

地方自治体が管理する道路インフラに適用できる 安価なレーザ遠隔点検装置の開発と維持管理点検事業の拡大

概要

道路トンネルの定期点検を効率化するレーザ遠隔点検装置を開発する。旧来の打音点検や従来装置での可聴音域の振動に加えて、高次振動域を用いる新たな「うき」変状の判別アルゴリズムを考案し、レーザ出力の低減による装置小型化、AIによる判別高精度化、レーザ自動照射装置による点検高速化を実現。開発装置を、予算不足が深刻な地方の道路トンネルに適用し、生活・経済基盤である道路インフラの維持管理の推進に貢献する。

背景

2012年

笹子トンネル天井版落下事故

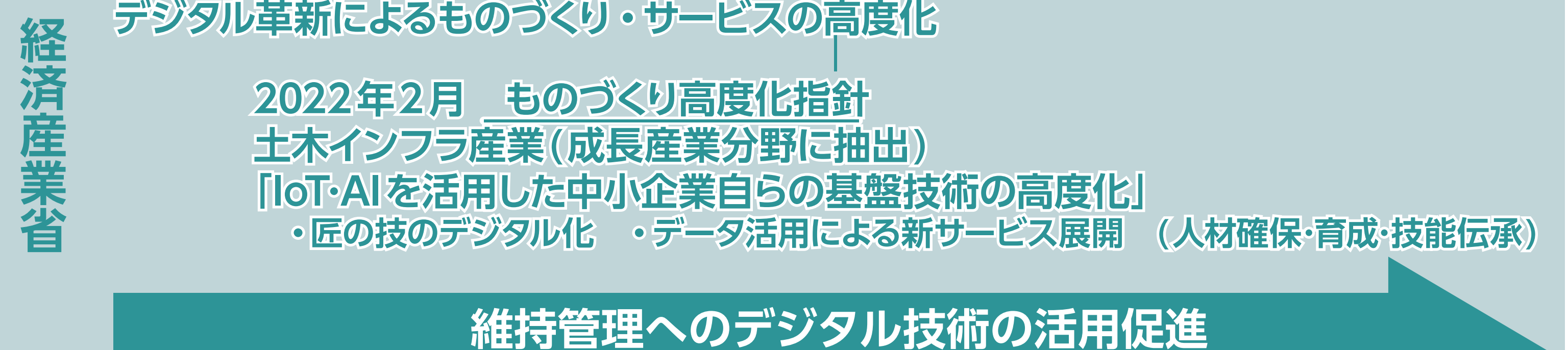


(国土交通省報告資料より)



近年の道路インフラの維持管理に関する国の動向

- ・土木インフラの主な担い手である中小建設コンサルタント企業
➡ DX等による基盤技術の高度化、高付加価値企業への変革
- ・道路インフラの安全性確保と予防保全による維持管理効率化
➡ AI、ロボット、データなどを活用した生産性向上の推進

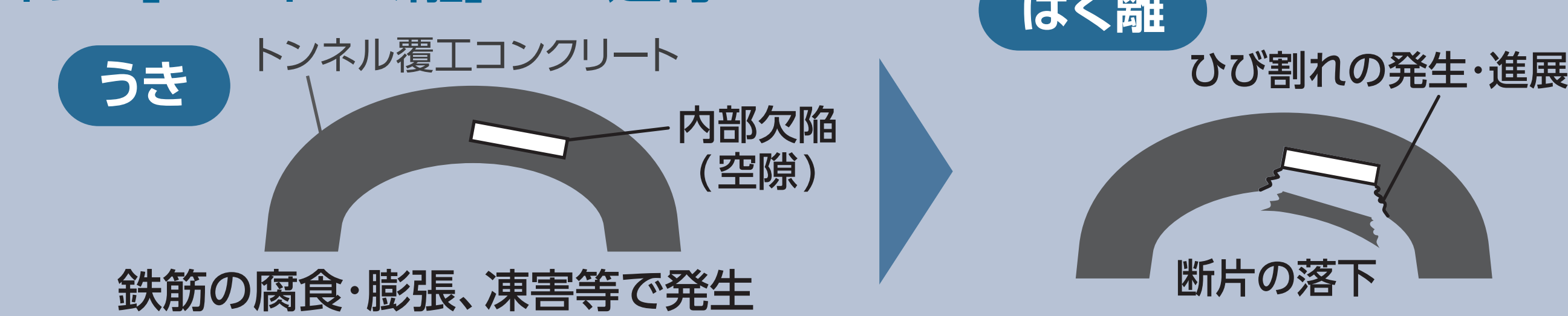


目的 「うき」のレーザ遠隔点検の小型・効率化装置の開発

コンクリートの「はく離」 ➡ コンクリート断片の剥落 ➡ 交通の支障、重大事故の発生!!



「うき」から「はく離」への進行



「うき」の段階での早期発見が必要

外部からの発見が困難

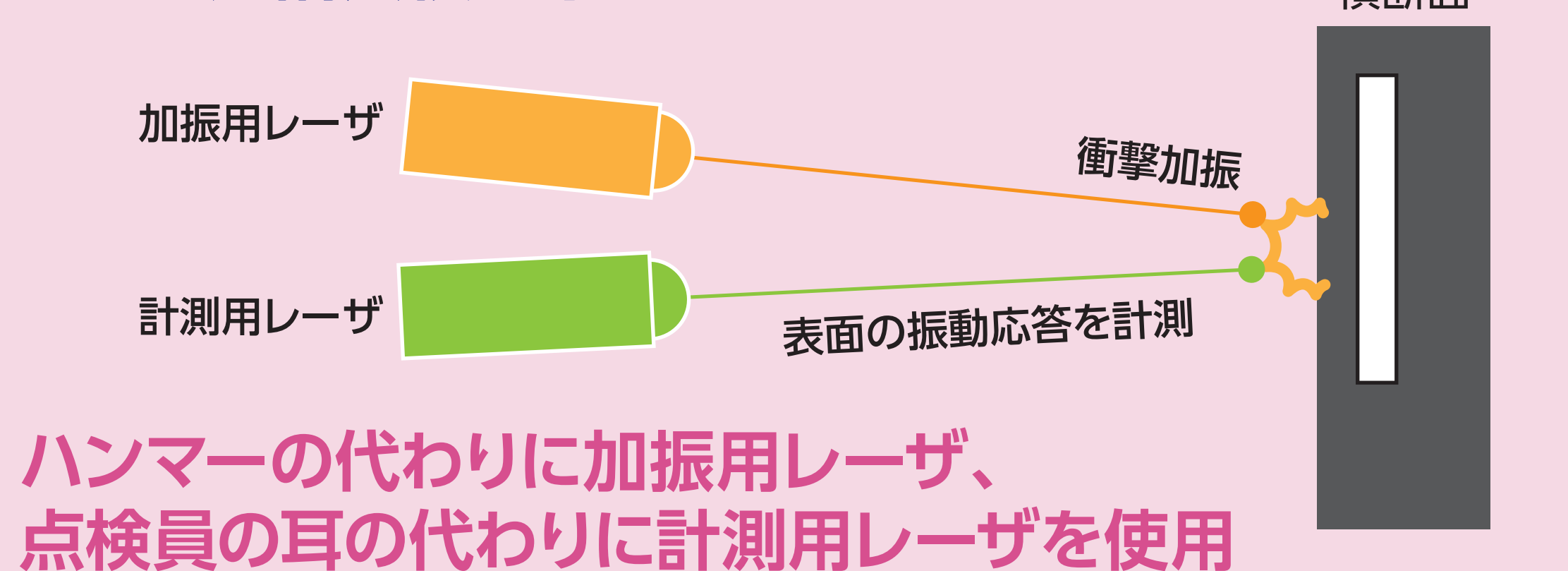
「うき」のレーザ遠隔点検の
小型・効率化装置を開発

従来の「うき」点検方法とレーザ遠隔点検の原理

従来の「うき」点検方法



レーザ遠隔点検の原理



地方自治体の道路管理者と点検事業者の課題

- ・道路管理者(道路インフラの維持管理を行う地方自治体) *地方自治体管理の道路トンネル: 7525箇所(全体の約70%、総延長約1785km)
➡ 予算不足のなか、安全・安心な道路インフラを持続的に提供するための新技術の活用による維持管理の効率化
- ・点検事業者(道路管理者から業務を受注して点検を行う事業者)
➡ 受注業務での新技術の活用、デジタル技術等の新技術の活用による働き方改革(少子高齢化による人材不足の対策等)

研究実施機関: (有)吉川土木コンサルタント、東北大学、長崎大学、長崎県工業技術センター

事業管理機関: (公財)長崎県産業振興財団

お問合せ先

有限会社 吉川土木コンサルタント

TEL: 095-862-0101

E-mail: info@yoshikawa-d.co.jp

HP: <https://www.yoshikawa-d.co.jp/>



地方自治体が管理する道路インフラに適用できる 安価なレーザ遠隔点検装置の開発と維持管理点検事業の拡大

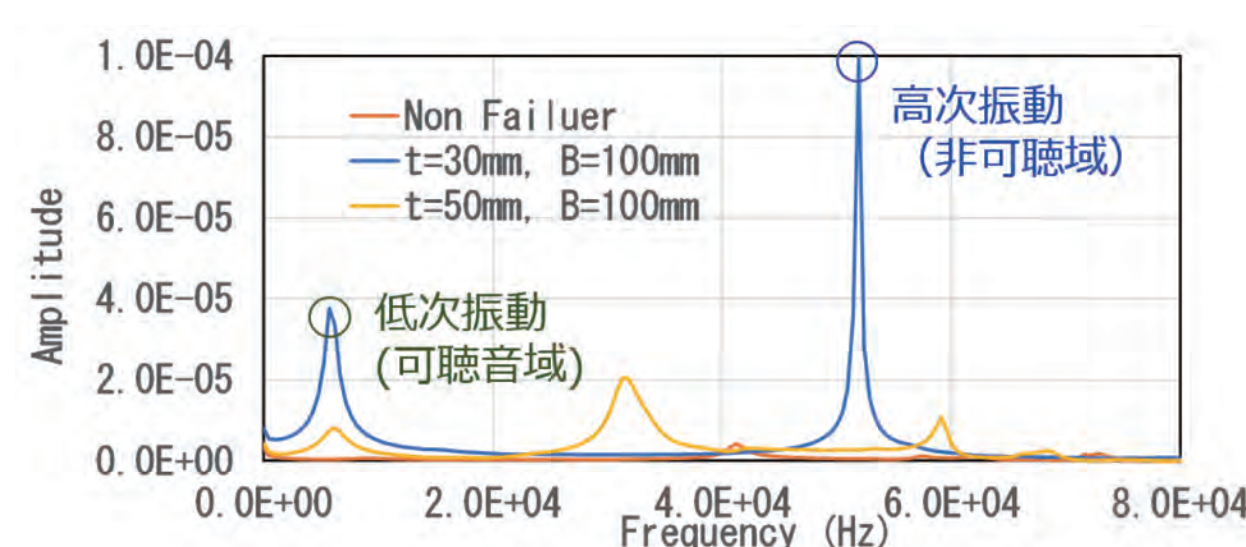
研究開発の内容

(1) 高次振動域を活用した「うき」の判別アルゴリズムの開発

地方自治体管理の道路トンネルに
適用可能なコストとサイズを実現！

「うき」のレーザ遠隔点検装置	
用途	道路トンネルの「うき」の点検
点検効率	点検速度：1800㎡/日 *従来の打音点検と同等以上
コスト	装置価格：2500万円 点検コスト：8.5千円/㎡ *従来の打音点検に対して点検コスト15%低減
サイズ	寸法：全長2.0m、幅1.4m、高さ1.0m 従量：150kg *軽トラックに搭載可能なサイズと重量

医療分野の超音波診断の高分解能化
フィルタリング手法等を応用した高精度分析



▲「うき」箇所の振動周波数特性

従来手法：撓み振動（低次振動）のみに注目
開発手法：撓み振動（低次振動）と、応力波の
伝播・反射（高次振動）に注目

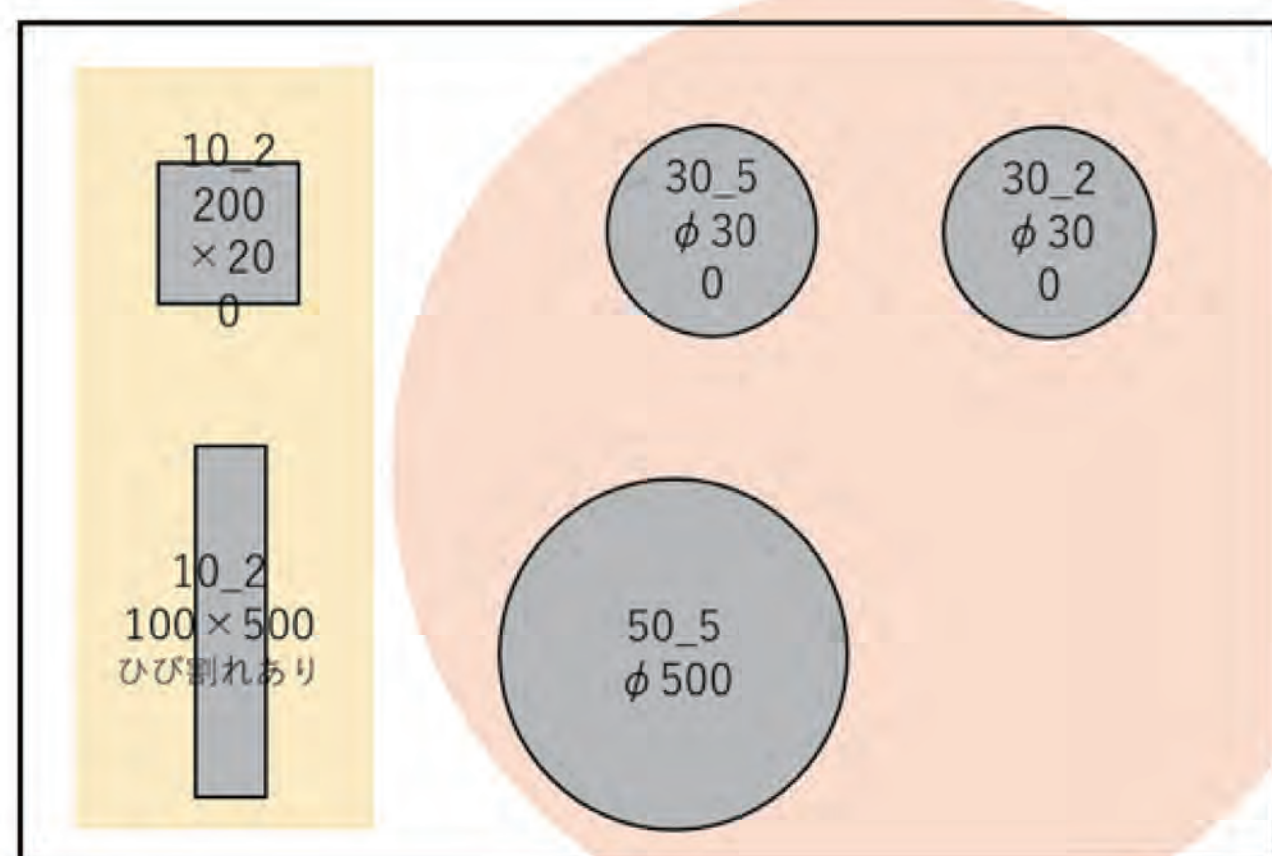
計測ノイズの影響の低減
（高次振動は周辺環境の振動数から厭離）

レーザ出力の低減（従来の1/4に低減）

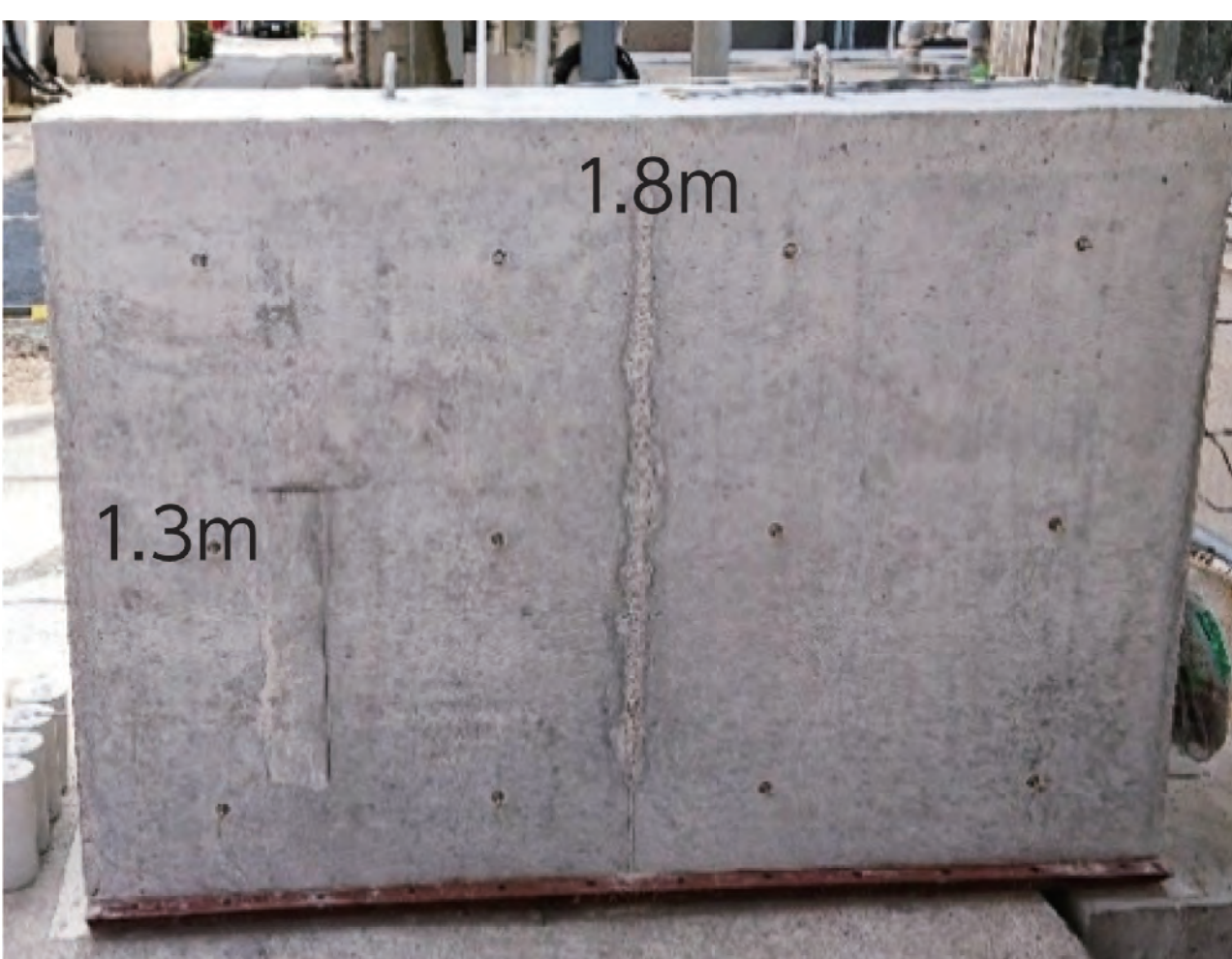
装置の小型化・低コスト化

(2) 模型試験とシミュレーションに よる「うき」判別パラメータの取得

■「うき」の模型試験体



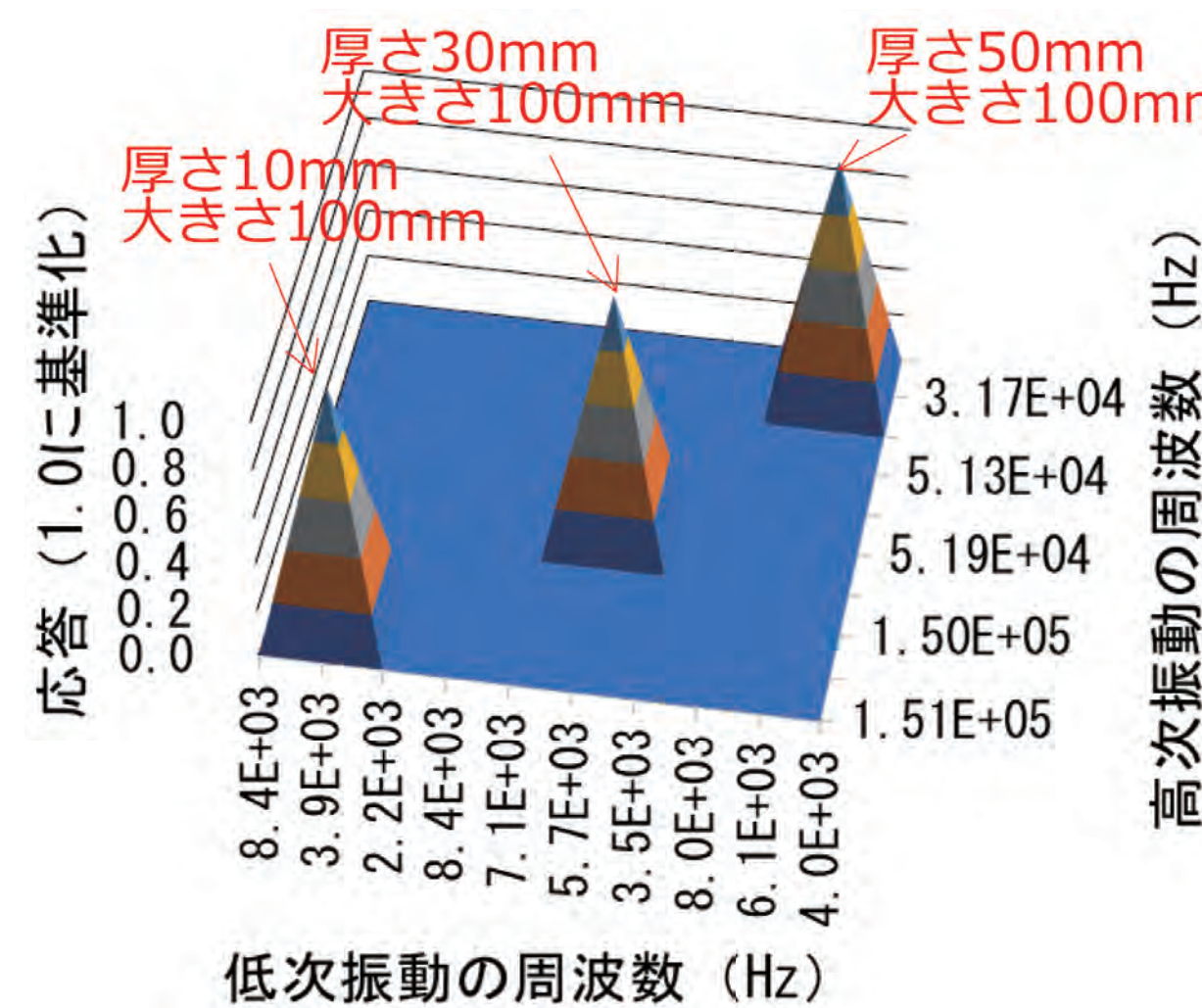
▲「うき」の配置例



▲「うき」試験体の外観

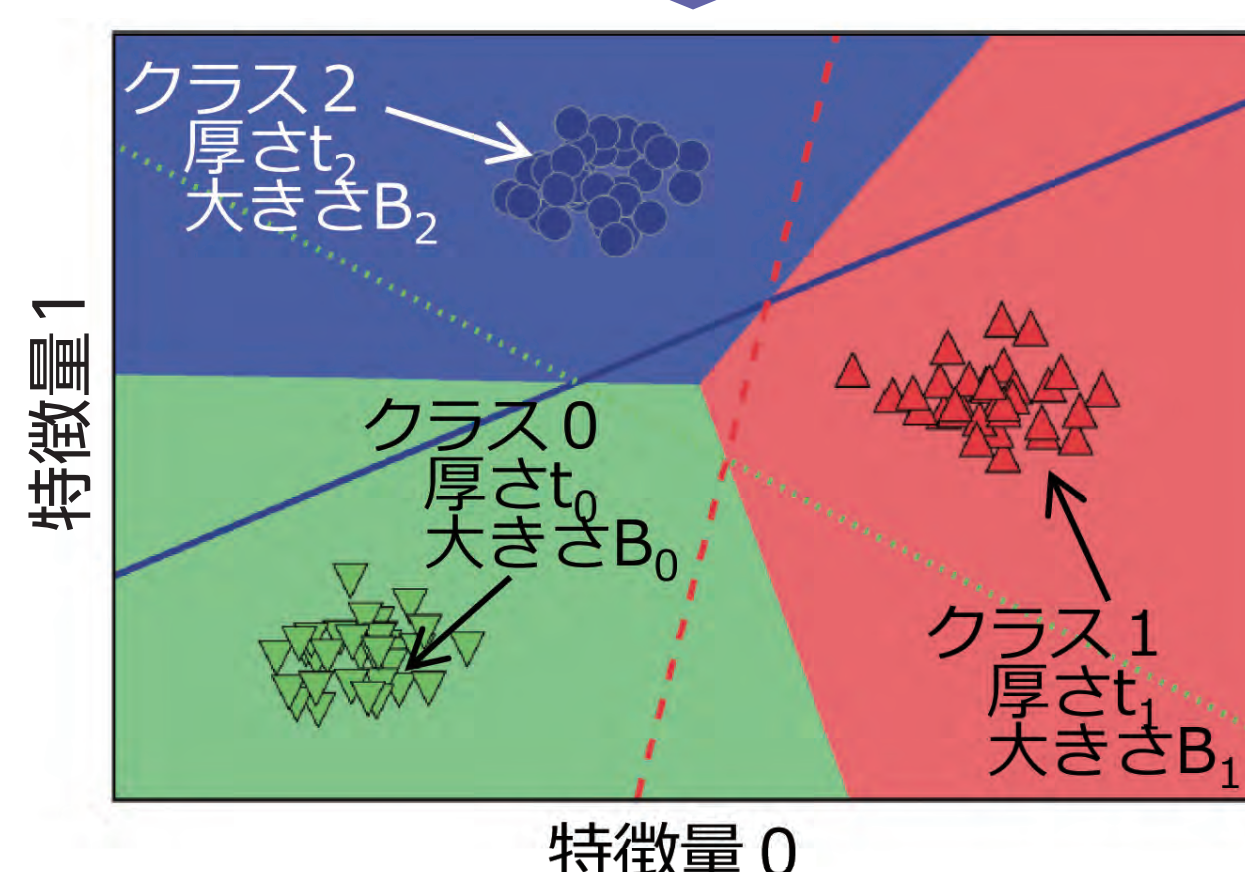
(3) 「うき」の判別を高精度化するAIの開発

■ AIモデル（低次振動と高次振動の関係
から「うき」の厚さと大きさを判別



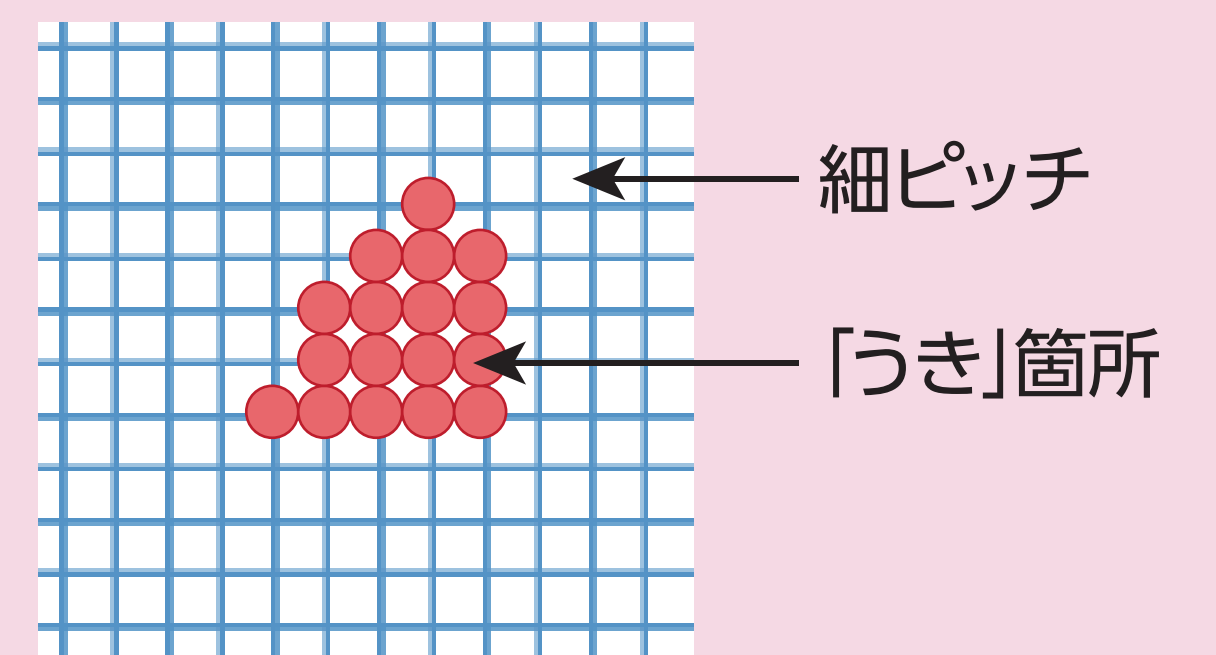
AI 教示
データ

機械学習

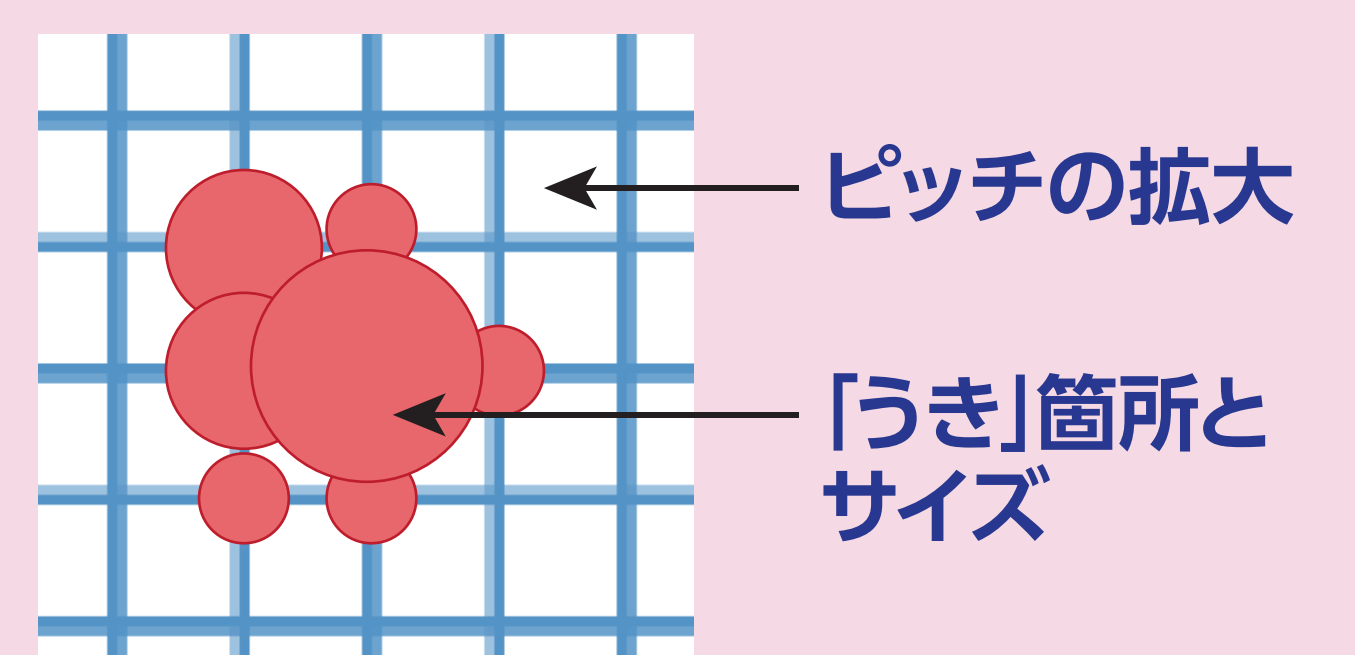


計測ピッチの拡大による
「うき」の点検作業の高速化

従来手法：「うき」の有無のみ

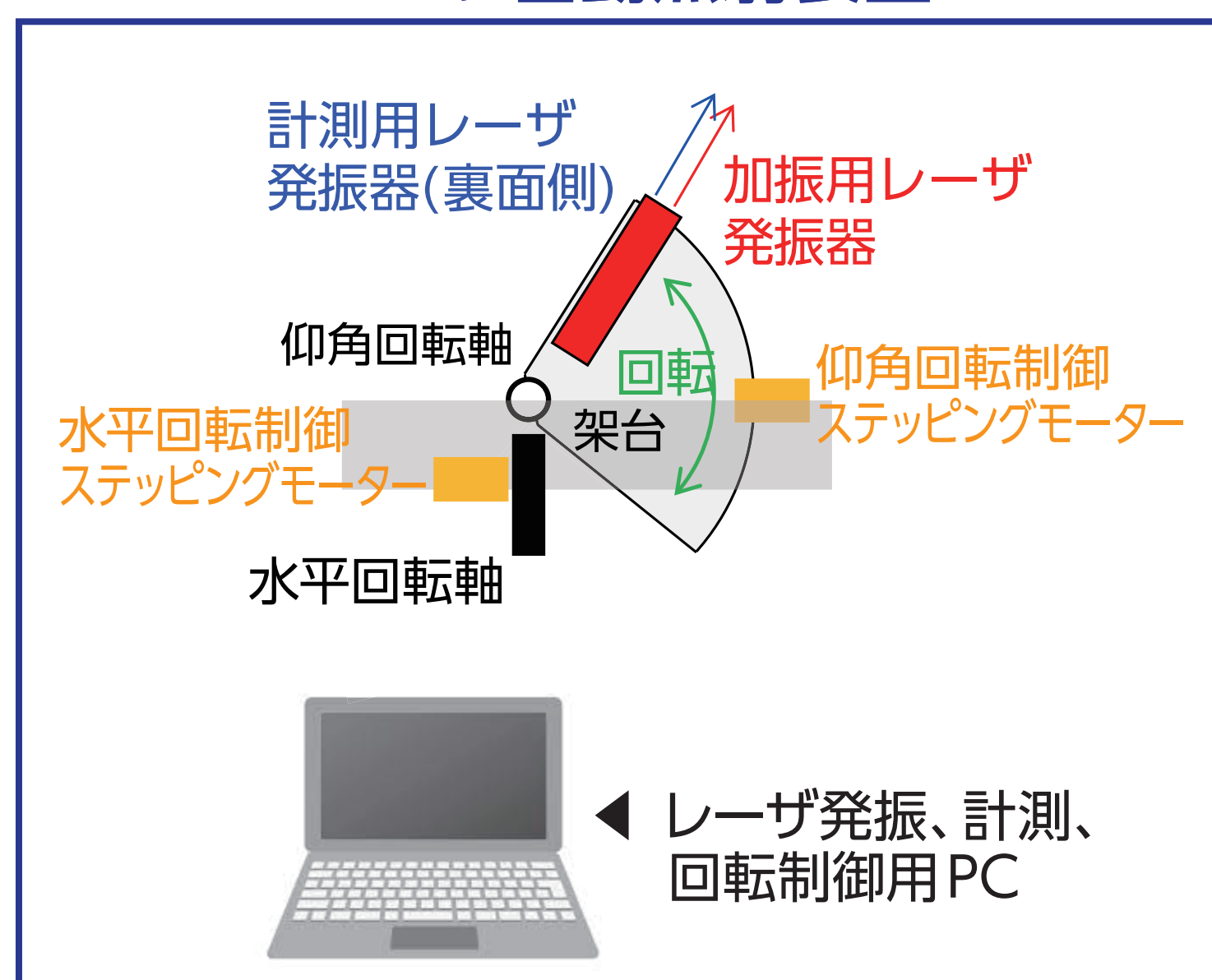


開発手法：「うき」の有無と大きさ

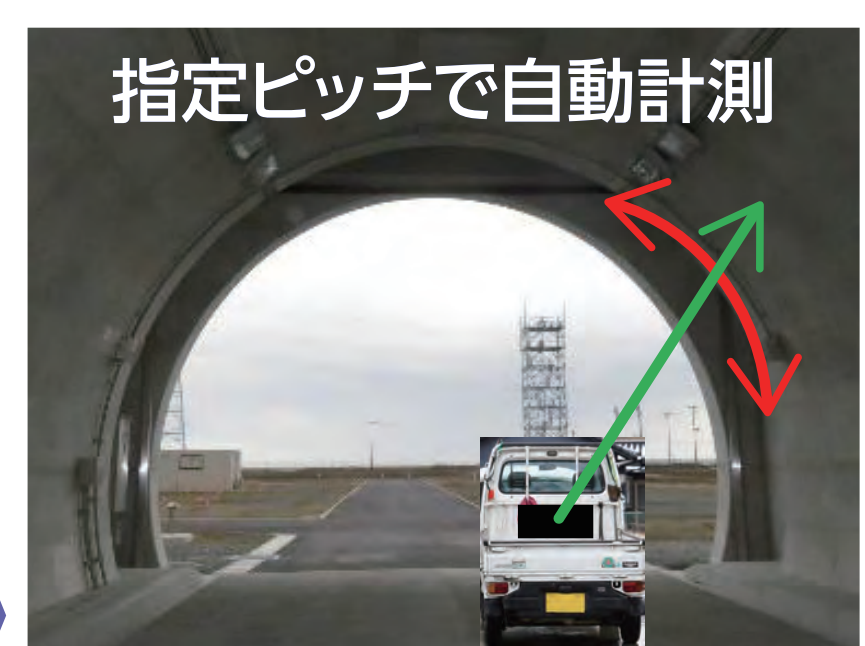


(4) 点検の高速化を実現するレーザ自動照射装置の開発

レーザ自動照射装置



軽トラックの荷台に搭載



半自動計測による「うき」の点検作業の高速化！

事業化の戦略

国土交通省「点検支援技術性能カタログ」への技術掲載

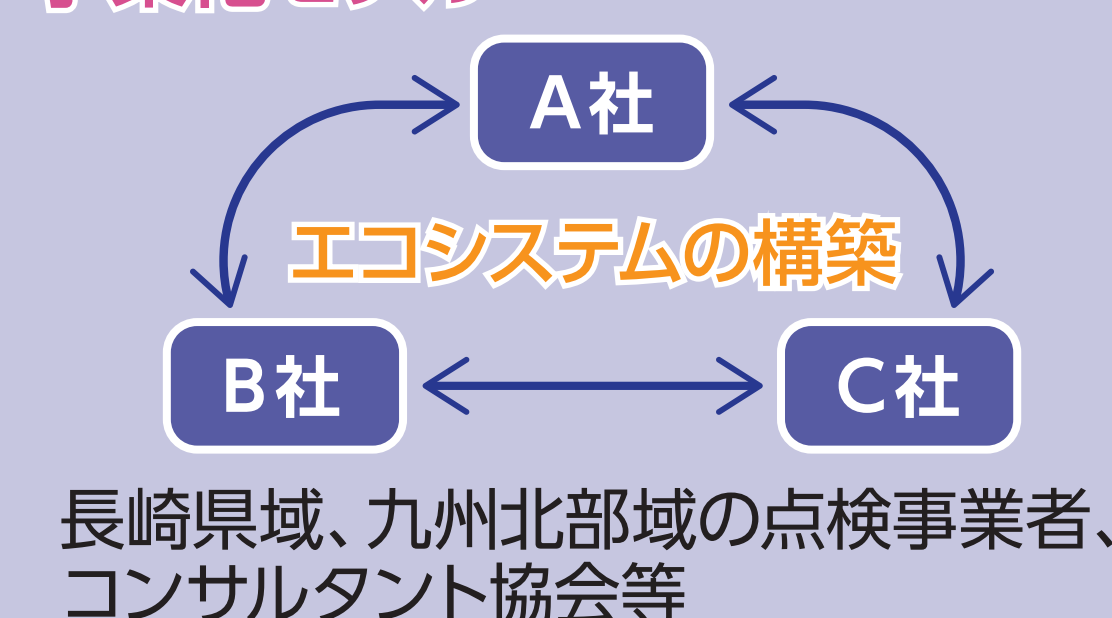
掲載済み
令和5年度：
トンネル、橋梁の
点検技術(2件)

掲載申請予定
令和7年度：
「うき」のレーザ
遠隔点検装置

継続的な
技術開発

技術(商材)

事業化モデル



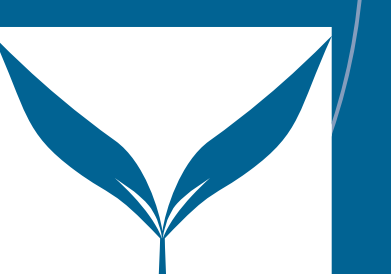
連携(オープン戦略)

他事業者のカタログ掲載技術

ノウハウ構築(クローズ戦略)

新技術活用、コンサルタント事業

全国展開！



トンネルの点検支援技術

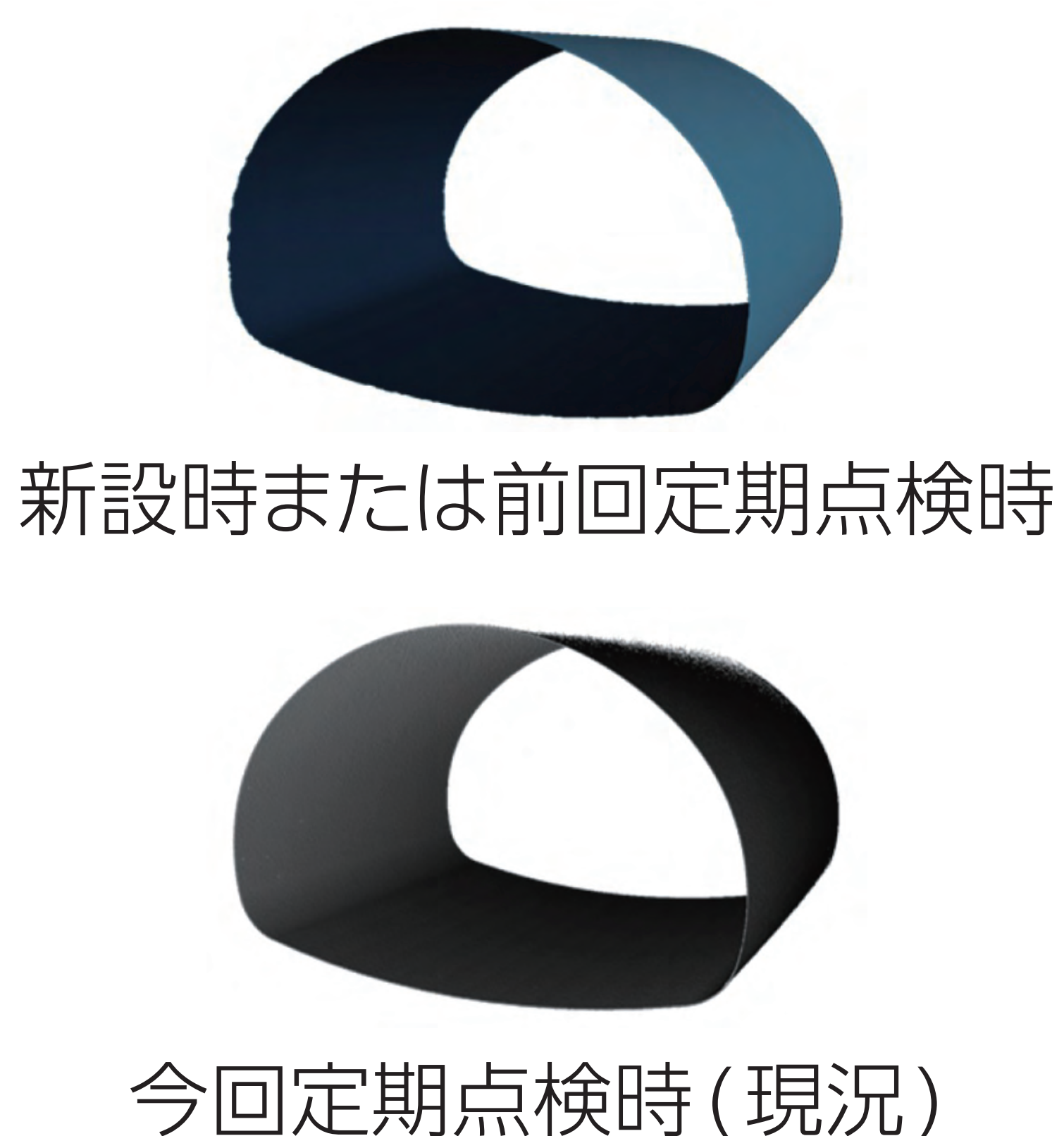
国土交通省の点検支援技術性能カタログ「橋梁、トンネルの点検支援技術」に、下記の技術が掲載されました。

技術名 トンネル覆工の3Dモデル構築と点群差分解析による変形の算出技術

技術番号：TN030013-V0023

特徴 3次元レーザースキャナを用いて覆工表面や付属物等の3D点群モデルを作成するとともに、新設時と定期点検時、もしくは前回定期点検時との点群データの差分解析により、覆工の変形状態や付属物の脱落、欠損等の把握に資するものである。

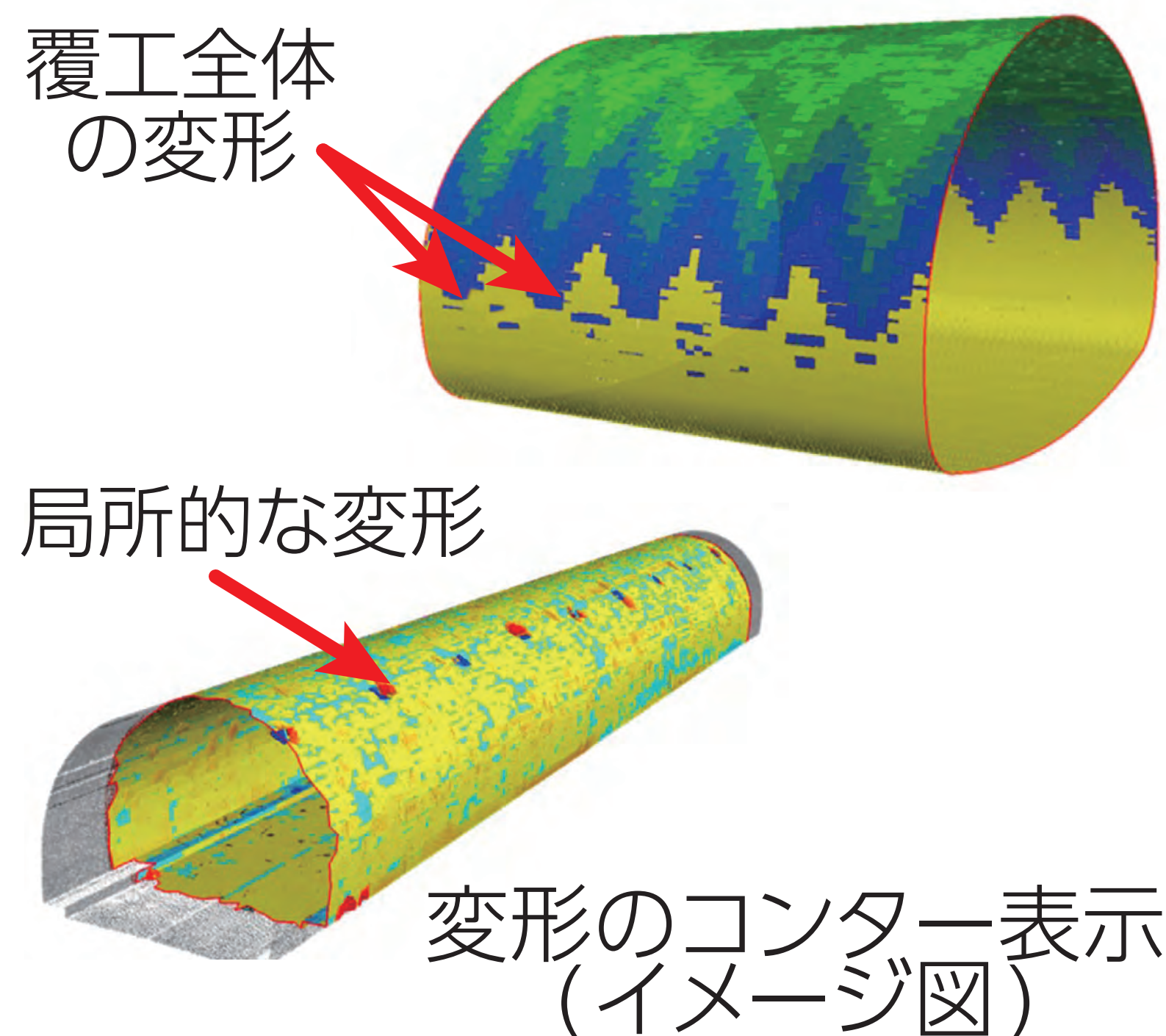
高精度レーザ計測による 3Dモデルの構築



3D点群処理システム TREND-POINT(福井コンピュータ製) を用いた点群差分解析による変形の算出



差分解析



状態の定量的把握

- ・ 覆工の**変形状態の把握**
- ・ 付属物の**脱落等の把握**

計測の原理・プロセス

レーザ光の対象物からの反射到達時間の計測により、対象物の形状(3次元点群データ(点群各点の3次元座標値))を計測する。また、3次元点群処理プログラムを用いて、時期が異なる2状態における3次元点群データの差分を解析することで、構造物の経年による変形などを算出する。

効果 健全性の診断に必要な情報の定量的な把握・推定

- ・ 覆工全体や付属物の変形の可視化により状態の**定量的把握を支援**
- ・ 変形の状態と変状の状態の関係の分析等による**健全性診断を支援**

開発者：(有)吉川土木コンサルタント



，東北大学IMC



，福井コンピュータ(株)



，(株)IML



お問合せ先

有限会社 吉川土木コンサルタント

TEL：095-862-0101

E-mail：info@yoshikawa-d.co.jp

HP：https://www.yoshikawa-d.co.jp/



橋梁の点検支援技術

国土交通省の点検支援技術性能カタログ「橋梁、トンネルの点検支援技術」に、下記の技術が掲載されました。

技術名 橋梁の3Dモデル構築と点群計測処理による変状寸法の算出技術

技術番号：BR020031-V0023

特徴 橋梁の3次元点群データと表面写真のテクスチャマッピング画像とからなる3Dモデルを作成する。3Dモデルから3次元点群処理システムの表示ツール（移動、回転、拡大／縮小）を用いて変状の場所や種類を確認するとともに、同システムの計測ツールを用いて変状の寸法を算出することで、変状の状態や寸法の把握に資する。

高精度レーザー計測による 3Dモデルの構築



3D点群処理システム TREND-POINT（福井コンピュータ製） を用いた3Dモデル表示・変状寸法の算出



計測の原理・プロセス

レーザー光の対象物からの反射到達時間の計測により、対象物の形状（3次元点群データ（点群各点の3次元座標値））を計測する。また、3次元点群データと同時に撮影する対象物の表面写真を3次元点群データの三角網上にテクスチャマッピングする。

変状画像、変状寸法を **点検調書に活用！**

効果 点検作業（状態の把握、点検結果の記録・とりまとめ）を効率化

- **状態把握**： 3Dモデルの俯瞰により**対象橋梁の全体状況を把握**
3Dモデルの表示機能（移動、回転、拡大／縮小）により**変状の場所や種類を把握**
- **点検作業**： 3Dモデルに対象橋梁を再現して変状の状態を確認可能とすることで、**チョーキングやスケッチ（外業作業）や損傷図の作成（内業作業）を低減**
- **補修設計**： 3Dモデルから**変状寸法を算出**し、変状画像に付記して出力することで、**補修設計に要する数量算出を容易化**

開発者：（有）吉川土木コンサルタント ，東北大学IMC ，福井コンピュータ(株) ，(株)IML 

お問合せ先

有限会社 吉川土木コンサルタント

TEL：095-862-0101

E-mail：info@yoshikawa-d.co.jp

HP：https://www.yoshikawa-d.co.jp/



新技術の地域実装に向けた研究

土木学会「新技術の地域実装に向けた研究活動助成」に採択されました。(研究期間:2023年5月～2024年3月)

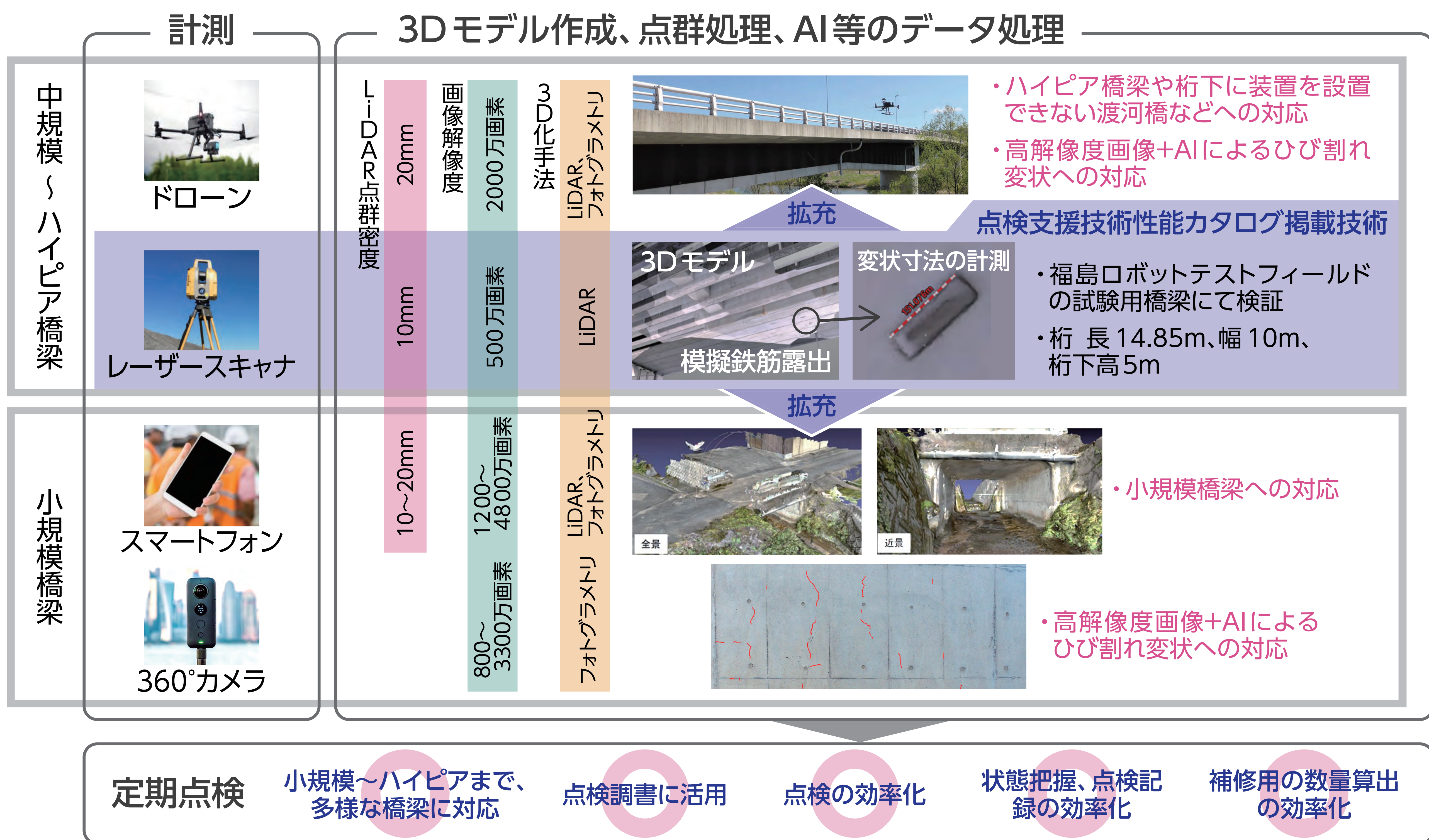
研究開発課題名

3Dモデルを用いた橋梁点検の効率化技術の地域実装

対象地方自治体:山形県南陽市 / 対象構造物:橋梁

概要

・国土交通省「点検支援技術性能カタログ」に掲載された技術(技術番号:BR020031-V0023)をベースとして、小規模からハイピアまで多様な橋梁に対応させるため、対象橋梁の特性に応じた計測機器を単体及び複数用いて、橋梁の3Dモデルを構築する。



効率化効果の確認

3Dモデル

- ・状態把握: **対象橋梁の全体状況を把握**
表示機能(移動、回転、拡大/縮小)により**変状の場所や種類を把握**
- ・点検作業: 対象橋梁を再現して変状の状態を確認 → **チョーキングやスケッチ(外業作業)や損傷図の作成(内業作業)時間を低減**
- ・補修設計: **変状寸法を算出し、変状画像に付記して出力** → **補修設計に要する数量算出を容易化**

地方自治体の直営点検で実証し、点検効率化の効果を確認するとともに、技術改良による現場適用性の向上に取り組み、地域への普及を推進します!

研究代表者: 東北大学IMC



共同研究者: (有)吉川土木コンサルタント



, 福井コンピュータ(株)



, (株)IML



, 山形県南陽市

お問合せ先

有限会社 吉川土木コンサルタント

TEL: 095-862-0101

E-mail: info@yoshikawa-d.co.jp

HP: <https://www.yoshikawa-d.co.jp/>

