

# 地盤変動情報（JISLaD）の実際の 測量への応用（その3）

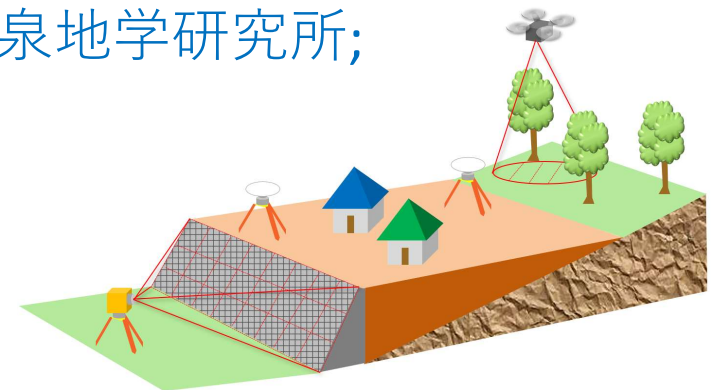
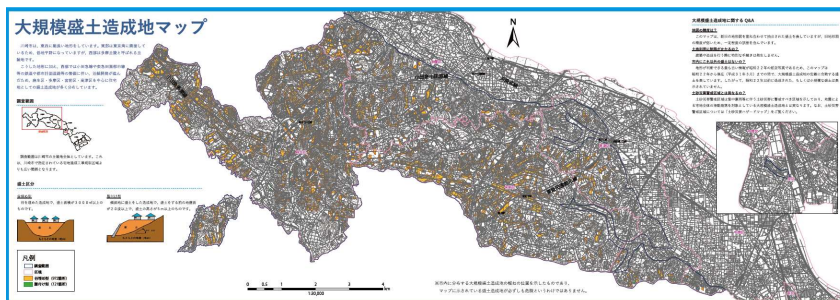
## ～川崎市盛土造成地防災監視（続報）～

植田伸一<sup>1</sup>・#里村幹夫<sup>1</sup>・伊藤広和<sup>1</sup>・多田吉成<sup>1</sup>・森永貴之<sup>1</sup>・  
島田誠一<sup>1</sup>・末野幹雄<sup>1,2</sup>・藤井綾香<sup>1</sup>・庭野基<sup>1</sup>・相京幸一<sup>1</sup>・  
田部井隆雄<sup>1</sup>・原天流<sup>3</sup>・道家涼介<sup>4</sup>・鳴海智博<sup>5</sup>・山口範洋<sup>5</sup>

1: 株式会社日豊; 2: 中央大学研究開発機構;

3: 川崎市まちづくり局; 4: 神奈川県温泉地学研究所;

5: 清水建設株式会社



2023年10月13日  
第140回日本測地学会講演会  
仙台市福祉プラザ

# JISLaD ~GEONETの解析について~



—解析条件—

GAMITver10.71

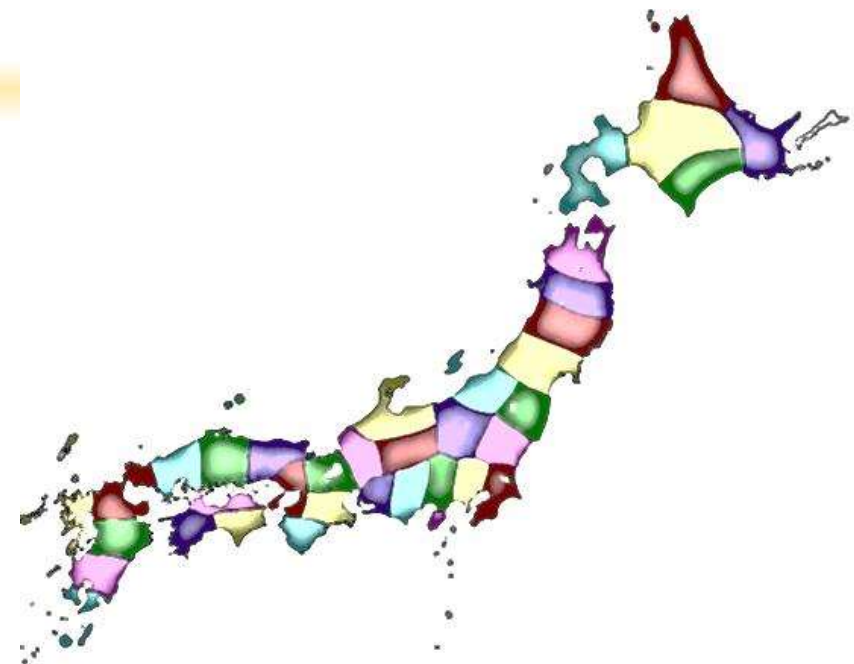
BERNESEver5.2

ITRF2014座標系

(GAMITはITRF2020)

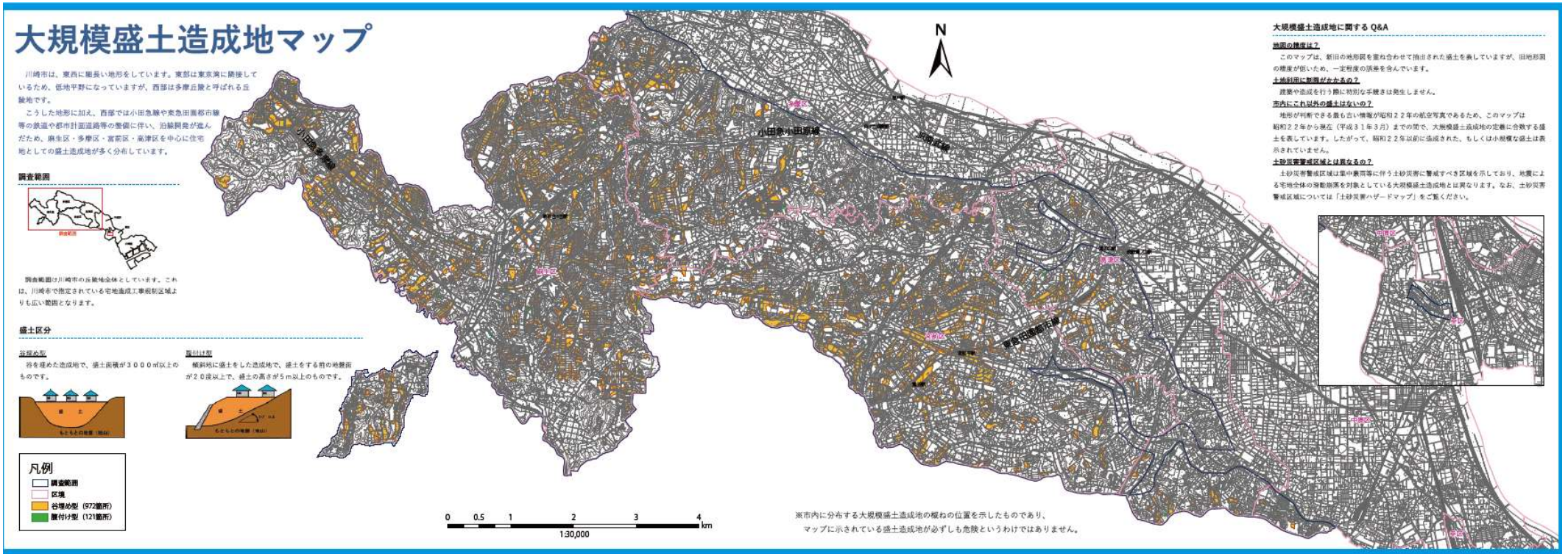
IGS点約28点

- 全国約1300点の電子基準点を絶対座標で毎日決定している。
- 全国の観測点を39のブロックに分けて解析し、各ブロックの計算結果を統合している。
- **このシステムを利用して、川崎市内の大規模盛土の地盤変動を監視**





# 川崎市大規模盛土造成地マップ



**大規模盛土造成地に関する Q&A**

**地図の精度は？**  
このマップは、新旧の地形図を重ね合わせて抽出された盛土を表していますが、旧地形図の精度が低いため、一定程度の誤差を含んでいます。

**土地利用に制限がかかるの？**  
建築や造成を行う際に特別な手続きは発生しません。

**市内にこれ以外の盛土はないの？**  
地形が判明できる最も古い情報が昭和22年の航空写真であるため、このマップは昭和22年から現在（平成31年3月）までの間で、大規模盛土造成地の定義に合致する盛土を表しています。したがって、昭和22年以前に造成された、もしくは小規模な盛土は表示されていません。

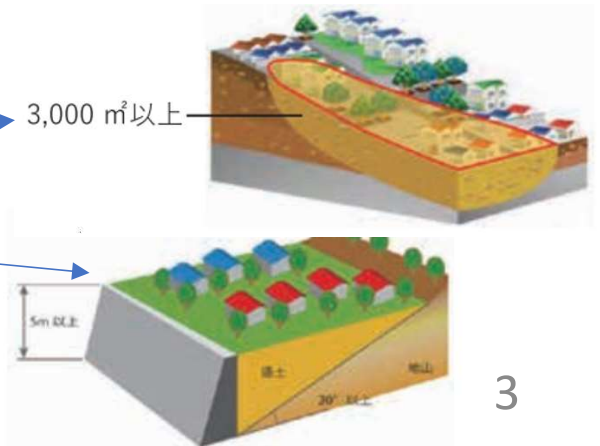
**土砂災害警戒区域とは異なるの？**  
土砂災害警戒区域は集中豪雨等に伴う土砂災害に警戒すべき区域を示しており、地震による宅地全体の等価崩壊を対象としている大規模盛土造成地とは異なります。なお、土砂災害警戒区域については「土砂災害ハザードマップ」をご覧ください。

川崎市内の大規模盛土造成地 1093箇所

谷埋め型 972箇所

腹付け型 121箇所

1000箇所以上の大規模盛土造成地を抱える市町村は川崎市を含め全国3市のみ





# 共同研究立ち上げ

- 川崎市の大規模盛土変動予測調査で滑動崩落対策工事が必要となる箇所はないとの結論を得ているが、地盤変動を実測しているわけではない。今後新たな滑動崩落の兆候とされる変状等が生じる恐れ。
- 共同研究「GNSSと干渉SARの統合解析による川崎市内大規模盛土造成地の地盤変動監視」の立ち上げ（2022年4月より2年間）
  - 川崎市（まちづくり局指導部）
  - 日豊（川崎市の測量会社、GNSS測量、4次元座標管理）
  - 清水建設（大手ゼネコン、宇宙技術利用に力を入れている）
  - 神奈川県温泉地学研究所（県の研究所、干渉SAR解析に実績）
  - マップル（地図作成販売、「今日の地図」の作成）
  - ASロカス（地理情報システム開発、4D-GIS作成）
  - 武揚堂（地図作成販売、川崎市の盛土ハザードマップ作成）
  - 三矢研究所（川崎市、UAV製作・撮影）

Colors, Future!  
UNIVERSITY  
川崎市  
令和4年4月26日  
報道発表資料

## GNSS測量による大規模盛土造成地の経過観察に係る共同研究を開始します

川崎市では、平成18年から大規模盛土造成地の各種調査に取り組み、優先的に観察を行う場所を選定し、取組を進めてきたところです。調査を行った大規模盛土造成地については、現地踏査による経過観察を継続的に実施し、滑動崩落の兆候の早期把握に努めることとしています。

このたび、本市と共同研究者で4月に共同研究契約を締結し、市内全域を網羅するGNSS（Global Navigation Satellite System: 全球測位衛星システム）連続観測点を各区に設置して、GNSS測位と干渉SAR（Synthetic Aperture Radar: 合成開口レーダー）によるデータを用いて地盤変動を観測することにより、市内の大規模盛土造成地の監視を行います。

連続観測点を基準として、大規模盛土造成地に複数観測点を設置し、年間複数回のGNSS定期観測を実施して地盤の変動を詳細に監視し、大規模盛土造成地の経過観察への有効性等を研究します。

また、本研究では、大規模盛土造成地の安全性判定のデータベースを構築するとともに、ドローンに搭載したレーザースキャナーや地上レーザースキャナーにより、擁壁などの構造物の劣化やひび割れなど細部の経年変化の監視も行います。さらに経年変化の変動速度を加味したデータ管理システムの構築を目指します。

### 【共同研究の概要】

- (1) 研究名称  
GNSSと干渉SARの統合解析による川崎市内大規模盛土造成地の地盤変動監視
- (2) 実施期間  
令和4年度から2年間
- (3) 共同研究者  
株式会社（川崎市）、清水建設（東京都中央区）、  
神奈川県温泉地学研究所、  
株式会社（東京都千代田区）、ASロカス株式会社（千葉県市）、  
株式会社（東京都目黒区）、株式会社（川崎市）



設置済みのGNSS連続観測点（高津区）

2022年(令和4年)8月18日(木曜日) 言宣 2面 乗斥

### 盛り土変動衛星で監視 川崎市など造成地の状況3次元化

川崎市は、大規模な盛り土造成地の崩落などの兆候を早期に把握するため、衛星を使った測量技術を用いた監視システムの研究を民間と共同で今年にも始める。市によると、同様のシステムは全国に例がないと、国土交通省は、測量技術を組み合わせた先進的な取り組みと注目する。昨年7月の静岡県熱海市の土石流災害などを防ぐため、市が盛り土造成地の監視を始める。市は、国土測量などに使われる衛星測位システムを活用して造成地の傾度・経度、毎秒高度などの位置座標を測定、わずかな変動を観測する市によると、熱海と同規模の崩落についても予兆を把握できるという。具体的には、造成地内に設置したGNSS測位システムを、市が保有する測量機で定期的に観測する。観測データは、市が保有する測量機で定期的に観測する。観測データは、市が保有する測量機で定期的に観測する。

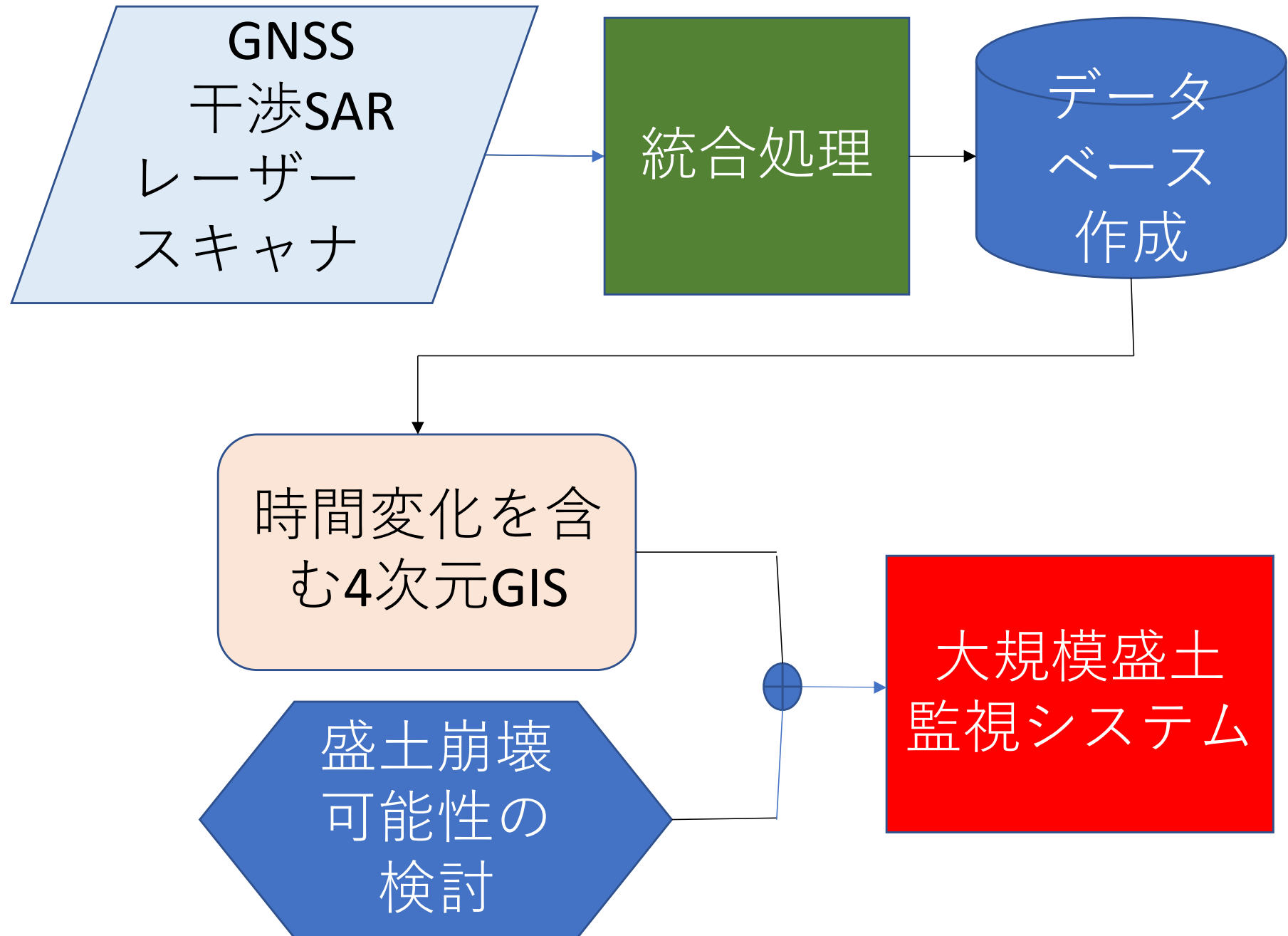
大規模な盛り土造成地の監視イメージ

衛星測位システムやドローン、レーザースキャナー、衛星測位システムのアンテナ

衛星測位システムやドローン、レーザースキャナー、衛星測位システムのアンテナ

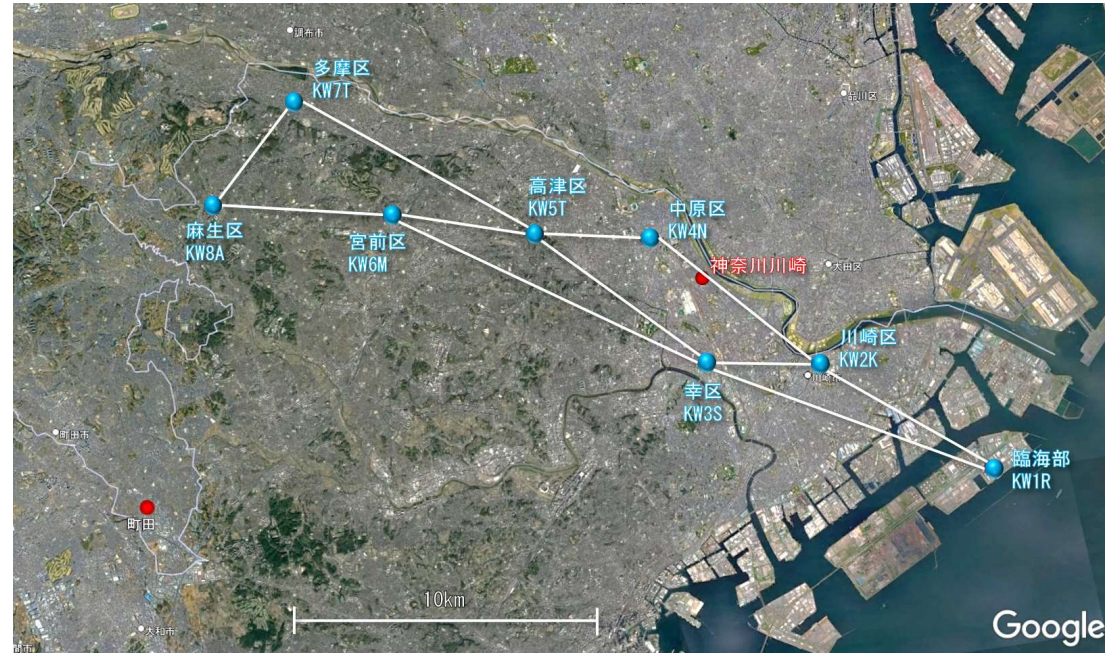
衛星測位システムやドローン、レーザースキャナー、衛星測位システムのアンテナ

# 大規模盛土防災監視方法の流れ



# GNSS基準点新設(8点)

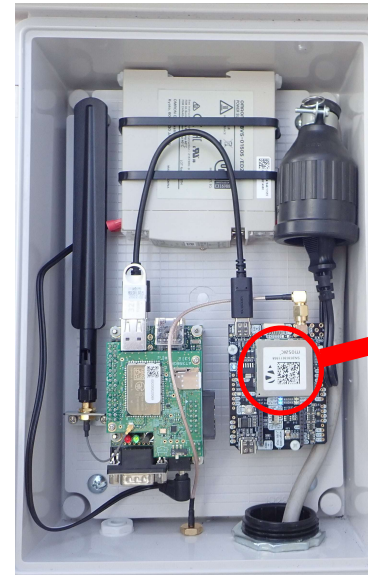
アンテナ  
小峰無線電機 QZG12FQ



受信機  
セプテントリオ社 mosaic-x5

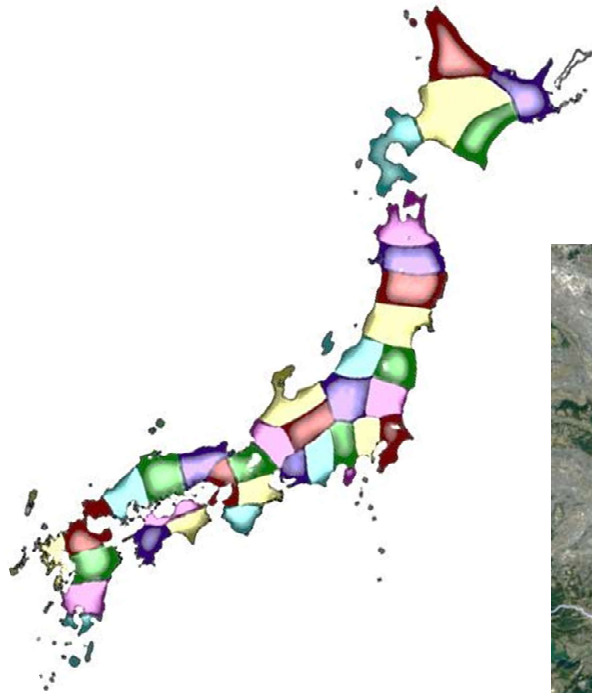
サンプリング間隔  
1秒

取得衛星  
GPS GLONASS Galileo 準天頂





# 川崎市周辺の電子基準点とあわせ新しいJISLaD網に

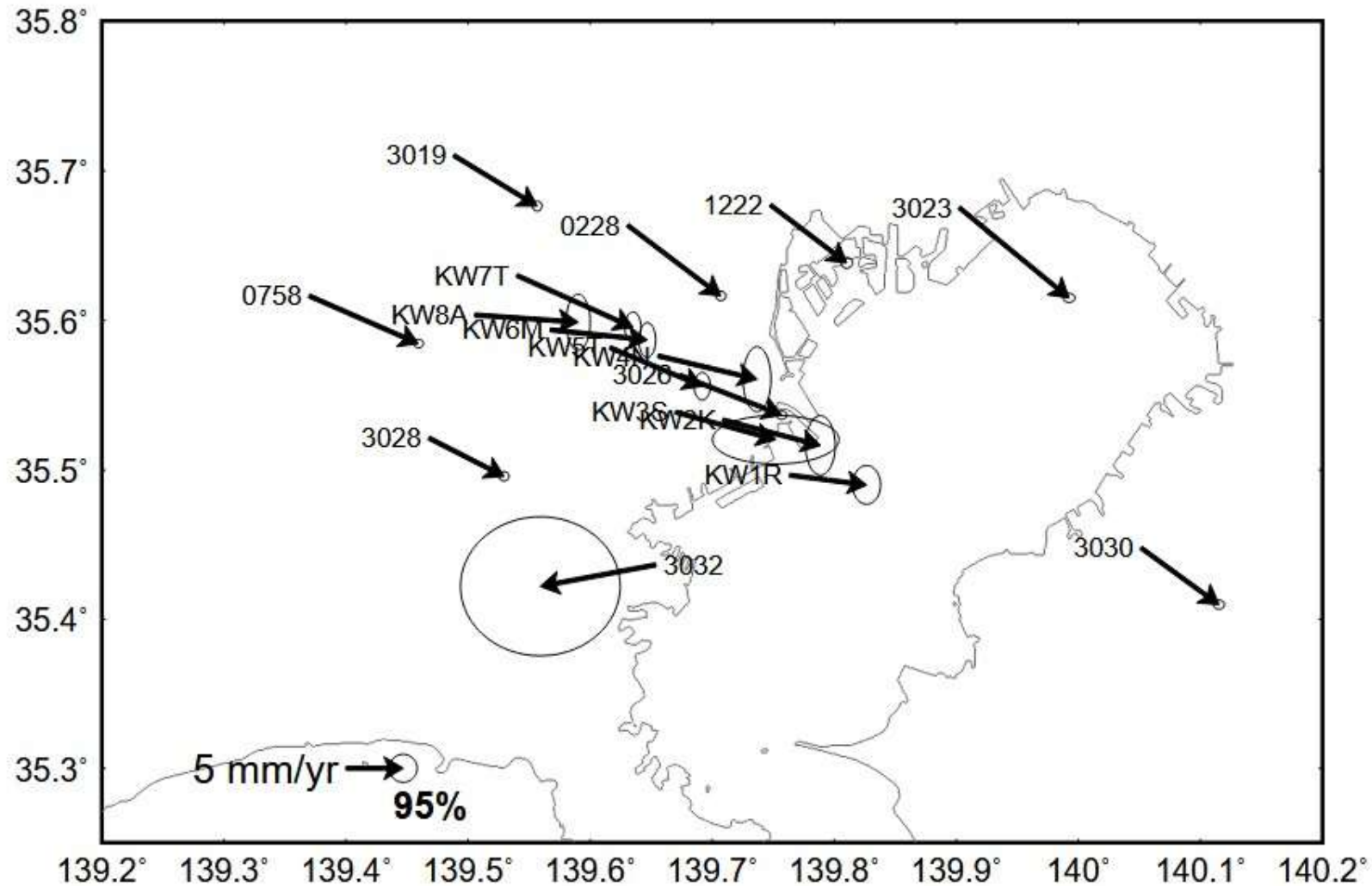


JISLaDの39ブロック



- 新たに加えるブロック
- 新設した基準点、
  - 国土地理院の電子基準点

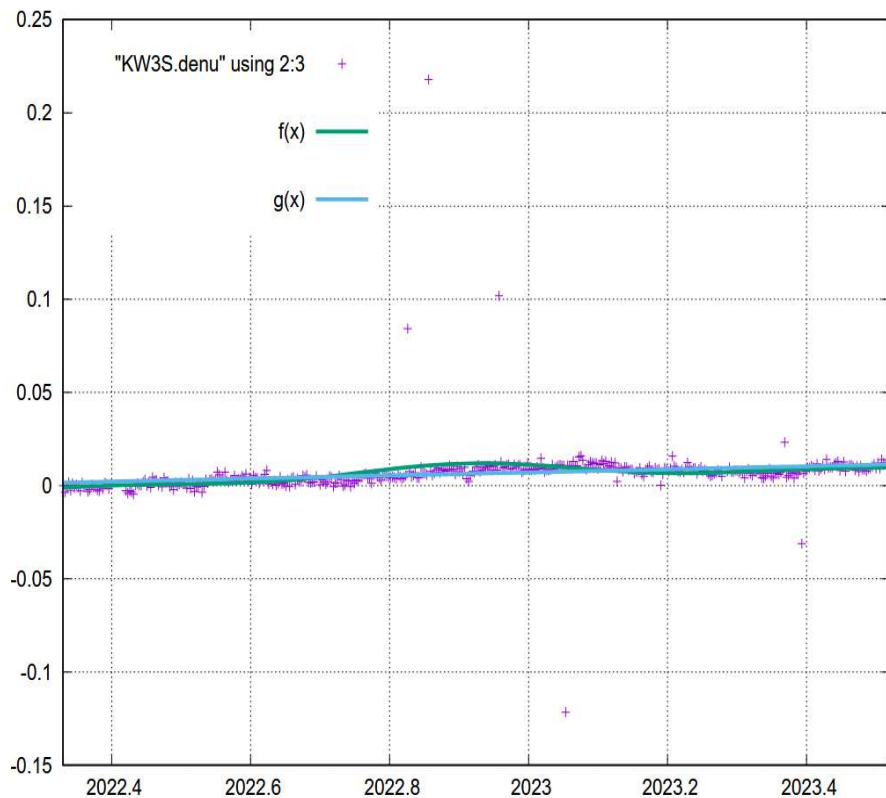
# JISLaDで川崎ブロックに入れた観測点の長期水平変動





# KW3SのEW成分時系列データ

(m)



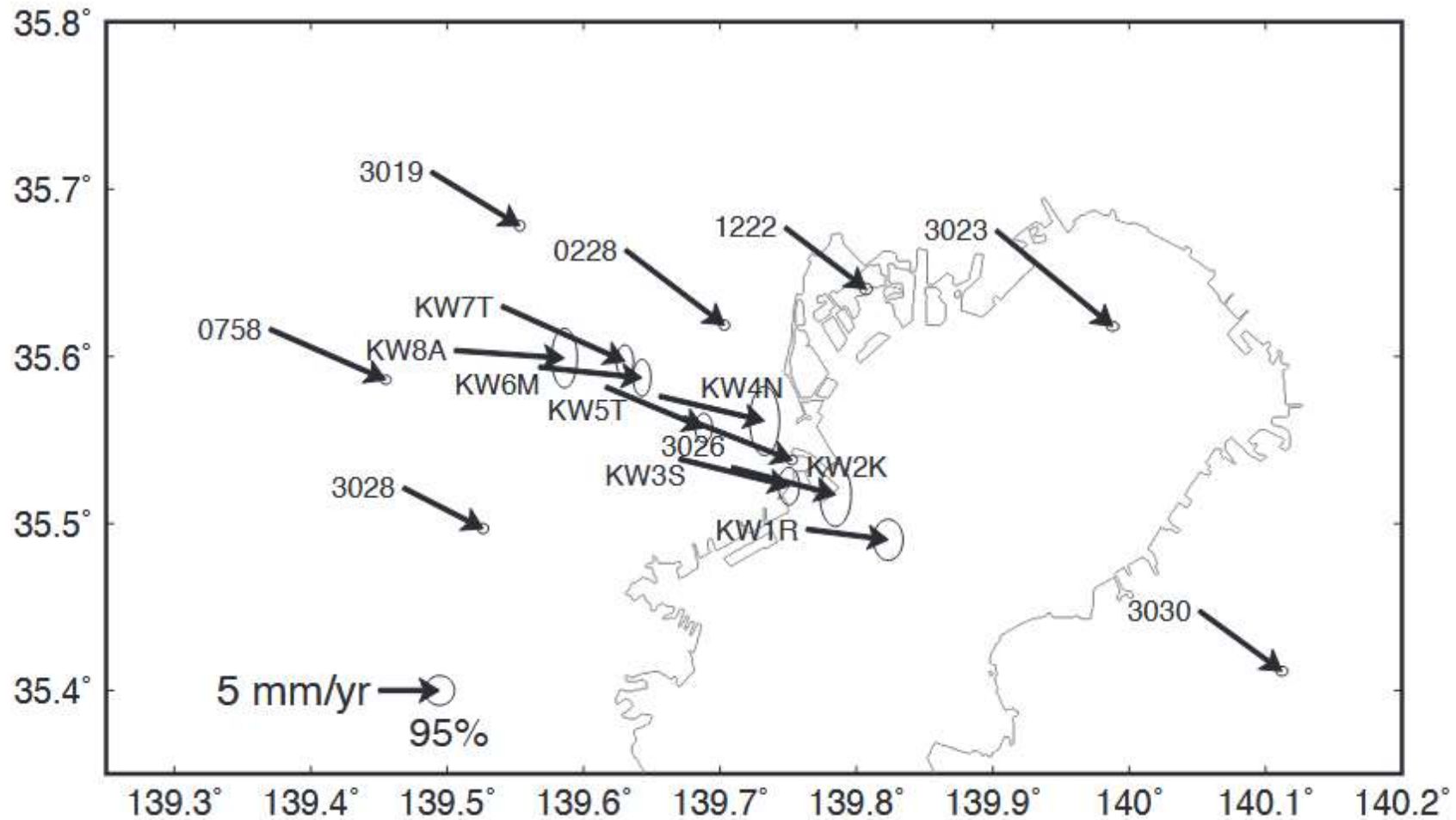
アウトライヤーを取り除く前の  
結果

(m)



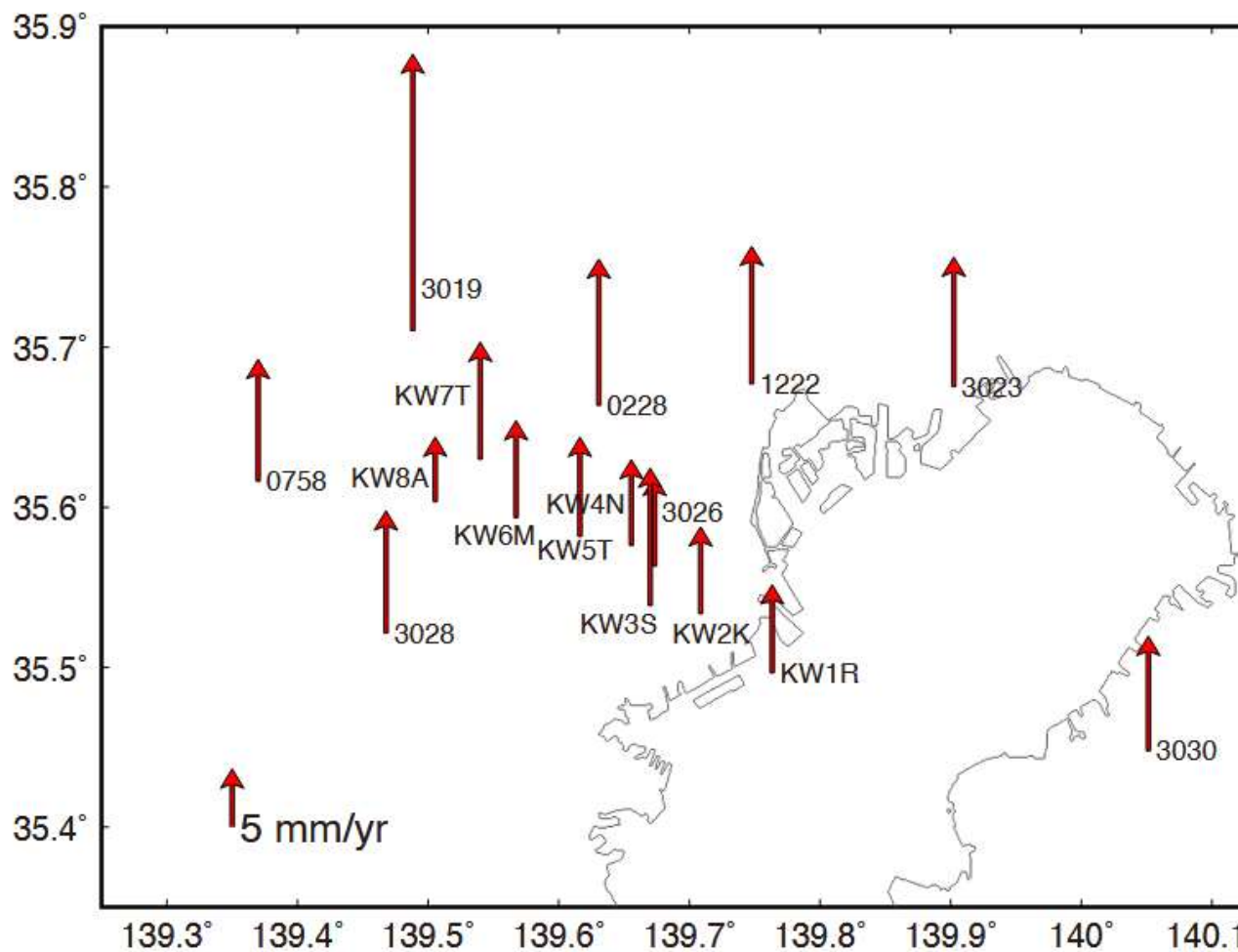
±30mm以上のアウトライヤーを  
カット

# JISLaDで川崎ブロックに入れた観測点の長期変動

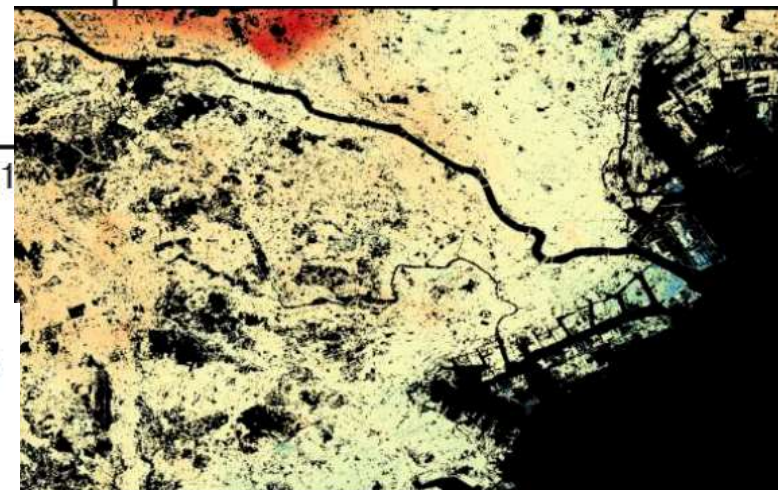
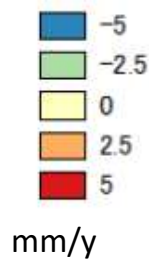


途中で廃点になったGEONET横浜を除く  
KW3Sのアウトライヤーデータを除く

# ITRF2020基準での上下変動



PS-InSARによる上下変動 (Sentinel-1の1994末～2021年末のデータ)  
(道家ほか2022)

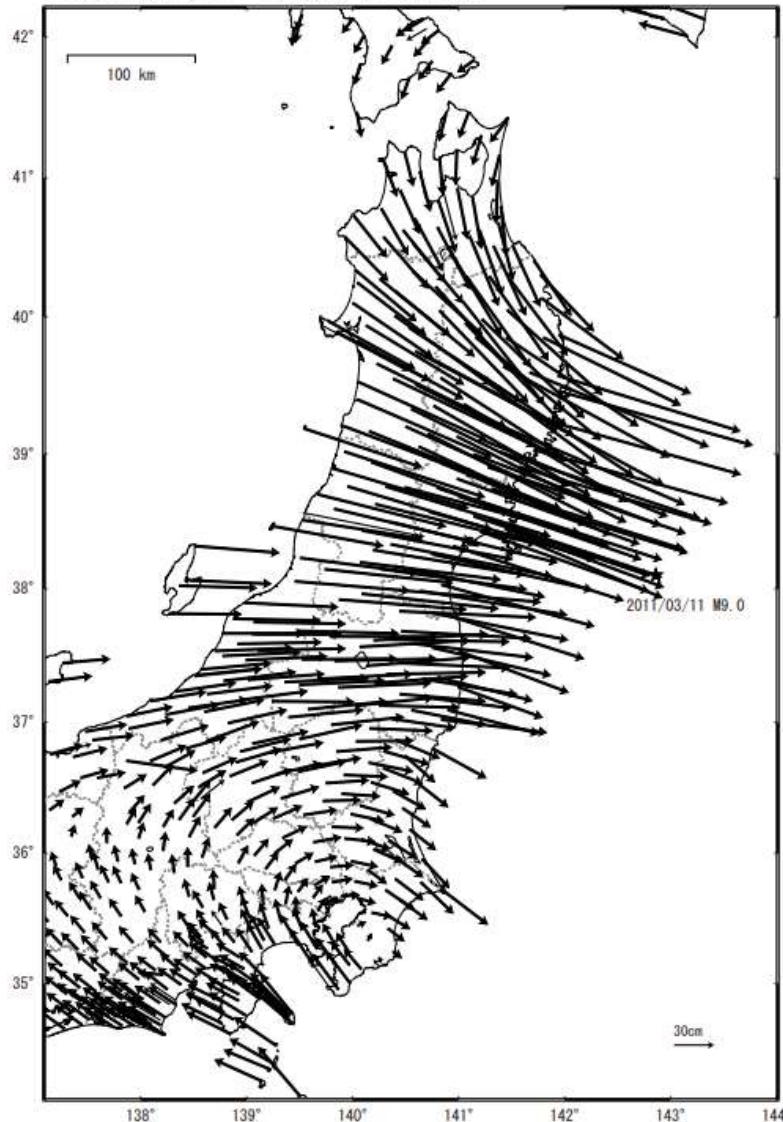




# 国土地理院による東北地方太平洋沖地震後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) - 本震翌日から10年間の累積 -

基準期間 : 2011/03/12 - 2011/03/12 [F3 : 最終解]  
 比較期間 : 2021/02/01 - 2021/02/13 [F3 : 最終解]

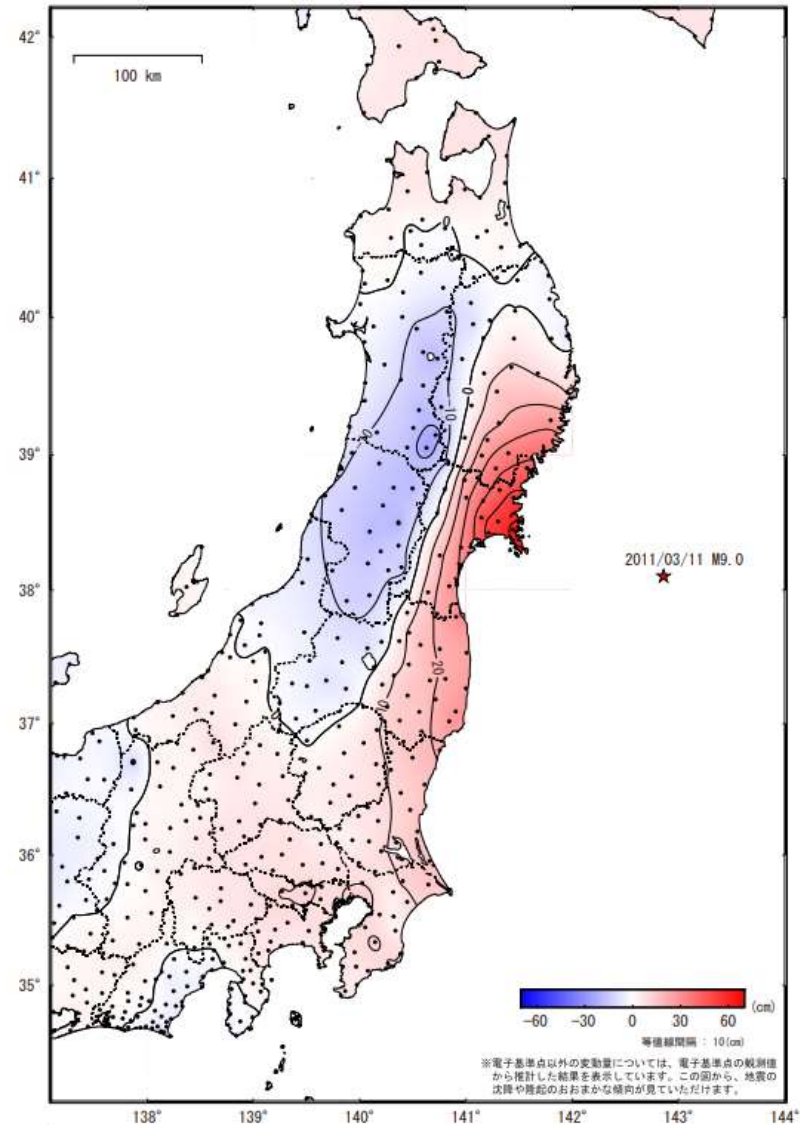


☆固定局: 福江 (長崎県)

国土地理院

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) - 本震翌日から10年間の累積 -

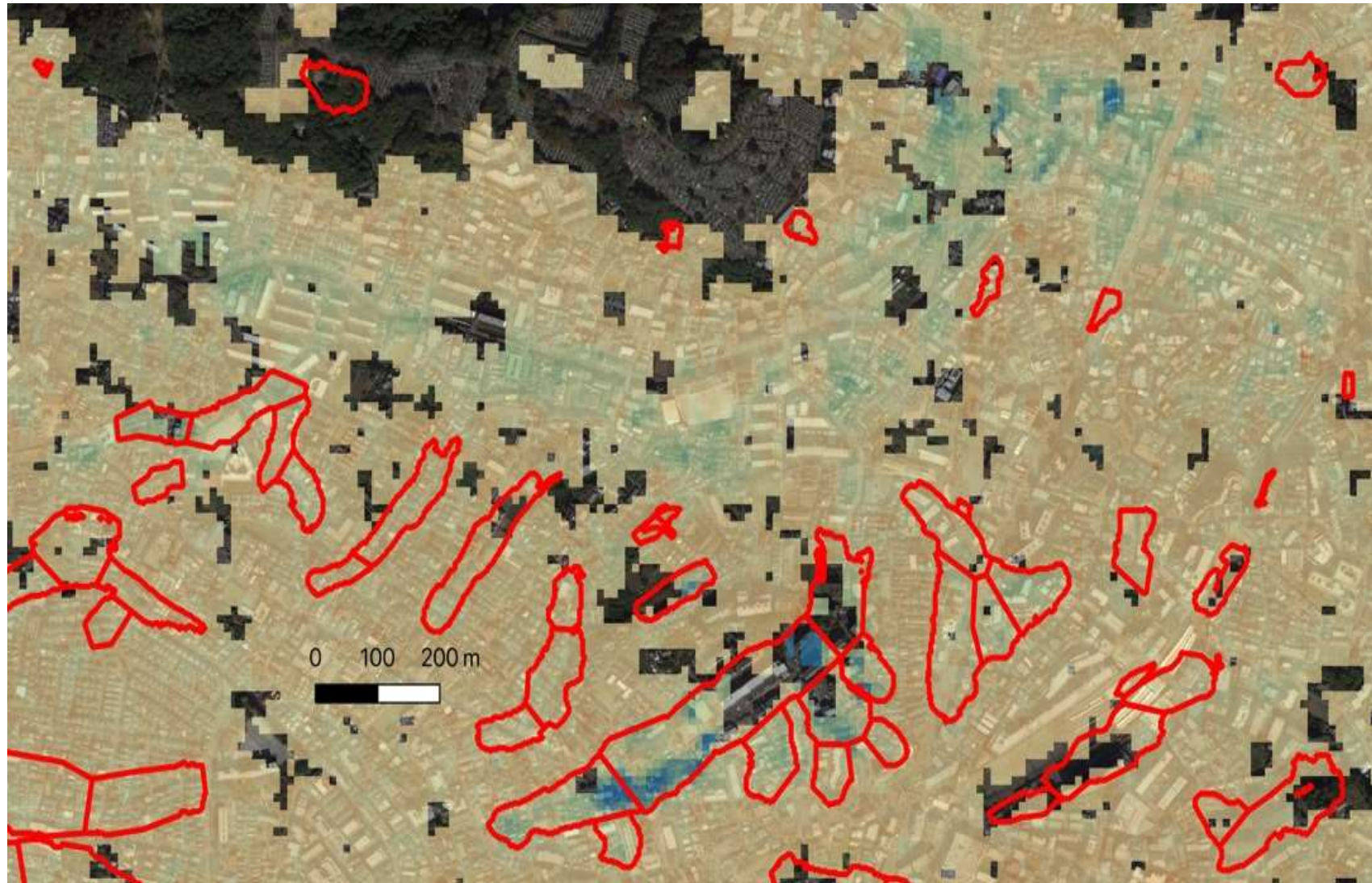
基準期間 : 2011/03/12 - 2011/03/12 [F3 : 最終解]  
 比較期間 : 2021/02/01 - 2021/02/13 [F3 : 最終解]



☆固定局: 福江 (長崎県)

国土地理院

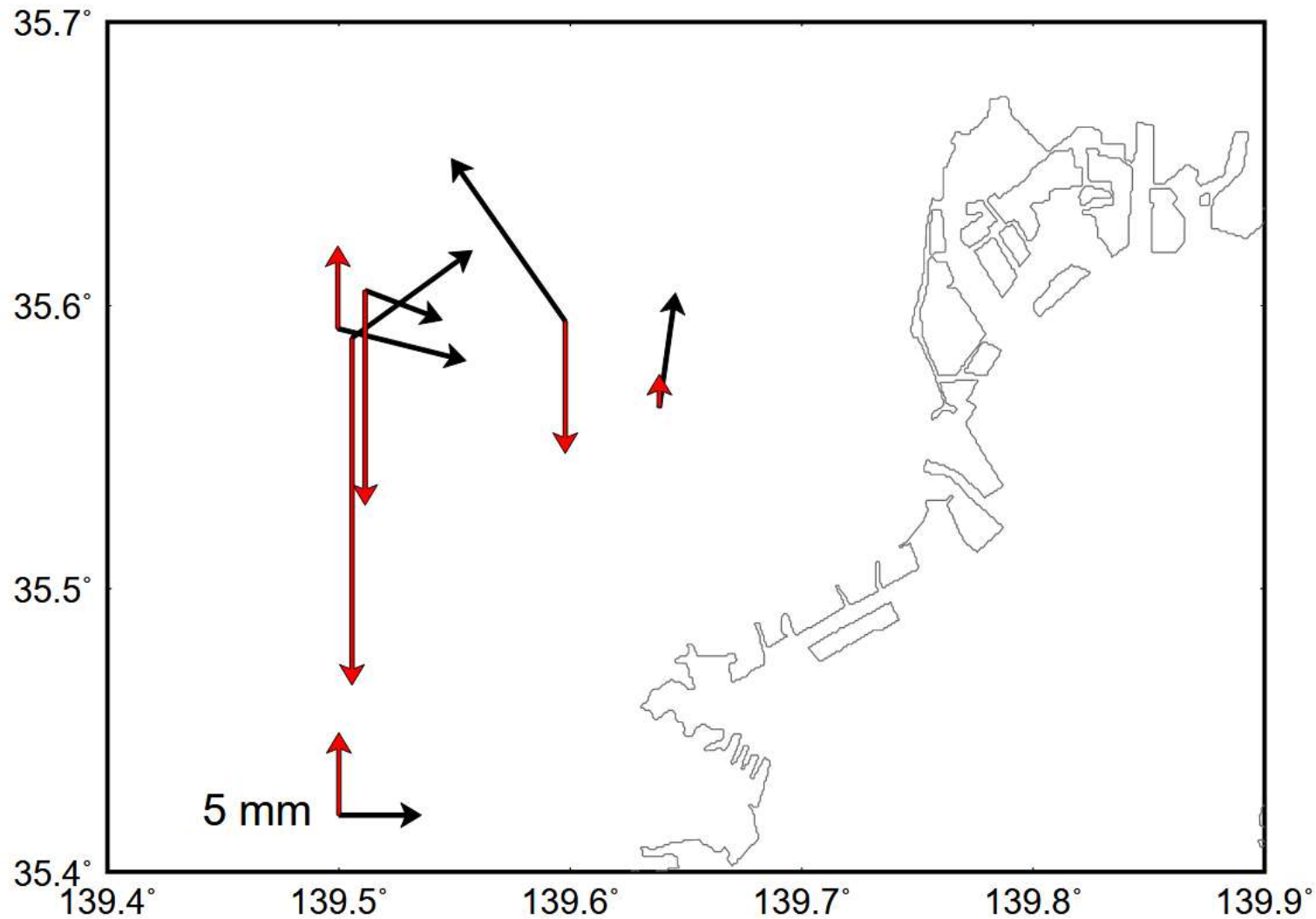
# 干渉SARでみられる盛土地区における沈降の事例



青色が沈降、赤枠が盛土地区

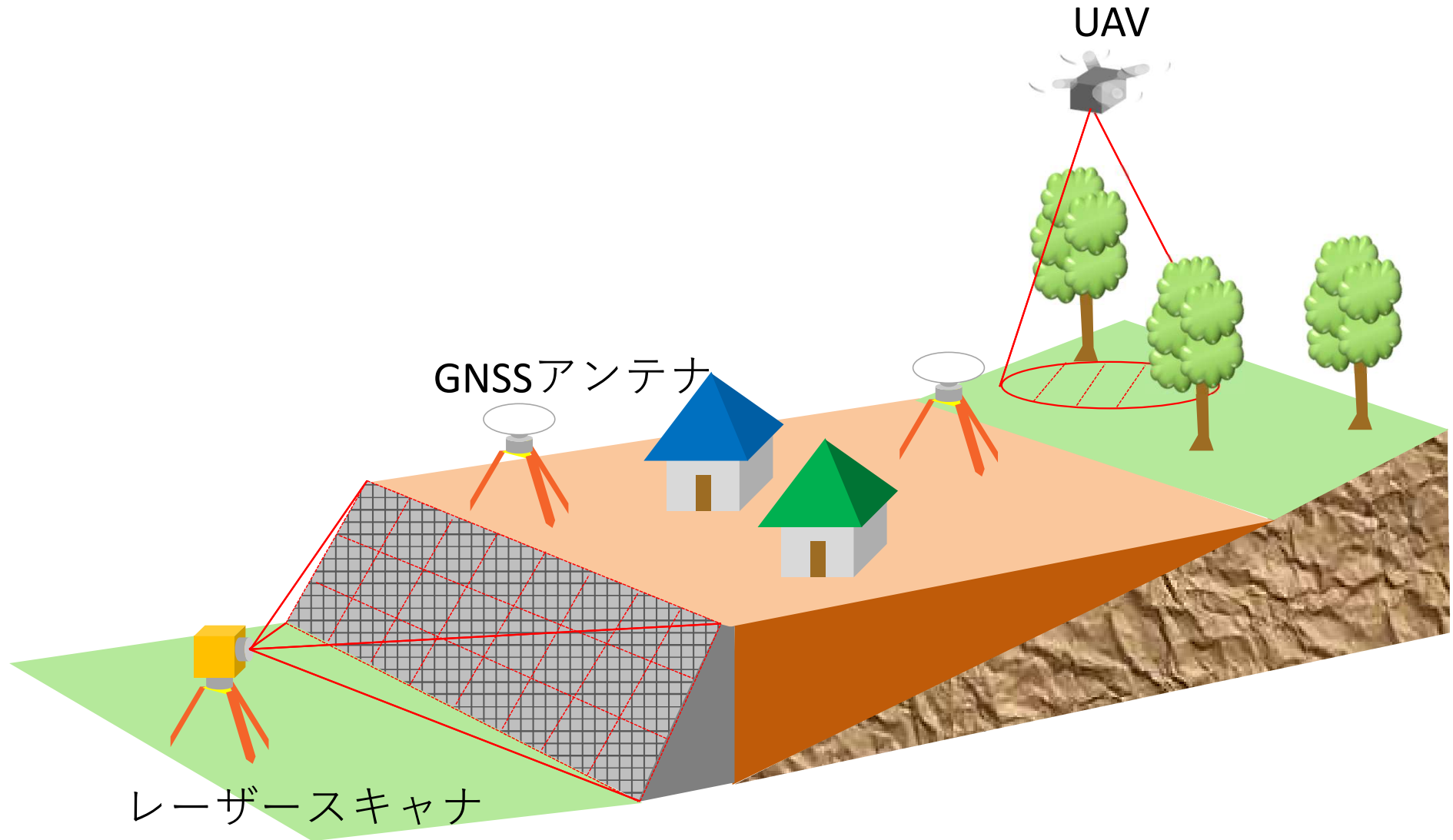


# 盛土地の変動(2023.1~2023.4) (ITRF 2020基準)





# GNSS・地上レーザー・UAVによる 盛土の監視

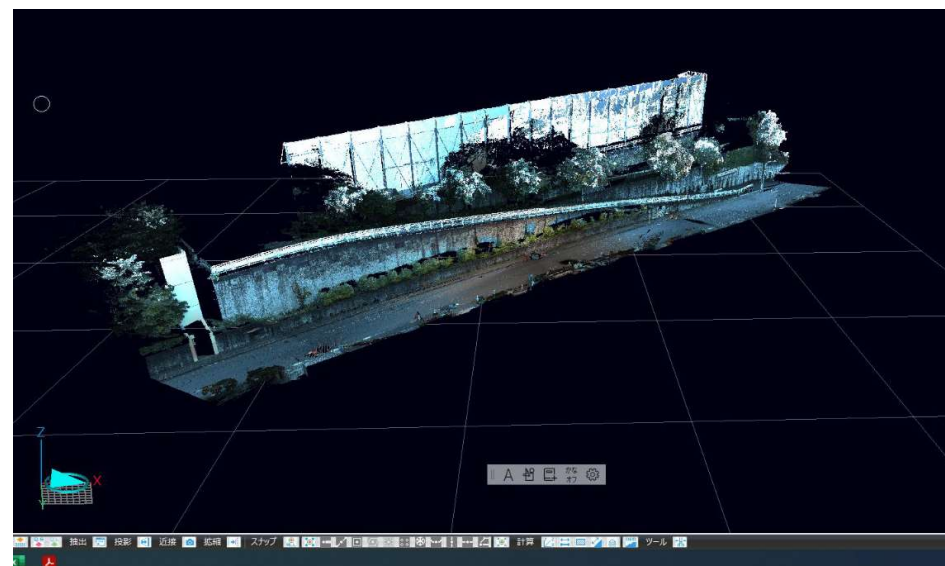
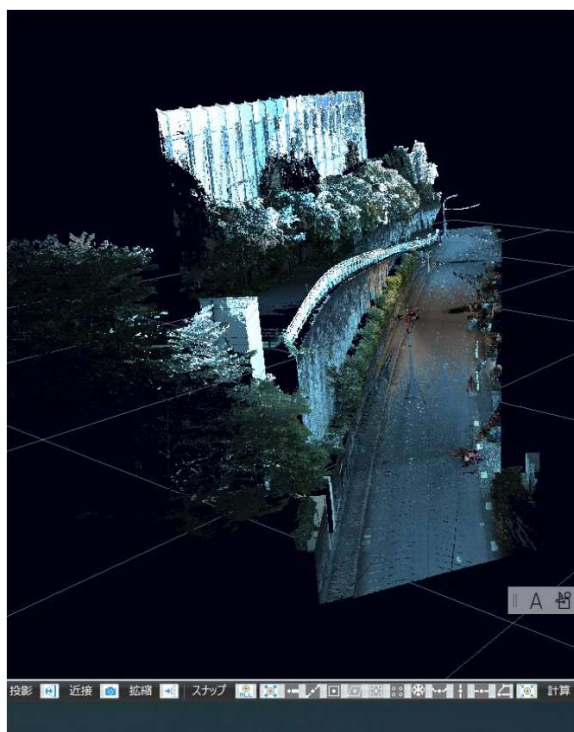
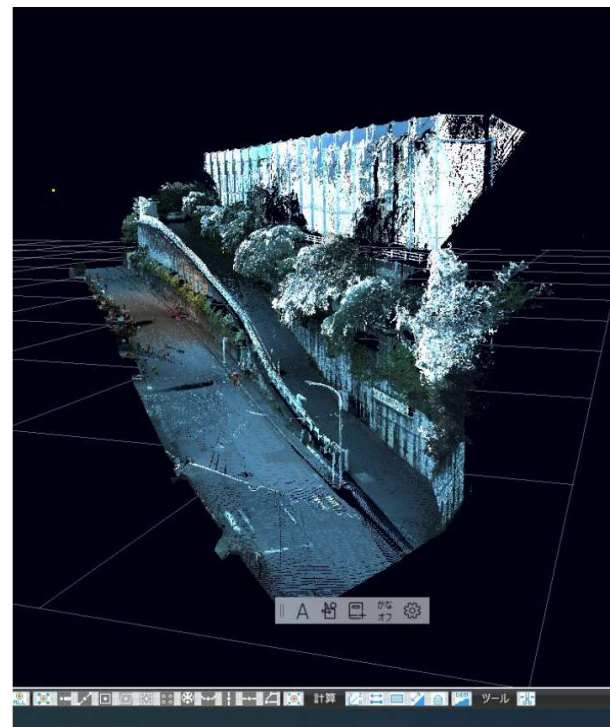








# 地上レーザースキャナで取得した点群データ例（麻生区上麻生5丁目）





# ま と め

- 日豊は、国土地理院GEONETデータの全点を海外のIGS点と直接結びつける手法で解析し、JISLaDとして日々のデータを蓄積してきた。
- 川崎市には、大規模盛土造成地が多くあり、従来から大規模盛土変動調査を行ってきた。しかし実際の測量による監視はしていなかった。
- 官民共同でコンソーシアムを組み、GNSSと干渉SARの統合解析による地盤変動監視の共同研究を開始した。
- 川崎市内にGNSS観測点8点を設置し、今回の共同研究の基準点と位置づけ、その座標は日豊のJISLaD解析に含め、絶対座標管理を行っている。
- 監視対象の大規模盛土造成地では、変動監視のために、干渉SARの変動等を参考に観測地点を選び、2023年1月、4月、7月にGNSS観測を行い、今回は1月から4月までの変動例を示した。
- 大規模盛土造成地では、2023年4月と7月にレーザスキャナを使った測量を行った。また別の大規模盛土造成地では、2023年7月にドローンレーザーを使った測量を行った。
- これらをデータベース化し、時間変化を含む4次元GISを使って管理するとともに、盛土崩壊の可能性の検討を行い、大規模盛土の安全性判定の管理システムの構築を目指す。
- 地球上の絶対座標の変動監視の本システムは、様々なイノベーションを生む可能性があるものとして期待している。

## 謝辞

国土地理院の電視基準点、RINEXデータを利用しました。

計算の一部には北海道大学の大園真子さんが作られたソフトウェアを使わせていただきました。