

九大研究集会 2019年 12月3日

# 海洋短波レーダを用いた 津軽海峡東部における海面流速変動

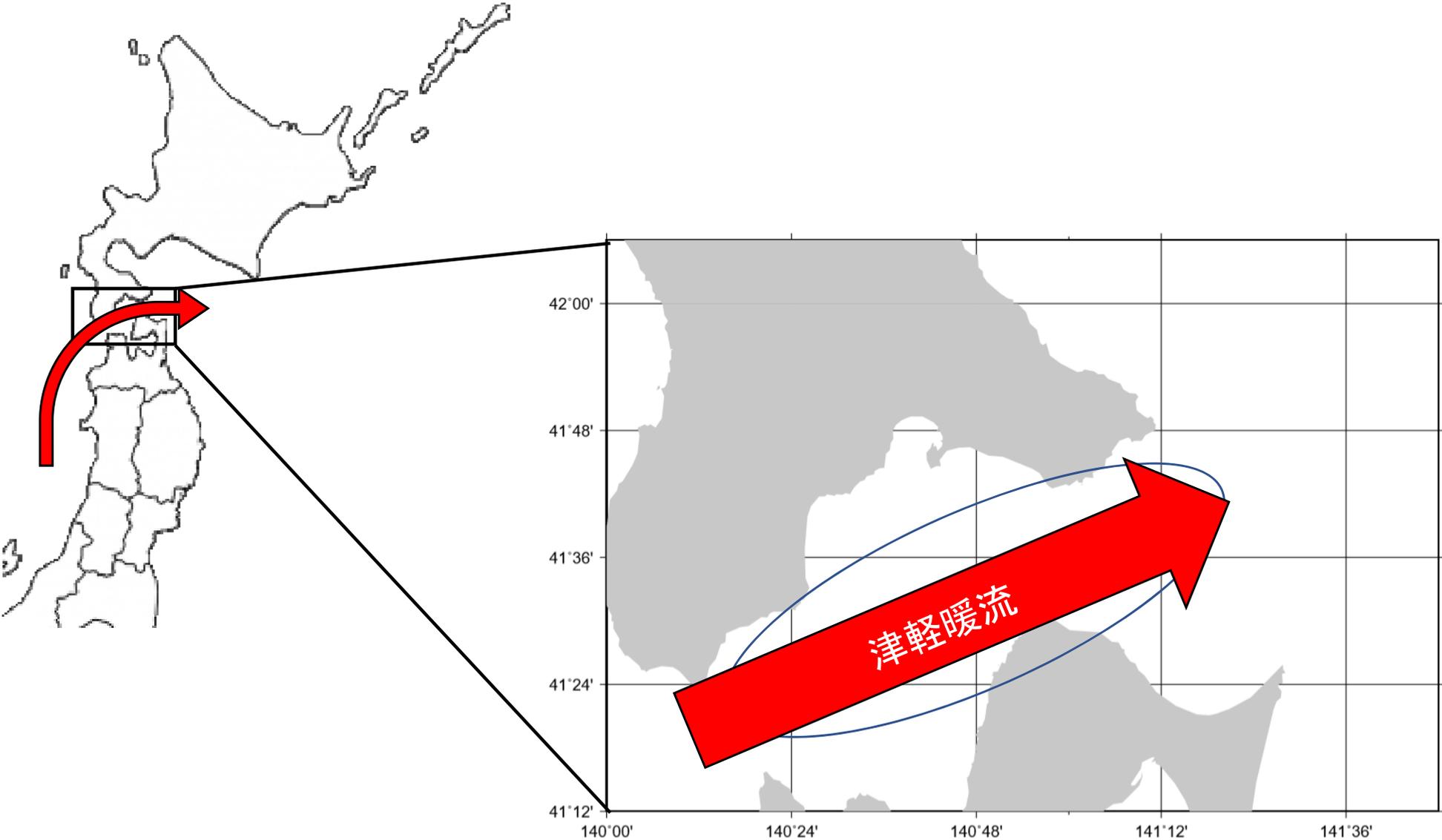
安井 智美<sup>1</sup>

阿部泰人<sup>1,2</sup>, 平譚享<sup>1</sup>, 佐々木建一<sup>2</sup>, 脇田昌英<sup>2</sup>

1:北大院水産

2:JAMSTEC むつ研究所

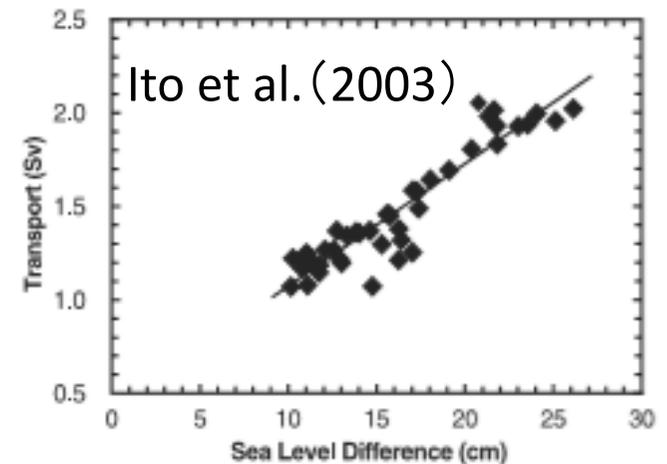
# 津軽海峡とは



# 研究の背景

## ADCP流速データを用いた津軽暖流の流量に関する研究

- 夏に多く冬に少ない  
(西田ら(2003) )
- 日本海と太平洋の間の水位差  
によって駆動  
(西田ら(2003), Ito et al.,2003)



**Figure 5.** Relationship between the TWC transport and the sea level difference  $SLD_{(f-h)}$ .

# 研究の背景

- 船舶CTD観測を用いた、季節による海流の流路の変動  
(Conlon, 1982など)



津軽海峡東部では季節的に異なるモードが見られる

- ✓ 渦モード(夏季)
- ✓ 沿岸モード(冬季)



流速の時間変動だけでなく空間変動も重要になってくる

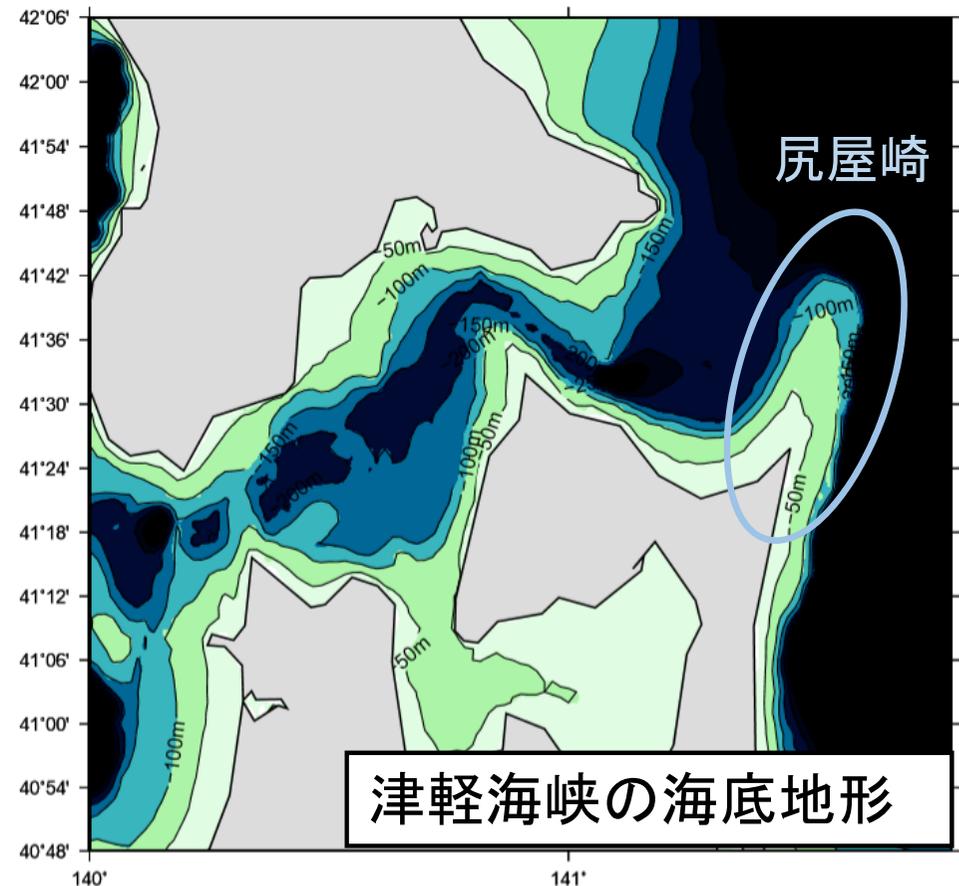
# 研究の背景

- 海峡の西側では、船舶観測により地形に応じた流速変化が報告されている(山口ら(2018年海洋学会秋季大会))



- 水位差以外に水深も流速に影響を及ぼしている

また、津軽海峡の地形は、数値モデルで日本海の海峡通過流量を正しく表現するために重要であることが指摘されており(Han et al. 2018), 観測データから流速-地形の関係を詳しく調べる必要がある



# 海洋短波レーダ

- 海洋短波レーダ (High Frequency Rader:HFレーダ)は2014年に津軽海峡東部に設置され現在まで観測が行われている。
- 海洋短波レーダでは広い海域を継続的に観測することができる。
- 津軽海峡東部の海面流速の時空間変動を調査することが可能



大畑局(青森県)のアンテナ  
(MORSETSホームページ: [www.godac.jamstec.go.jp/morsets/j/top](http://www.godac.jamstec.go.jp/morsets/j/top))

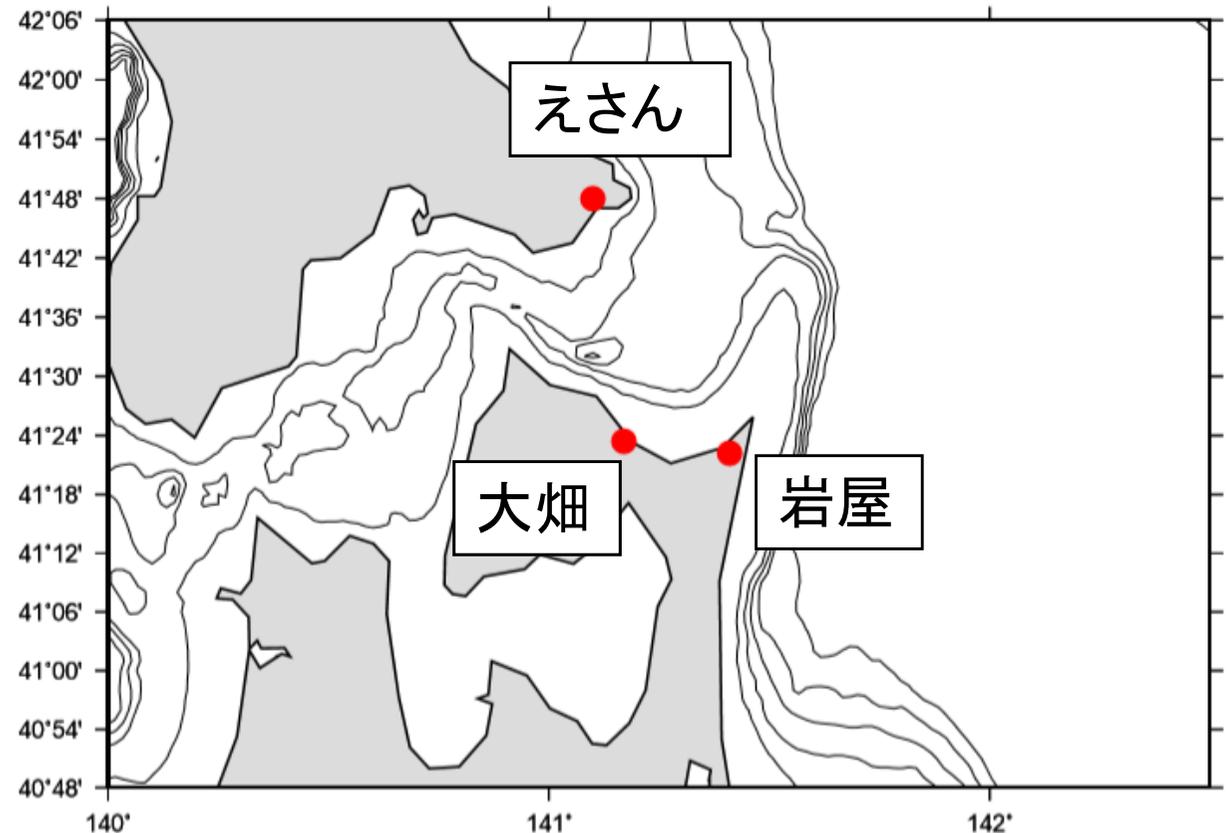
# 研究の目的

- 面的に海面流速を観測できる海洋短波レーダを用いて、津軽海峡東部における季節変動を調べる。
  - 季節的な流路の変動、過去の研究で明らかになっている水位差と津軽暖流の流量、流速との関係が及ぶ範囲
  - 津軽海峡東部の海底地形の流速への影響

# 海洋短波レーダ

- 米国CODAR社製SeaSonde, 13.9MHz帯
- 陸上基地局 → 大畑局, えさん局, 岩屋局
- 期間 → 2014年4月~2018年6月
- 時間格子: 30分
- 空間格子: 約3 km
- 処理: データを1 km格子に内挿した

潮汐の影響を抑える  
吹送流の補正無し



# データ

## 船舶CTDとADCP

北大水産付属練習船うしお丸とおしよろ丸などで観測  
観測期間：2009年～2019年、年4回観測

## 沿岸潮位

気象庁提供の検潮所水位

ステーション：北海道函館、青森県深浦

時間格子：1時間毎

処理：潮汐の影響を抑えるために1日平均した

## 漂流ブイ

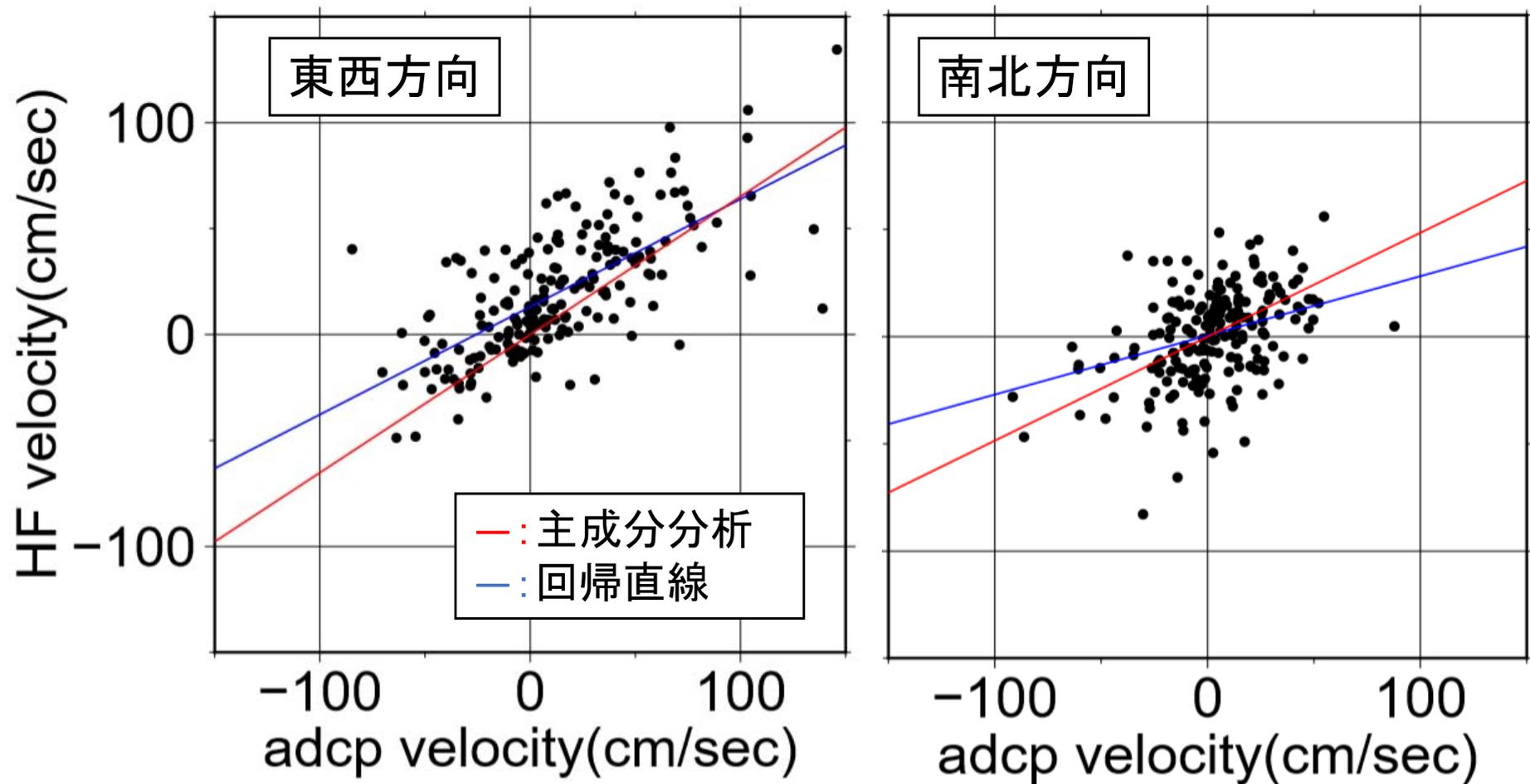
ノマドサイエンス社製，周波数401.64MHz

## 海底水深

日本海洋センター提供の500m間隔の海底水深データ

## 0) HFレーダーの精度検証

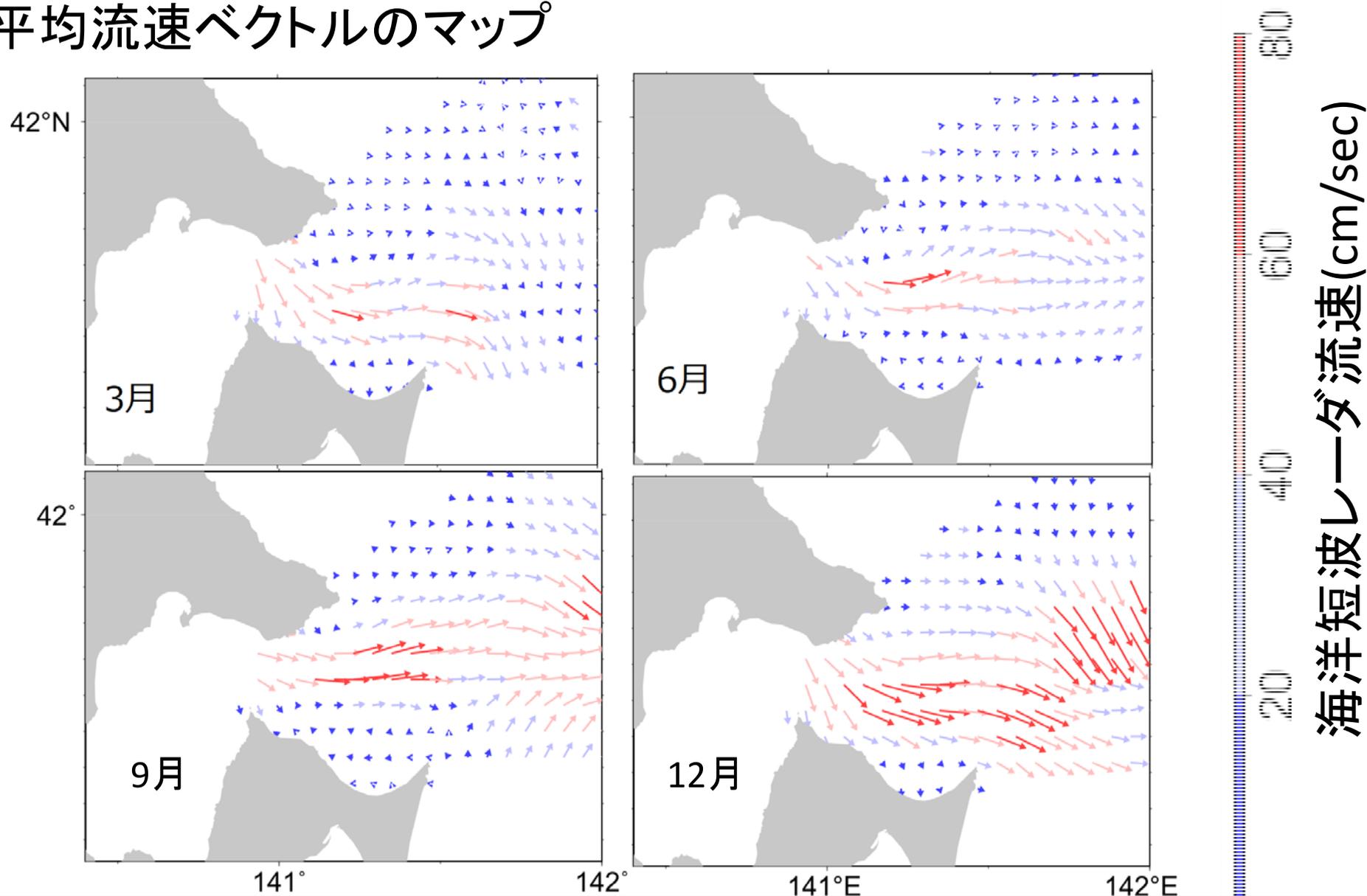
30分区間平均した30m深※ADCPデータとHFレーダーデータの流速の比較



※リングングによるノイズを避けるため

# 1) 季節による流速分布の変化

## 平均流速ベクトルのマップ

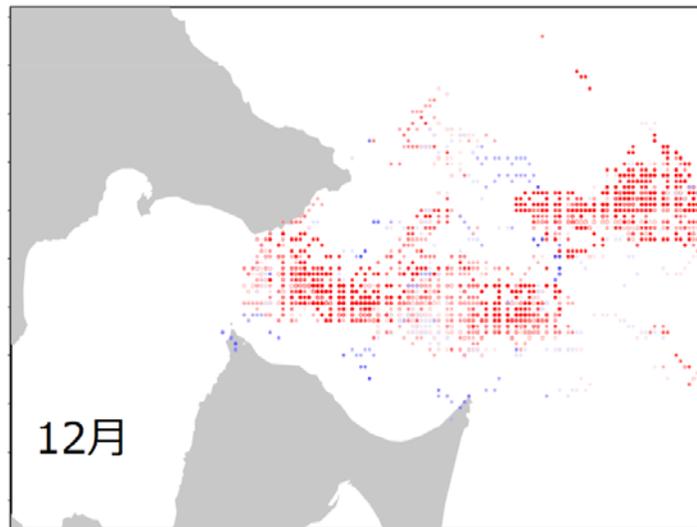
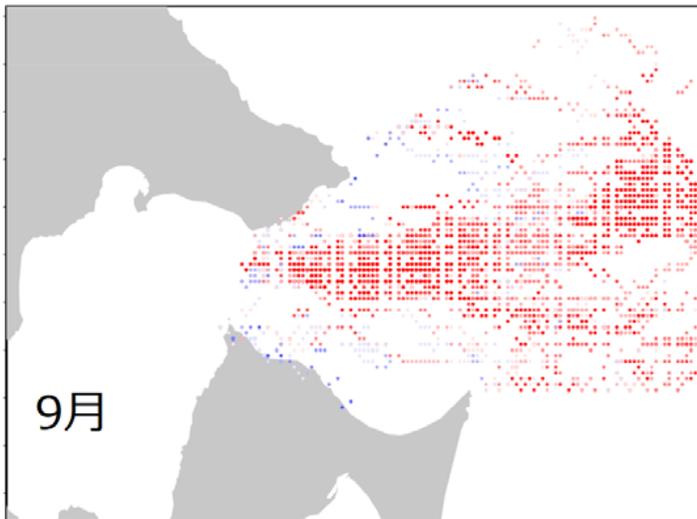
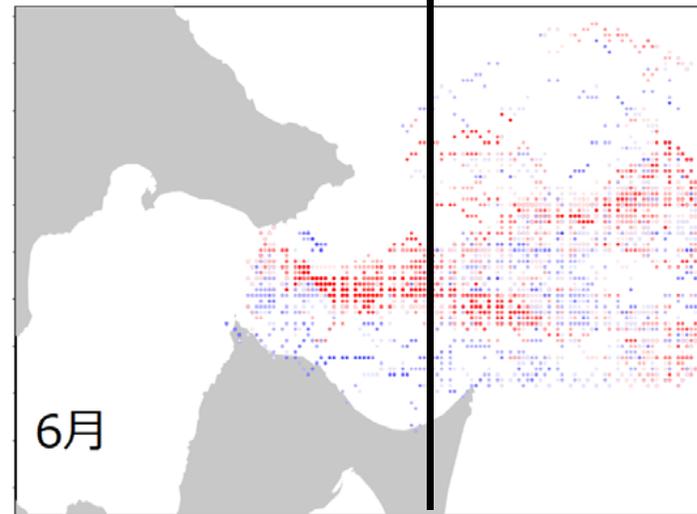
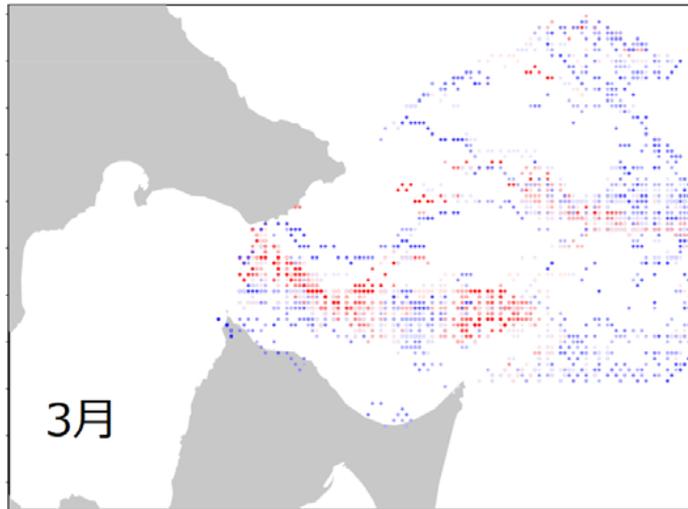


→モードに関連した流速の季節変化が海峡出口でも見える

# 1) 季節による流速分布の変化

それぞれの経度での流軸をプロット

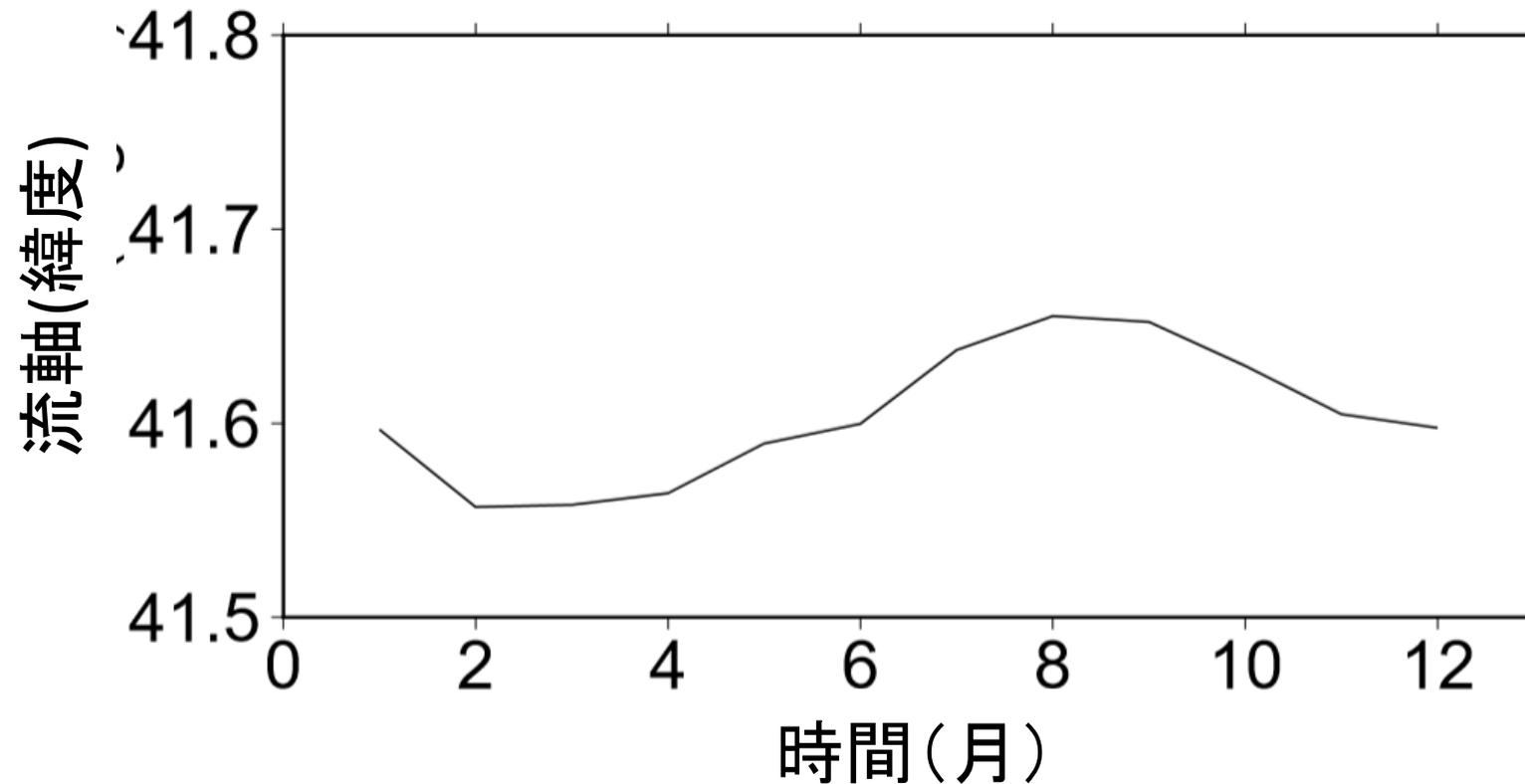
東経141.3度



→最大流速の大きさや位置は季節により変化する

# 1) 季節による流速分布の変化

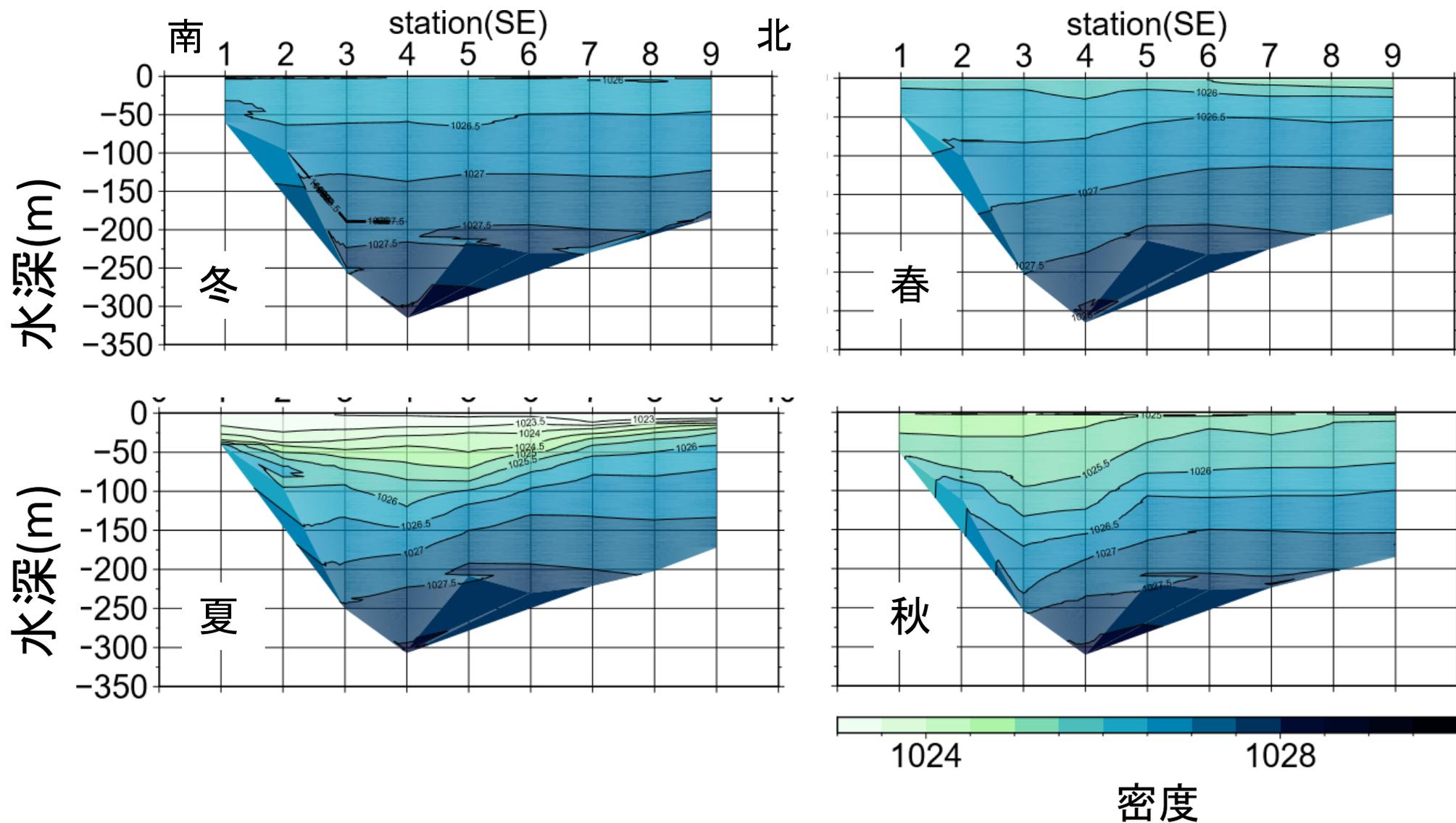
## 東経141.3度における流軸位置の季節変動



→夏に北、冬に南に流軸が移動する

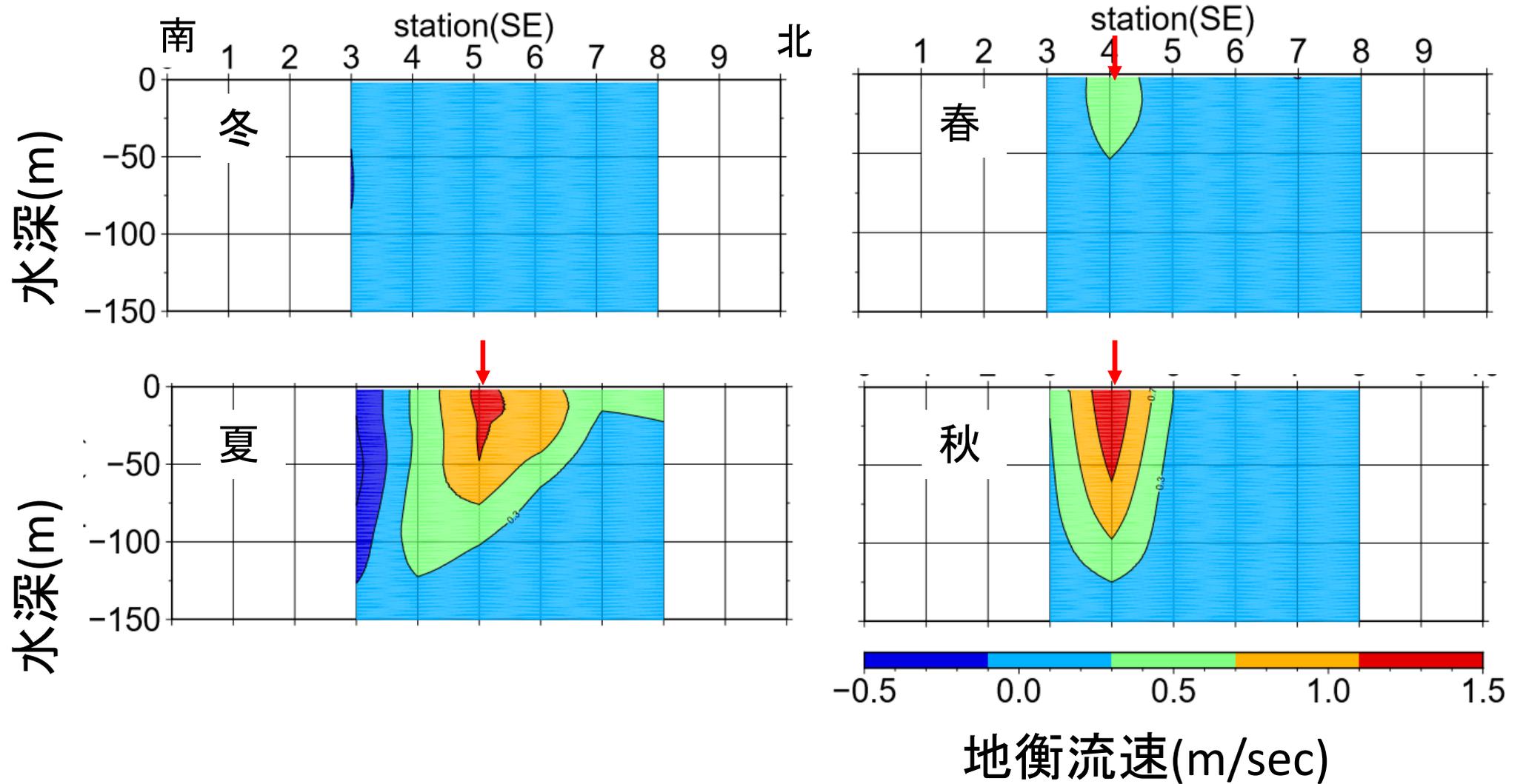
# 1) 季節による流速分布の変化

## CTDデータから計算した密度分布の季節気候値



# 1) 季節による流速分布の変化

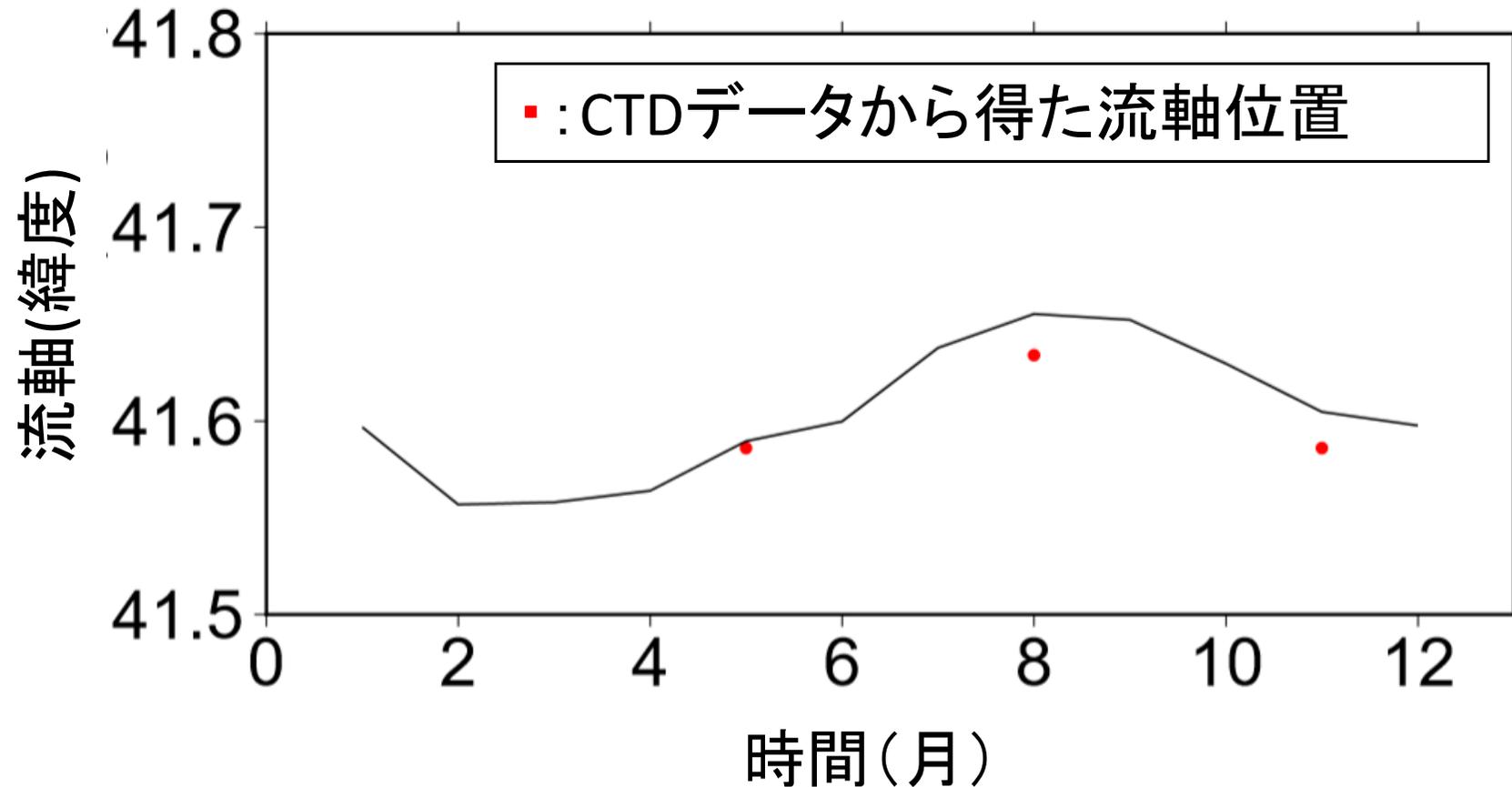
CTDデータから得た地衡流速(無流面: 150 db)の季節気候値



→夏から秋に1.1 m/s以上に達する地衡流(傾圧成分)

# 1) 季節による流速分布の変化

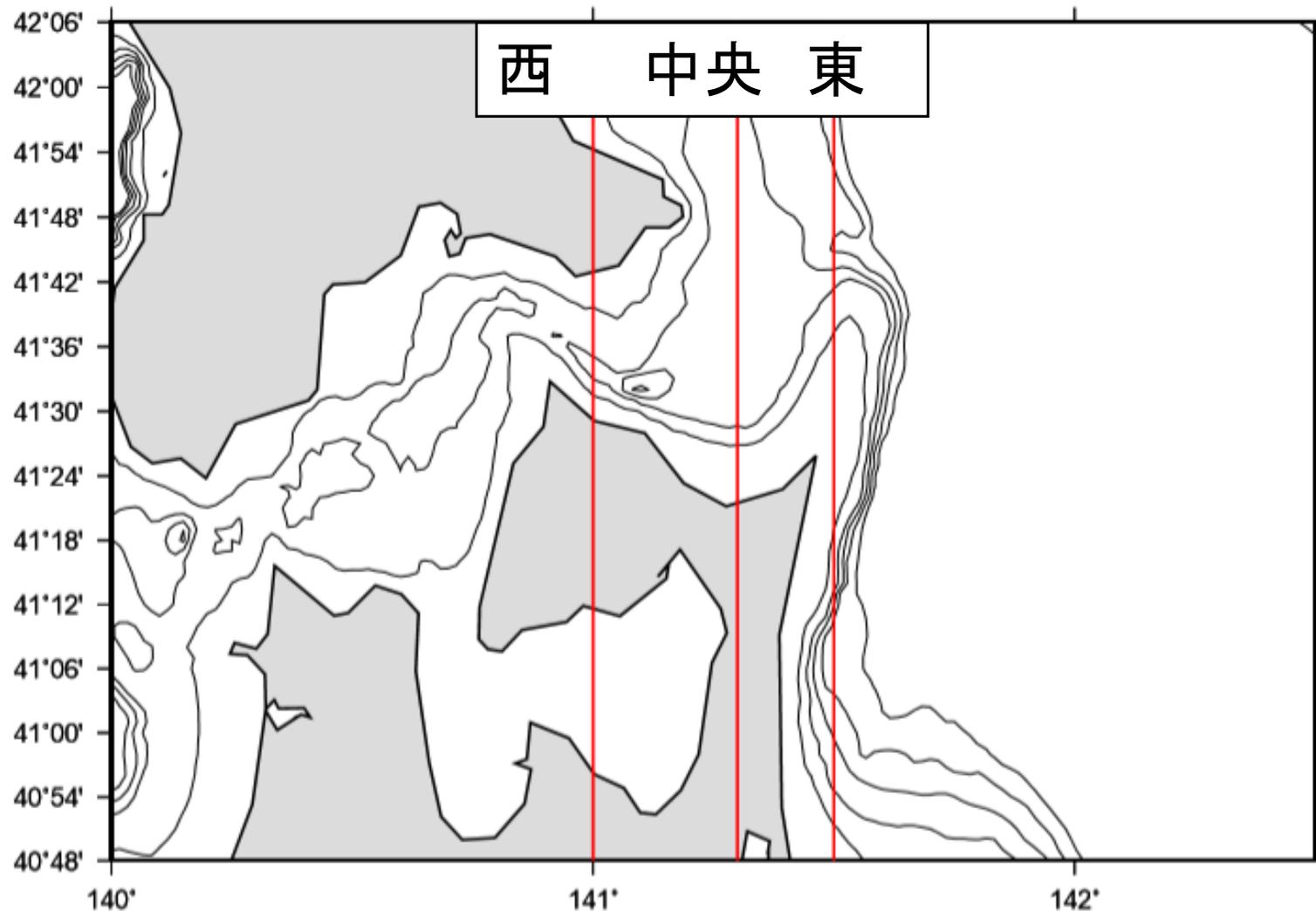
## 東経141.3度における流軸位置の季節変動



→渦モード、沿岸モードに則した流軸の南北変動はCTDデータから得た地衡流速でも見られた

## 2) 水位差と流速の関係

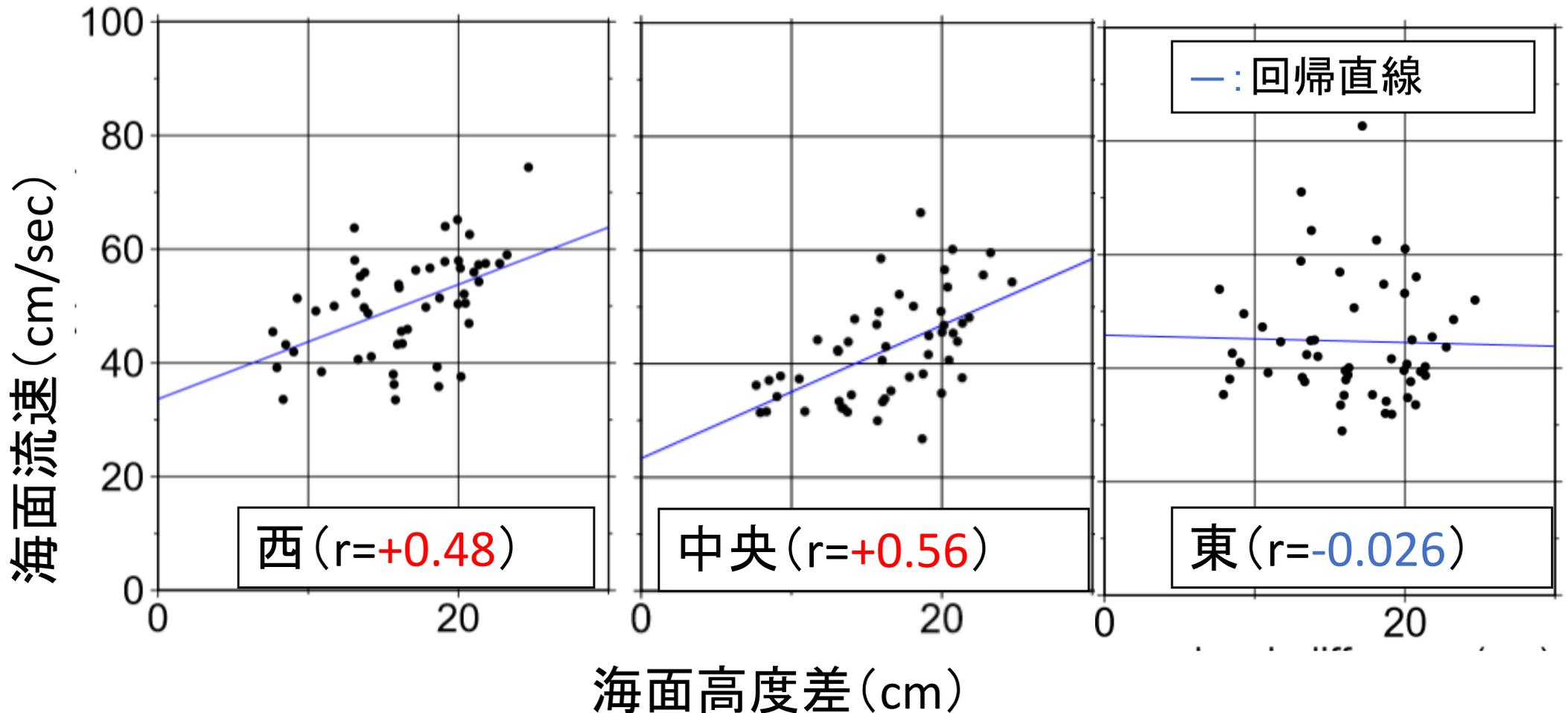
水位差と流速の関係を3つの経度で調べた。  
西(141)中央(141.3)東(141.5)



## 2) 水位差と流速の関係

### 水位差と流速との関係

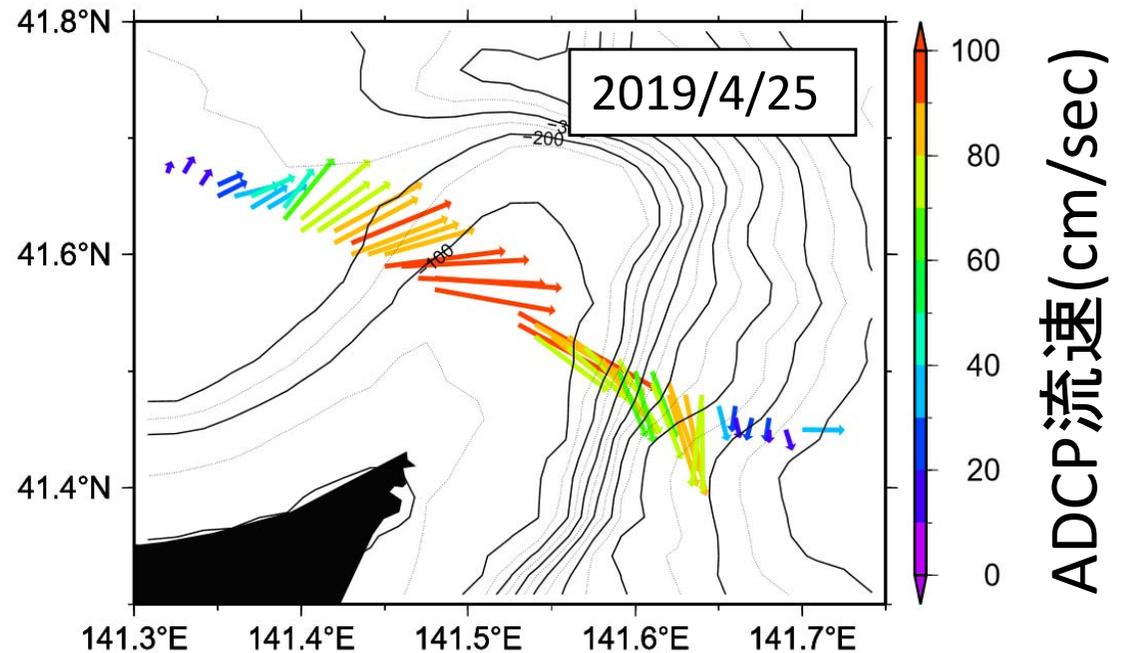
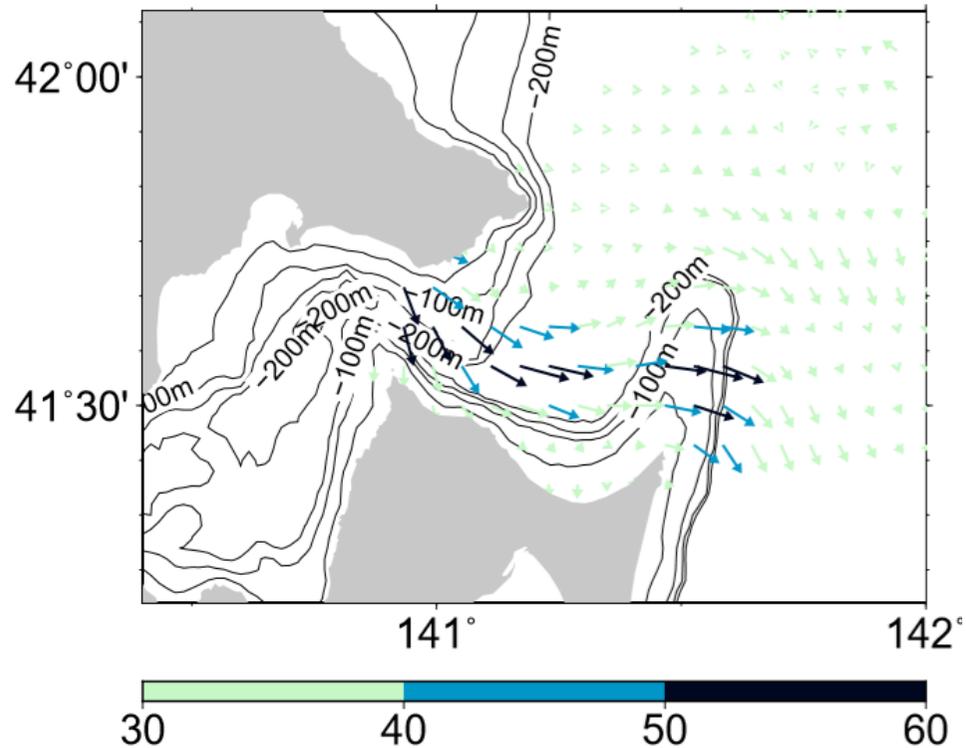
相関係数：西と中央で**有意**。(自由度13、有意水準:0.95)



→東の海域では水位差の影響が少ない

### 3) 地形と流速の関係

#### 海底水深と海面流速との比較

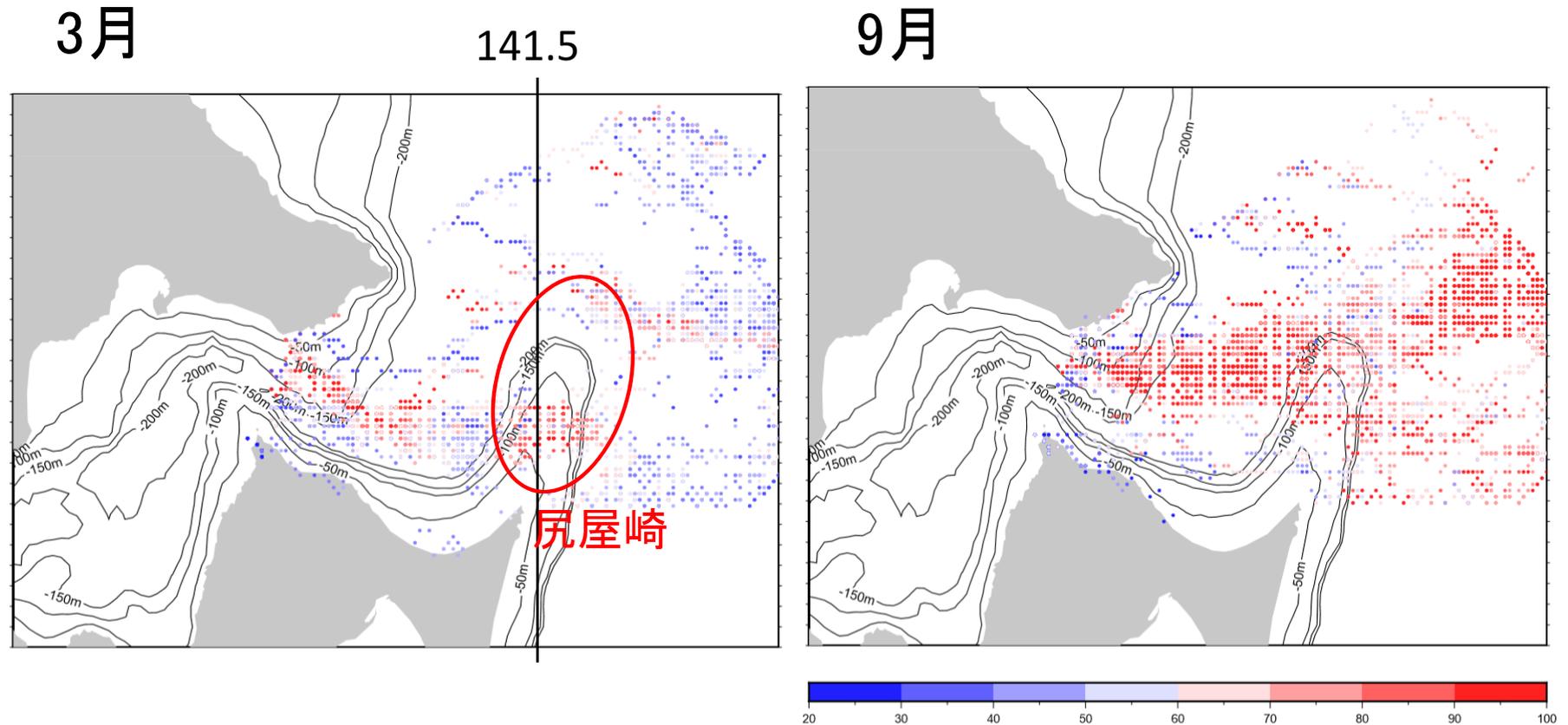


海洋短波レーダ流速(cm/sec)

→等深線に沿わず浅瀬に乗り上げている

### 3) 地形と流速の関係

#### 水深と海面流速との比較

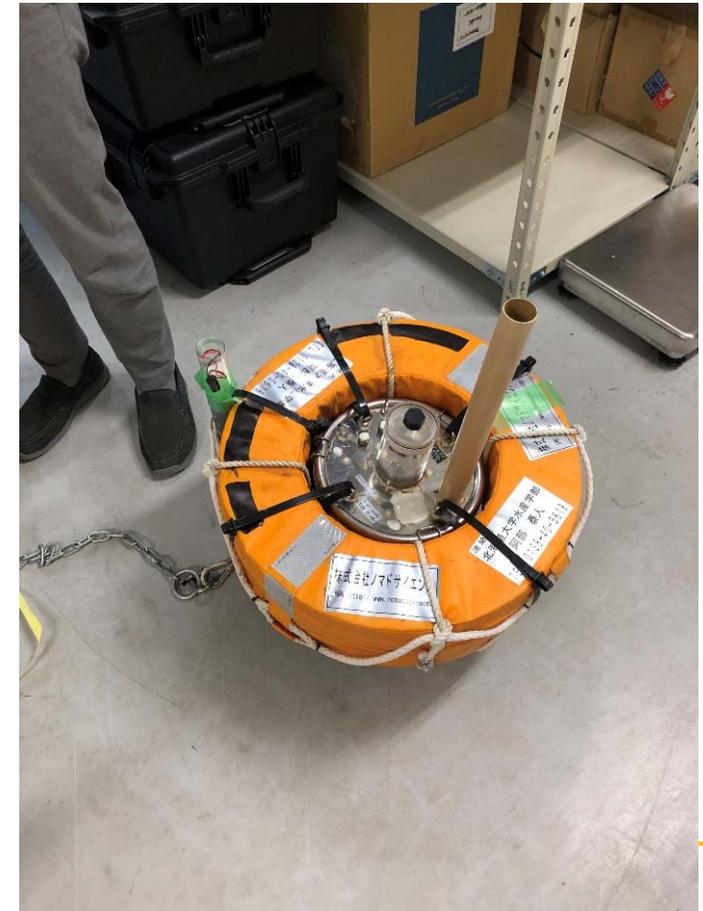
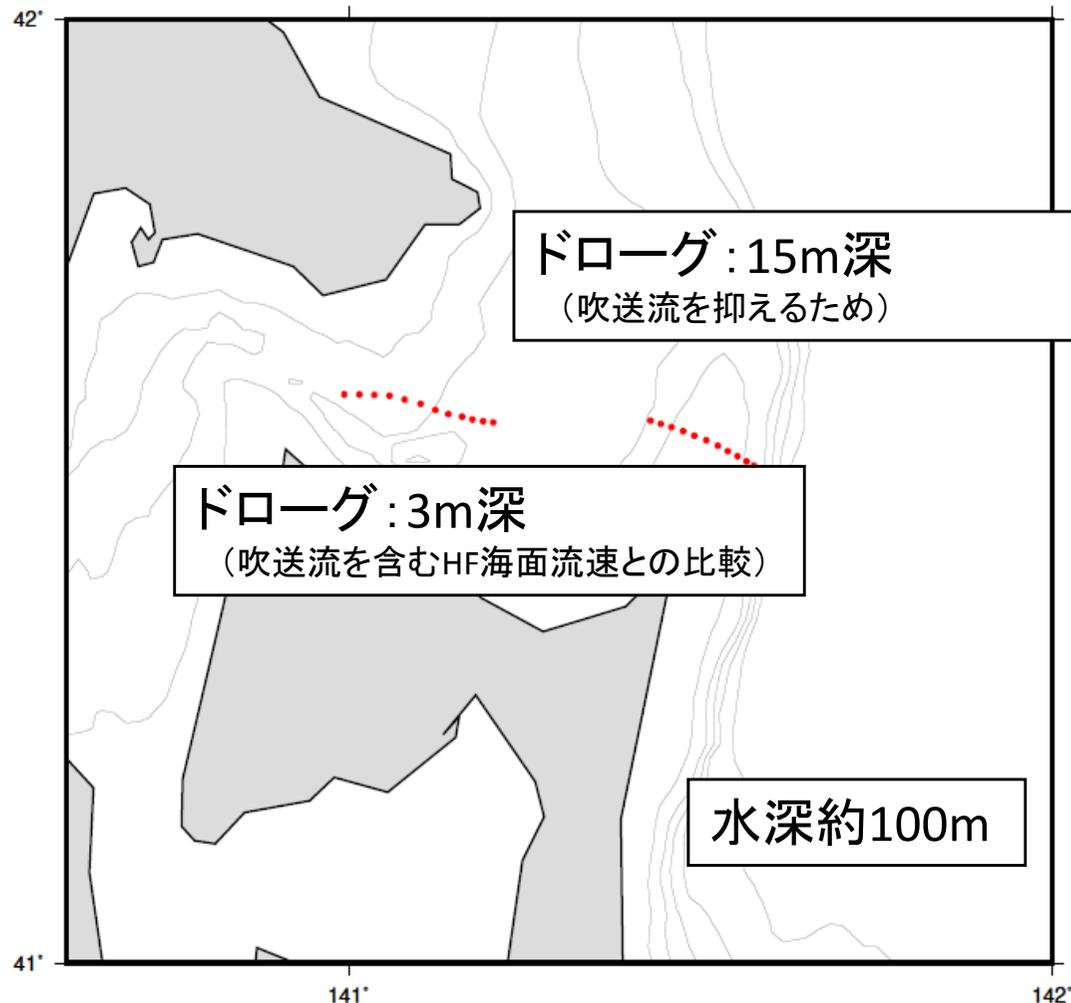


海洋短波レーダ流速(cm/sec)

→特に冬で海底水深と流速の関係がみえる

## 4) 漂流ブイによる観測

観測海域内に漂流ブイを流した時の位置変化  
ブイの位置は15分間隔でGPSが緯度経度を記録



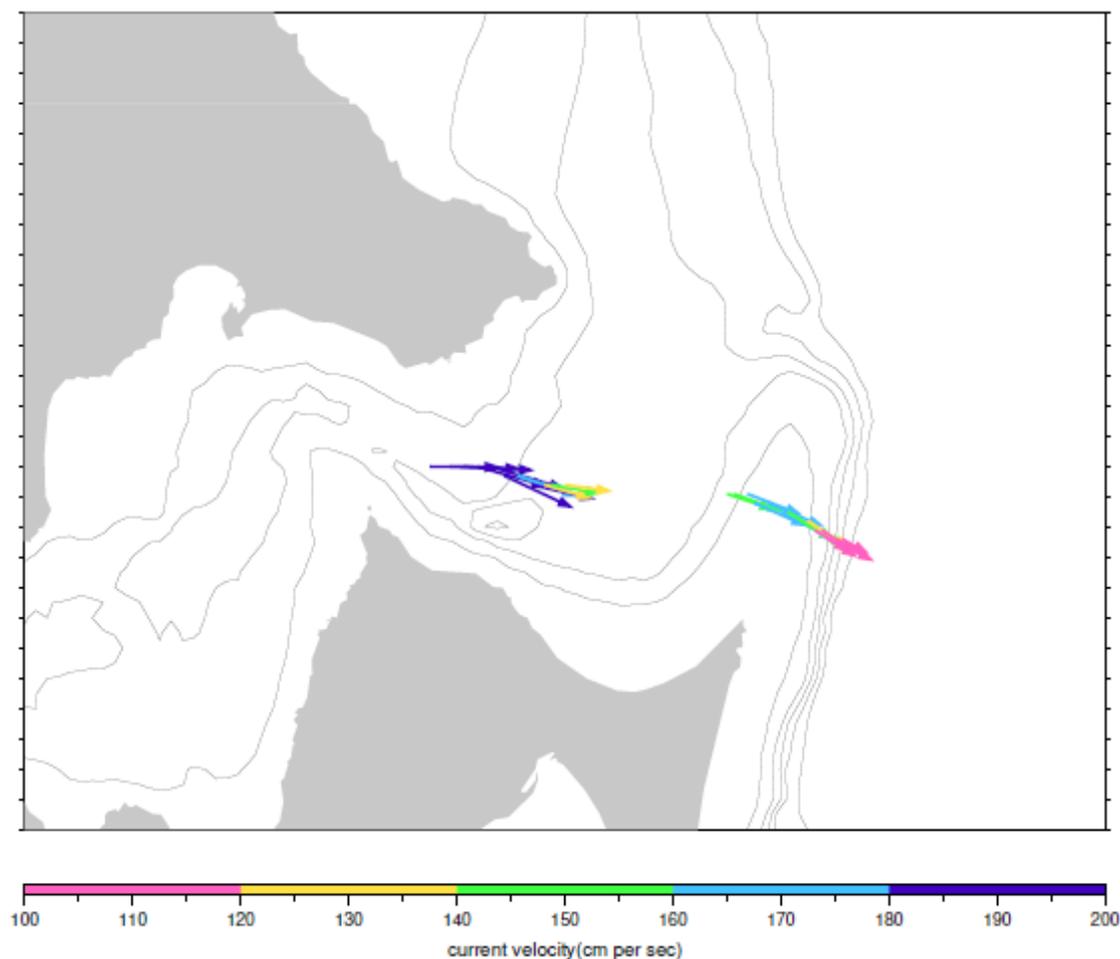
ドローグ

ノマドサイエンス社製ブイ: 周波数401.64MHz

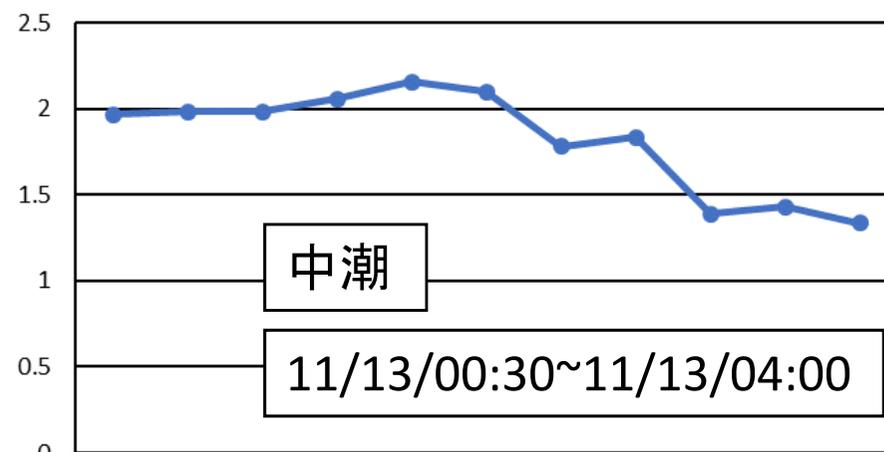
## 4) 漂流ブイによる観測

観測海域内に漂流ブイを流した時の流速変化

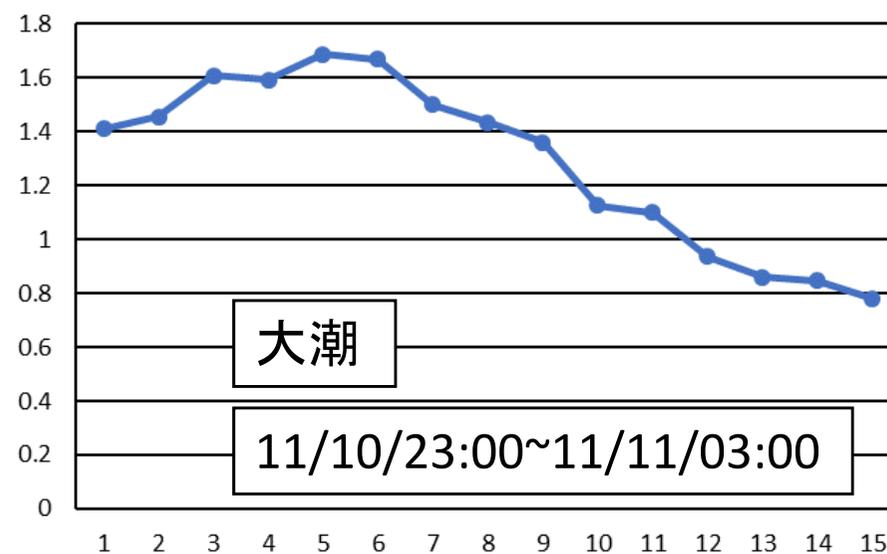
隣り合う点の緯度経度と時刻からラグランジュ流速を計算



大間沖

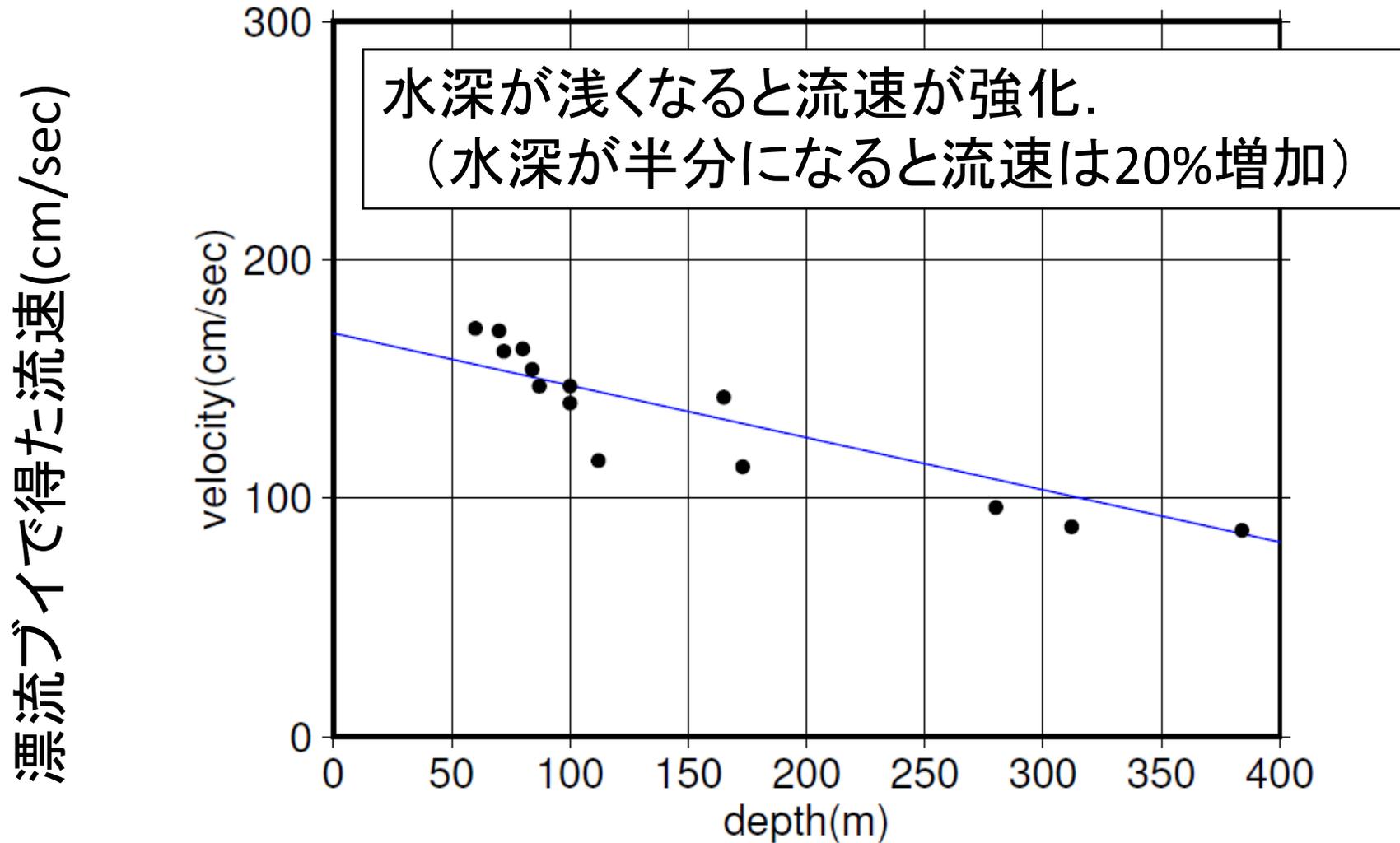


尻屋崎沖



#### 4) 漂流ブイによる観測

尻屋崎沖での漂流ブイの観測で得られた流速と水深の比較



# 議論

沿岸モードで流路が南下すると、水深が浅くなる場所で流速が強化されていた。

冬季は順圧流なので非圧縮性流体の連続の式で説明が付く。ただし、幅一定の一次元水路において水深が半分になると流速が2倍になると考えられるが、そこまでは強化されていなかった。

浅瀬に乗り上げるとある程度幅が広がるためだと考えられる。

流路が等深線に沿わないのは、津軽暖流の強い流れをブロックできるほど、海底水深の浅化が十分ではないからだと考えられる。

# まとめ

- 主に海洋短波レーダのデータを用いて津軽海峡東部において季節変動を調べた
  1. 津軽暖流出口の流路は夏に北に、冬に南に移動するような季節変動(振幅10 km)をしていた。夏から秋では傾圧流が卓越していた(1.1m/s以上)。
  2. 津軽暖流の流速と水位差は基本的に有意な相関が見えたが、湾口に近づくと相関の見えない海域があった。
  3. 冬季では尻屋崎沖の浅瀬地形に乗り上げ、流速が強化されていた。

謝辞: 本研究は日本科学協会の笹川科学研究助成を受けたものです  
また本出張に関し、九大応力研の共同利用事業による旅費支援を受けました。