

波高計と船の動揺測定について

海事システム工学科（情報システムコース）

1 2 2 1 0 2 5 川崎 幹司

目次

- 背景と目的
- 波高計及び高精度GNSSの原理と特徴
(高精度GNSS：RTK-GNSSとGNSSコンパス)
- 実験概要と目的
- 各測定での実験結果と比較
- 考察とまとめ

背景と目的

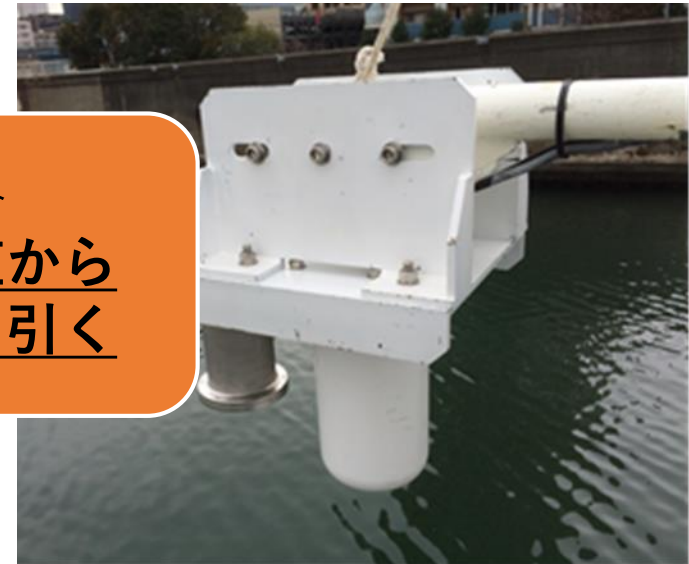
日本は海に囲まれている島国であり、
波高は海運や漁業など船舶の安全運航に影響がある



波高計による外洋波浪情報の把握は重要
(研究・練習船に主に設置)

**数cmの精度で位置を求めることのできる高精度GNSSが
波高計の役割を一部担えるのではないかと考えた**

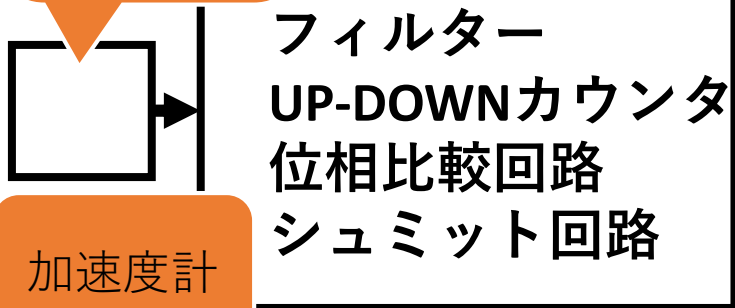
波高計の原理と特徴



マイクロ波
ドップラー
レーダ

マイクロ波波高計
(鶴見精機製)

加算回路
レーダ測定値から
船体上下量を引く



加速度計

二重積分回路

有義波高演算回路
出会い周期算出回路

波高

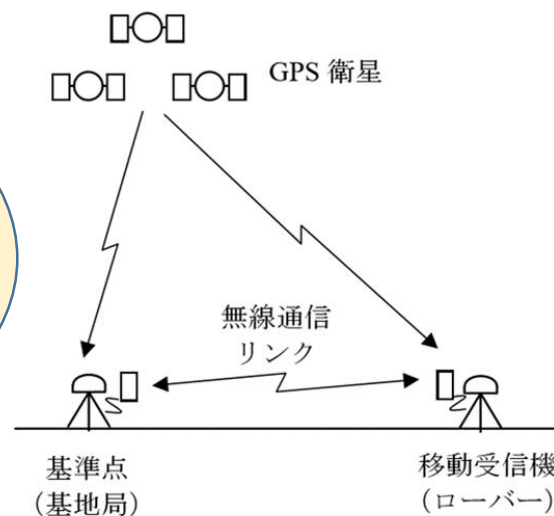
船体上下量

RTK-GNSSの原理と特徴

(=RTK測位)

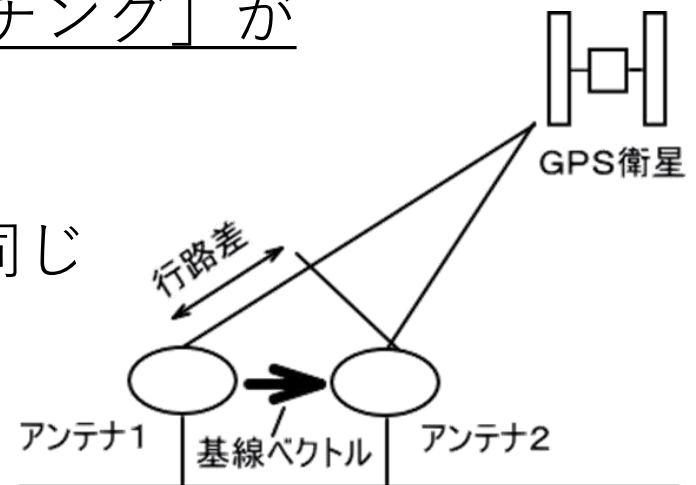
- GNSSとは米国のGPSだけではなく各国の測位衛星群
- RTK (Real-Time-Kinematic) とは、基準局から無線を利用して補正データを移動局側に送信し、移動局側で2点間の基線ベクトルを求め、移動局の位置をリアルタイムに数cmの精度で測定する方法

RTK測位は**補正データ**が無いと致命的
(データ遅延は10秒以内)



GNSSコンパスの原理と特徴

- RTK測位は基準局の位置を精密に入力することで移動側の精密位置を決定する
- 一方、GNSSコンパスは2つのアンテナの片方を基準とし、もう片方のアンテナまでの基線ベクトル（3次元）のみ精密に決定する。（右下図参照）
- 2つのアンテナで「方位」と「ピッチング」が正確に計算できる
- RTK-GNSSとGNSSコンパスの原理は同じ



それぞれの方式の特徴

	ロール	ピッチ	位置	波高	船体上下量
波高計	×	×	×	○	○
RTK-GNSS	×	×	○	×	?
GNSSコンパス	○	○	△	×	?

+ 船体上下量と有義波高の関連があるか？

実験の目的

- 船体上下量と波高に相関がないだろうか？
- 波高計のうち、船の動揺をRTK測位の高度変位量で推定できないだろうか？

基線長が長くなければ、

低コストのGNSS受信機も利用できる

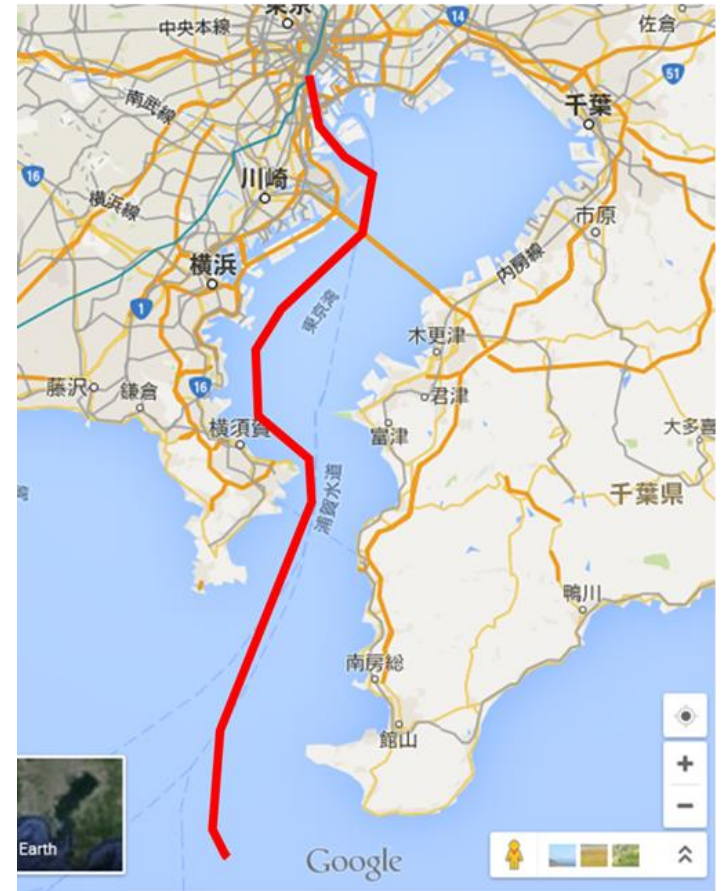
- そこで**低コスト受信機**を利用して、GNSSコンパスで船のピッチングをとらえ、その結果より船の動揺を推定できないだろうか？

実験概要

3月3日の往路軌跡 9時から14時まで

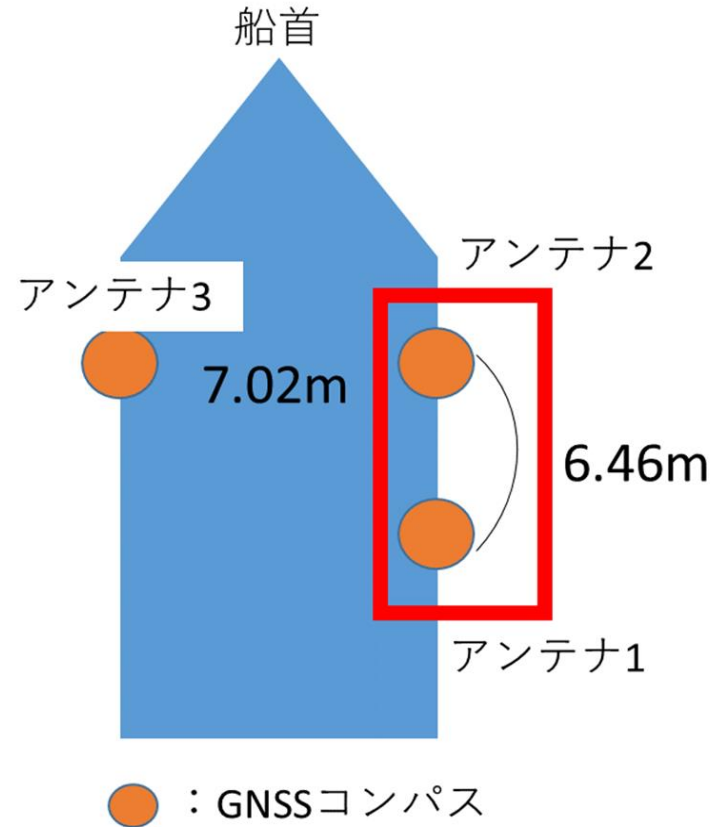
- 実験日時：2015年3月3日～3月5日
10月14日～10月16日
- 実験海域：勝どき～館山湾
- 使用船舶：汐路丸（全長49.9m）
- 取得周波数：RTKおよび波高計は10Hz
GNSSコンパスは5Hz
- 取得データ：結果（位置等）
観測データ
- 使用衛星：常に20機以上
（GPS、BeiDou、QZSS、GLONASS）

波高計は船舶に設置済み



実験概要

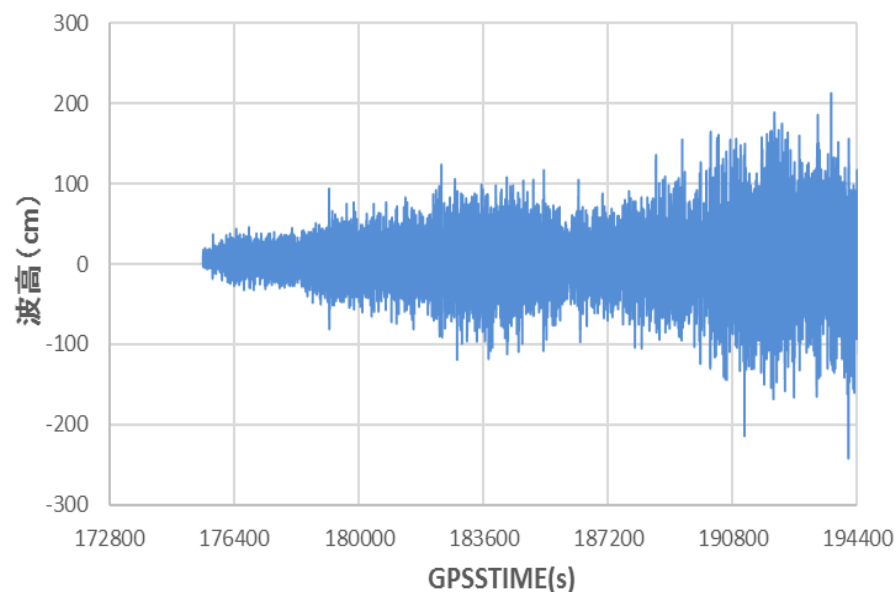
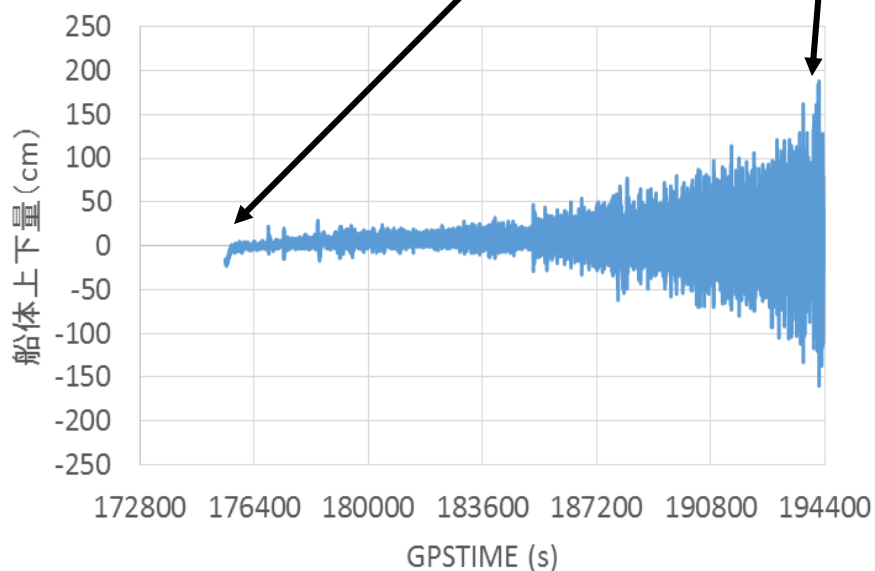
GNSSコンパス



GNSSコンパスを船橋の手すりに設置
今回は赤い枠内の2つのアンテナのデータ解析を行った

波高計の結果

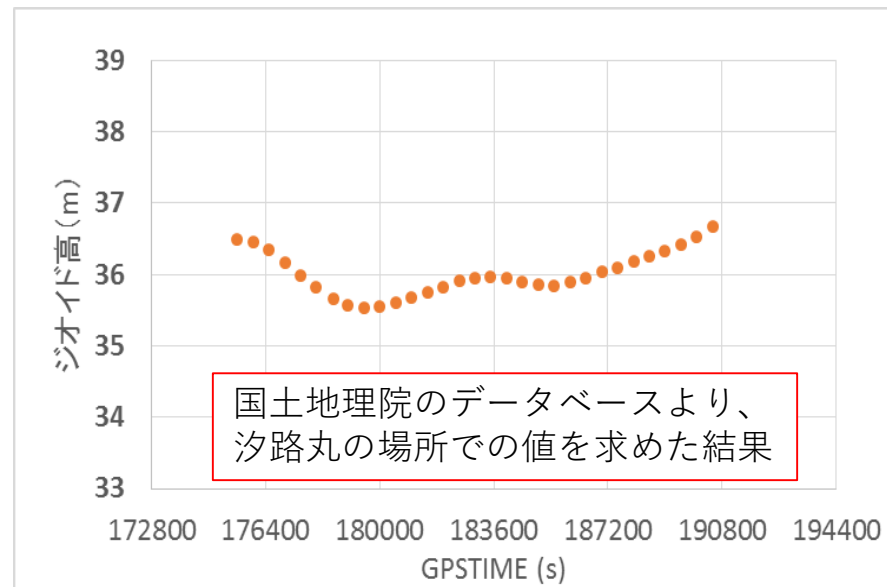
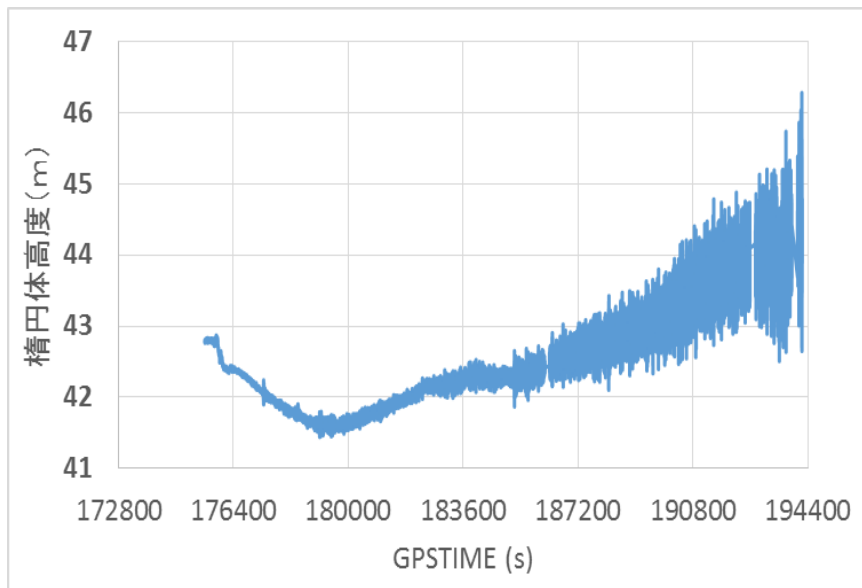
3月3日 勝どき～館山沖 (5時間半)



レーダ測定値から船体上下量を引くと波高

RTK-GNSSの結果

勝どき～館山沖
(前スライドと同じ時間帯)



Point

楕円体高度にはジオイド高が含まれている



観測場所によってジオイド高が
変化するのでジオイド高を考慮する

RTK-GNSSの結果

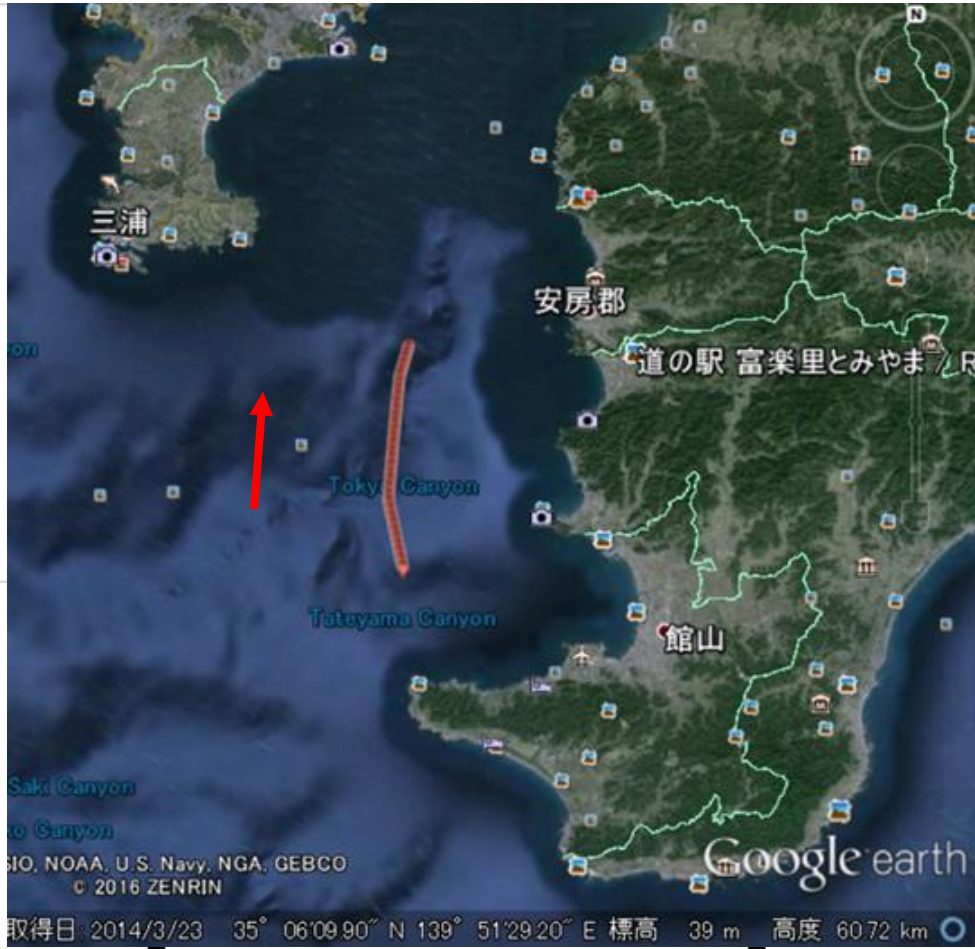
単独測位解は補正データが受信できなかったことを意味する
→本汐路丸航路でモバイルルータのカバレッジ外は**数%**だった

• 測位解の分類とその割合

	3月3日	10月16日
RTK-FIX解	95.25%	94.23%
FLOAT解	2.48%	0.01%
デファレンシャル解	1.65%	4.04%
単独測位解	0.62%	1.72%

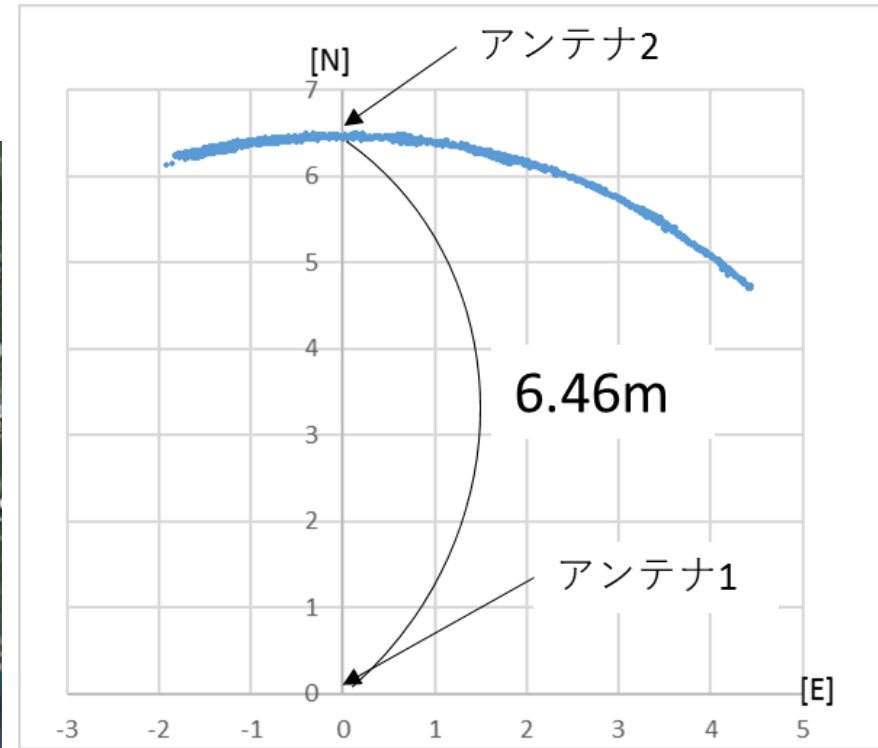
GNSSコンパスの結果

10月16日に復路軌跡 45分

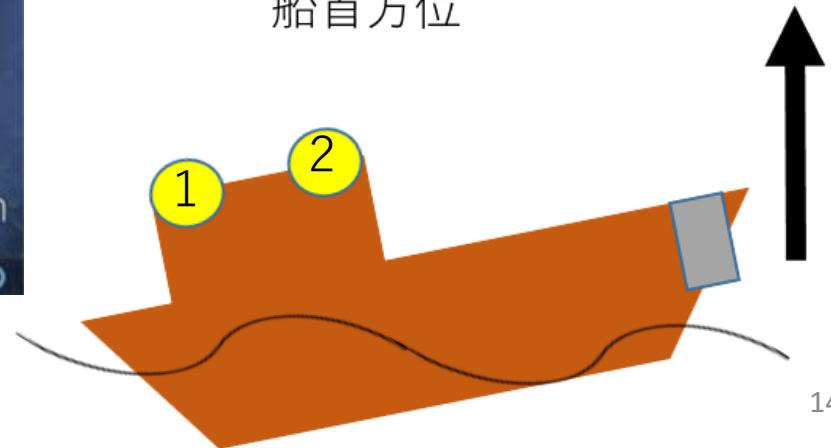


アンテナ1

アンテナ2

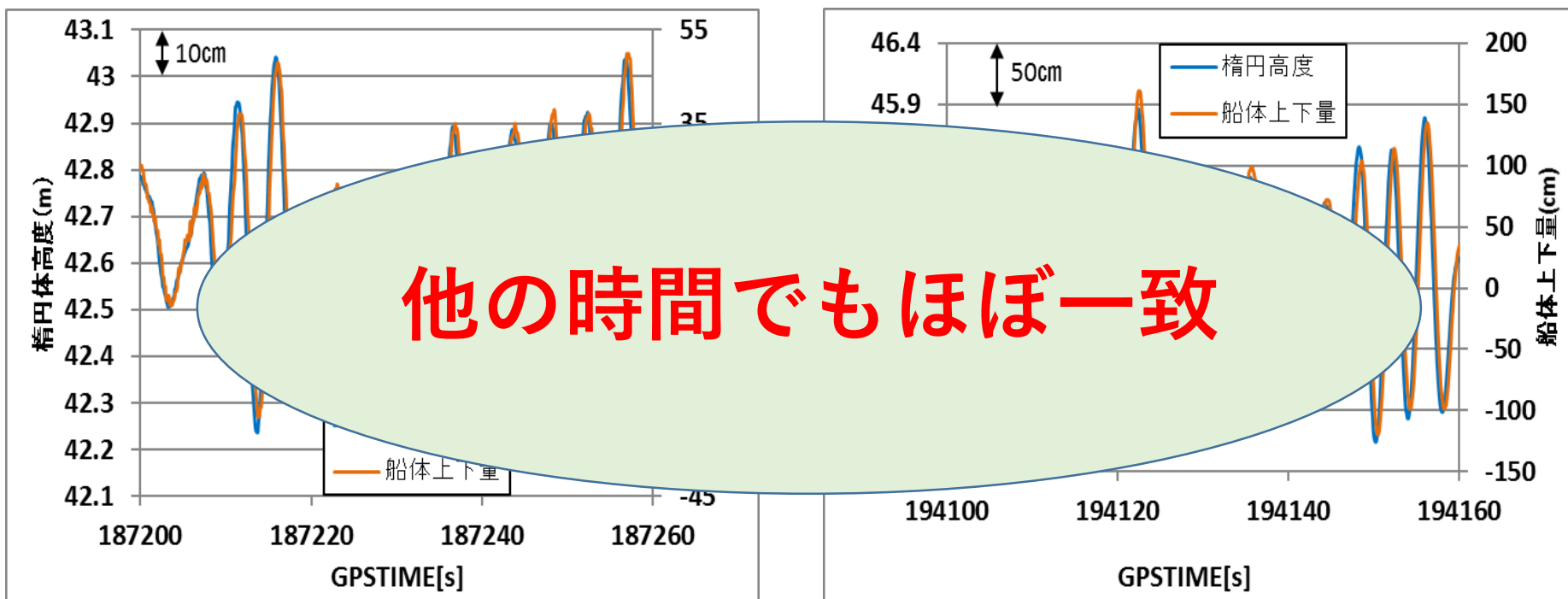


船首方位



船体上下量とRTK-GNSSの比較結果

どちらも1分間のグラフ

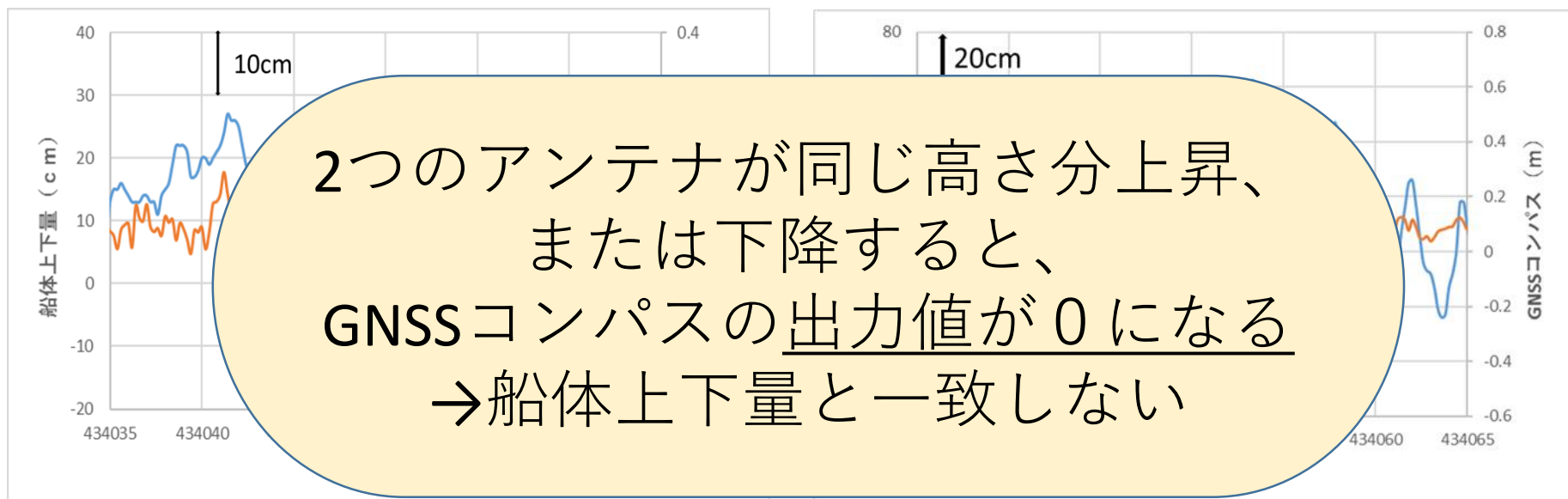


3月3日 13時 振幅約1m

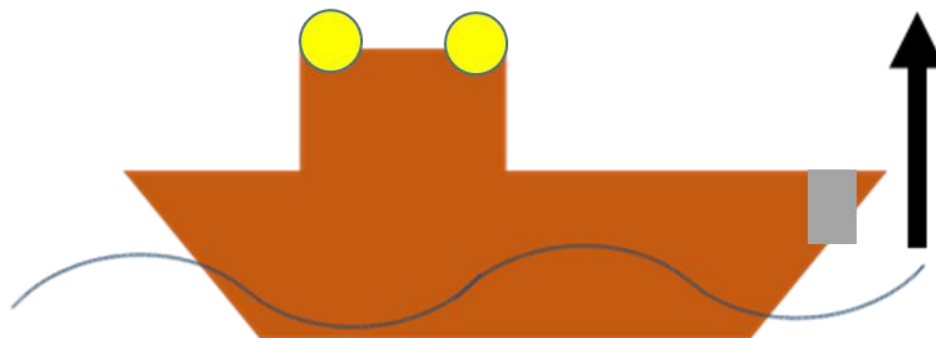
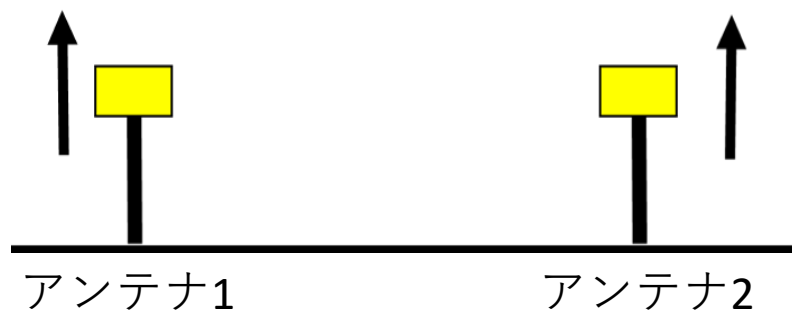
3月3日 15時 振幅約3m

1分程度の短時間であれば
ジオイド高の変化は無視できる


船体上下量とGNSSコンパスの比較結果



GNSSコンパスの簡略図



考察とまとめ

- 船体上下量とRTKの高度方向は異なる振幅でも、非常に良く一致
- しかし、わずかにRTKの結果よりもジンバル式加速度計の反応が遅くみられた。これはジンバル式加速度計の積分回路により積分が行われているからだと思われる  要調査が必要
- 船体上下量とGNSSコンパスの間には相関性がみられなかった
- **今後の課題**は船体上下量と波高の関係について