

定期的な水底地形実測を導入した 陸水域の流れと水底地形変動の 予測手法の開発と実用化

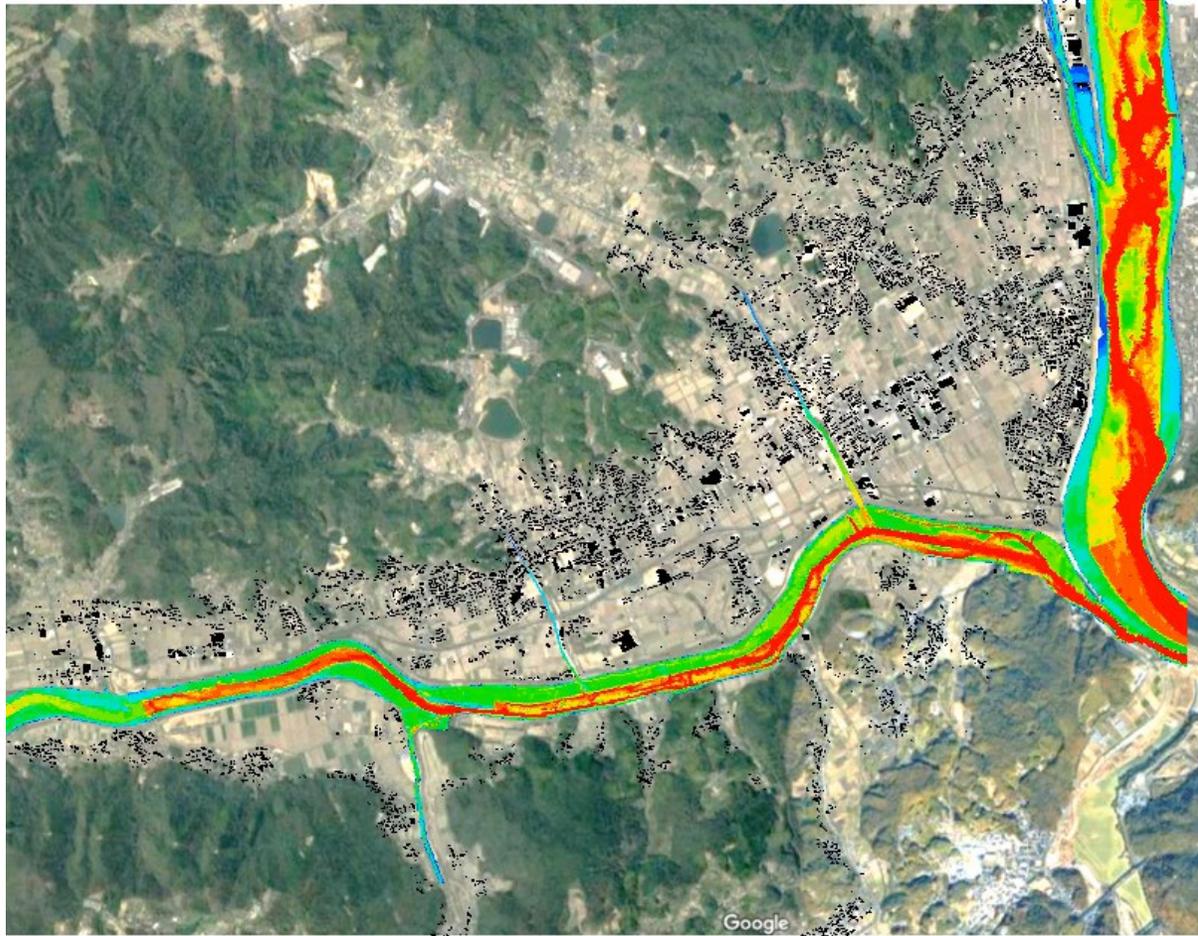
赤穂良輔¹, 渡辺雅二², 神保秀司³

¹岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域准教授

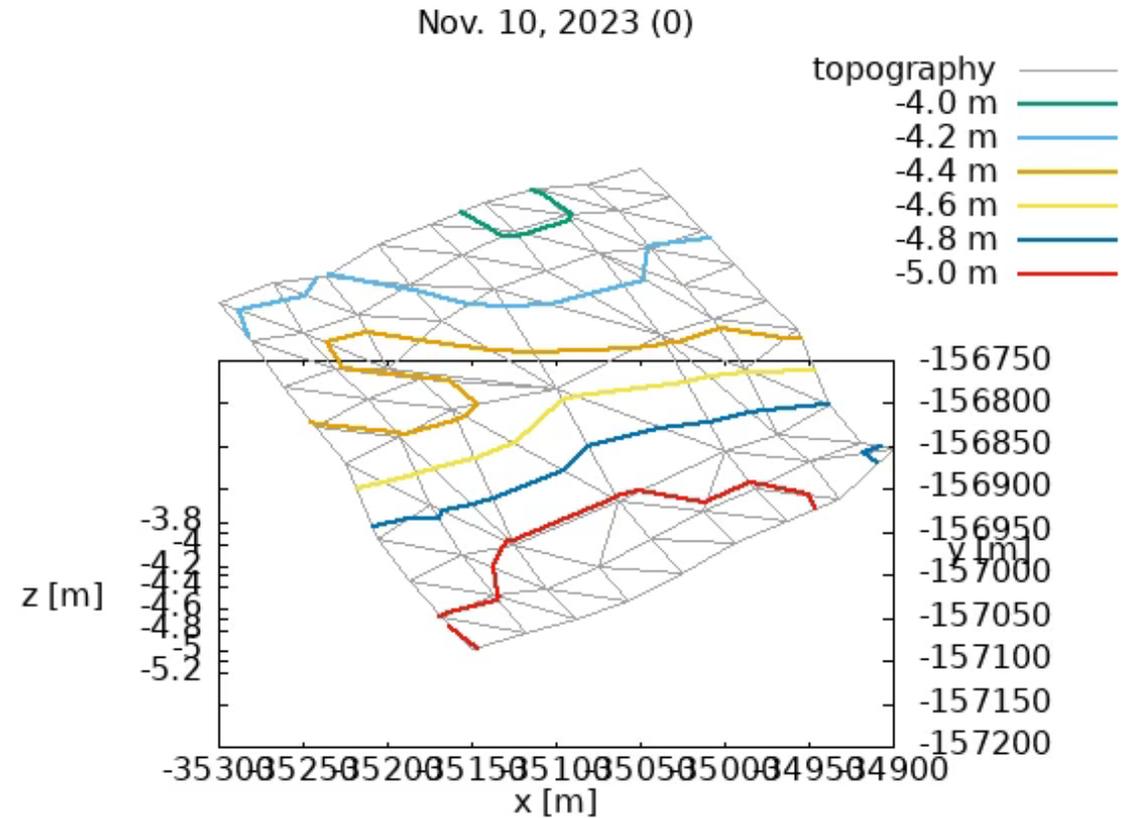
²岡山大学名誉教授, 岡山大学特命教授(研究)

³岡山大学客員研究員

研究紹介



赤穂の研究例



渡邊の研究例

アウトライン

1. 本研究の概要
2. 研究の背景および動機
3. 研究フィールド
4. 計測方法
5. 水底地形データ作成の流れ
6. 計測結果
7. データ処理結果
8. まとめ
9. 数値解析の概略

1. 本研究の概要

- 本研究は陸水域の流れと地形変化に着目し、数値計算による流れと水底地形変化の解析と解析結果の検証に実測値を導入する手法の実用化を目標とする。
- GPS受信機あるいはGNSS受信機と超音波測深機を用いた測位-測深では受信機に接続されたアンテナと音波測深機送受波器は船体に固定される。
- 一方、一般に船舶にはピッチ（縦揺れ）とロール（横揺れ）およびヨー（船首揺れ）を含む船体の動きによる動揺が発生し、測位・測深結果に発生する誤差の要因となる。本研究の実測に関する研究では、この誤差を補正するための手法に着目する。

2.研究の背景及び動機

近年 豪雨災害

気候変動の影響を受け頻度の増加，規模の拡大
河川や貯水池の管理が重要

水底地形

の維持・管理

流入量

流出量

土砂流入出量

水底の土砂堆積と洗堀状況

に関するデータが
不足

平面二次元モデルを用いた流動解析

- ・長期間における流況計算に有効
- ・河川より流入する土砂流動を解析する



定期的な水底地形の測量

- ・RTK-GPS及び音響測深機による測量
- ・測量データによる水底地形の作成技術



実測を導入した陸水域の流れと水底地形変動に関する解析システムの開発と実用化

3.研究フィールド

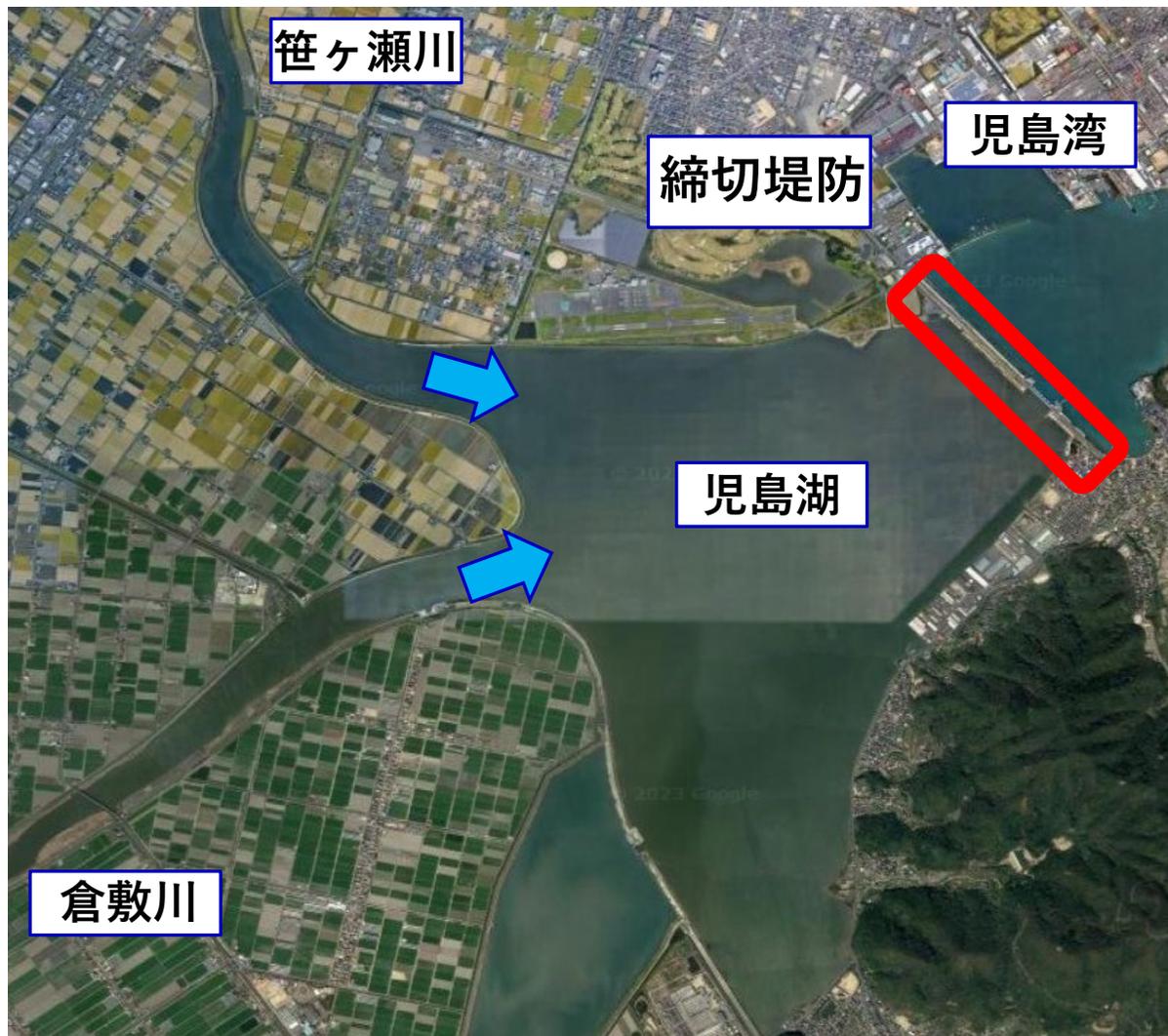
岡山県児島湖

- ・ 笹ヶ瀬川，倉敷川からの流入
- ・ 締切堤防の樋門操作

適切な樋門管理により湖内水位を管理



干拓地内の洪水・高潮による
浸水被害の防止



4.計測方法

ハードウェア

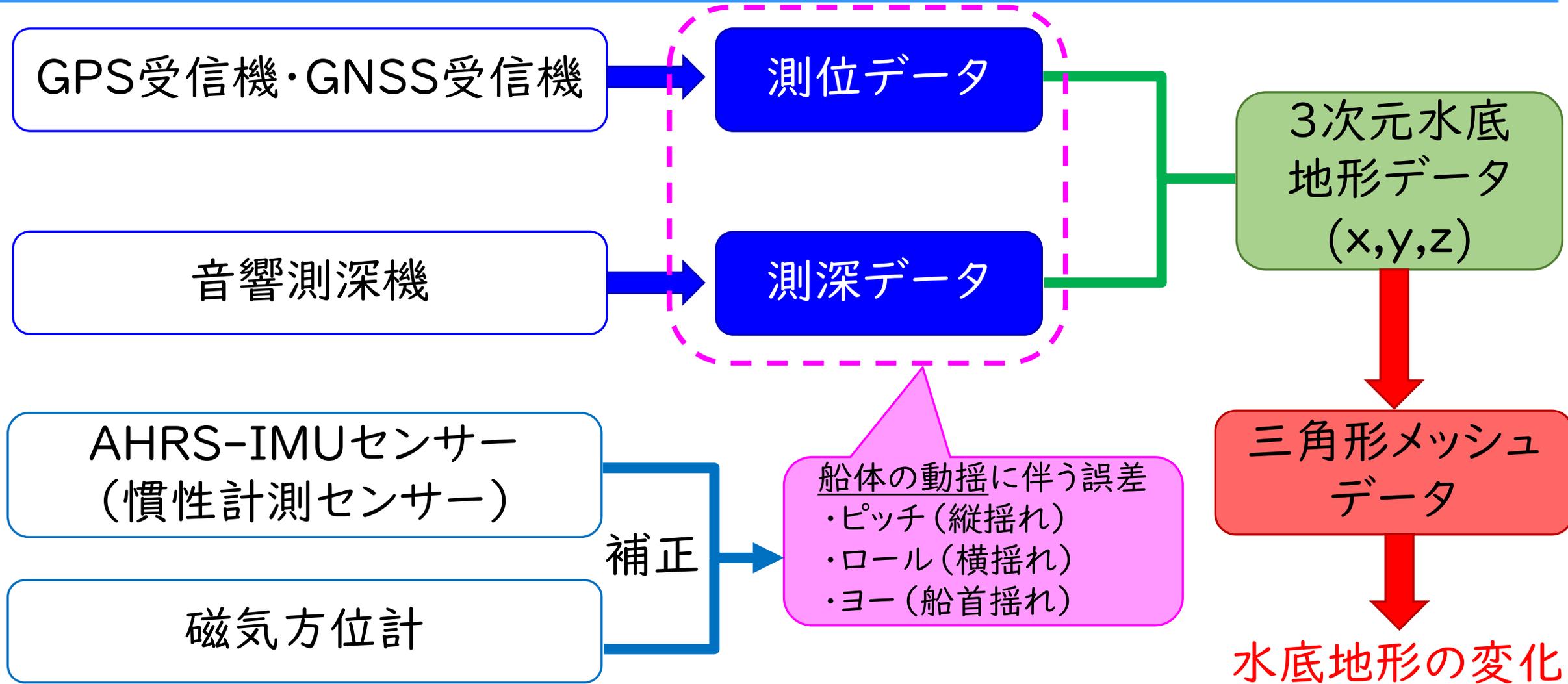
- ・RTK-GPS (Real Time Kinematic GPS) 受信機
- ・RTK-GNSS(Real Time Kinematic GNSS)受信機
- ・音響測深機 (200 kHz)
- ・AHRS IMUセンサー (3軸方向の回転角の計測)
- ・磁気方位計

設置方法

- ・GPS受信機とGNSS受信機に接続されたアンテナおよびGNSS受信機本体とAHRS IMUセンサーは船体に固定された支柱に設置。
- ・音響測深機の送受波器は支柱の下端に取り付け、水中に設置。

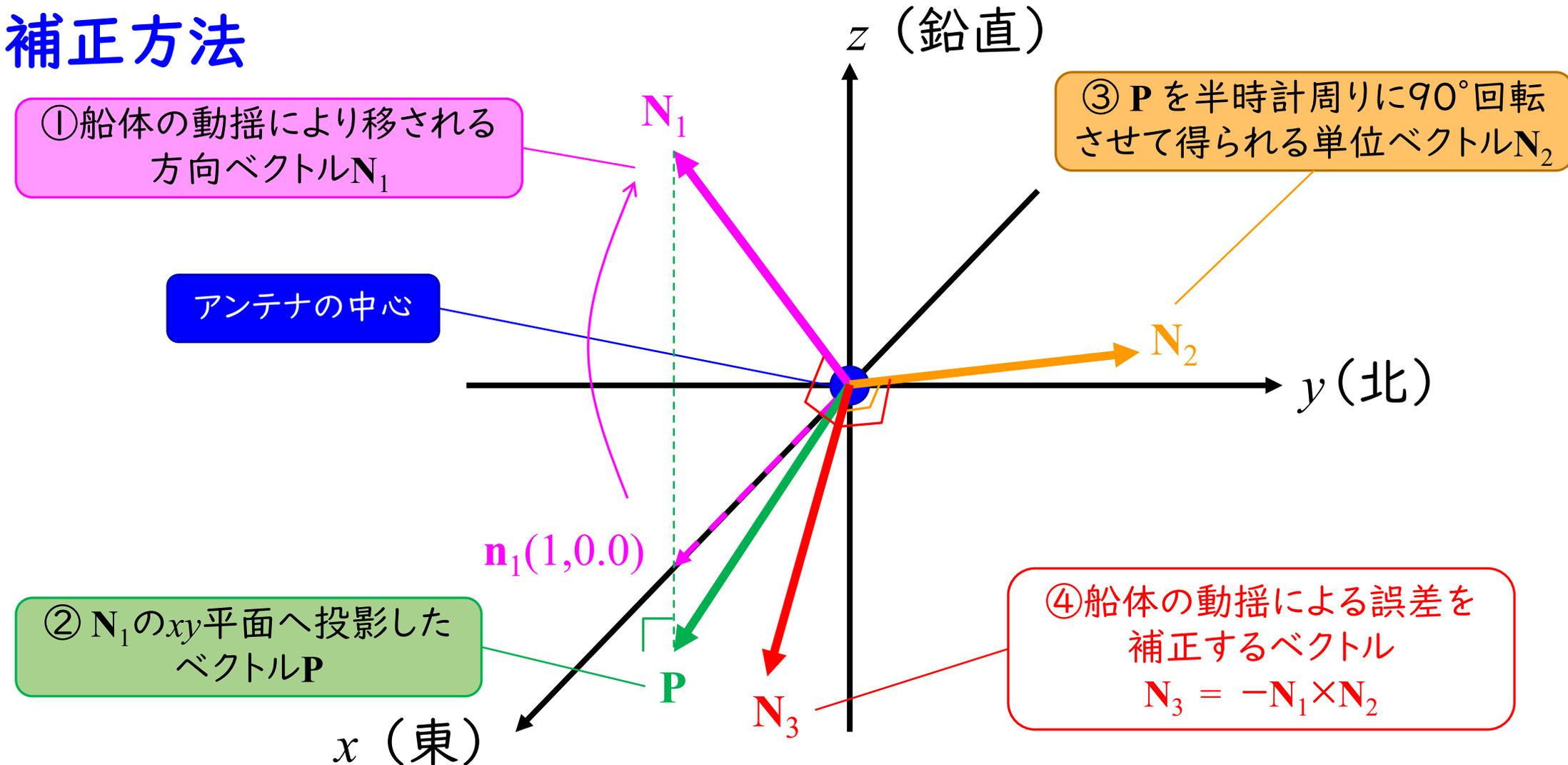


5.水底地形データ作成の流れ



5.水底地形データ作成の流れ

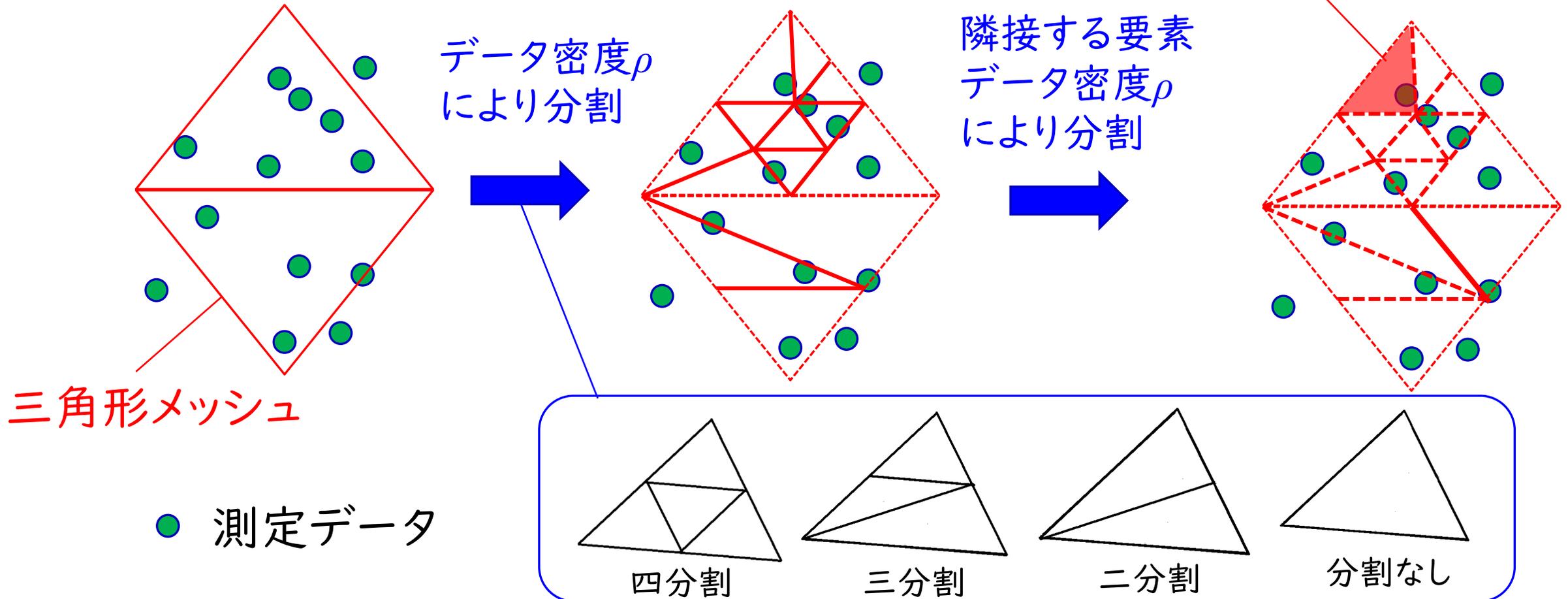
補正方法



5.水底地形データ作成の流れ

三角形メッシュデータ

区分線形関数で近似

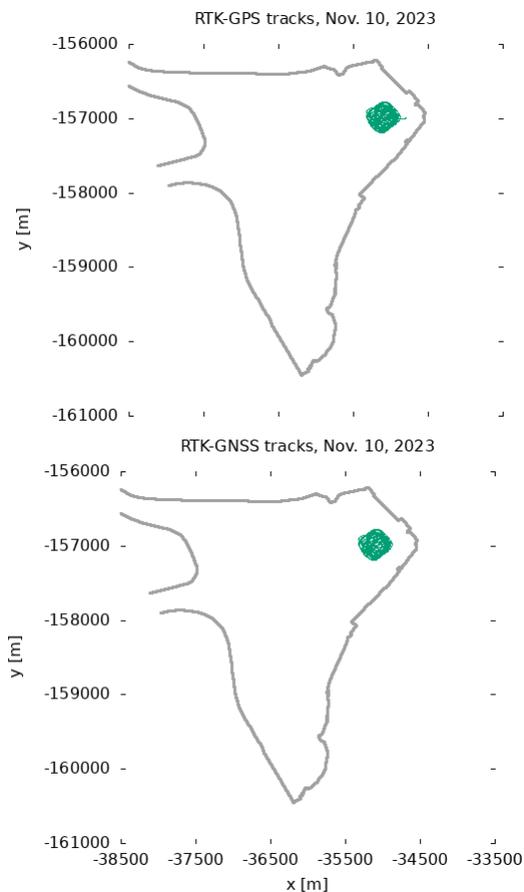


6. 計測結果

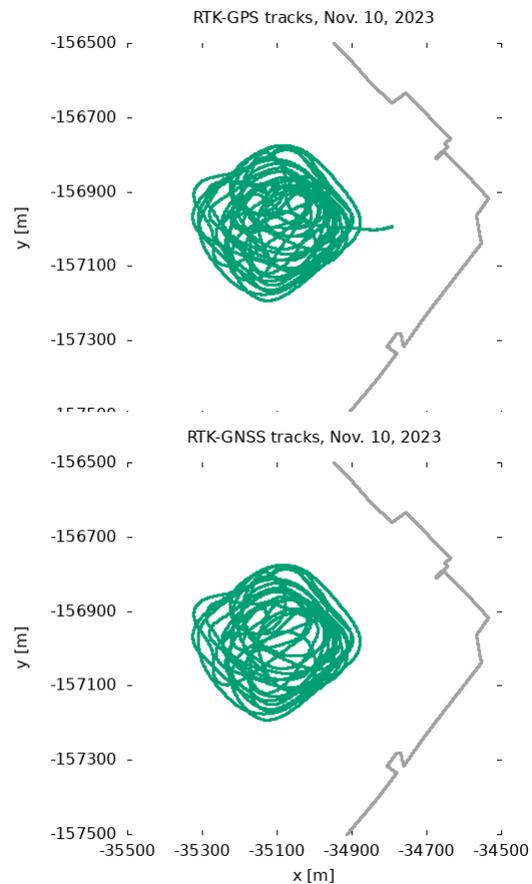
GPS, GNSSの計測結果

RTK-GPS

RTK-GNSS

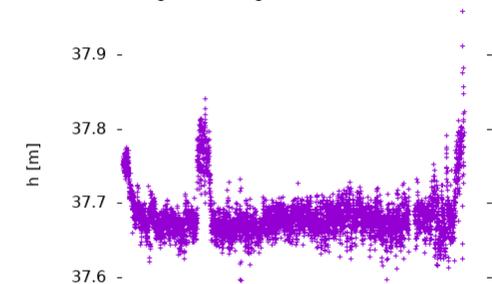


水平データ

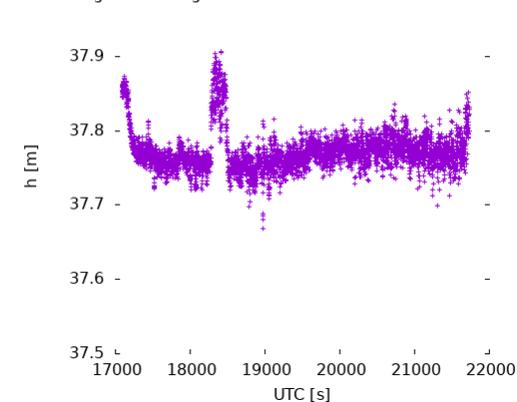


水平データ(拡大)

Time versus h-component of RTK-GPS tracks, Nov. 10, 2023
Time versus geodetic height of GPS antenna



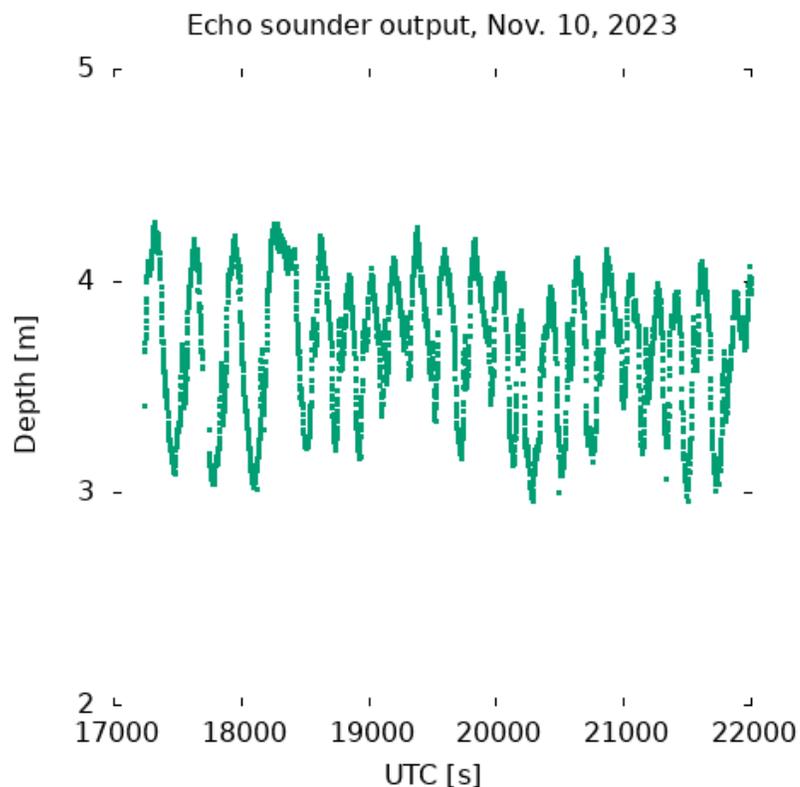
Time versus h-component of RTK-GNSS tracks, Nov. 10, 2023
Time versus geodetic height of GNSS antenna value



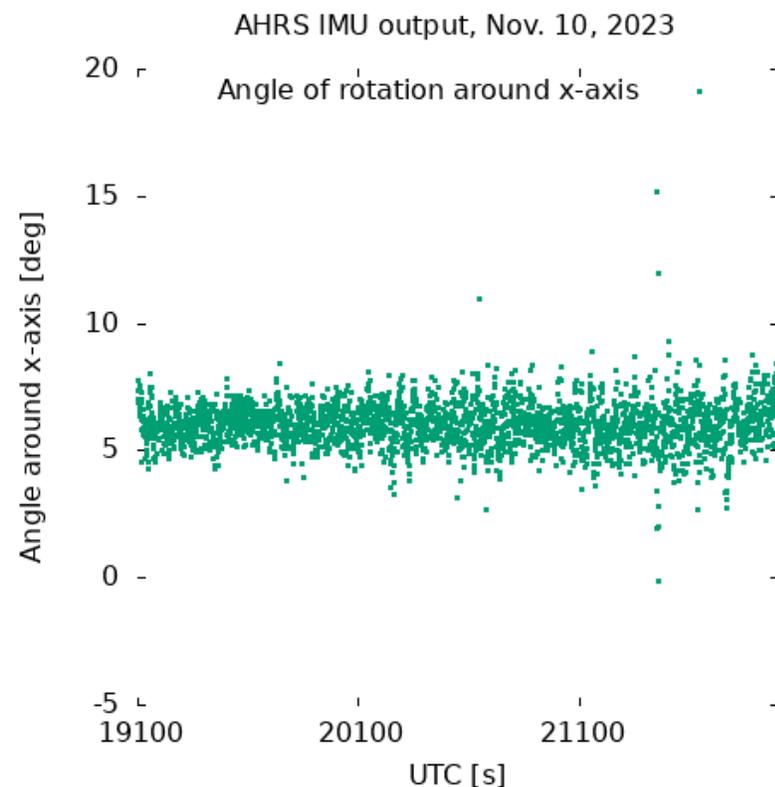
鉛直データ(時間変化)

6. 計測結果

音響測深機、慣性計測機の計測結果



音響測深データ (時間変化)



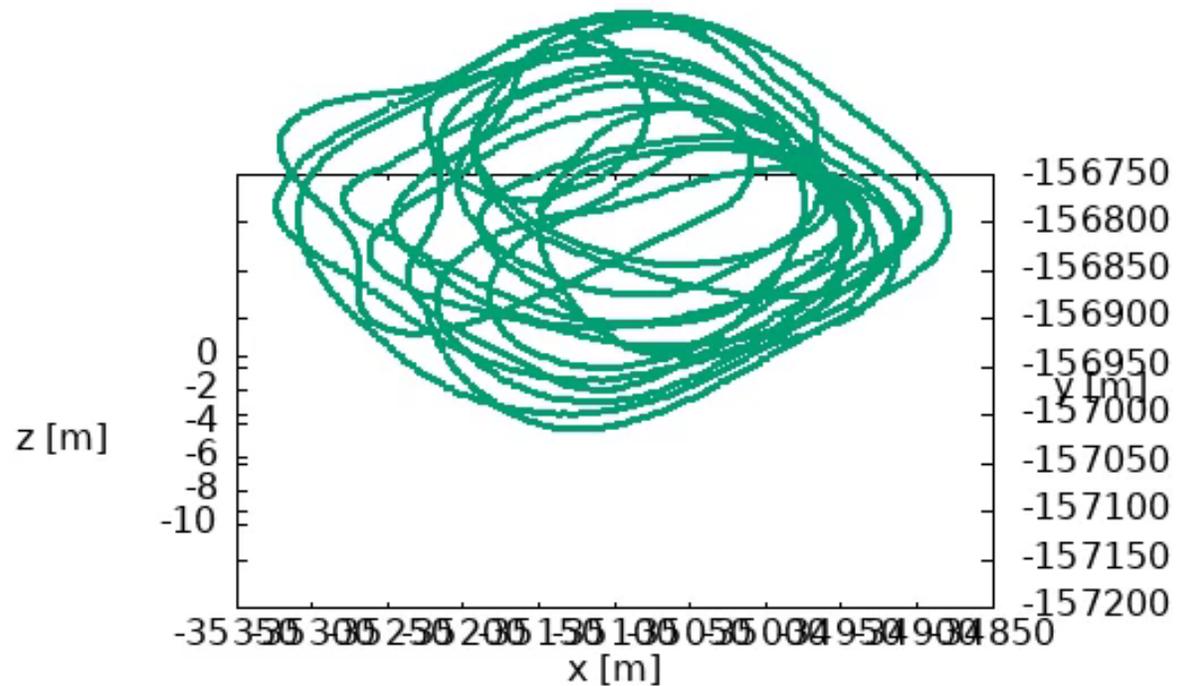
AHRS-IMU データ (時間変化)

6. 計測結果

水底地形データ

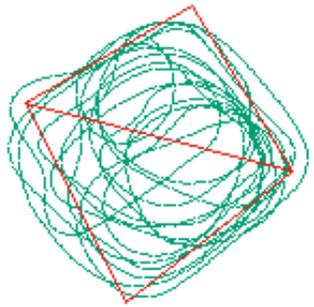
GPS-GNSS-ECHO-IMU Topographic data: Nov. 10, 2023 (0)

Data points

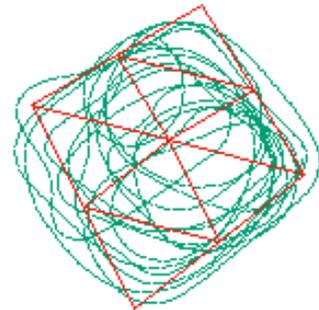


7. データ処理結果

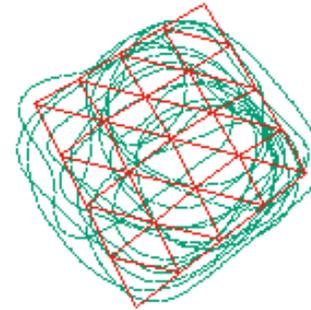
三角形メッシュの作成



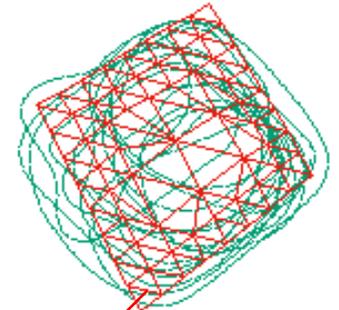
三角形メッシュ数: 2



三角形メッシュ数: 8



三角形メッシュ数: 32



三角形メッシュ数: 102

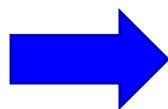
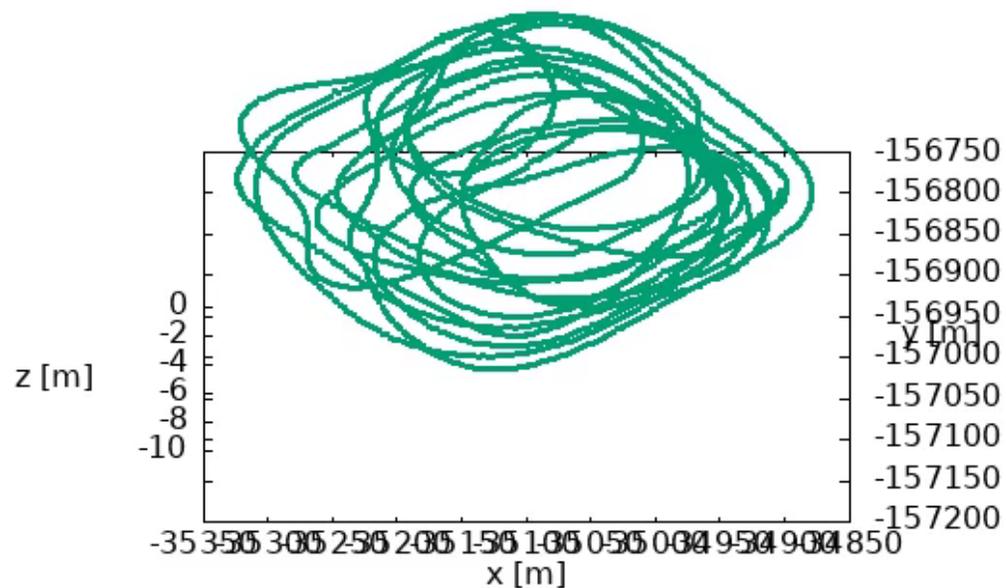
三角形メッシュ内の地形データより最小二乗法を用いた区分線形関数で近似

7. データ処理結果

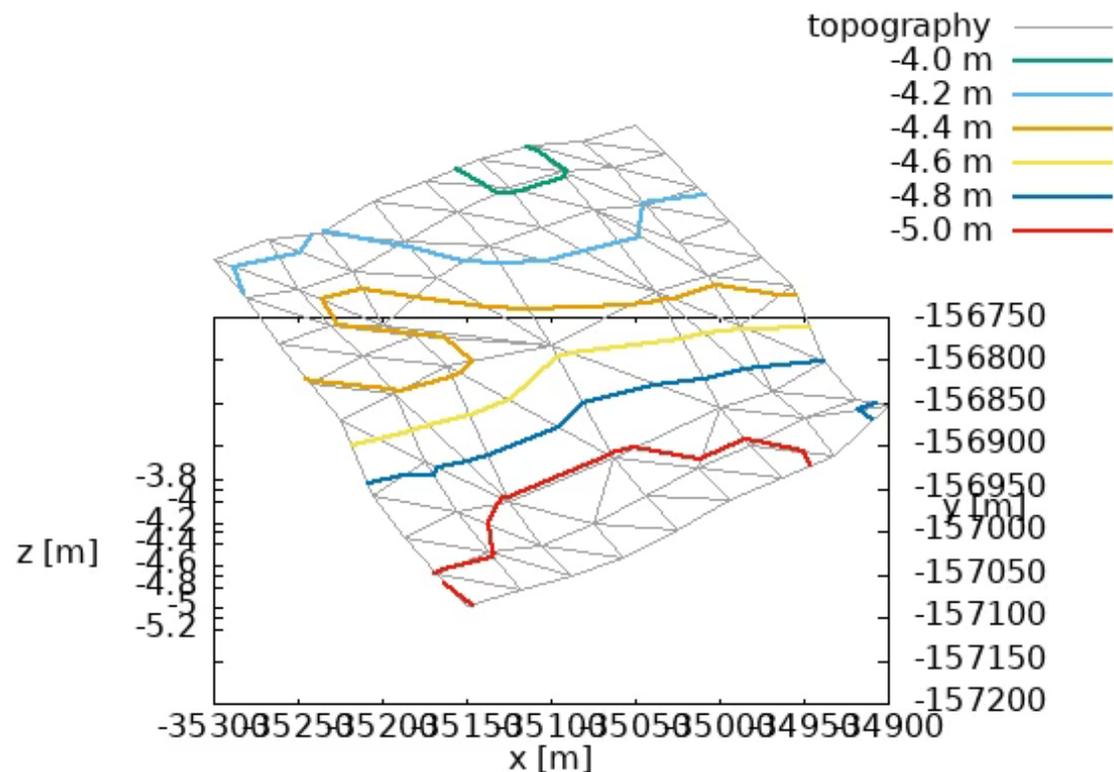
三角形メッシュを用いた水底地形曲面

GPS-GNSS-ECHO-IMU Topographic data: Nov. 10, 2023 (0)

Data points 

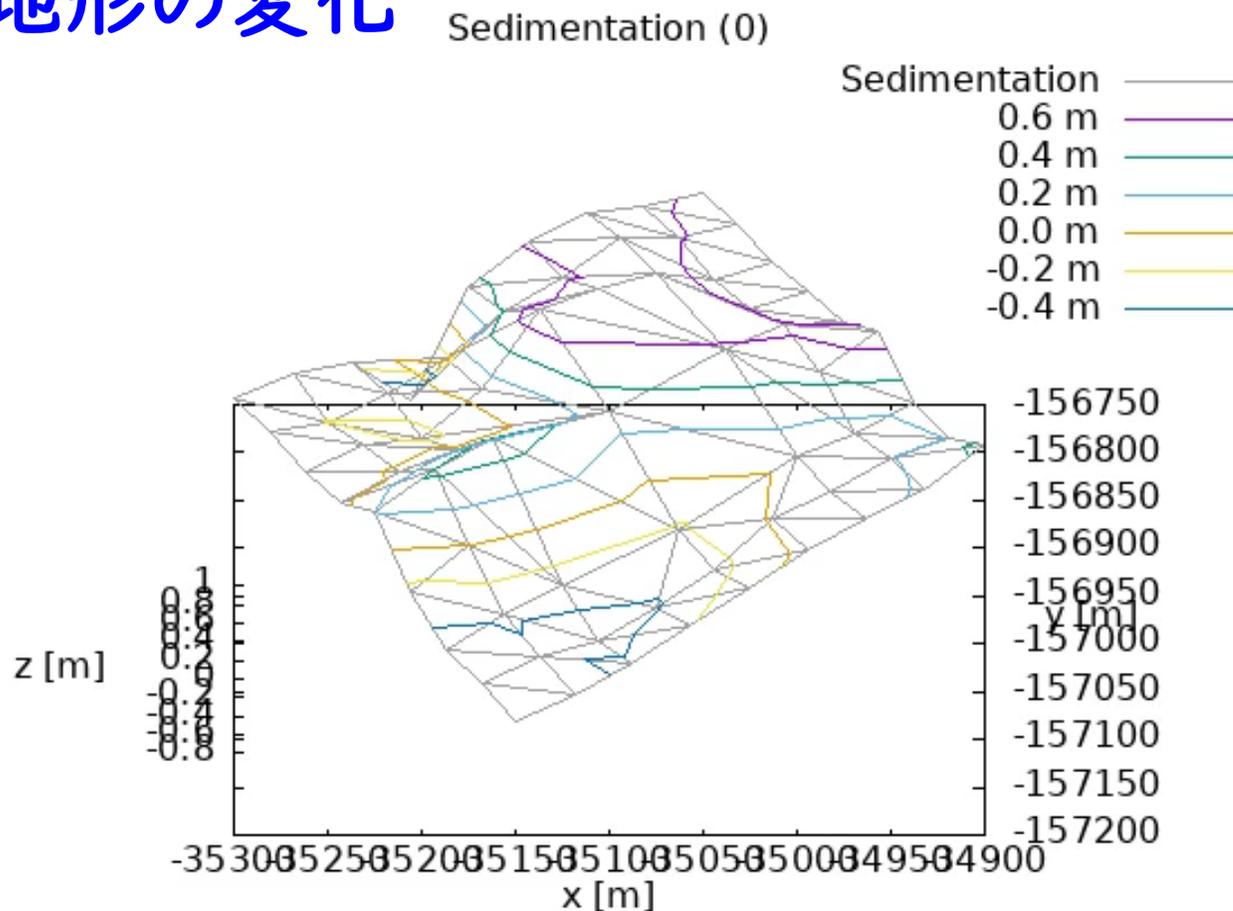


Nov. 10, 2023 (0)



7. データ処理結果

水底地形の変化



2022年9月－2023年11月の期間における地形変化

本手法の妥当性の検証



定期的な水底地形の計測



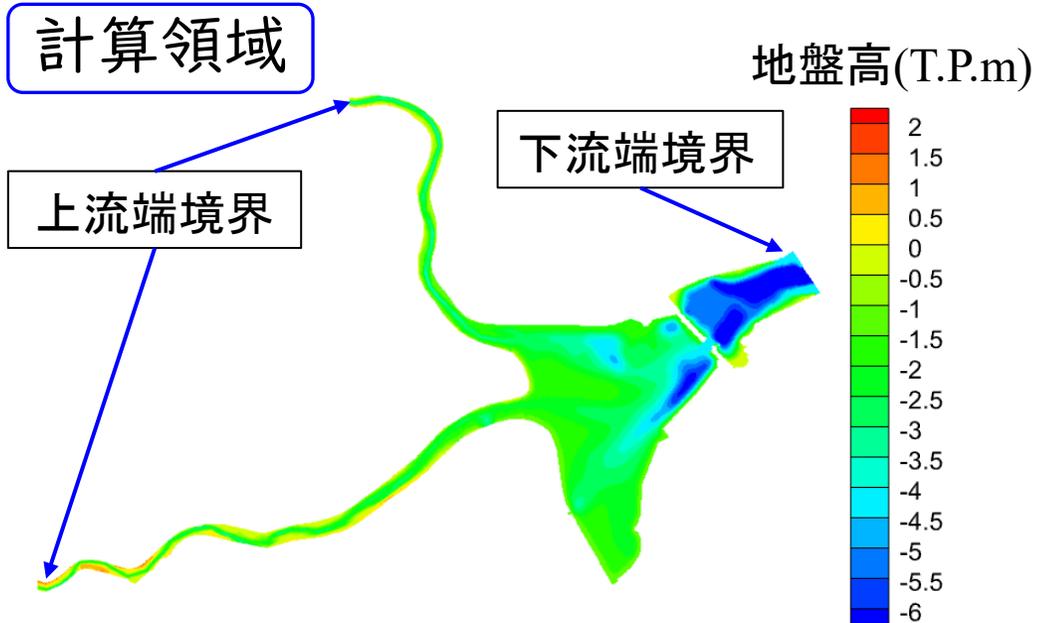
実測を導入した陸水域
の流れと水底地形変
動に関する解析システ
ムの開発と実用化

8.まとめ

これまでの考察と今後の課題

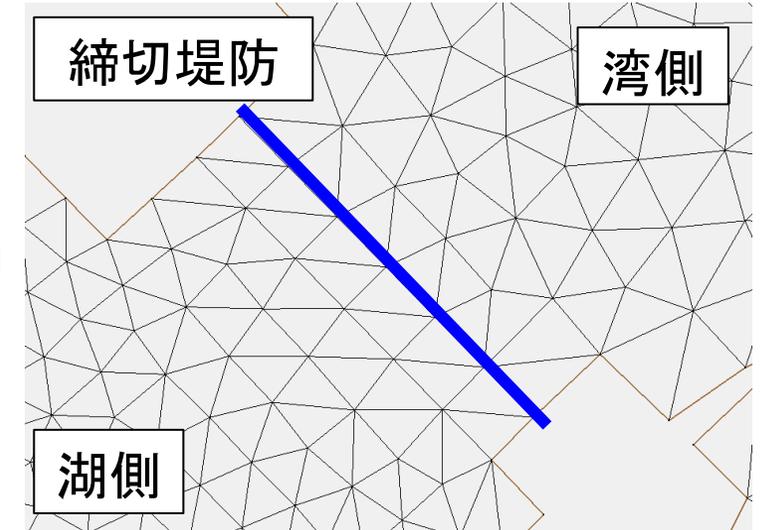
- 一般に船舶にはピッチ（縦揺れ）、ロール（横揺れ）、ヨー（船首揺れ）が作用する。一方、GPS受信機に接続されたアンテナと音響測深機送受波器は船体に固定され、測位・測深結果には船体の動揺による誤差が生じる。この誤差は、風や波による影響を受けやすい小型船舶には、より顕著なものとなる。
- 本考察ではGPS受信機、GNSS受信機、音響測深機、AHRS IMUセンサーのデータを用いた誤差の補正について解説した。
- 今後はこの手法を含めた一連の手法の妥当性の検証し、また定期的な計測による地形変化の考察を行うことも目標とする。

9. 数値解析の概略



計算格子

- 格子サイズ
児島湾: 30m
締切堤防: 24m
児島湖: 20m

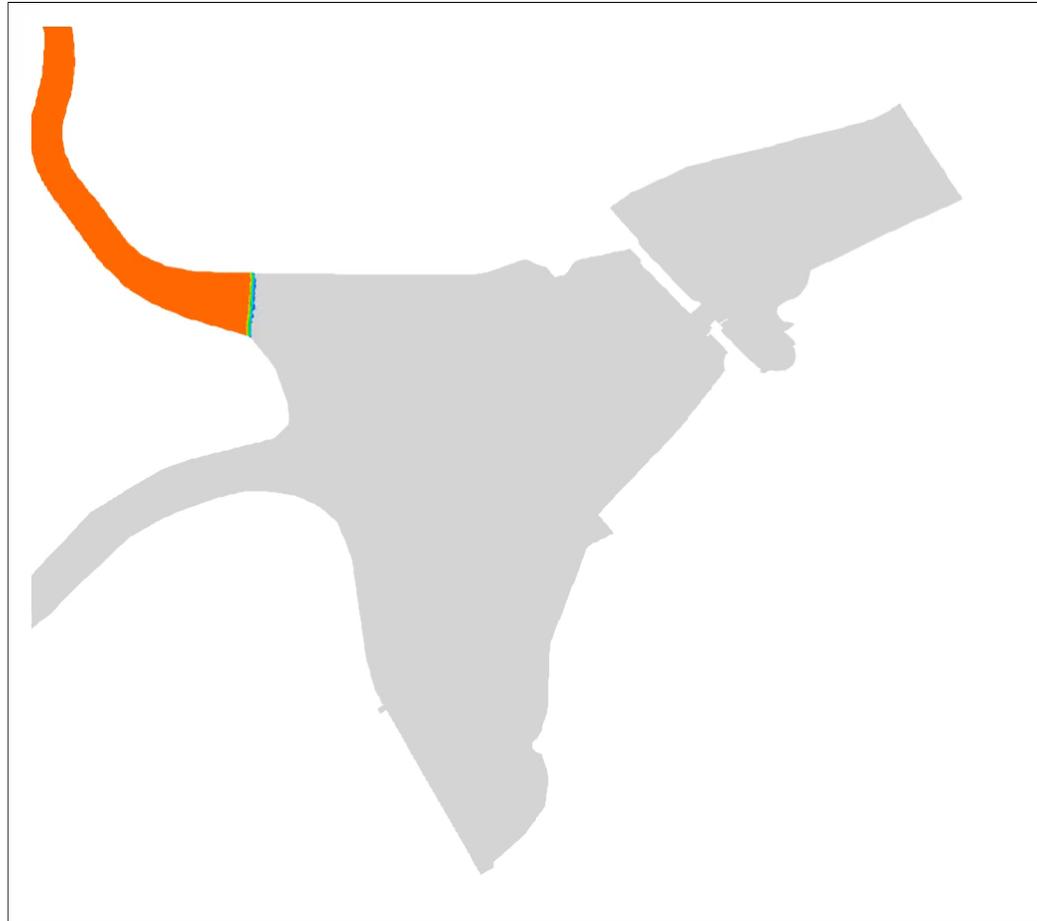


児島湖の土砂流動特性について基礎的な検討を行う

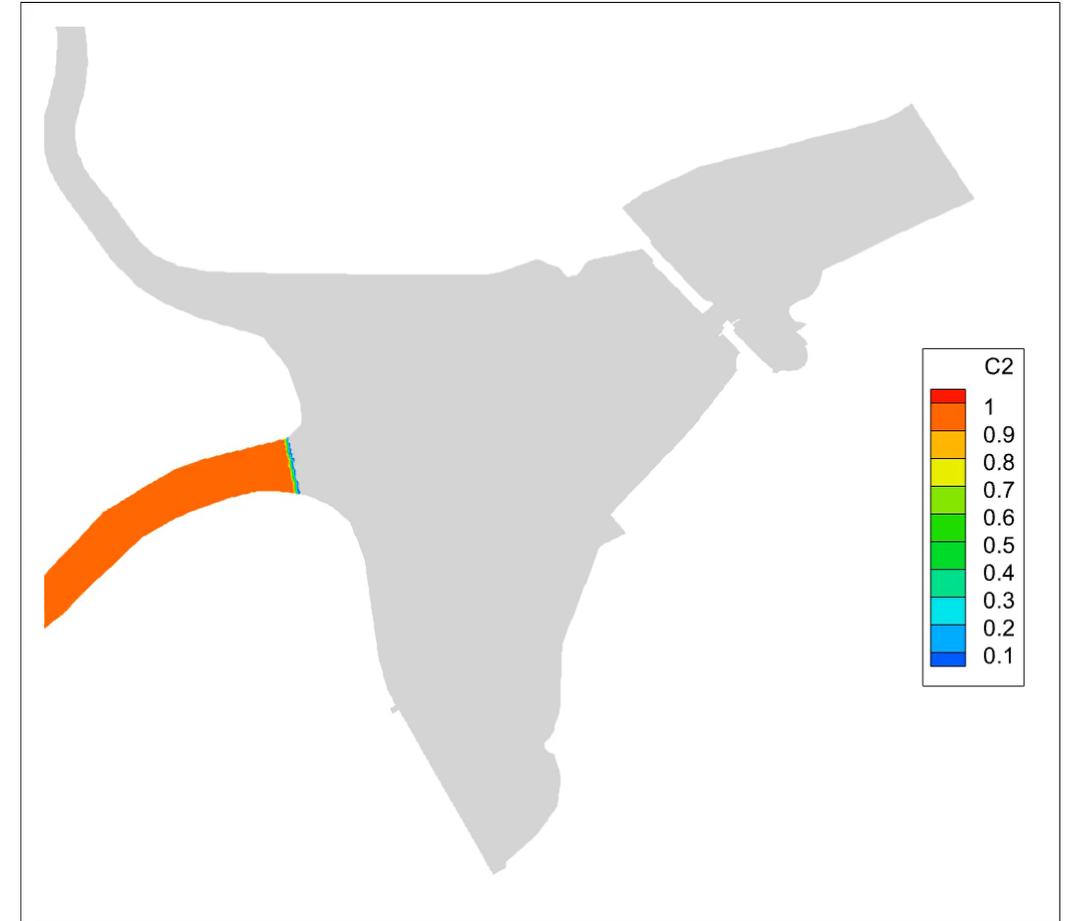
流入量 流出量

水底の土砂堆積と洗堀状況

8. 数値解析の概略



笹ヶ瀬川からの移流特性



倉敷川からの移流特性

謝辞

本研究は、令和2年度および令和3年度（公財）ウエスコ学術振興財団研究活動費助成事業と（公財）八雲環境科学振興財団令和4年度環境研究助成および（一財）日本国土開発未来研究財団2022年度、2023年度学術研究助成による支援を受けた。これらの支援に対し深く感謝する。

参考文献

- [1] 平成30年7月豪雨災害の概要と被害の特徴, 資料2-1, 国土交通省
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hazard_risk/dai01kai/dai01kai_siryou2-1.pdf
- [2] 令和元年台風第19号等に係る被害状況等について, 令和2年4月10日9時00分現在, 内閣府
www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_45.pdf
- [3] 令和2年7月豪雨による被害状況等について, 令和3年1月7日14:00分現在, 内閣府
http://www.bousai.go.jp/updates/r2_07ooame/pdf/r20703_ooame_40.pdf
- [4] 国土交通省, 令和3年7月1日からの大雨による被害状況等について
(第25報), 災害情報 令和3年12月2日17:00現在
https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_210703.html#18/2
- [5] リビア洪水で8000人死亡 いったい何が?なぜ被害拡大?, NHK国際ニュースナビ
https://www3.nhk.or.jp/news/special/international_news_navi/articles/qa/2023/09/15/34502.html
- [6] 緯度経度地図, <https://fukuno.jig.jp/app/map/latlng/>

参考文献

- [7] 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第6次評価報告書, 第1作業部会報告書 (自然科学的根拠), 政策決定者向けようやく (SPM) の概要 (ヘッドライン・ステートメント)
<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210809001/20210809001-1.pdf>
- [8] 国土地理院, 平面直角座標への変換
<https://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/index.html>
- [9] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Numerical Techniques for Underwater Topographic Measurement with GPS and Echo Sounder, International Journal of Information Science & Technology, Vol. 3, No. 1, (2019), pp.81-85.
<http://ijistech.org/ijistech/index.php/ijistech/article/view/37>
- [10] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Masahide Sanada, Michiaki Mohri, Yoshitaka Iwakami, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Study of underwater topography change with measurement and analysis, International Conference on Advanced Information Scientific Development (ICAISD), Journal of Physics: Conference Series, 1641 (2020) 012003, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1641/1/012003/pdf>

参考文献

[11] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Masahide Sanada, Michiaki Mohri, Yoshitaka Iwakami, Naoki Okayamoto, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Study on Change of Topography in Water Area with Field Measurement, Journal of Geoscience and Environmental Protection, Vol. 9 No. 4, April 2021.

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=109431>

[12] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Masahide Sanada, Michiaki Mohri, Yoshitaka Iwakami, Naoki Okamoto, Ryoussuke Asou, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Mathematical modeling and computational analysis of underwater topography with global positioning and echo sounder data, Journal of Applied Mathematics and Physics, Vol. 9 No. 5, May 2021.

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=109663>

[13] 岩上 聡, 爲賀 雅彦, 真田 将英, 毛利 道明, 岩上 義隆, 岡本 尚己, 光井 英視, 神保 秀司, 渡辺 雅二, 水面下の地形の形状推定に伴う問題点と計測結果の解析手法の提案, インダストリアルマテリアルズ, 応用数理, 第33巻・第1号, 32 - 39, 2023年3月 (依頼執筆)

参考文献

[14] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Masahide Sanada, Michiaki Mohri, Yoshitaka Iwakami, Naoki Okamoto, Ryouzuke Asou, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Numerical study of underwater topography with measurement data, AIP Conference Proceedings 2714, 030014 (2023) <https://pubs.aip.org/aip/acp/issue/2714/1>

[15] Satoshi Iwakami, Masahiko Tamega, Masahide Sanada, Michiaki Mohri, Yoshitaka Iwakami, Naoki Okamoto, Eishi Mitsui, Hidetaka Chikamori, Ryosuke Akoh, Shuji Jimbo, Masaji Watanabe, Measurement and Computational Study of Underwater Topography, Journal of Geoscience and Environmental Protection, Vol. 11 No. 4, April 2023.

DOI: 10.4236/gep.2023.114012

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=124959>