

宇宙植物学の発展 30年を振り返る

久米 篤（九州大学）

2030年代以降、アメリカのNASAと中国のCNSAを中心とした宇宙探査研究は火星や金星、さらには太陽系外にも及ぶようになった。日本のJAXAは宇宙自衛隊の創設に伴う予算削減などで危機的状況に陥ったものの、研究者らの活躍と国民からの根強い支持によって、着実に宇宙生物学を発展させていた。特に、2015年から「国際宇宙ステーション」ISSで実施された「たんぽぽ計画」の画期的な成果によって、その後の宇宙船や探査機、観測装置の開発では、国際共同研究の中核メンバーとして貢献することとなった。宇宙植物実験の結果、植物細胞壁利用で遺伝子工学的な大きな前進があり、植物由来の超高強度繊維の利用が一般に普及し、宇宙エレベーターの実現に向けた「ジャックの豆の木計画」SJBeanの実現が間近となっている。

2018年に打ち上げられた「トランジット系外惑星探索衛星」TESS、2021年に打ち上げられた「ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」JWSTによって、宇宙と太陽系外惑星についての情報が飛躍的に増え、宇宙には様々なタイプの惑星や生命が存在している事が確実に became。月の裏側に月面天文台が開設され、巨大なミリ波サブミリ波干渉計によって、系外惑星周辺の有機分子の超高解像度観測が行われるようになった。主鏡直径20 mという超巨大宇宙望遠鏡がJWSTの後継衛星として打ち上げられ、膨大な天体観測データが収集された。これらのデータは量子コンピュータとAIによって解析され、宇宙における生命活動が確認され、生物の起源や光合成の起源についての常識が塗り替えられていった。ガス雲から星ができる過程で、反応性の高い有機分子が高密度に集中するホットスポットが生成され、それらが星間の運動エネルギーによって生じる化学反応によって生命の素が生成されていることがシミュレーションで示された。宇宙空間を利用した生命の起源実験が行われ、パンスペルミア説がほぼ正しく、宇宙にはそもそも生命の種子を生み出す物理的・化学的な仕組みがあることが明らかになった。

太陽系外惑星からの近赤外域の蛍光情報が高感度・高分解能で得られるようになったため、クロロフィルa, bを利用して可視域の放射エネルギーを利用する地球型光合成植物群と、それ以外の長波長放射を利用する近赤外利用型植物群が識別できるようになった。スペクトル解析の結果は、宇宙全体では近赤外利用型植物群の割合が高いことを示し、酸素発生を伴う高エネルギー型光合成生物はほとんど存在しないことが示唆された。宇宙では、酸素を利用した高エネルギー生命体が陸上に存在することは希であり、地球の哺乳類のような高代謝型生命は、宇宙にとっては特異な存在であることが理解されるようになった。

2019年からISSで実施されたコケ栽培実験、スペース・モスSpace Mossの成果は陸上植物の進化の理解に貢献し、植物細胞における葉緑体と重力の関係、陸上進出に伴う細胞壁の進化、茎肥大成長を調節する遺伝プログラムの進化についての研究が進み、植物工学的に応用され、SJBeanの基礎となった。さらに、宇宙や他の惑星環境での成長に適したスーパーモス、Space Mossが多数開発され、火星緑化の基盤種としても採用され、有人宇宙環境における循環システムの構成要素としても利用されるようになった。

今日から振り返ると、2020年は、まさに「幼年期の終わり」へ向かいはじめた年だったことがわかる。

2050年12月10日