

台風通過に伴う台湾北東海域での黒潮流軸の変化 ー遠距離海洋レーダデータ解析と数値モデル解析ー

森本昭彦・高橋大介・杉谷茂夫・相本秀則・吉岡真由美・坪木和久
(名大HyARC) (NICT沖縄) (JAMSTEC) (名大HyARC)

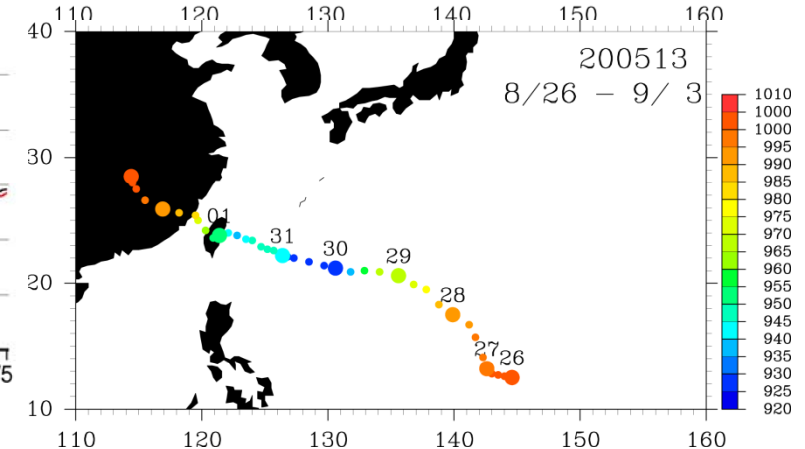
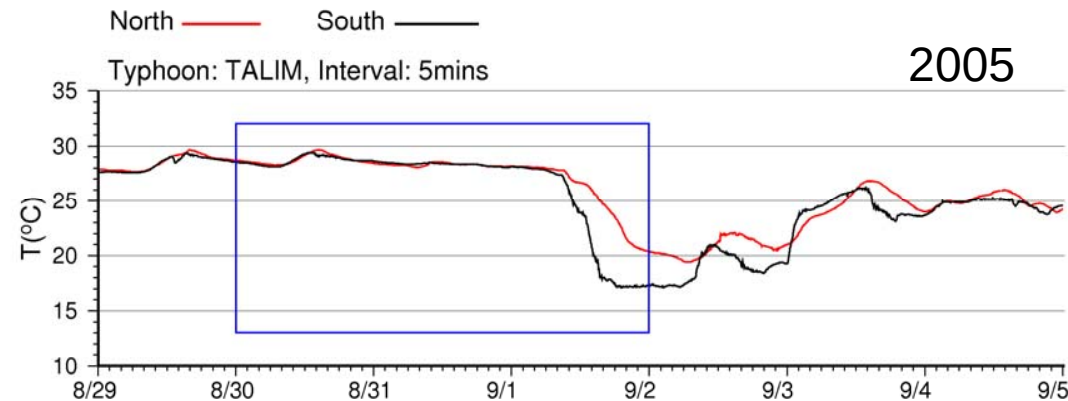
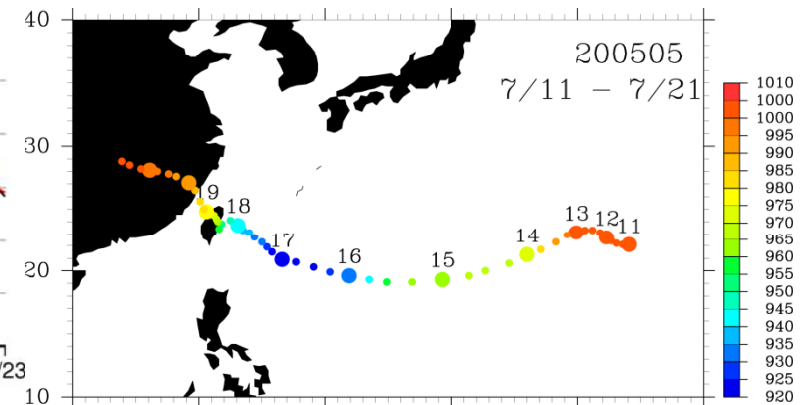
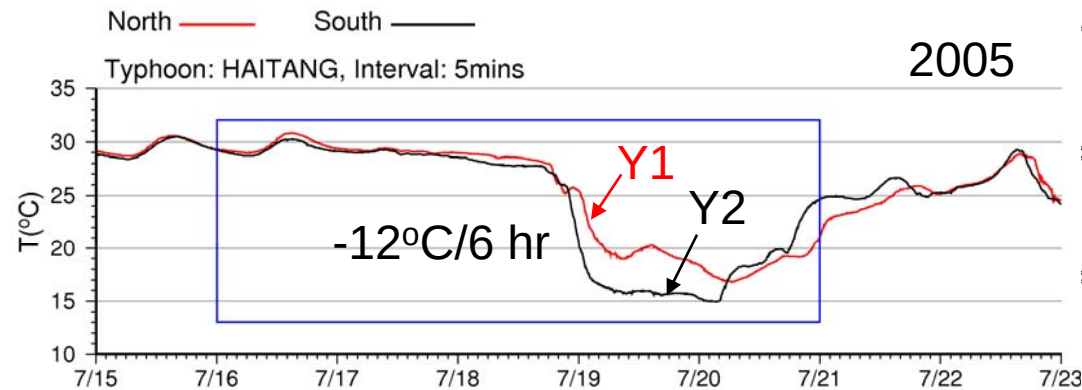
はじめに

- 2005年に名古屋大学地球水循環研究センター(HyARC)と情報通信研究機構(NICT)は連携研究を開始し、全国共同利用の公募課題として、他機関との共同研究を行ってきた。
 - 今年の秋に石垣島のレーダが撤去され、NICTとの共同研究も来年度より新しいテーマで進めていくことになる。
 - 今回は、遠距離海洋レーダを使った研究成果を紹介する。
-
- 流速計算アルゴリズムの改良
(森本他, 準備中)
 - 黒潮流軸の2週間周期変動
(Takahashi et al., 2009)
 - 黒潮流軸の季節変動
(Ichikawa et al., 2008)
 - 台風通過による黒潮流軸の変動
(Morimoto et al., 2009)
 - 黒潮流軸変動に伴う基礎生産量の変化
(Siswanto et al., 2009)
 - 大気海洋結合モデルによる台風HaiTang通過時の再現

研究の動機

台湾北部のYenliao湾において2005年の7月と9月に急激な水温低下が観測された。

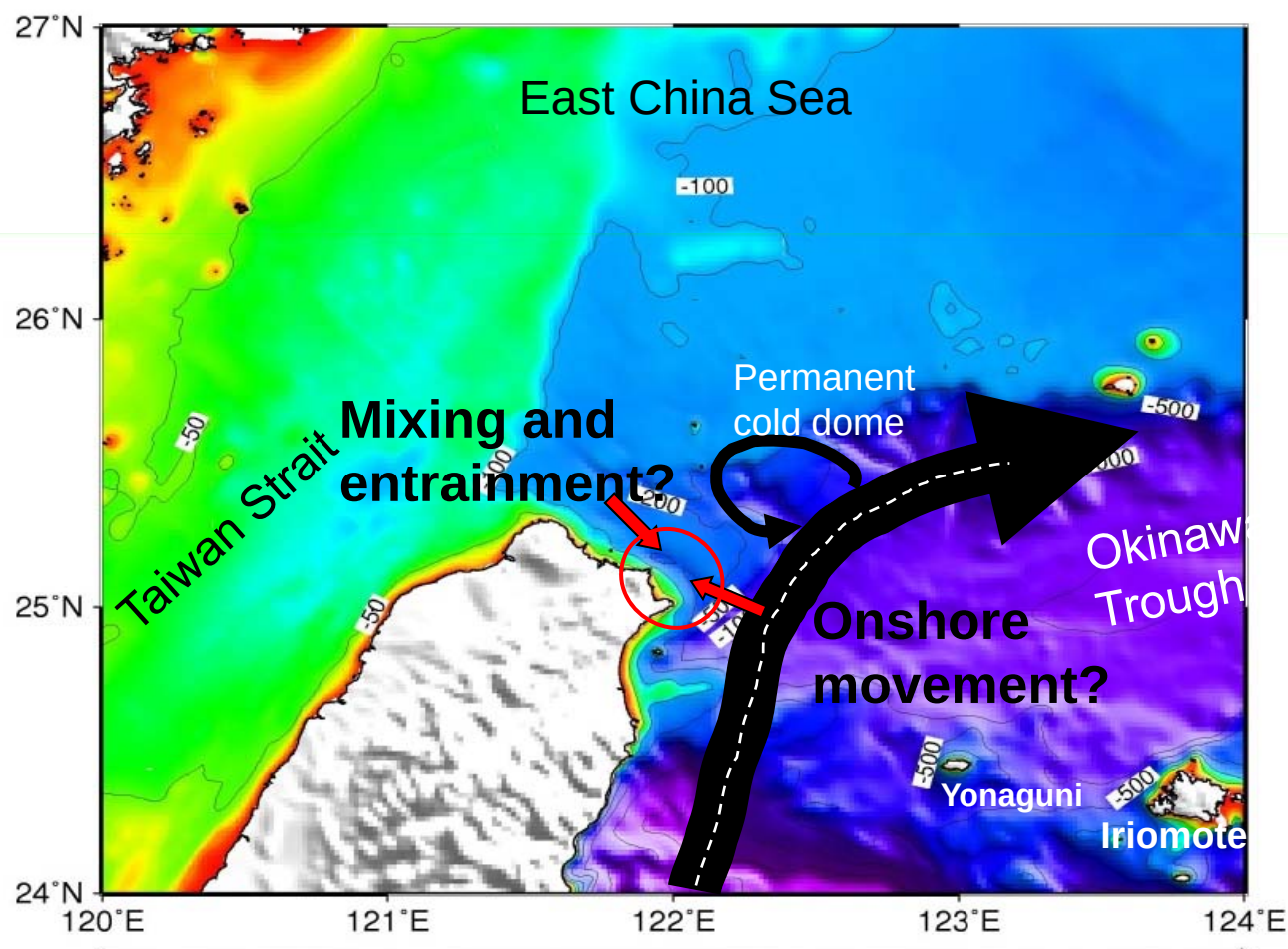
この水温低下が起こった時、台湾付近を台風が通過していた。



Dr. Sen Jan 提供

Yenliao湾での水温低下は台風通過と関係があるのだろう。

- 強風による鉛直混合？
(Yanliao湾の水深は浅く、低温な水はない。したがって約12°Cもの水温低下は説明できない)
- 黒潮流軸が動くのか？？？



研究目的

台風通過に伴い黒潮流軸が動いたという直接的な証拠はほとんどない。過去の研究では、水塊特性や限られた流速データから黒潮流軸の移動が示されている。遠距離海洋レーダのデータと大気海洋結合モデルを使い台風通過に伴う黒潮流軸の動きを明らかにする。

使用データ

- 遠距離海洋レーダデータ (LROR, NICT)
- 台風ベストトラック(気象庁)
- SST(農林水産省AGROPEDIA)

遠距離海洋レーダ(情報通信研究機構:NICT沖縄)



図1: 与那国海洋観測施設の概観
Figure 1: Aerial photograph of Yonaguni Ocean Radar Facility

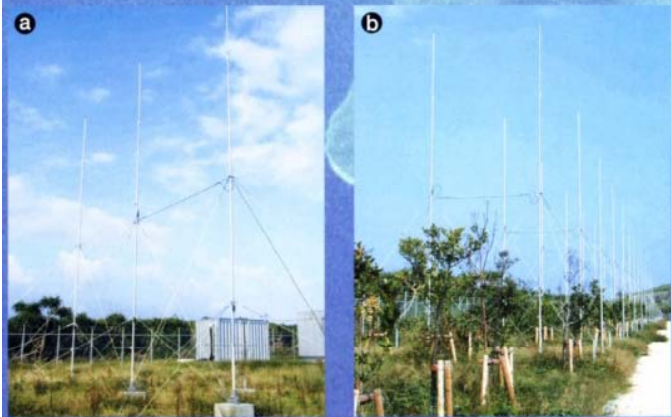
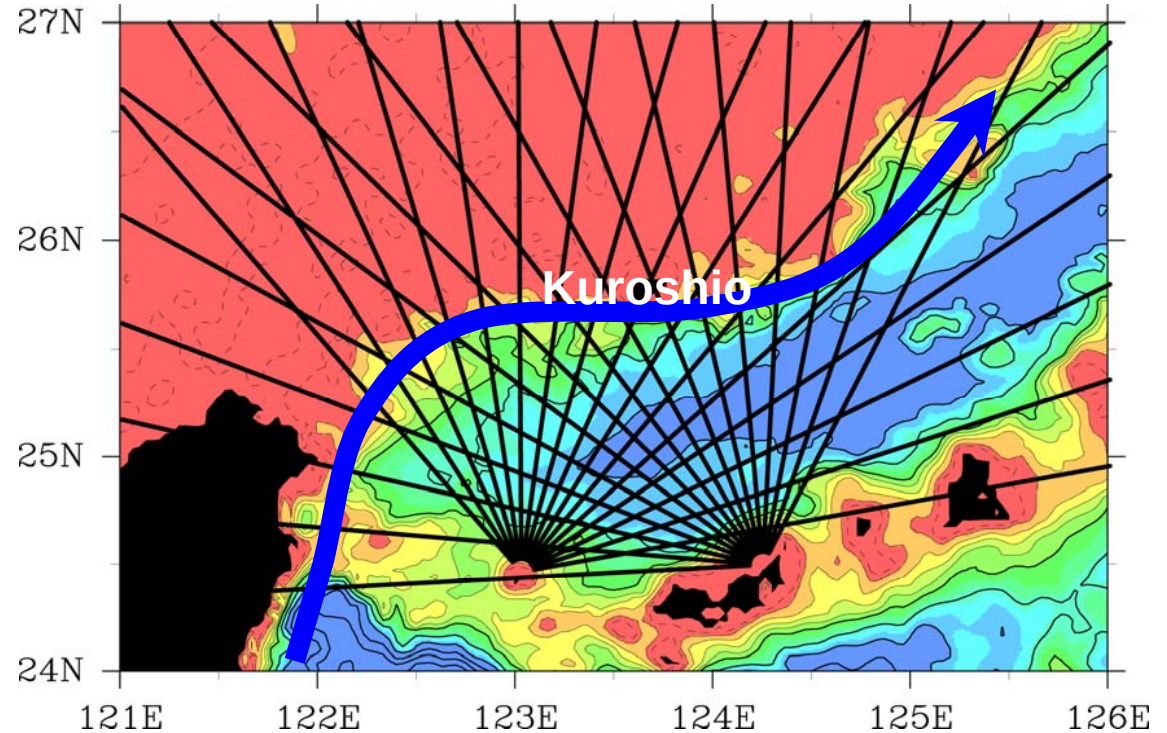
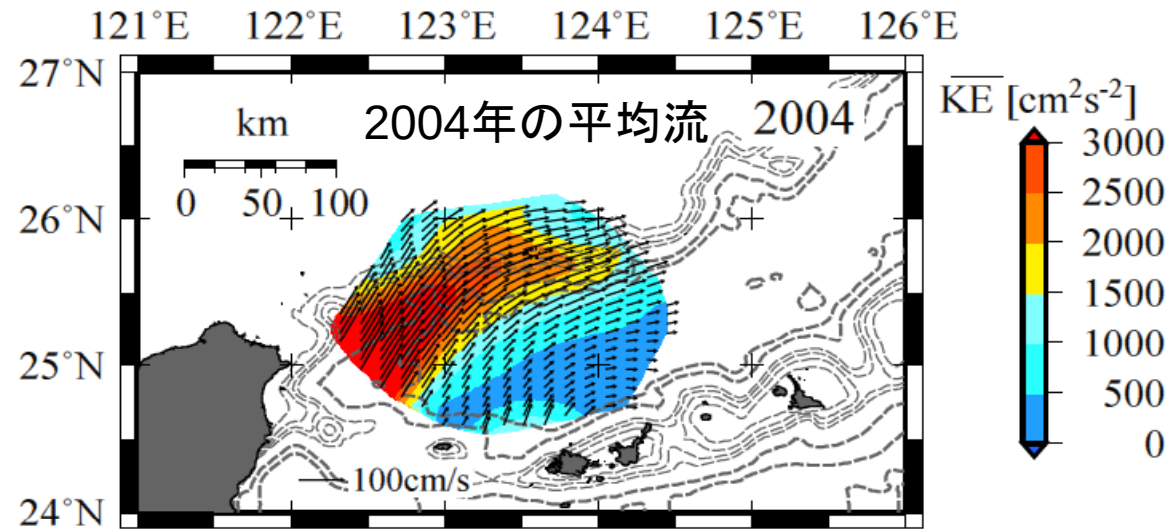


図2: 遠距離海洋レーダの(a)送信アンテナと(b)受信用アレイアンテナ
Figure 2: (a)Transmission antenna of LROR (b)Array antenna for reception

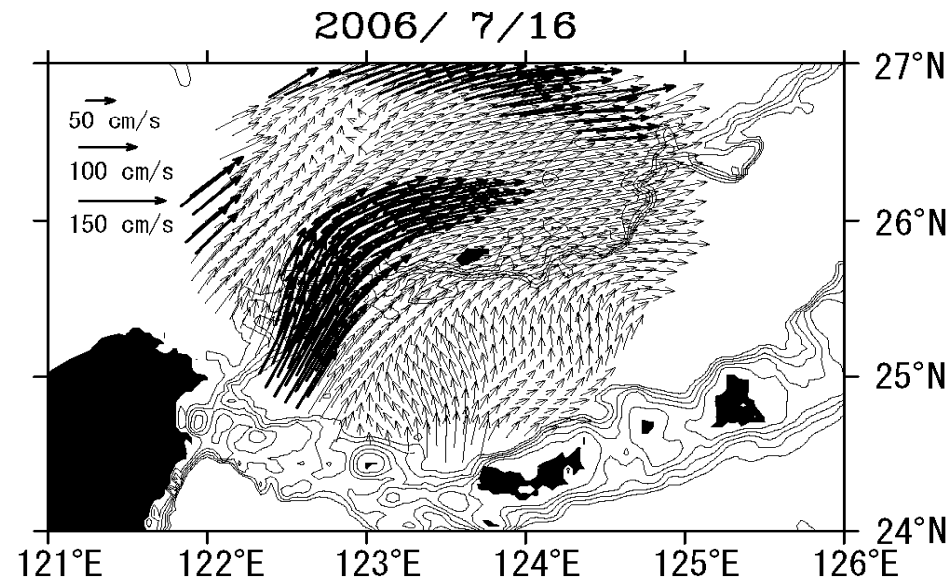


2001年に観測が開始され現在は
与那国局のみ観測中
データは30分 or 1時間毎
観測範囲は250km程度

流速計算アルゴリズムを改良し、データセットを作り直した

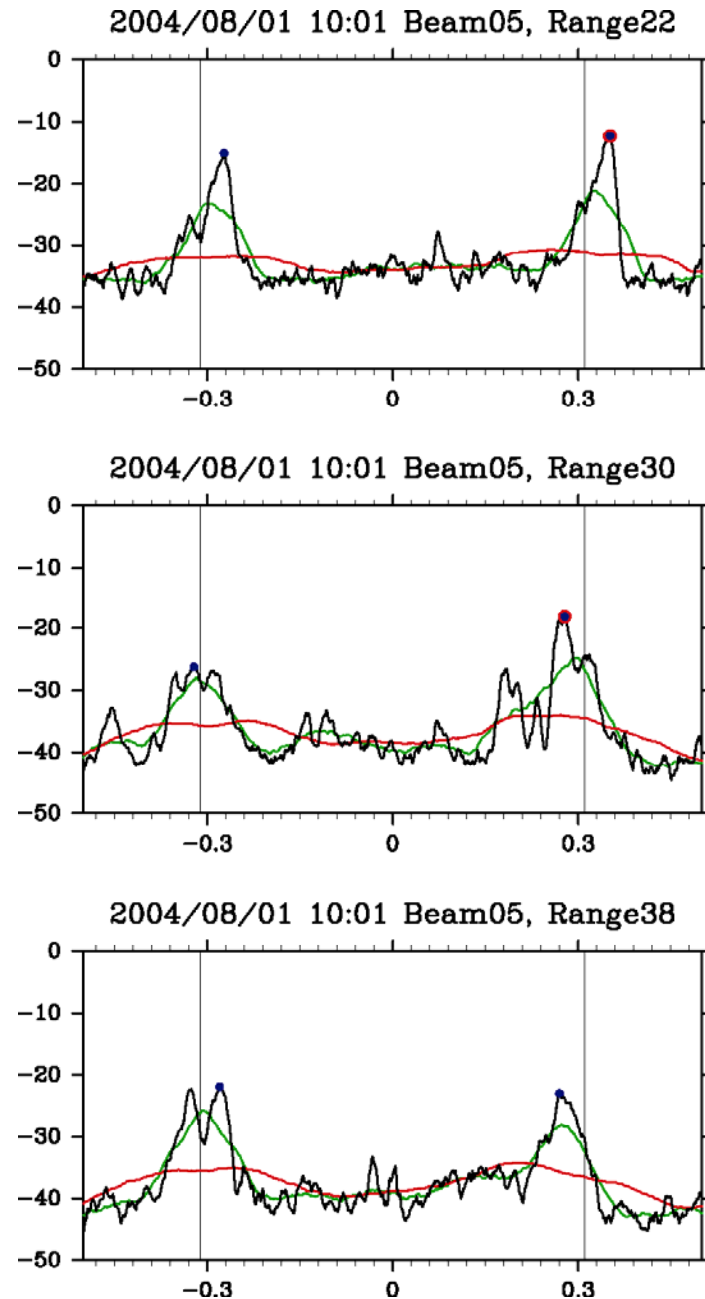


Takahashi *et al.* (2009)

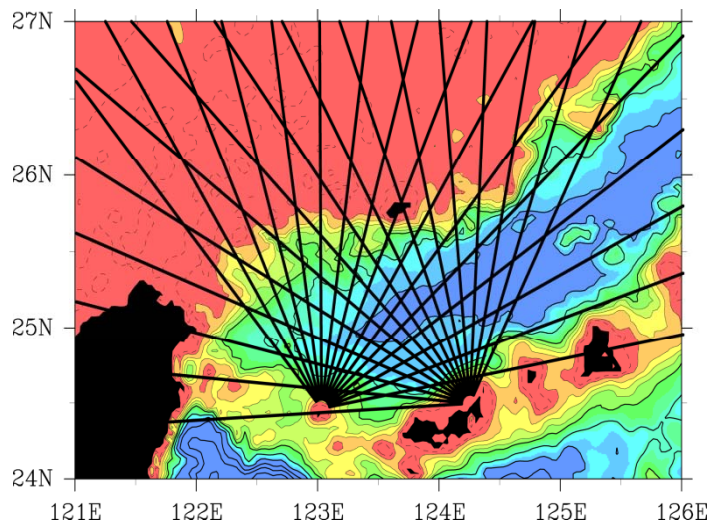


Morimoto *et al.* (2009)

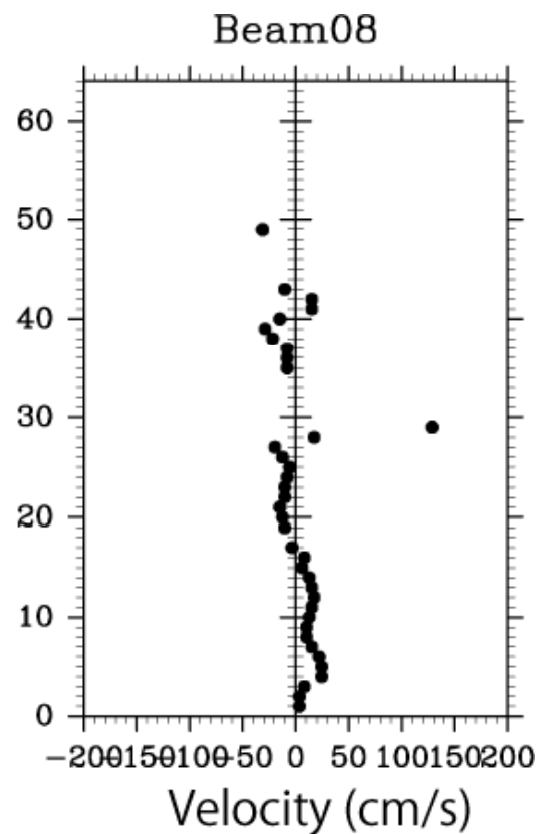
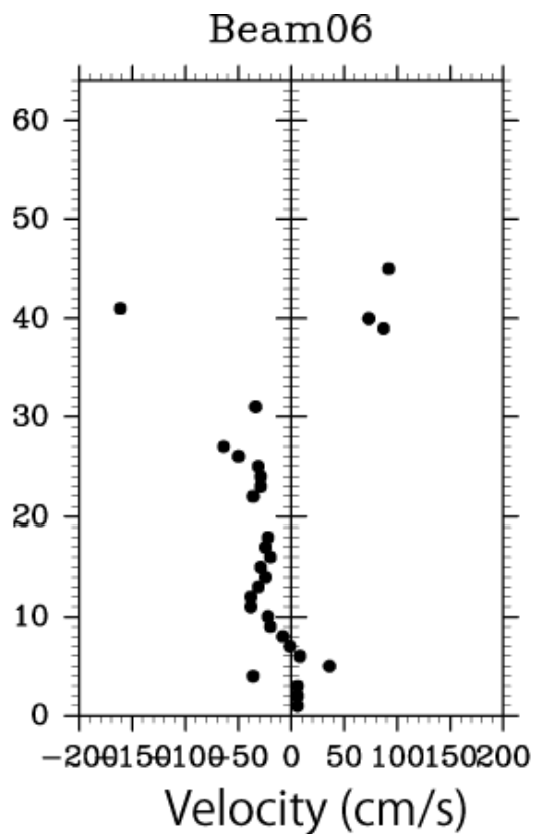
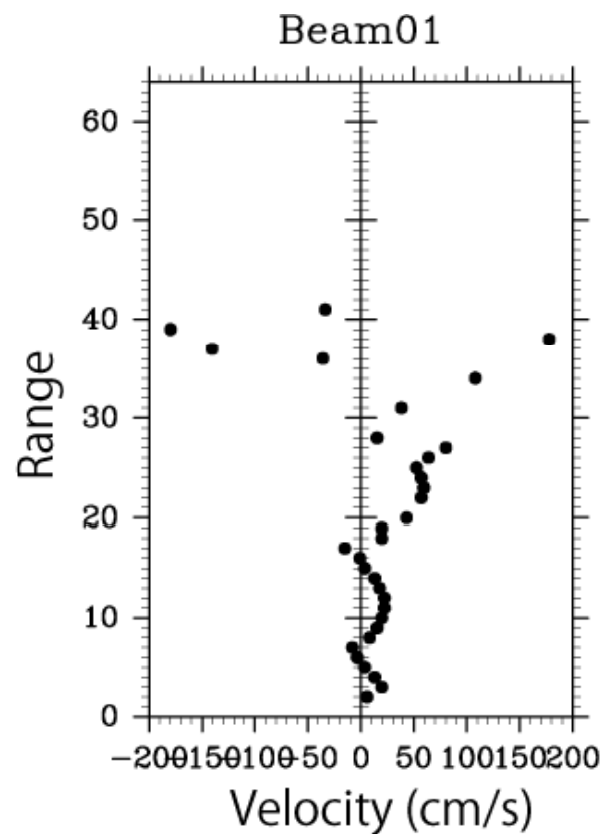
スペクトルピークの決定方法



- ピークは5dB以上とする。
 - ピークが20dB以上 (**決定**)
- ↓
- 正負の片側にしかピークがない (**決定**)
- ↓
- 正負両方のピークの周波数がほぼ同じ (**決定**)
- ↓
- 正負それぞれのピークに対応したピーク (小さくても) がある場合 (**決定**)
- ↓
- 判定不能
 - 空間方向の連続性をチェックし、フラグをつける。

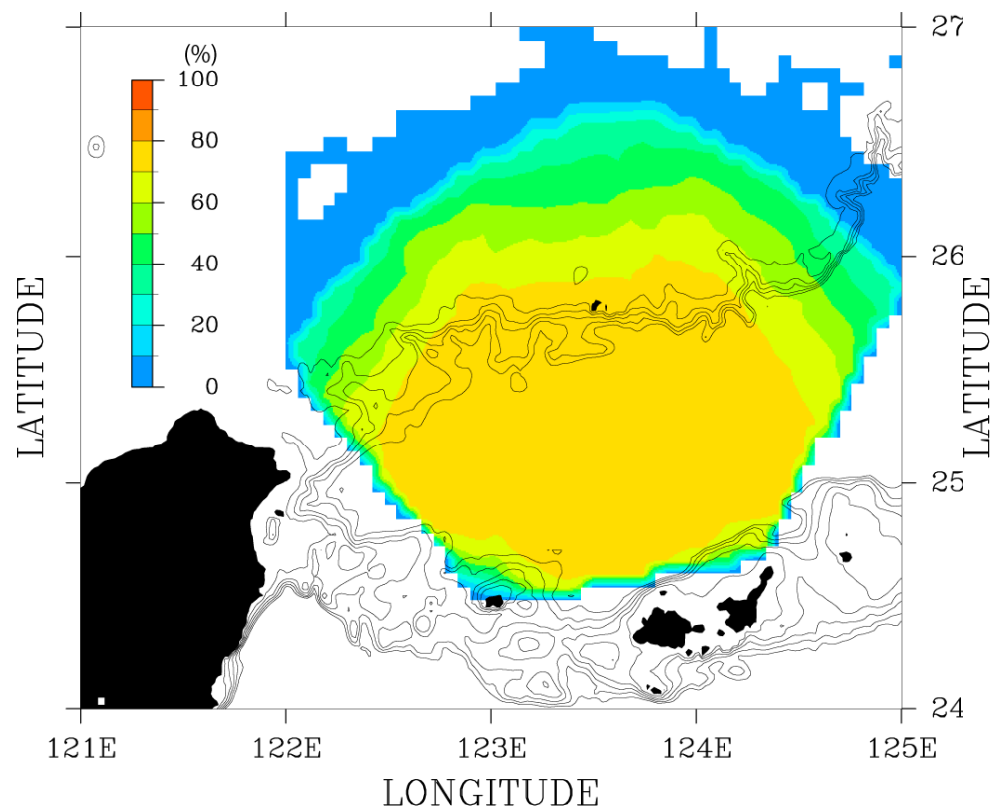


レンジ方向の流速分布を使い
フラグを設定

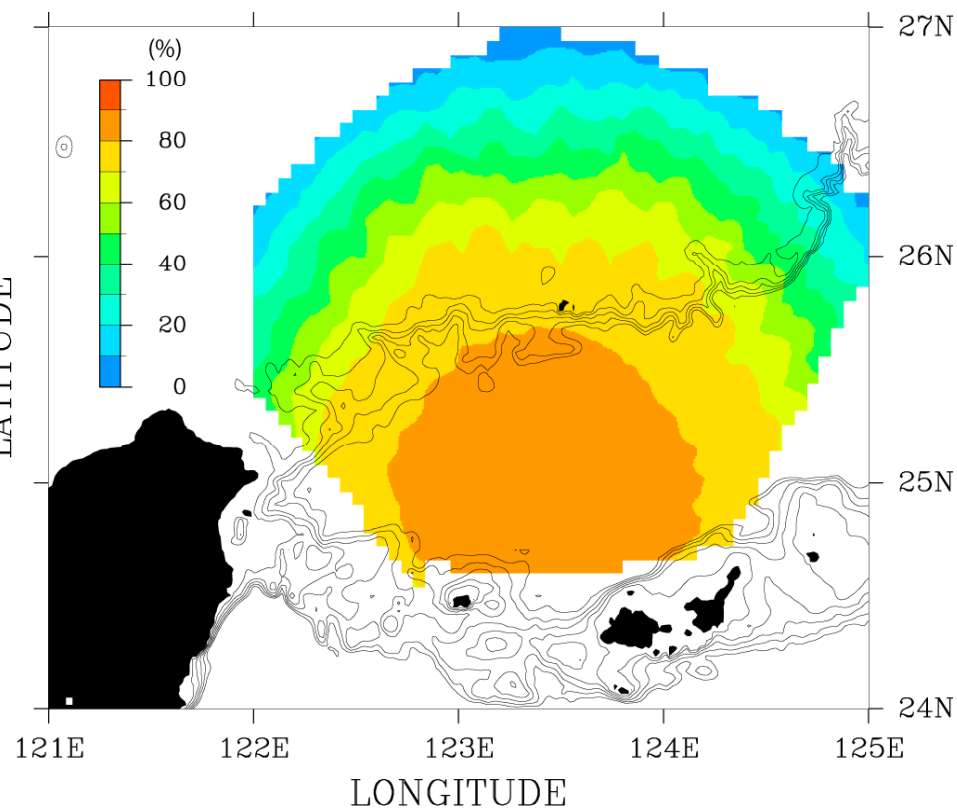


データ取得率の比較(2004-2007)

NICTアルゴリズム

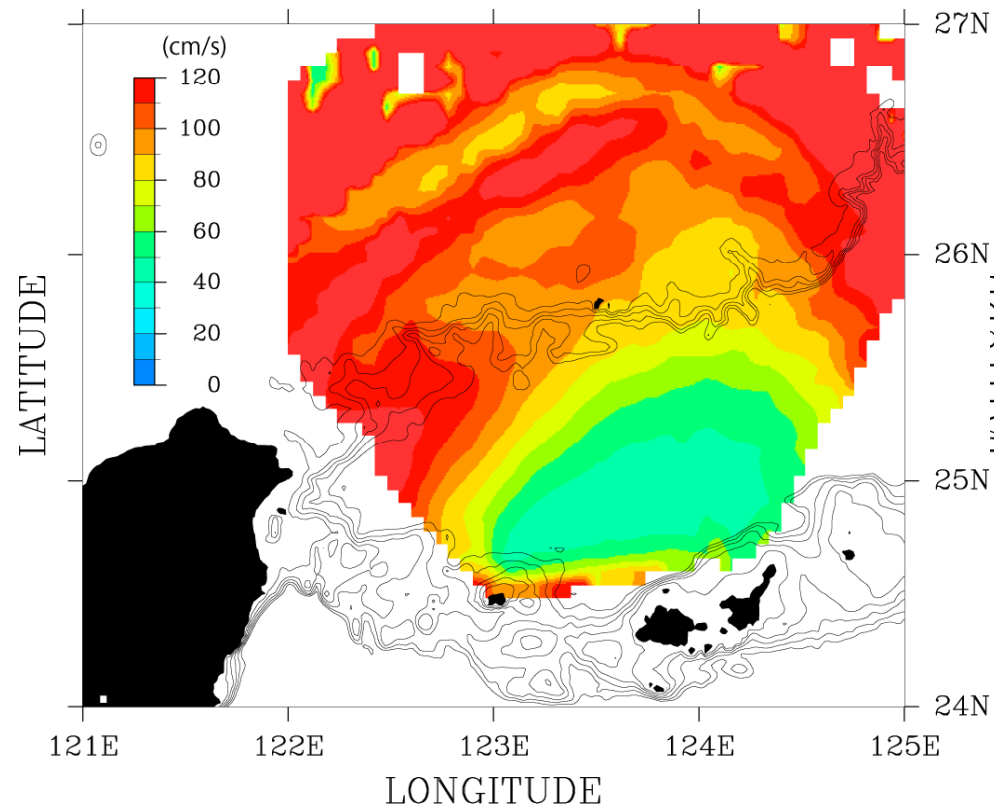


改良したアルゴリズム

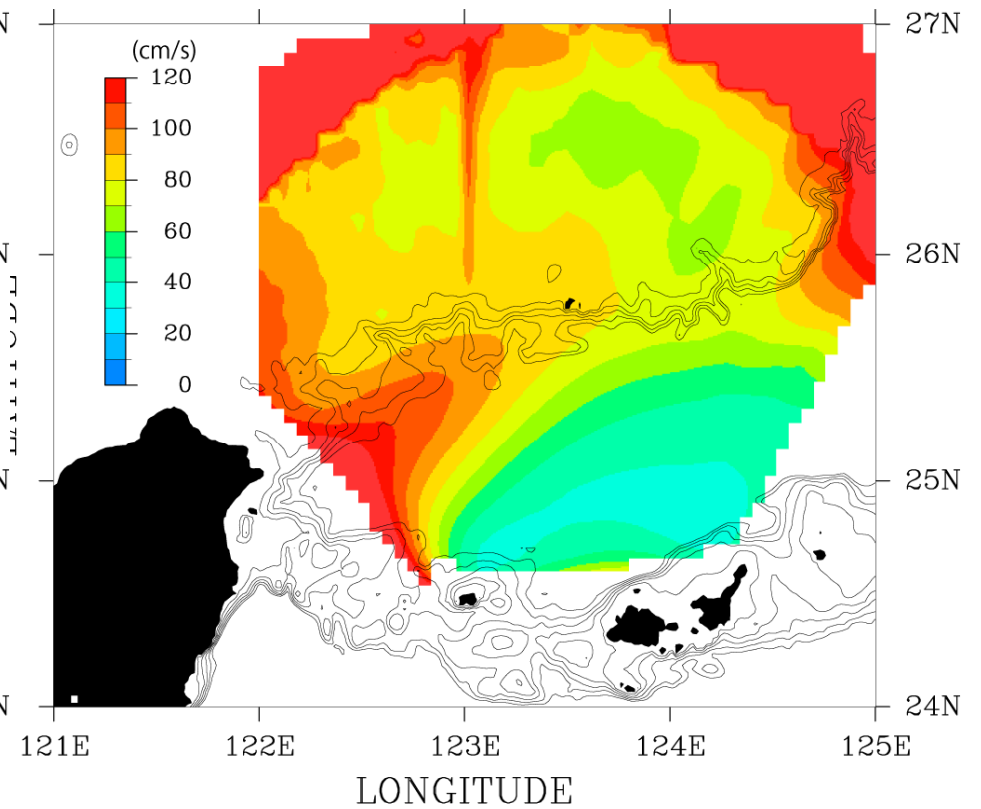


流速のRMSの比較

NICTアルゴリズム



改良したアルゴリズム



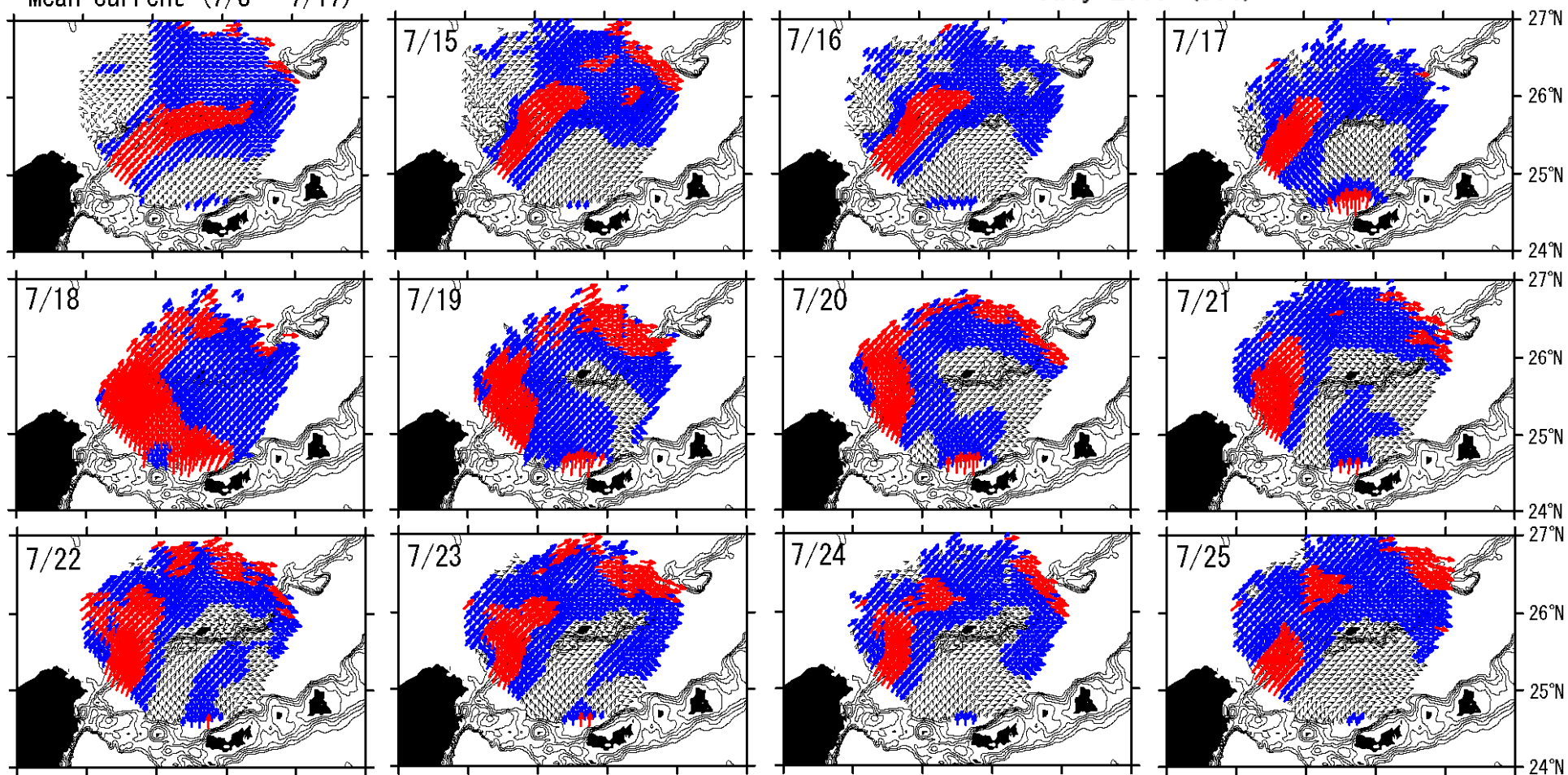
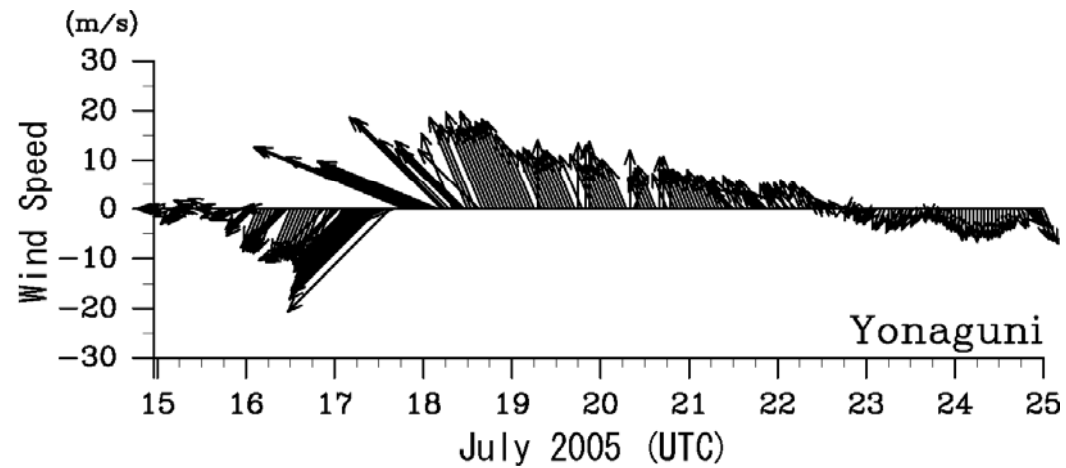
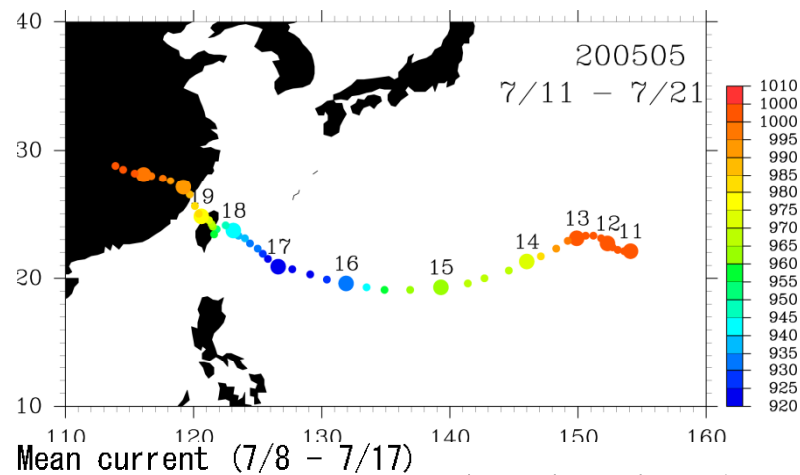
台風通過に伴う黒潮流軸の変動 (台風 Hai-Tang のケース)

- データ処理

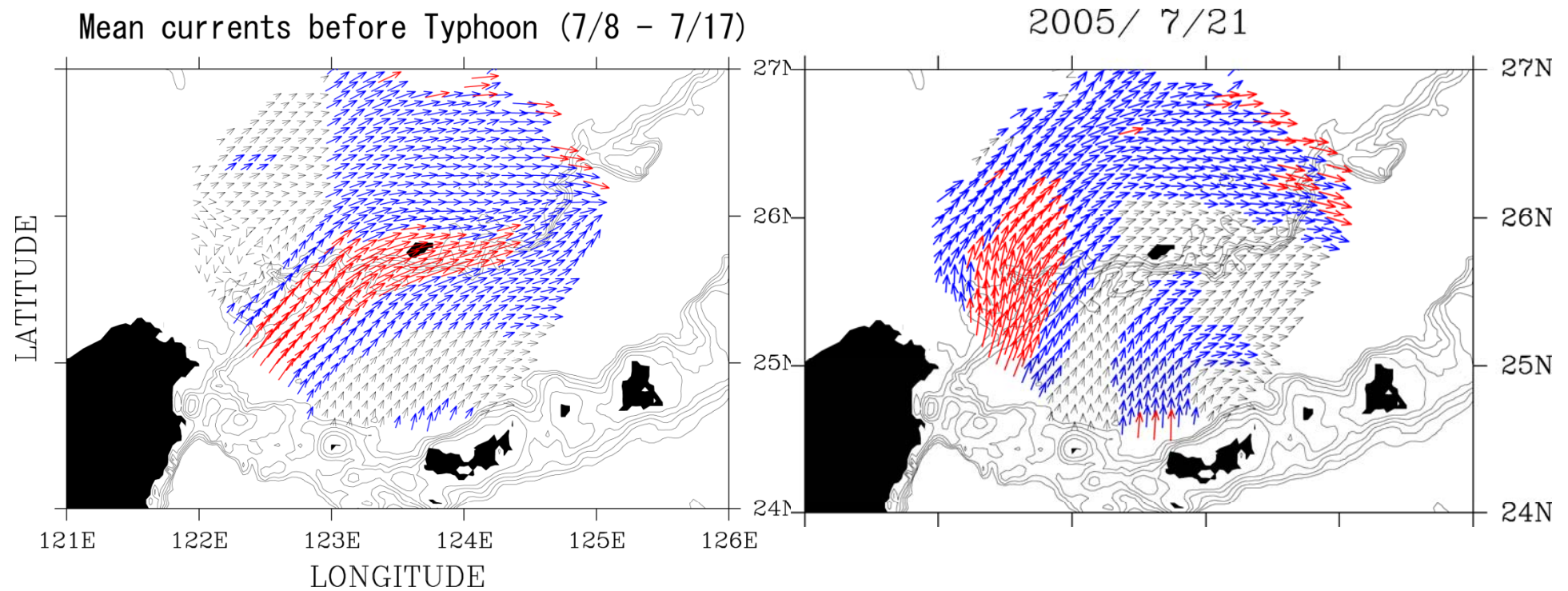
黒潮の変動を調べるため

- 調和解析により潮流成分を除去
- 24時間移動平均により吹送流成分を除去

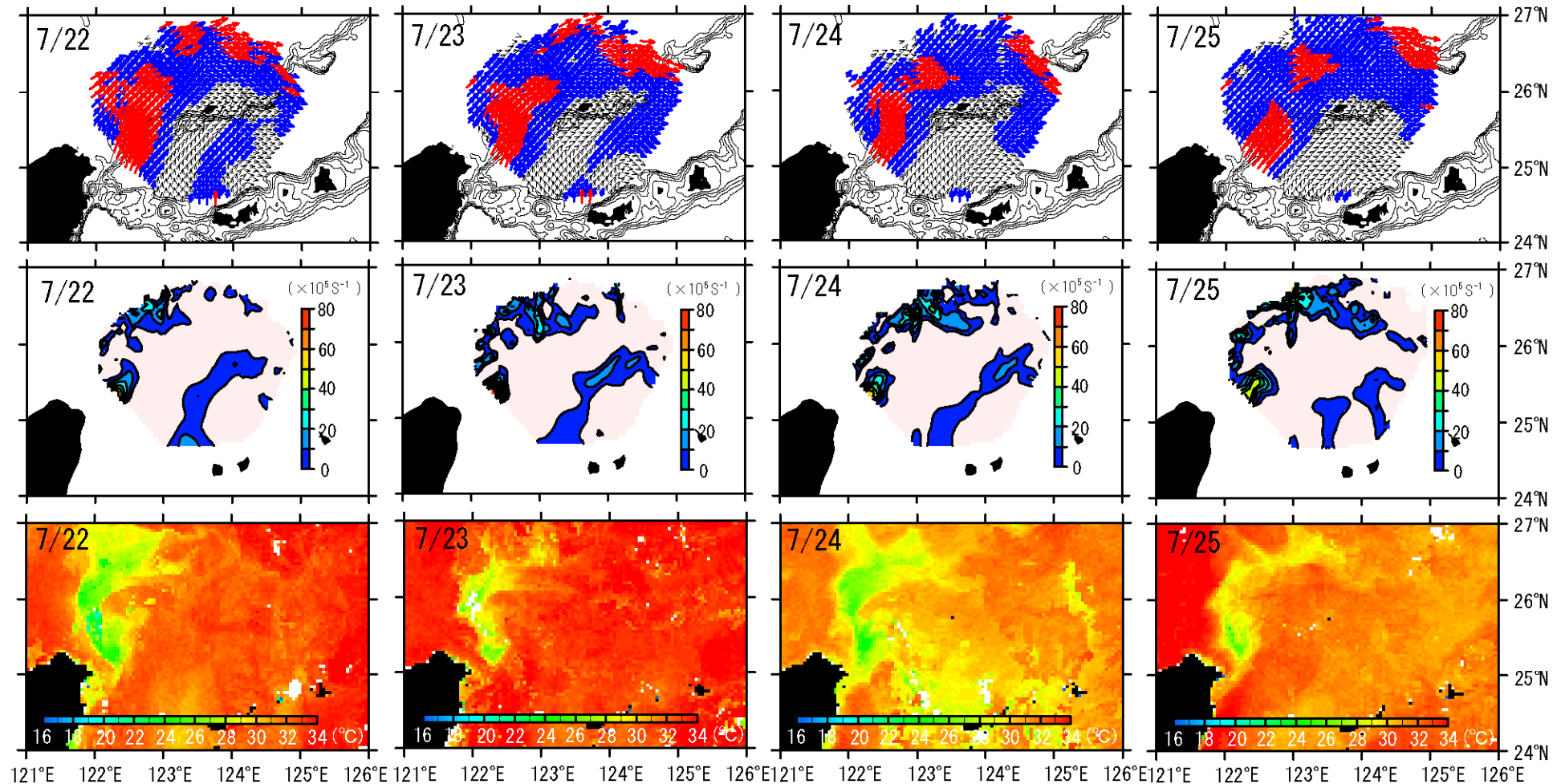
日平均残差流を計算



台風Hai-Tang前後の流速分布



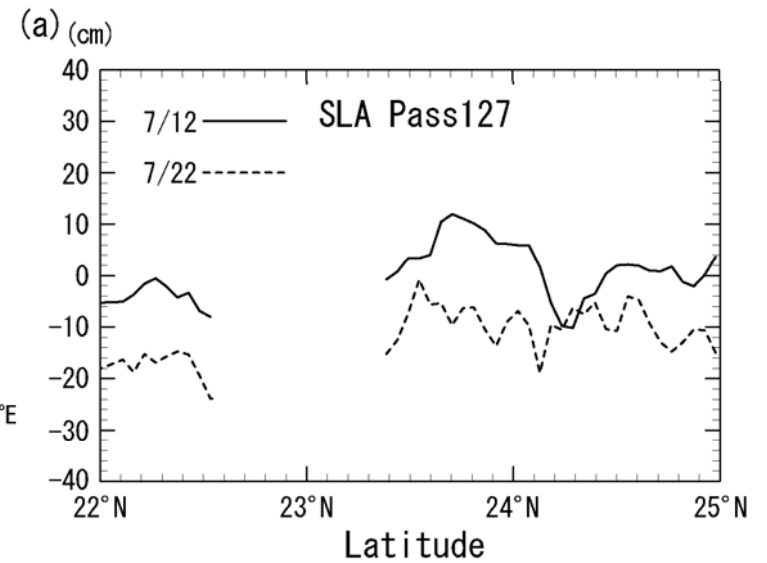
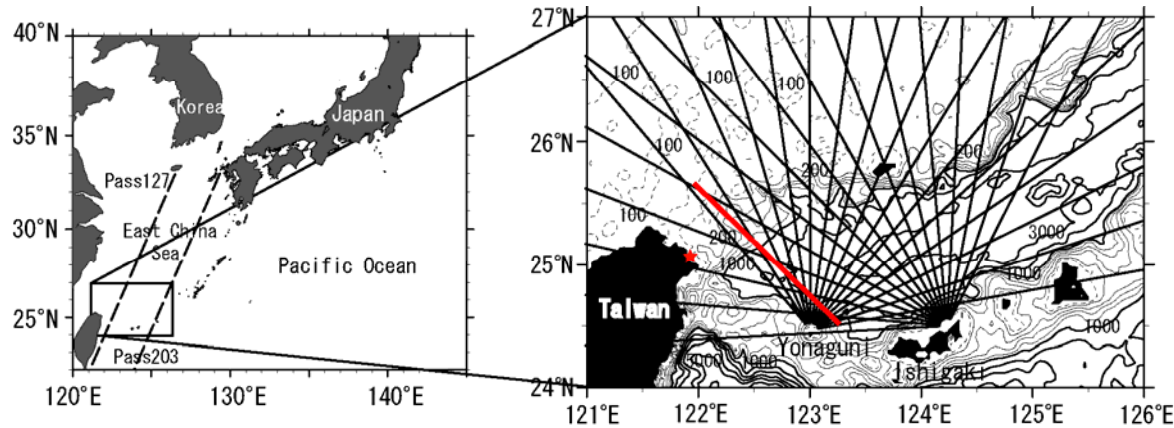
Before Typhoon Hai-Tang



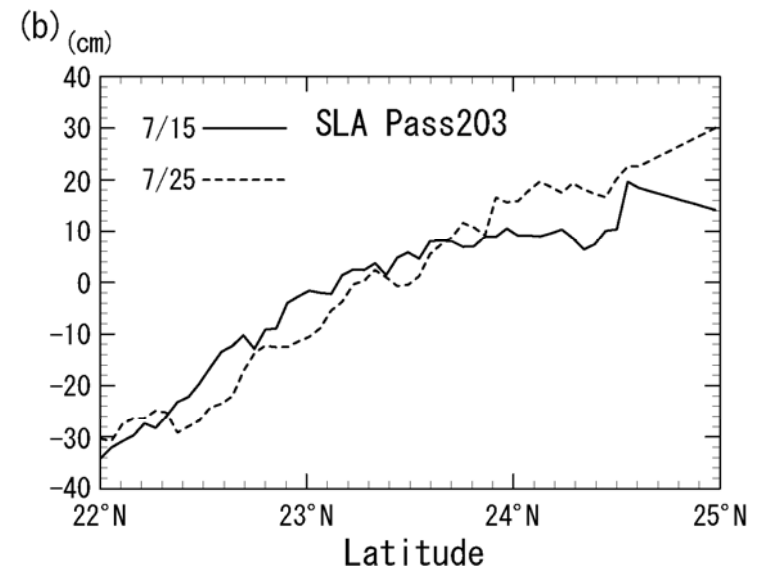
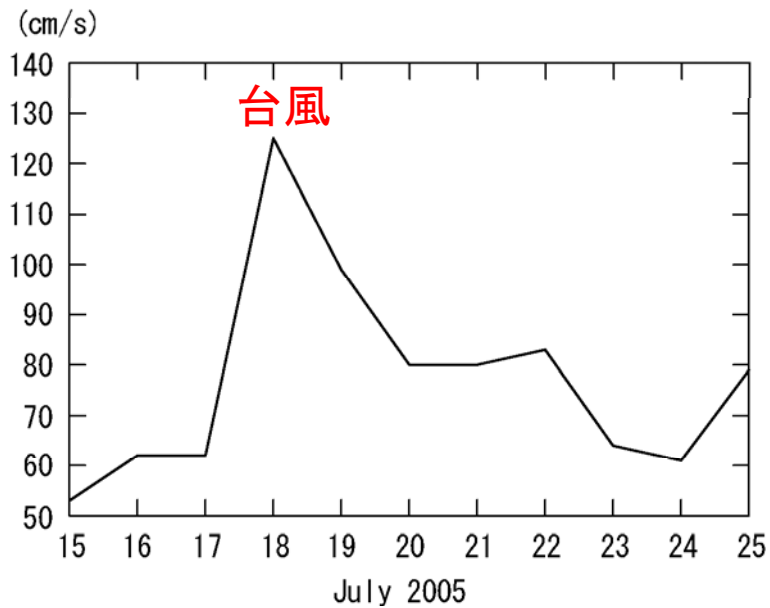
台風通過後(通過は7/18)台湾北部で海面水温が低下している。これは、黒潮流軸が陸棚上に乗り上げることで、亜表層水も陸棚上へ供給され、正の渦度が大きい(中段の図参照)黒潮流軸の西側で湧昇が起こるためと考えられる。

台風通過前後の流速と水位の変化

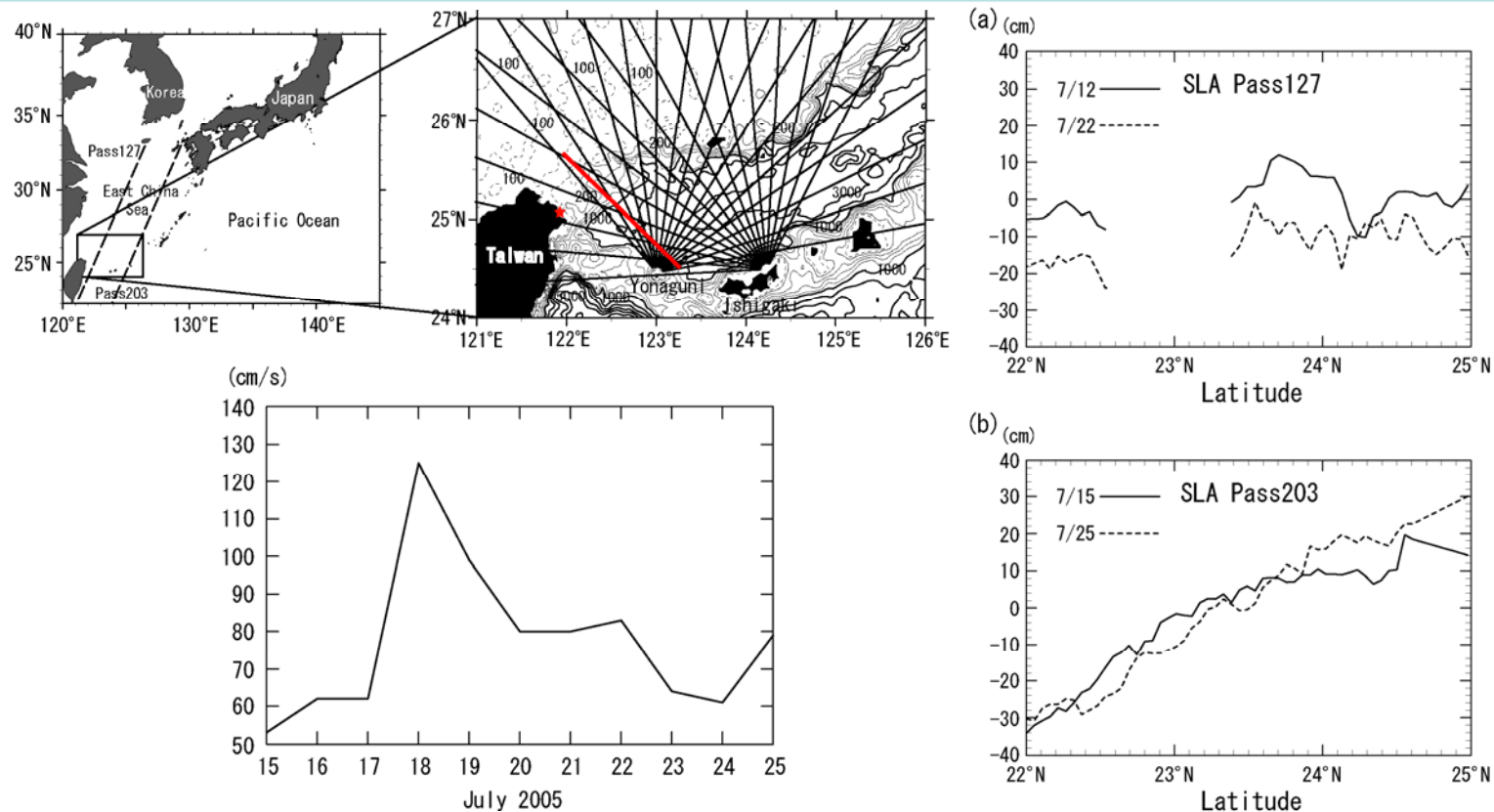
海面高度(水位)の空間分布



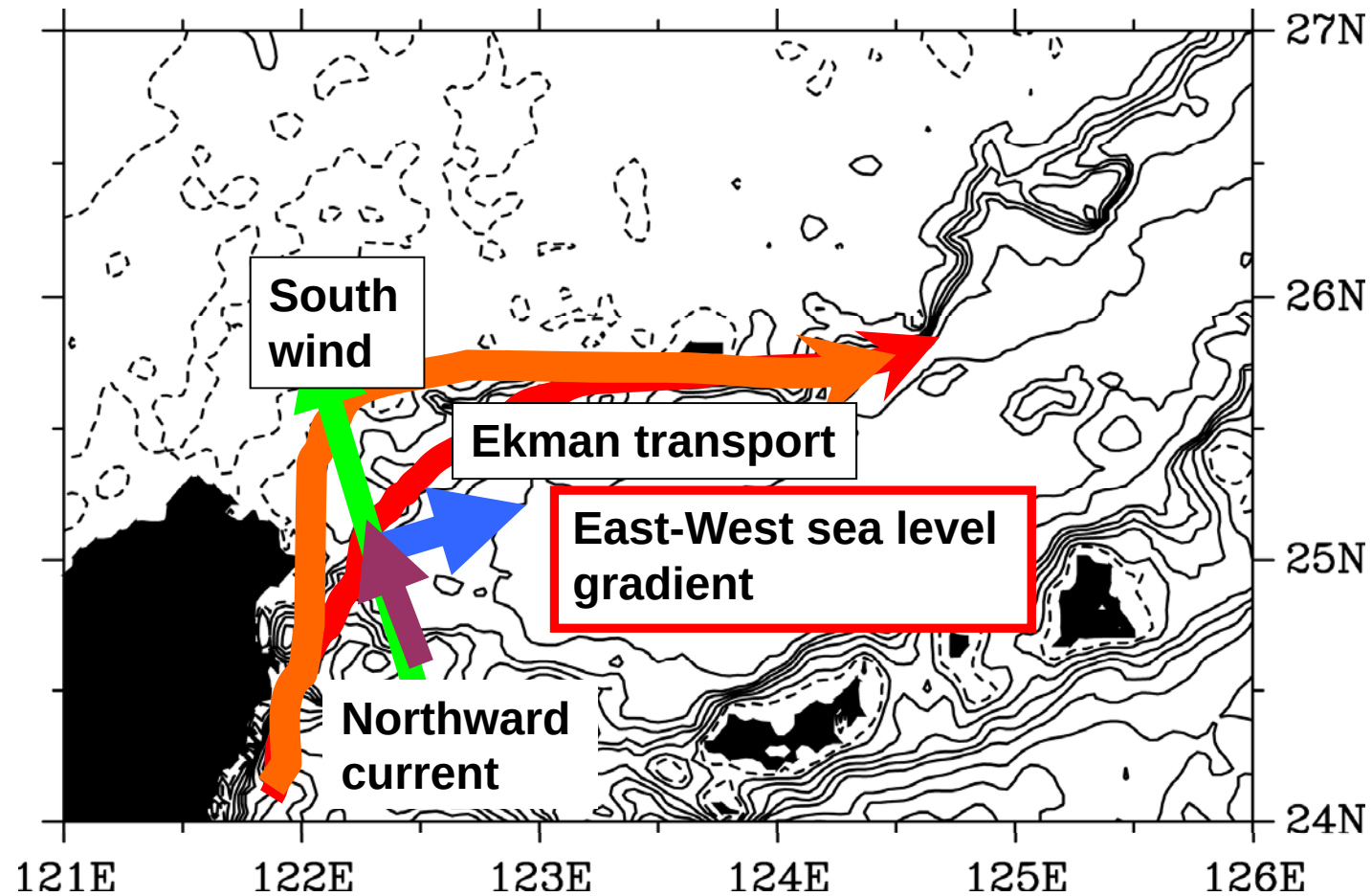
上図の赤線上の平均流速時系列



台風前後でPass 127の水位は14.4 cm減少した。
黒潮の幅を100 kmと仮定して地衡流計算を行うと24.3 cm/sの
流速増加があることになる。
この値は赤線上での台風前後の流速増加(18.0 cm/s)と同じ程
度である。
つまり、台風通過に伴い台湾の東で東西水位勾配が大きくなり、
黒潮が加速されたことを示している。

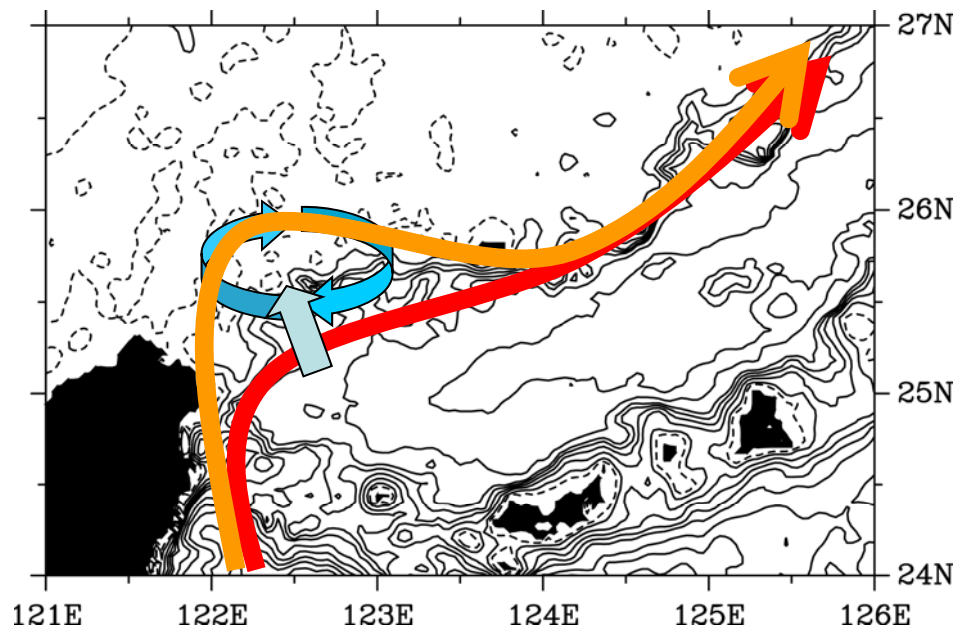


②黒潮が東部の海域に海水の運搬を促すため
東へ輸送される。

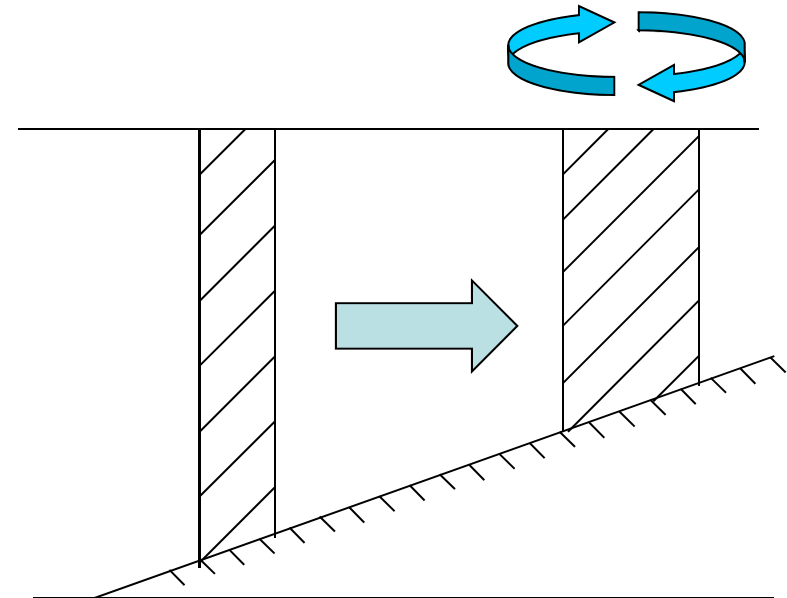


一旦、水塊が陸棚上に乗り上げると
黒潮はその場に数日間留まる。

ポテンシャル渦度の保存を考えると
負の渦度が陸棚上に供給される。
つまり、陸棚上で高気圧性の渦が
励起される。



ポテンシャル渦度保存則



$$\frac{f + \zeta}{h} = \text{Const.} \quad : \zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

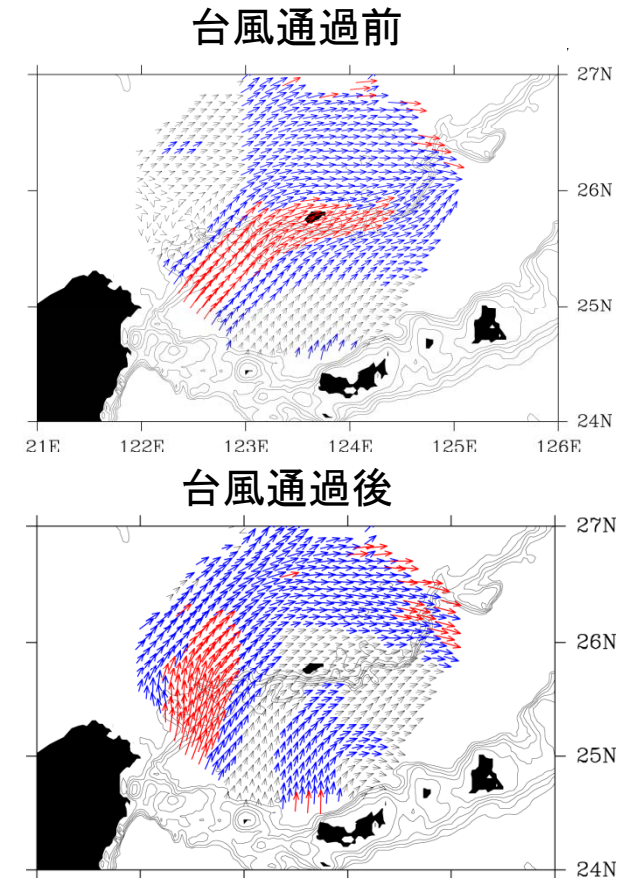
f : 惑星渦度, ζ : 相対渦度

h : 水柱の高さ

台風Haitang通過に伴う黒潮流軸の移動 ー 大気海洋結合モデル解析ー

遠距離海洋レーダのデータを解析した結果、台湾付近を台風が通過することで、黒潮流軸が移動し黒潮が陸棚へ乗り上げることが分かった。さらに、風速データや衛星海面高度データを解析し、この黒潮の移動メカニズムについて考察した(Morimoto et al., 2009)。

現在、JAMSTECの相木さんと名大HyARCの坪木さんのグループと共同研究を行い、2005年の台風Haitang通過時の黒潮流軸移動を再現するための大気海洋結合モデル実験を実施している。



大気海洋結合モデル

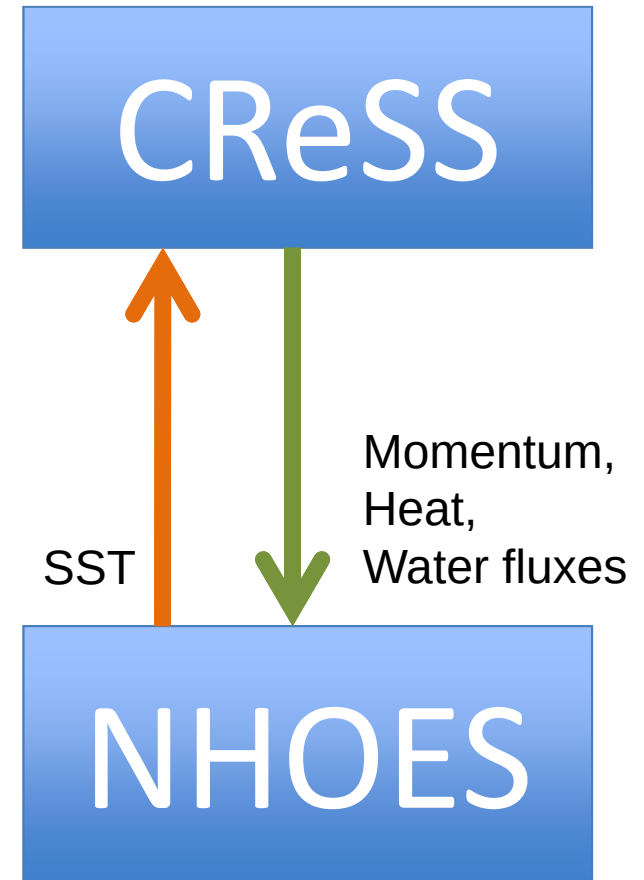
Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS)

Tsuboki and Sakakibara (2002)
DX = 4km, 384 * 240 * 60 grid
Initial and lateral B. C.:
RANAL from NPD/JMA

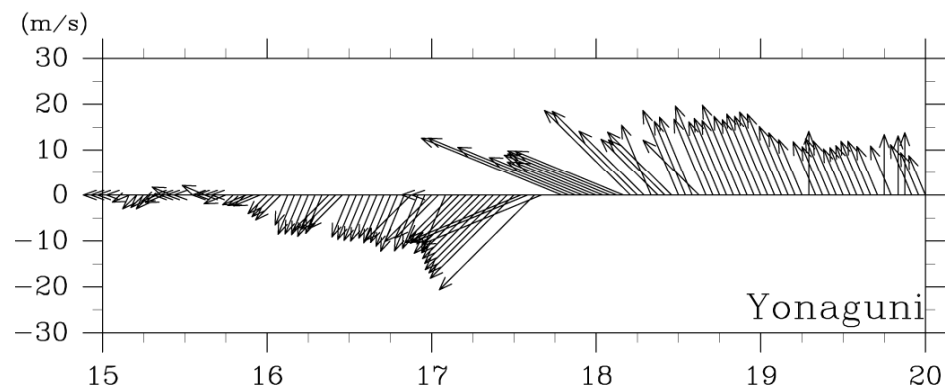
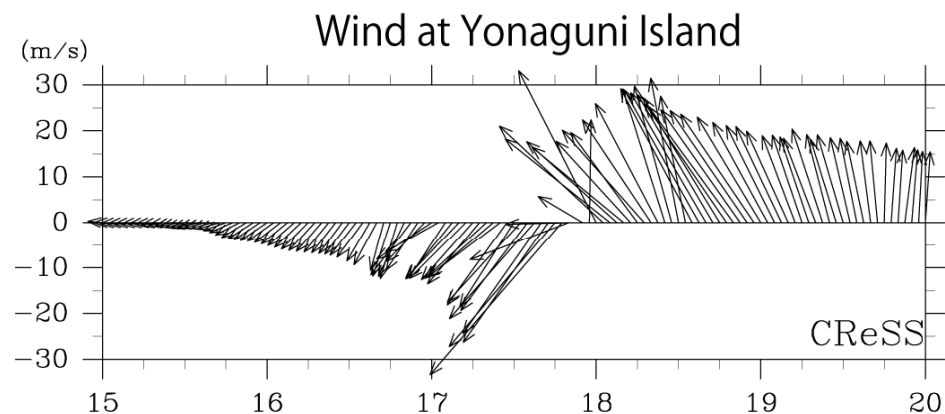
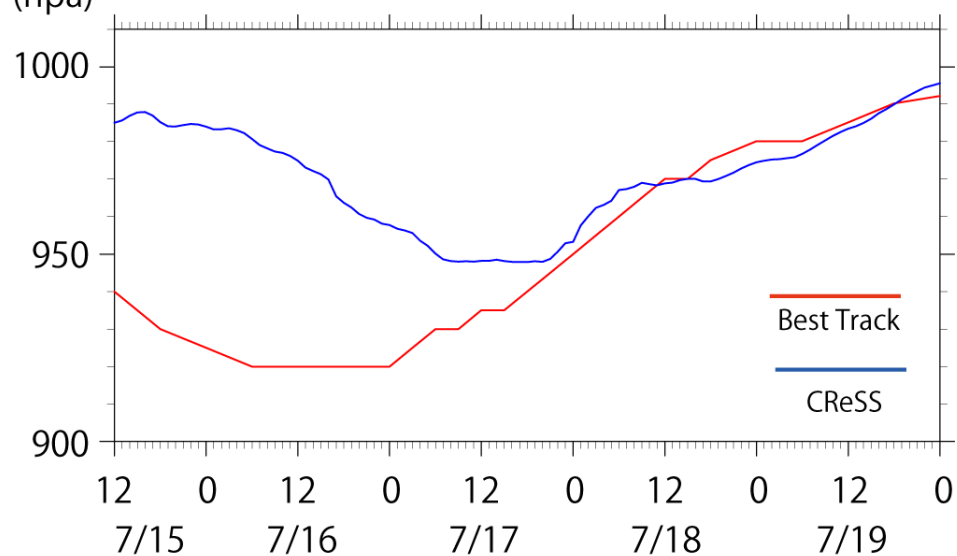
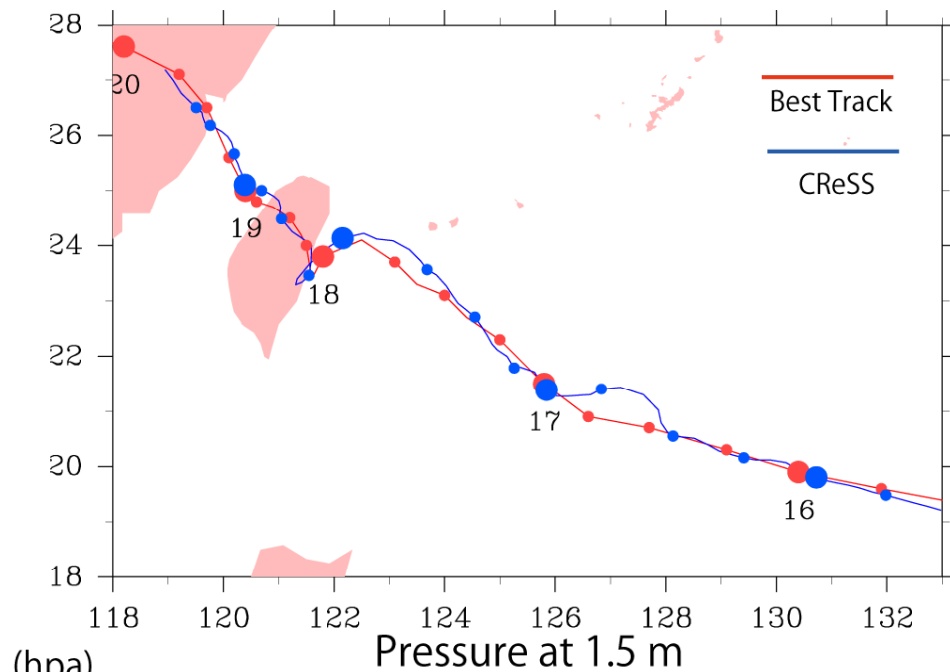
NonHydrostatic Ocean model for ES (NHOES)

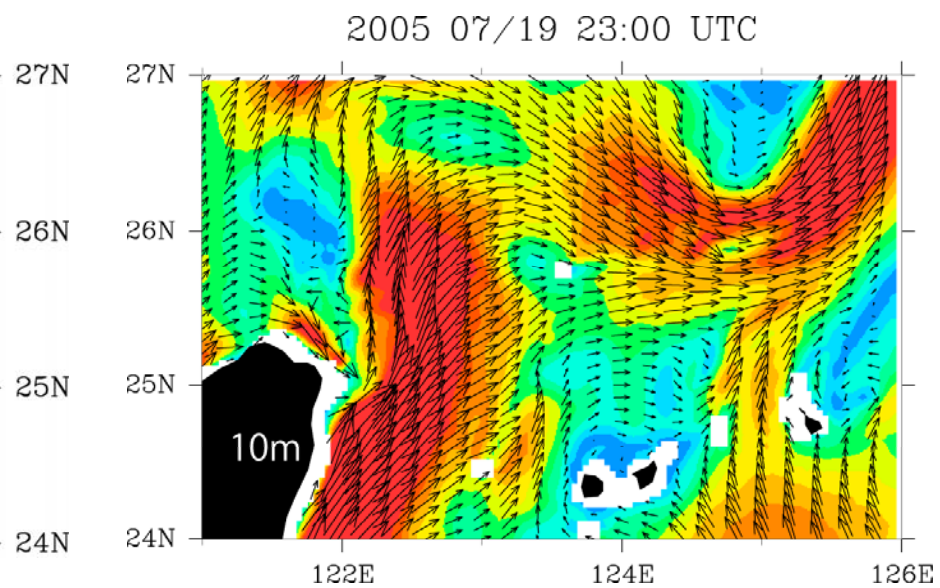
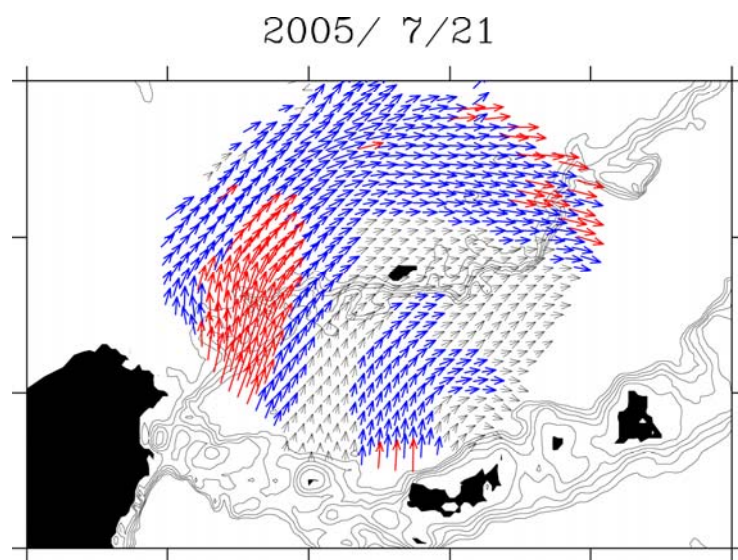
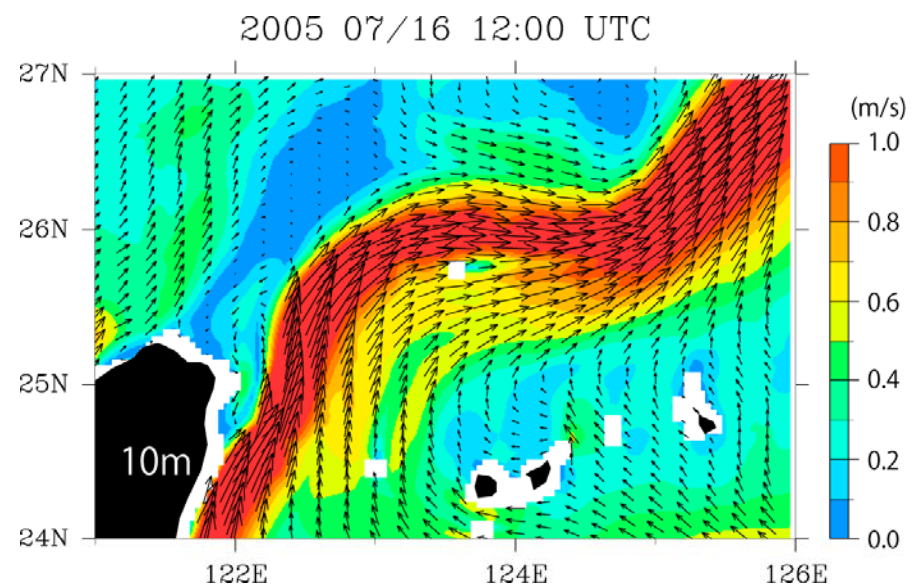
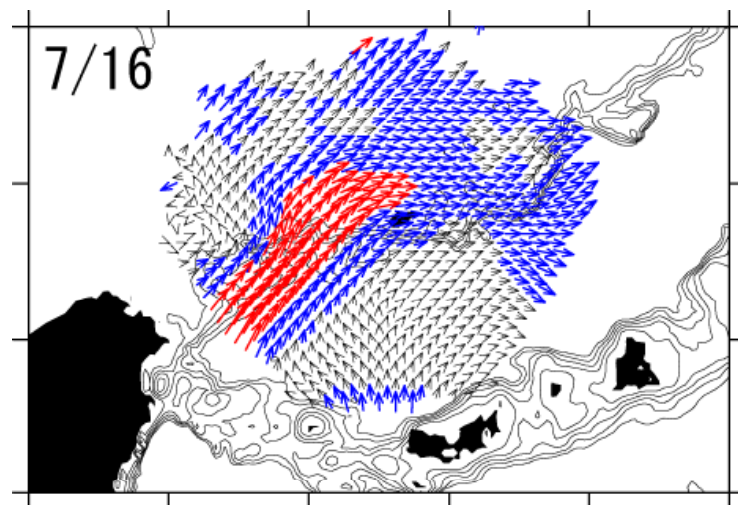
Aiki and Yamagata (2004)
Aiki et al. (2006)
Menesguen et al. (2009)

DX = 4km, DZ = 2 m for top 100 m
385 * 241 * 100 grid
Initial and lateral B. C.:
JCOPE2 reanalysis



CReSSの再現性の検証





まとめ

- 台風通過に伴う台湾北東海域の黒潮流軸の変化を遠距離海洋レーダのデータを使って調べた。
- 地形に沿って北東方向に流れていた黒潮が、台風Hai Tangの通過後北向きに方向を変え、数日間陸棚上に乗り上げていたことが分かった。
- 黒潮が陸棚上に乗り上げたとき、陸棚上の広範囲に低水温域が発生した。低水温域は黒潮流軸の西側に位置し、正の渦度の場所と一致した。
- 大気結合モデルにより、遠距離海洋レーダで観測されたのと同様な黒潮流軸の変化を再現することができた。
- 遠距離海洋レーダの流速計算アルゴリズムの改良により、より広範囲で確からしいデータを得ることができるようになった。
- 石垣での遠距離海洋レーダ観測は終了したが、これまでのデータ及び与那国のデータは名大HyARCの共同利用を通じて提供する予定。