



受付番号000189

2021. 11. 6 Web頂上コンテスト発表

流速測定から考える 深層海流の湧昇における海山の影響

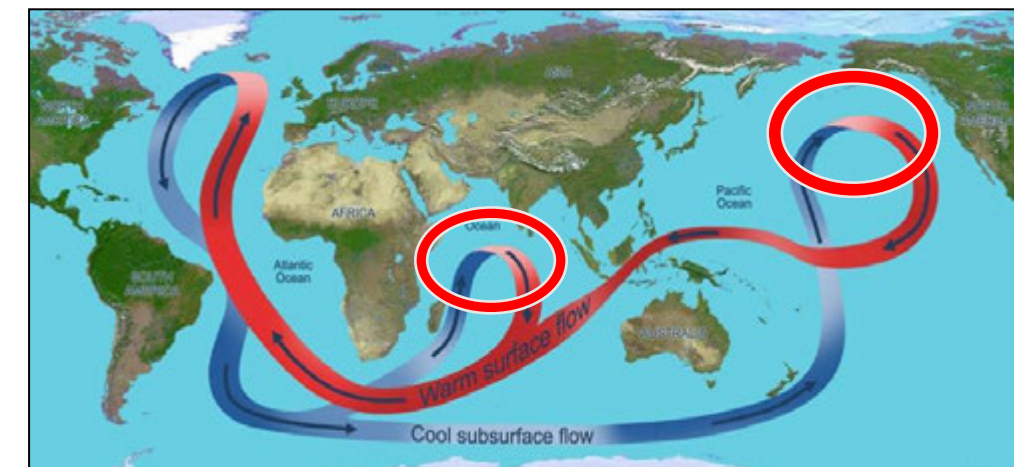
逗子開成高等学校 先端的海洋教育・高校生プロジェクト

松井勇樹 真船倅輔 加藤唯央

レイアウト：①背景 ②実験方法 ③実験結果 ④考察 ⑤今後の展望/参考文献

①背景

ブロッカーが提唱したコンベヤーベルト(1996年)



NASA HPより引用

湧昇の場所

・ 気候調節の一翼を担う重要な海流



・ 湧昇の仕組みは未解明



「湧昇の仕組みを知ること」
= 「地球温暖化対策の**鍵**」

- ・ なぜ湧昇するのか？
 - － **海山**が関係しているのではないか



海山モデルを設置した水理モデル実験で検証

- ・ 私たちの従来の検証方法

「可視化」と「水温測定」による解析

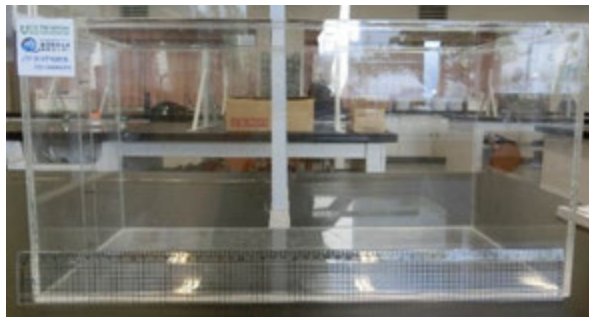


流速の視点からより定量的に解析

②実験方法(1)

◎使用道具

- ・ アクリル水槽 (51 × 26 × 22 cm) ・ 定規
- ・ 銅板※¹ ・ 缶 ・ 海山模型 (7 × 26 × 6 cm)
- ・ ビタミン B_2 粉末※² (ネイチャーメイド)
- ・ ブラックライト ・ カメラ※³



左の写真： 銅板を背景にして左から順にビタミン B_2 、
ブラックライト、缶、海山模型、10円玉

右の写真： 手前が使用した定規、奥がアクリル水槽

※¹ 銅板は左側から照射したブラックライトの光を反射するために用いた。

※² ビタミン B_2 にはブラックライトを当てると蛍光する、という特徴があるため、この特徴を利用して、水流の可視化をした。

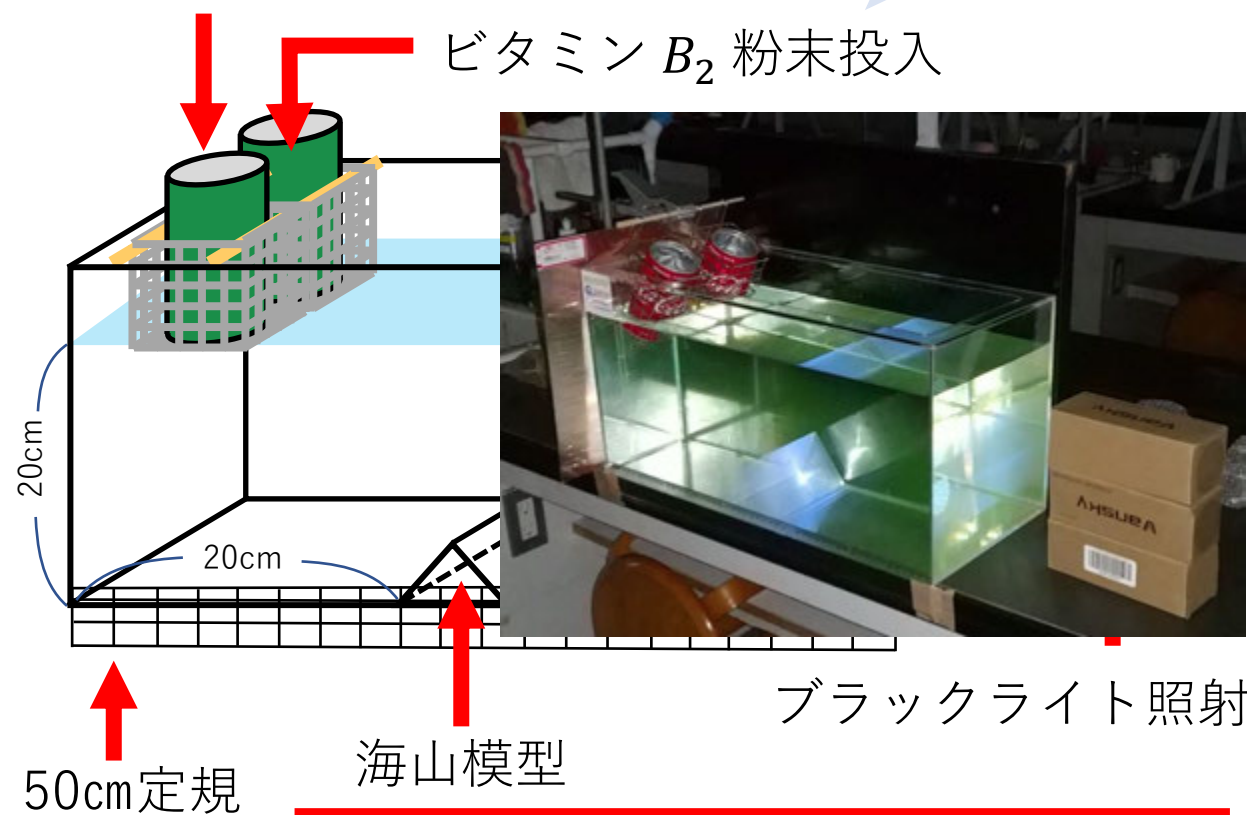
※³ カメラを用いて、水槽を10秒間隔で前から撮影した。

◎実験装置

両方の缶に氷を入れて冷やす

氷を入れてから

ビタミン B_2 粉末投入



ビタミン B_2 の先頭の点を追跡!

②実験方法(2)

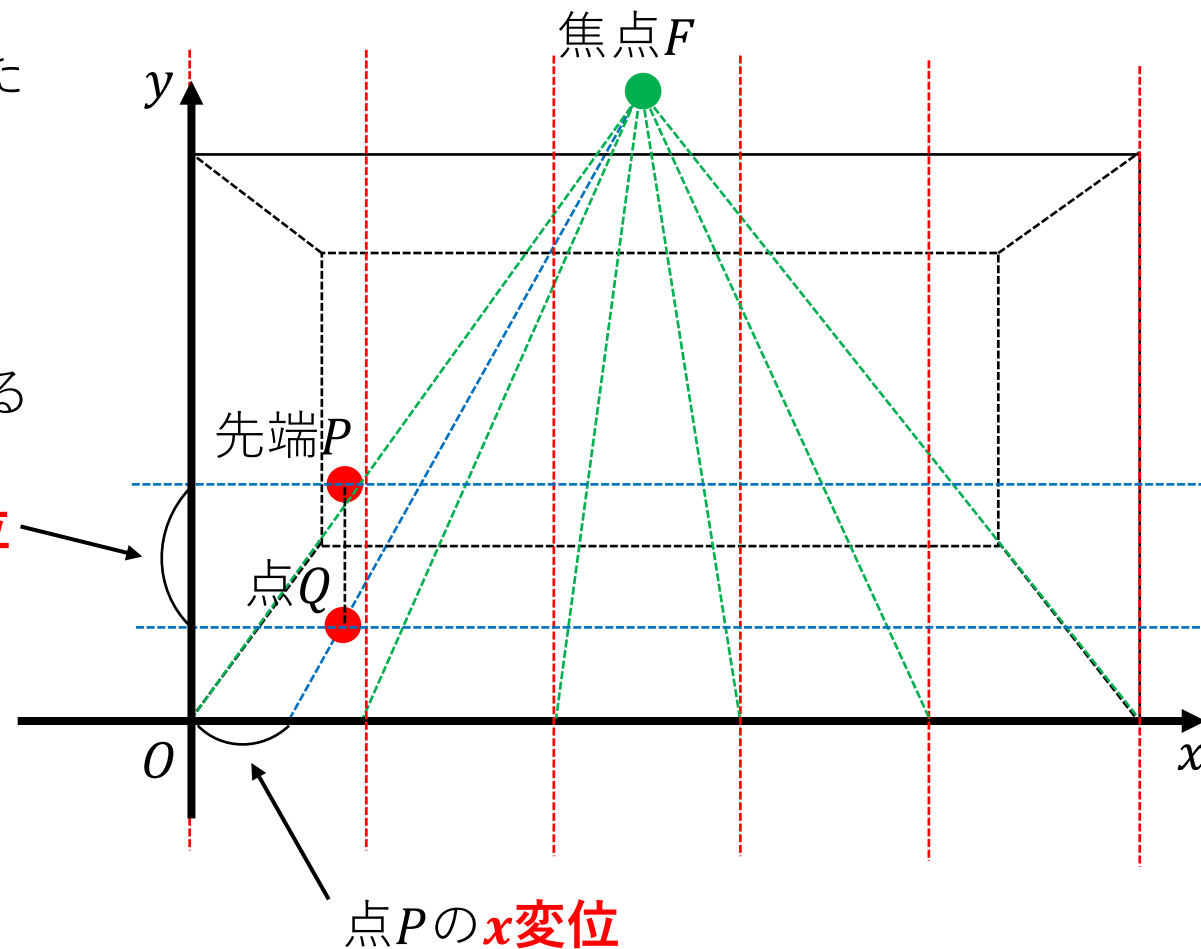
◎変位の測り方

※便宜上、点P及び点Qの奥行きは水槽の奥行きを半分とした。

①水槽の底面の端の線を延長させた交点を**焦点F**とした

②変位を測りたい**点P**から
水槽の底面に下ろした**垂線の足Q**と、
焦点**F**を結んだ直線のx切片が、求めたい**x変位**である

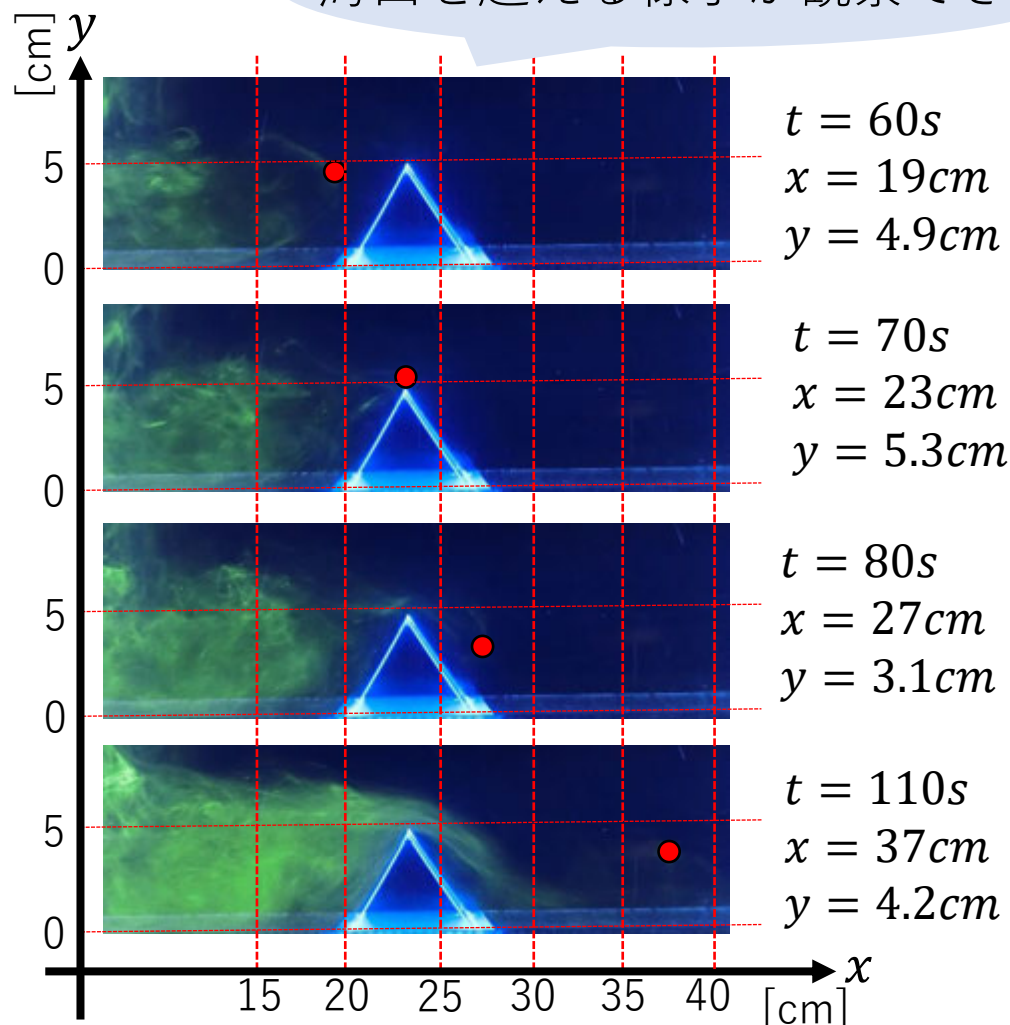
③点Pを通るx軸に平行な直線のy切片と、
点Qを通るx軸に平行な直線のy切片との差を
点Pの**y変位**とした
(y変位については誤差が少ないと判断したため)



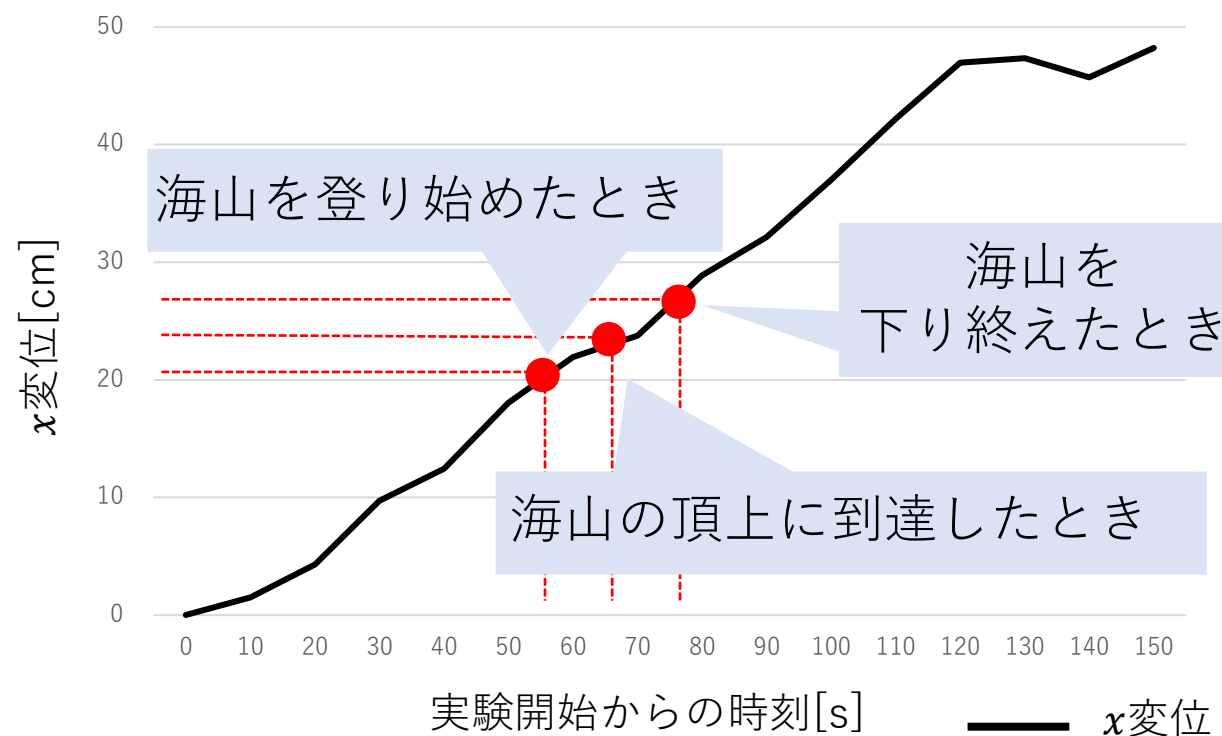
③ 実験結果

◎ 流れの様子

海山を越える様子が観察できる



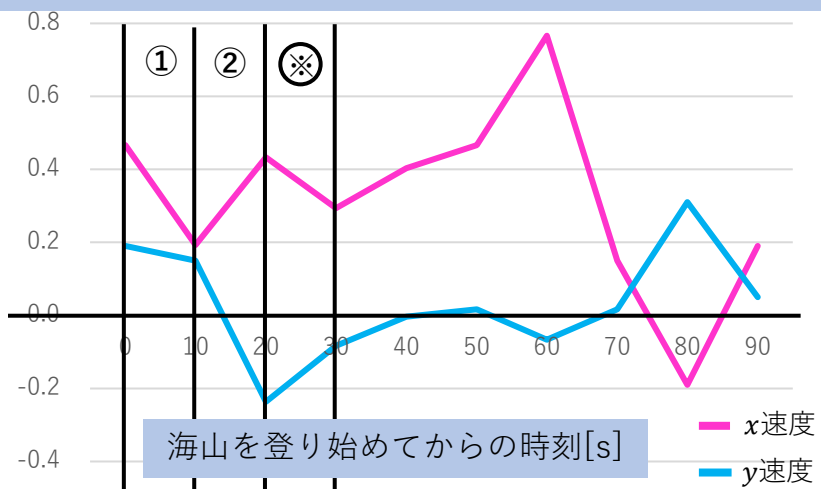
実験開始からの時刻と x 変位のグラフ



※ **3回分** の実験データの **平均値** をとった

④ 考察(1)

海山を登り始めてからの時刻とx速度及びy速度のグラフ



①：海山を登り始めてから0~10s

- ・ x速度が減少

→ 追跡した点が海山を登っている

②：海山を登り始めてから10~20s

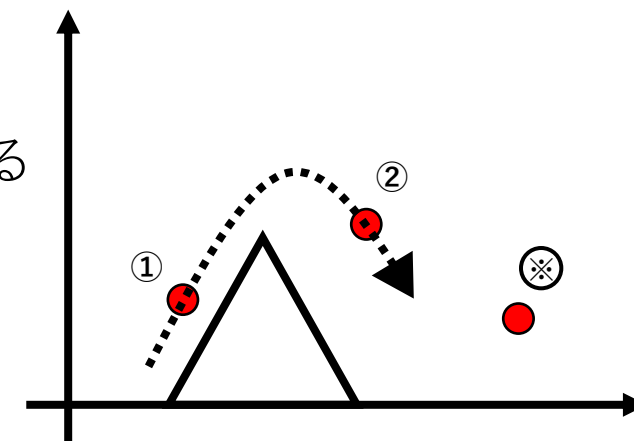
- ・ x速度が増加 & y速度が減少

→ 追跡した点が海山を下りている

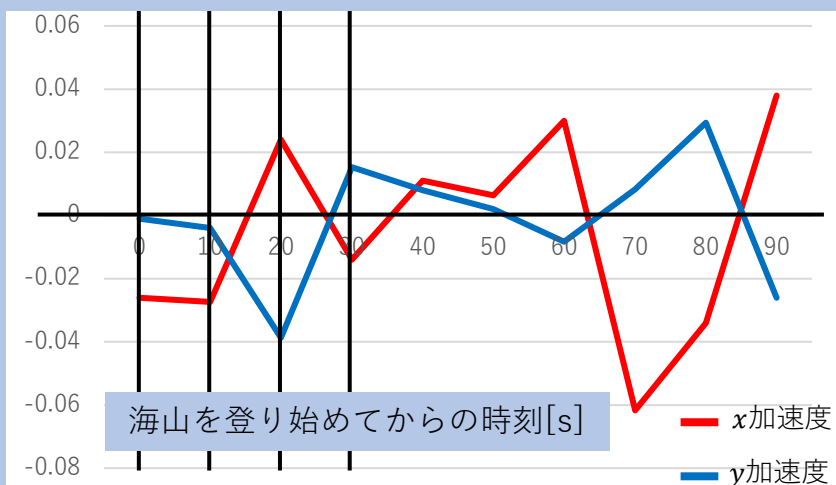
※：海山を登り始めてから20~30s

- ・ x速度が減少 & y速度が増加

→ 追跡した点が海山を下り終えた

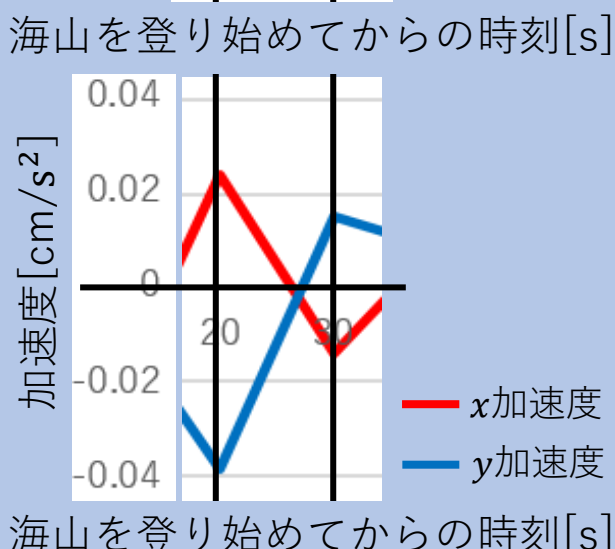
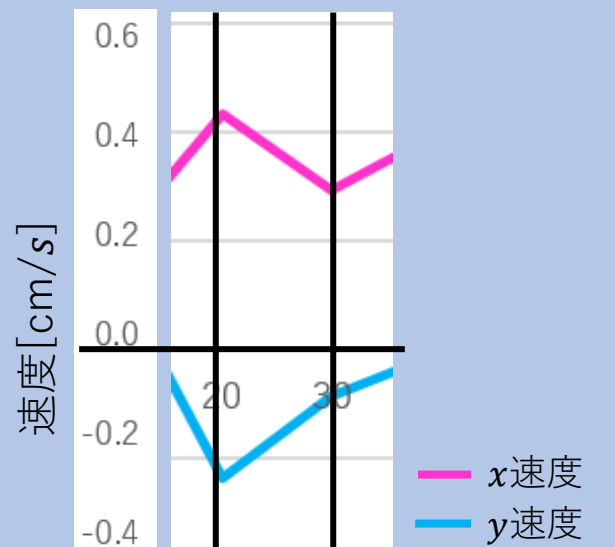


海山を登り始めてからの時刻とx加速度及びy加速度のグラフ



※における水流の様子はどうなっているのか？

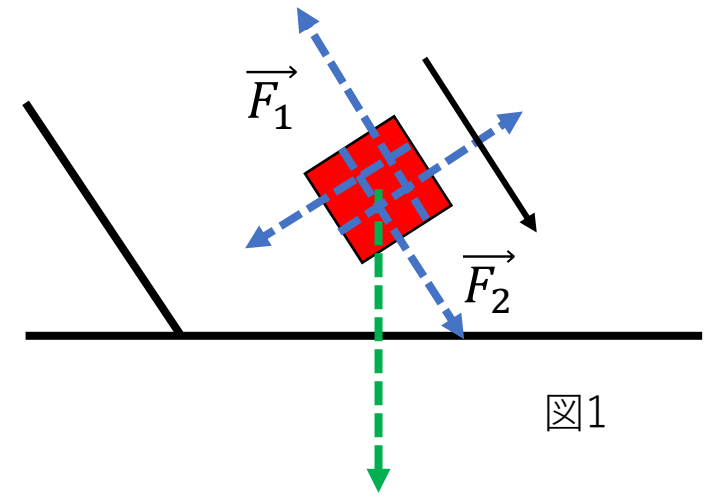
④考察(2)



- x速度が正 & y速度が負
→ 水流は右斜め下向き
- 前後の水流は全て左のグラフの通りに動くはず
→ 流れの速さは流れの後方にかけて速くなる
- x加速度が減少し、y加速度は増加している
→ 図1より、 \vec{F}_1 が増加 または \vec{F}_2 が減少

※ここでは簡易化のために水を完全流体として、点を正方形の領域として考察する

---> 重力
---> 周りの水から受ける力



- より速さが遅い前方の水流を押し (乱流が発生する兆候)
- 反作用で前方の水流から力を受ける
- **y加速度が増加**

⑤今後の展望/参考文献

◎今後の展望

- ・海山を下り終えた後の水流において、より速さが遅い前方の水流を押し出したことで、 y 加速度が上昇した
 - さらに大きなスケールで実験すれば、速度や変位の上昇（乱流）が見られるのでは？
 - もし見られたら、海山が深層海流の湧昇に寄与していることが証明できる
- ・熱輸送量を推定したり、 z 軸も導入して立体的に分析したりして、測定方法をさらに応用していきたい
- ・もっと長期的な実験にも通用するような流速の解析方法や、そのための可視化の方法を探っていきたい

◎参考文献

- ・神戸大学講義ノート『流体力学』「ryutairikigaku(zantei)」
- ・ものづくりウェブ 機械設計エンジニアの基礎知識『流体力学の基礎を学ぶ』
「<https://d-engineer.com/fluid/>」