



令和7年度長期再解析推進懇談会（令和8年2月13日）

海面境界条件の改善に向けた検討状況

地球システムモデル技術開発室

高坂 裕貴

目次

- 海面境界条件の改善に向けたCOBE-SST3Hの利用可能性の調査
- JRA-3Qにおける北極域の地上気温トレンド

海面境界条件の改善に向けたCOBE-SST3Hの 利用可能性の調査

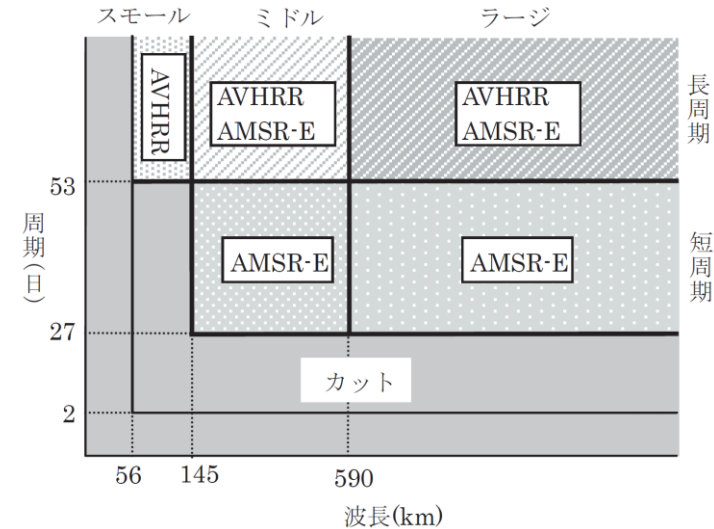


海面境界条件の改善

- JRA-3Qで利用しているMGDSSTには、熱帯低気圧通過時の海面水温低下の過小評価といった、**短周期成分に課題**
- JRA-3Qの全球海面エネルギーバランス (-6.5 W m^{-2}) は、JRA-55 (-15.9 W m^{-2}) から大幅に改善しているが、観測・CMIP5に基づく見積り ($+0.8 \text{ W m}^{-2}$) に対して依然として大きなバイアスがあり、**大気・海洋間のバランスを更に向上させる必要がある。**

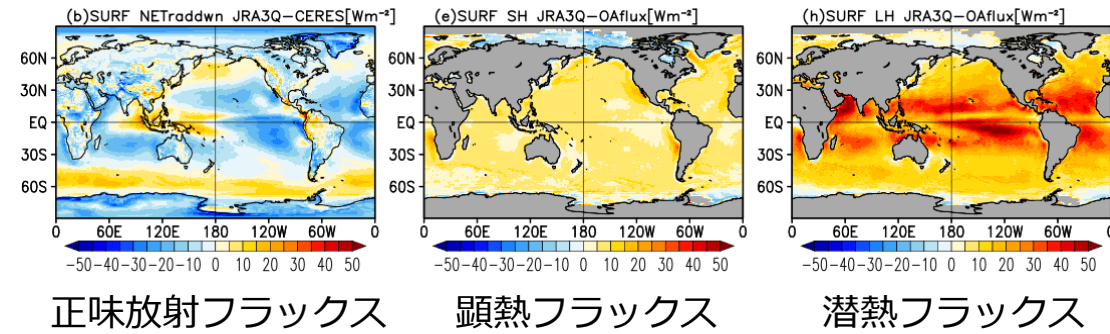
これらの課題の改善に向けた選択肢の検討

- より高精度なSSTデータセットの利用
- 海面境界条件として海洋データ同化を利用
- 気象研究所と連携した大気海洋結合同化の研究開発



MGDSSTのスケール分割
(栗原ほか, 2006, 測候時報)

※カットオフ波長は55, 143, 580kmで現業化
※2023年3月以降、短短周期(10~27日)の中・長波長成分を追加(マイクロ波)



正味放射フラックス

顕熱フラックス

潜熱フラックス

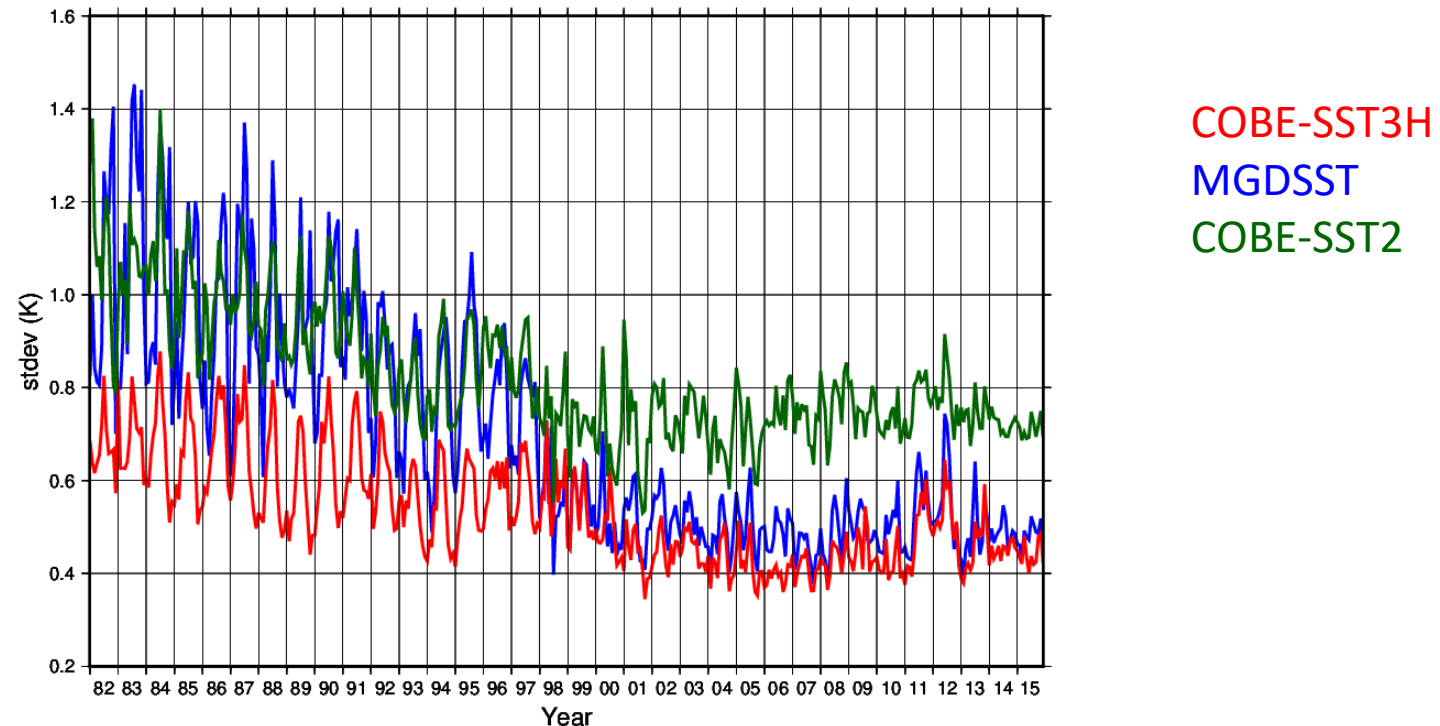
[Kosaka et al. \(2024\)](#)

COBE-SST3Hの概要

- COBE-SST2 (Hirahara et al. 2014)の後継であるCOBE-SST3 (Ishii et. al., 2025)の姉妹プロダクト
- COBE-SST3は現場観測のみを使って解析するのに対し、COBE-SST3H (Ishii et. al., 2025)は現場観測と衛星SST観測を使って解析
- 1982年以降の期間におけるSSTの日変化を 0.25° 解像度で解析

COBE-SST3Hの品質調査

- 期間を通じてブイ観測との差の標準偏差が最も小さく、MGDSSTと比べて標準偏差の経年変化も緩やか



ブイ観測との差の月統計標準偏差の時系列

COBE-SST3Hインパクト実験

- 実験期間
 - 2014年6月10日～8月11日
- JRA-3Qデータ同化システムを利用
 - CNTL : 海面境界条件としてMGDSSTを利用 (デフォルト)
 - TEST : 海面境界条件としてCOBE-SST3Hを利用

月平均値の差 (TEST-CNTL)

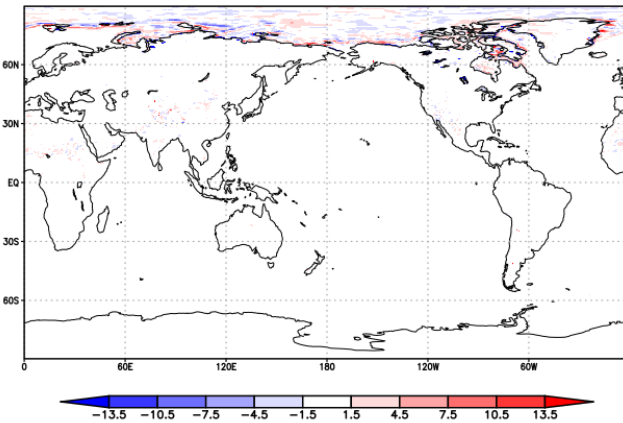
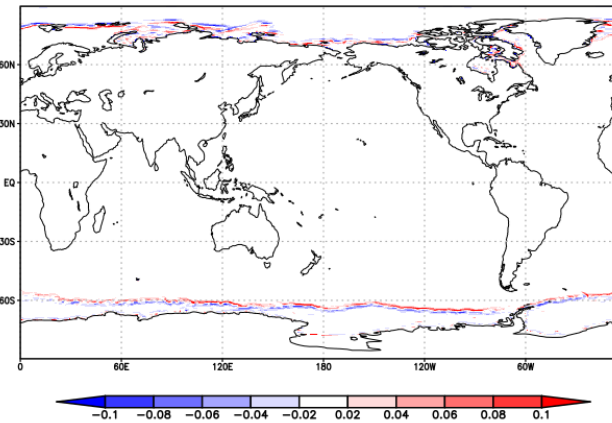
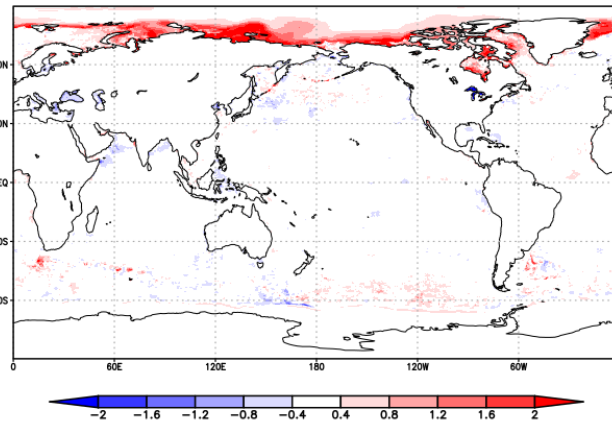
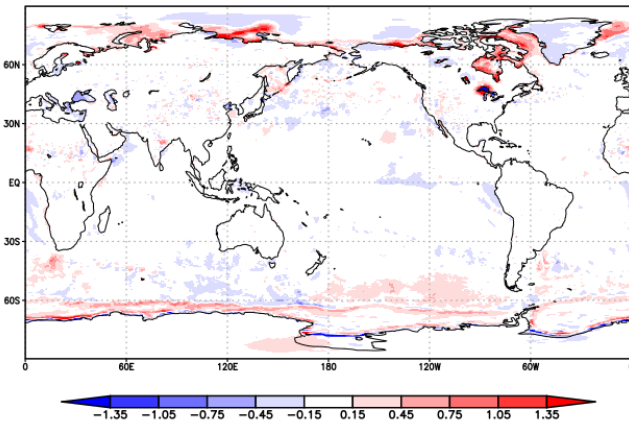
- 海面水温は北極海で高温化、五大湖で低温化
- 2m気温、地表面上向き長波放射、潜熱・顕熱フラックスにも差が見られる

2m気温(K)

海面水温(K)

海水密度度(%)

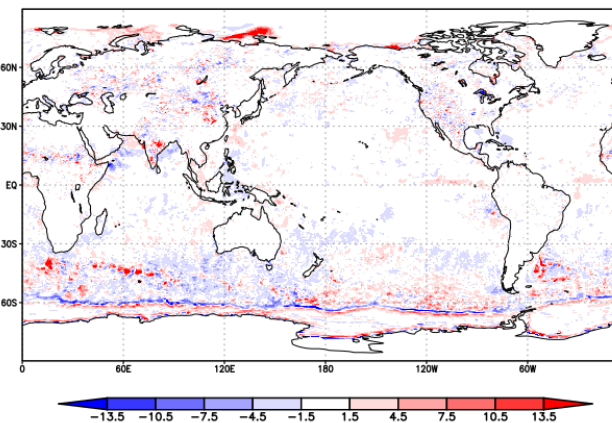
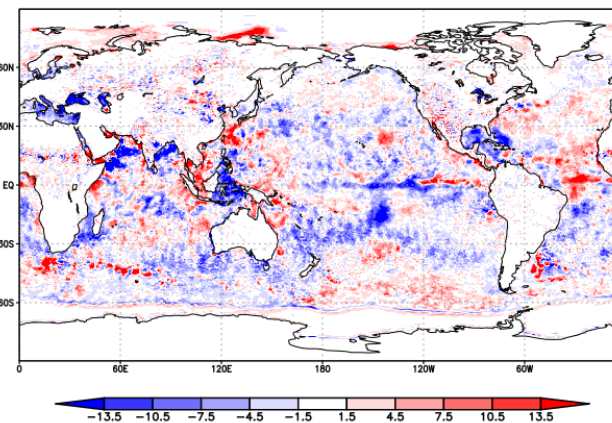
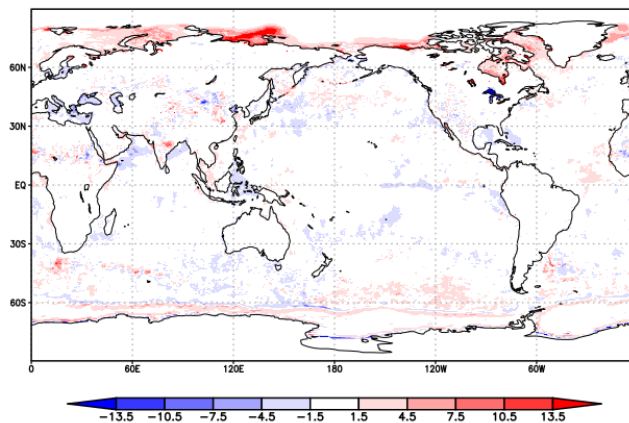
地表面上向き短波放射(W/m²)



地表面上向き長波放射(W/m²)

潜熱フラックス(W/m²)

顕熱フラックス(W/m²)



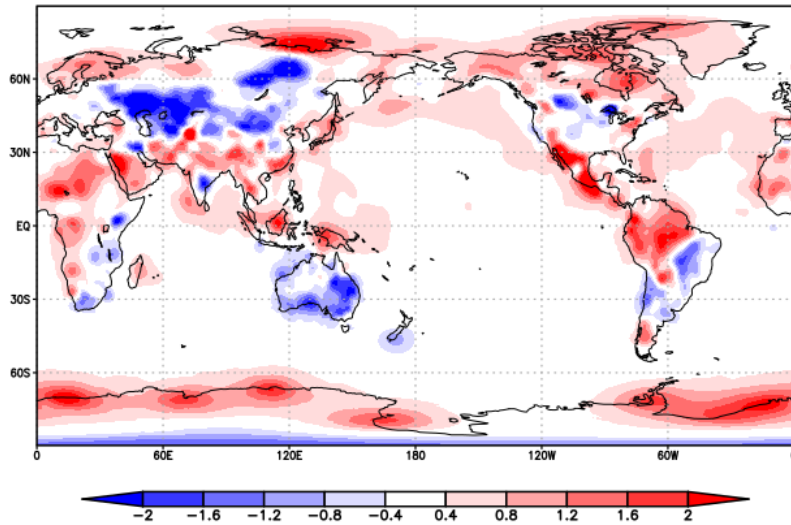
2014年7月

2m気温の月平均インクリメント

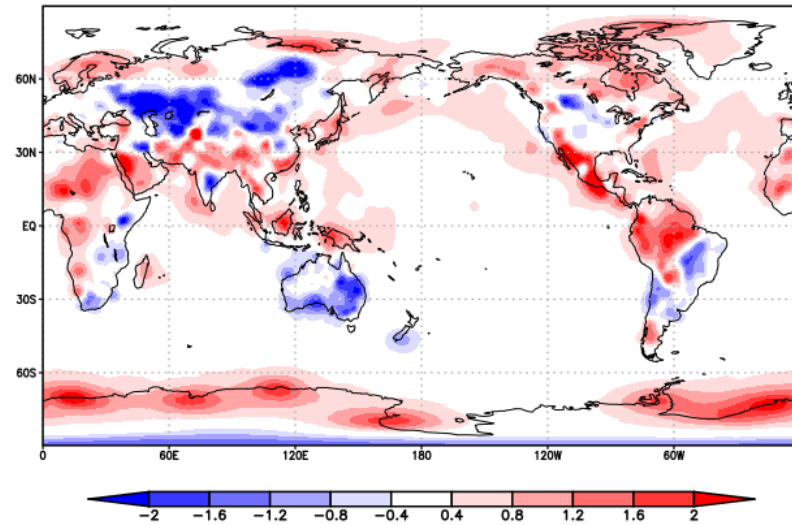
- 北極海及び五大湖でインクリメントが減少

2014年7月

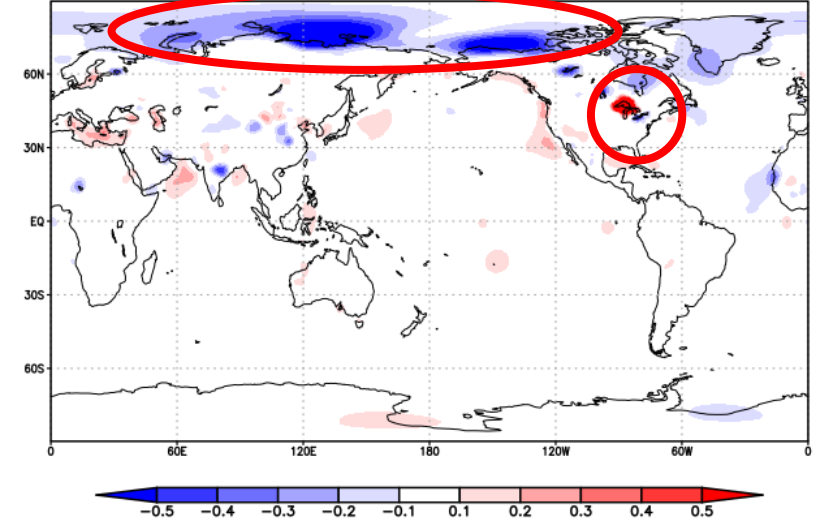
CNTL



TEST



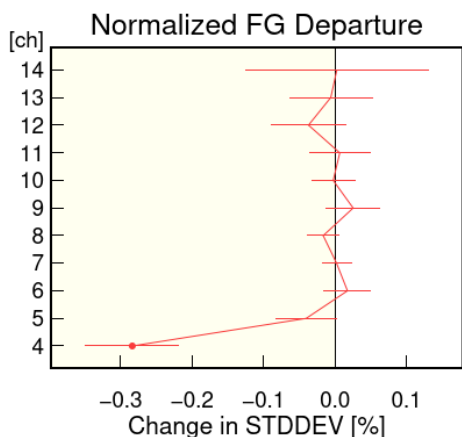
TEST-CNTL



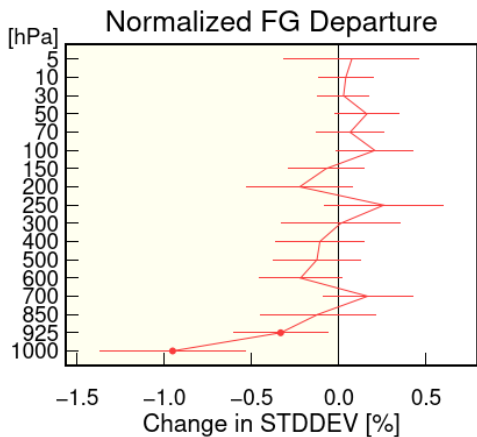
観測値と第一推定値との差の標準偏差の変化率

- 地上付近の気温に感度のある観測について、観測値と第一推定値との整合性が向上

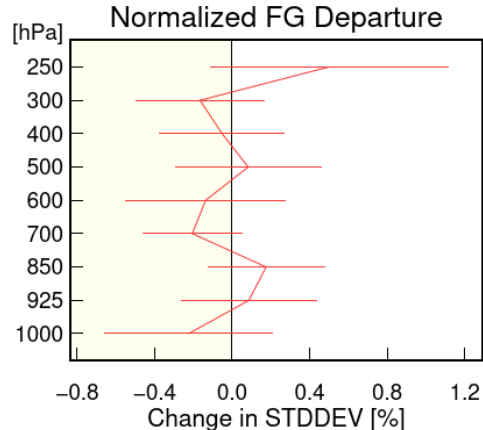
AMSU-A



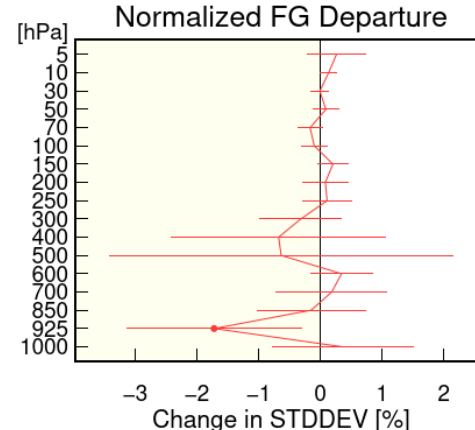
ラジオゾンデ気温



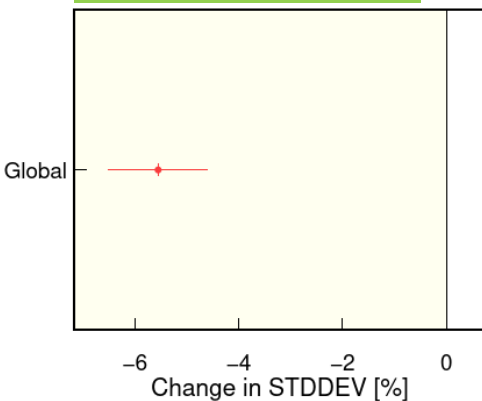
ラジオゾンデ湿度



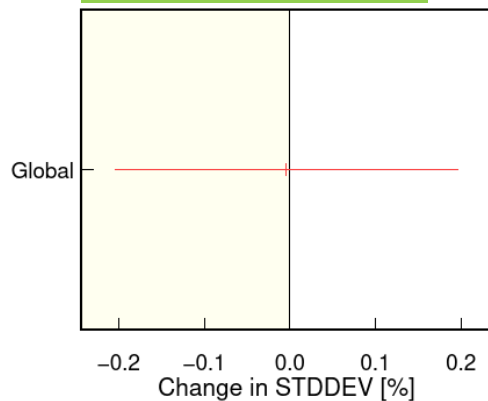
ラジオゾンデ風速



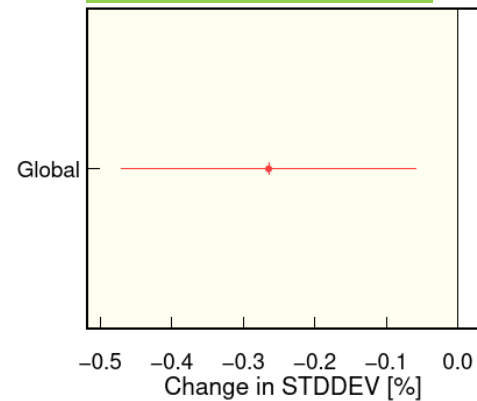
海上気温



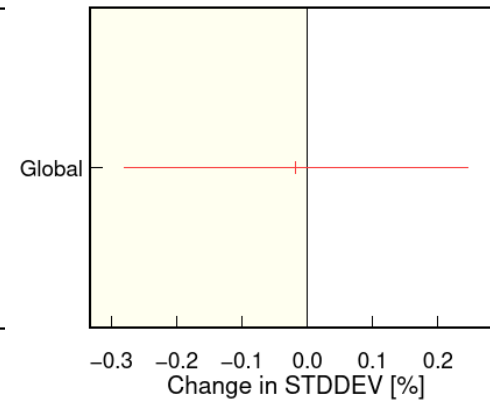
海上気圧



海上湿度

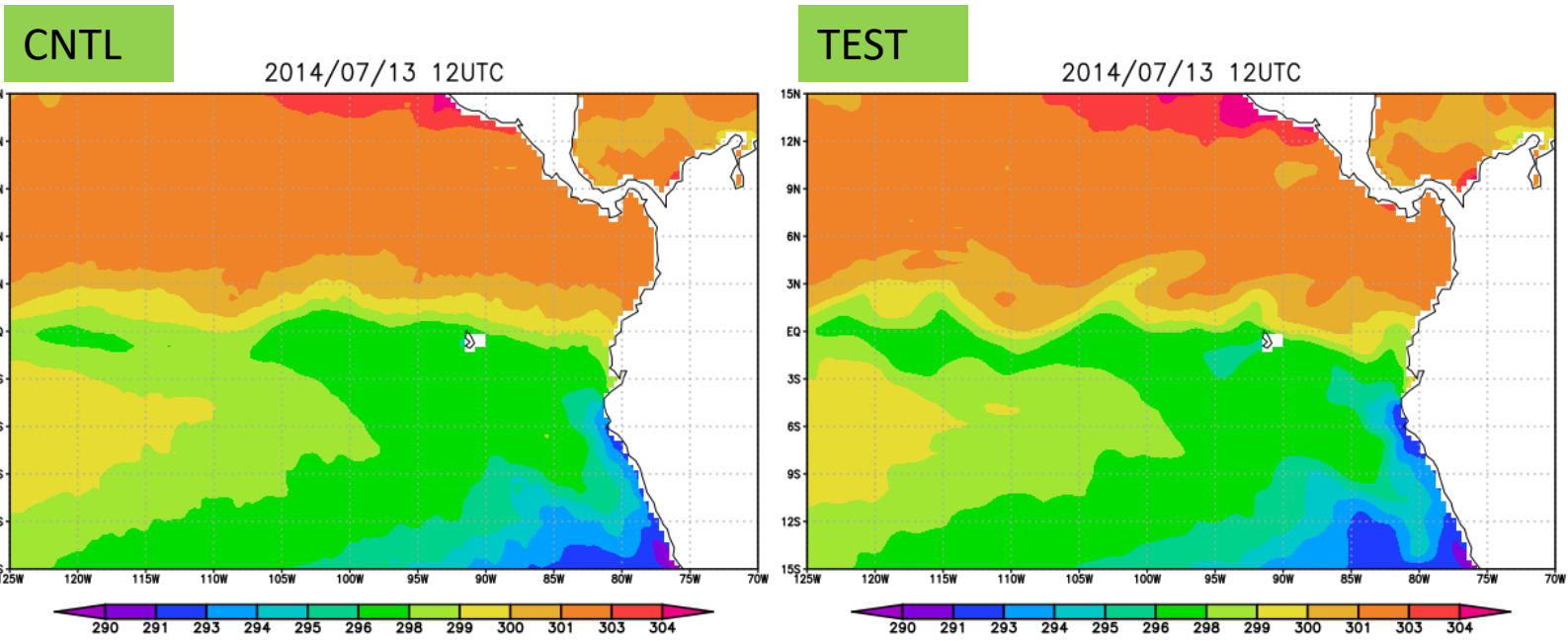


海上風速

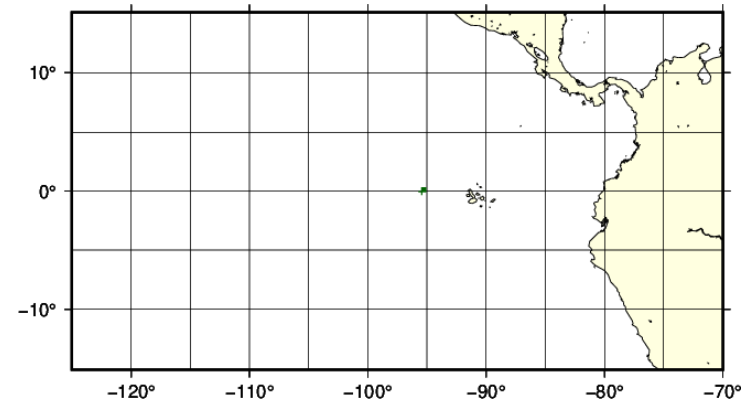


赤道不安定波

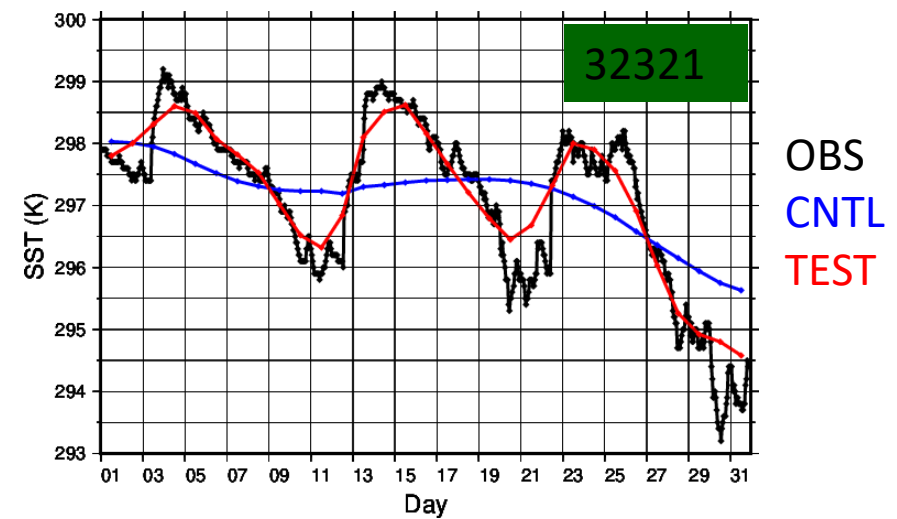
- TESTの方が波動上の構造が明瞭に表現されている



7/13 12UTCにおけるSST[K]



浮遊ブイの位置

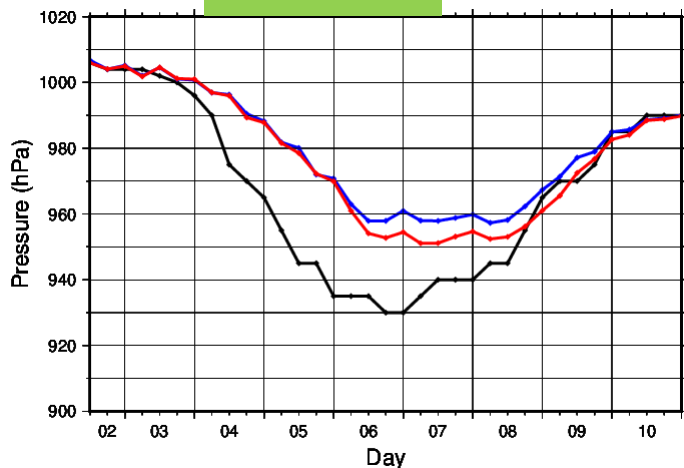


浮遊ブイによるSST観測との比較

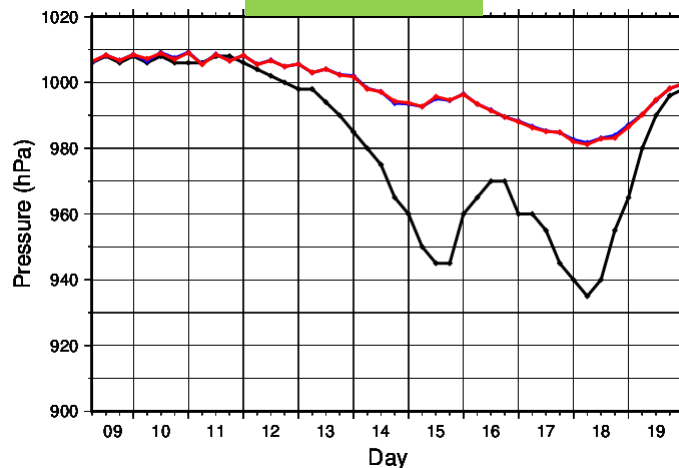
台風

- 台風8号の事例で、TESTの方がCNTLよりも中心気圧が低い

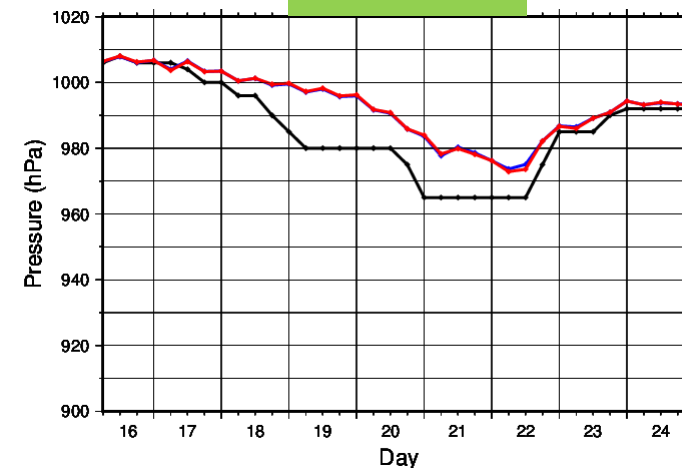
台風8号



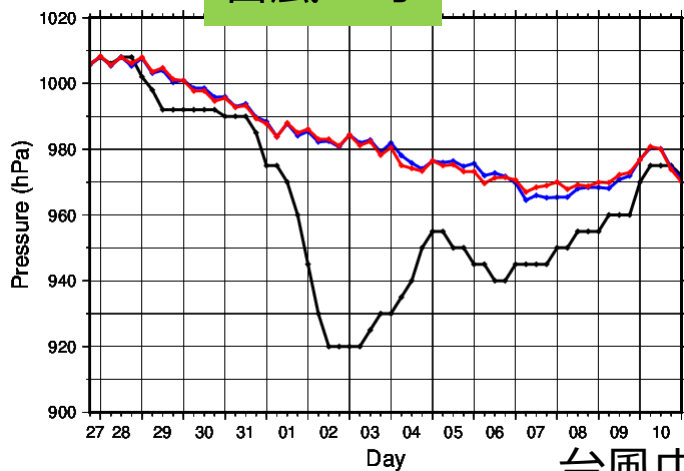
台風9号



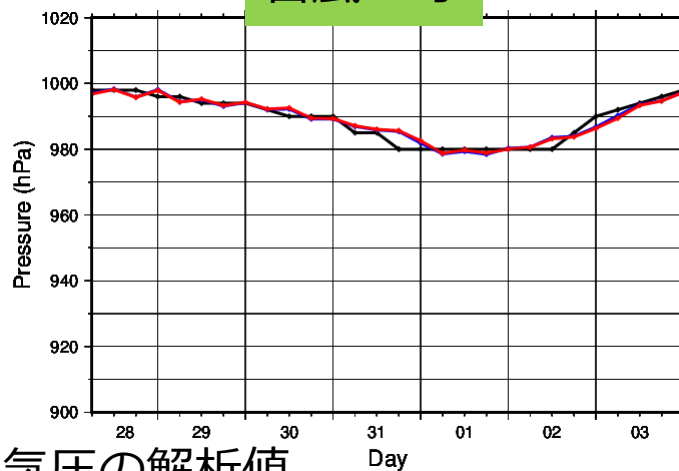
台風10号



台風11号



台風12号



ベストトラック

CNTL

TEST

台風中心気圧の解析値

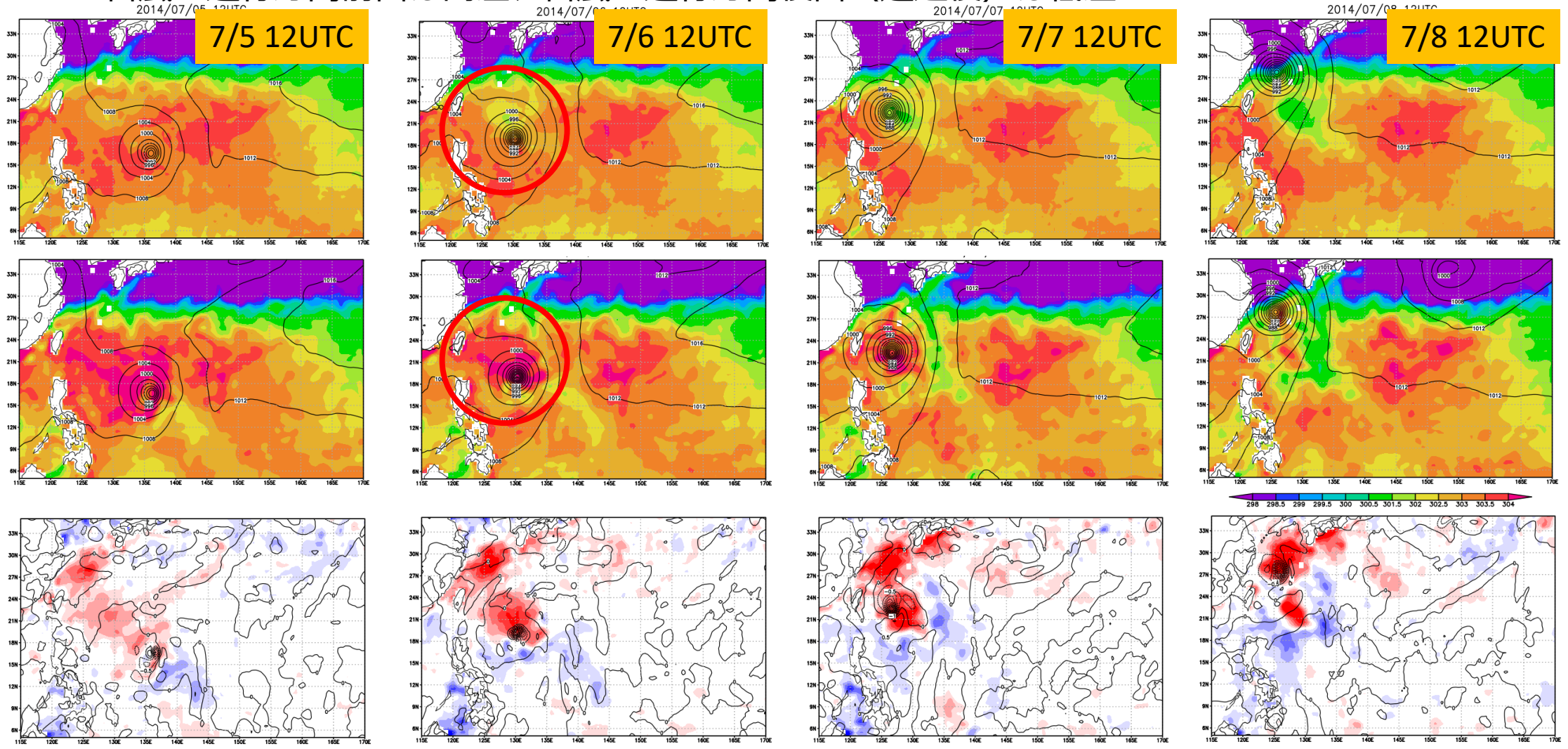
台風8号の事例における解析値の比較

- TESTでは台風中心付近におけるSST勾配がシャープに表現されている
 - 台風の進行方向前面は高温、台風の進行方向後面（通過後）は低温

CNTL

TEST

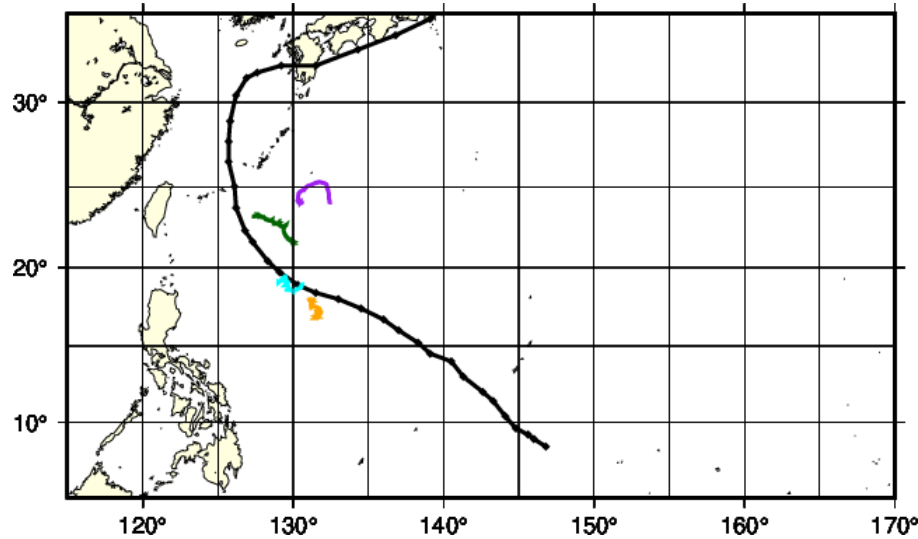
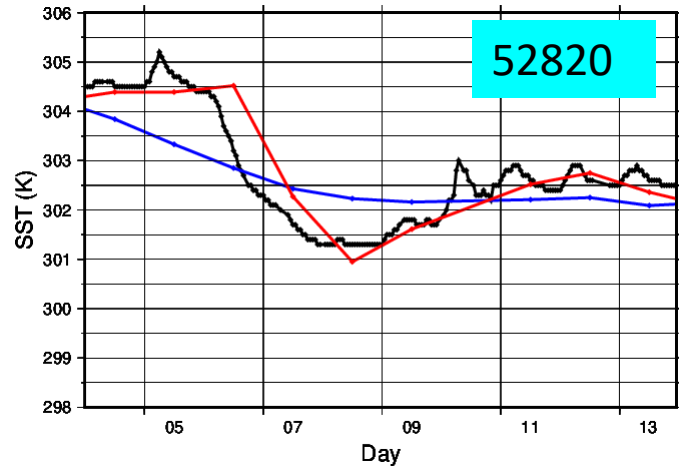
TEST
- CNTL



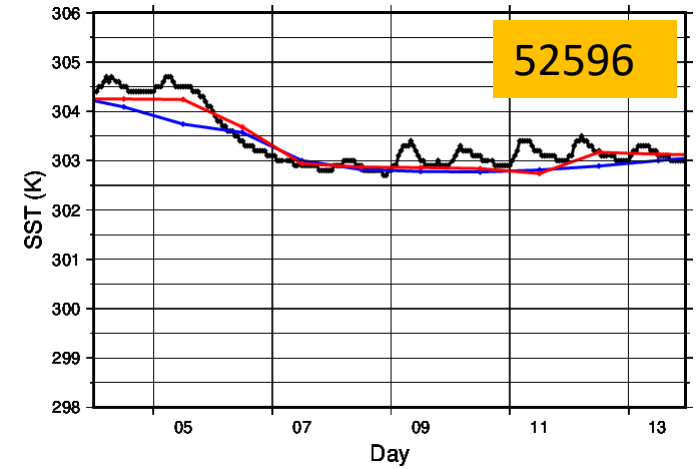
SST[K] (シェード) と海面更正気圧[hPa] (実線)

浮遊ブイによるSST観測との比較

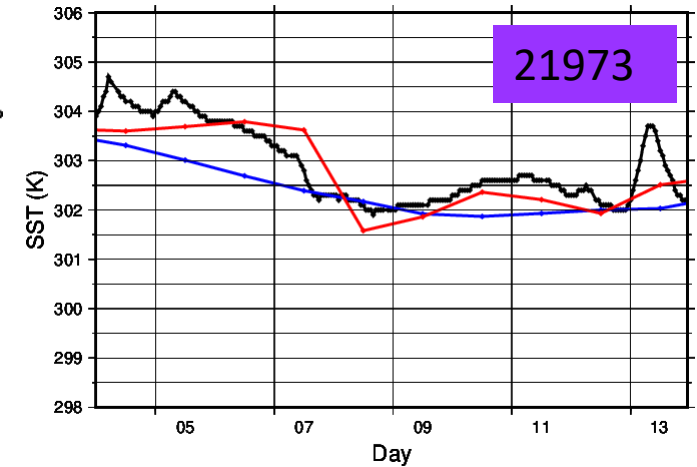
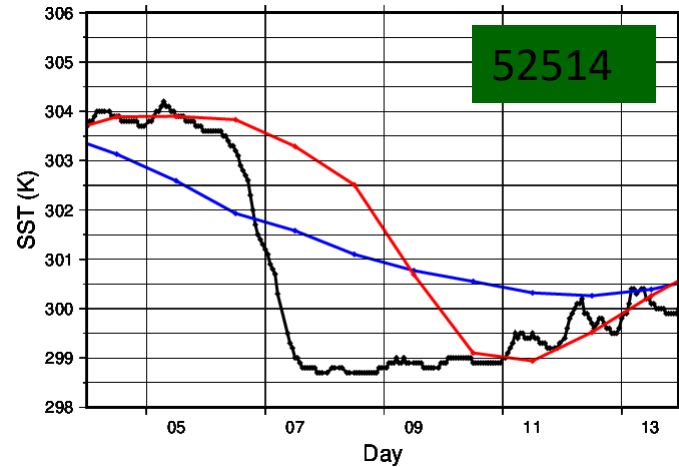
- TESTではSSTの急激な低下が表現されている



ベストトラック（黒）と浮遊ブイの位置



OBS
CNTL
TEST



JRA-3Qにおける北極域の地上気温トレンド

次期再解析へむけての課題: 一気候変動モニタの役割を担う上で

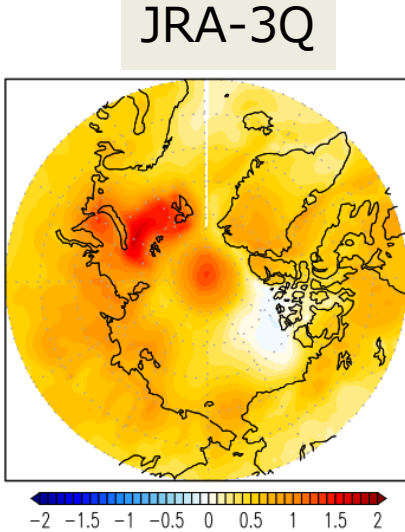
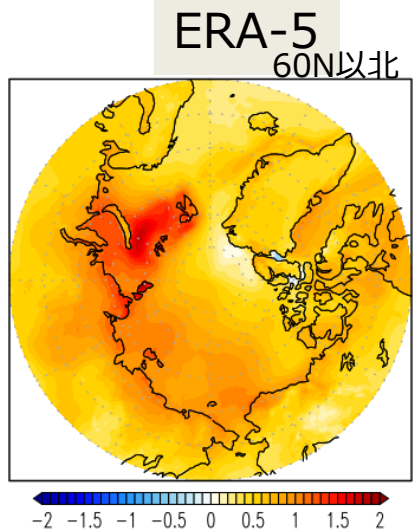
北極域の地上気温トレンド (偽?)

Q: JRA-3Qには北極を取り囲んで正トレンドがあり, ERA5には無いが、思い当たることはないか?

北極を取り囲む正トレンドは 9-4月に出現 → 海氷面積増加の季節

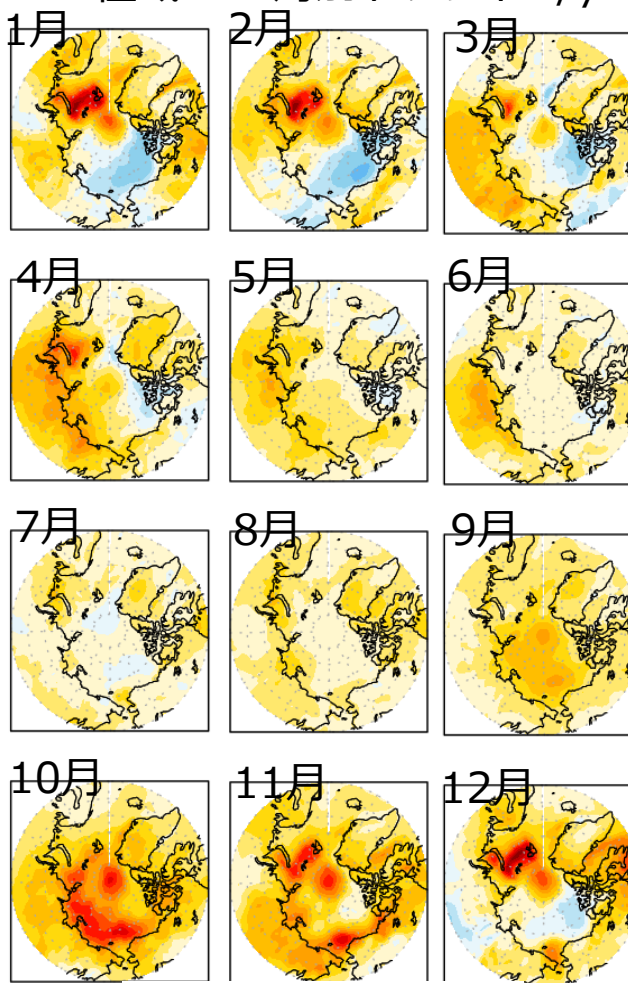
海氷面の取り扱いと関連? (気候分布から離れた場合は? 更に顕在化しないのか?)

年平均T2mトレンド1979-2023 [K/10yr]

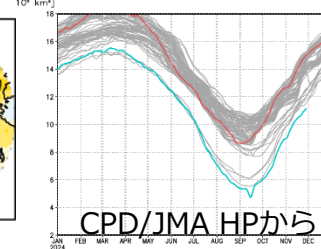


JRA-3Q

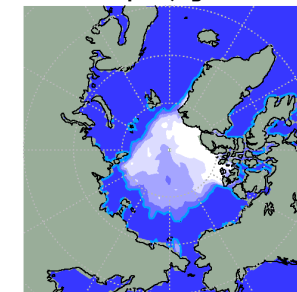
極域T2m月別トレンドK/yr



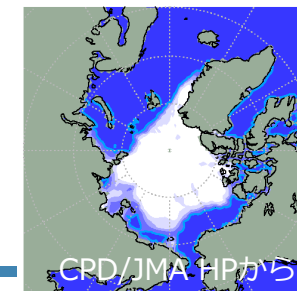
海氷面積季節変化



海氷密接度
2024年9月

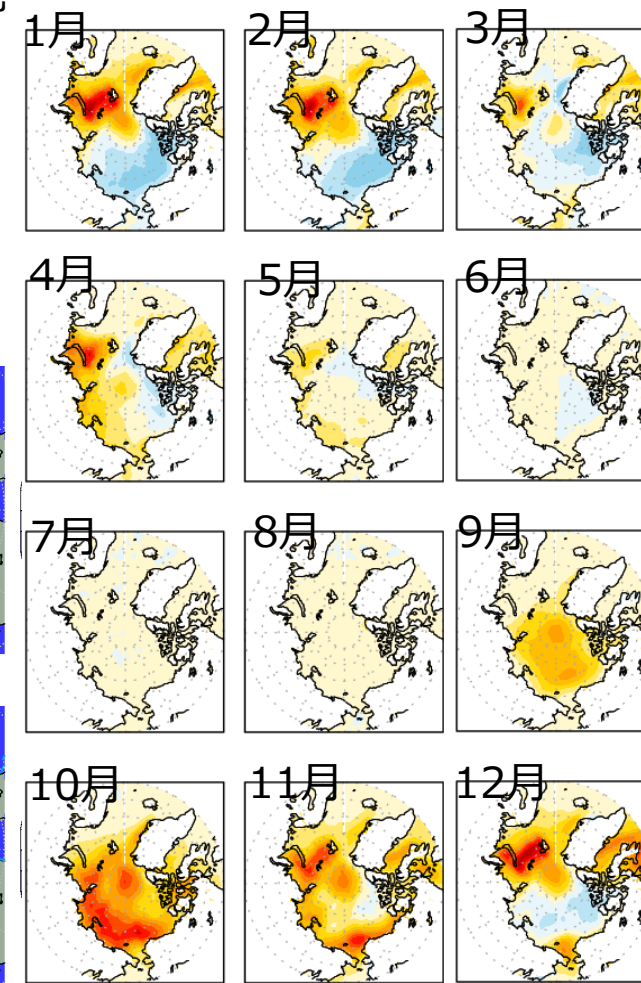


2024年10月

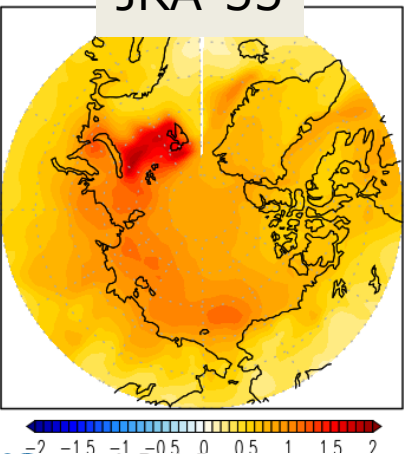


CPD/JMA HPから

bnd_ocean125
極域 icetmpsfc月別トレンド(K/yr)



JRA-55



JRA-3Q: モデル面解析の1層目でも同様

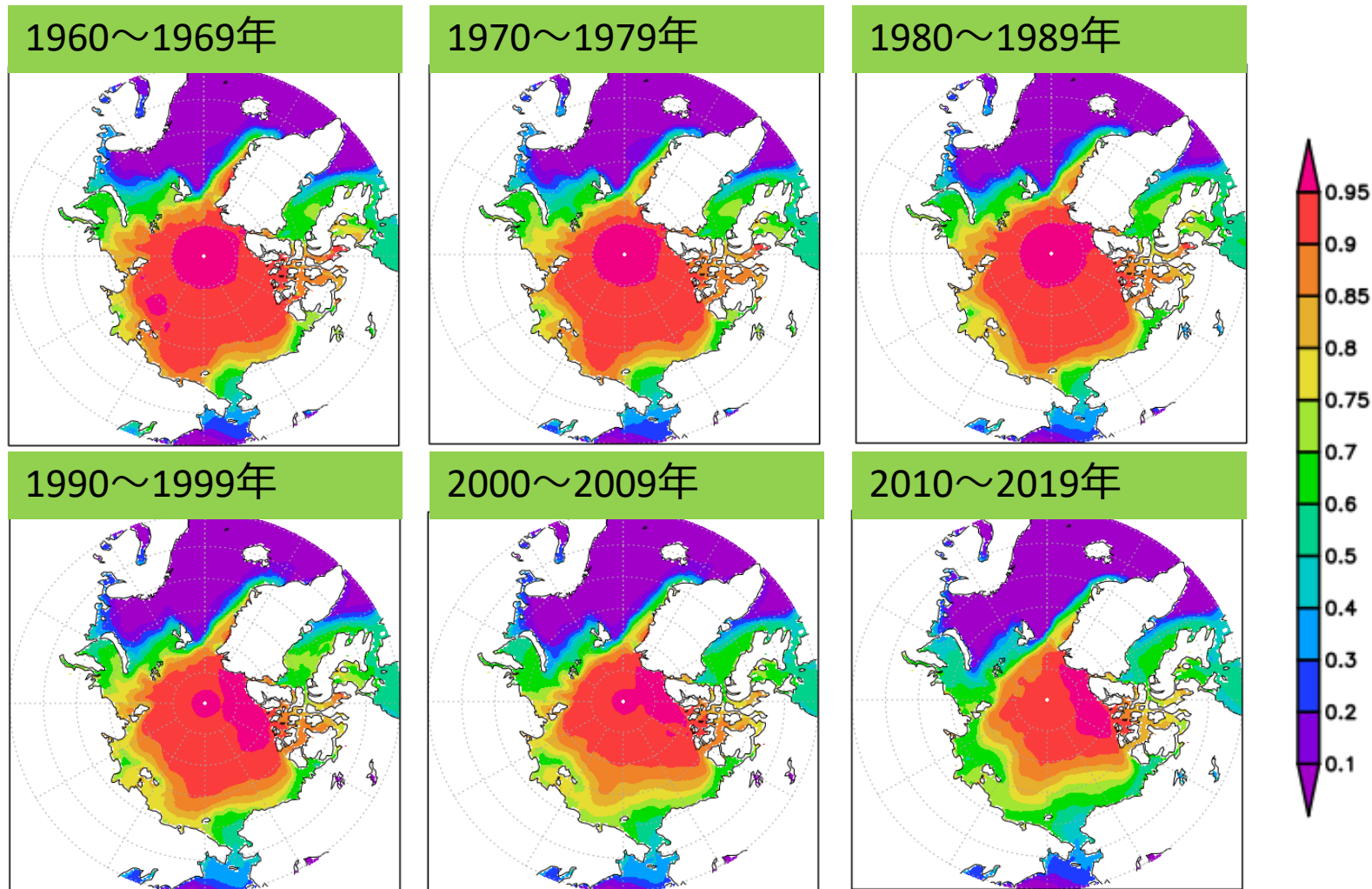
JRA-55: 取り囲むような分布はない

eteorological Agency

-4 -3.2 -2.4 -1.6 -0.8 0 0.8 1.6 2.4 3.2 4

-4 -3.2 -2.4 -1.6 -0.8 0 0.8 1.6 2.4 3.2 4

海氷密接度 (JRA-3Q)



- 北極周辺で不自然なパターンとなっており、当該領域における海氷密接度は1
 - 1990年より前は84°N以北、1990年～2009年は87°N以北、2010年以降はほぼ消滅

海氷密接度(%)の10年平均

Polar observation hole

- 海氷密接度解析値は、極軌道衛星搭載のマイクロ波放射計データから作成されるが、軌道の傾斜と観測幅により、極域に"Polar observation hole"と呼ばれる欠測領域が残る
 - 欠測領域はSMMRの場合は 84° 以上、SSM/Iの場合は 87° 以上、SSMISの場合は 89° 以上
 - COBE-SST2及びMGDSSTでは、当該領域は海氷密接度=1で補完されている
- 予報モデルにおける海氷過程の精緻化により、極域における海氷密接度の段差の影響が2m気温にも現れるようになったと考えられる
 - JRA-55：海氷密接度解析値が0.55を超える領域を海氷（海氷密接度=1）、0.55以下の領域を開水（海氷密接度=0）として扱う
 - JRA-3Q：海氷密接度は0~1の間の値を連続的にもつ（開水・海氷混在格子）

Polar observation holeの補完

- Polar observation holeをより現実的に補完する技術開発も行われている
 - ERA5では欠測領域の補完処理がなされたEUMETSAT OSI SAF作成の海氷再解析プロダクト v1.1 (Eastwood et al., 2014) が使われている

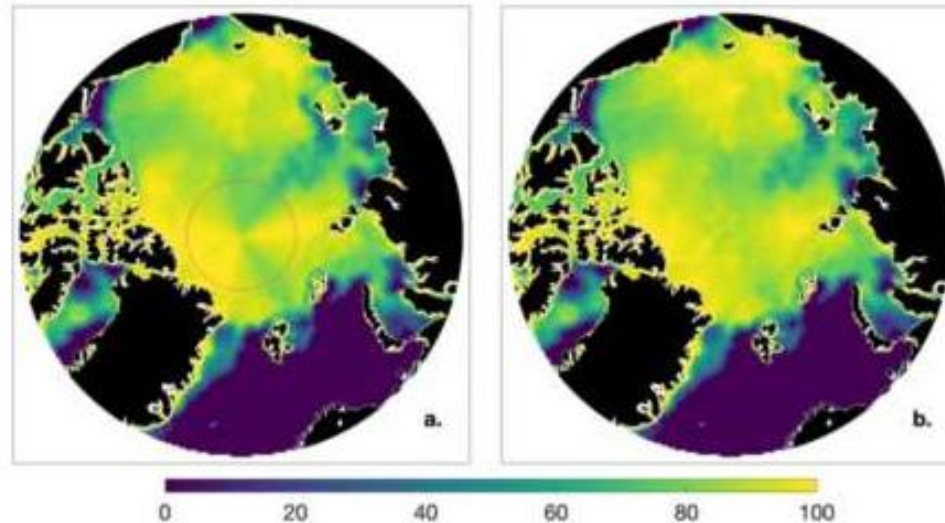


Figure 13: Two gap-filling method for 18 July 1983: a. isotropic interpolation as done in the v2 CDR, with magenta circle indicating the location of the SMMR polar data gap, b. new gap-filling for the v3 CDR following Strong and Golden (2016).

補完処理の一例
Lavergne et al (2022)より

まとめ

• 海面境界条件の改善に向けたCOBE-SST3Hの利用可能性の調査

– 品質調査

- COBE-SST3Hは期間を通じてブイ観測との差の標準偏差が最も小さく、MGDSSTと比べて標準偏差の経年変化も緩やか

– インパクト実験

- CNTLと比べて、海面水温は北極海で高温化、五大湖で低温化した。当該領域では、2m気温、地表面上向き長波放射、潜熱・顕熱フラックスにも差が見られた
- 2m気温の月平均インクリメントが減少した。また、地上付近の気温に感度を持つ観測について、観測値と第一推定値との差の標準偏差が減少した。これらのことは、地上付近の気温の解析精度が向上したことを示唆している
- 赤道不安定波について、TESTの方が波動状の構造が明瞭に表現されていた
- 台風の通過に伴う海面水温の低下の表現が改善している事例が見られた。当該台風の中心においては、SST勾配がシャープに表現されていた

• JRA-3Qにおける北極域の地上気温トレンド

- 海氷密接度解析値は、極軌道衛星搭載のマイクロ波放射計データから作成されるが、軌道の傾斜と観測幅により、極域に“Polar observation hole”と呼ばれる欠測領域が残る。COBE-SST2及びMGDSSTでは、当該領域は海氷密接度=1で補完されている
- 予報モデルにおける海氷過程の精緻化により、極域における海氷密接度の段差の影響が2m気温にも現れるようになったと考えられる