

⑩ 宇宙における天体と生命の誕生・共進化の解明

概要：宇宙における天体の誕生と進化を探究し、天体諸階層の多様性の起源を探ると同時に、その帰結としての生命の普遍性の解明を目指す。物理学、天文学、地球惑星科学、化学、生命科学等にわたる学際的研究課題として、国際競争と国際協力に基づく多様で相補的な観測プロジェクトを基盤とする研究領域であり、自然科学における最も根源的な問いへの探究であるといえる。

キーワード：宇宙史、銀河進化、太陽系外惑星、マルチメッセンジャー天文学、アストロバイオロジー

ア 背景

宇宙には、惑星、恒星、星団、銀河、銀河団等に代表される様々な天体種族が存在する。それらは質量にして約 20 桁もの範囲に渡り、下位の天体が重力的に集団化して上位の構造を形成するという階層構造を成している。各階層に属する天体が示す多様性と普遍性を観測的に探求し、理論と有機的に組み合わせながらそれらの誕生と進化を探求することは自然科学の重要なゴールである。近年は、電波、赤外線、紫外線、X線、ガンマ線、さらにはニュートリノ、宇宙線、重力波等、種々の観測手法を組み合わせる天体現象を総合的に理解するマルチメッセンジャー天文学、太陽系外惑星に生命活動を探るアストロバイオロジー等への展開が世界的潮流となっている。

イ 目的・目標

138 億年の宇宙史を通じて多様な天体が誕生と進化を繰り返し、その過程で合成された元素が宇宙空間を循環し、その帰結として生命が誕生する。このように宇宙とは、天体と生命が共進化する舞台にほかならない。宇宙史の解明は人類が永遠に問い続ける挑戦的課題であり、宇宙における生命の普遍性の探求は自然科学における最も根源的な問いである。宇宙の探求は、同時に先端的観測技術や大規模シミュレーション、ビッグデータ解析のフロンティア領域でもある。知的好奇心に基づく真理探求は、その過程で新たな技術を生み出し社会に還元されることで人々の日常生活にも恩恵をもたらす。

ウ 国内外の学術研究の状況・動向

日本はこれまで、ノーベル物理学賞の対象となったニュートリノ天文学・物理学の開拓を始め、地上のすばる望遠鏡、宇宙からの X 線・赤外線観測衛星等、世界的研究を牽引してきた。観測対象は、より遠方へ、より過去へという方向性に加え、生命を育む環境としての惑星を太陽系外で探すことで宇宙と生命の普遍性の理解へと広がっている。一方で、大型化が進む観測的天文学・宇宙物理学においては、国際協力の枠組みの下での共同研究が不可欠であり、それらに対する日本の貢献は高く評価されている。現在、数多く提案されている国際共同観測計画においても、日本が持つ優れた事績と技術を活かした参画が期待されている。さらに、マルチメ

ツセンジャー天文学、アストロバイオロジー等新たな学際的展開も進行中である。

エ 中長期の学術構想

このグランドビジョンは、天体の多様性を探ることを通じて宇宙史をより深く解明するものである。今後数十年スケールで達成すべき具体的テーマの例として、宇宙再電離の起源の解明、宇宙における第一世代天体の発見、ガンマ線バーストの解明、巨大ブラックホールの形成と銀河との共進化、星・惑星形成過程の解明、高エネルギー宇宙線の起源、太陽系外惑星の大気分光とバイオンニチャーの探査等が挙げられる。以下の俯瞰的構想図で示されているように、様々な波長の電磁波・高エネルギー粒子・重力波等、多角的、かつ、相補的な複数の観測施設が必要であり、日本主体の中規模計画から国際大型計画への参画まで様々な可能性を検討していく必要がある。実際にどの計画にどのようにコミットしていくかは、学際的研究コミュニティ等でのボトムアップの議論を経て、科学的意義・実現可能性等の観点を踏まえ競争的に絞り込まれていく。

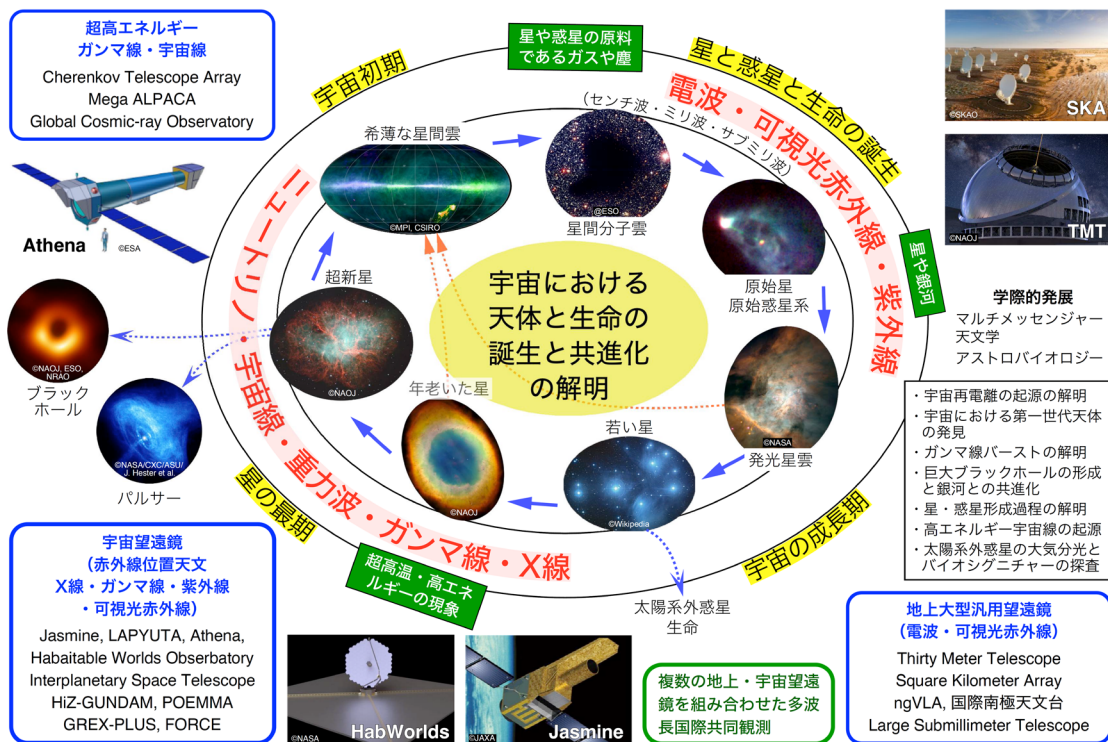


図 19 本グランドビジョンに関する観測施設・プロジェクトの俯瞰

(出典) 本提言にて、独自に作成