

複雑系の言語学 — 概念処理における群スイッチ

得丸 久文 (デジタル言語学者)

大分県大分市上野丘東 5-25

本稿は概念や複雑系の意味を言語的に検討するものである。言葉の意味は記憶であり、脳内の論理にもとづいて生成する。脊髄記号反射の1対1の論理は、言葉記号をあるひとつの記憶と結びつける。概念は1対全の数学的な群論理で二次元的に意味を生成する。概念操作は、群と群の総当たりのネットワークにもとづいて複雑な意味(複雑系)を構築する。記憶と論理を担う生物基盤は3つとも脳室内のBリンパ球であるとする、反射・群・複雑系を切り分けるスイッチが必要である。この前提にもとづいて、言葉の正しい使い方を考察する。

Linguistics for Complex System – Group Switch to Process Concept

Kumon TOKUMARU (Digital Linguist)

Uenogaoka-Higashi 5-25, Oita-city 870-0833 JAPAN

The author analyzes the meaning of concept and complex system linguistically. The meaning of a word is memories, which are connected to word signs by in-brain logic. The 1-to-1 logic of the spinal sign reflex connects a word sign to a memory. Concepts use mathematical group logic of 1-to-all to connect a word sign to memories in 2D space. Conceptual operations are based on networking logic and generate complex meaning for complex systems. It is envisaged that we should learn how to use language correctly by bearing bio-logical switches in mind for B lymphocyte to behave as 1D/2D/3D devices.

1. はじめに：言語の論理構造を解明する

1.1 デジタル言語学の手法と用語法

科学は不可視の現象を分析することによって、そのメカニズムや現象を解明するものである。対象をいかに切り分けるかによって、分析が意味あるものになるか不毛な堂々巡りに終わるかが決定づけられる。

ヒトの言語処理や知能の脳内メカニズムはまだ解明されていない。分子レベルの仮説ひとつ存在していない。脳内構造に立入ることがむずかしいことにくわえて、音声进行分析すること、言語現象や知能を分析することがむずかしいのだ。さらに「言語脳」、「言語獲得装置」、「生成文法」、「シンタックス」という言葉は、現実の脳の生理構造との対応を欠いているのみならず、観察や分析の結果に生みだされたわけでもない。そういうものがあると考えるもよいのではないかという便宜上表現として生み出された言葉である。これらは概念(後で定義する)ではない。それらの言葉が、とくに定義もなされていないまま、実在するかのように議論されることが混乱を増している。

上記事情によってデジタル言語学は、一貫して「言語脳」、「言語獲得装置」、「生成文法」、「シンタックス」という用語を用いずに、言語獲得、意味の想起、文法処理を論じてきた。そのためひとつひとつの用語(「記号」、「概念」、「文法」など)に対して、言葉の意味を明らかにするための定義を行うことになる。面倒なことではあるが、そのほうが読者の理解の助けになると考える。この10年間の研究会発表のうちの主だったものを参考文献に上げるが、用語法は一貫している。(1)~(68)

1.2 デジタル言語学の展開と発展

この用語法をとることが間違っていなかったことは、2009年にデジタル言語学の学会・研究会発表を開始して以来、たくさんの仮説を生みだしてきたことから明らかである。本稿は概念論・意味論を扱うが、その前提となっているこれまでの仮説をまず概観しておくことにする。

1.2.1 音素と言語の真社会性起源説

音素とは何かということについて、従来の構造主義言語学なかんづく音韻論は、物理現象としての大気中の音韻特性をもとに定義を試みてきた。筆者はむしろ生後すぐ脳内に刷り込まれる音素共有のための記憶が重要であると考えた。

デジタル言語学は、13万年前の南アフリカで狩猟採集民が安全な洞窟のなかで生活するようになったことで、新生児が無力な状態で生まれる晩成化がおき、育児係りとしておばあさんが家族の一員となって**真社会性化したために、音素共有が始まった**と考える。新生児が家族から語りかけられることで刷り込まれる音素記憶が音素の基盤である。音素はヒトが真社会性の生活を送るなかで発展したものである。そして脳内に音素記憶を共有することによって①母語音素の発声、②母語共同体成員かどうかの聞き取り、③母語音素の順列による新たな言葉記憶の比較的容易な産生を可能にした。

ヒトが真社会性動物であるということは、母語共同体外に対する敵愾心(ゼノフォビア)をもつこと、言語ごとに音素の特性が著しく異なること、教師や目上の人から教わることを無批判に鵜呑みにすること、年下や教え子から疑問や批判を受けると内容のいかんにかかわらず不快に思う

ことを説明する。ヒトは真社会性動物だから音素共有が始まって、デジタル言語進化が始まったわけだが、**真社会性**であることが言語情報の誤りの重畳化を引き起こして、さらなる言語進化にブレーキをかけている。言語を正しく使い、誤りをその都度訂正していくためには、真社会性の制約を乗り越える必要がある。

1.2.2 クリック子音から音節への音素の二段階進化

(i) クリック子音（音素）の獲得と共有の始まり

アフリカ大陸の南端の海岸でスティールベイク新石器文化が生まれたのが今から7万2千年前、ホイスンズプールト文化が生まれたのが今から6万6千年前。この2時期の新石器文化が、クリック子音獲得と母音をともなう音節の獲得に対応している。世界史上あるいは考古学上で、音素共有・獲得と同等しうる石器文化はほかにない。

ヒトが洞窟の中で真社会性化したのが今から13万年前とすると、音素共有までに6万年近く時間がかかったことになる。これは刷り込みによる音素共有が始まるまでかなり長く時間がかかったことを意味する。ヒトは生後の刷り込みによって音素共有するためにそれがどれほど複雑かつ繊細な神経活動・学習であるかを理解していない。6万年近い共同体生活のなかで、土壌が育まれていて、インドネシアのトバ火山の噴火による火山灰の冬期が、洞窟内でより長く時間共有することを強いた時、最終的な引き金を引いたのではないか。

(ii) クリック子音の使用が喉頭降下をもたらした

南アフリカ中期旧石器時代におきたオトガイの発達と喉頭降下によって、周波数離散成分「音素」と時間軸離散成分「モーラ」をもつ音節が生まれて、言語的人類が誕生した。なぜヒトだけに喉頭降下が起きたのかは、まだ誰も説明していないし、仮説ひとつない。

舌筋を多用することによって、下あごの骨が発達するとすれば、クリック子音の発声の下あごを発達させ、皮膚と口腔底の間に隙間が生じて、肺の気道出口が降下して、母音の共鳴が生まれる声道（水平部分と垂直部分が同じ長さで直交する声道）を獲得したと考えられる。

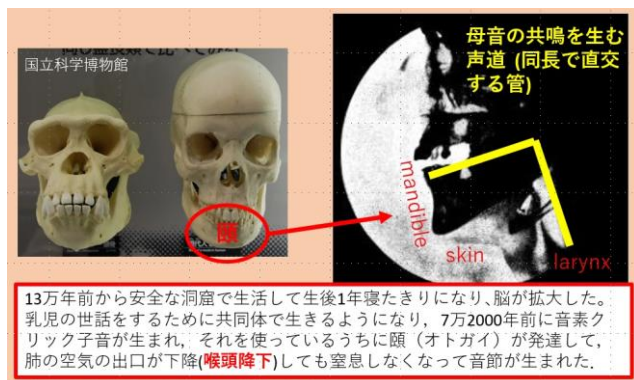


図1 オトガイの発達によって喉頭降下が可能となった

オトガイの発達・喉頭降下・母音共鳴を生む声道だけが、言語的人類に固有の身体的特徴である。つまり、音素性とモーラ性をもつ音声だけをもとにして、ヒトの脳は、無限の語彙を使い分け、文法的修飾、その他もろもろの言語処理をおこなう回路を生みだしていることになる。

1.2.3 脳室内免疫細胞ネットワークによる言語処理

(i) 言語は大脳皮質で処理されているのだろうか

言語学においても脳科学においても、言語は大脳皮質で処理されると教えられる。ところが、それを分子や細胞レベルで説明する仮説は存在しない。ヒトの脳は1400mlほどあり、チンパンジーの4倍近くある。とくに大脳皮質の部分が発達しているために、言語処理や知能構築は大脳皮質の前頭葉で行われていると一般に説明されているが、これは「見た目」の判断でしかない。ヒトの前頭葉が他の霊長類よりも大きいという見た目だけで、そこに高次知覚活動の場があると決めてよいのだろうか。

大脳皮質で言語処理しているという主張は、聴覚能力はあるのに言葉を聞き取れない患者や、発声能力はあるのに言葉を正しく発せられない患者が亡くなった後で脳を解剖したところ、運動野(プロカ野)と聴覚野(ウェルニック野)に病変があったことにもとづいている。しかし言語障害をもつ患者のプロカ野とウェルニック野に病変があったからといって、大脳皮質に脳の言語中枢があることの説明にはならない。前頭葉の研究者は少なく研究成果もない。

最近の研究では、磁気共鳴機能画像法(fMRI)などが用いられているが、どこに血流があるかの画像で、そこで言語処理が行われているというのだが、分子や細胞レベルの仮説は一切なく、言葉記号や意味記憶の学習がどのように行われているのかの説明もない。そもそもfMRIを使っている研究者に、分子・細胞レベルの言語処理や学習を解明しようという意欲も努力も感じられない。

デジタル言語学もはじめの2~3年は大脳皮質上で言語処理をしているとする通説にしたがっていたが、まずはその分子構造を求めると誰も仮説を提示していないことに驚いた。さらに、脳波(EEG)の測定をすると400msで負の電位を計測するから、大脳皮質上に言語記憶があるという主張をしているナアタネンの学会を聴講してみたが、大脳皮質上で電位変化を測定してもなぜそれが生まれたか、どこで生まれたかは、まったく気にしていないことがわかった。

一方で、脳外科手術の際に大脳皮質上に弱い電極を当てて患者が何を思いだすかを記録したペンフィールドの実験記録によれば、患者は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を思い出した。「おそらく出来事を思い出すという意識作業は、話したり読むための意識作業とは別のものである。皮質を刺激したときに患者が人々の話を聴いたりその話を理解

することはできたが、刺激によって患者が話しだしたり、個別の単語を思い出すということはなかった。」(11) 大脳皮質に言語記憶は存在していないようである。

また、パブロフの条件反射実験のなかには、第7講の分化抑制や、第11講の相互誘導のように大脳皮質上のシナプス接続では説明のつかない実験結果がいくつかあったほか、なんと第19~21講では大脳皮質の一部または全部を切除したにもかかわらず、条件反射が復活したことが記されている。これはパブロフが第1講や第2講で予測していた実験結果とは逆であり、おそらくその理由で実験結果を前提から遠くにその文章を配置したのだろう。

(ii) 脊髄反射回路を使った脳室内免疫細胞ネットワークによる言語処理

著者は脳室内免疫細胞ネットワークが、脊椎動物の脊髄反射回路であり、それが言語を処理しているとする仮説を提案している。脊椎動物がもつ脳室・脳脊髄液・Tリンパ球・Bリンパ球は、5億3000万年前のカンブリア爆発のときに誕生した。脊椎動物の脊髄反射回路で言語処理が行われているということは、不随意的な記憶ベースの反射である。これは経験上の言語学習や言語処理にあてはまる。

イェルネは1984年のノーベル講演で、Bリンパ球の抗体が、1000万以上の語彙をもち、言語に必要な数の100倍ほどあること、それまでに存在していなかったまったく新しい言葉(刺激)に対しても受容体をつくることを述べている。彼はおそらく免疫細胞が言語処理をしていると思っていたのだろう。

かつては脳室内に大きな分子は存在していないと思われていたが、最近では血液中に比べるとわずかな量だが免疫細胞が存在していて、活発な免疫応答をしていることがわかった。それを脳室内での病原菌探しと解釈している研究者もいるが、筆者は記号反射であると考える。

細胞	役割	反応	NW 端末	場所	移動性
Th細胞	監督・指令	IL産生	TCR	脳脊髄液中	移動
B細胞	記号・概念	受動/能動	抗体/抗原	脳脊髄液中	移動
ミクログリア	五官記憶	受動	抗原	大脳皮質	固定
CSF-cN	刺激受容・伝達	賦活	抗原	脳室壁	固定

(表1) 脳室内免疫細胞ネットワーク

そもそもB細胞とT細胞を免疫細胞と呼ぶことが間違っているのではないか。この2種の細胞は、脊髄反射のためにモバイルネットワークするように進化した神経細胞(モ

パイル・ニューロン)と呼ぶべきではないか。こう考えるのは、イェルネの1974年の講演「免疫システムのネットワーク理論」に神経システムと免疫システムが同じ能力をもち、違いは2つだけ。免疫細胞は神経細胞の100倍あることと、ネットワークにシナプス接続を必要とせず、抗体分子によってモバイルでアドホックに行われることだと書いてあったからだ。(2.3.1にイェルネ講演を紹介)

B/T細胞が、言語に求められる10万よりもさらに2桁多い数の語彙に対応できることは、ヒトはいくらでも学習すれば記憶する能力をもつことを意味する。加齢によって学習能力が落ちるとするのは誤りで、学習意欲を失っているだけではないか。また、ドリトル先生の物語のように、ヒト以外の動物であっても、うまく教えれば多くの言葉を記憶できることを示唆する。パブロフが条件反射実験で示したように、ヒト以外の動物も、言葉記号とその意味の結びつきを理解することができる。彼らは発声器官をもたないから、音声にできないだけなのだ。

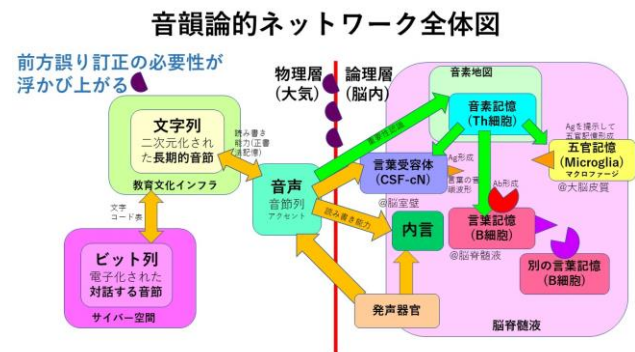


図2 知能の音韻論的ネットワーク物理層・論理層

1.2.4 母語のモノラル聴覚と文法処理

(i) 文節と分節(ランゲージュ・アルティキュレ)の同一性に気がつく

文法を論ずるにあたって、文法の定義が必要である。筆者は、文法を「①意味の音表象性をもつ、②主として単音節の付加または変化による論理スイッチで、③隣接する言葉記号を修飾または接続し、④習得すると無意識に使いこなすことができる」と定義する。

こう定義すると、日本語の会話音声「言葉+文法語」の文節構造の連続であるということになり、フランス語の分節構造は語順が逆になっている「文法語+言葉」であることがわかる。

フランス語の分節(langage articulé, ランゲージュ・アルティキュレ)は、英語で articulated language と訳されることが多いが、langage と language は文字面は似ているが、意味は langue(仏)が language(英)に近く、langage はむしろ「言い回し」を意味する wording に近い。混乱を招く英語訳が「分節」という言語現象について考える機会を奪ってきた。

日本語の文節もフランス語の分節も、ひとつの言葉とひ

とつての文法語がセット「言葉+文法語」になった意味表現の最小単位を構成する。脳は文節ごとに文法を処理しているのではないだろうか。

(ii) 音韻ベクトル処理仮説

ティンバーゲンは鳥が、「首の短い影」が「近づく」と危険信号を発することを観察した。(2.3.1 図 6) これは二分法によって実現されるパターン認識に、ベクトル成分が二元的に統合される論理構造(A+Bi=C)を示す。(2.3.1 図 7) オスとメスの魚が、お互いにダンスをすることで生殖へと導かれていく行動の連鎖は、IF A then do B, IF B then do C という論理構造であり、これも二分法によるパターン認識と、それに誘発される二元論的な記憶の想起を示す。

脊髄反射回路が二分法(パターン認識)と二元論(ベクトル統合)の論理構造をもつならば、「言葉+文法語」もその回路で処理できるのではないか。文法語は、意味と音韻構造に相関があり、音が意味を表現していてオノマトペ性が強い。

音韻論の文献を読むと、ヒトは母語音声を片耳(最初に届いたほうの耳)で聞くというモノラル聴覚である。これは脳幹聴覚神経核がもつ方向定位能力を文法語の音韻ベクトル解析に転用しているためではないか。

ブラジルの熱帯雨林地帯に住むピダハン語の研究者であるエヴァレット博士が来日したとき、ピダハンは母語を両耳で聴き取っていることを確認した。ピダハン語には大人と子どもの言葉の区別がないが、大人も両耳聴覚を続けて、文節構造にもとづく文法的修飾をもたないからではないか。

文法は、音節列で構成される音声を、脳が言葉記号と文法語とに聞き分けて、文法語の音韻ベクトルを言葉記憶と統合することによって意味を復元しているのではないか。

1.2.5 文字が文明を生みだした

言語学は文字をあまり論じない。ソシュールや鈴木孝夫が例外的に論じている程度で、本格的な文字論は存在していない。

デジタル言語学は、音節⇔文字が脳内の識字能力のおかげで自動的に変換されると考える。書き言葉は音声なのだ。これは筆者が2016年10月に第2回パキスタン国際言語学会に参加するために、パキスタンのパンジャブ地方を訪れ、どこまでも続く平坦な土地と、パミール高原から流れ落ちてくる驚くほど水量豊かな大河川(パンジャブは5つの川という意味である)を自分の目で見たことをきっかけとして得た知見である。

大陸と大陸の狭間に土砂が流入して生まれた大平原で農耕が始まり、王朝の支配が始まった。ヒトの認知能力を超えるきわめて広大無辺な平原を管理するために、王朝が文字を発明させたことによって文字は生まれたのだ。四大文明とされるメソポタミア地方、インダス川平原はゴンド

ワナ大陸とユーラシア大陸の狭間であり、エジプト文明と黄河文明はナイル河と黄河という大陸の亀裂によって生まれた大河の河口デルタで生まれている。

喉頭降下が6万6千年前に南アフリカで起きたとすると、その後6万年以上、ヒトは文字なしで暮らしていた。5千年前に、大平原を支配した王朝が文字を発明させたが、それを使いこなせたのは学校で読み書きを習った人に限られていた。文字は王朝が人為的に発明することを求めたことで生まれたという点で自然ではなく、また個人も学校や塾で教わらなければ読み書きができないという点でも自然ではなく、二重に不自然である。

しかし、その不自然な文字は識字能力をもつヒトにとって「消えない音節」となり、時空的に遠くに住む人々の声を聞くことができるようになった。文字のおかげで言語情報が時空を超えて共有され発展する言語的現象が始まった。これが「文明」である。

1.2.6 記号が群論理を獲得して生まれた概念

言語が概念をもつということは誰も否定しないことだが、では概念とは何か、記号と概念はどこが違うのか、概念はいつどこで生まれたのかといったことは、十分に検討されてこなかった。

子どもが複雑な意味をもつ科学的概念をどのようにして獲得するのかについての研究は、ソ連時代の夭折の心理学者ヴィゴツキーが行っている。また、概念が数学的な群であるということは、ピアジェの研究成果からヒントを得た。

言葉記号において、意味は個々の記憶である。ひとつの言葉記号に対して多数の五官記憶が蓄積されて、それらの記憶の相互比較や総合化などの知的営為が行われると、言葉記号は概念へと進化する。これは1対1の論理が、1対全の数学的な群の論理へと進化することを意味する。

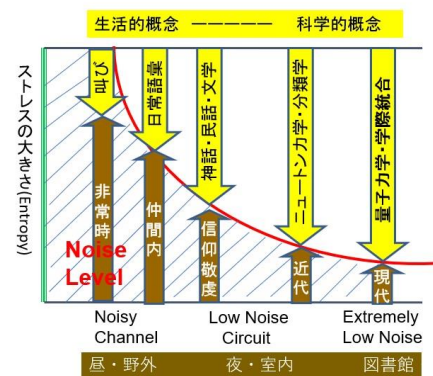


図3 ダイナミックな思考は低雑音下で生まれる

数学者のノイマンは、生命体の自己増殖やヒトの知能メカニズムがオートマトンであることを論じた講演のなかで、アナログとデジタルの違いは古典的な通信理論である信号対雑音比(S/N)にあると述べている。図3では横軸

を S/N, 縦軸を Log N として, 同一信号強度で信号のダイナミックさ (ダイナミックレンジともいう) を示した. 雑音の低い環境では, 日常生活で考えないことを考えることができる. より低雑音な環境にいれば, より深く考えることができる.

およそ概念というものが生まれるためには, じっくりと静かに考えることが必要とされる. 言葉の記号が概念として成熟するためには, ものごとへの情熱と, 経験の蓄積と, 蓄積された経験の比較や評価を含む総合化が必要である.

文明社会の隅の静謐な環境である修道院や僧院, 大学のなかで, 学僧たちが熱心な学習にいそしむようになり, コトバと意味との接続を 1 対 1 の記号的関係から, 1 対全の群の関係へと発展させた科学的概念が生まれたのではない. 1 対 1 の 1 次元的・点的な対応ではなく, 1 対全の二次元的・面的な対応をすることで概念の真骨頂がある. 本発表は, 概念の意味の論理的構造を解明して, それがさらに複雑系を生み出すことを検討する.

ヒトのデジタル言語において, 物理層を伝搬する信号が音声・テキスト・バイナリと三段階進化したことは重要である. そのなかでもっとも枢要な役割を果たしているのが概念である.

知能の三段階デジタル進化の論理層において
 概念は中核的(ピヴォタル)な位置にある

引き金	誕生 (問題解決)	獲得と適応 (論理層)	問題	場所	時期
1 喉頭降下	音節 (音素とモーラ)	無限の語彙, (無意識の文法処理)	消える, 死ぬ	南アの洞窟	7万年前
2 農耕と王朝支配	文字 (=消えない音節)	技術の連続発展, (群=概念)	読む力, 探す力	大平原	5千年前
3 総力戦と米ソICBM開発	電子化 (=対話する音節)	PC, インターネット, www, 検索エンジン, (FEC)	大量, 信頼性, 正す力	アメリカ合衆国	20世紀後半

記号(1-to-1)から概念(1-to-All)への進化.
 誤り訂正を施すべきは複雑な概念の意味.
 読む=1.音として脳に取り込む, 2.論理層内で意味構築

表 2 物理層の信号進化に追従する論理層進化

1.3 言語的人類のハードウェアとソフトウェアの進化

前項で概観したことを整理すると, ヒトという霊長類に属する哺乳動物は, 今から 13 万年前に真社会性化し, 6 万 6 千年前に喉頭降下によって音声に周波数と時間の離散成分を獲得して誕生した. そして 5 千年前に文字が発明されたことで, 時空を超えた知識の継承と発展である文明を生みだし, さらに言葉記号を数学的群として用いる概念を獲得した. 概念が群であることは重要である. 群でない言葉を概念のように使うと, 誤解や誤りが生まれる.

ヒトは肉体的には霊長類に離散的発声能力が付け加わったただけであるのに, それに識字能力と概念操作能力が加わったおかげで, 言葉が潜在的にもつ能力をうまく引き出して, きわめて高度な科学技術を生み出したのだ.

言語的人類のハードウェア進化は母音の共鳴を生み出す声道の獲得だけで, あとは学習と言葉の使い方というソフ

トウェア的に進化したことに気づくことが大切である. いかにも正しく概念を使うか, 脳の中でどのような概念スイッチを構築して生理メカニズムとするか, なぜそれが複雑系を生み出すのか. 考えてみる価値はあるだろう.

文明と言語の起源を求めたデジタル言語学の研究は, 21 世紀の水俣から発せられた「水俣病は文明の原罪として生まれた」というメッセージに刺激されてはじまった. 地球環境問題 (=これは「人口爆発」の婉曲表現である) が原罪の結果なら, 人類の滅亡は運命づけられていて, 言語には本質的な誤りがあることになる.

しかしもし言語が生命や遺伝の情報システムと同じデジタル方式であるならば, ヒトがその方式を理解し, 自らの脳内をデジタル言語に最適化できれば, 言葉を正しく使うためのプロトコルスイッチを開発できれば, 自然や宇宙の真理との一体化が可能である. 言語に罪があるのではない. 人間が自分も自然の一部であることを忘れて, 言語がそもそもどのようなものであるかを理解できずに好き勝手に使ったことで, 文明の発展方向を誤ったのだ.

21 世紀の人類は, 人口爆発によって滅亡の危機に瀕している. 400 年前には 5 億人だった人口が, いまや 75 億人を超えていて, たった 400 年で 70 億人も増えたことは重たいし, 後戻りできないことを示す. 近い将来に滅亡するというよりは, すでに 30 年以上前に滅亡していて(鼻はゴールを過ぎていて), 今は滅亡しきるまでの一馬身の数十年を生きていると考えるべきかもしれない. しかし絶望する必要はない. 論語に「朝に道聞かば夕べに死すとも可なり」というように, 滅亡していようといまいと, ヒトと言語のあるべき姿を見つけたとき, その過ちを正して, 言語の人類は新しい進化の段階を始めることになるだろう.

2. 概念の意味・生物・論理構造

2.1 概念の意味構造

概念の定義をどのようにすればよいのか, 非常に悩ましく, むずかしい問題である. 素朴概念と科学的概念についての心理学的研究はあるが, 結論を見出していない.

まず, 記号と概念をどのように分けて考えるのかという問題がある. また, そもそも言葉の意味とは何かについて一般的な合意がない. そして, 概念の意味にもいくつか種類があるということについて, 十分な議論がなされていない. 筆者自身, 適用される論理の違い (1 対 1 か, 1 対全か) にもとづいて, 記号と概念の明確な区別を行うようになったのは, この一年である.

以下で筆者が行う定義や種類分けは, まだ試論的であり, あくまでもひとつの提案である. もっとよい定義や分類があるようであれば, ご提案いただき, 一緒に検討するとよいと考える.

2.1.1 言葉記号：意味は記憶である

ティンバーゲンの記号反射の観察では、記号（首の短い影が近づく、生殖へと導くダンス）とは反射的に行動（警戒の鳴き声、次のダンス）を生みだすものであり、反射によって生まれる行動が記号の意味である。

パブロフの条件反射実験では、ブザーやベルやメトロノームの音が記号であり、その記号は実験担当者がその次に犬の口の中に投入する「餌」や「毒物」の記憶と結びついているから、無意識に涎が出る。

言葉記号の意味とは、ある人がその言葉と結びつけてもっている記憶である。五官の記憶（心理学でいう「エピソード記憶」）のこともあれば、言葉の記憶（「意味記憶」）のこともある。たとえば、小説のなかで「チェブジェン」という料理の名前に初めて触れるとき、読者は言葉の意味を知らない。その料理を食べてみて初めて意味を知ることができる。

ヒトは、あるひとつの言語共同体に生まれるとそこで音素共有を行い、共同体内部で生活と経験をともにすることを通じて意味の体系を構築している。それがきわめて自然に行われているために、意味がどのように生まれ、共有されるかという重大かつ深刻な問題を考える機会がない。

また、言葉の意味は、多くの場合、五官の記憶と共同体内部で共有される常識で構成され、言葉の意味が無意識に行動を呼びさますことは少ない。そのため火事や地震のときのためには事前に避難訓練をすることが必要となる。固有名詞は一般化（概念化）を拒み、同姓同名でも別人は別人だ。

記号の意味の特徴は、それがあつ一つの行動や記憶を呼びさますところにある。脊髄反射は、迷うことなく一つの明確な行動を指示しなければならない。これは言語処理や思考においては必ずしも適切な論理構造であるとはいえない。このために記号が複数の記憶と結びついても、一つずつ順番に記憶は呼び起こされていくことになる。

2.1.2 日常的概念：概念の意味について

それでは概念の意味とはどのようなものだろうか。結論からいうと、記号が記憶と1対1で結びつくときに、概念は1対全の群の論理で結びつく。概念Aは、Aと結びつくすべての記憶を言い表し、それらを総合したものである。すべての記憶に当てはまることを確かめるためには、たくさん経験し、たくさん考える必要がある。概念とはそのような総合化の産物である。

たとえば、生まれてはじめてある店でラーメンを食べた人にとって、「ラーメン」という言葉は記号であり、その店で味わったラーメンのことである。もしその人が複数のラーメン屋を訪れたとしても、「ラーメン」という言葉は記号のままであり複数のラーメンの記憶と1対1にむすびつく。

彼はラーメンと聞くと、これまで味わったラーメンの記憶の中から、これかなあれかなと順番に記憶を呼び起こす。総合化する余裕のない人だと、このレベルで止まり、ラーメンを概念化することはできない。

寝ても覚めてもラーメンのことを考えるラーメン愛好家が、何年もかけて様々な味のラーメンを食べ歩き、それぞれの味の違いを思い出し、自分のなかで好きなラーメン屋の番付ができ、麺やスープについての知識を学んで蓄積してくると、その人にとって「ラーメン」は概念となり、まったく新しい味のこれまで経験したことのないラーメンに出会ったとき「ラーメンの概念を打ち破った」と思う。

言葉の記号が概念として成熟するためには、ものごとへの情熱と、経験の蓄積と、蓄積された経験の比較や評価を含む総合化が必要である。

2.1.3 一次論理概念：概念操作で抽象的意味が生まれる

筆者は類の概念と関係性の概念を一次論理概念と呼ぶ。これは、日常的概念の二元的な論理操作で生まれるが、日常的概念よりも抽象度が高く、明確に別の種類の概念である。

類の概念とは、リンゴ OR みかん OR 梨 = 「果物」、机 OR 椅子 OR ベッド = 「家具」といった具合に、五官の記憶を総合してもっている日常概念を、OR の論理で二元的に操作して得られる。

関係性の概念は、青虫 AND アゲハチョウ = ヤゴ AND トンボ = 「幼虫」、フランス AND バリ、タイ AND バンコク = 「首都」という具合に二つの概念の間にある関係性を抽出する。

類の概念と関係性の概念は、直接には五官の記憶と結びつかず、概念を操作してえられた記憶と結びつく。概念が群であるとき、記号の1対1の直線的・一次元論理は、群の1対全の平面的・二次元論理へと進化している。群の操作によって結果も群であるので概念性は保証されているが、一次論理概念は日常的概念よりも抽象度が高くなる。二次元的な群を操作することで、三次元的なネットワークの中で浮き彫りになる抽象的な意味が生まれるのだろう。

2.1.4 科学的記号：科学的現象の恣意的な言語化

これまで、五官の記憶と結びつく言葉記号(2.1.1)、言葉記号を総合化（一般化）した日常的概念(2.1.2)、日常的概念を概念相互で操作して生まれる類や関係性の概念(2.1.3)について考察を行ってきた。

記号（一次的）、群（概念的、二次元的）、概念操作（ネットワーク、三次元的）という三段階の意味の総合化は、五官の記憶と結びつかない科学的な現象にもあてはまるのではないか。それによって、これまで科学的な論文や書物のなかで用いられていた言葉の複雑性を識別し、しかるべき取り扱いができるようになるのではないか。

たとえば「反射」や「本能」は科学的記号である。犬の口の中に食物を入れて涎が出る現象に対して、パブロフは「無条件反射」と名づけた。さらに食べ物を与え続けると、犬は涎を出さなくなるが、パブロフはそれを「消去」と名づけた。このように、現象が生まれるメカニズムを解明していなくても、名前を与えることはできる。従来これらの言葉をどのような扱いにすればよいかわからなかった。2.1.1 から 2.1.3 の五官記憶の 1・2・3 次元の論理構造は、科学的現象にもあてはまるのではないか。

観察された現象に、恣意的な命名が行われただけのものを「科学的記号」と呼ぶことにする。細胞や分子レベルの特定など絶対座標にもとづく現象の解明、学際的な統合が行われたものを「科学的概念」と呼ぶ。恣意的な命名にもとづく記号と違って、科学的概念にはそれを言語化した発明者が存在する。また、数学的な群の要件を満たす。この科学的概念が集積した複雑な現象、科学的概念の概念操作の結果生みだされるものを「複雑系」、「複雑科学概念」と位置づけることにする。

科学的記号の論理は 1 対 1, 科学的概念の論理は 1 対全, そして複雑系・複雑科学概念は面的な広がりをもつ概念相互の総当たりのネットワークであり、ヒルベルトが「公理的思考」と呼んでいるものがこれに該当するのではないか。

ここでひとつ注意しておかなければならないことがある。「科学的記号」は「観察された現象への恣意的な命名」であるが、「具体的な現象の観察なしに、あいまいなまま便宜的に命名された言葉」もある。たとえばチョムスキーが用いる「言語獲得装置」という表現は、現象の観察に与えられた名前ではなく、そういうものが存在するだろうから便宜上それを「言語獲得装置」と呼んでみてはどうだろうかという程度のものである。ところが、その言葉を受け継いだ人々のなかには、それを「科学的記号」や「科学的概念」であるかのように受け止めて、「言語獲得装置」を実在するものように扱っている。これは誤りであり、言葉に惑わされているといえよう。これら便宜的表現が、ひとり歩きしている例は他にもある。

2.1.5 科学的概念：学際性・絶対座標をもつ群

科学的概念には、学際的な統合を容易にする絶対的な座標が必要である。また概念が数学的な群としての条件を満たして、有意な概念操作ができることが保証されていなければならない。

たとえばパブロフは、デカルトの「反射」を完全に科学的な概念として紹介している。「種々な神経の受容器に作用するのは、さまざまな外界の要因かまたは生体内の要因である。この作用は神経の過程、神経の興奮の現象に変換される。興奮は神経線維を導線として中枢神経に伝えられ、そこから以前に形成されている結合のおかげで他の導線に

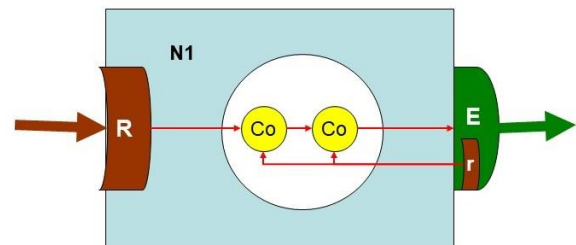
沿って作用器官へ運ばれ、そこで今度はこの期間の細胞の特殊な過程に変換される。こうしてさまざまな要因は生体のいろいろな活動と因果関係をもって法則的に結びつく。」

受容器、導線、神経、中枢神経、作用器官、因果関係、法則性というものが具体的に特定されずに登場し、それぞれの器官かの特長はされていない。これを完全に科学的な概念とするのには無理がある。

時実利彦は脳内の信号処理を単純なモデルに表現しているが、デカルトやパブロフの脳理解は時実のモデルと同程度に単純である。このモデルは科学的概念のレベルに到達していない。モデルをもとに、学際的な統合や実験結果とのすり合わせをして、概念化を目指すと考えたほうが良いのではないか。

時実モデル N1

N1 無条件反射、調節、本能、情動
 R: 刺激受信、Co: 伝導器、E: 効果器、r: フィードバック



腹がすけば泣き、満腹になれば眠る、乳児の世界。

図 4 条件反射で想定された脳内論理メカニズム

パブロフは「反射」のほかに「本能」も論じる。「生理学者にとって昔から実験室での研究対象であり、主として個々の器官の活動に関係したこれらの普通の反射のほかに、さらに別の種類の反応がある。これも同じく規則的に進行し、つまり一定の条件に厳密に帰着させることができ、同じく神経系にもとづく生まれながらのものである。それはさまざまな動物の一般的な行動として、動物の全身的な活動に関係し、「本能」という特殊な述語でよばれる反応である。これらの反応は、それが反射と同一のものであることについて完全に同意されているわけではない…」が、パブロフはさまざまな検討を重ねて、「反射も本能も、一定の要因にたいする生体の法則的な反応であって、それらを異なった言葉で区別する必要はない。『反射』という言葉には、最初からきびしい科学的な定義がつけられているので優先権がある」と結論づける。

このパブロフの議論は、大脳生理学の「反射」と動物行動学の「本能」を比較する学際統合の試みであり、科学的概念を生み出す作業である。この議論を続けるうちに、それがどの器官で行われているのか、どの細胞が関与するのか、どのような分子レベルの現象が起きているのかが浮き彫りになってくれば、科学的概念といえる。

科学的概念は、それまでは誰も認識していなかった現象を、誰かが発見したことがきっかけとなり、それを命名して生まれる。その概念を生み出した人と、生み出した背景やきっかけも、概念の付随的な情報を構成する。

2.1.6 複雑科学概念：概念操作結果を意味とする複雑系

日常的概念を二元的に操作した結果は、類の概念や関係性の概念となり、五官の記憶には直接結びつかない、抽象度を増した概念となる。同様に、科学的概念を AND 操作によって概念相互に存在する関係性を抽出して抽象度を増した概念や、OR 操作によってそれらのすべてを統合する・総合する複雑な科学概念・複雑系というものがあるのではない。

記憶の性質が五官記憶 (Sensory) か思考記憶 (Thought) か、論理操作の性質が記号的 (直線的・一次元) か、概念・群 (面的・二次元) か、概念操作 (面的に展開しているもの) の総当たりのネットワーク・三次元) かということに常に念頭において科学的な記号と概念と複雑科学概念の使い分けを行うことを目指す。

2.2 概念の生物構造

2.2.1 脳室内のモバイルネットワーク仮説

概念の生物的構造、つまり脳内でどのような細胞が概念を司っているのかについては、まだ誰も答えをもっていない。仮説ひとつ存在していない。

筆者は、1.2.5 で述べたように、脳室内での免疫細胞ネットワークが脊髄反射回路であり、言語処理と知能構築も司っているという仮説を 2012 年以来唱えている。言葉 (記号) を司っているのは B リンパ球 (モバイル・ニューロン) である。

パブロフが条件反射実験のなかで、謎として解明できなかった第 7 講の分化抑制も新たな記号に対応する B リンパ球が誕生して、新たな意味を獲得する過程であると考えるところまで説明がつく。

分化抑制とは、「ある特定の刺激 (ある特定の楽音) に対する条件反射が確固たるものとして確立された後、非常によく似ているが別の刺激 (近い楽音) が初めて試されると、新しい刺激から得られる条件反射は元の刺激のときに得られたより非常に弱くなる。この近い楽音の刺激をもちろん強化なしで繰り返すと、涎の分泌効果は最初に確立された刺激と同じ量になるまで増加し、その後さらに繰り返すと減少し始めて、最終的には永続的にゼロになる。」

これだけ聞いてもすぐには理解ができず、何がなんだかわからない。具体的に説明すると、たとえば① 500Hz のブザー (A) で、餌が出る条件反射を構築した後で、② 525Hz のブザー (B) で、餌を出さない。すると B の刺激の後では常に餌が出ないにもかかわらず、はじめは A の刺激のときの半分くらい涎が出て、その後 100% の量の涎が出る

時期があって、最終的にゼロになって安定するというものだ。

パブロフにとって、途中で涎の量が 100% になることが「当時から謎」であり、どうしても説明がつかなかった。しかし彼は読者がその謎に気づかないよう、こだわらないようにという願いを込めていたのか、ごくあっさりとして記述している。

この分化抑制は、免疫細胞の一次応答、二次応答で説明すると説明がつく。

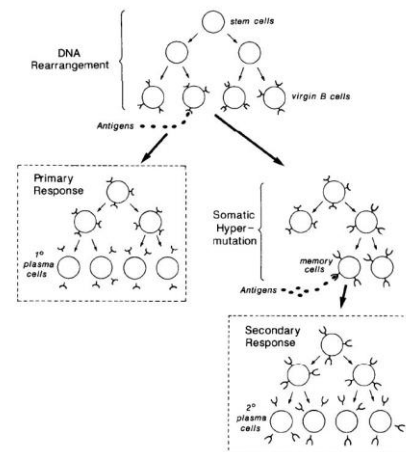


図 5 免疫の一次応答と二次応答 (体細胞超変異)

免疫細胞は、① 新たな刺激を受けた場合に、その刺激にもっともよく対応する抗体をもつ細胞がプラズマ細胞 (plasma cells) 化して、その抗体分子を産生して対応する。これが免疫一次応答である。② 同時に体細胞超変異 (somatic hyper mutation) が起きて、その刺激に最もうまく結合する抗体分子を次々に試行錯誤で生みだして、最終的に抗原と特異的に結合する抗体をもつ B 細胞が生まれる。しかしこの B 細胞の抗体は新しい刺激との特異的結合性はないが、その意味は以前のまま (餌が出る) である。③ この最適化した抗体分子をもつ細胞が、新たな意味 (餌が出ない) を獲得するとき、免疫二次応答は完成する。図 5 は、免疫一次応答と二次応答の過程を説明する利根川進博士のノーベル講演からお借りした。

つまり分化抑制を、免疫細胞の一次応答・二次応答であると考え、涎の量が① 餌が出る刺激よりも少ない、② 餌が出る刺激の場合と同量、③ 餌が出ないことに対応して涎も出ないという推移をすることの説明がつく。

条件反射を司るのが脳室内の B リンパ球であるなら、言葉や概念を司るのも同じ B リンパ球だと考えられる。おそらく言葉記号と概念の両方を同じ B リンパ球が司っている。我々は言葉記号と概念を明確に区別することなく言葉を使って生活しているが、もともと B リンパ球に記号と群の区別が存在していないのだ。言葉を群として使うようになった言語進化に対応した意識をもつことによって (つまり言葉の使い手が、概念は群であるということを肝に銘じ、言葉を正しく使い分けることに配慮して)、B リンパ球をその

ような使い方に慣れさせる必要がある。

2.2.2 B細胞が勝手に6種類の記号・概念を識別する

脳室内を浮遊するBリンパ球が、2.1.1から2.1.6までで示した6種類の記憶と論理構造の違いを識別して、正しく使い分けるためにはどうすればよいだろうか。

決定的に重要であるのは、記憶の性質や構造(五官記憶・思考記憶)、論理の構造(1対1、1対全、ネットワーク)の違いが、6種類の異なる意味を生みだしていることを教育し、一人一人がそう自覚することではないだろうか。

その自覚があると、B細胞が勝手にもともと持っているどれかの分子スイッチに記憶の違い、論理の記憶を覚え込むのではないかと期待する。

五官記憶と思考記憶という区分は、心理学で、タルヴィングが、エピソード記憶と意味記憶と区分するものと完全に重なり合うので、学際的妥当性をもつ。

五官の記憶は、海馬でマイクログリア細胞の核内のDNAの二重螺旋構造に符号化される核酸列であり、海馬から大脳皮質に移動して定着する。これに対して思考の記憶はそれぞれのB細胞内部に記憶されると考えられる。この記憶はB細胞相互のネットワークによっても生まれるほか、B細胞とマイクログリア細胞のネットワークによっても生まれる。

同窓会や路上で昔の友人にばったり出くわしたときに、「この人は友人である。しかし名前が出てこない。たしかありふれた名前ではなかった。」といったような記憶が蘇る。これはマイクログリア細胞には名前の記憶がないものの、名前の記憶とネットワークした際の記憶は残っていることを物語っているのではないだろうか。

言葉記号を意味へと結びつける論理の構造が3種類あることは、まだ誰も議論していない。次項で少し詳しく論じてみたい。

2.3 概念の論理構造

2.3.1 二分法と二元論

筆者が2008年から続けているデジタル言語学は、数学者のジョン・フォン・ノイマンと免疫学者のニールス・イエルネの研究成果を核として発展してきた。晩年のイエルネは実験を行わずに、人々の研究成果を総合して理論を構築するという手法で研究を行った。1984年のノーベル生理学・医学賞の対象となった「免疫システムのネットワーク理論」は、1974年にパリのパスツール研究所で行われた講演である。

この講演は、パスツール研究所で行われたシンポジウムの講評であるが、その最後ではシンポジウムと関係なく神経細胞と免疫細胞が極めてよく似ていることが述べられている。重要な箇所であるが、あまり紹介されることがないのでその部分を紹介する。

VII 免疫システムと神経システム

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に似ている。これら2つのシステムは、我々の身体のすべての器官のうち、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。この2つのシステムは、ともに他の多くの身体組織の中に侵入するが、それぞれはいわゆる「血液と脳のバリア」によって分けられているようにみえる。

神経システムはニューロンのネットワークであり、それは1細胞の軸索と樹状突起が他の神経細胞群とシナプス結合を築いてできている。人間の体内にはおよそ100億個の神経細胞があるが、リンパ球はおよそ1兆個存在している。リンパ球はつまり、神経細胞よりも100倍、数が多いのである。

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。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のである。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。免疫システムと神経システムの間にあるこれらの表現型における驚くべき相似性は、それらの表現と調節を支配する遺伝子セットが似ていることの結果であるかもしれない。(「免疫システムのネットワーク理論」より)

当時まだスマホも携帯電話も存在していなかった。その時代にネットワークというものを想像することは容易ではなかった。イエルネの免疫ネットワーク理論は1980年代にはもてはやされたが、免疫学者たちは理論についていけず、最近まで忘れ去られた存在になっていた。

今日我々はスマホや携帯電話や無線LANやWi-Fiなどのモバイルネットワーク技術を日常的に使っている。コンピュータ・ネットワークにも、イーサネットやLANだけの時代があり、それがモバイル化して爆発的に利用が促進されたといえる。神経細胞はイーサネットであり、免疫細胞は無線LANやWi-Fiであると考えるとよいだろう。

もしイエルネが今この講演を行ったなら、免疫細胞はモバイル・アドホック・ネットワーキングするように進化した神経細胞だというだろう。そして、生物のネットワーク

もモバイル・ニューロンのおかげで大きく進化したというだろう。概念の二次元的なネットワークは、シナプス接続では実現できない。脳室内のモバイル・ニューロンのおかげで、群やネットワークが実現できるのだ。

さて、ここで述べられている「二分法」と「二元論」という論理について検討を加えた先行研究は見いだせなかったもので、以下は筆者の学際的検討の成果である。学際的というのは、鈴木孝夫の「鳥類の音声活動—記号論的考察」を読み、鈴木が紹介していたティンバーゲンの「本能の研究」を参考にした。

ティンバーゲンは、アマツバメが「首の短い影」が「近づく」ときに、危険信号を発した。これは二分法と二元論を組み合わせてできる。二分法は A(首の短い影)であるかないかを判断でき、その結果と B(移動方向、近づく)を組み合わせて、A+B=C(危険信号)という論理回路が構築できる。



図6 ティンバーゲンの示した生得解放機構(IRM)

また、やはりティンバーゲンの研究成果を鈴木孝夫が紹介している例であるが、連鎖的に行われる刺し魚の求愛行動も、二分法と二元論で構築できる。

メスが現れる(A)とオスはジグザグダンスを踊る(B)。するとメスは寄り添う(C)。するとオスは導く(D)。メスはそれについていく。(E) といった連鎖的行動は、IF A THEN DO B, IF B THEN DO C という論理式で示すことができる。IF X のところが二分法で、THEN DO Y が二元論である。

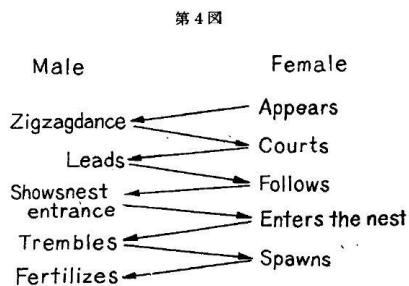


図7 生殖にあたってのオスメスの連鎖的行動

2.3.2 記号と概念を意味へと結びつける論理回路

生命の進化においては、ブリコラージュ（日曜大工のありもの利用）が優先される。すでにもっているものに、少しでも手を加えることで新しい機能を実現するのだ。

脊椎動物の脊髄反射が、A+B=C や IF A THEN B によって実現しているのなら、ヒトの言語処理においてもその論理回路を利用できるということだ。

言葉記号 (2.1.1) の意味は、反射と同じ 1 対 1 の論理で結びつく五官の記憶である。IF A THEN DO B (RECALL M) という論理回路がそのまま使える。同じ言葉記号が複数の記憶と結びつく場合も M1, M2, M3,..., Mx, My, Mz といった具合に個別の結合によって順繰りに記憶が想起される。

日常的概念 (2.1.2) の意味は、数学的な群の論理である 1 対全部の論理であるが、IF A THEN GROUP B といった具合にわずかな論理スイッチを組み入れることによって二元論的な論理回路として構築できる。基本的な論理構造は、記号反射と同じ IF A THEN DO B であるのだが、① 群 (GROUP) とは何かを理解していて、② 概念処理にあたっては DO B ではなく GROUP B という論理に切り替えるというスイッチをもっていればよいのだ。

言葉記号から日常的概念への意味の進化は、ひとりひとりの意識のなかで起きる。昨日までは言葉記号として使っていた言葉が、突如として今日から概念へと進化することもある。同じ二分法・二元論にもとづく論理回路に論理スイッチを付加するわずかな操作で進化できるというのは、知能の発達過程において観察される現象である。

学校教育や家庭教育のなかで、記号と概念の意味の違いや、論理回路の作り方を教えるようになれば、子どもは容易に学習を深め広げることができるのではないだろうか。

一次論理概念(2.1.3)の意味は、類や関係性を共通にもつことでひとくりに構成される群である。その論理構造は、A = GROUP, B=GROUP, A OR B, A AND B という式で表せる。日常的概念を AND や OR の論理によって二元的に操作すると、さらに総合化・抽象化が生まれ、五官の記憶とは直接結びつかない類や関係性の概念が生まれるという知識をもっている必要がある。概念のさらなる概念化は複雑さの次数を高めるのだ。

科学的記号(2.1.4)の意味は、五官の記憶ではない。「反射」や「本能」という言葉が何を指すのかは、きわめて恣意的に決められているために、正確に理解しようとするならば、話者（著者）の考えを確かめる必要がある。たとえばパブロフの著作では、条件反射の「抑制」、「外抑制」、「内抑制」、「消去」、「条件抑制」、「遅延」、「分化抑制」、「同時複合刺激」、「継時複合刺激」、「神経過程の放散と集中」、「興奮と

抑制の相互誘導」といった用語が用いられている。

パブロフは「条件反射」が構築されることは、聴覚神経が唾腺の神経とシナプス接続した現象であると考えていたので、いったん構築された条件刺激を与えても涎が出ないとき、それまで「興奮」性だった神経に「抑制」刺激が送られるからだと考えたのだ。神経が抑制信号を出すから、涎が出ないということが正しいのかについては大いに疑問がある。抑制信号が出なくても、興奮信号が止まれば涎は出なくなるからだ。パブロフは自分の思い込みにもとづいて、抑制と命名したのではないか。

このように科学的記号を読んで理解することは非常にむずかしい。著者は、どのような前提で、どのように実験をしたら、どのような現象が起きたのか、なぜそのような名前をつけたのかといったことを、丁寧に読み解くことが求められる。それを怠ると、著者が述べていることを誤解してしまうことや、著者の見識の誤りをそのまま取り込んでしまうことになる。

科学的概念 (2.1.5) の論理構造は科学的記号を前提とした群である。 このため IF A GROUP B の構造をとる。二元論構造に群スイッチが付加されなければならない。

また、**定義や器官・細胞・分子構造を明らかにすることによって学際的な統合に対して開かれていなければならない。** おそらく 21 世紀の科学研究の共通語(リンガフランカ)は分子生物学であり、どのような概念もその分子構造を明らかにしてはじめて概念化するのではないか。

「クオリア」、「ミラーニューロン」、「記憶」、「五官」、「欲望」といった言葉はすべて分子構造の解明を目指さなければならない。それによって学際的統合できる科学的概念になる。**器官と細胞の特定、分子構造抜き**の議論は、科学的ではない。分子構造を解明したか、解明しようと努力していることを確認する分子構造 (MS: Molecular Structure) スイッチも必要だ。分子構造抜きに議論されている「クオリア」や「ミラーニューロン」は科学的記号以前の便宜的表現として取り扱うのが妥当である。便宜的表現は科学的な議論からヒトを遠ざけ、ヒトを惑わすので注意しなければならない。

科学的概念には、第一発見者あるいは発明者が存在する。 それは必須のものではないが、発見者の伝記などを通じて発見の瞬間の物語を確認したら、発見史(DH: Discovery History)スイッチをオンにする。

さらに、**科学的概念には発展の歴史が伴う。** 発展のない概念は不要か不毛な概念という可能性がある。発明後の発展を確かめるスイッチもあってもよいだろう。「遺伝」、「DNA」などの概念が 20 世紀後半に大きく発展したことを我々はまだきちんと評価しきれていない。21 世紀に入ってから、「T 細胞」、「B 細胞」、「脳脊髄液(CSF)」「CSF 接

触ニューロン」、「マイクログリア」などの研究は文字通り日進月歩で発展している。同時代に発展している概念をどのように受容するかという問題もあるので、「発展(D: Developing, Development)」のスイッチは必要だ。

複雑科学概念(2.1.6)あるいは複雑系については、単純な一次元の 1 対 1 対応が、群の 1 対全の論理へと複雑さの次数をひとつ上げて二次元化し、二次元の概念が概念操作や自律的ネットワークによって三次元化するところに論理構造を求めるべきではないかと考える。

我々はまだ複雑さを生み出すメカニズムを理解できていない。どう対峙すればよいのか、どのように学習すればよいのかその手法を確立していない。2.1.5 の科学的概念が複数集まって、相互ネットワークを形成することで生まれるのが複雑科学概念であり、複雑系ではいかか。それらはあまりに複雑で通常のヒトの思考能力を超えている。

宇宙の星座を考えると、太陽系のような小さな系がたくさん集まって銀河系を形成するように、複雑なシステムが複数集まってネットワークしてさらに複雑な系を構築することは現実にある。

現在のインターネットの世界も、複雑系である。無数に存在し、日々増え続けているプロトコルスイッチ、ITU や IEEE などの国際団体が特別チームや委員会をつくって日々新たに構築している国際標準規格、新たなアプリケーション、セキュリティーシステムなどなど、ひとりの人間の頭の中では収まり切れないほどの複雑さをもっている。

言語活動ではなく音楽の例になるが、譜面は言語的である。そのなかでも現代音楽はより複雑さを極めている。現代音楽の傑作のひとつであるオリヴィエ・メシアンのとウーランガリラ交響曲は、ひとつの交響曲の中できわめて複雑な音楽表現を施す手法が存在することを示している。

複雑なシステムを統合する具体的な技術としては、「**システム工学のシステム化 SOSE(Systems of Systems Engineering)**」という分野がある。これは 2000 年代に米国の軍事通信衛星システムのネットワーク化が試みられたときに、必要に迫られて生まれた技術である。たとえどんなに面倒くさくても、お互いの技術の中身を細部まで徹底的に知り合うために、2005 年と 2006 年に各分野の精鋭のシステム技術者を集めた合宿が行われた。SOSE の実践をみると、知識や知能の限界を超えるためには、一見すると迂遠にみえても、コツコツと丁寧に細部までごまかさずに、徹底的に広く深く、すべてを自分自身の頭で学び知ることによって極める必要があることを教えてくれる。

複雑科学概念や複雑系は、通常のヒトの思考能力や想像力を超えた複雑さを示す。しかし想像力を超えているかのように見える複雑系であったとしても、徹底的に細部まで理解を深めて、部分的システム(たとえば楽器ごとの性質を活かしたパート譜)を作り上げ、そして組み上げていく

作業によって成り立っているのである。

これまで複雑系といえば、ビッグバン理論、バタフライ効果、カオス理論や生物組織（分子生物学）から乖離したニューラルネットワーク、非線形システムなどが論じられてきた。それらは、やや無責任で投げやりであり、結局のところ複雑系を解明する糸口すら手に入れることができていない。

むしろ複雑系は、論理的かつ段階的に解明するのがよいのではないか。反射の論理である1対1の一次元対応が、同じ二分法と二元論を使いながら、それに群スイッチを加えると、群の論理である1対全の二次元的投射へと複雑性の次元を高めると考えることができる。そして次はそのようにして得られた面的な広がりをもつ概念を操作することによって、もうひとつ複雑性の次元を高める仕組みに求めるべきではないだろうか。

この考え方は、フラクタルに近い。フォン・ノイマンは循環論法(Vicious Circle)という言葉を使っているが、彼の最後の弟子であるマンデルブロがフラクタルを提唱していることの背後には、フォン・ノイマンの教えがあるのだろう。段階的に単純操作を繰り返すことで、一次元の直線、二次元の面(群)、三次元(自律的ネットワーク)と複雑さは累乗のように生まれるのではないだろうか。

ことばの意味の三次元構造

論理/複雑次数	五官の記憶ベース	科学的現象ベース
1-to-1 反射, 線形 (線形, 1次)	特定の五官記憶の想起	特定の科学的現象に命名
1-to-全部 投射 (群, 2次)	日常概念 (五官記憶の総合化)	科学概念(科学的現象の総合化)
概念操作, 複雑化 (公理的思考, 3次)	類 & 関係性 (概念操作による抽象化)	複雑系/ デジタル・ネットワーク・オートマトン (不可視のネットワーク)

表3 ことばの意味の三次元進化

意味の複雑性の三次元構造の例

論理/複雑次数	五官の記憶ベース	科学的現象ベース
1-to-1 反射, 線形 (線形, 1次)	私の椅子, このリンゴ	反射, 本能,
1-to-全部 投射 (群, 2次)	レモン, リンゴ, 椅子, 机	脊髓記号反射,
概念操作, 複雑化 (公理的思考, 3次)	柑橘類, 家具, 幼虫	生殖, 知能, デジタル, コンピュータ・ネットワーク

表4 言葉の複雑さの違い (例)

2.4 概念のスイッチ

2.4.1 物理層・論理層でのデータ構造

最後に、自然言語をコンピュータ処理するにあたって、どのようなデータ構造が望ましいかということを考えてみたい。記号や概念がもつ意味の違いを、どのような形でデータ構造に反映することが望ましいかという問題である。

これまで電子情報は物理層を担当し、音声を伝搬するだけのもので、意味と結びつく論理回路(論理層)をもたないというのが常識であった。論理層についてはヒトに任せるという立場である。物理層(通信路)は、意味から切り離された音声・テキスト・バイナリの形をとる。バイナリのデータ構造は文字列をそのままビット列に変換したものである。

記号か概念かの論理層上の区別を、なんらかの形で(スイッチやフラグにして?)物理層上を伝送できるだろうか。まだ検討できていないが、将来の課題である。

人工知能技術が進化して、人工知能が自分で学習し、誤り訂正をする日は近い。今は顧客の購入履歴にもとづいた商品の提供などの統計的な対応にとどまっているが、将来は人工知能がヒトの知能を高めるために良い本を教えてくれ、良い課題を示してくれ、人類共有知の最前線に導いてくれることになるだろうか。

そのとき人工知能内部の記憶装置のなかでも、物理層と同じデータ構造(音節列・テキスト・バイナリ)のままでは、記号と概念の区別もできず、日常的概念と科学的概念を区別して取り扱うこともできないので、正しい知能構築ができない。自分で学習する人工知能が自分自身のために、どのようにデータ構造を言葉記号や各種概念に与えてやるのがよいかということを考える必要がある。

2.4.2 人工知能は五官をもたない

ヒトは動物であり、五官をもつ。しかるに人工知能は五官をもたない。五官の記憶と1対1で結びつく言葉記号は、人工知能にとっては物理層上の音韻刺激のままであり、意味をもたない。言葉記号は人工知能から言葉記号を提示された生物的ヒトの意識(記憶体系)のなかで、意味とはじめて結びつくともいえるかもしれないが、むしろ人工知能は個別の記憶と結合する言葉記号を持たず、すべて概念であると考えたほうがよいのではないか。あるいは、意味そのものを提示することを目指さないで、意味の違いを指し示すスイッチを付加するようにすべきだろうか。

五官の記憶を総合して生まれる日常的概念の場合は、個人の五官記憶を総合して生まれるが、この総合する論理(定義, 体系化, 比較, 群の合成性・可逆性・結合性・同一性・同質性など)を反映した意味と結びつけるにはどうすればよいだろうか。そして、日常的概念とそれを二元的に操作して生まれる一次論理概念とを区別する方法としてどのようなものがあるだろうか。

2.4.3 記憶と論理のスイッチ

生物メカニズムとしてはBリンパ球だけであるが、それが6種類の意味と論理に対応する。このために、言葉を使うにあたって、常に言葉には6種類の異なる意味と論理が

あることを意識しておくことがのぞましい。

記号と概念を区別するために必要なスイッチは、① 記憶が五官記憶 (Sensory Memory) か思考記憶 (Thought Memory) かの2種類、② 論理が線形 (Linear, 1対1) か、群 (Group, 1対全) か、ネットワーク (Network, 組合せ) かの3種類。これで $2 \times 3 = 6$ 通りのスイッチングができる。

このほかに科学概念を吟味するための確認事項スイッチとして、分子構造 (MS) と発見発展史 (DDH) が念頭にあれば、科学的概念を正しく受容する上で役にたつのではないだろうか。たったそれだけかと思われるかもしれないが、これだけでも実施すると、大きな成果が得られるだろう。この概念スイッチは、次項で論ずる前方誤り訂正 (Forward Error Correction: FEC) を実施するにあたって、重要な役割を果たすであろう。

3. おわりに：FEC から生まれくるもの

3.1 言語的人類の誕生から未来まで概観

図8は、表2を年表形式に書き直したものである。年表は言語的人類の用いるコミュニケーション信号の進化と、それを処理する脳内論理回路の進化を一覧できるようにしてなるべくわかりやすい形で示している。こげ茶色で塗った「脊髓反射」、「階級的共同性」(真社会性)、「錯乱因子」は言語にとっての制約であり、人類が言語を正しく使ううえで乗り越えるべき課題である。

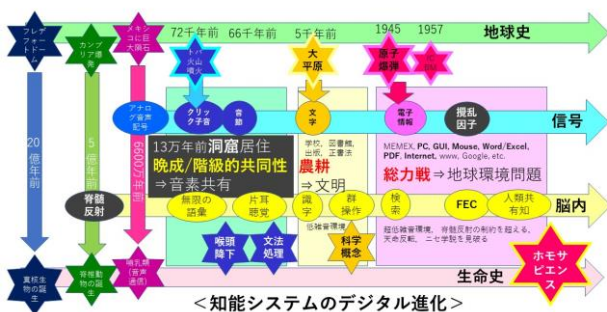


図8 知能の三段階デジタル進化の最終段階

5億3000万年前におきたカンブリア爆発によって、脳室・脳脊髄液・B細胞・T細胞からなる脊髓反射メカニズムをもつ脊椎動物が誕生した。6600万年前に誕生した哺乳類は、鳴き声を発することができるので、鳴き声をつかってアナログ音声記号を交換できるようになった。鳴き声のアナログ記号というのは、記号が感情にもとづいた変調であり強度であることをいう。アナログ記号は喜怒哀楽を反映した声であり、感情の大きさが声の大きさと相関をもつ。

30万年前に調理に火を使用し始めた狩猟採集民は、13万年前に南アフリカの沿岸に穿たれた巨大な洞窟のなかで暮らすようになった。安全な巣のなかで、胎内で神経の髓

鞘化が完成している新生児が、生後一年間寝たきりとなり、両親や祖父母の世話を受けるようになった。ヒトは晩成化するとともに真社会性化したのだ。

真社会性化した生活を6万年続けてきて、言葉はなくても共同体内部の意思疎通が深まってきたとき、トバ火山噴火による世界の寒冷化が起きた。洞窟内で一緒に過ごす時間が増えて、一緒に音を出して遊ぶことを通じて、クリック子音の共有が始まり、それが論理性をもつ音素として無限の語彙を生みだすようになり、神羅万象に名前を与えてそれが語彙として共有されるようになり、新生児には家族からの刺激によって音素記憶が刷り込まれるようになった。こうして今から7万2000年前の南アフリカでスティールベイン新石器文化が開いた。

クリック子音を多用したことで、オトガイが発達して、喉頭が降下しても窒息しない空間が口腔底と皮膚の間に生まれ、母音の共鳴を生む声道を獲得した。母音アクセントはモーラ性をもつために、文法語を混ぜることで、文法的接続や修飾ができるようになった。

言語的人類の第1進化はこのようにして起きた。無限の語彙と文法的修飾を獲得してからおよそ6万年の間、人類の知能は大きな進化のブレークスルーを経験しなかった。

3.2 文字が文明と科学を生みだしたことの重大性

いわゆる四大文明はすべて、大陸と大陸の狭間か、大陸の亀裂によって生まれた大河川の河口デルタで誕生している。これはヒトの認知能力を超えた広大無辺な大平原で、農業が栄えるようになり、王朝が生まれて権力による支配がはじまり、統治や管理のために「消えない音節」として文字を発明させたからだ。

文明が文字を生んだのではない。文字が文明を生んだのだ。文明は、文字のおかげで音節が消えてなくなることのために、言語情報が時空を超えて共有され、世代を超えて連続的に進化するようになった純粋に言語的現象である。言語の起源を明らかにしたことによって、文明の本質が言語情報の共有と連続的發展であることが明らかになった。

文明は、言語的人類を知の伝統を共有するひとつの共同体へと発展させた。しかしこの伝統を正しく受け継ぎ、誤りを訂正しつつ発展させることは至難の業である。学習するのは一人であるのに、学ぶべき対象は古今東西の学者たちであり、彼らが受け継ぎ発展させた共有知だからである。

そこで文明の片隅の低雑音環境である僧院や大学で、ひたすら学習し思考する学僧たちが登場した。彼らは家族の世話や立身出世のような世俗の営みから解放されて、人類共有知の継承と誤り訂正と発展に専心した。学僧たちの禁欲的貢献なしには人類文明の発展はなかっただろう。

その禁欲的な生活のなかで、言葉を反射記号から群へと進化させて概念が生まれ、概念操作によって複雑な現象を

解明する科学が誕生した。概念の本質が、1対1から1対全への群論理の適用であるということに最初に気づいたのはおそらくピアジェである。

デジタル言語学は、子どもの量や数についての認識の発展についてのピアジェの研究成果から大いに学んだ。その次に読んだ「知能の心理学」の中で、ピアジェは群性体についてのさまざまな考察を書き残している。彼の群性体の研究はすぐには理解できなかったが、それは彼自身が解明できていなかったことがあったからで、デジタル言語学は十年がかりでピアジェ理論を補足するにいたった。概念が群であることを確かめてから使うことはきわめて重要である。言語的人類はまだ概念とは何かを知らず、その正しい獲得法と使用法を身につけていない。

3.3 学際的研究を発展させる時がきた

さて 20 世紀は二度の世界大戦を経験したことが引き金となって、学際統合が進んだ世紀だった。DNA の二重螺旋構造を見ることも、メッセンジャーRNA が3つの核酸からなるコドンで構成されていて $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りの組合せで 20 種類のアミノ酸を指定することの解明も、戦争のときに生まれた学際的な研究協力なしには不可能であったろう。

この学際研究は、1945年に第二次世界大戦が終戦となった直後がもっとも隆盛していて、1948年にカリフォルニア州パサデナで開かれたヒクソンシンポジウムや、同じ頃ニューヨークで開かれたサイバネティクスの連続シンポジウムからは、知性の最前線を乗り越えようとする人類の知的営みに対する熱い息吹が感じられる。逆に、その時期を過ぎると、学際研究は下火となり、自分の専門学術分野のなかで安逸に生きることが常態化してしまった感がある。

学際研究をしないおかげで、情報理論のエントロピー概念は熱力学と無縁であるということが狭い専門分野のなかだけではまかり通るのであり、神経細胞や免疫細胞(モバイル・ニューロン)のことを研究しないまま、生物モデルとのすり合わせをしないニューラルネットワーク研究が成り立っている。

文字・文明・概念の第2進化に次ぐ、言語的知能の第3進化は、インターネットと検索エンジンによって始まった。これも米ソ軍拡競争のなかで生まれている。インターネットもパソコンもマウスも GUI(グラフィック・ユーザー・インターフェイス)もコピペもワープロソフトも表計算ソフトも PDF 印刷フォーマットも、すべて 1960 年代から 70 年代初頭にかけて、カリフォルニアのたったひとつの研究所、ダグラス・エンゲルバートの率いる拡張研究所(Augmentation Research Center, ARC)にいた人々によって発明されている。アメリカはアポロの月着陸計画を装って、実際はこれらの情報関連技術を開発していたのではないかとすら思われる。

インターネットのアイデアは、1945年7月に、原爆開発のマンハッタン計画の責任者だったヴァニヴァー・ブッシュが MEMEX(Memory Extender)として世に問うたところに原点がある。ブッシュは原爆開発で成功した経験を活かして、戦後は情報技術の分野で国際的に優位に立とうと考えたのだろう。その開発が実際に始まるのは、1957年10月にソ連がアメリカに先駆けて大陸間弾道弾実験に成功し、人工衛星スプートニクを打ち上げた後だった。ソ連に先を越された「スプートニクショック」をバネにして、アメリカはインターネットを生み出した。その資金源はアメリカの情報機関であり、おそらくインターネットがハッキング行為に対して脆弱なのは、もともとハッキングしやすいように設計しているためだろう。

1989年には欧州原子核研究機構(CERN)のティム・バーナーズ=リーがインターネット上の文書提供システムである World Wide Web を開発し、1994年にはジェフ・ベゾスがアマゾン創業、翌年オンライン書店がサービスを開始した。1998年にはスタンフォード大学博士課程にいたラリー・ページとセルゲイ・ブリンが Google を創業する。キーワードを投入すると、関連する言語情報を教えてくれる検索エンジンの登場は画期的である。

電子的な検索によって、現代人は過去や遠くの人々と双方向通信できるようになった。文字情報しかなかった時代には、過去に書かれた書物や論文に出会うためには、図書館で雑誌のバックナンバーに片端から目を通し、蔵書カードを一枚一枚めくって出会う必要があった。あとは書店や古書店の店先で渉猟するか担当者に相談する方法であり、運や縁や根気が必要とした。

電子化によるキーワード検索のおかげで、テーマや著者名さえわかれば、文献とその所在地が容易にわかるようになった。おかげで「きわめて大量だが信頼性の保証のない言語情報」を入手できるようになった。この言語情報は学際的であり、使いこなすためには学際的な研究体制と能力と時間を必要とする。そのためか、まだそれを有効に利用する手法を考えている人は少ない。

3.4 乗り越えるべき真社会性バイアス

学際研究が下火で、学者が専門分野のなかで縮こまっている現状では、わざわざ学際的な研究成果を読もうとする学者は少ないだろう。学際的な論文を読む訓練を受けていないし、専門分野と異なる学術分野で使用されている用語を学ぶ必要性も感じていない。むしろ学際的な文献を読むと、概念の定義やカバーする意味領域が違っていたりして、学際的に交流することはむずかしい。また神経細胞については、細胞膜表面のレセプターから、核膜に至るまでの間に、おどろくほどに複雑な物質を媒介とするシグナリング・パスウェイの研究が行われていて、ついていけない。しかし、学際性のない研究を行うことに何か積極的な意味

はあるのだろうか。専門分野以外で同じ研究対象について活発化している研究テーマを無視して、社会や人類共有知に貢献することはできるのだろうか。

音素共有とデジタル言語は真社会性のおかげで始まったことだが、そろそろ真社会性バイアスを乗り越えて、人類普遍・ユニバーサルなものを追究するべきときがきているのではないか。

デジタル言語学は、まずヒトの言語が脊髄反射の制約を受けていることを指摘してきた。その後で真社会性バイアスは2020年に音素の起源を求めているときに発見された。音素共有が真社会性的共同体のなかで始まり、生後すぐに音素記憶として刷り込まれることによって、言語がそもそも共同体内部のコミュニケーションツールとして機能しているということの制約である。真社会性バイアスは、内的問題（絶対的・盲目的服従）と外的問題（ゼノフォビア）の二つの大きな制約をとまなう。

内的問題は所属学会（あるいは大学、研究室）がひとつの共同体、ムラ社会を構成することに起因する。共同体の長老たちは、若い学会員が外と学際的な交流をして、自分の知らないことを学ぶことを望まない。学会内部だけみている若手を可愛がり、伸ばすという傾向をもつ。これがあつために、若手も内向きにならざるをえない。

当然のことだが、年長者の書いた論文に疑問をもったり、答えにくい質問をすると減点される。間違っているとわかったとしても、それを口にはいけぬ。この体質があるために、過去の誤った学説を正すことができず、若手の意識や学習意欲や学問的知識を歪めてしまう。

もし外部からそのような指摘が舞い込んだり、従来説に疑問を呈する学説が登場しようものなら、門戸を閉ざして取り上げない。共同体内部の安定を守るための鎖国政策がとられる。

外的問題は、言語共同体は真社会性なので、外国人嫌い（ゼノフォビア）の性質をもっていることに由来する。たとえば欧米先進国から発展途上国に向けて流される学問的知識に、わざと歪みや誤りを混ぜておくと、それを受け入れた研究者たちは正しい道に進めなくなるという現象である。筆者はアフリカやアジアでいくつかの国際学会に参加したが、あえて間違った知識やいい加減な学説を流布しているのだろうかと思える事例があり、なぜわざと間違った概念や学説を流布させているのか、疑問に思っていた。言語の真社会性起源がわかったとき、真社会性社会は外国人嫌いだから、外国の学者たちにあえて間違ったことを教えて、学問的知識を汚染させて、自分たちの比較優位を保とうという戦略がありえると思ひ至った。

たとえば情報理論において熱力学的エントロピーが重要な意味をもつことを、フォン・ノイマンは1951年の時点で公刊された著作のなかに書き記している。その彼も1949

年のイリノイ大学講演（タイプ起こした草稿が米国議会図書館の手稿室に保管されている）のなかでは、マックスウェルやシラードの非熱力学的なエントロピー概念も紹介していたので、おそらく1949年から1951年の間に自分の誤りに気付いて訂正したと思われる。しかし、フォン・ノイマンの著作を目にする機会があつたシャノンが「通信の数学的理論」のエントロピーを熱力学的概念に誤り訂正していないのはなぜだろう。シャノンはフォン・ノイマンの著作を読んでいなかったのだろうか、あえて誤りのままにしておこうとする意図があつたのだろうか。長い間疑問であつた。真社会性バイアスによって、アメリカは外国の情報理論研究者たちの頭脳を感乱させることを意図して、シャノン理論の誤りをあえて放置しているのではないだろうか。

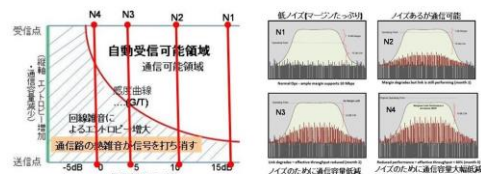
一般通信モデルの回線上の雑音源



- 回線上の雑音は信号誤りを起こす。
- 雑音は熱の関数であり、熱力学的エントロピーを増大する。
- P_N (雑音電力) = kTB (ボルツマン定数 × 絶対温度 × 帯域Hz)

図9 一般通信モデルにおける雑音源

雑音は信号の内部ゆらぎを増やす (エントロピー)



情報理論のエントロピーは熱力学的である

図10 エントロピーは信号を内部から劣化させる

情報理論のエントロピーが熱力学概念であるのか、そうでないかは、情報理論にとってきわめて重要な問題である。シャノンが描いたとされる「一般通信モデル」には回線上に雑音源が描かれている。雑音は熱力学的関数であり、雑音によって回線上の信号が揺らいだ量が ΔS のエントロピーではないかと思うのだが、このようなことについて議論できる場がないのは残念である。議論しないことには、その概念が正しいかも間違っているかも判断しようがないではないか。

3.5 符号化による言語情報の通信路 FEC

3.5.1 前方誤り訂正とは何か

インターネットと検索エンジンが、電子的ビットで記述された古今東西の言語情報と対話するおかげで、21世紀の人類は、キーワード検索によって「**きわめて大量だが信頼性の保証のない言語情報**」を入手できるようになった。しかしながらそれをうまく使おうとする研究には出会わない。

真社会性バイアスのために、専門分野のお互いに顔のみえる関係性を構築できる学会が重要視されて、学際的な研究を目指す研究者が少ないという残念な事実がある。それまで知らなかった言葉が多数登場する他の学問分野に属する論文や著作物をきちんと読む訓練も手法もない。そして、やや厳しい見方になるが、現存する学術的文献の多くは様々な誤りを含んでいて、もちろん玉石混交ではあるが、ほとんどの情報は到底鵜呑みにできるような代物ではない。にもかかわらず、誤りを含んだ言語情報と付き合うための手法が存在しない。仮に誤りを見つけたとしても、それをどのように正せばよいのかわからない。

このために研究者のみならず、一般市民も含めて、現代人がインターネット検索の結果をうまく活用できていないという状況になっている。インターネットのブログやツイッターのツイートを読んでいると、真実を明らかにしようという気概は感じられても、その手法がないために、結局のところ、「自分は何を信じるか」という宗教の次元で議論をしている人がほとんどである。

デジタル言語学は、「**言語情報の前方誤り訂正**」を実施することを提案している。前方誤り訂正(Forward Error Correction: FEC)とは、デジタル信号をやりとりするデジタル通信に固有の誤り訂正手法である。ここで前方というのは、後方のデータ送信者にコンタクトをすることなく、前方の受信者だけの力(責任)で回線上で発生した誤り訂正を行うということである。そのために冗長符号を利用する。

おそらく「前方」という言葉には、誤りを正すのは自分だけでよく、訂正した成果は自分の前方にだけ伝わるという意味もあるのではないかと。他の人を説得しようなどと考える必要はない。自分が正しかったなら、自分の弟子や子孫が訂正結果を受け継いで繁栄する。生命の進化も、学問もこのようにして、最適化した種が繁栄していくのだ。

誤り訂正符号化理論は、第二次世界大戦後のアメリカで生まれた技術である。当時コンピュータはアナログ式(歯車をたくさん組み合わせていたブッシュの微分解析機など)から、真空管を使ったデジタル式に移行する時期だった。発熱の大きな真空管はビット誤りも多く、信号誤りをゼロにする必要があり、考案されたのが誤り訂正符号化技術である。

これはビット列を送信する前に、一定の演算を行ってデータ列そのものを変える(畳み込み符号)か、データにパリティビット列を加える(ブロック符号)ことによって、

データの冗長性を高め、受信者が自力で回線雑音によっておきるビット反転を正しい値に戻すことを可能にする。

誤り訂正符号化の民生技術への適用は、CPUの演算速度が高速化してリアルタイムの符号化復号化が可能となった21世紀に入って、地上波デジタル放送やデジタル移動体通信で行われた。理論と実利用の間が50年ほどあるために、基礎理論に触れる機会は多くない。

良い教科書が存在しないために、誤り訂正符号の基礎を勉強する機会はなかなかない。筆者は勤務していた衛星通信会社の若手社員にお願いして、彼の手書きの教科書をもとに何回か課外授業を受けた。実際にノートで符号化利得の計算をした結果、符号化して送信することで、送信電力を10分の1にできる(符号化利得が10dBある)ことが計算結果で証明されたときは感動した。おかげで符号化理論が身近なものになった。

3.5.2 送信者の意図を共有することの難しさ

畳み込み符号にもブロック符号にも共通するのは、受信者は送信者が符号化したこととその符号化方式を理解していないと正しく情報を受け取れないということである。言語情報においても同じことがいえる。

道元は、永平寺にいた弟子たちが、実は日本達磨宗による偽装入信であり、自分が死んだ後には自分の著作を改ざんし隠蔽するだろうということを予感していた。そのため、生前に正法眼蔵75巻本の奥書を冗長データとして利用した符号化を行っている。具体的には「正法眼蔵現成公案第一」といった具合に、巻のタイトルと連番を振り、なおかつ示衆日や清書日を書き入れることで、改ざんや隠蔽を防ごうとしたのだ。そして自身の語録の中で、冗長符号を使用したことを匂わせる漢詩を詠んでいる。

しかし、きわめて残念ながら、現在のところ正法眼蔵は95巻存在するというのが曹洞宗宗務庁の見解であり、人類史上初の誤り訂正符号の実用である道元本人の符号化の努力はまったく理解されていない。偽書にもとづいた道元研究がはびこっている。いつの日か、人々が道元の真筆を求め、道元の本当の思想を求めようになれば、人類史上おそらく最初の誤り訂正符号である道元の符号化の努力が理解されることになるだろう。

3.5.3 通信路誤りと情報源誤りの両方を正す意味

符号化によるFECは、著者の書き残したものを、そのままの形で読者に伝えるために通信路符号誤りを正すためのFECである。これに対して、著者の考え違いや誤りを正すためには、情報源符号誤りを正すための別のFECが必要となる。それが次項で述べる知識再生型学習(Regenerative Learning)である。

デジタル通信は、熱力学的な雑音の多い回線上(通信路)と、低雑音の回路上(情報源)で、それぞれ最適な誤り訂

正手法をとって、誤りをゼロにするところに特徴を持つ。通信路誤りとは、著者の責任によらない誤りであり、情報源誤りは著者の責任による誤りをいう。この二つは(1-A)とAの排中律の関係を構成するため、両方の誤りを正すと(1-A)+A=1 となって、すべての誤りを正したことになる。

3.6 知識再生型学習による言語情報の情報源 FEC

3.6.1 生命が一つの受精卵から再生するメカニズム

一個の受精卵が21日経過すると、ヒヨコが殻を破って生まれてくる。ヒトの場合も、一度の受精によって、十月十日すると五体満足な赤ちゃんが生まれてくる。

受精卵は、符号化が行われたかどうかといった知識を持たない。ただひたすらに、卵殻や子宮という低雑音環境のなかで、DNAに指定されたプログラムに沿って、細胞分裂と相互ネットワークをくり返すことで、生命体が生まれ来る。これは再生的な(regenerative)なプロセスである。

ヘッケルの法則は「**個体発生は系統発生をくり返す**」というものだが、生命進化の歴史をくり返しながら、父と母の姿に似た子どもが生まれて来る。この手法が、言語的人類が正しく概念を獲得し、使いこなし、次の世代に伝えるときに重要ではないだろうか。

3.6.2 知識再生型学習による概念誤り訂正

科学的概念の正しさを確かめたいと、それを正しく学習することが求められる。そのためには、生命体が一つの受精卵から発生して、系統発生をくり返す仕組みを真似ることが有効ではないだろうか。

2.4.3で発見発展史(DDH)スイッチについて触れたが、著者がどのようにしてその科学的概念を獲得したのか。獲得した後にはその概念はどのような発展を遂げたか、ということは重要である。発見発明や発展の歴史が具体的にあれば、その概念も具体的にありとわかる。逆にそれが無いものは、信頼性が低い、信用するなという意味になる。

概念を学ぶにあたって、概念発明者の思考過程を追跡することは有効である。どんなことでも自分の脳内で段階的な思考操作をくり返す。有名人であろうと偉い人であろうと、誰の言うことも決して鵜呑みにしない純粋な向学心(こども心)で、群の条件を満たしているか、発明発見の瞬間を記録しているかと問う。このような態度をみんながとれば、偽科学に丸め込まれることはなく、過去の誤りや誤魔化しすら見破って訂正するようになるだろう。

このような学習法を取れば、学際的な文献も読むことが容易にならないだろうか。逆に、このような学習をしないかぎり、他分野の研究成果から隔離したままか、それを鵜呑みにせざるをえない状況になる。今や、専門外という言葉を使って何かを読まない理由にはいけない。

また、仮に専門分野であっても、このような知識再生型を受容をしないことには、情報源が通信路で混入した雑音

や誤りを排除できない。マスコミが裏を取らないまま、やれ「ネイチャーが報道した」、「サイエンスが載せた」と掲載したという事実を報道しつつ、その内容については裏も取らずに伝える情報にも、騙されなくなるだろう。

この知識再生型学習は、思考過程の途中の一部分だけの誤り訂正が可能であり、誤り訂正しやすい。誤り訂正した結果は、自分の弟子や子孫に伝わるだけだが、それでよいのだ。

3.7 知能進化の第3段階はFECがつくりだす

インターネット社会で我々は「**きわめて大量だが信頼性の保証のない言語情報**」に取り囲まれて生活している。たとえば、コロナウィルスに関する報道や解説は山のように存在しているが、いったい何が正しいのか、そもそも誰が本当のことを語っているのか、わからない。

ヒトの認知能力を超えた広大無辺な土地を支配した王朝が、記録と管理のために文字を発明させた結果、文明と概念が誕生した。今、我々は「**きわめて大量だが信頼性の保証のない言語情報**」を活かすための手法を渴望している。そして、その答えとなるのは、デジタル通信に固有のFECであり、冗長性を利用した誤り訂正符号や、段階的に手続きを追っていく知識再生型学習である。また、言葉記号や概念の論理構造、それを処理し司る生物組織、それぞれの意味構造の違いについての、正確な知識を意識に取り込むことである。これらの知識を獲得して、言葉を正しく正確に使うようになったら、いったいどんな現象が生まれるのだろうか。興味深い。

言語情報を正していくためには、社会から隠遁して静かな環境の中で、古代や中世の学僧や修道僧のような生活を続ける必要があるだろう。その際に、2で論じたようにいくつかの種類の記号や概念を群スイッチによって分けて取り扱うことは重要であり、それによって作業に人工知能を取り込むこと、人工知能の助けをかりることができるようになるだろう。

孤独な研究生活もWi-Fiの接続環境があれば、オンライン研究会やオンライン国際学会に参加して、世界の人々と交わることができる。これは素晴らしいことだ。

いよいよ言語的人類は論理層の第3進化を完成させて、ホモ・サピエンスとして生きる時代を迎えようとしている。文字の発明が文明と概念という輝かしい知的産物を生み出したように、きっと誰もが驚くべき想像もしていなかった新たな知的営為の次元をFECが生み出すことは疑いようがない。それがどのような現象となるのか、どこまでの高みへと言語的人類を導くのかは、筆者もまだ予測がつかない。

謝辞

発表の機会を与えていただいた情報処理学会自然言語処理研究会幹事に感謝申し上げます。参考文献として筆者が

研究会で報告したものななかで、主だったものを掲載しました。情報処理学会の情報学広場や電子情報通信学会の信学技報と、他にはウェブ上で入手可能なものを中心としましたので、詳しい文献についてはそちらをご覧ください。内容的には誤って後日改めたものも含まれていますが、筆者自身のデジタルについての認識の広がりや深まりが一目瞭然とできます。

参考文献

- 1) 得丸 ヒトの音声は phonit でデジタル変調されている (復調はアナログ方式である) - デジタル言語学(その 1) - Jan 2010, 情処学会自然言語処理研究会 IPSJ/NL 2010-NL-196(11) pp:1-8
- 2) 得丸 ヒト話し言葉に適用されているデジタル原理について～時系列上で一次元配列されて送受信される離散・有限信号である音節、ならびにその情報源・通信路・搬送波(伝送路)における符号化処理過程について ～2010年3月5日 電子情報通信学会 音声言語処理研究会 IEICE/SP-2009-169 pp123-128
- 3) 得丸 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, 2010年3月30日 人工知能学会 知識ベースシステム研究会 JSAI/SIG KBS A904
- 4) 得丸 パブロフの条件反射実験の言語学的解析～脳内言語処理メカニズムについての試論 ～2010年5月21日 電子情報通信学会 IEICE/LOIS 2010-8 pp:93-98
- 5) 得丸 ヒトの音声は phonit でデジタル変調されている (復調はアナログ方式である) - デジタル言語学(その 1) - 2010年5月27日 情報処理学会 音声言語処理研究会 2010-SLP-81 (11)
- 6) 得丸 符号化理論の言語学への適用～話し言葉は自己増殖オートマトンであり、デジタル原理によって駆動されている (デジタル言語学) - ジョン・フォン・ノイマンに捧ぐ～ 2010年7月23日 信学会 情報理論研究会 IEICE/IT 2010-23 pp67-72
- 7) 得丸 犬が獲得する概念と犬が構築する概念体系(パブロフ条件反射実験の新解釈)～概念を体系化する生命の論理とブル演算～信学会データ工学研究会 IEICE/DE 2010-14 pp1-6
- 8) 得丸 自然言語の論理と感情～意味のメカニズムに注目して～ 2010年10月23日 思考と言語研究会 IEICE/TL2010-35 pp 31-36
- 9) 得丸 ヒト・デジタル言語の OSI 参照モデルによる解析—デジタル言語学—, 信学会 インターネットアーキテクチャ研究会 IEICE/IA 2010-64 pp 37-42
- 10) 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～ 2010年12月20日 電子情報通信学会音声研究会 IEICE/SP 2010-93 pp 61-66
- 11) 得丸 デジタルな言語記憶に関する仮説, 2011年1月28日, 情報処理学会自然言語処理研究会 IPSJ/ 2011-NL-200(1) pp 1-8
- 12) 得丸 ヒト・デジタル言語の OSI 参照モデルによる解析(その 2) —生命論理と生命記憶—, 信学会 IEICE/IA 2010-77 pp 35-40
- 13) 得丸 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」 音声言語処理研究会 IPSJ/ 2011-SLP-86(16) pp1-8
- 14) 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— 2011年6月22日 第2回ラテント・ダイナミクス研究会 2nd Workshop on Latent Dynamics 02-08 pp 1-21
- 15) 得丸 言葉以前の論理学 —新しい文明と人間のために—, 信学会 集合知シンポジウム IEICE/NLC 2011-10 pp 49-54
- 16) 得丸 言語機能の神経細胞量子スイッチ仮説 —ヒト言語の特徴はデジタル信号を組合せた無限の語彙数である— 信学会有機エレクトロニクス研究会 IEICE/OME 2011-52 pp21-26
- 17) 得丸 デジタル言語の量子力学的側面と数学的側面 — 文法の神経細胞組み込み仮説, IPSJ/ 2011-SLP-88 (3) pp 1-8
- 18) 得丸 概念の論理・生理構造 (言語と学習)～イエルネ・ノール講演より: 言葉と意味の結合は抗原抗体反応か!?～ 電子

- 情報通信学会 思考と言語研究会 IEICE/ TL 2011-39 pp 1-6
- 19) 得丸 言語情報と人類進化～ことばオートマトンのメカニズム: 概念・文法・論理概念～ 2012年3月16日 電子情報通信学会 コンピューテーション研究会 IEICE/ COMP 2011-47 pp 1-8
- 20) 得丸 物理的音節と論理的音節—言語ネットワークの量子メカニズム— 音声言語処理研究会 IPSJ/ 2012-SLP-91 (16) pp 1-8
- 21) 得丸 情報理論の知的遺産を継承する—ヒトの意識は脳室内脳脊髄液中の免疫応答ではないか— 信学会 技術と社会・倫理研究会 (SITE) IEICE/ SITE 2012-1 pp 1-6
- 22) 得丸 読書による学際的言語情報処理: 自分の知らない概念・情報・高次概念はどのようにして言語情報から獲得すればよいのか—人文科学とコンピュータ研 IPSJ/ 2012-CH-94(1) pp 1-8
- 23) 得丸 記号と言語と条件反射—鈴木孝夫の『鳥類の音声活動—記号論的考察』に刺激されて—IEICE/ TL2012-1 pp 1-6
- 24) 得丸 自然言語の分子構造—意識の脳室内免疫応答仮説— 信学会パターン認識とメディア理解 IEICE/PRMU 2012-21 pp 1-6
- 25) 得丸 情報理論における雑音因子—生命体と意識のオートマトンが生まれる環境 FIT2012 (第11回情報科学技術F) A-039
- 26) 得丸 意識の脳幹・脳室・視床での免疫ネットワーク仮説—概念・文法・ワーキングメモリーの Latent Dynamics — 2012年9月24日 第3回ラテント・ダイナミクス・ワークショップ pp 1-36
- 27) 得丸 概念と文法の分子構造についての仮説 2012年10月31日 産総研 生命情報工学研究センターワークショップ 2012
- 28) 得丸 ことばの意味の学習と正規化—ことばを正すために概念の論理次数を明示せよ— 信学会 IEICE/ TL 2012-34 pp 1-6
- 29) 得丸 情報理論における熱力学と論理学～物理層通信路符号化と論理層情報源符号化における理論の適用～ 2013年1月21日 信学会情報理論研究会 IEICE/ IT 2012-51 pp 13-18
- 30) 得丸 論理の量子力学 (デジタル言語学 その 4) ～意識は体験・学習記憶とその論理演算結果記憶の免疫ネットワーク(仮説)～ IEICE/ IA 2012-81 pp 67-72
- 31) 得丸 言語現象とパターン認識—ヒトの意識の脳室内免疫応答ネットワーク仮説— IEICE/PRMU 信学技報 112(495):1-6,
- 32) 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～免疫細胞はモバイアドホックネットワークニューロンである～ 2013年12月4日 第5回集合知シンポ IEICE/ NLC 2013-46 pp 69-74
- 33) 得丸 言語はこれからどのように進化していくのか～誤字と誤見を訂正したうえで人類の知的ゲノムの構築を～ 第5回集合知シンポジウム IEICE/ NLC 2013-45 pp 63-68
- 34) 得丸 知能の分子構造, 2014年1月23日 情報処理学会 知能システム研究会 IPSJ-2014-ICS-173 (1) PP 1-8
- 35) 得丸 デジタル言語学: 雑音の多い空間回線を伝達する音声信号の進化と, 静かな脳内回路における内言記号の不変の構造 情処学会 自然言語処理研 IPSJ/ 2014-NL-215 (5) PP 1-28
- 36) 得丸 自動的にネットワークして成長する知能～デジタル言語にもとづく個体と人類の知能のネットワーク要求解析～ 信学会コンピューテーション研 IEICE/ COMP 2013-60 PP 1-8
- 37) 得丸 生成文法は免疫細胞の二分法・二元論である—ことばの連鎖・分散型ニューロコンピューティング仮説— 信学会 ニューロコンピューティング研究会 IEICE/ NC 2013-146 PP 335-340
- 38) 得丸 言葉には意味がない～複雑概念の意味のメカニズム～ 信学会 言語理解とコミュニケーション研究会 第6回集合知シンポジウム IEICE/NLC 2014-35 PP 23-28
- 39) 得丸 母語のモノラル聴覚と文法処理—例外としてのピダハン 情処学会自然言語処理研 IPSJ/ 2014-NL-219 (23) PP 1-19
- 40) 得丸 真社会性と音素共有 ヒトの言語獲得におけるミッシングリンク 信学技報 HCS2020-40
- 41) 得丸 言葉認識と意味理解の生物構造 言語は大脳皮質で処理されていない (デジタル言語学) ,人工知能学会研究会資料 SIG-SLUD-C001
- 42) 得丸 何が離散的な音素共有を可能にしたか? 言語の真社会性起源仮説, 人工知能学会基本問題研究会 AIFP2020
- 43) 得丸 言語の人類のデジタル第三進化にどう対応するか～

- 概念のための群論と前方誤り訂正, 信学技報 IBISML2020-2
- 44) 得丸 言語情報の前方誤り訂正 (デジタル言語学) ~著者の有責性と無責性による誤りの区分, 信学技報 LOIS2018-16
- 45) 得丸 知能の情報理論~言語情報の前方誤り訂正 信学技報 RECONF2020-11
- 46) 得丸 ハイブリッドデジタル進化仮説~インターネットと脳内メカニズムを統合して言語情報の信頼性を高める 信学技報 R2020-6
- 47) 得丸 道元(1200-1253)が正法眼蔵と道元和尚廣録に施した誤り訂正符号 信学技報 COMP2018-9
- 48) 得丸 音節の音素性とモーラ性~言語的人類は南アフリカの洞窟で生まれた, 信学会 PRMU2020-33
- 49) 得丸 知能の生物学的基盤~脳室内の B リンパ球はモバイル・ニューロンではないか, 信学会 HIP2020-29
- 50) 得丸 言語情報の信頼性~通信路誤りと情報源誤り, 信学会 NLC2020-10
- 51) 得丸 論理的な科学概念のクロスモーダルな現実化~人類共有知とともに考える, 信学会 PRMU2020-12
- 52) 得丸 言語情報受入手順~人類共有知を構築するために, 信学会 COMP2020-7
- 53) 得丸 知能の信号処理~タンパク質レベルでの脳内の記憶構築とネットワーク仮説, 信学会 SIP2020-27
- 54) 得丸 モバイル・ニューロン(2) パブロフはなぜ犬の脳皮質をくり返し切除したのか, 信学会 NC2020-1
- 55) 得丸 言語的人類のデジタル第3進化にどう対応するか~概念のための群論と前方誤り訂正, 信学会 IBISML2020-2
- 56) 得丸 群論理に基づく概念操作~言葉記号から概念への進化 (デジタル言語学), 信学会 HCS2019-35
- 57) 得丸 言語的人類の知能の三段階デジタル進化, 日本認知科学会第 37 回大会論文集
- 58) 得丸 デジタル言語学 知能発展の第三段階 FIT2020 E-017
- 59) 得丸 言語処理装置としての脊髄反射回路~言語情報オートマトン正規化のための工夫 (デジタル言語学) 信学技報 COMP2018-10
- 60) 得丸 なぜヒトの意識は容易に再構成できないのか~脊髄反射で言語処理する制約 信学技報 RECONF2018-20
- 61) 得丸 デジタル言語第三進化 (電子情報) 論理層の構築~ホモ・サピエンスになるために 信学技報 CAS2020-1
- 62) K. Tokumaru, Inside-Cave Evolution Hypothesis of Modern Human. (OP4-15), 10th JSES (2008) 日本進化学会第 10 回東京大会
- 63) 得丸 情報理論のエントロピー概念の再構成~ シャノンの伝記とフォン・ノイマンの手稿を参考に ~ RECONF2019-35
- 64) 得丸 情報理論におけるエントロピーと蓋然性 ~1949 年 12 月のイリノイ大学講演でフォン・ノイマン博士はどう説明したか ~信学技報 OME2015-23
- 65) K. Tokumaru (2018), A Mobile Hypothesis of Neural Networks for Spinal Reflex and Linguistic Processing (Digital Linguistics), Linguistics and Literature Studies 6(6) 267-277, 2018
- 66) K. Tokumaru, An Information Theory of Language (Digital Linguistics) Linguistics and Literature Studies 7(5): 206-219, 2019 <http://www.hrpub.org> DOI: 10.13189/lls.2019.070504
- 67) K. Tokumaru, (2019) Zero Error Requirement for Incoming Linguistic Information and Postscript Coding by Dogen (1200-1253) pp97-102 ВЕСТНИК КУРГАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА №2
- 68) K. Tokumaru, The Digital Linguistics: The Birth of Linguistic Humans 66,000 Years Ago in South Africa with Laryngeal Descent, Linguistics and Literature Studies (LLS) 8(3): 125-144, 2020