

MADOCA信号を利用した高精度単独測位の長期かつ 海外複数局での観測と精度評価

海事システム工学科 4年

情報通信工学研究室

1621064 渡部太郎

目次

目的

MADOCA-PPPとは

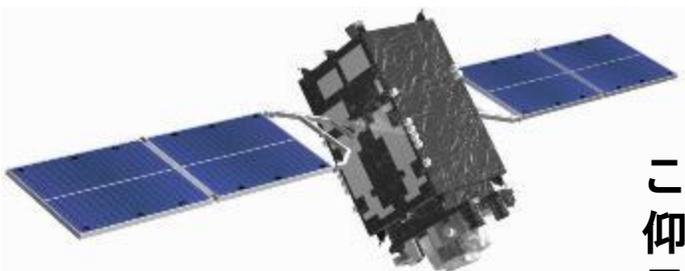
評価実験概要

実験結果

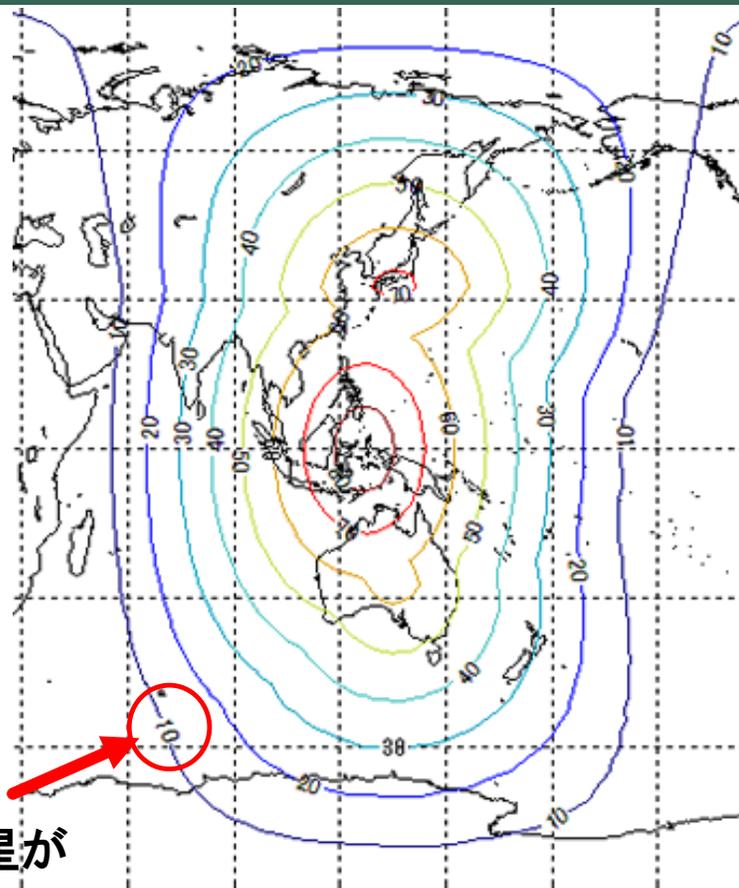
今後の課題

目的

■ 本研究では、まずオープンスカイ・静止状態で受信機の性能を調査することと、MADOCA-PPPの性能を国内+国外で評価し、**潜在的なユーザ（国内国外）に周知することを目的とした→広く知って頂く**



この10はこの場所で仰角10度で準天頂衛星が見えるという意味



東アジア、オセアニア地域で誰でも無料で利用可能！

目的

従来



ソフトウェア受信機

デコード



LEX
信号



高価な測量受信機



位置
結果

現在



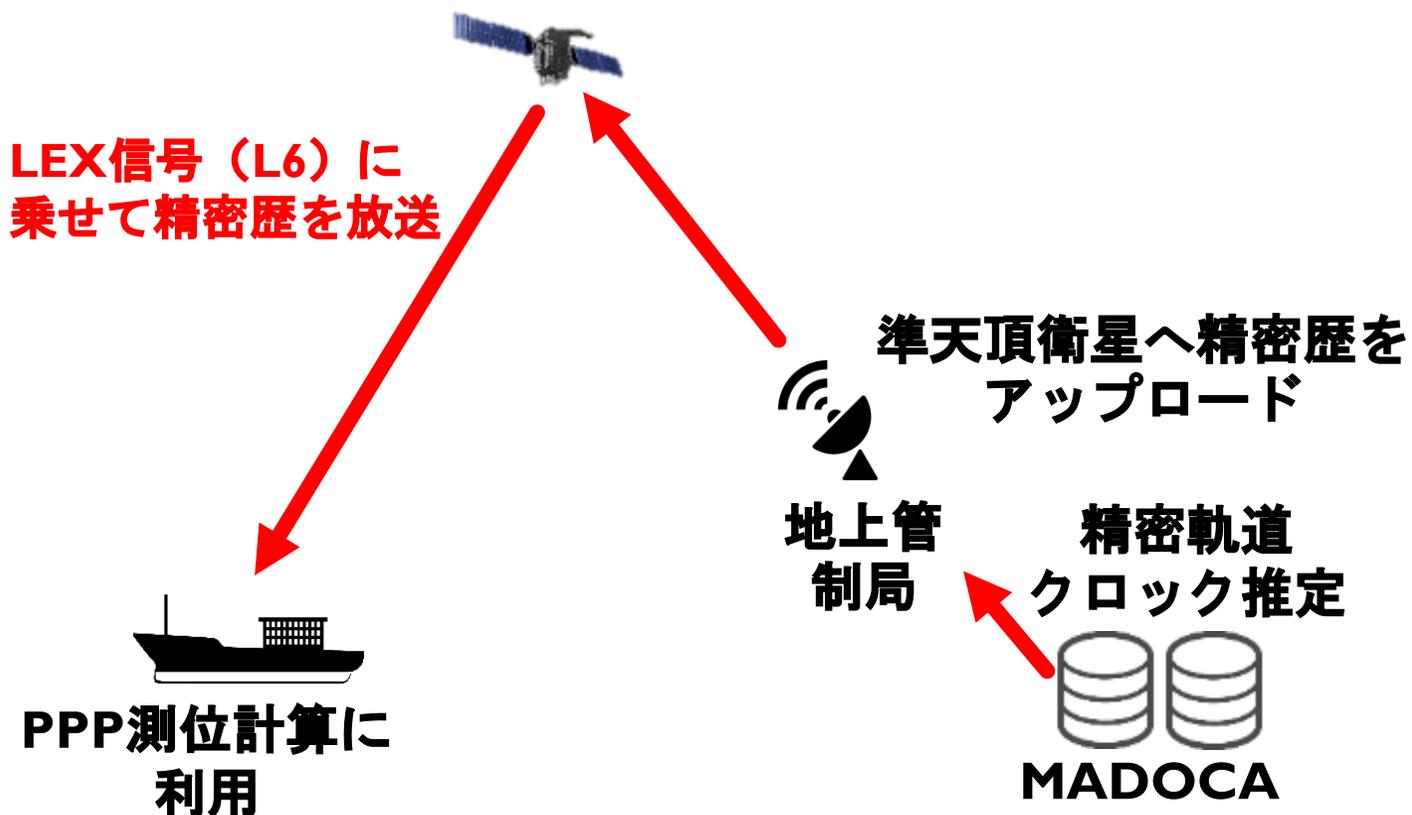
位置
結果

小型の市販受信機が今年秋に販売開始され、誰でも手軽に使用することができるようになった

アンテナと電源を差すだけで10cm精度の位置結果

MADOCA-PPPとは（ユーザは基準局不要）

補正情報サービス（実証実験中→**近未来本格運用を想定**）
精密歴(クロックと軌道)を放送



MADOCA

最初の20～30分の収束時間
さえ待てば、**10cm程度の精
度**が得られる。オープンス
カイであれば、この精度が
継続

精密歴(LEX信号)

GPS・GLONASS・QZSSの
精密歴、クロック情報を地上
で生成し準天頂衛星から放送

海上、海外でのGNSS利用時の問題

課題



船舶や海外（**インフラ未発展地域**）は陸地の基準局や携帯回線から補正情報を受け取ることが困難



衛星経由で補正情報を取得



数100km以上

20km~30km以内



基地局

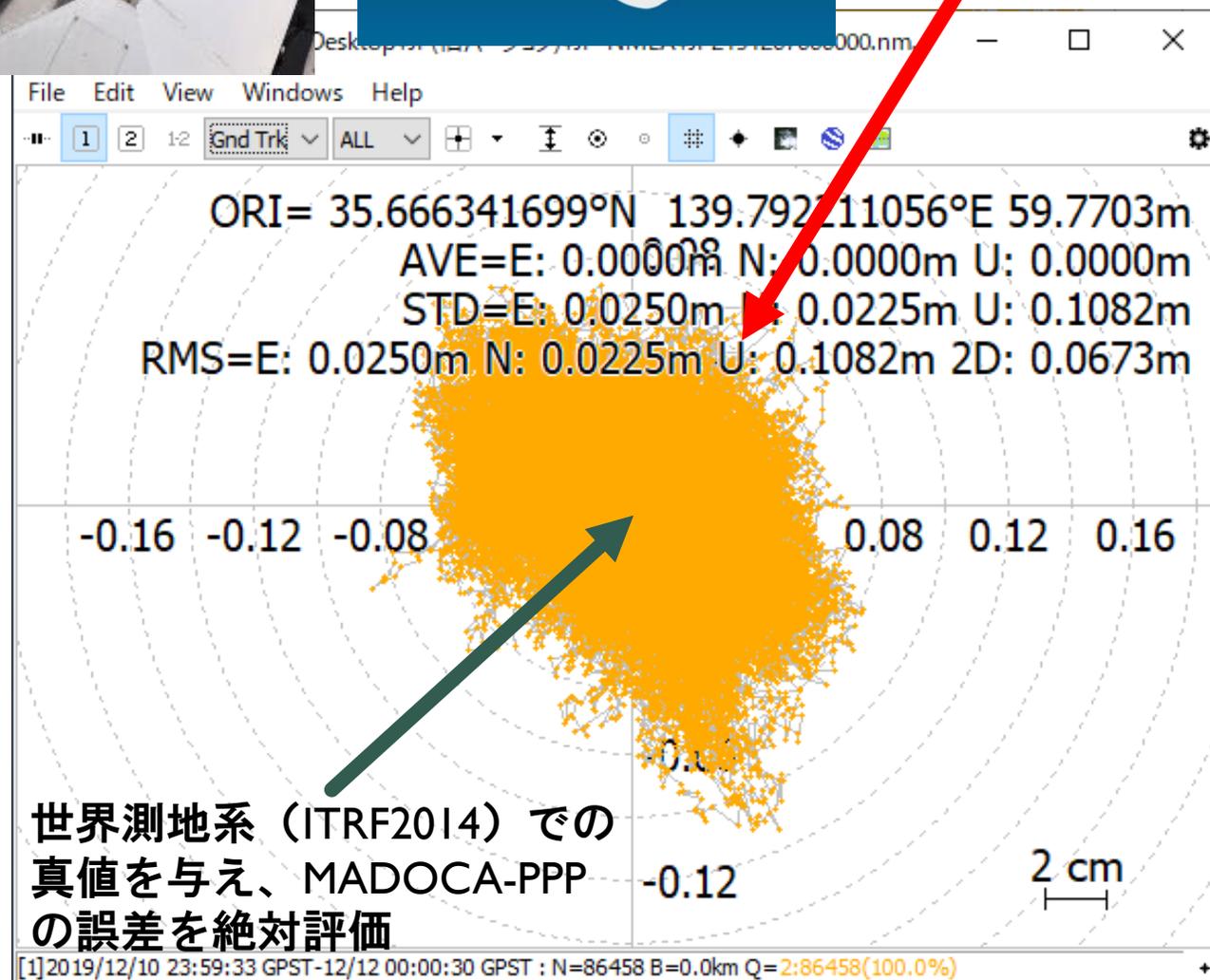


評価実験の概要

- 受信機はマゼランシステムズジャパン製GNSS受信機とした（国内で2社より販売開始）
- アンテナ設置場所は、海洋大十国外7局とし、できるかぎり周囲の開けた場所とした
- グローバル基準の世界測地系（ITRF2014）の座標値を真値とし、測位結果との誤差を検証→**グローバルに移動する船や飛行機の精密位置として最適（測量にも使える）**



NMEA
位置
結果



各国のアンテナ及び評価開始時期

設置局（開始時期）

日本：東京海洋大学（4月）

チュラロンコン大学（タイ）（8月）

フィリピン大学（8月）

MJIT（マレーシア）（10月）

Curtin大学（豪）（10月）

インドネシア大学（12月）

シンガポール：（2月予定）

ベトナム：（2月予定）



タイ



越中島キャンパス
←第四実験棟屋上



オーストラリア→



←マレーシア

長期観測について

Drive

Search Drive

Computers

Folders

- Curtin
- Indonesia
- Japan_laptop
- MJIT
- Thailand
- UP_Desktop

Computers > Curtin > MSJ_Curtin

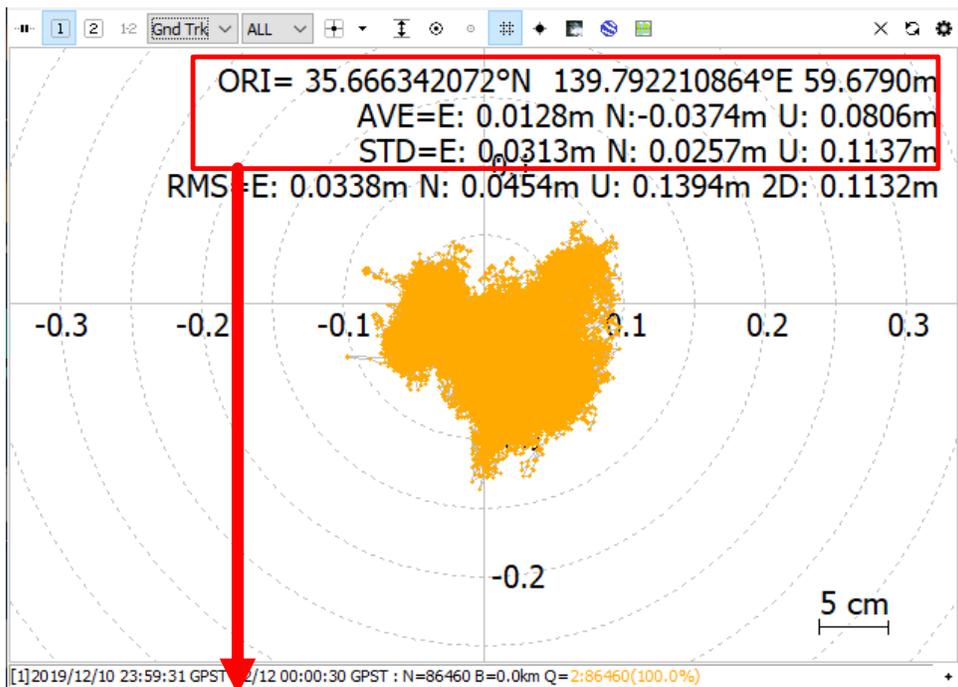
Name ↑	Owner	Last modified	File size
Curtin_191029023923.nmea	me	Oct 29, 2019 me	166 KB
Curtin_191029024243.rtcn	me	Oct 29, 2019 me	829 KB
Curtin_191029024255.nmea	me	Oct 29, 2019 me	22 KB
Curtin_191029024332.nmea	me	Oct 29, 2019 me	12 KB
Curtin_191029024351.nmea	me	Oct 29, 2019 me	883 KB

1日分の観測データ

- Google Driveを利用し各国と共有
- 各大学にネット環境を依頼
- 各国、24時間の測位結果をアップロードするように設定
- 現在は1日に6カ国のデータを収集
- 停電やPCのアップデート、受信機のアップデートによって停止することもしばしば→今後の課題

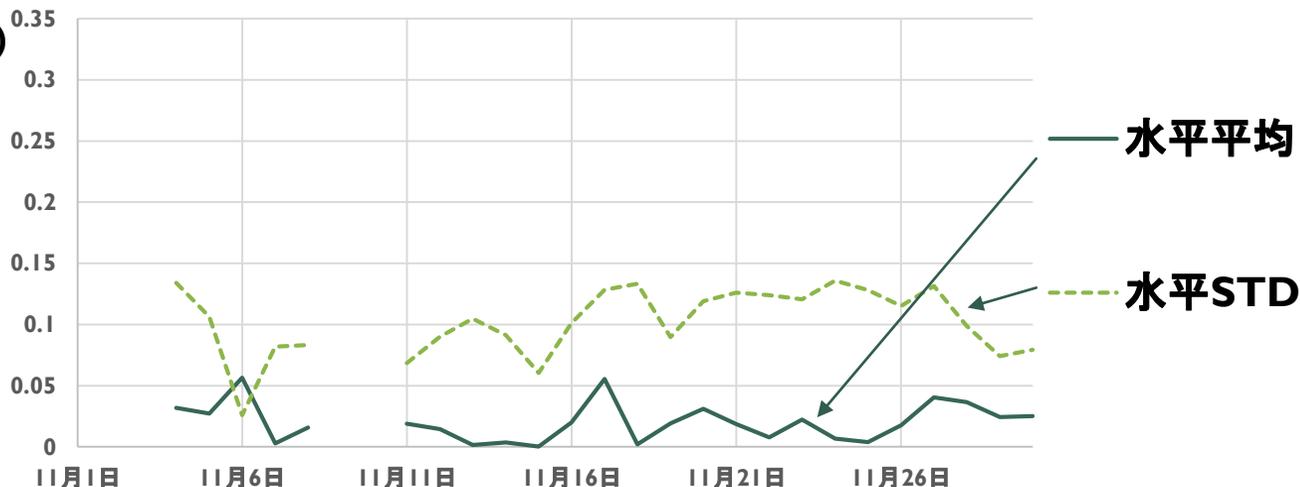
プロット図及び、グラフの説明

North



ORI=前述真値の緯度経度高度（原点）
AVE=測位結果の平均ずれ（24時間）
STD=標準偏差（24時間）

(m)



水平平均 = 真値と測位結果の水平距離平均

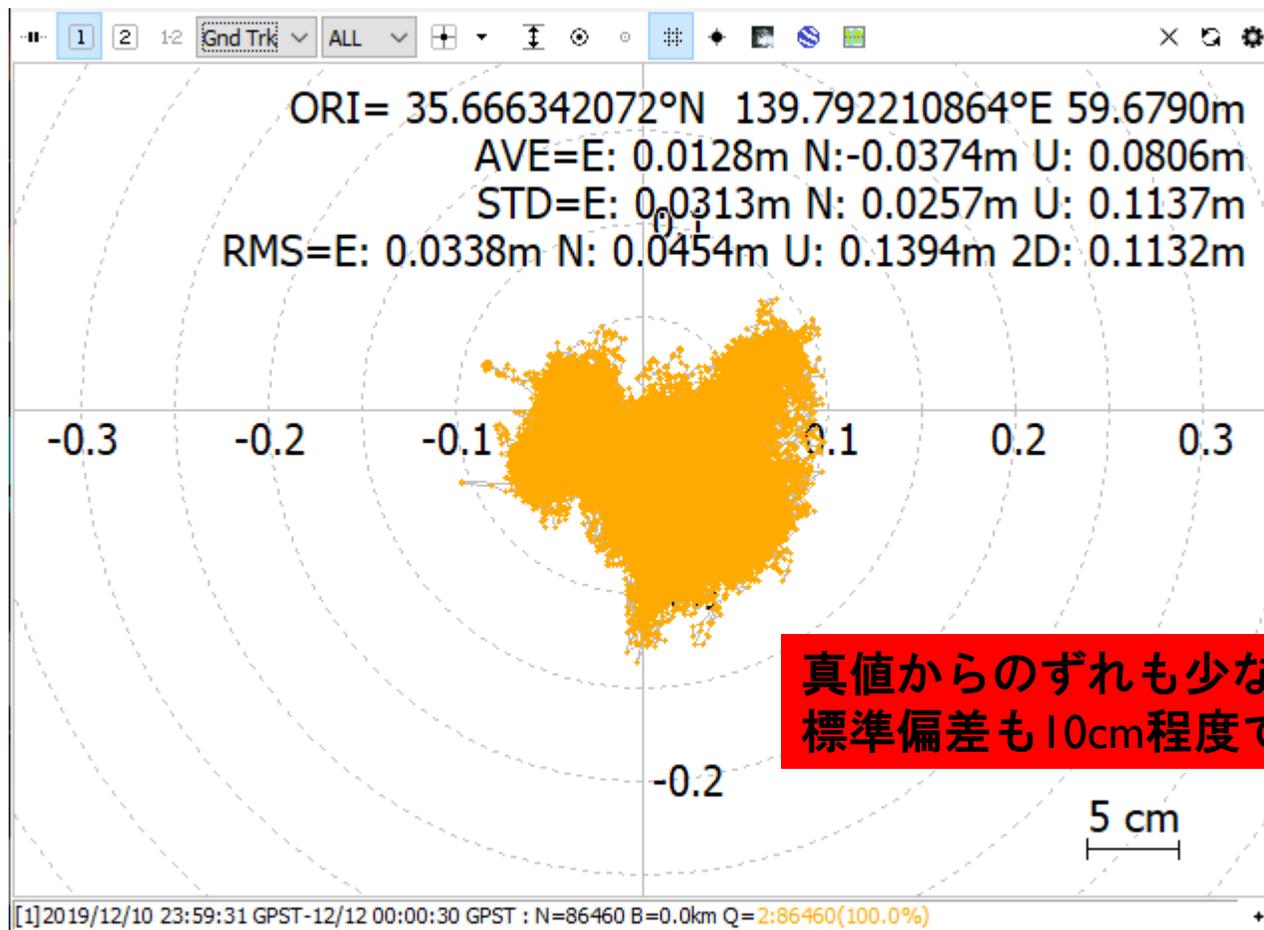
$$= \sqrt{(\text{緯度方向の誤差平均})^2 + (\text{経度方向の誤差平均})^2}$$

水平STD = 水平方向のデータのばらつき

$$= \sqrt{(\text{経度方向の標準偏差})^2 + (\text{緯度方向の標準偏差})^2}$$

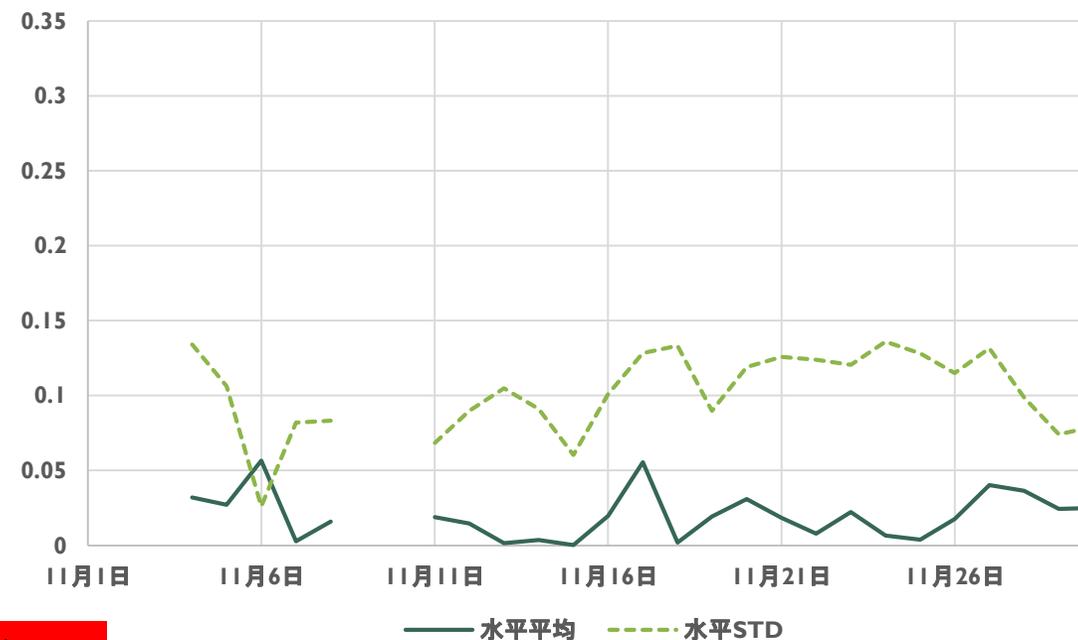
実験結果（日本）

12月9日の測位結果（24時間）



真値からのずれも少なく
標準偏差も10cm程度で安定

11月：平均ずれ量(m)と水平標準偏差

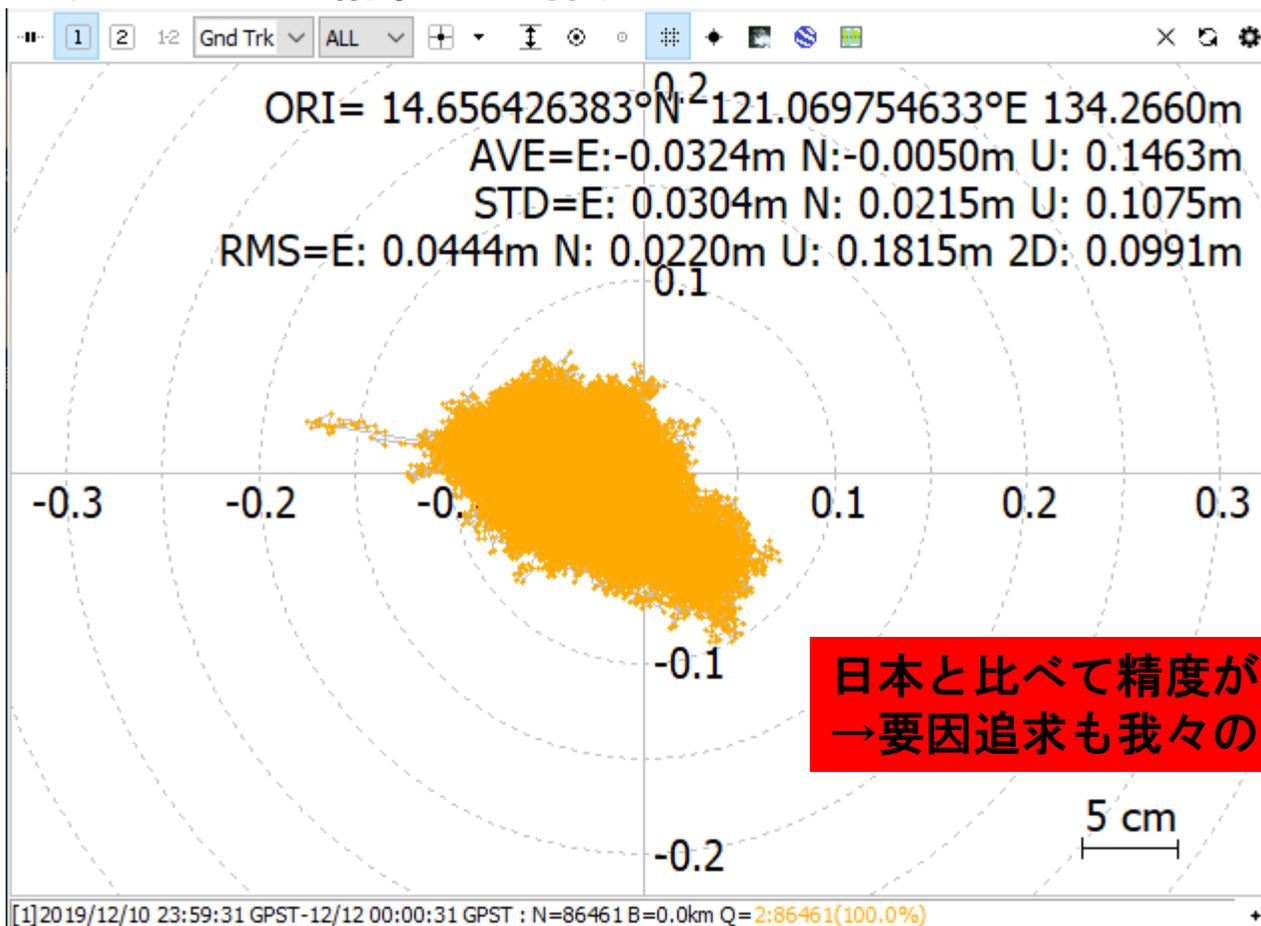


真値は世界測地系（ITRF2014）で算出

Latitude	35° 39'58.83146"	N
Longitude	139° 47'31.95911"	E
Height	59.679	m

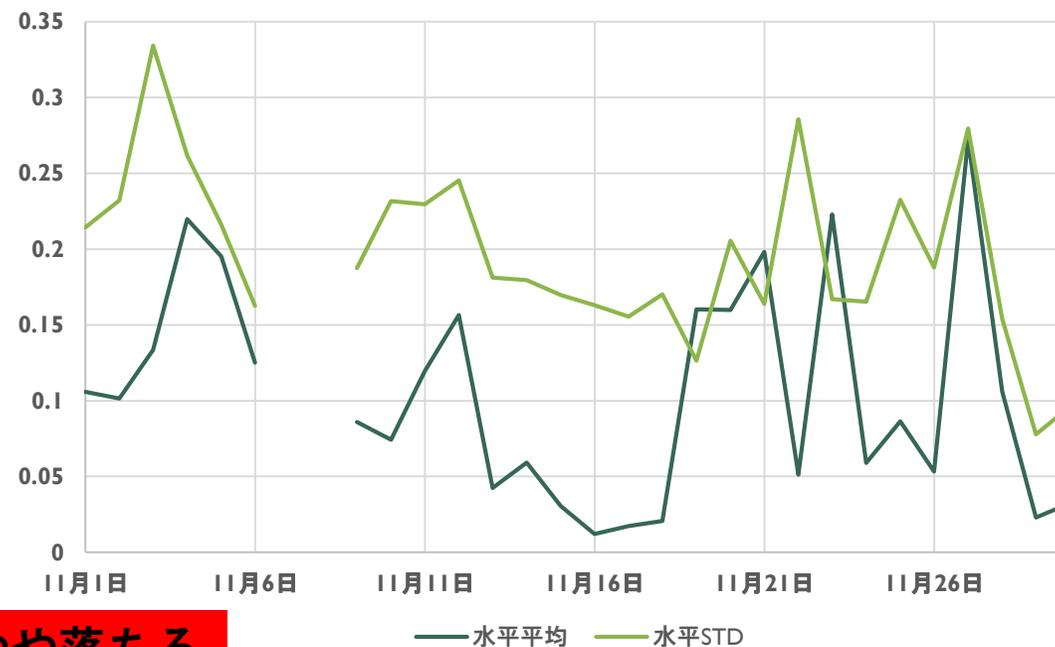
実験結果（フィリピン）

12月9日の測位結果（24時間）



日本と比べて精度がやや落ちる
→要因追求も我々の仕事

11月：平均ずれ量(m)と水平標準偏差



真値は世界測地系（ITRF2014）で算出

Latitude	14° 39'23.13498"	N
Longitude	121° 04'11.11668"	E
Height	134.266	m

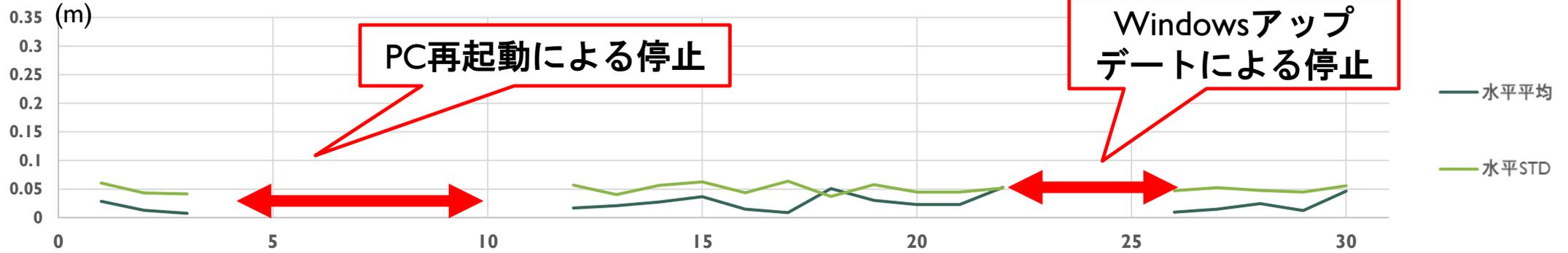
タイの結果もフィリピン同様
安定しないことがわかってきた→次ページでフィリピンでの要因調査

その他（設置局）

Thailand



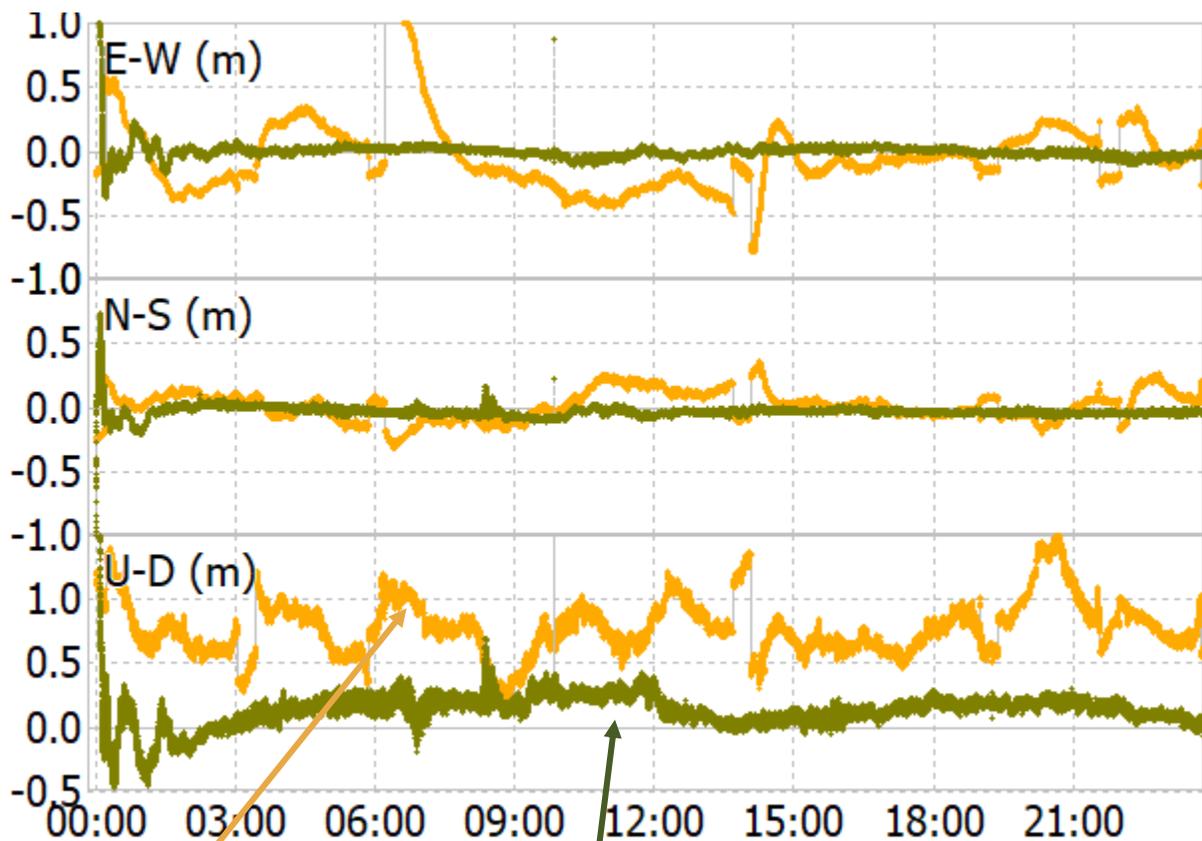
MJIIT



Curtin



後処理による分析（フィリピン局）



黄色：実測位結果 緑：後処理による分析結果

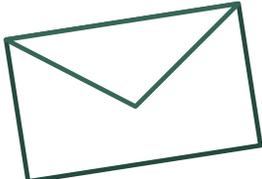
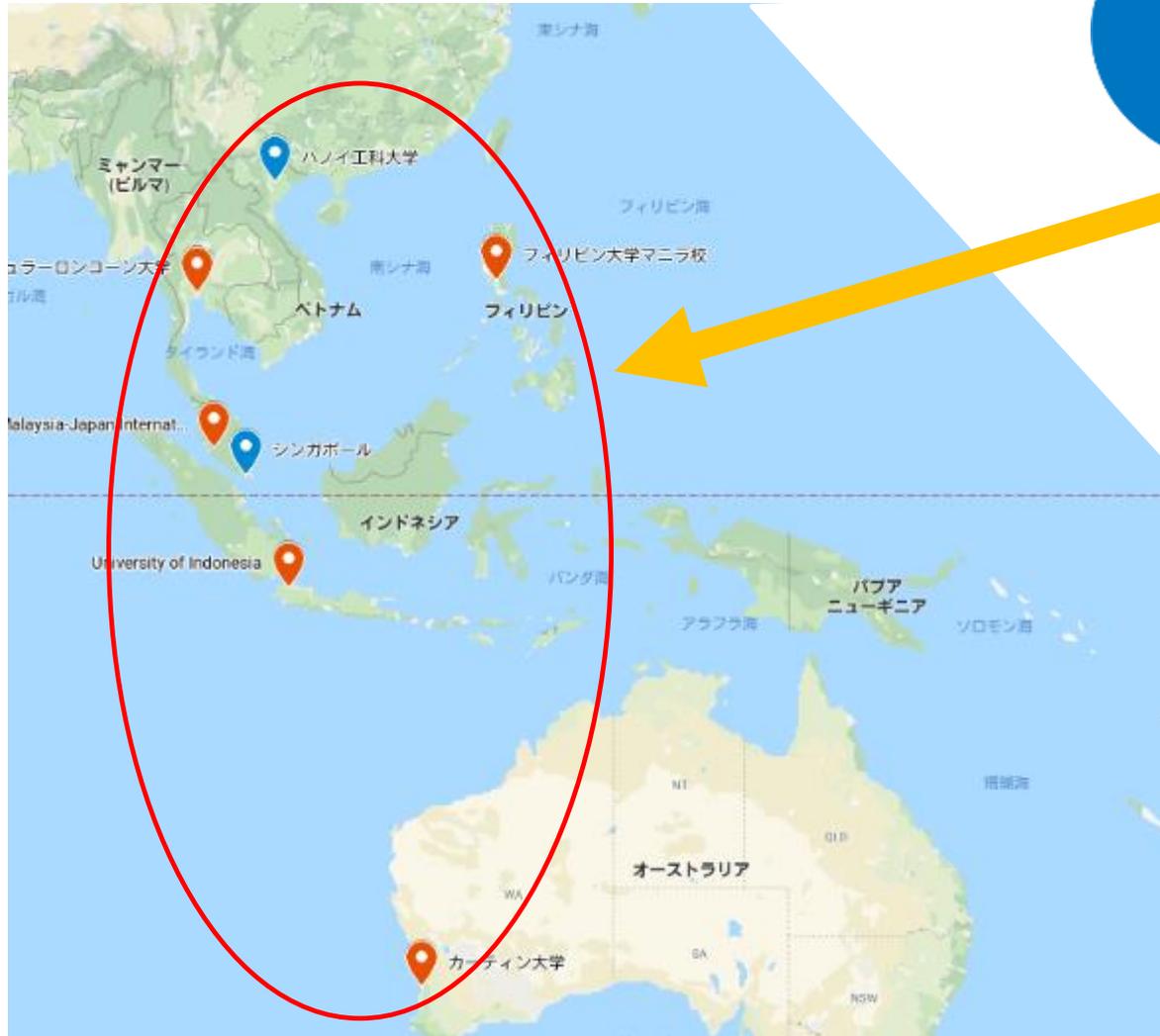
ある日のフィリピンの24時間データを利用
測位結果が上下に振れ、安定していない

配信している補強データはネット上に公開されて
おり、その補正データを用いて、受信機観測デー
タ（Google Driveで共有）で後処理をすることで
比較→緑色の結果



日本で生成している補強データに問題ないことが
わかった→市販受信機側のアルゴリズムの改良が
必要（FWV更新で対応できる）

データの共有について



各国設置大学や、関連する企業に
日々の24時間データをまとめ
測位結果を配信（1ヶ月ごと）

また、設置大学の学生に同様の解析
を依頼済。こちらの負担を減らす。

おおむね2年程度は本評価を実施し、
順次実際のアプリケーションでの
実験やデモを現地大学主導で実施

今後の課題

- 1年を通して季節による変化（電離層や対流圏を含む）がどのように影響するかを調査
- 後処理解析でも期待する水平10cmの精度がでていない時があるため、大気圏遅延の推定方法を今後考案する→論文
- 本静止オープンスカイ環境での結果を踏まえ、今後はよりユーザの利用用途に近い移動体の精度評価を実施
- 市販受信機に変わる更なる廉価版MAODCA対応受信機を東大と開発中