

2.2.14 社会資本マネジメント研究センター

熟練労働者の技能継承のためのリアルデータ取得のための研究

Research on actual data acquisition for skill transfer of skilled workers in the construction industry.

社会資本マネジメント研究センター	社会資本システム研究室	(研究期間 令和2年度～令和3年度)	
		室長	関 健太郎
		主任研究官	市村 靖光
		主任研究官	鈴木 宏幸
		主任研究官	山口 悟司
	研 究 官	杉山 泰啓	

[研究目的及び経緯]

国土交通省では新型コロナウイルス感染症対策を契機に、これまでの取組を超えて BIM/CIM を活用し、公共事業について設計・施工から維持管理に至る一連のプロセスをデジタルで処理可能とするとともに、熟練技能のデジタル化を進めること等により抜本的な生産性向上を図ることとしている。

国土技術政策総合研究所では、熟練技能の体系化・ビッグデータ化による省人化・高度化技術の開発や、人材育成の推進方策等について研究を行っている。

今年度は、熟練技能のビッグデータ化に向けて、コンクリート構造物工事に着目して、日々の作業時間及び施工量に関連するデジタルデータの取得方法を検討し、工事受発注者との調整に基づき、施工デジタルデータの取得を実施した。

施工データの 3D・4D 化による生産性の向上

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

社会資本マネジメント研究センター	社会資本システム研究室	(研究期間 平成30年度～令和3年度)			
		室長	関 健太郎		
	研 究 官	杉山 泰啓	主任研究官	山口 悟司	
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	研 究 官	山下 尚	主任研究官	大槻 崇
		交流研究員	畑迫 勇太	研 究 員	金森 宗一郎
		交流研究員	天野 克己	交流研究員	大岩 憲史
		交流研究員	古明地 隆	交流研究員	木村 圭佑

[研究目的及び経緯]

今後日本全体及び建設業での生産年齢人口の減少や高齢化が予想されている中において、経済成長及び社会の安全・安心の確保に向けた社会資本の整備に向けて、生産性の向上が必要不可欠である。そのため、国土交通省では ICT の全面的活用などの「i-Constrection」により建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。

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

施工の自動化については、施工段取り作業を支援する AI 開発への産業界からの投資促進を目指し、AI 開発に必要な学習用データとして、工程進捗データの蓄積・共有・活用を可能にする環境整備に取り組んでいる。本年度は、施工現場での施工計画や施工管理の実態把握、建設機械稼働データの取得試行、現場状況表現方法としての voxel データの活用可能性調査に取り組んだ。

施工現場の安全確保については、過去に発生した建設工事事故について、工事積算体系及び作業内容等の分類及びデータ整理を実施し、建設現場で日々実施する KY 活動に資する情報提供として、当日の作業内容などから、過去に起きた事故事例を表示する事故検索システムを試作した。

ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究

Research on the advance of construction productivity by extensive using ICT.

(研究期間 平成 29 年度～令和 2 年度)

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

建設マネジメント研究官 池田 裕二
Research Coordinator for IKEDA Yuji
Construction Management

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 山下 尚
Head YAMASHITA Hisashi
主任研究官 小塚 清
Senior Researcher KOZUKA Kiyoshi
研 究 官 金森 宗一郎
Researcher KANAMORI Soichiro

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 青山 憲明
Senior Researcher KOZUKA Noriaki
主任研究官 井上 直
Senior Researcher INOUE Tadashi
研 究 官 郭 栄珠
Researcher KWAK Youngjoo
研 究 官 水野 祐介
Researcher MIZUNO Yusuke

In this project, we conducted research aimed at contributing to the formulation of standards in order to introduce ICT in a wide range of work types in earnest with the aim of improving the productivity of design, construction, and maintenance site.

[研究目的及び経緯]

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

[研究内容]

1. 設計段階の 3 次元化

3次元モデルを設計図書として利用するため、従来の 2次元図面と同様に、3次元形状モデルに構造特性(寸法・注記・数量等)とモデル管理情報を加える方法について標準化を視野に入れ検討した。また、3次元モデルを契約図書とした場合の設計照査項目を整理した。さらに、寸法や注記が入った 3次元モデルを作成する際に参考となる技術資料を作成した。

3次元モデルを用いた数量算出方法を検討するとともに、全工種において数量算出を目的とした 3次元モデルの考え方を整理した。また、数量算出に活用可能な 3次元モデルを作成する際に参考となる技術資料を作成した。

工事における契約図書を従来どおり 2 次元図面とすることを前提として、設計品質の向上に資するとともに後工程において契約図書に準じて 3 次元モデルを活用するための詳細設計における 3 次元モデル成果物の作成方法及び要件を検討した。

2. 施工段階での ICT の活用

施工段階では、出来形管理における生産性向上を目的として、3 次元計測技術に対応した出来形管理要領の整備が行われている。

今年度は構造物を新たに ICT 活用の対象工種に加えるべく、橋台または橋脚を設置する工事の現場 10 箇所において、トータルステーション、空中写真測量、地上型レーザスキャナといった 3 次元計測技術による出来形計測を試行した。その後、試行により得られた知見からコンクリート構造物の出来形管理に必要な寸法を計測する方法や、計測データの活用方法を検討した。

3. 維持管理段階への ICT の活用

維持管理での有効な活用方法について、新設構造物と既設構造物の異なる条件に応じた適切な 3 次元モデル作成と一元管理の方法を検討した。対象は土工、橋梁（上部工及び下部工）及び河川構造物である。新設構造物の詳細設計時に維持管理を考慮する際に活用するため、3 次元モデルに点検記録等を紐付ける方法とデータを効率的に一元管理する方法を整理し、現場試行を通じて評価を行った。一方、既設構造物の維持管理時に活用するため、手持ちレーザスキャナやドローン搭載型の最先端センシング技術を用いた簡易な 3 次元モデルの作成方法を試行し、その有効性を確認した。

【研究成果】

設計段階では、3 次元モデルを設計図書として利用するために、「3 次元モデル表記標準（案）」を策定し、寸法や注記が入った 3 次元モデルを作成する際に参考となる「3 次元モデル表記標準（案）に基づく 3 DAモデル作成の手引き（案）」を作成した。数量算出に関しては、「土木工事数量算出要領（案）」を改定し、数量算出に活用可能な 3 次元モデルを作成する際に参考となる「土木工事数量算出要領（案）」に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）」を作成した。詳細設計における 3 次元モデル成果物に関して、「3 次元モデル成果物作成要領（案）」を作成した。

施工段階では、3 次元計測技術を用いて橋脚・橋台の出来形管理を行う上で必要な、以下に記す検討を行った。

橋脚・橋台の出来形管理について「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」が定める測定項目は、大まかに(a)基準高(b)各所の寸法及び設計値からの変位(c)アンカーボルトの箱抜き平面位置、の3つに分けられる。

(a) (b)については、3 次元計測技術で構造物を測定した座標をそのまま用いて測定することができる。

一方、(c)の測定に必要な箱抜きの中心位置は空中に存在するため、座標を 3 次元計測技術で直接計測することが出来ない。そこで、箱抜き周囲の構造物の計測データから幾何的に箱抜きの中心位置を算出する方法を整理した(図-1)。

また、空中写真測量によって出来形管理を行う場合、撮影した写真を用いて「品質管理基準（案）」におけるひび割れ調査を行うための条件を整理した。

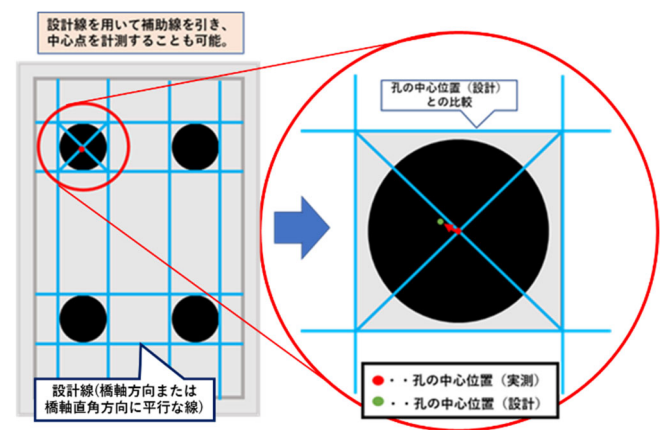


図-1 箱抜きの中心位置を幾何的に求める方法

維持管理では、維持管理の活用場面に応じて 3 次元モデルが備えるべき詳細度、属性情報及び参照資料を規定した維持管理における ICT の活用マニュアルを作成した。また、「維持管理 BIM/CIM 活用を目的とした 3 次元モデル作成仕様（案）」を改定した。

【成果の活用】

設計段階及び維持管理段階の研究成果は、BIM/CIM 関係の要領等に反映されており、建設現場における ICT 活用の基盤として、BIM/CIM 活用の促進に資することが期待される。

施工段階では、研究で得られた成果を踏まえ「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（構造物工編）（試行案）」を策定した。令和 3 年度に各地方整備局が発注する橋脚・橋台工事において本要領に基づく出来形管理の試行を行い、結果を踏まえ、要領化を予定している。

AI を活用した建設生産システムの高度化に関する研究

Research on upgrading of construction production system using AI.

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本システム研究室

Research Center for Infrastructure Management

Construction and Maintenance System Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

関 健太郎

SEKI Kentaro

山口 悟司

YAMAGUCHI Satoshi

杉山 泰啓

SUGIYAMA Yasuhiro

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

研 究 官

Researcher

山下 尚

YAMASHITA Hisashi

大槻 崇

OHTSUKI Takashi

金森 宗一郎

KANAMORI Soichiro

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

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

研 究 官

Researcher

西村 徹

NISHIMURA Toru

青山 憲明

AOYAMA Noriaki

井上 直

INOUE Tadashi

郭 栄珠

KWAK Youngjoo

水野 裕介

MIZUNO Yusuke

In this project, we conducted researches on upgrading of construction production system using AI in order to improve the productivity in the series of processes including design, construction, management and maintenance.

[研究目的及び経緯]

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況下、働き方改革を進め建設労働者の給与確保、週休 2 日の実現等、労働環境の改善は喫緊の課題であり、この解決には建設生産システムにおける労働生産性の向上が必要不可欠である。

本研究は、労働生産性の向上にむけ、IoT (モノのインターネット) 等を使って施工現場から収集されるビッグデータを、近年飛躍的に進化した AI (人工知能) を用いて解析し、調達、施工管理等の建設生産システムの高度化を図るものである。

(1) 調達の高度化

調達の高度化については、現場に合わせた工期設定

を行う為の技術開発を目的とする。

(2) 施工管理の高度化：設機械の IoT 化によるデータ収集技術等の開発

土工施工管理において、工程分析等を効率的に行うため、建機の動作映像から建機の種類や作業を自動判別する AI 開発の促進に向けた、学習用データ収集等に係る技術開発を目的とする。

(3) 2 次元 CAD データを用いた AI による 3 次元モデル構築技術

生産性の向上を目指し BIM/CIM 及び情報化施工といった ICT の全面的活用に向けた取り組みが進められている。維持管理分野においては、基盤となる 3 次元モ

デルが既存の土木構造物には存在しない。既存構造物の3次元化技術として、2次元CADデータから3次元モデルを開発することを目的とする。

【研究内容】

(1) 調達の高度化

現場に合わせた工期設定に向けて、工程表アシストAIの検討を実施した。工程表アシストAIとは、過去に作成された工程表データから教師データを作成し、対象工事に類似するものをAIにより検索し、工程表作成を支援するものである。

(2) 建設機械のIoT化によるデータ収集技術等の開発

AIの開発向け学習用データとなる土工作業動画と稼働履歴データの試行取得を行うと共に、データ収集上の課題整理と対応策の検討を行った。また、当該データのオープン化を通じた、作業判別AIの開発促進方策の検討を行った。

(3) 2次元CADデータを用いたAIによる3次元モデル構築技術

橋梁を対象とし、AI技術を活用し、2次元CADデータから維持管理におけるBIM/CIMの活用を想定した3次元モデルを構築する技術と図面に記載された属性情報を部材毎の3次元モデルに付与する技術を開発した。3次元モデルは、詳細度300とする外形形状、配筋等の内部構造のモデル化、維持管理のための損傷等を記録した画像などを貼り付けられること、2次元CADデータに記載された部材毎の属性情報を参照可能であることを要求条件としている。また、国土交通データプラットフォーム(DPF)との連携イメージを検討した上で、連携に関するシステム内容を検討し、最適な連携手法を決定した。

【研究成果】

(1) 調達の高度化

過去の工程表データ1,940件をベースに教師データ化を実施し、その教師データから対象工事に類似するものをAIにより検索し、工程表作成を支援する工程表アシストAIを構築した。

(2) 建設機械のIoT化によるデータ収集技術等の開発

延べ9現場、ショベルの掘削積込みの他、法面整形やブルドーザとの連動作業動画を取得した。IoT化された建機の動作データはその取得とログにおける各メーカーのシステム間での違いが確認された。取得動画のインフラデータチャレンジでの一部公開等を通じて、オープン化によるAI開発者の巻き込みにおいては、データ取得計画時点から、開発目的を共有するメンバー連携が有効である可能性を確認した。

(3) 2次元CADデータを用いたAIによる3次元モデル構築技術

開発した構築技術で作成された3次元モデルを図-1に示す。両者を比較した結果、3次元モデルが正確に作成できることを確認した。また、本技術を国土交通DPFと連携させることに備えて、構築技術のプログラムをクラウド上に実装した。

【成果の活用】

(1) 調達の高度化

研究成果で構築した、工程表アシストAIを工期設定支援システムに導入し、令和元年8月29日より国土交通省ホームページにて公開している。

(2) 建設機械のIoT化によるデータ収集技術等の開発

取得データを引き続きインフラデータチャレンジ等と連携し公開をすると共に、後続研究等における工程進捗データの研究に引き継ぐ。

(3) 2次元CADデータを用いたAIによる3次元モデル構築技術

3次元モデルの構築技術を国土交通DPFと連携させる計画である。国土交通DPF側に入力部を作成することにより、当該技術を国土交通DPFから利用できることを目指している。

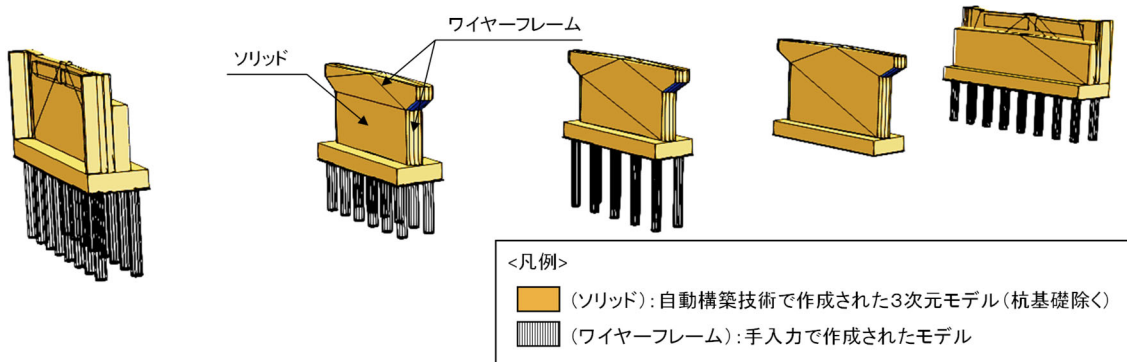


図-1 既存橋梁における3次元モデル自動構築結果

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

Study on cost estimation methods necessary for the development and securing of leaders in the
quality assurance of public works

(研究期間 平成元年度～令和2年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本システム研究室

Research Center for Infrastructure Management

Construction and Maintenance System Division

室 長

Head

研 究 官

Researcher

研 究 官

Researcher

関 健太郎

SEKI Kentaro

北見 裕二

KITAMI Yuji

杉山 泰啓

SUGIYAMA Yasuhiro

In the 1990s, academic experts pointed out that the effect of cartels to limit competition played a role in reducing the risk of dumping and suppressing the negative impact on contractors. After the construction industry's declaration to put a stop to cartels, the bidding and contracts system was reformed by orderers, including countermeasures against dumping. However, this has been causing issues because the price determination structure reliant on the estimation standard remains in place. In this research, the authors conducted hearings and literature surveys from the perspective of compliance with working conditions with regard to the public procurement system in Europe and the Americas, conducted a comparison with the Japanese system, and examined the information. The results showed that working hours and payment of wages are appropriately implemented and managed through a system in which the orderer requires the contractor to comply with working conditions, which is intended to ensure a level playing field. As a result of examination, this research made clear the importance of grasping payment of wages and the actual situation of working hours by the orderer.

〔研究目的及び経緯〕

1990年代、我が国の公共調達システムの特徴は「指名競争・予定価格・談合」であり、談合には競争を制限することでダンピングの危険性の低減、下請業者に対するしわ寄せを制限する役割があると指摘されていた。指名競争から一般競争への変更、談合からの決別等にもとない、競争入札は大きく様変わりしたが、ダンピング対策として低入札価格調査基準又は最低制限価格が設定されていることもあり、公共工事の価格形成に発注者の積算基準が及ぼす影響の大きさは変わっておらず、下請業者を含む公共工事の品質確保の担い手である施工技術及び調査等に関する技術を有する者等の育成・確保にもとめられる労働条件等の改善に必要な費用の確保は、ダンピング対策として低入札価格調査基準等の設定に委ねられていると考えられる。

発注者が設定する低入札価格調査基準等を、応札者が正確に推算することが受注に繋がる現状がある。落札決定し契約を締結した公共工事等が、締結後判明した予定価格（積算）の誤りにより、契約を解除する事案が散見されるのは、このためである。発注者は積算基準に準じた正確な積算が求められるため、積算に時間を要し行政コストを増加させている。背景には、我が

国特有の予定価格制度と、応札価格の価格決定構造において応札者の積算基準類への依存が強く、応札者が発注者の積算基準を推算し応札価格を決定する価格決定構造がある。本研究は、我が国特有の予定価格制度を前提とした競争入札において、応札価格を決定する応札者が、積算基準類に依存している状況を考慮し実施する。実施に当たり、「積算方法等」を発注者が実施する予定価格を積算する過程に限定せず、応札者が応札金額を見積りする過程、契約後、品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な費用が担い手に支払われる過程も含めた概念とする。

本研究は、公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な積算方法等を明らかにすることを目的とする。

なお、本研究は類似テーマである「山間部等における施工の実態等を的確に反映した積算方法のあり方に関する研究」等と一体的に実施する。

〔研究内容〕

1. 応札金額の決定方法に関するヒアリング

建設会社の応札行動を把握するため、ヒアリングを実施した。ヒアリングでは会社の概要、応札参加の可否の考え方、応札に参加する場合の応札価格の算出方

法等にヒアリングを実施した。ヒアリングの実施は、工事日報入力システムの試行等と合わせて実施しているため対象会社は複数社に上る。

2. 労働条件の遵守を応札者に求める公共調達制度に関する調査

欧米の入札における競争環境（公共調達制度）について労働条件の視点からヒアリング・文献調査を実施した。ヒアリング調査は国土条件が類似しているが、1人当たりの付加価値額（付加価値労働生産性）が我が国の2倍近く高いスイスを対象に実施した。

3. 工事日報入力システムの試行と改良

受発注者が施工現場の施工状況・生産性を把握、すなわち、誰が、どの作業にどれだけの時間を掛けて施工しているのか把握すると共に、担い手の確保、新3Kの実現、週休2日の実現、生産性の向上等の新たな課題への対応を目指し、工事書類の削減との整合性にも考慮しシステムの構築を行った。構築したシステムの試行募集についてホームページを用い行い、応募があった建設会社5社に試行して貰った。施行後、ヒアリングを行いシステムの改良点を把握し、システムの改良を行った。

4. 生産性の把握手法の検討

i-Constructionは、「これまでより少ない人数、少ない工事日数で同じ工事量の実現を実現」させるため、2025年度までに生産性を2割向上させることを目指している。このことから、労働生産性に着目し生産性の把握を行うこととした。労働生産性には、単位時間当たり施工量すなわち歩掛に相当する物的労働生産性と、単位時間当たりの付加価値（賃金・利益）であ付加価値労働生産性がある。この2つの労働生産性の双方を向上させることが必要と考えられることから、双方の算出方法を検討する。

【研究成果】

1. 応札金額の決定方法の考え方

応札参加の可否の考え方として、応札する場合と応札しない場合をヒアリングにより把握した。応札する場合は、請負金額が大きく工期が適切で、適正な利益確保が可能な工事であり、予定価格と実行予算が合わないと想定される工事でもあって、施工実績が確保できる工事、高得点の工事成績が期待できる工事等、今後の受注機会の拡大を意図して応札することがあることが分かった。応札しない工事としては、支障物件等が多く工程の遅延・工期の延長が想定される工事、現道工事、施工量が少なく施工箇所が複数に点在する工事等は応札を控える傾向があることが分かった。

応札に参加数する場合の応札金額の決め方として、官積算による予定価格と調査基準価格等を推算し応札金額を決めることが一般的であり、総合評価における評価点に優位性がある場合は、調査基準価格に上乗せをした余裕のある価格で応札することもあることが分

かった。協力会社との契約は請負契約とすることが多く、技能労働者の賃金は協力会社が決定するものとの認識を持っており、現在の制度では、現場で働く技能労働者の賃金に元請会社関与することは難しいと元請が考えていることが分かった。

2. 労働条件の遵守を応札者に求める公共調達制度

欧米における公正な競争環境の醸成には、労働条件の設定と労働条件の遵守の確認の2つの重要な要素があり、労働条件の設定の要である最低賃金の決定には、労使間で決定する方法と行政が決定する方法があること、労働条件の遵守の確認には、監査組織が確認する方法と発注者が確認する方法があることが分かった。

今後の我が国における取組として、公正な競争環境の醸成に重要な要素の1つである労働条件の設定の検討を行うためにも、労働条件の遵守の確認に必要な労働時間・支払賃金の把握が重要であることが分かった。

3. 工事日報入力システムの改良

試行実施会社からのヒアリングにより明らかとなった改善を要する機能を改良するとともに、工事書類の削減との整合性を図る観点から、システムへの入力内容の削減と把握したデータの有効活用を図るため、既存の新土木積算システム、工期設定支援システムとの連携を図れるシステムへと改良を実施した。

4. 労働生産性の把握手法

物的労働生産性の把握は、作業時間を把握することにより算出できることが分かった。付加価値労働生産性の算出に必要な工事現場毎の付加価値額を調査するための調査票を簡易版と詳細版の2種類を作成した。建設会社3社にヒアリングを実施し、2種類とも記入可能な調査票であることを確認した。

【成果の活用】

公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるためには、応札者が施工実態を踏まえ、技能労働者等の労働条件、労働環境が適正に整備できる費用を見込んだ金額で応札し、競争の結果、工事の価格が決まることが必要となる。労働時間・支払賃金の実態を受発注者の双方で把握・確認することが重要である。その重要性を受発注者双方に認識されるよう、土木学会等と連携を図り、試行工事を実施し、その効果のエビデンスを積み重ねて行くことが必要であると考えられる。受発注者の相互理解の基、労働時間・支払賃金の実態を把握し、把握結果を基に実態を考慮した労働条件の設定の議論が考えられる。こうした議論と施工実態を受発注者双方で把握することが、公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な積算方法等に繋がると考えられる。

山間部等における施工の実態等を的確に反映した 積算方法のあり方に関する研究

Study on the Ideal Method of Estimation Reflecting the Actual Condition of Construction in Mountainous Areas

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本システム研究室

Research Center for Infrastructure Management

Construction and Maintenance System Division

室 長

Head

研 究 官

Researcher

研 究 官

Researcher

関 健太郎

SEKI Kentaro

北見 裕二

KITAMI Yuji

杉山 泰啓

SUGIYAMA Yasuhiro

In the 1990s, academic experts pointed out that the effect of cartels to limit competition played a role in reducing the risk of dumping and suppressing the negative impact on contractors. After the construction industry's declaration to put a stop to cartels, the bidding and contracts system was reformed by orderers, including countermeasures against dumping. However, this has been causing issues because the price determination structure reliant on the estimation standard remains in place. In this research, the authors conducted hearings and literature surveys from the perspective of compliance with working conditions with regard to the public procurement system in Europe and the Americas, conducted a comparison with the Japanese system, and examined the information. The results showed that working hours and payment of wages are appropriately implemented and managed through a system in which the orderer requires the contractor to comply with working conditions, which is intended to ensure a level playing field. As a result of examination, this research made clear the importance of grasping payment of wages and the actual situation of working hours by the orderer.

〔研究目的及び経緯〕

1990年代、我が国の公共調達システムの特徴は「指名競争・予定価格・談合」であり、談合には競争を制限することでダンピングの危険性の低減、下請業者に対するしわ寄せを制限する役割があると指摘されていた。指名競争から一般競争への変更、談合からの決別等にもない、競争入札は大きく様変わりしたが、ダンピング対策として低入札価格調査基準又は最低制限価格が設定されていることもあり、公共工事の価格形成に発注者の積算基準が及ぼす影響の大きさは変わっておらず、下請業者を含む公共工事の品質確保の担い手である施工技術及び調査等に関する技術を有する者等の育成・確保にもとめられる労働条件等の改善に必要な費用の確保は、ダンピング対策として低入札価格調査基準等の設定に委ねられていると考えられる。

発注者が設定する低入札価格調査基準等を、応札者が正確に推算することが受注に繋がる現状がある。落札決定し契約を締結した公共工事等が、締結後判明した予定価格（積算）の誤りにより、契約を解除する事案が散見されるのは、このためである。発注者は積算基準に準じた正確な積算が求められるため、積算に時間を要し行政コストを増加させている。背景には、我が

国特有の予定価格制度と、応札価格の価格決定構造において応札者の積算基準類への依存が強く、応札者が発注者の積算基準を推算し応札価格を決定する価格決定構造がある。本研究は、我が国特有の予定価格制度を前提とした競争入札において、応札価格を決定する応札者が、積算基準類に依存している状況を考慮し実施する。実施に当たり、「積算方法のあり方」を発注者が実施する予定価格を積算する過程に限定せず、応札者が応札金額を見積りする過程、契約後、品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な費用が担い手に支払われる過程も含めた概念とする。

本研究は、山間部等において不調不落または1者応札が多い状況を考慮し、施工実態を的確に反映した積算方法のあり方について研究することを目的とする。山間部等における施工では、施工現場までの移動時間も考慮する必要があるが、現在はその実態を受発注者双方で把握するに至っていない。

なお、本研究は類似テーマである「公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な積算方法等の研究」等と一体的に実施する。

〔研究内容〕

1. 応札金額の決定方法に関するヒアリング

建設会社の応札行動を把握するため、ヒアリングを実施した。ヒアリングでは会社の概要、応札参加の可否の考え方、応札に参加する場合の応札価格の算出方法等にヒアリングを実施した。ヒアリングの実施は、工事日報入力システムの試行等と合わせて実施しているため対象会社は複数社に上る。

2. 労働条件の遵守を応札者に求める公共調達制度に関する調査

欧米の入札における競争環境（公共調達制度）について労働条件の視点からヒアリング・文献調査を実施した。ヒアリング調査は国土条件が類似しているが、1人当たりの付加価値額（付加価値労働生産性）が我が国の2倍近く高いスイスを対象に実施した。

3. 工事日報入力システムの試行と改良

受発注者が施工現場の施工状況・生産性を把握、すなわち、誰が、どの作業にどれだけの時間を掛けて施工しているのか把握すると共に、担い手の確保、新3Kの実現、週休2日の実現、生産性の向上等の新たな課題への対応を目指し、工事書類の削減との整合性にも考慮しシステムの構築を行った。構築したシステムの試行募集についてホームページを用い行い、応募があった建設会社5社に試行して貰った。施行後、ヒアリングを行いシステムの改良点を把握し、システムの改良を行った。

4. 生産性の把握手法の検討

i-Constructionは、「これまでより少ない人数、少ない工事日数で同じ工事量の実施を実現」させるため、2025年度までに生産性を2割向上させることを目指している。このことから、労働生産性に着目し生産性の把握を行うこととした。労働生産性には、単位時間当たり施工量すなわち歩掛に相当する物的労働生産性と、単位時間当たりの付加価値（賃金・利益）であ付加価値労働生産性がある。この2つの労働生産性の双方を向上させることが必要と考えられることから、双方の算出方法を検討する。

〔研究成果〕

1. 応札金額の決定方法の考え方

応札参加の可否の考え方として、応札する場合と応札しない場合をヒアリングにより把握した。応札する場合は、請負金額が大きく工期が適切で、適正な利益確保が可能な工事であり、予定価格と実行予算が合わないと想定される工事でもあって、施工実績が確保できる工事、高得点の工事成績が期待できる工事等、今後の受注機会の拡大を意図して応札することがあることが分かった。応札しない工事としては、支障物件等が多く工程の遅延・工期の延長が想定される工事、現道工事、施工量が少なく施工箇所が複数に点在する工事等は応札を控える傾向があることが分かった。

応札に参加数する場合の応札金額の決め方として、

官積算による予定価格と調査基準価格等を推算し応札金額を決めることが一般的であり、総合評価における評価点に優位性がある場合は、調査基準価格に上乗せをした余裕のある価格で応札することもあることが分かった。協力会社との契約は請負契約とすることが多く、技能労働者の賃金は協力会社が決定するものとの認識を持っており、現在の制度では、現場で働く技能労働者の賃金に元請会社が関与することは難しいと元請が考えていることが分かった。

2. 労働条件の遵守を応札者に求める公共調達制度

欧米における公正な競争環境の醸成には、労働条件の設定と労働条件の遵守の確認の2つの重要な要素があり、労働条件の設定の要である最低賃金の決定には、労使間で決定する方法と行政が決定する方法があること、労働条件の遵守の確認には、監査組織が確認する方法と発注者が確認する方法があることが分かった。

今後の我が国における取組として、公正な競争環境の醸成に重要な要素の1つである労働条件の設定の検討を行うためにも、労働条件の遵守の確認に必要な労働時間・支払賃金の把握が重要であることが分かった。

3. 工事日報入力システムの改良

試行実施会社からのヒアリングにより明らかとなった改善を要する機能を改良するとともに、工事書類の削減との整合性を図る観点から、システムへの入力内容の削減と把握したデータの有効活用を図るため、既存の新土木積算システム、工期設定支援システムとの連携を図れるシステムへと改良を実施した。

4. 労働生産性の把握手法

物的労働生産性の把握は、作業時間を把握することにより算出できることが分かった。付加価値労働生産性の算出に必要な工事現場毎の付加価値額を調査するための調査票を簡易版と詳細版の2種類を作成した。建設会社3社にヒアリングを実施し、2種類とも記入可能な調査票であることを確認した。

〔成果の活用〕

公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるためには、応札者が施工実態を踏まえ、技能労働者等の労働条件、労働環境が適正に整備できる費用を見込んだ金額で応札し、競争の結果、工事の価格が決まることが必要となる。労働時間・支払賃金の実態を受発注者の双方で把握・確認することが重要である。その重要性を受発注者双方に認識されるよう、土木学会等と連携を図り、試行工事を実施し、その効果のエビデンスを積み重ねて行くことが必要であると考えられる。受発注者の相互理解の基、労働時間・支払賃金の実態を把握し、把握結果を基に実態を考慮した労働条件の設定の議論が考えられる。こうした議論と施工実態を受発注者双方で把握することが、公共工事の品質確保の担い手が中長期的に育成・確保されるために必要な積算方法等に繋がると考えられる。

検査データを 3D・4D 化及び 3D・4D データを活用した全数検査技術の開発

Development of 100% inspection technology that converts inspection data into 3D and 4D and utilizes them

(研究期間 平成 30 年度～令和 3 年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室 長	関 健太郎
主任研究官	市村 靖光
主任研究官	鈴木 宏幸

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、i-Construction の推進により、調査・測量・設計から施工、検査、維持管理まで、3次元データをインデックスとしてデジタル化されたデータを一元管理することで、建設に関する全てのプロセスの高度化を図る研究開発を加速し、建設現場の生産性を 2025 年度までに 2 割向上することを目指している。

本研究は、施工件数の多いコンクリート構造物を対象に、従来のスケール等を用いたアナログな方法からデジタルデータを用いた新たな監督・検査方法への転換を図ることを目的としている。本年度は、民間から提案された新技術のうち、デジタルカメラ等で撮影した画像から配筋間隔を計測する技術を対象に、これまでの新技術導入に必要な「基準化」のプロセスとは異なる新たな手順による運用を行った結果、迅速な現場実装が可能であることがわかった。

公共土木工事の積算手法に関する調査検討

Research on efficiency operation using public works estimation system

(研究期間 平成 21 年度～)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室 長	関 健太郎
主任研究官	北見 裕二
研 究 官	杉山 泰啓
交流研究員	小林 靖典
交流研究員	蔵島 清志

[研究目的及び経緯]

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の 3次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。

令和 2 年度は、過年度の標準単価・積算単価と合意単価、応札単価を整理し、標準単価・積算単価に対する合意単価、応札単価の比を合意率、応札率として算出した結果を基に、標準歩掛の改定が合意率・応札率に与える影響を検討するための情報を整理した。

監督・検査等の効率化に向けた検査技術の基準化等に関する調査

Research on standardization of new technologies for improving the efficiency of supervision and inspection

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室長	関 健太郎
主任研究官	市村 靖光
主任研究官	鈴木 宏幸

[研究目的及び経緯]

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

本研究は、施工件数の多いコンクリート構造物を対象に、従来の段階確認を代替する新たな監督・検査方法の確立を目的としている。本年度は、民間から提案された新技術のうち、デジタルカメラ等で撮影した画像から配筋間隔を計測する技術を対象に、これまでの新技術導入に必要な「基準化」のプロセスとは異なる新たな手順による運用を行った結果、迅速な現場実装が可能であることがわかった。

道路工事の品質確保の推進に資する積算体系に関する検討調査

Research on estimation system to promote quality assurance of road construction

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室長	関 健太郎
主任研究官	北見 裕二
研究官	杉山 泰啓
交流研究員	小林 靖典
交流研究員	蔵島 清志

[研究目的及び経緯]

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の3次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。国土技術政策総合研究所では発注者の適切な工期の設定に資するため、工期設定支援システムを開発し、平成29年3月より本格運用を開始、その後、工程表作成のアシスト機能に過去の官積工程の類似事例を教師データとするAIを採用、現場の工事日報データから実績工程を自動で作成する機能を追加する等、機能強化を図ってきた。

令和2年度は本システムの機能強化の一環として計画工程の教師データ化による機能の検証とともに、別途開発中の「工事日報入力システム」から作業日報データを読み込み、実績工程として自動で作成・表示する機能の試験を行った。

積算体系の高度化検討及び建設コスト等の評価に関する調査

Research on efficiency operation using public works estimation system and construction cost evaluation

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室長	関 健太郎
主任研究官	北見 裕二
研究官	杉山 泰啓
交流研究員	小林 靖典
交流研究員	蔵島 清志

[研究目的及び経緯]

人口減少、少子高齢化による担い手不足の状況において、生産性の向上が求められている。調査・測量・設計段階の3次元データを取込み、土木工事の工事費を半自動算出する積算システムの構築、工期算定の効率化、過去の積算データの有効活用等を目指した研究が求められている。国土技術政策総合研究所では発注者の適切な工期の設定に資するため、工期設定支援システムを開発し、平成29年3月より本格運用を開始、その後、工程表作成のアシスト機能に過去の官積工程の類似事例を教師データとするAIを採用、現場の工事日報データから実績工程を自動で作成する機能を追加する等、機能強化を図ってきた。

令和2年度は本システムの機能強化の一環として計画工程の教師データ化による機能の検証とともに、別途開発中の「工事日報入力システム」から作業日報データを読み込み、実績工程として自動で作成・表示する機能の試験を行った。

監督検査の効率化に向けた有効な検査技術に関する調査

Research on effective inspection technology for efficient supervision inspection

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本システム研究室

室長	関 健太郎
主任研究官	市村 靖光
主任研究官	鈴木 宏幸

[研究目的及び経緯]

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

本研究は、施工件数の多いコンクリート構造物を対象に、従来の段階確認を代替する新たな監督・検査方法の確立を目的としている。本年度は、民間から提案された新技術のうち、デジタルカメラ等で撮影した画像から配筋間隔を計測する技術を対象に、これまでの新技術導入に必要な「基準化」のプロセスとは異なる新たな手順による運用を行った結果、迅速な現場実装が可能であることがわかった。

道路事業及び河川事業における入札・契約方式の実用性・実効性向上に関する研究

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

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本マネジメント研究室

室長	中洲 啓太	主任研究官	吉野 哲也
主任研究官	大城 秀彰	主任研究官	光谷 友樹
研究官	森本 恵美	研究官	井星 雄貴
研究官	井星 雄貴	交流研究員	大野 琢海
交流研究員	林 基樹	交流研究員	秋元 佳澄

[研究目的及び経緯]

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

令和2年度は、技術提案・交渉方式については、施工完了した工事及び新たに施工に着手している工事を対象に詳細設計や技術協力の報告書、工事完成図書(打合せ簿)等により技術協力、工事の実施状況を確認するとともに、発注者、設計者、施工者にヒアリングを行い、技術提案・交渉方式の適用効果、課題(事業全体プロセスでのリスク管理の必要性等)を整理した。災害時の入札・契約方式については、近年の大規模災害における入札契約方式の適用状況を把握し、随意契約を適用できる場面の具体化等の適用上の課題や改善策の取りまとめを行った。

公共事業評価手法の高度化に関する調査

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

(研究期間 平成21年度～)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本マネジメント研究室

室長	中洲 啓太
主任研究官	大城 秀彰
主任研究官	光谷 友樹
研究官	森本 恵美
交流研究員	日比野 正臣

[研究目的及び経緯]

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

学識経験者等から構成される公共事業評価手法研究委員会では、昨今の社会経済情勢等を踏まえた、費用便益分析を含む事業評価手法の改善方策について、令和2年6月より検討が進められているところである。

令和2年度は、近年の国土交通省で実施した事業評価事例を対象として、建設部門産業連関表を用いた各産業部門別での経済波及効果及び税収増加、地域雇用増加等のフロー効果の試算を行った。また、事後評価事業の事例を用いてメッシュ統計データを用いたストック効果発現過程の把握を行ったほか、各地域での主要交通インフラの有無による製造品出荷額・地域内総生産等の経年的統計データによる比較を行った。

調査・設計業務の品質確保に関する調査

Study on promoting quality assurance in construction engineering services

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

(研究期間 平成 21 年度～)
室 長 中洲 啓太
主任研究官 大城 秀彰
主任研究官 光谷 友樹
研 究 官 森本 恵美
交流研究員 日比野 正臣

[研究目的及び経緯]

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

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

公共工事における総合評価落札方式に関する調査

Study on the improvement of comprehensive evaluation in public works

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

(研究期間 平成 21 年度～)
室 長 中洲 啓太
主任研究官 吉野 哲也
主任研究官 光谷 友樹
研 究 官 井星 雄貴

[研究目的及び経緯]

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

本年度は、総合評価落札方式（技術提案評価型、施工能力評価型）が適用されている工事について、施工条件の変更等、工事の不確実性に関する情報を抽出するとともに、品質確保や生産性向上の観点から課題を整理し、設計～施工等、事業のプロセス間や関係者間でのリスク情報伝達の重要性を把握した。また、技術点の差が付きにくくなっている技術提案評価型（S型）について、不確実性の少ない工事を中心に生産性向上に関する提案を求める新たな技術評価手法を提案した。

現場の環境変化を考慮した土木施工の安全対策の高度化に関する研究

Research on the sophistication of safety measures for construction work in consideration of changes in the environment

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	(研究期間 令和2年度～令和4年度)
	室 長 山下 尚
	主任研究官 大槻 崇
	研 究 官 金森 宗一郎

[研究目的及び経緯]

人口減少局面に移行する中、建設業では他産業に比して若手入職者がより一層減少しており、就業を避ける要因：3K（きつい・きたない・危険）の一つとして、安全対策の向上は大きな課題となっている。また、建設業は労働災害一件当たりの労働者の労働日の損失日数が、全産業の中で最も大きく、直接的な建設現場の生産性向上のためにも、安全対策の高度化が重要である。

本研究では、これらの課題を解決するため、建設業におけるリスクアセスメントの更なる活性化を目指し、「建設機械施工安全マニュアル」（国土交通省）のチェックシートに記載の措置事項を用いた、リスクアセスメントプロセスの再現に取り組み、その習得を促すべく、マニュアルの参考資料（案）の提案を行う。本年は、建設労働災害防止協会によるリスクアセスメントプロセス：COSHMSの現状等について調査を行った。今後、代表的な工種について、高齢化や外国人就業構成等の環境変化を踏まえてのリスクアセスメントの実施例の検討に取り組む。

河川工事における3Dデータを活用したICT施工の工種拡大検討

Research on expanding ICT Construction type on River project by Three-dimensional data

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	(研究期間 令和2年度～)
	室 長 山下 尚
	主任研究官 小塚 清
	主任研究官 大槻 崇
研 究 官 金森 宗一郎	

[研究目的及び経緯]

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

令和2年度は、護岸工、法枠工において、「無人航空機に搭載したカメラを斜面に正対して撮影する方法」を用いて出来形計測、出来形管理を行うための手法について、具体的な撮影方法、精度確認方法などを検討し、その結果を「3次元計測技術を用いた出来形管理要領」の護岸工編、法面工編の改正案としてとりまとめた。

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

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

(研究期間 平成 28 年度～)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室

室 長	山下 尚
主任研究官	小塚 清
主任研究官	大槻 崇
研 究 官	金森 宗一郎

[研究目的及び経緯]

国土交通省では「i-Construction」により河川事業における建設現場の抜本的な生産性向上を図ることとしている。本研究は、3次元データを活用した監督検査の省力化について検討を行うものである。また、「i-Construction」における ICT の全面的な活用として 3次元計測機器における出来形管理についての検討も行う。

令和 2 年度は、橋梁下部工（橋脚・橋台）において、無人航空機やレーザースキャナにより取得した点群データから出来形計測項目である高さ・寸法を算定するための手法を検討し、出来形管理に用いるための試行要領の案としてとりまとめた。

河川機械設備の整備プロセスにおける CIM の導入に関する検討

Study on the introduction of CIM about the process of building river pumping system or water gate equipment

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室

室 長	山下 尚
主任研究官	田中 義光
研 究 員	畑迫 勇太

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、建設生産システム全体の生産性向上を図るため BIM/CIM の導入を推進している。河川ポンプ設備や水門設備などの機械設備のモデル作成においては、土木構造とは異なり「動く」構造を考慮し、多数の部品を組み合わせるため、作成方法や求められるソフトウェアの機能が土木モデルとは異なっている。これまでの CIM 試行工事等において、活用目的に対する効果的かつ効率的なモデル作成方法が確立していないことが明らかになり、作成労力の低減も課題となっている。

本研究では、これらの課題を解決するため、活用目的を考慮した詳細度の定義及び詳細度別の具体的なモデル事例、属性情報の付与方法、土木モデルとの統合方法をまとめ、「CIM 導入ガイドライン（案）第 7 編 機械設備編」改訂版（令和 2 年 3 月）に反映させ、CIM モデルの作成の留意点を WEB 上の公表（令和 2 年 10 月）した。

今後は、点群データの活用方法、既存の機械設備維持管理データベースと CIM モデルの効果的な連携法を検討し、運用環境の整備を推進する予定である。

状態監視保全による機械設備維持管理の高度化に関する研究

Study about enhancement of management of equipment through condition-based maintenance

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	(研究期間	令和元年度～令和2年度)
	室長	山下 尚
	主任研究官	田中 義光
	研究員	畑迫 勇太

[研究目的及び経緯]

老朽化が進む河川系機械設備の維持管理においては、平成26年5月より「国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）」に基づき、状態監視保全を導入した効率的かつ効果的な整備・更新の実施を目指している。その施策として、機械設備維持管理情報のデータベース化を進めているが、現状では各種計測データ等の情報量が少なく、設備の健全度を評価するノウハウも不足している。

本研究では、国土交通省直轄施設で過去に発生した水門設備104件、河川ポンプ設備138件の故障例より重故障（運転を継続できない故障）の多い機器を抽出し、故障原因に関与する故障モードを洗い出した。また、経年及び稼働時間に比例して増加する傾向のある故障モード「腐食」「摩耗」に着目して、供用年数と当該故障モードの現れ方を勘案した健全度の評価法を提案した。

今後はこれらの知見を活かし、設備管理者が活用できる状態監視保全に要する支援環境（データベースを利用した評価ソフトウェア及びネットワーク）を整備する予定である。

情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査

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

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	(研究期間	平成20年度～)
	室長	山下 尚
	主任研究官	小塚 清
	主任研究官	大槻 崇
	研究員	金森 宗一郎

[研究目的及び経緯]

公共事業のコスト縮減および品質確保、熟練技術者不足などに対応する為、平成20年7月に「情報化施工推進戦略」が策定され、これに基づき国土交通省は情報化施工を推進している。

現在、国土交通省で積極的に取り組んでいる情報化施工技術の1つに、出来形管理が効率的に行える「TS（トータルステーション）を用いた出来形管理」がある。平成20年3月に河川土工・道路土工を対象とした出来形管理要領が策定され、直轄工事で導入されているが、国総研では一層の普及に向け、工種の拡大、新しい計測機器の導入、取得したデータの他場面での有効活用等について検討を進めている。

令和2年度は、過年度にICT活用工事の各工種（土工、舗装工、河川浚渫工等）において電子成果品の作成方法を定めたことを踏まえ、電子成果品が作成ルールに基づき正しく作成されたか否かを確認の上、誤りがある場合に自動で警告を表示し修正を促すためのツールを作成した。

機械設備のモニタリング技術に関する研究

Study on monitoring technology for machine equipment.

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

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

室 長 山下 尚
Head YAMASHITA Hisashi
主任研究官 田中 義光
Senior Researcher TANAKA Yoshimistu
研 究 官 金森 宗一郎
Researcher KANAMORI Soichiro
研 究 員 畑迫 勇太
Research Engineer HATASAKO Yuta

Wireless monitoring devices have been acknowledged to be an efficient tool to collect accurate data from inspections of drainage pump stations and tunnels. However, little research has been done regarding the reliability of wireless communication and the method of collecting their measurement data for such cases. In this study, it was clarified by experiments whether the reliability of wireless monitoring devices could be ensured. We also examined a method for collecting measurement data.

【研究目的及び経緯】

排水機場ポンプ設備やトンネル換気設備は、故障を未然に防ぐ予防保全が求められる重要な設備である。

国土交通省では、予防保全の手法として、管理運転時に発生する温度や振動などの二次効果パラメータ、圧力や電流値などの主効果パラメータを測定して得られた数値の中長期的な変化から劣化傾向を把握し、適切な保全を実施する状態監視保全を推進している^{1),2)}。

現状では、月1回の管理運転時に、人力で測定機器を用いて計測した点検データを使用する機会が多いが、測定者ごとに測定箇所や測定のタイミングが毎回異なったりしている。また、降雨等による実排水運転を実施する際は、人力での計測は困難であるためデータ収集ができない場合が多い。センサを固定し、有線接続するモニタリング機器を使用すれば、測定者の違いによる測定値のばらつき解消が期待されるが、人力での計測に比べコストが高くなり現実的でない。

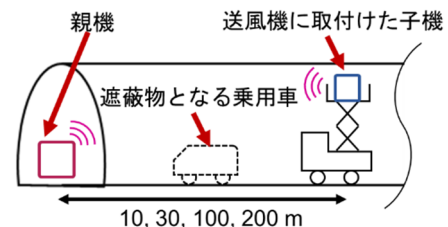
このような課題から本研究では、容易に設置・撤去できる無線モニタリング機器に着目した。これにより限られたセンサでも複数の施設で共有することが可能になる。機械の異常兆候の把握に最も重要なパラメータである振動センサ（加速度センサ）を採用して、排水機場及びトンネルにおける通信の信頼性に関する評価及び計測データ収集方法に関する検討を行った。

【研究内容】

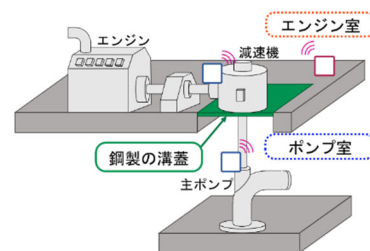
1. 無線モニタリング機器による計測実験³⁾

それぞれ異なる特性を持つ4種の無線モニタリング機器を使い、トンネルと排水機場で通信の可否を調べる実験を行った（図-1）。また、4種の無線モニタリング機器の特徴を表-1に示す。通信周波数は920MHz帯及び2.4GHz帯を使用しており、周波数が低いほど回折性が大きく伝搬距離による減衰が小さい。一方、周波数が高いほど通信速度が速く、容量の大きいデー

タのやりとりが可能である。また、ネットワークトポロジーをメッシュ型及びスター型とし、スター型に比べメッシュ型の方が通信経路の冗長性に優れる。さらに、加速度計の計測方式をMEMS式（軽量・小型）及び圧電式を使用した。



(a) トンネル実験



(b) 排水機場実験

図-1 無線振動モニタリング機器配置の概略図

表-1 4製品の通信周波数とネットワークトポロジー

	製品 A	製品 B	製品 C	製品 D
通信周波数	920 MHz	920 MHz	2.4 GHz	2.4 GHz
ネットワークトポロジー	メッシュ	スター	メッシュ	スター
加速度計の方式	MEMS	圧電	圧電	MEMS

2. 計測データの収集方法に関する検討

無線モニタリングシステムだけでは、機械の起動・停止信号を自動で検知できず、計測タイミングを合わせてデータを取り続けることができない。本研究では河川水理実験施設を活用して、ポンプの制御信号及び計測データ管理機能を有する PLC を増設して、モニタリングの自動化及びデータの遠隔送信に関する実験が行える運転データ取得装置を増設するものとした。これにより施設内における無線通信と施設内で集約した計測データを離れた保存場所（例えば国総研の専用サーバ）に送信できるシステムの実証実験に活用できる。

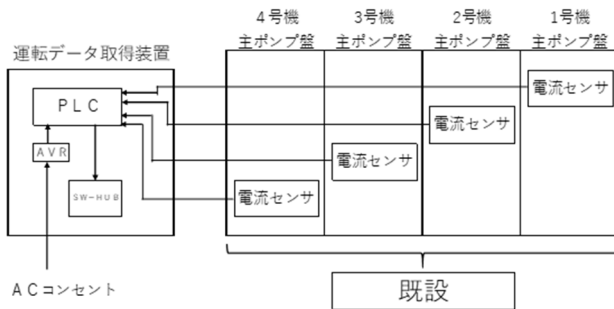


図-2 運転データ取得装置の概略図

[研究成果]

1. 無線モニタリング機器による計測実験結果³⁾

実験結果を表-2に示す。トンネルにおいては乗用車（遮蔽物）のない場合は、回折性の高い920MHz帯の機器、または経路に冗長性のあるメッシュ型トポロジーの機器の信頼性が高かった。排水機場においては、ネットワークトポロジーの種類によらず、回折性の大きい920MHz帯の周波数を有する機器を使用すれば良いことを示している。

また、圧電式加速度センサを使用する製品Bと、MEMS式加速度センサを使用する製品Dで測定された値(図-3)を比較した結果、ポンプ運転時において製品Bと製品Dの測定値の平均の差は、製品Dの測定値の標準偏差 σ の3倍より小さかった。土木機械設備

の状態監視においては、測定値が平均値 $\pm 3\sigma$ から外れた場合に無視できない差であるとして、機器の破損の可能性について帰無仮説を棄却するものとしている。¹⁾よって、双方のセンサとも排水機場ポンプ設備に適合しうると考えられるが、今後さらにデータの信頼性について検証する必要がある。

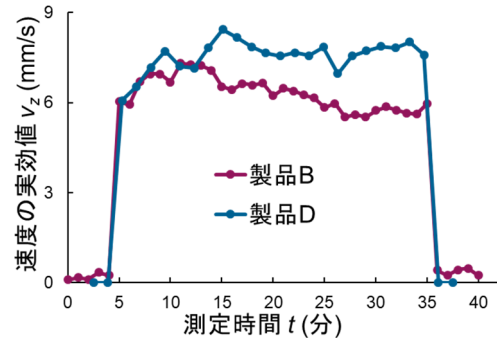


図-3 製品B、Dで減速機を測定した振動速度の鉛直方向成分の実効値

2. 計測データの収集手法に関する検討結果

運転データ取得装置では、安価でポンプの制御回路に影響を与えないクランプ式の電流計を用いた。ポンプの起動停止による電流値を計測することでポンプの起動・停止信号を取得することができた。今後は、この運転データ取得装置へ無線モニタリング機器による計測したデータを記録し、国総研のデータベースサーバ等へ送信する全体システムの開発研究に着手する予定である。

[参考文献]

- 1) 国土交通省：河川ポンプ設備状態監視ガイドライン（案）、2018
- 2) 国土交通省：トンネル換気設備（ジェットファン）状態監視ガイドライン（案）、2018
- 3) 金森宗一郎、田中義光、山下尚：土木機械設備保全における無線モニタリング機器の適合性～トンネルと排水機場における試行実験～、土木技術資料、Vol. 62、No. 7、PP. 30-33、2020

表-2 通信試行実験の結果（各製品の特徴は表-1を参照）

実験条件	製品 A	製品 B	製品 C	製品 D
トンネル（乗用車無）				
10 m	○	○	○	○
30 m	○	○	○	×
100 m	○	○	○	×
200 m	○	○	○	×
トンネル（乗用車有）				
10 m	—	○	—	△
30 m	—	○	—	×
100 m	—	○	—	×
200 m	—	○	—	×
排水機場				
エンジン室	○	○	—（中継機との通信は成功）	○
ポンプ室	○	○	△	×

凡例：○100%受信成功 △50%以上100%未満受信成功 ×50%未満受信成功 —実験なし

道路整備等の生産性向上に資するロボット及び ICT 技術の利活用に 関する調査

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

(研究期間 平成 28 年度～令和 2 年度)

社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
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 官
Researcher
研 究 員
Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer

山下 尚
YAMASHITA Hisashi
小塚 清
KOZUKA Kiyoshi
大槻 崇
OHTSUKI Takashi
金森 宗一郎
KANAMORI Soichiro
畑迫 勇太
HATASAKO Yuta
天野 克己

AMANO Katsumi

In this research, our research team tested verification method of the accuracy in order to utilizing machine as-built data to calculate the yield of earthwork and prototyped a viewer for supervision and inspection that complies with the standard for exchanging control data for embankment compaction.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、i-Construction 施策として、平成 28 年度から ICT 土工を、平成 29 年度から ICT 舗装工を導入している。これら ICT 活用工事では、①3 次元起工測量、②3 次元設計データ作成、③ICT 建機による施工、④3 次元出来形管理等の施工管理、⑤3 次元データの納品の各段階で ICT 技術を活用することとしている。

本研究では、上記の④に関し、「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」等に規定した精度確認試験方法の検証を通じ、精度確認試験を実施する際の手引き作成等のための資料整理を行った。また、監督・検査の合理化を検討する目的で、「TS・GNSS による盛土締固め管理データ交換標準 (案)」に対応した監督・検査での使用を想定したビューワの改良を行った。

〔研究内容・研究成果〕

1. ICT 施工により取得される施工履歴データの出来形への活用を想定した精度確認方法の安全かつ効率的な実施に向けた検証

(1) 法面での精度確認試験方法の検証

「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」で、油圧ショベルの施工履歴データの盛土法面等の出来形管理にも適用可能となった。平面を用いた精度確

認でも適用判定は可能であるが、法面を用いて精度確認を行う際の課題整理に向けた検証を実機にて行った。検証の状況を図 1 に示す。

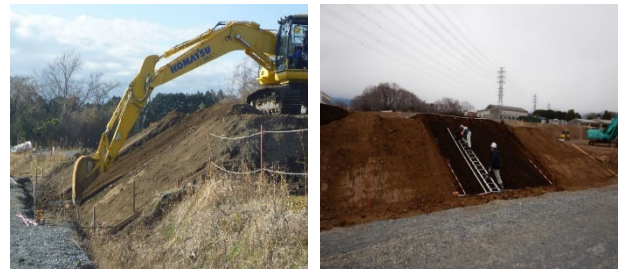


図 1 法面での刃先精度検証の試験

実験の結果、法面での精度確認試験における安全確保上の課題と対応策を確認した。

(2) 刃先履歴データ等の IoT データ改竄防止策検討

施工時の油圧ショベルの刃先位置の移動履歴を出来形の推定値に用いる際には、取得データが改竄されていないことが重要となる。今まで、UAV 写真測量や締固め回数管理においては、センサーが取得した生データのログを出来形管理データのバックデータとして提出することとし、改竄によるメリットよりも改竄手間がかかることで改竄を防ぐ、いわば、プルーフ・オブ・ワークの考え方に基づいた対策が取られている。

一方で、今後、コンピュータ能力の飛躍的向上で、生データを含めた改竄が容易になる可能性もあり、更なる改竄防止策の検討を進めておく必要がある。

最新セキュリティ技術専門家ヒアリング等を進めた結果、工事の施工者と独立して、データ保存サービス提供をする事業者が、準リアルタイムで一定時間内に生成された刃先履歴データ等のハッシュ値をタイムスタンプと共に記録し、そのハッシュ値とタイムスタンプを工事発注者に提出することで、データの改竄の有無を後からも確認できる手法の有効性を確認した。

2. TS・GNSSによる盛土締固め管理データ交換標準(案)に対応した監督・検査での使用を想定したビューワの改良

(1) ビューワ機能の変更検討

過年度開発の「TS・GNSSによる盛土締固め管理データ交換標準(案)」に対応する監督・検査での使用を想定したビューワに関し、リアルな施工環境を再現したデータチェックに関する要望が多数上がった。(表-1)

表 1 主な意見・要望

No	意見・要望
1	時系列で全層分の走行軌跡、回数分布の情報を重ね合わせて見られると、監督作業の効率化につながる。現在は5分単位で閲覧しているため、ここを動画で確認できるとよい。
2	3次元のボクセルをクリックして、実際の転圧回数を確認できる機能があると良い。
3	出来形を3次元表示する機能があると良い。
4	データチェック画面の要素/属性は右側に、データの内容を左側に表示したほうがよい。
5	建設機械が走行するに従い、メッシュが塗られていくのが時系列で確認できるとよい。
6	背景図面を3次元オブジェクト上に表示する機能があると良い。

そこで、開発コンセプトを、「施工結果を確認する」から、提出データをデジタルツインによる表示で確認することに変更した。

(2) ビューワの開発

デジタルツインによる表示とは、現実の世界に似た環境を、コンピュータによる表示において実現することを指す。主要要素は、①リアルなベースマップ(背景地図)、②表示したい物の3次元データでの重ね合わせ表示、③それらの動画展開を実現するのが一般的であり、要望の実現にも沿ったこれらの実現を目指した。

ベースマップには、国土地理院が公開している「地

理院タイル」を活用し、上空から撮影した写真とそれに高さを与える数値地図を組み合わせて用いている。

重ね合わせ表示と動画表示には、オープンプラットフォームとして多数活用されている「Cesium」を採用し、3Dグラフィクスに特化したJavaScriptライブラリの「Three.js」を組み合わせて用いた。

図2が開発したデジタルツイン動画表示から切り抜いた表示である。図3に示す過年度開発の走行軌跡を2Dで表示する画面と比較すると、現実感が高い施工状況表示が再現出来ていることが分かる。これにより、軌跡を表すGNSSのログデータの中に不整合のあるデータ混在が無いかを確認する場合、実施工現場の感覚との不一致を動画から感じとる感覚を用いた提出データチェックが可能となる等のメリットが確認できた。

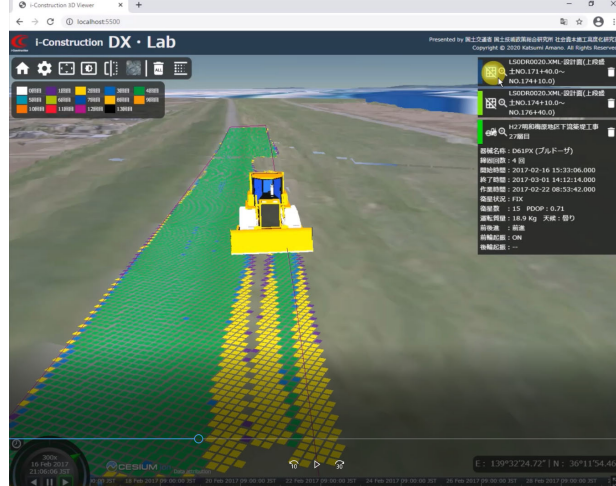


図 2 デジタルツインでの動画表示

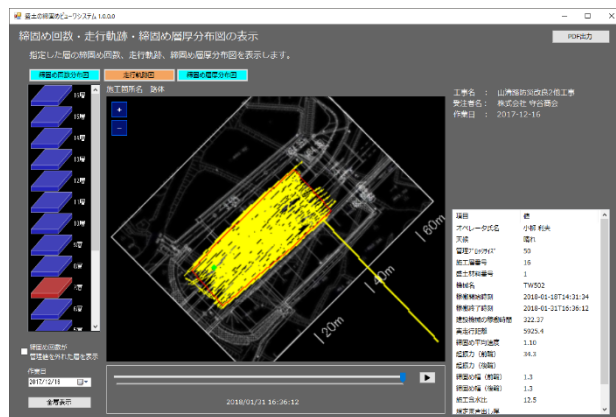


図 3 過年度開発の走行軌跡の2Dでの一括表示

〔成果の活用〕

施工履歴データの精度検証方法の試行結果は、要領にかかる施工会社等からの問い合わせ対応に活用していく。ビューワは、広く活用可能となるよう、対応データフォーマットの拡充の検討と改良等を行い、今後、地方整備局へ提供する予定である。

道路台帳附図を用いた道路管理支援システムの 拡充に関する研究

Study on expansion of road management support system using road ledger attached map data.

(研究期間 平成 29 年度～令和 2 年度)

社会資本マネジメント研究センター

社会資本情報基盤研究室

Research Center for Infrastructure Management
Information Platform Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer HOSOKAWA Takehiko

交流研究員

Guest Research Engineer NANBA Yuji

西村 徹

NISHIMURA Toru

大手 方如

OOTE Masayuki

細川 武彦

難波 雄二

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism promotes the development of "road fundamental geospatial data," which is a type of large-scale road map, and works toward the realization of sophistication of road management, etc. utilizing "road fundamental geospatial data."

Therefore, in order to display "the road ledger attached map" with the "road fundamental geospatial data" in GIS on the Web. We made the program to efficiently convert to GIS data from the "road ledger attached map", and made GIS data of the road ledger attached map, with the goal of registering GIS data in all of the national highway.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、大縮尺道路地図である「道路基盤地図情報」の整備を推進し、道路基盤地図情報を活用した道路管理等の高度化の実現に向けて取り組んでいる。このため、国土技術政策総合研究所は、道路基盤地図情報の整備や活用を促進するために必要となる基準類の整備やシステム開発等を行っている。

特にシステム開発等については、元データとなる道路工事完成図の集約・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ために「道路管理支援システム」等を開発・運用している。

本研究は、道路基盤地図情報の活用促進方策として道路台帳附図を道路基盤地図情報と同時に Web 上の GIS で表示させるため、道路台帳附図を効率的に GIS データへ変換するプログラム及び GIS データの作成等を行うものである。

[研究内容]

1. 道路基盤地図情報の課題

道路基盤地図情報の登録率を表-1 に示す。高速道路に関しては高い登録率となっているが、直轄の一般国道については37%となっており、低い水準に留まっていることが分かる。原因としては、次の2点であると考えられる。

表-1 道路基盤地図情報の登録率(R2. 5. 30 時点)

	道路管理 延長 (A) (km)	道路基盤 地図登録 済延長 (B) (km)	登録率 (B/A) (%)
高速道路 (NEXCO)	9,370	9,166	98%
都市高速道路	782	755	97%
本州四国連絡高速道路	173	173	100%
一般国道 (直轄)	22,814	8,398	37%

・道路基盤地図情報を作成する対象工事として、舗装工 100 m²以上の工事としているため、規模の大きい工事のない道路については整備されない。

・道路基盤地図情報を作成する対象の工事であっても作成されたデータに不備がある場合がある。この場合データの登録ができない。データの不備としては、地物のデータが対応するレイヤーにない、面のデータが閉じられていない等がある。

2. 登録率向上に向けた取り組み

課題を解決するために道路台帳附図を用いることにより、道路基盤地図情報を補完することについて検討した。道路台帳附図は全ての直轄の一般国道について整備されているため、規模の大きい工事のない道路についても登録可能である。一方、決まったフォーマットが存在しないため、事務所毎に形式が異なる。道路

台帳附図の形式を確認したところ、DXF, SXF 等のフォーマットで電子データがあるものが約 5,700km、それ以外の画像や紙のものが約 16,900km の内訳であった。また、電子データがあるもののうち GIS 上にデータを重畳して表示するために必要となる座標データ有りが約 2,300km、無しが 3,400km の内訳であった。

2.1. 道路管理支援システムの改良

道路基盤地図情報を地図上に表示する Web システムである道路管理支援システムを改良し、道路台帳附図の表示も可能とした。従来の道路工事完成図の表示では車道や歩道など面的な地物は面として作図され、地物の種類毎に表示/非表示を選択可能である(図-1)。

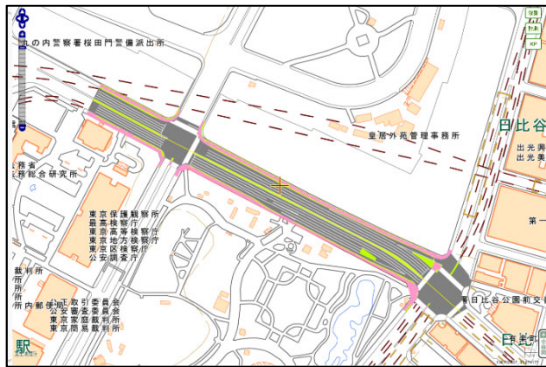


図-1 道路工事完成図の表示例

道路台帳附図の表示では新たに 1 つのレイヤーを設け、単一のレイヤーに線として表示することとした(図-2)。情報を単純化することにより、データ不備により登録できない問題を回避することを目的としている。

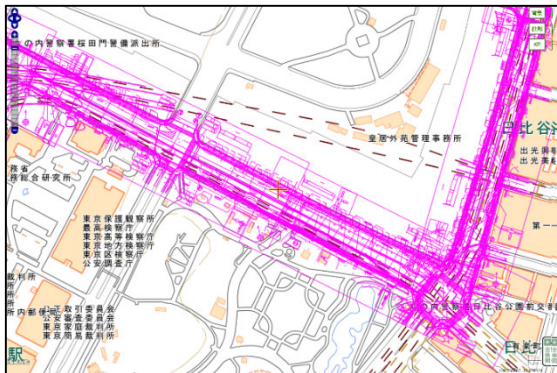


図-2 道路台帳附図の表示例

2.2. 台帳附図目視支援ツールの開発

様々なフォーマットの電子データで保管されている道路台帳附図の情報を道路管理支援システムで表示可能とするためのフォーマット変換や座標の確認、付加を行うための作業を効率化するツールを開発した(図-3)。既存の GIS ソフトの API 機能を活用することにより、フォーマットの変換(DXF/DWG 形式から KML)や地図上への表示、DRM との交点の抽出や測地系、単位系の変換等をツール上から操作可能となり、データの変換作業を効率的に実施可能とした。

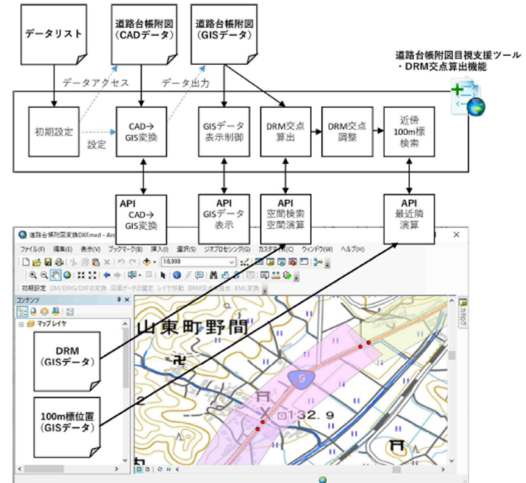


図-3 道路台帳附図目視支援ツール

2.3. 紙の道路台帳附図のデータ化の手順

紙の道路台帳附図は約 16,900km あるため、各事務所にてデータ化する作業の効率を上げる必要がある。手順としては(1)紙の道路台帳附図をスキャナーで取り込みラスターデータへ変換(2)ラスター/ベクター変換ソフトでベクターデータへ変換(3)位置情報付加し、ベクターデータから GIS データへ変換となる。変換の効率化やデータ不備の低減を目的として、座標の付加の方法について、航空 LP データを用いた方法や国土地理院の地図を用いた方法を取りまとめた(図-4)。



図-4 座標を付加する手順

[研究成果]

現在、本研究の成果を利用した道路台帳附図の登録作業を継続している。座標データのある電子データ約 2,300km が完了し、座標データのなかった電子データ 3,400km が今年度内にほぼ完了し、今後、残りの道路台帳附図の登録作業を進める。

[成果の活用]

道路台帳附図を用いて道路基盤地図情報を補完することにより、連続した道路平面図の情報が整備されることになる。今後、交通量、施設諸元、点検結果、工事履歴等様々な道路関係データと紐づけるための基盤として活用する。また、MMS, LP などの点群データ、BIM/CIM などの設計データ等の 3 次元のデータについて活用する基盤としての検討を実施する予定である。

AI を用いた CCTV カメラ画像から地震による被害を 検出する技術に関する研究

Study on technology to detect damage caused by earthquake from CCTV camera images using AI.

(研究期間 平成元年度～令和2年度)

社会資本マネジメント研究センター
社会資本情報基盤研究室
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
交流研究員 細川 武彦
Guest Research Engineer HOSOKAWA Takehiko

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has installed more than 20,000 CCTV (Closed Circuit Television) cameras nationwide for managing roads and rivers, and they are also used to collect information on the damage situation after an earthquake. On the other hand, in the event of a large-scale earthquake, it is difficult for disaster prevention staff to check a large number of CCTV camera images.

To solve this problem, National Institute for Land and Infrastructure Management has developed the technique to automatically detect "changes" from images of CCTV cameras. Moreover, we developed a technology to identify the area where the difference occurred using AI (semantic segmentation). But there was a problem of erroneously determining the area after rainfall and snowfall.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は道路や河川を管理する目的で、全国に2万台以上のCCTV (Closed Circuit Television) カメラを設置しており、地震発生後の被害状況の情報収集にも活用している。大規模震災時において、広い範囲にある多数のCCTVカメラ映像を確認することは災害対応を行う職員にとって負担が大きい。この課題を解決するために、国総研は平成26年度から平成30年度にかけて震災発生前後の画像から被害の可能性がある「変化」を差分として自動検出する技術(以下、差分検出技術という)を開発した。

しかし、差分検出技術では、差分が発生した理由については判別が困難である。そこで過年度にはAI(セマンティックセグメンテーション)を用いて差分が発生した領域を特定するための技術を開発したが降雨後、積雪後に領域を誤判定する課題があった。

〔研究内容〕

1. AIモデルの構築

CCTVカメラは点状に設置されているためCCTVカメラの画像から被害画像を集めることは難しいが、正常時の画像を集めることは容易である。よって、正常時の画像を教師データとして学習することにより、被害の発生個所の判定が出来る手法として「セマンティックセグメンテーション」についての検討を行った。セマンティックセグメンテーションとは画像内の全画素

にラベルやカテゴリを関連付ける方式である。例えば、CCTVカメラの画像に対して「道路」「堤防」「川」「空」等のクラス毎に領域を分けることが出来る。セマンティックセグメンテーションの模式図を図-1に示す。

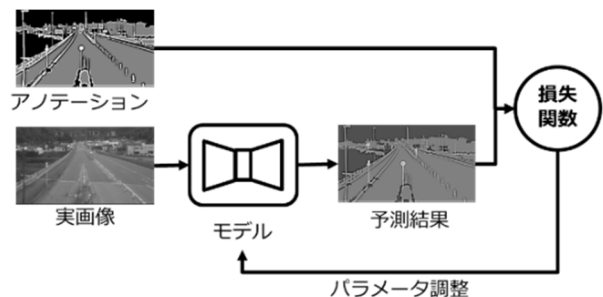


図-1 セマンティックセグメンテーションの模式図

モデルの学習時には教師画像として「実画像(CCTVカメラの平常時の写真)」と「アノテーション(クラスの領域毎に色分けされた図)」のセットを用意する。「実画像」を「モデル」の入力とし、出力された「(実画像に対応するアノテーションの)予測結果」と「アノテーション」を元に「損失関数(予測結果と正解の差異の大きさを定量的に評価するための関数)」を用いて損失を算出する。算出された損失を元に「モデル」内の各パラメータ(ネットワーク内のノード間の重み付け)の調整を行う。大量の教師データを元に学習を繰り返すことにより、精度の高い「予測結果」が得られる。

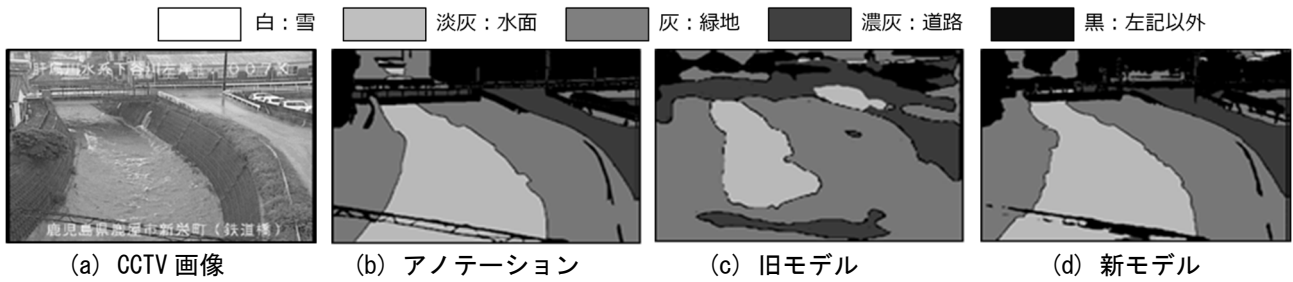


図-3 降雨後の判定結果

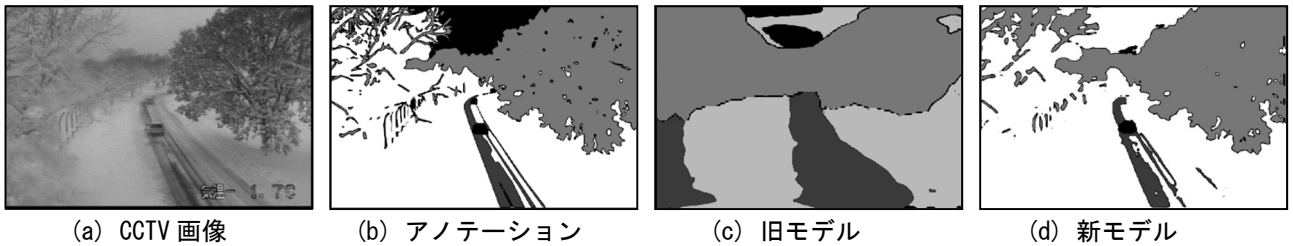


図-3 積雪後の判定結果

過年度の研究において、クラスは5クラス(「道路監視(道路、柱、車)」「河川監視(緑地、橋)」「水面」「空」「その他」)とし、教師画像を500枚、モデルをDeepLabV3+¹⁾を用いて構築を行った。

実際のCCTVカメラの画像にて評価を行ったところ、降雨後の画像において「雨で湿った遠方の道路」が「水面」クラスとして誤って分類される、積雪後の画像において、「積もった雪」が「水面」クラスとして誤って分類される等の課題が判明した。

2. 強化学習の内容

今年度の研究において、まず、クラス分類についての見直しを実施した。降雨後、積雪後に誤判定の多かった領域に対応して、「濁った水面」「雪」の2クラスを追加した。また、精度が低いため統合していたクラスの見直しを行い、10クラス(「道路」「緑地」「水面」「濁った水面」「柱」「空」「建物」「雪」「橋」「その他」)とした。次に教師データの追加を行った。降雨後の画像を300枚、積雪後の画像を500枚追加し、アノテーション画像を作成して、昨年度の500枚と合わせて1300枚にて強化学習を実施した。以降、過年度作成したモデルを旧モデル、今年度強化したモデルを新モデルと記述する。

[研究成果]

新モデルを用いた結果について確認する。降雨後のCCTV画像を用いた結果を図-2に示す。(a)が対象となるCCTV画像であり、(b)が正解データとして作成したアノテーションである。色は簡略化のために白:雪、淡灰:水面(濁った水面を含む)、灰:緑地、濃灰:道路、黒:左記以外(柱、空、建物、橋、その他)としている。

(c)が旧モデルを用いた結果であり、右の道路部分の遠方が「水面」に、川の両端や手前部分が「緑地」に誤判定されている。(d)が新モデルを用いた結果である。道路部分や川が正しく「道路」「(濁った)水面」と判定されている。また「柱」「橋」等の他のクラスも旧モデルよりも境界が明瞭になっている。同様に積雪後のCCTV画像を用いた結果を図-3に示す。(c)旧モデルでは、雪が積もった領域を「水面」と誤判定してしまっているが、(d)新モデルでは正しく「雪」と判定されていることが分かる。また、他のクラスも旧モデルよりも境界が明瞭になっている。

[成果の活用]

今後、画像に差分が検出された領域を付記する(図-4)等、システムへの適用に向けた取り組みを実施予定である。また、本技術の応用として越流の検知等への展開について検討予定である。



1) DeepLabv3+: Encoder-Decoder with Atrous Separable Convolution for Semantic Image Segmentation <<https://arxiv.org/pdf/1802.02611.pdf>>

インフラ・データプラットフォームの構築

Constructing Infrastructure Data Platform

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

(研究期間 平成 29 年度～令和 4 年度)

情報研究官	菅原 謙二
室 長	西村 徹
主任研究官	青山 憲明
主任研究官	井上 直
研 究 官	郭 栄珠

[研究目的及び経緯]

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

令和 2 年度には、インフラデータ PF の詳細設計及び構築を実施し、メタデータ自動作成技術等の追加機能の研究開発に着手した。また、その利活用の際に必要なルールの検討を行った。さらに、ハザードマップ等の事例を調査し、公表にあたり必要な情報発信資料の追加整理を行った。

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

設計データの 3D 化による生産性の向上、品質の確保

3D Design Data to Improve Productivity and Ensure Quality

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

(研究期間 平成 29 年度～令和 3 年度)

室 長	西村 徹
主任研究官	青山 憲明
研 究 官	郭 栄珠
研 究 官	水野 祐介
交流研究員	坂藤 勇太

[研究目的及び経緯]

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

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

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

Reserch on an efficient method of data management of point cloud data for road management.

(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

室長	西村 徹
主任研究官	大手 方如
交流研究員	細川 武彦
交流研究員	難波 雄二

[研究目的及び経緯]

国土交通省ではMMS (Mobile Mapping System: 移動計測車両測量システム) を各地方整備局等に導入し、道路管理用車両等を用いて主に直轄国道上の点群データを取得しているが、これらデータの利活用方法の一つとして、道路交通上の課題解決を促す目的で、民間企業と共有することも検討されている。一方、各地方整備局等が取得した点群データを集約・保管し、利用する民間企業と共有するための仕組みが存在しなかった。

本研究では、点群データの保管・共有を行うためのシステム(以下、本システムという。)を構築した。また、点群等のデータを公募で選定された民間企業へ提供する実証実験を通じて、本システムの改善点についてヒアリング調査を行った。この結果からシステムの改良を行うとともに次年度以降に検討を必要とする機能を整理した。

今後は、令和元年度より取得している直轄国道の点群データ等の収集、管理、共有に、本研究で作成したシステムを活用する予定である。

河川管理カメラ映像のAI活用による事象検知高度化

Sophistication of technology to detect events using AI from CCTV camera images for river monitoring

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

社会資本マネジメント研究センター
社会資本情報基盤研究室

情報研究官	菅原 謙二
室長	西村 徹
主任研究官	大手 方如
交流研究員	細川 武彦

[研究目的及び経緯]

国土交通省では全国の直轄河川・道路を監視する目的で約2万台のCCTVカメラを設置している。さらに、河川の状態をインターネットで情報発信できる簡易型のCCTVカメラの整備も進めている。国土技術政策総合研究所では、これら多くのCCTVカメラの画像からAIを用いて被災箇所を検知する研究を行っている。

本研究では、(1)近傍で越流する可能性が高いCCTVカメラを抽出する機能の検討、(2)AIを用いた越流を検知する手法の検討及び(3)越流を検知したCCTVカメラの映像を容易に閲覧できるシステムの検討を実施した。

(1)では、統一河川情報システムより得られる最新の水位情報を用いて隣接するCCTVカメラを抽出する手法を検討し、評価した。評価の結果、実際の運用に当たっては、カメラメタデータに登録されている水系番号の登録状況を確認する必要があることが分かった。(2)では、セマンティックセグメンテーションにより水面と堤防天端・路面を自動検出し、判定する手法を検討し、評価した。評価の結果、距離に基づく手法と比べて面積比に基づく手法が、検知率に対して誤検知率が低く抑えられ、比較的良好な判別結果が得られた。(3)では、GUI案を作成し、ヒアリングの実施や通信回線への影響が最も少なくなるシステム構成を検討した。

大雪時の交通障害による経済損失の把握手法に関する研究

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

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

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

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

In order to improve the explanation of the effect of winter road management, we aim to research on a method for estimate the economic loss during road traffic obstacles caused by heavy snowfall.

In this study, we investigated the evaluation of traffic suspension when traffic closure occurred.

〔研究目的及び経緯〕

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

道路を新設する際の事業評価についてはその方法論が確立され費用便益分析マニュアル¹⁾に規定されているが、雪による道路交通障害の除去すなわち道路除雪の効果を定量的に評価する手法は確立されていない。

先行研究²⁾では、費用便益分析マニュアルを参考に、大雪時の道路除雪対策の効果を経済的観点から評価する手法を検討した。

通行止めが発生する前後と通行止め期間中の3段階を設定し(図-1)、通行止めが発生する前後の段階では降雪による走行速度低下で走行時間と走行経費が増加、通行止め中は、迂回、立ち往生、移動の取りやめが発生することを想定する。迂回による走行距離の増加に伴い走行時間増加、走行経費増加及び交通事故増加の損失が生じる。立ち往生はその場に留まり続けるため走行時間増加と走行経費増加の損失が生じる。移動の取り止めの損失については、本来、機会損失、物流停止による関連産業への影響、通行止め解除後への移動の繰り延べや総交通量へ影響など広範かつ詳細な調査が必要となる。簡便な試算による把握のため、移動の取り止めによる損失を通行止め解除までの時間損失として評価することとした。なお、移動をやめることにより走行経費及び交通事故のリスクは軽減されるものとした。

この計算モデルを使い、大雪で大規模な道路交通障害が発生した事例を対象に、大雪による道路交通障害の経済損失の算定を試みた。すなわち、道路の積雪量が基準値に達してから順次除雪活動を行う、実際に行われた従来式の道路除雪と、道路交通障害発生前の早い段階で通行止めして一気に除雪し早期に道路交通を再開するという新しい方式(所謂「STOP & Go 作戦」)

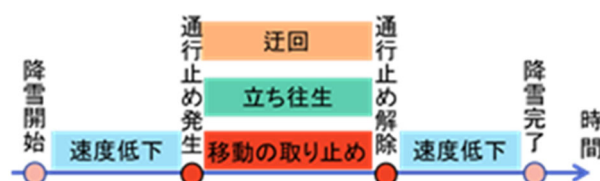


図-1 段階別に考慮する被害項目

での道路除雪が行われたと仮定したシミュレーション結果で、それぞれの経済損失額を試算した。両者の差額が、新しい道路除雪方式による損失軽減効果とすることとした。シミュレーションの結果、新しい道路除雪方式では経済損失額を従来式よりも大幅に減らせるという試算結果となった。なお、この試算は算定条件を簡便化した一定の仮定を前提としており、道路交通障害による損失額の大部分を「移動の取り止め」が占めていたことから、前提条件の妥当性、とりわけ「移動の取り止め」による損害の評価の妥当性について議論と改良の余地が大いに残されていた。

したがって本研究ではこの課題の解決を目指し、特に「交通取り止めに関する損失評価手法」についての情報収集や検討を行い、実用化に関する課題を整理することとした。

〔研究内容〕

道路交通障害が発生している期間の道路交通取り止めによる経済損失の考え方について地方公共団体等を対象に情報収集し、その計算手法や考え方について、豪雪による道路交通障害の被害額算定に援用できるかの可否、試算する場合の課題等を整理検討した。

〔研究成果〕

1. 大雪による道路交通取り止めの経済的評価手法に関する事例収集

47都道府県、20政令市の道路事業等の評価マニュアル等や地方整備局の事業評価資料を調査した結果、

表-1 道路交通取り止めに関する便益算定の概要

No.		便益名称	便益算定方法
①	青森県	防災便益	道路整備により利用道路の通行不能・通行危険箇所が解消する世帯数×便益原単位
②	秋田県	孤立解消便益	交通が途絶する危険性がある地域の人口×孤立が想定される日数×1人当たり日生産額
③		迂回解消便益	道路整備により現道の通行規制に伴う迂回がなくなることの「走行時間短縮便益」
④	山梨県	通行規制解消便益	道路整備により現道の通行規制に伴う迂回がなくなることの「走行時間短縮便益」
⑤	四国地整	孤立抑制便益	孤立による沿道企業の営業損失が解消されることの便益を算定する

表-1の5事例について、災害等による道路の途絶、地域の孤立、交通取り止め等を評価に適用していることがわかった。

① 防災便益（青森県）

青森県では、道路整備事業における県独自の費用便益分析実施要綱³⁾に基づき、道路整備による広範な便益を事業評価に反映しており、防災便益についても規定している。道路整備による防災便益として「①大型車すれ違い困難区間の解消」「②異常気象時通行不能区間の解消」「③通行危険箇所区間の解消」が図られることによる価値を便益として追加計上できるとし、それぞれの算定方法を定めている。便益を受ける世帯数は交通量(台/日)の1/2とみなし、便益原単位は『道路投資の評価に関する指針(案)第2編 総合評価』(2000)⁴⁾を基に、アンケート調査結果により支払意思額(WTP:Willingness to Pay)で設定されている。

② 孤立解消便益（秋田県）

交通途絶による孤立の危険性がある地域において、道路整備により、孤立を回避できるものとして、孤立した場合の経済的被害額を貨幣換算する。道路事業評価においては、当該箇所における実績データ(人口統計、年間平均通行止日数、住民1人当たり日生産額)を用いて評価する。

③ 迂回解消便益（秋田県）

降雪・降雨等による通行規制の影響を受けない路線が整備された場合、迂回等に要する時間損失の解消を貨幣換算する。算定式としては「迂回による時間損失×年間通行規制日数×当該道路の交通量×時間価値原

単位」で、通行規制日数は実績値(過去10年の間の平均値)、交通量は交通センサ等から算出したデータを、時間価値原単位は費用便益便席マニュアルの値を採用することとしていた。

④ 通行規制解消便益(山梨県)

基本的な考え方として通行規制による迂回等に要する時間損失を事業実施により回避できる損失と見なし、これを事業による便益とする。適用対象として、現道が異常気象時通行規制区間の指定を受けている事業、現道が通行止めの実績を有する事業を対象とする。

⑤ 孤立抑制便益(四国地整)

過去の道路整備事業評価において沿道孤立の抑制を事業評価に加えている。道路整備により沿道孤立が解消し、沿道企業の営業損失が解消される便益を算定している。

2. 道路交通障害の経済的評価に関する課題

以上の5事例を検討した結果、交通取り止めの経済的評価に際しての課題は次の通りである。

まず、「交通取り止めの数の把握」については現状、正確に交通取り止めに把握できる調査手法がなく、トラカンなど、断面交通量で交通取り止めに推計できる地点は限定的である。算定に際しては、様々な前提条件を置くため、前提条件の妥当性の検証が必要となる。

また、時間価値に関する課題について、事業評価マニュアルの時間価値原単位が用いられるケースが多いが、この原単位は賃金と労働時間の関係から算定されており、長時間に渡る交通障害などに伴う交通取り止めに評価する際には、時間制約を付けるなど適用に留意が必要である。移動目的、時間帯、短時間と長時間など、交通取り止めの状況によって時間価値が異なる可能性があり、事業評価の時間短縮に適用している時間価値と交通取り止めの時間価値は異なる可能性がある。

[成果の活用]

本研究では、冬期道路管理効果の経済的評価手法を調査し、定量的な効果の考え方を示した上で、我が国へ適用した場合の課題を整理した。引き続き、冬期道路管理手法の基礎的知見の拡充に努めてまいりたい。

[参考文献]

- 1) 国土交通省道路局・都市局：費用便益分析マニュアル, 2018
- 2) 齋藤貴賢・原野 崇・大城秀彰・小俣元美：道路交通における雪対策の経済的観点からの評価の試み, 土木技術資料 vol. 61-3, pp40-43, 2019.
- 3) 青森県県土整備部道路課：道路整備事業における県独自の費用便益分析実施要綱, 2000.
- 4) 道路投資の評価に関する指針(案)第2編 総合評価』(2000, 日本総合研究所)

経済分析手法による道路整備の幅広いストック効果把握に関する調査

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

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

社会資本マネジメント研究センター
建設経済研究室
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 sort out the characteristics and issues in utilizing various economic analysis methods when grasping the economic effects of road investment, through examinations such as applicability of overseas economic analysis methods, improvement of accuracy of existing methods, and estimation by calculation of economic effects using economic analysis methods.

〔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」することを通じて、社会資本の利用者等との対話や行政自らの気づき、さらには国民理解の醸成などに努めるべきとされている。そのため、幅広い効果の把握と経済分析手法の活用等が必要と考えられることから、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捉えるための経済分析手法の調査研究を行っている。

本調査は、道路整備による経済効果の把握にあたり、海外の経済分析手法の適用性、既存手法の精度の向上、経済分析手法を用いた経済効果の試算による推計上の検討を行うことにより、各種経済分析手法の活用上の特徴や課題を整理することを目的とする。

〔研究内容及び成果〕

1. 「広範な経済効果 (WEI)」におけるパラメータ推計

英国等で取組が進められている WEI の計測方法は、ストック効果について利用者便益以外の効果を幅広く捉えようとするものである。本調査では、この計測方法の日本での適用に資するため、英国交通省のガイドラインで示された計測方法で必要となる主なパラメータの日本での設定値について検討を行った。

(1) 英国指針における算定式とパラメータ

英国交通省が 2018 年 5 月に改訂した「交通分析に関する指針 (Transport Analysis Guidance)」における、Wider Economic Impact のガイドラインでは、利用者便益以外の「広範な経済効果」(Wider Economic Impact) として、「不完全競争下の生産性変化 (WEIa2.2)」、「労働市場の変化 (WEIa2.3)」、「WEIa2.4：集積の経済 (WEIa2.4)」等の経済効果の算定方法が提示されており、その算定式の中に設定が必要となるパラメータが複数含まれている。

(2) 日本への適用のための各パラメータの推計

英国の算定式を日本で適用することを前提に、各パラメータの日本へ適用(置き換え)するための推計を行った。英国と日本では、データに関する状況が異なることから、我が国で適用する場合を想定し、データ取得可能な範囲内のパラメータの推計となった。

推計した各パラメータの値は、英国値とほぼ同値のものから異なるものまで様々となった。特に集積効果の弾性は産業カテゴリーによっては推計が困難なものもあり、これらについては、関連文献等の知見を活用した類推の必要があると考えられる。

表 1 WEI 算定における主なパラメータ

主なパラメータ	英国	本調査
t: アップレート率 (WEI a2.2) (日本: ラーナー指標×価格弾力で推計)	0.10	0.09
τ_1 : 既存労働者に課される税率 (WEI a2.3) (日本: 平均所得の税率から推計)	0.30	0.30
τ_2 : 新規労働者に課される税率 (WEI a2.3) (日本: 高校卒初任給の税率から推計)	0.40	0.15
ϵ : 賃金に対する労働供給の弾性 (WEI a2.3) (日本: 日銀の公表値をもとに推計)	0.10	0.39
η : 新規労働者と既存労働者の所得比 (WEI a2.3) (日本: 高校卒初任給と全国値から推計)	0.69	0.47

表 2 WEI の集積効果算定における各産業の弾性 (ρ^k)

産業(k)に係る集積効果の弾性 ρ^k	英国	本調査推計
農業	—	-0.296
製造業	0.021	-0.101
建設業	0.034	0.095
不動産業	—	0.292
消費者サービス	0.024	—
生産者サービス	0.083	—

【参考】WEI の主な算定式とパラメータ

- 「不完全競争下での生産性変化」効果の算定式 (WEI a2.2)
= 業務目的利用者便益 × t (アップレート率)
- 「新たな労働力による税収増」効果の算定式 (WEI a2.3)
= τ_1 (税率₁) × 新たな労働力による GRP (域内総生産) 増加
+ τ_2 (税率₂) × 労働者の従業地変更による GRP 増加
新たな労働力による GRP 増加 = ϵ × 通勤時間短縮度 × 新規労働者所得 (= η × 既存労働者所得)
- 「集積経済」効果の算定式 (WEI A2.4)
= 効率密度伸び率 ρ^k × GRP (域内総生産)

2. マクロ計量経済モデルによる経済効果の試算

「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（標準モデル）及び今回設定した複数の改良モデルについて、昭和55年度から令和元年度までの経済データを用いてパラメータを設定し、所要時間の短縮によるアクセシビリティの向上を仮定して道路投資による経済効果（フロー効果及びストック効果）を算定した。

(1) データ収集・整理及び算定

全国マクロ計量経済モデルの構築に必要となる経済データ（GDP、人口、消費者物価指数等）及び道路による生活圏間所要時間データについて、昭和55年度～令和元年度のデータを収集した。その上で収集した経済データに基づき、全国マクロ計量経済モデルのパラメータを設定し、1兆円の道路投資によるフロー効果およびストック効果（10年間）の算定を行った。

(2) 複数モデルによる算定結果

本調査では、従来の標準モデルに加え、複数モデル（下記）を構築の上、算定を実施した。（表3）

表3 マクロ計量経済モデルによる経済効果の試算

	フロー効果	ストック効果	合計
標準モデル	0.96兆円	1.68兆円	2.64兆円
修正標準モデル	1.01兆円	1.56兆円	2.57兆円
TFPモデル	1.01兆円	1.47兆円	2.48兆円
自己回帰モデル	0.96兆円	0.63兆円	1.58兆円

（注）1兆円の道路投資による10年間の効果の合計

- ・改良標準モデル：従来の標準モデルを基に、アクセシビリティ指標に人口の増加を考慮したモデル。
- ・TFPモデル：アクセシビリティにより「TFP：全要素生産性」への変化の関数を追加したモデル。
- ・自己回帰モデル：標準モデルの自己相関の課題に対応するため、ラグ（前年度変化の差分）変数を導入するモデル。

各モデルの推計結果からは全てのモデルで投資額を超える結果となったが、課題点の改善を試みた自己回帰モデルの値が他モデルと大きく異なる結果となった。改善を試みたモデルの結果をふまえると、標準モデルも含めた各モデルの構造について再確認が必要である。

3. SCGE分析を用いた高速道路整備による地域別・産業別経済効果の把握

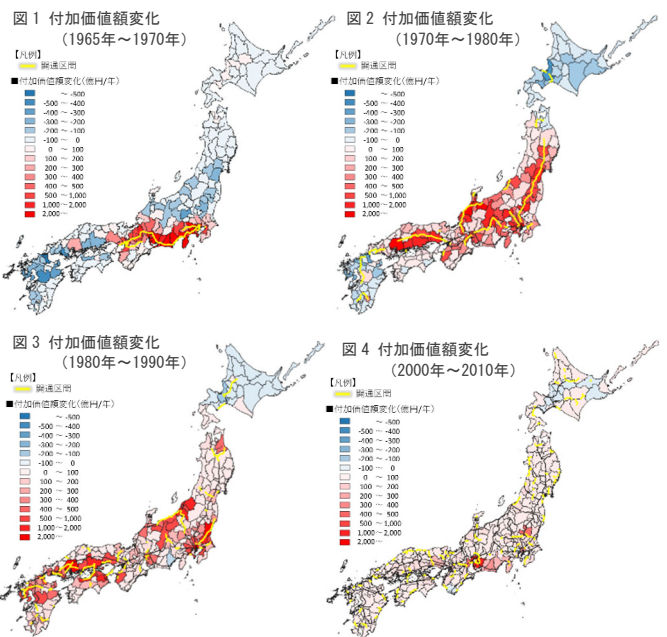
全国の高規格幹線道路整備の経済効果について、地域別、産業別の効果を年次別に把握するため、空間的応用一般均衡（SCGE）モデルを用いて推計を行った。

(1) 地域別・産業別経済効果の計測法

1965年以降の高規格幹線道路整備による経済効果について、空間的応用一般均衡（SCGE）モデルを用いて地域別（207生活圏）、産業別（16産業）に計測した。計測にあたっては、1965年から概ね10年ピッチで交通ネットワークを構築し各年次の地域間所要時間を算出することで年次別の経済効果（付加価値額変化）を計測した。

(2) 年次別に見た地域別・産業別経済効果

各年次毎の高規格幹線道路整備が地域経済へ与えた影響として、付加価値額としての経済効果をみると、1965年～1970年では東名・名神沿線の東海エリアで集中的に発現しているのに対して、1970年～1980年では本州に広く効果が生じており、これは東北自動車道や中央自動車道、中国自動車道等の大都市圏と地方都市を結ぶ路線の開通による効果と考えられる。また、1980年～1990年では北陸地域、瀬戸内海エリアで比較的大きな効果が生じているが、これは関越自動車道や北陸自動車道の整備、瀬戸中央自動車道（瀬戸大橋）の開通による効果と考えられる。そして、近年の2000年～2010年をみると、全国的に効果が比較的万遍なく生じている様子が分かる。この年次は幹線に繋がる整備延長の比較的短い路線の整備が各地でなされた年代である。



(3) 課題点等

本推計では、全国207生活圏のゾーニングによる生活圏間の所要時間変化による分析としており、ゾーン内々の所要時間変化についてはみていない。これは広域的な把握を主眼とした設定ではあるが留意が必要である。なお、生活圏内々の時間変化も含めた算定には、作業負荷を考慮しつつ目的に応じた対応が望ましい。

また、本推計では農林水産業および製造業が道路整備による直接的な効果を受取る産業として設定し、サービス業についてはこれらの産業からの間接的な影響のみを考慮に入れた分析としている。これは、サービス業の地域間取引に関するデータが不十分などの要因によるものであるが、特に商業については道路整備効果を受取りやすい産業であることから、今後、SCGEモデル内での扱いに含める検討をしていく必要がある。

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、経済効果算出時における基礎資料としての活用を予定している。

冬期道路対策への住民参加の促進に関する調査

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

社会資本マネジメント研究センター 建設経済研究室

(研究期間 令和元年度～令和3年度)

室長 小俣 元美
主任研究官 原野 崇

[研究目的及び経緯]

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

令和2年度は、豪雪地帯対策特別法に基づき豪雪地帯・特別豪雪地帯に指定されている532市町村を対象とした『豪雪地帯基礎調査』を基に、住民等の除雪活動に対する自治体等の支援策について、その地域の社会経済状況等との関連性や傾向について分析した。「人口が多い」、「生産年齢人口の割合が高い」、「除雪計画延長が長い」自治体ほど住民等の除雪活動に支援を実施している割合が高い傾向や、支援実施状況の全国的な分布等が明らかになった。

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

歴史まちづくりの取組促進に資するプラットフォームの構築に関する研究

Research on platform development for contribution to the conservation and utilization of historical resources.

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室

(研究期間 令和2年度～令和3年度)

室長 大石 智弘
研究官 岩本 一将

[研究目的及び経緯]

平成20年の「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律（歴史まちづくり法）」の成立後、令和2年4月1日現在、全国81都市が同法の規定に基づく歴史的風致維持向上計画の認定を受けている。本研究では、これらの認定都市に対して、計画に基づく中長期的な取組の成果とその達成プロセスを把握し、より効果的な計画の運用へとフィードバックするために、各取組のノウハウの共有・ネットワーク化を可能とするプラットフォームの作成に取り組んでいる。

本年度は、歴史まちづくり法の認定計画に基づく取組成果が顕著である認定都市を個別に調査し、事業実施上の工夫と留意点に関する情報等を収集するとともに、「歴まち」情報サイトの掲載内容を参考として各認定都市へ認定都市間で共有することが望ましい情報に関するアンケート調査を実施し、今後の取組促進に必要なと考えられる情報を把握・整理した。

AI や IoT 等の新技術を活用したパークマネジメント手法に関する研究

Research on park management using new technologies such as AI, IoT and the like.

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

室長 大石 智弘
主任研究官 山岸 裕

[研究目的及び経緯]

緑化生態研究室においては、特に都市公園の効率的・効果的な維持・管理及び運営の推進を図るため、新技術の活用について総括的に調査を行い、その利用状況や適用可能性について検討を行っている。

令和2年度は、この調査に必要な基礎資料とするため、AI や ICT 等の新技術に関し、都市公園の維持・管理及び運営分野で適用可能と考えられる技術について、文献調査を基本とした100事例の概要調査を行い、その内30事例についてはヒアリング調査による情報収集も行い、都市公園での適用可能性についての検討を行った。さらに、30事例において適用可能と判断された新技術5ケースについて、実際の公園に適用するにあたって、公園の立地、公園種別、規模等を勘案し、該当する新技術の導入・運用にかかるコスト、利用者・公園管理者にとっての利便性・有用性、リスク、課題等についてケーススタディを行った。

グリーンインフラの機能の定量評価及び現況調査の手法に関する研究

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

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

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

室 長 大石 智弘
Head OHISHI Tomohiro
研 究 官 金 甫 炫
Researcher KIM Bohyun

This research, in order to understand the evaluation method and current status survey method for various functions of green infrastructure, we investigated past research and overseas evaluation items (GI-Val, i-Tree Eco, IMCES, etc). Based on this, we conducted a survey of overseas systems and a hearing survey of experts and related local governments to understand the ideal evaluation method and needs.

〔研究目的及び経緯〕

グリーンインフラ（以後 GI）は、国土形成計画において、「社会資本整備、土地利用等のハード・ソフト両面において、自然環境が有する多様な機能を活用し、持続可能で魅力ある国土づくりや地域づくりを進めるもの」とされている。また、国土交通省が、令和元年に公表した「グリーンインフラ推進戦略」では、「グリーンインフラに関する評価手法の開発等」を推進方策の一つとされている。

本研究は、グリーンインフラの機能評価において、定量・定性を含めた評価指標の整理及び評価手法の事例調査を行う。さらに、海外の評価事例や有識者及び関連自治体へのヒアリング調査を行い、評価のあり方やニーズなどを把握し、グリーンインフラの機能評価の方向性を整理することを目的として実施した。

〔研究内容〕

1. グリーンインフラの機能評価における現況調査手法及び評価指標の整理

GI の現況調査手法及び評価指標は、既往論文などの文献や海外で使用されている評価事例などを対象に資料の収集を行った。特に、評価指標については、実際にこれらを使用し評価する技術者の立場等を考慮しながら、ヒートアイランド現象緩和や温室効果ガス吸収など、GI に期待している主な機能毎に評価指標の整理を行い、定量評価が可能な機能や評価に必要なデータなどについて検討を行った。

2. グリーンインフラの評価手法の整理

GI の実装に向けて、評価の目的に適した手法を検討するため、機能評価を制度に取組むなど、GI の推進や地域課題解決を目的としている諸外国の事例について調査を行った。そして、これらの事例の内、GI が有する機能について、複数の機能を総合的に評価するなど、評価手法の検討に参考となる事例（5 事例）について、評価の背景や目的、評価している機能、手法など、その特徴について整理を行った。

3. グリーンインフラの機能評価の進め方

本研究での調査、検討内容を踏まえ、「今後のグリーンインフラ機能評価の進め方」を作成し、GI として緑の有する機能評価の社会実装における今後の課題やあり方について整理した。

〔研究成果〕

1. グリーンインフラの機能評価における現況調査手法及び評価指標の整理

GI の現況調査は、緑被率、緑地面積といった「緑地」に関するデータの使用が多く、調査項目は、表-1 のとおり、面積、植生、NDVI（植生指数）、樹高などがあつた。現況調査手段は、航空機（レーザー測量）3 件、衛星画像 3 件のほか、近年技術開発が進む無人航空機（UAV）も 4 件あり、植生や NDVI は衛星画像、樹高は UAV による取得が多かつた。

評価指標は、機能評価に関する海外ツール、諸外国の計画、国内の既往研究などの事例から、表-2 のとおり、期待される主な機能ごとに整理した。

グリーンインフラを社会実装する際の機能評価指標として、子どもの遊び場・子育て支援、コミュニティなどの機能評価は、定性評価に留まっていたが、他の機能については、定量評価が可能な指標が多かつた。特に、ヒートアイランド現象緩和、温室効果ガス吸収の評価は、比較的分かりやすく、簡易的な手法が多かつたが、都市水害の軽減、津波被害の軽減などの評価は、入力データや算定式が難しいため、簡易的な国内評価手法の開発が必要であると考えられる。

表-1 グリーンインフラの現況調査手法と調査項目

現況調査手段	件数	調査項目						
		面積	植生	NDVI	樹高	胸高直径	葉の量	樹種
航空機	3	2	0	0	1	0	1	0
衛星	3	2	3	3	0	0	0	0
UAV	4	0	1	1	3	0	0	1

表-2 グリーンインフラの機能（効果）と評価指標

機能（効果）	評価指標	特徴
ヒートアイランド現象緩和	・建物の省エネ ・気温 ・環境効率（BEEHI）	指標が分かりやすく、簡易評価も可能 大気浄化は、貨幣価値化の国内指標が必要 指標が分かりやすく、定量評価が可能であるが、国内で評価するための係数が必要 算定手法が難しい、簡易手法の開発必要 定性評価のみ
温室効果ガス吸収	・建物の省エネ ・炭素貯蔵・隔離	
大気浄化	・大気汚染防止対策の回避コスト（NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , CO, PM2.5） ・大気汚染物質の吸収量（NO ₂ , SO ₂ , O ₃ , PM2.5）	
都市における生物多様性の確保	・生物多様性（生物多様性保護WTP、野生生物適応性指数）	
再生エネルギー	・バイオマスエネルギー	
緑によるストレス軽減、森林セラピー	・短期欠勤の減少 ・紫外線強度の低減 ほか	
散歩、健康運動の場、介護予防	・死亡率低下 ・大気汚染への影響 ・レクリエーションの場	
良好な景観による不動産価値向上	・不動産価値 ・雇用創出	
良好な景観による都市の魅力向上	・緑地景観の価値	
都市農業の振興	・製品の市場価値 ・GVA（粗付加価値）	
観光振興	・観光支出 ・観光業に支えられた雇用	
地域の活動の場	・ボランティア時間	
都市水害の軽減	・植生への貯留・浸透（雨水流出量・CSO抑制量等）	
津波被害の軽減	・津波減衰（減衰エネルギー）	
大規模火災発生時の延焼防止	・延焼防止（遮断力）	
子どもの遊び場・子育て支援	・子どもの遊び場 ・子育て支援	
コミュニティ	・ソーシャルキャピタルの醸成（利用行動の多様性等）	

大気浄化の評価は、貨幣価値化をするための国内係数の設定が課題であり、都市における生物多様性の確保など多くの機能評価は、定量評価をするための、国内係数の設定が必要である。

2. グリーンインフラの評価手法の整理

各事例における評価手法の特徴は、下記に示すように大きく2つに分けられた。

(1) GIを必要としている場所を把握する評価手法

リバプールでは、都市の各地区におけるニーズやGI導入の具体的なアクションプランの決定までを行える戦略の作り込みが特徴的であった。

ロンドンでは、GIを導入するための機能評価と機能が十分に発揮されていない場所と機能の特定の両方の評価を実施しており、GI導入に向けた意思決定に活用可能なグリーンインフラストラクチャフォーカスマップや各地区の計画策定のための簡易評価係数の整理（グリーンファクター）を行っていた。

(2) GI個別機能の評価する手法

フィラデルフィア、ポートランドでは、全ての機能を定量的に評価することは難しく、一部の機能は、定性的な説明になってしまうことが課題として挙げられた。メルボルンの計画では、GIの価値を評価し、施策を進めているが、GIを導入による機能評価は実施しておらず、データ収集に留まっていた。

表-3 海外のグリーンインフラ評価手法の概要と特徴

	評価の概要	特徴
リバプール	GIを導入するために、地区ごとに課題と機能特定し、ニーズ評価を行っている。	GIの導入のため、ニーズに対して、現状において効果が十分に発揮されていない場所の特定を行っており、具体的なアクションプランがある。
ロンドン	グリーン・スペース・ファクターを用いて、各自治体が都市緑化計画を策定するための便益を数値化、ウェブサイト、グリーンインフラフォーカスマップを作成し、視覚的にGIの持つ効果が十分に発揮されているかどうかを可視化している。	現況評価方法とGIの不足部分を特定するための係数を整理している。GIの効果が不十分な場所を可視化することで、GIの導入の優先度が高い場所と機能を整理して、公開している（グリーンインフラストラクチャフォーカスマップ）。
フィラデルフィア	機能評価は既存報告書の指数を用いて定量評価を行っているもの、GIの定性的な効果が明らかになっている文献を根拠に効果を定性評価しているもの、定性評価の中でもオープンデータを用いてマップ化し、効果を判断しているものがある。	現況評価は指数やデータを用いた定量評価と文献やデータの可視化で定性評価を行っている。GIの機能を十分に発揮しているかどうか目標値を設定し、達成率を算出することで、定量的に評価している。
ポートランド	GI実装のため、定量評価手法を検討しているが、一部定性評価で機能評価している。	検討では、14機能の内、4機能が定量評価手法を検討しており、残り10機能は定性評価に留まっている。
メルボルン	現状評価としてi-Treeを用いてみどりの効果を定量評価している。	i-Treeの評価結果により、GIを推進することの価値を示し、施策を立案している。

3. グリーンインフラの機能評価の進め方

(1) 優先度の高いグリーンインフラ機能の選定

GIが有する多様な機能の評価は、気候変動への適応などの社会的な要望や、GI導入技術・評価技術の効果の確実性などの観点で、優先的に検討すべき機能の選定を予め行うことが重要であると考えられる。

(2) 国内で使用可能な評価手法の確立

個別機能を総合的に評価するため、算定用原単位（国内版）の収集、整理を行う必要がある。さらに、GIの社会実装のためには、GIの導入を計画する現場技術者にとって使いやすい（オープンデータの活用など）簡易的な評価手法の提示が重要であると考えられる。

(3) GIのニーズ評価とマッチング手法の確立

優先的に評価するGIの機能については、既存ツールや研究結果を活用することが可能であるが、さらなるGIの実装に向けては、リバプールのような、ニーズと現状のサービスを把握した上で、この両者のギャップを明確にし、解消するために必要な取組の推進を、各自治体で行っていくことが重要であると考えられる。

【成果の活用】

本研究成果は、GIとしての緑の評価手法及び整備・管理手法に関する研究において進め方の検討や評価項目設定等に資する基礎資料として活用する予定である。

東日本大震災からの復興に係る津波防災緑地等整備の状況と

その効果に関する研究

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

(研究期間 平成30年度～令和2年度)

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

室長 大石 智弘
Head OHISHI Tomohiro
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher IIZUKA Yasuo

The objective of this research is to organize the development state of public green spaces related to reconstruction after the Great East Japan Earthquake and also to organize knowledge to serve as a reference when developing similar public green spaces in the future. For 30 cases of reconstruction-related public green spaces, we compiled information on the organization outline as well as design, innovations in implementation, state of utilization after completion, and more. We also summarized the causes of and improvement measures for growth defects that occurred in forest areas serving as tsunami prevention green spaces.

〔研究目的及び経緯〕

東日本大震災以降、国は復興交付金制度を創設し、被災自治体における復興まちづくりを支援してきた。公園緑地分野では津波防災緑地等の公園緑地整備を財政的に支援するとともに、技術指針を作成し技術的な支援も行ってきた。その結果、これまでの復興まちづくりの中で様々な津波防災緑地等の整備が進められているが、実際にどのような方針・制度等のもと、どのような整備が行われたか等についての網羅的な知見は整理されていない。

そこで本研究は、復興に係る公園緑地の整備状況を整理するとともに、今後同様の公園緑地を整備する際に参考となる知見の整理を行うことを目的に実施している。

〔研究内容〕

1. 復興事業による公園緑地の整備状況の調査

復興事業による公園緑地の整備状況について、整備目的別に分類した上で整備概要と整備目的の達成や整備の効率化、整備効果の向上に繋げた方策、完成後の利活用状況等についてヒアリング調査を実施した。調査対象は、岩手県、宮城県、福島県、茨城県で整備された30公園とし(図-1)、結果は今後整備がされる他の地方公共団体の参考となるよう、整備事例集としてとりまとめた。

2. 津波防災緑地における樹林地の生育調査

福島県に位置する埴浜防災緑地(新地町)、四倉防災緑地と豊間防災緑地(いわき市)を対象地として、クロマツ林と広葉樹林の生育について良・不良が集団で認

識できる調査区を1調査区ずつ、計2調査区を抽出して生育状況調査と植栽基盤調査を行った。ただし、豊間防災緑地についてはクロマツのみとした。調査本数は、1箇所につき、クロマツ林については50本、広葉樹林については構成上位種5種を抽出して合計で200本を対象とした。調査結果は、良・不良の樹木形状と植栽基盤の土壌状況を比較することで生育不良となった要因を把握するとともに、改善策をとりまとめた。



図-1 調査対象とした復興事業による公園緑地

質の高い公共デザインの枠組みと進め方に関する研究

Research on successful schemes and implementation methods of public design

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

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

室 長 大石 智弘
Head OHISHI Tomohiro
研 究 官 岩本 一将
Researcher IWAMOTO Kazumasa

This project has aimed to figure out the key points for successful design management of public works. The data which including the issue point, its solution, and organization for implementation were investigated by questionnaire and interview surveys. As a result, the successful schemes were divided into four phases, conception, plan and design, construction, and management. In addition, this paper shows seven types of organizations for the public design which completely different between national and oversee. In the oversee types, the experts who is able to judge the public design are working at the municipality.

〔研究目的及び経緯〕

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

本研究では、地域のビジョンに適合し、かつ「用・強・美」を満たす高質な空間を生み出している事例を『質の高い公共デザイン』と定義し、それに該当する国内 22 事例および海外 6 事例を対象に、事業実現へと至るプロセスで発生した課題と課題解決の方法、取組体制等を調査した。

〔研究内容〕

平成 30 年度と令和元年度は、調査対象となる国内 22 事例の関係資料を事前に読み込んだ上で、各事例に共通すると考えられる課題を整理した（表-1）。その後、国内 22 事例の個別の課題およびその解決策、事業の各段階における関係主体の関わり方などを把握するための調査票を事例ごとに作成し、アンケート調査を実施した。22 事例の回答結果と、実際の現場において公共デザインの取組に関わった経験を有する有識者から聴取した意見もふまえて、事業の段階別（構想、計画・設計、施工、管理運営の 4 段階）のポイントや実現方策、事業の遂行に適した取組体制の構築等について、具体の事例紹介と併せて整理を行った。

表-1 各事例に共通すると考えられる課題

No.	課題
1	複数の施設や事業の包括的なデザイン
2	地域の課題やビジョンの明確化
3	施工時に至る設計者の継続的な関与
4	適切な発注方式の採用
5	デザインの質を担保できる有識者の確保
6	プログラムを想定した計画・設計
7	運営時に至る取組体制の確保
8	地域による適切な運営・管理
9	運営にかかる財源の確保
10	事業担当者の異動等に伴うノウハウの継承
11	縦割りを越えた統合性の確保
12	庁内の段階的な説明のフォロー
13	小規模事業のフォロー

令和 2 年度は、過年度の調査結果を踏まえて、海外の 6 事例を対象にヒアリング調査を実施し、課題解決の方法と関係主体の関わり方などについて整理した。

〔研究成果〕

1. 4 つの事業段階と各段階のポイント

図-1 に、国内 22 事例の調査結果を 4 つの事業段階に分けて、各段階で質の高い公共デザインを実現するためのポイント、およびポイントを実現するための方策、その方策を実現することが可能な取組体制を示した。以下、各事業段階のポイントと方針を説明する。

1) 「事業着手時・基本構想時」は、事業が立案され、予算確保や体制構築、計画・設計に向けた仕様書作成を実施する段階である。事業の枠組みを構築するこの段階で特に重要となるポイントは、地域や事業のビジョン・目的を明確にし、それを庁内の関係部局や地域住民などと共有することである。次に適切な発注方式の選定・遂行である。事業の規模や難易度に応じて、

一般競争入札ではなくプロポーザル方式を選択することで提案者の技術力を問い、地域のビジョン実現に必要な能力を有する設計者を選ぶことが可能となる。

2)「基本計画時・基本設計時・実施設計時」は、事業発注により計画・設計者が選定され、計画・設計が遂行される段階である。地域や事業のビジョン・目的が既に明確な場合、それに即した計画・設計を複数回・複数年度の期間に渡って継承させていくことがポイントとなる。加えて、当該段階では関係機関・関係者が多様化するが、施工時や管理運営時の段階にまで配慮した意思決定や合意形成、デザインの調整を行うことも重要となる。そのため、前段階で構築した体制を、事業の状況に応じて更新することも有効である。

3)「施工時」は、工事が発注され、施工が進捗する段階であり、前段階までのデザイン・設計の意図を適切に伝達することがポイントとなる。土木分野では一般的に施工監理業務が発注されないため、施工に携わる事業担当者がデザイン・設計の意図を理解し、適切に監督することが必要である。また、状況に応じてデザインの監理業務を発注することも有用だといえる。

4)「管理運営時」は、供用が開始されている段階である。この段階では既に設計者や施工者の関与がないことが多い一方で、修繕や改修が必要となった際には地域や事業のビジョン・目的を継承した対応を行うことが必要となる。また、施設の管理運営については、事前に地域の担い手と協働して取り組むことができる関係性を築くこともポイントとなる。

2. 多様な取組体制の類型化

調査を実施した国内外の事例では、多様な取組体制（デザイン行政）のもとで質の高い公共デザインが実現されていた。図-2に、それらの取組体制を類型化した内容を示した。国内事例では、有識者が助言を行う「委員会」・「アドバイザー」型以外にも、監理業務を別途民間企業へ委託する「監理業務委託」型、自治体の組織内に専門的な体制を設ける「インハウス」型、官民連携を前提とした公共空間の整備等を持続的に推進する組織を設ける「主体間連携まちづくり組織」型が存在する。一方で、海外事例では外部の有識者に頼ることなく、行政内部のチームもしくはディレクターが公共空間のデザイン調整を実施する「インハウス・チーム編成」型と「インハウス・ディレクター」型が存在することを把握した。

【成果の活用】

本調査結果は、取組体制の枠組みや質の高い公共デザインを創出する上でのポイントを整理した手引き形式の資料として取りまとめる予定である。

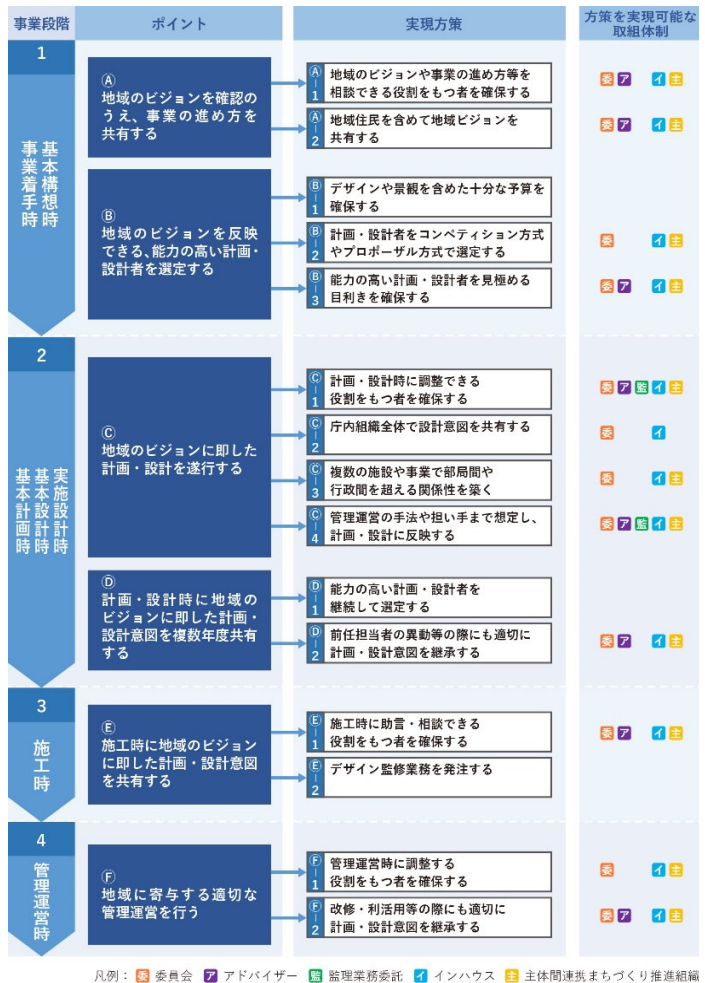


図-1 事業段階と検討項目の2軸を用いた事業実施のフロー

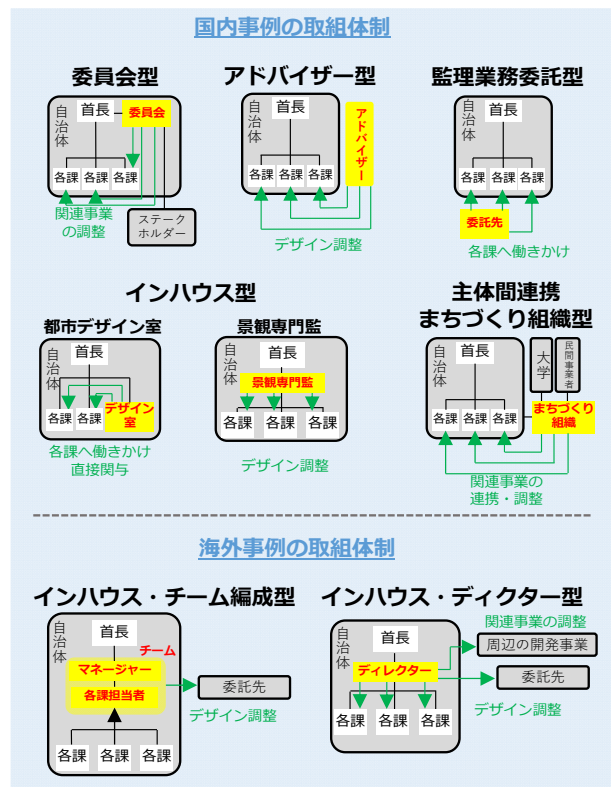


図-2 国内と海外における取組体制の類型

都市における緑農環境保全の計画・実現手法に関する研究

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

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

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

室長 大石 智弘
Head OHISHI Tomohiro
研究官 金 甫炫
Researcher KIM Bohyun

In response to the fact that urban farmland was newly designated as “what it should be” in the urban area, the amendment of the Urban Green Space Law clearly positioned urban farmland as one of the “green space”. This research was conducted for the purpose of organizing knowledge based on advanced cases in Japan and overseas planning and realization methods of green space and agricultural environment conservation for town planning in which urban and green space coexist.

【研究目的及び経緯】

平成 28 年に閣議決定された「都市農業振興基本計画」において、都市農地が新たに都市に「あるべきもの」とされたことを受け、翌年の都市緑地法等の改正により農地が「緑地」の一つとして明確に位置づけられ、都市における農地保全を支援する各種制度が創設・拡充された。そこで、本研究は、都市と緑・農が共生するまちづくりに向け、都市における緑農環境（農地や緑地的・農的に利用される空閑地等）保全の計画・実現手法等に関し、国内外の先進事例等をもとに知見の整理を行うことを目的に実施した。そして、都市における緑農環境保全・活用に関するそれぞれの課題や期待される役割などを整理した上で、有識者への意見聴取等をもとに、都市における緑農環境保全・活用の計画・実現手法の紹介資料素案を作成した。

【研究内容】

1. 都市における緑農環境保全の取組に関する現状と課題の整理

緑の基本計画における都市農地の保全・活用策の位置づけ、空閑地の緑地的・農的利用の取組、海外における緑農環境保全の取組に関する事例調査を行った。また、これらの事例調査をもとに都市における緑農環境保全の取組に関する現状と課題について整理した。

2. 都市における緑農環境を保全・活用していくための留意点の整理

都市農地の保全・活用の取組、空閑地の緑地的・農的利用の取組等に関する事例調査を行った。また、これらの事例調査の結果をもとに、有識者の意見も踏まえ、都市における緑農環境を保全・活用していくための留意点を整理した。

3. 都市における緑農環境保全・活用の計画・実現手法の紹介資料素案作成

都市農地から空閑地まで幅広い緑農環境における保全・活用事例など、本業務で収集した国内約 100 事例

の内、参考となる約 40 事例を抽出した。

それぞれの事例においては、参考となる特徴を分かりやすく整理するなど、地方公共団体が参考にしやすい形として、紹介資料素案を作成した。

【研究成果】

1. 都市における緑農環境保全の取組に関する現状と課題の整理

緑の基本計画（平成 11 年以降）では、約 7～8 割で都市農地の保全・活用に関する施策が記載されており、地方都市の割合は低いものの、平成 16 年度以降では、約 3 割に記載があった（図-1）。

緑の基本計画に位置付けられた農地の機能を地方公共団体がどう評価しているかをみると、「機能」として体系的に整理された事例は少なく、農地の活用方策の列挙から読み取れる例が多い。都市農地の保全・活用を緑の基本計画に位置付け、実施していく際には、その施策について、①保全・活用施策の複合的な実施、②地区指定による重点化、③農政等の関連部局との連携、④施策の実効性の確保を考慮すべきである。

そして、都市農地や空閑地に求める多面的な機能を

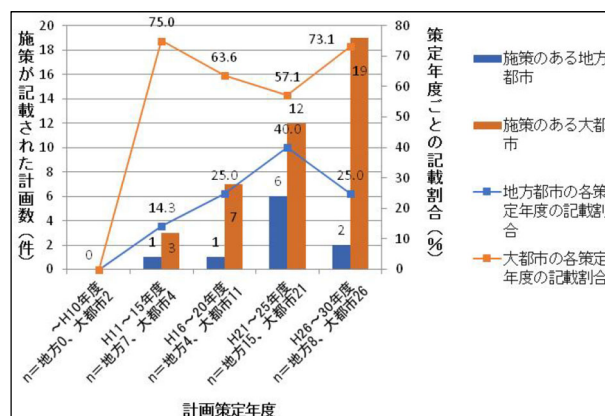


図-1 施策が記載されている計画の策定年度別件数

踏まえて検討する必要がある、海外のようなコミュニティ形成機能を活かした多文化共生や災害復興の貢献、コンパクト化を目指す都市ではフリンジの宅地化抑制、これらの施策の市民理解の促進等の新たな位置付けも考慮し、計画への位置付け方法を検討する必要がある。

2. 都市における緑農環境を保全・活用していくための留意点の整理

緑農環境の保全・活用、空閑地の緑地的・農的利用における留意点を表-1のように段階毎に整理した。

さらに、都市農地・空閑地に共通する留意点として、行政と保全・活用する主体をつなぐ中間支援組織の存在が挙げられた。中間支援組織に期待される役割としては、土地のマッチング、分野横断的連携、財源の確保・配分、人材育成、拠点となる施設の運営等が考えられる。なお、中間支援組織は必ずしも1つの組織で完結するものではなく、多様な分野の複数の組織・個人の集合体がその役割を果たすことも考えられる。

3. 都市における緑農環境保全・活用の計画・実現手法の紹介資料素案作成

緑農環境保全・活用の課題や手法は様々であることから、地方公共団体の担当者が取組やすく、各主体の役割や導入後の展開をイメージしやすい区分として、体験農園、貸農園等、既存事例の取組を切り口として、緑農環境活用の「7つのメニュー」を設定した。

紹介資料素案は、各メニューを代表する4~6事例において、その特徴を整理した事例のまとめシート(図-2)と個別事例の詳細内容(図-3)で構成され、地方公共団体の参考となるポイントをまとめて示した。

[成果の活用]

本研究成果は、緑農環境を保全・活用するための多様な手法を紹介する事例集として公表する予定である。

表-1 緑農環境保全・活用の留意点

	留意点
計画・準備・調整段階	<ul style="list-style-type: none"> ①戦略的な空間の選定 地域ニーズ、先導的取組隣接する場所 ②アクター間のマッチング 土地提供に対するハードルを下げる工夫 ③取組内容の検討 ④土地所有者へのインセンティブの付与 ⑤周辺地域へのアプローチ
実行段階	<ul style="list-style-type: none"> ①体制の確立 検討段階から市民参画を促す、地域で活動しているまちづくり団体等と積極的に連携 ②まちづくりの観点から他分野と連携 ③地域住民等の参画の促進 ④財源の確保 取組主体が初期費用を獲得できる状況となるよう、行政としてサポート ⑤ブランディング 販路を拡大し営農継続のモチベーションを高める、地域農業に対する関心の高まりに貢献
継続段階	<ul style="list-style-type: none"> ①都市住民のニーズを踏まえた柔軟な運営 利用者が飽きない事業の運営 ②自主財源の比率の拡大による自走化 自走的な財源を獲得していくことが重要 ③周辺地域との連携の拡大 まちづくりNPO等、周辺地域団体との連携 ④人材育成 農に関わる幅広い分野で農家をサポート

1. メニュー3. 貸し農園

1) 事例の特徴

貸し農園は、利用者が区画を借りてより本格的に農に関わる場である。利用者が区画を借りて、自分で計画しながら農作業を行うことができるため自由度が高い。農業指導をサービスとして伴い、利用しやすくしている事例もみられる。

行政が関与する公営のもの、事業者が運営する民営のものが主である。区画貸農園が主であるが、会議室等を併設して利用の多様化を図っている事例もある。

事例	立地	所有	制度	運営主体	施設・設備	機能
1	跡地	公	有	行政	区画貸農園	レクリエーション
2	農地	民	有	市民・NPO等	共同園	防災空間の確保
3	空地	民	実験	学校	区画貸農園	景観の改善
4	予定	公	無	その他	共同園	防災空間の確保
5	空地	民	無	学校	共同園	景観の改善
6	敷地	民	無	学校	共同園	景観の改善

【凡例】
運営主体：[計画段階] ★=企画した主体 [実行段階] ■=運営主体、○=関係団体
施設・設備、機能：●該当する ○=小規模で該当する

1. 渋谷区民菜園 (東京都渋谷区)

既存の農地が存在しない中心市街地において、小学校跡地や小田急電鉄の資材置き場を活用して区画民菜園を開設。区民が自由にふれあい交流する機会を提供。

[Point] 空き地の菜園利用で緑のふれあい促進!

2. ほかほか自然農園 (愛知県名古屋市)

民間事業者が障害者の社会参画の場づくりとして市民農園を開設。新規就農者による農地確保が難しい中、名古屋市の農地バンク制度の利用により、農地貸借のマッチングが成立。

[Point] 農地バンクを活用して市民農園開設!

3. まちなか菜園・花壇 (山口県下関市)

国交省の助成金を活用して(財)下関21世紀協会が、斜面住宅地の空き地3箇所で菜園・花壇を整備。利用料を維持管理に充てる仕組みを実験的に検証。

[Point] 空き地の菜園利用の仕組みを実証!

4. 町田山崎園地農園 (東京都町田市)

団地の管理事業者が、団地内の都市計画道路用地の一角に地域コミュニティの活性化目的として、居住者を対象にした貸し農園を整備。大学とも連携して収穫祭等イベントを開催。

[Point] 菜園が団地のコミュニティ活性化に寄与!

5. 北加賀谷みんなのうえん (大阪府大阪市)

民間所有の空き地・空き家を活用し、NPO法人が地域住民を巻き込んでコミュニティ農園を整備・運営。農園作業だけでなく、農・食・アートに関する様々なイベントを開催。

[Point] 多様なイベントで市民参加が活発に!

6. サンライズフレア農園 (大阪府豊中市)

築20年のマンションオーナーがNPO等と協働し、マンションの駐車場に農園を整備。マンションに新たな価値を生み出すとともに、イベントを通じて住民同士や地域住民との交流を促進。

[Point] 駐車場の農園化で住民交流を促進!

図-2 メニューのまとめシート (メニュー3 貸し農園)

メニュー4. コミュニティ農園-事例2

事例名	商店街の活性化に農を活用 (油津アーケード農園)	
課題・背景	シャッター街と化した中心市街地の商店街の再生が課題である。	
重要 Point	<ul style="list-style-type: none"> 広報 人材 多角化 仕掛け 連携 最終目標は営業する店舗を増やすことであるが、空き地の暫定利用で都市農地=人が集まる場を設けた。	
活用前の土地利用	旧商店 (油津商店街の旧商店を壊して一角に農地を整備)	
制度	有り 無し 実験	
運営主体等	行政 市民 ★事業 学校 他 行政：日南市商工観光課(地元調整)・農政課(野菜作り指導) (関連事業：地域振興課(日まちづくり総務課)商工観光課、商工政策課、観光・IT・学課) 事業者：日南まちづくり(株)(農園主催)、木藤良太氏(テナントミックスサポートマネージャー)(農園企画)、日南地区建設業協会青年部(農園整備、協力)	
施設・設備	菜園 区画 団体 共同 花壇 広場 樹林 会議 飲食	
機能	確保 人材 理解 防災 景観 コミ レク	
市町村名	宮崎県日南市	
取組期間	平成25年~平成27年(2年間) ※現在はテナントショップ街として活用	
土地所有	民有地	
面積	約100㎡	
事業概要	シャッター街と化した商店街の再生に向けて、日南市から委託を受けた事業者が旧商店街跡の空き地活用策として商店街の一角に農園を開設した。農園キッズや大人サポーターを募集して、子供たちを中心とする野菜づくりプログラムや収穫祭等を実施し、農体験者の増加から、商店街利用者の増加へとつなげた。	
行政の関与	市は「日南市中心市街地活性化基本計画」をもとに商店街再生に向けてテナントミックスサポート事業を導入し、木藤氏に委託して空き店舗対策に取組んだ。農園は油津商店街コミュニティ創出事業として市が日南まちづくり(株)に委託して実施。	
取組段階ごとの実施内容	□計画段階 日南市が中心市街地活性化のため、①給料月額90万円、②油津へ移住、③20店舗のシャッターを開けるという条件で商店街再生のプロを公募し、選ばれた木藤良太氏がテナントミックスサポートマネージャーとして旗振り役となった。	
	■実行段階 木藤氏は商店街の空き地の暫定利用として農園整備を日南地区建設業協会青年部に依頼し、日南まちづくり株式会社主催で約3ヶ月のタイム毎に農園キッズとして参加する子供、大人サポーターを募集し、日南市農政課の指導のもと体験型の野菜作りプログラムを提供した。参加費は保険料500円で2回作業を行い、収穫祭では採れた野菜のスムージーの販売等も行った。農園以外のイベントも多数開催し、「商店街で面白いことをやっている」と印象付けた。	
	□継続段階 木藤氏は商店街再生事業を継続するため株式会社油津店団体を設立し、国の補助を受けて平成27年度からは農園はテナントショップ街ABURATSU GARDENに生まれ変わった。オープニングセレモニーにはかつて農園活動に参加していた子供たちを招待し、耕した農園がお店に変化したことを共有した。	
備考	テナントミックスサポート事業、油津商店街コミュニティ創出事業等は中心市街地活性化ソフト事業(総務省)の支援措置を受けた。※中心市街地活性化のため交付税が単独事業で行う認定基本計画に位置づけられたソフト事業に関する経費の50%を特別交付税により補償	
【凡例】	濃い塗り：当該事例が主に該当する区分(運営主体等の欄においては運営主体) 枠線箇所：当該事例で一部、部分的に該当する区分(運営主体等の欄においては関係団体) ★取組を企画した主体 ■：特に重要な段階	

図-3 個別事例の詳細内容 (メニュー4の個別事例2)

目標となる河川植生の成立条件及び実現手法に関する検討調査

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

(研究期間 平成 30 年度～令和 2 年度)

社会資本マネジメント研究センター

緑化生態研究室

Research Center for Infrastructure Management

Landscape and Ecology Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

舟久保 敏

FUNAKUBO Satoshi

山岸 裕

YAMAGISHI Yutaka

This survey collects case examples of natural restoration and preservation such as natural restoration projects that have been conducted in rivers widely so far, conducts cross-sectional analysis and evaluation according to target natural restoration types and contents, and extracts and organizes the factors of the effects and problems. Then we are going to provide a technical report for further effective and efficient implementation of these projects in the future. In fiscal 2019, we collected 5 cases of natural restoration projects including anti-flood ponds and lakes which types were never collected last year. Then we classified target natural restoration types including the 5 cases and last year's 26 cases into 5 types, sand and gravel riversides, wetlands, reed fields, anti-flood ponds and lakes. After that we extracted and organized the factors of the effects and problems, and we made a draft of the technical report.

〔研究目的及び経緯〕

平成 9 年度の河川法改正において、新たに河川環境の整備と保全が河川管理の目的に位置付けられた。その後、全国の河川においては、自然再生事業や多自然川づくりにより、ヨシ原再生や希少種保護、外来植物防除など、一定の目標植生を定めた河川環境の整備・保全の取組が実施されるようになっており、それらの取組の一部は、取組ごとの経緯や結果が紹介されている。しかしながら、それらの取組を一様に取扱い、良好な事例や課題の残る事例の要因を分析し、共通事項等を整理した事例は少ない。

そのため、国土技術政策総合研究所では、これまでの自然再生事業等の自然再生・保全の取組事例を広く収集し、目標タイプ・内容別に横断的な分析・評価を行い、効果や課題のみられた取組の要因を抽出整理することにより、今後のこれら取組の一層の効果的、効率的な実施を目指すための技術資料をとりまとめることとしている。

令和元～2年度は、平成 30 年度収集した河川における 26 箇所取組事例に追加し、湖沼及び遊水地等 5 箇所の植物の保全・再生を事業目的とする自然再生事業等の取組事例について情報収集を行った。また、平成 30 年度実施した事業目的タイプの分類の再分類を行い、河川における目標植生を実現するための効果的な手法に関する知見をまとめた基礎資料を作成した。

〔研究内容〕

1. 事例の調査

全国の河川における主に植物の保全・再生（特定の種のほか群落を対象とするもの、また、特定の種や群落の保全のために外来種等を駆除する取組を含む。さ

らに、植物自体ではなく、植物が生育する空間や環境条件の保全・再生の取組も含む。）を事業目的とした自然再生の事例（過年度に実施、終了した事例も含む。）を 5 事例（湖沼及び遊水地を含む。）調査した。

調査は、事業者等のウェブサイトや文献等の公開情報をもとに行い、平成 30 年度の調査事例 26 箇所も含めて事業者への電話、メールでのアンケートにより補足した。

2. 事例の分類整理と分析

(1) 事業目的のタイプ及び設定の考え方の整理

平成 30 年度の調査事例 26 箇所に令和元年度調査事例 5 箇所を加え、再度、事業目的タイプの再分類を行った。

(2) 事業実施の効果の把握及び評価方法の整理

平成 30 年度調査事例も含めて、各事例の事業実施の効果の把握するとともに、モニタリング結果等をもとに評価方法についても整理した。なお、効果の把握については、1. で実施した事業者へのアンケート調査結果も用いた。

(3) 事業実施の効果の発現プロセスの分析

各事例毎にインパクト・レスポンスフロー図を作成し、効果の発現プロセスの分析を行った。

(4) 事業実施の効果の要因の分析

平成 30 年度調査事例も含めて、事業目的のタイプ分類毎に事業実施の効果を事例間において比較検討し、良好な事例、課題が残る事例についてその要因を分析し、事例毎にとりまとめた。なお、事業実施の効果について事例間の比較検討を行うにあたり、礫河原において、一部、ネットワーク分析の手法を用いた。

3. 基礎資料の作成

平成 30 年度調査結果及び 1. 及び 2. の調査結果等をもとに、河川における目標植生を実現するために自然再生事業等において計画策定や事業実施を行う際の効果的な手法について取りまとめた河川管理者向けの資料の作成を行った。

[研究成果]

1. 事例の調査

令和元年度～令和 2 年度の調査事例として、5 事例を抽出し、参考事例集を作成した。また、平成 30 年度に作成した 26 箇所参考事例集についても、追加で実施したアンケートや追加収集した資料を踏まえて、可能な限り、最新のモニタリング結果や知見等を反映し、再編集した。

2. 事例の分類整理と分析

平成 30 年度の調査事例 26 箇所に令和元年度～令和 2 年度調査事例 5 箇所を加え、以下の分析を行った。

(1) 事業目的のタイプ及び設定の考え方の整理

平成 30 年度に実施した事業目的のタイプ分類を再検討した。具体的には、河川植生の再生を目的とする自然再生事業では、自然再生計画において目標植生・植物種を定め、その生育基盤（目標とする空間）の創出、再生を図っている。そこで、表-1 に示したように、自然再生事業の目的・内容を「目標とする空間タイプ」と「目標とする植生タイプ」の両面から分類し、「事業目的タイプ」を設定することとした。

(2) 事業実施の効果の把握及び評価方法の整理ほか

[研究内容] 2. (2)～(4) で示したようにこれらの項目についての整理・分析を行った。

(3) 基礎資料の作成

本調査結果及び既往文献等をもとに、河川における目標植生を実現するために自然再生事業などにおいて計画策定や事業実施を行う際の効果的な手法について取りまとめた河川管理者向け資料（1. で作成した参考事例集含む）の素案（以下、「基礎資料（案）」という。）を作成した。

基礎資料（案）の目次構成は図-1 の通りである。

[成果の活用]

基礎資料の内容を精査し、現場で自然再生事業を行う上で活用しやすい技術資料としてとりまとめ、公表していく。

表-1 事業目的タイプの設定

事業目的タイプ	空間タイプ	植生タイプ	備考
(1) 礫河原	礫河原 ワンド	河原植物 —	ワンドは礫河原に合わせて消長し、特に依存して生ずる植生を有さない。
(2) 湿地	湿地（陸域）	湿生植物、ヨシ原	河川背後の陸域
	たまり（池） ワンド、クリーク（導水路）	湿生植物、水生植物（沈水、浮葉、抽水） 湿生植物、水生植物（抽水）	閉鎖水域、止水環境 河川と接続する水域
(3) ヨシ原	水陸移行帯（河岸）	（水域の）ヨシ原	河川の水際部
	湿地（陸域）	（陸域の）ヨシ原	河川背後の陸域
(4) 遊水地	湿地（陸域）	湿生植物、ヨシ原	陸域
	たまり（池） クリーク（導水路）	湿生植物、水生植物（沈水、浮葉、抽水） 湿生植物、水生植物（沈水、抽水）	閉鎖水域、止水環境 河川と接続する水域
(5) 湖沼	水陸移行帯（湖岸）	水草（沈水、浮葉、抽水）、ヨシ原	水位変動域

第 1 章 共通事項の整理

1-1. 自然再生事業の背景

1-1-1. 自然再生事業に至るまでの経緯・河川環境の変化

- (1) ダム、頭首工および砂防施設の建設に伴う影響
- (2) 砂利採取による影響
- (3) 河道の直線化（捷水路）による影響
- (4) 河道内樹木の利用減少による影響
- (5) 外来種の侵入による影響

1-1-2. 課題

- (1) 河川環境上の課題
- (2) 課題の発生要因

1-2. 事業目的タイプの分類

- (1) 事業目的タイプの分類方法
- (2) 目標とする「植生タイプ」「空間タイプ」

1-3. 基本的な取組事項

1-3-1. 目標設定（年代、景観）の考え方

1-3-2. 施工区域の設定の考え方（総論）

1-3-2. 自然再生事業の目標設定や施工区域設定の基本的な考え方

- (2) 代表区間の設定の考え方
- (3) 改善対策の検討における改善地点の考え方
- (4) 自然再生事業の対象区域の選定（事例）

1-3-3. 事業実施方法

- (1) 順応的管理
- (2) 段階的実施管理（中長期的な目標を基に短期目標を設定）
- (3) 段階的実施管理（段階的の施工）

1-3-4. モニタリング実施方法

1-3-5. 地域及び関連機関との連携

- (1) 委員会、検討会などの設置
- (2) 自然再生協議会の設置

1-3-6. 植生再生に関するその他の留意事項

- (1) 種子供給（セーフサイトやシードバンクの整備）
- (2) 施工前の埋土種子の調査、表土除去
- (3) 外来種抑制（人力による抜き取り等）
- (4) 伐採後の樹木（ヤナギ類）の枯死対策

第 2 章 事業実施の効果および課題

2-1. 礫河原

2-1-1. 自然再生事業における礫河原再生

- (1) 設定目標 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

2-1-2. 事業実施の効果の要因の分析（礫河原）

- (1) 礫河原再生に係わる要因 (2) 検証、評価

2-2. 湿地

2-2-1. 自然再生事業における湿地再生

- (1) 設定目標 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

2-2-2. 事業実施の効果の要因の分析（湿地）

- (1) 湿地再生に係わる要因 (2) 検証、評価

2-3. ヨシ原

2-3-1. 自然再生事業におけるヨシ原再生

- (1) 目標設定 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

2-3-2. 事業実施の効果の要因の分析

- (1) ヨシ原再生に係わる要因 (2) 検証、評価

2-4. 遊水地

2-4-1. 遊水地の湿生植物、ヨシ原の再生

- (1) 目標設定 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

2-4-2. 事業実施の効果の要因の分析（遊水地）

- (1) 遊水地における湿生植物、ヨシ原の再生に係る要因
- (2) 検証、評価

2-5. 湖沼

2-5-1. 自然再生事業における湖岸植生帯の再生

- (1) 目標設定 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

2-5-2. 事業実施の効果の要因の分析（湖沼）

- (1) 湖沼におけるヨシ原、湖岸植生帯の再生に係る要因
- (2) 検証、評価

2-6. その他

- (1) 設定目標 (2) 実施内容 (3) モニタリングの実施方法

第 3 章 効果的な事業実施に向けての工夫と留意点

3-1. 計画段階：実現可能性を考慮した自然再生目標の設定

3-2. 実施段階：技術的知見の蓄積と継承

3-3. 維持管理段階：不確定要因とその回避

- 3-3-1. 事業完了後の出水への対応
- 3-3-2. 外来植物への対応

第 4 章 参考事例集

図-1 基礎資料（案）の目次構成

道路植栽地の適正な維持管理に関する研究

Study on appropriate management of roadside planting areas

(研究期間 令和元年度～令和2年度)

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

室長 大石 智弘
Head OISHI Tomohiro
主任研究官 飯塚 康雄
Senior Researcher IIZUKA Yasuo

The objective of this study was to compile technical materials on the field utilization of an appropriate management method that enables roadside planting areas to demonstrate a continued revegetation function. Specifically, after on-site confirmation of field issues in uprooting countermeasures for street trees, reconstruction techniques for medium- to small-sized trees, and weed suppression techniques, we grasped the causes of and countermeasures for each problem.

[研究目的及び経緯]

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

本研究では、街路樹の根上り対策、中低木植栽の再生、雑草対策の最適化について検討を行い、道路植栽地が緑化機能を継続して発揮できる適正な維持管理手法について、現場で活用できる技術資料をとりまとめることを目的としている。

[研究内容]

1. 街路樹の根上り対策方法の検討

街路樹の根上り発生状況について、根上りによる縁石・舗装の浮き上がりの障害規模を調査することにより、樹種の違いや植栽地形状、樹木の経年的成長の関係から発生要因を把握した。また、街路樹や公園植栽木における根上り対策工の事例調査を行い、経年的な状況を踏まえた対策効果を確認した。これらの結果に樹木の根上りに関連した国内外の論文や既存文献等を参照し、根上り対策方法に関する技術資料(案)をとりまとめた。

2. 中低木植栽の再生方法の検討

道路に植栽されている中低木(主として樹高3m未満の形状寸法で用いる樹種)について、中低木植栽に求められる①道路緑化機能、②道路交通機能、③生育の健全性の3つの観点から現地調査により適切・不適切となる生育実態を把握した。また、中低木植栽を再生した事例調査を行い、再生における目標設定や再生方法等を整理した。これらの結果を基に、中低木植栽の再生方法に関する技術資料(案)をとりまとめた。

3. 雑草の抑制技術の整理

道路植栽地における雑草の繁茂実態を調査することにより、生育状況(植物種名、植物高さ、植被率等)、植栽環境、交通障害の発生状況等を把握し、代表的な雑草30種について国内の既存文献等も参考にしつつ生育期間、開花及び結実時期、草高等の生態的・形態的な特徴について整理した。また、雑草の繁茂を抑制する技術について、既存文献や公表資料等を収集するとともに現地での効果確認を行い、代表的な20工法を整理した。

[研究成果]

1. 街路樹の根上り対策方法

根上りの発生要因としては、地上部の成長と同調して根系が土壌中の水分と養分を求めて広がる特性に対し、植栽空間(植栽基盤を含む)と樹種特性の不適合や根系伸長の未制御、植栽空間を超えた大径木の放置など、設計から維持管理の段階までに関連した要因がある(図-1)。

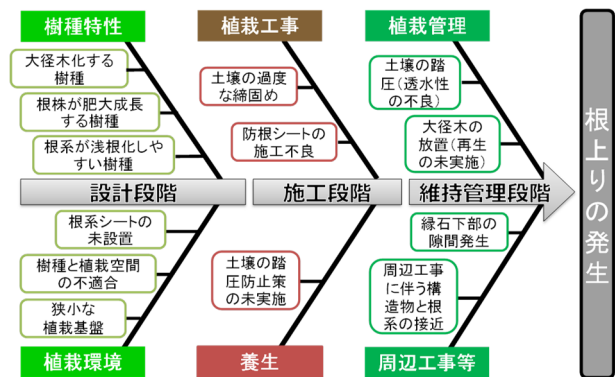


図-1 根上り発生要因

	予防策	改善策
I 道路 構造物 における 対応	樹木と構造物等との距離の確保 ※根元から最低でも1.0m以上離すことが望ましい	歩道の再整備 ※横方向への移動(回避) ※縦方向への移動(回避)
	構造物(縁石・舗装)の強化 ※目地部分を本練りモルタルで確実に固定 (目地材(砂・モルタル)、コンクリート、縁石、砕石(基礎)、土壌(固結))	構造物(縁石・舗装)の強化 ※ベース付き縁石と連結プレートによる強化事例(提供:名古屋市の)
II 植栽 基盤 における 対応	植栽基盤の確保 ※根系が伸長できる良好な土壌とボリューム	根系の伸長空間の拡大 ※歩道下に耐圧性のある基盤材を設置
	根系の伸長空間の制限 ※構造物の方向に根系を伸長させないようするための遮断と誘導シート	根系の伸長空間の制限 ※根系遮断シートを設置
	根系切断 ※根上り被害を発生させる予兆のある根系を事前に切断除去	根系切断 ※根上り被害を発生させた根系を切断除去
	樹種選定 ※植栽空間に見合った樹種、大径木化や根上りにくい特性の樹種を選定 右写真:狭い植栽樹に植栽されたハナミズキ	更新(樹種転換) ※植栽空間に見合った異なる樹種や品種への更新 右写真:ソメイシノからコシノヒガンザクラに転換

図-2 根上り対策工(例)

根上り対策工は、発生要因に対応して主に設計、施工段階での予防策と維持管理段階での改善策に分類される(図-2)。さらに、対策の実施対象として道路構造物、植栽基盤、植栽樹木に分かれ、これらを複合的に組合せても実施する。なお、植栽基盤の改良や根系切断等の樹木生育に悪影響を及ぼす対策工については、植栽樹木の生育が良好でない場合に樹木の枯死につながる恐れがあることにも留意して、事前の生育状況調査が必要となる。

2. 中低木植栽の再生方法

中低木植栽が不適切となる要因としては、「植栽場所の不適合」、「生育不良」、「過繁茂」及び「雑草の侵入・繁茂」があり、これらに対して「保全」、「再整備」、「撤去」を選択して再生を図ることとなる。さらに、道路空間の再配置などの環境変化に応じた再生も必要となる。

主な再生方法としては、保全では「樹形管理」、「樹勢回復」、「維持管理方法の転換」、「人為的影響の防止」等が、再整備では「更新」、「植栽方法の変更」等が、撤去では「植栽の撤去」、「植栽地の撤去」等がある(図-3)。

3. 雑草の抑制技術

	再生方法	
I 保全	樹形管理 ※定期的な刈り込み剪定	樹勢回復 ※土壌改良
	維持管理方法の転換 ※地域連携による協働管理	人為的影響の防止 ※植樹帯への踏み込み防止
II 再整備	更新 ※這性樹種への転換(ハイビャクシン)	植栽方法の変更 ※移動可能なプランター植栽方法
	植栽の撤去 ※植栽のみの撤去	植栽地の撤去 ※植栽地をコンクリート舗装

図-3 中低木の再生方法(例)

雑草の特性		対策事例	
種名	セイタカアワダチソウ(キク科)	①物理的な防除	
道路での繁茂状況		 ※防草シート	 ※防草コンクリート
特徴	高さが2.5mに達する大型の多年草。道ばたや空き地、河川敷等に生え、長い地下茎で盛んに栄養繁殖して、大群落をつくる。	 ※防草ブロック	 ※緑石の隙間からの雑草発生をブロックの切り欠き部で抑制する防草ブロック
雑草繁茂での障害	繁茂した草が壁状となり、通行者の視認性障害が生じる。低木植栽がある場合には、低木の生育障害が発生する。	 ※再生資材による被覆(腐瓦)	 ※地被植物による被覆(ヘア)
防除のポイント	①生えてこないように物理的に植栽地土壌を封じ込める。 ②種子だけでなく地下部(根系)でも繁殖するため、地上部が種子をつけ枯れた後も地下部が2年以上生き残り繁殖する。刈り込みによる消滅は基本的に不可。根系を薬剤により枯殺すると同時に、埋土種子も枯殺する。	②薬剤による防除	
		 散布前	 散布2年
		※2年間の継続した薬剤散布による、セイタカアワダチソウ等の雑草駆除の例	

図-4 雑草の繁茂抑制方法(例)

道路に繁茂しやすい雑草について、生態的な特徴、雑草繁茂で発生する障害、防除のポイントを整理するとともに対策方法についてとりまとめた(図-4)。これらの対策方法は、適用場所の道路構造や土地利用状況等に応じて選択することと、施工後の資材の劣化や飛散した土壌の堆積等により再発生を予防するための維持管理が必要となることを認識しておくことが重要である。

【成果の活用】

本研究成果は、図表や写真での解説を加えて現場道路管理者が活用できる「道路植栽地の維持管理に関する技術資料」としてとりまとめる予定である。

地域環境特性に配慮したのり面緑化工に関する研究

Study on the slope revegetation method for the conservation of regional ecosystems.

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

室長 大石 智弘
主任研究官 飯塚 康雄

[研究目的及び経緯]

のり面緑化では、生物多様性保全の必要が高い地域において、従来の外来牧草類を主体とした緑化に対し、外来種による希少在来種の被圧や生態系の攪乱等を抑制するための緑化工法が導入されつつある。しかし、これらの工法では植物材料を使用しない植生基盤の施工が中心であり、目標とする植生を達成できるかについての判断が明確でないことに普及上の課題がある。また、近年では、シカやイノシシ等の生息数の増加に伴って食害や踏み荒らしによる被害が増加していることも問題となっている。

本研究は、地域生態系に配慮して外来種を使用しないのり面緑化工で成立した植生を把握することにより、植生遷移の過程と周辺植生との調和における効果を確認するとともに、効果的な獣害対策工を検討することで、地域環境に配慮したのり面緑化工に関する技術的知見の充実と技術資料をとりまとめることを目的としている。

令和2年度は、のり面緑化における課題を既存文献等により抽出し、「地域生態系への配慮」、「緑化目標の明確化」、「維持管理の必要性」、「緑化地の獣害対策」等に関する内容を把握した。また、表土利用工における植生遷移の状況を調査し、施工後の経過年数に伴う木本群落への移行状況や地域により異なる成立植生を把握した。

近代日本の都市基盤形成に影響を与えたオランダ人技師の計画技術の解明

Planning techniques of Dutch engineers: influenced the formation of urban infrastructure in modern Japan.

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

研究官 岩本 一将

[研究目的及び経緯]

本研究は、明治期の日本で御雇外国人として活動していたオランダ人技師（以下、蘭人技師）に着目する。蘭人技師は、内務省土木寮から雇われた唯一の外国人技師であり、近代日本の都市基盤形成に大きな影響を与えたと考えられる。そのため、申請者は日蘭両国の一次史料を用いて、蘭人技師が関わった都市基盤整備事業を対象に調査から設計へ至るまでの過程を分析することで、彼らが日本の都市空間をどう読み解き、事業を計画していたのかを明らかにする。

本年度は、過年度に実施した予備調査で収集した日本とオランダの史料（土木技師の意見書や、当時の新聞記事、測量図）を分析し、日蘭における港湾都市が形成される過程を分析した。分析の結果、港湾施設に関わった土木技師の設計内容やその後の社会基盤施設の整備過程より、都市空間の形成過程における類似性と各国の特徴を整理した。

地震災害復旧対策技術に関する研究

Research on Recovery Technique of the Bridge damaged by Earthquake

(研究期間 平成 29 年度～令和 3 年度)

社会資本マネジメント研究センター 熊本地震復旧対策研究室

室 長 西田 秀明
主任研究官 宮原 史

[研究目的及び経緯]

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

本年度は、急峻な斜面沿いの道路において地震直後の通行可否や応急復旧の判断をできる限り速やかに行う観点から、近接が容易でない道路斜面の早期かつ面的な変状の把握に資する維持管理手法を提示するため、既存の形状計測技術を用いて斜面の形状計測を行った。その結果、形状計測技術を道路斜面の維持管理への活用を目的に使用する場合には、既存のマニュアルに従うだけでなく、要求される計測精度を確保するため、計測対象の形状や表面性状、現場条件も考慮した適切な計測方法でデータを取得することを求める必要があることを明らかにした。

質的研究の方法論による道路橋を維持管理する技術力の研究

Research on technical capabilities for road bridge maintenance based on qualitative research method

(研究期間 令和2年度)

社会資本マネジメント研究センター

熊本地震復旧対策研究室

Research Center for Infrastructure Management

主任研究官

宮原 史

Kumamoto Earthquake Recovery division

Senior Researcher MIYAHARA Fumi

In order to maintain road bridges appropriately, it is necessary to develop human resources strategically so that engineers who have the technical capabilities necessary for the actions and decision-making required for entitles involved in maintenance can be continuously secured. Although experience is considered to play a major role in obtaining technical capabilities for road bridge maintenance, it has not been clarified what kind of experience contributes to obtain the technical capabilities.

This research attempt to clarify what kind of learning is achieved through experience and obtaining a perspective on how it can be used for human resource development.

[研究目的及び経緯]

道路橋を保全してゆくためには、土木技術者の“数”を充足するとともに、土木技術者の“質”も確保する必要がある。そのためには、PDCA サイクル等のシステムのアプローチによる戦略的な人材育成の方法を確立することが望まれる。

土木工学は経験工学と言われるように、“経験”は道路橋を維持管理する技術力の修得にも大きな役割を担っていると考えられる。このため、具体的にどのような経験が技術力の修得に寄与するかを明らかにすることは戦略的な人材育成を実現する上で重要である。

そこで本研究では、戦略的な人材育成の実現に向けて、人材育成の手段の1つと考えられる“経験”によってどのような学習がなされるかを明らかにするとともに、人材育成への活用方法について視座を得ることを目的とする。

道路橋の維持管理に携わる技術者には様々な経験が想定されるものの、本研究では手始めとして、道路構造物を維持管理する技術力の向上を目的とした地方整備局(以下、地整)職員の国土技術政策総合研究所(以下、国総研)への出向経験に着目する。そして、これを経験した職員を対象にインタビューを行い、その結果を質的研究の方法を用いて分析することにより、出向経験を通じた学習内容について探索した。さらに、整理した学習内容の戦略的な人材育成への活用可能性を考察した。

[研究内容]

1. 研究所への出向経験を通じた地方整備局職員の学習内容の探索

(1) インタビュー対象

国総研では、各地整で将来指導的役割を担う職員の

技術力向上を目的に、地整職員を一定期間受け入れ、技術力向上を支援する取組を行ってきている。本研究では、この取組で平成27年度～30年度の間に国総研に2年間出向した経験を有する、8名の地整職員をインタビュー対象とした。

(2) インタビュー方法

インタビューは、対象者と1対1で対面により1時間程度で行った。インタビューは、まずインタビュアーから目的を簡潔に説明した上で、「国総研への出向後、地整での勤務において自身の思考や行動にどのような変化があったと感じるか？」をテーマに、半構造化面接により行った。なお、思考や行動の変化のきっかけとなった出向中の具体的な経験についても、可能な範囲で聞き取りを行った。インタビュー結果はICレコーダーで録音し、後日字起こしを行いテキストデータとした。

(3) インタビュー結果の分析方法

インタビュー結果のテキストデータを分析する方法として、SCAT (Steps for Coding and Theorization) を用いた。SCATは質的研究に用いられる多くの分析方法と同様に、テキストを読みながらコードを付し、それをもとに理論化を行う手法である。4段階のコーディング、ストーリー・ラインの記述、理論の記述という明示的で定式的な手続を有することと、比較的小規模のデータにも適用可能であることが特徴とされる。本研究における分析結果の一例を表-1に示す。

[研究成果]

1. 研究所への出向経験を通じた地方整備局職員の学習内容の探索

(1) インタビュー結果の分析

SCATによる分析結果のうち「当該テキストデータ

表-1 SCAT による分析の例

番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言い換え	<3>左を説明するようなテキスト外の内容	<4>テーマ・構成概念(前後や全体の文脈を考慮して)
1	回答者	今までは、追い求めることを自分の中ではせずに、誰かにその真実を聞いて、自分たちが最終的にはその評価をするということに納得していた。たぶんね。だから不具合とかいろいろ起きたときに、例えば自分の中では〇〇構みみたいなやつというのはすごい印象に残ってやってきましたけれども、それも自分で答えを求めようとしたわけではなくて、原因なり、どうなったのかということを手から聞いて、評価をして、判断をして、何かやったかと思うような思考回路があったものが、えっと、それは何か……	追い求めることを自分の中ではせずに自分たちが最終的にはその評価をするということに納得/自分で答えを求めようとしたわけではなくて/評価をして、判断をして、何かやったかと思うような思考回路	追究の放棄/専門家任せ/自ら技術的検討を行うことの放棄/最終意思決定者としての役割への限定	組織外の専門家任せ/主体的に技術的検討を行う姿勢の欠如/土木工学の専門家としての姿勢の欠如	技術的課題への対応が組織外の専門家任せとなり、土木工学の専門家として主体的に技術的検討を行う姿勢が欠如していたことへの気づき
2	回答者	で、研究所に行って、さまざまな事象と研究者のやっているその姿を見ることによって、自分自ら、答えは何だったのだろうかということを追いかけていく思考回路に変わった。	さまざまな事象と研究者のやっているその姿を見る/自分自ら、答えは何だったのだろうかということを追いかけていく思考回路に変わった	不具合対応の経験/研究所職員との協働/自ら技術的検討を行う姿勢への変化	技術指導の経験/主体的に技術的検討を行う姿勢への変化	技術指導の経験や、研究所職員との協働を通じた、自ら主体的に技術的検討を行う姿勢への変容
ストーリーライン		・技術的課題への対応が組織外の専門家任せとなり、土木工学の専門家として主体的に技術的検討を行う姿勢が欠如していたことへの気づきがなされるとともに、技術指導の経験や研究所職員との協働を通じた、自ら主体的に技術的検討を行う姿勢への変容を実感している				
理論記述		・技術指導の経験や、研究所職員との協働経験により、主体的に技術的検討を行う姿勢へ変容する				

の分析によって言えること」を表す理論記述に着目して、8名分の全理論記述を学習内容毎に分類した。その結果、1) 専門知識の修得、2) 方略についての知識の修得、3) 課題についての知識の修得、4) 人についての知識の修得、5) 信念の形成、6) 視野の拡大の6分類を得た。さらに、それぞれの分類に対して2つの項目を設定した。本稿では一例として、多くの回答者から理論記述が得られた2)について解説する。

2)の分類の項目として、「道路構造物の維持管理に関する方略についての知識の修得」と「問題解決一般に関する方略についての知識の修得」を設定した。前者は、国総研の業務における技術相談への対応を通じて、道路構造物に関する不具合や疑義の解決に関わる経験を多く積み重ねることで、道路構造物に関する様々な不具合や疑義を解決するための共通的な方略についての知識を修得することに至ったものと考えられる。後者は、前者の知識がさらに一般化されることによって、道路構造物の設計や維持管理に限定されない一般的な問題解決を行うための共通的な方略についての知識の

修得に至ったものと考えられる。

分析結果を踏まえて描画した国総研への出向経験による地整職員の学習の概念図を図-1に示す。

(2) 戦略的な人材育成への活用可能性

筆者の先行研究との対比により、国総研への出向経験は地整職員の道路橋を維持管理する技術力を向上させる効果を有することを確認した。このため、国総研への出向経験の他にも様々な経験の効果を分析し明らかにしてゆけば、経験を人材育成の手段の1つとして位置付けることで戦略的な人材育成の実現に寄与し得るといえる。

また、本研究を通じて、人材育成において様々な経験の効果を評価するためには、インタビューを行うという方法が重要な役割を担い得ることを確認した。

[成果の活用]

本成果は、人材育成を含めた道路橋のアセットマネジメントに関する研究において基礎的な知見として活用する予定である。

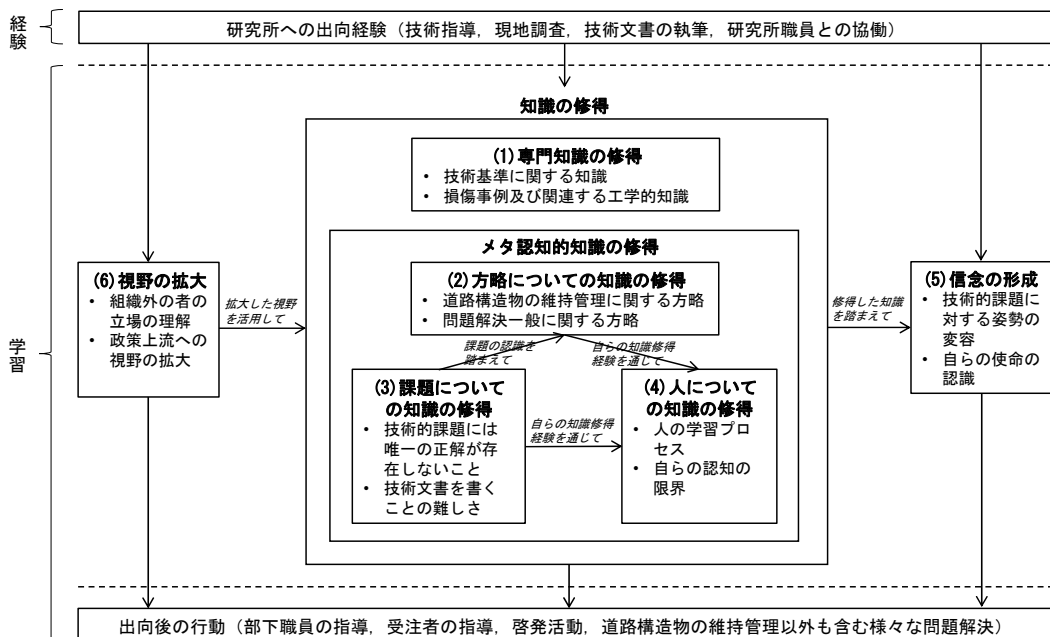


図-1 国総研への出向経験による学習の概念図