

低コスト受信機のRTK測位性能の改善

2017年2月8日

東京海洋大学 海洋工学部
海事システム工学科4年 1221028
小林海斗

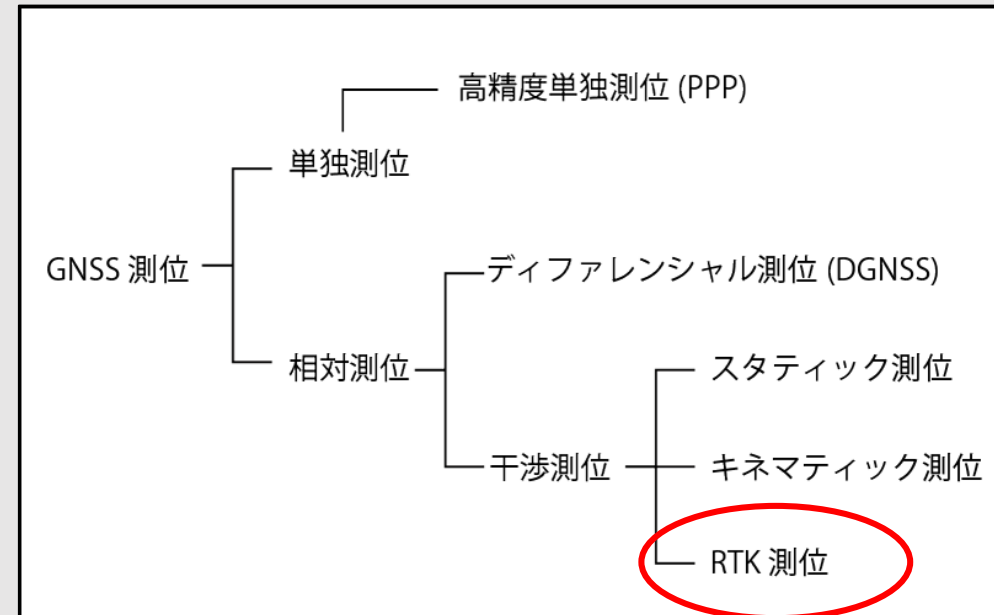
情報通信工学研究室

目次

1. RTK測位とは
2. 低コスト受信機の特徴
3. 研究背景
4. 提案手法
5. 実験・解析
6. まとめ

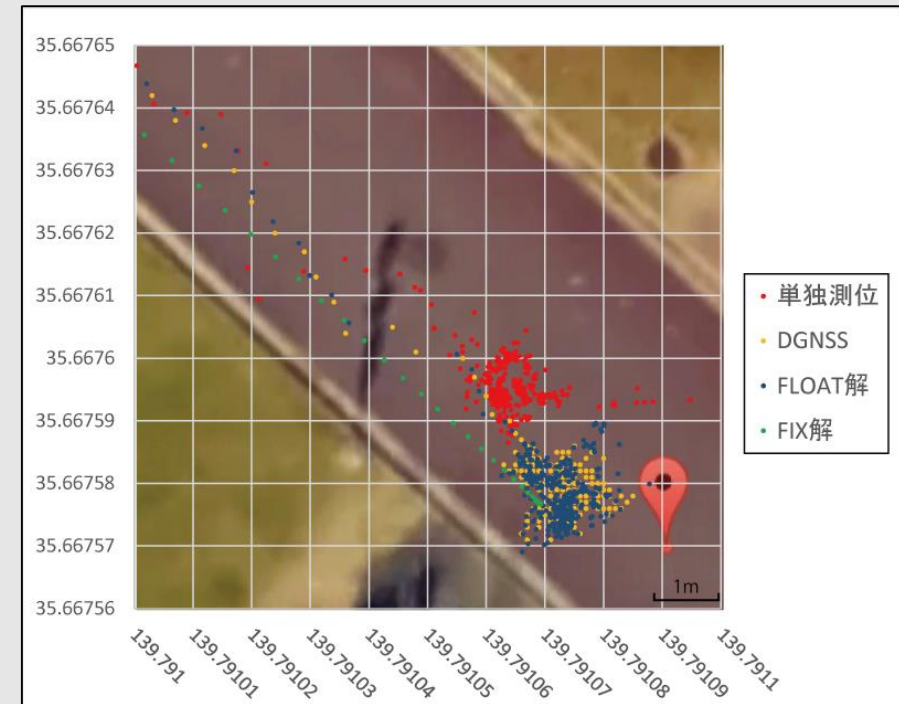
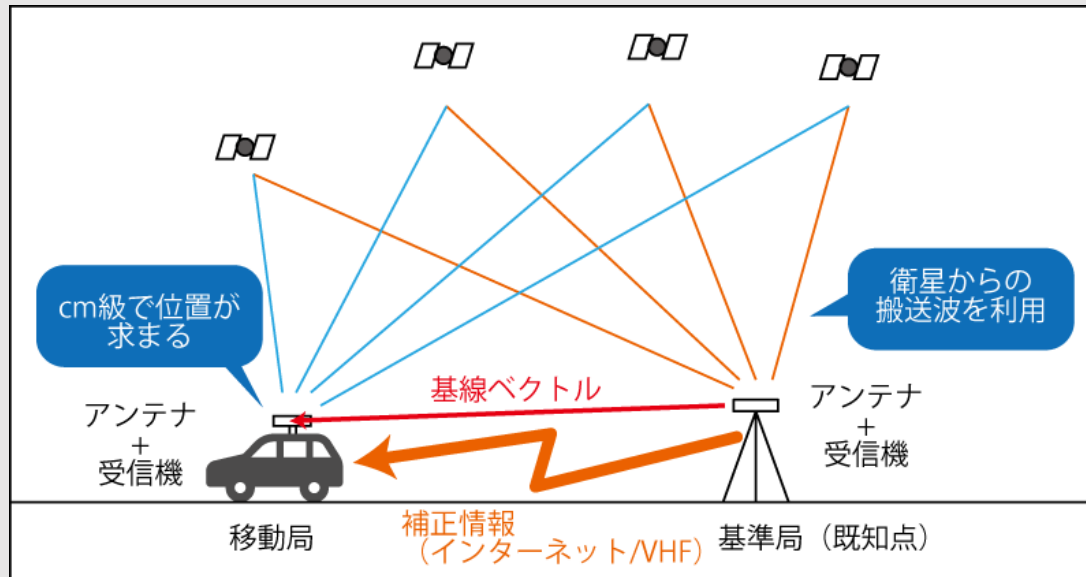
1.RTK測位とは

- ◆RTK(Real Time Kinematic)測位
- ◆GNSS(Global Navigation Satellite System)を用いた位置測位手法の1つ。
- ◆リアルタイムで**精度数cm**の測位が可能。






1.RTK測位とは

- ◆衛星からの搬送波を使用。
- ◆アンテナ+受信機が2セット必要。



2.低コスト受信機の特徴

- ◆GNSS衛星は主に2種類の周波数の搬送波を放送している。
- ◆1周波の搬送波のみ取得できる安価な受信機=**低コスト受信機**

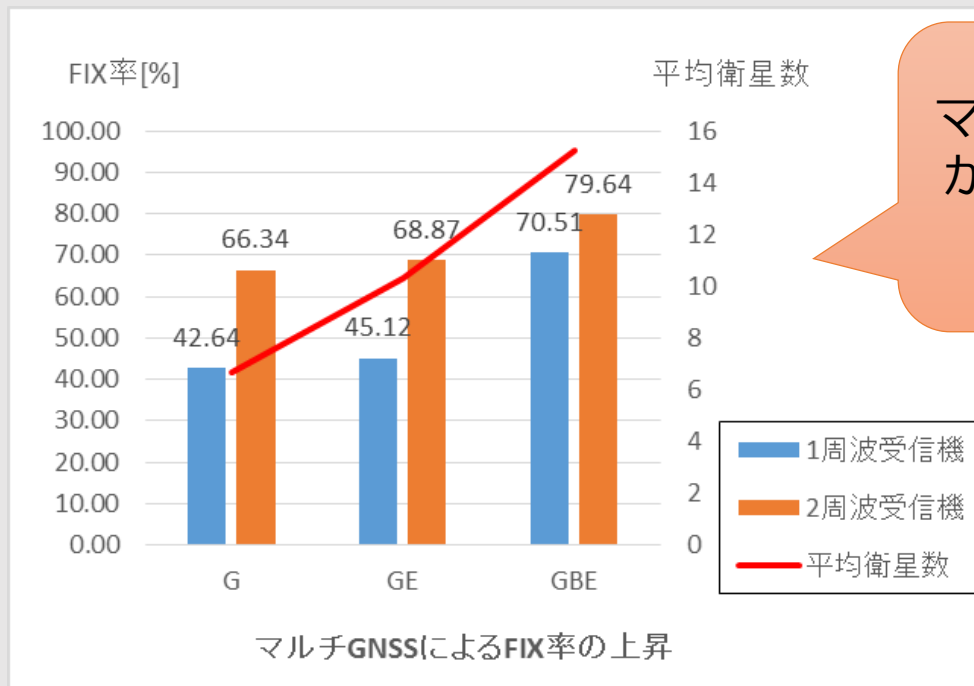
	メリット	デメリット
1周波受信機  + 	安価(~2万円) 小型、軽量	測位精度が悪い 測位率が低い
2周波受信機  + 	測位精度が良い 測位率が高い	高価(100万円~) 大型、重い

2.低コスト受信機の特徴

◆1周波受信機と2周波受信機のRTK性能比較



走行ルート



マルチGNSS技術によって衛星数が増加し、1周波受信機でもRTKができる環境が整った！

G:GPS
GE:GPS,Galileo
GBE:GPS,Beidou,Galileo

➡ 1周波受信機でも2周波受信機に匹敵するRTK測位が可能。

3.研究背景

◆高精度測位が可能なRTK測位だが...海洋分野では

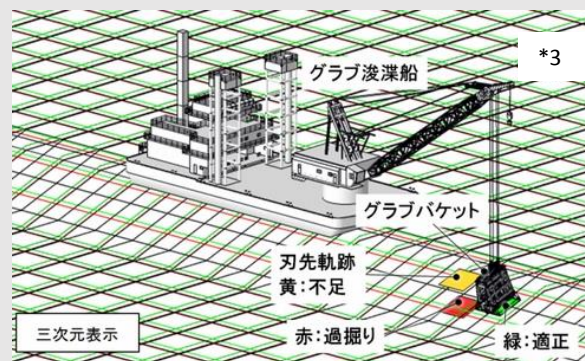
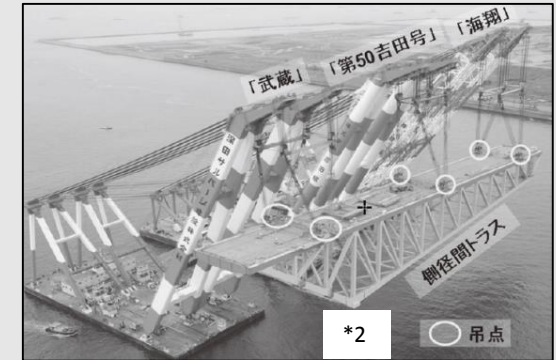
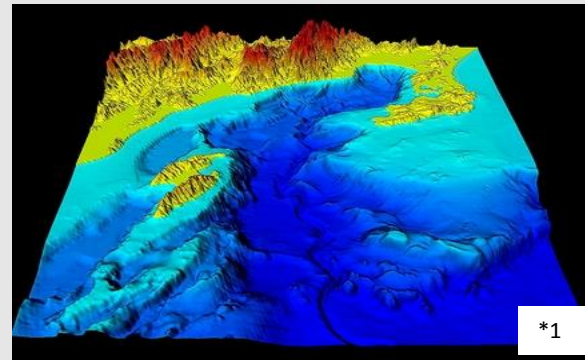
◆海底地形調査

◆海上工事

◆浚渫工事

◆杭打ち作業

などで利用されている。



(出典)

*1 第九管区海上保安本部海洋情報部HP

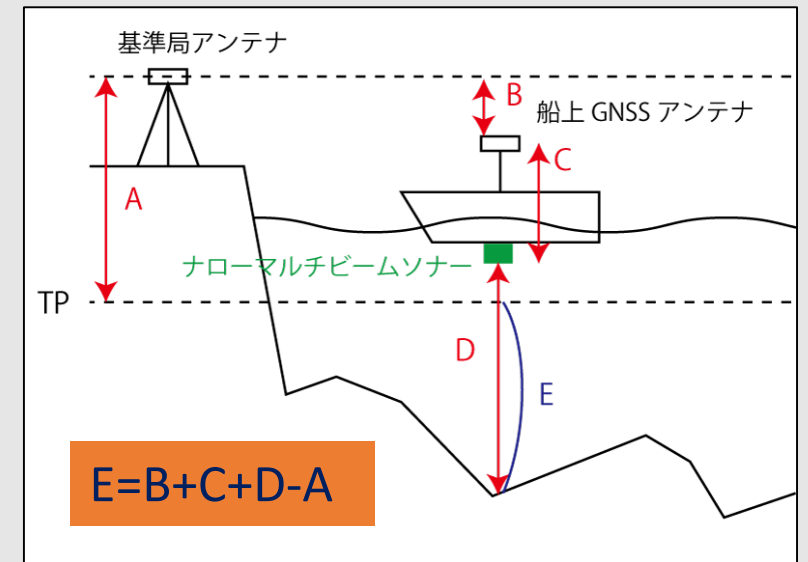
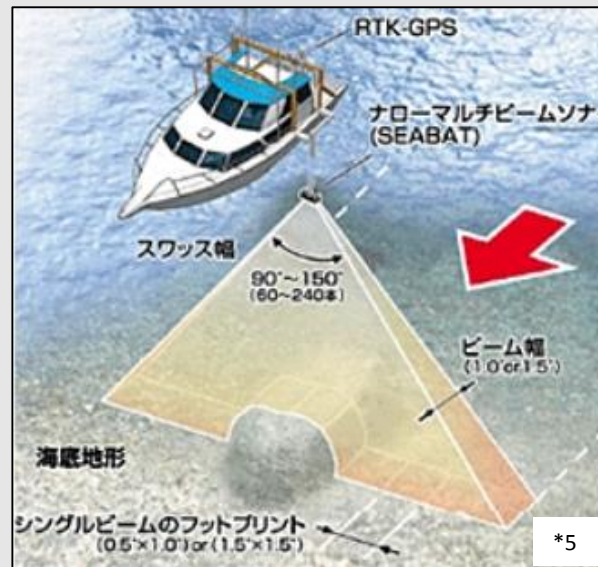
*2 千葉照男・相川寛・小玉芳文(2010)「東京港臨海大橋(仮称)の施工」『第13回 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集』

*3,4 東洋建設HP

3.研究背景

海底地形調査でのRTK利用

- ◆ナローマルチビームソナーを使った海底地形調査は地殻変動の調査、工事前の測量、港湾施設の維持管理などで利用されている。
- ◆ソナーで得られるデータはソナー底面を原点とした座標系。
- ◆RTKを用いてソナー底面の位置を測位することで、WGS84や東京湾平均海面の測地系に変換。



(出典)
*5 五洋建設HP

3.研究背景

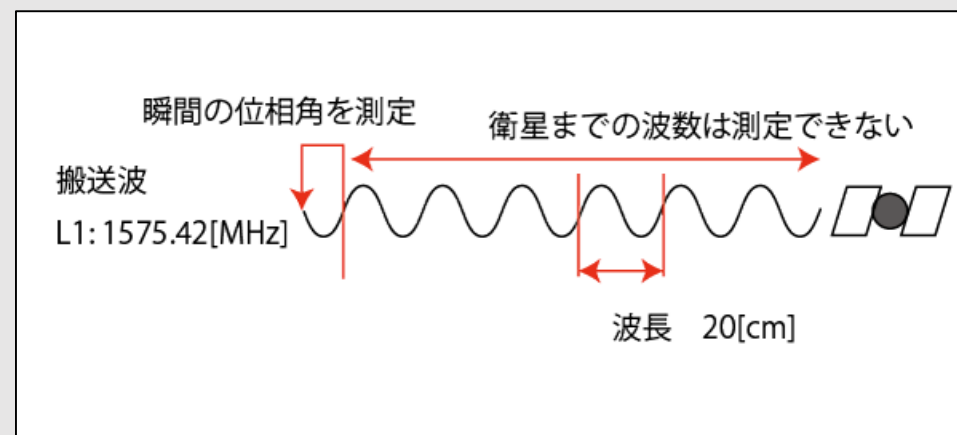
- ◆現在販売されているRTKモジュールは2周波受信機が主流。
→ 高い導入コストがRTKの利用の障害に
- ◆近年、低コスト受信機の利便性が衛星環境、受信機のマルチGNSS化により向上。
- ◆低コスト受信機のRTK測位性能をさらに向上させる。
→ RTKを安価に提供可能に
- ◆測位アルゴリズムを低コスト受信機の特徴に合わせて見直すことでRTK測位性能を改善できないか？

4.提案手法

- ◆RTK測位では搬送波の波の数を推定することで距離を測る。
- ◆受信機で観測しているのは**瞬間の位相角のみ**。
- ◆位置を求めるためには測定できない**整数値バイアス**を求める必要がある。

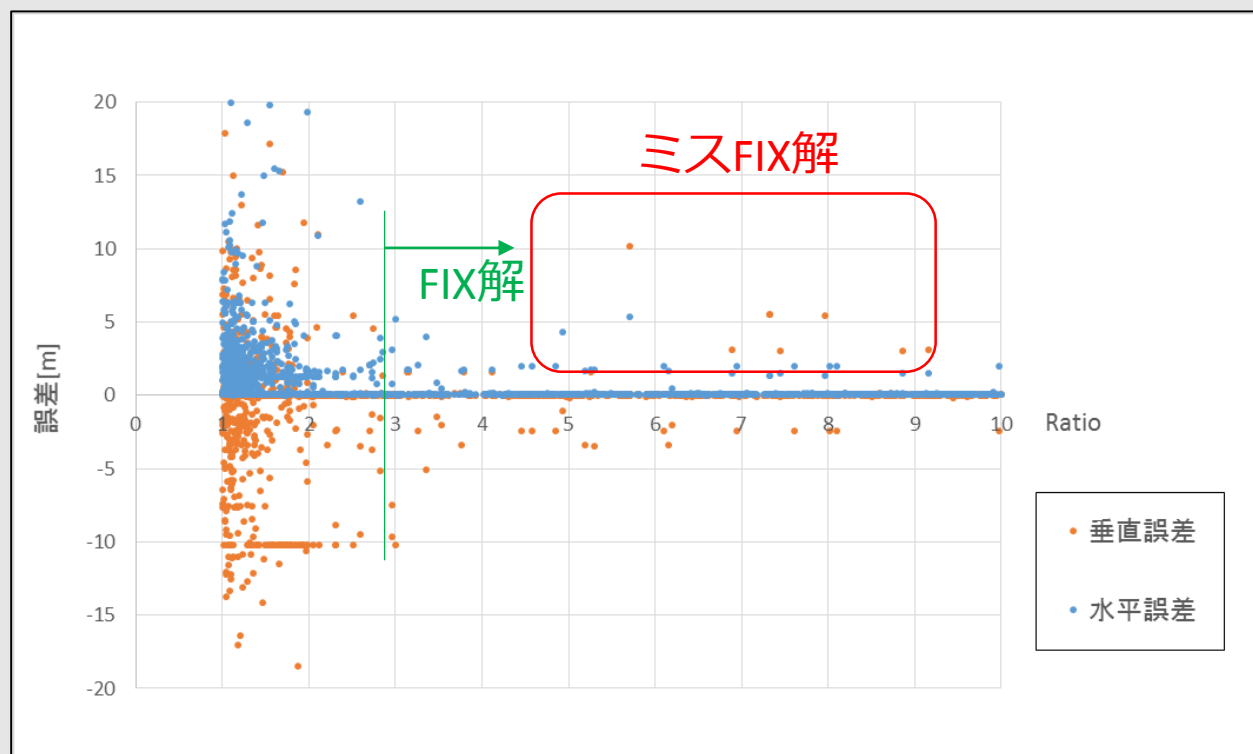
搬送波の式 $\phi_i^j(t) = \varphi_i(t) - \varphi^j(t) - N_i^j$

- $\phi_i^j(t)$: 測定される搬送波位相 [サイクル]
- $\varphi_i(t)$: 時刻tにおける受信機iの局部発振器の位相
- $\varphi^j(t)$: 時刻tに受信された衛星jからの搬送波の位相
- N_i^j : **整数値バイアス**



4.提案手法

- ◆ 正しい整数値バイアスの組み合わせを推定 → **FIX解** = cm級の精度
- ◆ 整数値バイアスの確かさを表す指標**Ratio**を同時に計算。
- ◆ Ratioが高いものを**FIX解**と判定し出力している。
- ◆ Ratioが高くて大きな誤差を持つ解 = **ミスFIX解**



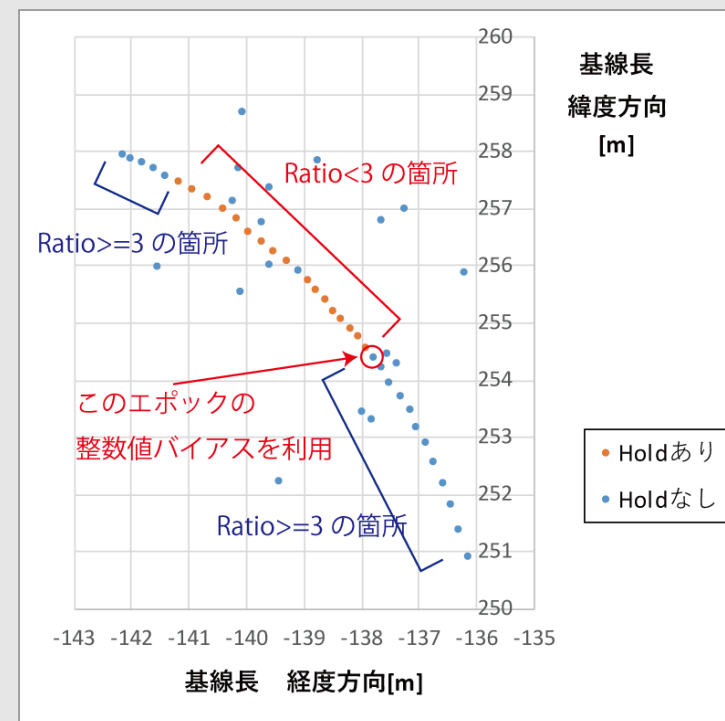
Ratioと測位精度の関係

4.提案手法

① 測位率(FIX率)の改善

- ◆ 整数値バイアスは搬送波の観測が連続する限り不変。
- ◆ 従来手法では毎時間整数値バイアスを推定。
- ◆ Ratio<3のときにもRatio>=3の整数値バイアスを利用できないか？

→ Ratio<3 && 観測が途切れていないとき
直前のRatio>=3の整数値バイアスをHoldする

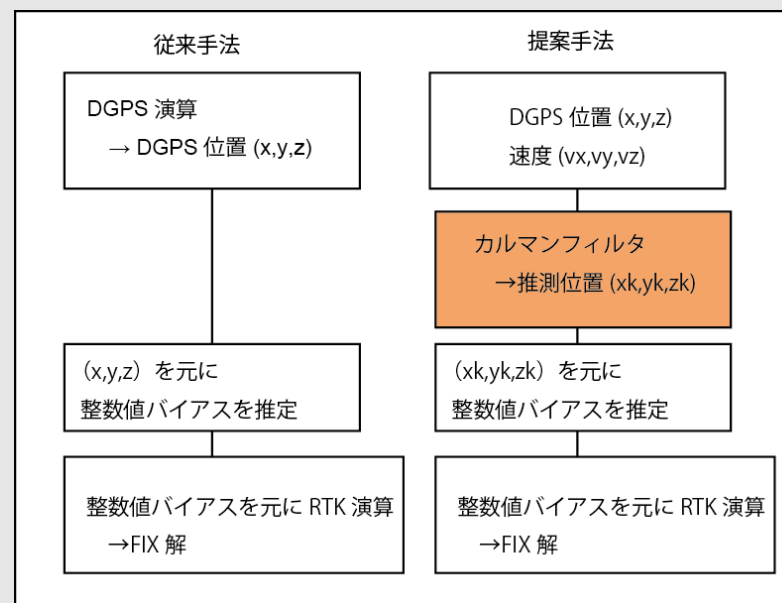
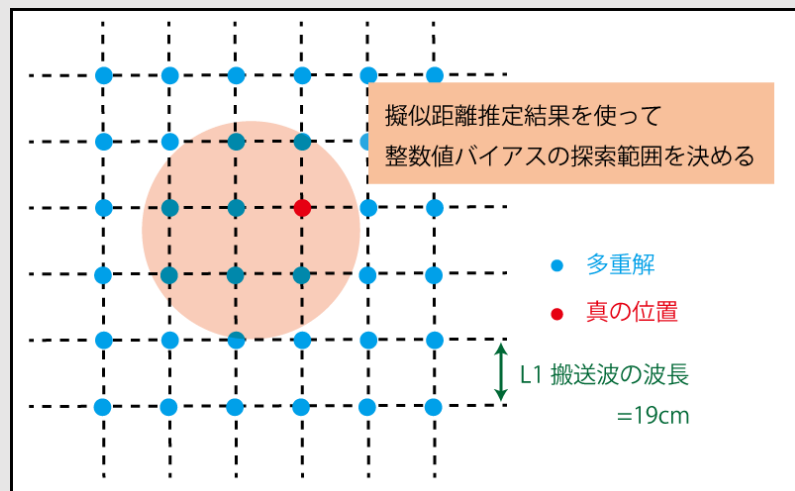


水平プロットによるHoldの有無の比較

4.提案手法

② 測位精度の改善

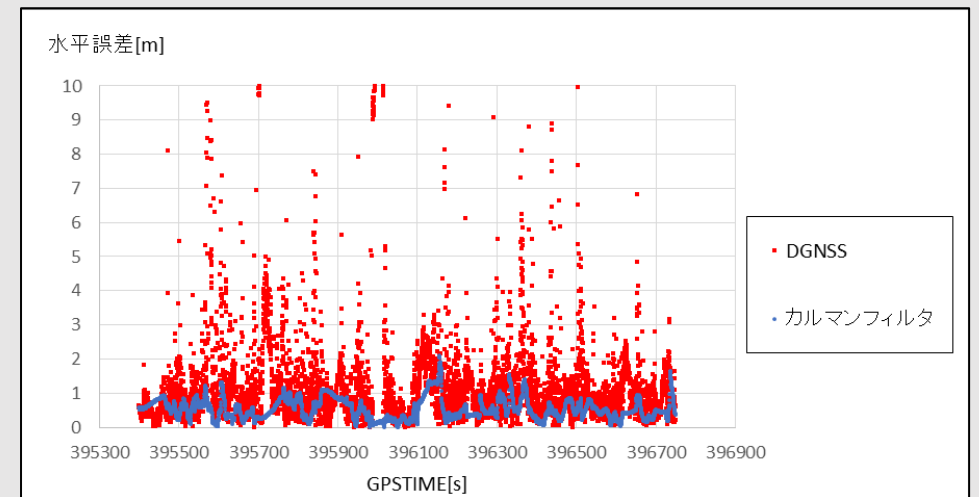
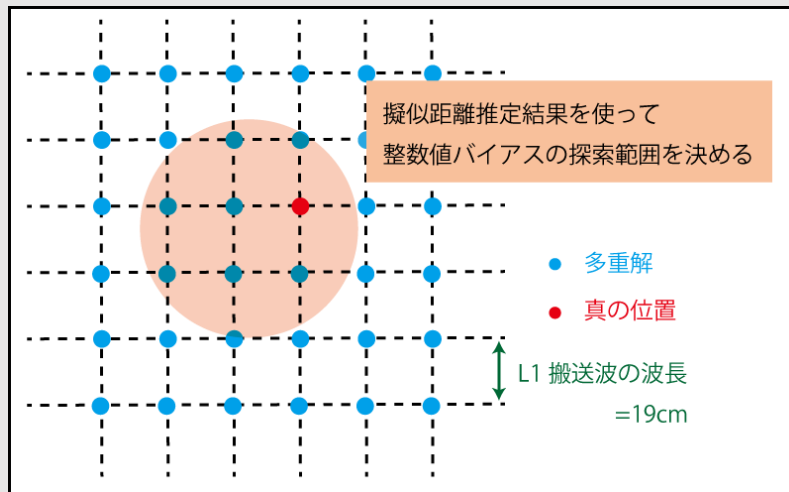
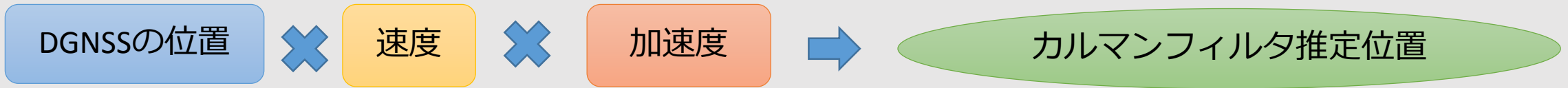
- ◆ 精度の改善 = 整数値バイアスをより正確に推定する
- ◆ 整数値バイアス探索に必要な位置座標をより正確に求めればどうか？
- ◆ カルマンフィルタを利用。



4.提案手法

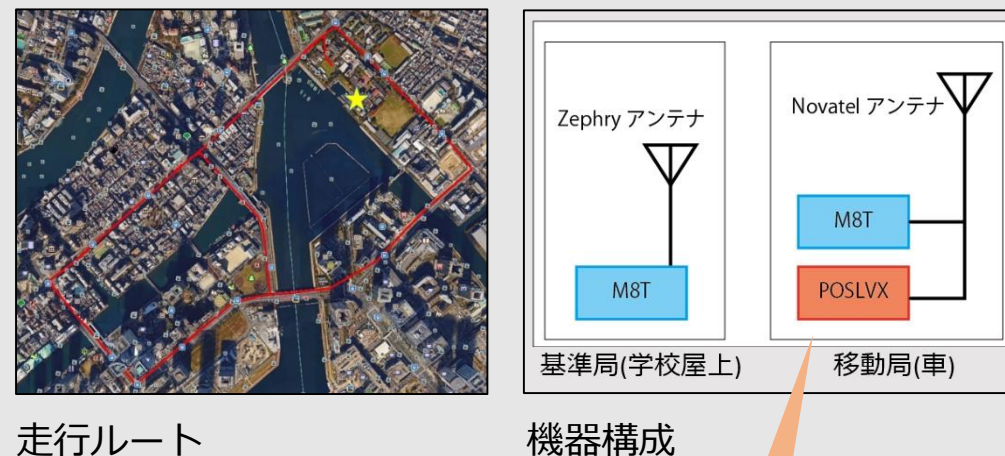
② 測位精度の改善

◆ カルマンフィルタ推定



5.実験・解析

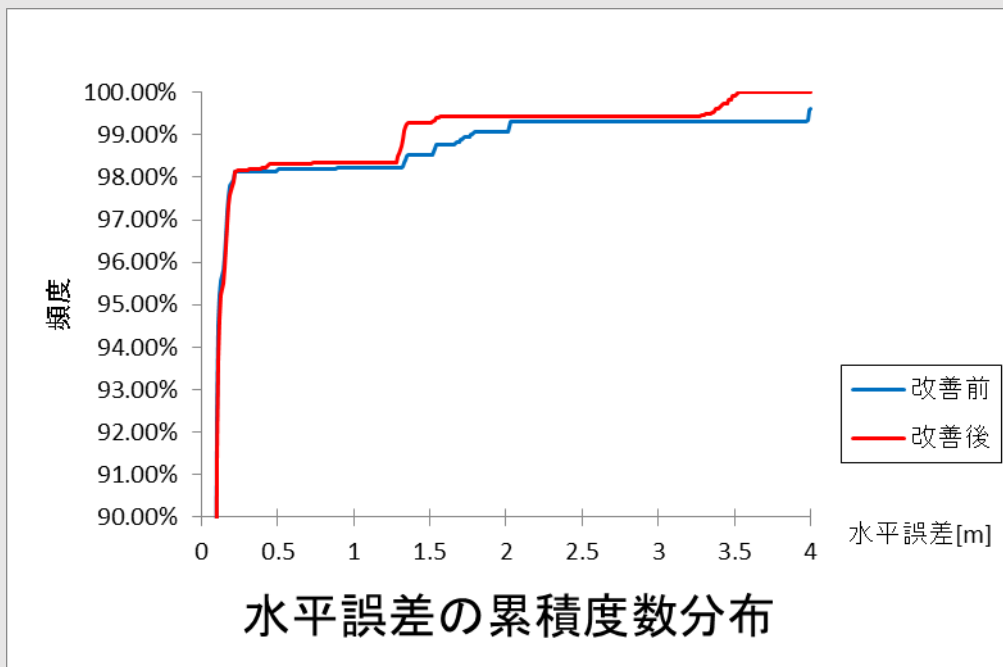
- ◆提案手法の有効性を確認するために実験・解析を行った。
- ◆自動車に低コスト受信機を搭載して取得したデータを、提案手法を実装したプログラムで解析。
- ◆アンテナの真位置をPOSLVXで取得し、解析結果と比較して誤差を算出。
- ◆従来手法と提案手法の測位率と測位精度を比較する。



5.実験・解析

◆解析結果

全エポック:6735	改善前	改善後
FIX数	4987	5483
FIX率[%]	74.05	81.41
水平誤差>0.3m	93	100
ミスFIX率[%]	1.86	1.82
水平誤差RMS[m]	0.40	0.31
垂直誤差RMS[m]	0.50	0.25



◆測位率7%向上

◆測位精度も向上

◆アルゴリズムの改善で低コスト受信機でもRTK測位性能が向上！

6.まとめ

<まとめ>

- ◆cm級の位置測位技術として利用が進んでいるRTK測位。
- ◆低コスト受信機で安くRTKをしたいが性能がいまいち....
- ◆測位演算アルゴリズムの改善で低コストRTKの性能が向上。

<今後の課題>

- ◆環境要因の測位誤差も取り除けるような工夫を行う。
(マルチパス、電離層、etc...)

ご清聴ありがとうございました