

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

気候変動のみならず、それに伴う物質循環と海洋生態系の変動に深く関わる「深海」を対象として、観測による実態解明と高精度数値シミュレーションを行うことで、正確かつ定量的な地球環境の将来予測を実現し、将来の食料生産や災害に関するリスクを定量的に評価する。地球-人間システムとしての将来予測を行うことで、持続可能な未来社会を実現する。

② ビジョンの内容

拡大・変容する人間活動への地球環境の応答を、科学的知見に基づいて正確かつ定量的に将来予測することが必要不可欠である。海洋における変動予測は、全球の環境変動予測に不可欠であるとともに、異常気象や自然災害によるリスクの管理やそれに応じた食料生産の適切な維持の観点からも重要である。

海洋に関しては、観測の困難さから観測データが圧倒的に不足しており、特に深海域での不足が著しい。深層海洋循環の変動は、氷期-間氷期の差に匹敵する著しい気候変動をもたらす可能性が高く、生態系変動を含めた中・長期スケールに渡る地球環境の将来予測において重要な因子となる。このグローバルな深層海洋循環の強さやパターンを支配しているミクロスケールの深海乱流に着目し、本研究では、到達深度を6,000

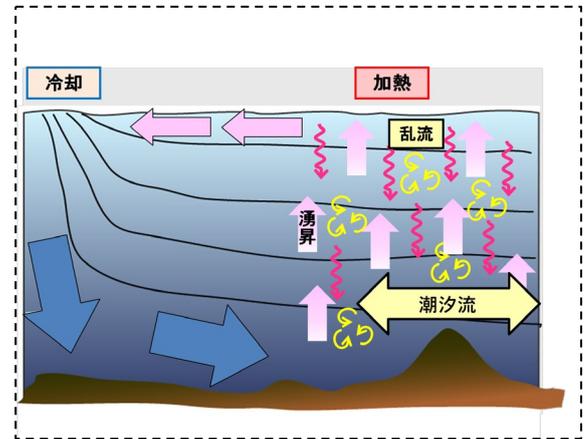


図1 深層海洋循環のメカニズムと深海乱流

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。さらに、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物資源に関するアセスメントに必要な観測データを飛躍的に拡充させる。

このような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ーを活用し、得られたデータを大気海洋結合モデルに組み込むことで、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。海洋の物質循環の起点となる表層の生物生産は、深層海洋循環によってもたらされる栄養塩や微量金属によって量的にコントロールされる。したがって、深層海洋循環の精緻な再現/予測により、物質循環とそれに伴う生物生産の変動の再現/予測が可能になる。

本研究による成果を踏まえ、気候変動の影響とそのリスクへの対策について、実現可能で効果的な政策提言を行っていく。科学的知見に基づく政策提言にとどまらず、提言による人間活動の変容の影響も含めた、いわば地球-人間システムとしての将来予測を行うことで、持続可能な未来社会の実現に資する。

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

本研究計画は、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、意外にも、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(海面から深度2,000メートルまでの間を自動的に上下して水温・塩分等を測定する観測機器)に乱流センサーを搭載し、到達深度を6,000メートルまで延長させた「深海アルゴフロート」約1,000台を全球展開し、得られた乱流データを数値モデルに組み込むことで、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を明らかにすることは、海洋物理学分野、気候学分野、古環境学分野において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。深海乱流という不確定要素を解消することで、数値シミュレーションにおいて我が国が世界に誇るスーパーコンピュータの能力を最大限に引き出すことを可能にする。その結果、モデルの精度を格段に向上させることで、気候変動や生態系変動に関わる研究にブレークスルーをもたらす。

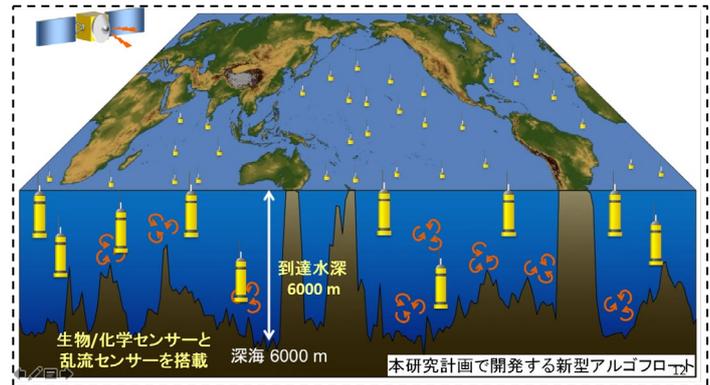


図2 深海アルゴフロートの展開イメージ

深層海洋循環の再現、長期気候変動の高精度予測、古気候・古海洋環境の高精度復元によって、将来および過去の海洋物質循環像が一新される。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、海洋生態系や水産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、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 4,000 台のアルゴフロートが全大洋の海面から水深 2,000 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

実施機関と実施体制：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、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 182 億円、深海アルゴフロート観測網構築 125 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 (日本海洋学会)