

## 海洋生物資源ガバナンスのための生態系研究ネットワーク拠点の形成

### ① 計画の概要

全球規模で海洋生態系機能が劣化する中で、水産資源をはじめ人類が海洋生態系から受けてきた多様な恵みを将来にわたり持続的に利用する方途を確立することは喫緊の課題である。海の恵みの持続的利用のためには、恵みを生み出す海洋生態系を保全する海洋生物資源ガバナンスの確立が不可欠である。このために、海洋環境と生物群集の両者を網羅的にモニタリングし、そこから海洋環境とその生態系の変動機構を解明して、海洋生態系全体を保全しつつその利用戦略を確立するための研究拠点を確立することが必須である。

海の恵みは多種多様な生物活動から生み出されるため、漁獲対象種に加えてプランクトンなど非対象であった生物群を含めた全生態系の多様性を保全する必要がある。海洋生態系における生物の多様性と相互作用に関する理解を革新的に進めるための学術的基盤となるネットワーク拠点の形成を目的とする。

わが国に3つの研究拠点と約50カ所の研究機関等に生物情報解析ステーションを設け、船舶とブイによる掃海水圏メタゲノムおよび環境DNA (eDNA) 収集網を敷く。環境モニタリング、水圏メタゲノムおよびeDNA解析のための新たなモニタリングシステムの開発、得られたビッグデータの集積・ノイズ除去・利用・公開に関する研究開発、ビッグデータを基にした海洋環境と海洋生物の多様性および資源量を推定するためのアルゴリズムの開発を行う。海洋環境と生物に関するビッグデータは、漁業関係者等に常時配信され、実際の漁獲情報との整合性検証後、それらの検証結果も含めて教育研究機関、地方自治体、国際機関などと共有される。気象、衛星データ、海洋生物およびDNA配列のデータベースなどを統合して永続的にデータの品質を管理する。最終的にAIを駆使したモデル化から海洋生態系を可視化し、変動予測システムを確立して、海洋生態系の保全と海洋生物資源の持続的利用を図る。

### ② 学術的な意義

農業・林業が、陸という人間に管理された場で行われ、その生産量の推定も可能であるのに対し、漁業では流体中に存在する対象生物の分布・量とその変動要因という基本的な情報が欠落しているため、非効率あるいは無計画的な漁獲を抑えることができなかった。例えば、気候変動に伴う環境変動によって数十～数百倍の増減をするマイワシのような魚類資源では、物理環境(水温や塩分等)および生物環境(餌となる動植物プランクトン等)に加え、カツオなどの捕食者やカタクチイワシなどの競合種との種間相互作用が大きく影響するが、これまでのような単一魚種の漁業データのみ依存した管理では限界がある。生態系の他の構成員も考慮した生態系ベースのアプローチが必要なのである。水圏メタゲノム解析およびeDNA解析から得られる漁獲対象でない種も含めた生物の分布・量と漁業や調査での標本から得られる生物情報を組み合わせることで海洋生態系全体の動態を捉えることによって初めて環境と種間相互作用を考慮した資源持続的利用が可能となる。本提案は、広域データ収集システム、最新のビッグデータ解析技術、新規のアルゴリズムを用いて形成されるサイバースペースと、従来のフィジカルスペースにおける水産・海洋研究を有機的に結合させて海洋生態系の統合的理解を図る世界初の先端的取り組みである。水産大国であるわが国は、人類共通の海洋資源を持続的に維持管理するためのグローバルな学術基盤を構築する責務があり、そのための先導的ひな形となる。この学術基盤は、社会科学・政策を含めた多分野間での情報交換を促進し、科学的証拠に基づいた海洋生物資源ガバナンスが可能になるため、FAOやユネスコなどの国連機関や北太平洋漁業機構などへの貢献となるばかりでなく、海洋生物学、食料科学をはじめ海洋関連の学術領域における我が国の国際的な優位性をさらに強化するものである。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

生態系ベースの水産資源管理の重要性は国際的に認識されているが、その実現のための科学的実績は乏しい。次世代シーケンサが開発されて以来、ゲノム・メタゲノム・eDNA解析が発展し、海洋生態系の生態系種間相互作用を解き明かす上でブレークスルーとなる情報を提供するものと期待されている。しかしこのDNAを基盤とした取り組みにおいても、従来の内外の成果は広域な海洋生態系の把握各種相互作用の解明には不十分である。本提案は、これまで不可視であった海洋生態系の構成要素を可視化する初めての試みである。海洋物理、海洋化学、生物生態、DNA情報を含むビッグデータを有機的に紐づけることによって、海洋生態系の保全と海洋生物資源の持続的利用を図る体制「海洋生物資源ガバナンス」の構築は、世界初のモデルケースとなる。



図1. 海洋生態系ビッグデータ収集

#### ④ 実施機関と実施体制

以下の拠点機関と実施機関による運営委員会が、運営実務、ネットワーク管理、別記の共同利用を統括する。

拠点機関：東京大学（農学生命科学研究科承認済）、北海道大学（農学研究院承認準備中）、東京海洋大学（大学承認済）、長崎大学（研究科承認準備中）

実施機関：水産研究・教育機構（理事長承認済）、海洋研究開発機構（研究担当理事承認済）、宇宙航空研究開発機構（地球観測研究センター承認準備中）、高等教育機関・各都道府県水産研究機関など（承認準備中）

##### 【実施内容】

東京大学：海洋研究体制の構築、海洋ビッグデータ解析システムの構築、海洋微生物叢・魚介類・鯨類の遷移動態の解析・研究、ゲノムワイド関連解析、バイオロギング利用研究の高度化、高速海洋メタゲノム解析のためのパイプラインの構築、高速ネットワーク通信網の構築、国際コンソーシアム体制の構築

北海道大学・東京海洋大学：沿岸・外洋域微生物叢およびプランクトンの生物多様性研究、海洋環境モデルの構築、バイオロギング利用研究

長崎大学：内湾、閉鎖域の海洋微生物叢の遷移動態の解析・研究、海洋環境モニタリング

水産研究・教育機構：海洋メタゲノム・eDNA 解析機能を搭載した集積型海洋ブイの開発（自律海洋 DNA 解読ブイ：AMDB）、観測データを基にした海洋環境遷移予測研究、漁獲データの収集

海洋研究開発機構：海洋環境自律型環境観測ブイの開発（自律環境観測ブイ：AMEB）、海洋観測データに基づくシミュレーションによる海洋環境遷移推定法の研究、海底微生物叢の動態解析研究

宇宙航空研究開発機構：衛星データによる海洋環境解析

高等教育機関など（東北大・九州大・北里大・千葉県立中央博物館）：海洋メタゲノム・eDNA 解析、AMDB の運用

各都道府県水産研究機関：定例の各種データ収集・モニタリング、AMEB の運用、漁獲試料サンプリング、生物情報解析システム運用

#### ⑤ 所要経費

総予算：220 億円

初期投資：40 億円

研究拠点施設設置（首都圏、北方、南方の3カ所、拠点建設費＋ネットワーク形成費：5億円）、海洋予報データベース構築（海洋環境ビッグデータベースの開発・構築：2億円）、施設整備・測定機器の購入（スーパーコンピュータ：8億円）、自律環境観測ブイ（AMEBの開発・設置：10億円）、自律海洋DNA解読ブイ（AMDBの開発・設置：15億円）、運営費等（180億円（18億×10年））、約50カ所の自律環境観測ブイAMEBの維持費（5億円）、約50カ所の及び自律海洋DNA解読ブイAMDB（10億円）、備品費（1億円）、消耗品費（1億円）、人件費（1億円）

#### ⑥ 年次計画

2020年度～2022年度：研究拠点構築、高速ネットワーク構築、国際海洋環境変動研究コンソーシアム構築、海洋資源生物のゲノム解析、海洋生物行動モニタリング手法の構築

2021年度～2030年度：定点観測データ収集・登録、海洋微生物叢動態解析研究、海洋環境の評価マーカー抽出・評価法の標準化、海洋予報法の開発、海洋生物資源の行動解析・個体群変動解析、持続的高度利用に適した海洋資源生物機能の探索

#### ⑦ 社会的価値

本提案は、生物の多様性と種間相互作用の理解を革新的に進めることによって海洋生態系の保全と海洋生物資源の持続的利用を図るものであるため、水産資源管理に関わる水産行政方針への提言になると同時に、生態系の多面的機能の解明や生物資源の機能評価等の知的価値を飛躍的に高める。これにより、海洋生態系が持つ社会文化経済的価値等、生物多様性によって支えられている海洋生態系サービスを維持することの重要性が社会的に認知されることになる。本提案で形成される生態系研究拠点、そして、構築されたモニタリングとビッグデータ解析システムは、本提案の期間を超えて維持・運営可能であり、長期的視点で、わが国の沿岸地域の保全、地域経済の活性化にも広く貢献することが期待される。本提案によるバーチャルネットワーク拠点は、世界に先駆けてメタゲノム・eDNAや海洋ビッグデータ解析などの新手法を駆使するものであり、水産・海洋分野に初めてサイバースペースを現出させる。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

潮 秀樹（東京大学大学院農学生命科学研究科）

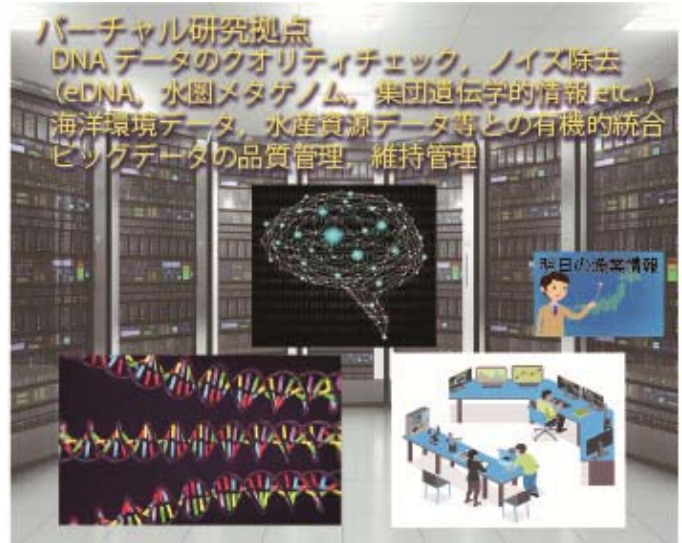


図2. ビッグデータ統合研究拠点

海洋生態系の飛躍的理解による国際協働と全球的海洋生物資源ガバナンスへ