

気候変動リスク情報創生プログラム

領域テーマC: 気候変動リスク情報の基盤技術開発
領域課題 ii. 高度利活用(影響評価研究等)を支える
標準的気候シナリオの整備

サブ課題 (ii)(c). 雲解像大気・海洋・波浪 結合モデルによる台風強度推定

サブ課題代表: 坪木和久(名古屋大学 地球水循環研究センター)

参画研究者: 相木秀則(独立行政法人 海洋研究開発機構)

篠田太郎(名古屋大学 地球水循環研究センター)

森本昭彦(名古屋大学 地球水循環研究センター)

研究の背景

- ◆ 台風は大気中のもっとも激しい気象システムであり、それに伴う強風と大雨は洪水や高潮などを引き起こし、毎年のように人間社会に甚大な災害をもたらしている。
- ◆ スーパー台風などの強い台風は、低頻度であるが、一旦、上陸すると極めて影響の大きな事象であり、その**強度予測の高精度化と温暖化気候における台風の最大可能強度推定は、影響評価研究などのシナリオの整備における重要な情報である。**
- ◆ 防災の観点から台風の強度予測は極めて重要で、進路予測精度が年々向上しているのに対して、強度予測はほとんど精度が向上していない。これは台風の強度を決める要因が十分モデル化されていないからである。

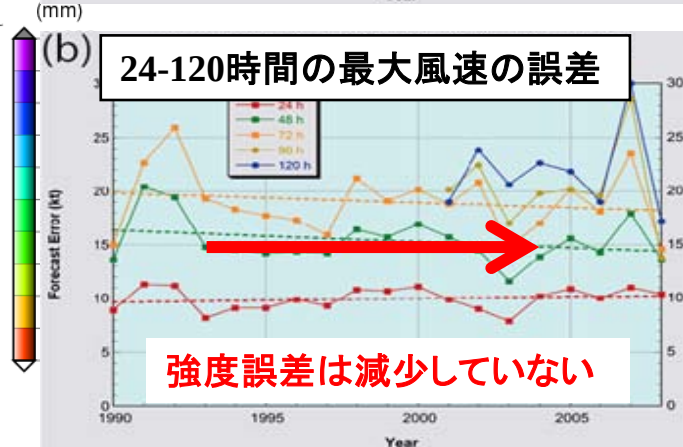
TOTAL RAIN (15 JST 30 AUG 2011 – 21 JST 4 SEP 2011)

2011年台風12号の雲解像モデル予測による総降水量

TOTAL RAIN (15 JST 30 AUG 2011 – 21 JST 4 SEP 2011)

2011年台風12号のレーダー観測による総降水量

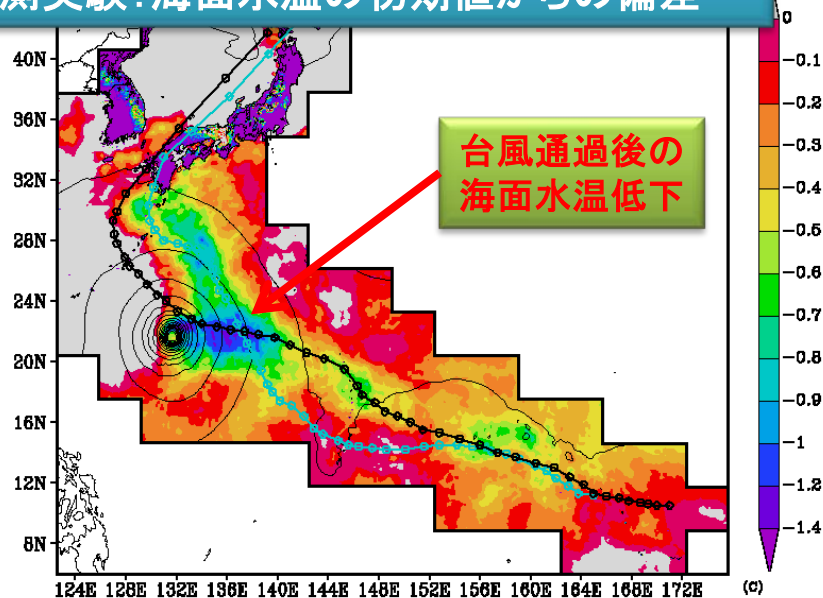
紀伊半島で1000 mm以上の総降水量



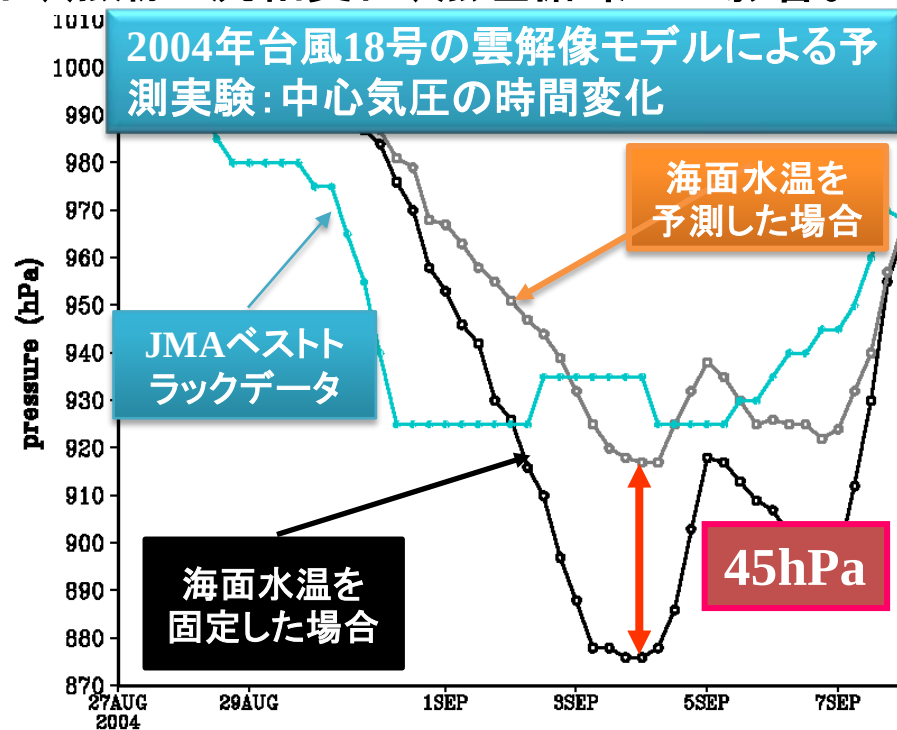
問題点

- ◆ 極端事例として台風やハリケーンの将来の変化に関する情報を創出することが不可欠である。特に最大強度の台風の強度が具体的(量的)にどのくらいに達するのかが情報として最も重要である。
- ◆ 台風の強度は雲解像モデルを用いた高解像度(2km)シミュレーションでは、台風の強度を第一義的に決定する海洋については、1次元拡散モデルであった。
- ◆ 現状では海洋混合層内における熱拡散のみを考慮しているが、実際には台風が励起するエクマン湧昇によって、温度躍層を超えてさらに深層からの影響が台風の強度に及んでいる可能性がある。
- ◆ 一方でこのような海洋循環を励起することで、台風は海洋に大きなインパクトを与えていると考えられる。海面水温の低下、黒潮の流軸変化、熱塩循環への影響。

2004年台風18号の雲解像モデルによる予測実験: 海面水温の初期値からの偏差



2004年台風18号の雲解像モデルによる予測実験: 中心気圧の時間変化



本研究の目的

本研究では台風を雲解像モデルにより、海洋は黒潮の3次元構造や海面の波浪とその混合層への影響を考慮した非静力学海洋モデルにより、**台風強度の高精度予測を可能にする**と共にそれを用いて**温暖化気候における台風の最大可能強度を精度よく推定する**。具体的には以下の4項目を柱として研究を実施する。

① **雲解像大気・海洋・波浪結合モデルの構築と改良**: 大気モデルは革新プログラムで改良してきた雲解像モデル**CReSS**を用いる。海洋モデルはJAMSTECで開発されてきた非静力学海洋モデル**NHOES** (Non-Hydrostatic Ocean model for the Earth Simulator) と波浪エネルギーの発達モデルを用いる。これらのモデルを任意の時空間解像度で結合する。これにより改良された結合モデルを用いて、下記の②から④の研究項目を実施する。(研究項目名: **結合モデルシステム構築**)

② **台風強度予測の高精度化**: 大気海洋結合モデルを用いて、実際に観測された強い台風のシミュレーション実験を行い、観測と比較して強度に関する結合モデルの精度検証を行う。また、衛星観測と比較して台風の雲・降水分布が観測を再現していることを検証する。(研究項目名: **台風強度予測高精度化**)

③ **台風のインパクトに対する海洋の応答解析**: 観測された台風のシミュレーションの結果を詳細に解析し、台風が海洋に与えるインパクトとそれに対する海洋の応答を観測と比較しつつ明らかにする。(研究項目名: **海洋応答解析**)

④ **温暖化気候における台風の最大可能強度の推定**: 革新プログラムで極端現象予測チームの実施した、現在気候、近未来気候、温暖化気候のデータを用いて、それらに表れる台風のシミュレーションを行う。温暖化気候における台風の最大強度を精度よく推定する。(研究項目名: **最大可能強度推定**)

目的：温暖化気候における台風の最大強度推定

最大可能強度推定

課題代表機関：名古屋大学
課題代表者：坪木和久

大気側の観測による検証

台風強度予測高度化

課題代表機関：名古屋大学
課題代表者：坪木和久
研究参画者：篠田太郎

海洋側の観測による検証

海洋応答解析

課題代表機関：名古屋大学
研究参画者：森本昭彦

結合モデルシステムの構築

課題代表機関：名古屋大学
課題代表者：坪木和久
研究参画者：篠田太郎
雲解像モデルCReSS

研究参画機関：独立行政
法人海洋研究開発機構
研究参画者：相木秀則
海洋モデルNHOES

雲解像大気モデル

(Cloud Resolving Storm Simulator)

名古屋大学

DX = 4km

初期値・水平境界条件.: GPV from NPD/JMA

非静力海洋モデル

(NonHydrostatic Ocean model for ES)

海洋研究開発機構

DX = 4km, DZ = 2 m for top 100 m

初期値・境界条件: JCOPE2 再解析

乱流クローザーモデル (Furuichi et al., 2012; Nakanishi & Niino, 2009)

波浪モデル

マイアミ大学(Donelan et al., 2012)

DX = 4km

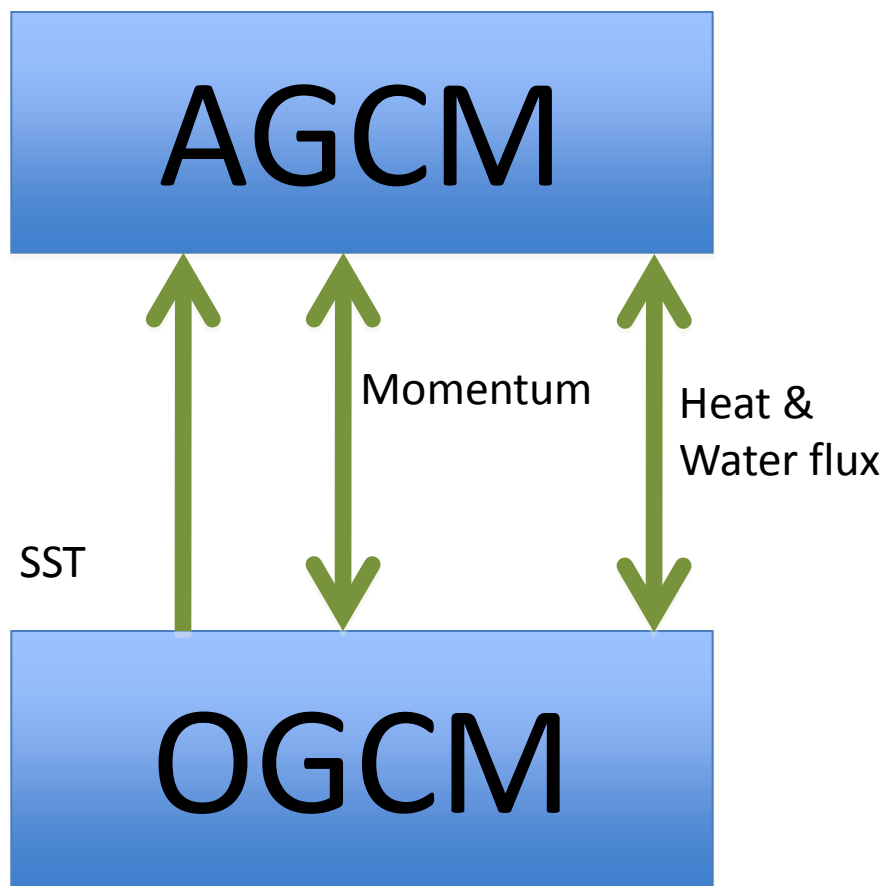
ES用ベクトル化作業終了

$E(x,y,\theta,\sigma)$

θ 波向 [rad] 24グリッド

σ 波の振動数 [1/s] 36グリッド

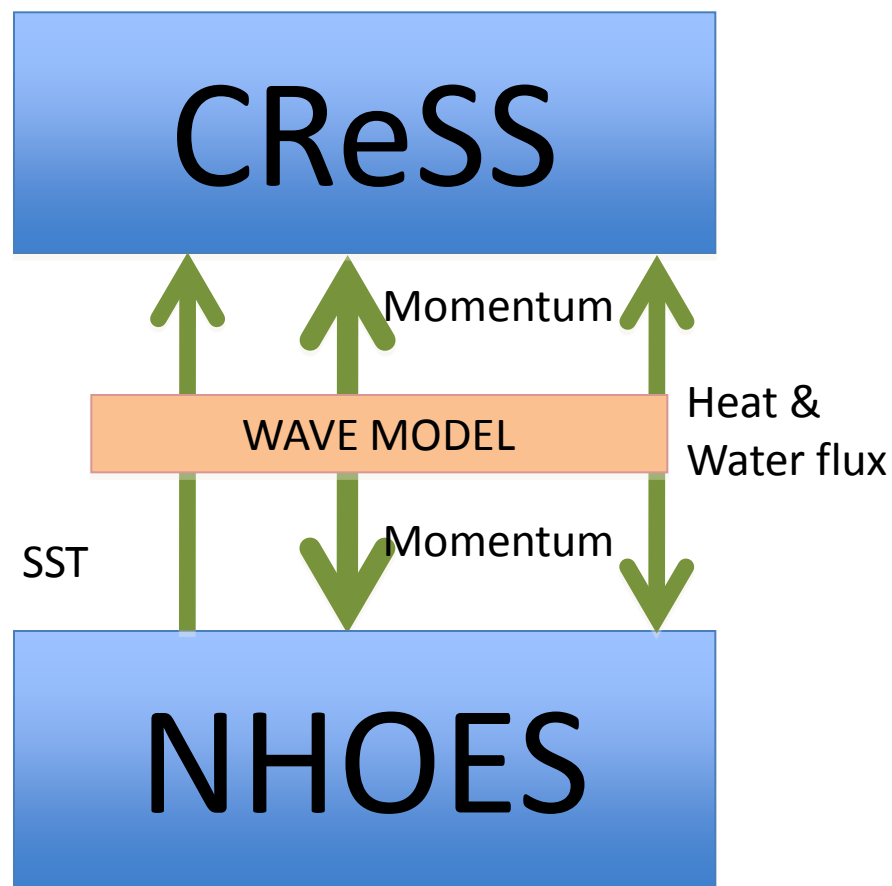
従来の大気海洋結合モデル



大気海洋間フラックスのバルク式:

主に風速に依存

本研究の大気海洋波浪結合モデル

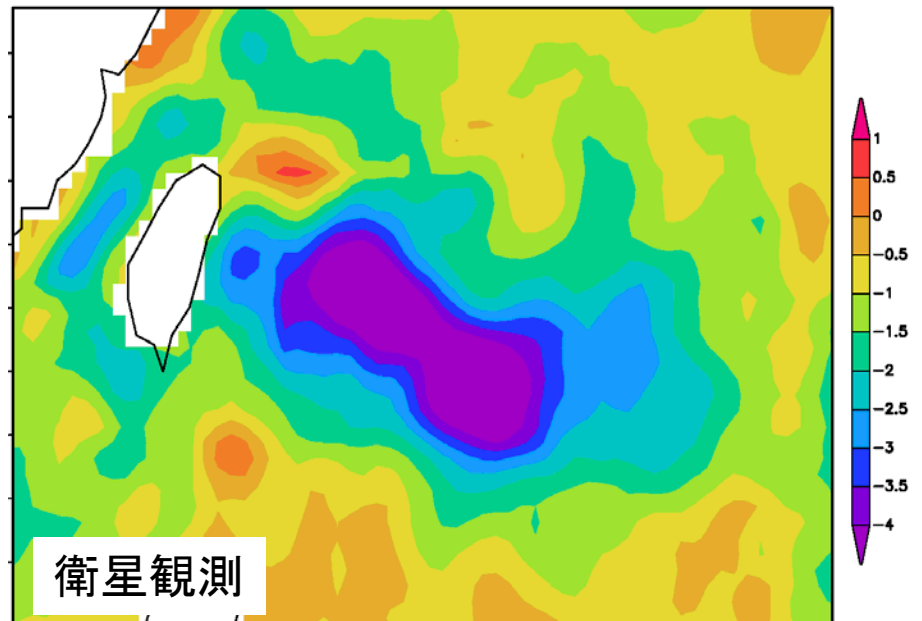
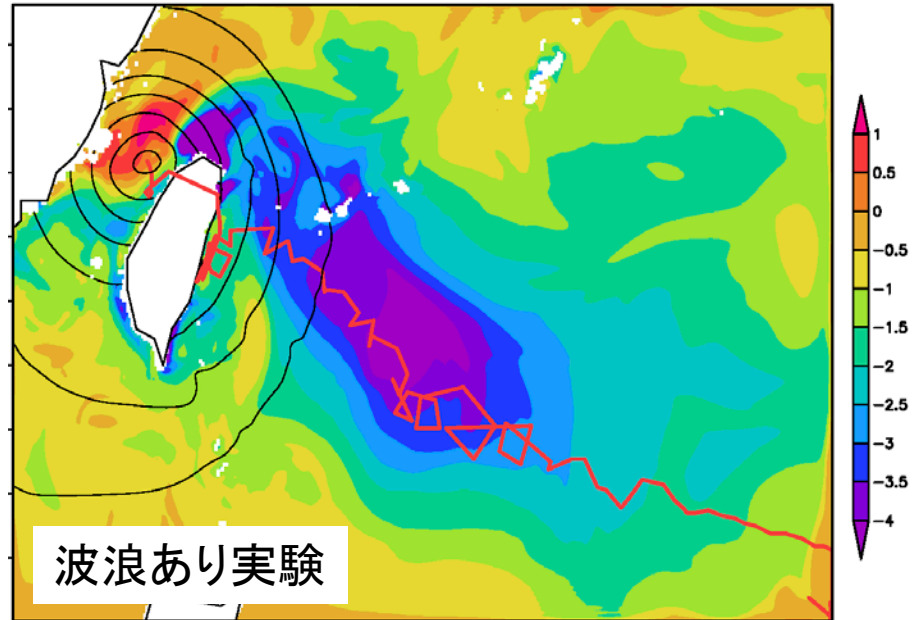
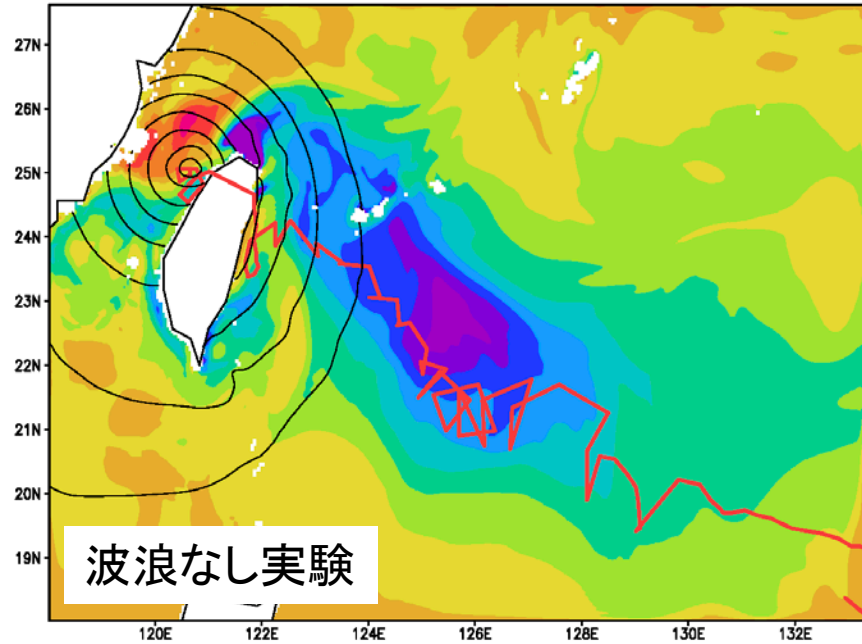


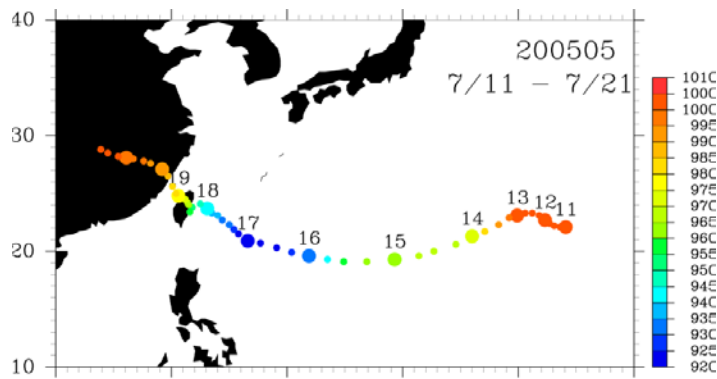
大気海洋間のフラックスのバルク式:

海面の粗度、波浪の振幅、
波齢(位相速度と風速の比)
などに依存

色: 5日間の海面水温の変化
等値線: 海面気圧

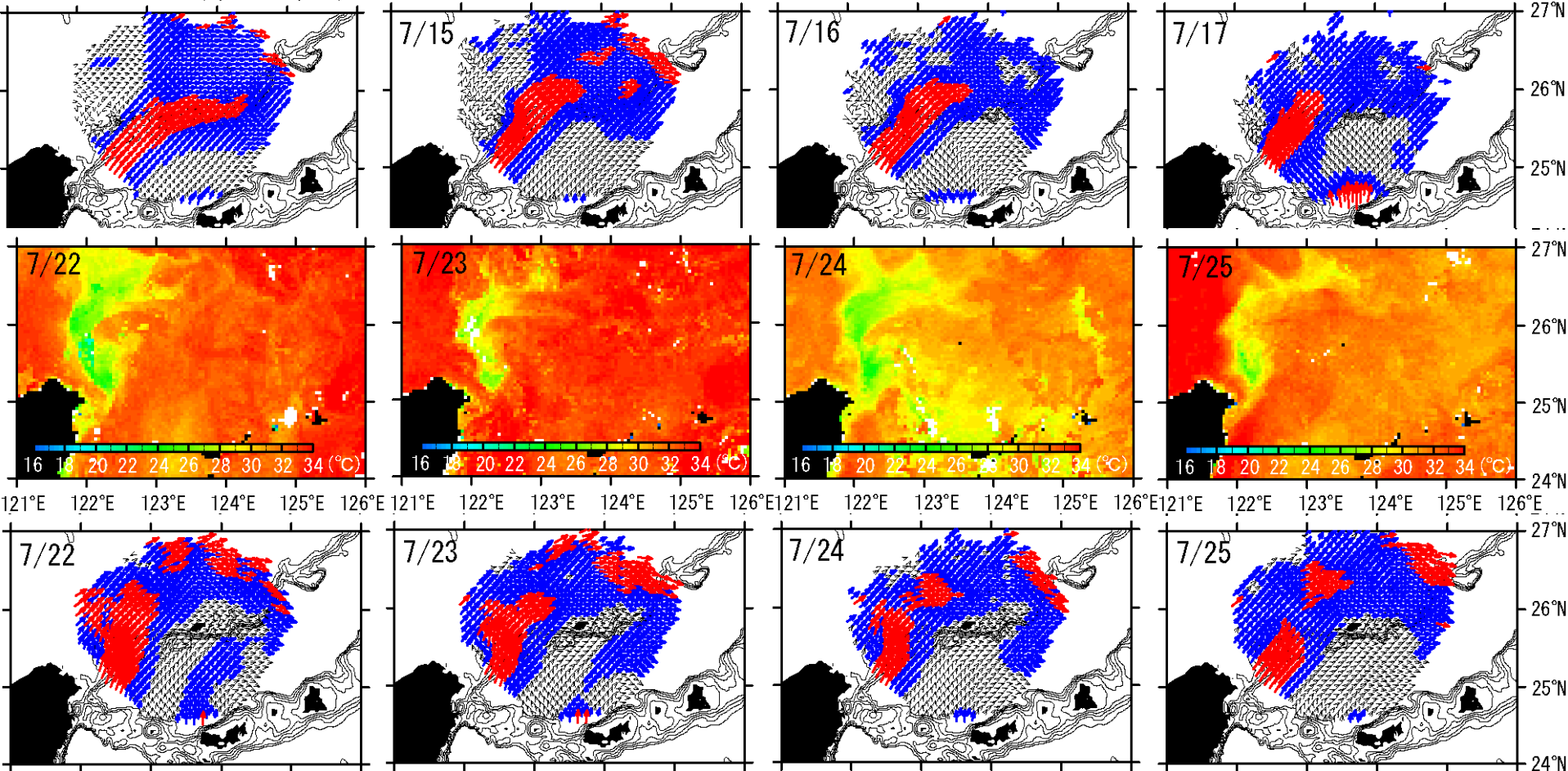
T0505 Haitang
(2005.07.14-)





台風Haitangの通過により北東方向に流れていた黒潮が北向きに方向を変えたことが海洋レーダにより観測された。
台風通過後、陸棚上の広い範囲でSSTの低下がみられた。

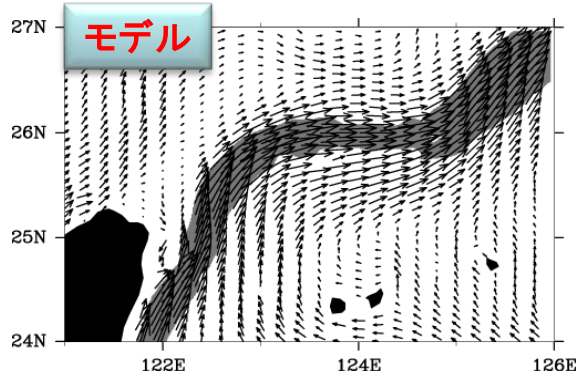
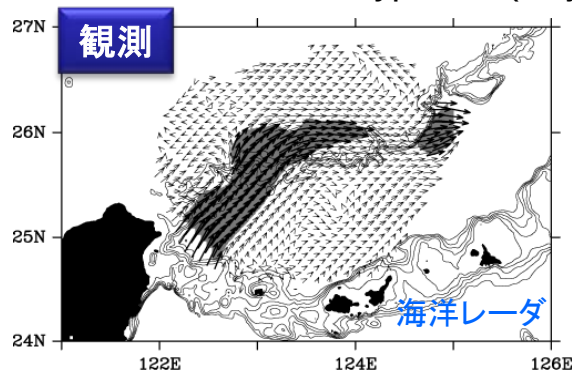
Mean current (7/8 - 7/17)



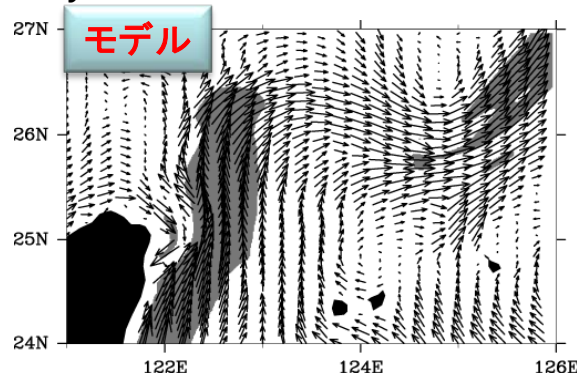
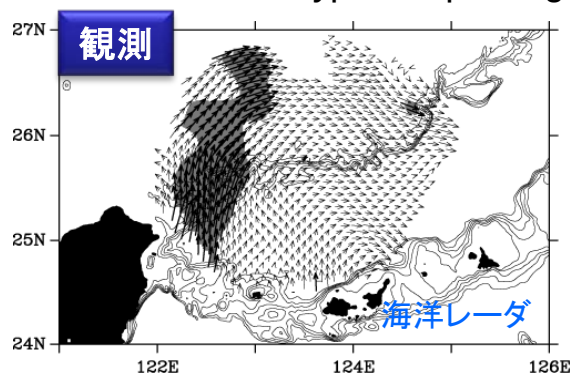
海洋レーダで観測された黒潮流軸の変化を 雲解像度大気・海洋・波浪結合モデルにより再現

台風Haitang通過前後の海面流速分布

Before typhoon (July 16, 01:00 UTC)

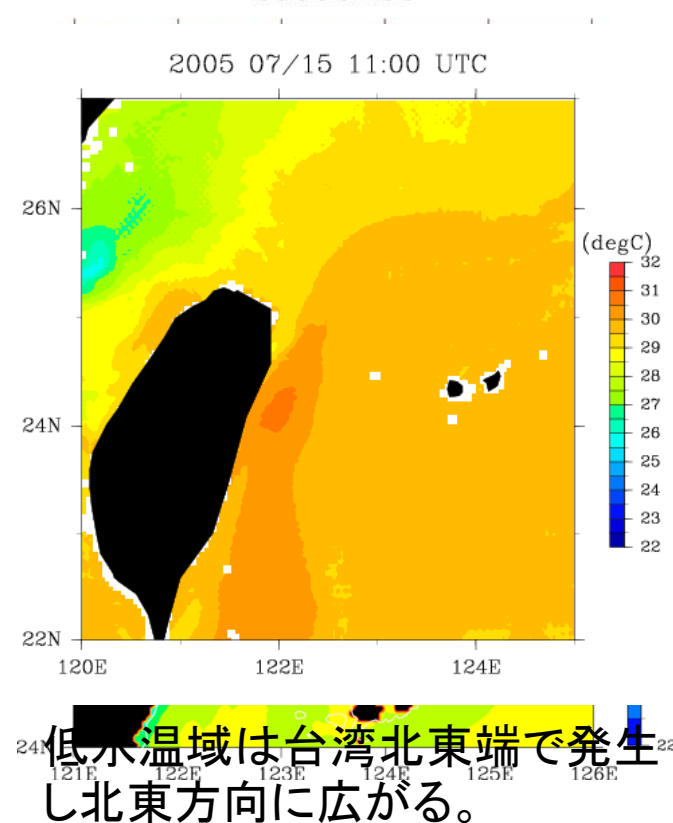


After typhoon passage (July 21, 01:00 UTC)



衛星SSTとモデルSSTの比較

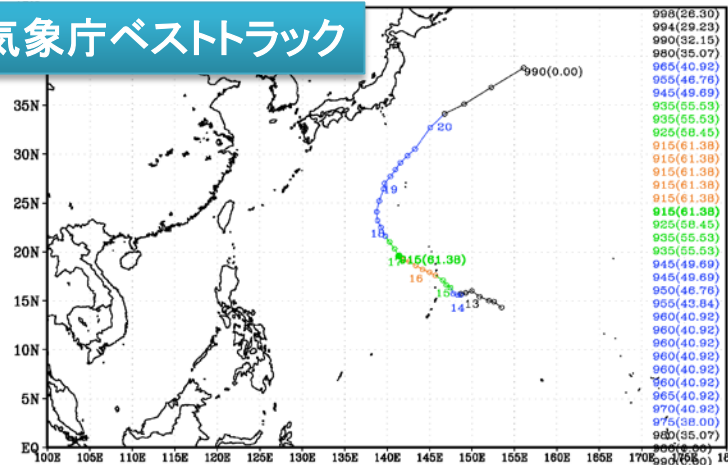
20050722



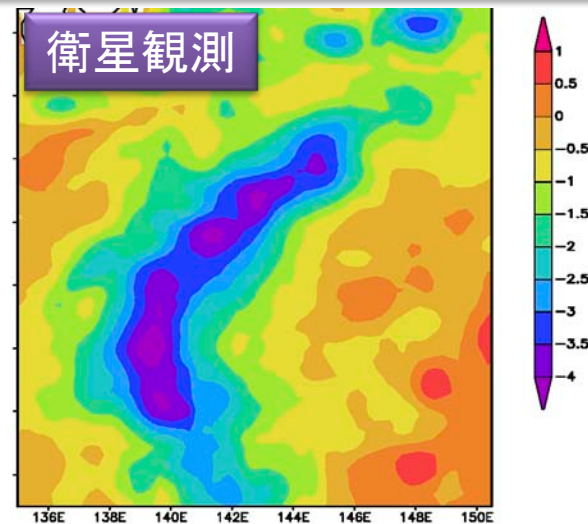
2009年台風14号(T0914) Choi-Wanのシミュレーション実験: 10日目の結果

JMA_RSMC T0914 [CHOI-WAN] 09/09/12,00Z-09/09/20,18Z

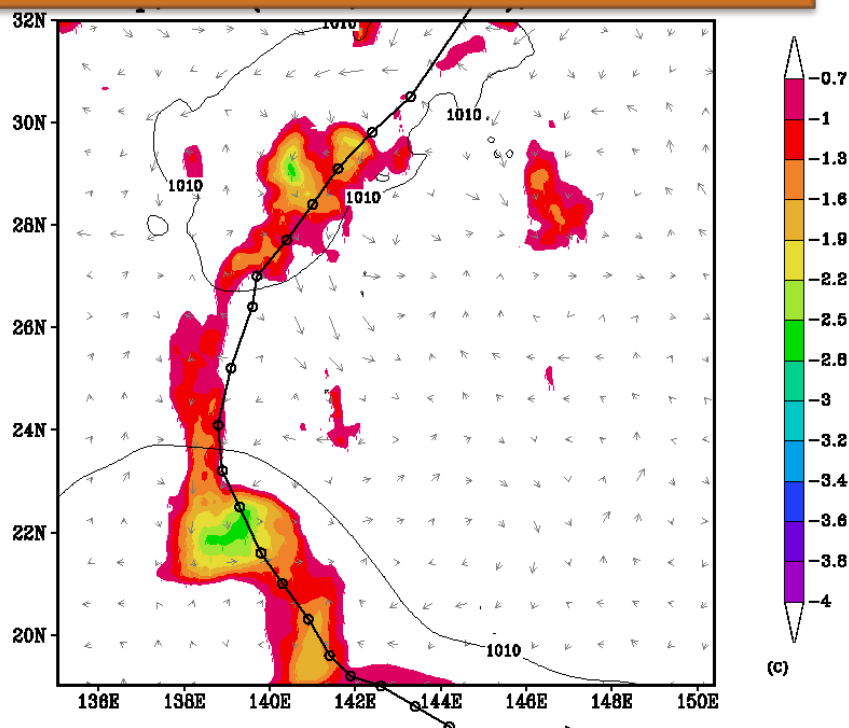
気象庁ベストトラック



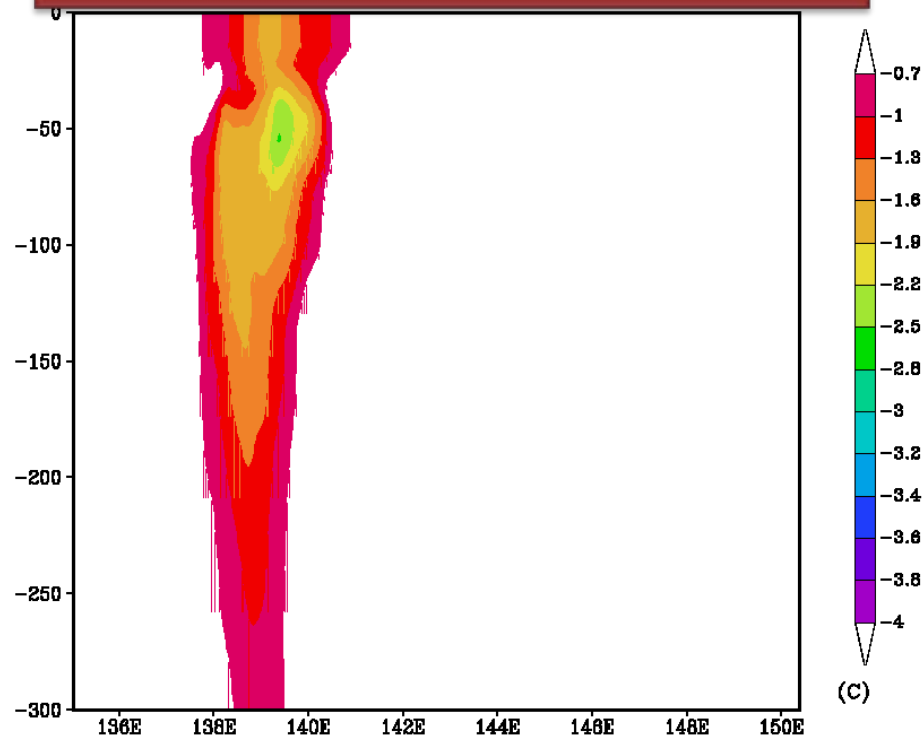
衛星観測



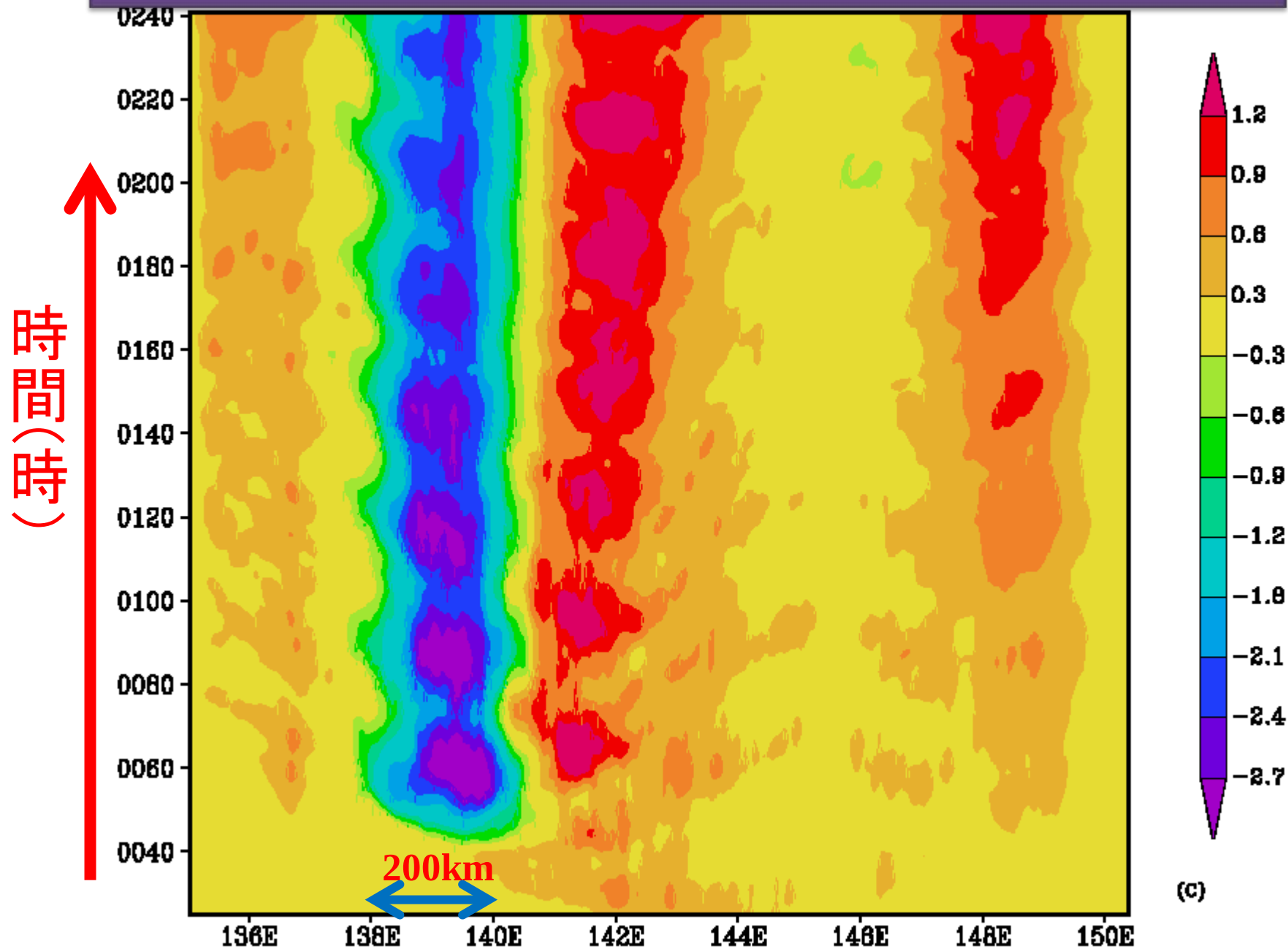
水深51mの初期値からの水温偏差(°C)



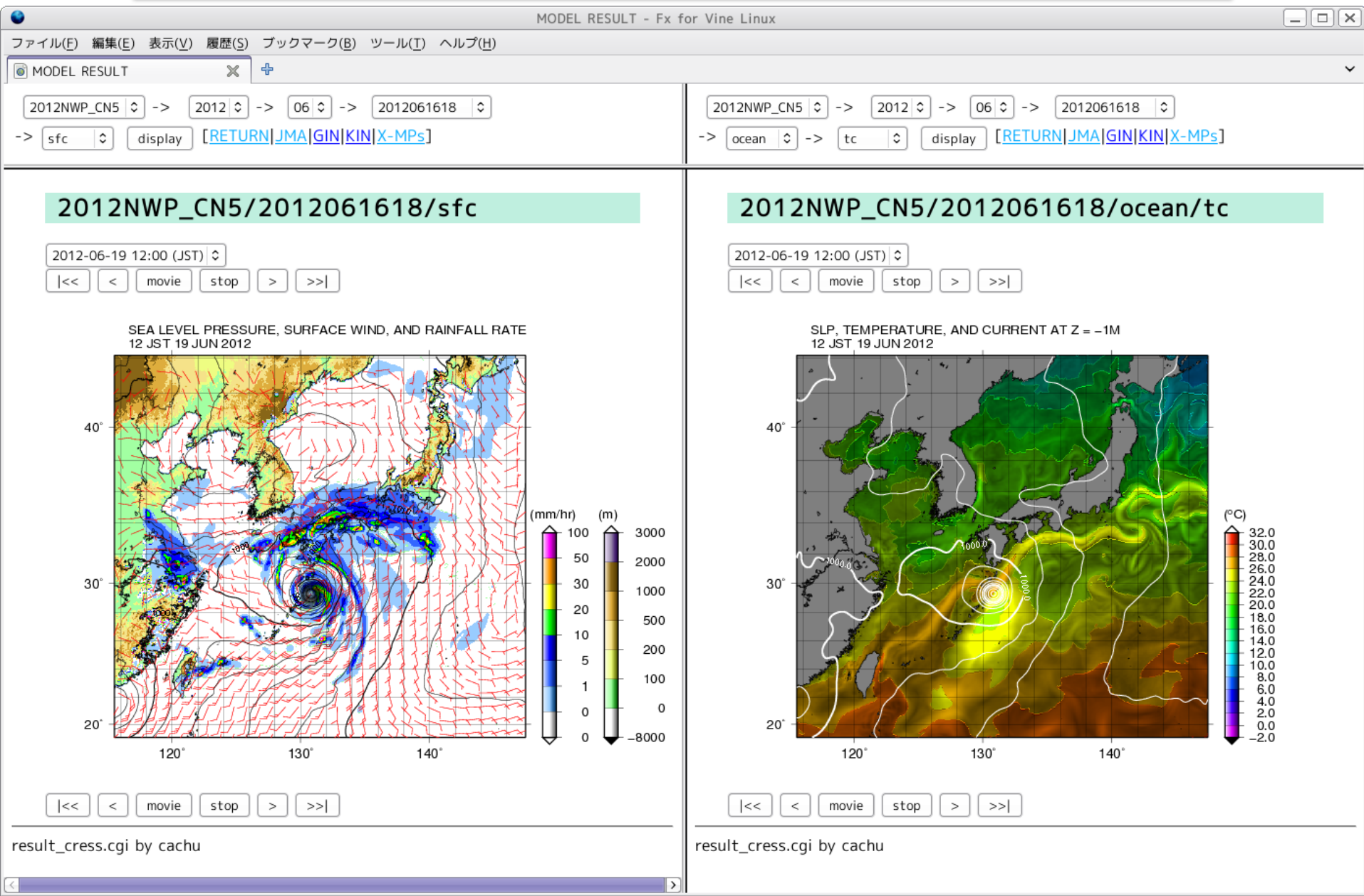
北緯22.5度の水温偏差(°C)の鉛直断面



北緯22.5度・水深51mの水温(°C)の時間・経度断面



雲解像モデルCReSSと海洋非静力学モデルの結合モデルによる 毎日の予報実験の計算(解像度約5km)



平成24年度のサブ課題(ii)(c)の目標

雲解像大気・海洋・波浪結合モデルの試験的結合を行い、それを用いて実験的シミュレーションを行い、その結果の検証のための観測装置とデータを整備する。さらに革新プログラムの台風データを解析する。

平成24年度の成果概要

- ◆ 雲解像モデルCReSSと非静力学海洋モデルNHOESを同じ解像度で結合し、**非静力学雲解像大気・海洋・波浪結合モデル**を開発した。
- ◆ それを用いて、北太平洋西部、南シナ海北部、東シナ海、日本海の領域で予報実験を実施。**(1日1回の実験を実施中)**
- ◆ 過去の台風事例のシミュレーション実験を実施し、台風の海洋へのインパクトを観測と比較し、モデルを検証した。
- ◆ 台風の海洋へのインパクトを調べるための流速計などの観測装置とデータを整備した。
- ◆ 革新プログラムAGCMの現在気候・将来気候の台風の雲解像シミュレーション(2km解像度)の結果について、台風の最大可能強度を検討。