

IMUの温度特性と方位計測精度の 向上手法について

海事システム工学科4年
1721023 小松大生
指導教員 久保信明 教授

発表の流れ

1. 研究背景
2. IMU（慣性計測装置）とは
3. IMUの温度特性
4. 提案手法
5. 実験・結果
6. まとめ・課題

1. 研究背景

沿岸部にケーソンを設置する際、起重機船による据付が行われる

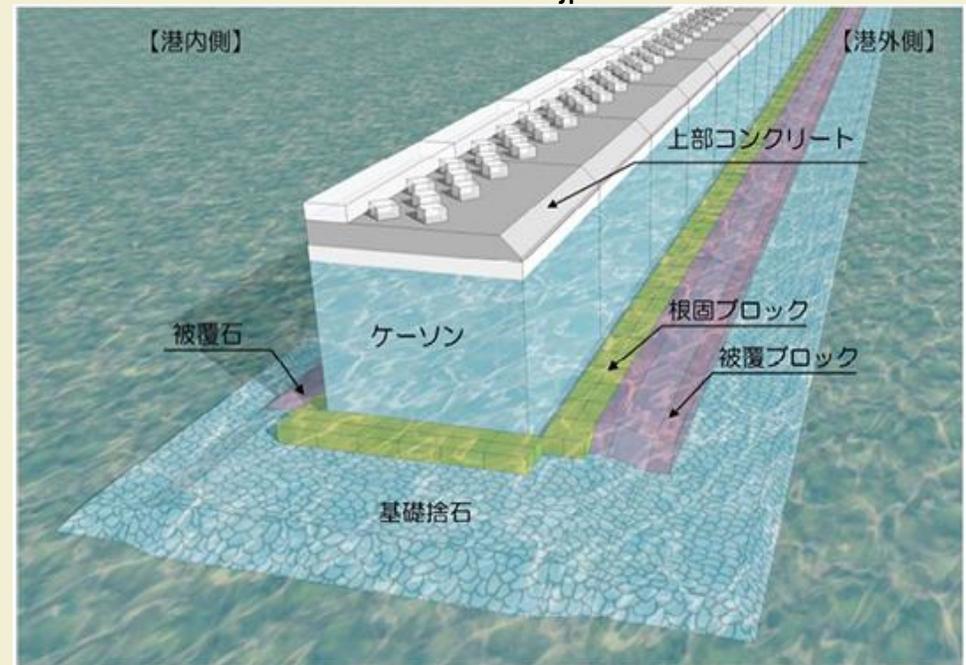
ケーソンが水中に入るとGNSSによる測位が不可となってしまう



現在は潜水士が向きを確認
...しかし
危険の回避や人件費の削減をしたい

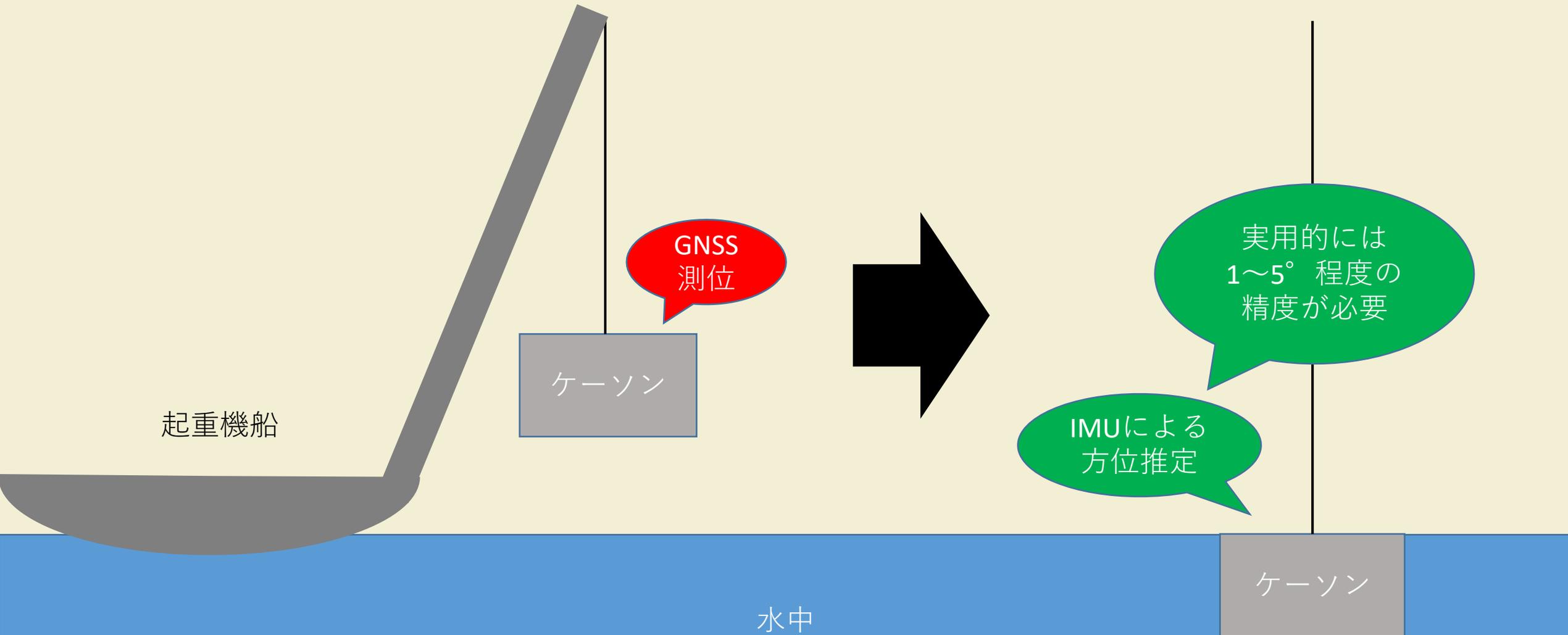


出典：seiho-k.co.jp/caisson.html

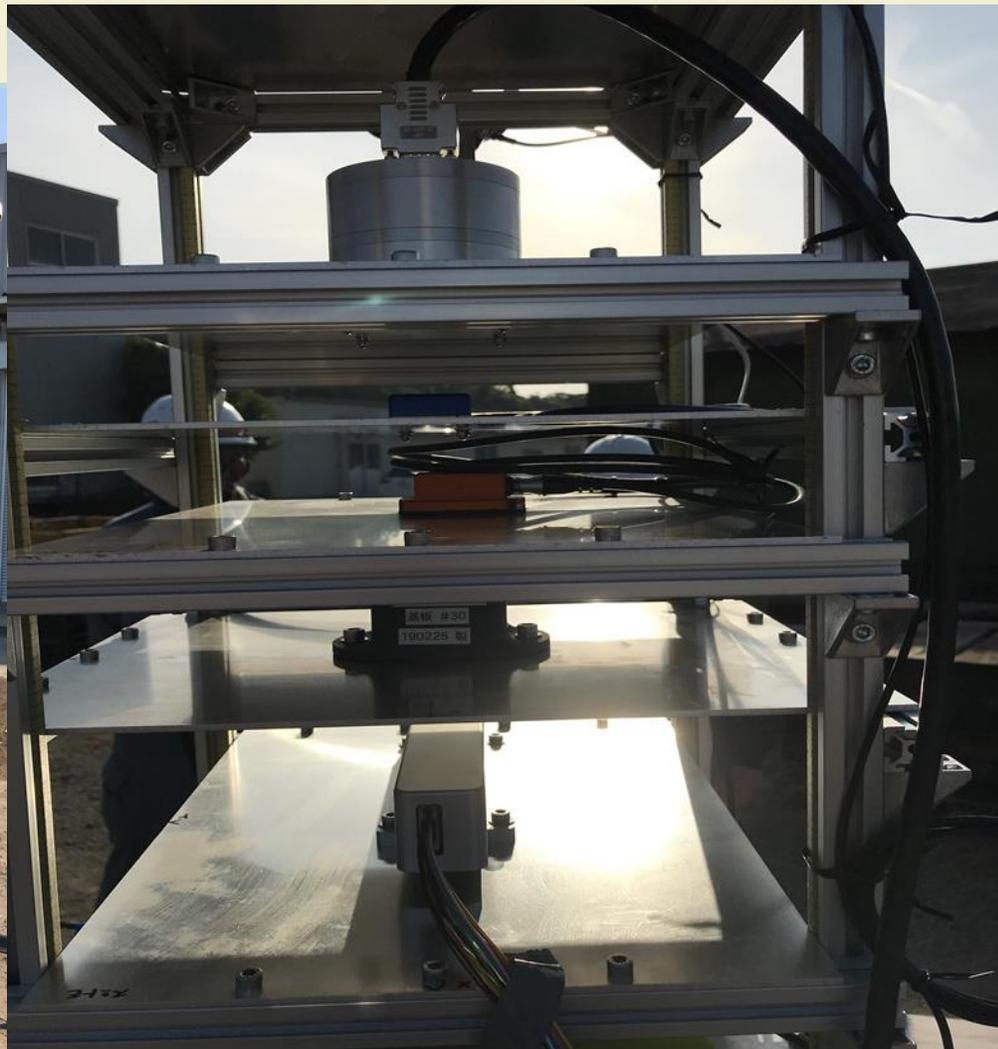


出典：aomi.co.jp

1. 研究背景



1. 研究背景



出典：wonderworldsolutions.com

2. IMU（慣性計測装置）とは

- 3軸の加速度や角速度、姿勢角を計測することができる装置
- Yaw方向の角速度を時間積分することで方位角を計算することができるが、IMUの計測する角速度にはバイアスが含まれる

➡ 時間が経過するごとにバイアスが蓄積していき、方位誤差が大きくなる

バイアスが大きくなる原因の1つは
温度変化



2. IMU（慣性計測装置）とは

- バイアスの大きさはIMUの種類によって異なる。メーカーにより固有のバイアス補正方法が公開されていることは少ない



CSM-MG100



xsens MTi-670

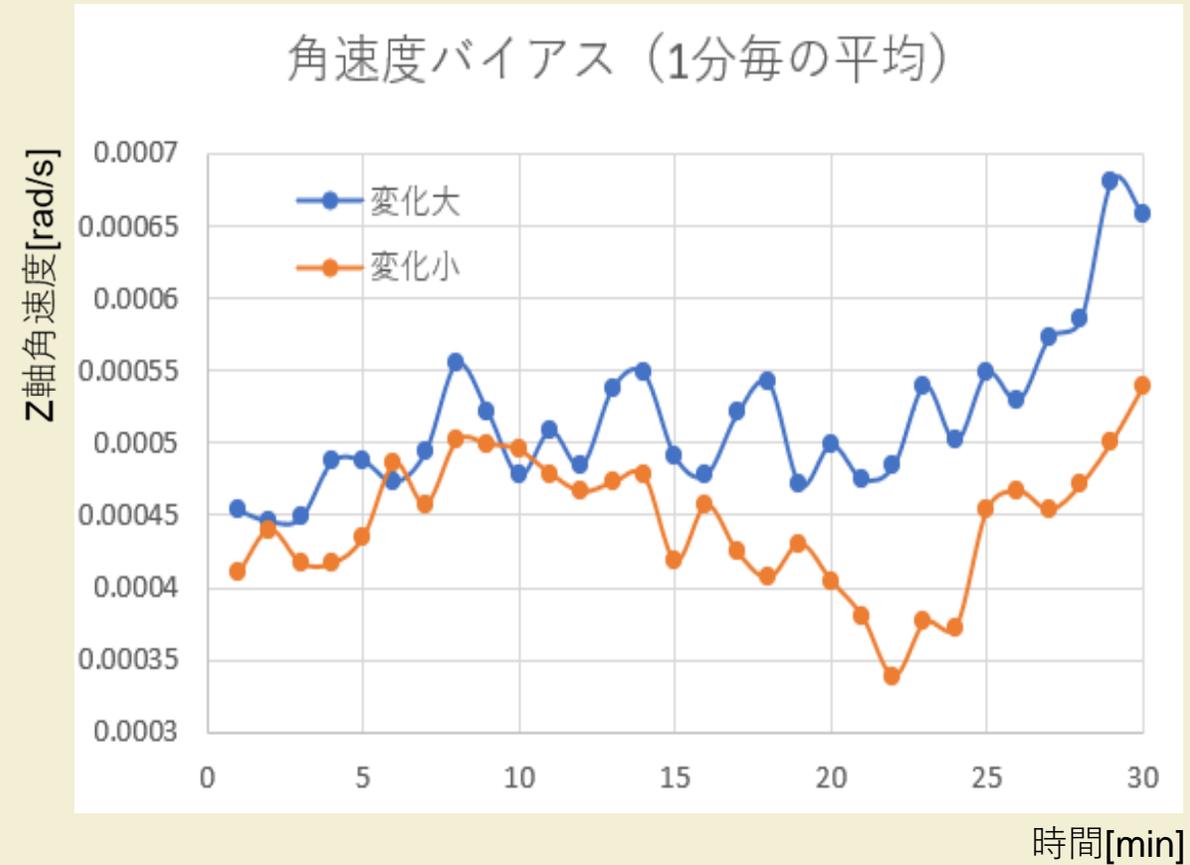
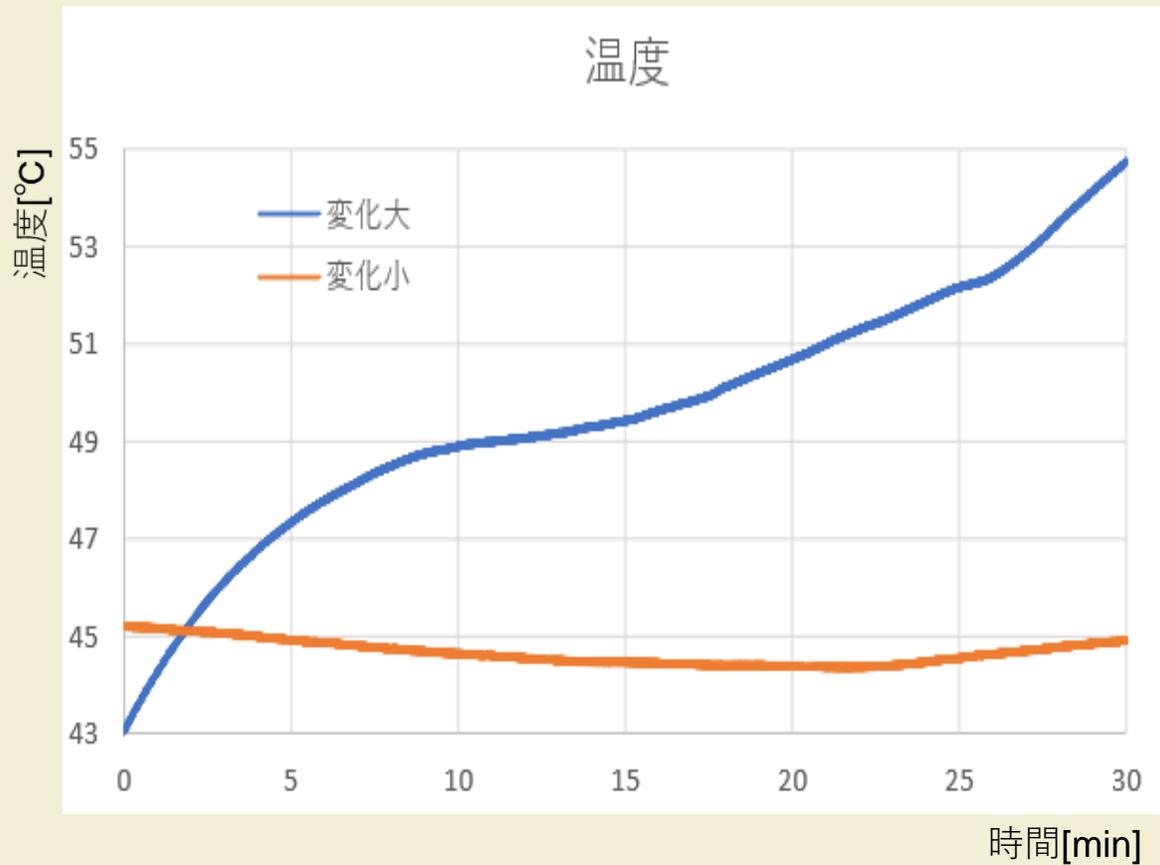
3. IMUの温度特性

【概要】

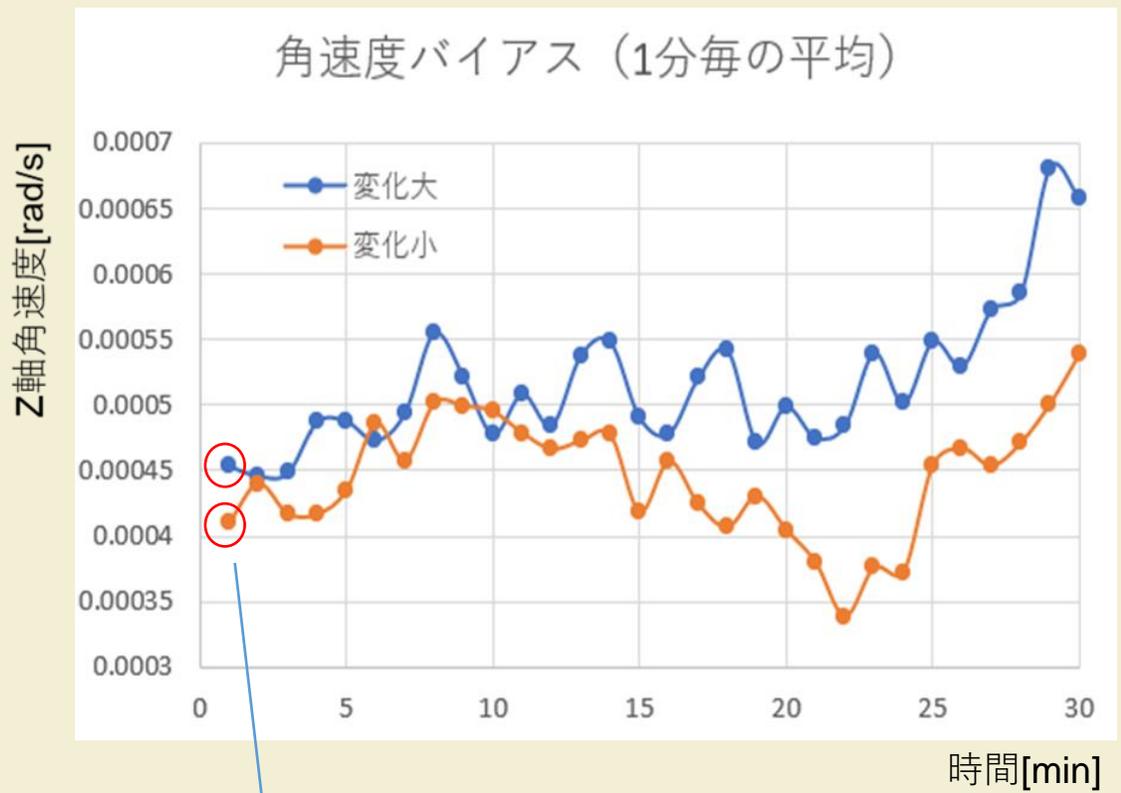
- 30分間xsensを静止させ、角速度バイアスの大きさと安定度を確認する
- 温度変化が大きい場合と小さい場合で2通り行う



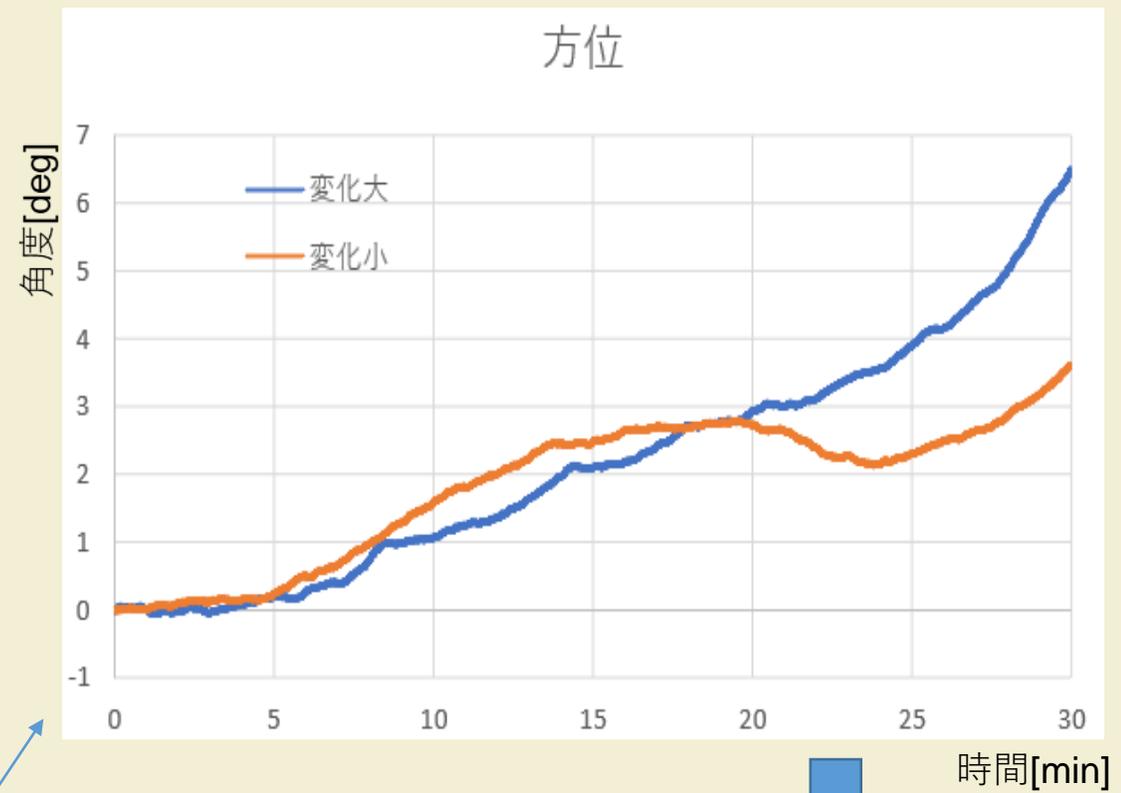
3. IMUの温度特性



3. IMUの温度特性



開始1分の角速度バイアスの平均をすべての角速度から引き、方位計算を行う



最終的な方位(真値は0)

変化大 : 6.5度

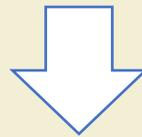
変化小 : 3.6度

4. 提案手法

最初の静止時のバイアスを引く補正方法では、平均温度とバイアスを取る部分の温度差が大きい場合、小さい場合と比べて角速度の精度が良くならない

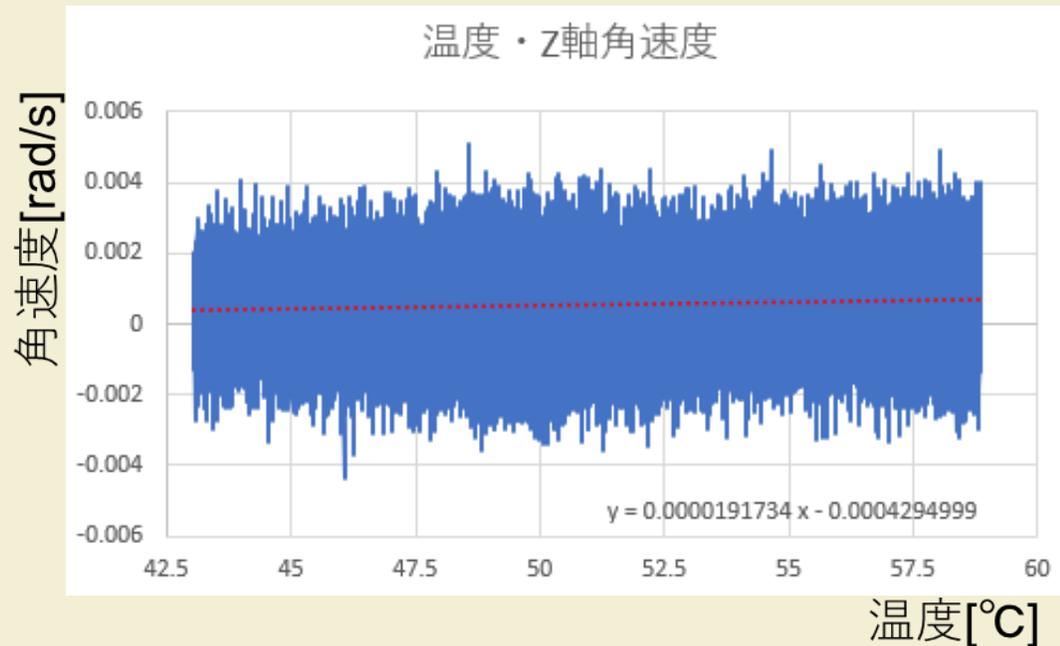


温度変化に応じた角速度バイアス計算が必要



温度が上昇している時、下降している時に分けて式を作成する

4. 提案手法

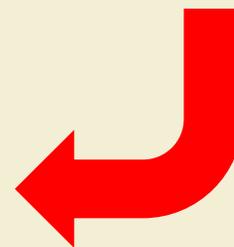
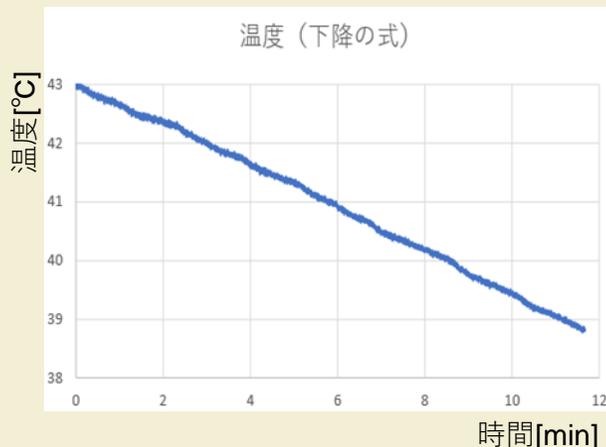


10~20分程度の静止データを取得

温度とZ軸角速度の関係を図示

グラフを線形近似し、得られた式のxに温度を代入して求めたyがバイアス値となる

すべての角速度からyの値を引く



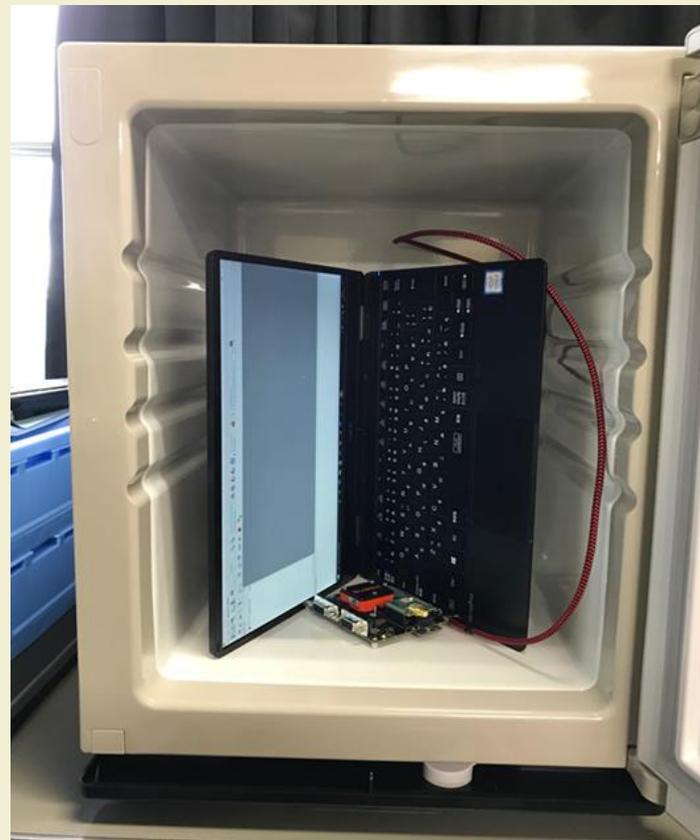
この補正式を温度が上昇している場合と下降している場合に分けて作成する

4. 提案手法

- IMU内部の温度を自由に制御するため、恒温槽を用いる。



クールインキュベータ



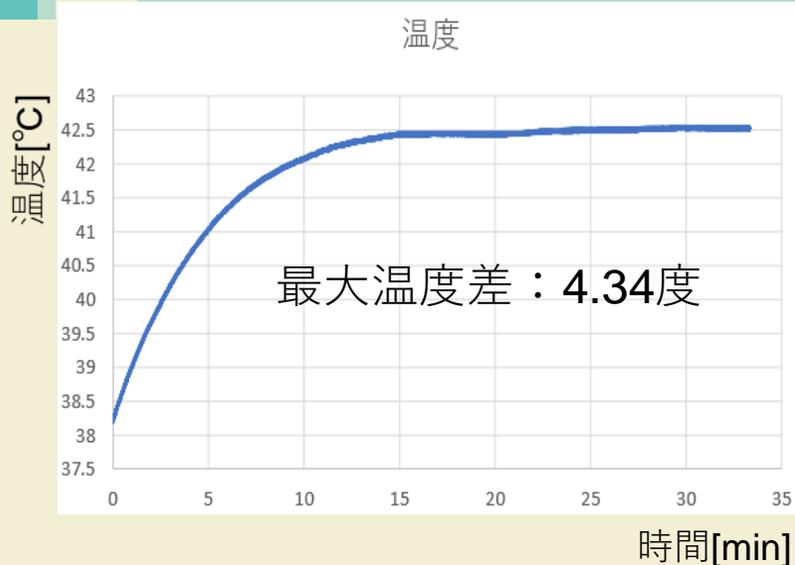
庫内温度3~45°Cに設定可能

5. 実験① (xsens MTi-670)

- ターンテーブル（約48秒間に1周）を用いて反時計回りに40周させる
- 提案手法で作成した補正式を回転データに適用していく



5. 結果①



真値... -14400度

静止バイアス補正... -14454.2度
(誤差54.2度)

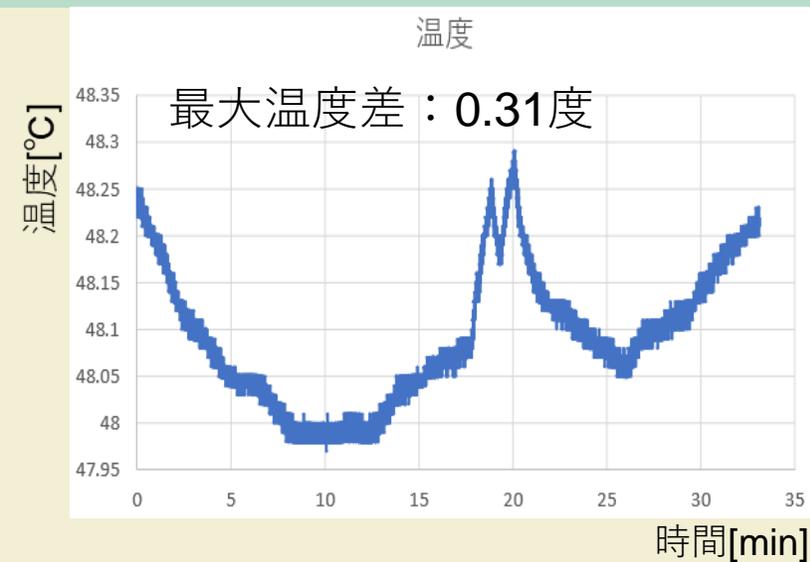
上昇の式適用... -14404.9度
(誤差4.9度)



真値... -14400度

静止バイアス補正... -14421度
(誤差21度)

上昇の式適用... -14412.5度
(誤差12.5度)



真値... -14400度

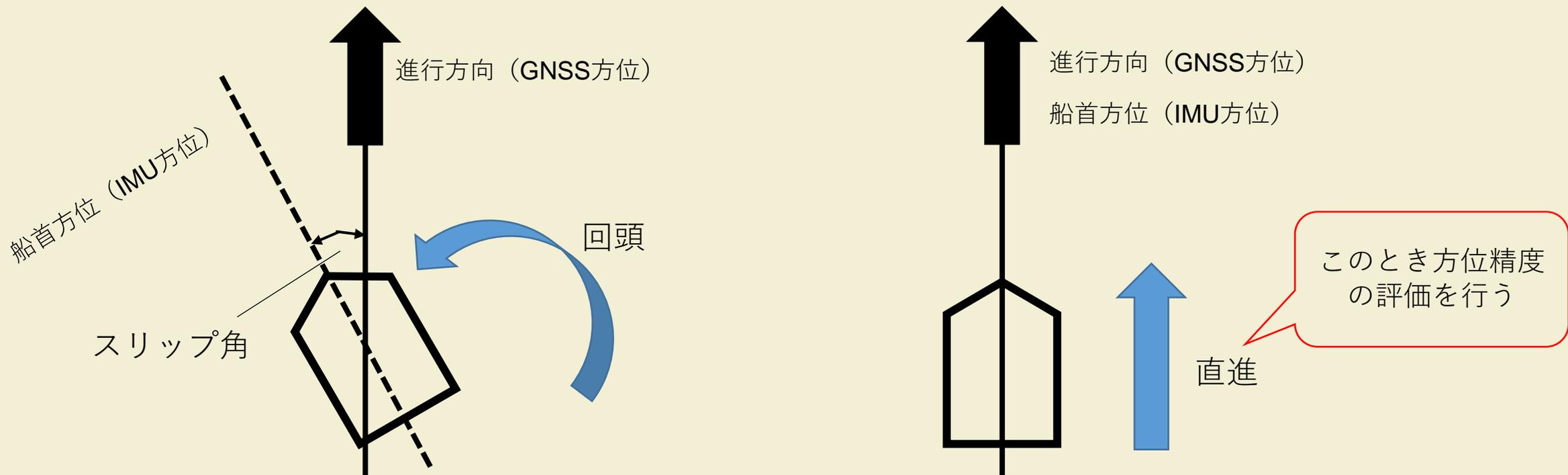
静止バイアス補正... -14399.4度
(誤差0.6度)

上昇の式適用... -14386.6度
(誤差13.4度)

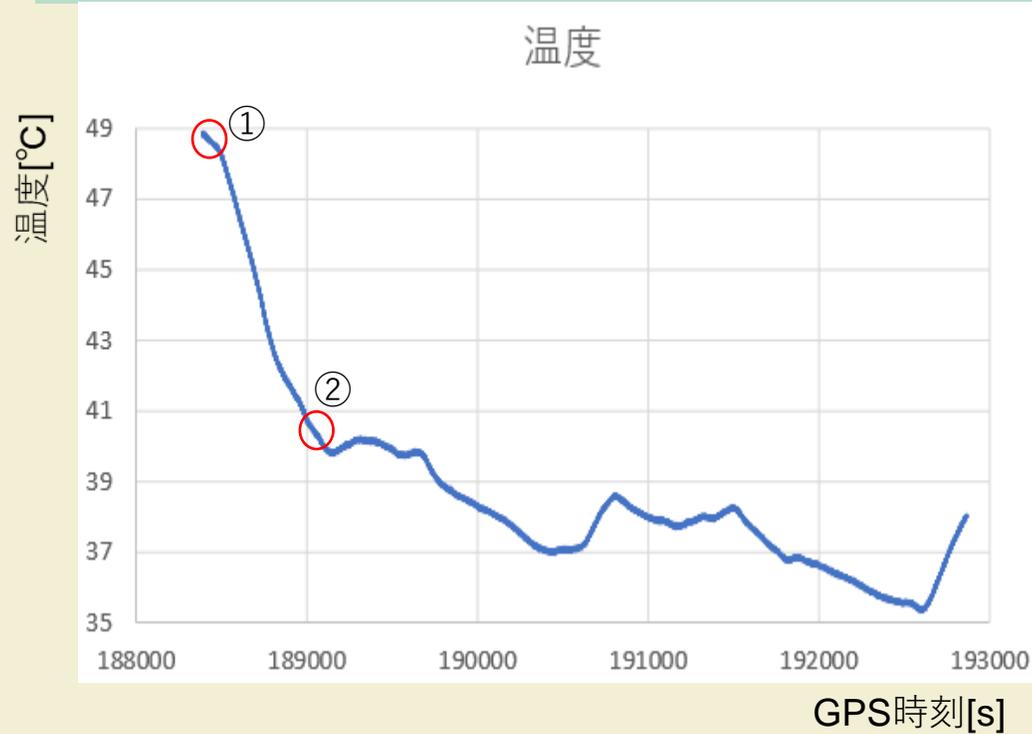
下降の式適用... -14388.8度
(誤差11.2度)

5. 実験② (CSM-MG100)

- 1時間程度の汐路丸航海データに提案手法で作成した温度補正式を適用する
- IMUの方位精度を評価するため、真値にはGNSS方位を用いた



5. 結果②



表： 方位[deg] (() 内はGNSSとの誤差)

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
GNSS	227	180	160	134	33	49	105	146	98	222
静止補正	227(0)	177(3)	155(5)	126(8)	22(11)	34(15)	84(21)	112(34)	55(43)	168(54)
温度補正	227(0)	181(1)	165(5)	143(9)	50(17)	72(23)	131(26)	186(40)	157(59)	293(71)
温度補正	227(0)	180(0)	161(1)	135(1)	37(4)	54(6)	108(3)	150(4)	106(8)	230(8)

下降の式適用

上昇の式適用

6. まとめ

- IMUは温度変化に伴い、角速度のバイアスの大きさが変化する
- 温度変化が小さい（平均温度とバイアスを取る部分の温度差が小さい）場合、静止バイアスによる補正の効果が大きい
- 温度変化が大きい場合、温度補正式による補正の効果が大きい

6. 課題

温度が上昇している場合と下降している場合に
分けるのではなく、
温度変化に伴う角速度の変化のしかたが重要



角速度は温度に比例するわけではない

しかし...

IMUが動いている時は角速度の真値がわからない
ため、バイアスを出すこともできない

