

New face

野田 夏実¹

(東京科学大学 未来社会創成研究院 地球生命研究所)

皆さま、ご無沙汰しております、あるいは初めまして。野田夏実(のだ なつみ)と申します。2022年3月に博士号を取得し、現在は東京科学大学(旧東京工業大学)地球生命研究所にて博士研究員として研究を続けています。寄稿しようと思いつきながらもつい先延ばしするうちに気づけば丸3年が経ってしまいましたが、先日ようやく博士論文の内容が国際誌掲載に至ったこともあり[1]、一区切りとして筆を執ることにいたしました。

この分野で博士号を取得するに至った経緯を振り返ると、このコーナーで良く見られる「幼い頃から宇宙や天体に夢中だった」といった、私にとって身近な例を挙げるならば高校時代から想像以上に長く深い付き合いとなった同期[2]のようなタイプでは、私は全くありませんでした。大学進学を控えた頃、何を学びどんな研究をしたいかを考える中で¹、「生命とは何か」という漠然とした問いに惹かれている自分に気づいたのが始まりです。高校時代の私は生物学に力を入れていたため、周囲からは当然のように生命科学系の学科へ進むものと思われており、自分でもそう思っていました。しかし、読み込んでいた生物学の教科書[3,4]には、生命の精巧な仕組みの説明が並びつつも、当然ながら生命が存在する前提の記述しか展開されていません。「こんなに上手い仕組み、どうやってできたの?!」と思っても、その成り立ちについては、少なくとも当時の私には触れられていないに等しく映り、そこに物足りなさを抱くにつれ、「せっかく大学で研究するなら理学ど真ん中が良い。生命の条件を考えたい。」という想いが募って



いきました。そうした問いに正面から挑める分野として出会ったのが、惑星科学です。気づきのきっかけは、NASAの探査車Curiosityの火星着陸成功のニュースでした。「地球外生命体を探す」「生命の起源を宇宙から迫る」といった目標が最前線の科学として真剣に取り組まれていることに、その愛称の通り好奇心をそそられました。空想や哲学でしか扱えないとも思えたテーマが、現実の惑星探査と結びついた仮説検証の対象になっている事実を目の当たりにした時、「生命を育みうる環境条件は何か」という問いを自然科学として扱える場所があることに心躍らせたのを鮮明に覚えています。

そこで東京大学理科II類から理学部地球惑星物理学科に進学し、続いて同大学院理学系研究科地球惑星科学専攻に進みました。進学時の志望通り関根康人教授の指導のもと、水-岩石反応実験を主軸

¹また別の切り口として、研究者を意識したのって……とも記憶を辿ってみました。何がきっかけか「うちの娘に一般的な会社員は向かないぞ」と早々に勤づいた母による、お皿にあげたゼリーを選び損ねるなり「それが危ない薬品だったら大惨事だった!」といった今思えば突拍子もない叱られ方の数々を真に受けて育った結果、人間を目指す前段階としてまず研究者を目指さないとならない様な意識が気づけば醸成されていた気がします。ただ、記憶違いがあっては良くないと、先日この話を母に打ち明けたら、そんなつもりは無かった、どうしていつも有り得ない思い込みを、と呆れ顔を返されました。叱られ方そのものは事実だったようです。

1.東京科学大学 未来社会創成研究院 地球生命研究所
natsumi@elsi.jp

にCuriosity探査車が取得した鉱物化学データと照らし合わせながら初期火星の水環境や化学反応を復元する研究に取り組みました。ちょうどタイミング良く、関根教授が代表を務めた新学術領域研究「水惑星学の創成」が私の大学院生時代を通じて展開されており、その枠組みの中で地下水循環の数値シミュレーションや放射光X線を用いた分子地球化学分析の手法を身につける機会にも恵まれました。それ以上に、生命が代謝に必要な化学エネルギーを得られるかという観点から惑星における酸化還元非平衡の存否に注目する「水惑星学」の主眼は、液体の水の存否のみを“ハビタブル”な惑星環境の定義に用いるのはどこか不十分に感じていた私にとって、それを一歩踏み越える戦略として目から鱗なものでした。現に、私の取り組んだ研究テーマは、マンガンの沈殿過程を模擬した実験で酸化的な表層環境を提案したり[5,6]、模擬地殻や合成粘土鉱物を用いた熱水実験で地下水や溶存ガスとの化学反応を再現し、二価鉄や水素分子といった還元剤の挙動や供給可能性を定量的に論じたりと[1,7]、非常に「水惑星学」に関連深いものでした。無酸素条件下での分析実験が、思いがけずはやぶさ2帰還サンプルの分析リハーサルに協力する機会に繋がったのも印象に残っています[8]。実験室スケールで何を明らかにできるのかの課題設定や論理展開に頭を悩ませていた時期も長くありましたが、初期火星研究を通じて「生命を育みうる環境条件」という問いに手を動かして挑む経験を存分に積むことができたと感じます。ただ、博士課程も終盤にさしかかり、実験装置のご機嫌を必死に保ちながら深夜までデータを揃えつつ、「この道は自分が辿り着きたい問いに本当に向かっているのだろうか?」と改めてその先の進路を考えた頃には、「生命とは何か」に迫るには、まだ遠い地点にいるような感覚を抱いていました。知識が深まったからこそ、良くも悪くも“限界”が見えるようになったとも言えるかもしれません。

この志向を込めた申請書が運良く学振特別研究員PDに採択され、博士号取得を機に研究分野を惑星科学から大きく移しました。地球生命研究所(ELSI)にて合成生物学・生物物理学を専門とする松浦友亮教授のもとで研究をするようになり、現在に至ります。時期が前後しますが、実は私の修士課程

の途中で関根教授の異動に伴い実験拠点はELSIに移っていましたが、田近英一教授に受け入れ教員として大変お世話になり、博士課程まで東京大学に学籍を残す形となりました。ELSIの国際的・学際的な環境は貴重な成長機会となり、「ここ以上に私の興味にマッチした研究拠点は無い」と学振PDとしての在籍先に希望した理由にも繋がります。ただ、移った当初は全く異分野の英語セミナーなどに戸惑いを感じることも多く、また当時のELSIは研究への専念を尊重して敢えて学生を積極的には受け入れない体制だったため若干の孤立感を覚える場面もあり、学務上の拠点が東大地惑の慣れた環境にあったことは安心感に繋がりました。結果的に両者の良い所を活かしながら研究生活を送ることができ、特殊な状況のために尽力してくださった関連教員の皆様には感謝の気持ちでいっぱいです。ちなみに現在のELSIは、大学院コースが創設4年目を迎え、学生が多数を占める活気あふれる研究所へと変貌しています。片や気づけば少数派の博士研究員となった現在の私ですが、温度変化サイクルに伴って凍結と融解を繰り返す非平衡環境が、原始生体分子の集合や相互作用を促す可能性に注目した研究を進めています。凍結・融解の変化が十分遅ければ、氷晶と共存する液相(共融相)に塩や高分子が濃縮されることが期待され、実際に長鎖DNAの相補的塩基配列を介した連結反応が低温条件にもかかわらず促進されることを示しました[9]。生体分子の合成経路として語られる“化学進化”より後・NASAの生命の定義にも用いられる“ダーウィン進化”より前に相当するプロセスが、どのような周辺環境と材料分子との相互作用で進むのかに迫りたいというのがモチベーションです。その意図で、自己と外界を隔てる区画、形質をコードする遺伝情報、といったダーウィン進化に必要であろう機能が、どこでどのように構築され得たのかを探るため、リン脂質膜やDNA断片をモデル分子に用いた実験に取り組んでいます。凍結融解環境は、もともと氷衛星から着想を受けてプロジェクトが始動した背景に加え、季節変化・昼夜変化・潮汐といった天体運動を駆動力にサイクルが繰り返され得るポテンシャルの面でも、惑星科学と非常に相性の良いターゲットと見据えています。しばらくは合成生物学の技術や知見を身につけ、生物物理学の分野で認め

られる成果に完成させることに重点を置きつつ、ゆくゆくは惑星科学と結びついた議論へ展開し原点回帰することを目指しています。

こうした次第で、博士号取得以降は惑星科学会関連イベントへの参加機会を逃しておりましたが、実は2022年の太陽系天体若手研究会では招待講演の機会をいただきました[10]。既に惑星科学からは軸足を移していたうえに、博士号取得後わずか半年と経歴も成果も一般的には不相応だっただろうにもかかわらずお声がけいただいた、その意向に応えるべく「分野を離れた私なりの立場から見えてきたこと」として講演中に伝えた内容を、本稿の締めくくりを兼ねて再掲したいと思います。それは、「惑星科学は『n=1』という再現性の限られた事象に、いかに向き合うかが問われる学術分野なのでは」という気づきです。生命科学の研究では、繰り返し実験や統計的な処理が可能なのが絶対的な大前提とされるのに対し、惑星科学は、そうした前提では必ずしも扱いきれない問いに、向き合い方そのものを試行錯誤しながら答えを探ってきた学問であり、そこに面白さがあるように若輩者ながら感じています。だからこそ、生命の起源やその普遍性といった一見捉えどころの無い壮大な問いにも、早くから真剣に取り組めたのではないのでしょうか。これは、かつて「生命とは何か」に迫りたいと志した私が、生命科学ではなく惑星科学を研究生活の入り口に選んだ経緯とも重なります。近年では、生命の起源や普遍性といった話題が、生命科学や物理学の研究対象としても大々的に据えられる場面が急速に広がっているように、あくまで個人的な視点ですが感じます。私自身、この3年間は合成生物学の手法を活かした実験から「生命を育みうる環境条件」へのアプローチを試みている中で、人工細胞研究などのコミュニティに関わる機会が圧倒的に多いですが、根底には惑星科学で育まれた研究思想があると感じます。これからも、そうした問いを共有できる場として、惑星科学会のコミュニティとも関わり続けていけたらと思っています。改めて、今後ともどうぞよろしくお願ひいたします。²

参考文献

- [1] Noda, N. et al., 2025, JGR Planets 130, 1.
- [2] 奥谷彩香, 2022, 遊星人 31, 4.
- [3] Campbell, N. A. and Reece, J. B., 2010, キャンベル生物学, 小林興監訳 (丸善出版).
- [4] Alberts, B. et al., 2011, Essential細胞生物学 原書第3版, 中村桂子・松原謙一監訳 (南江堂).
- [5] 野田夏実ほか, 2018, 遊星人 27, 3.
- [6] Noda, N. et al., 2019, JGR Planets 124, 5.
- [7] Noda, N. et al., 2022, Icarus 386, 115149.
- [8] Noda, N. et al., 2021, Minerals 11, 1244.
- [9] Noda, N. et al., 2024, ChemSystemsChem 6, 4.
- [10] 豊川広晴ほか, 2023, 遊星人 32, 1.

²本稿の執筆にあたっては、構成立案や表現検討において生成AI(ChatGPT, GPT-4 Turbo; OpenAI)を多分に活用しました。生成内容から著者による大幅な加筆修正を経て投稿に至っており、その内容の全責任は著者が負うものの、自力のみで書き上げようと奮闘していた段階の惨状からは全く想像つかない出来栄です。当初の原稿では注釈1の様な蛇足にも程があるエピソードが取り留めなく展開され、3000字近くを費やしてもなお修士課程の途中までしか辿り着きませんでした。ちょうど、本誌の火星特集号掲載に向けて人生で初めて準備した論文原稿(後の参考文献[5])を意気揚々と指導教員に見せたところ、「野田さんさあ……、日本語書いたことある?」と言われ、あまりの衝撃に硬直していた頃です。念のため補足しますが、著者は東京生まれ東京育ち、母語は日本語です。もしもタイムマシンがあったら、あの時の私の所へ迷わず飛んでいき、「7年経っても相変わらず日本語は上手に書けないままだけど、書けなくてもある程度はどうかなる未来がもうすぐやってくるよ」と激励を送りたいです。テクノロジーの発展に感嘆しつつ、そうは言っても書かなければ仕事を始められず成果にも認められないこの業界に身を置いている以上、自身の成長していなさには当然情けなく不甲斐なく感じます。全力で精進しなければと改めて感じている所です。