



意思決定者のための概要

# ブルーペーパー

## 海洋ゲノム: 海洋遺伝子リソースの、保護、 および公正、公平で持続可能な利用

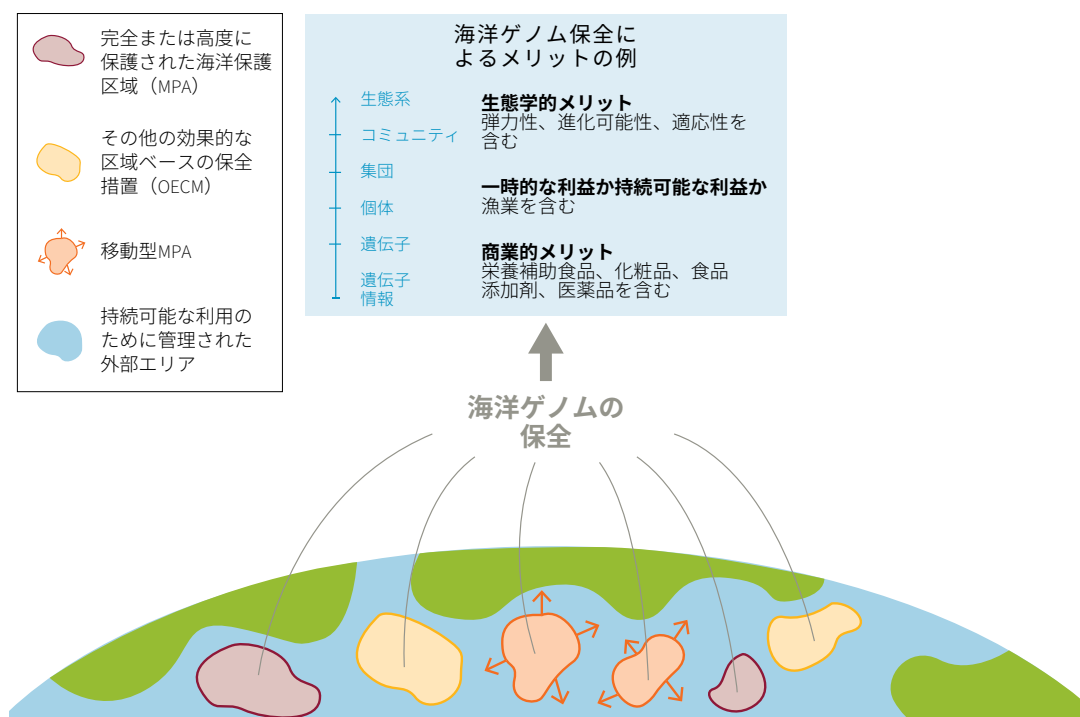
海は、素晴らしい生物多様性を持っています。生命は、陸上の少なくとも3倍の期間にわたって海に存在しています。その結果、その膨大な遺伝子多様性と比べると陸上の多様性は小さく見えます。<sup>1</sup>例えば、主要な動物門、すなわち共通の特性を共有し大多数の種を擁する生物の門のうち35%のみが陸上にあるのに対し、97%が海洋で記録されています。<sup>2</sup>

この新しい分析は、持続可能な海洋経済のハイレベル委員会に<sup>3</sup>よって委託されたものであり、これをもって、海洋内の遺伝子多様性に関する現在の理解、すなわち変化する世界の状況に与える利益、およびそのような多様性に対する脅威を探索します。海洋ゲノムの保全の向上、そして遺伝子リソースのより持続可能かつ公平な利用のための機会を特定します。

海洋ゲノムは、物理的遺伝子とそれらがコードする情報の両方を含む、すべての海洋生物多様性に存在する遺伝物質です。すべての海洋生態系とその機能が宿る基盤です。これによって、漁業や水産養殖を含む生物資源の豊かさと弾力性も決まります。それらの資源は集散的に、世界的な食品安全性と人間の幸福の柱を形成します (図 1)。

海洋ゲノムの脅威となるのは、過剰採取、生息地の消失・悪化、汚染、気候変動インパクト、侵略的な種やその他の圧力であり、またそれらの影響の累積です。国連の持続可能開発目標14を採用することにより、国際コミュニティは2020年までに海洋および海岸地域の少なくとも10%を保護することに取り組んでいます。しかしながら、海洋の2.5%のみが現在、高度に、または完全に保護されているとみなされており、研究では、健全で生産的で弾力性のある海を維持するためには、代表的な海洋生態系の少なくとも30%を完全にまたは高度に保護する必要があることが示唆されています。<sup>4</sup>また、リソースの持続可能な利用を確保する効果的な管理を通じて、海洋保護区域 (MPA) 外の遺伝子多様性の保全も行うべきです。すなわち、生息地の条件悪化を防ぎ、希少な種や、脅かされ絶滅の恐れのある種の保護が必要です。

図1 海洋ゲノムを保護するメリットの例



注: この図は、海洋ゲノムの保全とそれに関連する利点をポートフォリオ手法で表したものです。効果的な保全には、複数のツールを使用することが必要です。これには、採取活動や破壊的活動の影響に対する最大限の保護を提供する完全かつ高度に保護されたMPAのような区域ベースの保全措置が含まれます。持続可能な利用を効果的に管理することにより、生態学的、持続的、暫定的、商業的な幅広いメリットを確保することができます。

出典: 著者が開発。設計はJ. Lokrantz/Azoteによる。

**シーケンシング技術とバイオインフォマティクスの進歩により、海洋ゲノムをより良く理解できるようになりました。**これにより、探索が可能になります。これらの新しい知見は、保全計画と管理およびMPAの指定、そして、抗癌治療、化粧品、工業用酵素といった多様な商業的バイオテクノロジーアプリケーションの進歩をサポートしています。同時に、CRISPR (クラスター化された定期的間隔を持つ短い回文的繰り返し) などの既存および新しいバイオテクノロジーの使用から生じる環境上の、社会的、倫理的リスクは、特に海洋環境において調査されておらず、不明なところがあります。

**海洋ゲノムの価値の認識が向上すると、海洋ゲノムを取り仕切る国際および国内法律、組織的環境、倫理的な環境の複雑さが増します。**海洋ゲノムのガバナンスにおける複雑性は、多くの要因に関連しています。その概念の広さ、海洋における生態学および政治的境界の不一致、遺伝子多様性を侵食する多様な脅威、そして海洋ゲノムの商業的利用と非商業的利用の混合などです。これらのギャップの一部は、国連総会の決議により2018年に開始された2年間の政府間会議の議題となっています。この会議は、国家の管轄区域を超えた地域での海洋生物多様性の保全および持続可能な利用に対する新規の法的規制施策を協議することを目的としています。

海洋ゲノムから得られる重要な価値にもかかわらず、経済的利益を保全し、持続可能に利用し、公平に共有する取り組みでは、以下のような問題を抱えています。



断片化された海上ガバナンスの状況：海は複数の管轄区域に分割されている。そのため、現在の海洋ガバナンス状況は、さまざまな機関や法律に基づいた複雑なパッチワークである。その結果、海洋ゲノムの保存および公平な利用に関する問題に、断片的で一貫性のない方法によって対処することになる。これらのギャップのいくつかは、BBNJ交渉の議題になっている。



科学的理解におけるギャップ：遺伝子レベルでの海洋生命の探索を可能にしている迅速な技術進歩にもかかわらず、知識の大幅なギャップは残っている。例えば、ほとんどの海生種は記載がなされておらず、<sup>5</sup>海生原核生物の予測遺伝子の大部分は機能割り当てがなされておらず、<sup>6</sup>ウイルスから採取された遺伝子配列の約90%が不明のままである。<sup>7</sup>



海洋遺伝子リソースの研究および利用の利点にアクセスし、共有できる状況における非対称性：このような研究の実施に必要な高度な技術および専門性ととも、海洋生物資源探査研究にかかるかなりの費用は、海洋ゲノムに関するほとんどの商業的アクティビティーが、特に深海に関して、高所得国によって行われていることを意味している。しかしながら、サンプル採取は多くの場合、低・中所得国で行われることが多く、それらの国々では、資金、技術および能力の厳しい限界のために、多くの場合、海洋研究を自ら実施したり、遺伝子配列データの急速に増加するデータベースを利用したりすることはできない。



## オーシャンゲノムの保全および持続可能で公平な利用を確保する行動のための8つの機会

海洋ゲノムは、すべての海洋生態系の基礎となるものであり、人類を含む地球上のすべての生命の存在に不可分に関わっています。健康な海洋ゲノムは、保全と持続可能な利用の間の繊細なバランスを確実に保つための国際的および国内の法的措置が、研究開発の奨励並びに均衡テクノロジーの普及と利点共有を通じて実施されることを必要とします。これらの行動を取ることで、持続可能な海洋経済を支える持続可能で公正かつ公平な方法による海洋ゲノムの保全と利用が確実なものとなります。

### 1. 保全措置の一環として海洋遺伝子多様性を保護し、経過を監視する

実施されて完全にまたは高度に保護がなされている海洋保護区域 (MPA) 全体の少なくとも30%以上の海洋を保護する。

MPA外の遺伝子多様性を保全する。

遺伝子監視をセクター特有の管理計画および国際的なメカニズムに主流として入れる。

戦略的な環境評価を使用して、矛盾した利用とガイド計画を管理する。

国家生物多様性戦略と行動計画における海洋遺伝子多様性の保全および利用について報告する。

海洋遺伝子多様性を保全措置の設計および管理に組み込む。

### 2. ゲノム研究および商業化においてより大きな資産をサポートする

海洋科学能力構築、情報交換、協働および適切な技術移転に対する十分な注意を払い、そのようなイニシアチブを支援するための新しい追加資金を用意する。

これらのコンポーネントを国際的および国家的な研究方針、計画、プログラムに組み入れ構築する。

### 3. 海洋ゲノム研究における責任ある包括的な研究およびイノベーションを促進する

国内管轄を超えた海洋遺伝子リソースの公正かつ公平な利用に関するグローバルで多国間の利点共有メカニズムを開発する。

低所得国および中所得国の法的、技術的、管理的能力を強化し、関連する地域社会および先住民の人々を含め公平な利益を確保する。

保全および持続可能で公平な利用に焦点を合わせた、領海内での利点共有協定を促進する。

研究資金提供を求める者達に、可能性のある保全、持続可能性、均衡の適用について、また彼らの研究の利点について説明を要求する。

#### 4. 特典共有メカニズムおよび協定を介することを含め、研究および商品化に海洋ゲノムの保全を組み込む

国内管轄を超えた海洋遺伝子リソースの公正かつ公平な利用に関するグローバルで多国間の利点共有メカニズムを開発する。

低所得国および中所得国の法的、技術的、管理的能力を強化し、関連する地域社会および先住民の人々を含め公平な利益を確保する。

保全および持続可能で公平な利用に焦点を合わせた、領海内での利点共有協定を促進する。

研究資金提供を求める者達に、可能性のある保全、持続可能性、均衡の適用について、また彼らの研究の利点について説明を要求する。

#### 5. 商業および非商業セクターの知的財産規範が持続可能で公平な海洋経済を支援することを確認する

関連するすべての商業的および非商業的活動において、遺伝物質の生物学的および地理的起源の開示を要求するために国際特許法の手順の要素を修正する。

ストレージ、出版物、商業化以前を含む研究開発パイプラインを通じて、起源の開示を要求する。

#### 6. 海洋ゲノムの知識を向上させるため、資金および政治的サポートを増やす

統合的分類学研究と海洋の機能的生物学に関する研究に対する支援を構築する。

既存の環境評価の一環として、遺伝子モニタリングに必要な研究をサポートする。

科学的能力の構築を促進するためにリソースの割り当ての優先順位を付ける。

#### 7. 海洋環境における遺伝子組み換え海洋生物並びに新しい分子エンジニアリングの使用のリスクと利点を包括的に評価する

海洋環境において遺伝子技術を使うべきかどうか、使うとしたらどのようにするべきかの原則を開発するために、多分野が関与する慎重なプロセスを開始する。

#### 8. 海洋科学のインフラストラクチャと資金提供における慈善活動の役割を強化する

個人的に資金提供されたイニシアチブをより良く調整するためのネットワークを設立し、社会的ニーズに応じて知識を得る段階に合わせて優先度を調整する。

慈善活動を含む海洋科学の財務支援者を奨励し、「協働による海洋行為の宣言」に署名する。

持続可能な海洋経済に関するハイレベル・パネル(HLP)は、国連持続可能な開発目標をサポートし、人間と地球にとってのよりよい未来を作り上げるために2018年9月に発足した。HLPは、海洋の健全性と豊かさのための大胆で、プラグマティックな解決策を見つけ出すことを約束した14の国家元首からなる他に類を見ないグローバルなイニシアティブである。

HLPは、オーストラリア、カナダ、チリ、フィジー、ガーナ、インドネシア、ジャマイカ、日本、ケニア、メキシコ、ナミビア、ノルウェー、パラオ、ポルトガルの大統領または首相をメンバーとし、分析作業、コミュニケーション、ステークホルダー・エンゲージメントを支援する専門家グループ、アドバイザー・ネットワーク、事務局のサポートを受けている。

この概要文書が要約した元の報告書は、海洋と経済が交錯する緊急の課題を研究する青書シリーズの一部としてHLPにより作成依頼されたものであった。青書シリーズは、47カ国から参集した世界の先端を行く160を超える専門家により執筆される。青書は、海洋とのより持続的で、豊かな関係の構築を進めていく上で助けとなる科学、技術、政策、ガバナンスおよび金融の各領域での斬新な解決策に関する最新の科学と科学の現状を取りまとめることを目的としている。青書は、HLPの活動と最終勧告のための強固な知的基盤を提供する。青書は、2019年11月から2020年6月にかけて定期的に発表され、2020年6月にリスボンで開催される国連海洋会議の前に、HLP青書全集(HLP Blue Paper Compendium)として編纂され、提供される。

各青書で示された議論、発見、勧告は、筆者個人の考えを表している。HLPは青書における発見と行動機会に関する提言一般を支持するが、メンバーは青書を承認することを求められておらず、また承認したものとして理解されるべきではない。

青書全文を含む詳細については：[www.oceanpanel.org](http://www.oceanpanel.org).

- 1 Pearce, B.K.D., A.S. Tupper, R.E. Pudritz and P.G. Higgs. 2018. "Constraining the Time Interval for the Origin of Life on Earth." *Astrobiology* 18 (3): 343–64. <https://doi.org/10.1089/ast.2017.1674>.
- 2 Jaume, D., and C.M. Duarte. 2006. "General Aspects Concerning Marine and Terrestrial Biodiversity." In *The Exploration of Marine Biodiversity—Scientific and Technological Challenges*, edited by C.M. Duarte, 17–30. Bilbao, Spain: Fundación BBVA. [http://imedea.uib-csic.es/damiajaume/DamiaJaumewebpage\\_archivos/PDFs/BBVA-ingles.pdf](http://imedea.uib-csic.es/damiajaume/DamiaJaumewebpage_archivos/PDFs/BBVA-ingles.pdf).
- 3 Blasiak, R., R. Wynberg, K. Grorud-Colvert, S. Thambisetty, et al. 2020. *The Ocean Genome: Conservation and the Fair, Equitable and Sustainable Use of Marine Genetic Resources*. Washington, DC: World Resources Institute.
- 4 O'Leary, B.C., M. Winther-Janson, J.M. Bainbridge, J. Aitken, J.P. Hawkins and C.M. Roberts. 2016. "Effective Coverage Targets for Ocean Protection." *Conservation Letters* 9 (6): 398–404.
- 5 Mora, C., D.P. Tittensor, S. Adl, A.G.B. Simpson and B. Worm. 2011. "How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?" *PLOS Biology* 9 (8): e1001127. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>; Costello, M.J., S. Wilson and B. Houlding. 2012. "Predicting Total Global Species Richness Using Rates of Species Description and Estimates of Taxonomic Effort." *Systematic Biology* 61 (5): 871.
- 6 Sunagawa, S., L.P. Coelho, S. Chaffron, J.R. Kultima, K. Labadie, G. Salazar, B. Djahanschiri, et al. 2015. "Structure and Function of the Global Ocean Microbiome." *Science* 348 (6237): 1261359. <https://doi.org/10.1126/science.1261359>.
- 7 Hurwitz, B.L., and M.B. Sullivan. 2013. "The Pacific Ocean Virome (POV): A Marine Viral Metagenomic Dataset and Associated Protein Clusters for Quantitative Viral Ecology." *PLOS ONE* 8 (2): e57355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057355>.