

社会インフラ維持管理の情報プラットフォーム化 スマートインフラセンサポータル構築

澤田 雅彦

高度成長期から50年余が経過し、橋梁やトンネルなどの土木インフラ構造物の経年劣化や事故、自然災害が多発しており、その中で平成25年の政府による「インフラ長寿命化基本計画」が策定された。以降、センサやIoT、ロボット等による点検効率化や予防保全での長寿命化を目指す研究や社会実装が活発化してきている。(一財)関西情報センター¹⁾(以下、KIIS)は、ICT/IoT技術の普及促進のための諸活動を行ってきている中で、マルチステークホルダによる「スマートインフラセンサ利用研究会」²⁾(座長：矢吹信喜 大阪大学大学院教授)を平成27年度に立上げ、社会インフラの維持管理に資する土木インフラ構造物用センサ(以下スマートインフラセンサ)の各種情報・データの共同利用を可能にする情報プラットフォーム化(以下スマートインフラIoTプラットフォーム)を目的に活動してきた^{3), 4)}。具体的なテーマとしては、センサコードとデータモデル標準案の検討、スマートインフラセンサポータルの構築、新センサ技術・AI活用した維持管理システムについて研究および実証実験を推進した。本稿ではスマートインフラセンサポータルの構築を中心に述べる。土木構造物の維持管理に必要なセンサの選定において、機能や仕様だけでなく、スマートインフラIoTプラットフォームによりモニタリングデータ・設置情報・点検情報等の参照ができる形を目指す。またそのポータル運用に当たって必要となるセンサコードについても併せて述べる。

キーワード：インフラ維持管理, 長寿命化, センサ, IoT, センサポータル

1. はじめに

橋梁等の社会インフラは、日本においては1960年代を中心とする高度経済成長期に建設が急増しており、図-1のように築後50年を超える老朽化が急速に進展することになる。また、安全確保のため5年に1度の近接目視点検が平成26年度より義務づけられた。少子高齢化や財政悪化の状況から、予防保全による長寿命化、点検・維持管理費用の削減、熟練者不足の支援策が喫緊の問題となってきている。最近IoTセン

サ・ロボット・AIやCIM(Construction Information Modeling/Management)⁵⁾が盛んに取組まれてきている。

KIISが本研究会を立ち上げた平成27年当初は、センサ利用がまだ疑問視されていたり、センサメーカーの土木業界への関心が薄く、ニーズ・シーズが乖離している状況であった。また、維持管理に関する各種情報は現場での紙媒体での点検帳票や図面が多く、インフラ施設管理者毎に管理されているため、事業者間の共同利用の必要性も意識が低い状態であった。KIIS

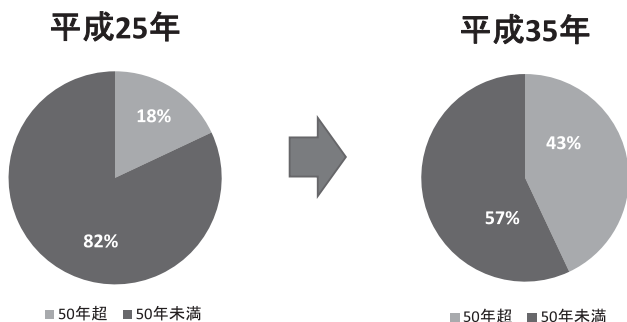


図-1a 建設後50年以上を経過する橋梁の割合

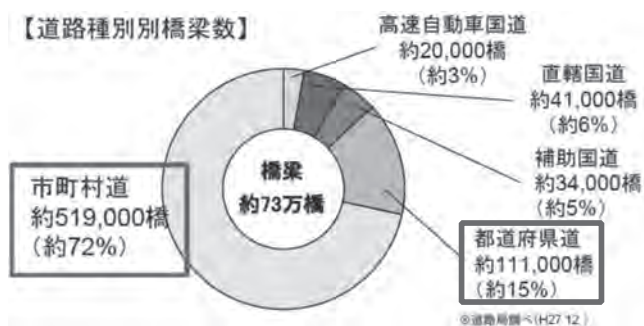


図-1b 道路種別橋梁数

は、特に日本全体の87%の橋梁の維持管理の責任がありながら、予算不足・熟練者不足に悩まされている自治体に役立つことを意識し、IoT、AIの技術の急速な進展や、将来のインフラ維持管理の情報基盤であるプラットフォームをイメージし、各種情報のデジタル化による維持管理の適正化かつ効率化に資するエコサイクルの実現が必要であると判断した。

2. スマートインフラセンサ利用研究会の立上げ

KIISは、長寿命の構造物の長期的・継続的管理に

は、複数の事業者でも共同利用できるよう共通したデータモデルと、そのためのセンサのコード化を検討する目的とし、平成27年度から活動をはじめた。

土木分野でのICT活用を研究する土木情報学を専門とし、CIMの研究と普及推進をしている大阪大学大学院工学研究科教授矢吹欣喜座長のもとで、土木業界である設計コンサル・施工・測量企業、センサメーカー、システムベンダをメンバに、国・自治体等の行政や高速道路管理企業をオブザーバ7機関・団体、および関連活動機関として（当時）土木情報学委員会センサ利用技術小委員会をアドバイザーに迎えた体制とした（図-2）。その後、趣旨に賛同し参加いただく企業・

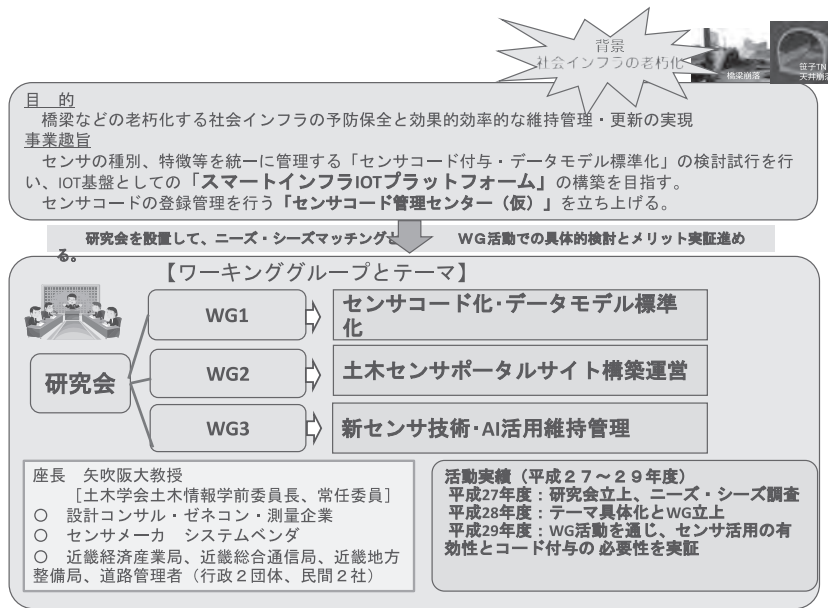


図-2 スマートインフラセンサ利用研究会の目的と推進体制

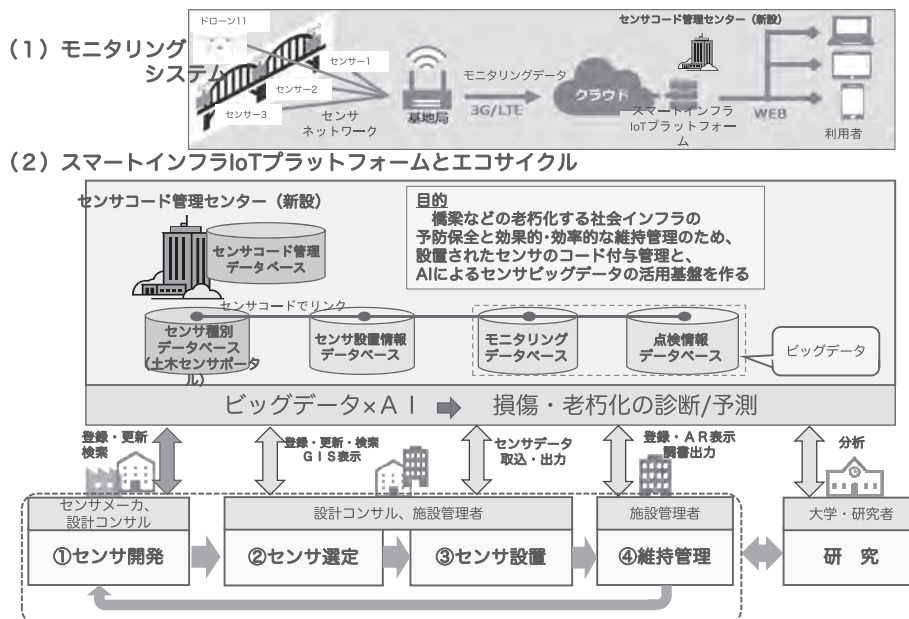


図-3 センサのコード・データモデルによるプラットフォームとエコサイクル

研究機関の方が多くあり、当初の16団体・機関でスタートしたが、平成29年度末で26団体・機関に増加した。

この研究会の活動により、図-3のようにスマートインフラIoTプラットフォームを中心に、社会インフラ維持管理のエコサイクル（センサ開発・選定・設置・維持管理）作りを目指す。また、ニーズ・シーズの調査や具体的なテーマの検討の議論の中で、点検（5年に1回の近接目視）支援ニーズが喫緊の課題として挙がっていて、市町村で悩みが大きい事態も浮かび上がってきた。

3. 研究会におけるWGの活動

3つのWG（図-4）において、具体的なテーマの検討と実証実験を進めた。表-1にWGの課題を示す。

まず、WG1は「センサコードとデータモデル標準案検討」を進めている。目視点検や維持管理業務の効率化を進めるために、インフラ維持管理情報基盤を作り、近い将来の点検・維持管理の姿を示すことを目指している。

実際、大阪大学矢吹研究室にて、社会インフラ維持管理に関する情報基盤として、図-3の4つのデータベースを実現するデータモデルを検討している。センサコードで紐付けされ、リレーショナルなモデルとなっている。センサコードは型名単位と設置個体単位を考えている。

次にWG2は「スマートインフラセンサポータル構築」を目指している。土木構造物へのセンサ利用を進

表-1 WGと課題

WG1	課題1	データモデルの検討構築
	課題2	センサIDの検討（K IIS）
	課題3	データベースへのWebアプリ
WG2	課題1	土木学会との連携
	課題2	センサポータルの構築
WG3	課題1	シーズ紹介
	課題2	モニタリング実証実験

めるため、土木センサの情報を集約したスマートセンサポータルの構築運用化を進め、センサの企画研究開発や設計利用に資するものを目指す。土木センサ利用技術の標準化⁶⁾を検討してきた土木学会土木情報学委員会との連携を図るため、平成30年度よりアドバイザーボードを設置した。スマートインフラセンサポータルの構築については、次章で述べる。

3つ目はWG3で「a) 新センサ技術、b) AI活用点検・維持管理システム」の研究を行う。土木構造物の点検・維持管理におけるセンサ活用のための新しい動きの調査研究を行うとともに、LPWA*の新技术をセンサネットワークに適用した実証実験を行っている。この実証実験は、「構造物診断のためのIoT最先端通信技術（LPWA*）導入に向けた調査研究」を研究テーマとし、図-5のとおり、（一財）日本建設情報総合センター（以下、JACIC）からの研究助成金を受けて、WG3の中でLPWA 調査研究グループ（リーダー：大阪大学大学院助教小泉圭吾、協力：大阪大学矢吹研究室、地球観測株式会社）を主体に実施している。

橋梁にセンサを設置し、LPWA*でモニタリングデー

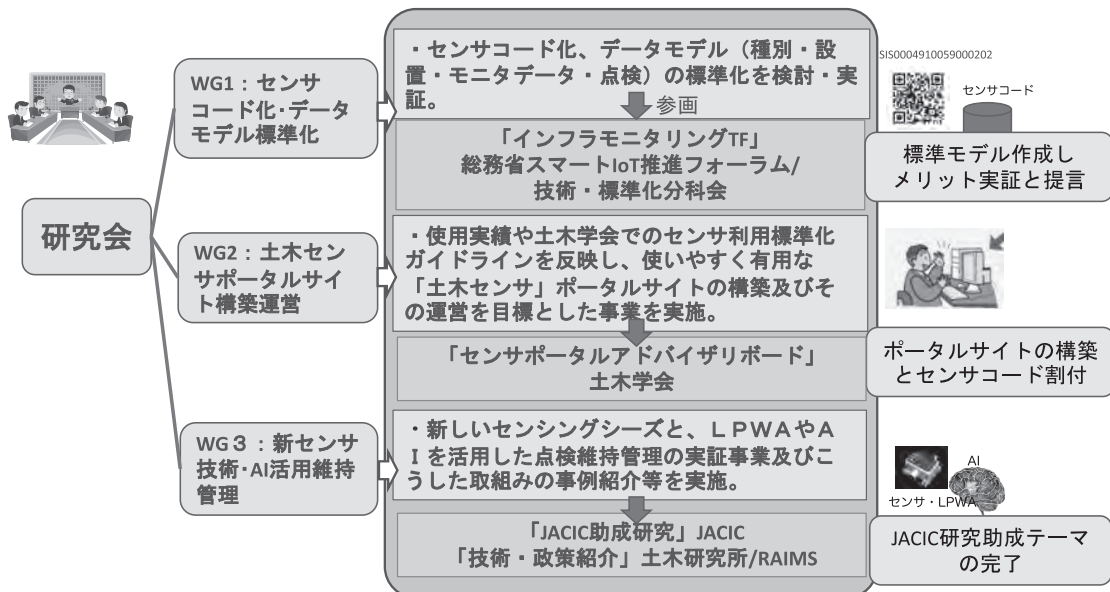


図-4 3つのWG活動

JACIC (一般財団法人日本建設情報総合センター)

1. 研究テーマ：
「構造物診断のためのIoT最先端通信技術 (LPWA*) 導入に向けた調査研究」
 LPWA調査研究チーム
 (研究助成申請者) 小泉先生/スマートインフラセンサ利用研究会委員
 (共同研究者) 地球観測株式会社福田芳雄様、KIIS 澤田



2. 実施機関：平成29年9月1日
 ~ 平成30年11月

- 分担 (報告者)
 ★全体統括 小泉先生
 ★ハード開発 地球観測(株)/福田様
 ★データベース開発 矢吹研究室/大西様
 ★フィールド検討 KIIS/澤田



図-5 「構造物診断のためのIoT最先端通信技術 (LPWA*) 導入に向けた調査研究」研究概要

データを収集し、クラウド上のサーバでIoTプラットフォームに取り込む。9月から着手し、センサやLPWA方式の選定およびフィールド橋梁の現地調査を実施した。5月設置し、6月~9月でモニタリング実証実験を予定している。センサデバイス・通信・フィールドや3D計測・3Dモデリングなどについて、研究会のメンバーを中心に多大な協力をいただき実施している。

* LPWA (Low Power Wide Area), IoT用の低消費電力動作、広範囲をカバーする通信規格とサービス

4. スマートインフラセンサポータル構築

土木用のセンサデバイスや、関連するセンサネットワークやモニタリングシステムも含めて、それらの、製品名称、型名/型番、仕様、メーカー名、製品等の

URLを情報内容とするポータルサイトを、スマートインフラセンサポータルと名付け、運用に供することを旨として構築を行っている。

図-3におけるデータベースは、図-6の構成としている。スマートインフラセンサポータルは、センサ種別データベースで構成し、センサコード(種別ID/SISコード**)をキーに製品名称、メーカー型名、仕様、メーカー名、センサ種類等の情報をもつテーブルである。センサ設置情報データベースはセンサコード(設置ID)をキーにセンサの設置に関する情報(設置橋梁ID、橋梁名、設置部位、取付日、取付方法、取付個所、モニタリングデータ等)で、点検情報データベース他含めて各データベースがセンサコード等のIDコードで紐づけされている。これにより、センサポータルで検索選定する場面で、その型名のセンサがどこでどう設置されて使用されているかや、そのセン

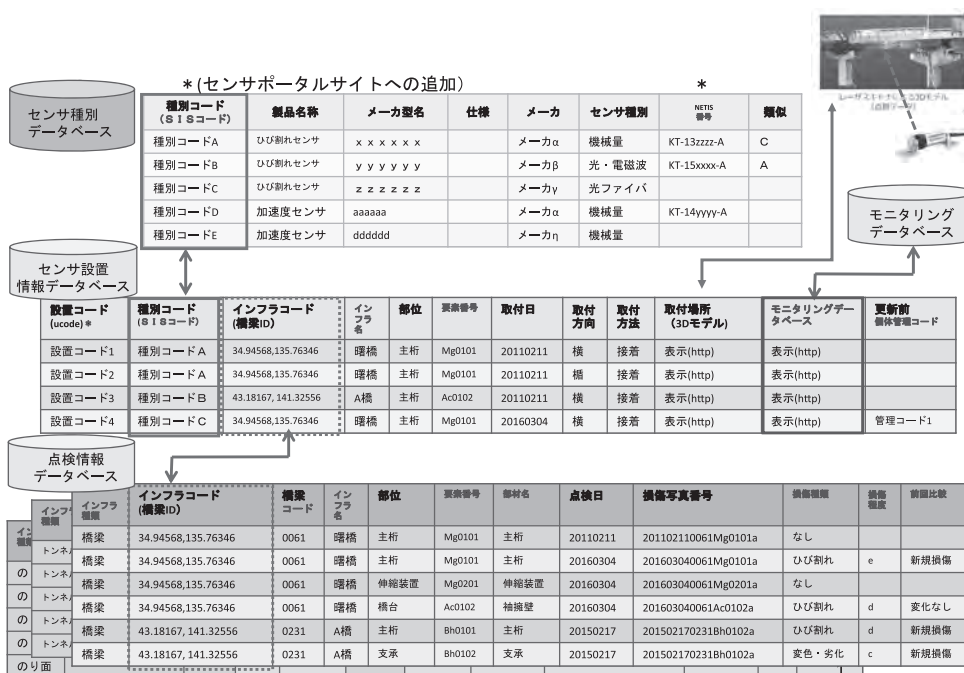


図-6 維持管理データモデル

サのモニタリングデータの検索や、その当該インフラの点検情報を手続ることが可能となり、関係者に様々なメリットをもたらす。例えば、設計コンサルタント等はセンサ使用実績を参考に選定でき、施設管理者は、何か異常なモニタリングデータが出たときに、他のインフラでの同様の事象がないかをたやすく検索ができる。またセンサメーカーは、フィールド基礎データを入手できるので次のセンサ開発に大いに役立てることができるであろう。さらにこれらの維持管理情報をビッグデータとして活用し、AIにより損傷や劣化の診断支援・要因分析・予測等の研究に寄与できる環境となると考える。

現在、これらのデータモデルを大阪大学大学院矢吹研究室において作成し、さらに実際の維持管理データを入力し検証を行っているところである。この中で、センサ種別データベースは、土木学会土木情報委員会のセンサ利用技術小委員会（当時）が先行して作った

センサポータル登録情報を参考に、本研究会のメンバー企業のセンサを追加し合計 300 超のセンサの登録を行った。

各センサデバイス割り付けているセンサコード（種別 ID）については、型名単位の種別 ID は、図-7 に示すように仕様案を検討した。事業者 ID (28 bit 7 桁) + アイテム ID (20 bit 5 桁) + CD (4 bit 1 桁) の先頭に、将来の予備ビットとしてタイプ ID (12 bit 3 桁) で合計 64 bit 16 桁としている。この SIS コード/種別 ID を QR コードや IC タグにしてアクセスし、センサ種別データベースを参照しセンサ情報を表示できる機能を検討する。

設置個体単位の ID (設置 ID) は、図-8 のように、センサの設置位置情報（緯度、経度、標高）による国土地理院の場所情報コード (128 bit, 32 桁) を取得して利用する案を検討している。これも、タグにして、現場でアクセスしセンサ設置情報データベースを参照

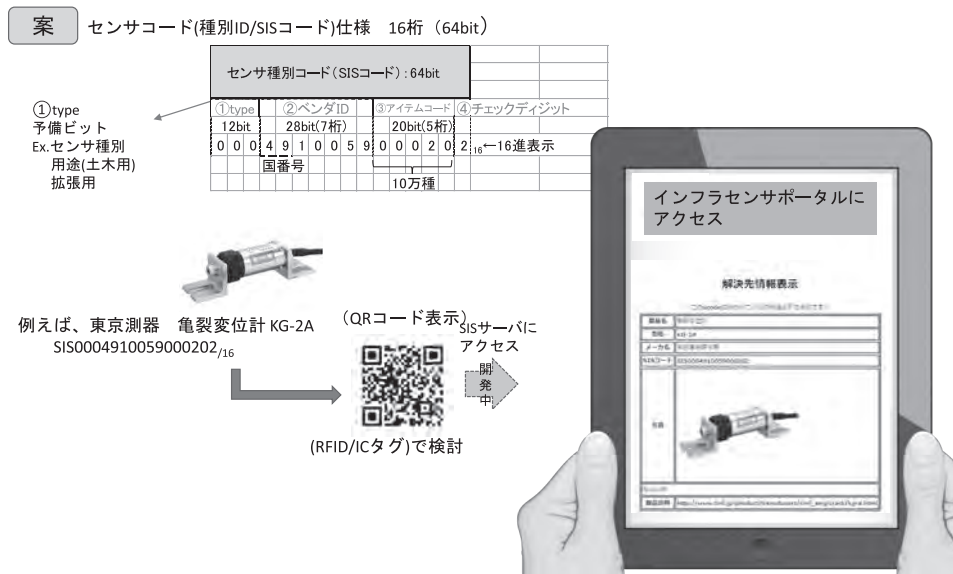


図-7 センサコード (種別 ID)



个出典: 国土地理院HP



図-8 センサコード (設置 ID)

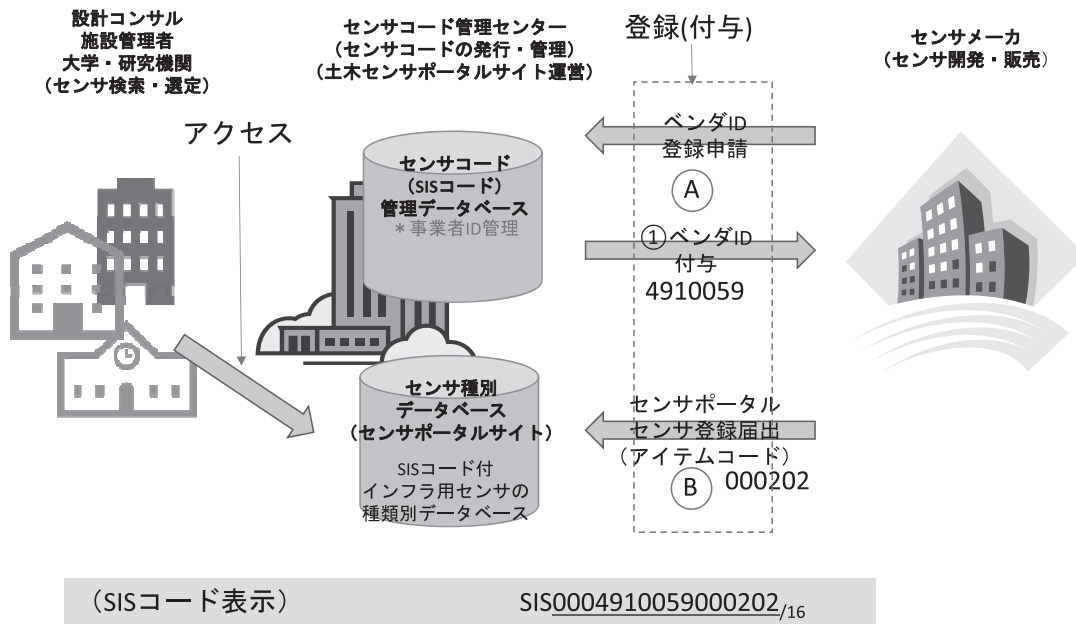


図-9 センサコード付与・センサ登録のプロセス案

し設置情報を表示できる機能を検討する。

その運用時にコード付与のプロセスとして、コード管理機関がセンサメーカーとの間で図-9のように①事業IDの申請・付与、②センサコード届出で行う案を検討している。

** SISコード Smart Infrastructure Sensor Code の略称

5. おわりに

今まで述べたように、社会インフラ維持管理における情報プラットフォーム構築を目指し、そのプロトタイプ作成とセンサコード・データモデルの標準化検討を継続して進め、情報発信していく。

その中で、スマートインフラセンサポータルは、運用に向けては、その情報の価値が陳腐化しないよう最新センサデータの入手更新や最新関連情報の入手体制づくりを進め、また、長期計測を容易にする標準化を推進するため、土木学会と連携したアドバイザーボードでセンサ標準化ガイドライン案準拠度の情報付加の検討も行っていく協議を進めている。

さらに、センサモニタリング実証実験（JACIC 研究助成テーマ）で得られる実際の維持管理情報や、現実の点検情報・橋梁情報による、課題を洗い出し改良を加えて利便性の高い機能を追加し、より実用性を向上した仕上げていく必要がある。

将来的にインフラ維持管理でコストや人材面での効率化適正化ニーズが高い地方自治体への維持管理プラットフォームの提案を検討する。また、センサコードの登録認証のプロセスや管理機能を検討し、「センサコード管理センター」の設立を目指していきたい。

謝辞

最後になるが、本研究会を進める上で、参加いただいている大学・企業・団体・行政・自治体の関係者と、土木学会には多大なるご協力をいただいている。ここに感謝の意を表する。

JICMA

《参考文献》

- 1) (一財) 関西情報センター <http://www.kiis.or.jp/>
- 2) スマートインフラセンサ利用研究会 (2015～2017)
- 3) (一財) 関西情報センター機関誌 第157号 (2018年)
- 4) KIISフォーラム2018 2018年7月25日
- 5) 矢吹信喜：CIM入門—建設生産システムの変革—, 理工図書 (2016年1月)
- 6) 土木学会土木情報学委員会 (旧 センサ利用技術小委員会) 編 『社会インフラのためのセンサ標準化ガイドラインおよび運用の手引き案』 (平成28年9月)

【筆者紹介】



澤田 雅彦 (さわだ まさひこ)
 (一財) 関西情報センター
 事業推進グループ
 部長