

マルチGNSSによる 1周波RTK瞬時AR性能の評価

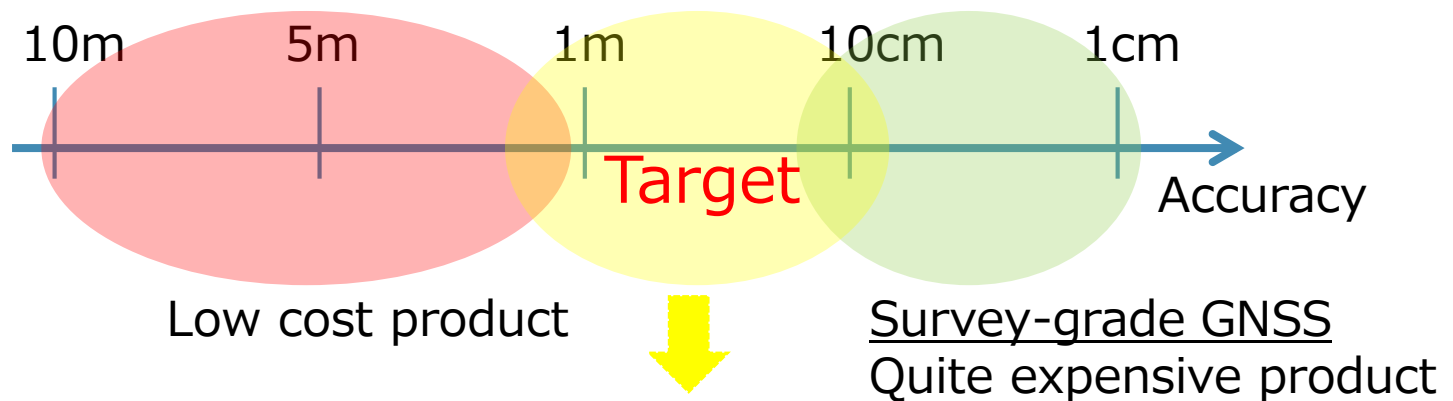


東京海洋大学
菊地 錬

背景と目的

②

- ◆ RTK-GNSSによりcmオーダーの高精度測位が可能。通常, 多周波受信機が用いられる。(¥100万~)コスト面の負担。
- ◆ 1周波受信機による利用の拡大。
 - ー UAV 精密な地図の作成
 - ー ADAS レーン認識・誘導



1周波RTK – 衛星数による性能差

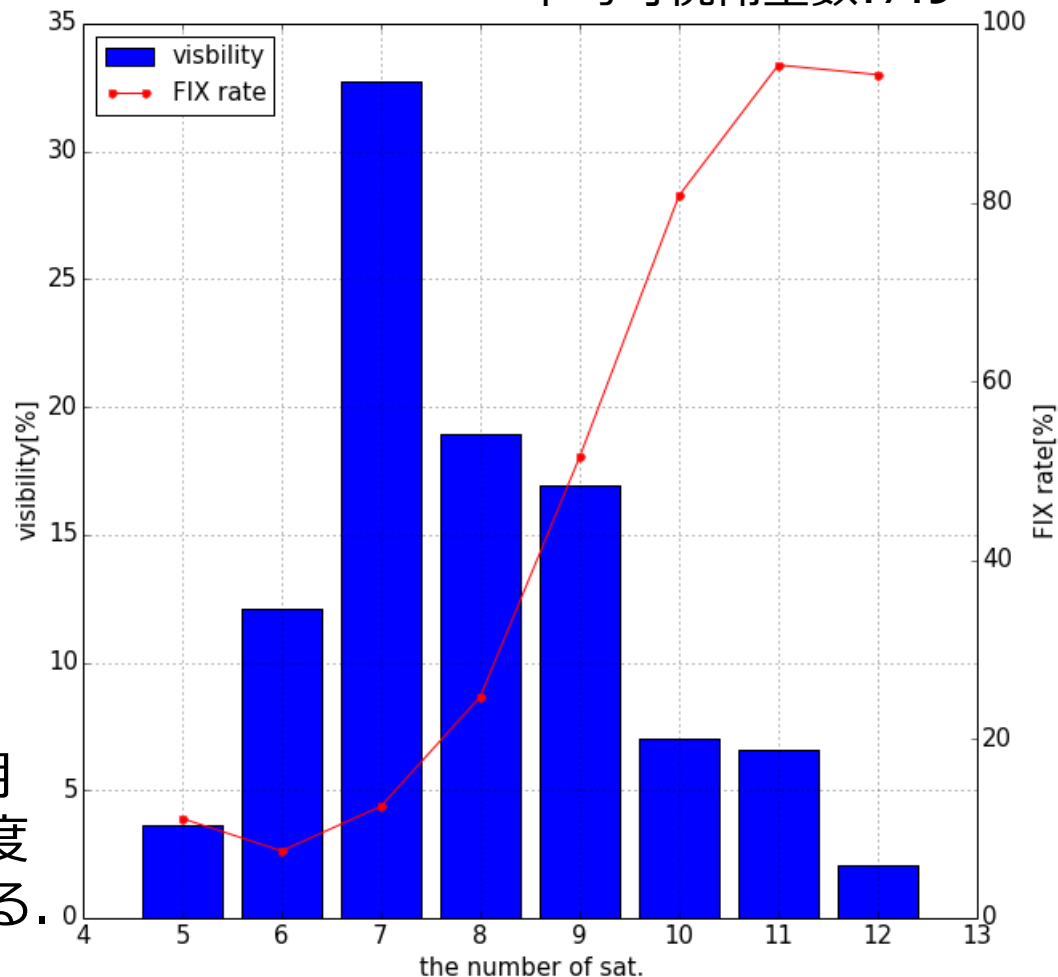
3

GPS 24時間1Hz データ

NS	Epoch	FIX(%)
5	3128	11.13
6	10455	7.51
7	28275	12.50
8	16357	24.75
9	14657	51.55
10	6062	80.77
11	5695	95.38
12	1772	94.30

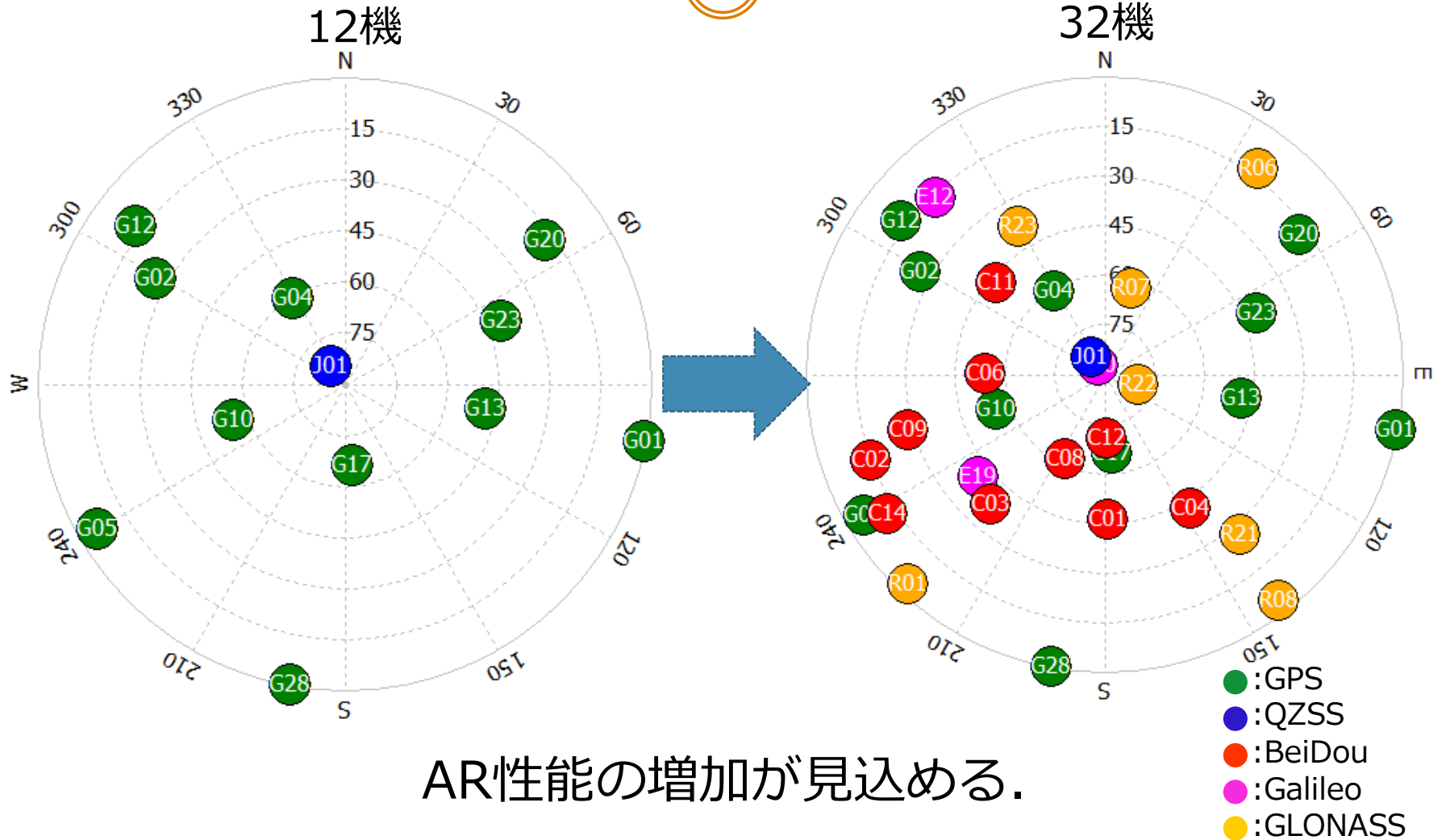
2周波では5機程度でも高い有用性があるが, 1周波では10機程度と2倍以上の衛星数が要求される。

平均可視衛星数:7.9



マルチGNSS

4



AR性能の増加が見込める。

シングルエポック vs. マルチエポック

5

◆ シングルエポック(瞬時AR)

- 単一のエポックの観測値のみでアンビギュイティを解く. → 毎エポック
- サイクルスリップの影響を受けない.
- マルチパスの影響を受けやすい.

◆ マルチエポック

- カルマンフィルタ等により時間軸に沿った複数のエポックの観測値を使う.
- サイクルスリップの影響を受ける. ← 1周波の場合ドップラ周波数で検出
- マルチパスの影響を受けにくい.

マルチエポックの方がFIX率は向上する.

シングルエポックで高い性能が出せれば, マルチエポックでも高い性能が期待.

解析手法

6

	GPS	QZSS	Galileo	BeiDou
信号	L1	L1	E1	B1
中心周波数 (MHz)	1575.42	1575.42	1575.42	1561.098

- GPS/QZSS/Galileo, BeiDou間で基準衛星を決め, それぞれで二重差生成. 基準衛星は最高仰角のもの.
- LAMBDA法を利用. Ratioテストの閾値は2, 3とした.

GNSS観測データ

二重差生成

重みつき
最小二乗法

AR LAMBDA法

Ratio test

Fix解算出

解析概要

7

基準局	東京海洋大学第4実験棟屋上
使用受信機	基準側Trimble社 NetR9, 移動側SPS855, NetR9
使用アンテナ	基準側Trimble社 Zephyr ジオデティック2, 移動側 NovAtel社 703-GGG
解析ソフト	研究室のもの, 後処理解析

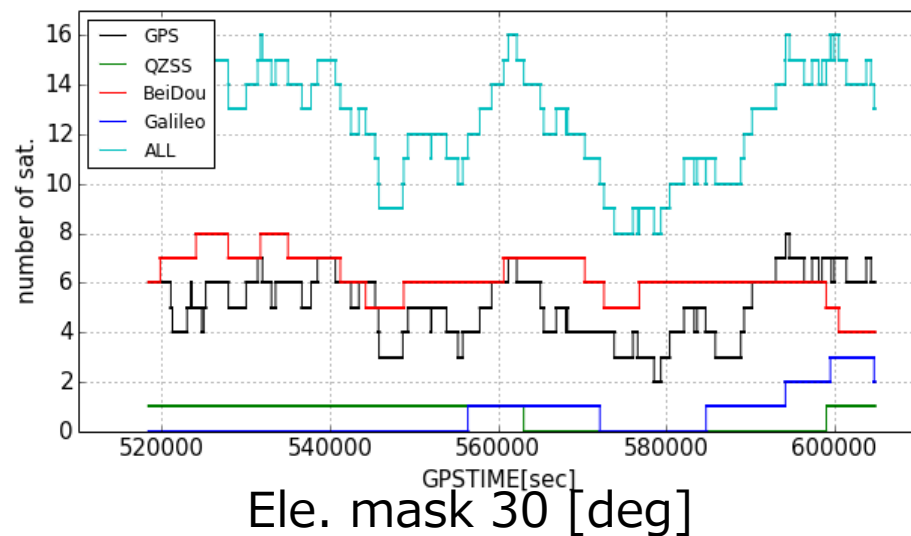
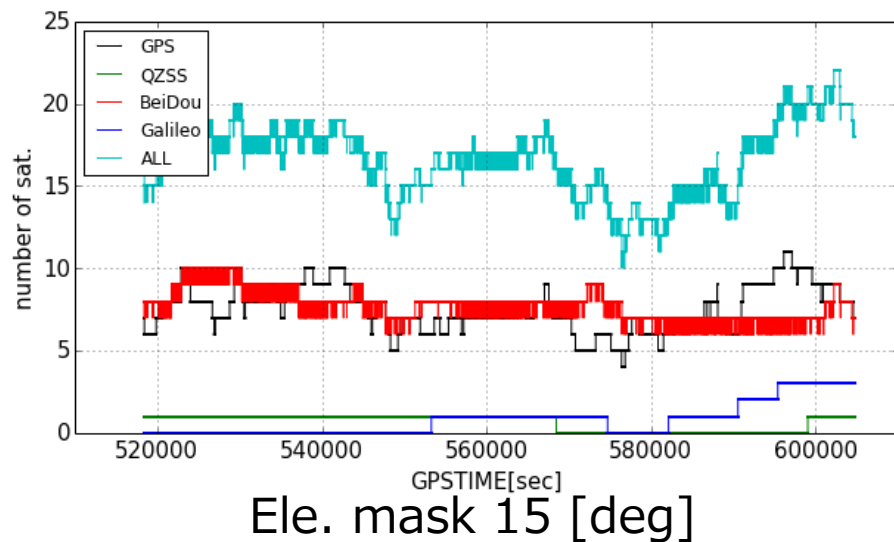
- 1m基線 24時間 静止測位実験
- 5km基線 18時間 静止測位実験
- 移動体測位実験(基線長200m~1.5km)

1m基線 24時間 静止測位実験



8

- ◆ 東京海洋大学越中島キャンパス屋上
- ◆ 仰角マスク : 15, 30 deg
- ◆ データ取得間隔 : 1Hz
- ◆ 可視衛星数
 - 15 deg : 10 ~ 22
 - 30 deg : 8 ~ 16
- ◆ Ratio > 2



1m基線 24時間 静止測位実験 結果

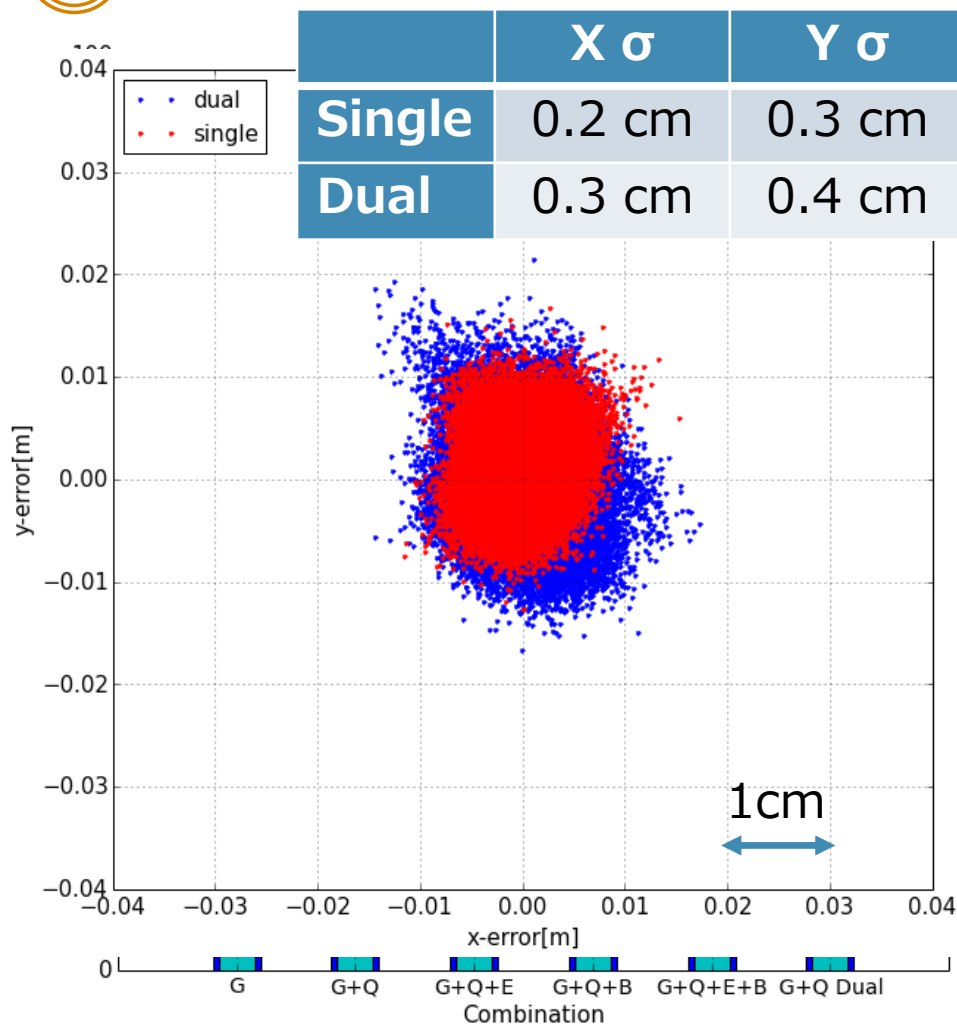
9

◆ 仰角マスク 15 deg

Sys.	FIX(%)	Used Sat.
G	52.53	8.3
G+Q	65.78	8.8
G+Q+E	75.25	9.5
G+Q+B	99.85	15.9
G+Q+E+B	99.84	16.1
G+Q Dual	97.88	8.2

◆ 仰角マスク 30 deg

Sys.	FIX(%)	Used Sat.
G	18.59	6.1
G+Q	28.46	6.7
G+Q+E	31.4	7.3
G+Q+B	92.3	12
G+Q+E+B	92.5	12.1
G+Q Dual	70.76	6.4



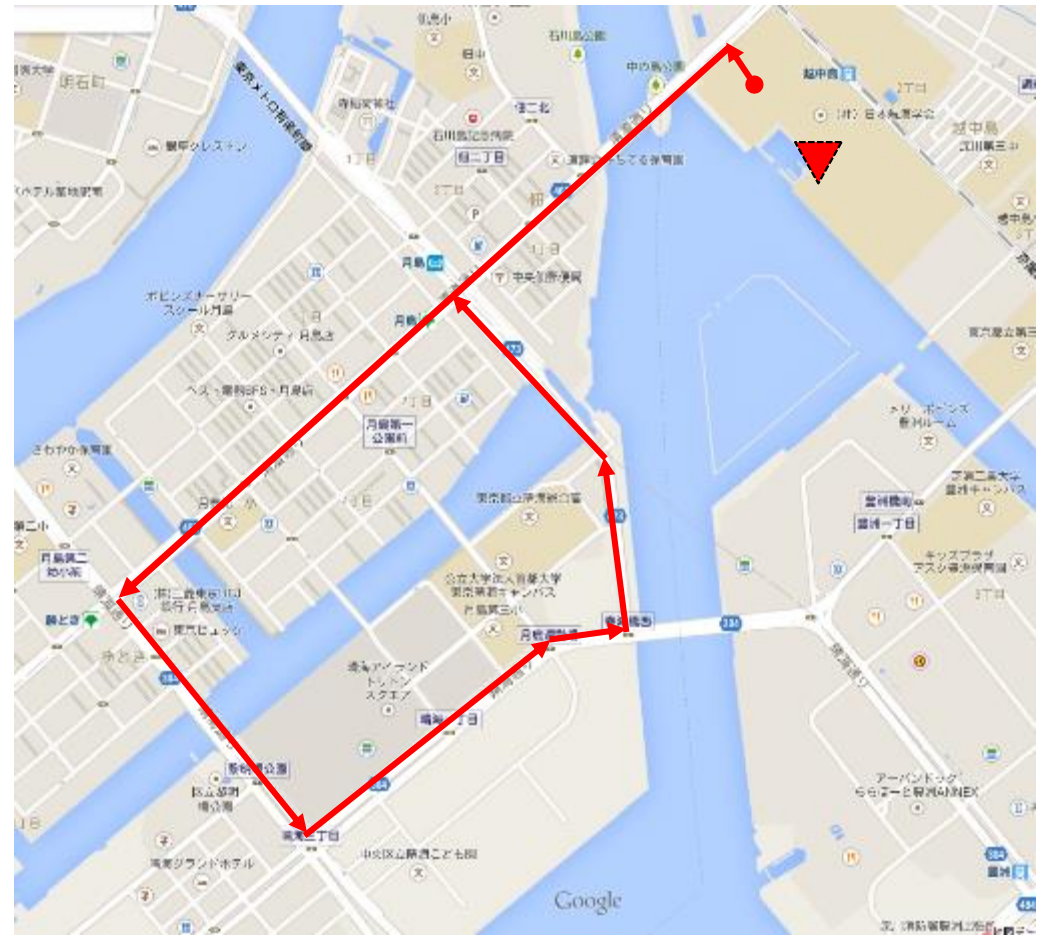
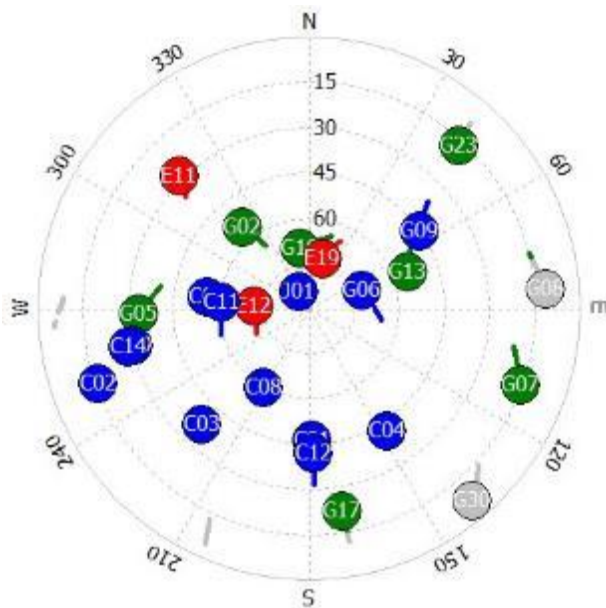
G : GPS, Q : QZS, E : Galileo, B : BeiDou, Dual : 2周波

移動体実験



10

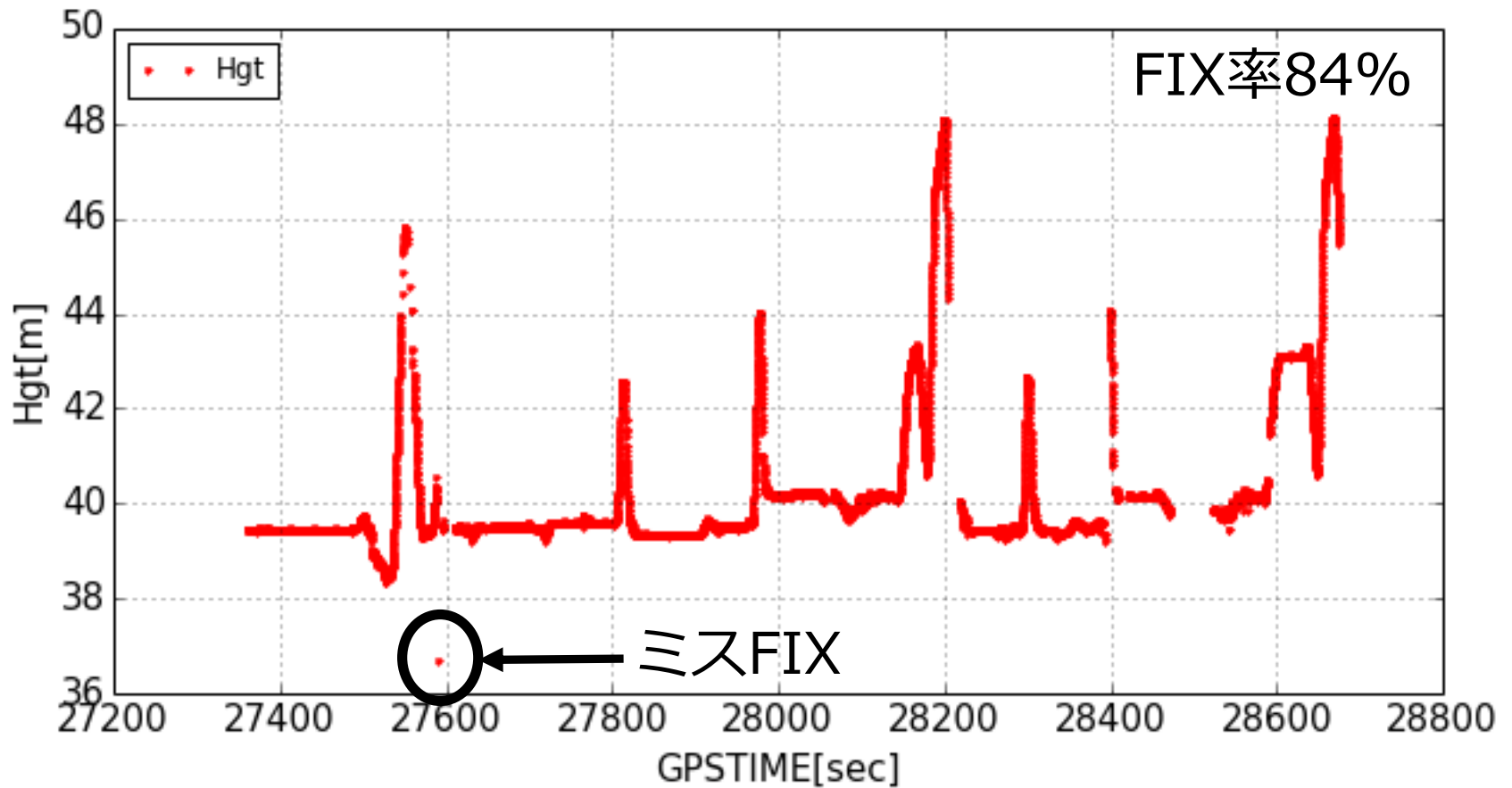
- ◆ 東京海洋大学～月島～東京海洋大学(基線長200m～1.5km)
- ◆ 走行時間：約25分
- ◆ 車の屋根にアンテナを設置
- ◆ 仰角マスク： 15°
- ◆ データ取得間隔：10Hz
- ◆ Ratio： >3



レファレンス

11

GPS+QZS+BeiDou+GLONASS 2周波RTK測位結果



移動体実験 FIX率・水平精度まとめ

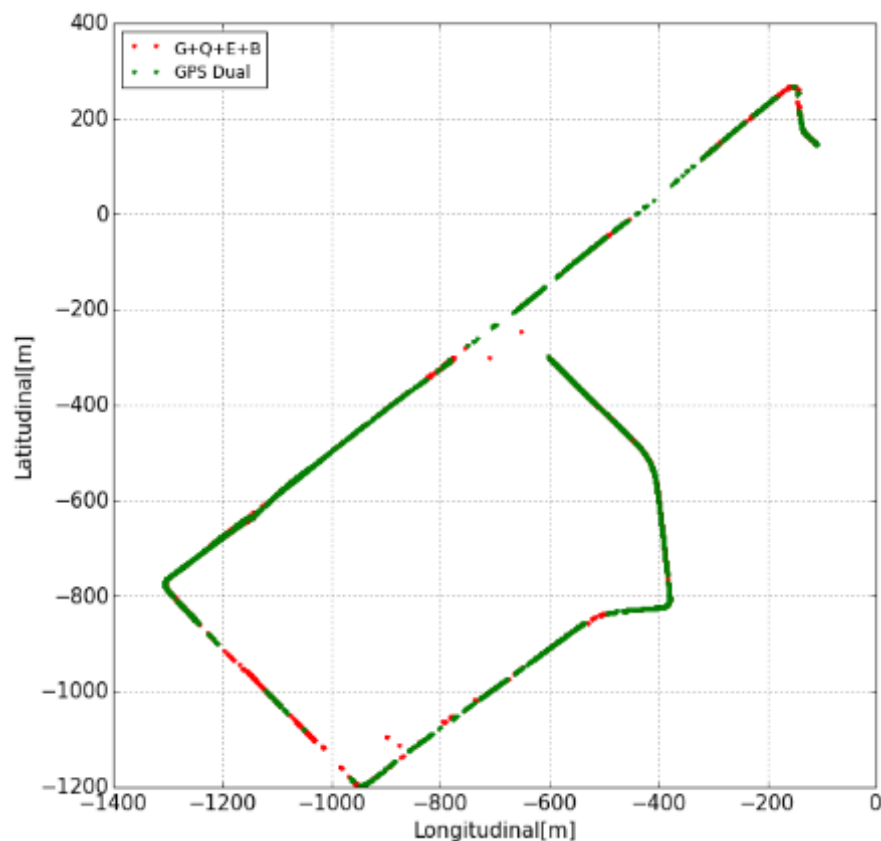
12

FIX率 使用衛星数

Sys.	FIX(%)	Used sat.
G	5.5	5.7
G+Q	7.8	7.0
G+Q+E	25.3	10.2
G+Q+B	24.2	15.1
G+Q+E+B	40.1	16.9
G+Q Dual	49.6	7.0

水平精度

Sys.	H<1m(%)	H<10cm(%)
G	42.9	20.8
G+Q	54.5	47.2
G+Q+E	97.8	97.4
G+Q+B	96.5	94.6
G+Q+E+B	99.7	99.7
G+Q Dual	100	99.6

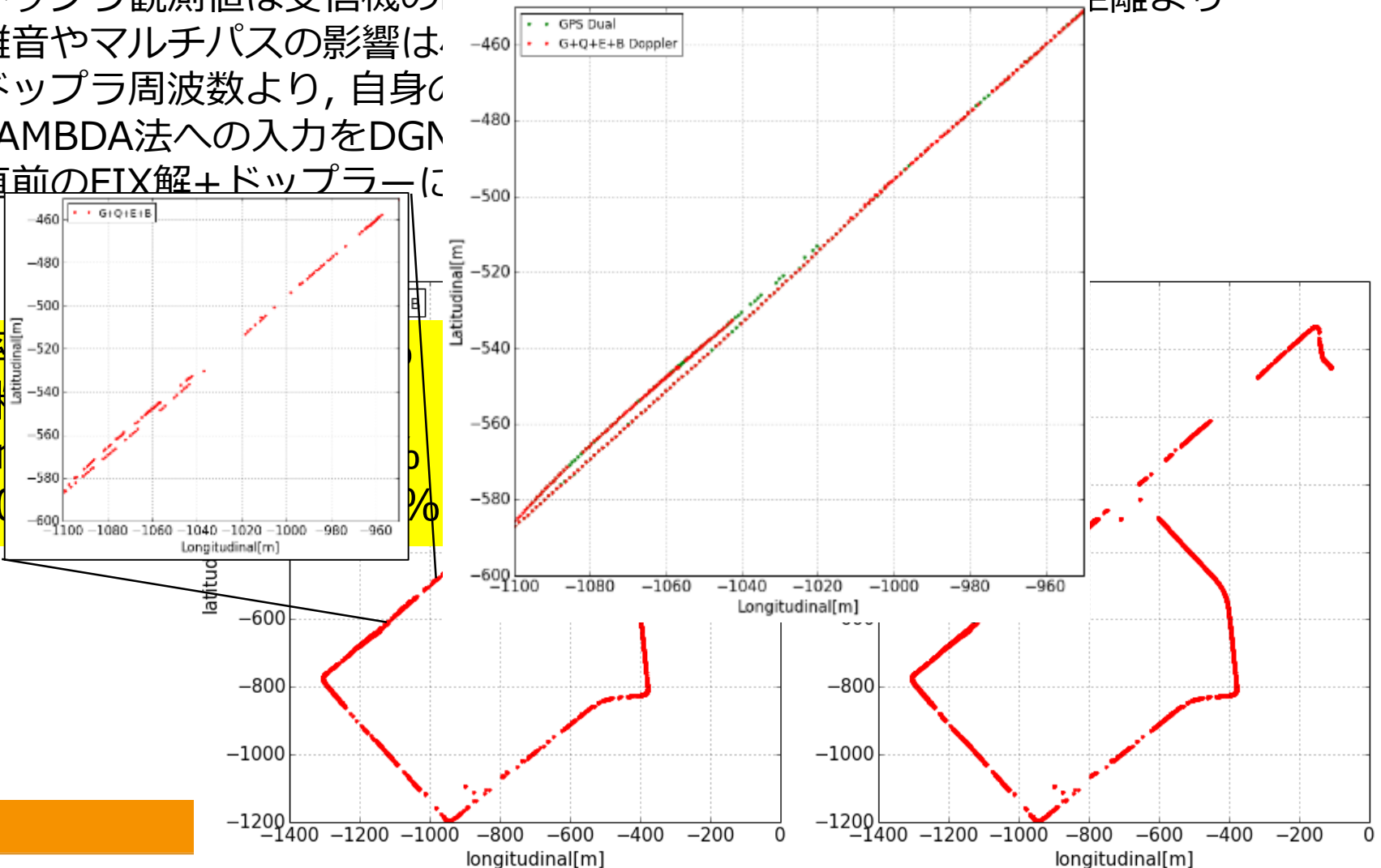


ドップラー観測値の利用

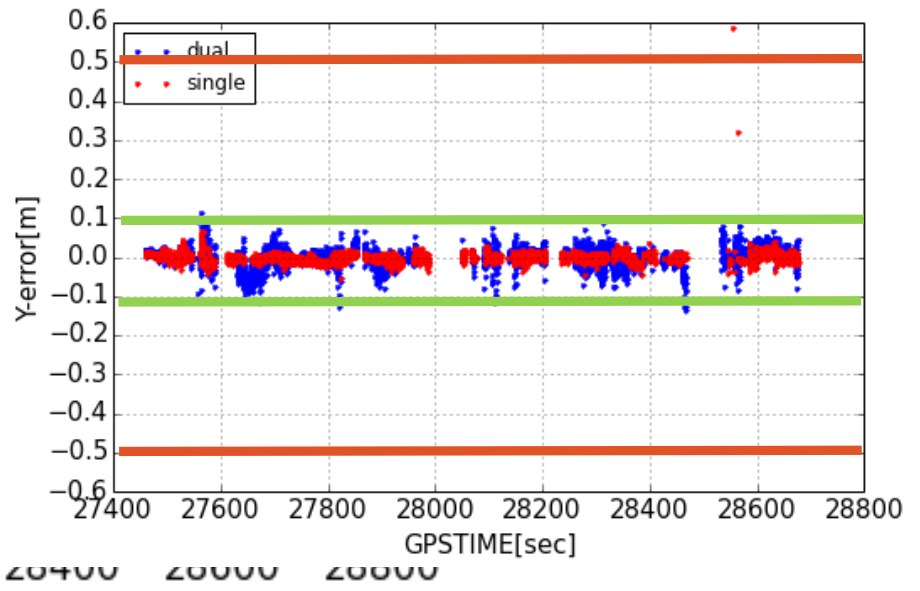
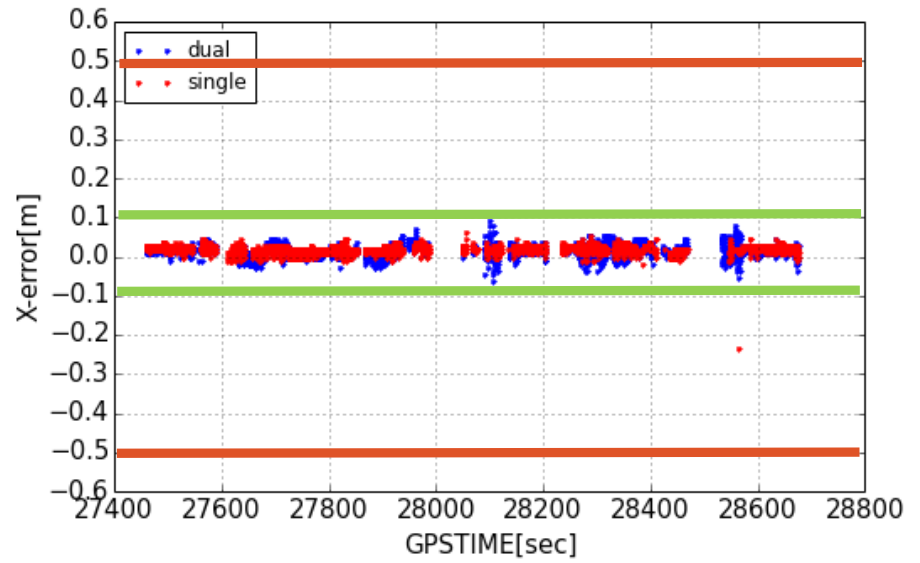
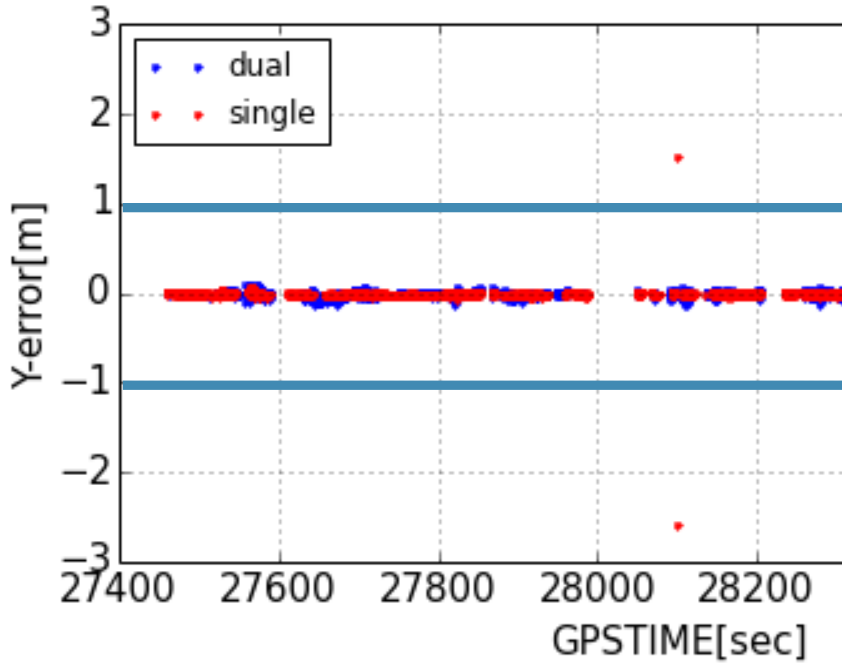
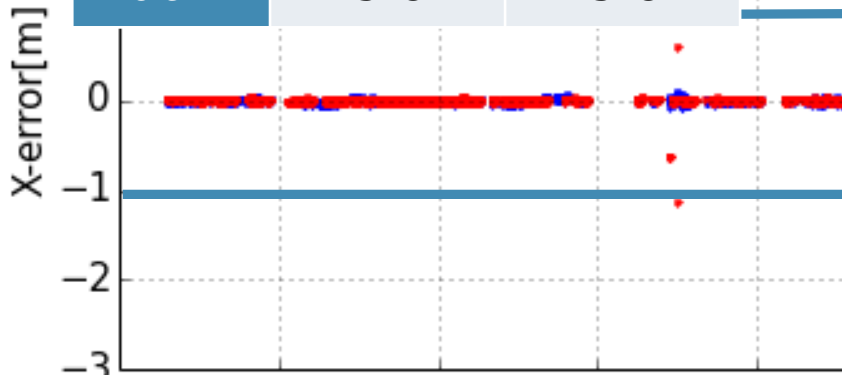
13

- ◆ ドップラ観測値は受信機のFIIで得られるため、DILIによる擬似距離より雑音やマルチパスの影響は
- ◆ ドップラ周波数より、自身の
- ◆ LAMBDA法への入力をDGN直前のFIX解+ドップラーに

FIX率
水平精
> 1m
> 10%

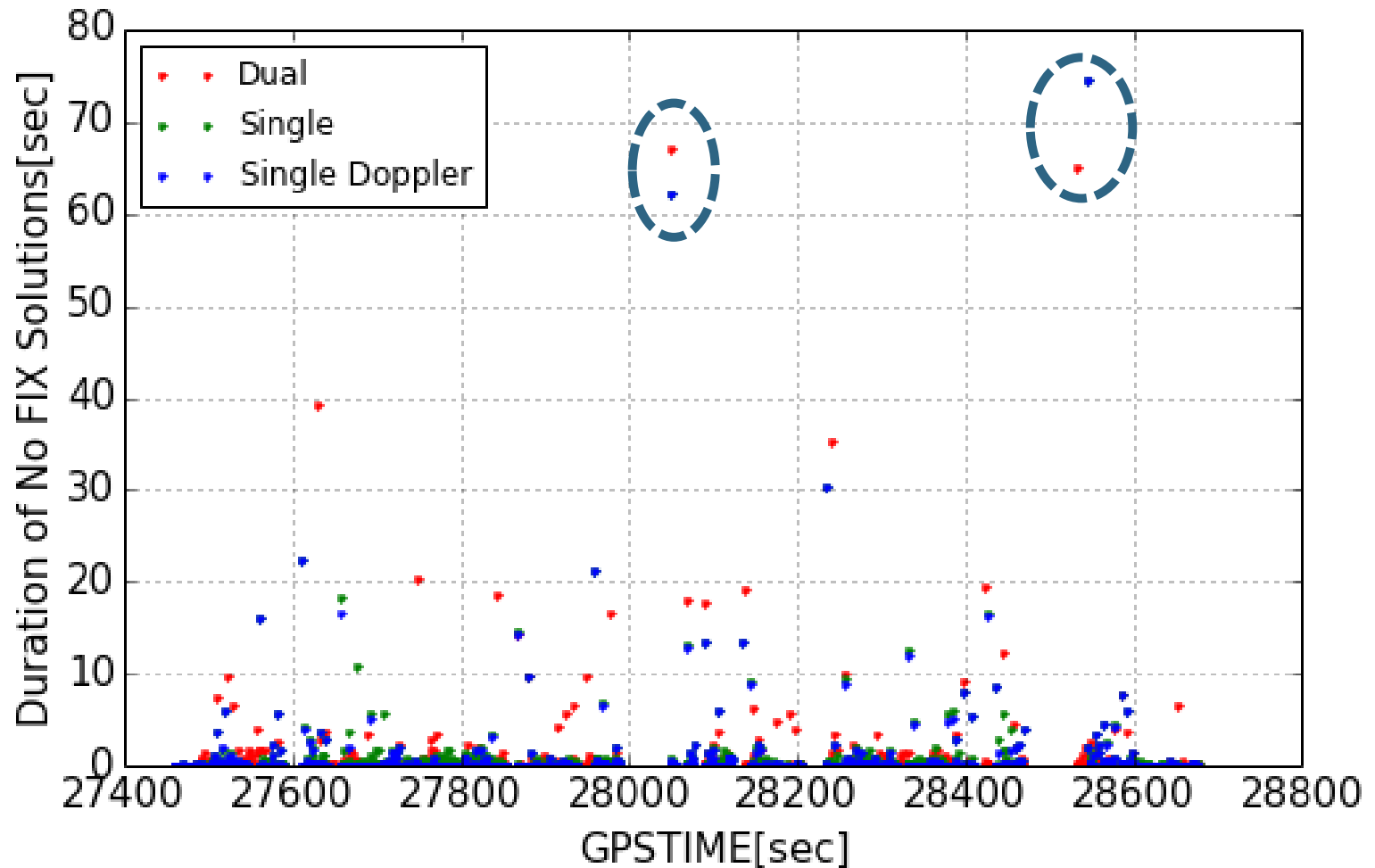


	$X \sigma$	$Y \sigma$
Single	8.6 cm	15.3 cm
Dual	1.3 cm	2.5 cm



FIX解が得られなかった時間

15



まとめ

16

- ◆ 1周波RTKの瞬時ARの性能を静止実験, 移動体実験により確認した.
衛星数の増加により有用性・信頼性が改善された.
仰角マスクを15度→30度と上げてても有用性があまり下がらない.
(水平1mに99.9%)
- ◆ 2周波と比べると有用性・信頼性が劣るものの遜色ない結果が得られた.
- ◆ 測位できなかつた持続時間は2周波で67秒, 1周波で75秒であった.
ドップラ観測値により有用性向上 40.1% → 60.8%
信頼性微減 99.7% → 99.5%

今後の課題

17

- ◆ マルチエポックでの解析
- ◆ GLONASS(露)の追加
 - 衛星数の増加
- ◆ ISB(Inter-System Bias)の推定, 補正
 - 異なる衛星系間で発生する受信機のハードウェアバイアス
 - GPS/BeiDou間でも位相差がとれるようになり, 衛星が増加する.
- ◆ INS統合
 - 有用性・信頼性の向上

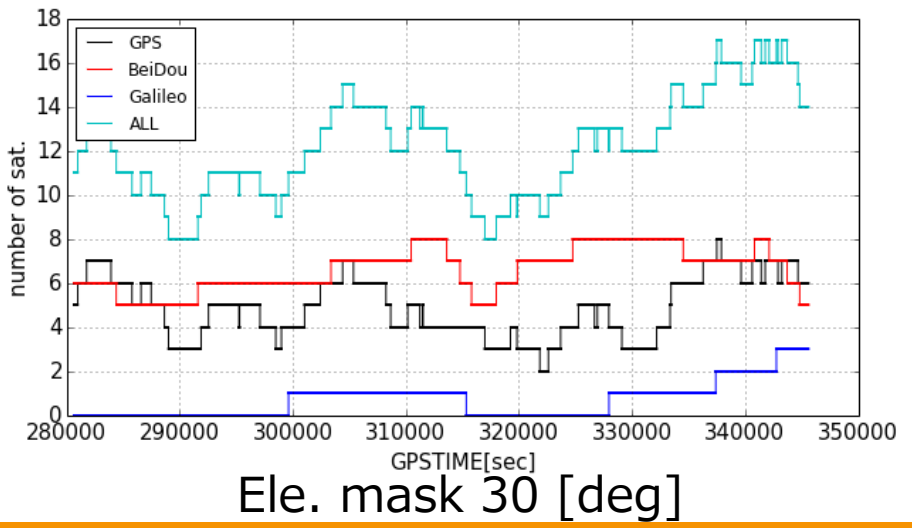
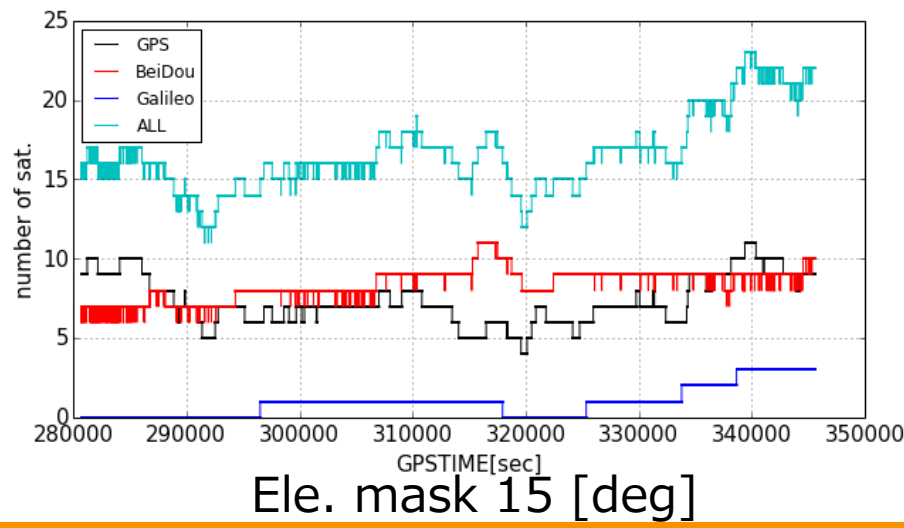
ご清聴ありがとうございました

5km基線 18時間 静止測位実験



19

- ◆ 東京海洋大学品川キャンパス屋上
- ◆ 仰角マスク : 15, 30 deg
- ◆ データ取得間隔 : 1Hz
- ◆ 可視衛星数
 - 15 deg : 12 ~ 24
 - 30 deg : 8 ~ 18
- ◆ QZSは未使用. 結果が著しく低下.



5km基線 18時間 静止測位実験 結果

20

◆ 仰角マスク 15 deg

Sys.	FIX(%)	Used Sat.
G	27.2	7.9
G+E	40.7	9.4
G+B	73.9	15.8
G+E+B	75.75	17.0
G Dual	79.7	7.4

◆ 仰角マスク 30 deg

Sys.	FIX(%)	Used Sat.
G	14.0	6.1
G+E	29.24	7.4
G+B	88.2	11.7
G+E+B	88.8	12.4
G Dual	50.1	6.0

