

**建設技術のデジタル革新に関する研究会**

# **社会インフラ維持管理用ロボットの 開発事例と今後の展開**

## **Social Infrastructure Inspection Robots**

**2021年1月13日**

**国立研究開発法人 産業技術総合研究所**

**情報・人間工学領域 ICPS研究センター**

**フィールドロボティクス研究チーム**

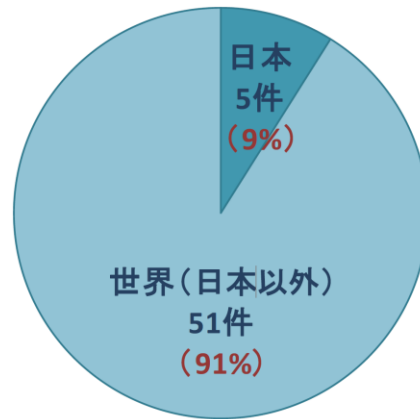
**有隅 仁**

# アウトライン

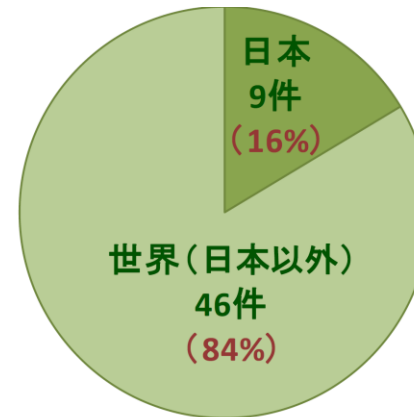
- 背景（インフラの現状と対応）
- 産総研の研究開発事例
  - インフラ点検： 橋梁点検ロボ、水中調査用ロボ
  - 災害対応： 地上／空中複合型ロボ
- 継続的な研究開発を支える設備・イベント
- まとめ・その他

# 世界からみた日本の自然災害

1900年以降の世界の主な自然災害のうち日本で起きている割合



気象災害(台風、洪水等)



地震・津波

出典:平成22年版防災白書、附属資料30

## 日本に自然災害が多い理由

- 日本列島が4つのプレートによって形成され、地震活動、火山活動が活発である。
- 急峻な地形を有し、河川の流程が短く急流である。
- アジアモンスーン地域に位置し、梅雨と台風の時期にしばしば集中豪雨が起きる。
- 土地利用が稠密で、河川や海岸、火山に接して都市や農地が位置している。

# 建設後50年以上経過する社会資本の割合

	2018年3月	2023年3月	2033年3月
<b>道路橋</b> [約73万橋)(橋長2m以上の橋)]	約25%	約39%	約63%
<b>トンネル</b> [約1万1千本)]	約20%	約27%	約42%
<b>河川管理施設</b> (水門等) [約1万施設)]	約32%	約42%	約62%
<b>下水道管きよ</b> [総延長:約47万km注4)]	約4%	約8%	約21%
<b>港湾岸壁</b> [約5千施設)(水深1-4.5m以深)]	約17%	約32%	約58%

資料)国土交通省

<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/hakusho/h26/html/n1131000.html>

# 長寿命化等による効率化の効果

○「長寿命化等による効率化の効果」を示すため、「事後保全」の考え方を基本とする試算を行い、「予防保全」の考え方を基本とする「平成30年度推計」との比較を行った。

○「事後保全」の考え方を基本とする試算よりも、「**予防保全**」の考え方を基本とする「平成30年度推計」では、**5年後、10年後、20年後で維持管理・更新費が約30%減少し、30年後には約50%減少する**。この減少幅が「事後保全」によるメンテナンスを「予防保全」へ切り替えることによる効果を表しており、「長寿命化等による効率化の効果」を示しているものと考えられる。

単位：兆円

	2018年度	5年後 (2023年度)	10年後 (2028年度)	20年後 (2038年度)	30年後 (2048年度)	30年間 合計 (2019～2048年度)
①平成30年度推計 (予防保全を基本)	5.2	[1.2] 5.5 ~ 6.0	[1.2] 5.8 ~ 6.4	[1.3] 6.0 ~ 6.6	[1.3] 5.9 ~ 6.5	176.5 ~ 194.6
②平成30年度試算 (事後保全を基本)	5.2	[1.6] 7.6 ~ 8.5	[1.6] 7.7 ~ 8.4	[1.9] 8.6 ~ 9.8	[2.4] 10.9 ~ 12.3	254.4 ~ 284.6
長寿命化等による 効率化の効果 (①-②/②)	-	▲ 29%	▲ 25%	▲ 32%	▲ 47%	▲ 32%

凡例：[ ]の値は2018年度に対する倍率

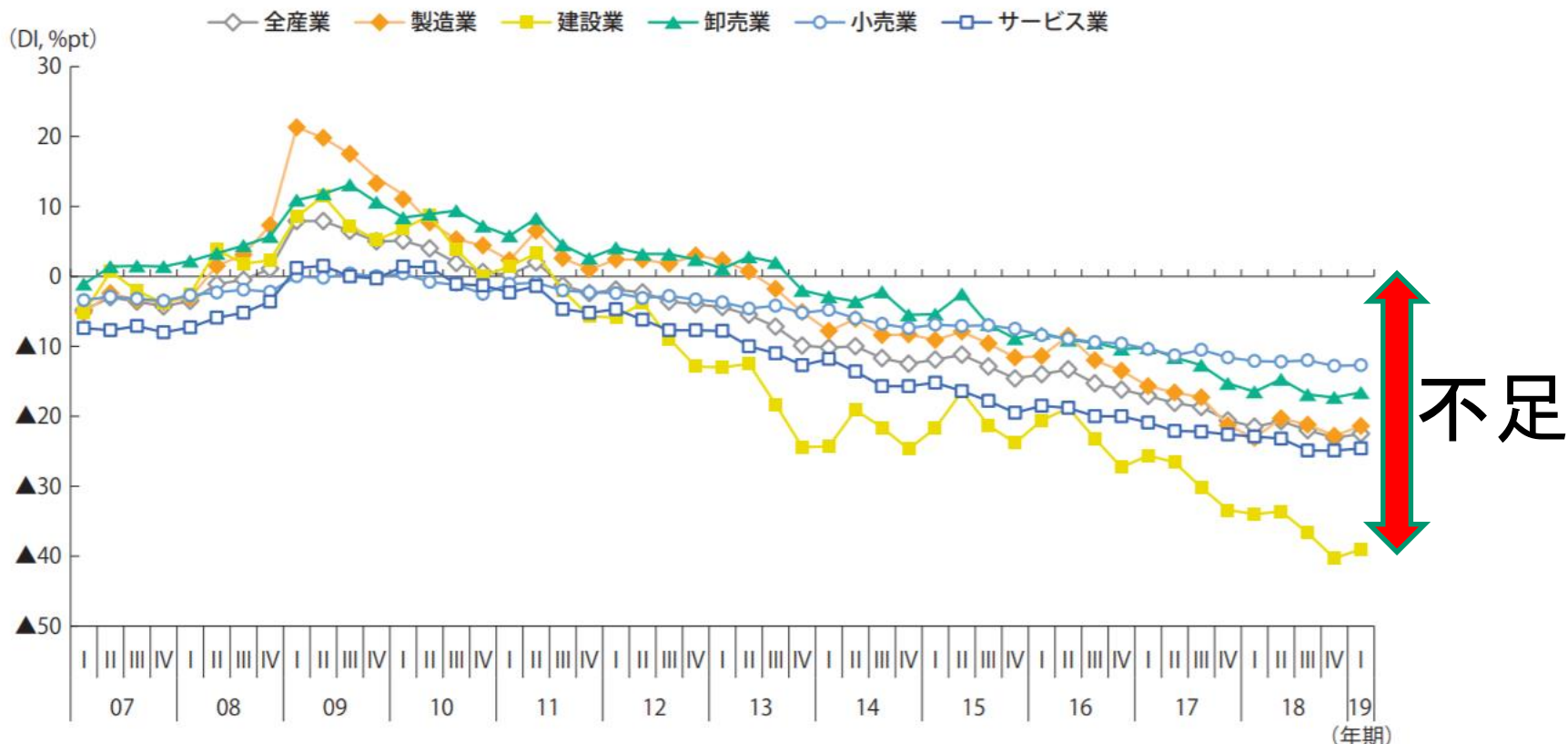
**予防保全**：施設の機能や性能に不具合が発生する前に修繕等の対策を講じること。

**事後保全**：施設の機能や性能に不具合が生じてから修繕等の対策を講じること。

資料) 平成30年11月30日 国土交通省「国土交通省所管分野における社会資本の将来の維持管理・更新費の推計」

# 人手不足問題

第1-4-7図 業種別従業員数過不足DIの推移



資料：中小企業庁・(独) 中小企業基盤整備機構「中小企業景況調査」  
 (注) 従業員数過不足数DIとは、従業員の今期の状況について、「過剰」と答えた企業の割合(%)から、「不足」と答えた企業の割合(%)を引いたもの。

2019年版「中小企業白書」  
 第1部 第4章 人手不足の現状より

# 社会インフラ維持管理の見直しの契機

## 中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故（山梨県大月市）

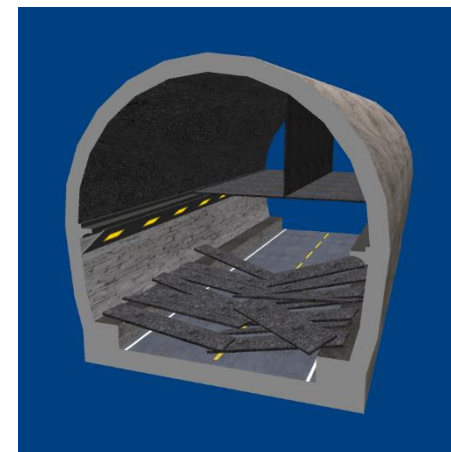
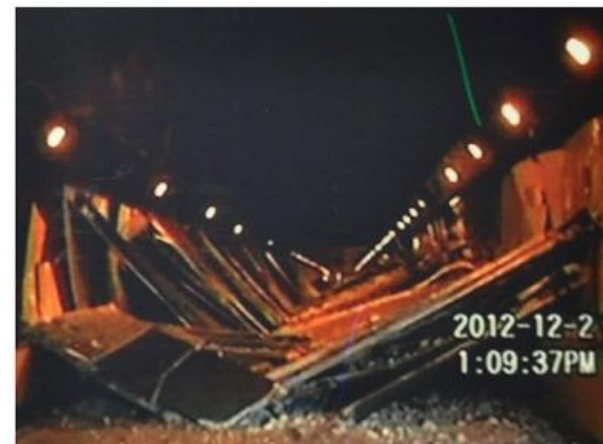
日付：2012年12月2日午前8時5分頃

概要：トンネルの吊り天井のコンクリート板（約1.2t×270枚）が138mの区間にわたって落下し、走行中の車3台下敷きとなり9名が死亡。日本の高速道路上での事故として**死亡者数が史上最多の事故**。

原因：天井板を支える吊り金具をつなぐボルト（コンクリートアンカー、直径1.6cm、長さ23cm）が抜けている箇所があったことが判明。12年間ボルトの状態を確認していなかった。不十分な管理体制。

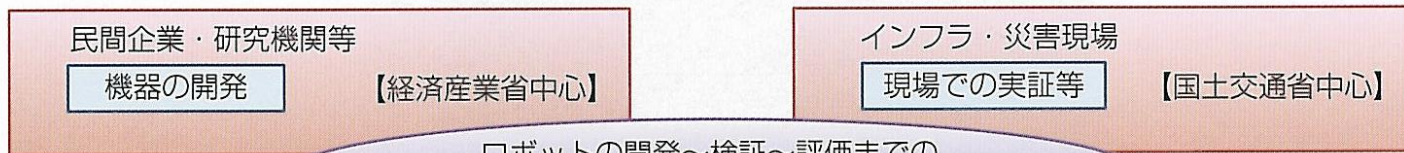
対処：笹子トンネルと同型のトンネルの緊急点検。12月17日の時点で、日本全国で対象の60トンネルのうち16トンネルで何らかの不具合が発見

（出典：Wikipedia）



# 行政の取り組み

2013年7月16日 国交省、経産省共同で「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」設置










ロボットの開発～検証～評価までの一貫性のある推進体制をつくる

インフラの近接目視作業の代替

発災時の迅速な現場の情報収集

次世代社会インフラ用ロボットとして、「現場検証・評価」および「開発支援」を行う5つの重点分野とその対象技術

I 維持管理	II 災害対応
<p>①橋梁 12チーム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>近接目視を代替・支援</li> <li>打音検査を代替・支援</li> <li>点検者の移動を支援</li> </ul> 	<p>④災害調査 20チーム (土砂崩落, 火山災害, トンネル崩落)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現場被害状況を把握</li> <li>土砂等を計測する技術</li> <li>引火性ガス等の情報を取得</li> <li>トンネル崩落状態や規模を把握</li> </ul> 
<p>②トンネル 10チーム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>近接目視を代替・支援</li> <li>打音検査を代替・支援</li> <li>点検者の移動を支援</li> </ul> 	<p>⑤応急復旧 6チーム (土砂崩落, 火山災害)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>土砂崩落等の応急復旧</li> <li>排水作業に応急対応する技術</li> <li>情報伝達する技術</li> </ul> 
<p>③水中(ダム, 河川) 15チーム</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>近接目視を代替・支援</li> <li>堆積物の状況を把握</li> </ul> 	 

ロボット技術の公募(2014) 実施現場12箇所、総技術数80技術、総勢579名

平成25年12月国交省・経産省公表資料

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(2014-2017年度)



# 採択テーマ

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PJ

「マルチコプタを利用した橋梁点検システムの研究開発」

「可変構成型水中調査用ロボットの研究開発」

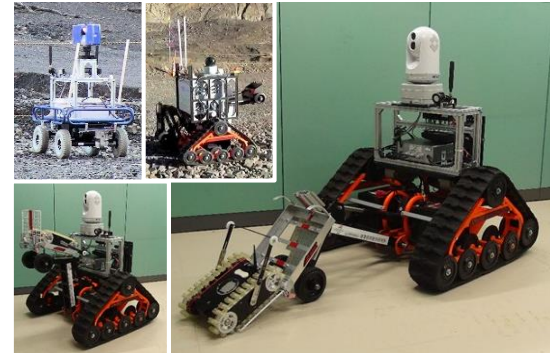
「災害調査用地上／空中複合型ロボットシステムの技術開発」



橋梁点検ドローン



水中調査ロボット



災害調査ロボット

# アウトライン

- 背景（インフラの現状と対応）
- 産総研の研究開発事例
  - インフラ点検： 橋梁点検ロボ、水中調査用ロボ
  - 災害対応： 地上／空中複合型ロボ
- 継続的な研究開発を支える設備・イベント
- まとめ・その他

# インフラ老朽化対策：橋梁点検分野

## ◆課題（社会ニーズ）

国土交通省「老朽化の現状・老朽化対策の課題\*1」の資料によれば、全国約72万橋の橋梁のうち、7割以上となる約51万橋が市町村道にあり、建設後50年を経過した橋梁の割合は、10年後には52%と増加する。

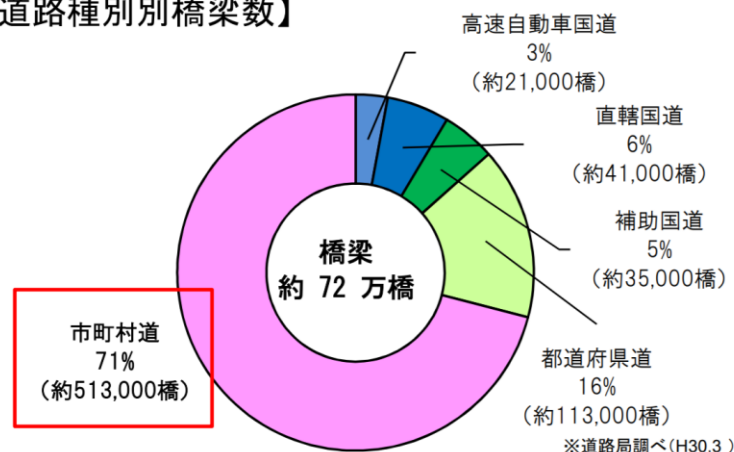
そうした中、**道路橋定期点検要領の改定（H26.6）\*2**がなされ、**定期点検（近接目視、打音検査）を5年に1回の頻度で行うことが義務化され、年平均14万橋分の維持管理業務が必要な状態**となっている。一方で、町の約3割、村の約6割で橋梁保全業務に携わっている**土木技術者が存在しない**ことが明らかになり、また、ロープアクセスによる移動や仮設足場の設置などの**従来の点検手法は危険、かつ非効率で高コスト**であることが課題となっている。

\*1 : <https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf> (国交省資料)

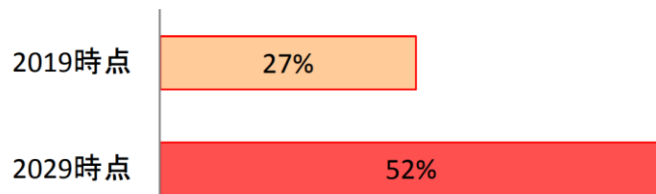
\*2 : <https://www.mlit.go.jp/common/001044574.pdf> (国交省 道路橋定期点検要領H26.6)

老朽化が進む高架橋に対する危険、高コスト、非効率な人による目視点検作業の代替として、三次元空間での機動力、広範な情報収集能力の高い**ドローンを活用する**

【道路種別別橋梁数】



【建設後50年を経過した橋梁の割合】



※この他に建設年度不明橋梁 約23万橋  
※道路局調べ(H31.3)



ロープアクセスによる近接

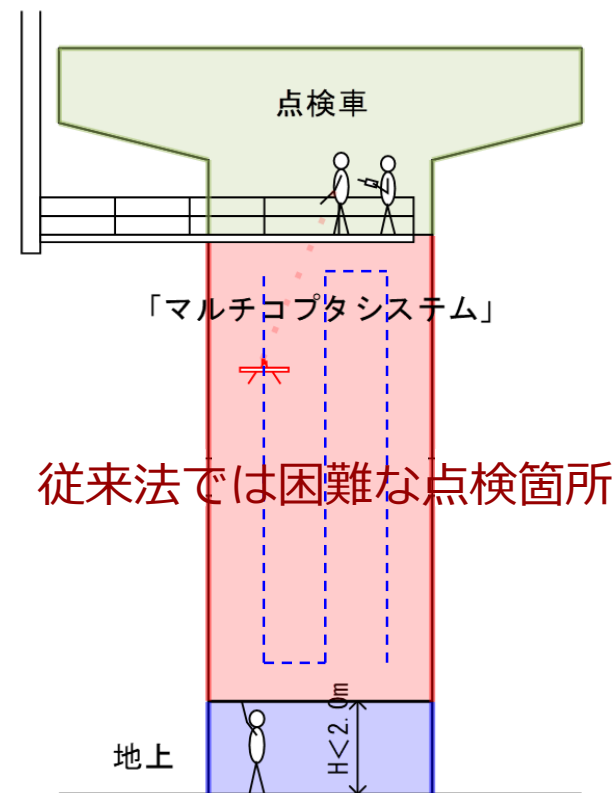


ドローンによる近接

# ドローンによる高橋脚点検

ターゲット：高さ数十mの高橋脚の壁面

作業手順	
外業	①ドローンを <b>矩形波状</b> に飛行させて壁面をくまなく <b>カメラ撮影（連写）</b>
内業	②取得画像を <b>繋ぎ合わせて1枚の画像へ統合</b> ③その画像から <b>ひび割れを判定</b> ④ひび割れ情報等を記録して <b>調書作成</b>



ドローン導入効果が最も期待できる高橋脚面の目視点検作業

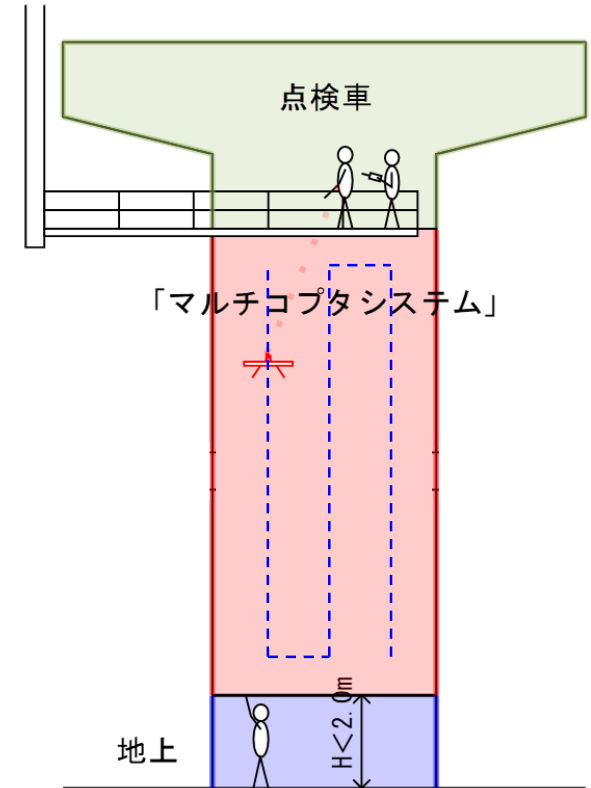
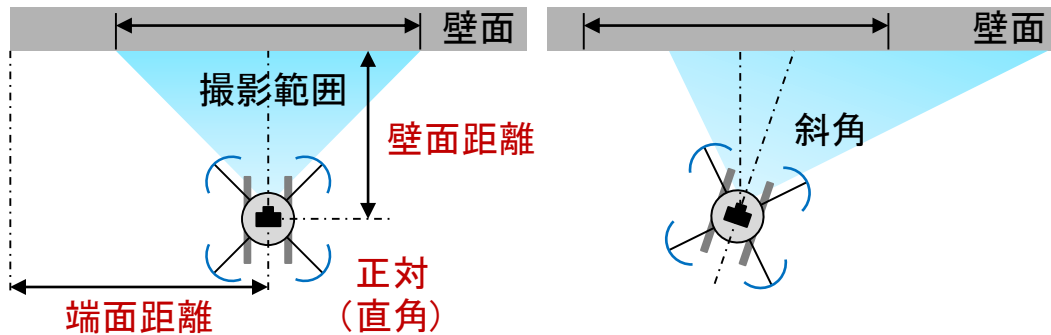
# ドローンによる高橋脚点検

## ドローン空撮で重要なこと

- ・ドローンが環境に接して墜落することを防ぐこと
- ・ボケや解像度の差異のない**均一画像**を取得すること
- ・撮影の取りこぼし（未撮影領域）がないこと



- ・機体が壁面との近距離を一定に保つ
- ・上昇下降時、壁面端部からの距離を一定に保つ
- ・壁面に対して正面を向く（正対する）



ドローン導入効果が最も期待できる高橋脚面の目視点検作業

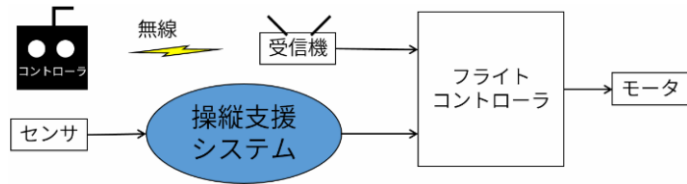
# ドローンの壁面への近接・正対

## ＜マニュアル操作＞

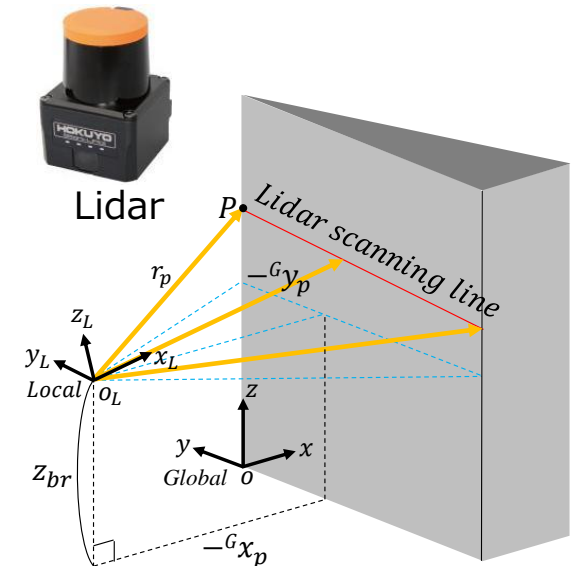
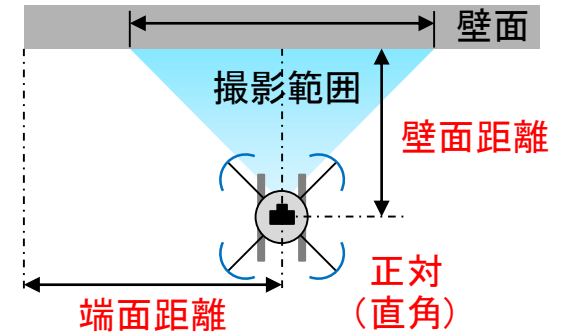
40m超の高架橋では機体と構造物の距離を**目視では把握しにくい**ため、一定の距離・姿勢を保持した状態で飛行させるのは困難

## ＜セミオートマ操作＞

人では対応困難な操作をロボットの自動制御で、それ以外を操縦者のマニュアル制御で行う半自動制御



※桁下では全球測位衛星システム情報が取得できないので、二次元Lidarと機体搭載IMUの測定値を用いて壁面/端面距離、姿勢を算出する



# 橋梁点検作業用マルチコプタシステム **MARCO™**



安価なセンサを搭載した小型化可能なマルチコプタ  
(運搬時サイズ：500×500×400mm)

川田テクノロジー(株)との共同開発

- ・プロペラ4基可変ピッチ
- ・サイズ：900×900×600mm
- ・全備重量：7.8kg
- ・飛行時間：8分（標準）
- ・運用時風速：5m/s以下
- ・高精細カメラ：6000×3376Pixel
- ・カメラスタビライザー：3軸安定機能、壁面正対機能
- ・撮影速度：0.3m/s



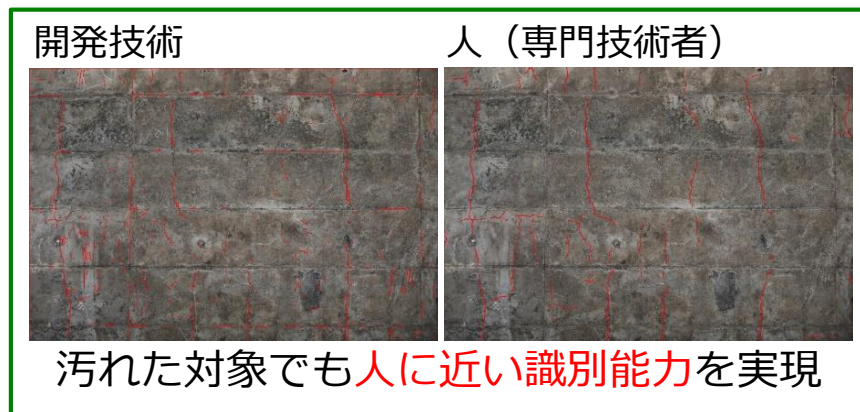
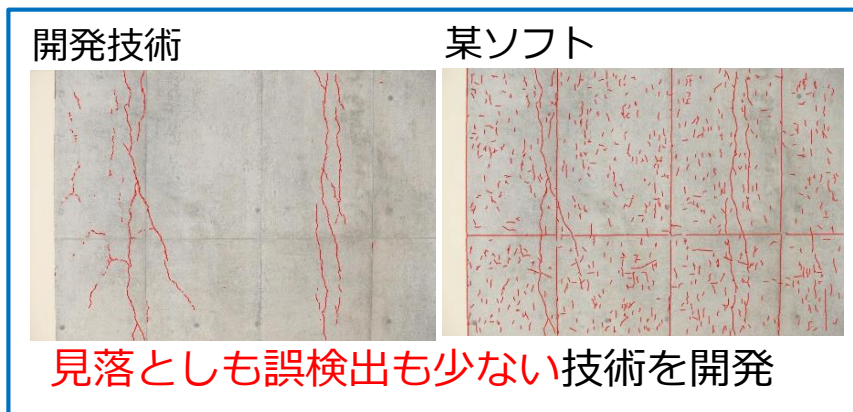
1本のスティックを左に倒すだけで、曲面に対して自動で離隔を保持・正対しながら移動する

機動性、可搬性に優れた橋梁点検用マルチコプタ

# コンクリート構造物のひび割れ検出技術

性能：道路橋の各部位における実験で、幅0.2mm以上のひび割れに対して

検出精度：82.4%、処理速度：20.6秒/枚



- 機能：
- いつでもどこからでも利用可能  
ひび割れ検出機能をWebサービスとして実装  
<https://concrete.mihari.info/>
  - 処理が集中しても遅滞なく安定した結果出力が可能  
スケールアウト可能なシステム構造



# 橋梁点検システムの成果と今後について

## ◆成果

- ・ 操縦支援システムの実装により、操作者の技量等によらない均質で精細な画像取得が可能
- ・ 取得画像を合成した2D/3D全体画像及び自動検出システムにより、壁面の0.2mm幅のクラック検出が可能
- ・ 橋梁メーカーとの共同開発を経て事業化を実現
- ・ 国交省の「点検支援技術性能カタログ」に掲載 2020

## ◆展開

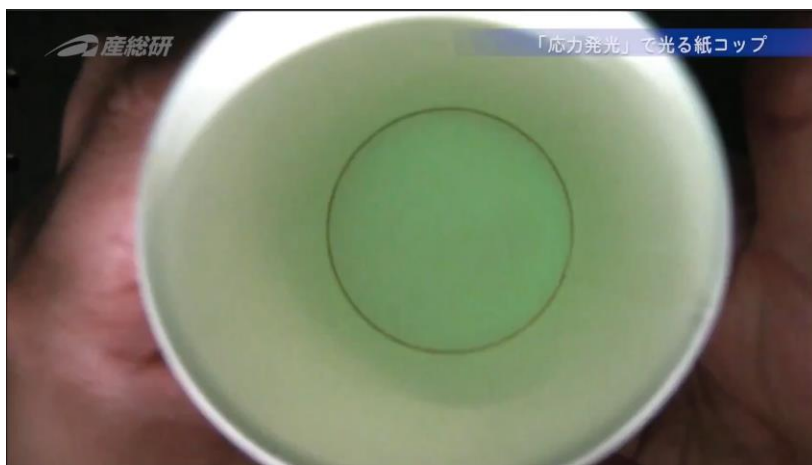
- ・ 大日本コンサルタント（株）NEと（株）FLIGHTSによる「ドローンを利用した橋梁点検講習会」と橋梁点検用ドローン「マルコ®」操縦技術認定講習会の開催

## ◆今後

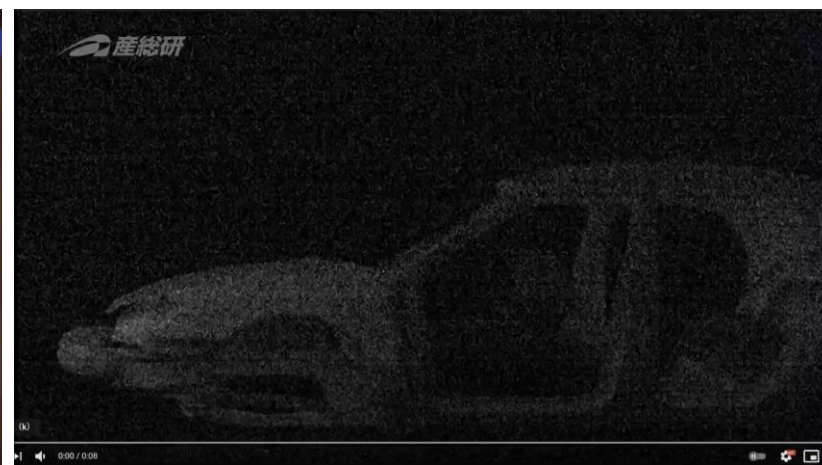
センサ技術とアクセス技術を向上・融合させた橋梁診断システムの開発と実用化

# 応力発光技術

応力発光材料（セラミックス SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>、発光色：緑）を含む塗料やシートを対象箇所に塗布や貼り付けして、荷重を印可した際に得られる応力発光をカメラなどで撮影することにより、どこに力が加わり、どの程度ひずみが発生したのかが見える。



応力発光材料を塗布した紙コップの変形



応力発光材料を塗布した車体の衝突

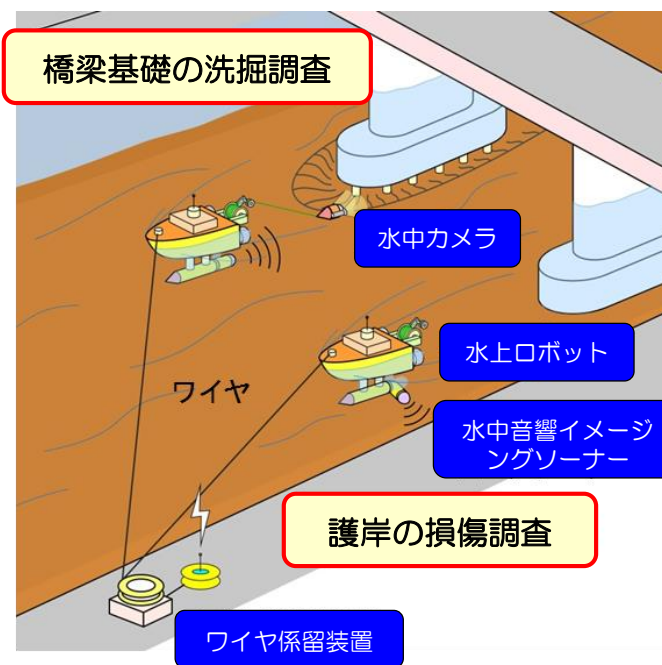
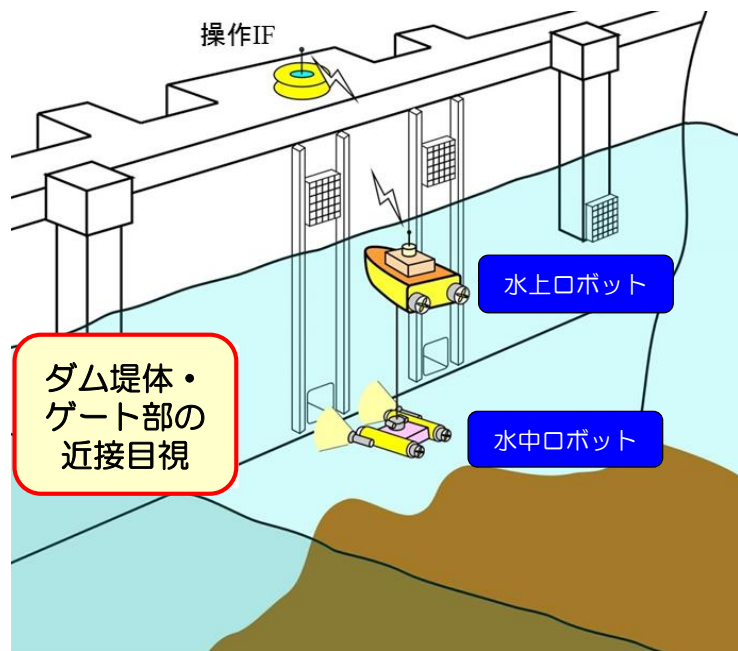
担当者：産総研 エレクトロニクス・製造領域 センシングシステム研究センター 4Dビジュアルセンシング研究チーム 寺崎正

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

# 「可変構成型水中調査用ロボットの研究開発」

老朽化する約3千のダム点検や約3万の河川管理施設の護岸や洗掘調査を支援するために、環境や作業に応じて水上／水中用機体，観測機器，ワイヤ駆動部などを組み替えて構成できる水中調査用ロボットの開発を目標

※ 水中調査機器メーカー(代表)や水中ソナー製造メーカーとの共同提案

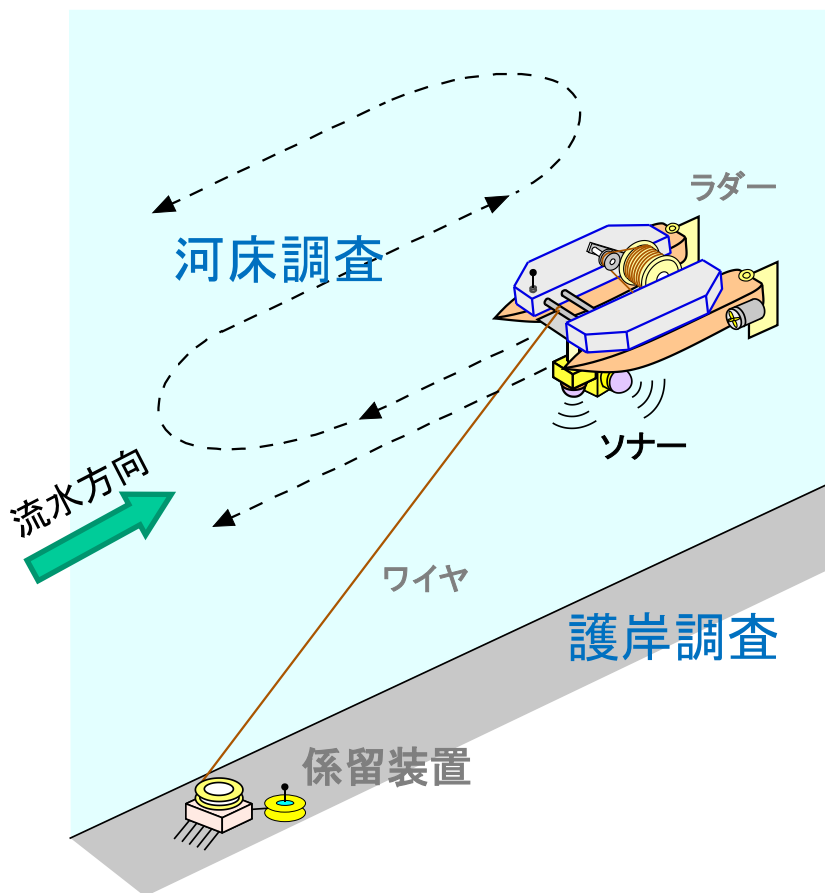


産総研の主担当

- ・ 計測対象と自己の位置認識及び自律・半自律航行技術の開発
- ・ 環境地図作成技術の開発
- ・ 流水環境対応用アタッチメントの開発

# 可変構成型水中調査ロボット(河川調査仕様)

## ■ アクセス技術とソナー技術の独自開発



広範な面形状の把握

## ■ 特長

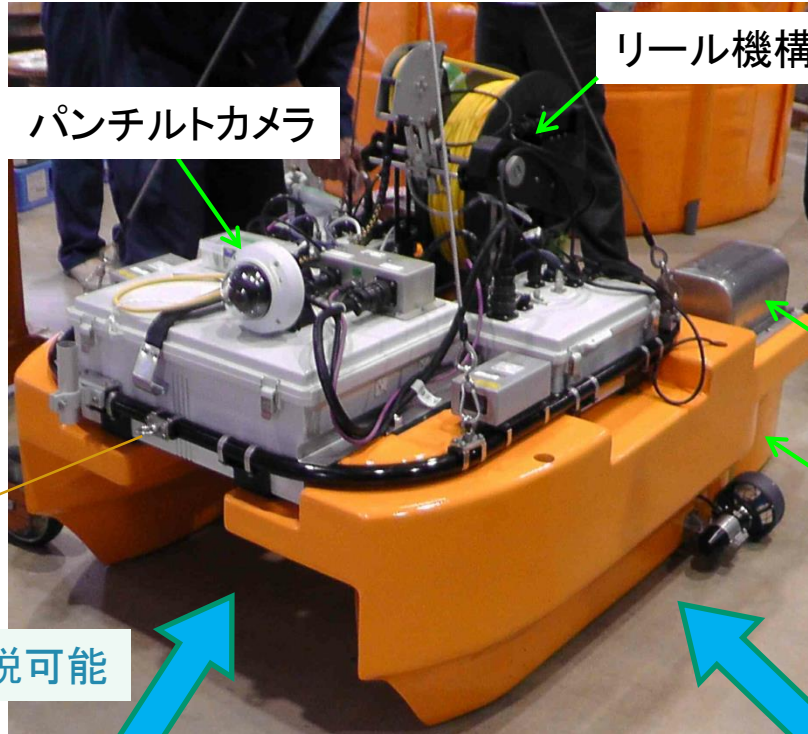
- ◆ **ワイヤ係留型** → 急流に抗して航行・停留, 非常時に回収
- ◆ **係留とラダーのみの駆動** → プロペラ音・気泡発生抑制 + 低電力消費
- ◆ 懸濁・流水下で実時間のソナー3D映像取得
- ◆ 準実時間の3次元環境地図化

# 可変構成型水中調査ロボット(河川調査仕様)

## ■ システム構成

[水上ロボットのセンサ]

- ・GPS (GNSS受信機, MEMS10軸IMUを含む)
- ・ケーブルカウンタ
- ・レーザ距離計(分解能1mm)
- ・パンチルト機構付きカメラ



リール機構

パンチルトカメラ

外形寸法: 1500 × 998 × 1400

空中重量: 87kg

最大速度: 1.3m/s以上

スラスタ: 150W × 4基

推進力: 22N(前後進)

ラダー: 20W × 2翼

ラダー駆動装置

ラダー

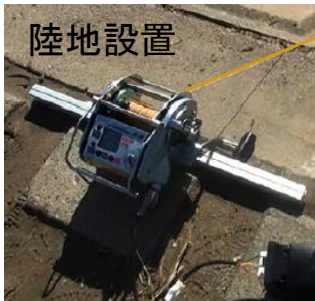
ワイヤ

陸地設置

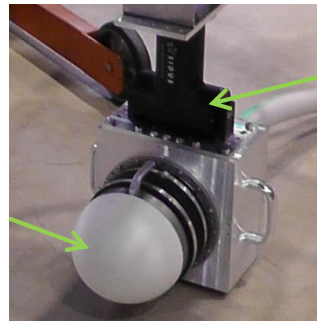
着脱可能

着脱可能

双胴船型水上ロボット



係留装置

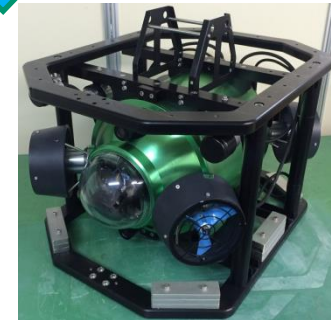


ソナーヘッド

パンチルト機構

- ・測定距離: 2~30m
- ・視野角: 30 × 60度
- ・レート: 最大20fps
- ・測定精度: 26cm

水中音響イメージングソナー

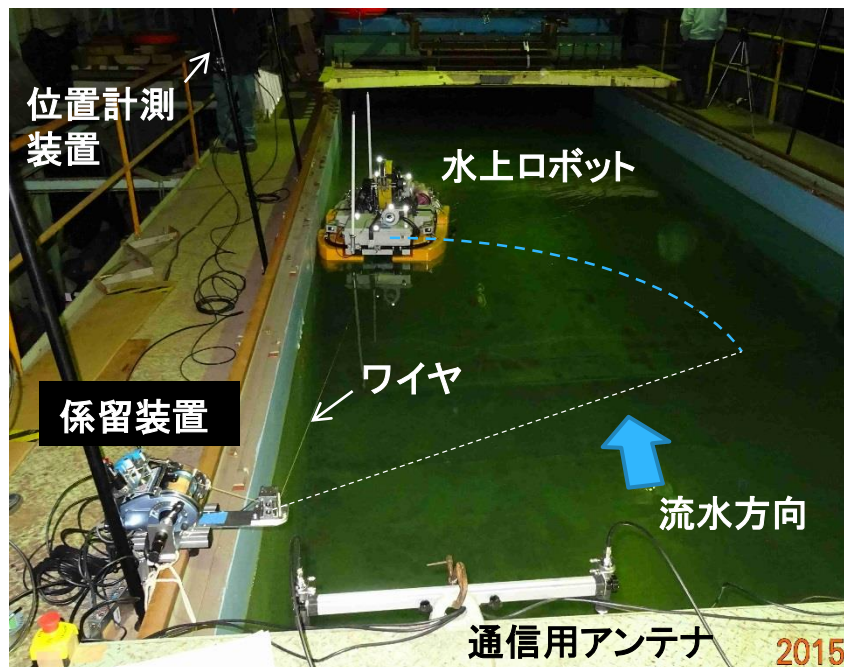


水中ロボット

# 可変構成型水中調査ロボット(河川調査仕様)

## ■ 流水下での航行能力

係留装置・ラダーによる水上ロボットの航行・停留



西日本流体技研(株)回流水槽  
(最大流速: 1.5m/s)



航行・停留動作(流速: 2ノット)

- ・船体の揺れが小さく安定
- ・改良(船首形状・浮力調整)により  
流速3ノットの航行・停留が期待できる

# 可変構成型水中調査ロボット(河川調査仕様)

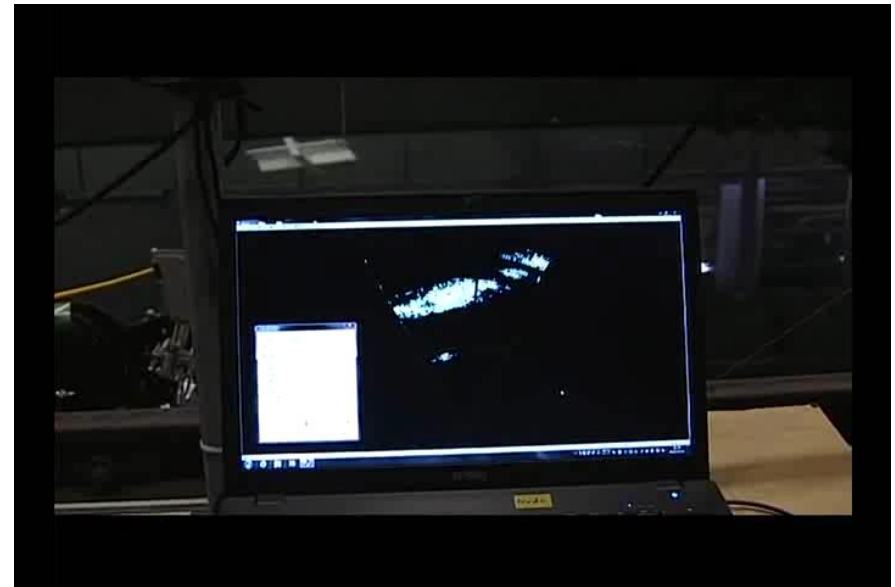
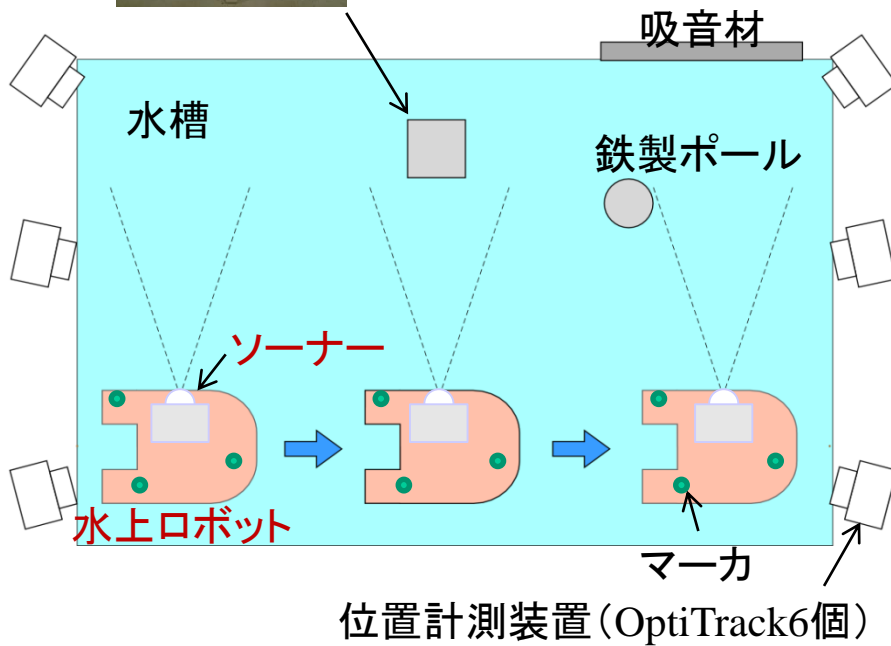
## ■ 測定機能

開発ソナーによる水中構造物のリアルタイム測定

トリプレン



材質:ポリエチレン  
サイズ:50cm角

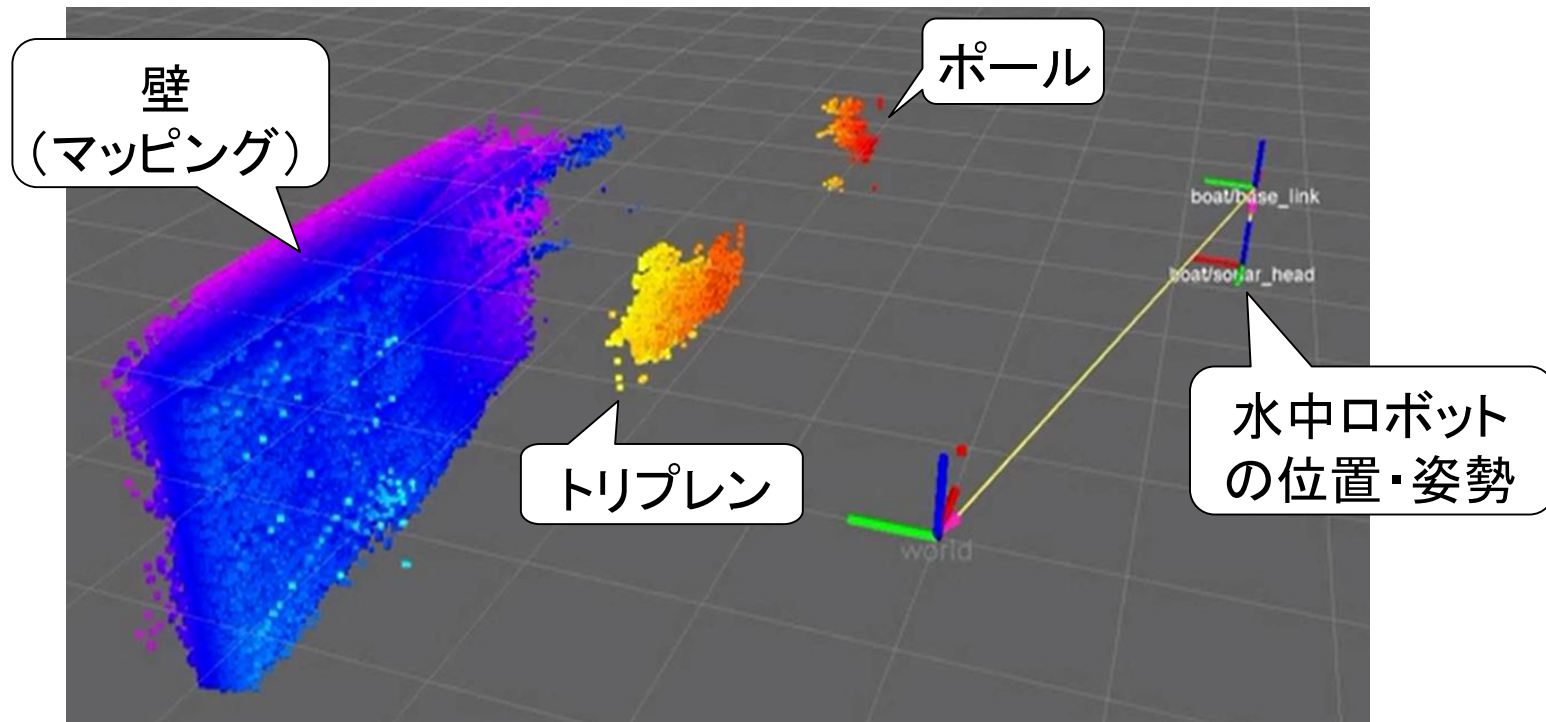


移動ロボットによるソナー測定と  
3次元データ表示の同期

# 可変構成型水中調査ロボット(河川調査仕様)

## ■ データ処理機能

ソナーによる測定データ群の3次元地図化





# アウトライン

- 背景（インフラの現状と対応）
- 産総研の研究開発事例
  - インフラ点検： 橋梁点検ロボ、水中調査用ロボ
  - 災害対応： 地上／空中複合型ロボ
- 継続的な研究開発を支える設備・イベント
- まとめ・その他

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

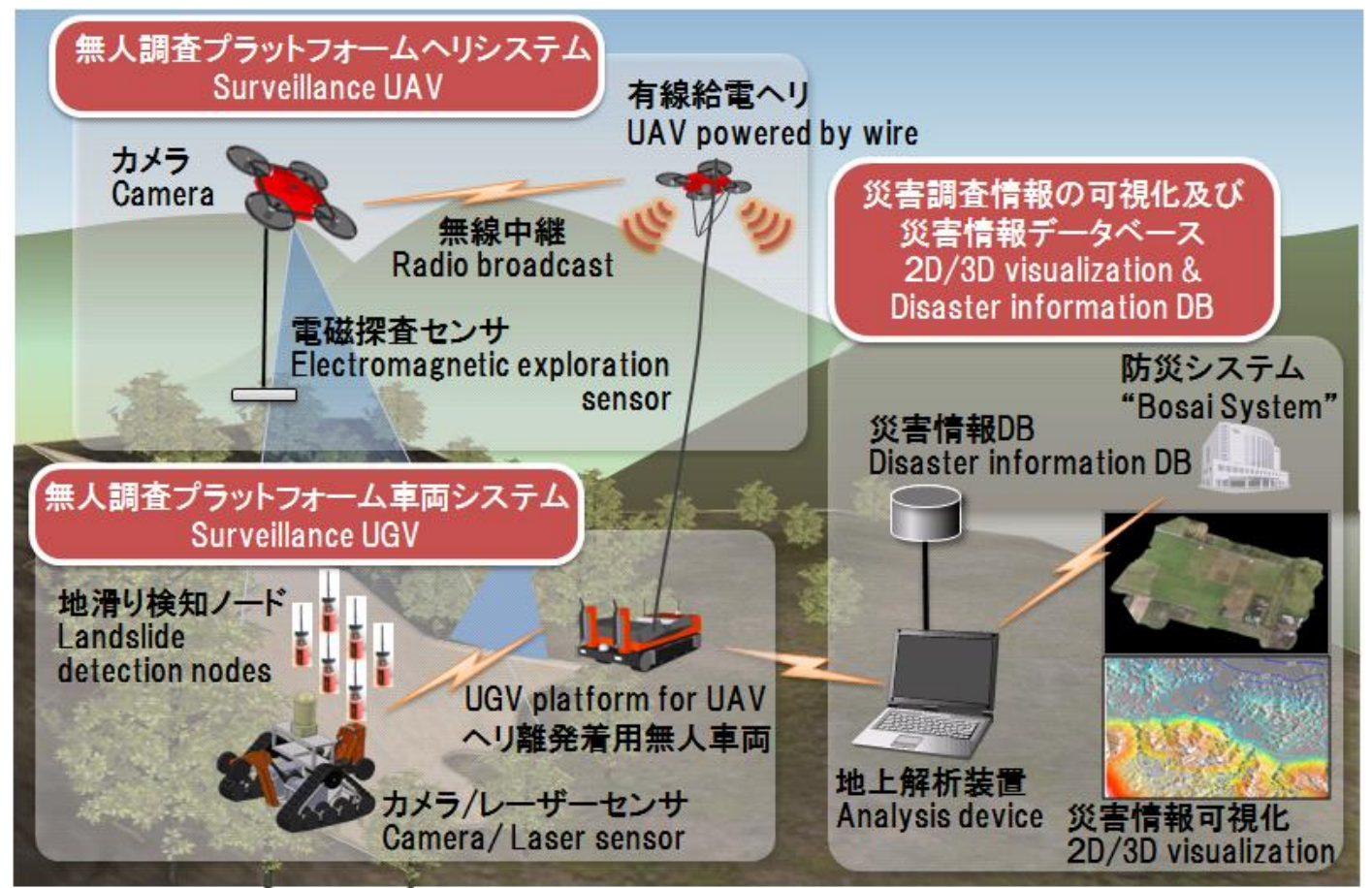
# 「災害調査用地上／空中複合型ロボットシステムの技術開発」

災害現場(土砂崩落と火山災害)の地形状況や現状把握, 地質計測などを地上, 空中から効率的に観測, 分析システムの構築を目標

民間企業と産総研の  
共同実施

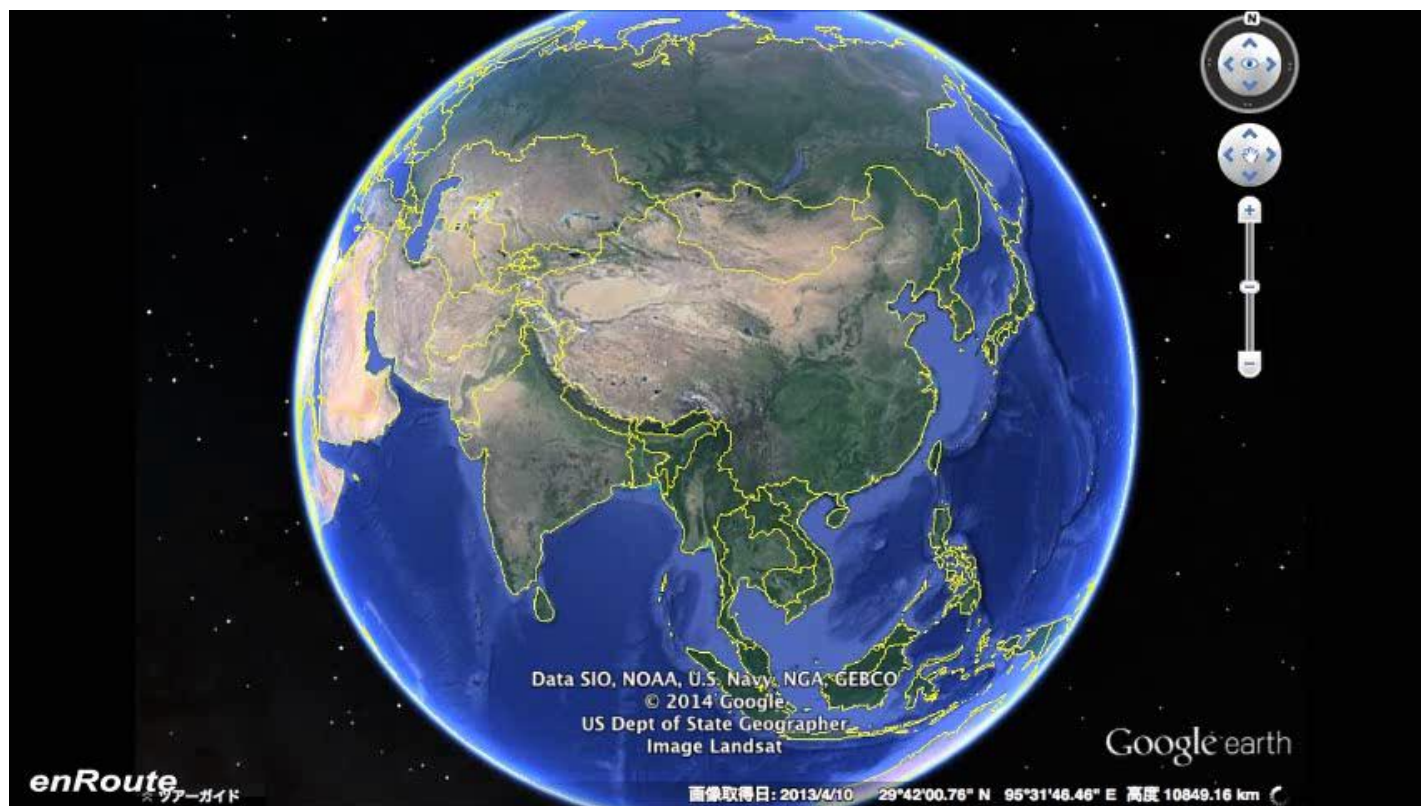
産総研の主担当

- 不整地踏破アームの開発
- 遠隔／自律制御
- 地質調査情報の解析技術の開発(地圏資源環境研究部門)



# 無人調査プラットフォームヘリ

- 土砂災害、火山災害時の初期探査用途として開発。機動性を活かし、災害現場の初期状況を探査。
  - 災害現場の観測飛行に使用 (カメラ/センサ)
  - 長距離無線の電波中継に使用
- その他にも活用予定



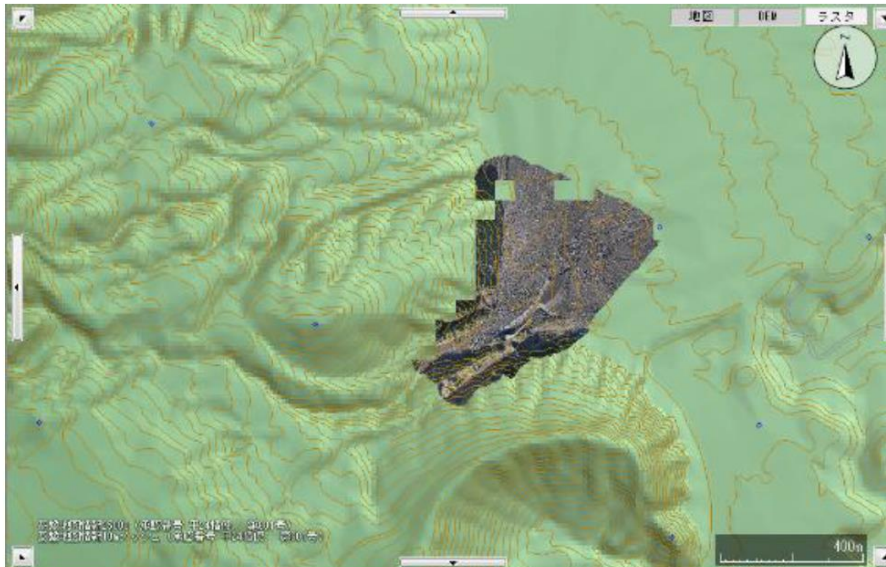
桜島黒神地区現場検証

# UAVを用いた災害情報の可視化及びデータベースの開発

- 災害状況の可視化(GIS)、災害情報の一元管理、定量的評価



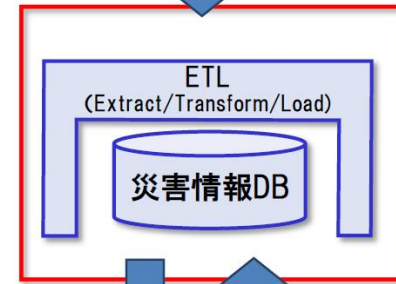
二次元可視化機能検出用GIS基本ソフト



```

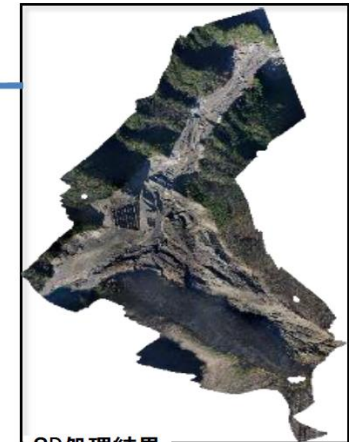
<trk><trkseg>
<trkpt lat="36.4068456" lon="138.5454076">
<ele>1875.03</ele>
<time>2014-09-09T09:53:33+09:00</time>
<course>310.83</course>
<roll>-4.8</roll>
<pitch>5.1</pitch>
<mode />
</trkpt>
:
</trkseg>
</trk>
    
```

GPS情報(GPXファイル)



フライトデータ、連続写真、  
3次元可視化ソフト出力結果等をDBに格納

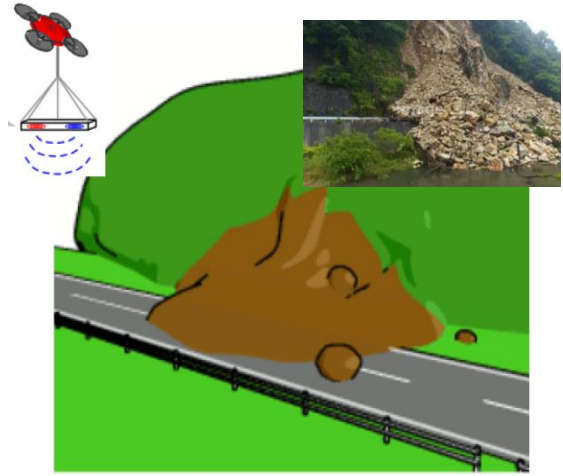
↓  
災害情報を定量的に確認



災害情報DB

# UAVを用いた電磁センサによる地質調査

- 土砂災害現場での地盤地質情報の取得
- 土砂崩壊現場での埋没車両探査…等への適用を想定



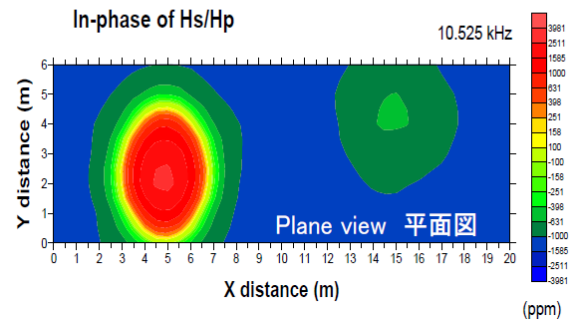
電磁探査装置GEM2



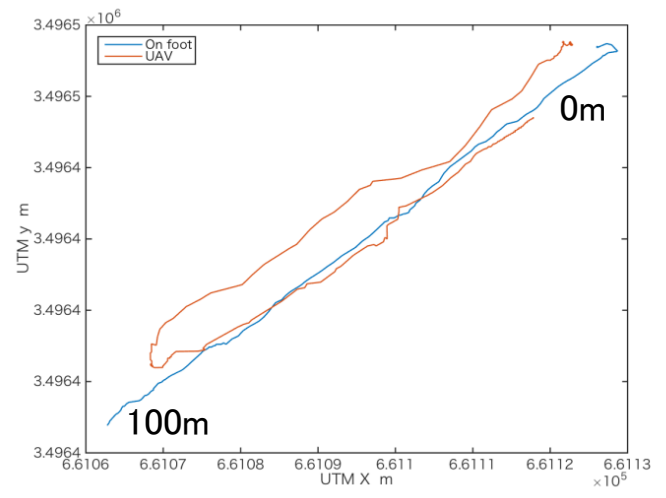
モーターから発生する電磁ノイズのセンサへの影響を抑制

測定周波数 (Hz):  
 同時8周波数: 1050, 1950, 3450, 6150, 10950, 19590, 34950, 62550

地表面

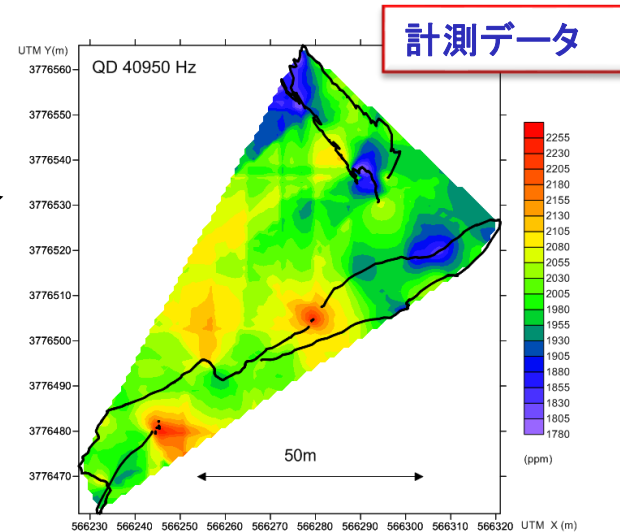


鹿児島県桜島での試験の様子



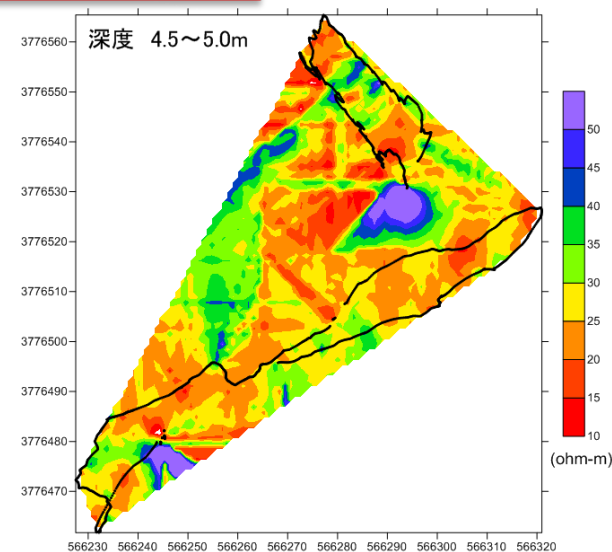
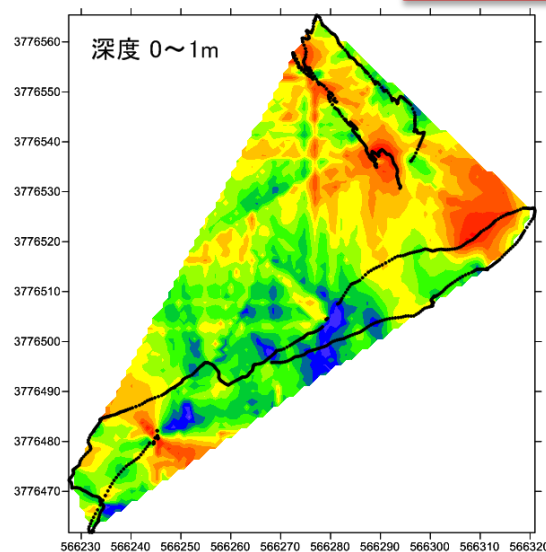
# 電磁探査センサ吊り下げ方式による土壌内比抵抗率の可視化

## UAVを利用した電磁探査



## 推定された地下比抵抗分布

- UAVを利用した電磁探査法により、土砂堆積物内部の比抵抗分布の可視化。
- 二次崩落の恐れのある土砂堆積物内部の粘土質部分や含水率の高い部分を特定したり、土砂災害エリアの埋設車両等の埋設物の位置特定の実現を目指す。



# 無人ヘリによる地すべり検知ノード設置及び移動検知

地すべり検知ノード3個をマルチコプターより投下し、ノード位置・移動量をモニタリングシステムによりリアルタイムに計測

投下機構  
パラシュート格納部  
地すべり検知ノード



投下装置



地すべり検知ノード投下の様子



ノードの位置 (GPS情報) 及び移動検知の様子



ノードID 移動量指数

id	index	time	Gyro Max	dop	temperature	pressure	bat vol	longitude	latitude	altitude
2	140	2015/12/7 15:42	844	4.71	13.8	965.4	4.12	135.7212317	34.13021667	495
3	161	2015/12/7 15:42	673	4.71	14.6	967	4.12	135.7212017	34.13025667	499
4	152	2015/12/7 15:42	1974	4.71	14.1	966.2	4.12	135.72113	34.13018167	500
2	141	2015/12/7 15:42	844	4.68	13.8	965.2	4.12	135.7212317	34.13021667	495
3	162	2015/12/7 15:42	673	4.71	14.6	967.1	4.11	135.7212017	34.13025833	499
4	153	2015/12/7 15:42	1974	4.71	14.1	966.1	4.12	135.72113	34.13018333	500
2	142	2015/12/7 15:42	844	4.71	13.8	965.4	4.12	135.7212317	34.13021667	495
3	163	2015/12/7 15:42	1096	4.71	14.6	967.1	4.12	135.7212017	34.13025833	499

リアルタイム取得データ (一部抜粋)

# トンネル災害・土砂災害・火山災害対応無人調査プラットフォーム車両 CRoSDI



L 130cm  
W 100cm  
H 125cm  
250kg

無人調査プラットフォーム車両  
CRoSDI

- 災害現場の情報を遠隔より取得可能な無人調査車両
- 災害現場に応じた構成に変更可能  
(土砂サンプリング装置の搭載、バケット、子機DIR-3、各種センサの搭載等)
- 無線中継による1km超の遠隔操作
- 遠隔操作に適したグラフィカルユーザインターフェース

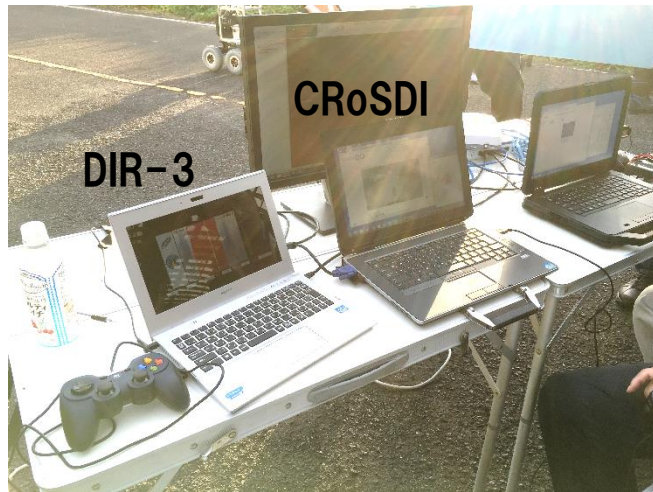


トンネル災害への適用

土砂災害現場への適用



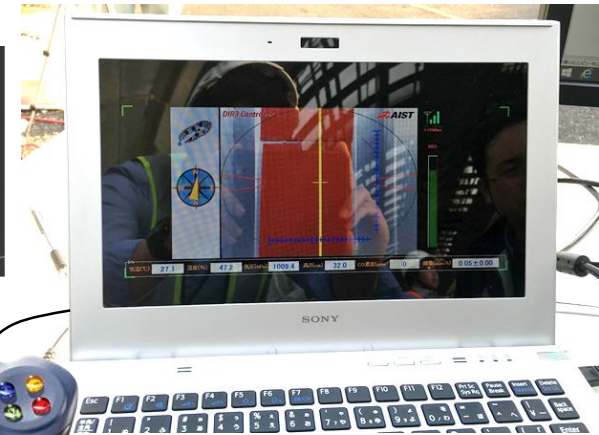
# CRoSDI, DIR-3用インターフェースと 映像伝送用UGV



Operation Console



Gamepad control



DIR-3 GUI



Gamepad control

CRoSDI GUI



Video Transmission UGV GUI

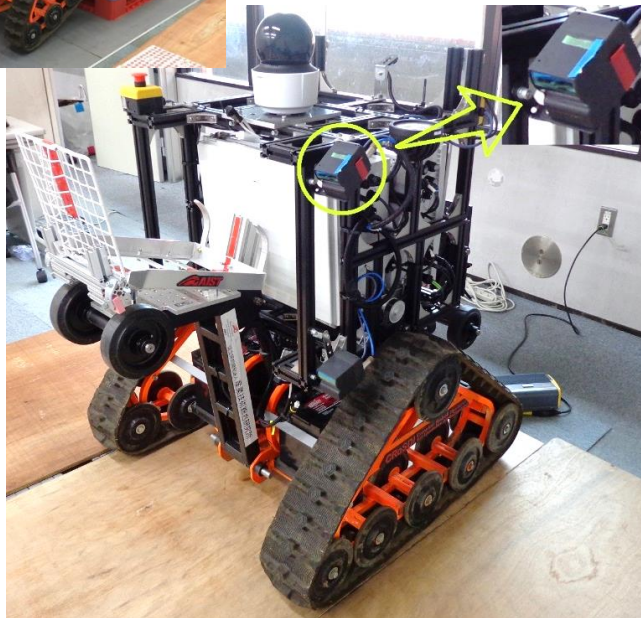


Joystick control

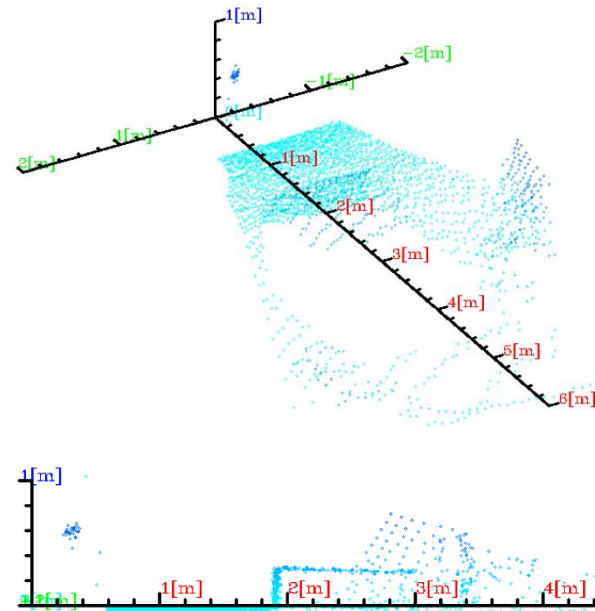
# CRoSDIによる段差乗り越え



Lidar (Infini Soleil)



LiDARを搭載したCRoSDI



斜め／横から見たロボット  
前方走路の点群データ

# CRoSDIによる段差乗り越え

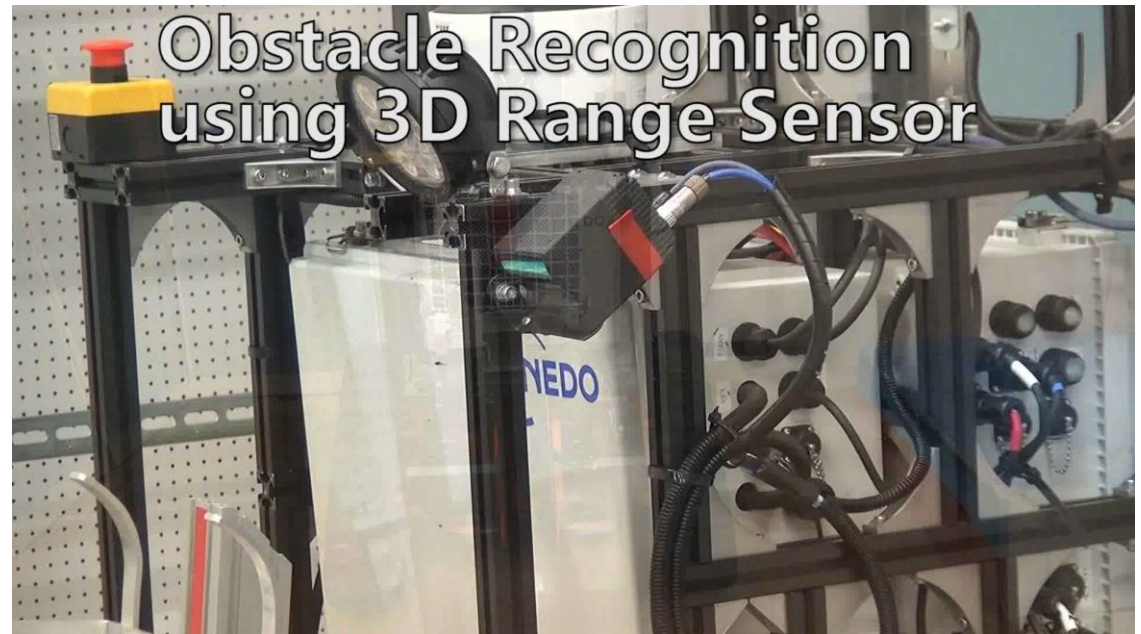
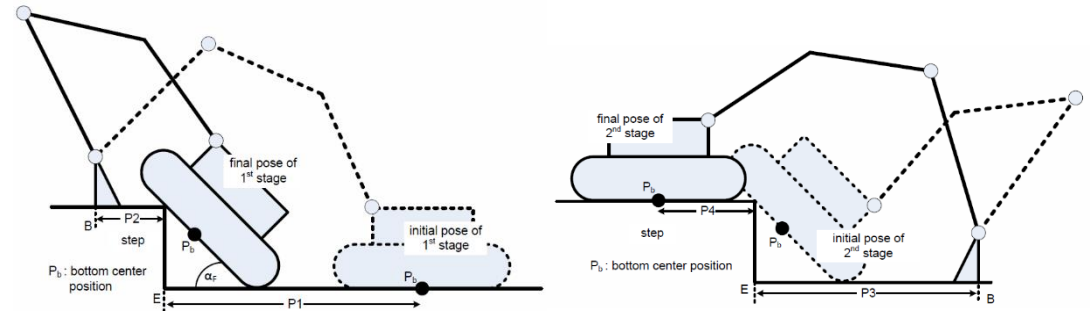
目的関数：動作開始から終了までに消費した全アクチュエータのエネルギー  $E_{tot}$

$$E_{tot} = \int_0^{t_{f1}+t_{f21}+t_{f22}} \left\{ \sum_{i=1}^{n_1} |\tau_i \dot{\theta}_i| dt + \sum_{j=1}^{n_2} |\tau_j \dot{\theta}_j| dt \right\}$$

最適化：実行可能逐次二次計画法 (CFSQP)

参考文献:

P. G. Jayasekara and H. Arisumi, "Surmounting obstacles by arm maneuver for unmanned power shovel," ROBOMECH Journal vol. 2, (2015)



# 災害調査用ロボットCRoSDI 土砂災害現場への適用



出典：産総研公式YouTube

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  
「災害調査用地上／空中複合型ロボットシステムの技術開発」の成果

# 国総研：トンネル災害現場検証に投入したロボット

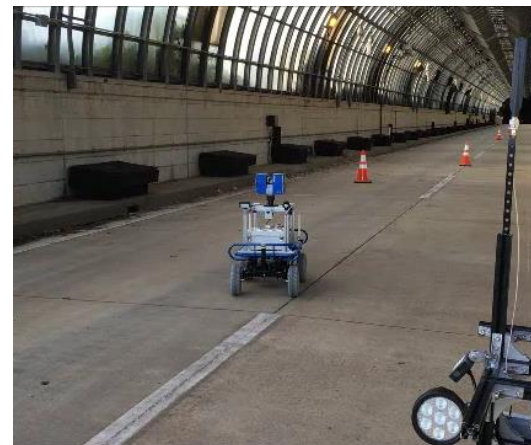


検証の目標：約700mの長さのトンネル内に設置された様々な仕掛けをクリアし、状況の把握を遠隔操作のみで行う

# UGVを用いた環境の三次元形状計測



3D scanner by FARO



# トンネル内調査の様子 (CRoSDI)



## 実施内容

- 漏水確認
- COガス検知
- 段差16cm昇降
- 放置車両確認
- 崩落箇所確認
- クラック確認
- 障害物回避
- 700m地点までの遠隔操作
- 子機による狭隘部調査

早送り再生

往復66分の調査

# アウトライン

- 背景（インフラの現状と対応）
- 産総研の研究開発事例
  - インフラ点検： 橋梁点検ロボ、水中調査用ロボ
  - 災害対応： 地上／空中複合型ロボ
- 継続的な研究開発を支える設備・イベント
- まとめ・その他



# 継続的に研究開発を推進するには

## 災害対応・インフラ維持管理等のための ロボットの社会実装に向けたロボットテストフィールドの整備

物流やインフラ点検、大規模災害等に対応する陸・海・空のロボットを対象として、ロボットの使用が想定される多様な環境を模擬できる大規模な実証フィールドの整備

開発者とユーザーの利用と対話の出来る模擬実証設備

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/32021f/test-field.html>



陸・海・空のロボット一台実証拠点 in 福島県  
(公益財団法人 福島イノベーションコースト構想推進機構)



南相馬市復興工業団地内の約500×1000mの敷地

## 設備(一部)

機械加工機器類	型式	分析機器類	型式
① マシニングセンタ	VARIAXIS j-600/5X AM ワイヤーク金属積層	① 走査型電子顕微鏡	S-3700N
① NCフライス盤	KE55	① 測定顕微鏡	MF-UK4020D
① 半自動旋盤	TAC-360	① フーリエ変換赤外分光分析システム	Spotlight200i-DTGS SpectrumTWO
① ボール盤	B 23S	① エネルギー分散型蛍光X線分析装置	EA6000VX
① コンターマシン	VZ-300SA	① 実体顕微鏡	S9i
① 高速切断機	HS-100G2	① FFTアナライザ	CF-9400
① シャーリングマシン	AST-1313	① デジタルマイクロスコープ	VHX-7000
① 切削動力計	9139AA		
① 両頭グラインダ	FG255T	① 寸法・形状測定機器類	型式
① ベルトグラインダ	FS-2N	① X線CT装置	TOSCANER-24500AVFD
② 3Dプリンタ①	L-DEVO F300TP	① CNC三次元測定機	STRATO-Apex9166
② 3Dプリンタ②	F170	① 表面粗さ・輪郭形状測定機	SV-C4500L8
		① 非接触三次元デジタイザ	ATOS Compact Scan 12M

## 福島ロボットテストフィールド研究室入居社

公立大学法人会津大学	会津大学のロボット研究、産学連携による研究開発、福島県ロボット産業育成・人材育成を通じて、福島県の復興に寄与することを目指す。
(株)人機一体	重機等に使用される油圧シリンダを代替可能な完全電動のアクチュエータを開発し、製造・販売、市場開拓を行う。
(株)タジマモーターコーポレーション	高齢化、地方ワンマイル、共有化、災害と地球温暖化対策といった次世代社会課題に対応する次世代モビリティを開発する。一箇所の施設で様々な環境を想定した走行テストを実施することで、開発期間の短縮を目指す。
テトラ・アビエーション(株)	一人乗り飛行機(空飛ぶクルマ)の開発及び無人の物流専用機の開発。
(株)テラ・ラボ	衛星通信により制御する長距離固定翼無人航空機を運用することにより、大規模な災害発生時における広域三次元データの取得、解析する情報共有システムを確立する。
(株)デンソー	ドローンを活用した精度が高い、コストメリットのある橋梁点検ドローンを開発・提供し、社会インフラの安全な維持・管理に貢献する。
東北大学未来科学技術共同研究センター	モビリティ・イノベーション連携会議に参画する大学・研究機関メンバーを中核に、産学共創による拠点を構築し、次世代モビリティ(自動運転、EV、コネクテッドモビリティ等)の社会実装と新産業創出・人材育成及びそれらによる国際連携を推進する。
富士コンピュータ(株)	人の心理的側面に踏み込んだ知的交流としてのコミュニケーション機能を備える介護ロボットを開発する。会話にはAI技術を活用し、介護を必要とする高齢者の自立支援をする寄り添いロボットの事業化を行う。
(株)プロドローン	大型ドローンとその周辺技術に関する研究開発を行う。RTFでは設計・試作・フライトテストを実施し、実運用に向けた周辺技術の開発も行う。また、目視外第三者上空飛行で重要となる、ハードウェアおよびシステムの信頼性向上のため、繰り返しフライトや長距離フライトと、衝突・落下試験等も実施する。

出典: 復興庁HPから抜粋

[https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-4/kenkyu-kyoten/material/20191003\\_shiryou1-1.pdf](https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-4/kenkyu-kyoten/material/20191003_shiryou1-1.pdf)

<https://www.fipo.or.jp/robot/facility/development>

主催：経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

日時：延期決定（2021年度で調整中）

種目：World Robot Challenge 競技会、World Robot Expo 展示会

WRCのカテゴリー：ものづくり、サービス、インフラ・災害対応、Jr

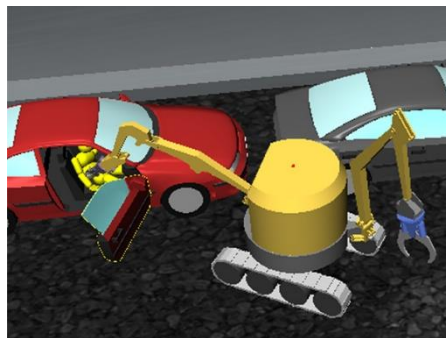
## インフラ・災害対応カテゴリー（書類審査通過:34チーム）

- ・プラント災害予防
- ・トンネル事故災害対応・復旧
- ・災害対応標準性能評価

場所：福島テストフィールド



異常検知と緊急対応



車両/周辺の調査、救助



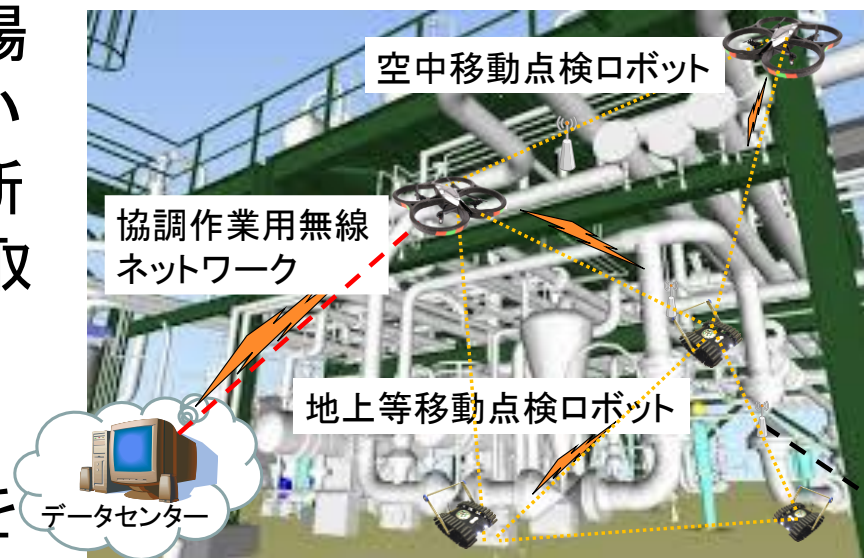
点検用デッキの移動

<https://worldrobotsummit.org/>

# まとめと今後について

## ■ 喫緊の課題となっているインフラ維持管理や災害対応のためのロボット研究開発事例の紹介

- ◆ 運用を考慮したシステムの高信頼化とリスク対応策の検討が、ロボットの有用性、安全性の向上には不可欠
- ◆ 過酷なインフラ点検維持や災害現場で活躍できる頑健性、信頼性の高いロボットシステムを開発し、導入判断に資する評価や基準策定などにも取り組んで行く
- ◆ 産業インフラの維持管理も対象に、**アクセス技術**、**効率化技術**の開発を促進



協調通信と作業統制を用いた複数点検ロボットの運用イメージ

※まず現場の状況と課題を知ることが開発に不可欠: 様々な協力を模索中