



東京工業大学 地球生命研究所



世界屈指の頭脳と最先端技術を集結した「生命惑星学」の国際研究拠点をめざす

生命の起源についての研究は、これまでは実験室の中だけで化学的な実験を積み重ねるのが一般的でした。しかしながら、生命活動が周囲の「環境」と密接に影響し合いながら営まれている以上、誕生したばかりの地球環境を調べる研究から得られるヒントは大いにあるはず。ということは、「地球の起源」と「生命の起源」の研究は、一つの研究環境で密接に連携しながら進めていくことが本来あるべき姿であるといえます。

地球生命研究所(ELSI: Earth-Life Science Institute)は、「初期地球」*1がどのようにして形作られたのかという謎に迫りつつ、その地球環境をふまえながら生命誕生の起源を多角的なアプローチで解明していきます。

本学がこれまで培ってきた地球科学の技術と生命科学の研究成果を活用し、そこに異分野の研究者が世界中から集結して、日常的に議論やコミュニケーションを交わしながら、共通の目標に向かって研究を進める。そんな、世界中から注目される学際的な国際拠点となることを目指します。そして、学問の融合によって生まれる新たな学問を「生命惑星学」と名付け、地球生命から未知なる宇宙の生命へ目を向けていきたいと、壮大な夢を膨らませています。



地球生命研究所
所長 廣瀬 敬

1968年福島県生まれ。86年東京大学理科一類入学。90年同理学部地学科卒業。92年東京大学大学院理学系研究科地質学専攻修士課程修了。94年同博士課程修了。同年日本学術振興会特別研究員を経て、東京工業大学理学部地球惑星科学科助手に就任。96年11月～98年3月カーネギー地球物理学研究所客員研究員(東工大助手在任中)。99年東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻助教授。2006年東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻教授。2012年より現職。

初期地球の環境を“前後”から特定し地球生命にも目を向ける

地球が産声を上げたのは今から46億年も前のことであり、その頃の地球環境を示す直接の証拠は、地上にはほとんど残されていません。このような状況で、私たちは地球生命の誕生の謎を解明することができるのでしょうか。

ELSIは、この課題に、2つの方向から取り組んでいます。1つは、「前方からのアプローチ」で、惑星形成理論*2と世界最先端の計算機シミュレーション技術を用いて、地球が形成されていく過程を紐解いていきます。そして、得られたデータをもとに高圧高温実験*3を行い、原始地球の中心核から大気・海洋までの構造を再現します。もう1つ、「後方からのアプローチ」では、本学の地球史資料館にある16万点余の地球史史料を活用し、地質記録が残る38億年前までの環境変動から、それ以前の環境を推定します。また、月や小惑星など初期の太陽系や地球環境

の情報が残っている可能性のある場所にも目を向け、総合的に初期地球の環境を明らかにしていきます。

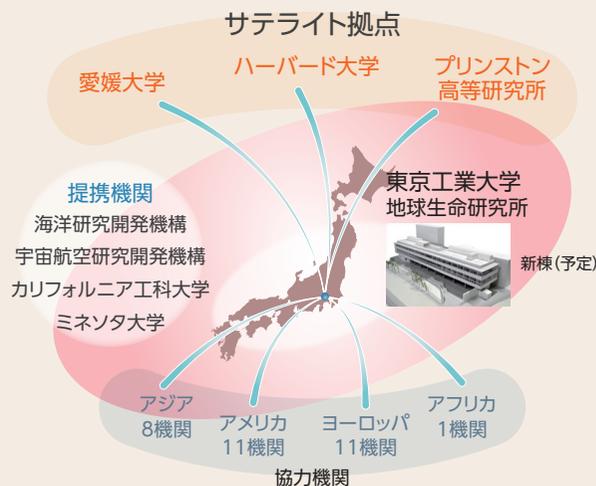
一方、これら初期地球環境の研究を土台に、生命科学分野では生命の誕生に必要な「栄養塩」やエネルギーの供給が可能な「場」を考え、環境の特定を目指します。もう一つ、初期地球の痕跡を残す実地ベースでの研究もいろいろな場所で行っています。多角的な研究を総合的に進めながら、地球生命体の特定につなげていこうというのが、このプロジェクトの一つの大きな着地点です。

さらには、研究の延長線上として、将来的には地球外の生命にも目を向けていきます。木星や土星の衛星、太陽系外で発見されている惑星の中には、生命を育むものがあるかもしれないのです。

* 1. ELSIでは、地球が誕生した約46億年前から約40億年前までの地球の環境を「初期地球」としています。
* 2. 地球をはじめ太陽系の惑星が宇宙の中でどのようにして誕生したのかについて、天体現象を理論的に解明し、いくつかの仮説を立て、形成されたシナリオ。
* 3. レーザー加熱ダイヤモンド anvil 装置という、地球の深い部分の岩石や鉄を人工的に作り出す装置を用いて、地球の中心に相当する超高温・超高温の状態(364万気圧、5,500度)をつくる技術。2010年、世界で初めて本学がこの実験に成功しています。

国際研究拠点

人類の根源的な謎に挑むには、世界水準の研究機関である必要があります。また、地球生命研究所(ELSI)は生命惑星学における世界トップレベル拠点を目指しています。2012年12月のスタートから現在まで、世界中の優秀な研究者が続々と集まっています。また、パイリンガルのサポートスタッフが常駐するなど、優れた研究環境の整備にも力を入れています。



沿革

| | |
|-------------|---|
| 2009年 | 文部科学省のグローバルCOEプログラム(国際的に卓越した教育研究拠点形成のための重点的支援)の1つとして、地球生命研究所の前身となる拠点プログラム「地球から地球たちへ」が採択 |
| 2012年10月 | 文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」に地球生命研究所が9拠点の1つとして採択 |
| 2012年12月 | 地球生命研究所、大岡山キャンパスに設立 |
| 2013年3月 | 第1回 地球生命研究所国際シンポジウム開催(大岡山キャンパス) |
| 2015年2月(予定) | 地球生命研究所、新研究棟完成(大岡山キャンパス) |

WPIとは

文部科学省は、日本の科学技術水準の維持・向上のためには、世界中から有能な人材が集まる研究拠点を形成することが不可欠との考えから、2007年に「世界トップレベル研究拠点プログラム(World Premier International Research Center Initiative)」、通称「WPI」を開始しました。WPIでは、世界から第一線の研究者が集まる、優れた研究環境と高い研究水準を誇る「目に見える拠点」の形成を目指しています。

「目に見える拠点」の形成には、「世界最高レベルの研究水準」「国際的な研究環境の実現」「研究組織の改革」「融合領域の創出」



の4つが柱となり、拠点長の強力なリーダーシップのもとで拠点形成活動が展開されています。

地球と生命の謎を解き明かすELSI

地球生命研究所 (ELSI) では、生命の起源を探るべく4つの問いを研究の目的としています。

- (A) どのようにして太陽系で地球は形成されたのか? (地球形成)
- (B) いつ、どこで、どのように地球生命系は誕生したのか? (地球生命起源)
- (C) その後、地球生命はどう進化したのか? (初期進化)
- (D) 初期地球生命の研究を通じ生命を育む地球の姿を明らかにしううえで、系外惑星や月などにおける生命の探索条件を新たに提案し、「生命惑星学」という分野を確立する。(宇宙の生命惑星)

生命は、地球という環境があっこそ、存在しています。まずは地球の構造を明らかにし(A)、次にそこにどんな生命が、いつ頃誕生したのか(B)、そしてどのように進化していったのか(C)について、いろいろな角度からアプローチします。こうして解き明かされた原始生命体の遺伝情報をもとに、次のステージ(D)では、「どんな環境の変化にも耐え、生き延びていける強い生命」を探っていきます。

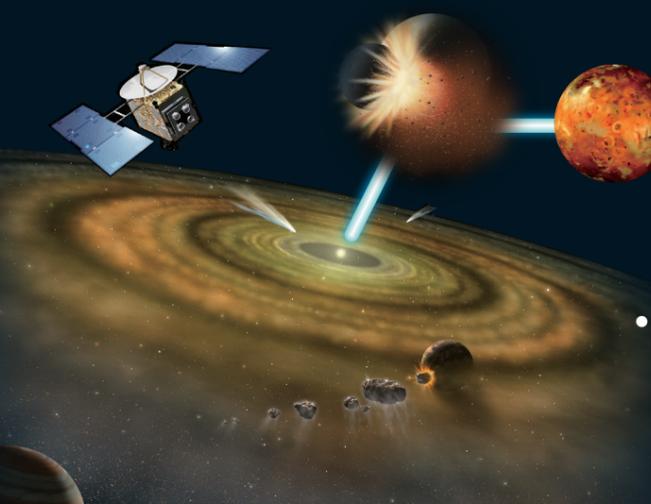
ELSIは、新たな研究スタイルを提案

生命の起源を探る上でまずクリアしなければならない課題が、初期地球の姿を探ることです。ELSIでは、この難題に対して、46億年前の地球の構造を最新技術で推定していく方法と地質記録から歴史をさかのぼって推定していく方法の両方向からアプローチします。まず、スーパーコンピュータを用いて大規模なシミュレーションを実施、さらに地球の中心部と同じ超高温・超高温状態が作れるレーザー加熱装置により、原始地球の構造を明らかにします。またもう一方では、地質記録が残る38億年前までの情報から、それ以前の地球環境をさかのぼって推定していきます。もう一つ、月や小惑星、隕石といった地球外物質の調査も、地球生命の解明にリンクしていると考えられることから、他の研究分野と連動するなどして解明を加速させていきます。さらに、ELSIは世界で最先端の研究を行う機関と連携し、国際的な研究拠点として、世界の“知”を集結させる21世紀型の研究室でもあります。つまり、研究室から現場へ、日本だけでなく世界と、そして、地球のみならず宇宙にも目を向けることで、精度の高い新しい手法の研究体制をとっているのです。

A 惑星地球の形成

なぜ地球に水があるのか？
最初の大気はどんな組成？

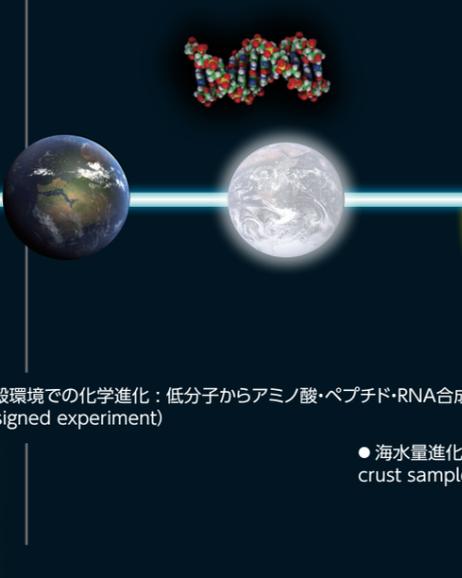
- 第一原理的な惑星形成論の再構築 (planetary physics)
- 原始地殻・マントル・コア組成の決定 (high pressure experiment)
- 冥王代熱水場の化学エネルギー環境復元 (hydrothermal exp.)



B 初期地球生命系

生命はいつ、どこで、どのように生まれたのか？
最初の生態系はどのようなものだったのか？

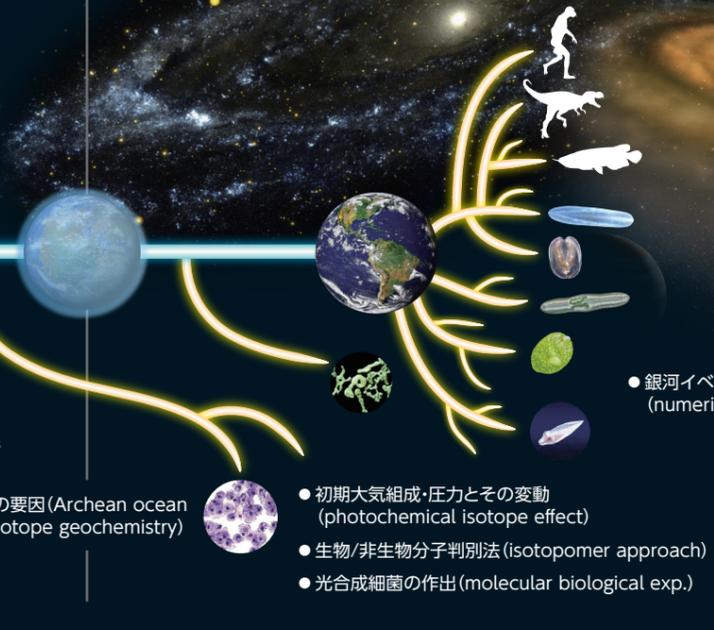
- 原始生態系ゲノム推定 (Database, sampling)



C 地球生命進化

固体地球変動・銀河変動は生命をどう進化させたか？
なぜ大気に酸素があるのか？

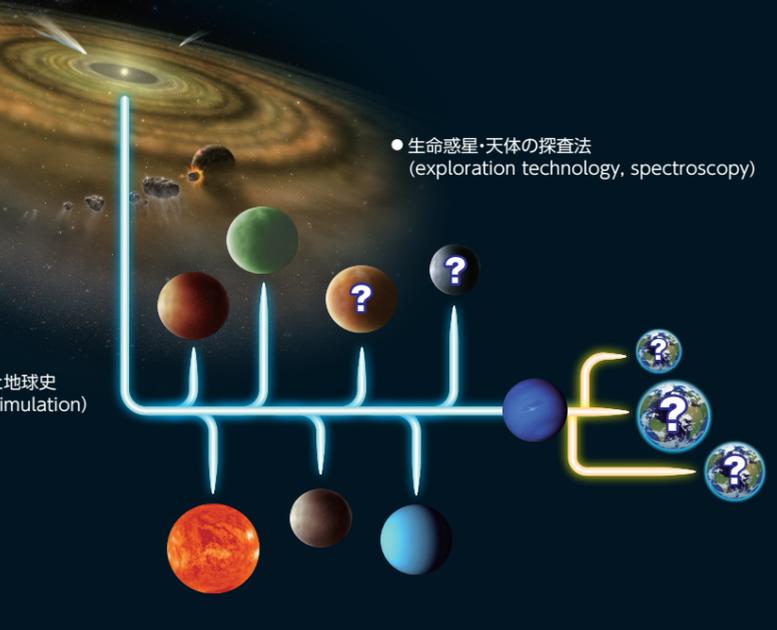
- 銀河イベントと地球史 (numerical simulation)
- 初期大気組成・圧力とその変動 (photochemical isotope effect)
- 生物/非生物分子判別法 (isotopomer approach)
- 光合成細菌の作出 (molecular biological exp.)
- 海水量進化とその要因 (Archean ocean crust samples, isotope geochemistry)
- 原始地殻環境での化学進化：低分子からアミノ酸・ペプチド・RNA合成まで (re-designed experiment)



D 宇宙における生命

生命を宿す地球は宇宙の中で特殊なのか？
それとも普遍的なのか？ 地球外生命はどう探す？

- 生命惑星・天体の探査法 (exploration technology, spectroscopy)



研究設備



ELSIでの使われかた：地球形成・固体地球進化等の大規模並列シミュレーションに利用
この設備で出来ること：
・マントル対流のシミュレーション
・太陽系全体を扱う惑星形成シミュレーション
・銀河進化シミュレーション

パッチ式高温高圧リアクター



地球史試料



ワンポイント ELSI

研究をよりスムーズに進める秘策!?

ELSIでは、研究を円滑に行うために、人間関係の構築を重視しています。ランチミーティングやコミュニケーションルームの活用など、制度や施設としてその活性化に取り組んでいます。さらにそれだけでなく、ELSIソフトボールチームを結成し大会に参加するなど、研究者からスタッフに至るまで、スムーズな業務を行えるよう、積極的な交流を試みています。世界をリードする研究も、こういった様々な交流から生まれるものなんですぞね!

活動内容

シンポジウム・ワークショップ

ELSIでは、毎年1回、国際シンポジウムを主催しています。また、2013年4月より、ワークショップも随時開催しています。この他、最先端の研究者を交えて議論を交わすELSIセミナーや、多様なバックグラウンドを持つ研究者同士が相互理解を深めることを目的としたスタディグループによる勉強会も定期的に実施しています。

社会とのつながり

ELSIが取り組む「生命惑星学」の研究を身近に感じてもらうために、体験型イベントを始めたアウトリーチ活動、ホームページをはじめとするさまざまな媒体での情報発信を行っています。また、地域の小学校から見学ツアーの受け入れなど、キャンパス付近の地域活動にも積極的に関わっています。

日常的なコミュニケーション

ELSIでは、「コミュニケーションルーム」と呼ばれる多目的スペースを設け、研究者同士が日常的にコミュニケーションを図ることで、従来のたこぼし型研究からの脱却、さらには分野の枠を超えた融合研究の促進を目指します。同様のスペースは、新たに建設されるELSI研究棟にも設置されます。

研究者紹介

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|----------------------|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|------------------|--|------------------|
| Astronomy Planetary physics | | 副所長 井田 茂 惑星形成論 | | 参与 Piet Hut 宇宙物理学 | | 牧野 淳一郎 計算機科学 | | 藤本 正樹 惑星探査 | | 國中 均 惑星探査 | | Lisa Kaltenegger 惑星大気 | | | |
| | Molecular Biology Chemical Evolution | | 副所長 黒川 顕 ゲノム科学& バイオインフォマティクス | | Jack W. Szostak 生化学 | | 木賀 大介 合成生物学 | | 太田 啓之 植物科学 | | 本郷 裕一 ゲノム科学 | | 増田 真二 光合成科学 | | 原 正彦 化学進化実験 |
| | | Deep Earth | | 所長 廣瀬 敬 高圧地球科学 | | 入船 徹男 固体地球科学 | | John Hernlund 地球物理モデリング | | Renata Wentzcovitch 物性物理 | | | | | |
| | | | Earth history Geochemistry | | 丸山 茂徳 地球史 | | Joseph Lynn Kirschvink 地球生命論 | | 高井 研 地球微生物学 | | 吉田 尚弘 地球環境化学 | | 大河内 直彦 同位体生態学 | | 上野 雄一郎 地球生物化学 |

東京工業大学 地球生命研究所



〒152-8550

東京都目黒区大岡山2-12-1-IE-1
東京工業大学 地球生命研究所

Tel : 03-5734-3414

Fax : 03-5734-3416

E-mail : info@elsi.jp

ロゴマークについて

アートディレクター福岡南央子氏によるデザイン。
象徴的なシンボルマークは、月をつくった惑星同士の巨大衝突のようにも、細胞分裂にも、また、惑星の軌道のようにも見える。

上下に分かれた系統樹は生物の進化だけでなく、その起源、さらには地球の起源と進化も表している。このようにELSIの研究内容の持つ様々な側面が、ひとつの造形に込められている。

[ELSI]の背後には文字に共通するシンプルなエレメントが見える。無限大マークのようにも見えるエレメントは、これからの研究で発見・実証される未知の部分・ELSIの可能性を表している。

