

ELSI実験室 LIVE

ウェビナー

生命の起源に
せまる実験

「ELSI実験室LIVE：生命の起源にせまる実験」

Q & A



東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI)

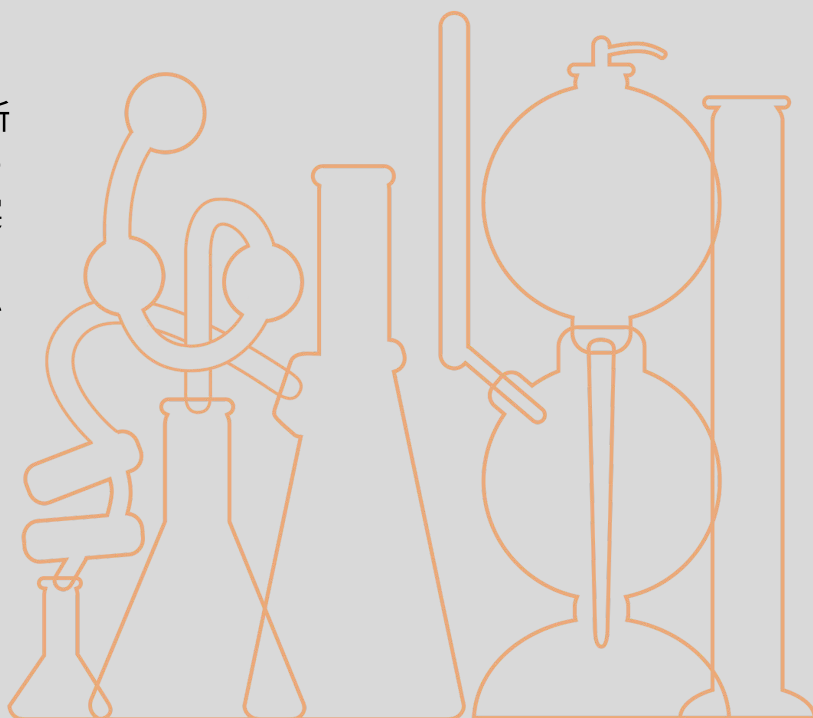
藤島 皓介 准教授



東京工業大学 博士後期課程

西川 将太

東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI) による実験室からのライブ配信イベント「ELSI実験室LIVE：生命の起源にせまる実験」に参加された方々からの質問に、プレゼンターの藤島皓介准教授と西川将太さんが答えました。



Q. 高温高圧リアクターは最大何度・何気圧まで耐えられますか？



ステンレス製で、20メガパスカル (MPa)、240℃まで耐えられるので、深度1000mよりも深いところに位置する深海熱水環境も再現することが可能です。



Q. 解析に使う膨大なデータは、どこにどうやって保存しているのですか？

DNA配列情報は次世代シーケンサーに内蔵されているコンピュータに保存されます。実際に解析を行う際は外部HDDにデータを移して解析しています。



Q. DNAライブラリの設計は手動ですか？ランダムですか？

手動で設計しています。コンピュータのプログラムを使って自動で設計する場合もあります。

Q. たんぱく質の合成時間は数分でよいのですか？

合成したい量によりますが、通常2時間程度合成します。

Q. ライブ配信で使用した青いキャップの容器には20種類のアミノ酸がすべて均等に入っているのですか？



20種類のアミノ酸全てが入っていますが、各アミノ酸の濃度については残念ながらお答えできません。



Q. 実験に使うRNAはどのようなRNAですか？RNAの鎖の長さはどのくらいのものですか？

プロジェクトによって長さが異なります。たとえば短いペプチドをコードするRNAのライブラリの場合は100塩基くらい。逆に原始リボソームの場合は数百塩基を超える長さになります。



Q. 実際に配信されたような環境で実験を行うのですか？チューブの中に空気中のゴミやちり、場合によってはウイルス等が混入するコンタミネーションの可能性やそれによる問題はないのでしょうか？



チューブの中にチリなどが入らないように細心の注意を払っていますが、仮に入ったとしても極微量であるためそれが実験系に影響を及ぼすことはないです。

Q. 測定機器の値段はどのくらいでしょうか？

次世代シーケンサーや質量分析装置は数千万円のオーダーになると思います。ラボで利用しているゲル撮像装置は500-600万円程度、分光装置は数十から数百万円程度になります。



Q. 次世代シーケンサーで得られたデータの解析にはどのような統計手法を使っているのでしょうか？

得られたDNAの配列をグループ化するクラスタリングという手法や主成分解析と呼ばれる統計手法を使っています。



Q. たんぱく質をRNAにつけて新しいたんぱく質をつくっているのか、RNAについてたんぱく質を作っていたのか、どちらでしょうか？

mRNAディスプレイ法ではまずたんぱく質とそれに対応するメッセンジャーRNA (mRNA) を化学的に結合させます。そうすることで、たんぱく質をなんらかのターゲット分子にくっつけて選別した後に、残ったたんぱく質のmRNAの配列を逆転写PCRでDNAに戻して次世代シーケンサーで読むことが可能になります。



Q. 現在見つかっている生命はすべて同じ祖先から枝分かれしたものであるのは本当ですか？祖先の細胞は本当にひとつだったのでしょうか？

少なくとも知られている全ての生命はDNAゲノムを持ち、しかも共通する遺伝子を多数持っているので、全て同じ最終共通祖先 (LUCA - Last Universal Common Ancestor) から派生したと考えられています。一方でLUCA以外が絶滅してしまったという可能性も十分考えられますので、原初の細胞は色々なバリエーションがいたとしても不思議ではないと私は考えています。



Q. 人工細胞は、どの程度まで実現できているのでしょうか？



光からエネルギーを産生する細胞や分裂する細胞など、色々な人工細胞が作られています。しかし、自然の生命が持つ細胞のようにエネルギーを自ら産生し、遺伝情報の複製・伝播を行う細胞は実現できていません。

Q. 水ベースではない細胞があった場合でも、中のポリマーがどういうものか調べられるのでしょうか？

有機溶媒をベースとするような細胞の場合、たとえばたんぱく質では疎水性の高い部分が溶媒に露出した構造をとると予想されます。



Q. 「生命」をどのように定義していますか？ウイルスは生命なのでしょうか？



生命の定義は、たとえば、増殖する、進化する、代謝をする、膜を持つなど千差万別であり、きちんと定義するのは、我々が一から新しい生命を作るか、地球外生命を見つけるまでは不可能かなと思っています。ウイルスは自身を再構成するために必要な情報（翻訳系）を持っているわけではなく、それらを細胞に"借りている"ので、生命一步前といったところでしょうか（笑）

Q. 脱水反応が生命誕生にとって重要な役割を果たしたかもしれないということですが、生命には水が鍵であると考えてよいのでしょうか？



たとえば生命が利用するような高分子のポリマー（DNA/RNA/たんぱく質）が初期の地球で作られるためには、水が抜けるような脱水による重合反応が大事だといわれています。一方で水が完全になくなってしまうと、さまざまな分子を溶かす溶媒も失われてしまうので、乾いたり濡れたりするwet-dry環境が生命に関連する分子の合成の鍵といわれています。ただポリマーの合成につながるような脱水以外の反応もあるため、実際はもう少し複雑な話になります。

Q. 地球は一つの生命体だと思いますか？

地球は他の生命（地球上の生命）と同様、エネルギーの流れを持っていますし、外部環境の変化にも柔軟に適応してきました。地球と生命には共通点が多いことから、個人的には地球も一つの生命体と言えるのではないかと思います。

地球は開かれた非平衡系で進化もしますが、地球は地球を産まない（自己複製はしない）ので生命であるとは今は思っていません。ただ生命を生んだ大元であるのは間違いないと思うので、生命の産みの親と言えるかもしれませんね。



Q. LUCA はどのようにしてリボソームを獲得したのでしょうか？

LUCAは数百の遺伝子を持っていたとされているので、すでに生命としてある程度確立された生物だったということになります。したがって、どのようにしてリボソームが誕生したかを知ることが、まさに"地球生命の起源"を知る手がかりになると思っています。



Q. RNAとリボソームがあれば、原材料のアミノ酸からたんぱく質が作れることはわかりました。しかし、DNAがあっても転写システムがなければRNAは作れないので、たんぱく質も作れないことになると思います。RNAが先にあって、遺伝情報の記憶装置としてDNAが後からできたという解釈はありますか？



まさにその解釈を柱としているのが「RNAワールド仮説」だと思います。ただ最近、ケンブリッジ大学のSutherland教授らがDNAもRNAも同じ初期地球環境で合成されうるという論文を出すなど、DNAも最初から存在していたとする「DNA/RNAワールド仮説」という新仮説も注目を集めています。

Q. 生命誕生の順番としては、核酸とアミノ酸とではどちらが先にできたのでしょうか？



どちらかが先に誕生していた可能性はありますが、生命システムの進化には核酸とアミノ酸の相互作用が不可欠であったと考えています。たとえば、RNAは熱や金属イオンなどによって容易に分解されてしまいますが、短いたんぱく質（ペプチド）が存在することで安定性が向上することがわかってきています。リボソームがRNAとたんぱく質の複合体であるのは、初期生命システムの進化の名残りなのかもしれません。

Q. NanoPoreシーケンサーを用いた地球外生命探査の研究について、以前NASAの研究者の論文を拝見しましたが、日本の研究機関でもこうした研究を行っているのでしょうか？

詳しいですね！日本の研究機関でNanoporeを地球外生命探査に利用しようとしているところは聞いたことがないので、本来であれば誰かが率先して検討してもいい気がします。



Q. もし地球外から生命体が見つかったら、地球の生命とどのような点を比較するのでしょうか？



まず何をエネルギーとしてどういう分子の集合体で成り立っているかが知りたいです。遺伝情報を持っているとしたらどういう物質か？代謝を行っているとしたら、どのような触媒を利用しているのか？非常に気になるところです。

Q. 海外のラボで藤島ラボと同じようなアプローチで研究している研究者はいますか？



国内外にも似たように合成生物学を使って生命の起源研究に取り組むラボがあります。特に共同研究をしているチェコのカレル大学のHlouchova研究室は似たようなアプローチで非常に魅力的な研究を展開してます。

Q. 地球外生命の実験をする場合、サンプルを持ち帰る「サンプルリターン」と、探査機に研究室並みの機器を搭載するのでは、どちらが主流の考え方ですか？



これは打ち上げコストと搭載できる機器の小型化技術と密接に関わってくると思います。サンプルリターンのメリットは地上のさまざまな機器を用いて分析できることですが、持ち帰る際の汚染管理や、持ち帰れるサンプル量の問題もあります。

Q. 生命の起源について、現在いくつくらい仮説がありますか？メインはどのような仮説ですか？



仮説はそれこそ、研究者の数だけあると言っても過言ではない気がします。「RNAワールド仮説」や「表面代謝説」などの遺伝物質や代謝の起源を考えるものが主流ですが、最近これらの仮説も少しずつアップデートされています。

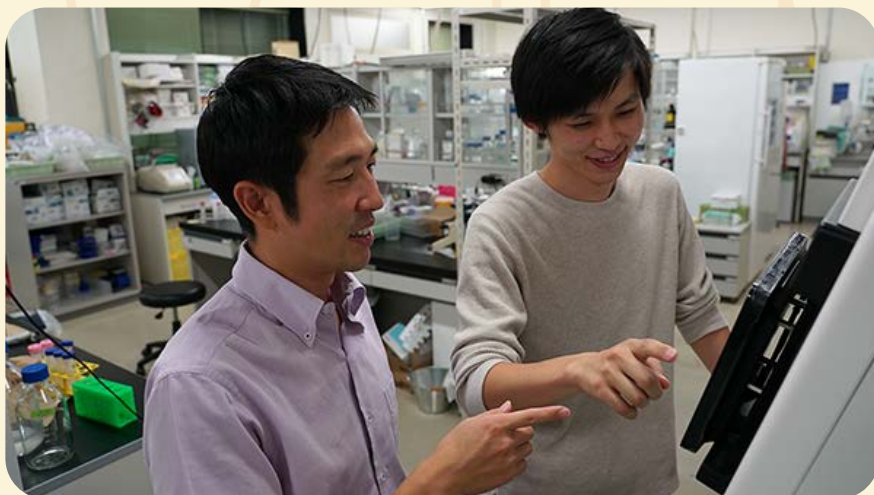
Q. 卒業後のプランはなんですか？

卒業後は引き続き研究者としてこの分野の研究をしていきたいです。今のところは海外でポスドクをできればいいなと思っています。その際には生命の起源に関連した研究を行っているところで、自分の技術や知識をさらに広げられるようなキャリアを積んでいけたらと思います。



Q. 現在地方大学の学部3年生です。大学院生としてELSIの研究に携わりたいと思っています。今から準備できることはありますか？

まずは宇宙生物学という学問分野の全体像を把握するのが良いと思います。どのような研究が行われていて、どこまで解明されているのか。宇宙生物学を学ぶ中で、自分の興味・関心がある研究分野を探してみてもいいでしょうか。



「ELSI実験室LIVE：生命の起源にせまる実験」

東京工業大学 地球生命研究所（ELSI）の実験室からのライブ配信イベント「ELSI実験室ライブ：生命の起源にせまる実験」は2021年10月28日に行われました。

このイベントでは、ELSIの藤島皓介准教授と東京工業大学博士後期課程の西川将太さんの2名のプレゼンターが、生命の起源の研究とそのアプローチを理解するために「科学におけるビッグアイデア」に迫りました。アストロバイオロジーと合成生物学を組み合わせた学際領域において、「私たちはどこから来たのか」、「私たち以外の生命は存在するのか」といった重要な疑問をどのように研究しているのかを紹介しています。

このブックレットにはイベント開催中に参加者から寄せられた質問を掲載しています。（掲載にあたって編集を加えている場合もあります。）質問には、プレゼンターの藤島准教授と西川さんが回答しています。

質問の多くはイベント内容に関連しておりますので、ELSI YouTubeで公開されている録画映像をあわせてご覧いただくことをお勧めいたします。



東京工業大学 ELSI実験室ライブ：生命の起源にせまる実験
Q&Aブックレット

発行：2021年11月

制作：西川順子 Thilina Heenatigala

編集：西川順子 白倉美奈子

プロフィール写真：Nerissa Escanlar（藤島皓介） 増田茂（西川将太）

協力：ELSI Lab Management Committee

このブックレットはCC BY-NC 4.0（表示 - 非営利 - 継承 4.0 国際）として地球生命研究所より発行されています。

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

Tel:03-5734-3414 / Fax:03-5734-3416

Email: information@elsi.jp

Web: www.elsi.jp