

「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」

【平成26～30年度 5年間】

(中間評価)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDOロボット・AI部

平成28年11月2日

I. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

II. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

III. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取り組み

IV. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

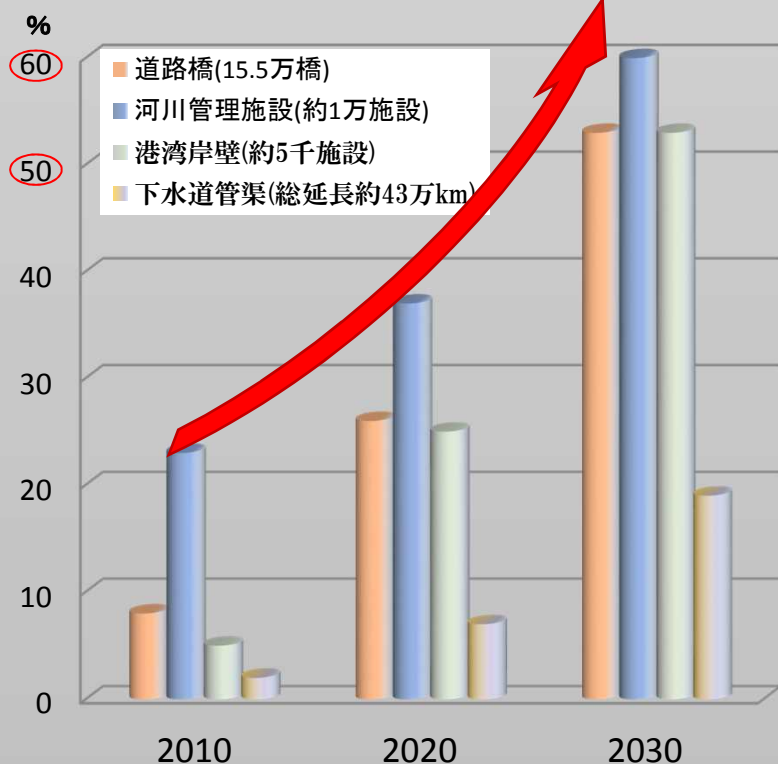
- (1)成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2)成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組み
- (3)成果の実用化・事業化の見通し

- 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 及び (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

1. 老朽化の進展

- 高度成長期以降に整備された社会インフラは、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、鉄鋼所及び発電所などの産業インフラも同様。
- **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る。

建設後50年以上経過するインフラ施設の割合



出典：平成24年度国土交通白書

橋梁



支柱のさびが進行



塩害により鉄筋がむき出し

トンネル



笹子トンネル事故

港湾施設



エプロン部分の陥没

海外の重大事故



中国
過積載車両による橋梁の崩壊



米国ミネソタ州ミネアポリス
ミシシッピ川に架かる高速道路橋の崩落

建設後50年以上経過する社会インフラの割合

	2013年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 [約40万橋 ^{注1} (橋長2m以上の橋約70万のうち)]	約18%	約43%	約67%
トンネル [約1万本 ^{注2}]	約20%	約34%	約50%
河川管理施設(水門等) [約1万施設 ^{注3}]	約25%	約43%	約64%
下水道管きよ [総延長:約45万km ^{注4}]	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁 [約5千施設 ^{注5} (水深-4.5m以深)]	約8%	約32%	約58%

注1:建設年度不明橋梁の約30万橋については、割合の算出にあたり除いている。

注2:建設年度不明トンネルの約250本については、割合の算出にあたり除いている。

注3:国管理の施設のみ。建設年度が不明な約1,000施設を含む。(50年以内に整備された施設についてはおおむね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約50年以上経過した施設として整理している。)

注4:建設年度が不明な約1万5千kmを含む。(30年以内に布設された管きよについては概ね記録が存在していることから、建設年度が不明な施設は約30年以上経過した施設として整理し、記録が確認できる経過年数毎の整備延長割合により不明な施設の整備延長を按分し、計上している。)

注5:建設年度不明岸壁の約100施設については、割合の算出にあたり除いている。

(出展:平成25年度国土交通白書)

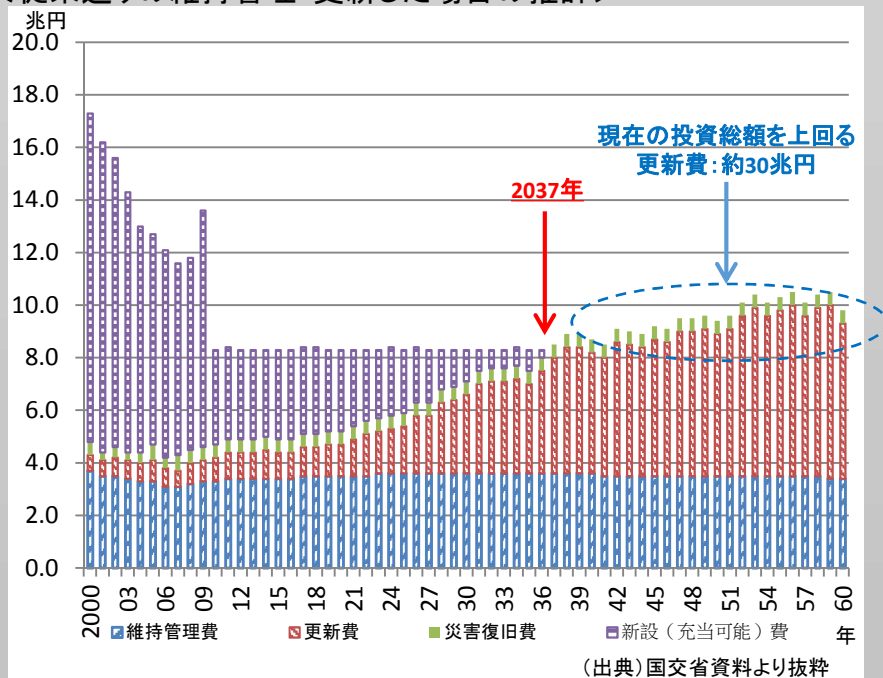
2. 維持管理・更新に対する財政問題

■ 今後、維持管理・更新に従来どおりの支出を行うと仮定した場合、2037年度には現在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(約190兆円分)のうち、約30兆円分(全体の約16%)の更新ができなくなる。

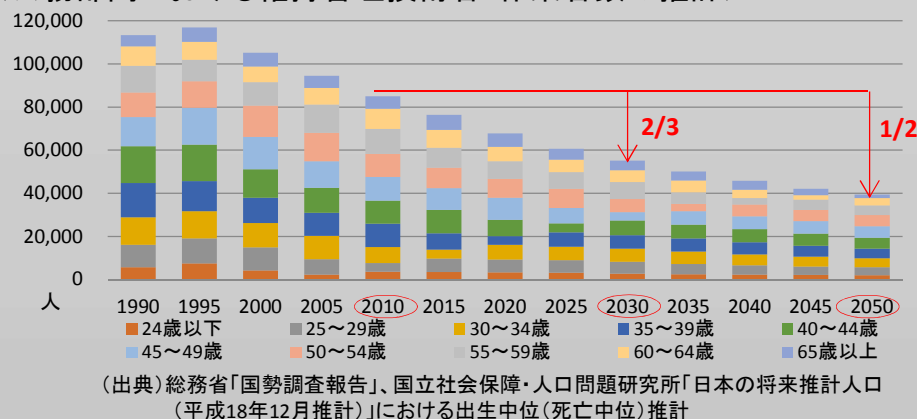
3. 維持管理の人材・技術不足

■ 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。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。

＜従来通りの維持管理・更新した場合の推計＞



＜公務部門における維持管理技術者・作業員数の推計＞



＜インフラ損壊による経済損失の一例＞

対象	損失原因	経済的損失
道路(首都高)	タンクローリー火災による通行止め	約16億円(5日間)
トンネル	笹子トンネル天板崩落による通行止め	約600億円(45日間)
道路橋	米国ミシシッピ川橋梁崩落による通行止	約210億円(414日間)

＜インフラ別の維持管理者における市町村の割合＞

・橋梁(橋長2m以上)	68%	・道路舗装	66%
・トンネル	23%	・下水道管渠	75%

出所 ※道路:国土交通省関東地方整備局 記者発表資料抜粋
 ※トンネル:山梨大学地域防災・マネジメント研究センターの武藤慎一准教授算定
 ※道路橋:土木学会論文集「米国ミネソタ州での落橋事故の社会的影響」

国外の動向

<世界の取り組み状況>

- 米国では、1960年代後半から橋の事故が続発。70年代はじめに、全ての道路橋に2年に1度の点検を義務化しており、現在は、毎年約30万の橋の点検のために1,000億円を超える予算を連邦政府が支出しており、費用面、検査時間及び人材面などにおいて課題あり。
- 欧州においても、建設後50年を経過したインフラが多数存在するとみられており、同様な課題あり。中国では、新規のインフラを中心にモニタリングが進みつつある。

海外の重大事故



米国ミネソタ州ミネアポリス
ミシシッピ川に架かる高速道路橋の崩落



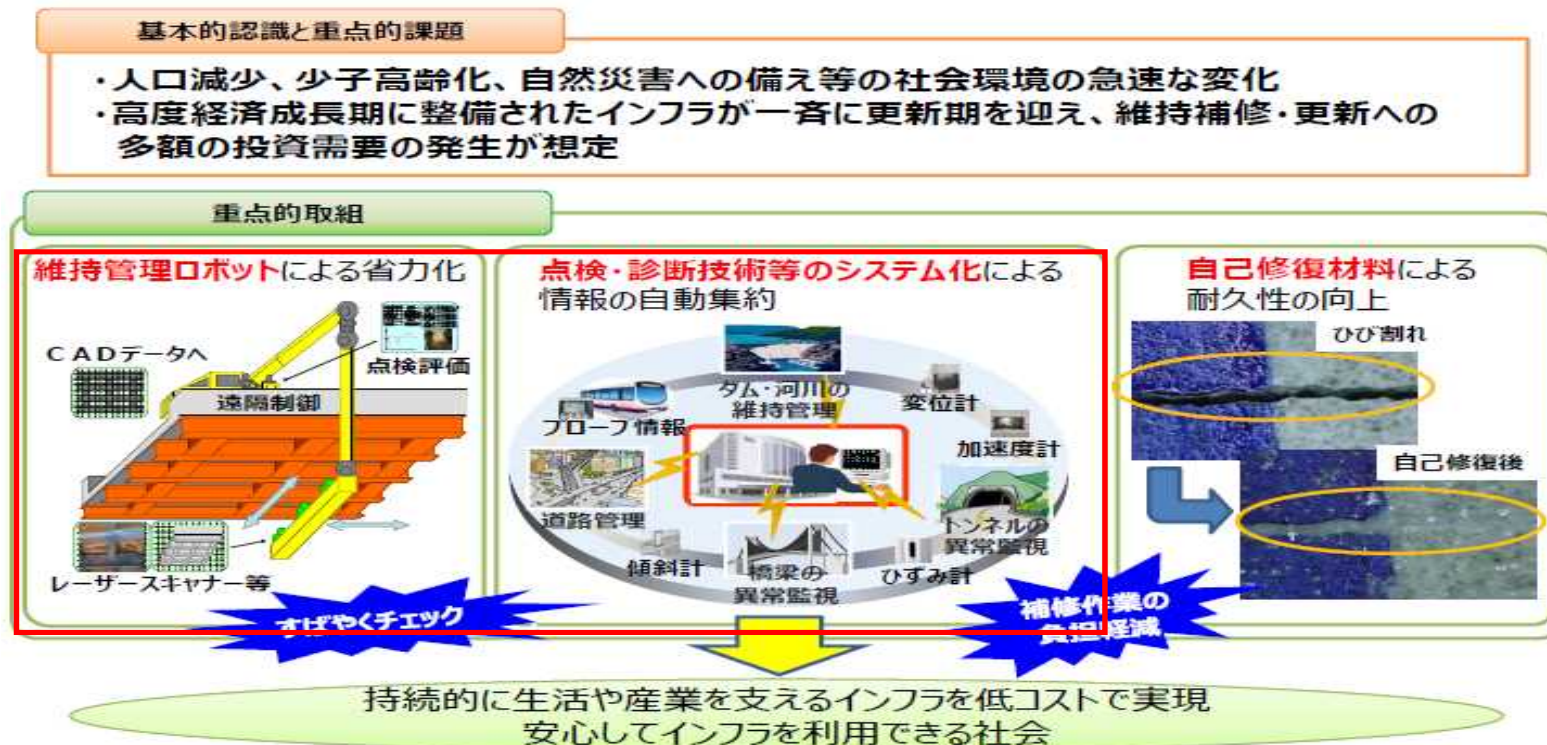
中国
過積載車両による橋梁の崩壊

科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～（平成25年6月7日 閣議決定）

(1)効果的かつ効率的なインフラ維持管理・更新の実現

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。

「Ⅲ. 世界に先駆けた次世代インフラの整備」の課題と取組の例



日本再興戦略

○IT等を活用したインフラ点検・診断システムの構築

■ **センサーやロボット、非破壊検査技術等による点検・補修**の信頼性・経済性が実証できたところから、順次、これらの新技術を導入する。(中略) **モニタリング技術の高度化、ロボットによる点検・補修技術の開発**等により、効率的・効果的なインフラ維持管理・更新を実現する。(平成25年6月14日 閣議決定)

○ロボットによる新たな産業革命の実現

■ 適切な性能や安全性を備えたロボット開発のため、ロボットテストフィールドにおいて、物流、インフラ点検、災害対策の分野を対象に、ロボットメーカー、ユーザー、学識経験者等から成る検討チームを組織し、本年度から、分野ごとに求められる**ロボットの性能や操作技術等に関する国際標準を見据えた評価基準やその検証方法の研究開発を開始**する。(平成28年6月2日 閣議決定)



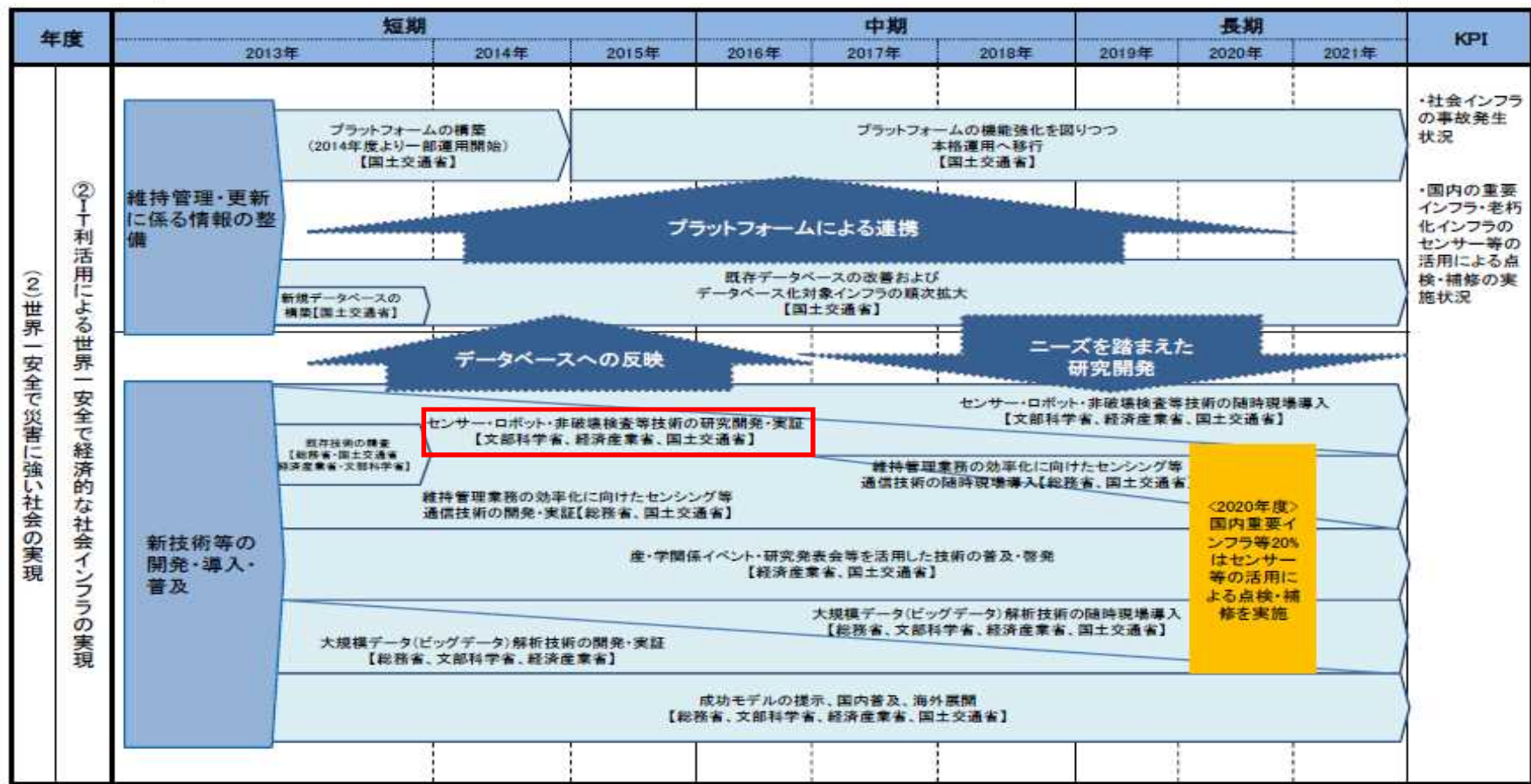
政府の施策との関係性

世界最先端IT国家創造宣言 (平成25年6月14日 閣議決定)

②IT利活用による世界一安全で経済的な社会インフラの実現

劣化・損傷個所の早期発見、維持管理業務の効率化につながる**センサー、ロボット、非破壊検査等の技術の研究開発・導入を推進**する。研究開発に当たっては、開発された技術が現場での導入につながるよう、ニーズや信頼性、経済性に十分配慮するなど、将来的な普及促進を見据えた研究開発を行う。

実施スケジュール (2. 健康で安心して快適に生活できる、世界一安全で災害に強い社会)



ロボット新戦略(アクションプラン)(平成27年1月23日 ロボット革命実現会議)

インフラ・災害対応・建設

就業者数の減少・高齢化により、深刻な労働力不足に直面する可能性

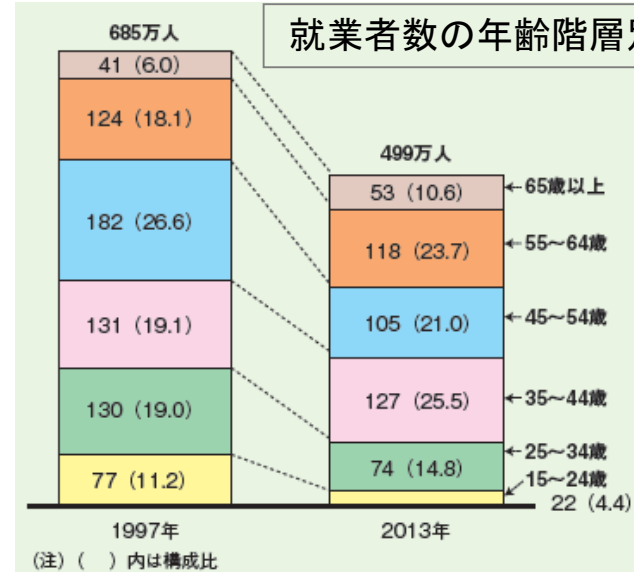
重点分野

- ✓建設現場の省力化、作業の自動化により、中長期的な担い手不足に対応
- ✓インフラの目視点検等にロボットを活用することで、技術者による維持管理を効率化・高度化
- ✓災害調査ロボットによる被災状況把握の迅速化、土砂災害現場等における無人化施工の施工効率向上

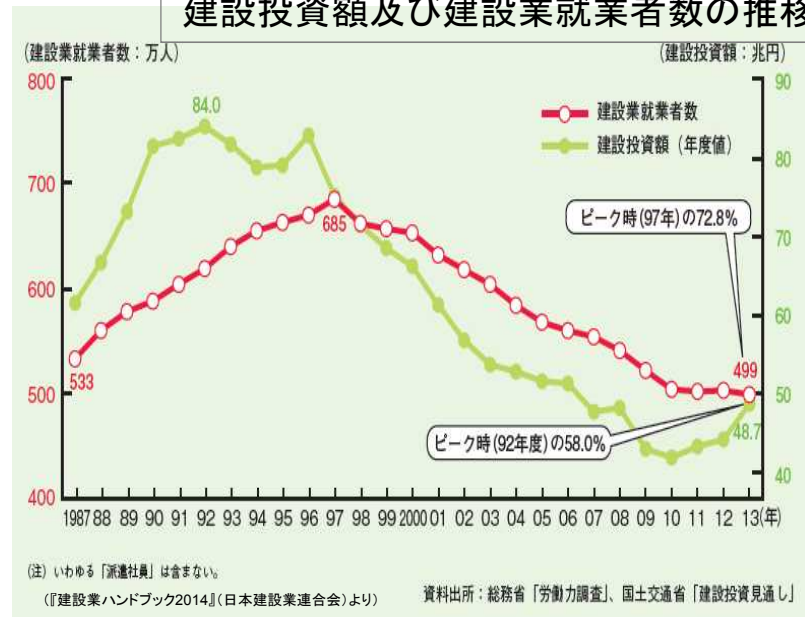
2020年に目指すべき姿

- ◆生産性向上や省力化に資する情報化施工技術の普及率3割
- ◆国内の重要・老朽化インフラの20%はセンサー、ロボット、非破壊検査技術等の活用により点検・補修を効率化
- ◆土砂崩落や火山等の過酷な災害現場においても有人施工と比べて遜色ない施工効率を実現

就業者数の年齢階層別推移



建設投資額及び建設業就業者数の推移



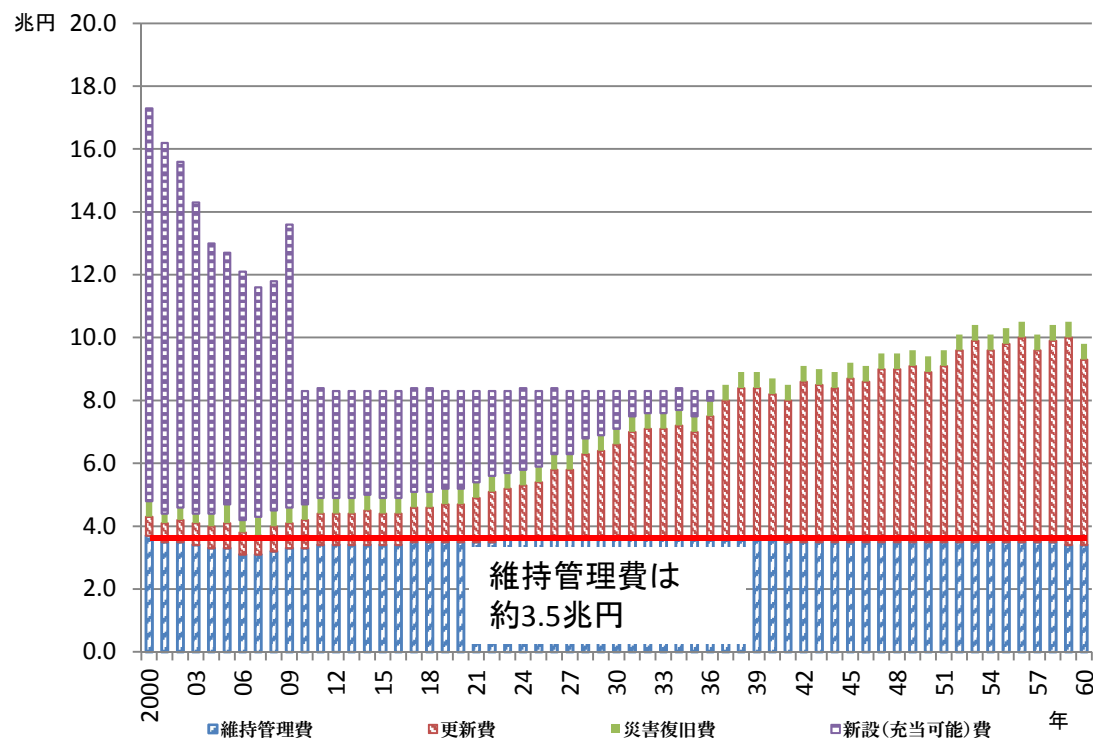
1. 維持管理・更新に対する財政問題

■ 今後、維持管理・更新に係る費用の推計は約3.5兆円程度で推移する予測であり、その内20%でセンサー等の活用による点検・補修を前提とした場合、**約7,000億円**の市場が見込まれる。(なお、本PJの事業費は5年間で**約84億円**)

2. 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おり、センサー及びロボットの活用により人材及び技術不足に対応。

＜従来どおりの維持管理・更新をした場合の推計＞



(出典)国交省資料より抜粋

＜センサ等の活用(想定)＞

■ 2020年度までには、国内の重要インフラ・老朽化インフラの**20%はセンサー等の活用による点検・補修を行うとともに**、我が国が、世界共通の課題となりうる社会インフラの老朽化対策のフロントランナーとして、課題解決の成功モデルを構築し、国際展開を図る。

【世界最先端IT国家創造宣言(平成25年6月14日 閣議決定)】

- 社会インフラは、今後20年間で建設後50年以上を計画する施設の割合が加速度的に高くなり、今後、維持管理・更新に従来通りの支出を行うと仮定した場合、2037年度には現在のレベルの投資総額を上回り、必要な更新が追いつかなくなる。
- 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状況から、現在のレベルの維持管理ですら困難となることが予想される。
- このことは、**国の問題であり、急務であることから、民間企業活動にまかせるのではなく、国が主導して取り組んでいくべきもの。**

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

①センシング技術



②画像を活用した イメージング技術



老朽化した社会インフラ

③ロボットによる点検



橋梁点検



水中点検



災害調査



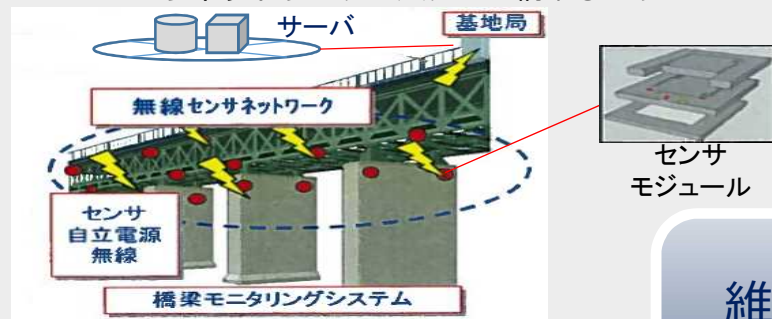
非破壊検査

④ロボットの性能評価手法

性能評価基準の策定等

研究開発項目①（5年間） インフラ状態モニタリング用 センサシステム開発

インフラ構造物及びその構成部材の状態を常時・継続的・網羅的に把握するセンサシステム開発及びそのセンサシステムを用いたセンサネットワークシステムを構築します。



研究開発項目②（5年間） 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

完全自動により取得データからひび割れ等を判別できるデータ処理手法、撮影時の位置ずれを補正でき平面のみならず、奥行き（3D）もわかる画像解析手法を開発します。



維持管理・更新 システム

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

- (1) インフラ構造物の中で、人間の立入りが困難な箇所へ移動し、インフラの維持管理に必要な情報を取得できるロボットの開発を行います。（4年間）
- (2) これらのロボットに搭載可能な、小型の非破壊検査装置の開発を行います。（5年間）



橋梁点検用
壁面吸着移動ロボット

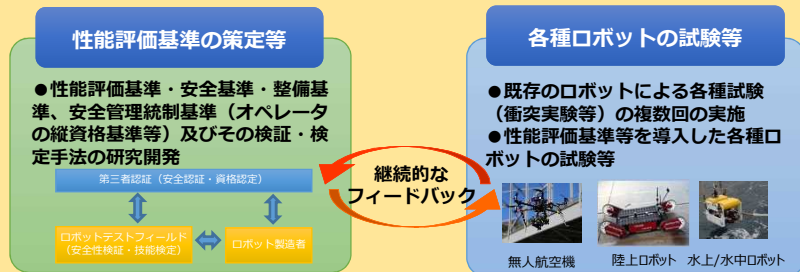
災害調査用
ドローン

ダム点検用
水上・水中ロボット

非破壊検査用ロボット

研究開発項目④（2年間） ロボット性能評価手法等の研究開発

ロボットによる市場創出に向けて、各種ロボットに適切な性能や安全性を備えさせるために、ロボットの性能を、見極め、保証する仕組み作りを行います。ロボットの性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行います。



社会課題に対応するシステムを開発することが目的

(1) 実現場での実現性・実用性が見込まれる技術を開発

- 現場で役に立つシステムを開発。
- ユーザ要求に基づく実用的な運用方法とその目標値を達成目標として設定。

(2) コア技術(※)の開発及びそれを用いたシステムを構築し現場で 実証実験を実施

- 現場を支援するための技術を開発し、現場で動作させ評価する。
- 実用化開発と実証試験を行える体制構築。
(※)モニタリングではセンサーデバイス、ロボット技術ではロボットを指す

(3) 技術を開発するメーカーとそれを受取るユーザを含む開発体制 ユーザが実用性を評価し、抽出した課題を連携して研究開発

- 現場でシステムを使用するユーザをチームに含め、ニーズや現場を提供。
- 実証フィールドを用いた実証試験と検証評価を行いつつ技術の改良を進める。

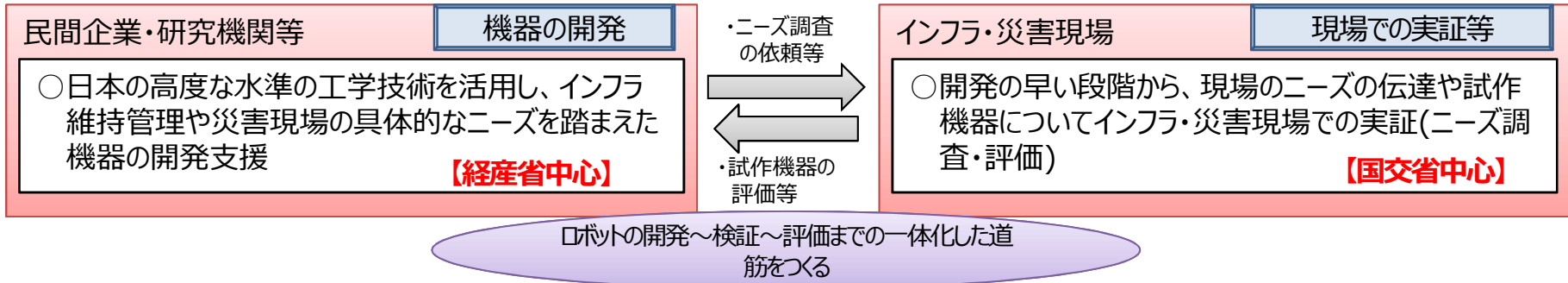
研究開発の目標 (①センサ、②イメージング)

■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30 m以上	広範な場所での使用が可能ないように、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

- **橋梁**
 - ・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
 - ・点検者を点検箇所へ近づける作業台車
- **トンネル**
 - ・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
 - ・点検者を点検箇所へ近づける作業台車
- **河川及びダムの中筒所**
 - ・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

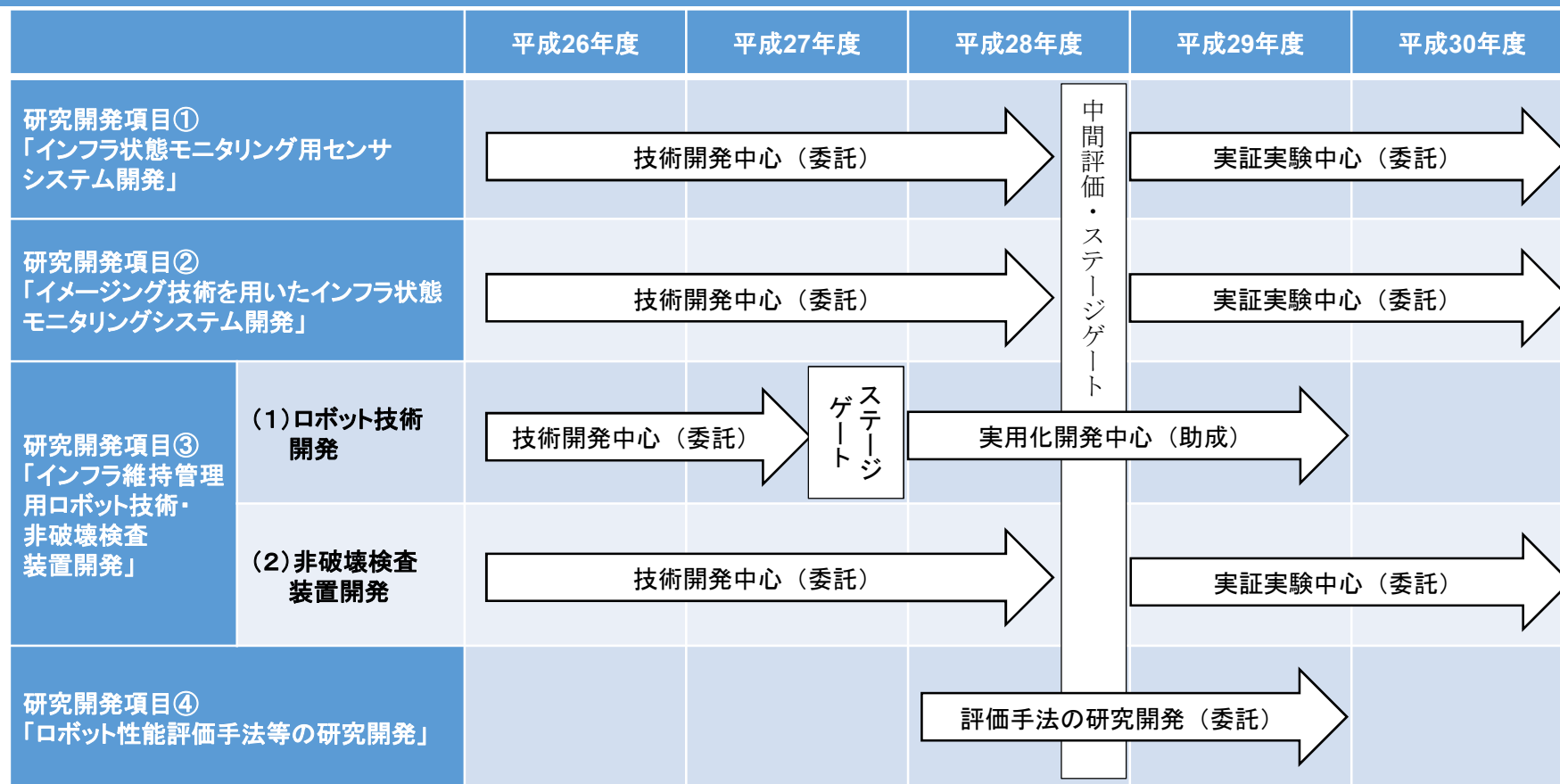
(2) 災害対応

- **災害状況調査** (土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)
 - ・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、引火性ガス等に係り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
- **応急復旧** (土砂崩落、火山災害)
 - ・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	■ <u>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。</u>	■ 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	■ <u>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。</u>	■ 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

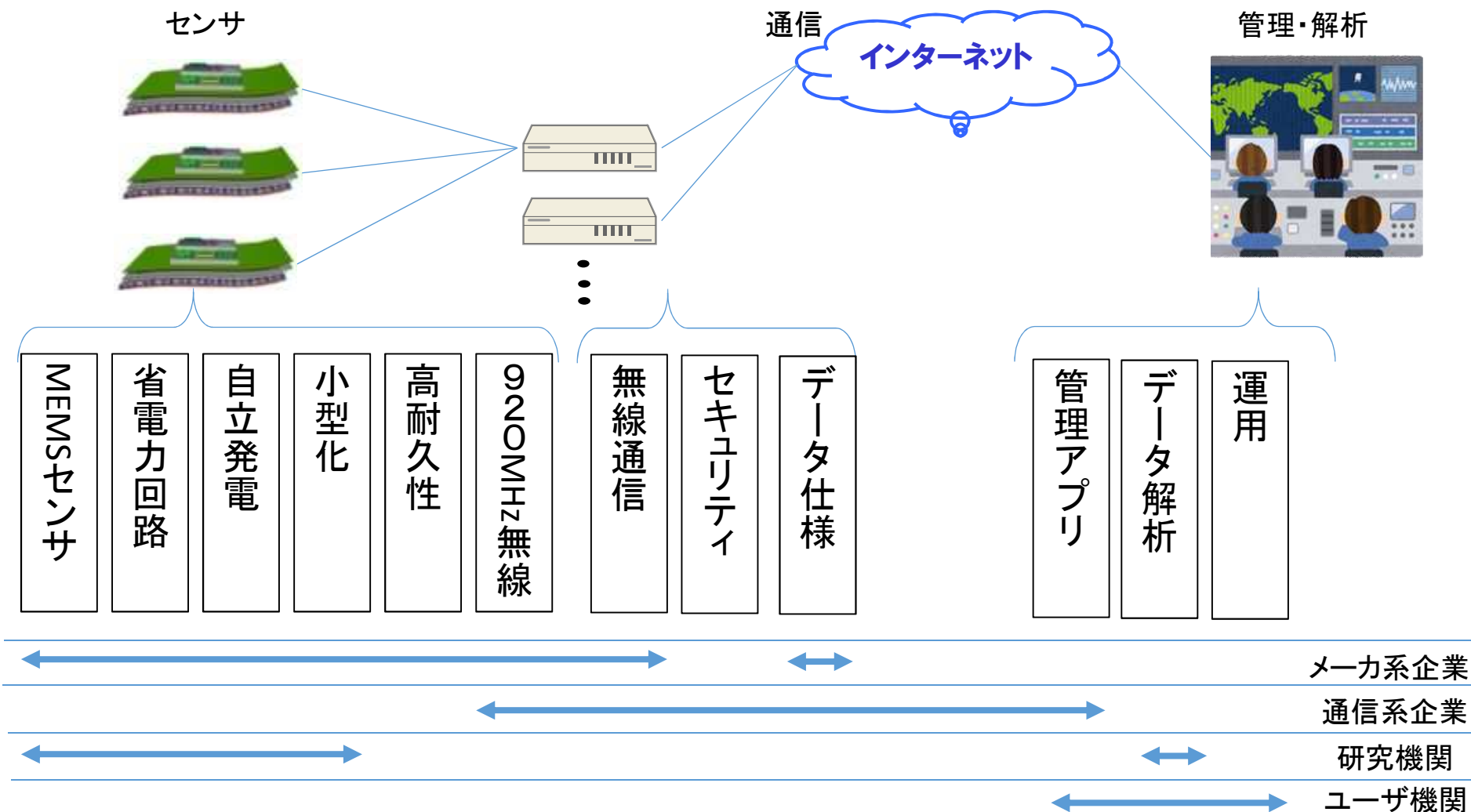


研究開発項目(単位:億円)	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	合計	
①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発	7.2	12.7	10.1	(10.1)	(10.1)	50.2	
②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発	0.6	0.6	0.6	(0.6)	(0.6)	3.0	
③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発	(1)ロボット技術開発	7.0	7.6	3.6	(3.6)	—	21.8
	(2)非破壊検査装置開発	0.8	1.0	1.2	(1.2)	(1.2)	5.4
④ロボット性能評価手法等の研究開発	—	—	1.9	(1.9)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

■システムを構成する各要素技術について、異分野企業、研究機関が協調して研究開発を実施。ユーザ機関も参画することで、より実用的なシステム構築を狙う。

目標達成に必要な要素技術の開発を網羅



目標達成に必要な要素技術は個々のロボット毎に網羅

ロボットの一例



要素技術

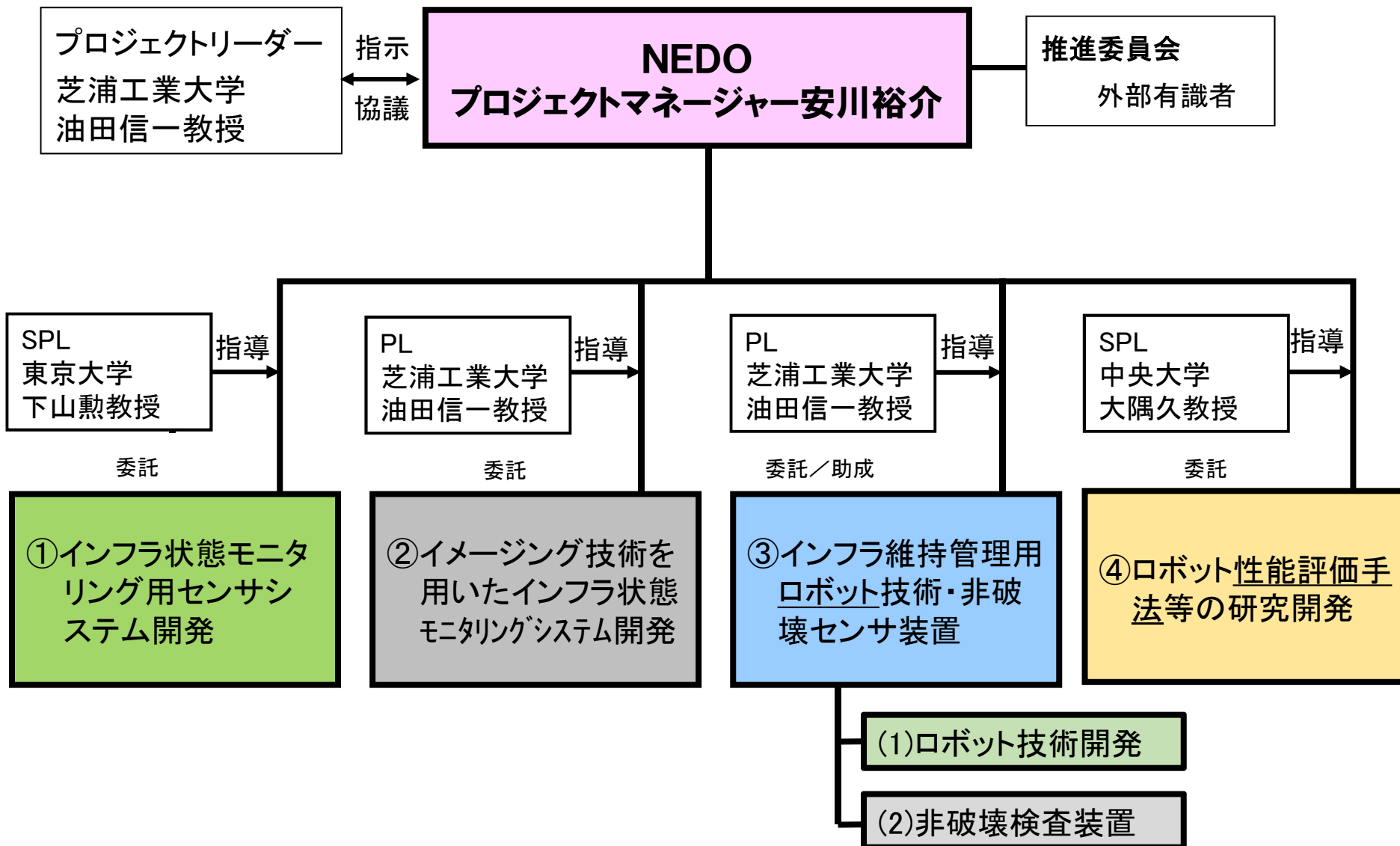
1. アクセス技術（移動技術）
2. センシング技術
3. データ整理技術
4. 運用技術（設置性、操作性等）

現場における運用実験により検証

- ・実現場
- ・ユーザによる操作

プロジェクト実施体制

明確な指揮命令系統及び責任体制 PL:プロジェクトリーダー、SPL:サブプロジェクトリーダー



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

③④

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

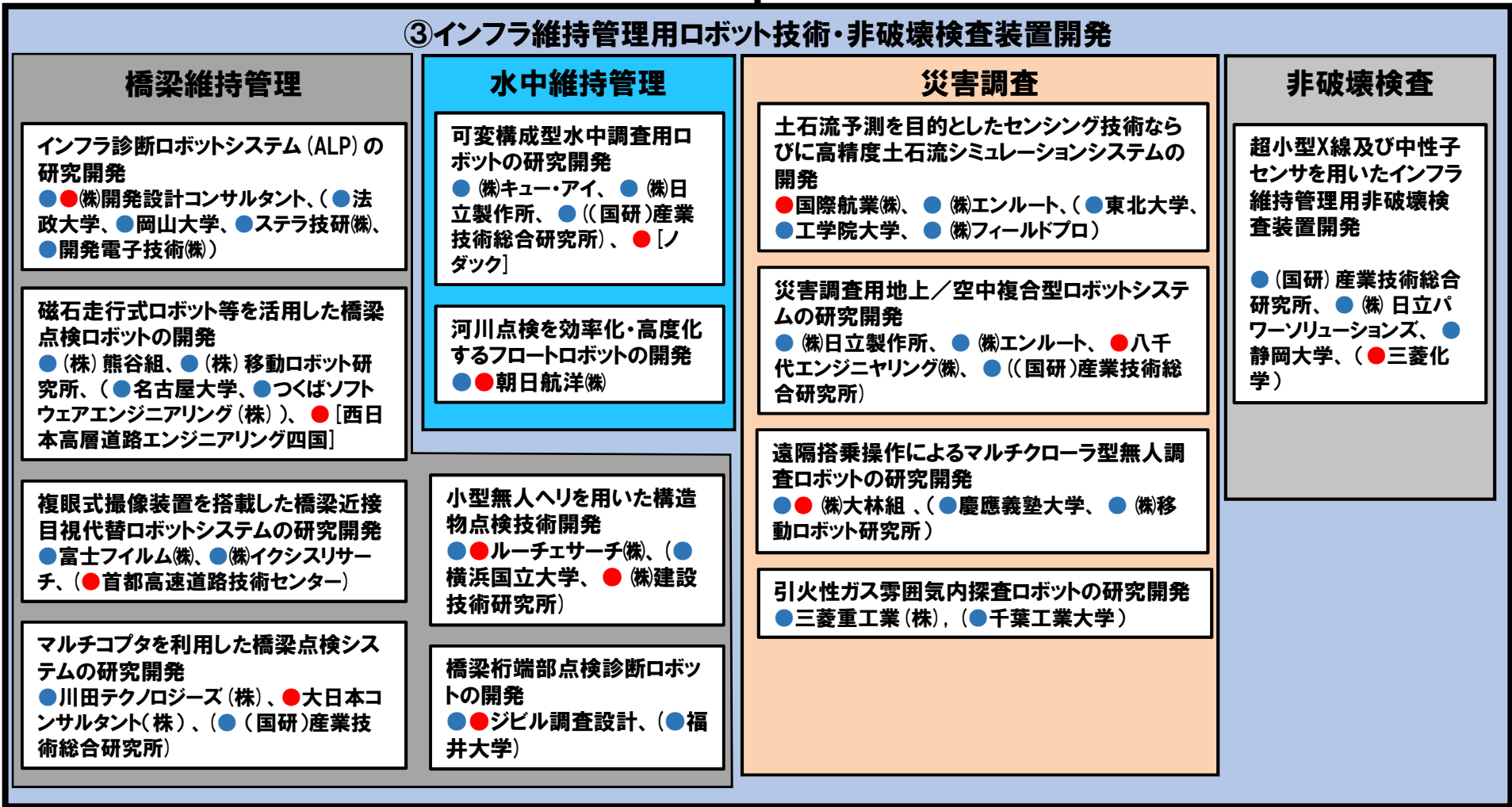
- 開発者
- ユーザー
- () 委託先
- [] 開発協力

NEDO

①、② ————— ④

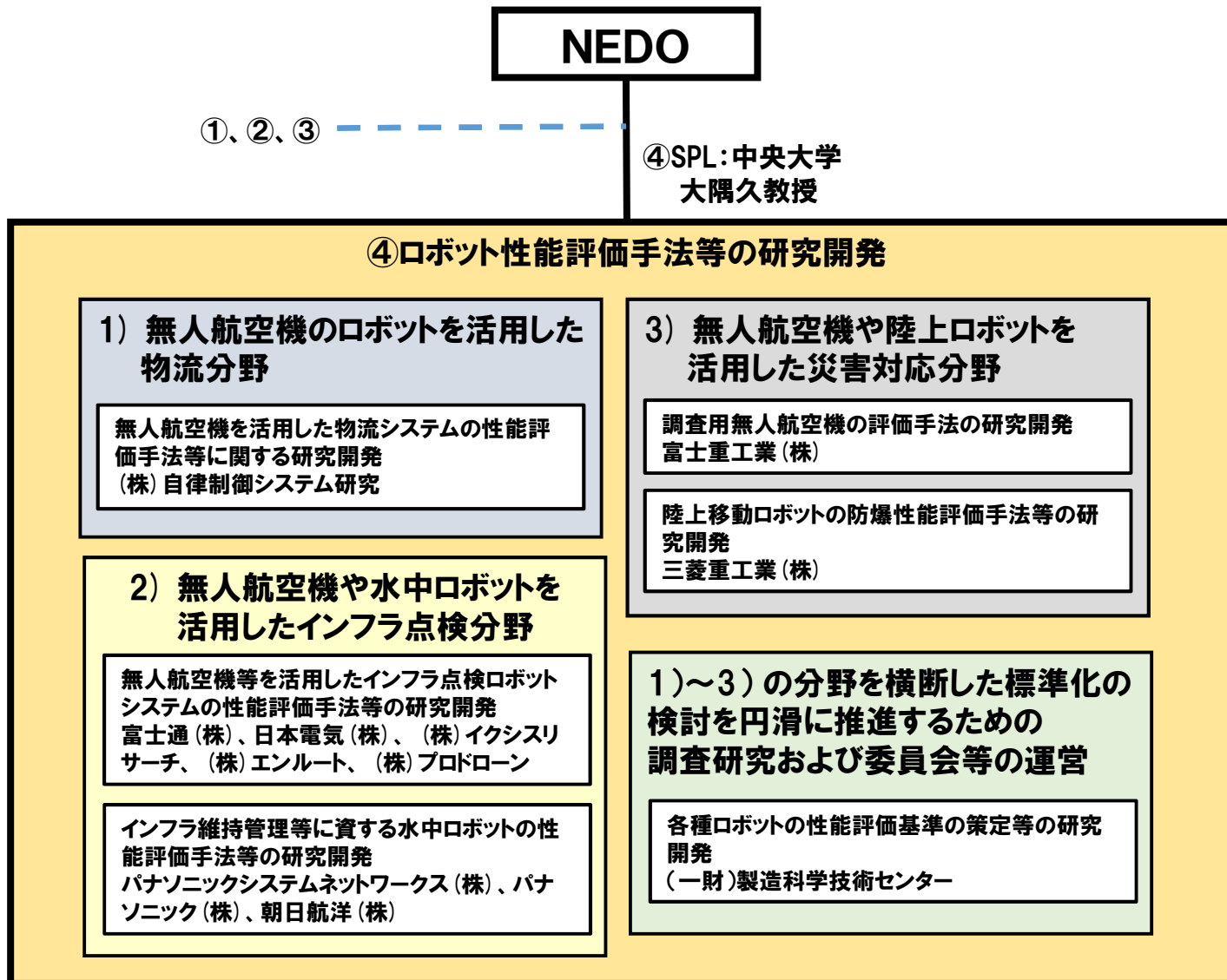
③ PL: 芝浦工業大学
 油田信一教授

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



委託事業の知財権の取扱い【①, ②, ③(2), ④】

- 委託先における研究開発のインセンティブや成果意欲を高め、開発成果を効果的に社会還元するとの狙いから「**日本版バイ・ドール条項**（産業技術力強化法第19条）」を適用し、原則として、当該委託研究に係る**知的財産権は、事業者に帰属する**。
(ただし、この適用には国が公共の利益のために必要がある場合に、当該知的財産権を無償でNEDOに実施許諾すること等の条件あり。)

助成事業の知財権の取扱い【③(1)】

- 助成先が主体に取り組む研究開発に対し、NEDOがその事業費の一部を助成金として負担する事業である。すなわち、助成先が行うインフラ維持管理・更新等の技術に関する研究開発を助成することにより我が国産業の持続的な発展を図り、もって国民生活の安定向上及び国民経済の健全な発展に資することを目的としている。
- 知的財産権は事業者に所属し、開発成果をインフラ点検という公的利益に沿う技術に活かすことで社会還元を図る。**

● NEDO知財マネジメントガイドラインに従って、実施者間で知財合意書を作成し、研究成果の有効利用を図っている

➤ 知的財産取扱規定の策定

- ・産業財産権等の帰属
- ・発明の出願に関わる手続き
- ・知的財産権等の実施

➤ 知的財産権委員会の設置

- ・メンバーは、各研究テーマの実施機関の代表者で構成
- ・発明の権利配分、実施許諾等について審議・認定
- ・PJ期間中、知財運営において必要となった際に開催

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

- 【1】研究開発の進捗管理
- 【2】ステージゲート審査
- 【3】開発促進財源の投入
- 【4】アウトリーチ活動

研究開発の進捗管理 (委員会等の設置1/2)

定期的な進捗報告会とサイトビジットにより進捗把握と対処

		26年度	27年度	28年度
進捗報告会		▲第1回	▲第2回	▲第3回
個別 テーマ 定例 研究会	技術研究組合 NMEMS技術研究 機構	【月一回定例研究会】	▲契約延長 ▲加速	▲契約変更
	MMC	【月一回定例研究会】	▲契約延長 ▲加速	
	日立	【月一回定例研究会】	▲契約延長	
	横河	【月一回定例研究会】	▲契約延長 ▲加速	
	NEC	【月一回定例研究会】	▲契約延長	
	福井大	【四半期定例研究会】	▲契約延長	▲契約変更
	首都高	【四半期定例研究会】	▲契約延長	
	現地進捗確認委員会			
サイトビジット			▲▲▲▲ ▲▲	
ステージゲート審査会				▲11/1-2
イベント等			▲4/22-24 NMB展	▲9/14-16 MSN展
検査・契約関連		▲中間検査	▲年度末中間検査 ▲中間検査 ▲フォローアップ検査	▲年度末中間検査 ▲フォローアップ検査

委員会・会議等	目的・内容
進捗報告会	<ul style="list-style-type: none">■ 半期毎に開催するテーマ毎の開発評価会であり、全事業者が個別の開発進捗及び事業の見通しを報告する発表形式の進捗報告会。■ PL、SPLからの質疑とコメントを通じて開発の方向性を確認し、また効果的な開発となるようにアドバイスを受けることが目的。
個別テーマ 定例研究会	<ul style="list-style-type: none">■ 個別テーマの実施者内において、定期的を開催する研究検討会。より具体的な進捗をこまめにチェックするとともに、実施者間の円滑な連携を図る。
現地進捗確認 委員会	<ul style="list-style-type: none">■ おおむね研究開発を完了させるプロジェクト3年目(H28年度)に、事業者代表からPL、SPL、PM及び技術委員に対し、研究進捗を報告するとともに、実証実験現場を見学。■ 外部委員の視点が加わることにより、実証実験及び実用化に向けての課題の早期抽出につなげる。
サイトビジット	<ul style="list-style-type: none">■ 研究開発の実施場所や現場実証実験において、PL、PM等が、研究開発実施者等に対して研究進捗を確認。出口を見据えた事業戦略等について意見交換を実施し、課題の共有化等を図る。

ステージゲート審査(①センサ技術)

■センサシステム分野の5テーマに対し、H26～H28(10月末まで)における「開発の進捗状況」及び「今後の事業期間内の実現性」について外部有識者による評価を実施し、事業の「**継続**」、「**中止**」または「**一部中断**」について**審査**(平成28年11月1日に実施)。

【主な評価項目】

審査項目		審査の観点
技術	＜中間目標＞ 研究開発目標の設定 及び達成度	ユーザニーズの適合性、開発システムの現場環境への対応性
		基本的なセンサ機能(自立電源、無線センサネットワーク、10年耐久性、サイズ)
		センサ性能に関する開発進捗
		健全性診断機能に関する開発進捗
	競合技術(既存技術)との技術的な比較	
	＜最終目標＞ 達成見込み	モニタリングシステムの完成度、実証実験計画、社会課題への対応
事業	事業化の見通し	運用における優位性及び有用性、実用化シナリオ、事業化計画、波及効果等の評価

【審査委員】

	氏名	所属	役職
委員長	大和田 邦樹	(一財)次世代センサ協議会	専務理事
委員	庄子 習一	早稲田大学 理工学術院	教授
委員	松田 浩	長崎大学大学院 工学研究科 インフラ長寿命化センター	センター長／教授
委員	睦好 宏史	埼玉大学大学院 レジリエント社会研究センター	センター長／教授

ステージゲート審査(②イメージング技術)

■ イメージング分野の2テーマに対し、H26～H28(10月末まで)における「開発の進捗状況」及び「今後の事業期間内の実現性」について外部有識者による評価を実施し、事業の「**継続**」、「**中止**」または「**一部中断**」について**審査**(平成28年11月2日に実施)。

【主な評価項目】

審査項目		審査の観点
技術	＜中間目標＞ 研究開発目標の設定 及び達成度	ユーザニーズの適合性、開発システムの現場環境への対応性
		画像計測機能に関する開発進捗
		開発システムのユーザビリティ
		競合技術(既存技術)との技術的な比較
	＜最終目標＞ 達成見込み	モニタリングシステムの完成度、実証実験計画、社会課題への対応
事業	事業化の見通し	運用における優位性、有用性、実用化シナリオ、事業化計画、波及効果等の評価

【審査委員】

	氏名	所属	役職
委員長	大和田 邦樹	(一財)次世代センサ協議会	専務理事
委員	庄子 習一	早稲田大学 理工学術院	教授
委員	松田 浩	長崎大学大学院 工学研究科 インフラ長寿命化センター	センター長／教授
委員	睦好 宏史	埼玉大学大学院 レジリエント社会研究センター	センター長／教授

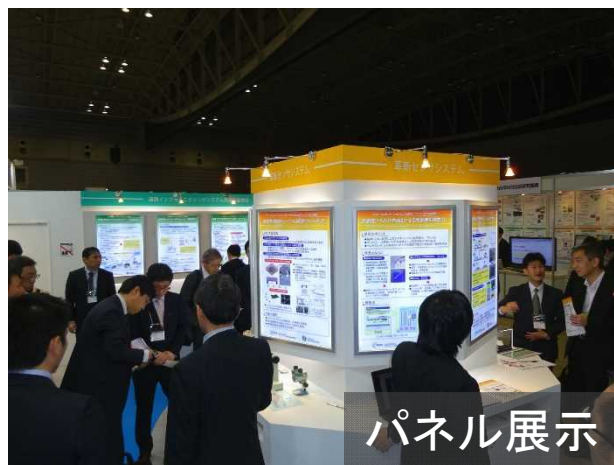
開発促進財源の投入(①センサ)

■ ①センサシステム分野の5件(3テーマ)について、研究開発の加速および実用化の促進を目的に開発促進財源を投入。

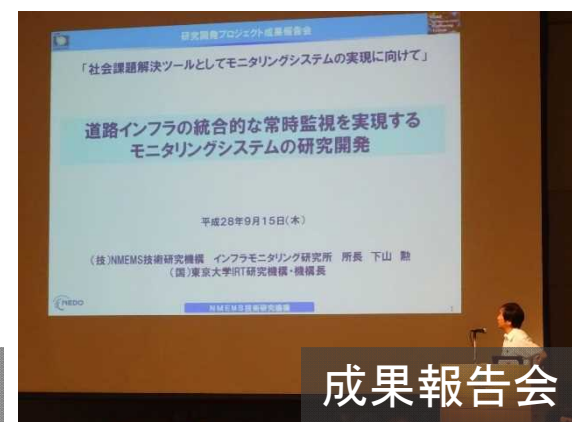
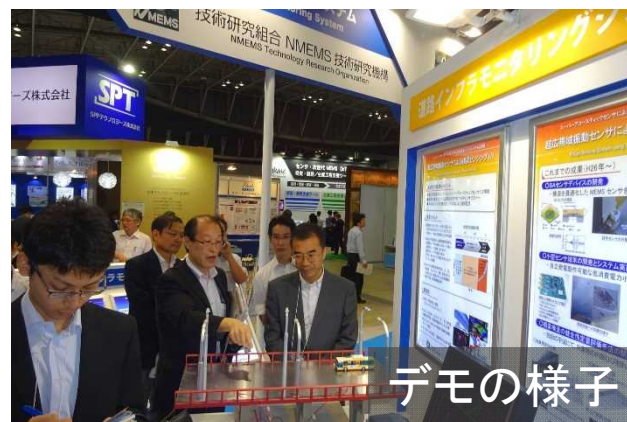
件名	年度	目的	成果
1-1:NMEMS (Pilot-RIMSの開発)	H 27	セキュリティ上実際に接続できない各高速道路会社システムとの接続可能性を事前に検証、課題の抽出を行い、プロジェクト終了後のシステム導入、実用化を加速。	高速道路会社のシステムを模擬する統合システムの試作が完了し、平成28年度以降の実証実験において、システム運用時の課題抽出と早期解決を期待。
1-2:NMEMS (インフラモニタリングセンサ同期用原子時計の適用可能性検証)	H 27 ~ H 28	長大橋等のモニタリングにおいて課題となる時刻同期方法について、原子時計の適用可能性を検証するとともに、必要な技術要件を明らかにし、プロトタイプを試作。	インフラモニタリングセンサ用の原子時計として、必要な技術要件が明確となり、実現への技術ロードマップを策定。また、プロトタイプを試作し、技術的実現性を示した。
2-1:MMC (ScAlN専用スパッタ装置導入)	H 27	ポンプ振動を振動元とする振動発電において、AlN圧電デバイスの10倍の発電量が期待できるScAlN圧電デバイスを開発。	装置導入により、ポンプ振動が小さいものに対しても、十分な発電量が期待できるとともに、量産に目処。
2-2:産総研 (カスタムIC回路設計の前倒し)	H 27	ポンプ機実機の振動条件での予備実証を早い段階で行うため、研究開発を前倒し。	当該開発を前倒したことにより、平成28年度にポンプ機実機での実験が可能となり、実験が加速。
3:横河電機 (加速度センサ評価用振動試験器の導入及びソフトウェア外注等)	H 27	振動試験器の導入および、データ収集ソフトウェアの作成を行うことにより、研究開発を効率化。	当初、振動試験は外注にて行う計画であったが、当該試験機を導入することにより、各種手続きが省略され、また、データソフトウェア作成の外注等により、全体でおおよそ半年程度の研究前倒し効果が得られた。

成果の実用化・事業化に向けた活動

■ ナノマイクロビジネス展 (パシフィコ横浜 平成27年4月22日～24日)



■ MEMSセンシング & ネットワークシステム展 (パシフィコ横浜 平成28年9月14日～16日)



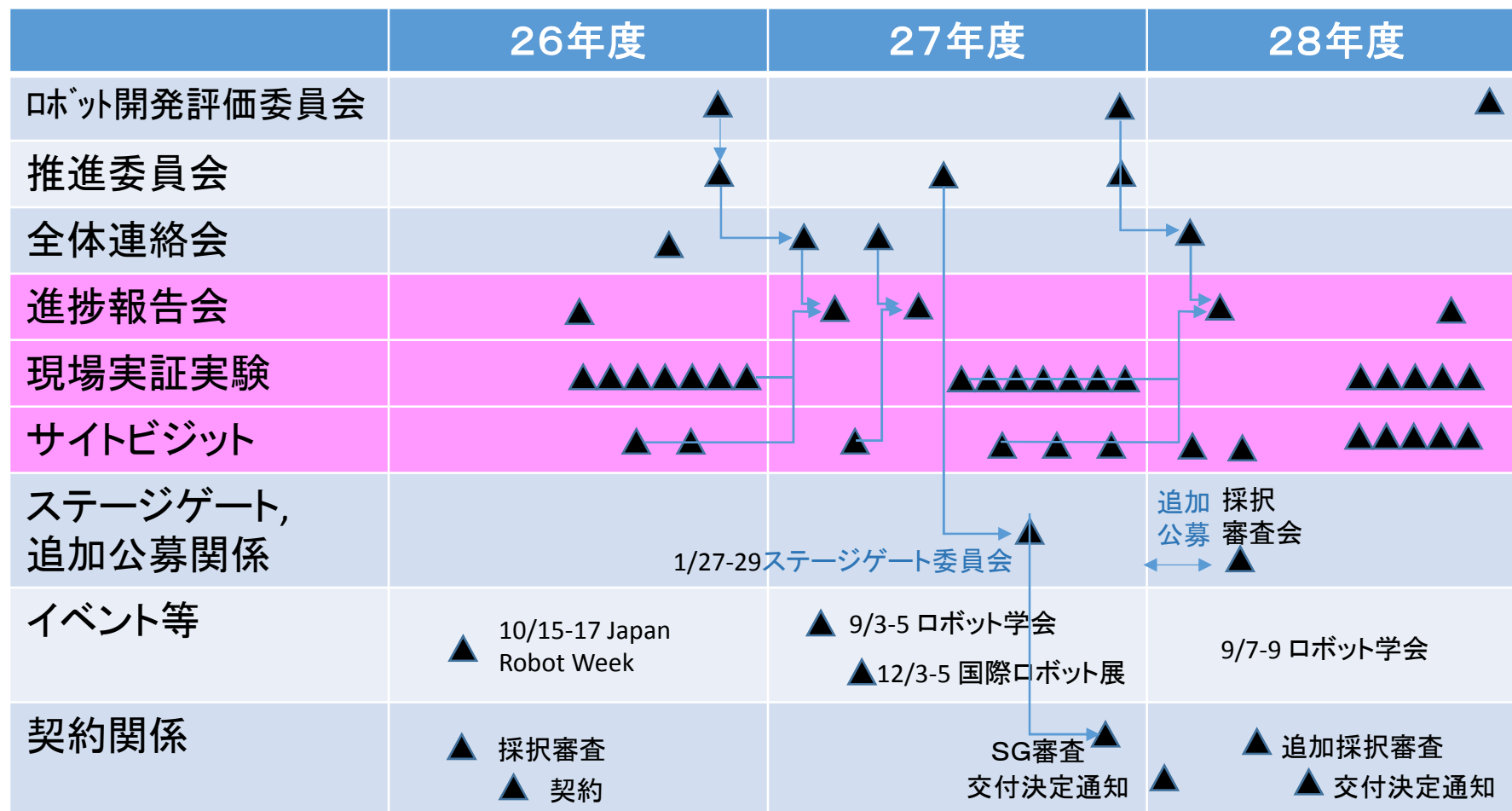
研究開発項目③

(1)ロボット技術開発、(2)非破壊検査装置開発

- 【1】研究開発の進捗管理
- 【2】事業計画の見直し・追加採択、ステージゲート審査の実施
- 【3】開発促進財源の投入
- 【4】現場実証の実施
- 【5】アウトリーチ活動

研究開発の進捗管理

定期的な進捗報告会と現場実験、サイトビジットにより進捗把握と対処



プロジェクトを円滑に推進するために、各種委員会・会議等を活用して丁寧に運営管理

推進委員会

目的・内容	氏名	所属	役職	分野
<p>■本事業の目的及び目標に照らして適切な運営管理を行うため、NEDOをサポートする外部有識者から構成された委員会。</p> <p>■NEDO及びPLからPJ運営の報告を受け、是非を判断するとともに、その後のPJ運営に関し助言等を行う。</p>	木村 嘉富	国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部	部長	インフラ
	伊藤 文夫	日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所	技師長	インフラ
	増 竜郎	先端建設技術センター	技術調査部長	インフラ
	浅間 一	東京大学大学院 工学系研究科 精密工学専攻	教授	ロボット
	大須賀 公一	大阪大学大学院 工学研究科 機械工学専攻	教授	ロボット
	栗栖 正充	東京電機大学 工学部 機械工学科	教授	ロボット
	菅野 重樹	早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科	教授	ロボット
	三治 信一郎	(株)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	事業戦略

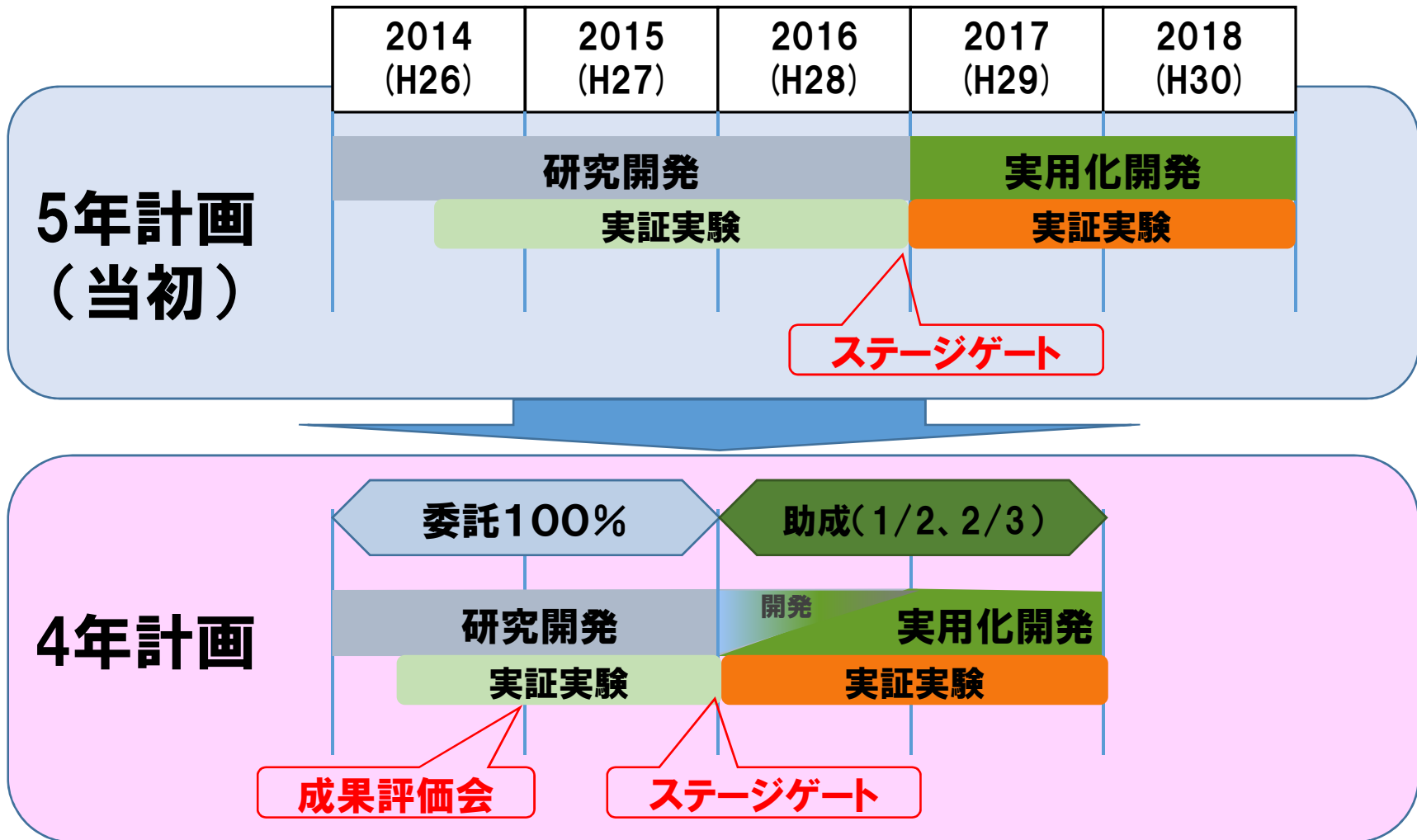
研究開発の進捗管理(委員会等の設置2/3)

委員会・会議等	目的・内容
ロボット開発 評価委員会	<ul style="list-style-type: none">■本事業は、経済産業省及び国土交通省との連携事業であり、上位委員会として「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」が存在。■その下で、ロボットシステムの開発を討議する委員会として「ロボット開発評価委員会」を経済産業省及びNEDOが事務局として有識者を招へいし年度末に開催。■当該年度の開発内容を審議し、次年度の研究開発の方針を決定。
推進委員会	<ul style="list-style-type: none">■PJの年度運営計画を審議するための計画検討会であり年に1回開催。■有識者により組織する技術委員の前で、PM及びPLが年度報告および年度計画を報告。■技術委員が運営の妥当性を確認し助言を提示。現場実証実験やステージゲートの進め方、事業者の追加公募の妥当性等について検討。
全体連絡会	<ul style="list-style-type: none">■各年度当初等に実施者全社を集め、PJの年度方針や運営計画についてNEDOから発信。■質疑を通してPJ内容の理解を深め、新たに開始する実証実験計画及び自治体との連携についてNEDOから報告。■H27年度は、助成事業に移行する際に変更となる経理処理やステージゲートの案内、提出物の注意事項等の事務処理を連絡し疑問点を事前に解消。
進捗報告会	<ul style="list-style-type: none">■半期毎に開催するテーマ毎の開発評価会であり、全事業者が個別の開発進捗及び事業の見通しを報告する発表形式の進捗報告会。■NEDO技術委員からの質疑とコメントを通じて開発の方向性を確認し、また効果的な開発となるようにアドバイスを受けることが目的。

委員会・会議等	目的・内容
現場実証実験	<ul style="list-style-type: none">■ 開発するシステムは、最終使用場所として事業中のインフラ施設であるため、実務環境での機能・性能の発揮が求められる。このため、初期から実際の現場において動作試験を行い課題を抽出しつつ改良を進めることが有用なシステムを完成させることにつながる。■ 国土交通省が「現場実証」事業を進めていた期間は、国交省設定の現場で動作実験を実施。その後は、NEDOが実証現場を設定して、動作実験場所を提供する予定。なお、事業者が自主的に実験現場を設定し、実験を繰返す場合も多数。
サイトビジット	<ul style="list-style-type: none">■ 研究開発の実施場所や現場実証実験において、PL、PM等が、研究開発実施者等に対して研究進捗の確認、出口を見据えた事業戦略等について意見交換を実施し、課題の共有化等を図る。
キックオフミーティング	<ul style="list-style-type: none">■ 新規事業の開始時及び追加公募による新規事業者の加入時に、PJ内容の理解を図り、また、年間の事業内容を案内及び事務処理について説明。

事業計画の見直し(③(1)ロボット)

■PJ開始当初は5年間の委託事業であったが、実用化を加速すべく、平成28年度に**事業期間を1年短縮**(4年間)し、事業者が主体となる「助成事業」へ移行。



追加採択 (③)(1)ロボット

■ インフラを維持管理するロボットの実用化体制を強化するため、追加公募を実施。採択委員の厳正な審査の結果**4種のロボットを新たなテーマとして採択**。(平成28年5月25日に審査委員会)

	2014 (H26)	2015 (H27)	2016 (H28)	2017 (H29)
採択	委託期間 (研究開発)		採択	助成期間 (実用化開発、実証実験)
		SG		
			採択	助成期間 (実用化開発、実証実験)
			<p>追加公募</p> <ul style="list-style-type: none"> ニーズはあるものの、必要とされる技術レベルが高く、民間の力だけでは、開発が進まない分野において、あと一押しで実用化できそうな事業者を後押しする 「ロボット新戦略」で記載されたKPI(2020年までに20%のインフラでの活用)を達成するために開発の加速化を図る 	

継続8チーム

追加4チーム



ステージゲート審査(③)(1)ロボット

■ロボット分野の11テーマに対し、H26～H27における「開発の進捗状況」及び「今後の事業期間内の実現性」について外部有識者による評価し、**H28年度(助成事業)への継続の可否について審査**。その結果、**2テーマの中止**を決定(平成27年1月27～29日に実施)。

【主な評価項目】

審査項目	審査の観点
開発コンセプト	ユーザニーズに対する適合性、現場環境への対応性
開発進捗	アクセス機能及び情報取得・判断機能の開発進捗、システム全体の開発進捗
実機審査	アクセス機能・性能の達成度、取得データの有用性、運用性の
助成事業計画の審査	目標・計画設定の妥当性、費用の妥当性、実用化への体制と役割

【審査委員】

	氏名	所属	役職	専門分野
委員長	木村 嘉富	国土交通省 国土技術政策総合研究所	道路構造物管理システム研究官	インフラ
委員	藤野 健一	(国研)土木研究所 技術推進本部	主席研究員	インフラ
委員	浅間 一	東京大学 工学系研究科 精密工学専攻	教授	ロボット
委員	大隅 久	中央大学 理工学部 精密機械工学科	教授	ロボット
委員	栗栖 正充	東京電機大学 工学部 機械工学科	教授	ロボット

ステージゲート審査 (③(2)非破壊検査)

■ H26～H28(10月末まで)における研究成果及び事業終了時の達成見込みについて、外部有識者による評価を実施し、事業の「継続」、「中止」または「一部中断」について審査(平成28年10月17日に実施)。

【主な評価項目】

審査項目		審査の観点
技術	＜中間目標＞ 研究開発目標の設定 及び達成度	ユーザニーズに適合した目標設定、開発システムの現場環境への対応性
		非破壊検査装置(線源及びセンサ)に関する開発進捗
		検査システム(非破壊検査装置+移動ロボット)に関する開発進捗
		競合技術(既存技術)との技術的な比較
	＜最終目標＞ 達成見込み	実証実験計画、社会課題への対応
事業	事業化の見通し	運用における優位性・有用性、実用化シナリオ、事業化計画、波及効果等

【審査委員】

	氏名	所属	職位	専門分野
委員長	菅野 重樹	早稲田大学 創造理工学部 総合機械工学科	教授	ロボット
委員	細田 祐司	(一社)日本ロボット学会	事務局長	ロボット
委員	大竹 淑恵	(国研)理化学研究所 光量子工学研究領域 (RAP) 光量子技術基盤開発グループ	中性子ビーム技術開発 チームリーダー	非破壊
委員	五内川 拓史	(株)ユニファイ・リサーチ	代表取締役社長	事業化

■③ロボット開発の4テーマについて、研究開発の加速および実用化の促進を目的に開発促進財源を投入。

件名	年度	目的	成果
東北大学 (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)	H27	空撮による3D地図作成技術に対し、地表設置マークを用いた地図の高機能化技術の開発を加速。	ユーザのニーズにより、撮影高度を設定して地図の詳細化と処理高速化のトレードオフを選択できる高機能化技術を開発。
ハイボット (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)	H27	実証実験を早期に重ねて開発を加速。	複数の実証実験の繰返しの結果、除藻ブラシや設置高速化のための注水技術を確立。
三菱重工業 (引火性ガス雰囲気内探査ロボットの研究開発)	H27	機構の開発を加速し、平成27年度中に防爆機構を完成させ、平成28年度には防爆認定に注力。	機構の開発を早期に終了し、平成28年度には防爆認定を取得。
富士フイルム (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)	H27	懸垂型のアクセス性と安定性の向上を期待し、走行可能橋の対象を拡大。	懸垂走行部をモジュール化して、対象橋の構造やサイズに適合させて設置可能とし、点検可能な対象橋梁数を拡大。

現場実証の実施

成果の実用化・事業化に向けた外部連携体制 国土交通省の現地実証PJとの連携



成果の実用化・事業化に向けた活動

■ 国際ロボット展(東京ビッグサイト 平成27年12月2日～5日)



NEDOブース全景



インフラPJ紹介コーナー



インフラPJ紹介コーナー



NEDOロボットフォーラム
におけるPJ紹介

成果の実用化・事業化に向けた活動

■ロボット学会

- 平成27年 日本ロボット学会学術講演会 (東京電機大学2015年9月3日～5日)
 - (1) 基調講演 国土交通省からの本PJへの期待
 - (2) 実施者からの詳細成果報告(8件)
- 平成28年 日本ロボット学会学術講演会 (山形大学2016年9月7日～9日)
 - (1) 実施者からの詳細成果報告(8件)



研究開発項目④ 性能評価手法

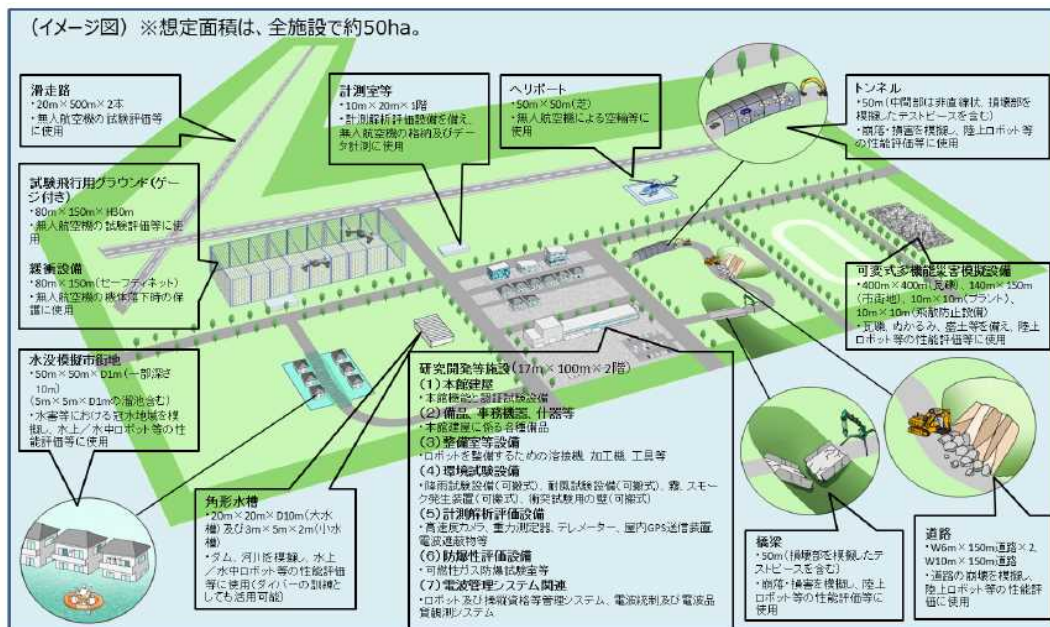
【1】情勢の変化を踏まえた事業の立ち上げ

■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、ロボットに関して既存の試験施設にない機能を備えた実用的な「ロボットテストフィールド(RTF)」の必要性が挙げられた。

■RTFにおいて優先的に実施することが適切とされる各種ロボット3分野が挙げられた。

優先的に実施することが適切と考えられる各種ロボット

- ① 無人航空機を活用した物流分野
- ② 無人航空機及び水中ロボットを活用したインフラ点検分野
- ③ 無人航空機及び陸上ロボットを活用した災害対応分野



ロボットテストフィールドの整備イメージ

(出典) http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/committee/innovation/robot/160301_01.html

図1 ロボットテストフィールドの利用見込み

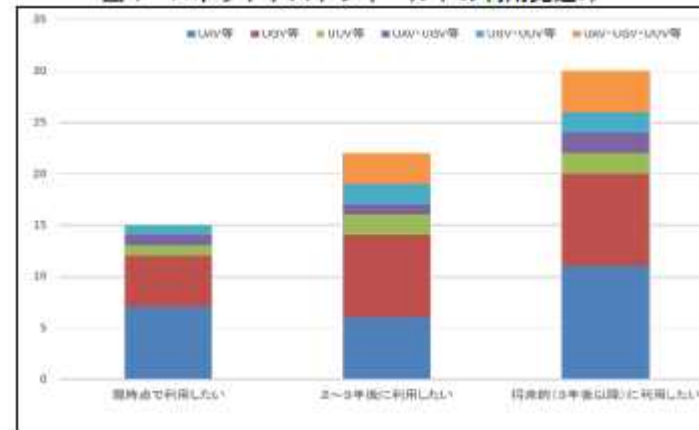
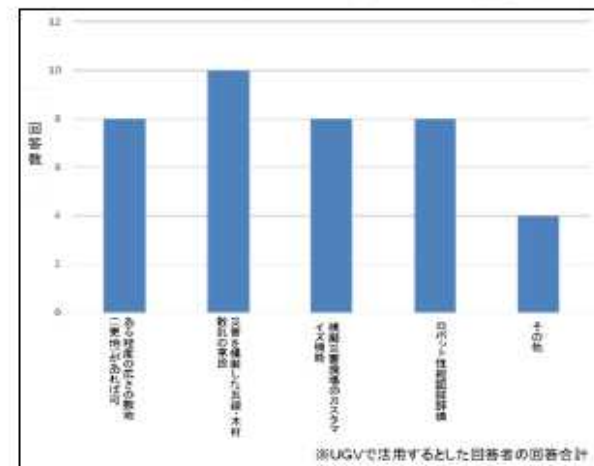


図2 ロボットテストフィールドに求められる機能の例 (UGV)



- 中間報告では、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」が挙げられている。
- 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(平成28年6月22日)に繋げた。

「各種ロボットに求められる性能」及び「必要な独自の施設」

④ロボット性能評価基準の立上げ

テーマ	求められる性能	独自の要素
1. 無人航空機を活用した物流分野 物流のための無人航空機	積載重量や外乱(雨、風)があっても、安全に、確実に目的地まで移動可能。	夜間も飛ばすことができ、周辺に家屋がない等、落下しても安全なフィールドがある。
2. 無人航空機及び水中ロボットを活用したインフラ点検分野	橋梁点検のための無人航空機	外乱(風、雨)下でも、橋梁のひび割れの画像データ等を精度良く取得可能。
	ダム・河川点検のための水中ロボット	外乱(水流やにごり等)下でも、水中構造物の画像データ等を精度良く取得可能。
3. 無人航空機及び陸上ロボットを活用した災害対応分野	火山・土砂崩落等の災害調査のための無人航空機	外乱(雨、風)下でも、火山・土砂崩落等の災害状況を短時間で広範囲にデータ取得可能。
	土砂、トンネル崩落等の災害調査のための陸上ロボット	外乱(引火性ガス、不整地等)下でも、土砂崩落・トンネル崩落等の災害状況を短時間で広範囲にデータを取得することができる。

	H 26	H 27	H 28	H 29	H 30
①センサ技術					
②イメージング技術					
③(1)ロボット					
③(2)非破壊検査					
④ロボット性能評価手法等の研究開発					



(出典) http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/committee/innovation/robot/160301_01.html