

# システム論的考察による知的進化論の試み

齊藤たつき

To mark whether the system comes to have a new function which has never existed in an individual element of the system. We consider it to be the birth of a new system because the system comes to have new functions which have never existed before. So we call it 'GENESYS', meaning 'generated system' and it stands for so-called 'emergence system'. There are various functions ranging from minor to major. We consider most important GENESYSses relating to evolution of the cosmic history in this report. Relating to intelligence ability, after the birth of life (especially after the birth of mankind), the functional ability of systems is proportional to the unstability of the systems against the physical laws of nature.

## 1. はじめに

時間をある瞬間に限定した場合、物質の最小構成システムから、宇宙を構成している最大システムまでを対象として、そこに内在する共通性、多様性を考察しその本質を把握できるであろうか。さらに、時間の経過とともに変貌する対象の進化の過程を明らかにし、その未来を予測できないか、というモチベーションからこの研究を始めるに至った。

ここで提唱する方法論は、対象のシステムにおける個々の構成要素に、それまでなかった新しい機能、意味を新たにもつシステムに変わったかどうかに着目する方法である。

一見複雑な処理をしているように見える現在主流のデジタルコンピュータも、最小論理単位としては、論理和、論理積、論理否定の3種類である。それらを組み合わせてフリップフロップを構成し、レジスタ回路の要素としている。さらに、多段フリップフロップの

一部をフィードバックしてカウンタにしている。

いっぽう、生物に目を転ずれば、最も単純なバクテリアからヒトの細胞に至るまで、DNAの2重螺旋の梯子の踏み板にあたる結合部分の塩基の種類は、どの生物も共通でアデニン(A)、チミン(T)、シトシン(C)、グアニン(G)の4種類のみであり、しかも梯子の両脇のヌクチオイドから水平に伸びて結合し合う塩基対は、A-T、C-Gのみが可能な組み合わせであることが知られている。このような単純な機能の構造化によって新たな機能が創成されるといったシステムに共通した階層性について追究する。

## 2. システム論的構造体把握

対象をどのような視点から考察するかについて、ここでまずその概念について述べる。

〔定義1〕 システムとは、それを構成する個々の要素にはなかった機能あるいは意味が

新たに発生するような構造体である。

この定義を今風の言い方をすると、システムとは機能あるいは意味が創発された構造体ということになる。最近、日本の工学研究者の間で創発システムが流行になっているが、筆者はシステムを上記定義のように、本来新たな機能・意味を発生する構造体と解釈すべきと以前から考えてきた<sup>1)</sup>。しかしながら、単に構造体あるいは仕組みという意味でシステムという言葉が一般的に用いられるので、そうした使われ方と区別するために GENESYS (Generated System) という表現をすることに<sup>2)</sup>。機能・意味が同等のものは別のシステムであっても同一階層の GENESYS と考える。単純なシステムが構造化されて新たな機能や意味を持つようになり上位のシステムが生成された場合は、それぞれを別の(下位または上位の) GENESYS と見なすことにする。

### 3. 進化のシステム論的把握

本稿では、宇宙史全体におけるシステム論的考察を試みる。したがって、ここではドラスティックに変貌を遂げる GENESYS を考える。

すべての星雲、しかも、遠くにある星雲ほど高速で地球から遠ざかっているというハッブルの観測結果と、アインシュタインの一般相対論等から、ガモフが唱えたイレムの爆発、すなわちビッグバン宇宙論によると、今から約 150 億年(あるいは 200 億年)前に宇宙が誕生したことになる。いまこのビッグバンの開始時刻を 0 秒とする。この時点では無である。10<sup>-42</sup> 秒後にはエネルギーのみでその大きさは 10<sup>-26</sup>cm (後述の佐藤らの提唱しているインフレーション理論によると、10<sup>-44</sup> 秒後に重力が発生する)、10<sup>-36</sup> 秒後にはそれが 1 cm の大きさになる。ここまではエネルギーのみであるから、最基底の GENESYS といえる。これ以後は、素粒子の最小単位と

いわれているクォークが誕生し 10<sup>-6</sup> 秒まで続く。強い核力で結合されたハドロンの時代であり、第 1 期 GENESYS と見なせる。

ところで、自然界には基本的な 4 種類の物理的力があるとされている。‘強い力’、‘弱い力’、‘電磁力’、‘重力’である。強い力はグルーオンがクォーク間で交換されることによって 10<sup>-13</sup> cm の範囲内に生ずる 1/4 (MeV, 以下同様) 程度の力である。宇宙誕生後 10<sup>-6</sup> 秒になると原子核の構成要素である陽子、中性子が誕生し 10<sup>-0</sup> (1) 秒まで続く。弱い核力で結合されたこの時期をレプトンの時代といい、中間子、電子等もこの時期にできる。弱い力はウィークボソンが介在し 10<sup>-16</sup>cm の範囲内に生ずる 1.02×10<sup>-5</sup> 程度の力である。第 2 期 GENESYS といってよい。これでいよいよ宇宙の全物質の原料ができたことになる。10<sup>3</sup> 秒になると原子が誕生する。第 3 期 GENESYS である。この後は原子のままに存在するものと、原子が複数集まって分子ができる方向と 2 つに分かれる。原子間に電磁力が働いて分子ができる。その作用範囲は無遠慮までで、力の大きさは 1/137, 力の素は交換される粒子フォトンである。この第 4 期 GENESYS では、もっぱら電磁力によるいわゆる化学反応によって各種高分子化合物、アミノ酸、蛋白質等ができ、生命誕生の準備が整うことになる。

興味が引かれるのは、粒子間に力が働くには何らかの交換粒子が介在しているということである。重力の発生源と予想されているグラビトンのみ未だ存在は確認されていないが、それ以外は確認済みである。生物がコロニーをつくったり、人間社会で集団が形成される時に何を交換し合うのだろうか。蟻社会ではフェロモン、人間社会では金という目に見えるものから、コミュニケーションという手段を通して、共感できる考え方といった目に見えない抽象的なものまで多様である。とくに精神活動に究極的な影響力をもつ宗教観に

よって、命まで左右する力を生成する人類は、進化史上なかったことである。

#### 4. 生命の誕生と人類の出現

宇宙誕生後  $10^{16}$  秒になると GENESYS 第4期の各種原子・分子が化学反応を起こしそれらが結合して各種の分子が生成される。そのなかで、ユーリーとミラーがおこなった「ユーリー-ミラーの実験」において、地球誕生間もない原始大気成分と同様と想定される水蒸気、水素、メタン、アンモニアをフラスコに入れ、約 100 度の温度で1週間、雷を模した放電環境においたところ、アミノ酸やヌクチオイドを主成分とする化学物質が生成されることが証明された。いわゆる化学進化が立証されたわけである。アミノ酸が多数結合してタンパク質になるので、原始の海では生命体の材料が揃ったことになる。今の生物から触媒作用をもつ RNA であるリボザイムが見つかったことから、自己触媒機能によって自己複製するリボ核酸 RNA が最初に誕生したとする「RNA ワールド仮説」が、現在のところ有力である。これら RNA とタンパク質が協調的に機能するシステムである「RNA-タンパク質ワールド」がつぎにでき、しばらくしてから DNA が登場してそれを中心とする 3 者協同システムである「DNA ワールド」ができあがったと考えられている。

ここでシュレディンガーも興味をもった「生命とは何か」について触れてみたい<sup>3)</sup>。物理世界では、常にエントロピーが増大する方向に変化する。それが生物界では、逆のことが起こる。不思議である。単に自己組織化機能と自己複製機能をもつだけでは生命といい難い。形質の継承すなわち、遺伝機能がなければ生命とはいえないであろう。

ところで、DNA の全体が遺伝情報をもつ遺伝子というわけでない。遺伝子の総体つまりゲノム=DNA ではない。DNA 中には遺伝情報と無関係なジャンク配列の部分がある。

ヒトの場合、約 95% がジャンク配列である。ゲノムサイズが大きければ高等生物であるというわけでもない。両生類のなかにはヒトの 30 倍のゲノムサイズをもつものがある。

地球上で最初の生物は古細菌（アーケア）と真生細菌（バクテリア）だといわれている。これらの細菌が同時に発生したのか、あるいはその前の元になる生物から分かれたのかは定かでない。ところが NASA が 1996 年、南極で採取した火星からの隕石 ALH84001 の中に、微生物の化石を発見したという発表をした。もしそれが事実だとすると、最初の生物は地球外からやって来たという可能性も出てくる。この化石の大きさから 30 個位の遺伝子からなる DNA しか考えられないことより、生命体としては小さすぎるために生物の化石であることが疑問視されたが、その後、地球上の微生物の化石にも同様に小さいものが見つかったことから、再び注目されている。

いずれにせよ DNA のアミノ酸が一定のペースで置換されることを利用した分子時計から、生命誕生の時期は今から 35 億年前（宇宙誕生後  $10^{17}$  秒）と考えられている。古細菌のあるものが、核を獲得して大きな細胞になることができたのが真核生物で、さらにそのなかのあるものがバクテリアを食べてそれが細胞内部で生き残り（細胞内共生）エネルギー発生源のミトコンドリアになったと考えられている。同様に真生細菌の葉緑体を取り込んだ真核生物が植物になったといわれている。したがって、一般的には、古細菌と真核生物は近い関係にあるが、なかには真性細菌と近い関係の真核生物も存在していることが判明している。これは真核生物の進化の初期の段階で、ミトコンドリアの遺伝子が古細菌由来の遺伝子を乗っ取ったものと考えられている。

他方、ミトコンドリアと共生することになった真核生物の一部は、それを囲む強い細胞膜の実現を得て多細胞生物（海綿等）に発

展する。すなわち動物の誕生である。それから約4億年後（今から約6～7億年前の先カンブリア紀とカンブリア紀の間）“カンブリア爆発”といわれる動物界の爆発的多様化が起こり現在では化石でしか見られない奇妙な生きものが数多く発生する。その後、二胚葉性動物、三胚葉性動物、脊索動物、脊椎動物、硬骨魚類、哺乳類、霊長類と進化し人類の登場となる。

類人猿からヒトが発生した段階は、新たな GENESYS の誕生である。なぜなら、絵や文字・記号といった幾何学的表現法や音声その他の表現法によって、精神の内面を表出させ、あるいは情報を交換し、また、研究成果を共有、応用、教育し、生活の知恵や慣習を文化として伝承したりするようになったからである。さらに、古くは火を使うことを考えつき、そして核エネルギーをコントロールできるようになったことである。しかし、厳密にいうと二足歩行を始めた頃のヒトはこのような能力をもっていたかどうか明確でないので、ここでは洞窟内に絵や、絵文字といった幾何学的表現を残すようになった時点から以降のヒトを想定している。

ここで第6段階の GENESYS と、第7段階の GENESYS とでは大きな違いがあるこ

とを指摘しておく。たとえば、前者の例として犬を考えたとしても、後者のヒトとは化学的組成には大きな違いはない。しかしながら、その知的能力については比較にならない大きな差がある。このことは、GENESYS の特質を明確なカタチで表している。

Fig. 1 は

FA (Functional Ability)

$$= \max(fa_i), i=1, 2, \dots, k \quad (1)$$

k はシステム内の機能数

としたときの FA の変化を示したもので、下位の GENESYS から上位の GENESYS に段階的にすなわち、不連続に移行する様子を表している。

## 5. おわりに

システム論的把握で重要なことは、上位のシステムと下位のシステムとは別のものとして捉えるべきであることである。ヒトの例では、我々の臓器の一部である心臓の場合、その存在を意識せずにその制御を一切、自律神経と脳に任せておけばよい。ましてやその構成要素である細胞組織やそのまた構成要素である分子・原子の動きは全く気にしなくともよいのである。また、頭でものを考える際も、

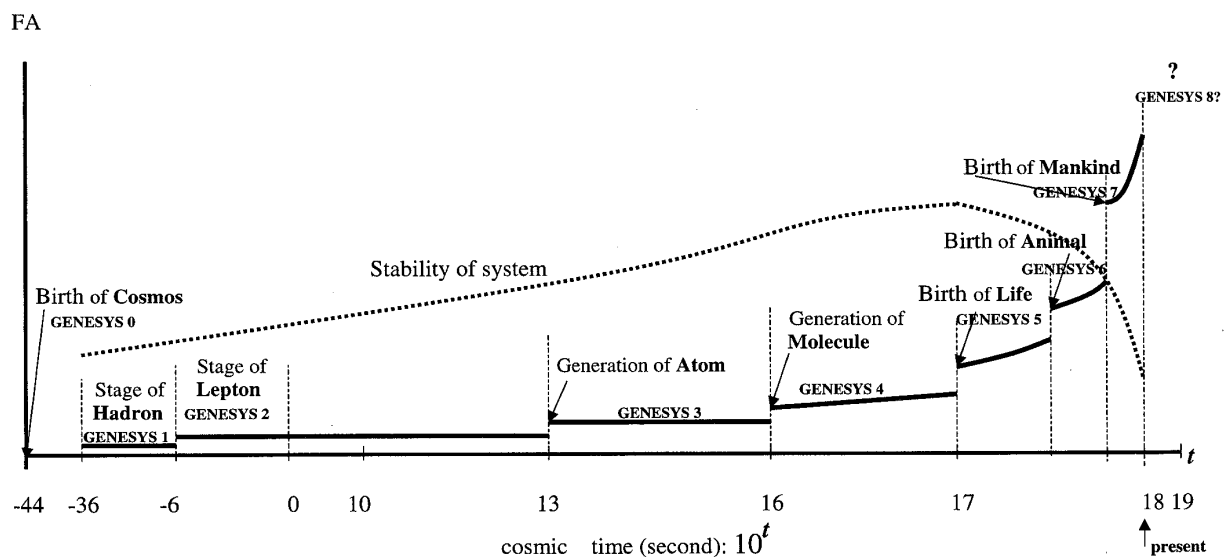


Fig. 1 FA and GENESYS in cosmic history

どことどここのニューロンを使ってどのシナプスを活性化させるかといったことは心配する必要がない。筋肉と同様に使わなければ廃用性萎縮（退化）し、絶えまず使う訓練をしていれば発達するということのみ忘れなければよいのである。原始生命体が誕生した際に、4. で述べたように他の細胞を自分の中に取り入れたり（細胞内共生）、ミトコンドリアの遺伝子が古細菌由来の遺伝子を乗っ取ったように、生物の最初の段階から自己以外のものを取り入れたり、乗っ取ったりしていたことが、現在のヒトの世界でも他の文化を取り入れたり、益あらば相手を乗っ取るということがあることに脈々として受け継がれていると見れないであろうか。

機能の大きさを表す式(1)のFA (Functional Ability) の意味や、生命の誕生以降、とくに人類の登場以降についてはさらに議論を深めたいと考えてるので、それについては次稿にまわしたい。

本報告に関連のある研究に関する「社会と情報に関するシンポジウム」が7月29, 30日に、“人類はどこから来て、何処へ行くのか”の共通テーマの下に本学部で開催される予定である。インフレーション理論の佐藤勝彦東大教授、地球外生命の東京薬科大大島泰郎教授、大脳生理学の東京女子医大岩田誠教授の3先生をお招きし、学部創設10周年を記念した公開シンポジウムを成功裡に終え、そこにおいて知的進化論が萌芽することを期待したい。

本研究は札幌学院大学社会情報学部理系教員研究奨励補助の助成金を活用しておこなった。

#### 参考文献

- 1) Saito, T.: An Approach for The Processing of Social Information by The Method of Systems Engineering And Relational Neural-network, Data Science, Classification and Related Methods, Abstracts of IFCS-96, Vol. 1, pp.91-94, (1996)
- 2) Saito, T.: Classification of systems by using GENESYS classification method, DATA SCIENCE AND RELATED METHODS, IFCS-98, pp267-269, (1998)
- 3) Schrodinger, E.: What is life; The physical aspect of the living cell.
- 4) 宮田 隆：DNA からみた生物の爆発的進化，岩波書店，(1998)
- 5) C. D. ラフリン他：生物発生的構造主義，紀伊国屋書店，(1985)
- 6) 木村資生編：分子進化学入門，培風館，(1984)
- 7) 木村資生：分子進化の中立説，紀伊国屋書店，(1986)
- 8) ロジャー・ルイン：DNA からみた生物進化，日経サイエンス，(1997)
- 9) 大島泰郎：地球外生命，講談社，(1999)
- 10) 科学10大理論[進化論争]特集，学研，(1997)
- 11) 石川 統：生物科学入門，裳華房，(1987)