

地球外の他者性とエイリアンメディア

Alien Media and Extraterrestrial Otherness

ホアン・マヌエル・カストロ (IAMAS)

Juan Manuel Castro (IAMAS)

過去半世紀のあいだ現代生物学が急速に発展したにもかかわらず、太古の原始地球で生命がどのように誕生したのかは、いまのところほとんど分かっていない。しかも、私たちの生命に関する知識や経験はすべて、地球上の生命という一種類の生物学に基づいている。このような、私たちの地球中心的・人間中心的な考え方に立てば、宇宙のなかで生命が存在している世界として、地球に似た環境があると思われる、惑星や月を想像するのが普通である。この考え方が、ハビタブルゾーン（生命居住可能領域）という概念を生み出した。それはすなわち、液体の水を維持するのに十分な熱を中心星から受ける領域である。「水の痕跡を追う」ことによって、確かに何らかの生命が見つかるかもしれないが、別の種類の生命はみつけれないだろう。生命の概念に関する地球中心主義・人間中心主義の兆候を超えて、生命が従来想定されていたものとは異なる、他者になることを許容する必要がある。慣れ親しんだバイオシグネチャーやテクノシグネチャーだけでなく、エイリアンメディアを活用する生命のサインへと視野を広げることで、生命から排除されたものだけでなく、非人間的・地球外的なエージェンシーの領域全体を取り込めるかもしれない。このアプローチは、創造的、実験的、拡張的なものになるだろう。というのも、地球上の生命というひとつの例だけに基づいた概念や方法による「生きていること」への理解は、知らず知らずのうちに人間中心の存在論に戻ってしまう危険性があるからだ。

地球上の生命には、その多様性にもかかわらず、驚くほど共通した点がある。地球上に現存するすべての生物は、最小のマイコプラズマ細菌から巨大なゾウに至るまで同じ炭素物質の構造および代謝を有し、生命情報を保存するために遺伝物質を利用し、水を溶媒として利用し

ている。簡単に言えば、これらには生化学的な同一性がある。さらに、私たちが知っているような生命には共通の先祖がいる。生命の系統樹をみれば、すべての生命体は突き詰めればひとつの共通の原始細菌、つまり生命の全生物最終共通祖先（LUCA）なるものから生まれてきたことが分かる。

このことが意味しているのは、私たちには生き物としてのサンプルがたったひとつしかないということである。別の言い方をすれば、私たちは生命の形をたったひとつしか知らないため、私たちが生命にとって決定的だと考えている物質や形質が、実際に普遍的なものかどうかは、いまだにわからない。したがって、宇宙空間に存在する生命は極めて稀なのか、また、ほかに特異な生化学が存在し得るのか、という観点からも、第2の生命体のサンプルを検出することは非常に価値のあることである。

しかし、地球上のすべての生命体（バクテリア、古細菌、菌類、植物、動物）が同じ祖先から進化してきたにもかかわらず、異なる「他者」を、一体どのようにして探すことができるのだろうか？ 地球上のエクストリーム・バイオロジーの存在は、そのひとつの可能性を示している。それは、「生きる矛盾」として評価できる、生命のサンプルといえるだろう。

地球上にエイリアンのような生命

ここ数十年のあいだ、これまで生命が存在しないと思われていた環境に、さまざまな奇妙でユニークな生命体が発見されている。極限環境微生物と呼ばれるこれらの生物に共通しているのは、ほとんどの生物にとっては致命的とはいえないまでも、好ましくない危険な環境下で存在できる生命体であるということだ。放射能、暗闇、

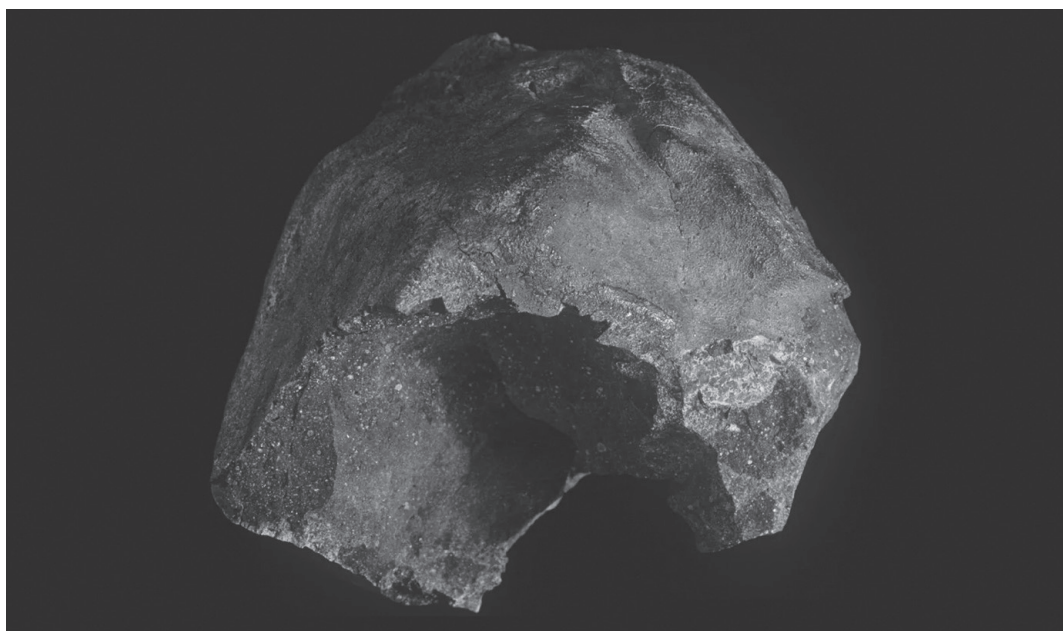


図1.「マーチソン隕石」の破片。この隕石は1969年にオーストラリアのマーチソン付近に落下した炭素質コンドライトである。
画像提供／Natural History Museum, London.

低温度、高温度、高湿度、乾燥、酸性といった過酷な条件下で生き残るだけでなく、繁殖もできる。たとえば深海探査では、海底の地熱噴出孔を栄養源として、光がなくても繁殖するチューブワームやバクテリアが発見されている。

全く別の例として、クマムシと呼ばれる動物がいる。水辺に生息した目も可愛い小熊のようなので、「水の熊虫（Water bear）」とも呼ばれる。クマムシは宇宙空間での真空状態や広範な放射線にさらされることを含め、ほとんどどんな場所でも生き続けることができる。さらに驚くべきことに、クマムシは体内の水分をすべて失っても、再び生き返ることができる。干からびたクマムシに数滴の水をかけると、この小さな動物は30年以上乾燥しても数分のうちに生き生きとした餌を食べる動物に生まれ変わる。クマムシが経験できるこの生と死のあいだの第三の状態は、「クリプトビオシス（隠された生命活動）」と呼ばれている。今日、生物学者がこうした生物を研究すればするほど、それらは宙ぶらりんな状態で長く生き続けることができ、生者の世界に戻ることができるように思える。

クマムシやそのほかの極限環境生物のようなややこしい存在は、私たちが生命の限界についていかに理解していないかを気づかせてくれる。それらを通じて、地球上にエイリアンのような生命を出現させた、新たな適応のメカニズムや様式を知ることができる。しかし、そのユビキタス性と物質性が暗示するような、異なる物質と組織化メカニズムを有した生命が出現することは、本当に可能なのだろうか？

いくつかの起源

一般に生物学者は、生命はユニークであり、偶然がもたらした産物であり、地球に出現したのは一度だけと考える傾向がある。DNAの二重らせん構造の発見に貢献したフランシス・クリック（1916～2004）は、生命の起源を「ハッピーアクシデント（Happy Accident）」と呼び、こうした一般的な視点を指摘した（Crick, 1981）。しかし原始地球において、複数の生命の起源が発生していたとしたらどうだろうか？それによって、生命がさまざまな形態で進化していたとしたら？生命の全スペクトルを認識するためには、生命の起源が複数存在する、という考え方が必要だと主張する研究者もいる。LUCAという現在知られているすべての生物の祖先は、地球上

の最初の生物であることを意味しない。LUCAが登場する以前にも、生命は何百万年も前から進化を続け、多くの種が失敗し、絶滅していた可能性がある。

1989年、スタンフォード大学のノーマン・スリープ教授らは、大規模な小惑星もしくは彗星が地球に衝突すれば、想像を絶する大惨事になり得ることを発見した。そのような大衝突が起これば、地球上のすべての海水が蒸発し、地球の表面が不毛の地になりかねない (Sleep et al, 1989)。この発見以来、スリープ教授らは、原始地球ではさまざまな生化学によって、一度ならず生命が誕生した可能性があるが、後期重爆撃期にそれらは絶滅してしまったという説を提唱している。生化学的变化に関するもうひとつの興味深い可能性は、私たちが知っているものとは異なる何らかの生命が、いまでも地球の地殻内や未知の「影の生物圏 (shadow biosphere)」に潜んでいるかもしれないというものである (Cleland et. al, 2005)。

これらの仮説はいずれも、複雑な分子構造や分子系を形成できる、さまざまな非標準物質が原始地球に存在したという事実をその重要な根拠としている。現存する生命体では、すべて同じ20種類のアミノ酸が、タンパク質や核酸など、生命機能に必要な高分子化合物を構成している。しかし、これらのアミノ酸は、地球上や炭素質隕石からこれまでにみつかった、100種を超えるアミノ酸のほんの一部でしかない。さらに、あらゆる既知の生命は、ほぼ例外なく左手型のアミノ酸と右手型の糖だけでできている。ほとんどの有機分子には、私たちの左手と右手のように互いに鏡像の関係にある2つの形状が存在し、この特性はキラリティ (ギリシア語の「手」を意味する言葉に由来する) と呼ばれている。あらゆる生細胞が左手型 (L型) のアミノ酸と右手型 (D型) の糖だけでできているというホモキラリティは、極めて不可解な現象である。ホモキラリティの起源については、あまりにも謎に包まれているために、隕石に原因を求める説が主要仮説のひとつとなっている。炭素質隕石のアミノ酸が驚くほど左手型に偏っていることが、その原因だというのである。したがって、(1) 何らかの非標準アミノ酸が含まれている場合、(2) 既知の生命と同じ20

種類のアミノ酸で構成されていても逆のキラリティを有する場合、または (3) 水以外が溶媒となる生命体である場合、そこに隠された生命や未知の生命体が見つかる可能性がある。

こうした枠組みで「生きていること」を考えると、さまざまな重要な可能性がみえてくる。前述の考え方に従えば、生命が存在し得る物質空間全体と潜在的生命の活動領域を制限する制約要因を、再検討せずにはいられない。生命は、化学的条件に恵まれたある環境の下で、たった一度だけ突然出現したというよりも、いくつもの起源をもったものかもしれない。初期の地球には、私たちが知っている生命以外の生命も存在していた可能性がある。同様に、潜在的に存在し得る、前生物の分子がきわめて多様であることを踏まえれば、既知の生命の始祖が、今日の生命とはまるで異なる要素で構成されていた可能性も十分あり得る。生命は、何十万年ものあいだに幾度となく、さまざまなかたちで誕生していたのかもしれない。そして、今日ある生命は、後期重爆撃期の巨大衝突もしくは地球初の大量絶滅によって、ほかのすべての生命が死滅した結果に過ぎないのかもしれない。したがって、今日、私たちが知っている形態の生命が生き残っているという事実は、その特異性や優位性を示すものではない。こうした考え方が受け入れられるとすれば、それは、生命がなぜ今日あるかたちになったのかを解明するためには、さらに研究すべき「別の」化学系や生物系が存在するということになる。

ウェットな人工生命は、この難問にアプローチする方法を提供してくれる。いくつかの研究で、生命の基本原則の一部を変更した、代替生化学の裏付けの可能性が示されている。DNAはヌクレオチドという4種類の化合物が対合することで機能するが、合成生物学実験で、6種類以上のヌクレオチドで構成され、遺伝情報も暗号化でき、ダーウィンのような進化の裏付けとなり得る構造が生成されている。さらに別の研究では、ある生命体が水酸化ナトリウムと塩酸の反応などの代替エネルギーを使っている可能性、つまり、まったく炭素によらない代謝を有する可能性が示されている。

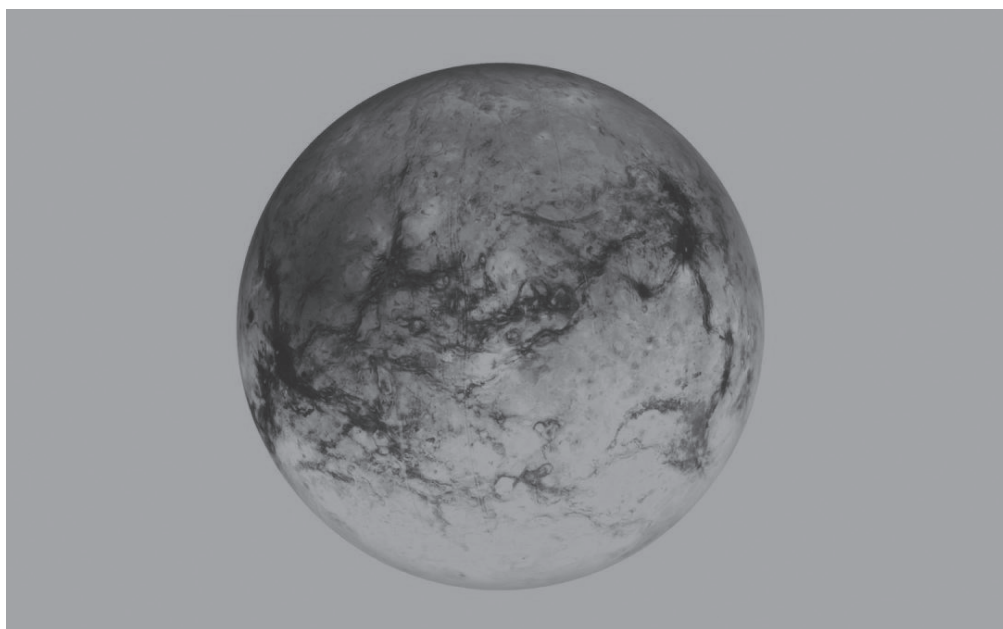


図2. 液体ホルムアミドの海や湖に覆われた仮想の太陽系外惑星。
画像提供／ホアン・マヌエル・カストロ

同時に、化学と合成生物学の近年の発展を踏まえた、生命のように振る舞うウェットなシステムの創造を通して、生命の定義は拡大しつつある。このシステムには、動き、成長、自己分裂、自己複製、生殖、適応、原始的な代謝といった特徴があり、現在進められているマイクロスイマー、遺伝的ネットワーク、ナノマシン、ウェットなロボット、プロトセルの設計・開発によって、この分野の進歩と最新技術を垣間見ることができる。このような構築物の多くは、非生命と生命のあいだのどこかにあるエージェントの類、LUCAに先立つ実体、あるいは「プロトバイオロジー」とでも呼べるものを表している。それらの物質性とパフォーマンス性は、人工生命、ウイルス、さらに「私たちの知らない生命」を前景化しながら、「一体何が本当に何かを生かすのか」という存在論的な問いを私たちに突きつける。

極限環境微生物の研究や、生命のように振る舞うウェットなシステムの創造は、生命の潜在的な限界や、どのような生物がほかの惑星に存在しうるかを理解する上でも重要だが、それでも宇宙における生命の可能性全体からみれば、小さな窓である可能性が高い。私たちは、水を溶媒とし、炭素ベースの代謝を行う生命体は一種類

しか存在しないと考え続けているが、本当のところはわからない。しかし、コロラド大学のキャロル・クレランド教授が言うように、生き物について考える際には、その対象を地球上の生命に人為的に制限しないことが重要である。なぜなら、地球上の生命は「大いに誤解を招きかねない限定的な生命の例」だからである (Cleland et al, 2005)。

水の痕跡を追う

地球を超えた、別の生化学に基づく奇妙な生命の可能性が、挑発的に残されている。ここ数十年のあいだに、宇宙望遠鏡は、太陽系以外に何千もの惑星が存在することを、数多く示してきた。2022年現在、5,000個をはるかに超える太陽系外惑星が確認されており、その数は増え続けている。さらに、地球上の生命の発展が、宇宙空間で非生物的に形成された隕石によってもたらされた有機物に起因するとすれば、宇宙空間に存在する惑星で化学反応に必要な条件が備わっているものはすべて、何らかの生命を誕生させる可能性があることになる。これらは、私たちが知っているような生命を維持できる世界だけでなく、「ありえない生きもの (weird life)」が存在する可能性のある、エキゾチックな惑星や衛星が存在す

ることを示唆している (Baross et al. 2007: 8)。

しかし、地球上の生物にとって水がその溶媒として重要であることから、現状、宇宙生命探査はおもに「水の痕跡を追う」という方法が用いられている。この考え方は、ハビタブルゾーン (生命居住可能領域) という概念で捉えられる。すでに数多くの探査ミッションが実施され、大気中の水や生存に適した化学組成の痕跡を探すことで、太陽系内の惑星や衛星の生命居住可能性を探ってきた。しかし、生命居住可能性という概念は、宇宙生物学者が考えれば考えるほど、扱いづらい。まず、ハビタブルゾーン内のすべての惑星が、表面に水を湛えているとは限らない。さらに、水の存在は生命の存在の必要条件ではあっても十分条件ではない。そもそも、生命の起源は水にあるという考えすら、ひろく万人に受け入れられているわけではない。特に化学者にとって、この考えには大きな問題がある。生命の構成要素は、それら自体が水のなかで分解されてしまうからだ。最後に水の存在は (過去もしくは現在における) 生命の存在を示す直接的な証拠とはならない。

エイリアン生命¹も既知の生命と同じ生化学的構造を使っているだろう、という暗黙の概念に従うことで、地球外生命がみつかる可能性のある場所についての思考が、人為的に制限されてしまう。たとえば、生命には水が必要だという前提は、火星やエンケラドス、タイタンで生命が存在すると想定される場所を、深部地下などの、水がかつて流れていたと考えられる場所や水が現存する場所に限定させる。日々、新たな太陽系外惑星がみつかり、既知の地球外世界リストに加えられている。こうした惑星や衛星のなかには、水が存在するものもあるだろうが、ヘキサンやエーテル、クロロホルムなど水以外の液体を湛えた暖かい海や溜まりが存在するものもあるだろう。そのようなエイリアン世界では、私たちになじみのある生命の化学は機能しない。しかしそのことは同時に、「生命は水を基盤としなければならないのだろうか?」「生命にDNAは必要なのか?」「どうしてほかの奇妙な生物体の化学組成はありえないとわかるのか?」という疑問を、私たちに抱かせる。

エイリアンメディアとの出会い

「非人間的なエージェンシー」「生命らしさ」「地球外の生命」が交錯する領域を議論し、探求することに対する関心から、2019年に久保田晃弘教授 (多摩美術大学情報デザイン学科)、豊田太郎准教授 (東京大学大学院総合文化研究科) とプロトエイリエン・プロジェクトを立ち上げた。このプロジェクトは、ひとつのフレームワークであり、宇宙生物学、化学、メディアアートの交差点におけるアイデアと実験の学際的な実験室でもある。私たちの目的は、アートのための能動的なメディアとしての地球外有機物 (Extraterrestrial Organic Matter: ETOM) の合成と活用法の探求である。特に、水ではない液体中での地球外物質の集合体の自己集合能力、形態形成、非線形挙動に焦点を当てている。プロトエイリエン・プロジェクトの最初の成果は《FORMATA》(2020-2022) という作品にまとめられた。

《FORMATA》は水のないミニ惑星²における、地球外的で、活動的な実体を演出するハイブリッド・インスタレーションである。その活動的な実体は、隕石や彗星にみられるような有機物質に似たもの、すなわち、脂肪酸、炭化水素、アミノ酸で構成されている。地球上の生命とは異なり、その実体は水も酸素もないエイリアン世界に生息している。このミニ惑星の大気は、アンモニア、一酸化炭素、アルゴンガスで構成されていて、その岩肌は、液体ホルムアミドの温かいプールで覆われている。アミノ酸で満たされたホルムアミドだまりのなかで、これらの実体は静止状態から離れ、変形し、活発に動き、自己分裂する。物質とエネルギーの流れが交わる、非平衡な実体が、活動する物質の集合体となる。

活動的なエイリアンメディアを扱うことで、《FORMATA》は物質を受動的、不活性、あるいは中立的なものとして、実用主義的に理解することに内在する、地球中心的・人間中心的な考え方に一石を投じる。この作品の重要な点は、エイリアン集合体が地球外環境で遂行能力をもち、自律的にふるまう様子を、鑑賞者が直接体験することである。目指しているのは、複雑なメカニズムや遺伝情報 (RNAやDNAの分子)、水がなくても発現する、物質性に根ざした行動能力である。つまり、自

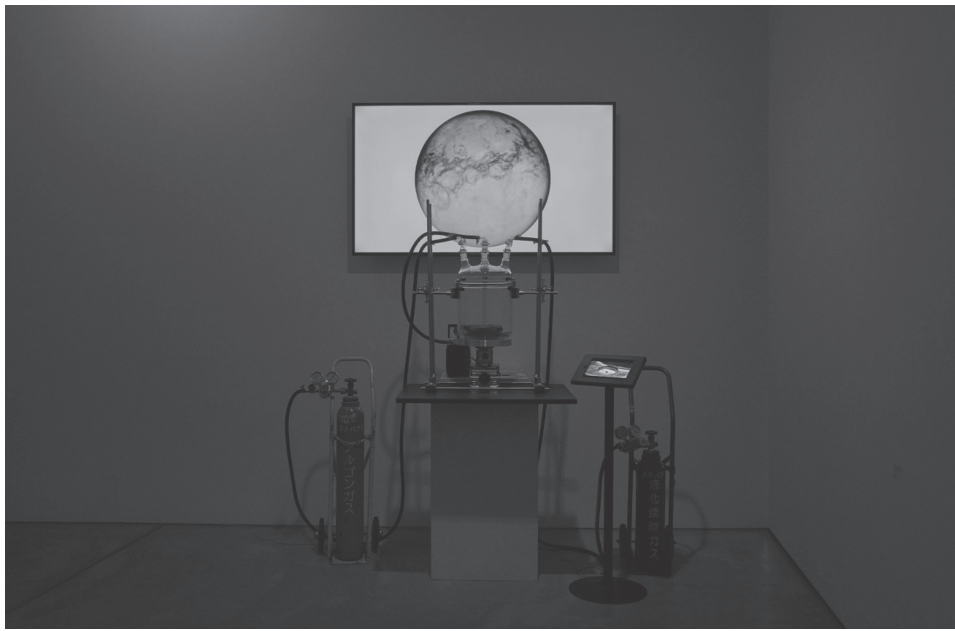


図3. プロトエイリアン・プロジェクト《FORMATA》(2020-2022)。
「2021年宇宙の旅 モノリス_ウイルスとしての記憶, そしてニュー・ダーク・エイジの彼方へ」(2021/2/19 ~ 4/25, GYREギャラリー) での
展示風景。画像提供/GYREギャラリー

己組織化した身体, 組み込まれた原始代謝, 変形・移動・自己分裂などの能力すべてが, 「マテリアル・エージェンシー」の形で, この実体のなかに存在することを示そうとしている。

この作品は, 実体のエイリアン性, そして, それはまだ生命ではないものの, すでに多かれ少なかれ生きているという認識を, さまざまな形で来場者に突き付ける。そのため本プロジェクトでは, 鑑賞者と能動的なエイリアンメディアとの身体的な出会いが, 極めて重要になる。能動的なエイリアンメディアは, 私たちが「他者」としての未知の, そして馴染みのない生命を実体化するのに役立つという点だけでなく, 私たち自身が, 活動的な宇宙における自分の立ち位置を再評価せざるを得なくなる, という意味でも重要である。

エイリアンメディアを, 物理的で身体的な出会いを通じて, 活動的でパフォーマンス的なものとして経験することは, 物質そのものの振る舞いを理解する助けになるだけでなく, 私たちが物質や物体, 生き物をどのように知覚し, それとどのように関係するかを, その基礎から再考することを可能にする。人間と非人間のヒエラルキー

を解体し, それを生きているものと生きていないものという「尺度のないエージェンシー」に置き換えることで, 私たちの現在の物質との関係に挑戦する (Castro et. al, 2005)。こうした身体的な出会いを通して, 物質が, さまざまなモードや程度の「生命らしさ」をもつようになることに関する, 一般的な探究をはじめることができる。

なじみのない生命を探す

自分たちとは異なる他者を探るとき, 発見の範囲は必然的に, 私たちのもつ知識や想像力の限界によって制限される。私たちはおそらく, 宇宙に存在する可能性のある全生命に比べれば, そのごくわずかな部分をみているにすぎない。私たちが地球外世界で微生物や知的生命体, テクノシグネチャーをみつけれないという事実は, 生命の発現全般について何も語ってはいない。エイリアン生命探査における私たちの問題は, その多くの場合, なじみのある生命を探している点にある。太陽系内の生命体について想定されていることは, ほほすべて, 地球上の生命の適応可能性の範囲のなかで, 私たちが知っていることを中心に考え出されたものである。要するに, 私たちは「他者」ではなく, 私たちが思い描く特定のイメージに合致するエイリアン生命という概念を探しているのである。

出会ったことのない、さらに想像すらできない生命の探求は、あくなき闘いであり、決して特定できない「他者」を具体化しようとする挑戦なのだ。エイリアン生命やエイリアンメディアは、私たちを人間的でないもの、これまでなじみのないものへと向かわせ、人間を超えたスケール、つまり深遠で天文学的な時間や空間へと私たちを連れていく。しかし、エイリアン生命の不可解性に

もかわらず、これら「他者」を解き明かし、物質化しようとすることは、地球外の他者性との出会いを促し、人間中心の存在論からの脱出の糸口のために必要である。本稿で述べたような、既知の生命を超える思考は、物質、身体（材料集合体）、そして人間を批判的に再評価し、倫理的・物質的な生命の新しい可能性を開き、思考様式を触発することにつながるだろう。

注

1. 本文では、LUCAから派生したものではない、代わりの生化学に基づく生命という意味で、「エイリアン生命 (alien life)」の用語を用いる。
2. このプロジェクトの目標のひとつは、ミニチュア環境を制作し、そのなかで行動する実体の展示であった。そのために、私たちは、多用途で持ち運びが可能な惑星シミュレーションチャンバー、すなわち、さまざまな惑星の大気組成や表面温度を再現できる高真空・高圧力・高温反応器を開発した。液体ホルムアミドがある太陽系外惑星をシミュレートするために、チャンバー内でガスを混合し、センサーで常にモニターをする。さらにチャンバー内の温度は、50℃から70℃までヒータによって調整される。

文献

- Baross, John A., Benner, Steven A., Cody, George D., Copley, Shelley D., Pace, Norman R., Scott, James H., Shapiro, Robert, Sogin, Mitchell L., Stein, Jeffrey L., Summons, Roger and Szostak, Jack W. (2007). *The Limits of Organic Life in Planetary Systems*, National Academies Press.
- Castro, Juan M., and Akihiro Kubota (2020). Non-terrestrial Material Agency. *Performance Research*, 25 (3), 50-55.
- Cleland, Carol E., and Shelley D. Copley. (2005). The possibility of alternative microbial life on Earth. *International Journal of Astrobiology*, 4.3-4, 165-173.
- Crick, F. (1981). *Life itself*. Simon & Schuster.
- Sleep, N. H.; K. J. Zahnle; J. F. Kasting; and H. J. Morowitz. (1989). Annihilation of ecosystems by large asteroid impacts on the earth. *Nature*, 342, 139-42.

ホアン・マヌエル・カストロ／Juan Manuel Castro

情報科学芸術大学院大学准教授。多摩美術大学で博士号（メディア芸術）取得。早稲田大学理工学術院電気・情報生命工学科で日本学術振興会特別研究員を経て、南フランス マルセイユ大学のナノサイエンス・センター（CINaM）、東京大学大学院総合文化研究科で研究活動と制作を行い、現職に至る。2008年より日本国内外の美術館や、ギャラリー、アート & サイエンス・フェスティバルで作品発表、また様々な学会で活動中。Science Gallery（アイルランド）、NTTインターコミュニケーション・センター [ICC]（日本）、The Central House of Artists（ロシア）、The Estonian Museum of Applied Art and Design（エストニア）、The Esther Klein Gallery（アメリカ合衆国）など多数の展示歴あり。