海洋レーダ研究集会＠九大応力研
（2018年12月13日）

津軽海峡HFレーダデータを用いた基礎的な解析と今後について

阿部泰人[1,2]

安井智美[3]，平譯享[2]，佐々木建一[1]

1:海洋研究開発機構 むつ研究所

2:北海道大学大学院 水産科学研究院

3:北海道大学 水産学部

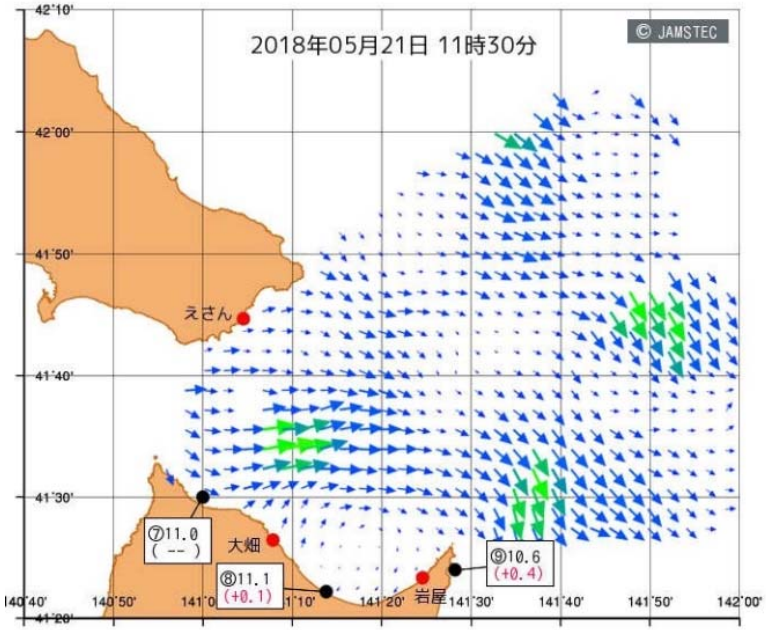
北海道大学水産学部附属練習船うしお丸

津軽暖流HFレーダ解析

JAMSTECむつ研究所は，津軽海峡東部に海洋短波レーダを設置．２０１４年４月から海面流速の観測を継続．

北海道大学水産学部は，練習船を所有し，津軽海峡を継続的に観測．

両者を併せて解析し，津軽暖流に関する新たな側面を明らかにできないか．



海洋短波レーダ海面流速
（JAMSTEC むつ研究所）

津軽暖流HFレーダ解析

基本方針①

津軽海峡以外での先行研究（対馬：Yoshikawa et al. 2009, 宗谷：Ebuchi et al. 2006）を参考にしながら，津軽暖流の研究を進めていく.

基本方針②

HFレーダに加え，北大水産練習船の観測データや，各種人工衛星データ（海面水温，海面塩分，クロロフィルなど）を活用.

津軽暖流HFレーダ解析

・現場観測データとの比較

　　HFレーダ流速 vs 船舶搭載型ADCP，係留型ADCP，漂流ブイとの比較

・津軽暖流の駆動源である日本海−太平洋間の水位差の関係

（衛星海面高度計，検潮所データ），海上風との関係（気象再解析データ）

・津軽暖流の時空間変動

・沿岸−外洋間の接続領域における力学（水位差駆動流 vs 地衡流）

・水深との関係

・大量出水イベントと塩分の関係

海洋短波レーダ（High Frequency Radar）

比較対象

①電磁流速計 ⇐ JAMSTEC佐々木らが実施

②船舶搭載ADCP ⇐ 船舶ADCP(北海道大学水産学部附属練習船うしお丸）との比較

（本日の主な内容）

③係留型ADCP ⇐ 来年度設置予定？

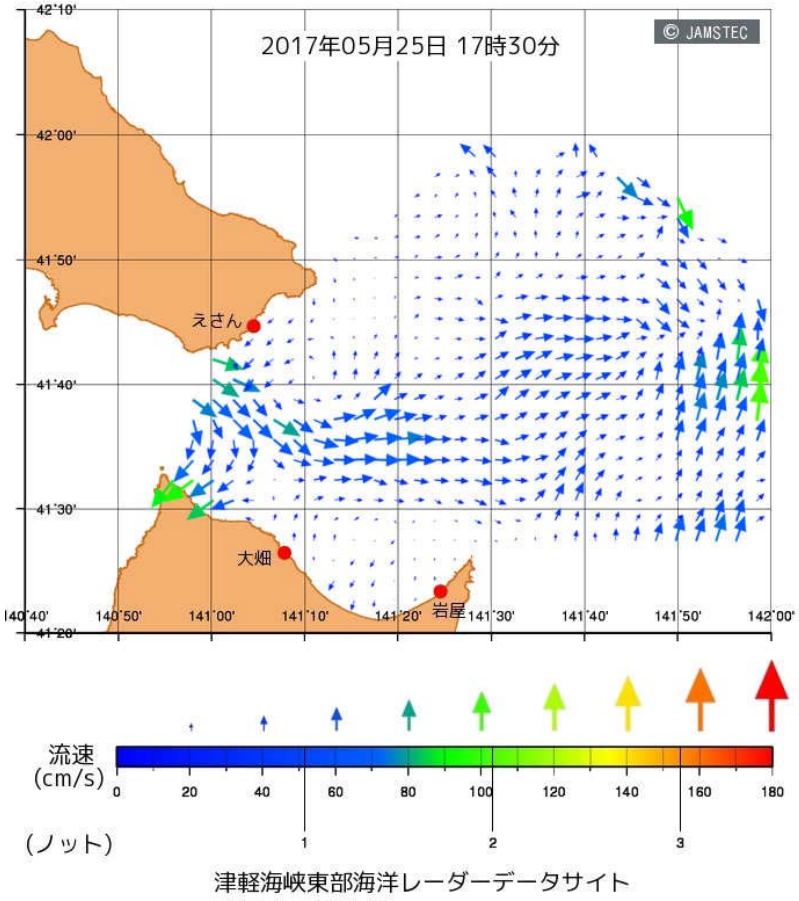
④漂流ブイ

海洋短波レーダ（High Frequency Radar）

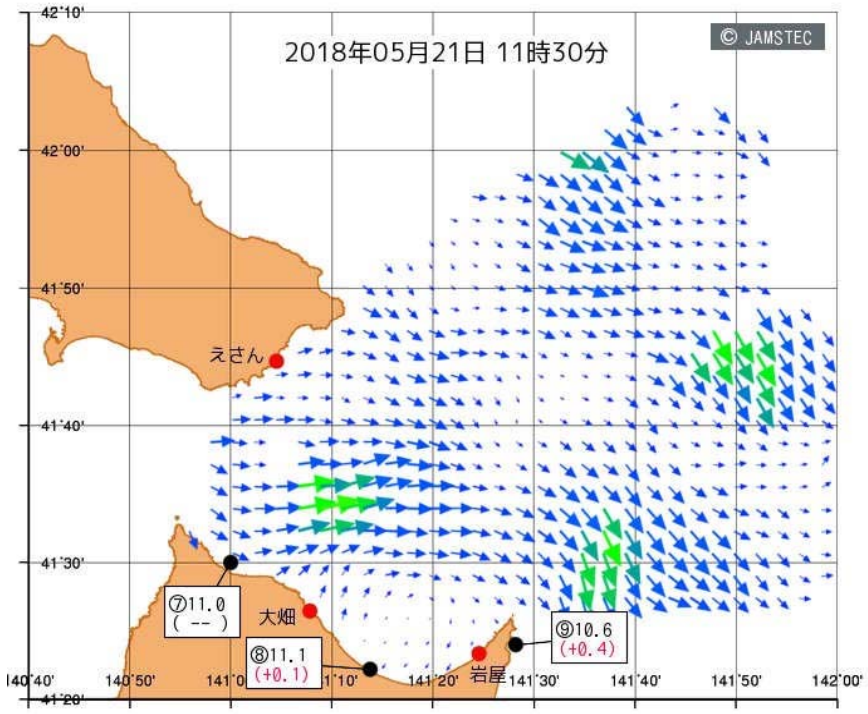
海洋短波レーダは，海面付近の流れと波浪に関する情報を面的に得る測器.

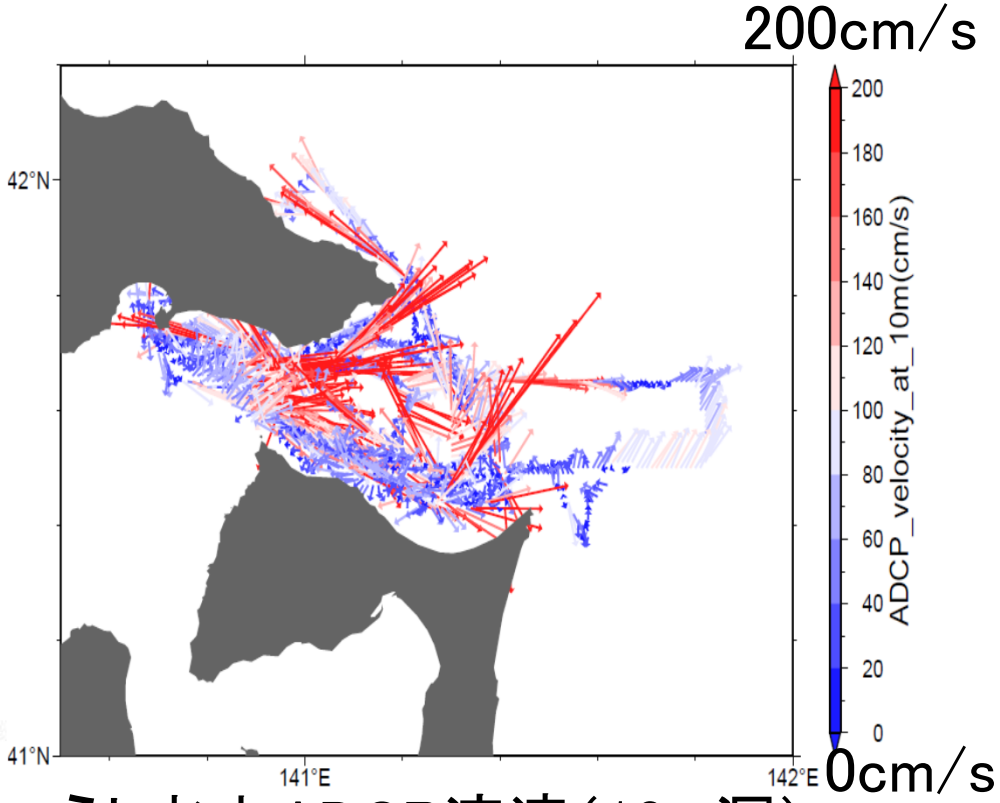
陸上の局から電波を発射し，海面の波浪成分にブラッグ散乱させて，エコーを受信する.

視線方向のドップラーシフトから，流れの影響を受けた表面重力波の伝播速度を計算し，流れが無いときの伝播速度との差から，流れを推定.



HFレーダ流速　vs　うしお丸ADCP流速





HFレーダ流速(1m深)

30分平均，3km格子

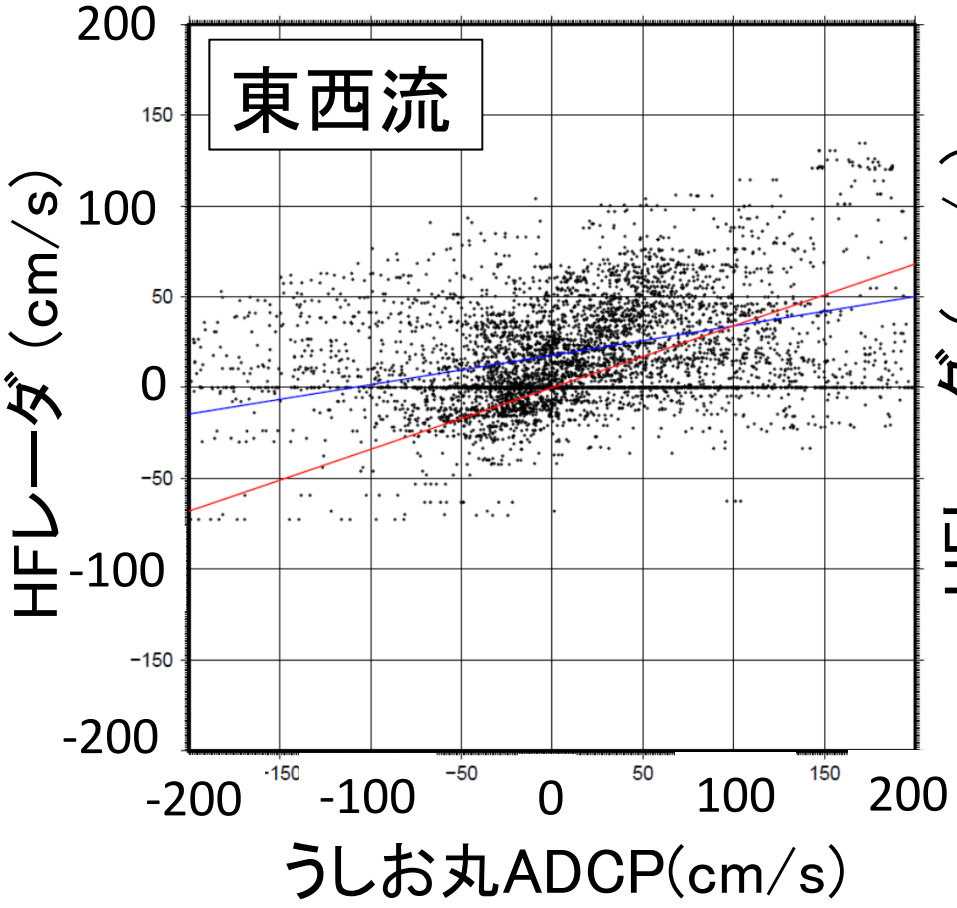
うしお丸ADCP流速（10m深）

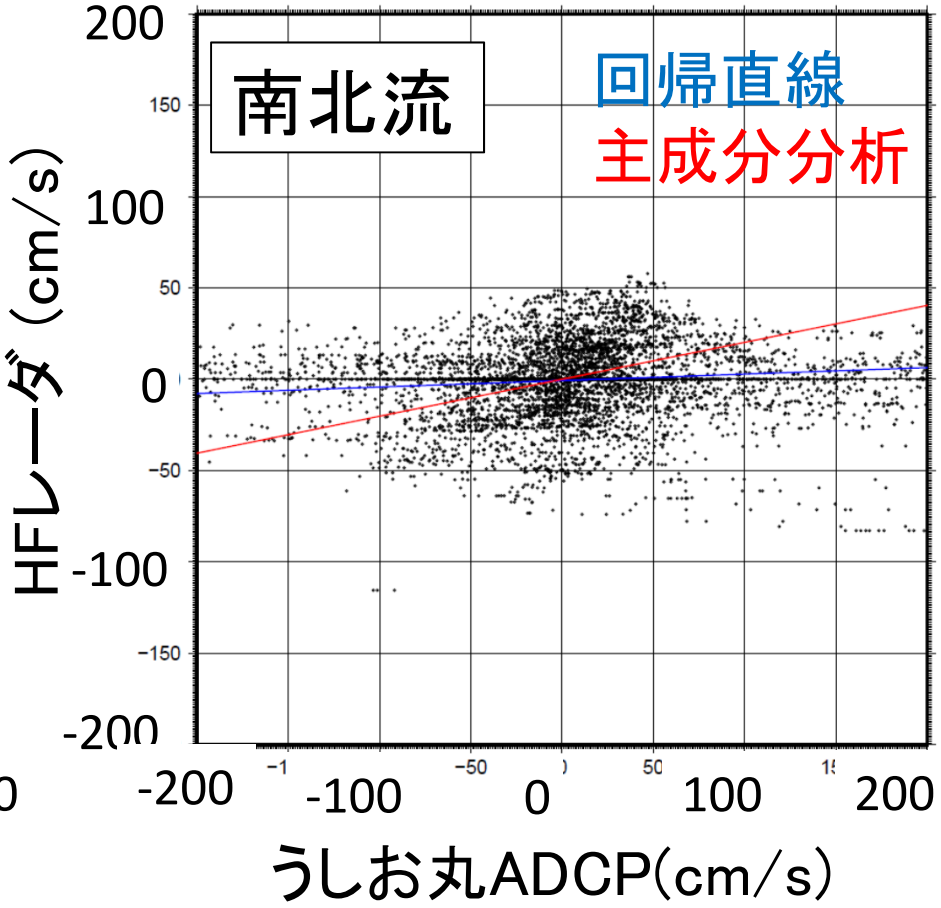
1分平均

同期条件：同じ時間・空間格子点

（期間：2014年～2018年）

HFレーダ流速　vs　うしお丸ADCP流速

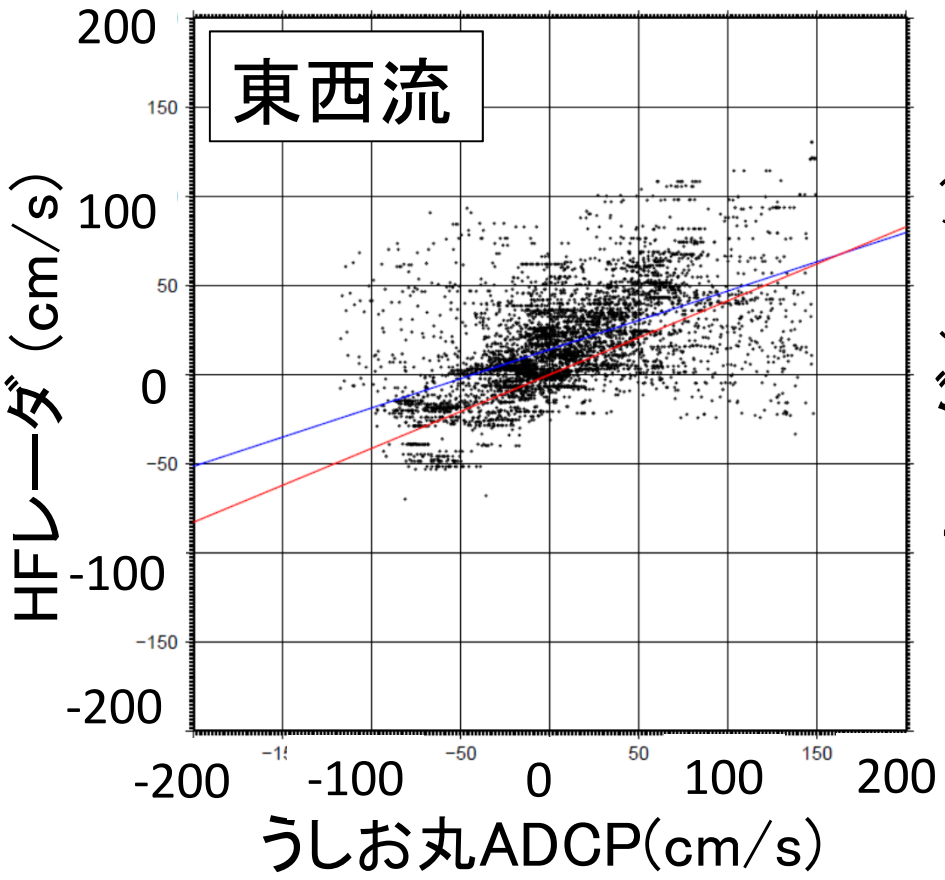


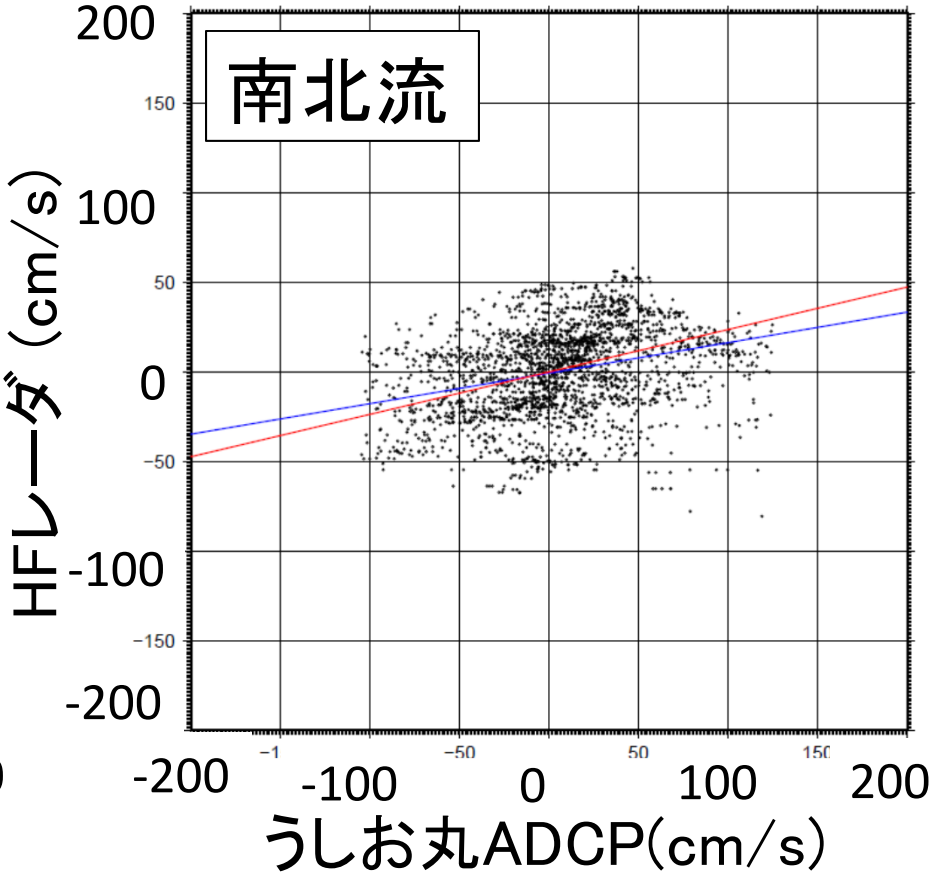


正の相関が見られる.
しかしADCPが異常に大きな値を記録.

HFレーダ流速　vs　うしお丸ADCP流速

- 加速減速データ(25cm/s/min)を除去
- 30分移動平均を適用





やや改善．しかしまだADCPのばらつきが大きい．

風強制に対する津軽暖流の応答

Yoshikawa and Masuda (2009)

$$\begin{pmatrix} u_s(x,y,t) \\ v_s(x,y,t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_g(x,y,t) \\ v_g(x,y,t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{\mathrm{wdf}}(x,y,t) \\ v_{\mathrm{wdf}}(x,y,t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_{\mathrm{err}}(x,y,t) \\ v_{\mathrm{err}}(x,y,t) \end{pmatrix}$$

HFレーダー表面流速　　地衡流　　吹送流　　誤差

$$\begin{pmatrix} u_{\mathrm{wdf}}(x,y,t) \\ v_{\mathrm{wdf}}(x,y,t) \end{pmatrix} = \alpha \begin{pmatrix} \cos\theta \sin\theta \\ -\sin\theta \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_*(x,y,t-\delta t) \\ v_*(x,y,t-\delta t) \end{pmatrix}$$

吹送流　　α : speed factor　　海上風

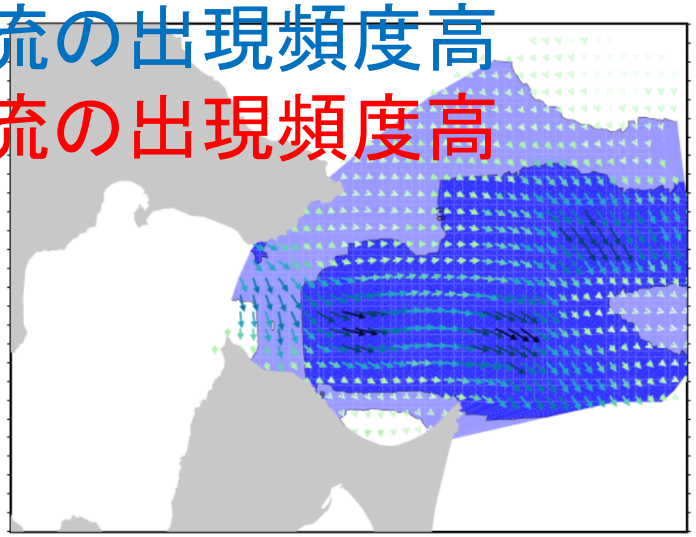
θ : deflection angle

風強制に対する津軽暖流の応答

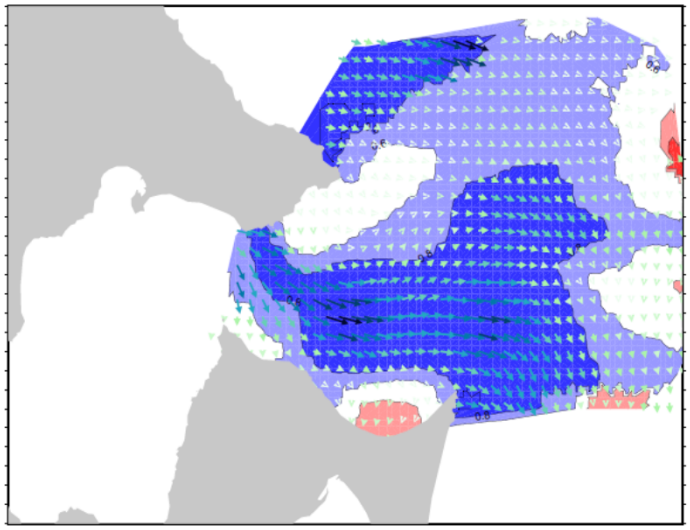
東向流の出現頻度高

西向流の出現頻度高

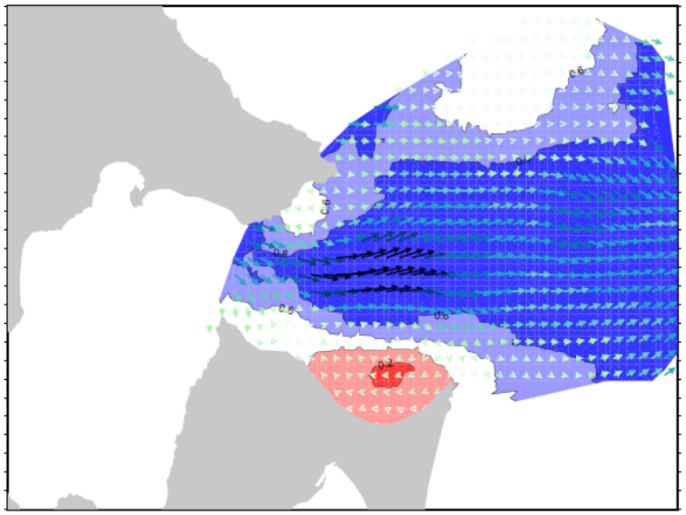
１月



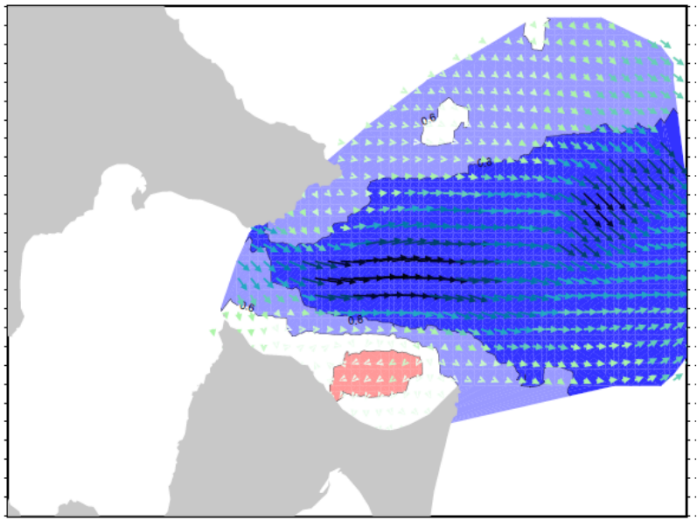
４月



７月

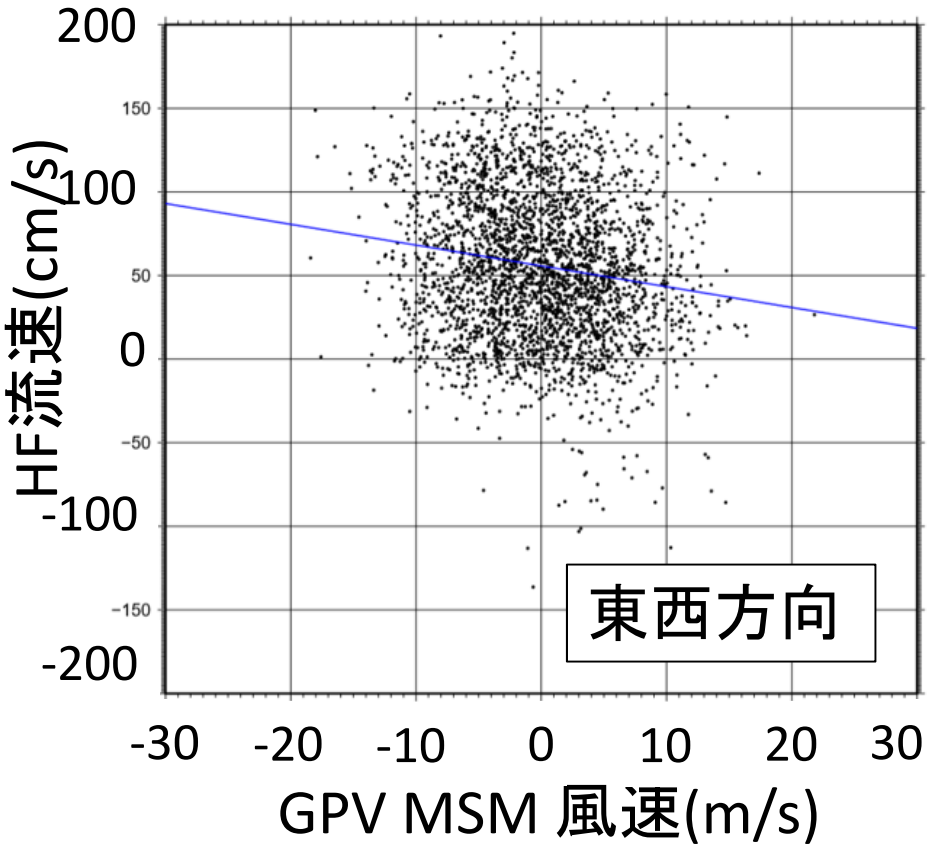


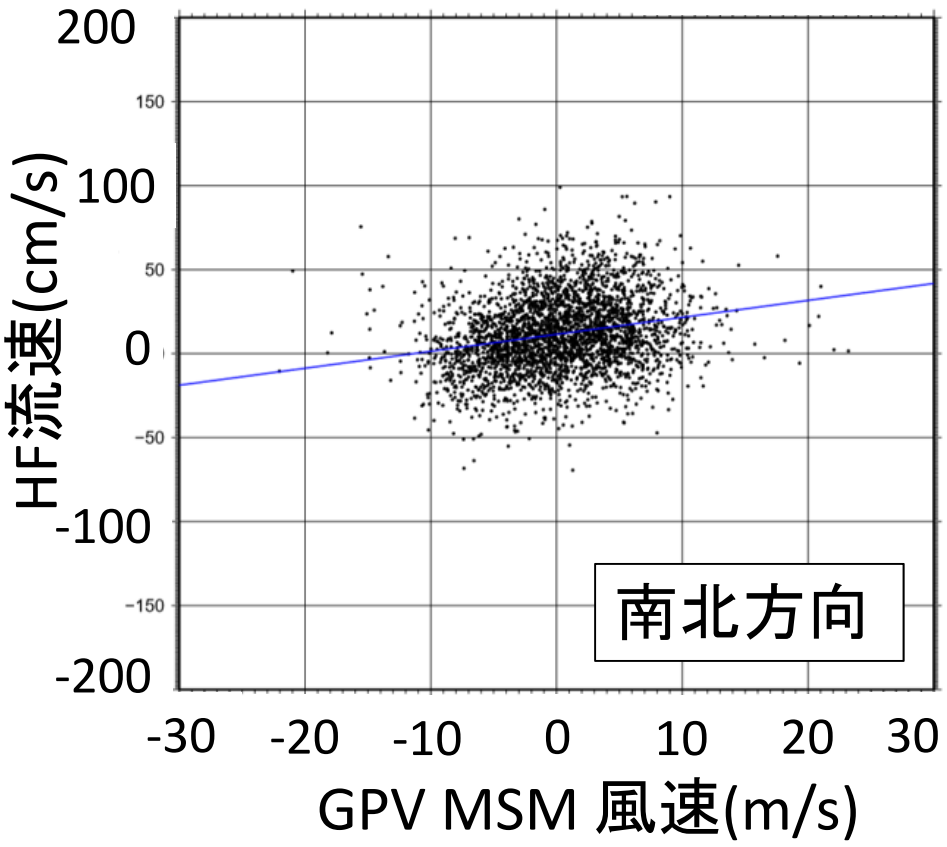
１０月



風強制に対する津軽暖流の応答

日平均





・南北方向のみ流速と風速が正の相関.

・Speed factor α = 0.01で，宗谷暖流の値(Zhang et al. 2016)と整合的.

まとめ

○現場観測データ（うしお丸ADCP ）との比較

- 正の相関が見られた.
- ただし，うしお丸ADCPのノイズが大きい.
- 更なるデータ処理が必要 .

○風強制に対する津軽暖流の応答

- 南北方向のみ流速と風速が正の相関.
- Speed factorは0.01.

今後について

○「まとめ」の項目をしっかり調査.

・うしお丸のデータ処理がうまくいけば，データ数を増やして解析.

・電磁流速計を用いた残差解析.

・吹送流が及ぶ深度を調べる.

○その他

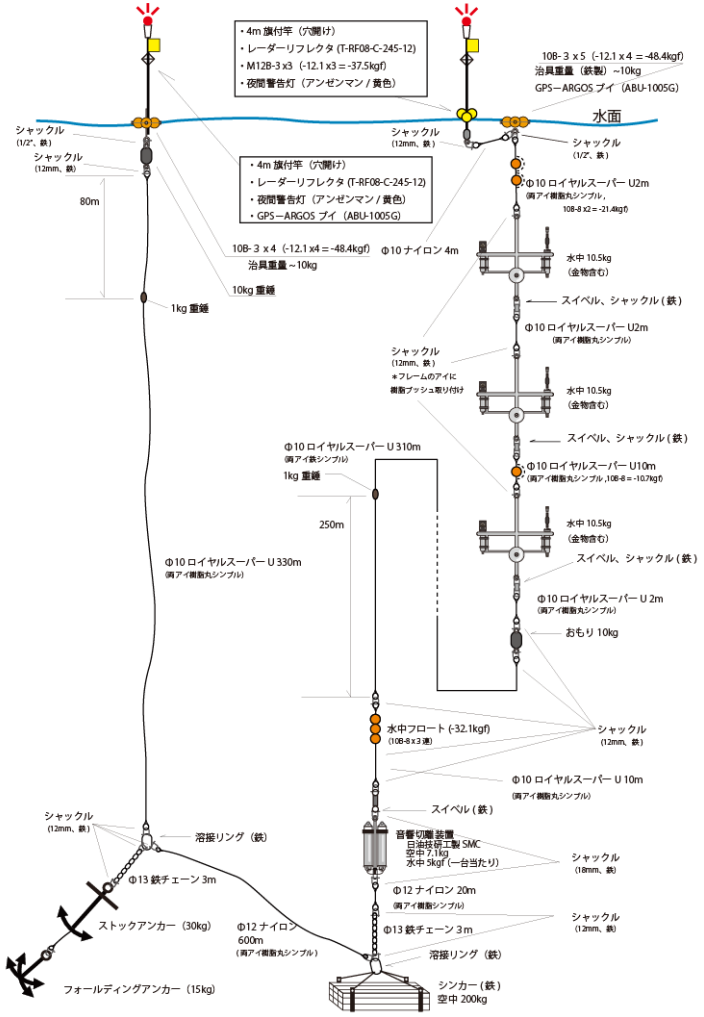
・水位差 vs 吹送流の相対的寄与の見積もり.

・パターン解析（流れ場，風速場）.

・係留型ADCPの設置と流れの鉛直構造の把握.

・各種人工衛星データとの比較（海面水温，海面塩分，
クロロフィル）

今後について



RDI社製の Workhorse Senchnelの300kHz
（装置から100m上層まで計測可）