

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術
研究開発計画

2017年9月28日

内閣府
政策統括官(科学技術・イノベーション担当)

研究開発計画の概要

1. 意義・目標等

我が国では、インフラの高齢化が進む中で、2012年の笹子トンネル事故のような重大な事故リスクの顕在化や、維持修繕費の急激な高まりが懸念される。厳しい財政状況や熟練技術者の減少という状況において、事故を未然に防ぎ、予防保全によるインフラのライフサイクルコストの最小化を実現するためには、新技術を活用しシステム化されたインフラマネジメントが必須である。特に世界最先端の ICRT[※]を活用した技術は、従来のインフラ維持管理市場に新たなビジネスチャンスを生むと共に、同様な課題に向き合うアジア諸国へのビジネス展開の可能性を生む。

これらの実現のために、本研究では維持管理に関わるニーズと技術開発のシーズとのマッチングを重視し、新しい技術を現場で使える形で展開し、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現させることを目指す。これにより、国内重要インフラを高い維持管理水準に維持するだけでなく、魅力ある継続的な維持管理市場を創造すると共に、海外展開の礎を築く。

※ICRT:ICT(Information and Communication Technology)+IRT(Information and Robot Technology)

2. 研究内容(一部非公表)

主な研究開発項目は次のとおり。

- (1)点検・モニタリング・診断技術の研究開発 (2)構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発
(3)情報・通信技術の研究開発 (4)ロボット技術の研究開発 (5)アセットマネジメント技術の研究開発

3. 実施体制

藤野陽三プログラムディレクター(以下、「PD」という。)は、研究開発計画の策定や推進を担う。PDを議長、内閣府が事務局を務め、関係省庁や専門家で構成する推進委員会が総合調整を行う。国立研究開発法人科学技術振興機構及び新エネルギー・産業技術総合開発機構交付金(以下、「管理法人」という。)を活用して同法人がマネジメント力を最大限発揮する。公募により最適な研究主体を臨機応変に選定する。

4. 知財管理

管理法人等は、課題または課題を構成する研究項目ごとに必要に応じ知財委員会を置き、発明者や産業化を進める者のインセンティブを確保し、かつ、国民の利益の増大を図るべく、適切な知財管理を行う。

5. 評価

ガバナリングボードによる毎年度末の評価の前に、研究主体による自己点検及びPDによる自己点検を実施し、自律的にも改善可能な体制とする。

6. 出口戦略

国が新技術を積極的に活用・評価し、その成果をインフラ事業主体に広く周知することで、全国的に新技術を展開すると共に、インフラ維持管理に関わる新規ビジネス市場の創出を促す。有用な新技術を海外展開していくために、国内での活用・評価体制を確立するとともに、国際標準化までを一貫して行う体制を整備する。

1. 意義・目標等

(1) 背景・国内外の状況

インフラを作る時代から使う時代になったと言われてから久しいが、今や高齢化する膨大なインフラのマネジメントが不可欠な時代に入った。国内インフラのストックは800兆円の規模に達し、今後これらのインフラの維持管理・更新には膨大な予算が必要となる。例えば、高速道路インフラ(資産額45兆円)に対する今後15年間の更新・修繕費は3兆円に達するという調査が最近発表されている。また、国土交通省所管の社会資本に関する将来の維持管理・更新費の推計として、国土交通省が試算した結果によると、2013年度の維持管理・更新費は約 3.6 兆円、10年後は約 4.3~5.1 兆円、20年後は約 4.6~5.5 兆円程度になるものと推定されている(平成 25 年 12 月, 社会資本整備審議会・交通政策審議会)。安全性は確保しつつこれらを大幅に削減するため、「損傷が著しくなってから対策を行う」という従来の事後的な維持管理ではなく、「損傷の早期発見・早期改修」という予防保全を徹底することが不可欠である。

インフラのライフサイクルコストを最小化するマネジメントの基本は、その状態や保有性能を的確に把握するとともに、劣化予測・余寿命予測を行い、それに基づき優先順位をつけて、タイムリーに維持管理・補修・更新を行うことである。インフラの状態把握と予測には、新しいインフラを設計・建設することに比べ、10年、50年という長い時間スケールを含む難しい技術的課題群が含まれている。この課題群の解決に向け、あらゆる技術を総動員して取り組まねばならないのが、今我々が置かれた状況である。

米国では、シルバー橋崩落死傷事故・マイアナス橋崩落事故・ミネアポリス橋梁崩落など、ニューディール政策により大量に建設されたインフラで多くの事故が発生して社会問題化した。これを受けて、インフラの維持管理を推進するため、インフラ管理主体へのアセットマネジメント展開、モニタリング技術の導入、さらなる効率化・高度化を求めた新技術の開発が積極的に行われている。また欧州においても、複数の重要インフラにおいて高度なセンサを用いたモニタリングが実施され、その多くが予防保全の導入によって維持管理コストを低減することを目指している。

このように欧米諸国はインフラの老朽化が日本より先行していた状況もあるが、新技術の導入と予防保全を導入したアセットマネジメントの展開という流れで、インフラの効率的なマネジメントを実現する方向で動いている。

(2) 意義・政策的な重要性

我が国では、高度経済成長期に建設されたインフラの高齢化が進む中で、2012年の笹子トンネル事故のような重大な事故リスクの顕在化や維持管理・更新費の急激な高まりが懸念されている。厳しい財政状況や熟練技術者の減少といった状況において、事故を未然に防ぎ、維持管理・更新の負担を減らすためには、新技術を活用し、システム化されたインフラマネジメントが必須である。

2013年11月に策定された「インフラ長寿命化基本計画」等の政策課題にもある通り、インフラ機能の安定的な維持・向上は、我が国の更なる成長にとって必須であり、政府は我が国の 70 万すべての道路橋の定期点検の義務化を決めたことで、点検業務の市場が見える状態になった。また、今後15年における高速道路の大規模修繕・更新投資が 3 兆円の規模で行われることも明らかになり、更新・修繕の市場も明確化してきている。このような状況の中で、世界最先端の ICRT に支えられた安全で強靱なインフラを維持・確保するシステムはビジネスに成り得、多様な業界・業種が参入できるメンテナンス産業として発展させることも可能である。

このインフラ維持管理・更新・マネジメント分野では、一部の市場では明らかになりつつあるものの大部分が不明確で民間が参入しづらく、また地方自治体も開発する余裕が全くないため、国が推進する意義が大きい。また、関係省庁で開発する技術を、既存のインフラ現場において実証実験や耐久性・安定性・経済性等の検証試験を行い、試験結果をフィードバックしながら実用化に資する技術とするために緊密な省庁連携体制が必要となる。また、省庁連携を実現するために、個々の研究開発をプログラムディレクターが全体を俯瞰しながら推し進めることが重要であるため、SIPによる研究開発が必要不可欠である。

(3) 目標・狙い

① 技術的目標

維持管理に関わるニーズと技術開発シーズをマッチングさせ、新技術を現場に導入することにより、システム化されたインフラマネジメントによる維持管理PDCA(Plan Do Check Action)サイクルを実現し、予防保全による維持管理水準の向上・効率化を低コストで実現。

② 産業面の目標

センサ・ロボット・データマネジメント・非破壊検査技術・余寿命予測技術・長寿命化技術等の活用により点検・補修等を低コストで高効率化し、国内重要インフラを高い維持管理水準に維持するという、現在の建設市場と同等の魅力ある継続的な維持管理市場を創造する。また、インフラマネジメントにより定量化されたデータを広く共有化する方向を探り、民間によるさらなる技術開発を促す仕組みを構築する。

③ 社会的な目標

重要インフラ、老朽化インフラにおける、劣化・損傷に起因する重大事故をなくし、安心して暮らせる社会を実現する。維持管理更新の支出を現状より 20%低減する。また、ICRT等の新技術に基づくインフラマネジメントにより定量化されたインフラの性能指標や情報をできる限り「国民」と共有化することにより、市民参加型の社会システムを構築する。

具体的な数値目標としては、2020年度を目処に、国内において重要インフラ・老朽化インフラの20%をモデルケースとして、ICRT技術をベースとしたインフラマネジメントによる予防保全を実現し、世界的に共通課題となるインフラの老朽化対策の成功事例(ショーケース)とすることで国際展開を図る。

2. 研究開発の内容

本プログラムにおいては、図 2-1 に示す維持管理フローを構築すべく、(1)点検・モニタリング・診断技術、(2)構造材料・劣化機構・補修・補強技術、(3)情報・通信技術、(4)ロボット技術の個々の基盤技術開発を行うとともに、図 2-2 のインフラ維持管理全体像に示すように、(1)～(4)の技術を効率的に組み合わせ実社会で利用可能な技術として確立するために、(5)アセットマネジメント技術の研究開発を行う。

(5)のアセットマネジメント技術においては、(a)点検・モニタリング結果から、(b)情報・データベース・AIを活用したライフサイクルコスト定量化算定が可能な診断・余寿命予測解析を確立し、(c)適切な高耐久補修・補強材料のデザインを可能とさせ、(d)地域ニーズに基づく長期保全計画・更新計画と投資計画をリンクさせたアセットマネジメントシステム(図 2-3)を確立させ、地域実装支援チームを主体に実装する。

個々の研究開発テーマにおいて、開発する全ての技術が実構造物へ適用可能であることを重視し、現場実証実験等を踏まえたフィードバックが効果的に機能する開発体制を整備する。様々な組織で個別に実施される「共有すべき技術」を集約し、情報共有による研究開発の加速を促し、異なる研究開発テーマ間で重複が生じないような連携を推進する。

インフラ維持管理フローと基盤技術開発

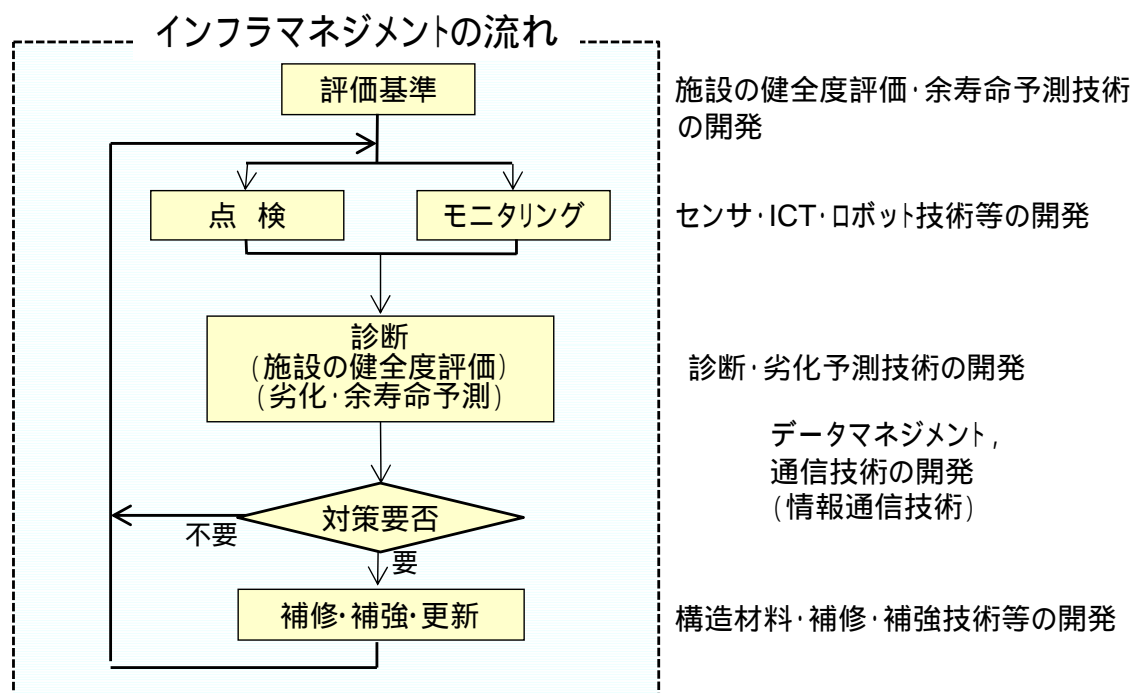
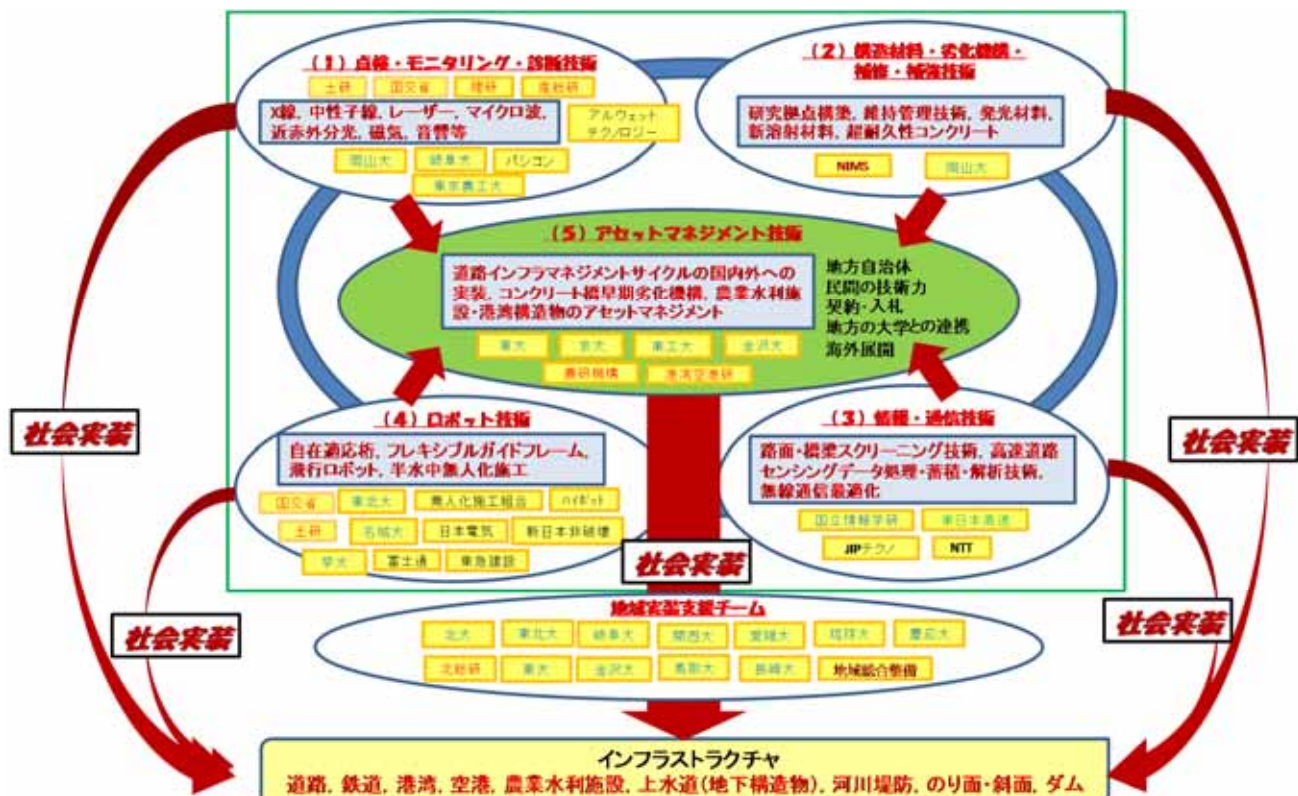


図 2-1 インフラの維持管理フローと基盤技術開発



※「(1) 点検・モニタリング・診断技術」には、この他、国土交通省主催の「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」と連携して実施している以下の研究実証機関を含む。
研究実証機関：パスコ、三井住友建設、大成建設、オムロンソリューションズ、日本電気、応用地理、中央開発、朝日航空、国際建設技術協会、モニタリングシステム技術研究会、五洋建設、川崎地質、東北大、アルファ・プロダクト、東大

図 2-2 研究開発項目関係図

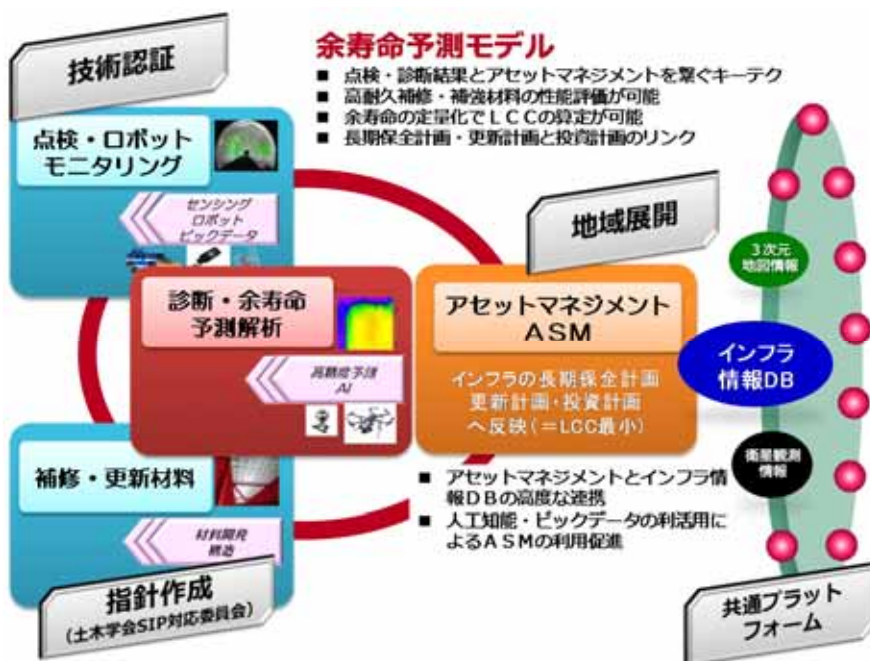


図 2-3 開発技術の連携と全体戦略

(1) 点検・モニタリング・診断技術の研究開発

インフラの損傷度等をデータとして把握する効率的かつ効果的な点検、モニタリングを実現するためのロボットやセンサ、非破壊検査技術等を開発する(ロボットの研究開発内容については「(4)ロボット技術の研究開発」で記載)。センサ、非破壊検査技術の開発では、打音などの従来技術の高度化、最新のセンシング技術を利用した構造体の変位の検出や構造体内部の状態を可視化する技術の開発、高度な分析を可能にする画像処理技術の開発などを行う。

点検・モニタリングにより得られたデータによりインフラの健全度評価、余寿命予測が実現可能な診断技術を、劣化撤去部材の載荷試験や数値シミュレーション技術を用いて開発する。

コンクリート構造物、鋼構造物、橋梁、盛土・舗装道路、のり面・斜面、河川堤防、ダム、海洋・沿岸構造物及び空港施設等、材質や構造物の特性に応じて、それぞれの材料や構造物に最適な点検・モニタリング・診断技術の開発を行なう。

研究開発期間:2014年度～2018年度

研究開発の最終目標:インフラ劣化データを効率的に取得し、健全度評価、余寿命予測を対象インフラに絞って実現

2017年度所要経費:7.1億円程度

(i)コンクリート構造物に関する点検・モニタリング・診断技術の開発

1)具体的内容

コンクリート構造物はコンクリートの中性化、塩害による劣化、更には、その中にある鉄筋が錆びる事により、ひび割れ、剥離が起こる。しかしながら、その程度を判別するには、試料を採取して測定する破壊検査が主体であるのが現状である。また、現行の打音試験においては作業者の熟練度合いにより、試験により得られるデータも異なってくる。以上より、非破壊で熟練が不要で、できれば高速で劣化の程度を診断できる点検・モニタリング・診断技術が必要である。

コンクリート構造物については、点検員の技術に左右されず正確に空洞・ひび割れ等の損傷の検出が可能な打音検査技術の開発を行なう。特にトンネルに関しては、高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥診断技術や、レーザーによる表面および内部欠陥診断計測技術の開発を行なう。また、透過X線及び後方散乱X線、並びに小型中性子源を活用してコンクリート内部の鋼材の腐食率やコンクリート内部欠陥の状態を把握する非破壊検査法の開発や超音波誘起電磁応答を利用した手法によりコンクリート内部の鉄筋腐食状態を検知する鉄筋腐食検査装置の開発を行なう。

2)達成目標

【中間目標】

コンクリート供試体等の表面から深さ8cm以内の領域に存在する異常の有無を点検員の技術に左右されず検出できる打音検査技術を開発する。

トンネルに関しては、走行型非接触レーダーに関して、アンテナの周波数およびコントローラの選定を行い、探査深度・範囲等の基本設計を完了するとともに、レーザーによる内部欠陥診断技術に関して、コンクリート内部欠陥を数100m/日の検査速度で検知するための技術を確立する。

コンクリート内部の欠陥や鉄筋の状態検知技術に関しては、可搬型高出力X線撮影装置について、その適用性を確認するとともに、高周波電源と電子銃を製作して性能を検証し、後方散乱X線イメージ

ング法によって、サブスケールモデルの道路橋床版や鉄筋コンクリート供試体内部の欠陥(土砂化した部分やポットホール、腐食した鉄筋等)を確認する。小型中性子源を活用する場合、高速中性子イメージング検出器と連動させた非破壊観察システムを構築し、車輛運搬可能な超小型(軽量)加速器空洞を開発する。鉄筋腐食検知用 ASEM 測定システムとしては、開発した音波遅延材、超音波振動子、および受信アンテナを用いて試験体評価を行う。異なる腐食度合いのコンクリート内部鉄筋に対して、超音波誘起電磁(ASEM)応答の磁場依存性を含む測定を行う。鉄筋の腐食程度と ASEM 応答との相関関係を明らかにし、この手法の原理究明を行う。

【最終目標】

打音検査技術に関しては、打音データベースを構築し、異常の有無に加えて、その異常の種類(空洞、ひび割れ等)を点検員の技術に左右されず判別可能となることを目標とする。トンネルに関しては、探査・検出範囲が縦断方向5cm・横断方向1m、探査深度20cm、また検出精度は80%以上の走行型非接触レーダーシステムの開発とともに、レーザーによる内部欠陥診断技術については、高速のレーザー誘起振動波技術を確立し、従来の検査速度の数10倍の高速化を実現する。コンクリートの内部欠陥や鉄筋の状態検知技術に関しては、可搬型高出力X線撮影装置について計測を通じて適用性を検討するとともに、二次元画像を数mmのオーダーの空間分解能で取得可能な後方X線散乱装置の開発を目標とする。小型中性子源を活用する場合、高速中性子イメージング検出器による30cm以上の厚さのあるコンクリート内部の水の可視化手法、鋼材破断モデルによる空隙観察手法を確立する。鉄筋腐食検知用 ASEM 測定システムとしては、かぶり50mmの進展期(表面コンクリートにヒビが入っていない状態)にある鉄筋腐食を検知する。

○研究責任者:村川 正宏

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 人工知能応用研究チーム 研究チーム長

研究実施機関:産業技術総合研究所、首都高技術(株)、東日本高速道路(株)、(株)テクニー、(株)ネクスコ・エンジニアリング東北

○研究責任者:緑川 克美

理化学研究所 光量子工学研究領域 領域長

研究実施機関:理化学研究所、量子科学技術研究開発機構、(公財)レーザー技術総合研究所

○研究責任者:石田 雅博

土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 橋梁構造研究グループ 上席研究員

研究実施機関:土木研究所、東京大学、理化学研究所

○研究責任者:豊川 弘之

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 分析計測標準研究部門 放射線イメージング計測研究グループ 研究グループ長

研究実施機関:産業技術総合研究所、(株)BEAMX、名古屋大学
(2016年度で開発を終了)

○研究責任者:安田 亨

パシフィックコンサルタンツ(株) 技師長

研究実施機関:パシフィックコンサルタンツ(株)、(株)ウォールナット、iシステムリサーチ(株)、(株)三英技研、(株)フォーラムエイト

(2016 年度で開発を終了)

○研究責任者:生嶋 健司

東京農工大学 大学院工学研究院 先端物理工学部門 准教授

研究実施機関:東京農工大学、(株)IHI 検査計測、本多電子(株)

(2016 年度で開発を終了)

(ii) 鋼構造物に関する点検・モニタリング・診断技術の開発

1) 具体的内容

橋梁の鋼材やケーブルの内部・裏面までの腐食・亀裂を高感度に検出、評価可能な高感度磁気非破壊検査技術を開発する。

2) 達成目標

【中間目標】

高感度磁気非破壊検査装置の開発においては、鋼板の厚み 10mm 以上に対して減肉率 10%以上のものを検知可能とする。

【最終目標】

高感度磁気非破壊検査装置の開発においては、センサ検出部をロボット搭載可能にコンパクトとし板厚の厚み 20mm 以上の鋼板に対して減肉率 10%以上のものを検知可能とする。

○研究責任者:塚田 啓二

岡山大学 大学院自然科学研究科 教授

研究実施機関:岡山大学、超電導センシング技術研究組合、(一財)発電設備技術検査協会、九州大学

(iii) 橋梁等のレーダーによる点検・モニタリング・診断技術の開発

1) 具体的内容

橋梁、高架道路等のインフラ構造物の剛性や経年劣化を調査する方法として、固有振動数を計測する手法が提案されている。現在、振動計測には必要計測箇所に加速度計等のセンサを多数取り付けて行なわれているが、より短期間で正確かつ安全性を確保できる非接触計測システムとして、マイクロ波照射により観測対象のレーダー画像取得と同時に各部分の微小振動を計測可能な振動可視化レーダー技術の開発を行なうとともに、現場のニーズなどを踏まえ、モニタリング技術を社会インフラの維持管理業務へ適用するための技術的現場実証などを行う。

2)達成目標

【中間目標】

主要コンポーネントの部分試作完了と振動観測基礎実験を開始する。橋梁等インフラ専門家グループが評価できる機能性能を有するインフラモニタリングレーダー部分試作品の提供を可能とする。

【最終目標】

可視化ソフトウェアを含む、方位分解能 0.5 度、撮像速度 500 枚/秒、周波数 250Hz 以下で 0.1mm オーダーの振動振幅を検知する、振動可視化レーダーシステムのプロトタイプを開発する。

○研究責任者:能美 仁

アルウェットテクノロジー(株) 代表取締役

研究実施機関:アルウェットテクノロジー(株)、早稲田大学、東京大学、埼玉大学

(2016 年度で開発を終了)

(iv)舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発

1)具体的内容

道路盛土の品質は、材料の特性を最大限に活用する必要から、現場での密度計測による施工管理により確保されてきた。ところが、近年の豪雨や地震において、高規格の道路盛土においても災害が発生するなど、建設後の盛土品質の劣化が懸念される事象が顕在化している。事象が発生するまでその危険性を地表面からはほとんど認知できないという困難な問題を抱えている。また、道路や堤防、護岸などの長大な土構造物では、測定作業の短縮化、測定作業の安全確保を含めた効率化が大きな課題であったことを踏まえ、道路の舗装面から盛土深部に至るまでの健全性評価を迅速、定期的、安価に実施できるシステムに関する開発を行なう。既に開発した2次元表面波探査の自動計測装置の高度化と牽引式電気探査を融合することで全く新しい自動化診断技術を開発し、極浅い舗装部と大規模災害に結びつくより深い盛土部を高精度で迅速に点検・診断する自動化技術の実用化を目指す。

2)達成目標

【中間目標】

試作機による実証試験(10現場程度)の結果をもとに、2次元表面波探査の受振器配置を決定する。モデル実験(数値解析)、モデル断面作成、逐次疲労解析、対策効果検討解析により、計測システムの基本設計を行い、プロト機の製作、計測機器の実装ならびに制御技術を開発する。実証試験を継続し、計測ならびに解析ソフトウェアのバージョンアップを図る。情報取得精度(位置:1.0m、標高:0.5m)、測線方向分解能:2.0mの全自動解析システムを開発する。

【最終目標】

現在試作した探査の自動化システムでは、一般車両を用いた実証試験により平均 330m/時間の計測が可能であり、作業効率は従来のランドストリーマー法(人が牽引して測線を移動)に比べて3倍ほど向上するが、さらに定速走行が可能な低速専用牽引車両の導入ならびにシステムの改良により、測定速度 500m/時間を実現し、舗装部 0.2m、路体部(盛土部)0.5mの分解能を達成する。併せて、道路延長 2m ごとに FWD と等価な舗装の定量評価結果を出力し、盛土の安定指標ならびに地盤の液状化

危険度を出力する等により舗装を含む道路盛土構造の評価技術を確立し、舗装維持管理マネジメントシステムの構築を行う。

○研究責任者: 八嶋 厚

岐阜大学 工学部社会基盤工学科 教授

研究実施機関: 岐阜大学、(公財)岐阜県建設研究センター、(株)セロリ

(2016 年度で開発を終了)

(v) 橋梁に関するモニタリング技術の活用推進に関する技術開発

(v-1) 下部工基礎の洗掘状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

下部工基礎の洗掘状況の把握は、1回/5年の定期点検において潜水士による目視点検を中心とした調査等が実施されている。下部工基礎は水面下にあるため、物理的に近接できず、状況変化を把握することが難しい。また、目視による確認は調査者の主観に頼る部分が多く、洗掘状況を定量的に把握することができない。

そこで、以下の下部工基礎の洗掘状況を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

・航空機に水中地形を計測できるレーザー測距装置を搭載して上空から下部工基礎付近の河床地形を計測(ALB(航空レーザー測深機)計測)することにより、下部工基礎の洗掘状況を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

・ALB 計測を行うシステムについては、ALB 計測及び深淺測量を実施し、深淺測量から得られる洗掘形状データを真値として、洗掘状況をどの程度把握できるか ALB 計測データについて評価を行う。

【最終目標】

・ALB 計測を行うシステムについては、ALB 計測データと深淺測量結果の比較・分析を基に、ALB を用いた安全かつ定量的に洗掘状況の把握が可能なモニタリング手法を確立する。

○研究責任者: 坂下 裕明

(株)パスコ技術統括本部 本社技術部 顧問

研究実施機関: (株)パスコ

(2015 年度で開発を終了)

(v-2) コンクリート橋における支承部及び桁端部等の劣化状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

コンクリート橋における劣化状況の把握は、1回/5年の定期点検において目視点検を中心とした調査が実施されている。支承部及び桁端部等の物理的に近接できない又は目視確認が困難な箇所は、近接目視が難しいことから、状況変化を把握することが難しい。また、目視による確認は調査者の

主観に頼る部分が多く、劣化状況を定量的に把握することができない。

そこで、支承部及び桁端部の近接目視が困難な部位に、高機能点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを視準可能な位置に近づけ、画像又は反射時間を取得することにより、ひび割れ等の経年変化を計測し、コンクリート橋における支承部及び桁端部等の劣化状況を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

高機能点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナについて、相互補完機能の技術検証を行い、課題を抽出し、機能の改良・追加を行うことにより、操作性及び計測精度を向上させる。

【最終目標】

コンクリート橋の支承部、桁端部に対して高機能点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを用いて、人が容易に近づけず近接目視が困難な部位でも損傷データ取得を可能とし、損傷状況の経年変化を把握するモニタリングシステムを構築する。

○研究責任者: 藤原 保久

三井住友建設(株) 土木本部 土木リニューアル推進室 室長

研究実施機関: 三井住友建設(株)、(株)日立産業制御ソリューションズ

(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

(v-3) 床版ひびわれの劣化状況把握のためのモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

床版ひびわれの劣化状況の把握は、1回/5年の定期点検において目視点検を中心とした調査が実施されている。床版ひびわれは、把握すべき範囲が広いため、ひびわれの状況変化を把握することが難しい。また、目視による確認は調査者の主観に頼る部分が多く、床版ひびわれの劣化状況を定量的に把握することができない。

そこで、無人航空機にカメラ等を積載して床板の画像を撮影し、遊離石灰や豆板などの平面的な損傷を抽出するとともに床版ひびわれの劣化状況を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

撮影機材に要求される性能・機能上の課題抽出とその解決方法の検討、平面的な損傷を抽出・定量評価する画像解析プログラムの作成とその改良、タブレット端末の適用性の確認を行う。

【最終目標】

高所・狭隘部に存在する損傷を撮影する技術、平面的に分布する損傷を抽出・定量評価するデジタル画像処理技術、撮影現場で迅速に損傷を抽出・定量評価する技術などを確立する。

○研究責任者: 堀口 賢一

大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 土木構工法研究室 主任研究員

研究実施機関: 大成建設(株)

(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

(v-4)維持管理の高度化・効率化に係るモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

現状では、施設管理者は、定期点検要領等、要領類に定められた内容に基づき維持管理を実施している。維持管理の現場における維持管理の高度化等のニーズに対して、以下のモニタリングシステムの実証を行う。

- ・省電力化を図ったワイアレスセンサによる遠隔モニタリングシステムを用いて、加速度やひずみ等を計測し、それら进行评估することにより、継続的な橋梁の監視、突発的な異常検知及び橋梁の状況診断に有用な情報を把握するモニタリングシステムの実証を行う。
- ・衛星に搭載されたレーダーを用いて、定期的に取得したデータを解析することにより、地表にある橋梁の変位を高精度かつ高効率で把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

- ・ワイアレスセンサによる遠隔モニタリングシステムを用いたシステムについては、現場実証における対象橋梁にてワイアレスセンサによる遠隔モニタリングシステムを設置し、劣化損傷の特定など診断の基本データである平常時のデータを継続的に把握、蓄積する。
- ・衛星に搭載されたレーダーを用いたシステムについては、衛星画像データの画像解析により実現場の経年変位を算出するため、現場実証の対象橋梁の現地調査を実施する。

【最終目標】

- ・ワイアレスセンサによる遠隔モニタリングシステムを用いたシステムについては、平常時における橋梁のデータ及び劣化損傷の発生箇所、発生時刻の特定並びに台風・地震時など異常時における損傷を把握する技術を検証する。また、ワイアレスセンサの現場での耐久性や省電力化について検証し、遠隔地からのモニタリングや台風、地震など異常時に適した情報収集システムを検証する。
- ・衛星に搭載されたレーダーを用いたシステムについては、衛星画像から算出される経年変位と実現場の劣化との相関検討等により、PS-InSAR 技術を用いたモニタリング手法の有効性を実証する。

○研究責任者: 西田 秀志

オムロンソーシアルソリューションズ(株) 主査

研究実施機関: オムロンソーシアルソリューションズ(株)、東京工業大学

(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

○研究責任者: 村田 稔

日本電気(株) 電波・誘導事業部 主席技師長

研究実施機関: 日本電気(株)、(株)大林組

(2015年度で開発を終了)

(vi)のり面・斜面に関するモニタリング技術の活用推進に関する技術開発

(vi-1)のり面・斜面の安定評価に係るモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

現状ののり面・斜面の点検は、主に路上目視、近接目視、打音等によって変状等の異常を把握しているが、急峻な地形などアプローチしづらい箇所などでは、のり面・斜面の崩壊発生の前兆現象としての状況変化等を容易に把握することが難しい。また、目視や打音等による点検結果は点検者の主観に頼る部分が多く、のり面・斜面の安定性を客観的に評価することが難しい。

そこで、以下のモニタリングシステムの実証を行う。

- ・降雨に伴う間隙水圧の変化の測定と地盤の変位・変形の測定の両方の機能を兼ね備えた機器を用いて、表層崩壊の予測や検知を行うモニタリングシステムの実証を行う。
- ・個別の斜面の変状を効率よく的確に把握するため、斜面の表層に挿した鋼棒の傾斜角度を傾斜センサに活用して多点計測することにより、斜面崩壊前の予兆現象を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

- ・降雨に伴う間隙水圧の変化の測定と地盤の変位・変形の測定の両方の機能を兼ね備えた機器を用いたシステムについては、間隙水圧データ及び地盤傾斜データと気象・雨量データを同時に取得及び蓄積し、相互の関係性を明らかにできる計測システムを構築する。
- ・傾斜センサを用いたシステムについては、計測機器や通信システムの課題を整理し、斜面崩壊早期警報システムの有効性検証に必要な項目について検討する。

【最終目標】

- ・降雨に伴う間隙水圧の変化の測定と地盤の変位・変形の測定の両方の機能を兼ね備えた機器を用いたシステムについては、間隙水圧と地盤傾斜データの計測システムを確立するとともに、計測データにより表層崩壊予測手法を構築し、それらをパッケージ化したシステムを確立する。
- ・傾斜センサを用いたシステムについては、計測機器や通信システムの改善点を検討することなどにより、斜面崩壊早期警報システムの有効性を検証し、同システムを確立する。

○研究責任者: 荘司 泰敬

応用地質(株) 計測システム事業部 事業部長

研究実施機関: 応用地質(株)

(2016年度で開発を終了)

○研究責任者: 王 林

中央開発(株) 技術センター 技術開発室 技術開発部長

研究実施機関: 中央開発(株)

(2016年度で開発を終了)

(vii) 河川堤防に関するモニタリング技術の活用推進に関する技術開発

(vii-1) 堤体等の外観の変状の把握に係るモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

堤体等の外観の変状は、出水期前、台風期、出水後に徒歩を基本とする目視点検で確認しているが、調査に時間や労力がかかってしまうため、長大な延長を有する河道・堤防等の変状を迅速に把握することが難しい。また、経年的かつ広範囲にわたる堤体の沈下など、目視では把握が困難な変状も存在する。加えて、徒歩による目視点検は調査者の主観に頼る部分が多く、堤体等の変状(外観)の把握を客観的に評価することが難しい。

そこで、大型除草機械にモグラ穴等を検出するための計測機器を設置し、除草直後に地表に近い位置で地表面の地形や温度等を計測することにより、堤体等の外観の変状を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

計測システムの現場実証及び改良を行い、計測データと既存資料(河川カルテ・測量データ等)との比較検証によって、大型除草機による堤防の客観的・定量的な変状(モグラ穴等)を把握するシステムによる堤防の変状検出率を評価する。

【最終目標】

計測システムの現場実証によりシステムの改良を行い、運用可能な技術として大型除草機による堤防の客観的・定量的な変状(モグラ穴等)を把握するシステムを確立する。

○研究責任者: 鈴木 清

朝日航洋(株) 東京空情支社 商品化推進室 主任技師

研究実施機関: 朝日航洋(株)

(2016年度で開発を終了)

(vii-2) 漏水、侵食等の出水時における変状発生への把握に係るモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

堤防は歴史的に築造されてきた経緯から、その構成材料は多様であり、基礎となる地盤の地質は場所ごとに異なるため、洪水による漏水や侵食といった現象も箇所ごとに異なることから、その箇所に応じた監視が必要である。また、漏水、侵食等の監視が求められるのは主に洪水時であるが、降雨中や夜間では変状を常時把握することは難しい。

そこで、牽引式電気探査、表面波探査等の物理探査及び比抵抗モニタリングを組み合わせることにより、堤防の監視箇所の抽出・絞り込みを行うとともに、出水時の漏水・浸透状況を監視し、漏水、侵食等の出水時における変状発生を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

堤防内部の状態を非破壊で効率的に把握するための物理探査を開発し、漏水、侵食等が発生する危険のある箇所(要監視箇所)を抽出する技術を確立する。

【最終目標】

要監視箇所において、堤体内の状態変化に着目したモニタリングによって安全監視を行う技術を確立する。

○研究責任者: 齋藤 秀樹

応用地質(株) 技術本部 技師長室 技師長

研究実施機関: 応用地質(株)

(2016 年度で開発を終了)

(vii-3) 維持管理の高度化・効率化に係るモニタリングシステムの現場実証

1) 具体的内容

現状では、施設管理者は、定期点検要領等、要領類に定められた内容に基づき点検等の維持管理を実施している。維持管理の現場における維持管理の高度化等のニーズに対して、以下のモニタリングシステムの実証を行う。

- ・SAR 干渉技術を適用し、複数の衛星データによる時系列解析から河川堤防の変位を効率的に把握するモニタリングシステムの実証を行う。
- ・牽引式電気探査、表面波探査等の物理探査技術及び打ち込み式水位観測井による堤体内水位観測方法等の技術に、裏のり尻部の局所動水勾配観測装置を加えた堤防内部状態のモニタリングシステムを用いて、危険箇所を絞り込み、出水時の浸透状況をリアルタイムで監視し、堤防内部の状態の変化を把握するモニタリングシステムの実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

- ・衛星データによる時系列解析を行うシステムについては、衛星観測データを用いた衛星画像解析結果とレーザー測量結果を比較することなどにより、画像解析手法を確立する。
- ・物理探査技術等を用いたシステムについては、漏水、侵食等が発生する危険のある箇所(要監視箇所)について、堤防内部の状態を非破壊で効率的に把握するための物理探査を用いて抽出し、絞り込む技術を確立する。

【最終目標】

- ・衛星データによる時系列解析を行うシステムについては、衛星観測データを用いた河川堤防の異常箇所のスクリーニング・抽出をするための河川堤防点検手法を確立する。
- ・物理探査技術等を用いたシステムについては、要監視箇所において、堤体内の状態変化に着目したモニタリングによって安全監視を行う技術を確立する。

○研究責任者: 片山 毅

(一社)国際建設技術協会 研究第二部 主任研究員

研究実施機関: (一社)国際建設技術協会、宇宙航空研究開発機構、パシフィックコンサルタンツ(株)

(2017 年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

○研究責任者: 新清 晃

応用地質(株) 東京支社 技術部 部長代理

研究実施機関: 応用地質(株)

(2016 年度で開発を終了)

(viii) モニタリング技術を社会インフラの維持管理業務へ適用するための技術的検証

1) 具体的内容

管理者のニーズを踏まえ、管理水準やモニタリングに求められる性能を明確化するとともに、管理水準に応じたモニタリングレベルを設定するため、計測したデータと劣化・損傷の関係性等を明らかにする試験桁等の室内載荷試験及び高速道路や国道での現場実証の結果から、モニタリングシステムの維持管理レベルに応じた適用性の評価・検証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

維持管理業務にモニタリングシステムを導入するためのシナリオの作成並びに床版や桁等を用いた実験的検証による計測技術等の開発・改良を行う。

【最終目標】

維持管理業務の高度化・効率化を図るため、モニタリング技術を現地に導入するためのガイドラインを作成する。

○研究責任者: 本間 淳史

東日本高速道路(株) 建設・技術本部 技術・環境部 構造技術課長

研究実施機関: モニタリングシステム技術研究組合

(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

(ix) 衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の開発

1) 具体的内容

衛星 SAR の1データは数十 km × 数十 km と広い領域をカバーしており複数の構造物がデータに含まれている。また大規模地震時や雨天時、夜間においても安定的にデータが得られる。このような衛星 SAR の特長を活用し、平常時及び災害時において、ダム構造物等の変位を一括して計測するモニタリング手法の開発の研究を行う。本研究開発は、災害時の早期被害把握や平常時の効率的な構造物の変位モニタリングを可能にするとともに、衛星 SAR を活用することにより災害時及び平常時におけるインフラのモニタリングをシームレスに行うことを可能にし、インフラの高度な維持管理に寄与することを目的とする。

2) 達成目標

【中間目標】

解像度あるいは観測波長が異なる衛星 SAR データによる変位解析を実施し、構造物の変位モニタリングの精度の検証や課題の抽出等を行って、その対応策を提示する。また、複数の構造物の変位を一括してモニタリングする技術開発の検討を行い、最終目標達成のための課題の抽出を行う。

【最終目標】

衛星 SAR を主として、測量や GPS 等を融合した、広域的・効率的で信頼性の高い変位モニタリング手法を提案し、ダム構造物等の管理現場にて活用できるようマニュアルとして取りまとめる。

○研究責任者:金銅 将史

国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 大規模河川構造物研究室 室長
研究実施機関:国土交通省 国土技術政策総合研究所

(x) 海洋・沿岸構造物に関する点検・モニタリング・診断技術の開発

1) 具体的内容

港湾施設等の海洋・沿岸構造物については、人による点検実施の制約が大きい棧橋上部工下面部や内部の状況把握が難しい岸壁部分について、維持管理の高度化や省力化を実現するためのモニタリング技術の活用に対する期待が高まっている。棧橋上部工下面部については、カメラ画像撮影によるコンクリートのひび割れやさび汁等の検出、岸壁部においては地中レーダー(GPR)を用いて内部の空洞化などの調査を可能とするモニタリング技術について現場実証を行う。また、ALOS-2(だいち2号)等合成開口レーダー(SAR)による広域な港湾施設全体の変状把握と水中ソナーによる水中部の港湾構造物の変状把握を組み合わせることによって効率的かつ低廉なモニタリングシステムの構築のための現場実証を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

棧橋上部工下面部におけるひび割れ等の把握技術については、浮体上から安定して劣化状況を撮影できる技術や自動劣化診断・劣化情報データベース化及び CIM による一元管理ソフトウェアの開発を行う。

岸壁部における空洞化等の把握技術については、レーダーの空洞検知力、送信周波数による検知力の違いについて確認を行い、これらを踏まえた課題を抽出する。

港湾構造物の変状把握技術については、ALOS-2によるモニタリング精度検証を行うとともに水中ソナーの簡易手法によるノイズ評価方法並びにノイズ除去技術について開発を行う。

【最終目標】

棧橋上部工下面部におけるひび割れ等の把握技術については、ラジコンボートを用いた総合的点検・診断システムを確立し、現在の点検時の判定基準である幅3mm以上のひび割れ等の検出機能の確立と棧橋下における撮影の位置情報取得機能を実装する。

岸壁部における空洞化等の把握技術については、局所的な空洞化について深さ方向10cm単位の精度で経時的な変化を検出可能とし、計測の迅速化、作業の簡略化、過去の点検資料との関連性把握を容易にする。

港湾構造物の変状把握技術については、ALOS-2により地盤沈下などによる変位について5mmオーダーで変位抽出できる解析手法を確立するとともに、水中ソナーにより分解能10mmの精度を有する解析技術の確立と計測結果のイメージング技術を確立する。

○研究責任者:小笠原 哲也

五洋建設(株) 技術研究所 土木技術開発部 土木材料チーム 担当部長
研究実施機関:五洋建設(株)
(2016年度で開発を終了)

○研究責任者:山田 茂治

川崎地質(株) 事業本部保全部 技術部長

研究実施機関:川崎地質(株)、中日本航空(株)

(2016 年度で開発を終了)

○研究責任者:西畑 剛

五洋建設(株) 技術研究所 担当部長

研究実施機関:五洋建設(株)、宇宙航空研究開発機構

(xi) 空港施設に関する点検・モニタリング・診断技術の開発

1) 具体的内容

空港の滑走路、誘導路及びエプロンのアスファルト舗装の内部の変状について、地上設置型合成開口レーダー(GB-SAR)と地中レーダー(GPR)を組み合わせることで当該変状について把握する技術の現場実証を行う。

また、空港の滑走路等の変状把握は夜間の非常に限られた時間の中で実施されることが多く、作業の迅速性が求められることから、カメラ等を用いて滑走路等の表面ひび割れの状況を即座に記録・比較できる技術について現場実証を行う。表面ひび割れ状況については、維持管理時に使用している車両を用いた動画による画像等の取得を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

滑走路等の内部の変状把握技術については、空港の滑走路等に活用するに際して最適となるレーダーの周波数帯の決定など空港施設の点検・モニタリングに特化したシステム設計を行う。

滑走路等の表面ひび割れの状況把握の迅速化において維持管理時に使用している車両を用いた画像取得については、ひび割れ・剥離等の自動識別を可能とし記録する技術の開発及び維持管理データベース等の傾向分析を行い、業務の高度化に向けた検証を実施する。

【最終目標】

滑走路等の内部の変状把握については、地上設置型合成開口レーダーと地中レーダーの総合運用システムを開発し、400m 四方の範囲を地表面変位 1 mmの精度で変位を検知した上、表面で異状を検知した箇所について、深さ 50 cmまでの範囲で状態を計測できる技術を確立する。

滑走路等の表面ひび割れの状況把握の迅速化については、静止画によるひび割れ検出については、目視による点検の判定基準よりも細かい幅である 0.5 mmの精度でのひび割れ抽出及び CAD 平面図への転記を可能とする。

維持管理時に使用している車両を用いた画像取得については、人による目視点検実施前のスクリーニングとして利用可能なレベルを達成する。

○研究責任者:佐藤 源之

東北大学 東北アジア研究センター 教授

研究実施機関:東北大学、情報通信研究機構

○研究責任者:原 徹

(株)アルファ・プロダクト 専務取締役

研究実施機関:(株)アルファ・プロダクト、大阪工業大学

(2015 年度で開発を終了)

○研究責任者:石川 雄章

東京大学大学院 情報学環 特任教授

研究実施機関:東京大学、パシフィックコンサルタンツ(株)、(株)ソーシャル・キャピタル・デザイン

(xii)IT 等を活用した社会資本の維持管理(点検・診断)

1)具体的内容

①インフラ維持管理に関わるニーズと技術開発のシーズとのマッチングを重視し、新しい技術を現場で使える形で展開し、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現させることを目指す。国が新技術を積極的に活用・評価し、その成果をインフラ事業主体に広く周知することで、全国的に新技術の展開を図る。具体には、現場のインフラ維持管理に係るニーズに基づき設定した以下のテーマについて、平成26年度より順次、公募・検証・評価を実施している。

- ・目視困難な水中部にある鋼構造物の腐食や損傷等を非破壊・微破壊で検出が可能な技術
- ・上塗り塗装施工したままで可能な溶接部の亀裂、劣化調査技術
- ・表面に凹凸がある護岸背面の空洞化を調査する技術
- ・河川管理施設周辺の空洞化を測定する技術
- ・鉄筋コンクリートならびにプレストレストコンクリートのかぶり部における塩化物イオン含有量の非破壊、微破壊調査が可能な技術
- ・維持管理繊維接着工(コンクリート剥落対策技術)
- ・施工性の良好なコンクリート含浸材技術
- ・栈橋上部工コンクリート下面のひび割れや浮き・剥離等を効率的に計測可能な技術

②SIPで開発された有用な技術を迅速かつ着実に現場で活用するためには、「技術の見える化」を実施することが必要である。技術の内容によっては、点検要領の見直しや新技術の認証制度の構築など国土交通と連携しつつ、技術の普及展開を図る。インフラ点検・モニタリング・診断技術の社会実装、すなわち、実際のインフラ管理の現場に活用していくためには、

- ・インフラ管理者の点検・モニタリング等のニーズを踏まえた技術となっているか
- ・インフラ管理者が求める要求性能を満たす技術水準に達しているか

以上2点の観点から各要素技術を適正に『評価』することが重要である。また、評価結果を用いて発注者が当該技術を採用する際には、評価の客観性が担保されているか、コスト・施工性等の観点から、どのような現場条件で活用することが適当か、他の類似技術(SIP インフラ以外)に比べてどのような点で優位なのか等について、明確になっていることが必要不可欠である。

これらの目的から、SIPで開発されている技術について、国土交通省が実施している新技術情報提供

システム(NETIS)に準じた、『評価』を行い、国が管理する道路・河川等の維持管理に必要な要求性能を満たしているか SIP 以外の他の類似技術と比較してどのような点で優れているかについて、比較表の作成・公表(データベース化)を行う。特に法令・基準類の変更を必要とし、実務での運用と要求性能が不明確な開発課題は、現行業務プロセスにおける開発成果の利用場面が不明確であり、導入には基準類の見直しが必要なケースも考えられる。このため、国交省が主体的に直轄現場における現場検証を実施するなどのインキュベーションが必要である。現場検証を通じ、技術基準類改訂に必要な根拠データ(エビデンス)を蓄積し、インフラ管理者のニーズを踏まえた、a)開発成果が活きる利用場面(利用方法)の発掘、b)求められる要求性能を明示する。

2)達成目標

【中間目標】

- ①現場で求められる性能要件に基づいた技術について公募、現場等での検証を通じ、「良い点」や「改善が求められる点」等を明確にすることで、新たな技術の特性を明確化。
- ②ステージゲート審査結果を踏まえ、10 課題程度を選択し、公共工事等における新技術活用システムに準じた評価を行い、実証現場での試験的運用を行うとともに、そこで得られる新技術導入による効果(点検効率の向上・点検精度の向上)についてもデータベース化する。実務での運用と要求性能が不明確な開発課題に対し、現場検証を実施し、技術基準類改訂に必要な根拠データ(エビデンス)を蓄積する。

【最終目標】

- ①現場での活用が見込める技術について、現場導入の促進。改善が求められる技術について、開発者による改善の促進と改善技術の現場への導入。
- ②技術の比較データベース公表後、国の直轄管理の現場における活用の促進を図るとともに、地域展開支援チームとも連携し、技術の比較データベースの周知・徹底を図ることで、地方自治体の現場への普及・拡大を図る。なお、技術のデータベース作成にあたっては、大学・研究機関等の専門家からなる第三者機関が評価を行うことで客観性を担保する。実務での運用と要求性能が不明確な開発課題に対し、開発成果が活きる利用場面(利用方法)を発掘し、求められる要求性能を明示する。

○実施機関:国土交通省

(2) 構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発

構造材料のさまざまなパターンの劣化機構に対するシミュレーション技術を開発し、構造体の劣化進展予測システムを構築する。また経年劣化による変状が顕在化したインフラの長寿命化およびライフサイクルコスト低減に資する新素材を含む補修補強技術の開発を行う。さらに、新規および既設インフラの高性能化を目指した材料開発も行う。

研究開発期間:2014年度～2018年度

研究開発の最終目標:材料工学に基づくインフラモニタリングツールの開発と損傷劣化機構を解明
低コスト補修・補強・更新技術を確立。構造体の余寿命推定手法の完成

2017年度所要経費:3.3億円程度

(i) インフラ構造材料研究拠点の構築による構造物の劣化機構の解明と効率的維持管理技術の開発

1) 具体的内容

社会インフラについて維持管理・更新コストが増大し、また、人口減により技術者が減少している。限られた財源と人材の下、膨大なインフラの維持管理に対処するためには、維持管理フローの高効率化が必要であり、産学官が総力を挙げて、土木工学と材料科学・工学の異分野連携かつ府省連携に取り組み、必要十分な技術開発とその社会実装を推し進めるためのインフラ構造材料拠点を物質・材料研究機構(以下 NIMS)構造材料研究拠点の構造材料つくばオープンプラザ(TOPAS)内に“インフラ構造材料クラスター”として構築する(図 2-4)。ここには腐食ひび割れに着目した維持管理フロー確立に必要な課題解決のために、以下の3つのサブクラスター(以下 SC)を設置する。

- ① 腐食劣化メカニズム SC: 構造物環境と腐食生成物の関係を解明。
- ② ひび割れ SC: 腐食ひび割れの検出評価技術や新規補修材料、長寿命更新材料を開発。
- ③ セメント化学 SC: 混合セメント材料設計や次世代型化学混和剤の開発。

TOPAS 会員である企業、大学等からの研究者・技術者が TOPAS アソシエイトとしてクラスター会議やシーズ技術の実用化に向けた WG 活動に参加したり、NIMS の有する先端分析機器などの研究インフラを活用してサブクラスター研究に参画する。現場ニーズや開発技術の有用性、研究の方向性についてできるだけ多様な角度からの意見を集約する事で、常に出口を見据えた研究を加速して遂行できるのが拠点形成の最大のメリットである。

標準化に向けた活動としては、補修材料評価方法研究会を設置する。自己治癒充填材料および腐食抑制含浸材にターゲットを絞り、共通評価手法の検討とラウンドロビン試験を行い、標準的な補修材料評価手法を業界に提案するとともに、劣化程度に応じて適切な補修技術を選択するための技術基盤を構築する。

また平成 29 年度からは新たに、NIMS の先端解析技術をセメント化学の基礎研究へ適用するためのセメント解析研究会活動を開始し、国内外研究者や産業界との意見交換により重点化すべき研究

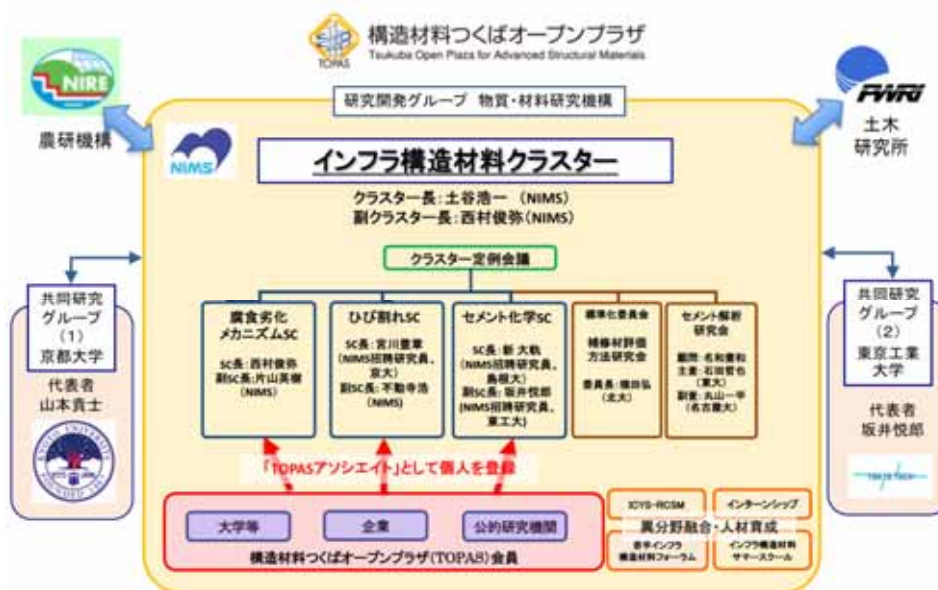


図 2-4 インフラ構造材料研究拠点 (インフラ構造材料クラスター) の構築

領域とナノ解析技術の選定を行う。

さらに本拠点では材料から土木までを俯瞰できる研究者、技術者を育成するために、様々な人材育成プログラムを構築する(図 2-5)。例えば企業の新人や大学院生を対象に、土木分野と材料分野の研究者を講師に迎えて“インフラ構造材料サマースクール”を開講する。これによって材料から土木構造物までを俯瞰するのに必要な素養を習得させる。“インフラ構造材料若手フォーラム”では、土木分野、材料分野などの企業・大学・関連研究機関の若手研究者、技術者が分野の垣根を超えて自由闊達な議論を行い、切磋琢磨する場を醸成する。これは異分野融合と人的ネットワークの形成に役立つ。

このような学生から研究者、大学から企業の様々なレベルの人材を対象にする分野融合人材育成は多くの企業、大学、関連機関が連携する拠点を構築して始めて実現できるものである。



図 2-5 拠点で構築する人材育成プログラム

2) 達成目標

【中間目標】

構造物マネジメントにおける健全性診断について、特に多くのインフラストックを低コストで管理しなければならない管理団体(例: 地方自治体、鉄道、道路、電力等)で、対策の優先度診断に資する技術を確立する。

【最終目標】

コンクリート構造物の供用環境に応じた腐食ひび割れ-腐食量関係をモデル化し、鋼材の腐食発生とその進行予測、あるいは腐食ひび割れの発生・進展を予測するための非破壊検査技術を確立

することで、コンクリート構造物の劣化度判定技術につながる構造物の健全性診断のフレームワークを提示する。また、熟練者を必要としない簡便な劣化診断技術や、地方自治体でも間違いなく部材劣化を診断できる手法を確立する。インフラ構造物材料研究拠点として、材料から土木までを俯瞰できる研究者・技術者を育成するプログラムを構築し、地方自治体等インフラ管理組織の維持管理技術の向上に貢献する。

○研究責任者:土谷 浩一

物質・材料研究機構 構造材料研究拠点 拠点長

研究実施機関:物質・材料研究機構、京都大学、東京工業大学

(ii)劣化検出新材料、鋼構造腐食補修技術と構造物の補修・補強材料技術の研究開発

1)具体的内容

構造物の補修・補強材料技術の研究開発においては、橋梁等の構造物を対象とし、耐凍害性、耐塩害性、低収縮性、耐硫酸性に優れ、さらに、製造工程における蒸気養生やAE剤の効果に関係なく耐凍害性を発揮し、作業簡便化や工期短縮化による低コスト化と長寿命性能を有する超耐久性コンクリートを用いたプレキャスト部材を製品化する。

2)達成目標

【中間目標】

構造物の補修・補強材料技術の研究開発においては、凍結融解作用と動的荷重を同時に受ける条件でのコンクリート部材の劣化予測手法を確立し、パイロット工場より耐凍害性の品質保証を付した量産品相当の製品の出荷を開始する。

【最終目標】

構造物の補修・補強材料技術の研究開発においては、凍結防止剤(塩分)が散布される凍害環境下にある高速道路へ適用可能な、超耐久性を保証するプレキャスト PC 部材の製造と市場への供給を実現する。さらに、同様の厳しい環境化において超耐久性を保証し、且つ既設部材と接合可能なプレキャスト RC 部材の製造効率を一般コンクリートに比べ80%に改善した供給体制を確立する。また、超耐久性コンクリート用細骨材として望まれる高炉スラグ細骨材の JIS/TC 規格原案を作成する。

○研究責任者:綾野 克紀

岡山大学大学院 環境生命科学研究科 教授

研究実施機関:岡山大学、オリエンタル白石(株)、ランダス(株)、JFE スチール(株)、北海道大学、東北大学、岩手大学、清水建設(株)、公益社団法人土木学会

(3) 情報・通信技術の研究開発

点検結果はもとよりインフラの維持管理・更新・補修などにかかわる膨大な情報を利活用するための技術、具体的にはデータ誤検知の除去(クレンジング)技術・データの効率的な蓄積技術・類似パターンの分類技術・データ解析などに代表されるデータマネジメント技術等を開発する。また、インフラに設置されたセンサからデータを有線(ネットワーク)や無線通信で回収する技術や、走行中の移動体(自動車)からインフラ関連センシング情報を無線通信により回収する技術などを開発する。

研究開発期間:2014年度～2018年度

研究開発の最終目標:インフラの挙動を広範囲・高頻度にモニタリングする技術の確立

2017年度所要経費:4.2億円程度

(i)インフラのセンシングデータを収集し統合的に解析、又は、多種多様なセンシングデータを収集・蓄積・解析する技術の研究開発

1)具体的内容

インフラのセンシングデータを収集し統合的に解析する技術開発では、路面や橋梁といった膨大なインフラの状態を効率的かつ客観的に把握し、詳細調査や補修の対象、事故リスクの高いインフラを確実に絞り込むためのスクリーニング技術と、その基盤となるデータの多量収集技術、統合的にデータ管理・解析する技術の研究開発を行う。また、近年に老朽化の進展が急速に進展し課題となっている水道管等の地下構造物について、センサを用いた社会インフラ維持管理を実現する。実現において、走行車両による路面状況に関するデータ収集、地下に設置したセンサから無線通信を利用したデータ収集や、センサ側でデータを識別し、解析に必要なデータのみを確保する省電力化技術を開発する。

インフラの多種多様なセンシングデータを収集・蓄積・解析する技術の研究開発では、維持管理のためのプラットフォームとして、多種多様なデータを一元的に管理する大規模データベースに関する技術を開発する。必要となる技術として、複数種類の大量センサによるデータの長期蓄積・観測に必要なデータ圧縮技術や誤検知データを除去するクレンジング技術、短時間の検索を可能とするインデックス技術といったデータベースならびにデータ処理システムを開発する。また、管理者等が大規模データベースを活用し、データの抽出・解析や応用を実務で検証し易いユーザインタフェースの開発を行う。さらに、GPSや無線通信が使えない状況においても動作するセンサ間の高精度時刻同期技術を開発する。

「Society 5.0」に向けて構築される、SIP4 課題(インフラ、防災・減災、自動走行、革新的農業)で共通的にデータを使える共通プラットフォームに対して、その重要な構成要素となるインフラ維持管理・アセットマネジメントに必要なデータを収集し、その利用価値を高める。本共通プラットフォームは、衛星 SAR や MMS(モービルマッピングシステム)、モニタリング、あるいは、日常点検から得られる膨大な情報(ビックデータ)を、日常的には地域に展開するアセットマネジメントシステムと連動させることで効果的なインフラ整備を実現し、また被災時にはインフラの被災状況をいち早く把握することにより復旧・復興を加速させることなどを目指す。

現在、個別に運用されているデータベースやその運用形態について調査研究し、3次元地図情報にインフラや防災・減災における被災情報のレイヤーを共通プラットフォームにリンクさせる。SIP4 課題の

タスクフォース体制で、共通プラットフォームの根幹となるアプリケーションプログラミングインターフェース(API)、AIでサポートされたデータ群の問い合わせ機構、データ形式のインターフェースなどの詳細な仕様を作成する(図 2-6)。

実際に取り扱うデータとして、地域実装支援チームを通じて、全国の道路橋 RC 床版を主な対象として、点検結果等のデータを収集し、インフラ検査データベースを構築する。更に、リンク先となるデータベース候補として、下記を想定している。これらのデータベースを元に、AIを活用した効率的な維持管理アプリケーションの研究開発を促進する。

- ・ 高速道路:NEXCO 東日本・NEXCO 西日本・首都高速の道路インフラ点検データベース
- ・ 国道:東北地方整備局管轄・中国地方整備局管轄の道路インフラ点検データベース
- ・ 県道・市道:総合警備保障(ALSOK)の業務用車による収集データ

インフラ維持管理情報としては、点検・管理業務の効率化を目指し、橋梁やトンネルなどのインフラの維持管理情報と位置情報をリンクさせる。位置情報から、当該箇所過去の画像データ、打音検査データ等の維持管理情報を出力できるようにする。

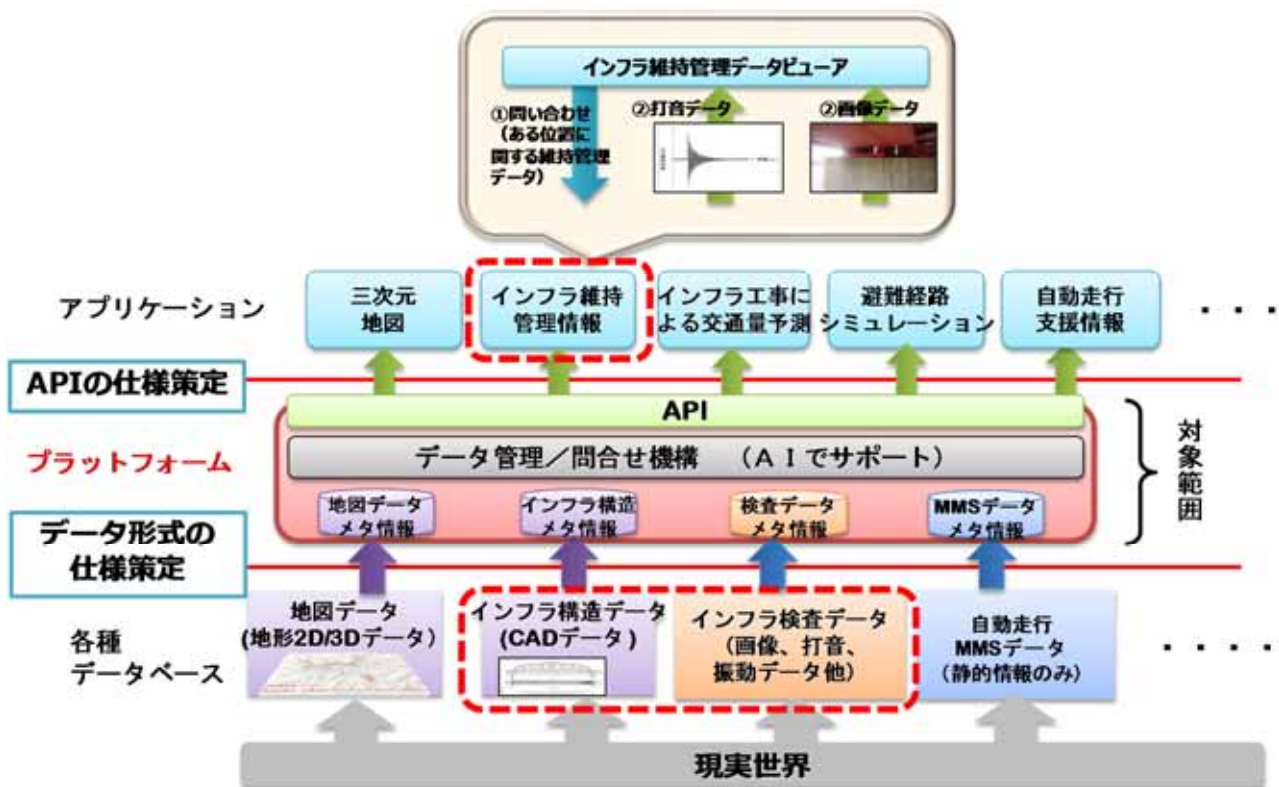


図 2-6 3次元地図情報共通プラットフォーム

2)達成目標

【中間目標】

インフラのセンシングデータを収集し統合的に解析する技術開発

- ・ 業務車両の膨大な走行時センシングデータを利用した路面評価方法を確立し、国際乗り心地指標(IRI)推定誤差10%を達成する。また、橋梁ネットワークの一括長期モニタリングによるスクリーニ

ング技術の解析アルゴリズムを確立する。さらに、100台程度の車両から数年間にわたって取得されるデータ、並びに高架橋等に設置された50台程度のセンサから得られるデータの総量100TB規模を、高効率に処理・可視化可能とするインフラビッグデータ処理基盤技術を開発する。

- ・地下に設置するセンサ端末が、10～20Ah 程度の電池1本で5年間の連続稼働が可能となる低消費電力の無線通信部と漏水検知センサ端末を開発する。また、時速30km程度で走向する車両によるデータの巡回収集を実現する。また、地下に設置するセンサ端末が最小限のデータ量で漏水箇所を推定するための、パラメータおよび基本方程式を確立し、実フィールドにおける実漏水箇所と推定箇所との誤差要因を分析する。

インフラの多種多様なセンシングデータを収集・蓄積・解析する技術の研究開発

- ・データベースシステムとして、圧縮率 1/5、一年分のデータから 5 秒で検索する高速高圧縮センサデータ牽引技術、リアルタイム外れ値検知技術の他に、画像データベースに対する 10 秒以下の類似検索や、類似検索処理時間を従来比 10 倍に高速にする類似度インデックス技術を実現する。
- ・高精度時刻同期マルチセンシング用モジュールの開発と各種測定データの誤差時間 0.001 秒以内を達成する。

共通プラットフォーム

- ・以下の調査内容を元に、共通プラットフォーム向けのデータ仕様を設計する。

➤調査内容

- 既存の 3D 地図に類似したシステムやサービス(商用を含む地図査、GIS 関連他)
- 想定される入力データ, 提供されるデータの形式, アプリケーションから必要とされるデータの選別
- 3D 空間情報を利用するアプリケーション, 公共性があるアプリケーション, アプリケーションに必要なデータ及び API 機能

データ仕様設計においては、以下の項目を策定する。

➤仕様設計内容

- 3 次元空間情報データ構造・メタデータ仕様
 - ・主要入力データ形式とそれを格納するためのデータ構造
 - ・必要に応じた正規化
 - ・主要入力データ形式のメタデータ形式とそれを格納するためのデータ構造の設計
- 基本 API の仕様
アプリケーション調査をもとに、プラットフォームが提供すべき API 機能を明確化

【最終目標】

インフラのセンシングデータを収集し統合的に解析する技術開発

- ・実インフラでの長期モニタリングを実施し、要補修対象や詳細調査必要なインフラ候補をスクリーニングし、システムの有効性を実証するとともに、ビジネス展開を行う。
- ・インフラ設備監視データ処理技術の汎用的な手法を確立し、水道インフラの常時監視を可能とし、インフラ維持管理の効率化と予防保全を実現する。
- ・業務車両の膨大な走行データより解析した路面性状測定結果から舗装補修対象の道路区間をスクリーニングする技術を確立するとともに、この路面評価システムおよび道路構造物マネジメント

システムのビジネス展開を行う。

インフラの多種多様なセンシングデータを収集・蓄積・解析する技術の研究開発

- ・開発したデータベースシステムの実インフラでの実証実験において、有効性を示すとともに課題に対する改善を行い、実用化を進める。さらに、検証用ユーザインタフェースにおいて、周辺自治体の利活用に向けた意見を取り入れた自治体向けユーザインタフェースを開発する。

共通プラットフォーム

- ・情報・通信技術の拠点としてプラットフォームの試験的運用母体を国立情報学研究所とし、SIP 終了後の管理体制や運用者、公開レベルの設定、セキュリティー対策、運用制度の構築などに関して、連携タスクフォースで議論し方向性を決定する。

○研究責任者: 家入 正隆

JIP テクノサイエンス(株) 取締役 インフラソリューション事業部長

研究実施機関: JIP テクノサイエンス(株)、東京大学

○研究責任者: 吉野 修一

日本電信電話(株) NTT 未来ねっと研究所 ワイヤレスシステムイノベーション研究部 部長

研究実施機関: 日本電信電話(株)、NTT アドバンステクノロジー(株)、首都大学東京、フジテコム(株)

○研究責任者: 安達 淳

国立情報学研究所 副所長 教授

研究実施機関: 国立情報学研究所、北海道大学、筑波技術大学、長岡技術科学大学、(株)NTT データ、セコム(株)

○研究責任者: 上田 功

東日本高速道路(株) 管理事業本部 SMH 推進チーム チームリーダー

研究実施機関: 東日本高速道路(株)、(株)横須賀テレコムリサーチパーク、(株)ソーシャル・キャピタル・デザイン、(株)ネクスコ東日本エンジニアリング、大阪大学、北海道大学

(4) ロボット技術の研究開発

効率的・効果的な維持管理・補修のための点検・診断を行うロボット、および危険な災害現場においても調査・施工が可能な災害対応ロボットを開発する。ロボットの実用性を高めるためのインフラ構造の検討とそれに対応するロボットの研究開発や、先端技術を活用した災害対応・施工等を行う実用的ロボットの開発や制御プログラム等の支援システムの研究開発など、先導的な取組みを行う。インフラ維持管理及び災害対応に役立つ各種ロボット技術関連情報を一元化し、災害等の非常時の迅速且つ的確な対応と共に、継続的な開発・訓練・運用に貢献するシステムを構築する。開発された技術を現場へ試験導入することにより、維持管理および災害対応の効率性・安全性の向上のための改良・改善を図る。

研究開発期間:2014年度～2018年度

研究開発の最終目標:次世代社会インフラ用ロボットの実現場での検証・評価及び導入

2017年度所要経費:8.8億円程度

(i)飛行ロボットによる維持管理ロボットの研究開発

1)具体的内容

高架橋や周辺地盤に植生が多い場合、地上からの点検用仮設足場を設置できず、橋梁の点検において作業者が近づけないことがある。飛行により難アクセス箇所まで接近・接触移動し、カメラを用いた近接目視によるインフラ構造物の点検や、打音検査を行えるマルチコプタシステムを開発する。

2)達成目標

【中間目標】

対象構造物への近接方法・位置決め機能等の要素技術を開発し、空中姿勢を維持した状態で難アクセス箇所の近接目視を代替できる装置、または打音装置を有する飛行ロボットを実現する。

【最終目標】

近接目視または打音検査を代替できる装置を有する飛行ロボットを用いて、対象構造物付近において5～10m/s程度の風速の中で飛行し、検査箇所の位置同定とともに損傷状況(コンクリートの浮きや剥離・0.2mm幅以上の表面ひび割れ、鋼材の腐食・亀裂等)を特定する。実現場で適用可能となるように、安全・突風対策機能を含めたシステムを開発する。

○研究責任者:福田 敏男

名城大学 理工学部 教授

研究実施機関:名城大学、オキノ工業(株)

○研究責任者:西沢 俊広

日本電気(株) 未来都市づくり推進本部 マネージャー

研究実施機関:日本電気(株)、(株)自律制御システム研究所、産業技術総合研究所、(一財)首都高速道路技術センター

○研究責任者:大野 和則

東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授

研究実施機関:東北大学、(株)リコー、(株)千代田コンサルタント、(一財)航空宇宙技術振興財団、東急建設(株)

○研究責任者:和田 秀樹

新日本非破壊検査(株) メカトロニクス部 部長

研究実施機関:新日本非破壊検査(株)、九州工業大学、福岡県工業技術センター、名古屋大学、北九州工業専門学校

○研究責任者: 沢崎 直之

富士通(株) セーフティソリューション事業本部 本部員

研究実施機関: 富士通(株)、名古屋工業大学、東京大学、北海道大学、(株)ドーコン

(ii) ガイド上移動式維持管理ロボットの研究開発

1) 具体的内容

人が近づくことができない橋梁等の点検において、上記(i)のような飛行ロボットの活用を目指す一方で、橋梁構造物周辺で風の流れが複雑または風速が強い場合など、対象構造物に近接して安定して検査できない、飛行時間の制限から長時間に亘る連続的な点検ができないなど必ずしも点検効率が良くない、といった問題が発生することがある。また大型ブームを有する橋梁点検車や道路や線路軌道上に点検用足場を組むと、交通規制が必要になってくる。そこで、橋梁及びトンネルを対象として、通行止めなどの交通規制を伴わずに点検対象とする構造物の形状に沿って仮設ガイドを設置し、仮設ガイド上を移動する近接目視や打音検査を代替できる装置を有するロボットを開発する。

2) 達成目標

【中間目標】

附属物を避けながらガイド上を移動しながら連続的に点検できる近接目視用カメラや打音装置を搭載したロボットシステムを開発する。開発にあたっては、橋梁点検車等に比べて点検効率が著しく低下しないことを目標とする。

【最終目標】

ガイド上を移動しながら連続的に検査箇所的位置同定とともに損傷状況(コンクリートの浮きや剥離・0.2mm 幅以上の表面ひび割れ、鋼材の腐食・亀裂等)を特定できる橋梁やトンネル断面形状に自在に適合できる点検ロボットシステムを開発する。

○研究責任者: 広瀬 茂男

(株)ハイボット 代表取締役会長

研究実施機関: (株)ハイボット、(株)建設技術研究所、東京工業大学

○研究責任者: 中村 聡

東急建設(株) 技術研究所 メカトログループ グループリーダー

研究実施機関: 東急建設(株)、東京大学、湘南工科大学、東京理科大学、(株)小川優機製作所、(株)菊池製作所

(iii) 維持管理・災害対応ロボット遠隔操作技術の開発

1) 具体的内容

遠隔操作ロボットにおいては、危険な現場に人体を晒さずに作業を実施可能にする利点を有し、この20年間に開発が進められ、多くの災害時緊急工事に用いられている。

しかしながら、現状の遠隔操作ロボットにおいては、触覚や体性感覚といったフィードバックが返ってこないため、現場の精密な作業が困難であり、現場の情報を操作者にフィードバックすることが困難で

ある。人間の認知能力を度外視した制御設計がなされており、操作者の意図通りに操作することが困難なことが原因である。そこで、遠隔操作ロボットを操作している人の各関節位置や視線、脳機能活動を計測・解析・モデリングし、人間の筋骨格や認知特性を踏まえてロボットの構造決定や制御設計を実施し、操作する人間側の特性に合わせたマンマシンインターフェースを導入する。

特に近年頻発する災害においては、水環境への迅速な対応が課題となっている。そこで災害形態においてニーズが高いながらも現存しない遠隔操作による水際や半水中部での確実な作業・運搬といった一連の施工が達成できる実用的なモデルシステムを構築する。

2) 達成目標

【中間目標】

マンマシンインターフェースに関して、実環境を模擬したバーチャルリアリティ(VR)環境を構築し、VR ロボット操作時における人の各関節位置(前腕・上腕の可操作度)の軌道や視線(視線による状況判断)、脳機能(脳活動の時系列データ)を解析し、実測と90%以上一致するモデルを構築する。本マンマシンインターフェースで遠隔操作するインフラ点検ロボットを選定し、遠隔操作実験ができるシステムを構築する。

半水中作業ロボットに関しては、半水中部で使用するための機体の防水性と気密性、軟弱地盤走破性、浮力対策、転倒防止機能を有する重運搬車および半水中用運搬車の遠隔操作システムを構築する。

【最終目標】

マンマシンインターフェースに関して、時間軸で実測値と理想軌道が90%一致する、操作者の人体情報モデルに合わせた遠隔操作型ロボットの構造と制御手法を設計する。操作者の意図に従った操作性の向上を定量的に評価し、精密作業・効率あるいは疲労度などの観点からの優位性を示す。

半水中作業ロボットに関しては、走路状況が十分に把握できない半水中環境において、走行経路の形状や地盤の状況を計測する作業・走行支援センシング技術やオペレータが限られた情報の元で的確な操作を行うための支援システムを開発する。陸域から浮力を受ける水深2m程度の浅水域への走行を遠隔操作により行う遠隔操作型重運搬ロボットを開発する。

○研究責任者: 菅野 重樹

早稲田大学 理工学術院 教授

研究実施機関: 早稲田大学、千葉大学

○研究責任者: 油田 信一

次世代無人化施工技術研究組合 理事長

研究実施機関: 次世代無人化施工技術研究組合(組合員: 大成建設(株)、土木研究所、(一社)日本建設機械施工協会、(一財)先端建設技術センター、青木あすなろ建設(株)、(株)大本組、鹿島建設(株)、(株)熊谷組、(株)IHI、(株)ニコン・トリンプル)、芝浦工業大学

(iv) 次世代インフラ点検システム(インフラ環境構造化)研究開発

1) 具体的内容

インフラの維持管理において適用するロボットが、より一層の効果を発揮し、機器の投入も含めた維持管理費の縮減に資するため、ロボット技術を導入し易い橋梁やトンネル等の構造について検討し、ロボットとインフラの一体的な維持管理システムを開発する。

橋梁及びトンネルの点検の高度化として、施設の構造上、橋梁においては高い桁高の桁間や支承部等の狭隘部等、トンネルにおいては道路附属物の周辺等、近接目視あるいは打音検査による十分な点検が実施できない箇所の点検を適切に実施するため、点検対象施設の構造の見直しとともに、その構造に適合した点検機器も含めた点検手法を見直し、これら全体の新たな点検システムを確立する。

併せて、橋梁及びトンネル点検の更なる効率化として、既存の近接目視あるいは打音検査による点検について、点検精度及び安全性を確保した上で点検時間の短縮やコスト縮減を可能とするため、点検対象施設の構造の見直しを行う。

2) 達成目標

【中間目標】

社会インフラ(橋梁・トンネル)を安全に、効率的かつ経済的に点検することを目的とし、点検作業に適したインフラの構造検討を行うとともに、作業の自動化をより進めるためのロボット等の装置をより効果的に導入するための構造物設計等の配慮事項を明確化する。

既存の橋梁構造物の構造詳細(横桁, 対傾構, 配管等の寸法・形状・取り付け位置)の詳細調査、現行点検システムの課題を調査し、ロボットによる点検に向けた構造的課題を明確にする。

【最終目標】

点検作業に適した、また点検ロボットの活用に必要なインフラ構造仕様の標準化・規格化、及びインフラ構造仕様に応じた点検ロボットの基本要件・仕様規格化を行い、インフラ・ロボット・人が協調した最適な点検方法及び装置を提案する。

軽量で設置容易な軌道上を走行し、各種センサおよびカメラを狭隘部へ近接させることができる伸縮・旋回・展開・取り換え可能なアームを有する自立走行型点検ロボットを開発し、また、ロボットによる点検に相応しい部材配置、構造形態について取りまとめる。

○研究責任者: 藤野 健一

土木研究所 技術推進本部 主席研究員(先端技術担当)

研究実施機関: 土木研究所、(一社)日本建設機械施工協会、(一財)橋梁調査会、

(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

(v) インフラ用ロボット情報一元化データベースシステムの構築

1) 具体的内容

インフラ維持管理及び災害対応での活用が期待されるロボット技術を対象に、事業化に向けた技術開発と、事業化後の利活用推進を目的とするロボット情報の一元化に取り組む。扱う情報としては、①技術・製品特性、開発者が抱える技術開発上の課題、②インフラ維持管理や災害対応に関わる利用者ニーズ、③検証結果などの評価情報、導入事例、性能検証施設など、関連情報をデータベース化する。合わせて事業化や導入を目指す者が参画するコミュニティを開催・運営することにより、ニーズとシ

ーズのマッチング、災害対応を含む調達支援情報を提供など、企業・研究機関等の開発者のみならず、国や地方自治体等のユーザーの導入を支援し、技術開発の推進、継続的な改良・開発、利用者の訓練・運用に幅広く貢献するシステムを構築する。

これにより、技術開発者、製造者、保有者、利用者の各々のニーズに応え、社会インフラ用ロボットの早期の普及、関連する様々なロボットビジネスの創出を目指す。

2) 達成目標

【中間目標】

各プレイヤーの整理・分析、情報一元化データベースシステムに関する事例調査、利用場面の整理を踏まえ、一元化すべきコンテンツ、分野横断的に利用可能なデータフォーマット、持続性のある運用方法の検討を行い、情報一元化データベースシステムの基本構想を取りまとめ情報一元化システム(ベータ版)を構築する。

情報一元化システム(ベータ版)の継続運用において PDCA を実施し、利便性の向上、情報の充実を図る。また、データベースシステムが陥りやすい情報収集・提供だけで留まらないように、技術開発者、製造者、保有者、利用者の多様な立場のシステムユーザーから構成されるコミュニティを先行して立ち上げ、ユーザーの意見をベータ版システムの改善・改良に活かす「ユーザー協働型による開発」を目指す。

【最終目標】

ベータ版の運用を通じて利便性・有効性・持続可能性の改善・改良を経た後、インフラ用ロボット情報一元化システムの本格運用を開始し、我が国の技術開発者、製造者、保有者、利用者によるロボット・ロボット技術の開発・利活用に資する『知的情報ハブ』として機能することを目標とする。

○実施機関:国土交通省

業務実施機関:(一財)先端建設技術センター、(株)野村総合研究所
(2017年度は当該研究実施機関において技術開発を実施)

(5) アセットマネジメント技術の研究開発

膨大なインフラに対して(1)~(4)の研究開発と並行して、これらの成果が実際のインフラマネジメントにおいて実行され、限られた財源と人材で効率的に維持管理が達成されるアセットマネジメント技術の開発を行う。

研究開発期間:2014年度~2018年度

研究開発の最終目標:道路橋を中心とするアセットマネジメントシステムの構築。地方公共団体に適用可能なアセットマネジメントシステムの構築。海外展開を行うための人的組織の構築

2017年度所要経費:6.4億円程度

(i)道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究

1) 具体的内容

ライフサイクルコストの最小化を目指す体系的なマネジメントシステムの開発を行う。まずは損傷劣化が顕在化し全国的にも大量に存在する道路橋を主たる対象に、発生頻度の高い特定の劣化現象・部材に特化し、点検モニタリング情報をベースに余寿命や修繕の効果を定量化する予測システムを構築し、実証実験によりその検証を行う。予測点検・診断結果とアセットマネジメントを繋ぐキーテクノロジーとして、マルチスケール統合解析を活用した、コンクリート診断・余寿命予測モデルを開発する。マルチスケール統合解析においては、熱力学事象(収縮・塩分浸透・水分相変化と移動, 炭酸化, アルカリシリカ反応)とひび割れ発生・疲労進展機構を練成させた世界トップレベルの解析手法を用い、診断・余寿命予測の実用化に結び付けるために、実高速道路橋床版に関する点検データや、実橋梁の追跡調査で得られる計測値と照合することにより、高精度化を図る。更に、ビッグデータ(1 万オーダー)に AI を適用し、余寿命予測の自動化を目指す。余寿命を定量化することで、ライフサイクルコストの算定を可能とし、長期保全計画・更新計画と投資計画をリンクさせたアセットマネジメントシステムを構築する。これにより、インフラ維持管理におけるコスト削減や事故リスクの低減に繋げていく。

実際の道路橋に適用し、効率的なアセットマネジメントであることを示す。また、道路橋以外のインフラのアセットマネジメントへの展開も検討する。

人員不足・財源不足・技術不足により、インフラの機能・サービス水準・安全性の低下が特に懸念される地方公共団体に適用可能なアセットマネジメント技術の研究開発とその全国的な展開を、経営マネジメントの視点をとり入れて行う。展開に際しては全国の大学との連携し、地方公共団体への支援を含めたマネジメント体制を構築し、また新技術の分かる人材・使える人材を育成する。

アジアを中心とした海外展開を行うため、海外のインフラ保有者、学識経験者とのインフラマネジメントに関する技術交流を行う組織を構築し、海外展開の礎を築く。海外での実証試験の実施も視野に入れる。ベトナム、タイ、ミャンマー、インドネシアなどを主たる対象として、様々なチャネルを使って SIP インフラで開発された技術、システムが流れる仕組みの構築を具体的に行う。ISO TC-71(コンクリート系構造物のアセットマネジメント)におけるアセットマネジメントのドラフトを完成させる。インドネシアでの地方自治体向けの橋梁を主たる対象とした、SIP インフラマネジメントシステムの実装化をMOUを結ぶ現地の大学(バンドン工科大学)や自治体並びに公共事業省(道路工学研究所)と連携して実現させる。成功例としてアジアでの広範な展開のきっかけを構築する。国際協力機構 JICA と協力し、JICA 奨学金枠で途上国から SIP インフラ技術・マネジメントを学ぶ大学院生(修士)を受け入れる。ベトナムではインフラのアセットマネジメント研修(3 週間程度)を行い、SIP で開発された橋梁を中心としたアセットマネジメントならびに SIP 関連技術のトランスファーを狙う。

「(ii)特定の地域や特定の基幹インフラ施設を対象にした維持管理・更新・マネジメント技術の開発」との連携を密にし、互いの研究成果を共通の場で議論し、我が国の様々な環境の自治体における様々な種類のインフラのアセットマネジメントシステムの構築に資することを目指す。

2) 達成目標

【中間目標】

コンクリート床版の劣化に関して、損傷個所の検知技術の開発において高速移動型 3 次元電磁波レーダーによる実床版を対象としたレーダー反射信号と損傷との関係を明らかにし、小型ウォータージェ

ット切削機による補修技術を開発するとともに、重交通地域も含めた様々な荷重・外力作用を受ける構造物群の生存時間解析やマルチスケール統合解析の高度化を実現する。診断・余寿命予測モデルの根幹となるマルチスケール統合解析においては、点検・モニタリング技術やロボット技術等の基盤技術で得られるひび割れ画像からひび割れ状態図を作成し、コンクリート内部のクラック等の状態を特定し、コンクリート床版における余寿命予測システムを確立する。コンクリート構造物の設計基準には考慮されていない凍結抑制剤による塩害に対して、フライアッシュ活用技術をベースに、地域で産出される骨材及び環境に応じた高耐久コンクリートを開発する。東北地方、並びに九州地方において、復旧・復興される道路トンネルおよび橋梁を対象として、地域特性に合わせたコンクリートの耐久性設計技術と、施工の品質確保・検査技術を展開する。特に、九州地方で産出される特殊な骨材を用いた高耐久性コンクリートの開発を実施する。

アセットマネジメント(AM)システムのプロトタイプおよび自治体支援統合データベースを作成し、試行するとともに、運用するための仕組みづくりを提示する。東京とタイに拠点を置き、アジア諸国に国際展開ネットワークを構築する。

【最終目標】

コンクリート構造物において、高度成長期以来、我が国において全国一律の技術基準が採用されてきたが、地方別に異なる劣化状況に応じた技術基準の最適化を図り、地域の環境にあわせたコンクリート構造物の提案を行う。生存時間解析・マルチスケール統合解析や高速移動型 3次元電磁波レーダー検査システムを完成させるとともに、小型ウォータージェット切削機による低コストで合理的な床版補修工法を開発し、橋梁床版の余寿命予測・高耐久・長寿命化基本技術を確立し実用化する。

モデルAMシステムと、当該システムを自治体の詳細実態に基づいて調整し実装するための手法を提案し、AMを実現するための入札契約システムと人材育成モデルを開発することにより、地方自治体において持続的に稼働するAMシステムを開発する。北海道地方・東北地方などの広域ブロック毎に、1つずつ計8以上の自治体に稼働可能なシステムを実装する。

国際展開拠点からSIP研究成果の情報発信を行い、対象国(タイ、ミャンマーなど)へAM技術や関連する制度の実装を図り、AM国際規格の立案と標準化を行う。

○研究責任者:前川 宏一

東京大学 工学系研究科 教授

研究実施機関:東京大学、日本大学、(株)土木管理総合試験所、(株)NIPPO、東日本高速道路(株)、首都高速道路(株)、横浜国立大学、京都大学、大阪大学、高知工科大学、(国研)情報通信研究機構、東京工業大学、筑波大学、(公社)土木学会、北海道大学、九州大学

(ii) 特定の地域や特定の基幹インフラ施設を対象にした維持管理・更新・マネジメント技術の開発

1) 具体的内容

特定の地域や特定の社会的機能を有する基幹インフラ施設に必要とされる維持管理・更新・マネジメント技術の研究開発を行う。

2) 達成目標

【中間目標】

北陸地方におけるコンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発に関しては、以下の項目を実施する。

- ・塩害、ASR(アルカリ骨材反応)劣化させたPC試験桁を作製し、ASR膨張量の経時変化を把握する。
- ・数値解析に基づき塩害・ASR劣化に伴うRC床版の耐荷力評価法を提案する。
- ・塩害、ASR劣化橋梁の地域マップを作成し、北陸3県道路橋の点検、補修・補強履歴、劣化状況のデータベース化を完了する。

港湾構造物に関しては、以下の項目を実施する。

- ・遠隔操作無人調査装置(ROV)等の現場実証実験を実施し、栈橋の点検診断システムを開発する。
- ・港湾構造物の性能評価・将来予測手法の構築のため、ペトロラタム被覆工法等の防食効果の持続性を評価する手法とモニタリング用のセンサを開発した上で、海洋環境下にて検証実験を実施し、維持管理限界等の閾値の設定方法を提案する。
- ・港湾構造物のライフサイクルマネジメントシステムの高度化のため、栈橋の構成部材の点検診断優先度決定手法を提案し、港湾構造物の専門家へのヒアリングにより提案手法を検証した上で、港湾に位置する構造物群全体のライフサイクルコスト最適化の観点から維持管理の計画策定手法をまとめた『施設群マネジメント計画』の基本構成を定める。

基幹的農業水利施設に関しては、以下の項目を実施する。

- ・管路の漏水位置検出技術の開発のため、漏水調査ロボットのプロトタイプを完成させる。
- ・基幹水利施設の更新整備シナリオ作成支援システムの開発のため、更新シナリオを作成し、ライフサイクル環境評価(LCA)に必要なデータベースを完成させる。
- ・ポンプ設備の状態監視保全技術の開発のため、計測装置試作機を用いて現場検証試験を実施し、計測装置を完成させる。

【最終目標】

北陸地方におけるコンクリート橋の早期劣化機構の解明と材料・構造性能評価に基づくトータルマネジメントシステムの開発に関しては、以下の項目を実施する。

- ・塩害・ASR・中性化による複合劣化の影響評価法を提案する。
- ・過酷環境下における補修・補強工法の技術開発を完了する。
- ・点検データを用いた補修優先順位決定法および予算平準化手法を提案する。
- ・3県(石川県・富山県・福井県)での成果を基にして全国展開を図る。

港湾構造物に関しては、以下の項目を実施する。

- ・ROV等による実構造物の点検診断を実現し、点検診断の実施者の目的に応じた点検診断を可能とする栈橋の点検診断システムを完成させる。
- ・点検診断システムを利用した、港湾構造物の安全に関する性能評価・将来予測を実現する。
- ・上記の成果を統合し、港湾構造物のライフサイクルマネジメントシステムを高度化し、『施設群マネジメント計画』を策定・実行するための資料をとりまとめ、現場に普及させる。

基幹的農業水利施設に関しては、以下の項目を実施する。

- ・管路の漏水位置検出技術を確立する。
- ・環境・経済統合評価のためのシミュレーション手法を開発し、環境・経済統合評価システムをWebサーバに実装する。
- ・ポンプ設備の状態監視保全のための計測装置をユニット化し、遠隔監視システムを完成させる。

○研究責任者:鳥居 和之

金沢大学 理工研究域 環境デザイン学系 教授

研究実施機関:金沢大学、金沢工業大学、石川工業高等専門学校、長岡技術科学大学、福井大学、
富山県立大学

○研究責任者:加藤 絵万

海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 構造研究領域 構造研究グループ
グループ長

研究実施機関:海上・港湾・航空技術研究所、東京工業大学、東京理科大学、東亜建設工業(株)、ナ
カボーテック(株)

○研究責任者:中嶋 勇

農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 施設工学研究領域 上席研究員

研究実施機関:農業・食品産業技術総合研究機構、(株)ウォールナット、トライボテックス(株)、(株)クボ
タ、麗澤大学、石川県立大学、福島県農業総合センター、岡山大学、ジャパンライフ株
式会社、電気通信大学

(iii) 実用化・事業化のための出口戦略強化

1) 具体的内容

平成 27 年度において、各テーマの研究開発が進捗し、実装に向け成果が上がりつつあり、プログラムとしての焦点が社会実装(実用化・事業化)の段階に移ってきている。一方、インフラ維持管理のビジネス市場は未成熟であるため、イノベーションの実現には、その形成を実装と並行して進める必要がある。SIP の主要な出口の一つである地方自治体は、そのおかれている自然・社会環境が多様であり、オーダーメイドの出口戦略が求められる。また、地方創生型のインフラ維持管理のビジネスモデルを早期に確立することで、革新的な技術開発によるインフラ維持管理の国際市場形成においても優位に立つことが期待される。研究開発に取り組んでいるテーマは、いずれも地域に根ざしたニーズを把握している研究機関によるものであることから、地方創生の観点からの市場拡大に集中投資し、技術の社会実装を加速する。平成 28 年度からの出口戦略(実用化・事業化)への主な取組として、地域実装支援チームとして 1) 地域への実装支援、2) ビジネス化支援を強化する。

1) 地域への実装支援

地元自治体との連携実績が豊富な地域の大学および研究機関等を中心に、以下の事項を推進する。

- ・地方自治体への実装によるイノベーションを飛躍的に推進する。
- ・多様性を確保するため、地域バランスを考慮した大学・研究機関と連携する。
- ・地域の特性を踏まえ、産業を振興する形で自治体のインフラ維持管理業務に実装する。

2) ビジネス化支援

技術の社会実装に向けた具体的な課題に対して、組織的な対応が可能な大学等の経済学・経営学研究科、ビジネススクール、民間シンクタンク、公的な支援財団等を中心に、以下の事項を推進する。

- ・地方の多様な状況に対応可能で、インフラ維持管理に適した知財化・標準化／オープンクローズ戦略や、規制緩和、国際展開に関する支援を行う。
- ・フィールド・スタディを重視した支援活動によって、具体的な市場形成に寄与する。
- ・地方自治体の発注部門に対し、事業化のための規制緩和や制度設計の観点から、事業者としてのコンサルティングやサポートを行う。

2) 達成目標

【中間目標】

地域への実装を展開すべき技術として、地域型アセットマネジメントシステムを中心に周辺の技術をシステム化する。

【最終目標】

5 つ程度の地域ブロックにおいて、地域の大学を拠点に置き、行政や大手企業で取り扱っている技術を地域大学に取り込み、それらを地元企業や市民・NPOのような形で、地域住民参加型での維持管理を定着させる。それぞれの地域の特性にあわせた形で、レピュテーション即ちその地域の中における安心というものを提供できる形でのビジネスモデルを形成する。

○研究責任者: 高松 泰

北海道大学 公共政策大学院 特任教授

研究実施機関: 北海道大学、北見工業大学、室蘭工業大学

○研究責任者: 牛島 健

北海道立総合研究機構 建築研究本部北方建築総合研究所 地域研究部 主査

研究実施機関: 北海道立総合研究機構、北海道大学

○研究責任者: 久田 真

東北大学 大学院工学研究科 教授

研究実施機関: 東北大学、八戸工業大学、岩手大学、秋田大学、日本大学

○研究責任者: 六郷 恵哲

岐阜大学 工学部 特任教授

研究実施機関: 岐阜大学

○研究責任者: 古田 均

関西大学 総合情報学部 教授

研究実施機関: 関西大学、神戸大学、広島大学、広島工業大学

○研究責任者: 黒田 保

鳥取大学 大学院工学研究科 教授

研究実施機関: 鳥取大学

○研究責任者:全 邦釘
愛媛大学 大学院理工学研究科 准教授
研究実施機関:愛媛大学、香川大学、東京大学、埼玉大学

○研究責任者:松田 浩
長崎大学 大学院工学研究科 教授
研究実施機関:長崎大学

○研究責任者:有住 康則
琉球大学 工学部長/工学部環境建設工学科 教授
研究実施機関:琉球大学

○研究責任者:大林 厚臣
慶應義塾大学 大学院経営管理研究科 教授
研究実施機関:慶應義塾大学、京都大学、(株)価値総合研究所

(1)～(5)の各研究開発項目における工程表を図2-7に示す。また、SIPの取り組みを強化するための、各省既存施策との関係を図2-8に示す。

初年度より現場検証を実施し、検証結果をフィードバックすることで適切な目標修正を行い、リアリティのある技術開発を推進する。現場検証は年度毎に実施し、個々の要素技術の実用性の向上を図る。2～3年目に本プロジェクトの全体最適化に向けた要素技術間の連携を行い、4年目にアセットマネジメントの概念をベースに各々の要素技術を集約し、最終年度に「現場で使えるアセットマネジメント技術」を提示する。

インフラのマネジメントのサイクルである、点検・モニタリング、診断、補修・補強という一連の流れにおける各テクノロジーがSIPにおいて開発されてきている。特に最も難しいとされているコンクリート構造物の劣化余寿命予測が可能となり、この3つのエレメントが有機的に繋がる道が開けてきた。点検結果をインフラ情報データベースに入れ、ある対象とするインフラストックの管理を限られた予算の中で優先順位を付ける、あるいは最小のライフサイクルコストでインフラ群を維持するということが可能なシステムが出来上がってきており、インフラアセットマネジメントシステムを完成させ実装につなげる。展開拠点として応用先インフラに依拠して、道路インフラに対してはRC床版の診断・余寿命予測モデルを開発して東大チームを含む岐阜大学・長崎大学などの地域実装支援チームが、一方範囲が限定される港湾インフラ・農業インフラに対しては、それぞれ港湾空港技術研究所と農業・食品産業技術総合研究機構が担う。

広く社会実装することを目指し、出口戦略を議論する場として、「SIP インフラ出口戦略会議」を開催する(年4回程度)。PD・サブPD・専門委員・SIPインフラ参加研究者だけでなく、一般の幅広い関連領域の研究者・技術者を招き、議論・情報共有を図り、実態やニーズ把握に資することを目的とする。

インフラ予防保全は土木工学に留まらずICTやロボット技術等を含めた幅広い技術分野が連携することで初めて実現でき、要素技術を個別に解決するだけでなく多方面の取り組みを連携させることが不可欠であり、各省庁で実施している個々の要素技術の知見も取り入れ、国家全体のプロジェクトとして各種技術を融合し総合力を発揮していく。

特に、ビックデータや人工知能関連技術の展開を目的に、AIのインフラ維持管理への活用検討プロジェ

クトチームを、PD 直属の特命プロジェクトチームとして発足させる。ここでは AI によるインフラ維持管理の革新の観点から、各研究課題を横断的に組織化し実装を加速することを通して、インフラ維持管理を起点とした Society5.0 実現の戦略立案と実行を行う。プロジェクトチームのリーダーとして、都市やインフラにおける情報化ならびに AI 活用の国際的権威である大阪大学大学院工学系研究科の矢吹信喜教授を起用し、データを含めた SIP 資源を機動的に運用するとともに、理化学研究所革新知能統合研究センター(AIP)岡谷貴之インフラ管理ロボット技術チームリーダー(東北大学教授)らと連携した戦略的な活動を抜本的に強化する。画期的研究開発である RC 床版のひび割れ画像データからの AI による余寿命予測を行うとともに、点検から得られる画像やモニタリングデータなどの膨大なデータから異常の検知や判定を行うアプリケーション作成を行う。

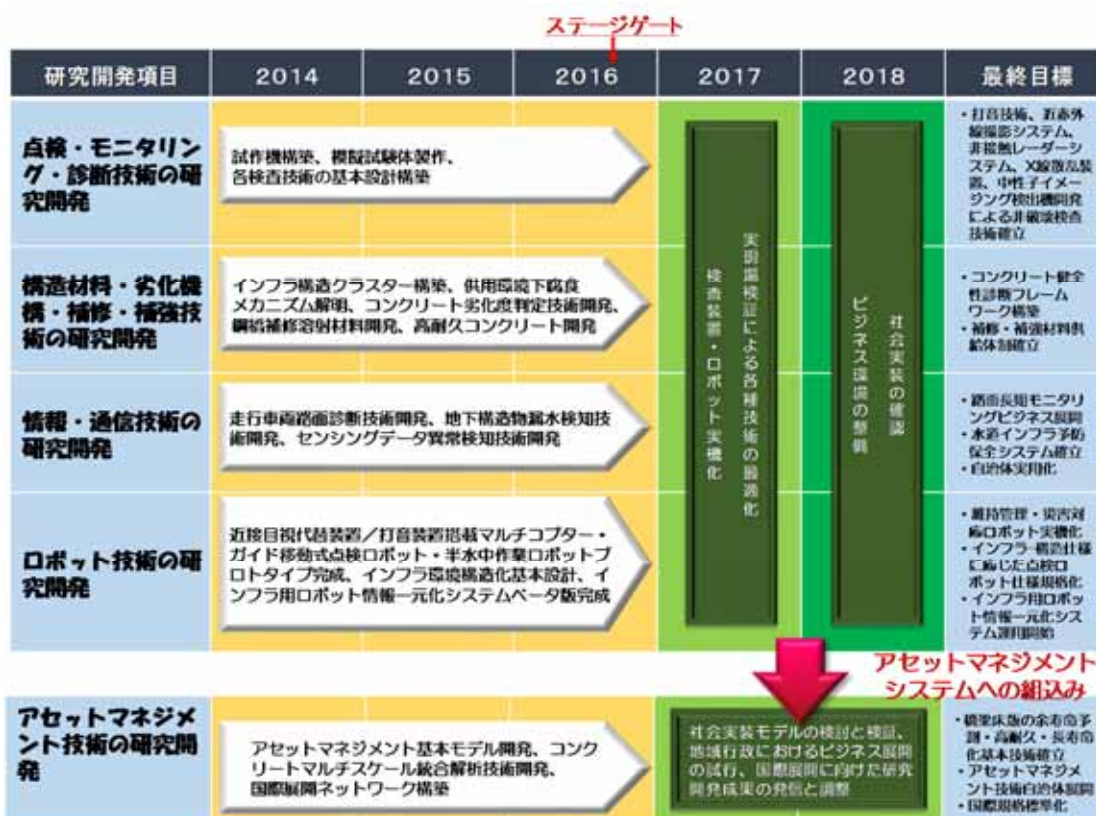


図 2-7 工程表

SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術

各省既存施策とSIPの関係

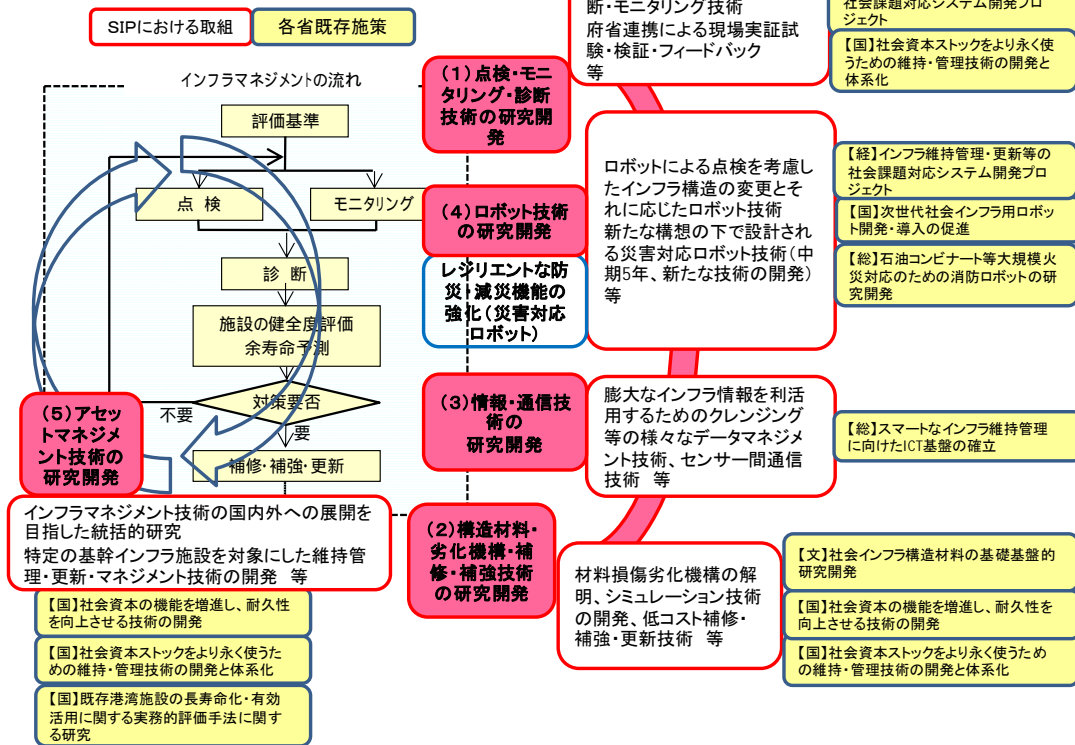


図 2-8 各省既存施策(平成 28 年度)とSIPの関係

3. 実施体制

(1) 推進委員会の設置

PD が議長、内閣府が事務局を務め、関係府省、専門家等が参加する推進委員会を設置し、当該課題の研究開発の実施等に必要な調整等を行う。

(2) 管理法人の活用

本件は、管理法人への交付金等を活用し、下図のような体制で実施する。

管理法人は、PD や推進委員会を補佐し、研究開発計画の検討、研究開発の進捗管理、自己点検の事務の支援、評価用資料の作成、関連する調査・分析など、必要な協力を行う。

(3) 研究主体の選定

管理法人等は、本計画に基づき、研究主体を公募等により選定する。研究主体の選定審査の事務は、管理法人等が行う。審査基準や審査員等の審査の進め方は、管理法人等が PD 及び内閣府等と相談し、決定する。審査には原則として PD 及び内閣府の担当官も参加する。

研究主体の利害関係者は当該研究主体の審査に参加しない。利害関係者の範囲は以下のとおりとす

る。

- 1) 被評価者と親族関係にある者
 - 2) 被評価者と大学、国研等の研究機関において同一の学科、研究室等又は同一の企業に所属している者
 - 3) 緊密な共同研究を行う者(例えば、共同プロジェクトの遂行、共著研究論文の執筆、同一目的の研究メンバー、あるいは、被評価者の研究課題の中での研究分担者など、被評価者と実質的に同じ研究グループに属していると考えられる者)
 - 4) 被評価者と密接な師弟関係あるいは直接的な雇用関係にある者
 - 5) 被評価者の研究課題と直接的な競争関係にある者
 - 6) その他、管理法人等が利害関係者と判断した場合
- 公募により研究主体が決まった後、本計画に研究主体名等を加筆する。

(4) 研究主体を最適化する工夫

推進委員会のもと、ユーザー省庁との連携を研究開発の条件として、管理法人及び国土交通省による公募等で選定する。また公募に当たっては、要件として、ビジネス創出までのシナリオとステージゲートを明確にする。

研究開発推進時においては、PD・サブプログラムディレクター(以下、「サブ PD」という。)、専門委員・内閣府・関係省庁・管理法人からなるプロジェクト推進会議を実施し、研究主体に対する研究開発内容への助言、新興国等諸外国に向けた標準化戦略(オープン・クローズド戦略)等の知財戦略検討、など研究開発を推進する。

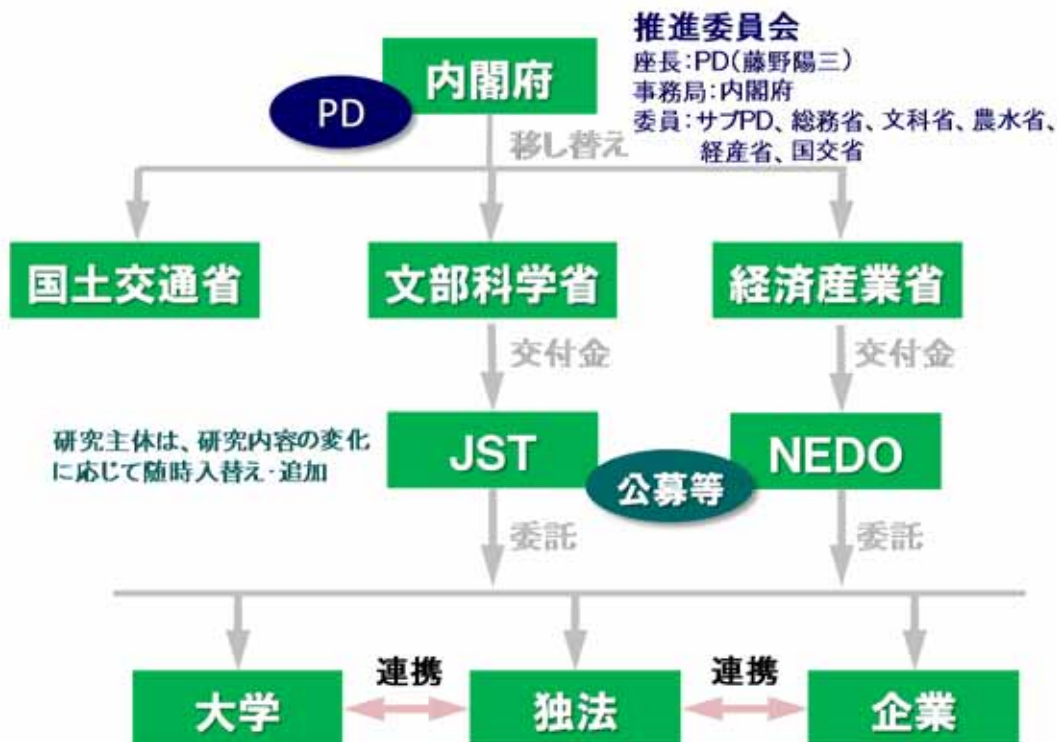


図 3-1 実施体制

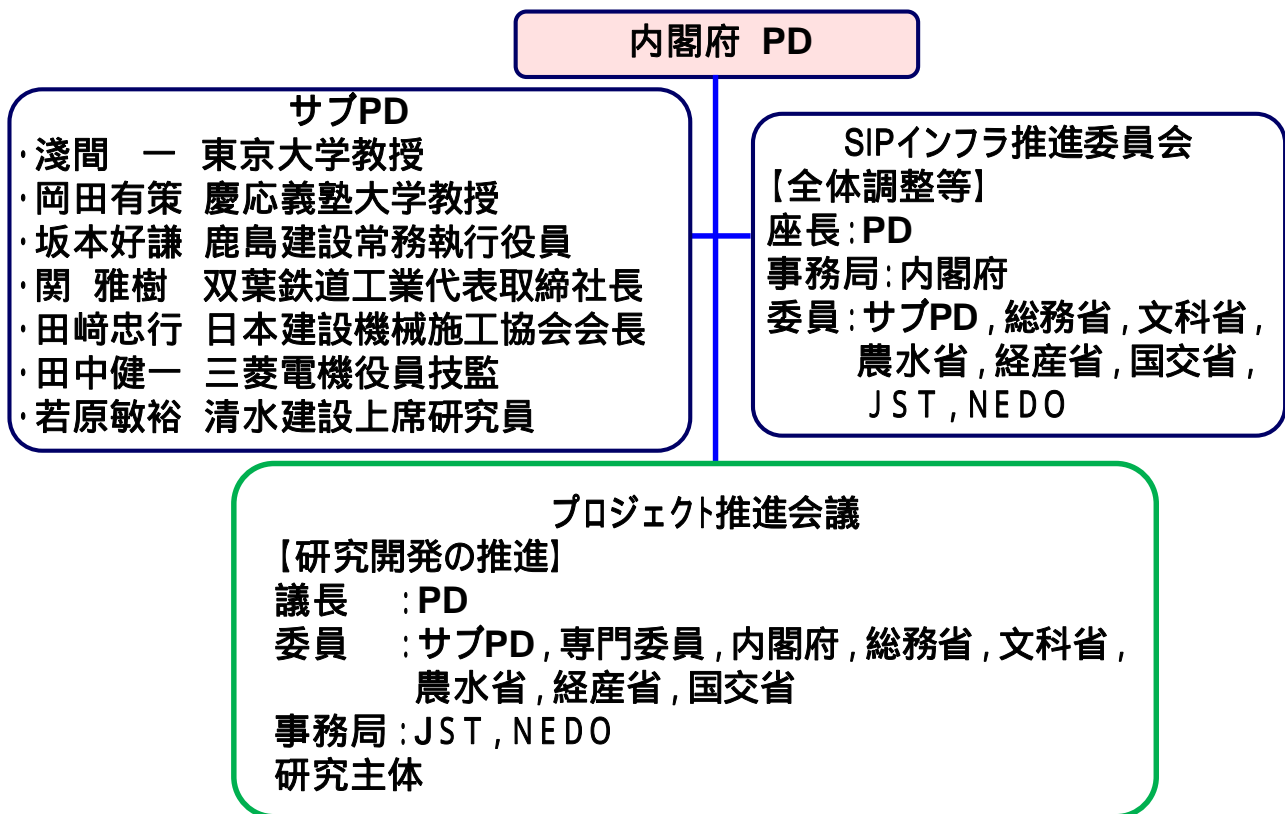


図 3-2 運営体制

4. 知財に関する事項

研究開発の成功と成果の実用化・事業化による国益の実現を確実にするため、優れた人材・機関の参加を促すためのインセンティブを確保するとともに、知的財産等について適切な管理を行う。

(1) 知財委員会

管理法人等は、課題または課題を構成する研究項目ごとに、必要に応じ、知財委員会を置く。

知財委員会は、研究開発成果に関する論文発表及び特許等（以下、「知財権」という。）の出願・維持等の方針決定等のほか、必要に応じ知財権の実施許諾に関する調整などを行う。

知財委員会は、原則として PD または PD の代理人、主要な関係者（研究責任者または研究責任者の代理人等）、専門家等から構成する。

知財委員会の詳細な運営方法等は、知財委員会を設置する機関において定める。

(2) 知財権に関する取り決め

管理法人等は、秘密保持、バックグラウンド知財権（研究責任者やその所属機関等が、プログラム参加する前から保有していた知財権）、フォアグラウンド知財権（プログラムで発生した知財権）の扱い等につい

て、予め委託先との契約等により定めておく。

(3) バックグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのバックグラウンド知財権の実施許諾は、当該知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）に支障を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

(4) フォアグラウンド知財権の取扱い

フォアグラウンド知財権は、原則として産業技術力強化法第 19 条第 1 項を適用し、発明者である研究責任者の所属機関（委託先）に帰属させる。

公募で採択された研究主体からの再委託先等が発明し、再委託先等に知財権を帰属させる時は、知財委員会による承諾を必要とする。その際、知財委員会は条件を付すことができる。

知財権者に事業化の意志が乏しい場合、知財委員会は、積極的に事業化を目指す者による知財権、実施権の設定を推奨する。

参加期間中に脱退する者は、当該参加期間中にSIPの事業費により得た成果（複数年度参加していた場合には、参加当初からの全ての成果）の全部または一部に関して、脱退時に管理人等は無償譲渡させること及び実施権を設定できることとする。

知財権の出願・維持等にかかる費用は、原則として知財権者による負担とする。共同出願の場合は、持ち分比率、費用負担は、共同出願者による協議によって定める。

(5) フォアグラウンド知財権の実施許諾

他のプログラム参加者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

第三者へのフォアグラウンド知財権の実施許諾は、プログラム参加者よりも有利な条件にはしない範囲で知財権者が定める条件に従い、知財権者が許諾可能とする。

当該条件などの知財権者の対応が、SIP の推進に支障（研究開発のみならず、成果の実用化・事業化を含む）を及ぼすおそれがある場合、知財委員会において調整し、合理的な解決策を得る。

(6) フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転の承諾について

産業技術力強化法第 19 条第 1 項第 4 号に基づき、フォアグラウンド知財権の移転、専用実施権の設定・移転には、合併・分割による移転の場合や子会社・親会社への知財権の移転、専用実施権の設定・移転の場合等（以下、「合併等に伴う知財権の移転等の場合等」という。）を除き、管理人等の承認を必要とする。

合併等に伴う知財権の移転等の場合等には、知財権者は管理人等との契約に基づき、管理人等の承認を必要とする。

移転等の後であっても当該実施権を管理人等に対して設定可能とする。当該条件を受け入れられない場合、移転を認めない。

(7) 終了時の知財権取扱いについて

研究開発終了時に、保有希望者がいない知財権等(ノウハウ等を含む)については、知財委員会において対応(放棄、あるいは、管理法人等による承継)を協議する。

(8) 国外機関等(外国籍の企業、大学、研究者等)の参加について

当該国外機関等の参加が課題推進上必要な場合、参加を可能とする。

適切な執行管理の観点から、研究開発の受託等にかかる事務処理が可能な窓口または代理人が国内に存在することを原則とする。

国外機関等については産業技術力強化法第19条第1項を適用せず、知財権は管理法人等と国外機関等の共有とする。

5. 評価に関する事項

(1) 評価主体

ガバニングボード(以下、GBとする)が外部の専門家等を招いて行う。この際、GBは分野または課題ごとに開催することもできる。また、PDと管理法人等が行う自己点検結果の報告を参考にすることができる。

(2) 実施時期

- 事前評価、毎年度末の評価、最終評価とする。
- 終了後、一定の時間(原則として3年)が経過した後、必要に応じて追跡評価を行う。
- 上記のほか、必要に応じて年度途中等に評価を行うことも可能とする。

(3) 評価項目・評価基準

「国の研究開発評価に関する大綱的指針(平成24年12月6日、内閣総理大臣決定)」を踏まえ、必要性、効率性、有効性等を評価する観点から、評価項目・評価基準は以下のとおりとする。評価は、達成・未達の判定のみに終わらず、その原因・要因等の分析や改善方策の提案等も行う。

- ①意義の重要性、SIPの制度の目的との整合性。
- ②目標(特にアウトカム目標)の妥当性、目標達成に向けた工程表の達成度合い。
- ③適切なマネジメントがなされているか。特に府省連携の効果がどのように発揮されているか。
- ④実用化・事業化への戦略性、達成度合い。
- ⑤最終評価の際には、見込まれる効果あるいは波及効果。終了後のフォローアップの方法等が適切かつ明確に設定されているか。

(4) 評価結果の反映方法

- 事前評価は、次年度以降の計画に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。
- 年度末の評価は、当該年度までの実績と次年度以降の計画等に関して行い、次年度以降の計画等に反映させる。

- 最終評価は、最終年度までの実績に関して行い、終了後のフォローアップ等に反映させる。
- 追跡評価は、各課題の成果の実用化・事業化の進捗に関して行い、改善方策の提案等を行う。

(5) 結果の公開

- 評価結果は原則として公開する。
- 評価を行うGBは、非公開の研究開発情報等も扱うため、非公開とする。

(6) 自己点検

①研究責任者による自己点検

PD が自己点検を行う研究責任者を選定する(原則として、各研究項目の主要な研究者・研究機関を選定)。

選定された研究責任者は、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、前回の評価後の実績及び今後の計画の双方について点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。

②PD による自己点検

PD が研究責任者による自己点検の結果を見ながら、かつ、必要に応じて第三者や専門家の意見を参考にしつつ、5.(3)の評価項目・評価基準を準用し、PD 自身、管理法人等及び各研究責任者の実績及び今後の計画の双方に関して点検を行い、達成・未達の判定のみならず、その原因・要因等の分析や改善方策等を取りまとめる。その結果をもって各研究主体等の研究継続の是非等を決めるとともに、研究責任者等に対して必要な助言を与える。これにより、自律的にも改善可能な体制とする。

これらの結果を基に、PD は管理法人等の支援を得て、ガバニングボードに向けた資料を作成する。

① 管理法人及び国土交通省による自己点検

管理法人及び国土交通省による自己点検は、予算執行上の事務手続を適正に実施しているかどうか等について行う。

6. 出口戦略

(1) 新技術の積極的活用

国が新技術を積極的に活用・評価し、その導入を強く促す。そこでの実績を踏まえ、新技術の効用を地方公共団体・その他のインフラ施設管理者に広く周知し、全国的に新技術を展開すると共に、インフラ維持管理に関わる新規ビジネス市場の創出を促す。

特に地方自治体に対しては、各々のニーズに合致したインフラマネジメント体制が構築可能な情報提供と技術展開、さらには全国の大学との連携により、インフラマネジメント技術を実務で効率良く運用できる人材育成の支援も行っていく。

(2) 国際展開に向けた標準化

モデルケースとしてICRT技術や先端的なインフラ劣化予測技術をベースとしたインフラマネジメントによる予防保全を実現し、世界的に共通課題となるインフラの老朽化対策の成功事例(ショーケース)による国際展開を図る。更には国際展開を実現し有効な輸出産業とするため、国内での活用実績とその評価から、技術の国際標準化、あるいは条件によっては対象国に対するローカライズまでを一貫して行う体制を整備する。

7. その他の重要事項

(1) 根拠法令等

本件は、内閣府設置法(平成 11 年法律第 89 号)第 4 条第 3 項第 7 号の 3、科学技術イノベーション創造振興費に関する基本方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、科学技術イノベーション創造振興費に関する実施方針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議)、戦略的イノベーション創造プログラム運用指針(平成 26 年 5 月 23 日、総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボード)、国立研究開発法人科学技術振興機構法第 18 条、国立研究開発法人新エネルギー・業技術総合開発機構法第 15 条第 1 項第 2 号に基づき実施する。

(2) 計画変更の履歴

本計画は、成果を最速かつ最大化させる観点から、臨機応変に見直すこととする。これまでの変更の履歴(変更日時と主な変更内容)は以下のとおり。

- 2014 年 5 月 23 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画を承認。
内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)において決定。
- 2014 年 11 月 6 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2015 年 5 月 21 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2016 年 3 月 10 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2016 年 6 月 23 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2016 年 10 月 20 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2017 年 3 月 27 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。
- 2017 年 9 月 28 日 総合科学技術・イノベーション会議ガバニングボードにおいて、研究開発計画の修正を承認。

(3) PD 及び担当の履歴

① PD



藤野 陽三(2014年6月～)

準備段階(2013年12月～2014年5月)では政策参与。

② 担当参事官



北村 匡
(2013年10月
～2015年3月)



西田 浩之
(2015年4月～
～2017年3月)

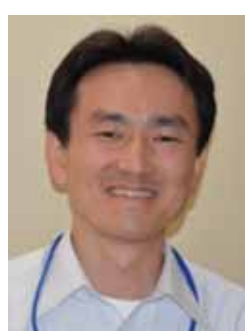


宮武 晃司
(2017年4月～)

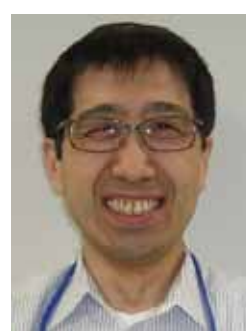
③ 担当



宮崎 裕光
(2013年10月
～2014年5月)



中山 裕章
(2014年4月～)



渡邊 基史
(2017年4月～)

※ 2013年10月～2014年5月までは準備期間。

添付資料 積算

単位:百万円

平成 29 年度(平成 28 年度)

1.研究開発費等(一般管理費・間接経費を含む)	2,970(3,026)
(1)点検・モニタリング・診断技術の研究開発	710(940)
(2)構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発	328(386)
(3)情報・通信技術の研究開発	422(414)
(4)ロボット技術の研究開発	876(723)
(5)アセットマネジメント技術の研究開発	635(563)
2.研究開発管理費(旅費、委員会費等)	185(130)
計	3,155(3,156)