

# 爆弾低気圧の海洋への影響

吉田 聡、佐々木 英治、笹井 義一、  
相木 秀則、細田 滋毅(JAMSTEC)

平田 英隆、川村 隆一(九州大学)

2015 夏のGFDセミナー

2015. 8. 17-20

# 自己紹介

1994～  
北海道大学

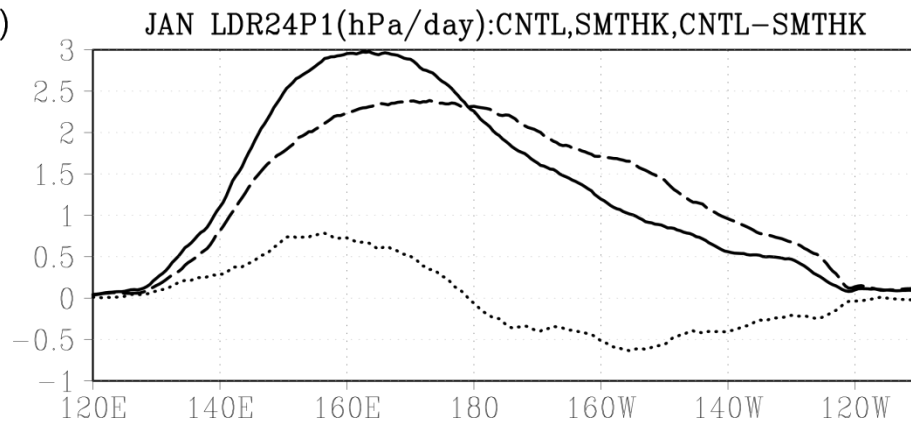
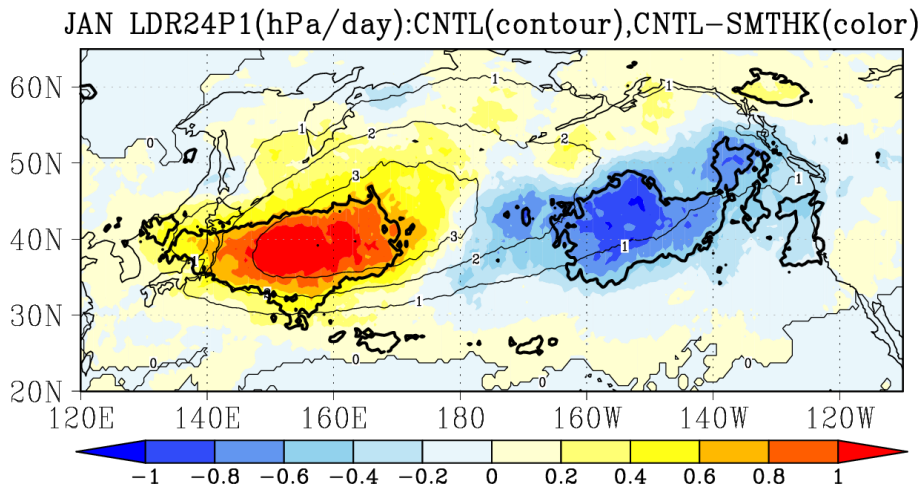
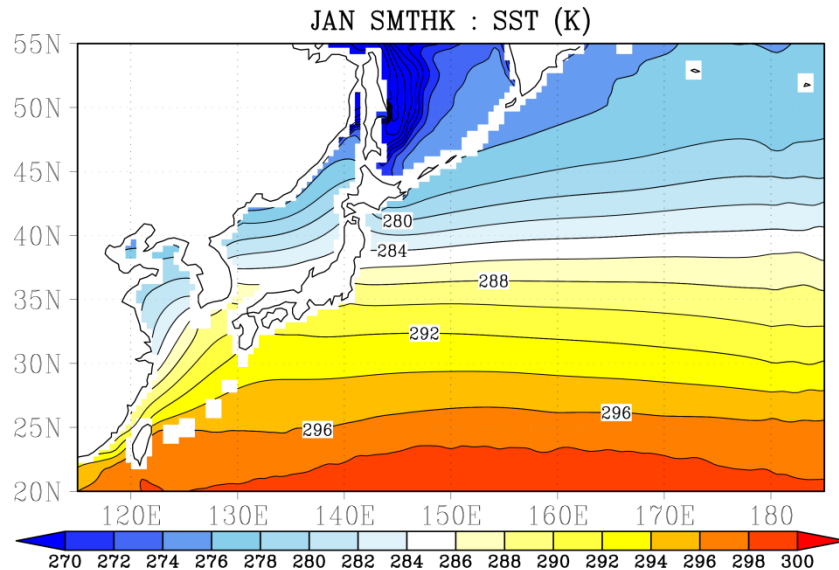
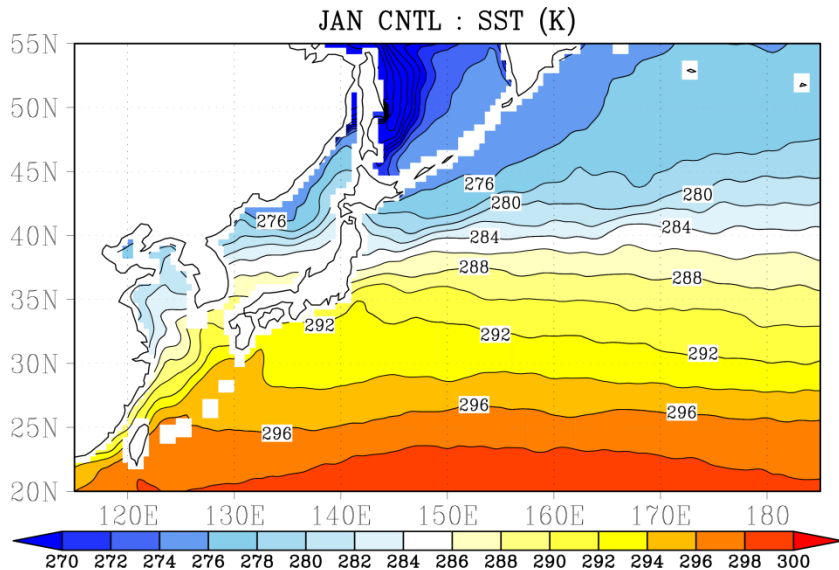
1976  
函館生まれ

2004～  
海洋研究開発機構  
地球シミュレータセンター  
2014～  
同アプリケーションラボ

## ● 桑野(吉田) 聡 (Akira Kuwano-Yoshida)

- 北海道大学: 日本付近の爆弾低気圧の気候と内部構造、発達メカニズム
- 地球シミュレータセンター: 全球大気海洋結合モデルの開発とそれを用いた中緯度大気海洋相互作用
- アプリケーションラボ: 中緯度低気圧活動の予測可能性と海洋への影響

# 北西太平洋SST前線と爆弾低気圧

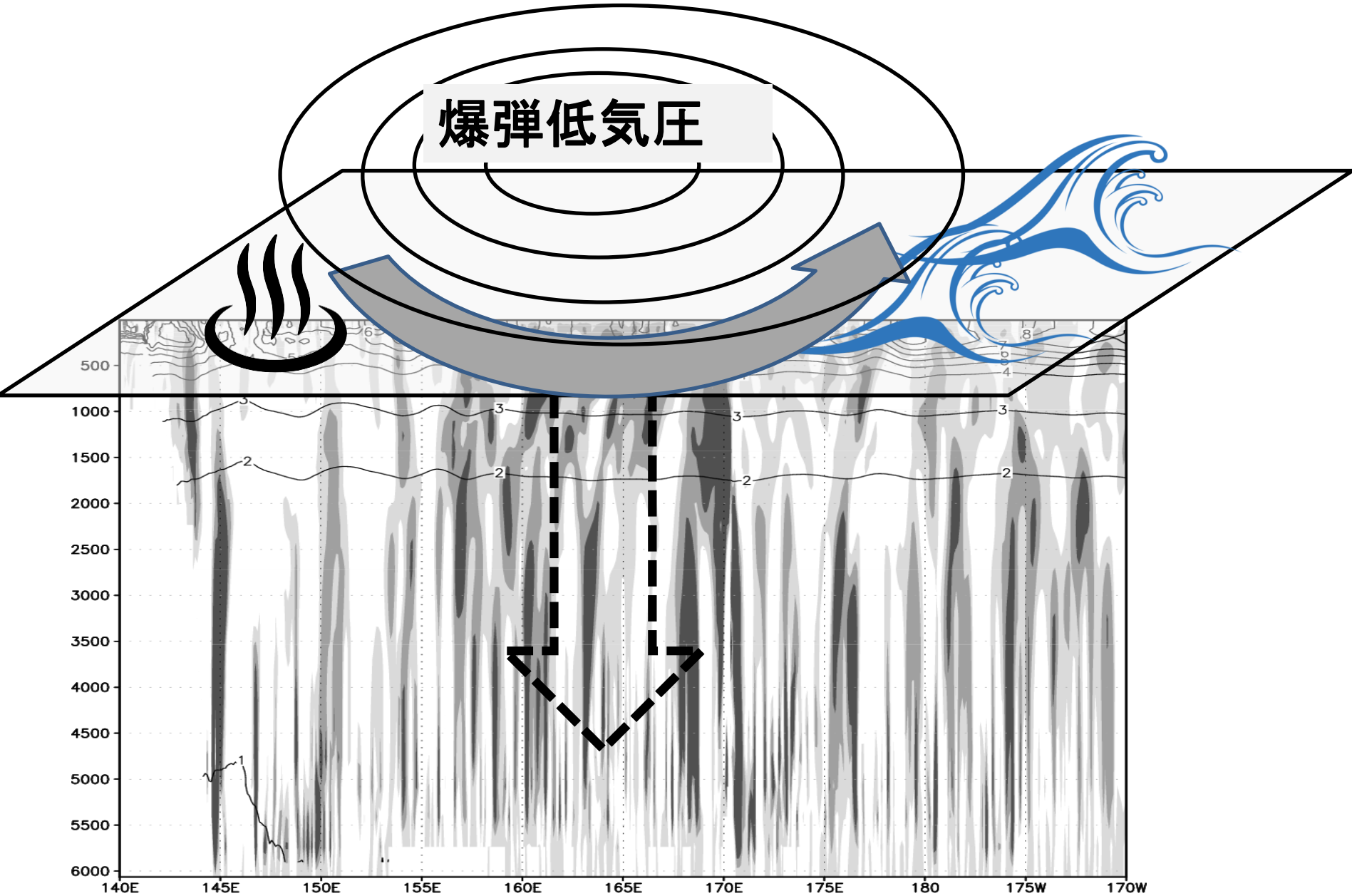


CNTL: 低気圧の急発達がSST前線域に集中

SMTHK: 急発達域が東にシフト

Kuwano-Yoshida and Minobe (in preparation)

# 爆弾低気圧は海をどこまで変えるのか？



# 現状

- 爆弾低気圧は海上で多く発達するが、低気圧の空間スケールで数時間～数日スケールの変化を捉える海洋観測がないため、その海洋への影響はほとんど研究されていない。
  - 台風はSSTにシグナルが見えるので、衛星観測による面的な解析が可能。(時間分解能は1日程度)
  - 爆弾低気圧は冬季に発達するので、海洋混合層が厚く、SSTでは見えない。
  - 台風は自分自身の発達に影響するが、爆弾低気圧の発達には(多分)影響が小さい。

NCEP run

# Example: 2000. 3. 21

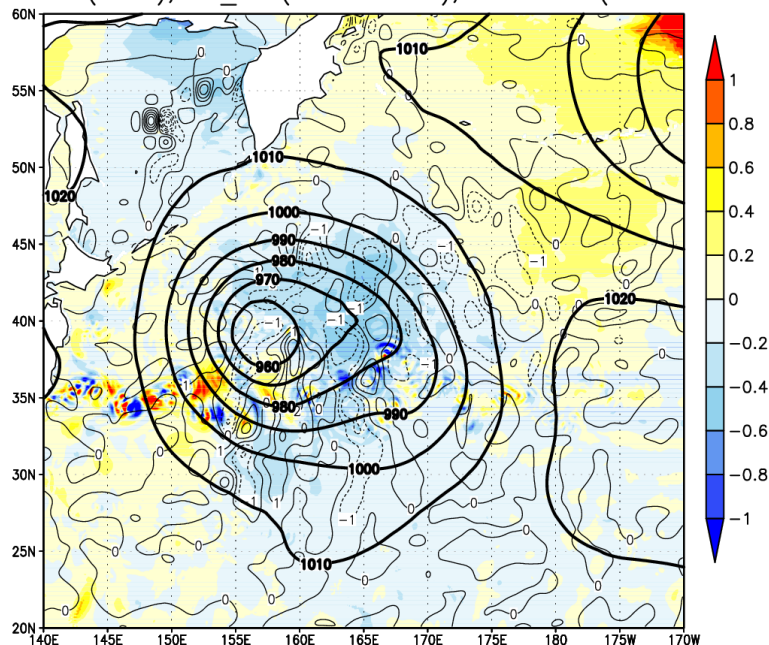
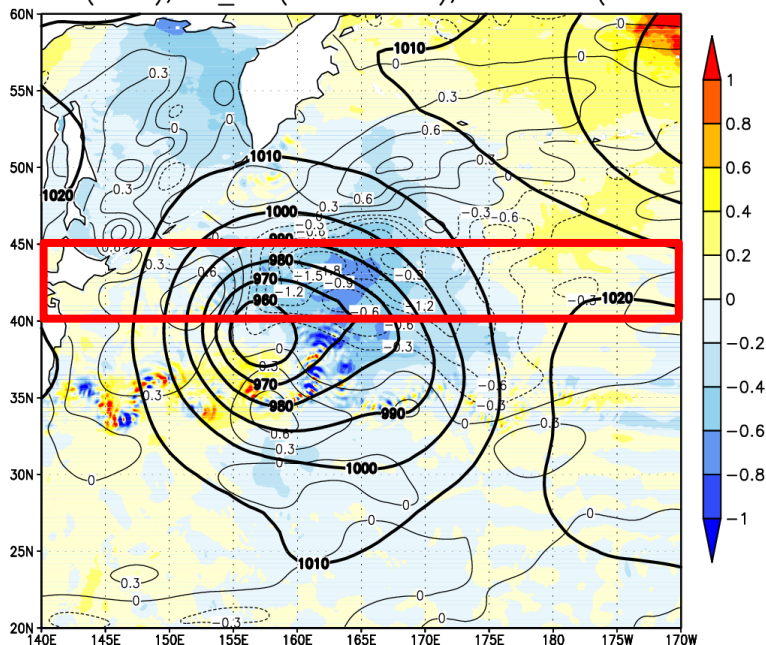
QS run

2000.03.21

2000.03.21

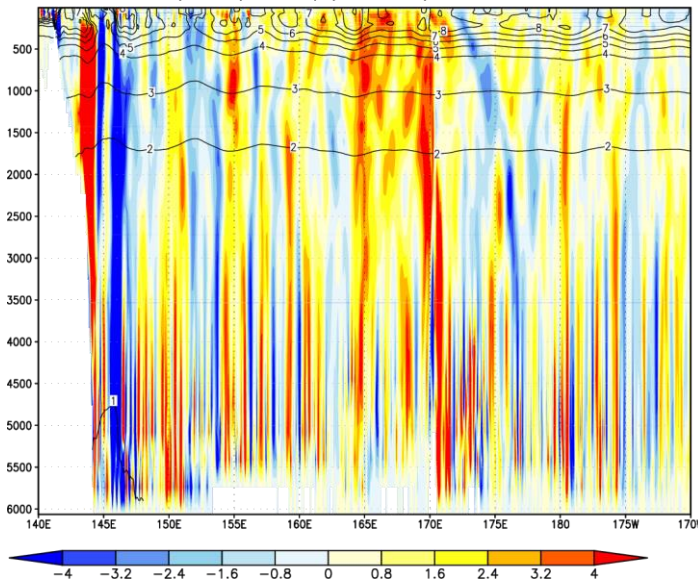
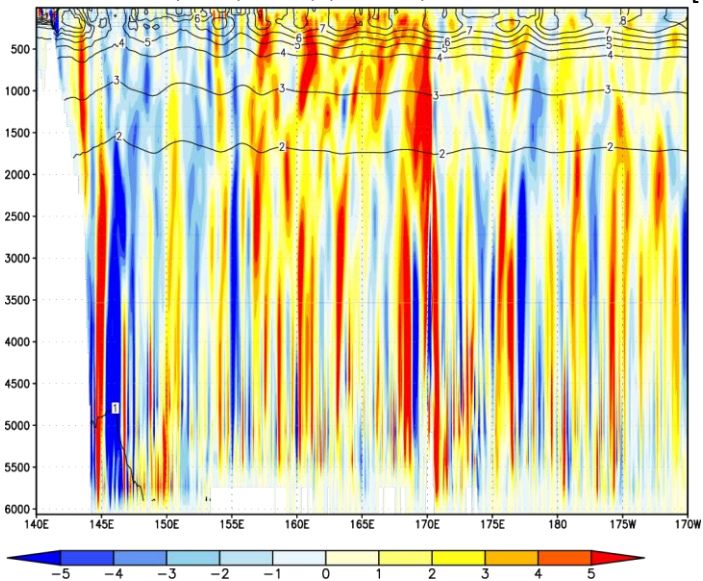
OFES:convU(color), div\_TAU(thin contour), JRA25:SLP(thick contour)

OFES:convU(color), div\_TAU(thin contour), JRA25:SLP(thick contour)

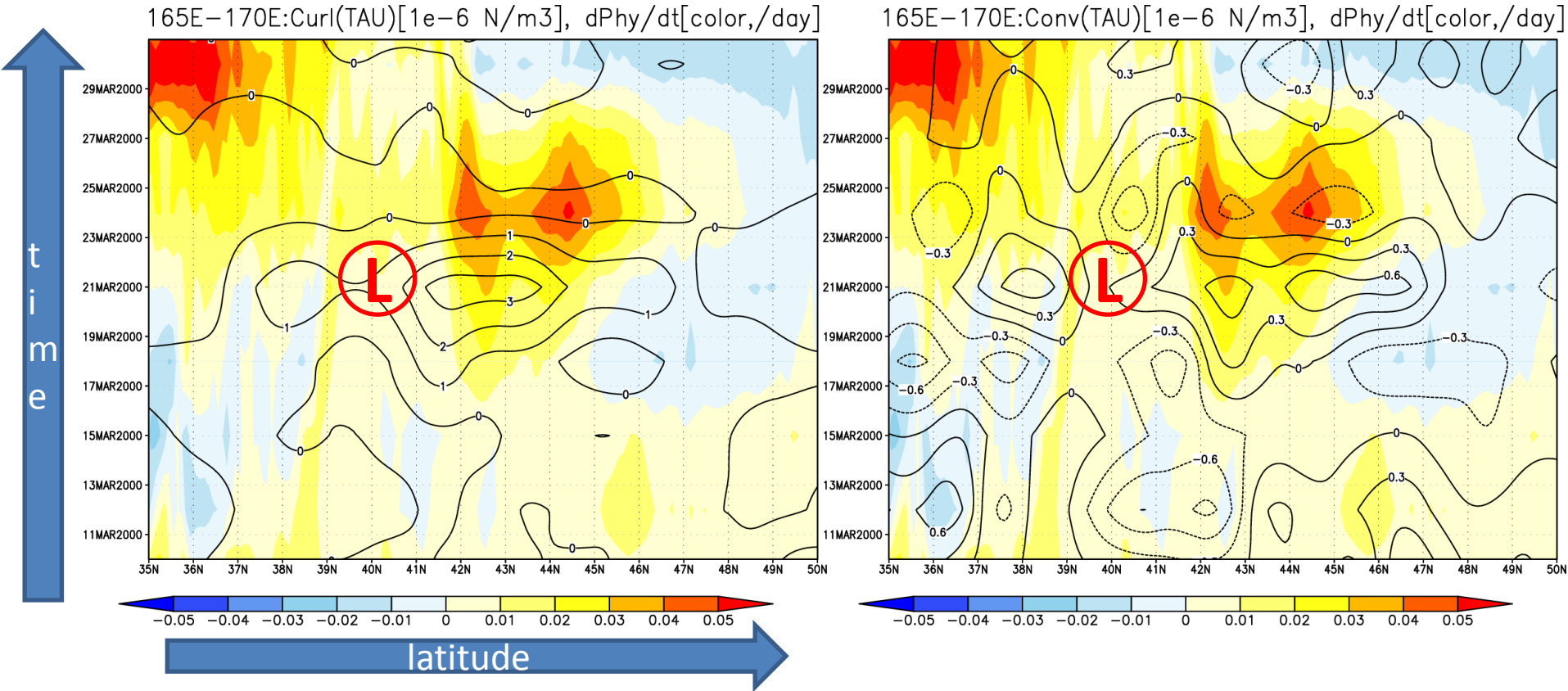


OFES:w(color), temp(contour), 40N-45N mean [10<sup>3</sup>cm/s]

OFES:w(color), temp(contour), 40N-45N mean



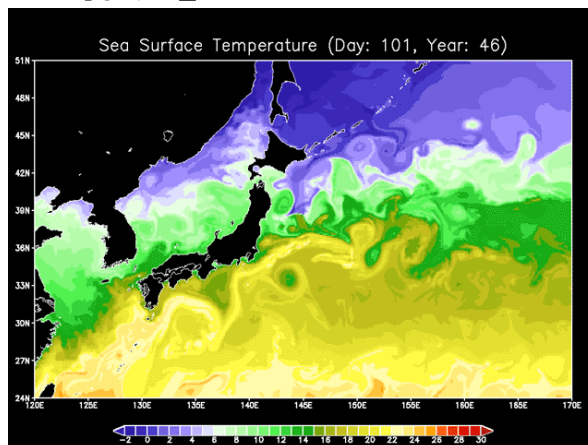
# Biological signal



- Surface phytoplankton increases after curl( $\tau$ ) and conv( $\tau$ ) maxima associated with an explosive cyclone.

# 若手研究(A):「爆弾低気圧は海洋を変えるか? 高解像度海洋モデルと高頻度自動観測網による実態解明」(2014(H26)-2016(H28))

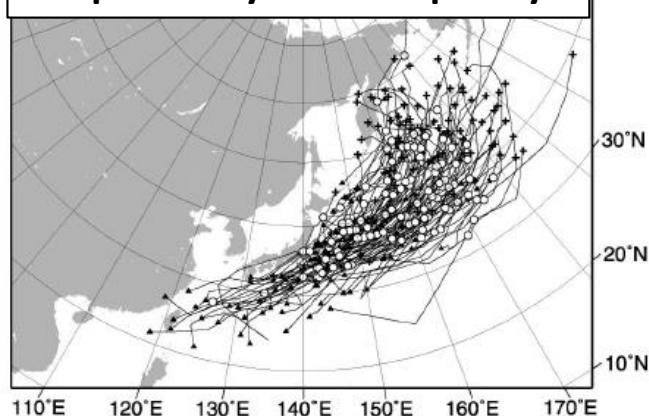
High-resolution Model



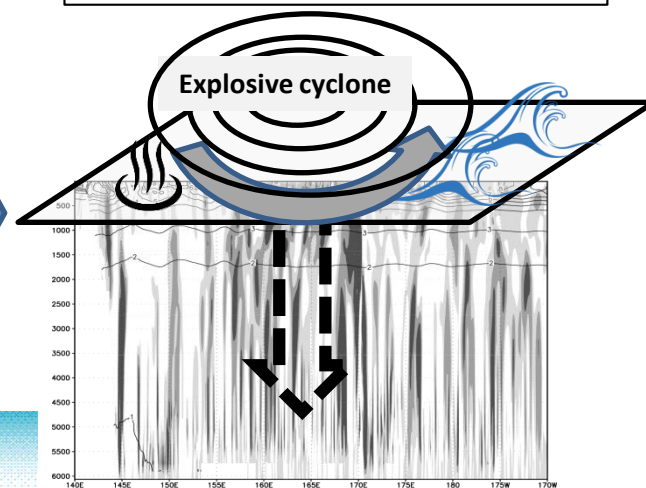
OFES,  
JCOPE2,  
CRSS-NHOES

Clarify Impact of  
Explosive cyclone on  
ocean

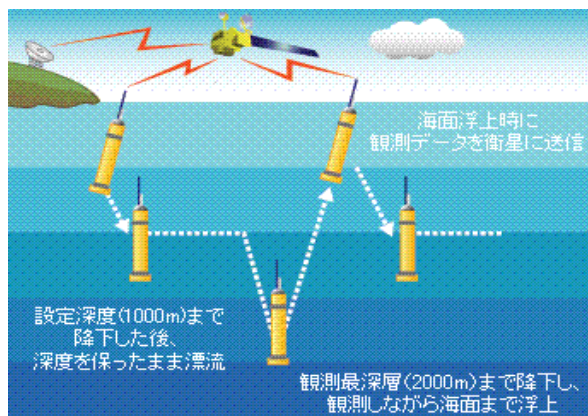
Explosive cyclone frequency



Data assimilation



High-frequency observation



KEO, JKEO, NKEO

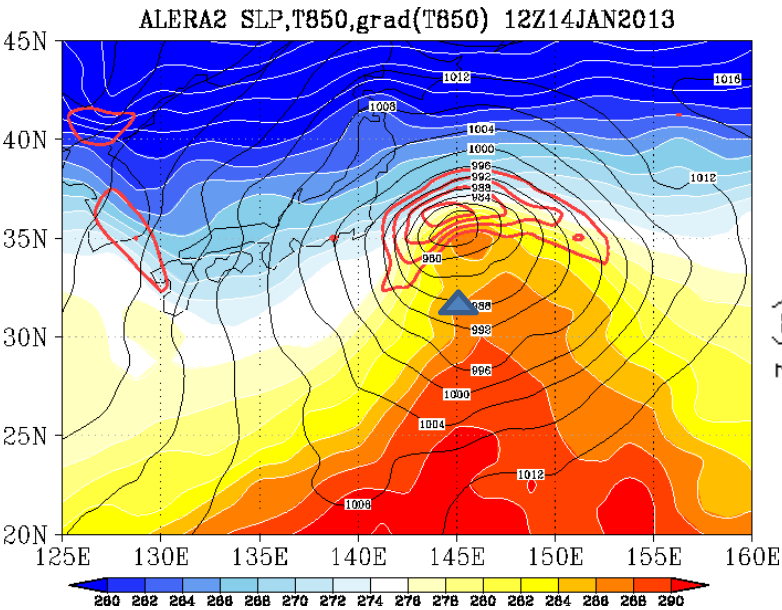
2015/16 winter

- ARGO x 4 + Drifter x 4

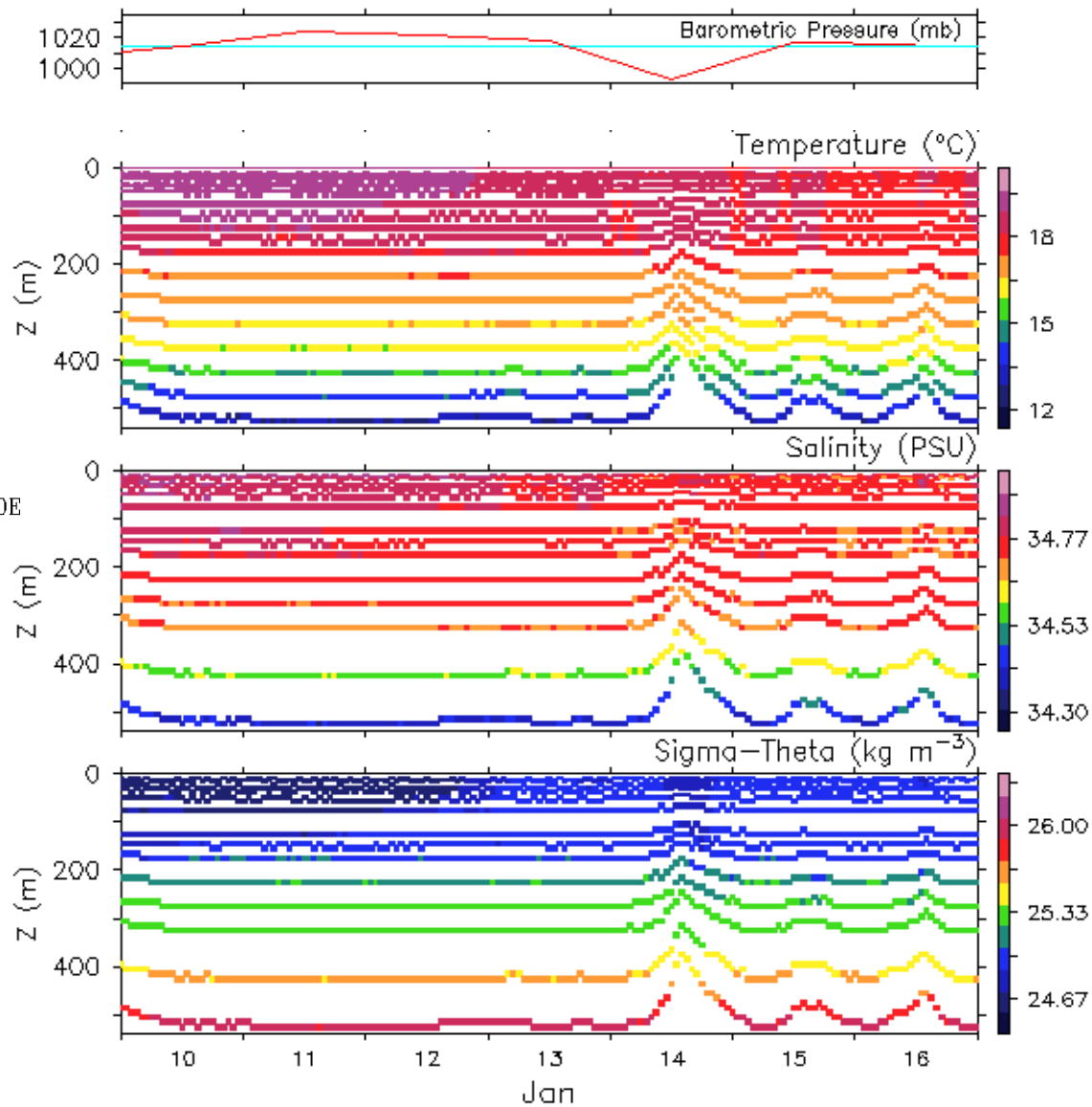
- 6-hrly - daily profile



# KEO観測

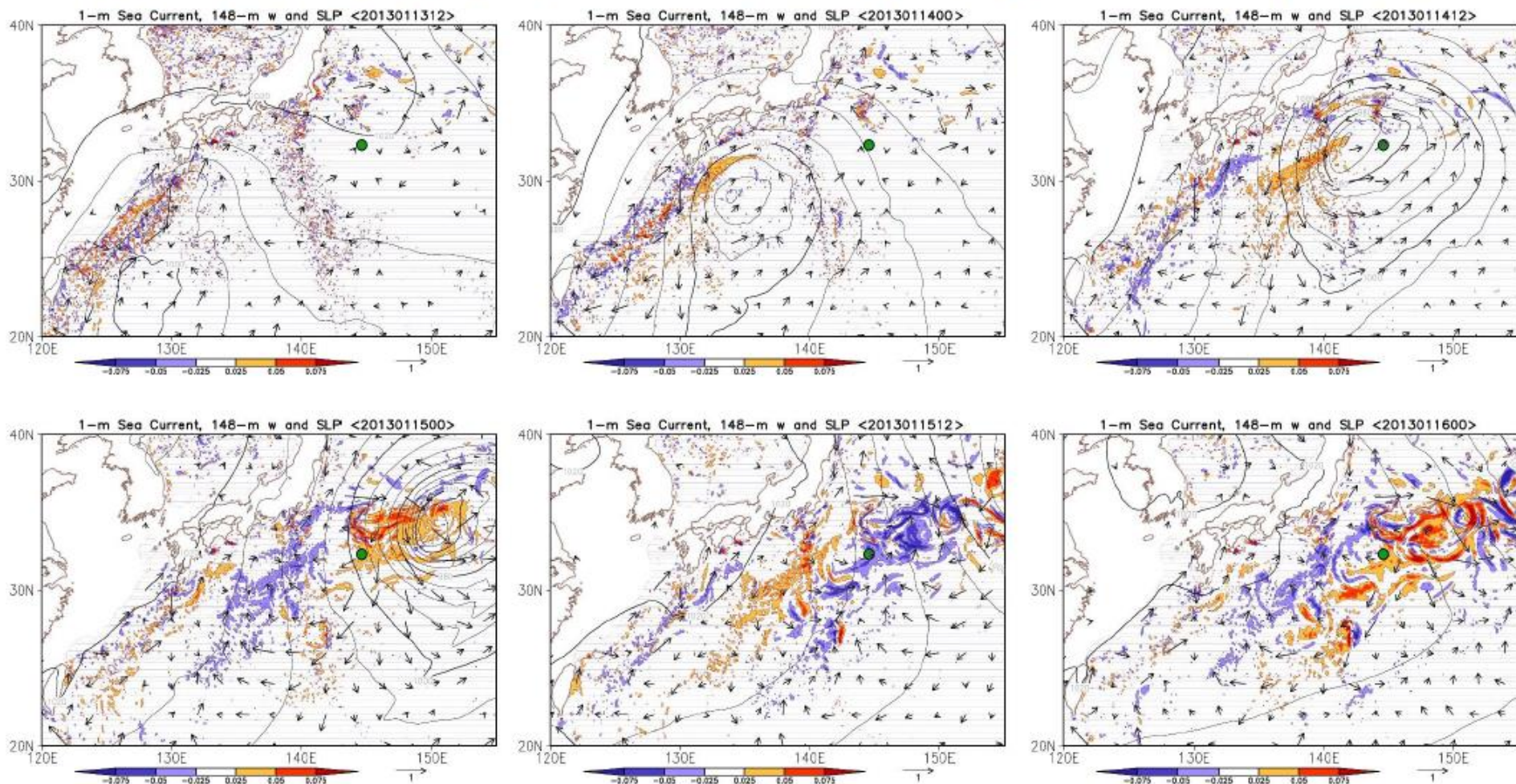


- 2013. 1. 14の低気圧通過時に、係留センサーが急浮上 (100m/12h)



# ● CReSS-NHOESによる再現実験

ベクトル:海面の海流 陰影:148 m深の上昇流 (cm/s) ●:KEO-buoyの位置

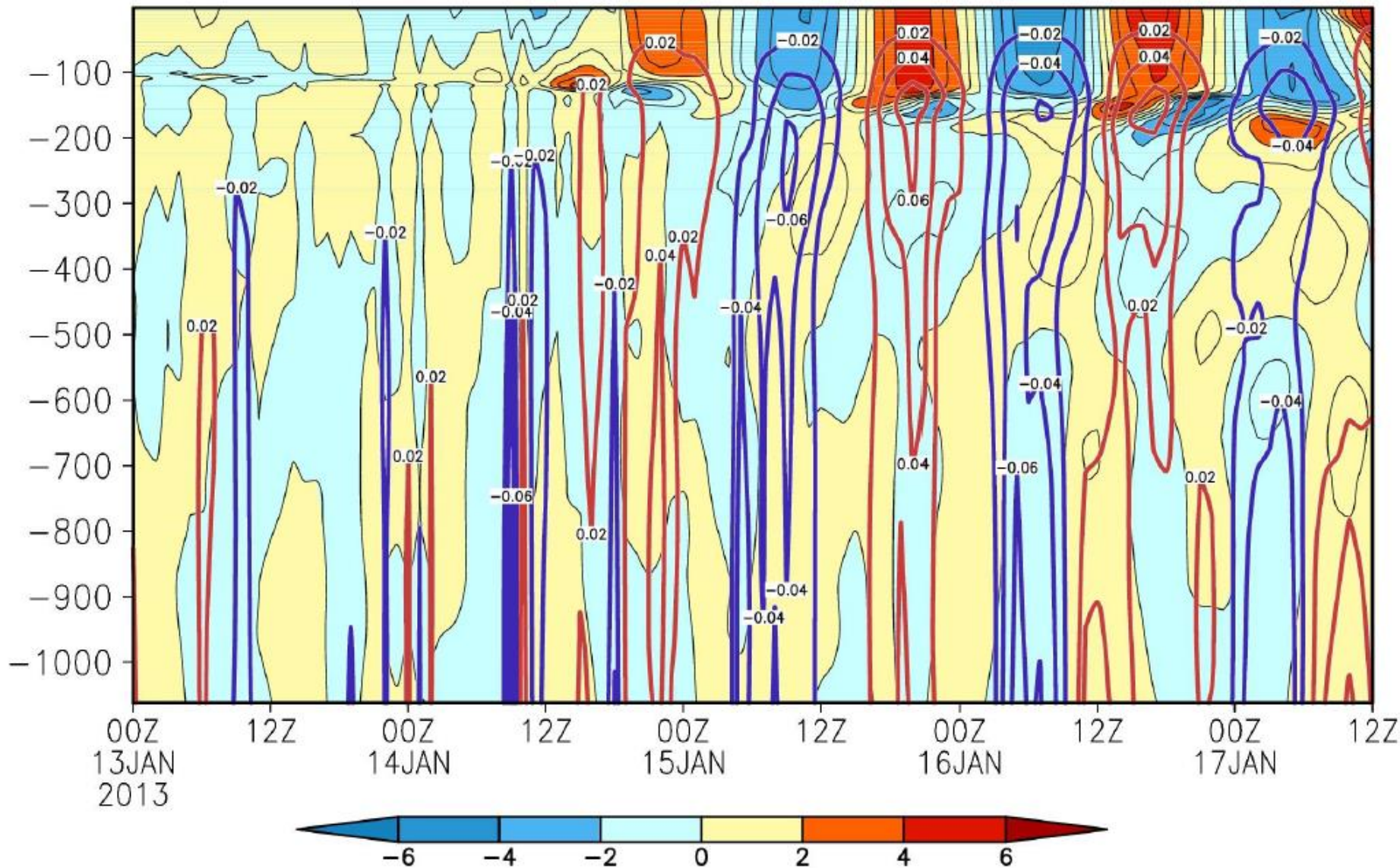


▶ 低気圧後面で，上昇・下降流が卓越する

# ● CReSS-NHOESによる再現実験

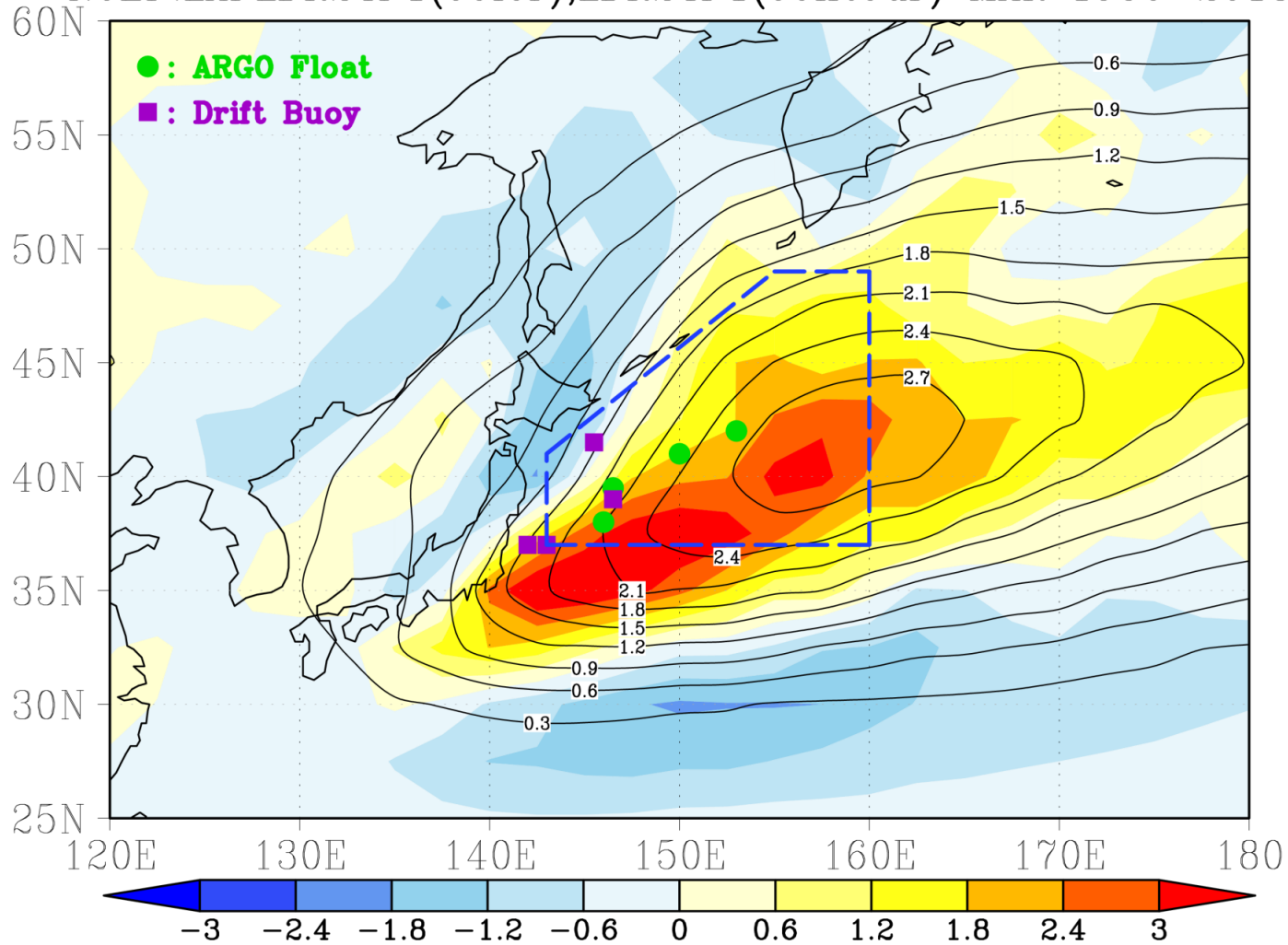
(32.3, 144.6) における  
時間-深度断面図

Vertical cross section Div (shade) and w (Color Contour)



# 2015.11-2016.03 集中観測計画

NCEP:LAPLDR24P1(color),LDR24P1(contour) MAR 1950-2013



- ARGOフロートx4

- 低気圧急発達時:6時間毎(500m深)
- 集中観測期間中:1日毎(2000m深)

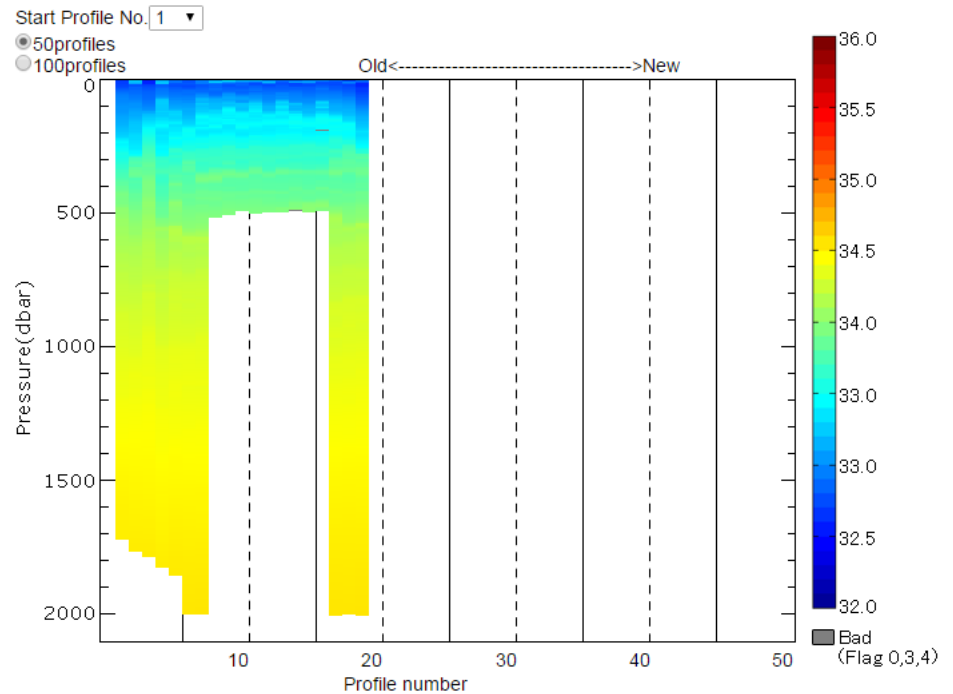
- 海面漂流ブイx4

- SLP、SST:1時間毎

# First two ARGO floats are active

- 1日毎(2000m深)&6時間毎(500m深)観測テスト済
  - 6時間毎は750m深をテスト予定

WMO ID: 2902538, 2902539  
Data are provided by GTS & ARGO sites (real time & free available).



The first profiles observed at 18 June 2015

# 使用データ

- OFES準全球シミュレーションデータ
  - 1/10度、54層
  - NCEP run: NCEP-NCAR daily meanで強制
    - 海面気圧変化は海面高度変動に考慮せず。
  - 3day スナップショット
  - 1980年1月～2013年12月
- NCEP-NCAR 再解析データ
  - Daily mean SLP

# 爆弾低気圧の抽出

Local Deepening Rate (LDR) Kuwano-Yoshida (2014, SOLA)

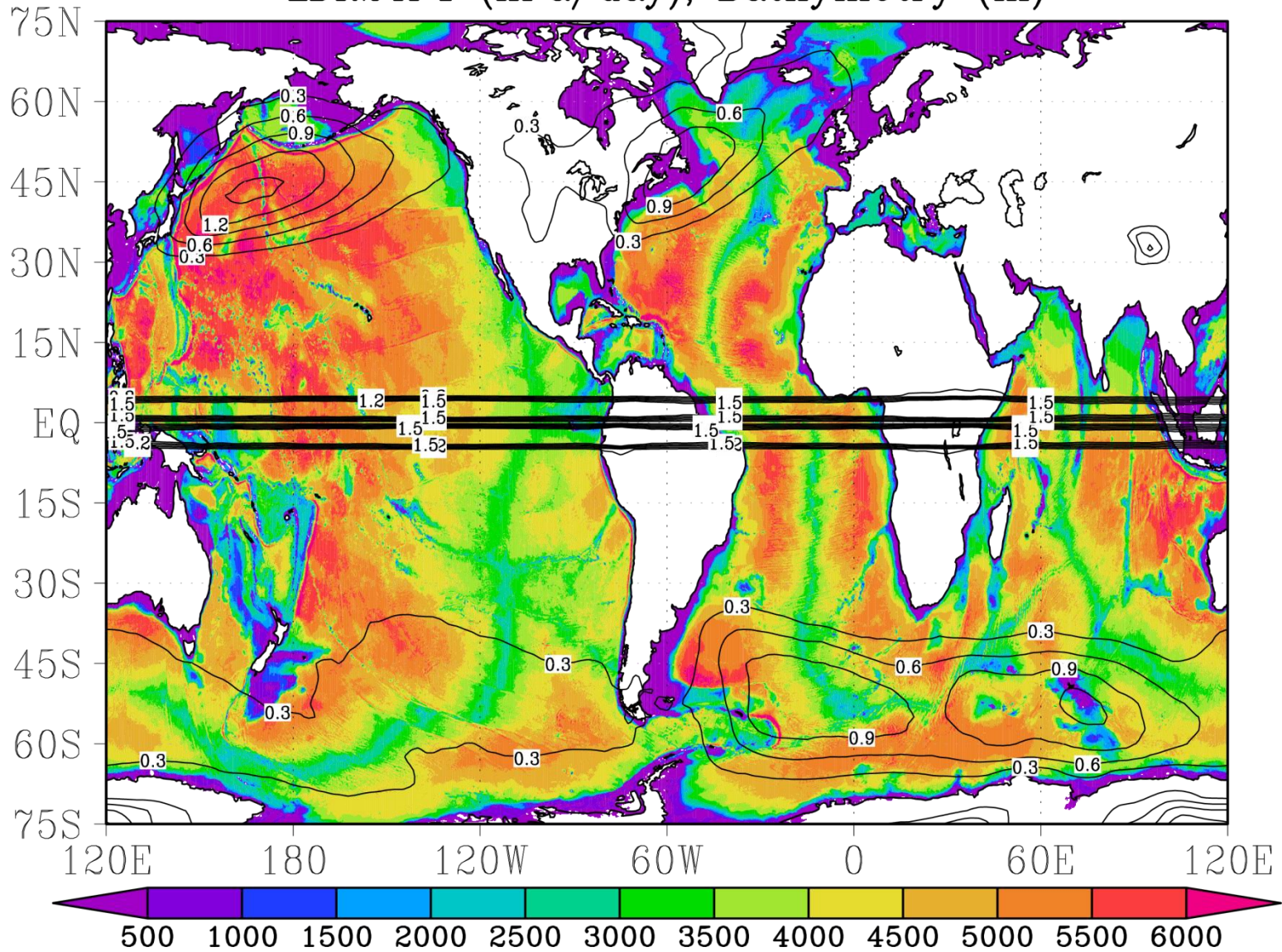
$$\begin{aligned} LDR &= - \frac{\partial p_{sfc}}{\partial t} \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} \\ &= - \frac{SLP(t) - SLP(t - 24h)}{24h} \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} \end{aligned}$$

- NCEP-NCAR daily meanに適用。
- $LDR \geq 1$ を爆弾低気圧の急発達として抽出。

$$LDR24P1 = ave(LDR24 \geq 1, else 0, month)$$

- 低気圧中心気圧を用いた爆弾低気圧抽出と整合的。

# LDR24P1 (hPa/day), Bathymetry (m)

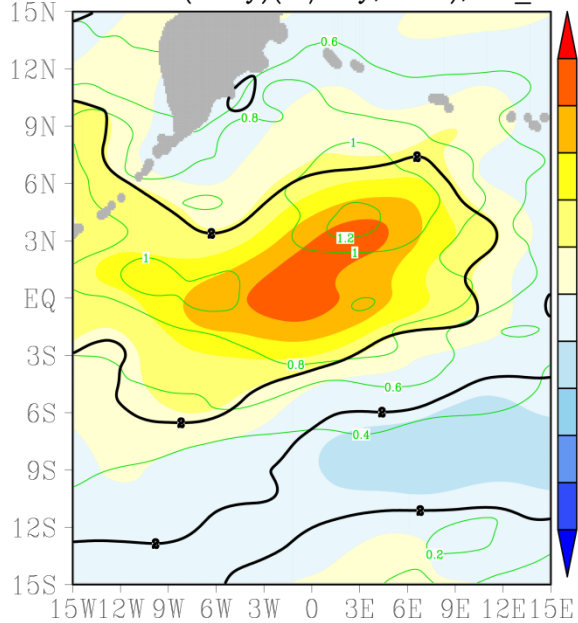


- 北西大西洋、南インド洋、南大西洋は水深が浅い。
- 北西太平洋は低気圧急発達域で水深が5000m以上。

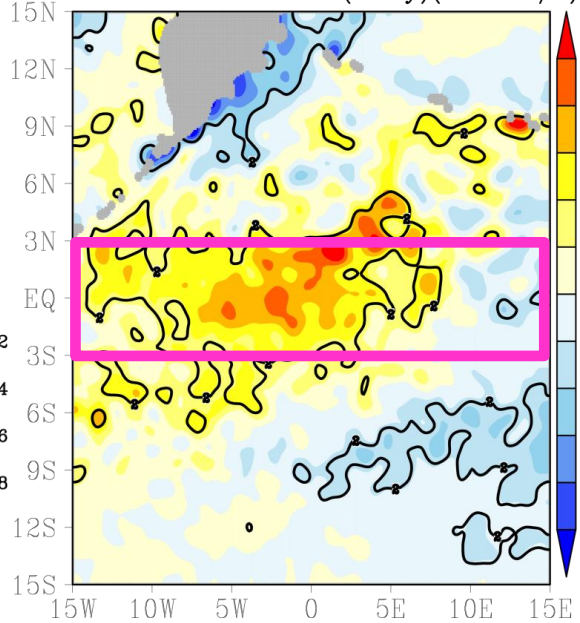


# 北太平洋：風応力カール、水平発散、鉛直流(3日前からの差)

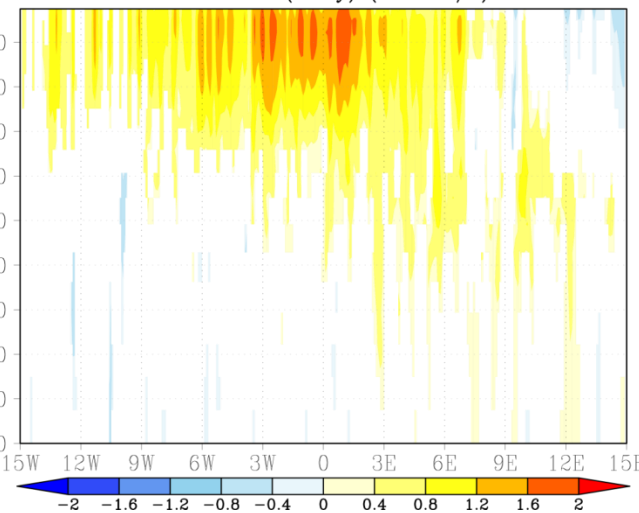
NP:  $w_e - w_e(-3dy)$  (m/day, color),  $w_e\_stdv$



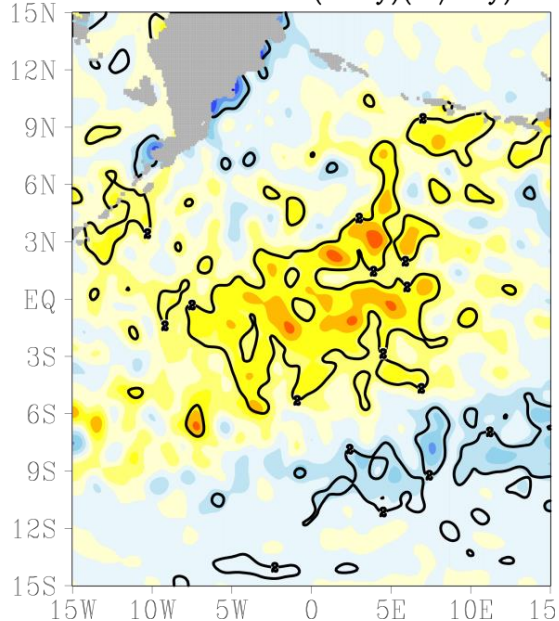
NP 5.03078m:  $div - div(-3dy)$  ( $1e-7$  1/s)



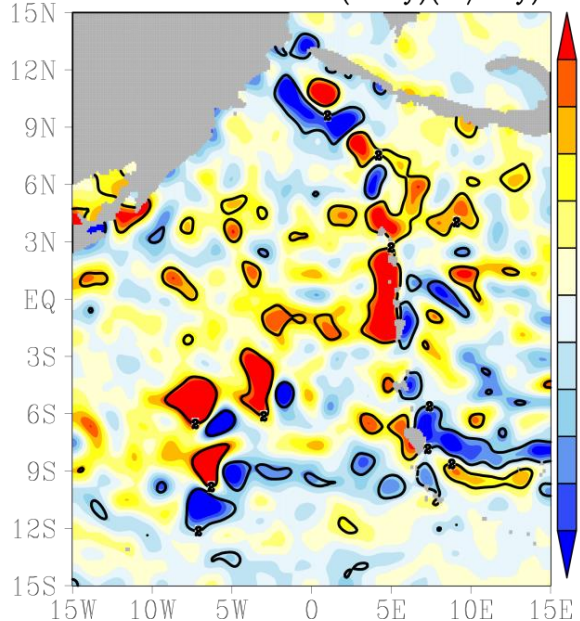
NP:  $div - div(-3dy)$  ( $1e-7$  1/s)



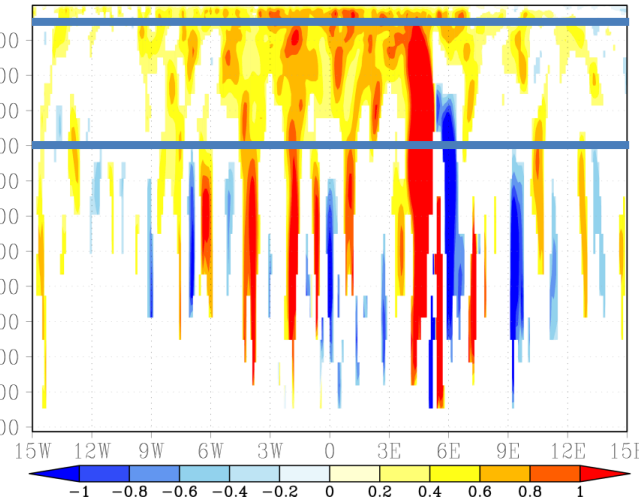
NP 200m:  $w - w(-3dy)$  (m/day)



NP 2011.69m:  $w - w(-3dy)$  (m/day)

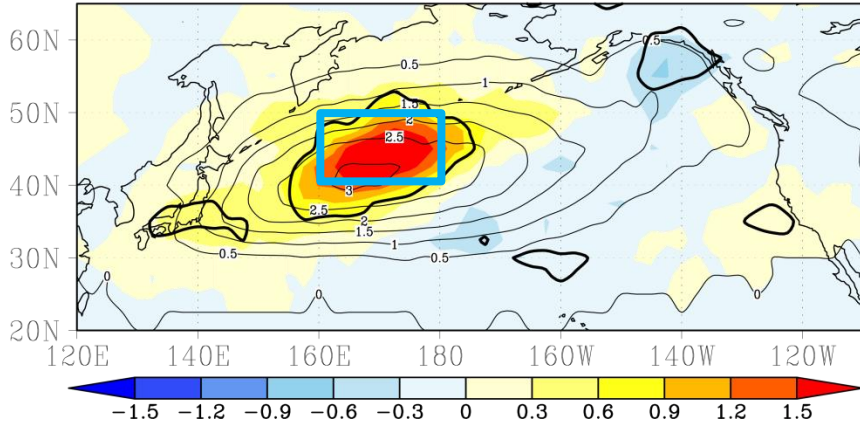


NP:  $w - w(-3dy)$  (m/day)

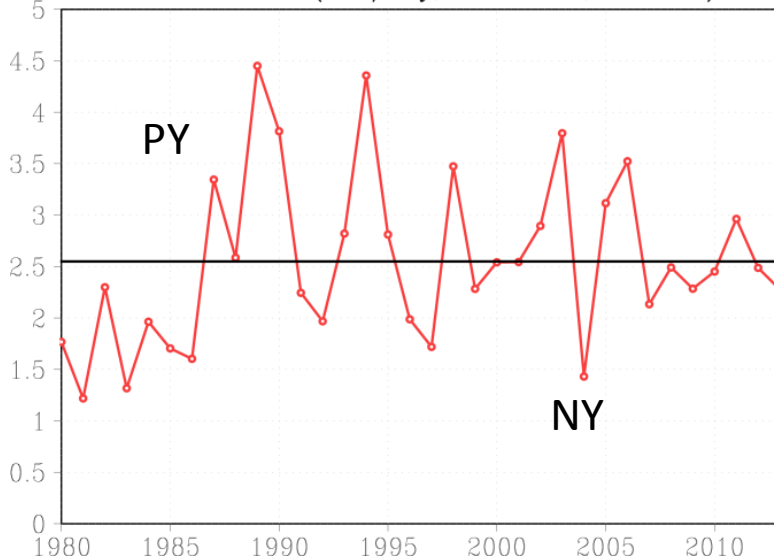


# 爆弾低気圧活動の年々変動と海洋応答

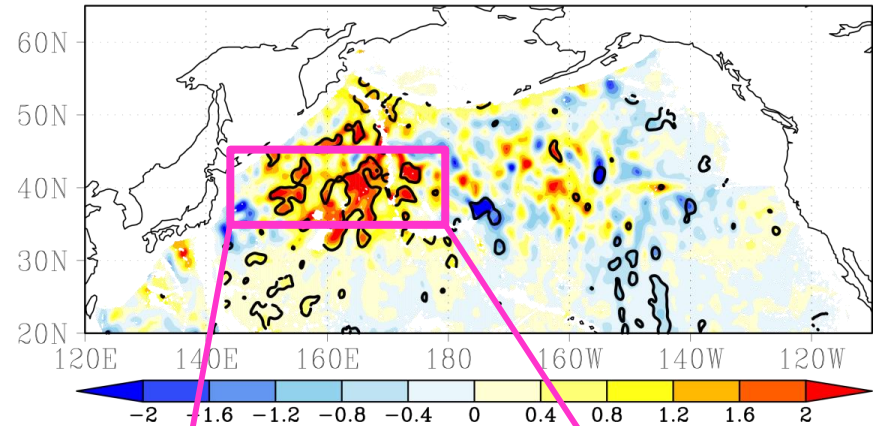
LDR24P1 (hPa/day): JAN PY-NY



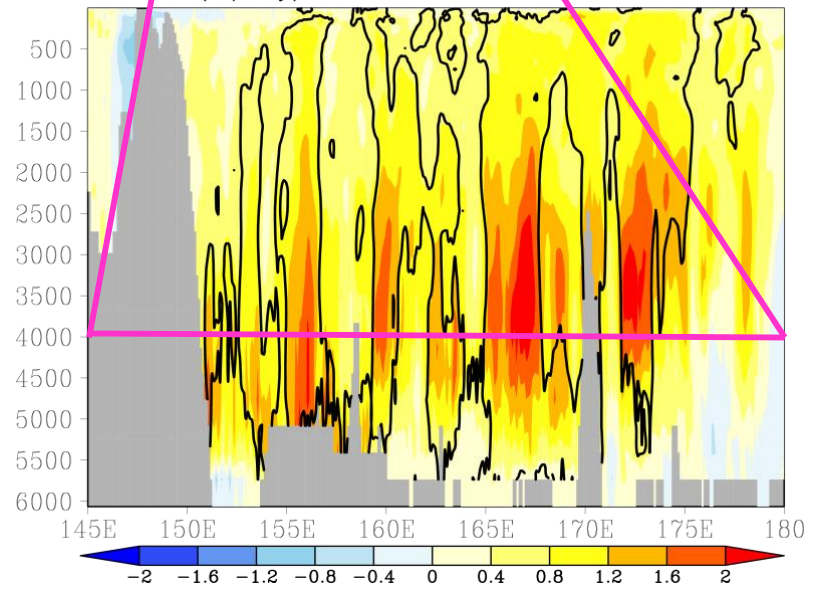
JAN: LDR24P1 (hPa/day, 160E-180E, 40N-50N)



Ws(m/day) at 4000m: JAN LDR24P1 PY-NY



Ws(m/day) 35N-45N: JAN LDR24P1 PY-NY



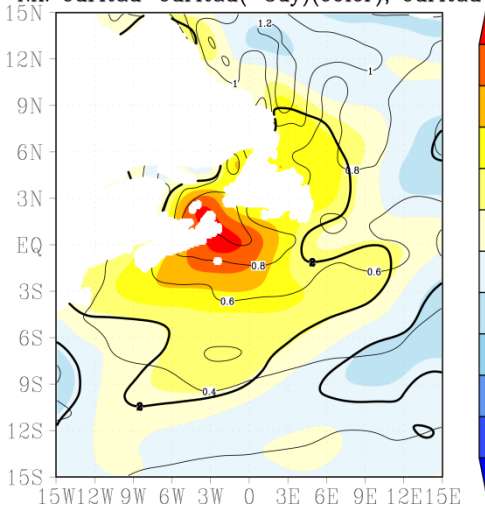
- 鉛直流の月内標準偏差に有意な差
- 平均流には差は見えぬ。

# まとめ

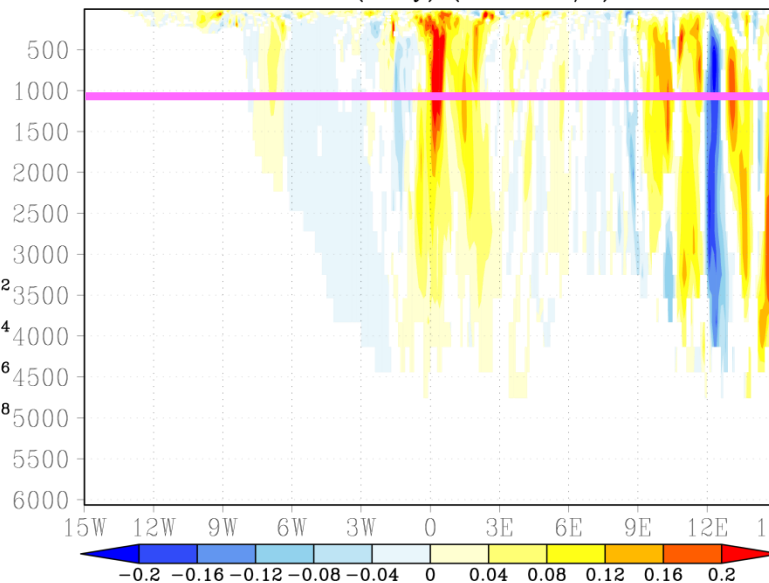
- 爆弾低気圧に伴って海洋内で鉛直流が励起されていそう。
- 低気圧急発達時に、海洋表層(60m深)に水平発散、海洋中層(2000m深)まで湧昇流が発生。
- 沿岸や急峻な海底地形の地点では地形に伴う湧昇流が顕著。
- 爆弾低気圧活動の年々変動は鉛直流の短周期変動に影響。

# NA

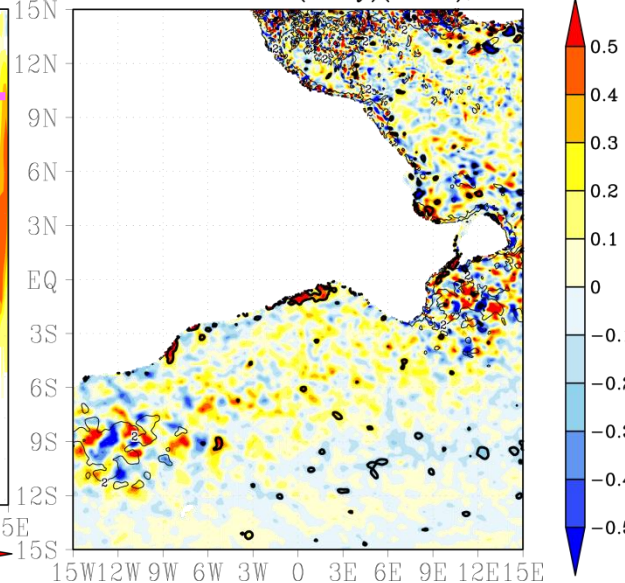
NA: curltau-curltau(-3dy)(color), curltau



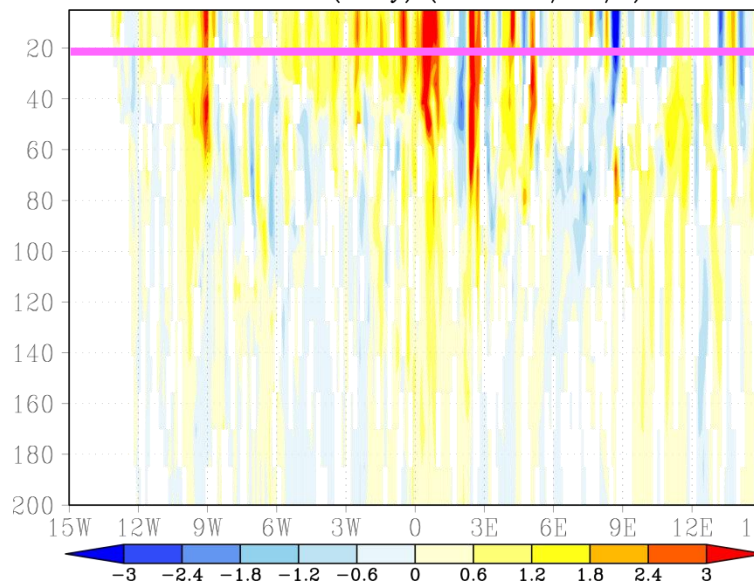
NA: w-w(-3dy) (1e-2 cm/s)



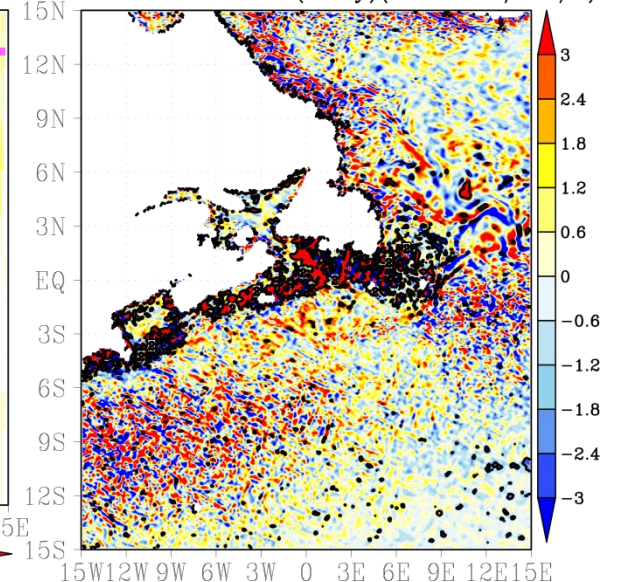
NA 1000m: w-w(-3dy)(color), w



NA: div-div(-3dy) (1e-5 cm/cm/s)



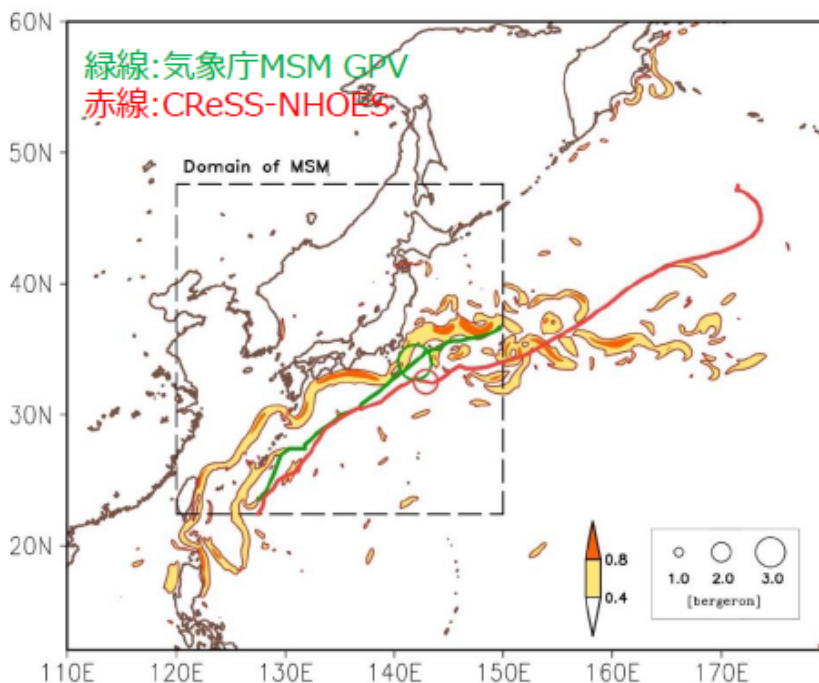
NA 21.3287m: div-div(-3dy)(1e-5 cm/cm/s)



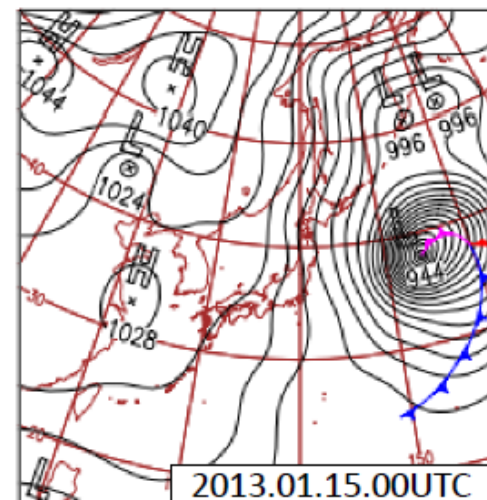
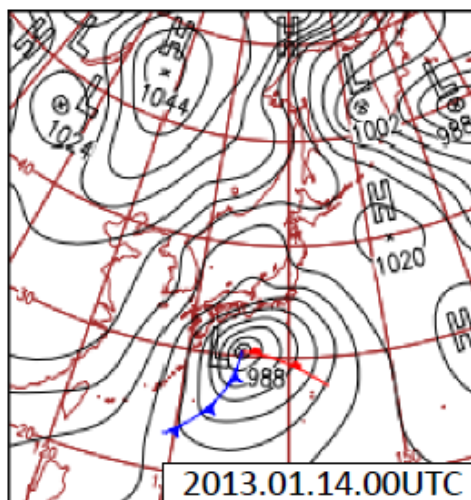
# ● CReSS-NHOESによる再現実験

	CReSS	NHOES
計算領域	経度方向: 110°E - 179.3°E 緯度方向: 12°N - 60°N	
計算期間	2013年1月12日12UTC - 17日12UTC	
水平解像度	経度0.05° × 緯度0.05°	
鉛直層数	45層	100層
初期値境界値	気象庁全球数値モデルGPV	JCOPE2 (JAMSTEC)

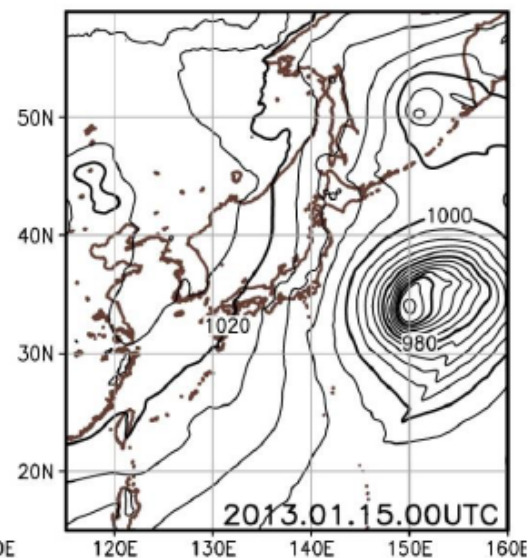
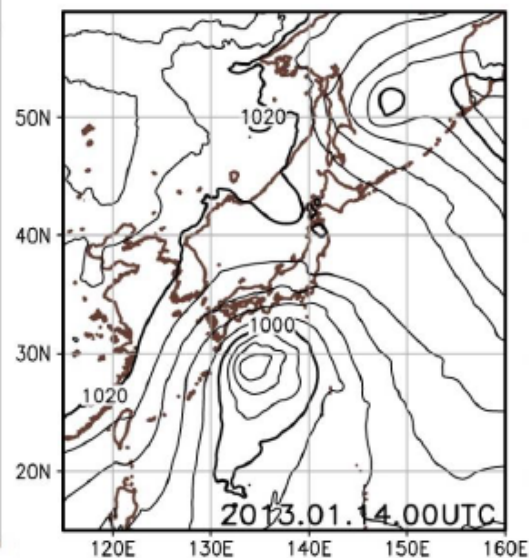
タイムステップ 大気:9 s 海:30 s



## ● 気象庁地表天気図

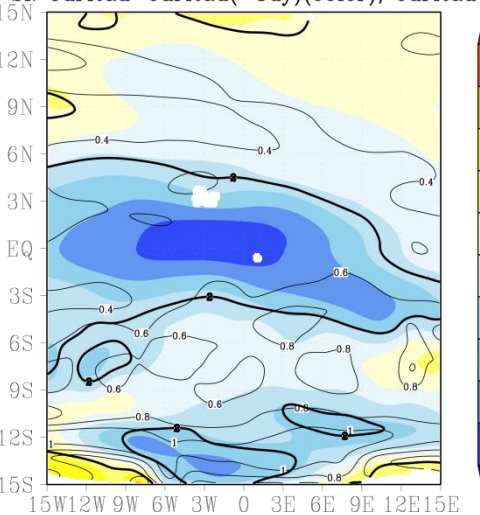


## ● CReSS-NHOES

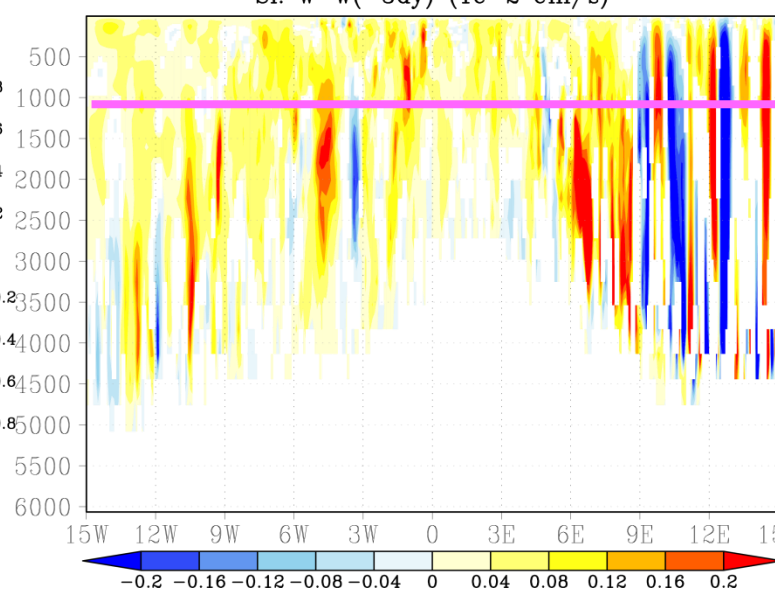


# SI

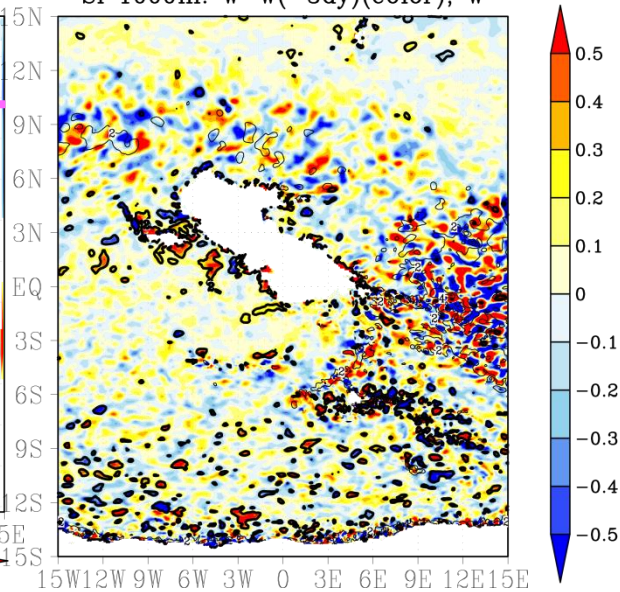
SI: curltau-curltau(-3dy)(color), curltau



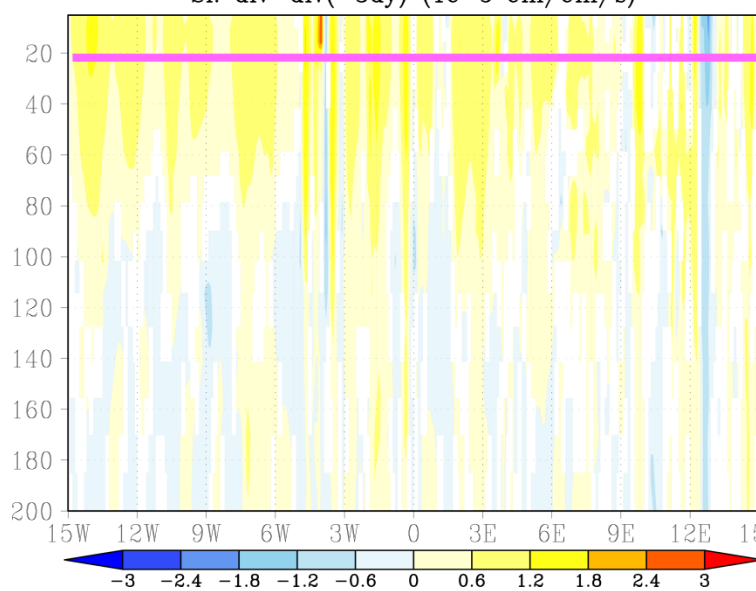
SI: w-w(-3dy) (1e-2 cm/s)



SI 1000m: w-w(-3dy)(color), w



SI: div-div(-3dy) (1e-5 cm/cm/s)



SI 21.3287m: div-div(-3dy)(1e-5 cm/cm/s)

