

12-NA13

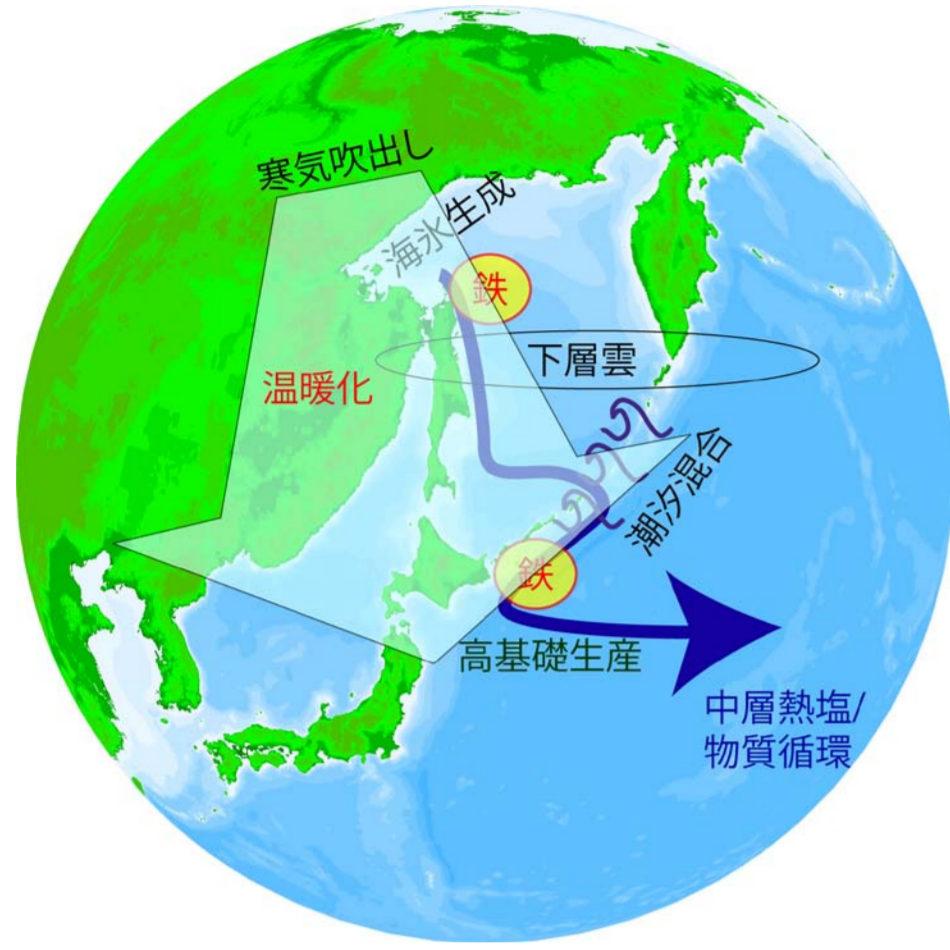
Joint Usage / Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures

中村知裕 (北海道大学)

環オホーツク圏の海洋・大気シミュレーション



概要: 環オホーツク圏(オホーツク海とその周辺地域)では科学的に興味深く社会的に重要な気候・環境の形成およびそれらの長期変動が生じており、これらのより良い理解と数値シミュレーションによる再現・予測が求められている。

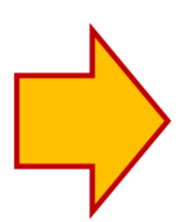


- 1) 夏季には、オホーツク海周辺では下層雲(高度の低い雲)や霧が頻繁に形成される。下層雲は、日射を遮り赤外線を放射することで大気-海洋間または大気-陸面間の熱・水フラックスに影響し、農作物の不作の原因ともなる。
- 2) 冬季には、大規模な海水生成が起こる結果、北太平洋ほぼ全域の海洋中層循環に影響を与えている。海水生成の際には、塩が不純物として排出される上に、海水が結氷点まで冷えるため、海水の密度が高くなる。この高密度海水生成と千島列島域での潮汐による鉛直混合により、オホーツク海から北太平洋に広がる中層熱塩循環が駆動される。この循環に伴い、大気・陸域・海底堆積物起源の様々な物質が北太平洋中層に取り込まれ循環する。
- 3) 環オホーツク圏では、世界最大規模の基礎生産(海洋植物プランクトン増殖)が生じている。高い基礎生産は、食物連鎖を通じ豊富な水産資源を生み出し、炭素循環にも重要な役割を果たす。この基礎生産には、上述の中層熱塩循環により運ばれて来た「鉄」が重要である。鉄は2価と3価のイオンを持つことから光合成等における電子伝達に使われるが、海水には極めて溶けにくいいため多くの海域で基礎生産を律速している。例外的に環オホーツク圏では、中層循環に伴う鉄供給のおかげで鉄律速がかかりづらい。
- 4) 近年、環オホーツク圏は顕著な温暖化にさらされている。オホーツク海の海水面積も減少傾向にあり、オホーツク海起源の熱塩循環・物質循環の弱化傾向が指摘されている。

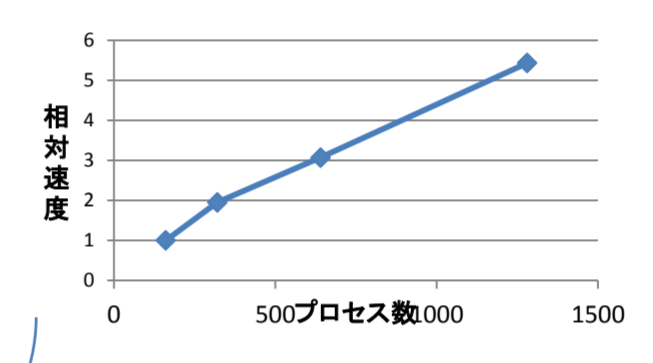
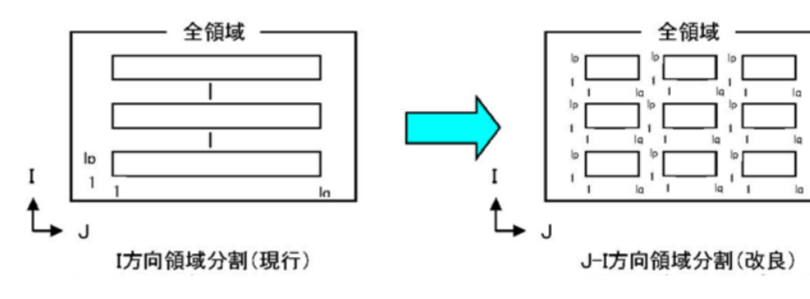
研究代表者らのグループでは、環オホーツク圏の気候・環境の形成と変動のより良い理解のために、環オホーツク圏を対象とした海洋・大気の数値シミュレーションを行っている。加えて、これらシミュレーションの高速化と大規模化/高分解能化のため、高速化チューニングを検討する。

大気モデルの高速化 (大宮学・中村知裕)

SMP並列チューニング
上位サブルーチンでの強制並列化
自動インライン展開の指示
ループ交換/分割、強制SMP並列



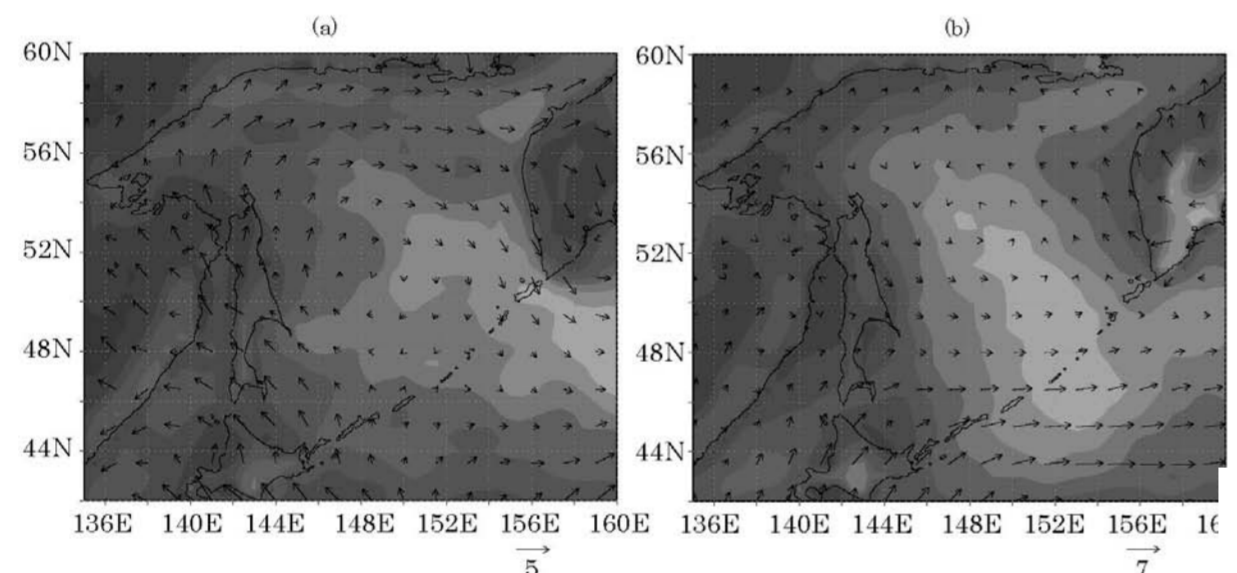
MPI並列
チューニング:
水平2次元
領域分割



夏季下層雲 (古関俊也・中村知裕)

夏季には下層雲が頻繁に形成される。下層雲は大気・海洋間または大気・陸面間の熱・水フラックスに影響する。

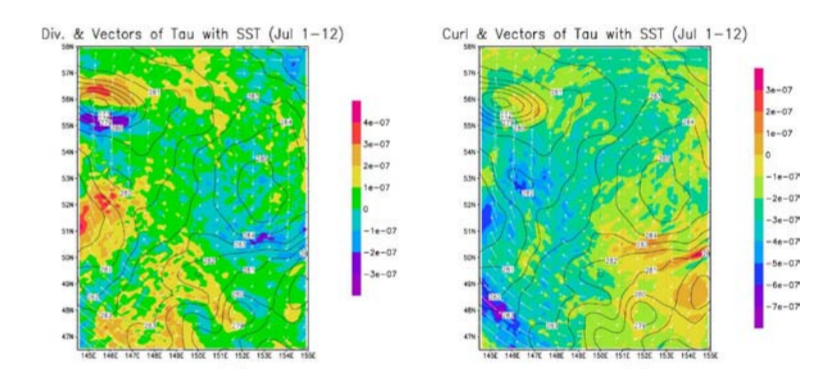
下層雲の
経年変動
シミュレーション



下層雲の分布。
(a) 1998年、
(b) 2004年の
7月月平均。
矢印は下層風。



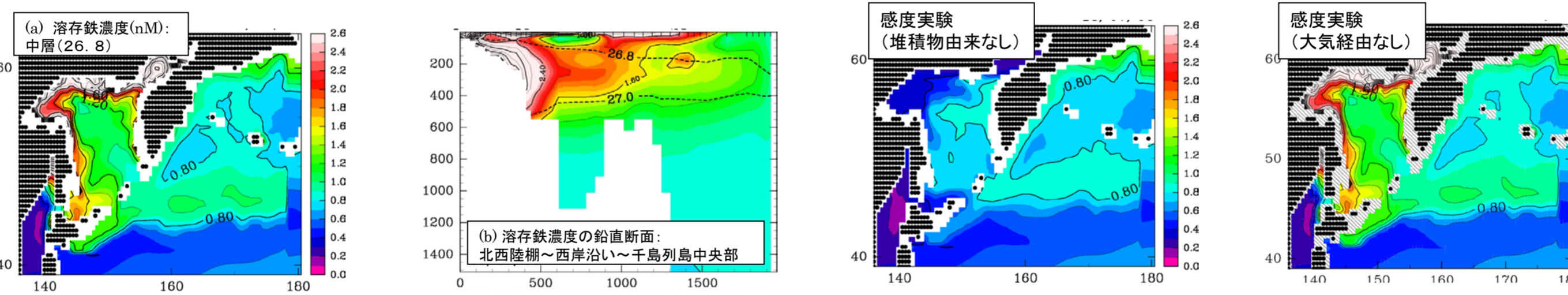
下層雲の
高分解能
シミュレーションへ
(H24年度)



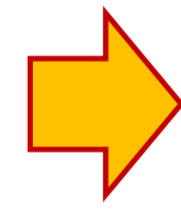
栄養物質循環/熱塩循環 (中野渡拓也・三寺史夫)

オホーツク海陸棚域由来の鉄は、高い基礎生産に寄与している。

鉄循環の
シミュレーション
気候学的
季節変動場
(夏季)



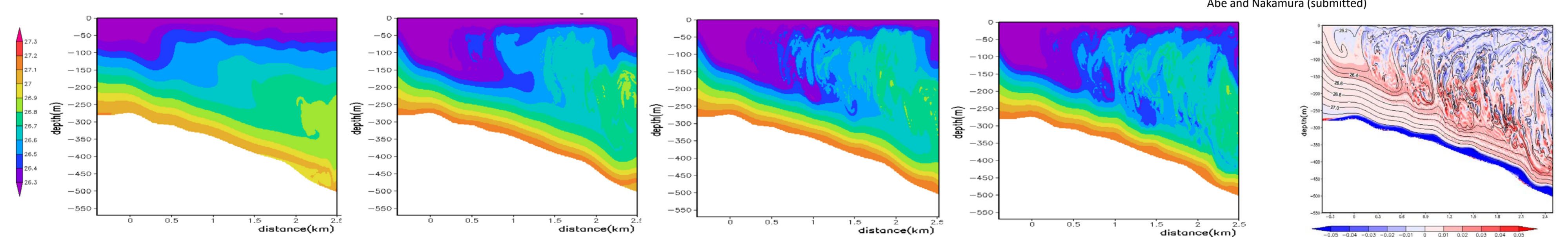
Uchimoto et al. (submitted)



経年変動
実験へ
(H24年度)

潮汐混合 (阿部祥子・伊藤薫・中村知裕)

大振幅「内部波」の碎波とその後の力学的不安定により、外洋の10万倍に達する混合が引き起こされる。混合は、熱塩循環/物質循環に大きく影響する。



ポテンシャル密度の鉛直断面図。暖色が高密度、白抜きは海底地形を表す。初期に水平一様な密度分布を与え、時間的に正弦関数で振動する潮流で駆動した。右向き流が減速時の碎波の様子。

すぐ右の図と同じ時刻における、渦度。コンターはポテンシャル密度子。

海洋モデルの高速化 (大宮学・中村知裕)

SMP・MPIハイブリッド並列のチューニング (H24年度)

3次元実験、パラメタ走査実験 (H24年度)