

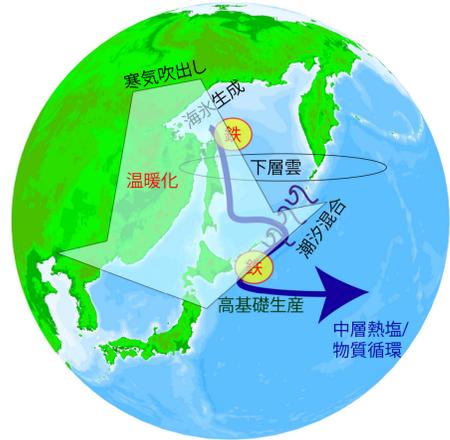
13-NA27

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、これらに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。



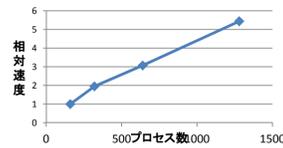
- 1) 冬季には、大規模な海水生成が起こる結果、北太平洋ほぼ全域の海洋中層循環に影響を与えている。海水生成の際には、塩が不純物として排出される上に、海水が結氷点まで冷えるため、海水の密度が高くなる。この高密度海水生成と千島列島域での潮汐による鉛直混合により、オホーツク海から北太平洋に広がる中層熱塩循環が駆動される。この循環に伴い、大気・陸域・海底堆積物起源の様々な物質が北太平洋中層に取り込まれ循環する。
- 2) 環オホーツク圏では、世界最大規模の基礎生産(海洋植物プランクトン増殖)が生じている。高い基礎生産は、食物連鎖を通じ豊富な水産資源を生み出し、炭素循環にも重要な役割を果たす。この基礎生産には、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。
- 3) 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。
- 4) また、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、夏季には日射を遮り赤外線を放射することで海面または陸面の熱・水フラックスを介して農作物の不作の原因ともなり、冬季には大量の降雪をもたらす。

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。

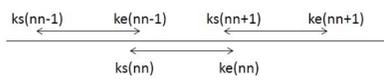
モデルの高速化 (大宮学・中村知裕)

これまで、

- (1) 大気モデルの高速化
 - SMP並列チューニング
 - MPI並列チューニング
 - (水平2次元領域分割)



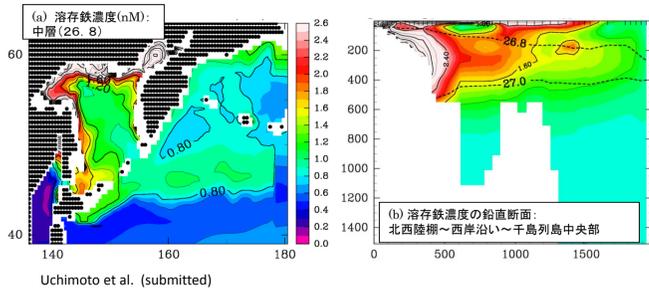
- (2) 海洋非静水圧モデルの高速化
 - SMP・MPIハイブリッド並列のチューニング



海洋物質・熱塩循環モデルの高速化 (H25年度)

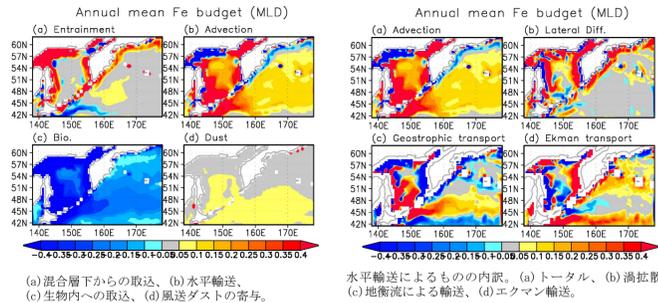
栄養物質循環/熱塩循環 (中野渡拓也・松田淳二・三寺史夫)

鉄循環の気候学的季節変動シミュレーション



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。

鉄収支解析 (海面混合層)

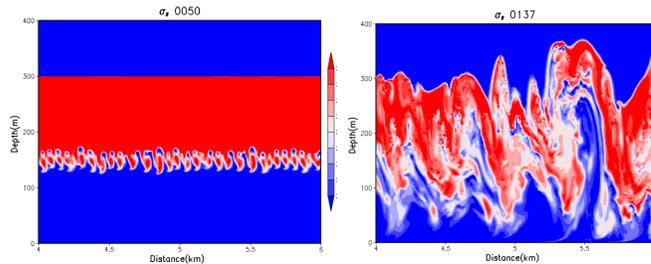


鉄循環 経年変動
熱塩循環 高分解能のシミュレーション (H25年度)

潮汐混合 (伊藤薫・阿部祥子・中村知裕)

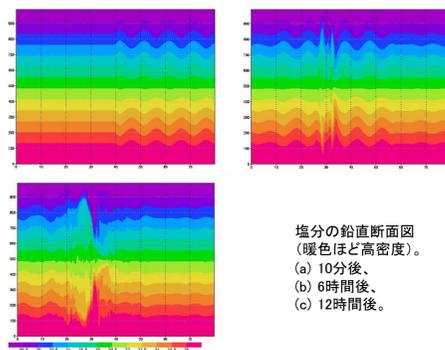
潮汐起源の内部波や力学的不安定による混合は、熱塩循環/物質循環に大きく影響する。

鉛直2次元実験
対流と力学的不安定による混合



ポテンシャル密度の鉛直断面図。初期に水平一様な密度分布と背景流を与えた。(左)対流が生じ、(右)力学的不安定と合わさり激しい混合が生じる様子。

3次元実験
内部重力波の屈折・散乱による混合



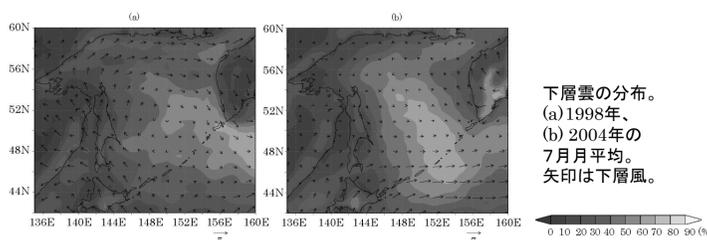
塩分の鉛直断面図(暖色ほど高密度)。(a)10分後、(b)6時間後、(c)12時間後。

高分解能実験
パラメタ走査実験 (H25年度)

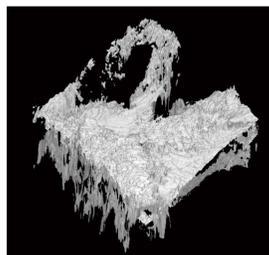
下層雲 (中村知裕・三寺史夫)

オホーツク海で頻繁に形成される下層雲は、夏季は海面/陸面熱フラックスに影響し、冬季は大量の降雪をもたらす。

夏季下層雲の経年変動シミュレーション



夏季下層雲の高分解能シミュレーション



2003年7月6日、オホーツク海周辺の雲の分布。

冬季の下層雲シミュレーション (H25年度)