

船舶による高精度単独測位の 精度評価と応用提案

齊藤詠子(東京海洋大学)

久保信明(東京海洋大学)

霜田一将(航海訓練所)

目次

- 背景と目的
- 海上ブイと船舶の比較
- 実験
- 実験の結果と考察
- 海上への応用提案
- 海上ブイの代替・データ補間
- 錨泊中の船舶による防災・減災対策
- まとめ

背景

- 海上ブイ
先行研究

防災分野でのGPS海洋ブイの取組み：海洋情報フォーラム,
2014.3.27.

課題：建設費用・期間、電源確保、保守整備

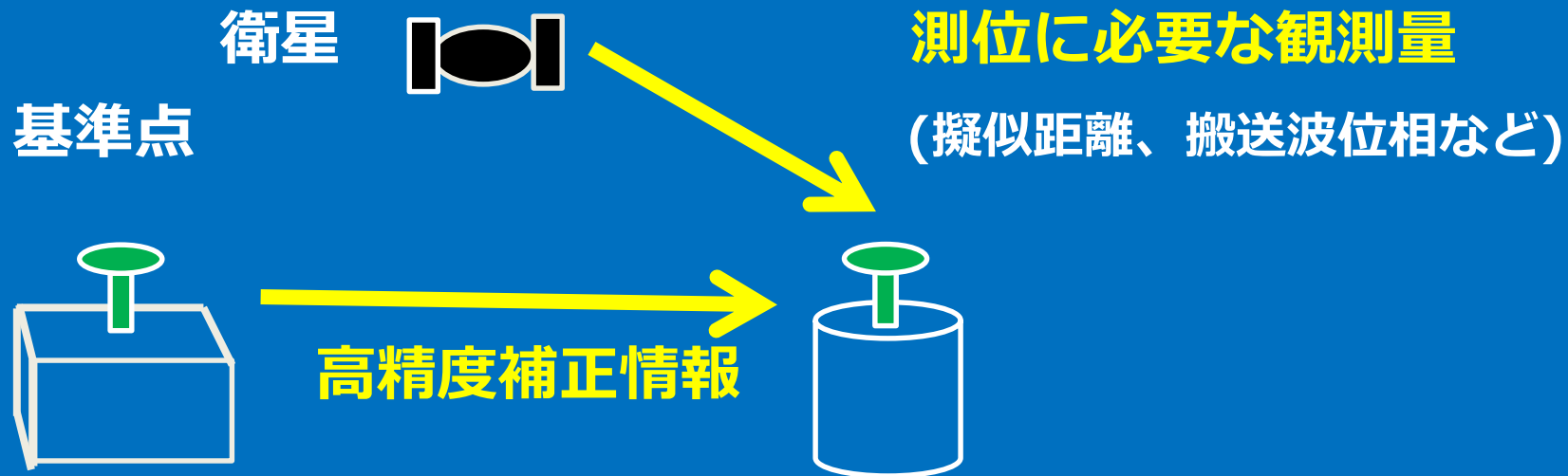
この課題を解決すべく、船舶を使用した場合・・・

- ①分析データの増加
- ②より高精度な海面変動の計測



RTKとPPP

- RTK(Real Time Kinematic) 海上ブイが可能



- PPP(高精度単独測位 : Precise Point Positioning) 船舶が可能



背景

- ・ 船舶を用いた高精度単独測位
先行研究

久保信明・喬 耘・安田明生：GPS単独測位高精度化の実現性について,日本航海学会論文集,114,2006.3.

- ・ 先行研究で検討が不十分な点
湾内で錨泊している船舶に対する検証

単独測位の高精度化を活用した、船舶での応用例
についての検討

目的

- 陸上定点と錨泊中の船舶による、PPPの精度評価の比較検討
- 錨泊中の船舶による、海上ブイの代替またはデータ補間と防災・減災につながる応用提案

単独測位とPPPの比較

	単独測位	PPP
基本観測量	擬似距離	擬似距離
		搬送波位相
軌道・時計	放送暦	精密暦
電離層遅延量	モデル補正	電離層 フリー結合
対流圏遅延量	モデル補正	モデル補正
		推定

海上ブイと船舶の比較

	海上ブイ	船舶
GPSの用途	・ 海面変動	・ 自船の位置情報
	・ 気象海象	・ 航海計器と接続
陸上へのデータ伝送手段	衛星通信設備	・ 大型船：衛星通信設備
		・ 小型船：なし
GPS搭載率	100%	・ 大型船：100%
		・ 小型船：98%

大型船とは、国際航海に従事する300総トン数以上の船舶

実験

- ・ **現状の単独測位**

精度は約10m程度

→数cm単位の計測を要する用途には不適

- ・ **基準点を利用しない高精度測位**

静止衛星から補正情報を得る方法

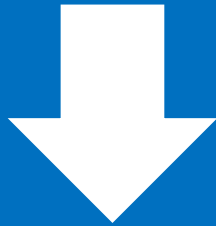
→OmniSTARの利用

全陸地の90%以上で補正情報が取得可能

実験

- ・ 実験のねらい

高精度な海面変動の計測が必要となるような、
海上ブイの代替またはデータ補間 および
錨泊中の船舶による防災・減災対策を目的とした
新たな応用提案の可否を判断



**OmniSTARを用いて、陸上の定点と錨泊中の船舶で
PPPの精度評価を比較する実験を実施**

実験

・ 陸上の定点測位実験 2015年6月21日実施

定点：東京海洋大学越中島キャンパス第4実験棟屋上

・ 錨泊中の船上測位実験 2015年7月4日実施

海域：東京湾(東京沖灯浮標から<041> 5,800m)

船舶：銀河丸(総トン数：6,185トン 全長：116.40m)



実験機材・条件

受信機	Trimble SPS855
アンテナ	陸上:NovAtel 703GGG
	船上:Trimble Zephyr Zeodetic
使用衛星	GPS・GLONASS・ QZSS・Beidou
使用 周波数	L1帯とL2帯の2周波
測位時間	24時間
測位間隔	1秒
測位モード	Kinematic
仰角マスク	10度
補正情報	OmniSTAR

実験の結果と考察

- ・ PPPの精度評価

PPPの測位率と相対測位解との比較により行う

- ・ 相対測位解

RTKのFIX解を真値としてのみ適用

基準点：東京海洋大学越中島キャンパス第4実験棟屋上
(受信機：Trimble NetR9 アンテナ：Trimble Zephyr Geodetic)

基準点座標値はF3解(2014年12月14日計算)

RTKで使用した衛星、周波数、測位時間、測位間隔、仰角マスクはPPPの条件と同じ

実験の結果と考察

・ RTKのFIX率

陸上 : 100%

船上 : 63.4%

・ 測位精度

PPPは解の収束に時間を要する

収束前の測位結果は不定となる場合あり

測位開始後から収束前(30分間)のデータを除き、標準偏差、平均値およびRMS(Root Mean Square)を算出

実験環境と測位率

・ 実験環境

陸上の定点測位実験



錨泊中の船上測位実験



・ PPPの測位率

陸上、船上ともに100%

相対測位解との比較

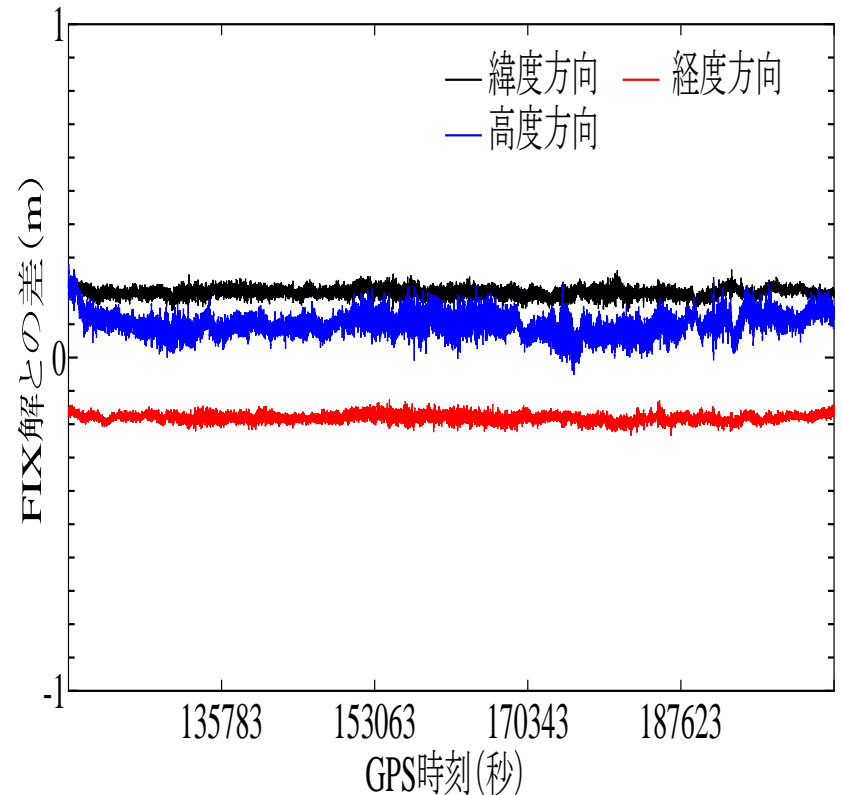
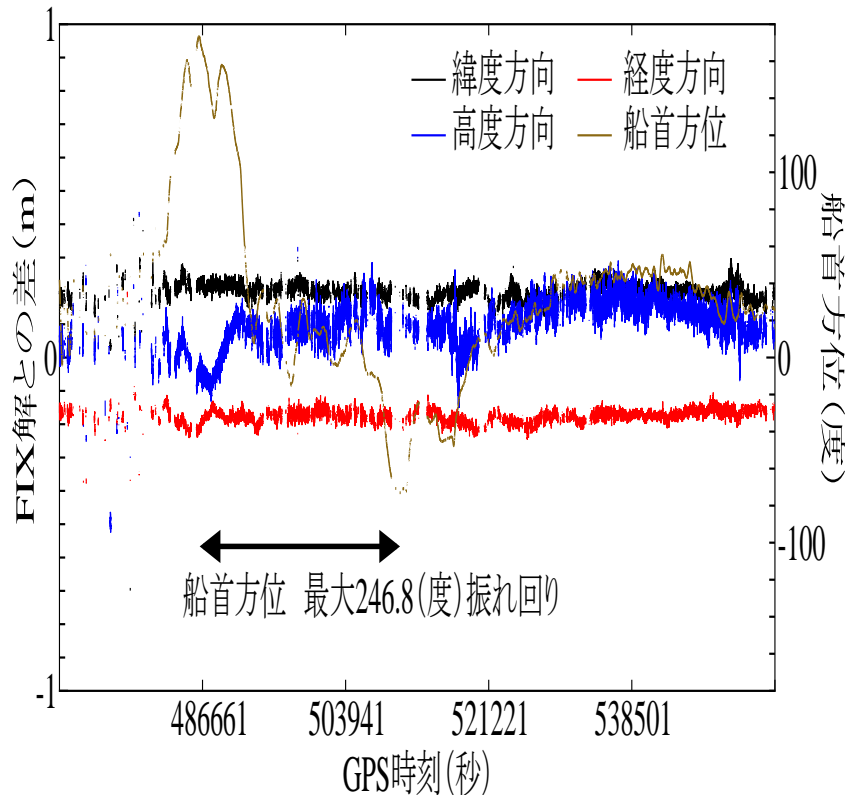
PPPの測位率は100%

RTKのFIX率は63.4%

錨泊中の船上測位実験

RTKのFIX解が少ないため

陸上の定点測位実験



衛星からの補正データ伝送速度 : 600bps

測位精度

測位場所	評估項目	緯度方向 (m)	經度方向 (m)	高度方向 (m)
陸上	標準偏差	0.013	0.011	0.033
	平均值	0.195	-0.18	0.102
	RMS	0.196	0.181	0.107
船上	標準偏差	0.023	0.019	0.070
	平均值	0.199	-0.176	0.102
	RMS	0.200	0.177	0.124

海上への応用提案

- ・ 海上ブイの代替・データ補間：大型船の場合

気象観測装置

計測項目：

波浪、潮位、津波、
風向・風速、
水温、流向・流速、
気温、気圧

衛星通信設備

船内計測結果を
陸上へ伝送

船内での計測

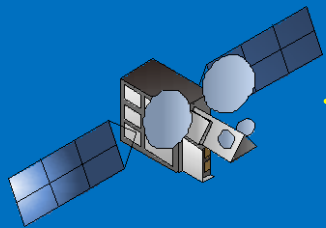


陸上への
データ伝送

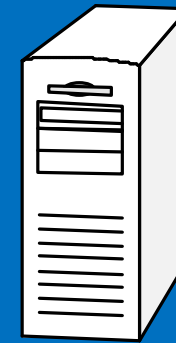
海上への応用提案

・ 錨泊中の船舶による防災・減災対策

海面変動データを船内設置のパソコンへ常時出力



Sea Level Abnormality Detection Support System	
Time	10:23:18Z
Lat	3534.799409N
Lon	13953.90128E
Sea Level	-00.006
<input type="button" value="Start"/>	



システムサーバ

① 海面の異常変位を検知

データ取得継続

当直航海士に通報

大きな音で警報により通知

② 海面の異常変位が検知されず

データ取得継続

異常変位時に備える

まとめ

- ・ 錨泊中の船上測位精度は
水平方向2cm・高度方向7cmであり、
船首方位の振れ回りにほとんど影響されず
- ・ 広範囲の海域で計測可能かつ海面変動の分析が期待
- ・ ばらつき補正手法と系統誤差軽減手法は今後分析
- ・ 自船で完結できる防災・減災対策システムは
船舶および船員という貴重な財産を守るためにも
必要