

「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」
中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「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」（中間評価）の研究評価委員会分科会（平成28年11月2日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第50回研究評価委員会（平成29年3月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成29年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「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」分科会
（中間評価）

分科会長 大和田 邦樹

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「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」

(中間評価)

分科会委員名簿

(平成28年11月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	おおわだ くにき 大和田 邦樹	一般社団法人 次世代センサ協議会 専務理事
分科 会長 代理	しょうじ しゅういち 庄子 習一	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 電子物理システム学科 教授
委員	くりす まさみつ 栗栖 正充	東京電機大学 工学部 機械工学科 教授
	さんじ しんいちろう 三治 信一郎	株式会社NTTデータ経営研究所 事業戦略コンサルティングユニット 産業戦略グループ長 /アソシエイトパートナー
	すがの しげき 菅野 重樹	早稲田大学創造理工学部 学部長 総合機械工学科 教授
	まつだ ひろし 松田 浩	長崎大学大学院 工学研究科 システム科学部門 (構造工学コース) 教授
	むつよし ひろし 睦好 宏史	埼玉大学大学院 理工学研究科 環境科学社会基盤部門 教授

敬称略、五十音順

「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」

(中間評価)

評価概要 (案)

1. 総合評価

老朽施設の割合が加速度的に増加している社会的背景のもと、本プロジェクトで展開するセンサやロボットを活用したインフラ維持管理技術の開発により、社会インフラの維持管理・更新の効率化、財政問題の解決、人材及び技術不足への対応が期待される。これは国の問題であり、急務であることから NEDO 事業として行う妥当性がある。各研究開発項目について、達成度を明確に判定できる戦略的な目標設定のもと、妥当な研究開発スケジュールが設定され指揮命令系統と責任体制も明確であり、進捗報告会やサイトビジットによって適切な進捗管理がなされている。中間目標は概ね達成されており、その成果は既存技術に対する優位性が明らかである。今後、実証実験を積み重ね、課題を解決することにより、最終目標達成の見込みがある。事業化について、その担い手や課題と解決方針が明確であり、社会インフラの現場ニーズに適合したシステムの構築が進められ、既存システムに対する優位性も確保されていることから、実現の見通しが高い。また、インフラの長寿命化は府省・分野の枠を超えて対処する必要があり、本プロジェクトが国土交通省の現場実証実験と連携して実際の現場で検証評価を行った点は高く評価できる。

一方、インフラの維持管理は、これらの各要素技術だけで達成できるものではない。開発された機器をインフラの維持管理のために用いるためには、多くの技術を統合化・総合化するような研究開発が必要である。

テーマの数が多く重複なども散見されることから、テーマの再編、メンバーの見直し、企業間連携の強化などを引き続き進めるとともに、連絡会議を設けるなどして横串でのノウハウ共有が進むとよい。そのためには、ハード面だけでなくシステム面、運行管理といった方面での有識者の投入を検討されたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

高度成長期以降に整備された社会インフラは、建設後 50 年以上が経過した老朽施設の割合が今後加速度的に増加し、これらが適切に維持管理されなければ、人命や社会に重大な影響を及ぼす危惧が高まる。社会インフラの維持管理・更新に従来どおりの支出を行うと仮定すると膨大な財政支出が必要となり困難である。また維持管理の技術者の高齢化は著しく、維持管理に必要な人材と技術の確保も今後困難となる。社会インフラの維持管理及び災害に対する調査・復旧を効率化するシステムの開発は、我が国だけではなく世界的にも喫緊の課題であり、本事業の目的は十分妥当である。また、これは国全体の課題であり、高度な技術

力を持っているが事業化する余裕がない民間企業に対し公共性の高い事業へ参画の機会を提供するという点から、NEDO の事業として妥当性がある。本分野で約 7,000 億円の市場が見込まれること、新たな技術により継承のしやすさが促されることにも大きな価値がある。

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)、国土交通省でも類似の事業がある中で、国として技術開発の全体を総合的にコントロールして、個々の要素技術だけの成果とならないようにしてほしい。国土交通省等、他省庁との共通意識が重要であり、この機会に密な協働がとれるような枠組みや施策を検討いただきたい。

2. 2 研究開発マネジメントについて

各研究開発項目について、インフラの現状を十分に捉えた、定量的かつ戦略的で達成度を明確に判定できる具体的な目標が設定されている。研究開発計画及び費用は妥当で、目標達成に必要な要素技術の開発を網羅している。実施体制は、技術の専門性と役割に応じて適切に構成されており、また、開発成果を評価するユーザを実施者の中に含むことを指定して、実用化・事業化を常に考慮しながら開発を進める体制を取らせている点は評価できる。進捗報告会、個別テーマ定例研究会、現地進捗管理委員会、サイトビジット等により研究開発の進捗管理は遅れが生じないよう適切になされ、追加公募、ロボット性能評価手法等の研究開発の新規開始等、最近の情勢を踏まえた十分な管理がされている。知的財産規定の策定と知的財産権委員会の設置により、知的財産の管理運営も適切に行われている。

各項目の開発目標は妥当であるが、項目①、②は使用場面の設定なしでセンサ等の個別要素の開発を行うのに対し、項目③では具体的なシナリオのもとに、現場で使用する統合システムの開発を主にしており、さらに項目④は目的が全く異質である。今後はインフラの維持管理に向けて個々の要素技術を統合化・総合化し、国土交通省との共同実験等の連携も順調に進めるよう期待する。

委託事業を助成事業に変更するには明確な理由が必要であり、リスクを民間側へ転嫁し、事業期間も短縮することにより、企業の事業判断として厳しくなる面も考慮しなければならない。さらに、実施体制において PL (プロジェクトリーダー)、SPL (サブプロジェクトリーダー) はすべてセンサ及びロボット関連の専門家であるが、適用されるインフラの何を、どこまで、どの程度の精度で見ることが必要かを見極めるため、海外の情報にも精通し大所高所から助言できるインフラ分野の専門家を加えることが望ましい。

2. 3 研究開発成果について

概ね各項目とも中間目標を達成しており、成果は競合技術と比較して優位性を持つものが多い。陸上移動ロボットの防爆型式検定合格のように目標以外の世界初の技術成果も出ており、本事業の成果の意義は大きい。最終目標値についても概ね達成の見込みがあり、引き続き研究開発を続けることで実用化への道筋をつけられると考えられる。論文・学会発表、成果報告会開催、展示会出展などを利用したアウトリーチ活動による成果の普及が活発であることは高く評価できる。特許出願も全体で 36 件あり、知的財産権の確保も十分なされている。

一方、一部の項目では実施者間で取組みのスピード感に違いがみられ、最終目標を達成するための見通し、課題解決の道筋を十分に検討していない実施者がある。実施者の報告会や情報交換の場を増やし、最終目標達成への意識を高める工夫が必要と考えられる。

今後は、研究開発された技術が、実際の現場で使えることを実証できる場所を適切かつ相当数提示できるよう準備していただきたい。実証の場を広げるにあたりユーザにさらに訴求するには、実証の場へのユーザの招待、あるいは、ユーザ側の展示会にあたるような場所への広報活動が求められる。

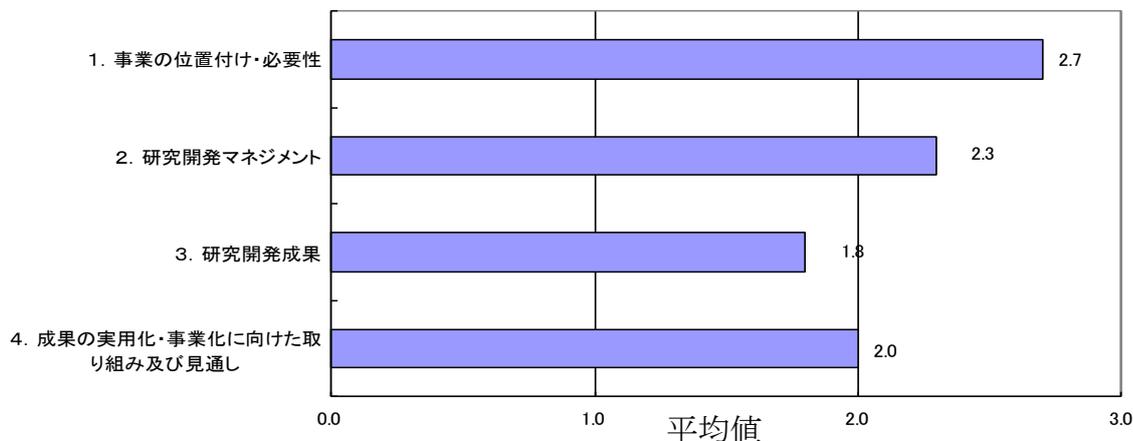
2. 4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

全般として、実用化・事業化を強く意識した研究開発がなされており、明確かつ妥当性のある事業化戦略をもって具体的取組みが検討されていることから、事業化の見通しは高い。実施者の中に課題に直接関与している事業者が含まれていることから、実用化・事業化の見通し、戦略は良く検討がなされている。国土交通省での現場検証における評価も高く、ユーザへの訴求を第一に考えている点も、事業化への道筋を立てやすい状況を作ることができるものと評価する。センサシステムに関しては、ジョイントベンチャーも視野に入れた海外展開に向けて検討されている点、またパッケージ化し、販売しやすくしている点もあわせて高く評価できる。

一方、事業化の見通し・計画が不明瞭な実施者も一部あり、具体的な精査を進めていただきたい。事業化への理解を深めるために、実施者間や NEDO との情報交換の場を多く設けることが重要ではないか。

今後は、ユーザとなる実証先の更なる拡充を通じて、実効性の高いロボット・システムとしていくことを期待する。また、国内にとどまらず、知財の登録も含め、開発したシステムを世界へ売り込むスキームを構築していただきたい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	B	A	A	B
1. 事業の位置付け・必要性について	2.7	A	A	B	A	A	B
2. 研究開発マネジメントについて	2.3	B	A	C	A	B	A
3. 研究開発成果について	1.8	B	B	C	B	B	B
4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて	2.0	B	B	C	B	B	A

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

研究評価委員会

「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」
(中間評価) 分科会

日時：平成28年11月2日(水) 13:30～17:00

場所：WTC コンファレンスセンター Room A

(東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル3階)

議事次第

【公開セッション】

- | | | |
|---|-------------|-------|
| 1. 開会、資料の確認 | 13:30～13:35 | (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 13:35～13:40 | (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 13:40～13:45 | (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 13:45～14:00 | (15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | | |
| 5. 1. 事業の位置付け・必要性について
研究開発マネジメントについて | 14:00～14:30 | (30分) |
| 5. 2. 研究開発成果について 及び成果の実用化・事業化
に向けた取り組み及び見通しについて | | |
| ①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発 | 14:30～14:35 | (5分) |
| ②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリング
システム開発 | 14:35～14:40 | (5分) |
| ③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発
(1) ロボット技術 (2) 非破壊検査
[説明40分、質疑応答20分] | 14:40～15:40 | (60分) |
| ④ロボット性能評価手法等の研究開発
[説明10分、質疑応答10分] | 15:40～16:00 | (20分) |
| 休憩 (20分) | | |
| 6. 全体を通しての質疑 | 16:20～16:40 | (20分) |
| 7. まとめ・講評 | 16:40～16:55 | (15分) |
| 8. 今後の予定 | 16:55～17:00 | (5分) |
| 9. 閉会 | | |

概要

		最終更新日	平成 28 年 11 月 2 日
プロジェクト名	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	プロジェクト番号	P14011
担当推進部/担当者	ロボット・機械システム部／菅原 淳(平成 26 年 4 月～平成 27 年 3 月) ロボット・機械システム部／安川裕介(平成 27 年 4 月～平成 28 年 3 月) ロボット・AI部／安川裕介(平成 28 年 4 月～平成 28 年 11 月現在)		
0. 事業の概要	本プロジェクトでは、既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図るため、的確にインフラの状態を把握できるモニタリングシステムの技術開発及び維持管理を行うロボット・非破壊検査装置の技術開発を行い、インフラの維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決に寄与する。		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>高度経済成長期以降に整備されたインフラのうち、社会インフラは、今後 20 年で建設後 50 年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる。これは、石油精製プラント、化学プラント、鉄鋼所などの産業インフラも同様である。適切な維持管理が行われないことにより、インフラの崩壊や機能不全が発生し、人命や社会に影響を及ぼす危惧が高まっている。</p> <p>我が国のインフラの維持管理・更新に対する課題は以下に集約されると考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・維持管理・更新に対する財政問題 今後、維持管理・更新に従来どおりの支出を行うと仮定すると、2037 年度には現在のレベルの投資総額を上回り、2011 年度から 2060 年度までの 50 年間に必要な更新費(約 190 兆円)のうち、約 30 兆円(全体約 16%)の更新ができなくなる。 ・維持管理の人材・技術不足 維持管理の技術者の高齢化が著しく、一定レベルの知見を有する技術者が不足している。また、共用年数の長い施設に関する知見が不足し、維持管理に必要な技術が不十分である。 <p>また、我が国の主要なインフラでは、数年毎に定期点検を実施しているが、定期点検間の急激な劣化進行等の異常の把握は、人材の確保及び人件費の削減により困難である。加えて、定期点検時においても目視点検が困難な箇所も存在する。さらに、災害時においては、緊急点検に時間を要し、迅速な復旧が困難であるといった課題もある。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>【研究開発項目① インフラ状態モニタリング用センサシステム開発】</p> <p>本研究開発は、2016 年度末までに概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は、実証実験を中心に実施する。</p> <p>(1)センサ端末開発 以下の全てを満たし、簡易に設置できるセンサ端末を開発する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■インフラ構造物及びその構成部材の健全度を診断するための振動、変位及びその他必要と考えられるデータを計測できるものとし、これらは温度も同時に計測できるものとする。 ■少なくとも 1 時間に 1 回の無線通信を含む全ての動作を自立電源で自己動作できるものとする。 ■片手で取り付け可能なサイズ(概ね 7cm×10cm×5cm)以下とする。 ■無線通信は、電波法による無線局の免許を受けることなく利用することができる周波数とし、その距離は実環境下で 30m以上とする。 ■実環境下で 10 年以上の信頼性を有するものとする。 <p>(2)センサネットワークシステムの構築と実証実験 (1)で開発したセンサ端末を活用したインフラ状態をモニタリングするネットワークシステムを構築するとともに、インフラの実環境下で適用できるシステムを開発する。</p> <p>【研究開発項目② イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発】</p> <p>本研究開発は、2016 年度末までに概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は、実証実験を中心に実施する。</p> <p>(1)イメージング技術開発</p> <ol style="list-style-type: none"> ①完全自動により画像データから 0.2mm以上のひび割れ等を 8 割以上の確率で判別できる画像処理手法を開発し、実証する。 ②撮影時の位置ずれを補正でき、平面のみならず、奥行き(3次元)の変形も計測できる画像解析手法を開発し、実証する。なお、1 回の撮影で構造物の支点間の長さの 2 万分の 1 の変位を計測できること及び 15m以上の構造物を計測できることとする。 		

	<p>(2)イメージング技術を用いたモニタリングシステムの実証実験 (1)で開発したイメージング技術を用いて、インフラ状態をモニタリングするシステムを構築するとともに、インフラの実環境下で適用できるシステムを開発する。</p> <p>【研究開発項目③ インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発】</p> <p>(1)ロボット技術開発 本研究開発は、2015 年度末までに、概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は実用化開発、実証実験を中心に実施する。 「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入における重点分野」が指定する維持管理業務について、従来の作業員による点検や重機を用いた作業と同程度のトータルコスト及び同程度の精度を有するロボットを開発し、「ロボット現場検証委員会」の評価の下、実証実験を行う。</p> <p>(2)非破壊検査装置開発 本研究開発は、2016 年度末までに、概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は実証実験を中心に実施する。 上記のロボット技術開発で想定されるロボットへの搭載可能な非破壊検査装置を開発する。開発する装置は、X線や赤外線等を検査光源とし、正確な計測を可能にするために必要と考えられる光源数を搭載する。また、ロボットに搭載可能なサイズ、重量とし、検査対象の健全性を診断するための検査精度を備えたものとする。さらに、稼働寿命は2万時間以上とし、検査光源に対する安全性を十分に考慮したものとする。</p> <p>【研究開発項目④ ロボット性能評価手法等の研究開発】</p> 各種ロボットの運用に必要とされる性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証方法を明らかにし、標準化の方策を含め検討する。																														
事業の計画内容	<table border="1"> <thead> <tr> <th>主な実施事項</th> <th>H26fy</th> <th>H27fy</th> <th>H28fy</th> <th>H29fy</th> <th>H30fy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発</td> <td colspan="5">→</td> </tr> <tr> <td>②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発</td> <td colspan="5">→</td> </tr> <tr> <td>③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発 (1)ロボット技術開発 (2)非破壊検査装置開発</td> <td colspan="4">→</td> <td>→</td> </tr> <tr> <td>④ロボット性能評価手法等の研究開発</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3">→</td> </tr> </tbody> </table>	主な実施事項	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発	→					②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発	→					③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発 (1)ロボット技術開発 (2)非破壊検査装置開発	→				→	④ロボット性能評価手法等の研究開発			→		
主な実施事項	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy																										
①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発	→																														
②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発	→																														
③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発 (1)ロボット技術開発 (2)非破壊検査装置開発	→				→																										
④ロボット性能評価手法等の研究開発			→																												
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載)(単位:百万円) 契約種類:委託(H28 ③(1)のみ助成)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>会計・勘定</th> <th>H26fy</th> <th>H27fy</th> <th>H28fy</th> <th>H29fy</th> <th>H30fy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一般会計</td> <td>1,620</td> <td>1,915</td> <td>1,928</td> <td></td> <td>5,463</td> </tr> <tr> <td>(委託)</td> <td>1,571</td> <td>2,187</td> <td>1,375</td> <td></td> <td>5,133</td> </tr> <tr> <td>(助成):負担率 1/3 または 2/3</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>363</td> <td></td> <td>363</td> </tr> <tr> <td>総額</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	会計・勘定	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy	一般会計	1,620	1,915	1,928		5,463	(委託)	1,571	2,187	1,375		5,133	(助成):負担率 1/3 または 2/3	—	—	363		363	総額					
会計・勘定	H26fy	H27fy	H28fy	H29fy	H30fy																										
一般会計	1,620	1,915	1,928		5,463																										
(委託)	1,571	2,187	1,375		5,133																										
(助成):負担率 1/3 または 2/3	—	—	363		363																										
総額																															
開発体制	<p>経産省担当原課 産業技術環境局研究開発課、製造産業局産業機械課</p> <p>プロジェクトリーダー 芝浦工業大学工学部教授(特任) 油田信一</p> <p>委託先</p> <p>①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発 【①-1】道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの研究開発 技術研究組合NMEMS技術研究機構 【組合員】(株)NTT データ、大日本印刷(株)、(株)東芝、日本ガイシ(株)、富士電機(株)、三菱電機(株)、東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)、阪神高速道路(株)、(国研)産業技術総合研究所、(一財)マイクロマシンセンター、(株)リコー 【再委託】京都大学、東京大学、首都大学東京、東京工業大学 【①-2】ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発 (国研)産業技術総合研究所、(一財)マイクロマシンセンター、明星電気(株)、沖電気工業(株)、高砂熱学工業(株) 【再委託】東京大学 【①-3】道路付帯構造物モニタリングシステム開発 (株)日立製作所 【①-4】高信頼性センサによるインフラモニタリングシステムの研究開発 横河電機(株)【再委託】大成建設(株)、長野日本無線(株)、東京大学 【①-5】道路橋の維持管理及び防災・減災を目的としたセンサシステムの研究開発 日本電気(株)、(一財)首都高速道路技術センター</p>																														

		<p>②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発</p> <p>【②-1】道路構造物ひび割れモニタリングシステムの研究開発 首都高技術(株)、東北大学、(国研)産業技術総合研究所【再委託】(株)アダコテック</p> <p>【②-2】位相解析手法を用いたインフラ構造物用画像計測システムの研究開発 ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)、4Dセンサー(株)、(株)共和電業、福井大学</p> <p>③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発</p> <p>(1)ロボット技術開発</p> <p>【③-1-1】マルチコプタを利用した橋梁点検システムの研究開発 川田テクノロジーズ(株)、大日本コンサルタント(株)【委託】(国研)産業技術総合研究所</p> <p>【③-1-2】小型無人ヘリを用いた構造物点検技術開発(H28～) ルーチェサーチ(株)【委託】横浜国立大学、(株)建設技術研究所</p> <p>【③-1-3】複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステムの研究開発 富士フィルム(株)、(株)イクシスリサーチ【委託】(一財)首都高速道路技術センター</p> <p>【③-1-4】橋梁桁端部点検診断ロボットの開発(H28～) ジビル調査設計(株)【委託】福井大学</p> <p>【③-1-5】インフラ診断ロボットシステム(ALP)の研究開発 (株)開発設計コンサルタント【委託】法政大学、岡山大学、ステラ技研(株)、開発電子技術(株)</p> <p>【③-1-6】磁石走行式ロボット等を活用した橋梁点検システムの開発(H28～) (株)熊谷組、(株)移動ロボット研究所【委託】名古屋大学、つくばソフトウェアエンジニアリング(株)</p> <p>【③-1-7】可変構成型水中調査用ロボットの研究開発 (株)キュー・アイ、(株)日立製作所【委託】(国研)産業技術総合研究所</p> <p>【③-1-8】河川点検を効率化・高度化するフロートロボットの研究開発(H28～) 朝日航洋(株)</p> <p>【③-1-9】土石流予測を目的としたセンシング技術ならびに高精度土石流シミュレーションシステムの開発 国際航業(株)、(株)エンルート【委託】(株)フィールドプロ、東北大学、工学院大学</p> <p>【③-1-10】災害調査用地上／空中複合型ロボットシステムの研究開発 (株)日立製作所、(株)エンルート、八千代エンジニアリング(株)【委託】(国研)産業技術総合研究所</p> <p>【③-1-11】遠隔搭乗操作によるマルチローラ型無人調査ロボットの研究開発 (株)大林組【委託】(株)移動ロボット研究所、慶應義塾大学</p> <p>【③-1-12】引火性ガス雰囲気内探査ロボットの研究開発 三菱重工業(株)【委託】千葉工業大学</p> <p>【H26～27年度】</p> <p>【③-1-13】水中構造物の近接目視等を位置計測しつつ安定に実施可能なテザー伸展操舵型ROVの研究開発 (株)ハイボット、(株)建設技術研究所</p> <p>【③-1-14】音カメラを活用した橋梁点検ロボットの研究開発 (株)応用技術試験所、(株)移動ロボット研究所、(株)熊谷組、東京エレクトロニクス(株)、名古屋大学</p> <p>【③-1-15】複合センサ搭載ワーム型多関節ロボットの研究開発 (株)タウ技研、【再委託】東京工科大学、神奈川県産業技術センター</p> <p>(2)非破壊検査装置開発</p> <p>【③-2】超小型X線及び中性子センサを用いたインフラ維持管理用非破壊検査装置開発 (国研)産業技術総合研究所、(株)日立パワーソリューションズ、静岡大学【再委託】三菱化学(株)</p>
--	--	---

		<p>④ロボット性能評価手法等の研究開発</p> <p>【④-1】無人航空機を活用した物流システムの性能評価手法等に関する研究開発 (株)自律制御システム研究所</p> <p>【④-2】無人航空機等を活用したインフラ点検ロボットシステムの性能評価手法等の研究開発 富士通(株)、日本電気(株)、(株)イクシスリサーチ、(株)エンルート、(株)プロドローン</p> <p>【④-3】インフラ維持管理等に資する水中ロボットの性能評価手法等の研究開発 パナソニックシステムネットワークス(株)、パナソニック(株)、朝日航洋(株)</p> <p>【④-4】調査用無人航空機の評価手法の研究開発 富士重工業(株) 【再委託】東京大学</p> <p>【④-5】陸上移動ロボットの防振性能評価手法等の研究開発 三菱重工業(株) 【再委託】千葉工業大学、三菱電機特機システム(株)</p> <p>【④-6】各種ロボットの性能評価基準の策定等の研究開発 (一財)製造科学技術センター</p>
<p>情勢変化への対応</p>	<p>平成 26 年 6 月「イノベーション・コースト構想研究会」にて「イノベーション・コースト構想」が取りまとめられ、平成 28 年 1 月経済産業省及び福島県との間で「福島イノベーション・コースト構想に係るロボットテストフィールド及び国際産学官共同利用施設(ロボット)の整備及び運営に関する協定」が締結された。さらに、平成 28 年 3 月、「ロボットテストフィールド・国際産学官共同利用施設(ロボット)活用検討委員会」の中間整理が纏められ、「ロボットテストフィールド(RTF)」の必要性とともに、3分野のロボットに対して「各種ロボットに求められる性能」及び「それを備えていることを確認するために必要な独自の施設」の重要性が示された。</p> <p>上記の情勢変化を受け、「④ロボット性能評価基準の研究開発」を平成 28 年度から早期に立ち上げ、公募及び採択に繋げた。</p>	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>25 年度実施 ロボット・機械システム部</p>
	<p>中間評価</p>	<p>28 年度 中間評価実施</p>
<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>【事業全体】</p> <p>本プロジェクトは、「研究開発項目①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発」、「研究開発項目②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発」、「研究開発項目③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発」及び「研究開発項目④ロボット性能評価手法等の研究開発」にて構成しており、研究開発項目毎の成果は以下のとおり。</p> <p>【個別テーマ】</p> <p>①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発</p> <p>【①-1】道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの研究開発/技術研究組合NMEMS技術研究機構</p> <p>■橋梁の劣化・損傷をモニタリングする1Hz～1MHzまでの振動を1つのセンサで検出できるスーパーアコースティックセンサ、橋梁のひずみを面状に検出できる面パターンセンサ、道路付帯物の劣化状態を振動、傾き、温度で検出する傾斜マルチセンサ、法面の3次元表面変位をミリメートルオーダーで検出する電波位相差方式変位センサのプロトタイプを試作し、その有効性を示すとともに、高速道路会社の実証場所において予備実証試験を実施し、課題を抽出して、来年度からの本格実証を実施できる目途を得た。将来技術の原子時計に関しては、フィージビリティスタディによって、小型、低消費電力、高性能化の目途を得た。</p> <p>【①-2】ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発/(一財)マイクロマシンセンターコンソ</p> <p>■(1)振動発電センサデバイスと鹿威し(蓄電キャパシタの電力が閾値を超えるとデータ送信する)回路の組み合わせることで、振動波形のピーク値だけのデータ収集・送信が可能となり、送信間隔の変化から回転機器の異常をモニタリングできる小型(直径 30mm、高さ 50mm)の端末を試作し、振動加速度(0.1m/s² ~ 0.8m/s²)の変化で無線送信周期が変化することを確認した。</p> <p>(2)クロック補正方式を盛り込んだ時刻同期型省電力通信方式を開発し、間欠受信期間を 100msec から 2msec まで短縮しても、1 時間以上の時刻同期が維持でき、1 時間あたりの平均消費電力 154μW(従来比 1/15 に削減)を確認した。</p> <p>(3)P 型端末機の疑似データを生成する「鹿威しエミュレータ」などを用いて実稼働ポンプの振動特性を把握し、データのフィルタリング、異常検知ロジックおよび余裕時間算出の仕様特定とコアモニタリングシステムの試作機を開発し、実証サイトにて検証した。</p> <p>【①-3】道路付帯構造物モニタリングシステム開発/(株)日立製作所</p> <p>■仕様検討、評価した結果を踏まえ、1st プロトセンサ端末の開発・評価を実施し、当初実証計画で立てた中間目標に対して全ての項目において、今年度中に達成予定である。また、一部の項目においては、最終目標を達成しており、更なる機能・精度向上、製品の検討を実施している。</p> <p>【①-4】高信頼性センサによるインフラモニタリングシステムの研究開発/横河電機(株)</p>	

■シリコン振動式の加速度・傾斜センサ及びひびきセンサを開発し、目標とする性能を達成した。また、無線通信モジュールと自立電源とを組み合わせたセンサノードからの無線データ伝送試験を確認した。開発した加速度センサによる模擬建物での常時微動観測、また振動台による加振試験から、震度計算、逐次部分空間法により建物の損傷に伴う固有振動数減少と剛性の劣化を検出できることを確認した。

【①-5】道路橋の維持管理及び防災・減災を目的としたセンサシステムの研究開発/日本電気(株)コンソ

■①センサシステムの開発:実環境で使用可能なセンサ端末、ゲートウェイ装置、遠隔サーバを開発した。また変位センサ、自立発電装置の試作を行った。開発・試作した装置を実道路橋に簡易設置し、センサ端末からゲートウェイ装置まで 920MHz 特定小電力無線にてデータ通信が正しく行えることを確認した。また、ゲートウェイ装置からクラウド環境の遠隔サーバに対して広域無線(3G)通信により、データ送信が正しく行えることを確認した。②センサシステムのニーズ・運用・導入の検討:供用中の道路橋の損傷実態から、センサシステムの設置対象橋梁、想定する損傷と異常検知の手法及び必要な計測精度について整理した。

②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発

【②-1】道路構造物ひび割れモニタリングシステムの研究開発/首都高技術(株)コンソ

■一般的な点検・調査作業に用いる撮影機材で取得した画像データからコンクリートのひび割れを 79.1%の精度で自動検出する技術を開発した。精度評価は見落としと過検出の両面から行っており、実用性の高い技術成果が得られている。また、ひび割れ自動抽出、パノラマ合成機能を実装したモニタリングシステムの試験運用を開始し、実用化に向けたシステム構築を行った。

【②-2】位相解析手法を用いたインフラ構造物用画像計測システムの研究開発/福井大学コンソ

■これまでの成果として、三次元変位計測手法の開発、実用的な精度でのたわみ角(回転角)計測手法の開発、格子パターンがない位置での変位計測手法の提案と実証試験を行った。また、道路橋、トンネル、鉄道橋などの実際の構造物に適用する実験を行った。鉄道橋において、変位とたわみ角を組み合わせる新しい健全度評価指標を提案した。

③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発

(1)ロボット技術開発

【③-1-1】マルチコプタを利用した橋梁点検システムの研究開発/川田テクノロジーズ(株)コンソ

■橋梁下面の画像を網羅的且つ迅速に取得する網羅的画像取得用マルチコプタと、橋梁に磁着し安定して細部の画像を取得する橋梁着脱型マルチコプタの開発を行い、国交省実証試験(H26,27 年度)を含む 6 度の実証試験を行い、評価、課題の抽出を行った。H27 の国交省実証試験では、課題解決を前提とした試行的導入を推奨するという評価を得た。

【③-1-2】小型無人ヘリを用いた構造物点検技術開発/ルーチェサーチ(株)コンソ

■①プロペラガード装着は、対象構造物に接近することができ、操縦者の不安軽減の効果が期待され、第三者への安全・安心を与える効果もある。②可変ピッチプロペラは、通常の固定ピッチと比較して、下降時の機体が不安定になることを回避できる可能性がある。機体構造や操縦が煩雑になる懸念もあるため、実用化には慎重に判断していく。③合成画像作成の半自動化・汎用ソフトは、技術面だけでなく、作業時間短縮にも寄与する。

【③-1-3】複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステムの研究開発/富士フイルム(株)コンソ

■鋼桁内の全ての箇所へアクセスでき(添架物等の点検困難箇所を除く)、二眼カメラ及びステレオ処理によって桁内にある損傷等の寸法を高精度に計測することができる、懸垂型ロボットを開発した。またステレオ処理による平面推定を応用した床版画像合成、ひび割れ自動検出・ひび幅測定及び現場での点検と事務所作業を画像処理により支援するソフトウェアを開発し、ほぼ目標の性能を達成した。

【③-1-4】橋梁桁端部点検診断ロボットの開発/ジビル調査設計(株)コンソ

■開発開始後 1.5 ヶ月での研究開発成果は、要素技術の設計を行うために必要となる設計条件を得るための各種室内実験及び実橋実験を実施した。実験結果は、精度よく計測されており、設計に十分使用可能なデータが得られている。

【③-1-5】インフラ診断ロボットシステム(ALP)の研究開発/(株)開発設計コンサルタントコンソ

■「ALP」は、中央部に測定装置を水平に移動させて測定するマニピュレーターを配置し、その上下に走行装置を配置した構造となっており、走行装置には壁面に吸着するための機構をユニット化した脚 2 本を配置している。そのため、搭載する測定装置や測定長さの変更にはマニピュレーターの改造で、また重量増加に対しては脚ユニットの個数や配置の変更で対応できる等、拡張性の高い構造となっている。走行は、3 本の脚を吸着させて全体をしっかりと保持した状態(3 点支持)で、脚を 1 本ずつ移動させてから、最後に全体を移動させ、移動が終了したらロボットを静止して、姿勢が安定した状態で測定装置を水平に移動させて測定を行っている。実際現場検証実験でも確認されたが、かなり安定した走行状態で、高精細の画像を撮影することが可能となり、画像を用いた精密写真測量解析により作成した 3 次元モデルは、幅 0.2mm 以上のひび割れが判定可能な精度を有していることが判明した。また、ソレノイド磁石により鉄心で

壁面を打撃し、発生した音から壁面の健全性を判定する打音装置を開発し、表面から5cm程度のやや深い位置にある内部空洞まで判定できることが判明した。更に、最新の小型電磁波レーダを用いて、鉄筋位置における塩化物イオン量を推定する手法を開発し、実構造物における検証試験で、従来法に対しても遜色のない精度で推定できることが判明している。

【③-(1)-6】磁石走行式ロボット等を活用した橋梁点検システムの開発/(株)熊谷組コンソ

■①様々な主桁添接板を乗り越える移動機構と操舵機構の改良により、展開図作成用の画像を取得、画像合成によりリアルタイムでの概査展開図を作成、目視点検の補助を実現する。②点検困難箇所での調査を可能とするロボットアームの開発ポール取付け型ロボットの開発により、狭隘箇所での点検を実現するものであり、最終的には床版ひび割れの高精細画像からの詳細展開図作成を実現する。

【③-(1)-7】可変構成型水中調査用ロボットの研究開発/(株)キュー・アイコンソ

■開発機として、水上機、水中機、操縦用ヒューマンインターフェースを開発した。本ロボットの機能として、水中壁面との相対距離・角度を保つ機能及び壁面に沿って自動的に航行し、点検を行う機能を開発し、実験プール及びダムにおいてその機能を確認した。国土交通省の実証試験においては、約76mの大深度まで潜航したほか、コンクリート継ぎ目に沿った十数mにわたる高精細な近接映像の取得などを行った。

【③-(1)-8】河川点検を効率化・高度化するフロートロボットの研究開発/朝日航洋(株)

■平常時の河川(流速1.5m/s)の環境下で航行が可能でかつモビリティ性(可搬性)を考慮した設計、また操船者、計測担当者2名体制での点検を可能とするための各種支援システム機能を有する。

【③-(1)-9】土石流予測を目的としたセンシング技術ならびに高精度土石流シミュレーションシステムの開発/国際航業(株)コンソ

■本研究で開発する技術により、土石流予測シミュレーションの精度は、これまでと比較し、比較的向上することが期待できる。さらに、取得したデータを統合し、土石流シミュレーションを行うシステムについて、研究開発を進め、高精度土石流シミュレーションシステムを実現する。

【③-(1)-10】災害調査用地上/空中複合型ロボットシステムの研究開発/(株)日立製作所コンソ

■高い走破能力を持ち、長時間の運用と作業が出来る無人プラットフォーム車両、広範囲の災害調査を効率的に行う無人プラットフォームヘリ、情報共有に必要な災害調査情報の可視化及び災害情報DBを試作機レベルで開発が出来た。今後は、現場検証を通じ、実用化に必要な改良設計を進める。

【③-(1)-11】遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボットの研究開発/(株)大林組コンソ

■平成27年度に試作機を完成させ、今まで災害発生直後の初動段階において、有人での調査に頼らざるを得なかった作業が、幾つかの課題は残るものの、遠隔操作にて崩落地盤を走破し原位置でスウェーデン式サウンディング試験を実施することで、現地の状況とともに地盤性状の物性調査をリアルタイムに取得することが可能となった。

【③-(1)-12】引火性ガス雰囲気内探査ロボットの研究開発/三菱重工業(株)コンソ

■引火性ガス雰囲気内での活動を可能とするために、国際整合防爆指針(Ex2015)に適合した防爆性能を持つ探査ロボット(Ex px d IIB + H2 T4 Gbの防爆性能を持つ)を開発し、陸上移動ロボットとしては、国内初となる防爆型式検定を取得した。また、開発したロボットは「櫻II号」の持つ高い踏破性と耐環境性(防塵・防水)を維持しつつ、取扱い性向上を目指した小型・軽量化により質量60kgを実現した。

(2)非破壊検査装置開発

【③-(2)】超小型X線及び中性子センサを用いたインフラ維持管理用非破壊検査装置開発/(国研)産業技術総合研究所コンソ

■自走ロボットに搭載できる中性子水分センサ、管電圧200kV以上の高エネルギーX線源、高エネルギーX線対応検出器、自動計測技術等の非破壊検査技術を開発した。開発した中性子水分センサを配管自走ロボットに搭載し、化学プラントの現場で実地試験を行って、目標とする検査能力があることを確認するとともに、ロボットを使った自動計測では計測の再現性を高めることができることを明らかにした。

投稿論文	「査読付き論文」16件
特許	「特許出願」36件(うち国際出願3件、登録1件)
その他の外部発表 (プレス発表等)	「学会発表・講演」148件、「新聞・雑誌への掲載」54件、「展示会の出展」73件

IV. 実用化・事業化の見通しについて	<p>【事業全体】 本プロジェクトは、「研究開発項目①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発」、「研究開発項目②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発」、「研究開発項目③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発」及び「研究開発項目④ロボット性能評価手法等の研究開発」にて構成しており、研究開発項目毎の実用化・事業化の見通しは以下のとおり。</p> <p>【個別テーマ】 <u>①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発</u> 【①-1】道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの研究開発/技術研究組合NMEMS技術研究機構 ■参画する高速道路会社(NEXCO3社及び阪神高速道路)との強い連携のもと、参画企業が橋梁、道路付帯物、法面のセンシングシステムに対して東芝、大日本印刷、富士電機、三菱電機が事業化のシナリオを明確にして研究開発を進めている。共通基盤技術である無線通信共通プラットフォーム技術、高耐久性パッケージング技術も他への展開が可能であり、NTT データ、日本ガイシ、大日本印刷が事業化を見据えて研究開発を進めている。高速道路から一般道への展開、さらに、エネルギー施設、鉄道、港湾施設等他の社会インフラへの展開も可能である波及効果の高い技術となっている。将来技術のセンサ端末同期用原子時計に関してはリコーが事業化を進める。</p> 【①-2】ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発/(一財)マイクロマシンセンターコンソ ■センサ端末・ネットワークシステム: PJ 終了後、2019 年度に商用設計を行い、2020 年度サンプル出荷、2021 年度より量産開始予定。国内の公共性の高い施設を中心に、エネルギー管理指定工場相当の大規模施設をターゲットに実用化・事業化を図る。 ■モニタリングシステム: PJ 終了以前から事業化検討を開始し、モニタリングシステムの汎用化やクラウド環境の提供先を選定、センサメーカー(明星電気)、クラウド型ネットワークを構築できる ASP(アプリケーションサービスプロバイダ)事業者とのコンソーシアムにより実用化を促進、研究開発完了後は 1 年間のトライアル販売の後、本格販売およびメンテナンス子会社による有償診断サービスを開始する予定。 【①-3】道路付帯構造物モニタリングシステム開発/(株)日立製作所 ■今回の成果として、2 点挙げられる。1つは高速道路管理会社に向けた広範囲を管理するためのオンプレでのシステムの提供と、もう1つは自治体向けの低コストでのサービス提供である。既に日立製作所では、平成 25 年 10 月にインフラ分野をターゲットとした「施設モニタリングサービス」の事業化を発表しており、何社かのパートナー会社とも連携を取りながら本事業を推進している。本プロジェクトでの研究成果も施設モニタリングサービスの一部として適用を進めることで、早期実用化が見込まれると考えている。 【①-4】高信頼性センサによるインフラモニタリングシステムの研究開発/横河電機(株) ■実用化に向けては、主に公共性の高い建物を中心にモニタリングシステムの実証試験を重ね、2020 年のエポックに向けた、安全・安心のインフラ構築を補完すべく、システムのレベルアップを図っていく。事業化に向けては、子会社の横河ソリューションサービスが既にインフラ関連事業を手掛けており、本プロジェクトの事業化に向けた取り組みを一体となって活動を行っている。 【①-5】道路橋の維持管理及び防災・減災を目的としたセンサシステムの研究開発/日本電気(株)コンソ ■①実用化・事業化に向けての見通し:センサシステムの設置対象となる 15m 以上の道路橋は約 17 万橋である。全国の点検結果から建設後 30 年以上を経過すると健全度「判定区分Ⅲ:早期措置段階」が増加し、損傷の進行モニタリングの必要性が高まり、クラウド方式のセンサシステムの事業化が課題解決に資する。 ②実用化・事業化に向けての取組:本研究開発終了後 2 年以内(平成 32 年度中まで)に事業化を考えている。各道路管理者がクラウド方式によりモニタリングシステムを導入し、橋梁の専門技術者が計測データを管理する方式での実用化・事業化を目指している。また、平成 28 年度下期の社外向け展示会で開発中のセンサ端末の展示を行うことでユーザへの情報発信とニーズの収集を予定している。 <u>②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発</u> 【②-1】道路構造物ひび割れモニタリングシステムの研究開発/首都高技術(株)コンソ ■開発するモニタリングシステムの汎用性を高めるために、事業者にはヒアリングを行い、得られた意見を満足するシステム構築を実施した。また、ヒアリングより事業者が求めるひび割れ検出精度やコンパクトデジタルカメラ画像からの自動抽出が可能となり、より実用的な機能を実装したモニタリングシステムとなった。 【②-2】位相解析手法を用いたインフラ構造物用画像計測システムの研究開発/福井大学コンソ ■在来線と山陽新幹線、北陸新幹線の橋梁で計測実験を行うことで、従来手法との比較を行った。また、多くの一般土木関連の現場でデモ実験を行うことで、適用可能性の調査を行った。展示会などで出展することでニーズ調査を行った。それらの結果、実用化の可能性があることや事業化の可能性があることが確認できた。 <u>③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発</u> (1)ロボット技術開発

【③-(1)-1】マルチコプタを利用した橋梁点検システムの研究開発/川田テクノロジー(株)コンソ

■開発するシステムの実用化開発を助成期間中に実施し、助成期間終了後は、本研究開発に参画している点検事業者がユーザとなって、実際の点検業務の中で利用し、開発品を用いた事業を進める。業務での利用を通して製品化のための開発を行った後、システムを製品として販売し、事業化するとともに、システムを普及させることで橋梁の維持管理に貢献する。

【③-(1)-2】小型無人ヘリを用いた構造物点検技術開発/ルーチェサーチ(株)コンソ

■構造物点検(橋梁、ダム、港湾岸壁、浮波提など)の実業務に従事し、国土交通省の橋梁点検を対象とした現場検証に平成25年(予備検証)、26年、27年に参画し、飛行技術・撮影技術・画像解析技術を確立させてきた。本事業の開発成果により更に技術のレベルアップと事業の浸透を図れると見通している。

【③-(1)-3】複眼式撮像装置を搭載した橋梁近接目視代替ロボットシステムの研究開発/富士フィルム(株)コンソ

■高速道路事業者、建設コンサルタント及び点検業者を販売先として提案・販売していくほか、点検支援ソフトウェアによる画像解析・調書作成を支援するシステムまたはクラウド上のサービスとして提供・課金することを検討している。コンソーシアム内にて「事業化検討ワーキンググループ」を設置し、H30年度の事業化に向けた具体的検討を行っている。

【③-(1)-4】橋梁桁端部点検診断ロボットの開発/ジビル調査設計(株)コンソ

■開発開始 1.5 カ月であるが、本申請者は開発者であり、エンドユーザの立場でもあるため申請者の顧客である国土交通省並びに地方自治体の橋梁管理者ニーズには日々実施している点検業務を通して最新ニーズを体感できる業務環境下にある。よって、顧客ニーズへの的確な対応が可能な点検ロボットを目指す方針を基本として堅持したい。それが他のロボットとの差別化を促し、実用化、事業化に優位な方向性を生むことに期待している。

【③-(1)-5】インフラ診断ロボットシステム(ALP)の研究開発/(株)開発設計コンサルタントコンソ

■「ALP」は、当面高さ約 20m・幅約 5m(面積約 100 m²)の鉄筋コンクリート製橋脚の壁面に適用することを指向しており、最終的な現場機能検証を、橋脚と構造的にはほぼ同じである J-POWER が保有するダムの洪水吐ゲートピア側壁で行うことを予定している。これを実現するために、移動速度としては高さ 20m 一往復(幅にして 2m)を一日で調査できること、また安定性・耐久性として一日 7 時間程度連続して稼働できることを目指している。また、調査中は一日中連続して電力を供給することが必要であることから、電力供給併用ケーブルを用いた安全装置の実現と、風雨等の天候急変に対するカバーリング等の最低限の耐水対策を施すことを目指している。

【③-(1)-6】磁石走行式ロボット等を活用した橋梁点検システムの開発/(株)熊谷組コンソ

■本研究開発がほかの画像診断技術に対する優位性として、①視覚的な診断が主体であり構造物の不可視部分等の診断には限界がある、②磁石走行ロボットの特性として、コンクリート片等の落下防止ネットの上からも走行が可能、③ほぼリアルタイムにRC床版の概査展開図が作成可能であり、要詳細検査箇所を継続して実施できる利点がある。以上から技術的、経済的に効率的調査が可能となり、研究開発の独自性、競争力が認められる。

【③-(1)-7】可変構成型水中調査用ロボットの研究開発/(株)キュー・アイコンソ

■平成 30 年度～平成 31 年度の 2 年間にダム構造物の点検を目的とした本開発システムの事業化を行う。これに先立つ平成 28 年度～平成 29 年度の 2 年間の助成開発事業において実用化試験機を開発し、実証試験を行いロボットの有効性を検証した上で、販売促進ツールとして使用する。事業化段階では、コストダウンを含めたロボットの製造方法の確立・販売ルートの確立・保守点検体制の確立を行う。

【③-(1)-8】河川点検を効率化・高度化するフロートロボットの研究開発/朝日航洋(株)

■国土交通省の試行的導入に向けて、国土交通省と共に検討を行っている。また、各地方整備局に赴き、当該ロボットの説明と現場要望等の意見交換を実施し、普及に努めている。その他、学会発表、展示会への参加等を実施し、社会的認知度を高める。

【③-(1)-9】土石流予測を目的としたセンシング技術ならびに高精度土石流シミュレーションシステムの開発/国際航業(株)コンソ

■本研究では、火山噴火時の現場において、安全上の問題から人や航空機が進入できない区域の中で活動できる無人飛行機やロボットを開発し、火山噴火の状況を正確に把握することにより、その後の災害対応の精度を上げ、火山噴火後の各種災害から住民を守ることを目的とする。本研究により、開発した技術を基に、火山噴火を想定した各種災害の予測・調査をおこなうことや火山噴火に対応する防災計画の立案を支援することが可能となる。

【③-(1)-10】災害調査用地上/空中複合型ロボットシステムの研究開発/(株)日立製作所コンソ

■①国土交通省 TEC-FORCE が全国配備する事業、②製品あるいは構成サブシステムを消防庁、防衛省などの災害対応機関あるいは自治体、指定公共機関、インフラ会社などへの販売を想定する。③国土交

	<p>通省地方整備局や自治体等が発注する観測業務サービスあるいは得られた観測情報から災害現場の復旧工事計画作成に係るサービス事業も想定する。</p> <p>【③-(1)-11】遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボットの研究開発/(株)大林組コンソ ■本ロボットを国土交通省の各地方整備局等に配備し、土砂崩落災害時における初動調査を支援することで、土砂崩落災害の早期復旧に尽力することを目標としている。また、各要素技術は、移動手段を適宜変更することにより、鉄橋、PC 橋等で人間の立ち入りが困難な箇所での情報収集作業への展開も可能であり、他のインフラ維持管理用ロボット技術等との融合も期待される。</p> <p>【③-(1)-12】引火性ガス雰囲気内探査ロボットの研究開発/三菱重工業(株)コンソ ■開発した探査ロボットのプレス発表、展示会出展により成果の普及活動を実施した。その結果、海外石油化学系の企業より問合せが複数あり、現在、問合せのあった企業に、本社よりニーズ調査及びロボット共同開発打診中である。また、国内の想定ユーザである消防に対し、防爆ロボットのニーズ調査を打診するとともに、開発したロボット操作性等の試験への協力を計画中である。</p> <p>(2)非破壊検査装置開発 【③-(2)】超小型 X 線及び中性子センサを用いたインフラ維持管理用非破壊検査装置開発/(国研)産業技術総合研究所コンソ ■本課題で開発した技術は、プラント配管検査の実用化・事業化に必要な能力があることを確認し、事業化を予定している日立パワー社が、国内外の想定ユーザー企業と実用化・事業化に向けた具体的検討を開始した。開発した X 線非破壊検査の基礎技術は、X 線新技術産業化コンソーシアム研究会等で興味のある企業に紹介し、広く横展開する予定である。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 26 年 3 月 作成
	変更履歴	平成 27 年 2 月:研究開発項目③(1)「ロボット技術開発」に関し、平成 28 年度からの助成事業へ移行及び期間変更(平成 29 年度まで)に伴う改訂。 平成 28 年 3 月:研究開発項目④「ロボット性能評価手法等の研究開発」追加に伴う改訂。

プロジェクトの目的

社会的背景

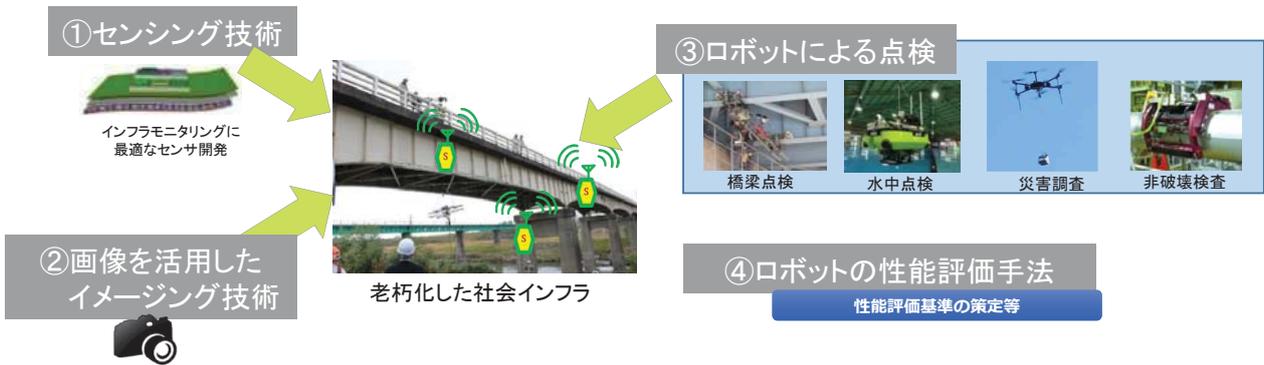
社会インフラの老朽化
老朽化に対する十分な資金と高度な維持管理の専門知識を有する人材の不足
対策は世界的課題

既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図る方法の必要性

事業の目的

技術による維持管理・更新の支援

- ・的確かつ迅速に状態を把握できる**モニタリング技術**の開発
- ・点検・調査を行う**ロボット技術・非破壊検査技術**等の開発



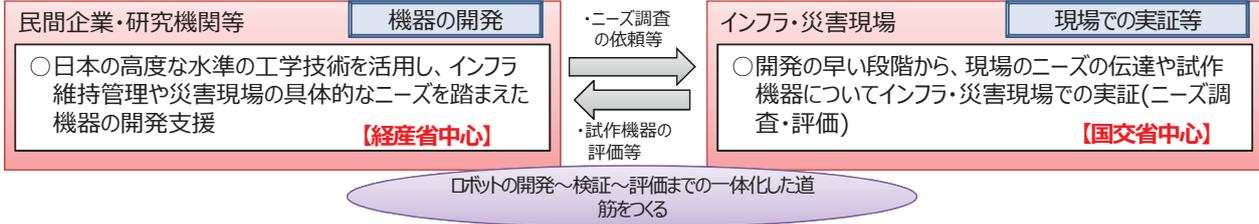
研究開発の目標 (①センサ、②イメージング)

■PJ開始当時、国内外のセンサ及びイメージングの開発状況を調査しベンチマークを踏まえて、**達成度を判定できる明確な目標値を設定**。

	基本計画の目標値	根拠
① センサ システム	振動または変位、温度計測機能	構造物の経時変化による劣化および地震や想定外の外力による突発事象を検出および、健全度診断には、振動、変位、傾斜、変形、温度等の計測が必要である。
	1回/時以上の無線通信 自立電源動作 地震等の突発事象検出	社会インフラの経時変化はそれ程急に発生するものではないので、1日数回の状態計測および、地震等の突発事象をイベントドリブンで検出できる必要がある。 道路の場合、ラッシュ時の朝、夕および太陽光の影響が最も大きく、最も高温になると思われる昼と気温が最も下がる夜に計測することが必要である。
	サイズ:概ね7cmx10cmx5cm以下	取り付けが容易に行えるよう、作業者が片手で持ち運びおよび据え付けが可能な手のひらサイズ。
	無線通信:免許不要、通信距離30m以上	広範な場所での使用が可能のように、電波法による無線局の免許が不要な周波数を使用する。また、無線の到達距離30mは、受信感度と通信距離の関係推定式をもとに、見通しが良くない屋内の品質係数にて、受信信頼性(-90dBm)が得られる距離である。
	信頼性:10年以上	耐久性の達成目標は、現行屋外で使用されている太陽電池パネルと、厳しい信頼性が要求されている車載電子部品の信頼性に準拠するものとした。また、寿命に関しては、ユーザヒアリングで要求された10年以上を実環境下で達成するものとした。
② イメージング	画像データから0.2mm以上のひび割れ等を8割以上の確率で判別	国土交通省通達「土木コンクリート構造物の品質確保について」において、ひび割れ発生状況調査要領として0.2mm以上のひび割れ幅について展開図および対応する写真撮影を行うこととしている。幅0.2mmのひび割れは、人目でも判断に迷う事例が1/4ほど存在する。そのため、人目での判断をやや上回る8割以上を目標とすることとした。
	平面／奥行きの変形を計測、支点間の長さの2万分の1の変位を計測できること及び15m以上の構造物を計測	国土交通省の橋、効果の道路等の技術基準より、橋のたわみの許容値は支間長(10m以下)の1/2000であり、その1/10の精度(1/20000)で変位を計測できる必要がある。道路橋は、2m以上のものが70万橋、15m以上は15万5千橋であり、大部分は15m以下である。よって、支間長の2万分の1の変位および、15m以上の構造物を計測できることを目標とした。

研究開発の目標 (③ロボット)

■ ロボットを用いた社会インフラの点検技術を、経済産業省と国交省が連携して開発し、**社会課題を解決するシステムを開発することを目標とする**。実際の社会インフラを用いた現場実証において、**実用システムとして認定されるという戦略的な目標を設定**。



『次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野』(平成25年12月25日 国交省・経産省公表)
国土交通省と経済産業省において、重点的に開発支援する分野を特定(平成26年度から開発支援)

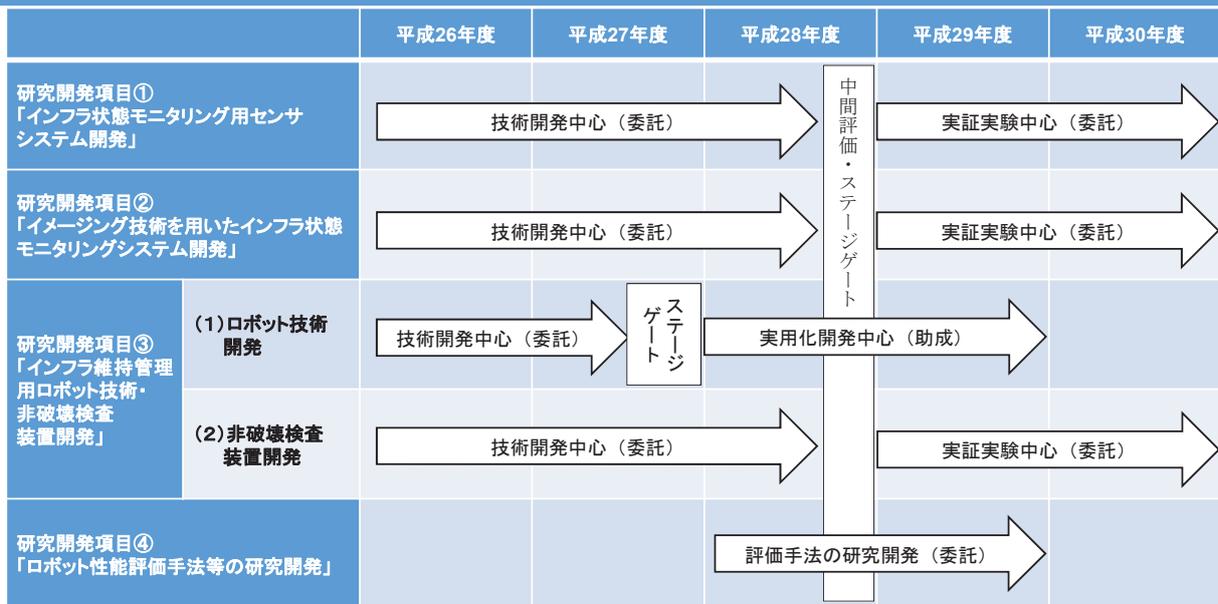
(1) 維持管理 (2) 災害対応

<p>○ 橋梁</p> <ul style="list-style-type: none"> 近接目視の代替ができる装置 打音検査の代替ができる装置 点検者を点検箇所付近に近づける作業台車 <p>○ トンネル</p> <ul style="list-style-type: none"> 近接目視の代替ができる装置 打音検査の代替ができる装置 点検者を点検箇所付近に近づける作業台車 <p>○ 河川及びダムの中筒所</p> <ul style="list-style-type: none"> 堆積物の状況を全体像として効率的に把握できる装置 近接目視の代替ができる装置 	<p>○ 災害状況調査 (土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)</p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂崩落及び火山災害現場において、高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる装置 土砂崩落及び火山災害現場において、含水比や透水性等の計測等ができる装置 トンネル崩落において、引火性ガス等に係る情報の取得ができる装置 トンネル崩落において、崩落状態や規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる装置 <p>○ 応急復旧 (土砂崩落、火山災害)</p> <ul style="list-style-type: none"> 応急復旧ができる技術 排水作業の応急対応ができる技術 遠隔・自律制御にかかるとの情報伝達ができる技術
---	---

プロジェクトの目標

項目	中間目標	最終目標	アウトカム
① センサシステム ② イメージング ③(2) 非破壊検査	■ 平成28年度末までに概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は、実証実験を中心に実施。	■ 平成30年度末までに、的確にインフラの状態を把握できる モニタリングシステム及び非破壊検査装置を開発 。 ■ その装置は、事業終了後2年(平成32年度)以内の実用化を目指した、妥当なコストを考慮。	■ 開発するモニタリングシステム及びロボット等からのデータとインフラの損傷程度の関連付けやインフラ安全度の基準設定や導入技術の評価基準が出来ることにより、安全性を維持しつつ、低コストでインフラの維持管理を行うことが可能になる。
③(1) ロボット	■ 平成27年度末までに概ねの研究開発を終了することを中間目標とし、以降は、実証実験を中心に実施。	■ 平成29年度末までに、的確にインフラの維持管理を行う ロボットを開発 。 ■ そのロボットは、事業終了後2年(平成31年度)以内の実用化を目指した、妥当なコストを考慮したもの。	■ インフラ維持管理・更新・マネジメント技術について平成42年に約7,000億円の市場創出を期待。

プロジェクトの研究開発計画と予算



研究開発項目(単位:億円)	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	合計	
①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発	7.2	12.7	10.1	(10.1)	(10.1)	50.2	
②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発	0.6	0.6	0.6	(0.6)	(0.6)	3.0	
③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発	(1)ロボット技術開発	7.0	7.6	3.6	(3.6)	—	21.8
	(2)非破壊検査装置開発	0.8	1.0	1.2	(1.2)	(1.2)	5.4
④ロボット性能評価手法等の研究開発	—	—	1.9	(1.9)	—	3.8	
合計	15.7	21.9	17.4	(17.4)	(11.9)	84.3	

※H29及びH30年度はH28年度と同額を計上

プロジェクト実施体制詳細(1/3)

- ・技術力及び事業化能力を有する実施者を選定
- ・ユーザが関与する体制

PL: プロジェクトリーダー
SPL: サブプロジェクトリーダー

- 開発者
- ユーザー
- () 再委託先

NEDO

①SPL: 東京大学
下山勲教授

②PL: 芝浦工業大学
油田信一教授

①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発

道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの研究開発
NMEMS技術研究機構

(1) センサ端末及びモニタリングシステムの研究開発

(1-1) 橋梁

(1-1-1) スーパーアコースティック

●(担当: (株)東芝、東京大学、京都大学)

(1-1-2) フレキシブル面パターン

●(担当: (国研)産業技術総合研究所、大日本印刷(株))

(1-2) 道路付帯構造物(標識板等)

●(担当: 富士電機(株))

(1-3) 法面

●(担当: 三菱電機(株))

(2) センサシステム共通基盤技術の研究開発

(2-1) 無線通信ネットワーク共通PF

●(担当: (株)NTTデータ)

(2-2) 高耐久性パッケージング共通PF

●(担当: MMC、日本ガイシ(株)、大日本印刷(株))

(3) 実証・評価研究共通PF

●(担当: NEXCO東日本・中日本・西日本、阪神高速を含む全参画機関)

ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発

●(一財)マイクロマシンセンター、●(国研)産業技術総合研究所、●明星電気(株)、●沖電気工業(株)、●高砂熱学工業(株)、●(東京大学)

高信頼センサによるインフラモニタリングシステムの研究開発

●横河電機(株)、●大成建設(株)、●長野日本無線(株)、●(東京大学)

道路付帯構造物モニタリングシステム開発

●(株)日立製作所

道路橋の維持管理及び防災・減災を目的としたセンサシステムの研究開発

●日本電気(株)、●(一財)首都高速道路技術センター

②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発

道路構造物ひび割れモニタリングシステムの研究開発

●首都高技術(株)、●東北大学、●(国研)産業技術総合研究所、●(株)アダコテック)

位相解析手法を用いたインフラ構造物用画像計測システムの研究開発

●ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)、●(株)共和電業、●4Dセンサー(株)、●福井大学

プロジェクト実施体制詳細(2/3)

PL: プロジェクトリーダー
 SPL: サブプロジェクトリーダー

- 開発者
- ユーザー
- () 委託先
- [] 開発協力

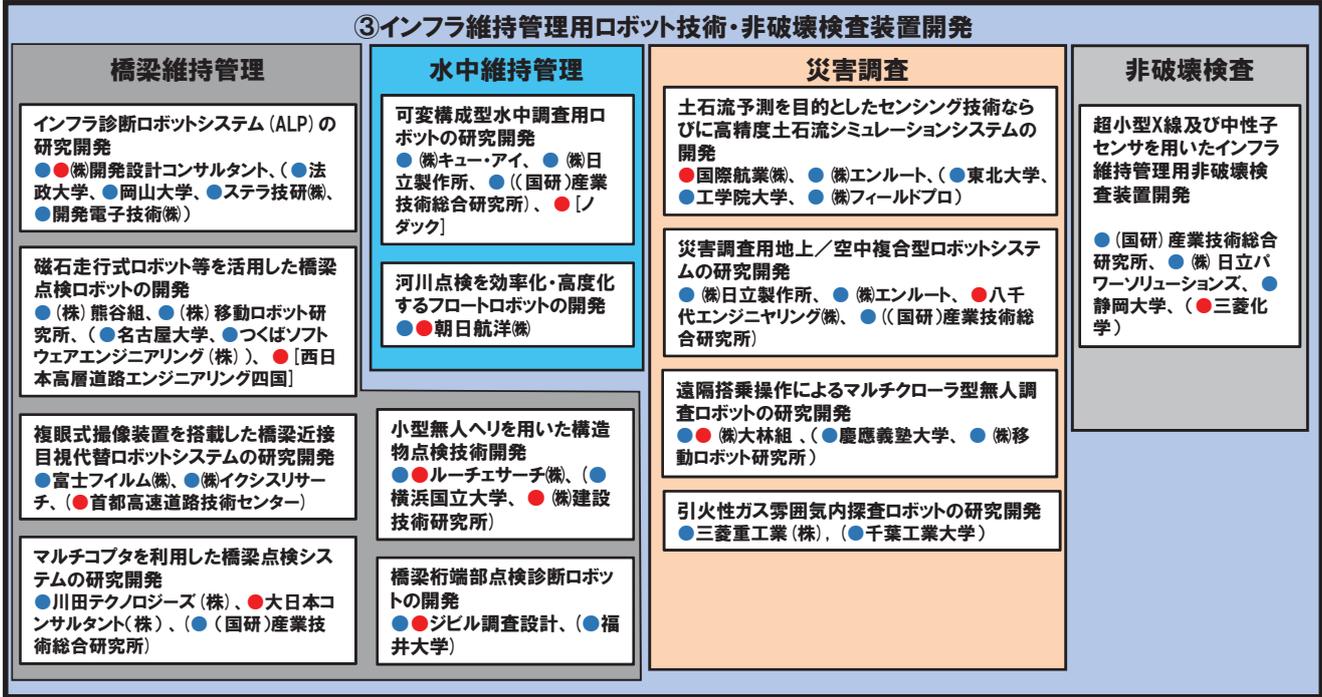
NEDO

①、②

③ PL: 芝浦工業大学
 油田信一教授

④

③ インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発



プロジェクト実施体制詳細(3/3)

SPL: サブプロジェクトリーダー

NEDO

①、②、③

④ SPL: 中央大学
 大隅久教授

④ ロボット性能評価手法等の研究開発

