

先端国際共同研究推進事業

2024 年度採択

「Top のための ASPIRE」

バイオ分野

2024 年度

年次報告書（公開版）

研究課題名	海洋生態系変動の統合分析に係る研究開発と海洋頭脳循環プラットフォームの構築
日本側研究代表者	稲垣 史生 東北大学・海洋研究開発機構変動海洋エコシステム高等研究所（WPI-AIMEC） 副研究所長・研究部門長・教授
相手側研究代表者	• Angelicque White, Professor, Department of Oceanography, University of Hawaii at Mānoa, • Shang-Ping Xie, Distinguished Professor and Roger Revelle Chair, Scripps Institution of Oceanography/University of California, San Diego, • ONO Shuhei, Professor, Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, • Sabine Kasten, Professor/Section Head, Section Marine Geochemistry, Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research
研究期間	2024 年 12 月 1 日～2030 年 3 月 31 日

1. 研究成果の概要

① 研究構想にかかる成果

<実施したこと>

2024 年度（2024 年 12 月 1 日～2025 年 3 月 31 日）は、研究テーマ 1「気候—海洋—生態系相互作用の解明」、研究テーマ 2「海洋生態系の環境応答、ゲノム可塑性、適応進化メカニズムの解明」、研究テーマ 3「進化版海洋生態系モデルの構築と将来予測」に関して、ボトムアップ提案に基づく 11 の融合研究アクティビティ（Fusion Science Activities: FSAs）プロジェクトを実施した。同時に、第一義的な科学目標である「海洋生態系変動メカニズムの解明と予測の実現」に向けて、3 つの研究テーマを横断する 5 つの包括的課題（グランド・チャレンジ：GC）を設定し、各 GC に対応する Q-CHA、すなわち、（サブ）課題

（Challenges）、疑問（Questions）、仮説（Hypotheses）、取組（Approaches）について、分野や組織の枠を横断した対話イベントの開催等を通じて、その科学的戦略や洞察を深化させた。なお、これらの研究活動と GC 項目に関する議論は、本 ASPIRE の海外 PI 及び大学院生を交えて英語により実施した。

<得られた成果>

3 つの研究テーマに跨る 11 課題の FSA プロジェクトの概要は以下の通りである。

- FSA#1: 亜熱帯海洋における植物プランクトン群集の適応能力解明のための観測・モデルの融合研究
- FSA#2: 第四紀の気候変動に対するサンゴ礁とサンゴ礁生態系の応答に関する融合研究
- FSA#3: 過去 500 年間の大気・海洋の月分解時系列変動の復元：再解析された $\delta^{18}\text{O}$ プロキシデータ、 $\delta^{18}\text{O}$ に基づくプロキシデータ同化及び海洋モデリングの融合研究
- FSA#4: 北極海の CO_2 吸収量の推定に関する融合研究
- FSA#5: 西太平洋暖水塊（WPWP）北縁における表層クロロフィル極大期に関する融合研究
- FSA#6: 海底測地学と海洋物理学の融合による地水構造把握の実現
- FSA#7: 表層の海洋循環と生物活動の変化と深層の溶存有機物分布に関する統合的研究
- FSA#8: 海洋プランクトンのエピゲノム研究基盤の確立：個体解析から生態モデリングまで
- FSA#9: AIMEC 生物画像・バウチャーセンター構想
- FSA#10: 海洋微粒子中の生物学的有機物分解プロセスの解明に向けた高度融合分析スキームの開発
- FSA#11: 海洋環境変化に対する沿岸の生物多様性の応答解明に向けた地域ベースの全国的な eDNA モニタリング

「海洋生態系変動メカニズムの解明と予測の実現」に向けた 5 つのグランド・チャレンジ（GC）の策定については、未だ暫定案ではあるが、以下の項目で議論を深化させている。

- GC1. 海洋環境の物理化学的変化に対する生態系の適応性と脆弱性
- GC2. 気候—海洋—生態系の連動性と時空間変動
- GC3. 海洋表層生態系の変化と生物地球化学的要素循環
- GC4. 沿岸海洋生態系の変化とそれに対する人間活動の影響
- GC5. 海洋生態系変動予測と惑星スチュワードシップ

これらのグランド・チャレンジのうち、GC1～GC4 については、海洋物理学、生態学、生物学、地球化学、数理・データ科学などの分野融合により達成される科学的な課題である。GC5 は、GC1～GC4 の課題対応で得られた科学的知見と海洋生態系変動モデルを活用し、「科学—社会—政策インターフェース（SSPI: Science-Society-Policy Interface）」を担う知識・行動プラットフォームを通じて、地球環境と人間社会の持続可能性を高める「惑星スチュワードシップ」への貢献を目指すものである。

2025 年度以降は、北西太平洋を重点海域と定め、GC 項目に係る C-QHA スキームの明確化・明文化を図る。その後、FSA を GC 項目の達成に不可欠な要素となるよう再設定し、研究成果の意義や価値の最大化を促す。また、国際的な海洋頭脳循環の実践の場として、2026 年度に、ASPIRE に係る研究者及び大学院生を交えた国際共同海洋調査航海を実施すべく、関係者間で実施計画の検討を行っている。

② 国際ネットワーク構築・拡大/国際頭脳循環の促進に資する若手研究者の人材育成に関する成果

<実施したこと>

東北大学と JAMSTEC が共同ホスト機関をつとめる WPI-AIMEC を中心に、海外 PI が所属するハワイ大学マノア校を国際サテライト拠点、カリフォルニア大学サンディエゴ校・スクリプス海洋研究所、マサチューセッツ工科大学、アルフレッド・ウェグナー極域海洋研究所をパートナーとして、大学院生やポスドク、若手研究者の海外滞在研究を可能とする「国際海洋頭脳循環プラットフォーム」の構築を進めている。また、2025 年度より、東北大学における「環境・地球科学国際共同大学院プログラム（GP-EES）」の参加対象となる大学院生を、従来の理学研究科と環境科学研究科から、農学研究科、生命科学研究科、情報科学研究科、工学研究科に拡大し、2024 年 12 月に ASPIRE 支援対象候補者を含む GP-EES プログラム生の公募（2025 年 4 月期生）を実施した。また、2025 年 1 月時点在籍する GP-EES プログラム生の中から ASPIRE 支援者（2024 年度後期生）を選抜した。2025 年 3 月には、ハワイ大学マノア校にて海洋生態系変動の国際共

同研究に関するワークショップを開催するとともに、GP-EES の大学院生を対象としたウィンター・スクールを開催した。

<得られた成果>

ASPIRE 初年度である 2024 年 12 月の GP-EES プログラム生公募では、例年に比べて 2 倍以上の応募があり、環境・地球科学に関する大学生の関心の高さが伺えた。ASPIRE 選抜者は、M2～D3 までの在学期間中に、のべ 12 カ月以上の海外滞在研究を必須とし、その後 1 年間のポストドク期間を設定することで、海外滞在研究を通じたジョイントリー・スーパーバイズド・デグリー（JSD）の取得と、学位取得後のキャリアパスについて支援できることとした。なお、2024 年度に GP-EES プログラム生の中から選抜された ASPIRE 支援者（2024 年度後期生）は、PI/Co-PI による書類審査の他、研究計画や渡航計画のヒアリングを実施し、最終的に 4 名（M2 から 3 名、D1 から 1 名）を採択した。これらの ASPIRE 支援者は、2025 年度以降にハワイ大学マノア校やカリフォルニア大学サンディエゴ校/スクリプス海洋研究所、オーストラリア・タスマニア大学で海外滞在研究を開始予定である。

2. 研究実施体制

東北大学におけるクロスアポイントメント制度等を活用し、JAMSTEC のメンバーを東北大学の教授職に、東北大学のメンバーを JAMSTEC の招聘上席研究員等に位置付けることで、双方の機関に所属する研究者が相互に行き来し、ASPIRE で支援予定の大学院生やポストドクに対して直接的に教育・指導を行うことができる体制を整備した。それより、今後、国研と大学との連携による航海調査インフラやスーパーコンピュータ等を用いた海洋観測研究の実施や、国際的な高等教育の高度化（国際頭脳循環の推進）が可能となる。また、相手国側の研究者との共同研究を着実に進展させ、GP-EES と連携した国際的な頭脳循環・人材交流を活性化させるために、本 ASPIRE による活動を支援する URA/国際コーディネーターを公募により 2 名採用した（内 1 名は 2025 年 6 月の異動）。さらに、東北大学・JAMSTEC から相手国側への若手研究者・教員の滞在研究のみならず、相手国側から東北大学・JAMSTEC への若手研究者・教員の滞在研究やインターンシップを支援するため、東北大学や JAMSTEC における受入れ体制を整備している。2024 年 3 月には、WPI-AIMEC の年次総会である All-Hands Meeting に合わせ、ハワイ大学マノア校、カリフォルニア大学サンディエゴ校・スクリプス海洋研究所、マサチューセッツ工科大学、アルフレッド・ウェグナー極域海洋研究所から海外 PI が来日し、ASPIRE で支援予定の大学院生を交え、グランド・チャレンジや海洋生態系変動に係る具体的な研究戦略、ASPIRE を通じた 2025 年度以降の人材交流等について活発な意見を交わした。

3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

Yabuki, A., Fujii, C., Yazaki, E., Tame, A., Mizuno, K., Obayashi, Y., Takao, Y. Massive RNA editing in Ascetosporean mitochondria. *Microbes and Environments*, 40(1), ME24070, 2025. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME24070> （2025 年 3 月 13 日プレスリリース）

Sugimoto, S., Kojima, A., Sakamoto, T., Kawakami, Y., Nakano, H. Influence of extreme northward meandered Kuroshio Extension during 2023-2024 on ocean-atmosphere conditions in the Sanriku offshore region, Japan. *Journal of Oceanography*, 2025. <https://doi.org/10.1007/s10872-025-00747-x> （2025 年 2 月 14 日プレスリリース）

Sugimoto, S. Marine heatwave off Tokai, Japan, attributed to the Kuroshio large meander path, and an associated increase in summer rainfall over Japan. *Journal of Oceanography*, 81, 63-79, 2025. <https://doi.org/10.1007/s10872-024-00741-9> （2024 年 12 月 23 日プレスリリース）

Yamaguchi, R., Kouketsu, S., Kosugi, N., Ishii, M. Global upper ocean dissolved oxygen budget for constraining the biological carbon pump. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 732, 2024. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01886-7> （2024 年 12 月 11 日プレスリリース）

Adiwira, H., Suga, T., Richards, K. J. The relationship between Indian Ocean subtropical mode water variability and ocean temperature structure. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 129(11), e2024JC021226, 2024. <https://doi.org/10.1029/2024JC021226>.