

アブダクション研究会の皆様  
顧問の皆様  
会友の皆様  
社会人の皆様  
学生の皆様

2019・12・9

アブダクション研究会  
代表・世話人 福永 征夫  
TEL & FAX 0774-65-5382  
E-mail: [jrfd117@ybb.ne.jp](mailto:jrfd117@ybb.ne.jp)  
事務局 岩下 幸功  
TEL & FAX 042-35-3810  
E-mail: [chaino@cf6.so-net.ne.jp](mailto:chaino@cf6.so-net.ne.jp)

■ホームページ■

<http://abductionri.jimdo.com/>

■次回・第130回アブダクション研究会は  
2020/1/25(土) = 3331アーツ千代田で開催します■

【1】次回・第130回アブダクション研究会

■2020年1月25日(土) 13時~17時に、3331アーツ千代田(末広町) 3階313室で開催しますので、積極的にご参加ください。

■テーマ: 『自然の循環と融合の論理が知の統合を実現する』  
発表・解説: アブダクション研究会世話人 福永 征夫

---

■資料や会場など、準備の都合がありますので、  
できるだけ早く、世話人宛 (jrfd117@ybb.ne.jp) に、

出欠の連絡をしてください。

---

## 【2】前回・第129回アブダクション研究会

■2019年11月16日（土）13時～17時に、3331アーツ千代田（末広町）2階会議室で開催しました。

■テーマ：『「生命の歴史は繰り返すのか？進化の偶然と必然のナゾに実験で挑む」 ジョナサン・B・ロソス著＝的場知之訳／2019・化学同人＝を輪読研究して「進化とは何か」を考える』

---

■当日は、山中雅寛氏が出席され、時間を十分に使って、幅広い話題につき密度の濃い論議をすることができました。

同氏の積極的なご参画に敬意を表し、お礼を申し上げます。

■主題の著作「生命の歴史は繰り返すのか？進化の偶然と必然のナゾに実験で挑む」の序章と第6章に焦点を絞って、理解と研鑽に努めました。

■序章では論旨の全体像と問題の所在を把握しました。

序章の要約は、この案内状の最後部に再録しましたので、ご覧ください。

■第6章では、アノール・トカゲを対象にして著者が野外進化実験に取り組み、有意な研究を長期に蓄積して、進化の反復収斂を実証することに成功を収めた、圧巻の研究実績が詳細かつ明解に説明されています。

---

■著作では、どのくらい「生命は繰り返す」のか、つまり種が共通の環境条件に反応して、共通の適応を進化させるのかをテーマにしています。

繰り返しには、次の2つの態様があります。

(1) サメ、魚竜、イルカのように異種の生物が共通の環境条件に適応して、類似の形態に収斂する

(2) ガラパゴスやオーストラリアの鳥のように、移入した祖先種が、多様な環境条件に適応放散して、他の地域の異なる種の形態と類似するように反復収斂する  
アノール・トカゲの進化実験で実証されたケースは、これに当たる

■コンウェイやモリスが主張するように、自然淘汰により、「生命は繰り返し」て、同じ進化的結果を必然的に生み出すのか？

それとも、スティーヴン・ジェイ・グールドが主張するように、その生物が経験する特定のできごと、すなわち1回きりの歴史的偶然性が、最終結果を左右するのか？

■著作において正確に説明されているように、現存する自然界の生物には、両方の主張を裏づけるケースがあります。

もしかすると、これは対立する考え方ではなく、両立する考え方であるのかも知れません。

その場合に、わたくし（世話人）は、

必然説が、比較的には短期・小域で起こると考えられる小進化に関して主張されており、

偶然説が、比較的には長期・大域で起こると考えられる、新種が出現するような大

進化に関して主張されているのかも知れない  
ものと考えています。

■わたくしは、『自然の循環と融合の論理』に基づいて、

領域的な時空間で小進化が積み重ねられて、タテ方向に高深度化し、  
環境の淘汰圧によって、広域的な時空間で異なる小進化が蓋然的に結びついて、ヨ  
コ方向に広域化し、  
さらに環境の壊滅的な淘汰圧によって、タテ方向の進化とヨコ方向の進化が蓋然的  
にナナメ方向に統合されて、  
高深度・広域・高次の大進化がもたらされるのかも知れない  
と考えています。

---

### 【3】 その他

(1) 世話人は、11/9～11/10に京都大学・経営大学院を会場にし  
て開催された日本シミュレーション&ゲーミング学会・2019秋期大会出席し、

「自然の循環と融合の論理が知の統合を実現する」というテーマで発表をさ  
せていただきました。

この論稿は、アブダクション研究会のホーム・ページに掲載されていますの  
で、ご高覧ください。

また多くの学術セッションと企画セッションで積極的に質疑を試み、前向  
きに意見の表明をしてまいりました。

(2) 世話人は、格差の拡大という地球規模の難題に対処するための学術的な方向性を探究しています。

1. 多くの学術領域で影響力を強めている「ゲームの理論」の本質的な課題を明らかにできればよいと考えています。

2. そのことに重要な関連を持つと考えられるいくつかの考え方を創案し、構成を試みようとしています。

3. 本年9月に静岡大学で開催された2019・日本認知科学会でも、松原望氏を座長とする4人の専門研究者が主催された「AI・ゲームの理論」シンポジウムに参加し、質疑を繰り返すとともに、最後には、新しい意見の表明をいたしました。そして幸いにも4人の専門研究者の手応えを感じさせる共感を得ることができました。

4. 今回の日本シミュレーション&ゲーミング学会では、次のような視点に立って、多くのお話をいたしました。

(イ) トレード・オフという判断プロセスが抱える問題点。

(ロ) ゲームの理論には、トレード・オフが含まれている。

(ハ) 部分と全体の融合という考え方が重要である。

(ニ) 原因と結果が直線的に結びつく線型の因果関係が、これまでの科学と技術のベースだった。

これからは、部分が原因となり全体が結果となる、さらに、全体が原因となり部分が結果となるような、循環的な因果関係をベースにしなければ、非線型の複雑な問題に立ち入ることができないだろう。

(ホ) ゲームの理論の再構築をして、環境経済学を建設しなくてはならないだろう。

---

#### 【4】アブダクション研究会・2020年の計画について

■大変に遅くなりましたが、アブダクション研究会のホーム・ページに掲載していますので、ご覧ください。

---

『生命の歴史は繰り返すのか？—進化の偶然と必然のナゾに実験で挑む—』（ジョナサン・B・ロソス著／的場知之訳／2019・化学同人）

### 序章から全体の論旨を要約する

#### 【1】ヤマアラシは、アフリカとアジアだけでなく、新大陸にも広く分布する

ヤマアラシは、アフリカとアジアだけでなく、新大陸にも広く分布する。野生のカナダヤマアラシは1度しか見たことがないが、よりもよって木の上にいた。

コスタリカの熱帯雨林では、キノボリヤマアラシを何度も見た。こちらもたいてい樹上にいた。

これらの種には確かに違いもある。

いちばんわかりやすいのはサイズだ。

アフリカタテガミヤマアラシは、北米のカナダヤマアラシの2倍の体重で、パナマ固有の小型種ロスチャイルドヤマアラシに比べれば30倍にあたる。

針の長さも異なり、タテガミヤマアラシは35センチメートルだが、カナダヤマアラシは10センチメートルで、ロスチャイルドヤマアラシの針はもっと短い。

赤い鼻をもつ種もいれば、茶色い鼻の種もいる。

オマキヤマアラシの仲間は尾に針をもたない。

## 【2】共通祖先である原初のヤマアラシもトゲトゲだったのだろうと、わたしは信じて疑わなかった

だが、こうした相違点は、共通点と比べれば色あせて見える。

どの種も針に覆われているだけでなく、ずんぐりむっくりで短足の体型、小さな眼、逆立ったヘアスタイル。

これらの共通点からして、ヤマアラシは進化的にいえば、みなひとつの家族で、すべての種の共通祖先である原初のヤマアラシもトゲトゲだったのだろうと、わたしは信じて疑わなかった。

## 【3】だが、共通祖先から受け継いだものではなく、針のない齧歯類の異なる2系統が、独立に針を進化させた収斂進化の結果なのだ

この考えが間違いだと知って、わたしがどれだけ驚いたか！

新世界と旧世界のヤマアラシは、どちらもトゲトゲであるが、同じ進化的遺産を受け継いだわけではない。

クールにとがった外見は、共通祖先から受け継いだものではなく、針のない齧歯類の異なる2系統が、独立に針を進化させた結果なのだ。

それはつまり、収斂進化の結果というわけだ。

【4】ダーウィンは、ガラパゴスで発見した十数種の小鳥たちが、過去のどこかの時点で島じまに入植した1種類のフィンチの子孫たちであると気づかなかった

収斂進化にだまされたのはわたし1人ではない。

それどころか、最高の仲間恵まれている。

かのチャールズ・ダーウィンも、いわずと知れたガラパゴス諸島の探訪の際に一杯食わされた。

ダーウィンがガラパゴスで発見した十数種の小鳥たちは、現在では彼にちなんでダーウィンフィンチとよばれている。

だが、彼自身はこの鳥たちがたがいに近縁で、過去のどこかの時点で島じまに入植した1種類のフィンチの子孫たちであると気づかなかった。

そして、これらの種は母国イギリスでもおなじみの4つのグループに属すると考えた。

その4つとは、狭義のフィンチ類、シメ・イカル類、クロウタドリ、ミソサザイだ。

【5】ガラパゴスの鳥たちは、いくつもの見慣れた系統の代表種の集まりではなく、ガラパゴス固有のひとつのグループを構成していた

ダーウィンは収斂進化にだまされたのだ

ロンドンに戻り、高名な鳥類学者ジョン・グールドに標本を見せてはじめて、ダーウィンは間違いに気づいた。

ガラパゴスの鳥たちは、いくつもの見慣れた系統の代表種の集まりではなく、ガラパゴス固有のひとつのグループを構成していた。

ダーウィンは収斂進化にだまされたのだ。

【6】オーストラリアで発見された、おびただしい数の新種の鳥を分類・整理した中心人物がジョン・グールドで、全7巻におよぶ図と解説からなる大著『オーストラリア鳥類図譜』を完成させた



収斂進化に惑わされた初期の博物学者はダーウィンだけではない。

1770年、クック船長が最初の南太平洋の航海でボタニー湾に上陸した際、探検に同行した博物学者ジョセフ・バンクスは、母国イギリスにオーストラリアの鳥類の標本と絵を送った。

これを皮切りに、その後半世紀にわたって入植者や探検家が母国に大量の標本を送りつづけ、数多くの新種の存在が明らかになった。

こうして発見された、おびただしい数の新種の鳥を分類・整理した中心人物がジョン・グールドだ。

フィンチについてダーウィンに助言を与えたのと同時期に、彼はオーストラリアの鳥の包括的な解説に取りかかった。

現地に行かなくてはやり遂げられない仕事だとすぐに気づき、グールドは荷物をまとめてオーストラリアに移住し、そこで3年半を過ごした。

そして最終的に、全7巻におよぶ図と解説からなる大著『オーストラリア鳥類図譜』を完成させた。

#### 【7】ダーウィンフィンチの正体を的確に見抜いたジョン・グールドも、オーストラリアの鳥類相の系統関係については大きな間違いを犯した

だが、ダーウィンフィンチの正体を的確に見抜いたグールドも、オーストラリアの鳥類相の系統関係については大きな間違いを犯した。

オーストラリアの鳥には、ミソサザイ、ムシクイ、チメドリ、ヒタキ、コマドリ、ゴジュウカラなどのヨーロッパの種と、よく似た姿と行動を示すものが多い。

そのためグールドは、新たに発見されたオーストラリアの鳥たちを、既知の北半球の鳥と同じ科に分類した。

【8】その後150年にわたり、大勢の博覧強記の鳥類学者たちがジョン・グールドと同じようにだまされて、オーストラリアの鳥たちを入植者とみなした

ジョン・グールドが間違っただけは無理もない。

その後150年にわたり、大勢の博覧強記の鳥類学者たちが彼と同じようにだまされて、オーストラリアの鳥たちを入植者とみなした。

そして、この地の鳥類相は、たくさんの系統の鳥が繰り返し侵入した結果であると考えた。

【9】1980年代に端を発する遺伝子研究により、鳥たちの大部分はオーストラリア内で大規模な進化的放散をとげたのだとわかった  
それらは外見がそっくりな北半球の鳥と同じ科には属さない、収斂進化の産物だったのだ

ところが、1980年代に端を発する遺伝子研究により、実際には、鳥たちの大部分はオーストラリア内で大規模な進化的放散をとげたのだとわかった。

つまり、近縁関係にあるのは姿かたちのかげ離れたオーストラリアの鳥どうして、それらは外見がそっくりな北半球の鳥と同じ科には属さない、収斂進化の産物だったのだ。

【10】遺伝子データが得られるようになってから、従来、形態の類似に惑わされていたのが、じつはその形質は共通祖先から受け継いだものではなく、独立に派生したものだったと判明する例が相次いでいるのだ

思いもよらない収斂進化の事例の発見はいまも後を絶たない。

それどころか、膨大な数の生物種の遺伝子データが得られるようになって、系統関

係の理解は飛躍的に進み、生命進化の系統樹の姿がますます明確になってきている。その結果、これまで形態の類似に惑わされていたが、じつはその形質は共通祖先から受け継いだものではなく、独立に派生したものだったと判明する例が相次いでいるのだ。

【11】収斂進化というこの現実をどう説明すればいいののだが、ダーウィンが提唱した、常識的な解釈では、もし異なる種が、よく似た環境で、生存と繁殖にかかわる同じような課題に直面したなら、自然淘汰を通じ、似たような形質が進化するだろうということになる

どちらを向いても収斂進化というこの現実は、どう説明すればいいのだろうか？

ダーウィンが提唱した、常識的な解釈をするなら、次のようになる。

もし異なる種が、よく似た環境で、生存と繁殖にかかわる同じような課題に直面したなら、自然淘汰を通じ、似たような形質が進化するだろう。

大型の種子は鳥にとって餌資源であり、種子を割って開けるためには大きなくちばしが必要だ。そのため、大きなくちばしをもつ鳥は、種子が豊富な土地で進化した。大型ネコによる捕食の脅威に対し、大型の齧歯類は棘による防御を繰り返し進化させた。

その武器は、アフリカのライオンに対しても、南北アメリカ大陸のピューマに対しても、同じように効果的だ。

【12】ラトガース大学の古生物学者ジョージ・マクギーいわく、高速遊泳する水生生物をつくる方法はひとつしかない  
だからイルカやサメ、マグロ、マグロ、魚竜（絶滅した恐竜と同時代の海生爬虫類）  
はどれも似ているのだ  
コンウェイ＝モリスも同意見だ

この20年で、こうした考えを地球外にまで拡張する生物学者が現れた。  
この地球上で、生命はその歴史を通じ、世界各地で何度も同じ課題に直面し、同じ解決策を進化させてきた。  
地球で生じる物理的課題に、地球に似た惑星に住む生命体も直面しているはずであり、したがって共通の生物学的解決策を編みだすだろうと、彼らは主張する。  
ラトガース大学の古生物学者ジョージ・マクギーいわく、高速遊泳する水生生物をつくる方法はひとつしかない。  
だからイルカやサメ、マグロ、マグロ、魚竜（絶滅した恐竜と同時代の海生爬虫類）はどれも似ているのだ。  
コンウェイ＝モリスも同意見だ。  
「もちろん、地球に似たすべての惑星に生命や、あまつさえヒト型生物がいるはずはない。  
だが、高度に進化した植物は、花にそっくりになるはずだ。  
空を飛ぶ方法は数えるほどしかない。  
サメのように泳ぐ方法もかぎられている。  
鳥類や哺乳類のように内温性を生みだすやり方も、決して多くはない」。

### 【13】マクギーやコンウェイ＝モリスの見方には異論もある

古生物学者・進化生物学者スティーブン・ジェイ・グールドは、進化において歴史的偶発性が重大な役割を果たすと論じた

マクギーやコンウェイ＝モリスの見方には異論もある。  
著名な古生物学者・進化生物学者スティーブン・ジェイ・グールドは、自著の『ワ  
ンダフル・ライフ』で、進化において歴史的偶発性が重大な役割を果たすと論じた。  
彼のいう偶発性とは、ある一連のできごとが歴史の流れを決定づけることだ。  
AのおかげでBが起こり、BのおかげでCが、CのおかげでDが、というように。  
歴史的偶発性に支配された世界では、Aを改変すれば、Dは得られない。

【14】生命は（このような）できごとに満ちていると、スティーブン・ジェイ・グールドは主張する  
大事件もあるが、ほとんどは瑣末で、しかしそのいずれも生命を異なる方向に向かわせる可能性を秘めているというのだ

生命は（このような）できごとに満ちていると、スティーブン・ジェイ・グールドは主張する。

大事件もあるが、ほとんどは瑣末で、しかしそのいずれも生命を異なる方向に向かわせる可能性を秘めている。

落雷、倒木、小惑星衝突、あるいは母親の遺伝的変異のどれが娘に受け継がれるかというコイントスでさえも、はるか先まで影響を及ぼす重大な違いを生みだしうるのだ。

スティーブン・ジェイ・グールドの言葉を借りれば、「開始時点の状態にさして重要そうではないちょっとした変更を加えて（生命の歴史の）テープをリプレイさせても、やはり（中略）まったく異なる歴史が展開される」。

【15】もし進化が偶発性に支配されているなら、予測可能性はゼロであり、コンウェイ＝モリス的決定論は破綻する  
最終的な結果は偶発性に左右されるため、最初の時点では誰ひとり結末を予測できない

この生命観は、わたしたちを取り巻く生命の多様性の見方に大きく影響する。

もし進化が偶発性に支配されているなら、予測可能性はゼロであり、コンウェイ＝モリス的決定論は破綻する。

最終的な結果は偶発性に左右されるため、最初の時点では誰ひとり結末を予測できない。

最初からやり直せば、まったく違った結果になるかもしれない。

「(生命の) テープを100万回リプレイさせたところで、ホモ・サピエンスのような生物が再び進化することはないだろう」というのが、スティーブン・ジェイ・グールドの結論だ。

【16】 スティーブン・ジェイ・グールドは、こうした問いに答える方法として、ひとつの思考実験を提案した  
生命テープのリプレイ、つまり同じ初期状態に戻り、同じ結果が生じるかを見届けるのだ

スティーブン・ジェイ・グールドの主張は、エレガントかつ説得力十分で、しかも誰でも身に覚えがある。「もしXしなければ、Yは起こらなかった」。

そんなふうに、Xに些細なことや大ごとを、Yに起こってほしくなかったことをあてはめて考えた経験が、あなたにもきっとあるだろう。

だが、納得のいく説明ではあるものの、証拠はあるのだろうか？

生命の歴史はひとつしかない。

進化の反復性は、どうすれば検証できるのだろうか？

スティーブン・ジェイ・グールドは、こうした問いに答える方法として、ひとつの思考実験を提案した。

生命テープのリプレイ、つまり同じ初期状態に戻り、同じ結果が生じるかを見届けるのだ。

思考実験は科学や哲学の分野で長い歴史をもつ。

この設問には、とりわけ大勢が取り組み、膨大な成果が生みだされてきた。

【17】 コンウェイ＝モリスと支持者たちは、偶発性の意義は、あまねく存在する収斂進化が教えてくれており、初期のできごとに変更を加えても、最終結果にたいした影響はない、と考えている

いうまでもないが、コンウェイ＝モリスと支持者たちは、スティーブン・ジェイ・グールドの根本的な前提そのものに異を唱えている。

初期のできごとに変更を加えても、最終結果にたいした影響はない、と考えているのだ。

偶発性の意義は、あまねく存在する収斂進化が教えてくれる。

要するに、たいていの場合、歴史的事象の連鎖の細部がどうあれ、だいたい同じような結果が生じるのだと、彼らは主張する。

【18】収斂と進化的決定論をめぐる問題は、スティーブン・ジェイ・グールドが『ワンダフル・ライフ』を著した当時は争点になっていなかった

収斂と進化的決定論をめぐる問題は、スティーブン・ジェイ・グールドが『ワンダフル・ライフ』を著した当時は争点になっていなかった。

だが、9年後に出版されたコンウェイ＝モリスとのやりとりのなかで、スティーブン・ジェイ・グールドは立場を明確にした。

【19】スティーブン・ジェイ・グールドは、収斂の重要性は「過大評価」されていると述べ、反証としてまずオーストラリアをあげて、カンガルーはほかのタイプの植物食者に収斂していないと指摘した

スティーブン・ジェイ・グールドは、収斂の重要性は「過大評価」されていると述べ、反証としてまずオーストラリアをあげた。

地球の裏側にやってきたクック船長の探検をもう一度思いだしてみよう。

探検隊が最初に出会った動物のひとつがカンガルーだった。

カンガルーは、現代のオーストラリアにおける植物食の在来種の主役であり、機能

的にはシカやバイソンをはじめ、世界の他地域に住むさまざまな植物食者と同じ位置にいる。

だが、スティーヴン・ジェイ・グールドが指摘するように、カンガルーはほかのタイプの植物食者に収斂していない。

カンガルーとシカが別種の動物なのは、赤ちゃんにでもわかる。

コアラもそうだ。

樹上性のクマのようなコアラは、のんびりと1日20時間も眠り、主食のユーカリの葉を解毒する。

こんな動物は世界中でほかのどこにもいない。

現代どころか、化石記録をさかのぼってもいっさい見つからない。

【20】 1回きりの進化の例をひとつだけあげるなら、カモノハシという動物をおいてほかにはない

だが、1回きりの進化の例をひとつだけあげるなら、この動物をおいてほかにはない。有毒の蹴爪、最高級の毛皮、獲物の筋肉が発する生体電気を探知する鼻先の電気受容器官。

強靱で偏平な尾、水かきのある足、産卵。

そして、カモのようなくちばし。

世界一の不思議動物、カモノハシの姿は、まるで動物界のあちこちからパーツを借りてつぎはぎしたようだ。

【21】 オーストラリアの例ばかりあげてきたが、1回きりの進化はいたるところで起こっている

キリン、ゾウ、ペンギン、カメレオン

オーストラリアの例ばかりあげてきたが、1回きりの進化はいたるところで起こっ



ている。

キリン、ゾウ、ペンギン、カメレオン。

これらの種は、特定の生態学的地位（ニッチ）に完璧に適応していて、進化的な模造品といえるような動物は、現在にも過去にも存在しない

（「1回きりの進化」といっても、必ずしも1種とはかぎらないことに注意。たとえば、ゾウの現生種は3種いて、過去にはマストドンやマンモスなど、もっとたくさんの種がいた。だが、これらの種はすべて、単一の祖先ゾウから派生したものだ。したがって、ゾウは進化的にユニークな存在といえる。長い鼻を生きる術とする生物は、たった1度しか進化しなかったのだ）。

【22】収斂進化は科学の範疇にある現象なのだから、それが普遍的か否かという問いには科学で答えがだせるはずだと思ふかもしれないが、過去に何が起こったかを解明するのは難しい

収斂進化は科学の範疇にある現象なのだから、それが普遍的か否かという問いには科学で答えがだせるはずだと思ふかもしれない。

だが、過去に何が起こったかを解明するのは難しい。

わたしたちが小学校で習う科学の方法論は、観察をもとに仮説を立て、それを実験室での鑑別実験で検証する、というものだ。

この図式は、機械論的科学の営みをきわめてシンプルに表している。

細胞や分子といった「もの」のはたらきを解明する科学分野はこれにあてはまる。ある特定の形質を生みだすのに、ある特定の遺伝子が重要だという仮説を立てたなら、分子生物学の魔法で遺伝子をノックアウトして、その形質が生じるかどうかを確かめればいい。

【23】 進化生物学者は、過去に何が起こったかを解明するが、何が起こったかは観察できないし、進化はきわめてゆっくりと起こるため、リアルタイムの経過観察もできそうにない

だが、進化生物学は歴史学だ。

天文学者や地質学者と同じで、進化生物学者は過去に何が起こったかを解明する。そして歴史学者と同様に、時間の矢の非対称性に悩まされる。

過去に戻って何が起こったかは観察できないのだ。

それに、誰でも知っているように、進化はきわめてゆっくりと起こるため、リアルタイムの経過観察もできそうにない。

【24】 スティーブン・ジェイ・グールドが提案した思考実験は、生命テープのリプレイ、つまり同じ初期状態に戻り、同じ結果が生じるかを見届けるというもので、思考実験とよばれるのには、実世界ではできないという理由だ  
かつて、わたしたちはそう思っていた

スティーヴン・ジェイ・グールドが提案したのは、まさに進化生物学者がやりたい実験だった。

進化を繰り返しリプレイして、その結果が実験上の操作の影響をどれだけ受けるかを調べる。

だが、これが思考実験とよばれるのには相応の理由がある。

実世界ではできない、という理由だ。

少なくとも、かつてわたしたちはそう思っていた。

【25】 ダーウィンも、その後の1世紀の生物学者たちも、ある重要な点で間違っていた

進化は、必ずしも蝸牛の歩みで進むわけではなく、環境が激変しているときなど、自然淘汰が強くはたらけば、進化は超高速で爆走することもある  
そのおかげでわたしたちは、生物が淘汰圧に反応するかどうか、するとしたらどんな反応かを観察できる

ダーウィンも、その後の1世紀のあいだに活躍した生物学者たちも、ある重要な点で間違っていた。

進化は、必ずしも蝸牛の歩みで進むわけではない。

環境が激変しているときなど、自然淘汰が強くはたらけば、進化は超高速で爆走することもあるのだ。

急速な進化は実在し、そのおかげでわたしたちは、生物が淘汰圧に反応するかどうか、するとしたらどんな反応かを観察できる。

だが、それだけではない。

ダーウィンが知ったら仰天するような話だが、いまや研究者たちは、統計処理が可能な、統制された形式にしたがって、条件を操作し、オリジナルの進化実験をおこなっているのだ。

実験生物学者と同じように、わたしたちは進化のメカニズムを検証する。

ただし、場所は自然の中、対象は野生個体群だ。

研究者たちは、ネブラスカの砂丘に設置された2000平方メートルのケージに毛色の濃いネズミと淡いネズミを放したり、トリニダードの溪流に棲むグッピーを捕食者のいる淵からいない淵へと移したり、生きた枝のようなナナフシの生息場所をあれこれ変えたりして、おのこの実験に勤しんでいる。

【26】わたし自身もこうした実験をおこない、バハマの小さなトカゲがなぜ長い脚に、あるいは短い脚に進化するのか、仮説を検証してきた  
トカゲが経験する環境を実験的に操作し、生活場所の使い方を変化させると、島じまの個体群は急速に、かつ予測可能な方向へ進化するのだ

わたし自身もこうした実験をおこない、バハマの小さなトカゲがなぜ長い脚に、あるいは短い脚に進化するのか、仮説を検証してきた。

物好きと思われようが、わたしたちは科学のためなら犠牲をいとわない。

海に囲まれた美しい島じまで、吹きさらしの陸上をほっつき歩くのは重労働だが、誰かがやらなくてはならないし、だからわたしたちがやるのだ。

バハマを毎年訪れ、ポータブルX線撮影装置で無数のトカゲの肢の長さを測定すると、トカゲの個体群は急速に進化しているとわかる。

さらに、トカゲが経験する環境を実験的に操作し、生活場所の使い方を変化させると、島じまの個体群は急速に、かつ予測可能な方向へ進化する。

【27】野生下の進化実験はまだ揺籃期にあるが、実験科学者はこうした仕事を何十年も前から続けてきた

彼らの研究では、自然の中の現実は考慮されないが、そのかわり実験室ならではの厳密さで、緻密に統制された環境の中で、個体群は進化を続ける

野生下の進化実験はまだ揺籃期にあるが、実験科学者はこうした仕事を何十年も前から続けてきた。

彼らの研究では、自然の中の現実は考慮されないが、そのかわり実験室ならではの厳密さで、緻密に統制された環境の中で、個体群は進化を続ける。

そのうえ、寿命の短いモデル生物、とりわけ微生物を使うと、長期間かつ多数の世代にわたる実験が可能になり、進化が起こる余地が広がる。

ある実験研究では、微生物の進化を四半世紀以上にわたって記録し、12の個体群がどれくらい同じ方向に進化するかを検証している。

【28】進化の歴史におけるパターン、すなわち現生種と過去に存在した生物の化石からは、進化がどれくらい同じ結果を繰り返し生みだしてきたかを推定できる

また、いま現在はたらいっている進化のプロセスの研究もできる  
実験をおこない、進化がどれだけ反復的で、予測可能なのかを解明するのだ  
2つを統合することで、いまや研究者たちは、進化の反復性についての理解を深め  
つつある

わたしはよく、進化生物学を推理小説にたとえる。

事件が起こり（つまり何かが進化し）、わたしたちは何が起こったのかを探る。

もしタイムマシンがあれば、過去に戻って自分の目で確かめられる。

もしテープをリプレイできれば、過去の状態をそのまま復元して、再生ボタンを押せばいい。

だが、実際にはどちらも不可能だ。

代わりに、わたしたちは与えられた数かずの手がかりをもとに、シャーロック・ホームズのように、できるかぎり事実を解き明かすしかない。

進化の歴史におけるパターン、すなわち現生種と過去に存在した生物の化石からは、進化がどれくらい同じ結果を繰り返し生みだしてきたかを推定できる。

また、いま現在はたらいっている進化のプロセスの研究もできる。

実験をおこない、進化がどれだけ反復的で、予測可能なのかを解明するのだ。

同じところからスタートしたら、結果はいつも同じになるだろうか？

違うところからスタートしても、同じ淘汰圧がかかれば、同じ結果に収斂するだろうか？

つまり、テープをリプレイできなくても、進化のパターンとプロセスを研究できるのだ。

2つを統合することで、いまや研究者たちは、進化の反復性についての理解を深めつつある。

【29】本書では、どのくらい「生命は繰り返す」のか、つまり種が共通の環境条件に反応して共通の適応を進化させるのかを考える

こうした背景のもと、本書では、どのくらい「生命は繰り返す」のか、つまり種が共通の環境条件に反応して共通の適応を進化させるのかを考える。

大げさに言えば、これは決定論についての本だ。

自然淘汰は、同じ進化的結果を必然的に生み出すのか、それともその生物が経験する特定のできごと、すなわち歴史的偶然性が、最終結果を左右するのか？

【30】 DNA解析や世界の果てでのフィールドワークといった、さまざまな研究手法の統合は、わたしたちを取り巻く生命の進化的起源の解明にどうつながるのかに注目する

同時に、こういったトピックを研究者がどうやって調べるのかも本書のテーマだ。DNA解析や世界の果てでのフィールドワークといった、さまざまな研究手法の統合は、わたしたちを取り巻く生命の進化的起源の解明にどうつながるのか？

そして、科学そのものがどんなふうに進化するのか、新たなアイデアがどこから生まれ、それを検証する研究プログラムがどうやってつくられるかにも注目する。

その主軸は、進化研究における実験的手法の台頭だ。

ダーウィンの時代から1世紀以上も想像すらされなかったアプローチが、いま脚光を浴びている。

【31】 進化はいまこの瞬間も、見渡すかぎりあらゆる場所で起こっていて、その影響が及ぶのはけっして専門家どうしの論争だけではない  
とくに重要なのは、わたしたちヒトと、ヒトを利用する片利共生生物との間の、進化的な直接対決だ

進化はいまこの瞬間も、見渡すかぎりあらゆる場所で起こっていて、その影響が及

ぶのはけっして専門家どうしの論争だけではない。

とくに重要なのは、わたしたちヒトと、ヒトを利用する片利共生生物との間の、進化的な直接対決だ。

一方では、自然がわたしたちの管理に抗い、反撃している。

ヒトが一部の種を「有害生物」とよぶのは、ヒトが自分たちのために取っておくつもりだった資源を、それらが不遜にも利用するからにほかならない。

農地に侵入する雑草、穀物を食い荒らすネズミ、収穫を台無しにする昆虫。

ヒトは化学物質や、最近では遺伝子操作を武器に有害生物と闘うが、やつらはすぐに対抗策を進化させる。

70億人を数え、いまま増えつづけるわたしたち自身も、ときには資源として収奪される。

マラリア、HIV、ハンタウィルス、インフルエンザ。

こうした微生物にとって、ヒトの体は作物と同じだ。

病原体はヒトをうまく利用できるよう進化を続ける。

対するわたしたちは、害虫駆除と同じように、化学物質を武器に病原体と闘う。

だが、病原体はまたたく間に耐性を獲得する。

【32】もし、急速な進化がいつ起こるかだけでなく、どんな形態をとるかも予測できるとしたら、一般原則を導きだせるし、疾病や害虫に効果的な対策を取るための備えになるだろう

ここへきて、偶発性と決定論の論争が現実世界で意味をもつ。

もし、急速な進化がいつ起こるかだけでなく、どんな形態をとるかも予測できるとしたら、一般原則を導きだせるし、疾病や害虫に効果的な対策を取るための備えになるだろう。

だがもし、急速な進化のそれぞれの事例が、その状況に固有の偶発性の産物だとしたら、わたしたちは新たな雑草、害虫、病原体に出くわすたび、進化における宿敵

がどう適応しているのか、それにどんな対処が可能なのかを、一から考え直さなくてはならない。

【33】ほかの生物種と同じく、ヒトにおいても収斂進化は起こってきた人類の歴史に多大な影響を及ぼした皮膚の色や、高標高地への適応など、収斂進化の結果として生じた形質は枚挙にいとまがない

偶発性と決定論の論争は、哲学的な形でも私たちに影響を及ぼす。

ほかの生物種と同じく、ヒトにおいても収斂進化は起こってきた。

たとえば、ヒトだけにみられる、おとなになっても乳を飲み消化する能力は、数千年前に動物を家畜化するまでは無意味だったが、その後世界各地の牧畜社会で収斂進化した。

人類の歴史に多大な影響を及ぼした皮膚の色や、高標高地への適応など、ほかにも収斂進化の結果として生じた形質は枚挙にいとまがない。

【34】もちろん、ヒトという種そのものは収斂の産物ではないわたしたちは1回きりの進化の一例であり、進化的なそっくりさんはいない進化的決定論は、ヒトがどう進化したか、あるいはなぜ進化したかについて、何を語るのだろうか

もちろん、ヒトという種そのものは収斂の産物ではない。

わたしたちは1回きりの進化の一例であり、進化的なそっくりさんはいない。

進化的決定論は、ヒトがどう進化したか、あるいはなぜ進化したかについて、何を語るだろう？

わたしたちが現れなければ、ほかの系統が代役を演じて、最終的にヒトそっくりな種が誕生し、彼らのひとりが本書をうろこに覆われた3本指の手で書き上げた



うか？

この地球ではそうならなかったとしても、木星の衛星や、はるか遠い系外惑星ではどうだろう？

もう一度地球に戻って、この星で収斂進化が実際どれだけ普遍的なのか確かめてみよう。

---

以 上