

四次元ダイナミック座標 管理の実用化の試み

植田伸一¹, #里村幹夫¹, 島田誠一¹, 森永貴之¹, 伊藤広和¹,
藤井綾香¹, 田部井隆雄¹, 道家涼介², 山内義之³, 浅田典親⁴,
塚田征孝⁵, 柴田 剛⁶, 古澤利夫⁷, 原 天流⁸

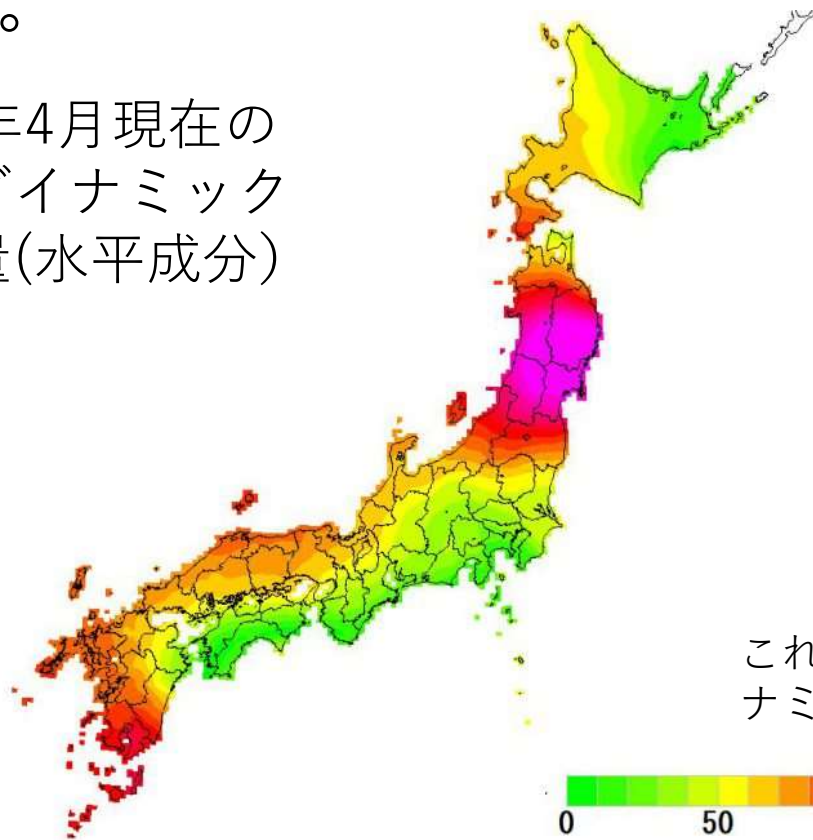
1: 株式会社日豊; 2: 弘前大学(元神奈川県温泉地学研究所);
3: ASロカス株式会社; 4: 国際航業株式会社; 5: 株式会社マップル;
6: 株式会社武揚堂; 7: 株式会社三矢研究所; 8: 川崎市まちづくり局

2025年10月31日
日本測地学会第144回講演会
釧路市観光国際交流センター

日本の座標（日本測地系2024（国家座標））

水平位置は測地成果2011に基づく元期の時点での座標なので、現在の位置からセミダイナミック補正を行って元期座標に戻す作業を行っている。

2025年4月現在の
セミダイナミック
補正量(水平成分)



国家座標は現在の座標値ではない。
そのためGNSSで求まる座標と比較
するときは、地殻変動補正が必要



日本国内だけに閉じているので、空
港の座標等には不都合が生じる。



我々は時間とともに変化する4次元
ダイナミック座標により管理を提案
している。

この図に経緯度原点の変動を加えれば、ダイ
ナミック座標と日本の国家座標との差になる。

0 50 100 150 cm
図はアイサンテクノロジーのホームページより

川崎市内にGNSS連続観測点（屋上観測点）新設(8点)

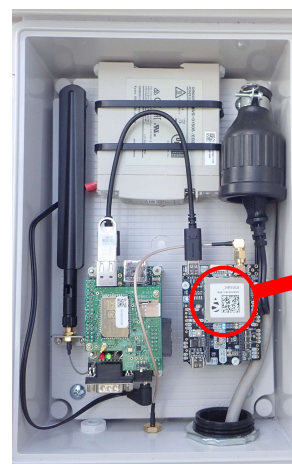
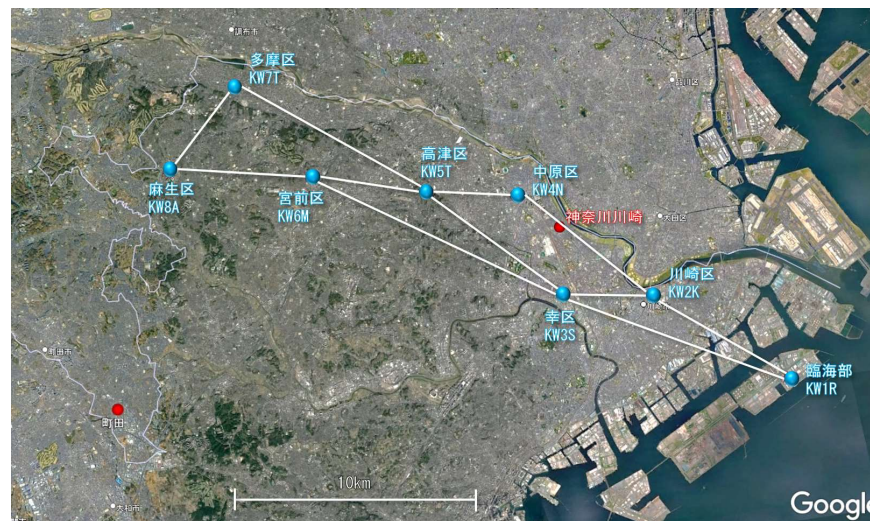
アンテナ
小峰無線電機 QZG12FQ



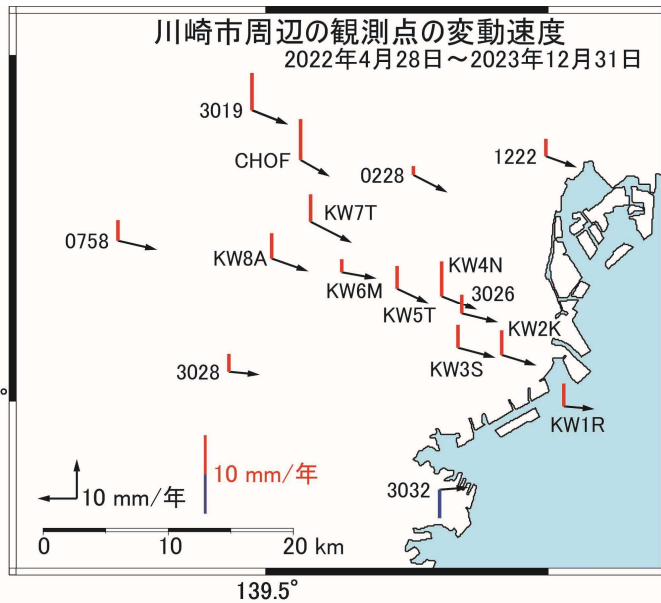
受信機
セプトントリオ社 mosaic-x5

観測
サンプリング間隔 1秒

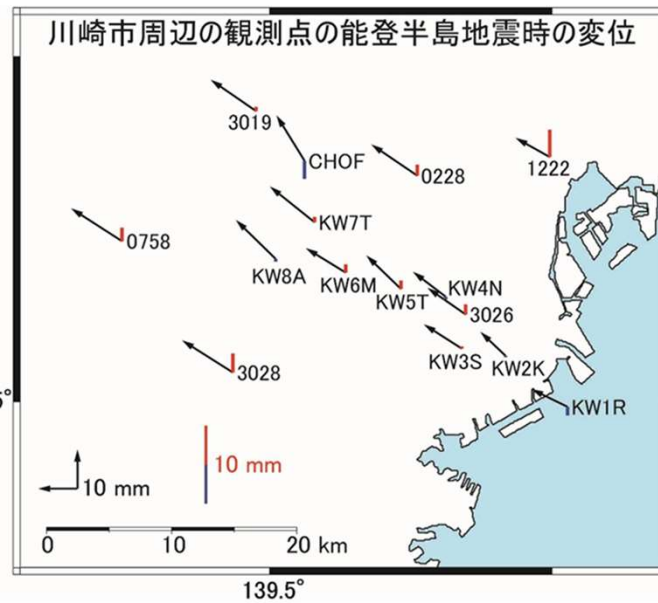
取得衛星
GPS GLONASS Galileo 準天頂



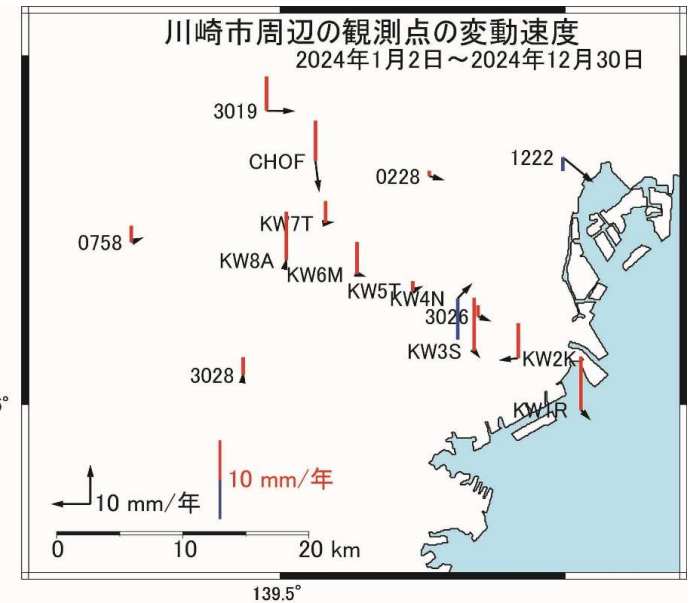
川崎市周辺の地殻変動



2024年能登半島地震前速度
2022/04/28-2023/12/31

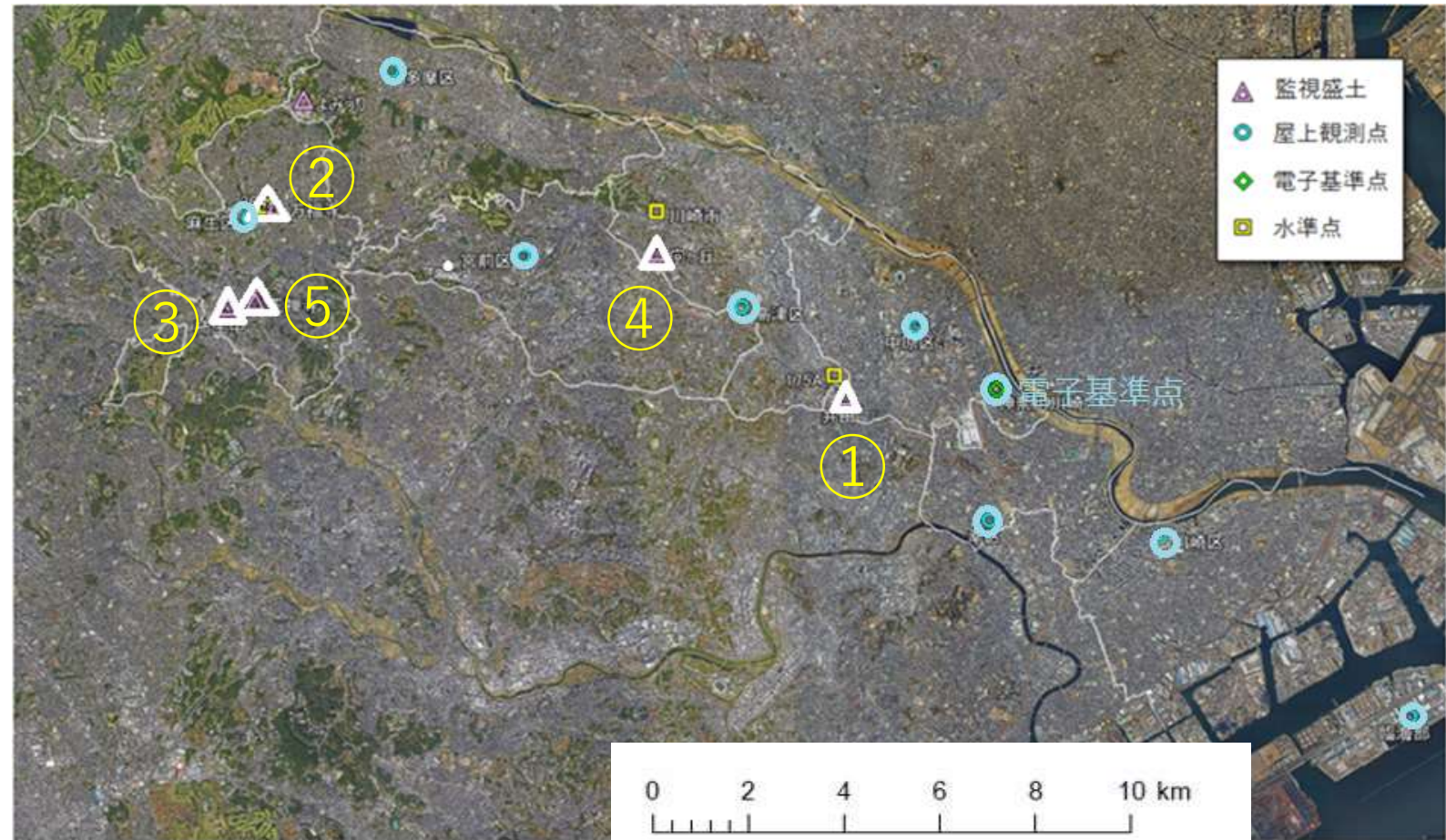
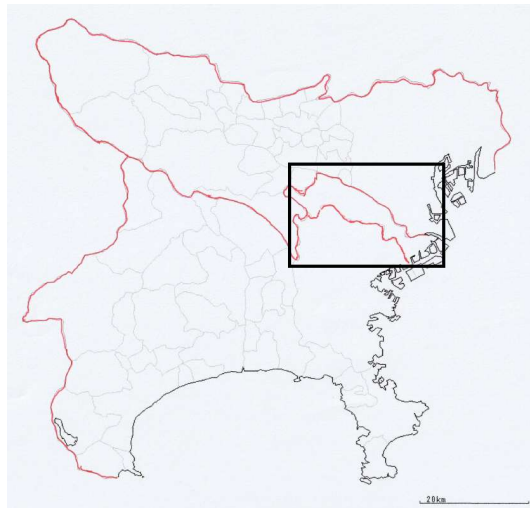


2024年能登半島地震時変位



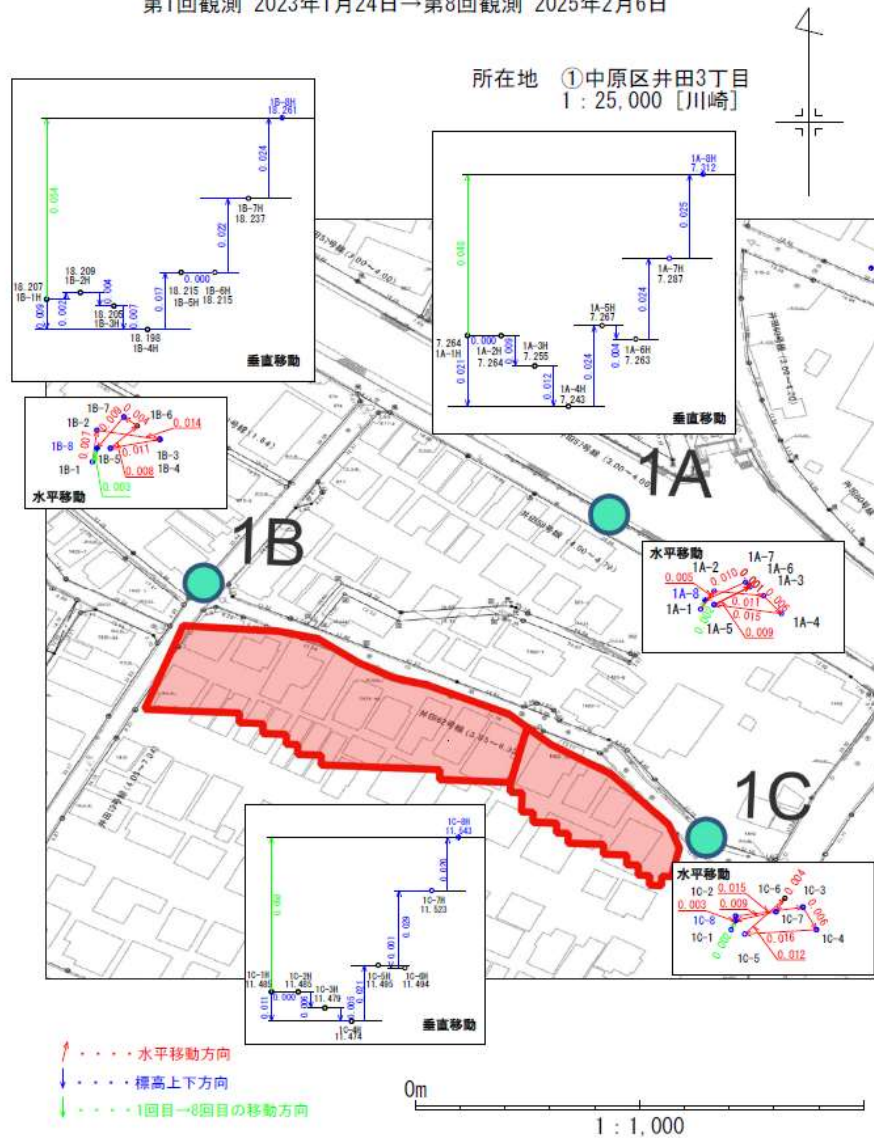
2024年能登半島地震後速度
2024/01/02-2024/12/30

GPS 連続観測点と監視盛土位置図



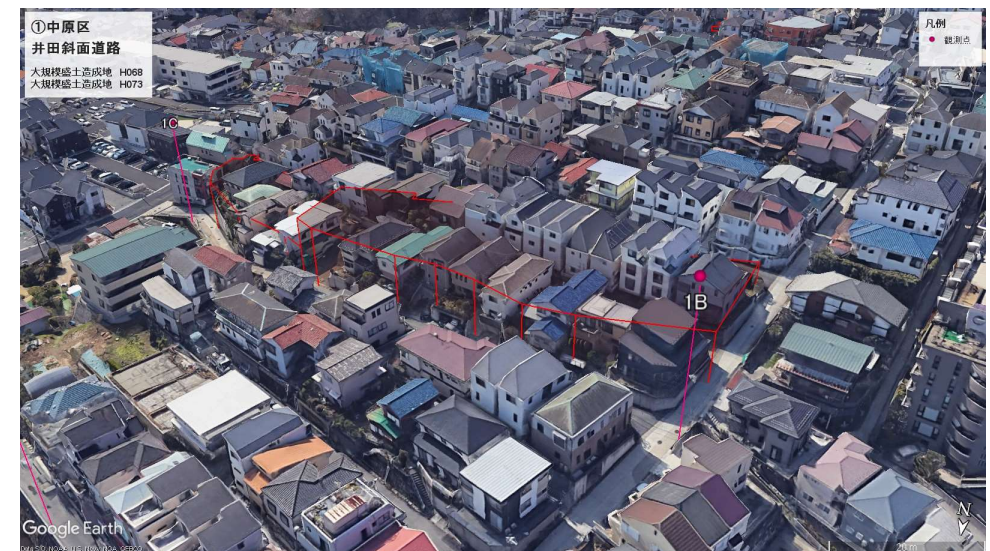
令和5年 GNSS測量 水平・標高変動ベクトル図

第1回観測 2023年1月24日→第8回観測 2025年2月6日



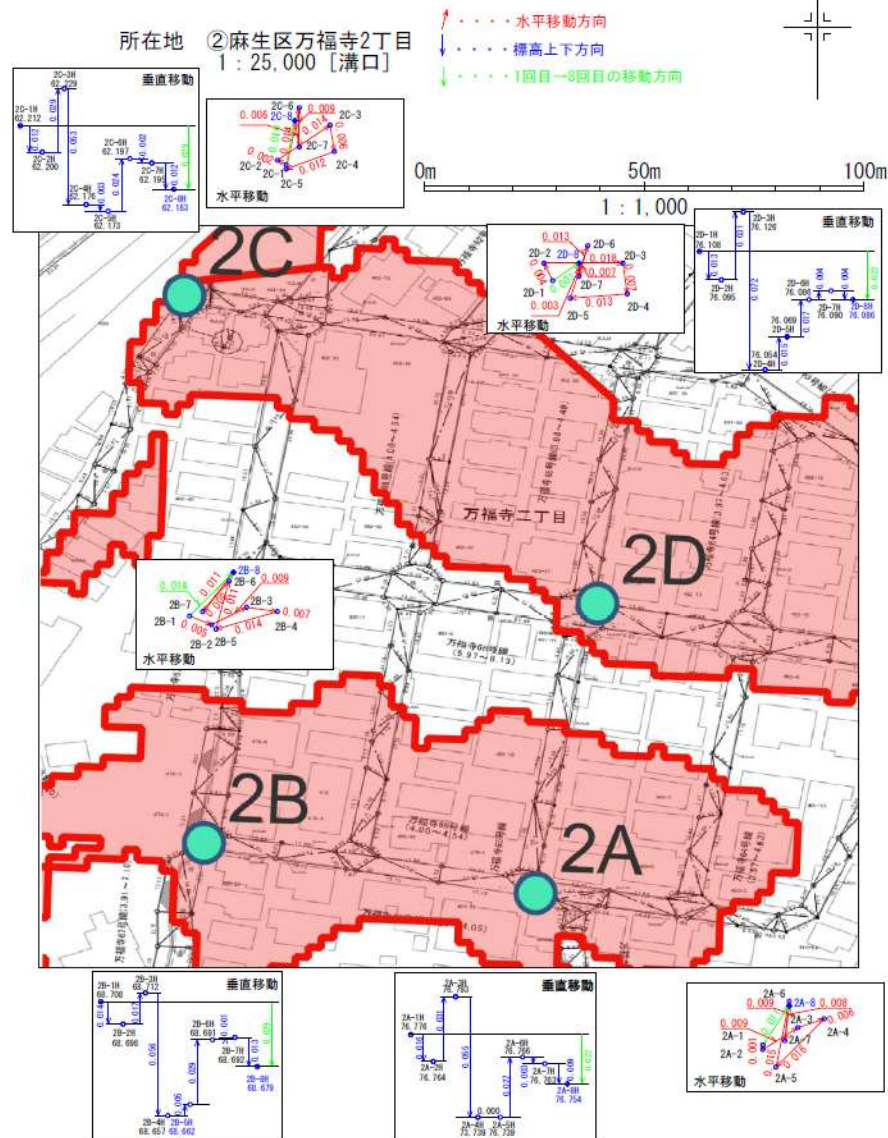
①中原区井田3丁目の大規模盛土地のGNSS測量の結果を示す。

(4回目の測量と5回目の測量の間に能登半島地震)

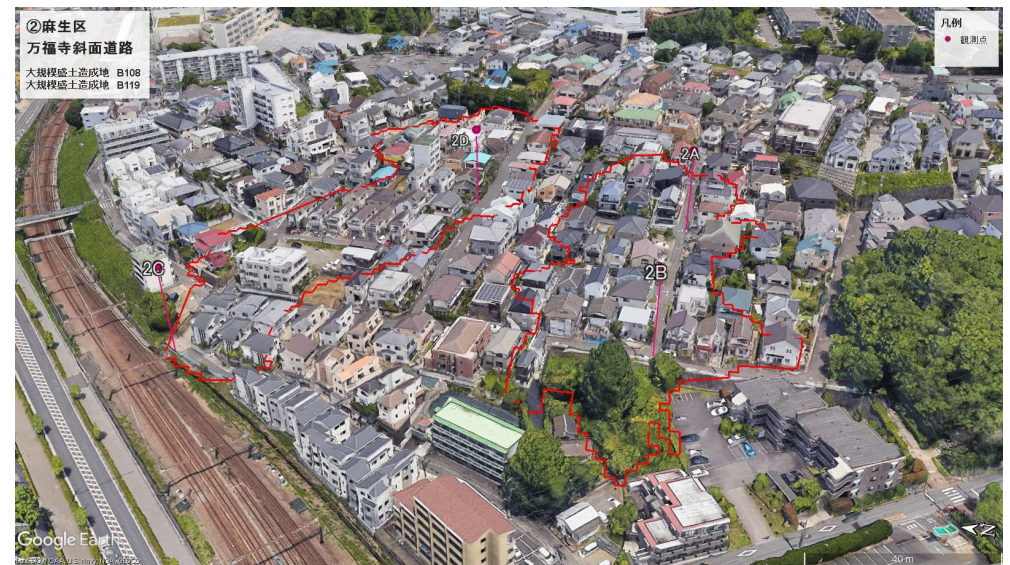


令和5年 GNSS測量 水平・標高変動ベクトル図

第1回観測 2023年1月25日→第8回観測 2025年2月12日



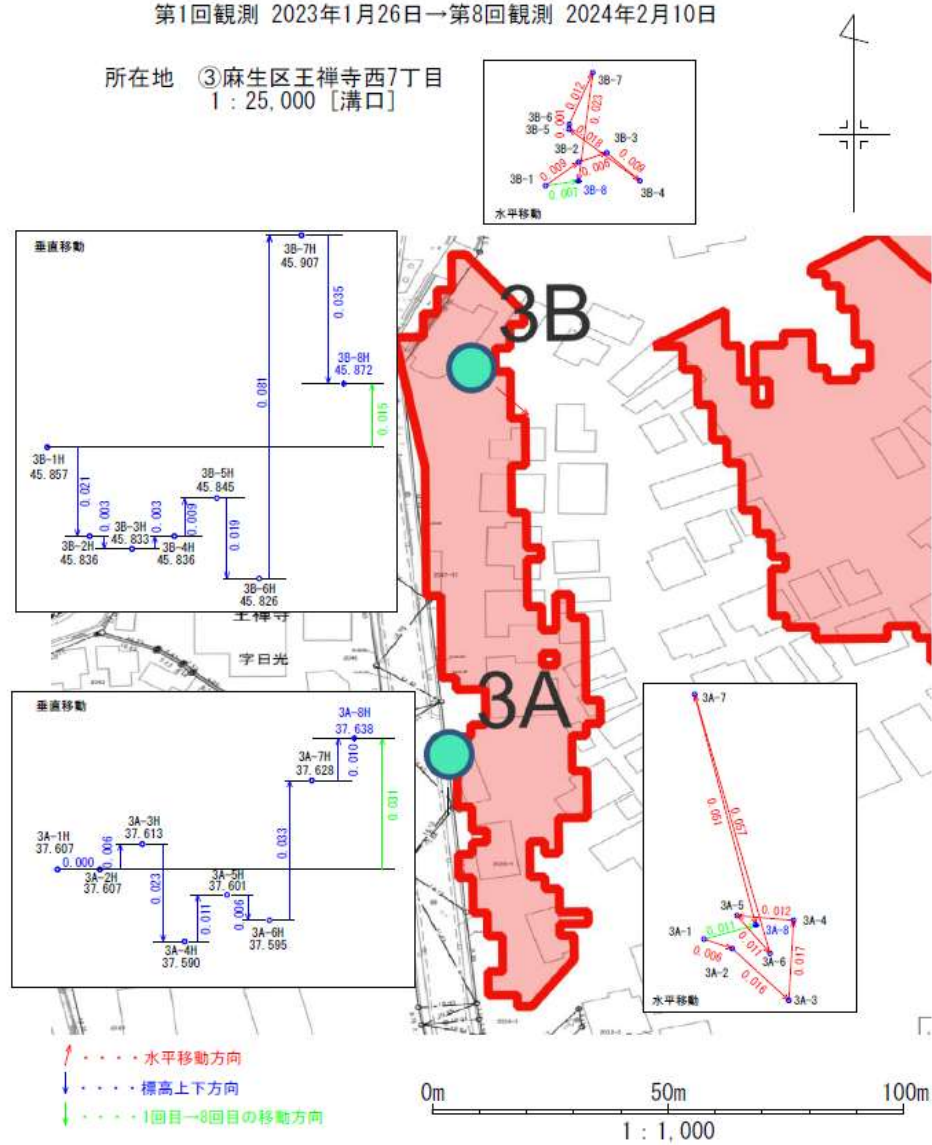
②麻生区万福寺2丁目の大規模盛土地のGNSS観測結果



令和5年 GNSS測量 水平・標高変動ベクトル図

第1回観測 2023年1月26日→第8回観測 2024年2月10日

所在地 ③麻生区王禅寺西7丁目
1:25,000 [溝口]



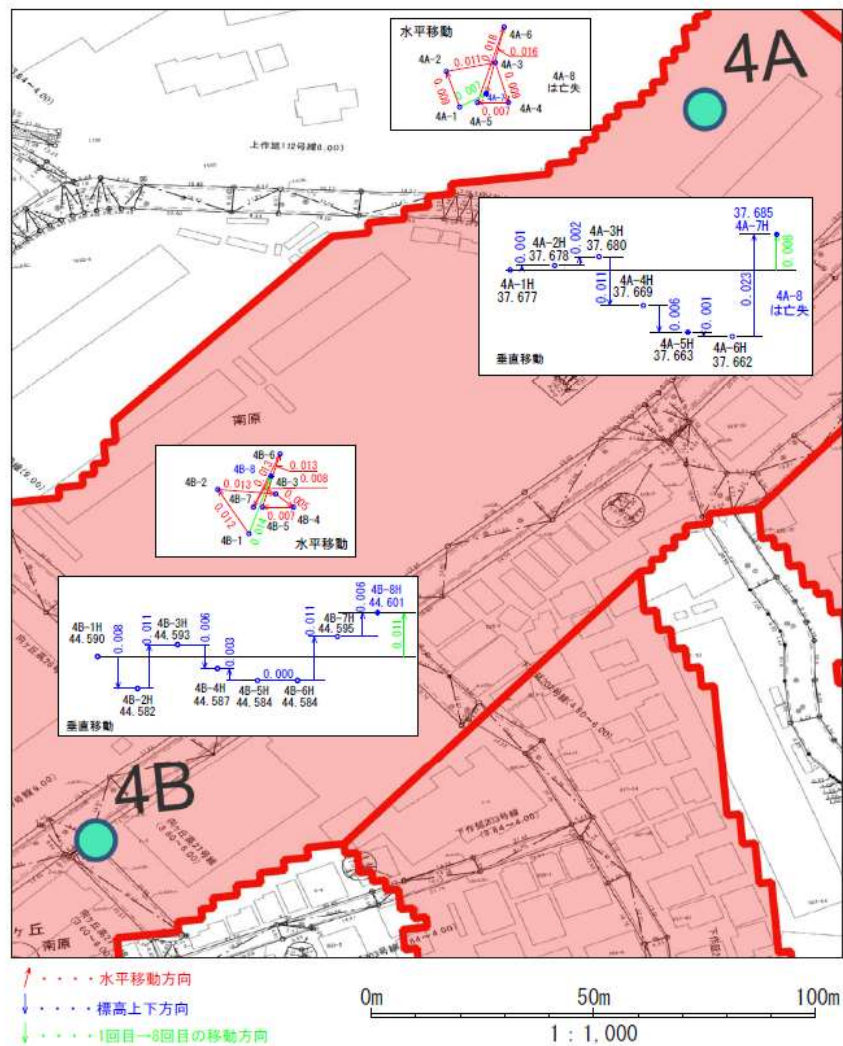
②麻生区王禅寺西2丁目の大規模盛土地のGNSS観測結果



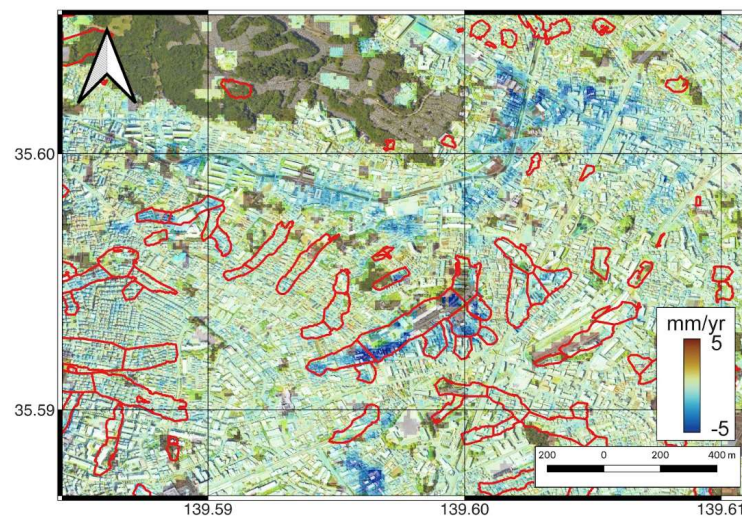
令和5年 GNSS測量 水平・標高変動ベクトル図

第1回観測 2023年1月27日→第8回観測 2025年2月7日

所在地 ④高津区上作延
1 : 25,000 [溝口]

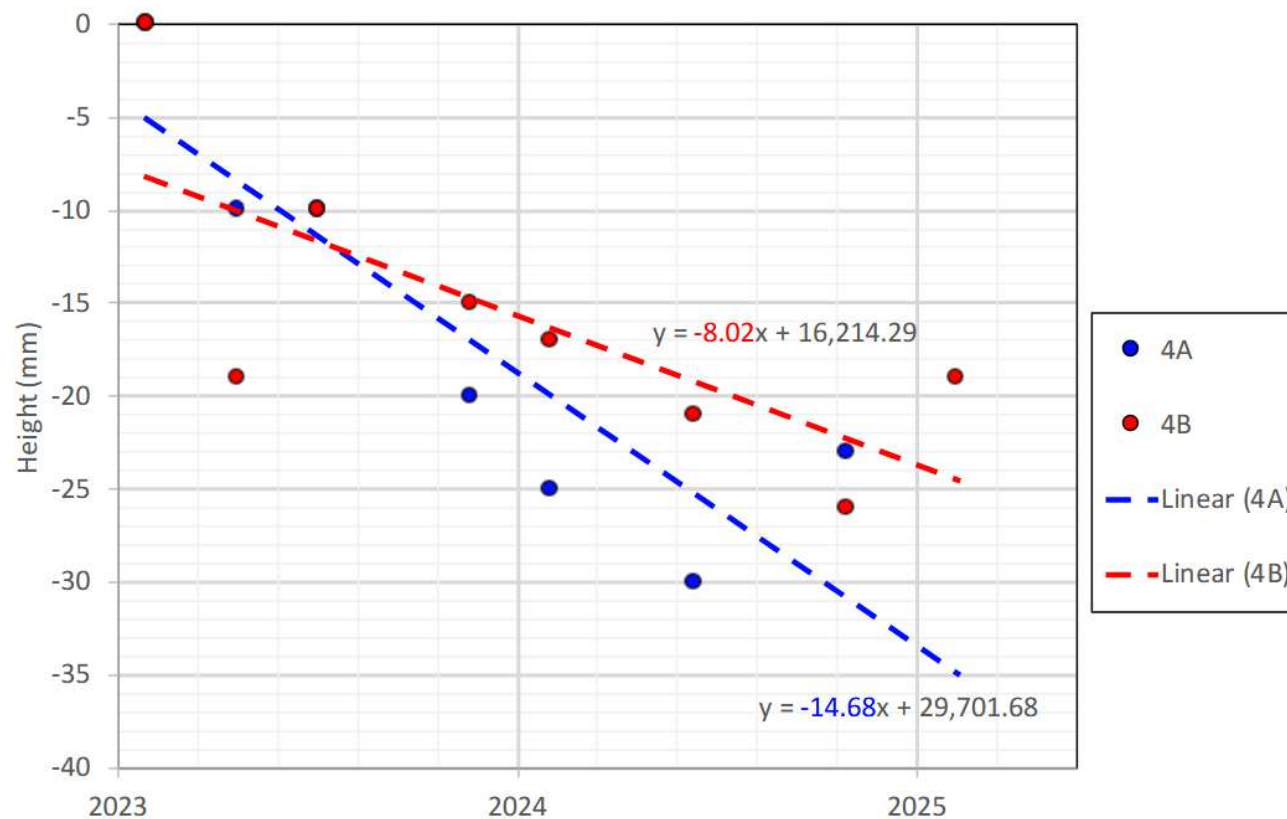


④高津区上作延の大規模盛土地のGNSS測量結果



ここはPS-InSAR
で沈降がよく見
えている大規模
盛土地

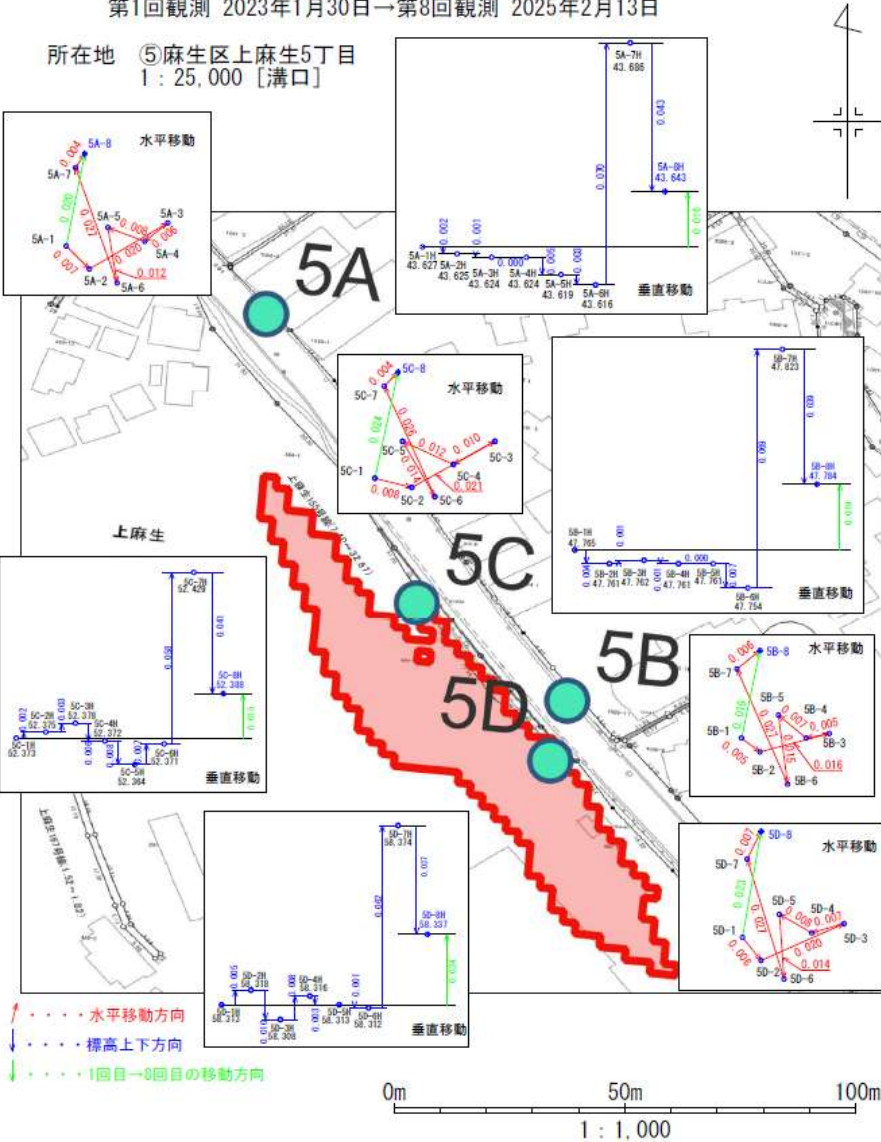
GEONET町田（この地域から西に約45kmの距離） を基準にした4Aと4Bの上下変動



令和5年 GNSS測量 水平・標高変動ベクトル図

第1回観測 2023年1月30日→第8回観測 2025年2月13日

所在地 ⑤麻生区上麻生5丁目
1:25,000 [溝口]



⑤麻生区上麻生5丁目の大規模盛土地のGNSS測量結果

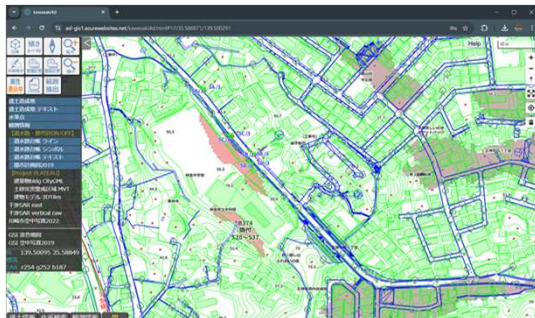


四次元ダイナミック座標管理のGIS

川崎市の業務で用いられている基図を用いて4次元ダイナミック座標情報を管理し、大規模盛土のシミュレーションを実現できるGISの開発を進めている。
現在、下記に示す基図を搭載した検証を実施している。

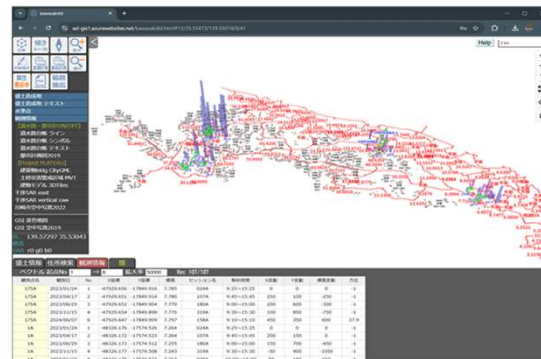
➤ 搭載データ（川崎市データ）

- ① 1/2500都市計画図（2019年度版）
- ② 1/500道水路台帳図
- ③ 空中写真2019
- ④ 盛土造成地（大規模盛土造成地1093か所：ポリゴン＋属性情報）
- ⑤ 水準点情報



道水路台帳＋都市計画図

盛土造成地＋水準点＋観測情報



盛土造成地情報

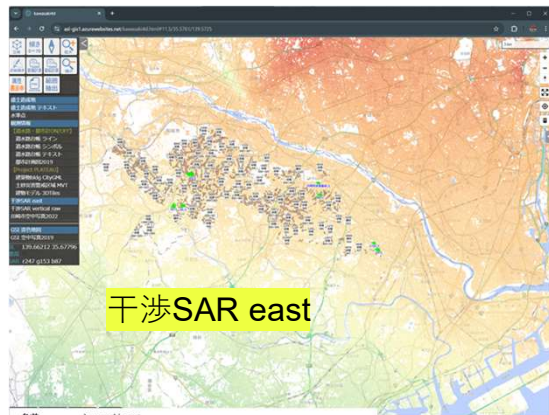
盛土情報															
住所検索 観測情報															
Rec 1,093/1,093															
FID	盛土番号	区町丁目	盛土区分	造成時期	滑動崩落	X (m)	Y (m)	H (m)	面積 (㎡)	B_今期	L_今期	H_今期	X_今期	Y_今期	Z_今期
1	B001	麻生区麻山	谷埋	H16	0	-41,864.91449	-29,608.9013	0	10,837.3495						
2	B002	麻生区麻山	谷埋	S46~S53	0	-41,960.14648	-29,764.73414	0	9,027.699674						
3	B147	麻生区東木3丁目	埋付	S56	0	-43,938.96897	-32,614.35506	0	609.1613058						
4	B389	麻生区上麻生7丁目	埋付	H7	0	-46,411.51366	-30,133.68882	0	425.0308748	123	4,444				
5	C134	多摩区登母場4丁目	埋付	S61	0	-42,053.76318	-27,251.42243	0	1,687.732658	444	123				
6	C140	多摩区登母場4丁目	谷埋	H56~H6	0	-42,073.29006	-27,697.89314	0	6,137.523618		555				
7	C204	多摩区登母場4丁目	谷埋	S54	0	-42,303.73865	-27,654.87778	0	10,577.78891	123					
8	C234	多摩区西生田1丁目	谷埋	S28~S54	0	-42,408.47549	-27,451.84601	0	4,724.9115						
9	C569	多摩区東生田2丁目	谷埋	S45	0	-43,180.93558	-25,323.20448	0	7,212.502509						
10	C725	多摩区三田5丁目	谷埋	S40~S47	-1.83904	-43,558.88387	-26,133.75009	0	7,421.862878						
11	C727	多摩区三田5丁目	谷埋	S43~S57	-1.40947	-43,561.60882	-25,939.33774	0	20,337.78465						
12	C746	多摩区三田5丁目	谷埋	S28~S37	-2.6175301	-43,689.22027	-25,927.34205	0	12,705.44418						
13	D013	麻生区王禅寺西1丁目	谷埋	S41	0	-44,426.6456	-28,989.99051	0	3,380.805544						
14	D050	麻生区王禅寺	谷埋	S40~S53	0	-45,135.44992	-27,918.03035	0	4,426.794192						

盛土情報	
盛土番号	B369
区町丁目	
盛土区分	腹付
造成時期	H5~H11
滑動崩落	0
X (m)	-45,753.521
Y (m)	-30,232.218
H (m)	0.000
面積 (㎡)	2,124.964

四次元ダイナミック座標管理のGIS

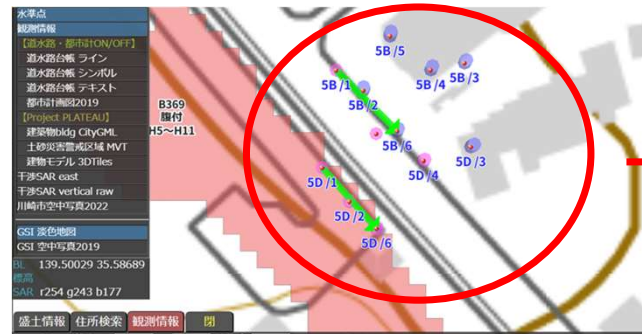
➤ 搭載データ（当研究グループの取得データ）

- ① 干渉SARデータ（EAST）
- ② GNSS連続観測点の成果情報（8地点：CSV形式観測データ⇒GISデータへ）
- ③ 監視盛土の観測成果情報より週次抽出（5地点：CSV形式観測データ⇒GISデータへ）



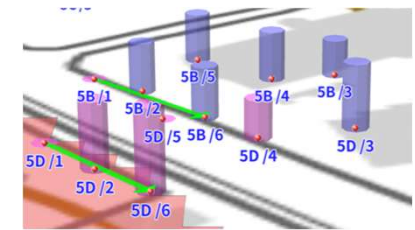
名前	kawasaki_east
パス	C:\Users\shinshi\Downloads\139.3307808160999954-139.9168654580000180_35.7538888910999977
サイズ	60.56 MB
縮尺	1:3308888880000120.35.3307808160999954-139.9168654580000180_35.7538888910999977
縮尺	4568
縮尺	3385
データタイプ	8bit符号なし整数 (Byte)
GDALドライバ	GTiff
の説明	GeoTIFF
メタデータ	
Dimensions	X: 4688 Y: 3385 C: 1
原点	139.3308888880000120.35.7538888910999977
ピクセルの大きさ	0.0001249950000000012791.0.0001249950000000005202
名前	EPSG:4326 - WGS 84
単位	メートル (投影変換も使用)
経度	地理座標系 (GEO)
方法	LatLong (Geodesic alias)
天体	Earth
精度	World Geodetic System 1984 ensemble (EPSG:6326) では最大 2メートルの精度 しめられています。

干渉SARプロパティ



観測点名	観測日	No	X座標	Y座標	標高	セッション名	解析時間	X変動	Y変動	標準変動	方位
175A	2023/01/24	1	-47929.656	-17849.916	7.785	024A	9:25~15:25	0	0	0	-1
175A	2023/04/17	2	-47929.651	-17849.914	7.780	107A	9:45~15:45	5	2	-5	-1
175A	2023/06/29	3	-47929.652	-17849.904	7.779	180A	9:00~15:00	4	12	-6	-1
175A	2023/11/15	4	-47929.654	-17849.899	7.770	319A	9:30~15:30	2	17	-15	-1
175A	2024/06/07	6	-47929.647	-17849.909	7.797	158A	9:10~15:10	9	7	12	37.9
1A	2023/01/24	1	-48326.176	-17574.526	7.264	024A	9:25~15:25	0	0	0	-1
1A	2024/01/17	2	-48326.172	-17574.523	7.264	107A	9:45~15:45	4	3	0	-1
1A	2023/06/29	3	-48326.170	-17574.516	7.268	158A	9:10~15:10	6	10	4	59
1A	2023/11/15	4	-48348.107	-17659.125	18.207	024A	9:25~15:25	0	0	0	-1
1B	2023/01/24	1	-48348.107	-17659.125	18.207	024A	9:25~15:25	0	0	0	-1
1B	2023/04/17	2	-48348.100	-17659.124	18.209	107A	9:45~15:45	7	1	2	-1
1B	2023/06/29	3	-48348.102	-17659.110	18.205	180A	9:00~15:00	5	15	-2	-1

観測点情報一覧表示



監視盛土の情報を可視化

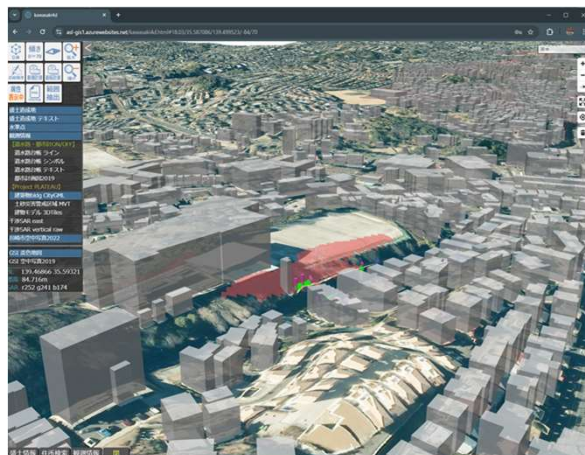
観測点名	観測日	緯度	経度	橋脚座標	X座標	Y座標	標高	ジオイド高	セッション名	解析時間	アンテナ高
1A	20230124	35.33513105	139.38220448	43.855	-48326.176	-17574.526	7.264	36.591			1.630
1B	20230124	35.33509934	139.38186668	54.801	-48348.107	-17659.125	18.207	36.595	024A	9:25~15:25	1.557
1C	20230124	35.33486382	139.38229670	48.071	-48408.573	-17551.467	11.485	36.587			1.687
175A	20230124	35.34041598	139.38110765	44.406	-47929.656	-17849.916	7.785	36.620			1.561
2A	20230125	35.36190327	139.30434266	114.300	-43743.642	-29107.720	76.776	37.525			1.635
2B	20230125	35.36193335	139.30407639	106.238	-43743.642	-29174.703	68.708	37.530			1.732
2C	20230125	35.36237003	139.30404383	99.748	-43599.555	-29182.455	62.212	37.536	025A	9:03~12:41	1.851
2D	20230125	35.36213669	139.30438296	113.634	-43671.741	-29097.342	76.108	37.527			1.548
304A	20230125	35.36207025	139.30334726	94.058	-43691.361	-29358.065	56.511	37.546			1.694
3A	20230126	35.35161301	139.30203760	75.103	-45680.198	-29694.295	37.607	37.497			1.667
3B	20230126	35.35187953	139.30205477	83.356	-45598.078	-29689.699	45.857	37.499	026A	9:30~15:30	1.610
304A	20230126	35.36207025	139.30334726	94.072	-43691.362	-29358.064	56.526	37.546			1.637
4A	20230127	35.35400615	139.35575273	74.604	-44966.915	-21205.522	37.677	36.927			1.705
4B	20230127	35.35346967	139.35520930	81				36.929	027A	9:00~15:30	1.647
川崎市水津橋	20230127	35.36028251	139.35535835	82				36.960			1.407
5A	20230130	35.35167639	139.29571849	81				37.544			1.745
5B	20230130	35.35140592	139.29597515	85.300	-45742.273	-30211.085	47.705	37.535			1.616
5C	20230130	35.35146908	139.29585415	89.912	-45722.704	-30244.079	52.373	37.539	030A	9:02~15:52	1.560
5D	20230130	35.35135922	139.29566696	95.847	-45756.655	-30215.796	58.313	37.535			1.549
304A	20230130	35.36207028	139.30334726	94.044	-43691.353	-29358.065	56.498	37.546			1.618

観測点情報

四次元ダイナミック座標管理のGIS

➤ その他（公開データなどをGIS背景データとして表示）

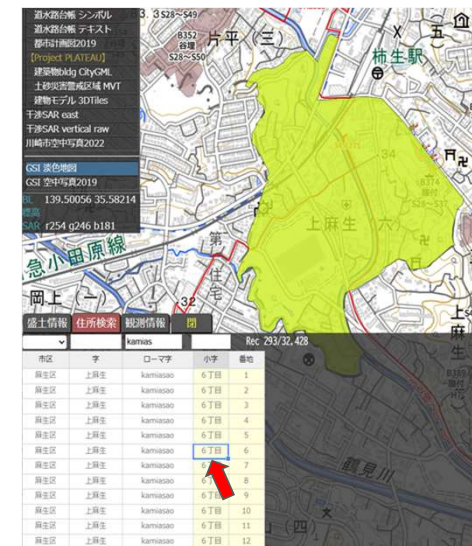
- ① 国土地理院タイル情報（淡色地図／空中写真）
- ② Project PLATEAUの川崎市に関連するデータ
 - ・建築物
 - ・土砂災害警戒区域
 - ・建物モデル（3DTiles）
- ③ 住所検索データ（MAPPLEアドレスマッチングデータ）



立体（3D）＋川崎市空中写真
＋PLATEUM建築物

住所検索 MAPPLEアドレスマッチング

盛土情報 住所検索 観測情報 閉				
市区	字	ローマ字	小字	番地
麻生区	上麻生	kamiasao	0	3
麻生区	上麻生	kamiasao	0	4
麻生区	上麻生	kamiasao	0	5
麻生区	上麻生	kamiasao	0	6
麻生区	上麻生	kamiasao	0	24
麻生区	上麻生	kamiasao	0	27
麻生区	上麻生	kamiasao	0	28
麻生区	上麻生	kamiasao	0	29
麻生区	上麻生	kamiasao	0	30
麻生区	上麻生	kamiasao	0	31
麻生区	上麻生	kamiasao	0	32
麻生区	上麻生	kamiasao	0	33
麻生区	上麻生	kamiasao	0	34
麻生区	上麻生	kamiasao	0	36



まとめ

- 川崎市の道路台帳や防災地図などに四次元ダイナミック座標管理の導入を試みている
- そのために、川崎市内に8点の**GNSS** 連続観測点を設けた。
- 四次元ダイナミック座標管理応用の例として、**GNSS**測量を用いた川崎市内の大規模盛土の監視を実施した。今までのところ有意な変動は得られていない。これについては相対座標監視のほうがよさそうである。
- 四次元ダイナミック座標に対応する**GIS**（地理情報システム）の開発を進めている。