戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) における取り組みと今後の展望

横浜国立大学先端科学高等研究院 上席特別教授/東京大学 名誉教授 内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)プログラムディレクター 藤野 陽三

はじめに

2014年度から5年の計画で始まった内閣府総合技術・イノベーション会議(CSTI)の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)のインフラ維持管理・更新・マネジメント技術(以下、「SIPインフラ」という)の大枠については本誌2014年5月号に書かせていただいた。CSTIやSIPならびにその特徴、そしてSIPインフラの狙いなどはそこに述べたので、ここではSIPインフラのこの4年間の活動、成果や今後の展望について述べることとする。

2014年5月の時点ではSIPインフラは実質的には何も始まっていなかったが、同年夏には分野ごとに研究開発課題を公募し、ヒヤリング審査を経て60課題を秋までに選定した。

分野を大きく分けると,

- ①橋梁点検などにドローンを活用する「ロボット 技術」
- ②非破壊検査を中心とした「点検モニタリング診 断技術」
- ③センサー情報などによるビッグデータにかかわる「情報通信技術」
- ④耐久性の優れた材料や補修材の開発にかかわる 「構造材料・補修技術」

⑤これらの成果を実際のインフラに適応しインフラのマネジメントが回るようにする「アセットマネジメント技術」

の5つである。数の上で多いのが②の点検モニタ リング関係で、半数以上を占めた。

課題代表者の内訳は、民間主導が約半分、残りは国立研究開発法人(以下、「国研」という)、大学主導が半々である。基礎研究から社会実装までを狙うのが SIP の研究開発の一つの特徴であり、大学や国研などの研究機関と民間会社との横断的な連携体制をとっているものが多い。申請当時、大学や国研だけの体制であった課題に対しては、こちらから民間会社と連携するように強く指導した。

SIP インフラは、労働集約的であるインフラ維持管理を最先端の技術を活用して一新させるのが基本的な狙いであり、その内容は情報、通信、ロボット、センサー、材料、構造など極めて多岐にわたる。その審査ならびに採択後のアドバイスをするためのプロジェクト推進会議のメンバーも20名をゆうに超え、他のSIP 10課題に比べて圧倒的に大きく強力な組織となっている。

定期的に進捗情報を把握し、2016年夏にはステージゲート(SG)という中間チェックを行った。テーマとして優れているが2018年度の終わりまでに技術の飛躍的発展、社会実装化が期待できないものはやめていただいた。その数は数個に

及ぶ。それだけ厳しい審査を行ってきたのである。SG以外の場でも、成果の見通しの立たないものは降りていただいた課題がいくつかある。

SIP インフラの全体予算に関しても、ガバニングボードの場で毎年評価を受け、それにより額が決まる。要するに毎年、前年度の成果により予算が変わるのである。プログラムディレクター(PD)としては、毎年優れた成果がでるように個々の課題についてきめの細かい指導をすることになる。問題の多い課題については、年に数回、進捗状況を確認し、開発の方向性について当事者と突っ込んだ議論や指導を行うことになる。科学研究費補助金に代表される国の競争的資金のやり方とはこのへんが大きく異なり、よい意味で緊張感が高いというのが私の印象である。

2. 見えてきた成果

インフラの維持管理を考えたときに, 目視点検 によっては見えない構造物の内部損傷を可視化す ることが極めて重要なポイントの一つになる。た とえば、コンクリートの中の鉄筋のさび具合や水が入っているかどうかを知りたいとしても外からではわからない。東京大学グループは、X線を使ったコンクリート内部の鉄筋の状態の可視化技術を完成させつつある。理化学研究所のグループは中性子を使ってコンクリート内部の空洞や水の可視化に成功している(図ー1)。

これらの成果を実装化していくことには課題も 多いが、世界最先端の技術であることは間違いない。鋼構造物では鋼材のさびの程度を知ることが ポイントの一つとなるが、鋼材の減厚を地面の下 にあっても、水中でも、聴診器のようなものをあ てて簡単に計測できるシステムが岡山大学で開発 され、完成しつつある。これまでの超音波などに よる方法では塗膜の影響を受け、地中や水中では 使えない。標識柱や矢板などを含め応用範囲が広 いものと期待している。

アクセスが難しい, 危険な箇所が多い橋梁点検 ヘドローンなどのロボット技術を活用した支援シ ステムの開発も, 精力的に進めてきている。コン クリートのひび割れなどの情報が画像に残ること で, その変化を定量的に把握できることの効果は



図-1 構造物内部の損傷の可視化技術

SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」成果事例紹介パンフレット(2018 年 7 月発行)より抜粋

大きい。

熊本地震の復興として精力的に工事が進められている「二重峠トンネル」は、将来の高規格道路を復興道路として活用するものであり、一刻も早く完成させる必要から「今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会」(委員長:小澤一雅 東京大学大学院工学研究科教授)により策定されたガイドラインをもとにECI方式で工事が発注され、品質確保の観点から、覆工コンクリートにSIP技術が採用されている(写真-1,2)。道路橋で最も痛みが激しいのが、重交通を受け、地域によっては飛来塩や散布塩に直接さらされる



写真-1 熊本震災復興 二重峠トンネル工事 (撮影:平成 29 年 12 月 14 日)

RC 床版である。NEXCOでは、今後 15 年間に大規模更新、大規模修繕に 3 兆円を投じることを計画しているが、実にその半分以上のお金が RC 床版の取替え費用である。適切な取替えをするためには床版内部の損傷の有無を検知する技術が欠かせない。東京大学らの床版チームは、時速 80 キロで走行する車から放射する電磁波レーダーの反射受信波に高度の信号処理を施し、床版の内部欠陥の検出に成功している。床版内部や床版裏面のひび割れ情報から RC 床版の疲労余寿命を予測する、すなわち、診断技術もほぼ実用化の域に達してきた。これらも世界を圧倒する技術である(図-2)。



写真-2 SIP 技術を採用したトンネル覆エコンク リート(撮影:平成30年6月16日)

インフラの点検効率化を助ける橋梁の高速・自動レーダー診断技術 時速80 kmの超高速で計測! 橋梁床版内部の異常を透視! ■概要・長所(特徴)・スペック 3自治体がすでに試行導入中、現在さらに2自治体で計測・分析予定 ●複雑なレーダーデータの微弱な変化をディジタル信号処理と AIにより自動分析 ● 橋梁床版内部の0.1 mmオーダーの含水した亀製や土砂化を 検知 ■-日に数100kmの大規模分析が可能に NFR上の地間に診断結果をマッピングする一元管理システム (ROAD-Sシステム)により、道路管理者による点検の効率化を支援 橋梁内部の異常の透視のイメージ データー元管理システムのインターフェース ーザーの声 メディア情報 費用面で道路全体の探査は、実施できていないのが現状、価格面に 床版内部の劣化は、舗装上からは判断できない。 い。非破壊で内部の状況が診断できるシステ NHK Eテレ「サイエンスZERO」(2017年7月30日放映)日経コンストラクション(2018年3月12日号) てもシステム導入による効果は ムは有用。 (II) 大きいと思う

図ー2 橋梁床版の内部欠陥の検出に成功した自動レーダー診断技術 SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」成果事例紹介パンフレット(2018年7月発行)より抜粋

成功しているのは、先端技術を土木の問題に合うように微妙に調整しながら応用、適用している場合であり、異分野融合がイノベーションの源泉というのが SIP インフラに関与してきた私の実感である。

3. 地方自治体のインフラの維持管理

インフラの8割近くは地方自治体が有するものである。財務的にも厳しく、専門家があまりいない地方自治体にSIPインフラの培ってきた技術

を入れ込むことの難しさを感じていた。SIP インフラの知名度は地方においては低く、自治体への展開は当初は絶望的に思われた。

SIP インフラは、図ー3に示すメンテナンスサイクルを回すための技術の開発が主であるが、インフラマネジメントサイクルも回るようになって初めてアセットマネジメントが完成する。

地方自治体においてこのインフラのアセットマネジメントが作動し、その中に SIP インフラの成果が生きるためには、官と民を結ぶ役割を担える地域の大学(図-4)にあると考え、大学を核とした地域実装チームを 2016 年秋に公募し、岐

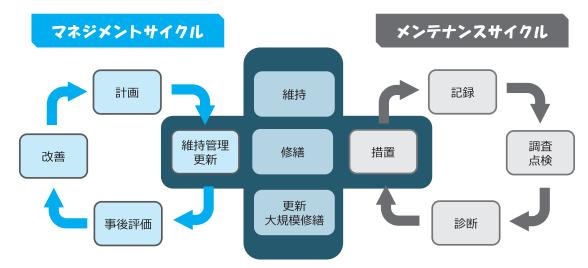


図-3 インフラのアセットマネジメントサイクル

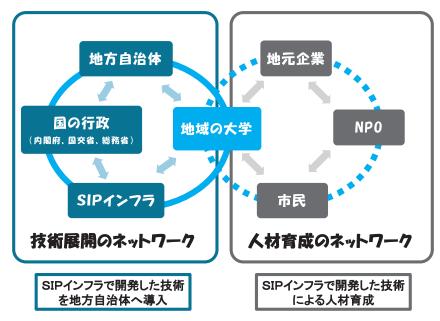


図-4 地域実装チームにおける大学の役割

阜大学や長崎大学など9つのチームを選んだ。地域において SIP インフラの技術を紹介し、地域からのフィードバックを受け、地域向けの技術に仕上げていく地道な作業が始まり、 SIP インフラと地方自治体との距離を大幅に縮めることができた。現在、国土交通省がほぼ同じ時期から始めたインフラ国民会議との協力のもとに、全国展開を進めているところである。

4. Society 5.0 ك Al

第5期科学技術計画としてのSociety 5.0 が2016年にCSTIより提案された。Society 5.0 とは、IoT(Internet of Things)で全ての人とモノがつながり、さまざまな知識や情報が共有することで新たな価値を生み出し、社会や個人が持つ課題や困難を克服する社会を意味する。必然的に膨大なデータを扱うことになり、人工知能(AI)の活用が不可欠となり、内閣府にも人工知能技術戦略会議が発足し、国をあげ AI に取り組むことが要請された。

SIP インフラでは、当初からコンクリート打音 や漏水の音響分析、コンクリートのひび割れ検出 などに AI を用いた技術開発もあったが、Society 5.0 を受け、AI をさらに意識したコンクリート床 版の余寿命診断などの技術開発を新たに展開してきたところである。AI が強力な技術であることは間違いないが、何でもすぐに AI で解決するわけではない。AI を生かすには、大量の良質なデータを、費用をかけて集めることが欠かせない。そういう地道な活動を SIP インフラの期間中に行うことが、あとあとの展開に有用と考え、RC 床版の画像データの収集などを行っている。

5. おわりに

SIPインフラも 2018 年度をもって 5 年が経過し終了となる。2018 年度からは、官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)という内閣府ならびに各省庁が連携した新しいプロジェクトが発足し、その一つに革新的建設 — 維持管理 — 防災・レジリアンスが選ばれている。今年度で終了する SIP インフラの成果は、来年度以降このPRISM の中でより大きく展開し、インフラ維持管理のさまざまな局面で適用されることが期待されている。