

国立研究開発法人産業技術総合研究所

レジリエントインフラ実装研究センター

Integrated Research Center for Resilient Infrastructure

irci

Message

研究センター長あいさつ

研究センター長
石井 順太郎



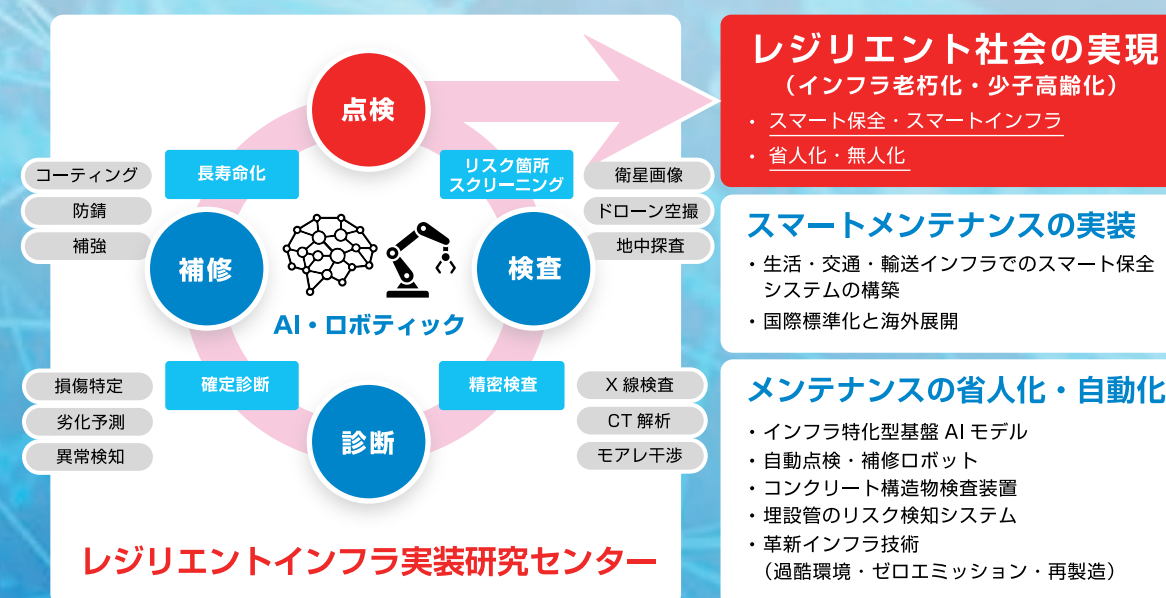
レジリエンス社会の実現において、橋梁、トンネル、道路などの「土木インフラ」、電気、ガス、水道などの「ライフラインインフラ」及び、鉄道・航空などの「交通インフラ」、さらには、石油化学プラント、鉄鋼所・発電所などの「産業インフラ」等における老朽化や維持管理コストの増大、少子高齢化に伴うメンテナンス人材の減少などの社会課題解決が求められています。政府や産業界においても、「事後保全」から「予防保全」への転換や、長寿命化、スマート保安の推進など取組みが強化されており、IoT、ビッグデータ（BD）、人工知能（AI）、ドローン等のテクノロジーを融合した、新たなメンテナンスサイクルの実現が必要となっています。

レジリエントインフラ実装研究センターでは、産総研の保有する計測・地質・情報・材料分野の先端技術を基盤として、「監視・検査・診断・補修」の4つの主要プロセスを統合的に管理・運用するインテリジェント・メンテナンスサイクルの実現を目指しています。「災害大国」とも言われる日本発の革新技術の創出・社会実装を進め、レジリエンス社会の実現及び、それらに貢献するあらたな産業創出に貢献することを目標としています。

研究センター概要

レジリエントインフラ実装研究センターは、非破壊イメージング技術、物理探査やロボットを活用した監視技術、AI・シミュレーションによる劣化診断技術、新素材・補修技術など、産総研の先進技術を結集し、以下の課題を中心に取り組みます。

- 物理探査による水道管路の腐食リスク評価および都市部の地盤調査
- X線によるインフラの効率的な診断・補修システムの開発
- AI基盤モデルおよびシミュレーションを活用したインフラ劣化診断技術の開発
- インフラの長寿命化を実現する超耐久性防錆塗料の開発
- 雪害対策に資する滑雪材・透明ヒーター材の開発



組織

01

非破壊イメージング技術研究チーム

インフラ維持管理のための効率的な非破壊検査技術の開発

02

スマート監視技術研究チーム

インフラ点検やモニタリングのための革新的な探査技術の開発

03

劣化診断技術研究チーム

インフラの劣化予兆を早期に検知するための AI 基盤モデルと損傷推定技術の開発

04

新素材・補修技術研究チーム

インフラの長期的な耐久性と安全性の実現のための新素材・補修技術の開発

01 Technology Research Team

研究概要

老朽化するインフラは、世界的に深刻な課題です。安全性の低下は市民生活に直結し、経済や社会活動にも大きな影響を及ぼしかねません。道路、鉄道、橋梁、ダム、送電網など、私達の生活基盤となるインフラを効率的に維持管理するためには、内部を「壊さずに」調べる高度な非破壊検査技術が不可欠です。

非破壊イメージング技術研究チームでは、X線、レーザー、光ファイバ、陽電子、超音波、AI、ドローン、ロボティクスなど多様な技術を融合し、これまで困難だったインフラの広域かつ高精度な診断を可能にする新しい手法の開発に挑戦しています。

主な研究テーマ

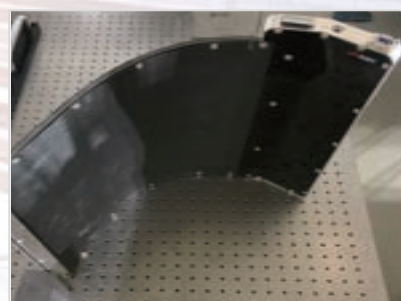
X線検査技術

X線は構造物内部を可視化できる有力な手段です。私たちは、バッテリー駆動の超小型X線源やフレキシブルなX線検出器を開発し、「どこでも・誰でも」利用できる検査技術の実現を目指しています。さらに、AIとロボティクスを組み合わせた自動検査システムにより、高所や閉所といった危険区域の検査も可能にします。

また、従来の透過型X線では難しかった現場に対しても、後方散乱X線技術の研究開発を進めており、片側からの簡便な検査を可能にし、従来不可能だった領域への応用を切り拓いています。



USBで駆動する超小型
ポータブルX線源



世界初の大面積
フレキシブルX線検出器

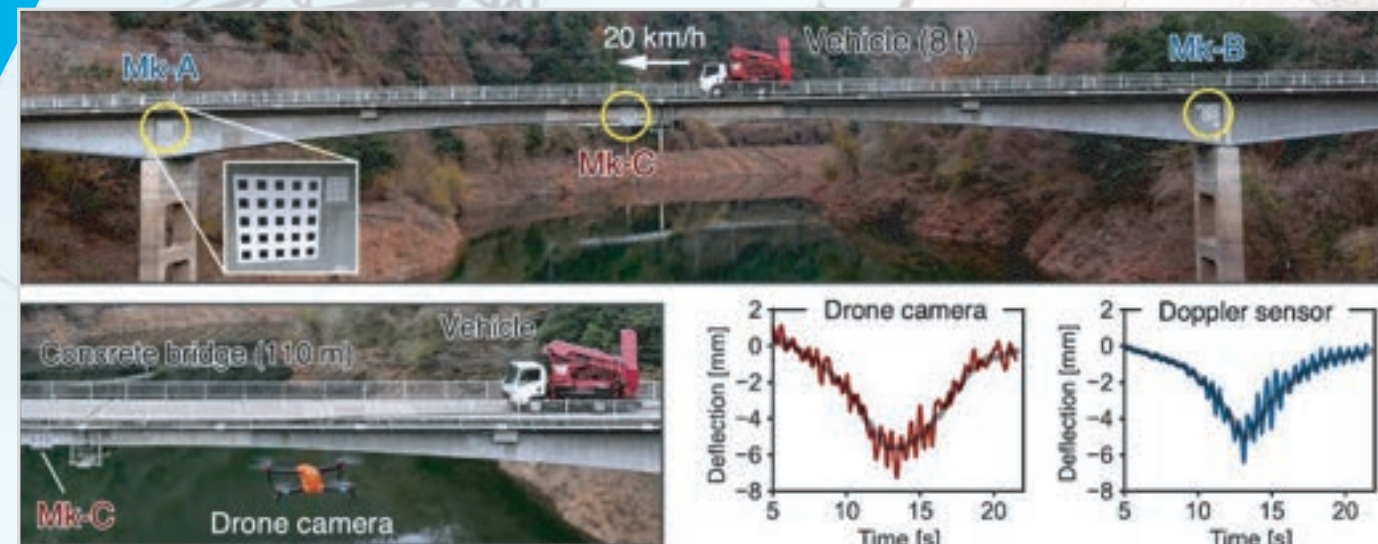


後方散乱X線検査装置

サンプリングモアレ法による画像変位計測技術

チーム独自のサンプリングモアレ法により、従来技術に比較して大幅に手間とコストを削減できる変位計測・モニタリング技術の開発を進めています。

ダムや橋梁といった巨大構造物の変形をデジタルカメラ、スマートフォン、ドローン等を使った撮影で高精度に計測することが可能です。



ドローン空撮によるコンクリート橋のたわみ計測

光計測・モニタリング技術

光ファイバを神経網のように構造物へ組み込み、トンネルや送電網など広大な範囲を常時モニタリングできるセンサ技術の開発に取り組んでいます。

研究対象は地上インフラにとどまらず、水中構造物や宇宙空間インフラといった極限環境にも適用可能な新たな計測技術の開発を進め、次世代の社会基盤の支えとなる非破壊イメージング技術となることを目指しています。



水中の構造物を高精度に検知する水中LiDAR

02 Technology Research Team

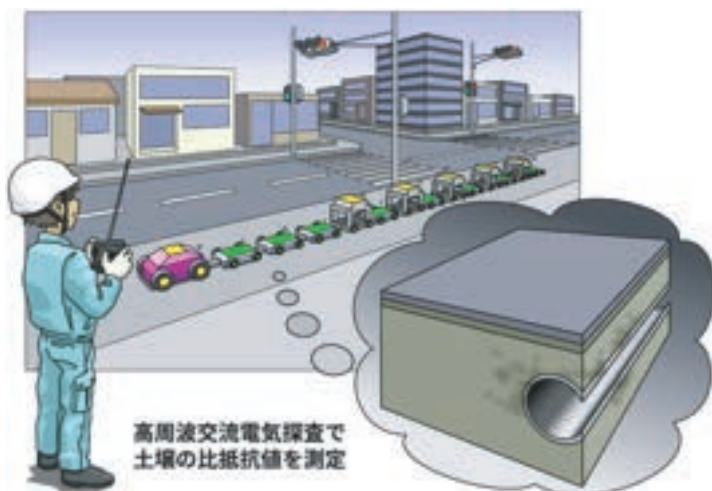
研究概要

スマート監視技術研究チームは、インフラの点検やモニタリングのための革新的な探査技術を開発しています。現在の主な研究テーマは、道路下の水道管の腐食に影響を与える腐食性土壌を特定する無人走行車両（UGV）非破壊電気探査法の開発、分布型音響センシング（DAS）を用いた地下鉄や高速道路のトンネル掘削工事のモニタリング技術の開発、トンネル・盛土構造物などの健全性を評価するロボット探査技術やマーカー・ミュオンを用いたモニタリング技術の開発です。

主な研究テーマ

水道管路の腐食リスク評価のための UGV 非破壊電気探査

高周波交流電気探査を利用して、アスファルトやコンクリート路面を傷つけることなく、土壌の比抵抗を測定し、埋設水道管の腐食リスクを評価する技術を開発しています。無人走行車両を利用した牽引型測定システムによって、迅速に広範囲の土壌の比抵抗が測定できるようになりました。非破壊電気探査で得られた土壌の比抵抗値から水道管の腐食度を推定し、さらには将来の腐食度予測を目指します。



地面を掘らずに市街地でも高周波交流電気探査による水道管の腐食リスク評価が可能に

分布型音響センシング（DAS）を用いた地盤モニタリング技術

近年、既設の光ファイバ回線をセンサとして活用し、都市部などで効率的に弾性波探査を実施する技術が注目されています。私たちは、分布型音響センシング（DAS）技術を用いることで、既存の埋設光ファイバケーブルの広範かつ連続的な区間をセンサ化し、道路陥没リスクの発見、トンネル建設時の地盤調査・安全性評価などを効率的に実施する技術を開発しています。



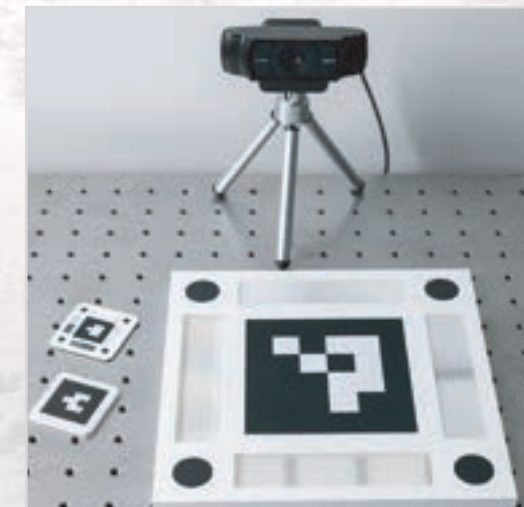
DASを用いた都市域地盤モニタリング技術

土木構造物の健全性を評価するロボット探査技術やマーカー・ミュオン探査技術

土木構造物の健全性や安全性を評価する上で、省力化によって広域をカバーし、人が近づけない場所でも調査可能な技術が求められています。これらを可能とするロボット探査技術やマーカー・ミュオン探査技術を開発しています。



ロボット探査（電磁探査）



世界最高精度の画像計測用マーカー

研究概要

老朽化したインフラの維持管理に対するニーズが高まる一方で、従来の目視点検や定期点検による維持管理はコストや人的資源の制約から限界がきつつあります。

劣化診断技術研究チームは、高品質なデータを基に、異常検知や劣化予測など、劣化予兆を早期に検知するための基盤となる AI モデルの開発を目指します。

さらに、現場で計測可能な範囲は限られているため、インフラ構造物に存在する損傷の包括的な評価は依然として困難です。そのためシミュレーションと機械学習を統合した高精度な損傷推定技術の開発を進めています。

主な研究テーマ

インフラメンテナンス AI 基盤モデルの開発

近年の AI 技術、特に基盤モデル技術の発達が目覚ましいものがあります。

当チームでは、産総研が独自に開発した容易構築 AI 技術を活用し、公開データや数値計算により得られた画像データを用いて作られた基盤モデルをベースとし、これに当センターが蓄積してきている横断的なインフラ計測データを転移学習させることで、インフラメンテナンス AI 基盤モデルの開発を進めています。

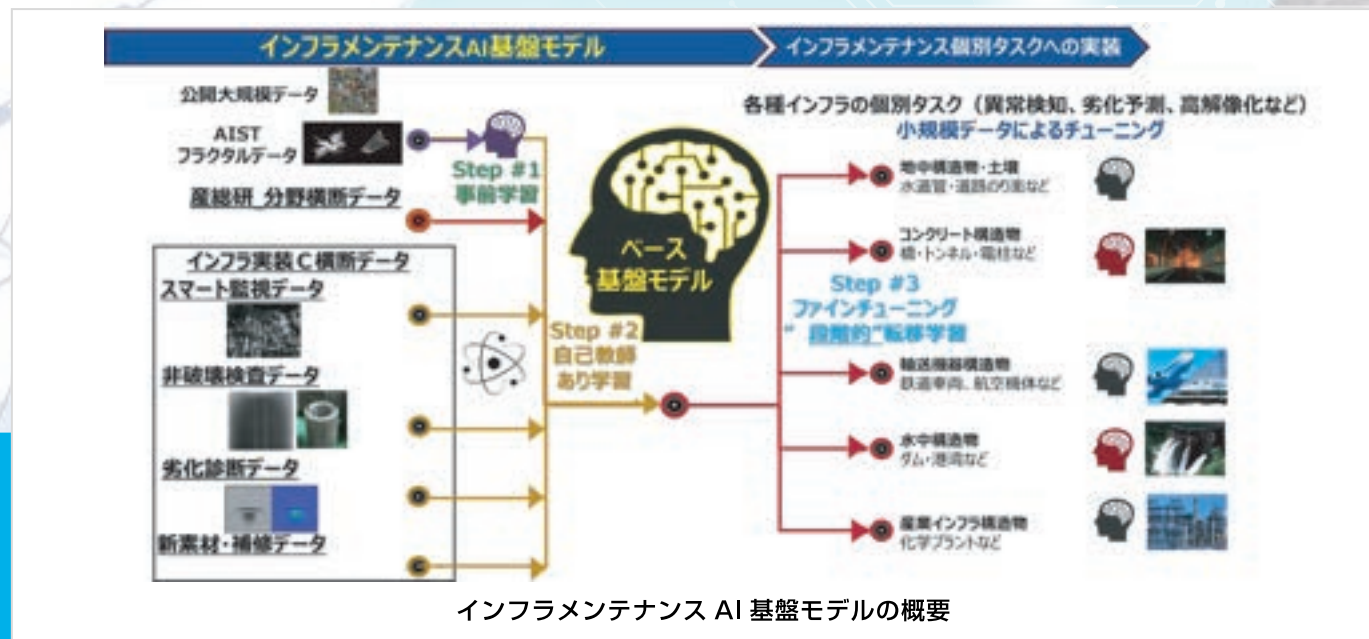
そしてこの基盤モデルから、橋梁、電柱、トンネルなど各インフラの個別タスクにチューニングした AI による劣化診断・予測を可能にするシステムとして社会実装を目指します。

またデータの蓄積を効率的に行うためのインターフェイス等の開発も進めていきます。

* 容易構築 AI 技術：産総研独自技術

- ・様々なモダリティのデータが利用可能
- ・少ないデータ量での学習
- ・効率よい学習技術による短時間学習

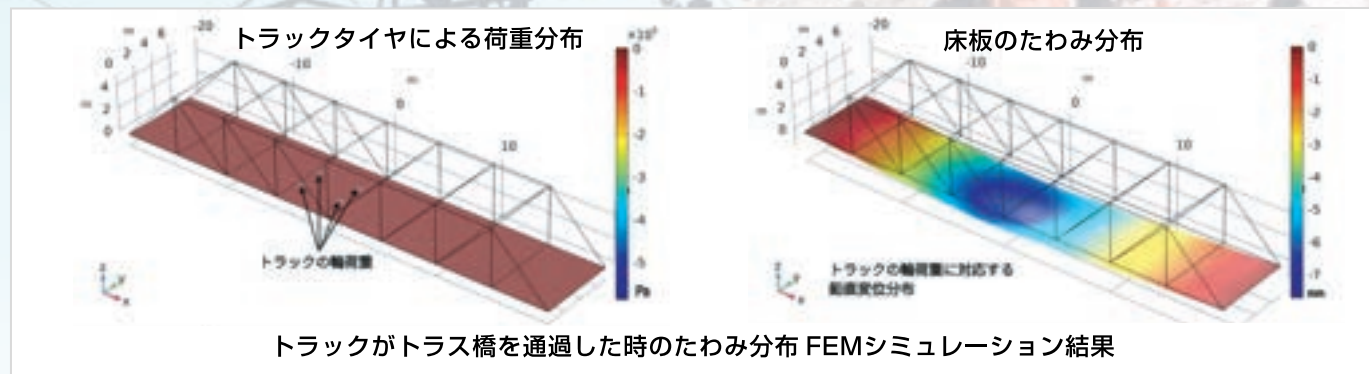
	一般的な 深層学習	産総研技術
モデル構築に 必要なデータ量	10 万個	数千個
最適化時間	3 か月程度	数週間



インフラ健全性評価へのシミュレーション・AI の活用

現場で取得できる計測データには限りがあるため、「限られた計測データを活用し、インフラのどの部分がどの程度損傷しているのか、どれくらいの健全性が見込まれるかを高精度に推定する技術」の開発が求められています。

本チームでは、有限要素法 (FEM) などの数値シミュレーション手法と機械学習などの AI 技術を活用し、計測データの補完・解析を高速に行う事で、より高精度な損傷や変位等の推定技術の開発を目指します。インフラそのもののだけでなく、インフラ構造物が設置されている地盤も対象としています。



AI を活用した打音検査システムの開発

トンネルや橋梁の床版の検査では、検査員が打音検査を実施し、熟練の検査員の知識と経験による判定により、異常箇所を見つけ図面上にマーキングしています。

私たちは、AI により打音の正常 / 異常を自動検知・マッピングを行うシステムを開発し、トンネル等の検査への応用を進めています。

基盤モデルの活用などによる高精度化も進めていきます。



04. Technology Research Team

研究概要

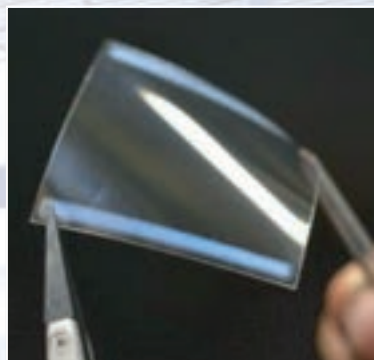
インフラは、風雨や温度変化などの厳しい環境条件にさらされています。

このような環境下では、インフラの寿命が大幅に短くなるだけでなく、周囲の物体や人々にも被害が及ぶ可能性があります。新素材・補修技術研究チームは、インフラおよびその周辺における長期的な耐久性と安全性を実現するために、新しい表面改質技術の開発のみならず、表面改質技術をロボットやドローンへ適用させ、塗装の自動化に挑戦しています。

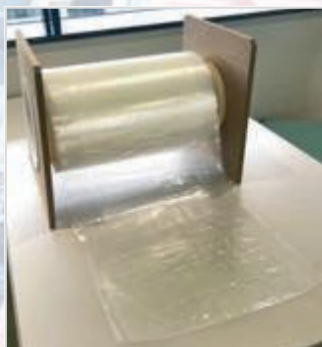
主な研究テーマ

着雪防止処理技術

我が国は国土の半分が豪雪地帯であり、着氷雪の影響は多岐の産業に渡るほか、その経済損失と増エネは無視できない状況です。潤滑液を自己分泌する機能をもった新しい難付着材料（SLUG）や透明導電膜をベースとした透明ヒーターの開発を行い、豪雪地域のインフラ設備（道路標識、太陽光パネル、送電線等）への社会実装を目指しています。



透明ヒーター



滑雪フィルム



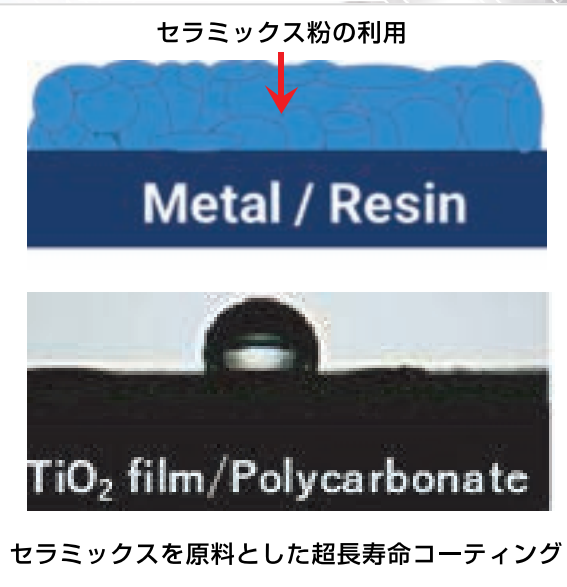
滑雪性を高めたモデル屋根

金属や樹脂の劣化防止処理技術

有機系の材料とフッ素樹脂の積層によって構成される有機系防食塗装材料は屋外環境で劣化しやすく、6年サイクルの補修が必要です。

そこで、オールセラミックスコーティングで100年間再塗装不要な防食塗装材料を開発しています。

独自開発の防錆塗装によって、大幅な長寿命化、インフラのライフサイクルコストの削減、環境負荷の低減と、施工者の安全も担保可能となり、持続可能な都市・インフラの実現を目指します。



水素脆化防止処理技術

インフラの老朽化を低減するために、産総研のコア技術であるクレストをバリア性能を有するコーティングとして利用し、金属パーツの水素脆化やコンクリート外来劣化因子付着の防止を目指しています。

持続可能な社会インフラのためのスプレーコーティング技術

酸化物、窒化物、炭化物などの粉体設計、最適化されたスプレー技術、そして精密な微細構造制御を組み合わせることで、腐食、摩耗、熱、エロージョンなどの過酷な環境に高い耐久性を示す機能性コーティングの創出を目指しています。



現場対応型モジュール式スプレーシステム

