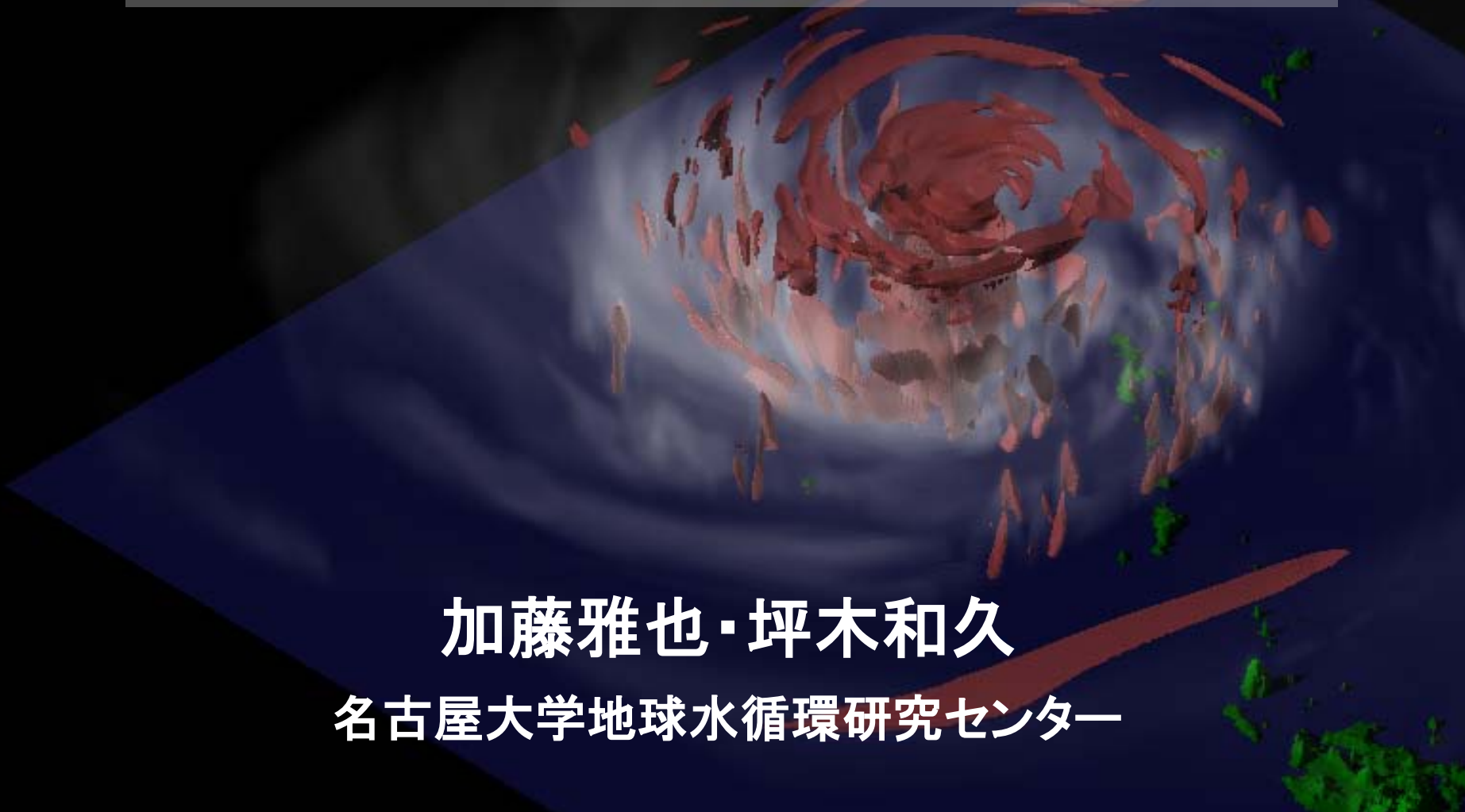


CReSSによる台風のメソ構造

～2012年台風15号の再現結果～

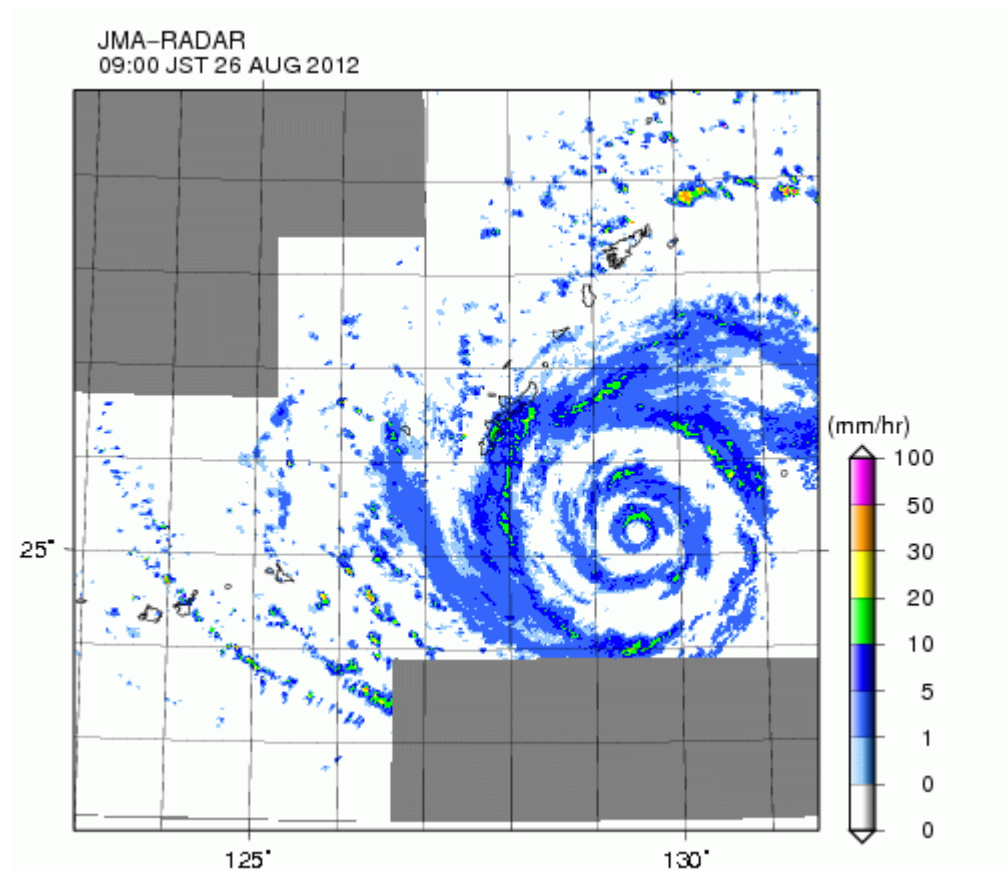
A 3D visualization of a typhoon's internal structure, showing a complex, swirling pattern of red and white clouds against a dark blue background. The structure is highly detailed, with multiple layers of cloud bands and a central eye-like region. The visualization is presented on a tilted, dark blue plane, suggesting a cross-section or a specific perspective of the storm's structure.

加藤雅也・坪木和久

名古屋大学地球水循環研究センター

本日の発表内容

1. はじめに
2. CReSS により再現された2012年台風15号
3. CReSS-NHOES により再現された2012年台風15号
4. まとめ



CReSS (Cloud Resolving Storm Simulator)

非静力学・雲解像シミュレーションモデル

台風、竜巻、豪雨、豪雪、スーパーセル、積乱雲などのシミュレーション

開発者: 坪木和久・榊原篤志

1998年: 開発開始

2002年: Ver.1 (振興調整費: 住教授)

2007年: Ver. 2 (HyARC共同研究)

2011年: Ver. 3 (革新プログラム: 坪木)

国内外の対抗するモデル

MRI-NHM(気象庁)

WRF(NCAR)

ARPS(U. of Oklahoma)

Supertyphoons in store as seas warm

KYODO

A supertyphoon stronger than the deadly Hurricane Katrina that devastated the southern United States in 2005 could hit Japan in the latter half of this century if global warming continues, according to a study by a Japanese research team made available Monday.

Typhoons packing winds of at least 241.2 kph are often called supertyphoons, but the one feared by the researchers could blow as strong as 288 kph on the ground, the team from Nagoya University and the Meteorological Research Institute said.

Several supertyphoons may also develop between 2074 and 2087 due to a projected 2-degree rise in sea temperatures in the Western Pacific south of Japan, the study showed, based on a scenario drawn up by the Intergovernmental Panel on Climate Change in which average global temperatures will rise about 3 degrees from preindustrial levels by the end of the century.

"Given that global warming is under way, it is little wonder that typhoons develop in an extreme way," Nagoya University associate professor Kazuhisa Tsuboki said. "The point is

how we will forecast them and take disaster control measures."

Using the Earth Simulator supercomputer, the team predicted in detail the occurrence and development of typhoons around Japan during the 2074-2087 period.

A rise in sea temperatures generally makes typhoons more powerful because they develop by taking energy from warm seas. Such typhoons would also bring heavy rain because warmer temperatures will increase water vapor in the air.

If global warming is arrested, supertyphoons are less likely, the team said.

One of the expected supertyphoons could have a minimum atmospheric pressure of 866 hectopascals at its center and maximum winds of 288 kph on the ground, which is stronger than Katrina at 902 hectopascals or the devastating typhoons that have struck Japan.

It could have a short, steep decline in central pressure and rapid development, according to the team.

Another predicted typhoon could bring more than 1 meter of rainfall in the Tohoku region, according to the simulation.

国内利用機関・組織 : 京大防災研、東大、東北大、山梨大、岩手大、福島大、会津大、京都産業大、愛媛大、長崎大、酪農学園大、JAMSTEC、防災科研、土木研、国土地理院、東京海上日動、明星電気、東芝、中電CTI他。

国外利用国

カナダ、台湾、韓国、中国、バングラデシュ、ベトナム他。

主要プロジェクト・プログラム

21世紀気候変動予測革新プログラム(文部科学省)

国土交通省XバンドMPLレーダプロジェクト(国土交通省)

気候変動リスク情報創生プログラム(文部科学省)、他

主要論文 (CReSSを用いた査読付論文 21編)

Tsuboki, K and A. Sakakibara, 2002: *High Performance Computing*

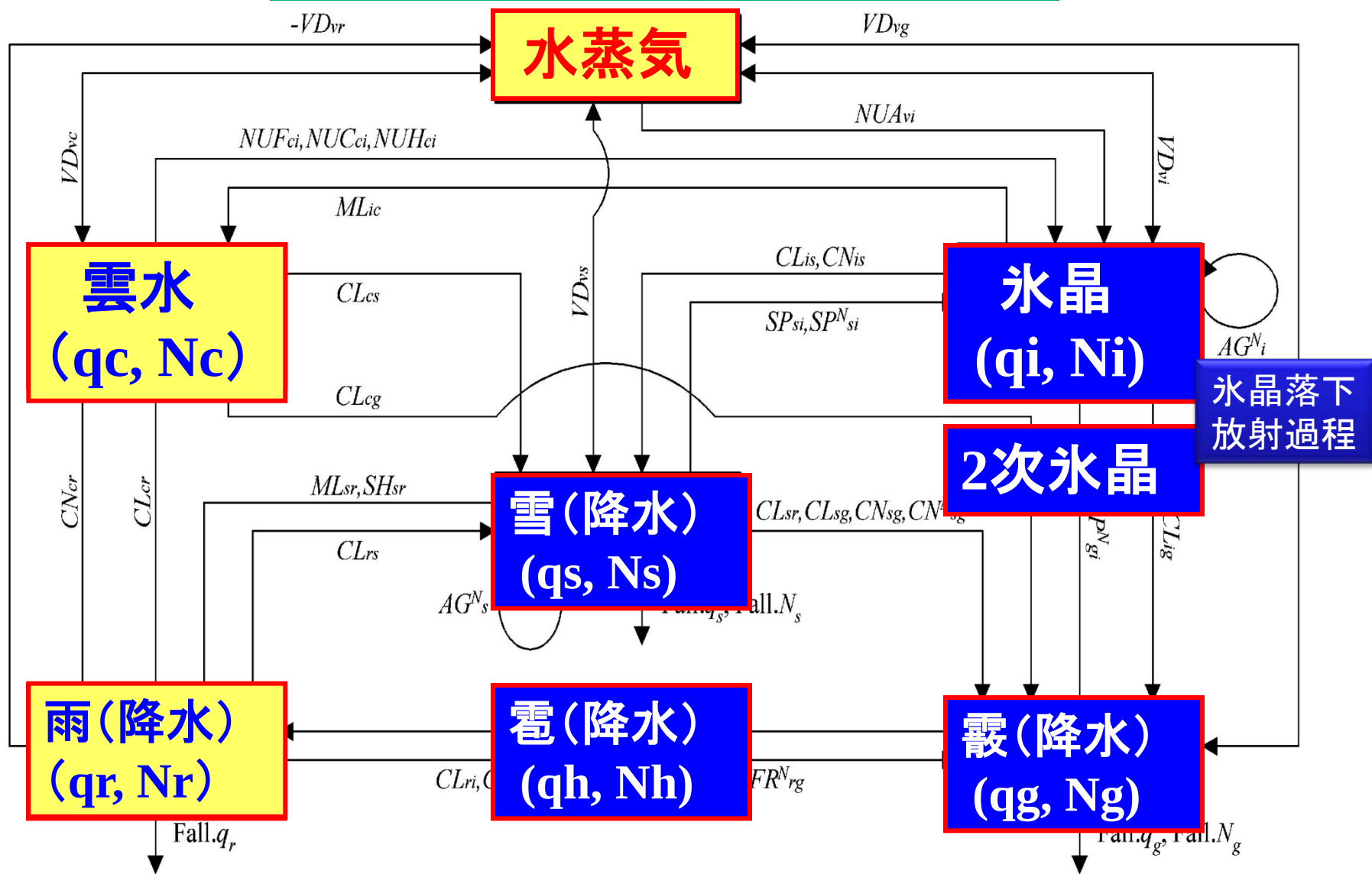
Iwabuchi, H. and K. Tsuboki, 2004: *Journal of Visualizations* (SGI賞)

Akter, N. and K. Tsuboki 2012: *Monthly Weather Review*

The Japan Time (2009.9.8)

革新プログラムの成果の記事

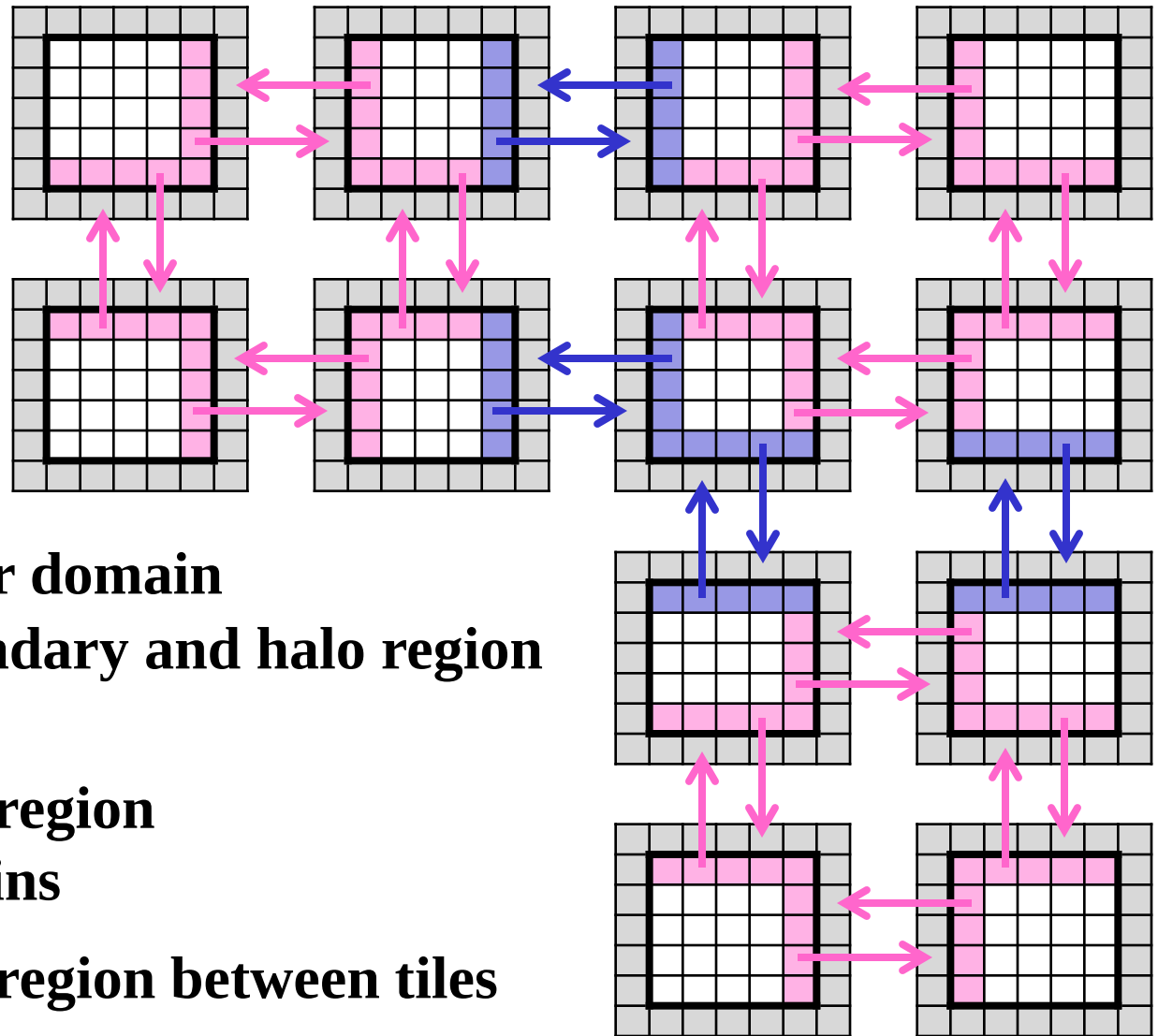
CReSSの雲物理過程とその改良点



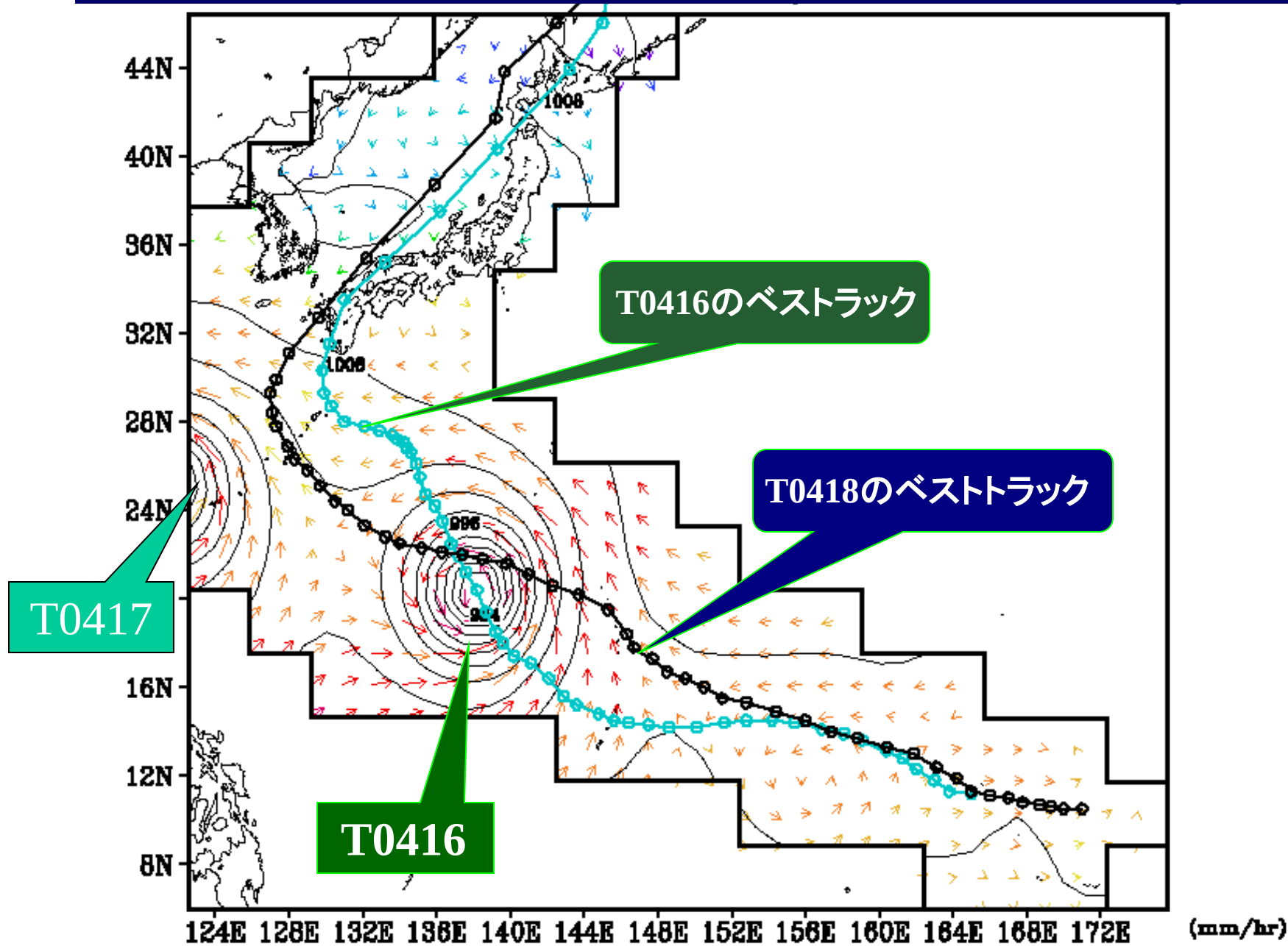
1. 力学過程の改良: セミラグランジュ法の導入
2. タイリング法による任意形状の領域の計算

Tiling Domain Technique

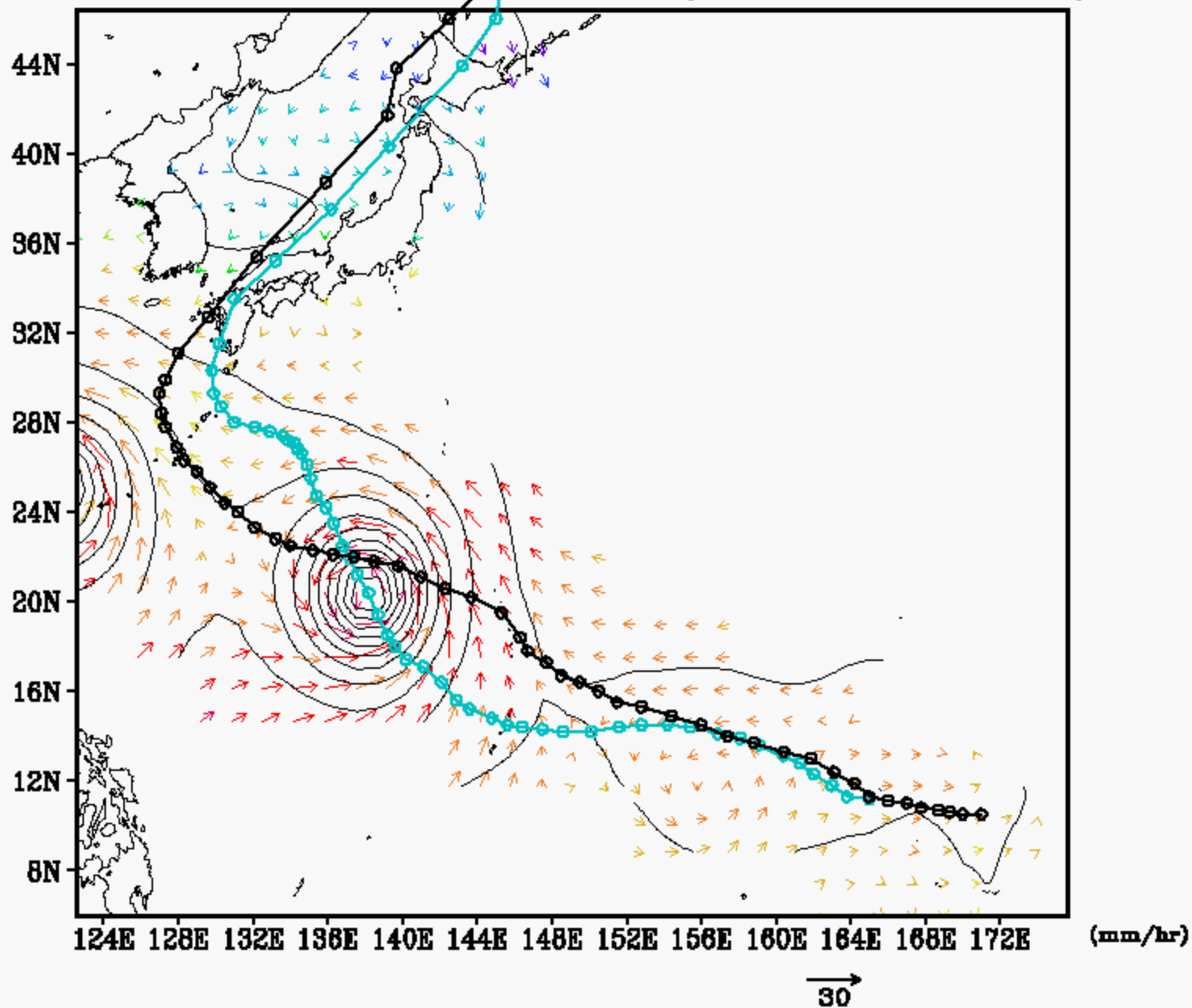
Communication using MPI



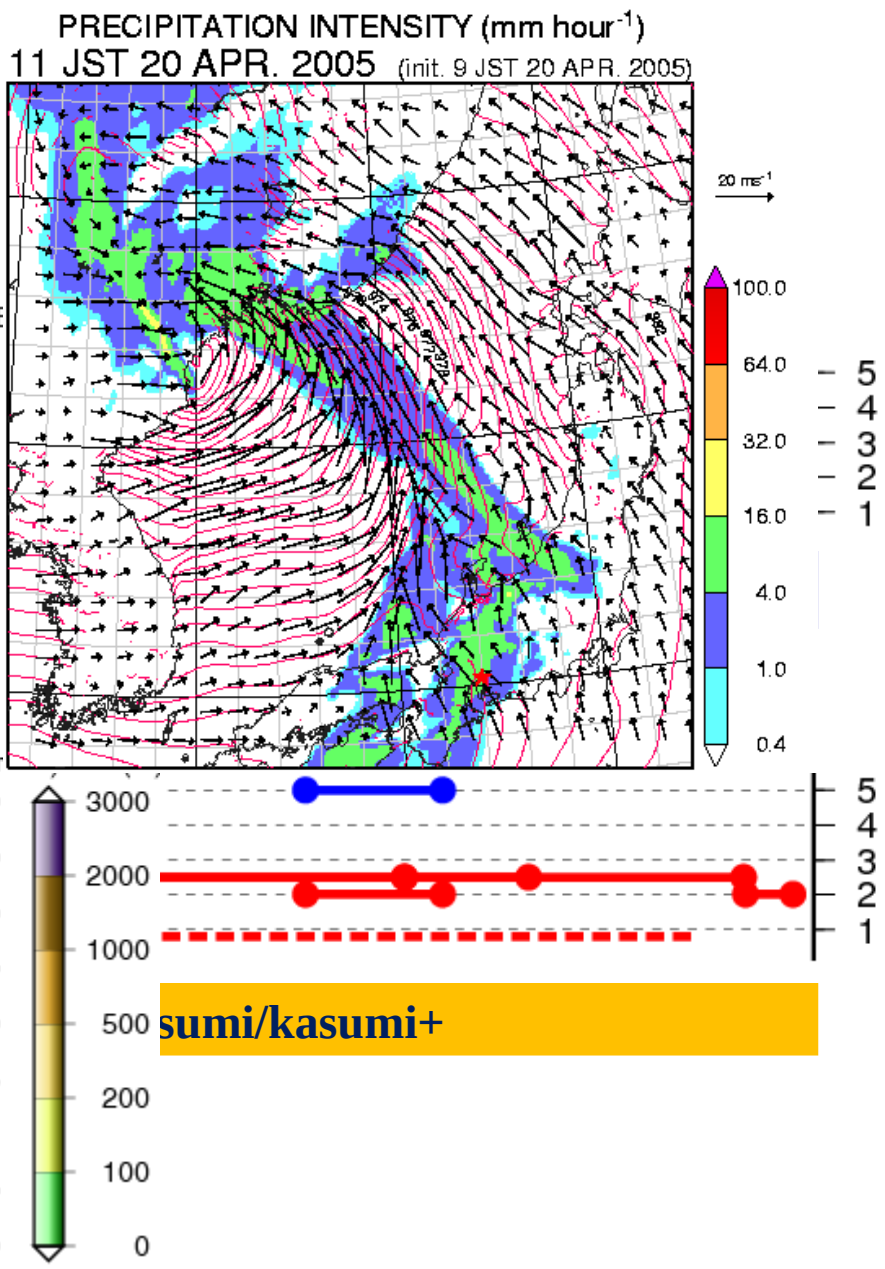
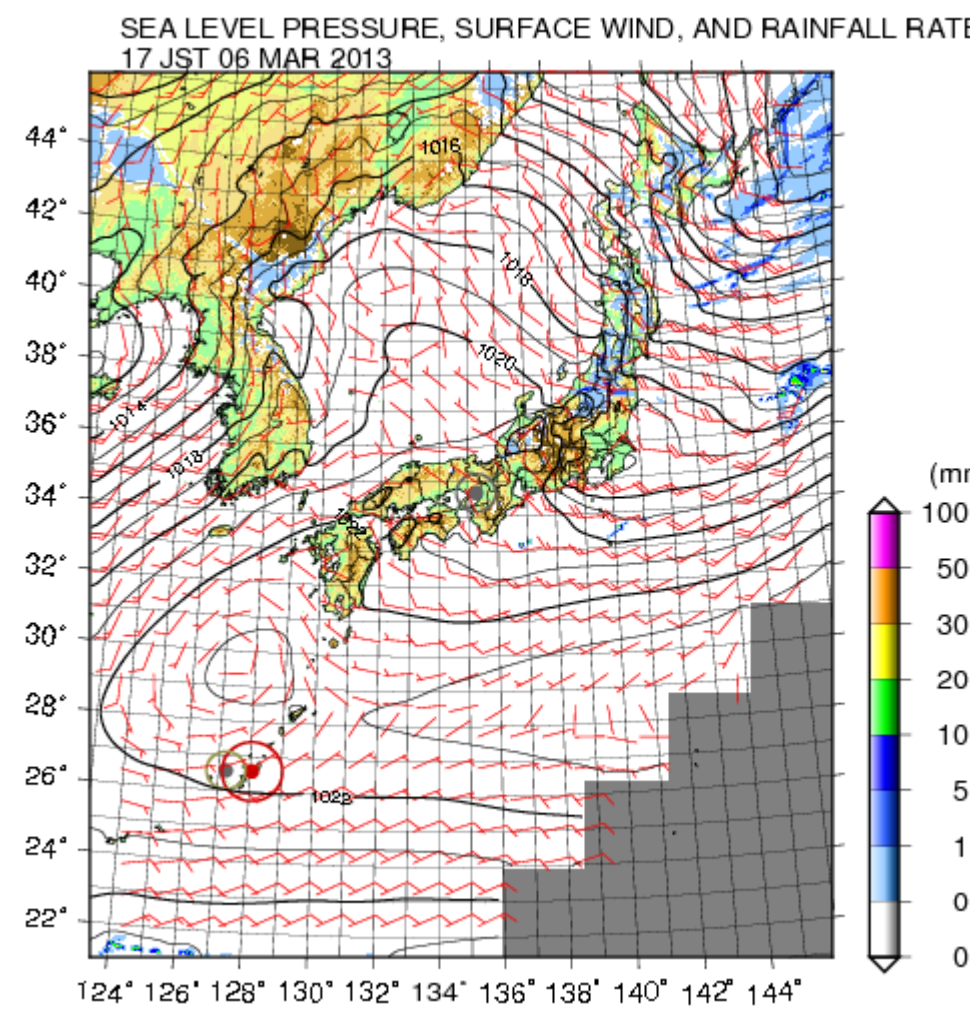
タイリング領域法を用いた台風0416・0418号のシミュレーションの初期値

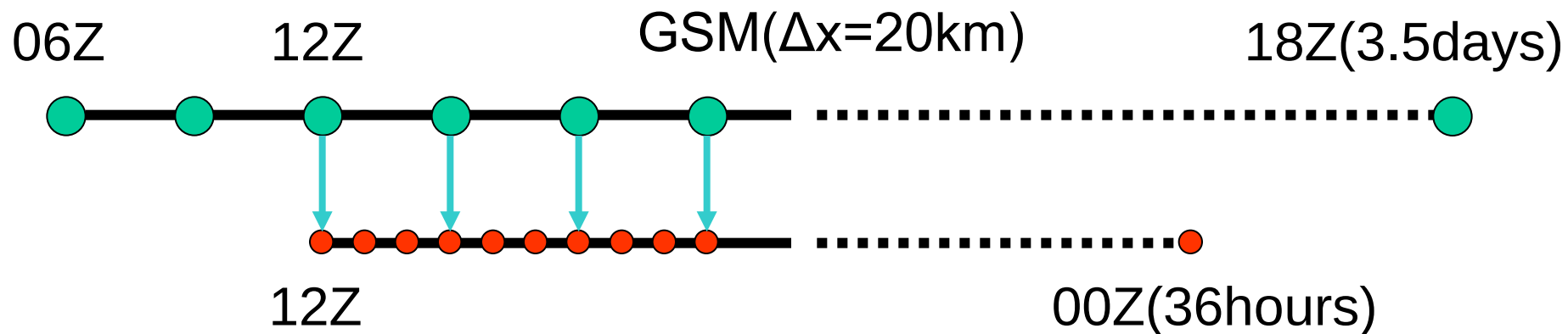


00:00Z 25AUG2004 RR, SLP (T0418TL4kmGA03)



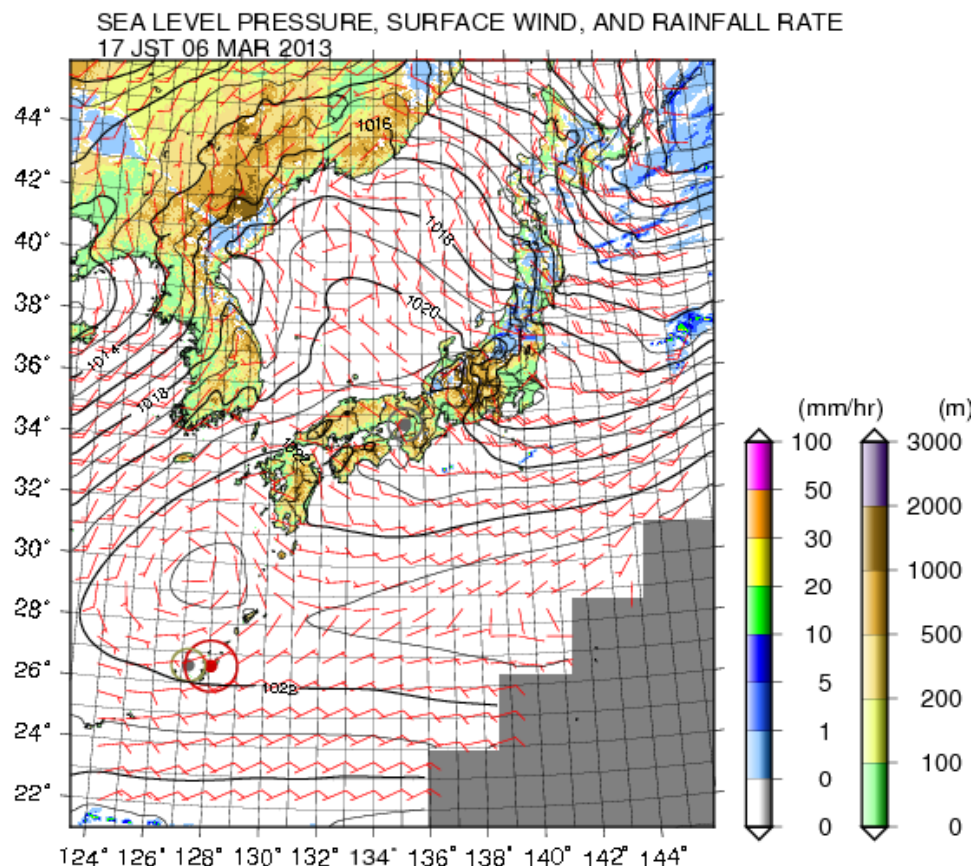
日々の実験





Grid Numbers	1173x1403x35
Grid Size	$\Delta x=2.0\text{km}$ $\Delta z=500\text{m}(\text{lowest } 100\text{m})$
Computer	32nodes (320cores) (Xeon® X5570 2.93GHz – 16nodes) (Xeon® X5660 2.80GHz – 16nodes)
Computational Time	8hours

※ 2012年10月30日から運用開始

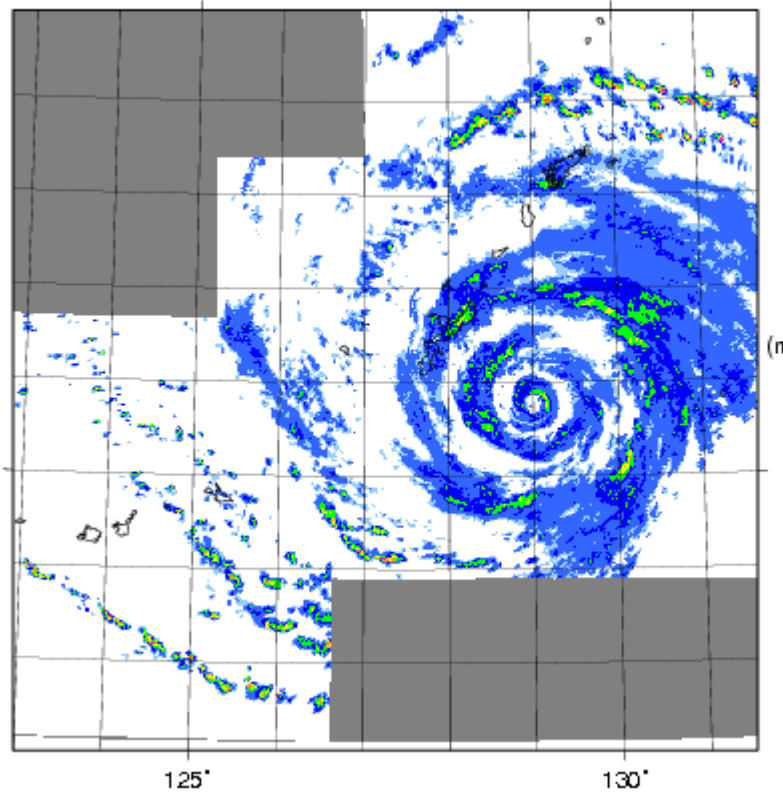


CReSS で再現された 台風15号

～2012年8月25日から27日～

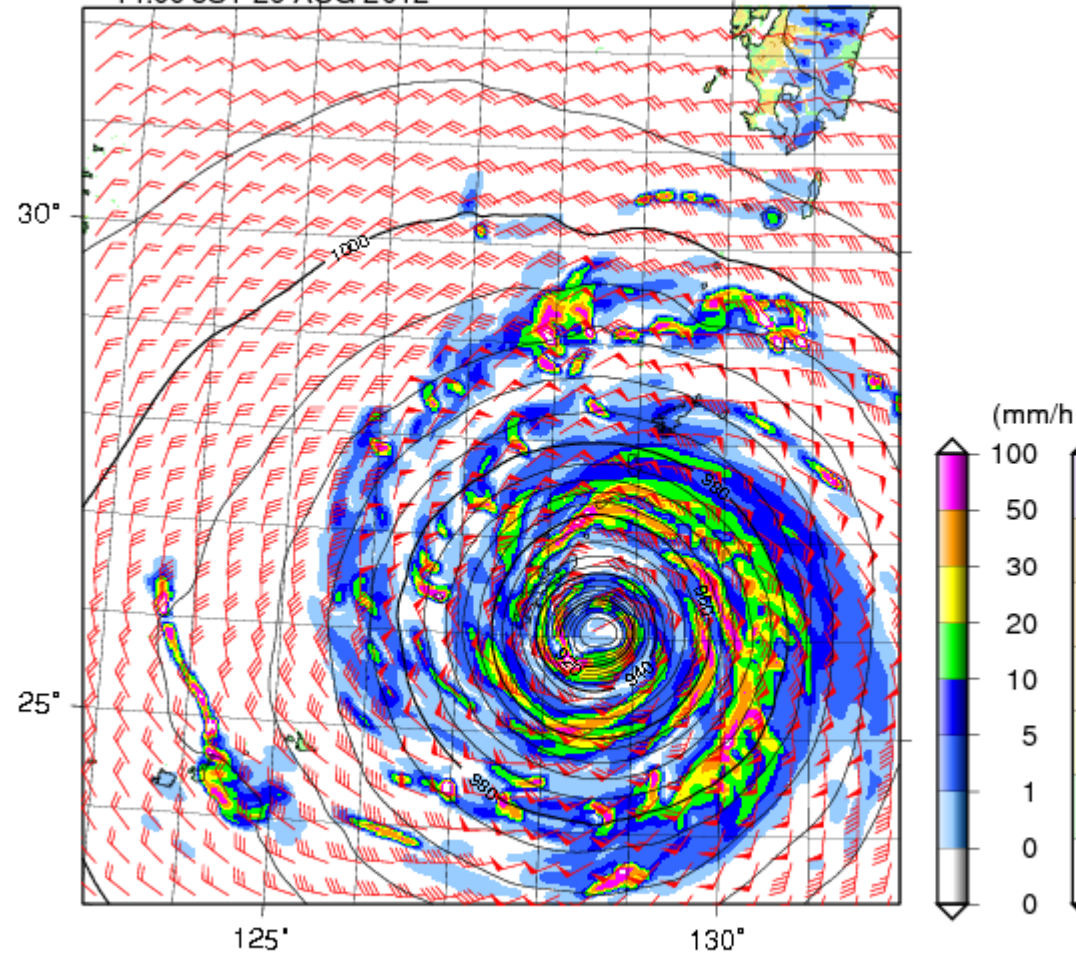
CReSS で再現された台風15号 — 気象庁レーダと CReSS の比較

JMA-RADAR
14:00 JST 26 AUG 2012



気象庁レーダー

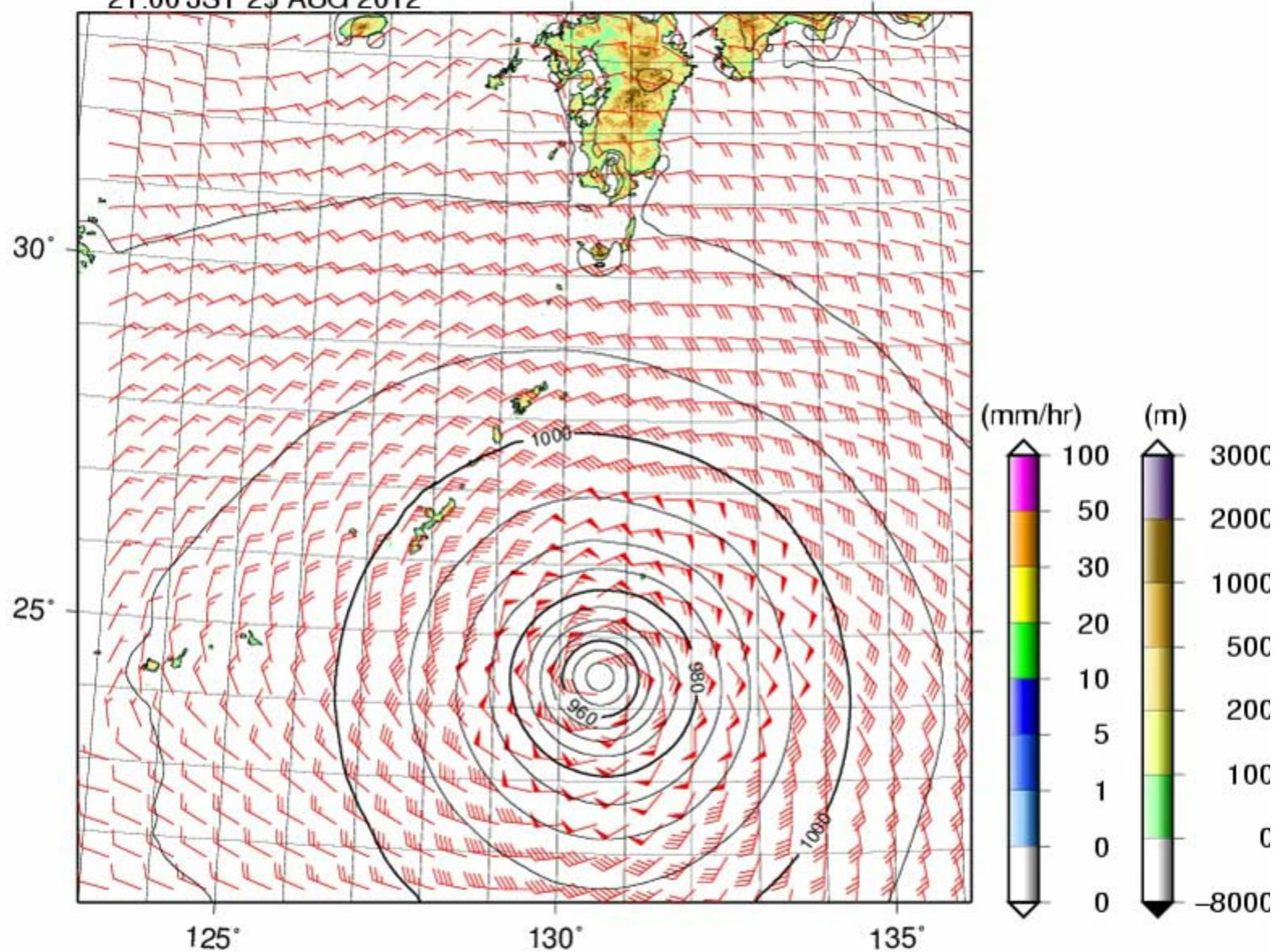
SEA LEVEL PRESSURE, SURFACE WIND, AND RAINFALL
14:00 JST 26 AUG 2012



CReSS ($\Delta x=2.5\text{km}$)

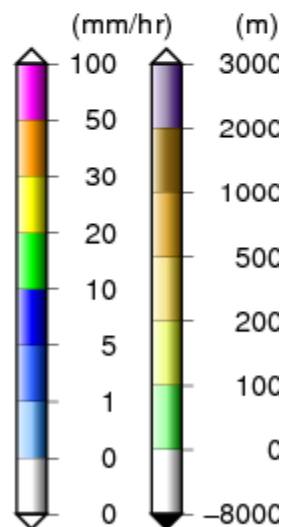
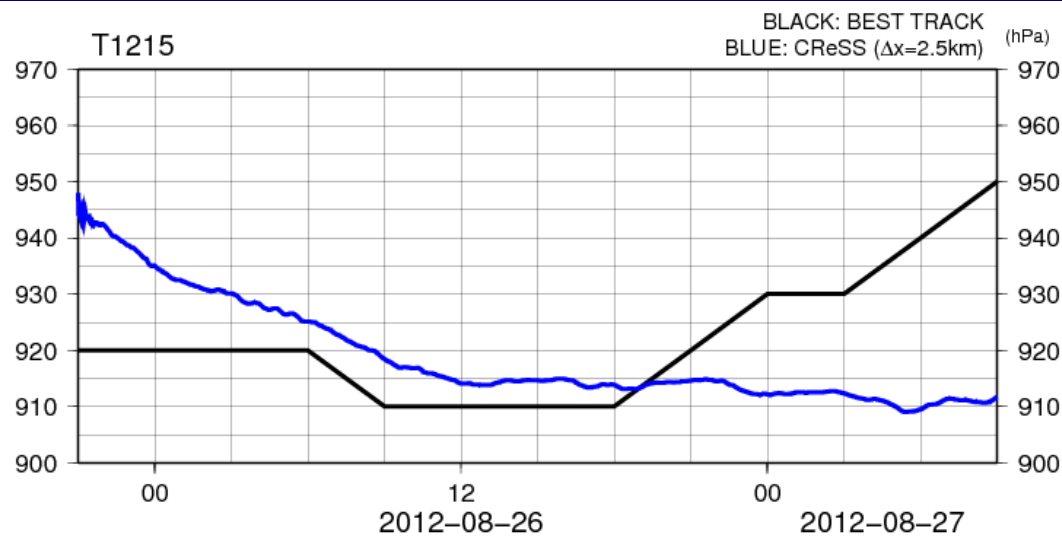
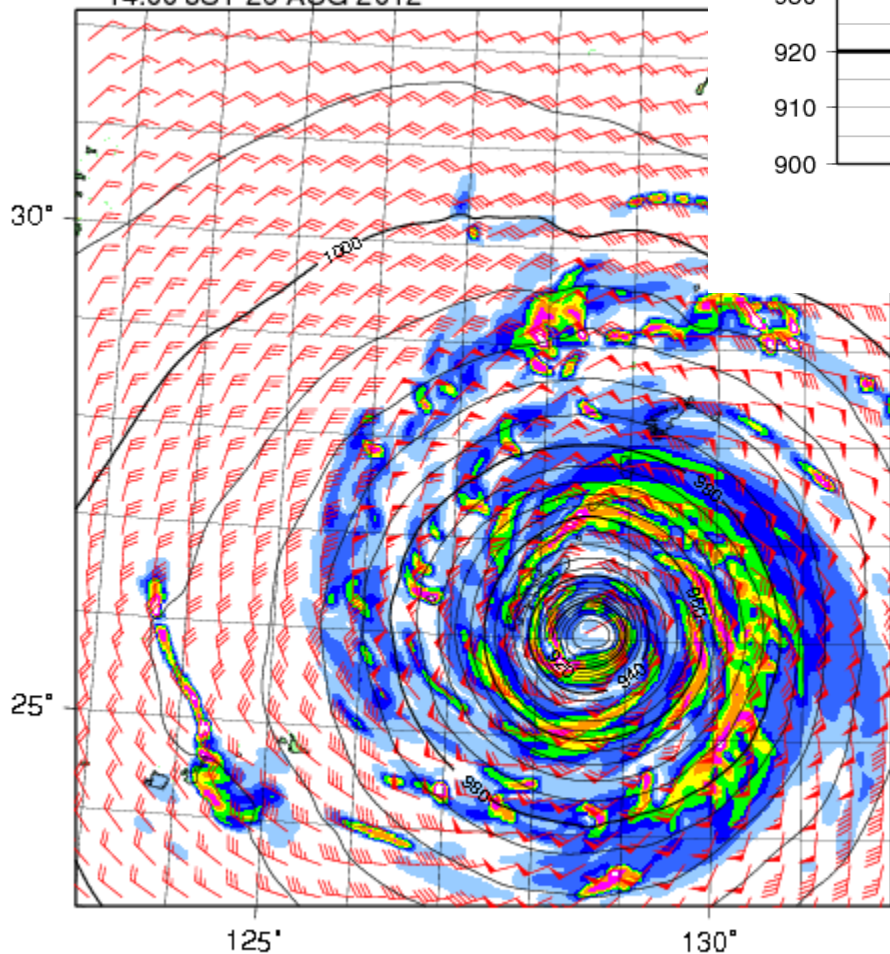
CReSS で再現された台風 15 号 (出力1分間隔)

SEA LEVEL PRESSURE, SURFACE WIND, AND RAINFALL(R+G+S)
21:00 JST 25 AUG 2012

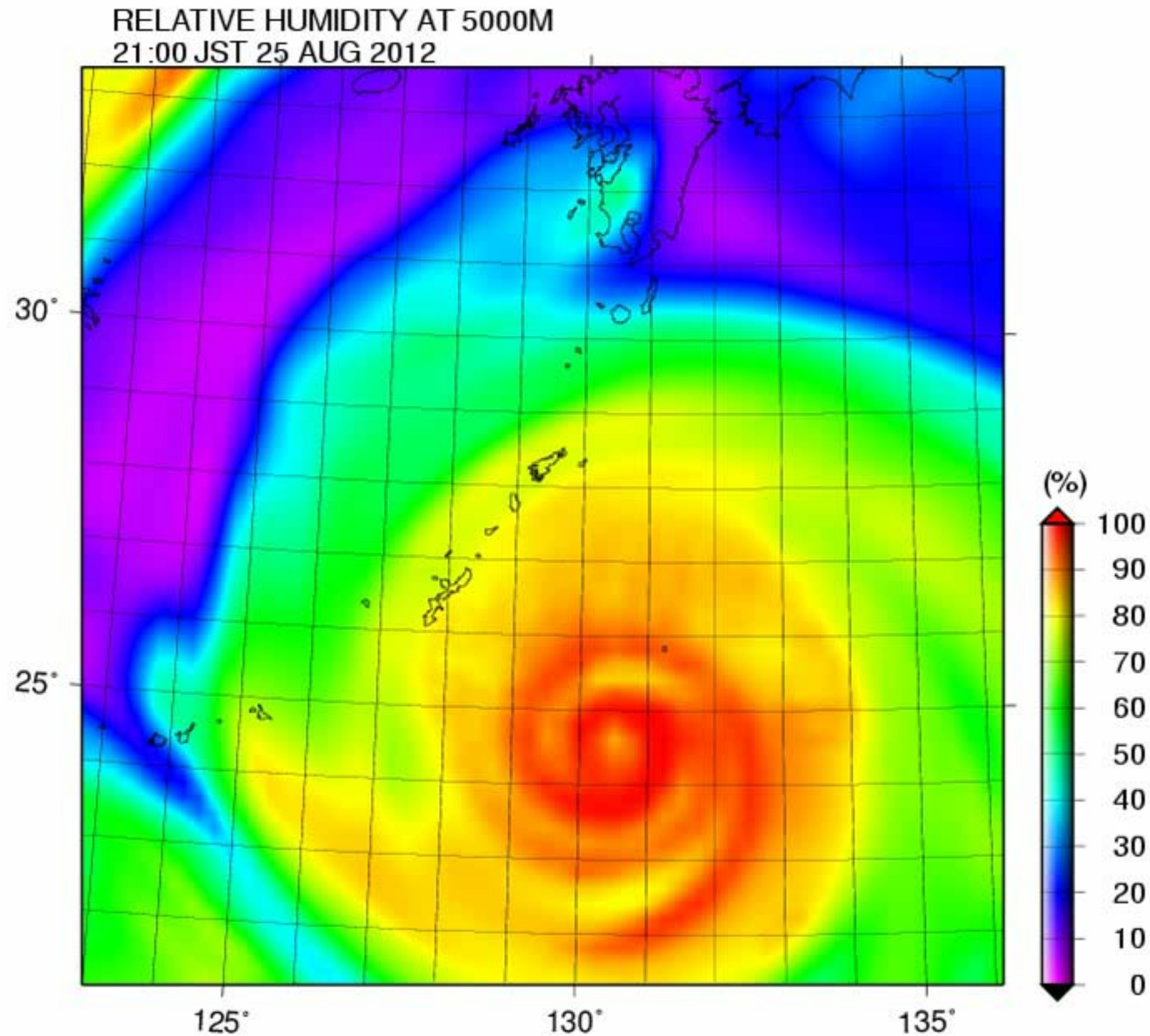


CReSS で再現された台風15号 — 中心気圧の時間変化

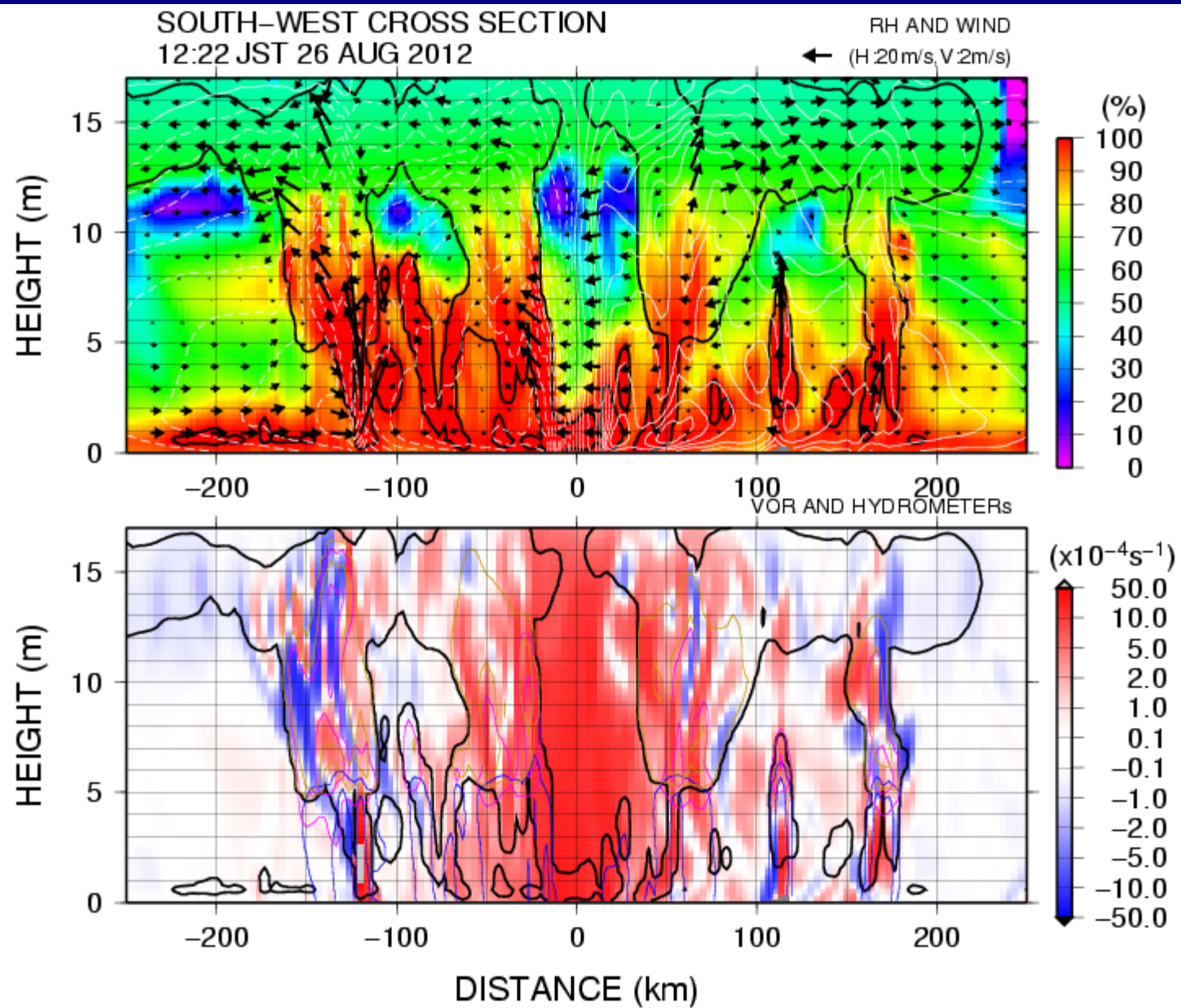
SEA LEVEL PRESSURE, SURFACE WIND, AI
14:00 JST 26 AUG 2012



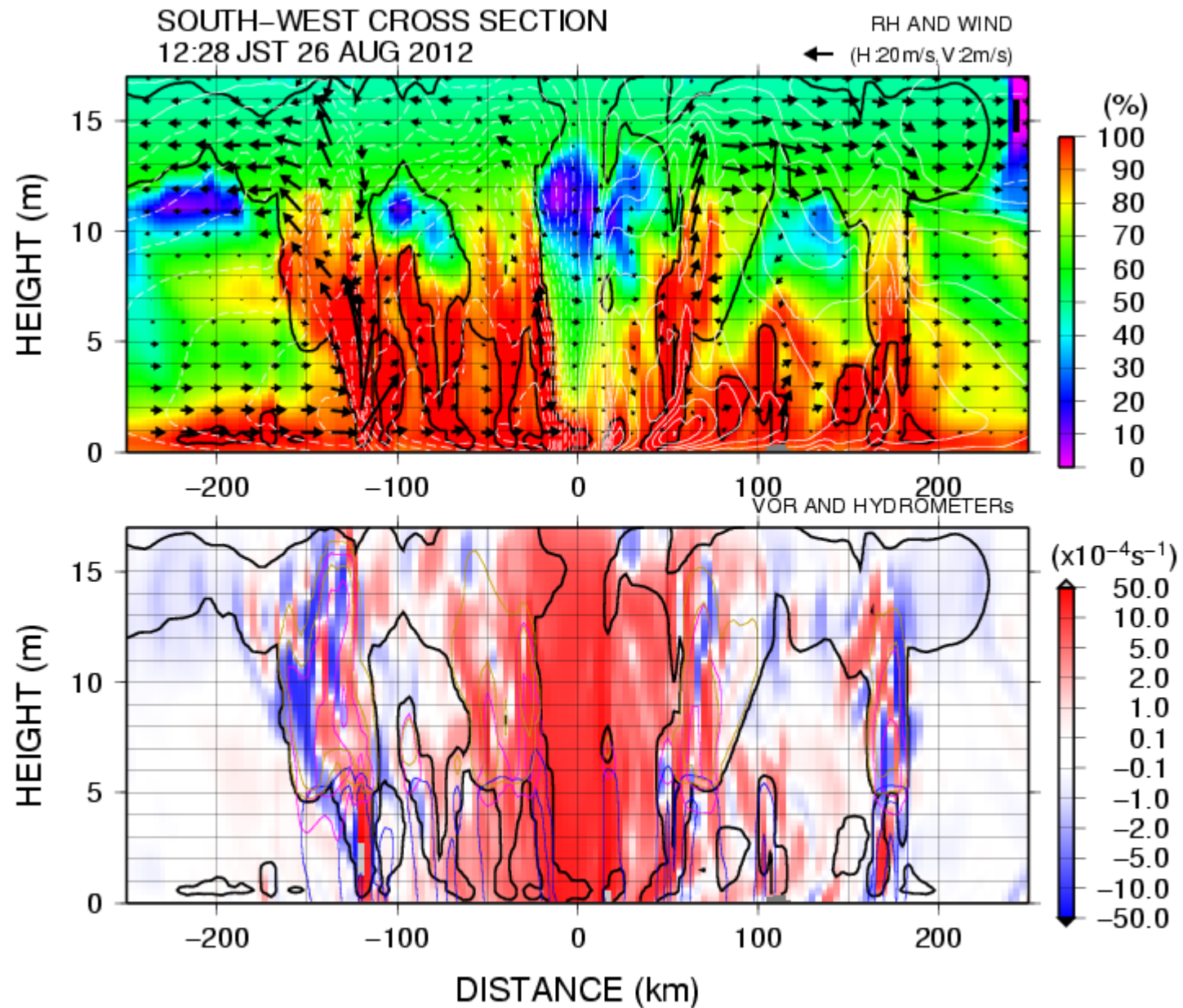
CReSS で再現された台風 15 号 — 5000m 相対湿度



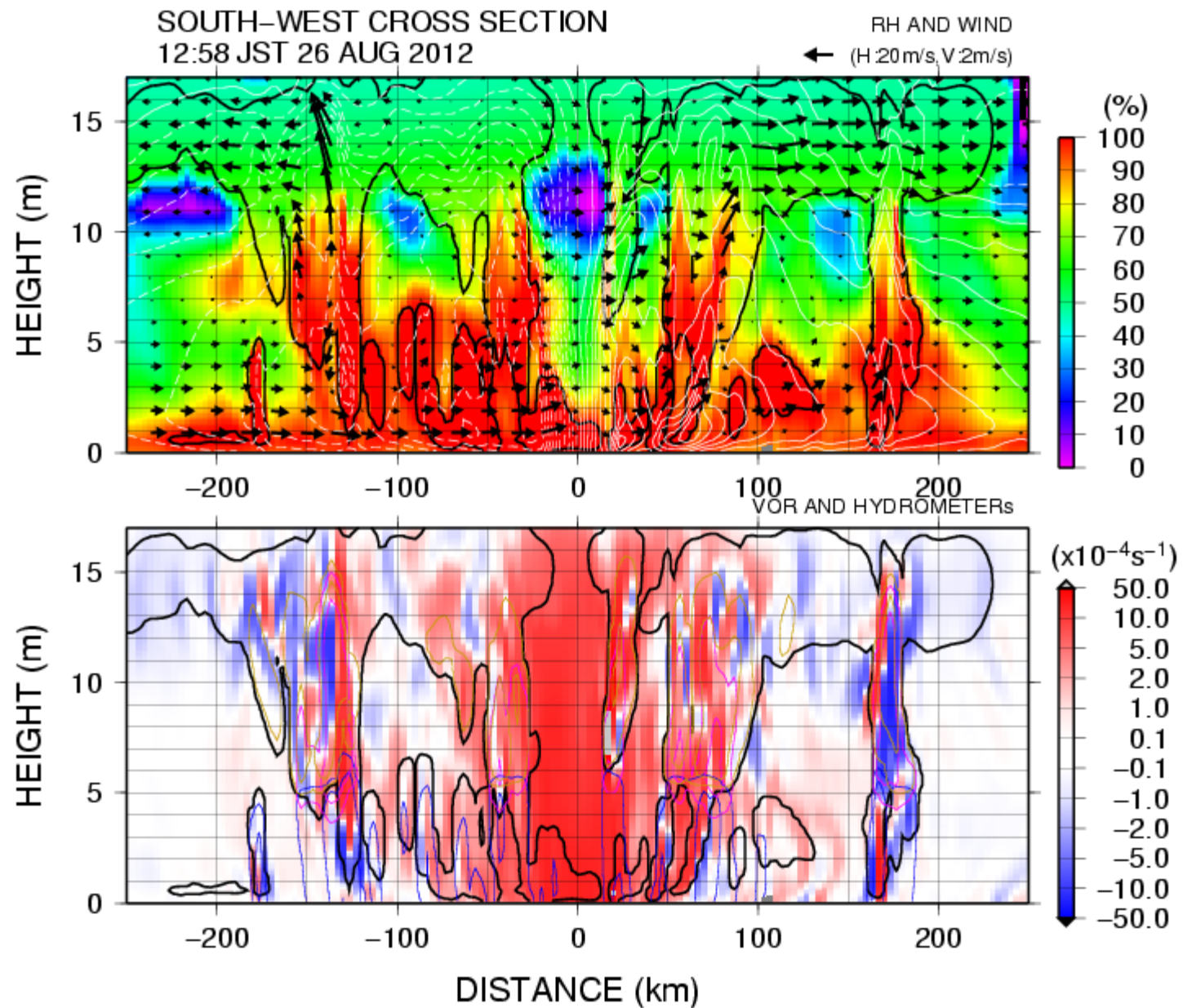
CReSS で再現された台風 15 号 — 南北断面図



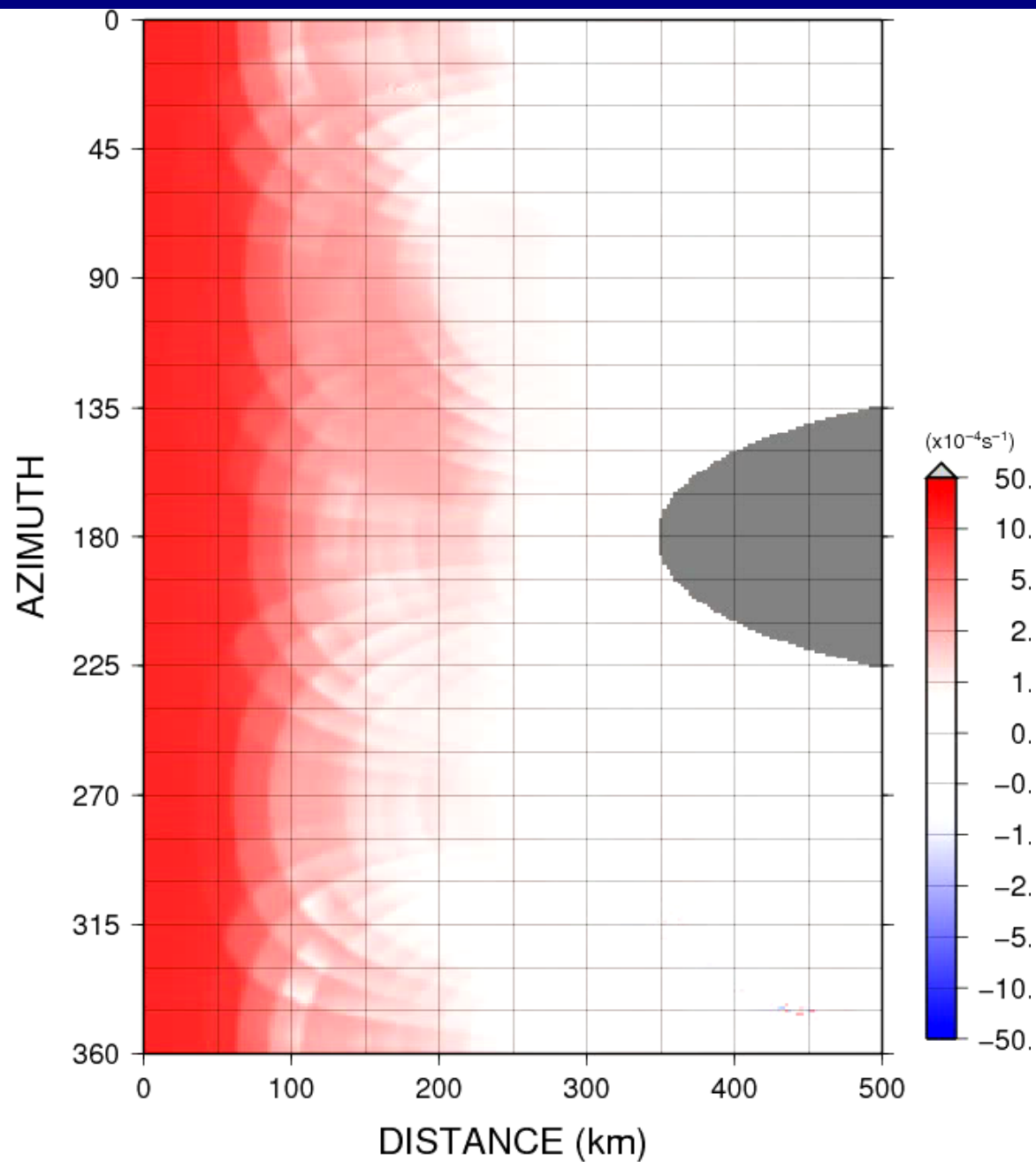
CReSS で再現された台風 15 号 — 南北断面図



CReSS で再現された台風 15 号 — 南北断面図

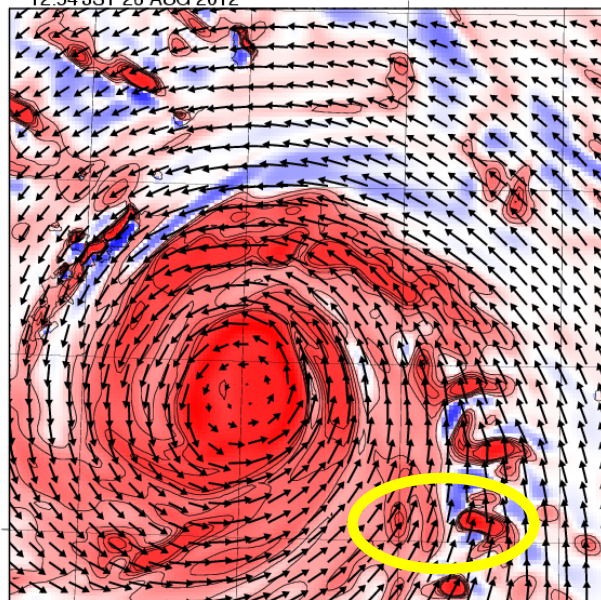


CReSS で再現された台風 15 号 — 500m 相対渦度



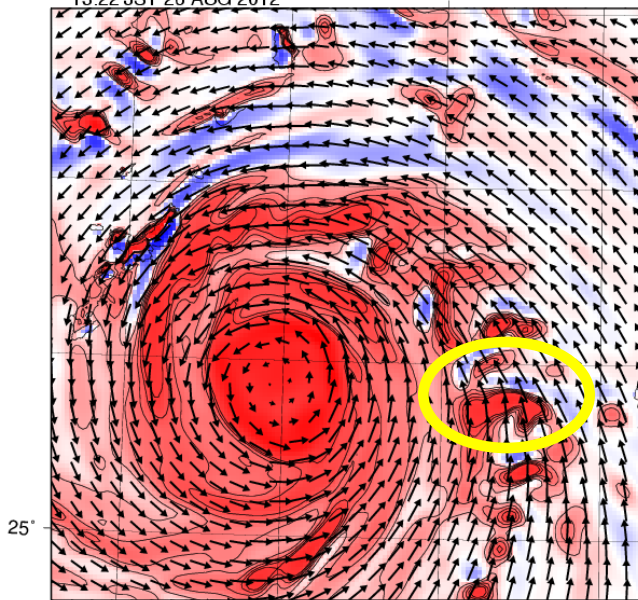
CReSS で再現された台風15号 — 500m 相対渦度の併合？

RELATIVE VORTICITY AT 500M
12:54 JST 26 AUG 2012



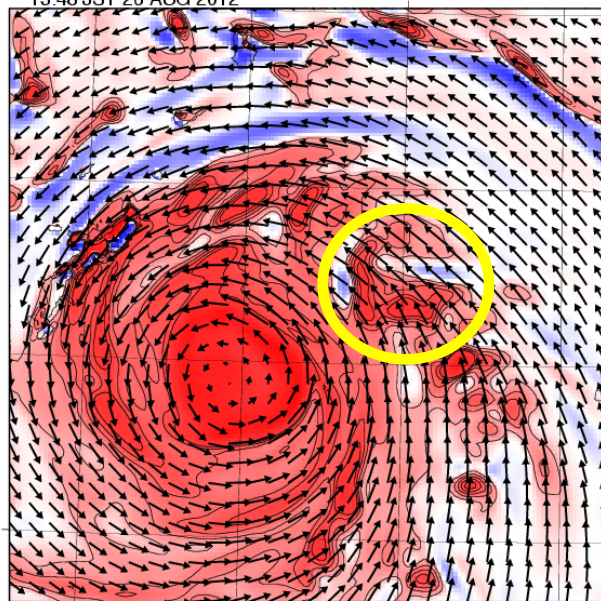
8/26 12:54

RELATIVE VORTICITY AT 500M
13:22 JST 26 AUG 2012



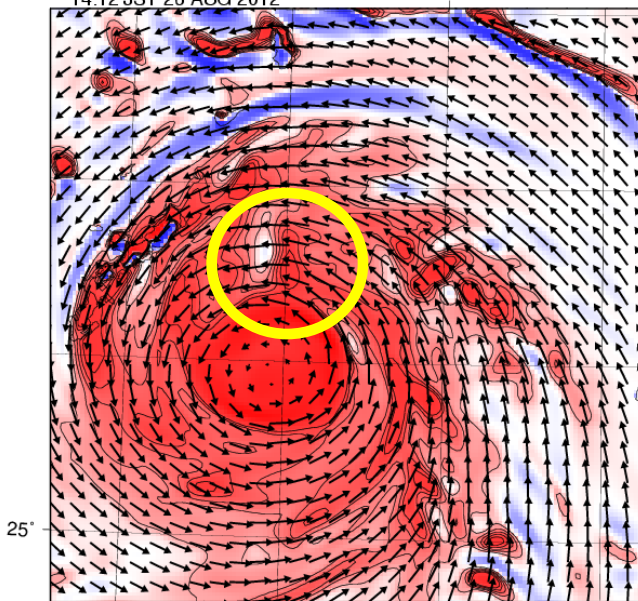
8/26 13:22

RELATIVE VORTICITY AT 500M
13:48 JST 26 AUG 2012



8/26 13:48

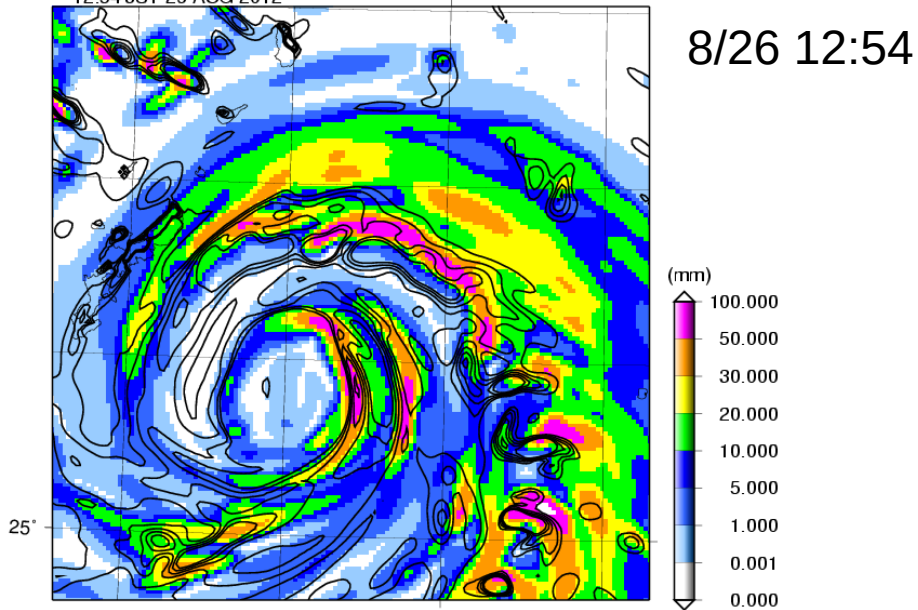
RELATIVE VORTICITY AT 500M
14:12 JST 26 AUG 2012



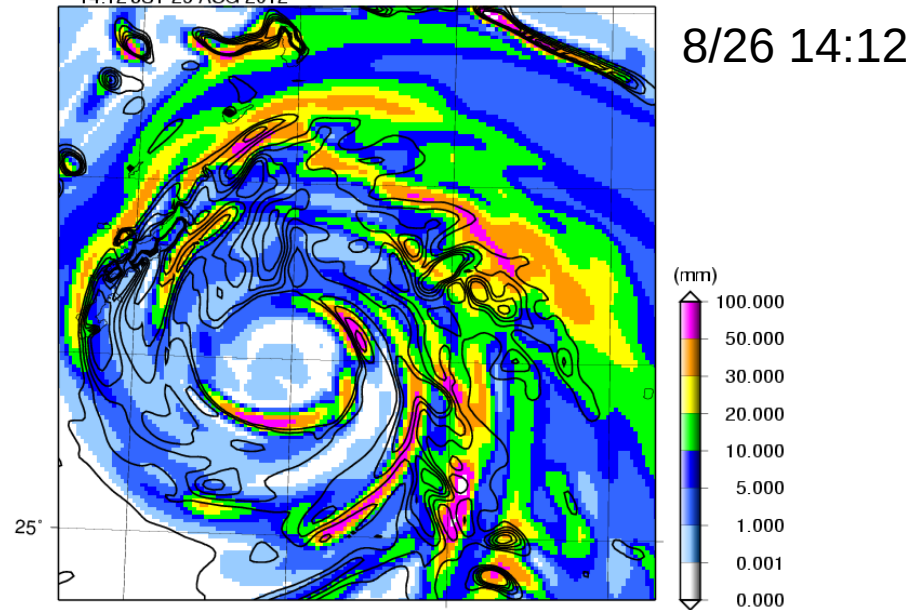
8/26 14:12

CReSS で再現された台風15号 — 500m 相対渦度の併合？

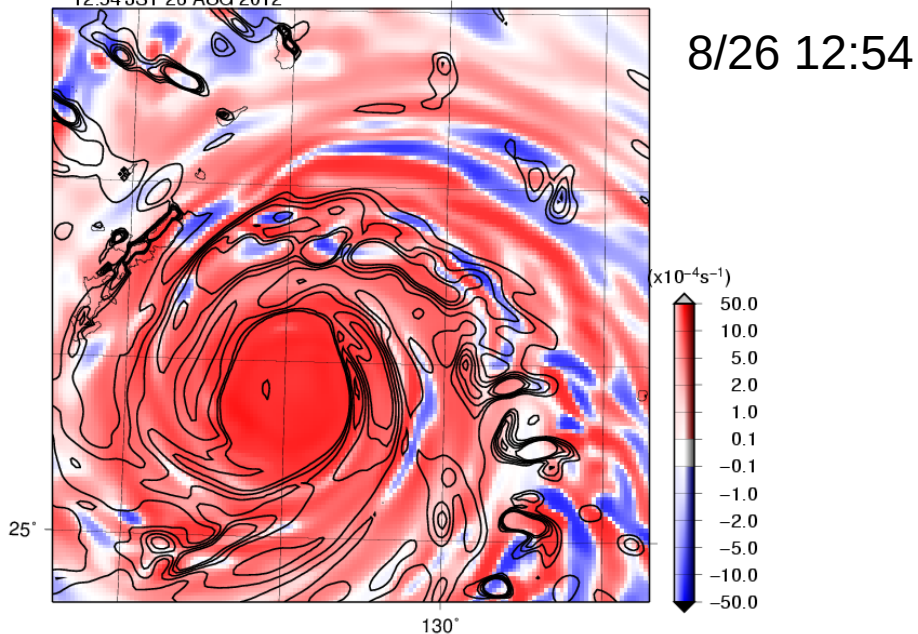
PRECIPITATION AND RELATIVE VORTICITY AT 500M
12:54 JST 26 AUG 2012



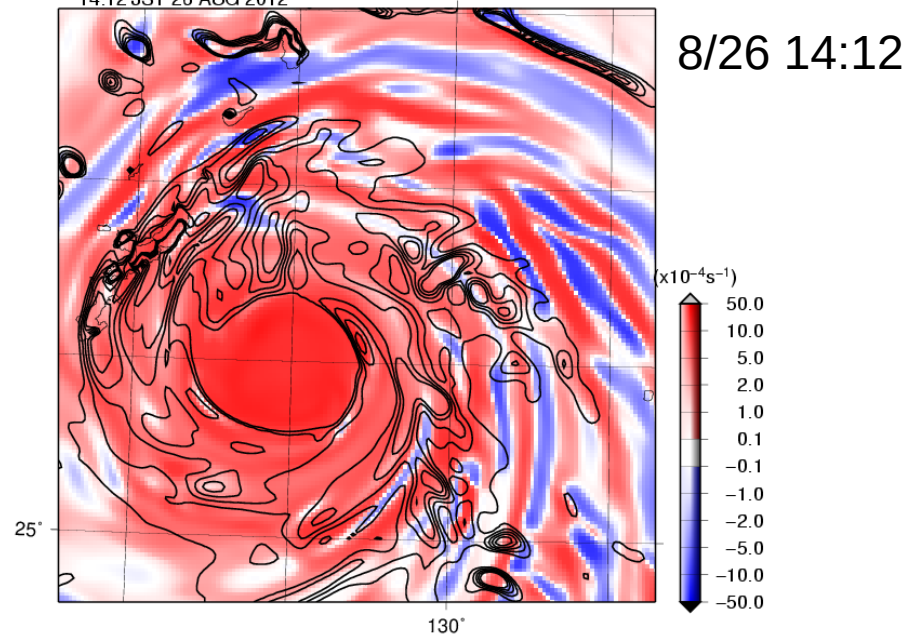
PRECIPITATION AND RELATIVE VORTICITY AT 500M
14:12 JST 26 AUG 2012



RELATIVE VORTICITY AT 500M(I) AND 500M(C)
12:54 JST 26 AUG 2012



RELATIVE VORTICITY AT 500M(I) AND 500M(C)
14:12 JST 26 AUG 2012



CReSS-NHOES で再現された 台風15号

～2012年8月25日から28日～

CReSS と NHOES の結合

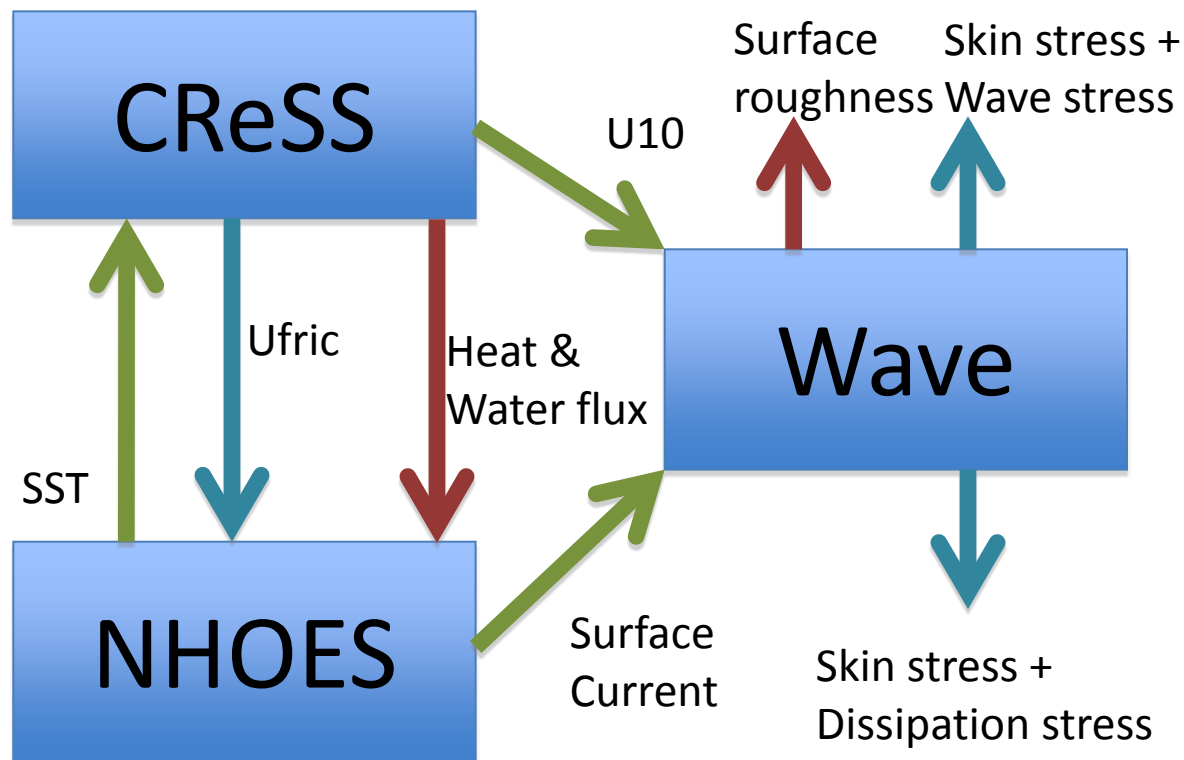
2010年より

雲解像モデル CReSS に非静力海洋モデル NHOES を結合開始

- 個々の台風の事例
- 熱帯海洋 (CINDY2011)

日本域を対象に毎日実施

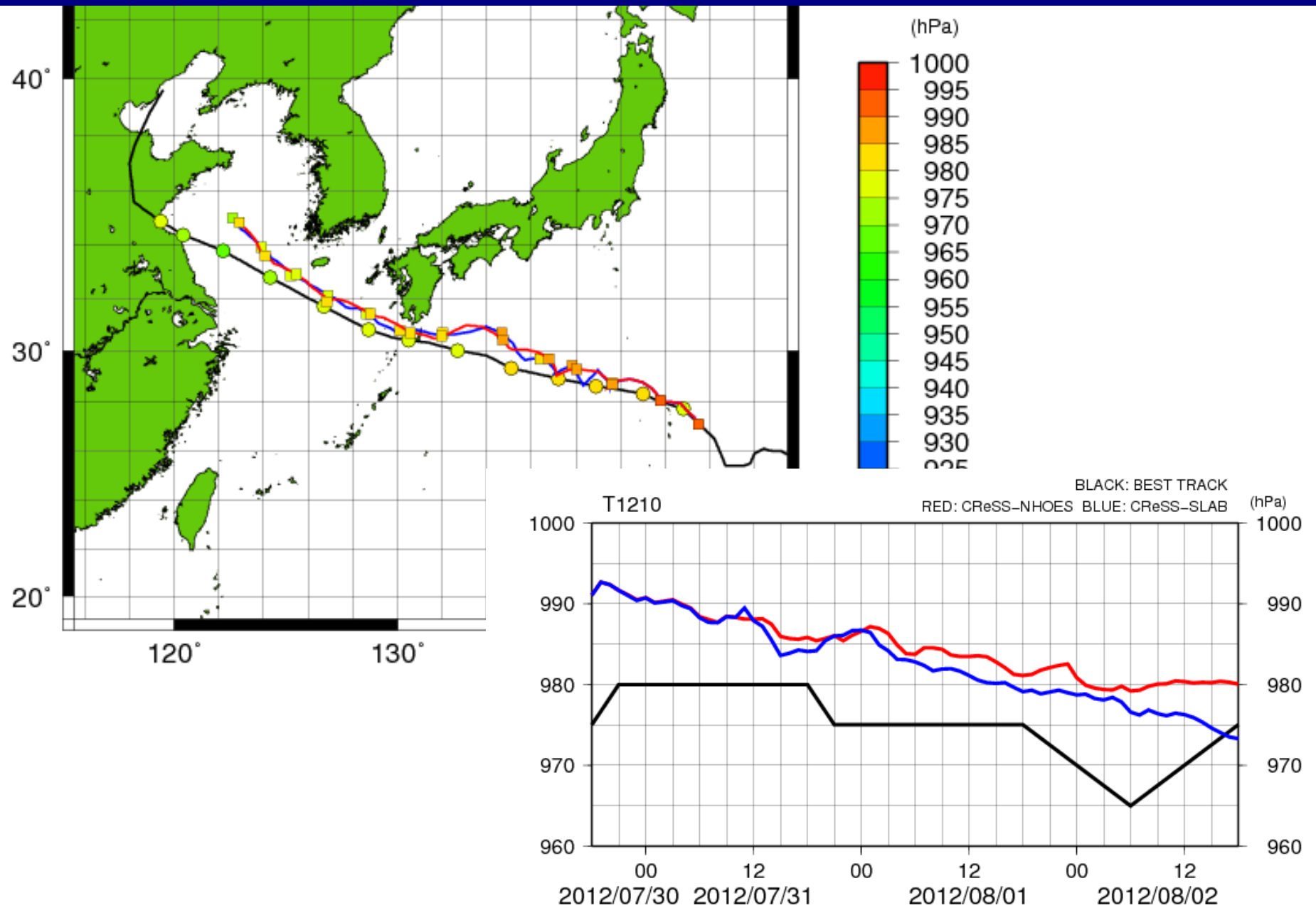
- 2012年6月11日より実施
- 検証のための非結合実験
+ 週1程度
+ 顕著事例時



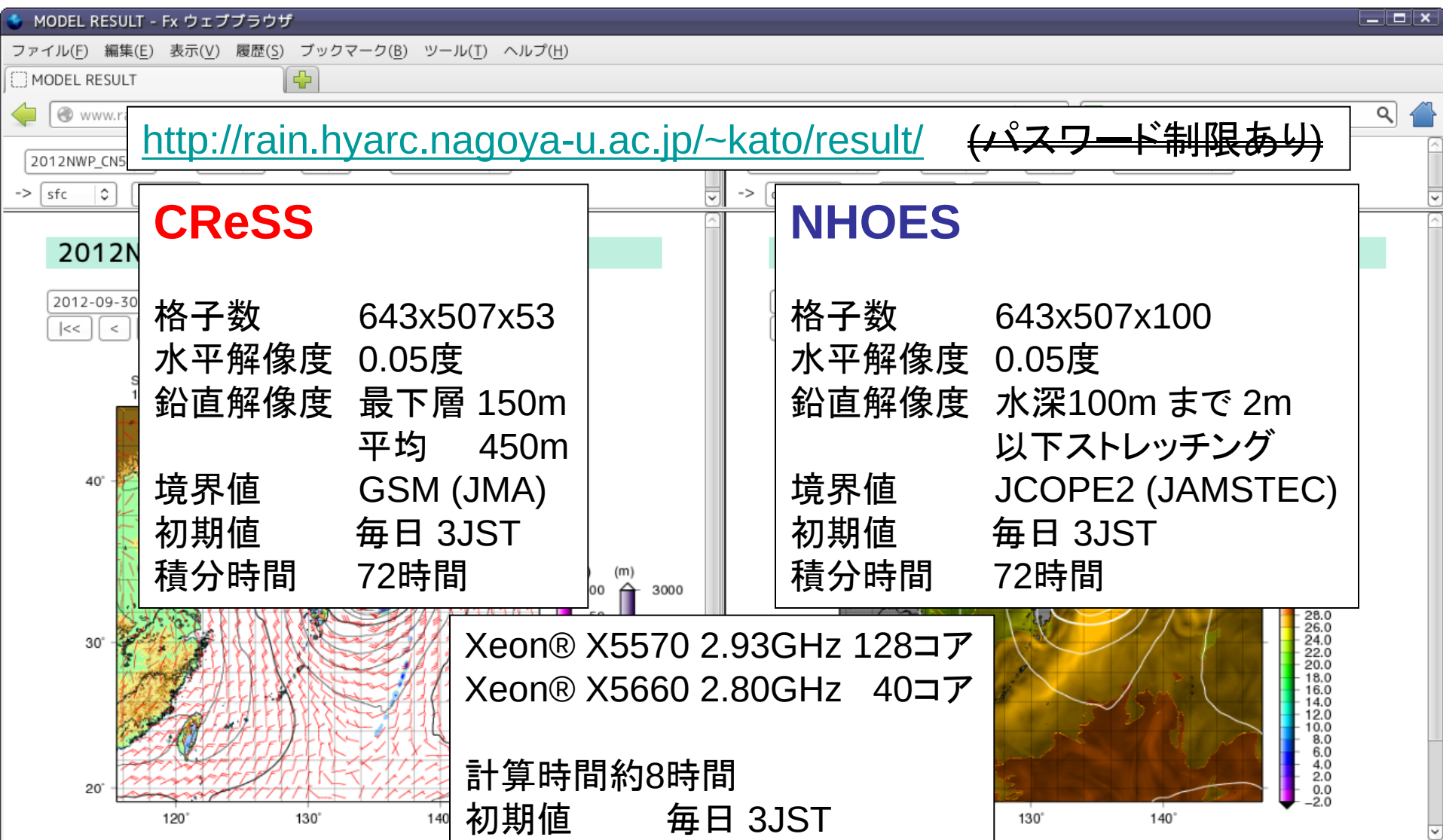
※ NHOES:

Non-Hydrostatic Ocean model for Earth Simulator developed by Dr. Aiki (JAMSTEC)

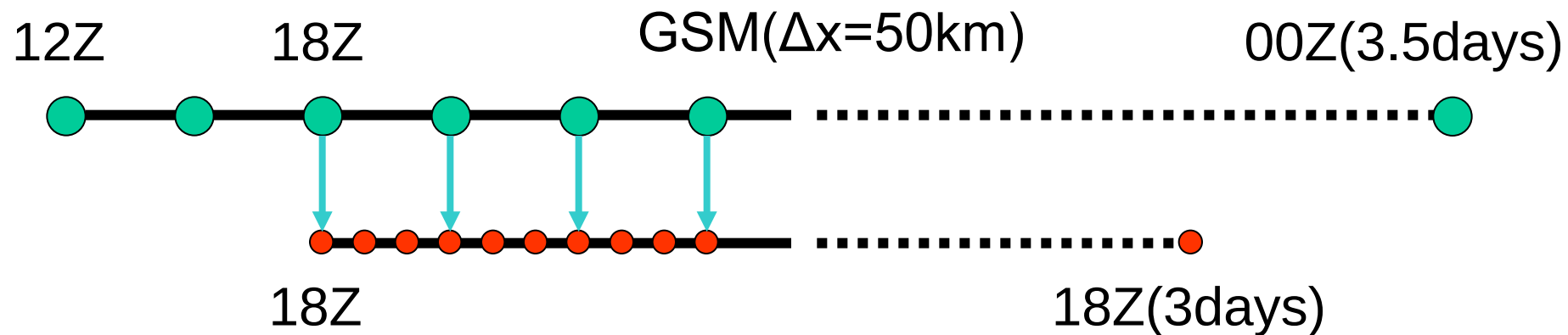
[台風10号] 台風の移動経路と中心気圧の時系列



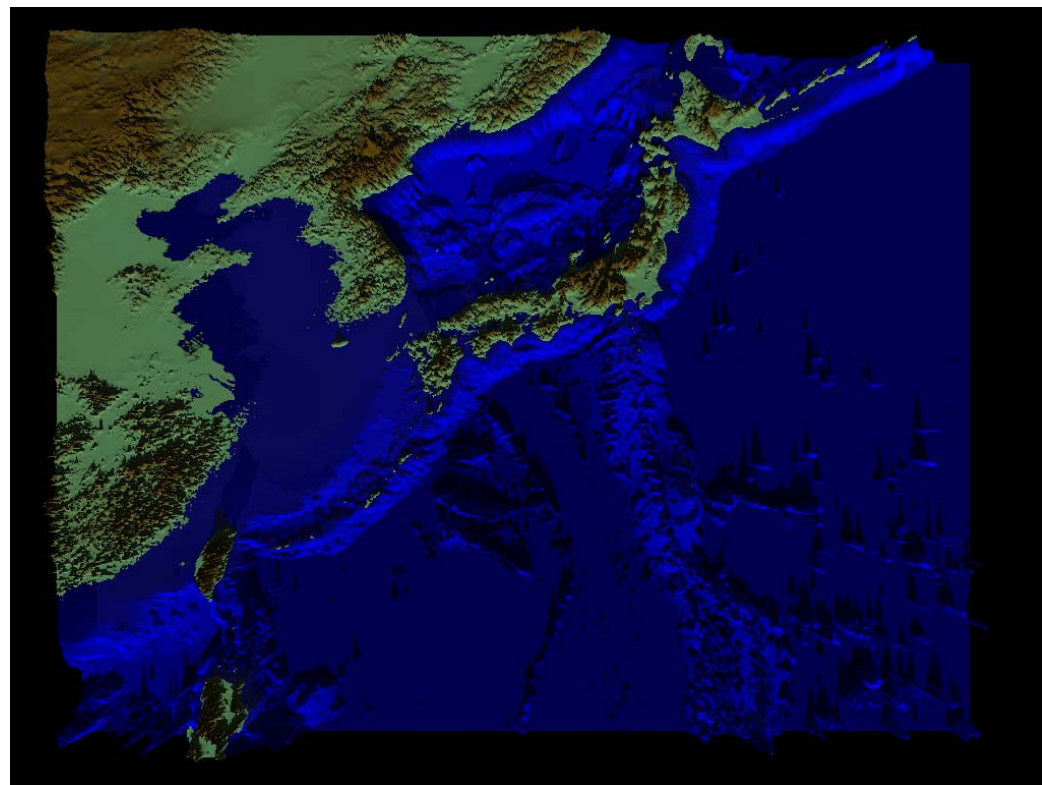
日々の結合シミュレーション実験の設定 (2012/06 - 2012/10)



2012年10月26日以降における計算設定

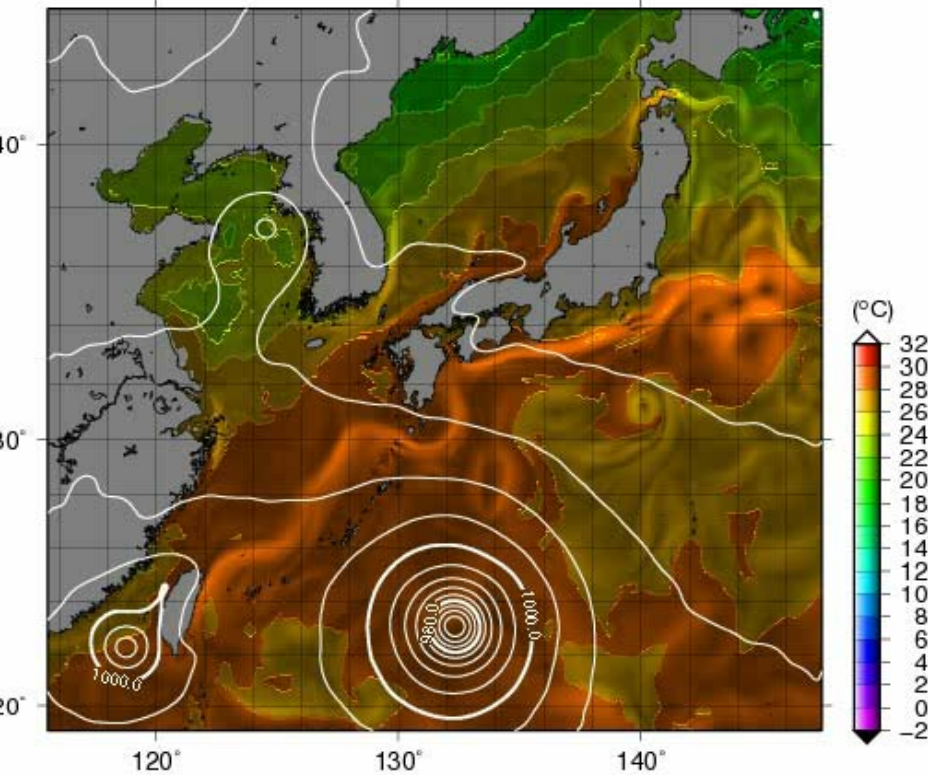


Grid Numbers	843x643x48
Grid Size	$\Delta x=0.05^\circ$ $\Delta z=500\text{m}(\text{lowest } 150\text{m})$
Computer	32nodes (320cores) (Xeon® X5570 2.93GHz – 16nodes) (Xeon® X5660 2.80GHz – 16nodes)
Computational Time	8hours



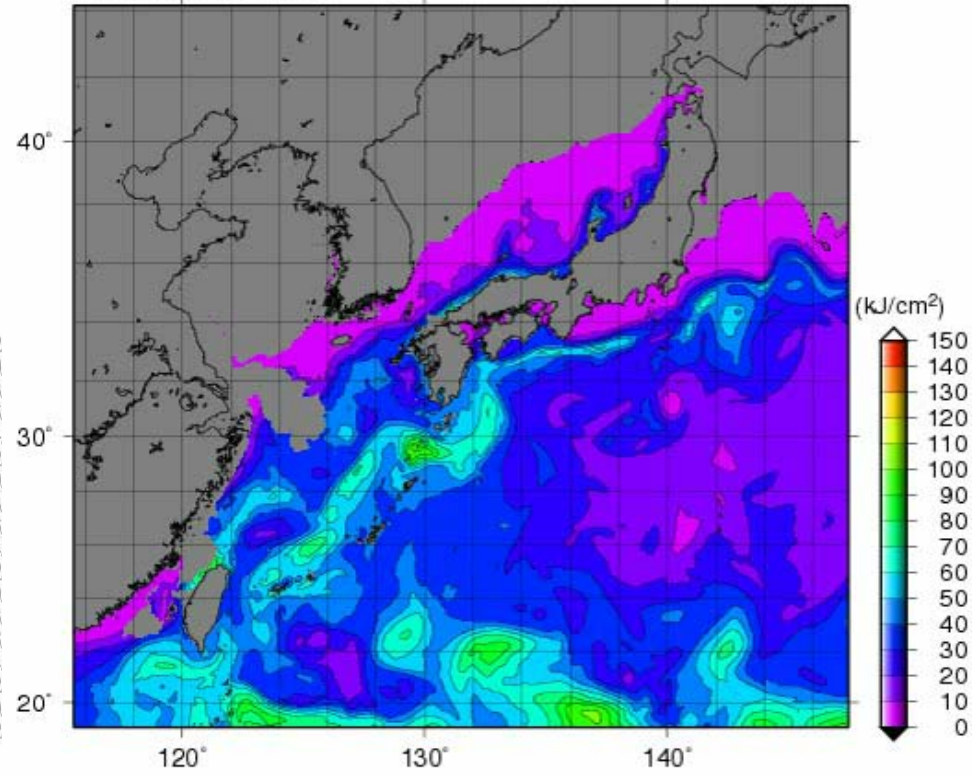
CReSS-NHOES で再現された台風15号 — 移動経路と表層熱容量

SLP, TEMPERATURE, AND CURRENT AT Z = -1M
03 JST 25 AUG 2012



海面気圧、SST、流速

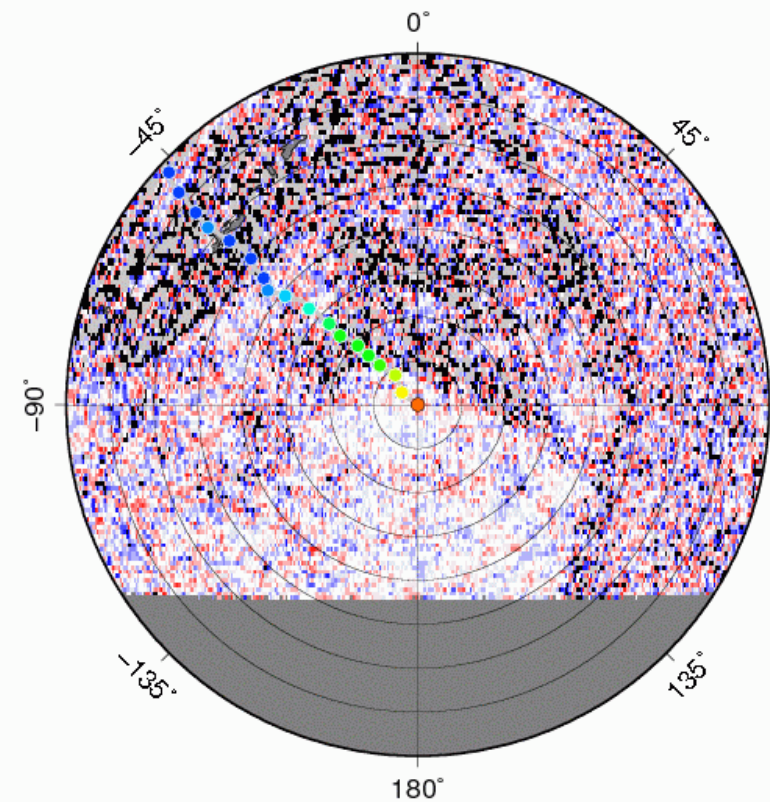
UPPER-OCEAN HEAT CONTENT (UOHC)
03 JST 25 AUG 2012



表層熱容量(TCHP)

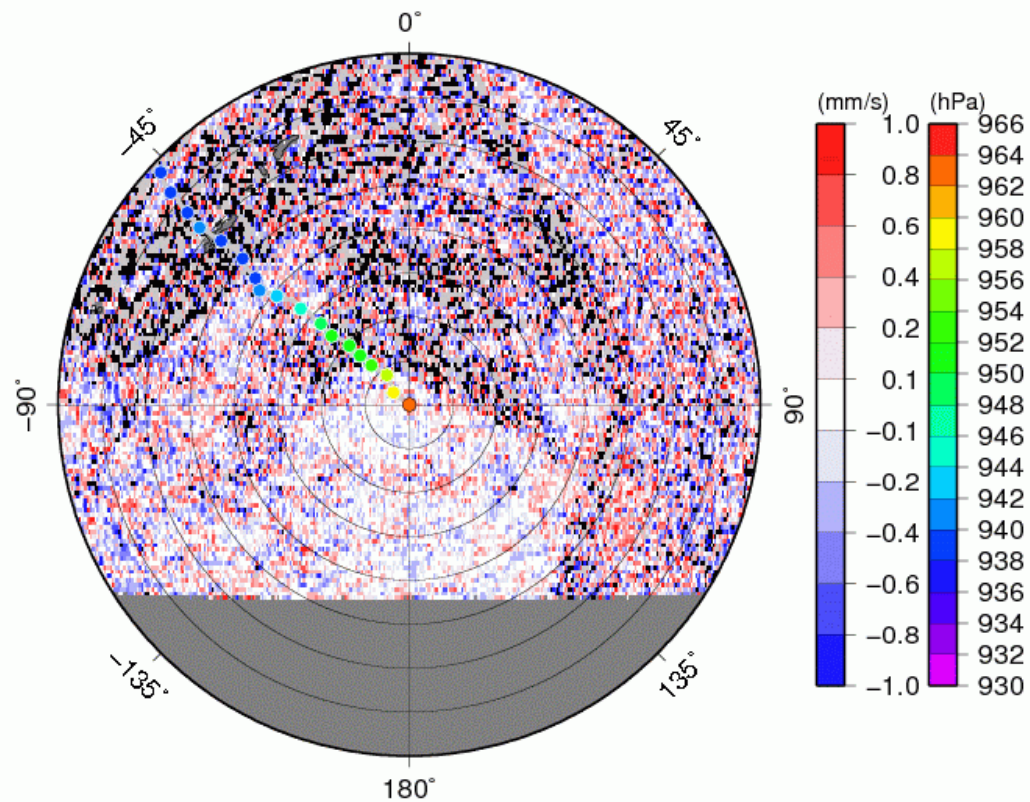
CReSS-NHOES で再現された台風15号 — 上昇流

VERTICAL VELOCITY AT 10M DEPTH
03 JST 25 AUG 2012



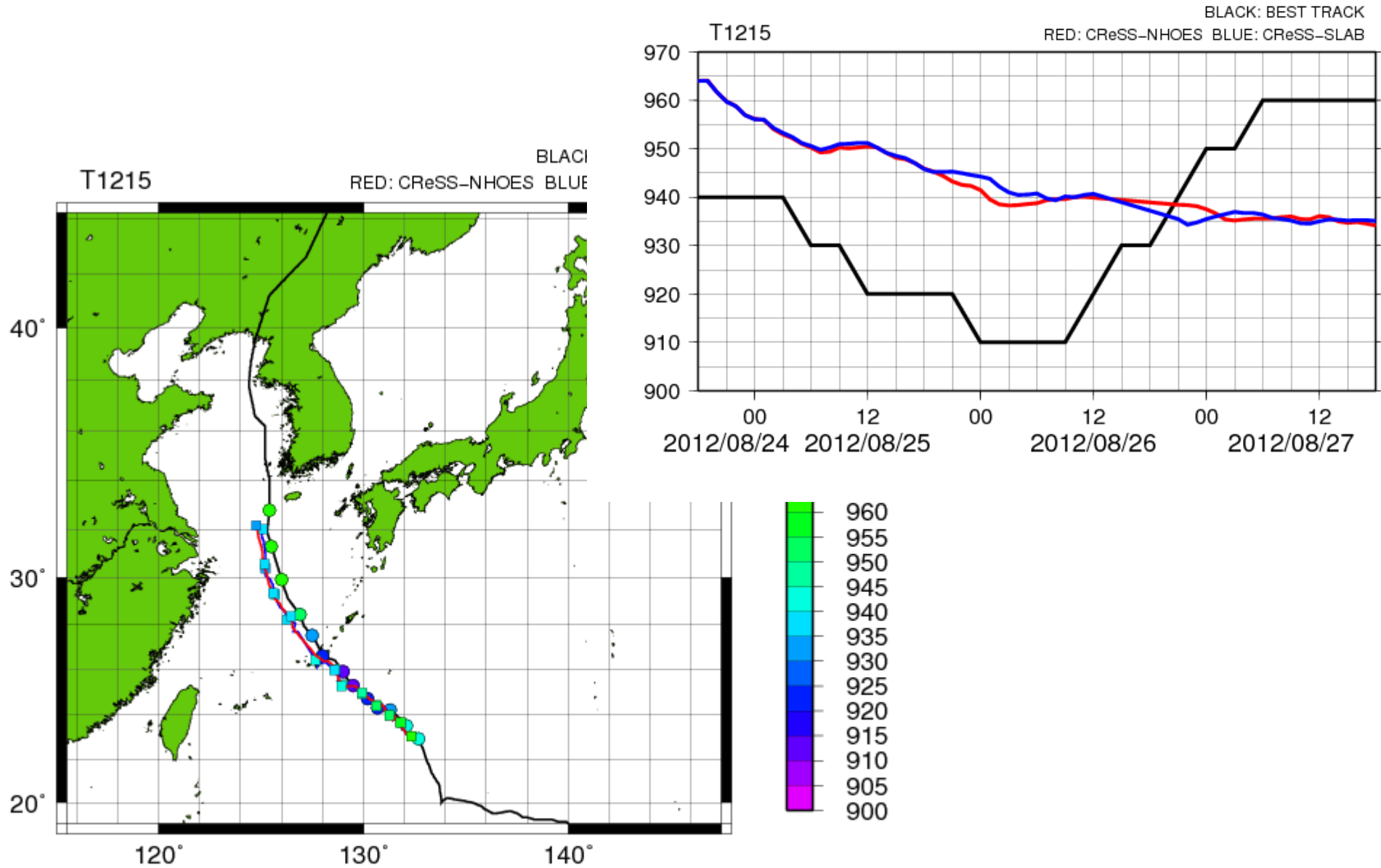
10m 深

VERTICAL VELOCITY AT 50M DEPTH
03 JST 25 AUG 2012

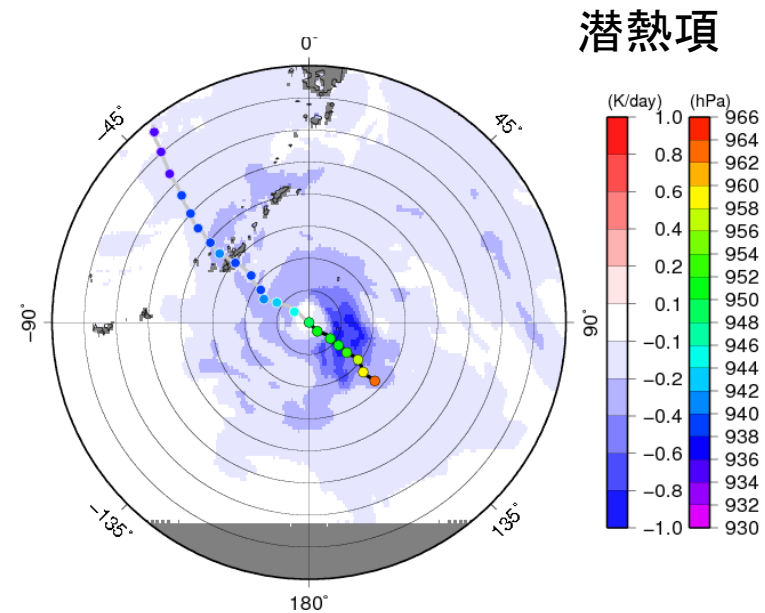
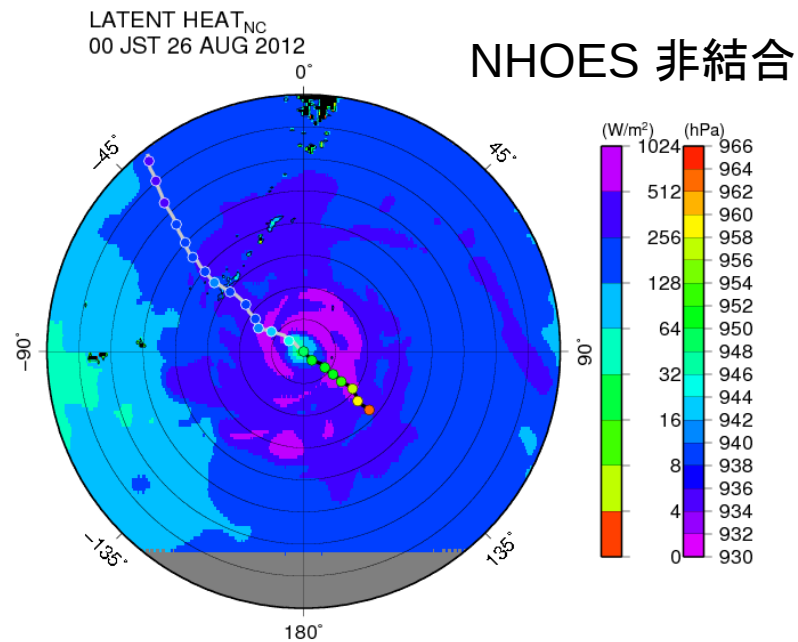
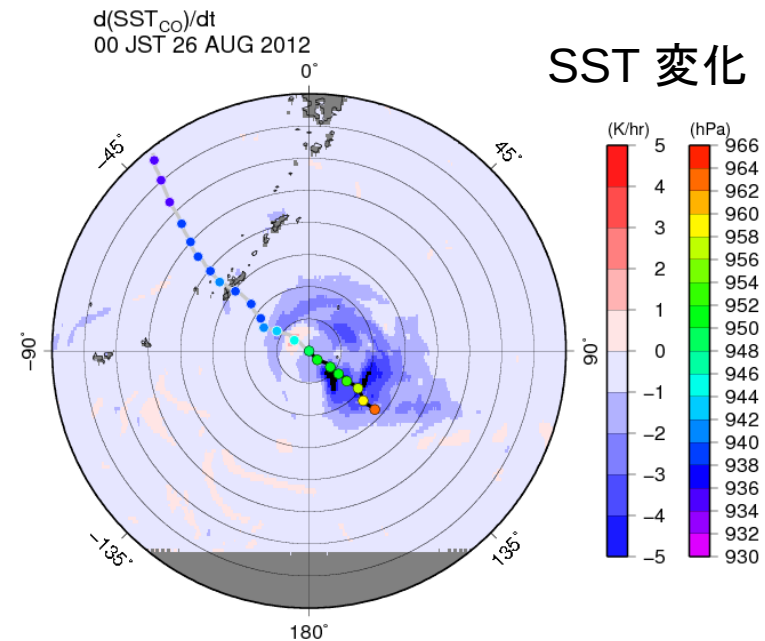
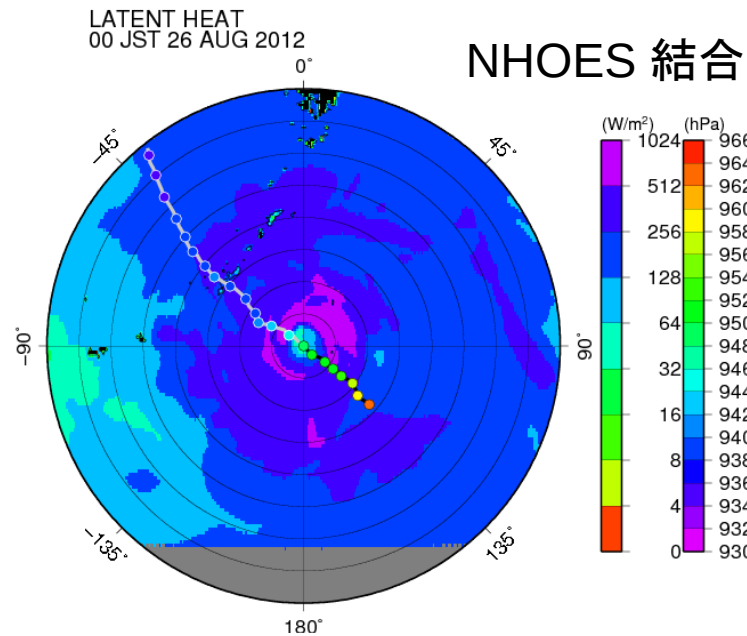


50m 深

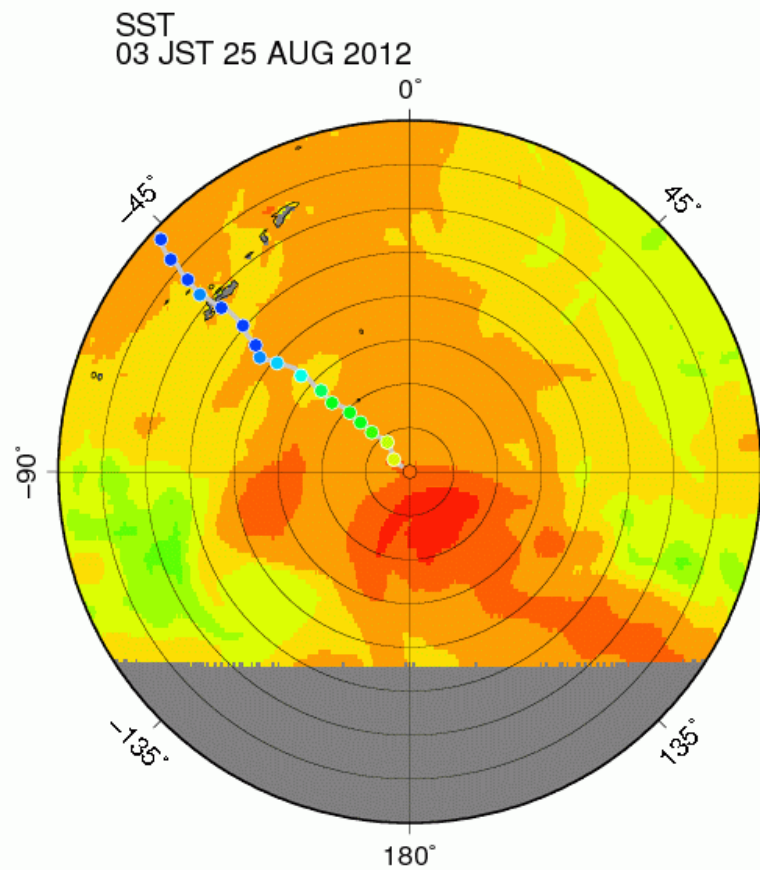
CReSS-NHOES で再現された台風15号 — 移動経路と中心気圧



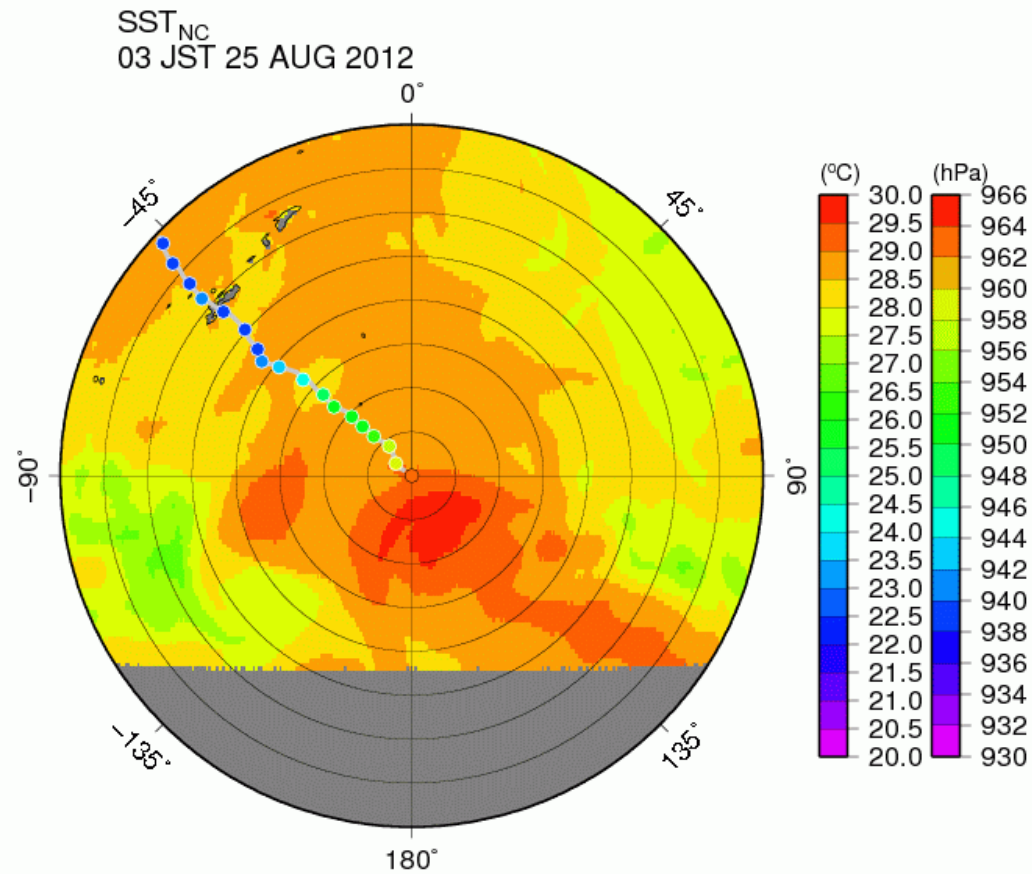
CReSS-NHOES で再現された台風15号 — SST 変化と潜熱項



CReSS-NHOES で再現された台風15号 — 中心 800km 以内の SST



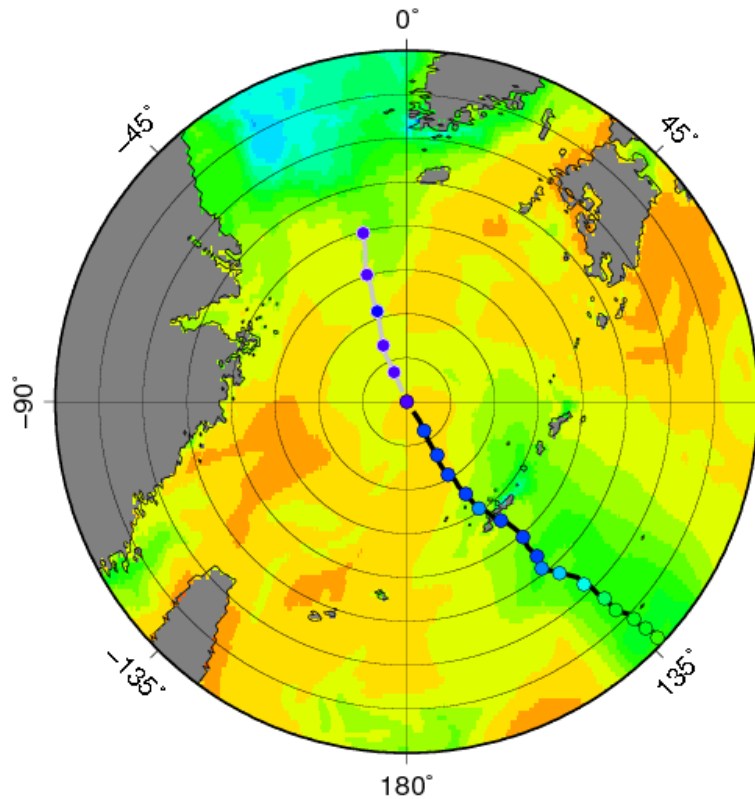
結合実験結果



非結合実験結果

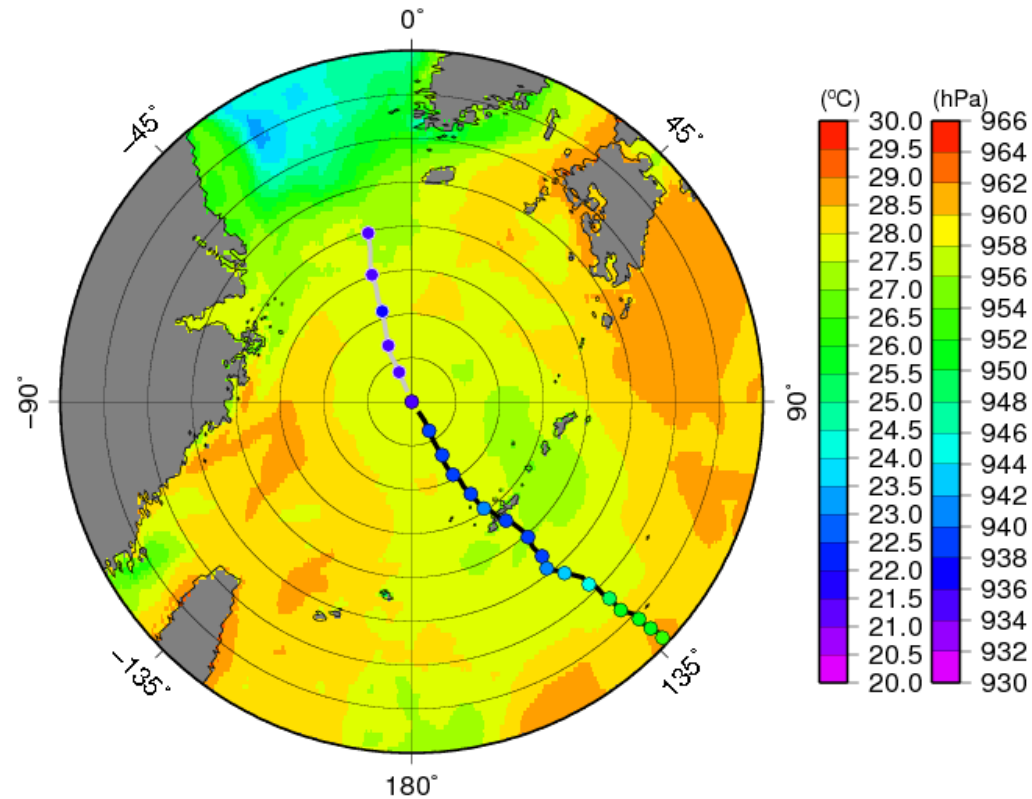
CRess-NHOES で再現された台風15号 — 中心 800km 以内の SST

SST
12 JST 27 AUG 2012



結合実験結果

SST_{NC}
12 JST 27 AUG 2012

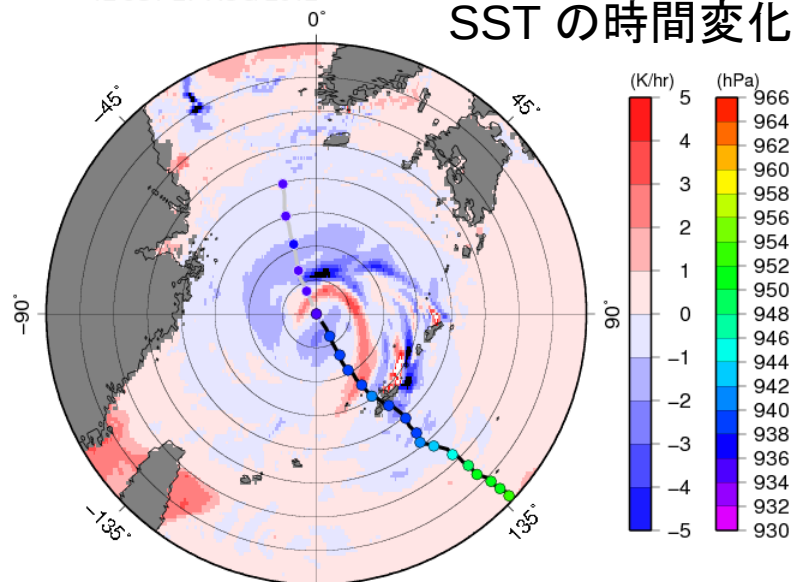


非結合実験結果

CReSS-NHOES で再現された台風15号 — SST の時間変化

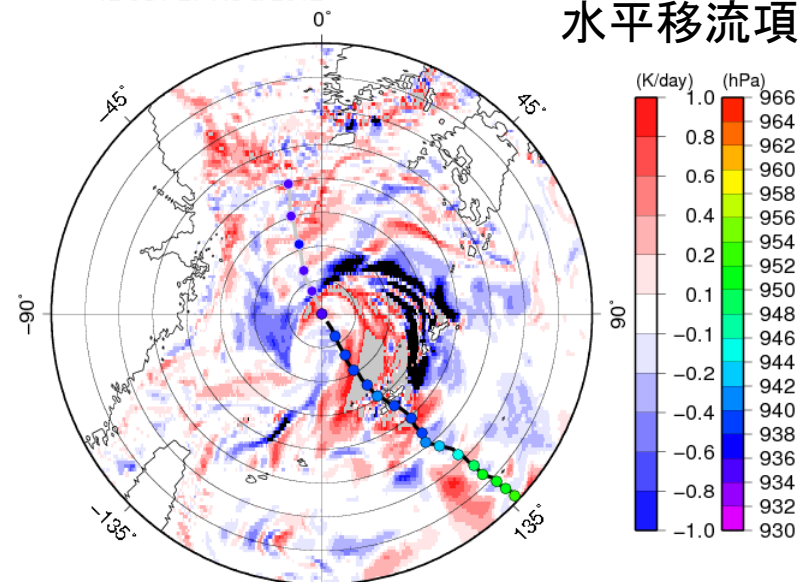
$d(SST_{CO})/dt$
12 JST 27 AUG 2012

SST の時間変化



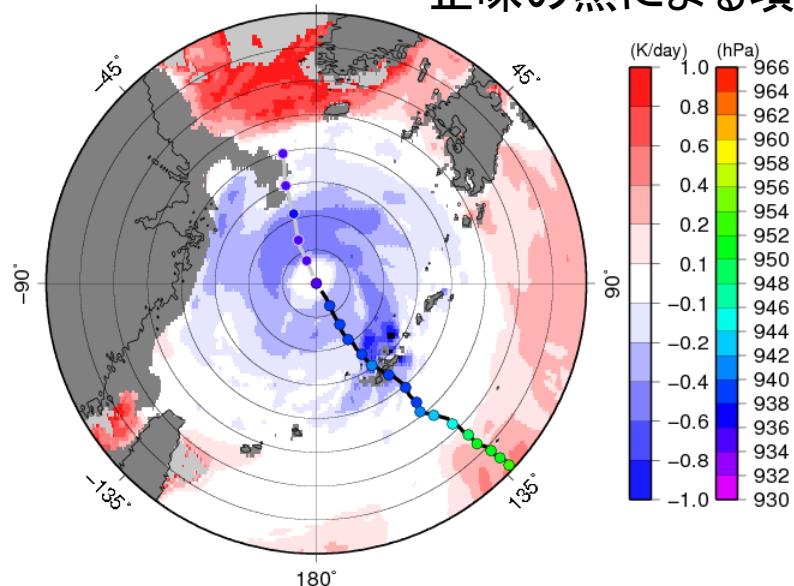
$d(T_{HADV})/dt$
12 JST 27 AUG 2012

水平移流項



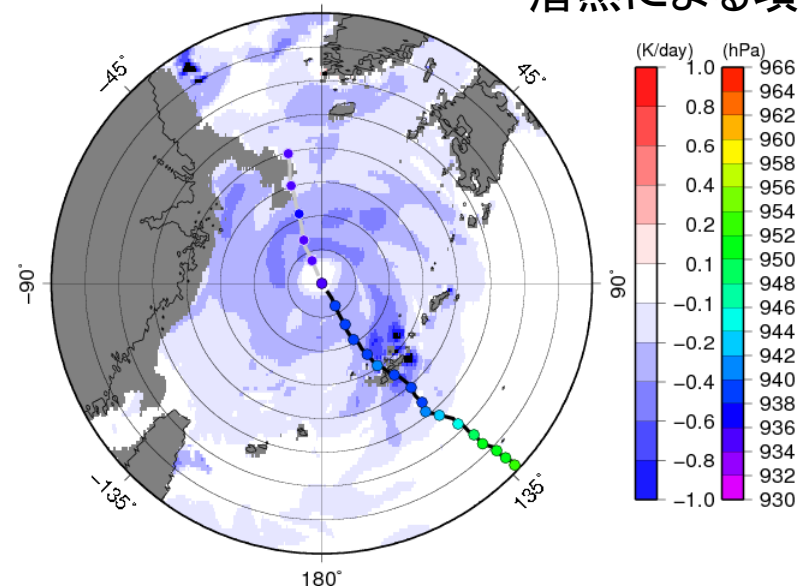
$d(T_{NET})/dt$
12 JST 27 AUG 2012

正味の熱による項

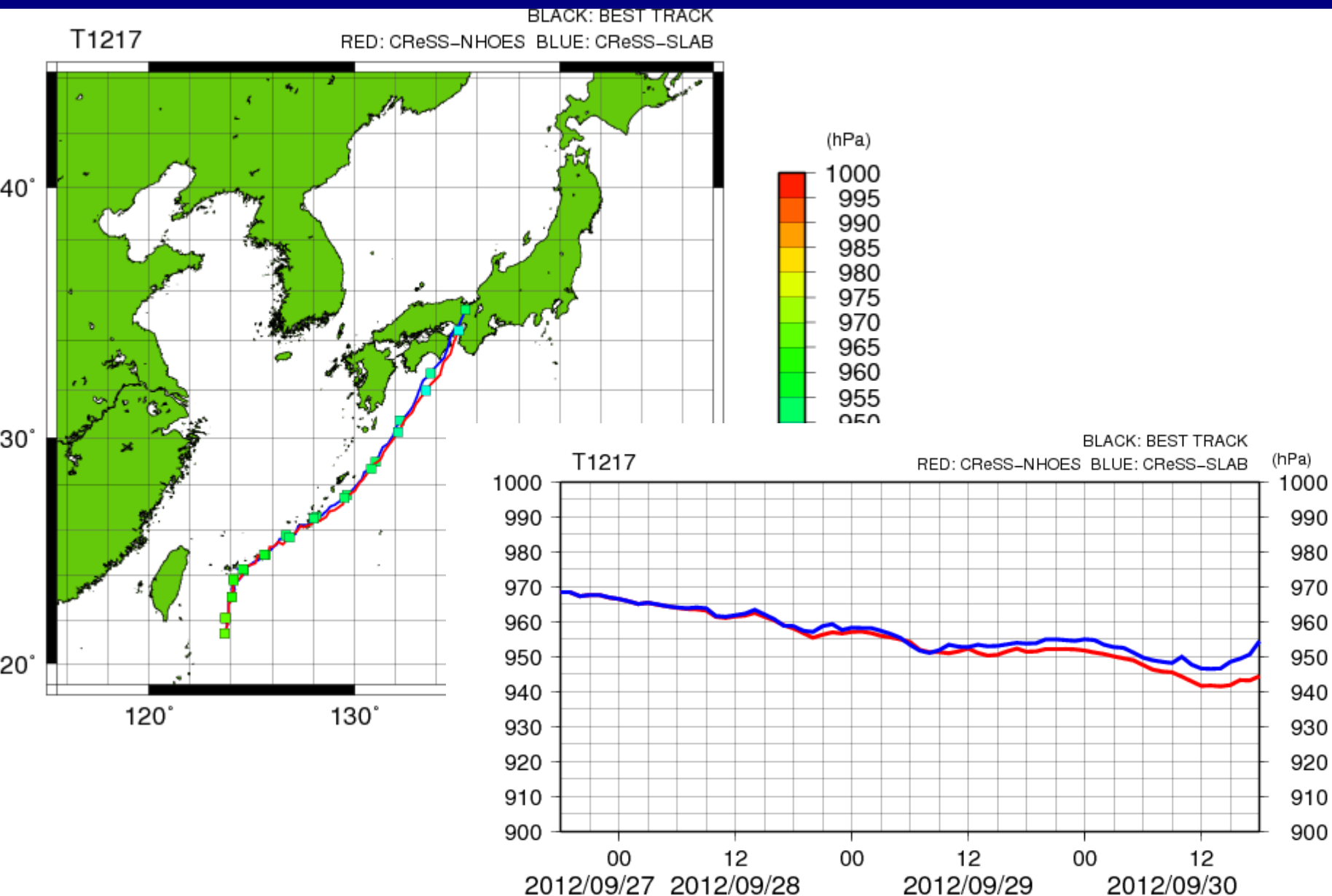


$d(T_{LH})/dt$
12 JST 27 AUG 2012

潜熱による項



[台風17号] 台風の移動経路と中心気圧の時系列



名古屋大学地球水循環研究センター が開発を行っている雲解像モデル **CReSS** および、JAMSTEC 開発の非静力海洋モデルを結合した **CReSS-NHOES** によって再現された2012年15号台風について紹介した。

水平解像度 2.5km CReSS

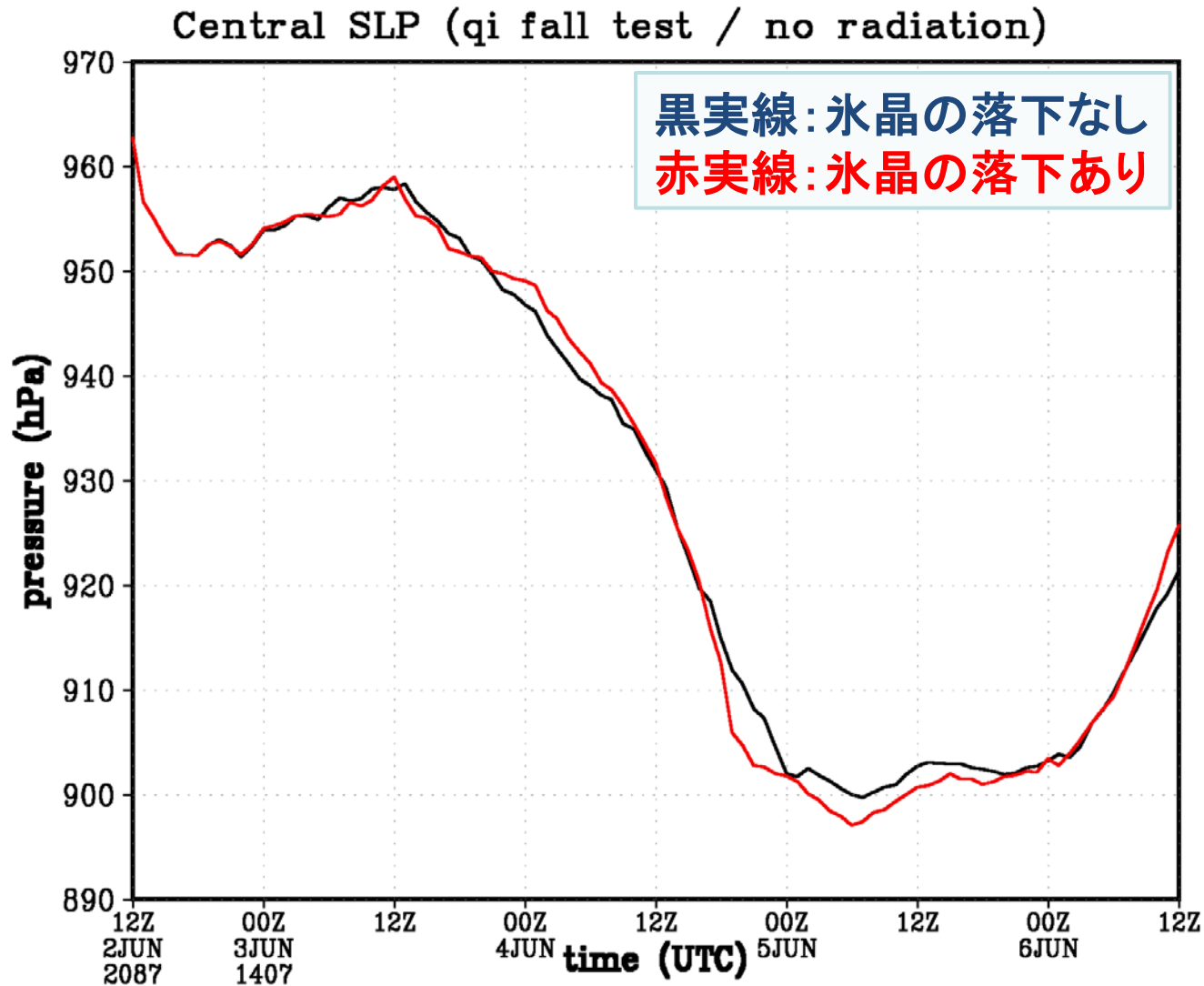
- 観測された3重眼のうち2重眼まで再現
- 観測とほぼ同じ最低中心気圧
- 時間方向の出力を高頻度にするにより構造がより明瞭化
 - + 下層で渦の併合と中心への移流
 - + アウターレインバンドへの影響
 - + 重力波的なもの

水平解像度 0.05度の CReSS-NHOES

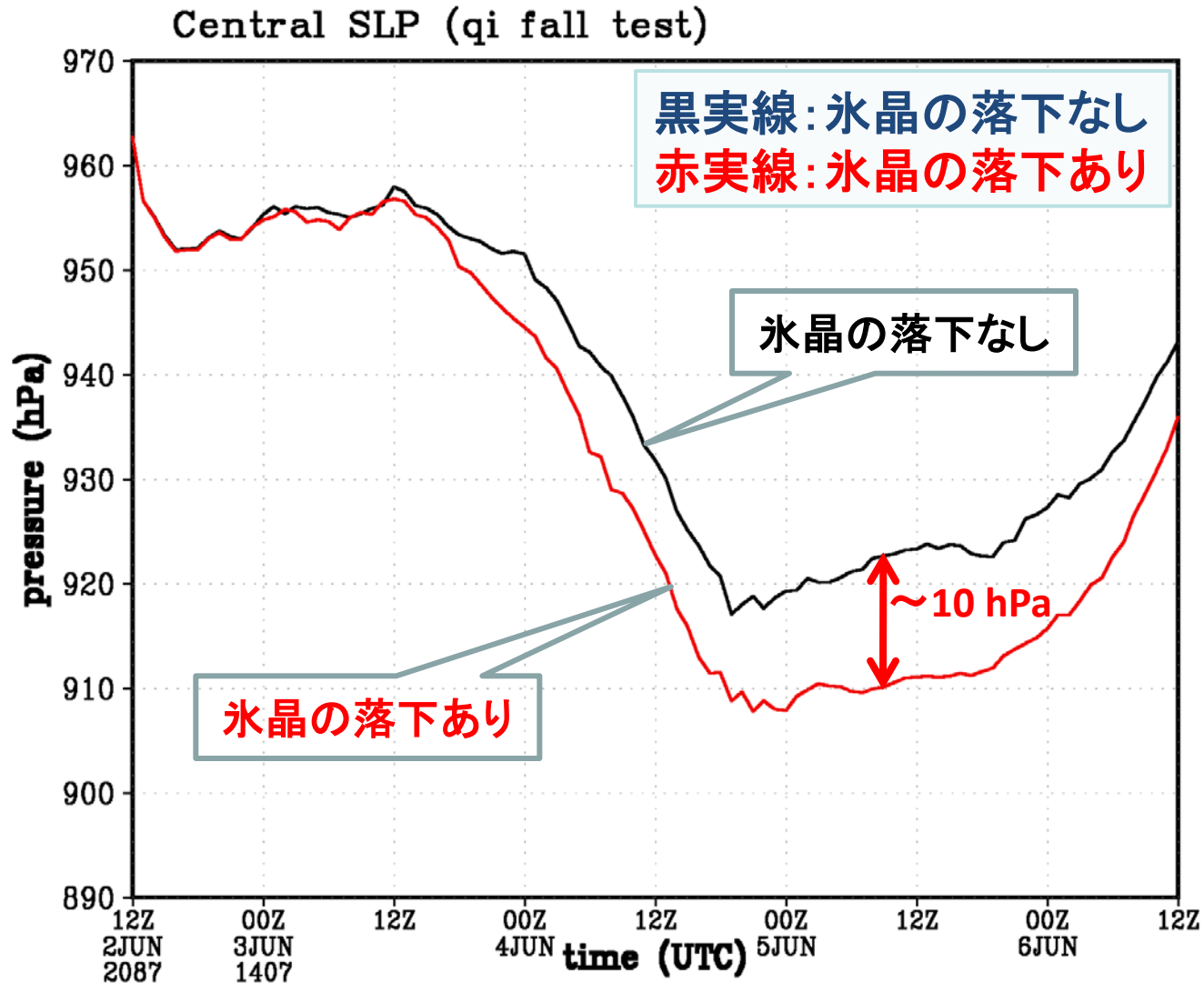
- 移動経路をよく再現
- 台風通過後の SST 低下を再現
- 黒潮域通過時における水平移流の重要性
- 中心気圧が大きく異なる



氷晶の落下の台風を中心気圧に対する影響 (放射過程のない場合)

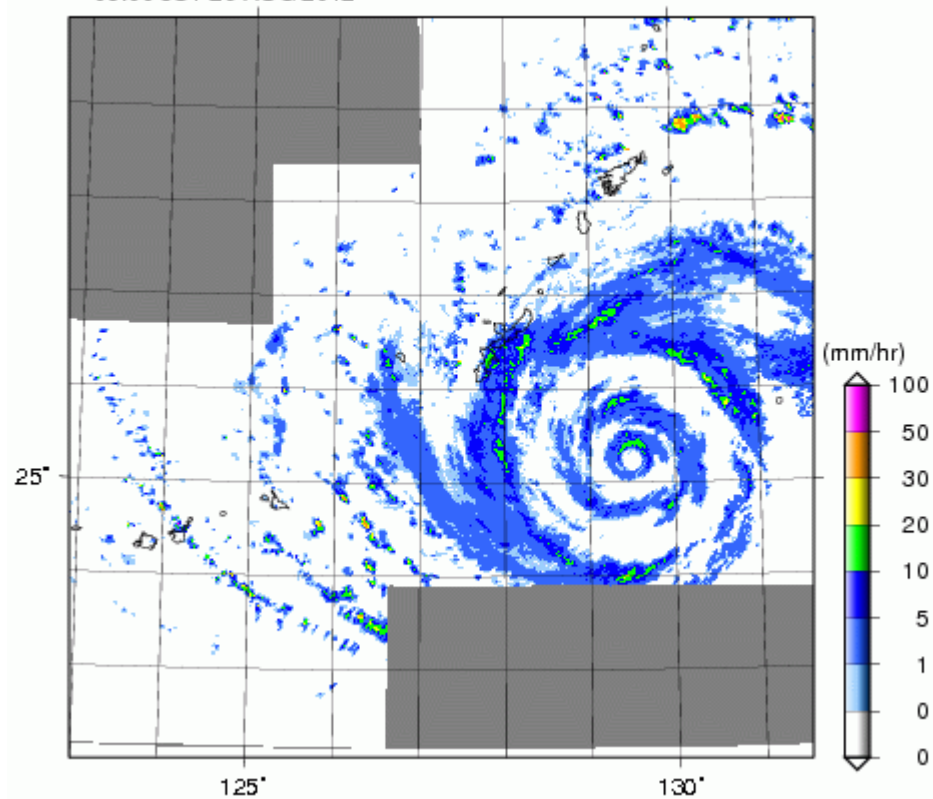


氷晶の落下の台風を中心気圧に対する影響 (放射過程のある場合)



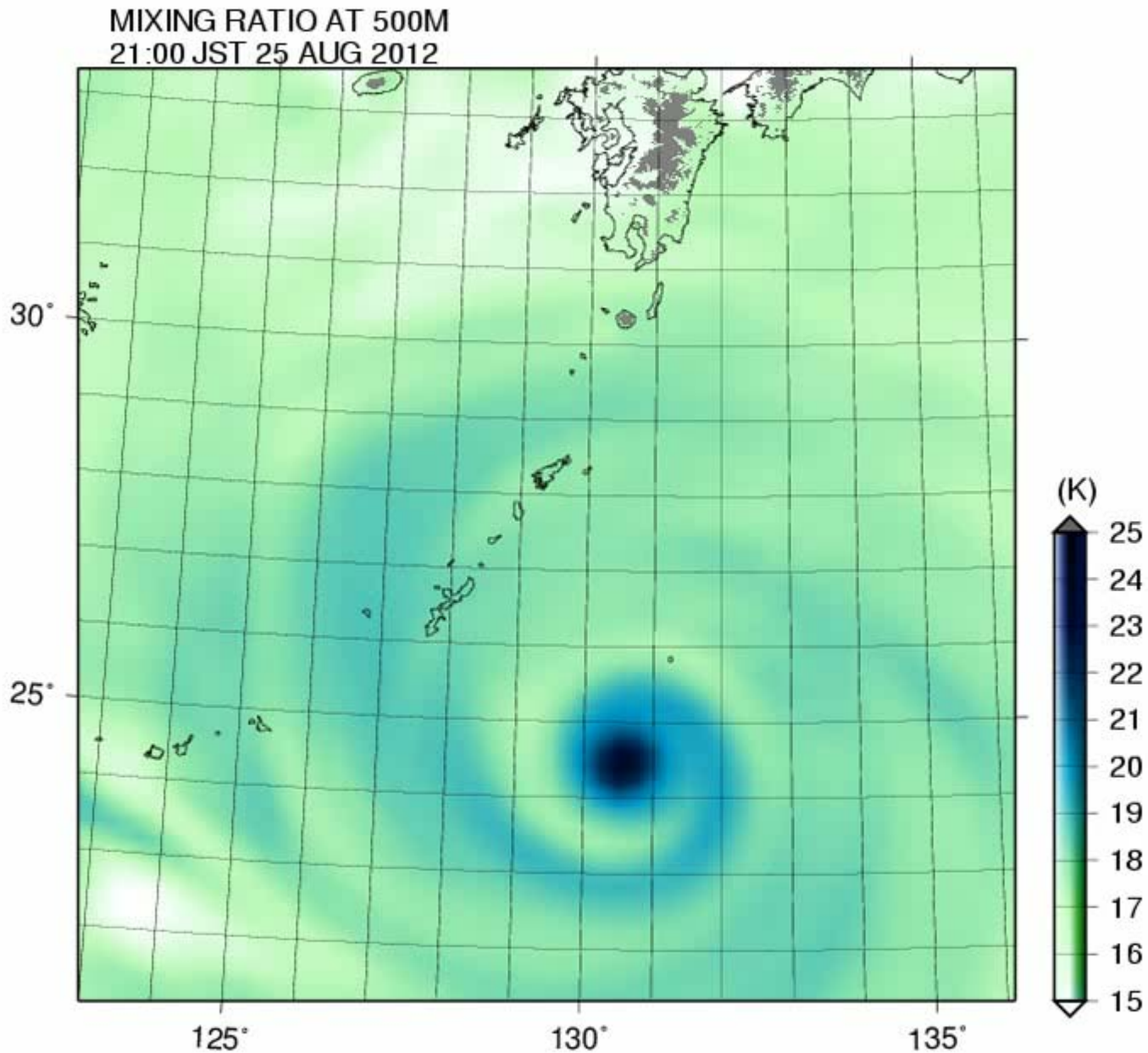
[台風15号] 気象庁レーダによる降水強度

JMA-RADAR
09:00 JST 26 AUG 2012

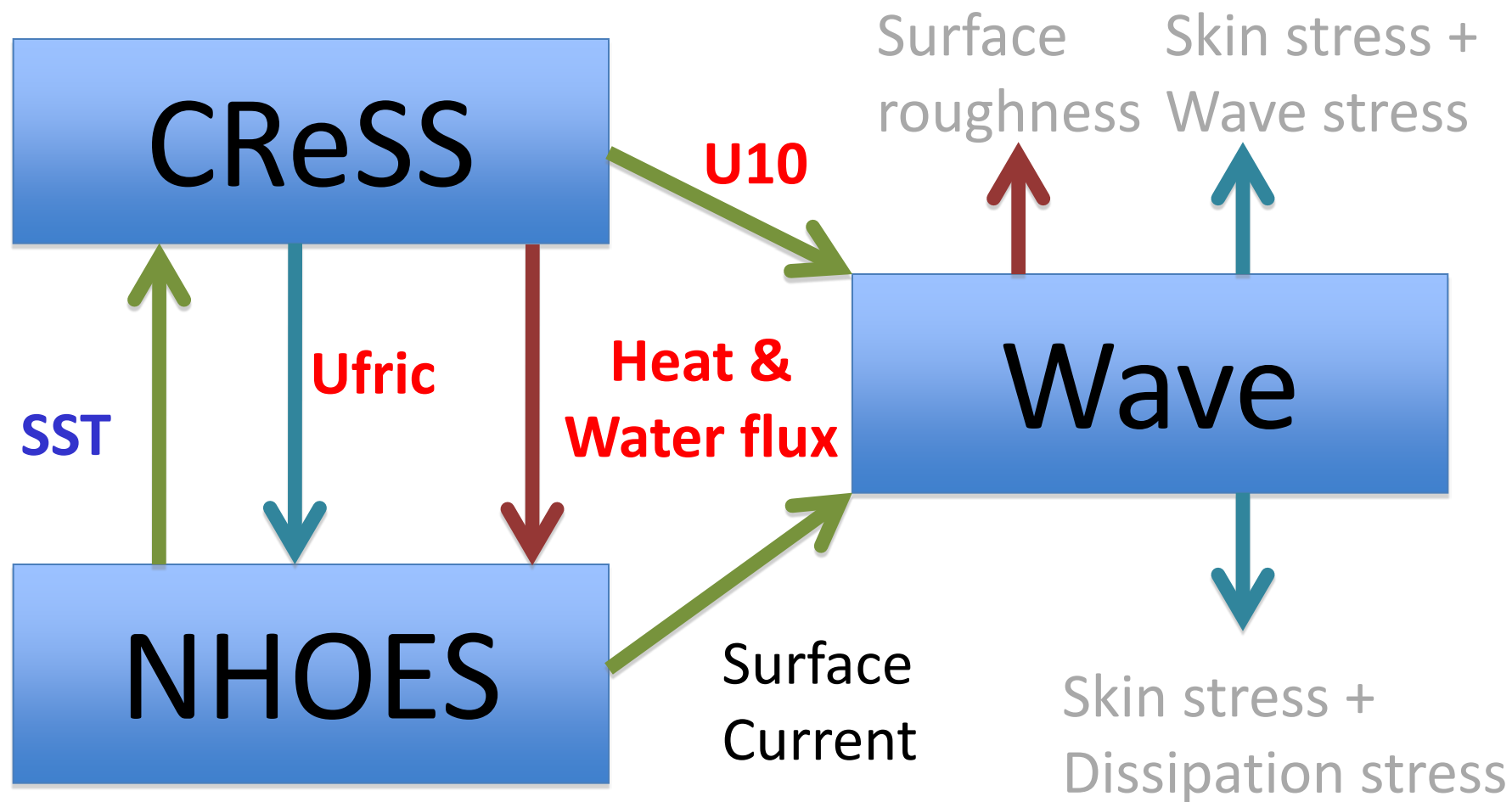


気象庁レーダー

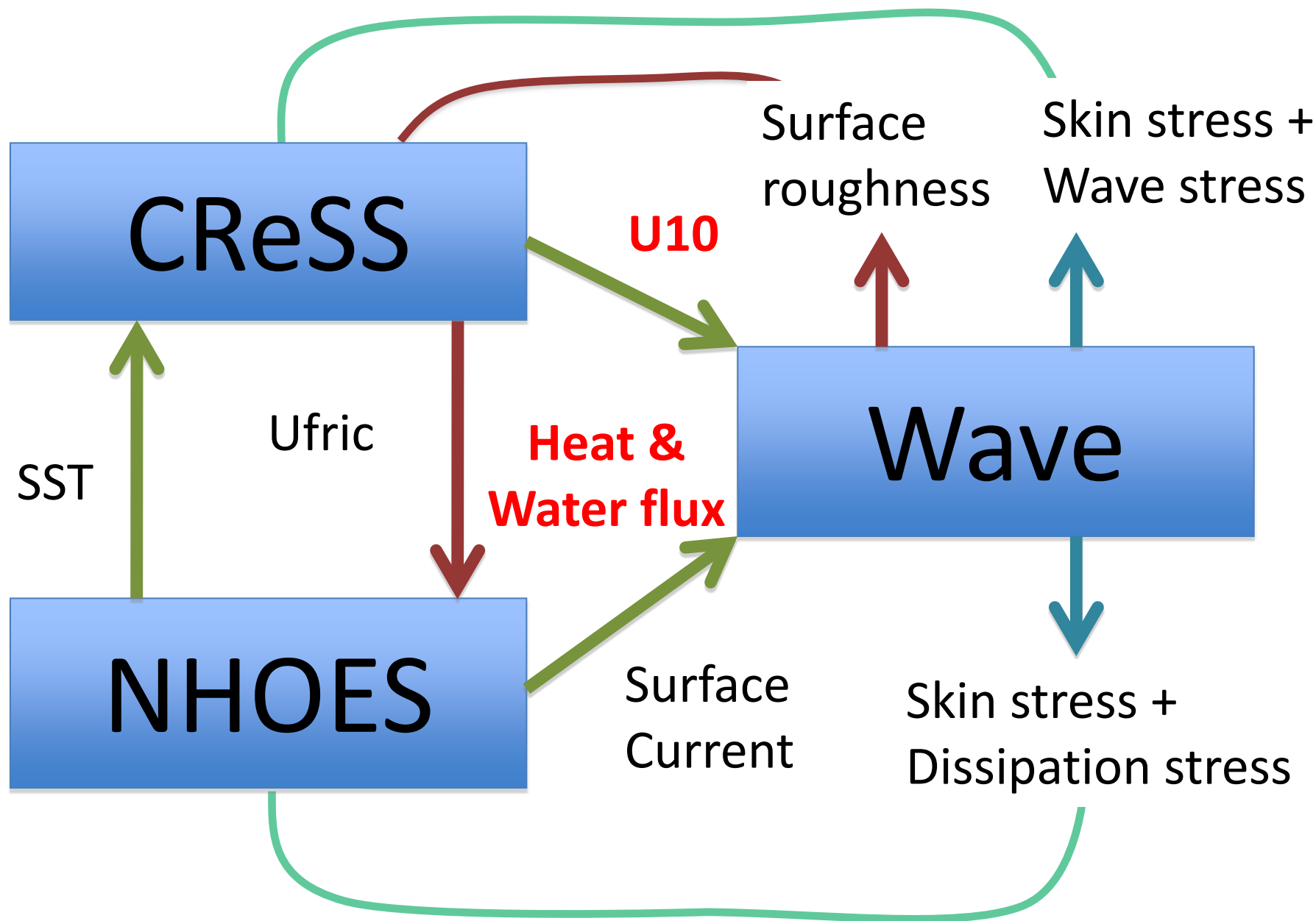
CReSS で再現された台風 15 号 — 500m 混合比



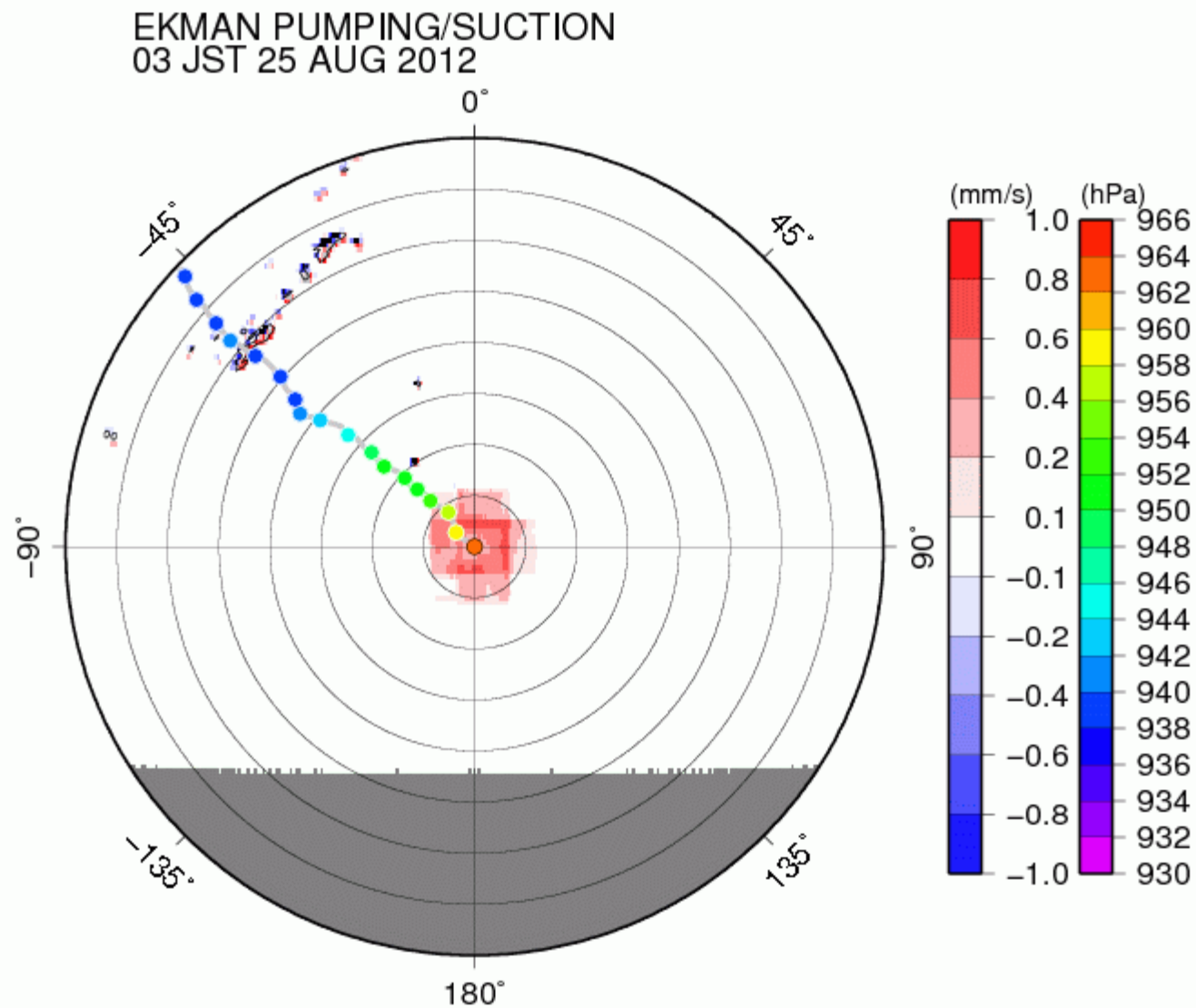
CReSS-NHOES におけるデータのやりとり



次年度実行予定のCReSS-NHOESの流れ



[台風15号] 台風の中心から 800km 以内のエクマンパンピング



[台風15号] 台風の中心から 800km 以内の貯熱量と鉛直シア

