

平成27年度科学技術重要施策  
アクションプラン(AP)【次・経01】

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

御説明資料

平成27年3月9日

経済産業省

施策名		(次・経01) 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
施策の概要		本施策は、社会インフラ・産業インフラ等を対象に、的確にインフラの状態を把握できるモニタリング技術（センサ開発、イメージング技術等）、点検・調査を行うロボット技術・非破壊検査技術等の開発を行う。
平成26年度	計画	NEDOにより研究開発項目ごとの公募を実施し、各インフラの現場ニーズを的確に把握した技術開発に取り組む。モニタリング技術開発においては、センシング技術、イメージング技術等の基盤技術の開発に着手し、ロボット技術開発においては、インフラ点検・調査用の各種ロボットシステム開発、及びロボットに搭載可能な非破壊検査装置の開発に着手する。
	進捗	各インフラの現場ニーズを的確に把握しつつ、モニタリング技術、ロボット技術等の開発に着手した。
	昨年度有識者からの助言に対する対応状況	別紙参照
平成27年度の計画 (政府予算案を踏まえた計画)		国交省等による実証事業や高速道路会社等のインフラ管理者と緊密に連携しつつ、現場ニーズに的確に対応できるよう、の研究開発事業を継続する。
最終目標 (アウトプット)		本施策は平成30年度末までに、橋梁、道路及びトンネル付帯物、ダム等水中構造物、地域冷暖房等の循環配管系等のインフラの状態を的確に把握するためのセンサシステム、モニタリングシステム及びロボット技術を開発する。事業終了後、それぞれの参加企業において製品化開発を行い、2年以内のサンプル出荷・製品販売又はモニタリング事業開始を目指す。
S I P 施策との関係		センサシステム及びモニタリング技術分野において、現行技術より高性能なものを開発しS I P 施策への貢献を図る。ロボット技術分野では、本施策で開発される実用化に根差した技術を元に、SIP施策により次世代の高度かつ先進的な技術を確立。
A P 施策との連携について		関連施策との連携においては、特にロボット技術に関し、(次・国01)の直轄現場での現場検証・評価と密に連携し、現場ニーズを本施策、及びS I P にフィードバックする。
「今後の課題」(1)に対する対応状況		平成27年度予算において、海外調査を実施し、本施策の成果との比較検討を行う予定。

# 昨年度有識者からの助言に対する対応状況

(別紙)

構成員からの助言	助言に対する反映状況
<p>大型かつ無数のインフラを広域・迅速に点検するための モニタリング技術開発と、モニタリングで採取した大量なデータを処理しインフラ健全性診断・評価を行うための ビッグデータ処理技術開発が特に重要である。その前提として診断・評価を行うためには、維持管理・更新基準を設定することが必要である。</p>	<p>本事業は、センサやロボットによるモニタリング技術の開発をするものであるが、データ処理技術や健全性との診断・評価の開発はSIP事業で行うこととなっており、事業開始時より連携を深めて推進する。</p>
<p>センサーで収集されるデータとして、振動・たわみ・変位などがあるが、これらの情報と構造物の状態の関連付けが重要かつ難しい課題と考える。インフラ管理者の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。 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・重機オペレーターレベルの技能で操作可能であることが望ましい。</p>	<p>センサからのデータと構造物の状態の関連づけはSIP事業で行う予定であり、連携を深めて推進する。 ロボットについてはご指摘の点を踏まえ、更なる技術の高度化、知能化を推進する。</p>
<p>センサ、ロボット、ビッグデータ処理の活用と、多様な技術を総合した成果を求めるプロジェクトであります。ここでも、センサはその基底に位置する要素技術であり、何を測り、どのようなセンサを活用あるいは開発するかも重要で、早期にこれを確定する必要があるかと思われます。一方で、システム化をどう具体化するかも、プロジェクトの性格上、もちろん重要であります。「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と思われます。</p>	<p>本事業で開発するセンサやロボットによるモニタリング技術とSIPや国交省を始め他省庁で行う事業の関連性をしっかりと持たせて全体として求められるシステムが実現するように推進する。</p>
<p>インフラ事業者に対するアンケート(COCNで実施)した結果、目標とするセンサのコストは目的にもよるが、1計測点あたり数千円～2,3万円以内で、電力消費を極端に抑えたものという結果がある。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ように見受けられた。コストに関する目標設定も重要。</p>	<p>無線通信、自立電源機能を持ち、振動、変位などが測定できる多機能なセンサの開発を行うこととしており、低消費電力で、さまざまな場面での活用が見込まれることから、低コスト化も期待できる。</p>

## 「海外の研究開発事例と本施策による成果を比較検討しながら推進」という点に対する対応状況

平成27年度予算において海外調査を実施し、本施策の成果との比較検討を行う予定。なお、有識者からの助言同様、管理法であるNEDOによるマネージメントの一環として、PL・SPLとの協議、及びプロジェクト推進会議等での実施者に対する助言により対応を進めている。

# 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

経済産業省 産業技術環境局 研究開発課  
製造産業局 産業機械課

## 事業の内容

### 事業目的・概要

- 橋・トンネル等社会インフラや石油プラント等産業インフラは、今後、建設後50年を経過するものが加速度的に増加する等、それらの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が大きな社会課題となっています。そのため、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・更新等を図る必要があります。
- 本事業では、的確にインフラの状態を把握できるモニタリング技術（センサ開発、イメージング技術、高度計測評価技術等）、点検・調査を行うロボット技術・非破壊検査技術等の開発を行います。

### 成果目標

- 平成26年度から30年度までの5年間の事業であり、本事業を通じて、インフラの維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決に貢献する技術を開発し、32年頃には国内重要インフラ等の約2割での活用を目指します。

### 条件（対象者、対象行為、補助率等）



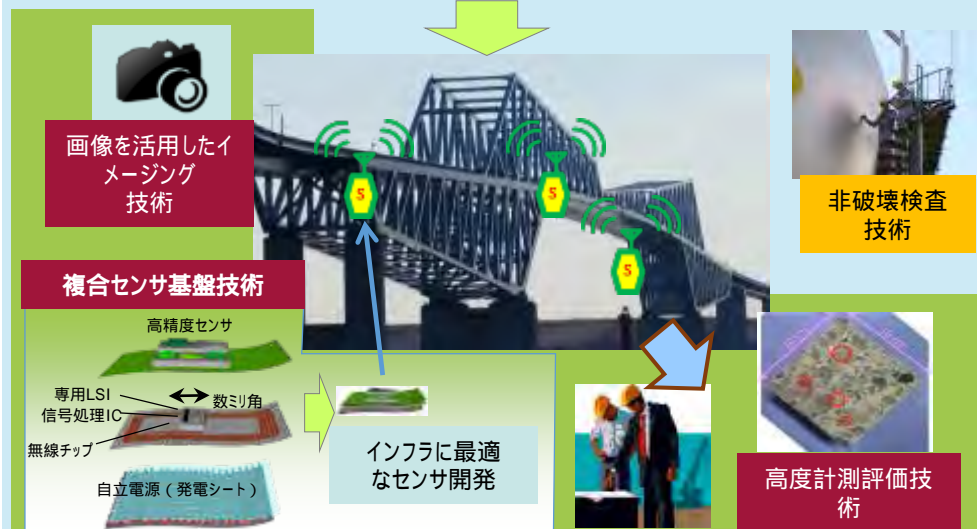
## 事業イメージ

### ・インフラの状態モニタリング技術開発

例) 複合センサ基盤技術、画像を活用したイメージング技術、先端技術を活用した高度計測評価技術

### ・インフラの点検・調査用ロボット技術開発

例) 人が到達困難な場所へ点検・調査機器を搭載して移動する小型移動ロボット、防爆・防水・防塵化ロボット、ロボットに搭載可能な非破壊検査技術



# NEDO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

対象インフラ：道路インフラ、産業インフラ等

## ・インフラの状態モニタリング技術開発

### 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の構築と実証実験を行う。

### 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、実証実験を行う。

## ・インフラの点検・調査用ロボット技術開発

### インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発

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と実証実験を行う。また、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と実証実験を行う。

## 開発目標(例)

研究開発項目：『インフラ状態モニタリング用センサシステム開発』

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。

(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。

- ・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。地震等の突発事象を検出できるものとする。
- ・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。

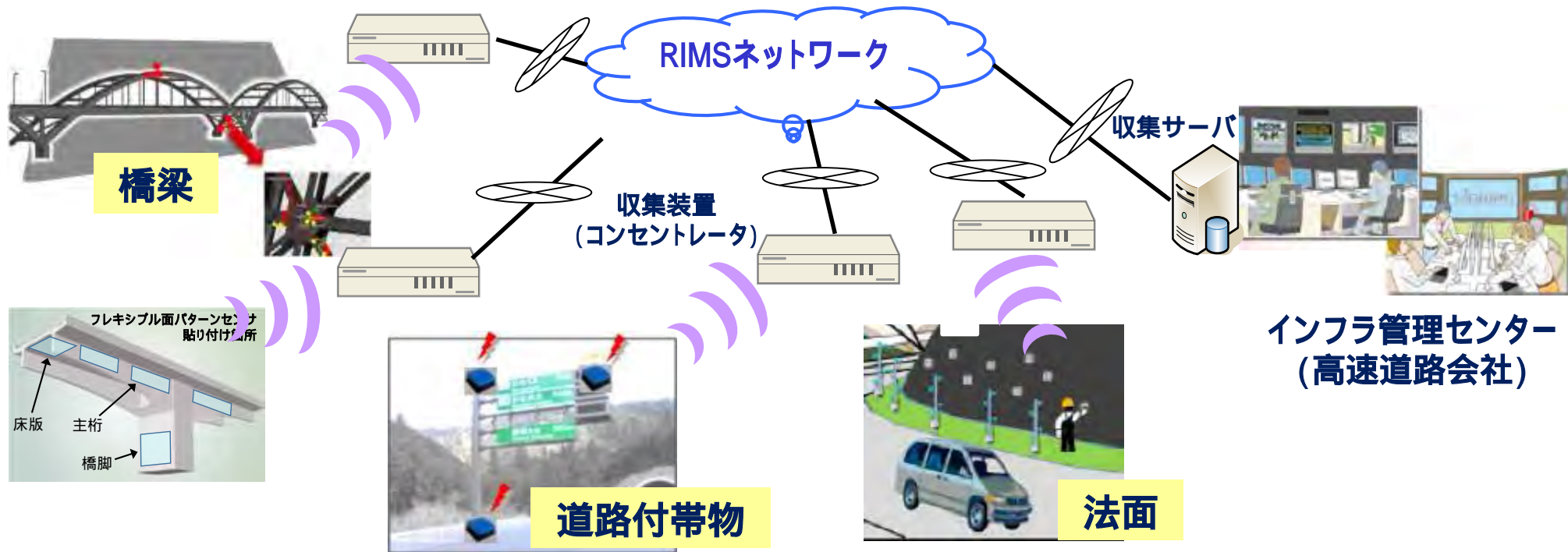
(2) センサネットワークシステムの構築と実証実験

(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。

# NEDO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

実施課題(例)： 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

本研究開発では高速道路の橋梁、道路付帯物、法面等を対象にして、環境エネルギーを利用した自立電源を有し、各フィールドのモニタリングに適した新規の小型、安価、高性能、高耐久性の無線センサ端末を開発する。無線通信センサネットワークや高耐久性のパッケージングに関しては共通化を図り、効率的な開発を行うとともに、各フィールドのセンシングシステムを統合して道路インフラのトータルな維持管理が可能な道路インフラモニタリングシステムを構築する。これにより、パッケージとして一般道への展開及び海外展開も容易となる。



# NEDO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

実施課題(例)： 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

リーディング14機関の産官学連携体制 (NMEMS技術研究組合)  
ネットワーク技術、パッケージング技術の共通化による高い開発効率  
主要高速道路会社参画でニーズに沿った速いPDCAサイクル

## (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  
(振動)  
(東芝、東大、京大)

(1-1-2) フレキシ  
ブル面パターン  
(ひずみ)  
(産総研、大日本印刷)

(1-2) 道路付帯  
構造物  
(標示板等)  
(富士電機)

(1-3) 法面  
(三菱電機)

## 共同研究

法面用  
傾斜センサ

(横河電機)

トンネル  
付帯構造物

(日立製作所)

## (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 (NTTデータ)

(2-2) 高耐久性パッケージング共通PF (MMC、日本ガイシ、大日本印刷)

(3) 実証・評価研究共通PF (NEXCO東日本・中日本・西日本、阪神高速を含む全参画機関)

# NEDO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

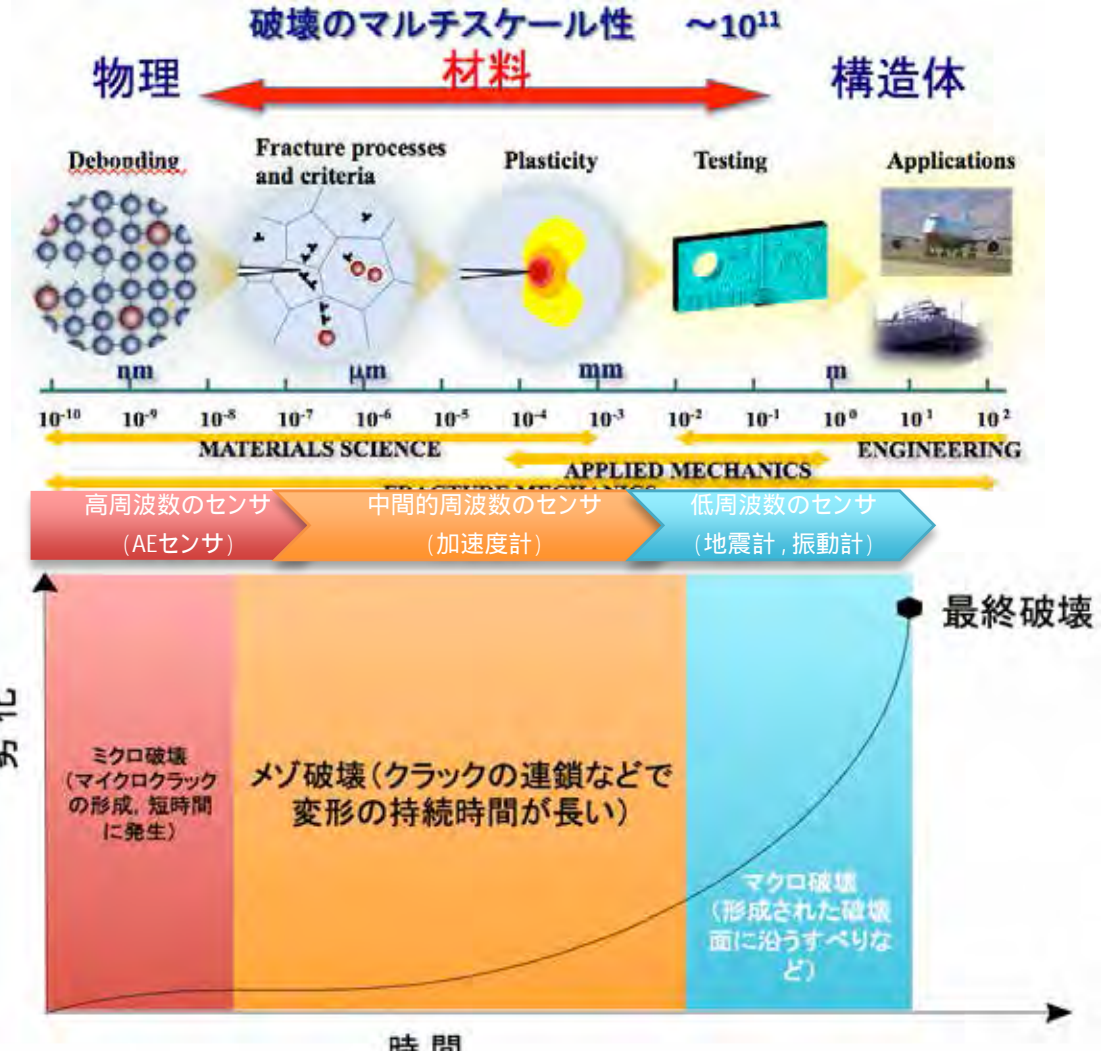
開発するセンサの例: **スーパーアコースティック (SA) センサ**

担当: 東芝、東大、京大

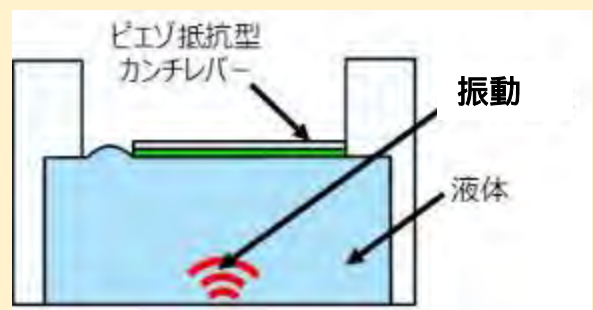
## 新規性・優位性

- MEMS構造による、表面波を利用した従来にない**広帯域振動センサ** (SA: スーパーアコースティックセンサ)を開発し、  
**橋梁の健全状態から**  
**初期劣化** (マイクロ破壊: 10 kHz ~ 1 MHz)、  
**中間劣化** (メゾ破壊: 数100 Hz)、  
**限界劣化** (マクロ破壊: 数Hz)  
**までを一個のセンサで検出。**

26年度目標: SAセンサ試作によるセンサの検出部及び振動伝達部の設計指針の取得  
 27年度目標: 橋梁に適した、自立電源動作可能な小型センサ端末のシステム設計



## 表面波を利用したSAセンサデバイスの開発

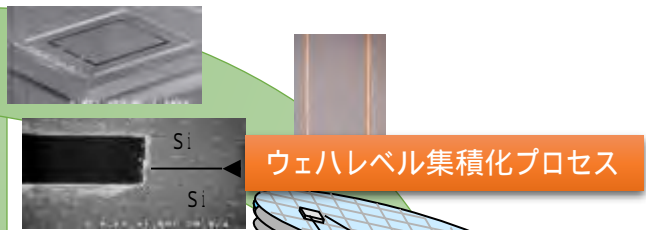
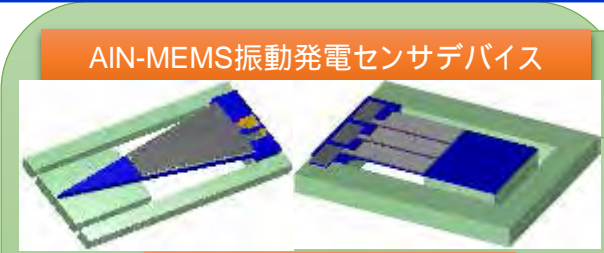




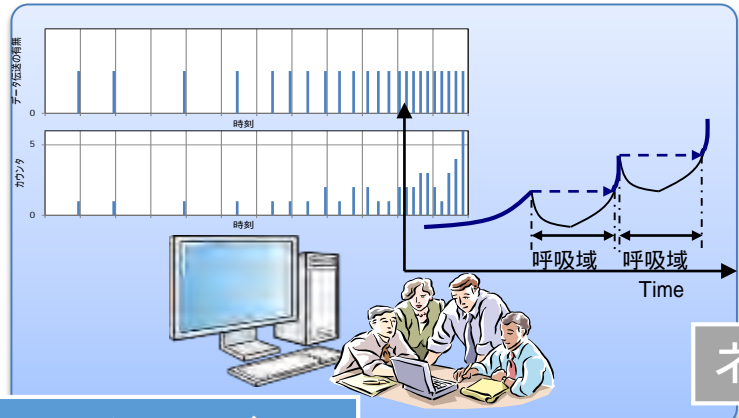
# 実施課題(例)：ライフラインコアモニタリングシステムの研究開発

**26年度目標：**  
 AIN圧電デバイスの要素プロセス設計、システム時刻同期方式の開発

**27年度目標：**  
 センサ・圧電デバイスの最適化設計、通信衝突回避方式の開発

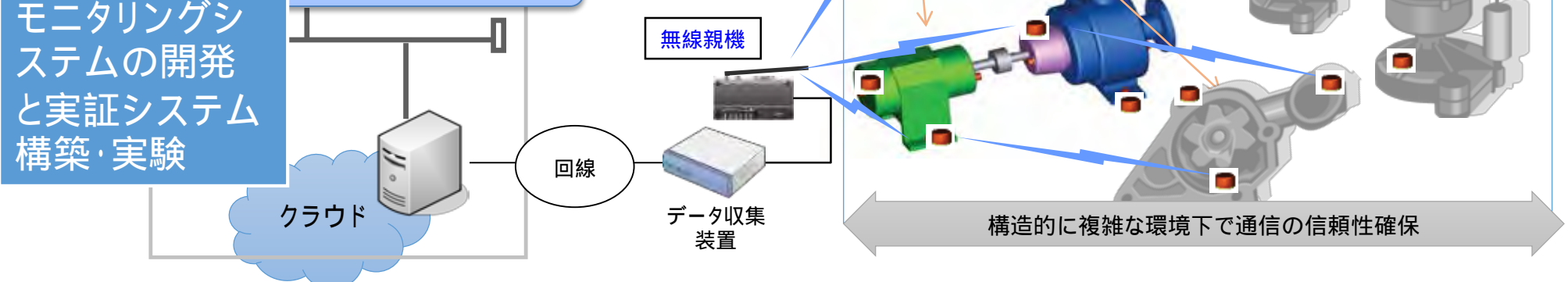


医療機関、地域冷暖房プラント 他



## ネットワークシステムの開発

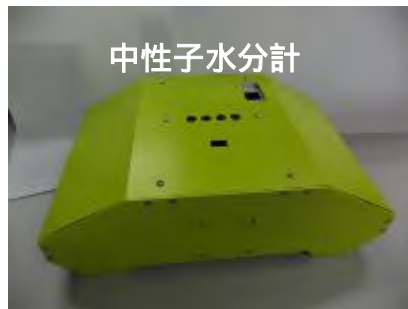
モニタリングシステムの開発と実証システム構築・実験



## 実施課題(例)

# 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

本課題では、ロボットに搭載できるX線や中性子の線源および検出器等の非破壊検査装置を開発するとともに、それらをプラント配管の直線部を移動できるロボットに搭載した非破壊検査システムを開発し、その有効性を実証する。



### コア技術

X線非破壊検査技術 管電圧200kV以上のX線源とそれに対応したCdTe検出器

中性子非破壊検査技術 中性子線源とシンチレーション式検出器による水分センサ

非破壊検査用ロボット（化学プラントでニーズが高い6インチ保温材被覆配管検査用）に搭載して有効性を実証。

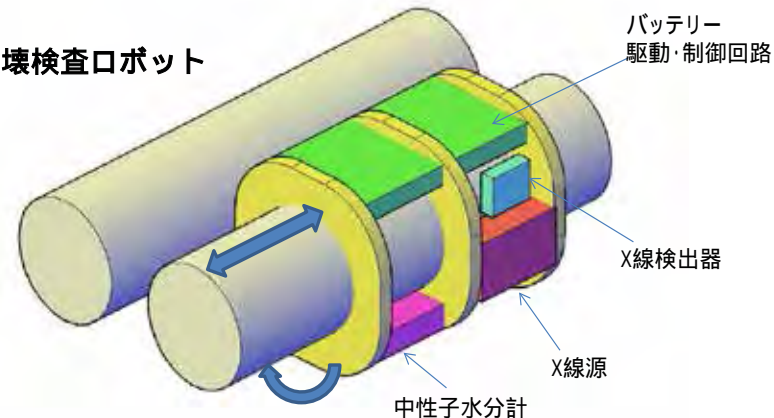
#### 26年度目標:

200kVX線非破壊検査装置用コンポーネント開発や中性子水分計の試作等

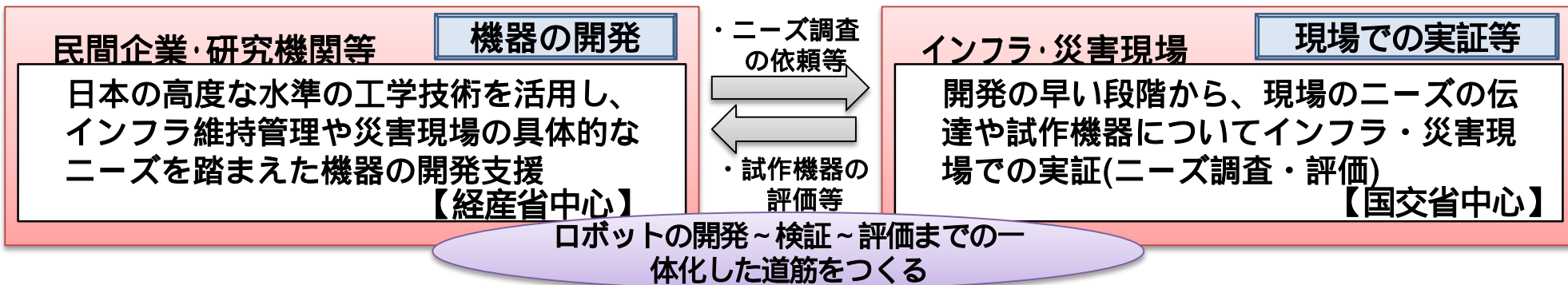
#### 27年度目標:

中性子水分計搭載配管検査ロボット及び200kV線非破壊検査ユニットの完成

非破壊検査ロボット



# 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進に向けた連携状況



『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



### 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

# NEDO PJインフラロボットのターゲット

本事業の優先度及び民間の技術動向を踏まえ、必要な技術開発要素の選択と集中を行う。

## 重点分野ごとの技術開発要素の例

### 1. 橋梁維持管理

橋上からのロボット操作による橋梁床板点検技術

### 2. 水中維持管理

河川洗掘(水流による河底土砂の浸食)状況把握

### 3. 火山・土砂災害調査

火山災害・土砂崩落の物性調査・計測技術

### 4. トンネル災害調査

防爆技術・ガス等情報取得技術



# NEDO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

実施課題(例)： 橋梁点検用ロボットの研究開発

## (1) 橋梁の点検において桁、床板の近接目視の代替ができる装置

### 飛行型、懸架型点検ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・国交省サイト(国総研橋梁、新浅川橋)で実証実験
- ・基本動作のみ確認、十分な点検機能は未実現

(平成27年度予定)

- ・強風時の安定飛行、より確実な動作の実現を目指す



川田テクノロジーズ他



富士フィルム他

### 吸着型橋脚検査ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・独自サイトにて実証実験
- ・基本動作を確認し、橋脚への吸着・カメラ撮影を確認

(平成27年度予定)

- ・床板への吸着、安定歩行の実現を目指す



開発設計コンサルタント他

### 磁石吸着・音カメラロボット

(平成26年度開発状況)

- ・独自サイトにて実証実験
- ・基本動作を確認、音カメラ動作・磁石吸着を確認

(平成27年度予定)

- ・システム統合、実環境での点検の実現を目指す



熊谷組他

# NEDO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

実施課題(例)：水中点検用ロボットの研究開発

- (1) 河川及びダムの中点検において、堆積物の状況を全体像として効率的に把握できる装置
- (2) 河川及びダムの中点検において、近接目視の代替ができる装置

## ダム用水中点検ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・国交省サイト(宮ヶ瀬ダム)にて実証実験
- ・堤体コンクリート・洪水吐映像取得

(平成27年度予定)

- ・湖底調査や堤体から離れた場所からの調査実現のため姿勢安定化、水中自己位置同定、ソナー開発を実施予定



ハイボット他



キューアイ他

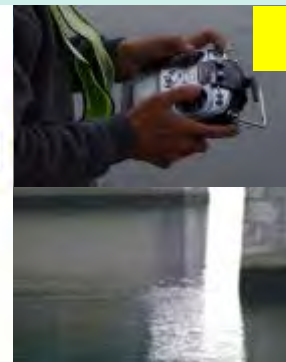
## 河川用水中点検ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・国交省サイト(多摩川)にて実証実験
- ・水上水中ボートの位置同定
- ・川床状態の水中映像取得

(平成27年度予定)

- ・強風時の安定飛行、より確実な動作の実現を目指す
- ・GPS・IMU・ワイヤによる水中自己位置同定、ソナー開発を実施予定



キューアイ他



# NEDO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

実施課題(例)： 災害調査用ロボットの研究開発(土砂・火山災害)

- ( 1 ) 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
- ( 2 ) 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

## 画像・映像データの取得技術

(平成26年度開発状況)

- ・国交省サイト(桜島)にて実証実験
- ・火口撮影に成功。3D地理情報の作成を実施
- ・映像データ取得はほぼ完成



東北大学他/日立他

## 物性調査・計測技術

(平成26年度開発状況)

- ・国交省(桜島)、独自サイトにて実証実験
- ・土砂採取・電磁探査デバイスの基本性能を確認
- ・マルチクローラの基本性能を確認

(平成27年度予定)

- ・物性特性計測・土砂採取の実現を目指す
- ・デバイスの改良、ロボットへの搭載を実施予定



東北大学他/日立他/大林組他

# NEDO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

実施課題(例)： 災害調査用ロボットの研究開発(トンネル崩落災害)

- (1) 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
- (2) 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

## クローラ型ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・国交省サイト(国総研トンネル)にて実証実験
- ・障害物の踏破と撮影実験を実施
- ・クローラ機構、通信線繰り出しに課題

(平成27年度予定)

- ・ロボットの各種改良、防爆化、自己位置同定機能の開発を実施予定



三菱重工他

## ワーム型ロボット

(平成26年度開発状況)

- ・独自サイト(土木研)にて実証実験
- ・ワームモジュール製作・シミュレーション実施

(平成27年度予定)

- ・ワームモジュールの連結動作の実現を目指す
- ・ガス検知、防爆化を目指す
- ・連結ワーム搭載用クローラロボットの製作を予定



タウ技研他