

次世代衛星航法システム

東京海洋大学 衛星航法工学研究室

海老沼 拓史

CSIS-i 第7回公開シンポジウム

衛星測位システム

- GNSS (Global Navigation Satellite System)
地球規模のサービスを提供する衛星測位システムの総称
 - GPS (米国)
 - GLONASS (ロシア)
 - Galileo (欧州)
 - Compass (中国)

その他の衛星測位サービス

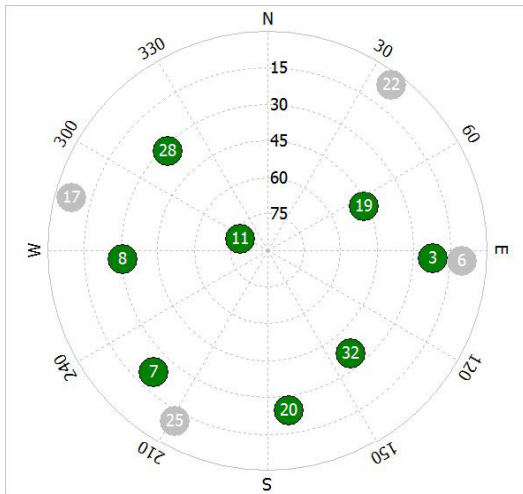
- RNSS (Regional Navigation Satellite System)
特定地域への衛星測位サービスを提供
 - QZSS (日本)
 - IRNSS (インド)
- SBAS (Satellite Based Augmentation System)
静止衛星による補正情報の配信
 - WAAS (米国)
 - EGNOS (欧州)
 - MSAS (日本)
 - GAGAN (インド)

ネットワーク端末を利用した測位サービス

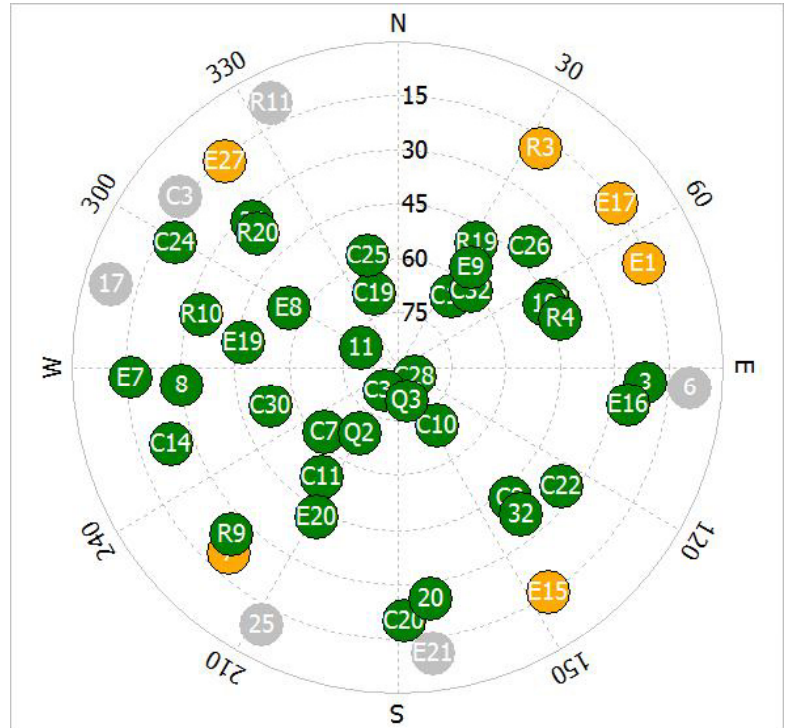
- A-GPS (Assisted GPS)
携帯電話などのネットワーク回線を利用したアシスト型の測位サービス
 - 測位演算に必要な時刻情報や衛星位置情報を端末のネットワーク機能を通じて取得することで、信号補足から測位までの時間を高速化
 - GPS衛星が観測できないときでも、携帯電話基地局を利用して大まかな位置情報を提供
 - アシスト情報を利用したGPS信号受信の高感度化

30機近い衛星が上空にひしめくGNSS時代

現在



5年後?

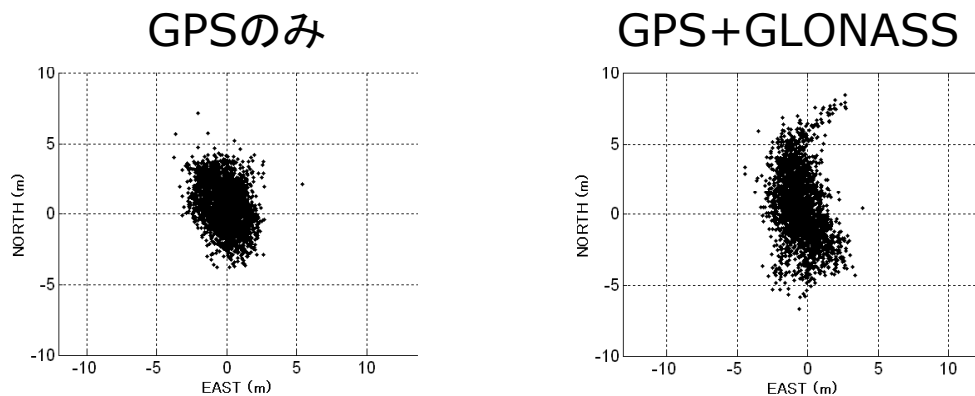


衛星測位性能の評価基準

- 精度 (Accuracy)
 - 位置情報の絶対精度
- 利用性 (Availability)
 - ある時点で測位サービスが受けられる確率
- 連続性 (Continuity)
 - 測位サービスがある時間に渡って継続して受けられる確率
- 完全性 (Integrity)
 - システムが提供している精度の情報を利用者に迅速に伝達する能力. または, この能力が維持されている確率.

複数GNSSの利用による精度向上?

- 複数GNSSの利用により利用性や連続性は確実に向上するが、精度が改善されるとは限らない。
 - 時刻系, 測地系の不整合
 - 航法データの質のばらつき



GNSSの相互運用性のレベル

- Compatibility
 - GNSSがお互いに干渉せず利用できる状態
- Interoperability
 - ユーザーがより良いサービスを提供するGNSSをどれか1つ選択可能な状態
- Interchangeability
 - 複数のGNSSサービスを利用することで測位精度を低減させることなく利便性を最大限に向上できる状態

相互運用性の確保

- 相互運用性の確保には課題が多い。また、これを管理する母体もない。
 - 相互運用性をどこが保障するのか？
 - 中国Compassと欧州Galileoの電波干渉問題はいまだに解決していない
- 結局のところ、運用国間による調整しかない。
 - これまで以上の国際協力が必要となる

複数GNSSにおける完全性の保障

- 複数システムの同時故障などを考慮した完全性の定義は困難。
 - 完全性の保障には単一システムが優位
- RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)では完全性の保障は困難であり、地上システムなどからの補強情報が必要。
 - 地上システム(GBAS)では範囲が狭い
 - 衛星システム(SBAS)はGNSS対応していない
 - QZSSでGNSS対応の補強データ配信を世界に先駆けて実施してはどうか？

今後もGPSを利用できる保障は？

- 今年3月に打ち上げられたPRN01衛星の信号に不具合が報告され、利用できない状況が続く。
 - 新しい信号の試験ペイロードが不具合の原因と考えられ、今後の配備計画の遅れが懸念される
- 5月7日にGAO(U.S. Government Accountability Office)が公開した報告書では、将来のGPSの危機的可能性を指摘している。
 - 計画が2年遅れるだけで、2018年以降に運用可能な衛星数として24機を維持できる可能性が10%まで低下

準天頂衛星による新しい測位サービス

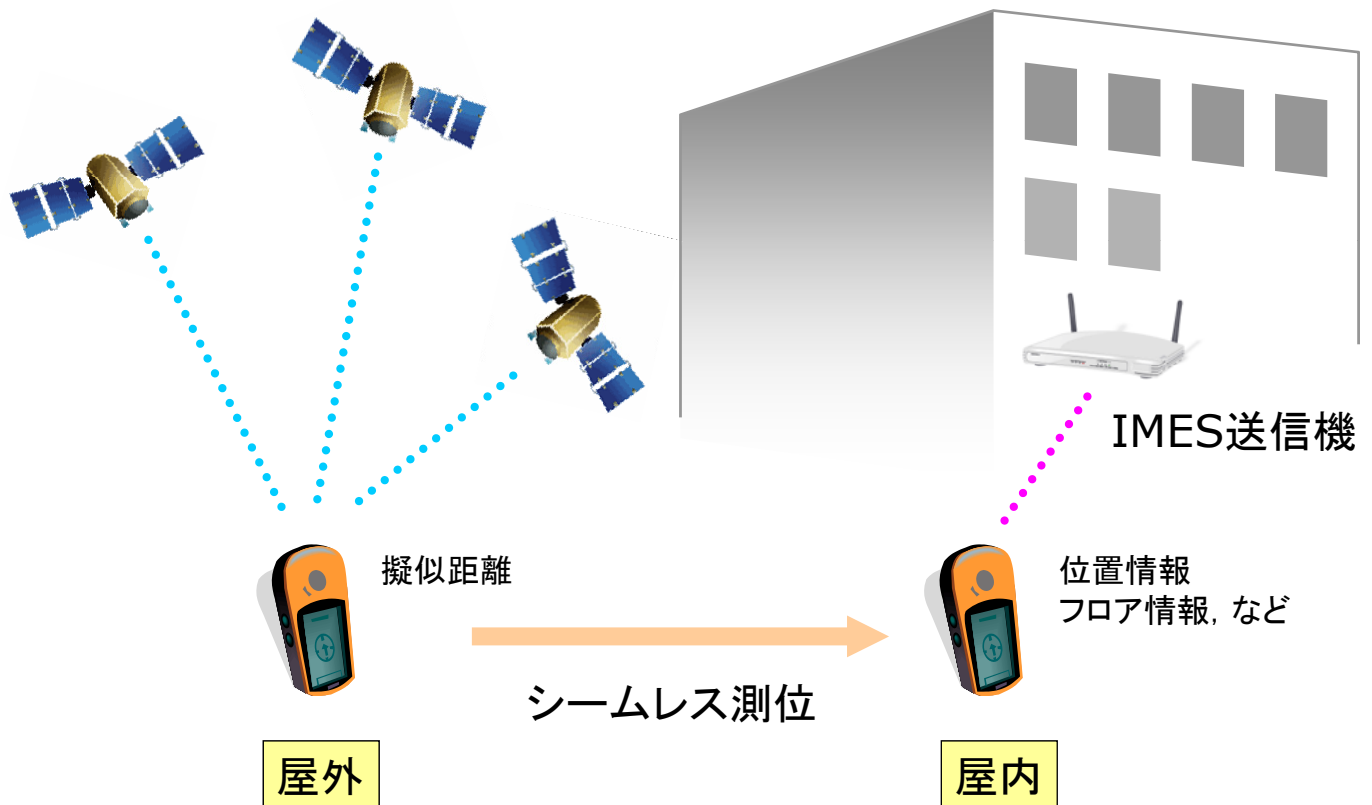
- 利用できる測位衛星数の増加
 - GPSだけではなく、各種のGNSS信号をサポート
 - ビルなどの障害物の影響が少ない天頂近辺で観測される時間が長い
 - 3機体制であれば、必ず1機は天頂に観測できる
- 多彩な補正サービス
 - L1-SAIFではGPSと同じ信号を利用して補正データを配信するため、GPS受信機のみで受信可能
 - LEX信号では、2kbpsの高速データ配信を提供

- 日本を始め, アジア・オセアニアは海洋国家
- 海中の資源探査の基準点となるブイは, 数センチメートルの精度で測位が必要
- 基地局無しで機能する新しい精密測位技術が求められる
 - 従来のRTKは相対測位のため, 基地局からの距離は20キロメートル程度が限界
 - 基地局を使用しない搬送波位相による単独測位 (PPP: Precise Point Positioning) はこれからの技術
 - LEX信号によるPPP補正データ配信実験の実施

IMESとは?

- L1帯による屋内測位向けの新しいサービス
- GPS信号と類似しており, ソフトウェアの改修のみで, 従来の受信機ハードウェアによる受信が可能となる
- 測位方式はGPSと異なり, 単に航法メッセージに含まれる位置情報を読み取るだけの簡便な方式
- 位置情報以外にも, フロアなどの情報も含まれ, ピンポイントな測位が可能

IMESと測位衛星によるシームレス測位



IMESによるシームレス測位の課題

- 同じ信号を利用しているとはいえ、衛星測位とIMESの切り替えは、解決すべき課題が多い
 - 測位衛星が見えないからといって屋内とは限らない
 - 入口近く居るからといって、建物に入るとは限らない
- 人間行動学や屋内マップからのフィードバックを活用して、滑らかシームレス測位を実現
- 他の屋内測位センサーとの複合も重要
 - RFID
 - 無線LAN, Bluetooth
 - 可視光通信

まとめ

- 今後5年から10年で利用できる測位衛星数は数倍に増加するが、相互運用の確保など解決すべき問題は多い。
- 利用性や精度など、衛星測位性能の評価基準をすべて高めることは難しく、アプリケーションごとにトレードオフが必要となる。
- 準天頂衛星やIMESの技術実証や利用実証において、ユーザー側とシステム側の積極的なインタラクションを期待したい。