

チョムスキーに「生成文法」という幻想をいだかせた神経細胞のデジタル・ネットワーク・オートマタにもとづく「二重符号化文法」

得丸公明 (衛星システム・エンジニア)

158-0081 東京都世田谷区深沢 2-6-15 tokumaru(a)pp.ij4u.or.jp

今日に至るまで、文法とは何か、文法のメカニズムはどうなっているのかということについて、十分に検討が行なわれたり、議論されたり、説明されることはなかった。デカルト派言語学を自認するチョムスキーが提起した難題「ヒトは状況に応じて新しい文を作ることができ、それをたった一度発話するだけで、聞き手がただちにそれを理解できるのはなぜか」を、生成文法論者を含めてまだ誰も説明できていない(1)。チョムスキー自身は「この問題が人間の知的な能力の範囲内にはない」、「神の介在なしにはありえない」と述べている(2)。だが、未解明の理由のひとつは、構造主義の「形態素」・「遺伝子型/表現型」概念と似て非なる「語形成素」・「深層構造/表層構造」という概念を用いるためではないか。また言語のメカニズムは社会科学でも自然科学でもなく、符号理論として取り扱うべきではないか。筆者は、ヒトの言語は脳内の自律的な神経細胞ネットワーク上で作動するデジタル通信システムであり、文法は情報源符号化と通信路符号化という二つのデジタル符号化メカニズム(相乗)効果によって生み出された一連の機能を指し示す音響符号語であると考え、デカルトの結論に反して動物も論理装置や概念をもっており、ヒトのヒト以外の動物に対する質的相違は二重符号化文法に求められる。

キーワード: 生成文法, 情報源符号化, 通信路符号化, デジタル通信, チョムスキーの難題, 構造主義言語学, デカルト派言語学

The “Double Coding Grammar”, based on Digital Network Automata of Nerve Cells, seems to have given birth to the Chomsky's illusion on “Generative Grammar”.

Kimiaki Tokumaru (Satellite System Engineer)

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

To this date, the mechanism of grammar has not yet been fully investigated, discussed or clarified. Why human can compose an appropriate new sentence in a particular situation, and, why, with hearing it only once, others can understand it immediately?(1) This

Chomsky's conundrum has not yet been solved and explained by anybody including Chomsky himself. He, a Cartesian Linguist in his definition, indicated that this conundrum is "not within the range of human intellectual capacities" and "requiring divine intervention"(2). However the author surmises that the application of concepts such as "formatives" and "deep/surface structures" by Chomskians, which are alike but different from those of "morpheme" and "signifié/signifiant" in structuralism, are confusing and could be responsible for the failure. The author surmises that the human language is a digital communication system, operated by autonomous nerve cell networks inside brain, and that its grammar is a series of phonetic functional codes generated by a synergy of two digital coding mechanisms, namely the source coding and the channel coding. It seems that, despite the Cartesian conclusion, non-human animals have logical device, acquire concepts and establish concept system, and that the qualitative superiority of humans against non-human animals seems to be the double coding grammar.

Keywords: Generative Grammar, Source/Channel Coding, Digital Communication, Chomsky's Conundrum, Structuralism Linguistics, Cartesian Linguistics

1. はじめに : チョムスキーの難題を符号理論で解く

1962年に米国ケンブリッジで開催された第9回国際言語学会議でチョムスキーが、言語理論の目標を示したこと(1)と、後にそれを彼自身が「人間の知的な能力の範囲内にはない(2)」問題であると述べたことは注目に値する。

チョムスキーの難題とは、「成熟した話し手は、適当な機会に自分の言語の新しい文を作ることができ、また他の話し手たちは、その文が自分たちにとっても同じように新しいものであるにもかかわらず、その文を直ちに理解することができる」という現象の解明であるが、さすがによいところに目をつけたものである。

この現象は、母語でなくても習熟した外国語でも起こりえるし、子供でもかなりの構文力・理解力を示すので、「ヒトは状況に応じて新しい文を作ることができ、それをたった一度発話するだけで、聞き手がそれをただちに理解できるのはなぜか」として単純化してよいだろう。

筆者は、第2章でチョムスキーの難題を整理し、生成文法理論における概念の混乱がその解明を阻んでいる可能性を示す。続いて、第3章では、聴覚神経生理学や神経細胞ネットワークによって構成される言語処理回路を概観する。第4章では、その回路上で言語がデジタル情報として符号処理される文法メカニズムを概観する。

2. チョムスキーの難問と概念の混乱

2.1 チョムスキーが言語理論の目標と定めた難題とは何か

まだ誰も解明できていないチョムスキーの難題を以下にやや長く引用する。そこで展開されている言語学概念について精査するために、多少読みにくくなるが、主要概念と重要部分は原文の英語(斜体も原文のまま)を付記する。

どんな言語理論でも、有意義なものであろうとする限り、必ず取り組まなければならない中心的な事実として、以下のようなものがある。成熟した話し手は、適当な機会に自分の言語の新しい文を作ることができ、また他の話し手たちは、その文が自分たちにとっても同じように新しいものであるにもかかわらず、その文を直ちに理解することができる。(略) ある言語を正常に習得するということは、無数の全く新しい文を即座に理解する能力だけでなく、逸脱した文を見分け、時にはそれに解釈をほどこす能力をも含んでいる。(略)

言語のこの「創造的(creative)」側面が言語の本質的特長であるという認識は、少なくとも17世紀まで遡ることができる。たとえば[17世紀には]人間のみが単なる自動機械(automatism)以上のものであり、[人間だけが]真の[意味での]言語を有していることがこれをもっともよく示している、というデカルト派の考え(デカルト『方法序説』第5部を参照)があり、(略)この「創造的(creative)」側面を無視するような言語理論にほとんど意味がないことは明らかである。

話されたことばというデータに対する限られた経験を基礎として、正常な人間は、おのおの自分の母語(native language)における完全な能力を発達させている。この能力は、(どこまで表せるかまだはっきりとはわかっていないが)ある程度まで、われわれがその人の言語の文法(grammar)と呼ぶところの規則の体系として表される。音声的に可能な発話のおのおのに対し、文法は、その発話を構成する言語要素とその要素間の構造上の関係を指定する何らかの構造記述(structural description)を(構造上の多義性がある場合には、このような構造記述を複数個)与える。発話のうちあるものに対しては、構造記述は、特に、それらの発話が完全に適格の(well-formed)文であることを示す。そのような発話の集合をその文法によって生成された言語(language generated by the grammar)と呼ぶことができる。(略)

文法とは、(特に)適格の文の無限の集合を指定し、その各各に一つあるいは二つ以上の構造記述を与える装置であるということになる。おそらくこのような装置を生成文法(generative grammar)と呼んで、構造記述に現われる要素の目録とその文脈による変種とを提示するだけの記述的叙述(descriptive statements)から区別すべきであろう。

一つの言語の生成文法は、理想的には、中枢的な統辞部門(syntactic component)と二つの解釈部門(interpretive components)すなわち音声部門(phonological component)と意味部門(semantic component)を含まなければならない。統辞部門は、統辞的機能をもつ最小の要素(ボリンガー(Bolinger 1948)に従って、この要素を語形成素(formatives)と呼ぼう)の連鎖を生成し、個々の語形成素および語形成素の体系の範疇、機能および構造上

の相互関係を指定する。音韻部門は、指定された統辞構造をもつ語形成素の連鎖(a string of formatives of specified syntactic structure)を、音声表記(a phonetic representation)にかえる。意味部門も同様に、統辞部門によって生成された抽象的な構造(an abstract structure)に意味解釈(a semantic interpretation)を与える。こうして二つの解釈部門は、統辞論的に生成された構造をそれぞれの「具体的な(concrete)」解釈(一方は音声解釈、他方は意味解釈)に写し換える。そこで、文法は、全体として、究極的には音声表記された信号を意味解釈と結びつける装置であり、この結びつけは、統辞部門によって生成された抽象的な構造の体系によって仲介されるものであるとみなすことができる。従って、統辞部門は、各々の文に対して(実際には、各々の文の各々の解釈に対して)意味解釈の可能な深層構造(a semantically interpretable *deep structure*)と音声解釈の可能な表層構造(a phonetically interpretable *surface structure*)を与えなければならない、そしてこれらが別個のもの(distinct)であるならば、その二つの構造の間をのべなければならない(1)。

2.2 チョムスキーの難題における概念の混乱

2.2.1 デカルト派言語学者としてのチョムスキー

チョムスキーの難題は、デカルトの『方法序説』からヒントを得たようだ(3)。デカルトは第五部の最後の部分で以下のように述べる。

人間ならばどんなに愚かで頭がわるくても、狂人でさえもその例外でなく、いろいろなことばを集めて配列し、それでひと続きの話を組み立てて自分の考えを伝えることができるが、反対に他の動物には、どんなに完全でどんなに生まれつき素質がよくても、同じことができるものはない。(略)このことは、動物たちの理性が人間よりも少ないということだけではなく、動物たちには理性が無いことを示している。というのも、話すことができるためには、ごくわずかの理性しか必要ないことは明らかだから。(略)

動物たちには精神がなくて、自然が動物たちのうちで諸器官の配置にしたがって動いているのだ。(略)動物の魂とわれわれの魂がどれほど異なっているかを知ると、われわれの魂が身体にまったく依存しない本性であること、したがって身体とともに死すべきものではないことを証明する諸理由がずっとよく理解される。(略)魂は不死である(略)(4)。

チョムスキーは1986年3月にニカラグアの首都マナグアで講義を行い、デカルトの難題の解明を「人間の知的能力の範囲外」であり、「神の介在なしにはあり得ない」と述べ、動物たちには理性や精神が無いとするデカルトの言説を支持している(2)。

2.2.2 概念の混乱 1: 「生成」の意味の変遷と「抽象的構造」

デカルトの影響の色濃い(1)の文中で、チョムスキーは、「生成」を「創造」に近い、

新たな文章を自由に構築するという意味合いで使っている。一般の文法あるいは文法全体とは別のものとして、「**構造記述の集合を生成(generate)する**」のが生成(generative)文法であるとして記述している。しかしこれは今日の一般的な「生成」の説明とは違っていないか。いったいいつどのようにして説明は変わったのだろうか、興味深い。

また、「意味部門」が「**統辞部門によって生成された抽象的な構造**」に「意味解釈」を与えるというのは、何を言わんとしているのだろうか。文法は「**音声表記された信号を意味解釈と結びつける装置**」であり、「この結びつけは、統辞部門によって生成された抽象的構造の体系によって仲介される」というときの「**抽象的構造の体系**」とはいったい何を言うのか。抽象的構造などというものが存在しうるのか。

筆者は抽象概念は、我々の神経細胞が二元論理演算を行なった結果である真偽値の記憶(の体系)と結びつく概念と考える(5)。普遍的妥当性をもつ抽象概念は、純粋な理性の論理演算結果を総合して、構築してつくられる。だから基本原理はメートル原器や秤の分銅のように単純であまいさのない、厳密で正確なものでなければならない。

意味(=意味)と音韻形態を結びつけるのは、神経細胞のはたらきであり、文法でも抽象概念でもないのではないか。概念の構造は単純で、形態素(morpheme)や記号素(moneme)という音韻形態と、記憶からなる意義素(sememe)が結びつくだけである。この結合の役目を荷うのは神経細胞の二元論理回路であり、A=B というパターンが形成されると概念になる。そこに解釈の余地はない。一度パターン一致が形成されると、なかなかそれを改めることはできないほど強固な結びつきを示す。

チョムスキーは神経細胞の働きには触れない。代わりに「**抽象的構造の体系**」として文法がその役割を果たし、意味解釈を与えるというが、これは概念の生理メカニズムを神秘的ヴェールで隠すことにならないか。

2.2.3 概念の混乱 2: 構造主義概念と似て非なる概念セットの採用

語形成素(formative)という概念の採用にも疑問を感じる。チョムスキーは、ボリンガーの定義に従った「**語形成素(formative)**」を、「**統辞的機能をもつ最小の要素**」として登場させるが、「**統辞的機能**」とは何だろうか。ボリンガーは「**統辞的機能**」については触れていない。チョムスキーは語形成素に統辞的機能があるとなぜ言えたのか。

語形成素は、構造主義言語学の形態素(morpheme)を真似てボリンガーが作った概念だが、形態素や記号素(moneme)と似ているが決定的に違う点がある。構造主義言語学者のブルームフィールドは「**言語研究は常に音声形式から出発しなければならぬ**」と明言し、形態素を純粋な音韻形態とする(6)。ボリンガーによれば形態素は意味性も帯びている。チョムスキーはさらにそれが統辞機能ももつという。

ボリンガー(7)が形態素概念の代わりに語形成素概念を提案したとき、その定義は雑であり、テキスト批判には誤解がある。ボリンガーは音韻形態に意味をもつものとも

たないものがあるかのように批判するが、「意味をもたない音韻形態」と「音韻形態ではない意味」とを分けて生まれたのが「**形態素**」と「**意義素**」である。したがって下記引用の筆者が下線した部分は、ボリンガーの誤解にもとづくのではないか。

ブルームフィールドのモーフィームについての定義に暗黙の「他の形態との音韻意味的な類似性を一切もたない言語形態」と、モーフィームの意味的な内容(セミーム)「言語における他のすべての意義素を含む他のすべての意味とは異なる常態的で明確な意味単位」は、ある音韻集合は完全に意味をもつか、完全に意味を持たないかのどちらかであるという考え方である。(略)

「究極の構成要素」というところから、「意味のない下位単位」に行くのは唐突である。なぜなら、モーフィーム以下はまったく意味をもたず(もし意味があるとすれば、我々の解析が十分でないということになる)、モーフィームに何も加えていない、モーフィーム不足モーフィーム不足モーフィームに質的に多くの意味があるといっているのだから(7)。

音韻記号と意味を分けて分析するのが構造主義言語学であるとすれば、生成文法派は、分けて考える発想と研究手法を暗黙に放棄した。

ボリンガーは「**下位単位からモーフィームへの移行は、意味の点では唐突ではないという考えを維持する**」という。なぜならば、in や con や re や un などの接頭辞は特定の意味を有しており、その結果形態は意味をもつからだ主張する。そして形態素の定義を示すのだが、厳密さを欠いた雑な議論である。「**形態解析はほとんど行なわれていないので、形態素はそのまま放置しておいて、私が形態解析に適しているとして定義した形態素に似たものに新たな名前をつけることのほうが楽であろう。したがって、私はそれを定義したように、morpheme の代わりに formative を、語源的な存在を component を提案する。(Bloomfield によって用いられたように、component と constituent はまさしく同義語であるので、我々是用語を余計に使うことができる。)**(7)」

鈴木孝夫は日本語の縮約カタカナ語に用いられるコンには、コンピュータ、コンサート、コンデンサーなど 18 種類以上あり、「**耳で聞いただけでは相互に意味が区別できない。それどころかコンという発音からは何ひとつ具体的なイメージが浮かばない**」と言う(8)。そのコンは英語の con であり、鈴木と逆のことをボリンガーは語っている。

なぜチョムスキーはわざわざこのような議論を混乱させる概念をもちこんだのだろうか。構造主義の形態素は意義素から独立した存在であるのに対して、生成文法派の形態素は意味を併せもち、統辞機能ももつという。そのため記号論的な「意味するもの(signifiant)」、「表現型(phenotype)」と「意味されるもの(signifié)」、「遺伝子型(genotype)」の緊張関係は、生成文法において見えにくくなり、表現型以外に意味を探し求める契機、意味と音韻符号を結びつけるメカニズムを探す契機が失われた。

「意味解釈の可能な深層構造と音声解釈の可能な表層構造」という表現も、一見「意味されるものと意味するもの」、あるいは「遺伝子型と表現型」の同義語のようにみえるが、チョムスキーの説明によれば、深層構造も表現構造もともに表現型である。

Invisible God created the visible world.(目に見えない神が目に見える世界を創造した)が表現構造であるとき、深層構造は”God is invisible.”(神は目に見えない), ”he created the world”(彼が世界を創造した)と”the world is visible”(世界は目に見える)の三つの命題の体系から成る、という(9)。この例文は 18 世紀フランスの修道院で書かれたポールロワイヤル文法にあるとはいえ、神学的表現を 20 世紀の言語構造解析の例えに持ち出すことは適切だろうか。

記号論的に考えるならば、シニフィアンや表現型は記号であり、シニフィエや遺伝子型は、記号が指し示す現実存在あるいはその五官の記憶、言語表現以前に存在するものと考えられる。チョムスキーは、記号論・構造主義言語学に似ているものの、意味と音韻が混在した概念を用いることで、音声記号と意味(実在、記憶)の緊張関係から人々の関心をそらした。生成文法論のシンタックス構造図は目には鮮やかな分、音がしない。この概念的混沌あるいは神聖不可侵な「生成文法」の三位一体性によって、チョムスキー言語学は出口のない迷宮をつくりだしたのではないか。

3. 自然科学としての言語学

3.1 生成文法の自然科学の神秘性

さて福井直樹によれば「ヒトはその生物学的特性として脳の一部に『言語機能』(language faculty)と呼ばれる器官を持って生まれ、この言語機能が異なった安定状態に達した結果が母語話者が脳内にもつ言語能力であるという仮説を生成文法理論は提出している。」そのため生成文法理論は言語学を自然科学として捉え、「それまでの言語学にはない、きわめて強い心理学的・生物学的(あるいは「認知科学」的と呼んでもよい。これらの名称の違いはそれほど本質的なものではない)色彩を持つ」という。(10)

この表現が正しいのであれば、昨今研究の進展が著しい神経細胞生理学や RNA によるタンパク質合成研究と生成文法論が結びついてよいと思われるが、そのような研究成果にはまだ出会っていない。神経細胞レベルや分子レベルの生理現象を追求しないために、脳というブラックボックスの中に、言語機能という神秘的な装置が漠然とあって、言語の繊細なメカニズムを不可蝕な謎として封じ込めているようだ。

3.2 自然科学としての言語学

言語学を自然科学として捉えるのであれば、言語聴覚の神経生理学、発声器官の構造とその運動制御、言語記憶・五官の記憶・母語音素の記憶がどのように獲得され、

どこに保管されているかという記憶の生理学や分子生物学、そして中枢神経システム内部のネットワーク構造などについて明らかにすべきである。

すでに行なわれた多くの研究を総合すると、およそ以下のような流れで言語活動が行なわれていると考えられる(11)。

聞き取りは、

(i) 内耳の蝸牛にある有毛細胞が大気中を伝搬してくる音響といっしょに音声(言語の音韻情報)を、音響的な神経パルスの電気信号に変換する。

(ii) それらの電気信号は、聴神経からいくつかの神経核を経由して、音響信号として第一次聴覚野の周波数局在構造(反応する周波数が低いほうから高いほうに皮質細胞が並んでいる)に送られて処理される。

(iii) そのうち音声として判断された音響信号は、隣接する聴覚性言語野(ウェルニッケ野)に乳児期に獲得される母語音素記憶を参照して、パターン認識され、自動的に音節列が復元される。

(iv) 概念と文法によって二重分節化された音節列から、単語単位で神経細胞の論理回路によって自動的に五官の記憶や論理演算の結果の記憶(=概念の意味)を呼び覚まし、それが文法記憶にもとづいてさらなる意味づけが行われて、聞き手の意識上で自動的に文や文章全体の意味が復元される。

また、話すときは、

(v) 話したいことが決まると、適切な単語を思い出し、文法規則にしたがって新たな文が生み出される。

(vi) 生み出された文にしたがって、適切な話しぶりで声を発することができるよう、運動性言語野(プロカ野)で発声器官運動制御が行なわれて、声が出される。

この一連の流れは、パターン認識と分節化の自動処理であるため、自覚されない。また複数の学問分野に属するため、学際的アプローチをとらないと全体像がつかめない。

なかでも記憶の生理学は重要である。ペンフィールドはてんかん患者の脳切除手術に際して、大脳皮質に電極をあてて被験者が何を思い出すかの実験を行ない、側頭葉には「1) 記憶された出来事や経験、2) その出来事に関連した思考、3) それを引き起こす感情」の記憶領域があることを報告している(12)。

一方で、言語の記憶が左半球後部側頭葉にあることは観察されているが、「刺激によって患者が話したり、個別の単語を思い出すということにはなかった。(13)」この観察結果やウェルニッケ失語症の単語単位の錯語や音韻性の錯語症状から筆者は、言語記憶はウェルニッケ野の母語音素痕跡記憶を参照テーブルとした符号化が行われているという仮説を前回の自然言語処理研究会で提示した(14)。言語記憶は特定のタ

ンパク質やペプチド構造として記憶されており、音声化するにあたっては記憶を参照してD/A(デジタル→アナログ)変換処理が行われなければならないのではないか。

聴覚神経生理学においては、さまざまな細胞の形状や信号応答についての研究が行なわれている(15)。ヒトに固有の母語音素記憶が乳児期に形成される観察や研究も行われている(16)。さらに、霊長類は一次聴覚野に隣接する領域(ウェルニッケ野に相当)に、仲間内の音声符号に最適化した痕跡記憶があることも報告されている(17)。最後の指摘は、ヒトが言語を獲得する機能(少なくともその萌芽)は霊長類の音声コミュニケーション能力の中に存在することを示唆している。

3.3 データ処理回路の形成：概念の獲得と体系化，神経細胞ネットワーク

概念の獲得と体系化，概念操作について，筆者はパブロフ，ピアジェ，イエルネラの研究結果を参考に，仮説を提示した。

3.3.1 犬の概念形成プロセスの研究としてパブロフの研究を読み直す

じつはパブロフもデカルトと同様に犬には感情や理性がないことを証明するために，30年以上にわたる実験をはじめたのだった(18)。しかし実験結果を丁寧に読むと，まったく逆の事実が読み取れる(19)。

パブロフが犬を使った実験で示したのは，餌や毒という物質が口腔内に注入される直前に与えられる音響刺激や視覚刺激は，一回から数回の教育によって，餌や毒を意味する記号として認識されるようになるということだ。これが概念の原型と考えられる。ヒトの概念は，ベルやメトロノームの音響刺激が，言葉の音響刺激に代わっただけだ。また，相互誘導実験では，犬が餌の有無に対応する一対の刺激を体系づけて記憶することが記録されている。

3.3.2 生得的な論理回路による概念の体系化

ピアジェは，「論理の方が思考の鏡であって，その逆ではない」と，我々が生得的な論理回路をもっているという(20)。この論理回路を使って記憶のブール演算が行われ，概念はさまざまに操作され体系化される。「どんな人も，各自の心の中に，分類，系列化，説明体系，自分一個だけの空間，時間，価値尺度など」をもっていて，「事物がでてくればそれを分類し，比較し，(同じか，ちがうかの双方)，時間および空間の中に秩序だて，説明し，目的と手段とを評価し，計画し，等々のことをやって」，「その人の一生を通じて心の中にある」群や群性体の操作を行なっている(20)。

ヒトは無意識のうちに，言葉の指し示す具体的な事物を想起しながら，それらを類概念の加法と乗法によって二分木やベン図として体系化し，関係性概念の加法と乗法にもとづいて論理回路に代入してその演算結果を記憶して相互に関係づける(21)。

3.3.3 神経細胞によるデジタル情報ネットワーク

イエルネは1974年の「免疫システムのネットワーク理論に向けて」の中で，神経細胞が二分法と二元論の論理処理を行なうことを指摘している(22)。おそらくこの神経ネットワークが，パブロフやピアジェの観察した現象を生み出していると思われる。

「主として自動的な抑制作用によって支配されているものの，外部の刺激に対して解放されている免疫システムは，神経システムと驚くほど似ている。この2つのシステムは，我々の身体の全ての器官のうち，非常に多くの種類の刺激に対して満足のいく反応をする能力という点で突出している。どちらのシステムも二分法と二元論を示す。両方のシステムの細胞は，信号を受け取ることができるとともに送り出すことができる。どちらのシステムにおいても，信号は興奮性か抑制性かのどちらかである。(略)

ネットワークは，これらの要素が認識するのと同様に認識される能力の内部に存在している。神経システムにとって同様に，外部からの信号によるネットワークの変調は，外部世界への適応を表わしている。早い段階で受けた刻印は深い痕跡を残す。

どちらのシステムも経験に学び強化されることによって持続するとともに，絶え間ないネットワークの組み換えの中に保存される記憶を作り上げるが，それは子孫には伝達されない。(22)」

この二分法と二元論で作用する神経細胞が，細胞レベルでスイッチング回路を形成して，外部から入ってくる刺激を所定の処理へと回すと考えられる。パブロフは，犬が二分法と二元論によって判断していることを確かめているが，ヒトも同じだ。

二分法とは，外部刺激をAと非Aとして認識するということである。もしAと非Aの二分化ができれば，今度はAをBと非B，非AをCと非Cに二分化できることになり，二分木状の概念体系を構築することができることになる。

二元論とは，一度に二項をブール演算式に代入するということである。形式論理は単細胞生物から高位の霊長類に至るまですべての生物がもつ回路であり，二項を代入すればその論理和や論理積など適切な計算結果を算出できる。高位の霊長類は学習の結果，状況に最適化した論理式を脳内に構築するが，それより低位の動物においては，DNAの遺伝情報にもとづいた論理式が生得的にできており，一定の条件が入力されると所定の行動をとることになっている。ここに知能と本能の違いがある。

こうして経験を通じて脳神経細胞は，言語情報を処理するための神経回路をつくりだす(23)。ネットワークモデルで言語を解析することは極めて有効である。OSI参照モデルに照らせば，聴覚や発声能力は物理層(回線雑音が増大させる熱力学的エントロピーも物理層である)であり，音素はデータリンク層，感情や訛りなどの韻律はネットワーク層であり，言語情報を処理するための基盤を構成する。言語情報は表現層より上の層で処理が行なわれ，概念は，符号語の音韻形態と記憶体系の結合であり，アプリケーション層でおきる個人的な現象である。文法は表現層上で概念の意味を修飾し，概念相互の関係性を規定するプロトコルスイッチであり，共同体内で共有される。

4. 符号理論としての言語学

4.1 言語学は記号学である

神経生理学などの自然科学は言語処理回路までしか解明できない。電気工学は電気回路でサイバースペースの物理層をつくるが、そこで交換されるビット間の演算や処理には関与しないのと似ている。表現層より上位でやりとりされる言語は情報であり、エネルギーでも物質でもないため、自然科学の領域では処理しえない。

「言語学は自然科学か」という問いには、ドイツの哲学者カッシーラーが亡命先のアメリカで生前最後に行なった講演「現代言語学における構造主義」の中で答えを出している(24)。

言語学は自然科学かという問いに対する私の答えはきわめて単純である。自然科学とは何か。物理的対象を取り扱う科学である。物理学者や化学者は、それらのものの属性を記録し、それらの変化を研究し、その変化を引き起こす法則を発見する。言語現象も同様に研究することができるかもしれない。我々は音を大気の振動とみなし、音声の生理学を様々な音声を生み出す器官の運動として表現できる。しかし、これらをすべて行なっても、ヒト言語を物理世界から分け隔てる境界線を越えるに至らない。言語は「記号的形態」である。それは記号からなり、記号は物理世界には属さない。それらは対話(discourse)というまるで異なる宇宙に属している。自然の物性と記号は同じ基準で扱えない。言語学は記号学の一部であり、物理学の一部ではない(24)。

第3章は脳内部の神経生理現象として言語を追求したが、第4章では記号理論、あるいは符号理論にもとづいた言語情報の処理メカニズムの解明を試みる。符号の理論は、符号や記号によって作られる表現型の情報と遺伝子型の記憶の交換や、符号相互の演算によって通信上の誤り確率を低下させる理論である。符号という論理的な存在に内在する原理や法則性の論理学である。

4.2 では、言語がデジタル信号とデジタル符号化メカニズムからなるデジタル通信であることを述べ、4.3 では、情報源符号化と通信路符号化という二つの符号化メカニズムを論じ、その相乗効果によって文法が生まれたことについて述べる。デジタル符号化の成果として生まれた文法が、音声通信の効率を質的に高め、思考や知識の伝達を可能にし、ヒトを大きな可能性をもつ崇高な存在にした。

4.2 デジタル信号とデジタル符号化メカニズムがデジタル通信をつくりだす

4.2.1 デジタル信号

デジタル通信においては、有限個の離散的な信号がメッセージを生み出し、送信者と受信者の間で交換される。コンピュータ・ネットワークやデジタル携帯電話やデジタル・テレビ/ラジオ放送のような電気通信においては、論理的0と論理的1からなる

「ビット」と呼ばれる二元信号が用いられる。DNA からメッセンジャ RNA に転写し、さらにタンパク質合成へとつながる遺伝子情報システムにおいては、アデニン、グアニン、ウラシル(チミン)、シトシンという4つの核酸塩基が、触媒機能はもたずに信号機能だけもち、アミノ酸配列を指定するための表現型を構成するために用いられる。

それぞれの言語において、音節は有限個であり、周波数領域において離散的な音響特性を示し、デジタル信号として機能する。

4.2.2 デジタル符号化メカニズム

これらのデジタル信号は、効率的で独自の符号化メカニズムを使って、(i) 順列にもとづいて万単位の符号語をつくり、それぞれの符号語に対する遺伝子型の記憶(=意味)を割り振るが、これが情報源符号化である。また(ii) 雑音の多い回線の上の伝搬と自動受信に際して信号誤りを防止するが、これが通信路符号化である。

(i) デジタル/アナログ変換のための情報源符号化

デジタル信号としての音節は、一式の信号相互で互換性をもち、音節の順列によって無限数の表現型の符号語を構成する。音節の種類が n 個であるとき、 m 個の信号を用いると、 $(n+n^2+\dots+n^{m-1}+n^m)$ 種類の符号語を作ることができる。こうしてつくられた個々の表現型の符号語は、神経細胞ネットワークの論理作用によって遺伝子型の記憶(および記憶体系)と結合し、概念を構成する。

長期記憶には少なくとも2種類ある。ひとつはアナログな五官の記憶であり、音や光景や味のように感覚器官からの入力によって獲得される。もうひとつはデジタルな言語記憶であり、概念を論理演算した結果の記憶や、現実存在をとまなわぬ数学的な論理や、目にみえないマイクロマクロな現象についての知識(概念の方程式ともいえる)である。単純にいえば、五官の記憶に結びつく概念は具象概念であり、言語記憶に結びつく概念は抽象概念である。しかし事態はそれほど単純ではない。我々の神経細胞は具象概念と抽象概念を区別しないまま総合する。そのためしばしば誤解が生じる。

(ii) 信号誤りがほとんどおきない通信のための通信路符号化

発信者は、デジタル信号の一次的な配列として新しい文を自在に生み出すことができる。これらの信号は、最小限の物質またはエネルギーによって産生されるので、長く複雑な情報配列を容易に生みだせる。音声言語の場合、呼気が信号を産生する。

これらのデジタル信号は、相互に離散的な物理特性を示す。たとえば、ビットの場合は二つの異なる電圧の値であり、RNA/DNA の場合は水素結合が2本か3本か、プリン基かピリミジン基かという違いであり、音節の場合は音響特性である。

受信機は離散的な信号特性を識別するのに最適化した参照記憶をもつ。電気回路におけるフリップ・フロップ回路、細胞質内リボソームにあるトランスファーRNA のア

ンチコドン構造, ウェルニッケ野内に生後つくられる母語音韻記憶である. 参照記憶のパターンにもとづいて信号を自動的に認識・識別するため, 信号誤り確率は著しく減少した.

4.3 文法は二重の符号化による相乗効果である

4.3.1 文法と抽象概念

筆者は, 文法を, 数音節の音韻符号語が構成する一連の意味構造規則であると定義する. 数音節を付加したり, 単語の語頭や語尾を活用させることによって, 意味の付加や変容, さらに遺伝子型の次いで意味の接続を指定する.

抽象概念は, 神経細胞の二元的な論理演算の演算結果の真偽値の記憶と結びつく概念である. その妥当性は, 思考過程と適用される論理回路の妥当性によって保証される. 思考は概念のプール演算であり, 意識はその積み上げであるので, ひとつひとつの概念が正しいことがきわめて重要である. 孔子が「必ずや名を正さん」と, 言葉と意味の正しい結びつきを善政の基本であるとしたのもこのメカニズムを理解していたためであろう(5).

4.3.2 二重符号化の相乗効果

情報源符号化によって, デジタル信号を順列によって組み合わせることで無限数の符号を作り出すことができる. こうしてヒトは数万の符号語を生み出し, 操るようになった. 一方, ヒト以外の動物は, どんなに多くても百種類の符号語を超えることはない. これは量的な相違である.

通信路符号化によって, 信号の送受信にともなう誤りは著しく減少した. こうして, 新たな文をつくって, ヒトはそれをたった一回声にするだけであるのに, 他の人々はそれを始めて耳にするのに, 一信号の誤りなく正しく聞き取ってただちに理解することができる. チョムスキーの難題は, 二つの符号化の相乗効果として説明可能である. これに対して, ヒト以外の動物は, 種に伝統的な同じ符号を何度も繰り返すだけだ. この違いも, 質的というよりは量的なものである.

しかしながら, これら二つの量的な符号化による利得が, 同時に適用されると, きわめて強力に質的な躍進が生まれた. これが文法の正体であり, 符号化の魔法と呼んでかまわないだろう. 通信路符号化のおかげで, 送信者が送った1, 2音節の音節の追加や変化は, 回線雑音による歪みに打ち克って, 正しく自動的に受信機が受け取る. そして, 情報源符号化によって, それらの音節の追加や変化にそれぞれ意味が与えられて, 複雑で繊細な内容のメッセージを伝達できるようになったのだ.

音節の追加や変化と, 対応する意味変容の規則性は, 個人の神経細胞のネットワークが記憶して, 共同体成員間で共有され, パターン処理される. こうして, 一神教徒であろうとなかろうと子供たちは自分が生まれた環境の言語をやすやすと獲得する.

4.3.3 思想形成と知識伝達

文法は, 必要に応じた意味の付加・変容・接続を指定することによって, 概念をつむいで複雑繊細な文章をつくりだす. 概念はデジタル信号によって紡がれ, 概念がさらに紡がれて文章になる現象を, マルチネは「二重分節化」と呼んだ(25).

二重に分節化され, 二重に符号化される言語は, 思考のための強力な創造的なツールとなる. デジタル符号があるだけでも, 論理式にたくさんの種類の概念を代入できるほか, 生まれた結果に新しい概念を割り当てて差別化できる. さらにそれに文法が加わると, 概念の方程式ともよべる複雑な抽象概念の構築や操作, 思想の体系化が可能となる. こうして獲得され蓄積された知識は, さまざまな媒体によって, 共同体成員や将来世代へと伝達できる.

このように洗練された文法装置は, 情報源符号化と通信路符号化というデジタル符号化の相乗作用の産物であるので, 「二重符号化文法」と呼ぶのがふさわしいだろう.

4.3.4 文法はデジタルに起因する

文法はデジタル通信に固有のものであり, したがって二重分節化や文法的構築は, デジタル電気通信においてもネットワークレイヤごとに共有されているプロトコルスイッチとして存在する.

エビジェネティックなメカニズムも, 文法的構築と似ている. そのプロトコルはまだ十分に検討され解明されていないが, 遺伝子情報システムにおいても文法と同じ二重符号化メカニズムが取り入れられている可能性がある.

この文法の魔法のようなメカニズムこそが, ヒトと他の人類を含むヒト以外の動物を質的に分け隔てる. それは通信効率の著しい向上と抽象的思考の有無である. 現生人類は「ホモサピエンス・デジタルス」あるいは「ホモサピエンス・デジタルス・グラマチカス *Homo Sapiens Digitalis Grammaticus*」と名づけるべきではないだろうか.

5. おわりに: 人間性の脱神話化のために

もし上述した二重符号化シナジー理論が実証されるか受け入れられたら, あるいは少なくとも論破されなかったならば, 次の問題は, いつ, どこで, どのようにして, デジタル進化が起きたかということである.

ヒトが最初にデジタル言語を獲得したのは, 今から7万年から7万5千年におきて数年続いたトバ火山による火山の冬の時代の南アフリカではなかったか(26). 南アフリカの南端の海岸線には, インド洋に沿ってクラシーズ河口洞窟やブロンボス洞窟のように発掘調査が行なわれて13万年前から6万年前の居住が確認された中期旧石器遺

跡がある(27).

コイサン語は世界でもっとも古い言語であるといわれる(28). 言語の生まれたときには、クリックと子音と一緒にデジタル信号として使われていたと考えられる. そしてヒトは、今から6万年ほど前に、肺気流によって強化されて洞窟の外の雑音に耐性をもつようになった母音を獲得して、南アフリカの洞窟を捨てて、地球規模に広がった可能性がある. こう考えると、なぜコイサン語だけがクリック音をもち、他の言語グループは誰ももたないのかの説明がつく.

筆者は、この二重符号化の相乗効果理論が、ヒトの進化に関する学際研究をとりまとめ、人間性の脱神話化を加速することを期待する.

デカルト派言語学は、文法を持たない動物は機械と同じで精神も理性ももたないと結論づけた. しかしながら、言語メカニズムがデジタル通信であり、ヒト以外の動物はアナログ通信であるとわかれば、動物も論理(理性)と魂(記憶体系)をもつと考えられる. むしろヒトこそが DNA の記憶を知識で封印したために、本来の生き方を見失っているのではないか. ヒトとは音声通信をデジタル化した動物、言語という情報を処理できるように進化した動物である. 動物の生態観察や、ヒトと動物の心の交流、崇高なヒトの文化や文明からも、こう考えることが妥当であるといえる.

だとすれば、人類文明が行なってきた家畜制度や自然破壊は許されることだったのかという問いが生まれてくる. ヒトとヒト以外の動物は、どちらが偉いということはなく、平等だったのではないか. 人類文明7万年の歴史においてヒトは自分が何者であるかを見失っていたのであり、今こそ自分が何者かを理解して、これまでの自然に対する冒流行為を反省すべき時を迎えている.

謝辞

筆者は10年前に地球規模海洋汚染の深刻化について考えているとき、ヒトはなぜ地球環境問題をひきおこして、自分たちも住めなくなるほどの環境破壊を行なったのかという問題意識に目覚め、人類と文明の起源について調査をはじめた. それは南アフリカの洞窟訪問につながり、結果的に言語のデジタル性にたどりついた. 海洋についてまったく素人であった筆者に、海洋環境や水質汚染や海洋物理や水産業についての貴重な知識と助言を与えてくださった方々、とくに平野敏行先生、柳哲雄先生、尹宗煥先生、蓮沼啓一先生、岩田静夫先生にこの場を借りて心よりお礼申し上げます.

参考文献

1) N.チョムスキー, M. ハレ, 現代言語学の基礎, 橋本萬太郎・原田信一訳, 東京・大修館書店, 1972, N. Chomsky, Current issues in linguistic theory 1964, The Hague, Mouton

- 2) N.チョムスキー, 言語と知識, マナグア講義録(言語学編), 田窪行則・郡司隆男訳, 東京・産業図書, 1989, p152, N. Chomsky, Language and Problems of Knowledge, MIT Press 1988, pp151-2
- 3) N. チョムスキー, デカルト派言語学, 川本茂雄訳, 東京・みすず書房, 1976
- 4) R. デカルト(1637), 方法序説, 谷川多佳子訳, 東京・岩波書店, 1997
- 5) 得丸 言葉の意味のデジタル処理とパターン認識—正しい言葉で正しく思考した記憶が抽象概念の意味となる, 信学技報, PRMU2010-240
- 6) L. Bloomfield, Language, Chapter 10 Grammatical Forms, pp161-162; New York, 1933, 言語/ブルームフィールド著; 三宅鴻, 日野資純訳, 東京・大修館書店, 1962
- 7) D. L. Bolinger, On Defining the Morpheme, Word 4:1948, pp18-23
- 8) 鈴木孝夫, 日本語と外国語, 東京・岩波書店, 1990, p220
- 9) N.チョムスキー, 川本茂雄訳「言語と精神」p36, 1980, 河出書房新社
- 10) 福井直樹, 自然科学としての言語学 生成文法とは何か, 大修館書店 2001 p9
- 11) 得丸 音声言語のデジタル性 — デジタル符号と符号化メカニズムがおりなすオートマタ, 信学技報, SP2010-93
- 12) Penfield W., Rasmussen T. The cerebral cortex of man : a clinical study of localization of function, New York, Macmillan, 1952 第1章において手法の詳しい説明が行われている
- 13) Penfield, W., Jasper, H. Epilepsy and the functional anatomy of the human brain, Boston Little 1954
- 14) 得丸 デジタルな言語記憶に関する仮説 情報処理学会 2011-01 NL200-1
- 15) D.P. Phillips, Introduction to the Central Auditory Nervous System, in A.F. Jahn and J.R. Santos-Sacchi (Eds), "Physiology of the Ear", 2nd Ed. (2000) San Diego, CA: Singular, pp613-638
- 16) R. Näätänen, The Perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm), Psychophysiology, 38(2001), 1-21
- 17) S.K. Scott, C.C. Blank, S. Rosen, R.J.S. Wise, Identification of a pathway for intelligible speech in the left temporal lobe, Brain (2000) 123:2400-2406
- 18) I.P. パプロフ(1927) 大脳半球の働きについて- 条件反射学, 川村浩訳, 岩波文庫 1975 第一講
- 19) 得丸 犬が獲得する概念と犬が構築する概念体系 信学技報 DE2010-14
- 20) J. Piaget, La psychologie de l'intelligence 1947 知能の心理学 波多野・滝沢訳みすず書房 1967
- 21) 得丸 概念体系構築と概念操作を行なう生命のブール代数, 人工知能学会 SIG-KBS B001-06
- 22) N.K. Jerne, Toward a Network Theory of Immune System, Ann Immunol (Paris) 1974; 125C (1-2) :373-89
- 23) 得丸 ヒト・デジタル言語の OSI 参照モデルによる解析 信学技報, IA2010-64, IA2010-77
- 24) E.A. Cassirer, Structuralism in Modern Linguistics, Word 1:1945, pp99-120
- 25) A. Martinet: La linguistique synchronique, Paris, PUF, 1965, Chapitre Premier: La double articulation du langage, pp7-41, 共時言語学, 白水社, 2003
- 26) S. H. Ambrose: Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and the differentiation of modern humans. J Human Evol 34: 623-651(1998)
- 27) H.J. Deacon & J. Deacon: Human beginnings in South Africa: uncovering the secrets of the Stone Age. Cape Town, S. Africa, Altamira Press(1999)
- 28) L.L. Cavalli-Sforza, et al: Reconstruction of human evolution: Bringing together genetic, archeological, and linguistic data. PNAS USA 85:6002-6006.(1988)