

進化する衛星測位技術と 電子基準点の役割

測地観測センター 火山情報活用推進官
川元 智司

内容

- GNSS測位の概要
- 電子基準点
- 新しい衛星測位技術の発展
- 位置情報サービスの拡大に伴う課題
- まとめ



GNSS測位の概要

GNSS測位

- 測位衛星 (GNSS) からの測位信号を受信し、どこでも地球上の位置を得る技術
- カーナビ、測量、i-Construction、携帯電話、自動走行、地殻変動監視等幅広い分野で利用

カーナビゲーション



測量



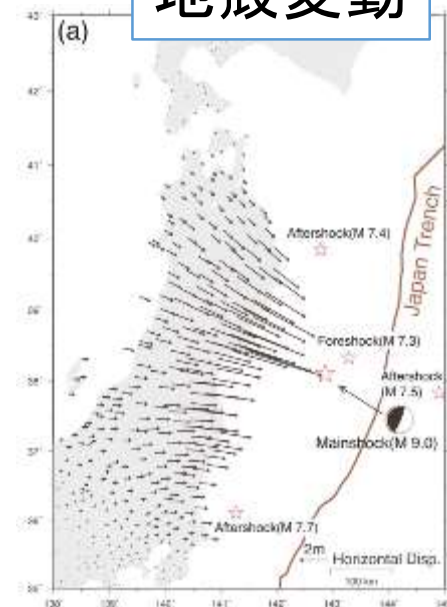
i-Construction



ICT農業

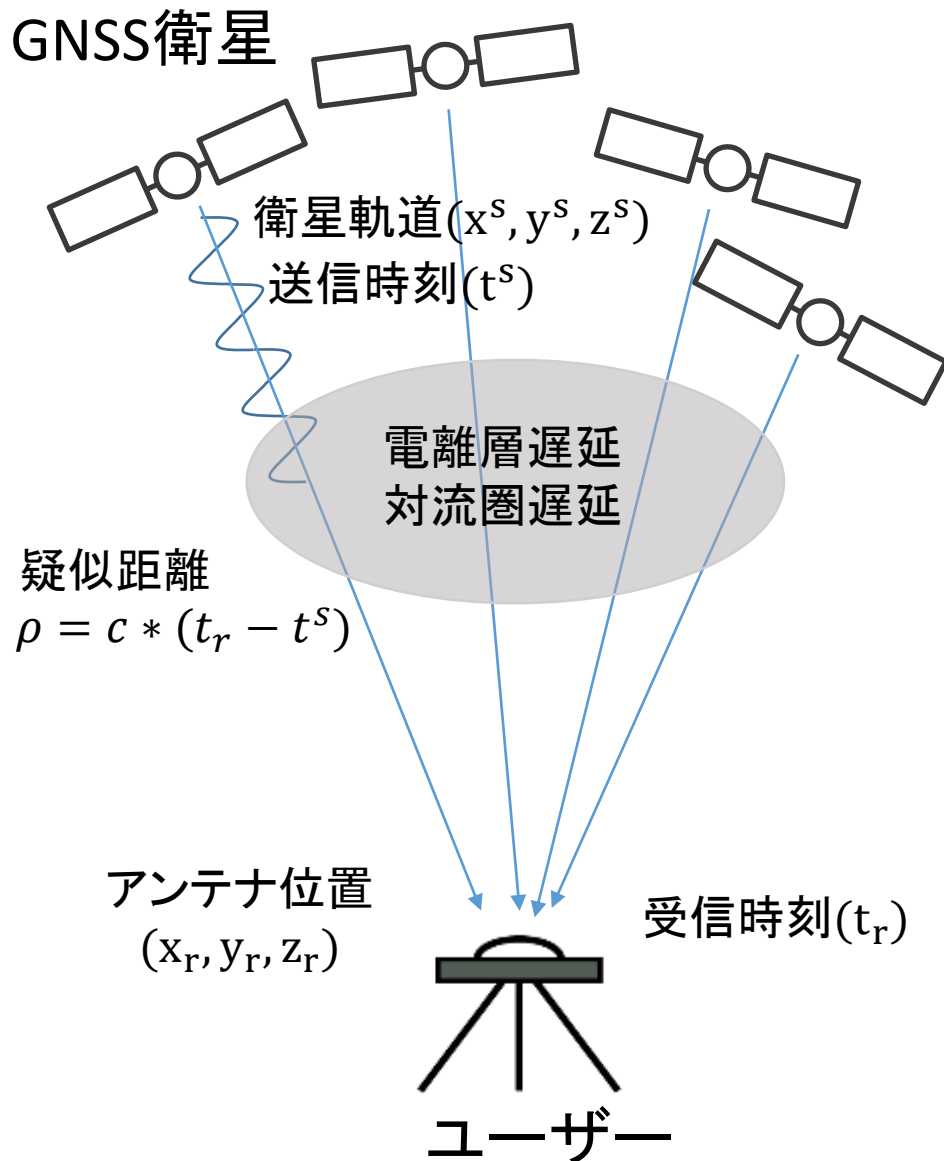


地殻変動



(Nishimura et al., 2011)

GNSS測位



- 複数のGNSS衛星からの信号を受信し、衛星との距離から位置を推定
- 信号は様々な誤差を含む
- 測位計算はユーザー側で実行される



- 測位計算の自由度が高く
様々な解析手法
- 即時性・精度は様々

即時性: 即時 ~ 数週間遅れ
精度: 数mm ~ 数m

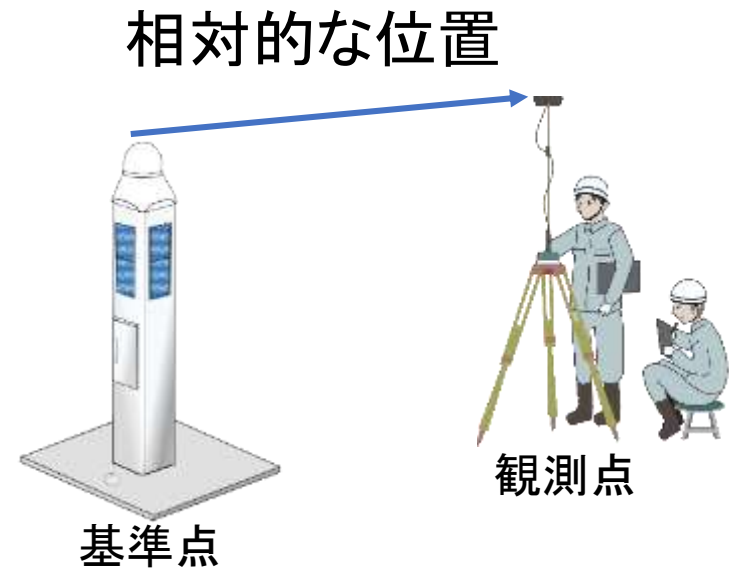
代表的な測位手法：単独測位と相対測位

単独測位



- 地球重心からの絶対的な位置を求める
 - 観測点のみで測位可能
- (利用分野) ナビゲーション、移動体分野

相対測位



- 基準点からの相対的な位置を求める
 - 非常に精度が良い
 - 基準点データが別途必要
- (利用分野) 測量、地殻変動

測位精度比較(単独測位 vs 相対測位)

- 「つくば1」→「つくば3」で比較(基線長285m)



精度の違い

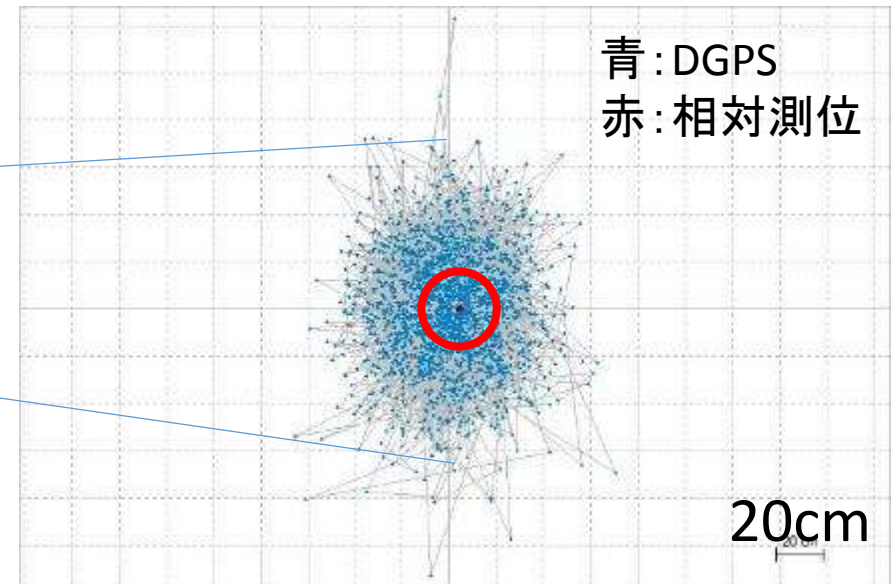
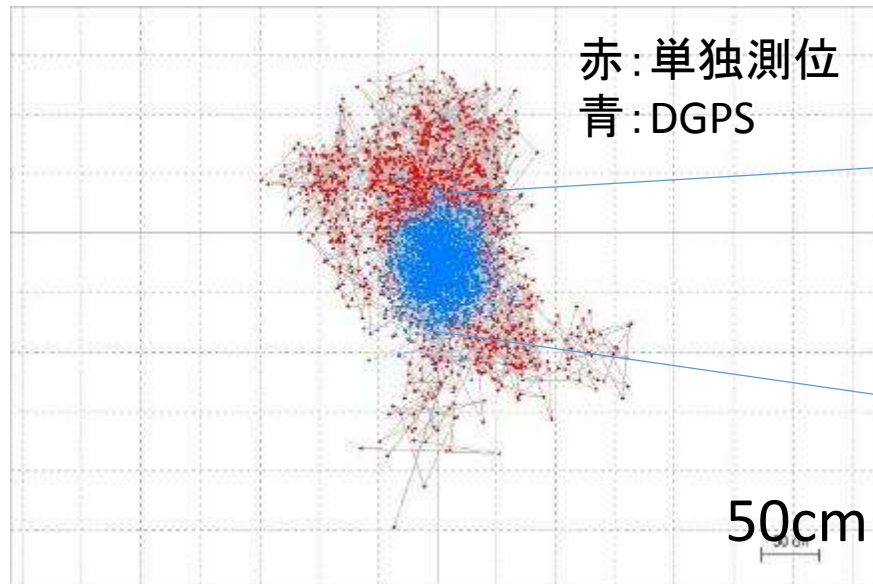
単独測位



相対測位



測位精度の比較



- 単独測位は精度数m（即時）
 - カーナビ等のナビゲーション目的に有用
- 相対測位は精度数mm～数cm（要基準点データ）
 - 測量、地殻変動監視が可能な精度



GNSSの基準点整備で、どこでも相対測位による高精度測位が可能に



電子基準点

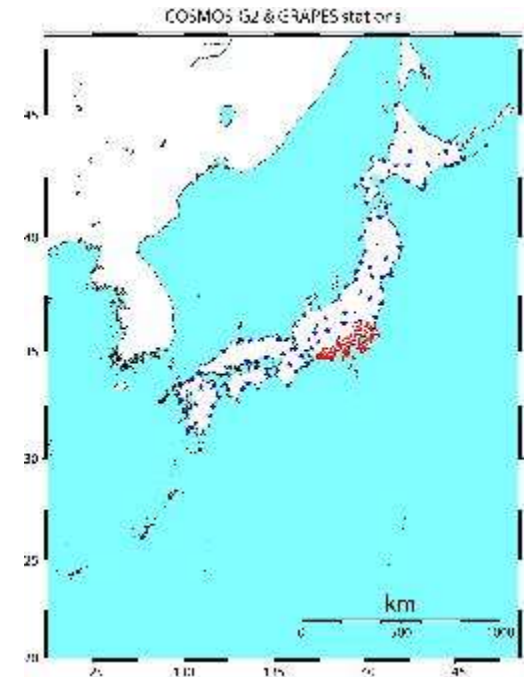


- 国土地理院が運用しているGNSSを用いた基準点
- 全国約1,300か所に設置
- 約20km間隔
(東海等では約15km)
- 提供データ
 - RINEXデータ(後処理用)
 - BINEXデータ(リアルタイム)
- 電子基準点網と中央局を合わせ**GEONET**と呼んでいる

電子基準点の歴史

合計点数

- 0 ● 1992 連続観測網構築に向けて試験観測
- 110 ● 1993 南関東・東海を中心に110点 (COSMOS-G2)
- 210 ● 1994 約120km間隔で日本中に100点 (GRAPES)
- 1995 兵庫県南部地震
- 610 ● 1996 COSMOS-G2とGRAPESが統合
→GEONET誕生
- 1200 ● 2003 十勝沖地震
- 1240 ● 2011 東北地方太平洋沖地震
- 1273 ● 2013 GLONASS、QZSS提供開始
- 2016 Galileo提供開始



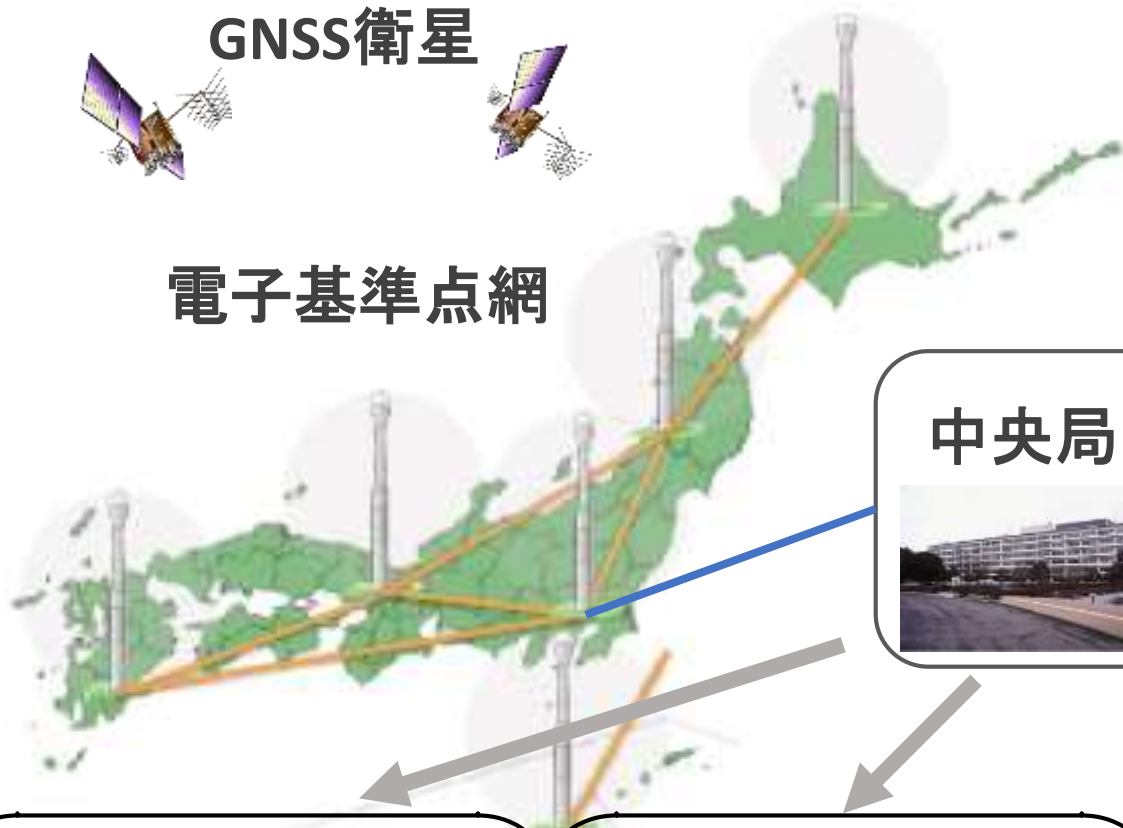
GEONET前の観測網

電子基準点の概要と役割

GNSS衛星



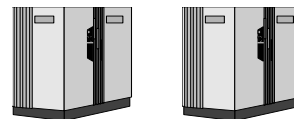
電子基準点網



中央局



観測データの集約
データの解析

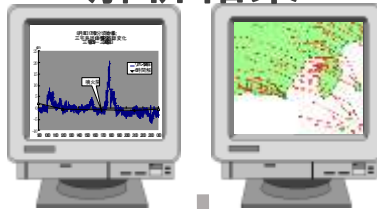


ホームページを通じて
観測データを提供



各種測量の基準点

解析結果

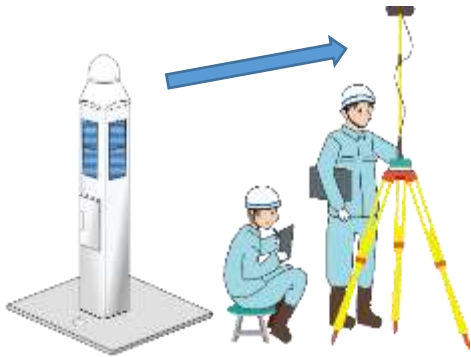


地殻変動の監視

配信機関を通じたリアルタイムデータの提供

位置情報サービス

電子基準点の役割



- 測量の基準
 - 測量の基準としての利用
 - 効率的な測量作業を可能に

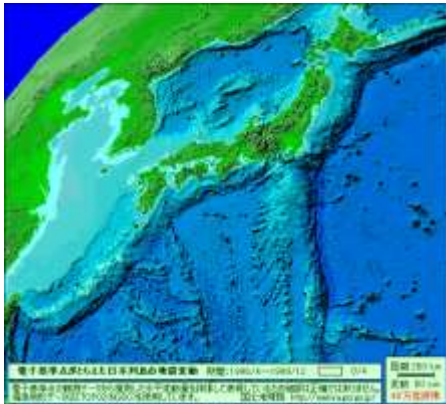
• 位置情報サービス

- リアルタイムデータによる高精度な測位サービス(民間事業者が実施)
- 今後は自動走行への利用拡大を期待



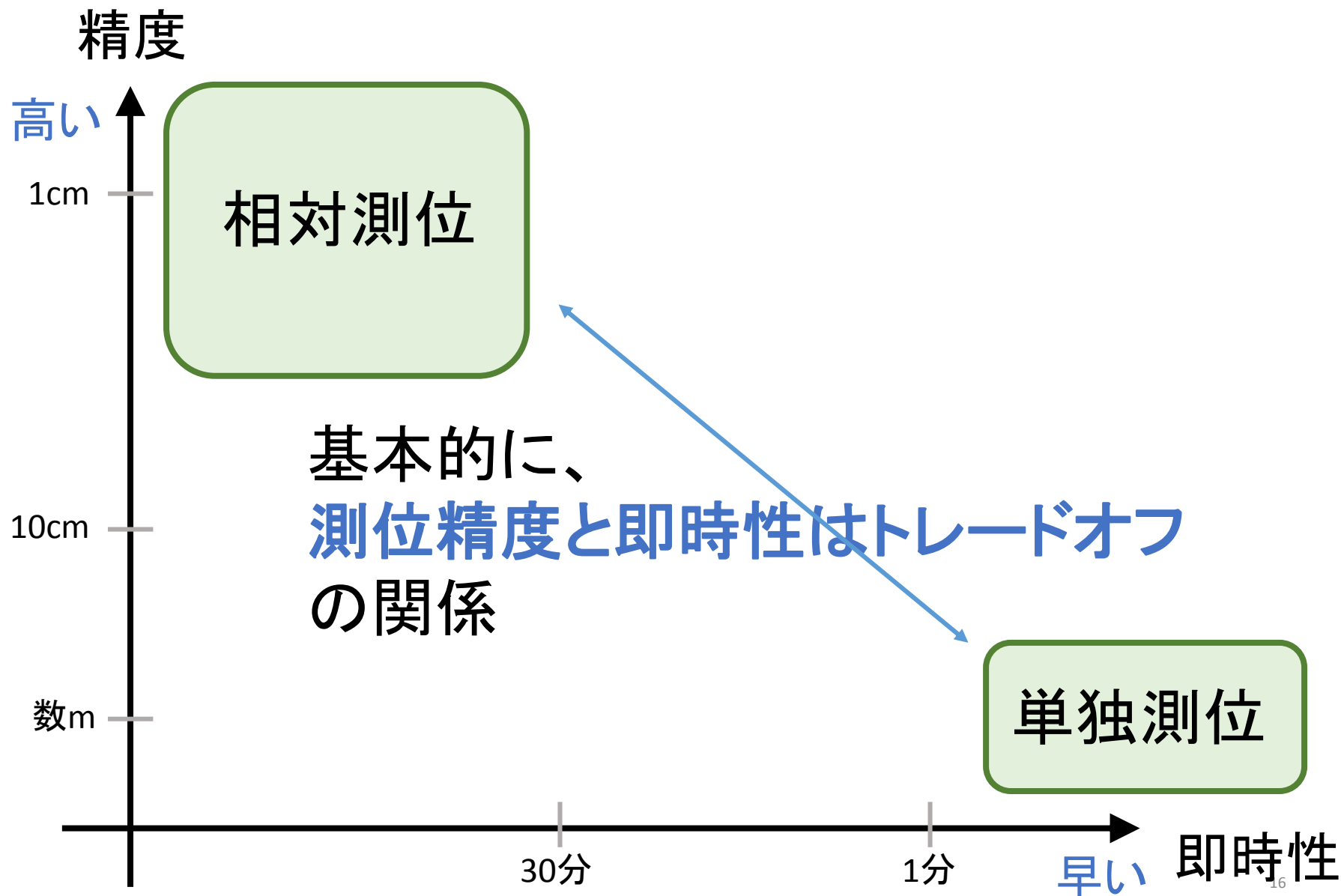
• 地殻変動監視

- プレート運動、地震・火山活動による地殻変動の監視
- 災害発生時に迅速な基準点の復旧

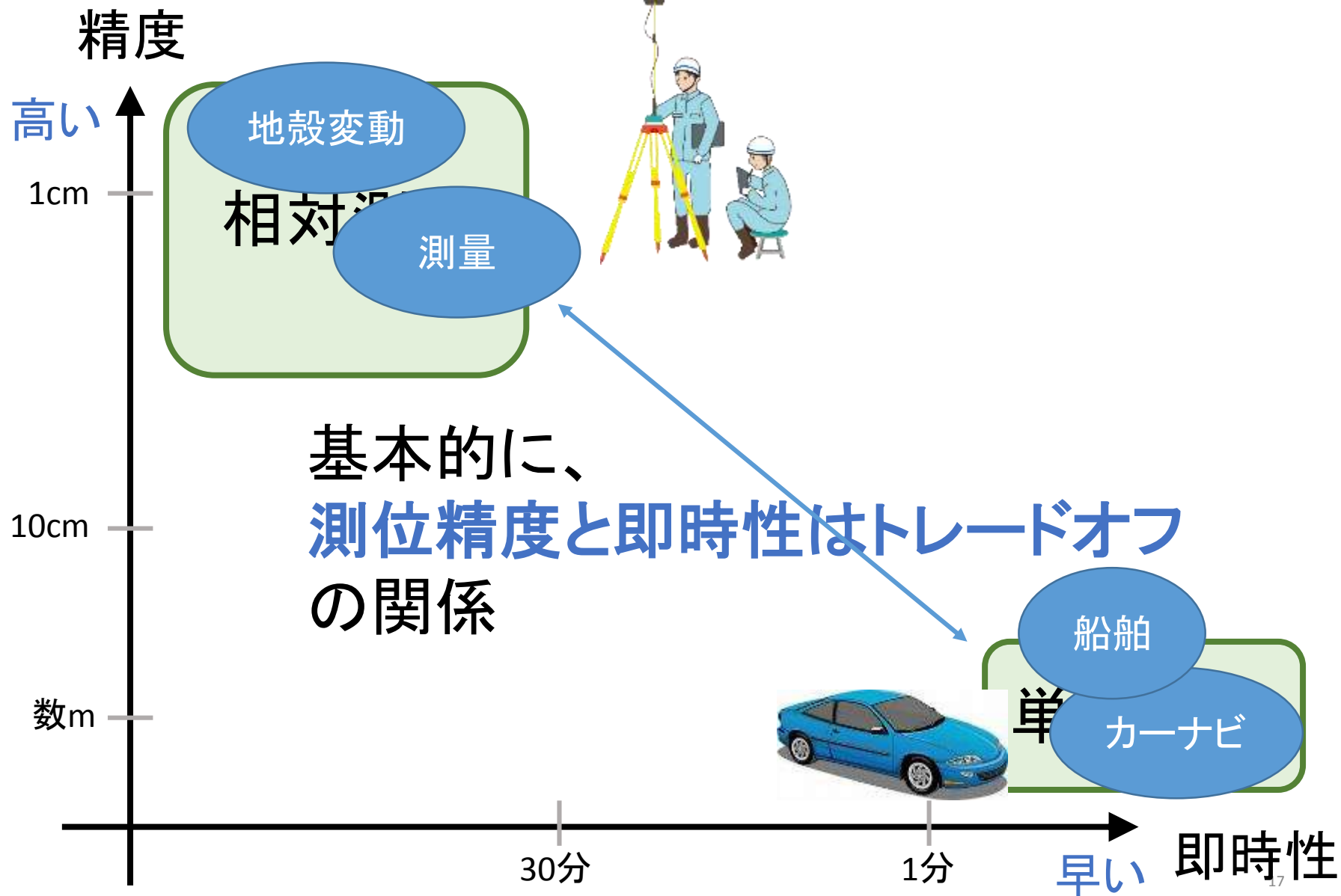


新しい衛星測位技術の発展

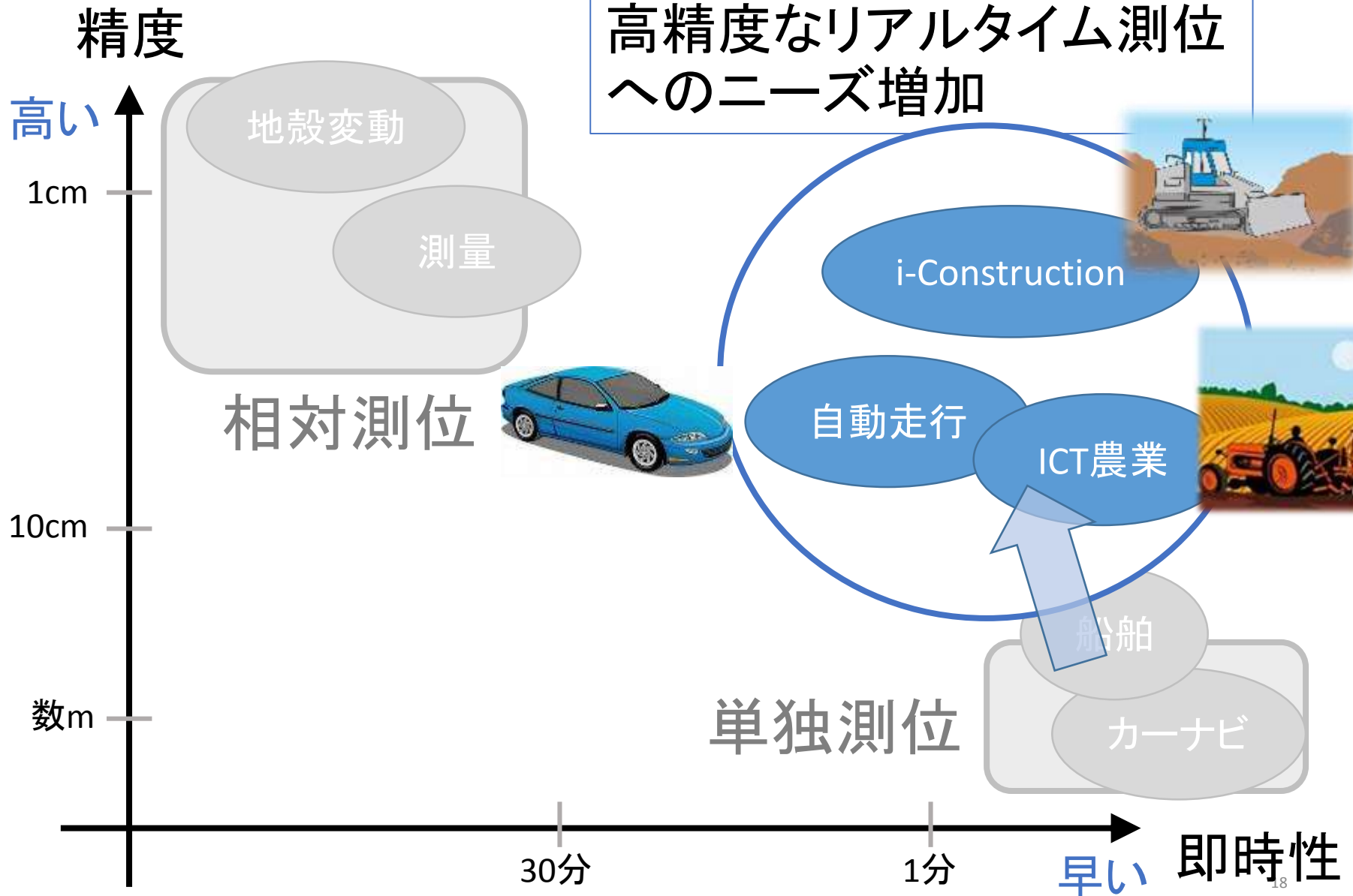
測位手法毎の精度と即時性



測位手法毎の利用分野



新しい測位技術の発展の背景



i-Construction・ICT農業・自動走行

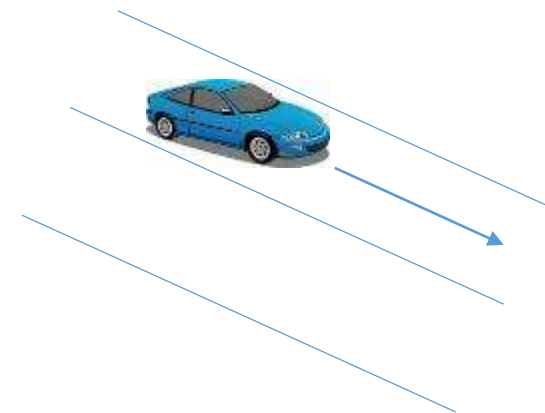
i-Construction



ICT農業



自動走行



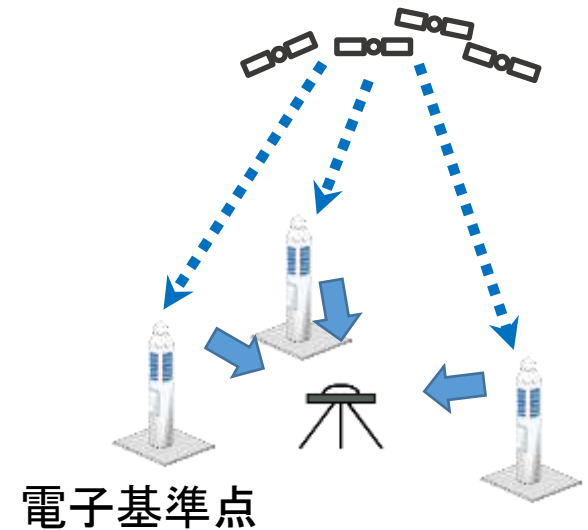
- ・自動運転技術の進展
- ・それに伴う高精度なリアルタイム測位を提供する位置情報サービスの技術進展、利用拡大

位置情報サービス

高精度なリアルタイム測位を提供するサービス

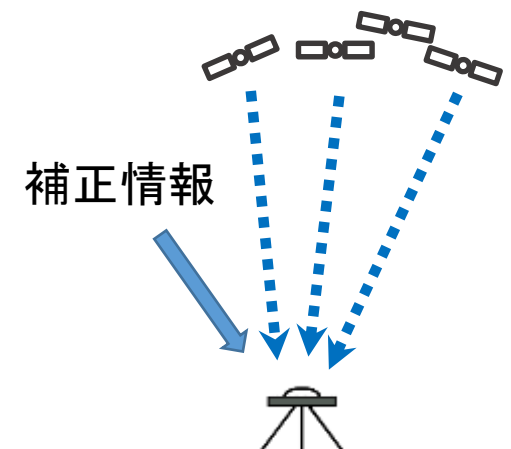
1. ネットワーク型RTK-GNSS (NW型 RTK)

- 相対測位ベース
- 周囲の電子基準点から補正情報生成
- リアルタイムで数cm精度
- 日本では、VRS方式、FKP方式が提供

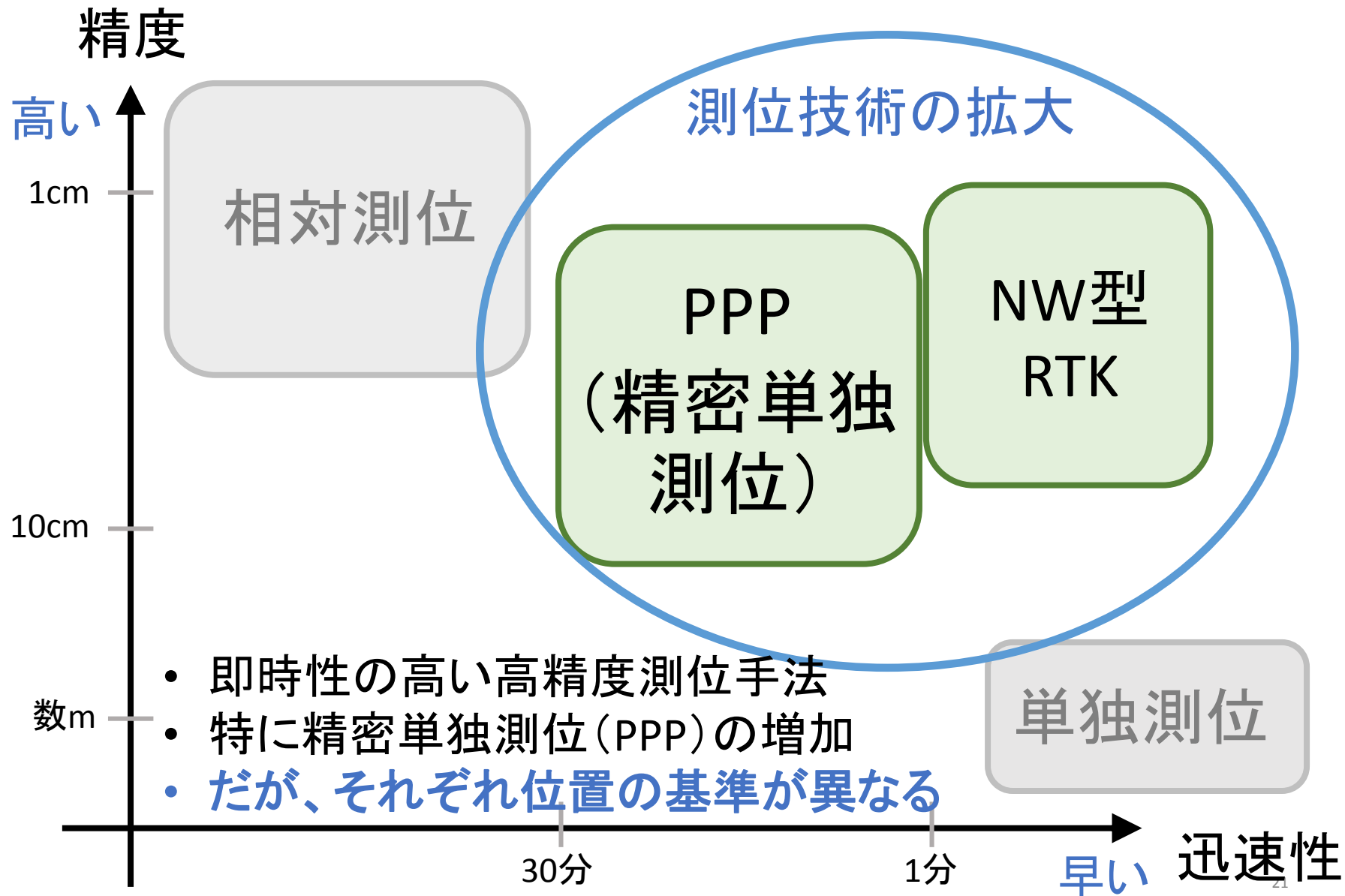


2. 精密単独測位 (PPP)

- 単独測位ベース
- 広域なGNSS観測網から補正情報を生成
- 数cm～十数cm精度 (リアルタイム測位開始までに30分程度の待ち時間)
- 日本においては、準天頂衛星から無料のPPPサービスCLASが提供予定



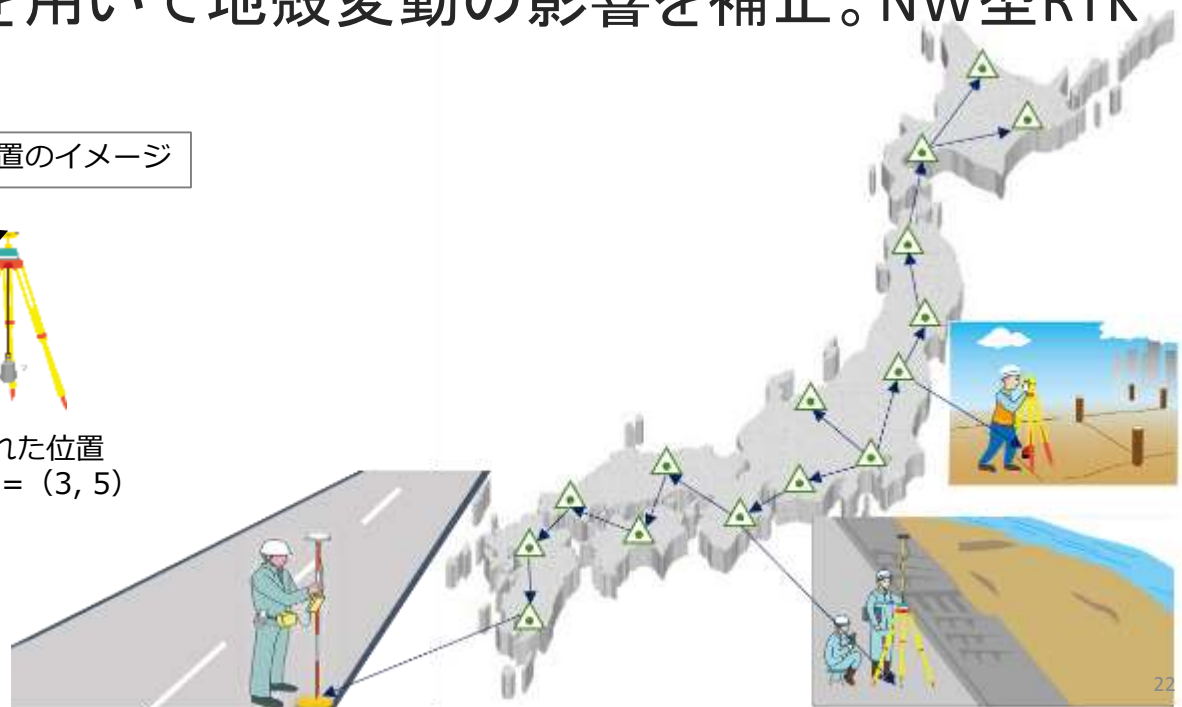
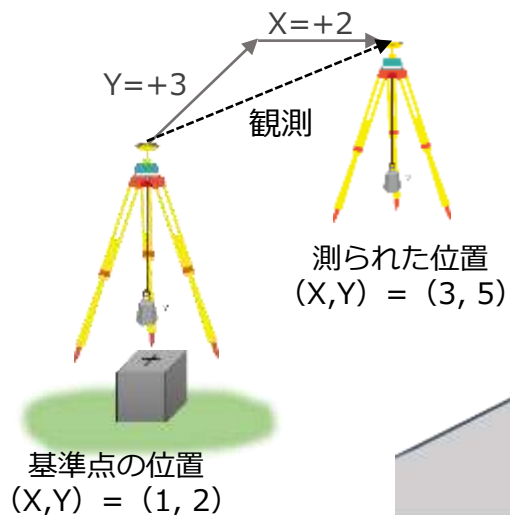
新しい測位技術の発展



相対測位(測量)における位置の測り方

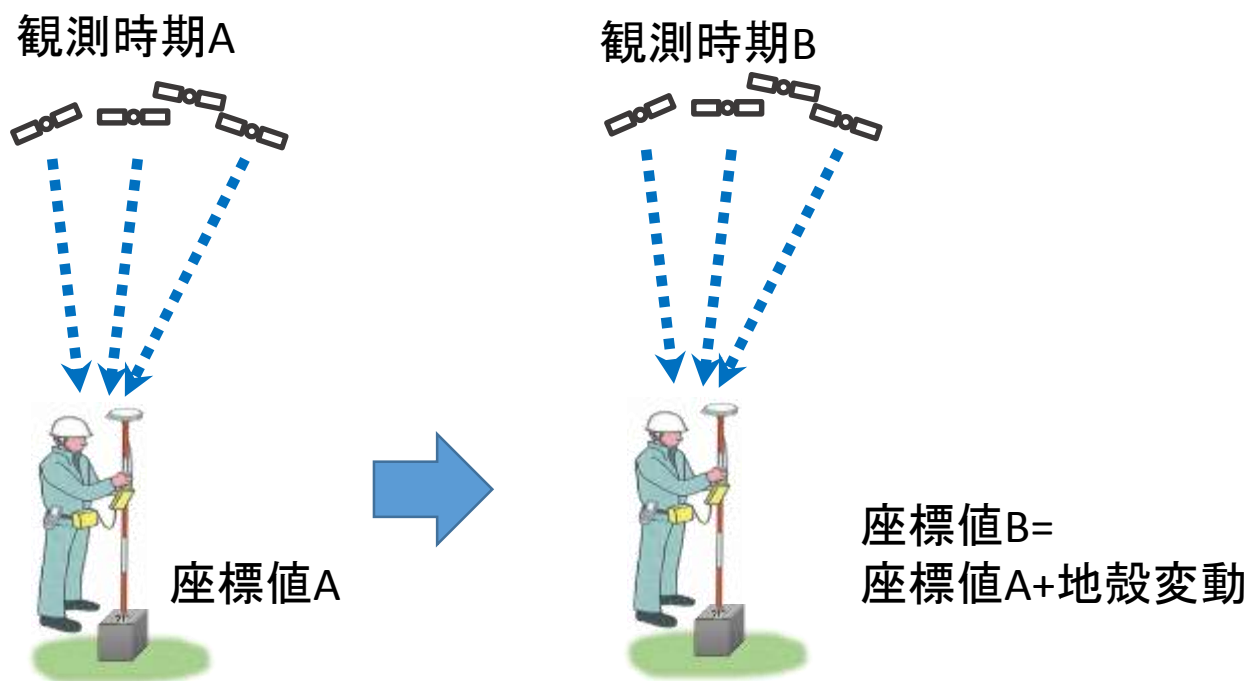
- すでに**座標値がわかっている点**の位置座標を基準にした**相対的な座標値**を測る
- さらに公共測量等では、
 - 測地成果2011を基準値として座標を固定
 - 基準日は元期(1997 or 2011年)
 - 電子基準点を用いて地殻変動の影響を補正。NW型RTKも対応。

基準点に基づいて測る位置のイメージ



単独測位における位置の測り方

- 地球重心を基準とした絶対的な座標値を測る
- 既存の基準点座標に依存しない、最新の位置座標が得られる
- 日本では地殻変動が発生するため、同じ場所であっても測る時期によって得られる座標値が変化



新しい測位技術の発展と新たな課題

- i-Construction、ICT農業、自動走行などの移動体関係で数cm～十数cm精度の測位へのニーズ
- 即時性の高さを維持しつつ、高い精度で測位可能な手法が増加
- しかしそれぞれ基準が異なる：
 - NW型RTK(相対測位)：測地成果2011＋地殻変動補正
 - PPP(単独測位)：地球重心

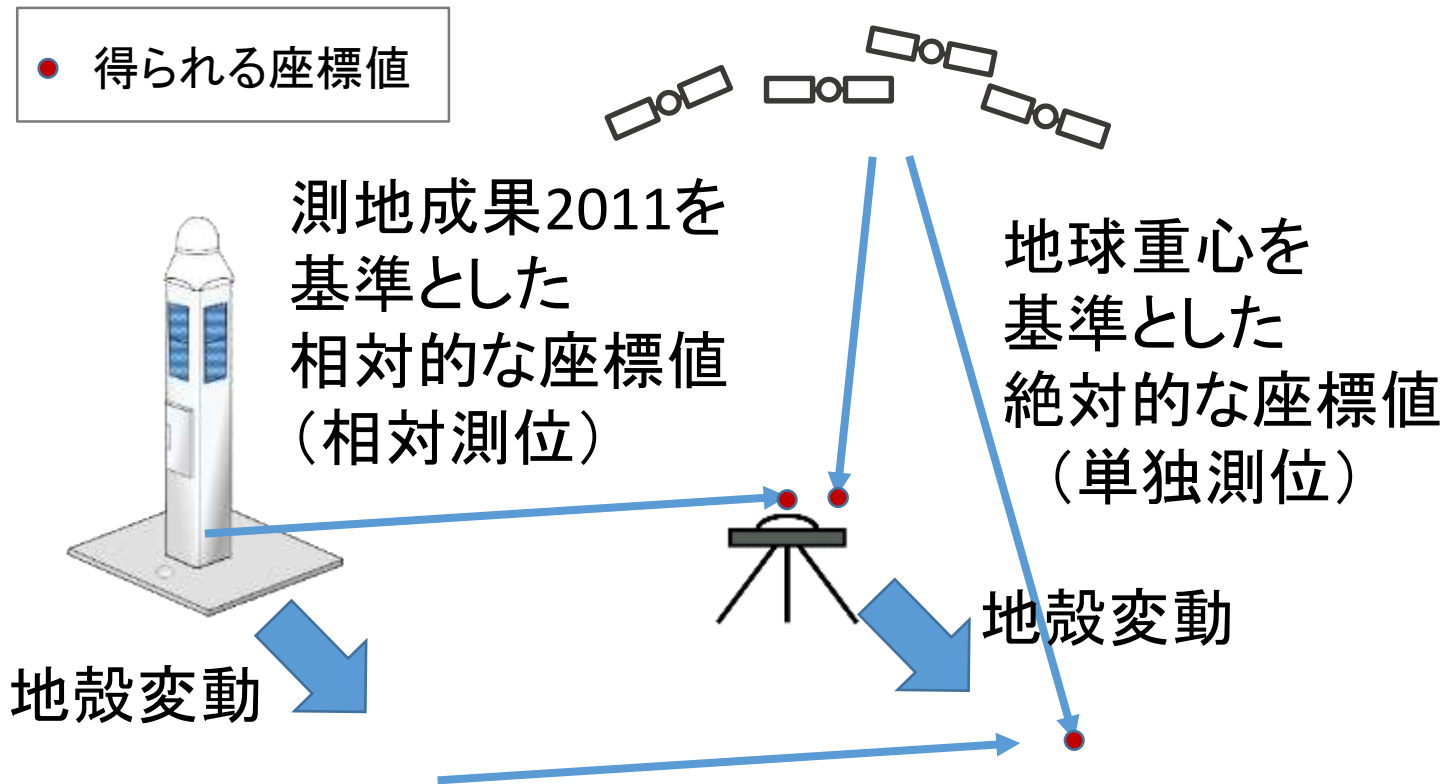


基準が異なる測位方式(相対測位、単独測位)が併用されると問題が生じる可能性

位置情報サービスの拡大に伴う課題

測位方式の違いによる位置の違い

- 基準とする座標値が異なる
- 地殻変動の影響（測る時期による影響）が大きく異なる
 - 相対測位は影響小、精密単独測位は影響大



電子基準点が捉えた20年間の地殻変動



日本では、年間数cmの活発な地殻変動が発生

- 同じ場所であっても、相対測位と単独測位で得られる座標値の差が拡大していく

位置情報サービスの拡大により生じる課題

- 精度の良い補正情報によって単独測位の精度が向上（数m精度から十数cm精度へ）



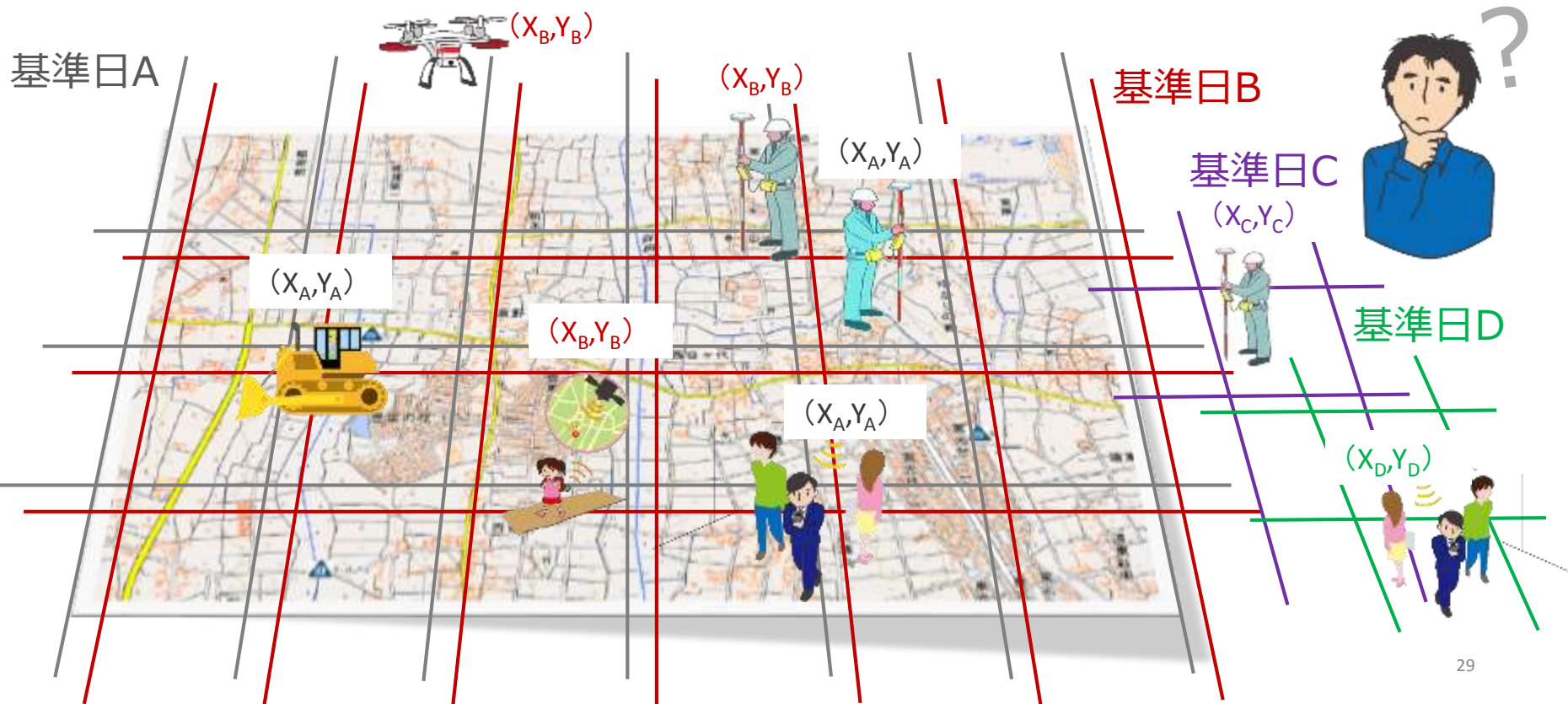
- 単独測位の精度向上によって、既存の相対測位の代替として普及する可能性
- しかし、測位方式毎に基準座標値・地殻変動の影響により得られる座標値に違い
- 特に地殻変動によってその差が拡大していく



測位による位置座標を統一的に扱う仕組みが必要

統一的に扱う仕組みがないと...

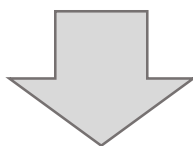
- 地殻変動により位置情報サービス間の位置の不整合が時間と共に拡大
- 既存の膨大な地理空間情報が十分に活用できなくなる恐れ



位置座標を統一的に扱う仕組み構築に向けて

今後、測量行政懇談会の部会において、
対応策を検討していく予定

- ・位置情報サービス間の基準の違いの整理
- ・電子基準点による全国の地殻変動の正確な把握
- ・測位方式間で発生する差を整合させる仕組みの検討



測位方式毎の差を意識することなく、地理空間情報を最大限活用可能な社会を目指す

まとめと今後の予定

(まとめ)

- i-Construction、ICT農業、自動走行などで、高精度のリアルタイム測位への需要が増加
- PPP、CLASなど新しい位置情報サービスの登場
- 位置情報サービス間で位置の基準が異なるため、不整合が発生する恐れ

(今後)

- 測量行政懇談会において新たな部会を設置し、位置座標を統一的に扱う仕組みの構築を検討していく予定

仕組み構築のカギとなるのは、電子基準点