

| | |
|----------|--|
| 受験 番号 | |
| 氏名 | |

一 次の文章を読んで、後の問に答えなさい。

本稿では、進化のイメージと実際のギャップ、そしてその魅力について少し述べてみたいと思う。

生物における進化の過程を具体的に説明するために、ある単一種の生物の集団、たとえば同じ親から生まれたメダカの集団（いわゆるメダカの学校）を考えてみたい。その中のメダカは全員同じ親から生まれた兄弟姉妹なのでよく似ているが、両親のどちらの遺伝子を受け継いだかの違いや、受け継いだ後に入った突然変異のせいでも、少しずつ違う能力を持っている。この能力の違いによって、それぞれのメダカが残すことのできる子孫の数が変わってくる。たとえば、他のメダカよりも少し速く泳ぐことのできるメダカは、捕食者から逃れやすいため子孫を残す可能性が高いかもしれない。こうした能力の違いが少しでもあり、それによって子孫の数が増えるのであれば、何世代も経るうちに少しずつ速く泳ぐことのできるメダカの子孫が増えていき、いつかはその一帯は速く泳ぐようになったメダカの子孫ばかりになるだろう。こうした残せる子孫の数（これは適応度と呼ばれる）に応じて特定の性質を持つ個体が自然に選ばれる現象は、自然選択と呼ばれる。自然選択は生物が増えるときには必ず遺伝子の組み換えや突然変異が起こり、集団内の個体に性質と適応度の違いを生み出す。こうして生物は自然選択され続け、どんどん適応度を上げていくことになる。これが生物進化における原動力のひとつで、適応進化と呼ばれる。

適応進化が続くと適応度がどんどん大きくなっていくわけだが、もちろんいつまでも続くわけではない。環境から得られる栄養や資源には限界があるので、その限界に近づけばもう集団中に適応度の上だった個体は生まれにくくなり、自然選択も働かなくなってくる。また、先のメダカの例では、当然ながら捕食者の方も自然選択を受けて捕食能力を向上させていくので、どこかでお互いに適応度の上だった個体がめったに生まれなくなるところに落ち着くと予想される。

以上のように、生物進化とは、集団内に適応度の違う個体が生まれ、それが子孫をほかの個体よりたくさん残すことによって起きる現象である。^①この過程では少しずつ変わっていく^②漸進的な変化は起きやすいが、新しい機能が生まれるような革新的な変化は起きにくくなっている。なぜなら変化のもととなっているのは兄弟姉妹の中で生まれる程度の性質のばらつきだからである。たとえば先のメダカの兄弟姉妹の中に、元々持っていた能力がよくなった個体（たとえば速く泳ぐことができるか）は生まれるだろうが、まったく新しい能力を獲得した個体（たとえば四肢を獲得するとか）が生まれることはまず期待できないだろう。四肢までいかなくても、ヒレの付け根が太くなって少し足に近付いたものくらいなら生まれるかもしれないが、そんな役に立たない足みたいなものを持っているとむしろ適応度が下がってしまう、大多数のほかの兄弟姉妹との競争に負けてしまうだろう。自然選択は元々持っていた機能をチューニングして改良することには向いているが、新しい革新的な機能を生み出すには適していないどころか、むしろ妨げることの多いしくみなのである。

^③ここに一般的な進化のイメージと実際の生物進化のギャップがある。一般的な生物進化のイメージは、革新的な変化が起こってどんどん新しい機能を持つ生物が誕生していくものであるが、実際の進化過程は、^④ギソンの機能を少しずつチューニングして最適化することによっており、新しい機能の獲得にはむしろ^⑤ゾガイ的に働くことの多いしくみなのである。

このような生物進化を長い時間スケールで見たとときの、数々の革新的な新機能の獲得（多細胞化や四肢の獲得、^⑥飛翔能力の獲得など）しばしば大進化と呼ばれる）と、実際の進化過程で起きる最適化（しばしば小進化と呼ばれる）のギャップはいまだ生物進化に残る大きな謎である。一応、現代の進化論では、大進化も小進化を何度も繰り返すことによって起きると想定している。たとえばヒトの持つような眼が機能するためには、レンズ、光受容タンパク質、眼球、視神経、脳における画像処理など多数の組織がすべてそろわなければならない。こうした複数の組織を必要とする。^⑦プクサツな機能が、どうやって漸進的な改良しかできない自然選択のしくみで生まれたのかは難しい問題で、ダーウィンも説明に窮していたといわれている。一応、最近の研究では、他の用途に使っていた光受容タンパク質を流用し、レンズの要らないようなピンホール型の眼から、レンズを使った眼へと少しずつ変化させていくことで漸進的に進化させることができたと推測されている。また四肢の獲得についても、ヒレの付け根を太くすることで水草や根の生い茂った水中を移動することに有利と

なり、どんどんヒレが四肢のように太く強くなっていき、そのうち体を持ち上げられるようになったという漸進的な過程が推測されている。

ただ、こうした説明はやはり推測でしかない。眼や四肢などの新しい機能は、それが十分に機能するまではデメリットしかない。原始的な眼や四肢を作るためにエネルギーを使ってしまえば、その分、それを持たない兄弟姉妹よりも適応度を下げるはずである。その低下を補うようなメリットが最初の眼や四肢になれば、自然選択はむしろ原始的な眼や四肢を生み出さない方に働いてしまう。自然選択には将来を見通すしくみはない。どんなに将来性のある機能でもそれがすぐに役に立たない限りは、自然選択はそれを除く方向に働いてしまうのである。こうした近視眼的な自然選択のしくみでどうやって革新的な変化が生まれるのかは、生物進化における大きな謎として残されている。

この謎を解くためのひとつの方法は、実際に目の前で起きている小進化を観察する、あるいは実際に小進化を起こしてみても大進化のきっかけを見つけることである。小進化は自然界でも比較的簡単に観察することができるし、計算機のなかや実験室で起こすこともできる。たとえば、最近起きているコロナウイルスによるパンデミックでは、新しい変異型のコロナウイルスが次々に現れて集団を塗り替えていった。アルファ株からデルタ株、オミクロン株とどんどんコロナウイルス集団を占める変異型が変わっていったのを覚えておられる方も多いと思う。この過程では少数の突然変異により免疫原性や感染能力が変わった株が割合を増やした。これはまさに小進化過程である。同様に実験室内での微生物の進化実験では薬剤耐性菌の出現が観察されたり、計算機の中の進化実験でも、より適応度の高いプログラムが進化したりする過程は比較的簡単に観察することができる。

一方で新しい機能が獲得されるような大進化過程は、筆者の知る限りいまだに観察されたことはない。これは大進化には時間がかかるとすれば当然ではある。しかし、世代時間の短い生物（細菌なら一世代数十分）や自己複製分子（一世代数分）、計算機プログラム（一世代ミリ秒以下）ならば、その片鱗は見られる可能性がある。最新の研究によると、実際に細菌や単細胞微生物を使った年単位におよぶ進化実験では、今までは使えなかった糖を栄養として使えるようになる機能が生まれたり、単細胞だったものが多細胞に近付いて行く様子も観察されている。ただ、これらの機能はもともと持っていたが使っていなかったのを再獲得したのであり、まったく新奇の機能が生まれたわけではないという。ヒハ^hンもある。また計算機を使った進化実験では、自己複製するプログラムを作り、複製時にプログラムにわざと突然変異を入れることで自然選択を起す試みもされている。この場合は一世代が圧倒的に短く、生物進化に匹敵する世代数の計算機実験を行うことができる。こうした試みのひとつであるAVIDAというプログラムでは、人間が思いつかないようなアルゴリズムが自然選択により生まれること（これが大進化に相当するかと思われる）を期待していたそうだが、どんなに進化させても残念ながら今のところ想定^oの。ハ^hン内のプログラムしか出てきていないようである。なぜ、大進化に相当する現象が実験室や計算機の中では起きないのか、なにか最初の設定がよくないのか、あるいは起きているが気づいていないのか、いまだによくわかっていない。

（市橋伯一「なぜみんな進化が好きなのか」より）

問一 傍線部 a s e のカタカナを漢字に改めなさい。

問二 傍線部①の「この過程」が指す現象を何と言っているか、本文中の単語で答えなさい。

問三 傍線部②の「漸進」の読み方をひらかなで答え、意味を次の選択肢の中から選んで、アエのカタカナで答えなさい。

ア 実際だつて新しいこと イ 少しずつ進んでいくこと ウ 一時的なこと エ 行ったり来たりすること

問四 傍線部③の「一般的な進化のイメージと実際の生物進化のギャップ」を具体的に説明しようとした次の文章の空欄を本文中の表現を使って埋めなさい。

一般的な進化のイメージとは、たとえば、空欄Aのようなものだが、実際の生物進化は、たとえば空欄Bのようなもので、革新的な機能を持つ生物の誕生は、適応度を下げてむしろソガイ的に働くもので、そこには大きなギャップがある。

問五 傍線部④の残された「生物進化における大きな謎」を解明するための方法として筆者が示していることを、要約して箇条書きにし、て答えなさい。

□ 次の詩を読んで、後の問に答えなさい

欠落

新川和江

わたしは
蓋のない容れものです
空地に棄てられた
半端ものの井とんがか 深皿のような…

それでも ひと晩じゅう雨が降りつづいて
やんだ翌朝には
まっさらな青空を
溜った水と共に所有することができます

蝶の死骸や 鳥の羽根や
無効になった契約書のたぐいが
投げこまれることも ありますが
風がつよく吹く日もあって
きれいに始末してくれます

誰もしみじみ覗いてはくれませんが
月の光が美しく差しこむ夜は
空っぽの底で
うれしくうれしく 照り返すこともできる

棄てられている瀬戸もののことですか？
いいえ わたしのことです

問一 この詩の表題「欠落」は、何のどのような状況を指しているか、わかりやすく答えなさい。

問二 第二連を「それでも」「まっさらな青空」「溜まった水と共に所有することができます」に留意してわかりやすく解しなさい。