

テラリフォーミングを実現する植物機能拡張学の創出

① ビジョンの概要

地球環境の修復（緑化リフォーミング）と、地球外惑星への進出（テラフォーミング）の実現に向けて、植物機能拡張学を創出する。具体的には、植物の「頑健に生き抜く力」と「周囲の環境を変える力」を駆動する原理を理解し、植物能力を強化・向上させる「テラーメイド植物機能拡張」戦略を創出する。

② ビジョンの内容

地球上のあらゆる生物は植物の物質生産の恩恵を受けている。しかし昨今の激しい環境変動は、植物が有する能力の限界を超えており、さまざまな問題が地球規模で頻発している。そこで本研究構想では、植物が有する能力を自在に向上させるべく、植物機能拡張学を創出する（図1）。

計画1：植物機能の実体解明

植物は環境に応じて成長・生殖する「生き抜く力」と、土壌改変といった「環境を変える力」を併せ持つ。そこで、各能力のメカニズムを解明し、機能拡張の基盤とする。

計画2：緑化リフォーミング

解明した機構をもとに、複雑な環境条件を再現できる制御環境拠点において、目的の植物能力を引き出す手法を開発する。最適な植物種や栽培法を組み合わせる「テラーメイド植物機能拡張」戦略を創出して多様な植物群を開発し、地球各地の環境改善を進める。

計画3：惑星テラフォーミング

計画2の技術を駆使し、極限環境下でも生息域を広げて生命環境を形成できる機能拡張植物を創出する。

③ 学術研究構想の名称

テラリフォーミングを実現する植物機能拡張学の創出

④ 学術研究構想の概要

本学術研究構想では、植物が過酷な環境を「頑健に生き抜く力」と「周囲の環境を変える力」の基本原則を包括的に理解し、その有効利用に資する新たな学術基盤として「植物機能拡張学」を創出する。具体的には、植物が環境変動を的確に感知し様々なストレスに適応する原理を明らかにするとともに、極限環境において真に発揮される潜在能力や、一部の植物が進化の過程で獲得した驚異的な環境適応機構を発掘し、その原理を解き明かす。また、陸上・海洋光合成機構の理解を進め、バイオマス・物質生産の原理を明らかにするとともに、植物が過酷な環境下においても子孫を残し、生存領域を拡大させる繁殖戦略の原理を解明する。加えて、植物が自然生態系の中でロバストな生物共生圏を構築し、生物多様性の基盤を構築する原理を明らかにする。これらの各基本原則を構成する要素を抽出し、その作動原理を原子・分子レベルで理解する。これらの基本原則の理解に基づき、植物の様々な特性や能力を引き出し、目的に応じてそれらを自在に組み合わせ、過酷な環境に耐え、物質の生産や循環を支え、旺盛に繁殖し、環境を整える最適な植物をデザイン・開発し、テラ（リ）フォーミングを可能とする「テラーメイド植物機能拡張」戦略を創出する。

⑤ 学術的な意義

地球史上において植物は太陽光エネルギーを光合成という形で固定し、その植物の繁殖によって地球上の生命は繁栄することができた。植物科学分野は、エネルギー問題、食料問題、環境問題の解決に直接的に関わる学術分野であり、人類社会のセーフティーネット確保に通じる重要な科学分野である。本構想では植物のもつ多彩な能力を、全地球圏におけるエネルギー供給、環境形成、生態系維持機能などの普遍的価値へと昇華させるべく、植物生理学の基本概念を発展させ、「極限環境」において真に発揮される植物のポテンシャルを発掘・理解する。植物が進化の過程で獲得してきた特異的かつ驚異的能力にスポットをあて、データサイエンスやAI技術等との融合研究を通じて、極限環境を生き抜く有用遺伝子・メカニズムの探索に重点的に取り組む。それにより得られる基礎的知見に立脚し、様々な学際的・社会的分野融合を通じて、テラ（リ）フ



図1 本構想の概要

フォーミングを可能とする新たな分子デザインや植物機能拡張に取り組む。植物が支える生物叢は、人類はもちろんのこと、微生物や動物の生命維持に密接に関わる。したがって、独自の進化を遂げた植物を理解することは、生物界全体の潜在的な能力発揮の態様について洞察を深める意義がある。植物科学の専門知から見出された核心的命題の解決に取り組むことで、人類社会の発展に貢献する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

SDGs 達成に向けて、植物基礎研究を核とした取り組みは世界的に活発化しており、例えば、植物由来の実用製品や高付加価値食品を作るプロジェクト (UK ケンブリッジ大)、植物培養細胞で食糧問題を解決する試み (フィンランド VTT)、宇宙進出を見据えた植物基礎研究プロジェクト「Plants for Space」(オーストラリア) などがある。翻って国内では、カーボンニュートラル研究事業が強力に展開されているものの、植物基礎研究を中心に据えた大型研究事業は限られている。本構想はこうした現状を打破すべく、より高次の視野をもって新たな植物科学創出を狙う。これは世界的研究潮流への呼応であるとともに、植物生理学分野における日本の世界的優位性に立脚した、類のない構想である。

⑦ 社会的価値

日本人はかつて、植物由来資源を上手く利用し、驚異的な高レベルでの環境調和型社会を実現した。さらに自然災害の多い国であり、日常的にさまざまな悪環境を経験している。本構想はこうした背景から着想したものであり、国民の気質に馴染みやすく理解が得られやすいものとする。さらに植物機能拡張によって SDGs 項目の達成に直接的に貢献しうる新知見と新技術が期待される。加えて、日本の伝統工芸分野との連携や、農業分野、植物バイオマス産業分野との連携など、十分な社会的波及効果もある。将来的には、日本発の新産業興業も見込まれることから、本構想は高い社会的価値を有している。

⑧ 実施計画等について

“実施計画・スケジュール” 計画 1 のテラ (リ) フォーミングに必要な 4 つの基本原則の要素を抽出し、計画 2 の緑化リフォーミングの方法論を確立し、テラーメイド植物機能拡張戦略の創出を目指す。

計画 1 : 植物機能の実体解明

- 1a) 変動環境へのパイオニアとなる植物の環境ストレス克服の原理の理解
- 1b) 光合成を起点とするバイオマス・物質生産の原理の理解
- 1c) 植物の繁殖戦略の原理の理解
- 1d) 他の生物叢を巻き込むロバストな生物共生圏構築の原理の理解

計画 2 : 緑化リフォーミング

各原理の中核をなす鍵分子・メカニズムを人為的に制御する基盤技術を確立し、目的の環境に応じて自在に組み合わせ、「テラーメイド植物機能拡張」戦略を創出する。

“実施機関と実施体制” 日本列島は南北にわたり、寒帯から亜熱帯地域までを含むため、テラ (リ) フォーミングに資する科学的知見を取得するために理想的な地理的優位性を持つ。実際に日本には、この特徴を活かした植物科学研究拠点も組織・運営されており、日本の植物科学が国際的に目覚ましい成果を積み重ねてきた所以となっている。この利点を最大活用して、オールジャパンで効果的な実施体制をしく。研究リソース拠点や基盤研究の共同利用施設にくわえて、全国に図 2 に示す研究拠点 3 カ所と制御環境拠点 5 カ所を新設する。

⑨ 連絡先

一般社団法人 日本植物生理学会

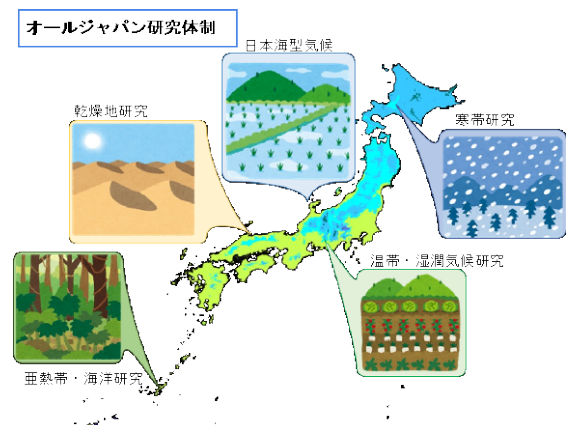


図 2 新設する研究・制御環境拠点案