

世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)

令和元(2019)年度拠点構想進捗状況報告書

| | | | |
|---------|---------|---------|------|
| ホスト機関名 | 東京工業大学 | ホスト機関長名 | 益 一哉 |
| 拠 点 名 | 地球生命研究所 | | |
| 拠 点 長 名 | 廣瀬 敬 | 事務部門長名 | 桜井 隆 |

全様式共通の注意事項：

※特に指定のない限り、令和2(2020)年3月31日現在の内容で作成すること。

※フォローアップは最新の拠点構想に則して行うため、本報告書は最新の拠点構想に基づいて記述すること。

※文中で金額を記載する際は円表記とすること。この際、外貨を円に換算する必要がある場合は、使用したレートを併記すること。

・本報告書（添付様式を除く）は10ページ～20ページ（拠点構想進捗状況の概要（2ページ以内）も含む）の範囲で作成すること。

拠点構想進捗状況の概要（2ページ以内に収めること）

1. 世界最高水準の研究

ELSI は最高水準の研究論文を発表し続けている。2019 年は 184 本の査読付き論文を発表し、そのうち 60 本が Nature Index Journals に掲載された。ELSI 創設時に掲げた 4 つの目標（「地球の起源」「地球生命システムの誕生」「地球生命システムの進化」「宇宙における「生命惑星」）だけでなく、新たなテーマ（2. を参照）も目標に加えた。数多くの優れた成果が、以下のようなテーマにおいて発表済みである。

衝撃プロセスと惑星形成：桑原と黒川は、惑星形成過程における小石降着モデルに焦点を当て、考慮すべき重要なパラメータとしてガスの乱流があることを明らかにした(Kuwahara, Kurokawa, 2020)。また、兵藤と PI 玄田は、初期地球のマグマオーシャンに由来する物質が、最終的に月を形成した物質の主要な供給源であった可能性があることをシミュレーションで示した[53]。

深部惑星鉱物学と化学：梅本と PI Wentzcovitch は、スーパーアース深部における鉱物学的理解の発展に寄与した。また、梅本は PI 廣瀬と共同で、地球外核の化学組成を計算科学に基づき研究した(Umemoto, Hirose, 2020)。これらの研究は、惑星の深部における元素の分配や相の密度に制約を与える。PI Hernlund と博士課程学生の Bonati は、核-マントル境界の研究を進め、核の表面が継ぎはぎ状になっている可能性が高いことを発見した。これは、核とマントルの間の物質交換が現在進行中の現象である可能性を示唆している[49]。

原始的代謝系：北台、PI 中村、PI 吉田らは、冥王代地球における電気化学的条件の下で、FeS 鉱物が金属の Fe に変換されることを発見した[78]。Li、He と PI 中村の MoS₂ の役割に関する知見は、鉱物系から酵素触媒系への機能進化を促進するための硫黄リガンドとの二次的な電子相互作用の重要性を示している (Li et al.2020)。

化学的進化と化学的選択：A-PI Cleaves は、初期地球における化学的不均質かつ乱雑な環境を考慮しつつ、単純な環境においても同様の化学的機能を提供した可能性があることを示した[20]。

微生物の地球化学条件と進化：中川と Giovannelli は、国際的なチームと共同で、地球の元素循環を制御する上で、生命と地球が共存することの重要性を示した[6]。

惑星の気候とハビタビリティ：PI 関根らは冥王星について研究し、内部海の凍結を防ぐ断熱メカニズムを発見した[68]。他にも、関根らは火星鉱物の研究から、初期火星の表層水についての化学的制約条件を発見した [32]。

2. 融合領域の創出

ELSI は、2019 年に提出した進展計画申請書で 4 つの新しいテーマを掲げた（主要栄養塩循環のための地球参照モデル、惑星における組み合わせシステム化学、比較惑星学、宇宙生物学；最後の 2 テーマは地球から系外惑星までを視野に入れたもの）。この提案は、ELSI が取り組む研究分野において学際的かつ融合学問分野を生み出そうとする ELSI の意図を反映したものである。2019 年にはすでに、これらの新しいテーマに関連した研究成果が挙がっている。

微生物学的地球化学：中川と Giovannelli の研究は、微生物と地質学的側面の間には深い相互関係があることを導いた[6], [90]。

計算生物化学と化学進化：PI Cleaves と PI McGlynn は、生化学における選択作用を分子的観点から理解するために、計算機科学の研究者と協力して研究を行った。Cleaves は計算科学的アプローチを用いてアミノ酸とヌクレオチドの両方について研究を進めた。

深層学習を用いた惑星質量の推定：Tasker、Laneville、ならびに Guttenberg は、地球惑星科学と人工知能を使ったアプローチを組み合わせた。彼らは深層学習を利用し、惑星質量に関する情報を導くことを試みた[143]。

3. 国際的な研究環境の実現

ELSI は、国際的な認知度を高め、その地位を確立するために戦略的な投資を行ってきた。ELSI は、これまでも優秀な人材を世界各国から採用してきたが、2019 年度にはコロンビア大学から新たな PI を獲得することに成功した。ELSI の研究交流委員会 (RIC) は研究者間の交流を支援し、外部との共同研究を発展させるためのワークショップを開催してきた。また、主要な国際会議での ELSI の存在感を高めるための戦略的支援を続けてきた。一方、ELSI は国際的環境整備チーム (GET) を立ち上げ国際化をさらに推し進めると同時に、行動規範を掲げることによって、多様な文化的背景を持つ人々が安全かつ安心して研究に取り組めるよう努めている。これらの取組によって、ELSI は研究者獲得における競争力を高め、活発な国際ネットワークを構築してきた。今後も、プレスリリースを日英両言語で行い、量と質を高めることによって、広報活動と科学コミュニケーションを強化していきたいと考えている。

4. 研究組織の改革

ELSI が東京工業大学の中で先行して進め、大学全体に波及した、あるいはしつつある改革には、(1) 所長に権限を集中した WPI のトップダウン運営システム、(2) 分野融合研究を可能にするオープンでフラットな研究組織、(3) 業績を反映し、国際的に競争力のある給与体系、(4) トップレベルの研究者の雇用を可能にするクロスアポイントメント制度、(5) 従来の寄附講座システムより自由度があり小規模でも可能な「寄附プログラム」制度の設置、(6) 東工大内の諸通知の英文メール化・英語による人事案件相談窓口の設置等、英語による支援環境の充実、などがある。

5. 拠点の中長期的な発展を確保するための取組

東京工業大学は、科学技術分野で世界をリードする大学となることを長期的な目標に掲げ、指定国立大学に選定された。その目標達成に向けての一步として、ELSI におけるシステム改革を全学に展開している。ELSI は、トップレベルの研究者が集い、若手からベテランまでの全ての研究者が新たな学際的分野で自由にアイデアを追求できる国際共同研究拠点を東工大に実現するために大きく貢献してきた。

東工大は中期目標・中期計画において ELSI を明記し、補助金終了後も ELSI が「世界トップレベル研究拠点」として国際的な研究レベルと研究環境を維持するために必要な財政支援やスペースの支援を引き続き行っていくこととしている。具体的には、テニユアの教員を含むフルタイム主任研究者 10 名のポスト、ELSI の円滑な運営に必要な事務スタッフ、実験室の安全な維持管理のための実務スタッフなどである。

また、大学院教育への参加をさらに推進することとし、その一環として、令和 2 年度に卓越大学院プログラムに応募しており、本プログラムにより ELSI の持つ世界トップレベルの研究を大学院教育に還元し、各学院の大学院教育に協力していくこととしている。