

子ども学と進化生物学

東京大学大学院情報学環助教授

佐倉 統氏

*プロフィールの詳細は、9ページをご参照ください。

佐倉です。私はもとはサルの生態学を専攻していましたが、現在は科学技術論とか、生物学と社会との関係といったことを研究しております。

実は、口の悪い同僚にこの基調講演の話をしちゃったら、なぜ佐倉が子ども学会で基調講演をするんだといったことを言われました。でも、「子ども学」というのは、心理学者や小児科の先生といった、子どもと密接に関わる方たちだけではなく、どんな分野からもアプローチできるし、またアプローチできるようにしなければいけない。それが大事なんだと答えたのが、つい数日前のことです。

だいたい、進化とか生物学という話をすると、特に教育に携わっていらっしゃる方からは、優生学であるとか、遺伝的な決定論であるという批判を非常に強く受けます。実際、少し前までは、学問的に未成熟な部分があり、なんでもかんでも生物的に説明してしまうという過ちも多かったんですが、最近、ゲノムの科学が進み、また進化生物学自体も理論的に洗練されてきていて、優生学という面については注意深く排除しつつ、学問的に進展しています。また、逆に、子どものことを考えるときに、人間の生き物としての側面を考えないことで、非常に重要な部分に注目できなくなっているのではないかという感じもしております。

最近の研究で、人間とチンパンジーの遺伝子、DNAの距離を見ると98.4%——98%から99%が同じだということが明らかになってきました。

遺伝子というのはよく「生き物の設計図」だという言い方がされますけれども、私はこの言い方があまり好きではありません。設計図どおりに組み立てると、誰がつくっても同じになるというイメージがあるからです。実際には、遺伝的には同じでも環境が違えば違う生き物になるわけですから、私自身は遺伝子は料理のレシピや音楽の楽譜のようなものだと思います。つまり、調理人や演奏者が違えば違ったものになると。

また、これもよく誤解されることですが、チンパンジーが進化して人間になったわけではありません。映画の『猿の惑星』などはそういう話ですが、そうではなくて、両者の祖先が500 万年前には同じだったということです。それ

が枝分かれして500 万年間進化して、片方はチンパンジーになり、片方は人間になったわけです。チンパンジーがあと500 万年たつと人間になるわけではないんです。そして、この500 万年というのはとても長い時間のように思われますけれども、生物全体の歴史は48億年ですから、0.08%ぐらいの時間でしかありません。

人間とチンパンジーの違いは？

しかし、いずれにせよ、人間とチンパンジーの遺伝子が98%から99%も同じというのは、相当ショッキングな話でした。それぐらい両者は、生き物としては似ているんです。しかし、見た目だけではなく、実際の行動という点ではものすごく違う。この違いを生み出したのは何かということですが、結論から言うと、これは脳の違いです。

ご覧いただいているのは、頭の断面の写真です。左が人間の脳、右がチンパンジーの脳で、同じスケールです。

脳の容積はヒトが1400mlから1500ml、チンパンジーが450ml ぐらいですから約3 倍の違いがあります。さらに、ヒトは言語野という言語に関する部分が非常に発達していますが、チンパンジーは小さい。それから前頭前野とか前頭連合野といわれているおでこの部分が、ヒトは前に出ていますが、チンパンジーは前に出ていません。この部分がどういう機能を担っているのかは、まだよくわかっていないのですが、最近は人間の意識や自我のイメージをつくるのに大きく関与しているという説が有力になってきています。一方で、小脳のような身体運動に関する部分は、チンパンジーもあまり小さくありません。

もう一枚、体の大きさに対する脳の大きさの関係をグラフにしたものを見てください。横軸が大人の平均体重、縦軸に脳の容積をとってプロットしたものです。

チンパンジー、オランウータン、ゴリラといった、ヒトに近い原生の大型類人猿は、体重と脳容積がだいたい一定の関係を保っています。絶滅してしまったアウストラロピテクスという猿人の仲間——これはヒトの方の系列にはなかったんですが——の脳の相対的な大きさも、原生の



大型類人猿と同じぐらいの比率です。

ところが、ホモ・ハビリス、ホモ・エレクトゥス、ホモ・サピエンスという、現在のヒトにつながる系列は、体重に比べての脳の大きさが、時代を下って新しくなるにつれてどんどん大きくなってきています。

このように脳が大きくなった結果、どういうことがもたらされたかという、一つには、学習能力、教育能力の発達があります。また、前頭連合野が発達したことで、自我や自意識が発達しました。こうしたことから、文化的な活動が活発になり、複雑な社会をつくるようになったわけです。

ホモ・ハビリスという250万年ぐらい前の人類の生活の様子をみますと、石器や棒などの道具を作り、使っています。そして、共同で狩りをしている。つまり、社会的分業みたいなものがあつたことがわかっています。そして、100万年から50万年ぐらい前の原人、ホモ・エレクトゥスになると、火を使って暮らすようになります。

また、20万年ぐらい前のネアンデルタール人は、死んだ仲間を埋葬していました。イラクのシャニダールにある遺跡で発掘された化石を調べたところ、赤や青、黄色、ピンク、紫といった数種類の色の花が供えられていたことがわかりました。このことから、仲間を弔うという気持ちがあ

つたと考えられています。

さらに最近の、4万年ぐらい前のホモ・サピエンスになりますと、洞窟の壁面に彫刻というか絵画のようなものを描くようになります。つまり、ある種の芸術活動、あるいは呪術活動のようなものが盛んになってきます。そして、2万年ぐらい前の、有名なラスコーの洞窟の壁画や、女性の多産性を表わしたと考えられる「ウィレンドルフのビーナス」、アルタミラの洞窟絵画などでは、いよいよ芸術的なものがみられます。

文化も生命のように進化する

このような人間の文化は、どのような特徴を持っているのでしょうか。

スティーヴン・ジェイ・グールドという、去年亡くなりましたアメリカの進化生物学者は、ミッキー・マウスの体型や顔が時代とともに変わっているということに注目しました。そして、ミッキーがデビューした1930年代から80年代までの体型や顔を調べてみました。すると、だんだん、赤ちゃんのプロポーションになってきていることがわかりました。

デビュー当時のミッキー・マウスは、手足が細くて目も

黒かったんですが、80年代になると、足が短くなり、おなかが出た、ずんぐりむっくり体型。顔は白目が大きく、おでこは丸くなり、口の先が短くなっています。

では、なぜミッキー・マウスは赤ちゃんの体型や顔になっていったのか。これについては、オーストリアのコンラート・ローレンツという動物行動学者の研究がヒントになります。

ローレンツは、人間をはじめイヌや鳥など、子どもが親の世話を必要とする動物のプロポーシオンの成長変化を調べました。それによると、それらの子どもはいずれも、親に比べるとずんぐりむっくり体型で、おでこが広く、目が下の方にある。つまり、丸い形に近い子どもの方が、親あるいは大人の世話をたくさん受けるので生存の確率が高い。だから、子どもは丸い形になってきた。また、丸い形を見ると、大人の方には、かわいいと思うような反応が出てくる。つまり、子どもの丸い形と、親のかわいいという反応がお互いに強化し合うような形で進化してきたと考えられます。

そこで、先ほどの話に戻ると、ミッキー・マウスという人工物も、お客さんの「かわいい！」という反応が増える方向に進化してきたと考えられるわけです。

こういう仮説が1つ出ると、世界中の動物行動学者が、その国のいろいろなアニメのキャラクターを測り始めました。スヌーピー、ドナルドダック、日本ではドラえもんとかフジ三太郎だとか。測ってみると、若干の例外はあるんですが、基本的にはこのパターンを踏襲していて、だんだん赤ちゃんのプロポーシオンになるように変化しています。つまり、環境に合わせて進化していくという点では、人工物も普通の生き物と同じような進化をするわけです。

人工物の共進化

もう一つ、生き物の進化と同じように変化をしていく人工物の例として、ヘンリー・ペトロスキーというアメリカの技術史学者が書いた『フォークの歯はなぜ四本になったか』という本のご紹介をします。

16世紀から17世紀前半のイギリスの食器のセットを見ると、フォークはありません。当時の人々は、ナイフ2本でステーキを食べてたわけです。しかし、危ないし、食べにくいというので、金属加工技術が進むにつれてナイフの先が2つに分かれてフォークが出てきます。17世紀の後半のことです。これで少し、便利で安全になった。でも、ナイフの先にすき間があるので、つけ合わせのグリーンピースやコーンがぼろぼろこぼれてうまく食べられません。そこ



で、つけ合わせはナイフで食べようということで、ナイフがだんだん大きく、そして先が丸く曲がった形に変わっていききました。

しかし、肉はフォークで、グリーンピースはナイフでというのは、やはり食べにくい。では、フォークで両方が食べられるようにすればいいのではないかとということで、19世紀になると、歯の間がちょっと狭いものや、歯が3本、そして4本というように、いま見るようなフォークができてきます。そして、フォークの形が変わるにつれて、ナイフは曲がった形からまっすぐに戻っていきます。

つまり、フォークができることでナイフの形が変わり、フォークの形が変わることで、またナイフの形が変わる。フォーク、ナイフ、フォーク、ナイフというふうには、互いに影響し合いながら形が変わっていったわけです。これは、生物の世界でいう「共進化」と非常によく似ています。

共進化を説明する例として、ランの花とミツバチの例をご紹介します。ランの花が蜜を出すのは、ハチに来てもらって花粉をまいてもらうためです。できるだけたくさんハチに来てもらいたいため、ランの花は一度にたくさん蜜を取られないようになっていきます。ところが、ハチの方は一回ですべてできるだけたくさん蜜を吸った方が得です。そこで、ハチの蜜を吸う管は、どんどん太く、長く進化していききます。一方、ランの花は、蜜を取られないようにと、蜜をためている袋をどんどん下げっていくという進化をします。つまり、ハチの管はどんどん長く、ランの花の蜜の袋

はどんどん下がるという、追いかけてこをするわけです。

ところが、ハチの蜜を吸う管は、長くなると折れやすくなったり、飛びにくくなったりするので、そうそう長くは進化できません。そこで、どうするかというと、花の下から管を刺して蜜を吸うという手を考えるものが出てくるんですね。「盗蜜」といいますが、これをやれられてしまうと、ランとしては花粉はまいてもらえずに蜜だけを盗まれちゃうことになる。大損です。そこで今度は、蜜袋を上げていくような進化が始まります。このように、互いに相手の進化に影響を与えながら繰り返される進化が共進化です。

まとめますと、文化も、ミッキーマウスの例のように環境に合ったものが残っていくという進化をし、フォークとナイフの例のように相互に影響しつつ変わっていく共進化もするわけです。つまり、文化も進化する。そして、そのパターンは、生命の進化と似ているということが出来ます。

ミームと遺伝子の関係

文化現象も生命と同じように進化すると考えると、生命での遺伝子に相当する情報の単位が想定されます。それを「ミーム」と呼んでいます。

では、ミームと遺伝子の関係はどうなっているかといいますと、理論的には、ミームは遺伝子と「協同関係にある」、「中立な関係にある」、「対立関係にある」という3つの関係が考えられます。それぞれの具体例を次にお話します。

まず、ミームと遺伝子が協同関係にある、すなわち利益が相互に一致する場合です。

たとえば、牛乳の消費量が多い国では、乳糖を分解する酵素—— β -ガラクトシダーゼといいます——その遺伝子 (lacZ) を持っている人の割合が高いということがわかっています。つまり、牛乳をたくさん消費するところでは、この遺伝子を持っている人が適応度が高いので、増える。そして、この遺伝子を持っている人が多いところでは、牛乳の消費は適応的な文化現象なので、その消費が伸びるという関係があるということです。

次に遺伝子とミームの関係が中立的な例としては、服の色とか映画の好みがあげられます。たとえば、よほど変な服を着ていなければ、健康に害があるということはありません。あるいは、人間の文化のほとんどは、遺伝的には中立的だと考えている人も少なくありません。

相互に対立する例、つまり遺伝的には適応度が低いというか、害があるといってもいいと思いますが、そういう文化現象がブームになることがあります。纏足(てんそく)とか、コルセットとか、自爆テロとか、自殺カルトの例が

あげられます。これらはすべて体に害を与えますが、そういうものでも、ミームの頻度は増える。つまり、ミームのレベルで見れば成功するものが少なくありません。

纏足は、中国の明朝、清朝の時代に流行した文化です。足の小さい女性が美しいということで、足の骨が固まる乳幼児期に足を折り曲げ、縛ったままで成長させました。もちろん、そんな足ではきちんと歩けない。よちよちと、お尻を振り振り歩く。それが、後ろから見ると色っぽいというようなことが言われました。また、折り曲げていたことで壊死した部分に男性が生殖器をこすりつけて、性的快楽を得たということもあった。

生き物の身体という点で見ると、明らかにマイナスの文化ですが、纏足をした女性の方が家柄のいいところに嫁げるということで、娘に纏足をしてやるのが親の甲斐性だという意識が定着する。こうした文化が、中国社会の中ではステムとして定着していたわけですね。シンデレラの物語も、足が一番小さい妹がハッピーになるという話です。

あるいは、ウエストが細い女性の方が美しいという文化も、かなり普遍的に見られます。

20世紀初頭の『ハーバース・バザール』という雑誌に載ったエレクトリック・コルセットの広告には、ニューヨークのW・A・ハモンド博士の推薦文が載っているんですが、これを読むと、万病に効くと書いてあります。リュウマチも腎臓障害も肝臓障害も治る、冷え性も治りますみたいなことが書いてあって、健康にいいと。

なぜこんな推薦文があるのかというと、19世紀の末からの女性解放運動の流れで、女性の体を締めつける衣服はよくないということでコルセットに対する批判がものすごく高まっていたからです。それに対して、この新発売のコルセットは、そういうものを解決したヘルス・コンフォート&エレガンスなものであるということをアピールしているわけです。ほかにも、母親が子どもにコルセットをつけさせて、鏡を見せて「ほら、きれいでしょ」と言っているような広告もある。そういう形で、健康にはよくないけれども、コルセットが広がっていったという時代があります。

このように、生き物としての人間、遺伝子的に見て、マイナスの文化は、非常にたくさんあります。それはなぜかということ、遺伝子がゆっくり進化するのに対して、ミームは非常に速く進化をするためです。

我々の身体は、だいたい1万年前から数万年前の環境に適応しています。つまり、人間の生き物としての身体は、1万年前の石器時代、洞窟に住んでいた頃の環境に適応しているんです。ところが、ミームは非常に速く進化するので、人間は生き物として適応していた環境とはまったく違

う環境を人工的に作り出してしまいました。ですから、遺伝的には非適応的なミームも、時として非常に流行してしまうわけです。その意味では、人間の持っている文化は、遺伝子の立場から見ると、非常に悪いものもたくさんあるということなのです。

社会的動物としての人間

今度は社会の話です。先ほどお話した、花を添えられたネアンデルタール人の化石が発掘された遺跡からは、右腕が肩の付け根からない遺体の化石も発見されています。多分、生まれた時からなかっただろうと考えられています。ところが、その人は当時の平均寿命より長いぐらい生きていますね。当時の過酷な環境の中で、右腕のない人が一人で生き抜けたとはちょっと考えられない。このことから、ネアンデルタール人はハンディキャップを持った人を社会全体で支える、社会保障のような仕組みを持っていたのだらうと考えられます。人間は、このように社会共同体を形成して助け合うという特徴をもっているのです。

もちろん、ほかの生き物でも、親や血縁者が助け合うということはあります。しかし、それは共通する遺伝子を残すということで説明できます。しかし、人間は血縁関係のない個体でも助け合う。これは生き物全体から見ると、かなり特異なことなのです。

人間はアカの他人にも結構親切にしますし、親切にされると嬉しいだけでなく、親切にしても嬉しい。これはかなり生得的にそういった感情を持っているのではないかと考えられます。人間は、記憶能力、個体識別能力が高く、寿命が長いために、トータルとして見るとお互いに助け合うことがプラスになるような社会を形成している——これが、ほかの生き物と比較した時の、人間の社会の特徴です。

そのような緊密な共同体の例として、アメリカのフィラデルフィア郊外に暮らしているアーミッシュの例があります。ドイツ系の宗教色の強い共同体で、現代文明をすべて拒否した、特異な生活形態をもっていますが、ここでは、誰かが家を建てる時は村じゅう総出で手伝います。その代わりに、自分が家を建てる時には手伝ってもらいます。ハリソン・フォードが主演した『刑事ジョン・ブック／目撃者』という映画がありますが、その舞台となった村です。実際のロケは別の場所で行われていますが、設定としてはここが舞台。非常におもしろい映画ですので、もし、ご覧になっていない方はぜひご覧になることをお勧めします。

もちろんアーミッシュではなくても、ボランティア活動は日本でもどこでも盛んです。やはり、人というのは助け

合う生き物であるということなのです。

しかし、仲間と助け合うということが道徳や倫理の根っこにあるということは、仲間とよそ者を区別するということでもあるわけです。仲間同士は助け合って、その裏側としてよそ者は差別しましょうという特徴も、生き物としての人間は持っているわけです。何をよそ者とするかは、時代や文化によって変わってきますが、肌の色や言葉、生活の伝統、あるいは宗教的な正統や異端、そういうことで仲間とよそ者を区別する文化装置を人間は常に作り出してきたと考えられます。

たとえば、ベルギーでは、北と南で言葉が違います。北の方はオランダ語系のフラマン語で、南の方はフランス語系のワロン語です。そういう違いから、いろいろな対立がずっとありました。オランダ語の地域にあったルーヴァンの大学では、そのためにずっと差別されてきたと思っていたフランス語を話す先生たちが、ルーヴァン・ラ・ヌーヴ＝新ルーヴァンという別の大学町をつくって引っ越したという例もあります。

こうした言葉の違いに代表されるさまざまな文化の相違は、非常に大きな差別の道具になることもあります。たとえばヒトラーのように、ユダヤ人であるというだけで絶滅させようということにまでなってしまうわけです。

進化から見た教育

さて、教育というのは、子どもに社会の一員になるための知識を伝える、すなわちミームを次世代に伝えるということにほかならないわけですが、ほかの生き物と比較したとき、文化という点でも社会という点でも、教育は最も人間らしい行為だといえます。ほかの生き物にも情報を次の世代に伝えるということはあるわけですが、人間のように体系的に、また時代を超えて常に受け継がれていくような教育システムというのは、ほとんど見られません。最も人間らしい行為の一つが、教育なのではないかと思います。

では、その文化、ミームはどういうふうに関わるのかといいますと、自分だけでやるのではなくて、他人から教えてもらう、あるいは周りの人がやっているのを見て伝えられていきます。つまり、文化は社会的学習によって伝えられるわけです。社会的学習には、多様なお手本が必要不可欠です。従来は、さまざまな大人に接することで、多様なお手本が確保されていたと考えられます。

ところが、世の中が複雑になって分節化してくると、お手本の多様性が維持しにくくなってきます。学校に行くと、塾に行くと、家に帰って……という生活では、子どもが

会う大人が、塾の先生と学校の先生と父親、母親だけになってしまう。昔は、隣のおじいさんから「何やってんだ」とか言って怒られたりしたけれども、そういうことがなくなってくる。そうなると、社会を維持して次の世代に伝える教育がうまく機能しなくなってくるのではないか。このあたりは、このあとのシンポジウムでご議論いただければと思っています。

ニホンザルの文化的伝承

次に、ニホンザルの社会で、文化がどう伝わっているか、社会がどう営まれているかという話をします。

ニホンザルの群れは、だいたい数十頭から100頭ぐらいです。ところが、有名な大分県の高崎山自然動物園では、餌づけをしているために1000頭ぐらいの群れになってしまっています。このように群れのサイズが大きくなりすぎると、どうも個体どうしの順位がうまく認識されていないようです。たとえば500位と1位とのサルがたまたま出会ったところへ餌を投げると、500位のサルは相手が強いサルだということを知らないの、餌を取りにいった、やられてしまう。そういうことが観察されています。

順位というのは、200とか500を超えるぐらいからわからなくなってくるんです。社会を円滑に機能させる仕組みが、機能しなくなってくるわけですね。大きな会社になると、社長さんの顔も知らない、名前も知らないといった話をよく聞きますが、それと同じようなことがニホンザルの社会でも、不自然な環境では生じてくるわけです。

考えてみると、大きな会社もそうですし、この大きな都会もそうですけれども、もともと人間は、こんな大きな集団、社会では暮らしていなかったわけです。そういう不自然なことが起こっているのが、現代の状況だということです。

では、人間にとって適切な群れサイズはどれくらいか。生き物として考えると、200ぐらいが限界かなと思います。顔と名前を覚えられる限界は200とか300ですから。しかし、実際の社会はもっと多様で大きく、バーチャルな社会もあり得ます。その場合は、文化として最適な部分と、遺伝子としての最適な部分とのギャップを埋めるような手続が必要になってくるわけです。

遺伝子とミームの乗り物としての人間

人間は、遺伝子の乗り物であると同時に、文化、ミームの乗り物でもあります。また、人間は社会の中で暮らす生

き物であり、生得的にもそのようにできている。さらに、人間は生得的に学習するようにプログラムされています。そして、社会は、文化の貯蔵と伝承のメディアであると考えられます。

先ほど、人間はもともと仲間うちでは仲良くするけれども、よそ者は区別して差別するという話をしました。しかし、一方では差別することに対抗するミームもずっと昔からあるわけです。たとえば、博愛主義の伝統や世界主義もそうです。そして、これはゲノム研究の帰結として重要なことだと思うのですが、遺伝子から見ると、人間は1つの種であり、見た目の違いも、ほんのわずかの塩基の違いであるという知見から見ることによって、人間はみんな同じだという価値観が導かれるのではないかと考えています。

私たちがどういったミームをつくり出し、仲間に伝え、次に残していくことができるのか——これは、生き物としての人間がどうできているのかということ踏まえながら、私たち自身が考えてつくっていくしかないのではないかと考えています。

最後は、インドの貧しい町の写真をご覧ください。この写真では、子どもが壁で計算の練習をしています。こちらの写真は、女の子が道に落ちていた板に字を書いて、文字を練習しているところです。このように、何かちょっとした機会があれば、子どもは学習するわけですね。そういう本能を持った生き物が、人間なんだということです。

逆に言えば、子どもが何を学習し、何を伝えられるのか、ここをどういうふうにデザインしていくかということ、大人は考えていかなければならないということです。遺伝子べったりになっても、逆に生き物としての特徴を無視した話になってしまっても、どちらもうまくいかないと思います。

以上で、私の話を終わります。ありがとうございました。