

知能の分子構造

得丸公明 (衛星システムエンジニア)

ヒト音声言語はデジタル通信であり、具体的には音素性による符号語の恣意的で無限の創出能力と、音節のもつアクセントの微小エネルギーによって文法が使えるようになり、概念を文法的に紡いだ情報を交換できるという特徴をもつ。動物の脊髄記号反射は、記号のパターン認識(Aか非Aかの判断を行う二分法)とその運動ベクトル成分を二元論的に統合するが、言語は概念をパターン認識し、文法が論理ベクトルを指し示す二元論である。免疫細胞や免疫グロブリン分子は二分法の論理を抗原抗体反応としてもち、二元論の論理を可変部抗原結合領域から不変部結晶化可能領域への信号伝達系が提供すると考えられる。免疫抗体の抗原結合領域は、抗原の形状に対応して数千万種類の特異性結合ペアをつくるが、これが概念の音声波形に対応して言語記憶を司る。言語記憶と五官記憶の接触や、言語記憶同士の接触に際して、文法的統合にも使われる二元論論理が、喜怒哀楽の感情や二値的あるいは数理記号的な思考結果を生み出す。こうして蓄積される言語記憶と思考結果が自己創生的に構築するデータベースが知能ではないか。

The Molecular Structure of Intelligence

KIMIYUKI TOKUMARU (Satellite System Engineer)

The Human Vocal Language is digital communications. It has arbitrary and infinite capacity to generate sign words by permutation of phonemes, and it exchanges "information", grammatically concatenated concepts, enabled by micro-energy of syllabic accents. The spinal sign reflexes of animals integrate the pattern recognition of signs (the logic of dichotomy to discern A or not-A) and dualistically integrate its movement vector element, while human language recognizes concepts and treat grammars dualistically as logical vectors. Immune cells and immunoglobulin have a logic of dichotomy as Antigen-Antibody responses and that of dualism in Fab (Fragment Antibody Binding in Variable Region) → Fc (Crystallizable Fragment in Constant Region) signal transduction pathway. Fab of Antibodies generate more than 10 millions of specificity pairs, that are in charge of word memories corresponding to speech waveform of concepts. The dualism, which is also used for grammatical integration, generates emotions, i.e. delight, anger, sorrow and pleasure, and thought results, i.e. binary or mathematical signs, through contacts between word memories and sensory memories as well as among word memories. The intelligence seems to be accumulated and established autopoietically as the Object Oriented Database of word memories and thought results.

1. はじめに：言語はデジタル通信である

1.1 現生人類誕生の地

水俣の作家石牟礼道子さんは、「水俣病は人類文明の原罪である」といわれた。原罪とは何も悪いことをしていなくても生まれながらにもっている罪であるので、これは人間性悪説である。

筆者は、何も悪いことをしていないのなら罪はないはずだと性善説の立場にたつ。水俣病や地球環境問題が発生したのは、人類が人間本来の生き方を知らずに、自分勝手な誤った考えをもち、自然に対して誤った行動をとってきたためではないか。そもそも我々は、人類とは何者か、現生人類がいつどこで生まれたのかも知らない。言語がどんな脳内生理メカニズムによって作用しているのか、言語がいつどこで生まれたのかも知らない。正しい言葉の使い方を知れば、人類は自然の人間が本来もっている善性を発揮して、正しく生きていくことができるのではないだろうか。

人類の起源の謎を解明したければ、人類が生まれた地を訪れるのがよいだろうと思い、筆者は2007年4月に南アフリカ・東ケープ州にある最古の現生人類遺跡クラシース河口洞窟を訪問した。この洞窟は、インド洋と大西洋が交わる海域の荒波によって穿たれた海食洞窟で、海岸段丘の海拔20mのところにある。第3号洞窟の入り口の広間はざっ

と1000平方mもある。安全で、暖かく、付近には川もあり、西に開口した入り口からは大海原に沈む夕日を見ることが出来る快適な居住環境である。考古学者はここで13万年前から6万年前の現生人類の骨を発掘している。

最新の人類学・考古学研究は、現生人類が南アフリカの沿岸部の狩猟採集民だったことを、ミトコンドリアDNAのSNP(単一ヌクレオチド多型)解析によって明らかにしている。現生人類はここで言語を獲得したようだ。

1.2 音声言語のデジタル進化

東アフリカの熱帯サバンナの地下トンネルで生活するハダカデバネズミも、音声コミュニケーションが発達した哺乳類である。真つ暗闇のトンネルの中で行き交うにあたって、体が大きくて声が低いネズミの腹の下を、小さくて声が高いネズミがくぐる。階級をもつ真社会性、幼児期の長い晩成性、他の群れに対する攻撃性などもヒトと似ている。

ハダカデバネズミはきっと100や200の音声記号を使いこなしているだろうと思って専門書を読んでみたところ、地上で生活する他のデバネズミと同じで17しかない。かたや人類のひとつの言語は10万種類くらい語彙をもつほか、必要に応じてどんどん新しい概念を生み出せる。

この違いは、ヒトが離散的な音節を重複順列して単語を生み出すからだ。そして何万種類もある単体の記号を組み

合わせて、すなわち概念語を文法語によって接続して長く複雑な「情報」を紡ぐところにヒト言語の最大の特徴がある。一方、ネズミの音声コミュニケーションは、感情のこもった同じパターンの鳴き声を繰り返すだけだ。この違いはデジタル通信とアナログ通信の違いではないかと思っただが、デジタルの定義がないために確認できなかった。

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、情報処理学会と人工知能学会の研究会だけで70回以上参加して、筆者はデジタル、言語の起源、言語記憶の生理構造、言語記憶と五官記憶のネットワークメカニズムなどについて学際的かつ不可視の物理現象の考察を続けてきた。(1)(2)(3)(4)(5)(6)

1.3 「クリック」→「母音による音節」の二段階進化

これまでの考察で得られた人類進化の仮説は以下の通り。考古学者は今からおよそ7万7千年前から7万年前の時期(スティールベイ, Still Bay Technocomplex)と、6万6千年前から5万9千年前の時期(ホイソンズプールの, Howiesons Poort Technocomplex)に、南アフリカで2つの新石器文化が栄えたと報告している。この2つの時期は、音素獲得、アクセント獲得の時期に対応する。

Still Bayの時期は、寒冷期であり、人類は洞窟のなかに籠って、舌を使ってさまざまな音を出して楽しんだ。それがクリック子音という音素を生んだ。クリック子音を獲得すると、語彙の爆発的拡大がおきた。しかしコイサン語に今も残るクリックには文法語がないらしい。Still Bayの時代には文法がなかったため、二語文、三語文で話したようだ。喉頭降下も起きておらず、肺気流のエネルギーを使わず、雑音の少ない洞窟内や太陽熱雑音のない夜間にたき火を囲んで語り合っていたのだろう。

音節のアクセントをもたらし喉頭降下と下顎骨の発達は、クリック子音の発声によって舌筋を頻繁に使ったからおきた。「高頻度で低エネルギーの負荷によって、下顎骨が薄くなりつつ肥大するというパラドックスが起きた」ことは母音発生の前に原言語があったことを示唆するが、クリックがそれであろう(7)。

Howiesons Poortの時期は温暖化に向かう時期で、栄養も改善され身体的変化が可能になった。喉頭降下がおきて生まれた母音のおかげで、声が遠くまで届くようになった。文法は母音のアクセントによって、自己創生的(autopoeitic)に生まれた。母音の発声と文法の獲得によって、音声通信のデジタル化が可能になり、言語と現生人類が誕生した。

2. 言語の脳内生理メカニズム

2.1 学際的読書・読書百遍という研究手法

言語の起源が解明されてこなかったのと同様に、脳内の言語処理生理メカニズムも解明されていない。多くの研究

者が、大脳皮質のプロカ野やウェルニッケ野の関与、ニューロン(神経細胞)がシナプス接続され電気信号が伝わることを想定するが、具体的な言語記憶(概念)の分子構造、文法の生理メカニズムの仮説ひとつ存在しない。

ウェブ検索で、human, digital, language と入力したところ、若い頃コペンハーゲンで免疫学者イェルネの指導を受けた分子生物学者ノルが書いた論文「ヒト言語のデジタル起源」に出会った(8)。この論文は言語学以外に、脳科学、霊長類学、動物生態学、免疫学、分子生物学、情報理論など学際的文献に依拠している。

引用文献のひとつにフォン・ノイマンが1948年にヒクソン・シンポジウムで行った講演「オートマタの一般的・論理的理論」も含まれていた(9)。60年以上も前の講演にいったいどれだけの価値があるのかと疑問をもち、ウェブでダウンロードした後、数ヶ月間放置してから読んでみたが、一度や二度読んでもさっぱり理解できなかった。「世界の名著 現代科学 II」に所収されていた邦訳を読んでも頭に何も残らない。オートマトンなどという概念を新たに立てる必要はどこにあるのか、疑問や訝りというより怒りに近かった。だが、読書百遍という言葉のとおり、読む回数を重ねるにつれて、すこしずつ理解できる箇所が増えて、生命はどうやって進化したのか、ヒトの知能はどうやって進化したのかを解明するための思考枠組みを講演はきわめて誠実に提供していたことがわかった。

また、イェルネの講演は1984年のノーベル講演(ノーベル財団のウェブで録画を見ることができる)『免疫システムの生成文法』と1974年のパスツール研究所での講演『免疫システムのネットワーク理論』が引用されていた(10)(11)。免疫と言語なんてそもそも無関係ではないか、抗原をエピトープ、抗体をパラトープと呼ぶことにいったいどんな必要性があるのかと、このときも怒りにも似た疑問を抱きながら、自ら邦訳し、何度も繰り返し読んだ。

イェルネは、免疫細胞の抗原抗体反応が、言葉刺激の音韻波形と脳内言語記憶が特異的に結合する生理基盤となりうると示唆していた。そもそも免疫細胞は、神経細胞と同じ二分法と二元論の論理と興奮・抑制の出力機能をもち、数は神経細胞の100倍ある。神経細胞は軸索とシナプスによる結合を必要とするが、免疫細胞は分子間の直接接触か抗体分子を介した接触によってネットワークを行う。つまり免疫細胞は、神経細胞が進化したモバイル・ニューロンである。それが脳室内の脳脊髄液中で記号(言語)記憶を保持していて、相互にネットワークしている。

2.2 動物の記号反射は脳脊髄液中の免疫ネットワーク

2.2.1 パブロフの条件反射実験

パターン認識のメカニズムもまだ解明されていない。現象としては、聴覚記号や視覚記号の入力に対して、反射的に記憶が刺激され、行動が生まれる。記号と反射の定義や

記憶形成のメカニズムも明らかではない。

2010年2月の信学会思考と言語研究会のテーマは「言語表現とパターン認識」であった。この研究会の予稿を準備しているとき、筆者は古書店でパブロフの条件反射学の著作に出会った。パターン認識は条件反射であると思ひ至り、続いて条件反射はパターン認識だと思った(12)。

この一見すると同語反復のループは、パブロフの著作を何度も読み直すことで、パブロフ自身が答えを見出せなかった問題に出会って打開された。パブロフは条件反射の形成は、大脳皮質の感覚野と運動野の間のシナプス形成だと考えていたが、それだと「分化抑制」と「相互誘導」の実験結果をどうにも説明できないのだ(13)。

分化抑制とは、ある音韻記号「A」で「餌」という意味付けを行った後で、Aによく似たA'の記号(たとえばAがメトロノーム90拍/分で、A'は100拍/分)に「餌がない」という意味をもたせる実験である。「A」→「餌」、「A'」→「餌がない」という実験を繰り返したところ、「A'」に対する涎が「50% → 100% → 0%」と推移して0で安定したのだ。A'の後では常に餌がなかったにもかかわらず、一時的にAと同じだけの涎が出て、その後で0になる。この不思議な現象をパブロフは、「最初要因間の差異はすぐにみられるが、その後、何故か差異が消え、それからまたしだいに再現してついに絶対的なものとなる」と、読者が謎に気づかないで読み飛ばすことを願うかのようにさりげなく書いている。

相互誘導は、「A=餌」、「A'=餌がない」という条件付けを行った後で、「A'→餌がない、A→餌」という順番で記号を聞かせたところ、Aの記号に対していつもより早くたくさん涎が出た。また、「A→餌、A'→餌」という順番で実験したところ、何度繰り返してもA'の後では涎が出てこず、気が狂った犬もいた。これは記号が相互に刺激し合っていることを示唆するが、パブロフは原因に思ひ及ばなかった。

脳脊髄液中のBリンパ球が記号記憶を保持すると考えれば、分化抑制は、免疫二次応答における体細胞超変異、相互誘導は免疫細胞相互のネットワークとして説明がつく。これは抗原抗体反応の二分法論理による。

2.2.2 テンバーゲンの本能の論理構造

テンバーゲンは、キジが、猛禽類でなくても首の短いアマツバメのような鳥の影に対して避難行動を取ること、また、その影が近づいてくるか遠ざかるかの要素も加味されていることを確かめた(14)。この本能(「生得発機構:Innate Releasing Mechanism」)と条件反射が同じ脳生理現象を対象としているとは思ひ至らなかった。

パブロフの第一講にはスペンサーの「本能的反応は反射である」という言葉が紹介されていたが、だからどうした、それがいったいどんな意味があるのかと懐疑的に受け取っていた。条件反射が脳内免疫ネットワークではないかと考えていたとき、二つの実験結果を隔っていた壁が壊れ落ち

て、本能も条件反射も同じメカニズムで、脳幹網様体における抗原提示に対する、脳脊髄液中のBリンパ球の抗体反応ではないかと思ひ至った。

免疫細胞は二分法と二元論の論理をもつとイェルネは語ったが、抗体の抗原(記号)への特異的反応が二分法(Aか非Aかの二分)であり、運動ベクトルの要素を加味するところが二元論(A+Biの二元的統合)として作用している。

ティンバーゲンは、また、刺し魚の求愛活動が、相互に交わされる記号連鎖によって出会いから産卵までひとつの文脈として作り上げられていることを示した。これは二分法による相手の記号のパターン認識の結果を、自分の次の行動に結びつける論理ベクトルの二元論である。

免疫グロブリンにそのような信号伝達メカニズムがあるかと探してみたところ、不変部結晶化可能領域(CR/Fc: Constant Region/Fragment Crystallizable)リガンドがあった。可変部(VR:Variable Region)の抗原結合領域(Fab: Fragment Antibody Binding)でどのような結合が行われたかの状態(Full Fit, Half Fit, etc.)が、Fcリガンドに送られ、T細胞細胞膜にあるFc受容体に信号伝達されるメカニズムである。

2.3 ヒト言語の文節構造

文節は、モーラ(拍)ベースで発音される日本語に特有な音韻単位で、〈文を、言語として不自然にならない限りで、最も細かく区切った場合の各部分〉などと定義される。文節は音韻単位であると同時に、最小の意味単位を構成する。

「私は/昨日/友人と/二人で/丸善へ/本を/買いに/行きました」に示すように、日本語は膠着語であるため、概念語に助詞がついてA+Biの論理構造を示す文節が多い。動物の反射において運動ベクトル処理に携わっていたBiが、日本語では音節のアクセントをもつ助詞に対応する論理ベクトルとして処理されるのではないかと。1歳児は動きにとっても敏感であるが、文法を覚える頃に子どもは外界の動きに対する反応が鈍るのは、文法処理のために運動能力を犠牲にするためではないか。

フランス語のランゲージュ・アルティキュレは、日本語と逆に「文法+概念」を最小の意味複合体として構築する。デカルトの生まれた国の言語は、フランス革命の後で、人為的にこの仕組みを取り入れたという。

英語は助詞をもたないかわりに、動詞によって異なる構文(Syntax: SVC, SVO, SVOCなど)が存在し、単語と単語を結びつける論理ベクトルの存在を思い描かせる。チョムスキー言語学の「言語の骨」、「木構造」は、それぞれの動詞に結びつけられた構文といえる。日本語は英語の構文のような枠組みがあるのではなく、個々の文節がもつベクトルが接続や意味修飾を指し示す。

2.4 ヒト言語は脊髄反射の進化

筆者は自分では何ひとつ実験をしていないが、イェルネ、

パブプロフ、ティンバーゲンの講演を繰り返し読み、ヒト言語が、音節アクセントのおかげで、記号を文法的に接続して情報として伝達できるよう進化したと考えた。

脳幹網様体に構築される抗原提示分子によって賦活されるのが概念であり、これは生物学的には脳脊髄液中にあって記号(言語)刺激を内言として記憶した B リンパ球である。

文法が可能になったのは、動物の記号反射において「記号のパターン認識+運動/論理ベクトル」の二元統合を行う能力を、アクセントの力で「概念のパターン認識+論理ベクトル」の二元統合に進化させた結果である。

文法以外に、言語的思考も、さらには知能の構築も、免疫細胞の論理と脳内免疫ネットワークによる。これは脳室脳脊髄液中という静謐な環境でおきる内言の現象である。内言を論じる前に、ヒト言語ネットワークの物理層での形態である音声言語(内言に対して「外言」とよべる)の伝達が音声から文字を経てどのように発展したかを概観する。

3. 外言伝達システムの発展

3.1 言語発展の新たな段階へ

3.1.1 第三の進化：コンピュータ・ネットワーク

メイナード・スミスは「今日我々が経験している最新の発展は、情報の保存と伝送のために電子的媒体を用いることである。これが我々にもたらす効果は、遺伝子の構築や言語の獲得と同じくらい深淵なものになるだろう。」という言葉を残している(15)。人類の歴史を振り返ってみると、文字の発明が文明の発展を加速したことは明らかである。文書に表すことによって、個人的に獲得された知識や知恵を遠い地域や将来世代に伝達できるようになった。コンピュータ・ネットワークが、文字の獲得に匹敵する深淵な効果を生み出すとは、いったいどのようなことだろうか。

本研究はさまざまなウェブ検索とダウンロードの恩恵を大いに蒙っており、コンピュータ・ネットワークが人類を新たな発展の時代に導くひとつの例といえるだろうか。

3.1.2 ゲノムの誤り訂正の必要性

先人たちが築いた知的営為を継承して人類がさらに進歩進化するためには、知的ゲノムの整備が重要となる。古典や一般的知識が、誤り訂正をすませた状態で保存された保存庫に誰でもアクセスできることが必要だ。最低限の読み書きさえできれば、指導者がいなくても一人で正しく学び、考えを深めることができることがのぞましい。

そのためには、古典の言語情報をひとつひとつ検証して通信路誤り(誤字脱字)を正し、情報源誤り(著者の思い違い)を指摘し、知のゲノムとして体系づけることが必要となる(1)。それによって将来世代は、正しいと実証された知的遺産を統合して体系化し、その時代が求める思考に役立てることができる。孔子が理想とした「温故知新」である。

3.1.3 脊髄反射の訓練と嘘への対応

言語は脊髄反射の発展であり、本来は、言語情報に対して即座に必要な行動を起こすためのものである。

しかしヒトは、文法を使うようになって、脊髄反射の運動性を犠牲にしたため、即座に体が反応できなくなった。自分のほうに車が突っ込んでくるときに、反射的に体が動いて身を守ることができず、被害にあう人も多い。

そのためにとくに火事や地震や津波の防災のために避難訓練をおこなって、緊急時に体がとるべき行動の筋道をあらかじめ刷り込んでおく。これはきわめて有効である。

言葉に対して反射的に対応して即座に行動が生まれるという脊髄反射の性質から考えると、情報はつねに正しくなければならない。嘘や詐欺や間違った情報は、財産や命に及ぶ被害をもたらす。自分が受け取る言葉が、正しい言葉であることを確かめることは容易でなく、言葉を吟味し警戒しすぎてタイムリーに適切な行動がとれなくなることも問題である。

実験によれば、チンパンジーに貨幣経済を教えたら嘘をついたり、商品の強奪を行ったそうである(16)。嘘は人間性以前の問題なのであろうか。言語を正しく使いこなすにあたって、嘘にどう対処するか、どうすれば嘘がなくなるかという問題は避けて通ることができないだろう。

3.2 さまざまな外言延伸装置

コンピュータ・ネットワークの価値を理解するために、これまでに文字や電気通信がどのような恩恵を人類にもたらしたか、それらの限界は何であったかを概観する。

3.2.1 文字

およそ 6000 年前に古代文明が文字を生み出したのは、土地や税や人民を管理統治する必要にともなうためだ。はじめに話し言葉があったため、文字表記は音声を符号化したものであり、文字は基本的に表音文字である。

文字は音声に復元されないと脳内で処理されえない。モンゴル文字やタイ文字のように日本人が普段見慣れない文字はそもそも言語と思わない。英語でもフランス語でも、母語である日本語でも、読み方のわからない単語を我々の脳は言語処理できない。脳内の言語ネットワークは、音声標識にともなう記憶とそのネットワークであり、文字情報は音声化されてはじめて意味をもつ。

3.2.2 日本に固有のカタカナとひらがな

世界的にみると文字は統治階級のためのものであり、人民の統治目的や王朝の歴史を記録するために使われていた。

中国の辺縁に位置する日本では、漢字を読みこなすために、はじめは漢字をつかった万葉仮名が用いられていたが、8 世紀になると書物の余白に竹べらで刻印して読み方を示

せるように簡略化したカタカナが生まれた。日本語は、音節が母音終りの原則をもつため、音節数が 112 と極端に少ない。(中国語は 1700, 英語は 3400 という。)さらに有声音と無声音に同じ仮名をあてる知恵によって、わずか 46 文字ですべての音節を表記できる。これほど便利な音節文字をもっている民族は世界でも珍しい。しかも仮名のもとになっているのが中国の漢字であるため、それぞれの仮名がユニークな形状をもち、発音を体現している。

もっと驚くのがひらがなである。ひらがなは、カタカナが生まれて百年ほどあとに生まれた。その設計コンセプト、デザイン・ドライバーは、和紙に筆と墨を使って書くことにあった。カタカナは角張っていて筆でサラサラと書くには不便だったからだ。

カタカナとひらがなのうち 29 文字は元の漢字が同一であるが、「あ、い、え、け、さ、す、た、ち、つ、に、は、ま、み、む、る、を、ん」の 17 字について、ひらがなはカタカナと別の漢字をつかって仮名にしている。(カタカナとひらがなの元の漢字は、阿/安、伊/以、江/衣、介/計、散/左、須/寸、多/太、千/知、州/川、二/仁、八/波、万/末、三/美、牟/武、流/留、乎/遠、※/尤)

この結果、世界でも珍しい草書にしやすい表音(音節)文字が誕生したのだ。英語でもフランス語でもロシア語でも、アルファベットを使った表記に筆記体はあるが草書体はない。崩しすぎると読み取り不能になる。インドなどアジア諸国などで用いられているデバナガリ文字(ハングルもこの系統に属する)は一文字が一音節を表すが、文字の形状が幾何学的で他との識別がむずかしいことに加えて、文字に振る記号の位置で母音を示すため草書にできない。

インド南部で使われているテルグ語も音節文字であるが、文字数が多いことと、歴史的に何度も文字セットを総入れ替えしているため、古典を読めない。カタカナとひらがなが生まれて千年以上一度も改変されていないことは重要である。

設計思想において草書体を意識していたと思われるひらがなのおかげで、国民の識字率もあがり、和歌のやりとりもできたし、平安朝女流文学も隆盛した。日本の誇りである国民の高い識字率は、教育制度や国民性というより、文節構造と 2 種類の音節文字のおかげだろう。音節文字と漢字を絶妙に組み合わせた漢字かな混じりは、脳内の言語処理メカニズムと親和するようだ。この条件は 21 世紀になろうと 22 世紀になろうと変わらない。人類の共通語を日本語にすれば、共通理解が向上し知的進化が加速するだろう。

3.2.3 紙・印刷・出版

紙は、文字化した言語情報を長期保存するのみならず、軽いために地理的に離れた地域に運ぶことを可能にした。

印刷は、言語情報を大量に複製することを可能にし、書籍の出版が可能になった。時間と空間を越えて言語情報が、

世界に後世に伝えられるようになった。

3.2.4 電気通信：ラジオ・テレビ放送と仮想現実

20 世紀に著しく発達した電気通信技術は、有線・無線の信号伝達手段によって、離れた地点間の言語情報の交換を可能にした。写真技術は、無声映画へと発展し、音声の録音技術がトーキー映画を生み出した。そしてラジオ・テレビ放送を通じて、放送局から一般視聴者向けに音声および映像番組が送りつけられる。こうして 20 世紀後半の時代を生きる人類は、放送局から自宅や職場へと一方的に送りつけられてくる音声や映像に取り囲まれるようになった。

もちろん、宅配や書店で販売される新聞や雑誌も同じような内容の記事を送りつけてくる。しかし文字化した言語情報は、読んで脳内で音声化しないと情報として処理できない。ラジオやテレビは言語情報を音声で送ってくるため否応なしに我々の脊髄反射を刺激し、意識・知能へのはたらかけが行われる。

ラジオ・テレビ放送の特徴は、送り手が権力や資本であり、受け手は一般大衆であるという不均衡性にある。受け手はその情報が必要でなくても拒むことができず、その時間を空費する。

また、一方的であり、対話できないために、送られてきた情報がどこまで本当かを確かめるべきがない。情報は、真実性の確認のないまま仮想現実として作用する。仮想現実とは「本当は現実ではないのに脳は現実として取り扱う」ものであり、非生産的であり判断を誤ることになる。

3.2.5 コンピュータ・ネットワークと誤り訂正メカニズム

コンピュータ・ネットワークは言語と同様にデジタルシステムである。デジタルシステムは、複雑で繊細な情報にもとづいて自己増殖する。そのため「全過程のどこにも、一つの間違ひも起こってはならない」という厳しい要求が課せられる。この要求を乗り越えたものだけが、デジタルシステムとして発展することができる。

なぜそれが可能なのか。生物メカニズムの場合は、自然のもつ冗長性が間違い防止のために機能する。細胞の核内で DNA は RNA に転写されて、それが転写後修飾を受けた後、メッセンジャー RNA(mRNA)に紡がれ、細胞質でアミノ酸に翻訳される。このタンパク質代謝のメカニズムにおいては、3 つの RNA からなるコドン(4x4x4= 64 種類の RNA の組合せ)が 20 種類のアミノ酸に翻訳される縮重のメカニズムに冗長性があって誤りを防止している。

言語においては、多数の音素のなかからその単語に最適な音表象を選択することが、伝送上の誤りを防止している。このことは概念語にも文法語にもあてはまる。

しかしデジタル信号が論理的 0 と論理的 1 の 2 つしかないコンピュータ・ネットワークでは、信号をつくるに際して冗長性がまったくない。受け取ったビットが 0 のとき、

もともと送信時も0なのか、伝送中に1が反転したものなのか判断できない。

いわゆるパソコン通信を、コンピュータ・ネットワークへと進化させた最大の貢献者は、誤り訂正符号を使った前方誤り訂正を可能にした高速CPUである。ブロック符号も畳み込み符号もアルゴリズムは20世紀半ばに既にあった。誤り訂正符号処理をリアルタイムで実施できるCPUがなかったため実用できなかったのだ。

前方誤り訂正(Forward Error Correction)は、送信するデータのビット列を畳み込み符号やブロック符号の方式に従って送信前に計算して、計算結果をデータに付加して変調し送信し、受信側で復調時に誤り確認をし、一定以内のビット誤りは送信側に問い合わせることなく受信側で独自に誤り訂正できる仕組みである。

このおかげで、受信側は受け取ったデータに1ビットの誤りもないことを確認して情報処理することが可能になり、ビット情報の世界はネットワーク化されたコンピュータ相互で自律的に機能するオートマトンになった。金子勇が開発したWinnyは、P2Pでつながるネットワークが自律的に機能し、期待以上に働いてくれることを示した。

3.2.6 コンピュータ・ネットワークは対話式

こうして21世紀になって人類はコンピュータ・ネットワークを手にした。

これまでのすべての外言伝達システムは、音声も文字も書物も新聞雑誌も放送も、どれも一方的であり、体系化・統合化されておらず、こちらが何か情報を必要としていてもどこにそれがあるかを自動的に見つけることはできなかった。何かを記録しても、どこに何を記録したかのデータが存在しないし、どこに何があるかを尋ねて回ればよいのかもわからなかった。資料の在り処を知るためには、生きている人間の知識に問かけるか、偶然の女神の力を借りるほかなかった。そして仮に資料の在り処がわかっても、それを読むためにははるばる図書館や資料館を実際に訪れて複写するほかなかった。

ところがコンピュータ・ネットワークはキーワードを入力するだけで、世界中の図書館、書店・古書店、ウェブ上にある資料や記事を検索してくれる。その結果、最適な文献が示され、瞬時にオンラインでPDF版を入手できる。

本は新本でも古本でも、書店がウェブ上に掲載していれば瞬時に存在を確認でき、クレジットカードや銀行振り込みで決済して、二三日で手元に届く。

欲しい雑誌記事や書籍がとても古くてウェブ上で公開されていない場合でも、OPAC(Open Public Access Catalog)によってどこの図書館にどのような状態であるかがすぐにわかる。筆者は東大・本郷キャンパスにある各学部図書館を多用したが、農学部や文学部や医学部の図書館は書庫の立ち入りもでき、必要な文献を効率よく複写する段取りを考

えながら図書館通いすることができた。

3.2.7 言語情報と知能のインターフェイス

コンピュータ・ネットワークのおかげで、読めば参考になりそうな論文、読まなくてはならない論文が容易に手に入るようになった。どうしたらそれらを正しく効率よく読み取って自分の知能に組み入れるか、先人の知的営為の成果をどう活用するかということが切実な問題になってきた。

4. 知能のメカニズム

4.1 言語と思考への心理学的アプローチ

心理学者のピアジェやヴィゴツキーが、我々の知能のメカニズム、科学的概念の構造などについて問題にしている。2人とも生物モデルにまで思い及んでいないが、知能の特性や発展や構造について考察している(17)(18)。

ほかに、たとえば人工知能の分野に、ヒトの脳内の知能モデルがあってもよいのではないかと思って探してみたが、みつけることはできなかった。以下で展開する知能モデルは、筆者が言語記憶の免疫ネットワークと、文法と思考の二元論メカニズムを発展させたものである。

4.2 記号の記憶形成

パブロフは、条件反射の形成にあたって、記号刺激を先に与えてから餌や毒を与えないと条件反射は形成されないと報告している。餌や毒を与えた後で、記号刺激を聞かせても条件反射は形成されない(13)。

言語記憶の場合、それが生物的に何であるのかがわかっていないため、どのような場合に記憶が形成される(されやすい、されにくい)のかについての研究もない。記号や言葉の記憶を司る概念装置がBリンパ球であると仮定しても、何をきっかけとして新たな言葉の記憶の形成が始まるのかまだ解明されていない。

たとえば筆者は昨年南インドに旅行し、土地の神様である男神ヴェンカテシュワラと女神パドマヴァティの名前を覚えたが、一緒に旅行した友人たちは覚えなかった。パドマヴァティは、宿舎の名前でもあり、訪問した大学の名前でもあった。筆者は旅の最後の日に、訪問先の大学教授から「また来れるように、パドマヴァティ寺院にお参りして帰りなさい」と言われたときに、「おや、この言葉知ってるぞ、どこかで聞いたことがある」という感じがわいてきた。それからそのパドマヴァティという名前が、その大学の名前でもあることと結びつき、少しずつ記憶のネットワークが構築されていった。

「地球環境問題」は、人口爆発と表裏一体化した地球規模の自然破壊というひとつの現象を示す言葉である。だが、「地球」と「環境」と「問題」という耳慣れた3つの言葉がひとつになっているため、「地球には環境の問題があるが、

我が家にも経済的な問題はあある」といったレベルの理解で止まっている人が多い。「地球環境問題」が、「地球の環境の問題」ではなく、現代文明終焉を象徴するひとつの単語であり、それが独立した言葉として脳内で思考されるためには、そのための新たな記号(言葉)記憶が形成されなければならない。

ちなみにパブプロフは複数の記号刺激をつないで一つの刺激にしたものを「継時複合刺激」と呼ぶ。たとえば、シューという音(S), 高い音(Ht), 低い音(Lt), ベル(B)を組み合わせて、時系列的に「S-Ht-Lt-B」の刺激を「餌がある」, 「S-Lt-Ht-B」の刺激を「餌がない」という記号として教え込もうとすると、通常の刺激で条件付けするよりも「とくに困難」であったという。ヒトの場合でも、「地球環境問題」は、概念獲得の難易度が高いと思われる。

新たな概念を正しく獲得するためには、その言葉を記憶しなくてはならないという状況認識や問題意識が必要とされる。継時複合刺激のように、既存概念を複数個つなげてひとつのまったく新しい概念として用いられる場合もあれば、五官で感じるができない微小あるいは巨大な現象を表す概念もある。概念にはさまざまな種類があり、それぞれ獲得や使用に注意が必要であることを教える必要がある。

受け取る側は、言葉をどのような心構えで、どのような姿勢で受け入れるのがよいのか。ヒトとヒト以外の動物の違いが、身体的には喉頭降下による母音発声能力とそれを使った言語能力でしかないとする、言語を使った学習活動によって、有史以来の人類の叡智を受け継いでさらに発展させることが、今を生きる人類の使命だとわかる。人間は学習を義務づけられた動物、学ぶサルである。言語のデジタル進化の意味を理解して、学習しなければならない。

4.3 記号を使った論理的思考

19世紀のウクライナの言語学者ポテブニャ(A.A. Potebnya)は、言語記憶がつくられてはじめて思考が形成される、論理的思考と文法は排他的関係にあつて相互に完全に独立している、文法的に正しくない表現であっても論理的には正しいこともある、など興味深い言葉を残している。

これは文法と論理的思考が、免疫グロブリン分子の同じ二元論論理を使うからではないか。じっさいに、我々は思考にあつて文法を使わず「 $A+B=C$ 」の二元論的に行う。週刊誌や夕刊紙の見出しは、「みのもんだ社長業の危機」や「ワーママ格差の絶望」など文法以前の二語文が一般的だ。

一方で、文法的に正しくても論理的に正しくない表現がある。たとえば、デカルトは『方法序説』で文法を使えない動物に理性はないといったが、文法は論理的正しさと排他的関係にある。また、20世紀以降に発展した目に見えない領域の科学理論のなかで、「シュレディンガーの猫は生きていると同時に死んでいる」といった論理矛盾は人々の知能構築を阻害する。「情報理論において意味は問わなくてよ

い」などというのも人を惑わす言説である(4)。

文法的に正しくても、科学的・論理的に正しくない表現が存在することを自覚できれば、ひとつひとつの言説を厳密に吟味してから受け入れることが一般化するであろう。近代以降の科学技術の発展が、はたして正しい人間観・自然観にもとづいていたかどうかの事後評価も必要だ(1)。

4.4 記憶と感情の論理

ヒトも含めて動物の感情は 論理的に生まれ、取るべき行動へと導く触媒としてはたらく。その論理は、記憶の良し悪し、刺激の来る・去るという 2×2 行列で示すことができ、あらかじめ記憶のないものに対しては感情も生まれえない。よい記憶が来る=喜び、悪い記憶が来る=怒り、よい記憶が去る=哀しみ、悪い記憶が去る=楽しみという具合だ。

記憶のないものに反応できないことは、言語でも同様にあてはまる。我々は生まれて初めて耳にする単語(たとえばインドの神様の名前)はまったく聞き取れないし、そもそも興味がわからない。だがそれがわかっているならば、はじめて耳にする言葉には細心の注意を払う必要がある、耳慣れないことこそ大切かもしれないという心構えの醸成につながる。

4.5 五官の記憶のネットワーク

記号反射において、記号は視覚的の形状あるいは音声波形は、免疫抗原として認識され、それと特異的に結合する免疫抗体可変部が B リンパ球によって生み出され、記号のネットワークが生まれる。

一般に具体的概念(ヴィゴツキーは生活概念と呼ぶ)は、五官で感じた記憶が大脳皮質に抗原のインデックスを付して保存される。たとえば「りんご」という言葉を耳にすると、「姫りんご」、「青りんご」、「つがる」、「ふじ」、「リンゴジュース」、「りんごジャム」、「りんご追分」(歌謡曲の題名)、「りんごのほっぺ」、「リンゴ・スター」(ビートルズのメンバー)、「八百屋の店先に並べられたリンゴ」、「りんごの木」、「りんご農家の友人」などを連想し、それぞれの姿形、味わいや匂いなどが思い浮かぶ。りんごという言葉ひとつで、関連する様々な記憶が次々と想起される。アップルコンピュータのロゴマークもこのネットワークに入るだろう。

大脳皮質にあるマイクログリア細胞はマクロファージと同じであるので、五官の記憶には抗原提示基が埋め込まれていると考えられる。そのためその名前を思い出せなくても、誰かに「○○だろ」と指摘されると、「そうそう、○○だった」とそれが正しい名前であることを確かめられる。

4.6 論理的思考の記憶のネットワーク

4.6.1 類や関係の概念

記号と五官の記憶のネットワークには、付随的に論理的思考の記憶が保持される。たとえば、久しぶりに出会った友人の名前がすぐには思い出せないときに、「たしか珍しい

名前だった」,「漢字の読み方がふつうとは違う」,「な行で始まる名前だった」といった記憶は思い出せる。この記憶の特徴は,ある条件に対して二値的(○か×か,あるいは○でも×でもないか)か数理記号であることだ。

「果物」という言葉は,類(カテゴリー)の概念である。果物そのものを想起することはできない。りんごやオレンジやバナナやかぼちゃやさつまいもを思いうかべて,「これは果物か。○あるいは×」と論理的判断を下す。

「孫」や「従兄弟」,「首都」,「副産物」は関係の概念である。たとえば,「フランス/パリ=首都」,「日本/大阪≠首都」といった二元論的处理にともなう,=か≠かの論理的判断がくだされる(19)。

4.6.2 科学的概念も現実に即して定義

フランス語の「ランゲージ・アルティキュレ」は,「分節言語」と邦訳され, articulated language と英訳されているが,それがいったい何を意味するのか,誰も示さない。様々な文献を読んでみたが,どこにもその現象が言及されていなかった。フランス人の若者に聞いたら,そんな言葉聞いたことがないという。知識層のみが知る言葉である。

高学歴で知的なフランス人に聞いたところ, table, vin と言わずに, la table, du vin と冠詞(les articles)をつけることだという。なるほどそれなら日本語の「文節」に近いかも(20)。

「地球環境問題」という言葉は,指し示す現象の時間的空間的広がりがあまりに巨大であるために,容易に意味を把握できない。たとえば「温暖化や森林枯渇や海洋汚染など地球規模で起きている環境の問題」と定義しても,それが人類・文明史に与える影響の深刻さを表現しきれない。

科学的概念や高度に抽象的な概念は,その言葉を論理的に定義し,その定義が必要十分であるかどうか(○か×か△か,=か≠か,<か>か)を繰り返して念入りに吟味することが重要である。それは多大な労力を要する実にやっかいな作業であるが,明朗で厳密な定義がないことには,科学的概念を正しく使うことはできない。丁寧な思考を積み重ねれば積み重ねるほど,概念は正確・厳密になり,思考結果の記憶が自己の知能を明晰かつ合理的なものに高める。

筆者は「文法」を「(主として)単音節の付加・変化(活用)によって,概念語の意味の修飾や接続を指示する論理スイッチ」と定義した。これによって音韻論的文節が意味論とうまく重なりあい,文法の二元論的处理に思い至った。一方で,「シンタックス(構文)」は文法の定義に含まれないことになる。この点についてさらなる議論が必要とされる。

5. おわりに:言葉と思考の免疫ネットワーク

言語記憶の獲得は,脳室脳脊髄液中の B リンパ球の新たな産生である。産生には数日を要するほか,その言葉に対する記憶の産生を促す命令が必要であるようだ。

産生された言語記憶を司る B リンパ球が,大脳皮質のマイクログリア細胞や脳脊髄液中の他の言語記憶を司る B リンパ球と接触して二値的・数理記号的な論理記憶が生まれることが,思考である。

我々の意識あるいは知能とは,脳室内の免疫細胞による記憶と,免疫細胞相互の二分法ネットワーク(抗原抗体反応)によって生まれた思考と思考結果の論理記憶(Fab→Fc リガンド伝達系の二元的処理)の積み重ねである。免疫細胞の産生とネットワークが自己創生的であるために,多くの人がその複雑かつ精巧なメカニズムにまだ気付いていない。

孔子は「名を正せ」と説いた。言葉を正しく厳密に使うことがすべての基本でなければならない。我々は,我々の意識や知能を制御している免疫細胞の二分法と二元論の論理が正しく機能するように,自然の法則と調和して,一生懸命かつ正直に生きていかなければならない。言葉を正確に獲得し,正しく言葉を使うことで,人類は新たな知的進化の段階に進むことができるだろう。

参考文献

- 1) 得丸 言語はこれからどのように進化していくのか 信学技報 NLC2013-45
- 2) 得丸 免疫細胞の「二分法」と「二元論」の論理がヒトのデジタル音声記号言語と脳内の思考を駆動する 信学技報 NLC2013-46
- 3) 得丸 論理の量子力学(デジタル言語学) 信学技報 IA2012-81
- 4) 得丸 情報理論における熱力学と論理学 信学技報 IT2012-51
- 5) 得丸 ことばのデジタル・ネットワーク・オートマタ 信学技報 IBISML2012-64
- 6) 得丸 自然言語の分子構造 信学技報 PRMU2012-21
- 7) Daegling, D.J. (2012) The Human Mandible and the Origins of Speech, J. Anthropology
- 8) Noll, H. The Digital Origin of Human Language - a Synthesis, BioEssays 25:489-500, 2003
- 9) von Neumann, J. (1951) The General and Logical Theory of Automata, Lecture at the Hixon Symposium 1948
- 10) Jerne, N.K. (1974) Toward a Network Theory of Immune System, Ann Immunol (Paris). 125C(1-2) :373-89
- 11) Jerne, N.K. (1984) The Generative Grammar of the Immune System (The Nobel Lecture)
- 12) 得丸 ヒト話し言葉デジタル通信システムにおいて情報源符号化をになう概念の形成・使用におけるパターン認識のはたす役割 信学技報 TL2009-40
- 13) Pavlov I.P. (1927) Conditioned Reflexes: An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex Transl. by G. V. Anrep
- 14) Tinbergen, N., The Study of Instinct, Oxford, 1951.
- 15) Smith, J.M., Szathmary, E. (1999) The origins of Life, Oxford Univ. Press
- 16) コスタ 文明はなぜ崩壊するのか, 2012, 原書房
- 17) Piaget, J. (1947) La psychologie de l'intelligence, Paris, Armand Colin
- 18) Vygotsky, L (1934) Thought and Language. 思考と言語, 柴田義松訳, 明治書院 1956
- 19) 得丸 概念体系構築と概念操作を行なう生命のブル代数 JSAI SIG-KBS B001-06 2010
- 20) 得丸 「ピアジェとチョムスキーの論争: 言語と学習」からの発展—言語と知能のメカニズム— 信学技報 TL2013-47