

ヒトの英知は何処からきた？

人類の創造性の起源を探索

われわれ人間の特徴とは何だろう？
改めて自らに問いかけてみよう。

まず、われわれは二足で直立歩行する、
第二に身体全体に対して脳が大きく、手
足が器用で、複雑な道具をつくり、また
言葉、文字をつくり、文化、芸術を創造
してきた。

現代人はホモ・サピエンスという種に属
する生き物で、住処は世界中どこでも、
だからどこにいても仲間に出会える。とい
うと当たり前のように思うかもしれない
が、実は四千種類もの哺乳動物の中で、
このような特徴は例がない。

ヒトが属する霊長類（サルの仲間）に焦
点を絞ると、われわれの地球上での分布は、

ある意味では異常である。というのは、幅
広い気候、植生に柔軟に適應して、人
口六十億ものホモ・サピエンスは、五大陸
すべてに、また太平洋の数多の島々に至るま
であまねく居住している。他の動物は、自
力で海を横断し、隣の大陸や海に散在す
る島々に住みつくことはまったく無いのに。

人間の歴史において、古代文明が誕生
して以後、それから現代の高度な社会へ
と展開された歩みは、きわめて詳細にたど
ることができる。ヒトが生み出した文字や
言語に託して記録をのこしたから。

しかしこの歴史を紐解くことができるよ
うになった時代が、それ以前の語られるこ
との無い先史時代に比べて、人間味をもつ

た時代、よりこころが充実し、幸せな時
代と言えるであろうか。

われわれ現代人はみな、生物学の上で
はホモ・サピエンス（新人）であり、その
祖先は猿から、チンパンジーから分岐して
進化したことは疑いなき事実のようだ。と
すれば、何時、そして何処で現代人に直
結する祖先が現われ、どのように世界中
に広がっていったか、ヒトの英知は何処か
ら来たか、を知りたいと思う。われわれに
とってこれは当然のことだ。

現代人が生物学的にもつ能力は、一体
何時出現したのか。現代人の英知は、ど
こまでが生物学的な進化によるのか、どこ
からが文化に根ざした成長なのだろうか、
その答えを見いだすべく、ホモ・サピエン
スの誕生に焦点を当て、ヒトの歴史を復
元してみたい。文化を創造する能力こそ、
ホモ・サピエンスの最大の生物学的な特徴
であることを確かめたい。

先史時代からの人類の歴史を語るため
には、遺跡の発掘や化石の研究など物的

な証拠を積み重ねることが必要で、これま
でに多くの労力が注ぎ込まれ、近年になっ
て新しい発見が相次いでいる。

一方DNAの研究などの物的証拠と解
析結果によって、人類が生まれ、たどって
きた道が少しずつ見えてきた。

ここではミトコンドリアDNAで探る現
代人の起源と進化を追い、化石や遺跡を
発掘する考古学、人類学の研究結果の両
面から考えてみたい。

DNAと進化

生物の細胞の核には、およそ30億もの
塩基文字の繋がりに遺伝情報を収納して
いる。それらの膨大な遺伝情報は、わづ
かな変化を伴いながら、親から子へと伝え
られてきた。遺伝子は進化の歴史を刻ん
だ分子の化石とみることができる。

例えば同じ働きをもつDNAの塩基配
列をヒトとチンパンジーとで比較すると、
DNAの間で塩基が異なる場所が見付か
る。その違いは両方の種の進化の過程を

知るための手掛かりになり、
塩基が違っている場所は、これ
らの霊長類の進化の過程で、
突然変異による塩基の置換が
どちらかの種に生じて、それが
定着したものだからである。

ミトコンドリアのDNAで 進化を探索

しかし核のDNAは膨大な
情報量をもっているため、そ
こから進化の痕跡を探るのは
容易ではない。近年進化を探
るために注目されたのは、「ミ
トコンドリア」のDNAであ
る（図1）。ミトコンドリア
は、酸素を使って細胞のエネ
ルギー源をつくりだす細胞内
部の小さい器官で、ミトコン
ドリアDNAと呼ばれる独自の
DNAをもっている。ミトコン
ドリアDNAは核のDNAより

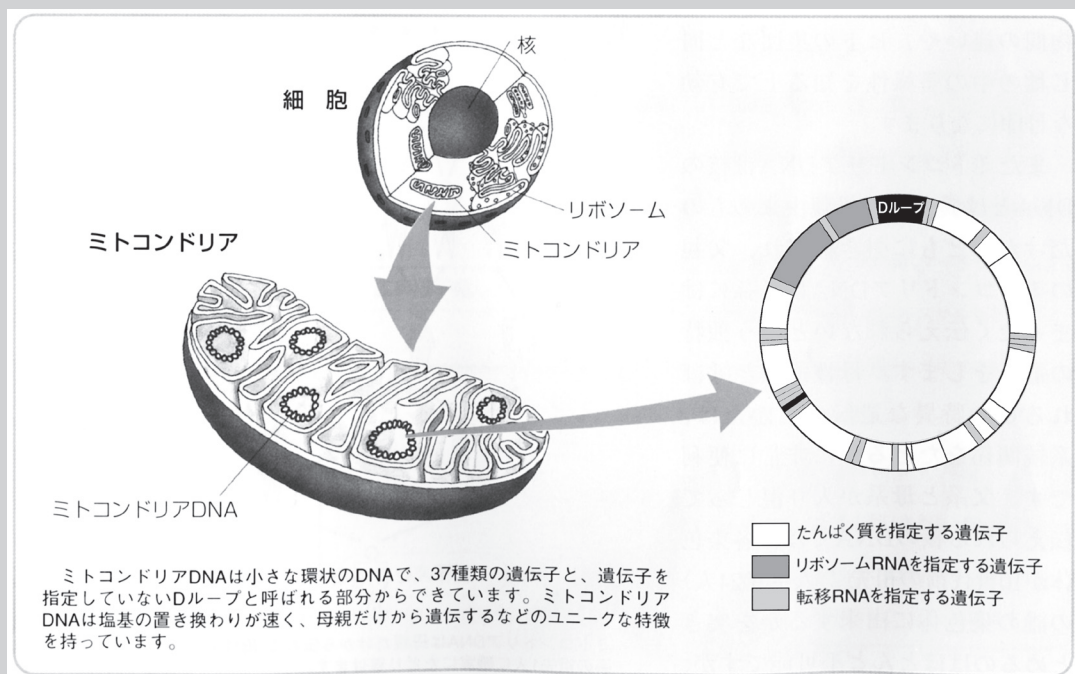


図1：ミトコンドリアDNA

りはるかに小さく、しかも塩基の置換の速度が速いことによって、進化の研究上いくつかの有利な特色をもっている。

ミトコンドリアのDNAの解読

1981年、あらゆる生物の中で、最初にヒトのミトコンドリアのDNAについて全塩基の配列が解読された。それは約16500個の塩基の文字からなるもので、37種類の遺伝子がつながった環状構造をもっている(図1)。これら遺伝子のセットはウニからヒトに至るまで同一である。哺乳類では、それぞれの遺伝子の配置が厳密に保存されているため、生物間での比較が可能になる。

ミトコンドリアDNAの塩基置換が起こる速度は、核のDNAの塩基の置換と比べて速い。例えばヒトとチンパンジーでミトコンドリアDNAの同じ領域の遺伝子の塩基配列100個を比較すると、全部で9個の違いが認められるが、核のDNA

では、100塩基を調べても違いは1個しか見付からない。このようにミトコンドリアDNAと核のDNAの塩基置換には9倍の差があることになる。

ミトコンドリアDNAの塩基置換の速度は速く、突然変異が起こり易いという特徴は、ヒト、チンパンジー、ゴリラといった近縁動物の間の違いや、ヒトの集団など、同一種の間の多様性を知る上で有効な目印になる。

母方だけから伝えられるミトコンドリアDNA

またミトコンドリアDNAは核のDNAとは異なり、母親由来のものだけが子どもに引き継がれ、父親のミトコンドリアDNAは子孫に全く伝えられないという独特の遺伝をする。母性遺伝と呼ばれるこの遺伝の仕方は、系統や関係をたどるとき、非常に都合がよい。

父系と母系とが入り混じって伝えられる核のDNAでは、各染色体が10世代の祖

先(1000人あまり)のどれの染色体に由来するかを突き止めることはほとんど不可能だが、ミトコンドリアDNAでは、確実に十世代前の母系の祖先一人に行き着くことができる。

さらにミトコンドリアは細胞1個当たり数個ないし数百個も含まれている上、それぞれのミトコンドリアが5ないし6個のDNAをもっているの、通常1個の細胞に1個しか無い核のDNAと比べて、大量にサンプルを組織から採取できるという利点もある。

そこでミトコンドリアDNAを用いた、霊長類の中のヒトの進化や現代人の起源についての研究は著しく進んだ。以下に紹介する研究の成果は、主に総合研究大学院大学の宝来聡先生によって精力的に行なわれたものである。

ヒトはいつ誕生したか

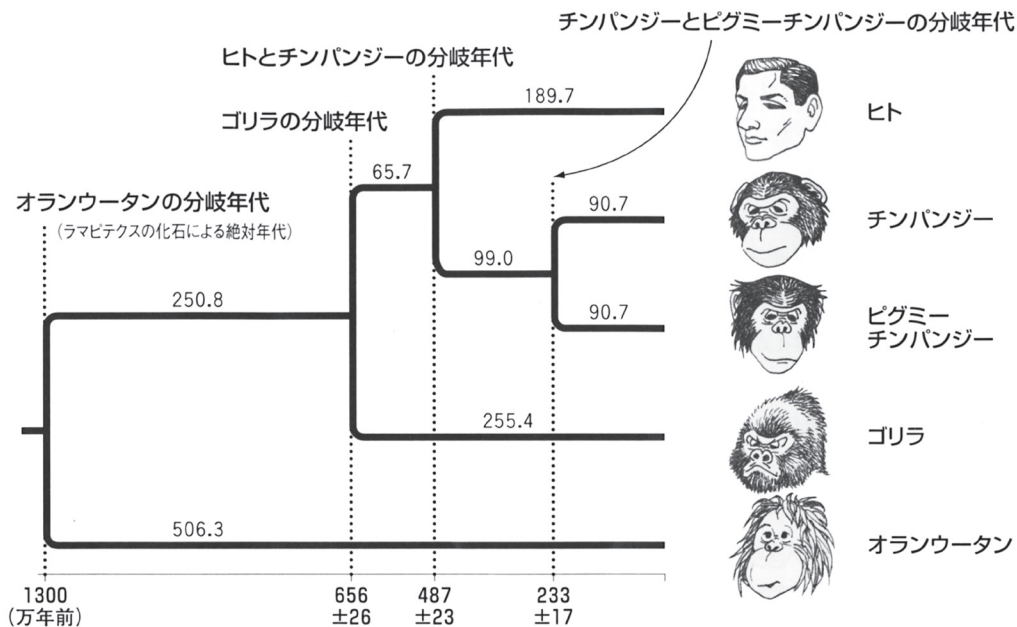
生物としてのヒトは、哺乳動物の中の霊長類に属している。詳しくは

霊長目―真猿亜目―狭鼻猿下目―ヒト上科―ヒト科の動物である。

ヒト上科はテナガザル科、オランウータン科、ヒト科に細分類される。

この分類は形態学的な特徴に基づいたものだが、アミノ酸やDNAの塩基は、時計の針が時を刻むように、進化の過程で一定の割合で置き換わるという「分子進化時計」という重要な発見によって、タンパク質のアミノ酸の置換数やDNA塩基の置換数から、生物の系統や分布年代を推定する「分子進化学」が盛んになってきた。

この手法でヒトや類人猿などの血液中のたんぱく質の違いが詳しく分析された。その結果、ヒト、チンパンジー、ゴリラは近縁であり、かつこれらの3種はほぼ同時



系統樹の各枝上の数値は推定された塩基置換数で、各枝の長さはそれぞれの種が分岐した絶対年代にほぼ対応します。時間スケールの起点1300万年前は、オランウータンの直系の祖先ラマビテックスの化石から明らかになっている絶対年代で、共通の祖先からオランウータンが分岐した年代として用いています。これをもとに計算すると、ゴリラの分岐年代は656±26万年前、ヒトとチンパンジーの分岐年代は487±23万年前、2種のチンパンジーの分岐年代は233±17万年前となります。

図2：ヒトと4種の類人猿の系統関係と分岐年代

に共通の祖先から分岐したという推定が発表された。

ヒトはいつ類人猿から分かれたか

1982年に発見された、「ラマピテクス」と名付けられた約1300万年前の化石は、ヒトの直系の祖先のものとされた。しかしその後もっと完全な頭部の化石が発見され、形態人類学者によって、ラマピテクスはヒトではなく、オランウータンの祖先であることが明らかにされ、ヒトと類人猿が分かれたのは、500万年前であるということが受け入れられた。

ミトコンドリアDNAを使ってもっと詳しい研究が進められた

宝来教授は、チンパンジー、ピグミーチンパンジー、ゴリラ、オランウータンのミトコンドリアDNAの塩基配列をすべて解読し、ヒトのそれと比較した。その結果、

ヒトと4種の類人猿の系統樹が作成された(図2)。

共通の祖先からまずオランウータンが分岐し、続いてゴリラが分岐し、三番目にヒトと二種のチンパンジーが分かれたことが明らかに、したがってヒトに一番近いのはチンパンジーということになった。つぎに分岐年代の推定だが、先に述べた1300万年前の化石の発見から、これを絶対年代として使い、ヒトとオランウータンとの分岐年代とすることにより、ヒトとチンパンジーが共通の祖先から分かれたのは約490万年前とされた。

現代人の祖先は約14万年前にアフリカで出現した：

ヒトはチンパンジーと分かれ、進化の道を歩んだが、300ないし400万年前にアフリカに出現した猿人(アウストラロピテクス・アファレンシス)、約160万年前にやはりアフリカに現われた原人(ホモ・エレクトス)、さらに彼らがアフリカを出て

アジアに展開した北京原人やジャワ原人、また20万年前ないし3万年前までヨーロッパに住んでいた、旧人と呼ばれるネアンデルタール人(ホモ・サピエンス・ネアンデルタールシス)など、多様な化石が発見され、進化の歩みを物語っている。

では、新人(ホモ・サピエンス・サピエンス)、すなわちわれわれ現代人の直系の祖先は、一体いつどこで誕生したのであろうか。

アラン・ウィルソンらのグループは、アフリカ、アジア、ヨーロッパ、オセアニアの現代人147人のミトコンドリアDNAを解析し、ホモ・サピエンス・サピエンスの共通の祖先は、約20万年前のアフリカにいた一つの集団の中の女性であったと主張した。

この仮説は「アフリカ単一起源説」と呼ばれている。また「イブ仮説」と呼ばれることがある。この呼び名は、ミトコンドリアDNAが母親から子供へと引き継がれる母性遺伝をすることから、すべての現代人の祖先をさかのぼって辿り着くアフリカの仮想上の女性をイブ、またはミトコンドリア・イブと呼んだことに由来する。

現代人の起源について2つの仮説

このアフリカ単一起源説は、形態人類学に基づいた「多地域進化説」と真っ向からぶつかり合う。

多地域進化とは、ホモ・サピエンスの祖先種である原人(ホモエレクトス)が約100万年前にアフリカを出て地球上の各地に移住したのち、地理的に異なる様々な地域で祖先種から同時並行で現代人に進化したとする説である。この説によれば、日本人や中国人は北京原人から進化し、ヨーロッパ人はヨーロッパ型原人から旧人のネアンデルタール人へ、そして新人へと進化したことになる。

ミトコンドリアDNAのDループが決め手となった

現代人の起源はいつごろ？

宝来教授はミトコンドリアDNAのdisplacement領域(Dループ)に注目した。Dループ領域は、遺伝子を指定していない1100塩基の領域で、より多くの塩基置換が生じており、ミトコンドリアDNAの中でも進化の速度が大きく、しかもヒトの個体差が鋭敏に観察されることが分かっている。そこでこの部分を解析することにした。

さて現代人の生まれた年代を正しく推定するには、現代人の中で「もっとも古い時代に分岐したヒト」を探し、そのDNAを調べればよいと考えられる。

宝来教授はアフリカ、ヨーロッパ、日本など世界中から271人をサンプリングし、Dグループ領域の塩基配列を比較して系統樹を作成したところ、ウガンダ出

身のアフリカ人が最も古い時期に分岐していることが分かった。さらにデータを増やして500人以上の現代人と比較しても、やはりこのアフリカ人がもっとも古く分岐したヒトという結果を得た。

そこで、このウガンダ出身のアフリカ人のミトコンドリアDNAのすべての塩基配列を決定して、すでに全塩基配列が分かっているヨーロッパ人と日本人を併せ、これらの3人とチンパンジーとの間に見られる塩基置換数をベースとして、現代人の進化速度を推定した。その結果、すでに述べたように、ヒトとチンパンジーが約490万年前に分岐したという推定のもとでは、アフリカ人の分岐は14万3千年前で、同様に日本人とヨーロッパ人の分岐は7万年前、その誤差は1万三千年であった(図3)。

ヒトはどこから、そして何時からという疑問に対して、宝来教授ほかの研究成果を紹介したが、ここまで分かってきたということは、まさに驚きである。以前から進められきた化石の研究で得られた証拠に加

原人↓旧人↓新人
ホモ・サピエンス・サピエンス



人類の出現図

「笠懸野岩宿文化資料館」所蔵

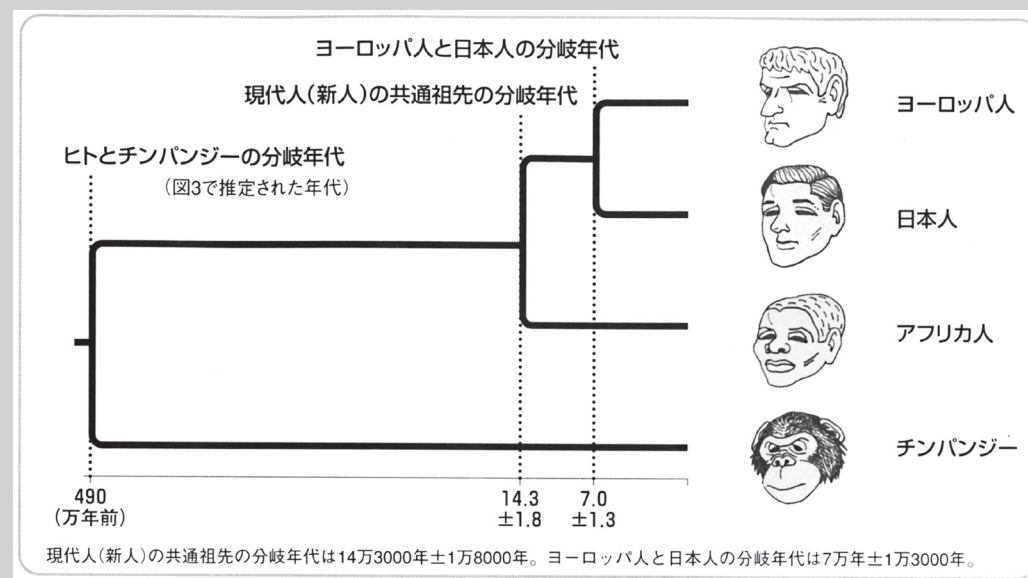


図3：アフリカ人、ヨーロッパ人、日本人の系統関係と分岐年代

岩宿遺跡を訪ねて

高崎と小山を結び、群馬県と栃木県を横断する「両毛線」は、JR首都圏の路線図を見ると、その北端を横に走る。この路線の途中に位置する「岩宿」で下車、北に歩いて約10分、丘陵に沿って遺跡がひろがる。

1946年、切り通しを通りかかった相沢忠洋氏が、露出していた赤土から石器を発見したことが端緒となって、旧石器時代の遺跡が発見された。それまでの考古学の常識を覆し、約3万年前と約2万年前、石器の文化をもった人々がこの地に暮らしたことを明らかにした。全国で数千箇所の発見が続いた。この時代は石器の時代をはるかに遡っており、旧石器・先土器時代と言われるが、この遺跡の発見に因んで岩宿時代とも呼ぶ。

遺跡に近く、「笠懸野岩宿文化資料館」が建設され、発掘された多くの石器のほか、岩宿時代の文化を再現する質の高い展示品が集められた。それらに加えて、人類の進化を語るモニUMENTが壁面を飾っている。いずれも並外れたスケールの大きさで、訪れる人々を感動させる。



え、新たに「遺伝子の解析」という手段を駆使した研究こそ、現代の人類の英知がもたらしたサイエンスの成果なのだ。

この記事を作成するに当たって、宝来聡教授が公表された解説を参考にさせて戴いた(訃報・世界をリードしつつ先端の研究を推進されてきた宝来教授は、一昨年突然倒れ、帰らざる人となった。ここに深甚の弔意を表したい)。

参考書

海部陽介著「人類がたどってきた道」NHKブックス「1028」、日本放送出版協会、平成十七年四月発行

武田薬報No.431、P17～24

武田薬品工業(株)ヘルスケアカンパニー