

深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化

① ビジョンの概要

全球の気候・生態系変動の精密な将来予測のため、深層海洋循環に焦点をあてた研究を展開する。アルゴ（自動ロボット観測システム）による全球的な深海乱流観測データの拡充を基盤に、スーパーコンピュータを駆使して、深層海洋循環および気候・海洋環境の過去の変動を再現する精緻な数値シミュレーションを実現する。さらに化学・生物過程を組み込むことで海洋物質循環と海洋生態系を含めた高精度な将来予測を実現していく。

② ビジョンの内容

全球の気候・生態系変動を正確に将来予測するためには、深層海洋循環に焦点をあてた研究が不可欠である。深層海洋循環の変動は、氷期－間氷期スケールの長期気候変動に大きく影響し、将来予測においても重要な要因となる。気候変動予測の主要なツールである大気海洋結合モデルにおいても、この深海乱流強度の正確な組み込みは不可欠であり、そのためには深海乱流強度の全球的空間分布の観測が必須である。従来、海洋観測の多くは船舶に依存しておりデータ量は圧倒的に不足していたが、最近ではアルゴ（海面から深度 2000 メートルまでを自動的に上下して水温・塩分等を測定するロボット観測網）などによる拡充が始まっている。本提案では、到達深度を 6000 メートルまで延長させた「深海アルゴフロート」に乱流センサーを搭載して全球展開する。同時に、深海アルゴフロートに各種の化学／生物センサーを順次搭載していくことで、深層海洋循環に伴う物質循環と海洋生態系に関する観測データの飛躍的拡充を目指す。

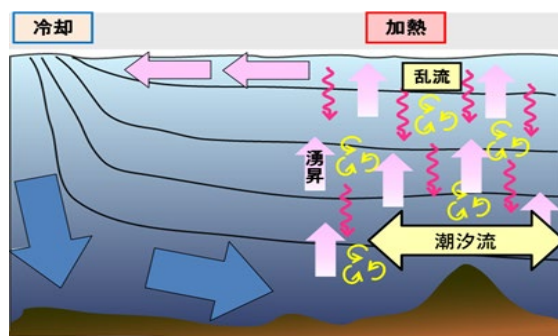


図1 深層海洋循環のメカニズムと深海乱流

観測データの拡充と並行して、我が国が誇るスーパーコンピュータ資源を活用し、観測された深海乱流強度を大気海洋結合モデルに反映させることで数値シミュレーションを高度化する。海洋の物質循環の起点となる表層の生物生産は、海洋循環によって供給される栄養塩と微量金属に支えられている。したがって、深層海洋循環の精緻な再現／予測は、物質循環やそれに伴う生物生産の変動の再現／予測にも大きく貢献する。本提案ではさらに、過去の海洋生物分布や現存生物の遺伝子解析を通じて得られる環境適応能力に関する知見と連携し、環境変動に対する海洋生態系の応答プロセスをより定量的かつ精緻に理解し、それをモデル化することを目指す。海洋の物質循環や気候変動過程を正確に再現／予測するモデルの構築と、化学／生物パラメーターに関する観測データの飛躍的な拡充が進めば、数値シミュレーションによる物質循環や生物生産の高精度な将来予測が可能となる。これは将来の食料問題や災害リスクとも密接に関連しており、社会的にも大きな貢献が期待される。

観測データの拡充と並行して、我が国が誇るスーパーコンピュータ資源を活用し、観測された深海乱流強度を大気海洋結合モデルに反映させることで数値シミュレーションを高度化する。海洋の物質循環の起点となる表層の生物生産は、海洋循環によって供給される栄養塩と微量金属に支えられている。したがって、深層海洋循環の精緻な再現／予測は、物質循環やそれに伴う生物生産の変動の再現／予測にも大きく貢献する。本提案ではさらに、過去の海洋生物分布や現存生物の遺伝子解析を通じて得られる環境適応能力に関する知見と連携し、環境変動に対する海洋生態系の応答プロセスをより定量的かつ精緻に理解し、それをモデル化することを目指す。海洋の物質循環や気候変動過程を正確に再現／予測するモデルの構築と、化学／生物パラメーターに関する観測データの飛躍的な拡充が進めば、数値シミュレーションによる物質循環や生物生産の高精度な将来予測が可能となる。これは将来の食料問題や災害リスクとも密接に関連しており、社会的にも大きな貢献が期待される。

③ 学術研究構想の名称

深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化

④ 学術研究構想の概要

本研究は、数十～数百年スケールの地球規模の気候変動の予測に向けて、最大のブラックボックスとして残されている「深海」の実像を稠密な観測によって初めて明らかにするとともに、過去の気候変動に伴う海洋環境変化に対する海洋生物群集の応答を解明し、海洋における生産性／生物資源の高精度な将来予測を目指すものである。

気候の長期変動を制御する深層海洋循環は、深層水に浮力を与えて表層に浮上させるミクロスケールの深海乱流に支配されており、そのグローバルな空間分布の解明は喫緊の課題である。そのため、アルゴフロートに乱流センサーを搭載し、到達深度を 6000 メートルまで延長させた「深海アルゴフロート」約 1000 台を全球展開し、得られた乱流強度の空間分布の情報を数値モデルに反映させることで、数千年～数万年前の過去から数十年～数百年後の未来にわたる気候変動過程を世界に先駆けて再現／予測する。

さらに、古気候下での海洋環境変動に対する生物群集の応答の情報を海底コア微化石試料のデータ等から明らかにし、気候変動予測／海洋環境予測の情報を組み合わせることで、食料問題と密接に関係する将来の海洋生産／生物資源のアセスメントを極めて高精度に実行していく。

⑤ 学術的な意義

深海の乱流混合の実態が明らかにすることは、海洋物理学分野、気候学分野、古環境学分野で長年の課題であった深層海洋循環の正確な理解に直結するものである。深海乱流について、理論との整合性と全球的な詳細分布を稠密な観測データによって確認することが可能になれば、深層海洋循環研究に画期的なブレークスルーがもたらされる。またその知見を大気海洋結合モデルに組み込むことで、スーパーコンピュータを使用した深層海洋循環と長期気候変動の再現精度が格段に向上する。本提案の数値シミュレーションによる再現が成功すれば、過去の気候変動に関して画期的な知見をもたらすことが期待される。深層海洋循環と長期気候変動の再現／予測によって、将来および過去の海洋物質循環像が刷新される。この新たな物質循環像は、必然的に生物海洋学の新たな飛躍にも繋がる。海底コア試料解析から得られる過去の生物分布の情報、現存する生物の遺伝子分析による海洋環境への適応能力の把握とあわせ、海洋生態系や生物資源の気候変動に対する応答についての知見が高められる。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

世界海洋循環実験計画（WOCE）、気候変動および予測可能性研究計画（CLIVAR）、全球海洋各層観測調査プログラム（GO-SHIP）の実施海域は限定的で全海洋を網羅するには至っていない。国内においては、東京大学や東京海洋大学が国内海洋測器メーカーと共同で深海乱流計を製作するなど、日本独自の技術を開発するとともに、北太平洋における乱流観測を牽引している。アルゴフロートに関しては、2000年から国際アルゴ計画（Argo）が開始され、現在、約4000台が全大洋の海面から水深2000メートルまでの水温・塩分を測定している。本研究計画により既存の全球観測網にはない世界初となる深海乱流観測網が確立し、乱流パラメタリゼーションによる気候モデルの精緻化とあわせ、海洋学・気候学における我が国の主導的な立場をより強固にする。

⑦ 社会的価値

海洋変動予測や気候変動予測の精緻化を通じて、災害や海洋資源の利用に関するリスクの定量的評価が可能になる。海洋生物資源の変動予測の精緻化は、将来の水産業と食料供給の安定化に貢献する。深海は、国民の知的好奇心を掻き立てる地球最後のフロンティアである。国民の海洋への興味を深めることで、海洋立国を担う人材育成に寄与するとともに、海洋産業の創出と国際的競争力の強化に繋げることができる。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール：フェーズ1（1～3年目）深海アルゴフロートの改良と試験展開、フェーズ2（4～6年目）深海アルゴフロートの全球展開と気候モデルとの融合、フェーズ3（7～10年目）深海アルゴフロート観測網の確立と高精度全球気候モデルの展開

実施機関：深海観測技術開発は、海洋研究開発機構が主担当機関となり、東京大学大気海洋研究所と東京海洋大学、水産研究・教育機構が加わる。深海アルゴフロート運用は、海洋研究開発機構があたり、気象庁の協力を得る。フロート投入は、東京大学大気海洋研究所、水産研究・教育機構、国内各大学に加え、既存の国際観測プログラムを活用する。大気海洋結合モデル開発は、東京大学、海洋研究開発機構、気象研究所が主担当機関となり、国内各大学海洋物理系研究室が連携する。

所要経費：総経費232億円、深海アルゴフロート観測網構築175億円、深海アルゴフロート観測網運営費36億円、比較観測等実行費13億円、高精度全球気候モデリング8億円

⑨ 連絡先

江淵 直人（一般社団法人日本海洋学会）

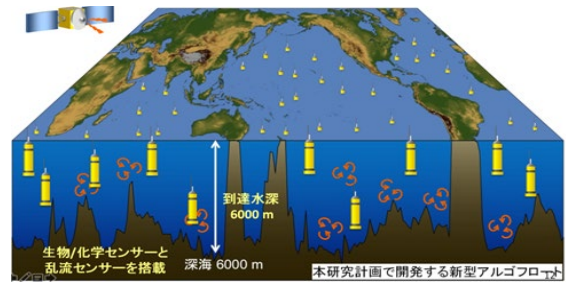


図2 深海アルゴフロートの展開イメージ