

## 人類言語はデジタル通信である

得丸公明(システム・エンジニア)

158-0081 世田谷区深沢 2-6-15

人類および言語の起源は人類にとって最大の謎である。筆者は情報理論の一般通信モデルにもとづいてヒトと他の哺乳類の音声コミュニケーションを比較したところ、他の哺乳類の符号語数に比べて、ヒト言語の符号語数が3~4桁も多いことに気づいた。その理由は、アナログ符号とデジタル符号の違いであると考え、ヒトの進化は通信と思考のデジタル化であることに思い至った。(1)(2)(3) 本稿では、デジタル通信において順序だてた送信を可能にする「前方誤り訂正(FEC)」とアナログ・デジタル変換装置である「概念」を概観するとともに、概念がアナログな知覚記憶とデジタルな符号を不可分の統一体として結びつける原型として、デジタル符号語でありながらアナログな意味を体現するオノマトペが存在することを指摘する。

## Human Language is Digital Communication.

Kimiaki Tokumaru (System Engineer)

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

The origin of modern human and its language is the biggest mystery for humans. The author analyzed mammals' audiovocal communications and human language based on the general model of communication in the information theory, and realized the number of codes in language is scores of thousand times more than that of other mammals. The author came to the conclusion that this significant difference reflects the fact that mammals use analog code and humans use digital code, and that the evolution of modern human was digitalization of communication and thought. (1)(2)(3) In this article, the nature and the function of 'forward error correction', which enables serial transmission, and 'concept', which is an analog/digital converter in digital communication, should be reviewed. The author proposes that 'onomatopoeia', which is a digital code and at the same time analog sound symbol representing meanings, could be the original form of concept, which connects analog meanings and digital code as an inseparable union.

### 1. はじめに：哺乳類聴覚音声コミュニケーションの進化形態である言語

文明環境の中で生きるヒトは、自然を敵対視して破壊・汚染の限りをつくし、世界人口の双曲線的増加をもたらした。20世紀のわずか百年間で人口が4倍以上になり、およそ50億人が増加したこと、これが地球環境問題の元凶である。過剰な自然破壊・汚染は、気候変動、温暖化、森林喪失、生物種絶滅など様々な形で既に現象化して

おり、後戻りは不可能とみられるので、今後ますます深刻化することが予想される。「私たちはどこからきたのか、私たちは何者か、私たちはどこへ行くのか」という人類の起源と本性についてのゴーギャンの問いかけを思い出す。ヒトは自然の一部であるのか、それとも自然を逸脱しているのか。

ヒトのミトコンドリア DNA の突然変異解析や、化石人類の発声器官の解析などによって、現生人類は今からおよそ10万年前にアフリカ大陸で誕生し、5万年前にアフリカ大陸からユーラシア大陸に移住して世界に広がり、ヨーロッパに住んでいたネアンデルタール人ら旧人種を絶滅させて入れ替わったという「アフリカ単一起源説」が21世紀の通説と化した。(4)(5)(6) だが今のところ人類学も言語学もその先にある言語の起源や本質を明らかにできていない。いわゆる科学読み物も「まるで言語は、どこからともなくヒト系統にふっと現れたかのようだ」とサラリと扱い、読者が未解明の問題にこだわらないことを願うような書きぶりである。(7) 言語こそが人類を特徴づけるものであるなら、その起源と本質を究明する意味はあるだろう。

ヒトは霊長類であり、哺乳類に属する。いったん哺乳類の音声通信に戻って、ヒトの音声通信はそこから発展したと仮定し、その独自性を抽出してみたい。

MacLean(8)によれば、は虫類のコミュニケーションは、あいさつ、攻撃・侵略、求婚・求愛、服従の4種類しかなく、聴覚・音声は用いない。聴覚・音声通信は、哺乳類を他の脊椎動物から分け隔てる特徴である。哺乳類は授乳を伴う育児を通じて母子の接触が深まり、「乳離れの鳴き声」のような哀しみの感情が音声化して聴覚音声通信が始まった。

動物は五官の知覚を脳の論理回路に伝えて状況判断や意思決定を行なっている。一方哺乳類の聴覚音声通信は、聴覚と発声器官を使って情緒や感情を交し合う。Vygotsky(9)によれば、これら2つの回路は脳内で独立した別々の系統になって互いに交わらない。

Wiener(10)によれば、「言語とは、通信を媒介する符号体系を記述する語であるばかりでなく、ある意味では通信というもののそのものの別名である。通信文(メッセージ)の符号化は、人間にとって重要であるばかりでなく、他の生物にとっても重要である。鳥も、サルも、昆虫も、それぞれ仲間同士で通信をするのであり、これらのどの通信においても、当の符号体系を知らされている仲間たちでなければ理解できない信号やシンボルが多少とも使われる」という。

ヒトと動物の符号体系の違いは符号の種類、その数である。哺乳類の感情を伝え合う符号語はは虫類より多いものの、霊長類ですら数十種類しかもたない。一方ヒトの符号語数は数万から数十万種類あり、桁が3つも4つも違う。この桁違いな差がなぜ生まれたのかと考えた結果、哺乳類の符号は、鳴き声の周波数変移パターンにもとづくアナログ符号であり、ヒトのコトバは離散的で有限個の信号(音節)を重複順列によって構築するデジタル符号であることに思い至った。

さらに、ある特定の知覚と記憶を特定のコトバと結びつける「意味づけ(概念化)」は、感情や情緒の作用ではなく、状況判断や意思決定と同じ思考に基づく作用であるとする Vygotsky の指摘に出会った。(9)

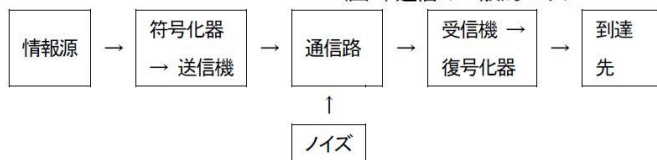
言語はきわめて複雑であり、多様なパラメータが相互に関連しあって機能する。そこには、喜怒哀楽であるアナログな感情表現と、現実世界を知覚し生存のための状況判断・行動決定を行なうデジタルな思考が入りまじっている。乳幼児を観察するとわかるように、喜怒哀楽の感情表現や五官からの知覚に基づいて意思決定をすることはヒトも他の哺乳類も同じである。ヒトに固有な現象は、もの心ついた後に始まる。それは、コトバを使って通信すること、知覚刺激をコトバといっしょに記憶し管理すること、コトバを使って思考することなどである。ヒトは、コトバというデジタル符号を獲得してコミュニケーションのデジタル化に成功したが、その結果、アナログな知覚に短いデジタル符号を割りあてる「意味づけ(概念化)」作業が必要となり、コトバを媒介とした思考と通信の融合が起きた。これがヒトの進化の本質ではないか。

## 2. デジタル通信という柔軟で頑丈な通信システム

ヒトのコトバがデジタル符号であることにどれほどの意味があるのだろうか。通信がアナログからデジタル化したことでどれだけ進化したのだろうか。判断を行なう思考回路と感情を交わす通信回路が融合すると何が起きるのか。

複雑な通信システムを解析するために Shannon が用いた「通信の一般的モデル」(11)にあてはめて考えることにする。デジタル通信における符号化技術の重要性を強調するために、Gallager(12)を参考に原図に符号化器・復号化器を書き入れた。

(図1) 通信の一般的モデル



### 2.1 有限個の離散的な符号

音声通信では、送信者が思った意味内容を符号に変換し、それを発声器官で音声化すると、通信路(大気中)を伝わった音声(音波)が受信者の聴覚器官に到達し、符号が再生され、意味内容が復元される。この基本メカニズムはアナログ通信もデジタル通信も共通である。

アナログ符号はパターンである。哺乳類の聴覚音声通信はもともと心の動きや感

情・情緒を伝えるものだから、心で思っていることがそのまま符号化されるので、感情と符号は相似である。アナログ符号は、喜怒哀楽などアナログな送信者の心や感情を反映する。動物の鳴き声を聞けば、求愛か、攻撃か、服従か、およそ察しがつく。

Wiener(10)も「多くの動物は自分たちの情緒を相互に信号で伝えることができ、そのさいのそれらの情緒は敵の存在とか、同じ種の異性の個体の存在とか、さまざまな詳しい情報を表示する。これらの通報の大部分はその時かぎりのもので貯蔵されない。そのかなりの部分は人間の言語に翻訳すれば間投詞や感嘆詞になる」という。それ以上の複雑な内容は伝えない。

ヒトの通信も感情や情緒の伝達が基にある。コトバを使って話すときでも、怒りや悲しみの感情が声に表れる。赤ん坊はコトバを発しないが、その泣き声は喜怒哀楽や快不快を伝える。大人は声の調子から赤ん坊の気持ちを読み取る。

デジタル符号の場合、送信者と受信者は、回線上で送られる「離散的で有限個の信号」をあらかじめ共有する。二元離散信号である bit の場合は 0/1 あるいは on/off の符号、遺伝情報を伝達するメッセンジャーRNA の場合、A, G, U, C の 4 種類の核酸が信号である。言語の場合、生後に獲得する離散的聴覚、離散的構音・発声によって、離散的で有限個(およそ 100 あまり)の音節がデジタル符号として共有される。(13)

回線上を送られてくる信号の種類が離散的で有限個に限られているので、信号強度に対する雑音強度が一定のレベル以下の回線環境では、受信者はどの符号が送られてきたかを間違えずに正確に判別できる。そのため符号誤りが発生する確率がきわめて低く、何度送受信を繰り返しても符号列(情報)が歪んだり劣化しない。これがデジタル通信の長所である。(14) その代わり、たったひとつでも符号誤りがあると意味が大きく変わる可能性があり、符号誤りはひとつとして許されない。

### 2.2 符号誤りが発生しない環境で送受信する

さて送信者がどのような信号列を送信したかを知らない受信者は、回線上で符号誤りが起きたかどうかをどうすれば判断できるのだろうか。

01 の bit 列を送受信する通信では、送信前に計算を行なって送信する情報符号列に最適な冗長符号の組合せを算出し、それを情報符号列に付け足して送る。そして受信側は受け取った符号列を計算して、その結果によって回線上で符号誤りがあったかどうかを判断できる。仮に bit 誤りが起きたとしても、それが一定数(冗長符号数の半数)未満であったならば、誤りが発生する前の元の情報符号列を受信者が自前の計算によって復元できる。これは情報理論で通信路符号化(channel coding)、あるいは前方誤り訂正(forward error correction)と呼ばれる符号化技術である。

回線上の雑音強度が変化するとき、冗長符号数(符号化率)を増減し、あるいは一秒間に送る情報符号数を増減して、1 符号あたりの対雑音エネルギー( $E_s/N_0$ )を高低させることによって、雑音の影響で符号誤りが全く発生しないか、発生しても誤り訂正

符号処理によって元の情報符号列を復元でき、最大の情報を送信できる限界点に移動して送受信する。これが最新の携帯電話や無線 LAN などでも実用化している適応符号化変調(Adaptive Coding Modulation)方式と呼ばれる技術である。

01 の二元デジタル符号 bit に冗長性をもたせるためには冗長符号を付け足すしかないが、mRNA の伝える遺伝情報は、そもそも 20 種類のアミノ酸を特定するための情報が 64 種類のコドンであるところに冗長性があり、誤り耐性がある。Crick がセントラル・ドグマと呼ぶ「DNA⇒RNA⇒タンパク質」の一方通行の流れは、情報が常に冗長性(エントロピー)の高い方から低い方に流れることを示している。(15)

ヒトの話し言葉の場合も、RNA と同様に、符号語の組立て方が誤り耐性を生む。つまり日本語の音節数は 112 と言われているので(16)、3 音節であれば 100 万種類以上の符号組合せがあるが、それはランダムあるいは機械的な組合せではなく、聞き取りやすい音の組合せ、他の単語と離散的に聞えるように単語が構音されている。

こうして、ヒトの話し言葉で用いられるデジタル符号語(列)は、わずかに一音異なるだけで意味がまるで違ってくるにもかかわらず、一度だけの送信で相手にメッセージが伝わるというきわめて効率のよい通信が可能になる。

### 2.3 一度だけの送信でよいので長い符号列を順序だてて送れる: シリアル送信

デジタル通信では 2.2 で論じた通信路符号化によって回線上の符号誤りをゼロにする通信が可能となり、符号語は一度きりしか送信しなくてよいので、その結果、プロトコル(文法)を駆使していくらでも長く複雑な内容の符号語列を送ることができるようになった。これはアナログ通信では絶対に不可能なことである。

我々が普段用いるアナログ符号には、狼煙や太鼓の音、サイレンやベル、軍隊の起床・消灯・突撃のラッパなどがある。これらはどれもひとつのメッセージを伝えるのみで、複雑な意味内容は伝えない。

一方デジタル符号語で紡ぐ物語はいくらでも長くできる。概念と文法を駆使して複雑な内容を構築できる。たとえば「昔々あるところに」が開始コドンで、「めでたしめでたし」が終止コドンの役割を果たし、その間はずっと昔話ということになる。話を途中で止めて、「続きはまた明日」とすることもできる。

具体的な動物の通信をみてみよう。東アフリカの熱帯サバンナの地下にトンネル網を掘りめぐらして生活するハダカデバネズミ(*Heterocephalus glaber*)は、暖かくて安全な地下トンネルの中で生涯暮らす、きわめてめずらしい裸の哺乳類である。眠っている時間が長く、赤ちゃんの期間もきわめて長い。食糧の限界があるためか、体温を一定に保つことを止めて変温動物になっており、また同種であっても群れ(体臭)が違う個体が迷い込むと敵対して殺してしまう。きわめて秩序だった複雑な社会(階級のある真社会性社会)を構成し、高度な音声通信を行なう動物である。

「ハダカデバネズミが多くの複雑な音響符号のレパートリーを持っていることは驚く

に値しない」(17)と専門家はいう。しかし専門家が観測した音響パターンは 17 種類で、うち 11 には音調があり、6 には音調がない。また 12 がオトナ用で、5 は子ども用である。横軸を時間、縦軸を音声周波数にとったサウンドスペクトログラムでみると、上り調子、下がり調子、V 字型、逆 V 字型、無調の符号がある。

ハダカデバネズミは同じ符号を「1 秒間に 3 回の割合で、1~3 秒くらい鳴き続ける」や、「1 秒間に 2 回ずつの割合で 17~18 回鳴いては 0.5 秒から 10 秒の休みがある」という方法で送信する。(17) これは同じ符号を何度も繰り返し用いるアナログ通信であり、複雑な内容は伝えられない。

ヒトの話し言葉や書き言葉において同じ符号が何度も繰り返されることはまずない。動物とヒトの通信の違いは、回線上の符号がアナログかデジタルだけの違いではない。メッセージがデジタル化し雑音耐性を高めたことによって前方誤り訂正が可能となり、時間軸に沿って一次元(直鎖)状で秩序だてて長く複雑な内容のメッセージを送れるようになったことが重要である。この意味でも言語はデジタル通信である。

### 2.4 感情や情緒ではなく、思考を通信できるようになったのは何故か

感情や情緒を伝えるために哺乳類の通信は生まれたのだから、Wiener(10)が、動物の符号は「人間の問投詞や感嘆詞に」あたるといったのは的を得ている。何故ヒトは情緒のみでなく、複雑な内容を伝えられるようになったのか。これはシリアル送信だけの問題ではなく、コトバの意味とは何か、意味づけがどう行われるかの問題である。

Shannon(11)は、「意味論的な観点から見た通信は、工学的な通信の問題とは無関係である」として意味を論じていない。しかし図 1 は情報源から受信者(到達先)まで含むので、意味がどのように符号化されるかという情報源符号化を論じる余地はあった。それを論じなかったのは、コトバの意味づけは言語学や認知科学においても未解明であったから、Shannon はあえて立ち入らずに問題を回避したのかもしれない。

Wiener(10)は「人間の通信を他の大部分の動物の通信と区別する特徴は、(a) 使われる符号体系の精巧さと複雑さ、(b) この符号体系の高度の任意性である」という。ヒトの言語においては概念と文法が情報源における意味づけを行なっている。概念は符号語が五官からもたらされる知覚記憶と結びついたものであり、文法は音韻パターンの付加・変化によって意味づけを変える共通規則である。文法が概念を切ったりつないだり修飾することによって、いくらでも長く複雑なメッセージを紡げる。

生まれたばかりのヒトの赤ん坊は、コトバをしゃべれないし、理解もできない。だからヒトはどのようにコトバを獲得するのかという発達言語学・発達心理学の問題として意味づけの問題を取り扱えば答えが見えてくるはずである。主に Vygotsky (9)と Piaget(18)を参考に、以下で脳内デジタル符号処理回路の形成過程、デジタル符号が思考と通信を融合する過程、概念と文法による情報源符号化過程を概観したい。

### 3. 脳内デジタル符号処理回路と概念・意識・文法の形成

#### 3.1 デジタル符号基本単位と離散的聴覚・発声

##### 3.1.1 脳内デジタル符号処理の基本単位 phonit

Pulleyblank(13)はデジタル言語の基本単位は音節であるという。「子音と母音は基本的に対照的なタイプの発声である。どの言語においても、これらのはっきりとした法則にもとづいて音節へと結びつき、音節が計算のための Byte の役割を果たし、それに意味が付与される。」

我々の脳はデジタル符号語を、コンピュータと同じ 2 元デジタル符号の bit ではなく、多元離散音声信号である音節を基本単位として処理するようだ。脳内の神経ネットワークは多値的な音声信号もやすやすと扱える。音素も離散的だが、音素が単独で通信の基本単位として使用されることはない。Pulleyblank の主張するように音節を基本単位とみなしてかまわないだろう。脳内言語処理の基本単位が bit ではないことを強調しておくことは読者の不要な誤解や混乱を防ぐと考える。そこで脳内で音響デジタル処理をする基本単位を phonit(=phonetic digit)と名づけることにする。

後述するように脳内でデジタル符号は無音の声である内言(inner speech)として流通するので、内言の基本単位も phonit である。我々は幼い頃に記憶した詩や文章の一節を突然思い出すことがあるが、おそらく脳内の長期言語記憶も phonit 形式で保存されていると考えられる。また、話し言葉の音節に含まれるデジタル音声成分も phonit と考えてよい。さらにこれは一般の思いこみと違っているが、書き言葉が伝えるのも実は phonit である。たとえば'pain'という文字列がある場合、送信者は英語読みの「ペイン(痛み)」か、フランス語読みの「パン」か、どちらかの意味で送っており、受信者は送信者が思った通りの phonit で読み取らないと誤解が生まれる。

##### 3.1.2 離散的聴覚と離散的発声によって脳と脳がネットワーク化される

ヒトの赤ん坊は乳児期に家族からの話しかけられることによって母語の音素を聞き分けることができるようになる。大気中を伝わってくる音声に含まれている離散成分(音節)に、内耳の蝸牛におよそ 2 万個ある有毛細胞がそれぞれ異なる周波数に対応することで、聴神経は離散的な信号のままコトバの信号を脳に送り届ける。

次いで、喉頭が降下し肺からの空気を口から出せるようになると、大脳新皮質の運動野が発声器官を制御して構音することを覚え、実際に発声器官から離散的な音韻を出せるようになる。

これによって、人間の脳と脳はデジタル回線によって結びつく(ネットワーク化する)ことになる。

#### 3.2 ヒト脳内デジタル符号処理回路の形成

Vygotsky(9)は、ヒト個体の成長にしたがって、脳内にデジタル符号を処理する回路が徐々に形成され、概念が生まれ成長する過程を観察している。概念とは、五官で感知する知覚やその記憶と、デジタル符号語との、不可分一体の統一体である。

##### 3.2.1 デジタル符号化要求：知覚と符号を結びつける概念の始まり

子どもは生後に周囲から語りかけられることによって離散的聴覚、離散的構音・発声を覚えるが、その語彙が爆発的に増えるのは 2 歳を過ぎたころである。このとき子どもは物にはすべて名前(符号語)があることを知り、「このものの名前は何か?」という質問をするようになる。「それまで別々のものであった思考とコトバの発達曲線が会って一体化し、新しい行動様式が始まる。」(9)

それまでの子どもにとっては、他の哺乳類と同様に、通信は感情や情緒を伝え、五官の知覚や記憶は状況判断・行動決定の材料であった。だが、以後子どもの脳内で、アナログな五官の知覚や記憶がコトバというデジタル符号と結びつく。記憶や知覚がそれぞれに対応するコトバを引き出すと同時に、コトバによって記憶が呼び覚まされるようになる。

五官が知覚する対象や自分が求める記憶上のものを相手に伝えるためには、数音節の短いコトバにして音声化しなければならない。これがデジタル符号化要求である。

(3) 記号を使って思い通りの結果を手にすることは生やさしいものではなく、どのコトバを選ぶかは、子どもにとって、努力であり試行錯誤であり格闘であり、ひとつひとつが言語訓練であり、思考実験である。幼児は、見聞きするもの、体験するものの名前を覚えてもらいそれを覚える。幼児は対象を見てその名前を一生懸命考え、数音節のコトバにする。この時点の幼児の発するコトバの多くはまだ主観的であって一般性をもたないが、幼児の思考と通信はコトバを介して交叉しはじめる。これが概念、言語的思考(Vygotsky (9))の始まりである。

概念はアナログな知覚や記憶を数音節のデジタル符号語に置き換えるので、アナログ=デジタル変換装置(A/D コンバータ)である。それは高度な一般化や抽象化をとまない、ものごとの本質を見抜く動物的な直観・洞察力や五官のもたらす情報を記憶や直観に照らして判断する作業である。またコトバをインデックスにして、知覚・記憶を整理して管理する概念体系を脳内に自動構築する。(3.3.3)

我々はもの心ついて以来この A/D 変換作業を無意識に行なっているが、符号語と意味に結びつきがきわめて強固であるために、それがいかに高度な思考作業であるかということに気づかないまま、概念を用いている人が多い。

##### 3.2.2 内言によってコトバで考える回路が発達

3 歳を過ぎる頃、子どもは苦境に陥ったときや考え事をするときに独り言を発する

ようになる。これは自分に向けたコトバである。独り言は学齢期に入ると消えるが、それは自分に語る時には声に出す必要がないことを理解するからであると Vygotsky は論ずる。これが我々が脳内でコトバを使ってものを考える内言の起源である。

脳内でものを考えるとき、無音の声が聞える。音調がなく、誰の声でもないが、コトバである。これが内言である。これは発声器官を働かすことなく、構音運動制御の神経刺激を前頭葉の作業記憶領域にフィードバックする神経回路が形成されたためと考える。だから我々はときどき我知らず独り言を声に出すことがある。

### 3.2.3 書き言葉の内言化回路

3.2.2 の内言回路は書き言葉を読むときにも使用される。

Shannon(11)は digital/analog という概念を使っていない。書き言葉を離散的(discrete)情報源、話し言葉を連続的(continuous)情報源として扱ったが、これは当時の技術で bit 化しやすいものを離散的、しにくいものを連続的としたと考えられる。

ヒトの認知という点から考えると、話し言葉は内耳蝸牛の有毛細胞によってデジタル・データとして処理されて聴覚に取り込まれ、そのまま脳に送られる。一方、書き言葉は網膜上に展開する二次元の点・線のパターンであり、脳内で音声デジタル符号である phonit に変換されないと言語として処理できない。たとえばハングル文字やモンゴル文字やタイ文字などの我々になじみのない文字列を前にしても、我々はそれを言語処理できない。書き言葉は一旦脳内で phonit 化されて音声化してから、内言として処理され意味が復元されると考えるのが妥当であろう。(19)

### 3.2.4 五官の知覚を伴わない抽象的科学的概念の獲得

子どもは成長するに伴ってより客観的なコトバの使い方を覚える。対象の外見にとられることが減り、より一般化し本質に迫った概念を理解し使用できるようになる。たとえば、子どもは小さいときは、背の低い大山さんと背の高い小山さんが並んで立っているだけで笑うことがある。記号と意味を分けて受け止められないからである。

成長し経験や学習を積み重ね、自分の理解を超えた事象に遭遇して思い悩み苦悶すると、子どもは次々に概念の新しい地平をきり開き、精神の次元を高めていく。Vygotsky(9)が頁を費やして記述している概念の発達過程を読むと、概念の発達とは、知能を発達させ精神機能を高めることと等しいと考えてよいのではないか。

具体的な知覚や記憶と、それを指し示す符号語の使い方に習熟すると、たとえば小説の主人公の名前だけで、主人公の生き方や悲劇を指し示すことが可能になる。母国語の概念体系をもとに外国語の概念体系を理解することもできるようになる。新聞記事や歴史物語を通じて身の回りのこと以外にも興味を持ち始める。はじめのうちは何の疑問ももたず真に受けてマスコミ報道や歴史書を、冷静にかつ客観的な視点から批判的に受け止められるようになる。十進法と自然数だけの世界から、二進法や複素数、

指数・対数を知る。こうして知識の広がりとともに概念体系が広がっていく。

思春期を過ぎる頃になってやっと、それまでに構築した概念体系をベースとして、具体的な五官の知覚を伴わない抽象的概念、社会の体制や主義に関する社会科学的概念、人間が感知不可能な巨視的・微視的な空間に属する事象、過去や未来や長期的な事象などを表す科学的・抽象的概念を、正しく使用できるようになる。

もともと概念は個人の五官がもたらす知覚や記憶に基づいているので、いわゆる「群盲象を撫ぐ」の誤謬や誤解に陥る危険性から逃れられない。科学的概念は個人の感覚に依存しないから一般性を持ち、科学的概念を獲得すると自己中心的な誤謬を乗り越えることができるようになる。Vygotsky は科学的概念を「真の概念」とよんでいる。

## 3.3 脳の論理回路と概念・概念体系

### 3.3.1 思考回路にコトバを代入

動物は生き延びるために五官がもたらす知覚に依存している。食べ物を見つけて手に入れ、忍び寄る敵や危険な自然現象を察知しなければ生きていけない。したがって脳には、五官がもたらす知覚を、本能や知能(後天的な学習によって獲得)によって形成された式にあてはめて判断する論理回路がある。脳は、食べるか食べないか、行くか留まるか、逃げるか戦うか、右か左かなどの判断を瞬時に行なう論理器官である。

ヒトは、身体が感じる刺激や味覚が伝える味の情報や嗅覚が伝える臭いや聴覚が伝える音の刺激や視覚が伝える情報を論理回路に入力すると同様に、コトバを論理式に入力して判断するようになった。概念によってアナログな知覚や記憶を数音節のデジタル符号語で表現できるようになったため、論理式に代入できるようになったのだ。こうして過去の経験や記憶や知識を判断に生かせるようになった。

論理回路上でコトバを処理する結果、現在の状況からは読み取れない情報も過去の経験や知識や記憶のおかげで判断材料に含めることができ、より生存可能性が高まることもある。経験にもとづいて事態の進展を先読みして危機を回避することや、些事にとらわれず大局を見失わないこともある。逆にコトバにとらわれたためにあるがままの眼前の事実や状況への配慮や注意力が弱まり、状況認識を誤る恐れもある。またコトバに騙されて判断を誤ることもある。(コトバは自然現象ではなく、ヒトが発するから嘘の可能性もある。嘘とは「感情による思考や記憶の否定」といえる。)

禅や禊ぎがコトバで考えることを否定し、現在の状況だけに意識を集中させよというのはコトバで考えることの限界や落とし穴を理解しているからであろう。過去の経験・事象でしかないコトバで考えることは、新しい事態に対応する場合や状況が変わった場合にはむしろ危険ですらある。

### 3.3.2 論理式の形成

我々の脳内には論理回路があり、そこにある論理式にもとづいて我々は行動を決定

する。我々は本能の指示に従って、暑いときは日陰で休み、腐った食べ物は口にせず、後ろから物音がしたら反射的に振り向いて危険がないか確かめる。自分の身を守るために、脳は五官からの入力刺激に対して反射的に判断し行動するが、その反射は論理回路上の論理式にもとづいている。

動物の多くが手や口の形が自然界のニッチな主食に最適化しているときに、霊長類は自由に動く手と比較的大きな脳をもち、本能の働きを抑制し生後に学習して獲得する知能に依存して生きるようになった。更新世の著しく変わる気候や植生に対応するためにはこうする必要があったのだろうか。(20)ヒトも本能より生後に獲得した知能の作り出す論理式に基づいて行動決定する。

いわゆる家庭内の躰、民話の教える正直さや謙虚さや無欲さ、社会道徳などが行動決定のための論理式を用意する役割を果たしている。試行錯誤や直観によって論理式を体得することもある。また、消防訓練や避難訓練など後天的教育を施して、緊急時に考えずに正しい行動が取れるよう訓練する。こうして「火事だ!」、「空襲警報」と聞けばどう振舞うかの論理式が作られる。

### 3.3.3 生命維持(ホメオスタシス)のための概念体系の構築

子どものときに知覚や記憶をコトバと結びつけはじめてから、各人はそれぞれ自身自身の言語体験や思考操作をもとに、脳内で概念体系を構築する。幼児期においては自己中心的で身近なところから構築される概念体系ではあるが、個人個人の精神的成長や人間的葛藤や自然観察の深化などを通じて、徐々に現実の複雑さや自然の営為に即して再構築されていく。それまでの知識で説明できない事態や現象に出会うたびに、思い悩み、考え込み、模索して、新しい知識の次元を切り開いていく。こうして知能は徐々に拡大発展していく。

我々は、「子どものときから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いる」。「新しい事実があらわれてきて、それがまだ分類されておらず、説明されておらない等々のとき」、各自の心の中の「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」によって体系づける。概念体系内でひとまとめにされる集合を Piaget は「群」または「群性体」と呼び、それらの演算法則も論述している。(18)

この概念の体系化作業も、我々は脳の論理回路中の論理式を働かせて無意識に行なっていると思われる。「コレハナンダ、大キイカ・小サイカ(オモイカ、カルイカ、遠イカ、近イカ)、ドコカ、イツダ、ドンナ原因デカ、ナンノ目的デカ、ナンボカ」(18)という問いを次々に出して確かめながら、既存の概念体系の中で均衡をとるように位置づけられていく。ひとつやふたつの例外に出くわしても、概念体系は揺るがないようにできている。

概念体系が均衡するように作用するのは、精神を安定した状態に保つためには重要である。いちいち新しい事物に出くわすたびに自らの概念体系がゆらいでいては疲れるし、精神的におかしくなるだろう。

しかしながら、まったく文化の異なる新しい環境に移り住むときや、前代未聞の未曾有の事態に対応するときなどは、そもそも自分の有している概念体系の有効性や一連の論理式が有効性を問う必要があるだろう。まったく新たな環境や事態に対応するときには、むしろ体系的な発想から逃れてひたすら現実だけを直視することがのぞましいといえる。そのとき、インデックスを伴わずに記憶されていた有用な情報が脳裏に甦るかもしれない。禅の公案や現代芸術作品が、常識的な論理性を否定した上で決断を迫るのは、論理式や概念体系の有効性も相対的だと伝えたいからではないか。

### 3.4 知覚記憶と結びつかない音韻変化パターンである文法：概念と文法の関係

文法書や言語学の著作をいくつか参考にしたが、概念と文法をそれぞれ定義し分けているものには出会わなかった。何が概念で、何が文法かについて、話し言葉はデジタル通信であるとする立場から検討を試みたい。

すでに 3.2 で見たように、概念とは五官が送り込んでくるアナログな知覚や記憶がデジタル符号語と不可分一体の統一体として結びついたものである。3.3 の概念体系の構築にあたって、概念がデジタル符号語とそれに対応する意味や属性の統一体であることには変わりはない。

したがって概念におけるコトバの意味とは、「コトバと結びついたその人の知覚や記憶」であり、さらに「その人の概念体系における他の概念(群)との関係性」である。概念的情報源符号化は、個々人の知覚の記憶や概念体系にもとづいた意味づけである。

こう考えてくると文法とは何かが浮き彫りになる。文法は、概念のように個人の知覚や記憶や概念体系に決定づけられるものではない。文法は概念が生まれた後で生まれ、個人の記憶や概念体系とは関係なく、精巧で複雑な意味づけを行なうための音韻変化や音韻付加の規則である。文法とは「動詞や形容詞など活用語の語尾変化や、助詞・助動詞・接尾語・接続詞・代名詞・数詞・否定辞・疑問詞・冠詞・性・単複などの付加・変化によって、概念を修飾・編集して意味を付加・変化させる、言語共同体内で共有される音韻パターンの法則」、言語におけるプロトコルだといえよう。

概念とは遺伝子型の情報源符号化、文法とは表現型の情報源符号化と呼べる。

### 3.5 符号であり意味であるオノマトペは概念の原型か

このように考えてくると、幼児が最初に口にするコトバが「マンマ」、「ブーブー」、「ニャンニャン」などのオノマトペであることは注目に値する。

オノマトペにおいて音は符号であると同時に意味である。遺伝子型(genotype)がそのまま表現型(phenotype)である。シニフィアンであるデジタル符号列が、シニフィエで



あるアナログな意味を音韻的に表現する。デジタルとアナログが一体となっているオノマトペが A/D コンバータである概念の原型ではないだろうか。

概念は、デジタルなコトバとアナログな意味という本来無縁な存在が、言語的思考作用によって不可分一体の統一体を形成するものだ。そしてこの結合は非常に強く、いったん概念が成立すると、もはやその結合に疑問をさしはさむ余地がなくなり、その結合以外の他の結合可能性を疑うことがなくなる。いったん概念として意味とコトバの結びつきができるそれを改めることはとても難しい。これには 3.3.3 で述べた概念体系の均衡を保つための力学が働いていることもあるだろうが、概念という A/D コンバータはきわめて強結合で排他的に存在しているのだろう。

そもそも、自分が概念を獲得し、概念を使って通信や思考を行なっているという自覚すら持たない人も多く、概念は我々の認識の見えざる基盤となっている。概念は非常にうまく機能するので、その強結合が破れる機会は稀である。異文化の中で悪戦苦闘するときなど自分の概念体系の存在に気づくことがある。古い友人に出会って名前を思い出せないときなども居心地悪く、これも概念が機能しない珍しい事例である。

概念がこれほど強結合であるのは、どうしてだろう。アナログな知覚や記憶とデジタルな符号語がそれほど不可分一体に結びつく理由はどこにあるのか。筆者は言語の起源が自然の音や形象を音韻的に真似するオノマトペだったからではないかと提案したい。オノマトペの研究を行なうと、言語の起源は自然の音を真似して生まれたとする「模倣説」を支持したくなるようだ。(21)

アフリカの言語と日本語はとくにオノマトペの語彙数が多い。(22) 縄文時代の研究をしておられる小林達雄氏によれば(23)、日本には古来より山川草木悉有仏性の思想があり、自然にもコトバをもたせようと考えているという。自然の語るコトバがヒト脳内のデジタル処理回路内を巡回し、語彙化すると、それによって我々の意識も自然に近づくのかもしれない。

オノマトペは、言語も人間も自然の一部であることを感じさせてくれる。またオノマトペはデジタル符号語とアナログな意味が不可分一体となった統一体であり、符号と意味の関係に嘘が混ざらないところも魅力的である。

#### 4. デジタル音声通信に必要とされる身体器官とその系統発生

本稿では論じなかったが、デジタル通信を行なうためには離散的聴覚器官や離散的構音・発声器官のほかに大きな脳が必要とされる。ヒトはチンパンジーやゴリラに比べて4倍も大きな脳を獲得したから、デジタル進化は起きたと考えられる。

霊長類は早成動物であり赤ちゃんは生まれてすぐ母親にしがみついて移動できるが、ヒトの赤ん坊はある時から晩成動物のようにか弱くなり、生後1年間もほぼ寝たきりの状態で過ごすようになった。(24)この間、赤ん坊の脳は母胎内で過しているのと

同じだけの急速度(体重の増加と脳重量の増加が1:1の比率)で成長する。一方早成動物である他の霊長類は生まれ落ちるなり急激に脳の成長速度が減速し、体重の増加比率に比べると6割から8割も少ない率になる。(25)

赤ん坊が一年間寝たきりで過ごせる環境は、よほど安全で快適でなければならない。自然界で存在しうるとすれば、洞窟であろう。それも雨水や地下水による侵食で穿たれた石灰岩洞窟は寒く、水流があって幼児にとって危険である。ここで思い出されるのが1960年代にシカゴ大学のチームが南アフリカの考古学者と共同で発掘した Klasies River Mouth 洞窟である。(26)この洞窟は、今から1億4500万年前にゴンドワナランドが分裂したときに生まれたインド洋に面した砂岩層の断崖にある。今より温暖化していた頃に海の水の力で海拔20mのところを穿たれた洞窟であり、考古学者の発掘の結果、今から13万年前から6万年前の人類の居住跡が確認されている。付近には川があり、飲料水も入手できる。

その第3号洞窟は広く、西側に開口しておりインド洋に沈む夕陽を眺めることができ、炉の跡もある。洞窟の中で夕陽を見つめながら、ドラミング(胸叩き)やクリック(舌打ち)による音楽を演奏しているうちにまず子音を離散的に発声できるようになったと考えることはできないだろうか。この洞窟の居住時期(13~6万年前)と、現生人類が言語を獲得して誕生していたとされる時期(10~5万年前)、およびトバ火山の噴火によって火山性の冬の時代が訪れ人類の人口が1万人程度であったとされる時期(7万年前)が重なっているのは偶然だろうか。(27)(28) この洞窟を再調査することで、人類のデジタル進化についての新たな証拠が発見されることを期待する。

#### 5. おわりに：遺伝情報システムと言語の相似性

コトバとタンパク質の類似性が分子生物学者によって指摘されている。「デジタル情報とアナログ情報の両方を媒介するという点で、コトバとタンパク質が構造的に似ていることは衝撃的である。遺伝子にとって、エクソンとイントロンへの分割、タンパク質と核酸のあらゆる可能な相互作用を決定するモチーフへの分割は、デジタル原理に無駄がないことを印象深く示してくれる。言語においては、音節を単語へ、単語を文へと再結合させることは、核酸とタンパク質のレベルではモチーフとドメインを様々な組合せで再結合させるパターンである。」(29)

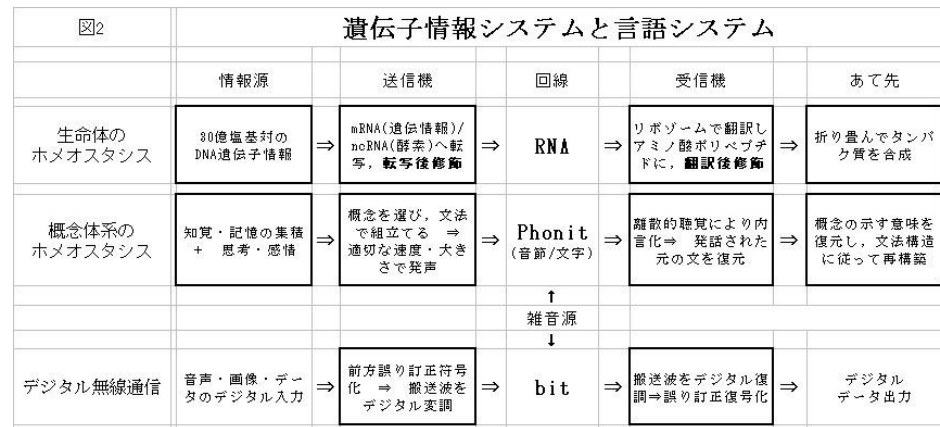
概念は遺伝子型の意味づけ、文法は表現型の意味づけといったが、この遺伝子型・表現型という関係は、DNAから転写されるRNAの中に、タンパク質の構造となるゲノム情報を伝える遺伝子型のメッセンジャーRNA(mRNA)と、mRNAのスプライシングやサイレンシングなど転写後修飾や編集作業を酵素として行なう表現型の非コーディングRNA(ncRNA)があることと似ている。(9)

RNAが、タンパク質合成のためのアミノ酸配列を伝える情報という遺伝子型である

と同時に、酵素として転写後修飾や編集を行なう表現型の機能をもっていることは興味深い。RNA はデジタル符号であると同時にアナログな意味であり、遺伝情報システムにおける原型であるのかもしれない。これはオノマトペと似ている。

生命の情報伝達システムにおいては、DNA よりも RNA のほうが古くからはたらいっている。DNA はゲノム情報や酵素の核酸配列を安定的に記憶しておくための情報保存庫として後から生まれたようだ。DNA はヒトの概念体系に対応する。(図2)

オノマトペが RNA と、概念が mRNA と、文法が ncRNA と、コトバがタンパク質と、概念体系が DNA とそれぞれ似ているので、言語は遺伝情報システムと似ている。ともにデジタル通信であり、送信側の冗長性によって誤り耐性を持ち、遺伝子型と表現型を巧みに組み合わせて複雑で精巧な意味を伝えることができる。ヒトの言語の起源はまだ明らかになっていないが、もしかすると生命の情報伝達システムを模倣したのではないか。Chomsky が生成文法と生成概念を唱えたことの先見性に恐れ入る。(30)



参考文献

- 1) 得丸公明:ヒトの話し言葉はデジタル通信であり、情報源・通信路・伝送路の符号化・復号化が行なわれている 電情通信学会信学技報 Vol. 109 No.253IEICE Tech Repo TL2009-28 pp 17-22
- 2) 得丸公明:遺伝情報とヒト話し言葉の遺伝子型・表現型における意味づけの相似性について 情報処理学会 第19回バイオ情報学研究報告 2009-MPS76 BIO19-48
- 3) 得丸公明 人類進化のデジタル符号化要求仮説: 脳内にデジタル符号処理回路がつけられて人類文明は生まれた, 情報処理学会 第79回音声言語処理研究会 SLP-79-41 2009 (電情通信学会信学技報 Vol.109 No.356, pp235-240)
- 4) Cann R.L., Stoneking M. & Wilson A.C. (1987) "Mitochondrial DNA and Human Evolution," Nature, 325, 31-6.
- 5) Wilson A.C. & Cann R.L. (1992) The Recent African Genesis of Humans, Scientific American

Apr.1992

- 6) Lieberman, P. & McCarthy R.(2007) Tracking the Evolution of Human Language and Speech - Comparing Vocal Tracts to Identify Speech Capabilities Expedition49-2
- 7) ウェイド「5万年前 このとき人類の壮大な旅が始まった」2007 イースト・プレス p54
- 8) MacLean, P.D. (1998), "Paul D. MacLean", in Squire, Larry R., The history of neuroscience in autobiography, 2, Bethesda, Md: Society for Neuroscience, 1996, pp. 242-275
- 9) Vigotsky, L (1934) Thought and Language. Cambridge, MA. MIT Press 1986 邦訳: 思考と言語、柴田義松訳、1956 明治書院
- 10) Wiener, N. 「人間機械論 第二版 人間の人間的な利用」(みすず書房 2007年, 原書 1950)
- 11) Shannon C.E. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 1948;27:379-423 and 623-656. 「通信の数学的理論」植松友彦訳,ちくま学芸文庫 2009
- 12) Gallager, R. G. (2008) Principles of Digital Communication. Cambridge Univ. Press
- 13) Pulleyblank EG (2008) Language as Digital: A New Theory of the Origin and Nature of Human Speech. Proc NACCL-20 Volume 1 P3
- 14) von Neumann, J. 「人工頭脳と自己増殖」,『世界の名著 66 現代の科学 2』中央公論新社 1970 所収 The General and Logical Theory of Automata, Lecture at Hixon Symposium 1948
- 15) Crick, F. (1970): Central Dogma of Molecular Biology. Nature 227, 561-563.
- 16) 山鳥集(2008) 知・情・意の神経心理学, 東京:青灯社
- 17) Pepper W.J., Braude S.H., Lacey E.A., Sherman P.W. "Vocalization of the Naked Mole-Rat" in Alexander RD et al(1991) The Biology of the Naked Mole-Rat, Princeton Univ.
- 18) Piaget, J. La Psychologie de l'Intelligence, Librairie Arman Colin 1947 邦訳::知能の心理学 みすず書房 1967年 第2章「思考論理学」と論理操作の心理学的性質
- 19) 岩田誠(2005) 臨床医が語る脳とコトバのはなし, 日本評論社, p82
- 20) Marais, E. (1969) The Soul of the Ape, Stephan Phillips, South Africa
- 21) Peck, H.T. 1886 Onomatopoeia in Some West African Languages, The American J. of Philology', 7:489-495
- 22) Kita S. 1997 Two-dimensional semantic analysis of Japanese mimetics, Linguistics 35:379-415
- 23) 小林達雄氏が「縄文祭り」(主催: NPO 法人 国際縄文学協会, 2009.10.17)で行なった講演
- 24) Portmann A.(1951) Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen Basel: Benno Schwabe & Co. Verlag; (「人間はどこまで動物か 新しい人間像のために」高木正孝訳,東京,岩波書店 1961)
- 25) Martin RD (1990) Primate origins and evolution : a phylogenetic reconstruction Princeton Univ. Pr
- 26) Singer, R. & Wymer, J. (1982) The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa Chicago Univ. .Press
- 27) Deacon, H.J., & Deacon, J. (1999) Human beginnings in South Africa: uncovering the secrets of the Stone Age Cape Town, S. Africa Altamira Press
- 28) Ambrose, S. (1998). Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and the differentiation of modern humans. J Human Evol 34: 623-651.
- 29) Noll, H. 2003 The digital origin of human language – a synthesis, BioEssays25-5:pp489-500
- 30) Chomsky N. The Generative Enterprise 1982, 生成文法の企て, 2003 岩波書店