

インフラ維持管理における地元コンサルタントと企業の連携の未来について*

—橋梁点検ロボットの技術開発を通して—

The Prospects of the Cooperation with the Local Consultants and Development Companies for the Bridge Inspection Robots in the Maintenance of Infrastructure

藤井 優**
Masaru FUJII

Key words

business improvement, multi-layered business system, GIS database, bridge inspection robots, technical cooperation

1. はじめに

鳥取県では平成 28 年 9 月から、戦略的イノベーション創造プログラム（以下、「SIP」と呼ぶ）におけるインフラ維持管理・更新・マネジメント技術のうち全国 11 大学からなる地域実装プロジェクトの 1 つとして、鳥取大学との共同研究により先端技術と地域住民協働によるインフラ維持管理システム構築を図ってきた。その中の 1 つとして、橋梁点検におけるロボット技術について、地元コンサルタントと連携を図りながら開発したところである。

本稿では、本県のインフラ維持管理における課題とその解決に向けた、システム開発とその実装について述べる。

2. インフラ維持管理における課題

2.1 鳥取県の土木インフラを取り巻く現状

鳥取県の建設産業は人口減少が進む中においても、インフラ整備とその機能確保を図ることにより、地域の安全安

心と他産業を含む地域経済を支えるとともに、県内 GDP 7.3%、県内就労者数 7.7% を占める不可欠なものとなっている（平成 25 年時点）。

しかし、建設投資のピークであった平成 12 年から、労働者数の減少と高齢化が進行しており、他産業や他県よりもその傾向が顕著となっている（図 1）。

また、道路橋をはじめ、インフラの老朽化の進行に伴い、維持管理・更新費が増加しつつある中、公共投資はピーク時から縮小し、近年では一定規模で推移する状況にある（図 2）。今後、インフラ維持管理・更新費の必要な予算は、ミッシングリンクを解消するための道路整備や、北東アジアゲートウェイとしての港湾施設の機能強化、安全安心を確保する河川や土砂災害危険箇所などの整備を進めながら確保していく必要があり、維持管理における業務効率化、コスト縮減は喫緊の課題となっている（図 3）。

2.2 インフラ維持管理における課題

鳥取県では平成 28 年 3 月に、すべての公共施設の長寿命化対策に必要な将来費用を算定するとともに今後の管理方針を示すため、全庁的なプロジェクトチームのもとで「公共施設等総合管理計画」を策定した。これと同時期に、土木インフラの戦略的な維持管理・更新などに関する基本的な方針や具体策を示すため、県土整備部として「インフラ長寿命化計画（行動計画）」（以下、「行動計画」と呼ぶ）を策定した。

行動計画においては、インフラ機能の維持・確保の最適化を図る基本方針のもと、現状の課題への対策として、取

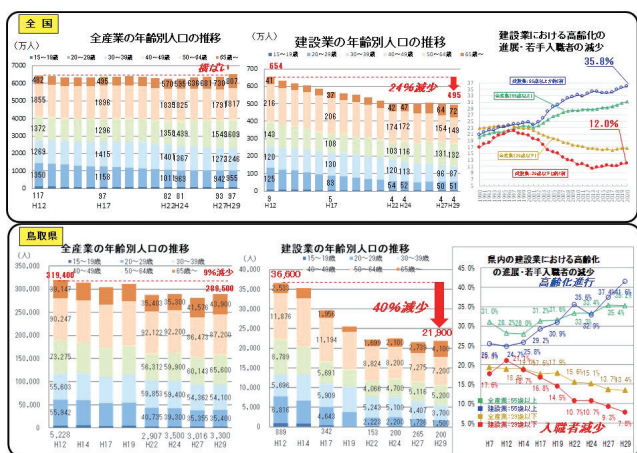


図 1 建設産業人口の動態

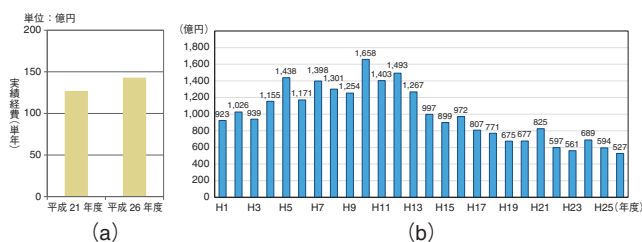


図 2 鳥取県の維持管理と土木関係の (a) 単年度経費実績と (b) 年度最終の投資額推移

*原稿受付 令和 3 年 12 月 20 日

**鳥取県県土整備部技術企画課（鳥取市東町 1-220）



図3 鳥取県の社会資本整備の予定

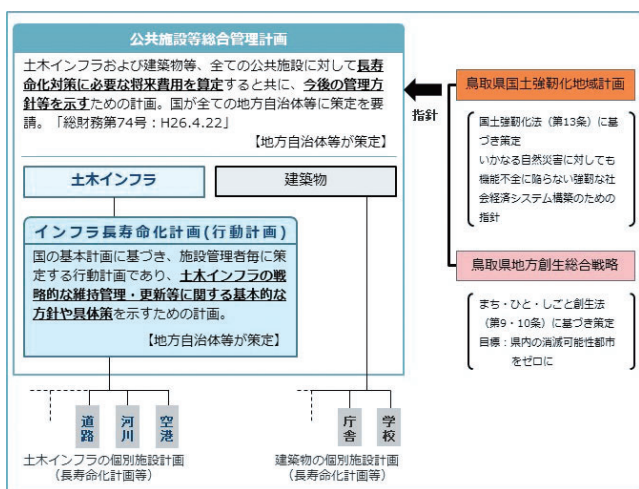


図4 持続的なインフラ機能確保に向けた計画体系

り組むべき以下の施策を掲げている。また、個別施設ごとの長寿命化計画策定により、機能確保に向けた対策時期の把握、土木インフラ全体に必要な費用の平準化の精度を高めていくこととしている(図4)。

- ・メンテナンスサイクルの構築：点検、診断、措置、記録における業務記録の蓄積と次回業務への活用
- ・財政負担の縮減および平準化と財源の確保：維持管理コストの縮減・平準化、新技術などの導入
- ・適切な維持管理体制の整備：市町村と連携した維持管理体制の構築、PDCAによる計画進捗管理

このように、行動計画の実効性を高めるうえで、新技術を活用したメンテナンスサイクルの構築と運営について、地域の関係者が連携した体制が不可欠となっている¹⁾。

3. 鳥取大学工学部との連携

鳥取県では、公共事業の推進において、鳥取大学工学部から高度な知見を要する指導・助言を受けてきたが、平成23年から「公共事業アドバイザー」制度を創設し、多様な課題の解決に向けた支援体制を作ってきた。

一方、鳥取大学においては、頻発する自然災害に対する安全・安心の確保と、過疎化が進む地域の持続的発展を図ることを目的として、平成24年4月に工学部附属地域安全工学センターが設置され、「安全・防災」、「社会システム」、「情報システム」の3部門がそれぞれの強みを活かして、地域のさまざまな課題の解決に取り組んでいる。

これらに加え行動計画の策定を契機として、人口減少下において地域の持続的発展を図るうえでは、インフラ機能の確保が不可欠との認識を共有し、維持管理業務の効率化に向けて連携していくこととした。

そして、開発が進む先端技術を地域実装する拠点大学としてSIPの採択を受け、維持管理システムの開発と実装を行ってきた。平成30年からは鳥取県を主体とする未来技術社会実装事業を支援するため、地域安全工学センターに「近未来インフラマネジメントシステム研究会」を設置し、さらに連携した取り組みを継続している。

4. 維持管理システムの開発と実装

4.1 維持管理システムの概要

システム開発にあたっては、維持管理に携わる者を含めて人口減少が進行しても、インフラ機能を持続的に確保するため、従来の維持管理の業務体制の改善に着眼して構想と設計を重ねた。そのうえで、以下の項目により「多層的な点検診断によるスクリーニング機能」を備えたインフラ維持管理システムを構築することとした(図5, 6)。

- ① タブレットによる点検業務の自動記録
- ② 地理情報システム(GIS)とデータベースによるデータ蓄積と分析による巡視頻度などの最適化
- ③ 通常インフラを利用する地域住民との協働による異常情報の収集促進
- ④ 近年開発が著しい点検診断ロボットやセンサーによる異常検出技術を組み合わせた調査手法の策定

システムは県内地域事務所での試行的運用を経て、①～③については、令和4年4月から日常業務にICTシステムとして標準装備し、本格的な運用を予定している。

さらに④については、路面振動をセンサー感知して舗装劣化を抽出する技術開発を、平成28年10月の鳥取県中部地震の発生した県中部管内において、舗装面の変状と、災害復旧工事や修繕工事による平坦性回復を確認しながら進めており、上記システムにあわせて実装する予定である。

そして、点検診断ロボットの開発として、平成30年7～8月にSIP江島大橋プロジェクトとして、鳥取大学をはじめとする関係者が連携して、現地における実証実験を行った。

実験はロボット開発チームとインフラ点検診断を担う地域コンサルタント技術者が協力して、無人航空機(UAV)による高解像度の画像撮影と打音調査を精度検証するとともに、実際に橋梁へのロボットによるアプローチを行い、撮影した画像を接合して損傷図として整理した。これらの成果を、今後の橋梁点検診断に求められる技術として、有

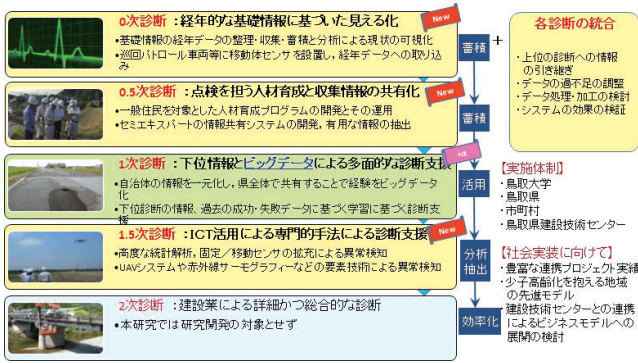


図5 多層的な点検診断の組み合わせによる業務効率化

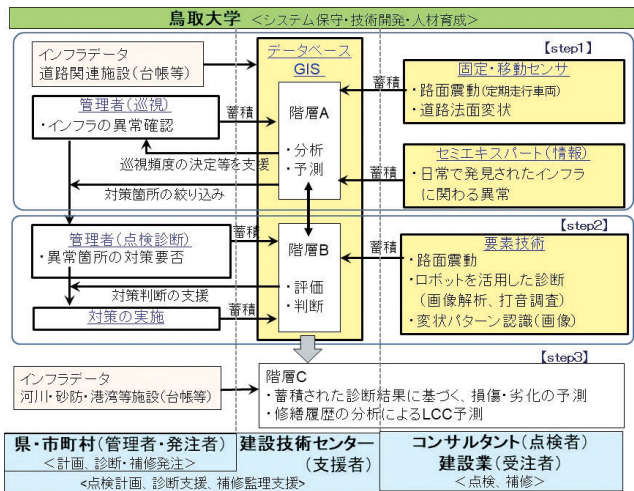


図6 維持管理システムと関係者の位置づけ

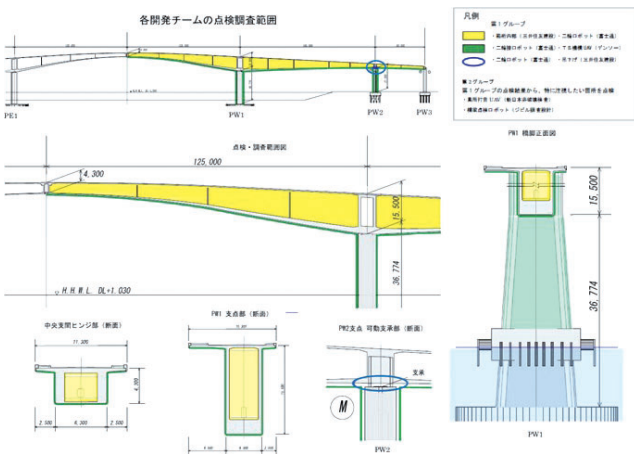


図7 江島大橋におけるロボット技術の実証実験範囲

識者からなる委員会を通して評価した(図7)。

4.2 ロボット技術開発における関係者連携

実証実験にあたっては、多様なロボットの性能とその組み合わせを評価し、さらには開発成果をより円滑に地域に実装するため、地元コンサルタントとロボット開発企業との協働により作業を進めた。作業においては、4種類のロ

ボットを用いた点検計画、精度検証、経費算出、実証実験の実施、点検結果の整理を行った。さらに、国内屈指の大きな規模となるPCラーメン箱桁橋である江島大橋を取り巻く環境に伴い、風速風向に伴うロボット機体の安全管理、橋梁歩道占有や船舶航行に伴う関係者調整など、現場での実働によって明確となった課題も整理することができた。

これらの課題の解決にあたっては、鳥取大学および橋梁管理者を含む行政機関、鳥取島根両県のコンサルによって組織する「江島大橋での点検方法検討委員会」において、複数のロボット技術とその機能を共有するとともに、効果的な組み合わせにより対応することとした。あわせて、気象などのさまざまな条件下で安全にロボット運用するための管理基準も検討した。これらは今後のロボットを活用に向けて鳥取県が策定した「ロボット技術を活用した道路橋定期点検業務仕様書」²⁾および「ロボット技術を活用した道路橋定期点検業務積算基準」³⁾のベースとなっている。

また、精度確認試験および実証実験の結果は、SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術のプログラムディレクター藤野陽三氏(現城西大学学長)を顧問とし、鳥取大学工学部黒田保教授を委員長とする有識者委員会「橋梁点検への新技術の適用性評価委員会」において、大規模な橋梁における、ロボットにより安全かつ円滑に取得された画像に基づいて、損傷把握ができることが確認された⁴⁾。

4.3 システムの実装に向けた体制

開発するシステムは、GISやデータベースなど、ICTを主体としているほか、ロボットやセンサー類の活用、地域人材への維持管理技術の養成など、幅広い分野に及んでいることから、近未来インフラマネジメントシステム研究会においては、鳥取大学工学部の機械物理系、電気情報系、社会システム土木系の多くの学科と連携している。

鳥取県においては、出先機関の維持管理担当者からなるワーキンググループを設置し、システム実装を通じた維持管理業務の体制確立とともに、ロボットやセンサー類などの新たな技術開発のニーズとフィールド提供を行い、今後のシステム改善に向けた取り組みを行っている。

さらに、システムの運用後、技術者が少ない県内の市町村の維持管理業務を支援するため、橋梁診断と補修工事監理を受託している公益財団法人鳥取県建設技術センターと連携して、システム導入に向けた準備を進めている。

また、橋梁点検などのロボット技術の実装については、インフラメンテナンス事業への新技術活用の要件化が進む中、鳥取大学工学部を中心に地域の関係者がさらに連携を図りながら、地域で運営できる技術の組み合わせと体制を構築することとしている。そのうえで、SIP江島大橋プロジェクトによる地元コンサルと技術開発企業が連携した取組成果は、モデルとして活用していくことになる(図8)。

4.4 鳥取県の建設生産体制の構築

維持管理システム開発と実装にあわせて、鳥取県では持

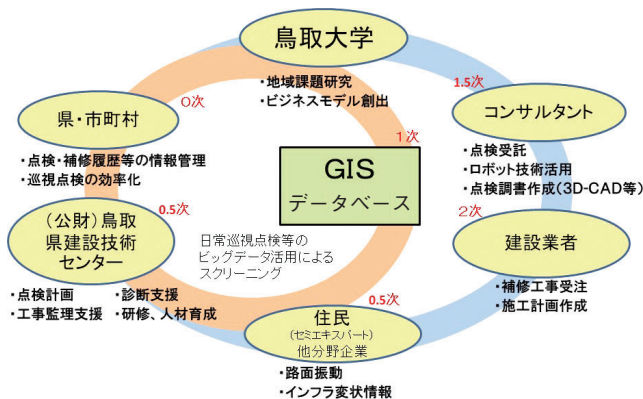


図8 維持管理システムの実装イメージ

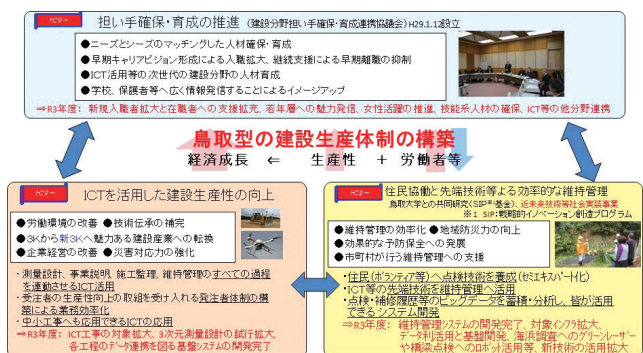


図9 鳥取県の建設生産体制構築に向けた取り組み

持続的な地域発展を支える建設産業の役割と意義を産官学で共有し、業態として独自の成長を図るため、「鳥取型の建設生産体制構築」として次の取り組みを行い、建設生産性向上と担い手確保・育成を図っている（図9）。

- ・ICT活用による建設生産性向上：i-constructionを実現する測量設計、施工、維持管理のすべての過程を連動させるICT活用、受発注者双方の業務効率化を図る情報システム開発
- ・住民と先端技術の活用による効率的な維持管理：インフラ点検を担う地域人材（セミエキスパート）の養成、維持管理システムの開発と実装を通じて、日常業務をビッグデータとして蓄積・分析し、業務効率化と関係者全体での情報共有を実現
- ・建設分野の担い手確保・育成：産官学連携協議会設置（平成29年1月）、新規入職する高校生・大学生への実践的キャリア研修の実施、既就労者への継続的支援の実施、生産性向上と維持管理へ導入するICT、先

端技術を担う人材養成

5. おわりに

地方自治体において、今後の人口減少が進む中、地域の安全安心の確保、物流や交流人口の増大などの地方創生や国土強靱化に向けて、持続的なインフラ機能の確保は不可欠である。

今回、鳥取大学工学部と連携して、維持管理システムの開発と実装により、維持管理を効率的に進める体制を構築することができた。今後も取り組みを進めていく中で、関係者がインフラ維持管理のノウハウを蓄積、共有するとともに、開発が進む技術の実装を図りながら、さらなる業務効率化を進めていく予定である。また、維持管理への住民参画を通じて、社会経済活動におけるインフラ機能の重要性を理解していただくとともに、地域の建設産業の担い手確保・育成を、情報・機械などの新たな分野を含めて推進していくこととしている。

最後に、システム開発と実装にあたり、鳥取大学工学部の黒田教授をはじめ、各学科の教授の皆様にも多大なる御協力、御指導をいただいている。また、SIP江島大橋プロジェクトにおいては、関係者の皆様には、ロボット技術の実証実験を通じて多くの技術とその成果や、地域実装に向けた御助言、御指導をいただいている。この場を借りて謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 鳥取県県土整備部：鳥取県インフラ長寿命化計画（行動計画）（2016）。
- 2) 鳥取県県土整備部：ロボット技術を活用した道路橋定期点検業務仕様書（2018）。
- 3) 鳥取県県土整備部：ロボット技術を活用した道路橋定期点検業務積算基準（2018）。
- 4) SIPインフラ地域実装支援鳥取大学チーム：江島大橋プロジェクト実証試験報告書（2018）。



藤井 優

1992年3月鳥取大学農学部卒、農学士。1992年4月鳥取県入庁、森林土木および河川工事の設計施工監理。2016年10月から鳥取大学と共同した内閣府戦略的イノベーション創造プログラム、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術において、GISプラットフォームをベースとする業務システム開発、江島大橋をフィールドとした橋梁点検ロボット技術開発、2018年8月内閣府近未来技術等社会実装事業の採択を受け、鳥取県が主体となったインフラ維持管理マネジメントにおける技術実装に従事、技術士（建設部門、森林部門）。