

哺乳綱および霊長目の発生および進化過程における ヒトの情報行動の基盤の形成について

— ヒトの情報行動の形成過程（1） —

桑原 尚史*

要 旨

本研究は、ヒトの情報行動の形成過程を考察することを目的としている。本稿においては、哺乳綱および霊長目の発生および進化過程において、ヒトの情報行動の基盤を形成した要因を検討することを目的とした。その結果、1) ペルム紀における酸素濃度の低下、2) 三畳紀におけるパンゲア大陸の分裂、3) 三畳紀における捕食者の存在、4) 新生代第三紀における霊長目の樹上適応、5) ジュラ紀における被子植物の繁栄、という要因がヒトの情報行動の基盤を形成した主たる要因であるとの考察がなされた。

キーワード 情報行動 哺乳綱 霊長目

A study of the factors that constructed the foundations of human information behavior at the generation and the evolution stages of Mammalia and Primates

Takashi KUWABARA

Abstract

The present study forms the first of a series of investigations on the processes shaping human information behavior. This paper contemplated the factors that constructed the foundations of human information behavior at the generation and the evolution stages of Mammalia and Primates. The evaluation revealed that at its roots, human information behavior was shaped by 1) the decreased oxygen concentration occurring in the Permian period, 2) the division of Pangea during the Triassic period, 3) the presence of predators in the Triassic period, 4) the adaption of Primates to trees during the Neogene period, and 5) the prosperity of angiosperms in the Jurassic period.

*関西大学総合情報学部, メール kuwabara@kansai-u.ac.jp

Keywords: human information behavior, Mammalia, Primates

1 本稿の目的

感覚器官により情報を受容し、それを解釈し、そして、自らも情報を生成し、情報を発信するといった、情報に関わる行動を総称して情報行動と呼ぶならば、ヒトの情報行動は他の動物と比較して際だった特徴を有している。まず、ヒトは、優れた視覚機能および高度な認知機能を有している。そして、複雑な言語体系を用いて、個体間において緻密な意思疎通を行い、階層化および制度化された社会を構成し、そのなかで、協力行動、分配行動、競争行動、および、交換行動といった多様な社会的行動を展開する。また、ヒトは、音声言語のみならず書字言語を使用し、文明を形成し、道具を用いて時間や空間を越えて情報を伝達する。このような情報行動が可能であるのは、言うまでもなくヒトのみである。

本研究は、このようなヒトの情報行動の特殊性が、いかに形成されたのかを俯瞰することを目的としている。本研究においては、ヒトの情報行動の形成過程を次の3つの過程に分けてこの問題を考察する。第1の過程は、哺乳綱および霊長目が発生し、進化する過程である。この過程においては、ヒトが誕生し、進化の道を歩み始める時点において、どのような情報行動の基盤が形成されていたのかという点に注目する。第2の過程は、ヒトの進化の過程である。この過程においては、ヒトが誕生後に乾燥化あるいは寒冷化といった環境の変化に対して進化的適応を行うなかで、情報行動をいかに形成していったのかという点に注目する。第3の過程は、現生人類であるホモ・サピエンスが誕生し、その後、環境の変化に文化的適応を行い、社会を構築していった過程である。この過程においては、農耕が開始され、社会および国家が構築され、宗教や経済が生まれ、文明が形成され、そして、文明あるいは国家が対立するなかで、ヒトの情報行動がいかに変容していったのかという点に注目する。

そこで、まず、本稿においては、第1のヒトが誕生する以前の過程をとりあげ、哺乳綱および霊長目が発生し、進化する過程のなかで、いかなる要因が作用し、ヒトの情報行動の基盤が形成されたのかを概括することを目的とする。

2 生物の系統発生

さて、生物は、約38億年前の古原生代に、原核生物 (*Prokaryota*) として誕生した。その後、約20億年前の中原生代には、細胞構造が複雑化し、核 (nucleus)、核膜 (nuclear envelope) および細胞小器官 (organelle) を有した真核生物 (*Eukaryote*) が発生するが、これらはいずれも単細胞生物 (unicellular organism) であった。多細胞生物 (multicellular organisms) が発生するのは、約10億年前の新原生代である。そして、約6億年前の古世代のカンブリア紀に、バージェス動物群 (Burgess fauna) のピカイア (*Pikaia*) に代表される、脳と中枢神経を有する脊索動

物 (chordata) が発生する。その後、5 億年前のオルドビス紀には無顎綱 (*Agnatha*)、4 億 7 千年前のシルル紀には板皮綱 (*Placodermi*) といった原始的な魚類が誕生し、4 億年前のデボン紀の前期には軟骨魚綱 (*Chondrichthyes*)、続いて硬骨魚綱 (*Osteichthyes*) が発生し、デボン紀の後期には両生綱 (*Amphibia*) が発生する。そして、約 3 億年前の石炭紀には、爬虫綱 (*Reptilia*) が発生する。鳥綱 (*Aves*) および哺乳綱 (*Mammalia*) が発生するのは、約 2 億年前のジュラ紀から三畳紀にかけてのことである。

すなわち、多細胞生物の一部が進化し、脊索動物となり、脊索動物の一部が進化し、硬骨魚綱となり、その硬骨魚綱の一部が進化し、陸上へと進出し、誕生したのが両生綱である。そして、その両生綱の一部が進化し、完全に陸上化し、爬虫綱となり、さらに、その一部が進化し、鳥綱あるいは哺乳綱へと進化したのである。

3 現生哺乳綱の分類とその特徴

現生哺乳綱は、おおそ5400種の動物より構成され、27目に分類することができる。それは、1) オーストラリア、タスマニア、およびニューギニアに棲息する、嘴を有するカモノハシや、背面が棘で被われているハリモグラが属する単孔 (*Monotremata*) 目、2) ネズミに酷似し、フクロネズミとも呼ばれる、南アメリカ大陸を中心に棲息するオポッサムが属するオポッサム (*Didelphimorphia*) 目、3) ネズミあるいはモグラに酷似し、アンデス高地に棲息するケノレステスが属するケノレステス (*Paucituberculata*) 目、4) ネズミに酷似し、チリやオーストラリアに棲息するチロエオポッサムが属するマイクロビオテリウム (*Microbiotheria*) 目、5) ネズミに酷似し、タスマニアに棲息する夜行性で昆虫食のフクロネコが属するフクロネコ (*Dasyuromorphia*) 目、6) ネズミに酷似し、オーストラリアおよびパプアニューギニアに棲息するバンディクートおよびミナガバンディクートが属するバンディクート (*Peramelemorphia*) 目、7) モグラに酷似し、オーストラリアに棲息する目や耳が退化したフクロモグラが属するフクロモグラ (*Notoryctemorphia*) 目、8) オーストラリアを中心に棲息するカンガルー、クスクス、フクロモモンガ、およびウォンバットが属する双前歯 (*Diprotodontia*) 目、9) ネズミに酷似し、アフリカに棲息するテンレックが属するテンレック (*Tenrecomorpha*) 目、10) ネズミに酷似し、南アフリカに棲息するハネジネズミが属するハネジネズミ (*Macroscelidea*) 目、11) アリクイに酷似し、アフリカに棲息するツチブタが属する管歯 (*Tubulidentata*) 目、12) ウサギに酷似し、アフリカに棲息するハイラックスが属する岩狸 (*Hyracoidea*) 目、13) ゾウが属する長鼻 (*Proboscidea*) 目、14) 海棲で草食性のシュゴンやマナティが属するカイギュウ (*Sirenia*) 目、15) 歯が退化し、アメリカ大陸に棲息するアルマジロ、ナマケモノおよびアリクイなどが属する貧歯 (*Edentata*) 目、16) ネズミあるいはリスに酷似し、哺乳綱が発生した時の姿をとどめているとされるツバイが属するツバイ (*Scandentia*) 目、17) ムササビに酷似し、飛膜を有し、東南アジアに棲息するヒヨケザルが属する皮翼 (*Dermoptera*) 目、18) サルおよ

びヒトが属する霊長 (*Primates*) 目, 19) ウサギやナキウサギが属するウサギ (*Lagomorpha*) 目, 20) ネズミ, リス, ビーバーやヤマアラシなどが属する齧歯 (*Rodentia*) 目, 21) トガリネズミ, ハリネズミやモグラなどが属する真無盲陽 (*Eulipotyphla*) 目, 22) ウマ, サイ, バクなどが属する奇蹄 (*Perissodactyla*) 目, 23) ラクダ, イノシシ, ウシ, カバ, シカなどが属する偶蹄 (*Artiodactyla*) 目, 24) クジラおよびイルカが属するクジラ (*Cetacea*) 目, 25) コウモリが属する翼手 (*Chiroptera*) 目, 26) アフリカおよび南アジアに棲息する全身が鱗で被われているセンザンコウが属する有鱗 (*Pholidota*) 目, そして, 27) ネコ, イヌ, キツネ, クマ, イタチ, アザラシなどが属する食肉 (*Carnivora*) 目, といった27目である. なお, このうち, 偶蹄目とクジラ目をひとつの目と見なし, 鯨偶蹄目 (*Cetartiodactyla*) として扱う分類もある.

さて, これより, 哺乳綱がきわめて多様な動物より構成されていることがわかる. たとえば, 形態にしても, ネズミやリスなどが属する齧歯目のように小さな形態の動物から, 長鼻目のゾウやクジラ目のクジラのように巨大な形態を有する動物まで属している. また, 食性にしても, 肉食性の食肉目, 草食性の偶蹄目や奇蹄目, 虫食性の真無盲陽目, 雑食性の霊長目といったように多様である. そして, 生活場所も, 海棲のクジラ目やカイギュウ目, 淡水に棲息する齧歯目のビーバーや食肉目のカワウソ, 草原に棲息する奇蹄目や偶蹄目, 森林の地上に棲息する食肉目のキツネやクマ, 森林の樹上に棲息する霊長目, 地中に棲息する真無盲陽目のモグラ, 砂漠に棲息する単孔目のハリモグラやハネジネズミ目といったように多様である.

しかし, 哺乳綱は, 次のような特徴を共通して有している. それは, 1) 胎生である, 2) 出産後, 一定期間授乳を行う, 3) 恒温性である, 4) 体毛を有する, 5) 横隔膜を有している, 6) 発達した心臓を有している, 7) 優れた移動運動能力を有する, 8) 耳殻を有する, 9) 聴覚が発達している, 10) 大脳および小脳が発達している, 11) 爬虫綱と同様, 嗅覚が発達している, 12) 爬虫綱が同歯性であるのに対して, 哺乳綱は, 切歯, 犬歯, 前臼歯, 後臼歯という異なる4歯型を有し, 異歯性である, 13) 咀嚼を行う, 14) 声帯が発達している, といった特徴である.

ただし, 胎生に関しては, 単孔目は, 胎盤 (placenta) を持たず, 卵生である. また, オポッサム目, ケノレステス目, ミクロビオテリウム目, フクロネコ目, バンディクト目, カンガルー目は, 有袋 (*Marsupial*) 上目としてまとめることができるが, 有袋上目に属する動物の胎盤は, 未発達な卵黄嚢胎盤 (yolk-sac placenta) であるため, 有袋上目に属する動物は, 子どもを受精後1ヶ月程度の早期に出産し, その後, 子どもを育児嚢 (marsupium) において栄養を補給することにより養育を行う. この単孔目および有袋上目を除くすべての哺乳綱は, 発達した胎盤である漿尿膜胎盤 (chorio-allantoic placenta) を有し, 有胎盤類 (*Placentals*) と呼ばれる. 加えて, 体毛に関しても, 水棲のクジラ目やカイギュウ目は, 水に対する抵抗を軽減するために, 口の周辺に存在する感覚毛を除いて, 体毛を退化させ, 体毛を持たない. また, 陸棲の動物であっても, 奇蹄目のサイ, 偶蹄目のカバや長鼻目のゾウのように, 身体を保護するために皮膚を角質化させ, 体毛をなくした動物もいる. このような一部の例外はあるものの, 哺乳綱に属するおおよその動物は, 上記の特徴を有している.

4 哺乳綱の発生とその形質の獲得

それでは、ここで、哺乳綱がなぜこのような特徴を獲得するに至ったのかをその発生過程からみてみる。哺乳綱は、2億5千万年前の三畳紀に、パンゲア大陸の分離とその移動、および、それに伴う地殻変動により、山脈や河川などが形成され地形が複雑化し、気候の変動や気候の地域差が生じるという環境の変化のなかで、アデロバシレウス (*Adelobasileus cromptoni*) と呼ばれる食虫性原始哺乳類として発生した。その形態は、現在のネズミあるいはイタチに酷似しており、体長は10cm程であり、熱帯雨林に棲息していた。

食虫性原始哺乳類は、大型爬虫類の捕食対象であった。そのため、食虫性原始哺乳類は、大型爬虫類の活動性が低下する夜間に活動時間を選択した。食虫性原始哺乳類は、この気温が低下する夜間に活動時間を選択したことにより、また、気候の変動に対応するために、体温を保持するための体毛を獲得し、さらには、自律的に体温調節を行い体温を一定に保つ内温性機能を獲得した。ただし、体温の調節を行うには、多量の血液の循環および多量の酸素を必要とする。そのために、食虫性原始哺乳類は、心臓を発達させ、動脈血と静脈血とを完全に分離することが可能である二心房二心室の心臓を形成し循環機能を高めるとともに、ペルム紀の大規模な火山の爆発によって生じた酸素濃度の低下に応じて形成された横隔膜をさらに発達させることにより呼吸機能を高めたのである。そして、この循環器および呼吸器の発達が、高い運動量と俊敏な移動運動を可能とし、その結果として、複雑な運動および運動の連携を司る小脳の発達が促されたのである。

夜行性の選択は、食虫性原始哺乳類の視覚器および聴覚器にも大きな変化をもたらした。視覚器は、真核生物の光受容細胞 (photoreceptor cells) に端を発し、先カンブリア時代には明暗視が可能な散在性視覚器 (diffuse visual organs) へと進化し、その後、視細胞が集合し網膜 (retina) を形成し、杯状眼 (cup-shaped eye) となり、この杯状眼は、カンブリア紀には、水晶体を有し、その水晶体の形状を変化させ焦点を調整する現在のヒトの毛様体 (ciliary body) に相当する組織を備え、形態視が可能な窩状眼 (focal eye) へと進化した。さらに、視覚器は、動物の陸上進出に伴い進化し、爬虫綱においては、赤錐体細胞 (red cone cell)、緑錐体細胞 (green cone cell)、青錐体細胞 (blue cone cell) といった3種類の錐体細胞 (cone cell) が形成され、色の知覚が可能とした。食虫性原始哺乳類も当初はこの3種類の錐体細胞を有していたが、夜行性を選択したことにより、明所で機能する錐体細胞が減少し、その結果、緑錐体細胞を失い、色覚の能力は低下した。しかし、その一方で、食虫性原始哺乳類は、夜行性への適応として、暗所において機能する桿体細胞 (rod cell) を増加させ、暗所視 (scotopic vision) の能力を向上させていったのである。

さて、聴覚器も変化を遂げた。複雑化した環境下の暗所において、大型爬虫類を回避し、昆虫を捕獲するには、視覚および嗅覚よりも聴覚が有効な役割を果たす。聴覚器は、平衡感覚器

から進化し、魚類において水の流れを感知する側線器官 (lateral line organ) として誕生し、陸棲を選択した両生綱においては鼓膜 (tympenic membrane) が形成され、爬虫綱においては内耳に耳小骨 (ossicles) が形成され、その能力を高めていった。食虫性原始哺乳類においては、耳小骨が槌骨 (malleus)、砧骨 (incuss)、鐙骨 (stapes) から成る三骨に分割され、これにより鼓膜の振動をより増幅させることが可能となり、また外耳に耳殻 (auricle) を形成されたことによって、聴力が飛躍的に向上した。

この聴覚能力の向上により、食虫性原始哺乳類は、間断なく大量の情報を受容することとなった。危機回避行動や採食行動を効果的に行うには、この聴覚からの大量の情報に、嗅覚や視覚からの情報を統合し、分析を行う必要がある。そのために、食虫性原始哺乳類の脳には、新たな神経細胞群、すなわち大脳新皮質が形成されていったのである。

加えて、食虫性原始哺乳類には、乳腺 (mammary gland) および胎盤の形成によって、繁殖方法および養育方法にも変化が起きた。食虫性原始哺乳類は、三疊紀の発生時は卵生であったが、白亜紀には胎生へと変化した。乳腺は、卵生の時代には、抱卵する際に卵に付着する雑菌を消毒するために、殺菌作用を持つ液を放出していた器官であった。これを授乳に用いたことにより、そこに栄養成分が加わったのである。さらに、食虫性原始哺乳類は、胎盤を形成し、子どもを体内において栄養や酸素を供給し養育するようになった。卵は気温の変化に脆弱であり、常に捕食の危険にさらされている。したがって、卵生は生存率が低い。そこで、食虫性原始哺乳類は、乳腺および胎盤を形成することにより、捕食者および気温の変化から未熟な子どもを保護し、たとえ一時的に食料がなくなっても、子どもに栄養を与えることが可能とする養育方法を確立したのである。これにより、哺乳綱に、誕生後の母子関係という新たな関係が成立したのである。

このように、食虫性原始哺乳類は、複雑化した環境のなかで、呼吸器および循環器を発達させ、胎盤および乳腺を形成することによって、内温性および胎生性という環境適応能力を獲得するとともに、複雑な環境を捉える情報処理能力、および、複雑な環境を移動することが可能な運動能力を獲得していったのである。

5 哺乳綱の適応放散

さて、食虫性原始哺乳類がこのような特性を獲得した白亜紀に、地球に大きな変化が生じた。それは、地球に隕石群が衝突し、地球に大規模な火災が起きたことにより始まった。このために、大気中に煤、塵、そして硫酸塩エアロゾルが充満し、これが太陽の光を遮り、地球に寒冷化が生じたのである。そして、この寒冷化とそれに伴う食料資源の減少によって、大型爬虫類が絶滅したのである。食虫性原始哺乳類は、内温性という特性と、小型な形態のために多量の食料を必要としなかったことから辛うじて絶滅を免れた。この寒冷化は、新生代には収束し、気候は温暖化に転じる。それに伴い、森林は回復し、加えて、それまで裸子植物しか存在しな

かった地球上に被子植物が誕生する。

食虫性原始哺乳類は、捕食者であった大型爬虫類の絶滅、および、被子植物の誕生による食料資源の多様化に伴い、様々な地域や様々な時間帯に進出し、食性を拡大化させ、多型歯を獲得し、咀嚼を行うようになり、口腔および咽喉の形態を変化させ、声帯を発達させていった。そして、新生代の漸新世から中新世にかけて、たとえば、豊かな森では植物食の哺乳綱が誕生し、続いて、この植物食の哺乳綱を捕食対象とする食肉目が誕生するといったように、食虫性原始哺乳類は分化していったのである。

分化の方向性を決定づけた大きな要因は、食性の選択である。たとえば、草食を選択した食虫性原始哺乳類は、植物を噛み切り咀嚼するために切歯や臼歯を発達させ、植物を消化し栄養分を吸収するための微生物発酵を利用する複雑な消化器官を獲得し、それに伴い胴体は大型化した。また、捕食者の存在を察知するために広い視野を有するようになり、移動のために爪を進化させ蹄を形成していった。一方、肉食を選択した食虫性原始哺乳類は、感覚能力および移動能力を高め、犬歯が発達し、鋭い鎌爪を獲得していった。また、草食とは異なり、肉は消化吸収が容易な為に、肉食を選択した食虫性原始哺乳類は、複雑な消化器官を必要とはせず、形態も大きくなるとカロリー消費が増加し、それに伴い摂取すべきカロリーも増加するために、大きな形態になることはなかった。

また、棲息環境の選択も、大きな影響を与えた。たとえば、地中を選択したモグラは触覚や嗅覚を発達させていく一方で視覚を退化させていった。また、水中を選択したアザラシなどはまた水の抵抗を軽減するために、体毛を取り去り、体温の低下を防ぐために厚い脂肪層を形成していった。

このように、食虫性原始哺乳類は、選択した環境に応じて、それぞれが異なる適応戦略をとり、行動範囲、活動時間、食性や食料資源獲得方法、また繁殖方法および養育方法などの生活様式を変化させていったのである。そして、その結果として、生息する環境に適した形態的特性、生理学的特性および行動的特性を獲得し、系統的に分化し、その系統的距離を遠くしていったのである。すなわち、哺乳綱の適応放散が起きたのである。

6 現生霊長目の特徴と分類

この適応放散により、霊長目が誕生する。現生霊長目は、曲鼻猿 (*Strepsirrhini*) 亜目と直鼻猿 (*Haplorhini*) 亜目の2つに分けることができる。曲鼻猿とは、左右の鼻腔がそれぞれ外側に曲がっているところから付けられた名称である。それに対して、直鼻猿は、鼻腔が真っ直ぐであることから付けられた名称である。

曲鼻猿亜目は、さらにレムール (*Lemuriformes*) 下目とロリス (*Lorisiformes*) 下目に分けられる。レムール下目は、アイアイ (*Daubentonidae*) 科、コビトレムール (*Cheirogaleidae*) 科、レムール (*Lemuridae*) 科、イタチレムール (*Lepilemuridae*) 科、およびインドリ (*Indridae*) 科

の5科より構成される。この5つの科に属するサルは、いずれも、マダガスカルに棲息しており、昼行性と夜行性の種、双方が存在する。また、樹上性の強い種がほとんどを占める。食性は、昆虫、樹脂、および果実などである。体型は小型であり、嗅覚に優れ、嗅腺を有し、匂いを用いて繁殖やテリトリーに関する情報伝達を行うという特徴を有する。一方、ロリス下目は、ロリス (*Loridae*) 科とガラコ (*Galagonidae*) 科より構成され、アフリカおよびアジアに広く分布し、すべての種が夜行性であり、輝膜 (tapetum) 組織を有し、暗所での視覚に優れ、嗅覚に優れ、体型は小型であるという特徴を有する。食性は、レムール科目と同様、昆虫、樹脂、および果実などである。このように、曲鼻猿亜目に属するサルは、夜行性のサルが多く、樹上性が強く、嗅覚に優れ、体型は小型であるという特徴を有し、進化的にみて原始的なサルとされ、原猿 (*prosimian*) とも呼ばれる。

直鼻猿亜目は、メガネザル (*Tarsiiformes*) 下目と真猿 (*Simiiformes*) 下目に分かれる。メガネザル下目に属するのは、メガネザル (*Tarsiidae*) 科の1科のみである。メガネザル科に属するサルは、インドネシアを中心に生息している。メガネザル科は、鼻腔の形より、直鼻猿亜目に属するが、直鼻猿亜目のなかにあつては、唯一の夜行性であり、嗅覚に優れ、食性も昆虫や樹脂であり、体型も小型であるといったように、曲鼻猿亜目のサルとの共通点が多いサルである。したがって、メガネザルは曲鼻猿と直鼻猿との中間に位置するサルであるとみなされている。

このメガネザル下目に対して、真猿下目に属するサルは、1種を除いてすべて昼行性であり、眼球を安定させる眼窩後壁 (orbital posterior wall)、および、網膜に視細胞が集中する中心窩 (fovea centralis) を有し、優れた視力を有している。多様な表情が可能であり視覚的コミュニケーションを行い、また、音声コミュニケーションも行う。真猿下目は、さらに、広鼻 (*Platyrrhini*) 小目と狭鼻 (*Catarrhini*) 小目に分けることができる。広鼻小目という名称は、左右の鼻孔が離れていることからつけられた名称である。この広鼻小目に属するサルは、総称して、広鼻猿 (*Platyrrhini*) と呼ばれる。それに対して、狭鼻小目という名称は、左右の鼻孔の間隔が狭いことからつけられた名称である。この狭鼻小目に属するサルは、狭鼻猿 (*Catarrhini*) と呼ばれる。

広鼻小目は、オマキザル (*Cebinae*) 科、クモザル (*Atelidae*) 科、およびサキ (*Pitheciidae*) 科の3科より構成される。広鼻猿は、中南米に生息し、体型は小型であり、ヨザル (*Aotus trivirgatus*) の1種を除いてすべて昼行性であり、樹上性が強く、視覚が発達したサルである。地上生活に適応した種は存在しない。食性は、昆虫、樹脂、葉、種子、果実などである。一方、狭鼻小目は、オナガザル (*Cercopithecidae*) 科、テナガザル (*Hylobatidae*) 科、および、ヒト (*Hominidae*) 科の3科より構成される。オナガザル科は、アフリカおよびアジアに広く分布し、昼行性で、長い尾を有したサルである。テナガザル科は、東南アジアに生息する、昼行性で、樹上性が強いサルである。そして、最後のヒト科は、オランウータン (*Pongo*) 属、ゴリラ (*Gorilla*) 属、チンパンジー (*Pan*) 属、そしてヒト (*Homo*) 属という4つの属より構成される。ヒト科に属するサルは、他の科と比較して大型であり、地上性が強く、雑食性であるとい

う特徴を有する。

このように霊長目の特性は、種によって異なるが、全体的に共通する特徴として、1) 手を使用し、2) 座姿勢をとり、3) 優れた視力を有し、4) 学習能力が高く、遺伝規定的ではない行動が可能であるという特徴をあげることができる。そこで、次には、霊長目がなぜこのような特徴を獲得するに至ったのかについてその発生および進化過程をみてみる。

7 霊長目の発生とその進化

霊長目は、約6500万年前の新生代第三紀に、プルガトリウス (*Purgatorius*) として発生した。プルガトリウスは、体長は30cm程で、夜行性で、単独で生息し、牙として機能する犬歯および鉤爪を有し、食性は昆虫や果実を主食とする雑食性であった。最初は地上で生活していたが、捕食者から身を守るために、次第に樹上性を強めていった。そして、その後、その一部が5000万年ほどかけてプロコンスル (*Proconsul*) へと進化した。プロコンスルは、身体が大型化し、体長は70cm程になり、夜行性から昼行性へと移行し、食性は果実食となり、樹上性が強く、爪は平爪となり、視覚および三半規管を発達させた。すなわち、プルガトリウスからプロコンスルにかけて、樹上適応が行われたのである。

樹上適応は、まず、霊長目の視覚に影響を与えた。常に空気が移動する樹上においては、嗅覚よりも視覚が重要な役割を果たす。これにより、嗅覚が退化し、嗅覚より視覚が優位となった。これに伴い、鼻の位置が後退し、両眼立体視が可能になった。加えて、果実の熟度を見分けるために、失った緑錐体細胞が再生され、3色型の色覚機能を取り戻し、色覚が向上した。また、眼窩後壁および中心窩が形成され、視力が向上し、眼球全体が固定されたことにより、眼球の動きをコントロールするための筋肉が発達し、これに伴い表情筋が発達した。

次に、樹上適応は、手を誕生させた。すなわち、前肢を手として使用することにより、手足の分化が起きたのである。また、樹上に生息場所を求めたことにより、捕食者より解放され、樹上においては競争者も存在しなかったために、攻撃や防御に用いる犬歯および鉤爪は退化し、鉤爪は樹上を俊敏に移動するために便利な平爪となった。指にも変化は起きた。太さの異なる樹木の枝を確実に把握するために、拇指対向性、指関節、掌紋、および指紋が形成された。さらに、腕を様々な方向に動かせるように、肩関節の多軸化が起きた。このように、霊長目は、樹上適応によって器用な手を獲得したのである。

また、それ以外にも、樹上において、バランスを保つことができるように、動的な平衡感覚を司る三半規管が発達した。また、昆虫食から果実を中心とした食性へと変化し、十分な栄養分を摂取することが可能になったことにより、身体が大型化し、脳が発達した。

8 結論

さて、ここまで、哺乳綱および霊長目の発生およびその進化過程についてみてきた。これらのことより、哺乳綱および霊長目の発生を促し、その進化の方向性を決定づけ、ヒトの情報行動の基盤を形成した主たる要因として、1) ペルム紀における酸素濃度の低下、2) 三畳紀におけるパンゲア大陸の分裂、3) 三畳紀における大型爬虫類という捕食者の存在、4) 新生代第三紀における霊長目の樹上適応、5) ジュラ紀における被子植物の繁栄、という5つの要因を指摘することができる。

まず、第1の要因は、ペルム紀において起きた大規模な火山の爆発および溶岩の噴出によって、地球上の二酸化炭素濃度が上昇し、酸素濃度の低下が1億年以上続いたという要因である。この事態に、食虫性原始哺乳類は、横隔膜を形成し、肺呼吸を効率化することにより対応した。一方、大型爬虫類は、呼吸効率を高める気嚢 (air sac) という器官を形成することによって対応した。この気嚢は、現在の鳥綱に受け継がれている。第2の要因は、三畳紀におけるパンゲア大陸の分裂によって地形の複雑化が起こり、気温の地域差および時間差が生じたという要因である。この事態に対応して、食虫性原始哺乳類は、二心房二心室の心臓を形成し、横隔膜を発達させることにより、内温性という体温調節機構を形成した。この循環器系と呼吸器系の発達には、食虫性原始哺乳類の運動能力を高め、小脳を発達させた。さらに、食虫性原始哺乳類は、この環境の変化に対して、胎盤および乳腺を形成し、体内で子どもを育て、出産後には授乳を行うという養育方法を確立し、子どもの生存確率を上昇させるという適応戦略を用いた。第3の要因は、三畳紀において大型爬虫類という捕食者が存在したという要因である。これに対応して、食虫性原始哺乳類は、捕食者を避けるために夜行性を選択し、捕食者の存在をいち早く察知するために三骨から成る耳小骨および耳殻を形成し聴力を向上させた。この聴覚の発達は、受容する情報の多量化を生み、その結果として大脳新皮質が形成された。第4の要因は、新生代第三紀における霊長目の樹上適応である。白亜紀における大型爬虫類の絶滅によって、哺乳綱の適応放散が起き、その1つとして新生代第三紀に霊長目が誕生した。当時の霊長目は哺乳綱のなかでも小型であり、肉食哺乳類の捕食対象となった。そのために、霊長目は、樹上に棲息場所を求め、樹上適応を行った。これにより、中心窩の形成および眼窩後壁を形成による視力の向上、および、手足の分化が起きたのである。第5の要因は、ジュラ紀における被子植物の繁栄という要因である。被子植物は、枝を横に張り樹冠を形成し、果実をつけ、霊長目に棲息場所と食料を提供した。これにより、霊長目は捕食者から解放され、夜行性から昼行性への移行、および、食性を食虫性から果実食へと転換した。その結果として樹上適応が行われたのである。

これらの要因によって起きた進化は、将来のヒトの情報行動の形成に向けて、次のような情報行動の基盤を形成したといえよう。第1に、食虫性原始哺乳類における循環器系および呼吸

器系の発達、脳が発達する生理的基盤を形成したといえる。脳は、ヒトの器官のなかで最も血液および酸素を消費する器官である。現生人類の脳の重さは体重の2%に過ぎないが、血液の消費量は全体の20%以上を占める。したがって、脳が進化し大型化するには、循環器系および呼吸器系の発達が不可欠であったといえる。第2に、食虫性原始哺乳類における大脳新皮質の形成は、認知機能が発達する基盤を形成したといえる。第3に、授乳の開始は、出産後の母子関係を形成し、家族の形成への基盤を形成したといえる。第4に、食虫性原始哺乳類における聴覚の発達、横隔膜の形成、声帯の発達、および、多型歯の形成、また霊長目における犬歯の退化は、多様な音声の発声、および、音声言語の誕生への基盤を形成したといえる。第5に、霊長目における中心窩の形成は、視力を向上させ、将来の書字言語の形成、さらには文明の誕生への基盤を形成したといえる。第6に、霊長目における眼窩後壁の形成は表情筋を発達させ、表情や視線といった視覚的なパラ言語的コミュニケーションの基盤を形成したといえる。第7に、霊長目における手足の分化、そして、指関節および拇指対向性の形成による手の誕生は、将来の直立二足歩行および道具の使用への基盤を形成したといえる。

以上、本稿においては、哺乳綱および霊長目の発生および進化過程において、ヒトの情報行動のいかなる基盤が形成されたのかについてみてきた。ただし、この過程においてはあくまでもヒトの情報行動が発達する基礎的な条件が形成されたにすぎず、ヒトの情報行動が形作られるには、さらなる進化を待たねばならない。そこで、次稿においては、ヒトの進化の過程において、ヒトの情報行動がいかに形成されたのかという問題をとりあげる。

主要参考文献

- 江原昭善 2005 稜線に立つホモ・サピエンス 自然人類学を越えて 京都大学学術出版会
- 遠藤秀紀 2002 哺乳類の進化 東京大学出版会
- 藤田和生 2017 比較認知科学 放送大学教育振興会
- 藤田敏彦 2010 動物の系統分類と進化 裳華房
- 針山孝彦 2007 生き物たちの情報戦略 生存をかけた静かなる戦い 化学同人
- 長谷川真理子・河田雅圭・辻 和希・田中嘉成・佐々木 顕・長谷川寿一 2006 行動・生態の進化 岩波書店
- 石川 統・山岸明彦・河野重行・渡辺雄一郎・大島泰郎 2004 化学進化・細胞進化 岩波書店
- 川本淳子・小木曾 力・酒井琢朗 1983 暁新世霊長類における下顎小白歯の大白歯化について 歯科基礎医学会雑誌, 25, 214-236.
- 菊水健史 2019 社会の起源 動物における群れの意味 共立出版
- 倉谷 茂 2015 形態学—形づくりにみる動物進化のシナリオ 丸善出版
- 倉谷 茂 2017 新版 動物進化形態学 東京大学出版会
- 増井光子 1999 動物の進化と食住：動物の食行動はいかに環境に順応してきたか 日本味と匂い学会誌, 6, 149-155.
- 増田隆一 2017 哺乳類の生物地理学 東京大学出版会
- 松沢哲郎 2018 分かちあう心の進化 岩波書店
- 村上安則 2015 脳の進化形態学 共立出版
- 中谷勝哉 1997 行動誌入門 本性の発生を語る ナカニシヤ出版

- 西村 剛 2010 霊長類の音声器官の比較発達—ことばの系統発生 *The Japanese Journal of Animal Psychology*, 60, 49-58.
- 帯刀益男 2014 遺伝子と文化選択 「サル」から「人間」への進化 新曜社
- 小原嘉明 1997 行動生物学 培風館
- 小田 亮 1999 サルのことば 比較行動学からみた言語の進化 京都大学学術出版会
- 斉藤成也・諏訪 元・颯田葉子・山森哲雄・長谷川真理子・岡ノ谷一夫 2006 ヒトの進化 岩波書店
- 実重重美 2019 生物に世界はどう見えるか 感覚と意識の階層進化 新曜社
- 酒井仙吉 2015 哺乳類誕生 乳の獲得と進化の謎 講談社
- 佐藤矩行・柁原 宏・馬渡峻輔・長谷川政美・大野照文・西田治文・石川 統 2004 マクロ進化と全生物の系統分類 岩波書店
- 佐藤矩行・野地澄晴・倉谷 滋・長谷部光泰 2004 発生と進化 岩波書店
- 島 泰三 2003 親指はなぜ太いのか 直立二足歩行の起源に迫る 中央公論社
- 杉山幸丸 1990 サルはなぜ群れるのか 霊長類社会のダイナミクス 中央公論社
- 鈴木光太郎 2013 ヒトの心はどう進化したのか 狩猟採集生活が生んだもの 筑摩書房
- 鈴木孝仁(監修) 2000 視覚でとらえるフォトサイエンス生物図録 数研出版
- 高槻成紀・粕谷俊雄(編) 1998 哺乳類の生物学1 分類 東京大学出版会
- 高槻成紀・粕谷俊雄(編) 1998 哺乳類の生物学2 形態 東京大学出版会
- 高槻成紀・粕谷俊雄(編) 1998 哺乳類の生物学4 社会 東京大学出版会
- 高槻成紀・粕谷俊雄(編) 1998 哺乳類の生物学5 生態 東京大学出版会
- 豊住頼一 脊椎動物における発声器官の比較解剖と系統進化 耳鼻と臨床, 31, 47-68.
- 山極寿一 2008 人類進化論 霊長類学からの展開 裳華房
- 八杉貞夫 2011 動物の形態—進化と発生— 裳華房
- 蓼田光三 2003 自然と文化の人類学 八千代出版
- 渡辺 茂・菊水健史 2015 情動の進化 朝倉書店