

平成30年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A) 計算資源利用型
2. 研究課題名 環オホーツク圏の海洋鉄循環シミュレーションと次期スパコンへの移行
3. 研究期間 平成30年5月8日(採択日) ~ 平成31年3月31日
4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
中村 知裕	北海道大学・低温科学研究所	講師	

5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
岩下 武史	北海道大学・情報基盤センター	教授	
三寺 史夫	北海道大学・低温科学研究所	教授	
西川 はつみ	北海道大学・低温科学研究所	ポスドク	
中野渡 拓也	情報・システム研究機構・国立極地研究所	ポスドク	

6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字~1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績（発表等の予定を含む。）があれば、あわせて記載して下さい。

オホーツク海周辺（環オホーツク圏）で生じている世界最大規模の生物基礎生産とその変動の要因解明を目指し、主な限要因の一つである鉄に注目して海洋中の栄養物質循環シミュレーションを行っている。本共同研究では、(1) 海水及び溶存物質の循環に大きく影響する「潮汐による海水混合」の効果を検討するとともに、(2) 北海道大学情報基盤センター次期大型計算機への移植と高速化について検討した。

まず目的(1)のため、潮汐を陽に計算する物質循環モデルを開発した。これは、これまでに構築してきた高解像度北太平洋「鉄」循環モデルに潮汐を加えたものである。潮汐を引き起こす起潮力を直接与え、起潮力が駆動する「順圧」潮汐波とそれにより生成される内部波等を直接計算する。この内部波などによる流速シアや密度不安定から生じる乱流混合の強さを「乱流クロージャー・スキーム」を用いて評価し、拡散係数・粘性係数として与えた。（なお、順圧潮汐とは海面の昇降に伴う圧力差を主な復元力とする潮汐の成分で、内部波とは海洋内部の海水の昇降に伴う浮力を主な復元力とする波である。）計算された順圧潮汐の再現性は良好で、潮汐を加えたことで千島列島などの急峻な海底地形周辺で強い鉛直混合が引き起こされた（図は省略）。

潮汐により生じた差異を、海面における栄養塩・溶存鉄・基礎生産について図1に示す。栄養塩は表層では植物プランクトン増殖（基礎生産）に消費され、その死骸や排出物が沈降しながら分解・再無機化されて海水に再び溶け出すため、一般に深くなるにつれ濃度が高くなる。潮汐を加えた結果、鉛直混合が強くなり、亜表層の豊富な栄養塩が表層に運ばれ、表層で栄養塩が増した（図1左）。鉄も同様に表層より亜表層の方が濃度が高いため、潮汐混合は表層の鉄を増加するよう働く。しかし、基礎生産が増加し鉄の

(研究成果のつづき)

消費量が増えるため (図 1 右)、表層の鉄は減少する海域も多かった (図 1 中)。

次に目的(2)のため、上記モデルを新スパコンに移植し、高速化について簡単に検討した。今回はサブシステム A (Grand Chariot) に移植し、ノード数や領域分割数等を変えて 24 通りテストした。代表的なケースの計算速度を図 2 に示す。MPI 並列数を調整すると 52 ノードまではそれなりにスケールした。また、新スパコンに移植して特に計算時間が増加した部分は無さそうであった

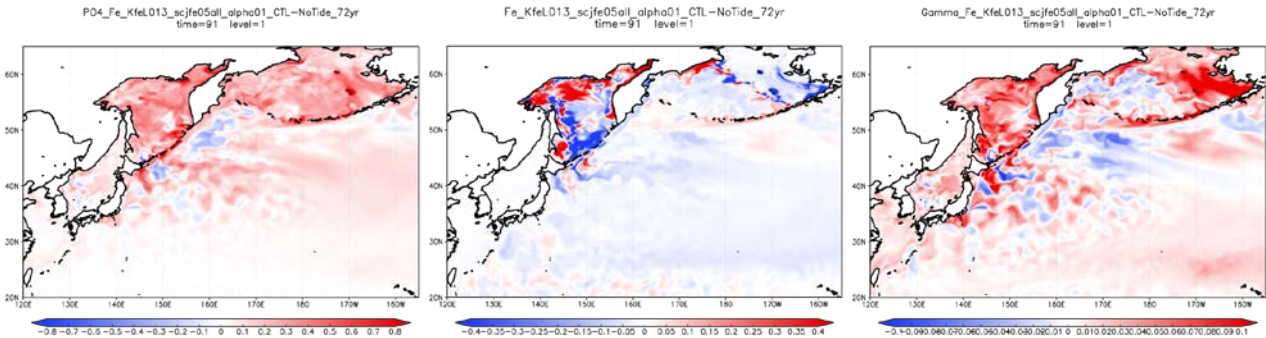


図 1 : 潮汐を加えたことによる海面の栄養塩 (左)、溶存鉄 (中)、基礎生産 (右) の差。赤 (青) が潮汐を加えたことで増加 (減少) したことを示す。

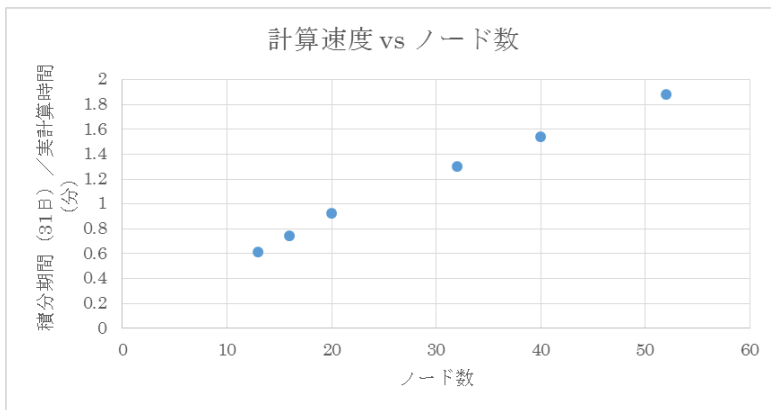


図 2 : ノード数 (横軸) と計算速度 (縦軸) のテスト結果。

学会発表

Nakanowatari, T., T. Nakamura, H. Mitsudera, J. Nishioka. Seasonal to interannual variations in surface PO4 concentration in Oyashio region: Role of wind-induced coastally trapped currents. JpGU 2018 (日本地球惑星科学連合 2018 年大会), May 20-24, 2018, Makuhari Messe, Chiba.

Nishikawa, H., H. Mitsudera, H. Yoshinari, T. Nakanowatari, T. Nakamura, K. Uchimoto, H. Hasumi. High resolution biogeochemical modelling in the North Pacific. JpGU 2018 (日本地球惑星科学連合 2018 年大会), May 20-24, 2018, Makuhari Messe, Chiba.