

# 生命進化と言語の意味の複雑化を生む デジタル公理系 — 言葉と意味の抗原抗体 反応ならびに抽象概念の意味について

得丸公明(衛星システム・エンジニア)

158-0081 世田谷区深沢 2-6-15

ヒトは、音節というデジタル信号を獲得したことによって、概念、文法を獲得し、長期保存可能な文字、さらには五官で感じるできない抽象概念を自然発生的に獲得した。これは生命がデジタル信号である mRNA を獲得し、長期記憶として保持するための DNA、文法である非コーディング RNA が生まれて、複雑に進化をとげてきたことと相似である。本稿では、(i) 言葉と意味の結合は、大脳皮質と脳脊髄液中の免疫細胞による抗原抗体反応である可能性、(ii) 科学的抽象概念の意味はデジタル公理系に支えられていることについて論ずる。

キーワード：抽象概念、公理的思考、デジタル言語学、エピジェネティクス、自己増殖オートマトン、情報の意味のメカニズム、論理記憶、抗原抗体反応

## An Axiomatic System of “Digital” Generates the Evolution of Life and the Complexity of Linguistic Meanings. – On the Antigen-Antibody Response between Word and Meanings, and the Meanings of Abstract Concept

Kimiaki Tokumaru (Satellite System Engineer)

2-6-15, Fukasawa, Setagaya-ku, Tokyo 158-0081 Japan

Human language evolved by the acquisition of digital signals, i.e. syllables, and autogenetically acquired concepts, grammars, character sets for long term memory, and abstract concepts which cannot be perceived by five sensory organs. This evolution is analogous to that of living creatures, which acquired messenger-RNAs as digital signals, DNA in nucleus for long-term memory, non-coding RNAs for grammatical modulation/modification, and evolved toward complexity. The author discusses on the possible role of immune system, Antigen-Antibody Response, for the combination of word and meanings and on the guaranteeing mechanism by Digital Axiomatic System for meanings of abstract concepts.

Keywords: Abstract Concepts, Axiomatic Thinking, Digital Linguistics, Epigenetics,

Self-Reproducing Automata, Mechanism of Meanings of Information, Logical Memories, Antigen/Antibody Responses

### 1. はじめに：複雑さを生み出すデジタル

筆者は2年前の本研究会で、遺伝情報とヒト話し言葉の表現と実態が似ていることを報告した(1)。この相似は、「デジタル」と呼ぶのが適当である。その後2年間、本学会・信学会・人工知能学会の研究会で50回近く発表を続け、回線および回路上の情報伝達メカニズムを分析してきた結果、デジタルは離散的であるとか、あるいは符号化するなどという、あるひとつの事象や現象を指すのではなく、もっと総合的な現象であることがみえてきた(2)。デジタルとは、離散・有限信号で通信される情報が、自律的にネットワークして、複雑なシステムを構築する全体のメカニズムを指す言葉であり、「デジタル・ネットワーク・オートマトン(DNA)」と呼ぶのが適当である(3)。

細胞核内に二重螺旋構造で保存されている遺伝情報のデオキシリボ核酸(DNA)がデジタルであることは知られているが、それはむしろ遺伝情報を長期保存するための形態である。遺伝子情報システムは、メッセンジャーRNA、デオキシリボ核酸(DNA)、トランスファーRNA、非コーディングRNAとともに、複雑な情報を伝えるネットワークを構成して、自己複製を行ない、さらには生命を進化させてきた。デジタルは、この多層的で複雑な生命進化の情報メカニズムを総称する概念である。

音声言語がデジタルであるおかげで、人類は、思考結果に名前をつけて再び思考回路に投入して、複雑・深遠さの次元を高めた意味をもつ科学的抽象概念を獲得するに至った。抽象概念論は言語学にも情報理論にも存在していない。過去にはソ連邦の心理学者 Vygotsky が「真の概念」としてその獲得・使用のむずかしさを論じている(4)。

以下では、デジタルを複雑なものを伝えるメカニズムとして理解し、それが生命体の自己複製や進化、科学的抽象概念を可能にすることを概観したい。

### 2. 生命現象の環境適応モデル

#### 2.1 デジタル信号が伝搬する回線モデル

言語のデジタル性に気づいた筆者は、複雑な言語過程を理解するためになんらかのモデルを手がかりにする必要を感じた。

はじめに Shannon の一般通信モデルを参考にした回線モデルを使用した(5)。情報源、送信機、回線、受信機、到達先、雑音源という6つの要素を直線で結んだモデルは、言語の学際性を考える上でも、より複雑なネットワークモデルを考える上でも、貴重な思考枠組みとなった。また、回線上をメッセンジャー(m)RNA が伝搬する細胞内のタンパク質産生のネットワークや、bit 信号が伝搬するコンピュータ・ネットワークと

比較するにあたっても有用なモデルとなった。通信モデルは、OSI 参照モデルを参考にして、ネットワークモデルに発展した。

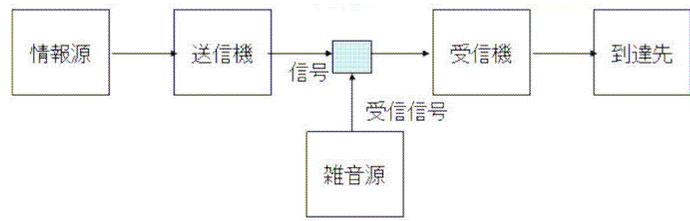


図1 一般的な通信モデル

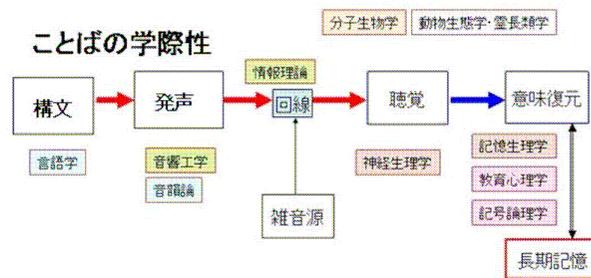


図2 ことばの研究が学際的である必要性

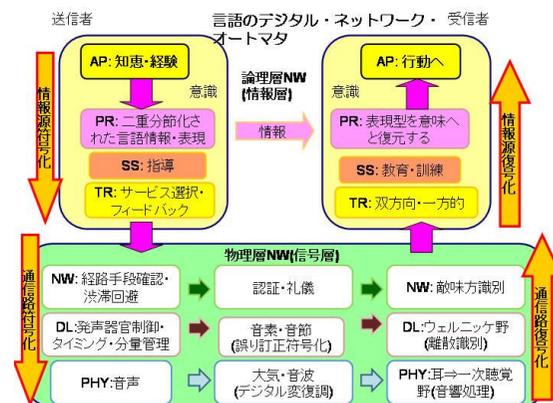


図3 ネットワークのOSI参照モデルに準拠した言語情報システム

## 2.2 生命体内の情報処理過程と処理メカニズム

信号は生体の神経組織の中でどのように処理されるのか。受信機で受け取った信号を、生命体(あるいはヒト)が、どのように処理して行動を生むのかも重要である。

これは送信と受信の両方ができるトランシーバー・モデルとして考えた。それを、時実彦博士が神経系モデル2として提示した適応モデル(受け入れた感覚刺激(S)を、記憶(M)に照らして、処理(P)するモデル)と比較したところ、ヒトの言語活動は、感覚刺激や記憶や処理を言葉で置き換えたものとするのが適当であると気づいた(6)。現実の刺激や記憶や行動に置き換わることのできる言語表現は仮想現実である。これは言葉に意味がないとする、記号論の考えとも相通ずる。

### ヒトの通信・思考のトランシーバー・モデル

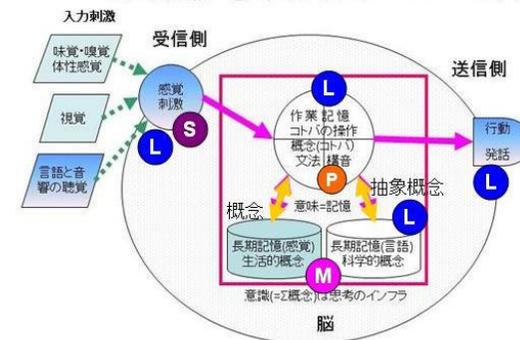


図4 感覚・記憶・判断・行動が、言語表現という仮想現実置き換わる

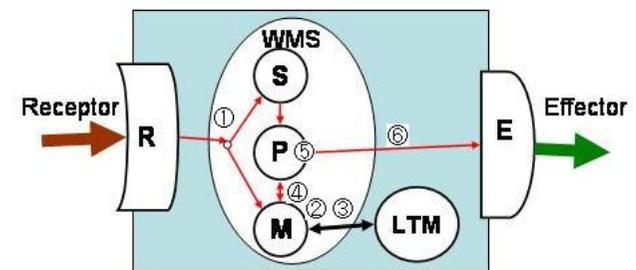


図5 生命現象の環境適応モデル

時実モデルには記憶はひとつしか書かれてない。記憶には先天的・生得的に受け継ぐ生命の記憶(DNAによる種の遺伝記憶)と、経験によって後天的に獲得する記憶があ

るが、感覚刺激が参照する限りにおいて、これらは同列に論じてかまわない。

作業記憶領域において感覚記憶との比較が行なわれる。作業記憶領域に移されないが、長期記憶として保持されている記憶もある。これは別のものとして表現したほうがよいと考え、長期記憶(LTM)をモデルに書き加えた。こうして「生命現象の環境適応モデル」となづけたモデルができあがった(図5)。このモデルは、言語コミュニケーションを前提としてつくったものであり、長期記憶は生後に獲得される言語的体験・記憶の総体である。ヒトは普通後天記憶しか想起しないが、催眠術下などで本能の記憶が呼び覚まされることもある。

図中の①から⑥は、感覚や記憶の流れや処理を表している。① 感覚、② 長期記憶の参照、③ 想起(再生)、④ 認識(再認、 $A=B$ )、⑤ 論理的判断( $A+B=C$  という論理式に感覚と記憶を代入し、最適な行動  $C$  が選択される)、⑥ 行動(運動制御)という一連の処理過程である。

言語表現は、感覚と記憶にそれぞれ仮想的現実として代入されるのみならず、論理的判断の結果、言語表現が行動としてとられることもある。また、長期記憶の量は膨大であり、それぞれ言葉によってタグづけられて管理されている。

このモデルは、細胞のタンパク質産生モデルとしても有用である。LTMは真核生物の細胞核内に保持されているDNAの遺伝情報であり、外界からの刺激①にもとづいて遺伝情報が参照②され、RNAへの核酸の転写③がはじまる。

このモデルは、突然変異的な現象も説明可能である。転写後の核酸列の編集や修飾は画一的処理ではなく、その時々状況や環境条件に応じて、より統一的で生存確率が高くなり、より熱力学に安定するよう制御し選択する余地をもつのではないか。このメカニズムによって、同じ両親から異なる性質の子どもが生まれるのではないか。

### 3. デジタル信号と回線伝達メカニズムの生みだす自動化・複雑化・高速化

#### 3.1 Bitの回線伝達メカニズム

コンピュータ・ネットワークやテレビ放送や携帯電話などの電気通信で用いられるbit信号について考えてみる。Bitは、電圧の違いによって2つの離散状態(論理的0と論理的1)を表現するデジタル信号である。処理回路は、信号がどのタイミングで変わるかを指定するクロック情報にもとづいて信号を処理する。送信にあたって、変調機は、ベースバンド信号にもとづいて、たとえば搬送波の位相や振幅の状態を変える。復調機は、受信した搬送波の位相や振幅状態にもとづいてデジタル信号を取り出すが、通常それらは回線雑音によって歪みを受けている。

デジタル通信システムがアナログ通信システムに比べて圧倒的に優位であるのは、回線雑音による歪に打ち克つところだ。アナログ通信システムは、物理量を物理量に

変換して送るために、搬送波に歪が生じた場合に、ベースバンド信号も歪む。そこから歪を除去する手立てがない。これに対して、デジタル通信システムでは、論理値を物理量に変換して送信するために、閾値以内の歪みであれば元通りの信号として復調される。そして、誤り訂正符号を加えて冗長性を与えると、一定内の誤りであれば、受信側が独自に計算して、誤りを検出し訂正することができる。このメカニズムにより、デジタル通信は1つも信号誤りがない通信を自動化した。

Bitの離散条件は電圧であり、これは時間に対して独立変数であるので、ベースバンド信号のクロック周波数と搬送波の周波数を高めれば、通信を高速化できる。

#### 3.2 mRNAの回線伝達メカニズム

細胞核内で二重らせん構造で保存されているDNAは、転写の指示を受けると二重鎖を開いてRNAを転写する。非コーディングRNAによって転写後にスプライシングなどの編集・修飾を受けて、メッセンジャーRNAは核膜を通過して、細胞質内のリボソームに送られると、ここで待ち受けているトランスファーRNAのアンチコドン構造と結びついて、それぞれアミノ酸に翻訳される。DNAのゲノム情報は転写されてアンチコドンなmRNAになり、mRNAがアンチコドンなtRNAに翻訳されることによって、二度反転がおきて正規化し、ゲノム情報にもとづくポリペプチドが紡がれる。

デジタル信号としてのRNAは、水素結合の本数が2本(A, U)か3本(G, C)か、結びついている塩基がプリン(A, G)かピリミジン(U, C)かという量子生化学特性にもとづく離散性を示す。64(=4 x 4 x 4)種類のコドンは、20種類のアミノ酸と1つの終止コドンを指定するため、複数のコドンが同一のアミノ酸を指定する配列になっている。この配列は縮重(degeneracy)とよばれ、コドンの3つめで信号誤り(突然変異)がおきても、翻訳するアミノ酸が同一となる仕組みになっている。仮に違うアミノ酸に翻訳されたとしても、性質の似たアミノ酸になるような信号の配列になっている。mRNAもまた時間に対して独立であり、通信は高速で自動的に行なわれている。

#### 3.3 音節・文法の起源と回線伝達メカニズム

##### 3.3.1 音節の起源：クリックと母音の二段階自然発生仮説

音節とは、アクセントを1つだけもつ表現単位であると言われている(7)。アクセントは母音によって与えられる。母音を発声するためヒトの喉頭は降下している、これは他の霊長類や哺乳類にはみられないヒトだけがもつ身体構造となっている。喉頭降下のため、ヒトは食事中呼吸ができない。また、食べ物が気道を塞いで窒息したり、唾液などが誤って気道に混入して肺炎をおこしたり、生命の危険が増した。これは母音が生まれる前に言語が存在していたためだと考えられる。

南アフリカの狩猟採集民ブッシュマンは世界でも彼らだけが使うクリック(吸着音)と呼ばれる音素を有している。クリックと「非クリックの間にはひとつの一貫性をも

つ音韻システムが存在していない」と研究者はいう(8)(9)。クリックと非クリックの間の一貫性のなさは、それらが時系列上でつながっているからではないか。はじめ人類は母音をもっておらず、クリック子音を信号として用いていた。洞窟内部は雑音レベルがきわめて低いのでクリック子音によるコミュニケーションが可能だった。その後、雑音レベルの高い野外でも通じるように、肺から出す呼吸のエネルギーを利用した母音が生み出されたと考えられる。

コイサン語において、具体的な事物とむすびつく内容語(content word, 概念語)はクリックで始まるものが多いが、単語や意味単位を接続・修飾する機能語(function word, 文法語)は母音をとまなう音節で始まるものしかないという(10)。母音が生まれたからアクセントをもつ音節を獲得し、音節を獲得したことによって文法が生まれたと考えられる。母音が生まれる前は文法もなく、単語も活用しておらず、単純に単語を並べるだけの二語文・三語文によって会話が行なわれていたのだらう。文法が生まれたために、一次元状の直鎖状に単語を配列して複雑な文章が紡げるようになった。

これは、中期旧石器時代のインド洋沿岸の南アフリカに、突如として新石器文化が花開いた時期が二回あるという報告と整合する(11)。Still Bay文化が花開いたのが71900~71000年前であり、Howiesons Poort文化が花開いたのが648000~595000年前で、その後人々は南アフリカのインド洋岸を離れて北上し、世界に散っていった。

### 3.3.2 音節の伝達メカニズム：文法の言語野神経細胞への組み込み仮説

音節というデジタル信号の入出力ができることが、ヒトとヒト以外の哺乳類の身体上の最大の違いである。デジタル信号は、相互に物理的特性が離散的(メリハリのよい信号)であり、その離散条件は時間に独立であるため、高速処理が可能である。また、元の数が有限であるために、離散条件の蓋然性にもとづいて有限個の中のどの信号を受け取ったかを積極的・能動的に判断できる。これは聴覚言語野であるウェルニッケ野の神経細胞が、母語の音素記憶を痕跡記憶としてもつためである。

一方、喉頭が降下して気道の出口が食道の途中になったおかげで、声帯から舌の付け根までと、舌の付け根から唇までが、同じ長さで直交し、母音のフォルマント周波数の共鳴を得るようになった。この繊細で複雑な運動制御を司るのが前頭葉にある運動性言語野プロカ野である。

デジタル通信の特徴は、文法をもつところにある。「文法」の定義を試みると、「(多くの場合)1音節(アクセント)の付加・活用で表現される、概念やチャンクを接続し、意味を付加・変化させる音韻標識の総称。共通点は(i) 短いことと(ii) 意味付加・変化をもたらすことであり、(iii) それ以外の共通点はもたない」。

記憶と結びついた単語である概念語・内容語を、接続・修飾法則と結びついた単語である短い文法語が、一次元状(直鎖状)の音節列に紡いで送信する。コンピュータ・ネットワークにおいては、プロトコル・スイッチが文法を司る。細胞のタンパク質産

生ネットワークにおいては、転写後に非コーディング RNA が接続や編集を行なう。文法をもつことによって、それまでは二語文や三語文程度の複雑さしか表現できなかったのに、格段に複雑な内容を表現できるようになった。

聞き取った側は、一次元状の符号語列を、文法知識にもとづいて単語あるいは意味単位(チャンク)に分解して意味を復元する。このため文法の記憶は、ウェルニッケ野やプロカ野(あるいはその近く)に保持されていると考えられる。それは失語症の症例からも類推できる(12)。

プロカ失語の場合、失文法とよばれる用言(動詞や形容詞)の活用を失う発声障害がおきるだけでなく、複雑な文章の聞き取り理解にも障害がおきる。用言の活用はプロカ野に記憶されていて、発声においてその記憶が参照されるだけでなく、聞き取りにおいても参照されていると考えられる。

また、ウェルニッケ失語では、聞き取りに問題がおきるだけでなく、発話においても、錯語(イスをツクエといい間違えたり、モヤシをモワシといたり)や錯文法(助詞の使い間違い：私を趣味は釣ります)がおきる。これは、ペプチドあるいは核酸の状態に記憶されている単語を音声化するにあたって参照されるウェルニッケ野の音節(音素)=ペプチド(核酸)変換表が損傷を受けているからではないか。

こうして、大脳皮質言語野は、ヒトにデジタル信号を送信・受信する能力を与えるのみならず、話し手の意思を文法規則にもとづいた音韻の付加・変化へと変換して発話を行ない、また、聞き取った一次元状の音節列を文法規則にもとづいた意味単位に分解し、意味の接続の流れにして作業記憶領域での理解を助ける。

## 4. 概念装置は、免疫の抗原抗体反応ではないか(仮説)

### 4.1 言葉と記憶の特異的結合は免疫の抗原抗体反応に似ている

筆者は量子力学という言葉を用いて、「五官で観察できない微小な力学・メカニズム」という意味で用いる。概念のメカニズムがいまだに解明されないのは、それが量子力学によって作用しているからではないか。量子力学とは、電子伝達、モノアミンやジベプチドや cAMP(環状アデノシン 1 リン酸)などの生化学物質による信号伝達、そしてリンパ球や免疫グロブリンが抗原と行なう免疫の抗原抗体反応を含む。

概念のメカニズムについては仮説らしき仮説ひとつない。Jerne(イエルネ)は1984年のノーベル講演「免疫システムの生成文法」の中で、言語学と免疫学、言語表現と免疫システムの間の相似性を指摘したが、いくつかの点で傾聴に値する(13)。

#### 4.1.1 記号と記憶の選択的(特異的)結合を可能にするメカニズム

免疫の抗原抗体反応の特徴は、特異性(specificity, 選択性 selectivity)にある。特異性

とは、ジフテリアの抗体はジフテリアの抗原にしか作用せず、破傷風の抗体は破傷風の抗原にしか作用しないことをいう。

ある言葉の音韻象徴(記号)と、その言葉が呼び覚ます記憶は特異的に結びつく。シャンペインという音と発泡性ワインの記憶が結合している人が、たとえ音が似ているからといえ、シャンパーニュとフランス語風の発音を聞いてそれがシャンペインであることにまったく気づかなかったという例もある。記号と記憶の選択的な結びつきは、免疫の抗原抗体反応が示す特異性とよく似ている。

#### 4.1.2 膨大な数の記号と記憶の管理に対応できる

1つのBリンパ球は、1つの抗体の記憶を有する。Bリンパ球の表面にはおよそ10万のB細胞受容体(BCR)が付着しているが、すべて同じ抗体の特異性を示す。特異性のレパートリーはBリンパ球の種類に依存しており、ヒトの血液中には、1000万種類の特異性を異にするBリンパ球が存在している。

ひとつの言語において、語彙数は10万語以上あるが、これはBリンパ球が管理する抗体の種類に比べると、およそ2桁小さい数字である。

#### 4.1.3 血液脳関門によって体内と脳内で白血球の活動領域が仕切られている

脳内の毛細血管の周囲をグリア細胞が取り囲む血液脳関門(BBB:Blood Brain Barrier)ことによって、体内の血管を循環する白血球やその他の物質が脳脊髄液中に侵入しないメカニズムがある。

そのため脳内は白血球の存在しない免疫パラダイスとなっていると思われていたが、昨今の研究では活発な免疫調節が行なわれていることがわかってきた(14)。観察事例の多くが多発性硬化症(MS)の症例であることから、白血球は脳脊髄液中でも脳以外の血管内部と同じ免疫監視であるとらえている研究者が多い。だが、健常者の脳内で起きている現象は、脳外とはまったく別であり、そのために2つの領域を超えて白血球が混じらないように血液脳関門が必要であったと考えるべきではないか。

#### 4.1.4 デジタルな順列組合せ原理

Bリンパ球の産生する抗体の特異性は、ペプチド列によって決定される。とくに相補性決定領域(CDR: complementarity determining region)が3つあり、ここが順列組合せ原理によって入れ替わる超可変ドメインを構成している。ヒトの単語のほとんどが3音節以下でできていて、アルファベット頭文字による略語も3文字までが多い。

抗体の特異性を決定するメカニズムと、単語の音韻構造を分節するメカニズムが、どちらもデジタル信号の順列であることは、抗体と単語の親和性を示唆する。

#### 4.1.5 抗体が自ら抗原となって、抗抗体と情報伝達する

抗体が抗原と結合する抗原結合領域(FAb:Fragment antigen binding region, パラトープ)は、抗原の表面形状(エピトープ)を認識するのみならず、みずから抗原の役割を示して、別の免疫グロブリン(抗抗体, anti-antibody)のイディオトープ(CDR)に認識される。また、イディオトープが他の免疫グロブリンのFab(抗原結合領域)と結合して認識され・認識する。

抗体が、抗原と関わらないで、自ら抗原の役割を果たして抗抗体と情報を交換してネットワークしていくのは、言葉が意味(記憶)と結びつかないで、別の言葉を連想させることと似ている。

#### 4.1.6 大脳皮質を構成するマイクログリアの白血球起源

Jerne が暗示したのは、個々の単語記憶は脳脊髄液中のBリンパ球によって記憶され、それが活性化されると抗体分子を産生して、大脳皮質と相互にネットワークするというのである。

ここ10年ほど研究が進んでいるグリア細胞のうち、少なくともマイクログリアは乳幼児期に血液脳関門が完成する前に脳内に侵入した白血球起源であるといわれている(15)。アストログリアも白血球起源という説もあるほか、そもそも神経細胞と免疫細胞はよく似ているとJerneも指摘している(16)。そうであるならば、脳脊髄液中の抗体分子とマイクログリアが抗原抗体反応を行なうこともありえる。

#### 4.2 大脳皮質に損傷がないにおきる超皮質性失語症

失語症に、大脳皮質に損傷がなくておきる超皮質性失語というものがある(12)。これは(i)ほとんどの言語モダリティー(聞く、話す、読む、書く)は良好であるが、名詞の呼称が重度に障害される失名詞失語(あるいは健忘失語)や、(ii)復唱は保たれているから言語中枢は障害を受けていないのだが、発話の発動性がきわめて乏しい超皮質性運動失語、(iii)意味理解に乏しく、「海老」を「かいろう」と読むなど語義失語とも呼ばれる超皮質性感覚失語、(iv)意味理解も悪く、発話もみられないのに、復唱だけはすらすらできる混合性超皮質性失語、などである。

(i)の症例として、脳外科手術を行なった患者が、古い記憶(結婚前の旧姓)の記憶は保持しているのだが、新しい記憶(結婚後の苗字)を思い出せなかった例がある。外科手術によって脳脊髄液中の白血球が損傷されたからという可能性はないだろうか。

超皮質性失語の例は、本来、言語機能を遂行すべき特殊任務をもっていたリンパ球と抗体が、異常をきたして、抗原抗体反応によってグリア細胞を攻撃するようになって起きているという可能性はないだろうか。多発性硬化症(MS)やエイズ脳症などの自己免疫疾患患者に失語症がおきるのもこのためではないか。

## 5. 科学的抽象概念の意味は公理系によって支えられる(考察)

### 5.1 抽象概念とは何か

抽象概念とは何かを論じた先行研究は見つけられなかった。日常生活において抽象概念を意識することも少ないし、学校の授業でとくに教わることもない。しかし、概念には、五官の記憶と結びつかない概念が存在する。それを抽象概念と呼ぶことにする。「五官の記憶と結びつかない」概念として抽象概念を定義すると、食べたことのない料理や行ったことのない国など未経験の事象は、それを経験するまで抽象概念で、経験すると具象概念に変わることになる。

これに対して、あまりに大きすぎる(小さすぎる)とか、あまりに長期間(短期間)という理由で五官で感じるができない対象がある。これらは、推論や論理的考察によって獲得するほかないので、科学的抽象概念と呼ぶべきである。

この場合の抽象概念は、「五官で感じるができない対象を、考察を通じて得られた論理記憶を意味とする」概念である。局所的な森林伐採や一定量の廃棄物投棄であれば、目で見ることができる。それを地球規模に拡大することはむずかしく、想像力や論理力が求められる。デジタル符号語(言葉)がなければ抽象概念は存在しえない。ヒト以外の動物は抽象概念を獲得できないと考えられる。抽象概念を使いこなすことこそ、ヒトだけがもつ優位性といえる。

たとえば「地球環境問題」は抽象概念である。一般に人は、抽象概念の意味をきちんと確かめずに見聞きし、使用している。その言葉の意味を述べよといわれて、即座に答えられる人は、ほぼいない。「地球環境問題」は、ひとつの単語であって、「地球の、環境の、問題」ではない。また「砂漠化や温暖化、海洋汚染など地球規模で起きている環境の問題」と受験知識で、別の言葉に置き換えてみても、言葉の意味には少しも迫らない。

「地球環境問題」とは何だろうか、ああでもない、こうでもない、ああかな、こうかなと頭を悩ませて、肯定的・否定的な思考結果の記憶がたくさん集まって、その集合が抽象概念の意味を構成するといえる。

7 万年前に誕生した現生人類が、双曲線カーブを描きながら爆発的に人口を増加させ、森林を手当たり次第に伐採して他の生物の生息地を奪い、毒性をもつ化学物質や放射性物質を大気や海洋や土壌などの環境中に撒き散らした結果起きてしまった環境危機と考えるなら、地球環境問題とは「人類の人口爆発が引き起こした環境危機」とこたえるのが、本質を突いた言い換えであろう。また、この言い換えは、自分自身が人口という統計値の一端を構成していることから、地球環境問題の知覚可能な一部分をつかまえていて、概念の抽象化の基点としてもすぐれている。

### 5.2 公理主義アプローチ

言語や遺伝子の伝える情報は、信号自体がもつ離散・有限性や、受信回路、情報処理回路、記憶体系と記憶の記録や想起など、デジタルならではの量子論的なメカニズムによって、複雑なメッセージを確実に伝える。多岐領域にわたるそれらのメカニズムは、意味や生命のデジタル進化を可能にした法則の集合であり、「デジタルの公理系」といってもよいだろう。

五官で感じられることは理解しやすい。ニュートンの万有引力もケプラーの天体観察も目に見える現象であった。いわゆる実証主義、経験論の世界である。そして五官で感じることでできない現象やメカニズムは、信じるか信じないかの信仰の対象になっていた。宗教あるいは観念論である。

フォン・ノイマンと師であったヒルベルトが目指したのは、物理的メカニズムの裏づけのない観念論や超越論ではなく、かといって知覚可能な事象にもとづく経験主義でもない。経験によって知覚した現象を厳密に吟味して公理として確立し、その公理を体系化した論理メカニズムにもとづいて、知覚できない対象・事象を認識する数学的手法である。このような認識手法が有効に機能するためには、論理操作がつねに必要な十分条件を満たす必要がある。

ヒルベルトは「およそ科学的思考の対象となりうるものは、すべて、一つの理論を形成できるほど成熟すると、公理的方法を介して間接的に数学に帰属する。次第に深みにある公理層へ進むに従って、科学的思考そのものの本質を、ますます深く洞察できることにもなり、数学の統一性をよりいっそう意識するようになるだろう」と述べている[17]。五官で知覚できない量子力学的現象は、すべて数学的・論理的手法によって考察しなければならないということだ。この手法が踏襲されないと、科学は再び中世の暗黒時代に逆戻りし、信じるか信じないかという宗教的心情に支配されることになる。

フォン・ノイマンは、1946年にシカゴ大学で行なわれた講演の中で、きれいな数式がひとり歩きする審美主義に陥った科学を救う唯一の方法は、数学を再び経験主義に戻すことだと述べている。数学は経験的な学問であり、幾何学や計算から、形式論理学、群・集合論、位相幾何学にいたるまで、数学はすべて経験主義的な起源をもっていることを強調する。

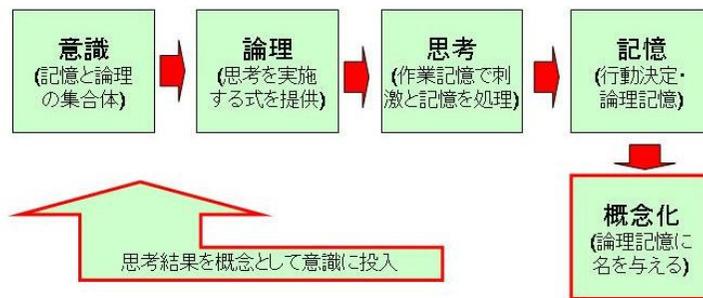
「経験的起源から遠く離れた数学は、『現実』の問題に触発された世代から二世世代、三世代後の世代において、重大な危険にさらされる。ますます純粋審美的になり、ますます『芸術のための芸術』に陥る。(略) 研究分野は、なんら抵抗をみせないまま、あまり重要でないバラバラの領域に分裂し、統制を失った些事と煩雑さの集積した学問に陥る危険性がある。言葉を変えれば、経験的起源から遠く離れてしまうと、あるいは、『抽象的な』近親交配が長く続くと、数学的分野は墮落する危険性がある。

こうなったときの唯一の治療法は、若返るために再び起源に戻ることだ。多かれ少

かれ、直接的で経験的な発想を再注入するのだ。これが学問の新鮮さと活性を保つ必要条件であり、未来においても同じだと私は信じる。」(18) 現実の起源にいったん立ち返り、公理的手法をとって根底から論理の再構築をはかるのだ。

文法が概念を一次元状に紡ぐことは、概念の平面的な複雑化、同一次元上での複雑化である。これに対して、思考結果を概念化し、その概念を新たに思考過程に投入していく公理的手法は、抽象度の次元を次々に高めることを可能にし、より複雑な事象を考察の対象領域に取り込むことを可能にする。これは概念の垂直的複雑化とよべる。

### 自己増殖し次元を高める言葉の意味のオートマトン



ヒトは思考結果に名を与え、概念を意識に取り込むから意味が自己増殖する

図6 思考結果を概念化することで言葉の意味は複雑さの次元を高める

## 6. おわりに：生命と人類の意味を問うべき時期

マンデルブロが研究したフラクタルや、フォン・ノイマン自身が論じた自己増殖オートマトンは、簡単な論理とメカニズムによって複雑なものを構築できることを明らかにした。ジャコブが「生命の論理」の結論で述べたのも、まったく同じことである(19)。「その存在そのものがその構造と機能とに与える『意味』を常に参照することなしには、もはや生物学を行ないえない。」

遺伝子情報伝達と言葉の情報伝達は、デジタルなメカニズムによって、複雑さの方向に自然な進化を続けてきた。「ある統合単位は下の準位の統合単位の集合によってつくられる。それはまた、さらに上の準位の統合単位の構成に関与する。」こうして人類はその意味を考えることもなく、今日の幼児的で自己中心的な文明を築いた。

人類とは何か、言語とは何かがわかれば、人類の生きる意味、よってたつべき論理、

めざすべき目標へと、我々は必然的に導かれるのではないだろうか。

### 参考文献

- 1) 得丸 遺伝情報とヒト話し言葉の遺伝子型・表現型における意味づけの相似性について 2009-MPS-76/BIO-19 No.48
- 2) 得丸 情報研究会 BIO19-48, SLP79-41, NL195-4, SLP81-11, MUS-87-7, CH-88-6, SLP-83-2, NL-200-1, NL201-SLP86-17, SLP-88-3, 信学技報 2009:TL-28, TL-40, SP-169, 2010:LOIS-8, TL-10, AI-1, MVE-39, IT-23, DE-14, TL-24, HCS-32, TL-35, TL-46, IBISML-60, IA-64, IA-77, SP-93, SP-120, COMP-47, PRMU-240, PRMU-241, 2011:ISEC-4, LOIS-8, AI-11, IBISML-2, MVE-30, IT-33, IT-34, OME-52 人工知能学会研究会 KBS-A904-10, KBS-B001-06, Sig-IC-0501, Latent Dynamics 02-08
- 3) 得丸 デジタル・ネットワーク・オートマトンという思考枠組みとその有効性について—細胞レベルの記憶・論理から複雑性へ Technical Report of the 2nd Workshop on Latent Dynamics(2011.6)
- 4) L. Vygotsky 思考と言語, 柴田義松訳, 明治図書出版, 1962
- 5) C.E. Shannon A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 1948;27:379-423 and 623-656.
- 6) 時実利彦 人間であること, 岩波新書 1970
- 7) L. Hjelmslev (1938) The Syllable as a Structural Unit, the Proceedings of the 3rd International Congress of Phonetic Sciences (Ghent) p266
- 8) H. Nakagawa(2007), Integration of the clicks and the non-clicks Area and culture studies / Tokyo Univ. of Foreign Studies 75:87-96
- 9) A. Traill, (1997) Linguistic phonetic features for clicks. In R.K. Herbert (ed), African linguistics at the crossroads: papers from Kwaluseni (1st World Congress of African Linguistics, Swaziland, 18-22, July, 1994), pp.99-117, Koln:Rudiger Koppe
- 10) E.O.J. Westphal, (1971), The click languages of Southern and Eastern Africa, in Sebeok, T.A., Current trends in Linguistics, Vol. 7: Linguistics in Sub-Saharan Africa, Berlin: Mouton
- 11) Z. Jacobs, et al. (2008) Ages for the Middle Stone Age of Southern Africa: Implications for Human Behavior and Dispersal, Science 322: 733-735
- 12) 毛束真知子 絵でわかる言語障害 言葉のメカニズムから対応まで, 学研, 2002
- 13) N.K. Jerne, The generative grammar of the immune system - EMBO Journal vol.4 no.4 pp.847-852, 1985.
- 14) M. Trbojević-Čepe, Ž. Vogrinc INFLAMMATION AND HUMORAL IMMUNE RESPONSE WITHIN THE CNS COMPARTMENT: CHARACTERISTIC FEATURES AND CEREBROSPINAL FLUID ANALYSIS, BIOCHEMIA MEDICA, Zagreb, siječanj—lipanj 2004. Godište: 14: pp1-36
- 15) 工藤佳久 脳とグリア細胞, 技術評論社 2011
- 16) N.K. Jerne, Toward a Network Theory of Immune System, Ann Immunol (Paris) 1974; 125C (1-2) :373-89
- 17) D. Hilbert, 公理的思考, 世界の名著 66, 現代の科学 II 所収 中央公論社 1970
- 18) J. von Neumann, The Mathematician, in “the Works of the Mind”, 1947 Univ. of Chicago Press
- 19) F. ジャコブ 生命の論理, みすず書房, 1977