

地球と生命の  
起源に迫る



東京工業大学 地球生命研究所

# 地球と生命の起源に迫るELSI

東京工業大学 地球生命研究所(ELSI※)は、地球科学分野、生命科学分野、惑星科学分野をはじめとするトップレベルの研究者が国内外から集い、学際的な統合アプローチによって「地球と生命の起源」を探る極めてユニークな研究機関です。

※ Earth-Life Science Instituteの略



## 世界トップクラスの理工系総合大学へ 飛躍するスプリングボードとして

国立大学法人 東京工業大学 学長 **三島 良直**

### — 東工大にとってELSIの意義は？

「地球と生命の起源を探る」というELSIのミッションは、人類の長年の夢に挑戦する極めてチャレンジングなものです。

日本一の理工系総合大学であり、エンジニアリングを中心とした実学イメージの強い東工大にとって、こうしたビュア・サイエンスを追究する研究組織を有することは、世界トップクラスの理工系総合大学へと飛躍するためのスプリングボードであると考えています。

### — 大学としてのバックアップは？

ELSIの活動と運営に対しては、大学として全面的なバックアップを行っています。

人材面では学長裁量による教授ポストを提供し、主任研究者および事務職員の人件費なども支援しています。施設関係で

は、大岡山キャンパスにELSI専用の施設を確保するとともに、新研究棟（2015年完成）も用意しました。

さらに今後は、大学全体として海外からより多くの優秀な研究者を招くため、滞在施設の整備や生活面のサポート体制の拡充などにも取り組んでいく予定です。

### — ELSIの今後への期待は？

世界中からトップレベルの研究者が集まり、融合しあうことで大きな成果を生み出す。ELSIのこうした機能は、これまでややもするとそれぞれの専門領域に閉じこもりがちだった日本の大学の在り方に風穴を開けるものです。

ELSIにおいてその仕組みとノウハウを蓄積し、東工大全体に広げていく触媒となることを期待しています。

## グローバルなスタッフ構成と 自由闊達な雰囲気の中で学際研究を展開

国立大学法人 東京工業大学  
地球生命研究所 所長・教授 **廣瀬 敬**

### — ELSIが目指すものとは？

最大の目的は、「地球と生命の起源」を理解することです。地球と生命はそれぞれ別の研究テーマに見えますが、生命の起源は初期地球にあり、生命と初期地球の2つへ学際的な統合アプローチを行う点にELSIの大きな特徴があります。

当面の目標は、初期地球がどんな環境だったかのモデル（ELSIモデル）と、そこにおける生命誕生のシナリオ（ELSIシナリオ）を提示することです。いずれも世界に類を見ない、ユニークな成果となるでしょう。

### — 研究機関としての雰囲気は？

2012年の立ち上げから2年で、組織と施設・設備の整備はほぼめどがつかました。この間、一番力を入れてきたのが、グローバルなスタッフ構成と、研究者同士が

積極的に議論し交流する雰囲気づくりです。

若い研究者の半数近くは外国人であり、彼らは部屋に閉じこもることなく普段から当たり前のように他分野の研究者とコミュニケーションを図っています。この姿勢が浸透することで組織の「相転移」が起こり、日本人研究者も含めて自由闊達な研究風土ができて上がっています。

### — 惑星生命学との関係は？

ELSIモデルとELSIシナリオを提示できたとして、その後も常に理論面と実験・観測面からのバージョンアップが欠かせません。その先には、宇宙における生命の可能性が視野に入ってきます。

とはいえ、まずは46億年前の地球形成から40億年前といわれる生命誕生にしっかりフォーカスしていく方針です。



# 文部科学省 「世界トップレベル 研究拠点プログラム」の 4つの柱に沿って 開かれた研究拠点を構築

## Science

世界最高峰の研究水準

## Fusion

融合領域の創出

## Globalization

国際的な研究環境の実現

## Reform

研究組織の改革

ELSIは2012年度に、文部科学省が進める「世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI※)」に選定されました。WPIは21世紀のグローバル社会において、日本から世界をリードするイノベーションを生み出すべく、2007年度から順次、全国でプログラムが選定されている国家プロジェクトです。WPIでは、研究拠点が満たすべき要件として、右の4つを掲げています。ELSIはこれらの要件に沿って、日本のみならず世界に開かれた研究拠点の構築を目指しています。

※ World Premier International Research Center Initiative の略

### WPIの概要 (2012年度採択拠点)

#### 拠点構築に向けて求められる取組

- 中核となる研究者の物理的な集合
- ・トップレベルの主任研究者10~20人以上
- ・研究者のうち30%以上は外国人

#### 国際水準の運営と環境

- ・拠点長の強力なリーダーシップ
- ・職務上使用する言語は英語を基本
- ・研究者をサポートするスタッフ機能充実

国からの予算措置額と同程度以上の研究費等のリソースの別途確保

#### 支援の内容

支援期間 10~15年

支援額 1拠点あたり~7億円程度/年

# Science

「世界最高峰の研究水準」は、WPIの最も重要な要件です。ELSIでは明確な研究テーマと明確なロードマップの設定により、着実に成果を上げています。

## 初期地球を軸に4つのテーマへ「世界最高峰の研究水準」で挑む

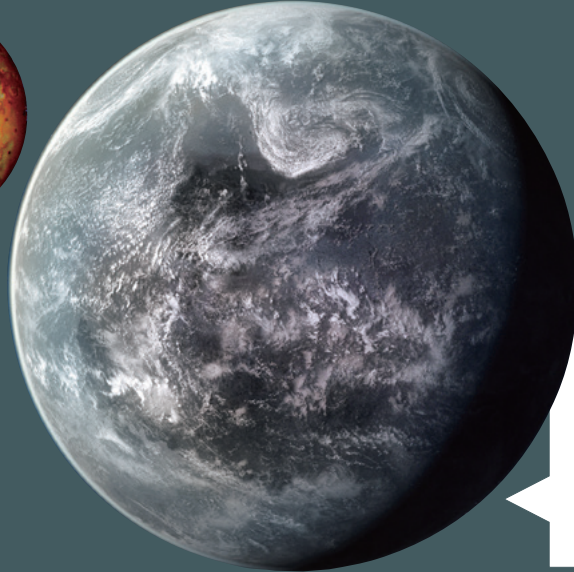
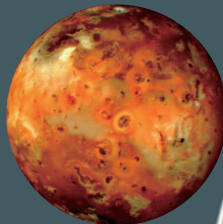
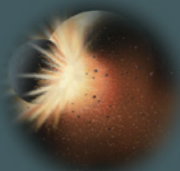
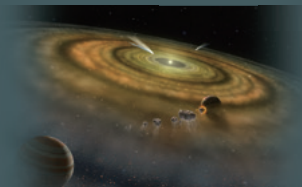
### A 地球の起源

ジャイアント・インパクト

マグマオーシャン

原始海洋とプレートの形成

太陽系の誕生



約46億年前に初期太陽を中心とするガス・ダストの円盤から地球が生まれました。地球と小天体との衝突（ジャイアント・インパクト）により、月ができると同時に地球の表面は高温のマグマで覆われましたが（マグマオーシャン）、その後次第に冷えていったと考えられています。

約46～45億年前

約40億年前

### 初期地球を中心に4つの疑問に挑む

ELSIは、人類が長年追い求めてきた4つの疑問に挑みます。

第一に、地球の起源について。地球は太陽系においてどのようにして生まれたのか、なぜ地球には水があるのか、地球の深部はどうなっているのか、などがその鍵を握ります。

第二に、地球-生命システムの起源について。生命誕生時の海と大気はどのようなものだったのか、生命が誕生した場所はどこだったのか、初期生命のゲノムはどのようなものだったのか、を探ります。

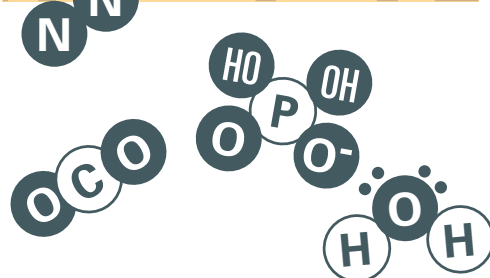
第三に、地球-生命システムの進化について。地球と生命は今日まで、相互に影響を与えながら進化してきました。具体的に地球大気にはなぜ酸素が存在するのか、固体地球の変動は地球生態系をどう変えたのか、宇宙の変動は地球環境にどのような影響を与えたのか、などが問題になります。

第四に、宇宙における生命惑星について。地球と生命の起源を理解することを通して、宇宙の中で地球はどれほどユニークな存在なのか、地球外生命体を探す手立てとしてどのようなものがあるのか、を考えます。

ELSIでは、多くの研究者がそれぞれの専門分野を深めながら、これら4つの疑問を統合的に理解するため密接に協力していきます。

### B 地球-生命システムの起源

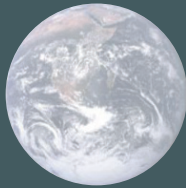
生命誕生場



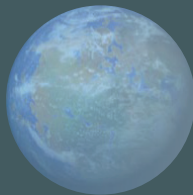
化学進化（有機分子の形成）

### C 地球-生命システムの進化

スノーボールアース



パンゲア大陸



現在の地球



#### 核とマントルの形成



地球と生命は、相互に影響し合いながら進化を続けています。46億年の歴史の中では、コアの形成による地磁気の変化、光合成を行う生物の登場による酸素の供給、マントル対流による大陸の形成と移動、地球全体が氷におおわれる時期（スノーボールアース）もあったことが分かっています。こうした地球環境の変化は、生命の進化に大きな影響を与えてきました。

約8~6億年前

約2億年前

現在

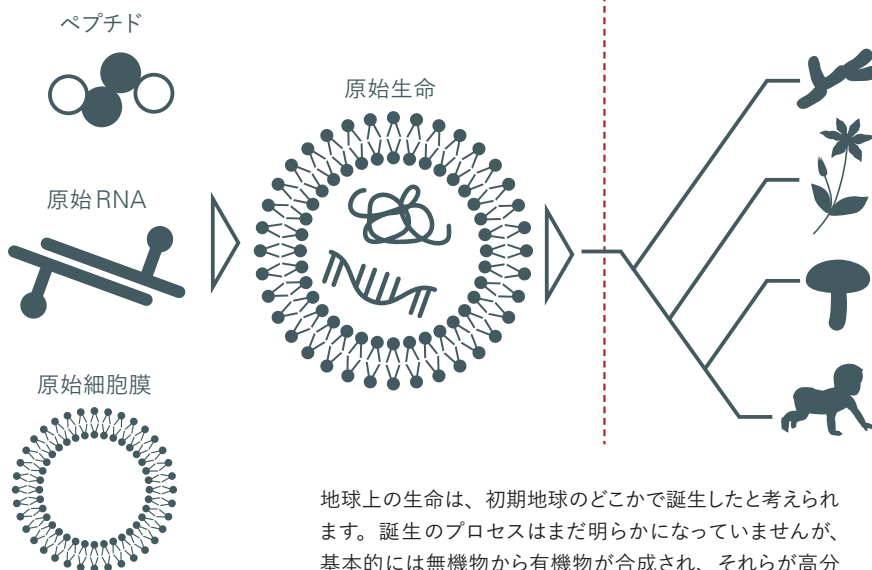
### D

#### 宇宙における生命惑星

惑星生物学

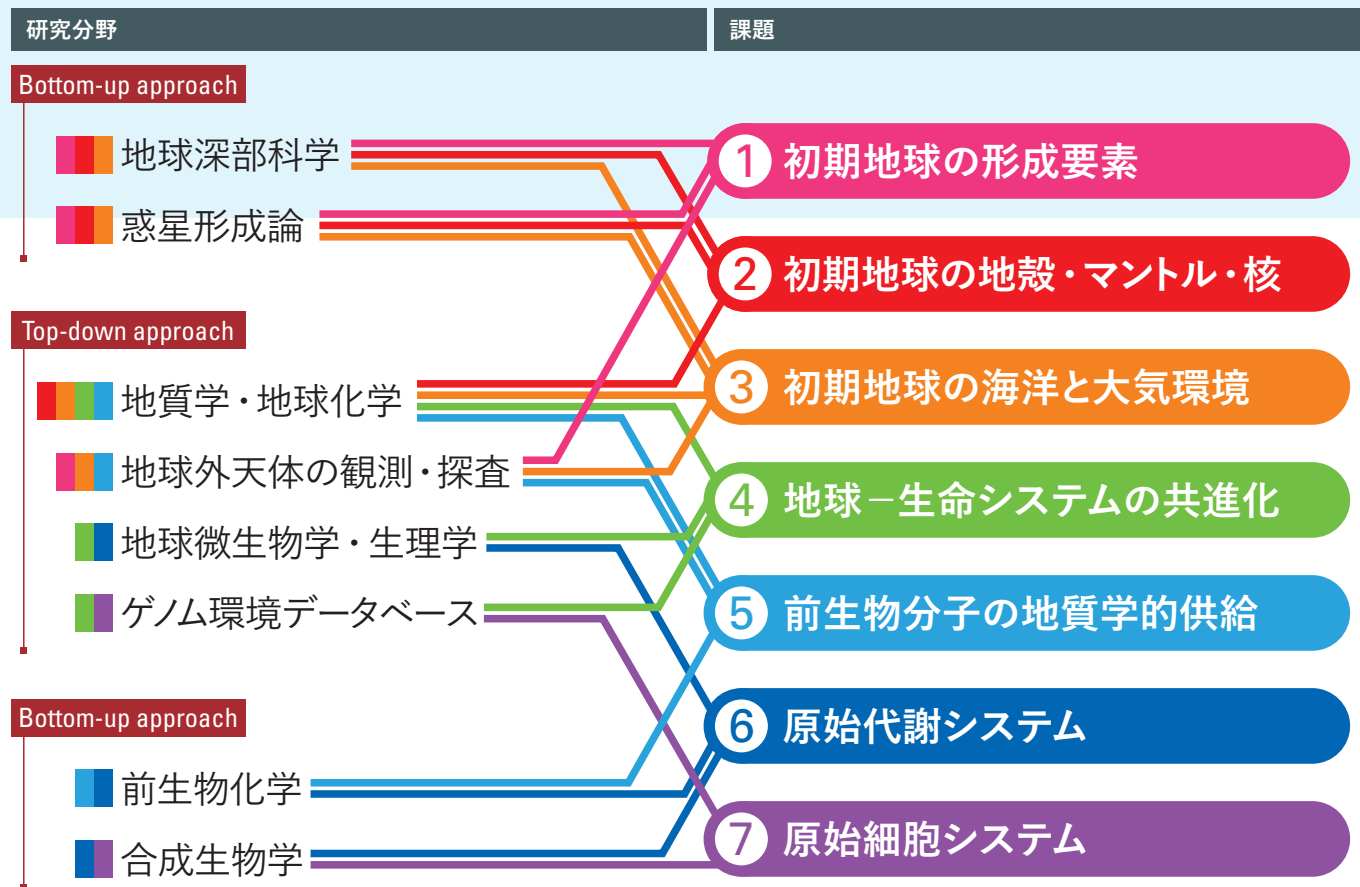


最近の研究では、宇宙には地球と同じような生命を育む条件を備えた惑星が多数、存在することが分かってきました。地球と生命の起源を探ることは、宇宙における生命の存在の可能性を探ることにつながります。



地球上の生命は、初期地球のどこかで誕生したと考えられます。誕生のプロセスはまだ明らかになっていませんが、基本的には無機物から有機物が合成され、それらが高分子化することでペプチド、原始RNA、原始細胞膜を構成。これらをもとに原始生命が誕生したと考えられます。

# 現在から未来へと向かう明確なロードマップ



## 複雑系科学

### Road Map 研究分野から課題を経て中間目標、さらに最終目標へ

#### 9つの研究分野と7つの課題

ELSIでは「世界最高峰の研究水準」を達成するため、現在から未来へと向かう明確なロードマップを設定しています。

ロードマップは、大きく3段階に分けられます。

第1段階としては、ベースとなる9つの「研究分野」を設定。それぞれの分野における世界トップレベルの研究者を招聘し、パーティクルではない研究者が物理的に結集した組織を構成することで、既存の研究領域の壁を乗り越えた真の異分野融合を実現しようとしています。

第2段階として、この9つの研究分野が協力し合いながら、「地球と生命の起源」に迫るための具体的な課題を7つ設定。主に初期地球に焦点を当て、その形成とともに生命がどこでどのようにして生まれたのかを探ります。また、近年急速に発展している複雑系科学の成果や知見を取り込むことにも留意しています。

#### ELSI独自のセオリー、モデル、シナリオを提示

こうした第1段階、第2段階を踏まえて、到達目標としての第3段階があります。

第3段階はさらに、中間目標と最終目標の2つに分かれます。

中間目標としてはELSI独自の「地球形成セオリー」「初期地球環境モデル」「生命起源シナリオ」の提示を目指します。

これらに関してはすでに多くの理論や仮説が提示されていますが、断片的であったり、関連性が意識されていなかったりする傾向があります。

ELSIでは、そうした理論や仮説を検証し、また自ら提示するとともに関連性を意識したアプローチを重視。そのことによって、世界における「地球と生命の起源」についての研究ハブを目指します。

さらに最終目標として、21世紀のフロンティアである宇宙における「生命惑星分布の統合モデル」を構築することを掲げています。

中間目標

最終目標

### 地球形成セオリー

太陽系内での地球の形成過程について、近年の太陽系外惑星に関する急速な研究の進展を踏まえながら第一原理的なセオリーから再構築し、同時に現在の地球のコアと下部マントルの化学組成などによって検証します。

### 初期地球環境モデル

マグマオーシャンの形成・固化にともない、初期地球はコア、マントル、地殻、大気、海洋へと物質的に分化しました。特に、海水が適切な量となるに至った要因を突き止め、生命誕生前後における初期地球の環境モデルを提示します。

### 生命起源シナリオ

初期地球の環境と生命は不可分であり、生命自体も独立した細胞ではなく生態系として誕生したと考えられます。そこで生命の起源を「地球生命システム」の始まりであると捉え、いつ、どこで、どのように構築されたかの解明に挑みます。

### 宇宙における生命惑星分布の統合モデル

地球形成セオリー、初期地球環境モデル、生命起源シナリオを通して、生命を育む惑星の条件と環境変動に対する生命の応答・進化を一般化し、惑星生命学（バイオプラネトロジー）の体系化、すなわち地球を含めた宇宙における生命惑星分布の統合モデルの構築を目指します。

## 研究分野 Top-down（現在から過去）とBottom-up（過去から現在）の統合アプローチ

ロードマップの第1段階で設定された9つの「研究分野」の概要は下記の通りです。いずれも複数の専門領域を含んでおり、9つの研究分野ひとつひとつを見れば、それ自体がひとつの融合研究となっています。

また、「地球深部科学」から「合成生物学」までの8つは、主

に用いられる研究手法によって、Top-downアプローチとBottom-upアプローチに分けられます。さらに、そこに新しい研究手法であるスーパーコンピュータによる計算科学のアプローチを特徴とする「複雑系科学」が加わることで、各分野の融合研究がより一層、スムーズかつ強力に進むことを目指しています。

#### 地球深部科学

地球のコアと下部マントルの化学組成を理論と実験から考察する。

#### 惑星形成論

ガス・ダストの原始惑星系円盤からいかに惑星が形成されたかを理論的に理解。

#### 地質学・地球化学

深海堆積物などの地球史試料を用いて、現在にいたるまでの環境変化を探る。

#### 地球外天体の観測・探査

近年、急速に進みつつある地球外惑星の観測をさらに深める。

#### 地球微生物学・生理学

極限環境に生息する微生物から初期地球で生まれた生命のあり方を探る。

#### ゲノム環境データベース

初期地球で発生した生命の遺伝子セットを求め各種情報をデータベース化する。

#### 前生物化学

生命の元となるペプチド、原始RNA、原始細胞膜の化学的形成プロセスを探る。

#### 合成生物学

生物に類似した分子やシステムを人工的に作りだし、生命現象の仕組みを探る。

#### 複雑系科学

生命誕生、惑星形成、地殻形成など複雑な現象を数理モデルを構築してシミュレート。

# 地球と生命の起源を

## トータルに理解する7つの課題

ELSIが掲げる「地球と生命の起源」を理解するというゴールは、きわめてチャレンジングなものです。

そこに至るためには、複数の段階を戦略的に設定することが欠かせません。

そこでELSIでは、前述のように9つの異分野融合の研究分野を設定し、次にこれらの研究分野が相互に協力して取り組む7つの課題を設けています。

7つの課題もまた、それぞれ異分野融合的なプロジェクトであり、Top-downアプローチとBottom-upアプローチ、そして計算科学アプローチを組み合わせながら取り組んでいます。

### 7つの課題

#### ①初期地球の形成要素

初期地球を形成した物質の組成を原子レベルから考察する。

#### ②初期地球の地殻・マントル・核

マグマオーシャンからコアとマントルへの物質分化を再現する。

#### ③初期地球の海洋と大気環境

生命が誕生した初期の海洋と大気の組成やメカニズムなどについて検証可能なモデルを構築する。

#### ④地球-生命システムの共進化

生命誕生後の生物進化と地球環境変動の因果関係を追求する。

#### ⑤前生物分子の地質学的供給

低分子から高分子を経て前生物分子がどこで誕生したのかにアプローチする。

#### ⑥原始代謝システム

極限環境に生息する微生物の多様なエネルギー獲得システムから生命の根源に迫る。

#### ⑦原始細胞システム

ペプチド、原始RNA、原始細胞膜から原始細胞システムの誕生を探る。

## 1 初期地球の形成要素

### 目標

- 1) 下部マントルが上部マントルと化学的に同一であることを立証するため、下部マントルに類似した高压高温状態での結晶物質の密度と妥当な音響速度の計測・計算
- 2) 鉄化合物の特性に基づくコアの組成の把握
  - 2-1) コアの超高压高温状態における液化した鉄化合物の密度と音響速度の測定・計算
  - 2-2) コアの結晶化(内核の形成)に関連した状態図の作成
  - 2-3) 初期コアにおける鉄・シリコン・水素の可能性チェック
- 3) コア形成のシナリオに基づくコア組成の推定
- 4) 惑星形成論に基づく地球組成モデルの構築

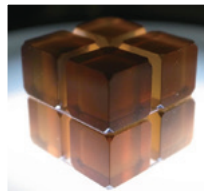
現在の地球内部の組成、構造、働きを理解することは、地球の起源と進化に通じます。これらの課題に対してELSIの研究者たちは、高压実験機器や量子ビーム装置、第一原理シミュレーションなど最先端のテクノロジーを駆使して取り組み、特に地球深部

にあたる下部マントルと金属コアの研究に焦点を当てています。

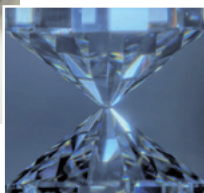
ELSIの研究者たちは現在、精密な実験データと精緻な理論予測を観測値や地球形成モデルと突き合わせながら、地球全体の組成の把握に大きく近づいています。



超高压発生装置ダイヤモンドアンビルセルとその内部の拡大図。地球中心を超える超高压 超高温の発生が可能



愛媛大学サテライトに設置されている世界最大のマルチアンビル型高压発生装置と多結晶ダイヤモンド





## 2 初期地球の地殻・マントル・核

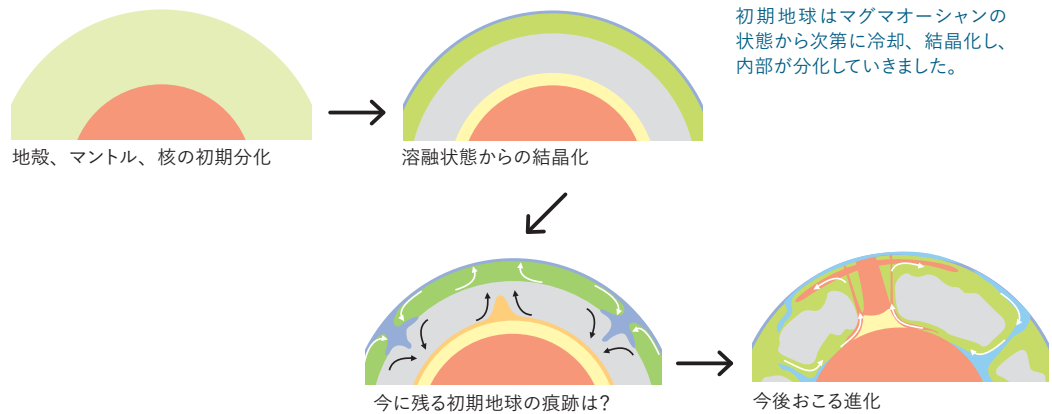
**目標**

- 1) **初期状態**：ジャイアント・インパクトによるマグマオーシャン状態からの結晶化とガス分離、および初期地殻と初期大気の成立
- 2) **冥王代の地殻運動**：地球内部と表面環境のつながりに関するモデル、およびそのモデルに対する地殻運動の形態と速度の影響  
※冥王代：地球誕生から約6億年間（46-40億年前）
- 3) **冥王代の地球深部**：現在の地球構造につながる地磁気の熱進化、および地殻の化学的組成の形成・保存の変遷

初期地球において生命システムが誕生した過程を理解するためには、地表環境に影響を与えた地質作用の解明が鍵を握ります。

ELSIの「地球深部科学」「惑星形成論」「地質学・地球化学」の研究者たちは、現在の地球の内部構造と整合的な、初期地球の形成とその後の冷却、および化学的分化についての次世代モデルを開発しようと努めています。

そのために高圧高温実験と数理的シミュレーションを組み合わせ、また地質学や地球化学における様々な観測データを用いています。



## 3 初期地球の海洋と大気環境

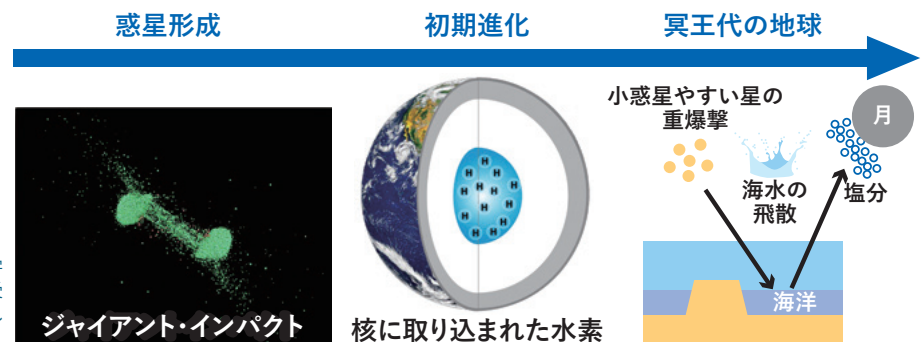
**目標**

- 1) **地球上の水の総量とその配分メカニズム**
  - 1-1) 現在の地球の下部マントルと核に存在する水
  - 1-2) 地球形成後の水の配分
- 2) **地球と太陽系における水の起源**
  - 2-1) 地球へ水がもたらされたメカニズム
  - 2-2) 太陽系における水の理解
- 3) **初期大気と初期海洋の化学組成**
  - 3-1) 大気における酸化還元状態（水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素）
  - 3-2) 初期海洋の水素イオン濃度、アルカリ度および重金属濃度

私たちは、地球に生命が誕生した環境を知るために重要な、地球に存在する水の起源と総量、および初期地球の大気と海洋環境の化学組成の解明に挑んでいます。

惑星科学・地球化学・地球物理学などの多分野に渡るELSIメンバーによる共同研究は、こうした謎を解き明かすための鍵を握っています。

私たちは、また、各種構成物質の変化を考慮しながら、惑星形成と初期地球の進化に関する統合的なモデルの構築を行っています。



初期地球の海洋と大気の化学組成は、外部からの影響を受けながらダイナミックに変動したと考えられます。

## 4 地球—生命システムの共進化

### 目標

- 1) 酸素発生型光合成が出現するために必要な初期環境条件の推定
- 2) 初期大気と初期海洋の化学組成の解読
  - 化学種同定・金属濃度・酸化還元状態・水素イオン濃度
  - 硫黄循環と水素循環を通じた酸化還元反応の進化
- 3) 生物の共通祖先 (LUCA) から酸素発生型光合成への代謝進化におけるミッシングリンクの探索: 体系的微生物学
- 4) 環境進化、生物代謝進化を実証するための、新しい同位体トレーサーの開発
- 5) 生物圏の進化と固体地球 (地殻、マントル、コア) の熱化学進化の対応関係、特に火成活動、熱水循環、地場の変動とのリンクを明らかにする

酸化還元環境は、生命の起源と初期進化を理解する鍵を握っています。

私たちは、生物学的、地質学のおよび進化的プロセスとその相互作用を通じて海洋と大気の化学組成がどのように変化したかを理解するため、地質微生物

学、進化生物学、ゲノム分析、地質学、地球化学などの分野横断的研究を行っています。

現在、実験室内で人工的にシアノバクテリアの合成を試みるとともに、初期の大気と海洋の化学組成を追跡するための手法開発を進めています。



同位体比質量分析計

## 5 前生物分子の地質学的供給

### 目標

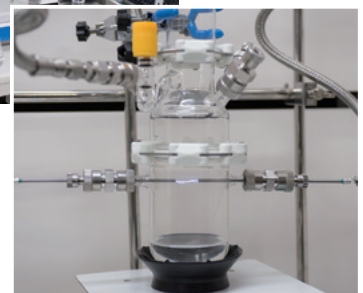
- 1) 還元的環境
  - 1-1) アンモニア: セメント触媒の導入による低温でのハーバー・ボッシュ反応
  - 1-2) アミノ酸と核酸塩基: 鉱物と光を導入するユリー・ミラー実験
- 2) 酸化的環境
  - 2-1) リポース: ホウ酸塩を導入するホルモース反応
  - 2-2) 酢酸: 二酸化炭素→メタンチオール→酢酸
- 3) リン酸塩: リン酸塩鉱物と水の反応
- 4) 鉱物と光による原代謝的触媒効果
  - 有機物 - 鉱物表面 - 光の相互作用の AFM/STM/TDS/NSOM 測定
- 5) ATP (アデノシン三リン酸) の非生物的合成
  - 複数の生成物が鉱物と光の存在化で合流する反応
- 6) オリゴヌクレオチドとオリゴペプチド
  - 鉱物と光の存在化でのヌクレオチドとアミノ酸のオリゴマー形成
- 7) 可能な反応経路を探索するコンピュータシミュレーション
  - 計算アルゴリズム・モデルの開発

初期地球の環境条件に関する最新の知見をもとに、「どのようにして無機・有機化学分子が地質学的環境から供給され、それらがやがて生命の構成要素へと進化するに至ったのか?」という問題の解決に取り組みます。具体的には、一連の化学進化を、辻褄の合う環境条件の組み合わせ

のもとで再現しようと試みています。そこでは、様々な反応の触媒として鉱物が重要な役割を果たすと想定されます。そのために、初期地球に存在した単純な化合物と鉱物からスタートし、多段階の化学進化を連続的に再現できるように統合的な実験システムが設計されています。



上: フロー型水熱反応装置  
右: ユリー・ミラー放電実験



## 6 原始代謝システム

### 目標

#### 1) 予備的実験その他

- 1-1)  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{SH}$
- 1-2)  $\text{CH}_3\text{SH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$
- 1-3)  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$  ビルビン酸
- 1-4) TCA サイクルにおける His と Cys の触媒効率

#### 2) $\text{C}_2$ から $\text{C}_5$ の非酵素代謝中心の提示

- 2-1) アセテート  $\rightarrow$  ビルビン酸
- 2-2) ビルビン酸  $\rightarrow$  オキサロ酢酸
- 2-3) オキサロ酢酸  $\rightarrow$  リンゴ酸
- 2-4) リンゴ酸  $\rightarrow$  フマル酸
- 2-5) フマル酸  $\rightarrow$  コハク酸
- 2-6) コハク酸  $\rightarrow$   $\alpha$ -ケトグルタル酸

#### 3) 生物学的構成要素の生成

- 3-1) ビルビン酸  $\rightarrow$  アラニン、リポース
- 3-2) オキサロ酢酸  $\rightarrow$  アスパラギン酸  $\rightarrow$  アミノ酸類、ピリミジン
- 3-3) コハク酸  $\rightarrow$  ピロール
- 3-4)  $\alpha$ -ケトグルタル酸 ( $\text{C}_5$ )  $\rightarrow$  グルタミン酸  $\rightarrow$  アミノ酸類

私たちは、生命の構成要素が地球において、どのような化学的プロセスを通して生み出されたのかを研究しています。冥王代における地球化学的な「システム」を理解するため、始原的代謝分子

の前生物学的合成実験を行い、システム化学の観点から分析を行っています。特に、地質学と地球化学の研究者が密接に協力し、冥王代における環境条件に焦点を当てています。



紫外線による原始代謝の実験

## 7 原始細胞システム

### 目標

原始細胞の誕生において何が可能であったかを実験的に検証する

#### 1) 原始細胞での反応

原始細胞による遺伝子複製  
脂質2重膜小胞の成長

#### 2) 酵素出現以前の遺伝子複製

RNAの原始複製

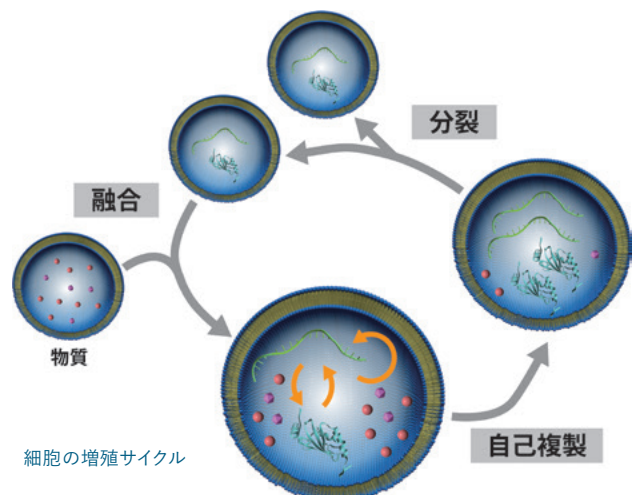
#### 3) 原始細胞を支えた遺伝暗号

限定されたアミノ酸によって構成されるタンパク質  
タンパク質生産のためのタンパク質  
代謝のためのタンパク質

生命の起源に関する研究をより確かで具体的なものにするためには、原始細胞を実験的に創出することが不可欠です。それによって、最初の細胞状生命が誕生したシナリオを検証することが可能になります。  
ELSIでは、生体分子を用いた構成的アプローチにより、ま

たゲノム情報のコンピュータ解析により、原始細胞を研究すべく、合成生物学と進化生物学を組み合わせています。

現在、代謝反応と遺伝子複製および遺伝子発現、そして進化を備えた単純な細胞モデルを実験的に開発しています。



# 着々とあがる研究成果、有名科学誌への掲載も

## 研究トピック 生命誕生前の初期地球における炭化水素の合成過程を推定

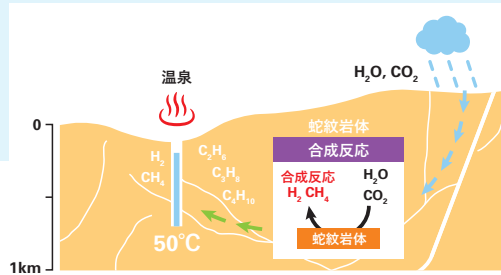
### 特殊な温泉に含まれるメタンの起源

2014年1月、ELSIの吉田尚弘教授、丸山茂徳教授、黒川顕教授、上野雄一郎准教授らの研究グループは、長野県白馬地域の温泉で2010年から行ってきた調査の末、同地域の温泉水が無機的に合成された炭化水素のメタンガスを含むことを突き止めました。これは、初期地球における生命誕生のメカニズムを解き明かすことにつながる成果です。

この温泉水は、蛇紋岩と呼ばれる特殊



長野県白馬村



### 蛇紋岩の表面における炭化水素の合成模式図

従来、高濃度の水素を含む温泉では100°C以上で水素と二酸化炭素が反応し様々な炭化水素が合成されると考えられてきましたが、蛇紋岩温泉では50°Cほどの低い温度でも起こりうることを示されました。

な岩石と水が反応することによってできた強いアルカリ性でかつ水素濃度が高いという特徴があります。こうした温泉は、現在の地球では稀ですが、生命誕生前の初期地球ではありふれた環境であったと考えられます。

今回、この温泉で今まで知られていなかった無機的な化学反応によって生命のもととなる炭化水素が合成されていることが分かったことから、同様の化学反応が初期地球で有機物をつくり、それが生命誕生につながった可能性が示されたと言えます。

この成果は同年1月15日発行の欧州の科学誌「Earth and Planetary Science Letters」に掲載されました。

なお、本件に関連し、ELSIの黒川顕教授が代表をつとめる「冥王代生命学の創生」が文部科学省の平成26年度「新学術領域研究（研究領域提案型）」に採択されました。これは原始的な生命が誕生したと考えられる地球誕生から約6億年間の「冥王代」に焦点をあて、生命がいつ、どこで、どのように誕生したかを地球惑星科学、生命科学、有機化学などを結集して解明する新たな学術領域です。

## 研究トピック 地球誕生時に海水の80倍の水が存在

### コア直上のマントル融解温度から推定

2014年1月、ELSIの野村龍一研究員（当時、東工大大学院理工学研究科博士課程）と廣瀬敬教授らは、高輝度光科学研究センター、京都大学、海洋研究開発機構と共同で、地球コアに大量の水素が存在することを突き止めました。

地球は深さ2900kmを境に、岩石で構成されるマントルと、鉄合金で構成される液体コア（外核）に分けられます。下部マントルは固体であることから、マントル物質の融解温度は下部マントルの温度に上限を与えます。マントル直下に位置する外核の温度もそれ以下である必要がありますが、一方で外核の鉄合金は液体であり、その温度はコア物質の融解温度より高い必要があります。また、鉄合金の融解温度は、その不純物組成に大きく依存することが知られており、外核の温度はその化学組成を制約します。

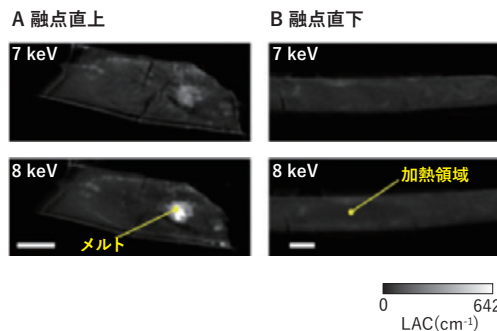
このように、マントル物質の融解温度を知ることは、地球深部の温度構造ならび

に化学組成の推定に大きな役割を果たします。

同研究グループはマントル物質を地球深部に相当する超高压超高温環境下に置いた後、融解の痕跡の有無を大型放射光施設SPring-8にて確認し、コア直上のマントルの融解温度が従来の見積もりより少なくとも400ケルビン低い、約3600ケルビンであることを明らかにしました。また、純鉄の融解温度はコア最上部でおよそ4200ケルビンであり、液体コア（外核）

は不純物によってその融解温度が600ケルビン以上下がっていることとなります。ここから、コアには水素が重量にして0.6%（原子数換算で25%）程度含まれている必要があることとなります。これは水に換算すると地球全質量の1.6%（海水の約80倍）にあたり、地球はその形成時に大量の水を獲得していたことが推定されるのです。

今回の成果は、米科学誌「Science」に掲載されました。



### 高圧高温実験後に得られた試料内部のX線CT画像

超高压超高温発生技術と、大型放射光施設SPring-8の高輝度X線を利用した高解像度マイクロトモグラフィー（CT）撮像技術を組み合わせることにより、融解時に見られる特徴的な構造を微小試料内部に観察することに成功しました。

# Fusion

WPIの第2の要件であるFusion(融合領域の創出)に関して、ELSIでは様々な取り組みを積極的に進めています。

## 研究者どうしの重層的な交流

### 2016年度は193名の研究者が訪問

ELSIが目指す「地球と生命の起源」の理解のためには、様々な分野の研究者の交流が不可欠です。そのため、さまざまなレベルで重層的な交流の仕組みを導入しています。

例えば、2016年度は国際シンポジウム1回、ワークショップ・セミナーを42回開催し、海外から計193名の研究者がELSIを訪問しました。これら研究者とは共同研究の推進や次年度以降の研究協力について議論したり、所内のセミナーやランチトークにおける講演、話題提供を依頼したりするなど、専門分野にとどまらない交流の機会創出に努めています。



日々、活発な議論が行われています。

### 定期的に各種イベントを開催

異分野間に潜在する“言葉の壁”“文化の壁”を取り払い、研究者の相互理解を促進させるため、プリンストン高等研究所の学際研究プログラムを成功に導いたPiet Hut参与の助言をもとに、幅広い異分野融合研究を促す定期的なイベントを行っています。

- **ELSIアセンブリー** : ELSIメンバーによる研究発表とディスカッションを月2回開催。
- **ELSIセミナー** : 不定期に外部のゲストを招き、研究発表とディスカッションを行う。
- **ランチトーク** : 週2回、昼食時にELSIメンバーが持ち回りで研究内容やトピックスを主に異分野の研究者に紹介する。
- **コーヒーブレイク** : 毎日午後3時になるとコミュニケーションルームに集まってコーヒーブレイク。
- **IZAKAYA ELSI** : 金曜日の夜はハッピーアワータイム。世界各国のおつまみも登場。



IZAKAYA ELSIの様子

## 異分野融合研究のための所長ファンド

### 海外資金の獲得などにも尽力

ELSIでは若手研究者のチャレンジングな“研究アイデア”を“研究構想”へと昇華させるため、「所長ファンド」を用意しています。国内のみならず海外の資金を活用したり、寄付を募る活動にも力を入れています。

提案者	共同研究者	研究課題
Fujishima	Mamajanov	液体二酸化炭素-海水リアクターを用いた非生物的重合反応
Lasbleis	Brasser	岩石系外惑星における磁場強度
McGlynn	Bio-Unit and EON researchers	嫌気微生物学の実験設備の整備
Mochizuki	Gilbert, Hongo	好熱菌が持つDNA類縁体
Virgo	Aono, Chandru, Cleaves, Mamajanov, Ruiqin	前生物化学研究への高処理ロボット系の導入

(2016年度)

## 生命起源研究の世界的なハブとして

### 国際ネットワークEONを推進

ELSIでは世界中で展開されている「地球の起源」と「地球における生命の起源」に関する様々な研究のハブとなることを目指し、国内外の関連主要研究機関と情報交換を進めたり、研究者の積極的な交流を行っています。

資金獲得に向けた努力を続け、2015年には国際ネットワークEON (ELSI Origins Network) プロジェクトがスタートしました。



# Globalization

WPIの第3の要件であるGlobalization(国際的な研究環境の実現)は、ELSIが発足当初より力を入れてきた点であり、今後もさらに推進していきます。

## 研究者全体の40%が外国人

### 女性研究者の比率アップも

2017年4月時点でのELSIの研究者数は72名(主任研究者15、准主任研究者4、連携研究者8、研究員45)となりました。このうち外国人研究者は31名(全体の43%)、女性研究者は14名(19%)です。

今後もトップクラスの外国人研究者をさらに招聘するとともに、指導的役割を担う女性研究者の比率を引き上げるべく努力していきます。

研究者数	合計	外国人	女性
主任研究者	15	8 (53%)	1 (7%)
准主任研究者	4	1 (25%)	1 (25%)
連携研究者	8	0 (-)	0 (-)
研究員	45	21 (45%)	12 (27%)
合計	72	31 (43%)	14 (19%)

2017年4月現在



## 積極的な外国人研究者のリクルート

### 90%以上が外国人からの応募

ELSIの廣瀬所長は、海外における若手研究者のリクルーティングのセンスをELSIのリクルート活動に取り入れることを目的として、海外からELSIへ着任したJohn Hernlund副所長をリクルート担当責任者に任命しました。

Hernlund副所長のリーダーシップのもと、既存のオンライン公募システムの改良、公募情報の展開先(Nature誌、Science誌への掲載等)を広げたほか、広報委員会と協力して、国際学会にブースを置くなど、リクルーティング活動を展開しました。その結果現在では、研究員の公募に応募する人の90%以上が外国人です。

### ノーベル賞受賞者の招聘

外国人主任研究者の中には、ELSIサテライトのひとつであるハーバード大学生命起源イニシアチブのJack Szostak教授がいます。Szostak主任研究者は合成生物学の権威であり、2009年のノーベル生理学・医学賞受賞者です。

ELSIにおいては、合成生物学の研究をリードし、ワークショップに参加するほか、一般向け公開講演会でも講演しています。



Jack Szostak 主任研究者

## サマースクールの開催

ELSIでは2014年8月、初めてのサマースクールを2日間にわたって開催し、国内外から24名の参加者を得ました。惑星形成および初期地球の進化についての数理計算モデルに関する実践的な研修を目的にしたもので、ELSIの計算機資源を実際に使ってもらいながらシミュレーション研究を体験してもらいました。

2018年1月には初めてのウィンタースクールを実施します。



### ● August 2nd - Saturday

9:30	Breakfast in ELSI communication room
10:00 - 11:00	Oral session: two 20 minute talks with 10 minute discussion
11:00 - 11:15	Coffee break
11:15 - 12:15	Oral session: two 20 minute talks with 10 minute discussion
12:15 - 13:15	Lunch Break
13:15 - 14:00	Oral session: one 20 minute talk with 10 minute discussion
14:00 - 14:15	Coffee break
14:15 - 17:15	First tutorial session
17:15 - 18:00	Gather and debrief
18:00	Dinner Break

### ● August 3rd - Sunday

9:30	Light breakfast in ELSI communication room
10:00 - 13:00	Second tutorial session
13:00 - 13:30	Gather and final discussions
13:30	End
14:00	Bus leaves for Shonan Village for SEDI meeting

# Reform

WPIの第4の要件であるReform(研究組織の改革)に関しても、ELSIならではの独自の試みを続けています。

## 従来の組織体系とは異なる新しいトップダウン型自律組織

### 所長の強力なリーダーシップ

ELSIは、これまでの大学の組織体系とは一線を画す極めて独立性の高い研究機関です。廣瀬所長の強力なリーダーシップのもと、研究テーマの設定、研究員の雇用、運営ルールの策定などにおいて独自性を発揮しています。

毎年1月には研究者全員が業績自己評価シート（Research Activity Sheet）を提出し、研究員・準主任研究者についてはあらかじめ割り当てられたメンターが、主任研究者については所長室が評価を実施しています。評価結果は当人にフィードバックします。研究員はこの評価に基づき、任期の3年から5年への延長、昇給、研究費の追加配分などのIncentive Awardが与えられます。



「ELSI Incentive Award」の表彰状（2016年）



ELSI 棟1階のコミュニケーションルームの様子

### 月例全体会議で情報共有を徹底

ELSIでは毎月1回、研究者から事務部門まで関係者全員を対象とした月例全体会議（ALL ELSI Meeting）を開催し、所長から全構成員に研究所における現状等を直接説明しています。

この月例全体会議には海外の主任研究者等も可能な限り、ネットワーク経由で参加するようにして情報共有を図り、風通しのよい組織づくりを進めています。

所長はまた、学長および理事・副学長（研究担当）との意見交換を月1回開催し、予算や人事をはじめ様々な課題について緊密な連携を図っています。

## 研究に専念できる環境のため独自のワンストップサービスを提供

### 通常の大学事務局とは別体制で

ELSIでは、主に外国人研究者が研究に専念できる環境を整えるため、通常の大学事務局とは別体制によるきめ細かいワンストップサービスを提供しています。

例えば、リサーチアドミニストレーターは科研費等の申請書の作成をサポート。また、生活支援スタッフは来日に際してのビザ取得から同伴する家族の育児等、日常生活全般をサポートしています。2016年度にはキャンパス内に託児施設「てくてく保育園」が開設されました。

こうしたきめ細かいサービスは、外国人研究者のリクルートにおいて大きな力になっています。



生活支援の一環として、日本語教室を開催

# 国内外に広がる4つの サテライトと緊密な連携

既存の大学建物を活用したELSI-2棟での活動に加えて2015年、さらに新たな研究棟(ELSI-1)を整備。近接する2つの施設・設備で研究を推進していきます。



## 愛媛大学

地球深部ダイナミクス研究センター(GRC)



愛媛大学では地球深部科学の分野で、実験的手法やコンピュータを駆使した先端的研究が行われてきました。このような研究実績を踏まえ、理学部と工学部にまたがる関連分野を有機的に結びつけ、地球深部の物質科学・構造・ダイナミクスに関する研究教育の一層の推進を図ることを目的に、2001年4月に学内共同教育研究施設として新設されたのがGRCです。

### ELSIとの関係

GRCは地球深部の研究に関し、世界的に見ても最先端の研究成果を挙げ続けています。GRCセンター長・入船徹男教授をELSI主任研究者として招き、GRCの10名の研究者がサテライトを構成しています。

GRCとはまた、これまで入船教授らが築き上げてきた研究者ネットワーク“TANDEM(The Asian Network in Deep Earth Mineralogy)”による若手研究者のリクルートや、西日本エリアでのELSIの広報活動においても連携しています。

## 東京大学

理学系研究科地球惑星科学専攻



東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻は、地球内部、海洋、大気、生命圏と地球システム、惑星としての地球と太陽系天体、宇宙科学までを広く研究対象とし、約50名の研究スタッフからなる強力な研究者グループです。

### ELSIとの関係

ELSIとは、太陽系内外の惑星・衛星の形成・進化・生命居住性や、初期地球の地質学・地球化学・生命について協力して研究を進めます。ELSIの廣瀬所長は2017年度より、東京大学とのクロスアポイントメント契約により、20%を東京大学教授としての職務に当て、東京大学サテライトのリーダーも勤めます。



## 多くの協力機関、提携機関と共に

4つのサテライト機関のほかにも、ELSIの研究と密接に関連する大規模な調査研究を展開している国内外の機関と意見交換を行ったり、主任研究者を招いたりするなど、強固な連携・協力関係を築きつつあります。

今後とも積極的に共同研究や研究者の交流を行っていくことは、ELSIがこの分野における世界のハブ拠点として機能していくために極めて重要であると考えています。



### プリンストン高等研究所 学際研究プログラム



1930年の設立以来、アルバート・アインシュタインやジョン・フォン・ノイマンをはじめ、33名のノーベル賞受賞者などを輩出してきた世界トップクラスの民間独立研究機関です。歴史学、数学、自然科学、社会科学の4部門があり、約30名の教授が、毎年世界中から約200名の研究者を招聘。また、いくつかの特別プログラムがあり、そのひとつが「学際研究プログラム」です。

#### ELSIとの関係

プリンストン高等研究所 学際研究プログラムの責任者であり、また宇宙物理学の権威でもあるPiet Hut教授をELSI主任研究者として迎え、プリンストン高等研究所のノウハウをベースとしたELSI独自の異分野融合研究促進の仕組みを作り上げる

ことを目指しています。

また、ELSIからは若手研究者を派遣し、多様なバックグラウンドを有する研究者との交流、共同研究を経験させるとともに、外国人研究者のリクルートにおける海外拠点として活用しています。

### ハーバード大学 生命起源イニシアチブ



2007年、ハーバード大学の地球惑星科学、有機進化生物学、分子生物学、化学、天文学という5分野の科学者が結集してスタートした学際的プログラムです。現在は50名以上のメンバーが所属し、ケンブリッジとボストンのキャンパスで多くの学際的プロジェクトを展開しています。

#### ELSIとの関係

合成生物学の世界的権威であるJack Szostak教授が主任研究者としてELSIに参加。同サテライトでは、ELSI本体から供される初期地球環境の情報に基づき生命の起源について研究を行います。

また、同サテライトの間では若手研究者の相互交流が推進されており、2014年3月には、ハーバード

大学サテライト関係者7名を招聘し、ELSIでワークショップ“Origins of Life Chemistry Workshop”を、2015年2月にはハーバード大学で“RNA, Peptides, Vesicles and Exoplanets -The Chemical Origins of Life on Early Earth and Other Planetary Bodies”を開催しました。

# 「世界トップレベル研究拠点」として ふさわしい施設・設備環境の整備

既存の大学建物を活用したELSI-2棟での活動に加えて2015年、さらに新たな研究棟(ELSI-1)を整備。近接する2つの施設・設備で研究を推進していきます。

## 地下1階、地上3階に多彩なスペースのELSI-1棟

文部科学省の補正予算を活用し、大岡山キャンパス内に大学から提供された敷地に2015年、待望のELSI新研究棟(4970㎡)が完成。

全体に「和洋調和」をデザインコンセプトとし、また研究スペースとコミュニケーションスペースのバランスに配慮しています。

地下1階には電子顕微鏡室、収束イオンビーム室、高圧実験室、地球化学実験室、化学進化実験室などが並び、各種実験が展開されます。

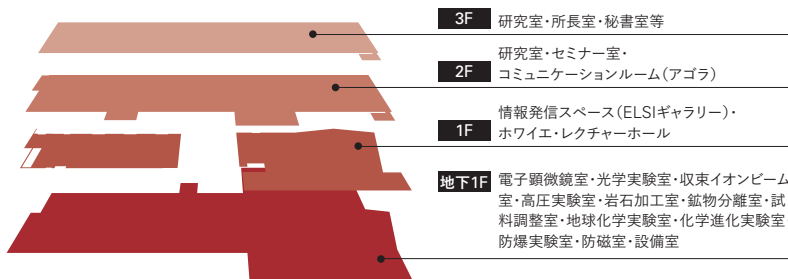
1階のエントランスには広々とした情報発信スペース(ELSIギャラリー)があり、また100名以上の参加者を収容可能なレクチャーホールを設け、外部との交流を一層図ります。

2階、3階には、ELSI所属の研究者はもちろん、長期滞在などで訪れる外部研究者のための研究室を用意。各スペースはコンパクトで機能的な設計です。

その一方、2階に吹き抜けの開放的なコミュニケーションルーム(アゴラ)を設け、多くの研究者が普段から自然な形で異分野交流を深められることを意図しています。

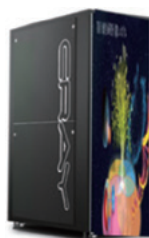


ELSI-1棟の内部。広々とした開放的な共用スペースとコンパクトで機能的な研究室が特徴です。



## ELSIならではの 異分野融合の 研究設備

ELSIの大きな特徴は、様々な分野の研究者が密接に交流しながら研究を進める点にあります。ELSI-1棟とELSI-2棟の研究設備も、こうしたELSIの特徴を反映してバリエーションに富みます。



**Cray XC30™スーパーコンピュータシステム**  
Intel 製 Xeon 960コアを搭載。惑星形成シミュレーション、マントル対流シミュレーション、銀河形成シミュレーション、そして地球構成物質の物性の第一原理計算まで、ELSIで行われている幅広い分野の研究に利用されています。



**ダイヤモンドアンビルセル**  
天然のダイヤモンド2個を用い、その間に試料を挟んで圧縮することで超高压を実現する装置です。同時にレーザー照射で超高温をつくりだし、初期地球内部と同じ環境を再現。こうした極限状態での物質の動きを解明し、地球の核やマントルの形成過程を探ります。



ELSI-1 棟の外観

## 従来のELSI-2棟との機能分担でさらに効率よく

2012年のELSI誕生以来、大学より提供された大岡山キャンパス内の既存建物(2670㎡)を改修、ELSI-2棟として利用してきました。

ELSI-2棟の1階には広々としたコミュニケーションルーム(ラウンジ)があり、大陸を象ったテーブルや大きな黒板、ドリンクコーナーなどが備え付けられています。このスペースで各種ミーティングなどが行われ、研究者の交流の場となっています。

新研究棟の完成後もELSI-2棟は引き続き一部の実験室や研究室、事務部門などが利用。2つの施設で機能分担し、さらに効率よく研究を進めています。



左：ELSI-2棟のコミュニケーションルーム(ラウンジ)  
上：コミュニケーションルームに隣接した畳と掘りごたつのあるミーティングルーム



### 次世代シーケンサー(NGS)

革新的なNGSサンプル大量並列処理により、大量シーケンス解析を可能にしたゲノム解析装置です。高いデータ処理能力、拡張性のあるテクノロジー、飛躍的に向上した解析スピードにより、かつては不可能であったレベルで生物学系研究を行うことができます。



### バッチ式高圧高温リアクター

600気圧、600度に達する高圧高温環境を再現する装置です。同じように高圧高温だった原始地球において、生命の構成要素となる有機物がどのように合成されたのか、また原始海洋の化学組成はどのようなものだったのか調査・分析するために活躍しています。

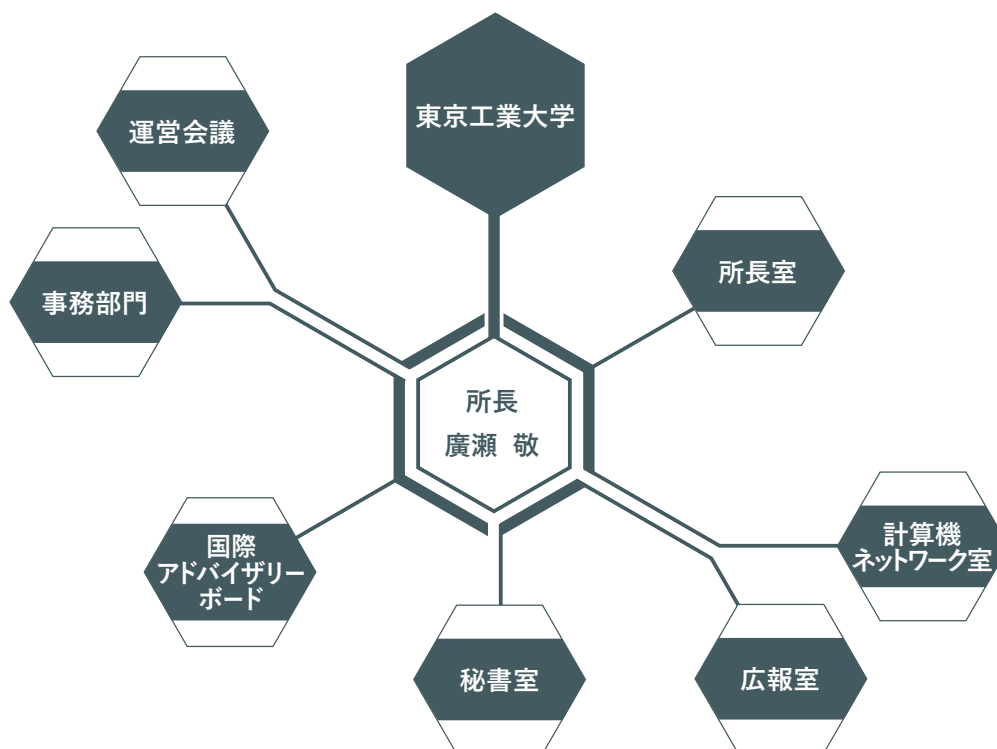


### 地球史資料

東工大・地球史資料館には世界各地から集められた17万点を超える岩石資料が保管されています。その中には40～28億年前の地質記録が残された貴重な資料もあり、それらを精細に分析することで生命を育んだ初期地球表層環境を再現することができます。

# 所長による強力なリーダーシップと 情報共有の徹底

所長の強力なリーダーシップと国際アドバイザリーボードによる外部視点のバランスなど、ELSIは従来の大学研究組織とは大きく異なる独自の組織体制で運営されています。



※2017年4月現在

## 研究者紹介



主任研究者（所長）  
**廣瀬 敬**  
高压地球科学



主任研究者（副所長）  
**井田 茂**  
惑星形成論



主任研究者（副所長）  
**John Hernlund**  
地球物理モデリング



主任研究者（参与）  
**Piet Hut**  
宇宙物理学



主任研究者  
**George Helffrich**  
固体地球物理学



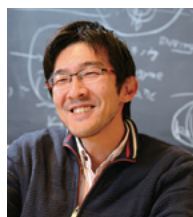
主任研究者  
**中村 龍平**  
電気化学



主任研究者  
**Eric Smith**  
複雑系科学



主任研究者  
**Jack Szostak**  
生化学



主任研究者  
**上野 雄一郎**  
地球生物化学



主任研究者  
**吉田 尚弘**  
地球環境化学

### 所長室

研究所長をはじめ、副所長、事務部門長、所長補佐から構成され、ELSIとしての意思決定を担います。特に研究所長は、自身の任命および任免を除くELSI内のすべてに関する決定権を持ち、世界を先導する研究拠点ELSIの構築・運営に全責任を負います。

### 国際アドバイザーボード

ELSIでは、国際的な観点から助言を受けるため、国際アドバイザーボードを設置しています。現在のメンバーは相澤益男（委員長）、Robert Hazen、Douglas Lin、Carl Pilcher、Frances Westallです。

### 運営会議

所長、事務部門長、副所長等からなる運営会議が月1回開催され、研究所の運営に必要な学内調整・規則整備・研究環境整備・人事案件などについて所長に対し助言・サポートを行っています。また、事務部門のチーフ級以上および秘書室チーフ、広報室チーフが陪席し、情報を共有、研究の意思決定がスムーズに実行・実施できる体制を整備しています。

### 事務部門

事務部門長  
櫻井 隆



所長を補佐し、ELSIの活動を支援するため、事務部門に事務部門長および事務部門長補佐のほか、総務系、経理系、安全管理および外国人研究者支援のスタッフが配置されています。

### 秘書室



所長秘書の他、地球科学系・生命科学系・惑星科学系の秘書スタッフが、研究者の事務手続きなど研究者たちの研究活動をサポートします。

### 広報室



ELSIの活動を広く社会に紹介するほか、シンポジウム、ワークショップ、セミナーなどの運営をサポートします。

### 計算機ネットワーク室



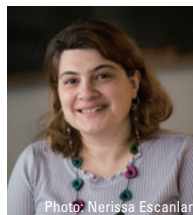
ELSI内の情報基盤ネットワークを整備し、快適な研究環境を作ります。



主任研究者  
**入船 徹男**  
固体地球科学



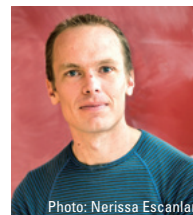
主任研究者  
**Joseph Kirschvink**  
地球生命論



主任研究者  
**Irena Mamajanov**  
宇宙生物学



主任研究者  
**丸山 茂徳**  
地球史



主任研究者  
**Shawn McGlynn**  
進化生物学・微生物学



准主任研究者  
**Albert Fahrenbach**  
有機化学



准主任研究者  
**藤井 友香**  
惑星物理学  
(2017年6月着任)



准主任研究者  
**玄田 英典**  
惑星形成論



准主任研究者  
**Betur Kacar**  
進化生物学・微生物学

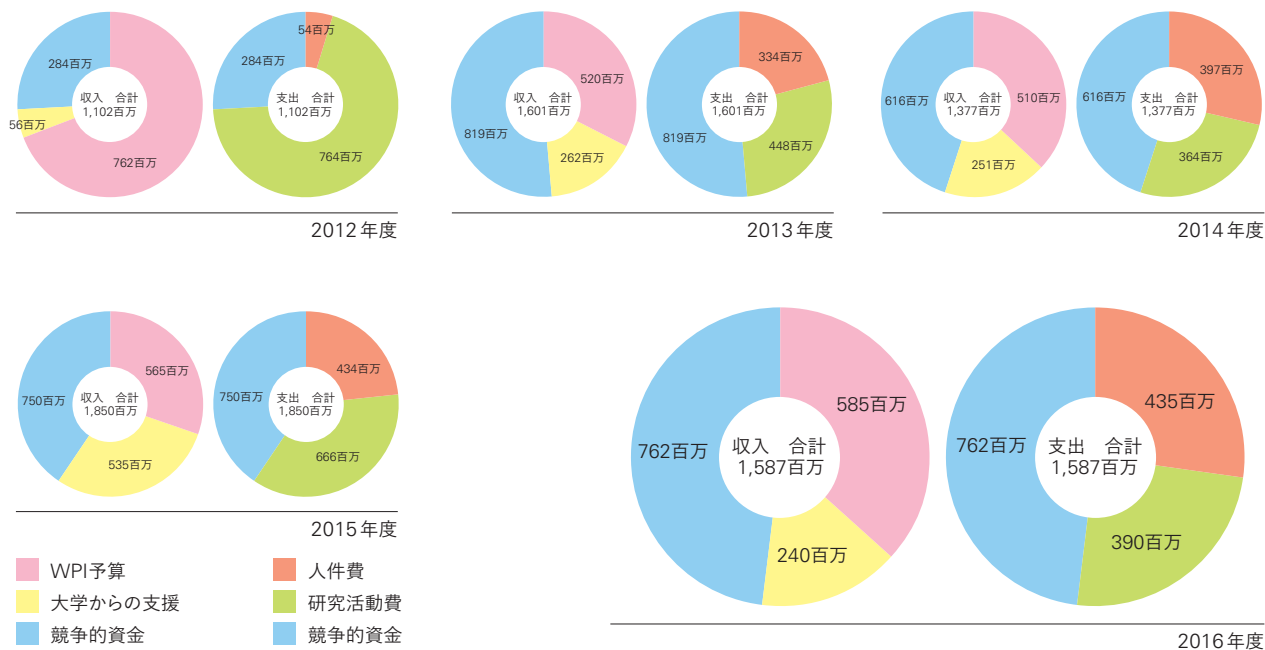


准主任研究者  
**白井 寛裕**  
地球・宇宙科学

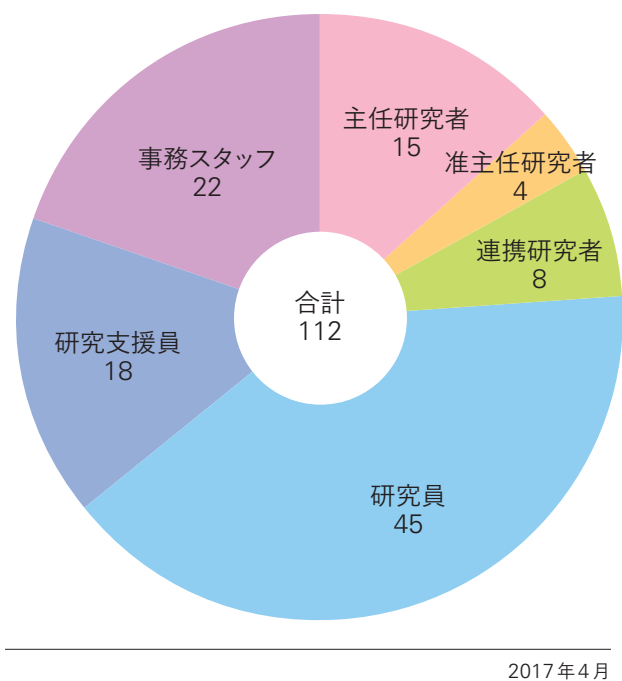
# データでみるELSIの歩みと現状

ELSIのこれまでの歩みと現状について様々なデータと記録で分かりやすく紹介します。

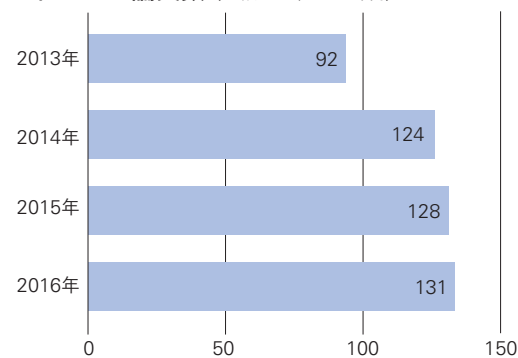
## 運営予算 (円)



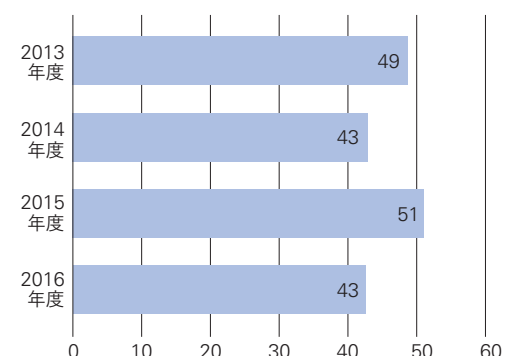
## 人員数 (人)



## これまでの論文数 (査読つき、ELSI所属)



## これまでのセミナー等開催数



※フォーラム・アセンブリー・セミナー含む

## 最近の受賞歴

年月	氏名	賞名
2015年2月	野村龍一	井上研究奨励賞
2015年4月	市川浩樹	文部科学大臣表彰科学技術賞
2015年4月	Joseph Kirschvink	Geological Society of America Fellow
2015年4月	入船徹男	紫綬褒章
2015年11月	入船徹男	R.W. Bunsen Medal (ヨーロッパ地球科学連合)
2016年2月	藤井友香	井上研究奨励賞
2016年3月	木賀大介	日本学術振興会賞
2016年4月	青野真士	文部科学大臣表彰若手科学者賞
2016年6月	廣瀬 敬	第57回藤原賞
2016年12月	藤島皓介	WIRED Audi INNOVATION AWARD2016

## シンポジウム等の開催実績 (ワークショップは2015年以降)

年月	種類	名称
2013年3月	シンポジウム	The 1st ELSI International Symposium
2014年3月	シンポジウム	The 2nd ELSI International Symposium
2015年1月	シンポジウム	The 3rd ELSI International Symposium
2016年1月	シンポジウム	The 4th ELSI International Symposium
2017年1月	シンポジウム	The 5th ELSI International Symposium
2015年2月	ワークショップ	RNA, Peptides, Vesicles and Exoplanets -The Chemical Origins of Life on Early Earth and Other Planetary Bodies
2015年3月	ワークショップ	Geochemical Society of Japan - Geochemical Society Joint Workshop co-organized by ELSI, Tokyo Tech
2015年8月	ワークショップ	EON Roadmap Workshop on The Strategy for Origins of Life Research
2015年9月	ワークショップ	Geophysical & Geochemical Constraints on Early Planetary Dynamos
2016年6月	ワークショップ	New Stable Isotope Techniques and Applications to Early Earth and Life Studies
2016年7月	ワークショップ	Symposium on the Origin of Consciousness
2016年8月	ワークショップ	EON Workshop on History and Philosophy of Origins Research
2014年8月	サマーセミナー	ELSI Summer School 2014
2014年8月	サマーセミナー	生命の起原および進化学会 夏の学校

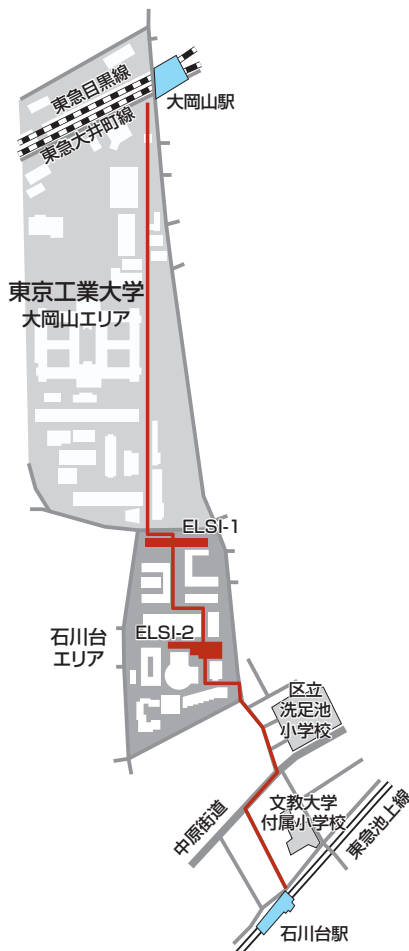
## 2016年度の主なアウトリーチ活動

年月	タイトル
2016年5月～7月 計5回	一般向けQ&A開催「地球生命研究所だけど質問ある?」
2016年7月 全13回	NHKラジオ「太陽系外の惑星をさがす」井田主任研究者が出演
2016年10月8日～9日	工大祭(大学祭)
2016年10月22日	第35回蔵前科学技術セミナー 「地球と生命の謎～地球の起原はどこまでわかったのか?宇宙における生命の存在確率は?～」
2016年11月13日	TBS番組「未来の起源」黒川研究員が出演
2016年11月17日	NHK番組「コズミックフロントNEXT」玄田准主任研究者が出演
2016年11月26日	朝日カルチャーセンターイベント講座「地球研究の最前線」
2016年12月17日	WPI10周年記念講演会「日本の科学の未来に向けて」
2016年12月20日	Tokyo's "Space Cafe"開催
2017年1月11日	第5回ELSI国際シンポジウム一般向け講演会 「私たちはまだ私たちの“はじまり”を知らない～生命の起源に迫る宇宙生物学の可能性～」
2017年1月22日	東京大学 Kavli IPMU・東工大 ELSI・合同一般講演会「起原への問い」



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:information@elsi.jp  
<http://www.elsi.jp>



Tokyo Tech



発行 2017年12月  
作成 国立大学法人東京工業大学 地球生命研究所

Published December 2017  
Created by Earth-Life Science Institute,  
Tokyo Institute of Technology

## 地球と生命の起源に迫るELSI

東京工業大学学長 三島 良直  
地球生命研究所所長・教授 廣瀬 敬

### WPI

文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム」の  
4つの柱に沿って開かれた研究拠点を構築

Science/Fusion/Globalization/Reform

### Network

国内外に広がる3つのサテライトと緊密な連携

### Facilities

2015年、新たな研究棟がついに完成

### Organization

所長による強力なリーダーシップと情報共有の徹底

### Data

データでみるELSIの歩みと現状