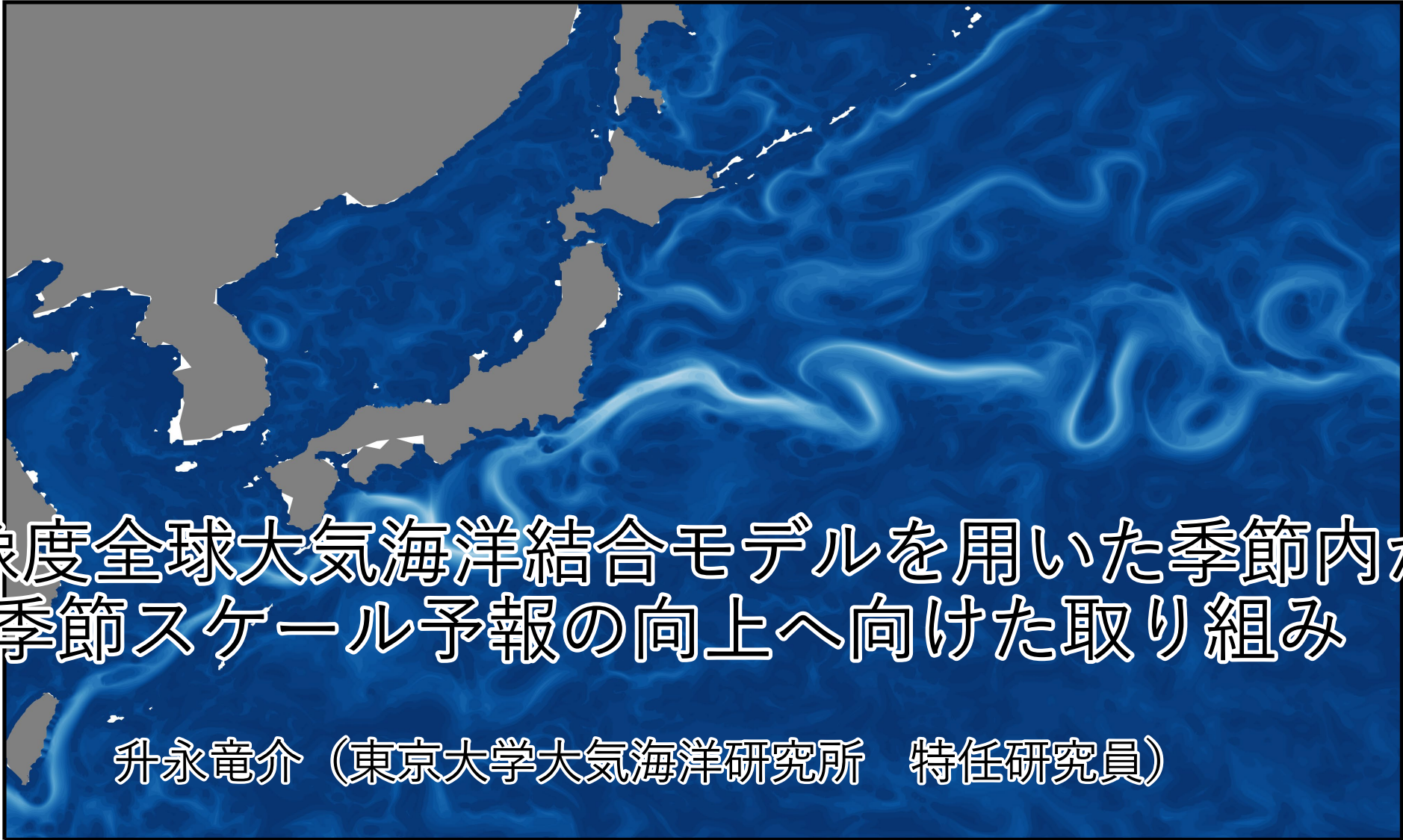




東京大学 大気海洋研究所

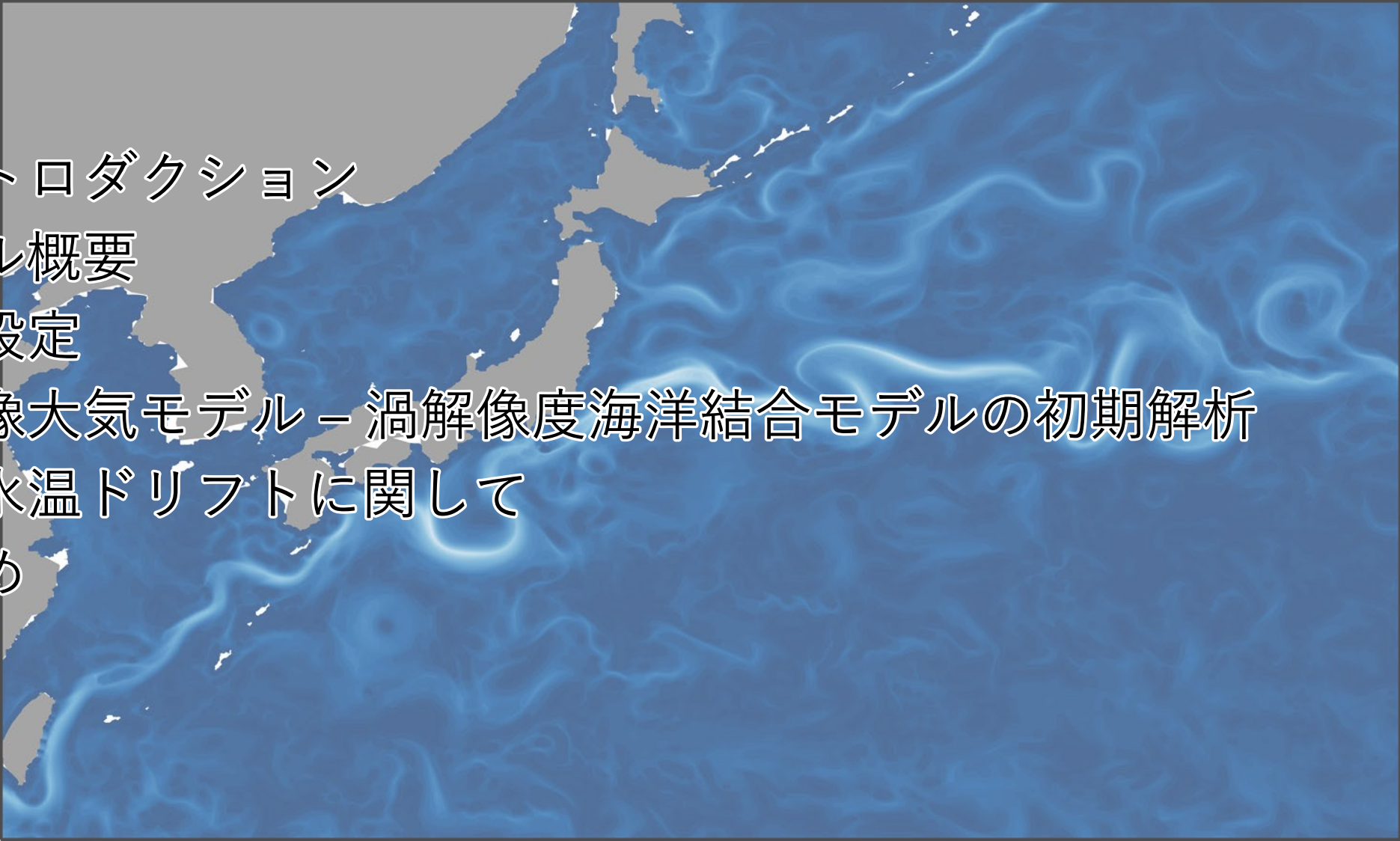
Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

本研究は、文部科学省「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」（JPMXP1020200305）の一環として実施したものです。また、本研究の一部は、（スーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け、実施しました（課題番号：hp200128, hp210166）



高解像度全球大気海洋結合モデルを用いた季節内から
季節スケール予報の向上へ向けた取り組み

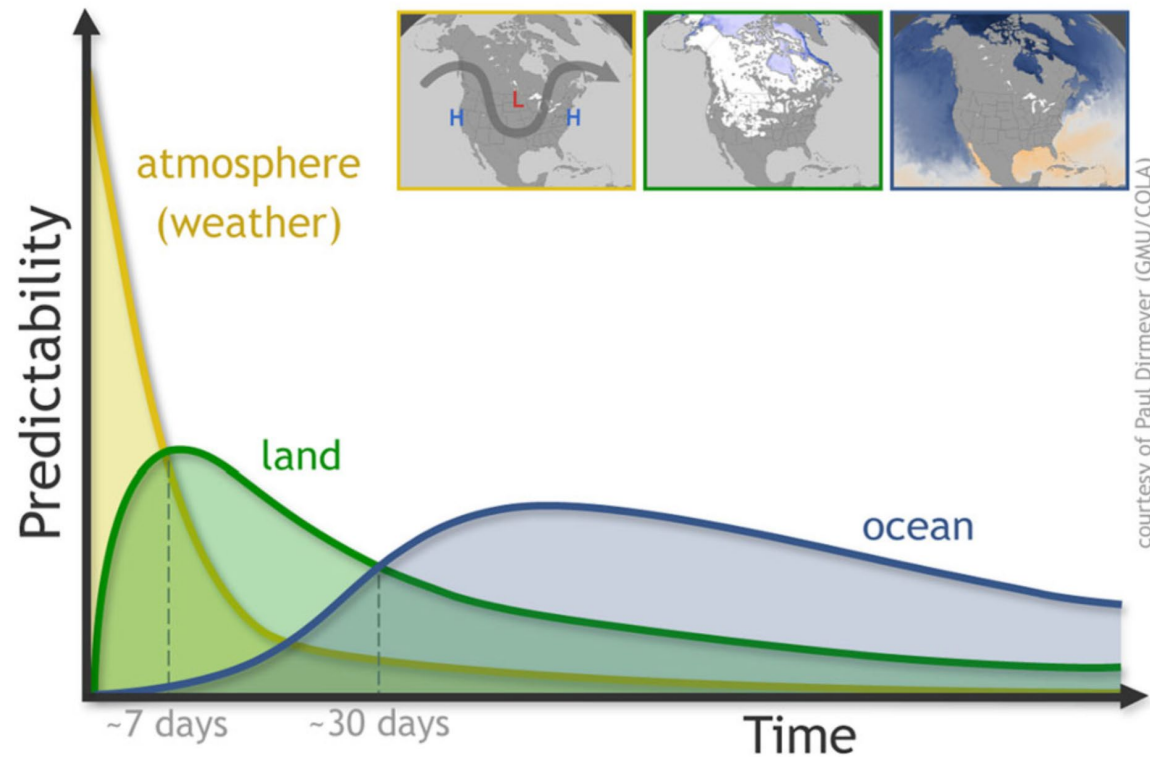
升永竜介（東京大学大気海洋研究所 特任研究員）

- 
1. イントロダクション
 2. モデル概要
 3. 実験設定
 4. 雲解像大気モデル－渦解像度海洋結合モデルの初期解析
 5. 海面水温ドリフトに関して
 6. まとめ

季節内から季節スケールの予測

- Sub-seasonal to seasonal prediction (S2S) | 2週間から2か月程度先の予測
 - 台風の発生・通過確率、熱波・寒波の発生確率、MJO予測等々
- 防災・減災の観点から非常に重要
- 予報期間が長くなるほど予測可能性に対する海洋の役割が重要になる

各コンポーネントが予測可能性へ果たす役割の大きさの概念図

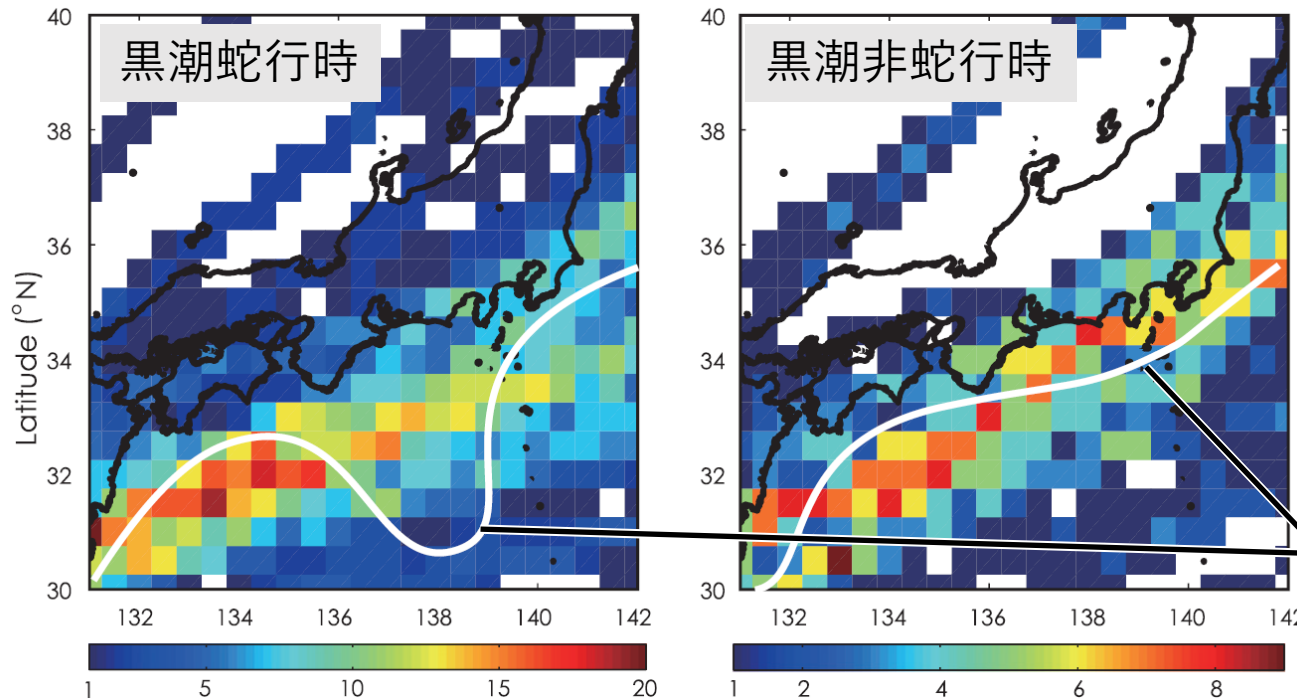


Mariotti et al. (2018)

数値モデル高解像度化の重要性

- 黒潮の流路や海洋渦に伴う海面水温の微細構造が温帯低気圧や降水に影響する
- 季節予報は**大気海洋結合モデル**に基づく
 - 気象庁は大気モデルは55km、海洋モデルは0.25度解像度
 - 各国の気象機関も概ね同様の解像度
- 一方、黒潮の流路を正確に表現するためには、海洋モデル0.1度の水平解像度が必要
- 海面水温の微細構造の影響を正しく表現するために、大気モデルも高解像度である必要がある

南岸低気圧の検出頻度分布（色）



本研究の目的

- ◆ 雲解像度大気-渦解像度海洋結合モデルの性能を調査
- ◆ 季節予報のさらなる高性能化に貢献

白線：典型的な黒潮流路

(Nakamura et al. 2012)

全球高解像度大気海洋結合モデル NICOCO

NICOCO

- NICAM – COCO結合モデル

NICAM

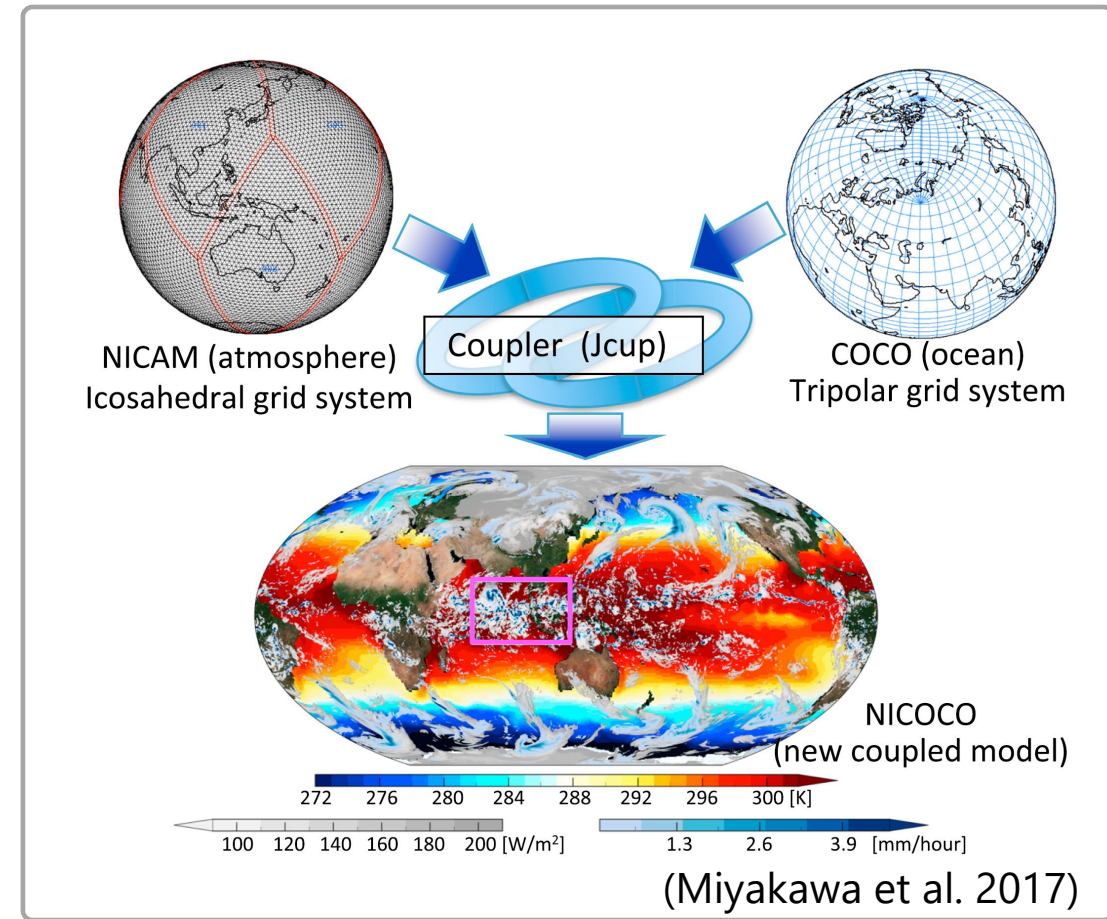
- 非静力学正20面体格子大気モデル
- 積雲対流パラメタリゼーションを用いない
- Tomita et al. (2001), Satoh et al. (2014)

COCO

- CCSR海洋コンポーネントモデル
- 3極格子
- Hasumi (2006)

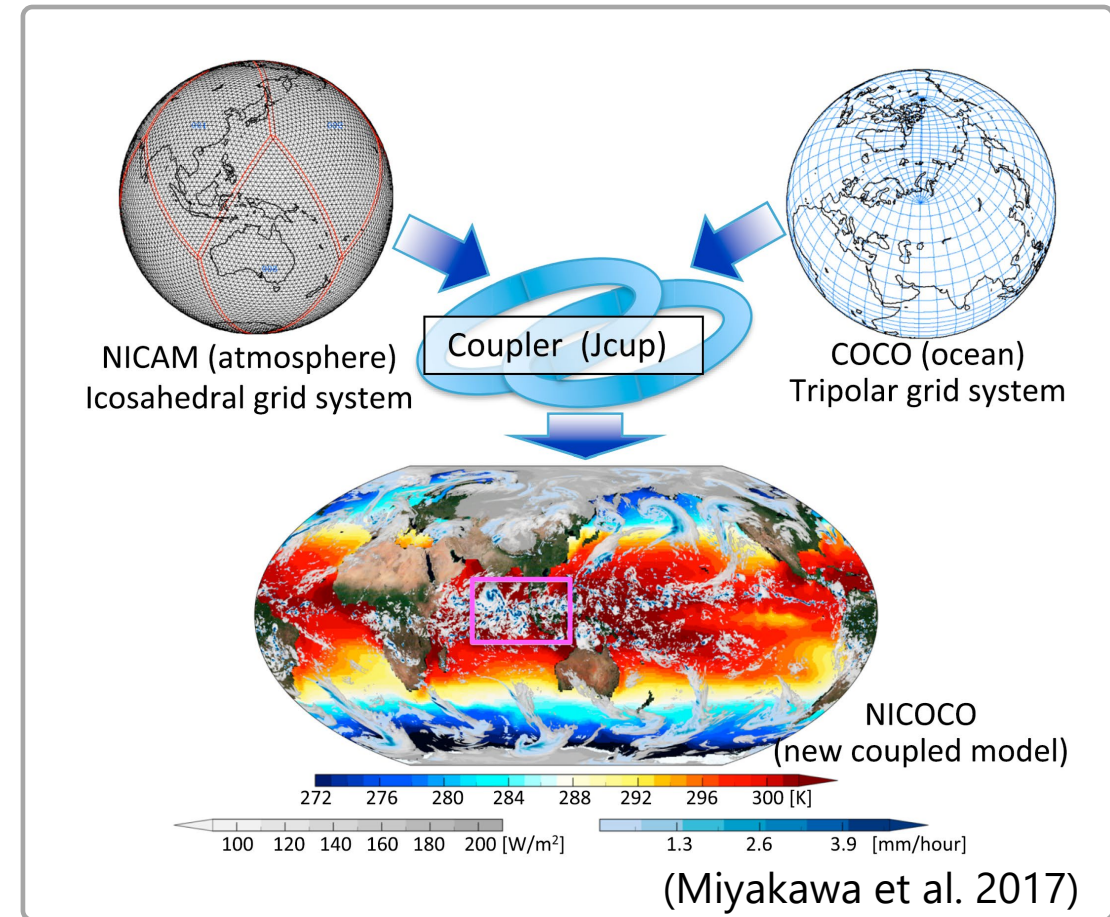
Jcup (coupler)

- Arakawa and Yoshimura (2009), Arakawa et al. (2020)



実験設定

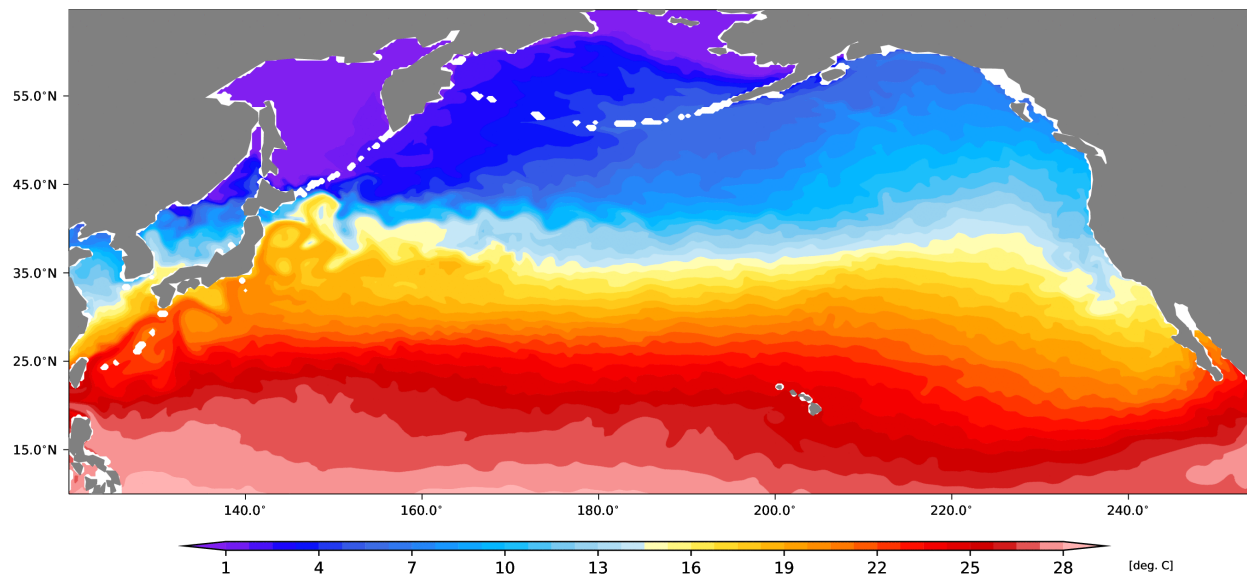
- 対象領域：全球
- 対象期間：2020年1月20 – 3月1日（40日間）
- 水平解像度
 - **NICAM 3.5km（雲解像） – COCO 0.1度（渦解像） 結合（8メンバー）**
 - NICAM 14km – COCO 0.1度結合（10メンバー）
 - NICAM 14km – COCO 0.25度結合（10メンバー）
- スーパーコンピューター「富岳」で実行
- 大気初期値：ERA5
- 海洋初期値：気候値から50年程度スピナップ済み



日平均海面水温（各 1 メンバーをピックアップ）

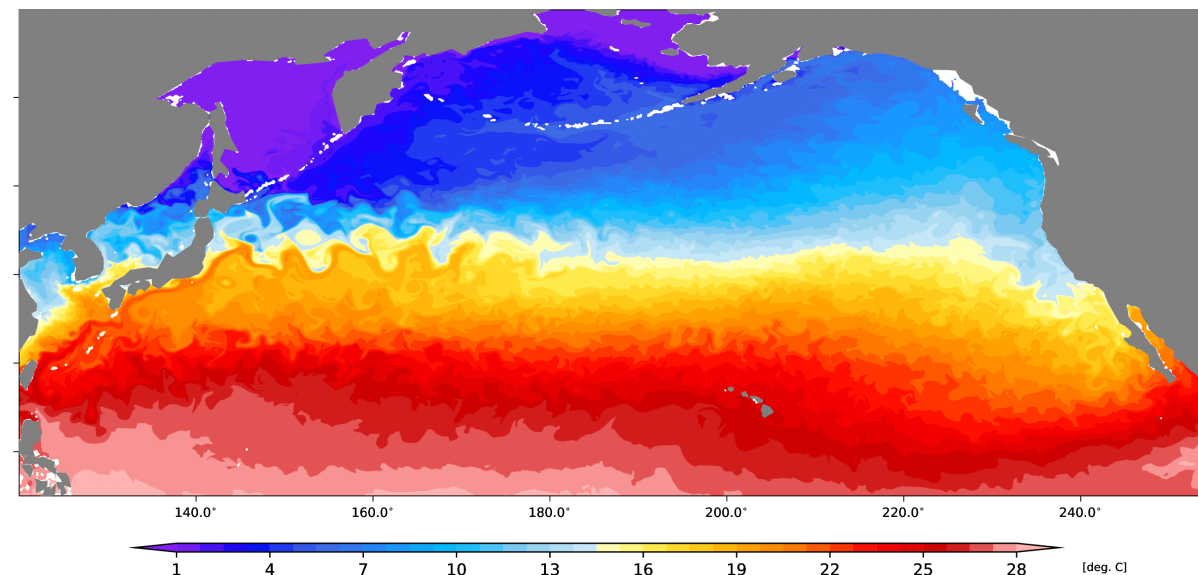
NICAM 14km, COCO **0.25°**

2020/01/20/12 (NICAM 14km, COCO 0.25 deg.)



NICAM 3.5km, COCO **0.1°**

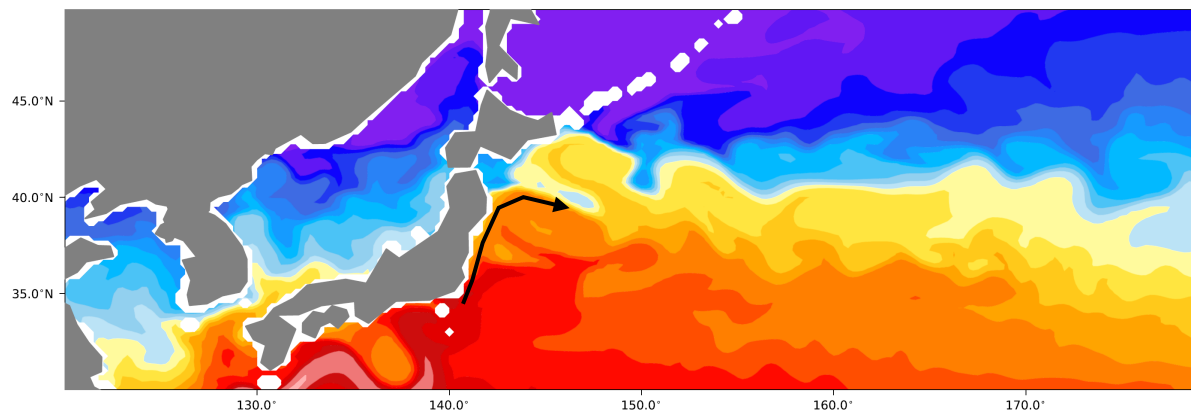
2020/01/20/12 (NICAM 3.5km, COCO 0.1 deg.)



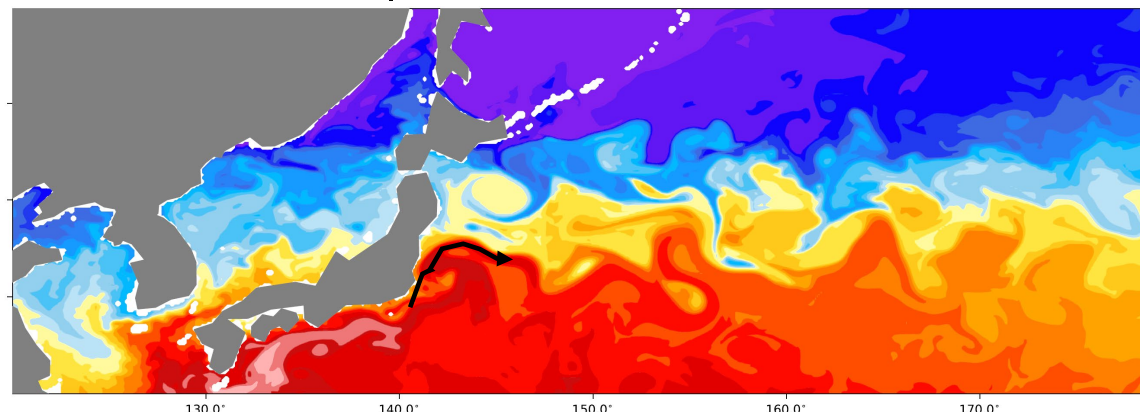
日本周辺における海面水温の分布

日平均 SST (2月29日；40日目)、1アンサンブル

NICOCO | NICAM 14km, COCO **0.25°**



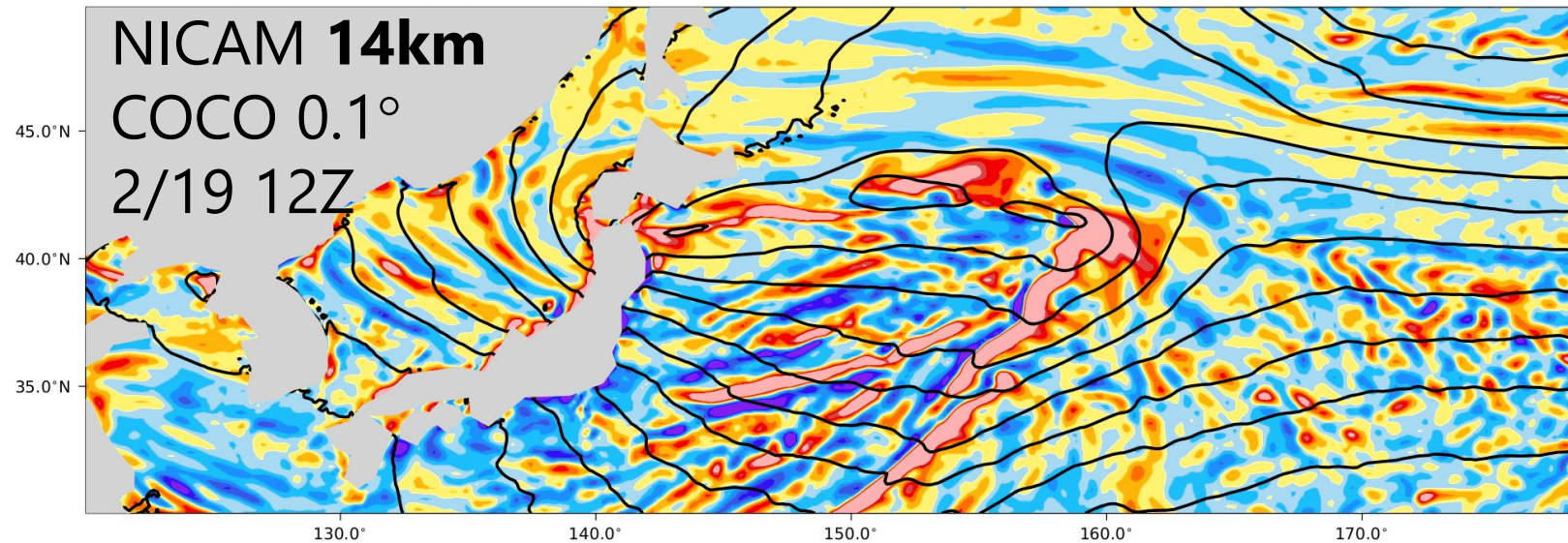
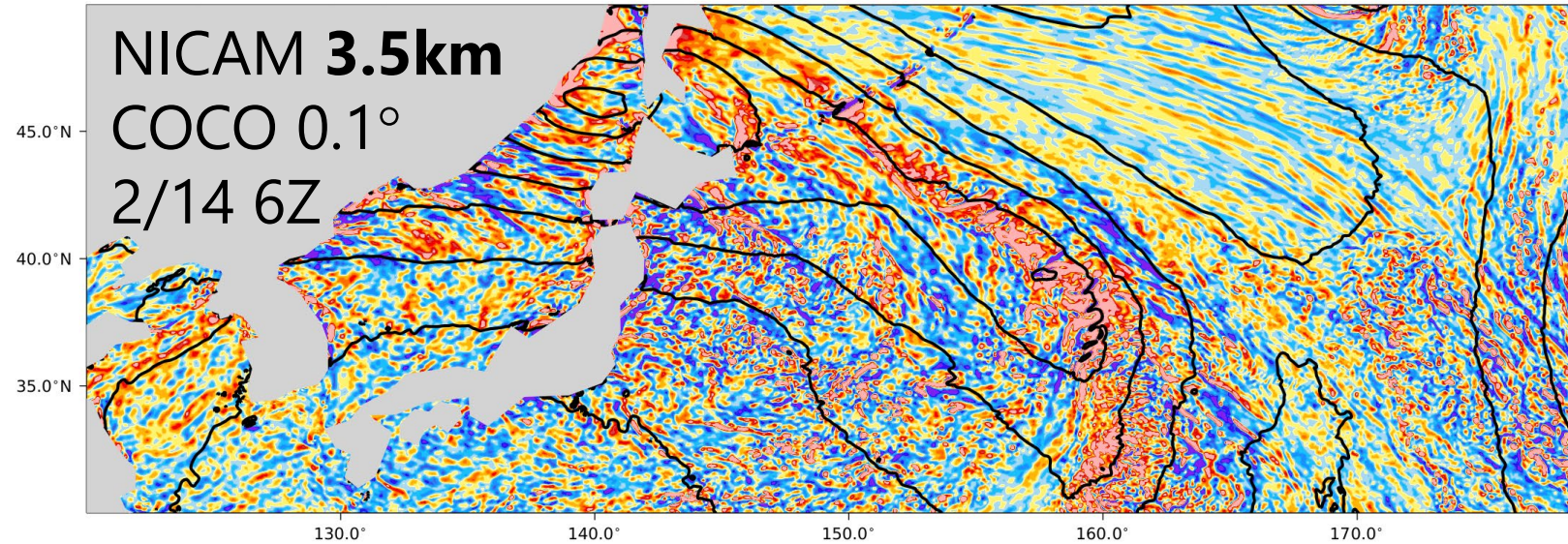
NICOCO | NICAM 3.5km, COCO **0.1°**



- 高解像度海洋モデルの方が、海洋渦の微細構造が詳細に表現されている
- 黒潮続流の緯度が改善
- 他の西岸境界流も同様

NICOCOによる上昇流の分布

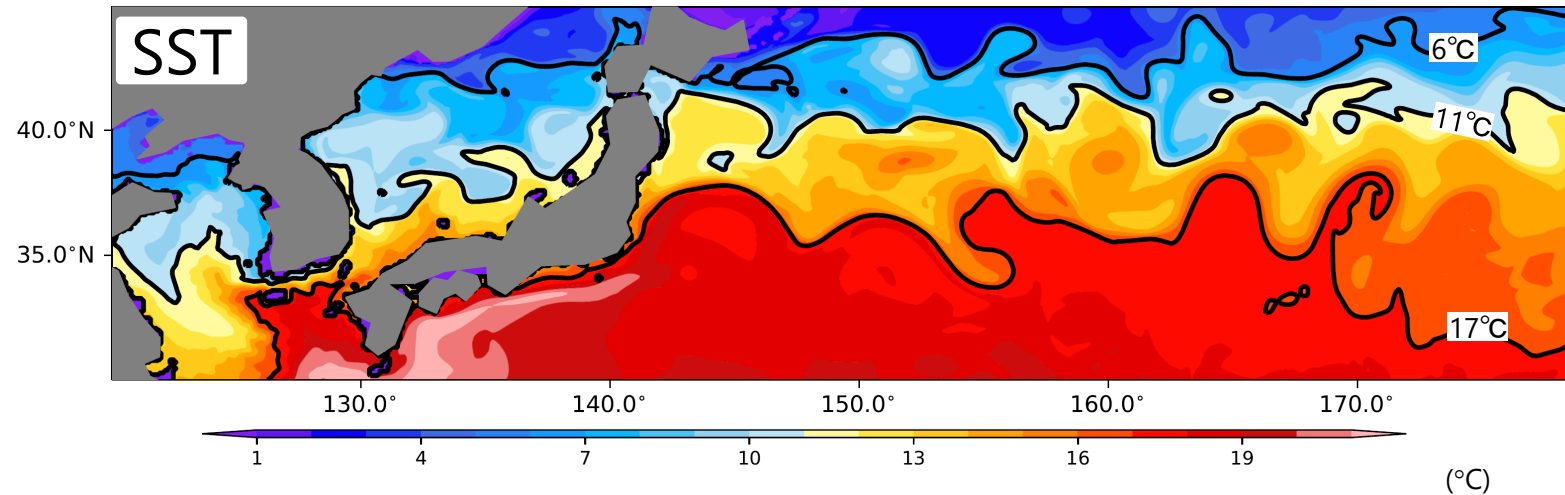
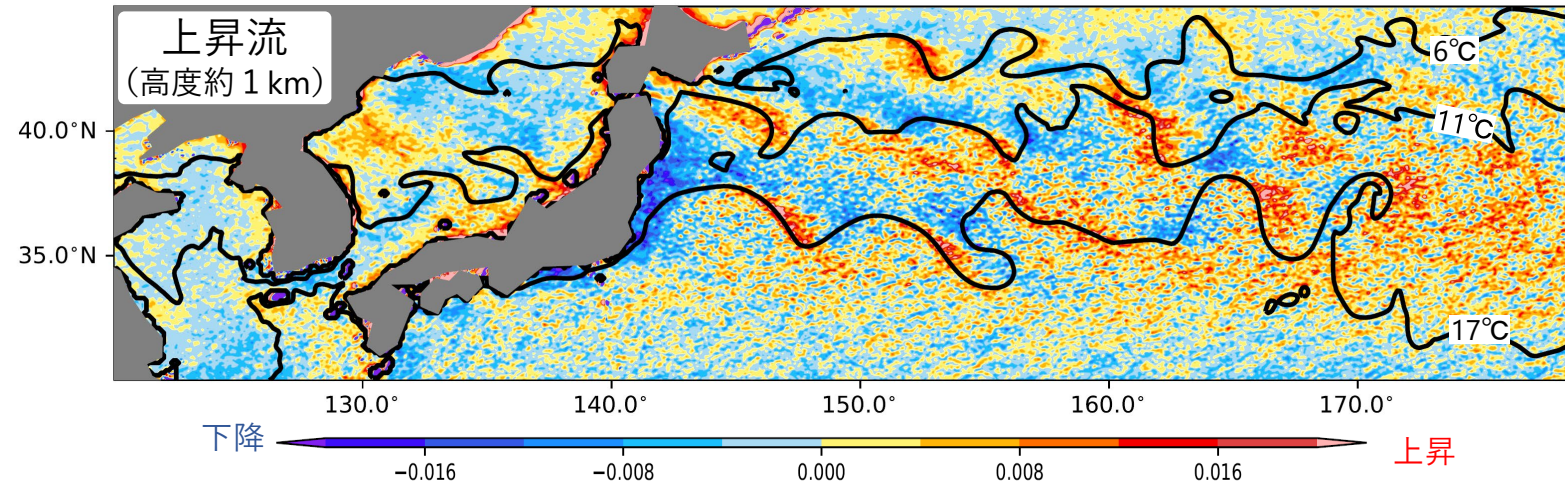
大気擾乱通過時の上昇流（高度約1km）の分布



[m/s] 等値線：海面気圧（4hPa間隔）

水温構造を反映した大気場の構造

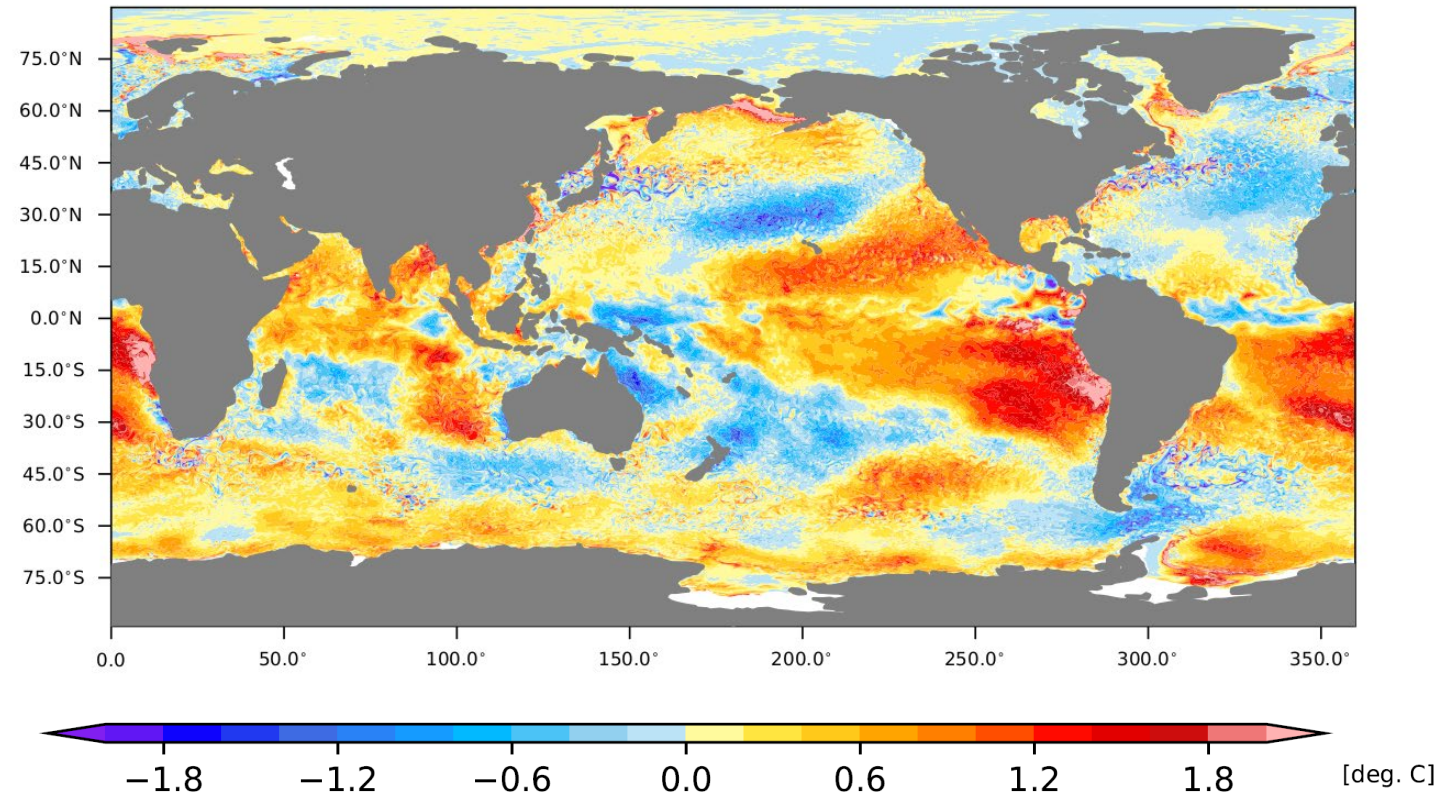
NICOCO 2月平均場 (8 アンサンブル平均) | NICAM 3.5km, COCO 0.1度



- アンサンブル平均をとることで、水温の構造が大気場へ与える影響を抽出可能
- 水温構造を反映した上昇流の分布が形成される
- 日本列島付近の極端現象の発生に影響する可能性
 - 爆弾低気圧 (Hirata et al. 2016)
 - 豪雨 (Manda et al. 2014; Sekizawa et al. 2019)
- 日本海から日本列島上の降水へも影響 (Iizuka and Nakamura 2019)

海面水温ドリフト

2020年2月29日 海面水温ドリフト (NICOCO ensemble – COCO SST)



- 雲量過小に伴う下向き短波放射過剰に伴う正のドリフト
- 台風やMJOのふるまいは海面水温の影響を受けるため、高い予測性能を目指してNICAMの物理プロセスを改良中
- 一方、数値モデルの改良には多大な時間・労力と十分な計算機資源が必要→将来を見据えた長期目標
- 今年度は、潤沢な計算機資源を利用してフラックス調節について検討・実装

季節スケールの水温ドリフトに対するフラックス調節

フラックス調節実験

- NICOCO (NICAM 14km, COCO 0.25)
- 2010年1月5日 – 2月13日 (40日間)
- フラックス調節有り・無しを各々10メンバー
- ΔF を加えることで、海面水温の季節進行が現実的になるように補正

$$\frac{\partial T_{\text{sfc. air}}}{\partial t} = (\text{Atmos. Dynamics}) - (\text{Flux})$$

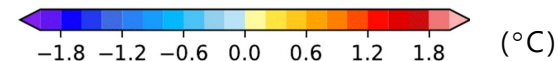
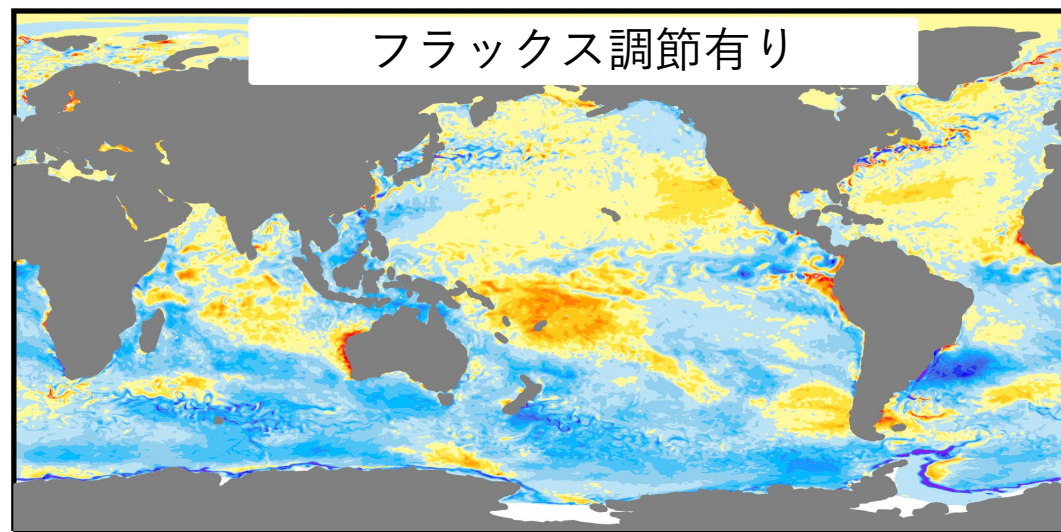
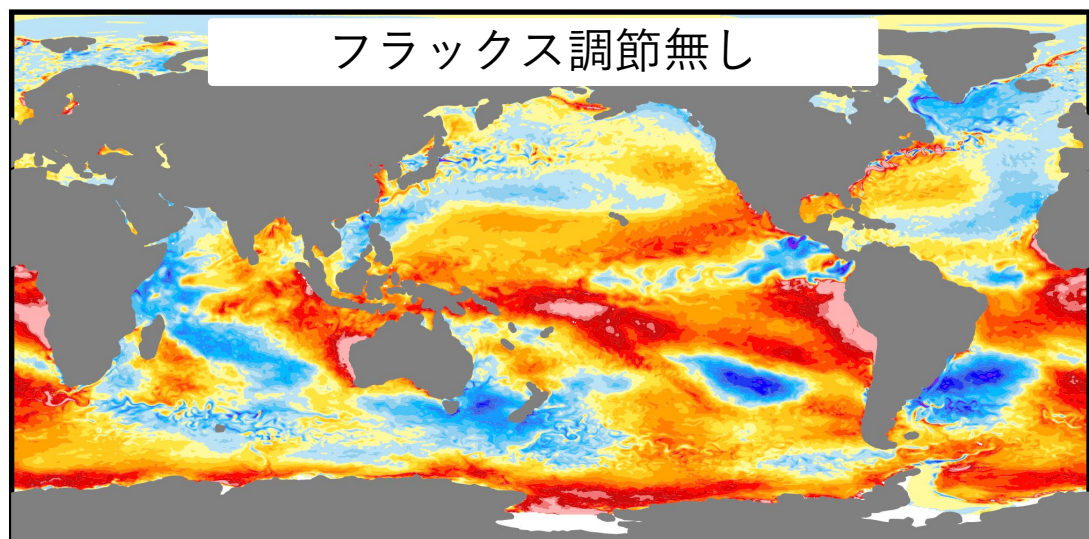
$$\frac{\partial \text{SST}}{\partial t} = (\text{Ocean Dynamics}) + (\text{Flux}) + \Delta F$$

$\Delta F(x, y)$: フラックス調節量

(e.g., Sausen et al. 1988; Egger 1997; Murphy 1995; Manabe et al. 1991; Voss et al. 1998; Cubasch et al. 1992; von Storch 2000)

2010_02_13_12

海面水温ドリフト (NICOCO SST - uncoupled COCO SST)



まとめ

- **雲解像度大気 - 渦解像度海洋結合モデル**実験を実施
- 「富岳」の利用により、40日積分のアンサンブル作成を達成
- 海洋モデルの高解像度化により、**海面水温の微細構造の表現が飛躍的に向上**
- 海面水温の微細構造に応答し、**大気も明瞭な微細構造**を示す
- 予測精度向上のために、海面水温ドリフトの軽減方法について検討中

来年度の計画

- 台風経路・強度の予測性能を、高水平解像度NICOCOのアンサンブルを作成し調査
- **大気海洋結合と数値モデルの高水平解像度化**の効果を明らかにすることで、季節予報のさらなる高性能化に資することが見込まれる

最後に

- NICAM・NICOCOの長期積分へ向けた性能調査が「富岳」を用いて実施された
- 来年度には10年以上の**長期積分が「富岳」で実施**される予定