



SARリモートセンシング技術を 活用した道路土構造物の 維持管理の効率化

竹内 渉 (環境・災害リモートセンシング)

Khin Myat Kyaw (構造工学)

東京大学生産技術研究所

人間・社会系部門

2026年9月10日@CONSEO

リモートセンシング技術を活用した道路土構造物の維持管理の効率化 道路政策への貢献，事後計測から予兆診断へ

目標1: 定期土工点検ルーティンの大幅な省力化および高精度化

・リモセン技術を用いて路線毎に広域の道路変状を定期的にモニタリングが可能

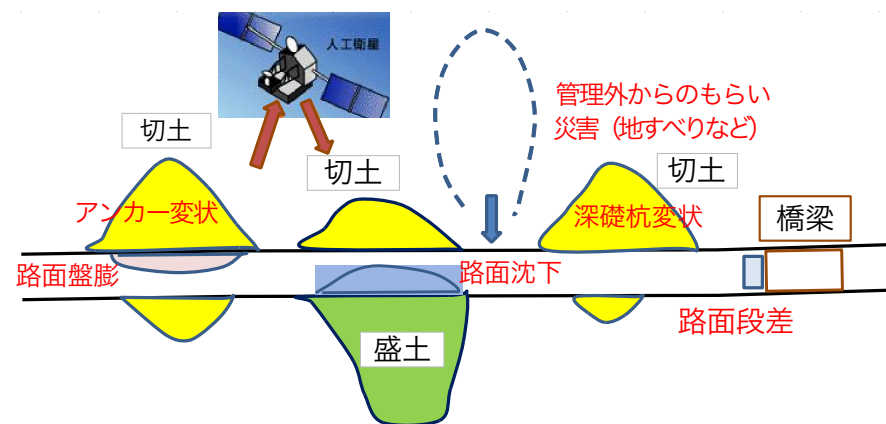
・変状が多い箇所を重点的に点検



・道路土構造物の点検、維持管理の効率化

・点検費用の縮減

・路線全体の均一的な耐久性の向上



目標2: WEB上でオンライン・リアルタイム・安価にアクセスできるダッシュボードを構築

過去に遡ってDBを作成



広域で劣化しつつある道路土構造物の性能・対策優先度の評価



道路施設の点検、維持作業の効率化

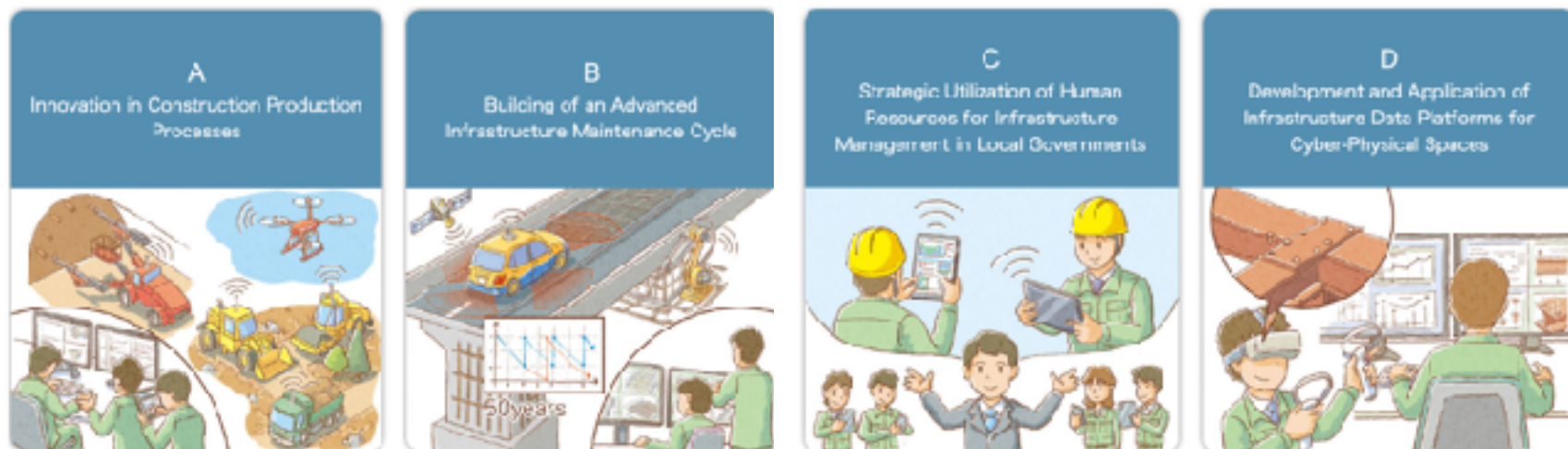
広域の道路変状を一括して定期的にモニタリング



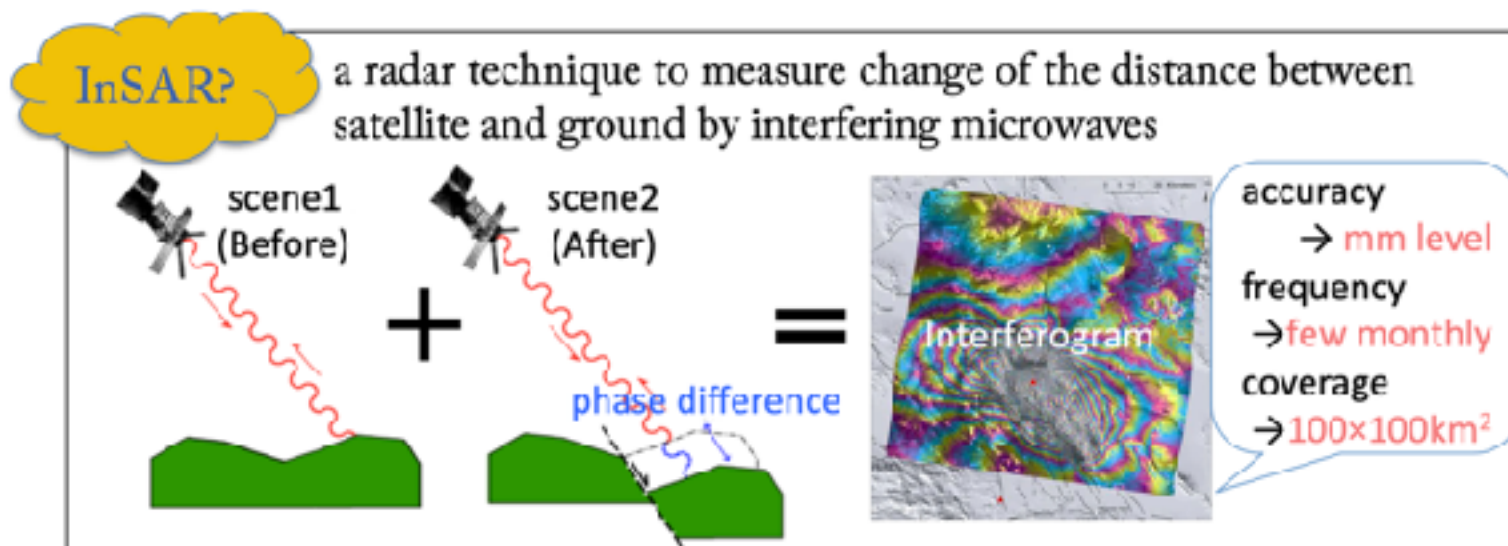
急激な変状箇所を抽出



GPS測量、3次元レーザー測量、
UAV写真測量技術を組み合わせ
変状計測精度の向上
⇒災害発生前に調査、対策工の施工



Early warnings from InSAR help manage assets and conduct **preventive maintenance** effectively



- 🍏 技術開発として、1) 宇宙からのリモートセンシングやLiDARなどの計測技術、2) デジタル信号処理による高度解析・検知技術、3) 地盤工学的解釈を加えることでインフラ等の長期挙動の診断技術の3つを複合的に組み合わせ、負担が急増している国、自治体の定期土工点検ルーティンの大幅な省力化および高精度化を目指す。
- 🍏 社会実装として、リモートセンシングやLiDAR計測データおよびその解析結果をWEB上でオンライン・リアルタイム・安価にアクセスできるダッシュボードを構築し、国土交通省道路局、水管理国土保全局、中小の地方自治体など立場の異なる産官学による情報の共有を可能にする。
- 🍏 出口戦略として、国道防災カルテをはじめ既存点検情報システムを高度化し現地点検業務に使用可能な新たな情報ツールを構築して、SIP最終年度（令和9年度）に予定されている改訂に併せて土工構造物の点検要領に本技術の組み込みおよびNETIS（新技術活用情報システム）登録を目指す。

技術のセールスポイントと国際展開



- データ要素解析機能，可視化プロトタイプ，地盤工学的解釈の3点を同時に成立させる点で技術的な優位性がある。
- 植生の影響を大きく受ける日本の風土特性を考慮し，異なる時間・波長分解能を持つCバンドとLバンドとを補完的に組み合わせることで同様の条件であるアジア地域への国際展開が可能である。
- ソフトウェアやデータ入手コストが社会利用と流通性を阻んでいる側面があり，本プロジェクトで開発する一群のソフトウェアパッケージをオープン化して活用することでインフラヘルスマonitoringが衛星マーケットにおけるキラーコンテンツ化への一助となる。

ベンチマーク表

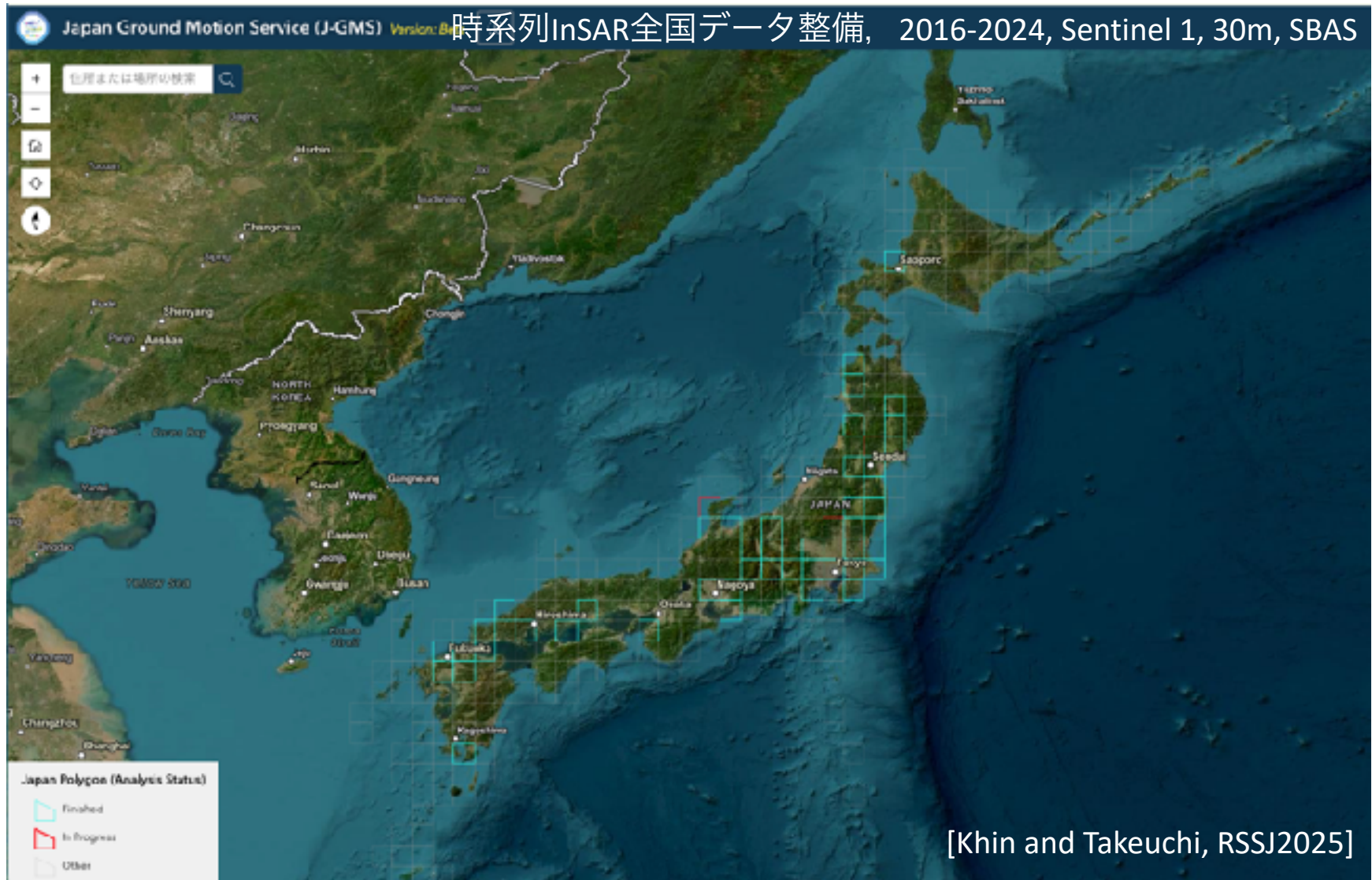
評価軸		評価対象			
大項目	小項目	開発内容	競合 A NASA/JPL, USA	競合 B Earthobservatory, NTU, Singapore	競合 C NERC, COMMET- LIGS, UK
研究開発の概要		リモートセンシングによるインフラのモニタリング技術。	リモートセンシングによる災害監視	リモートセンシングによる地震監視	リモートセンシングによる火山監視
機能 (要素技術)	リモートセンシングデータ要素解析機能	① 要素解析処理済みデータセットを日本地域で整備して無償で提供する	② 要素解析処理済みデータセット ARIAを一部地域に限り無償で提供、日本のデータは提供されていない	× 要素解析処理済みデータセット公開は行っていない	③ 要素解析処理済みデータセット一部地域に限り無償で提供、日本のデータは限定的
	データ可視化プロトタイプシステム	④ ウェブ機能を有し、タブレットなどで時系列変化を可視化する	× ウェブ可視化機能はない	× ウェブ可視化機能はない	⑤ ウェブ可視化機能を有するが、時系列変化の可視化はできない
	地盤工学的解釈	⑥ インフラの長期挙動の診断が可能	× 連携なし	× 連携なし	× 連携なし
性能仕様 (定量性のある数値)	空間分解能に関する要件 (50 [m]以下)	⑦ 50 m	△ 100 m	△ 100 m	△ 100 m
	植生データの影響回避	⑧ L バンド画像を活用する事により優位性がある	△ C バンド画像の活用のため限定的	× X バンド画像の活用のため影響を回避できない	△ C バンド画像の活用のため限定的
市場性 (公共性の高いものは社会貢献度)	自治体・道路管理者などへのニーズ充足	⑨ 開発したシステムのパイロット運用を実現	× 日本は対象外、その他の国も未実装	× 日本は対象外、その他の国も未実装	× 日本は対象外、その他の国も未実装
	リモートセンシング衛星マーケットに対する貢献	⑩ 衛星マーケットにおけるキラーコンテンツ化を実現	× 日本は対象外、その他の国も未実装	× 日本は対象外、その他の国も未実装	× 日本は対象外、その他の国も未実装
コスト	開発コスト	⑪ 無料で導入可能	△ 一部無料公開	× 非公開	⑫ 無料公開
	導入コスト	⑬ 無料で導入可能	△ 一部無料公開	× 非公開	⑭ 無料公開
	ランニングコスト	⑮ 無料で導入可能	△ 一部無料公開	× 非公開	⑯ 無料公開

波長別InSAR比較表



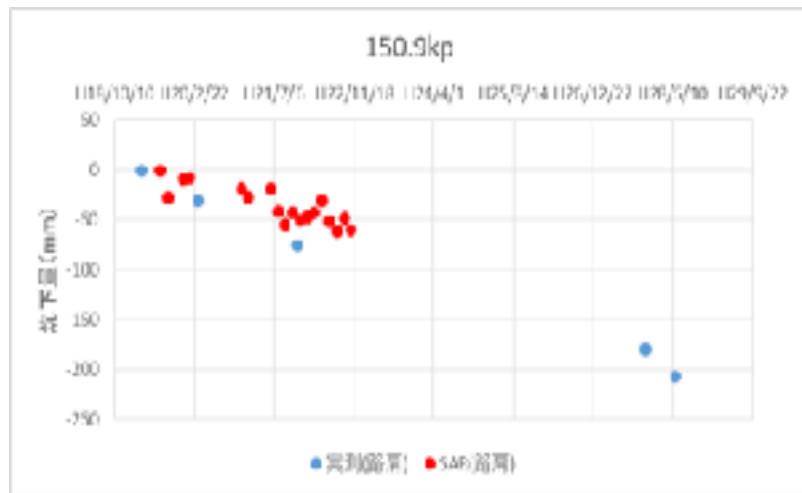
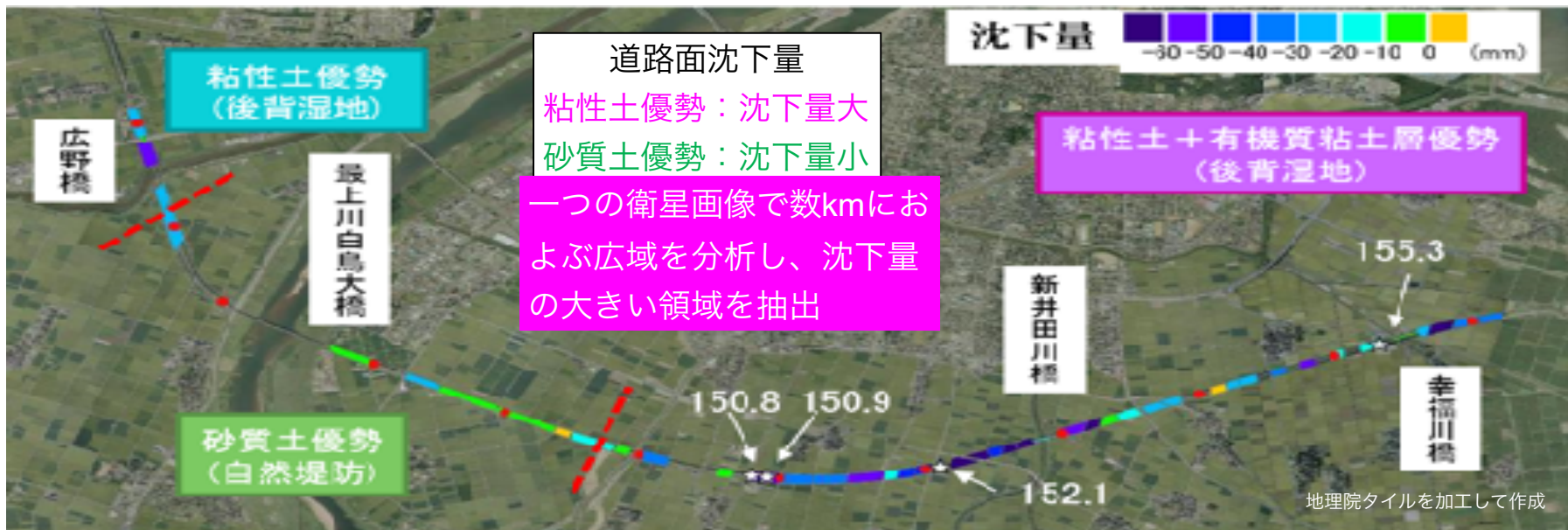
特徴	Xバンド (2.4~3.8cm)	Cバンド (3.8~7.5cm)	Lバンド (15~30cm)
主な衛星	TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, ASARAO-2	Sentinel-1, RADARSAT-2	ALOS-2 (だいち2号), ALOS-4, NISAR (NASA/ISRO)
変位検出感度	超高感度 (数mmの変動に敏感)	標準	やや低い (大きな変動向け)
植生透過性	× (低い) 葉っぱ表面で反射してしまう	△ (中程度) 密林では干渉性が落ちる	◎ (高い) 枝葉を抜けて地面まで届く
干渉性 (Coherence)	人工物では最強だが、草地ですぐ低下	都市・裸地では良好	山間部・植生地域でも維持されやすい
推奨手法	PS-InSAR (都市監視に特化)	SBAS / PS (バランス型)	SBAS (山間・自然地形に特化)

Japan Ground Motion Service (J-GMS)



<https://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/J-GMS/>

酒田地区のInSAR解析例



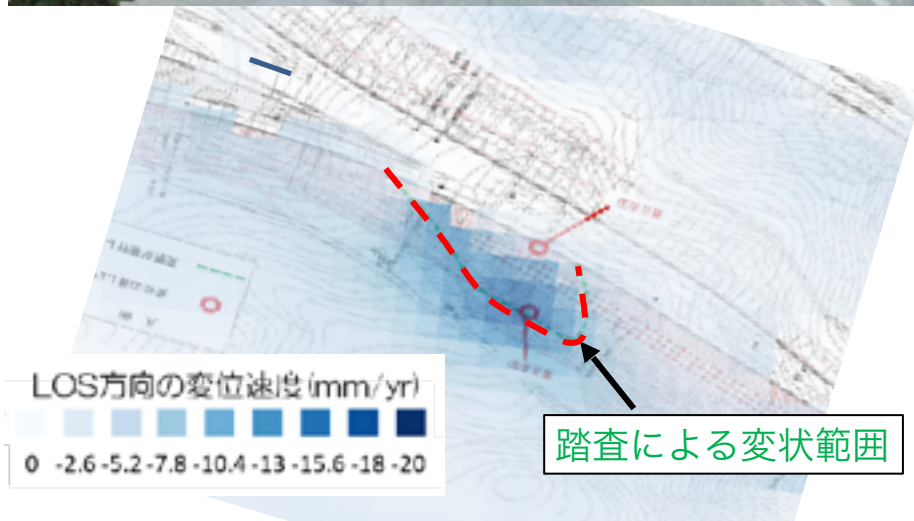
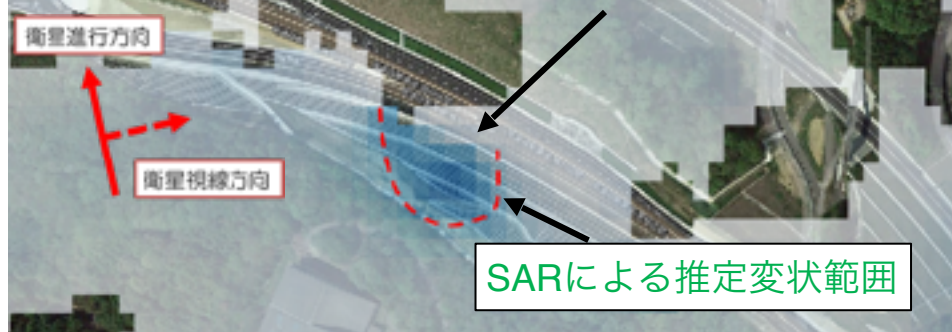
Lバンド(日本JAXA)とCバンド(欧州ESA)との比較

変状範囲の推定、複数の衛星データの適用

LバンドSAR時系列解析結果

(解析期間：2014/9/20～2018/3/31 (豪雨前))

法面中央部に衛星から遠ざかる変位が蓄積



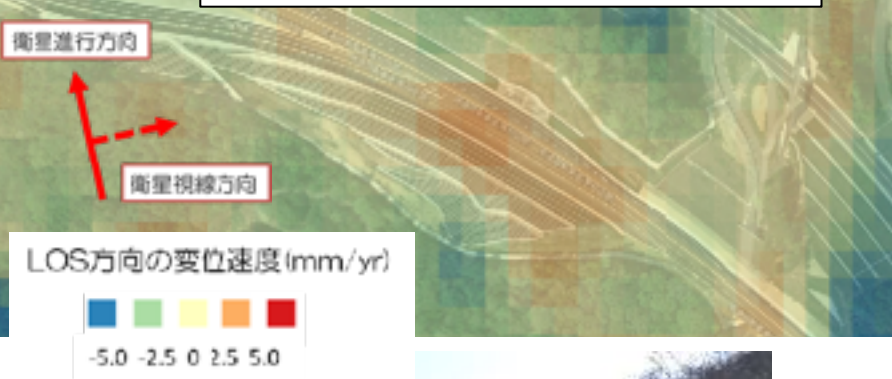
LバンドSARにより

踏査と同程度の変状範囲を推定可能

CバンドSAR時系列解析結果

(解析期間：2015/5/3～2018/8/9 (豪雨後))

現場の状況に合う結果が出ていない



現地法面状況

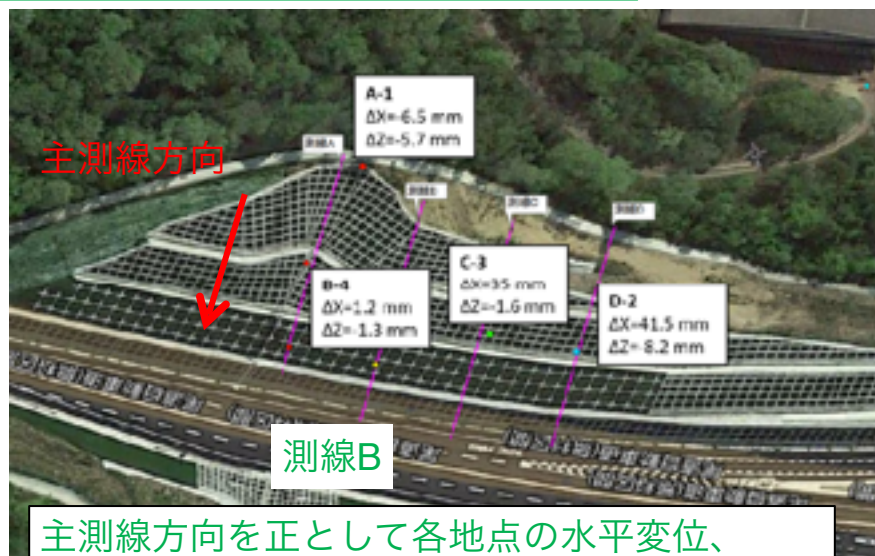


植生のある斜面ではCバンドの適用は難しい

⇒ 吹き付け法面であれば適用は可能か？

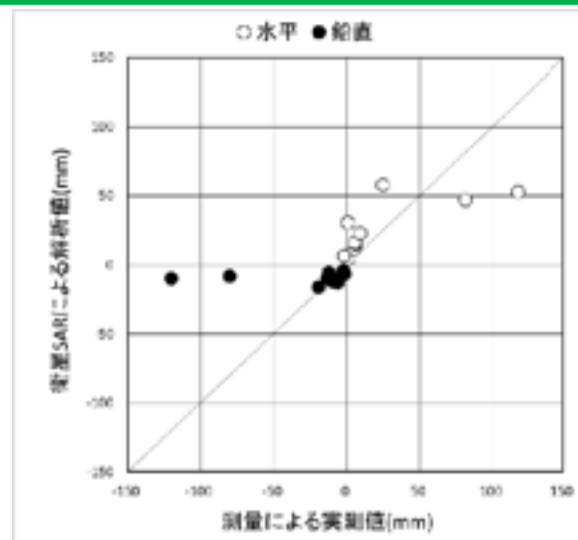
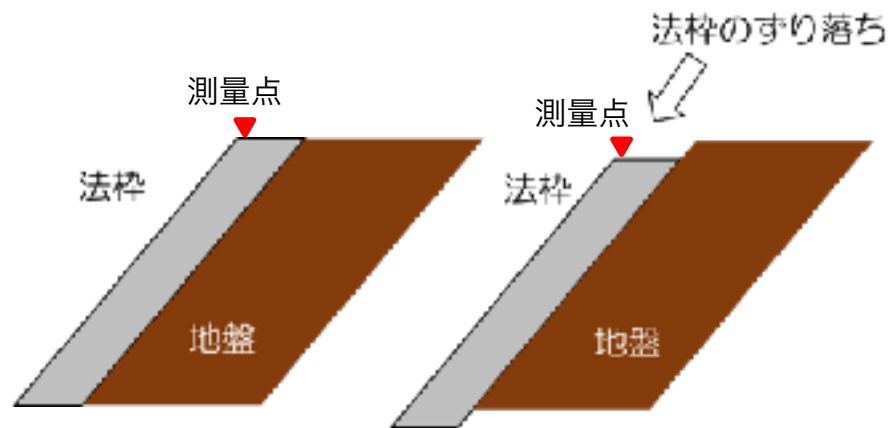
衛星観測方向と変位抽出の限界点

任意断面における鉛直、水平変位抽出



主測線方向を正として各地点の水平変位、
鉛直上向きを正として各地点の鉛直変位を抽出

大きな変動は法枠が地盤から剥離した可能性



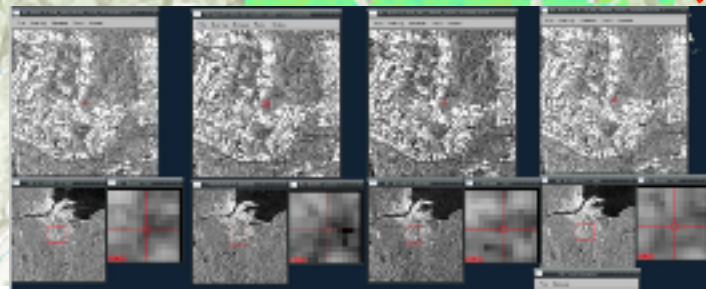
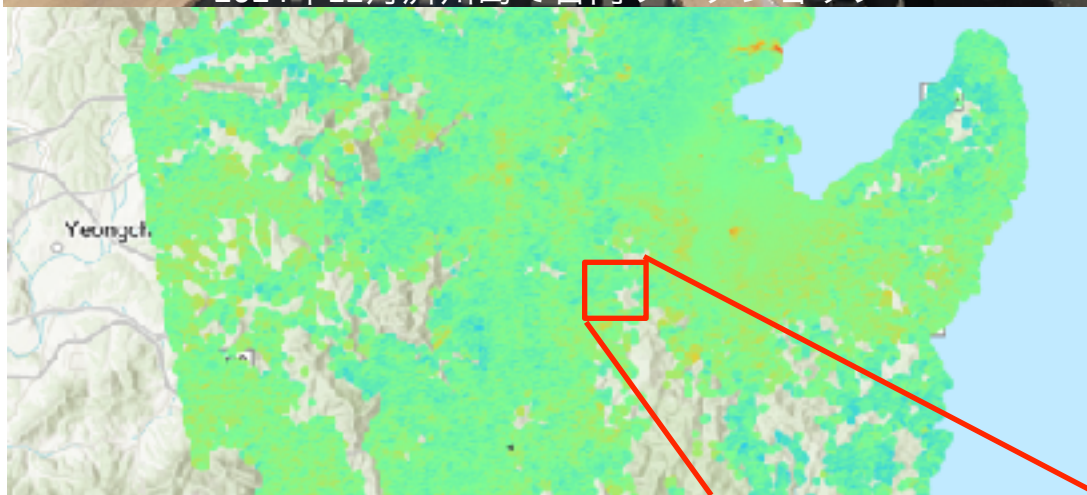
値の小さい範囲では、解析値、実測値ともに整合
値の大きい範囲では、解析値と実測値が乖離



韓国・環境省/国土交通省 (廃棄物処分場の安定性評価)



2024年12月済州島で合同ワークショップ



コーナーリフレクター

韓国・環境省が廃棄物処分場の地盤変動がないことを確認するためのツールとしての利用

コーナーリフレクターの設計と設置

韓国・国総研 (KICT) との国際共同研究を2年間実施

KICTの2024年度国際プロジェクト部門最高評価Sを獲得

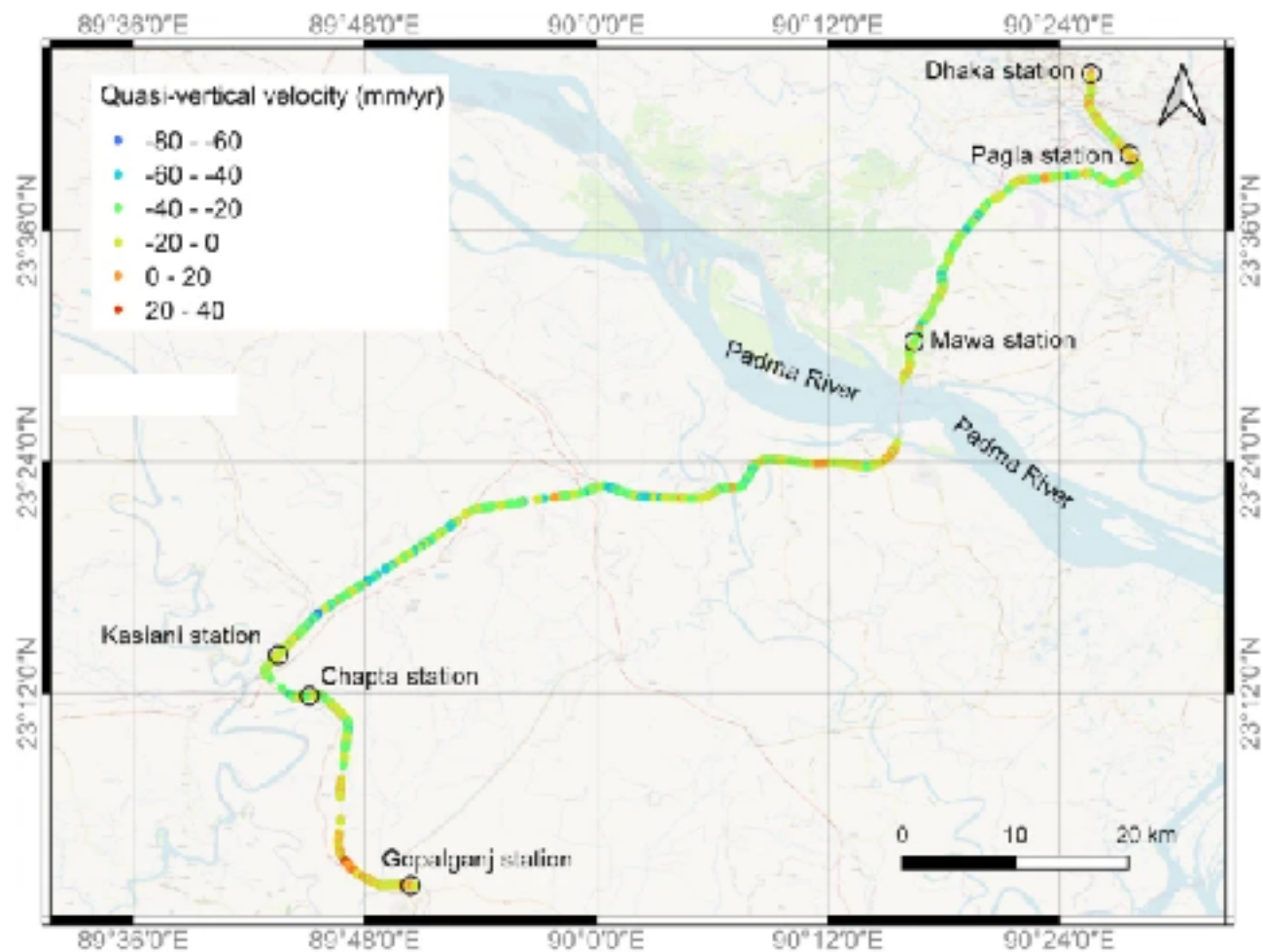
③ 평가결과

• 대상과제: 6개 ※ 절대평가: 실시

• 평가결과: S등급 1개(16.7%), A등급 1개(16.7%), B등급 3개(50%), C등급 1개(16.7%)

No	과제명	분야	부서	예산 (천원)	평가등급
1	위성 SAR 자료를 활용한 폐기물 매립지장의 지표 변위 모니터링 적용 연구(일본)	지반	지반연구본부	140	S
2	농작물 및 계수에서 유거지점 해수를 위한 국제공동연구 (호주)	환경	환경연구본부	150	B
3	폐트램 노후교량 유지관리를 위한 다목적 반영 기반 스마트 모니터링 시스템 개발(베트남)	구조	구조연구본부	100	A
4	철단 도로 포장상태 진단 장비를 활용한 컴포지트 포장용질 개선 연구(인도네시아)	도로	도로교통연구본부	150	B
5	전기료로써의 통합안전시스템 기술 개발(베트남)	교통	최외곽화사업 클러스터	90	B
6	동남아 지역환경에 적합한 스마트형의 온풍건조기(베트남)	교통	최외곽화사업 클러스터	90	C

バングラデシュ国鉄のInSARモニタリング (Khin et. al 2025, Nature Scientific Reports)



Quasi-vertical displacement rate from 2.5D analysis. The map was created using QGIS Desktop 3.34.9 (<https://qgis.org/>).



バングラデシュでの地盤調査



Thailand space forumで招待講演

札幌市豊平橋のモニタリング

配置場所

解析上の役割

信賴度 (Coherence)

P1 東側取付道路（地盤部）

地盤変動の基準（リファレンス）

0.95 (極めて高い)

P2 東側スパン 1/3 (桁上)

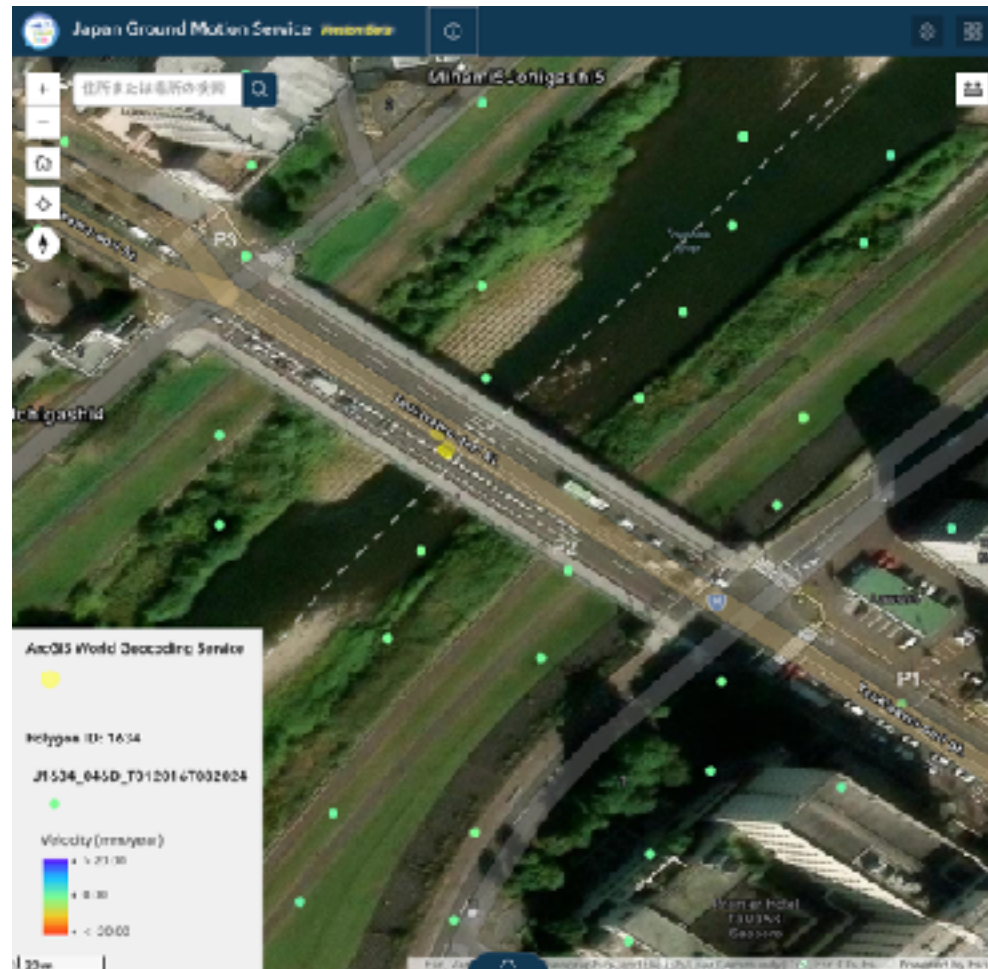
桁の熱伸縮・たわみの動的抽出

0.87 (良好)

P3 西側橋脚付近（支点）

下部構造および支点の安定性評価

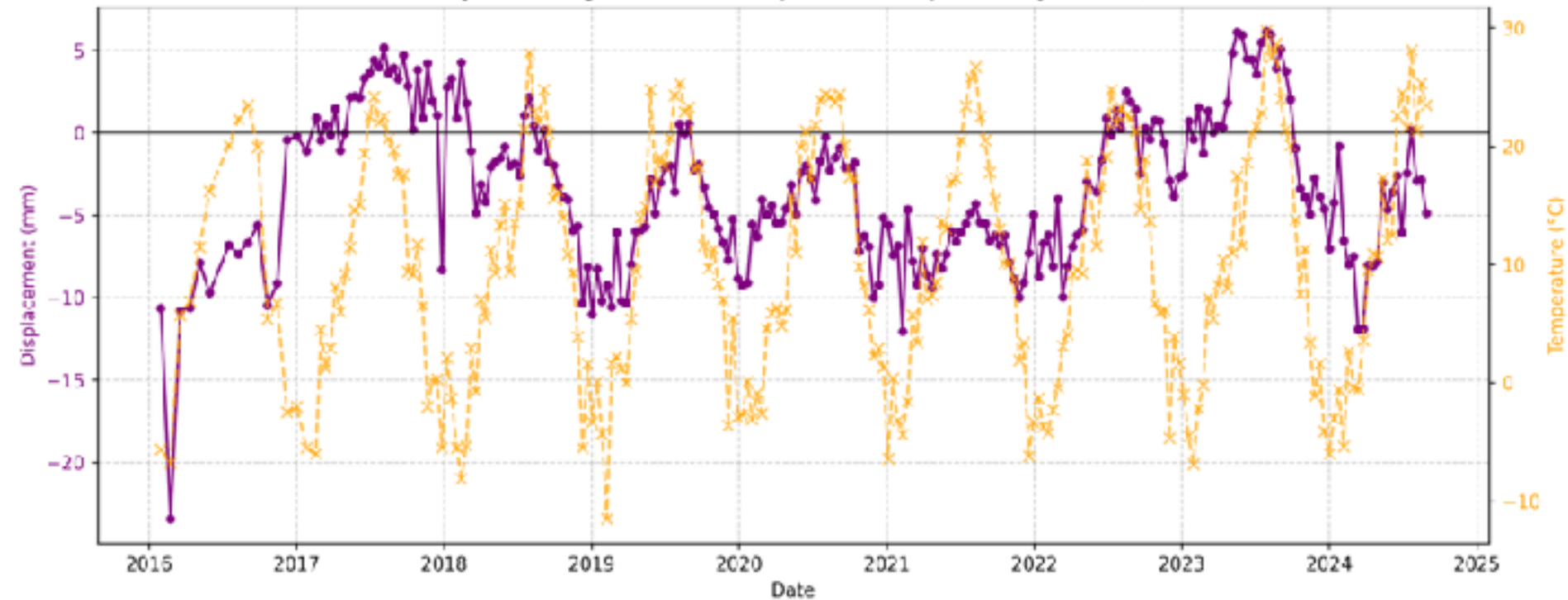
0.91 (高い)



気象データとの同期解析

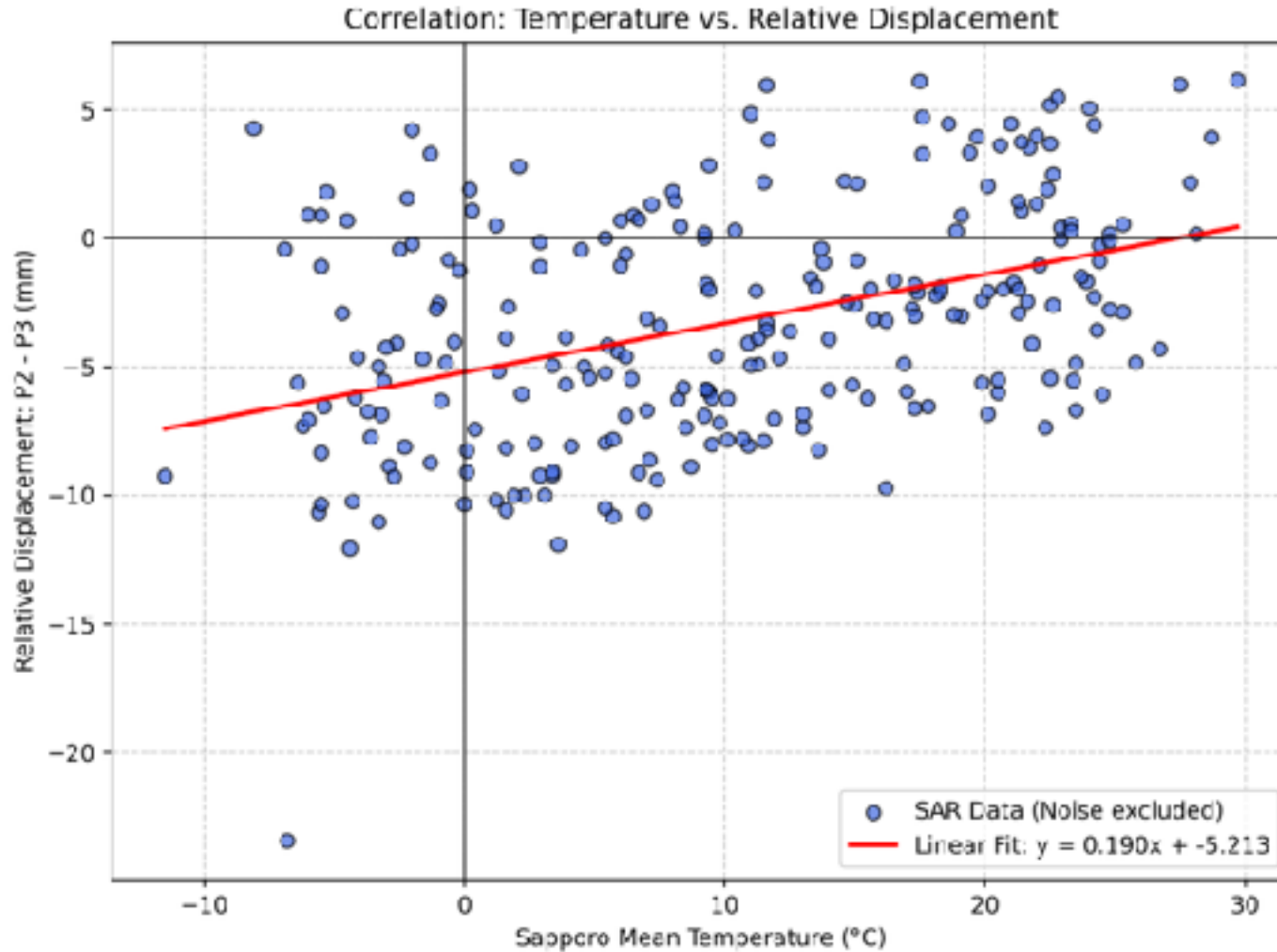


Toyohira Bridge: Structural Response vs Temperature (JMA Data)



札幌管区気象庁の日平均気温データと橋梁の相対変位（P2-P3）が高度に同期

熱感受性の定量化成果



気温が1°C上がると、
桁は約 0.190 mm 動く

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

計算上の純粋な水平伸
縮量 (0.18 mm/°C)



科学自然都市協創連合

(東京大学生産技術研究所内 since 2018)

宇宙開発発祥の地から繋ぐコンソーシアム

大学・研究機関・自治体が、培ってきた知恵と経験を共有することで、
いきいきとした生活を営めるまちづくりに、ともに取り組むコンソーシアム

1号会員

1号会員とは、科学自然都市協創連合設立時の構成メンバーです。



千葉県 千葉市



東京都 杉並区



東京都 国分寺市



秋田県 由利本荘市



秋田県 能代市



鹿児島県 肝付町 肝付町



東京大学 生産技術研究所

2号会員

2号会員とは、科学自然都市協創連合の趣旨に賛同する自治体です。



和歌山県 和歌山市



長野県 長野市

3号会員

3号会員とは、大学・研究機関等で科学自然都市協創連合の活動趣旨に賛同するメンバーです。



鹿児島県 鹿児島市



本荘市立高等学校附属財団



秋田県立大学

FEEL NAGANO NIGHT 2025 2.12 (Wed) 18:00~20:30

スポーツ・まちづくり

at ダイニングラボ 食堂 コーヒー

01 開会挨拶 年古 洋

02 共催挨拶 石岡 吉孝

03 講演

① 萩原 健司 元NAGANO市長

② 若村 圭 元NAGANO市長

③ 小泉 秀樹 元NAGANO市長

④ 竹内 渉 元NAGANO市長

04 交流会

2月12日~2月14日

FEEL NAGANO WEEK!

2月12日 18:00~19:00

2月13日 11:00~14:00

2月14日 11:00~14:00

2月12日 18:00~19:00

2月13日 11:00~14:00

2月14日 11:00~14:00

2月12日 18:00~19:00

2月13日 11:00~14:00

2月14日 11:00~14:00



2025年9月 NEC久村さんと意見交換

2025年10月 信州産業フェア出展＋クロストーク



長野市イノベーション推進課との連携

2026年2月セミナー

「予防保全型の防災管理」×「AIによる業務効率化」

J-GMSのデモ：先日の展示会で紹介した地盤変動グラフの取得方法

生成AIの活用体験：GeminiやChatGPTを使って、道路防災業務報告書を自動作成するプロンプトを実際に試す

応用可能性の議論：道路防災以外の業務（水道管管理、公共施設維持など）への展開について意見交換

○長野市

建設部 維持課など（道路維持修繕などの担当部署）

水道局 下水道整備課など（水道管の管理担当部署）

○長野県

建設部局 長野建設事務所含む担当課

○長野地域連携中枢都市圏※の自治体担当課

須坂市、千曲市、坂城町、小布施町、高山村、信濃町、小川村、飯綱町

※長野地域連携中枢都市圏とは：通勤・通学の割合が本市に対して10%以上である近隣の2市4町2村と本市が1対1の協定を結び、強みを活かし、弱みを補いながら広域で連携する取組。

福井県民衛星プロジェクト、滋賀県と連携

J-GMSを中核とした役割分担と運用スキーム

自治体（県・市町村）

無料J-GMSの正しい理解と業務への適用範囲の整理
現地情報（路面・施工・写真）提供、実証協力
不足機能・高度解析ニーズの明確化

民間企業（実装・補完）

J-GMSでできない高度SAR処理を有償で提供（再解析・PSInSAR・融合）
自治体業務システム連携、レポート自動化テンプレート作成、
研修・保守・サポート
生研産学官コンソーシアムRC106

東大発スタートアップ GP-ONE（運用主体）

全国InSARデータの定期更新・品質管理
J-GMSダッシュボード/APIの維持運用
自治体・企業の窓口（SOP/ガバナンス）
2025-2028 JSTグローバルスタートアップ・ディープテック事業から2029年を目途にスタートアップを始動予定

J-GMS（無料で提供）

全国InSAR変動レイヤ／時系列グラフ／CSV・API（標準）
現場パトロール連携・レポート雛形（基本）
寺子屋ワークショップを自治体で実施

スキーム：J-GMSで分かる/使える範囲を自治体が確立

→ 追加が必要な高度処理は民間が有償で補完

→ プロジェクト後の継続運用は東大発グローバルスタートアップGP-ONEがデータ更新

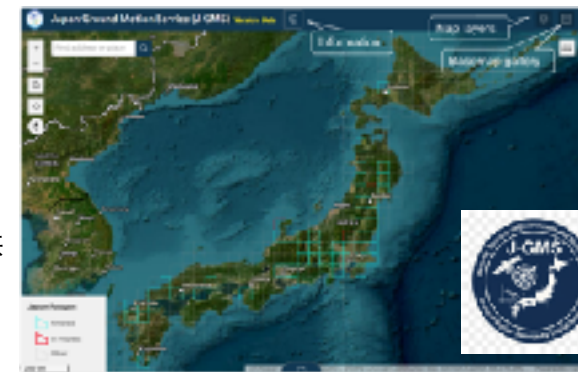


図1: Japan Ground Motion Service (J-GMS)のインターフェース
(<https://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/J-GMS>)



図2 地滑りブロック変動計測



図3 不適切盛土変動計測

提案

現状

Free（無償・常時監視）

- ・対象：自治体職員（道路管理、防災、上下水道、建設、企画）
- ・機能：
 - ・ J-GMSによるCバンドInSAR時系列の可視化（監視対象道路のレイヤ設定済み）
 - ・ しきい値アラート（例：累積変位 or 速度が閾値超え）をメール+ダッシュボード通知
 - ・ CSVダウンロード、簡易レポートの自動作成（テンプレート：現場写真/位置図/グラフ/所見）
 - ・ 寺子屋ワークショップ（初心者向け半日・月1回オンライン）
- ・ コスト（運営側）：クラウド・ArcGIS Online、保守・サポート最低限

予防保全措置なし

Plus（低額サブスク・拡張）

- ・ 月額：軽量（例：5-10万円/月/自治体）
- ・ 追加：
 - ・ 優先サポート、自治体独自レイヤの投影、部門別ダッシュボード（道路、防災、上下水）
 - ・ アラート調整（季節・工事影響の抑制）、API連携（自治体の既存台帳）
 - ・ 年次レビュー（異常地点の棚卸し、予算計上支援資料）
- ・ ねらい：有償診断への橋渡し（異常地点の「深掘り候補一覧」）

予防保全措置なし

Pro（案件単位・詳細診断）

1. 都度見積：対象区間・精度要件に応じて
2. 内容：
 1. Lバンド詳細（ALOS-2,4/PALSAR-2,4）：植生下・地盤挙動の精度向上、長期傾向の確度アップ
 2. Xバンド詳細（ICEYE/Capella/QPS-SAR）：高解像度で工区単位の微小変位評価、緊急タスク対応
 3. 現地踏査/ドローンLiDAR：稲・舗装・法面形状、地物・工事影響の切り分け
 4. 詳細レポート+説明会：予防保全計画（優先度・概算費・スケジュール）
 5. 意思決定支援：議会・予算要求用資料、アセットマネジメント連携

発災時にのみ業務発注
1000-3000万円単位

InSAR普及に向けた活動のまとめ



課題	主な対応策
① 認知・理解の向上	ユースケースの実証・発信／従来手法との差別化を明確化／NETIS・DX技術カタログ、展示会・セミナー等で普及
② 人材育成	現場知識×衛星データ解析を備えた人材の育成／産学官連携による体系的な講座・カリキュラム整備
③ データ・サービスの利用性	品質・精度の基準明確化／データ取得・利用の簡素化／GIS・点検報告書等と連携したWeb GUIの整備
④ 現場実証・導入	法令・マニュアル・ガイドラインへの反映／コストを含む導入実証／解析から現場対応まで一貫した体制構築
⑤ 技術の高度化	観測頻度・即時性・解像度の向上／光学・SARの統合解析・マルチモーダルAI／小型SARによる時系列InSARの実運用化

▶ 普及に向けたポイント

「知ってもらう」 → 「使えるようにする」 → 「現場で実証する」 → 「標準化・高度化する」

RS/GIS



竹内 渉



桑野 玲子



水谷 司

Geotech

合わせ技でインフラの脆弱性をあぶり出す

空から地表からインフラを診る

RC-106

代表幹事

竹内 渉（東京大学 生産技術研究所 教授）
 桑野玲子（東京大学 生産技術研究所 教授）
 水谷 司（東京大学 生産技術研究所 准教授）

連絡先

吉本英子
 Tel : 03-5452-6472
 e-mail : yosimoto@iis.u-tokyo.ac.jp

LiDAR/GPR

主旨

日本のインフラの多くが1960年代の高度経済成長期に集中的に整備されているため、およそ半世紀を経た現在、その老朽化が問題となっている。国土規模の道路・地下・橋梁・トンネル・鉄道のインフラストックに対して、点検と診断方法の多くは目視点検や打音調査が基本であり、熟練点検員の減少による人員不足は深刻な問題となっている。これらの問題を改善するために、産学官挙げてインフラ維持・管理に対して IoT 技術の有効活用が期待されている。

このような背景の中、生産技術研究所では「災害・環境リモートセンシング」「リアルタイム空間解析工学」「地盤機能保全工学」を専門とする研究者が連携し、「空から地表からインフラを診る」活動を開始しました。具体的には、1) 宇宙からのリモートセンシングや空からのドローン撮影、地上・地中レーダー、モバイルマッピングレーザー、高解像度カメラなどの最先端の計測技術、2) AI・機械学習、デジタル信号処理による超高速解析・検知技術、3) 土質力学や地盤材料の力学特性に基づいた地中構造物や土構造物の長期挙動の診断技術、を複合的に組み合わせ、真に実務的な利用に資する研究を展開し、最新の情報提供を行います。

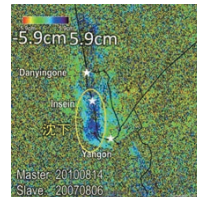
参 加 費：賛助員の場合：10万円（別途賛助員年会費1口10万円がかかります）

非賛助員の場合：20万円

※上記以外の参加形態もありますので、詳細はお問い合わせ下さい。

一社当たり2名以上ご参加いただく場合には、年会費は別途相談。

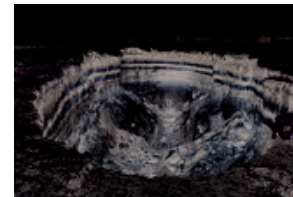
運 営 方 法：1～2回程度の意見交換会などを実施。（状況により追加での開催も実施する可能性あり）



衛星 InSARを用いた
 ヤンゴン環状鉄道の
 軌道健全性のモニタリング
<http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/wataru/>



三次元測距レーザーを車載した
 モバイルマッピングシステム (MMS)
 によるインフラ形状のサイバー化技術
<https://mizutanilab.iis.u-tokyo.ac.jp/>



都城畑地の大規模地盤陥没
<https://geo.iis.u-tokyo.ac.jp>



Wataru Takeuchi, Ph. D.

Institute of Industrial Science
The University of Tokyo, Japan

[http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/wataru/
wataru@iis.u-tokyo.ac.jp](http://wtlab.iis.u-tokyo.ac.jp/wataru/wataru@iis.u-tokyo.ac.jp)