

# 平成26年度アクションプラン特定施策 についての構成員助言 (効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現)

平成25年12月5日

次世代インフラ・復興再生戦略協議会事務局

# 科学技術イノベーション総合戦略（平成25年6月7日 閣議決定）

## 第2章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題

### Ⅲ. 世界に先駆けた次世代インフラの整備（抜粋）

#### 3. 重点的取組

##### (1) 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

###### ① 取組の内容

この取組では、効果的、効率的に構造物の劣化・損傷等を点検・診断する技術やインフラを補修・更新する技術、インフラの構造材料の耐久性を向上させる技術等の開発を推進する。この取組により、災害時対応や確認困難な箇所等の対応が安全かつ適切に行えるようになるほか、近年進むインフラ老朽化にもコスト・安全性のバランスを鑑みて戦略的に対処することが可能となり、長期にわたり安心してインフラを利用できる社会を目指す。

## ● 特定施策一覧（効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現）－ 1

| 施策名                                  | 施策番号  | 府省  | 事業期間       | 施策概要  |
|--------------------------------------|-------|-----|------------|---|
| スマートなインフラ維持管理に向けたICT基盤の確立            | 次・総01 | 総務省 | H26-H27    | リチウムイオン電池程度の電源で、インフラの維持管理に必要なデータを5年以上通信可能とすべく、従来方式と比べて消費電力を1/1000以下に低減可能な通信技術を確立する。                                     |
| IT利活用技術の確立による効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現 | 次・文02 | 文科省 | H24-H29    | 多種多様で大量のデータのクレンジング技術、マイニング技術、相関分析技術、最適解をフィードバックし可視化する技術開発を行う。   |
| 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新に向けた構造材料研究拠点の形成  | 次・文03 | 文科省 | H26-       | 自己修復材料の開発、実環境下における構造材料・部材信頼性保証技術開発、補修技術開発等を行う。  |
| 光・量子ビームを活用した高性能非破壊劣化インフラ診断技術開発       | 次・文05 | 文科省 | H26-H30    | 中性子を用いた高性能非破壊劣化インフラ診断技術。中性子はコンクリート壁を透過し内部金属の劣化を観察することが可能であり、橋梁などの劣化に対する予防保全技術。  |
| 産学連携によるインフラ検査等に関するロボティクス技術開発         | 次・文06 | 文科省 | H26-H35    | ロボット技術を活用し、インフラの保守・点検のために必要な新規の長期的な要素技術開発について、産学連携により実施する。  |
| インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト      | 次・経02 | 経産省 | H26-H30    | センサ自体の技術開発や小型移動ロボットプラットフォーム、大量データの処理技術開発、維持管理・更新の時期を推測するシステム技術開発等。  |
| 社会資本の予防保全管理のための点検監視技術の開発（設備関連）       | 次・国01 | 国交省 | H26-H30    | 河川ポンプ設備等の土木機械設備点検時の計測データ等の維持管理に有効なデータの蓄積・共有化・活用手法の確立。   |
| 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進               | 次・国02 | 国交省 | H25-H29(P) | 社会インフラ用ロボットの開発・導入に係る開発目標及び評価軸の設定やそれに係る調査・検討を行い、産学による優れた研究開発について、現場での試行・評価を行い、より実用性の高いロボットの開発・改良を促し、その成果を直轄事業の現場へ先導的に導入。 |

## ● 特定施策一覧（効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現）－ 2

| 施策名   | 施策番号  | 府省  | 事業期間       | 施策概要  |
|---|-------|-----|------------|---|
| IT等を活用した社会資本の維持管理                                   | 次・国03 | 国交省 | H25-H30(P) | 特に緊急性・重要性の高い技術分野において公募した技術の試験・評価及び点検・診断サイトの設立に係る内容、モニタリングに関する管理ニーズの整理及びモニタリング技術を実際のインフラで活用し取得したデータとインフラの劣化・損傷等の関係性等の検証。 |
| 社会資本の機能を増進し、耐久性を向上させる技術の開発                          | 次・国09 | 国交省 | H23-H27    | コンクリート構造物、橋梁および土工構造物の耐久性技術の開発   |
| 社会資本ストックをより長く使うための維持・管理技術の開発と体系化                    | 次・国14 | 国交省 | H23-H27    | 構造物・設備に求められる管理水準に応じたストックマネジメントを支える要素技術及びそれらを組み合わせたマネジメント技術の開発。  |
| 港湾構造物のライフサイクルマネジメントの高度化のための点検診断手法および材料の性能評価に関する研究開発 | 次・国16 | 国交省 | H26-H28    | 「港湾構造形式毎の点検方法」、「港湾施設の重要度評価手法」、「点検計画策定手法」の技術を開発。   |
| 電磁波(高周波)センシングによる建造物の非破壊建造物健全性検査技術の研究開発              | 復・総02 | 総務省 | H23-H27    | 高周波電磁波を利用した木造建築やコンクリート構造物の内部非破壊検査技術。小型で低コストの検査装置の開発を目指す。  |
| 農業水利施設の長寿命化に資する性能評価・性能向上技術の開発プロジェクト                 | 次・農01 | 農水省 | H22-H26    | 材質、気象条件、営農条件を考慮した既存水利施設の劣化を定量的に予測する技術、および劣化予測を踏まえ、適切な対策時期や補修材を選定できる設計技術を開発。   |

# 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

次世代インフラ(1)

| 主な取組                                      | 2013年度  | 2014年度   | 2015年度                          | 2016年度                                   | 中間目標、アウトカム<br>(2020年以降)   |                                  |
|---|---|--|---------------------------------|--|---|----------------------------------|
| インフラ維持管理・更新・マネジメント技術                      | インフラ点検技術等の開発  |  |                                 |  | IT等を活用した社会資本の維持管理<br>【次・総01】【次・文02】【次・文03】【次・文05】【次・文06】<br>【次・経02】【次・国01】【次・国02】【次・国03】【次・国09】<br>【次・国14】【次・国16】【復・総02】【次・農01】 | 2030年までに自動点検技術・無人点検技術等の高度化・コスト低減 |
|   | 維持管理ロボット技術  |  |                                 |  | 現場への導入  |                                  |
|   | 情報収集<br>・【次・国02】社会インフラ用ロボット技術に係るニーズ及びシーズの把握   | 技術開発<br>・社会インフラ用ロボット技術に係る研究開発の公募・評価・現場での検証                                     | ・研究開発成果の継続評価・最終評価・現場での検証        | ・直轄事業での試行的導入結果を踏まえた研究開発成果の改良             |   |                                  |
|   | 現場検証・効果のフィードバック   | ・【次・文06】府省横断委員会を踏まえた、解決すべきロボット技術テーマ等の抽出及び開発課題の公募                               | ・技術テーマに沿った要素技術開発の実施             | ・技術テーマに沿った要素技術開発、及び新たに解決すべきロボット技術テーマの抽出  |   |                                  |
|   |   | ・【次・経02】小型移動ロボットプラットフォームの開発、ロボットの防爆・防水・防塵化技術の開発                                |                                 | ・実証事業へ投入し、実用化に向けた検証及び改良                  |   |                                  |
|   | 非破壊検査技術、モニタリング技術  |  |                                 |  | 現場への導入  |                                  |
|   |   | 技術開発<br>・【次・経02】センシング技術、イメージング技術、センサーの自己電源、無線通信技術、プラントでの配管の腐食状況の把握等の非破壊検査技術の開発 |                                 | ・実証事業へ投入し、実用化に向けた検証及び改良                  |   |                                  |
|   |   | ・【次・文05】量子ビームの発生装置や計測システムの開発   | ・量子ビームの出力強化、計測技術の高度化、データベース構築   | ・解析ソフトの構築によるインフラの欠陥サイズを明確化               |   |                                  |
|   |   | ・【次・国01】ポンプ設備等の土木機械設備の点検時計測データの蓄積・共有化・活用手法の開発                                  |                                 | ・ポンプ設備等の土木機械設備の点検時計測データの蓄積・共有化・活用手法の現場導入 |   |                                  |
|   | 技術開発<br>・【復・総02】電磁波(高周波)センシング非破壊検査プロトタイプ開発<br>・【次・農01】トライボロジーを活用した農業用揚排水機の機能診断技術の開発 | ・電磁波(高周波)センシングによる計測実験  | ・電磁波(高周波)センシングによる診断システムプロトタイプ開発 | ・電磁波(高周波)センシングによる診断システムの実証               |   |                                  |
| 技術開発・評価・普及<br>・【次・国03】点検・診断技術等の開発推進・活用・評価 |   |  |                                 |  |   |                                  |

# 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

次世代インフラ(1)

主な取組

2013年度

2014年度

2015年度

2016年度

中間目標、アウトカム  
(2020年以降)

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

各種監視・観測デバイス等の開発

技術開発

・【次・総01】リチウム電池程度の電源で5年以上通信を可能とする(従来と比較して消費電力を1/1,000以下に低減)通信技術等の確立・国際標準化

IT等を活用した社会資本の維持管理  
【次・総01】【次・文02】【次・文03】【次・文05】【次・文06】  
【次・経02】【次・国01】【次・国02】【次・国03】【次・国09】  
【次・国14】【次・国16】【復・総02】【次・農01】

現場への導入

インフラ診断・評価・将来予測技術等の開発

ヘルスマonitoringシステムの開発

技術開発・実証・随時現場導入  
・【次・国03】モニタリング技術の現場での実証・検証

・【次・国16】港湾構造物の構造形式毎の点検方法の整理

・港湾施設の重要度評価手法の整理

現場への導入

・港湾構造物の点検計画策定手法の確立と手引きの作成

・【次・農01】農業水利施設の定量的な劣化予測技術の開発

・【次・農01】農業水利施設の定量的な劣化予測技術の開発

2020年までに国内重要インフラ等の20%はセンサー等の活用による点検・補修を実現

インフラデータプラットフォームの構築・運用、大規模データ解析技術

プラットフォーム構築

・【次・国03】インフラに係る情報の統一の取扱いのためのルールの検討と、プラットフォームの構築

・プラットフォームの一部運用開始

・プラットフォームの運用を通じた課題整理と機能の順次強化、本格運用へ移行

現場への導入

技術開発

・【次・経02】多種多様な大量データ処理技術開発

・多種多様な大量データ処理技術開発

・センサー等の情報をリアルタイムで解析するソフトの導入

・【次・文02】多種多様な大量なデータからノイズを除去し補正する技術、最適解をフィードバックし利活用する技術開発

・多種多様な大量なデータからノイズを除去し補正する技術、最適解をフィードバックし利活用する技術開発

・多種多様な大量なデータからノイズを除去し補正する技術、最適解をフィードバックし利活用する技術の確立及び実施

# 効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

次世代インフラ(1)



# 「効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現」

## ○共通

- ここでの取り組みにて開発する「新技術」に関して、これを実現するための要素技術としても、斬新なアイデアを積極的に活用する努力を組み込むべき。「どうやるか（How）」ではなく、「何をやるか（What）」が大事な時代であると言われている。これはある意味で確かだが、両面ともに新しい発想が組み込まれたときに、真にイノベーティブな「新技術」が具現化すると信じる。是非、「How」にも新しい発想を取り入れて、世界初の「歩幅の広いイノベーション」を実現したい。
- 老朽化するまでの年数は概ね50年を指標としているようだが、センサについては50年間故障時交換が可能でありデータの継続的収集ができるセンサの開発が必要である。
- 予防保全を基本とした効果的かつ効率的な長寿命化の観点からのマネジメンタ的な考え方（アセットマネジメント）を導入する必要がある。将来（2020東京オリンピック、首都圏想定地震、東海・東南海・南海トラフの海洋型地震など）に起こり得る事象に備えたインフラの長寿命化（維持管理・補修・補強・更新）の優先順位や、大都市圏と地方自治体の予算バランスなども考慮できるシナリオを描いておく必要がある。
- 橋梁やトンネルを対象とした研究事例に比べると、他の構造物を対象とした検討は少ない。盛土・斜面、舗装、エネルギー施設、地下構造物、水理構造物など、それぞれの構造物が抱える維持管理や防災上の課題があり、今回の施策でカバーされるのはどれか、あるいはカバーされないのはどれか（今後の課題）、この整理がなされておくべき。



- 調査・点検技術、診断・評価技術、補修・補強技術をバランスよく総合的に向上させることが肝要であり、継続的に進める必要がある。
- 出口戦略として、民間企業がモチベーションを持って市場参入できるシナリオを描いておく必要がある。
- 同種・同形態の技術がいろいろな施策で目的に応じ散在しており、これらを連携するためには、目標である、「効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現」を達成するためのステージゲートと捉え、各々の施策の連携をとり、達成までのシナリオを組む必要がある。このような考え方を加えることにより、アクションプランとして、より課題解決型の取り組みに近づける。

# 「効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現」

## ○技術分野毎

### <点検・診断技術（非破壊検査等）>

- 最新技術の損傷探査への応用は期待できるが、耐久性、堅牢性、費用対効果などを明示すると共に、実用時期でのロードマップの提示が必要。

### <点検・診断技術（ロボット）>

- アクセス困難箇所へのロボティクス技術応用による安定したアプローチ手段の開発と、開発したプラットフォームの共用化（平時：インフラ点検⇔有事：災害対応）開発が重要と考える。特に、引火性ガス環境下で作業可能な防爆性を備えたロボット開発とその防爆性能の標準化・法制化が必要であり設定テーマの一つとして取り上げてほしい。
- 災害を未然に防ぎ災害時に対応するためには、災害前後に活用できるロボットが必要であり、メンテナンス・災害対応（調査）・災害対応（施工）の3種類のロボットを開発することに意味がある。現場のニーズの十分な掘り起こしと、現場での多様な試験利用が望まれる。
- ロボティクス技術を確実に社会実装するためには、産学が共同して開発を行えるフィールドを備えた設備・施設（仮に「災害対応ロボットセンター」と呼ぶ）が必要である。これを施策を実行する上での共通の活動基盤としても活用することで、予算執行の効率化を図ることができる。
- 実用化のためには、過酷な現場での利用について、十二分なフィージビリティスタディが必要であり、堅牢性・耐久性についての試験が極めて重要。

- インフラ点検ロボットの実証実験と無人化施工技術を応用した災害対応ロボット技術開発とその実証は、インフラ用ロボットを確実に社会実装につなげる上で大変重要である。特に発災時には、従来の地理データにはない状況にあり、迅速な被災現場の状況把握が必要である。映像等による地理空間情報収集に加え、インフラ側に位置・応力等情報を発信するセンサ・IDタグを予めセットしておくなどの工夫も検討してほしい。
- 人間ができないことのうち、何をロボットにさせるのかを明確にする必要がある。
- ロボット技術の点検・補修への適用を考えた場合、高度な技能ではなく現状の点検技術者・重機オペレータレベルの技能で操作可能であることが望ましい。

### ＜点検・診断技術（診断・評価）＞

- 人手による点検の代替技術を目指すためには、点検で収集している目視主体の情報を代用する特性値を測定するとともに、補修補強の要否判定を行う管理基準値を定める必要がある。現状では代用特性を何にすべきか明確になっていないと思われるので、ニーズを十分に分析し、ニーズに適した代用特性や管理基準値を明確にしたうえで、技術開発を進めることが望ましい。また、モニタリングシステムを適用することにより、トータルで点検コストの低減につなげることを意識してほしい。
- 人間の行う作業をどこまで減らせられるかがポイント。費用対効果を留意する必要がある。

- 実物大模型や実構造物の実験からの貴重なデータが得られると期待される。それらの成果の積極的な公開が必要。また、今回提案されている施策に示される検査技術等を構造実験中に試すなどして、検査技術の高度化に取り組む研究者などに検証の場を提供すべき。

### ＜モニタリング（要素技術）＞

- 超低消費電力無線通信方式の確立や通信プロトコルの開発・標準化等の役割は極めて大きい。国内標準化が進むことが望まれる。
- どのようなセンサで、何を測り、どのような出力を得るのが、センサ出力の利活用技術を具体化するために必要。活用するセンサ技術あるいは開発するセンサ技術を早期に具体化する必要がある。
- モニタリングのシステム化をどう具体化するかも重要である。「歩幅の広いイノベーション」を実現するには、活用する要素技術とシステム具体化研究のそれぞれでの新規アイデアの導入におけるバランスが重要である。
- インフラの管理情報の伝送にはどのようなセキュリティーを施すのか、テロ対策としてのセキュリティーを考慮する必要がある。
- ICTを維持管理に用いるインフラ事業者のモチベーションは人的コストの抑制であり、初期投資の低コスト化は最重視しているコストに関する目標設定も重要。

## ＜モニタリング（診断・評価）＞

- 点検結果やモニタリング結果としてのデータから構造物の「劣化」を判断する方法論が必要。損傷同定、劣化診断、余寿命評価など、研究的には成果があるものの、実用化された技術は少なく限定的である。現状、重要なことは、多くのデータを取得し、大学や研究機関に広く公開（限定的でも可）、多くの研究成果を得られるような工夫が必要である。インフラ事業を「医療」にたとえるなら、詳細な臨床データを数多く取得し、それらをベースに研究・開発を実践することが肝要。
- モニタリングした結果を評価するためにはデータの閾値を作る必要があると考えられる。閾値なしでモニタリングするということはただデータを収集するだけにならないのか。もちろんそのデータを使って閾値を考えることは可能であろうがそれには時間がかかりデータを取って閾値を作ることがテーマになってしまう。したがってどこかで閾値あるいはモニタリングによる構造物の寿命の推測について研究する必要があり、その結果を他の研究が共有する仕組みが必要である。

## ＜新材料＞

- 府省連携による構造材料開発の一元化は望ましい。ただし、構造材料は安価でかつ大量の供給が必要であり、そういった視点での開発が望まれる。
- 自己修復材料や高耐久材料等、材料的な開発例やインフラ構造物の長寿命化だけでなく、地震防災や大地震対策としての構造材料研究開発の具体化が必要。