

海洋の渦・前線と それらが生み出す大気海洋現象の解明

課題責任者: 野中正見
海洋研究開発機構アプリケーションラボ

本課題の概要

広域・長期の大気・海洋・結合
高解像度実験とアンサンブル実験

海洋局所構造と
大気海洋循環場の
つながりの解明

海洋非静力学過程の影響
(領域高解像度海洋非静力モデル)

海洋循環場・局所構造
の海洋生態系への影響
(海洋生態系モデル)

もくじ

1. 関東の降雪に影響する大気のプロッキングの予測
2. 海洋前線の大気のプロッキングへの影響
3. 海洋前線の梅雨初期の降水分布への影響
4. 海洋前線を伴う海洋循環の経年変動の不確定性
5. 海洋渦の海洋生態系への影響
6. 海洋モデル高度化へ向けた潮汐混合パラメタリゼーションの導入

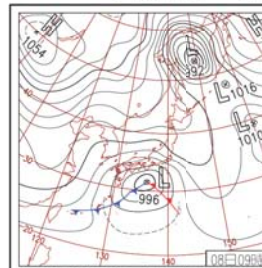
関東の降雪に影響する 大気のプロッキング の予測

2014年2月の関東大雪

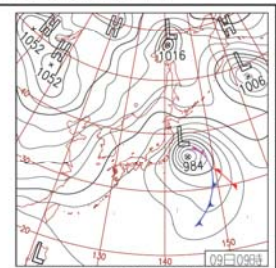
気象庁「日々の天気図」



2014年2月8日



8日(土)西日本～東日本で大雪
南岸低気圧の影響で、西～東日本で大雪、関東～東北では暴風。最深積雪は千葉市中央区32cm。東京都千代田区27cm。千葉県銚子で最大瞬間風速35.8m/s。福島県で雪量46cm。



9日(日)網走で流水接岸初日
北日本の太平洋側を中心に大雪、西日本の日本海側や北陸も雪。西日本太平洋側・東海・関東は晴れ。沖縄・奄美は気圧の谷の影響で雨。仙台の最深積雪は歴代3位の35cmに。

南岸低気圧が日本の南岸・東岸に沿うように移動



2月14日



南岸低気圧の影響で西～東日本は雨や雪、四国・近畿・東海・関東甲信では広い範囲で平地でも積雪。甲府は日降雪量83cmの大雪、東京都三宅島坪田は日降水量187mmの大雨。

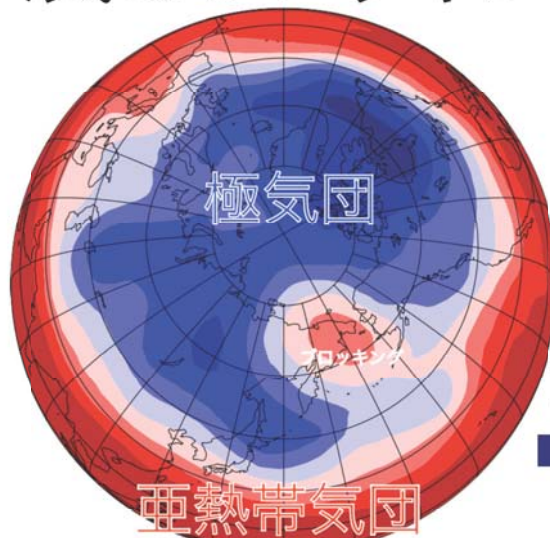


15日(土)太平洋側で記録的大雪
低気圧の発達に伴い関東甲信を中心に大雪。最深積雪は甲府114cm、前橋73cm、熊谷62cmなど甲信～東北の15地点で観測史上1位を更新。東京都千代田区も27cmの積雪。

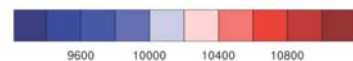
二週連続して発生

継続的な大気の状態が影響？

大気ブロッキング



ブロッキング発生時(2014年2月7日)の250 hPa高度場

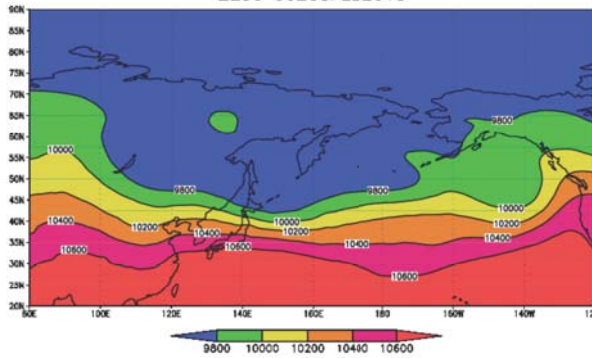


- 偏西風帯中での巨大な(半径~5000)高気圧.
- 1週間~1ヶ月持続・停滞.
- 例えば、2003年、2010年夏にヨーロッパに熱波をもたらした.
- 大気の内部的な変動が強く寄与.

ブロッキング=低気圧を「ブロック」

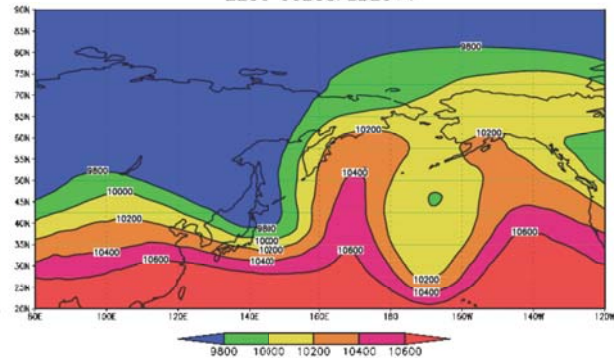
2013年2月(ブロッキングなし)

Z250 00Z05FEB2013

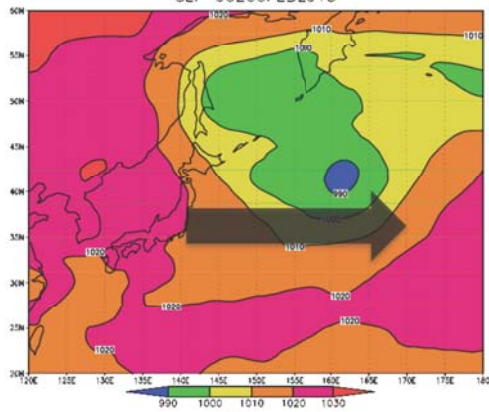


2014年2月(ブロッキングあり)

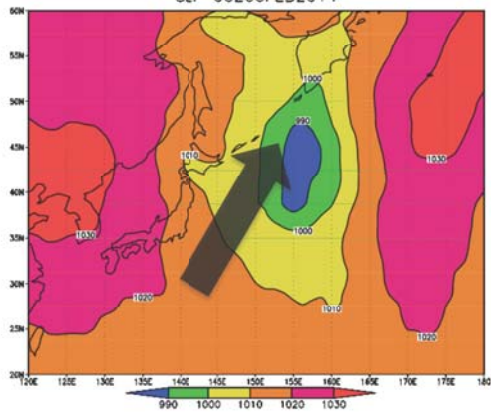
Z250 00Z05FEB2014



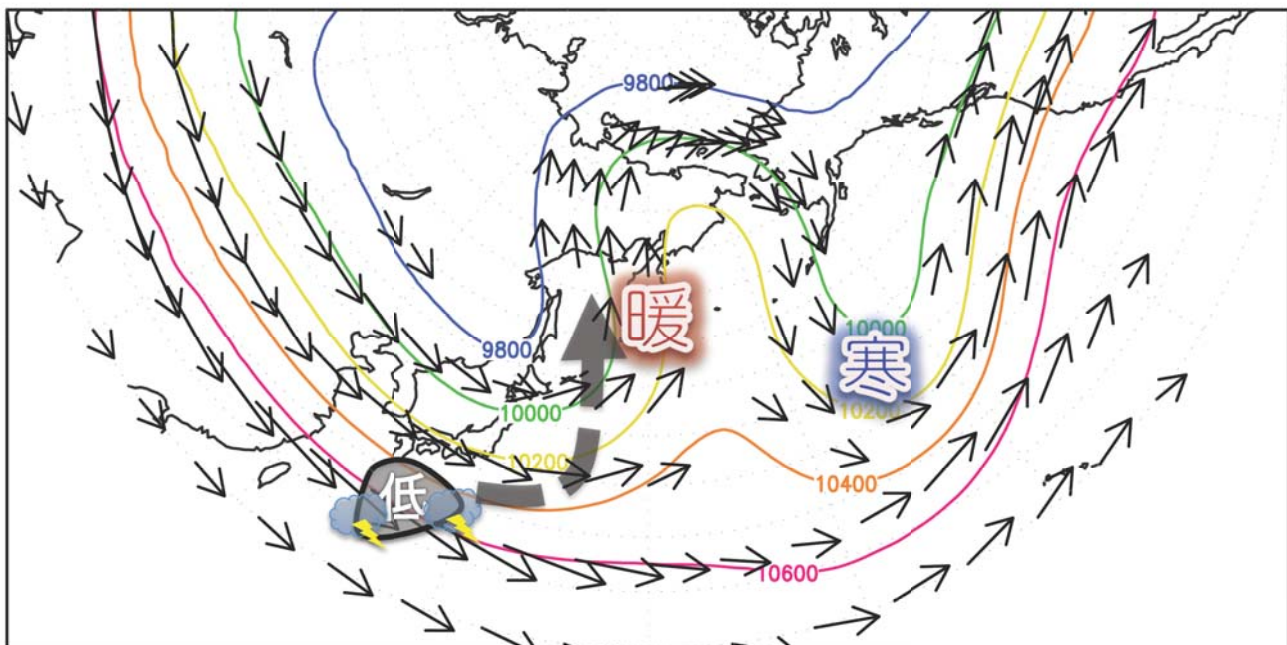
SLP 00Z05FEB2013



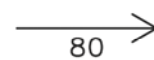
SLP 00Z05FEB2014



Z250 & WIND 05FEB2014-14FEB2014



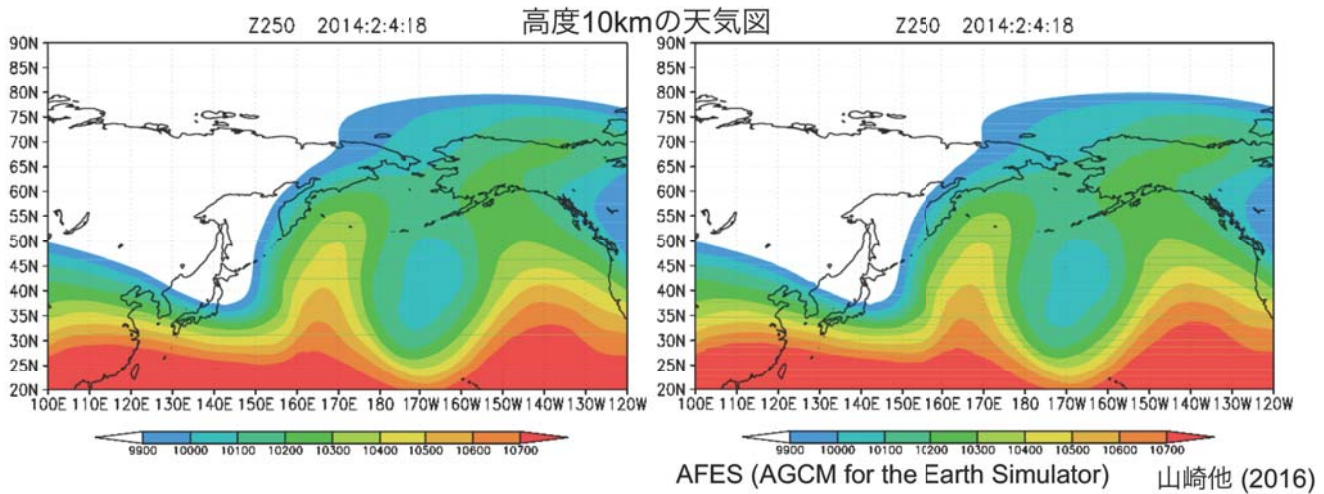
250 hPa ジオポテンシャル高度 [m] (等値線)
風 [m s⁻¹] (矢印)



ブロッキングの予測は可能か

「現実」

大気モデル
(2月5日からの予測)



- ブロッキングは、雨や雪（低気圧の位置など）よりも予測期間が長いことが示された。

ブロッキングと大雪などの気象災害との関係の解明が、気象災害の早期警戒、防災にも繋がることを期待される。

海洋前線の 大気ブロッキング への影響

メキシコ湾流が大気に与える影響

メキシコ湾流に伴う海面水温前線の存在が気候形成に与える影響を調べる。

大気大循環モデル (AFES)

水平解像度約50km (T239)・48層 20年間積分

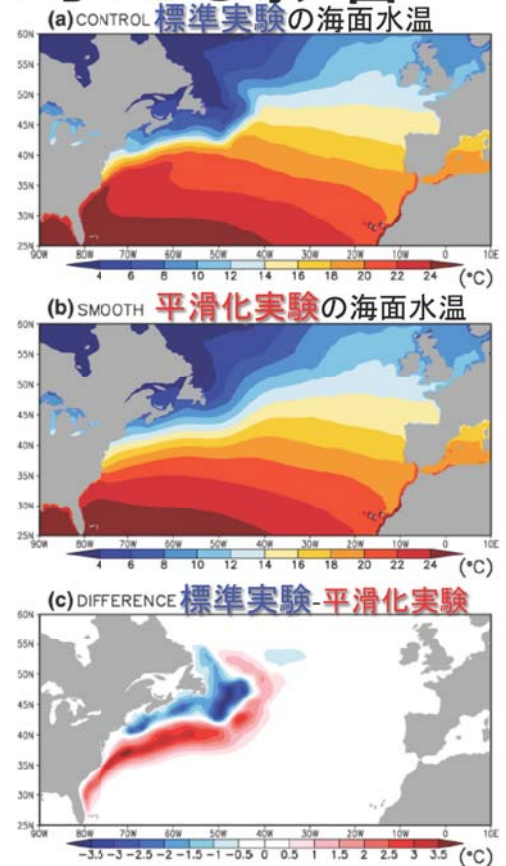
標準実験

衛星観測された海面水温 (1981-2001)

平滑化実験

メキシコ湾流域の海面水温を平滑化

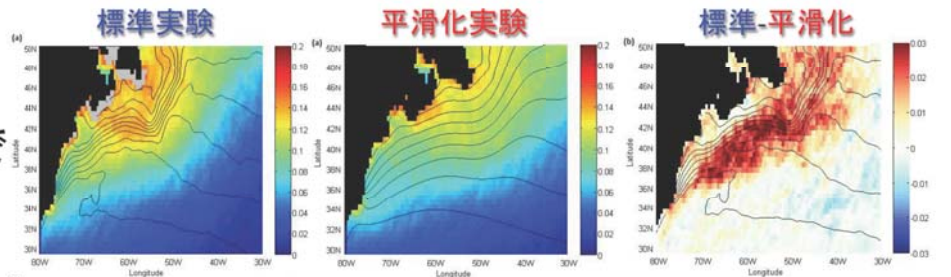
AFES (AGCM for the Earth Simulator)



大気の寒冷前線強化 (Parfitt et al. 2016, GRL)

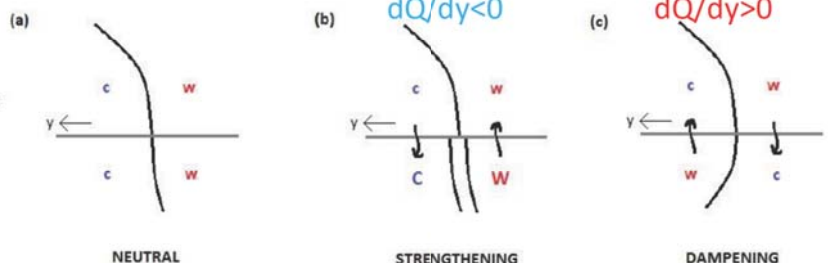
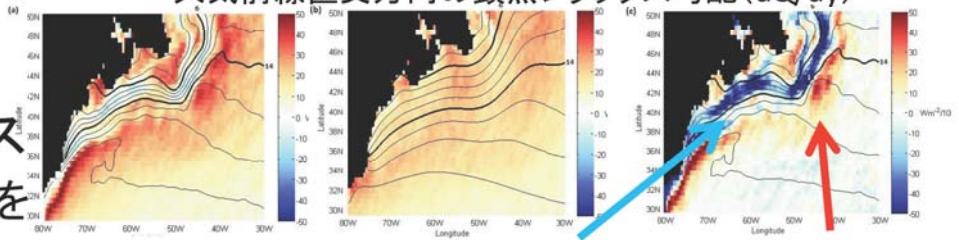
大気前線 (寒冷前線・温暖前線) の存在頻度

標準実験ではメキシコ湾流上で寒冷前線の存在頻度が30%増加。



海面水温前線に伴う顕熱フラックス勾配が寒冷前線を強化。

大気前線直交方向の顕熱フラックス勾配 (dQ/dy)



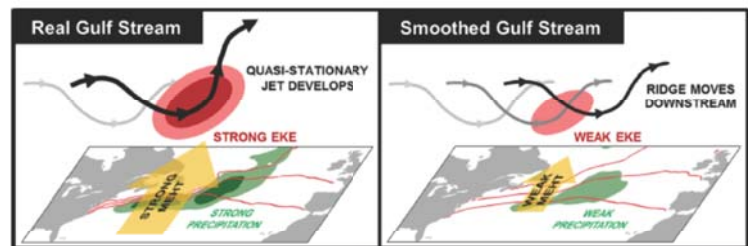
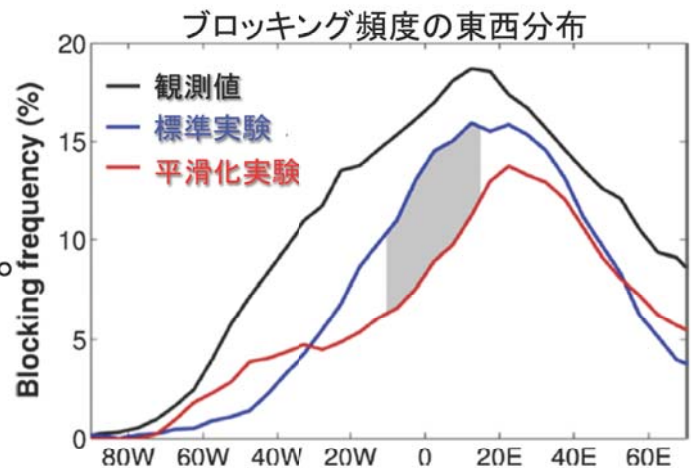
低気圧の発達につながる

冬季ヨーロッパブロッキングの維持

(O'Reilly et al. 2015, Climate Dynamics)

ヨーロッパに寒波をもたらすブロッキングの頻度はメキシコ湾流の海面水温前線に強く依存することが示された。

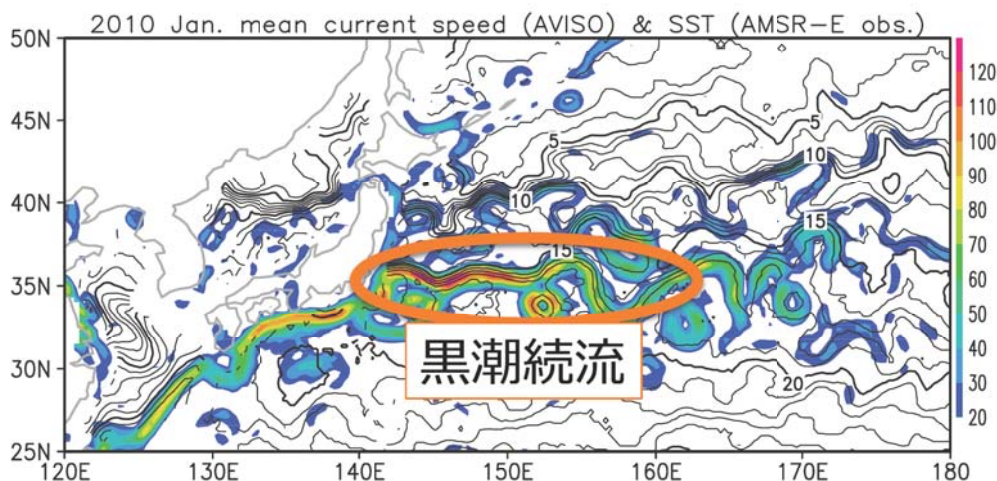
低気圧がメキシコ湾流上に集中して発達することで、下流のジェット気流の蛇行(ブロッキング)を維持するものと考えられる。



海洋前線の 梅雨初期の降水分布 への影響

海洋前線を伴う海洋循環の 経年変動の不確定性

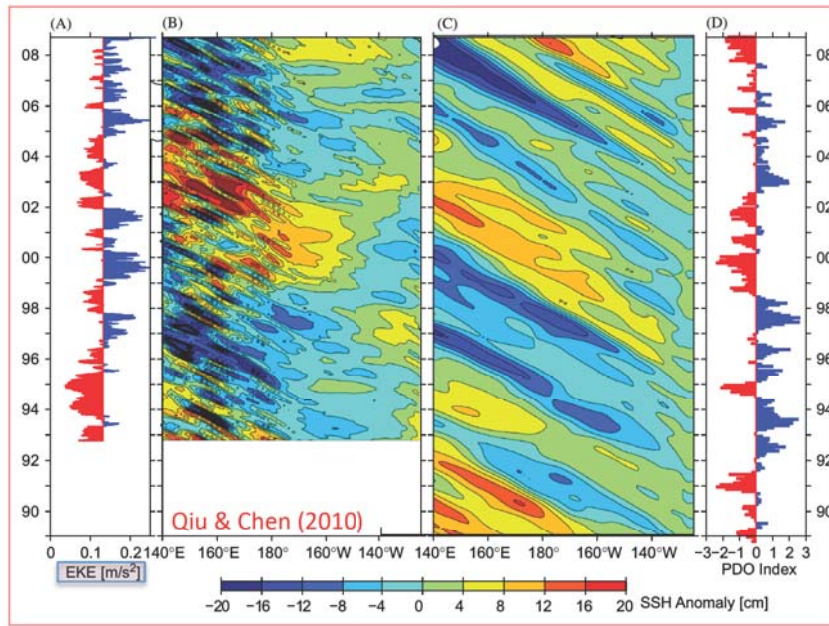
海面水温前線は強い海流に伴って形成されている



人工衛星で観測された2010年1月の海面水温（等値線）と海面付近の流速（色）

低気圧発達や大気循環に影響を及ぼす海面水温前線の経年変動メカニズム ～ 強い海流の経年変動メカニズムを考える

黒潮続流の経年変動は北太平洋中央部の風変動の影響を強く受けることが知られている



北太平洋中央部の風変動



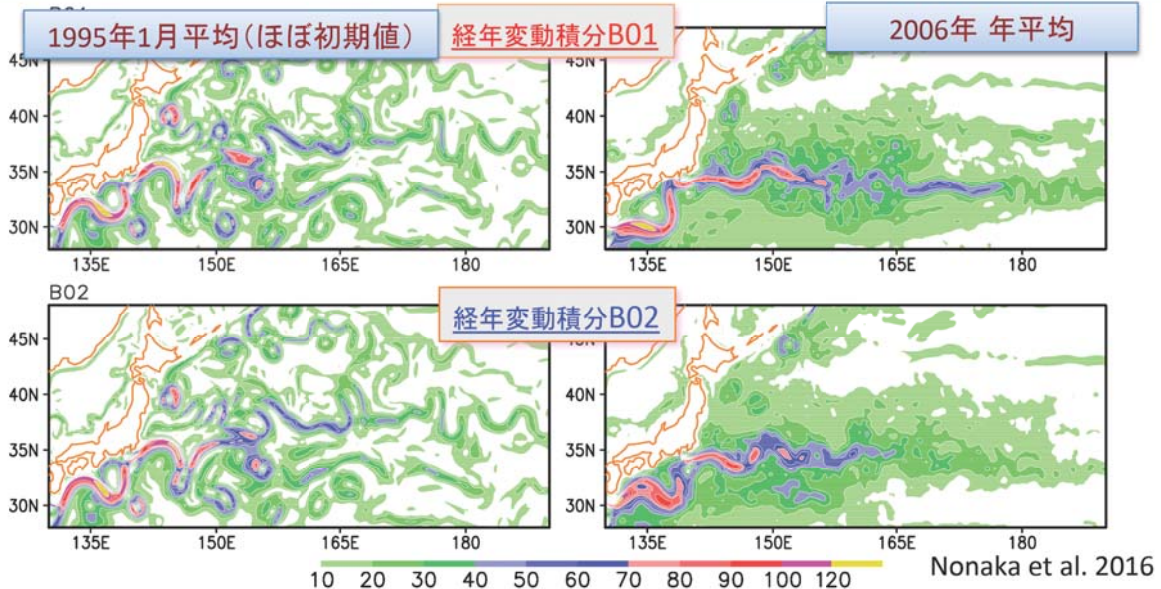
海洋の大規模な波 (ロスビー波) を励起



西方へ伝播し、黒潮続流の経年変動を引き起こす

では、風だけで全て決まるのだろうか？
初期値に僅かな (10日分) 相違を与え、全く同一の大気場 (観測値) で海洋モデル (OFES) を駆動する実験を行った。

海洋循環の経年変動に、大気変動とは無関係に生じる、不確定性の存在が示された。

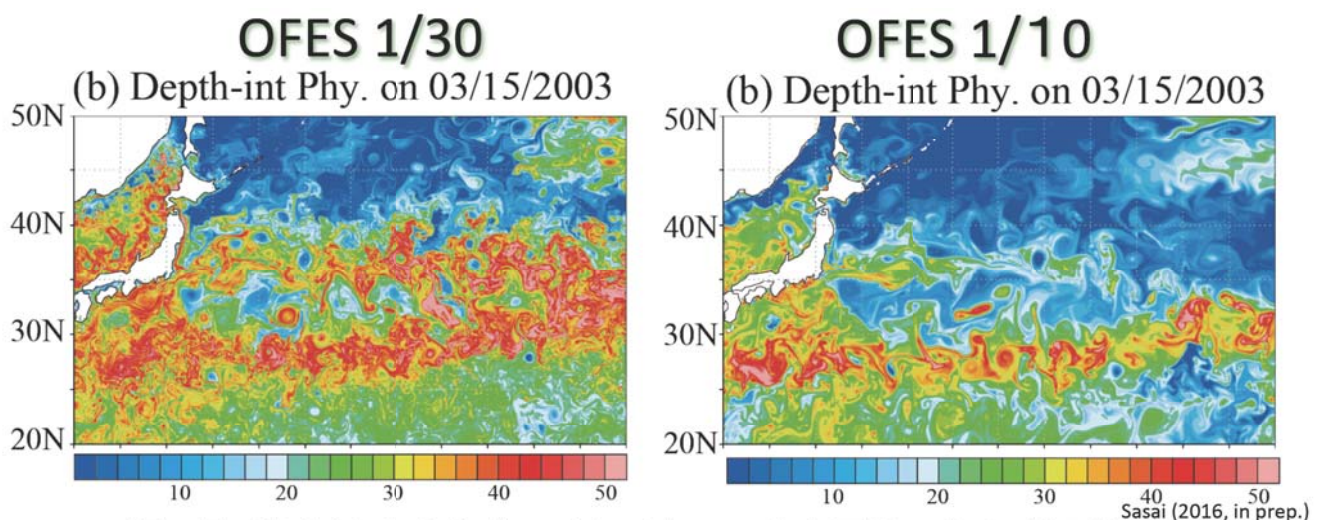


1995年1月1日の初期値を10日分だけ変えたOFES北太平洋モデル100m深の流速分布。1995年1月(左)と2006年平均(右)。右図では渦の影響を少なくするため年平均場を見る。

殆ど同じ初期値から、同一の大気場で駆動しても、黒潮続流ジェットに顕著な相違が現れる。

OFES (OGCM for the Earth Simulator)

海洋渦の 海洋生態系への影響



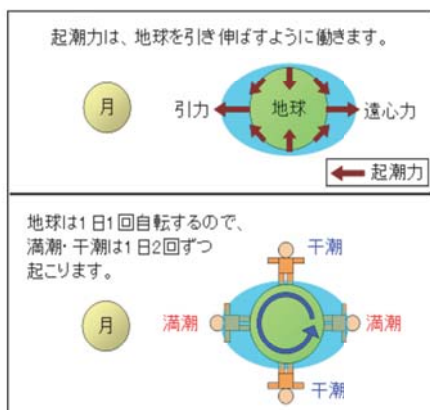
黒潮続流域における植物プランクトンの春季ブルームが、1/30度OFESでは、1/10度OFESより**早期に発生**。
サブメソスケール現象に伴い強化される鉛直流の相違等々が影響する可能性も考えられる。

海洋モデル高度化へ向けた 潮汐混合 パラメタリゼーション の導入

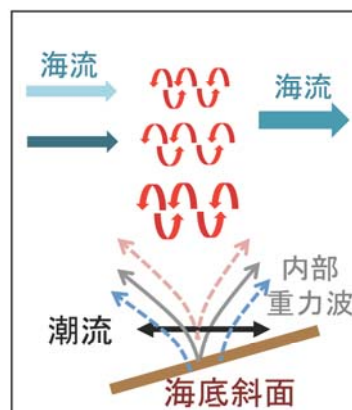
海洋モデルへの潮汐混合効果の導入

中規模渦を解像し海流を精緻に再現する解像度10kmの全球海洋モデルOFESの改良を目的として、潮汐混合効果のパラメタリゼーションを解像度10kmの北太平洋モデルで確認した

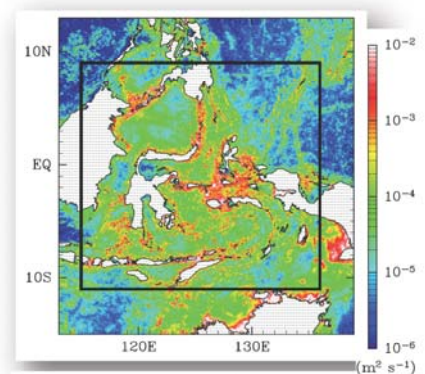
潮汐の海洋への影響



潮汐の仕組み
(気象庁ホームページより)



潮流が励起する鉛直混合による海流の変質



領域潮汐モデルによる
鉛直平均の鉛直拡散係数
(Nagai and Hibiya, 2015)

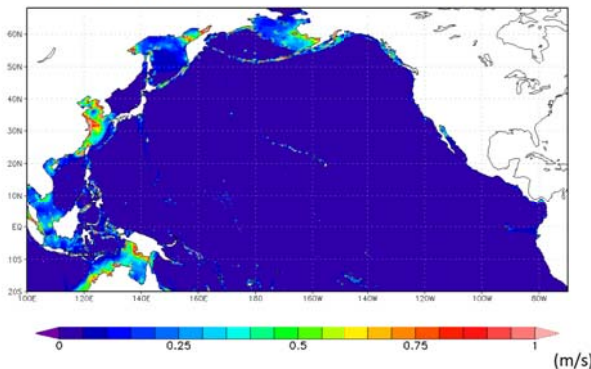
海洋モデルへの潮汐混合効果の導入

潮汐モデルの代わりに、計算コストの低い簡便なパラメタリゼーションを用い、既存の全球モデル潮汐モデルの潮流の平均データ(左図)と海底の斜度(右図)などから、鉛直拡散係数の3次元分布を推定する

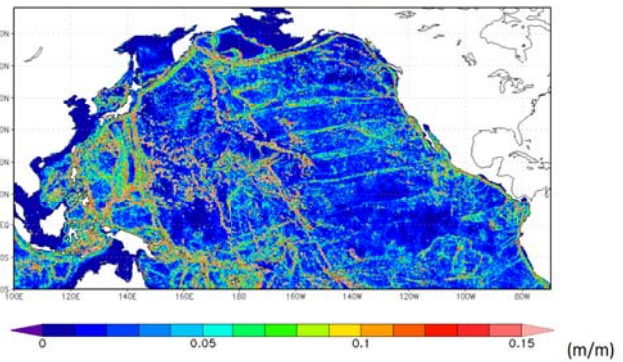
潮汐混合パラメタリゼーション(St. Laurent et al., 2002)

1. 潮流データと海底の斜度を用いて、海底でのエネルギーフラックスを算出
2. 鉛直拡散係数の3次元分布をエネルギーフラックスとモデルの海洋の状態(安定度)から算出

潮流分布 (FES2012 tide model)



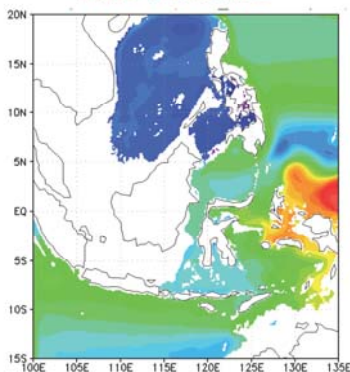
海底の斜度 (ETOPO1)



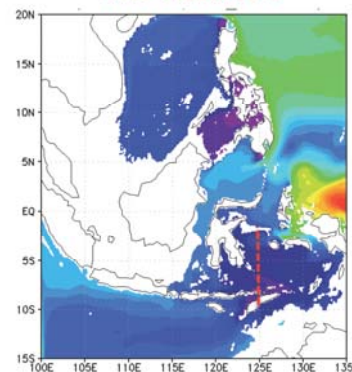
海洋モデルへの潮汐混合効果の導入

インドネシア多島海域の135m深の塩分分布(気候値実験の25-30年)

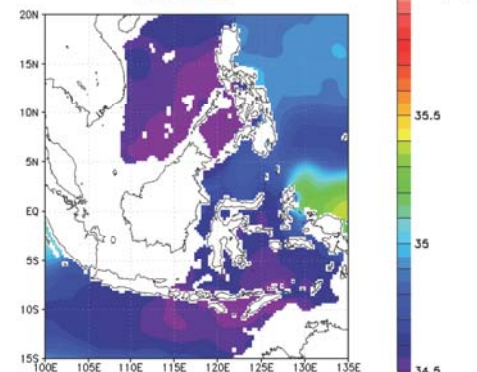
潮汐効果無し



潮汐効果有り

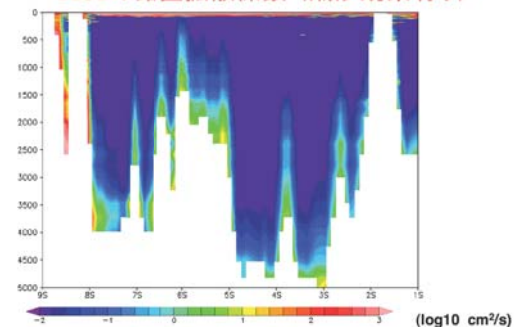


観測値



潮汐混合効果によって、インドネシア多島海域の亜表層の塩分分布の改善し、低塩分水がインド洋に流入する
⇒多島海域だけでなく、インド洋の水塊の特性の再現性の向上が期待できる

125Eの鉛直拡散係数(潮汐効果有り)



まとめ

大気循環場の予測可能性の理解深化
(降雪をもたらす大気ブロッキングの予測)

海洋生態系変動の理解深化
(春季ブルームのタイミング)

海洋前線構造が大気循環場へ及ぼす影響の解明
(低気圧発達、ブロッキング発生)

海洋の渦や前線構造の理解深化 (経年変動の不確定性を発見)

海洋モデルの更なる高度化 (潮汐混合パラメタリゼーション導入)
(大気モデル、大気海洋結合モデルの高度化も同時に進行中)