

5. 施策提案（基礎的基盤の研究 等）

道路事業の生産性向上に資する入札契約方式に関する研究

Study on improvement of productivity on the bidding and contracting system

(研究期間 令和4年度～令和6年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本マネジメント研究室

Research Center for Infrastructure Management

Construction and Maintenance Management Division

室長	中洲 啓太	主任研究官	星野 誠
Head	NAKASU Keita	Senior Researcher	HOSHINO Makoto
主任研究官	大城 秀彰	主任研究官	光谷 友樹
Senior Researcher	OHSHIRO Hideaki	Senior Researcher	MITSUTANI Yuki
研究官	木村 泰	研究官	森本 恵美
Researcher	KIMURA Yasushi	Researcher	MORIMOTO Emi
交流研究員	木地 稔	交流研究員	楠 隆志
Guest Research Engineer	KIJI Minoru	Guest Research Engineer	KUSUNOKI Takashi

In order to improve the quality and productivity of public works, NILIM is carrying out study on cross staging construction and maintenance management system from survey, planning to management. The objective of this study is to improve diverse procurement methods such as the technical proposal and negotiation method, comprehensive evaluation tender method and other methods.

[研究目的及び経緯]

平成17年の「公共工事の品質確保の促進に関する法律(品確法)」の成立により、国土交通省直轄工事では、総合評価落札方式の適用が拡大し、調査・設計等業務では、平成20年度より発注方式の1つとして同方式を本格導入した。また、平成26年6月の品確法改正により、工事の性格、地域の実情に応じて、多様な入札契約方式の適用が進みつつある。国土技術政策総合研究所は、多様な入札契約方式の適用支援、フォローアップを継続し、改善手法の研究を行っている。

令和4年度は、総合評価落札方式、技術提案・交渉方式、設計・工事連携型、調査・設計業務及び維持管理の入札契約に関する調査を実施した。

[研究内容・研究成果]

(1) 工事の入札・契約方式

1) 総合評価落札方式の多様な試行効果の分析

国土交通省直轄工事の総合評価落札方式では、直轄実績のない企業、地元企業、若手技術者等の参画を促す多様な試行が行われている。本調査では、試行による新たな担い手の参入・継続受注状況、工事成績への影響、受発注者等の意見等を整理・分析し、試行の効果や、実施に際しての留意点を整理した。

例えば、直轄工事の同種実績、成績、表彰等の配点の縮小等を行うチャレンジ型では、入札参加者の2割

弱、落札者の1割強で直轄工事の実績の無い企業が参入し、参入企業の約半数が、試行工事後、他の直轄工事を受注していた(図-1)。また、試行工事で工事成績の顕著な低下傾向は確認されず(図-2)、受発注者双方から、直轄実績の無い企業の受注機会確保や技術者育成の観点から、試行を評価する意見があった。そのため、チャレンジ型は、難易度が標準(通常の技術で対応可能で高度な技術を要さない)の工事において、担い手不足が課題となる場合に有効と考えられる。

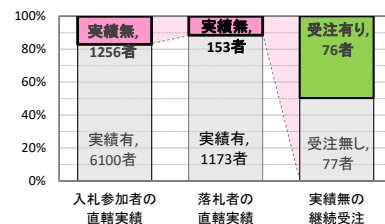


図-1 直轄実績有無による受注状況(チャレンジ型)

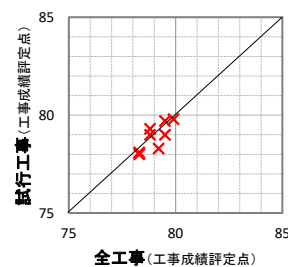


図-2 試行工事の工事品質(チャレンジ型)

2) 技術提案・交渉方式の実施状況等の整理

平成26年6月の品確法改正により規定された技術提案・交渉方式は、令和5年3月現在、国土交通省直轄の32工事（港湾・空港を除く）で適用されている。地方整備局等への適用支援、実施設計・技術協力業務報告書等の整理、発注者・設計者・施工者へのヒアリングにより、当方式の適用効果、課題を整理した。令和4年度は、大規模工事を中心に、着手可能な工種・工区から、段階的に契約するニーズを踏まえ、実施手法を提案した。技術提案・交渉方式を適用した橋梁補修工事を対象に、発注図面にない損傷・支障物等、施工段階のリスク発現過程の分析を行い（図-3）、技術提案交渉方式を適用した工事に限らず、橋梁補修工事における点検業務、台帳作成業務等の品質確保の重要性を把握した。

また、北陸地方整備局が試行する設計・工事連携型の実施状況を調査し、標準図等による発注・積算ができない工種では、入札時の工事費算定に必要な予備・詳細設計の実施範囲、施工者の協力による修正設計との責任分界点の整理の必要性をヒアリングにより把握

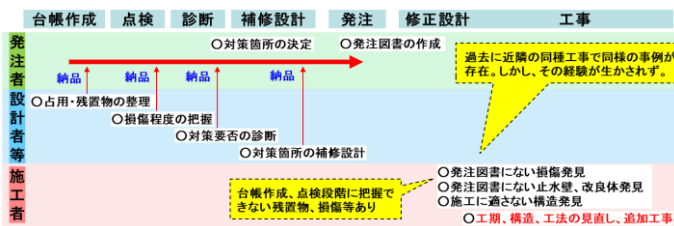


図-3 リスク発現過程の分析例（発注図面にない損傷等）

した。

(2) 調査・設計業務の入札・契約方式

1) 発注方式選定手法の改善

調査・設計業務の入札・契約においては、業務の特性に応じて「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン」に示された発注方式選定表を踏まえ、入札契約方式を選定している。実際の選定状況とガイドラインの選定表との適合状況を調査し（表-1）、選定方法の改善案を整理した。例えば、構造物詳細・補修設計では、大型であっても特殊な構造でない場合は、業務内容を踏まえプロポーザル方式ではなく、総合評価落札方式とした。また、氾濫解析では、既存の解析モデルの改良や高度化の検討が含まれる場合は、プロポーザル方式を適用することとした。

表-1 発注方式選定表の適合状況の整理例

業務区分	標準的な発注方式	プロポーザル	総合評価	価格競争
構造物詳細・補修設計(大型・特殊)	プロポーザル	39.3%	27% 59.8%	0.0%
氾濫解析②【既存の解析モデル・・・】	総合評価	62.5%	27% 37.5%	0.0%
道路詳細設計(修正)	価格競争	1.8%	56.0%	27% 42.2%

2) 調査・設計等業務の多様な試行効果の分析

調査・設計等業務においても工事と同様、多様な試行が行われており、本調査では、試行による新たな担い手の参入状況、業務成績、受発注者の意見等を分析し、試行の効果や実施に際しての留意点を整理した。

例えば、若手技術者の育成を目的として、配置予定管理技術者に一定年齢以下の制限を設ける要件指定型では、他の業務に比べ若い技術者が配置され、顕著な成績低下も確認されず（図-4）、受発注者双方より技術者育成の観点から試行を評価する意見があった。

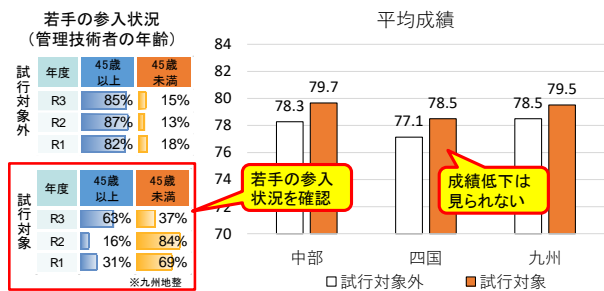


図-4 配置技術者の年齢状況と業務成績（要件指定型）

(3) 維持管理における入札・契約方式

代表的な河川・国道事務所における維持管理に関わる業務・工事のタイムラインを整理し（図-5）、多くの事務所に共通して、毎年度、通年、又は、複数年で継続的に維持管理の業務・工事が発注され、建設（新設）事業とは異なる特徴を把握した。また、橋梁補修工事で、発注図面にない損傷等が施工段階に発見され、維持管理に関わる業務の品質確保のため、透明性、競争性に限らず、継続性、効率性の観点からの改善検討（フレームワーク方式、条件付複数年契約（確認型随意契約）、複数年契約+共同受注等）の必要性を整理した。

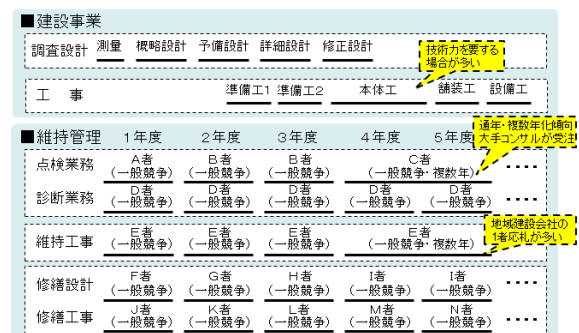


図-5 建設事業及び維持管理のタイムライン

[成果の活用]

本研究の成果は、発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会の資料等に反映された。また、工事の総合評価落札方式、調査・設計業務の入札・契約に関する各種ガイドラインに成果を反映された。

ICTによるデータを用いた冬期交通障害検知に関する調査

Study on detection of traffic disruption in winter using data from ICT

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室
Road Traffic Department
Road Safety Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

池田 武司
IKEDA Takeshi
池原 圭一
IKEHARA Keiichi
久保田 小百合
KUBOTA Sayuri
鏡味 沙良
KAGAMI Sara

In this study, to improve the efficiency of the detection of stuck vehicles in winter, detection trials were performed based on time-series variations in the ETC2.0 probe information.

【研究目的及び経緯】

近年、短期間の集中的な大雪が局所的に発生するようになり、それに伴って発生する幹線道路上の大規模な車両滞留や長時間の通行止めが大きな問題となっている。このような冬期の交通障害は、降雪が少ない地域においても度々発生しており、社会経済活動のみならず人命にも影響を及ぼすことが危惧されている。立ち往生車が発生した直後において迅速な対応を実現できれば、被害を軽減することが期待できるため、立ち往生車が発生した場合の情報収集や情報提供の効率化や工夫が求められている。

本調査は、ETC2.0プローブ情報をリアルタイムに得られると仮定して、走行車両の挙動の変化や、それに起因する交通流の変化から、冬期交通障害の発生を検知等を行うものである。

【研究内容】

令和3年度に通行止めデータを用いて作成した冬期交通障害の検知手法（フロー）について、令和4年度は、立ち往生車発生箇所データ（立ち往生車の発生箇所及び発生箇所の状況を詳しく示すデータ）を用いて再検証することにより、見逃しと誤検出を改善するための検討を行った。

また、貨物商用車の位置や瞬間速度等が1秒毎に記録されたデータ（以下「詳細プローブデータ」という。）とETC2.0プローブ情報を用いて、冬期交通障害の発生に至る前に、その予兆を把握する実現可能性を調査した。

【研究成果】

1. ETC2.0プローブ情報を用いた検知フローの再検証

1) 使用したデータ

分析の対象は、立ち往生車発生箇所データ（令和2年度に記載のある215件（東北、北陸、中国地方整備局管内の直轄国道）とした。詳細は以下に示す。

【立ち往生車発生箇所データ】

期間：2020年12月～2021年3月

条件：立ち往生車発生箇所データに記録のある交通量が一定数（上下24時間交通量が1.5万台）以上の事例

場所：東北地方、北陸地方、中国地方整備局管内

件数：215件

東北地方整備局管内87件、北陸地方整備局管内95件、中国地方整備局管内33件

【ETC2.0プローブ情報】

期間：立ち往生発生時及び発生前2週間

場所：立ち往生発生箇所の前後合わせて5km

【気象情報】

期間：立ち往生発生時及び発生前2週間

場所：立ち往生発生箇所に最も近い国土交通省（直轄国道）のテレメータデータ（気温、積雪深、降雪量等）

なお、検知は、1km、30分単位のデータを使用し、平均値速度では外れ値の影響を受けやすいため、中央値速度を用いることにした。対象範囲は、立ち往生発生地点前後5km区間、発生前2日間を対象とした。

2) 見逃しと誤検出を抑制した検知フローの構築

令和3年度に作成した検知フローの改善の観点とその検知指標を表-1に示した。

表-1 検知フローの改善の観点と検知指標

改善の観点	検知指標
1. 発生しない状況の除外	(発生の絞り込み)
冬期交通障害が発生しない気象条件として除外	a) 気象条件が、いずれかにあてはまる場合 ・気温が3℃以上 ・気温が0℃より高く3℃未満で、かつ降水量、累積降水量、降雪量、積雪深のいずれも存在しない
ETC2.0プローブ情報を分析できない条件として除外	b) 当日のETC2.0のデータ数が0以下 (ただし、上流側の1km区間の当日のデータ数が平常時と比較して半減、または30分前の時間帯の当日のデータ数が平常時と比較して20%以下 ⇒交通障害による停止状態として、「発生あり」と判定)
高速走行できる条件として除外	c) 当日の中央値速度が55km/h以上

2. 平常時の交通状況との違いにより検知	
高速走行車両の速度低下	d) 当日の 85%マイル速度が平常時の中央値速度を下回る
低速走行車両のさらなる速度低下	e) 当日の 15%マイル速度が平常時の 5%マイル速度を下回る
一般的な走行車両の速度低下	f) 当日の中央値速度が平常時の 15%マイル速度を下回る
3. 見逃し・誤検出の改善	
見逃しの改善	g) 当日の中央値速度が前の時間帯と 2 つ前の時間帯の中央値速度を下回る ⇒平常時との比較ではなく発生時の 1 時間前から速度が低下している状態は「発生なし」としない
誤検出の改善 (平常時の速度のばらつきが小さい場合の対応)	h) 平常時の中央値速度と平常時の 5%マイル速度の差が平常時の中央値速度の 5 割未満、かつ当日の中央値速度が平常時の 15%マイル速度に対して 5 割以上 ⇒検知指標 f に対して、下回る程度が小さければ「発生なし」と判定

※立ち往生発生当日と比較する「平常時」とは、立ち往生発生前の同時間帯・同区間（検知指標 a の気象条件の場合で、発生前日を除く。）とした。

これら指標を用いて図-1 のように改善を加えた検知フローを再作成した。

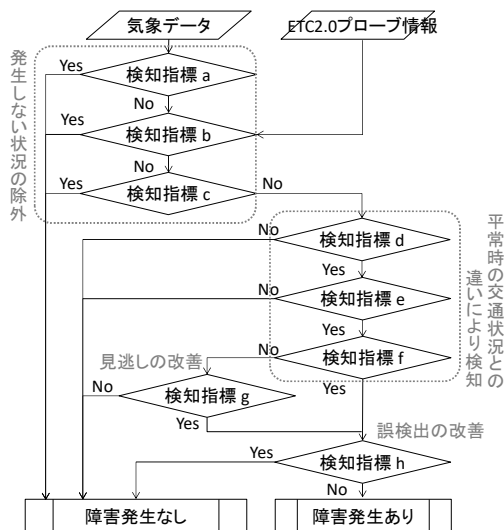


図-1 検知フロー（略図）

3) 検知の再試行結果

図-1 に示す検知フローを用いて、立ち往生車発生箇所データに登録された事例の検知を行った結果を表-2 に整理した。

表-2 発生判定の検知の試行結果

		実事象（発生の記録の有無）	
		発生の記録あり	発生の記録なし
検知フローによる判定	発生判定	291 (正解) A	22, 123 (誤検出) B
	未発生判定	126 (見逃し) C	54, 013 (正解) D

- ▶ 全体正解率 = 70.9% [= (A+D) / (A+B+C+D)]
- ▶ 再現率 = 69.8% [= A / (A+C)]
- ▶ 適合率 = 1.3% [= A / (A+B)]

また、全ての事例についてタイムスペース図を作成し、時空間での速度の変動状況から、立ち往生車発生箇所データには登録されていないものの、交通への影響が明らかにあると考えられる「発生なし・影響あり」

(以下「見なし発生」という。)と、登録はされているものの、交通への影響はないと考えられる「発生あり・影響なし」(以下「見なし未発生」という。)を設定した。これについて検知を行った結果を表-3 に示す。

表-3 影響判定の検知の試行結果

		実事象	
		見なし発生	見なし未発生
検知フローによる判定	発生判定	7, 754 (正解) A	13, 234 (誤検出) B
	未発生判定	596 (見逃し) C	58, 410 (正解) D

- ▶ 全体正解率 = 82.7% [= (A+D) / (A+B+C+D)]
- ▶ 再現率 = 92.9% [= A / (A+C)]
- ▶ 適合率 = 36.9% [= A / (A+B)]

図-1 に示す検知フローにより、表-2 及び表-3 のとおり見逃しを少ないまま、誤検出を抑制することができた。今後は、各地域や路線で道路や交通の状況は異なることから、その特徴を考慮した指標の閾値を設けられるようにすることで精度を高めることができると考えている。

2. 詳細プローブデータ及びETC2.0プローブ情報を用いた予兆把握の可能性

1) 使用したデータ

- 期間：令和2年12月1～31日
- 区間：東北地方整備局管内 国道4号（5km程度）
- 速度データ（取得間隔）：詳細プローブデータ：1秒間隔
ETC2.0プローブ情報：200m間隔

2) 詳細プローブデータを用いた予兆把握

詳細プローブデータから得られる個車の瞬間速度（y軸）とその瞬間の位置（x軸）を図に示すと、「信号交差点で停止後に加速されない状態」及び「上り勾配の単路部でゆるやかに減速している状態」が見られた。積雪期のうちこれを予兆として考えられる時間帯として、それ以外の時間帯の速度と比較すると有意な速度差があり、予兆として把握できる可能性が示唆された。

また、タイヤの回転による車測速度（Va）と位置情報による空間速度（Vb）により、タイヤが空転している状態（Va>Vb）を想定することができ、予兆として把握できる可能性が示唆された。

3) ETC2.0プローブ情報を用いた予兆把握

ETC2.0プローブ情報は200mごとに記録されるため、取得時間の間隔が一定ではなく、短い区間での減速や停止の状態を把握しにくい。本研究では、ETC2.0プローブ情報で停止状態を推測する方法を検討したうえで、積雪期のうち予兆として考えられる時間帯とそれ以外の時間帯の速度（200m間隔で取得）を比較した。その結果、「信号交差点で停止後に加速されない状態」と「上り勾配の単路部でゆるやかに減速している状態」については、詳細プローブデータと同様に予兆を把握できる可能性があることが分かった。

[成果の活用]

検知の精度を高めるために、各地域や路線の特徴を考慮した閾値を設けることができる冬期交通障害の検知システムの構築を目指す。

道路整備等の生産性向上に資するICTを活用した施工及び維持管理の高度化に関する調査

Survey on advancement of using ICT on construction and maintenance that contributes to productivity improvement such as road construction

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
Research Center
for Infrastructure Management
Advanced Construction
Technology Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
主任研究官
Senior Researcher
研究員
Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer IKEDA Makoto

山下 尚
YAMASHITA Hisashi
小塚 清
KOZUKA Kiyoshi
荻原 勇人
OGIHARA Hayato
鈴木 達規
SUZUKI Tatsunori
農添 允之
NOHZOE Masayuki
池田 誠

In this research, our research team have improved the standards for road earthwork and pavingwork that has been standardized for ICT utilization work, and have devised a measure to improve the efficiency of maintenance of road-related equipment by utilizing the 3D data used for construction.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場の実現を目指す i-Construction を推進している。この i-Construction のトップランナー施策の一つである「ICTの全面的な活用」については、平成28年度の土工への活用を皮切りに、舗装工（新設・維持修繕）、土工周辺構造物工について、ICT建設機械を用いた情報化施工に必要な基準類を順次整備してきたところであるが、更なる建設現場の生産性向上を実現するためには、これらの工種における ICT 活用工事の施工実態を調査し、生産性向上のための課題を明らかにし、この結果に基づき、基準類の改善を進める必要がある。本研究では、ICT活用工事の基準化が行われた道路土工、舗装工等を対象に、基準類の改善を行った。

また、施工に用いた3次元データ等を維持管理段階へ効果的に活用すること等により、道路関係設備の維持管理を効率化する必要がある。本研究では、施工に用いた3次元データ等を活用し道路関係設備の維持管理を効率化する方策を立案した。

〔研究内容・研究成果〕

1. ICT活用工事（土工、舗装工等）の基準類改善（トータルステーション〔以下「TS」〕等光波方式及び移動体搭載型プリズムを用いた出来形管理）のための検証

(1) 移動体搭載型プリズムの要領化に向けた検証

令和4年現在の「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」においてはTS等光波方式を用いて出来形計測を行う際に利用するプリズム（位置を計測したい場所に設置し、TS等光波方式の機器から発せられる光波をキャッチするターゲット）は、「傾きがないように正しく設置すること」と記述されており、設置ごとにプリズムの整準が必要なため、計測点が増えるほど計測時間及び手間を要している。このような問題を解決する技術として、TS等光波方式を用いた多点計測を簡便化する技術として、プリズムを地上移動体に搭載し、計測面に沿ってプリズムを移動させながら、自動追尾機能が搭載されたTS等光波方式により連続測距する技術が開発された。

この技術を用いることにより、短時間での多点計測が可能となるとともに測定作業に要する時間及び手間の縮小、計測費用の低減が期待できる。

本検証においては、移動体搭載型プリズムの有効性を確認し、基準類改正につなげることを目的とした。



図-1 地上移動体搭載型プリズム及び理論誤差の計算例

1) 発生が想定される誤差と検証条件・方法

地上移動体搭載型プリズムを用いた計測には、計測対象面の縦断勾配の影響を受けてプリズムが傾斜することによる誤差を内在している。この誤差は、図-1に示すようにプリズム高及び計測面の傾斜から幾何計算によって求めることができる。今回の検証試験に使用した地上移動体の車輪は比較的小さく、プリズム高さが低いことから誤差が小さい一方で、計測面の条件や歩行速度の影響を受け測定精度が悪化する懸念があるため、それらを考慮した条件で検証試験を行う必要がある。計測面の条件（土工面・舗装面）及び傾斜（平坦・坂路）、歩行速度（歩き・小走り）の条件で検証試験を実施した。図-2に検証実験状況の一部を示す。従来の固定式プリズムを用いて計測した数値を真値と見なし、計測値との比較を行った。



図-2 検証実験の状況

表-1 精度検証結果

計測面	土工面 mm				舗装面 mm			
	歩き		小走り		歩き		小走り	
傾斜	平坦	登り	下り	平坦	平坦	登り	下り	平坦
平均誤差e	2.8	5.7	7.7	10.1	3.3	5.3	6.4	1.8
標準偏差σ	1.7	2.5	4.2	5.7	0.8	0.9	1.5	1.3
e + 2σ	6.1	10.6	16.1	21.5	4.9	7.1	9.5	4.5
要求精度と評価	e + 2σ ≤ 50 全て○(満足)				e + 2σ ≤ 20(路床) 全て○ e + 2σ ≤ 10(路盤) 全て○ e + 2σ ≤ 4(基層・中間層・表層) 全て×超過			

2) 検証結果及び考察

計測結果を表-1に示す。結果から、以下のような条件において測定精度の悪化がみられた。

- ・プリズムを移動する際の移動勾配（勾配の大きさ、登り方向か下り勾配か）
- ・移動の速度（歩きか小走りか）

このため、出来形管理要領では、計測する現場において最大傾斜や歩行速度での事前精度確認試験を規定する必要があることが明らかとなった。これらを踏まえ、従って、具体的に事前精度確認試験を規定すれば、地上移動体搭載型プリズムを用いた出来形計測・出来形管理を土工・舗装工へ適用可能であることを確認した。

2. ICTの活用による道路関係設備の維持管理の効率化に関する検討

(1) 既存道路関係設備の3次元データの取得手法

機械設備の維持管理を効率化するためBIM/CIMの導入を進めているが、既存の道路関係設備の3次元データは取得方法が難しい。道路構造物中にある道路関係設備の設置空間が狭小であるため、現実を詳細に再現できる地上型レーザスキャナ（以下「TLS」）によるデータ取得が有効であるが、自動車等交通への影響と自動車等による3次元データの品質低下が懸念される。そこで、道路関係設備のうちアンダーパス排水を対象としてTLSによる3次元データ取得の特性を調査した。

TLSとしてレーザの照射距離が中距離の製品（以下「中距離TLS」）と長距離の製品（以下「長距離TLS」）を用意し撮影を行った。中距離TLSは、1回の撮影時間が2分以内で終えたが、長距離TLSは1回8分を要した。一方、取得した3次元データは長距離TLSが優れていた。よって、TLSの設置に制約が無い現場であれば中距離TLSが適しているが、アンダーパスでは歩道等に制約があるため、アンダーパスの両端側から撮影できる長距離TLSの方が有利と判断した。

ただし、長距離TLSは1回の撮影時間が長いため、通行する自動車等による3次元データの品質への影響が大きと思われる。よって、自動車等の「ノイズ」を除去しつつ、構造物の形状を適切に表示できる3次元データとするため、撮影回数等の要素による3次元データの違いを調査する必要がある。

【成果の活用】

施工段階における成果は、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」へ反映され、令和5年3月に改正要領が公表された。今後とも各工種において検証を進め、基準類の改善を継続する予定である。

また、維持管理段階における3次元データ取得手法の成果は、「BIM/CIM活用ガイドライン（案）」の令和5年度末改定における反映を目指し、引き続きTLSの撮影密度と撮影回数による作業効率の明確化及びハンディレーザスキャナの併用など、手法の構築に取り組む予定である。

道路事業の多様な効果の把握・評価に関する研究

A study on grasping and evaluating various effects of road projects

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 道路研究室
Road Traffic Department
Road Division

室長 松本 幸司
Head MATSUMOTO Koji
主任研究官 河本 直志
Senior Researcher KAWAMOTO Naoyuki
研究官 青山 恵里
Researcher AOYAMA Eri
交流研究員 茂田 健吾
Guest Research Engineer SHIGETA Kengo

In order to accumulate knowledge that will contribute to the enhancement of effectiveness measurements of road projects, the authors compiled basic data related to the evaluation of the appropriateness of road network use, and tried calculations of the evaluation indices. The authors also collected information on methods of measuring the effectiveness of road projects in response to new administrative issues.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、公共事業の効率性及びその実施過程の透明性の一層の向上を図るため事業評価を実施しており、国土技術政策総合研究所では、よりの確な評価の実施に向け、道路整備による多様な効果の評価に資する基礎データの収集、事業実施の効率性等を評価する手法に関する研究を行っている。

[研究内容・成果]

本研究では、道路ネットワークの利用の適切性の評価として、幹線道路から生活道路までの各道路が、重視する交通機能(通行機能、アクセス機能等)に応じた利用がなされているか評価する手法の構築や、道路事業の多様な効果計測の充実に向けて必要となる各種調査・情報整理を実施した。

(1) 道路ネットワーク利用の適切性の評価に関する基礎資料の整理

a) 道路ネットワークの利用の適切性を評価する上で有効な評価指標の候補の抽出

道路ネットワークの利用の適切性の評価に関連する文献等の情報を収集し、国内12件・国外5件の論文等をレビューした。そして、レビュー結果を踏まえ、適切性を評価する上で有効と想定される評価指標の候補を表-1の通り整理した。整理にあたっては、道路利用特性や道路幾何構造等の複数の視点から実施するとともに、データ入手の容易性・継続性、作業の簡便性等に着目した。

b) 実都市における評価指標の試算

特性の異なる都市で評価指標の数値がどの程度差異が生じるか等を確認するため、人口10～50万人規模の

表-1 評価指標の候補

No.	評価指標の候補
①	道路種別(階層)別利用率: 主要な利用経路の道路種別(階層)別の走行延長割合
②	時間帯別旅行速度
③	リンクフロー(OD分布): 特定断面を通過した車両が利用したリンクの分布
④	トリップ長構成比: 特定断面を通過した車両のトリップ長の分布
⑤	トリップ目的構成比: 特定断面を通過した車両のトリップ目的構成比
⑥	一次・二次ネットワークの接続割合: ICへのアクセス道路が指定最高速度50km/h以上である割合
⑦	主要道路網の割合: 全道路延長に対する一般国道以上または主要地方道以上の割合
⑧	幹線道路における自転車用インフラの割合
⑨	公共交通機関の移動を受け入れる幹線道路の割合
⑩	歩道設置延長割合(中心市街地)
⑪	歩道設置延長割合(市域内)

実在する2都市(A市・B市)を対象に、a)で整理した評価指標候補の試算を行った。なお、本研究では、道路の階層を図-1のフローにより設定している。

図-2にA市・B市で指標①(道路種別(階層)別利用率)を試算した結果を示す。指標①については、各市内の主要な施設(空港、港湾、第三次医療施設、都道府県庁、観光資源、商業施設)を拠点として設定し、各拠点ペア間で最も利用率が高い経路を対象に分析を行っており、分析の結果、高階層(Ar、Au、Bu)の道路の利用率はB市の方が高いことが確認できた。これは、A市に比べB市の都市面積が広く、市内の拠点位置が広く分散していることから、対象とする拠点ペア間の経路長も長くなり、経路上に高速道路が含まれることが要因として考えられ、都市特性の違いが反映された結果と考えられる。

※本報告は令和3年度当初予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果及び令和4年度当初予算の標記の研究課題で得た結果をまとめたものである。

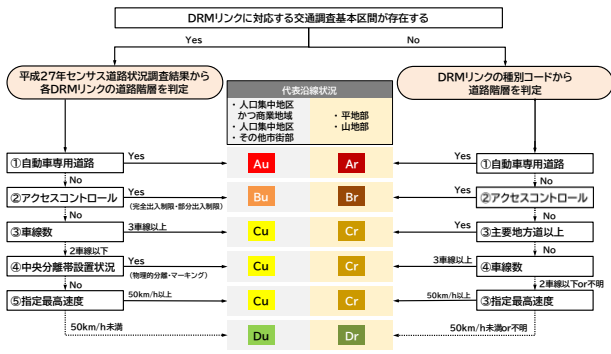


図-1 階層の設定フロー

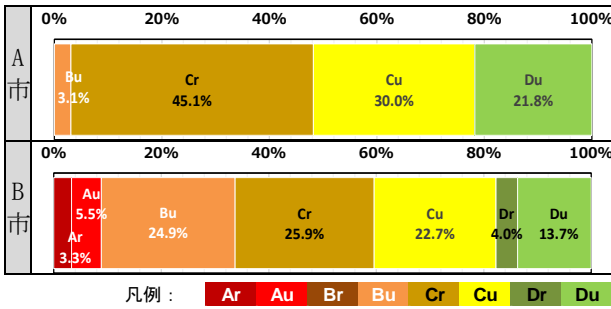


図-2 道路種別（階層）別利用率の比較

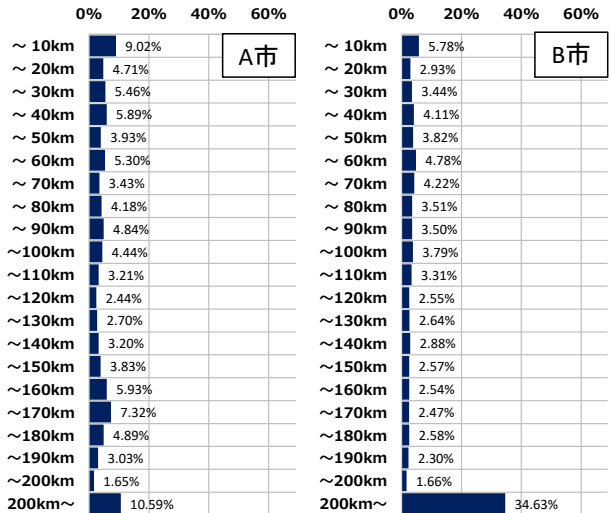


図-3 高階層道路の代表断面のトリップ長構成比の比較

図-3にA市・B市内のある高階層道路の代表断面における指標④（トリップ長構成比）を試算した結果を示す。A市に比べB市の「200km～」の割合が3倍程度高く、同じ高階層の道路でもB市では特に足の長い交通を担っていることが確認できた。これは、B市に日本の東西移動を担う主要な高速道路が通っていることや、B市内にトリップの起終点となる港湾施設が存在していない（A市内には港湾施設が存在している）こと等、物流の通過都市としてのB市の特性が反映された結果であると推察される。

c) 道路事業の整備前後での評価指標の試算

実際の道路事業の整備前後における評価指標の値の改善状況を確認するため、近年整備が完了した2事業

(C事業・D事業)を対象に、a)で整理した評価指標候補の試算を行った。

図-4、図-5に、それぞれC事業、D事業の整備前後での指標①（道路種別（階層）別利用率）を試算した結果を示す。これは、各事業の周辺エリアを対象に、主要な施設を拠点として設定し、各拠点ペア間で最も利用率が高い経路について、経路長「0～40km」、「40～80km」、「80km～」の区分で分類し、各区分で階層別に利用距離の割合を算定したものである。「40～80km」、「80km～」の中長距離の経路に着目すると、整備後に高階層の道路の利用率が増加し、低階層の道路の利用率が減少していることが分かる。これは、中長距離トリップの交通が利用する道路が低階層から高階層へ転換したものと考えられ、道路整備によって道路ネットワーク利用の適切化が図られた結果がこのようなグラフで表現できる可能性が示唆された。

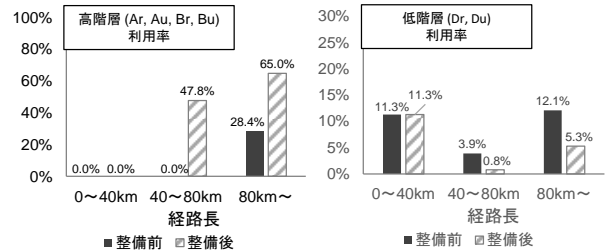


図-4 C事業整備前後での道路種別（階層）別利用率

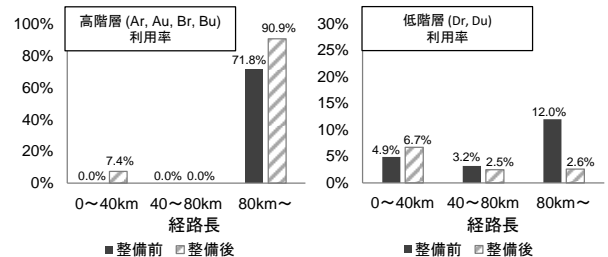


図-5 D事業整備前後での道路種別（階層）別利用率

(2) 新たな行政課題に対応した道路事業の効果計測手法等に関する情報収集・整理

貨物輸送の評価に関する国内外の文献・事例等の情報収集・整理を行い、以下の知見を得た。

- ・日用品等（軽くて高価な財）の時間価値が高く、林業等（重くて安価な財）の時間価値は低い。
- ・鮮度が重視される商品、在庫費用の高い商品、窃盗リスクの高い商品の時間価値は高い。
- ・短距離輸送の時間価値は長距離輸送と比べ高い。

[成果の活用]

本研究では、道路ネットワークの利用の適切性の評価に関する基礎資料の整理等を行った。

引き続き、道路事業評価に関する新たな知見を蓄積することにより、多様な効果を用いた評価の実施に寄与することが期待される。

道路管理データと連係した道路管理支援システムの 高度化に向けた研究

Study on sophistication of road management support system linked with road management data

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

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

室長	西村 徹
Head	NISHIMURA Toru
主任研究官	大手 方如
Senior Researcher	OOTE Masayuki
研究官	新倉 功也
Researcher	NIIKURA Katsuya

The purpose of this research is to establish an accurate prediction method for traffic congestion occurrence on ordinary roads. As such, the authors collected cases of traffic congestion prediction methods, and sorted out by type of prediction methods, conditions for establishing prediction methods of traffic congestions.

【研究目的及び経緯】

国土交通省道路局では、道路に関する様々なデータを API 連携で紐付けることにより、道路管理等におけるデータ活用を促進する、道路データプラットフォーム (xROAD: クロスロード) の構築を進めている。より具体的には、モバイルマッピングシステム (MMS) による 3次元点群データや、デジタル道路地図データベース (DRM-DB)、道路基盤地図情報等の各データを中心とする基盤データ上に、交通量や構造物諸元等のデータを紐付け、道路管理に必要なデータを利活用する 3次元プラットフォームの構築を目指す取組である (図-1)。

ム開発等を行っている。



図-2 道路基盤地図情報の例

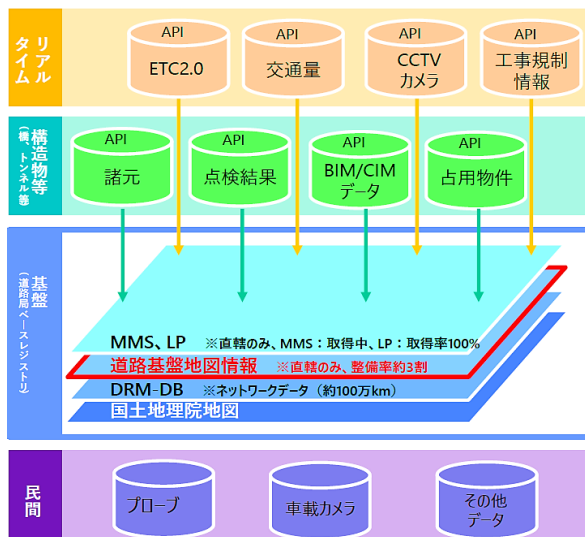


図-1 xROAD のイメージ

これを踏まえ、社会資本情報基盤研究室では、大縮尺道路地図である「道路基盤地図情報」(図-2) の整備・活用を促進するために必要な基準類の整備や、システ

【研究内容】

社会資本情報基盤研究室では、道路基盤地図情報の基となる道路工事完成平面図の集約・登録・管理を行うと同時に、道路基盤地図情報の活用を促進する「道路管理支援システム」の改良を実施しており、道路管理者による実運用を通じて整備や活用に関する課題の分析を行っている。また道路管理におけるデータ活用促進のため、社会資本情報基盤研究室で運用している他システムとの連携について検討を実施している。

本稿では、これまでに実施した研究の成果について記載する。

【研究成果】

(1) 電子納品保管・管理システムとの連携

道路の舗装工事等が完了した際、工事受注者は「道路工事完成平面図」(図-3) という CAD 図面を作成し、それを「電子納品保管・管理システム」に納品する決まりとなっている。この CAD 図面を活用し、道路区域内

※本報告は令和3年度当初予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果をまとめたものである。

の構造物を30種類の地物ごとにレイヤ分けして作成されたGISデータが「道路基盤地図情報」である。

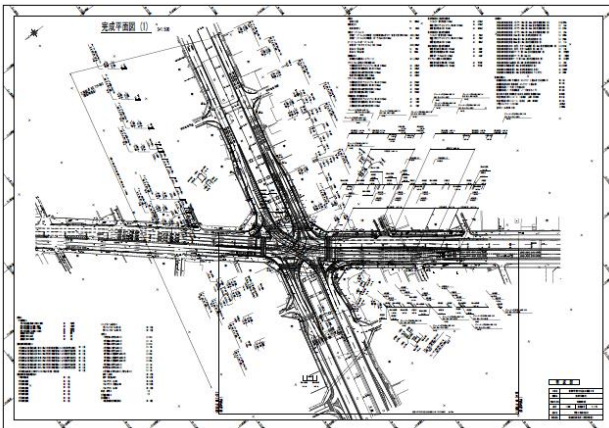


図-3 道路工事完成平面図の例

道路管理支援システムでは、電子納品保管・管理システムに納品された道路工事完成平面図のCADデータを専用回線経由で取得し、システム内で自動的に道路基盤地図情報へと変換している。また、変換した道路基盤地図情報をシステムに蓄積し、それを地理院地図等に重ね合わせて表示できるビュー機能が実装されており、ビュー機能では、地図データの閲覧だけでなくGISデータやCADデータのダウンロードも可能となっている。

これらの機能により、道路工事完成平面図の納品から道路基盤地図情報の登録まで、途中で人の手を介することなくデータが整備・蓄積され、利用者がシステム上でデータの閲覧・取得ができるようになっている。

(2) 他システムに対するデータ提供機能

道路管理支援システムでは、道路基盤地図を外部システム等に提供するためのAPI連携機能も実装しており、現在はWeb Map Service (WMS) によるPNG形式の画像データの提供が可能である(図-4)。

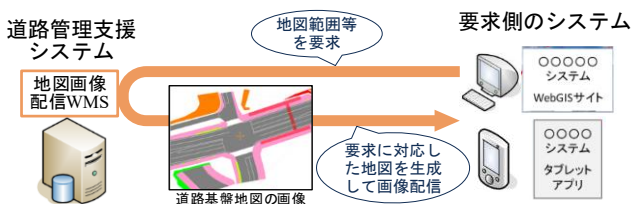


図-4 API連携機能のイメージ

WMSは地図画像をインターネット経由で提供する際の標準仕様で、当システムでは任意の2点の座標によって矩形範囲を指定すると、範囲内の地図画像データが出力される仕組みになっている(図-5)。

また、道路工事完成平面図や工事諸元情報等について、CAD形式やCSV形式での出力によるAPI連携が可能となるよう、システムの改良及び検討を行っている。

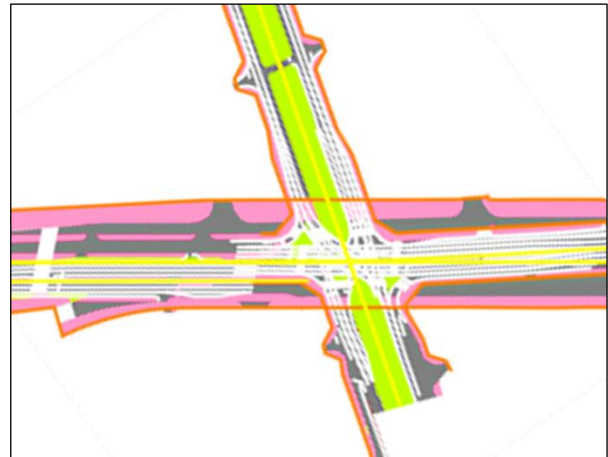


図-5 道路基盤地図情報の画像の出力例

(3) その他システムの改良

社会資本情報基盤研究室では、上記の道路管理支援システムの他に「道路基準点案内システム」というシステムも運用している。国土交通省が直轄管理する国道では、高精度の位置情報を持った「道路基準点」が整備されており、測量により求めたこれら道路基準点の位置座標等を、道路基準点案内システム上で一般に向けて公開している(図-6)。



図-6 道路基準点案内システムの画像の出力例

また、画面上での閲覧だけでなく、事務所や路線を指定することで、対象のデータをCSV形式で出力することも可能である。

現在、道路基準点案内システムについてもAPI連携機能の実装に向けた検討を行っており、道路基準点の測量成果の更なる活用を目指して取組を進めているところである。

【成果の活用】

本研究のように、様々なデータを整備し、それらを幅広く連携させていくことにより、道路管理においてデータの活用が促進されるはずである。社会資本情報基盤研究室においても、各システムのデータ連携機能の拡充など、xROADの施策の一助となるような取組を引き続き進めていく必要があると考えている。

道路管理のための点群データの効率的な管理手法に関する研究

—MMS データの保管管理及び利活用に関する研究—

Research on an efficient method of data management of point cloud data for road management

-Research on storage, management and Utilization of Mobile Mapping System data-

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本情報基盤研究室

Research Center for Infrastructure Management

Information Platform Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer YAMAZAKI Koji

西村 徹

NISHIMURA Toru

大手 方如

OOTE Masayuki

新倉 功也

NIIKURA Katsuya

山崎 廣二

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism collects the point cloud data on national highways for maintenance and management. NILIM constructed a system to store and share the point cloud data to consult road administrators' utilization. The system was constructed on Digital Transformation Data Center, which was built in MLIT.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では直轄国道の維持管理等に活用するために、MMS^{注1}を各地方整備局等に導入し、主に直轄国道上の点群・画像データからなるMMSデータの取得を進めている。

国総研では、各地方整備局等が取得したMMSデータの利活用の方法や、保管・管理等を行うためのしくみについて研究を行っており、各地方整備局等が収集した直轄国道の点群等データを集約して保管・共有するためのシステム（以下、本システムという。）を構築し、試験的に運用している。

〔研究内容〕

本研究では、本システムをDXデータセンター^{注2}内のオンプレミス環境に構築した。また、MMSデータを道路管理へ活用するために必要となるビューシステムの機能について、6箇所の地方整備局の国道事務所に対してヒアリング調査を行った。この結果から直轄道路の管理者が点群データを閲覧するビューに求める機能を整理した。

また、工事等で一部分道路の形状が変化した場合に、簡便な方法で点群データを取得し、速やかに本システム内データの部分更新を行える手法について検討を行った。

〔研究成果〕

1. 点群データを保管・共有するためのシステム構築

本システムのプロトタイプは、過年度にクラウド環境で稼働するシステムとして開発している。これに基づき、実運用を視野に入れたオンプレミス環境で動作するシステム開発を行い、DXデータセンター内のオンプレミス環境に当該システムを構築した。

本システムは、「データ処理システム」、「データ保管・管理システム」、「データ提供システム」の3つのサブシステムによって構築されている（図-1）。

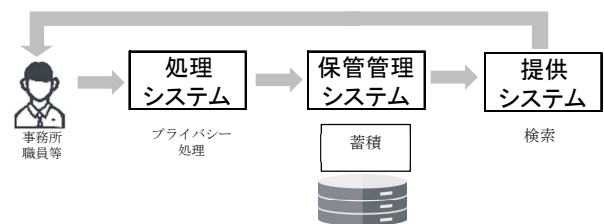


図-1 サブシステムの構成イメージ

(1). データ処理システム

データ処理システムは、MMSで取得された画像データに対してプライバシー処理を行うシステムである。プライバシー処理は、個人情報（人の顔、車のナンバープレート）を対象としてAIを用いて自動マスキングを行う。

(2). データ保管・管理システム

データ保管・管理システムでは、各地方整備局等から

※本報告は令和3年度当初予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果及び令和4年度当初予算の標記の研究課題で得た結果をまとめたものである。

集約した点群データ等を管理するための保管、メタデータの抽出、ダウンロード機能等、以下の機能を実装している。

- ・収集した MMS データを登録及び削除する。
- ・収集した MMS データから、データの場所・日時・取得機材等のメタデータを抽出し登録する。
- ・データ提供システムで検索・特定されたデータを抽出しダウンロードする。

(3). データ提供システム

データ提供システムには、登録されたデータを検索できる検索機能と検索されたデータを閲覧できるビュー機能がある。

本研究では検索機能のみを構築した。検索機能は、地図上に取得路線を表示するとともに、検索したいデータの特が容易になるよう、(1) で抽出されたメタデータを用いて検索ができる機能を実装した。データ検索・特定機能に係るシステムのキャプチャ画面を図-2 に示す。



(4). 登録 MMS データの状況

本システムには、令和3年度までに取得された直轄国道約 24,000km のうち約 19,000km 分の MMS データが登録されている (図-3)。



2. MMS データのビューシステムに関するヒアリング

国土交通省では、道路分野における DX の推進を目的とした「xROAD」の構想が進められている。

MMS データも xROAD での活用検討が進められている一方、MMS データはデータ量が膨大であり、閲覧に特殊なソフトウェアが必要となることから、各地方整備局等の道路管理者は、MMS データを具体的に閲覧する機会が少ないため、利活用のイメージもあまり保有していない状況であった。

そこで MMS データを道路管理へ活用するために必要となるビュー機能について、ビュー機能の試行環境を6箇所の地方整備局の国道事務所に対して整備し、ヒアリング調査を行った。

(1). 試行環境の構築

過年度に開発したデータ提供システムのうちビュー機能をクラウド環境に構築し、各事務所ごとにアカウントを作成し、MMS データを閲覧できるよう試行環境の準備をした (図-4)。



(2). ヒアリング調査

選定した代表事務所に MMS データ閲覧に係わる機能や運用に関する意見・要望を収集するため、アンケート調査を実施した。試行環境を実際に操作してもらい、MMS データによる現況確認や閲覧に求められる要件等の確認を行った。

アンケート調査の結果を踏まえ、Web 会議形式によ

るヒアリングをおこなった。

ヒアリングの結果、ビューワに必要な機能は表-1のとおりとなった。

表-1 ビューワに必要な主な機能一覧

大項目	小項目
ログイン管理	ログイン後、ユーザが管理している路線の初期表示機能
	ユーザ毎の各種設定保存機能
MMSデータ閲覧	MMSデータを再生・逆再生機能
	位置の距離標表示機能
	上下左右360度の視点移動機能
	拡大・縮小機能
	表示個所の路線情報の画面表示機能
	過年度データの閲覧機能
	複数MMSデータの並列表示機能
その他	位置情報共有機能
	カメラの明るさを調整できること

3. 工事等で習得されたデータによる本システムデータの部分更新を行う手法について

本システムには令和3年度までに取得された直轄国道約24,000kmのうち約19,000km分のデータが保管されている。一方、工事等で道路の形状が一部変化した場合に速やかにMMSデータを取得することは予算的な制約もあり困難である。そこで、工事終了時に安価な機材を用いた簡便な方法で点群を取得し本システムのデータの部分更新を行う手法について検討を行った。

(1) 機種を選定

一般的な点群を取得するLiDAR^{注3}という装置は数百万円程度と高額なものがほとんどであるが、一部のスマートフォンにLiDARの機能が付いているため、実際に国総研内の試験走路で点群の取得実験^{注4}を行った。また、同時にウェアラブルカメラでも画像の取得実験^{注5}を行い、SfM^{注6}という多数の画像から点群データを生成する技術を用いて点群データを生成した(図-5)。さらに、これらのデータについて精度確認を行った。

(2) 実験結果

今回の実験の範囲内では、ウェアラブルカメラから生成された点群データは鉛直方向・平面方向±20mm以内の精度があり、MMSデータを補完するデータとして十分利用できることを確認した。一方、スマートフォンのLiDAR機能で交差点を一周して点群データを取得した場合、高さ方向に20cm程度のずれが生じたが、計測範囲を区切って計測することでMMSデータを補完するデータとして利用できることを確認した。さらに、工事等で取得されたデータを本システムに登録できる形に変換するための仕様も検討し、「車両搭載センシング装置取得データ納品仕様(案)Ver2.0」を作成した。今後は仕様案の意見照会を行った後、既存の納品仕様(ver.1.0)のアップデートを検討している。

(3) 本システムデータの部分更新の流れ

点群データ等の扱いに不慣れな工事等の受注者にと

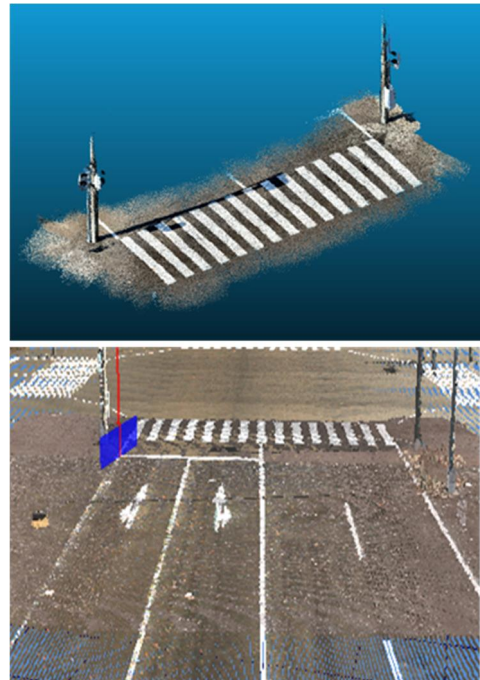


図-5 スマートフォン(上)、ウェアラブルカメラ(下)により取得された点群

ってSfMを用いた画像から点群データの生成や仕様に則したデータ変換のような作業は大きな負担になると考えられる。

そこで、工事等の受注者はスマートフォンやウェアラブルカメラの撮影データを提出するまでとし、その後の工程は一定ロットのデータを集めた後、点群データ等の処理が得意な受注者へ一括で委託することを想定している(図-6)。

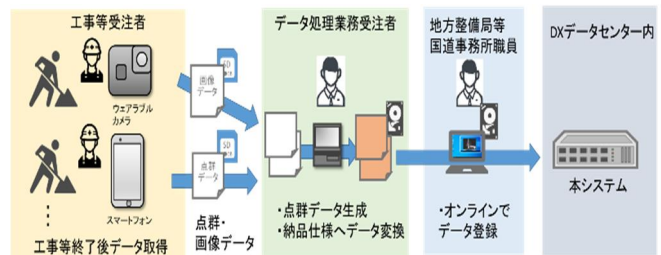


図-6 本システムデータの部分更新を行う手法のイメージ

本研究では、過年度に開発した点群データの保管・共有を行うためのシステムについて、実運用を見据えた形でDXデータセンター内に構築し、約1.9万kmのデータを登録した。MMSデータの活用促進に向けたビューワシステムの機能について、道路管理者から直接ヒアリング調査を行い、機能要件を把握することができた。また、工事等で習得されたデータを用いてデータの部分更新を行う手法を検討し、工事等で習得されたデータを当該システムへ登録できる形式に変換するための納品仕様案を作成した。

[成果の活用]

各地整によって継続的に取得される直轄国道の MMS データの収集・管理・共有のために、本研究で構築したシステムが本省及び各地整で活用される予定である。

注 1) Mobile Mapping System (車載写真レーザ測量システム) の略。走行軌跡周辺の点群データや画像データを取得できる。

注 2) 国土交通省の工事・業務の受発注者間での 3D データの情報共有を主目的として国総研内に構築されたデータセンター。

注 3) パルス状に発光するレーザー照射に対する散乱光を測定し、点群データを取得する装置。

注 4) 本研究では iPhone 14 pro https://www.apple.com/jp/iphone-14-pro/?afid=p238%7CGX1Zblc8-dc_mtld_20925qtz40402&cid=wwa-jp-kwyh-iphone--iPhone14Pro- を用いて取得実験を行った。

注 5) 本研究では GoPro HERO 11 <https://www.tajima-motor.com/gopro/product/specifications/> を用いて取得実験を行った。

注 6) Structure from Motion (多視点画像からの 3D 形状復元) の略。ある対象を撮影した複数枚の写真から、対象の形状を点群データとして復元する技術。本研究では pix4Dmapper <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software/> を用いて点群を生成した。

道路管理のための点群データの効率的な管理手法に関する研究 —道路標識データベースの構築—

Research on an efficient method of data management of point cloud data for road management
- Development of Road Signs Database -

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本情報基盤研究室

Research Center for Infrastructure Management

Information Platform Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer YAMAZAKI Koji

西村 徹

NISHIMURA Toru

大手 方如

OOTE Masayuki

新倉 功也

NIIKURA Katsuya

山崎 廣二

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has aimed to improve the contents of the road signs. So NILIM developed the “Road Signs Database” and a system to support data creation for “Road Signs Database” from MMS data (which include point cloud data and image data) efficiently. This system uses multiple AIs for finding road signs and OCR.

“Road Signs Database” was developed on Digital Transformation Data Center, which was built in MLIT.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路案内標識における道路管理者間での不整合やカーナビ等の民間サービスとの不整合を改善し、適切な道案内や自動運転の支援等への活用を図るため、官民それぞれが提供すべき情報を整理し、道案内全体の体系化・統一化を図ることを目指している。このため、国総研では、MMS (Mobile Mapping System)^{注1}で得られた点群データ及び画像データから AI を用いて道路案内標識に関する情報を取得することで道路案内標識の板面情報を効率的にデータベース化する技術の研究を行っている。

〔研究内容〕

本研究では、過年度までに研究した標識位置及び道路案内標識の板面情報を抽出する要素技術を高度化するとともに道路案内標識全体に拡張し、これらの技術を組み合わせることで、「道路標識データベース構築支援システム」及び「道路標識データベース」を構築した。

〔研究成果〕

1 要素技術の開発について

1.1 点群データ及び画像データから道路標識位置を推定する技術の開発について

MMS データは車載カメラで撮影された画像データ

と LiDAR^{注2}で取得された点群データに大別される。画像データからは AI^{注3}を用いて道路標識を抽出した。一方、画像データからは正確な位置を把握することは困難であるため、画像が取得された付近の点群データから近傍の柱状及び板状の物体を探すことで正確な標識の位置を特定する技術を開発した(図-1)。

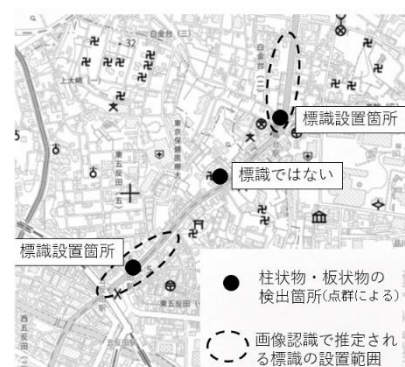


図-1 標識位置を特定する技術の概略図

なお、精度検証の結果、1253 枚のサンプルのうち位置を正確に抽出できたのは、14%程度であった。一方、106 系/108 系の比較的板面サイズが大きい標識については、位置を正確に抽出できたのは、73%程度であった。

1.2 画像データから道路標識の板面情報を抽出する技術の開発について

※本報告は令和3年度当初予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果をまとめたものである。

1.1 で用いた AI を用いて、標識板面の画像を抽出した後、OCR (Optical Character Reader) 用の AI^{注4}を用いて文字及び矢印の方向情報を抽出した。

106 系/108 系の地名が記載されている道路案内標識は一般的に日本語とローマ字が一对で記載されているため、文字と板面上の位置を同時に抽出することで対になる日本語とローマ字を抽出した (図-2)。

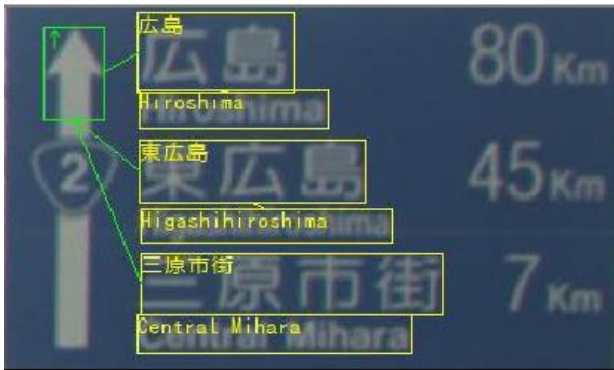


図-2 標識板面からの文字抽出例

なお、抽出精度検証の結果、1027 枚の標識のサンプルのうち、日本語地名とローマ字の完全一致地名数は、597 件であり、全体の約 58.1%であった。ただし、比較的板面のサイズが大きい標識 (106 系/108 系) については、626 枚のサンプルのうち日本語地名とローマ字の完全一致地名数は、全体の約 84.7%であった。

また、矢印の抽出精度については、190 枚のサンプルのうち、矢印を抽出でき、かつ、角度が正しいものは、181 件であり、全体の約 95.3%であった。

1.3 道路標識データベースデータ項目の整理について

各地方整備局等で整備している標識台帳を網羅する形で、登録する標識の座標 (高さ含む)、設置方位、画像、地名、矢印、設置箇所の住所、路線番号、管理者、種別、現旧区分、上下区分、距離標、板面色彩等をデータ項目としている。

また、登録される各矢印には道路種別・路線番号・案内地名の距離が登録されている。

1.4 整合性チェック機能の開発について

道路標識データベースに登録されている情報を用いて、標識データの整合性を自動的に確認する機能を開発した。具体的には、案内地名の連続性のチェック、交差点内の整合性のチェック、地名の標記揺れをチェックする機能からなっている。

2 道路標識データベース構築支援システム及び道路標識データベースの構築について

1.1 で示した「道路標識抽出プログラム」及び 1.2

で示した「板面内容抽出プログラム」を「道路標識データベース構築支援システム」とし、PC 上にインストールして利用できるようにした。また、今後、当該システムは DX データセンター^{注5}内の VDI サーバ上に構築される予定である (図-3)。

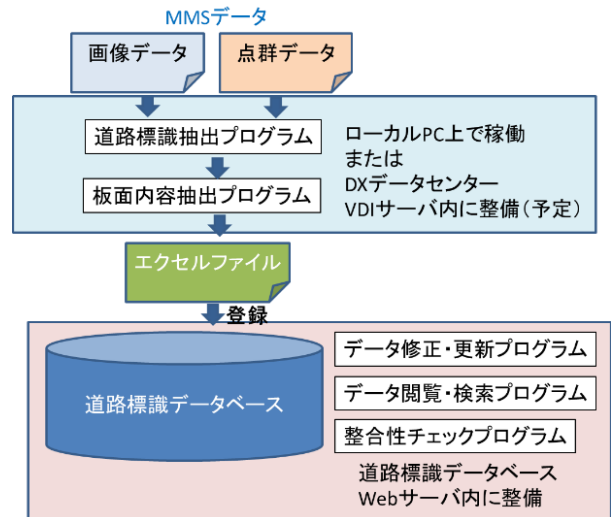


図-3 道路標識データベースに関連するシステムの概略構成図

今後、各地方整備局等の国道事務所職員またはデータ作成受注者が当該システムを用いて MMS データから道路標識データベースのデータを整備することが想定されている。

一方、「道路標識データベース」は、データベース本体に加え「データ修正・更新プログラム」、「データ閲覧・検索プログラム」及び 1.4 で示した「整合性チェックプログラム」から構成されており、DX データセンター内に構築されている。

[成果の活用]

案内標識の表記の不整合や冗長な記載内容の改善をめざし、今後、各地方整備局等において「道路標識データベース構築支援システム」を用いて「道路標識データベース」のデータ整備が進められる予定である。

注1) Mobile Mapping System (車載写真レーザ測量システム) の略。走行軌跡周辺の点群データや画像データを取得できる。

注2) パルス状に発光するレーザー照射に対する散乱光を測定し、点群データを取得する装置。

注3) YOLOX という物体認識を行う AI モデルを用いた。

注4) 日本語及びアルファベットに特化した AI を独自開発した。

注5) 国土交通省の工事・業務の受発注者間での 3D データの情報共有を主目的として国総研内に構築されたデータセンター

道路整備のストック効果把握に関する比較分析調査

A Study on economic analysis methods to grasp stock effects by road construction

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

社会資本マネジメント研究センター
建設経済研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction Economics Division

室長 小俣 元美
Head OMATA Motoyoshi
主任研究官 原野 崇
Senior Researcher HARANO Takashi

The purpose of this study is to identify the characteristics and issues of various economic analyses methods for understanding the economic effects of road investment by economic analysis of stock effects, examining measures to improve macro-econometric models, and identifying trends in overseas guidelines on transport analysis.

[研究目的及び経緯]

社会資本整備のストック効果を最大限に発揮するため、ストック効果を積極的に把握し、これを「見える化」、さらに「見せる化」の推進が求められている。このため、国土技術政策総合研究所ではストック効果をより幅広く、定量的に捉えるための調査研究を行っている。

本調査は、道路整備によるストック効果の分析手法の把握、全国マクロ計量経済モデルの改善方策の検討及び海外の交通分析に関する指針の動向等の把握を行うことを目的としている。

[研究内容及び成果]

1. 道路整備ストックが生産に与える効果の分析手法の収集整理

道路整備ストックが生産に与える効果(GDP向上等)の分析方法(推計方法等)について、実証分析を行っている既往研究の情報収集を行った。

具体的には、社会資本全体の効果に関する既往研究又は交通インフラの効果に関する研究をリストアップし、各文献について、分析目的、利用データ、社会資本の対象、推定方法等について整理した(表-1)。そして、生産に与える効果と既存の費用便益分析との関係性、効果分析手法の分類等の視点で取りまとめを行った。

(1) 生産に与える効果と既存の費用便益分析との関係

道路整備が生産に与える効果を計測するためには、既存の費用便益分析では計測対象外となる生産関数の変数であるTFP(全要素生産性)(図-1における変数A)が、道路整備によりどれほど向上するかを明らかにすることが重要である。Graham et al(2009)は、イギリスにおける交通インフラ整備の評価を念頭に、Effective Density(有効密度)と呼ばれるアクセス性の指標がTFPに与える影響を検証しており、道路整備の評価に適用することが可能な手法となっている。日本国内でも、Graham et al(2009)と類似したアプローチで、織田澤ら(2022)、足立ら(2022)等の実証分析がされているものの、現時点では便益計測が可能な研究とはなっていない。また、林(2009)、中東(2017)等では、民間投資と公共投資が生産拡大へ与える影響の差異を確認しているが、道路以外の

部門も含め都道府県別の社会資本ストック全体を対象とした推計となっている。

表-1 社会資本ストックが生産に与える効果に関する主な既往研究

題目	著者	出典	分類	概要
公共資本の生産効果-動学パネルによる再考	林正義	財政研究, 5, p119-140, 2009年10月	社会資本全体の効果	都道府県別パネルを用いて公共資本が地域生産に与える効果について、生産要素の投入から生産に寄与するまでの時間的遅れ等の既存研究で十分でない点に留意し、民間資本と対比しつつ推定。
社会資本の生産力効果に基づいた日本の社会資本の資産価値	中東雅樹	会計検査研究(56) p13-26 2017年9月	社会資本全体の効果	社会資本の資産価値評価の妥当性について、社会資本の稼働率を考慮した生産関数を用いて推計する産業別の社会資本の生産力効果より、公共投資の経済的価値を推計。
交通投資と集積効果の距離減衰	Graham et al	Centre for Transport Studies, London, Jan.2009	交通インフラの効果	企業レベルのパネルデータを用いて、経済規模へのアクセス性(Effective Density)が全要素生産性(TFP)に及ぼす影響を検証。集積の弾力性パラメータ、距離減衰パラメータを推定。
都市間高速道路網整備が地方部の都市雇用圏の地価に及ぼす因果効果の推定	織田澤利守ほか	土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol. 77, No.5 195-1105, 2022	交通インフラの効果	高速道路網整備が地方部の都市雇用圏に及ぼした影響について、一般均衡型の都市間交易モデルを用いて地価とマーケットアクセスの関係式を導出し、高速道路網が地価に及ぼす因果効果を推定。
地域間異質性に着目した高速道路ネットワーク整備の因果効果の推定	足立理子ほか	第66回土木計画学研究発表会・講演集, 2022	交通インフラの効果	都市雇用圏間・都市雇用圏内のマーケットアクセス指標を算出し、高速道路ネットワーク整備による地域のアクセス性の改善が生産拡大(製造品出荷額)に及ぼす影響について検証。

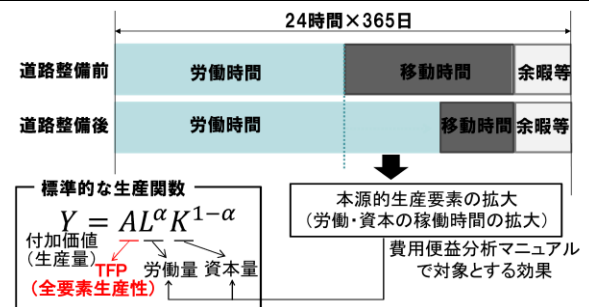


図-1 付加価値(生産量)算定と費用便益分析との関係性

(2) 効果分析手法の分類

道路整備の効果分析手法は構造系、誘導系に分類されるが、本調査で考察した既往研究は、多くの研究が誘導系のアプローチである。構造系のアプローチは、空間的応用一般均衡モデルのように、経済理論に基づき経済メカニズムを構築して効果を計測する手法に対して、誘導系のアプローチは、過去データを踏まえた政策変数と被説明変数の関係性から、将来の道路整備効果を計測する手法であり、生産への効果のような経済メカニズムが解明されていない要素であっても効果計測が可能という利点がある。

2. 全国マクロ計量経済モデルの特徴整理等

「道路の中期計画(素案)」(2007年11月)に用いられたマクロ計量経済モデルについて、モデル構造や使用データ、アクセシビリティの定義や特徴について整理するとともに、有識者から改善方策の意見を伺った。

マクロ計量経済モデルは、道路投資の評価に用いられる代表的な他の経済モデルである空間的応用一般均衡モデル(SCGE)、応用都市経済モデル(CUE)と比較して、フロー効果を期待する政策とインフラのようなストック効果を期待する政策双方を同じモデルで評価することが可能であることや、好景気、不景気といった経済全体の景気状況を前提としたフロー・ストック効果の計測が可能という利点を有する(表-2)。

表-2 主な経済モデルの特徴比較

マクロ計量経済モデル	空間的応用一般均衡モデル	応用都市経済モデル
理論的立脚点	ケインズ理論(マクロ経済)	ワルラス型一般均衡理論(ミクロ経済)
対象地域	国・県単位	市町村単位
産業分類	全産業・3分類程度	全産業・細分類
理論の定式方法	過去の経済指標やデータから推計された帰帰式を用いた連立方程式体系による表現	複数地域における財市場の均衡状態での連立方程式体系による表現
効果計測特性	過去から現在の社会構造を固定化した計測	一時点の需給均衡下での計測
アウトプット指標例	生産変化、帰着便益、消費変化、投資変化、雇用・税収変化、フロー効果	産業別生産変化、帰着便益、消費変化、所得変化、交易変化(地域別・産業別)

なお、当マクロモデルに対する有識者への意見聴取からは、インフレ期等におけるクラウンディングアウト対策となるメカニズムをモデルに導入する場合の有効性はあるものの、本来は、DSGE(動学的確率的一般均衡)モデルのような確率型の均衡モデルなどの様々なモデルを作成し、政策の良し悪しを検討していくことが求められる等の示唆を頂いた。

3. 海外の交通分析に関する指針等の動向把握

(1) オーストラリアの「広範な経済効果(ワイダー・エコノミック・ベネフィット)」に関する指針の更新状況

2022年4月に更新された「広範な経済効果(ワイダー・エコノミック・ベネフィット(WEB))」のガイドラインについて、更新箇所の確認を行った。当WEBガイドラインはインフラ交通省の交通評価・計画ガイドラインの一部を構成するもので、2022年版は従前版(2016年版)と比して詳細に記載された内容となっている(表-3)。

表-3 オーストラリアのWEB指針(2022年更新)の主な内容

オーストラリア「広範な経済効果(ワイダー・エコノミック・ベネフィット)」更新指針の主な内容	
(1) 計測指標	
①WB1:集積効果	● 算定式はイギリスと同じ。必要となるパラメータ(生産性の弾力値と減衰パラメータ)は、オーストラリアの都市において推計を試みたものの、統計的に有意な結果が得られなかったため、推奨値として、イギリスの数値を簡略化したものを掲載。
②WB2:労働市場および税制への影響	● 労働者数の増加によって生じる所得に対して、税率を乗ずることで税収増加を算出する点は、イギリスと同じ。(労働供給量の増加としての労働供給に対する弾力性では、イギリスは実効賃金に対する弾力性、オーストラリアは限界(追加)労働者の賃金に対する弾力性)
③WB3:不完全競争下における生産量変化	● 算定式はイギリスと同じ。パラメータ(アップレート率)は、イギリスと同じ数値を推奨。
(2) 対象事業	
● 大都市圏に位置、又は大都市圏へのアクセスが改善されるような大規模プロジェクトで適用。	
(3) エコノミック・ナラティブに関する説明(WEB計測適用要件として効果発現の文脈を記載)	
● WEBで計測した結果に対して、記載すべきナラティブの一例を示したものを掲載されている。英国では、ビジネスケース内の戦略的説明において詳細に語られるべきであることに対して、オーストラリアでの記載内容は、比較的シンプルなものとなっている。	

WEBの計測指標としては、WB1:集積効果、WB2:労働市場および税制への影響、WB3:不完全競争下での生産変化、WB4:競争の変化の4種類を挙げているが、WB4については該当しないとしており、分析方法の記載はない。

(2) 英国のCOVID-19による集積経済への影響調査

COVID-19による在宅勤務の増加は、WEI(Wider Economic Impacts:広範な経済効果)の中で代表的な効果である「集積の効果」に影響を及ぼす可能性があることが2021年5月の英国交通省のTAG(交通分析指針)アップデートレポートに示されるとともに、COVID-19による行動変容(在宅勤務の増加等)による集積効果への影響についての調査報告「Agglomeration under Covid(コロナ下での集積)」も同省から公開されている。

TAGにおける集積の効果の計測^{*}は、域内の雇用者数、一般化費用及び距離減衰パラメータから算出される「有効密度」の変化率、産業の弾力性、域内総生産等を用いて算出されるが、当調査報告では、在宅勤務の増加が生産、弾力性や減衰パラメータに影響を与える可能性等について、集積経済の源となる各メカニズム(シェアリング(共有)、マッチング(組合せ)、ラーニング(学習))における影響(変化の方向性)を推測している。具体的には、在宅勤務は旅行費用(通勤コスト)を下げることでマッチングメカニズムを強化する可能性があるが、ラーニング(学習)メカニズムが対面の接触に依存している場合に集積効果が損なわれる可能性(弾力性の低下)がある等の影響(予測)が記載されている(表-4)。

※【TAG(英国指針)における集積効果の算定式(概略)】

$$\text{集積効果} = [(\text{有効密度の変化率})^{\rho^k}] \times \text{域内総生産(GRP)}$$

$$\text{有効密度} = \sum_j (\text{雇用者数}) / (\text{一般化費用}_{i,j})^{\alpha^k}$$

ρ^k : k産業の有効密度の弾力性、 α^k : k産業の距離減衰パラメータ、 i, j : 地域

表-4 在宅勤務が集積経済源泉の各メカニズムに与える影響(抜粋)

源泉メカニズム(外部経済項目)	在宅勤務による集積経済関連の生産性への影響	集積経済の外部性に対する在宅勤務の追加的影響
(1) 在宅勤務が「シェアリング(共有)」に与える影響		
不可分モノや施設のシェアリング(共有)	● 都市内では、公共インフラ(交通等)の共有利益を得られることから、在宅勤務は完全な代替とはならない可能性が高い。在宅勤務への移行は生産性を低下させる。	● 生産の弾力性は低下する可能性が高く、外部の不可分財の共有に大きく関連する産業で最も低下。
多様性から得られる利益のシェアリング(共有)	● 物理的な財やインフラについては、在宅勤務は代替になりそうにないが、バーチャルに供給される財については、在宅勤務は代替になりうる(例:ビジネス・サービスなど)。	● 距離による集積力の減衰が減少し、減衰パラメータが低下していると解釈できる。
(2) 在宅勤務が「マッチング(組合せ)」に与える影響		
マッチング(組合せ)のチャンス(機会)の向上	● 在宅勤務は、職場から離れた場所に在宅勤務者を配置することができるため、労働市場の規模を拡大し、マッチングの可能性を高めることができる。生産性は向上する。	● BtoB(企業対企業)に基づくアクセシビリティの経験的推定では減衰パラメータを低下させる可能性が高い。
(3) 在宅勤務が「ラーニング(学習)」に与える影響		
知識の創出	● 創造性が対面での交流にどの程度依存するか、必要な対面の頻度によって異なる。在宅勤務は接触レベルを低下させることで、知識生成を低下させる可能性が高い。	● 弾力性が低下する可能性が高いが、知識創出に必要な対面での交流の頻度に大きく依存する。
知識の普及	● 学習効果は最近移動してきた人や若い人に重要。生産性の低下は、最近移動してきた人で最大と予想。企業は、早い段階でオフィスでの勤務を義務付けることで対処可能。	● 知識創出と同様、ただし、都市に長く拠点を置く人は限界生産性の低下が小さいことに注意。

(注) 集積経済の源泉となる外部経済の10項目として、上記以外に、個々の専門性から得られる利益のシェアリング、リスクのシェアリング、マッチングの質の向上、マッチングの容易化によるハードアップ問題の軽減、知識の蓄積がある。

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、事業主体や自治体等が、社会資本整備の投資効果把握時や事業評価時において、経済効果算出のための分析手法の選択・利用に際しての基礎資料としての活用を予定している。

災害時等の計画的な道路交通量抑制に関する調査

A study on systematic traffic regulation in the event of disaster

(研究期間 令和4年度～令和5年度)

社会資本マネジメント研究センター
建設経済研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction Economics Division

室 長 小俣 元美
Head OMATA Motoyoshi
主任研究官 原野 崇
Senior Researcher HARANO Takashi

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is aiming for measures to avoid large-scale stagnation of vehicles on highways in the event of short-term concentrated heavy snowfall. In March 2021, the winter road traffic securing measures review committee proposed a change in policy regarding winter road securing measures. In response to this, we investigated how the response of road administrators in various places changed in the winter of 2021.

〔研究目的及び経緯〕

近年、短期間の集中的な大雪により、幹線道路上で大規模な車両滞留が発生するケースが発生している。このため国土交通省道路局が設置した冬期道路交通確保対策検討委員会は「大雪時の道路交通確保対策中間取りまとめ（令和3年3月改訂版）」（以下、「中間取りまとめ」とする。）において、大雪時に幹線道路上の大規模な車両滞留を回避する新たな方針を提言した。これは、高速道路と並行する国道を同時通行止めにならないなど道路交通ネットワークの断絶を極力避けるという従来の方針を転換し、人命を最優先に広範囲な通行止めや高速道路と並行する国道等の同時通行止めも躊躇なく実施するなどという、新しい対応方針の提言であった。これを受けて各地方整備局や高速道路会社等の道路管理者が、提言に沿った新しい対応方針で冬期道路管理に当たることを関係機関らと合同で記者発表する事例も見られたが、各地域で冬期の気象や道路交通事情等が異なる状況に則し、それぞれ異なる対応となっている。

本研究では、各地域の道路管理者の冬期道路管理における新しい方針への対応状況を整理するとともに、主に令和3年度冬期における道路管理の実施状況について情報の収集と整理を行った。

〔研究内容〕

各地方整備局や道路事務所等の道路管理者が令和3年以降、冬期道路管理に関する新たな対応方針について発表した事例についてその内容を情報収集・整理した。

また、令和3年度冬期の道路管理において、大雪対応を行った事例を収集し、その大雪時の道路管理者からの情報発信や道路管理実施状況について整理した。

これらの情報を踏まえ、冬期道路管理の実施状況等

について各地方整備局からのヒアリングを行い、その結果を取りまとめた。

〔研究成果〕

(1) 大雪時の道路交通確保に向けた新たな取り組みの発表事例の収集・整理

中間取りまとめを受けて大雪時の道路交通確保に対する新たな方針が各地方整備局や関係機関から発表されている。それらの発表事例の中から数例抽出し、それぞれの発表内容について情報収集・整理した。発表内容は各地方整備局や国道事務所、高速道路会社が記者発表した公表資料を基とした。

調査の結果、新たな対応方針での取り組みを本局が記者発表を行った事が確認できたのは北陸、中部、近畿の3地方整備局で、地域を管轄する高速道路会社等と合同で実施していた（表-1）。その他の地方整備局では異なる方法で発表しており、例えば東北地方整備局や関東地方整備局は、管内で大雪が予測された際に道路利用者へ注意を呼びかける記者発表の中で、予防的通行規制や、国道と高速の同時通行止めを行う可能性があることを説明している。

また、関東地方整備局では、関東甲信越地方の冬の道路情報を取りまとめた「関東甲信地方の冬道ポータルサイト」を開設しており（令和3年11月22日記者発表）、その中で予防的通行規制や広範囲での通行止め、並行する高速道路と国道の同時通行止めを行う可能性に言及している。

その他、仙台河川国道事務所ではHPの冬道情報コーナーに東北自動車道と国道4号の同時通行止めを行う際のタイムラインや、その際の広域迂回路について公表している。

以上、発表主体や方法に差異はあるものの、各地域の実情に即した発表がなされたものとみられる。

表-1 資料記載項目の整理（一部抜粋）

	北陸 R3.11.9	中部 R3.11.26	福井 R3.1.25
日付	R3.11.9	R3.11.26	R3.1.25
合同発表者	北陸地整道路部、NEXCO 東日本新潟支社	中部地整道路部、中部運輸局総務部、名古屋地方气象台、NEXCO 中日本名古屋支社	近畿地整道路部、NEXCO 中日本金沢支社（福井県冬期道路情報連絡室臨時会議）
1. 予防的通行止めに関する方針	一部 IC の予防的閉鎖に加えて、複数 IC 間にまたがる広域的な通行止めの可能性	計画・予防的な高速・国道の通行止め実施の可能性	交通状況等を踏まえて通行止めを実施。通行止めに応じた対応方針等
2. 高速道路と国道の同時通行止めに関する方針	高速道路と並行する国道の同時通行止めも含め、躊躇ない通行止めを実施	交通状況、降雪状況に応じて高速道路と並行する一般国道などの同時通行止めを躊躇なく実施	北陸道と国道8号の同時通行止めの実施
3. 関係機関との連携・情報共有に関する方針	大雪が予想される場合には事前に情報連絡本部を設置、関係者間の調整を図る	関係機関4者の分担や各段階の行動計画策定における連携	応援要請に関する方針や、連絡室の情報共有、沿線自治体との情報共有について記載
4. 情報提供に関する方針	事前の情報提供頻度の強化、緊急発表の前倒し、SNS アカウントを利用した情報提供手段強化などが記載	事前の段階的な情報提供、同時通行止めを含む計画的・予防的な通行規制の予告を実施する旨が記載	滞留発生時の現地での情報提供のほか、広域広報の実施方針も記述

(2) 令和3年度冬期の道路交通確保状況調査

直轄管理国道および高速道における令和3年度冬期の道路確保策実施状況について、情報収集を行った。実施状況について、予防的通行止め及び同時通行止めの実施有無、実際の立ち往生の発生有無、および通行止め以外の新たな対策等、の観点から整理した。結果概要を表-2に示す。

北海道、北陸、及び関東地整管内では豪雪前の予防的通行止めを実施しており、関東、中部及び近畿地整管内では国道と並行高速道路の同時通行止めを実施していた。

(3) 道路管理者からのヒアリング

ここまでに収集した情報を踏まえ、道路管理者に対して web ヒアリング調査を実施した。対象は関東、北

陸、近畿、中国、の各地方整備局の道路管理課担当者等で、主な結果を以下に示す。

1) 同時通行止めに対する地元関係者からの反応

国道と高速道路の同時通行止めに対して、概ね各自治体から強い反対はなかったが、同時通行止めを実施した場合に県道へ交通が集中する可能性への懸念や、同時通行止めができるだけ発生しないような除雪体制強化への要望があった。また、地方では高速道路や並行する一般道が日常生活で利用されているため、同時通行止めの判断が難しい場合があるとの指摘がされた。

2) 予防的通行止め

予防的通行止めにより車両の立ち往生を防ぐ効果や、速やかな除雪・早期通行止め解除につながったとの意見があった。また、降雪は予測精度が低く路面状況はさらに予測が難しいため、予防的通行止めを実施する場合は広報が難しい、との指摘があった。

3) タイムラインの作成について

各地整においてタイムラインは作成済みで、作成した効果はあった。但し、内容はあくまで基本的な事項で、実施に当たっては気象に応じて臨機応変な対応が求められたことや、突発的な降雪が生じた場合は運用に時間を要したケースがあった。

4) その他の対策や課題等

いずれの地整も情報発信を重視しており、現地の情報板やラジオ、Twitter を使うことでリアルタイム性を高める、迂回ルートの地図と写真を添付して発信することでわかりやすくする、等の工夫が見られた。また、SNS による広報の活用によりフォロワーが増えた国道事務所の事例が確認された。また、地整間や NEXCO 各社間との情報連携を密にすることを重視し、WEB 会議システムの常時接続など新たな連絡体制を整備した事例が見られた。

[成果の活用]

本成果を踏まえ、改善策の検討や同時通行止めの効果の定量評価等について研究を進めていく。

表-2 令和3年度冬期における道路管理の実施状況（概要）

	予防的通行止め・同時通行止めの実施	立ち往生等の交通障害の発生有無	通行止め以外の新たな対策
北海道	予防的通行止め区間を含む管理国道 24 路線 34 区間で通行止めを実施(R4.1.11)。	函館江差自動車道で降雪時の事故の発生を確認。	予防的通行規制区間の設定などのソフト対策と雪堆積場の拡充などのハード対策を実施。
東北	東北自動車道、国道で排雪・除雪を目的とした通行止めや、吹雪・大雪等で視界不良のため通行止めを実施。高速道路と並行する国道の同時通行止めはなかった。	国道 4 号等で立ち往生の発生事例を確認。	広報の新たな取り組みとして、工業団地の企業を訪問し協力の依頼を行っていた。
関東	国道 1 号箱根新道(予防的通行止め)、関越道と国道 17 号の同時通行止めなど。	首都高速や、一般国道で立ち往生やスリップによる事故が発生していた。	「冬道ポータルサイトの開設」、情報発信の拡充。
北陸	関越自動車道において、計画的 IC 閉鎖を実施している事例が見られた(予防的通行止め)。	関越自動車道で立ち往生及び立ち往生等に起因する車両滞留が 11 件発生。このうち路面積雪が要因となった立ち往生も 2 回発生。	チェーン指導訓練や気象道路状況に応じた情報発信などのソフト対策に加えて、消雪パイプの設置などのハード対策を行っていた。
中部	名神高速道路と並行する国道 21 号の同時通行止めをしている事例が見られた。	国道 21 号において、立ち往生の発生事例を確認。	記者発表による呼びかけ等により一定の出控え等や広域迂回があり効果があったと考えられる。
近畿	国道 8 号と北陸道の並行区間を同時に通行止めしている事例がみられた。	北陸道や国道 8 号で立ち往生や雪に起因する事故の発生事例を確認。	タイヤ規制を実施し、合わせて SNS 等で情報発信を行っていた。
中国	排雪・除雪を目的として通行止めは実施。事前通行止めや同時通行止めはなかった。	高速道路上での立ち往生の発生事例を確認。	降雪期前にタイムラインを作成していた。