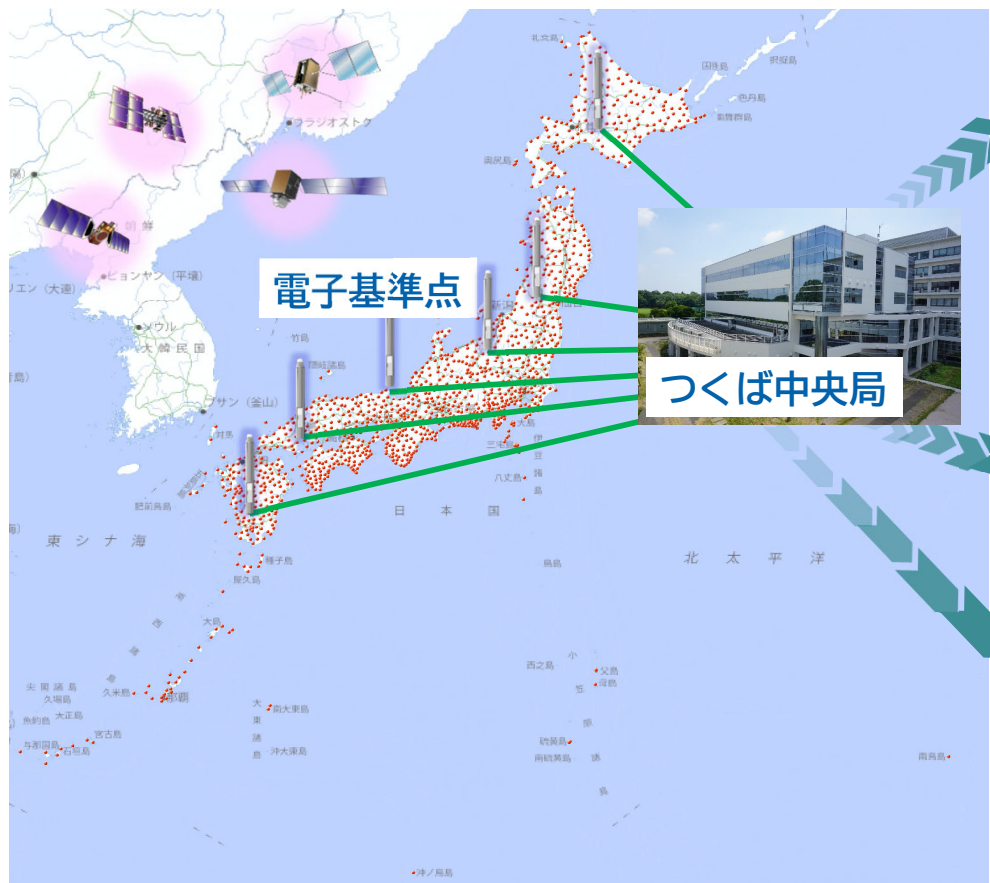


国土を測る重要インフラ「電子基準点網」の さらなる発展に向けて

測地観測センター衛星測地課
山際 敦史

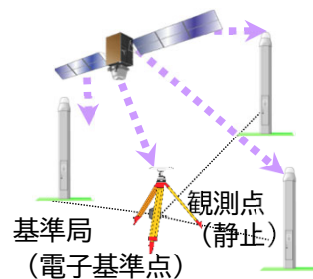
1. 電子基準点の耐災害性強化

GEONET (GNSS連続観測システム) の構成と役割



各種測量の基準点

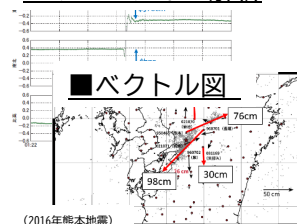
- 観測点周辺の電子基準点を基準局に利用することで、基準局の観測が不要となり、GNSSを利用した測量が効率化。



地殻変動の監視

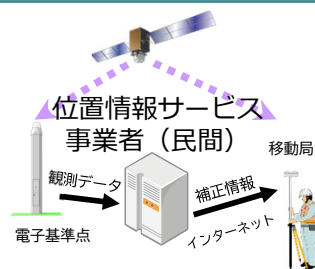
- 電子基準点の観測データを解析することで、地震等に伴う地殻変動を監視。

リアルタイム解析



位置情報サービス

- 補正情報と移動局のGNSS観測を組み合わせ、移動局の位置をcm精度でリアルタイムに算出。

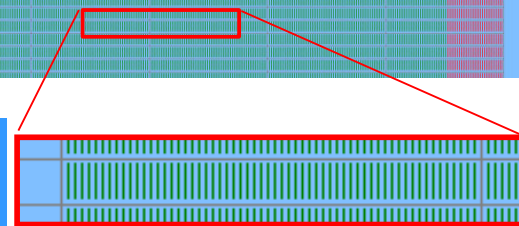
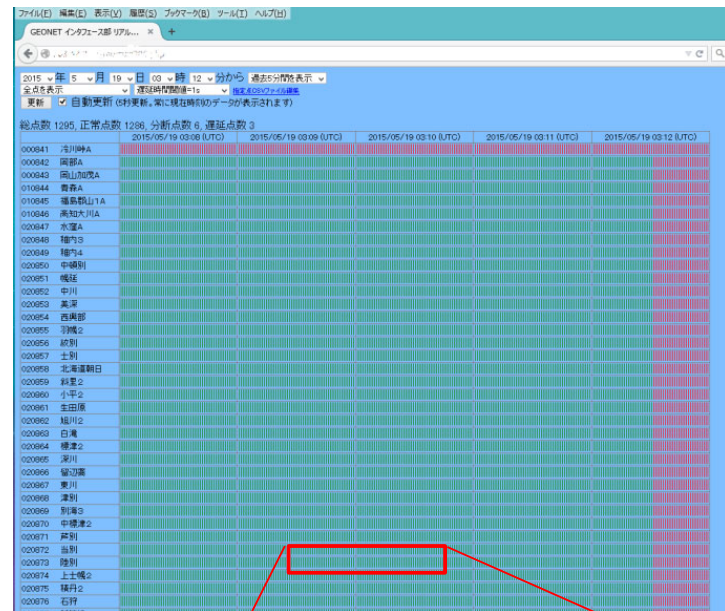
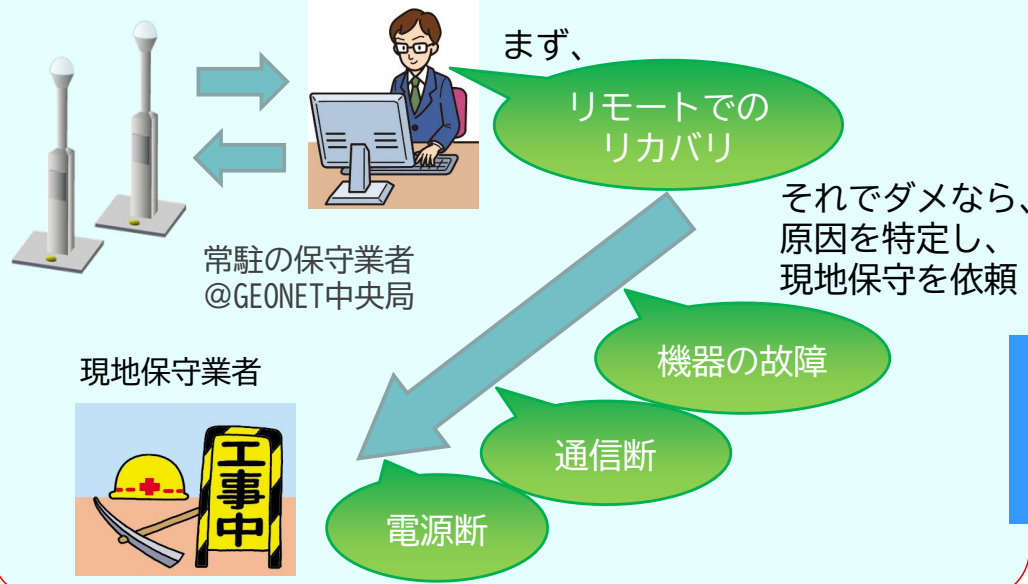




データチェック（電子基準点状況のチェック）

- VPN接続状況確認（リアルタイムデータの状況で確認）
- 電源監視装置の確認（各機器の生存を確認）

異常発生時は……



Normal
Delayed
No Data

1 bar = 1 epoch
(1 second)

電子基準点内では、電源監視装置が
各種機器の状態を監視している



電子基準点
“つくば3”
(960627)



受信機

有線通信装置

電源監視装置

無線通信装置

傾斜計

無停電電源装置

蓄電池



傾斜計



受信機



ルータ



UPS



バッテリー

各機器に接続できない場合・・・

➤ リセットを行う

➤ **現地保守の依頼**

- ・ 電源監視装置の故障
- ・ ほかの危機の故障

機器の故障が発生した場合、原則として1週間以内に復旧させる



これらの維持管理により
電子基準点のデータ取得率
99.5%以上を維持

電子基準点や他の測位インフラが支える社会活動

電子基準点は、高精度な位置情報を活用する社会活動において重要インフラに位置付けられている



基幹的サービスの停止が社会に重大な影響を与えた最近の事例

基幹的サービスは停止すると社会・経済に重大な影響を与える。

東京証券取引所
システム停止
(2020年10月1日)

システム障害により
終日取引停止。
機会損失は2~3兆円
(損失額は時事・日経による)



みずほ銀行
システム障害
(2021年2月28日
3月3日・7日・11日)

全国で複数回に
わたりATM障害や
外貨取引停止が
発生

Google
大規模システム障害
(2020年12月14日)



https://www.google.co.jp/images/branding/googlelogo/1x/googlelogo_color_272x92dp.png

停止時間50分と、
時間としては短時間だが、
ユーザー数は数十億人。
直接影響を受けたyoutube
ユーザーは1万2千人以上
(影響推定はdowndetector.comによる)

LCC航空予約システム障害
(2021年4月21日)



ピーチやZIPAIRなどの航空
会社で、航空券の購入や予
約変更などができない状態
が6日間継続

<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h23/hakusho/h24/image/n250312c.gif>



1988年 ファースト インターステート銀行 での火災

火災により大被害を受けたが、翌日には業務再開、大企業における**BCP（事業継続計画）**策定の動きへと繋がる

https://www.nehrp.gov/pdf/ACEHRNov2011_Sunder.pdf

2005年 ハリケーン・カトリーナ



ニューオーリンズ市の8割が水没、市の公共サービスが麻痺し、支援の遅れが市民の暴動を招く

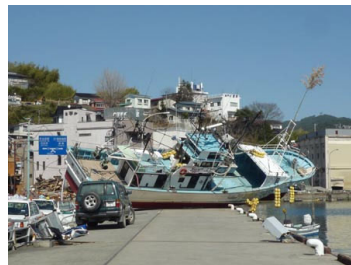
<https://www.neh.gov/sites/default/files/2018-06/neworleanskatrina.jpg>

(参考文献) <https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/nenpo/no49/49a0/a49a0p02.pdf>

2011年 東日本大震災

地震動や津波による物的被害の他、サプライチェーンの寸断による産業界（自動車産業など）の生産力低下、電力供給低下による計画停電の実施により国民の社会生活にも影響

http://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h23/63/img/p06_2.jpg



2019年 台風15号

配電設備等の被害により、千葉県を中心に長期間の大規模停電が発生、最大で約93万棟が停電し、完全復旧までに約16日間を要した

https://photo.tepco.co.jp/library/190920_01/190920_04.jpg



大災害時に

- ・ いか**に被害を最小化**し、
- ・ いか**に復旧を迅速化**するかが、

社会への影響を軽減するための重要なポイント¹⁰

ナショナル・レジリエンス

国土強靱化 進めよう！

強く、しなやかなニッポンへ



国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）、防災・減災の取組は、
国家のリスクマネジメントであり、強くしなやかな国をつくること。
また、ニッポンの産業競争力の強化であり、安心・安全な生活づくりであり、
それを実現するひとの力をつくることです。国民の命と財産を守り抜きます。

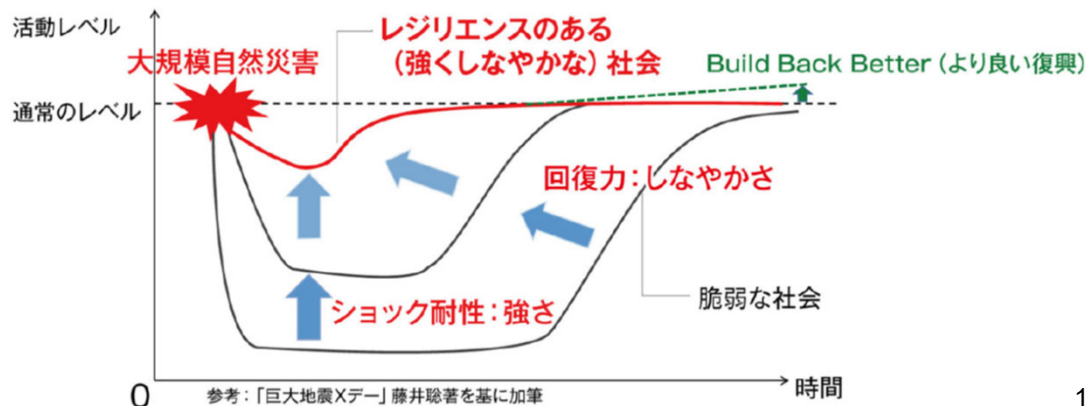


国土強靱化

「国土強靱化」とは…

災害に対する事前の備えとして、被害を最小化して迅速に回復する、「強さとしなやかさ」を備えた安全・安心な国土・地域・経済社会を構築することを目指した取組

強靱な社会のイメージ



政府の国土強靱化施策について

防災・減災・国土強靱化のための 3か年緊急対策（平成30～令和2年度）

- ・ 防災のための重要インフラ等の機能維持
- ・ 国民経済・生活を支える重要インフラ等の機能維持

の160対策が対象、事業規模7兆円程度

主な施策：

- ・ 河川氾濫防止のための樹木伐採・掘削
- ・ 停電の影響緩和策
- ・ 携帯電話基地局の応急復旧体制整備



非常用発電設備



ガスヒートポンプエアコン



車載型基地局



伐採前



伐採後

防災・減災・国土強靱化のための 5か年加速化対策（令和3～7年度）

- ・ 激甚化する風水害や切迫する大規模地震等への対策
- ・ 予防保全型インフラメンテナンスへの転換に向けた老朽化対策
- ・ 国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等

の123対策が対象、事業規模15兆円程度

主な施策：

- ・ 水田の貯留機能向上・遊水地・貯留施設整備
- ・ 道路施設の老朽化対策
- ・ 線状降水帯の予測精度向上



関係省庁が連携した流域治水対策

国土強靱化施策に位置づけられたGEONETの取組

防災・減災・国土強靱化のための 3か年緊急対策（平成30～令和2年度）

GEONETでは……

- ・ 浸水対策のための**ピラー二重管化**、
- ・ 停電対策のための**バッテリー交換**



浸水対策

外側を覆う等により、堅牢性を向上

停電対策



バッテリーを更新、
停電時でも3日間
安定稼働

対策後

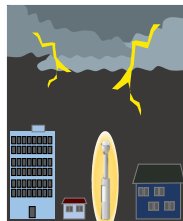
水害時

- 浸水を防ぎ運用を確保



停電時

- 予備電源で観測を継続



防災・減災・国土強靱化のための 5か年加速化対策（令和3～7年度）

GEONETでは……

- ・ 通信機器等の**省電力化**、
- ・ 引込柱の交換、
- ・ 携帯電波の影響を受けにくい
GNSSアンテナ導入

通信機器等の省電力化



→より長期間の稼働が可能

老朽化した引込柱の交換

→電力・通信を確保

電子基準点



携帯電話の電波の影響を受けにくい
GNSSアンテナ導入



→データ品質が向上

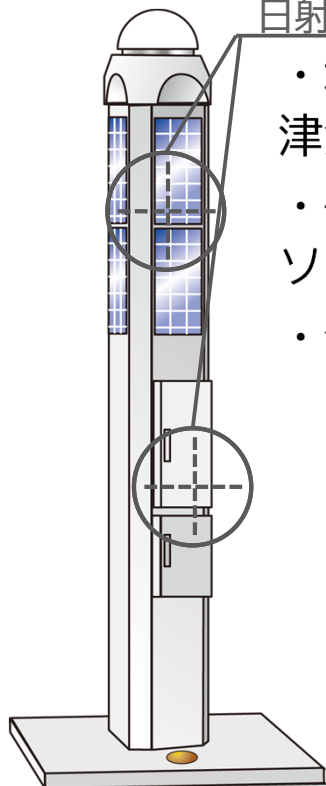
引込柱

耐災害性強化のための電子基準点改造

電源二（三）重化（二重化：-2013，三重化：2015-）

日射による膨張を防ぐための二重管化（2002-）

- ・ 地殻変動監視上の重要点（監視基線の固定点等）や津波浸水想定域等の観測点が対象
- ・ 長期間の観測停止に備え、商用電源とバッテリーに加えてソーラーパネルを使用する電源の三重化を実施
- ・ 合わせて、日射による膨張を防ぐための二重管化も実施



2. その他の最近の取組

- ・ 民間等電子基準点
- ・ 新解析ストラテジ

民間等によるGNSS連続観測局の利活用検討

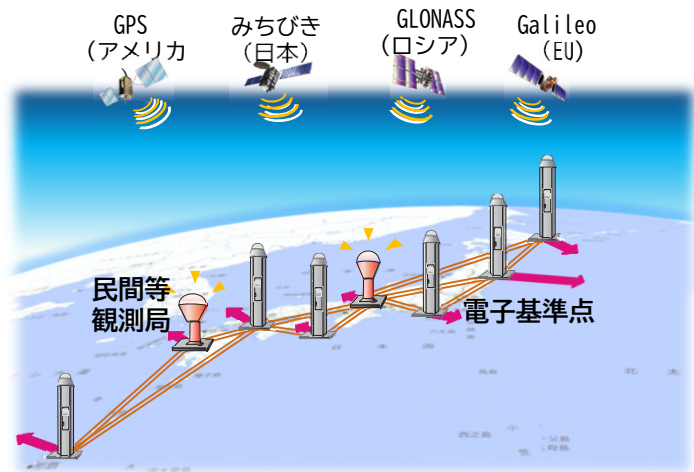
- 電子基準点の観測データは測量の基準、地殻変動監視、位置情報サービスの支援として活用
- スマート農業等で、民間等のGNSS連続観測局の設置が進むとともに、複数の携帯キャリアは独自のGNSS連続観測局を設置し、新たな位置情報サービスを展開
- GNSS連続観測局の規格・基準を統一するための性能基準を策定し、令和2年4月から民間等電子基準点の登録制度の運用を開始
- 令和3年度に公共測量への活用を規定したマニュアルの作成を予定。

課題

- 設置者ごとに規格や準拠座標はバラバラとなる可能性
- 高精度な位置情報サービスは、国家座標（位置の基準）への準拠、一定の精度の確保が重要



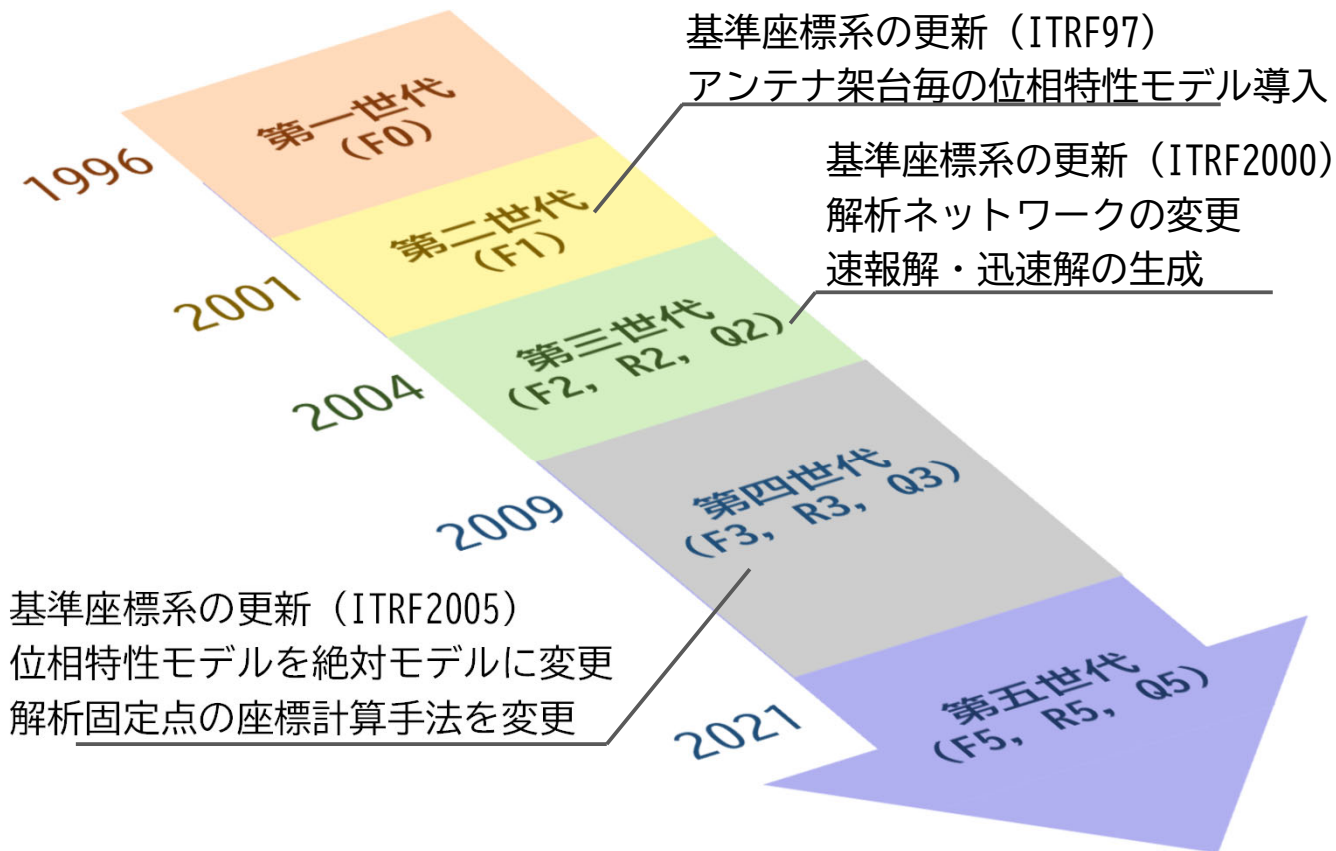
- ・ GNSS連続観測局の規格・基準を統一するため国土地理院が性能基準を策定
- ・ 国家座標に準拠したものを前提に、級別に分類
 - A級：土木及び建築工事、地殻変動監視に活用可能
 - B級：一部の土木及び建設工事に活用可能
 - C級：一般的な位置情報サービスに活用可能



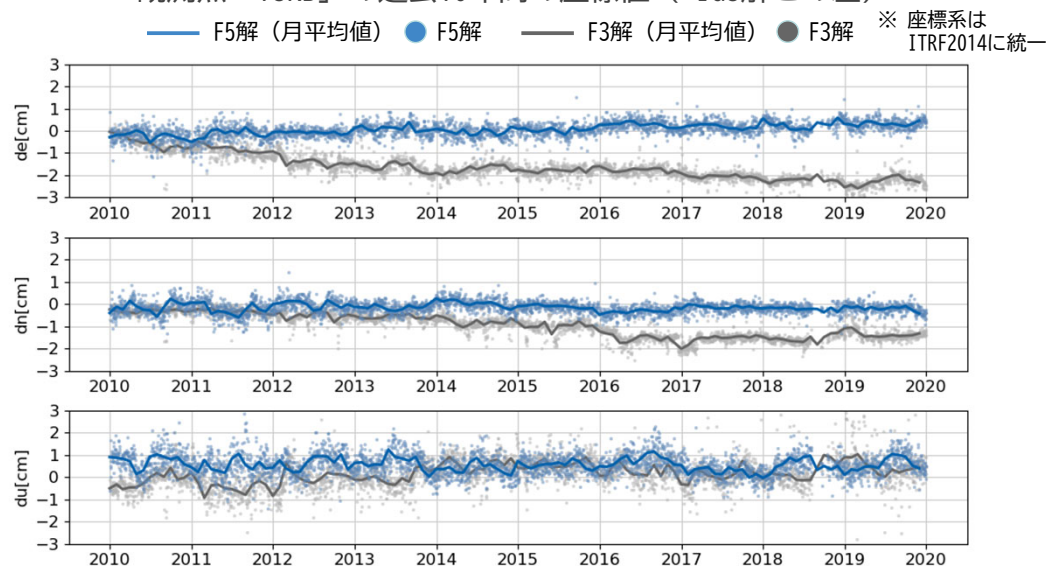
民間等電子基準点の級別基準（一部抜粋）について

	項目		A級	B級	C級
機器要件	GNSSアンテナ		1級GNSS測量機であること		1級GNSS測量機又は測地観測センター長が別に定める基準を満たすGNSSアンテナであること。
	GNSS受信機		原則として、高度角5度以上のGNSS衛星を全て捕捉できること。 GPSのL1・L2帯又はL1・L5帯の信号を受信でき、搬送波位相を観測できること。		
			1級GNSS測量機であること GPS・QZSSのL1・L2・L5帯、GLONASSのL1・L2帯、GalileoのE1・E5帯の信号を受信でき、搬送波位相を観測できること		1級GNSS測量機又は測地観測センター長が別に定める基準を満たすGNSS受信機であること。
性能要件	マルチパスの影響	L1	0.60m以内	1.20m以内	---
		L2	0.70m以内	1.40m以内	---
	サイクルスリップ発生率		1/300以下	1/100以下	1/100以下
	取得率		90%以上	85%以上	85%以上
	時系列安定性 (95%信頼区間)	水平	20mm以内	50mm以内	75mm以内
		上下	30mm以内	100mm以内	150mm以内
	FIX率		90%以上	85%以上	85%以上

GEONET解析ストラテジ改造の歴史



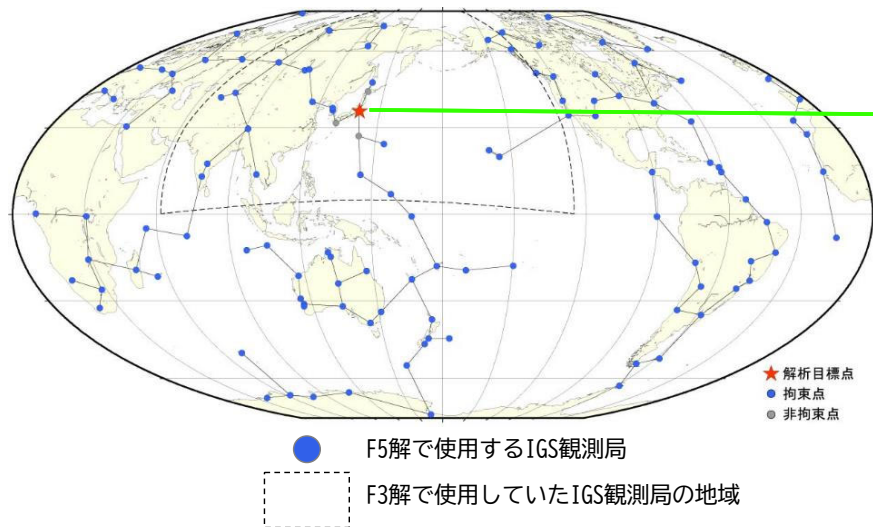
観測点「TSKB」の過去10年間の座標値（IGS解との差）



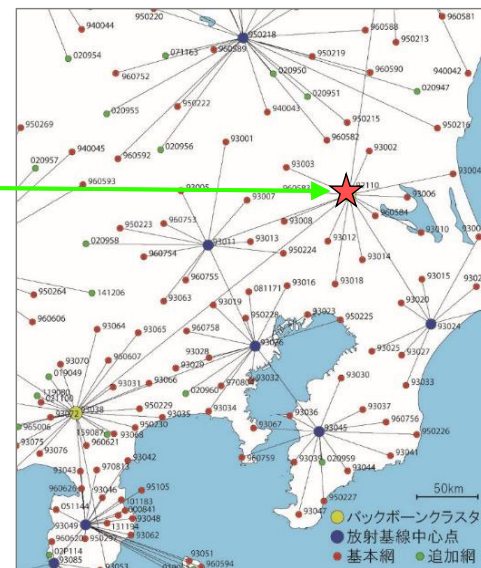
- F3解からの主な更新点
 - ・ 準拠座標系を最新のもの（ITRF2014）に更新
 - ・ 近年打ち上げられた新型GPS衛星に対応
 - ・ 解析固定点座標の算出手法・対流圏遅延推定手法を変更し、座標の安定性を向上

2021年4月1日から「日々の座標値（F5）」をHPで公開開始！！

固定点座標算出のためのグローバル解析使用局



国内の電子基準点の解析



★ 解析固定局(グローバル解析により座標算出)

● ● ● 電子基準点

- 新解析ストラテジ（第5版）では、解析固定点の座標算出に全世界のIGS観測局100点以上のデータを使用（従来のF3解では日本周辺の約10点のみから算出）