

地球環境と調和的な社会の実現に必要な生物圏機能の活用法の開拓

① ビジョンの概要

地球システムの中でも生物圏は、人々のウェルビーイングに不可欠な地球環境の形成と維持の要として、気候変動問題を解決し、自然再興（ネイチャーポジティブ）を実現するための鍵である。本提案は、生物圏機能の本質を解明する基礎科学から、地球環境問題の解決に資する応用科学までを学際的かつ包括的に推進し、新興の研究領域「統合生物圏科学」を確立し、温室効果ガス排出の実質ゼロを目指す「カーボンニュートラル」と生物多様性の回復を目指す「自然再興」の両方に資する。

② ビジョンの内容

生物圏は、海洋と陸域の生物が生息する全領域を指し、生物圏は熱帯から極地にまで様々な環境の数百万種とも言われる多様な生物から構成されており、その複雑な相互作用が周囲のエネルギーや物質の動態に影響を与えることで生息に適した環境を維持・形成している。このような生物圏の機能を理解し活用するためには、生物ゲノムから地球全体にわたるスケールを縦断し、様々な学問分野を横断する超学際的な研究が必要である。本ビジョンでは、生物圏の機能を活用することで地球環境問題の解決に資する学問分野を創出するため、次の4課題を超学際的に連携し「統合生物圏科学」の確立を推進する。1) 生物圏の機能と動態、さらに環境応答を決定する相互作用に関する理解を深化させる、2) 多様な生物圏をカバーする高精度・多変量・長期の観測によって機能や構造の多様性に関するデータを蓄積する、3) AIなどのデータ科学的手法によって観測データを分析し潜在的な関係性や変化傾向を検出する、4) 生物間相互作用や環境応答に基づく予測モデルを構築して将来の環境変動の影響評価や対策（自然に基づく対策：NbS）検討を実施する。これらを統合して、生態学や気象学などの既存科学をベースとしつつも、分野の垣根を超えて統合的な視点で生物圏とそれを包含する地球システムの本質に迫る新しい自然観をもたらしうる研究領域を提示する。生物圏全域を監視し解析するプラットフォームの確立は国際的にも重要度が高いが、現地観測との協働による検証や、モデルを用いた詳細分析と一体的に実施される活動は世界的にも希少である。本ビジョンを通じて国内の研究コンソーシアムを強化し、研究設備の拡充や若手人材の育成を図ることは研究水準を大きく向上させる。

③ 学術研究構想の名称

生物圏機能を活用した人間社会と地球環境の調和

④ 学術研究構想の概要

持続可能社会の基盤となる生物圏機能を保全・強化し、それにより気候変動対策や生物多様性保全を実施するための超学際的な研究開発を推進する。このために、海洋から陸域にわたる広大で複雑多様な生物圏に関する観測・測定データを網羅的に収集して統合的に分析し、変動する環境下で生物圏が進化により獲得した生存戦略・最適化・レジリエンスの本質に迫る理解を深化させる。特に、観測空白域が顕著であるアジア太平洋地域を中心に人工衛星、ドローン、地上・水上センサーネットワーク、環境DNAなど最新の観測技術を駆使する観測ネットワークを展開・拡充し、生物圏機能の現状とその環境影響（人間活動による劣化を含む）の実態解明を進める。高性能計算機やAI解析も最大限活用して、未発見の因果関係や潜在的リスクをこれまでにない深さ・範囲で探索し、新しい生物圏のデジタルツインを開発することで観測情報を統合化し、リアルタイムに進行する生物圏変化の全体像把握や、将来の気候・土地利用変化に対する影響評価・対策評価を支援する統合的生物圏情報・知見基盤を構築する。

⑤ 学術的な意義

地球の持続可能性を指標化したプラネタリー・バウンダリー分析では、遺伝子・機能の両面における生物圏の健全さの喪失が最も高リスクな要因に挙げられており、他にも生物圏が関与する生物地球化学的循環、気候変動、土地利用、淡水資源も持続可能性の範囲を逸脱していることが示されている。これらの問題を是正するためにも、生物科学、地球科学、環境科学、社会科学の多様な分野を横断する新たな学術分野「統合生物圏科学」の確立は大きな学術的インパクトがあり、基礎研究から気候変動対策や自然再興といった社会ニーズに応える応用研究の推進の基盤となる。さらに、「統合生物圏科学」を進める中で浮上したより本質的な課題（概念、分類など）に関しては、個別の研究分野にフィードバックされることで新視点での研究を促進するなど多様な波及効果をもたらすことが期待される。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

気候変動対策と生物多様性保全の同時達成の必要性という社会的挑戦に対応するために、生物圏に関する研究が国内外で進められ、温室効果ガスフラックス観測や環境 DNA 観測の国際ネットワークや、人工衛星によって広域観測が行われ、植物・土壌形質の大規模データも構築されるなど、国際協働体制による研究が進められるようになった。また、生物圏モデルの開発は、植生動態・炭素循環など生態学的視点のものと、気候予測を主目的とする地球システムモデルの生物圏部分を扱うものの、両面で進められている。それらの研究は国外でも進行しているが、国内でも 1990 年代より生物圏を扱うモデルの開発実績があり、当該構想は、国内研究の長所を補強しつつ短所を改善するものであり、学術の発展に大きく寄与することが期待される。

⑦ 社会的価値

農林水産業の場であり人々のウェルビーイングの基盤となる環境を提供する生物圏の機能的理解が気候変動や生物多様性喪失への対策の鍵となることを示すことは、持続可能社会に向けた国民の理解を醸成する。また、生物圏がもつ公益的機能の経済的価値を評価する基礎データを提供し、特に炭素の吸収蓄積によるクレジット制度などへの直接的な貢献に繋がる。また、地球環境変化への適応に資する知見を提供することで、農林水産業や製造業・サービス産業、防災・減災、人間健康など様々な面で社会に貢献する。

⑧ 実施計画等について

・実施計画・スケジュール

1-2 年目には、研究コンソーシアムを立ち上げて、設立シンポジウムの開催、関連学会を中心とした検討、データ基盤構築準備（DIAS 利用を含む）、観測・実験サイトの検討などを行い、3-4 年目の観測・実験サイトの設置と予備実験の実施、データ基盤構築を可能とする。5-6 年目には、国際シンポジウムの開催、新たな設備による観測と実験の実施、データ基盤の利活用、高精度生物圏モデルの設計と開発などを旨とする。7 年目以降は、広域ネットワークによる観測と操作実験の実施、衛星観測事業との連携、IPCC や IPBES など国際アセスメントへの成果インプット、生物圏モデルの改良を達成する。10 年目をめどに、次期課題の構想と提案などを計画・実施する。全期間を通じて、日本学術会議によるシンポジウムの提案、研究成果を集成するための特集号や書籍の出版、関連学会でのシンポジウム、分野関連系と若手研究者育成の促進を目的とした研究集会の開催、一般向け公開講座・出前授業の実施などを行う。主要参加機関(京都大学、東北大学、東京大学、北海道大学、海洋研究開発機構)の代表による運営委員会によってコンソーシアム全体の管理運営を行い、日本学術会議と密に連携をとり、社会情勢や学術動向を踏まえて必要に応じて研究計画をアップデートする。国際モデル相互比較プロジェクトなどに参加し、国内研究のプレゼンスを高め、世界水準の成果を実現するよう研究を進める。IPCC、IPBES、GEO、LTER などの国際プログラムに参加するメンバーを通じて国際動向を把握し、本構想の成果を踏まえた国際貢献を促進していく。総経費 100 億円は、広域観測ネットワークの展開（24 億円）、代表的生態系における操作実験（24 億円）、生物圏データベース開発・解析の情報基盤（16 億円）、生物圏デジタルツイン開発費（25 億円）、若手人材育成支援費用（5 億円）、アウトリーチ活動（6 億円）にあてて。

⑨ 連絡先

北島 薫（京都大学名誉教授）、伊藤 昭彦（東京大学大学院農学生命科学研究科）

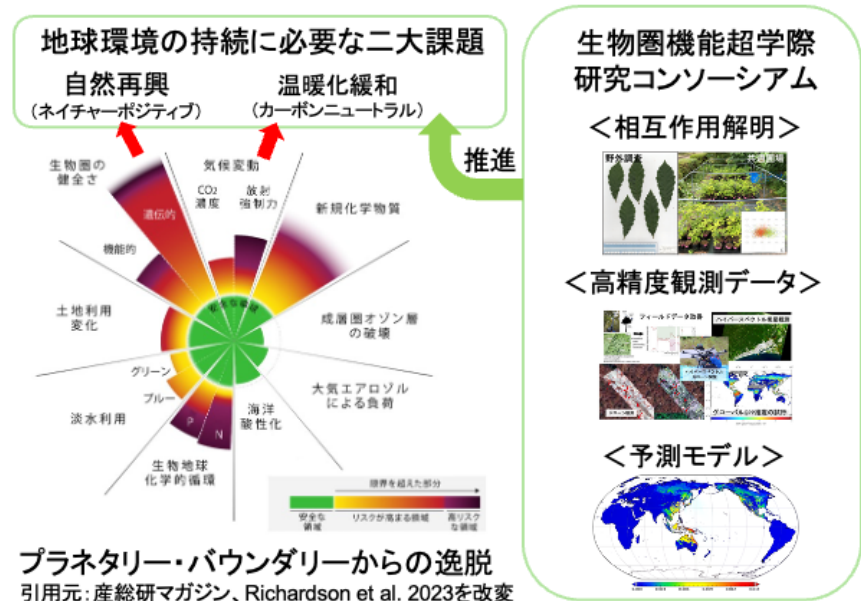


図1 プラネタリー・バウンダリーからの逸脱