

14-NA26

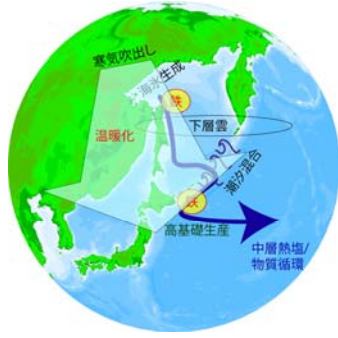
Joint Usage / Research Center for Interdisciplinary Large-scale Information Infrastructures

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ので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観測されていることから、基礎生産への影響が危惧されている。
- 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、夏季には日射の遮蔽と赤外放射により海面や陸面を冷却し、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長期積分・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)

高速化チューニングによりモデルの長期積分と高分解能化そして実験の効率化を図る。

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

- (3) 鉄化学モデルの高速化('13年度)
- ノード内ハイブリッド並列
- SMP並列チューニング
(インライン展開と強制SMP並列)

今年度

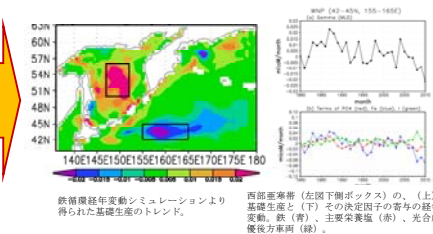
- (4) 高分解能熱塩循環モデルの
高速化チューニング

栄養物質循環／熱塩循環 (中野達也・松田淳二・三寺史夫)

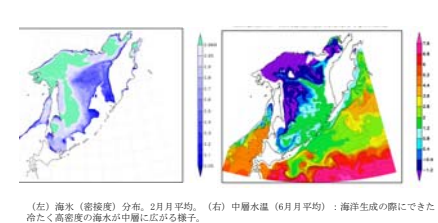
オホーツク海陸棚由来の鉄は海洋循環で運ばれ、高い基礎生産に寄与している。

- これまで('10-12年度):
- 熱塩循環 経年変動
- シミュレーションと
- 要因解析
- フロン循環シミュレーション
- 鉄化学モデルの
- 構築と
- OGCM への組み込み
- 鉄循環 季節変動
- シミュレーションと
- 要因解析

鉄循環の経年変動シミュレーション('13年度)



高分解能熱塩循環シミュレーション('13年度)



今年度

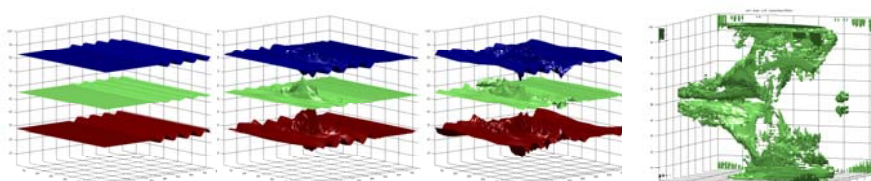
- ・鉄循環 経年変動
・高分解能熱塩循環
の感度実験と要因解析

潮汐混合 (伊藤薫・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。

- これまで('10-13年度):
- 鉛直2次元での
- 高分解能
シミュレーション
- 理想化実験と
パラメータ走査
- 力学解析と理論化
- 3次元数値実験

内部重力波の屈折・散乱による混合の3次元シミュレーション('13年度)



3つの密度面の時間発展。(左)初期に与えた内部重力波が、(中央)渦により増幅され砕波し(500分後)、(右)砕波領域がさらに広がる(700分後)、様子。計算は連続成層で行っている。

今年度

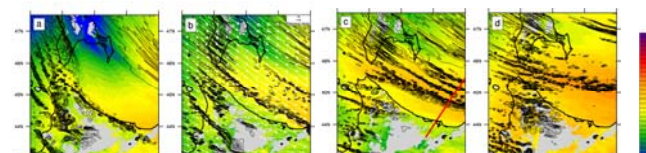
- ・3次元高分解能実験
・力学解析

下層雲 (Yagnesh Raghava Yakkala・中村知裕・三寺史夫)

オホーツク海では下層雲が頻繁に形成され、夏季は海面陸面を冷却し、冬季は大量の降雪をもたらす。

- これまで('10-12年度):
- 夏季下層雲の
- シミュレーションと
- 形成維持機構の解析
- 経年変動シミュレーション
- 高分解能シミュレーション

冬季下層雲のシミュレーション('13年度)



北海道オホーツク海沿岸帯状雲のシミュレーション。コンターは鉛直積分した雲の混合比、色は940hPaの気温。2008年12月(a) 1130UTC 26, (b) 1700UTC 26, (c) 2330 UTC 26, (d) 1130UTC 27の事例。

今年度

- 冬季下層雲
の感度実験と
形成維持機構の解析