



Outreach アウトリーチ報告

2016年3月15日 ELSIホールにて、
映画『オデッセイ』監修
NASA ジム・グリーン氏の一般講演会を開催

アメリカ航空宇宙局(NASA) 惑星科学部門
ディレクターであり、映画「オデッセイ」の科学監
修を務めたジム・グリーン氏は「The Martian:
Science Fiction & Science Fact (『オデッセイ』
の科学における空想と現実)」というタイトルで講演
を行いました。グリーン氏は人気映画のシーンを
例に挙げ、火星の環境について分かりやすく解説
しました。

講演の詳細はELSI公式ウェブサイトのイベント
レポートからもご覧いただけます。

映画のセットと、実際
の火星の写真と比較
して解説するジム氏。

定員120名の講演は
申込開始から4日間
で埋まり、当日の会場
は満員となりました。



| | |
|--------------|--------------------------------------|
| 2016年 3月15日 | 映画『オデッセイ』監修 NASAジム・グリーン氏 一般講演会を開催 |
| 5月18日 | 筑波大学附属駒場中学校がELSIを訪問 |
| 5月22日 - 26日 | 日本地球惑星科学連合2016年大会に出展 |
| 6月26日 - 7月1日 | ゴールドシュミット会議に出展 |



Information インフォメーション

10月8日・9日
東京工業大学の学園祭「工大祭2016」に参加します。(場所：地球生命研究所)

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を開催。NASAとELSIで活躍する研究者が講演を行います。
(場所：東工大蔵前会館くらまえホール)



Highlight 研究ハイライト

- 2月 ●木質大介准主任研究者が第12回日本学術振興会賞を受賞
- 4月 ●青野真士准主任研究者が平成28年度科学技術分野の文部科学大臣表彰で「若手科学者賞」を受賞
- 6月 ●廣瀬敬所長が藤原賞を受賞
- 7月 ●玄田典典准主任研究者らの国際共同研究チームが火星衛星「フォボス」「ディモス」の形成過程をコンピュータシミュレーションで解明

発行●東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI: Earth-Life Science Institute)
〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1-IE-1
TEL: 03-5734-3414 FAX: 03-5734-3416 E-mail: info@elsi.jp



Webサイトもチェック!

ELSIの公式ウェブサイトで人気のコーナー
「Researcher's Eye」では、研究者たちがどのような
視点で研究に取り組んでいるのかを紹介しています。

ELSI Researcher's Eye

Origins

ELSI通信

2016.8.08
vol. 3
東京工業大学
地球生命研究所
ELSI
EARTH-LIFE SCIENCE INSTITUTE
TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Interview

青野真士

地球生命研究所 特任准教授・准主任研究者

活発な議論から拓かれる 生命起源研究の 新しい可能性

地球生命研究所(以下ELSI)の大きな特徴の一つは、
研究者の多様性と、それが実現する視野の広い実験と検証です。
前生物化学を研究する青野准主任研究者に、
研究内容と最近の動向を聞きました。

初期地球の環境を 多様な観点で再現実験

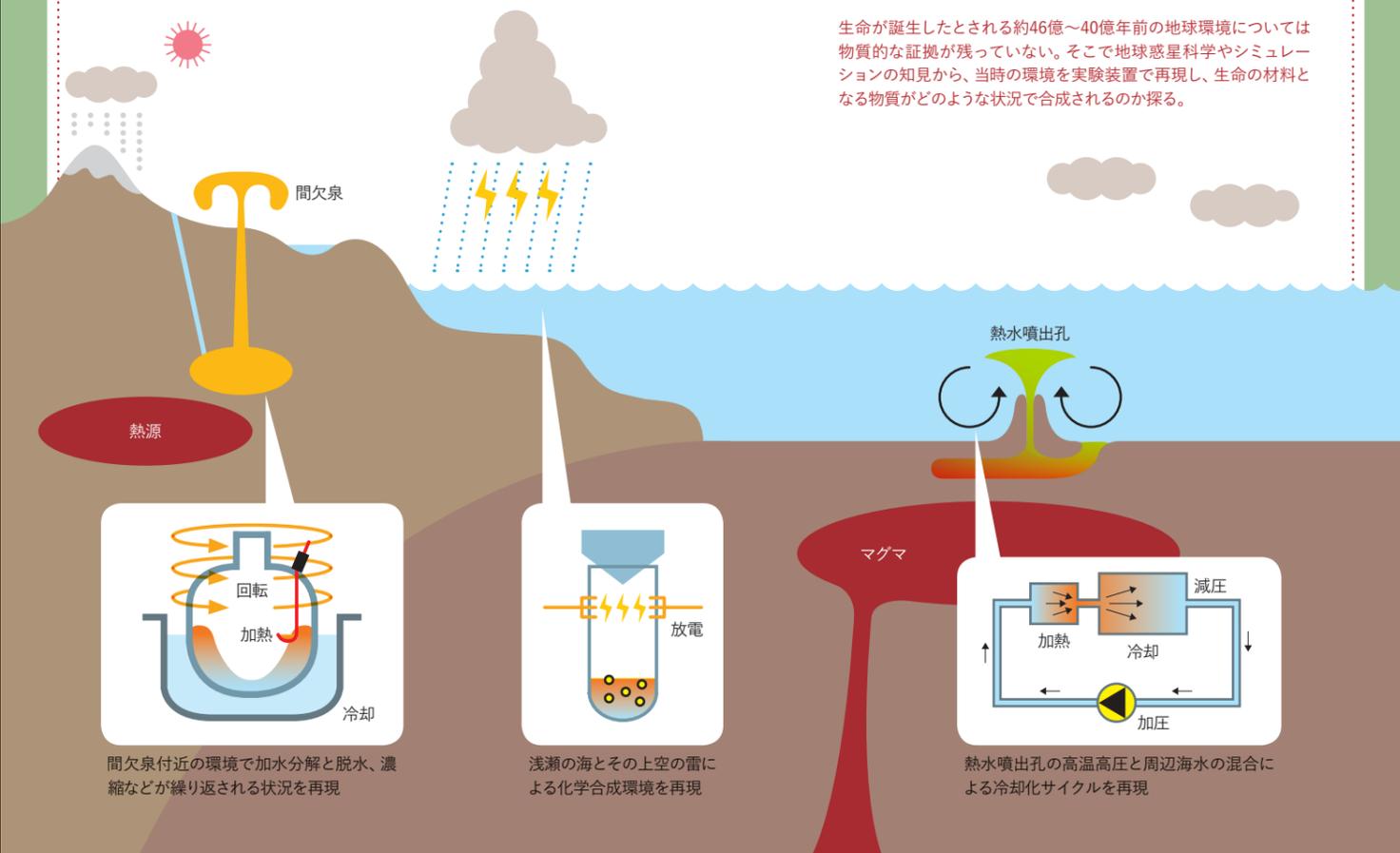
私たちの研究は、生命が誕生したであろう大昔の地球環境を再現
実験し、生命が生じる化学的な過程を明かそうとしています。

地球の地質年代では、約46億~40億年前までの約6億年間を冥王
代と呼びます。地球で最初の生命はこの時代に生まれたと考えられて
います。しかし、この冥王代は、当時の大気や海洋、陸、生命などに
ついて知る物質的な痕跡や証拠が何一つ残っていない時代なのです。

では、どうやって生命の起源を探るのか。この冥王代の環境条件—
例えば、大気中のガスの種類、海のpHや温度、あるいはエネルギー源
となる雷や熱、陸の鉱物など—の最新の推定情報を地球惑星科学の
研究者から提供してもらって、その条件に整合する実験条件で化学実
験を行い、最初の生命が誕生する過程を再現しようとしているのです。

この研究において世界唯一といえるELSIの際立った特徴は、地球
惑星科学者、化学者、生物学者、さらにこの生命起源では対立する仮
説の論者たちが1つの建物に同居し、日常的に顔を合わせて議論して
いるところです。環境の再現実験においても、生命の起源を陸に求め
るか、海底に求めるか、異なる仮説をそれぞれ検証しています。

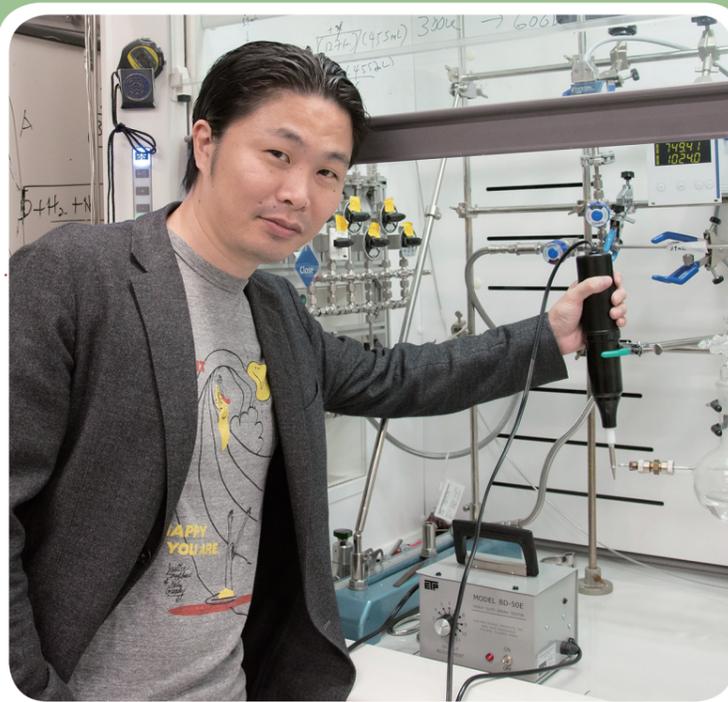
生命が誕生したとされる約46億~40億年前の地球環境については
物質的な証拠が残っていない。そこで地球惑星科学やシミュレ
ーションの知見から、当時の環境を実験装置で再現し、生命の材料と
なる物質がどのような状況で合成されるのか探る。



間欠泉付近の環境で加水分解と脱水、濃縮などが繰り返される状況を再現

浅瀬の海とその上空の雷による化学合成環境を再現

熱水噴出孔の高温高圧と周辺海水の混合による冷却化サイクルを再現



青野真士
1977年生まれ。慶應義塾大学環境情報学部卒業、神戸大学大学院自然科学研究科博士課程後期課程修了。理学博士。複雑系の理論や実験等を通じて生命とは何か、心・知性とは何かといった根源的な問いを追求し続ける。ELSI准主任研究者、兼任で科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業「さきがけ」の研究者。

Interview

ルな研究です。ところが、化学進化の研究はある部品は地上の条件で合成されたり、ある部品は海底で合成されたり、研究者によって環境条件がバラバラ。すると、この化学進化のもの見方、生命の部品を別々に合成して、それを混ぜた「原始スープ」を用意すれば良いという考え方で生命の起源が本当にわかるのだろうか、と疑問に思うわけです。

今後は新しい仮説が生まれる可能性も

そこで私たちが目を向けているのは、生命の機能②の代謝のような「化学反応のネットワーク」を維持できる環境条件の研究です。もちろん現在の生物が行っている高度な代謝反応でなく、もっと単純で原始的な代謝反応が良いのですが、適切に反応ネットワークが回ると自分の部品となる物質を自ら供給できるようになる、そういった環境条件を探っているのです。

その候補には現在、大きく2つの対立論が存在します。1つは、海底の熱水噴出孔の環境でこうした反応ネットワークが実現したと考える「独立栄養説」です。これは現生生物の「還元的クエン酸回路」の原初的な反応が海底で維持され、そのネットワーク内部で複雑な物質を組み上げる考え方です。

もう1つは、真逆の考え方。周囲の環境が複雑な物質を合成したと考える「従属栄養説」です。具体的には、天然ウランなどが連鎖反応する「自然原子炉」の放射線が物質を合成・分解し、その熱で温水を噴き出す間欠泉が、合成物質の一時隔離・保管する環境を考えています。反応ネットワークは「解糖系」の原初的なもので、供給される物質を分解して維持されます。実際に、約20億年前の地球で活動していた自然原子炉の「化石」がガボン共和国(アフリカ)に存在します。

ELSIでは高井教授らは「独立栄養説」を、丸山教授らと私は「従属栄養説」を研究しています。それぞれの説に長所・短所があり、互いの情報交換からさまざまなことを学べます。最近では、もしかすると両者は対立するのではなく、補完し合えるのではないかという議論も出てきました。これは他の研究所では考えられないことです。第3の新しい考え方が出てくる可能性もあるわけです。今後もELSIの研究にぜひご期待いただければと思います。

これまでの原始スープ仮説に疑問

私たちの研究についてももう少し詳しくお話しします。まず生命の起源を考えるには、「生命の定義」から考えなくてはなりません。実は生命の定義は現在も定まっておらず、いくつかの考えがあります。でも大多数の研究者は、生命とは次の3つの機能を満たすシステムであると考えていることに異論はありません。

3つの機能とは、①自己と他を分ける境界があること。②外からエネルギーを取り込んで活動すること。③自分を増やす仕組みがあることです。

ここで、それぞれの機能を担う物質は何かと考えると①は細胞膜、②は代謝のような化学反応のネットワークを制御する酵素、③はDNAやRNAなどの遺伝物質です。

これらはいずれも複雑で大きな分子です。細胞膜は脂肪酸や脂質という分子の集まり。酵素はタンパク質の一種なので、アミノ酸という分子がつながったもの。RNAやDNAの分子はヌクレオチドという分子がつながったものです。最初の生命では、これらの分子が、もっと単純な分子からどうやって合成されたのか説明できなければいけません。

例えば、窒素からアンモニアが合成され、そこからアミノ酸ができて、酵素ができてといった分子の化学進化を探るわけです。これは1953年にアメリカのミラーがアンモニアやメタンに放電してアミノ酸を作ったという実験で有名ですが、実はとても研究史の長いクラシカ



放射線による合成と分解
自然原子炉の放射線によって溶液中にさまざまな変化が起き、反応ネットワークの出発物質が生じる可能性がある。(茶色はガラス容器の変色)



間欠泉の環境再現装置
アミノ酸がつながりタンパク質となるには合成過程で水分子が排出される必要がある。間欠泉は、溶液の濃縮と脱水を可能にすると考えられる。



熱水噴出孔の環境再現装置
地下から噴き出した熱水が、高温・高圧の状態から、急激に冷却・減圧される循環を再現。通常の合成実験と異なり、変化し続ける流れの中で進む物質合成を探る。

Research Results

火星の衛星「フォボス」「ディモス」の形成過程を解明

JAXA火星衛星サンプルリターン計画への期待高まる――



巨大衝突 (©Labex UnivEarths/IPGP/Universite Paris Diderot)



フォボスとディモス (©NASA/JPL-Caltech/University of Arizona)

ELSIの玄田英典准主任研究者、神戸大学の兵頭龍樹院生をはじめとする国際共同研究チームは、火星の衛星「フォボス」と「ディモス」が月の起源と同じように巨大天体衝突(ジャイアントインパクト)で形成可能なことを明らかにしました。玄田准主任研究者らは、火星で起こった巨大天体衝突による円盤形成とその円盤から衛星が作られる過程をコンピュータシミュレーションによって解明しました。

火星の北半球には天体衝突によってできた太陽系最大のクレータ(ボレアレス平原)があります。この衝突で周囲に飛び散った破片が円盤をつくり、その円盤物質が集まって巨大衛星が形成されます。巨大衛星は円盤の外縁部を自身の重力でかき混ぜることで、フォボスとディモスの形成を促進させました。その後、巨大衛星は火星の重力に引かれて落下して消失、現在観測される二つの衛星だけが生き残っていることがわかりました。

さらに玄田准主任研究者らは、火星衛星が火星から飛散した物質を多量に含むことも明らかにしました。これが正しければ、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が検討している火星衛星サンプルリターン計画(2020年代打ち上げ予定)によって、火星の衛星から火星由来の物質を地球に持ち帰ることが期待されます。

この研究成果は英国科学誌「Nature Geoscience(ネイチャージオサイエンス)電子版」に掲載されました。

Prize Winning Reports

廣瀬敬所長が藤原賞を受賞

藤原賞は藤原科学財団によって1959年(昭和34年)に創設されました。科学技術の発展に卓越した貢献をした者に与えられる賞で、数学・物理、化学、工学、生物学・農学、医学の分野から毎年2名が選ばれます。2016年6月17日にその授賞式が行われ、廣瀬所長は「大変光栄に思います。研究室の仲間、日々サポートしていただいている方々に深く感謝します。これを励みに更に頑張りたいと思っています。」とその喜びを語りました。



青野真士准主任研究者が文部科学大臣表彰で「若手科学者賞」を受賞

「若手科学者賞」は、萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者を対象としています。青野准主任研究者は「粘菌アメーバに着想を得た革新的コンピュータの研究」を業績とし

て高く評価された今回の受賞について「これまで題材の面白さで注目されてしまうことが多くありましたが、今回の受賞でその革新性を理解いただける機会が増えたことが大きな喜びです。」とコメントしました。