時間比較、出発・目的地、出発・到着時刻データ、乗換容易性
④定時性	交通渋滞の削減	所要時間、通常所要時間との差異
		交通事故件数・比率
⑤安全	予防安全	ヒヤリハット件数（急制動データ）
	道路交通情報提供	事故削減、ヒヤリハット
⑥経済性	経路選択（最短距離、高低差、渋滞回避など）	高速道路料金、走行費用、移動時間、移動距離、標高差
	走行支援、運転改善による環境負荷の少ない移動	燃料消費量、CO2 削減、急制動・急発進回数減少
⑧健康	徒歩、自転車移動	健康度、BMI 指数、医療費

## 〔研究内容及び成果〕

### （１）移動の質に関する評価指標の検討

土木学会をはじめ、電気学会・情報通信学会等の異分野の有識者との議論・意見交換を行いつつ、道路交通システムを取り巻く環境の調査整理を行った上で、少子高齢化社会の到来、人々の価値観の多様化、自動車・情報通信分野における技術革新等、道路交通システムの高度化や今後の社会の変化を見据え、多様なモビリティにおける移動の質に関する評価指標および評価指標の算定手法について検討した。その結果、移動

の質を「利便性」「快適性・安心感」「速達性」「定時性」「安全」「経済性」「環境」「健康」の8つに大きく分類し、個別の移動の質項目について、その評価指標を表1のように整理した。これらのうち、本調査では「快適性・安心感」における移動手段の多様化を表す指標として「移動中のアクティビティ（会話、読書、音楽を聴く等）」を、「安全」における情報提供等による効果を表す指標として「ヒヤリハット」を対象に、心理面の定量的な効果評価の手法について検討を行った。例えば「移動中のアクティビティ」については、移動の質を「移動中に実行可能なアクティビティ」という視点から、多様な価値観を持つ人々の移動時間の利用の仕方（移動中車内での過ごし方）と移動の質に対する主観的評価（満足度および幸福感）との関係を分析することで、交通手段、移動環境、移動目的、性別・年齢等の個人属性等の違いに着目して、多様な利用主体に応じた移動の質の特徴を把握するとともに、ITS技術による移動の質の向上策について検討を行った。

## （2）モビリティの移動の質を高める ITS 技術の検討

今後、PMV 等の新たなモビリティの普及が見込まれる一方、これらモビリティは従来までの自転車・バイクに近い感覚の乗り物であることから、車道・歩道等の混在空間での利用による錯綜等の課題が生じる。そこで本調査では、ケーススタディとして自転車を対象に、安全かつ快適な移動を支援する施策の評価に活用可能な ITS 技術について適用可能性を検討した。

### 1) 自転車走行における移動の質の評価手法

自転車利用者の安全感を記録するため、自転車にセンサ類を搭載することで、自転車走行中に追い抜かれた自動車との距離や速度、映像、騒音等を計測可能なプローブバイク（図1）を用い、金沢市、徳島市で走行体感調査を実施した。その結果、追い抜き時の自動車速度や回避幅（図2）、車種、路肩部幅員、自転車レーンや指導帯等明示の有無を説明変数とする安全感評価モデルにより、自転車の車道部走行時の安全感予測が可能であることが明らかとなった。

### 2) ITS 技術による自転車安全感評価の適用可能性

車道走行時の自転車安全感評価に必要なデータを効率的に収集する ITS 技術として、前述のプローブバイクのような移動観測手法に加え、多数のサンプルを取得可能なビデオ画像処理による定点観測手法を比較し、各手法の特徴を整理した。本調査では、車両や自転車の錯綜による画面上での移動体同士の重なりに頑健な画像処理手法である時空間 MRF モデル（図3）を用いた。比較検討の結果、移動観測手法では、区間全体での安全性評価が可能であり、ネットワークレベルで対策の必要区間および優先を検討するのに適して

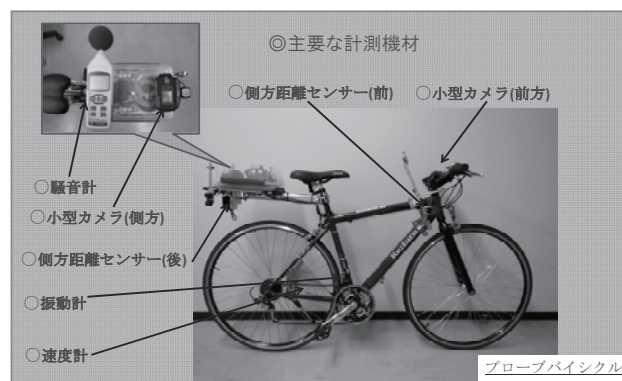


図1 プローブバイクと計測機器



図2 自転車追い抜き時の回避幅

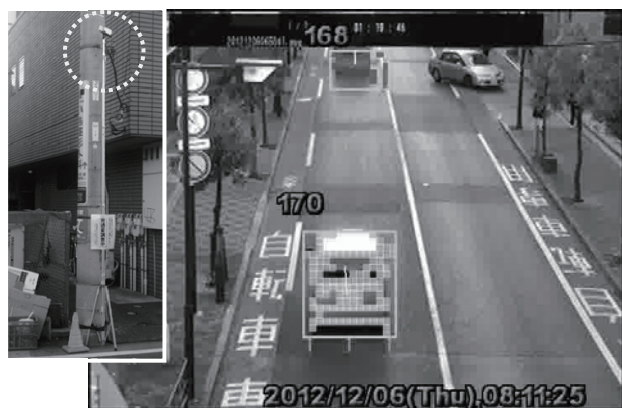


図3 時空間 MRF モデルによる移動体観測

いることがわかった。一方、定点観測手法では、多数のデータサンプル取得により問題挙動の抽出が容易であり、対策実施前後の効果評価（安全感の変化や危険な追い抜き等の発生件数を対策実施前後で定量的に評価）や、自転車利用の多い区間における対策検討（2列走行、逆走等の危険挙動の分析）に適していることがわかった。今後は、これら知見を踏まえた安全感の自動評価システムの開発が必要である。

### 〔成果の活用〕

本調査の成果は、新たなモビリティに対応した道路交通システムを実現するための ITS の利活用方策を検討する際に、基礎資料として活用する。

# ITS による環境負荷に配慮した行動変容を促す 情報提供手法に関する検討

A study on information provision methods using ITS for environmentally-friendly behavior

(研究期間 平成 23-24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
研究官	北川 順
Researcher	Jun KITAGAWA
部外研究員	岩崎 健
Guest Research Engineer	Ken IWASAKI

The ITS Spot services have been operating in Japan and several programs to improve traffic situation were enforced. CO2 emission reduction is one of the major aims of the programs. However applying the current formulas to estimate CO2 emission by ITS Spot services might not be appropriate. The contributions of ITS Spot services in terms of CO2 emission reduction are not drastic. On the other hand, detailed driving data collection has been possible by using OBD (on board diagnostics) connectors. The data obtained by OBD connectors would be useful to estimate CO2 emission accurately. In this paper, comparison of the estimation results by the current formulas with the actual data obtained by OBD connectors will be informed. Then, correction factors will be proposed to adjust the estimation formula to apply ITS Spot services evaluation. In addition, The estimation software was invented to estimate the contributions of ITS Spot services.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、ITS を活用した環境負荷(CO2 排出量など)の低減に資する施策に関する研究開発を行っており、各種 ITS 施策による環境負荷低減効果の推計・評価に関する検討を行うこととしている。

本稿は、ITS 施策における環境負荷低減効果の推計手法の整理、簡易な車両情報取得機器(OBD コネクタ)より得られる車両情報の環境負荷推計への適用可能性調査、各種 ITS 施策に対応した環境負荷推計ツール作成の結果を報告するものである。

## 〔研究内容及び成果〕

### (1)環境負荷低減効果の推計手法の整理

#### 1)ITS 施策の整理

環境負荷低減効果の推計の対象となる ITS を活用した二酸化炭素排出量削減の取り組みについて、その導入事例、関係省庁で検討しているサービス、論文等で公表されている研究レベルのシステム等を参考に、「道路交通情報提供」「交通円滑化対策」「交通需要管理施策」「ETC 関連施策」「走行方法指示施策」「安全支援施策」「総合交通

情報提供施策」等の 11 施策、および 24 の個別施策として整理した。

#### 2) 環境負荷低減効果の発現プロセスの整理

1)で整理した各施策に対して、対策実施後に発生する利用者の行動や交通状況等の変化を順に整理し、最終的に環境負荷が発現するまでのプロセスを検討、整理した。整理する内容は、発現する環境負荷低減効果の種類、効果が発現する要因、変化として現れるデータ(交通量、速度等)、効果推計に当たって求めるべき推計精度のレベルはマクロ(道路ネットワーク全体での渋滞状況等の把握)とミクロ(車線別や交差点区間といった局所的な変化を把握)に分類した。

「対象者の行動変化から交通現象の変化への影響」、および「車両から交通流全体、その他交通への影響」の 2 つの視点から効果発現プロセスを整理した。ITS 施策によって発現する二酸化炭素排出量削減の効果を図 1 に示す 4 つのタイプに分類した。

#### 3) 環境負荷低減効果推計手法の整理

2)で整理した施策タイプ毎に、考え得る二酸化炭素排出量の推計手法と推計に必要なデータの収集方法を



整理した。なお本研究で考察する推計手法は「燃料法(燃料使用量×CO<sub>2</sub> 排出係数)」「燃費法(輸送距離/燃費×CO<sub>2</sub> 排出係数)」「車種・速度法(区間延長×旅行速度別CO<sub>2</sub> 排出係数)」「トンキロ法(輸送トンキロ×CO<sub>2</sub> 排出原単位)」とする。

## (2)OBD コネクタより得られる車両情報の活用

### 1) 車両情報の環境負荷推計への活用方法の整理

近年、車両の自己診断時の活用を目的とした OBD コネクタを経由することで車両情報が容易に取得可能になってきている。ここでは OBD コネクタの概要と得られる車両情報を活用した事例を調査整理し、取得可能な車両情報の項目を整理した。OBD コネクタ経由で取得可能な車両情報のうち、二酸化炭素排出量推計のためのインプットデータとして「燃料消費量」「移動距離」「速度」、推計方法の精度向上のための補正值設定等に活用できるデータとして「燃料消費量」の活用可能性を示した。

### 2)試験走行による推計に活用可能なデータの収集

OBD コネクタ経由のデータ集計機器を搭載した実験車両による走行試験を実施し、二酸化炭素排出量の推計に必要な車両情報を収集した。集計機器は 1 秒毎に緯度経度、速度、燃料消費量等が取得できるものを使用した。なお、推計に際して現行の手法では誤差が大きくなると想定される勾配変化の多い高速道路・都市高速道路、信号設置間隔の異なる一般道区間をデータ取得対象区間とした。

### 3) 車両情報の推計への適用可能性に関する考察

燃料消費量から算出した CO<sub>2</sub> 排出量(試験車両個別の燃費特性を反映)を真値として、国総研式による速度データから推計値の精度検証を行った。

検証に当たっては OBD コネクタ経由で取得したデータを真値と仮定し、推計式との比較を行った。その結果、2)で想定した通り推計値との誤差が確認されたため、その要因を検証し、推計精度の向上に繋げるための考察を行った。

#### ①勾配変化区間の推計値の補正

勾配の変化する区間では、勾配の大きさによる誤差を平坦部と勾配部の真値の比率を元に国総研式での推計結果を勾配の大きさに応じて補正する係数を提案した。その結果、図 2 に示す通り国総研式に対する補正前後における推計値の真値に対する誤差率が低減するという結果が得られた。

#### ②信号交差点付近の推計値の補正

信号停止時のアイドリングや加速時の急激な燃料消費の変化に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の推計に関しては、既存の推計式を用いて正確に推計することは困難であることが試験走

タイプ 1 : 広域的な範囲で交通量や渋滞の変化により発現する効果  
タイプ 2 : 速度、加速度、アイドリング等の変化で車両個々に発現する効果  
タイプ 3 : 特定箇所の交通状況の改善に伴う効果  
タイプ 4 : 交通量拡大、事故減少に伴う渋滞減少による効果

図 1 環境負荷低減効果発現のタイプ分類

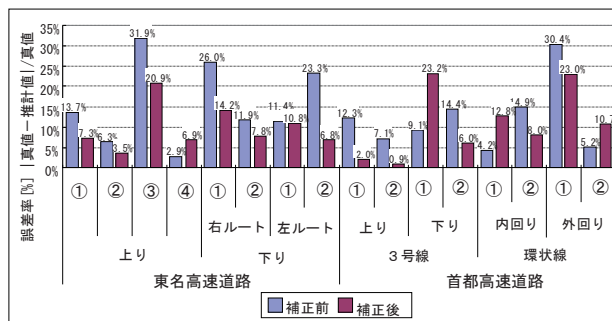


図 2 推計値の補正前後の誤差率の比較

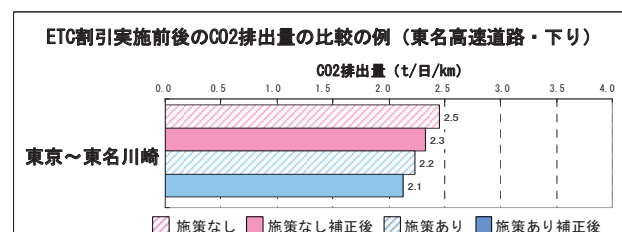


図 3 ETC 割引実施前後での二酸化炭素排出量の比較

行により取得されたデータとの比較から判明した。交差点等における停止、アイドリング、発進という異なるフェーズが考慮されていないことが主要因であると想定され、停止・発進を行う場面での二酸化炭素排出量の推計にはさらなる検証が必要であるといえる。

### (3)環境負荷推計ツールの作成

以上の検討結果を踏まえ、ITS 技術を活用した施策を評価するための簡易な推計ツールを構築した。推計ツールでは、トラカンデータ等の容易に取得可能な交通データを活用出来ることとし、二酸化炭素排出量を施策の有無別に算出機能、表・グラフ形式での表示機能を搭載している。評価の対象とする施策は「道路交通情報提供施策」「交通需要管理施策」「勾配変化区間における交通円滑化対策」の 3 つとした。

図 3 はその一例として ETC 割引実施前後での二酸化炭素排出量推計値を比較したものである。施策実施前後のトラカンデータをインプットとして用いて試算を行った結果、施策の効果として二酸化炭素排出量が減少していることが示された。

#### 〔成果の活用〕

本研究の成果である ITS 施策の効果推計ツールは、ITS 施策の二酸化炭素排出量削減の効果を把握するために活用する。



# 道路情報の集約強化に関する検討

## Examination about intensive strengthening of road information

(研究期間 平成 24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	澤 純平
Senior Researcher	Jumpei SAWA
研究官	渡部 大輔
Researcher	Daisuke WATANABE
部外研究員	佐野 久弥
Guest Research Engineer	Hisaya SANO

At the National Institute for Land and Infrastructure Management, the information gathering technology utilizing smartphones, which have seen a surge in the number of users and a remarkable technological progress in private sectors, is investigated. In this research, the application of this technology to road management was studied and a prototype of an information gathering system was developed. This paper reports the details of this system.

### 〔研究目的と経緯〕

平成 23 年度の総務省の通信利用動向調査において、世帯あたりのスマートフォン保有率は平成 22 年度の 9.7%から平成 23 年度の 29.3%と急増している。また、平成 24 年の 4 月～6 月におけるスマートフォンの出荷台数は、携帯電話全体の 40%程度を維持しており、更なる保有率の伸びが予想されている。また、スマートフォンにより道路上の情報を収集し、その情報を解析することにより、ルート案内や道路混雑状況の情報をユーザーに提供するスマートフォンアプリも開発されている。

今回、ユーザー数が増加傾向にあり、技術進歩が著しいスマートフォン端末を利用して、道路管理等に有用な情報を効率良く収集し、活用するための検討を行い、それを踏まえたスマホプローブ情報収集システム(車載スマートフォンから送信するプローブ情報を収集するシステム)のプロトタイプの開発を行った。

また、道路管理で用いられている道路状況の把握方法について整理を行うとともに、道路管理に資する実現性の高いサービス案を作成した。そのサービス案をもとに、道路サポータシステム(道路利用者がスマートフォン等を利用して道路管理者に道路上の異常箇所や意見等の連絡するシステム)のプロトタイプの開発を行った。本稿でその内容を報告する。

### 〔研究内容〕

#### 1 スマートフォンを用いたプローブ情報の収集に関

#### する調査

プローブ情報収集にスマートフォンを活用するために、スマートフォンで収集可能な情報及び技術的機能の調査を行った上で、スマートフォンを用いたプローブ情報収集を行うための実証用情報収集システム及びスマホアプリについて設計を行った。

#### 2 道路サポータシステムに関する調査

PC 端末やスマートフォン等より、登録したユーザー(以下、「道路サポータ」という)が道路に関する障害等の通報、運用管理に関する意見等を情報発信し、これを集約した情報を道路管理に活用するシステム(以下「道路サポータシステム」という。)に関する調査等を行う。

- ・類似システム等の調査
  - ・道路管理に資するサービスの整理
  - ・道路サポータシステムの実現に向けた課題等の整理
- #### 3 実証用情報収集システムの開発

プローブ情報収集システム及び道路サポータシステムのプロトタイプを開発し、プローブ情報収集システムについては、走行試験により、収集情報の精度検証を行った。

### 〔研究成果〕

#### 1. スマホプローブ情報収集システム

現在、道路管理者が行っている業務について、スマートフォンで収集したプローブ情報を活用することにより、業務の効率化が期待できるサービス案を整理し

た。

スマホプローブ情報収集により実現する可能性があるサービスは、下記のとおりである。

- ① 渋滞の先頭・末尾の把握
- ② 車両燃費の把握
- ③ 路面の凹凸箇所の把握
- ④ 道路上の落下物の把握
- ⑤ 災害により交通が寸断された箇所の把握

これらの現状を踏まえて、スマホプローブ情報収集システムを検討した。今回、開発したスマホプローブ情報収集システムは、スマートフォン搭載センサーで取得できる GPS・加速度等の情報や自動車から取得できる OBD II 情報等を車載スマートフォンで収集し、定期的にプローブ情報集約サーバにデータ送信するとともに、情報集約サーバで情報の蓄積、分析を行うことができるシステムである。

システムの概要は図 1 のとおりである。

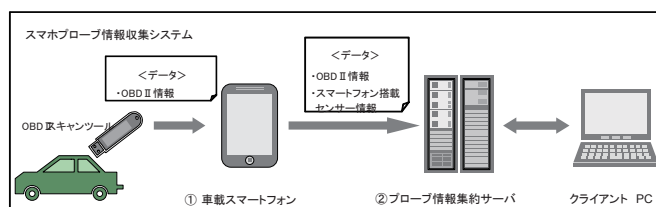


図 1 スマホプローブシステム概要

OBD II 情報は自動車内の車両故障診断コネクタ部に OBD II スキャンツールを接続することにより、WiFi でスマートフォンに情報を送ることができる。

また、作成したプロトタイプから収集される情報の精度検証を行うために、首都高速道路等において、4 種類の携帯キャリアのスマートフォンを用いて、走行試験を行った。位置情報の精度検証については、車両の走行軌跡情報を取得した上で、DRM リンク情報からの距離を算出した結果、各端末において、平均 4m 程度の誤差という概ね良好な結果を得ることができた。渋滞検知の精度検証については、VICS 渋滞情報とスマートフォンの GPS 速度が低下する地点を比較すると概ね重なっていることが、確認され、渋滞検知を行うことに対して良好な結果を得ることができた。

## 2. 道路サポータシステム

道路サポータシステムを検討するにあたり、地域気象情報などの現在、既に行われているユーザ参加型で常時の周囲状況把握を行う各種サービス等について、その方法、使用技術、社会的仕組み、運用管理体制等について調査、整理を行った上で、自治体等の事例調査や、地方整備局からのヒアリングを含めた調査により、道路利用者から情報を収集、活用している事例を

抽出し、運用体制、情報収集方法、使用技術、課題等について整理を行った。

以上の整理結果をふまえて、道路サポータシステムの活用が有効と見込まれるサービスを検討し、システムのプロトタイプの作成を行った。

今回、開発した道路サポータシステムは、道路サポータ（道路サポータシステムの登録ユーザー）に PC 端末やスマートフォン等を利用して、道路上の異常箇所や道路に関する意見等を報告してもらうことにより、広く、効率的に有用な情報を収集し、道路管理に役立てるためのシステムである。道路サポータシステムの概要については図 2 に示す。



図 2 道路サポータシステムのイメージ

### 〔成果の活用〕

今回、スマホプローブ情報収集システムと道路サポータシステムで実現するサービスの検討を行った上で、プロトタイプを構築し、システムの利便性や精度検証についての確認を行った。今後は、プロトタイプを利用した収集データの分析や現場での試験運用を実施した上でシステムの改良を行い、本運用に向けた効率的な情報収集方法等を検討していく予定である。

# ITS を活用した特定の車両への走行支援に関する検討

Research on an individualized driving support system for heavy vehicles using ITS

(研究期間 平成 24-26 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUZUKI
研究官	田中 良寛
Researcher	Yoshihiro TANAKA
研究官	築地 貴裕
Researcher	Takahiro TSUKIJI
部外研究員	畠村 嘉智
Guest Research Engineer	Yoshitomo SHIMAMURA

The purpose of this study is to investigate and verify ITS technologies for monitoring and supporting the driving of heavy vehicles, which is considered to have a significant impact on the life span of road infrastructure.

## [研究目的及び経緯]

我が国では、今後多くの道路構造物が耐用年数を迎えることが予想されている。しかし、厳しい財政事情を踏まえると、新たなインフラへの投資は抑制され、既存のインフラを有効活用することが必要となる。大型車両・重量車両の走行は道路構造物に与える影響が大きく、大型車両・重量車両の走行経路を適切に設定することが必要である。

このような背景の中、本研究では、大型車両・重量車両の通行状況をモニタリングするための既存システム（特車許可・申請システム、車両重量自動計測装置（図-1））の整備状況を踏まえた上で、大型車両・重量車両の通行状況モニタリングに利用可能な ITS 技術について調査することを目的とした。また、効率的にモニタリングを行うためのシステム要件等を検討する

ことを目的とした。加えて、大型車両・重量車両の適切な走行を支援するための基本技術となる、自車走行位置の把握機能、及び事前に定められた特定経路上を走行しているかどうかの判定機能に関する技術について、基礎的な検証実験を行うことを目的とした。

## [研究内容]

### 1. 大型車両の通行状況モニタリングに関する技術調査

本調査では、大型車両通行状況モニタリングを行っている既存システム及び最新技術動向等の調査を行い、既存システムにより実現できているモニタリングの水準、既存システムで不足している点、改善が求められている点について整理した上で、大型車両通行状況モニタリングシステム案を作成し、システム機能要件の検討を行った。

### 2. 大型車両の走行支援機能検証実験

本研究では、車載機器、路側・センター側装置を用いて、自車走行位置の把握機能、特定経路上を走行しているかどうかの判定を行うための機能について、基礎検証実験を実施し、機能の実現にあたりどのような車載器、路側機等の機器の組合せが望ましいのか、比較・検証を行った。また、これらの検証結果を踏まえ、自車走行位置の把握機能、特定経路上を走行しているかどうかの判定機能に関する被験者実験の計画案を作成した。

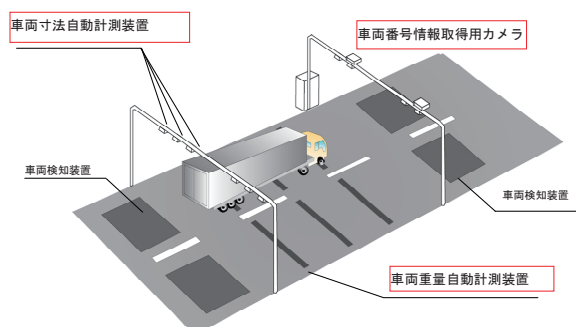


図-1 車両重量自動計測装置

## [研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 大型車両の通行状況モニタリングに関する技術調査

#### 1.1 既存システムで把握できるモニタリング水準と課題整理

道路管理者へのヒアリング等により、大型車両通行状況モニタリングを行っている既存システムの調査を行い、既存システムにより実現できているモニタリングの水準、既存システムで不足している点、改善が求められている点について整理した。

#### 1.2 大型車両の通行状況モニタリングに利用可能な技術の調査

1.1 の整理結果を踏まえ、大型車両の通行状況モニタリング水準を改善する、あるいは、より効率的に実施することが可能な技術について調査し、比較した。

#### 1.3 大型車両通行状況モニタリングシステム案の作成

1.1、1.2 の調査・整理結果を踏まえ、実整備案として、既存システムに加え新たに ITS 技術を用いて効率的に大型車両通行状況モニタリングを実施することが可能となるシステム案を 6 案作成した。システム案の作成にあたっては、大型車両のモニタリングの目的を「道路構造物の長寿命化」と設定し、目的達成状況を把握するためのアウトカム指標を設定して、指標の実現状況（モニタリング）を継続的に把握するために実務レベルの具体的な対応方策を設定した。設定した対応方策を実現するため、道路構造物（橋梁床版、舗装）に影響を及ぼす重量違反車両を特定し、車種や走行経路の特徴を整理した。システム案は、モニタリング指標のうち短期に実現可能とされる指標に対する対応方策として、国土交通省や高速道路会社が既に保有する既存システム等から構成される場合を短期的実現案として 1 案、また新技術や新たに車載機器や設備の設置など普及に時間を要する場合のシステム案を中長期的実現案として 5 案検討・作成した。

また、作成したシステム案毎に、実現される大型車両通行状況モニタリング水準、現状からの改善点、システム実現に向けた課題等について明らかにした。

#### 1.4 大型車両通行状況モニタリングシステムのシステム機能要件の整理

1.3 において作成したシステム案について、システムに対する要求事項の明確化、アクティビティ図、ユースケース図の作成等を行った上で、システム機能要件書案をとりまとめた。また、あわせてシステム案の実整備にあたっての必要な作業、概算経費を試算した。

### 2. 大型車両の走行支援機能検証実験

#### 2.1 基礎検証実験の準備

車載機器、路側・センター側装置を用いて、自車走

行位置の把握機能、特定経路上を走行しているかどうかの判定を行うための機能の検証を行うため、基礎検証実験にかかる計画素案（実験により収集すべきデータ項目、収集データの整理方法、基礎検証実験システムの概略設計等）を作成した。

作成した計画素案を踏まえ、基礎検証実験システム構築に必要な機器等に関し、国内外メーカーの最新の技術開発、製品販売状況等を調査した上で、その結果を踏まえ、計画素案をもとに基礎検証実験計画案を作成し、基礎検証実験システムの詳細設計を行った。

#### 2.2 実験の実施

2.1 を踏まえて基礎検証実験システムを構築し、実験を行った。検証用車両は 2 台（小型車、大型車）とし、図-2 に示す車載機器を装着した。収集したデータを用いて、車載機器、路側・センター側装置の組合せの違いにより、どの程度の技術的な性能（自車走行位置の把握性能、特定経路上を走行しているかどうかの判定性能等）の差異が生じるのかを比較・検証した。

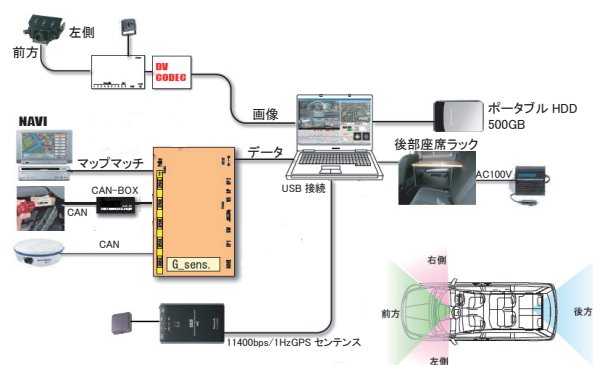


図-2 検証用車両の車載機器の構成図

#### 2.3 機器組合せ案の比較・検証

実験結果を踏まえ、大型車両走行支援のための、自車走行位置の把握機能、特定経路上を走行しているかどうかの判定機能の実現にあたり、どのような機器の組合せが望ましいのか、比較・検証を行った。

#### 2.4 被験者実験の実験計画案の作成

2.3 の検証結果を踏まえ、自車走行位置の把握機能、特定経路上を走行しているかどうかの判定機能について、3 ヶ月程度の期間にわたり 50 台程度の車両を対象に実施することを想定した被験者実験の実験計画案を作成した。

## [成果の活用]

本研究で得られた成果を活用し、大型車両・重量車両の適切な経路の走行を支援する技術の実現を図ることで、道路法 47 条の特殊車両通行許可制度の効率的・効果的な執行に寄与することができると考えられる。



# 個々の車両・ドライバーのリクエストに応じた

## 情報提供システムの開発

Development of The Individual Information Provision Service System Using ITS Spot

(研究期間 平成 22～24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	澤 純平
Senior Researcher	Jumpei SAWA
研究官	渡部 大輔
Researcher	Daisuke WATANABE
部外研究員	寫村 嘉智
Guest Research Engineer	Yoshitomo SHIMAMURA

In the research on the information provision service which performs individually according to the driver's destination or which performs to specific vehicles, such as heavy vehicles, using ITS spots, The basic technical experiment on the communication was conducted and the technical constraints, such as data volume in infrastructure-to-vehicle communication in order to realize service, were examined.

### 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、ITS スポットサービスにおいて、物流車両等の特定車両に対して運行指示等の個別の情報提供を行うサービスやドライバーが設定した目的地に応じて経路案内等の情報提供を個別に行うサービスなど（以下、「個別情報提供サービス」という。）の実現に向けた研究を行うこととしている。平成 22 年度には想定される個別情報提供サービスの整理を行うとともに（図 1 参照）、実現可能性を検証するための実験システムの開発を行い国総研テストコースに設置を行った。平成 23 年度は実験システムを用いて通信実験を行い、各通信シーケンスや通信可能なデータ量の評価を行った。

本稿では、公道において個別情報提供サービスを行った場合に、このサービスに未対応である市販 ITS スポット対応車載器に与える影響の調査、簡易な個別情報提供サービスとして専用車載器にのみに情報表示させるサービスでの同様の影響調査を行った結果を報告する。

また、現在までの検討を踏まえ、個別情報提供サービスの実証用システムの設計を行い、技術資料としてとりまとめを行った結果についても報告する。

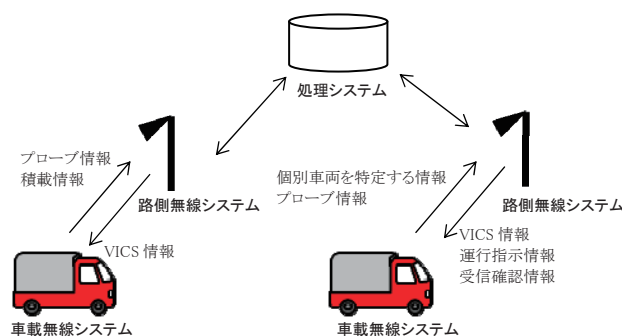


図1 サービス例(物流車両の運行指示)

### 〔研究内容・成果〕

#### （１）個別情報提供サービスが既存車載器に与える影響の調査

公道において個別情報提供サービスを展開する際には、このサービスに未対応である ITS スポット対応車載器（以下「市販車載器」という。）が個別情報提供サービスを行う路側機を通過した際に機能停止や誤動作を招かないことを確認する必要がある。

今回、各車載器メーカーの市販車載器を用いて、実験システムから個別情報提供サービスを提供した際の車載器動作について調査を行った。

調査の際には、現行サービスである VICS 情報提供サービス、プローブ情報収集サービスも同時に行い、これに関する影響の確認も行った。

調査にあたっては、A. 市販車載器に個別情報提供サービスを提供した場合、B. 他の車載器に個別情報提供サービスを提供中の路側機を通過した場合の2種類の試験パターンで試験を行った。

表1 試験パターンと確認内容

試験パターン	確認方法
市販車載器に個別情報提供サービスを提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能停止や誤動作が発生しないか。</li> <li>現行サービスが正常に提供されたか。</li> <li>個別情報提供サービスに対応しているか。</li> </ul>
他の車載器に個別情報提供サービスを提供中の路側機を通過	<ul style="list-style-type: none"> <li>機能停止や誤動作が発生しないか。</li> <li>現行サービスが正常に提供されたか。</li> <li>個別情報提供サービスが誤って表示されないか。</li> </ul>

7メーカーの市販車載器を用いて実施した調査の結果、①既に個別情報提供サービスに対応している車載器、②現行サービスのみに対応し個別情報提供サービスを無視する車載器、③個別情報提供サービスに未対応で、かつ現行サービスである VICS 情報提供サービスのコンテンツが再生されない等の影響を受ける車載器の3種類が存在した。

この結果から、個別情報提供サービスに対応した車載器開発が必要であること、個別情報提供サービスの運用開始時には、市販車載器への影響を考慮し VICS 情報提供サービスと同時運用を行わない等の運用ルールを定める必要があることが明確となった。

## （2）専用車載器のみに情報表示させるサービスが既存車載器に与える影響の調査

個別情報提供サービスを提供した際に既存サービスに影響を与える車載器が存在することを踏まえ、市販車載器に影響を与えにくい提供方法として、簡易な個別情報提供サービスの提供方法（以下「簡易な方法」という。）を考案し、市販車載器に与える影響の調査を行った。

この簡易な方法では、専用車載器のみに情報表示させるサービスの提供のみが実現でき、個別情報提供サービスに比べサービスが限定されること、サービスに対応した専用車載器の開発が必要であるデメリットも存在する。

### 【簡易な方法】

- ・ITSスポットから、現在使用されていないコンテンツIDを用いた情報を、同報型で提供する（専

用車載器も既存車載器も情報を受信する）。

- ・当該コンテンツIDに対応した専用車載器では情報受信後、情報表示を行う。
- ・市販車載器は当該コンテンツIDに未対応であるため、受信した情報は破棄され、情報表示は行わない。

（1）での調査と同様に、現行サービス（VICS 情報提供サービス、プローブ情報収集サービス）も同時提供し、これに関する影響の確認も行った。

7メーカーの市販車載器を用いて実施した調査の結果、全ての市販車載器において、VICS 情報提供サービス及びプローブ情報収集サービスに影響を与えないことが確認された。

この結果から、簡易な方法を用いたサービスでは既存のサービスにコンテンツが再生されない等の影響を与えずに運用が開始できる可能性が高いことが分かった。

## （3）実証用システムに関する設計

道路管理者が実施する個別情報提供サービスについてサービス内容の具体化を行い、これに必要な車載器及びインフラ設備の機能について検討を行った。検討にあたっては、表2に示すシステム機能の検討方針のもと情報処理の流れ、処理内容、処理方法、情報内容等を具体化した。

表2 システム機能の検討方針

整理項目	留意事項	内容
システム基本要件	システムの利用者の明確化	システム利用者、サービスを楽しむ者を明確にする。
	システム化の目的の設定	サービス提供によって何を実現させるのか、その目的に必要な情報を明確にする。
情報処理の流れ	各システムでの情報内容	サービス実現に必要な情報について、各システムで必要となる情報を整理する。
処理内容・方法	実現に必要な機能要件	要求される機能の実現方法を検討し、具体の機能要件を整理する。

具体化した処理内容等を踏まえ、インフラ設備に関する機能仕様、通信インターフェースを整理し、技術資料を取り纏めた。

## 【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、今後、個別情報提供サービスの実現に向けた民間メーカーとの調整、各種機器仕様の策定、道路管理者が実施するサービス内容の検討等に向けた基礎資料として活用する予定である。

# 公共駐車場におけるキャッシュレス料金決済システムの具体化検討

## Research on Realization of Cashless-Payment System using ITS Spot

(研究期間 平成 22-24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤田 泰征  
Yasuyuki SAWADA  
築地 貴裕  
Takihiro TSUKIJI  
佐野 久弥  
Hisaya SANO

The NILIM promotes a research of "EMV Payment in Vehicle", which is new cashless-payment service using ITS Spot. It will allow drivers to make cashless payments from within their cars by using an IC credit card inserted into the car's On Board Unit(OBU). It was figured out that processing time for payment was too long from the result of the experiments implemented in 2010-2011. The paper reports the result of experiment in the Hibiya parking lot in 2013. Which is executed to shorten the payment process of the method has been modified in 2012.

### 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、ITS スポット (DSRC 路側無線装置) を応用した車利用型 EMV 決済サービスについて、サービスを実現するシステムの標準仕様書策定に向けた検討を行うこととしている。

平成 22 年度は「DSRC 通信<sup>※1</sup>を利用した車利用型 EMV 決済<sup>※2</sup>に関する共同研究」による日比谷駐車場での実証実験（以下、実証実験）を行った。平成 23 年度は課題とされた決済処理時間の短縮方法について改善案をとりまとめるとともに、路側無線装置の仕様案を作成した。本年度は、H23 年度に検討した手法及び仕様書案に基づいて実証実験を行い、官民共同研究の取り組みを行った。

※1: Dedicated Short Range Communication (専用狭域通信)

※2: 車利用型 EMV 決済とは、IC クレジットカードを用いて、ITS スポットを介して直接決済を行うこと。

### 〔研究内容〕

#### 1. 車利用型 EMV 決済サービスの技術的検証

##### 1.1 技術的検証のための計画作成

H23 年度にとりまとめた路側無線装置の仕様案及び決済処理時間の短縮方法に基づいた実証実験を行うため、駐車場管理者等と協議調整を行うとともに、以下の計画書を取りまとめた。

- ・実験計画書
- ・相互接続確認試験の実施計画書
- ・評価・検証計画書

実証実験は平成 22 年度に行った実証実験と同様の環境で駐車場出口での決済処理時間の短縮を実証するため、日比谷駐車場で実験を行うこととした。また、出口処理にしばって効率的に実験を行うため、車載機を台車に搭載する方法で実験を行うこととした。

#### 1.2 実証実験の実施

作成した実験計画書類をもとに平成 25 年 2 月 14 日、2 月 15 日に実証実験を実施した。

表 1 実証実験実施概要

項目	実施概要
期 間	2 日間 (平成 25 年 2 月 14 日 (木)・15 日 (金))
場 所	日比谷駐車場
機器構成	路側機 (国総研 (三菱電機)) 管制機 (アマノ) 決済装置/統合サーバ (東芝・東芝テック) ITS 車載器 (JVC ケンウッド, パイオニア)
工 程	出口処理のみ (IC クレジットカード決済のみ)
パターン	全てのクレジットカードを用いたパターン を 5 回/車載器 実施 (合計 14 パターン 70 回)
使用カード	テストカード 7 種類
決済方法	統合サーバ折返しのみ



図1 実験状況

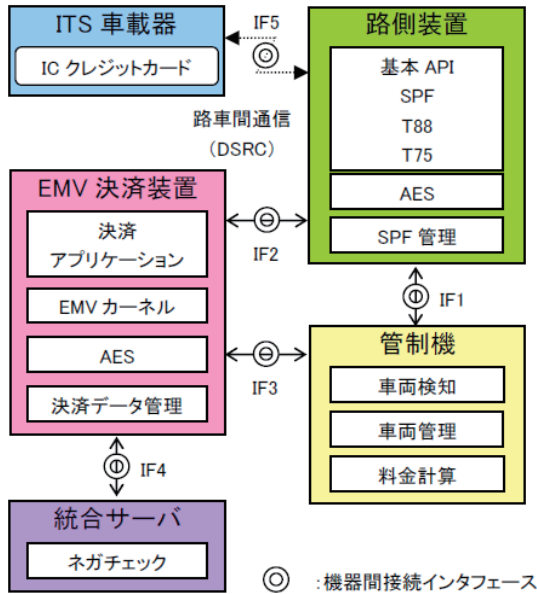


図2 システム構成図

## 2. 車利用型 EMV 決済システムの技術的評価

実証実験で収集した各機器(路側無線装置、EMV 決済装置、EMV 対応管制機)の実験データを解析し、以下の検証を行った。

表2 実験データ測定記録内容と検証項目

担当機器	実験データ測定・記録内容	検証項目	備考
EMV対応 ITS車載器	HMI出力チェックリスト	・各機器の機能・動作確認	目視確認
	決済処理時間リスト	・利用者目線による決済時間の検証	ストップウォッチによる測定
	HMI出力映像	・各機器の機能・動作確認	デジカメによる撮影
EMV対応 管制機	機器処理時間リスト	・各機器で取得したログを用いた検証 ・処理時間の信頼性検証	全70回分
	機器処理詳細時間リスト	・各機器のインターフェース評価	うち14回分(車載機2種×カード7種)
路側無線装置	機器処理時間リスト	・各機器で取得したログを用いた検証 ・処理時間の信頼性検証	全70回分
	機器処理詳細時間リスト	・各機器のインターフェース評価	うち14回分(車載機2種×カード7種)
EMV決済装置	機器処理時間リスト	・各機器で取得したログを用いた検証 ・処理時間の信頼性検証	全70回分
	機器処理詳細時間リスト	・各機器のインターフェース評価	うち14回分(車載機2種×カード7種)

## 2.1 決済処理時間短縮の改善効果の検証

決済処理時間は、車両1台あたりにかかる処理時間(全処理時間)と、利用者目線での処理時間(ナビ画面の決済確認ボタン(Yes)を押してからナビ画面に決済完了の表示が出るまで)の2つの視点で評価した。

全処理時間による評価では、最短 21.0 秒で、現金支払いの 34 秒、クレジットカード支払いの 24 秒に対して短い処理時間を達成できた。

利用者目線での目標処理時間 15 秒に対して、最短で 14.2 秒の結果を得られ、概ね良好と評価できる。

表3 利用者目線の決済時間の定義

シーケンス名	全処理時間	利用者目線の決済時間	備考
初期動作			約1秒(実績)
PUSH配信指示1			
PUSH配信指示2			YESボタン押下
車載機入力要求			
PUSH配信指示3			
PUSH配信指示4			
車載機接続要求			
ICC(ICカード)活性化要求			
ICCコマンド要求※1			
ICC非活性化要求			
金額表示要求			決済完了表示
PUSH配信指示5			約0.2秒(実績)
PUSH配信指示6			
補正値1※2			ゲート開時間1秒
補正値2※3			車両発進時間2秒

※1 「ICCコマンド要求」の回数はICカードのカードブランド、カード会社に依存する

※2 EMV対応路側無線装置がEMV対応管制機にゲートを開ける指示を出してから実際にゲートが開くまでの時間(1秒と設定)

※3 ゲートが開いてから車両が発進するまでの時間(2秒と設定)

## 2.2 改良した決済システムの信頼性検証

実証実験を通じて車載器2種類、テストカード7種類(カード会社4社)すべての組み合わせに於いて動作を確認し、信頼性を確認した。

## 3. 車利用型 EMV 決済サービスの普及・展開に対する課題の整理

車利用型 EMV 決済サービスについて、他の決済方式の普及に伴うカード市場の環境変化やブランドルールの変更などにより、将来的に想定されうる課題をとりまとめた。また、駐車場における車利用型 EMV 決済サービスの応用可能性検討の基礎資料とするため、駐車需要平準化対策の事例調査を行った。

### 【成果の活用】

本検討で作成、検証された路側無線装置の仕様案は、別途関係機関で作成されるガイドラインとあわせて車利用型 EMV 決済サービス実用化の際の技術標準となるものである。



# ITS サービスの効果評価に関する検討

## A study on Impact Evaluation of ITS Services

(研究期間 平成 24-25 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
部外研究員	中村 悟
Guest Research Engineer	Satoru NAKAMURA

National Institute for land and infrastructure management has been studying about impact evaluation of ITS services. The objective of this study is to clarify the evaluation methods, the evaluation indicators, and the measurement methods for developing a new ITS evaluation guideline.

### 【研究目的と経緯】

本検討では、全国的な整備が完了した ITS スポットサービスの有効性を全国レベルのモニタ調査により把握するとともに、ITS サービスの効果評価手法を体系化することで、新たに ITS 施策を導入する際の効果評価や代替案の検討、評価に必要な評価指標やデータ、その計測方法等を明らかにすることを目的としている。

本年度は、H23 年度より開始された ITS スポットサービスのモニタ利用者に対するアンケート調査を通じて、サービスの有効性の発現状況を把握した。また、実走行調査、車両感知器データ、交通シミュレータを活用した道路交通情報提供サービスの定量的評価手法、及びアップリンクされたプローブデータを活用した安全運転支援サービスの定量的評価手法を検討し、それぞれ試算を試みることで、これらサービスの効果評価に際しての留意事項及び課題を抽出した。さらに、国内外における各種 ITS サービスの既往評価事例にもとづき、学識経験者へのヒアリング結果を踏まえつつ ITS サービスの効果の波及過程、評価指標、必要データとその計測手順等の整理を行い、現場担当者が ITS サービスの効果評価に際して参照可能な ITS サービスの効果評価手引き（素案）を作成した。

### 【研究内容】

#### (1) ITS スポットサービスモニタ調査

ITS スポットサービスの効果評価及び改善策検討等を目的として地方整備局等（以下、地整）が全国で 700 名程度を対象に、モニタ調査を実施している。

国総研では、モニタに対する WEB アンケートを通じて、ITS スポットサービスの認知度、利用状況、役立ち度等の経年変化の把握、及び地域間比較、属性間比較を行った。

その結果、サービスの有効性が本年度においても継続して発現していることを把握した。

#### (2) ITS スポットサービスの効果評価手法の具体化

##### 1) 道路交通情報提供サービスの効果計測

VICS による道路交通情報提供サービス（経路選択に関する提供情報を対象）を利用したことによる OD 間の所要時間短縮効果を、全国の都市内高速道路及び都市間高速道路を含む計 10 箇所を対象に試算した。

各 OD について、距離最短経路と代替経路を設定し、出発時点の所要時間（同時刻総和法による）の短い方を情報提供による推奨経路と仮定し、各経路を走行したと仮定した場合の所要時間（タイムスライス法による）において、推奨経路が距離最短経路よりも短い場合に、所要時間短縮効果が発現したとみなした。なお、旅行速度は車両感知器によるデータを用いた。

その結果、都市間高速と都市内高速を組み合わせた経路では、時間帯により所要時間が大きく変動し、情報提供による効果が比較的大きいことが分かった。

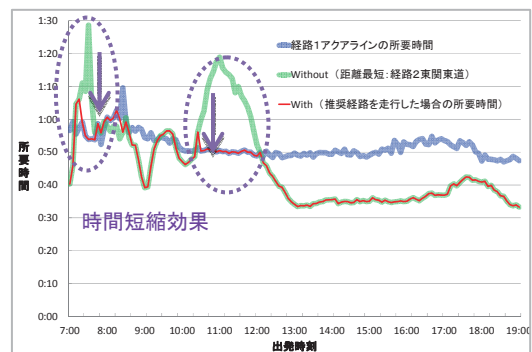


図 1 道路交通情報提供効果の試算例

##### 2) 被験者走行調査によるダイナミックルートガイダンスの効果計測

約 1,000km 分の広範囲なリンクの旅行時間情報を配信し、カーナビの最速ルート探索を支援するサービスであるダイナミックルートガイダンスの有効性について把握するため、被験者走行調査を行った。調査にあたっては、横浜みなとみらい付近を出発し成田空港へ向かう OD 間において、ダイナミックルートガイダンス機能を利用できる車両（ITS スポット対応カーナビ搭載車）と利用できない車両（FM-VICS カーナビ搭載

車)の2台に分乗し同時に出発した上で、目的地までの両者の所要時間差を10日間で計15回計測した。その結果、事故による渋滞の影響のあった1回については顕著な所要時間短縮効果が確認された。

### 3) ネットワーク全体での道路交通情報提供サービスによる時間短縮効果の推計手法の整理及び試算

ネットワーク全体での道路交通情報提供サービスによる時間短縮効果の推計手法(推計するために必要となる計算手法、計算条件、データ項目、計算手順等)を整理した。その際、各手法の推計精度、作業負担、前提とするサービス普及段階等を考慮するとともに、各手法のメリット・デメリットを整理した。

その上で、交通シミュレータを活用した道路交通情報提供サービスの効果を試算し、適用可能性の検証及び課題整理を行った。試算の結果、適用可能性はあると見込まれるものの、交通情報を得る場所やタイミングについて交通シミュレータ上での設定、経路変更する車両の割合といったパラメータ設定に課題があることが分かった。

### 4) 安全運転支援情報提供サービスの効果計測

ITS スポットでの安全運転支援情報提供サービスのうち静的事象の情報(事故多発地点情報)と動的事象の情報(工事・規制・障害物情報、渋滞末尾情報)を例として、効果の定量化手法を具体化し、試算を行うとともに課題を抽出・整理した。

#### (3) ITS サービスの効果評価手法の体系化

#### 1) ITS サービス導入効果の波及過程の整理

VICS、ETC、ITS スポットサービス(道路交通情報提供、安全運転支援情報提供)などのITSサービスの導入により発生する効果が波及し、様々な主体別(ITSサービス利用者、道路利用者、道路管理者、メーカ等)に帰着する過程(以下、「効果の波及過程」という。)について、論理的に分かりやすく整理した。整理にあたっては、効果の波及過程を構成する各要素(中間的效果、最終効果)を明らかにしながら、効果がサービス目標に合致すること(妥当性)、サービス目標との因果関係が強いこと(有効性)等を考慮した。

#### 2) 道路管理者が評価すべき効果の整理

1) で整理した効果の波及過程を構成する各要素のうち、道路管理者が優先的に計測すべき効果を定量化する手法について、適用目的(事前評価、事後評価など)、適用時点(現時点で適用できる手法、適用にはさらなる研究開発が必要な手法、ITSサービスがある程度普及した段階での適用が可能な手法など)、指標、計測手順、使用データを整理した。

#### (4) ITS サービスの効果評価手続き(素案)の作成

上述の検討結果等を踏まえ、道路管理者及び事業者がITSサービスの導入時における事前評価や事

後評価に活用できるよう、現時点で適用できる具体的な評価手順をとりまとめ、ITSサービスの効果評価手続き(素案)を作成した。

#### [成果の活用]

本研究の成果は、道路管理者及び事業者がITSサービス導入効果の評価に活用可能な効果評価手続きの作成を進める上で、基礎資料として活用する。

表1 ITSサービスの効果評価手続き(素案)の骨子

章 節 項	記載内容(要旨)
1.はじめに	・本手続きは、ITSの効果計測のための支援ツールの一つとして、それらの事業評価で必要となる効果計測のための参考資料として作成する。
2.手続きの内容	<p>2.1 手続きの目的</p> <p>・今後展開が期待される各ITSサービスについて、“期待される効果体系”“代表的な計測指標”“効果計測事例”を例示する。</p> <p>2.2 対象とするITSサービス</p> <p>・現在展開されているITSサービス、今後展開が期待されるITSサービスとして、8つのサービスを対象とする。</p> <p>2.3 手続きの活用場面</p> <p>・道路交通施策のマネジメントにおける事業評価の工程と手続きでの対応を整理する。</p>
3.ITSサービスの効果体系の考え方	<p>3.1 ITSサービスの効果の全体像</p> <p>・ITSサービスの効果には、インフラ整備によるフロー効果、サービス提供によるストック効果がある。また、施策による直接効果とそこから波及する間接効果がある。</p> <p>3.2 ITSサービスの効果の波及過程</p> <p>・最終的な効果(渋滞の削減等)だけでなく中間的な効果(サービス利用者の行動変化等)についても評価することで、ITSサービス自体の効果の発現状況を把握できる。</p> <p>・ロジックモデルを使ってITSサービスの効果の波及過程を体系的に整理する。</p> <p>3.3 ITSサービスの効果の帰着先</p> <p>・想定した効果を帰着構成表に整理することで、想定する効果に漏れがないか確認できる。</p>
4. 各ITSサービスの効果体系	<p>4.1 道路交通情報サービス</p> <p>4.2 安全運転支援サービス</p> <p>4.3 ETC</p> <p>・対象とする8つのITSサービスについて、“期待される効果体系”“代表的な計測指標”“効果計測事例”を例示する。</p> <p>・実際には地域個々において地域固有の特性や関係者との協議を踏まえ、創意工夫のなかで定めることが望ましい。</p> <p>4.4 その他のITSサービス</p> <p>4.4.1 サグ部交通円滑化情報提供サービス</p> <p>4.4.2 観光情報提供サービス</p> <p>4.4.3 物流支援サービス</p> <p>4.4.4 EMV決済サービス</p> <p>4.4.5 災害情報提供サービス</p> <p>・今後展開が期待されるその他のITSサービスについては、“期待される効果体系”“代表的な計測指標”を示す。</p> <p>・今後サービスの導入が進むことで、“効果計測事例”が蓄積されていくことを期待する。</p>

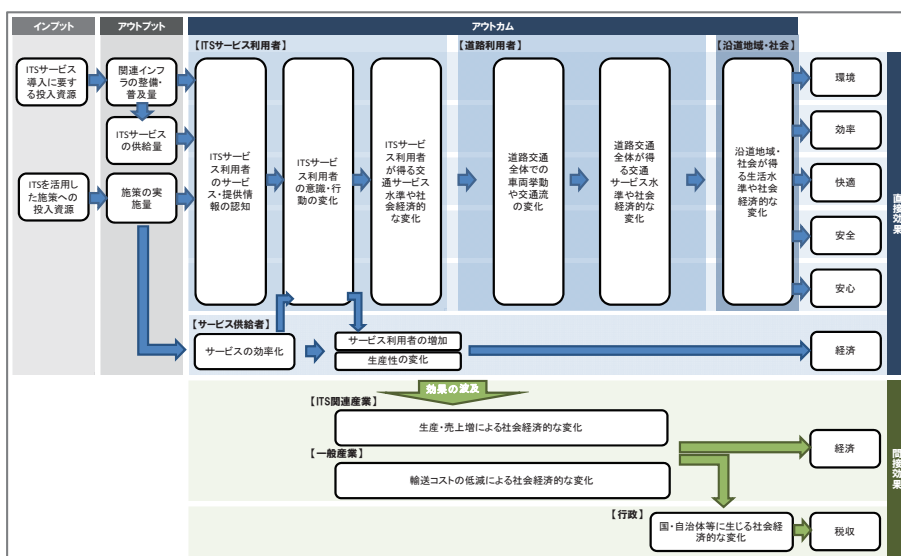


図2 ITSサービスの効果の波及過程(基本フレーム)

# 海外展開向け ITS 技術開発に関する研究

A study on transferable Japanese ITS technologies into developing countries

(研究期間 平成 23～24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
鈴木 一史  
Kazufumi SUZUKI  
岩崎 健  
Ken IWASAKI

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) stated “The Growth Strategy of MLIT” in 2010. In the strategy, the weakness of Japan’s ability to create comprehensive packages and the necessities of working under the guidance of strong leadership to strengthen organizations and systems were pointed out. Therefore, the strategy identified that “Promoting products development and formulating market strategies tailored to target countries” would be a national policy. This paper reports the results of a study on transferable Japanese ITS technologies into developing countries.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、これまでに開発したスポット通信 (5.8GHz 帯 DSRC) を活用した、双方向通信による ITS スポットサービスに係る技術に関し、アジア諸国への普及・展開を念頭に、既存システムの改良による安価な情報提供・収集システムの開発を行っている。

本研究では、日本の ITS 技術の海外展開支援施策の検討、海外で導入が進む動的交通管制システム（交通状況に応じて動的に交通規制等を行うシステム）の調査を行うとともに、ITS スポットサービスやスマートフォンアプリにより収集される多様なプローブデータをアジア諸国の道路計画・交通管制に簡易に活用できる技術・システムのパッケージ（以下、「プローブ活用パッケージ」という）の検討、開発等を行った。

## 〔研究内容・成果〕

### （１）国内外の ITS 技術の海外展開支援施策調査

日本の ITS 技術を、アジアを中心とする海外諸国へ官民連携により展開することを念頭に、国内外の海外展開支援施策について調査し、施策事例間の比較分析を行った。

分析にあたっては、支援を行う個別技術・企業等の抽出・採択を行う際の考え方、支援規模（海外展開プロセスの各段階における資金調達、組織・体制等）、海外展開支援施策の貢献度及び有効性、展開スピード等

について比較した。（図 1 参照）

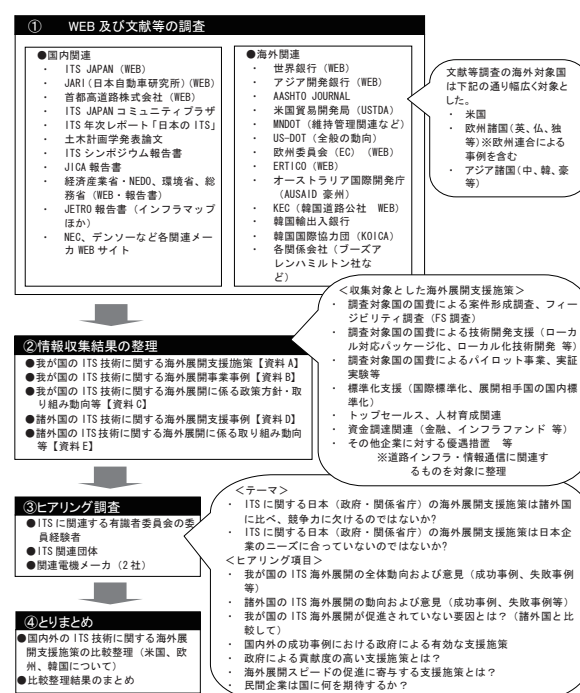


図 1 国内外の ITS 技術の海外展開支援施策調査の実施手順

### （２）動的交通管制システムに関する調査

米国、欧州で実展開が進められ、今後、アジア、南



米諸国等への導入が想定される動的交通管制システムに関し、欧米で実際に配備されているシステムの概要を調査するとともに、日本の交通管制システムとの比較を行い、日本の交通管制システムをベースにアジア諸国等へ動的交通管制システムを展開する際に、研究開発等が必要となる技術要素等を明らかにした。(図 2 参照)

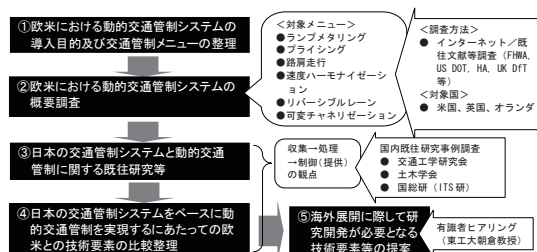


図 2 動的交通管制システムに関する調査の実施手順

### (3) プローブ活用パッケージの機能要件作成

#### 1) プローブデータ活用のユースケース\*作成

既存資料(「ITS スポットサービスの海外展開向け技術開発支援業務」平成 24 年 2 月、国土技術政策総合研究所)を参考に、アジア諸国等においてプローブデータを道路交通管理業務(道路計画、交通事故対策等を含む)に用いる際のユースケースを作成した。(図 3 参照)

\*システムの利用場面

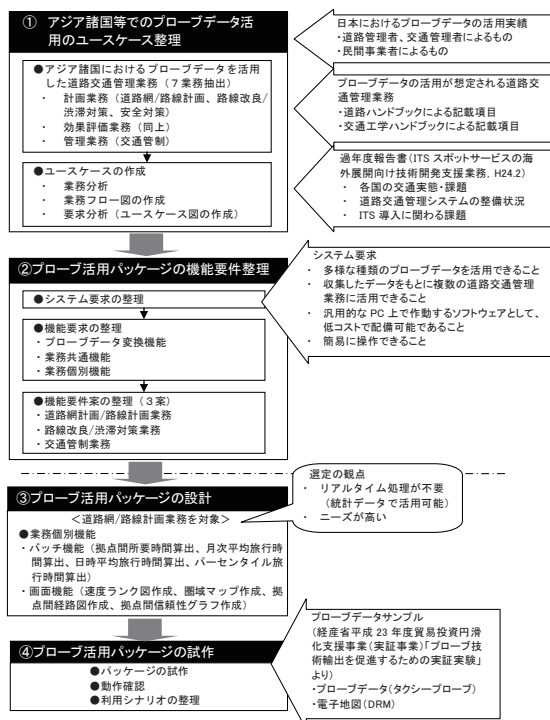


図 3 プローブ活用パッケージの機能要件整理、試作の実施手順

#### 2) プローブ活用パッケージの機能要件作成

上記の結果を踏まえ、プローブ活用パッケージの機能要件案を、3 案(道路網/路線計画業務、路線改良/渋滞対策業務、交通管制業務)検討・作成した。

### (4) プローブ活用パッケージの試作

#### 1) プローブ活用パッケージの設計

作成した機能要件案の中から道路網/路線計画業務について、試作システム作成に必要な機器等に関する実現可能性も踏まえた上で、試作システムの設計を行った。なお、試作システムにおいて対象とするプローブデータの種類については、車載器(ベトナム・ハノイ市におけるタクシープローブ)により収集されるデータとした。

#### 2) プローブ活用パッケージの試作

上記を踏まえ、試作システムを作成した(図 4 参照)。

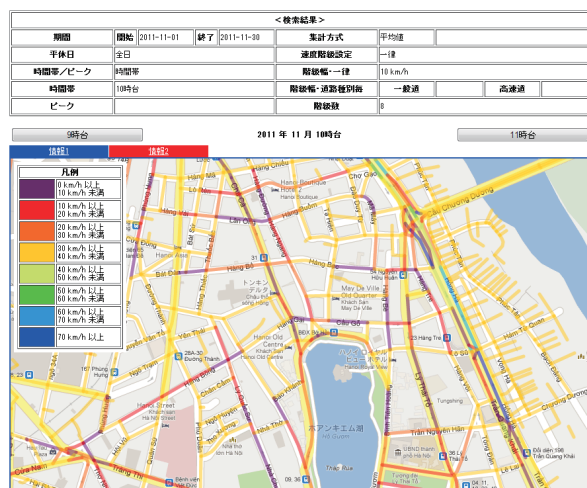


図 4 試作したプローブ活用パッケージの表示画面例(速度ランク図作成機能)

また、試作したシステム及びプローブデータサンプルを用いて、(3)2)で整理した機能要件が満たされているかどうか、検査項目、検査方法等を作成し、試作システムの動作検証を行った。なお、試作システムの動作検証方法は、アジア諸国におけるプローブデータの活用を想定し、利用可能なプローブデータの特徴、及び電子地図の精度等の現地の状況を踏まえたものとした。

### 【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、今後、外国政府関係者への説明等に使用する中で、さらなる検討、改善を行っていく予定であり、日本の ITS 技術の海外展開の一助になると考えている。



# 国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討

Research on ISO standardization activities related to intelligent transport systems

(研究期間 H23-H24)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
築地 貴裕  
Takahiro TSUKIJI  
岩崎 健  
Ken IWASAKI

The purpose of this study is to coordinate technologies and standards developed in Japan with international standards by investigating the international standardization activities and by researching ITS related projects now underway abroad and in Japan.

## [研究目的及び経緯]

国土交通省が推進するスマートウェイは、路車協調システムであり、道路にインフラを整備する必要がある。したがって、基本的には政府がインフラ調達の主体となるが、WTO/TBT<sup>\*1</sup> 協定により、政府調達には既存の国際標準を用いることが求められるため、スマートウェイ技術の国際標準化の重要性・必要性は高い。国際標準化活動を行わなかった場合、調達コストの上昇(複数の標準に適合させるための二重の開発コスト)、貿易障壁(国際標準と異なる仕様による調達)、日本のシステムの海外普及に対する阻害(国際競争力の低下)といった負の影響が生じることが考えられる。

本調査は、上記のような事態を避けるため、国内外の標準化動向を把握し、日本の道路行政の方針・実態を踏まえた対応方針案を検討することにより、日本が開発する技術や基準と、国際標準との整合性を確保していくことを目的とした。

## [研究内容]

### 1. ITS に関する海外汎用技術調査

ITS の標準化に関する国際会議および国内会議での審議内容や最新の関連資料等の情報を収集することにより、国内外の標準化動向を調査した。それらをもとに、国際標準化の議論に対して、日本の道路行政の側面を踏まえた対応方針案の検討を行った。TC<sup>\*2</sup>204 内では現状 14 の WG<sup>\*3</sup> が活動中であるが、本稿では特に活動が活発である WG18(協調システム)、WG5(自動料金

収受)、WG7(商用車管理)について報告を行う。また、この検討を行うために、道路行政関係者等を招集した会議(インフラステアリング委員会及び DSRC<sup>\*4</sup> 関連国際標準検討会)を開催した。

### 2. 協調型 ITS 技術の国際調和化に関する調査

高度道路交通システム研究室では、平成 22 年 10 月に締結された日米当局間の ITS 分野における協力に係る協力覚書及び平成 23 年 6 月に締結された日欧当局間の ITS 分野における協力覚書に基づき、ITS 技術及び協調型 ITS の国際的な調和化等について、欧米当局との間で共同研究及び情報交換を行っている。本調査では、欧米当局との共同研究及び情報交換に向け、欧米当局間の協調型 ITS に関する協力活動における 6 つのワーキンググループ会合(1. ながら運転防止・HMI、2. 用語集、3. 安全アプリケーション、4. 環境アプリケーション、5. 評価ツール、6. 標準化)及び 3 つの調和化活動分科会(1. セキュリティマネジメント、2. 安全メッセージ調和化、3. 通信プロトコル)に関して、情報収集・整理を行った。

また、TC204/WG16 において議論が進められている広域通信技術に関して、国際規格のドラフト案に含めるべき内容を検討した。

## [研究成果]

### 1. ITS に関する海外汎用技術調査

#### 1.1 プローブ情報システムに関する新規 WI の提案

現在 ISO/TC204/WG16 では、プローブ情報システムのためのサブワーキングを組織し、国際標準化に向けた議論を行っている。一方、欧州の標準化組織である CEN<sup>※5</sup> は、ITS に関するアクションプランに基づく統一規格による ITS 実現を目指し、欧州が主導する WG18 にて国際標準化活動を開始している。そこで我が国がこれまで培ってきたプローブ情報システムの研究開発成果を活かし、率先して WG16 にてプローブ情報システム全体のサービスアーキテクチャの体系化を進めている。自動車から収集されるプローブ情報を活用するサービスを網羅的に整理した上で、類似サービスごとに大分類し、必要に応じた下位層の分類を構築することで、サービスの特性に応じた体系化を行うことを目指すものである。日本から提案を行っているこのプローブ情報のサービスアーキテクチャは、2012 年 10 月のモスクワ会議で PWI<sup>※6</sup> として承認された。

## 1.2 WG5 の活動内容と国内動向

WG5 は自動料金収受に関する情報、通信、制御システムを対象とするワーキンググループである。国内における主な活動方針は、日本の ETC で使われている技術が国際標準に準拠するように意見提示することと日本やアジアの ETC で使われている技術を国際標準として位置付けるために国際標準案を提案することである。

検討項目として、統合支払いシステム、DSRC、GNSS<sup>※7</sup> およびセルラー通信へのアプリケーションインターフェース、IC カードへの要求事項、セキュリティ、走行経路モニタリング等の ETC が対象となっている。2013 年度には、TS<sup>※8</sup> として発行された自律型課金方式の項目が IS として発行される見通しである。また欧州では、走行課金に関する道路利用者の不正が行われないように走行経路を把握するための検討が開始されている。

## 1.3 WG7 の活動内容と国内動向

WG7 の主要な議論は「規制を受ける商用車監視（特車管理）」である。2012 年 4 月のメルボルン会議において承認された 19 のパートのうち“料金徴収”だけは、自動料金収受(ETC)の内容に関係するため、欧州各国から反対意見があり、CD<sup>※9</sup> 投票で否決されている。当 WG での議論は、特車管理の観点から、国土交通省にとっても重要な項目であり、ドラフトの内容を注視し、欧州独自の規格にならないよう日本からもコメントを出しているところである。

## 2. 協調型 ITS 技術の国際調和化に関する調査

TC204/WG16 において議論が進められている広域通信技術の以下の項目に関して、国際規格のドラフト案に含めるべき内容を検討した。

### 2.1 CALM<sup>※10</sup> 非 IP(IS29281)の見直し(パート分け)

2012 年 4 月の WG16 メルボルン会議において、ISO29281 (non IP) の改訂についての審議が行われた。改訂内容を確認し、ドラフト案に含めるべき内容を検討した。(表-1 参照)

表-1 ISO29281 改定版ドラフトの目次 (抜粋)

1 Scope
2 Normative references
3 Terms and definitions
4 Abbreviated terms
5 Requirements
6 Architecture
6.1 ITS station
6.2 Communication scenarios
6.3 <u>Implementation scenarios</u>
6.4 Legacy CIs*
6.5 15628 applications
7 Facilities layer protocols
7.1 General
7.2 Groupcast registration handler
7.3 Repetitive packet transmission handler
7.4 Legacy CI port manager*
7.5 15628 kernel emulator
7.6 Basic primitive application functions*
8 Conformance
9 Test methods

注：下線部は今回改訂された項目

\*は日本からのインプット事項を含む

### 2.2 CALM セキュリティ パート 2(PWI13181-2)

CALM 通信におけるセキュリティの国際標準化、国際標準化の経緯、ETSI<sup>※11</sup> におけるセキュリティ検討、IPv6 通信におけるセキュリティの標準化、アプリケーションマネジメントにおけるセキュリティの標準化について整理し、ドラフト案に含める内容を検討した。

### 2.3 CALM ハンドオーバーメカニズム(PWI16445)

2012 年 12 月の WG16 のシンガポール会議でのドイツからの提案を踏まえ、CALM 通信におけるハンドオーバーについてドラフト案に含めるべき内容を検討した。

### [成果の活用]

本調査で得られた成果は、日本の ITS 技術標準化施策立案に活用するとともに、日本が開発する技術や基準と国際標準との整合性の確保に活用されている。

※1) WTO/TBT: World Trade Organization / Technical Barriers to Trade

※2) TC: Technical Committee

※3) WG: Working Group

※4) DSRC: Dedicated Short Range Communication

※5) CEN: European Standards Committee

※6) PWI: Preliminary Work Item

※7) GNSS: Global Navigation Satellite Systems

※8) TS: Technical Specification

※9) CD: Committee Draft

※10) CALM: Communication Access for Land Mobiles

※11) ETSI: European Telecommunications Standards Institute

# 道路構造物の津波被害メカニズムの解明

## 及び要求性能に関する調査検討

Study on the Damage Mechanism and Performance Requirement  
for Highway Structures subjected to Tsunami Hazards

(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官

白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

部外研究員

氏本 敦

Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

室長

Head

研究官

Researcher

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

Highway bridges were damaged due to tsunami in the 2011 Great East Japan Earthquake. However, the relationships between tsunami forces and damage degrees are not identified. It is important to develop design tsunami force and criteria is one of the important problems. Thus, NILIM has studied on the relationships between tsunami forces acting on the highway bridges and observed damage degrees using numerical tsunami simulation.

### 〔研究目的及び経緯〕

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震では、津波により東北地方から関東地方の広い範囲で甚大な被害が発生した。道路橋においても、津波による上部構造や橋台背面土の流出、下部工の倒壊などの重大な被害がみられた。一方で今後も巨大津波を伴う地震の発生可能性があるものと考えられており、震災時の道路ネットワーク機能の確保の観点などから、道路橋の整備や管理にあたって津波の影響を適切に評価できる技術の確立が重要な課題となっている。

本研究では、東北地方太平洋沖地震における津波による道路橋の被災の有無および形態に関する情報を幅広く収集するとともに、水理シミュレーションなどによって道路橋に影響を及ぼした津波の性状を推定した。その上で推定された津波によって道路橋に作用した外力を内外の既往の津波作用力の評価手法によって推定した結果と実被害の相関の分析を行い、道路橋の津波による被災可能性の推定手法について検討を行った。さらに、強い地震動と津波の両方の影響を受ける可能性のある道路橋に対する要求性能の合理化の観点から、現行設計基準で許容されている地震動による部材の一部塑性化などの損傷状態に対する津波の影響について数値解析による評価を行った。

### 〔研究内容及び研究成果〕

#### 1. 津波に対する影響の評価手法に関する調査

橋梁・港湾構造物・建築構造物等に津波が作用する影響を評価した基準類（米国連邦緊急事態管理庁 FEMA

式、オレゴン州式、合田式、朝倉式他）やその根拠となる研究事例等について文献調査を行った。いずれの評価式においても、静力学的な圧力と流体力学的な圧力のいずれか又は両者を津波の作用による影響要因として見込んでおり、衝撃や波の条件などによる効果を実験的又は経験的に付与した式となっていた。

そこで本研究では、これらの既存評価式により見込まれている要因を反映した外力を考慮するものとし、水平方向については、橋軸直角方向に静水圧と流体力として働く抗力の合力、鉛直方向は、浮力と橋軸直角方向の流れに対する揚圧力の合力の両者を考慮し、津波外力を検討した。抵抗力は、水平方向については支承アンカーボルトの終局せん断耐力の総和、鉛直方向については自重及び支承の鉛直抵抗力の総和とした。また、水平方向と鉛直方向の作用力により橋桁に作用する回転モーメントも考慮するものとし、それに対しては、下流側の支承を中心とする自重及び支承の鉛直抵抗力による回転モーメントにより抵抗するものとした。

#### 2. 津波に対する影響の評価手法に関する調査

津波による浸水が生じた地域のうち、岩手県、宮城県、福島県の沿岸に位置する約 200 橋（表-1）を対象とし、検討では各橋梁位置における津波外力を評価するために必要な津波特性（流速、流向、水深等）は過年度に水理シミュレーションを実施し、算出した結果を用いた。

図-1 に、各橋梁架橋位置での津波の浸水高さ及び流

速と上部構造の流出の有無との関係を示す。なお、浸水高さは地表面又は静水面からの津波高さ、流速は橋軸直角方向の流速を示しており、両者とも、津波の一波目の押し波における最大値とした。この図より、今回検討対象とした道路橋の架橋位置における津波の最大流速は12m/s程度、最大浸水高さは19m程度であった。一方で、算出した流速や浸水高さと被害状況には明確な相関は見られなかった。これに、地域特性（流域毎、海岸線からの距離）、橋種も考慮し、被害との相関関係についても検討を実施したが、明確な相関は見出せなかった。

そこで、本年度は、津波による作用力と橋梁の抵抗力の関係に基づき、上部工流出の有無について橋種ごとに相関分析を行った。対象とする橋種は表-1の約200橋のうち、図面あるいは現地調査にて上部構造形式、構造寸法等の諸元を把握できた橋梁のうち、20橋以上存在するコンクリート床版橋(35橋)、コンクリートT桁橋(24橋)、鋼I桁・H桁橋(26橋)とした。なお、水門の真裏に位置する橋梁や並列橋の陸側に位置するなど局地的な影響を受けたと思われる橋梁については対象から除外した。また、相関分析は、実際の被害形態から、水平および回転に着目して検討を行った。水平作用力と水平抵抗力と上部構造の流出の有無との関係を図-2、回転作用力と回転抵抗力と上部構造の流出の有無との関係を図-3に示す。図には、線形判別分析により得られた判別関数及び判別関数により流出の有無が判定できた割合を判別の中率として示している。

図-2に示すように水平移動については、いずれの橋種においても的中率は70%程度と高く、算出した作用力と抵抗力との大小関係から流出の有無を判別できる

可能性があることを確認した。図-3に示す回転に対しても、判別率60%程度が得られた。一方で、未流出と判定される橋でも流出している橋もあるため、評価水準については引き続き検討が必要である。また、橋種により判別関数が異なる結果となったことから、断面形状などの構造特性の違いによる不確実性の内訳については課題が残っている。

#### [成果の発表]

国総研資料及び各種論文で発表予定。

#### [成果の活用]

今後も検討を続け、津波の影響を受ける道路橋に対する技術基準の検討の参考資料とする。

表-1 調査対象橋梁

橋種	流出	未流出	計
鋼橋	41	34	75
コンクリート橋	56	73	129
計	97	107	204

注)なお、橋種については、衛星写真からの推定も含む。

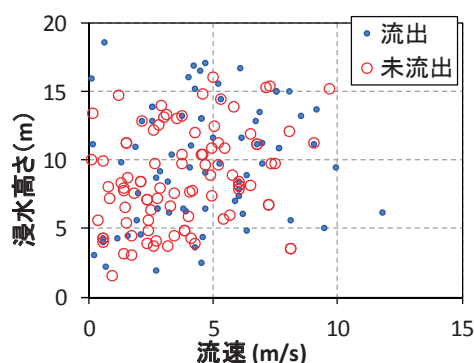


図-1 津波伝播・遡上解析による橋梁架橋位

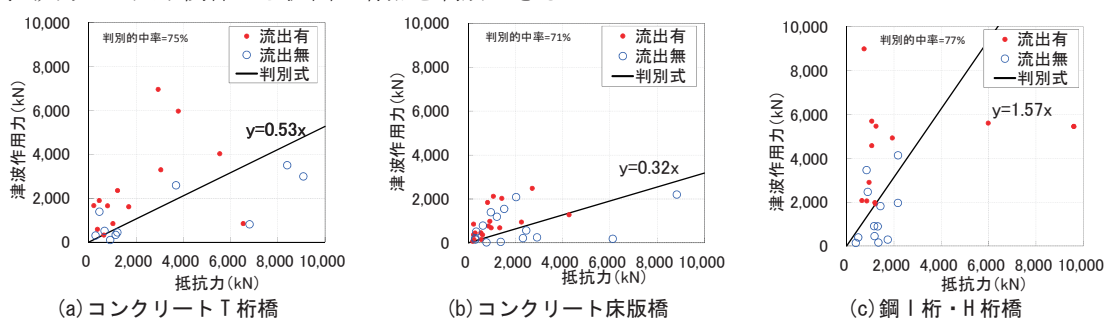


図-2 津波による水平作用力と抵抗力と被害状況の関係

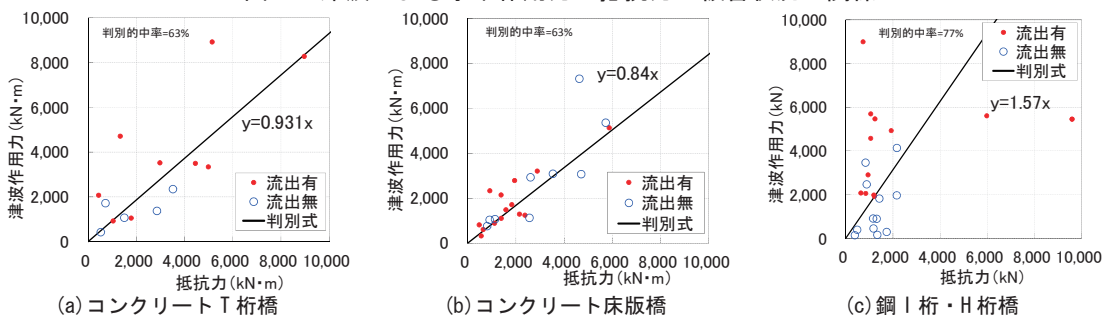


図-3 津波による回転作用力と抵抗力と被害状況の関係



# 土工の地震被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討

Study on damage to earth structures and performance requirements for rare-scale earthquakes

(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室  
Road Department Bridge and Structures Division  
主任研究官 大城 温  
Senior Researcher Nodoka Oshiro

室長  
Head  
研究官  
Researcher

玉越 隆史  
Takashi Tamakoshi  
北村 岳伸  
Takenobu Kitamura

NILIM has examined past seismic damage to earth structures and approach embankments to bridges and conducted experiments for the seismic performance of large box culverts. A verification method for the seismic performance of large-scale box culverts for rare-scale earthquakes based on our experimental and numerical study was proposed.

## 〔研究目的及び経緯〕

従来の標準的な寸法を大幅に超えるボックスカルバート（以下「大型カルバート」という）については、これまで顕著な地震被害を受けていない一方、大規模地震時の挙動について不明な点も多く、耐震性能の照査については統一的な方法が確立されていない。H24年度は、盛土中の大型カルバートに対する耐震性能照査法を検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 大型カルバート耐震性能照査法

H24年度は、図-1に示すような大型カルバートの耐震性能照査手順を検討した。以下に、X1, X2, Y, Y1, Y2の算出に係わる検討結果を示す。

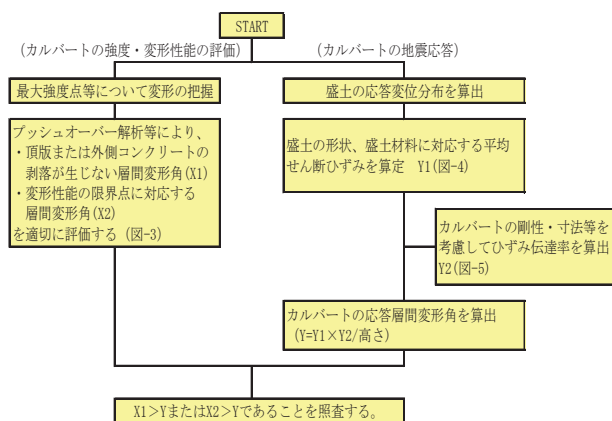


図-1 カルバート耐震性能照査手順

### 2. カルバートの層間変形角の限界値 X1 及び X2

カルバートの耐震性に係る共同研究を行っている（独）土木研究所とともに、過年度までに 1/3 縮小モデルを用いて 5 体のカルバートの正負交番載荷実験を行っている。5 体は、よく使われる大型カルバートの内寸法、土かぶり厚の範囲を網羅するように設計し

たもので、供試体の配筋は常時土圧に対して決定したものである。表-1 に供試体の諸元を、図-2 に正負交番載荷試験状況を示す。頂板上面にて一定の分布鉛直力を保持したまま、端部位置にて交番水平載荷を加えた。

図-3 に実験で得られた水平荷重・水平変位関係の骨格曲線を示す。荷重は、各ケースの計測水平荷重で無次元化している。変位は、頂版と底版の変位差をカルバート高さで除すことにより、層間変形角に換算している。鉄筋の降伏はおおむね 1/300 で、かぶりコンクリートの剥落は 4/300～12/300 で生じる。また、層間変形角が 6/300 を超えると、最大水平荷重に達したのち耐力が低下し、曲げ破壊や主鉄筋段落し位置でせん断破壊を生じ終局状態に至るものがでてくる。

以上の実験結果から、一般的な条件の大型カルバートでは、図 1 に示す X1 として 1/300 から 3/300 程度、X2 として 6/300 程度が期待できる。

### 3. 応答層間変形角算出のための変位応答スペクトル

まず、台形状の道路盛土の縦断方向を対象に、地震

表-1 既往実験の設計条件

CASE	連数	内空幅 (m)	内空高 (m)	側壁軸力 (N/mm <sup>2</sup> )	土被り (m)
1	1	12.0	6.0	0.21	0.5
2	1	6.5	6.0	0.68	10.0
3	1	6.5	6.0	0.21	1.5
4	2	13.3	6.0	1.07	1.5
5	2	13.3	6.0	2.14	1.5

(実寸大で表記)



図-2 実験状況写真

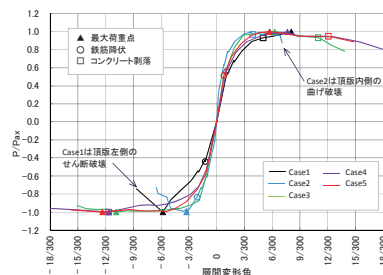


図-3 荷重-層間変形角

時に盛土に生じる水平変位と対応する平均せん断変形を等価線形化法による3次元地震応答解析にて求めた。表-2に解析ケース（全26ケース）を示す。盛土寸法等は、既往

表-2 盛土の地震応答解析検討ケース

CASE	盛土高さ	盛土天端幅	法面勾配	盛土材	地盤種別	地震波(L2)
1~12	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土・粘性土	I, II, III	タイプI タイプII
13,14	基本(11.25m)	広い(16.5m)	1:1.8	粘性土	II	タイプI タイプII
15~18	高い(16.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土・粘性土	II	タイプI タイプII
19~22	低い(6.75m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土・粘性土	II	タイプI タイプII
23,24	高い(16.25m)	広い(16.5m)	1:1.8	粘性土	II	タイプI タイプII
25,26	低い(6.75m)	広い(16.5m)	1:1.8	粘性土	II	タイプI タイプII

盤種別と地震波は道路橋示方書に規定されるものである。地震動は盛土軸線方向の一方向に作用させた。

地盤の非線形性は、いわゆる  $G/G_0 \sim \gamma$  関係を用いて考慮した。 $G_0$  の設定には拘束圧依存特性を考慮した。また、カルバートの耐震性に係わる共同研究を実施している（独）土木研究所が東北地方太平洋沖地震における堤防の地震応答観測記録から得た知見に基づき、CASE10, 18, 22 では、 $G$  が  $0.25G_0$  に達したのちは  $\gamma$  が増えても  $G$  が低下しないものとした場合の解析も行った。

地震応答解析の結果得られた、盛土の平均せん断ひずみと盛土高さの関係を図-4に整理した。代表例として、盛土のせん断ひずみが大きいII種地盤の結果を示す。なお、平均せん断ひずみは、盛土の天端と底面の相対変位の最大値を盛土高さで除したものである。盛土形状（天端幅）の違いによる応答の差は小さく、今後解析ケースを追加することで、地盤種別毎、地震動のタイプ毎に異なる平均せん断ひずみ式を設定できそうである。なお、平均せん断ひずみは最大で4.5%（13.5/300）程度であった。

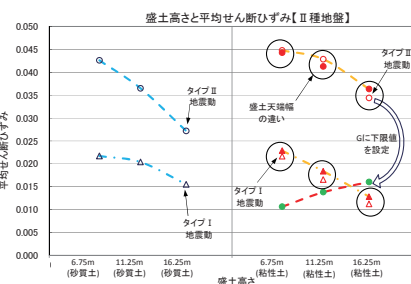


図-4 盛土高さ-平均せん断ひずみ

次に、表-2の盛土のうち11ケースにカルバートを設置し、同様の3次元地震応答解析を行った。表-3に解析ケースを示す。CASE番号の最初の数字は、表-2のCASE番号に対応しており盛土の条件を示している。カルバートはそれぞれ常時土圧に対して設計した上で、線形の梁要素でモデル化した。ただし、解析では、終局状態に近い状態でのカルバートの応答を過小評価することがないように、大きな曲げ損傷が生じた状態を想定した曲げ剛性として、各断面で初期剛性の1/10を与えた。

表-3に、解析の結果得られた層間変形角の最大値  $\gamma$  を併せて示す。同じ盛土・カルバートの組み合わせに対して、解析上  $G$  に下限値を設定した場合には、下限

表-3 カルバートの地震応答  
Gに下限値を設定していないケース

CASE	カルバート名	連数	内空幅	土被り	盛土高さ	盛土天端幅	法面勾配	盛土材	地盤種別	地震波(L2)	層間変形角
22-1	A	1	6.5m	小さい(0.5m)	低い(6.75m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0299
4-2	B-1	1	6.5m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土	II	タイプII	0.0166
10-3	B-2	1	6.5m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0233
16-4	C-1	1	6.5m	大きい(10m)	高い(16.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土	II	タイプII	0.0077
18-5	C-2	1	6.5m	大きい(10m)	高い(16.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0080
22-6	D	1	14m	小さい(0.5m)	低い(6.75m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0070
4-7	E-1	1	14m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土	II	タイプII	0.0019
10-8	E-2	1	14m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0025
22-9	F	2	24m	小さい(0.5m)	低い(6.75m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0104
14-10	G-1	2	24m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	砂質土	II	タイプII	0.0058
10-11	G-2	2	24m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0072

Gに下限値を設定する等しいケース

CASE	カルバート名	連数	内空幅	土被り	盛土高さ	盛土天端幅	法面勾配	盛土材	地盤種別	地震波(L2)	層間変形角
22-1	A	1	6.5m	小さい(0.5m)	低い(6.75m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0106
10-3	B-2	1	6.5m	基本(5.0m)	基本(11.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0107
18-5	C-2	1	6.5m	大きい(10m)	高い(16.25m)	基本(9.0m)	1:1.8	粘性土	II	タイプII	0.0073

値を設定しないときに比べ応答値が小さい。 $G$  に下限値を設定した場合の結果を考慮すれば、全体として、層間変形角は1/300~9/300の間に分布する。これは、盛土だけで解析を行ったときの平均せん断ひずみよりも小さく、また、大型カルバートの載荷実験結果（図-3）から想定される  $X1$  と同程度から  $X2$  を少し超える範囲である。大型カルバートにこれまで大きな地震被害が生じていないことからすると、現実的なオーダーながら現実と比べてやや大きめの応答が得られている可能性がある。

カルバートの層間変形角を盛土の平均せん断ひずみで除したものをひずみ伝達率と呼ぶことにし、解析結果からひずみ伝達率とカルバート

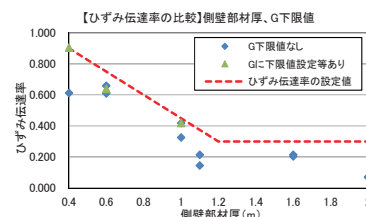


図-5 ひずみ伝達率の比較

側壁部材厚の関係を整理した結果を図-5に示す。ひずみ伝達率は0.2~0.9の値を示し、カルバート連数による違いは小さい。図-5には、図-1における  $Y2$  を算出するための関数として、計算結果を安全側に包絡する線を示した。このように、ひずみ伝達率を壁厚の関数として与えることができると考えられる。

## 【まとめ】

図-1の提案手法は、 $X1$ ,  $X2$  については実験結果に基づき、工学的意味が明確な値を与えられること、応答  $Y$  については詳細なモデルを用いることなく算出できることから、設計実務における適用性が高いと考えられる。

## 【今後の課題】

今後、盛土の応答予測式やカルバートの変形性能評価法を標準化し、基準類への反映を図っていきたい。

## 【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

## 【成果の活用】

道路土工カルバート工指針等の改定

# 高強度鉄筋コンクリート橋脚の設計基準に関する研究

## Study on Design Criteria for Reinforcement Concrete Columns in Highway Bridges Having High-Strength Re-bars

(研究期間 平成 24 年度～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室  
Road Department, Bridge and Structures Division  
主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masahiro SHIRATO  
部外研究員 吉川 卓  
Guest Research Engineer Taku YOSHIKAWA

室 長 玉越 隆史  
Head Takashi TAMAKOSHI  
研究官 北村 岳伸  
Researcher Takenobu KITAMURA

Cyclic loading tests have been conducted to develop a relevant calculation method to estimate the strength and ductility of bridge piers having high-strength reinforcement bars. A new numerical model has been proposed to estimate the damage process, strength and ductility of such bridge piers. It has been shown that the proposed method can estimate the damage process, strength and ductility of such piers varying with different structural details and axial compression stress levels.

### 〔研究目的及び経緯〕

道路橋では、橋脚に従来一般的に用いられてきたものよりも高強度の鉄筋の使用は、鉄筋量の削減と断面の縮小につながり、施工の省力化とコスト削減になることが期待される。そのため、過年度まで、矩形断面を有する軸方向鉄筋に高強度鉄筋を適用した場合を想定し、鉄筋コンクリート橋脚の交番載荷試験を実施してきた。その成果の一部は、平成 24 年に改訂された道路橋示方書に反映された。

本研究は、今後もニーズがあると考えられる鉄筋コンクリート橋脚における構造諸元、軸圧縮応力度、軸方向鉄筋強度等の組合せ(以下「断面諸元等」という。)条件の変更に対して、地震時の断面破壊過程、強度及び変形性能を合理的に評価できる手法を提案しようとするものである。H24 年度は、過年度までと同様に高強度鉄筋 SD490 を軸方向鉄筋として用いた断面を「矩形充実断面」から「円形充実断面」に変えた供試体を作成して実験を行った。そして、提案する手法により予測される断面破壊過程、強度及び変形性能と実験結果を比較することで、提案手法の多様な断面諸元等への適用性を整理した。

### 〔研究内容及び成果〕

#### 1. 実験結果

本年度の交番載荷実験では、H20 年までに実施した「矩形充実断面」の供試体のうちの一つと同等の水平耐力を有する「円形充実断面」の供試体を作成した。それらの諸元を表-1 に示す。実験終了後の柱基部の鉄

筋破断状況及び箇所を図-1 及び図-2 に、載荷点での水平力・水平変位関係を図-3 に示す。

表-1 本実験供試体の諸元

供試体番号	H24 供試体	H20 2 供試体
	(円形充実断面)	(矩形充実断面)
$\sigma_{ck}$ N/mm <sup>2</sup>	40	40
軸方向鉄筋強度	SD490	SD490
帯鉄筋強度	SD345	SD345
橋軸方向幅B m	0.700	0.800
直角方向幅D m	0.700	0.800
高さH m(載荷点～基部)	3.500	3.000
軸方向鉄筋配置	D13-@57.3-34本	D13-@65-32本
軸方向鉄筋 $A_s$ mm <sup>2</sup>	4307.8	4054.4
軸方向鉄筋比	1.1%	1.1%
帯鉄筋配置	D6-@40	D6-@40
橋軸鉄筋体積比	0.005(有効長=620mm)	0.012(有効長=260mm)
基部軸力 V kN	384.8	360.0
軸圧縮応力度 N/mm <sup>2</sup>	1.00	1.00
せん断 $\lambda$ 比 H/D	5.00	5.00

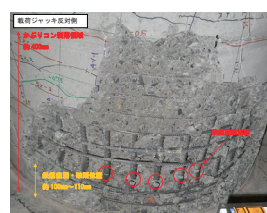


図-1 柱基部の鉄筋破断状況

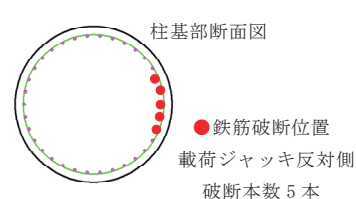


図-2 柱基部の鉄筋破断箇所

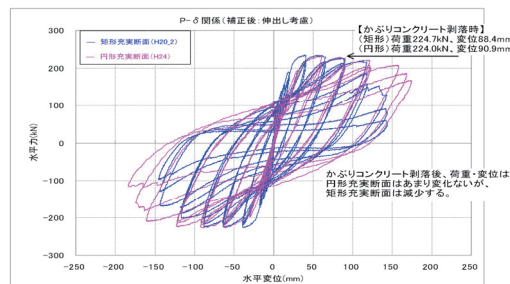


図-3 水平力・水平変位の関係



本実験の「円形充実断面」の供試体と過年度までの「矩形充実断面」の実験結果を比較すると、かぶりコンクリート剥落時及び最大水平力時の水平変位は、供試体設計で見込んだとおり、ほぼ同等であった。しかし、円形充実断面の方が、最大水平力時を越えて、水平力が大きく低下しはじめる時（鉄筋破断時）の変位は大きくなり、変形性能に富んでいた。履歴吸収エネルギー（荷重変位曲線ループの面積）については、矩形充実断面の場合、かぶりコンクリートの剥落とともに減少するが、円形充実断面はかぶりコンクリート剥落後もほとんど変化がなかった。これらは、円形充実断面であるため、帯鉄筋による横拘束効果が高いためと考えられる。

## 2. 提案手法の適用性検討

次に、断面諸元等の条件によらず RC 橋脚の地震時の強度及び変形性能を推定できる手法について検討した。提案する手法は、損傷の進展に伴う載荷点における水平力・水平変位関係（図-3）の変化を物理的に特徴付ける点である以下の点 A～E の離散予測値を直線で結ぶもので、以下破壊予測線と呼ぶ。ここに、A：降伏（引張鉄筋が降伏）、B：かぶりコンクリートの縁圧縮応力がピークに達する、C：かぶりコンクリートが剥落（軸方向鉄筋が露出する）、D：鉄筋破断が開始する又は内部コンクリートが圧壊し始める、E：鉄筋破断と内部コンクリート圧壊により残存耐荷力を失う点である。（E①：コンクリート圧壊時、E②：鉄筋破断時）

各点の評価においては、曲げモーメント＝曲率関係の一般的評価方法を用いるものの、点 A～E の荷重及び変位それぞれに対して常に一定の安全余裕を有して確保した破壊予測線となるように、鉄筋やコンクリートの応力ひずみ関係とそれぞれの点の有効断面を定めた。また、鉄筋の破断ひずみを一律  $6000\mu$  と仮定した。

本実験の「円形充実断面」の供試体と過年度の「矩形充実断面」の供試体実験結果について、それぞれ破

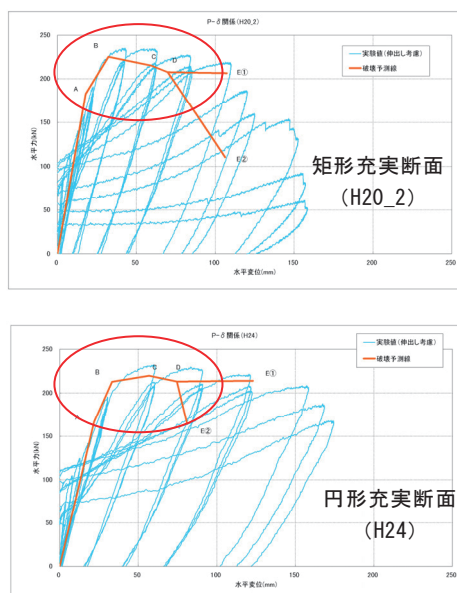


図-4 実験値と破壊予測線

壊予測線を求めた結果を図-4 に示す。実験結果、ファイバー解析（破壊予測線）と比べると、破壊予測線の各点の強度及び変位とも常に安全側に評価している。図-4 に ○印に示すように、B 点（かぶり最外縁コンクリート圧縮ピーク）と C 点（かぶりコンクリート無視、最外縁鉄筋位置コンクリート圧縮ピーク）の水平力について、矩形断面は実験でも破壊予測上も  $B > C$  であるが、円形断面では逆転し、 $B < C$  になる。C 点の有効断面を図-5 に示す。矩形断面及び円形断面ともに、B 点では全断面有効であり、C 点にてかぶりコンクリートの一部が圧縮抵抗断面として無効となる。無効となるかぶりコンクリートが全断面に占める割合は、矩形断面に比べて円形断面の方が小さい。また、横拘束鉄筋体積比の違いによる内部コンクリートの応力-ひずみ関係の違いを図-6 に示す。矩形断面の内部コンクリートに比べて、円形断面の内部コンクリートは帯鉄筋による横拘束効果が高く、より大きな圧縮応力が負担できる。ゆえに、円形断面では、結果として、B 点を超えても荷重の増加が続く。

以上より、提案手法を用いた破壊予測線の A 点から E 点のいずれかを地震時の橋脚の耐震性能を表す指標として、これを越えないように設計することにすれば、実際の荷重変位曲線上の対応する点（A 点から E 点のいずれか）に対して強度も変位も常に一定以上の安全余裕を有した橋脚を設計できると考えられる。今後とも、多様なコンクリート橋脚条件において適用性の確認を進めていく。

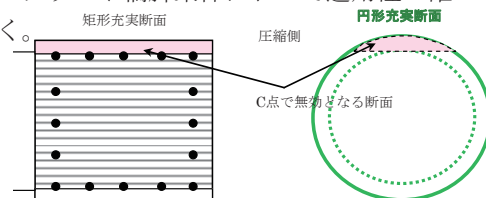


図-5 圧縮抵抗断面

### 【今後の課題】

提案手法により、断面諸元等によらず、強度と変位のそれぞれに対して一定に安全性を有し、地震時の鉄筋コンクリート

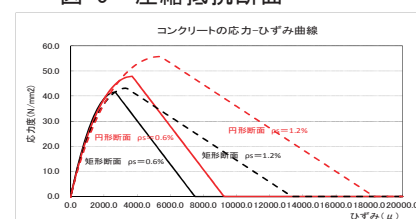


図-6 コンクリートの応力-ひずみ曲線

橋脚の破壊予測線を評価する方法を提案した。今後、過年度までの実験結果についてさらに分析を加え、提案手法の適用性について検討を進める。

### 【成果の発表】

国総研資料及び各種論文に発表予定である。

### 【成果の活用】

橋脚耐震設計基準作成の基礎資料となるものである。



# 超高力ボルト摩擦接合継手の設計基準に関する研究

Study on Design Criteria for Frictional Grip Connection Joints with Super High-Strength Bolts

(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 大久保 雅憲

Senior Researcher Masanori Okubo

研究官 横井 芳輝

Researcher Yoshiteru Yokoi

室長

Head

研究官

Research

部外研究員

Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

石尾 真理

Mari Ishio

氏本 敦

The use of high-strength bolts will enable to reduce the size of connections. It will also secure better construction qualities in the connections of thicker plates compared to welding. However, design guidance is not established for the use in highway bridges. In addition, the long-term characteristic of lagged destruction is a major concern. The present study has tackled to examine the joint performance of high-strength bolts in highway bridges.

## 〔研究目的及び経緯〕

鋼道路橋の架設に用いられる従来の高力ボルトよりも高い強度を有する超高力ボルトは、継手部の小型化や施工数量の削減などによるコスト縮減や品質確保が困難な条件での厚板溶接の回避ができるなど、道路橋の建設時及び補修・補強時におけるコスト縮減と品質向上に資するとされ、実用化が期待されている。

しかし、道路分野では、過去に高強度のボルト(F11T, F13T)が突然脆性的に破壊(遅れ破壊)した事例があったことから、耐久性上の懸念から使用が控えられてきた。一方、近年耐遅れ破壊性能に優れた超高力ボルト(以下「F14T」という。)が新たに開発され、建築分野においては建築基準法に基づき国土交通大臣の認定を受けて採用の実績を増やしている。

道路橋への適用に当たっては、主に①屋外での使用における環境の厳しさ(特に、遅れ破壊に与える影響)、②施工方法、③継手部の諸元の3点で建築分野とは異なることから、上記①から③について適用性を確認する必要がある。

国総研ではこれまで、①と②については、産学官の共同研究を行い、道路橋への適用について検討中である。また、③については、新設橋で一般に用いられるボルトの摩擦接合継手を対象に、ボルト等級・ボルト径・接合面処理方法・母材板厚・母材材質・ $\beta$ (すべり/降伏耐力比)・フィラーの有無・肌すき・多列・再組立における接合面の処理方法をパラメータとした試験を実施してきた。

平成 24 年度は、③について、施工性の向上を目的に、ボルト孔径をパラメータとした試験を行うとともに、再現解析を実施した。

## 〔研究成果〕

### 1. 標準すべり試験

図-1 に示すボルトで接合された供試体を矢印の方向に引張るといふ、標準すべり試験法<sup>1)</sup>による試験を実施した。試験ケースを表-1 に示す。道路橋設計基準において、ボルトの呼び径を  $d$  としたときに、ボルト孔径は  $d+2.5\text{mm}$  であるので、これを標準ケースとし、道路橋以外での使用実績や諸外国の規定等を参考に、 $d+3.5\text{mm}$  及び  $d+4.0\text{mm}$  を対象ケースとした。また、各ボルト孔径に対してボルト等級及び板厚を変え、合計 9 ケースの試験を実施した。

標準ケースについて、試験で得られたすべり係数を図-2 に示す。試験で得られたすべり係数の最小値や分布性状に基づけば、S14T を用いても S10T と同等のすべり係数を確保できることが分かる。

なお、試験結果のすべり係数は、最大荷重時のボルト軸力を実験開始時点で計測したボルト軸力で除して算出したものである。また、図-2 には、過年度までに実施した試験の中から比較可能な結果も併せて示している。

表-1 試験ケースの主な諸元

(単位: mm)					
ケース	等級	母材厚	連結板厚	孔径	供試体数
1	S14T (M22)	32	16	$d+2.5$	各3体
2				$d+3.5$	
3				$d+4.0$	
4				$d+2.5$	
5	S10T (M22)	50	25	$d+3.5$	
6				$d+4.0$	
7				$d+2.5$	
8				$d+3.5$	
9				$d+4.0$	

d: ボルトの呼び径(ここでは22mm)

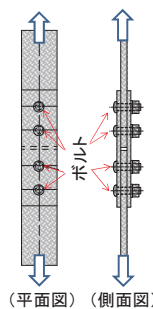


図-1 供試体の概要

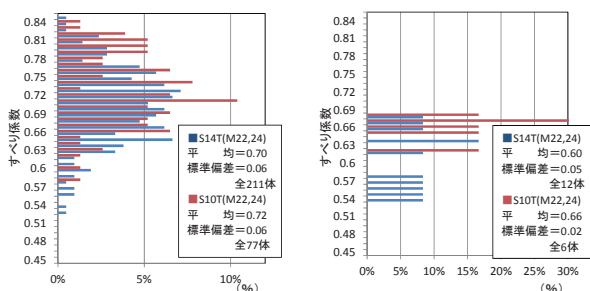
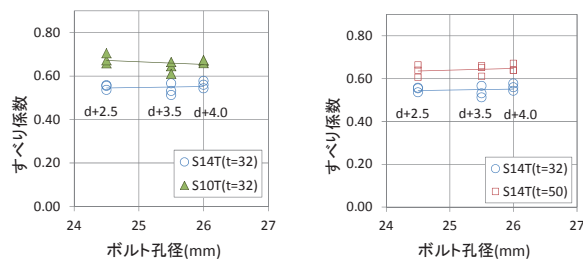


図-2 呼び径+2.5mm 図-3 呼び径+3.5mm, 4.0mm



(a) ボルトの違い (b) 母材厚の違い

図-4 すべり係数（実験結果）

次に、孔径を  $d+3.5\text{mm}$  及び  $d+4.0\text{mm}$  としたケースのすべり係数を図-3 に示す。試験の結果、S10T、S14T 両者とも標準ケースと比較してすべり係数の平均値が小さい。また、同じ母材厚 32mm でボルトの違いを比較すると（図-4(a)）、S10T よりも S14T の方が全体的にすべり係数が小さい。さらに、同じボルト S14T で母材厚の違いを比較すると、母材厚が厚い方がすべり係数が大きい、という結果が得られた。なお、以上のような違いはあるが、試験を行った 9 ケースいずれにおいても、すべり係数の最小値は現行道路橋示方書の基準値 (0.45 : 無機ジンクリッチペイントを塗装した場合) よりも大きい結果となった。

## 2. FEM による再現解析

標準すべり試験のケース 1~9 について、FEM による再現解析を実施した。解析モデルは、材料非線形を考慮したソリッドモデルとし（図-5）、ボルト、母材の材料特性は材料試験結果をもとに設定した。また、母材と連結板の摩擦（すべり）と、すべり後のボルト軸部と母材および連結板の孔壁の支圧を再現するため、前者の部材間には摩擦係数あり、後者の部材間には摩擦係数なしの接触条件を設定した。メッシュサイズは 3 通りに変化させたモデルの事前解析により、すべり試験結果再現性と解析の作業性を考慮し決定した。

解析の結果を図-6 に示す。すべり係数算出の結果、解析においても試験と同様現行道路橋示方書の基準値を満足していた。また、同じ母材厚 32mm では（図-7(a)）、S10T よりも S14T の方がすべり係数が低く、同じボルト S14T では母材厚が厚い方がすべり係数が高い結果が得られた。試験結果と関関係（図-8(a)）についても、

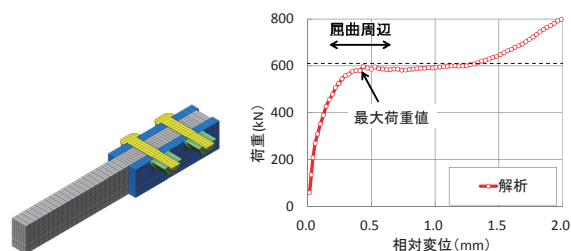
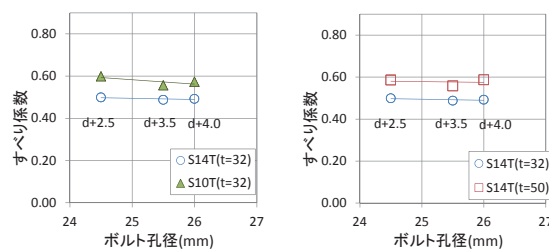
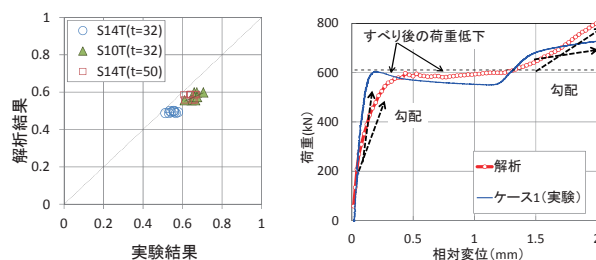


図-5 解析モデル 図-6 荷重-母材連結板相対変位曲線



(a) ボルトの違い (b) 母材厚の違い

図-7 すべり係数（解析結果）



(a) すべり係数の比較 (b) 相対変位曲線の比較

図-8 実験と解析

全体的に試験結果の方がすべり係数が低いものの、ほぼ同等の値が得られた。

ただし、荷重-変位曲線の勾配が合わない（図-8(b)）など、標準すべり試験における現象を解析で表せていない応答等もあったため、今後、多様なボルト配列等を考慮した検討に数値解析を適用するためには、局所的なすべり挙動など詳細な検討を加える必要がある。

## 【今後の課題】

道路橋において使用される条件（多列での使用、支圧接合）についても、適用の範囲をふまえた上で本解析を実施し、検証する。共同研究の成果も含め、以上をまとめ、設計・施工要領案をとりまとめる。

## 【参考文献】

- (公社)土木学会：鋼構造シリーズ 15 高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)、平成 18 年 12 月

## 【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

## 【成果の活用】

基準等に反映させる予定。

# 部分係数設計法の適用性拡大に関する調査検討

Study on improvement of applicability of partial factor design method

(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官

白戸 真大

Senior Researcher

Masahiro Shirato

部外研究員

氏本 敦

Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

室長

Head

研究官

Researcher

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

To ensure required bridge performance based on reliability and NILIM has studied Partial factor design bridge design specifications. The present study has tackled to enhance Partial factor design for the use of rehabilitation design of existing structures where load factors change with traffic conditions, seismic risk, and design reference periods

## 〔研究目的及び経緯〕

我が国の道路橋の設計基準である「橋、高架の道路等の技術基準」(道路橋示方書)は、平成 13 年度の改定において性能規定型の概念が導入されたものの、耐荷力照査における基本書式は、従来の許容応力度設計法を踏襲している。一方で、設計で目標とする期間において橋の性能が満足されることの確からしさ等、道路橋の要求性能を合理的にかつ定量的に照査できる設計体系への転換が求められている。そこで、国総研では、信頼性設計の考え方を基礎とする国際的技術基準の書式としての部分係数設計法の体系への転換に向け検討を進めている。

過年度までに、現行示方書の作用特性の再評価、橋の性能の分析を行うとともに、個々の橋梁に対する信頼性評価法を開発してきた。

今年度は、道路橋示方書・同解説(平成 14 年 3 月)による詳細設計が完了している複数の橋梁を対象にコードキャリブレーションを行い、設計基準における荷重組合せ及び荷重係数の設定方法の一般化について検討した。

## 〔研究内容及び研究成果〕

### 1. 対象橋梁

キャリブレーション対象とした橋梁形式は下記より鋼橋15橋、PC橋7橋の計22橋とした。

- ①従来から実績の多い形式(PC単純T桁橋等)
- ②実績が増えつつある新形式(鋼連続少数鈑桁橋等)
- ③部分係数法の導入に伴い各作用の影響度に大きな変化が予想される形式(温度変化の影響を受けやすい多点固定のラーメン橋等)

### 2. 荷重シミュレーション

設計供用期間内に各断面に生じる断面力の極値をシミュレーションにより求め(以下、荷重シミュレーションという)、極値に対応する断面力が発生した瞬間の荷重組合せと荷重の大きさを求める。このとき、それぞれの荷重をその荷重の特性値で除すことで荷重係数が求まる。以下に設計橋梁期間中(100年)に発生する断面力の極値を求めるための荷重シミュレーション手順を示す。

- ① 100年間の間、指定した時間間隔に各荷重の確率モデルに従い荷重を載荷する。
- ② 着目断面、着目断面力ごとに、100年間で最大値となる断面力とそのときの荷重組合せ及び各荷重による断面力を抽出する。
- ③ ①～②を1,000回実施する。
- ④ 着目断面、着目断面力ごとに、1,000個の最大値により100年最大値分布(極値分布)を作成する。

### 3. 荷重シミュレーションの発生荷重

荷重シミュレーションに用いる荷重は、設計で考慮する期間(供用期間)内において、ほとんどその大きさを変動しない永続荷重と絶えず大きさが変動する変動荷重とする。荷重シミュレーションで考慮するそれぞれの荷重の強度分布や発生頻度等の統計的性質のデータベースを作成した。

荷重シミュレーションにて、死荷重(D)、土圧(E)、クリープ(CR)のように変動が少ないと考えられる永続荷重は、100年間で一定値とする。ただし、死荷重や土圧は、寸法や単位体積重量のばらつきに関して考慮し、確率密度関数を設定し、各100年毎に確率値を更新する。

その他については現行基準値を用いた。

一定値の永続荷重を載荷しつつ、表-1に示す各変動荷重は所定の時間間隔で同時に発生させて載荷する。各時刻で発生する変動荷重は表-1に示すような確率過程に従う。ここに、活荷重については、全国21箇所にて調査した活荷重実態調査における統計データを基に、模擬車列を作成し、それを橋に載荷したときの着目断面の活荷重断面力を1000万回計算することで荷重シミュレーションに用いる活荷重断面力の確率分布を作成した。

表-1 変動荷重の発生頻度と強度

作用	発生頻度	強度
活荷重 (L)	2 時間毎	渋滞時間を朝夕の 2 回、それ以外の時間帯を通常時とし、渋滞時、通常時のそれぞれにおいて実測統計データを基に、算出した活荷重断面力の確率分布を設定
温度の影響 (T)	2 時間毎	日最高気温と日最低気温の分布より、日最高気温と日最低気温を各々 24 時間に 1 回設定し、その他の時間は正弦波により補間 (2 時間毎のデータを使用) して算出。温度分布は、春期 (4 月、5 月)、夏期 (6 月～10 月)、冬期 (11 月～3 月) で各過去 45 年の実観測記録より作成。
風荷重 (W)	1 ヶ月に 1 回 (発生時期はランダム)	月最大風速分布より、風速の月最大値 (10 分間平均風速 $V_{10}$ ) を月 1 回発生。ただし、 $V_{10} < 40 \text{ m/s}$
風荷重 (台風)	6 月～10 月の間に 3 回 (発生時期はランダム)	6 月から 10 月の最大風速は、台風の影響を受けるため、国立情報学研究所の台風データベースより、月最大風速分布を作成。
地震の影響 (EQ)	1 年に 12 回 (1 回/月) (発生時期はポアソン過程)	気象庁のデータおよび宇津の地震カタログからバックグラウンドゾーンから距離減衰式を用いて地震動を設定。
雪荷重 (SW)	積雪のある地域の橋梁、10 月～3 月に考慮 (2 時間ごと)	1.0 kN/m <sup>2</sup> 相当の断面力を確定値として荷重組合せに加算。

#### 4. 荷重係数の抽出・収斂

断面力の100年最大値分布の例として非合成鋼鉄桁橋 (支間長36.0m) の支間中央における曲げモーメントの100年最大値分布を図-1に示す。現行基準による断面力はシミュレーションによる最大値分布の非超過確率95%程度となった。その他の橋梁についても、同様に作成した断面力100年最大値分布の非超過確率95%の断面力と現行基準による断面力との比率の頻度分布を図-2(1)に示す。現行基準の断面力は、概ね断面力100年最大値分布の非超過確率95%相当であることがわかる。また、図-2(2)は、地震の影響など水平方向の作用力が卓越する断面である橋脚柱基部の曲げモーメントに着目したものである。現行基準の断面力は、断面力

100年最大値分布の平均値相当となる傾向となった。

以上より、荷重シミュレーションにより得られた各着目断面の100年断面力最大値分布を用いて、上部工主桁の曲げモーメントように鉛直力が卓越する断面力に対しては非超過確率95%、橋脚基部の曲げモーメントのように水平力が卓越する断面力に対しては非超過確率50%となる断面力を用いて荷重係数を検討した。

各橋梁、各断面、各断面力別に荷重組合せと荷重係数を求めた結果は、本研究で開発した手法により集約した。集約方法は、いわゆるタークストラ則を拡張したものである。荷重組合せと荷重係数の集約結果を表-2に示す。表-2は、荷重係数の一例として、22橋の上部工主桁の断面力極値分布から求めたものである。実態の交通量や大型車混入率が反映される活荷重は、これらに応じて荷重係数が幅を有するように設定できる可能性があることがわかった。

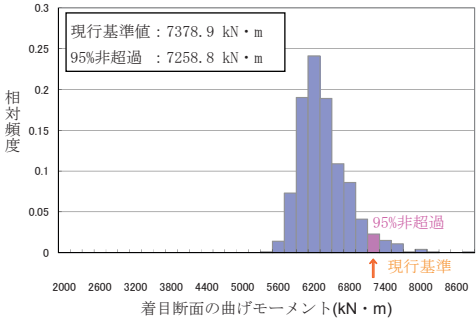


図-1 断面力 100 年最大値分布 (非合成鋼鉄桁橋)

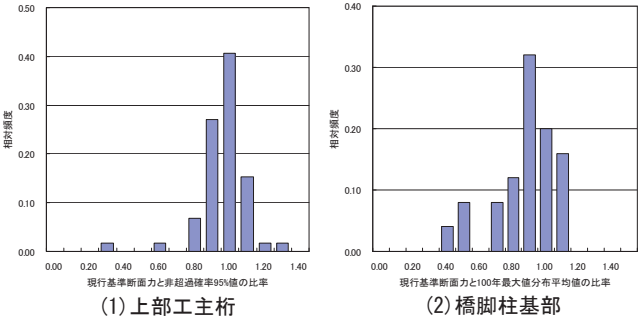


図-2 断面力 100 年最大値分布の傾向

表-2 荷重組合せと荷重係数 (上部工のケース)

組合せ	D	L	T	W	EQ	SW	C
D+L	1.0~1.1	0.8~1.4					
D+L+C	1	0.9~1.3					1
D+L+T	1	0.7~1.2	1				
D+L+T+C	1	0.7~1.2	1				1
D+L+SW	1.0~1.1	0.9~1.3				1	

#### 〔成果の活用〕

道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用される予定である。



# 構造解析手法に応じた安全率設定手法に関する調査検討

Study on different safety factors as a function of structural analysis methods

(研究期間 平成 23～25 年度)

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

主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masanori Okubo

研究官 石尾 真理

Research Mari Ishio

部外研究員 吉川 卓

Guest Research Engineer Taku Yoshikawa

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher Keita Nakasu

研究官

Researcher

部外研究員

Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

中洲 啓太

Keita Nakasu

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

氏本 敦

The application of FEM to design is expected to invent structures that do not necessarily follow basic theories in mechanics and model deteriorated portions such as crack, corrosion etc in members as they are. However, most design equations and safety factors are calibrated for design that follows the beam-column theory .

## 〔研究目的及び経緯〕

近年の米国における落橋事故や国内の損傷事例などを受けて（図-1 参照）、平成 24 年度に改訂された道路橋設計基準でも、橋の構造設計においては構造リダンダンシーに配慮しなければならないことが規定された。構造リダンダンシーとは、道路橋の供用期間中に設計では考慮されない不測の外力を受けることや、損傷を生じる可能性も否定できないことから、一部の部材の損傷や異常によって、橋全体が不安定となったり、連鎖的に損傷範囲が拡大して橋全体が致命的な状態に至らないような冗長性のことである。しかし、これを定量的に評価するための計算モデルや照査基準が示されていない課題がある。

構造リダンダンシーの評価は、特に、部分的な腐食や亀裂が生じるようなことを想定する場合、それらの範囲や位置が部材耐力に与える影響の違いを評価できること、及び、複雑な応力状態を考慮した評価が可能な照査法とする必要がある。このため、構造を詳細にモデル化できるシェル要素又はソリッド要素を用いた有限要素法の計算の適用が考えられる。

また、有限要素法による設計計算を導入するのであれば、構造リダンダンシーの照査にだけ用いるのではなく、現在個別に実施しているその他の耐力設計、耐震設計、疲労設計でも統一して有限要素を用いることを前提にした照査体系も検討することで、より合理的な設計計算が行える可能性がある。特に、疲労設計では、各溶接継手部に発生している応力振幅が問題になるため、有限要素法を用いた計算となじみやすい。

他方、現在の耐力力設計や耐震設計では、梁-柱理論

に基づく構造解析が行われている。設計基準における耐力力式、許容応力度、安全率等は、梁-柱理論、トラス理論、アーチ理論等、力学理論に基づいた計算を行うことを前提に、部材の載荷実験結果を公称応力で評価した結果などを用いて構築されてきたものである。しかし、有限要素解析で得られる応力分布は、2 次応力の影響等も含まれた局所応力であったり、要素分割により異なることから、梁-柱理論を前提に定められてきた許容応力度や安全率と有限要素法で得られる応力とを単純に比較することができない。

以上を踏まえて、本研究は、構造リダンダンシーの設計手法の構築、有限要素法を用いた構造解析モデルを直接耐力力設計に用いる方法について検討するものである。

平成 24 年度は、トラス橋、アーチ橋を対象に、部材の損傷を考慮した橋全体の安全性を試算した。

1 格点の破壊が原因となり、全橋崩壊(米国)

他の部材が荷重を受け持ち、落橋に至らなかった例



図-1 近年の損傷事例

## [研究成果]

### 1. 解析の概要

#### 1. 1 設計手法

設計手法として、表-1 に示す 3 つの方法を整理し、橋梁全体が不安定となるときの荷重を把握することのできる案 2 を用いて非線形解析を実施した。

#### 1. 2 解析モデル

過去にトラス橋及びアーチ橋において主構が破断した例があることから、これらの形式を対象とした。トラス橋の解析モデルの概要を図-2 に示す。主構、床組をモデル化し、実際の挙動に近くなるよう、全ての格点部をシェル要素に、それ以外の部材を梁要素でモデル化した。境界条件は単純支持とした。ここで、格点部の材料構成則を図-3 に示す。斜材については図-4 に示すとおり非線形ばね要素を挿入し、破断ひずみに達したとき、剛性 0 に近い値に低下させた。解析プログラムは DIANA Ver. 9. 4. 4 を用いている。

#### 1. 3 解析の手順

①はじめに健全モデルに死荷重及び B 活荷重を載荷後、応力が最大の部材を破断させる。②破断させたモデルに、死荷重及び B 活荷重を載荷して再計算し、応力が最大となる部材が最も厳しくなるような位置に B 活荷重を載荷し、徐々に荷重を増加させ、次に破断する部材を特定する。③以後、橋が不安定になるまで、橋全体の剛性がゼロまたは負になる直前まで上記手順②を繰り返す。

### 2. 解析結果

破断箇所数と破断が生じたときの活荷重倍率を表-2 に示す。斜材 4 本が破断したのち（ステップ 4）、荷重を増加させた場合には、死荷重及び B 活荷重の載荷により解析が収束しなくなった。したがって、このとき、橋全体の剛性がゼロまたは負になったものと考えられる。このときの格点の応力分布を図-6 に示す非常に大きな局部応力が発生していた。

しかし、このような手法の設計実務への適用性について、次の課題が明らかになった。

- ・全体が不安定状態となり収束しない状態なのか、数値計算上の収束性の悪化なのか判別しにくい。
- ・格点部で詳細なモデルを適用する範囲で、計算結果が変わってくるおそれがある。
- ・破断時の衝撃により、常時作用力と反対向きの力がかかる状態は表すことができない。

今後は、腐食の影響を考慮するなど、現実に生じ得る橋の破壊過程を想定した試算を行う。

## [成果の活用]

構造リダンダンシーの設計手法を確立し、設計基準等への反映の基礎資料とする。

## [成果の発表]

国総研資料及び各種論文で発表予定。

表-1 橋梁部材が連鎖的に損傷する状態の再現方法

	案 1	案 2	案 3
損傷部材	活荷重載荷時に最も応力が大きくなる部材を順次破断させる		
解析方法	線形解析	非線形解析	非線形解析
照査方法	断面力を算出し、部材が塑性化するか否か判定	不安定となるまで荷重を増加	不安定となるまで変位を増加
特徴	解析が容易 橋梁全体が不安定となるのかどうか把握できない。	橋梁全体が不安定となるときの荷重を把握することができる	部材が破断する順序を追跡することができる

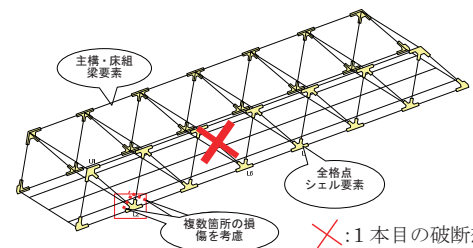


図-2 解析モデルの設定方法

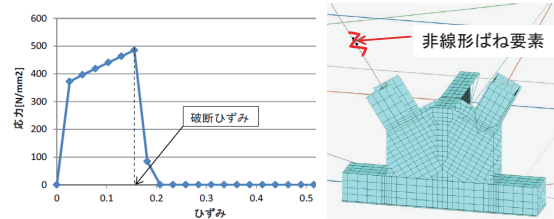
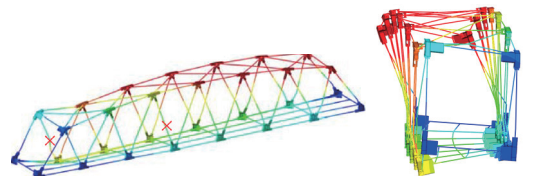


図-3 鋼材の材料構成則 図-4 非線形ばね要素

表-2 解析結果(トラス橋)

ステップ	損傷箇所	解析が収束する限界荷重 (死荷重+B活荷重×α)
1	1箇所	α=6.6
2	2箇所	α=4.0
3	3箇所	α=3.1
4	4箇所	破断した段階で収束しない



(a) 全景図 (b) 正面図  
図-5 変形図の例(ステップ2)

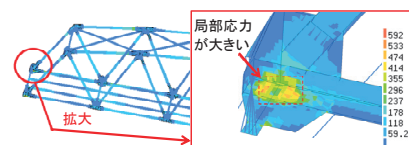


図-6 Von-Mises 応力分布図(ステップ4)

# 初期品質の信頼性向上策及び実品質に基づく性能評価手法に関する調査検討

Initial and Long-term Performance Evaluation for Highway Bridges based on Bridge Inspection Data  
(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室  
Road Department Bridge and Structures Division  
主任研究官 窪田 光作  
Senior Researcher Kosaku Kubota  
部外研究員 吉川 卓  
Guest Research Engineer Taku Yoshikawa

室長 玉越 隆史  
Head Takashi Tamakoshi  
研究官 北村 岳伸  
Researcher Kitamura Takenobu

To improve the accuracy of durability prediction for bridge and structures, NILIM has studied the initial and long-term performance of highway bridges. NILIM has conducted statistic analysis on distress in existing reinforced or prestressed concrete bridges based on bridge inspection data for national highway bridges. They also have conducted the on-site survey at particular bridges. NILIM also has performed an experimental study to measure creep and shrinkage using prestress concrete beam specimens with different amounts of longitudinal reinforcement.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋の設計基準である道路橋示方書は、経済的かつ合理的に所要の性能が実現されるよう、そのときどきの最新知見を踏まえて改訂がなされてきている。一方で、近年、橋のストック及びその平均供用年数が増加するなかで、鋼橋の疲労やコンクリート橋の塩害等、耐久性に関する知見が蓄積されつつあり、その一部は、設計基準に反映された。

しかし、耐久性に関しては、信頼性の高い定量的な照査手法を規定するために必要な知見が十分ではないものも多い。そのため、現状では、設計上の目標期間を100 年程度として、構造細目など仕様を満足させることが耐久性を確保する手段の中心となっている。このような現状に対して、本研究は、コンクリート橋の長期挙動や耐久性と様々な外力、環境条件、及び施工品質の関係を明らかにし、合理的で信頼性の高い長期挙動の予測及び耐久性照査手法を確立しようとするものである。

H24 年度は、PC 橋について、橋梁定期点検（初回）結果の分析から、耐久性に影響を与えられとされる初期損傷の実態を把握した。また、PC 橋における持続荷重・収縮に関する試験を実施した。さらに、クリープ・収縮がコンクリート橋の初期損傷の発生や長期挙動に与える影響を把握した。

## 〔研究内容及び研究成果〕

耐久性向上のためには初期品質の信頼性が重要であ

る。そこで、PC 橋 100 橋程度の初回点検結果（図-1）を用いて、初期品質向上に寄与する設計基準・施工基準を検討するために、品質及び出来形に影響すると考えられる要因を分析した。ここに、初回点検とは、橋の供用後 2 年以内に実施されることが定められた定期点検である。図-1 に、損傷が報告された橋梁数を示す。全体の 78%にて何らかの損傷が認められた。次に、損傷が認められた橋梁を工法別・橋種別・部材別に分類し、それぞれの分類ごとに主な損傷種別・損傷パターン・損傷程度の傾向と支間長・桁高・主桁間隔の関係を整理した。

整理の結果、形式、支間長、桁高、主桁間隔の違い

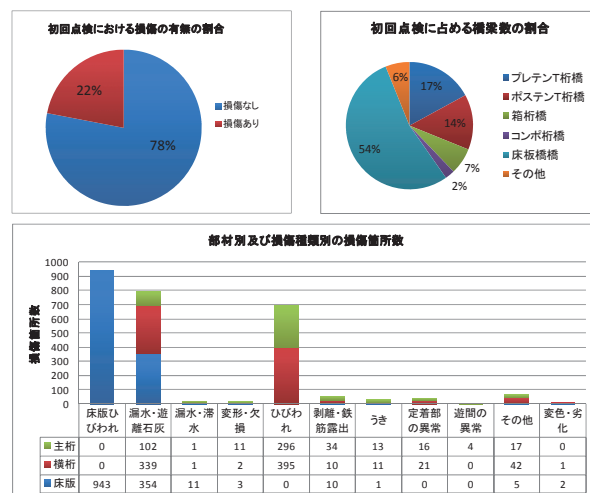


図-1 初回点検結果の抽出及び初期損傷の内容



によらず、特に、主桁・横桁・床版においては損傷が多い。また、損傷形態としては、ひび割れ、漏水、遊離石灰の損傷が明らかに多くなっている。

次に、3径間連続ラーメン橋の上部工について、一般に用いられる設計計算モデルを用いて、クリープや乾燥収縮などの長期荷重に対して発生する応力度と、軸方向鉄筋量の関係を分析した。分析では、上部構造の軸方向鉄筋量とクリープ係数の組合せを変化させた試算ケースに対して、道路橋示方書にしたがった「死荷重時」と「設計荷重+温度時」の断面力分布と断面内の応力分布を求めた。ここに、試算ケースは以下の3通りである：

- ① 軸方向鉄筋を考慮せず、かつ全断面有効のコンクリート断面と仮定したケース（現在の設計実務で用いる計算上の仮定（簡便法））
- ② 耐震設計にて考慮する鉄筋量を考慮したケース
- ③ ②に対してクリープ係数を1.5倍としたケース

図-2に死荷重時及び設計荷重+温度時の断面下縁の応力度を示す。死荷重時の応力度に着目すると、ケース①よりも②において、②よりも③において、側径間及び支間中央にて大きな引張応力度が発生した。特に、設計荷重時に着目すると、ケース③において、許容応力度 $2.0\text{N/mm}^2$ を大きく超過する引張り応力が生じるという計算結果になった。現在の設計実務では、乾燥収縮やクリープ等の長期荷重に対する発生応力を求めるときに鉄筋の量や位置に応じてコンクリートの変形が拘束されることの影響が考慮されていないが、計算結果から、これらを考慮することでPC橋の長期挙動や断面に生じ得る損傷評価の信頼度を高めることができるものと期待される。

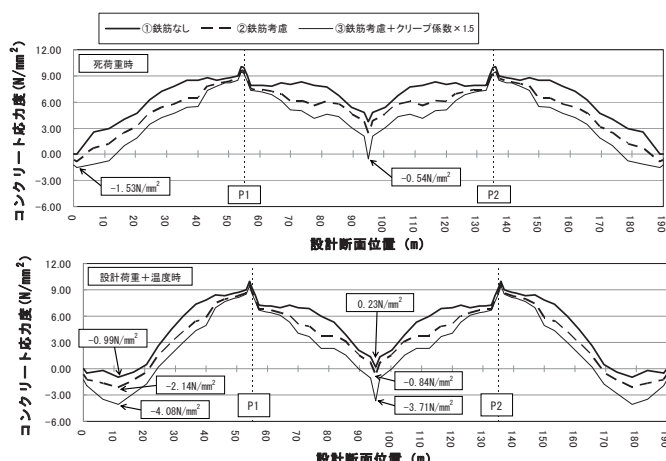


図-2 断面下縁応力度

また、PC橋の長期挙動に与える持続荷重の影響を把握するための実験も行った。プレストレス偏心量、クリープ、乾燥収縮、鉄筋量の違いが部材内部の応力及びひずみの違いに与える影響に着目して試験供試体

(図-3)を作成し、コンクリート及び鉄筋のひずみ、プレストレス力、たわみ変位等を自動記録で長期にわたり継続して計測した。



図-3 試験供試体

図-4に計測結果を示す。軸方向鉄筋比が大きいほどクリープ係数は小さくなった。ただし、軸方向鉄筋比が0.5%の場合には無筋供試体と大きな差がなかった。

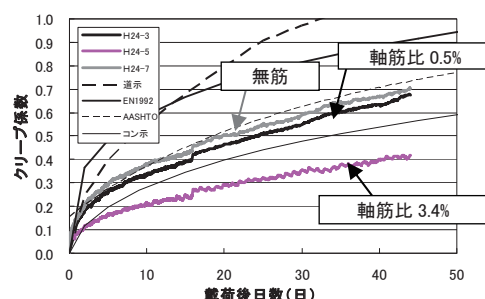


図-4 クリープ係数（軸鉄筋比の違い）

3次元FEM解析を用いた実験の再現解析も行った。解析では、過年度の同様の実験結果も対象にした。その結果、図-5に示すように、軸方向鉄筋比が大きいほどクリープ係数が小さくなることが分かった。

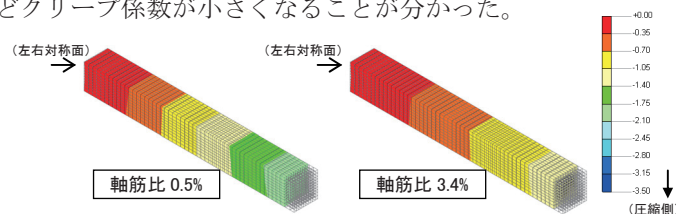


図-5 コンタ図（水平方向変形図、緊張後10000日）

以上より、PC橋の長期挙動は、コンクリートや骨材などの材料固有のクリープや乾燥収縮に依存するだけでなく、耐荷力設計の結果配置される軸方向鉄筋量にも依存するため、PC橋の長期挙動の評価ではこれらを考慮することで設計の合理化につながる可能性があることが分かった。

#### 【今後の課題】

鉄筋拘束力の影響や施工時の初期応力の影響を考慮し、PC橋の長期挙動を評価する手法の提案を行う。

#### 【成果の発表】

国総研資料及び土木学会等の論文で発表予定。

#### 【成果の活用】

PC橋の設計基準に反映予定。



# 道路事業における総合評価落札方式の技術評価の改善に関する検討

Study for the application of Overall Evaluation Bidding Method with Technical Proposal

(研究期間 平成 15～24 年度)

総合技術政策研究センター 建設マネジメント技術研究室  
Research Center for Land and Construction Management  
Construction Management Division

研究官 田嶋 崇志  
Researcher, Takashi TAJIMA  
部外研究員 馬野 浩二  
Guest Research Engineer, Koji UMANO

室 長 森田 康夫  
Head, Yasuo MORITA  
主任研究官 岡野 稔  
Senior Researcher, Minoru OKANO  
部外研究員 上西 泰輔  
Guest Research Engineer, Taisuke UENISHI  
部外研究員 中村 啓史  
Guest Research Engineer, Keiji NAKAMURA

The overall evaluation bidding method with technical proposal has merits such as improvement of quality of infrastructures through the competition not only by price bidding but also by advantage of technical proposal. The objective of this study is to develop measures for generalization and smooth application of the bidding.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省直轄工事において、平成 17 年度に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が成立したことを契機に、総合評価落札方式を導入し、現在の総合評価落札方式の適用率は約 100% となっている。(図-1)

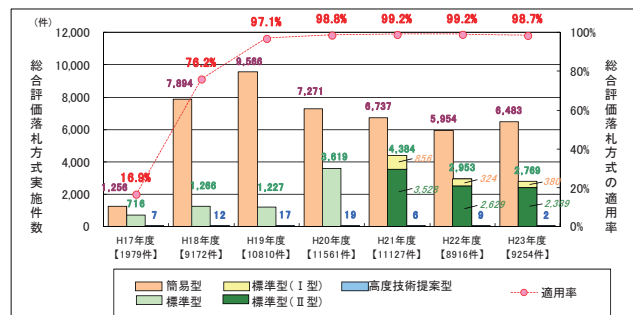


図-1 年度別・総合評価タイプ別実施状況(適用率・件数)

国土技術政策総合研究所では、国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用上の課題改善に向けた検討を進めており、地方整備局等(北海道開発局、沖縄総合事務局含む)の総合評価落札方式適用工事を対象に、競争参加者・落札者等の動向や新たな施策の実施状況を調査し分析を行っている。

本稿では、平成 25 年 3 月に行われた「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」におい

て公表した平成 23 年度総合評価落札方式の実施状況について述べる。

## 〔総合評価落札方式の実施状況〕

平成 23 年度の年次報告書では、総合評価のタイプ別に加え、これまで行ななかった工種別の詳しい分析を加え、より多角的な視点からの分析を行った。図-2 以降の集計対象工事は 8 地方整備局(港湾・空港を除く)としている。

### ① 1 工事あたりの競争参加者数

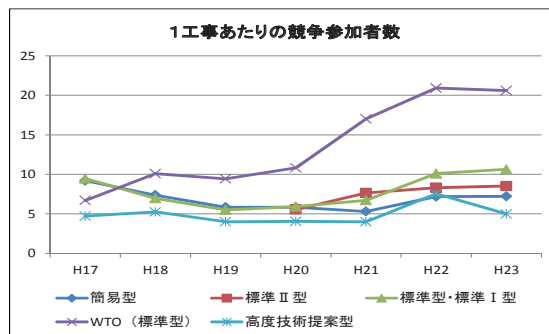


図-2 1 工事あたりの競争参加者数

図-2 では WTO (標準型) の参加者数の多さと伸びが顕著である。一方でその他タイプについては H17 年度から 1 工事あたりの競争参加者数は横ばいである。

## ②落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」

### (1) 経年変化

図-3 の4枚が示す通り、平成17年度から平成23年度にかけて、徐々に落札率-調査基準価格率が0%に近づいており、価格についての競争が年々激しくなっていることが伺える。一方で技術評価点の得点率については経年変化では顕著な差は見られなかった。

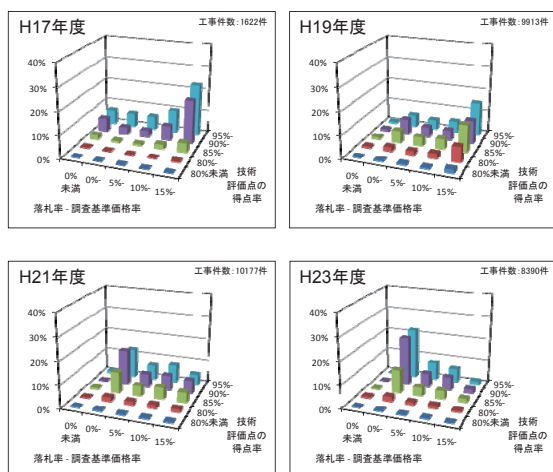


図-3 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」(年度別)

### (2) 工種別 (H23年度)

図-4 では以下の4工種について分析する。一般土木、AS舗装、PCは、1工事あたりの工事金額が大きく、入札参加者も多い工種については、落札率-調査基準価格率が0%に張り付き、技術評価点の得点率も90%以上が大半であることから、価格、技術の両面でより激しい競争の入札が行われていることが分かる。一方、1工事あたりの工事金額が小さく、入札参加者が少ない維持修繕工事の落札率-調査基準価格率はばらけている。

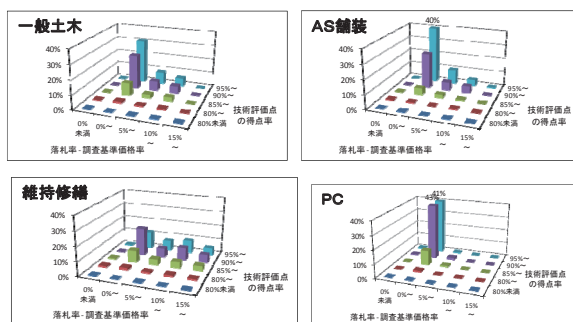


図-4 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」(工種別)

### (3) 総合評価タイプ別 (H23年度)

図-5 では以下の4タイプについて分析する。標準I型、WTO標準型は、落札率-調査基準価格率が0%付近へ集中している。特にWTO標準型については技術評価点の獲得率が他のタイプに比べて高い。WTO標準型は、一般的に工事規模が大きいこと、高い技術力が必要なこと、入札参加者が多いこと等から、価格面、技術面双方で、業者にとっては厳しい競争環境となっている。

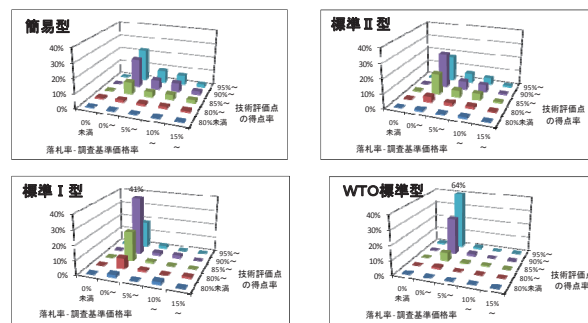


図-5 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」(総合評価のタイプ別)

### [今後の方針]

今回、H23年度年次報告を中心に述べたが、来年度からは、技術提案評価型と施工能力評価型の2タイプへの総合評価タイプの二極化、段階選抜方式、技術者ヒアリングの導入をはじめとする新方式が本格的に実施される。

新方式と旧方式との比較による新方式の効果の検証や更なるフォローアップの検討などを今後行っていく予定である。

### [成果の発表]

「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」(第7回:平成25年3月26日開催)において公表した。

(<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/index.htm>)

### [成果の活用]

検討成果は、上記懇談会の資料に反映された。また、本分析結果は各地方整備局等において活用されることを期待するものである。

# 3次元CADデータに関する検討

## Examination on three dimensional CAD data

(研究期間 平成 21～25 年度)

高度情報化研究センター 情報基盤研究室

Research Center for Advanced Information Technology

Information Technology Division

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

重高 浩一

Koichi SHIGETAKA

青山 憲明

Noriaki AOYAMA

谷口 寿俊

Hisatoshi TANIGUCHI

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has been working on developing a technique to standardize and visualize 3D data. Our aim is to establish a system that can be commonly applied in all phases of public construction processes, by standardizing information obtained from each phase of examination, design, construction and maintenance, which is then put into practice. This study is an effort about the exchange standard of 3D-CAD data as a part of CALS/EC activities.

### 〔研究目的及び経緯〕

建設事業は、公共事業の削減、社会資本ストックの老朽化による維持管理費の増大、技術者の高齢化と熟練者不足等の課題に加え、他の産業と比較して労働生産性が低いことから、早急な建設生産システムの変革が求められる。

また、近年、一般競争入札の導入に伴うダンピング受注の増加や、不良不適格業者の参入、体制が脆弱な発注者の存在等により、公共工事の品質低下が懸念されることから、品質確保のために、監督検査の強化を図る一方、オペレータの熟練度に依存しない出来形・品質管理技術の導入が求められる。

本研究では、設計から施工、維持管理の業務プロセスで得られるデータの3次元化と円滑な流通、利活用を検討することで、ICT（情報通信技術）を活用した高度な建設システムの実現を図るものである。

### 〔研究内容〕

#### （１）橋梁の3次元データ流通に関する現場試行

平成 23 年度に作成した「橋梁 3 次元 CAD データ流通に係る運用ガイドライン」に基づき、新設橋梁の詳細設計業務を対象として、3 次元データ作成と設計照査の現場試行を実施して効果と課題を分析した。その検討結果を基に運用ガイドラインを修正することで、内容をより実効的なものとした。

また、3 次元データ流通の理解と普及を促進するため、試行の実績を基に、橋梁 3 次元データ流通の適用事例やメリット等をまとめた事例集を作成した。

#### （２）橋梁の維持管理 3 次元モデルの作成

橋梁の維持管理に必要な情報を設計段階で作成

した 3 次元モデルに統合し、各種情報を 3 次元の空間的な位置関係で表示、管理できるシステムのプロトタイプを作成した。また、現場事務所の維持管理業務担当者にレビューを通して、有効性と課題を確認した。

#### （３）3 次元設計データ交換標準の導入普及支援

「3 次元設計データ交換標準（案）」に関する意見照会の結果を整理し、標準（案）を修正するとともに、ソフトウェア開発の支援を目的として、データ作成のノウハウ集及び 3 次元設計データから TS 出来形管理データへのデータ変換に関するロジック集を作成した。

また、3 次元 CAD にて導入が進んでいる LandXML への対応方針を明確化するために、「3 次元設計データ交換標準（案）」に対する LandXML の利害得失を整理するとともに、「LandXML に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）」を作成した。

### 〔研究成果〕

#### （１）橋梁の 3 次元データ流通に関する現場試行

現場試行では、「橋梁 3 次元 CAD データ流通に係る運用ガイドライン」に基づき、3 次元データ作成の難易度に応じて試行レベルを 3 段階（表 1）に分けて実施し、その効果をアンケートとヒアリングで確認した。

表 1 試行レベルと実施内容

試行レベル	実施内容
レベル 1	構造物設置基準点の設定、座標図作成、座標図を用いた設計照査
レベル 2	レベル 1 + スケルトンモデルの作成
レベル 3	レベル 1 + 3 次元モデルの作成 + 3 次元モデルを用いた設計照査

作成したプロトタイプを図1に示す。現場担当者からは、維持管理業務において、点在した情報を3次元モデルに統合して空間的にアクセスできると共に、点検結果と3次元モデルを双方向に関連付けて参照できれば非常に便利であるとの評価が得られた。また、地形の詳細な情報や現況を確認できる多くの写真データ、施工時の仮設残置物や水道管等の添架物、占用物件等を3次元モデルで確認できることを期待する意見が多数挙げられた。



図2 ノウハウ集のサンプルデータ例



# 情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査

Research on effective making Method of Input-data and Usage of Output-data for Intelligent Construction

(研究期間 平成 23～26 年度)

高度情報化研究センター  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
情報基盤研究室  
Information Technology Division

室長 重高 浩一  
Head Koichi SHIGETAKA  
主任研究官 梶田 洋規  
Senior Researcher Hiroki KAJITA  
研究官 北川 順  
Researcher Jun KITAGAWA

It is necessary to perform the making of three-dimensional design data to input into Intelligent Construction Systems effectively and to use three-dimensional measurement data output by Intelligent Construction Systems to increase an effect of Intelligent Construction. This study is a design of "the product model" to become the standard of data in the making of three-dimensional design Input-data and the use of Output-data.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省（以下、「国交省」という）では、社会資本整備重点計画に掲げられた「情報通信技術（ICT）等を活用した社会資本の高度化」の一環として、ICT を利用した「情報化施工」の導入・普及による社会資本整備や管理の高度化を目指している。国交省で取り組んでいる情報化施工は、「3次元CAD技術（3次元設計データ）、3次元位置計測技術、建設機器技術」を活用し、生産性向上・品質確保・技術者判断支援などの効果を得ている。しかし、3次元設計データの作成が課題になっており、また、施工時に取得できる電子データを後工程（維持管理など）で有効活用できていないため、導入効果が施工場面に限られている。そのため、情報化施工に搭載するデータの効率的な構築方法と情報化施工で取得したデータを後工程で有効利用し効果を得る方法の構築が望まれている。

国土技術政策総合研究所では、情報化施工技術の1つとして、3次元測量機器であるトータルステーション（TS）を用いた出来形管理について研究している。この技術は、TSに搭載するソフトウェアに3次元設計データ（基本設計データ）を取り込むことで、「計測位置への誘導、計測と同時に設計値との差を表示、計測データによる帳票の自動作成」等が行え、現場計測や帳票作成で大きな効率化を図ることができる。当研究室では、基本設計データと3次元計測データを併せ持つ「施工管理データ」の仕様を定めた「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(以下、「TSデータ交換標準」という)を策定している。

本研究は、TSデータ交換標準 Ver. 4 に準拠した3次元設計データの効率的な作成方法、及び取得データの

後工程での利用を図るための検討を行うものである。

## 〔研究内容・研究成果〕

### 1. データ流通に向けたプロダクトモデルの検討

基本設計データは、3次元形状の基となる座標値と共に、その点の意味や出来形計測箇所等の情報も入力して作成する。出来形管理帳票上は「長さ、幅、高さ」等を数値で扱うのみだが、TSデータ交換交換標準 Ver. 4 に準拠した基本設計データを3次元ビューした際の見栄えは、データの作り方で変わってくる。そのため、設計～施工～維持管理の関係者間で、効率の良いデータ作成や後工程でのデータ利用といった情報流通・共有を図るためには、見本となる標準の3次元モデルが必要である。また、3次元設計データの作成が課題にあげられる一因に不慣れがあることから、標準モデルは作成時の一助となる。そこで、出来形管理時のデータ作成とそのデータの後利用時の基盤となるデータのプロダクトモデルについて、代表的な土木構造物である「一般舗装工、縁石工、排水構造物工、電線共同溝工、擁壁工、石・ブロック積(張)工」を対象にデータ作成の手間と見える化の度合い毎の標準案を提案し、長所短所を比較整理した(表1、図1)。

表1 プロダクトモデルのコンセプト

プロダクトモデルの着目点	
出来形管理	・ 施工中の丁張設置等での利用 ・ 基礎工等、対象となる工種の位置決めが必要となる工種の管理 ・ 形状を詳細に表現
維持管理	・ 工事完成図書への利活用 ・ 構造物の材料や型式等の属性情報を管理 ・ 築堤法線や地下埋設物等の工種別に維持管理に必要な情報

## 2. 基準点・用地境界等のデータ流通・活用

「基準点、工事基準点、用地境界」のデータは、過年度の調査より、少ない情報であるが後工事で有益な情報となる知見が得られている。そこで、技術資料の調査および施工者ヒアリング結果を通じて流通に効果がある情報を抽出し、基準点 XML のコンセプトを考案した（図 2）。属性や構造は、TS データ交換標準 Ver. 4 との相互利用を考慮した形とした。

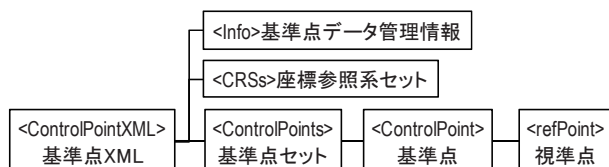


図2 基準点XMLのクラス図案

## 〔成果の発表〕

- ・平成 25 年 1 月に、「TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案) Ver. 4. 1」、3 月に対応する「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」及び「TS による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」を策定し、国総研 HP で公表。
- ・各種学会や雑誌に投稿済み。

## 〔成果の活用〕

策定したデータ交換標準 Ver. 4. 1 や対応する機能要求仕様書に基づき、ソフトが開発され、平成 25 年度より直轄工事にて活用される予定である。

		利用場面	プロダクトモデルイメージ	
出来形管理	案 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装の幅、厚さ、基準高の出来形管理</li> <li>・付属物工の延長、出来形管理</li> <li>・中央分離帯・縁石の丁張り（位置だし）に利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各層の舗装構成を作成。</li> <li>・歩道部の形状作成。</li> <li>・付属構造物（中央分離帯や縁石）の形状作成</li> <li>・中央分離帯の切れ目も作成。</li> </ul>	
	案 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装の幅、厚さ、基準高の出来形管理</li> <li>・付属物工の延長、出来形管理</li> <li>・中央分離帯・縁石の丁張り（位置だし）に利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各層の舗装構成を作成。</li> <li>・歩道部の形状作成。</li> <li>・付属構造物（中央分離帯や縁石）の形状作成</li> </ul>	
	案 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装の幅、厚さ、基準高の出来形管理</li> <li>・付属物工の延長、出来形管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各層の舗装構成を作成。</li> <li>・歩道部の形状作成。</li> <li>・付属構造物の形状は作成しない。（出来形管理は延長の設定により可能）</li> </ul>	
維持管理	案 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・工事完成平面図へのデータ受け渡しのために、取得可能な地物を対象に基本設計データの作成を実施する。</li> </ul>	下記に示す 10 地物の設計形状を作成する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・道路中心</li> <li>・距離標</li> <li>・測点</li> <li>・車道部</li> <li>・車道交差点</li> <li>・島</li> <li>・歩道部</li> <li>・盛土法面</li> <li>・切土法面</li> <li>・擁壁</li> </ul>	

図1 一般舗装工のプロダクトモデル4案(イメージ)

# 道路橋に作用する津波外力の検討

## Study on tsunami wave force acting on highway bridges

(研究期間 平成 24～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

Damage to a large number of bridges by the 2011 Tohoku tsunami caused harmful effects on the disaster area. This study aims to investigate characteristics of tsunami action on highway bridges based on the experience during the Tohoku tsunami towards formulation of design tsunami load.

### 〔研究目的及び経緯〕

東日本大震災では多数の橋梁が被災し、特に津波による上部構造の流出は交通機能に大きく影響した。道路橋示方書Ⅴ耐震設計編（平成 24 年 2 月改定）では、桁下空間の確保など津波の影響を考慮した構造計画を行うことが規定された一方、津波の影響が避けられない場合に設計で必要となる具体的な津波作用は示されていない。本研究は、東日本大震災の被災事例の分析および津波作用の推定手法の検討を進めるとともに、設計に用いる津波特性の考え方、設定手法等の検討を行うものである。

24 年度は、日本の太平洋岸に襲来した津波の履歴を文献等の調査をもとに整理するとともに、東北地方太平洋沖地震の津波（以降、東北津波とよぶ）に影響を受けた道路橋を対象に津波の再現解析を実施し、作用した津波外力と抵抗力の比較により、橋に作用した津波の推定結果を検証しその特性を検討した。

### 〔研究内容〕

#### 1. 津波履歴の調査・整理

歴史地震も含め、日本の太平洋沿岸に襲来した津波の履歴を文献等の調査により整理した。文献としては「日本被害津波総覧（第 2 版）」や「津波の事典」、調査報告等を幅広く調査するとともに、津波痕跡データベース(<http://tsunami3.civil.tohoku.ac.jp/>)を参照した。

#### 2. 道路橋に作用した津波の特性の検討

東北津波の影響を受けた道路橋を対象に、詳細な地形モデルを用いた津波伝播・遡上解析を行い、対象構造物周辺の津波（高さ・流速・流向）を再現した。さらに、水理模型実験を数値シミュレーションにより実施する数値波動水路とよばれる数値モデルの内部に対

象構造物をモデル化し、上記で再現した津波を入力して対象構造物に作用させる数値シミュレーションを実施することにより、対象構造物に作用する津波外力を算出した。得られた津波外力と抵抗力の比較により津波の推定結果を検証するとともに、道路橋に作用した津波の特性を検討した。

### 〔研究成果〕

#### 1. 津波履歴の調査・整理

西暦 869 年の貞観地震津波以降、17 の地震による津波の高さを表と地図上に整理した。その結果、複数の地震による津波高さが計測されている地点を比較すると、どの地震の津波でも津波高さが大きい地点と比較的小さい地点に分類される傾向があり、従来から指摘されているように地形の影響（V 字状の湾やリアス式海岸等で津波が大きくなる）が見られた。

ただし、複数の津波高さが比較可能な地点は限られており、特に歴史地震では計測値の信頼性が劣るため、今後、数値シミュレーションにより地形が津波高さに与える影響を定量的に把握していく必要がある。

#### 2. 道路橋に作用した津波の特性の推定

例として、新相川橋（宮城県北上町）を対象とした推定結果を示す。本橋は橋長 67.5m の鋼単純箱桁橋であり、幅員は 11m、海側と山側の桁高はそれぞれ 2.5m、2.9m である。津波で上部構造が浮き上がり、引き波により海側に移動したという目撃談が得られている。

津波伝播・遡上解析により得られた津波の波高・流速分布を図-1 に示す。新相川橋に襲来した津波は最大浸水深 14.2m、最大流速 2.0m/s、路面高を超えた時間は 4 分間と推定された。津波が陸域を遡上した速度はビデオ映像の解析から平均 6m/s 程度と推定されてお

り、この地点では津波の流速が小さい特徴がある。

この津波を入力して新相川橋に作用させた数値波動水路解析結果から上部構造に作用した鉛直方向の津波外力の時間的変化を算出したものが図-2 である。図には上部構造の上向き抵抗力（設計図から算出した支承の鉛直方向終局耐力と上部構造重量の和）をあわせて示してあるが、波力が抵抗力を大幅に上回っている。なお、水平波力は支承の水平方向終局耐力の 1/20 程度であり、津波で上部構造が浮き上がったという目撃談と一致する結果と考えられる。

同様の解析を 10 の道路橋を対象に実施し、水平波力と水平方向の抵抗力の比、鉛直波力と上向き抵抗力の比を比較したものが図-3 である。上部構造の断面形状が変化したり、一部のみ流出したりしている場合には同じ橋でも複数の上部構造として示されている。この図によると、流出した上部構造は、小泉大橋を除き、波力－抵抗力比のうち水平と鉛直少なくとも一方が 1 を超えており、流出していない上部構造はいずれの比も 1 を下回っている。小泉大橋については、地震動の影響や海側の支承から順に破断したことで流出に至った過程が詳細な再現解析によって示されている。

以上のことから、これらの道路橋に來襲した津波の推定結果は被害状況と整合しており、信頼できる結果と考えられる。各地点での浸水深と津波の時間的変化を示すと図-4 のようになり、水面の上昇速度は毎分 1～2m 程度であることがわかる。したがって、水面は比較的ゆっくりと上昇しており、各地点に來襲した津波は段波状ではなかったと推測される。また、流速は最大で 6～8m/s 程度であり、前述のビデオ映像解析で得られた平均 6m/s と整合する結果となっている。

このように、限られた地点ではあるが、東北津波の特性を把握することができた。今後は、東北津波に加え、将来発生が想定されている巨大地震の津波の特性、並びに道路橋の設計に用いる津波作用の検討を進める必要がある。

#### 【成果の発表】

上部構造と橋脚が流出した道路橋の地震・津波被害再現解析，土木学会論文集 A1，Vol. 69，No. 4，2013.

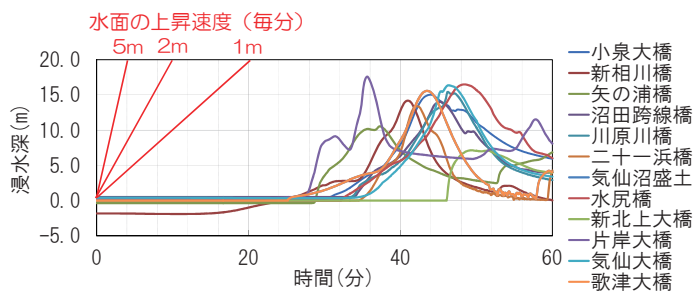


図-4 各地点に來襲した津波の浸水深・流速の時間的変化

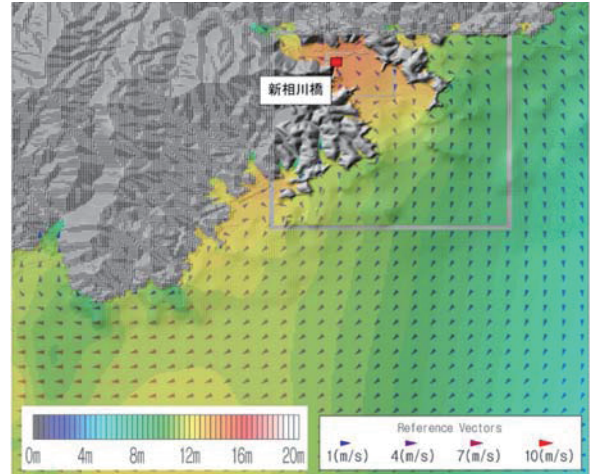


図-1 新相川橋周辺の津波高さ・流速分布の推定結果  
(津波高さ最大時)

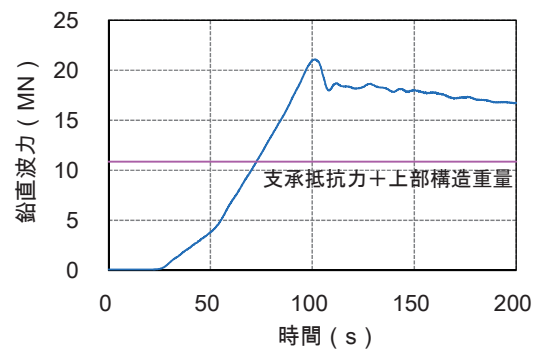


図-2 鉛直波力の時刻歴と上向き抵抗力の比較

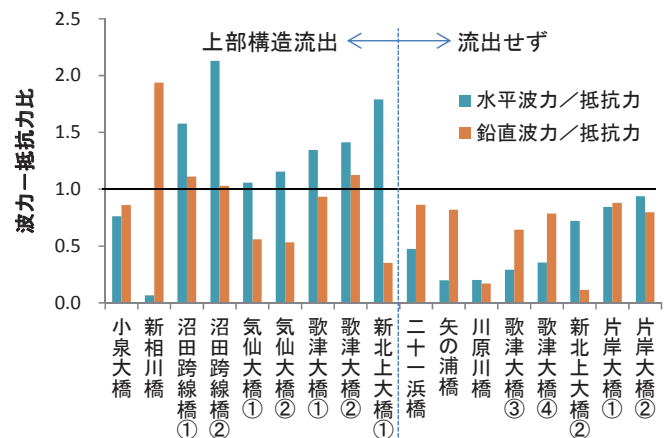
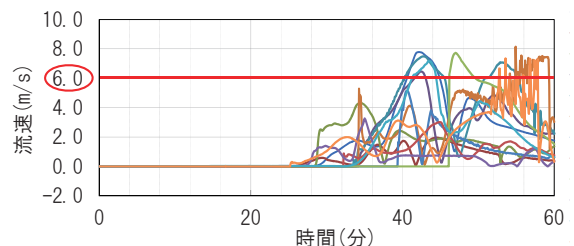


図-3 上部構造ごとの波力－抵抗力比





# 巨大地震を対象とした設計地震動の検討

Study on design earthquake motion taking account of giant earthquakes

(研究期間 平成 23～25 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	松岡 一成
Researcher	Kazunari MATSUOKA

Giant earthquakes resulting from the Nankai trough and long active faults are under growing apprehension. This study aims to investigate characteristics of ground motion during the giant earthquakes and propose Level 2 earthquake motions taking account of the characteristics.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋の耐震設計に用いる設計地震動に関して、大規模なプレート境界地震の発生を考慮した地域区分と地域別補正係数への改定が実施される一方で、南海トラフ巨大地震や長大活断層の活動による地震の発生も懸念されている。これら巨大地震については、既存の地震動推定手法の適用性が十分には検討されていないことから、本研究は国外の事例を参照しつつ検討し、設計地震動の改定案としてとりまとめることを目的とする。

24 年度は、地震動推定式の巨大地震への適用性を検討し改良を図るとともに、強震観測施設の維持管理を行い強震記録の取得を継続した。また、今までに得られた記録を用いて水平力分散構造の高架橋の地震応答解析を行い、入力損失の特性を検討した。

## 〔研究内容〕

### 1. 地震動推定式の改良検討

電磁式強震計が普及してきた 1988 年以降の内陸地震 (M5.5 以上)、海溝型地震 (M6.5 以上) を対象に、国土交通省、気象庁、(独) 防災科学技術研究所の強震記録を収集・整理し、東北地方太平洋沖地震を含む巨大地震に適用可能となるよう、地震動推定式の改良を検討した。

### 2. 強震観測施設の維持管理

強震観測施設が地震発生時に適切に道路施設の挙動を観測、記録できるように、機器の状態を良好に維持するための点検を実施した。感震器および収録装置の動作を点検するとともに、収録装置に保存されている

観測記録を回収し、数値化などの一次処理を行った。

### 3. 強震記録に基づく入力損失の特性の検討

東北地方太平洋沖地震では短周期帯で設計スペクトルを超える強震記録が多数得られた一方で、これらの記録が得られた観測点の周辺では橋の大きな被害は報告されていない。その原因として入力損失 (地震波が構造物に入射する際、基礎の剛性が周辺地盤よりも高いために地震動が反射し、構造物に入力される地震動が低減する現象) が考えられることから、今までに得られた強震記録を活用し、入力損失の特性を検討した。

## 〔研究成果〕

### 1. 地震動推定式の改良検討

計 3586 観測点で得られている 84899 記録を収集し、地震動強度や震源距離等の基準で回帰分析に用いる強震記録を選別した結果、計 1994 観測点で得られた 124 地震の 12007 記録を用いることとした。最大加速度、最大速度、SI 値、計測震度の 4 指標を対象に、次の回帰モデルを用いた回帰分析を行い、地震動推定式を作成した。

$$\log_{10} Y = a_1 M_w + a_2 D - bX + c_0 - \log_{10} (X + d \cdot 10^{0.5 M_w}) + c_1$$

ここで、 $Y$  は地震動強度、 $M_w$  はモーメントマグニチュード、 $D$  は震源深さ [km]、 $X$  は断層最短距離 [km]、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b$ 、 $c_0$ 、 $d$  は回帰係数、 $c_1$  は観測点ごとの揺れやすさを補正する係数である。

作成した地震動推定式による SI 値の推定結果と東北地方太平洋沖地震の観測値 (Ⅱ種地盤上) を比較したものが図-1 左である。観測値のばらつきは大きいものの、Ⅱ種地盤上の値になるよう地盤補正し

た推定式は観測値の平均的な傾向をよく表している。内閣府が公表している南海トラフ巨大地震の推定地震動（工学的基盤上）と比較したものが図-1 右であるが、ここでも工学的基盤上の値になるよう地盤補正した推定式は平均的な傾向とよく一致している。

したがって、今回作成した地震動推定式は、 $M_w9.0$  程度まで適用可能と考えられるが、南海トラフ巨大地震の推定地震動もばらつきが大きいため、深部地盤構造の影響を別途評価する等の検討が必要である。

## 2. 強震観測施設の維持管理

強震観測施設の点検の結果、多くの箇所では感震器、収録装置とも良好な状態で稼働していることを確認した。また、不具合が見られた一部の機器については、状況に応じて修繕を行った。

## 3. 強震記録に基づく入力損失の特性の検討

国道 45 号曾波神高架橋では、杭基礎のフーチング上とその周辺の地表面で 24 年度より強震観測を実施しており、最近発生した中小地震の際の揺れが記録されている。図-2 はそのうち良好な記録が得られた 5 つの地震を対象に、フーチングと地表面で得られた地震動の NS 成分のスペクトル比を算出したものである。周期約 0.5 秒以下の短周期成分で比較すると、変動は大きいものの、平均的にはフーチングでは地表面の 0.5 倍程度にまで低減していることがわかった。

この現象を再現するため、曾波神高架橋の構造と周辺地盤を図-3 のように簡易にモデル化し、地震応答解析を実施した。フーチングは剛部材とし、モデルの底面は水平方向のみ粘性境界とした。

2013 年 2 月 2 日に発生した十勝地方南部地震( $M6.4$ )の際に地表面で得られた記録を基盤層に引き戻して図-4 のモデル底面に入力する地震応答解析を実施した。得られた結果をスペクトル比として図-4 に示すが、解析結果も観測値と同様に短周期では低減していることがわかる。ただし、観測値には周期 0.1~0.2 秒で 1 を超える部分があること、解析結果にはごく短周期と周期 1~2 秒に構造物の応答に起因すると思われるピークがあるところが異なっている。今後、再現性を高めるとともに、地震動の振幅、地盤の堅さや基礎の大きさによって入力損失がどのように変化するかを調査する予定である。

### 【成果の発表】

設計地震動，特集：道路橋示方書 IV 下部構造編・V 耐震設計編，基礎工，Vol. 40, No. 9, pp. 51-54, 2012. 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震による強震記録，国土技術政策総合研究所資料，No. 749, 2013.

### 【成果の活用】

次期道路橋示方書の改定に反映。

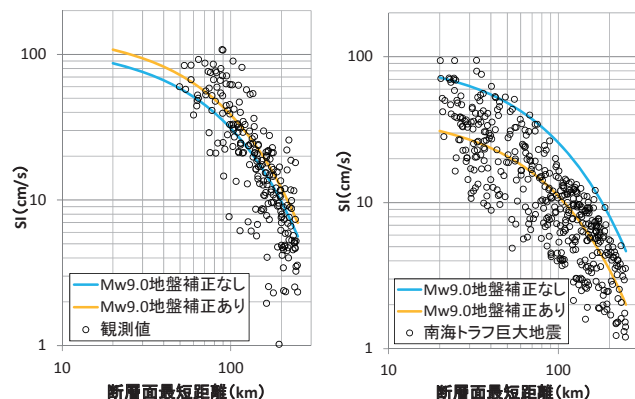


図-1 推定式と東北地方太平洋沖地震の観測値（左）および南海トラフ巨大地震の推定地震動（右）の比較

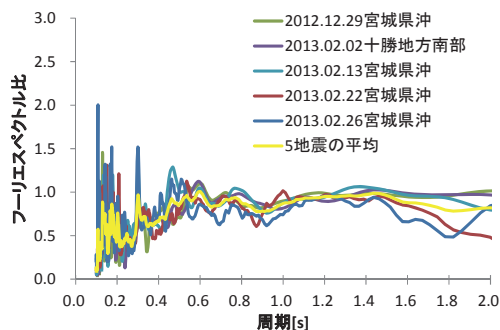


図-2 NS 成分のスペクトル比（フーチング／地表面）

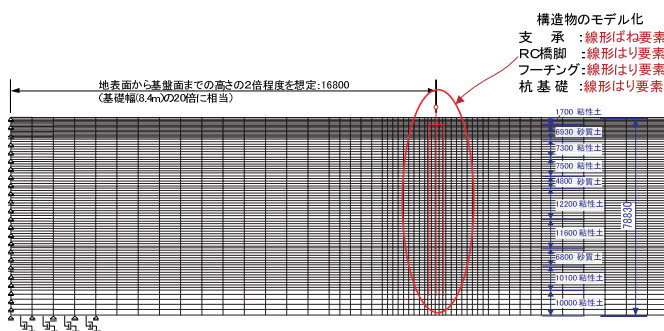


図-3 入力損失の検討に用いた FEM モデル(右側一部省略)

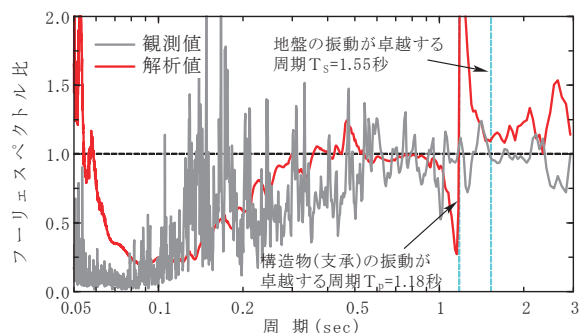


図-4 観測記録と解析結果の比較例  
(2013.2.2 十勝地方南部地震 NS 成分)

# 我が国における交通安全施策における統計データ分析

## Statistical Data Analysis for Traffic Safety Measures in Japan

(研究期間 平成 21 年度～)

道路研究部 道路空間高度化研究室  
Road Department  
Advanced Road Design and Safety Division

室 長 藪 雅行  
Head Masayuki YABU  
主任研究官 池原 圭一  
Senior Researcher Keiichi IKEHARA  
主任研究官 本田 肇  
Senior Researcher Hajime HONDA  
研究官 尾崎 悠太  
Researcher Yuta OZAKI  
研究官 武本 東  
Researcher Azuma TAKEMOTO  
研究員 木村 泰  
Research Engineer Yasushi KIMURA

This survey was the abstraction of challenges in order to reduce traffic accidents based on trends in and characteristics of the ways in which traffic accidents have occurred in recent years, and an analysis based on a traffic accident data base of trends in and characteristics of the primary ways in which traffic accidents have occurred in recent years carried out to study methods of reflecting the abstracted challenges in road traffic safety measures.

### 〔研究目的及び経緯〕

平成 24 年の交通事故死者数は、4,411 人となり前年よりも減少した。しかしながら、いまだ多くの尊い命が交通事故で失われている。本研究では、交通事故削減のための課題の抽出や、抽出した課題への対応方策の検討のため、交通事故のデータベースなどをもとに、幹線道路、生活道路での交通事故や、歩行者、高齢者、自転車などが関わる交通事故について、その発生状況の傾向・特徴を分析するとともに、欧米を中心とした海外諸国における交通安全施策に関する情報収集・整理を行った。

### 〔研究内容〕

近年の交通事故発生状況の傾向及び特徴に関する基礎資料を得るため、交通事故のデータベースなどをもとに、主に平成 23 年の交通事故発生状況に関する分析を行った。

また、欧米を中心に海外諸国の交通安全施策（歩行者・通学路安全施策、自転車安全施策、交通事故の評価手法など）について情報収集・整理を行った。

### 〔研究成果〕

#### 1. 交通事故発生状況の分析

主に平成 23 年の交通事故発生状況に関して、表 1

に示す 7 テーマ、35 集計項目の分析を行った。

表 1 分析テーマと集計項目

テーマ名	集計項目
I. 経年変動	1. 長期的な経年変動
	2. 事故類型別の経年変動
	3. 当事者別の経年変動
	4. 道路状況別の経年変動
	5. 社会経済指標と事故発生との経年変動
	6. 道路延長、安全施設等の経年変動
II. 幹線道路と生活道路 の事故状況の比較	7. 幹線道路と生活道路の経年変動(死者数・死傷者数)
	8. 幹線道路と生活道路の経年変動(事故類型)
	9. 幹線道路と生活道路の事故発生状況
III. 生活道路	10. 生活道路事故の経年変動
	11. 生活道路の事故発生状況
	12. 生活道路交差点における事故発生状況の分析
	13. 生活道路単路における事故発生状況の分析
IV. 幹線道路	14. 幹線道路における事故発生状況
	15. 幹線道路事故の事故類型別特性(単路)
	16. 幹線道路事故の事故類型別特性(交差点)
	17. 事故多発(事故率と事故密度の大きい)区間の分析
	18. 当事者種別別事故集中状況(事故密度・単路・死傷事故)
	19. 当事者種別別事故集中状況(箇所当たり事故件数・交差点・死傷)
V. 高齢者	20. 高齢者事故の発生状況およびその特徴
	21. 1 当高齢ドライバーの事故
	22. 2 当高齢ドライバーの事故
	23. 高齢自転車事故
	24. 高齢歩行者事故
VI. 自転車	25. 自転車関連事故の経年変動
	26. 自転車関連事故の発生状況
	27. 交差点における自転車関連事故の分析
	28. 単路における自転車関連事故の分析
	29. DID のある市町村別の自転車関連事故の発生状況
	30. 歩行者事故の発生状況およびその特徴
VII. 歩行者	31. 信号有り交差点における歩行者の事故
	32. 無信号交差点における歩行者の事故
	33. 交差点付近における歩行者の事故
	34. 単路部における歩行者の事故
	35. 法令違反から見た歩行者事故の発生要因



以降の 1), 2) において、表 1 の集計項目 24, 30 を中心に分析結果を紹介する。

### 1) 状態別の交通事故死者数の推移

近年の交通事故による死者数は、自動車乗車中などの各状態別の死者数は減少しているものの、歩行中の死者数は平成 20 年以降横ばいが続いている。また、歩行中の死者数には 65 歳以上の高齢者が約 2 / 3 を占めている (図 1)。

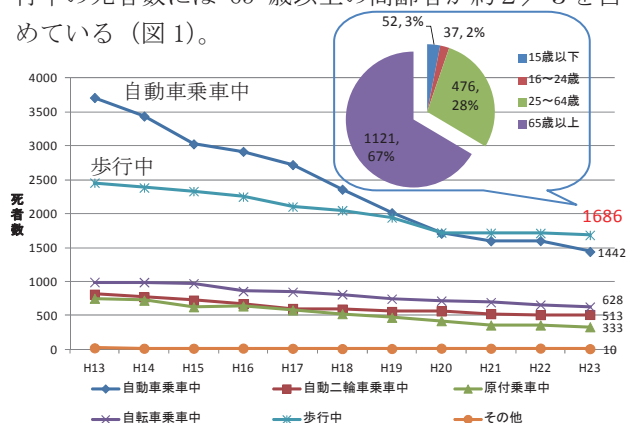


図 1 状態別交通事故死者数 (右上: H23 歩行中の年齢別内訳)

### 2) 人対車両の死亡事故件数の内訳

平成 23 年の人対車両の死亡事故件数の内訳を幹線道路／生活道路別に比較すると、幹線道路では横断中に死亡事故が多く発生し、生活道路では対背面通行中においても死亡事故がやや多く発生している。また、65 歳以上は、横断中 (横断歩道や横断歩道付近以外のその他箇所) の死亡事故が多く発生している (図 2)。

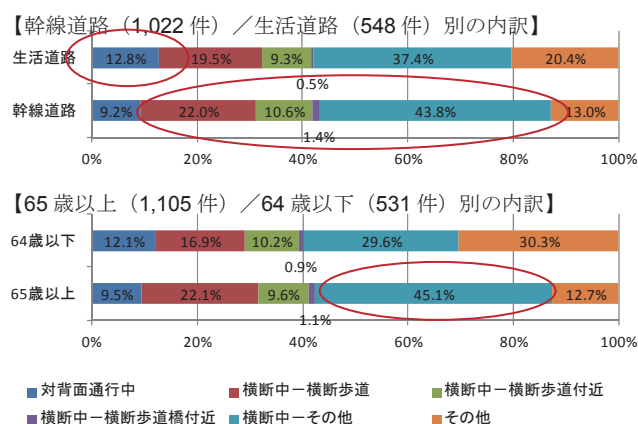


図 2 H23 人対車両の死亡事故内訳 (上: 道路別、下: 年齢別)

## 2. 海外諸国の交通安全施策の調査

海外諸国の交通安全施策の調査結果のうち、上記 1. の 1), 2) に関連した海外の取り組みについて紹介する。

歩行者の横断中事故対策として、例えば、ユトレヒト市 (オランダ) では、横断歩道の途中に交通島を設けて一旦車道方向に歩行者を向けることで車道上の車と歩行者が対面する横断歩道の事例がある (写真 1)。



写真 1 交通島で直角に曲がる横断歩道 (右: 通学路の横断歩道)

出典: ユトレヒト市提供資料

ニューヨーク市の事例では、高齢者の交通事故による死亡者の割合が全体の約 39% を占めることを背景に、高齢歩行者が抱える問題の分析結果と道路環境 (歩行者信号、道路幅員など) から重点的に対策を実施する地域 (25 地区) を選定し、横断距離の短縮などの高齢者のための安全道路プログラムを行なっている。

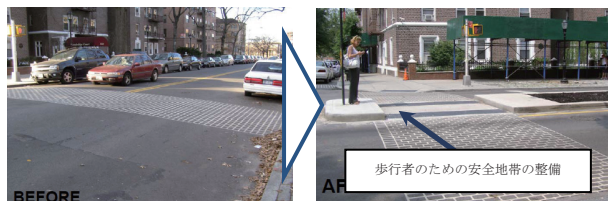


写真 2 横断距離の短縮 (上: 安全地帯の整備、下: 歩道の張り出し)

出典: NY 市 HP <http://www.nyc.gov/html/dot/html/sidewalks/safeseniors.shtml>

これらハード施策の他にも、ソフト施策として、アメリカの通学路安全プログラムでは、中央政府が各州に配分する予算において、資金の 10%～30% は周知広報活動等に使用することを義務付けており、コペンハーゲン市 (デンマーク) においても、予算の 20% は学校や保護者とのコミュニケーションや教育プログラムなどに使用されている。また、イギリスでは THINK! という旗印のもと、政府が様々なメディアのチャンネル (CM, HP, 企業とのコラボレーション等) を使い、長期的にわたり市民に交通安全に対する意識を高める広報戦略を行っている。例えば、飲酒キャンペーンなど特定の交通事故を対象に、運転者の行動や社会的規範を変える取り組みを行っている。

### 【成果の活用】

本成果は、今後の交通安全施策の展開する際の基礎資料としての活用が期待される。



# 効果的な交通安全事業を支援するための調査研究

Research to support effective traffic safety project

(研究期間 平成 23～24 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室  
Road Department  
Advanced Road Design and Safety Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

藪 雅行  
Masayuki YABU  
武本 東  
Azuma TAKEMOTO  
尾崎 悠太  
Yuta OZAKI  
山口 公博  
Kimihiro YAMAGUCHI

In order to support effective road safety project, National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) analyzed the records of accident factor analysis / countermeasure planning and the data of the countermeasure effect which were accumulated in the traffic accident countermeasure database. Based on the above, NILIM formed technical note about countermeasure planning to support road administrator.

## 〔研究目的及び経緯〕

国内における交通事故による死傷者数は近年減少を続け、2012 年には死者数が 4,411 人となったが、依然として多くの国民が交通事故の犠牲となっていることから、全国の道路管理者は、交通事故の削減に向けた取り組みを一層強化する必要がある。そのためには、これまでの交通安全対策の結果から得られる対策の効果等を分析し、今後の交通安全対策に役立てる必要がある。

本研究では、事故対策データベースに蓄積された事故要因分析・対策立案の実績や対策効果の分析、対策実施箇所の現地調査を通じ、現場における効果的な交通安全対策立案を支援するための各種技術資料を作成する。

## 〔研究内容〕

国総研が所有する事故対策データベースに蓄積された交通安全対策実施時の事故要因分析・対策立案の実績を踏まえ、事故類型及び事故発生状況毎に、交通事故の要因とそれを誘発する道路交通環境、要因を緩和・解消するための対策方針、対策方針に沿った代表的な対策工種を整理した。

また、事故対策データベースに蓄積された対策実績から、対策工種別に効果分析を行い、対策効果の発現状況を確認するための現地調査結果と合わせて、対策工種毎に、対策効果、効果が発現しやすい状況、対策実施時の留意点等を整理した。

さらに、事故対策データベースや公開資料等から、

予算や用地取得等の問題があり、一般的な対策実施が困難な箇所において、現場の工夫により対策を実施し、効果を発現させた事例を収集し整理した。

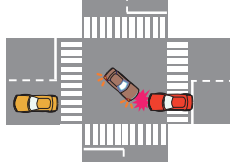
## 〔研究成果〕

### 1. 「対策立案の手引き」の作成

交通事故の要因に対応した的確な対策立案を支援するため、「対策立案の手引き」を作成した。作成にあたっては、対策立案の基本的な検討プロセスを記述するとともに、現場の担当者が対策を立案する際に参考とすることができるように、実際の検討プロセスにあわせて、「事故類型－事故発生状況（事故発生場所と当事者の組合せ）－事故発生過程－事故要因－対策方針－（道路交通環境面での）対策工種」間の関連を示す表（以下、「関連表」という）を作成した。

関連表の作成にあたっては、まず、交通事故統計データを用いて事故類型毎に事故発生状況を集計し、実際の事故発生状況を考慮して、関連表に掲載するものを選定した。次に、事故対策データベースに蓄積された事故要因分析・対策立案の実績を活用して、事故発生状況毎に、事故発生過程、事故要因、対策方針及び対策工種を列挙した。その中で、事故要因については、第一当事者、第二当事者双方の人的要因と、それを誘発する道路交通環境に分類し、選定した。対策方針は、事故要因を緩和・解消する方針を中心に選定し、それが困難な場合には注意喚起を行う方針を選定した。関連表の構成及び記載内容を表 1 に示す。

表1 対策立案の検討プロセスに沿った関連表の記載内容と具体例

対策立案の検討プロセス (関連表の構成)	関連表の記載内容	記載内容の具体例 (右折時事故に対する対策立案)
①着目する事故発生状況 の設定	事故発生状況図で判断可能な事故発生状況（事故発生場所と当事者の組合せ）を記載	右折車が対向直進車と交差点内で衝突
②事故発生過程の推定	現地調査等から推測可能な客観的な事故に至る過程を文章・図で記載	右折車が、対向直進車の間をぬって右折しようとしたが、対向直進車と衝突 
③事故要因の分析 (事故要因と要因を誘発する道路交通環境の設定)	第一当事者、第二当事者双方の認知・判断・操作ミスと、それを誘発する道路交通環境を記載	《事故要因（人的要因）》 右折車(A)：対向直進車の安全確認が十分できないまま右折 対向直進車(B)：速度が速く、回避に間に合わない 《事故要因（人的要因）を誘発する道路交通環境》 A：対向右折車により対向直進車を認識しづらい B：長い直線区間である
④対策方針の検討	事故要因を緩和・解消する対策方針を中心に記載	A：右折車と直進車を空間的に分離し視認性を向上させる B：注意を喚起する
⑤対策工種の検討	対策方針に沿った代表的な対策工種を列举	A：右折レーン（新設または正対化）、右折導流標示等 B：減速路面表示、段差舗装、法定外看板等

## 2. 対策工種別効果に関する資料の作成

関連表において列举される対策工種の候補のうち、現場の状況に適した対策工種の選定を支援することを目的として、対策工種毎の効果や対策実施により削減しようとした事故類型以外の事故への影響を分析した。また、沿道状況別、車線数別及び交通量別に対策効果の違いを分析した。さらに、より効果を発現しやすい対策実施方法を把握するため、複合対策実施時の対策効果も分析した。これらの効果分析とともに、対策実施箇所の現地調査を行い、対策効果の発現状況を確認した。

対策工種別の効果分析及び現地調査の結果を踏まえ、約100種類の対策工種について、対策工種のねらい、対策写真、対策効果、効果的設置方法及び留意事項を整理した。表2に具体例を示す。

## 3. 対策事例集の作成

用地取得やコスト等の理由から一般的な対策立案が困難な箇所での対策立案のヒントを提供することを目的として、現場の工夫により対策を実施し効果を発現させた事例を収集した。各事例について、箇所概要、事故要因、対策のねらい、対策効果の発現状況等を整理し、対策事例集を作成した。

### 〔成果の活用〕

本研究で得られた成果および知見については、今後、技術資料としてとりまとめる予定である。また、それ

表2 対策工種別効果等の具体例

右折レーンの正対化	
対策のねらい	右折車の待機位置から対向直進車を認識しづらい交差点において、右折車の視認性を向上させることをねらいとするものである。
対策の実施例	
対策効果	右折時事故の増減率：-32% (25箇所の平均値) 全死傷事故の増減率：-24% (26箇所の平均値)
効果的設置方法	中央帯幅員が広い場合、本線と右折レーンの間にゼブラ標示を行い、正対化を図る方法がある（対策の実施例の写真参照）。
留意事項	①正対化に伴い、右折レーンへの車線変更位置が認識しづらくなる箇所では、車線変更車両の急減速により追突事故が増加する可能性がある。その場合、道路標識や法定外看板等の対策を併せて行い、車線変更位置を事前に明確にすることが望ましい。 ②無理な右折を抑制するため、右折需要に応じた信号現示を確保することが望ましい。

らの技術資料に対する道路管理者の意見を収集するとともに、その後に実施された対策実施状況を踏まえて、適宜、内容の充実・更新を図る予定である。

# 車両挙動分析結果を活用した事故要因分析及び対策効果分析手法の検討

Research on early verification method for traffic safety countermeasure effectiveness based on traffic behavior observations  
(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室  
Road Department  
Advanced Road Design and Safety Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

藪 雅行  
Masayuki Yabu  
尾崎 悠太  
Yuta OZAKI

In this study, it was examined the method to verify by observing the changes in the behavior of traffic before and after measures the effectiveness of traffic safety measures. As a result, it can be seen the possibility of traffic behavior that can be applied as an evaluation index to verify the effect of the measures by comparing the changes in selected indicators of traffic behavior that matches the accident factor.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路交通の安全性確保に向けて、各道路管理者は、計画・実施・評価・改善によるマネジメントサイクルにより事業を進めている。このマネジメントサイクルの一つである対策実施後の効果検証では、対策実施前後の事故件数の比較によることが一般的である。しかし、事故データは各年の事故件数にバラツキがあり、単年の事故データのみでは対策効果の把握は難しく、効果検証に必要な事故データの確保には長い期間を要するため、追加対策が必要な場合にその実施が遅れるなどの問題がある。

本研究では事故に至らないまでも危険な車両挙動は事故よりも頻繁に発生しているとの仮定のもと、対策前後の車両挙動の変化を比較することで、対策による事故削減効果を評価する方法について検討した。

## 〔研究内容〕

### 1. 車両挙動による効果評価手法の試行

本研究では、自動車が左折時に横断歩道上の歩行者・自転車と衝突する事故に対して対策を実施した箇所において、過年度に収集していたビデオ画像を用いて、車両挙動による効果評価の試行を行った。効果評価を試行した箇所は、箇所 A、箇所 B の 2 箇所である。

箇所 A、B は共に、左折する自動車の速度低下を目的としたすみ切り半径の縮小を実施した箇所である。ただし、このすみ切り半径の縮小については、箇所 A は道路構造の改良(歩道溜まり部の拡大)によるものであり、箇所 B は路面表示(ゼブラマーキング)によるものである。

実施された対策の内容を踏まえ、以下の 2 つの指標について計測を行った。

#### ・左折時の速度

箇所 A、B とともに左折時の走行速度低下を目的と

していることから、効果評価の指標とした。なお、左折時に横断歩道上に横断者が存在しない状況で左折した車両の速度のみを計測の対象とした。

#### ・PET(Post Encroachment Time)

PET とは、ある車両が通過した軌跡と他の車両が通過した軌跡の重なる場所を衝突の危険性がある場所とし、ある車両と他の車両が通過した時間差で定義される指標である。事故のリスクを定量的に評価可能な指標であると考え、図-1 に示すように自動車と歩行者の関係に応用し、事故削減の効果を評価するための指標として計測した。この際、横断歩道手前で車両が停止し、横断者に譲った場合は、危険では無い状態と考え、計測の対象から除外した。

### 2. 車両挙動による効果評価手法の適用性検討

次に、交通挙動による効果評価の結果と、事故件数による効果評価の結果を比較し、車両挙動による効果評価の手法の適用性の検討を行った。

## 〔研究成果〕

### 1. 計測結果

#### 1) 左折時の速度

図-2 に、箇所 A、B それぞれの対策前後に計測した左折時の速度の分布を示す。箇所 A については、高速

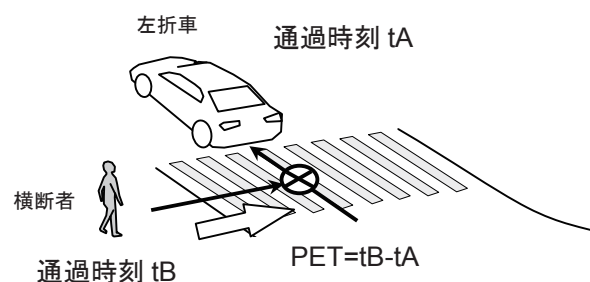


図-1 PET の計測方法

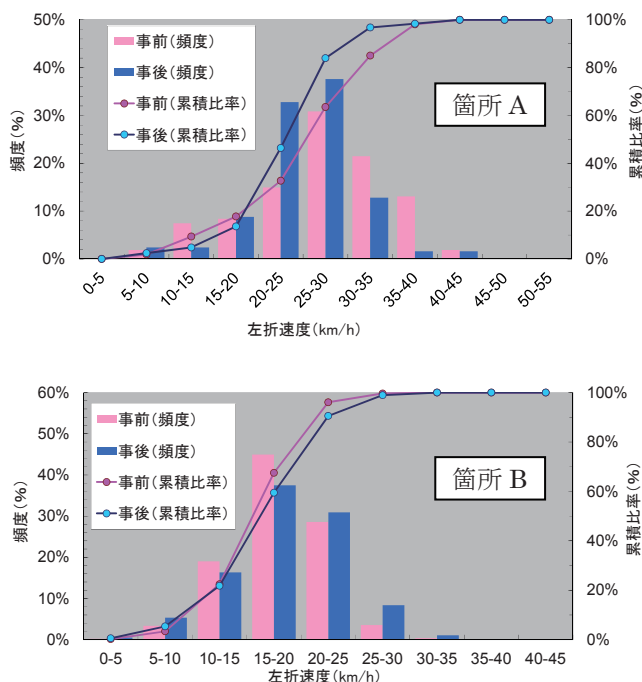


図-2 左折者の走行速度の変化

域の車両の割合が大幅に減少し、平均速度の低下が見てとれる。一方、箇所 B については、若干、高速域の車両の割合が減少しているが、左折時の速度の分布はほとんど変化が見られなかった。箇所 B において、ビデオ画像を目視により確認したところ、左折時に対策として実施したゼブラマーキング上を走行する車両が多く見られたことから、対策の効果が十分に発揮されていないと考えられる。

## 2) PET

図-3 に、箇所 A、B それぞれの対策前後に計測した PET の分布を示す。箇所 A については、あまり大きな変化は見られないものの、3 秒未満の PET の出現回数が、対策後に減少している。一方、箇所 B については、全体的に小さい PET の出現回数が増加している。PET の結果のみを見ると、箇所 A については、大きな変化は見られないものの、若干、安全側に变化している。一方、箇所 B については危険側に变化していることが分かる。

## 2. 事故件数の変化との比較

図-4 は、箇所 A、B それぞれの対策前後の、自動車が左折時に横断歩道上の歩行者・自転車と衝突する事故の件数である。箇所 A は若干の減少、箇所 B は大幅な増加となり、PET と同様に箇所 A は安全側に、箇所 B は危険側に变化している。

以上の結果より、対策により事故が減少するかどうかについては、PET という指標による評価が有効と考えられる。

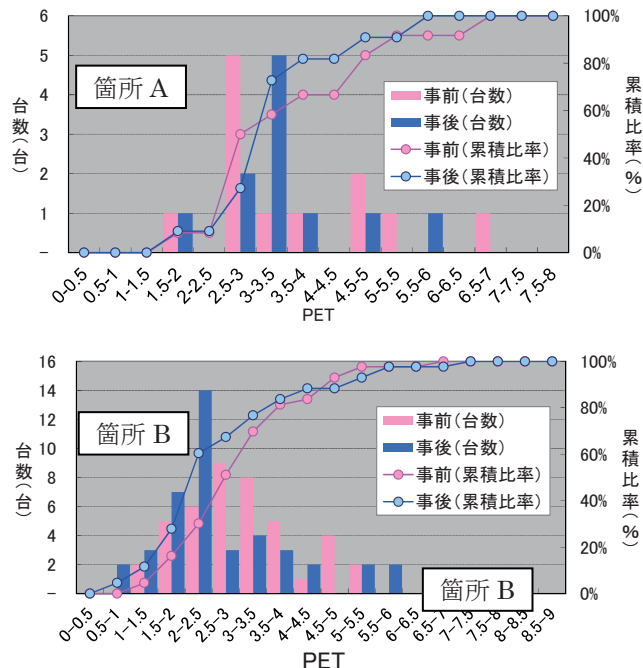


図-3 PET の変化

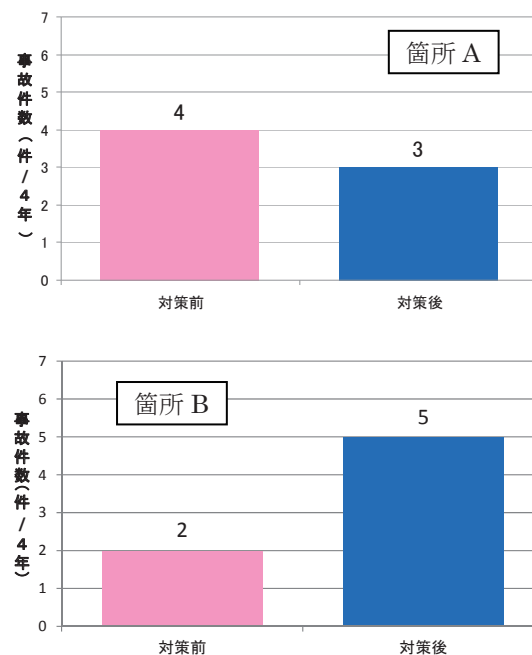


図-4 対象とした事故の発生件数の変化

## [成果の活用]

本研究の成果は、今後、ビデオ画像の取得方法や解析に必要なサンプル数の検討等を行い、車両挙動による対策効果検証手法のガイドラインとしてとりまとめる予定である。



# 生活道路における交通安全対策支援方策検討調査

Research on support methods for safety measures on residential road

(研究期間 平成 23～24 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室  
Road Department  
Advanced Road Design and Safety Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher

藪 雅行  
Masayuki YABU  
本田 肇  
Hajime HONDA

Municipalities need the low-cost and effective measures for road traffic safety in the residential area. In this research, the running speed and the position were observed in the residential road where road cross section composition differs. As a result, it turned out that the existence of center line has affected the running speed.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、人優先と感じられる道路とはどのような道路かを明らかにするため、路側帯幅員等の道路横断面構成の違いにより、どの程度速度抑制が期待できるかについて検討を行うものである。H23 年度のドライビングシミュレータ（以下、「DS」という）を用いた調査と比較するため、道路幅員概ね 4m、6m、8m の合計 30 路線において走行速度調査を行い、道路横断面構成等の違いと走行速度との関係等を把握するものである。

## 〔研究内容〕

自動車の走行速度等調査の実施と結果整理

## 〔研究成果〕

### （1）調査対象区間の抽出

インターネット上で公表されている道路台帳、昨年度の事例調査結果等から、道路横断面構成や沿道状況、交通状況を把握し、道路横断面構成の違いが走行速度に与える影響を比較できるよう 30 区間の調査対象区間を抽出した（写-1、表-1）。

抽出にあたっては、交差点間距離が 80m 以上あること及び道路幅員が概ね 4m、6m、8m に近い路線であることを第 1 条件に、路側帯の有無やその幅員、中央線の

有無等の道路横断面構成の違いとともに、路側帯のカラー化の有無や一方通行規制の有無等の要素も加味した。



写-1 調査対象区間の例

表-1 抽出した調査対象区間

	全区間数	相互通行	一方通行	カラー舗装	中央線	シケイン
4m	5	1	4	2	0	1
6m	17	11	6	5	1	0
8m	8	6	2	3	5	0
合計	30	18	12	10	6	1

### （2）自動車の走行速度調査等の実施と結果整理

抽出した調査対象区間それぞれにビデオカメラを複数台設置し、対向自動車等の影響のないサンプル 20 以上、影響のあるサンプル 30 以上を撮影し、各サンプルの車種（大型、普通、軽）、走行速度及び走行位置（車道端または車道外側線からの距離等）を読み取った。この際、読み取り精度等を勘案し、0.2 秒毎の値を算出し、更に前後 3 点を相加平均した上で、1 サンプル毎に、走行速度と走行位置のプロフィールを作成した（図-1）。

次に、交差点付近での減速等の影響を排除するため、区間始終点での走行速度の平均値と区間平均走行速度の平均値に有意な差がなく、走行速度が概ね道路横断面構成のみに依存すると考えられる区間中央部分を分析区間として設定した。その上で、分析区間内の平均走行速度が極端に速いまたは遅い等のサンプルを異常値として排除した。

その後、分析区間における平均走行速度と最高速度の平均値及び 85% タイル値、平均離隔距離（車道端または車道外側線からの距離）を算出し、整理した（表-2）。

また、対向自動車等の影響のあるサンプルについては、その影響要因の内容（対向車両、駐車車両、二輪車、自転車、歩行者）及びその台数（又は人数）を整理した。

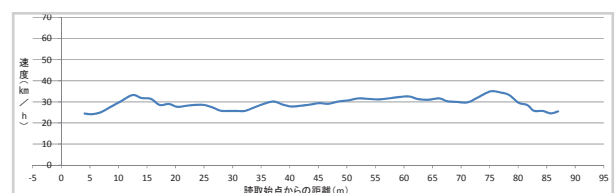


図-1 走行速度プロフィールの例

表-2 調査対象区間毎の道路横断面構成及び走行速度  
(対向自動車等の影響のないサンプル)

区間 番号	通行 規制	幅員			その他要素		分析区間走行速度	
		道路幅員	車道幅員	路側帯幅員 (両側計)	路側帯 カラー化の 有無	中央線の 有無	平均速度 (平均値) (km/h)	最高速度 (平均値) (km/h)
1	一方 通行	3.90m	3.90m	なし	—	—	17.2	22.0
2		4.00m	2.10m	1.90m	両側	—	29.7	35.8
3		4.20m	2.20m	2.00m	両側	—	26.8	33.5
4		4.20m	1.96m	2.24m	両側	—	31.9	37.7
5		5.97m	3.20m	2.77m	なし	—	31.2	35.5
6		6.00m	3.60m	2.40m	なし	—	26.6	30.3
7		6.00m	3.50m	2.50m	両側	—	32.3	35.8
8		6.15m	3.30m	2.85m	なし	—	25.9	31.3
9		6.29m	3.09m	3.20m	なし	—	34.1	39.5
10		6.30m	3.30m	3.00m	なし	—	30.0	34.2
11		8.00m	3.90m	4.10m	両側	—	27.7	33.4
12		8.20m	5.30m	2.90m	なし	—	33.5	39.0
13	双方 方向 通行	4.00m	4.00m	なし	—	—	27.4	32.9
14		5.60m	3.60m	2.00m	両側	—	30.1	33.9
15		5.90m	3.90m	なし	—	なし	30.0	37.0
16		6.00m	6.00m	なし	—	なし	30.5	34.6
17		6.00m	4.00m	2.00m	片側	—	30.1	33.4
18		6.00m	3.44m	2.56m	なし	—	32.9	37.8
19		6.04m	4.00m	2.04m	両側	—	32.6	36.7
20		6.10m	3.50m	2.60m	なし	—	31.5	35.6
21		6.20m	6.20m	なし	—	あり	38.9	44.2
22		6.20m	6.20m	なし	—	なし	33.4	39.9
23		6.50m	4.60m	1.90m	なし	—	31.3	35.9
24		6.50m	4.60m	1.90m	両側	—	30.1	34.8
25		7.92m	5.32m	2.60m	なし	あり	35.6	41.2
26		8.00m	8.00m	なし	—	あり	37.8	41.4
27		8.00m	5.60m	2.40m	なし	あり	35.7	38.7
28		8.00m	4.40m	3.60m	両側	—	34.5	38.0
29		8.10m	5.50m	2.60m	両側	あり	37.3	41.7
30		8.20m	5.60m	2.60m	なし	あり	33.6	37.2

※区間 No.1 は、他の 29 区間と比べ平均走行速度が低いため、スミルノフ・グラブス検定により異常値と判定されたため、以降の分析には用いていない。

### (3) 走行速度と道路横断面構成要素の比較分析

道路横断面構成要素の走行速度への影響の有無について把握するため、(2)で算出した各調査区間の代表値(平均速度の平均値と最高速度の平均値)について、有意差検定を行った。その結果、道路幅員、車道幅員、路側帯幅員、カラー舗装(両側)の有無、中央線の有無、通行規制の有無、シケインについて、有意な差が出る可能性があるという結果となった。このうち、道路幅員と車道幅員の間に一定の相関がみられることから、道路幅員を説明変数として用いることとし、路側帯幅員については今回の調査対象区間では離散値であることから、その有無を説明変数とした。

これらを踏まえ、道路幅員、路側帯の有無、カラー(両側)の有無、中央線の有無、方向規制の有無を説明変数、走行速度(平均速度の平均値と85%タイル値、最高速度の平均値と85%タイル値)を目的変数とする重回帰分析を行った。

この結果、全29区間を対象とした場合には、平均速度の平均値及び最高速度の平均値を目的変数とした2ケースにおいて、補正 $R^2$ 値が0.5を超え、中央線の有無のみが走行速度に有意な影響を与える結果(中央線があると約4~5km/h速度が上昇)となった。これは、昨年度のDS調査における「道路幅員が広がると走行速度が速くなる」とは異なる結果であった。

また、全29区間を対象にした場合の目的変数が平均速度の85%タイル値、最高速度の85%タイル値のケースでは、補正 $R^2$ 値が0.5を下回り、これらの説明変数ではうまく説明できない結果となった。

### (4) DS調査結果との比較

昨年度のDS調査と本年度の実測調査における走行速度と走行位置について、相関分析及び有意差検定を行い、DS調査の有効性について有意差検定を行い検証した。

この結果、走行速度については、DS調査と実測調査との間には一定の相関があり、概ね有意な差がなかったため、DS調査が走行速度調査に一定程度有効であると考えられる。ただし、昨年度使用したコンピュータグラフィック動画と本年度調査対象区間は必ずしも同一空間ではなく道路横断面構成が異なるため、比較できなかった要素もある。例えば、シケインの有無、道路全面カラー化の有無、インターロッキング舗装の有無等の特殊な要素がある場合の有効性は、確認できていない。

一方、走行位置については、両者の相関が低く有意な差がある場合が多かった。また、走行位置の平均値を見ると、実測調査結果よりもDS調査結果の方が概ね車道端側を走行していた。これは、DS調査では電柱の影響や歩行者等の飛び出し等の懸念がなかったため、車道端からの離隔距離を取らなかったことが要因と考えられる。

### (5) 走行速度に影響を与える要素の抽出

対向自動車等の影響があるサンプルについて、調査区間毎に重回帰分析を行い、走行速度に影響を与えると考えられる要素の抽出を試行した。

この結果、補正 $R^2$ 値は概ね0.2未満となり、対向自動車等と走行速度の関係はうまく表すことはできなかった。しかし、単相関係数の大きさから、歩行者や自転車よりも対向車両や駐車車両の有無が走行速度に対して、より大きな影響を与えることが示唆された。

### 【成果の活用】

本研究では、ある道路幅員の場合に、どのような道路横断面構成とすれば、走行速度が遅くなるのかという点について十分な知見は得られなかったものの、中央線等の道路横断面構成要素が走行速度に影響を与える可能性が示唆された。また、DS調査の有効性が一定程度確認されたため、引き続き、どのような横断面構成が速度抑制に効果的か実道調査及びDS調査を組み合わせ検討し、これらの知見を技術資料として取りまとめ提供していく予定である。

# 豪雪時の官民連携対応策の先進事例に関する調査

## A Study of Public-Private Collaboration in Snow Disaster management

－中山間地域における冬期地域防災力強化に関する研究－

-The Improvement of Community Power in Snow Disaster Management-

(研究期間 平成 22～24 年度)

総合技術政策研究センター建設経済研究室  
Research Center for the Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	大谷 悟
Senior Researcher	Satoru OTANI
主任研究官	湯原 麻子
Senior Researcher	Asako YUHARA
主任研究官	大橋 幸子
Senior Researcher	Sachiko OHASHI

This study aims at improving self and mutual help local communities and public-private collaboration in snow disaster management in hilly and mountainous areas with heavy snowfall. The measures against heavy snow disasters including communication tools were explored through case studies and the concise guideline for promoting communications between residents in a local colony was made.

### 〔研究目的及び経緯〕

中山間豪雪地帯集落においては、人口減少や高齢化が進み、自助・共助能力の減退、及び行政の財政負担能力の低下により、冬期道路の管理水準の低下やそれによる豪雪等の災害時の安全確保の困難が懸念されている。そのため、自助・共助能力の強化とともに、地域住民と行政が連携しての対応がより一層必要となっている。

そのため本研究では、中山間豪雪地帯市町村の生活維持や安全確保のための自助・共助・公助能力強化に資する支援制度、官民連携による豪雪対応方策、及びその官民連携を円滑に行うためのコミュニケーション活性化手法の調査及びとりまとめを行った。

### 〔研究内容〕

本研究は以下の2つで構成している。

#### 1. 中山間豪雪地帯の課題に対する制度・施策事例の収集・整理

平成 23 年度までに、中山間豪雪地帯にある市町村のうち 333 団体から得られたアンケートの回答から制度・施策事例を、自助、共助、公助のどれに該当するか、機械をはじめとした除雪の手段、支援対象（個人または地域等）等の施策の特性と、規模、高齢化率等の市町村の特性をリンクさせたデータベースを構築した。

平成 24 年度は、データベースを基に、中山間豪雪地帯における災害時の安全確保等のための制度・施策の

さらなる収集・整理を行うとともに、その中で先進的な施策を実施している地方公共団体にヒアリング調査を行った。

#### 2. コミュニケーション活性化手法

豪雪時における地域での自助・共助を推進していくため、地域内のコミュニケーションが重要である。そこで、その活性化を図るための手法の整理を目的として、秋田県・新潟県の計 5 地区でワークショップ及び実証実験を行い、その結果をもとに、地方公共団体や地域活性化に取り組んでいる NPO 等を対象としたコミュニケーション活性化の手引き(案)を作成した。

この手引きは、利用者として、豪雪地帯で、市町村の職員や地域振興に取り組む NPO 等を、共助としての雪対策を実施していないが、地域内でコミュニケーションは活発な地域をそれぞれ想定している。

平成23年度までに、ワークショップ 3 回、実証実験 1 回と手引き(案)の原案作成を行い、平成24年度は、その後振り返りのワークショップ 1 回と、手引き(案)に関するヒアリングと手引き(案)への反映を行った。

### 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

#### 1. 中山間豪雪地帯の課題に対する制度・施策事例の収集・整理

##### 1.1 先進事例の調査

平成 23 年度までに収集された事例をもとに、他の市町村にも適用可能性のある先進的な取り組みを実施して



いる7市町を訪問し、ヒアリング調査を行った。その結果を表-1に示す。

建設業者の除雪からの撤退、厳しい市町村財政、人口減少・高齢化の進展により共助・自助の後退等を反映して、除雪の担い手確保及び高齢者支援に関する施策が多い。

## 2. コミュニケーション活性化手法

### 2.1 ワークショップの開催

平成22年度に秋田県仙北市3地区、平成23年度に新潟県長岡市1地区、同十日町市1地区の計5地区でワークショップ、実証実験等を実施した。ワークショップには、集落や地域の住民のほか、市や社会福祉協議会の職員、地域振興に取り組むNPO、ファシリテーター、学識者等が参加した。

ワークショップを3回、実証実験1回、その後振り返りのワークショップ1回で構成しており、全体の流れは、表-2のとおりである。

まず、地域防災力向上ワークショップの豪雪版とし

表-1 除雪の先進事例

調査先	取り組み事例
北海道美深町	・路線除雪の一部を農家に委託除雪 ・町や自治会等でたすけあいチームを結成し、高齢者の除雪を支援
秋田県横手市	・空き家の管理対策(調査、指導等) ・市発注工事の受注者への除雪協力要請
山形県最上町	・“地域づくり協力隊”として地区ごとの担当職員制度を導入し、町役場と住民の間にたすけあい除雪を支援
新潟県津南町	・冬期に除雪のための臨時職員を雇用し、大部分を直営で除雪
新潟県上越市	・地域で除雪機購入時に費用の大部分を補助
富山県砺波市	・地域ごとに設置された委員会が市から除雪の委託を受けて実施
京都府京丹後市	・地域へ除雪機貸し出し、免許取得助成

表-2 ワークショップ全体の流れ

目的	主なプログラム
ステップ① 地域の問題を話しあう 〈ワークショップ1〉	●地域防災力向上WS 豪雪シミュレーション ・冬期生活の問題、対策、対策実施上の困難、今からできる準備視点から意見出し ●地域防災力向上WS 防災マップづくり ・冬期生活の問題、豪雪対策に役立つ施設等を地図上で確認して記入
ステップ② 問題解決の対策を見つける 〈ワークショップ2〉	●地域防災力向上WS 豪雪シミュレーション ・前回結果を踏まえて再度話し合う ・将来の視点から抜け落ちている要素等を確認 ●地域防災力向上WS 豪雪シミュレーション ・豪雪シミュレーションで出た対策案の優先度を決定
ステップ③ 対策の内容を具体化する 〈ワークショップ3〉	●豪雪対策実施プラン作成WS ・前回結果を振り返り、具体的な活動案を決定し、実践プラン(名称、当日の流れ、準備事項)を作成
ステップ④ 対策を実践する 〈実証実験〉	○実証実験プランの説明 ○実証実験の実施 ○実証実験の振り返り
ステップ⑤ 振り返り 〈ワークショップ4〉	○昨年度の取組の報告 ○振り返り ○今年の活動についての意見交換

て、地域の問題の把握・共有を図る。次に、対策の方向性を発見・共有する段階に進む。そして、対策を実際に行う実証実験のプランの作成までを行う。その後、実証実験を実施し、その成果及び反省点について意見交換を行い、共有する。最後に、次の秋または冬に前年度の取り組みを振り返り、定着を図る。

各地区の参加者の属性や地域条件等により差はあるものの、実証実験までは、活発な意見交換を行い、コミュニケーションを深め、高齢世帯の除雪、防火水槽等周辺の除雪、ボランティアの受け入れ訓練といった実証実験案をとりまとめ、実際に実験まで実施でき、概ね、表-2のステップの有効性は確認できた。ただし、翌冬に開催した最後の振り返りの結果、いかに継続させるかについて課題がある。

### 2.2 地域のコミュニケーション活性化のための手引き(案)の作成

ワークショップの結果をもとに、豪雪への対応策を地域でのコミュニケーション活性化のための手法を簡潔にとりまとめた「豪雪対応ワークショップ手引き(案)」を作成した。

作成にあたり、ワークショップを開催した5地区について、地方公共団体職員、NPO、地元住民等から手引きに関するヒアリングを行った。

全体の構成は、表-2の項目を具体的なプログラム内容として、この手引き案の目的及びワークショップの概要をとりまとめたものである。ヒアリングの結果を受けて、目的及びワークショップの概要に関しては、市町村職員やNPO等がワークショップ開催の動機付けが高まるように配慮するとともに、具体的プログラムで活発な議論となるよう専門家の講義、思考ゲーム等のオプションの設定、不参加者のフォローアップ方法等について記述を加えた。

#### 【成果の公表】

ゆきみらい研究発表会、雪工学国際会議、土木計画学研究発表会等で成果を発表している。また、主集・整理した市町村の施策事例や先進事例、コミュニケーション活性化の手引き等をホームページ等で公表する予定である。

#### 【成果の活用】

市町村の豪雪への取り組み事例(先進事例含む)を公表することにより、各市町村の取り組みの企画・立案の基礎資料となる。また、コミュニケーション活性化の手引きを活用することにより、除雪に対する地域の取り組みの推進に寄与することが期待される。

#### 【参考文献】

1)(社)中越防災安全推進機構：地域防災力向上のためのワークショップキット地震版説明書、2010



# 除雪の社会経済活動への影響に関する調査

## A Study on Effects to Socio-economic Activities by Snow Removal on Roads

(研究期間 平成 24～26 年度)

総合技術政策研究センター建設経済研究室  
Research Center for the Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	大谷 悟
Senior Researcher	Satoru OTANI
主任研究官	湯原 麻子
Senior Researcher	Asako YUHARA
主任研究官	大橋 幸子
Senior Researcher	Sachiko OHASHI

In order to make sustainable development in Japan, it is necessary to reduce the socio-economic influences of snowfall and to mitigate the handicap in winter in regions of snowfall and low temperature. This research is to investigate and consider the influences to road traffic and socio-economy in order to contribute to effective and efficient snow removal program.

### 〔研究目的及び経緯〕

積雪寒冷特別地域では、冬期の降雪により、移動時間の増加、定時性の低下、交通量自体の減少等が生じている。国土面積の6割、人口の2割がこの積雪寒冷特別地域にある中で、我が国の活力ある社会経済を持続させるためには、生活・社会経済活動における雪の影響を抑制し、冬期のハンディキャップを軽減する施策を展開する必要がある。

本調査は、効率的かつ効果的な除雪の施策に資するために、積雪及び除雪が道路交通及び社会経済に及ぼす影響について調査検討を行うものである。

### 〔研究内容〕

研究の初年度である平成 24 年度においては、冬期の降雪による影響に関する基礎的な情報として、以下の2つの調査を行った。

#### 1. 道路交通への影響

道路交通と気象データの関係を把握するとともに、冬期交通の特徴を表す指標の整理を行った。

#### 2. 社会経済への影響

積雪地域にある運輸業・製造業の事業所に対して、冬期の経路選択、冬期と夏期の輸送状況の違い等をアンケート及びインタビューにより調査した。

### 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

#### 1. 道路交通への影響

##### 1.1 冬期の道路交通の特徴を示す指標の設定及び算出

冬期における広域的なネットワークとしての道路利用状況を把握するため、交通量常時観測データ、道路

交通センサス箇所別基本表等のデータを用いて、冬期交通の特徴を表す指標を選定した。積雪の多い北陸地方整備局管内のデータをもとに検討した結果、冬期とそれ以外（本調査では、積雪期：12/1～3/31、非積雪期：4/1～11/30 とした）を比較して、顕著な違いが見られる5指標（表-1）を抽出し、それを積雪寒冷特別寒冷地域全体で算出した。図-1 に5指標の事例の一つとして、交通量の変化率（平日夜間、大型車）を示す。

表-1 抽出した指標

分類	指標・カテゴリ
基礎的指標	日平均交通量（平日、休日）、非積雪期と積雪期の日平均交通量の比（平日、休日）
交通量の変化率	平日・ピーク時・小型車、平日・オフピーク時・小型車、休日・小型車、平日・大型車、平日・夜間・大型車
平均速度の変化率	平日、平日・ピーク時、平日・オフピーク時、平日・夜間、休日
速度分散の変化率	平日、平日・ピーク時、平日・オフピーク時、平日・夜間、休日
一定以下速度の割合	平日・30km/h以下、平日・40km/h以下、休日・30km/h以下、休日・40km/h以下

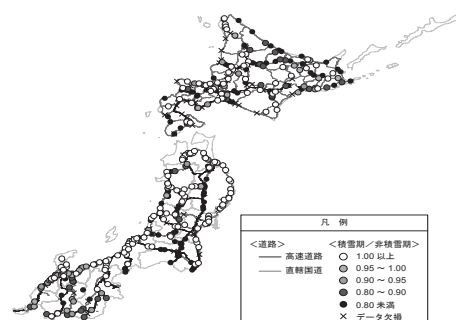


図-1 積雪寒冷特別地域での指標の算定の例（交通量の変化率 平日夜間、大型車）

これらの指標の算出結果からは、全般的な傾向として、積雪期は非積雪期に比べ、交通量、走行速度が、減少、低下する傾向が確認された。また、積雪期は非積雪期に比べ、走行速度が低下する傾向が山地部で強いこと、交通量が減少する傾向が休日に強いこと、大型車交通量は沿岸部の道路で増加する傾向があり内陸部で減少する傾向があること等が確認された。

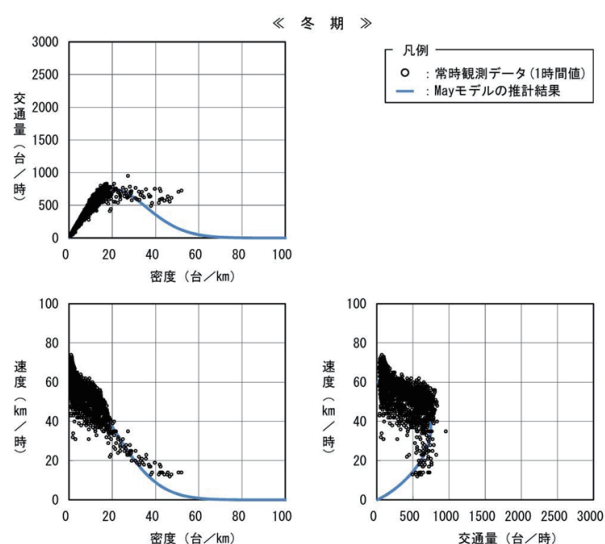


図-2 冬期におけるK, V, Qの関係（地点：宝来）

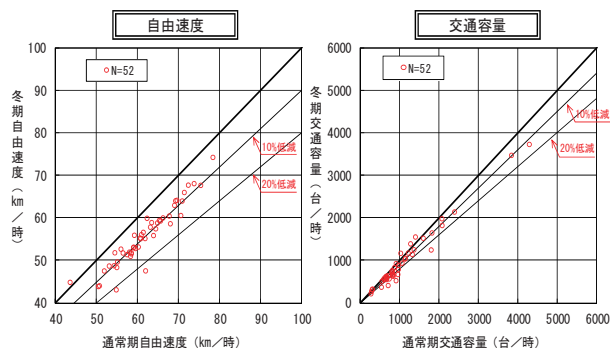


図-3 K-V式から求めた自由速度と交通容量に関する通常期と冬期の関係

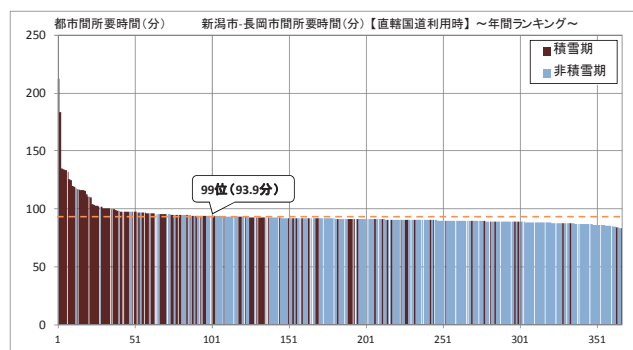


図-4 365日の所要時間分布(降順)（新潟市-長岡市間）

## 1.2 気象状況と交通量の関係

交通量 (Q)、交通密度 (K)、走行速度 (V) の関係を整理した。事例を図-2 に示す。

これを常時観測地点ごとに積雪期と非積雪期で求め、各地点の自由旅行速度と交通容量の積雪期と非積雪期の関係を求めると、図-3 のとおり、積雪期は非積雪期に比べてともに1割程度低下している。

## 1.3 プローブデータを用いた冬期交通の影響の整理

プローブデータから算定した道路交通センサ基本区間ごとの1日の平均旅行速度を用いて、積雪地域の12の主要都市間における365日の1日ごとの所要時間を算定し、降順に並べ替えるとともに、積雪期・非積雪期別の所要時間の分布を整理した。事例として、新潟-長岡間の1日ごとの所要時間(降順)（図-4）及び積雪期・非積雪期別の所要時間の分布（図-5）を示す。平均所要時間は非積雪期91分に対し、積雪期100分と増加している。

## 2. 事業者の冬期の利用経路等の実態調査

積雪の多い北陸地方（新潟県、富山県、石川県）と比較的積雪の少ない中国地方（鳥取県、島根県、岡山県）の事業者（運輸業、製造業）に、冬期の輸送実態（輸送品目、走行ルート、配送時間等）に関するアンケート調査を行った。無積雪時はルートとして地方道を選択している事業者が、冬期は安全性、確実性を重視したルート選定を行っており、直轄国道の利用頻度が増すこと等がわかった。

### 〔成果の公表〕

冬期の交通量と気象との関係について学会等で発表を予定している。

### 〔成果の活用〕

本年度の成果は、道路の除雪施策及び計画の検討・立案に基礎的資料として活用できるよう関係地方整備局に提供する予定である。

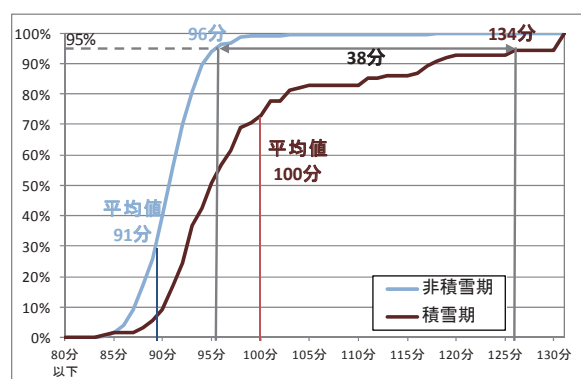


図-5 非積雪期・積雪期別累積所要時間度数分布

# 道路防災対策の効果計測方法に関する調査

Research on estimate method for effects of Road Disaster prevention

(研究期間 平成 23～24 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 金子 正洋  
Head Masahiro KANEKO  
主任研究官 木村 祐二  
Senior Researcher Yuji KIMURA  
主任研究官 間瀬 利明  
Senior Researcher Toshiaki MABUCHI

Road disaster prevention works are carried out based on the results of periodical road disaster assessment. This study aims to propose an estimate method for effects of road disaster prevention works of road network using results of periodical assessment, in order to increase efficiency of planning and operation of Road disaster prevention works.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路防災総点検の結果などの資料を基にして、道路防災対策が必要な箇所毎に優先順位を検討し、限られた予算の中で効率的な対策事業の実施に努めている。

本研究は、これまで箇所毎に行っている対策の優先度判定から、路線全体の交通機能を確保していく上で必要性の高い対策箇所から優先的に実施することを目的として、主要な道路防災対策工の効果を実定的・定量的に計測する方法について検討する。

24 年度は、道路斜面災害による通行止め事例を整理し、昨年度検討した防災対策工の効果推計方法と流出土砂量推定式を用いた効果計測方法の検討及び対策効果の分析を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 道路斜面災害による通行止め事例の整理

平成 2 年度以降に全国の直轄国道で発生した斜面災害を中心に、全面通行止めが発生した災害事例に関する資料を収集した。対象事例の中から対策工種毎の対策効果を把握するために、被災した各対策工で通行止め時間の長短、災害規模の大小が異なる事例を選定し、災害の状況に関する項目（発生原因、災害形態・規模、既設対策の有無、道路上への土砂到達範囲、通行止め時間）と対策工に関する項目（工種、数量）について整理した。

### 2. 道路防災対策工の効果計測方法の検討

1. で収集・整理した災害事例より、主要な防災対策工による交通影響への軽減効果について、①被災した斜

面のうち、対策工が未施工の斜面、②被災した斜面のうち、対策工が施工済の斜面、③被災した斜面に隣接する被災していない斜面（非被災斜面）を対象に、表-1 に示す効果計測方法を用いて整理した。

表-1 の「交通影響 (B)」を構成する要素のうち、「復旧費用」は収集資料等から算出した「土砂撤去費＋応急対策費＋復旧対策費」とし、「迂回損失」は災害事例毎に迂回路を地図上から想定した上で、「費用便益分析マニュアル (H20. 10)」における走行時間短縮便益及び走行経費減少便益の算出方法により算出した。

表-1 効果計測の対象斜面と計測方法

事例区分	効果計測の対象斜面		
	被災した斜面		被災斜面に隣接する非被災斜面
	対策工が未施工	対策工が施工済	
模式図			
交通影響 (B) の算出方法	実際の交通影響 (復旧費用＋迂回影響)	B1: 対策工が未施工の場合に想定される交通影響 B2: 実際の交通影響	隣接する被災斜面における実際の交通影響
対策費用 (C) の算出方法	必要であった対策工を想定して、その費用を算出	実際の対策工費用	実際の対策工費用
対策工の効果に関する計測方法	① B/C (費用便益比) ② B-C (効果発現額)	① (B1-B2)/C (施工済対策工の費用便益比) ② (B1-B2)-C (施工済対策工の効果発現額)	① B/C (費用便益比) ② B-C (効果発現額)

### 3. 主要な道路防災対策工の効果分析

主要な道路防災対策工について、2. で整理した結果より、先ず対策必要箇所を設置される個々の対策工の効果についてシナリオ分析（単一斜面の効果分析）を行い、この結果から、路線（区間）に設置される複数斜面の対策工を対象として、長期間（30 年間）における対策効果についてシナリオ分析を行った。

## [研究成果]

### 1. 道路斜面災害による通行止め事例の整理

収集した災害事例のうち、対策工による交通影響への軽減効果を計測するために必要な情報が得られた54事例について、表-2、3のように整理した。

表-2 災害事例の整理結果（その1）

災害形態	件数	通行止め時間	件数	既設対策工の有無	件数
崩壊	31	～1日	12	有	40
落石	3	1日～2日	15		
岩盤崩壊	1	2日～3日	9		
地滑り	3	3日～5日	6		
土石流	13	5日～10日	2	無	14
盛土崩壊	3	10日以上	7		
合計	54	合計	51※	合計	54

※3地点は不明

表-3 災害事例の整理結果（その2）

既設対策工の工種	件数	復旧対策工の工種	件数
法枠工	1	法枠工	13
落石防護柵工	19	落石防護柵工	8
矢板併用H杭工	1	矢板併用H杭工	11
落石防護網工	9	落石防護網工	5
吹付工（モルタル、CO）	3	吹付工（モルタル、CO）	2
擁壁工	2	地山補強・グラウンドアンカー工	17
谷止工（流路工等含む）	11	谷止工（流路工等含む）	1
		その他	16
合計	46※	合計	73※

※複数工種併用箇所を含む

既設対策工と復旧対策工を比較すると、復旧対策工では、グレードの高い（費用の高い）対策工が採用される傾向が確認された。

### 2. 道路防災対策工の効果計測方法の検討

主要な防災対策工毎に、対策による交通影響への軽減効果の計測を行い、表-4のように整理した。

落石防護網工と擁壁工の計測結果はB/Cが1以下、B-Cがほとんどマイナスになったが、これは通行止めによる迂回損失に着目した計測方法では落石防護網や擁壁工が持つ防災機能を十分評価出来ないことによるものと考えられ、今後はこれらの対策工に係る別の効果計測方法の検討が必要と考えられる。

表-4 主要な道路防災対策工の効果計測結果

災害形態	対策工法	発生土砂量(m <sup>3</sup> )	効果の現れ方	B/C	B-C
斜面崩壊	落石防護網工	200～1,000	全面通行止めを伴う斜面崩壊では防護網が破損し、機能を発揮しない。	0に近い	ほとんどマイナス
	擁壁工（防護柵併設）	50～4,500	小～中規模の斜面崩壊では崩落土砂を補足し、交通影響を軽減する。	1以下	ほとんどマイナス
	法枠工	200～500	小～中規模の斜面崩壊では土砂崩壊を抑制し、交通影響を予防する。	1～3程度	数百万～3,000万円程度

### 3. 主要な道路防災対策工の効果分析

単一斜面の効果分析は、防護工に分類される擁壁工

（防護柵併設）及び谷止め工と、予防工に分類される法枠工及び地山補強土・グラウンドアンカー工を対象として、3つの被災影響規模（大・中・小）を設定したシナリオを作成して、対策工毎の効果について分析した。このうち、擁壁工（防護柵併設）の対策効果について分析したものを表-5に示す。

表-5 擁壁工（防護柵併設）の効果分析（単一斜面）

対策工種	擁壁工（防護柵併設）		
被害形態	斜面崩壊		
模式図	発生土砂の道路への流出を防止することで、交通影響に対して効果を発揮		
被災影響規模	被災規模：小	被災規模：中	被災規模：大
初期設置コスト	10,000千円		
対策工規模	擁壁高3m、柵高3m、延長500～1,000m		
被害状況	発生土砂量	数百m <sup>3</sup> 以下	数百m <sup>3</sup> 以上
	路上への影響	片側	全面
全面通行止め時間	無（片止め）	2～4日程度	数日以上
被害額	流出土砂の撤去等費用	500千円	500千円
	復旧工費用	（柵のみ付替） 3,000千円	（柵のみ付替） 3,000千円
			10,000千円
通行止めの影響	片止め （または1日以内）	全止め （2～4日以内）	全止め （数日以上）
対策効果の評価	・初期コストが低く、小規模災害時の交通影響を片止め（又は1日以内の全面通行止め）に低減する。 ・中～大規模災害時は、規模に応じた全面通行止めの影響を生じる。また、復旧工事が生じる。		

路線内の複数斜面について、小規模災害1回/5年、中規模災害1回/10年、大規模災害1回/30年が発生するシナリオにより分析した結果、擁壁工（防護柵併設）では迂回距離が長い場合（10km以上）で10年後に被害額+迂回損失額が設置工事費を上回る。（図-1）また、谷止め工についても同様の結果であった。

法枠工は大規模災害時（1回/30年）以外では設置工事費を上回らず、被災時に長い迂回路が必要となる路線（区間）では効果が高い対策工と考えられ、道路管理者が路線の交通影響に着目した防災対策を検討する際の参考にできるものと考えられる。

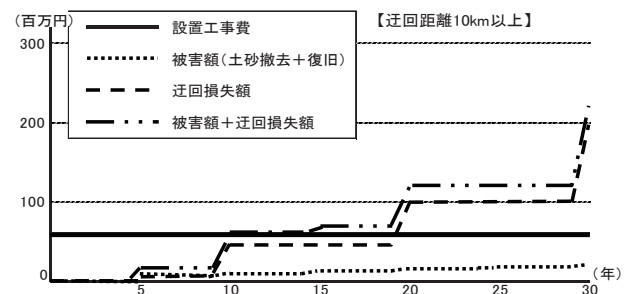


図-1 擁壁工（防護柵併設）の効果分析（複数斜面）

#### [成果の活用]

道路管理者が道路斜面災害の防災対策を検討する際の基礎資料として活用できる。



# 道路の防災機能に関する研究

## Research on disaster prevention function of roads

(研究期間 平成 24 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI

In this study, disaster prevention functions of roads were investigated and listed based on needs of road users and existing good practices. Basic data improvement of the disaster prevention function was also summarized.

### [研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震で、仙台東部道路において周囲よりも高い盛土が住民の避難場所としての役割を果たしたり、高速道路の SA/PA が救援物資の集配拠点となるなど、道路の防災機能があることが注目されている。

本研究では、道路の持つ防災機能について事例調査を行い、道路構造と防災機能の関係を整理する。また、道路が潜在的に有する防災機能を掘り起こし、道路に防災機能を付与する新しいメニューを検討する。さらに、道路に防災機能を付加、あるいは機能向上する場合の考え方を検討し、効果的な防災機能の確保・向上に向けた基礎資料を整備する。

### [研究内容]

#### 1. 災害時に道路施設が果たした防災機能等の整理

これまでに明らかとなっている道路が持つ防災、減災機能等（延焼防止、インフラの地中化による耐震性向上等）を既存の文献資料等から体系的に整理した。アンダーパスの浸水による交通の遮断、道路盛土の高低差による避難時の横断交通への障害等、他に影響を与えた事例等も含めて網羅的に整理した。

#### 2. 災害時の道路の役割の整理

##### 1) 災害時に対応する諸機関の整理

諸機関が災害時に道路をどのような行動に使用しているのかを調査し、道路が災害時に果たす機能を明らかにした。諸機関の災害時の対応行動を整理するため、まず災害時に対応する機関を医療機関、消防機関、土木施設管理者、基礎自治体、指定公共機関の防災業務計画や地域防災計画等から 124 機関抽出し一覧表にとりまとめた。

##### 2) 諸機関の災害対応行動の目的及び内容の調査

1) で抽出した災害時対応する諸機関から防災基本計画における災害応急対策 9 分類を踏まえて 30

機関を対象に法定計画、防災関連計画（要綱・BCP・防災業務計画、災害事業計画等）、東日本大震災等における対応実績、各種論文等から収集した。公開資料から活動内容が明らかでない 11 機関については、補完的にヒアリングを行った。

##### 3) 災害時に対応する諸機関の災害対応行動の整理

2) で調査した内容から、以下の 2 点に着目して整理した。

- ・各機関の各行動が共通の目的達成（目的達成対応）のため行われており、その目的ごとに確認出来るものとする。

- ・各機関の行動・目的が時系列で確認出来る。

なお、時間区分は、内閣府「地震発生時における地方公共団体の業務継続の手引きとその解説」（平成 22 年 4 月）を参考に、発災初期、発災後 24 時間、発災後 72 時間、発災後 1 週間、発災後 1 ヶ月、発災後 1 ヶ月以降とした。

#### 3. 新たな防災機能の検討

2. で整理した災害対応行動から、1. で整理した防災機能等に係わるものを抽出した。新たな視点から道路の防災機能を掘り起こすために、防災や交通などの有識者にヒアリングの意見も参考に、防災機能の活用のイメージを作成した。

### [研究成果]

#### 1. 災害時に道路施設が果たした防災機能等の整理

東日本大震災等の災害において道路が果たした防災機能の事例を表-1 のように整理した。

#### 2. 災害時の道路の役割の整理

災害応急対策 9 分類を踏まえて、災害時に対応する諸機関の災害対応行動を、諸機関と時間軸により図-1 のようにとりまとめた。諸機関の目的達成のための対応を整理し、災害時に対応する諸機関の活動において道路が担うことが出来る役割を、時間

的・空間的に把握することができた。

表－1 道路の防災機能（事例）

機能分類	施設区分	事例	概要
避難経路	自専道	釜石山田道路	小中学生の避難ルート
避難場所	一般道	国道 45 号	小本小学校避難階段の設置
避難場所	自専道	仙台東部道路	本線上に 230 人避難
避難場所	自専道	宮古道路	本線上に 60 人避難
避難所	道の駅等	道の駅たろう、三本木等	非常用発電が稼働
避難所	道の駅	道の駅南相馬	避難所として開放
情報提供	道の駅等	道の駅たろう、三本木等	道路情報館で NHK 等の情報提供
情報提供	道の駅	道の駅喜多の郷	HP による地域情報発信拠点
付属施設利用	SA/PA	折爪 SA、紫波 SA 等	救援物資の一次集積
付属施設利用	道の駅	道の駅津山	南三陸町のホテル客が避難
迂回路	一般道	大船渡三陸道路	大船渡病院に直接アクセス
迂回路	一般道	三陸縦貫道	石巻赤十字病院にアクセス
応急復旧活動拠点	道の駅	道の駅津山	自衛隊の前線基地、炊き出し
応急復旧活動拠点	一般道	三陸縦貫道	IC 予定地に一体整備された運動施設を活動拠点として利用
応急復旧活動拠点	SA/PA	四倉 PA、羽生 PA、福島松川 PA 等	自衛隊・消防隊の中継基地 集団避難住民の輸送中継拠点
復興拠点	道の駅	道の駅大谷海岸等	日用品販売、イベント開催
他に影響	一般道	国道 44 号旭アンダー	アンダーパス浸水による途絶
他に影響	一般道	宮崎県国道 10 号等	口蹄疫被害拡大防止
他に影響	一般道	国道 42 号等	盛土差による横断交通障害

【成果の活用】

道路の防災機能を付加する等、防災機能の検討を行う場合の参考資料とする。

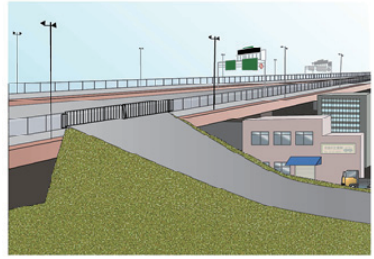
表－2 道路構造と特性

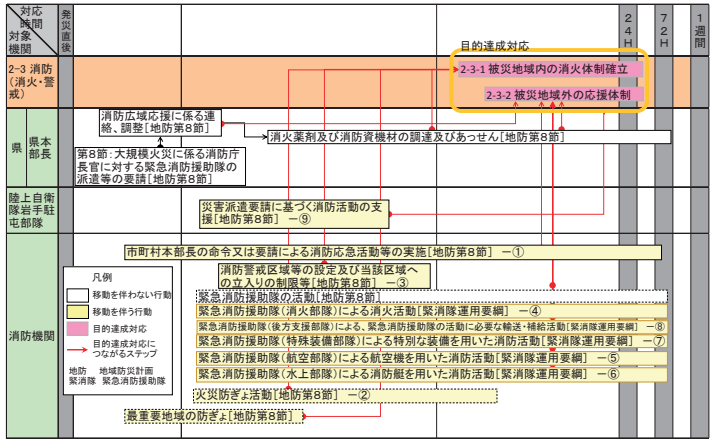
構造	道路盛土	道路高架
面積	道路幅員＋路肩	高架下の道路空間内
長さ(幅員等)	道路幅員＋路肩の最小幅員	橋脚間隔で分割
高さ	道路本体の構造として最小高さ	高架本体に影響ない高さ
施設(屋根等)	－	壁設置(風、景観を考慮)

表－3 災害対応行動と道路構造

災害対応行動 (災害応急対策 9 分類)	道路盛土	道路高架
2 救助・救急、医療及び 消火活動	延焼遮断帯(高さ、15m 幅)盛土に階段を設置	高架に階段を設置
3 緊急輸送のための交通 確保・緊急輸送活動	緊急車両通行可能な 車線(幅員 3m)の確保	一般道への緊急アクセス 路の設置
4 避難収容及び情報提 供活動	人が駆け上がれる盛土 斜面	高架下に避難場所
5 物資の調達、供給活動	広めの路肩に設置	高架下に備蓄倉庫
6 保健衛生、防疫、遺体 の処理に関する活動	口蹄疫等感染拡大防止 に幅員 3m、長さ 10mの エリア	高架下を簡易壁で仕 切る
8 応急復旧及び二次災 害・複合災害の防止活動	法面に避難場所	高架上のヘリポート化

表－4 防災機能のイメージ(例)

避難経路・避難場所	工事終了後の工 事用道路の 活用	【有識者の意見】災害時の拠点あるいは公的施設との アクセス向上に寄与できれば効果が高い。通常時の利用 も視野に考える必要がある。 【イメージ】津波からの避難場所、あるいは資機材備蓄 のスペースとして、自動車専用道路の工事用道路を災 害時にも活用する。 
復興拠点	IC 等付近 の高架下 等の道路 空間を活 用した資 機材確保・ 運搬	【有識者の意見】傾斜のある箇所も含めて、スペースを 活用できれば、災害後の復旧活動に効果を発揮する。 【イメージ】高架部の下に道路用地を、高さに制限がある が、資機材備蓄のスペースとして利用する。 (高架下占用によって道路管理者の日常点検への配 慮が必要) 



図－1 諸機関の災害対応行動

3. 新たな防災機能の検討

2. で整理した災害対応行動から、既に明らかとなっている道路の防災機能等に係わるものを抽出した。表－2、3 のように災害対応行動を支援できる道路構造と特性を整理した。

新たな視点から道路の防災機能を掘り起こすために、防災や交通などの有識者にヒアリングを行い、新たな視点から道路の防災機能の検討を行い、道路の活用イメージを表－4 のように整理した。

# 道路の地震後の通行可能性評価に関する調査

Study on evaluation of roads operability after earthquakes

(研究期間 平成 24～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 金子 正洋  
Head Masahiro KANEKO  
主任研究官 長屋 和宏  
Senior Researcher Kazuhiro NAGAYA  
研究官 梶尾 辰史  
Researcher Tatsushi KAJIO

In this study, the damage situation of the bridges was investigated on the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake. An automatic device to find damaged bridges was studied for early detection of traffic obstacle after an earthquake.

## [研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震では、緊急輸送道路の早急な道路啓開の重要性が再認識され、今後発生が懸念されている南海トラフ巨大地震等に備え、緊急輸送道路の確実な確保、整備が必要である。

特に、平成 8 年以降の道路橋示方書が適用しておらず、大規模地震による損傷の恐れのある道路橋については、耐震補強が急務であるが、全ての耐震補強が完了するまでの期間が長期にわたってしまうため、耐震補強の着実な推進に加え、道路啓開の効率的かつ迅速な対応を可能にするための被災状況把握手法の確立が必要であると言える。

本研究は、地震後の道路橋の通行障害を迅速・面的かつ遠隔に把握する被災状況把握手法を検討するものである。平成 24 年度は、効果的な被災状況把握手法を明らかにするために、東北地方太平洋沖地震における道路橋の被災状況の特徴を整理し、被災原因と被災発生箇所、通行障害と被災規模の関係を分析した。また、既存計測装置を活用して被災状況を入手し、その情報をパソコン画面上へリアルタイムに表示させる被災状況把握システムを試作した。

## [研究内容]

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路橋の被災整理

東北地方太平洋沖地震の発生後に東北地方整備局で実施された緊急橋梁点検の結果を基に、直轄国道の本線橋 1,504 橋について、通行障害に着目した被災状況整理を行った。その点検結果は、「耐荷力に関する被災度 (As:落橋、A:大被害、B:中被害、C:小被害、D:被害なし)」と「走行性に関する被災度 (a:通行不可、b:

通行注意、c:被害なし)」について評価されており、今回の整理では、①走行性に関する被災のあった 450 橋と、②耐荷力に関する被災のあった 153 橋を対象に、被災状況を整理した (①と②は重複しており、重複なしの合計は 485 橋となる)。その内訳を表-1 示す。

また、各橋梁の基本諸元や保有耐震性能、被災状況、入力地震動等を個票としてまとめ、被災パターンや損傷部位・部材等について整理した。

表-1 被災橋梁の走行性に関する被災度と耐荷力に関する被災度の関係

	緊急橋梁点検 1,504橋	②耐荷力に関する被災度					合 計
		落橋 As	大被害 A	中被害 B	小被害 C	被害なし D	
①走行性 に関する 被災度	通行不可a	11橋	1橋	5橋	3橋	9橋	29橋
	通行注意b	1橋	12橋	15橋	70橋	323橋	421橋
	被害なしc	0橋	0橋	10橋	25橋	1,019橋	1,054橋
合 計		12橋	13橋	30橋	98橋	1,351橋	1,504橋
		153橋					

：仮橋を設置後、「通行注意b」となっている。

### 2. 被災状況と通行障害の分析

被災橋梁の構造特性を整理し、設計地震動や耐震性能、被災原因、通行障害等に注目して、被災状況との関連性について整理、分析した。

通行障害となった 450 橋については、「落橋による通行不可」、「路面上の障害物による通行不可」、「路面段差による通行注意」の 3 つの被災パターンに分けることができ、これらについてフォールトツリー分析 (以下「FTA」という。)を行い、被災原因を整理し、通行への影響度を分析した。

### 3. 道路橋の被災状況把握手法の検討

地震後の道路橋における被災の発生部位・部材に着目し、既存技術を活用し、道路橋の通行障害を検知する計測装置及び被災状況把握システムを検討した。



## [研究成果]

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路橋の被災整理

通行障害に関する主な被災原因は、橋梁と土工部の境界や桁端部の段差であり、図-1 に示す通り、約 8 割が「橋台背面土の沈下」によるものと分かる。

### 2. 被災状況と通行障害の分析

#### (1) 被災原因と被災発生箇所

FTA の結果、「落橋による通行不可」の 12 橋は全て津波による流出が原因であり、「路面上の障害物による通行不可」の 10 橋は津波による漂流物が橋面に堆積したことが原因であることが分かった。また、図-2 に示すように、「路面段差による通行注意」の 376 橋（被災事例数の合計（延べ数）は 397 橋となる）は通行障害となっている 450 橋の 84% を占めており、そのうち 90% が橋台アプローチ部（橋台背面土部）で発生し、その原因は「橋台背面土の沈下・流出」であることが分かった。残り 10% は端支点部（桁端部）で発生し、その原因は「伸縮装置の変状」や「支承本体の損傷」であった。

これらの結果から、地震による道路橋の被災状況を把握するには、橋台アプローチ部と端支点部に着目して変位計測を行うことが効率的で効果的であると分かった。

#### (2) 通行障害と被災規模の関係

3 つの被災原因について、その変位の発生箇所や変位量を整理し、橋梁被災による通行障害への影響を分析した結果、「橋台背面土の沈下」は、その多くが路面の一部ではなく、道路の横断方向全体で発生していることが分かった。表-2 からは段差量 100mm 未満の場合で舗装摺り付け（応急復旧）をせずに車両が通行可能であったと推察できる。図-3 からは、踏掛版が設置されている橋梁では 100mm 以上の段差は発生しておらず、踏掛版設置による段差量の低減効果と考えることができる。「伸縮装置の段差」と「支承の損傷」においては、「通行注意（被災度 b）」の殆どが 100mm 未満であり、「被害無し（被災度 c）」と判断された橋梁の段差量は全て 100mm 未満であった。なお、これらの結果は、段差量が緊急橋梁点検の結果（点検調書）にて明らかな橋梁を対象に整理したものであるが、実際に通行可能であった段差量は 100mm 未満であったため、通行障害となる路面段差量の閾値は 100mm 程度であると推定できた。

### 3. 道路橋の被災状況把握手法の検討

計測位置を橋台アプローチ部と端支点部に絞り、信頼性や経済性等からワイヤ式変位計を活用した計測装置を実橋に設置した。その上で、人力で発生させた被災（変位）を計測し、そのデータを試作した被災状況把握システムへ伝送することで、遠隔地でリアルタイムに被災状況を把握することができた。また、起動制御機能や遠隔操作機能、データ確認・保存・伝送・表示機能、正常動作テスト機能、

非常用電源切換機能等について動作テストを行い、地震被災時に求められる機能を確認できた。

## [成果の活用]

道路管理者が道路の通行可能性を迅速かつ面的・遠隔に把握する手法を検討する際の基礎資料とする。

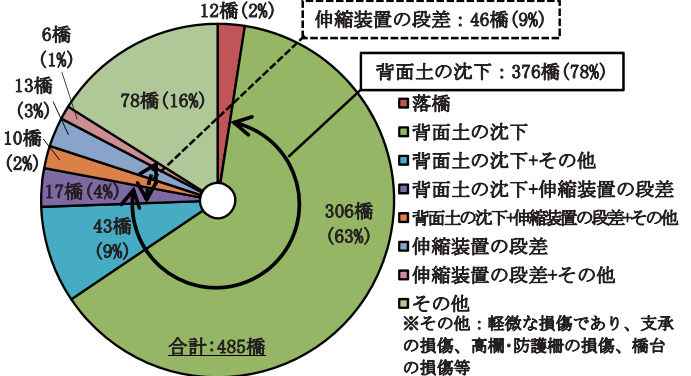


図-1 道路橋の被災原因

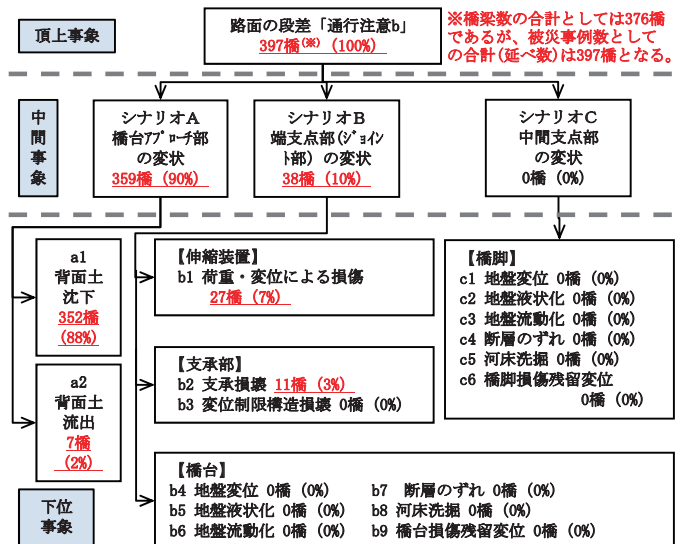


図-2 「路面段差による通行注意」のFT図

表-2 橋台背面土の沈下量と舗装摺り付けの有無（車道部）

車道部の通行注意bの125橋	舗装摺り付けの有無		
背面土の沈下量	有り	無し	合計
50mm未満	22 橋	64 橋	86 橋
50mm以上～100mm未満	14 橋	17 橋	31 橋
100mm以上～150mm未満	3 橋	0 橋	3 橋
150mm以上～200mm未満	2 橋	0 橋	2 橋
200mm以上	3 橋	0 橋	3 橋
合計	44 橋	81 橋	125 橋

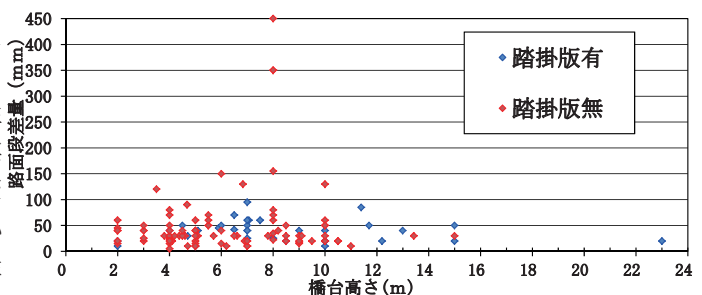


図-3 橋台アプローチ部の路面段差量と踏掛版有無の関係

（対象：地震後の橋梁と背面盛土の境界部の段差量、及び踏掛版の有無が明らかな橋梁 127 橋）



# 地震時緊急巡視点検の実施基準に関する検討

## Study on Trigger of Road Patrol after an Earthquake

(研究期間 平成 24 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	梶尾 辰史
Researcher	Tatsushi KAJIO

After an earthquake, MLIT conducts road patrolling for the area of Japanese seismic intensity 4 or higher. However, no damage has occurred in Japanese seismic intensity 4 during recent earthquakes. In this study, based on the damage to road infrastructures by earthquakes in recent years, the enforcement trigger seismic intensity of road patrol after an earthquake is investigated.

### [研究目的及び経緯]

国土交通省では、所管する道路の管理における地震時の対応として震度 4 以上の地震が観測されたエリアを対象に緊急巡視点検を実施しており、その点検結果に関する情報を迅速に伝達、集約することで、地震発生後の道路状況の把握、震後対応に役立てている。

国土技術政策総合研究所では、震後の緊急活動、合理的な復旧活動に資する検討として、地震による道路施設の被害や通行状況を迅速に把握する仕組みの研究・開発を行っている。

本検討では、近年の地震による道路施設被害の発生レベルを踏まえ、地震時緊急巡視点検を実施するトリガ震度の整理を行った。整理にあたっては気象庁が公表する震度情報の特徴、地震発生時における各種インフラ施設の点検実施震度の現況にも着目した。

### [研究内容]

#### 1. 気象庁が公表する震度情報の変遷の整理

気象庁が公表する震度情報の変遷についての整理を行った。整理にあたっては、兵庫県南部地震以前に実施されていた体感による震度観測から、現在の機械計測までの期間における、観測点数の変遷や観測値の差異を調査した。

さらに、近年に発生した地震が兵庫県南部地震以前の体感震度による観測状況であった場合により大きな地震動を見逃していた可能性や、近年に発生した地震においても震度情報に現れていないより大きな地震動が発生していた可能性について整理した。

#### 2. 各種インフラ施設の地震時点検の実施震度の現況整理

各種インフラ施設の地震発生時の点検要領および点検実施震度についての現況整理を行った。調査対象は、交通インフラとして、高速道路、鉄道(新幹線、在来線、地下鉄)、飛行場、港湾施設、その他のインフラとして、電気施設、ガス施設、水道施設(上水道、下水道)、通信施設とした。

また、本整理結果を踏まえ、各施設の地震後の点検状況および点検実施震度の差異を検討した。検討にあたっては、各施設の役割および所管施設の特徴などを踏まえた。

#### 3. 近年の地震による道路施設の被災状況の整理

近年の地震を原因とした道路施設の被災状況および通行障害の発生状況を網羅的に調査するとともに、被災した道路施設が経験した地震動強さの推定し、道路施設に被害を生じさせた地震動強さの整理を行った。

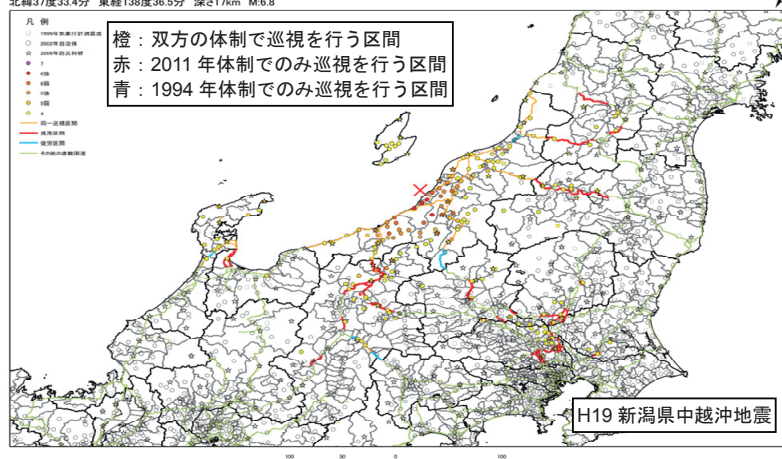
調査対象は国土交通省および全国の都道府県、政令指定都市が管理する道路施設とし、直轄国道では平成 14 年度以降の 10 年間、自治体が管理する道路は平成 21 年度以降の 3 年間に発生した地震による被災とし、調査対象期間に震度 4 以上の地震動が報告されている機関を対象にアンケート調査を実施した。

#### 4. 地震発生時の道路施設点検実施震度の検討

道路施設の地震時緊急巡視点検の実施震度の検討を行った。

検討にあたっては、3.で整理を行った、近年の地震による道路施設の被災状況を元に、1.の整理結果による震度情報の特徴や変遷を踏まえるとともに 2.の整理結果による他インフラ施設の地震時における点検実施震度やその背景などを踏まえた。

【観測体制2011年と1994年の巡視区間の比較】  
 2007年7月16日 10時13分22秒 新潟県上中越沖 最大震度6強【平成19年(2007)年新潟県中越沖地震】  
 北緯37度33.4分 東経138度36.5分 深さ17km M:6.8



図－1 1994年と2011年体制の巡視区間の比較

なお、検討にあたっては、道路施設の構造的な被害の大小のみならず、構造的な被害は軽微であるものの走行性に影響を及ぼすなどの道路機能の低下にも着目した。

## [研究成果]

### 1. 気象庁が公表する震度情報の変遷の整理

気象庁が公表する震度情報は、1994年より「体感に基づく震度観測」から「震度計の計測震度に基づく震度観測」へと移行している。さらに、地方公共団体および(独)防災科学技術研究所による観測記録を順次取り入れており、その観測点数は、1997年当時157地点であったものが、2007年には4,239地点となっている。

本整理では、2004年～2009年に発生した9地震を対象に、上記の震度観測体制の変遷が地震時緊急点検における巡視区域・区間に与える影響を検討した。

この結果、1994年体制では7地震で最大震度を見落としていた可能性が高いとともに、直轄国道の巡視区間の相違としては、巡視点検を実施するべきであったが、「見落としていた区間」が存在することが判った。一方で、1994年体制では、1つの震度情報の影響範囲が広いと、「余計に巡視をしていた区間」も存在していたことが明らかとなった。

図－1は、中越沖地震を対象として、1994年当時の観測体制と現在(2011年)の観測体制における巡視区域の違いを示したものである。オレンジの線は「いずれの観測体制でも巡視を行う区間」、赤線は「本来は巡視すべきであったが1994年体制では見落としていた区間」、青線は「本来巡視する必要がなかったが、1994年は巡視していた区間」を示している

### 2. 各種インフラ施設の地震時点検の実施震度の現況整理

各種インフラ施設などの地震発生時の点検要領とし

て、自動車専用道路、空港、鉄道、港湾、ライフラインとして電力、ガス、水道、通信などの施設管理者を対象にアンケート調査による現況整理を行った。

その結果、土木構造物を主たる管理対象としている機関の多くでは、点検実施震度は、直轄道路施設同様、震度4としており、管理対象が広範囲に及ぶ施設では、点検範囲(境界)を設定、施設の優先順位をつけて点検していることが判った。

また、地震時の点検の必要性の判断では、気象庁より発表される震度情報を基準としている施設管理者も多くある一方、鉄道事業者や自動車専用道の管理者では、

独自の地震観測機器を一定区間ごとに設置して活用していることが判った。

### 3. 近年の地震による道路施設の被災状況の整理

アンケート調査により得られた地震による道路施設被害およびそれに伴う通行障害と当該箇所の震度との重ね合わせを行い、被害などが生じた震度レベルの整理を行った。

その結果、震度4のエリアでも道路施設被害およびそれに伴う通行障害が発生している事象が確認された。

例えば、橋梁では、橋梁の構造物そのものに損傷が生じているケースは無かったが、取り付け盛土との境界部で段差が生じるケースが確認された。その他、切土のり面に隣接する道路では、落石・斜面崩壊の被害により通行規制にいたるケースが確認され、降雨量に応じて規制を行う事前通行規制区間も含まれていた。

### 4. 地震発生時の道路施設点検実施震度の検討

近年の地震による道路施設被害と各種インフラ施設の管理の現況を踏まえ、地震時緊急巡視点検の実施基準を現行の震度4から引き上げる可能性を検討した。

その結果、橋梁などを対象とした、一般的な道路施設の震後点検については、その可能性があることが判った。一方、構造的な境界などの段差により通行に影響を及ぼす可能性のある箇所、平時より落石などの危険性がある事前通行規制区間などについては、引き続き詳細な被害状況の調査などが必要であることが明らかとなった。

## [成果の活用]

本検討結果を踏まえ、地震時における道路施設の緊急巡視点検の実施震度の引き上げなどについて引き続き検討する。また、現場での点検の実情や地震時緊急巡視点検に要している費用などの観点からの整理も併せて実施していく。

# 道路の啓開・復旧に関する調査

## Research on road clearing and restoration

(研究期間 平成 24～25 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

金子 正洋  
Masahiro KANEKO  
松岡 一成  
Kazunari MATSUOKA

In this study, the action plans of corresponding institutions in the event of a disaster were investigated. The roles of road supporting the activities of the institutions were summarized in temporal order by considering OD of the activities.

### [研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震では地震及びその後の津波により道路機能が大きな範囲で面的(ネットワーク全体)に被害を受け、道路啓開・復旧に当たっては、限られた資材、労力を効率的に注力することが求められた。

道路は災害時の対応行動を行う各機関にとって、連絡、輸送、移動等無くしてはならないインフラであり、道路管理者はこれら災害時に対応する機関等の要求に応じた迅速な啓開・復旧が求められる。

本研究では、災害時に対応する諸機関が災害時の各フェーズで何を目的として、どのような行動を行うのか、また、その行動の中で、道路がどのような役割を担っているのかを調査し、広域で面的な被害が生ずる災害において道路啓開・復旧を効率的に行うための目標作成を目的としている。

### [研究内容]

#### 1. 災害時に対応する諸機関の整理

諸機関の災害時の対応行動を整理するため、まず災害時に対応する機関を医療機関、消防機関、土木施設管理者、基礎自治体、指定公共機関の防災業務計画や地域防災計画等から 124 機関抽出し一覧表にとりまとめた。

#### 2. 諸機関の災害対応行動の目的及び行動の調査

1. で抽出した災害時対応する諸機関から防災基本計画における災害応急対策9分類を踏まえて30機関を対象に法定計画、防災関連計画(要綱・BCP・防災業務計画、災害事業計画等)、東日本大震災等における対応実績、各種論文等から、収集した、公開資料から活動内容が明らかでない11機関については、補完的にヒアリングを行った。

#### 3. 災害時に対応する諸機関の災害対応行動の整理

2. で調査した内容から、以下の2点に着目して整

理し図-1のようにとりまとめた。

- 1) 各機関の各行動が共通の目的達成(目的達成対応)のため行われており、その目的ごとに確認出来るものとする。
- 2) 各機関の行動・目的がタイムテーブルで確認出来る。

なお、時間区分は、内閣府「地震発生時における地方公共団体の業務継続の手引きとその解説」(平成 22 年 4 月)を参考に、発災初期、発災後 24 時間、発災後 72 時間、発災後 1 週間、発災後 1 ヶ月、発災後 1 ヶ月以降とした。

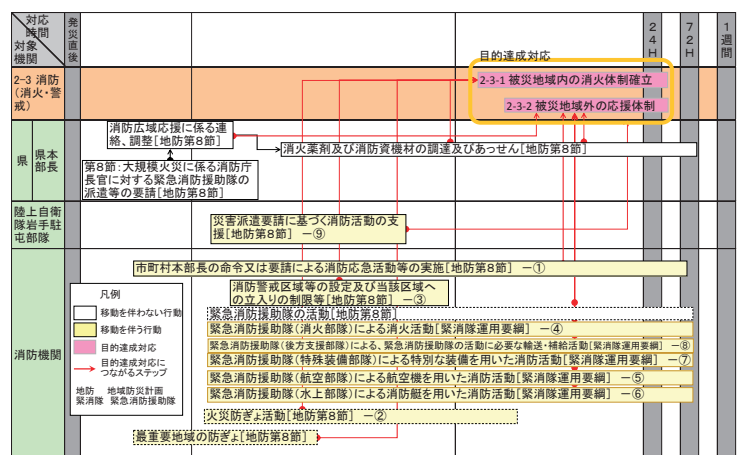


図-1 諸機関の災害対応行動

#### 4. 道路に求められるニーズの整理

各輸送手段の特徴(速度、輸送量、機動性、耐災害性、天候の影響、法的拘束性、単独完結性等)を整理し、3. でとりまとめた諸機関の災害対応行動の中から、道路が対応することが出来る内容を抽出し、以下の4点の視点でとりまとめた。

- 1) 各行動の5W1Hの整理



表－1 各行動の5W1Hの整理表（作成例）

項目	中項目	誰が	どこから	地域内	どこに	地域内外	行動	何を運ぶ	車両	発災直後～3時間	発災直後～24時間	24時間～72時間	72時間～1週間	1週間～1か月	1か月以降
2 救助・救急・医療及び消火活動	2-3 消防（消火・警戒）	① 市町村消防機関	市町村消防機関	内	被災現場	内	火災防ぎと活動	人	消防ポンプ車						
		② 市町村消防機関	市町村消防機関	内	被災現場	内	消防応急活動	人	消防ポンプ車						
		③ 市町村消防機関	市町村消防機関	内	被災現場	内	消防警戒区域等への立ち入り制限等	人	指揮車						
	緊急消防援助隊	④ 緊急消防援助隊	緊急消防援助隊	外	被災現場	内	消火活動	人	消防ポンプ車						
		⑦ 緊急消防援助隊	緊急消防援助隊	外	被災現場	内	特殊消火活動	人	消防ポンプ車						
		⑧ 緊急消防援助隊	緊急消防援助隊	外	被災現場	内	輸送・補給活動	人	支援車						
		⑨ 陸上自衛隊岩手駐屯部隊	駐屯地	内	被災現場	内	消防活動支援	人	高機動車						

出発地 目的地 行動 輸送機利用する車両 道路利用のタイミング

行動毎に、何時（時間）、何処で（場所）、誰が（行動している人）、なぜ（目的）、何を（人、物）どのようにすることが求められているのかを、把握するために表－1のような一覧表を作成した。

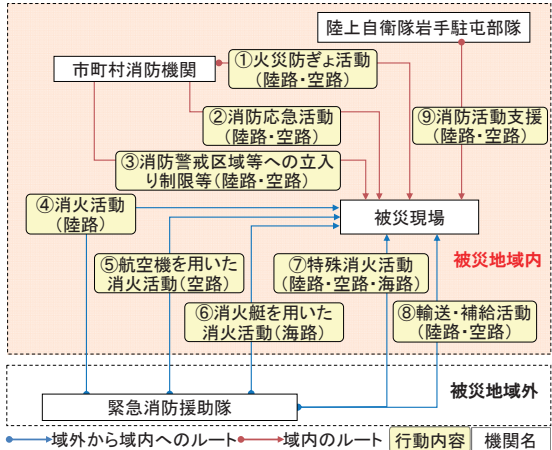
- 2) 行動を空間的に把握するための模式図作成
  - 1) のでとりまとめた内容を被災地の域内、域外等空間的に把握するために模式図を作成した。
- 3) 諸機関の時間毎の活動の空間模式図作成
  - 1) の時間的要素を2) の空間的模式図に表すため、空間的模式図を時間ごとに区切ってその時間に使用しているルートを示すように図－2を作成した。
- 4) 道路に求める諸機関ニーズの時間的変化

諸機関の対応活動項目のうち道路が担うことができる項目について時系列で図－3のように整理することによりそのピークの把握を行った。

#### [研究成果]

本研究により、災害時に対応する諸機関の活動において道路が担うことが出来る役割を、時間的・空間的に把握することができた。時間的には、図－3より多

消防（消火・警戒）（発災～3時間）

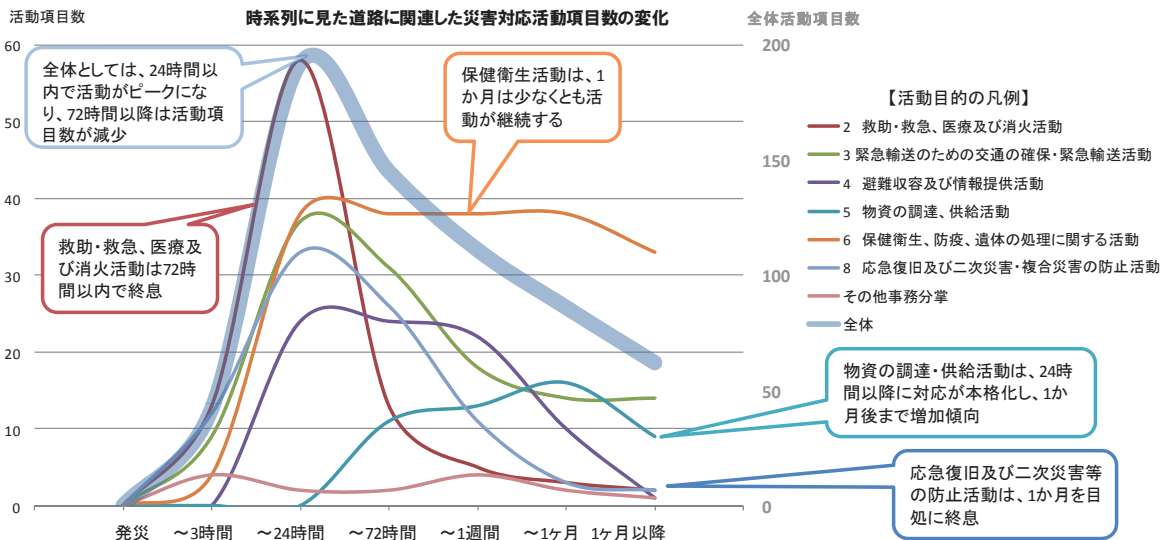


図－2 時間毎の空間模式図（作成例）

くの機関が24時間でピークとなっているが、その後急速に活動項目が減る活動と、その後も活動が継続するもの、物資の調達供給活動のように徐々に活動項目が多くなり約1ヶ月がピークとなっている活動等、各活動においてその活動項目量の時間的変化が違ってくるということが解った。空間的には、図－2より広域ネットワークのような被災地域外と、被災地域内でそれぞれの役割を担っている施設が分散しており、それぞれを結ぶルートの使われ方も時間的に変化していることが解った。

#### [成果の活用]

道路管理者が道路啓開・復旧を効率的に行うための基礎資料とする。



図－3 道路に求める諸機関のニーズの時間的変化



# 道路構造物の点検・管理体系の最適化に関する調査検討

## Study on rationalization, standardization and advancement of inspection system for highway bridges

(研究期間 平成 24 年度～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 大久保 雅憲

Senior Researcher Masanori Okubo

研究官 石尾 真理

Researcher Mari Ishio

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher Nodoka Oshiro

研究官

Researcher

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

大城 温

Senior Researcher Nodoka Oshiro

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

In order to assess the structural health of highway bridges including bridges managed by the local governments from the unified viewpoints effectively, NILIM conducted a study towards formulation of rational periodic inspection manual commonly used by the road administrators.

### 〔研究目的及び経緯〕

我が国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち高齢化したものの割合が急速に増加しつつある。そのため、限られた予算や人的資源の下で、これらの道路構造物の健全性を将来にわたり適切な水準に維持し、必要な道路ネットワークの機能を維持できる方策の確立が急務となっている。また、道路橋を含む様々な道路構造物の状態を統一的な基準で評価することで道路機能の確保・維持の観点から対策の必要性や優先度の意志決定の最適化と予防保全の実現による構造物維持にかかる負担の軽減が必要とされている。このためには、トンネル及び土工構造物についても道路橋と同様に、統計的な処理による状態の把握や将来状態の予測を行うためのデータを点検で取得する必要がある。

これらを踏まえ、本研究では、将来の劣化状態を評価する手法を確立するため、橋梁定期点検要領（案）（平成 16 年 3 月）制定以降、統一的な手法で客観的なデータが蓄積されている道路橋の点検結果を用いて、損傷発生傾向及びそれらの進行傾向を整理した。また、全国のトンネル及び土工構造物の点検結果を用いて、損傷発生状況の特徴を整理するとともに、点検における最小記録単位の考え方、損傷種類、損傷程度の評価や分類区分の考え方について整理した。

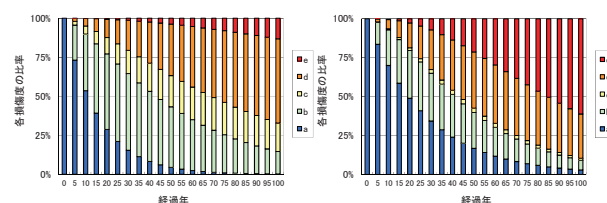
### 〔研究内容及び研究成果〕

#### 1. 直轄道路橋の損傷進行等の特徴整理

全国の直轄道路橋（約 22,000 橋）で蓄積された定期点検のデータを用いて、主要な部材の主要な損傷を対象に損傷の劣化の特徴を整理した。図-1 は、鋼板桁橋の腐食の結果である。A・B 塗装系と比べ、C 塗装系は

経過年数に従って損傷程度が最も悪い「e」の増加が多い傾向にある。一方で、損傷なしの判定である「a」については C 塗装系の方が経過年数に従った減少量は少なく、A・B 塗装系に比べて、損傷程度は二極化する傾向となった。

点検データから作成した損傷程度の推移図から損傷の劣化傾向の基礎的な特徴を比較する場合の参考となる指標の検討を行った。指標の算出にあたっては、図-2 に示すように、損傷程度の a を「健全と見なせる状態」（低リスク状態）、e を「損傷が顕著であるなどによりリスクが高い状態」（高リスク状態）とし、それらが一定の割合に到達する年数を用いて、指標 A、B の 2 種類の指標を算出した。この指標は、損傷程度の推移図の形状により特徴を表すものであり、相互比較により劣化のパターンを図-3 に示すように、「二極化型」、「平均化型」、「早期劣化型」、「劣化加速型」の 4 つの特徴に分類されるものとした。鋼板桁の腐食の例を図-4 に示す。この指標からは、C 塗装系に比べ、A・B 塗装系の方が早期劣化型の損傷となった。



(a) A・B 塗装系

(b) C 塗装系

図-1 損傷程度の推移図（鋼板桁\_腐食）

#### 3. 特定の損傷の特徴整理

耐候性鋼材に防食機能の異常がみられる橋

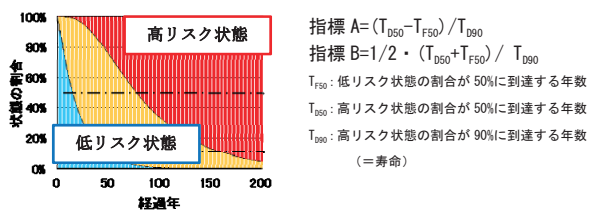


図-2 損傷程度の推移図を用いた指標の設定

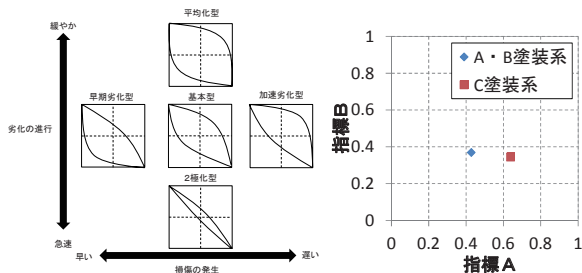


図-4 鋼板桁腐食の例

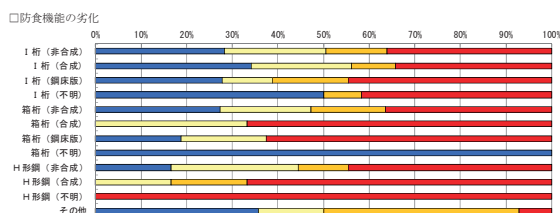


図-5 構造形式別の損傷程度区分の割合

梁のうち40橋を対象に損傷の特徴整理を行った。図-5に防食機能の劣化程度の判定結果を構造形式別の内訳として示す。概ね5割の橋梁に、損傷程度d以上の異常腐食の状態がみられる結果となった。

#### 4. 総合評価指標の検証

道路橋の定期点検では、部材毎の損傷状態を程度に応じて区分することで評価が行われる。一方で、利用者や管理者にとっては道路の一部として橋の性能がどの程度健全なのかが重要である。そこで、当室では、過去に部材や部位毎に得られる点検データを基に橋全体としての機能や性能の状態を表現できる総合的な評価を表す指標を提案している（以下、「総合評価指標」という）。総合評価指標は、安全性、災害抵抗性、走行安全性の道路橋に求められる3つの性能の観点毎に算出するものである。

本研究では、点検により取得された客観的なデータである損傷程度から算出した総合評価指標により判定される補修の必要性和、技術者による補修の必要性の診断結果である対策区分の判定を比較し、総合評価指標の妥当性を確認した。なお、総合評価指標はその点数により「補修等の必要性が低い健全な状態」（60点以上）、「早期に補修する必要性が高いと考えられる状態」（30点以上60点未満）、「所要の性能を満足してい

ない可能性が高い状態」（30点未満）の3つの区分に分けた。また、対策区分の判定は、各橋梁の最悪値とした。図-6に耐荷性について、比較した結果を示す。指標の点数が低いほど、速やかな補修が必要と判断される「C」の判定の割合が多い。指標の点数が高いほど、「C」の判定の割合が少なく、損傷がない「A」の割合が多くなる傾向にあり、大局的には指標による補修の必要性の判定は技術者による補修の必要性和整合している結果となった。一方で、総合評価指標が60点以上であるものの、対策区分の判定が「C」のものもあり、評価結果の実務への反映方法には課題も残っている。

■ A: 損傷がないか、軽微で補修の必要なし ■ C: 速やかな補修等が必要  
 ■ B: 状況に応じた補修が必要 ■ E1, E2: 緊急対策が必要

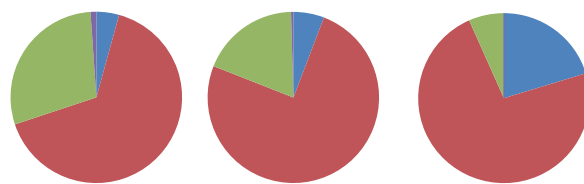


図-6 総合評価指標（耐荷性）と対策区分の判定

#### 5. トンネル及び道路土工構造物の点検に係る整理

77 トンネルの定期点検結果の損傷図及び損傷写真から、記録単位、損傷種類、損傷程度などの点検で取得すべきデータ区分の試案を作成した。整理にあたっては、橋梁定期点検要領（案）と同様に点検で取得したデータを使って、将来の状態予測や統計的分析が可能となるように区分をした。また、道路土工構造物についても、200箇所程度（斜面・切土：100箇所、盛土：100箇所）の道路防災総点検結果を用いて、トンネルと同様に、記録単位、損傷種類、損傷程度などの点検で取得すべきデータ区分の試案を作成した。図-7に切土の要素分割の例を示す。今後は、過去の点検データ等に対して、試案を適用し、課題点の整理を行うとともに、それぞれの構造物の損傷の特徴整理を実施する予定である。

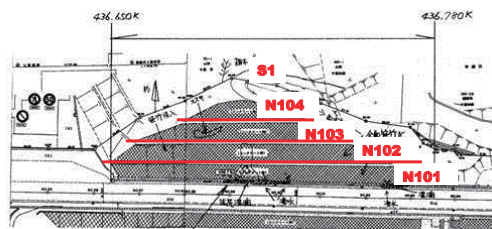


図-7 切土での要素分割の例

#### 【成果の発表】

国総研資料及び各種論文等で発表予定。

#### 【成果の活用】

定期点検要領(案)の改定等に反映。

# 道路構造物群の管理状態評価に関する調査検討

Study on prediction method for future states of bridges and evaluation method for road structure states  
(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室  
Road Department Bridge and Structures Division  
主任研究官 大久保 雅憲  
Senior Researcher Masanori Okubo  
研究官 石尾 真理  
Research Mari Ishio

室長 玉越 隆史  
Head Takashi Tamakoshi  
主任研究官 大城 温  
Senior Researcher Nodoka Oshiro  
研究官 横井 芳輝  
Researcher Yoshiteru Yokoi

More than 50% of Japan's 680,000 bridges will be aged over 50 years in 15 years and preventive maintenance is key to implement more strategic maintenance processes. NILIM has been seeking a strategic maintenance approach in which road structures are maintained and managed considering both the functions of the road networks they are subjected to and their present and future performance assessments. The present study has examined models to estimate deterioration processes of road structures using an bridge inspection database to develop the strategic maintenance approach.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋の適切な維持管理水準を確保するための保全対策、道路構造物を群として捉えた維持管理施策に資するため、道路橋の将来の資産価値について信頼性を考慮して評価する手法や、道路構造物群の管理水準について統一した観点で定量的に評価する手法を検討している。

平成 24 年度は、土木計画学の分野で実測されたデータからの母集団推計や傾向分析に実績のある代表的な統計的手法を直轄道路橋の点検データに適用し、適用する手法の違いによる劣化予測結果の違いや適用性について検討した。また、産業分野で実績のあるリスクベースメンテナンス (RBM) の考え方を道路橋へ適用する場合の手法や考え方について検討するため、国内外の適用事例を調査し、適用の可能性について検討した。

## 〔研究成果〕

### 1. 道路橋の劣化予測

橋梁定期点検データのように、離散的に得られている状態データに対して、統計的手法を用いて状態の遷移特性を表現する場合、それらのデータ群が本来どのような特性を有していると仮定するのかによっても取り得る手法が異なってくる。そこで、本研究では、道路橋の部材の劣化に対して、劣化特性の捉え方とそれに対応する既存の劣化予測モデルとの関係を整理した。その上で、それぞれの手法を直轄道路橋の点検データに適用し、予測結果を相互比較した。なお、劣化予測に用いたデータは、直轄8地方整備局管理の全橋梁(約22千橋)の点検結果のうち、2回以上の点検データがあ

り、かつその間に補修が行われていないものを対象とした。なお、適用した劣化予測手法は、以下の5手法とした。

#### ①マルコフ遷移モデル (集計)

経過年数により劣化特性が変わらずかつ点検データを離散的に扱えると仮定したモデル

#### ②マルコフ遷移モデル (最尤推計)

経過年数により劣化特性は変わらないと仮定した上で点検データを連続的に扱うために指数ハザード関数による最尤推計法を用いたモデル

#### ③分割マルコフ遷移モデル (集計)

経過年数により劣化特性が変わるものの、点検データを10年間隔で区分し、同じ区分の中では斉時性があると仮定したモデル

#### ④ワイブル遷移モデル

経過年数により劣化特性が変わると仮定したモデル

指数ハザード関数に経年的な変化を与えた結果の一例(鋼板桁橋のA・B塗装系の腐食)を図-1に示す。適用する劣化予測手法により、劣化予測結果が異なり、経年的に劣化の進行特性が変わることを考慮した③、④の手法では、経過年数が若いうちは損傷進行が遅く、年数が経つにつれ劣化が加速する傾向がみられる結果となった。また、図-1⑤に、各予測結果から得られる損傷程度の期待値の回帰曲線を示す。①と③の手法では同様の結果が得られたものの、④では予測結果に大きく乖離が生じる結果となった。なお、他の損傷の種類についても同様に、採用する劣化予測モデルによって、将来の状態の予測結果は大きく異なる可能性があ

表-1 損傷の劣化特性の捉え方と劣化予測モデル

劣化予測モデル	時間的連続性 (観測時点以外での状態遷移)		経年依存	
	離散	連続	なし (斉時性)	あり (非斉時性)
			単調傾向	非単調傾向
マルコフ遷移モデル(集計)	○		○	
マルコフ遷移モデル(最尤推計)		○	○	
分割マルコフ遷移モデル(集計)	○		△注)1	△注)1
ワイブル遷移モデル		○		○

注1)同じ分割区間内の経年依存性は無視される。

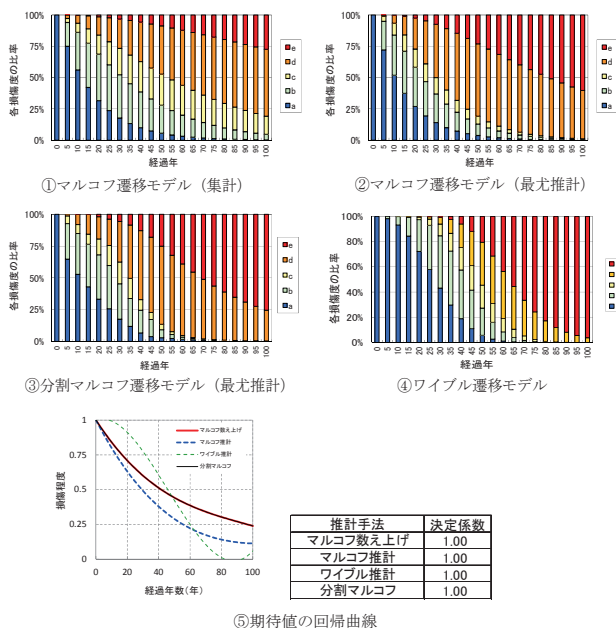


図-1 劣化予測結果(鋼板桁・腐食・A・B塗装系)

ることを示した。

## 2. 道路橋への損傷影響度評価の適用性に関する検討

道路構造物の維持管理に損傷影響度評価の観点を導入するにあたって、他の社会資本や機械設備の分野におけるリスク評価の事例を収集し、その手法や考え方を整理して道路橋への適用性を検討した。

表-2に示す、リスク評価項目抽出手法(4事例)、ハザード特定手法(3事例)、リスク算定手法(3事例)について、リスク評価手法の特性を踏まえ適用性の検討を行った。その結果、適用性が高い手法を図-2に示すように組合せることで、道路橋の構造的な性能では決めることのできない事象を抽出できる可能性を示した。

例えば、FMEA、FTA及びETA等を活用して、一部の部材の損傷と道路構造物の状態との因果関係を整理し、リスクの評価軸である「影響度」のカテゴリを分類する。リスクマトリックスの評価軸である「発生頻度」と定量的な「影響度」について、現時点では定量的評価は困難であるが、国土交通省直轄国道定期点検データの活用、構造リダンダンシーの解析手法の研究を進めることによって定量的な値を設定できる可能性があることがわかった。

表-2 道路橋のリスク評価の適用性

解析目的	リスク評価手法	道路橋リスクへの適用性
リスク評価項目抽出手法	FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)	○
	HAZOP(Hazard and Operability Studies)	▲
	SWIFT(Structured What IF Technique)	○
	Delphi法	○
ハザード特定手法	フォールトツリー解析(FTA, Fault Tree Analysis)	○
	イベントツリー解析(ETA, Event Tree Analysis)	○
	GO手法/GO-FLOW手法	▲
リスク算定手法	リスクマトリックス	○
	確率論的リスク評価(PRA, Probabilistic Risk Assessment)	○
	R-Map	▲

○: 適用性が高い ▲: 適用性が低い

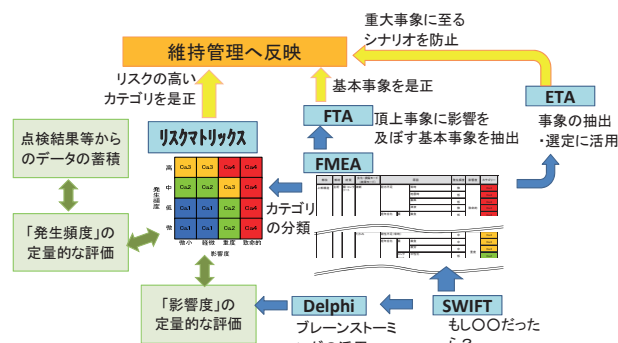


図-2 FMEAワークシートによる整理例

## 【今後の課題】

- 道路橋の劣化予測手法については、損傷ごとにその傾向を把握することができた。今後は実態との整合性に関する確認を行っていくとともに、将来の資産価値の算出条件等を整理する。
- 道路構造物群(橋梁・舗装・トンネル・土工・道路附属物)を対象として、リスクマトリックスの評価軸である「発生頻度」と「影響度」の定量的な値の算定手法について検討していく。また、国総研が提案している道路橋定期点検データを活用した総合評価指標<sup>1)</sup>について検証を進めていくとともに、損傷影響度評価との組合せた指標を道路構造物の維持管理へ活用する方法についても検討していく。

## 【参考文献】

- 国土技術政策総合研究所資料第488号 平成19年度道路構造物に関する基本データ集、平成20年12月
- 【成果の発表】  
国総研資料及び各種論文で発表予定。
- 【成果の活用】  
省内委員会等における参考資料とする。



# 既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討

Research to Develop Design Standards for Repair Works and Reinforcement of Existing Highway Bridges

(研究期間 平成 23～25 年度)

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

主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masahiro Shirato  
研究官 石尾 真理  
Researcher Mari Ishio  
部外研究員 吉川 卓  
Guest Research Engineer Taku Yoshikawa

室長 玉越 隆史  
Head Takashi Tamakoshi  
主任研究官 窪田 光作  
Senior Researcher Kosaku Kubota  
研究官 横井 芳輝  
Researcher Yoshiteru Yokoi  
部外研究員 氏本 敦  
Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

In order to apply the FEM model to the new design of the highway bridges, the condition of models and the relations with the result is under consideration. In this term, girder bridges and prestressed concrete box-girder bridges are conducted trial calculations use several way by FEM and compared the result and the standard value.

## 〔研究目的及び経緯〕

既設道路橋では経年により様々な劣化や損傷の事例が報告されてきており、変状を生じている道路橋の残存耐力を適切に評価できる手法は確立していない。例えば、新設橋設計時の基準や手法をそのまま適用すると、部材間の荷重分担割合が実態と乖離したり、損傷部材の存在の影響が適切に考慮されないなど、必ずしも合理的な対応とならないことが課題となっている。

平成 24 年度は、既設橋の RC 床版を、鋼板接着により補強された場合、どのようなメカニズムで破壊するのかという課題に対して、撤去部材を用いた輪荷重走行試験機による疲労試験を行った。また、RC 床版の疲労をはじめ、鋼桁の腐食・疲労、PC 鋼材の破断を対象として解析手法を検討し、損傷などの変状のある既設道路橋の保有する耐力性能を評価する手法の適用性について検証した。さらに、鋼橋の塗装面が火災による熱影響によってどのように変化するかを鋼材の残存耐力との関係で整理するために様々な条件下での塗膜加熱実験を実施した。

## 〔研究内容及び研究成果〕

### 1. 既設RC床版の輪荷重走行試験

実際に長期間供用されていた RC 床版を用いて、輪荷重走行試験（写真-1）を実施した。実験供試体は、同一橋から同等のひび割れの程度（幅、間隔）である、供試体 No. 1（鋼板なし）、18, 28（鋼板あり）とした。このうち、供試体 No. 18, 28 には試験前に鋼板接着補強を施している。ただし、No. 28 がアンカー以外に全面接着材で付着しているのに対して、No. 18 は鋼板接着が剥

がれた後を想定し、供試体 No. 18 の床版下面に剥離剤を塗布した（写真-2）後に鋼板補強を施した。

供試体 No. 1 と No. 28 は鋼板接着補強の有無を、供試体 No. 18 と No. 28 は鋼板接着補強における床版と鋼板の付着効果をそれぞれ比較したものである。実験結果のうち、走行回数と床版下面の変位の関係を図-1 に示す。供試体 No. 1 は、一部に貫通ひび割れがありかつ鋼板補強していないため、輪荷重の少ない走行回数で破壊に至ったのに対し、No. 18, 28 は変位が小さく、走行回数 52 万回においても破壊には至らなかった。すなわち、鋼板接着補強の効果が大きいことがわかった。また、供試体 No. 28 よりも No. 18 のたわみが大きく比較的早く破壊に至ると予測されるため、鋼板がアンカー以外に全面で付着している No. 28 の方が耐久性が高いことがわかった。

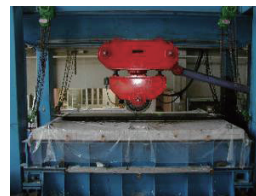


写真-1 輪荷重走行試験 写真-2 床版への剥離剤塗布

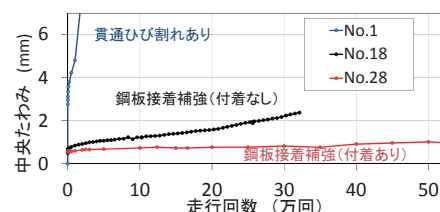


図-1 試験結果（床版中央たわみ）

## 2. 解析的疲労耐久性評価手法の検討

国総研では、床版に繰返し載荷される移動荷重によってコンクリート要素に累積される弾性ひずみエネルギーが、ある破壊基準に達した場合、弾性係数の低減させることによって、床版のひび割れ等損傷状況を表す逐次弾性FEM解析手法<sup>1)</sup>を提案している。本手法を既設橋の状態評価への適用性を検証するため、上記1.の実験ケースを試算し、床版たわみの推移傾向を比較した。供試体 No. 18 の鋼板の剥離状態は、解析モデルにおいて薄い剥離層を設け、あらかじめ剛性を低下させることで表現している。

図-2 に、解析による床版たわみの推移傾向を示す。損傷の進展に伴い中央たわみの絶対値は異なるものの、供試体ごとの中央たわみの大小関係や剛性低下していく要素領域の進行程度等については、この解析手法により概ね実験結果と一致することがわかった。

## 3. 火災により被災した鋼道路橋の受熱温度推定

鋼道路橋が火災による熱影響を受けた場合、補修の要否を迅速に判断するためには、受熱程度に応じて異なる鋼部材の力学的特性の変化を推定することが不可欠である。塗膜損傷状態から被災橋梁の受熱程度が推定できる可能性があることから、平成 23 年度に塗装鋼板に対する加熱試験を実施し、橋梁の被災度判定のための参考資料を作成した<sup>2)</sup>。

平成 24 年度は、平成 23 年度に実施した試験体のうち、2 種類の塗装仕様試験体を 1 年程度屋外暴露し、加熱試験を実施した。加熱による塗膜の損傷状況は、塗膜の乾燥状態や紫外線等による経年劣化の状況によって違いが生じる可能性が考えられるためである。

試験は、過年度の試験と出来る限り同一となる加熱条件で実施し、試験終了後の表面状態について比較し、色調補正した写真データを蓄積した。

加熱試験結果を表-1 に示す。1 箇月暴露した供試体と 1 年暴露した供試体では、加熱温度ごとの各塗膜層の変色・はがれの有無については同様の結果が得られた。しかしながら、A-1 系 400℃において変色の色調や状態が異なっていた。また、1 年暴露した供試体塗膜厚は、加熱前後ともに薄く、加熱後は付着力の低下もみられた。

### 【今後の課題】

#### ・既設RC床版の破壊メカニズムの解明

鋼板接着により補強された床版を、どう管理していけばよいかという課題に対して、既設橋のRC床版を用いた輪荷重走行試験を実施し、破壊のメカニズムを解明していくための検討を進めて行く。

#### ・解析的耐力力・耐久性評価手法の検討

床版の疲労、鋼桁の腐食・疲労、P C 鋼材の破断等

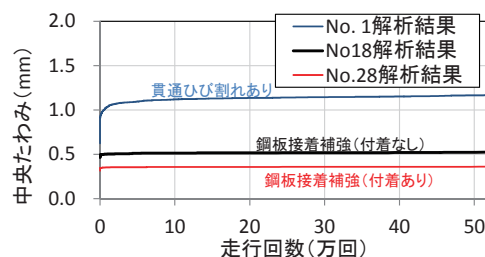


図-2 既設 RC 床版の解析結果（床版中央たわみ）

表-1 塗膜外観性状の違い

加熱温度 (℃)	A-1 塗装系 (電気炉加熱試験・上面)		C-5 塗装系 (電気炉加熱試験・上面)	
	1ヶ月暴露	1年暴露	1ヶ月暴露	1年暴露
加熱前				
200				
300				
400				
500				
600				
700				

に対する耐力力及び耐久性の評価手法を構築し、供用中の橋梁に適用できるよう検討していく必要がある。

#### ・火災により被災した鋼道路橋の受熱温度推定

今後、異なる既設橋の塗装種類や劣化状況等の条件で加熱試験を実施し、データを取得していく。

#### 【成果の活用】

基準等に反映させる予定。

加熱試験の方法及び撮影する画像データは、国総研 HP に公開していく。

#### 【参考文献】

- 1) 国総研資料共同研究報告書第 472 号, 道路橋床版の疲労耐久性評価に関する研究
- 2) 国総研資料第 710 号, 鋼道路橋の受熱温度推定に関する調査

# 自動車交通に関する CO<sub>2</sub> 排出モデルの構築

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

(研究期間 平成 22～25 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
土肥 学  
Manabu DOHI  
神田 太朗  
Taro KANDA  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

Improving the accuracy of CO<sub>2</sub> emissions model in road transport sector using the statistical data of road (traffic volume, travel speed etc.) has been studied. In this fiscal year, The indication of scope to assess the changes of carbon dioxide emissions from automobiles due to service the new road, the need of prediction in detail per hour and road longitudinal slope correction factor of carbon dioxide emission factor were analyzed.

### 〔研究目的及び経緯〕

道路事業の実施に伴う温室効果ガスの排出状況変化の予測手法開発は、これまで国内外の様々な行政又は研究機関により進められてきたが、道路事業者が道路計画検討段階の実務で活用する手法としては未だ標準的な手法までは確立されていない。国総研では「道路環境影響評価の技術手法」を作成・適宜改定しているが、温室効果ガスについては、1) 大気環境基準は設定されておらず沿道住民に与える直接的な影響も特段ない、2) 道路工事により発生する温室効果ガス排出量の予測手法は十分確立されていなかった、3) 新たな道路の供用に伴う交通流及び温室効果ガス排出量の状況変化に関する影響範囲などに関する知見が不十分などの理由からその開発までには至っていない。

本研究は、温室効果ガスの排出抑制は世界的に対応が必要なことから、新たな道路の供用に伴う交通流及び二酸化炭素（以下CO<sub>2</sub>）排出量の状況変化に関する影響範囲などに関する知見の充実を図るとともに、その予測手法の高度化に向けた各種の課題検討を進めているものである。

### 〔研究内容〕

#### 1. 予測評価対象範囲の検討

実際の道路計画 15 事例（バイパス・高速道路・環状道路の各 5 事例）を用いて、整備道路供用前後の交通量・旅行速度・CO<sub>2</sub> 排出量変化を交通量推計及び旅行

速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数に基づき試算し、その変化状況等を分析した。予測の基本的なながれを図-1 に示す。

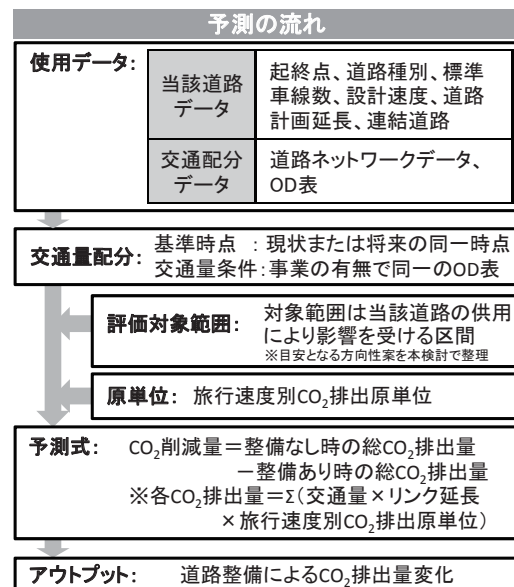


図-1 道路供用に伴う自動車からの二酸化炭素排出量変化の予測手法の基本的なながれ

#### 2. 予測時間単位の検討

現行の交通量推計は日単位の交通量及び旅行速度がベースとなっているが、自動車からの CO<sub>2</sub> 排出量は旅行速度が低下するとより大きくなることから、朝夕の道路混雑を反映させたほうが CO<sub>2</sub> 変化量を精度よく予測できる可能性がある。この検証のため、都内 23



区及び茨城県内の交通量トラカン及びプローブ速度データ（時間帯別）を用いて、その感度分析を実施した。

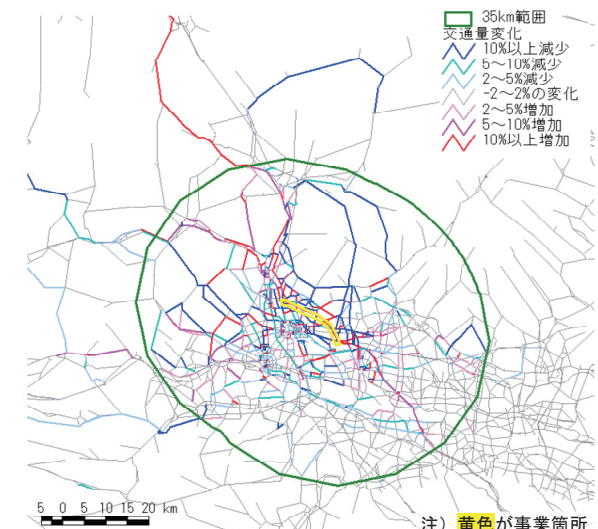


図-2 整備道路及び周辺道路における交通量変化状況分布図（交通量推計のWITH-WITHOUT 比較より）

表-1 CO<sub>2</sub>排出量変化の評価対象範囲の目安（案）

**詳細かつ広域的な道路ネットワークを用いた交通量推計結果を用いる場合：**

試算事例分析をした結果、CO<sub>2</sub>排出量変化の評価対象範囲は下記が目安となり得る。

バイパス：10kmの整備道路に対し30～40km程度の面的範囲

高速道路：50kmまたはそれ以上の距離の内側の面的範囲。なお、高速道と国道のみに絞込むことも有効。

環状道路：地方ブロック全体など広域な面的範囲。

**詳細かつ広域的な道路ネットワークを用いた交通量推計を行わない場合：**

現道や周辺の大きな並行道路（数本）から整備道路への交通量転換を仮定し、CO<sub>2</sub>排出量変化を算定することが有効。

### 3. 道路縦断勾配補正係数の算定

自動車からのCO<sub>2</sub>排出量は道路の縦断勾配に応じて変化することから、道路環境影響評価の技術手法のNO<sub>x</sub>等と同様の手法・根拠データを用いて、CO<sub>2</sub>排出係数の縦断勾配補正係数を算定した。

#### 〔研究成果〕

整備道路及び周辺道路における交通量変化状況の一例を図-2に示す。整備道路及びその前後区間では交通量が増加する一方、並行する複数の道路では交通量が減少することがわかる。このような交通量及びCO<sub>2</sub>排出量変化を詳細に分析した結果として整理された評価

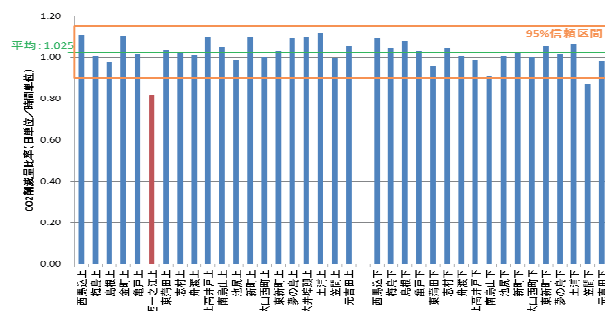


図-3 予測時間単位別のCO<sub>2</sub>削減量比較  
（日単位／時間単位、センサス区間別・上下別）

表-2 CO<sub>2</sub>排出係数の縦断勾配補正係数

上下別	車種	速度区分	縦断勾配i [%]	補正係数
CO <sub>2</sub> 排出量 縦断勾配 補正係数	小型車類	60km/h以下	0 ≤ i ≤ 4	1+0.19*i
			-4 ≤ i ≤ 0	1+0.13*i
		60km/h超	0 ≤ i ≤ 4	1+0.21*i
			-4 ≤ i ≤ 0	1+0.16*i
	大型車類	60km/h以下	0 ≤ i ≤ 4	1+0.27*i
			-4 ≤ i ≤ 0	1+0.16*i
		60km/h超	0 ≤ i ≤ 4	1+0.35*i
			-4 ≤ i ≤ 0	1+0.21*i

上下計	車種	速度区分	縦断勾配i [%]	補正係数
CO <sub>2</sub> 排出量 縦断勾配 補正係数	小型車類	60km/h以下	0 ≤ i ≤ 4	1+0.06*i
		60km/h超	0 ≤ i ≤ 4	1+0.05*i
	大型車類	60km/h以下	0 ≤ i ≤ 4	1+0.11*i
		60km/h超	0 ≤ i ≤ 4	1+0.14*i

対象範囲の目安（案）を表-1に示す。ただし、この目安については、今後、道路供用前後に伴う実際の変化状況と比較検証することが必要であると考えられる。

予測時間単位を日単位と時間単位の2つとして、道路容量を同一条件で増加させることで渋滞緩和・CO<sub>2</sub>排出削減させた場合の計算結果を比較したものを図-3に示す。これより、日単位と時間単位で予測した場合の差異は概ね±10%以内であり、実務的に簡便な日単位で予測した場合でも概ね問題ないことがわかった。ただし、地方都市のように朝夕の通勤混雑が顕著な地域で同様の結果になるかは今後の研究課題である。

旅行速度別のCO<sub>2</sub>排出係数の縦断勾配補正係数の計算結果を表-2に示す。上下計で捉えた場合、勾配1%増に対して概ね、小型車類では5%、大型車類では10%程度の排出量増加が生ずる、との結果であった。

#### 〔成果の活用〕

本研究で得られた成果および知見については、今後、さらなる検証を行い、道路事業のCO<sub>2</sub>排出量の予測手法の構築に向けた一助にすることを考えている。



# ライフサイクルを通した道路事業の低炭素化に関する調査

Life Cycle Assessment of road project

(研究期間 平成 23～24 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
神田 太朗  
Taro KANDA  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

Carbon footprint of shield tunneling method was estimated. CO<sub>2</sub> emissions intensities of segment and shield tunneling machine were calculated based on field survey. The estimation suggested most of the CO<sub>2</sub> is emitted from primary lining and shield machine manufacturing, and their emissions intensities are similar between different construction methods.

## 〔研究目的及び経緯〕

二酸化炭素(以下、「CO<sub>2</sub>」)という排出量は、原料採取から廃棄までのライフサイクルを通した総量の削減が重要である。こうした評価の有力な手法がライフサイクルアセスメント(LCA)である。国土技術政策総合研究所は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「社会資本のライフサイクルをととした環境評価技術の開発」(平成20～22年度)において、土木工事の積算に対応したLCAの手法及びその計算に用いるCO<sub>2</sub>排出原単位を作成した。このCO<sub>2</sub>排出原単位は、産業連関表の部門分類を基本としつつ、一部の部門分類の詳細化や数値の物量置換等の修正を行った上で作成している。

一方、土木工事積算基準の対象外である工事については、シールドトンネルのような大規模なものであっても、これまでのところ詳細な調査を行ってこなかった。本稿では、シールドトンネル工事のCO<sub>2</sub>排出量の算出手法の確立を目指した調査結果を報告する。

## 〔研究内容〕

### 1. 現地調査に基づくCO<sub>2</sub>排出原単位の試算

シールドトンネル工事では、シールド機による掘進やセグメントによる覆工のような、特有の機械、材料を用いた主要工程が、工事全体のCO<sub>2</sub>排出量に大きな影響を及ぼしていると考えられる。産業連関表では、RCセグメントや合成セグメントは「セメント製品」、鋼製セグメントは「建設用金属製品」に分類されると思われるが、これらの部門はセグメント以外の製品を含むため、その平均的なCO<sub>2</sub>排出原単位はセグメントの値と大きく異なる可能性がある。さらに、積算資料を用いてCO<sub>2</sub>排出量を算出する上では、セグメント「1リング」や「1m」、シールド機「1式」当りのCO<sub>2</sub>排出

原単位が必要になり、産業連関表からの単位換算が必要になる。特に、一式計上されるシールド機については、積算の実施者等にとっては投入される材料・燃料の内訳が通常不明であり、合理的な算出手法を定める必要がある。また、一口にシールドトンネル工事といっても、工種構成は工法ごとに異なる。

そこで、セグメント、シールド機の製造工場(各1か所)、及び主要な工法である泥水式、泥土圧式による建設現場(計4か所)の現地調査を行い、製造・施工プロセス等を整理した。調査結果も踏まえ、セグメント及びシールド機のCO<sub>2</sub>排出原単位を試算した。

### 2. 実工事の積算資料を用いたCO<sub>2</sub>排出量の試算

実工事の積算資料の提供を受け、セグメントやシールド機に関する現地調査の結果及び既存のCO<sub>2</sub>排出原単位を用いてCO<sub>2</sub>排出量を試算し、現在のLCA手法のシールドトンネル工事への適用性を検証した。

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 現地調査に基づくCO<sub>2</sub>排出原単位の試算

セグメントのCO<sub>2</sub>排出原単位については、「セメント製品」等の既存のCO<sub>2</sub>排出原単位の内訳表(材料・燃料等の投入部門別)を作成し、このうち主要な材料・燃料の投入係数を、現地調査を踏まえた値に置き換えることで作成した。

シールド機についても「建設・鉱山機械」に対して同様の方法が考えられるものの、算出結果の解釈がセグメントほど簡単ではない。主な理由は次の二つである。一つは、工場では区別しているものの産業連関表上は同一部門に集約されている材料が多いことである。この場合、産業連関表の集約された部門分類は実態が

不明瞭であり、現地調査で得られた数値との概念的な一致を判断することが困難である。もう一つは、産業連関表の「建設・鉱山機械」は、部分品・取付具・付属品を含むものとして定義されていることである。すなわち、現在の LCA の枠組みにおいて CO<sub>2</sub> 排出量を別途算出することとしている建設機械等損料表に掲載される機械との仕分けが明確でなく、二重計上の懸念がある。これらの課題があることを踏まえ、本調査では、工場へのヒアリングを踏まえた積み上げ計算を元にシールド機の CO<sub>2</sub> 排出量を試算することとした。

まず、特定のシールド機を対象に、主要な材料・燃料の投入に係る実績値の提供を受け、当該シールド機の CO<sub>2</sub> 排出量を積み上げた。この際、建設機械等損料表の掲載機械に係る数値は除いた。次に、CO<sub>2</sub> 排出量が、損料として算出する部分を除いた機械質量に概ね比例すると考え、機械質量当りの CO<sub>2</sub> 排出原単位を求めた。実工事を対象にした試算では、この原単位に当該工事の機械質量を乗じることでシールド機一式の CO<sub>2</sub> 排出量を求めることとした。

建設現場では、各工種の材料・機械の種類や調達方法、泥水式の地上設備のような各工法に特徴的な工種、立坑構築や発生土処理等の現場条件に応じた様々な方法、地上発進方式のような新技術等を調査した。

## 2. 実工事の積算資料を用いた CO<sub>2</sub> 排出量の試算

泥水式及び泥土圧式シールド工事の概要を表-1 に、CO<sub>2</sub> 排出量の算出結果を図-1 に示す。なお、適当な CO<sub>2</sub> 排出原単位の紐付が困難であった一部の材料・機械については、CO<sub>2</sub> 排出原単位を計上していない点に注意が必要である。いずれの工事でも、覆工に関する CO<sub>2</sub> 排出量が全体に占める割合が最も大きく、掘進やシールド機工場製作工が続いた。泥水式の A 工事では、発生土の脱水処理を行う泥水設備工も一定の割合を示した。

CO<sub>2</sub> 排出量は、工法以外にも、掘進延長、セグメントの種類・径、二次覆工の有無等で変化するため、図-1 を元に各工法の CO<sub>2</sub> 排出の特徴を判断することは難しい。そこで、工種ごとに「作業量」に相当する物理量を設定し、各物理量当りの CO<sub>2</sub> 排出原単位を試算した。

表-1 試算対象の概要

	泥水 (A工事)	泥土圧 (B工事)
用途	共同溝	共同溝
掘進延長	約398m	約2,284m
セグメント径	φ3.15 (外径)	φ 5.45m (外径)
セグメント種	鋼製	RC、鋼製、ダクタイル
二次覆工	あり	なし

結果を表-2 に示す。試算対象には、RC、鋼製、ダクタイルの各種セグメントが使用されているものの、一次覆工(覆工セグメント)の周長×掘進延長当りの CO<sub>2</sub> 排出原単位は同程度の値を示した。また、泥水式用と泥土圧式用の異なるシールド機であっても、機械質量当りの CO<sub>2</sub> 排出原単位は同程度であった。一次覆工(発生土処理)の CO<sub>2</sub> 排出原単位には6倍の違いがみられるが、これは運搬距離に比例したものである。シールド工事全体では、掘進延長当りに換算して、5～6,000 t CO<sub>2</sub>/km 程度であると考えられた。

### 〔成果の活用〕

さらなる調査・検証を経て、CO<sub>2</sub> 排出原単位一覧表等に反映することで、低炭素社会の実現に向けての一助になると考える。

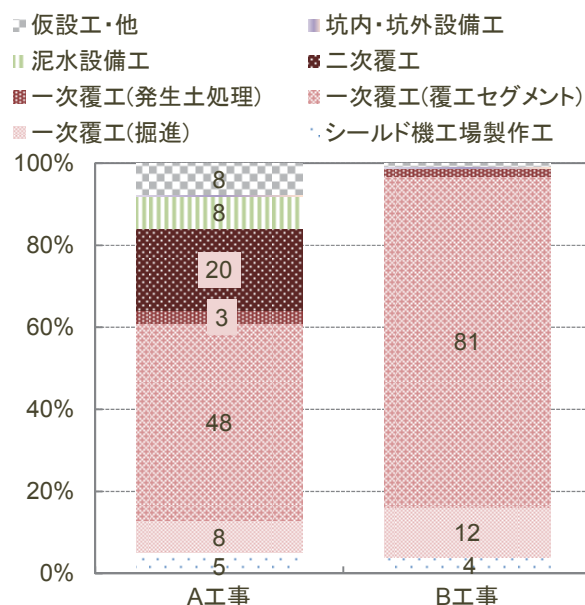


図-1 CO<sub>2</sub>排出量の内訳

表-2 工法別工種別のCO<sub>2</sub>排出原単位の傾向

工種	作業量	泥水 (A工事)	泥土圧 (B工事)
シールド機工場製作工	シールド機質量 t	2,249	2,274
一次覆工(掘進)	掘削体積 m <sup>3</sup>	56	26
一次覆工(覆工セグメント)	周長×延長 m <sup>2</sup>	276	234
一次覆工(発生土処理)	掘削体積 m <sup>3</sup>	23	4
工事合計	延長 m	5,687	4,953

# 自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討

Study on rationalization of estimate method about motor vehicle emission factors

(研究期間 平成 22～25 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
土肥 学  
Manabu DOHI  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

This study is to estimate motor vehicle emission factor more rationally. The fuel efficiency of vehicles by real road traffic is larger than by catalog mode. The motor vehicle emissions and their variability characteristics by real road traffic were investigated by using on-board emissions measurement system. Using these results, more rational estimate method about motor vehicle emission factors in the future will be developed.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路環境影響評価等に用いる NO<sub>x</sub>・CO<sub>2</sub>等の自動車排出係数は、従来、室内におけるシャシダイナモ台上試験データに基づき算定してきた。しかし、実走行時の自動車排出ガス量は運転方法やエアコン等電装品使用状況、渋滞等の影響により室内試験データよりも大きくなる傾向にある。この課題解消に向けては、車載型排出ガス計測システム等を活用した実走行時の排出ガス量調査データに基づき自動車排出係数を算定していくことが考えられる。

本研究は、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計、燃料流量計を用いて、実走行時の自動車からの CO<sub>2</sub>等排出量及びその変動特性に関する調査を実施しその実態を把握するとともに、将来における合理的な自動車排出係数の更新方法を検討するものである。

## 〔研究内容〕

### 1. 自動車実走行時 CO<sub>2</sub>排出量の変動特性に関する試験

平成 24 年度は、主に下記項目に着目して実道路上における走行試験を実施した。

- 1) 貨物車の排出ガス変動要因の把握
- 2) 都心部における乗用車の排出ガス変動要因の分析
- 3) 燃料流量計データを正値とした、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計による CO<sub>2</sub>排出量データの精度検証

1), 2)に関する試験は夏季・秋季・冬季の 3 季各々において、朝夕の混雑時・昼間の非混雑時別に分けて複数回ずつ実施した。走行ルートは、1)については昨年度の「乗用車の排出ガス変動要因の把握」のための試

験と同じ茨城県つくば市内の一般道路（以下地方部）、2)については東京都中央区内の一般道路（以下都心部）とした。3)については国総研内試験走路において定速走行等の試験を各々の走行速度で複数回ずつ実施した。

### 2. 自動車実走行時 CO<sub>2</sub>排出量試験データ分析

昨年度実施した乗用車の排出ガス試験結果を用いて、道路交通センサス区間毎及び 1 ショートトリップ毎に CO<sub>2</sub>・NO<sub>x</sub> 排出ガス量を分割整理し、旅行速度との相関性を比較分析した。ショートトリップとは停止状態から加速し定速走行後、減速・再停止を経て、再度加速し始めるまでの一連の走行挙動のことである。

## 〔研究成果〕

### 1. 自動車実走行時 CO<sub>2</sub>排出量の変動特性に関する試験

貨物車の積載条件別の実走行時 CO<sub>2</sub> 排出量を比較したものを図-1 に示す。これより、積載条件が満積載、半積載、空積み状態では、CO<sub>2</sub> 排出量は異なるとともに、概ね線形の関係性があることがわかる。

都心部における乗用車の冷房エアコン使用状況別の実走行時 CO<sub>2</sub> 排出量を比較したものを図-2 に示す。都心部での冷房エアコン使用による CO<sub>2</sub> 排出量増加

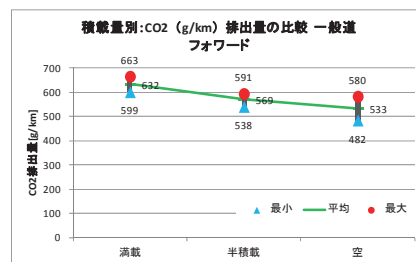


図-1 貨物車の積載条件別の CO<sub>2</sub> 排出量比較

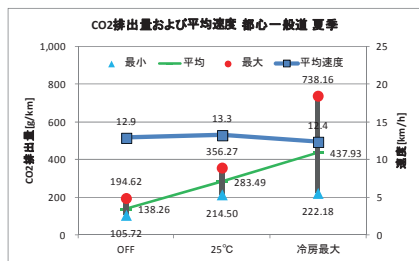


図-2 乗用車のエアコン使用状況別の CO<sub>2</sub> 排出量比較

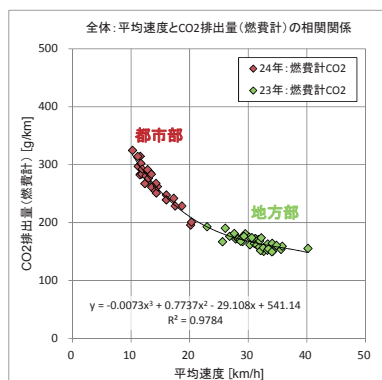


図-3 都心部と地方部での平均速度別 CO<sub>2</sub> 排出量比較

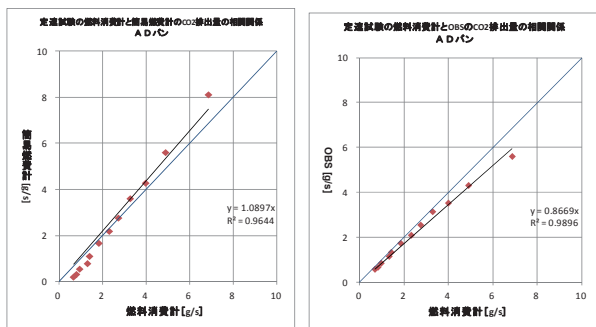


図-4 計測装置別の CO<sub>2</sub> 排出量比較

(車載型排出ガス計測システム (OBS)・簡易燃費計・燃料消費計)

は 2～3 倍程度となっていることがわかる。これは昨年度実施したつくば市内における倍率(概ね 1.2 倍前後)よりも相当大きい傾向であった。都心部における実走行では信号交差点における一時停止及びアイドリング時間の増加が相当あったことがこの要因であると推察された。

都心部と地方部での平均速度別 CO<sub>2</sub> 排出量を比較したものを図-3 に示す。都心部のほうが地方部よりも旅行速度が圧倒的に低いこと、双方データの回帰式は従来の旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数と同様な曲線になることがわかる。

車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計と燃料流量計で測定した各 CO<sub>2</sub> 排出量の比較図を図-4 に示す。これより、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計の CO<sub>2</sub> 排出量データは一定の相関性を有することが確認された。

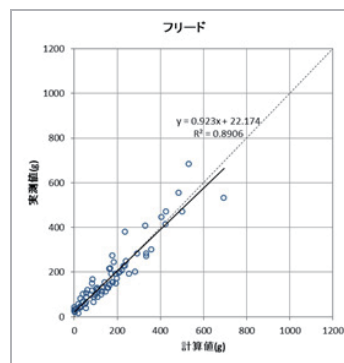


図-5 1 ショートトリップ 毎の CO<sub>2</sub> 排出量推定式の推定精度

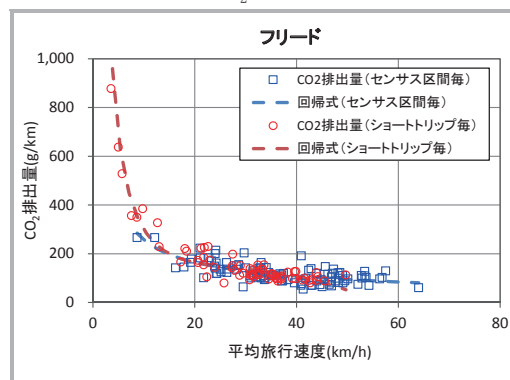


図-6 道路交通センサ区間・1 ショートトリップ 毎の旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出量比較

## 2. 自動車実走行時 CO<sub>2</sub> 排出量試験データ分析

ショートトリップ毎の CO<sub>2</sub> 排出量は次の推定式形による再現精度が相当高いといわれているが、今回のデータ分析でも相関係数 R=0.9 以上と非常に高い推定精度の結果となった (図-5 参照)。

$$E = \alpha \cdot D + \beta \cdot T + \gamma \cdot \sum \delta (V_i^2 - V_{i-1}^2)$$

ここで、E: CO<sub>2</sub> 排出量、D: 走行距離、T: ショートトリップ時間、 $\delta$ : 加速時 1 でその他 0、V: 0.1 秒毎の走行速度、 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ : 回帰係数

センサ区間毎の旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出量とショートトリップ毎の旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出量を比較したものを図-6 に示す。双方は旅行速度の出現範囲が異なるものの、同一速度における CO<sub>2</sub> 排出量は概ね一致するという結果が得られた。この傾向は、今後引き続き様々な車種で比較分析していく必要があるが、実走行時の CO<sub>2</sub> 排出量をショートトリップ毎にデータ整理し算定された旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数を、道路交通センサ区間毎での CO<sub>2</sub> 排出量計算に用いることができる可能性があることを示唆しているものである。

### 〔成果の活用〕

引き続き、本研究で得た試験データを用いた分析を中心に研究を進め、将来における合理的な自動車排出係数の更新方法を取りまとめる。



# 道路事業の構想段階における環境調査・予測手法の検討

Research on Technical Guidelines for Environmental Survey and Impact Prediction at the Road Project Concept Stage

(研究期間 平成 22～24 年度)

—改正環境影響評価法に基づく「配慮書段階の検討」の導入に関する検討—

Study on the Implementation of Consideration at Concept Stage

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
井上 隆司  
Ryuji INOUE  
山本 裕一郎  
Yuichiro YAMAMOTO

‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’ has to be revised according to amendment of the law concerned, technical innovation in the fields of prediction technique and social background.

According to the amended Environmental Impact Assessment Law, the procedures of the Concept Stage Environmental Consideration Statement will be carried out beginning April 2013. This study is to prepare for its application to road projects.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所は、「道路環境影響評価の技術手法」(国総研資料。以下、技術手法という)を作成して、全国の道路事業の環境影響評価の適切かつ円滑な実施を支援している。技術手法は道路事業の環境影響評価を実施するための具体的な調査・予測・評価手法の例をまとめたものであり、環境影響評価制度の動向や最新の知見・技術を反映することが求められる。

本年度は、改正環境影響評価法(平成 23 年 4 月公布、図 1)により、従来からの方法書以降の手続きに係る環境影響評価(EIA)に先立つ構想段階(道路事業では概略ルート・構造を検討する段階)での実施が規定された「計画段階環境配慮書に関する手続き」(平成 25 年 4 月施行、以下、「配慮書段階の検討」という)への対応について、検討成果をとりまとめた。

## 〔研究内容〕

### (1) 配慮書段階で検討が想定される環境項目等の整理

道路事業の法に基づく環境影響評価事例(全 35 件、平成 24 年 4 月時点)の評価書の記載内容について、以下の 2 つの観点で整理・分析を行い、改正環境影響評価法に基づく計画段階配慮事項(環境項目:大気質、騒音、振動、水質、地形及び地質、日照障害、動物、植物、生態系、景観、廃棄物等の環境要素)の選定方法等を整理した。

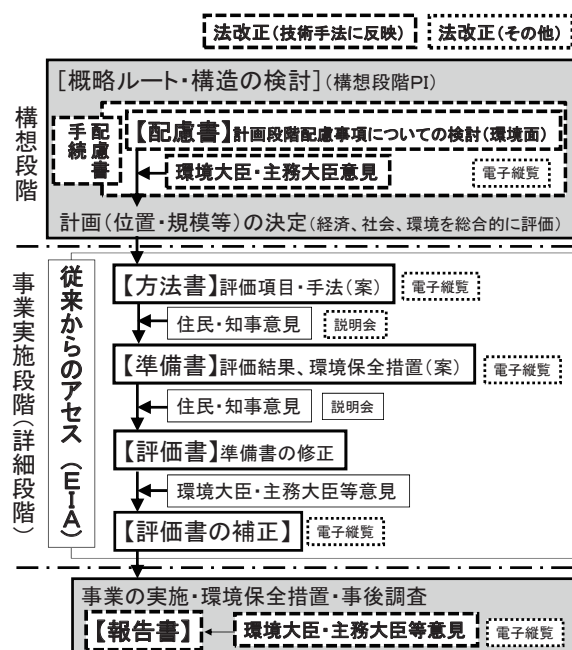


図1 環境影響評価法に基づく手続きと改正事項

- ① EIAにおける住民意見、知事意見等を配慮書段階からの検討の必要性の観点から分析し、計画段階配慮事項として選定が想定される環境項目を整理した。
- ② EIAにおける各環境項目の調査・予測・評価の実施内容を整理し、必要な予測条件(予測地点、道路条件、交通条件等)が構想段階において揃い、配慮書段階で検討が可能な環境項目と手法を整理した。

## （２）自然環境に関する配慮書段階の検討のあり方の検討

配慮書手続きは、自然環境保全の観点から指摘・提唱されてきた経緯がある点を踏まえて、動物・植物・生態系に関する配慮書段階の調査、予測及び評価の考え方と手法の例を整理した。検討にあたっては、生態工学、土木計画学等の学識者とグループ討議（座長：日置佳之鳥取大教授）にて議論を行った。

### 〔研究成果〕

#### （１）配慮書段階で検討が想定される環境項目

##### ①配慮書段階の検討が有効と考えられる主な環境項目

３５事例の住民意見のべ 1,002 件のうち、事業計画に関する意見が 404 件と約 4 割を占め、それらの関心事項について早期段階からの検討の意義・必要性が把握された。また、住民及び知事から動植物・生態系に出された意見には、具体的な種名等がのべ 301 含まれており、早期の段階から留意しておく必要があると考えられた。結果として、表 1 のように整理された。

表 1 配慮書段階の検討が有効と考えられる主な環境項目

分類	環境項目
1) 影響回避をはじめとする観点から検討が望まれる環境項目	大気質、騒音、動物、植物、生態系
2) 地域に特徴的な環境で、必要に応じて検討が望まれる環境項目	土壌、地形及び地質（地下水）、景観等

##### ②配慮書段階での検討手法のレベル（詳細度）

E I A における各環境項目の予測条件を整理した結果、定量的に予測できる場合と定性的な予測になる場合があり、前者では道路条件、気象条件等が必要であり、後者では道路の位置と予測地域により定性的な予測が可能となる。配慮書段階の事業計画の熟度と、この段階で定まる予測条件を踏まえて、配慮書段階の検討手法は表 2 のように整理された。動植物等は E I A においても定性的な予測であり、配慮書段階でも同様な検討と捉えがちな点であるが、後述するように、E I A とは検討スケールが異なる点に留意が必要である。

表 2 配慮書段階での検討手法のレベル（詳細度）

環境項目	想定される検討手法
大気質、騒音、振動、日照障害等	保全対象との位置関係、離隔距離等による手法 (配慮書段階では E I A の手法の予測条件が定まらないため)
動物、植物、生態系、景観等	E I A と同様に定性的な予測が中心となるが、E I A とは検討スケールが異なる。

## （２）自然環境に関する配慮書段階の検討の考え方

### ①配慮書段階で検討すべき事項・留意点

配慮書段階における検討の意義は、概略ルート・構造を検討する段階における複数案を通して、E I A 段階になってからでは対応が難しい影響の回避や低減を模索できる点にある。このため、E I A との役割分担に留意の上、配慮書段階の事業計画の熟度と検討スケールに応じて、広域的・大局的な観点到に立ち、この段階において有効に配慮できる対象を検討すべき旨が整理された。

#### ②検討対象の考え方

①を念頭におきつつ、配慮書段階で入手可能な情報やその精度を踏まえ、検討対象の考え方を整理した。

動物・植物の検討対象は、重要な種・群落（レッドリスト掲載種等）が確認されている場所や自然環境関連の法令等により指定されている場所（天然記念物等）などの「位置情報」が【基本】となる。

一方、配慮書段階で入手可能な既存資料から得られるこれらの「位置情報」は少ないことも想定される。これを【補足】するものとして、重要な種等の生息・生育環境となっている場所（生息・生育ポテンシャル）を捉える観点からの検討が有効であると考えられる。

生態系は、その保全上重要な自然環境を「場」の観点から抽出するものとして整理された。（以上、図 2）

#### ③検討手法の考え方

「配慮書段階における検討」は E I A と同様の手法による必要はなく、事業計画の熟度と検討スケールに応じて広域的・大局的な観点を検討することに鑑み、既存資料による「位置情報」の把握など、比較的簡易な手法により行うものとして整理された。

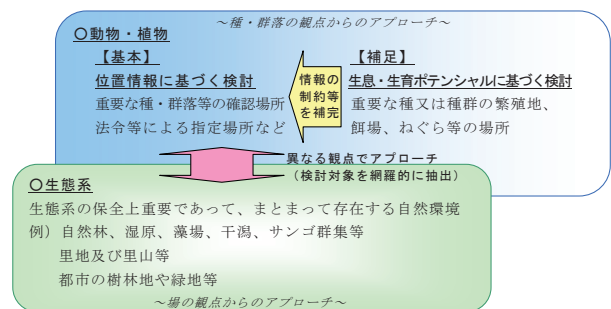


図2 自然環境に関する検討対象の考え方

### 〔成果の活用〕

これらと過年度までの成果を受けて、「道路環境影響評価の技術手法」に配慮書段階の手法を追加した。（国総研資料第 7 1 4 号 1. 計画段階配慮事項）

また、配慮書段階の動物、植物及び生態系に関する調査・予測・評価の考え方と手法の例については、別途参考資料にとりまとめた。（国総研資料第 7 2 0 号）

<http://www.nilim.go.jp/lab/dcg/kadai/kadai1/gijutsu.htm>

# 道路事業の工事中・供用後における環境保全措置の効果把握に関する検討

Research on Grasp the Effectiveness of Environmental Conservation Measures at the Road Project under Construction and Opened to Traffic  
(研究期間 平成 23～24 年度)

—環境影響評価実施後の事後調査手法に関する検討—

Study on Technical Guidelines for Monitoring Surveys during/after Construction

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
井上 隆司  
Ryuji INOUE  
山本 裕一郎  
Yuichiro YAMAMOTO

‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’ has to be revised according to amendment of the law concerned, technical innovation in the fields of prediction technique and social background.

According to the amended Environmental Impact Assessment Law, the report on results of monitoring surveys during/after construction will be carried out beginning April 2013. This study is to prepare for its application to road projects.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所は、「道路環境影響評価の技術手法（国総研資料。以下、技術手法という）」を作成して、全国の道路事業の環境影響評価の適切かつ円滑な実施を支援している。技術手法は道路事業の環境影響評価を実施するための具体的な調査・予測・評価手法の事例をまとめたものであり、環境影響評価制度の動向や最新の知見・技術を反映することが求められる。

本年度は、改正環境影響評価法（平成 23 年 4 月公布）による「報告書に関する手続き（事後調査結果の報告・公表、平成 25 年 4 月 1 施行）」の新設への対応として、事後調査手法のとりまとめ等を行った。

## 〔研究内容〕

### （１）自然環境項目における事後調査手法の検討

法に基づく環境影響評価の事後調査は、保全措置の効果に不確実性があるとされる自然環境を中心に実施数が増えているものの、参考となる調査手法（調査方法、期間等）が定まっていない状況にあった。このため、昨年度に検討した「植物の移植」、「両生類の移設」、工事中の「猛禽類への影響の回避・低減」に関する事後調査手法案を基に、技術手法への反映（事後調査手法の追加）を検討した。（図 1）

### （２）自然環境項目における事後調査状況の把握

「植物の移植」5 件、「両生類の移設」3 件、工事中の「猛禽類への影響の回避・低減」5 件の事後調査又

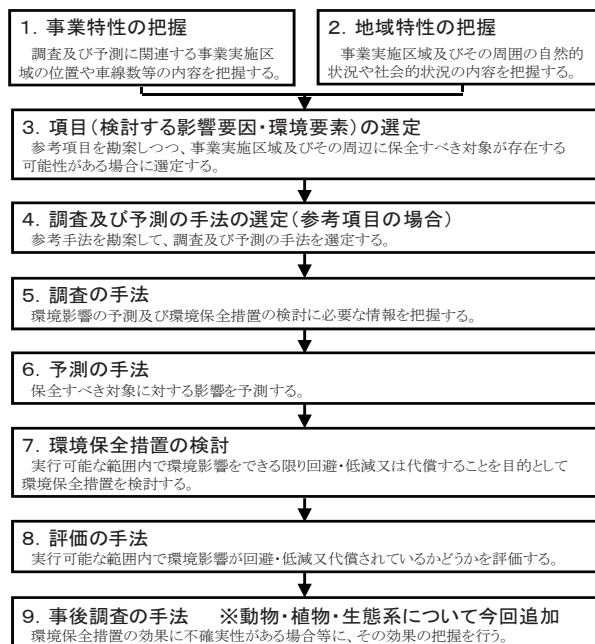


図 1 技術手法の構成（調査・予測・評価の流れ）

はそれに該当する先行事例を 3 ヶ年分収集し、実施状況（調査方法、期間、調査結果等）を把握した。

## 〔研究成果〕

### （１）自然環境項目における事後調査手法

今回とりまとめた自然環境項目（動物、植物、生態系）に係る事後調査手法の概要を以下に述べる。



## ①事後調査すべき情報

### 1) 地形改変の状況と環境保全措置の実施状況

事後調査の主な目的である環境保全措置の効果の把握にあたっては、保全対象の分布及び生息・生育状況のみならず、当該工事による地形改変の状況（範囲・面積、工事時期等）や環境保全措置の実施状況（方法、箇所、期間等）を併せて調査・記録することが必要である。

### 2) 保全対象と生息・生育環境の状況

環境保全措置の効果の把握と並んで、環境保全措置の内容に関する知見の蓄積と進展に資するためには、環境保全措置の実施前後（移設・移植においては、移設・移植元と移設・移植先の双方）における環境条件の把握が必要である。このため、a) 保全対象の生息・生育の状況（保全対象の行動内容、生育状態に係る内容）のみならず、b) 保全対象の生息・生育環境（保全対象の生息・生育に係る微地形、水系及び植物群落等）の状況の把握が求められる。

## ②事後調査の基本的な手法

事後調査すべき情報の内容に応じて、資料調査又は現地調査を行う。

### 1) 地形改変の状況と環境保全措置の実施状況

地形改変の状況は、工事記録・図面等の資料収集又は現地確認による方法とする。環境保全措置の実施状況は、環境保全措置の実施時にその状況を記録する方法とする。

### 2) 保全対象と生息・生育環境の状況

a) 保全対象の分布及び生息・生育の状況は、現地踏査において、個体や痕跡等の目視、カメラ撮影による方法とする。調査の詳細度（手法、頻度等）は、事後調査の目的に応じて、個体数の増減や生息・生育状況を詳細に記録する方法、又は保全対象種の存在のみを記録する比較的簡易な方法等を適切に選択する必要がある。

b) 保全対象の生息・生育環境の状況は、現地踏査により、微地形、水系、植物群落等の状況を確認する。調査の詳細度（手法、頻度等）は事後調査の目的に応じて、土壌や水質、日照等の環境条件を詳細に記録する方法、又は環境条件の変化（水量、水の濁り等）を目視のみで比較的簡易に把握する方法等を適切に選択する必要がある。

これらは環境保全措置の効果や移植・移設先等に求められる環境条件を把握するために必要である。

## ③事後調査地点

保全対象の生息・生育環境の状況を把握するため、

環境保全措置の実施箇所の周辺の微地形、水系、植物群落等においても調査地点を設定する必要がある。範囲は保全対象の移動能力や行動圏等を考慮して設定する。

## ④事後調査期間

環境保全措置の実施期間中及び環境保全措置の完了後から環境保全措置の効果について一定の情報が得られるまでの期間とする。

環境保全措置の実施期間中は、事後調査の結果から必要に応じて環境保全措置の内容をよりきめ細かなものにする等の対応が可能である。このため、環境保全措置はできるだけ早期に実施すると共に、この期間に重点的に事後調査を実施することが望ましい。

環境保全措置の効果として、保全対象の継続的な生息・生育を確認するために必要な期間は、保全対象の生態を踏まえて設定する必要があるが、動物の移設や植物の移植等については、保全対象やその生息・生育環境の状況を判断しうる期間として、環境保全措置の完了後から概ね3年程度を基本に判断することが考えられる。

なお、事後調査の結果から環境保全措置の内容をより詳細なものにする等の対応の実施及びその終了の判断においては、必要に応じて学識経験者等の意見を参考とすることが考えられる。

## （２）自然環境項目における事後調査状況

今回収集した「植物の移植」、「両生類の移設」、工事中の「猛禽類への影響の回避・低減」に関する事例においては、評価書の予測結果等から大きく乖離した状況が生じている事例や事業による影響と判断された事例はなく、環境保全上の問題は報告されていなかった。また、環境影響評価実施後に新たに把握された貴重動植物等についても、追加の保全対策が適宜検討され、対応が行われていることが確認された。

事後調査は、環境保全措置の効果の不確実性を補完し、必要な措置を担保するものとして位置付けられていることから、今後は、事後調査結果に基づいて環境保全措置の効果に係る知見の蓄積を行い、今後の環境影響評価への反映・フィードバックへとつなげることが重要と考えられる。

## 【成果の活用】

これらと過年度までの成果を受けて、「道路環境影響評価の技術手法」（国総研資料第714号）の13．動物・植物・生態系に事後調査の手法を追加した。

<http://www.nilim.go.jp/lab/dcg/kadai/kadai1/gijutsu.htm>



# 環境影響評価図書の情報の有効活用に向けた検討

## Study on Effective Use of Information in Environmental Impact Assessment Documents

(研究期間 平成 24～26 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
井上 隆司  
Ryuji INOUE  
山本 裕一郎  
Yuichiro YAMAMOTO

Environmental impact assessment documents cannot be easily obtained because of voluminous books of paper and closure to the public after inspection, as a result of obeying the Environmental Impact Assessment Law. The purpose of this study is to produce browsing and search system of the documents and to prepare for effective use of information in them.

### 〔研究目的及び経緯〕

環境影響評価（アセス）図書（評価書等）は、環境影響評価法の規定に基づき、大部な紙の図書のみが作成されてきた。法改正後、平成 24 年度からは電子縦覧が義務付けられたが、いずれにせよ縦覧後は一般に公開されていないことから、過去の様々な事業のアセス図書の閲覧・参照が容易でないのが現状である。本研究は、アセス図書における膨大かつ多種多様な環境情報・図面・評価結果等を有効活用する環境を整備するため、アセス図書の閲覧・検索システムを整備するとともに、環境調査・予測手法の効率化等に向けて、これらの情報の共有体制を検討するものである。

本年度は、アセス図書の閲覧・検索システムの試作を行い、地方整備局の担当者やアセス関係学識者等において活用の試行を実施し、本格整備に向けた仕様等を検討した。

### 〔研究内容〕

#### 1. 閲覧・検索システムの試作

##### 1.1 試作システムの機能

過年度の検討により、閲覧・検索システムのニーズ・利用形態を以下のとおり把握していた。

- ①道路事業のアセスにおいて、事業者が、他の道路事業のアセス図書を閲覧・検索
- ②道路事業の実施時（事業化後）に、事業者が当該事業のアセス図書を閲覧
- ③アセスに関わる専門家等が、アセス図書に記載された学術的価値の高い情報を閲覧・入手

ここで、記載内容のいわゆるデータベース化や、位置情報の GIS データ化等、アセス図書の記載に何らかの加工をした 2 次情報を作成することとした場合、その作成や更新・維持に、相当の手間と費用が継続的に必要となる。ニーズに見合った仕様としては、目次又は記載事項整理表から該当頁へのジャンプ機能を持た

せた PDF が閲覧できれば十分であり、検索も PDF に付属の機能を利用することで十分と考えた。

#### 1.2 試作の対象とするアセス図書（表－1）

前述の①のニーズにおいては、直近の評価書（H18.3 の改正主務省令に対応した 9 件）がよく利用されると考えられるため、これらをまず試作の対象とした。これらは、H15 以降に電子納品された業務成果である可能性が高く、その電子データを活用することとした。

また、前述の②及び③のニーズに対応するため、過去のアセスで現在事業中の箇所（H11～17 の評価書 6 件）も対象とした。これらは、紙媒体のスキャニング及び OCR 処理により電子データとした。

#### 1.3 システム稼働環境

試行における利便性及び安全性を考慮し、インターネット利用、サーバはクラウドサービスとし、SSL による暗号化を行った。

#### 2. 閲覧・検索システムの活用試行

##### 2.1 試行箇所の選定

試作するアセス図書に係る事業を担当している地整及び事務所では、前述の②及び③のニーズがあると考え、試行箇所とした。また、アセス手続の実施中の地整及び事務所においては、前述の①のニーズがあると考え、試行箇所とした。

##### 2.2 試行の実施

###### (1) 地整・事務所担当者による試行

試行箇所の 8 地整、13 事務所、前述の①及び②の利用が想定される担当者計 44 名を試行対象者として登録した。試行対象者には ID を与え、ID とパスワードでログインする方式とした。

試行は約 1 ヶ月の期間を 2 回（平成 24 年 8 月 20 日～9 月 19 日、10 月 24 日～11 月 22 日）設定した。それぞれの期間において、機能に対する満足度や意見・希望を聴取するアンケートを行い、その結果を受けて実現可能な範囲でシステム改良を行った。その際、利

表－1 試作対象アセス（（ ）内は主務省令制定年度）

地域	道路事業名	発行年	根拠	媒体
北海道	道央圏連絡道路 (長沼町～江別市)	H21	法(H18)	電子
東北	酒田余目線	H16	法(H10)	紙
	新庄古口道路	H17	法(H10)	紙
	酒田遊佐線	H21	法(H18)	電子
関東	潮来銚田線	H20	法(H18)	電子
	本庄道路	H21	法(H18)	電子
	横浜環状北西線	H23	法(H18)	電子
北陸	能越自動車道 (七尾～大泊)	H12	経過措置	紙
	羽咋道路	H12	経過措置	紙
	能越自動車道 (田鶴浜～七尾)	H23	法(H18)	電子
近畿	京奈和自動車道 紀北西道路線	H11	経過措置	紙
	湯浅御坊道路拡幅	H22	法(H18)	電子
	大阪湾岸線西伸線	H21	法(H18)	電子
中国	浜田三隅線	H16	法(H10)	紙
	三隅益田線	H22	法(H18)	電子

用者の視点に立った情報量・機能・操作性及びコストとのトレードオフ等に着目した。

### (2) アセス関係学識者による試行

前述の③の利用を試行するため、事務所にアセスでご助言等をいただいている学識者で、趣旨に理解をいただける方を地整より推薦を受け、6名を対象者とした。(1)の2回目の試行に合わせてシステムをご覧いただき、今後のアセス図書の情報提供のあり方等についてアンケート調査を行った。

### 3. 本格整備に向けた仕様等の検討

試行結果を踏まえ、今後整備するシステムの仕様及び運用方法を検討した。また、今後のアセス図書の情報の扱いについて学識者にヒアリングを行った。

#### [研究成果]

#### 1. 閲覧・検索システムの活用試行の結果

##### (1) 地整・事務所担当者による試行の結果

1回目、2回目のアンケートにそれぞれ30名、25名より回答を得た。

1回目のアンケートにおいて、閲覧や検索の各機能に対し満足との回答が約6～8割であった。改善の要望のうち、表示の見やすさ等の実現可能なものについては2回目の試行までに改良することとした。紙媒体をスキャンした電子データは検索で必ずしも抽出されないことあり、改善要望もあったが、一から電子データを再作成することはコスト等の観点で現実的でないため、対応を見送った。

2回目のアンケートでは、改良した機能に対し満足との回答が約8～9割であった。また、本システムで閲覧を希望するアセス図書の範囲としては、配慮書・方法省・準備書について希望するとの回答が約5～7割、評価書要約書を希望するとの回答も約6割あった。一

方、今回の試作対象よりさらに過去（H10以前）の閣議アセスや、自主アセス、条例アセスの閲覧の希望は、無い又はあっても約1～2割と少なかった。

なお、本システムは一般に公開されていないデータを扱うことから、IDとパスワードによるユーザ管理は必要かつ妥当な方法であった。また、データが誤って流出することを防ぐため、1回目の試行では「ダウンロード禁止」を周知し、2回目ではダウンロードしたファイルの中身を白紙にする措置を行ったが、この後者の措置により利用環境次第では通常の利用でも白紙になって利用できなくなる場合があることが判明した。

#### (2) アセス関係学識者による試行の結果

5名の学識者からアンケートの回答を得た。ご専門は、大気質が1名、地形地質が1名、動物・植物・生態系が4名（重複あり）であった。

- ・情報提供されるべき評価書の内容は、動植物の分布情報や環境保全措置の内容、景観の予測結果等。
- ・アセス結果と完成後の状況を比較検証し、技術の向上に活用すべき。
- ・学識者やコンサル等に広く情報提供されると良い。一方、盗掘の防止のための利用制限等も必要。

#### 2. 本格整備に向けた仕様等の検討

##### 2.1 システムの機能及び電子化の対象

評価書以外の、配慮書・方法書・準備書についても、優先順位を付けた上で電子化を検討する。今回の実績では、1件あたり約2.5～5.0人日（概算で業務委託料約14～29万円）である。なお、表示や検索の機能も拡充が必要である。

##### 2.2 システム稼働環境

スタンドアローン型、クライアント／サーバ型、インターネット型を、活用のしやすさ、管理のしやすさ、コスト等に注目して比較したところ、イニシャルコストは高めだが更新が容易でランニングコストが安いのはインターネット型であった。

##### 2.3 システムの運用方法

一般に公開されていないデータを扱うシステムとして、ユーザの登録・管理・更新を行うとともに、ユーザへの十分な注意喚起が必要である。また、障害発生に備えログの取得が必要である。

今後、新たに電子縦覧されるアセス図書のデータは活用が期待できるが、縦覧する主体（多くは都道府県）によって異なるセキュリティ等の設定であることに留意する必要がある。地整から提供を受ける際のフォーマットを決めておくことも検討する必要がある。

#### 3. 今後のアセス図書の情報の扱いについて

道路アセス全般及び環境省でのアセスの議論に精通する有識者にヒアリングした。電子縦覧が始まった平成24年度以降、縦覧後のアセス図書の公開が一層求められる状況になっており、着実に準備が必要との見解を得た。

#### [成果の活用]

アセス図書の情報共有に向け、閲覧・検索システムの本格整備及び運用に活用する。

# 局地における沿道大気質調査・予測手法の高度化 及び総合的対策効果の分析

Study on air quality prediction and effect of countermeasures in local conditions

(研究期間 平成 19～24 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
土肥 学  
Manabu DOHI  
神田 太朗  
Taro KANDA

This study is to help the planning of countermeasures to reduce air quality concentrations nearby roads by the administrators. How to improve the accuracy of air quality prediction nearby road in Street Canyon located many high-buildings and how to calculate the effect of each countermeasure to air quality concentrations were developed.

## 〔研究目的及び経緯〕

沿道の大気環境は年々改善しつつあり、大気汚染防止法に基づき地方自治体が実施している大気常時監視の自排局において大気環境基準が非達成となっている大気汚染物質は二酸化窒素（以下  $\text{NO}_2$ ）のみであり、その箇所もごく僅かとなった。（浮遊粒子状物質（SPM）については近年の環境基準非達成は基本的には長期的影響（2%除外値）の問題ではなく、短期影響（2日連続基準値超過）である。）しかし、この僅かに残る  $\text{NO}_2$  環境基準非達成の主な箇所は大都市内の幹線道路同士の交差点（以下、道路重層交差点）であり、これらの箇所では、引き続き道路管理者のみならず各関係者による沿道大気環境の改善対策をより効果的に進めていくことが社会的に求められている。

本研究は、大都市内における交差点など個々の局所的な箇所における、より合理的な沿道大気環境改善対策の検討・立案に貢献するため、これらに資する沿道大気質予測手法の高度化及び各種対策の定量化手法の検討を実施したものである。

## 〔研究内容〕

1. 都市内交差点等における沿道大気質予測手法の検討  
都市内においては、道路整備後の都市開発等により沿道に高層建築物等が連立したため、道路空間が閉鎖的な状況となり、道路上で個々の自動車が排出した大気汚染物質が道路空間内で滞留しやすくなってしまう場合がある。これをストリートキャニオンと呼ぶ。本研究では、このようなストリートキャニオン内での沿

道大気質予測を、標準的な予測手法であるブルーム・パフモデルを活用して高精度で実施するために必要となる精度向上方法の検討を行った。ブルーム・パフモデルでは沿道高層建築物により大気汚染物質の沿道直交方向への移流及び拡散の障害が表現されないことから、本研究ではこれを考慮するための方法として、沿道高層建築物の壁面における大気汚染物質の反射及び建物間からの漏れ出しを高層建築物の開口率で按分する方法を構築した。そのイメージを図-1に示す。

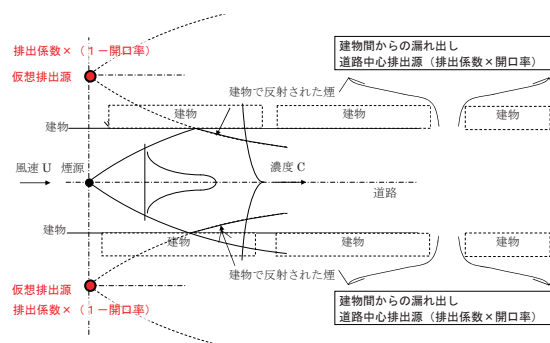


図-1 ストリートキャニオン内における沿道大気質予測の精度向上方法イメージ

2. 各種沿道大気質対策の改善効果の定量化方法の検討  
沿道大気質対策には様々なものがあるだけでなく、その実施者も対策毎に異なることから、より改善効果の高い対策をコストバランスを考慮した上で合理的に実施していくことが必要である。そこで、本研究では、道路管理者による対策に加えて、都道府県警察や自動車環境施策、各ドライバーによる沿道大気環境改善対

表-1 各種沿道大気質対策効果の定量化方法一覧

対策実施者	対策内容	対策効果の反映方法
道路管理者	環境施設帯の整備	ブルーム・パフ計算時
	植樹帯の設置	排出源発生量計算時
	光触媒の塗布	排出源発生量計算時
	土壤大気浄化施設の導入	排出源発生量計算時
	ACF(高活性炭素繊維)の設置	排出源発生量計算時
	環境ロードプライシング	排出源発生量計算時
	オープンスペース化	ブルーム・パフ計算時
	交差点改良(右左折レーンの設置)	排出源発生量計算時
	交差点立体化	排出源発生量計算時
	歩車分離(歩道橋・地下道の設置)	排出源発生量計算時
都道府県警察	バスベイス設置	排出源発生量計算時
	信号現示の最適化	排出源発生量計算時
自動車環境政策	路上駐車規制	排出源発生量計算時
	自動車NOx・PM法に基づく流入規制	排出源発生量計算時
各ドライバー	自動車排出ガス規制の普及率向上	排出源発生量計算時
	エコドライブ	排出源発生量計算時

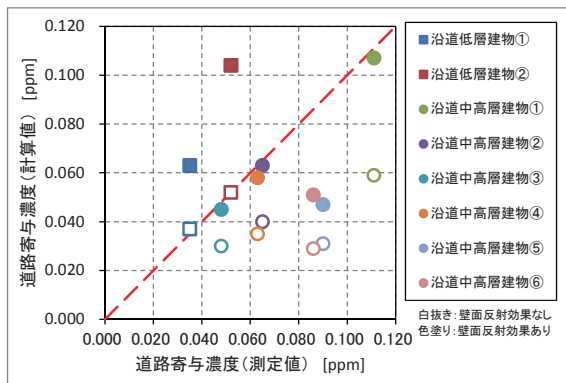


図-2 沿道高層建物の壁面反射効果有無別の沿道大気質予測結果の比較

策による効果を定量的に相互比較できるように、各対策効果の定量化方法を検討した。その方法は、実務での簡便性を踏まえ、基本的にブルーム・パフモデルによる沿道大気質予測を実施する前段階で算定する排出源排出量から、各対策による低減効果を設定し予め差し引きする、という方法を採用した。ただし、環境施設帯のように自動車排出ガス量そのものを抑制するのではなく、排出源と沿道住居との離隔を確保するような対策については予測時に考慮するものとした。

#### 〔研究成果〕

沿道高層建物の壁面反射等の影響を考慮した沿道大気質予測結果を比較したものを図-2 に示す。この図より、沿道が低層住宅の2地点では従来手法で十分である一方、沿道が中高層建物の6地点ではその予測精度は相当向上したことがわかる。

仮想に設定した道路重層交差点において、検討した各種沿道大気質対策の改善効果の定量化方法を用いてその効果を NOx 削減量及び NO<sub>2</sub> 低減濃度ベースで試算

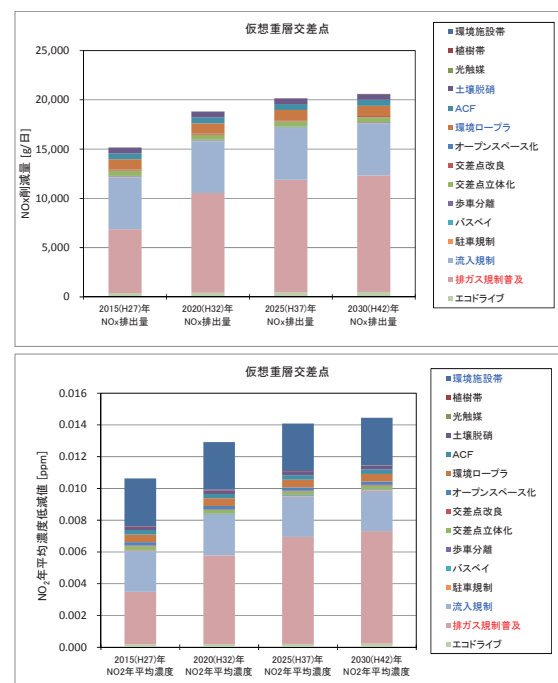


図-3 各種沿道大気質対策の定量的効果の試算結果  
(上段: NOx 削減量、下段: NO<sub>2</sub> 低減濃度)

した結果の一例を図-3 に示す。この図より、最も効果的な沿道大気質対策は自動車の更新に伴う、より厳しい排ガス規制適合車が社会的に普及していくことが明らかとなった。また、自動車 NOx・PM 法に基づく流入規制や環境ロードプライシング、環境施設帯の整備等も一定の効果があることが確認された。

#### 〔成果の活用〕

本研究で得られた成果は、今後更なる検証を行った上で、実務者の参考知見としてとりまとめ・公表する。



# 大気質予測における数値解析モデルの適用可能性の検討

Applicability of computational fluid dynamics on air quality prediction nearby road

(研究期間 平成 23～24 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
土肥 学  
Manabu DOHI  
神田 太朗  
Taro KANDA

This study is to verify the need to apply the computational fluid dynamics model in predicting roadside air quality concentrations nearby roads. The calculation results by Plume or Puff model and computational fluid dynamics model were compared and analyzed, these values were measured, and its applicability was summarized. As a result, the need to apply the computational fluid dynamic model at the present time was only in street canyon.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路事業の環境影響評価における自動車の走行に係る沿道大気質予測では、プルーム・パフモデルによる計算が標準的な手法となっている。このプルーム・パフモデルは、一定の仮定の下で流体力学の基礎方程式から導出される解析的な手法であり、式中のパラメータを沿道拡散現象の実測結果に基づき設定することで、実務上の汎用性が確保できる。

一方、沿道立地条件や周辺地形が複雑な地域では、同モデル導出時の仮定が満足されないとして、数値解析モデルを用いた沿道大気質予測の実施をしばしば要請される場合がある。これまで数値解析モデルを実施する際に必要な多くの条件設定に係る科学的知見は十分でなく、その設定次第では単純なプルーム・パフモデルよりも再現性が却って低下する等の課題もあったものの、近年、都市の風環境や大気環境の分野の学識者や技術者により、この数値解析モデルの適用性に関する研究が進められ、一定の知見が社会的に共有化されつつある。

本研究は、これらの状況を踏まえ、沿道大気質予測における数値解析モデルの適用可能性について、現状の数値解析モデルの開発動向等を踏まえつつ、検証しその適用性を整理するものである。

## 〔研究内容〕

本研究では、様々な周辺地形・土地利用を想定し、複数の手法を用いて沿道大気質予測の試算を実施し、その試算結果を比較分析することで、その適用可能性

を整理した。想定した周辺地形は平地・谷地・斜面の3地形とし、そのうち平地の土地利用については平面と高層建築物群によるストリートキャニオンの2ケースとした。予測手法はプルーム・パフモデルと数値解析モデルの2つとし、その試算結果を既存の野外大気拡散実験等の実測値と比較した。試算は実測値にあわせて1時間値を計算した。数値解析モデルは誰もが入手可能な汎用ソフトを用いた。またパラメータ等条件設定は、学会等において複数の研究者・技術者によりとりまとめられた既存知見から設定した。

## 〔研究成果〕

平面道路における沿道大気質予測結果の比較を図-1に示す。プルーム・パフモデルによる結果は実測値とよく合っている一方、数値解析モデルによる結果は地表付近での整合性が不十分であった。これは地表面粗度の設定方法や数値解析モデルでは自動車走行風や排熱による影響が十分考慮できないためと推察された。

ストリートキャニオン内における沿道大気質予測結果の比較を図-2に示す。沿道建物高層階壁面での予測精度はプルーム・パフモデルよりも数値解析モデルのほうが高くなる傾向がみられた。これはストリートキャニオン内の循環流により大気汚染物質の輸送現象が再現される点で数値解析モデルのほうが有利であるためと推察された。ただし、通常の道路環境影響評価ではこのような対象箇所は想定されないところである。谷地及び斜面における沿道大気質予測結果の比較を図-3～4に示す。いずれもプルーム・パフモデルのほう

が数値解析モデルに比べて基本的にはより安全側での予測結果となっているものと推察された。

これらの試算・比較分析結果を踏まえて、現在の数値解析モデルの開発状況を踏まえた、その適用性を表-1としてとりまとめた。現時点では沿道大気質予測において数値解析モデルを適用したほうが優位な周辺地

形・土地利用条件はストリートキャニオンのみという整理となった。

## 【成果の活用】

本研究成果は、今後更なる検証を行った上で、実務者の参考知見としてとりまとめ・公表する。

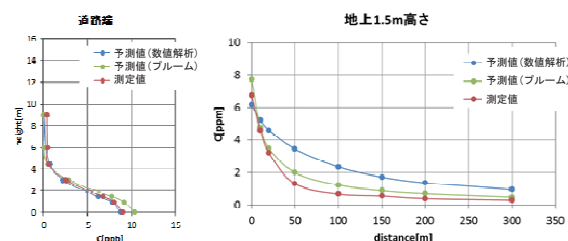


図-1 平面道路における大気質予測結果比較  
(現地拡散実験・ブルーム式予測・数値解析モデル予測)

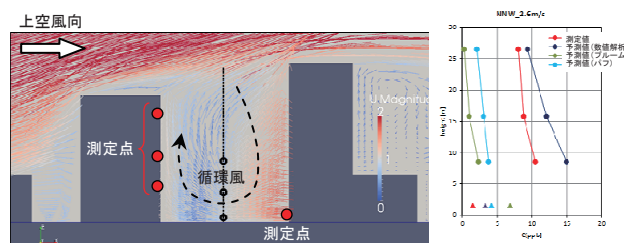


図-2 ストリートキャニオン内における大気質予測結果比較  
(現地拡散実験・ブルーム式予測・数値解析モデル予測)

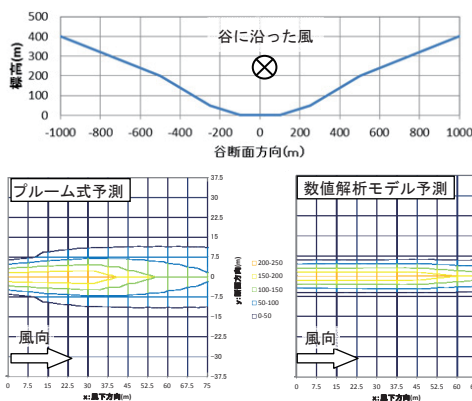


図-3 谷地形における大気質予測結果比較

[風速 2.5m/s 時(高度 10m)の予測濃度コンタ(高度 1.5m)]

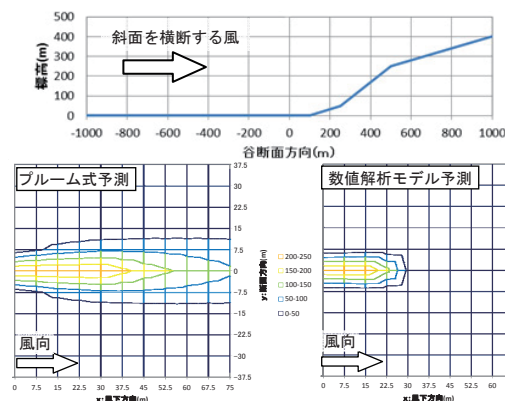


図-4 斜面における大気質予測結果比較

[風速 2.5m/s 時(高度 10m)の予測濃度コンタ(高度 1.5m)]

表-1 現在の数値解析モデル開発状況を踏まえた、沿道大気質予測への数値解析モデルの適用性・優位性整理表

周辺地形・土地利用	ブルーム・パフモデルと数値解析モデルによる試算結果の比較	数値解析モデルの優位性	導入に向けての検討課題
平地	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブルーム・パフモデルは、予測に用いる拡散幅を大気拡散現地実験に基づき設定していることから整合性が非常に良い。</li> <li>数値解析モデルも一定の整合性はあるが、地上付近の再現性が悪い(地表面粗度の設定方法や自動車走行風・排熱影響の考慮困難等が影響)。</li> </ul>	なし	—
ストリートキャニオン	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブルーム・パフモデルは、ストリートキャニオン内に発達する循環流及びこれに伴う大気汚染物質の輸送・風上側高層階への影響までは計算することが困難。</li> <li>数値解析モデルは、ストリートキャニオン内に発達する循環流及びこれに伴う大気汚染物質の輸送・風上側高層階への影響も計算することが基本的には可能。</li> </ul>	沿道高層建築物壁面における鉛直濃度分布の予測には有効。 ※但し、通常の道路アクセスでは想定されない。	数値解析モデルを用いた予測方法としては、1)自動車走行風の影響考慮、2)自動車等排熱の影響考慮、3)弱風時の予測方法、4)大気安定静穏を考慮した予測方法、の4点の課題について科学的知見の蓄積を踏まえて検討していくことが必要。
谷地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>極めて特異な障害物でもない限り、基本的には、平地と同様、ブルーム・パフモデルが十分適用可能である(谷地形でも通常は一定の平坦場が存在)。</li> <li>数値解析モデルは、平地と同様、一定の整合性はあるが、地上付近の再現性が悪い(地表面粗度の設定方法や自動車走行風・排熱影響の考慮困難等が影響)。</li> </ul>	基本的にはなし	また、沿道大気質で問題となる唯一の物質であるNO <sub>2</sub> については、短時間の高濃度現象を評価するための環境基準はないことから、あわせて評価方法の検討も必要。
斜面地形	<ul style="list-style-type: none"> <li>谷地形と同様、極めて特異な障害物でもない限り、基本的には、ブルーム・パフモデルが十分適用可能である。</li> <li>数値解析モデルでは、斜面屈曲部などの地形の影響により地上付近の風速が地形に沿って上向きに発達し、それに伴い大気汚染物質の輸送も鉛直方向に進展したため、今回の試算では地上付近でより低い結果となった。</li> </ul>	基本的にはなし	その上で、各種沿道環境対策効果の定量化手法の検討が必要。

# 道路交通騒音の現況把握手法の確立に関する検討

## Study on Analyzing Method for Road Traffic Noise Situation

(研究期間 平成 22～25 年度)

環境研究部  
Environment Department  
道路環境研究室  
Road Environment Division

室長 角湯 克典  
Head Katsunori KADOYU  
主任研究官 吉永 弘志  
Senior Researcher Hiroshi YOSHINAGA

This study aims to clarify the noise situation on roads under the control of Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. It is also intended to obtain the knowledge needed to select the prior noise abatements and sites. Noise, vibration, and low-frequency sound had been recorded on types of sound sources. Measurement of psychological aspects by replaying the noise and vibration had been done in fiscal 2011.

### 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路交通騒音の現況を把握するとともに優先的に実施する騒音対策方法及び対策箇所を選定する手法に資する知見を得ることを目的としている。平成 24 年度は、音源の種類別に騒音・振動・低周波音を記録し、記録した騒音・振動を被検者が体感できるように再生して不快感の心理学的測定を行った。

### 〔研究内容〕

#### (1) 各種物理量の測定等

道路交通に起因する騒音の特性を把握することを目的とし、表 1 に示す項目及び箇所において騒音・振動・低周波音（以下、「各種物理量」という。）の測定を行った。橋梁継目での段差及び路面段差に起因する騒音が発生している箇所は、GPS と振動加速度計を車載した試験車両の走行記録に基づいて選定した。橋梁継目

表 1 各種物理量の測定

調査項目	箇所数	測定種別 ( ) は地点数	路線名	箇所地名
①橋梁継目での段差	2	・24 時間連続測定 1(1)	首都高速 3 号線	世田谷区用賀
		・複数地点での同時測定 1(3)		
		・簡易測定する現場 1(1)	首都高速 7 号線	江戸川区小松川
②路面段差	2	・複数地点での同時測定 (3)	国道 4 号	草加市
		・複数地点での同時測定 (3)	国道 17 号	与野市
③橋梁の振動	1	・複数地点での同時測定 1(3)	国道 1 号	川崎市多摩川橋
④劣化した排水性舗装	2	・1 地点測定	国道 16 号	川越市
		・1 地点測定	国道 254 号	朝霞市
⑤違法マフラー車	2	・1 地点測定	国道 16 号	横浜市磯子区
		・1 地点測定	国道 125 号	下妻市
⑥ブレーキエンジン音	1	・1 地点測定		大井ふ頭周辺

での段差の測定箇所は首都高速道路を中心とした橋梁の区間から選定し、路面段差の測定箇所は一般国道から選定した。橋梁の振動の測定箇所は、25m 程度のスパン長で河川にかかる橋梁から選定した。

#### (2) 心理学的測定

道路交通騒音に対する不快感を増大させる要因を把握することを目的として、表 2 に示す項目及び調査方法で心理学的測定を行った。振動の有無の影響の測定においては、工業製品の振動試験に使用する専用の振動台の上に設置した特注の防音室内で被検者に体感させた。

### 〔研究成果〕

#### (1) 各種物理量の測定等

##### ①橋梁継目での段差

試験車内の振動が大きい地点（図 1）等から表 1 の 2 箇所を選定し、24 時間連続測定、4 地点での同時測定、簡易測定、3 測定を実施した。測定結果を処理して、各種物理量のレベル波形、走行車両（20 台）の通過時のレベル波形・周波数特性のデータを整理した。騒音、振動、及び低周波音のピークが生じる時刻は、段差を通過する時刻と一致せず、それぞれで異なっていた。このことは、それぞれの物理量の伝搬特性の違い及び

表 2 心理学的測定

調査項目	被験者数	測定方法	試験音	評価量
①被験者の属性、音の衝撃性・反復性、音の周波数特性	4 2	ME 法及び CVM	定常音、大型車の段差音、高架併設道路の反響する走行音、発進加速音、ブレーキ音、違法マフラー音、及びアイドリング音	音の大きさ、不快感、支払意志額
②振動の有無			定常音、大型車の段差音	





図 1 試験車内の振動が大きい地点

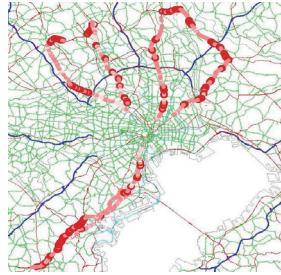


図 2 試験車のタイヤ近接音が大きい地点

橋梁の構造に起因すると考えた。騒音の周波数特性は 500～800Hz が卓越していた。このこととは平均的な道路交通騒音の卓越周波数が 800～1000Hz であることと比較して低い傾向がみうけられた。周波数が低いため窓や壁で減衰しにくく騒音苦情の原因になることが考えられる。

## ②路面段差

橋梁継目での段差と同様に試験車内の振動が大きい地点等から表 1 の 2 箇所を選定して 3、4 地点の同時測定を実施し、各種物理量のレベル波形、走行車両（各箇所 20 台）の通過時のレベル波形・周波数特性のデータを整理した。騒音、振動、及び低周波音のピークが生じる時刻は、それぞれで異なっていた。騒音の周波数特性は 800～1000Hz が卓越し、平均的な道路交通騒音の卓越周波数と一致した。これらの測定結果から、今回の測定箇所では、路面段差以外のエンジン音等の影響が相対的に大きかったと考えた。

## ③橋梁の振動

4 点での同時測定を行い、各種物理量のレベル波形、走行車両（20 台）の通過時のレベル波形・周波数特性のデータを整理した。騒音の周波数特性は 500～1000Hz が卓越し、平均的な道路交通騒音の卓越周波数より低い傾向がみうけられた。周波数が低いため窓や壁で減衰しにくく騒音苦情の原因になることが考えられる。

## ④劣化した排水性舗装

一般道路において試験車のタイヤ近接音が大きい地

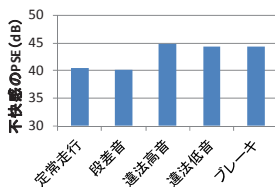


図 3 LAeq40dB の試験音に対する不快感 (PSE)

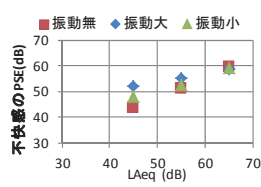


図 4 振動の大きさが不快感 (PSE) に与える影響

点（図 2）より、表 1 の 2 箇所を選定し、各種物理量のレベル波形、走行車両（各箇所 20 台）の通過時のレベル波形・周波数特性のデータを収集し整理した。騒音の周波数特性は 630～800Hz が卓越し、排水性舗装の平均的な卓越周波数 800Hz と同程度であった。振動レベルは 50～60dB 程度であり、振動規制法の要請限度値以下であった。劣化した排水性舗装に関しては、低周波音及び振動の影響を懸念する住民意見を受けることがあるが、今回の測定では、そのような傾向を把握することはできなかった。

## ⑤違法マフラーが混入する騒音の測定

2 箇所において騒音・低周波を測定し（表 1）、測定結果をレベル波形としデータを整理した。今回の測定での騒音レベルのピーク値は 90～95dB、G 特性での低周波音のピーク値は 94～105dB となった。違法マフラー車は可聴音の割合が高い傾向がみうけられた。

## ⑥ブレーキ音・エンジンの測定

トラックのブレーキ音、アイドリング音を各 4 台分測定し、通過時のレベル波形・周波数特性のデータを整理した。ブレーキ音は特定の周波数が卓越する傾向がみうけられた。卓越する周波数は 500Hz、6300Hz 等、個々の車両により大きく異なっていた。このように特定の周波数の音が大きくなることが不快感を増す原因になっていると考えた。エンジン音は、道路交通騒音として従来から扱っている騒音と同様の周波数特性となり、今回の測定では特定の周波数の音が卓越する傾向はみうけられなかった。

## (2) 心理学的測定

### ①被験者の属性、音の衝撃性・反復性、音の周波数特性に関する測定

環境基準等において騒音の評価量として採用されている等価騒音レベルが同じ値であっても、違法マフラー車両の高音・低音、及びブレーキ音が含まれると 4～5dB 程度、不快感が大きくなること等が明らかになった。（図 3）

### ② 振動の有無に関する測定

等価騒音レベルが同じ値であっても、騒音レベルが小さい（LAeq で 45dB）条件では振動レベルが増加すると騒音の不快感が大きくなること及び同じ振動レベルでも騒音レベルが大きい（LAeq で 65dB）条件では振動の影響がなくなること等が明らかになった。（図 4）

### 〔成果の活用〕

今後、さらに知見を深め、騒音対策を優先的に実施する箇所及び方法の選定に資することで道路政策に反映させる予定である。



# 樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発

Development of road-crossing structures for arboreal mammals and herptiles

(研究期間 平成 22～24 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

栗原 正夫  
Masao KURIHARA  
上野 裕介  
Yusuke UENO

Arboreal mammals and herptiles are selected to indicator species in environmental assessment and become objects of estimation and evaluation on environmental impact. Environmental protection measures are necessary as a result of evaluation and estimation. However, it is difficult that environmental protection measures are selected because scientific knowledge about salamander habitat is scarce. Therefore, material and structure were tested to develop over bridge for arboreal mammals, and habitat evaluation techniques and monitoring methodology for amphibians were identified using microchips.

## [研究目的及び経緯]

樹上性哺乳類や両生爬虫類の多くは、環境アセスメントにおける「重要な種」に選定され、しばしば環境保全措置が求められる。そのため、対象生物の生態に合わせた環境保全措置及び定量的な評価手法の開発とその効果的な設置場所の選定方法の検討が必要である。

そこで本研究では、樹上性哺乳類及び両生類に対する道路横断施設の開発とその評価手法（横断施設利用状況のモニタリング技術）の検討を行うこととした。特に、ニホンリス用のエコブリッジ及び小型サンショウウオ類用のボックスカルバートについて調査を行った。また、これら道路横断施設の効果的な設置箇所を選定するための基礎的知見を得るため、ニホンリス及び小型サンショウウオ類の生息環境調査を行った。

## [研究内容]

### 1. リス用エコブリッジの検討（平成 23～24 年度）

#### 1. 1 エコブリッジの構造選定と利用状況調査

安価かつ安全な構造のエコブリッジの開発を目的に、素材の異なる 3 種 9 タイプのエコブリッジを試作し、ニホンリスが多く生息する日光だいや川公園（栃木県日光市）に架設し、比較試験を行った。架設期間は、H23 年 8 月から H24 年 3 月とした。比較試験用のエコブリッジには、複数の素材とサイズを用意し、化繊製の撚りロープ 3 種（径 10mm、30mm、50mm）、ナイロン網および金網の各 3 種（網目大・中・小）の計 9 種とした。個々のエコブリッジの有効性については、リスの利用状況を赤外線センサーカメラおよび CCD カメラによる無人動画撮影によって把握し、評価した（写真-1）。



写真-1 金網を横断するニホンリス

その結果、中サイズのロープ素材が、最も簡便かつ安価な構造で、リスの利用も確認されたことから、翌年、これを道路に架設し、設置上の課題を明らかにするとともに、リスの利用状況の調査を行った。試験地は、多雪地域にある甲子道路（福島県南会津郡下郷町）周辺の旧道および町道とした。

#### 1. 2 生息環境調査：エコブリッジ設置箇所の検討

森林の分断化とリスの生息状況の関係を明らかにするために、H24 年冬に、甲子道路周辺の林地（対象範囲約 200 k m<sup>2</sup>）において調査を行った。

### 2. 両生類の道路横断施設の検討（平成 22～24 年度）

#### 2. 1 道路横断施設の利用状況モニタリング調査

新潟県南魚沼市にあるクロサンショウウオ産卵池近くの道路には、サンショウウオ用の道路横断施設（小型のボックスカルバート）が設置されている。そこでサンショウウオの季節的な利用状況を把握するために、産卵池に集まるサンショウウオにマイクロチップを装着し、据置型のマイクロチップリーダーをボックスカ

ルバートの出入口に設置することで、利用する個体の数と時間を記録した（図-1、写真-2）。

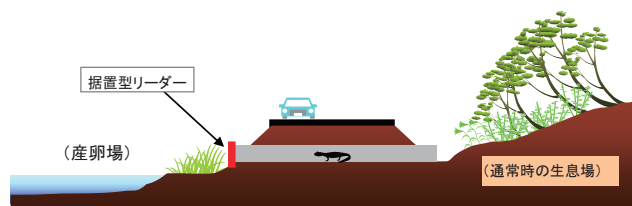


図-1 据置型マイクロチップリーダーの設置イメージ



写真-2 据置型マイクロチップリーダー

写真（左）：中央のボックスカルバート（道路横断施設）の周囲に取付けた黒枠の中に、マイクロチップリーダーが入っている。マイクロチップを埋め込んだ個体が通過するとチップ ID を読み取る。

写真（右）：マイクロチップリーダーで読み取った情報を記録するためのデータロガー装置。リーダーとは、ケーブルでつながっている。

## 2. 2 生息環境調査：道路横断施設設置箇所の検討

サンショウウオの生息環境を把握するため、八箇峠道路（新潟県南魚沼市）、甲子道路（福島県西白河郡西郷村）、那須塩原・塩原ダム（栃木県那須塩原市）において、融雪期、夏期、秋期、積雪期前に調査を行った。まず、融雪期に産卵池に集まったクロサンショウウオ及びトウホクサンショウウオにマイクロチップを装着し、放逐した。その後、ハンディ型マイクロチップリーダーおよびポールリーダーにより個体を探索し、再捕獲した。再捕獲できた個体は、マイクロチップ ID、体サイズ、確認箇所の環境を記録し、確認箇所の写真撮影および GPS により位置情報を記録した。

### 【研究成果】

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. ニホンリス用エコブリッジの検討

#### 1. 1 エコブリッジの構造選定と利用状況調査

H23 年夏に日光だいや川公園にエコブリッジを架設し、赤外線センサーカメラを設置したところ、H24 年 1 月にニホンリスの利用が確認された。ニホンリスはナイロン網や金網（写真-1）、中サイズのロープ（直径 30 mm 程度）を利用した。この結果、最も簡便・安価な構造であるロープブリッジが適当であると考えられた。

H24 年冬（11 月～翌 3 月）に、ロープブリッジを甲子道路周辺の道路に設置し、モニタリング調査を行った。その結果、ロープへの着雪や着氷はほとんどなく、破損や脱落等、道路通行上の支障となりうるものも認

められなかった。また構造計算の結果、架設に用いた道路わきの立木への加重も少なく、風の抵抗も少ないため、安全性も高いと考えられた。一方、リスがロープブリッジの一部区間を利用する姿は記録できたが、完全に道路を横断する姿は確認できなかった。この原因として、今回は実験期間が短く、リスのロープブリッジへの馴致期間が不十分であったことが考えられる。今後は、気候風土の異なる様々な場所で長期的な架設試験とモニタリングを行い、リスの利用実態及びエコブリッジの劣化の程度を明らかにする必要がある。

#### 1. 2 生息環境調査：エコブリッジ設置箇所の検討

調査対象地域の林地は、山地から平野につながる丘陵地と扇状地にあり、道路のみならず、畑や宅地、河川等によって分断されている。ニホンリスの生息状況と分断化後の林地の面積の関係を調べたところ、最小で 0.26ha の林でも生息が確認された。これはリスの行動圏よりも狭いことから、リスは畑や道路を横断して分断化した林の間を行き来する場合もあることが示された。一方、60ha 以上のまとまった林であってもリスの生息が確認されない場所もあった。この原因については、現在、地理情報システム（GIS）を活用し、周辺の土地利用状況を踏まえた新たな解析を進めている。

### 2. 小型サンショウウオ類のマイクロチップ装着個体追跡による生息環境および道路横断施設の評価

#### 2. 1 道路横断施設の利用状況モニタリング調査

据置型マイクロチップリーダーの結果を解析した結果、小型サンショウウオによる道路横断施設の利用は、積雪前の 11 月及び産卵期の 5 月に集中的に確認された。本調査の結果は、道路横断施設のモニタリングに据置型マイクロチップリーダーが有効であることを示すとともに、積雪前及び産卵期にサンショウウオの移動が活発になることを示唆している。

#### 2. 2 生息環境調査：道路横断施設設置箇所の検討

小型サンショウウオ類を確認した地点の環境は、①樹林内の林床に見られた倒木や石の下、②林床や斜面に見られた穴の中や岩の隙間など地中の空隙（最も深い箇所では地表から約 40cm）、③斜面や側溝などで落葉落枝が厚く堆積した箇所であった。また、産卵池から約 180m 離れた地点でクロサンショウウオの成体（雌）が確認された。このことから小型サンショウウオ類は、産卵池周辺に生息するだけでなく、200m 程度移動する場合があることがわかった。

### 【成果の活用】

「道路環境影響評価の技術手法」の次回改訂時に本業務の成果を反映させるとともに、今後、樹上移動性哺乳類や小型サンショウウオ類の道路横断施設の構造や設置環境を検討するための基礎資料としたい。

# 道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究

Research on effective, efficient management method in road trees planting

(研究期間 平成 22～24 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

栗原正夫  
Masao Kurihara  
飯塚康雄  
Yasuo Iizuka  
久保田小百合  
Sayuri Kubota  
大貫真樹子  
Makiko Onuki

This study suggested the evaluation method of the street trees and gathered it about the pruning method, countermeasures for infrastructure damage by tree roots. In addition, concrete measures to carry out slope planting using regional native species was suggested.

## 〔研究目的〕

街路樹は生き物であり、美しい景観を形成・維持していくには、樹種ごとの生育特性を十分に把握しながら、適切な管理を続けていくことが必要である。しかし、植栽されている街路樹の中には、樹形を維持するのに必要な管理が行われていなかったり、狭いスペースにもかかわらず大きく成長する特性の樹種を植栽してしまい、その結果、強剪定により街路樹の持つ機能を全く発揮せずに見苦しい景観を呈しているものなどが見られる。これは、街路樹の管理とその効果の関係が明確に把握されていないことと、街路樹の生育特性、特に現場条件や管理作業の違いによる生育特性が十分に解明されていないためであると考えられる。

また、のり面緑化で利用されている外来種については、生態系に影響を与えていることが指摘されている種が多く、これらの種を使用しない地域生態系の保全に配慮した緑化工法の確立が必要とされている。

本研究は、街路樹の健全な育成を図るため、機能評価及び管理コストを含めた適正な施工・維持管理技術を確立すること、地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工として地域の在来植物を利用した緑化方法を取りまとめることを目的とした。

## 〔研究内容〕

街路樹の現況評価項目を抽出して、その評価方法を提案するとともに、街路樹を良好に維持するための対応策として、街路樹の剪定方法、根上り対策についてとりまとめた。また、地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工として、地域の在来植物を利用する緑化方法についてとりまとめた。

## 〔研究成果〕

### 1. 街路樹の評価方法

街路樹評価の実施フローを図-1 に示した。また、街路

樹評価を行うための評価項目と内容について、①基礎調査シート、②機能確認シート、③現況評価シート(表-1)、④周辺状況確認シートとして整理した。

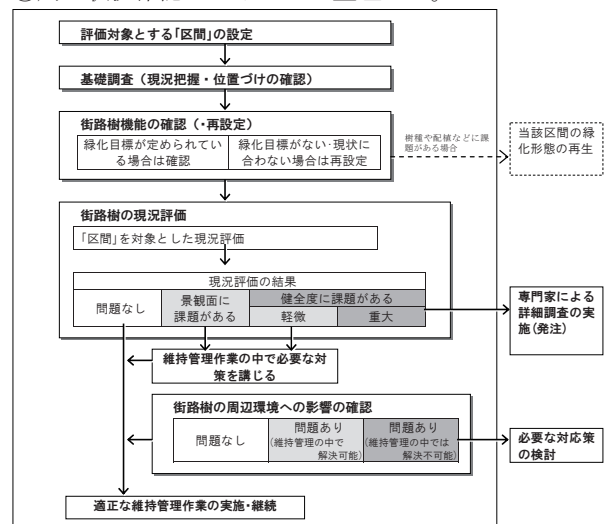


図-1 街路樹の現況評価実施フロー

表-1 街路樹現況評価シート（例）

景観の状況	評価項目	評価段階			
		ある	ない	一部に不良な樹形がある	不良な樹形である
街路樹本体の状況	同じ樹種・植栽年次の場合、樹高や樹形に著一性があるか	あり	なし	一部に不良な樹形がある	不良な樹形である
	樹種別の目標樹形とくらべて、良好な樹形を保っているか	良好な樹形である	なし	一部に不良な樹形がある	不良な樹形である
	葉の量が著しく少ない樹木	なし	あり	あり(小)	あり(大)
	葉の色が異常な樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
	葉に斑点や虫こぶがある樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
	枯葉が一部分に覆った樹木	なし	あり	あり(小)	あり(大)
	枝の枯れ・折れのある樹木	なし	あり	あり(小)	あり(大)
	幹の著しい傾きのある樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
	幹や枝の損傷や亀裂のある樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
	空洞部・腐朽部のある樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
街路樹周辺の状況	キノコの生えている樹木	なし	あり(少)	あり(少)	あり(多)
	根の露出した樹木	なし	あり(少)	あり(少)	あり(多)
	根が損傷・切断された樹木	なし	あり(小)	あり(小)	あり(大)
	根上りによる鏡石・舗装の損傷	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	道路建築境界との競合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	架空線との競合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	信号や標識の視認性の課題	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	道路照明との競合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	保護材の損傷・不適合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	ガードレール・パイプとの競合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
評価	自転車・ゴミ等の影響	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
	沿道建築物・施設との競合	なし	あり(軽微)	あり(軽微)	あり(重大)
評 価		問題なし	軽微な問題はありますが樹木の生育に支障なし	軽微な問題はありますが樹木の生育に支障なし	樹木の生育上、重大な課題となる要因がある
対応方針		適切な維持管理を行う			
		適切な維持管理を行う			
		2次評価の実施			



## 1 イチョウ

### (1) 樹種の特性と剪定方針

#### ① 樹種特性

分 類 : 落葉高木(針葉樹)

樹 高 : 15~30m

枝 張 り : 10~18m

生長速度 : 早い

萌 芽 力 : 強い

黄 葉 期 : 11~12月上旬

その他 :

#### ② 剪定方針

剪定時期 : 冬期剪定(12月~3 冬期剪定冬期剪定月)

剪定頻度 : 狭幅員 : 1 回/1 年

広幅員 : 1 回/2~3 年

剪定方針 : イチョウは自然樹形がやや丸みを帯びた円錐形になるので、広い場所では丸みを帯びた円錐形、狭い場所では円錐形の自然相似樹形を目指す。

### (2) 剪定のポイント

#### ① 目標樹形に対応した剪定ポイント

##### ■ 狭幅員

- イチョウは強い剪定に耐えるので、頂芽を切除しないように全体を円錐形の自然相似樹形に仕上げる剪定を行う。
- 剪定作業は、主に、込み過ぎた枝を基部より切り落とす枝抜きと樹冠構成枝を残した切り直し剪定を行う。

##### ■ 広幅員

- イチョウの自然樹形は生長に伴いやや丸みを帯びてくるので、歩道が広幅員の場合には頂芽を切除しないように、丸みを帯びた円錐形に仕上げる。
- 剪定作業は、主に込み過ぎた枝の枝落とし剪定をする。樹冠が横に広がりすぎる場合には、樹冠構成枝を残した切り直し剪定を行い、縮姿を図る。

#### ② 管理ステージに対応した剪定ポイント

##### ■ 樹木養生期

- 樹木養生期は、剪定は控えめに行う。主に、生長に影響を与える胴ブキやコバエ、からみ枝等の不要枝の除去を行う。
- この段階では、将来の樹冠の骨格を整えるために、主枝が均等に分布するように小枝の育成を図る。

##### ■ 樹形育成期

- 樹形育成期では、枝葉の伸長が交通等に支障を及ぼす場合に下枝落としを行う。
- イチョウは主枝が比較的放射状に分布しているので、骨格となる主枝を選択し、不要枝を枝落とし剪定する。また、込み過ぎ部位の枝抜き剪定を行う。

##### ■ 樹形維持期

- 樹形維持期の初期では基本樹形の完成を目指し、歩道側枝下高さ 2.5m、車道側枝下高さ H4.5m の建築限界を侵さないように枝落とし剪定を行う。
- 狭幅員の場合には、樹形維持のための枝抜き、切り直し剪定を行う。
- 広幅員の場合には、樹冠内部への日当たり維持のための枝抜き剪定を行う。

#### ③ 剪定技術に関する留意事項

- 新生枝は切詰ないで、樹冠の構成枝を残すように枝抜き、切り直しを行う。
- 主枝または副主枝から伸び出した新生枝を 1~3 本程度に剪定する。新生枝が旺盛な場合には、側枝を残し、その他は付け根から切除する。
- イチョウは、同じ部位での剪定を繰り返すとそこがコブ状になる。剪定部位を変えて切り直し剪定を行う。

#### ④ その他

- 枝の樹勢の均整化、樹形の整形を目指し、幹から出る主枝の角度が揃うようにするとよい。

### (3) 目標樹形

#### ＜狭幅員タイプの目標樹形＞

- 狭幅員では道路幅員にあわせて細い円錐形になる

#### ＜広幅員タイプの目標樹形＞

- 広幅員では丸みを帯びた円錐形になる

### (4) 優良な事例

#### ＜萌芽期＞

#### ＜落葉期＞

- 自然樹形に近い形で樹冠が構成されており、豊かな緑陰を形成している。

### (5) 優良な事例

#### ＜萌芽期＞

#### ＜落葉期＞

- 剪定の失敗から、主枝および副主枝のあらゆる箇所からフトコロ枝が出る結果を生み、樹形を乱している。

図-2 街路樹の剪定方法（個別編の例）

## 2. 街路樹の剪定方法

道路空間に適した剪定方法として、「道路空間における剪定の目的」、「剪定目標樹形の設定」、「剪定技術」について総論として整理した。また、わが国の街路樹上位 20 樹種（イチョウ、ソメイヨシノ、ケヤキ、ハナミズキ、トウカエデ、クスノキ、モミジバフウ、ナナカマド、プラタナス、マテバシイ、クロガネモチ、シラカシ、ナンキンハゼ、ユリノキ、ヤマモモ、クロマツ、コブシ、エンジュ、サルスベリ、トチノキ）について、代表的樹種の剪定方法として「樹種の特性と剪定方針」、「剪定のポイント（留意点）」、「目標樹形」等について写真やイラスト等を用いて個別編としてとりまとめた（図-2）。

## 3. 根上り対策

街路樹の根系が根上りすることにより舗装等が浮き上がる障害の対策として以下の観点からとりまとめた。

### ① 構造物で対応する方法

- ・ 舗装の再整備（横方向への移設、マウンドアップ）
- ・ 構造物の強化（縁石の固定方法、高さの改善）

### ② 植栽基盤で対応する方法

- ・ 構造物との遮断（根系遮断のシート等を設置）
- ・ 植栽柵、植樹帯等の拡幅（根系伸長空間の拡大）

### ③ 樹木で対応する方法

	表土利用工	自然侵入促進工	地域性種苗利用工
適用	早期緑化が必要な場合。緑化目標となる植生（樹林や草原）の埋土種子を含む表土が周辺に存在する。	緑化に多少の時間がかかることを許容できる場合。緑化目標となる植生（飛来種子が期待できる）が隣接する。	確実な早期緑化が必要な場合。緑化目標となる植物の種子や苗木を確保できる植生が周辺にある。
概要	表土に含まれる埋土種子を活用した緑化工法。 表土+植生基材吹付工の施工例 (施工直後) (施工6年後)	周辺から自然に侵入する種子を活用した緑化工法。 植生マット工の施工例 (施工直後) (施工6年後)	地域性種苗植栽工の施工例 (施工直後) (施工6年後)

図-3 地域の在来植物を利用したのり面緑化工

- ・ 根系の切断（根上りの原因となる根系を切断）
- ※根系腐朽の防止策が必要
- ・ 樹種の更新（植栽空間の大きさに適した樹種）

## 4. 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法

地域の在来植物を利用したのり面緑化工として、造成地域の表土に含まれる埋土種子を利用した「表土利用工」、造成地域に生育する在来植物の種子・苗木などを活用した「自然侵入促進工」、「地域性種苗利用工」の 3 工法について、具体的な緑化方法についてとりまとめた（図-3）。

### 【成果の活用】

「地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工の手引き」（国土技術政策総合研究所資料）をとりまとめ、地方整備局や地方自治体等に配布した。また、街路樹の維持管理方法についても、手引きとしてとりまとめて道路管理者に配布する予定である。





## 地域連携推進事業費

# 関東管内建設工事中の騒音・振動・大気質に関する予測手法の検討

Study on prediction method of noise, vibration, and dust fall due to construction works at Kanto district

(研究期間 平成 23～24 年度)

—積算に対応した建設工事の環境負荷量算出データベースの作成に向けた検討—

—Database of environmental loads of construction activities—

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

角湯 克典  
Katsunori KADOYU  
神田 太朗  
Taro KANDA  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

Systematic approach to cost estimation was applied to calculation of environmental loads of construction activities. The half of sectors of materials and equipment has the corresponding item in a life-cycle inventory database developed in 2010. In addition, survey on input, machine type and machine-holding type is required to maintain the life-cycle inventory database.

## 〔研究目的及び経緯〕

温暖化のような地球規模の環境問題では、原料採取から廃棄までのライフサイクルを通した汚染物質の総量削減が重要である。こうした評価の有力な手法がライフサイクルアセスメント（LCA）である。国土技術政策総合研究所は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「社会資本のライフサイクルをととした環境評価技術の開発」（平成 20～22 年度）において、土木工事の積算に対応した LCA の手法及びその計算に用いる CO<sub>2</sub> 排出等の環境負荷原単位を作成した。この環境負荷原単位は材料や機械に関するもので、産業連関表の部門分類を基本としつつ、一部の部門分類の詳細化や数値の物量置換等の修正を行った上で作成している。

材料・機械別の環境負荷原単位を工種ごとに集約化することは、計算の省力化や、事業の初期段階における概略評価につながると期待されることから、LCA の実務への適用に向けて有効であると考えられる。

本研究は、LCA の計算手法と建設工事の積算の親和性に着目し、積算基準の改定等に対応して工種別の環境負荷原単位を自動的・継続的に作成していく仕組みの構築に向けた技術的な基礎検討として、これまでに作成してきた材料、機械に関する環境負荷原単位の土木工事積算基準への対応状況の整理、及び市場単価や施工パッケージといった新たな積算方式の拡大における環境負荷原単位の管理についての課題調査を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 環境負荷原単位と土木工事積算基準の対応整理

LCA の環境負荷原単位は、産業連関表の部門分類を

基本としているため、紐付がまったくできない産業部門は概念上は存在しない。しかしながら、産業連関表では国内の全産業がわずか 400 程度の部門に分類されるため、プロダクトミックスの影響により、部門平均値を積算基準の各機材の値とみなすことが不適切である場合がありうる。そこで、積算に使用される各費用（損料（機械）、材料、労務、賃料、市場単価）で、単価資料に掲載される品目について、既存の環境負荷原単位との紐付の妥当性を評価した。

### 2. 新たな積算方式の拡大における課題調査

市場単価や施工パッケージ方式の新たな積算方式が拡大している。これらの積算方式に移行した工種は歩掛が削除されるため、社会情勢の変化や新技術の普及等があっても、環境負荷原単位の変化を追跡することが難しい。本研究では、市場単価方式の対象工種の最新の施工方法等についてヒアリング調査を行い、市場単価方式への移行直前の歩掛と比較するとともに、CO<sub>2</sub> 排出原単位への影響について試算した。

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 環境負荷原単位と土木工事積算基準の対応整理

対応関係の整理結果を表-1 に示す。材料については、紐付の妥当性を以下に示す 3 段階で評価し、レベル 1 又は 2 を「妥当性有」、レベル 3 を「妥当性無・未確認」とした。

**レベル1.** 環境負荷原単位算出にあたって部門分類の詳細化や数値の物量置換といった修正を行い、ほぼ 1 対 1 で対応していると考えられるもの（例：生コンク

表-1 環境負荷原単位と土木工事積算基準の対応整理

	損料	労務	材料	賃料	市場単価	合計
紐付の妥当性有	1,564		8,819	864		11,247
紐付の妥当性無・未確認	1,089	52	7,238	329	697	9,405
レベル3(材料)のため			7,046	67		7,113
規格の特定が困難(材料等)のため			23	12		35
加工費のため			169	98		267
損料本非掲載(機械)のため	187			77		264
下水推進損料(Mコード)のため	845					845
規格の特定が困難(損料等)のため	31					31
岩石割増(損料)のため	26					26
クレーン作業費のため				75		75
労務単価のため		52				52
市場単価のため					697	697

リート(普通ポルトランドセメント)  $f_c = 30 \text{ MPa}$ )

**レベル2.** 環境負荷原単位算出にあたって特段の修正は行っていないものの、一応の対応関係整理を行い、妥当な紐付とみなせたもの(例:「鉄筋コンクリート側溝・蓋」に「セメント製品」の値を適用)

**レベル3.** レベル1、2以外の品目。これまでに対応関係を整理した実績が無く、今後精査が必要なもの(例:「土のう」、「松矢板」)

単価資料の掲載品目20,652点のうち11,247点(材料8,819、賃料864、損料1,564点)が、紐付の妥当性有と判定された。紐付の妥当性無・未確認と判定された9,405点を機材等の内訳でみると、材料(7,236点)や損料(1,089点)が多かった。理由別には、これまでに対応関係を整理した実績が無いレベル3(材料)のため7,113点で75.6%を占め、下水推進損料(Mコード)のため(845点)、市場単価のため(697点)と続いた。今後、材料についての精査を重点的に行うことが望まれる。

## 2. 新たな積算方式の拡大における課題調査

積算頻度(積算額)が高く、機械施工が主体と考えられる10工種を調査対象に選定した。これらについて関係団体等にヒアリングを行った結果、いずれも、技術基準の改定や新技術の普及等による施工方法等の変化はなく、歩掛の変更もないということであった。ただし、4工種について、施工機械の環境対応(騒音規制や排ガス規制)、大型化等の規格の変化、保有形態のリースへの変更が確認された。

これら4工種のうち、施工機械の変化を定量的に把握することができなかった吹付砕工(現場吹付法砕工)を除く3工種について、市場単価方式移行直前と現在(平成24年度)のCO<sub>2</sub>排出原単位を積算ベースで試算した結果が表-2である。ここで、施工機械の燃料消費量については、市場単価方式本施行実施の前年度及び平

成24年度の値を用いた。施工機械の大型化等により、CO<sub>2</sub>排出原単位は微増している傾向が確認された。ただし、この結果の解釈にあたっては、同一規格の機械を用いる他の工種ではCO<sub>2</sub>排出量が削減傾向にある場合もありうることや、大型化により保有機器の合理化(適用範囲の拡大)が図られていることから、個別のCO<sub>2</sub>排出原単位を低減させるように最適化すると、保有機械が増えて全体のCO<sub>2</sub>排出量はかえって増大することもありうることに注意しなくてはならない。

市場単価方式の工種は比較的小規模なものが多く、工事全体のCO<sub>2</sub>排出量に及ぼす影響は小さいと見込まれるものの、施工パッケージ型積算方式では影響が大きい工種も含まれる。LCAの環境負荷原単位の管理の観点からも、施工方法等を調査し、フィードバックする適切な手法・体制が望まれる。

### 〔成果の活用〕

本研究で得られた成果及び知見については、今後、さらなる検証を行い、LCA用環境負荷原単位等に反映させることで、低炭素社会の実現に向けての一助になると考える。

表-2 市場単価方式移行後のCO<sub>2</sub>排出原単位の変化

	単位 (☆)	本施行前	H24
法面工 (植生基盤吹付工)	m <sup>2</sup>	3.9	6.6
道路植栽工 (植樹工)	本	41.2	47.3
軟弱地盤処理工 (サンドコンパクションパイル工)	本	13.9	14.6

単位: kg CO<sub>2</sub>/☆



# 関東管内土木工事の積算体系に関する検討調査

## Research on the estimation system of the public works in the Kanto area

－施工パッケージ型積算方式に関する調査検討－（研究期間：平成４～）  
Study on “packaged price estimation method”

総合技術政策研究センター建設システム課  
Research Center  
for Land and Construction Management  
Construction System Division

課長	塚原 隆夫
Head	Takao TUKAHARA
主任研究官	吉田 潔
Senior Researcher	Kiyoshi YOSHIDA
積算技術係長	大野 真希
Chief Official	Masaki OHNO
研究官	永島 正和
Researcher	Masakazu NAGASHIMA

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport must promote efficiency of estimation. Therefore a new “packaged price estimation method” was tried. The packaged price estimation method's coverage is going to enlarge year by year.

### 【研究目的及び経緯】

工事の予定価格の算出方法として、従来より、機械経費、労務費、材料費を積み上げる積算方式（積上積算方式）を行ってきたが、積上積算方式は受発注者に多くの負担がかかっていた。公共調達制度の一部である積算の効率化は、受発注者の負担やコストの軽減に繋がり、最終的に社会資本を利用する国民にも効果が及ぶ。

こうした背景から、国土交通省では、積算効率化を目的として、施工単位ごとに機械経費、労務費、材料費を含めた１つの単価（以下「施工パッケージ単価」という）で計上する新たな積算方式に取り組むこととした。

本研究は、新たな積算方式である「施工パッケージ型積算方式」を試行導入するための検討、資料作成を行うものである。

平成23年度は制度設計および63の施工パッケージの積算基準等を作成した。平成24年度は施工パッケージを追加し適用工種を拡大する。

### 【研究内容】

#### 1. 平成24年10月導入施工パッケージの実施状況調査

3件の工事について、施工パッケージの使用割合を確認したところ、表－1のとおり細別数ベースで39%～49%であった。導入前の試算では30%であったので、概ね試算どおりである。

10月入札に向けた積算が本格化する7月以降に、積算基準や積算システムのデータにミスが見つかったが10月までにおおよそ解消した。

表－1 施工パッケージ型積算方式の使用実績例

	細別数	金額
A工事（築堤護岸）	39%（39%）	5%（5%）
B工事（道路改良）	47%（61%）	91%（93%）
C工事（舗装）	49%（53%）	74%（76%）

10月以降は全体としては大きな混乱なく導入を開始したが、一部にシステムデータ登録ミス発生が確認されたため、再発防止対策として、全施工パッケージの全条件設定を網羅する単価表を作成し、施工パッケージと歩掛の2方式で突合せ作業を実施した。

施工パッケージの効果確認や、課題抽出のためのフォローアップ調査は平成25年度上半期に実施する予定。

#### 2. 新規施工パッケージの積算基準作成

平成23年度は、3工事区分（道路改良、舗装、築堤護岸）のうち主な85の歩掛について分析し、63の施工パッケージを作成した。

平成24年度の施工パッケージ化にあたっては、昨年作成した基準書について、1工種に施工パッケージと歩掛が混在するものがあり煩雑化したとの意見が多かったため、施工パッケージと歩掛が混在する工種の解消を第一優先とした。第2優先は、3工事区分（道路改良、舗装、築堤護岸）の残りの歩掛を工種単位で施工パッケージ化することとした。第3優先は、6工事区分（道路維持、道路修繕、河川維持、河川

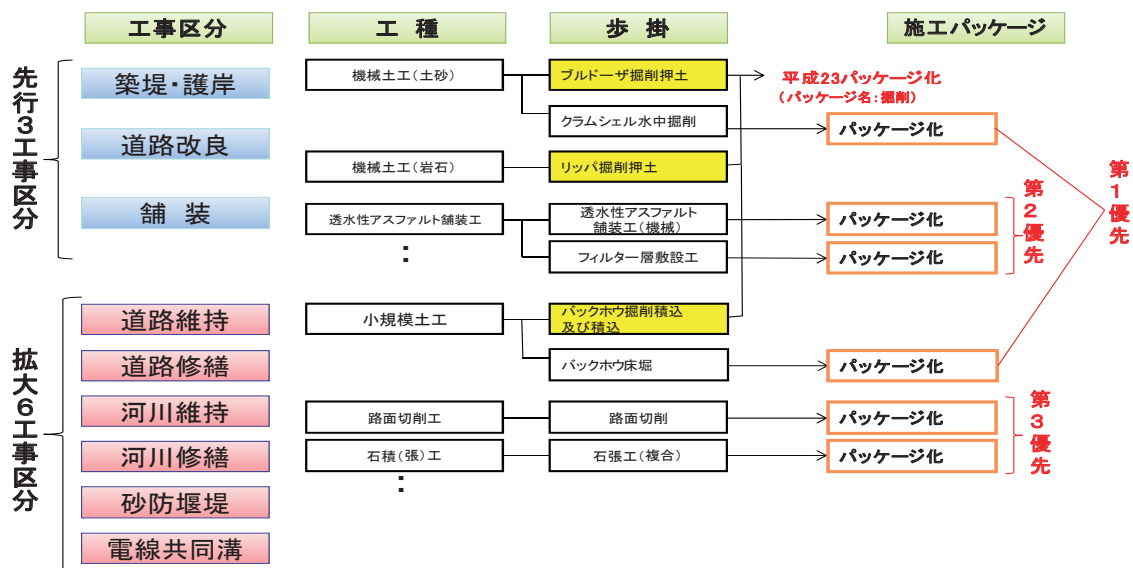


図-1 施工パッケージ化検討の優先順位のイメージ

表-2 平成24年度に作成した146施工パッケージ

No	工種名	パッケージ数	No	工種名	パッケージ数	No	工種名	パッケージ数
1	土工	2	15	目地・止水板設置工	2	29	透水性アスファルト舗装工	2
2	作業土工(床掘工)	4	16	かご工	1	30	立入り防止柵工	2
3	作業土工(埋戻工)	2	17	現場取卸費	3	31	車止めポスト設置工	1
4	人力運搬工	8	18	コンクリート工	2	32	路側工(据付け)	2
5	人力土工(ベルトコンベア併用)	2	19	型枠工	2	33	橋梁付属施設設置工	6
6	基礎・裏込砕石工、基礎・裏込栗石工	5	20	消波根固めブロック工	2	34	道路付属物設置工	1
7	コンクリートブロック積(張)工	12	21	塵芥処理工	5	35	路面切削工	2
8	場所打擁壁工	7	22	機械土工(河床等掘削)	1	36	道路付属構造物塗替工	2
9	排水構造物工	13	23	巨石積(張)工	4	37	路面清掃工(人力清掃工)	2
10	排水構造物工(現場打ち水路)	1	24	護岸基礎ブロック工	3	38	側溝清掃工(人力清掃工)	1
11	排水構造物工(現場打ち集水樹・街渠樹)	1	25	野芝種子吹付工	3	39	防護柵復旧工	2
12	軟弱地盤処理工(粉体噴射攪拌(DJM工法))	2	26	笠コンクリートブロック据付工	2	40	電線共同溝工(C・C・BOX)	13
13	アンカー工(ロータリーパーカッション式)	6	27	光ケーブル配管工	11	41	橋梁排水管設置工	1
14	構造物とりこわし工	1	28	工場塗装工(砂防)(工場塗装及び塗装前処理)	2			

修繕、砂防堰堤、電線共同溝)の使用頻度の高い工種から施工パッケージ化することとした。優先順位のイメージを図-1に示す。

施工パッケージ化作業、及び積算基準書作成にあたっては、昨年同様歩掛が削除されても積算に支障が無いよう配慮し、地方整備局等に意見照会を行うなど、慎重に作業を進めた。

検討の結果、174の歩掛をもとに146の施工パッケージを作成し、これらの積算基準書等を整備した。

### 3. 施工パッケージ型積算方式積算用データ作成

146個の施工パッケージについて、地方整備局協力のもと、昨年同様に積上積算をもちいて、施工パッケージ型積算に必要な公表用の標準単価、機労材構成比等を作成した。また、これらをもとに積算システム用データを作成した。

また、昨年度作成した63個の施工パッケージについても、物価変動を考慮して標準単価、機労材構成比を改定した。

### 4. 積算基準書、標準単価の公表時期・適用時期

土木工事積算検討委員会に諮り、昨年度作成し平成24年10月から導入した63個の施工パッケージについては物価変動を考慮した標準単価改定を行い平成25年4月から適用すること、今年度作成した146個の施工パッケージについては平成25年4月に積算基準および標準単価を公表し、平成25年10月から適用することについて了承を得た。(図-2)。

	平成24年10月導入分	平成25年10月導入分
平成25年3月	標準単価の改定(平成25年4月から)について公表	
平成25年4月	「標準単価」の改定 (物価変動を考慮)	追加する「積算基準」の事前公表 追加する「標準単価」の事前公表
平成25年4月～	フォローアップ調査の実施 合意単価、応札者単価の収集分析 施工状況調査の収集分析 ↓ 次年度の改定に反映	システムの試験配信 課題等のチェック ↓ 施工パッケージの追加適用開始
平成25年10月		

図-2 積算基準書、標準単価の公表時期・適用時期

# 関東管内道路工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査

Investigation for evaluation of integrated cost structure improvement in road works of Kanto regional bureau  
(研究期間 平成 23～24 年度)

ーコスト構造改善プログラムにおける総合コスト改善実績データの分析ー

Analysis of results of integrated cost reduction in the cost structure improvement program

総合技術政策研究センター 建設システム課  
Research center  
For Land and Construction Management,  
Construction System Division

課 長  
Head  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

塚原 隆夫  
Takao TSUKAHARA  
鈴木 敦  
Atsushi SUZUKI  
横井 宏行  
Hiroyuki YOKOI

Road administration in Kanto regional bureau is tackling a cost structure improvement program in public works of MLIT. This study aimed at mitigation of a personnel workload in evaluation of the general cost reduction rate, or presentation of intelligible valuation methods. Based on the past data, validity of stratified sampling methods replaced with a current complete survey on estimating the cost reduction rate in public works was verified.

## 〔研究目的及び経緯〕

関東地方整備局における道路行政では、これまでの図-1 に示すコスト削減の取り組みに加え、行き過ぎたコスト削減は品質の低下を招く恐れがあることから、コストと品質の両面を重視する取り組みとした「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム」(平成 20 年度～平成 24 年度) (以下「改善プログラム」という) に基づき、平成 20 年度から 5 年間で、15% (平成 19 年度比) の総合コスト改善を目標とした「総合的なコスト構造改善」に取り組んでいる。

図-2 は、これまでのコスト構造改善実績を示す。平成 23 年度の総合コスト改善率は、改善プログラムに取り組んだ結果、国土交通省・関係機構等合計で 11.3% の低減となった。また、物価変動等を含めた改善率は 10.1% の低減であった。

本研究は、コスト削減に関する施策の円滑かつ効果的な推進に資するため、コスト構造改善効果の算出時における業務負担の軽減手法やわかりやすい評価方法等の提示を目的としたものである。

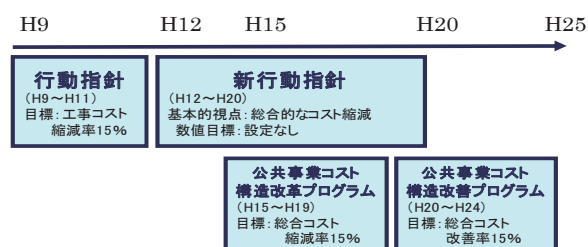


図-1 コスト構造改善の経緯

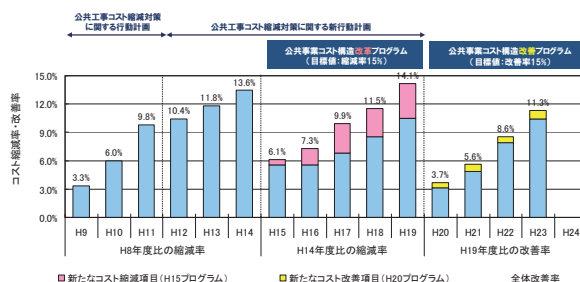


図-2 コスト削減・改善の実績

## 〔研究内容〕

現行の改善プログラムに基づく、コスト構造改善実績のフォローアップは、全直轄工事を対象に個別工事毎のコスト改善額を算出し、その結果を積み上げて算定しており、工事発注事務所職員の負担は小さくない。そのため、コスト構造改善実績のフォローアップの合理化を図ることが懸案事項となっており、ここでは、過年度(平成 21 年度～平成 23 年度)のコスト改善実績データを活用し、抽出した工事データサンプルから国土交通省全体のコスト改善率を推定するための標本調査の適用可能性について検討した。具体的には、コスト改善実績の分析により、コスト改善率に影響を及ぼす工事要素の把握を行った。また、全工事からランダムサンプリングを行った場合と、工事要素毎に構成比に応じてサンプリングを行った場合のサンプリング手法別にコスト改善率を推計し、全数調査(実績)に基づくコスト改善率との乖離の度合いを比較・検証し、サンプリング手法の有効性について考察した。

## [研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. コスト改善率に影響を及ぼす工事要素の分析

コスト構造改善率に影響を及ぼすことが想定される工事要素として、地域（事務所）別、工種別、工事規模（最終請負金額）別に工事コスト構造の改善に係る平均コスト改善額と平均コスト改善率を示した結果を図-3～図-5に示す。

この結果、事務所別や工種別では、コスト改善率のバラツキが見られる一方、工事規模別では、コスト改善率に大きな違いは見受けられなかった。標本調査の精度向上のためには、当該区分間でコスト改善率にバラツキがある事務所や工種等の工事要素を考慮し、偏り無くサンプリングを行うことが重要と考えられる。

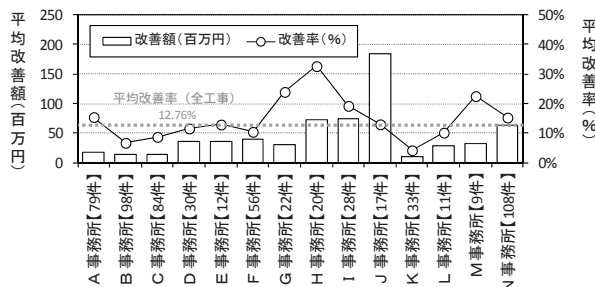


図-3 地域（事務所）別コスト改善額・コスト改善率

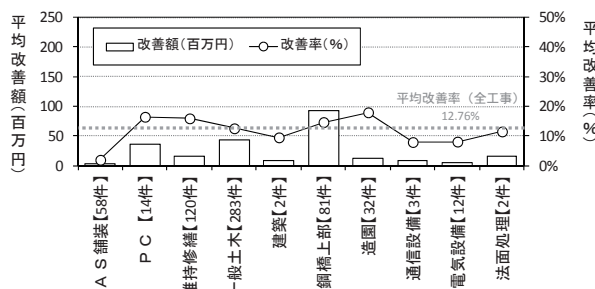


図-4 工種別コスト改善額・コスト改善率

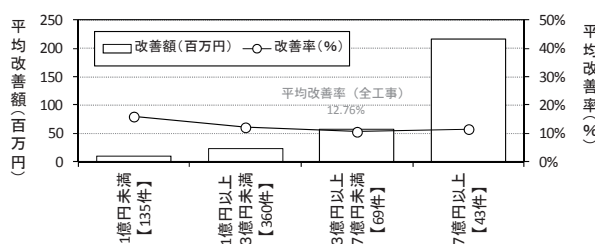


図-5 工事規模別コスト改善額・コスト改善率

### 2. 標本調査によるコスト構造改善率の推計

前述のとおり、標本調査によるコスト改善実績の推計にあたっては、コスト改善率に影響を及ぼす工事要素毎に偏り無くサンプリングを行うことで、その精度向上が期待される。

ここでは、サンプル数を全数調査の1割程度に設定

表-1 各サンプリング手法とサンプル数

サンプリング手法		サンプル数
実績（全数調査）		607 件
単純抽出法		61 件
層別抽出法※	事務所	61 件
	工種	59 件

※ 事務所・工種を構成する各要素別に実績の1割程度の件数を対象に抽出

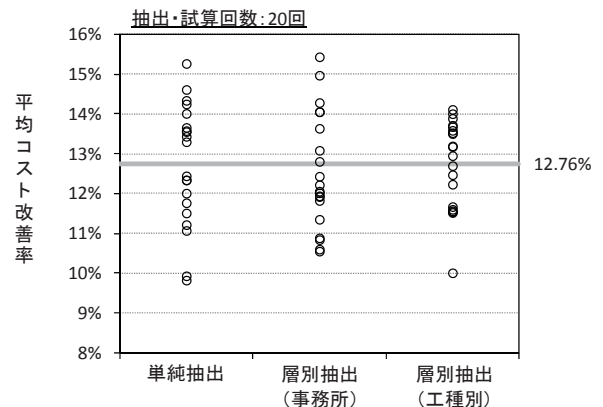


図-6 抽出方法別平均改善率の試算結果

して、各サンプリング手法別に標本の抽出・試算を20回繰り返し、全数調査（実績）に基づくコスト改善率との乖離の度合いを比較検証した。サンプリング手法別の標本数（サンプル数）を表-1に示す。

抽出・試算の結果は図-6に整理したとおりであり、全工事からランダムサンプリング（単純抽出）を行った場合や事務所毎にサンプリング（層別抽出）を行った場合に比べ、工種毎にサンプリング（層別抽出）を行った場合の平均コスト改善率は、全数調査に基づく実績値との乖離が小さい結果となった。なお、事務所毎にサンプリングを行った場合の試算結果が実績値と乖離した要因としては、個別事務所内で工事間のコスト改善率のバラツキが大きかったことが想定される。

以上より、コスト改善率に与える影響が大きく、個別要素内の工事間のバラツキが小さな工事要素に着目して、層別抽出法による工事要素毎のサンプリングを行うことが、標本調査結果の精度向上に寄与するものと考えられる。

### [成果の活用]

標本調査を導入することで、工事担当職員の負担軽減が図られ、本来の監督業務等に従事する時間の確保が期待される。また、本研究において標本調査における層別抽出法の有効性を立証することができた。

今後は、層別抽出の実運用に向けた詳細な分析・検証を行い、精度向上に有効な具体的工事要素の洗い出しを進める必要がある。



# 関東管内土木工事における設計成果の品質確保に関する検討

Study on the improvement of detailed design quality control of public works in the Kanto area

(研究期間：平成 24～平成 25 年度)

総合技術政策研究センター建設システム課  
Research Center  
for Land and Construction Management  
Construction System Division

課 長  
Head  
課長補佐  
Deputy Head  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

塚原 隆夫  
Takao TSUKAHARA  
市村 靖光  
Yasumitsu ICHIMURA  
梅原 剛  
Takeshi UMEBARA  
横井 宏行  
Hiroyuki YOKOI

Design faults do not decrease. So it is important to secure quality of the design result. Therefore, the design fault was investigated and the improvement method for detail design quality control was examined.

## [研究目的及び経緯]

近年の地方整備局における設計業務成果の品質点検結果から、設計成果に多数のミスが発見されており、減少の兆しが見られないという問題点が浮き彫りとなった。このため本研究では、設計業務成果の不具合に関する調査を実施し、その発生要因を分析・整理するとともに、設計ミスを防止する体制、方策を総合的に検討する。

## [研究内容]

### 1. 設計成果の不具合調査分析

#### (1) 調査概要

平成 22 年度上半期に三者会議（発注者、設計者、施工者の三者が設計思想の伝達及び情報共有を図る会議）を実施した国土交通省発注の土木工事に関する詳細設計業務（870 業務）を対象とし、受発注者にアンケート調査を行った。調査は、構造物に影響を及ぼす設計成果の不具合の有無、不具合発覚時期、不具合の分類、不具合の要因等を主項目とした。

#### (2) 調査結果

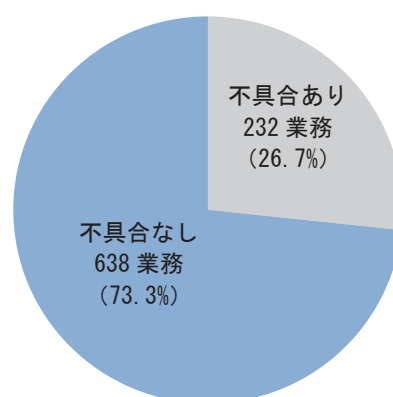


図-1 設計の不具合の発生状況

アンケート調査の結果、870 業務のうち、構造物に影響を及ぼす成果品の不具合が発覚した業務は、232 業務（発生率 26.7%）となっている（図-1）。

また、不具合箇所数は、232 業務で、延べ 537 箇所が発覚しており、1 業務あたり約 2.3 箇所の不具合が発生していることとなる。この結果から、同一業務内において、複数の不具

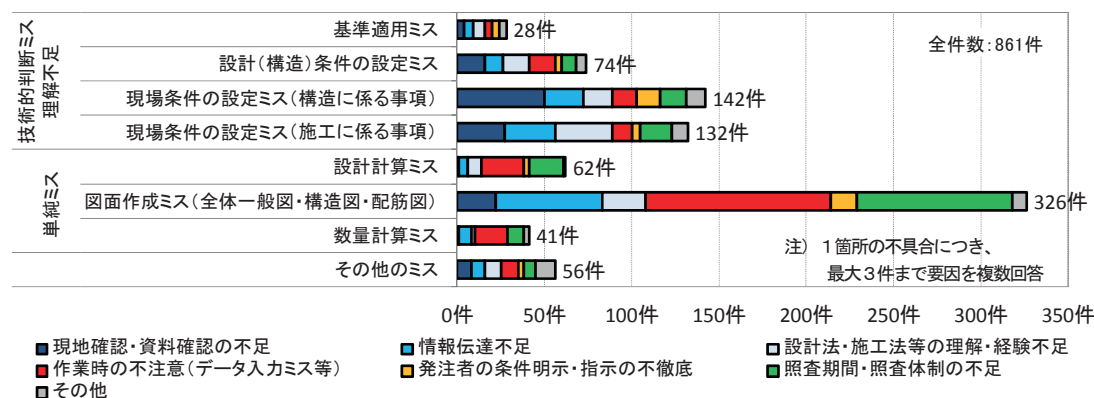


図-2 設計成果の不具合の内容とその発生要因（受注者の認識）

合が発生していることが伺える。

図－２に示す不具合の内容とその発生要因については、受発注者ともに同様の認識を持っていることが明らかとなったため、受注者の回答を例に、主要な不具合の発生要因について述べる。図－２より発生した不具合の内訳をみると、「図面作成ミス」が最も多く、その主な要因として「作業時の不注意」が挙げられている。また、「照査期間・照査体制の不足」を要因に挙げた回答も多く、受注者の照査体制の充実や照査期間の確保に課題があることが伺われる。さらに、「現場条件の設定ミス」の不具合も多く発生しており、「現地確認・資料確認の不足」等が主な要因となっている。

## 2. 設計成果の品質確保方策の検討

### (1) 品質確保方策の検討

前述の調査結果より、「現場条件の設定ミス」及び「図面作成ミス」が多く発生している実態が浮き彫りになっている。前者に対しては、各地方整備局において、設計業務履行中における受発注者間のコミュニケーションの円滑化や現場条件の把握のための「合同現地踏査」等の取り組みが行われており、これらの方策を継続して行っていくことが有効であると考えられる。また、後者の対策としては、受注者による確実な照査の実施（照査体制の充実と照査期間の確保）が求められる。一方、国総研では別途、受発注者に対し行ったヒアリング調査において「発注者からの設計条件の明示時期が適当でないと、受注者の実設計期間に影響が生じることとなる」との指摘があったことから、発注者が取り組むべき設計成果品の品質確保に向けた方策の一つとして、条件明示ガイドラインを作成した。以下に条件明示ガイドラインの概要を示す。

### (2) 条件明示ガイドライン

本ガイドラインは、詳細設計業務の発注時に、発注者が受注者に対して業務履行に必要な設計条件等を確実に明示で

きているかを確認するものであり、本文、条件明示チェックシート、参考資料で構成している。

#### 1) ガイドライン本文

ガイドライン本文には、以下の流れで運用を行うことを記載した。

①予備設計有りの場合は、その受注者がチェックシートを整理し、成果品として納品する。②発注者が①の内容を確認し、関係機関との協議の内容を追加・更新する。③重要構造物の設計については、事務所内で検討会を開催し、必要条件を確認する。④チェックシートに基づき、発注時に提示可能な設計条件を発注関係図書に明示し、業務発注する。

#### 2) 条件明示チェックシート

図－３に条件明示チェックシート（抜粋）を示す。条件明示チェックシートは、各条件について、確認の状況や確認のための具体的資料名等を選択または記述する形式となっている。また、業務発注時に提示できない設計条件については、備考欄にその条件の提示時期（予定）を記載することとし、受発注者間で誤認がないようにしている。

#### 3) 参考資料

参考資料として、発注者が行うべき事項を見落とすことのないよう、業務プロセスフローと関係者別協議事項一覧をとりまとめている。

最後に、本ガイドラインは、一部の設計業務を対象に現在、試行している。今後、本ガイドラインの活用状況についてフォローアップ調査等を行い、設計成果の品質確保に資するべく、適宜改訂を行っていきたい。

## 【参考】

### 1) 条件明示ガイドライン（詳細設計）（案）

<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/conditionguide/index.html>

橋梁詳細設計業務実施に必要な条件				対象項目	確認状況	確認日	確認資料	備考	発注時の確認
項目No.	明示項目	内容No.	主な内容	【選択】 ○：対象 ×：対象外	【選択】 ○：全条件確定済 △：一部条件確定済 ×：条件未確定	項目を確認した日付を記入	確認できる資料の名称、頁等を記入	確認状況「○」以外の進捗状況を記入	【選択】 ・確認済 ・未確認
1	履行期間、事業スケジュール	1	履行期間は適切になっているか。	○	○	○年○月○日	○○○…		確認済
		2	事業スケジュールは明確になっているか。	○	○	○年○月○日	○○○…		確認済
2	基本的な設計条件	1	暫定計画、将来計画(都市計画決定)の有無を確認し、反映しているか。	○	×			半月後に提示予定	確認済
		2	設計範囲、内容、数量は明確になっているか。	○	○	○年○月○日	○○○…		確認済
		3	気象条件(積雪寒冷地の適用等)は明確になっているか。	○	×		○○○…	予備設計時の協議内容、決定事項を整理中	確認済
		4	地下水(自然水位、被圧水位)、湧水、河川水位の条件・状況は明確になっているか。	○	○	○年○月○日	橋梁予備設計報告書 P15		確認済
		5	動植物等に係わる制限は明確になっているか。	×					確認済
		6	道路規格とその根拠は明確になっているか。	○	○	○年○月○日	○○○…		確認済

図－３ 条件明示チェックシート（抜粋）

# 北東北圏域 CCTV 等を活用した危険事象検知システムの開発

Development of the hazard detection system using CCTV image.

(研究期間 平成 22～24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
畠村 嘉智  
Yoshitomo SHIMAMURA

Nowadays, the budget for infrastructures faces strict financial constraint. In order to improve and make road management efficient, there is a need to develop hazard detection systems based on existent CCTV images with low expenditure. This study analyzes detail of cost for running hazard detection systems based on CCTV images and considers available solutions to reduce total expenditure for them. Besides a low-cost hazard detection system is put in the real environment and its feasibility is verified.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、落石・法面崩壊・越波・路面凍結等の監視を行うため、全国の約 9,000 箇所に CCTV を設置している。国土技術政策総合研究所では、これらの CCTV を効果的、効率的に活用するため、安全運転支援システムの研究開発において、CCTV 画像を用いた、停止車両や避走車両等を自動で検知する「危険事象データ収集装置」や、凍結や湿潤等を自動で検知する「路面状況データ収集装置」の開発、実用化を行ってきた。

本研究は、社会資本整備に対する厳しい財政制約下においても監視業務の高度化・効率化を低コストで実現するため、特に危険事象等検知システムのコスト面の問題に着目し、システムの低コスト化を行うとともに、低コスト化したシステムの実環境下での検証、方策の検討を行うものである。

## 〔研究内容〕

### 1. システム検討及び試設計（平成 22 年度）

既設 CCTV を用いて、危険事象検知や積雪寒冷地における視程情報・路面状況把握を効率的・効果的に行うために、システムに求められる機能要件の検討をした。また、現場の道路管理者へヒアリングを行いその結果を考慮しながら最新技術を踏まえて、低コスト化の一つの手法として考えられる CCTV 画像の集中処理システムについて、課題の整理及び試設計を実施した。

### 2. システム検証（平成 23 年度）

CCTV 画像の集中処理システムを実験環境下において構築し、既存の複数の道路管理用 CCTV 画像を集中処理させた場合の負荷検証や、同時に処理可能なカメラ画像の台数等についての基礎的な検証を実施した。

### 3. 実環境での検証（平成 24 年度）

道路管理用に CCTV を活用している国道事務所の実環境下において、CCTV 画像の集中処理システムを構築し、性能の検証を行った。また、システムの導入時や運用時の課題を抽出し、マニュアル案としてとりまとめた。

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. システムの試設計

「ハードウェア（機器）」、「ソフトウェア（機能）」、「利用回線（通信）」等の各観点で、集中化した危険事象等検知システムの構成案を検討した。各構成案を、「機能拡張性」、「検知精度・リアルタイム性」、「移行容易性・実現性」、「機密性」、「安定性」、「運用容易性」、「集中度」、「経済性」といった項目で比較検討した結果、図-1 に示すソフトウェア（機能）の集約に着目した「機能集中重視型」の集中処理システムは、対応する CCTV のカメラ数を増やすことで費用対効果が高くなり、低コスト化、集約化へ大きな効果が期待できることが明らかになった。

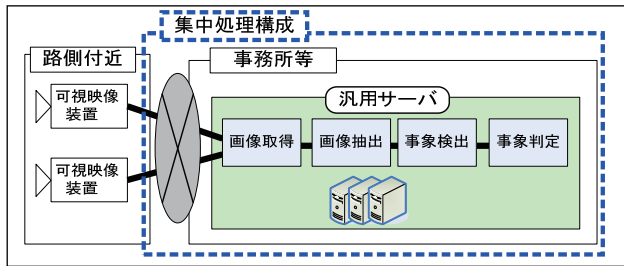


図-1 集中処理システム構成(ソフトウェア集約) 概略図

## 2. システム検証(実験環境)

汎用サーバ内に仮想環境を構築して、複数の試験画像を集中処理させ、必要とするサーバの仕様や同時処理カメラ画像数等について検証を行った。

### 2.1. システム構成図

検証を行ったシステムの構成イメージを図-2に示す。

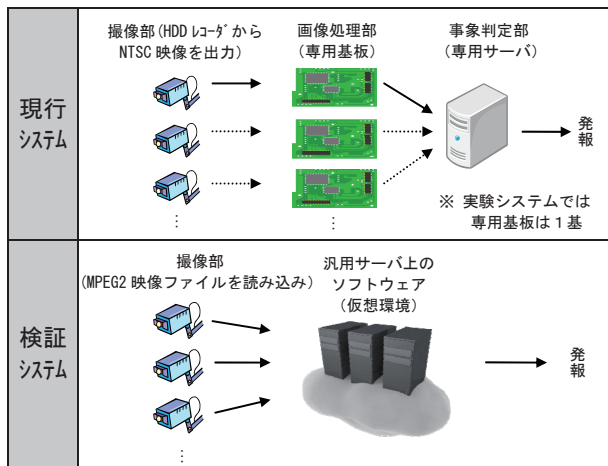


図-2 検証用システム構成イメージ

### 2.2. 検証内容

以下に示す内容について検証を実施した。

- ①画像処理に必要な汎用サーバの基本性能(現行システムと同等の処理に必要な仕様)
- ②汎用サーバの仕様と同時処理可能カメラ数の関係
- ③カメラ画像を一定時間毎に切り替え、複数のカメラ画像に対応する手法の実現性
- ④画像内容や画像の質が変化した場合の処理性能に対する影響
- ⑤異なる画像処理ソフトウェアが同時稼働した場合の処理性能に対する影響
- ⑥画像処理以外のサーバ上の負荷要因による処理性能に対する影響

### 3. 実環境での検証

国道事務所に実験用集中処理システムを構築し、実際に運用されているCCTVのリアルタイム映像(ストリーミング映像)を用いて実環境における検証を実施した。

### 3.1. 実証システム構成図

実証システムの構成イメージを図-3に示す。

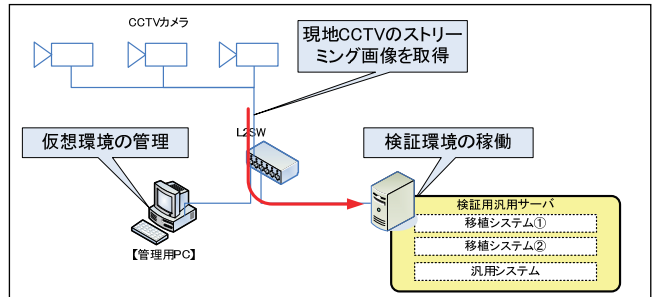


図-3 実証システム構成イメージ

### 3.2. 検証内容

以下に示す内容について検証を実施した。

- ①現地のCCTVカメラのストリーミング画像を用いた実環境での画像処理の可否確認
- ②同時に画像処理が可能なカメラ台数の検証
- ③プリセット通知機能の有効性検証
- ④交通量計測機能の計測精度に対する影響要因
- ⑤実環境でのサーバ負荷に対する影響要因(気象、交通、セキュリティソフト等)

### 3.3. マニュアル案の作成

システムの構築に併せて、道路管理者や発注者、システム開発者、システム管理者向けの各種のマニュアル案(導入マニュアル案、検査マニュアル案、運用マニュアル案)を作成した。以下に各マニュアル案の目的を示す。

#### ①導入マニュアル案

道路管理者のシステム理解や、円滑な発注及び導入を支援することを目的とした手引き。

#### ②検査マニュアル案

要件を満たさないソフトウェアの納入の事前防止や、検査費用の削減を目的とした手引き。

#### ③運用マニュアル案

本システムを導入した場合の運用方法、留意事項等を記載した手引き。

### 〔成果の活用〕

汎用サーバに導入した危険事象等検知システムにより、実環境下のCCTV画像を用いた事象検知が可能であることを実証した。また、システムの低コスト化が可能であることを明らかにした。さらにシステムを導入する際の手順や留意事項を記載した導入マニュアル案等を作成した。今後は、導入するシステムの検査や品質の向上のために、標準試験法等を開発することが必要と考えている。



# 長崎県における道路プローブ情報の集約・共有・活用に関する検討

A study on aggregation, sharing and utilization of road probe information in Nagasaki Prefecture

(研究期間 平成 24 年度)

高度情報化研究センター  
高度道路交通システム研究室  
Research Center for  
Advanced Information Technology  
Intelligent Transport System Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
部外研究員  
Guest Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
澤田 泰征  
Yasuyuki SAWADA  
澤 純平  
Jumpei SAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
中村 悟  
Satoru NAKAMURA

The National Institute for Land and Infrastructure Management has been researching on the applying of road probe information to road management. This paper reports on the aggregation, sharing and utilization of road probe information which the local authority collected on ordinary roads.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では全国の高速道路を中心に、約 1,600 箇所に ITS スポット（無線アンテナ）を整備し、市販の ITS スポット対応カーナビを搭載した車両から無線通信で道路プローブ情報（車両の走行履歴や挙動履歴等）を収集している。

国土技術政策総合研究所では、道路プローブ情報を道路管理等に活用するための調査研究を行っている。

長崎県では、五島地区をフィールドとして長崎 EV&ITS を推進しており、同プロジェクトで全国の地方自治体として初めて ITS スポットを計 8 箇所整備し、プローブ情報の収集・活用に関する実験を行っている。

ITS スポット対応カーナビは、ITS スポット通過時に道路プローブ情報を送出し、ITS スポット通過以前のデータを本体から消去する仕様である。地方自治体による本土への ITS スポット整備を視野に入れ、地方自治体が収集した道路プローブ情報を集約・共有する際の技術・制度両面の課題について対応を検討しておく必要がある。また、一般道路では渋滞と信号による停止・速度低下との区別や、沿道施設への出入と危険事象による加速度発生との区別など、データ活用にあたって高速道路にない要素の考慮が必要になる。高速道路

のない五島地区の道路プローブ情報は全て一般道路から収集された道路プローブ情報であり、その分析から一般道路における道路プローブ情報の活用方法等について有意な知見が得られると考えられる。

本検討は、長崎県をモデルとして地方自治体等で収集した道路プローブ情報の集約・共有の方法について実証的に調査し、一般道から収集したプローブ情報を集計し、その特性及び活用方法を調査したものである。併せて、ITS 社会実験機器等の維持管理を実施した。

## 〔研究内容〕

### 1. 地方自治体等が収集した道路プローブ情報の集約・共有方法の実証的調査

#### 1.1 集約・共有方法の技術的調査

地方自治体等で収集した道路プローブ情報を国で一次的に集約し、相互に共有する方法について、長崎県を例に調査・整理した。

（調査事項）

- ・機器の接続方法・ネットワーク構成案の作成
- ・各案の特徴、メリット、デメリットの比較整理
- ・各案の概算費用の算出
- ・機器の仕様について、既存の仕様等に追加・修正する必要がある部分及びその内容の整理

## 1.2 道路プローブ情報の集約・共有のための接続試験

1.1の結果を踏まえ、長崎県の整備状況やセキュリティポリシーを考慮した上で、長崎県庁のプローブ処理装置と関東地方整備局のプローブ統合サーバ間、及び関東地方整備局の閲覧サーバと長崎県庁の閲覧端末の試験接続・対向試験を行い、道路プローブ情報の集約と共有について実証した。

## 1.3 集約・共有方法の制度的課題と対応策の整理

地方自治体等が収集した道路プローブ情報を集約・共有するにあたって、国と地方との役割分担などの制度的課題及び対応策について整理した。

## 2. 一般道路から収集した道路プローブ情報の集計及びデータ特性・活用方法の調査

五島地区で収集した道路プローブ情報等を用いて、一般道路から収集した道路プローブ情報について集計し、そのデータ特性や活用方法について調査した。

### 2.1 五島地区における道路プローブ情報の収集状況

分析対象期間における道路プローブ情報のアップリンク状況を表1に示す。道路プローブ情報の1台あたりの平均送信回数は1.40回であり、1度の走行で複数のITSスポットから送信する車両は少ないと言える。

分析対象地域におけるモニタ車両の走行頻度を図1に示す。ここでは分析対象地域を200mメッシュに分割し、メッシュ内にある走行履歴データの数を集計することで走行した箇所と走行頻度を整理した。分析対象地域の一般国道、主要地方道以上の道路においては、分析対象期間内に複数回の走行履歴データの取得が確認された。

表1 道路プローブ情報の収集状況

分析対象期間	延べ走行台数	延べ送信回数	平均送信回数
2012年10月10日 ～2013年1月9日	749	1,052	1.40

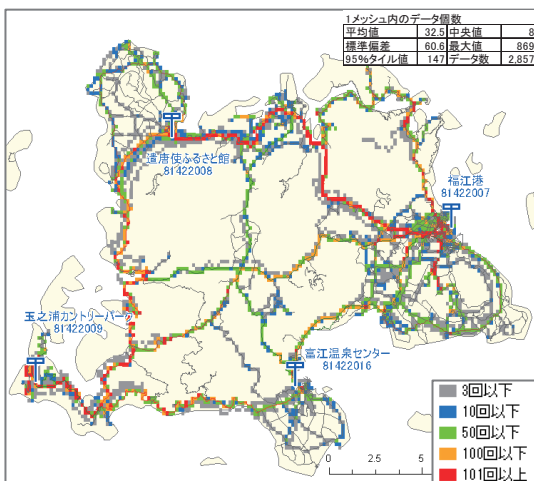


図1 走行履歴データの200mメッシュの分布状況

### 2.2 一般道路における走行履歴データの活用方法検討

ドライバーの許諾を得て収集した経路情報を有する走行履歴データを活用し、Bゾーン（概ね市町村を数個に分割）程度であれば簡易なOD表を作成できることを確認した。（図2、表2）また、地点間の所要時間や各ゾーンの滞在時間、走行経路を把握できることを確認するとともに、算出にあたっての留意事項も整理することで、今後の一般道路で収集したプローブデータの活用方法を具体化した。

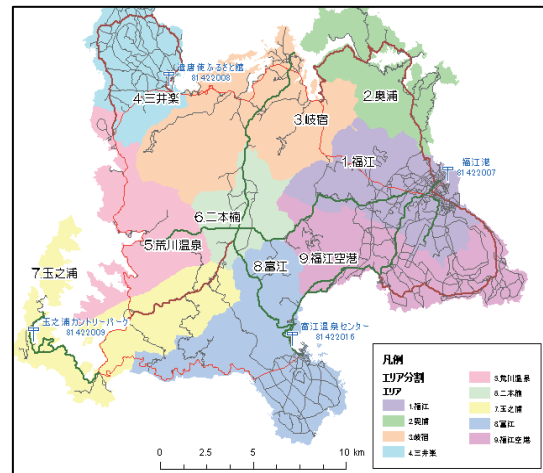


図2 五島市のゾーン分割例

表2 OD表の作成例（五島市）

		終点									
		1.福江	2.奥浦	3.岐宿	4.三井楽	5.荒川温泉	6.二本橋	7.玉之浦	8.富江	9.福江空港	TOTAL
起点	1.福江	607	33	23	72	11	0	40	26	38	850
	2.奥浦	14	0	0	20	8	0	63	5	0	110
	3.岐宿	18	0	0	7	0	1	10	25	1	62
	4.三井楽	14	2	15	18	2	0	2	1	0	54
	5.荒川温泉	5	0	0	14	15	0	17	0	1	52
	6.二本橋	28	1	1	5	0	0	0	9	17	61
	7.玉之浦	15	13	6	11	0	0	4	2	5	56
	8.富江	17	0	6	38	17	0	18	2	0	98
	9.福江空港	0	1	0	2	1	1	1	0	0	6
TOTAL		718	50	51	187	54	2	155	70	62	1,349

■:上位5位

## 3. 地方自治体等が収集した道路プローブ情報の集約・共有における国と地方自治体等との役割分担等の整理

地方自治体等が収集した道路プローブ情報を集約・共有するため、国と地方との役割分担などの制度的課題及び解決策について整理した。

（整理の視点）

- ・国側、地方自治体側のメリット、デメリット
- ・データ共有範囲（データの種類、対象地域等）
- ・ITSスポットやプローブ処理装置の整備主体
- ・費用負担（初期投資、維持管理費用）

〔成果の活用〕

本検討で得られた成果及び知見については、今後、さらなる検証を行い、道路行政の高度化・効率化に反映する。

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.766

November 2013

---

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