



# 宇宙に「知性」は存在するか

## 進化をめぐる謎を解く

Jonathan B. Losos  
ジョナサン・B・ロソス  
(生物学者)

ハーバード大学教授、ハーバード比較動物学博物館両生爬虫類学  
部門主任を経て、現在、セントルイス・ワシントン大学教授。『ネイ  
チャー』『サイエンス』など、トップジャーナルに多数論文を掲載。

おおの かずもと  
取材・構成: 大野和基(国際ジャーナリスト)

突然変異はランダムで起きる

——(大野)本書『生命の歴史は繰り返すのか?』(化学同人)を読んでまず驚いたのは、人為的な実験によって進化の過程を証明しようとしている点です。そのような方法があるとは知りませんでした。

ロソス それが進化生物学の最先端で行なわれていることで、もつともわくわくする進展の一つだと思いません。自然淘汰説を思いついたチャールズ・ダーウィンは、進化は氷河ができるように遅く生じるといった。彼のアイデアはデータに基づくものではなく、直感に近いものでした。でも人はその考案に一世紀以上も従ってきました。

しかし現在では、状況次第で進化が非常に速く進むことがわかっています。害虫が殺虫剤に対する耐性を進化させたり、バクテリアが薬への耐性を獲得して適応していくように、われわれは周りの世界で進化が起きたのを目の当たりにしています。これは進化について実際に実験もできることを意味します。

こうした実験は、何十年も実験室で行なわれてきました。ほとんどの人は同じことを自然界でできるとは思いました。ほんのりとしたが、一九八〇年代に(カリブ海にある)トリニダードでグッピーを使つたすばらしい研究がなされました。しかし、この十五年後にトカゲの進化実験をわれわれが発表するまでは、誰も進化実験の研究を発表しませんでした。現在、この手の研究はより多く行なわれていますが、まだ揺籃期といえるでしょう。ただ、あつという間に増えると思います。

——自然界での進化実験をしていなかつたら、これまで考えられていてよりも、進化が速く起きることを証明できなかつたのでしょうか。

ロソス その質問に対しても、二つの視点から答えます。まず、進化が速く起きるのを証明する実験が必要がないことです。すでに多くの人が詳細な研究を行なっており、かなり速い進化を検知しています。とはいえ、進化実験が有用な理由は、進化がいかにして起こるか、自然淘汰が適応変化を引き起こすかについてのアイデアを

テストすることです。

——そこで聞きたいのは、進化の前提となる遺伝子の突然変異は、「偶然」起きるのか、ということです。

ロソス それは「偶然」の意味によります。真に自然発生的に起きる突然変異もありますが、放射性物質や化学物質などによって引き起こされることもあります。突然変異と自然淘汰をめぐるキーポイントは、突然変異は必要なときに起きない、ということです。突然変異を起こす要素があつたとしても、それはランダムで起こる。たとえば、寒い環境に置かれたからといって、その寒さに適応できるように突然変異は起きない。環境の点からみて、突然変異がランダムに起こることとは、進化生物学における重要な大前提です。

——では、さらに尋ねますが、進化の話で興味を惹かれるのは、やはりヒトの誕生です。われわれには他の哺乳類にはない高度な「知性」があります。逆に他の哺乳類や太古の恐竜は、なぜヒトと同等の知性を獲得しなかつたのでしょうか。

ロソス とてもいい質問です。人の知性は、まさしく

イム・マシンはまだ発明されていませんから。

加えて、ビッグ・クエスチョンを直接検証する実験系をつくるのも、たいてい不可能です。ヒトの知性の進化を実験で検証するとしたら、靈長類の集團を既知の進化環境に置いて、何百年か待つしかないでしょう。それができないという理由で、トカゲやショウジョウバエで実験をしているのです。理想世界で本当にやりたい実験は、実世界ではできません。

——たしかに不可避のジレンマですね。

ロソス 物理学や化学の分野では、第一原理からいろんな基礎情報を導き出せます。黒板にびっしり計算して答えを出す、昔ながらの科学者像が当てはまるわけです。でも進化は、さまざまなかたちで起きます。それぞれの系統が歩んできた歴史の流れに大きく依存し、それぞれ異なる適応の仕方がある。ですから、第一原理からカモノハシの進化を導き出すことはできません。細部を理解しなくてはならないのです。

そういうわけで普遍的な問い合わせるために、ある原理をすべてに当てはめるのは困難です。どうしてカモノ

自然淘汰を通じて進化したものといえるでしょう。頭のいい個体が自然淘汰によつて選択されるのは、容易に想像できます。食料を集めたり、捕食者を回避したりするのが上手くなる。高度な知性は有利なはずです。

実際、とても長いスパンでみると、一般的傾向として、動物は脳を大きく進化させてきました。これは、高い知性が自然淘汰によつて選択されるという仮説に合致します。ただ、なぜヒトの知性だけが高度なのか、という疑問が残ります。ほかのサルやほかの哺乳類はなぜもつと高い知性を獲得しなかつたのか？ それはとても難しい問題が残ります。ある形質が「なぜ進化したか」も難問ですが、「なぜ進化しなかったか」はそれ以上に難しいものです。

——ある意味、哲学的な問い合わせますね。

ロソス そうです。一定のレベルを超えると、科学と哲学の境界は曖昧になります。進化生物学は、過去に起こったことを解明する学問です。そこが魅力でもあり、同時にどこかしらもある。なぜなら、過去に戻つて何が起きていたかを観察するわけにはいかないからです。タラカモノハシに聞けませんからね（笑）。

ロソス 本当に教えてくれたらいいのですが（笑）。あるいはタイム・マシンでその時期に戻つて、このようなことを研究するとか、惑星レベルの規模で実験ができる最高です。いつかはできるかもしれません、しばらくは無理です。

恐竜はヒトの脳に近づいていた？

——ヒト以外の生物も、普通に考えられている以上に知性があると、本書では説明されていますね。

ロソス ゾウやイルカ、タコなど、頭がいい種が存在しています。

——タコですか。

ロソス カラスも頭がいいことがわかつていま

あります。タコは例外として、それ以外の生物とわれわれの違いの一つは、ヒトには手があることです。ひょっとしたらモノを巧みに操作する能力が脳をより大きくし、われわれをさらに賢くしてくれたのかもしれません。ゾウがヒトより賢くならなかつたのも、そのためかもしれない。いま話していることは、思いつきにすぎませんが。

もしかしたら一億年後には、ゾウは進化してさらに賢くなり、われわれの知性に匹敵するかもしれません。それはたしかに可能性があります。本にも書きましたが、恐竜が進化して優れた頭脳をもつというのは、推測にしかすぎませんが、わくわくする話です。

——知性というものは進化するものだと。

ロソス 最大の脳をもつた恐竜は、恐竜時代の最後の最後に出現しています。この事実は、脳のサイズが時間の経過と共に増したという考え方を裏付けています。映画『ジュラシックパーク』に出てくるヴェロキラプトルに似た動物で、トロオドンと呼ばれています。身体の大きさの割には大きな脳をもつており、ヴェロキラプトルの

ようにしつかり掴める前腕をもち、前を向いた大きな目があり、二足歩行です。ある意味で人間に似ています。

ある古生物学者は、自然淘汰によつて大きな脳をもつ恐竜が有利になつたとして、その生体構造が時間の経過につれてどう変化していくか、分析を行ないました。彼の主張は、基本的に二足歩行になつて尾を失い、手はモノを握るのがより上手くなる、というものでした。つまり、われわれに似てくるということです。恐竜が六千六百万年前に小惑星によって絶滅していなければ、ヒトにきわめて近い生態になつているだろうと。

これは推測にすぎないとして、いくつかの批判を浴びました。しかし、恐竜が生き延びたとして、ヒトの脳と同じ大きさにまでに進化しなかつた理由は、原理的にはありません。恐竜がもしいま生きていれば、われわれと同じくらい知性のある生物になつていたかもしれません。

### デザイナー・ベイビーの危険

——現在、ゲノム編集は世界中で話題になつています

す。遺伝子に操作を加えることによって、ある特徴をもつた赤ちゃん（デザイナー・ベイビー）をつくり出すこ

とも可能といわれています。進化の視点からみると、これは人工的な進化と呼べると思いませんか？

ロソス そう呼べると思います。倫理上の問題を除外すると、新しいゲノム編集技術によつて種の進化のコースに影響を与えることはたしかに可能です。ヒトにおいてさえもその可能性があります。新しい遺伝子をその個体全体に広がるようになります。

実際に蚊がマラリアを伝染しないように、ゲノム編集を施そうとしています。それが成功するかどうか、はつきりしませんが、人間が施した遺伝子編集による革命的な変化です。将来起こるであろう多くの進化は、人間の仕業による影響も受けけるかもしれません。

——ゲノム編集によつて、たとえばIQが高く、運動能力の高い子供を産むことが可能になつたとすると、やがて世界はそのようなヒトで溢れるかもしません。

ロソス それはサイエンス・ファイクションと呼ばれていた領域になりますが、かなり危惧しています。ほとん

どの倫理学者は、悪い考えだと思っています。

でも一步離れて、デザイナー・ベイビーをつくることは忘れましょう。遺伝子編集は遺伝病を治す可能性を提供してくれます。こういう遺伝上の問題を治すことができれば、多くの苦痛と不必要的死を軽減することができます。

——背が高くて頭がよく、美しい顔をしたデザイナー・ベイビーをつくるのに仮に成功したとしても、その副作用として、たとえば統合失調症的な性格をもつていいことがあります。黒髪の人間をつくろうとしてある遺伝子を

編集すると、多くのほかの結果をもたらすことになります。なかには好まれない形質もあるでしょう。統合失調症的な性質もあるかもしれません。ですから、これらの実験はこうした理由だけでも、非常に慎重になさるべきです。ゲノム編集のテクノロジーは、最初に思われて

いたほどパーエクトではなかつた。多くの問題が出てくる可能性があります。

— ヒトでの実験では失敗が許されませんからね。

ロソス そうです。ほとんどの人は、そうした実験をヒトでやるべきではないと考えています。先ほど述べた遺伝病に関しても、どのようにやるかは慎重でなければなりません。いつたんゲノム編集で人間をつくつてしまえば、殺すことはできません。

— 地球外生命体とヒトは「似ていない」

— 地球以外でも、生物の進化は起つたと考えられるのでしょうか。

ロソス 地球外生命体は存在すると、断定することはできません。まだ発見されていないからです。ただ、この十年、二十年で新しい事実がわかつきました。何億という惑星があることです。サイズ、温度、大気組成の点からみて、地球に似た多くの惑星が宇宙には存在しています。

命がそのいくつかに誕生していくてもおかしくありません。そうなると、こうした生命は地球の生命と似ているのかどうか、という問い合わせられます。

— あなたは、地球外生命体はこの地球の生命と「似ていない」と本書で説明されています。その理由を教えてください。

ロソス 地球と似た惑星がほかにあるとすれば、生命もかなり似た方法で進化するはずだと思うでしょう。これは花だ、これは虫だ、というように。ヒトにそつくりで、とても頭がいい生命体がいてもおかしくはないはずだと。

こうした主張の基盤は「収斂進化」にあります。実際、地球上の種をみた場合、同じ環境にさらされた結果、同じ適応を進化させることはよくあります。こうした主張は、環境に適応する方法は実際限られているというものであり、自然淘汰は地球上で同じ解決法をみつけ続けるというものです。

— つまり、進化の方向は環境によって共通して導か

れるということですね。

ロソス おそらくあるレベルでは、この主張には真実があるでしょう。たとえば、鳥やコウモリやテロダクティル（百万年前の巨大な鳥の恐竜）は翼を使って空を飛ぶ。地球と大気組成が似ていて惑星にいる生物は、似たような翼を有した構造を進化させるだろうという主張です。同様に、イルカやサメやマグロなど、海にいるスピーダーが速い生物は似た体形をしています。流線型で推進力を生み出す尾をもつていて。水中ではそれがもつとも効果的に速く前進する方法です。地球と同じような性質をもつ液体がある惑星で、速く前進するように選ばれた種は、同じような体形をしているだろう、と考える。これらの主張はある程度の妥当性があると思います。

しかし私は、この地球において多くの進化が、同じケースを繰り返していないことも注目しています。地球上で一回しか進化しなかつた多くの種について考えてみてください。たとえば、アヒルのくちばしをしたカモノハシがそうです。オーストラリアの冷たい小川に生息するのに適応した動物ですが、オーストラリアでしか進化しなかつたのはなぜか。同じような環境は世界中にあります。

このカモノハシは、冷たい小川に生息するのに上手く適応した動物ですが、オーストラリアでしか進化しなかつたのはなぜか。同じような環境は世界中にあります。もし進化が繰り返し起こる運命にあるのなら、カモノハシのような生物が世界中についてもおかしくありません。でも、実際はいません。同じことがゾウやキリンなど、多くの生物にも言えます。重要なことは、環境に適応する方法はたくさんあるということです。同じ環境でも、

適応の仕方は非常に異なるということです。

—環境に適応したかたちで自然淘汰は起るという意味で進化は必然だが、その方向はバラバラだということですね。

ロソス もう一つ例を挙げると、ニュージーランドの

島は、(地殻変動によつて)八千万年前にオーストラリアから切り離されました。その結果、そこに生息してい

る種は他の地域とは異なるようになります。たとえば、飛ばない鳥として有名なキーウィですが、ハリネズミやアナグマと同じような生態で、土の中にいる昆虫を探します。キーウィは明らかに鳥ですが、ニュージーランド以外のどこにも類似した鳥はありません。前述の主張のように、もし進化がそれほどまでに「決定論的」であれば、最終的には地球の他の地域でも同じようになるでしょう。でも実際にはそうなつていません。

—たしかに不思議ですね。

ロソス 私が言いたいのは、進化はそれほど拘束されたものではないということです。ニュージーランドの動物相は、世界の他のどの地域にもみられません。他の惑

星となれば、さらに多くの点で異なるでしょう。地球と似たような惑星であつても、進化が同じ軌跡を辿ることはありません。鳥のように空を飛ぶ生物はいるかもしれません、ほんどの場合、まったく異なる有機体になるだろうと推測しています。

### 地球温暖化の影響

—とりわけ日本はそうですが、世界で相次ぐ大地震や台風による被害は、気候変動が関係しているとしか思えません。これは生物の多様性にいかなる影響を及ぼす例だと思います。地球が温暖化するにつれて、種がより温かい地域で生息するのに適応するような、自然淘汰の圧力がかかります。いろいろな方法が考えられます、生理機能を変えることでより高い温度でも生存できるようになることもあります。一日の温度が低いときに活発に

行動するようになる場合もあります。

種が環境の変化に対応するもう一つの方法は、移動することです。温度が上昇すると、高い高度の地域に移つていった種もありました。しかし現在は、人間が都市や高速道路、農地や都市をつくつて妨げになり、移動することができなくなっています。ですから、生息範囲を移すこととは選択肢のなかに入らないかもしれません。過去と比べると、現代は種が環境に適応するのが難しくなっているといえます。

—地球でもっとも生物学的な多様性に富んでいるのはどこでしょうか。アマゾンの熱帯雨林でしょうか。

ロソス トカゲに限れば、砂漠は多様性に富んでいます。しかし、総体的にみれば、アマゾンやコンゴ、インドネシアの熱帯雨林が世界でもっとも生物学的な多様性に富んでいる地域です。やはり赤道の周囲にある熱帯雨林が豊かな地域です。そのような地域も、気候変動でいろいろな面で脅威にさらされています。ブラジルのように木を伐採していることも脅威です。そこに火災が重なると、致命的な組み合せになります。

—あなたはいろいろな種を観察するため、地球のあたりとあらゆるところに行かれていると思います。

ロソス すべてではありませんが、かなりたくさんの地域に行っています。それでわかつたのは、世界をみたければ、とくにトカゲが研究対象としてはよき有機体ということです。温かい地域ではさらにそうです。トカゲは恐竜と同じように進化しました。二億四千万年前のことですが、トカゲは偉大なるサバイバーで、信じられないほど多様性に富んでいます。世界には一万種ほどのトカゲがいます。種の数としては哺乳動物よりも多いです。

進化論的にみると、トカゲのそれは大成功物語です。トカゲは温かいところが好きであり、世界でもっとも温かいところでもっとも多様性に富んでいます。北極圏に生息しているものもありますが、ほとんどは熱帯地方に生息しています。あなたが世界中の温暖地域に行きたければ、トカゲを研究対象に選ぶのがよいでしょう(笑)。