

未来の循環型社会を支える社会基盤としての「生命の樹」の重点的拡充

① ビジョンの概要

人類は、地球規模課題の解決に向け循環型社会を目指しており、さらに地球外への移住も見据えている。循環型社会の実現には、生物の効果的利用が重要であり、生物学の「知」（生命の樹*）が社会基盤として必要になる。環境及び野生型生物のオミクス解析に加え実体生物による検証を並行して重点的に推進する事で、生物多様性を網羅した太く大きな「生命の樹」を構築し、未来の循環型社会の基盤を盤石にする。（※本構想における「生命の樹」は、人類がもつ生物学の「知」を、生物多様性や進化も含めて一本の樹木として表現したもの。「生命の樹」の葉や枝は私たちが知っている生物種とそれらの進化を、枝や幹の太さは研究によって得た生物学の知見の深さを表す。樹木は条件が整えば無限成長すると言われている。無限に発展を続ける生物学の象徴として「生命の樹」と表現する。）

② ビジョンの内容

人類は、地球温暖化、食糧危機、エネルギー問題、生物多様性の喪失など深刻な地球規模課題に直面している。これらの課題解決に向け、脱炭素化、スマート農業・漁業、再生可能エネルギー開発、生態系保全などに取り組み、持続可能な社会構築に向けて歩み始めている。また、月や火星など地球外天体への移住も実現させる計画が進んでいる。消費一辺倒な社会から循環型の社会への変革には、生物やその機能を基盤とした様々な技術開発の必要性が増し、失敗しない生物利用のためには生物多様性を網羅した正しい生物学の「知」が必要になる。生物学自体も生命の一様性

よりもむしろ生命の多様性に焦点が当てられていくと思われる。人類が持つ生物学の「知」を「生命の樹」とするならば、「生命の樹」は将来の循環型の持続可能な社会において重要な社会基盤の一つとなる。しかし、現在の「生命の樹」は少数のモデル生物などの知見に基づいており、空白だらけの細くて偏った樹といえる。例えば、地球上には1,000万種ほどの生物が存在すると見積られるが、発見済みの種は180万種程度で、ゲノム配列が解読されているのは4,000種程度、各遺伝子の機能がよく調べられているのはモデル生物であるほんの一部だけである。人類が目指す将来の地球、社会を考えると、多様な生物を網羅した「生命の樹」を拡充することは急務である。現代の生物学は、オミクス解析技術が飛躍的に進歩している一方で、オミクス解析はあくまでも「推定」であり、その推定のためにはリファレンス（例えば既知の遺伝子配列）が必要である。つまりその推定はモデル生物のみをリファレンスとした知見であり、それに基づいた「意思決定」（政策、対策、技術開発など）にはどこかに大きな落とし穴が存在する危険性がある。これからの生物学はオミクス解析の進展を推進しつつ、多様な野生型生物（非モデル生物）を用いた検証を重点的に推し進める必要がある。その知見は、持続的な環境保全と開発を可能にし、未知の有用生物資源を失うことなく利用可能にし、より効率の良い循環システムの技術開発や材料開発をもたらすことが期待できる。生物多様性を網羅した「生命の樹」を重点的に拡充することによって、未来の循環型社会の基盤が盤石になるのである。

③ 学術研究構想の名称

未来の循環型社会を支える社会基盤としての「生命の樹」の重点的拡充

④ 学術研究構想の概要

生物多様性を網羅した生命の樹を構築するため、「生命の樹総合研究拠点（仮称）」を形成する。そこに最新の生物学研究機器が整備された「生命の樹研究サポートセンター（仮称）」を設置し、全国共同利用機器として運用する。また、実体生物を対象とした研究のハイスループット化につながる技術開発を行う。特に未知生物が多いとされる昆虫を含む無脊椎動物、菌類、原生生物、細菌、古細菌を対象として、効率良く新生物を発見し、実体生物のオミクスデータ整備を進める。同時に、それら野生型生物の形態、生態、代謝、生理、生殖、発生、細胞、遺伝子機能などを上記の最新機器を駆使して効率よく解析し、モデル生物で得られた知見がこれら野生型生物にも適用できるか否かを実体生物を用いて検証するとともに、新たな生物機能や新たな生物資源を発見する。これらの知見をすべて統合し、生物多様性を網羅した「生命の樹」を拡充するとともに、関連研究機関等の協力を得て、循環型社会の実現に資する応用研究を展開する。



図1 本構想の概要

⑤ 学術的な意義

生物学は、オミクス解析技術が飛躍的に向上したことにより、今や環境 DNA だけからでも生物機能や生物間相互作用を「推定」できるようになっている。この研究の流れは生物学の主流となっていくと思われるが、それはあくまで「推定」であり、実体生物を用いた実験・観察等による検証は大幅に遅れている。結果として、その「推定」が一人歩きし、あたかも「事実」として扱われる懸念がある。また、この「推定」には既知の情報がリファレンスとして必要であり、適切なリファレンスが無い未知の生物や未知の機能の情報は完全に欠落した状態で「推定」がなされるため、学術的解釈において無視されてしまう。これではいくら情報が蓄積しても、モデル生物中心の生物学からは脱却できない。本構想によって生物多様性を網羅した「生命の樹」を拡充することで、人類が循環型社会の構築を進める上でますます重要となる生物学の知見を、落とし穴のない正確で網羅的なものにすることができる。生物多様性を網羅した生命の樹は循環型社会の実現や宇宙進出に欠かせない生物を利用した技術開発の基盤となる。具体的には、カーボンニュートラルなどより適切で効果的な地球温暖化対応や、より包括的な生態系維持、新しいバイオエネルギーや食糧、医薬品、工業原料などの有用生物資源の発掘などに不可欠な知見を提供する。また、取り組み自体がわが国の生物学全体の底上げになり、多くの他分野との融合が期待できる。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

コンピューター上での様々な「推定」を基に生物学が飛躍的に進展している。しかし、これはあくまでも「推定」であり、我々は「わかった気になっている」だけとも言える。当該構想は、これを「わかった！」に変える取り組みであり、我が国の生物学全体を牽引し、未来の循環型社会の基盤として「生命の樹」を盤石にするものと位置付けられる。また、環境 DNA に特化した地球レベルの大型プロジェクトは海外や日本においても積極的に進められているが、本構想で推進する、未発見生物を含めた野生型生物においてオミクスデータ解析と実体生物をもとにした実験・観察を並行して重点的に進める取り組みは、未だない。本提案構想により我が国全体の生物学のレベルが向上すれば、世界における次代の生物学を牽引できると考える。

⑦ 社会的価値

人類が進めている循環型社会の構築や環境・生態系保全、地球外惑星等への移住計画では、「生命の樹」を基盤とした社会構築が必須である。これをモデル生物偏重の不完全な「生命の樹」に基づいて進めると、大きな落とし穴に社会が直面する可能性がある。このような危険性や経済的損失を軽減するために、生物多様性を網羅した「生命の樹」が必要である。食糧自給、エネルギー安全保障、新たな経済発展などの観点からも生物多様性を網羅した「生命の樹」の拡充は重要であり、経済的・産業的価値の高い取り組みである。

⑧ 実施計画等について

・実施計画・スケジュール

筑波研究学園都市を中心とした「生命の樹総合研究拠点（仮称）」を構築する。その拠点に「生命の樹研究サポートセンター（仮称）」を設置し、最先端研究設備を整備して全国共同利用化する。また、実体生物研究のハイスループット化につながる技術開発を行う。全国から公募研究課題を募り、全国規模の生命の樹研究者ネットワーク形成を行う。拠点内に①未知生物研究班、②野生型生物オミクス解析班、③野生型生物機能実証班、の3つの部門を置き研究を実施する。2年に1回程度全体集会を開催し進捗を確認する。新たに得られた知見をもとに、循環型社会の実現に資する応用研究も展開する。10年目には研究成果を総括するとともに、循環型社会構築に向けた次の10年の計画を立案する。

・実施機関と実施体制

中核機関は筑波大学とする。筑波研究学園都市を中心に「生命の樹総合研究拠点」を形成する。また、「生命の樹研究サポートセンター（仮称）」を設置して最先端機器を全国共同利用機器として整備し、大型・高額機器には専門の技術職員（オペレーター）を配置し、研究者の研究を強力にサポートする。

・総経費 145 億円

生命の樹総合研究拠点（仮称）：65 億円

拠点構成研究者の研究遂行費：40 億円（500 万円/人/年 X80 人 X10 年）

公募研究遂行費：40 億円（500 万円/人/年 X80 人 X10 年）

⑨ 連絡先 中田 和人（筑波大学生命環境系）、石田 健一郎（筑波大学生命環境系）