

# 言語の生物学的構造 — チョムスキーの生得説とピアジェの獲得説は、ピアジェ説が正しいのではないか

The Biological Structure of Language – Of Chomsky’s Innate Theory and Piaget’s Construction Theory, Piaget Theory seems to be Correct.

得丸公明 Kimiaki Tokumaru

衛星システム・エンジニア Satellite System Engineer

**Abstract:** The 19<sup>th</sup> International Congress of Linguists was held in July 2013 at Geneva, where the author presented two posters on the Origin and Mechanism of Human Language, the Digital Linguistics. There he encountered “Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky” held in Paris in 1975. Having investigated the debate between Piagetian constructionism and Chomskyan innatism, he concluded that Chomsky is based on Mind-Body Dualism, and that the author’s original Digital Linguistics can terminate the debate with the victory of Piaget.

## 1 はじめに：音声言語のデジタル性

### 1.1 デジタルへの気づきと究明

筆者は地球環境問題をひき起こした人類とは何者かに興味をもち、2007年4月に最古の現生人類遺跡クラシーズ河口洞窟を訪問した。インド洋に面した海岸段丘の海拔20m地点にある洞窟は、外敵や風雪から身体を保護するのみならず、音響シェルターとして外部の音を遮断し、内部の音を外に洩らさず、夜間は漆黒の闇となって音声コミュニケーションの発達を促す空間であることがわかった。

東アフリカの熱帯サバンナの地下トンネル内で一生を過ごすハダカデバネズミは、皮膚も毛も薄い裸の哺乳類で、晩成動物で、階級をもつ真社会性動物であり、音声コミュニケーションが高度に発達している。しかしハダカデバネズミの語彙(音声記号)数は17しかなく、ヒトに比べて3~4桁も少ない。

ハダカデバネズミは同じ鳴き声を繰り返すのに対して、ヒトは離散的な音節によって一次元状に組み立てられたメッセージを交換する。単語は音節の重複順列によって組み立てられるから語彙数が多い。ヒトの言語はデジタル通信ではないかと思いついた。

それを2009年1月と5月に情報処理学会に論文として提出したところ、二度とも査読で落ち、書き直しの余地すらなかった。そこで2009年10月の電子情報通信学会思考と言語研究会を皮切りに、情報処理学会・人工知能学会の研究会で70回強、その他の学会・研究会・学会誌・自主研究会で30回弱の発表・投稿を続け、音声言語のデジタル性を究明してきた。

### 1.2 第19回国際言語学者会議への参加

国際言語学者会議(ICL)ときくと、1962年に開かれた第9回会議で、チョムスキーが「チョムスキーの難題」を発表したことが記憶にある。現在は5年に一度開催されていて、第19回国際言語学者会議は2013年7月にジュネーブ大学で開催された。筆者はアブストラクトを2本提出したところ、2本ともポスター発表として採択された。

#### 1.2.1 ネットワーク物理層の信号生成装置

ひとつは「論理的音節が運用するデジタル言語-ヒト言語の起源とメカニズム」(“The Digital Language operated by Logical Syllables”, 図1)である。

動物(ヒト以外の)とヒトの音声コミュニケーションの違いは、同じ鳴き声を繰り返すアナログ方式か、有限個の離散信号を一次元状につむぐデジタル方式かの違いである。いつ、どこで、ヒトに固有の離散信号が生まれたのかについて人類史を振り返ってみると、最古の現生人類遺跡があり最古の言語コイサン語が使われている南アフリカのインド洋沿いの一帯にたどりつく。これはミトコンドリアDNAの突然変異解析の結果とも整合する。

この地には、7万7千年前から7万年前に栄えたスティルベイ(Still Bay, SB)新石器文化と、6万6千年前から5万8千年前に栄えたより高精度の石器やダチョウの卵の柄付けを生み出したホイソンズプールト(Howiesons Poort, HP)新石器文化がある。この2つ

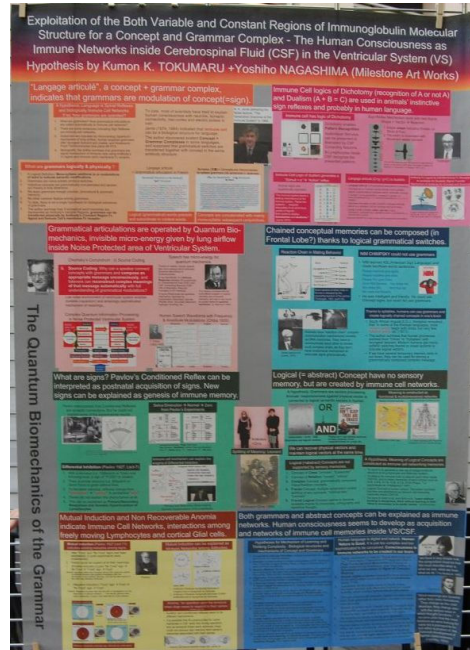
の新石器文化を、コイサン語に特有のクリック子音が音素として獲得された時期、そして喉頭降下が起きて母音のアクセントをもつ音節を獲得した音素進化として解釈する。その結果、母音のアクセントのおかげで音声は波形をもつようになった。



概念の分子構造

図 1

ない。リンパ球は自由に動き回るので、直接的な接触か、あるいは彼らが放出する抗体分子によって相互に作用する。」リンパ球は移動アドホックネットワーク神経細胞と呼ぶのがより適切である。免疫細胞は進化した神経細胞なのだ。



文法の量子生力学

図 2

言葉(概念)の記憶は波形として、脳室内の脳脊髄液中中の B リンパ球がもつ免疫グロブリンの抗原結合領域(Fab: Fragment Antibody Binding)の形状に写し取られ、その形状にもとづいた免疫ネットワークが意識であるという仮説で、副題を「概念の分子構造(The Molecular Structure of the Concept)」とした。

### 1.2.2 ネットワーク論理層の符号化方式

もうひとつはナガシマヨシホ氏との共著で「概念文法複合体のための免疫グロブリンの可変部分と不変部分の分子構造の利用-ヒトの意識は脳室脳脊髄液中中の免疫ネットワーク仮説 (Exploitation of the Both Variable and Constant Regions of Immunoglobulin Molecular Structure for a Concept and Grammar Complex)」である。(図 2)

これまで大脳皮質、神経細胞、シナプス接続、電気パルスによって説明のつかなかった言語現象は、イェルネの免疫ネットワーク理論によって説明できる[1]。リンパ球は、ニューロンと同じ二分法と二元論の論理をもつ。二分法は A であるか A でないかというパターン認識を行い、二元論は二種類の入力に対して一つの答えを出す。ニューロンはシナプス接続を必要とするのに対して、「リンパ球はネットワークを構成するために繊維による結びつきを必要とし

脳室脳脊髄液中中の B リンパ球の抗原結合領域、脳幹網様体の CSF 接触ニューロンと、大脳皮質のグリア細胞がもつであろう抗原インデックスのパターン認識(二分法ネットワーク)により、ヒトの意識は構築できる(図 9)。記号の記憶が免疫細胞の記憶であるというのはパブロフ(Pavlov)が行なった犬の条件反射実験の結果、パブロフがどうしても解明できなかった「分化抑制」(第 7 講)と「相互誘導」(第 11 講)の実験結果とも整合する[2]。分化抑制は、免疫抗体の二次応答時の体細胞超変異、相互誘導は脳脊髄液中中の免疫抗体同士のネットワークとして説明可能だ。

### 1.2.3 文法の量子力学現象

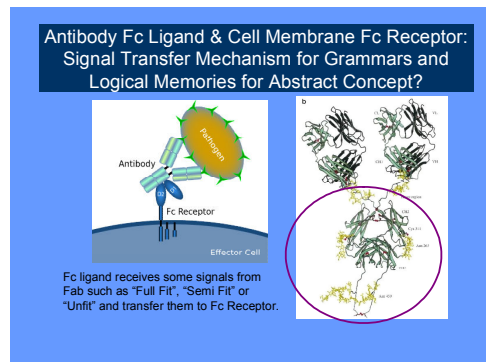


図 3 Fc リガンドと膜 FcR(Fc 受容体), 抗体不変部(Fc)

一方、ティンバーゲン(Tinbergen)が実験で示したように、動物の記号反射は、記号そのもののパターン認識と、記号の運動ベクトル成分の二元論によって起きる[3]。二元論とは、[記号のパターン認識]+[記号の運動ベクトル成分]=[危険信号を出す行為]という論理回路がつくられるということだ。

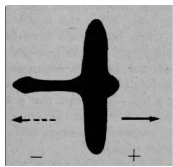
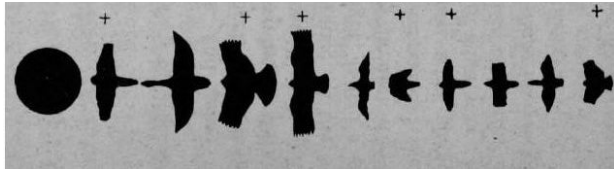


図4: 反射を生んだ形状(+),  
図5: 反射を生んだベクトル(+)と生まなかつたベクトル(-) [3]より

文法もこの二元論理によって処理されているのではないか。文法は、記号の運動ベクトル処理能力を論理ベクトルに転用したのではないかと、橋本進吉文法にある日本語の「文節」構造や、フランス語の *langage articulé* が「概念記号+文法的変調」を意味の最小単位とすることから思いついた。1~2歳の幼児がわずかなあやしに敏感に反応するのに、4~5歳になるとそれが失われることは、傍証である。

日本語の「文節」構造、フランス語の *langage articulé* (概念語の前に前置詞・代名詞・冠詞を必ずつけて表現する)はそれぞれ「概念+文法」、「文法+概念」の複合体を構成する。概念に付属する文法語が、運動ベクトル処理機能を論理ベクトル処理機能に高めて、文法処理は行なわれている。その分子構造は、不変部分の Fe リガンドではないか。ポスター副題は「文法の量子生力学」とした。

2本とも採択されたのは日本で積み重ねた研究会活動のおかげである。あらためて3学会の研究会幹事・参加者の皆様に感謝申し上げたい。

## 2 国際言語学会議に参加して

### 2.1 ポテブニャ言語学からの刺激

会議は7月21日から26日まで6日間にわたって、ジュネーブ大学の UniMail キャンパスを中心に、1000名以上が参加し、多いときには同時に15程のセッションとワークショップが開催された。会場と講演内容を記した案内が毎日配布され、それを片手に講演単位で部屋を移動していた人も多かった。ポスターセッションも三日間開催され、説明時間は夕方方の1時間だけだったが、掲示は正午から翌日正午まで24時間であり、場所は早い者勝ち、壁に余裕が

あれば同じものを二枚貼らせてくれ、寛大だった。

いろいろな国の言語学者と面と向って話ができただことは大きい。1週間もいると、同じ学者と何度も顔を合わせて意見を交換することになるが、とくにロシアの言語学者 Sabina NEDBAILIK とは、唯物論的心理学者ヴィゴツキー(L. Vygotsky)の話題で盛り上がり、その延長で19世紀ウクライナの言語学者ポテブニャ(A.A. Potebnya)の存在を覚えてもらった。

帰国後もメールのやり取りをさせていただいているが、ポテブニャの主張は非常に興味深い。メールの一部を紹介する。「ポテブニャは『言語と思考』の中で、言語とは論理であり、言語を論理カテゴリーの上部構造と考えているベケット(K. Bekket)を批判した。ポテブニャの考えでは、まず言語が登場し、その後で思考が形成される。言語なくして論理もありえない。論理カテゴリーと文法カテゴリーはまったく異なっていて、お互いに完全に独立している。文法的に間違っている表現が、論理的には完全に正しいこともある。」(Nedbailikからの私信)

このポテブニャの指摘は西欧論理学への根源的懐疑になりうるが、まず言葉の記憶が学習され、それが脳内の他の記憶と接触すること(思考の二元論理操作)によって意識のなかに体系づけられるという点で5に後述するピアジェの主張とも一致する。

文法と論理が両立しないのは、ひとつの分子にひとつしか二元論理がないからではないか。二元論理を文法に使うと論理的思考ははたらかず、文法や思考に気をとられると、身体の反射機能を喪失する。

筆者はかつて感情は論理的に生まれることを検討した[4]。感情は「よい記憶」、「悪い記憶」という記憶に照らした刺激のパターン認識と、その刺激の運動ベクトル成分「近づく」、「遠ざかる」の2x2の論理の結果として、喜怒哀楽が生まれると考えた[5]。感情も論理的に作用するから感情的になると論理的に考えられなくなるのであり、感嘆詞は文法的な活用をもたないのではないか。

	記憶	良い	悪い
刺激			
近づく		喜び	怒り
遠ざかる		哀しみ	楽しみ

表1 喜怒哀楽の二元論理

### 2.2 ピアジェとの再会

21日月曜日の朝一番に行なわれた基調講演は、グラフィ(Giorgio GRAFFI)の「言語学の歴史における言語学と心理学(Linguistics vs psychology in the history of linguistics)」で、ブント(Wundt)とチョムスキーを

比較して論じ、言語学の研究に心理学はあまり役立たないというきわめて悲観的な結論であった。

基調講演は心理学と言語学を論じているのに、どうしてピアジェ(Piaget)とヴィゴツキーが取り上げられていないのかと疑問に思った。筆者は内言や思考や意識形成について、ピアジェの「知能の心理学」とヴィゴツキーの「思考と言語」から得るところが非常に大きかったからだ[6][7]。

ピアジェが在籍したジュネーブ大学で開催され、講演会場のひとつ上の階にある大学図書館にはピアジェ文庫(Archive Jean Piaget)もある。そこで開かれた会議の冒頭で、心理学を論じながらピアジェを論じないのはあまりに失礼ではないかと、ジュネーブ市民を代表したつもりになり、ピアジェをどう評価するのかと質問したところ、「言語学者はピアジェを認めていない」という。すかさず「『知能の心理学』は読んだのか」と追加質問したら「No」であった。

筆者の4年間の研究会活動において、ピアジェの著作は最大の収穫のひとつであり、2010年3月と10月の人工知能学会知識ベースシステム研究会(KBS)では、さまざまな記憶が相互に関係付けられながら意識が集合論的に形成される過程を論じたピアジェの説を解説を試みる発表を行なった[8][9]。

## 2.3 チョムスキーとの再会

一方チョムスキーは2011年5月の情報処理学会自然言語処理研究会(NL)で、「生成文法」と呼ばれるものを理解するために取り上げ、結果的に批判的な考察が得られた[10]。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」には、チョムスキー自身答えていない。

この問題が未解明であるのは、ブルームフィールドら構造主義が用いた「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」という定義の不明確な概念(切れ味の悪い、有効性よりも弊害が大きなツール)を用いるためではないか。そして言語のメカニズムは社会科学でも自然科学でもなく、情報理論・符号理論として取り扱うべきではないかと深く思った。

今回はじめてICLに参加して、参加者の多くを占めるチョムスキー派の発表や講演における概念の使い方に対して違和感を覚えたのは、2年前に彼の著作を引用文献も含めて読んでいた影響もあるようだ。

## 2.4 「言語と学習」との出会い

金曜日にピアジェ文庫で日本語訳の「現代科学論 人間科学と学際的研究」を取り出して冒頭をみると、ピアジェが1970年以前からチョムスキーは「文法を理性に従属させるという古い伝統に戻った」と批判していたことがわかった。[11]

「変形文法とは、チョムスキーによれば、生得的と考えられる「一定の核文」から厳密な変形規則に合致する形で(また、「単位的半群」の序列的・連合的構造と合致する形で)、無数の陳述を派生させることを可能にするものである。また彼によれば「生得的に固定された核文」は理性それ自身に帰属するわけであるが、これは実証主義的な言語学の立場(ブルームフィールドなど)とまったく逆な考え方である。」[11] これを読んだ後、ピアジェ文庫の下のほうの棚にあった”Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky”が目に入り手にとった[12]。1975年10月に二人はパリで論争していた。

## 3. 1975年の構築説と生得説の論争

### 3.1 『ことばの理論 学習の理論』

#### 3.1.1 langue と langage の怪しい一元化

1975年10月10日から13日にかけてパリで行なわれたピアジェとチョムスキーの論争は、日本語版は1986年に『ことばの理論 学習の理論』として出版されている[13]。これはフランス語版の”Théories du Langage, Théories de l'Apprentissage”(1979, Seuil)を底本としている。筆者がピアジェ文庫で手にしたのは英語版であった[12]。英仏版は多少構成も違って、どちらかが原書というわけではない。

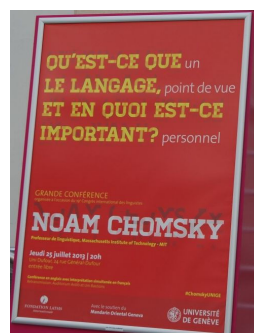


図6 会場に貼ってあったチョムスキー講演ポスター

Langage(仏)が language(英)に対応しているがこれでよいのか。langueのほうが language に近くはないか。フランス人が langue と langage を使い分けても、英語版にそれが反映されない。このため langage articulé の実態がフランス語圏以外の研究者にずっと理解されずにきたのであり、ソシユールの”langue,

langage, parole”という概念分けを現代の言語学者が議論しなく(できなく)なったのではないか。

この翻訳法は今も続いており、7月25日のチョムスキーの講演は英語では“What is language, and why does it matter?”, 仏語では“Qu’est-ce que le langage, et en quoi est-ce important?”となっている。Langue と langage を同じ language に訳すとソシュールの議論を認識できなくなる。ちなみに時枝誠記は、langue を言語, langage を言語活動, parole を言と訳した[14]。

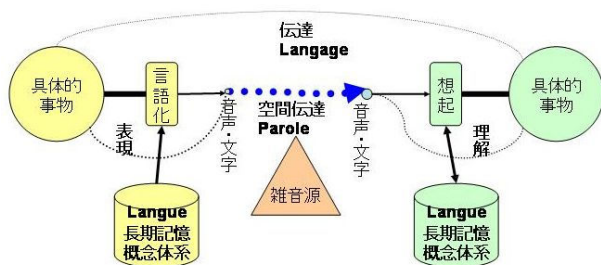


図7 時枝の図に雑音源・長期記憶を加えモデル化した[15]

### 3.1.2 学際的論争

この論争を開いたのはロワイヨーモン人間科学研究センターで、当時理事長をつとめていたのはジャック・モノー(パスツール研究所長, 1965年ノーベル医学賞)である。それもあってか、フランソワ・ジャコブ(パスツール研究所分子生物学部門主任, 1965年ノーベル医学賞), ジャン=ピエール・シャンジュール(パスツール研究所神経生物学研究所長)ら自然科学者が参加したほか、グレゴリー・ベイトソン、ヒラリー・パトナムといった哲学者も参加している。

一般に学際的討論は理解しづらい。そもそもこの論争は何が問題なのかを理解することも簡単ではない。ひとつには筆者の読解能力の不足による。会議参加者は専門分野を越えて積極的な議論をしていたが、あえて常に対立を明確にする努力が払われていたというわけでもなく、獲得と生得の間の妥協や第三の道も議論に上っていた。

討論は自然科学的というよりは、哲学的なものであり、言語の獲得性・生得性といっても、そもそも何が生得で、どう獲得するのかという分子レベルのメカニズムを論じていたわけではない。

### 3.1.3 論争の事後評価

本論争をめぐってさまざまな書評や解説が存在する。論争の組織者であるマッシモ=ピアテリ・パルマリーニが1994年に書いた「言語と学習以来: ピアジェ-チョムスキー論争への補足」は注目に値する。[16]

冒頭の梗概で「最近の生成文法の発展と言語獲得についての新たなデータ(特に生来聴覚障害児による代名詞の獲得)は、チョムスキーの擁護した『言語の特異性』説を裏付ける。これらのデータや理論的精密化は、言語は感覚運動スキーマの抽象化であるとするピアジェ仮説の反証となる。さらに、現代進化学理論に照らせば、ピアジェの基本的な想定である認識・言語・学習の生物学的基礎には根拠がないことが明らかになった。」とパルマリーニはいう。

しかしその結論ではだいぶ論調が変わっていて、「私はチョムスキーが論争のいちばん最後に言ったこと、今日我々が仮説としていることは長期的にみればほとんど何も残らないであろうというのに心底同意する。これから25年、50年すればより深くよりよい洞察力が得られ、現在の理論の有効性はほとんどないだろう。大事なことはそれらの仮説や説明が、正しい方向にあること、正しい種類であることだ。私が示そうとしたように、論争についてそのようなことがおきている。

この意味において、この意味においてのみ、私は『勝者』と『敗者』と口にした。勝負は依然として未来にあるのであり、私が提示したのはこれからやってくる競争のようなものに役立つ議論である。」

そしてピアジェへの長いオマージュとともに論争は終わる。梗概と結論で論調が大きく異なる。ピアジェ理論に根拠がなく、チョムスキー説が勝利したかのような梗概と、結論は対照的である。

一方、ピアジェは本書の「最後の指摘」のなかで、自らの勝利を宣言している。

「(チョムスキーとフォーダー)にとって、認知のメカニズムの解釈は、すべてか無か、つまりラディカルな生得説か行動主義的経験論かという問題」で行なわれている。「それに反して私は、構成説の方向にそって、作用を及ぼすすべての要因、すなわち出発点の生得性、論理的数学的構成の内生的性格、対象の認識に対する科学実験の要求、しかし観察可能なものに到達するために新たに内生的な枠組みにそれらを同化する必然性、などを考慮する義務を負っている。したがって私は、すべてか無かに決断をくだそうとは少しも望まないが、状況の識別を望み、自分をあらゆる面での勝者だと考える率直さだけをもっている・・・」[13]

この論争の問題は何だったのか。本当の勝者はどっちだったのだろうか。

## 3.2 チョムスキーは心身二元論

表面的にはピアジェの獲得説とチョムスキーの生得説の対立は、言語能力は、「個体が環境と接触する

なかで内的発展をともしつつ獲得していく」(ピアジェ)ものか、それとも「あらかじめ人間の脳内に言語能力の核を外要因とは関係なくもっている」(チョムスキー)ものかにある。

ピアジェは教育心理学・発達心理学のさまざまな実験を長年続けており、こどもがどのように知能を獲得・発展させるかを観察していたので、ごく自然に獲得説になったと考えられる。しかし、細胞レベル、分子レベルでの獲得・発展のメカニズムが明らかになっていなかったために、自説を決定的に裏付ける科学的・生理学的根拠を示せなかった。

一方、チョムスキーの生得説は脳内の不変の核の存在を示していないし、それを見つけ出そうという試みも行っていない。ただ、こどもが言語を自然に習得するメカニズムはまだ誰も説明できていないので、それは生得でないとはいきれないという論調である。ピアジェはこの論調を「すべてか無か」と批判した。

「言語の学習と呼ぶものは、たまたま機能するある特殊化したハードウェア、もしくは特殊化したシステムの発達を、実際に包含しているというのがいたって説得的である」(p89)というチョムスキーの発言に対して、ベイトソンは「あなたは言語を器官だと考えているのか」(p92)と質問したが、チョムスキーはイエスともノーとも答えず、「われわれがメタファーによって語る範囲では、このメタファーはすでに使用されたものより、さらに優れていると私は考える。(もちろん、身体的に範囲を定めうる意味での器官ではないが)、しかし私は、この能力の生長は、諸器官の生長のもつ一般的特質を所有していると考える。・・・」とやや錯綜的に答えている[12]。

このあいまいな言説は、言語の複雑なメカニズムは解明されていないから、未解明な部分をまとめてブラックボックス器官として扱うというに等しい。

畢竟二人の対立は、人間は「コトバを使う動物」なのか、「神の造りしもの」という科学と神学の対立といえる。ピアジェは、ヒトは動物だが言葉によって人間になると考え、チョムスキーは、言語はヒト固有だから、動物とは種が全く違うとするカルテジアン(デカルト主義)の立場である。

チョムスキーは1966年に「デカルト派言語学」を書いた。これは人間と動物の魂は別のものであるというキリスト教的価値観を前提とした議論であり、方法序説第五部の最後の部分、狂人でも文法が使えるのに、動物が文法を使えないのは、動物に理性がないことを示しており、「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」とあるのをそのまま肯定的に引用している[17]。

そしてチョムスキーは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」と述べている[18]。

チョムスキーが言語獲得装置と呼ぶのは神の人間への恩寵、ヒトだけがもつ魂のことだったのだ。つまり言語獲得装置はデカルト以来の心身二元論を別の言葉で言い換えたにすぎない。心と呼ばれる現象を身体メカニズムとして一元的に解明しない限り、生得説は否定しきれないことになる。

## 4. デジタル言語仮説による解決

### 4.1 脳幹網様体でのリンパ球の賦活

これまで脳神経学・脳科学者は言語記号の作動メカニズムを、ニューロン、シナプス接続、電気信号、大脳皮質によって説明づけようとして誰一人成功していない。じつは言語の記憶は大脳皮質に存在しないことを、ペンフィールドが実験で確かめている。

ペンフィールドは、電極を用いて750人以上の患者の大脳皮質を刺激して、患者が何を思い出すかを記録した[19]。そして結論として、「皮質の刺激によって患者が話したすということとはなかったし、特定の言葉を思い出すということもなかった。しかし、患者は人々が話をするのを聞くし、人々がしゃべる内容も理解する。[19]」言葉の記憶は大脳皮質に保存されていないとするとどこにあるのか。

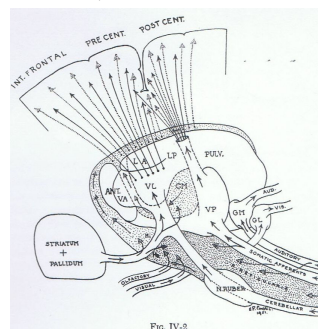


図8 求心性経路。視床外側腹側核(VL)と網様体[19]

彼はまた網様体の統合的役割と位置を論じている。「中脳および間脳にある網様体システムは、図IV-2で図式的に示すように求心性システムからのさまざまな刺激を視床に達する前に受け入れる。インパルスはさまざまな皮質下構造からも統合するネットワークに受け入れられる。」「この経路に沿って、呼吸、心臓血管、胃腸機能を司る部位、中心、神経核があり、姿勢や体の調子全体を司る。(とくに前庭、脳橋、赤核、黒質)しかしながら脳幹の下部の広い部分は

そのような特定の機能と結びつけられておらず、特定システムの活動と関連した重要な統合機能を補助していると考えられている。[19]

網様体の下部で機能が特定できていない領域において、脳脊髄液接触ニューロン(CSF-CN)が記号の刺激を提示し、脳脊髄液中にあって記号刺激への抗体をもつBリンパ球が賦活を受けて、脊髄反射が起きているのではないかと。CSF-CNは介在ニューロンであり、感覚入力に対して運動出力が出されるが、そのスイッチを入れるのはCSF内部に浮遊しているBリンパ球ではないかと[20]。

免疫細胞は、移動アドホックネットワーク神経細胞と呼ぶべきだと先述したが、イェルネは1984年の講演「免疫システムの生成文法」の中で、免疫細胞が生成できる抗体分子は1000万種類以上あり、言語の語彙数を二桁も上回ることを、抗体は抗原と作用するのみならず抗体同士でも作用すること(言葉が言葉と作用するように)、まったく新しい抗原に対しても抗体が作られることなどを論じている[21]。

免疫細胞の抗体分子は概念記号を表現できる。音声言語の記号刺激は、概念語と文法語を含めた音声の波形が記号の物理的形狀となっているのだろう。

ペンフィールドは皮質下の統合的な役割は理解していたものの、神経細胞と電気現象にしか興味をもたなかった。また彼は、脳室蓋のスケッチを残しているが、脳室には関心を示していない。脳室は解剖前は脳脊髄液で充満しているが解剖すると液は失われる。そのため脳幹下部が脳脊髄液と接触している事実が見過ごされたのではないかと。

## 4.2 脳室内免疫ネットワークが意識を形成

Memory Type	Activation	Structure	Location	Biology	Mobility
Sensed Stimuli	Active	Epitope Presentation ▽	Btaste in Ret. Format.	CSF Contact-Neurons	Fixed
Word / Sign Memory	Active / Passive	Paratope ▽ / Idiotope ▽	Float In VS/CSF	B-Lymphocytes	Mobile
Sensory Memory	Passive	Embedd Epitope ▽	Temporal Lobe	Glial Cells	Fixed
Reference Memory	Passive	Embedd Epitope ▽	Prefrontal Cortex	Glial Cells	Fixed

表2 脳内免疫ネットワーク要求解析

記号反射が大脳皮質上のシナプス接続では説明しきれないことは、前述したようにパブロフの条件反射実験からも読み取れる。

免疫細胞が記号記憶として脳室(VS)内を満たす脳

脊髄液(CSF)中で自由に移動できれば、感覚刺激・記号記憶・五官記憶が相互にネットワークを形成する。これが意識であり、これまで「魂」や「心」と呼ばれてきたものの分子レベルの実体ではないかと。

言葉の記号刺激が抗体(凹)として獲得されると、それは感覚刺激(Sensed Stimuli, 凸)と相互認識するのみならず、五官から得られた感覚記憶(Sensory Memory, 凸)や参照記憶(Reference Memory, 凸)、さらには記号記憶(凸/凹)同士でも相互認識する。

## 4.3 動物の運動反射を文法と思考に転用

ティンバーゲンの「本能の研究」は、記号反射が記号のパターン認識とその記号の運動ベクトル解析の二元的処理であることを示す[3]。一方、橋本進吉博士が指摘する日本語の文節構造や、フランス語の *langage articulé* は、概念と文法が結合して意味の最小単位を構成することを示す。この「概念+文法複合体」が、概念のパターン認識とその論理ベクトル成分である文法の二元処理として脳内で処理されているのではないかと。その信号伝達に携わるのは、免疫グロブリンの可変部(VR)の抗原結合領域(Fab)から不変部(Fc)リガンドへの信号伝達経路ではないかと。

だから文法を覚えたこどもは運動刺激に対して反応が鈍くなる。二元処理メカニズムは、ひとつの分子にひとつしか存在していないから、それが思考や感情に使われるときは文法が手薄になる。免疫グロブリンの論理装置はひとつしかないから、思考、文法、感情、運動反射のどれかにしか対応できず、これらはトレードオフの関係にあるのではないかと。

## 5 むすび：ヒト言語の学習と思考

脳室内の神経=免疫相互作用、脳室内の免疫細胞ネットワークが言語の意味のメカニズムを担うとするデジタル言語仮説はまだ証明されていないが、ひとつの可能性ある全体像を示すほか、ピアジェを含むさまざまな研究成果や教えと整合する。

ポテブニャは、まず言語記憶が生まれて、その後で論理操作によって論理記憶が生まれるというのが、きちんとこの過程を経ないと、言葉は正しく使うことはできない。新しく獲得された言葉は、意識の上で他の言葉との論理操作を通じて、はじめて意味が確立されて使用可能となる。

ポテブニャの主張は孔子の教えとも結びつく。筆者は、孔子の論語にある「学びて思わざればくらし、思いて学ばざればあやうし」を焚書坑儒の後に生まれた誤植だととらえており、「思いて学ばざればくらし、学びて思わざればあやうし」が孔子の教えだっ

たとえる。学ぶとは、新しい言葉を覚えることであり、思うとは思考操作を通じてその言葉の意味を正規化することだと理解するとすっきりする。

ピアジェは「論理が思考の鏡であって、その逆ではない」という[7]。言語以前の生命の論理装置が我々には備わっていて、その論理メカニズムにしたがって思考が生まれ、その記憶が意識を構成する。

「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。

ポテブニャが指摘するように、文法と論理性が両立しないことから、思考も免疫グロブリンの二元論理装置を使っていると推定できる。

まず学習によって言語の記憶を脳室内免疫細胞の抗体分子として作り出した後で、(免疫グロブリンの Fab→Fc リガンド間の分子構造として存在する)二元論理を使って思考を行い、他の概念や記憶との整合性を確認し、意識の適切な位置に配置して、はじめに言葉は正しく使うことができる。

言語記号と記憶の自律的相互作用が分子レベルで解明され、脳室内免疫ネットワーク説がピアジェ獲得説の生理学的根拠となれば、チョムスキーの生得説や心身二元論が存在する余地はなくなる。ヒトを特別視する独善的な人間中心主義から脱却し、自然の一部としてヒトを位置づけた上で、人類だけがもつ言語を正しく使うことが、人類に求められている。

イェルネ説を継承発展したデジタル言語学を主張しているのは、世界的にもまだ筆者の他にいない。ピアジェに多くを学んだデジタル言語学が、ピアジェ説の勝利を証明できればこの上ない喜びである。

## 参考文献

- [1] Jerne, N.K. (1974) Toward a Network Theory of Immune System, *Ann Immunol (Paris)*. 125C(1-2) :373-89
- [2] パプロフ I.P. 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
- [3] ティンバーゲン本能の研究, 三共出版 1975
- [4] 得丸 自然言語の論理と感情, 信学技報, TL2010-35, pp. 31-36, 2010年10月
- [5] 得丸 進化を生みだすデジタル情報, 信学技報, IBISML2010-60, pp.1-12
- [6] Vygotsky, L. 柴田義松訳 思考と言語, 明治図書出版, 1962
- [7] Piaget, J., *La psychologie de l'intelligence* 1947 知能の心理学 波多野・滝沢訳みすず書房 1967
- [8] 得丸(2010) ヒトの知能構築メカニズムならびに

ネットワークのデジタル通信モデル JSAI-KBS89, KBS-A904-10

- [9] 得丸(2010) 概念体系構築と概念操作を行なう生命のブール代数 JSAI-KBS B001-06
- [10] 得丸(2011) 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」情報処理学会. 自然言語処理研究会報告 2011-NL-201(16)
- [11] ピアジェ 現代科学論, 福村出版 1980
- [12] Piatelli-Palmarini, M (Ed.), *Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. London: Routledge and Kegan Paul, 1980, pp. 409
- [13] パルマリーニ, ことばの理論学習の理論, 思索社, 1986
- [14] 時枝誠記 国語学言論(上), 岩波文庫 2007, p79
- [15] 時枝誠記 国語学言論続篇, 岩波文庫 2008, p45
- [16] Piatelli-Palmarini, M Ever since language and learning afterthoughts on the Piaget Chomsky debate, *Cognition* 50, 1994, pp. 315-346
- [17] チョムスキー, N. デカルト派言語学, 川本茂雄訳, 東京・みすず書房, 1976
- [18] チョムスキー, N. 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
- [19] Penfield, W., Jasper, H. *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*, Boston Little 1954
- [20] Vigh (1983) *The System of Cerebrospinal Fluid-Contacting Neurons* (日本組織学記録 46:4)
- [21] Jerne, N.K. (1984) *The Generative Grammar of the Immune System* (The Nobel Lecture)



ジュネーブ大学図書館のジャン・ピアジェ文庫の蔵書の一部(上)、研究協力者たちの写真(中)、若き日のピアジェ一家(下) (著者撮影)