

NICT 機関報告

国立研究開発法人情報通信研究機構
電磁波研究所 電磁波標準研究センター
時空標準研究室
関戸衛、市川隆一

人員、設備

- 人員：
 - 関戸：小金井11mアンテナの保守・運用
 - 市川：GNSS、相対重力計 (gPhoneX)、土壌水分量観測等
- 設備：



設備	特徴・目的用途
小金井11mアンテナ	S/X-band、IVSの運用する国際測地VLBI観測に参加（2023実績：x回）
相対重力計 GNSS観測 地下水変動 土壌水分量	重力ポテンシャル変化がもたらす光原子時計の周波数変化を定量的調べ、重力赤方偏移変動の不確かさ評価が目的。



VLBIに関する主な活動

1. IVSの測地VLBI観測（小金井11mアンテナ）

- **2023年のIVS観測**参加セッション数（参加数/計画数）：
AOV（8/11）, T2(6/7), APSG(2/2) 合計16セッション
- **ITRF2020公開**：国際地球基準座標系上の位置（日本のVLBI局では石岡13m、小金井11m、VERA水沢、臼田64など）が地震後の余効変動も含めてモデル化されている。
- **コロケーション測量**：2022年に小金井（VLBI,GNSS,SLR）のコロケーション測量実施。これから解析を行う。

2. 2024年IVS総会（つくば市）への開催協力

- 日本で2回目の開催となる（前回は2002年）
- LOCとして、会議前参加者イベント(サイクリングツアー)を企画し、参加者への'オモテナシ'を計画中。

小金井11mアンテナ：2023年

• 運用状況

- STEREO衛星のダウンリンク受信（毎日）
- IVS測地VLBI観測：2023年は20回/年の観測を予定していたが、いくつかのトラブルのため、参加数/計画数 = 16/20

• トラブル

- 7月26日：駆動抵抗の増加（サーマルリレートリップ）により停止
 - AZ、ELベアリングのグリスアップ作業により復旧（8月24日）
- 11月10日：STEREO観測が運用中停止
 - ACU,DCPAなどを交換してみたが復旧せず。過電流によりブレーカトリップがあり、電磁クラッチの回路短絡などが疑われる
 - 可能な範囲で自前での調査復旧を試みたが、復旧せず、NECによる調査依頼を検討中



7月駆動抵抗が増加していたグリスアップ前のELギア（錆など）
グリスアップにはカバーなどの取り外しが必要であるため、長年グリスアップが滞っていた。今回のグリスアップ作業により一応復旧

地上の基準座標系

ITRS(International Terrestrial Reference System)

- **ITRF2020**: (コロケーション測量を取り入れて複数の宇宙測地技術の整合性向上)
 - コロケーション、PSD(Post-Seismic deformation)
 - 原点：ITRF2014 と2015.0年において同一、Scale：VLBI(-2013)とSLR解と同一、方向：ITRF2014 と2015.0年において同一重心位置座標系に対する年周・半年周変化の推定

- ITRF2014: (以前の版とITRF2020の差は2mm前後)
 - PSD,年周・半年周の局位置変化を推定
 - 原点：SLR解と2010.0年において同一、Scale：VLBI,SLR解と同一、方向：ITTF2008と2010.0年において同一

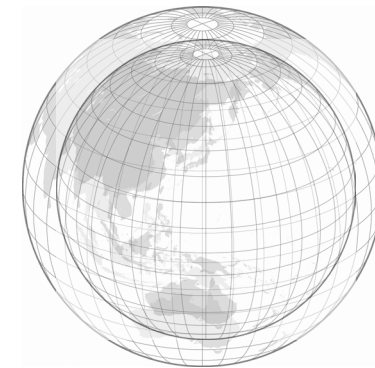
- ITRF2008,ITRF2005,ITRF2000,ITRF97,ITRF96,ITRF94

ITRF2020とITRF2014の変換式

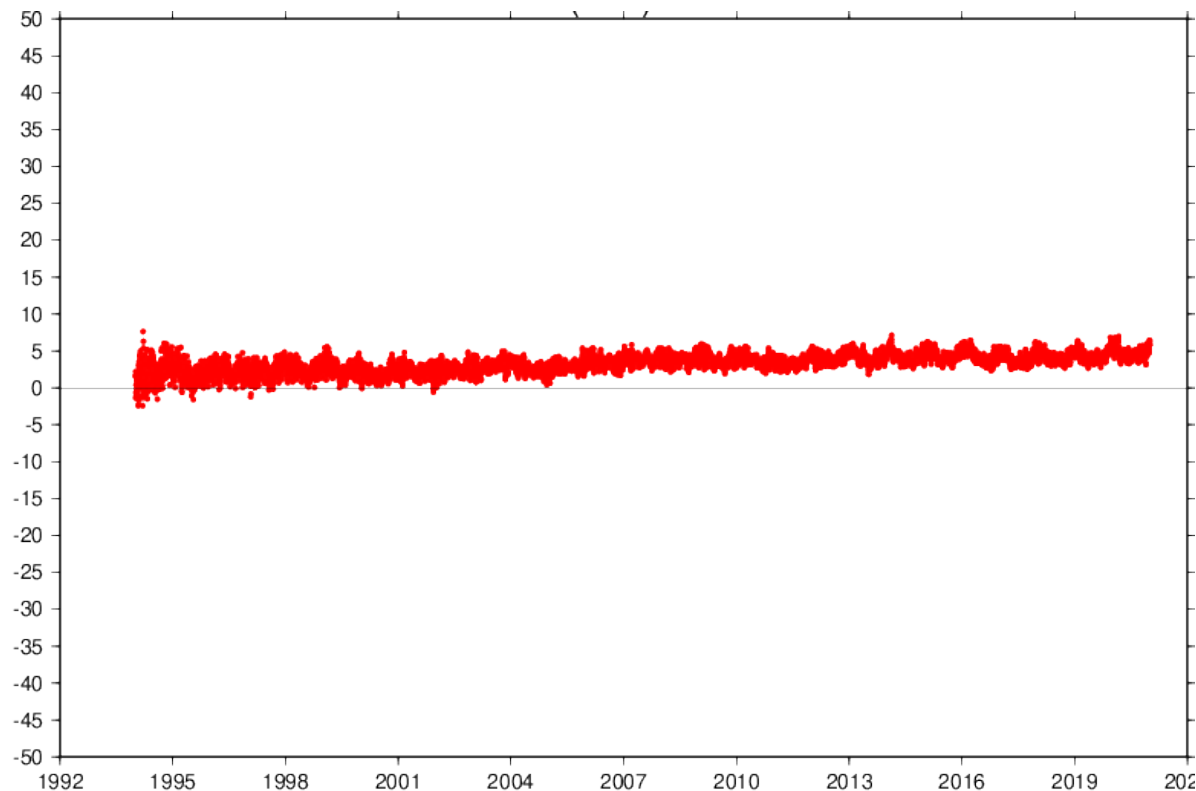
$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_{I14} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_{I20} + T + D \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_{I20} + R \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}_{I20}$$

$T \sim 1.4mm, D \sim -4 \times 10^{-10}, R_{ij} \sim 3 \times 10^{-10}$

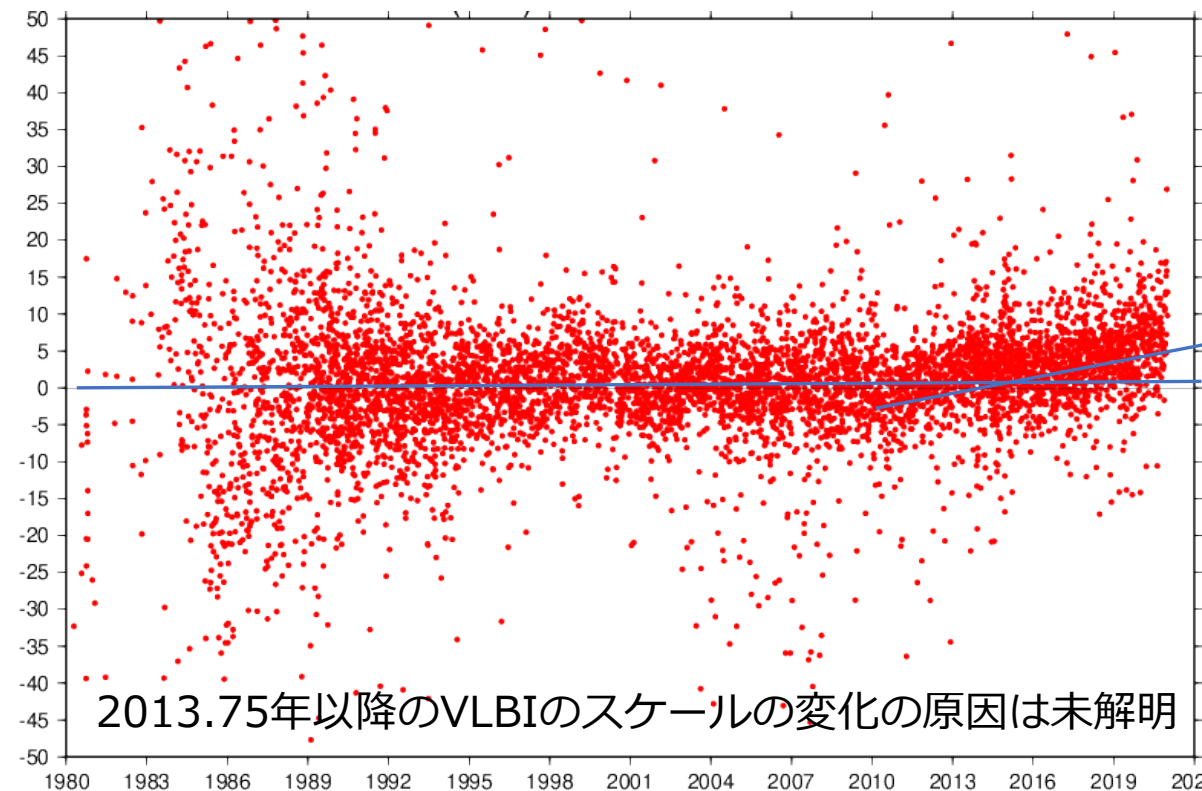
地球のスケールはVLBI(2013年まで)とSLRにより決定されている。
GNSSやDORISの結果にはスケールの時間変化トレンドが見られる。



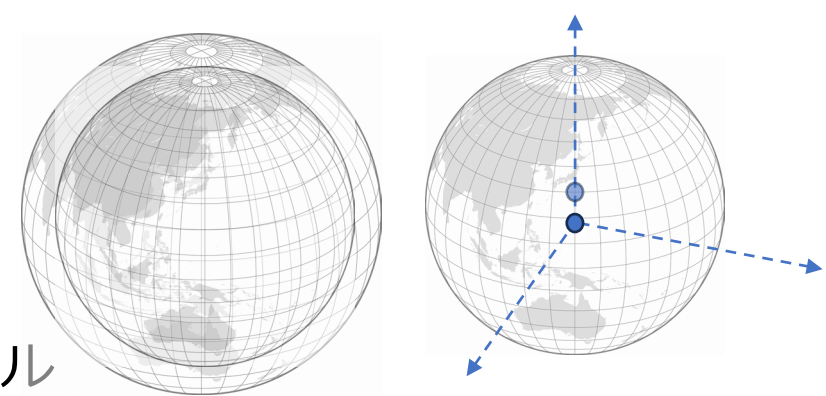
GNSSのスケール [mm]



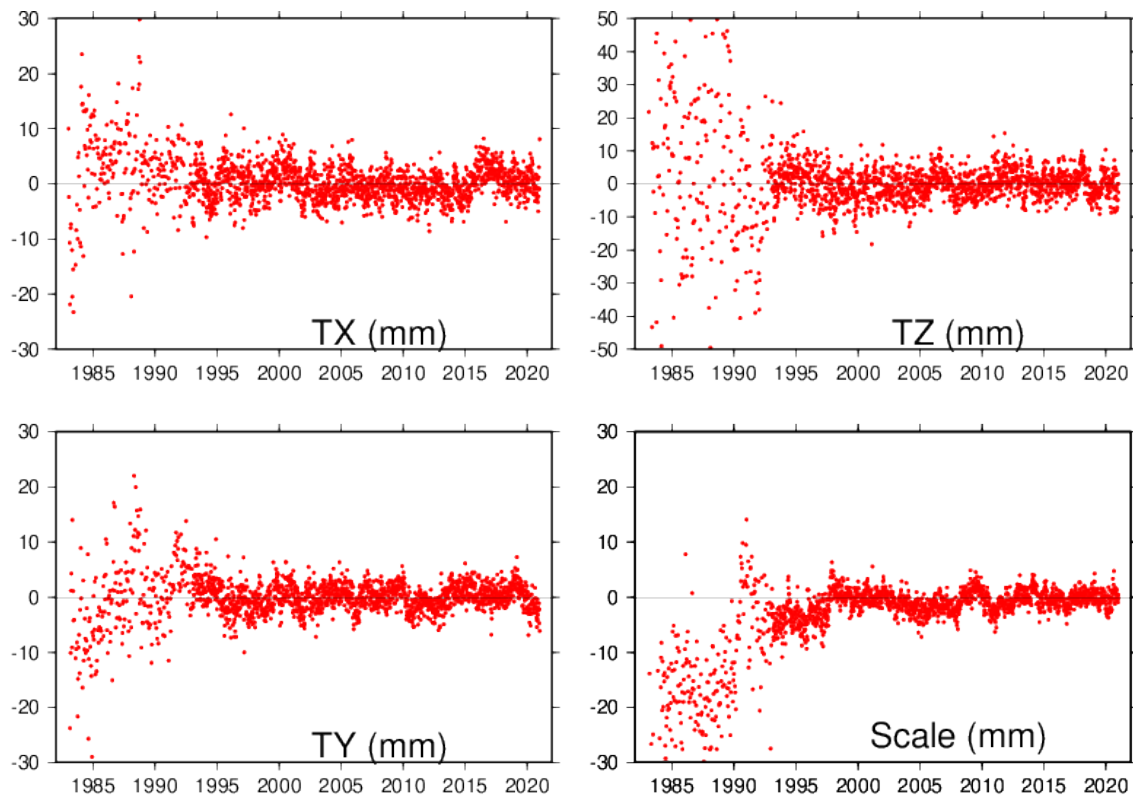
VLBIのスケール [mm]



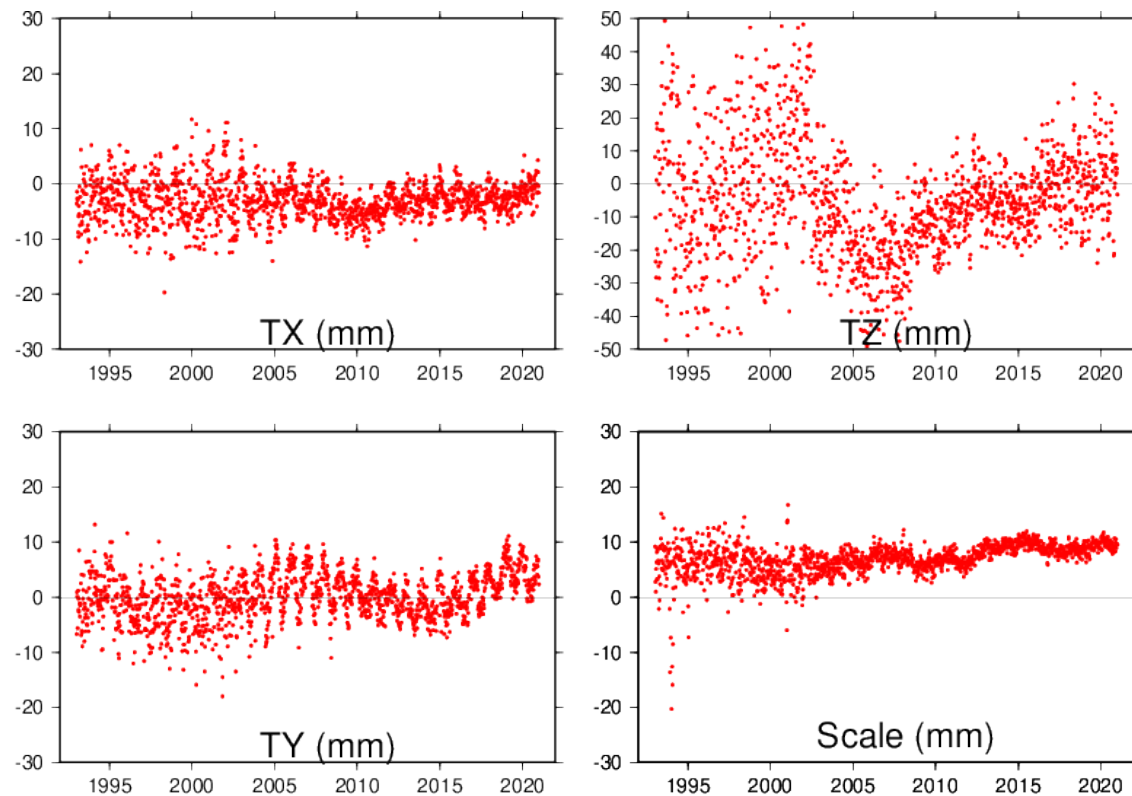
SLR, DORISなど衛星技術から地球の重心の原点 (幾何学的中心) に対する変動が求められる。



SLRのスケール

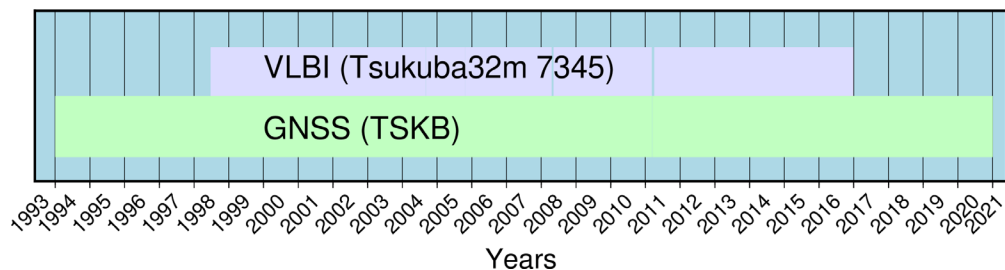


DORISのスケール

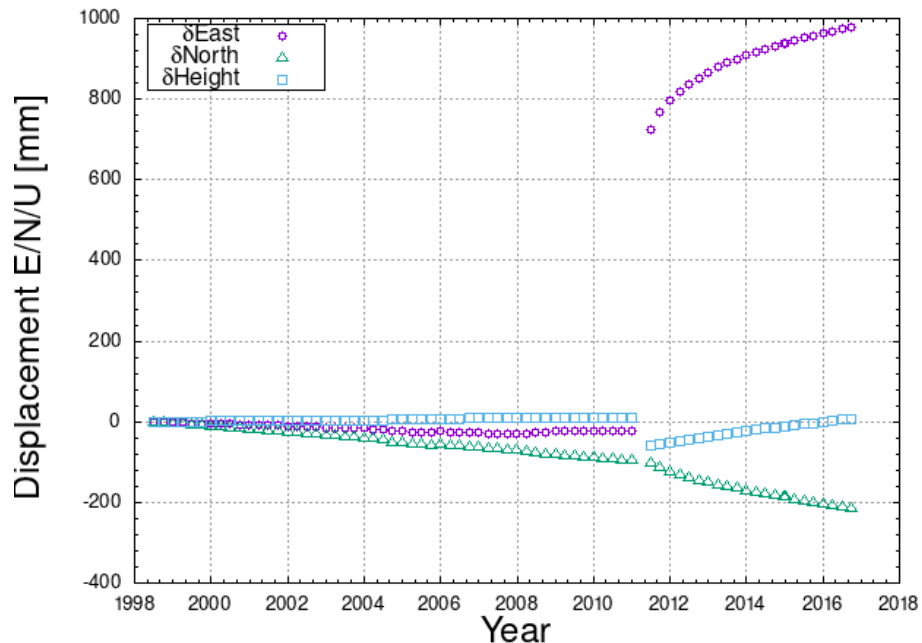


ITRFの座標は、観測に参加した期間についてのみ解析解が得られる。

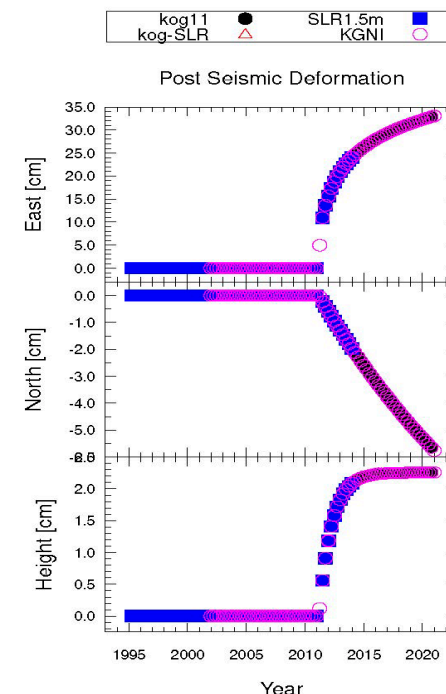
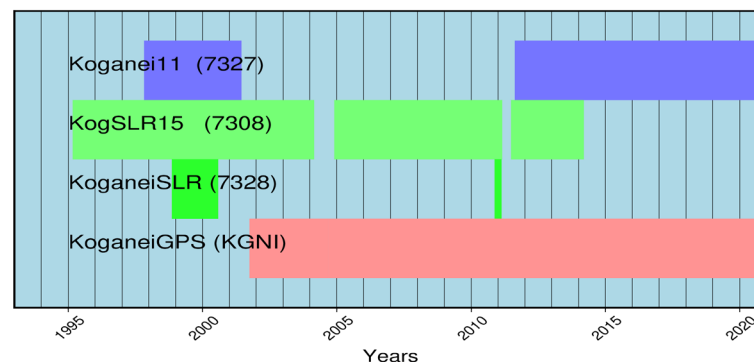
国土地理院つくばの場合



Tsukuba32m ENU in ITRF2020



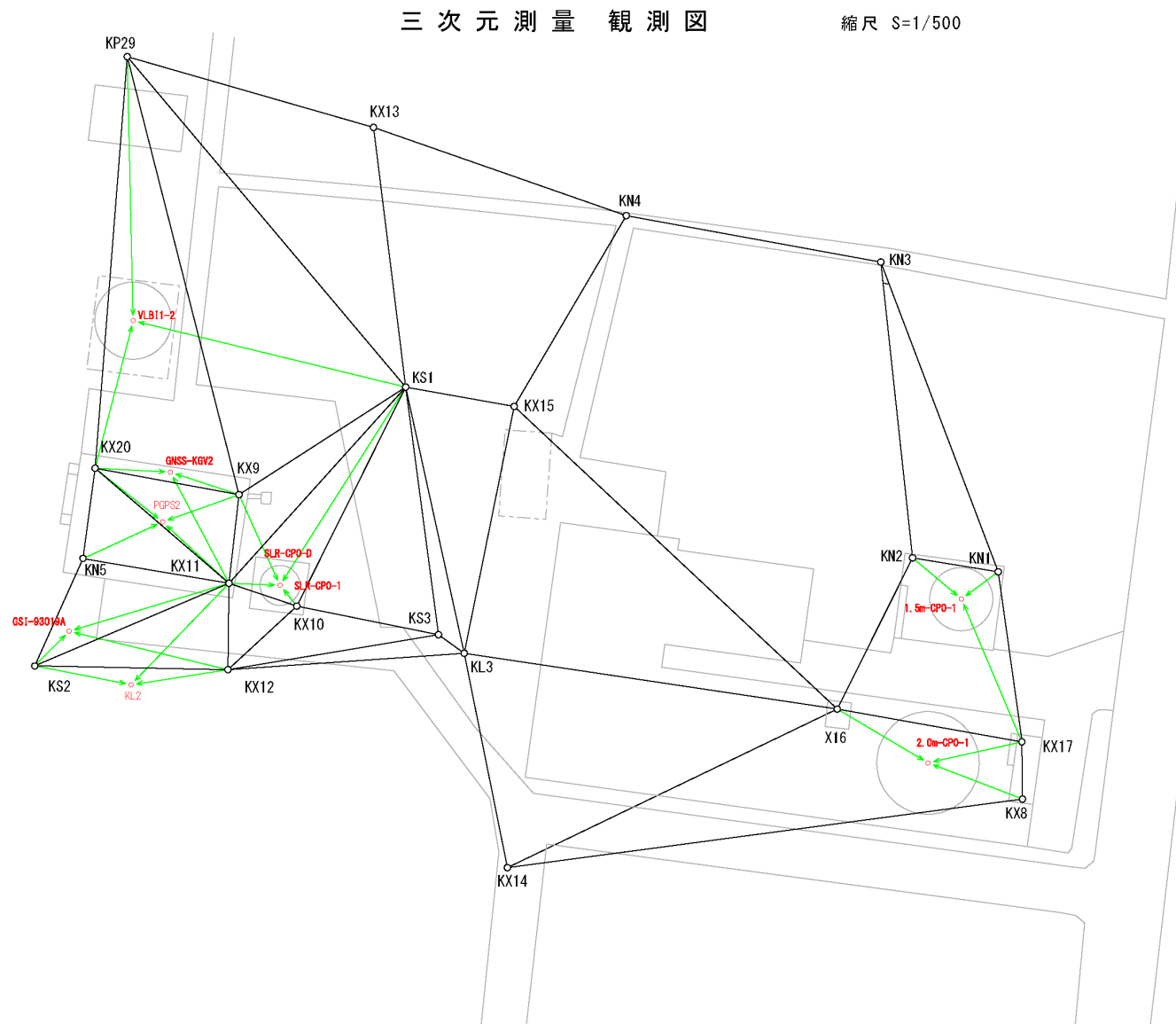
NICT小金井の場合



- IERSから公開されるITRFの解（座標とその時間変動モデル）は観測に参加した測地技術・期間のみである。そのため、継続的に観測に参加することが望ましい。
- 地震の余効変動はGNSS観測で監視。
- 2011年巨大地震の余効変動は現在も続いている。
- 複数の宇宙測地技術を持つ局は、その結合を行う上で貴重な存在であり、正確なコロケーション測量の結果をIERSに提出することは、通常の観測と同等以上に重要である。

コロケーション測量

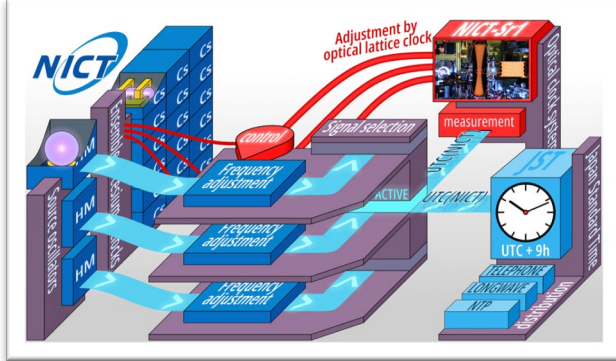
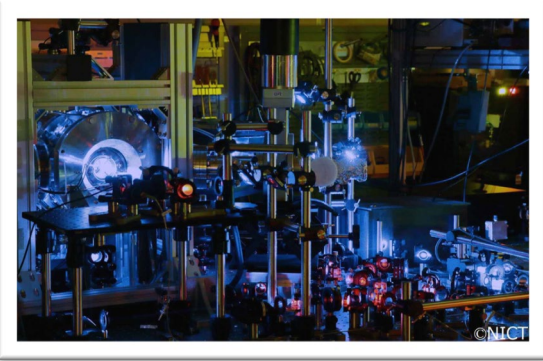
- NICT小金井は、VLBI,SLR,GNSSの宇宙測地技術が存在する数少ない観測施設である。最新の国際地球基準座標系 ITRF2020 ではコロケーション情報を含めてUpdateされた。
- 2022年小金井の宇宙測地観測の基準点の測量が実施された (TotalStation、水準測量)。今後データを解析して VLBI,SLR,GNSSの基準点間の相対ベクトルを算出し、次期の ITRF更新に向けて IERSへのデータ提出を目指す。



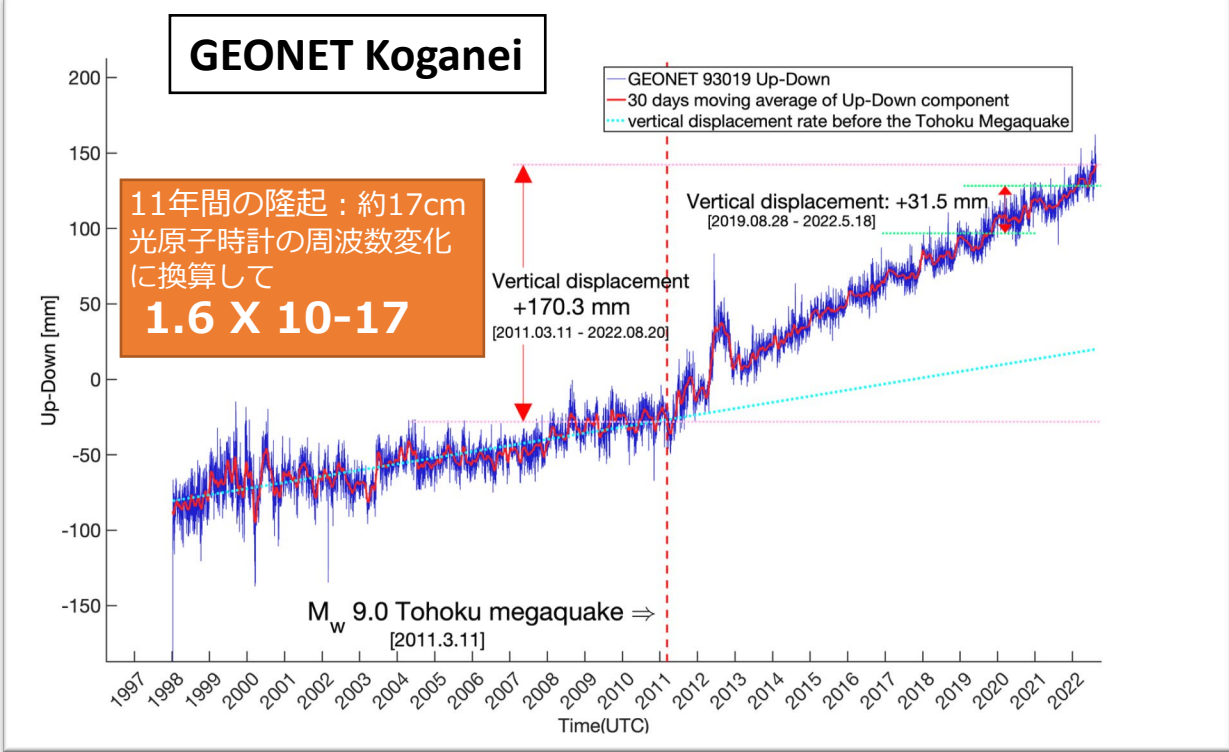
光原子時計の不確かさ評価のための測地観測

「秒の再定義」に向けて、光原子時計の開発を推進

3.11巨大地震後の余効変動と周波数変化



<https://www.nict.go.jp/en/press/2022/06/20-1.html>



絶対重力観測
(極地研の協力)



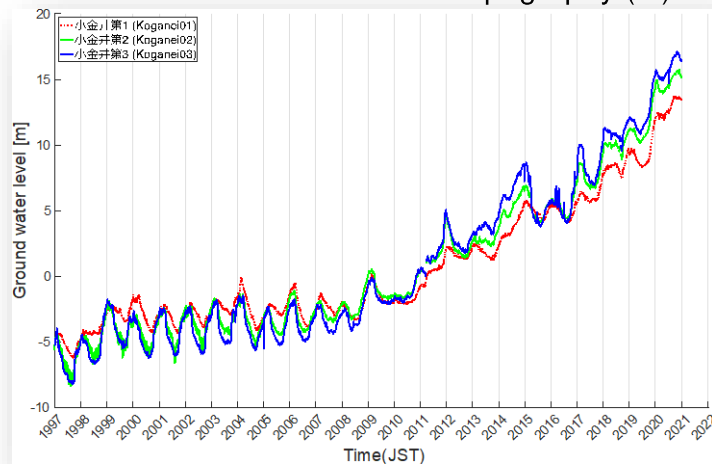
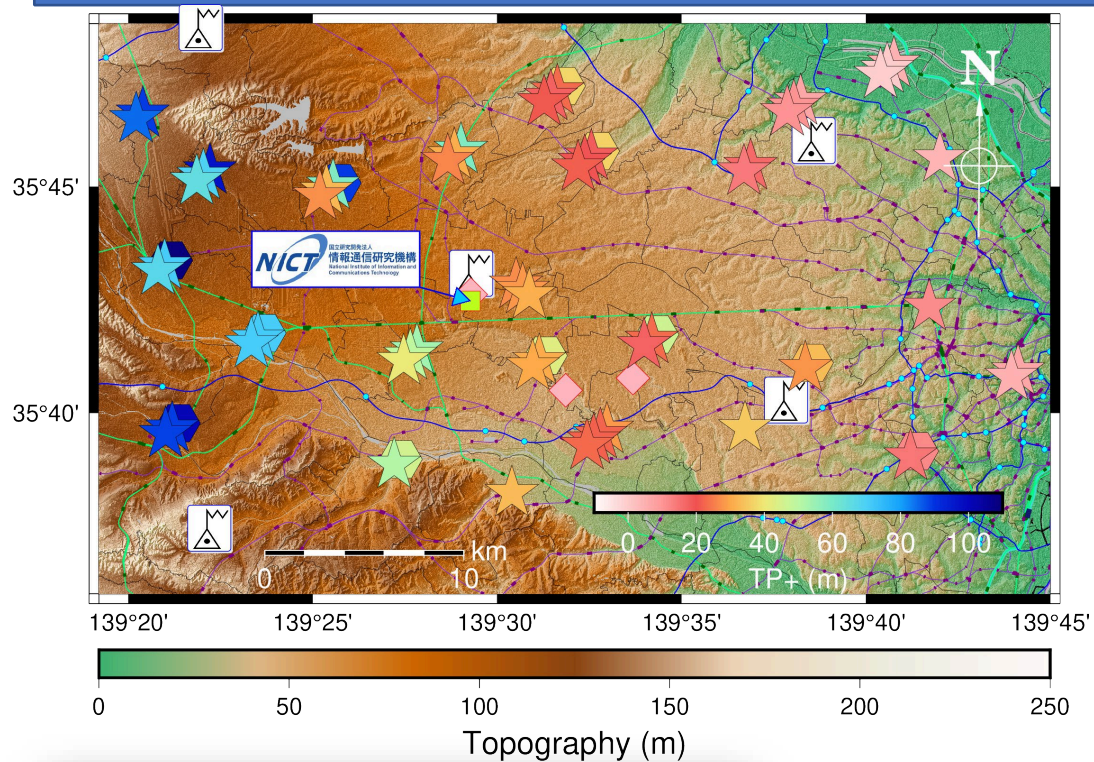
相対重力観測



GNSS観測

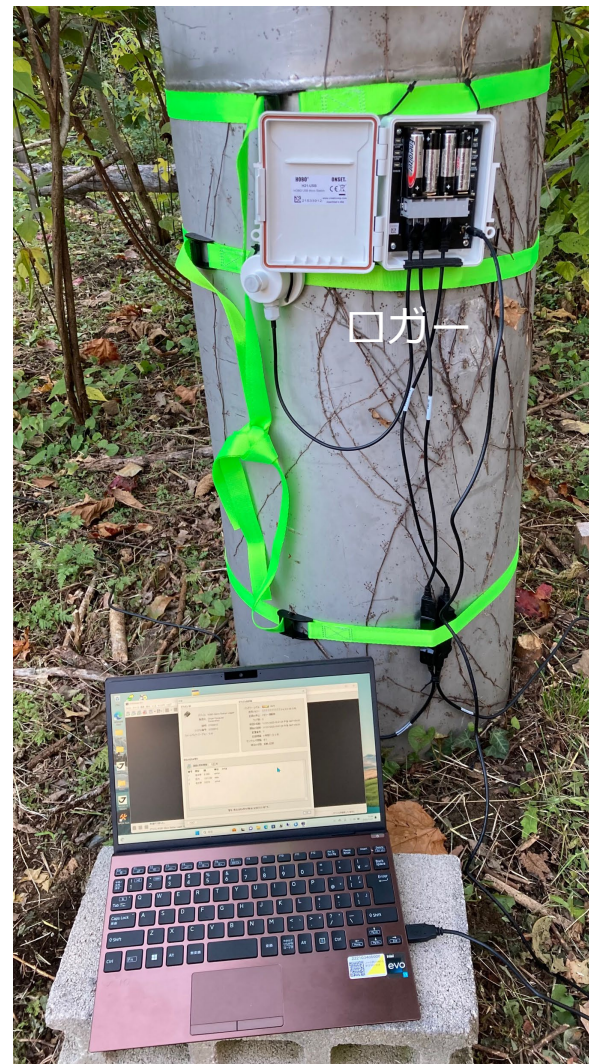
光原子時計の不確かさ評価のための地下水変動解析にも着手

東京都による地下水位が監視されている観測井戸



小金井公園観測井戸
の水位変化
(NICTから約2km)

土壌水分量観測



11mアンテナ近傍の旧小金井電子基準点近くでお試し観測を開始