

「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」

平成 18 年度採択研究代表者

山中 康裕

(北海道大学 大学院地球環境科学研究所 助教授)

「海洋生態系将来予測のための海洋環境シミュレーション研究」

1. 研究実施の概要

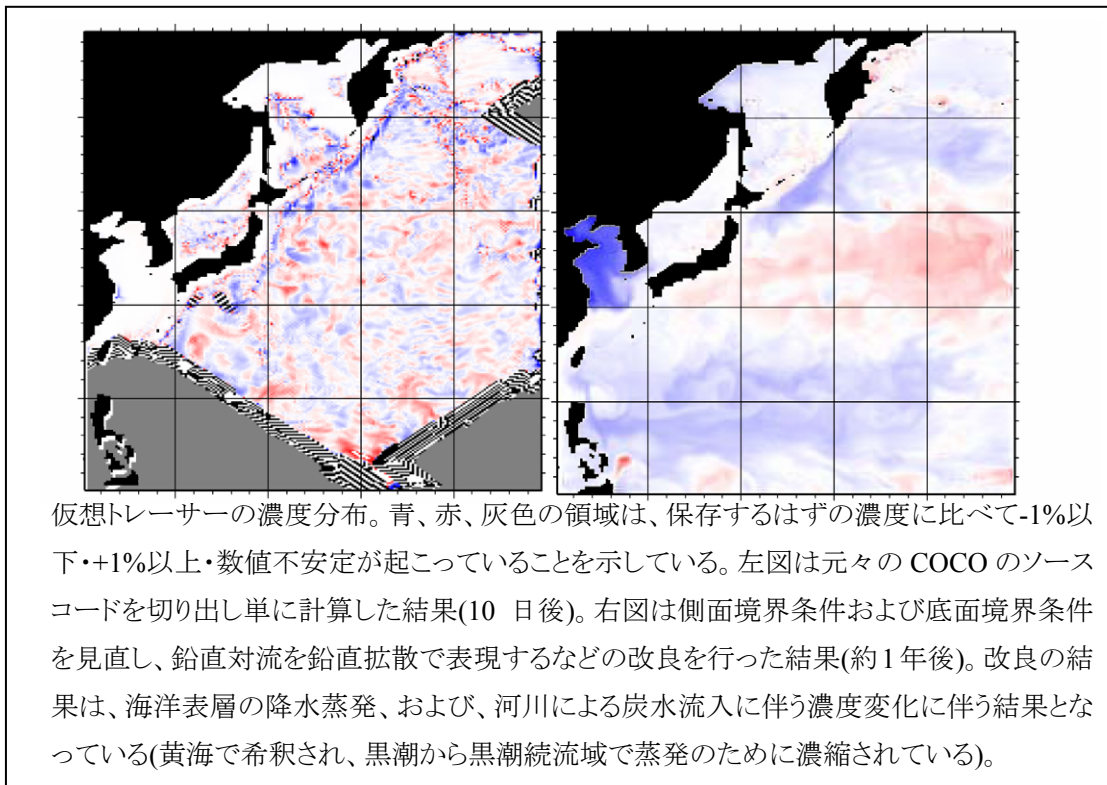
地球温暖化、海洋酸性化による海洋生態系の応答、水産資源への影響を調べるために、海洋生態系と海洋物質循環を結合させた海洋物質循環-生態系モデルを開発する。予測結果の因果関係、プロセス寄与等を調べるため、複雑さのレベルの異なる複数の生態系モデルを開発改良し、実験の規模や研究目的にあわせて、海流や水温・塩分分布を予測する海洋大循環モデルと同時に計算(オンライン手法)、独立して計算(オフライン手法)の両方が実験できるようにする。開発したモデルを用いて、産業革命時点 1760 年から現在までの実験(生態系変動再現実験)、および IPCC で定められたシナリオ(A1B など)による大気中二酸化炭素濃度を与えた実験(将来予測実験)を行う。他の国内研究計画と協力して個別に開発されてきたモデルを統合し、国際研究協力を行いながら、将来予測の技術を確立するのが本計画の特長である。

2. 研究実施内容

本研究では、年々上昇する二酸化炭素濃度に伴う海洋酸性化や地球温暖化による環境変化に対する海洋生態系の応答、水産資源への影響を明らかとすることを目標として、海洋生態系、水産資源モデルを高度化し、産業革命から現在までの生態系変動再現実験、及び、現在から 100 年後までの将来予測実験を行う。予測結果の因果関係、プロセス寄与等を調べるため、複雑さのレベルの異なる複数の生態系モデルを開発改良し、実験の規模や研究目的にあわせて、海流や水温・塩分分布を予測する海洋大循環モデルと同時に計算(オンライン手法)、独立して計算(オフライン手法)の両方が実験できるようにする。全体計画は以下の3つの項目からなり、

- [1] 海洋-水産科学統合モデル開発の基礎技術の整備
- [2] 海洋-水産科学統合モデルの開発
- [3] 海洋生態系変動再現・将来予測シミュレーションの実施

本年度は[1]として、オフライン手法の技術開発、および、個別モデルの改良、をおこなった。



[1-1] オフライン手法の技術開発

この手法は、ベースとなる海洋大循環モデルから切り出すことにより、ソースコード開発を行うものである。平成 18 年度は、橋岡(山中グループ)が COCO(CCSR Ocean Component Model, 東京大学気候システム研究センター開発)をベースに水平解像度 1/4x1/6 度の西部北太平洋領域のオフライン手法を開発した(図に示すように、移流・拡散過程においては保存量となる仮想トレーサーの数年以上の長期積分が可能となり、西部北太平洋といった広領域での生態系の季節変化シミュレーションが可能になった)。また、増田(山中グループ)・笹井(石田グループ)が OFES(OGCM for the Earth Simulator, (独)海洋研究開発機構地球シミュレータセンター開発)をベースにオフライン手法の開発をすすめている。(鉛直拡散係数の与え方などに問題を生じており、仮想的トレーサーのテストとして3ヶ月程度の計算が可能な状態である)。

[1-2] 個別モデルの改良

簡単なプロセスモデルからより現実に近い複雑なプロセスを含むモデルへと、複雑さのレベルの異なる複数の生態系モデルを相互比較することにより、生態系の特定のプロセスの役割を評価することや、このような統合モデルに対する海洋生態系の研究目的に沿った適切な複雑さを評価することである。平成 18 年度は、石田・野口・Smith(石田グループ)・山中が、3つの海洋生態系モデル NPZD (Nutrient-Phytoplankton- Zooplankton-Detritus)・NEMURO (North pacific Ecosystem Model Used for Regional Oceanography)・eNEMURO (extended NEMURO)を海洋-水産統合モデルに組み込むための開発や改良を行った。日本付近の代表的な海域での観測サイト(亜寒帯域・亜熱帯域それぞれ1地点)での、ボックスモデルでの比較を、吉江(協力者)の協力によって行った。

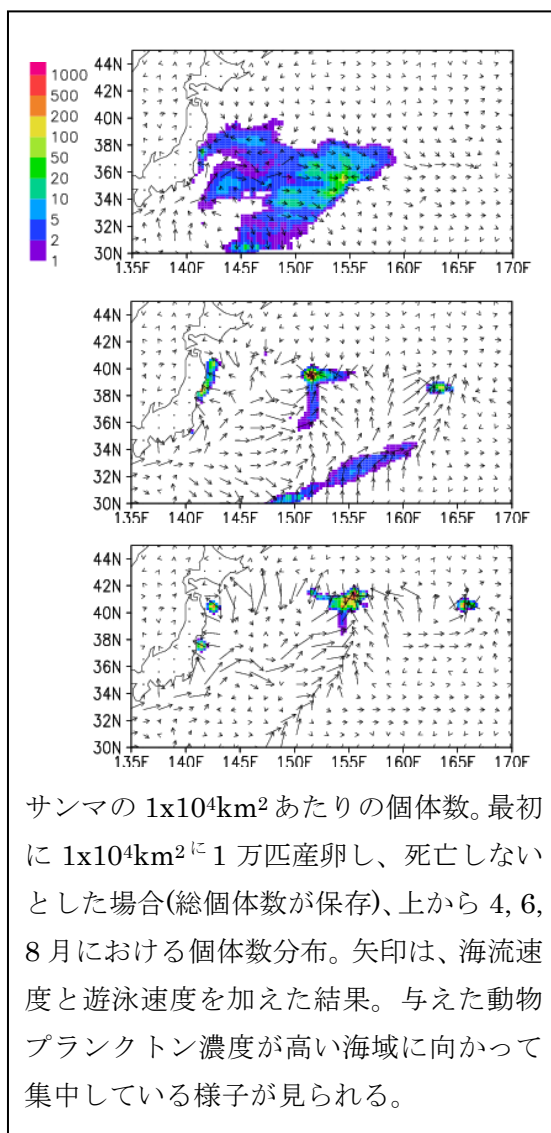
また、共通化したソースコードを作成した(山中)。水産資源モデルは、NEMURO.FISH をベースに、小型浮魚類としてサンマに対する個別体長モデル(Bioenergetics Model)を統合モデルに組み込めるように、図に示すように、簡単な個体数モデル(Population Dynamics Model)を結合させた海流と遊泳速度を考慮した水平2次元のコードを作成した(志藤)。

研究協力体制:

平成18年度は、山中・石田・笹井は、海洋酸性化の権威であり、OCMIP で共同研究を行った James Orr(Marine Environment Laboratories, IAEA)と、今後の研究協力についてのミーティングを3月にモナコで行った。ヨーロッパは海洋酸性化に関する10カ国28研究機関が参加する室内実験・船上観測・モデリングの研究計画 European Project for Ocean Acidification (EPOCA, 4年間総額11億円、モデリングが30%程度)の申請を6月に行う予定であり、採択の可能性が高い状況であることの説明を受けた。要請を受けて、我々の研究計画が前年に採択されことを受けて、EPOCA が採択された場合に国際協力を行う、といった趣旨のサポート・レターを送った。また、橋岡と山中は、Corinne Le Quere (East Anglia 大学)のところにと約2ヶ月間滞在もしくは訪問した。その結果、現在我々がすすめている相互比較する複数の生態系モデルの一つとして彼女らが開発した PlankTOM5 を提供してもらうこととした。

なお、海洋酸性化は、2月1日に発表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次報告書の骨子の一つとして「海洋酸性化が pH0.14~0.35 低下し海洋生態系に深刻な影響を与える可能性がある」と公表され、社会一般から非常に注目されている状況である。

国内研究協力体制として、環境省地球環境研究総合推進費や文部科学省「21世紀気候変動予測革新プログラム」が採択され、本 CREST で開発された海洋-水産科学統合モデルを利用して、温暖化に対する生態系や水産資源の将来予測や評価を行う2つの研究計画により、より強力な協力体制が築かれた。また、農林水産省委託プロジェクト研究として、平成18年度より、eNEMURO を吉江(研究協力者)と共同開発している「地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価及び高度対策技術の開発」との協力をおこなうこととなった。



これらのように、研究協力体制は整いつつあり、本 CREST で開発される統合モデルやシミュレーション技術が重要となってきた。

3. 研究実施体制

(1) 山中グループ

①研究分担グループ長： 山中 康裕(北海道大学 准教授)

②研究項目

[1] 海洋-水産科学統合モデル開発の基礎技術の整備

[1-1] COCO モデルをベースとしたオフライン手法の技術開発と評価

[1-2] NEMURO, eNEMURO 等、個別モデルの改良

(2) 石田グループ

①研究分担グループ長： 石田 明生((独)海洋研究開発機構 研究員)

②研究項目

[1] 海洋-水産科学統合モデル開発の基礎技術の整備

[1-1] OFES をベースとしたオフライン手法の技術開発と評価

[1-2] NPZD 等、個別モデルの改良