

～国土強靱化を見据えた～  
社会インフラ保守にかかるデジタルツインエコシステムの構築と推進

2021年12月10日  
株式会社 日立製作所  
社会ビジネスユニット  
公共システム事業部

# Contents

---

1. 社会インフラ保守の課題と国土強じん化の必要性
2. 課題解決の方向性
3. データを価値に変える各種ソリューションのご紹介
4. まとめ

---

# 1. 社会インフラの課題と国土強じん化の必要性

# 1-1.インフラ保守における社会課題

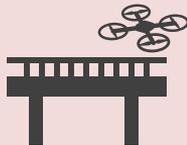
- ・高度成長期に整備された社会インフラ(道路、橋、水道など)の老朽化が進展
- ・熟練作業員の人員不足と高齢化
- ・さらに大規模災害(地震)への備えも重要課題(国土強靱化)

デジタル活用によるインフラ保守技術の  
確立、防災・減災への取り組みが急務

## 課題



## 解決の方向性

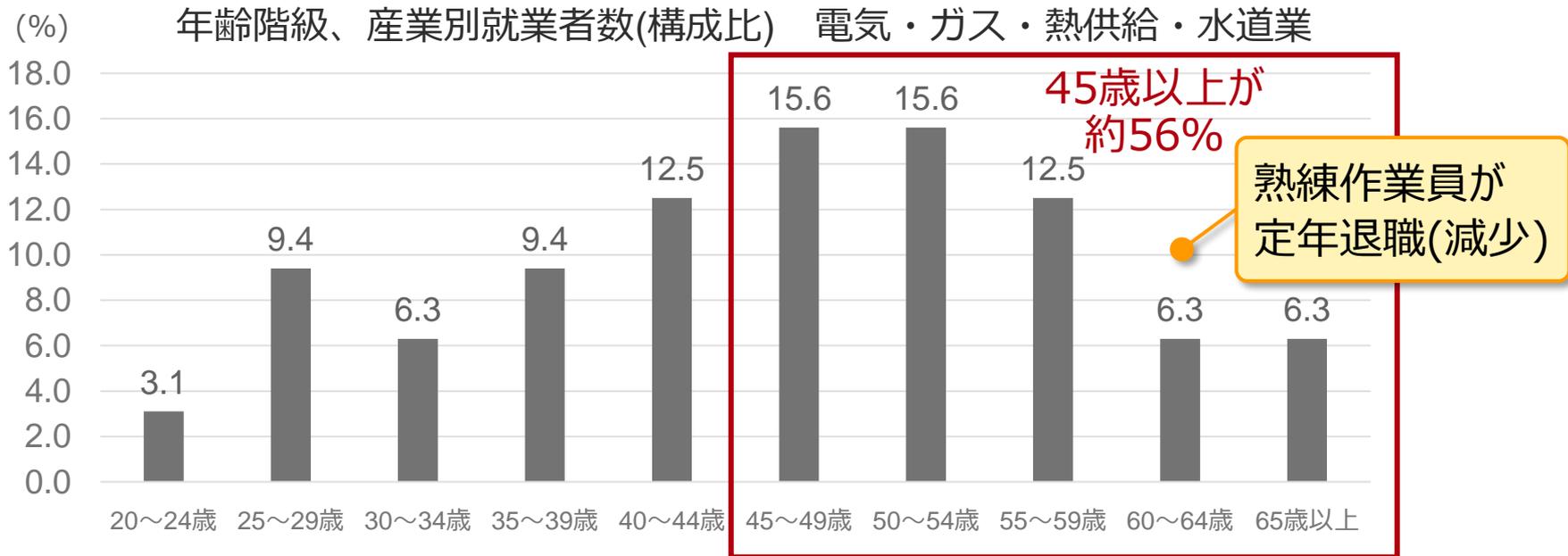


データ分析



## 1-2. 社会インフラ保守の現状(1/3)

- 熟練作業員の高齢化により、保守を行う技術を持つ人財が減少
- 保守員の人財確保が困難



「令和2年 労働力調査年報」(総務省統計局)

(<https://www.stat.go.jp/data/roudou/report/2020/index.html>)を加工して作成

## 1-2. 社会インフラ保守の現状(2/3)

- 社会インフラ設備の老朽化による事故が発生
- 今後、老朽化の進行により事故の発生リスクも増大



橋梁における鋼材の破断



腐食にともなう水道管破裂による  
路面陥没



管路施設が原因となった  
陥没事故

出典：国土交通省Webサイト

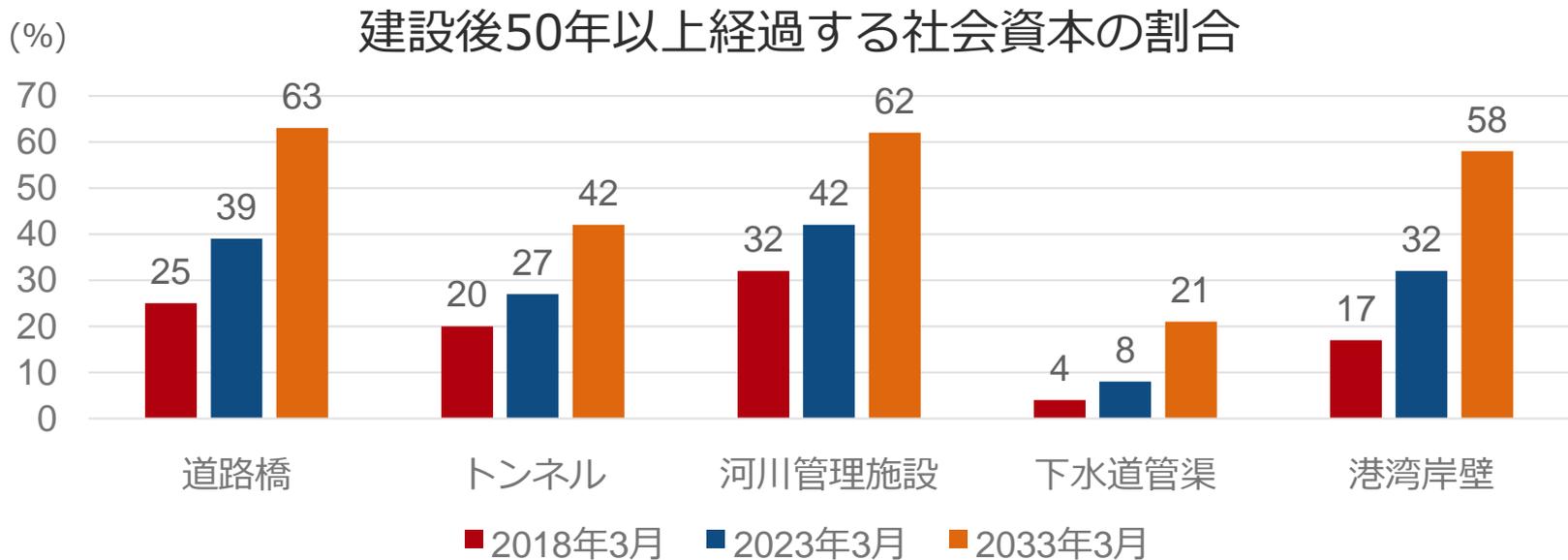
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h25/hakusho/h26/html/n1131000.html>

<https://www.mlit.go.jp/common/001172283.pdf>

[https://www.mlit.go.jp/singikai/infra/city\\_history/city\\_planning/gesuido\\_18kaisai/302-2.pdf](https://www.mlit.go.jp/singikai/infra/city_history/city_planning/gesuido_18kaisai/302-2.pdf)

## 1-2. 社会インフラ保守の現状(3/3)

- 今後、老朽化した社会資本の割合の増加する見通し
- それにともない、維持管理費・更新費の増大が予測される



「インフラメンテナンス情報 社会資本の老朽化の現状と将来」(国土交通省)  
([https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02\\_01.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html))を加工して作成

# 1-3. 大規模災害の実態(大規模地震、風水害の被害)

- 2011年の東日本大震災をはじめ、大規模地震が多数発生
- 豪雨の年間発生回数が増加の傾向。今後も増加が見込まれる

## 過去15年で発生した大規模地震

発生年月日	名称
2007/3/25	平成19年(2007年)能登半島地震
2007/7/16	平成19年(2007年)新潟県中越沖地震
2008/6/14	平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震
2011/3/11	平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)
2016/4/14	平成28年(2016年)熊本地震
2018/9/6	平成30年(2018年)北海道胆振東部地震

「日本付近で発生した主な被害地震」(気象庁)

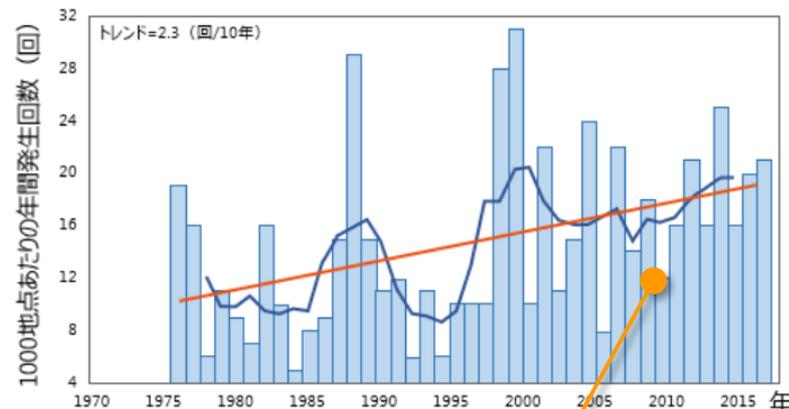
(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/higai/higai1996-new.html>)を加工して作成

出典：内閣府 防災情報のページ

<http://www.bousai.go.jp/kyoiku/hokenkyousai/suigai.html>

## 豪雨の増加

[アメダス] 1時間降水量80mm以上の年間発生回数



地球温暖化の進行に  
ともない、豪雨の頻度は  
今後も増加する見通し

## 1-4. 国土強じん化への取り組み

# ・災害に事前に備えるため、強くてしなやかな国をつくる取り組み 「国土強じん化」を推進中

### 背景

- ・これまで、大規模自然災害が多数発生。事後対策を実施してきた。
- ・災害に対して、事前に備える必要あり。

東日本大震災を受け、  
平成25年に国土強靱化基本法が制定

### 国土強靱化 とは

大規模自然災害時に、人命を守り、経済社会への被害が致命的にならず、迅速に回復する「強さとしなやかさ」を備えた国土、経済社会システムを平時から構築していくこと

### 国土強靱化 基本目標

1. 人命の保護が最大限図られること
2. 国家および社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持されること
3. 国民の財産および公共施設に係る被害の最小化
4. 迅速な復旧復興

「国土強靱化進めよう！」(内閣官房国土強靱化推進室)

([https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo\\_kyoujinka/pdf/kokudo\\_pamphlet\\_r3.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kokudo_pamphlet_r3.pdf))

「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法 概要」(内閣官房)

([https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo\\_kyoujinka/pdf/kihon-gaiyou.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/kihon-gaiyou.pdf))を加工して作成

---

## 2. 課題解決の方向性

### ● 社会インフラ全体からデータを収集して分析し提供

データを  
収集

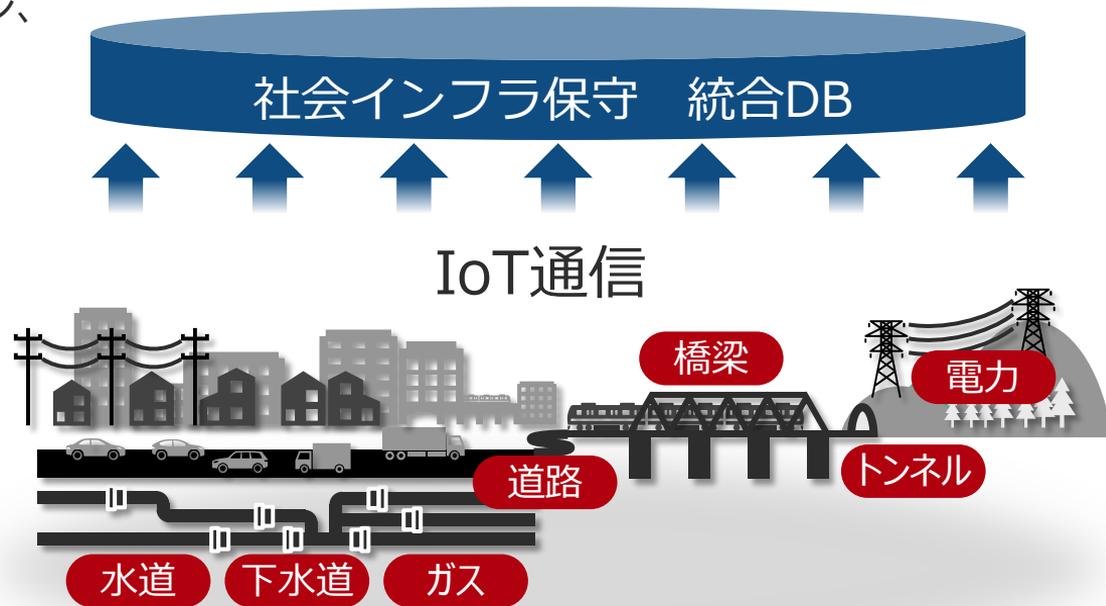
センサー、レーダー調査、ドローン、  
映像カメラなどの技術を使い、  
インフラの状況をデータで収集

データを  
分析

収集したデータを統合DBなどに  
蓄積して解析

データを  
提供

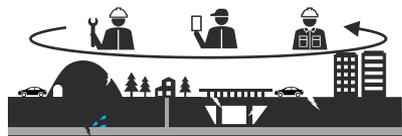
解析結果を価値情報として  
社会インフラ保守サービスとして  
提供



## 2-2. 社会インフラ保守ソリューション

- 監視の自動化、インフラ全体での情報共有、共有したデータを活用した予測・シミュレーションを実現

データを 収集



人による定期劣化診断



デバイスによる常時監視

常時監視による早期検知  
業務自動化で点検品質の平準化

データを 分析



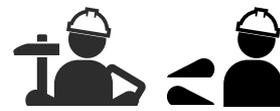
人の経験値による  
診断・判断



AIによる  
予測・シミュレーション

暗黙知の形式知化  
データを価値に転換

データを 提供



熟練者のノウハウに  
依存した現場作業



有益な情報をPF(プラット  
フォーム)から提供

価値ある情報を提供し  
保守保全を高度化・効率化

## 2-3. 社会インフラ保守プラットフォーム 全体コンセプト

- インフラ関連事業者の業務DX化を実現するエコシステムを構築
- 大規模災害への備えとして、有事も使えるPFで国土強じん化にも対応

社会インフラにかかわる業界・業種をデジタルでつなぎ  
情報がアップデートされていくエコシステムを構築

社会インフラ保守  
プラットフォーム



創出  
価値

業務DX化による  
スマート化



コストの低減

大規模災害発生時

国土  
強じん化

迅速な状況把握  
と復旧支援

被災  
状況

管路  
位置

---

### 3. データを価値に変える各種ソリューションのご紹介

# 3-1. 国土強じん化目標と日立の関連ソリューションまとめ

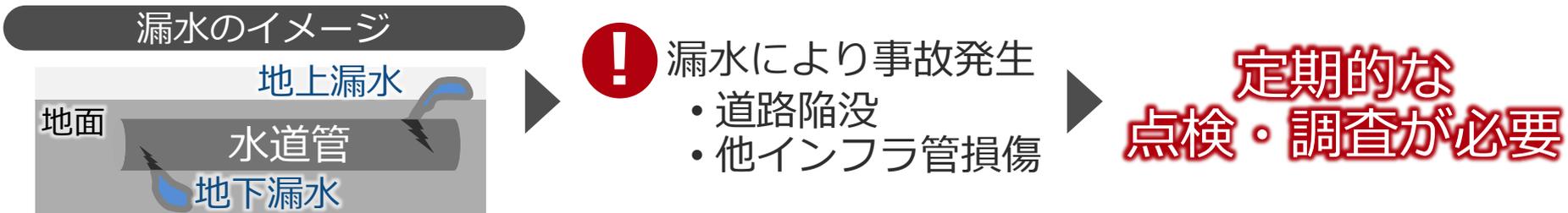
事前に備えるべき目標例	「起きてはならない最悪の事態」例	ソリューション
ライフライン、燃料供給関連施設、交通ネットワークなどの被害極小化と早期復旧	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ 上水道などの長期間にわたる供給停止&lt;重点&gt;</li><li>▶ 電力供給ネットワークや都市ガス供給、石油・LPガスサプライチェーンなどの長期間にわたる機能の停止&lt;重点&gt;</li><li>▶ 新幹線など基幹的交通から地域交通網まで、陸海空の交通インフラの長期間にわたる機能停止</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ 漏水検知サービス</li><li>▶ 地中可視化サービス</li><li>▶ ドローン活用によるインフラ点検</li></ul>
必要不可欠な情報通信機能、情報サービスの確保	▶ 災害時に活用する情報サービスが機能停止し、情報の収集・伝達ができず避難行動や救助・支援が遅れる事態<重点>	▶ ドローン活用による広域状況把握映像解析システム
直接死の最大限防止	▶ 突発的または広域かつ長期的な市街地などの浸水による多数の死傷者の発生<重点>	▶ リアルタイム洪水シミュレータ (DioVISTA)

「国土強靱化年次計画2021」(内閣官房)

([https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo\\_kyoujinka/pdf/nenjikeikaku2021\\_02.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/pdf/nenjikeikaku2021_02.pdf))を加工して作成

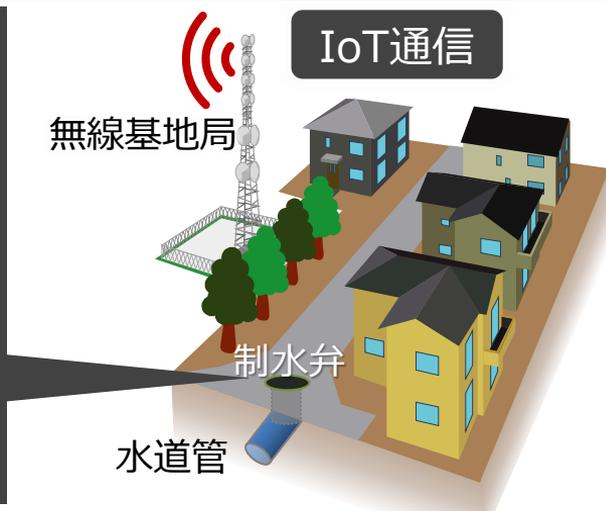
### 3-2-1. 漏水検知サービス 漏水に関する課題

- 漏水は道路陥没などの事故につながることもあり定期的な点検が重要
- 漏水調査は熟練者に依存しており、今後の継続的な調査に課題



## 3-2-2. 漏水検知サービス サービスの概要

- 超高感度振動センサーとアルゴリズムにより高精度な漏水検知を実現
- 次世代IoT通信による常設監視を行うことで漏水起因の事故を抑止



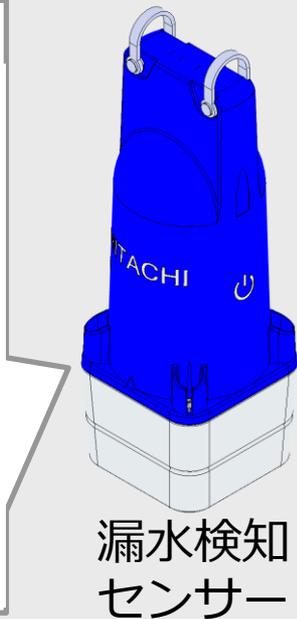
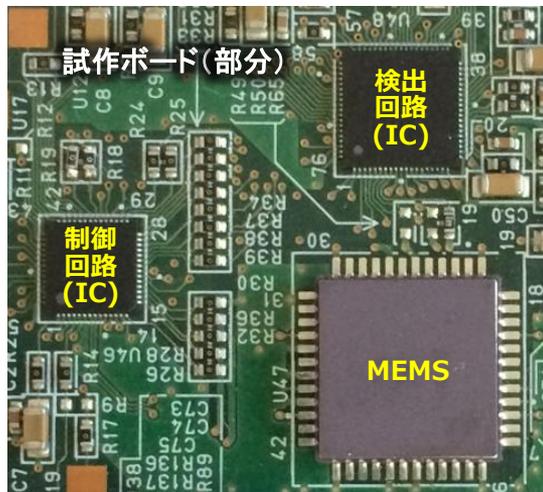
※画面はイメージです。

項目	従来の漏水調査	漏水検知サービス
調査頻度	3~5年に1度程度	常設センサーとIoT通信を用いて、漏水を常設監視
特徴	人手作業で手間がかかる	センサー設置により、作業効率が16倍向上(当社試算)

### 3-2-3. 漏水検知サービス 超高感度振動センサー

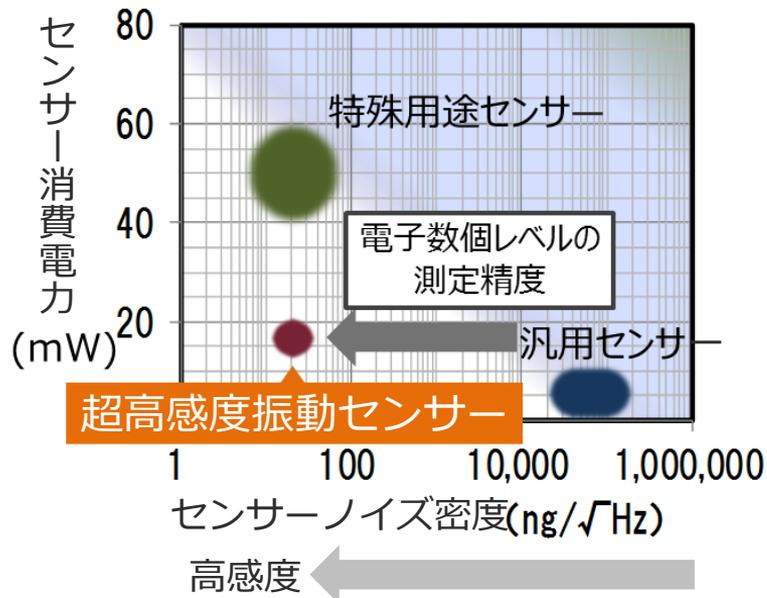
- 超高感度振動センサー(MEMS)を漏水検知に利用
- 低消費電力化、低ノイズ化による微小な漏水の検知を実現

MEMSセンサー外観



漏水検知  
センサー

MEMS : Micro Electro Mechanical Systems



**既存の汎用センサーと比較して  
高感度であり、2けたの測定精度を実現**

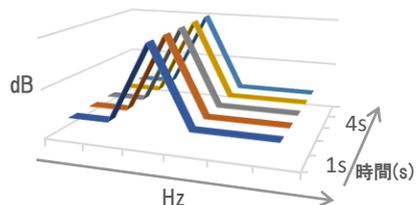
### 3-2-4. 漏水検知サービス 漏水検知アルゴリズム

- 音聴調査や既存センサーで誤検知しやすい振動をアルゴリズムで判別
- 実証したすべての擬似漏水振動に対し、誤判定がないことを確認

#### 自社開発の漏水検知アルゴリズム



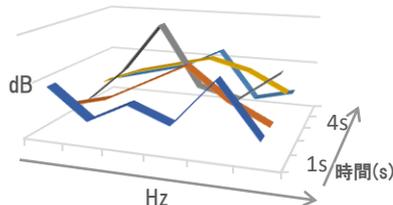
連続的な振動



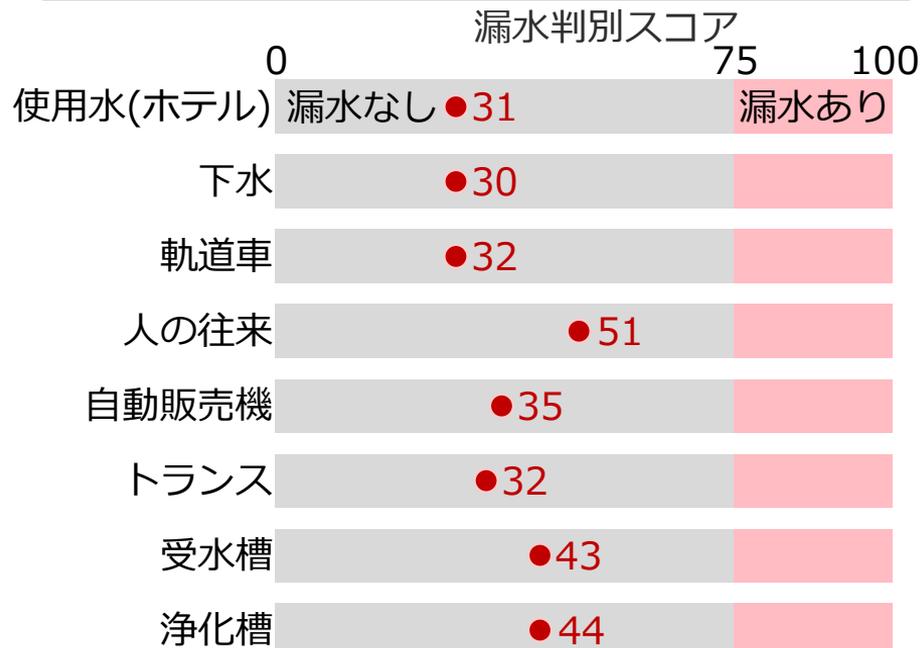
**漏水特有の振動を検出**



非連続な振動



#### 判定結果



- 超高感度振動センサーと独自のアルゴリズムで誤検知の課題を解決
- 漏水の常設監視が可能となり漏水管理の大幅な高度化、効率化を実現

### ① 超高感度振動センサー

超高感度振動  
センサーを使用



小さな漏水振動も検知可能で  
あり広範囲の監視が可能

### ② 漏水検知アルゴリズム

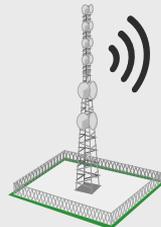
自社開発の  
アルゴリズム  
を使用



従来の誤検知の課題を解決  
⇒誤検知を減らすことに成功

### ③ 漏水の常設監視

データ収集に  
次世代IoT  
通信を活用



ドライブバイ方式などとは異なり、  
漏水の常設監視が可能

高精度での漏水の常設監視を実現

## ● 平常時の漏水検知だけでなく、災害時にも役立つ情報を提供

平常時

継続監視により、早期に地下での小漏水を発見できるようになるため、計画的な対策が可能

水道局メリット (想定)

- 漏水量低減による造水コスト低減
- 住民通報による緊急対応の低減、計画的な修繕工事の実現
- 道路陥没や他埋設管(ガスなど)損傷リスクの低減

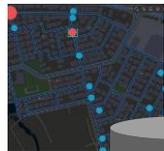
住民メリット (想定)

- 道路(宅地内)陥没事故などの低減(安全)
- 住民通報の低減(安心)
- 緊急修繕工事による突発断水の低減(快適)

災害時

漏水検知データと地域情報などを掛け合わせ、漏水修繕の優先順位付けを支援

災害時情報(例)：医療機関密度レイヤー

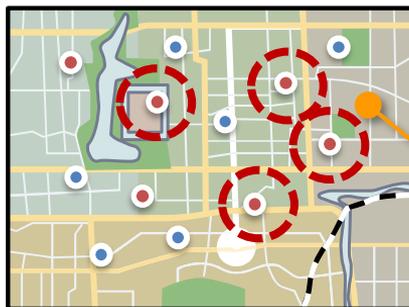


漏水検知データ



国勢調査データ

- 人口密度情報
- 高齢者(60歳以上)の住居情報
- 医療機関密度情報など



レイヤーを重ねて表示

- : 漏水発生
- : 漏水なし

医療機関密度の高い漏水点から優先的に対策を実施

## 従来の漏水調査

人が音聴棒で調査

熟練者のノウハウに依存  
従事者も減少傾向

一般的に数年に一度の調査の為  
漏水による事故リスクが増大



腐食に伴う水道管破裂による  
路面陥没(※)

※出典：国土交通省WEBサイトより

## 大規模災害(地震)発生時

老朽化した水道管からの漏水が多発

混乱の中、全体の状況把握に多大な工数発生



出展：厚生労働省HP 東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書より

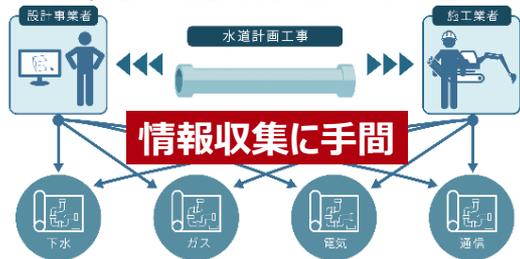
平時のインフラ保守DX化とともに  
有事に向けた備えとして、漏水検知  
センサの面的整備の推進が重要

国土  
強靱化

- 複数インフラ事業者が個別に図面管理しており、収集に手間がかかる
- 図面と現場に相違があることが多く、設計・施工に影響あり

## ニーズ① 情報収集工数の削減

他道路占用事業者の埋設物調査に時間と手間がかかる



## ニーズ② 試掘工数の削減

配管位置が図面と異なる場合、複数回の追加試掘が発生



## ニーズ③ 配管損傷事故リスクの回避

図面と配管位置が異なる/記載が無いことで損傷事故が発生



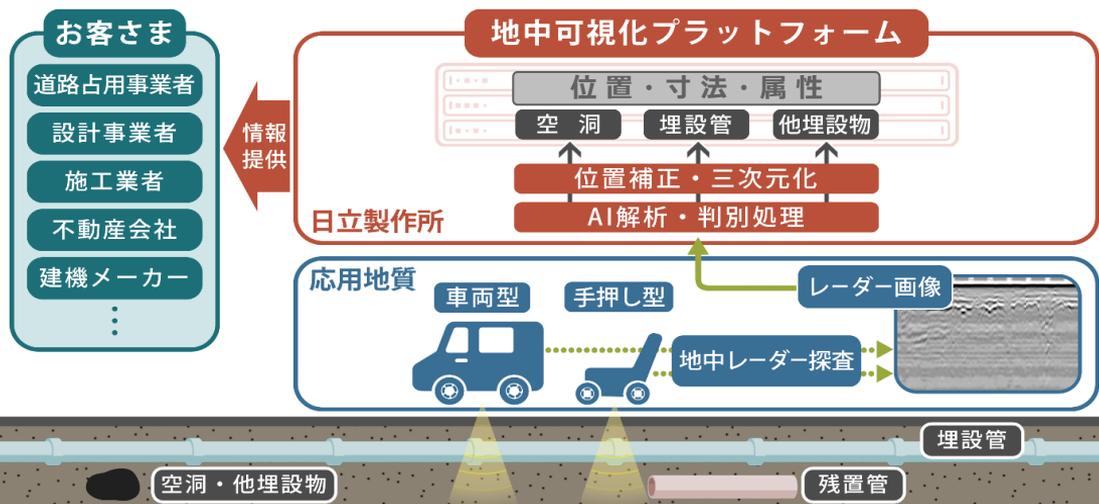
## ニーズ④ 工期遅延リスクの回避

予期せぬ埋設物による工期遅延、追加費用が発生



## 3-3-2. 地中可視化サービス サービス概要

# ● 地中レーダー画像解析により地下埋設物情報を可視化 プラットフォーム上で統合管理しオンデマンドにて提供



### 応用地質

地中レーダー探査

車両にレーダー探査装置、GNSS\*1・慣性航法装置\*2を搭載し、時速45kmでレーダー探査が可能

### 日立製作所

AI解析

地中レーダー探査により取得したレーダー画像から埋設管・空洞・その他の埋設物の位置情報を判別

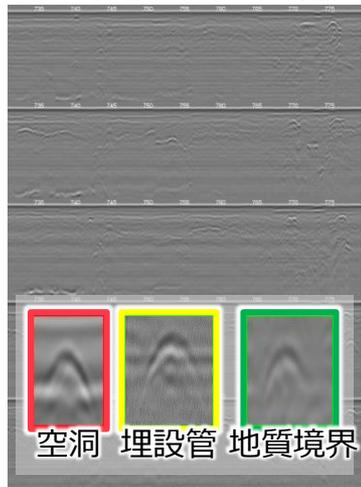
\*1 GNSS(Global Navigation Satellite System): 全球測位衛星システム

\*2 GNSSの測位品質が劣化する場所においても位置精度を維持

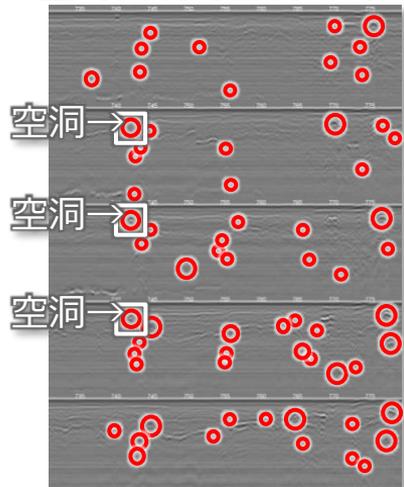
- AI活用により熟練者に依存していた空洞候補数を90%以上削減\*1
- 空洞の判別にかかる工数をトータルで約70%削減\*2

#### 従来の空洞判別作業

画像上に存在するすべての空洞候補の選別、判定作業を実施



67個(50m探査時、赤丸部分)の候補から全て目視で空洞を判別



#### AIを活用した空洞判別作業

AIにより絞り込んだ6個(赤丸部分)の候補から空洞を判別



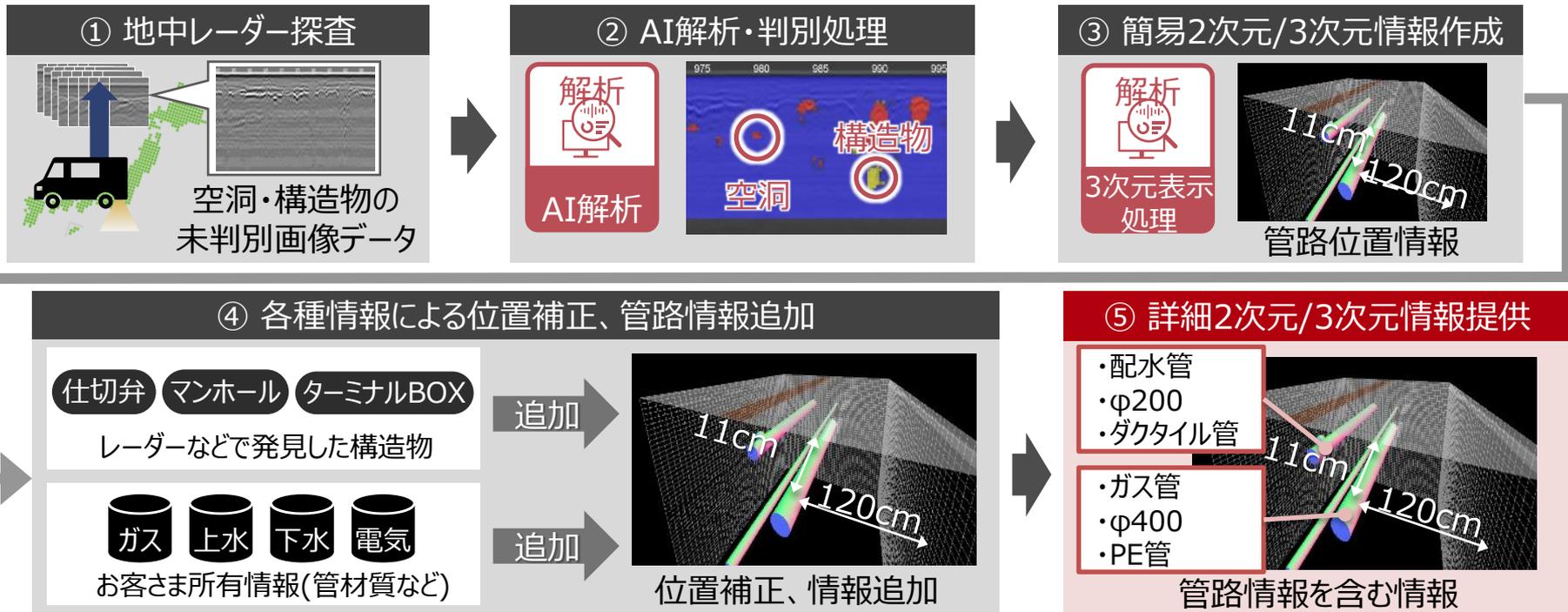
従来作業との比較  
空洞候補の選別作業：なし  
判別候補数：67個 → 6個

※画面はイメージです。

\*1 実証実験結果。20km中に存在する20,000個の空洞候補を見逃しなく200個に絞り込み可能なことを実証。

\*2 当社が実施した実証実験の実績より算出。

## ● 地中レーダー探査データをAI解析することで、地下埋設物の判別処理を実施



※画面はイメージです。

© Hitachi, Ltd. 2021. All rights reserved.

## ● 平時からの防災・減災に向けた取り組みや有事の早期復旧支援に貢献

### 防災・減災に向けた無電柱化推進時

緊急輸送道路中心に無電柱化推進が急務

既存管路の位置把握、調整に多大な工数を要す

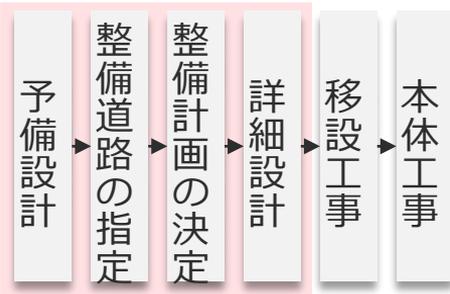
- 令和元年台風15号による電柱倒壊



※令和2年度 第5回 無電柱化推進のあり方検討委員会 参考資料より  
(国土交通省Webサイト掲載資料)

<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/chicyuka/pdf14/07.pdf>

- 無電柱化推進フロー



※ 特に管路の位置把握、調整に時間を要する工程

### 大規模災害(地震)発生時

損傷した生活インフラ(水道・ガス管路)の復旧が急務

管路の位置がわからず、特定に多大な工数を要す



※厚生労働省 東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書より  
<https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/houkoku/suidou/121214-1.html>

平時のインフラ保守DX化とともに有事の備えとしての  
無電柱化推進や、有事の際の復旧作業の迅速化に向け、  
地下埋設物情報の面的整備が有効



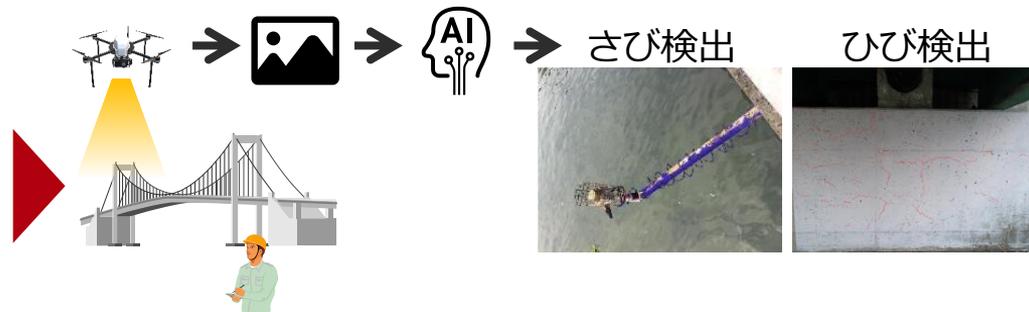
- 人手作業が主流だったインフラ点検をドローン・AIで置き換え
- 点検業務効率化・安全性向上、判断の均質化を実現

従来 作業員による目視やカメラでの点検



- 高所作業での点検による危険
- 人手での目視点検による作業の長期化、高コスト化
- 熟練者不足による点検品質のバラツキ

導入後 ドローンとAIを用いた点検



- ドローン活用による点検業務の効率化と安全性の向上
- AI(画像解析)を用いた損傷個所の自動検出による劣化判断の均質化

国土  
強じん化

ドローンとAIによるインフラ点検により、安全、効率的かつ均質な点検を実現

- 大規模災害発生時、災害現場の状況を迅速かつ正確に把握
- 被災現場と対策本部など、関係者間での認識の共有に活用

大規模災害発生時

従来 ドローンで上空から撮影



導入後 広域画像地図で全体状況を確認

- 画面で拡大・縮小しながら全体像と細部を同時に確認
- 印刷して、使いたい場所で手書きで書き込み検討可能

画像地図生成



ドローンが空撮した画像をリアルタイムに電子地図上に貼り付けることで、被災現場の状況も容易に共有可能

国土  
強じん化

## ● AI画像解析により、災害時(応急対策～復旧)に被害状況を把握

災害対応の流れ

平時の構え

応急対策  
(初動期)

応急対策  
(初動期以降)

復旧・復興

### 本技術がめざす価値「被害状況の把握」

- 【初動期】 すぐにたどり着けない現場状況を、迅速・安全・詳細に把握
- 【初動期以降】 道路などが寸断されている中での被災状況の把握
- 【復旧】 広範囲にわたる被害状況を効率的・網羅的に把握

### ■ 映像から32種の災害状況をAIで瞬時に判別

ドローンによる  
撮影映像A



低空ヘリコプター  
による撮影映像B



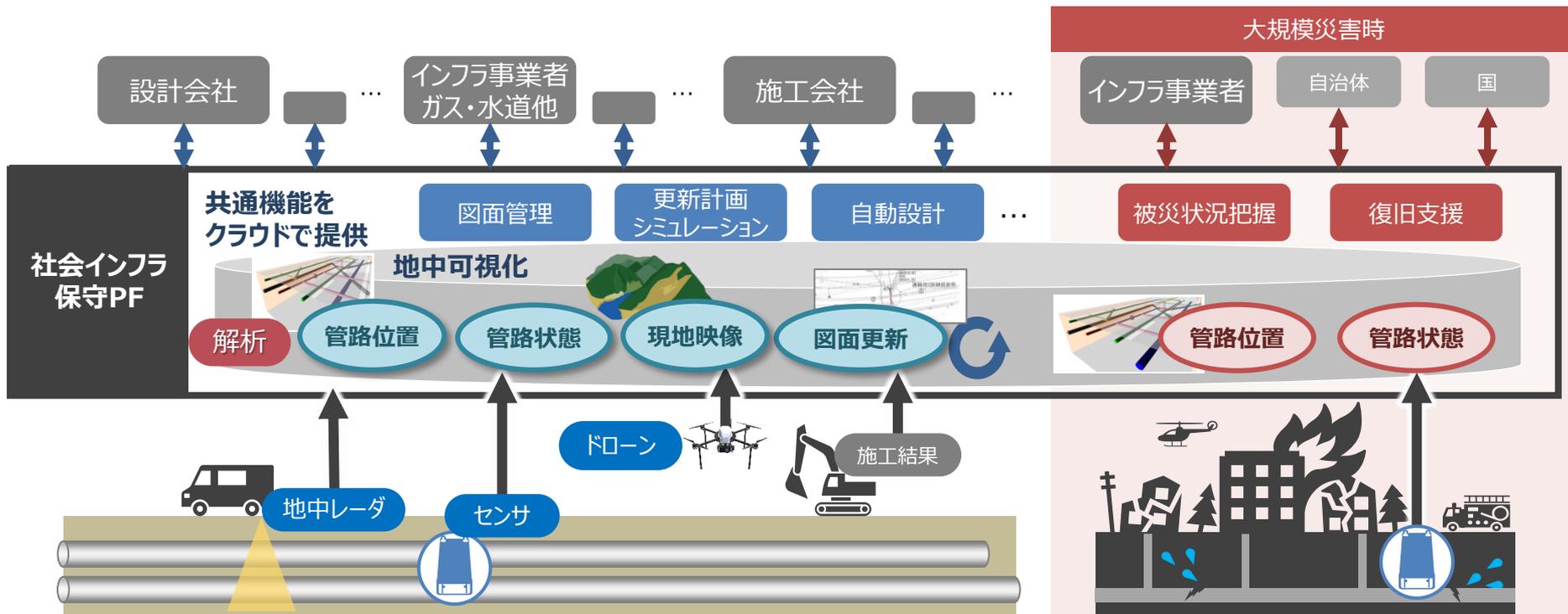
認識対象:5カテゴリー、32クラス

1. 損害(各種被害、洪水、地滑り他)
2. 環境(泥/汚れ、草、溶岩他)
3. インフラ  
(橋、ビル/建物、ダム/堤防他)
4. 乗り物(飛行機、船、自動車他)
5. 水(洪水、湖、海他)

本技術は国際ワークショップTRECVID2020の災害映像認識タスクでトップレベル精度を達成

# 3-4. 社会インフラ保守プラットフォームによる業務DX化

全国のインフラ関連事業者が工事・保守投資コストを抑制するとともに  
複数事業者に跨る業務DX化を実現するエコシステム(社会インフラ保守PF※)を構築



※ PF : Platform

---

## 4. まとめ

社会インフラの老朽化と熟練作業者の減少という社会課題を  
AI、IoTなどのデジタル技術で解決

現場から収集したデータを分析することで、価値ある情報に変換し、  
関係事業者の課題解決、DX化を推進

平時のみならず有事への備えも考慮して国土強じん化に資する  
ソリューションを提供

社会インフラ保守の高度化により  
地域住民の安心・安全な暮らしに寄与

**HITACHI**  
Inspire the Next 