

HFレーダと衛星海面高度計で観測される 黒潮と中規模渦の挙動

渡慶次 亮子 (九大総理工)

市川 香 (九大応力研)

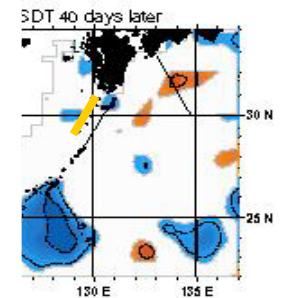
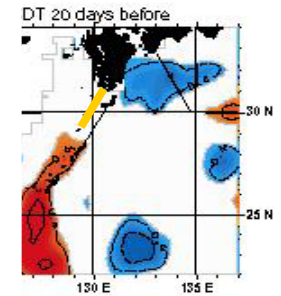
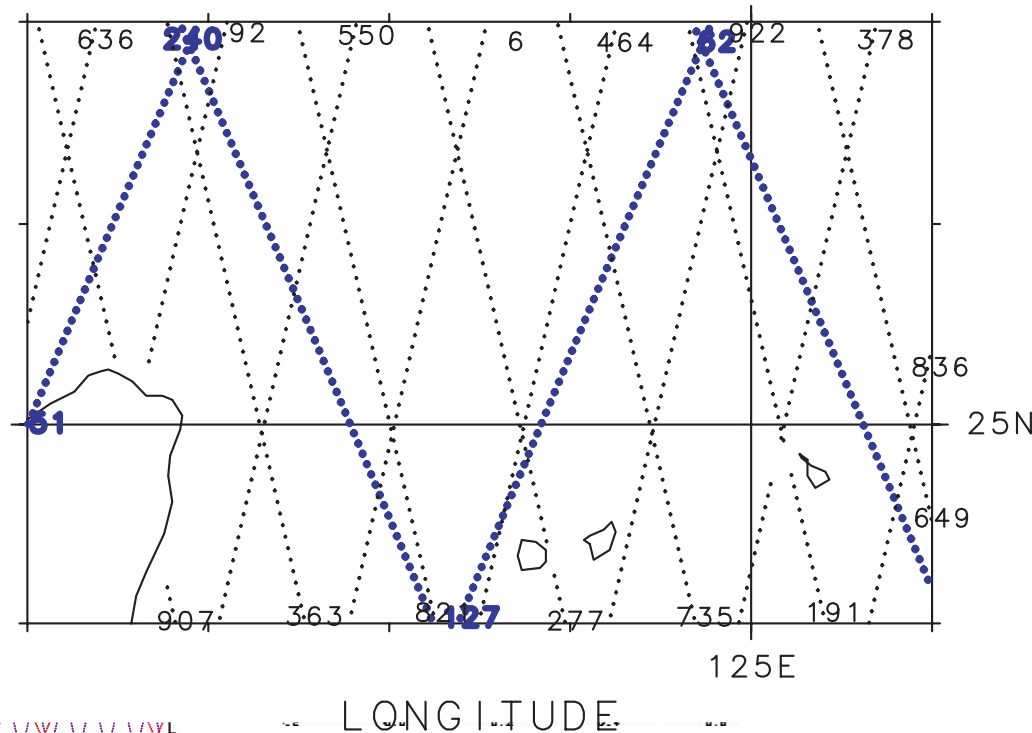
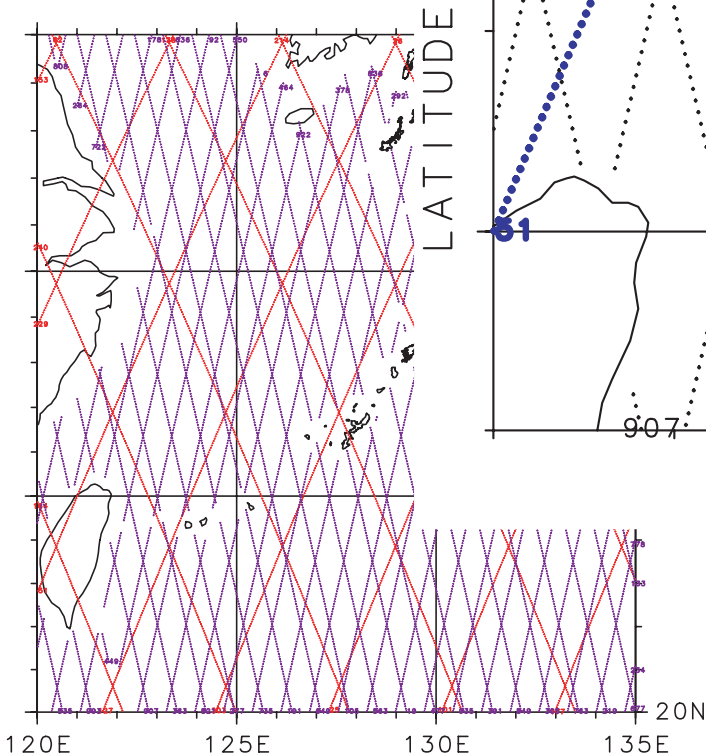
黒潮上流域の流況変動

黒潮のモニタリングの測器として利用されている
衛星海面高度計



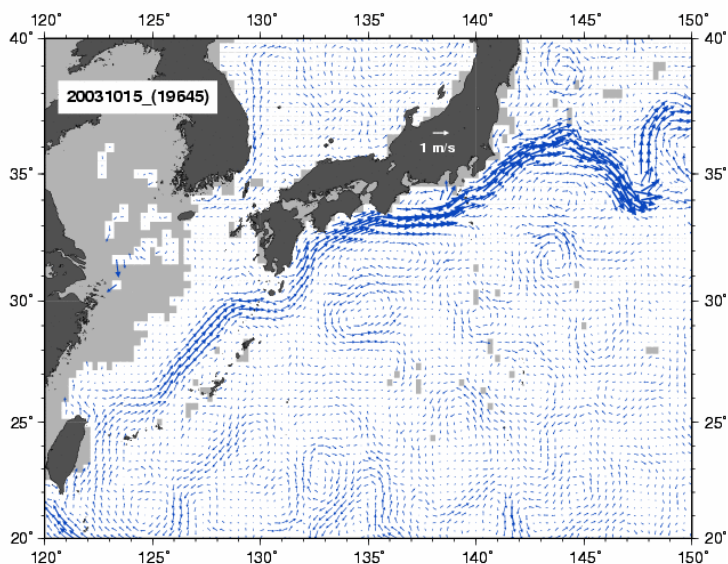
Ichikawa (2003) の報告

- トカラ海峡の流量と、海面高度のラグ付き相関
正(赤)の相関領域で海面高度が高いとき、流量が増加
- 北緯23付近で西進する中規模渦が台湾東方で黒潮に到達
- 黒潮に取り込まれ、東シナ海を通過して下流域へ移動

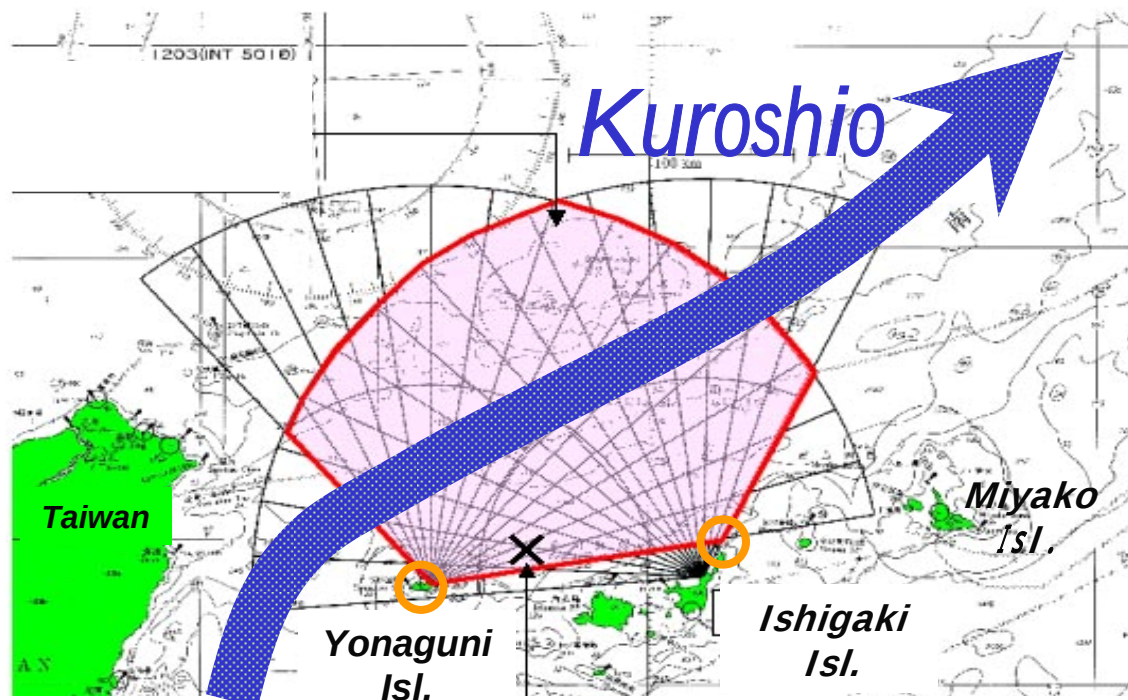


下流域の黒潮変動は、上流域の流況が関与？
上流域での黒潮変動の調査が必要

海面高度計とHFレーダの併用



海面高度計と漂流ブイによって得られた絶対流速場
広域、長期間の観測

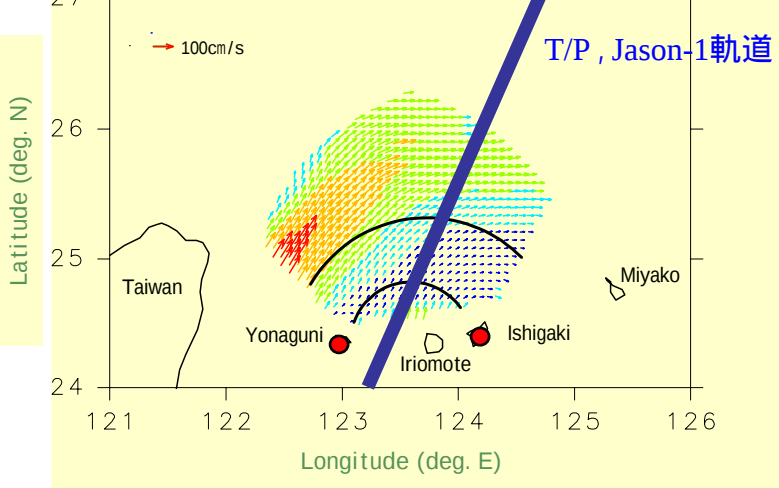


2001/7 - 現在

(Sato et al., 2004)

総合通信研究機構(NICT)のHFレーダ
高分解能の観測, 絶対流速の取得

両者の流速を併用して、黒潮をモニタリング



前回の発表では...

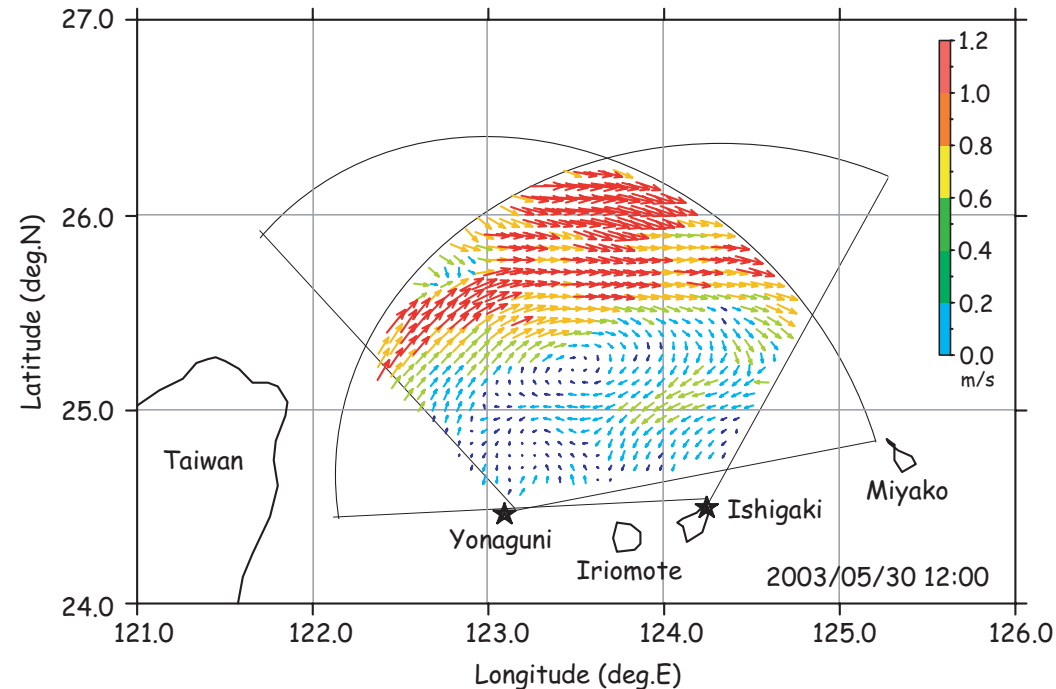
- ◆ HFレーダから計測された表面流速と、海面高度偏差(SSHA)から求めた地衡流速を比較した
 - 2001年7月から2004年3月までの2.5年
- ◆ 格子化された海面高度偏差(SSHA)から得られた地衡流速は、空間平滑化がかかっている
 - 特に黒潮が存在する領域
- ◆ HF流速は、Footprintの空間的な影響を大きく受けている
 - データセットとしての解像度は7kmで高いが、Footprintの方向と、観測する場所に依存する
 - 遠方ほどFootprintは大きくなる

現在、海面高度計の格子化されたSSHAと、格子化されたHF表面流速を用いて、黒潮上流域の流況変動について調べている。

今回の発表では...

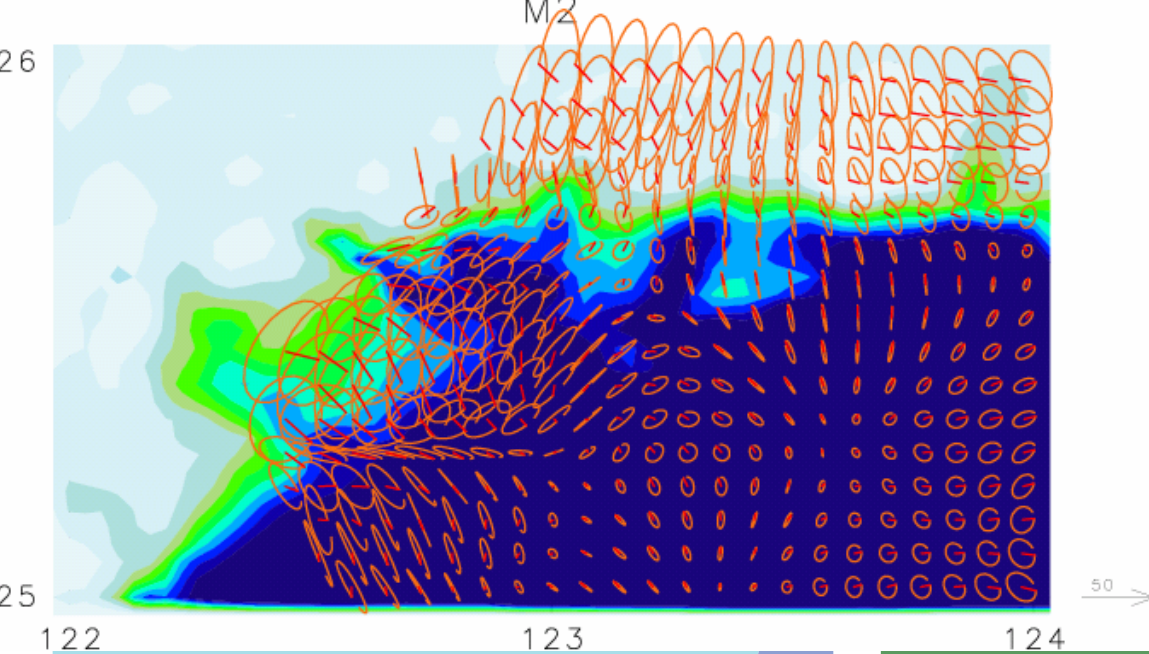
黒潮と、黒潮に接近した高気圧性渦の様子を紹介する

非地衡流成分の推定と除去

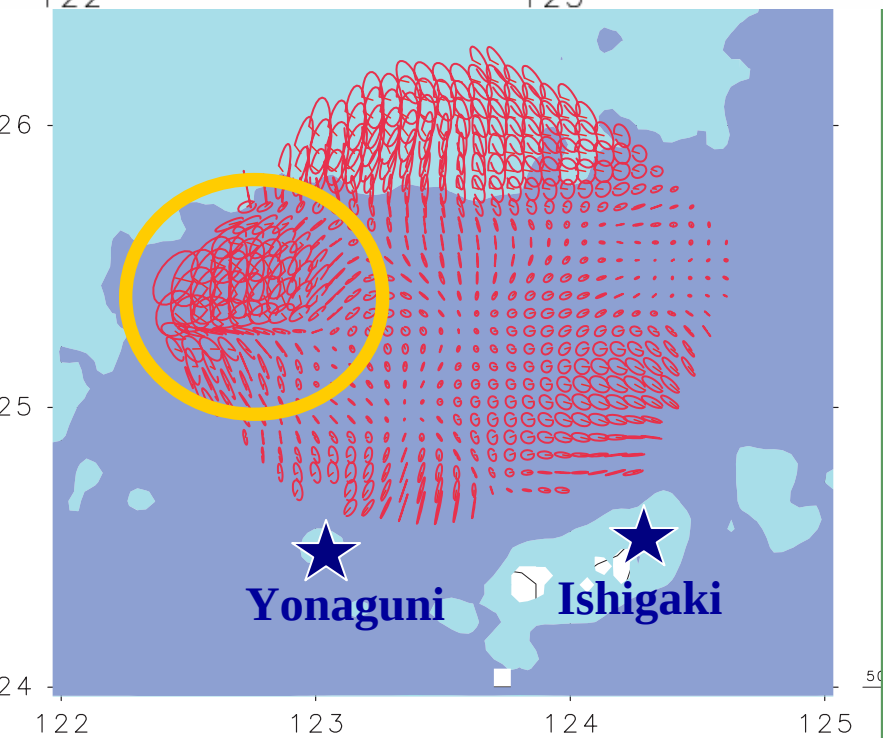


図： 石垣島・与那国島に設置された遠距離海洋レーダ
(NICTによって開発・運用)と、取得された表面流速

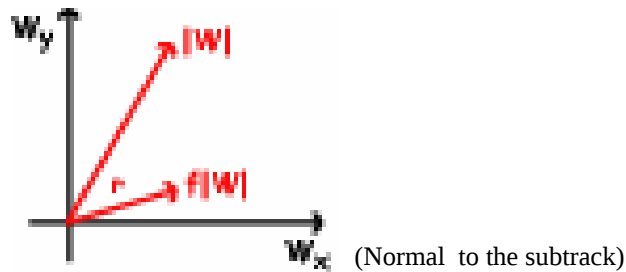
- ◆ HF流速の期間を3.5年に拡張
 - 2001年7月 - 2005年1月
- ◆ HF流速から非地衡流成分を推定し、除去
 - 潮流成分は調和解析で抽出
 - 吹送流成分



抽出された潮流(M2)



The v_{HF}^{Wind} is linearly expressed by the wind velocity (W_x, W_y); using speed factor (f) and rotation angle (r) as ...

$$v_{HF}^{Wind} = f \cos(r) W_x - f \sin(r) W_y$$


HFレーダの格子化平均流速が0.5m/s以上を黒潮域 (赤い矢印), それ以下を外洋域 (橙の矢印)

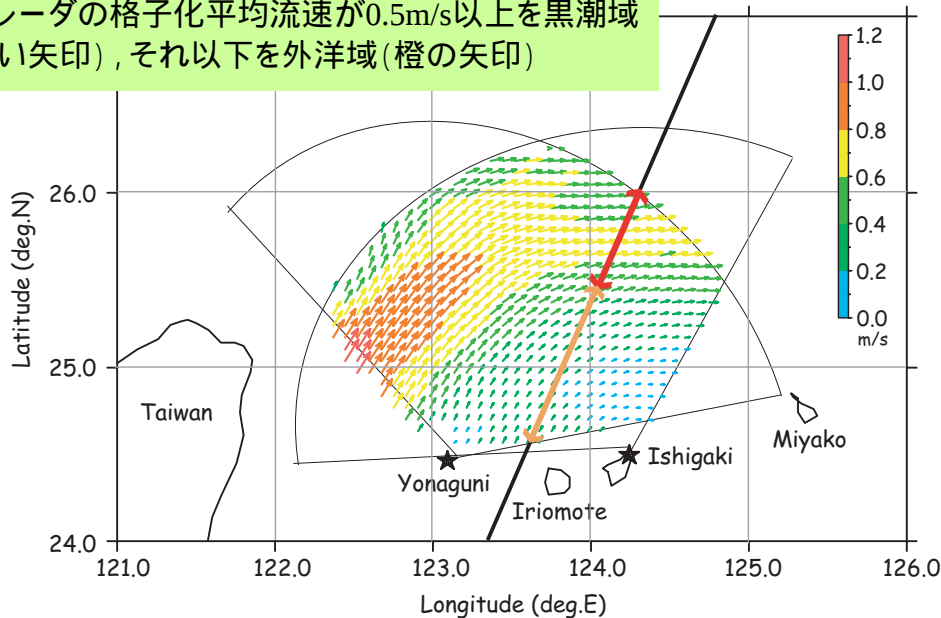
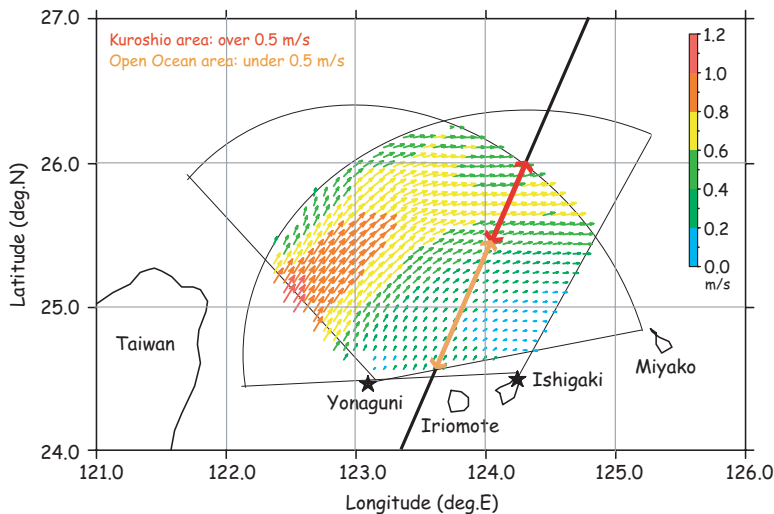


図: HFの3.5年平均流速と, T/PとJason-1/2軌道

吹送流の推定

- ◆ QuikSCAT衛星の日平均風速から線形的に表現 (V_{HF}^{Wind})
 - 風速に対する係数 (f) と回転角度 (r) を用いる
- ◆ 高度計の軌道沿いの海面高度偏差からの地衡流速との差を利用
 - 最小二乗法
- ◆ 推定した日平均の吹送流
 - 係数: $f=1.32\%$
 - 回転角度: $r=45^\circ$

時計回りの風向に対して



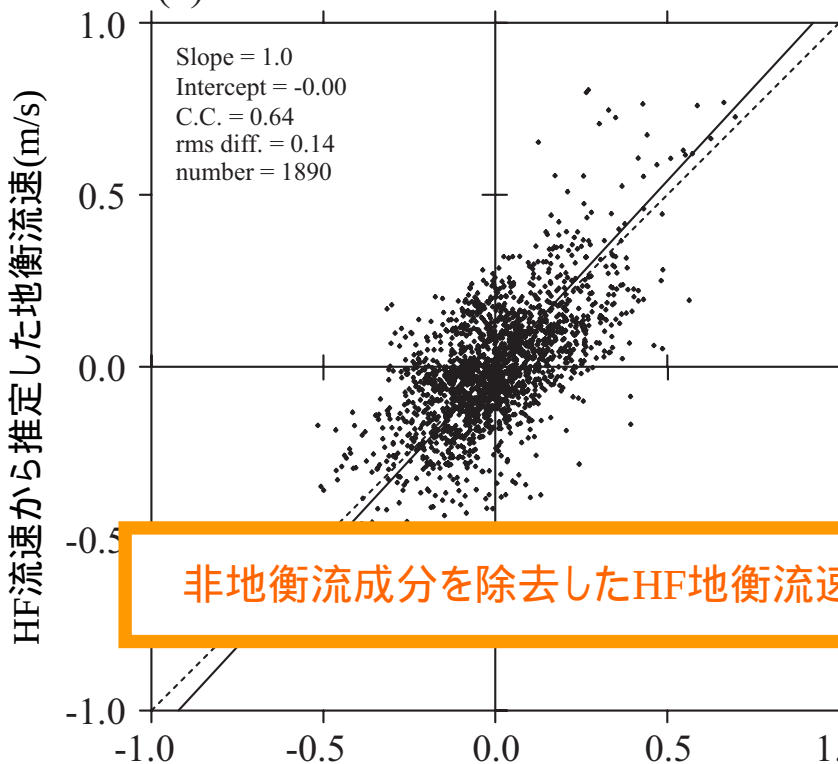
非地衡流成分の除去後

HF流速と高度計の地衡流速は一致

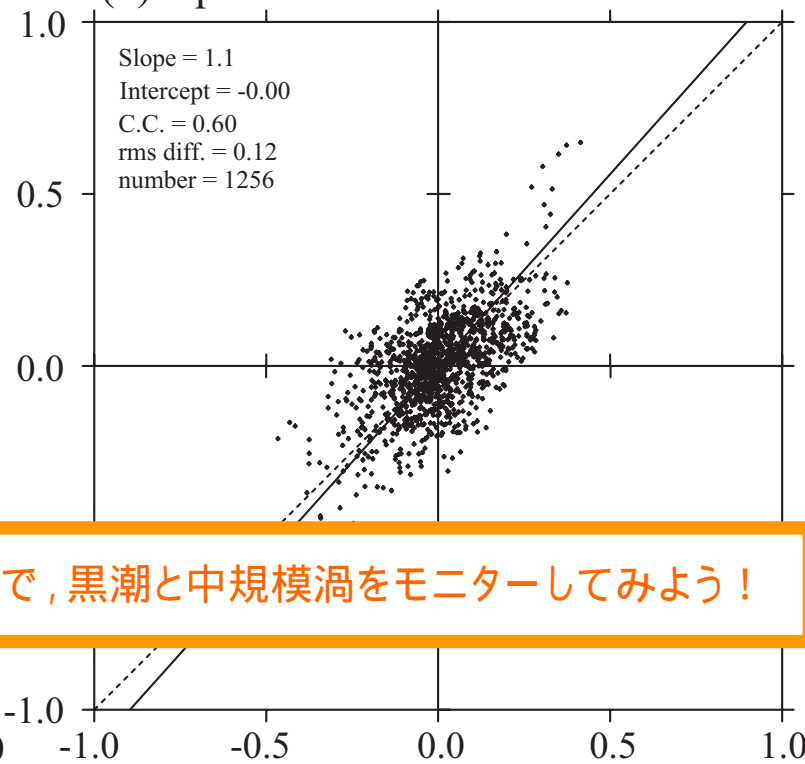
黒潮域 : Slope=1.0, C.C.=0.64, rms=0.14(m/s)

外洋域 : Slope=1.1, C.C.=0.60, rms=0.12(m/s)

(a) Kuroshio area

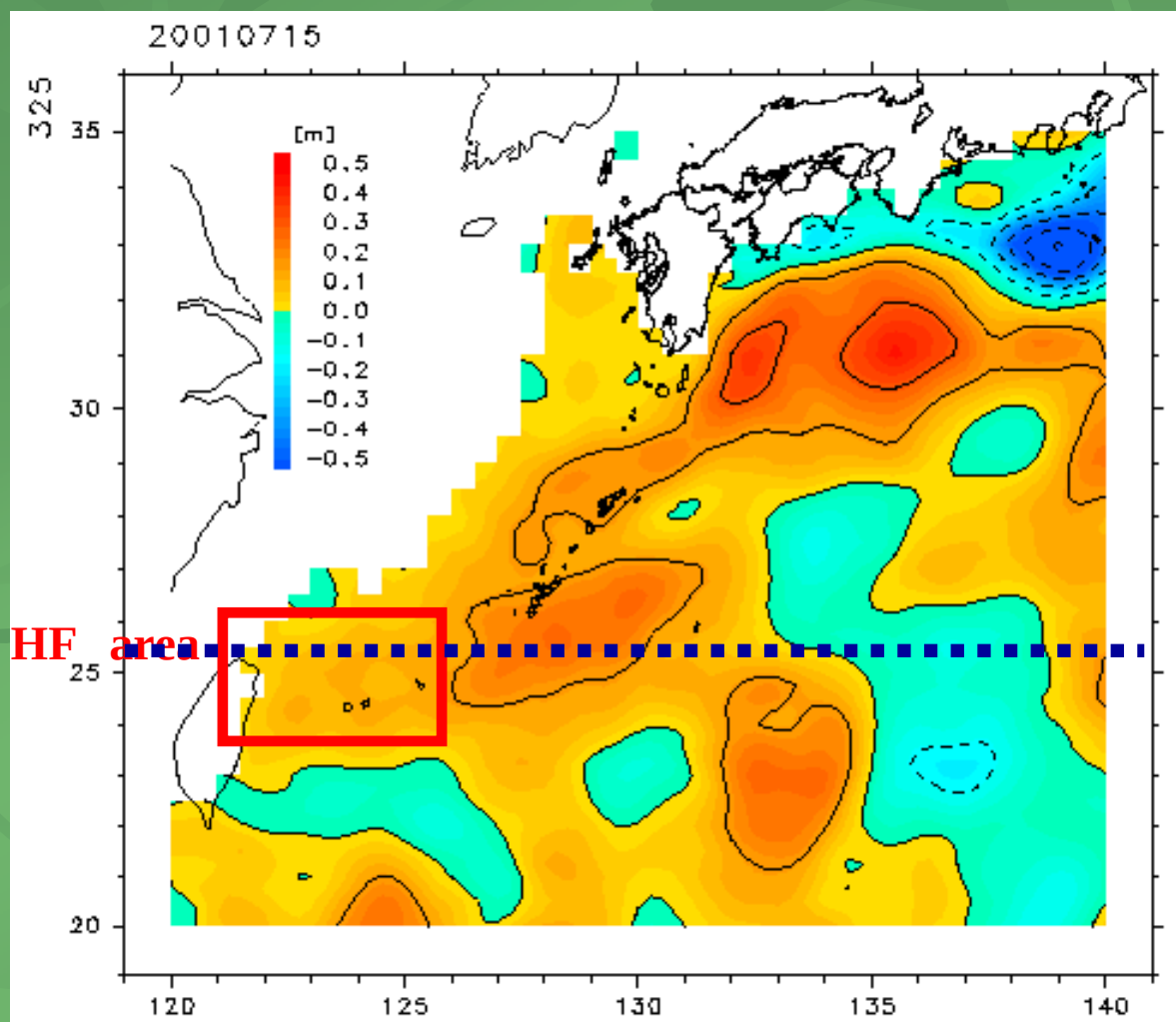


(b) Open ocean

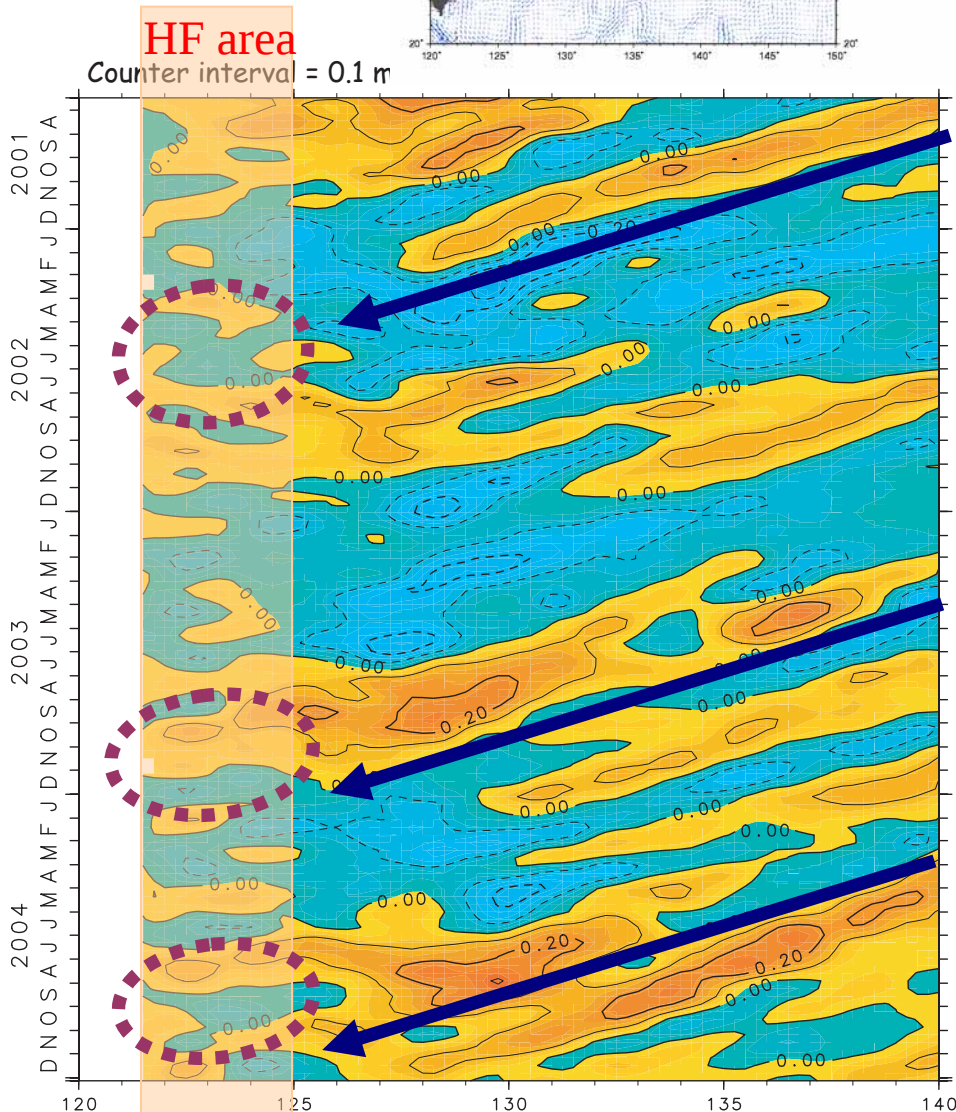
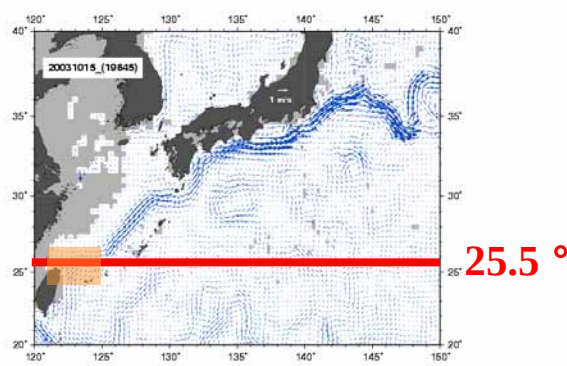


非地衡流成分を除去したHF地衡流速で、黒潮と中規模渦をモニターしてみよう！

3.5年平均からの海面高度偏差



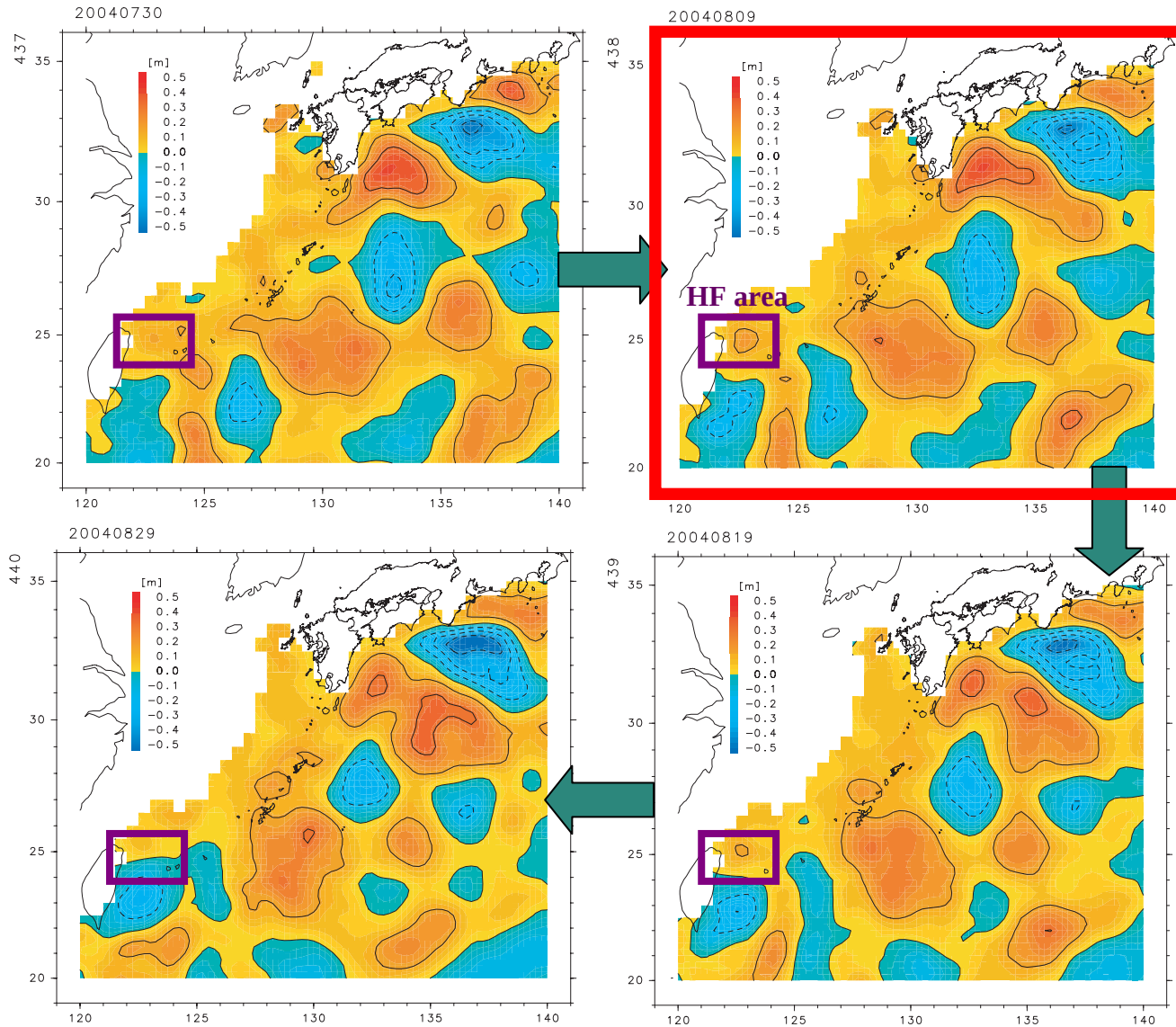
中規模渦の伝播



- ◆ **25.5°N線**の3.5年平均からの海面高度偏差 (SSHA)
 - HF観測期間
 - 10日ごと
- ◆ 台湾の東方で, SSHAの西方伝播
- ◆ HF観測域で西方伝播以外のSSHAの変化も存在

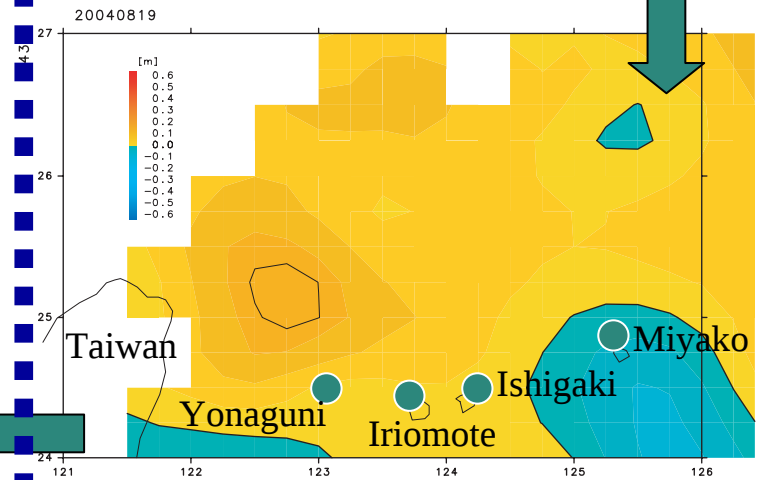
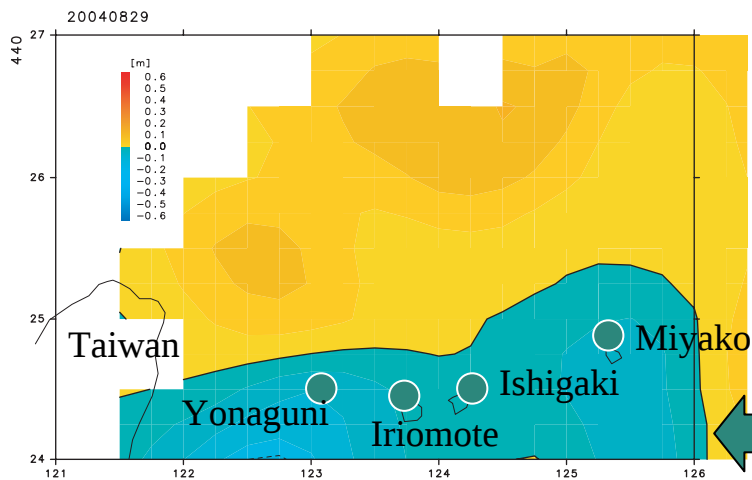
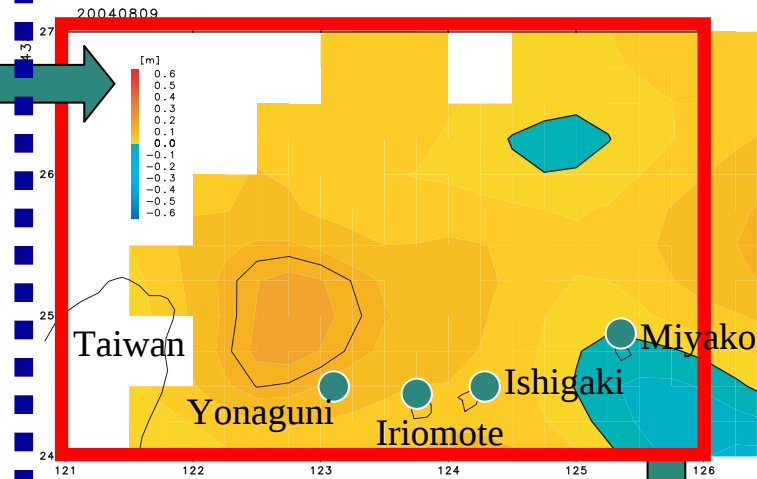
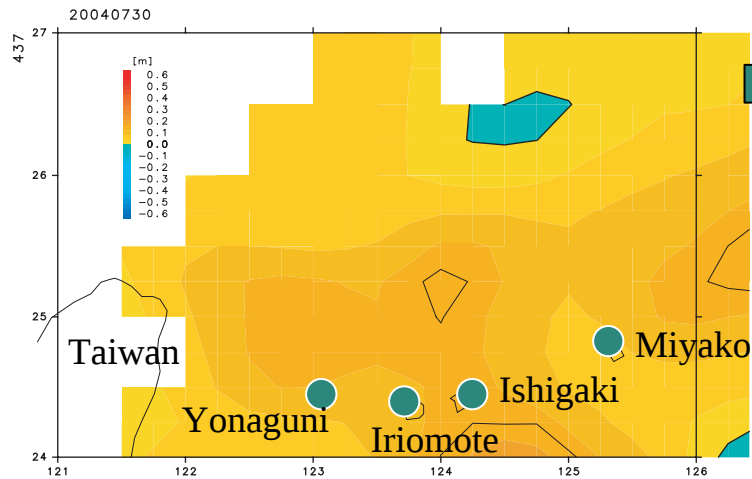
HF areaで高気圧性渦が見られる
3期間について調べる

SSHA in August 2004

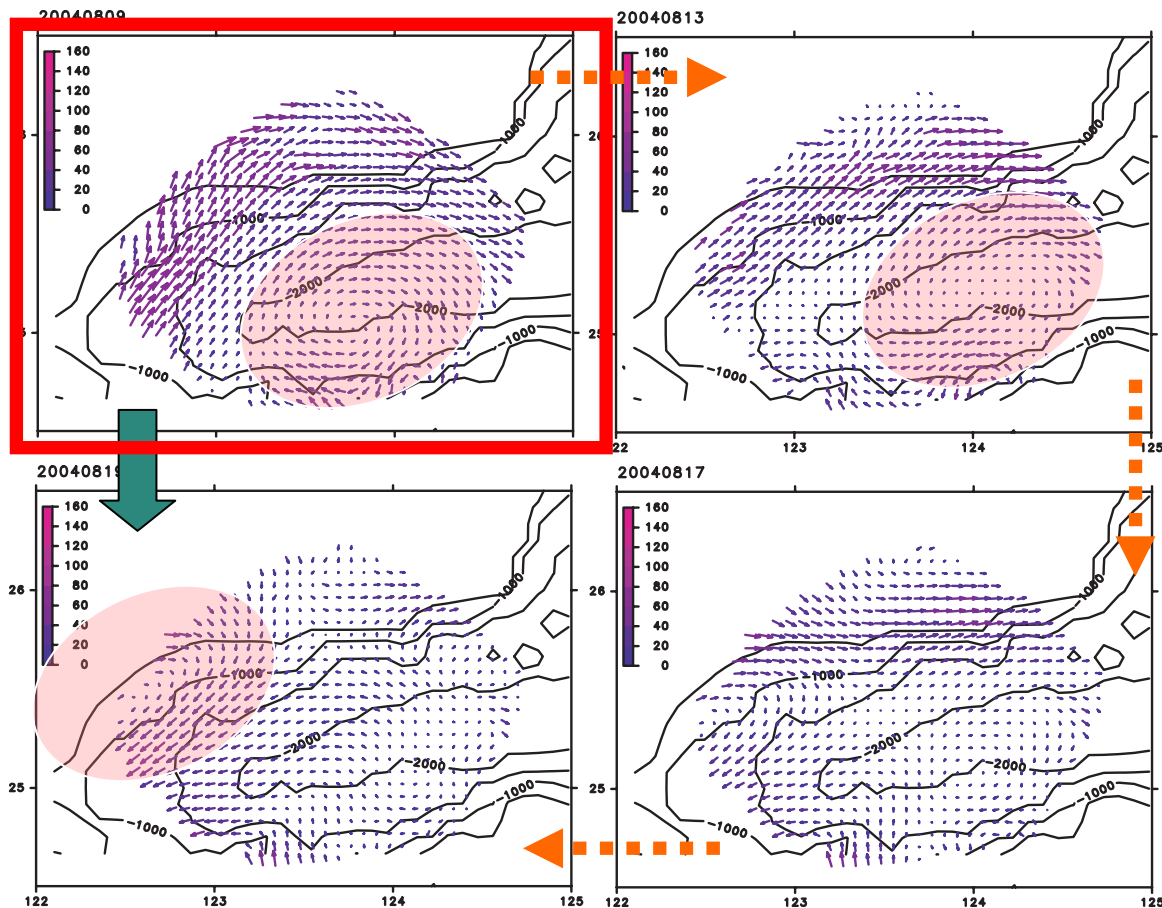
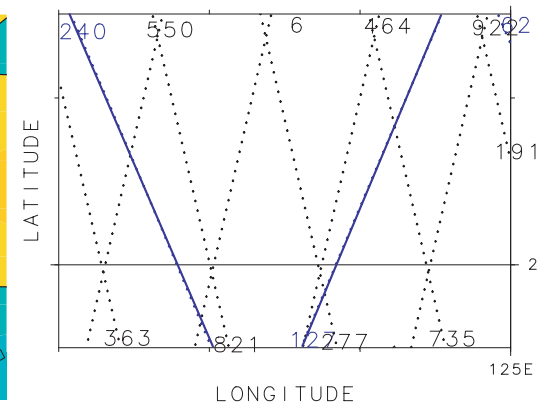
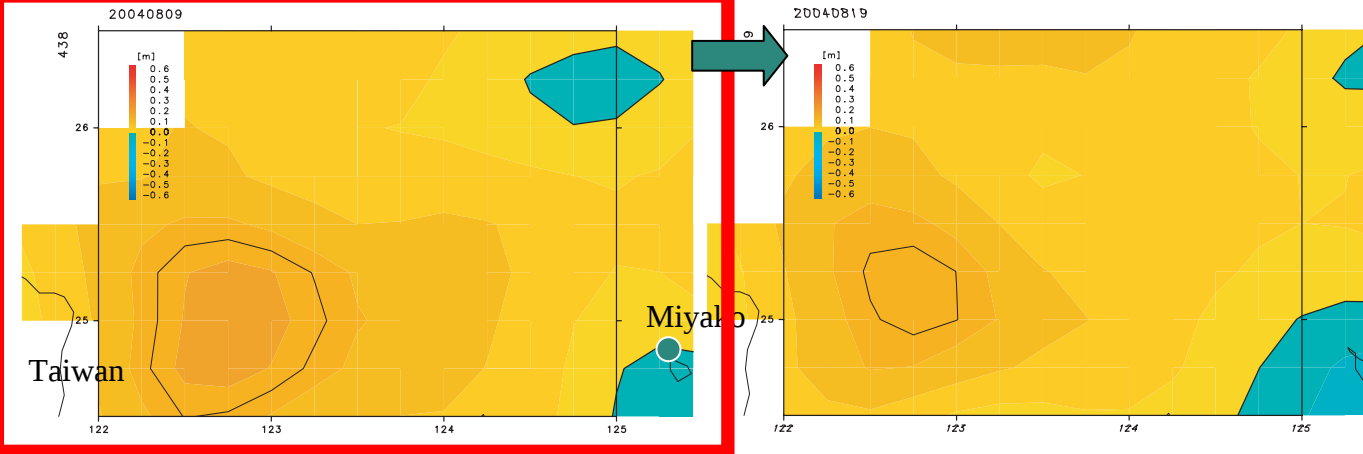


● 10日ごとのSSHA

● 高気圧性渦の存在
2004/8/9前後



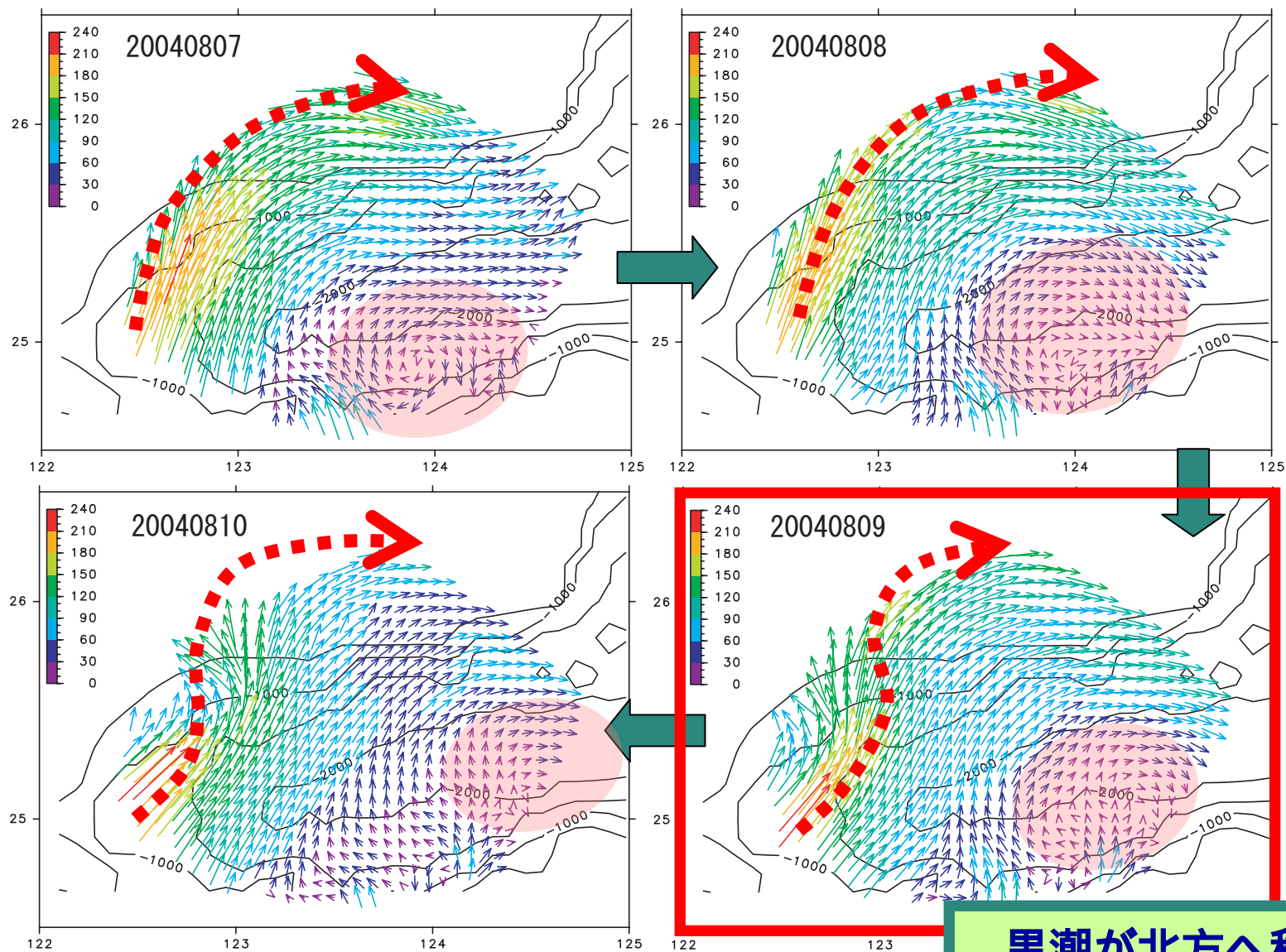
HFレーダでは、どのように
見えているのか？



- ◆ 前後に9日平均したHF流速偏差
- ◆ 渦が移動する傾向はHF流速と同じ？
- ◆ ただし、位置は異なっている
 - 格子化SSHAの10日平均としての代表性は低い

HF vel. on Aug.7-10, 2004

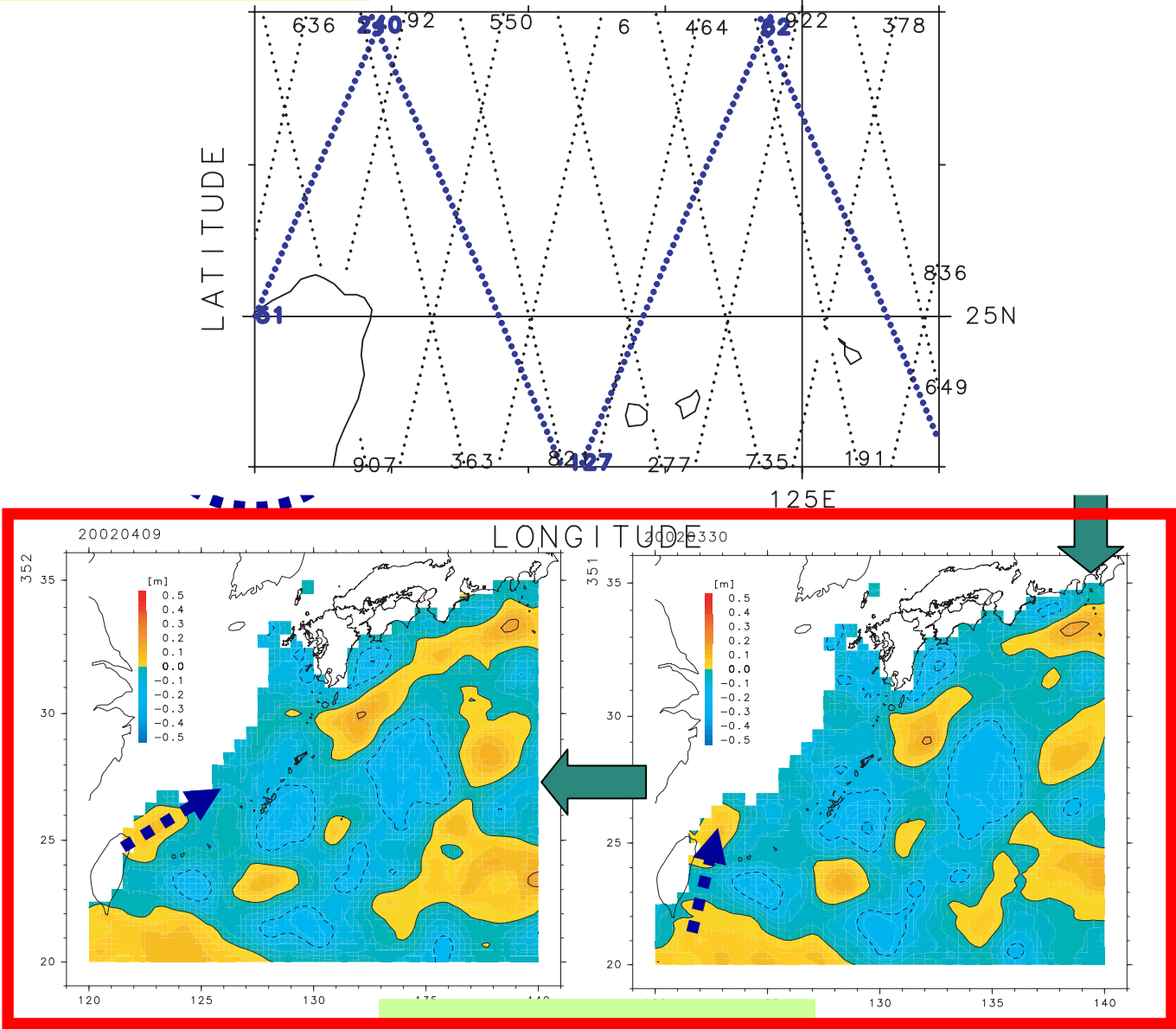
HF観測域の南方に高気圧性渦の存在



黒潮が北方へ移動

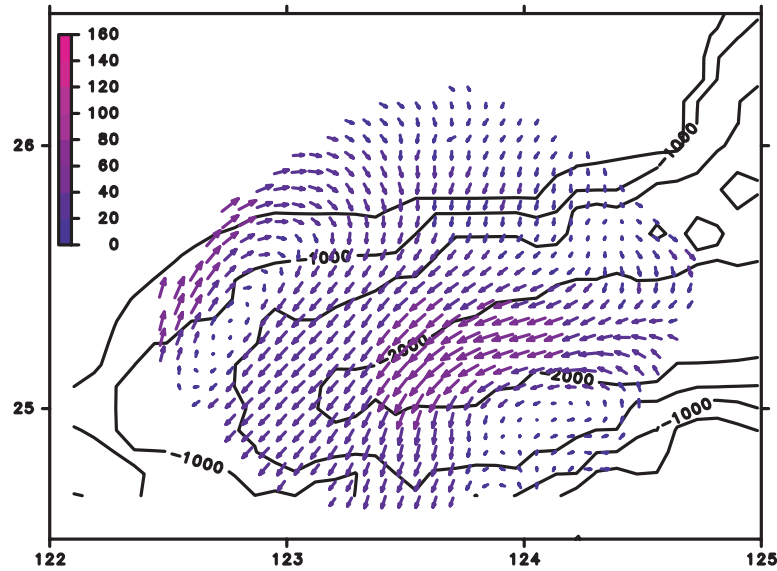
HF観測域の南東方向で20 ° N
を西進する高気圧性渦

SSHA in March 2002

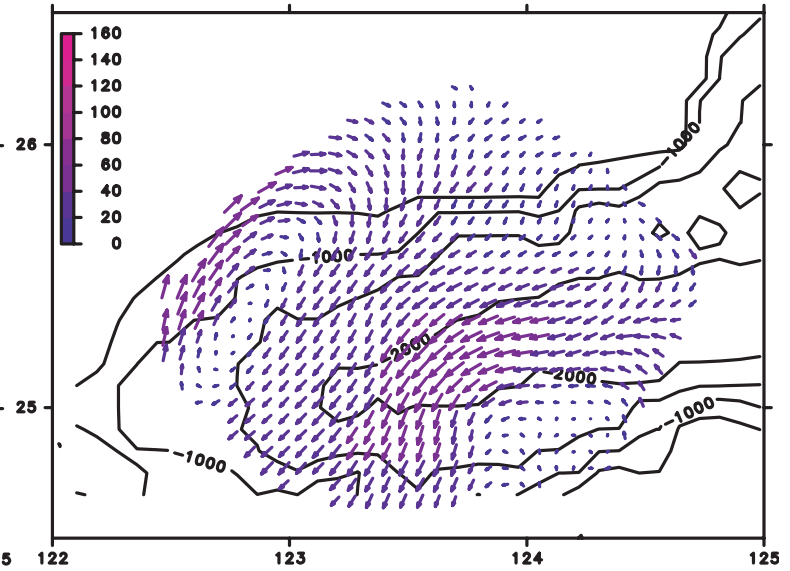


北上してHF観測域へ

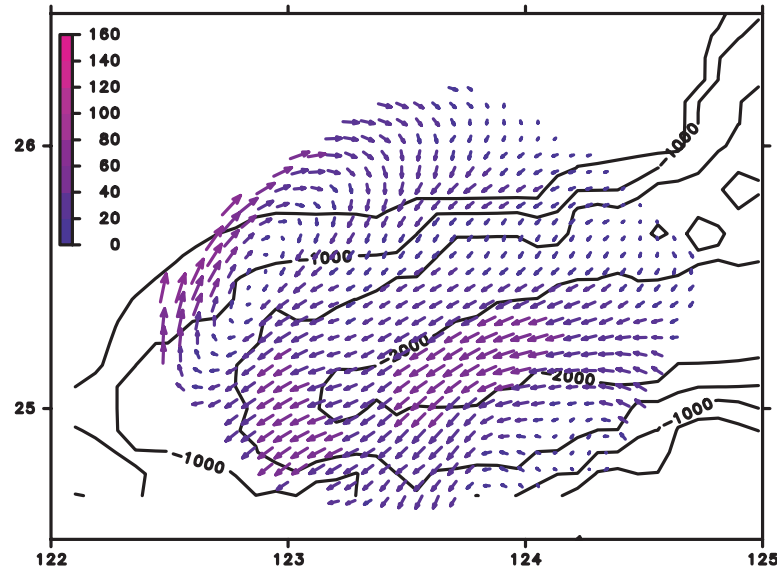
20020313



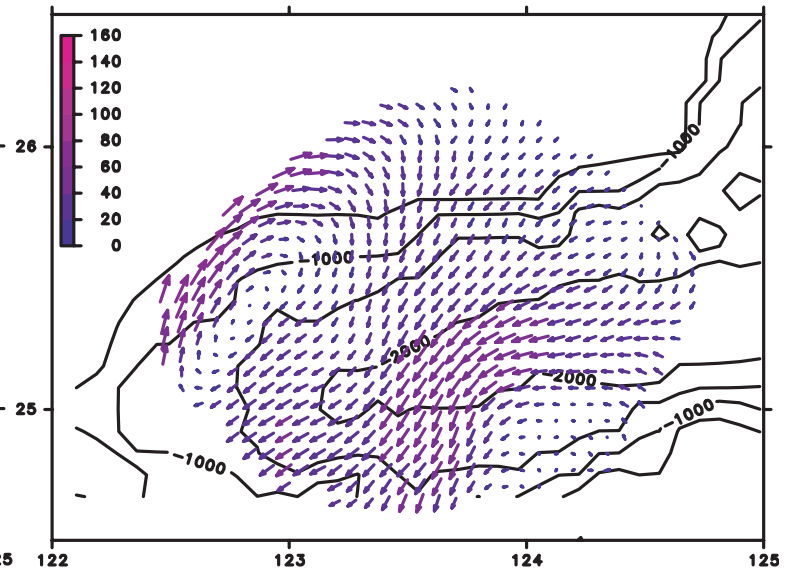
20020315



20020319

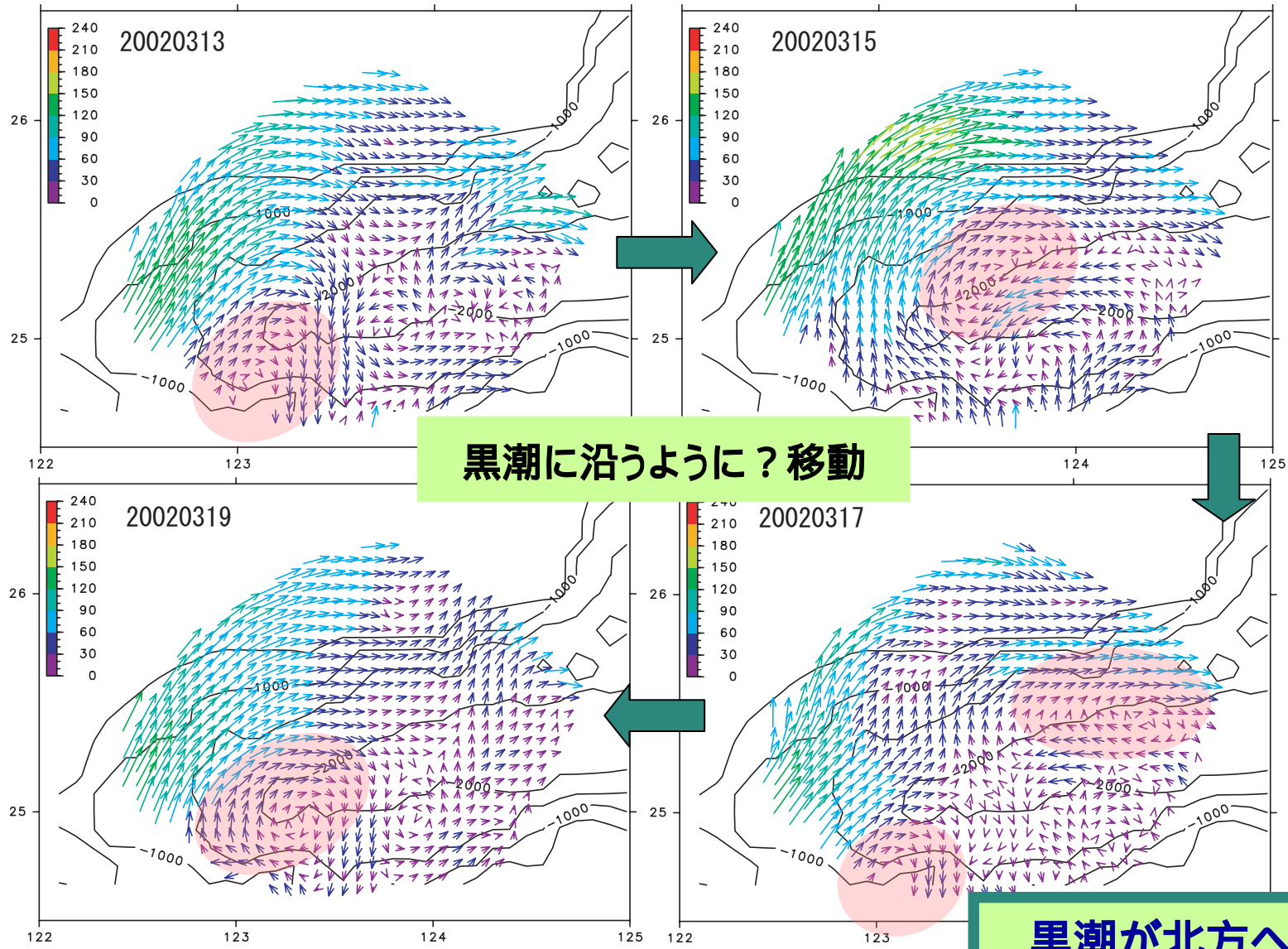


20020317



SSHAで見られた高気圧性渦は、
HF流速でも観測されている

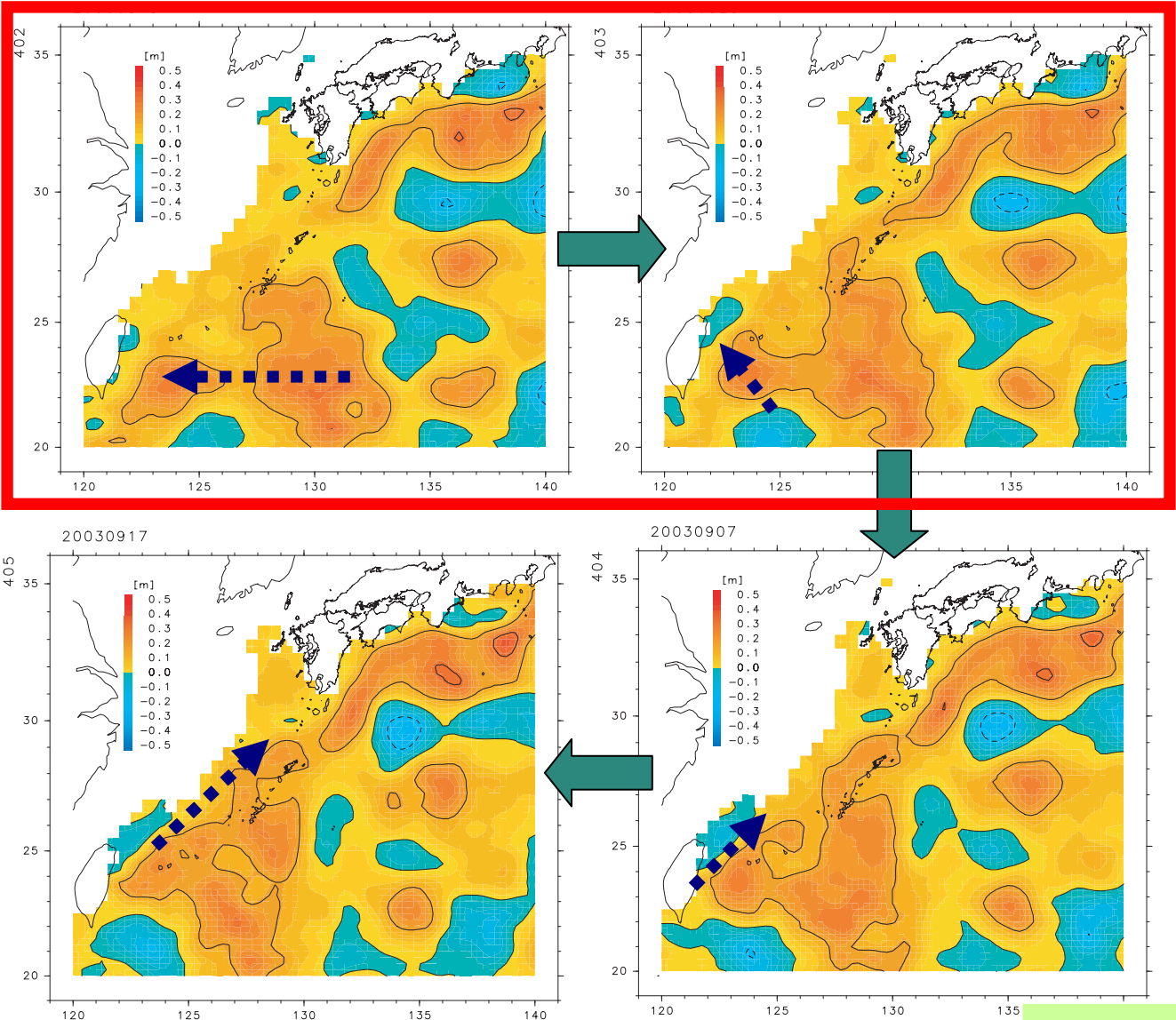
同時期のHF vel.



黒潮が北方へ移動

HF観測域の南東方向, 23 ° N
を西進する高気圧性渦

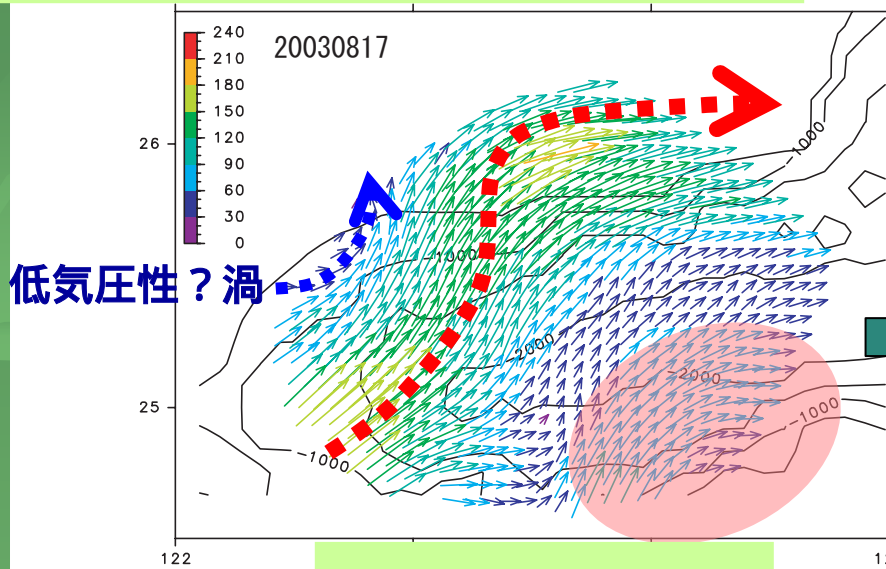
SSHA on Aug. to Sep. 2003 (#1)



北上してHF観測域へ

HF vel. in mid Aug. 2003

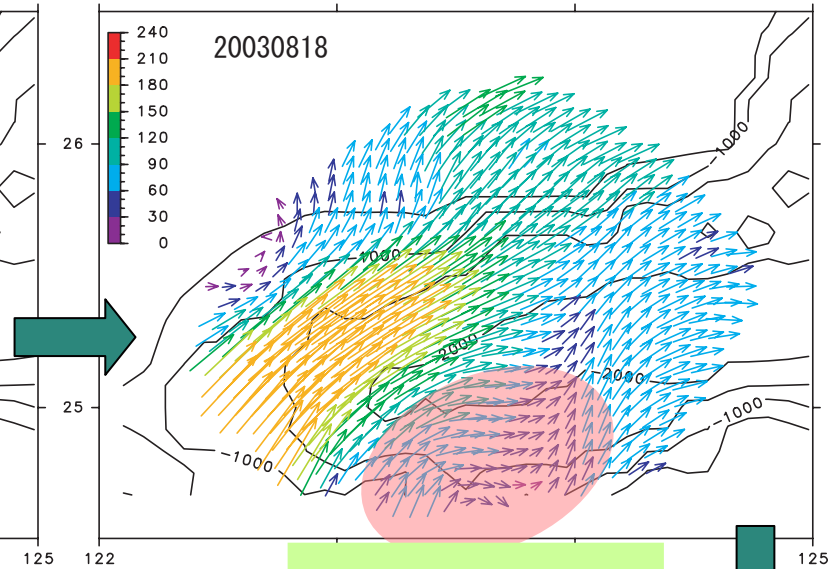
HF観測域の南方に高気圧性渦の存在



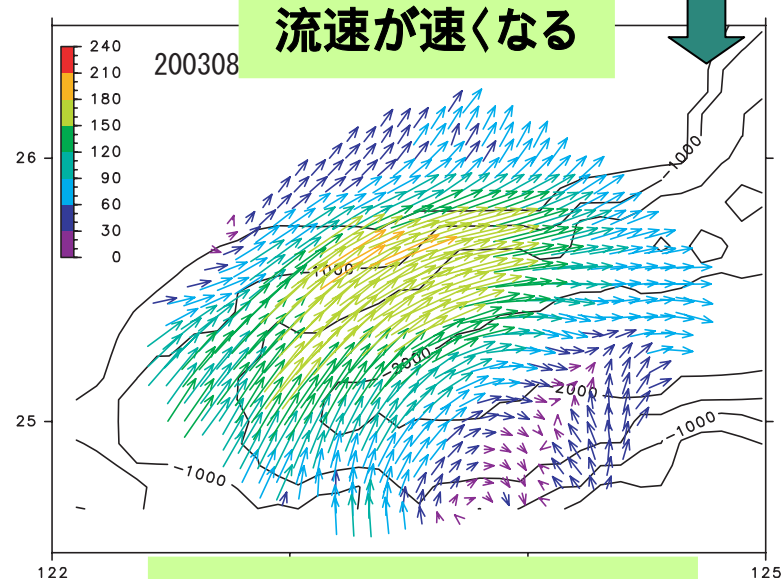
黒潮が北方へ移動

黒潮の幅の広がりを実際の現象を表現しているか？

ノイズ？ or Footprintの影響？



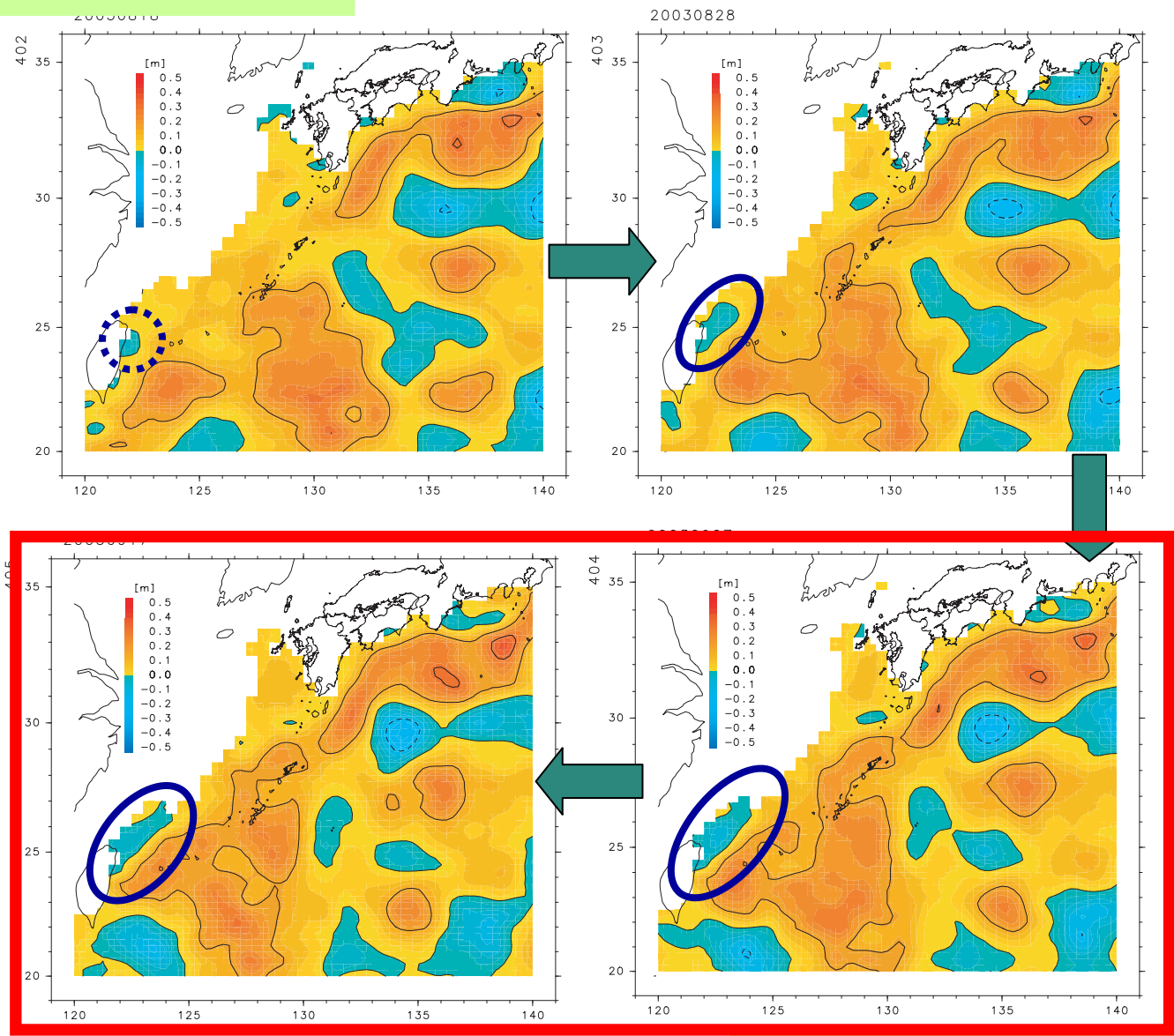
流速が速くなる



黒潮の幅が広がる？

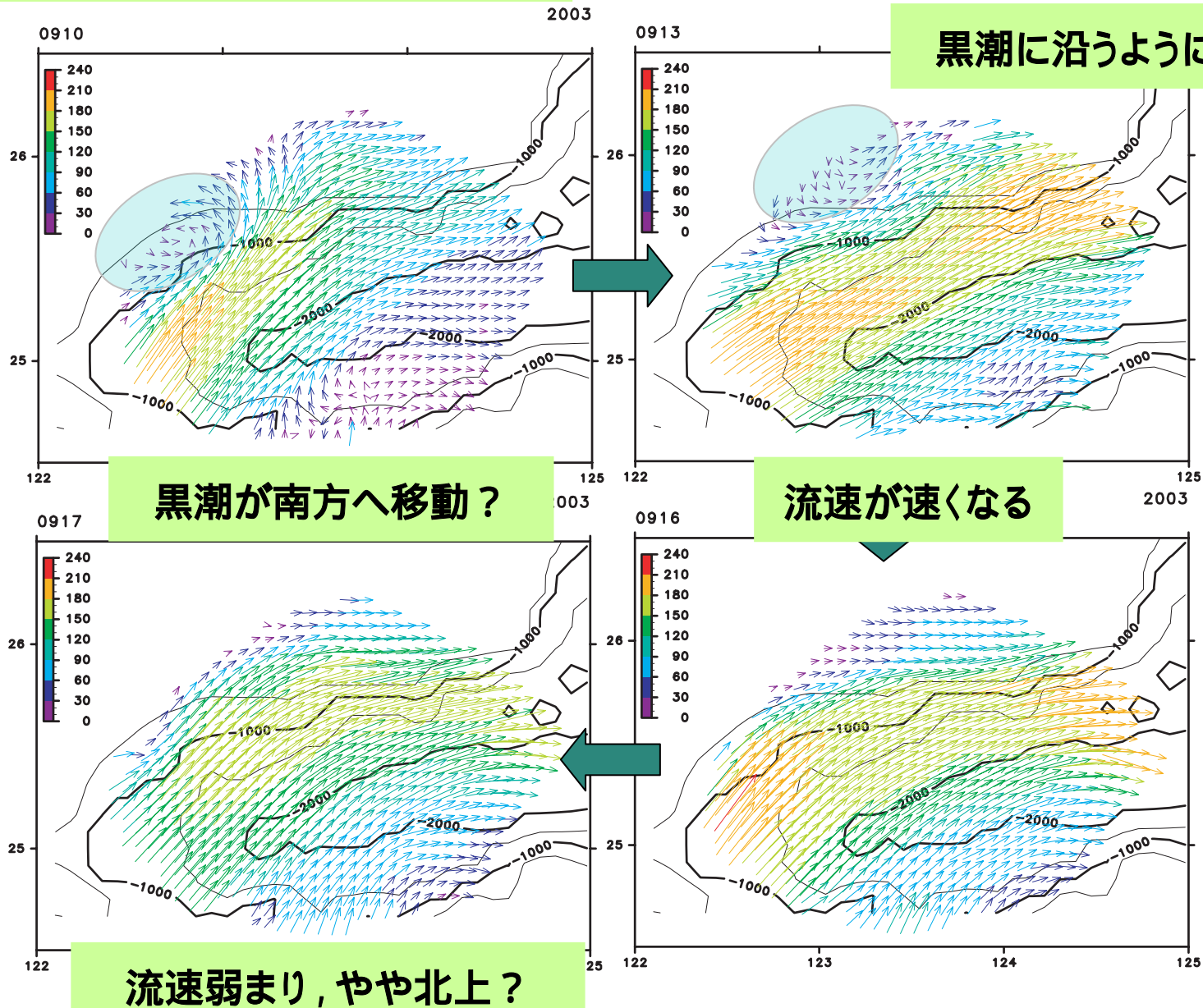
HF観測域の西方に存在する
低気圧性渦

SSHA in Aug. to Sep. 2003 (#2)



HF観測域の西方で北方へ延びる？

HF観測域の北西部に低気圧性渦の存在



まとめ

- ◆ 黒潮上流域において、HF表面流速から地衡流速成分を推定した。
 - 衛星海面高度計のSSHAから得られる地衡流速を利用
- ◆ 10日平均を代表するSSHAと約10日平均したHF流速偏差を比較したところ、渦の移動は定性的に似ているが、渦の位置は異なっている。
衛星軌道沿いのSSHAを格子上に内挿しているため
- ◆ 時間分解能の高いHF地衡流速を用いて、海面高度計のSSHAでは見えない黒潮と、黒潮に接近する中規模渦の様子を紹介した。
 - 今回は、SSHAで確認された高気圧性渦について4つのケースを調べた。
高気圧性渦が存在するとき、黒潮が北方へ移動する傾向が見られた。
同時に黒潮の流速が速くなる様子も確認された。
 - ただし、HFレーダは基地局より遠方ほどFootprintが広がるので、HFの地衡流速に空間平滑化がかかっている可能性がある。

