

測位技術振興会 第1回研究発表講演会
中央電気倶楽部(大阪・堂島)
2019年08月19日



第5世代移動通信システム(5G)の 精密測位における 4次元基準座標系上の正確度問題

浅里 幸起

一般財団法人 衛星測位利用推進センター(SPAC)

目次

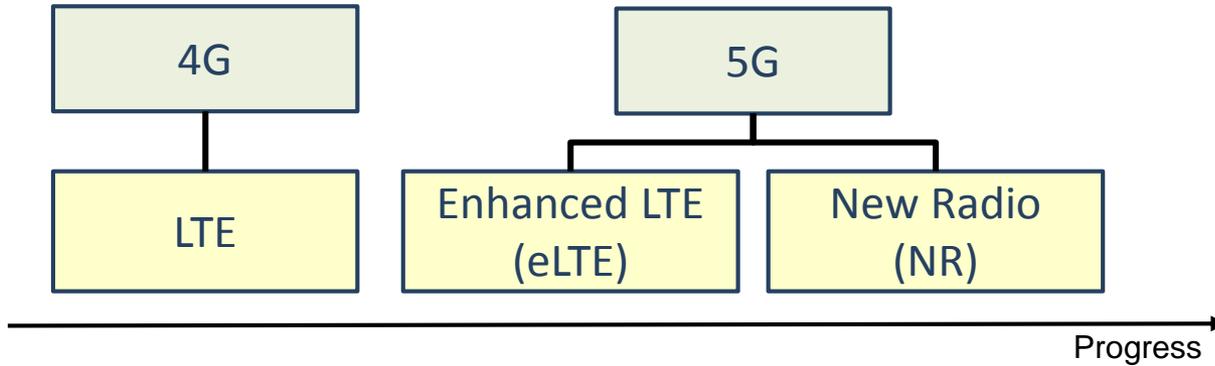
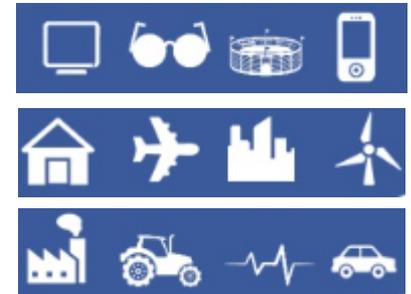
1. 第5世代移動通信システム(5G)の精密測位	・・・	3
2. スマートシティ建設と国家座標	・・・	4
3. 精度と正確度	・・・	5
4. 地殻変動を考慮した4次元基準座標系	・・・	6
5. 基準点の整合性	・・・	7
6. GNSS測位技術の構造	・・・	8
7. GNSS単独測位の定義更新	・・・	9
8. まとめ	・・・	10
用語集	・・・	11

1. 第5世代移動通信システム(5G)の精密測位

5G/LTEの標準規格は、3GPPで策定されている。
 5Gは、eLTE と NR から構成され、持続的に性能が向上する。



Use Cases



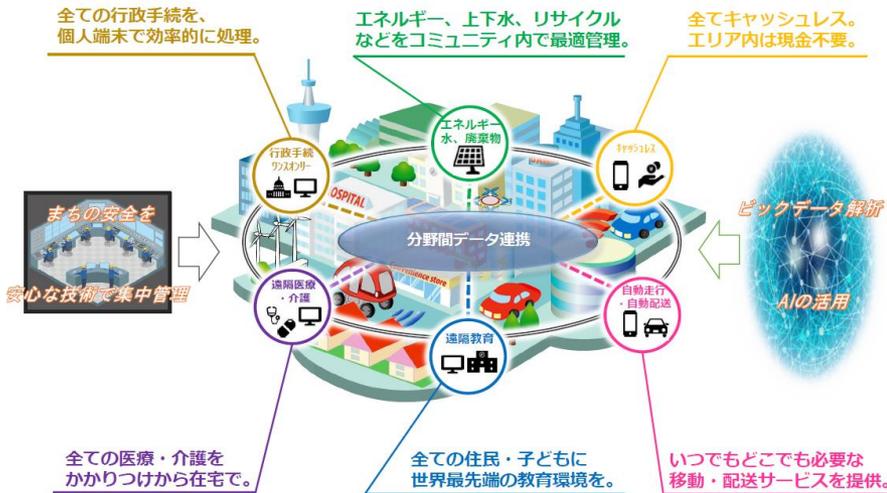
5G/LTEの規格では、2018-2019年に精密測位が規定された。
 現在、LPP上に、RTK, Network RTK (NRTK), PPP, PPP-RTK の4方式。

	2017	2018	2019	2020
Release 15	RTK, NRTK, PPP			
Release 16		PPP-RTK		
Release 17				...

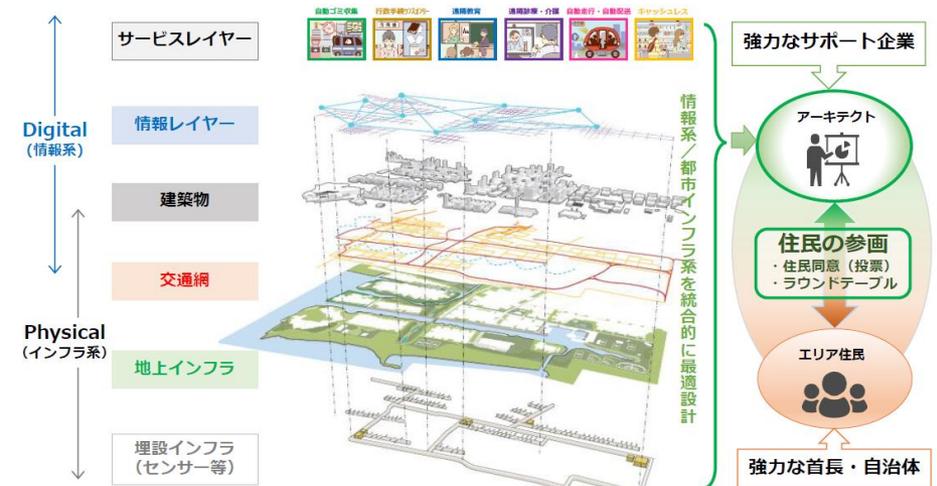
2. スマートシティ建設と国家座標

● 内閣府『スーパーシティ構想』

国家戦略特区 「スーパーシティ」の実装技術（イメージ）



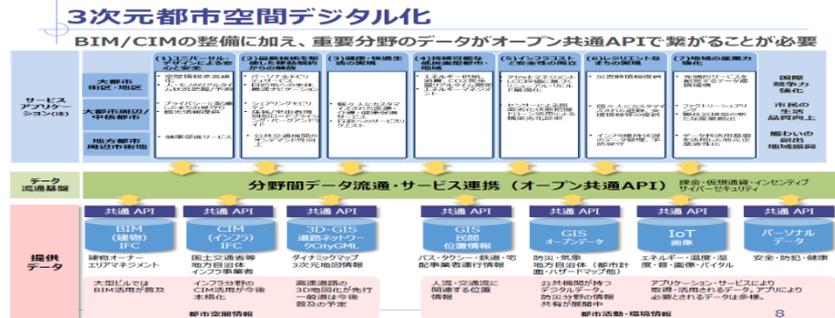
国家戦略特区 「スーパーシティ」を支える仕組み（イメージ）



出所：Sidewalk Torontoサイト情報より内閣府作成

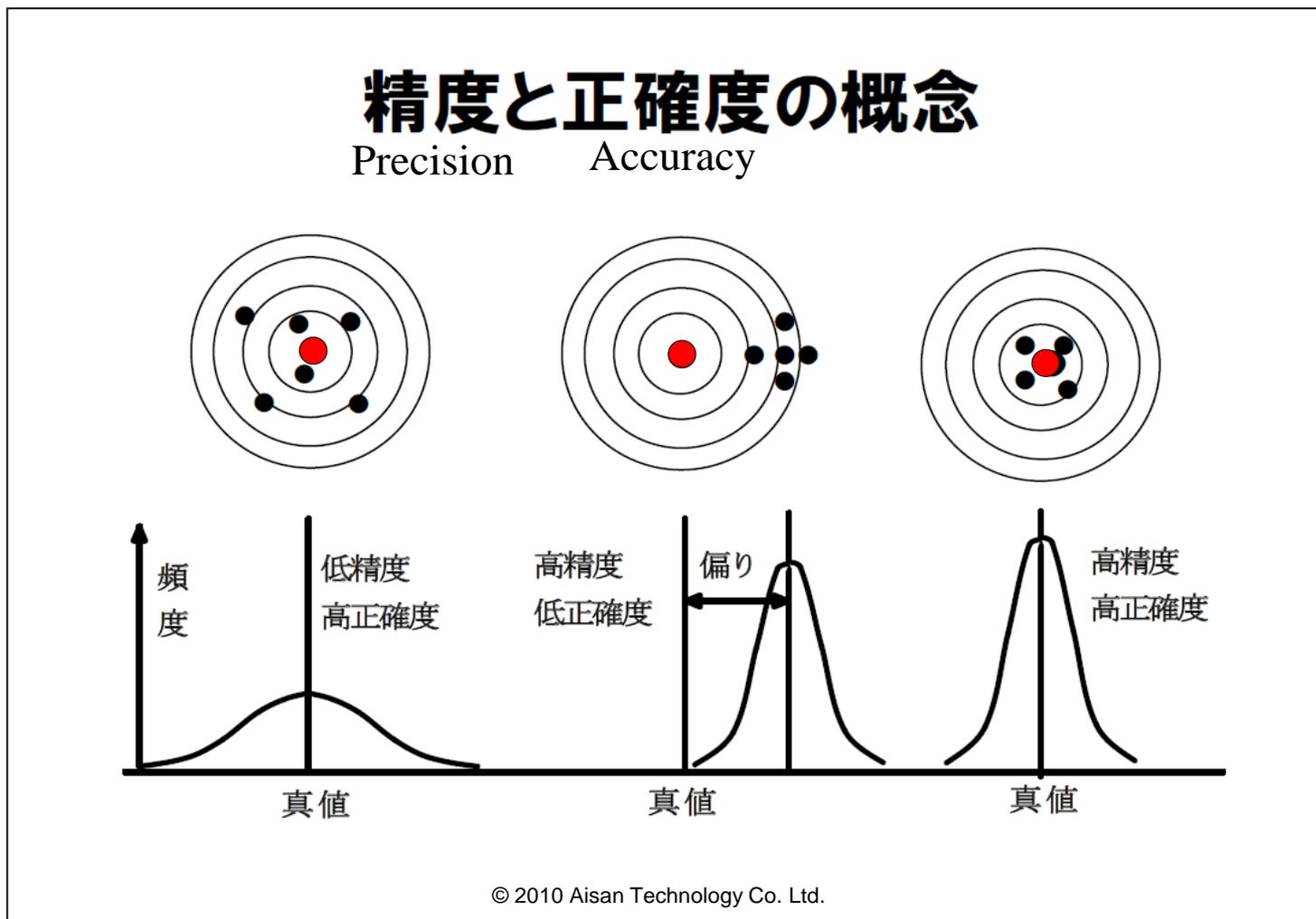
● 産業競争力懇談会 COCN 『デジタルスマートシティの構築』

産業競争力懇談会 COCN



多くの参加者が測位技術を活用
↓
座標系を合わせる必要性
↓
国際座標ではなく「国家座標」

3. 精度と正確度



- 上記は位置の品質管理を行うための規定。ここでは厳密な用語法が必要。
- JISの附属書には、一般に「精度」という語が Accuracy と Precision の意味を含む用語としても使用されていると注釈がある。

4. 地殻変動を考慮した4次元基準座標系

国際座標から国家座標への地殻変動補正の一般式: 今期→元期の時間遷移

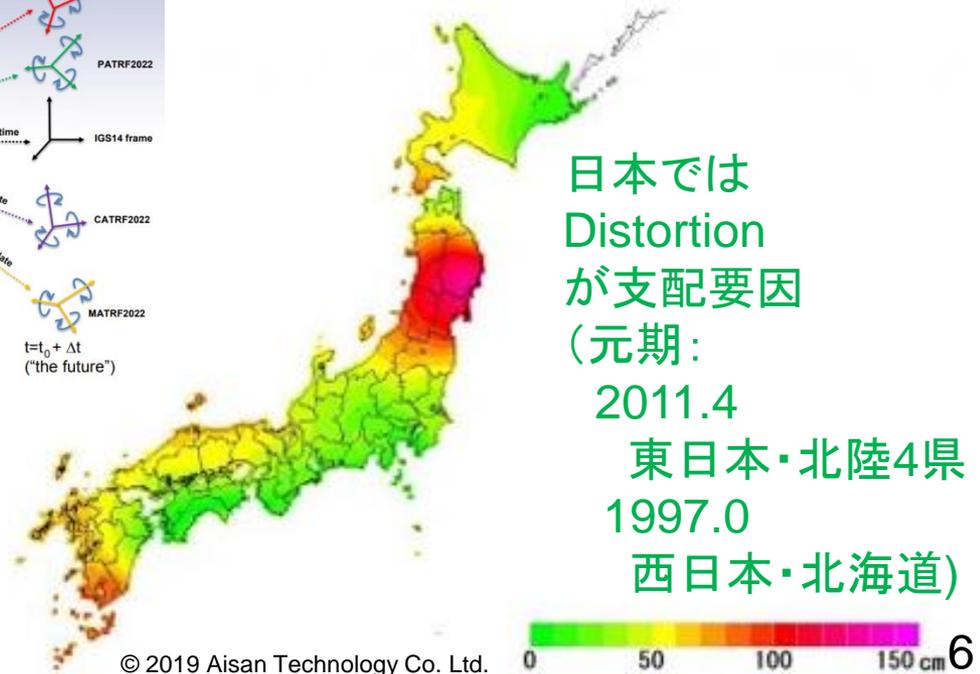
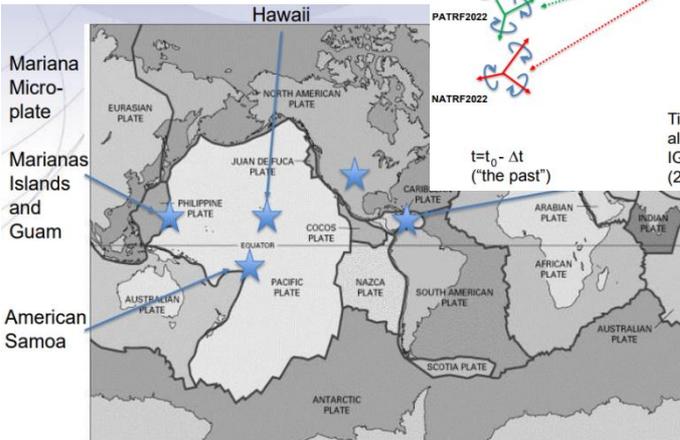
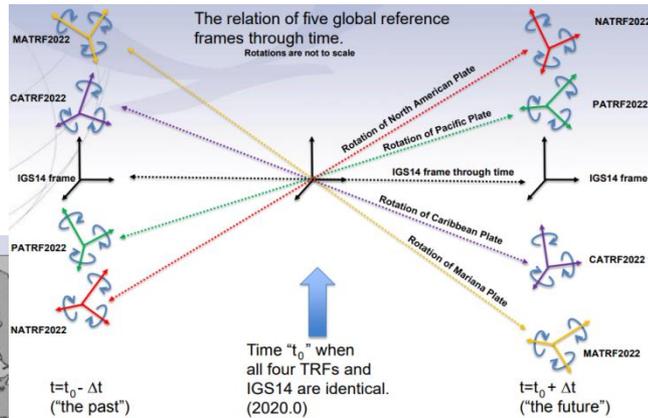
$$\begin{pmatrix} X_N \\ Y_N \\ Z_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{pmatrix} + (1 + S_c) \begin{pmatrix} 1 & R_z & -R_y \\ -R_z & 1 & R_x \\ R_y & -R_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} D_x \\ D_y \\ D_z \end{pmatrix}$$

並進
Transition

回転
Rotation

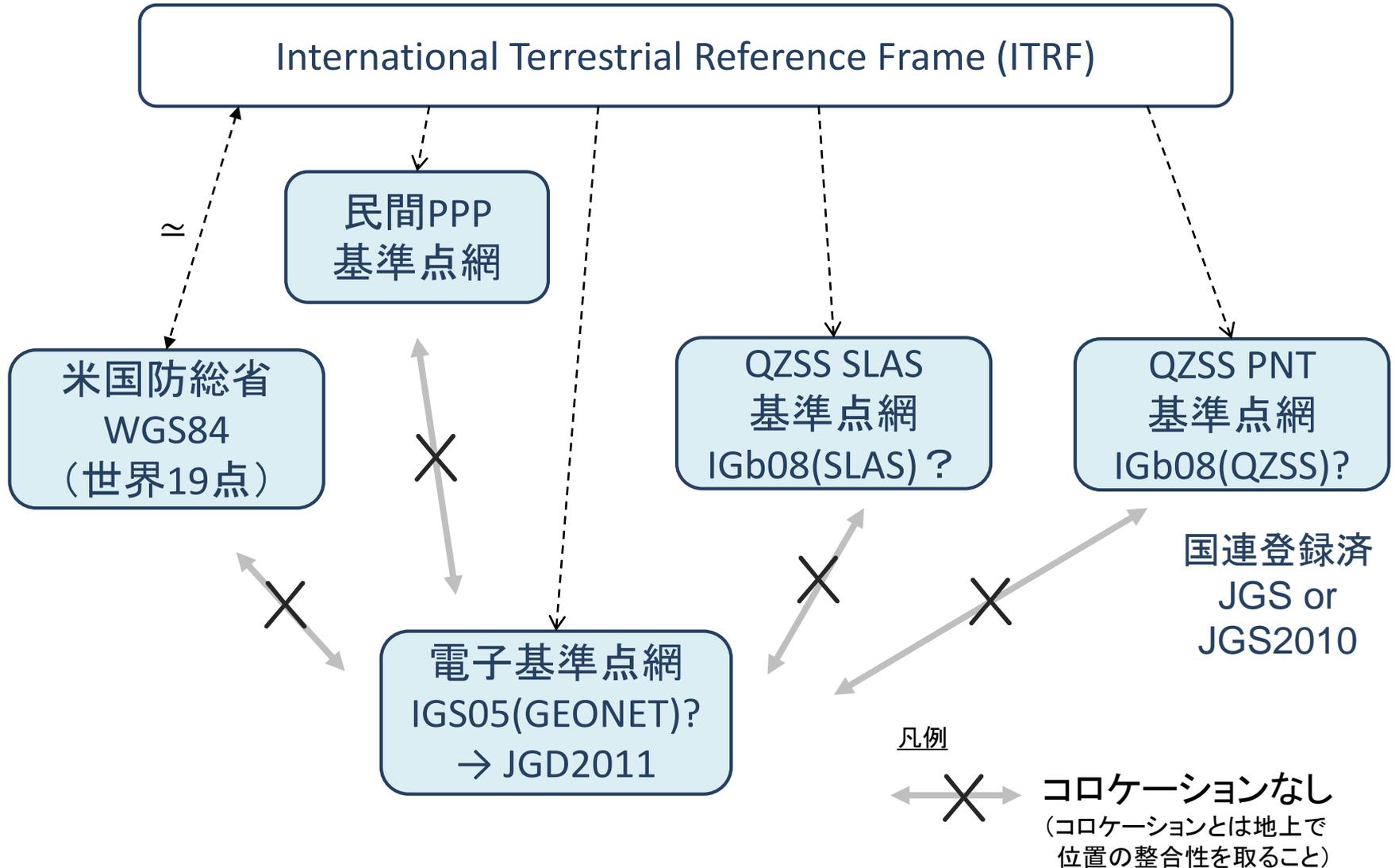
変形
Distortion

米国は基準座標系を更新
(元期: 2020.0)

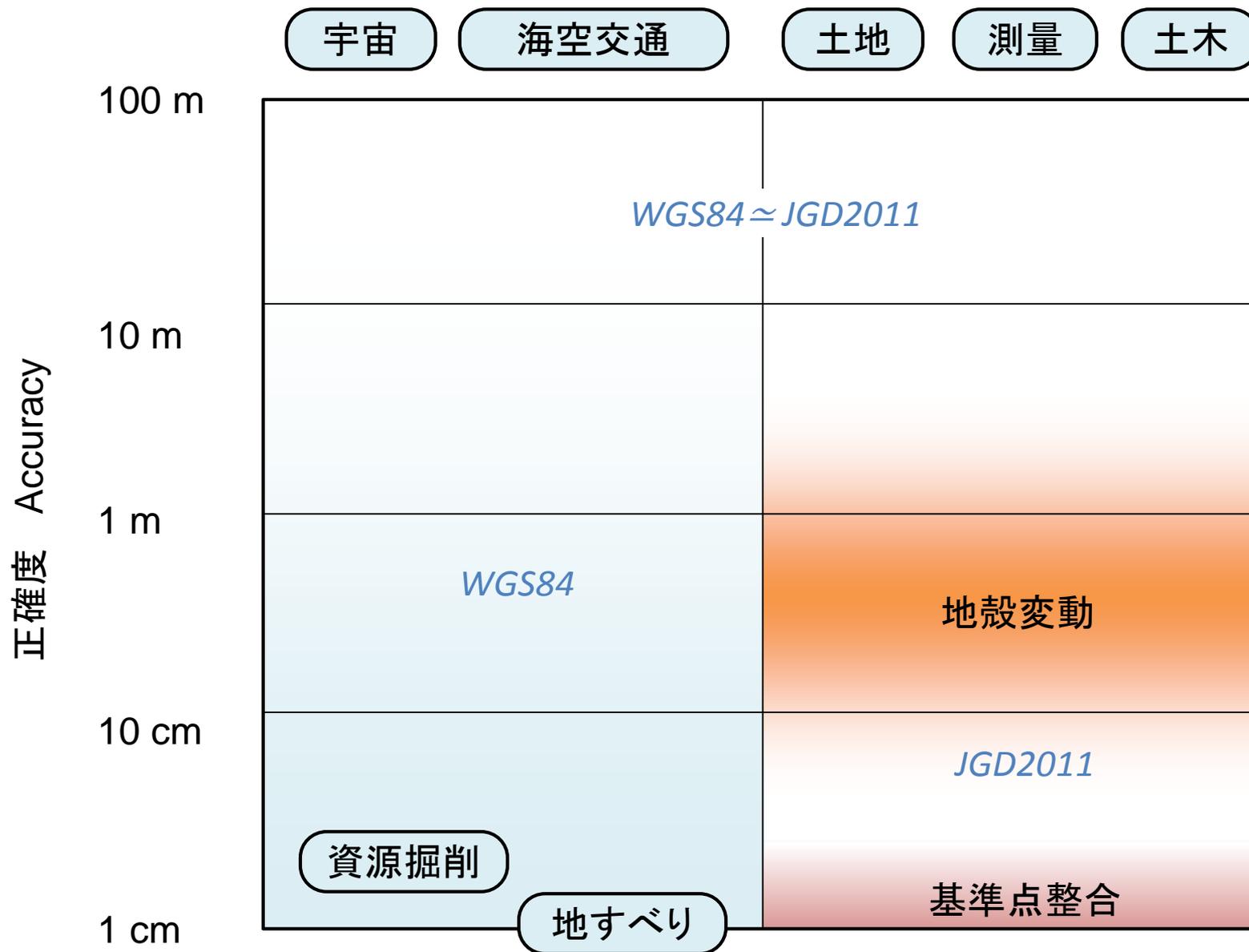


5. 基準点の整合性

そもそも基準点網同士がコロケートされていないことが多い。



6. GNSS測位技術の構造(概念図)

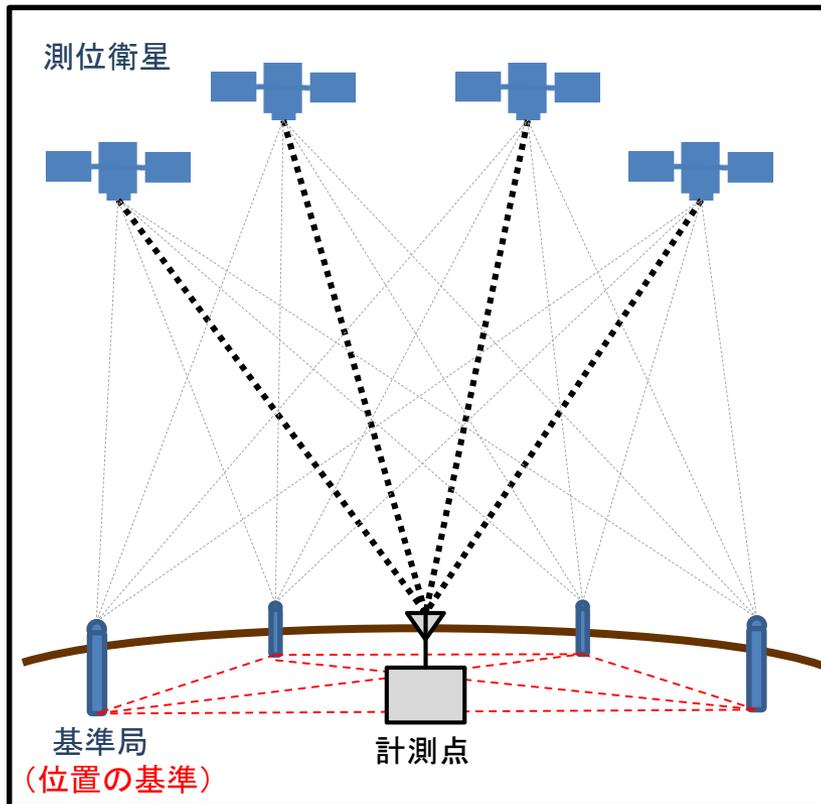


7. GNSS単独測位の定義更新 ISO New Proposal

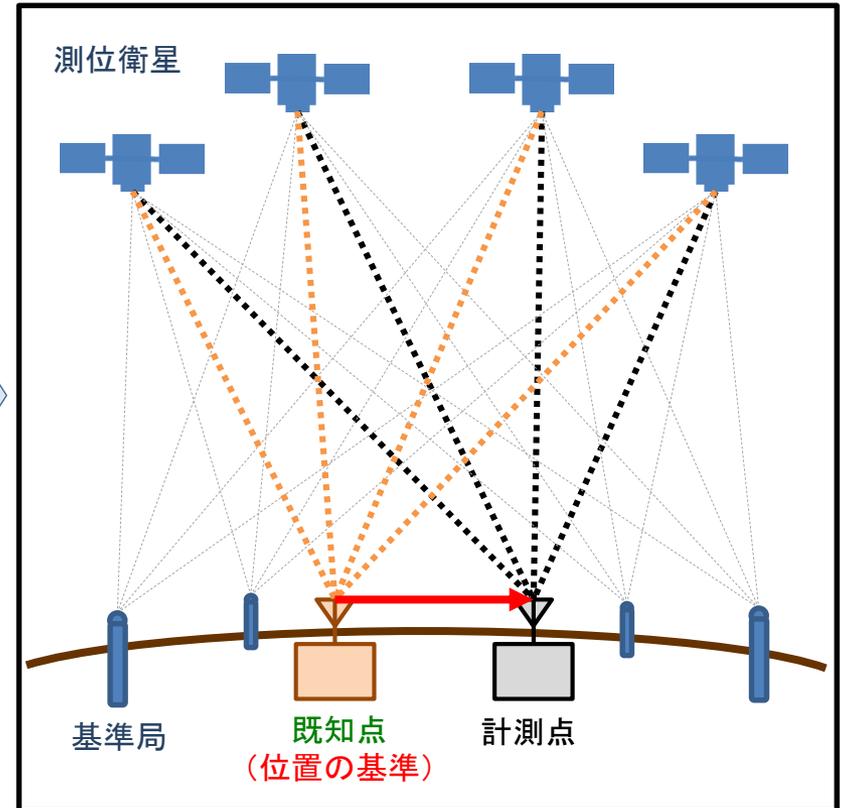
基準局網が実現する座標系において単独の受信機で行う測位

- センチメートル級測位が急速に普及・拡大し、基準局を絶対視する(システム構成として描かない)ことは、現場では成り立たなくなっている。
- 基準点網(=それが実現する座標系)は、地殻変動によって動くもの。
- この単独測位との対比により、相対測位も定義される。

GNSS単独測位



GNSS相対測位



8. まとめ

- GNSS精密測位が5G/LTEの標準規格へ
LPP上に、RTK, NRTK, PPP, PPP-RTK の4方式
- GNSS精密測位は、地殻変動量より高い精度を与えるので、
地殻変動を考慮した(=基準点が動く)衛星測位理論が必要
- 地殻変動・基準点整合性と正確度問題の提起
- 地殻変動を考慮した単独測位の定義を国際標準に提案

ご清聴どうもありがとうございました。

ご意見・ご質問はこちらへ:

asari.koki@eiseisokui.or.jp

3GPP	3 rd Generation Partnership Project
5G	5 th Generation Mobile Communication System
CLAS	Centimeter Level Augmentation Service
ISO	International Organization for Standardization
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
LTE	Long Term Evolution
JGD	Japanese Geodetic Datum
LPP	LTE Positioning Protocol
NRTK	Network RTK
RTK	Real-Time Kinematic
PNT	Positioning, Navigation and Timing
PPP	Precise Point Positioning
SLAS	Sub-meter Level Augmentation Service
WGS	World Geodetic Datum