

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

得丸公明(システム・エンジニア)

〒158-0081 東京都世田谷区深沢 2-6-15

生成文法・生成概念といわれるように、ヒトは文法も概念も自然に獲得する。これは自動装置である生命の通信メカニズムをヒトが借りうけたからではないか。DNAがRNAに転写されタンパク質が合成されるのもヒト話し言葉もともにデジタル通信であり、一次元配列された離散・有限符号が、三次元的構造をもつタンパク質や概念体系として生成される。DNA情報のメッセンジャー(m)RNAへの転写は遺伝子型の意味づけであり、符号を記憶に結びつける概念的符号化と対応する。また非コーディング(nc)RNAによる酵素的な遺伝子発現抑制は表現型の変化による転写後調節であり、用言の活用や付属語によって意味を複雑・精巧に変化させる文法的符号化と対応する。言語のデジタルメカニズムを解明することによって、遺伝情報とヒト話し言葉の相似性について考察する。

On the critical resemblance of genotypical and phenotypical meaning mechanism in genetic information and human speech

Kimiaki Tokumaru (System Engineer)

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

Humans acquire linguistic grammar and concept naturally as generative. Humans could have unconsciously followed the communication of genetic information system. The both DNA and human speech are digital communication, where mono-dimensional discrete and limited number of signals are transformed into multi-dimensional proteins and concepts. Concept is genotype source coding corresponding to transcription from DNA to messenger (m)RNA, while grammar is phenotype source coding corresponding to epigenetic enzyme function of non-coding (nc)RNA. By clarifying digital mechanism of language, the resemblance between genetic information and human speech shall be reviewed.

1. はじめに

1.1 人類に原罪はあるか

「水俣病はチツツが悪いのではない。人類文明の原罪として生まれた。我々は共犯で

はないか」というメッセージが21世紀に入って水俣から発信された。(1)(2)人類が海に垂れ流した廃液中の水銀が、魚介類によって生体濃縮され、魚介を食べた人間の脳神経細胞を切断してさまざまな神経障害を引き起こした水俣病はたしかに原罪を思わせる。とくに胎盤を経由した水銀によって母胎内で水銀中毒になった胎児性水俣病患者のいたましい姿は、彼らには何ひとつ罪がないことが明らかで、原罪という言葉が現実味を帯びる。(3)人類は原罪をもつのか。地球環境問題は逃れようのない原罪か。文明とは何か、人類は何者か。これが本研究をはじめた動機である。

1.2 バイオ情報学のために文法と概念のデジタル性を検証する

「現在のプロテオーム解析・ゲノム解析の努力を評価するならば、19世紀・20世紀の語彙統計学の域を超えていない」(4)といわれるゲノムの意味解析は、特定の文字列がどの頻度で現われるかなどについてコンピュータを使った統計的手法を用いており、迂遠である。(5)(6)(7)同じ手法を使って未知の外国語で書かれた小説を解析した結果を想像すれば、統計的手法の迂遠さは容易に理解できる。

「ヌクレオチドの配列が言語と似ている」ことはバイオ情報学の分野では言い古されたことであるが、「ともに離散的な特定数の符号の組合せからなる」という程度の理解では有効な解明手段は生まれません。そもそも言語、概念、文法の違いもきちんと論じられてこなかった。これは言語学においても同様である。

一方で2000年前後に、「micro(mi)RNAによるmRNAの翻訳抑制、染色体の構造変換による遺伝子発現抑制にRNAが能動的な役割をもつこと」、「ヒトの蛋白質の遺伝子の総数は22,000程度(線虫なみ)であり、mRNAの選択的スプライシングによって20~30万種類の蛋白質が生み出され」ること、「ゲノム研究と転写産物の網羅的解析によって蛋白質をコードしないRNA(ncRNA)が驚くほど多数発見され」、ヒトでは転写産物の98%(従来ジャンクという扱いだった)がncRNAによって占められることなどが明らかとなった。RNAは遺伝情報の複製・保存と同時に酵素としても働くことが可能で、「生物の二大属性である遺伝と代謝を1つのマテリアルで司ることができる。」

これまでの研究手法を抜本的に見直す時期に来ているようだ。バイオインフォルマティクスは「相補性に依存しない機能性RNA(アプタマーなど)の研究に対して非力であるため、ncRNA研究の新たな方法論」が必要とされている。(8)

以下では遺伝情報と言語がともにデジタル原理に基づいた通信であり、概念と文法の役割がRNAの遺伝情報と酵素の働きと似ていること、自動的に行なっている概念体系の構築と情報源符号化・復号化プロセスを概観する。

ヒトの言語が細胞言語の変形であるとする説はすでにあるが、デジタル原理を踏まえておらず、概念と文法とが区別されていないため、残念ながらせつかくの着想がメリハリのない茫漠とした議論になっている。(9)(10)

2. ヒト話し言葉がデジタル原理にもとづく通信であることへの気づき

2.1 最古の現生人類遺跡

1972年にストックホルムで「国連人間環境会議」が開かれて30年目、1992年にブラジルのリオデジャネイロで「国連環境開発会議」が開かれて10年目の2002年夏、南アフリカのヨハネスブルグで「国連・持続可能な開発のための地球サミット」が開かれた。筆者はNGOの一員として現地に赴き、会議の雰囲気や垣間見る機会を得た。(11)サミットから帰国後に人類は地球上で5億年前から進化をつづける生命進化の系譜に属すること、現生人類は今から7万5千年前に言語を獲得し裸化して誕生したとする著書に出会った。(12)(13)裸化したということは、裸になっても生きていける環境で暮らしたに違いないと考え、筆者は2007年4月に南アフリカを再訪し、最古の現生人類遺跡、アフリカ大陸の最南端にあるクラシース河口洞窟(KRM)を訪れた。

今から1億4500万年前に巨大隕石が南アフリカに衝突したとき、ゴンドワナランドは分裂し南部アフリカの海岸線が生まれた。KRMはその砂岩層断崖中にある海拔20mの海食性洞窟である。(14)付近には他にも洞窟が点在し、中期旧石器時代から新石器時代の居住跡が確認されている。KRMでは1号洞窟貝塚の発掘により今から13~6万年前の居住が確認されている。(15)(16)

貝塚がないため考古学者の発掘対象とならなかった第3号洞窟は、広く、暖かく、西に開口しているため夕陽がインド洋の大海原に沈む光景も見え、きわめて快適な居住環境である。現生人類の人口は今から7万年5千年前のトバ火山による寒冷期に激減したというボトルネック説は、その時期に現生人類が誕生した可能性も指摘している。(17)安全な洞窟の中に住むことで、新生児の成長が晩成化し脳が拡大した可能性はある。堅牢な砂岩層に穿たれた洞窟は音響シェルターを構成するので音を立てて楽しむことができ、夜は漆黒の闇となるので一層音に敏感になるから、聴覚器官や発声器官が発達したと考えられる。

2.2 ヒトと動物の符号語数の桁外れな違い

洞窟から帰国した後、実際に自分で洞窟生活のシミュレーションを試みた。(18)また上野動物園で飼育されているハダカデバネズミ(*Heterocephalus glaber*)の生態を観察し研究書も読んだ。(19)(20)ハダカデバネズミは毛皮が退化したほとんど無毛の裸の哺乳類であり、東アフリカの熱帯サバンナの地下にトンネルを掘りめぐらして生活する、ヒト以外ではほぼ唯一の裸の哺乳類である。一匹の女王を頂点とする階級制度のもと真社会性社会が形成されていて、高度な音声通信を行なうところもヒトと似ている。専門家は「ハダカデバネズミは多くの複雑な音響符号のレパートリーを持っている」(21)というが、通信で用いられている音響パターンは17種類である。

爬虫類のコミュニケーションは挨拶、威嚇、服従、求愛の4種類というから(22)、

17種類は多いのかもしれないが、ヒトの語彙数は数万のオーダーだ。どうして語彙数がこれほど桁違いに違うのかと考えた結果、音節(日本語では清音50に加えて濁音・半濁音・促音・拗音を足して112ある(23))を重複順列によって組み合わせると単語を作れば2音節で約1万、3音節で約100万個の異なる単語を作れることに気づいた。動物の鳴き声のパターンはどんなに多くても二桁を超えることはない。

この違いは一体全体何かと考えた挙句、動物の鳴き声はアナログ符号、ヒトの単語はデジタル符号という違いであることに気づいた。(24)(25)(26, 表1)

表1*	符号形式	例	冗長性	符号繰返し	意味づけ	符号の種類
アナログ符号	鳴き声のパターン	動物の鳴き声	きわめて冗長	同じ符号を繰り返す	感情を表現	~数十種類
デジタル符号	有限・離散符号の重複順列	DNA・言語	適度に冗長	同じ符号は一度だけ送信	精巧・複雑**	数万種類~

* 本表は「人間機械論」第4章を参考にして作成したが、Wienerはデジタル/アナログに概念化していない。
 ** デジタル符号語の複雑・精巧で恣意的な意味づけメカニズムは、概念と文法で実現する。

もちろんヒトもアナログ音声符号を使う。赤ん坊の泣き声、気合いや掛け声や叫び声、また発車ベルや救急車のサイレン、横断歩道の「通りゃんせ」のメロディーもアナログ符号である。アナログ符号は簡単な合図にしかならないのに対して、ヒトのデジタル符号は複雑な思考内容を伝えることができる。

3. デジタル原理を用いた通信

3.1 免疫学者が指摘したDNAと言語に共通するデジタル原理

言語のデジタル性について論じた文献を探してみると、若い頃Jerne(27)の薫陶を受けた分子生物学者Nollが2003年に書いた随想が見つかった。(28)DNAの遺伝情報のもとに符号化されるタンパク質合成の情報は30億年前からデジタル原理にもとづいている。また、免疫細胞と神経細胞はともに記憶をもち、抗体も概念も細胞間ネットワークによって結びついているから、言語のデジタル起源に気づいたのが免疫学者であったことは偶然ではない。(29)

「すべての人類の言語がデジタル符号を利用しているという事実は、人類の言語と意識の起源を理解するうえで決定的に重要であるにもかかわらず、まだ十分な注目を受けていない。(略)

デジタルとは、有限個の数字・文字・音声の中から要素や記号を選んで線形的順序(直鎖状配列)にしたがって情報を符号化する手法をいう。デジタルコンピュータやモルス符号の2元符号のように2つで一式の要素であろうと、DNAのように4つで一式であろうと、タンパク質のアミノ酸配列のように20の要素であろうと、重複順列の原理にしたがって無限数の異なった配列を作り出すことができる。

これらの符号のほとんどは論理的に同等であり、アルゴリズムの単純な規則によっ

て相互に交換できる。デジタル通信の基本原則として、符号は意味から独立して存在しており、同じ符号をさまざまな異なった意味に用いることができる。

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の構造が似ているのは衝撃的である。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間でおこりえるあらゆる相互作用を決定するモチーフへの分割は、デジタル原理の無駄のなさを印象深く示してくれる。言語において音節を単語へ、単語を文へと再結合させるのは、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。」(28)

3.2 デジタル通信の符号化に必要な高速演算処理と大容量記憶装置

デジタルという概念は抽象的科学概念の中でもっともむずかしく、共通理解もちにくい部類に属すようだ。1950年3月にニューヨークで開かれた CYBERNETICS の第7回会議で「中枢神経回路のデジタル概念について」というシンポジウムが開かれたが、Mead や Bateson といった文化人類学系の学者のみならず、Wiener, Pitt, McCulloch といった数学者や神経生理学者ですらデジタル概念を理解できず、von Neumann が孤立し、周囲の圧力に負けて「現在の科学において'analogical'と'digital'という言葉は完全には統一されていない」と発言させられ、デジタル論議を封じられて後半ずっと沈黙するという興味深いやりとりが記録されている。(30)

デジタルの統一定義は今もまだないので、以下にデジタル通信を定義する。

回線上を送られる符号列の特性に注目すると、デジタル通信とは「離散・有限符号を一次元(直鎖)配列して送受信する通信」(I)と定義できる。しかし回線両端での符号化・復号化が必須であることから、「回線両端で適切な符号化・復号化を実施しつつ、離散・有限符号を一次元配列して送受信する通信」(II)と定義するほうがふさわしい。

すなわちデジタル通信とは、回線上で「0101001」、「AGCUUGCCAAG」、「あしたうらやまではなみをしよう」などの離散・有限符号を送受信する通信であり、同時に回線両端で(i) **搬送波のデジタル変復調**:メッセージを遠くに送るために、電波や音波というアナログ搬送波をデジタル信号で変調する伝送路(搬送波)符号化、(ii) **前方誤り訂正**:符号誤りが一つでも発生すると意味が変わりうるため、回線上の符号誤りを受信後に検知し訂正する通信路符号化(送信側と連絡を取らずに受信側で独自に検知・訂正できるので「前方誤り訂正」(Forward Error Correction)とも呼ばれる)、(iii) **符号の意味づけ**:メッセージに意味を込めるためにアナログな意味を効率的なデジタル符号に置き換える情報源符号化・復号化という3種類の符号化処理を行なう。(31)

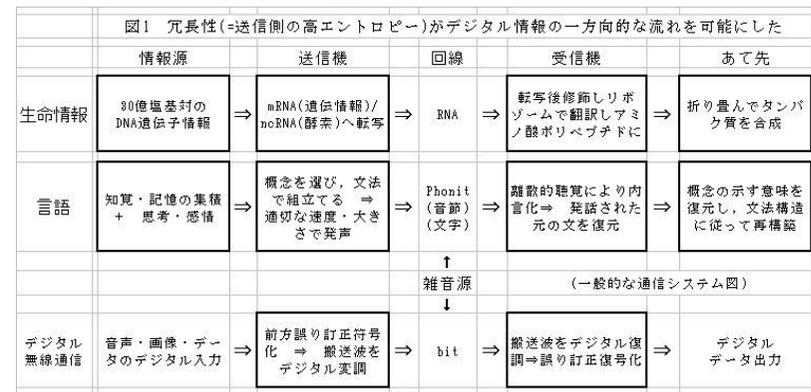
回線上を隔てて離散符号をやりとりするので、ヒトには離散信号発生のための発声器官とその運動制御、それを離散的に聞き分けるための聴覚器官、符号化・復号化処理のための大量記憶装置と高速演算処理装置を必要とする。霊長類の中でヒトの発声器官と脳だけが独特な形状や大きさであることは、言語学者や霊長類学者が指摘して

いる。特にヒトの脳の大きさがチンパンジーの4倍近くあるのは、生後1年間ほぼ寝たきりで過ごし胎児期と同じだけ高い脳の成長率を保つからだ。(32)(33)(34)

デジタル無線通信の符号化技術は1950年代にすでに存在していたのに、デジタル携帯電話の実用化が20世紀末となったのは、符号化・復号化のチップの計算速度が上がり符号化遅延を気にしなくてよくなったためである。(35) デジタル通信の実用化にあたっては演算装置の処理速度と記憶装置の大きさが決定要因となるようだ。

4. 回線上のデジタル信号と送受信機内のデジタル符号処理回路

4.1 回線上での符号列の特徴



4.1.1 冗長データを送信するので一度きりの送信でよい

通信は複雑なシステムであるので「情報源→送信機→雑音のある回線→受信機→あて先」とサブシステムに分けて考えられるよう Shannon は「一般的な通信システム図」を示した。(36) 参考まで携帯電話や地デジ放送や無線 LAN で利用されているデジタル無線通信も並べてみた。この図は回線上でどのようなデジタル情報がどうやって送られているかをひと目で理解できる。

通信とは、基本的に送信者から受信者にメッセージを送るものであるが、デジタル通信には以下のようなすぐれた特徴がある:

- デジタル符号語を使用することによって符号語の種類を無限に増やせ、いくらでも長く複雑な内容を送ることができる。
- 冗長データを送ることで、回線上でおきた符号誤りを受信側が単独で検知・訂正できるため、送信側は送りっぱなしでよい。

動物の通信は、気持ちを鳴き声に表わすもので同じ符号が繰り返し用いられる。ヒトは気持ちではなく思考内容を送るので、メッセージは複雑な内容となり、一度きり

送信すれば、次は続きを送ることのできるデジタル通信が適している。

回線上の雑音により bit 反転が起きても、受信側が独自にそれを検知し訂正できるような、送信前にあらかじめ適切な冗長符号を混ぜておくのがデジタル無線通信における前方誤り訂正符号技術である。符号処理の手間と時間はかかるが、これによって送信元に確認する必要なく、どんでん一方通行で送受信できる。

図では左側の冗長性(エントロピー)が高くなっていて、回線雑音で符号誤りが多少発生しても大丈夫にできている。遺伝子情報や言葉の場合は、送信される符号列がもともと冗長になっている。遺伝子情報は $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りの組合せから 20 種類のアミノ酸を作り、タンパク質を合成する。逆向きの流れはない。

言語も冗長にできており、話の内容にもよるが、多少聞き落としても大丈夫なことが多い。

4.1.2 音響デジタル信号 phonit

デジタル通信は有限個の離散信号を使用するため、受信側は符号を特定しやすい。

bit の場合 0 か 1 かしかなく、RNA は A, G, C, U の 4 元である。

言語の場合、音節がデジタル処理の基本単位であり、bit の代わりとなる。(37) 筆者は音節に含まれるデジタル成分を phonit(phonetic digit)と呼ぶことを提案する。(38) 脳内で符号処理・演算が行われるときに使用される内言も phonit である。また何十年も前に覚えた詩の一節をスラスラと思い出せるのは、長期記憶を担う特殊なタンパク質が phonit ベースで形成されるからだと考えられる。(39)

図 1 は話し言葉について記述しているが、書き言葉は、「発声」のところを「記述」とし、「離散的聴覚により」のところを「視覚によるアナログ入力を脳内で音声化して」とすれば足りる。文字が伝送するデジタル情報も実は phonit である。たとえば pain という文字列は、英語では「ペイン(痛み)」、フランス語では「パン」として音に変換してはじめて意味をなす。phonit 化できない文字列は意味をなさない。

4.2 脳内デジタル言語処理回路の個体における形成

Shannon は工学的ではないという理由で意味づけ過程である情報源符号化・復号化を論じていない。(36) それもあってデジタル無線通信や情報理論の教科書は、情報源符号化をあまり扱わず、通信路符号化と伝送路符号化だけを扱っている。言葉とは何かがわからなかったからだろう。言語学も解明できていないのだから仕方ない。

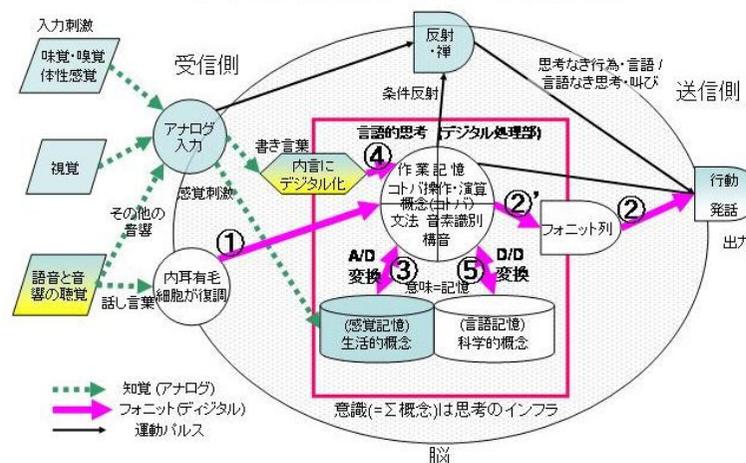
だが、概念とはデジタルな符号語を感覚器官からもたらされる知覚や記憶と結びつけるものであると規定し、子どもの成長にしたがって概念とそれを処理するデジタル思考回路やデジタル聴覚器官・発声器官が段階的に発達する過程を追っていけば、意味のメカニズムは明らかになってくるはずである。

Vygotsky(40)は、現実をどのようにコトバという符号に表わすかと悩み考えるところから概念が生まれたとする。概念は言語と思考(知覚や記憶)が一体化した不可分の統

一体である。知っている顔や物を見つけた時に名前を思い出せないと、気持ちが悪くて落ち着かず、なんとかして思い出そうとする。それくらい統一体であることが当然であるのだ。概念は現実を通信可能な数音節の符号語にする必要から生まれ、符号語と記憶が一体不可分となった概念によって、脳内にデジタル符号処理回路が形成され、ヒトは言葉で考える能力を身につけたのだ。

図 2 はヒトの脳を中心にして図 1 を書き直したものである。送受信機が一体化したトランシーバーモデルとすることで、ヒト脳内の思考回路の可視化を試みた。以下では子どもの成長に伴って次々とデジタル符号処理回路が開通していく過程を概観する。

図2 ヒト脳内のデジタル符号処理回路



4.2.1 アナログ回路しかもたない赤ん坊の脳内で離散的聴覚が発達

動物は、感覚器官から入力される様々な刺激が好ましいか好ましくないかを脳で思考し判断して行動を制御する。しかし動物は思考回路と感情を表現する通信回路が大人になっても別々のままである。

ヒトの赤ちゃんも感情を声にする。(言語なき発声) 赤ちゃんはお腹がすけば泣き、気分がよければ笑い、気分を表現する。しかしながら、親や家族から話しかけられることによって、およそ 2 万個ある内耳有毛細胞が自分の母語の音素に対応して離散的聴覚が発達し、デジタル信号 phonit を聴神経を經由して大脳に送れるようになる。(聴覚からのデジタル入力回路の形成 ①)

4.2.2 言葉にならない言葉を使い始めるのが概念の原型

赤ちゃんの喉頭は動物と同じように高い位置にあるため、おっぱいを吸いながら息を

することができる。だが1歳を過ぎる頃、喉頭が下がりはじめ、肺からの呼吸を口から出せるようになり、まだ言葉に結びつかず音素性も不十分ながら、声が出せるようになる。(発声器官によるデジタル出力回路の形成 ②は発声回路, ②'は構音回路)

子どもは、自分が伝えたいことを一生懸命なんとか表現しようと頭をひねって考え、自分が出すことのできるわずかな音節を声にする。言語的思考である概念の原型はここにある。情報源におけるデジタル符号化の要求が概念を生むのだ。

4.2.3 言葉の符号性への気づきと語彙数の急激な増加

2歳を過ぎると子どもは、すべてのものには名前という符号がついていることに気づき、「これ(の名前)は何?」という魔法の質問をするようになり、語彙が急激に拡大する。

それまで思考と通信(言語)は別々の回路として発達するが、この時点で両回路が交差し、感覚器官のとらえた現実を通信手段であるデジタル符号語に置き換えるという人間特有の行動が始まる。(言語的思考回路の形成 ③)

以後は、触覚、味覚、嗅覚、視覚、聴覚のアナログな感覚記憶にデジタル符号語でインデックスをつけて記憶するようになる。デジタル符号によるインデックスのおかげで記憶が整理された形で長期保存される。(図2の生活的概念)

「われわれは、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」心の中に概念の全体体系を構築する。(41)ちなみに von Neumann はこれらの記憶は追記型(write-once)だと指摘する。(42) 記憶は時間とともに消えるのではなく、思い出せなくなるだけなのだ。記憶は一生消えずに残る。

デジタル符号語をもとに、概念体系は構築され、「現実の物のかわりに符号(記号)を置き、その符号を頭の中で動かしてみる」(41)という思考操作、概念の演算処理ができるようになる。

4.2.4 書き言葉を phonit 化して脳内で処理

文字を読めるようになるのは3~4歳からだが、ある程度話し言葉ができるようにならないと書き言葉は処理できない。Shannon(33)は、書き言葉を離散的、話し言葉を連続的な情報として扱った(Shannon もデジタル・アナログという概念を使っていない)が、脳が認知するにあたってはむしろ逆で、話し言葉こそ内耳有毛細胞が離散的に受け入れて脳にデジタル情報として送る一方、書き言葉は網膜上に写し取られた二次元アナログデータを、いったん脳内でデジタル情報である phonit に変換して、それから意味を復号するという二段階処理が取られる。(43) (書き言葉の内言化処理 ④)

2009年のUNESCO発表によれば、世界には約8億人の成人非識字者がいる。話し言葉は生成的に覚えるのに、書き言葉は学校などで習わないと覚えられない。書き言葉は、話し言葉を保存・記録するために別の符号体系に移し変えたものであり、書き言葉も phonit を伝える符号と考えてよいだろう。

4.2.5 独り言が内言(inner speech)に発達

3歳くらいから子どもの独り言がはじまる。それは他人ではなく自分に向けた言葉である。学齢期に達するころには、子どもは自分に対しては声を出さなくても言葉を伝えられることをおぼえ、独り言が消え無音の言語である内言と化す。内言は発声器官を作動させない独り言であり、phonit に対応した構音指令の神経刺激であると考えられる。(内言ループ回路の形成 ④-③-②')

4.2.6 感覚刺激を伴わない抽象概念・科学的概念の獲得

自分の感覚器官に入ってきた知覚やその記憶にもとづいた概念を Vygotsky は「生活的概念」と呼ぶ。生活的概念の使用に習熟した子どもが思春期を過ぎるころになってやっと、感覚器官からの知覚や記憶を伴わない抽象概念・科学的概念、デジタルな言語だけでできた知識によって構成された概念を獲得し使用できるようになる。(抽象概念・科学的概念の処理回路の形成 ⑤)

これはたとえば「ビッグバン」や「核融合」、「デジタル」のように見ることも聞くことも触ることもできない仮説や現象や原理を概念として習得することであり、そのためには、真の思考活動が必要とされ、「子ども自身の思想が内部的発達において高度の段階に達していること」が必要となる。(40)

4.2.7 抽象概念・科学的概念によるダイナミックな思考とそのむずかしさ

すべての概念は一般化である。その一般化の中に含まれる具体的なものと抽象的なものの本質を理解し、その概念が対象とするものとの関係性を明らかにすれば、概念と概念のあいだの関係を明らかにすることができる。これによって、我々の思考は科学的概念によって「論理的操作の新しいより高次の次元へ移行する」のだ。(40)

しかしながら、我々は具体的な知覚を積み上げながら生活的概念を構築していくように、科学的概念に対してもその概念のもつ本質や一般性を明らかにしないで、その概念と指し示す現象との対応関係を確かめず、安易に概念を使用する傾向がある。

たとえば「地球環境問題」は一見、地球、環境、問題という慣れ親しんだ身近な概念が3つ合わさったものだが、実際は地球の人口が爆発的に増加したことによって、自然環境に膨大なストレスがかかり、森林がなくなって、異常気象や野生生物種絶滅が起きている現象を指す。この認識なく概念を使用するのは不毛かつ危険である。

我々は概念を自然発生的かつ偶然に獲得することが多いので、意識的に個々の概念を吟味することはあまりない。あるいは他人とお互いの持つ概念をすり合わせるということもほとんど行なわない。抽象概念を必要十分条件で可逆的に定義することもない。デジタル通信のように、原理的で姿も形も持たない概念を吟味して一般的な定義を行ない、それを言語や遺伝子といった畑違いの現場にあてはめてみる作業もほとんど行なわない。だから唐突に「離散・有限符号」とか、「適切な符号化・復号化を実施しつつ」など、難しそうなる定義を示されてもついていけない人もいるだろう。

「デジタルとは0と1だよ」とか、「デジタルとはコンピュータのことだよ」などと

感覚的に身近で受け入れやすい例を使って説明することがある。生活的概念の力を借りたほうが抽象概念を理解しやすいし、なじみやすく疲れない。だが、この卑近な例による説明は、「0 と 1 であればデジタルである」とか、「コンピュータ以外にデジタルなものはないのか」と考えた場合に真にならず、非可逆的である。

高次で複雑な思考活動である言語において、概念の習得が無自覚に行なわれるのは危険である。現実世界の理解を誤るし、巧みな宣伝や詐欺に騙される恐れもある。文法と同様、概念についても教育すべきではないか。

5. 脳内デジタル回路上のオートマトン

ヒトが文法のみならず概念も環境の中で生得的に獲得することは Chomsky が指摘し、生成文法・生成概念(意味)論として議論されてきた。(44) 文法は学校の教科で習うからまだなじみもあり話題になるが、教科として習うことのない概念(意味)論については議論も深まっているようには見えない。Chomsky は「複雑な現象に対して非常に深い原理的説明が与えられるという可能性を、多くの人達は信じていないし、また信じたいとも思っていない」と悲観的だ。(44)

実際に Jacobson は「分子の遺伝指令と言語の形式的小よび意味的組立てにおける多様な可変体とは、明白に無関係である」と断言したが、彼は無関係を証明していない。(45) 複雑で巧妙な概念と文法をヒトが無意識に生得することを説明するにあたって、Noll が指摘する音節から単語、句や節、文、章、物語と広がる言語と、DNA から mRNA、ポリペプチド、タンパク質、器官、生命体へとつながる生命の通信システムの相似性は魅力的である。その際 DNA 言語がヒトの言語に似ているかなどと考えるべきではなく、ヒトの言語が DNA の言語システムを真似て生まれたと考えるのが妥当である。なにせ DNA は 30 億年、言語はたかだか 10 万年の歴史である。

4.2 で脳内のデジタル符号処理回路を概観したが、そこで無意識のうちにに行なわれている概念の体系化、文章の組立て、意味の復元について、以下で概観する。それらは RNA がアミノ酸のポリペプチドに合成され、二次元構造を経て、三次元構造のタンパク質になる自動過程と似ているのかどうか、今後議論を深める上で参考にならないだろうか。分子生物学者の意見を伺ってみたい。

5.1 概念の体系化

5.1.1 新しい現象を概念体系に組み込む

個別の概念がどのようにしてヒトの脳内に取り込まれ、「その人の一生を通じて心の中にある」秩序だてられた群や群性体として体系化されていくのかは、Piaget(41)(46) が研究している。

「知能の心理学」第 2 章の『『思考心理学』と論理操作の心理学的性質』では、ヒトは

自己の意識上に公理をもち、新たな感覚刺激による知覚や新たな言葉に出逢うと、まず記号論理的な「活動、作用、操作の可能なコンビネーション(結び合せ)にしたがって概念をつくっていく」という。「論理が思考の鏡であって、その逆ではない」のだ。

我々の意識上には、知能の発達によって獲得されたきわめて単純な記号論理式が用意されていて、外界からの感覚刺激に対して無自覚のうちに適用される。すなわち、我々がすでに心の中にもっている概念の体系と関連づけながら、「コレハナダ、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、ナンボヤ」といった具合に公理をあてはめてみて、分類、系列化、説明体系、空間・時間・価値の尺度に照らして、他の概念との関係を築く。(41) この公理の適用と免疫応答は似ていないか。(29)

5.1.2 概念体系が意識を均衡状態に保つ

この「分類のワク、系列化のワク、時間や空間のワクは、発達の過程ではゆっくりと成立」する世界観や宇宙観であり、いったん成立すれば「均衡」状態を保つので、新しい現象や情報に出会ったとき、「新しい事実を実になめらかに自分の身内に吸収することができる。」(41)

Piaget はここで適用される加法的なもの(上位概念・下位概念、時間や空間に関する分類に関する系統図・網目)と乗法的なもの(群間の相関に関するベン図的分析)とに分け、それぞれ合成性、可逆性、結合性が保たれるということを記号論理学の式にして示している。詳しくは「知能の心理学」を参照されたい。

この概念の体系化の前提として、対象が概念化されていることが必要である。対象が概念化されて数音節のデジタル符号語になっているから、符号を記号論理式に代入した論理演算ができるのだ。

5.2 文章の構築

5.2.1 概念と文法を組み合わせるとポリペプチドのように文章を紡ぐ

筆者は、言語における情報源符号化は概念的符号化と文法的符号化に 2 分できることを指摘した。(24) 概念的符号化とは、感覚器官から送られてくる知覚の記憶とデジタル符号語が結びつく概念によって意味づけされる場合である。一方で、動詞や形容詞の活用(単語の一部の音韻変化)、助詞・助動詞などの付属語は、概念や文全体の意味を変化させる符号語ではあるものの、それ自体では意味をもたない。これが文法的符号化である。

概念はタンパク質の設計図である mRNA と、文法は酵素の働きをする ncRNA と似ている。我々は、概念の語尾音韻を状況に応じて変化させながら、助詞や助動詞や接続詞を加えながら、文章を紡いでいく。まるで mRNA が ncRNA によって転写後調節を受け、リボゾームによってポリペプチドへとつながられていくように。文法は言語における酵素と考えられるか。

また、Piaget のように数式にたとえて、概念は定数や変数であり、文法は四則など (+, -, *, /) の演算子であるといえるだろうか。

5.2.2 言葉と馴れあいにならないよう異化効果をもたらす禅と現代芸術

禅問答や現代芸術作品は、我々を日常的論理では理解も解決もできない切羽詰った状況に追い込み、そこでひと言葉と迫る。不条理な問いや作品は、均衡状態でのんびりしていた我々の意識を激しく揺すぶる。

禅や現代芸術作品は一種の異文化体験である。外国に何年か住んでみると、我々の常識を逸脱したものの考え方がまかり通っていることに気づく。どちらがよいとか悪いとかの問題ではなく、まったく別の考え方の存在に驚く。最初は驚きでしかないが、それは 10 進法しか知らなかった人間が 2 進法を覚えるのに似て、確実に我々の思考の次元を高めることになるだろう。

これは疫病に感染して苦しんだ結果、免疫を得ることと似ているだろうか。

5.2.3 言葉は正しく使わなければならない

18 世紀のフランスの啓蒙思想家コンディヤックは、言葉が符号であることをいち早く見抜き、記号に振り回されないように、言葉の正しい使い方を書きのこしている。「言葉の使用にあまりにも慣れてしまっているために、そうした言葉(抽象概念)を発音した瞬間に自分の言いたい考えは相手に伝わっているはずだと、このように我々は信じて疑わない。あたかも、話し手の頭の中の観念と聞き手の頭の中の観念とは同一であるに決まっているかのように思われているわけである。哲学者はどうかと言えば、こういう言葉の誤用を正すどころか、反対に彼ら自身が好んで曖昧な言い方をしてきた。」「記号の使用にあたっては、自分自身が精神の中に持っている観念を表わすためにだけそれを使うようにしなければならない。」(47)

コンディヤックの言っていることは、孔子の正名論や釈尊の八正道にある正語と同じである。現生人類は約 10 万年前にアフリカで生まれたとする説があり、すべての言語のルーツはひとつだといわれている。言葉の使用上の注意も世界共通なのであろう。古今東西の思想家が言葉を正しく使うことの大切さを訴えたのは、それが人類普通の原理だからというよりは、むしろ生命の法則への気づきというべきかもしれない。我々の心は嘘をつくときと疼く。嘘をつくなどというのも人間社会の原理ではなく、30 億年以上前から続く生命の法則・原理ではないだろうか。

5.3 意味の復元

5.3.1 仲間同士の通信手段

mRNA の配列に基づいてつくられるアミノ酸ポリペプチドは、あて先の環境との相互作用によって折れ畳み三次元化してタンパク質になる。言葉の意味も、聞き手の意識の上で無意識に復元される。

意味を復元する前に、我々は受け取ったメッセージが誰からのものであるかという

ことを重要視する。耳は繊細で保守的な器官である。声が耳に届くなり、言葉の訛りや声に聞き覚えがあるなしを瞬時に判断する。石川啄木に「ふるさと訛りなつかし停車場の」の歌があるが、ふるさと訛りはサケが水の匂いの記憶によって生まれた川に戻るといふのと似ていないか。母語の音素が敵味方識別に使われたことは旧約聖書にある。(『シボレテ』と言え)と言ひ、その者が「スイボレテ」と言つて、正しく発音できないと、その者をつかまえて、ヨルダン川の渡し場で殺した。そのとき、四万二千人のエフライム人が倒れた。」(士師記 12))

もともと言語は仲間との通信を前提としている。子ども時代を一緒に過ごし、寝食を共にし、同じ土地で生きる者同士の通信手段である。

したがって薩摩弁のように、仲間にはきちんと通じて、仲間でない人は聞いてわからないように符号化を行なう傾向がすべての言語にある。ヒトの言語は共同体的であると同時に排他的な通信手段である。

5.3.2 耳ざわりのいい言葉を受け入れる

仲間の意見が割れたときなど、誰の言葉を信じればよいのかというのも大問題である。科学的概念を駆使して推論し、真実を見極めることが一番よいのだろうか、どちらの意見が正しいのか判断できないときには、たいていは自分にとって耳障りのよい意見か自分が好意をもっている人の意見を聞く。これも動物の本能か、自分勝手に中途半端な論理を振りかざすよりは、人情を大切にほうがよい結果が生まれる。

我々は論理ではなく、好き嫌いや思考の慣性(これまでに慣れ親しんできた考え方)でものごとを判断する傾向がある。我々の思考や判断は、想像以上に単純で、身勝手に幼児的であり、きわめて単純な公理にしたがって動いているようだ。

6. むすび

DNA/RNA の遺伝情報とヒトの言語はともにデジタル通信であり、mRNA と概念による遺伝子型と、ncRNA と文法による表現型の意味づけという役割分担であることも似ている。無自覚に行なわれる概念体系と生命体の構築、文章作成とポリペプチド合成、言葉の意味の復元とタンパク質折り畳み、これらの言語作用とタンパク質合成の間に特筆すべき類似点や共通点はあるだろうか。RNA 研究者の意見もきいてみたい。

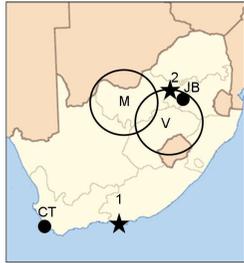
人類は無意識に遺伝子の通信方式を取り入れたのだろうか。いつ、どこで、どんな環境でそれは起きたのだろうか。もし言語が遺伝子のデジタル通信の模倣であるなら、それは生命の情報理論の派生形であり、原罪は持っていないといえる。人類はもっと正しく言葉を使う努力を払わなければならないのではないのか。

謝辞

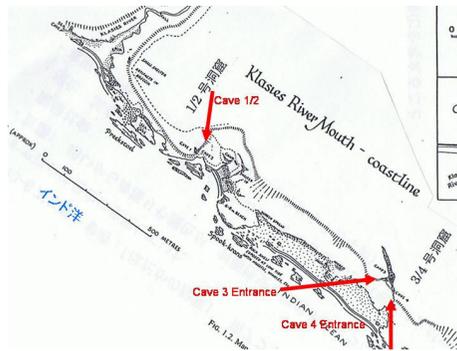
本研究の初期の段階で発表の場を与えてくださった日本写真測量学会事務局の藤野千和子様にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 緒方正人 チッソは私であった(葦書房, 2001)
- 2) 岡村達明・西村肇 水俣病の科学(日本評論社, 2001)
- 3) 石牟礼道子 苦海浄土 第二部 神々の村(藤原書店, 2006)
- 4) Gimona M, 'Protein Linguistics and the Modular Code of the Cytoskeleton' in 'The Codes of Life: the rules of macroevolution' (Springer, 2008)
- 5) Trifonov E.N. et al Linguistics of Nucleotide Sequences: Morphology and Comparison of Vocabularies J.Biomolecular Structure & Dynamics 4(1986) 011-021
- 6) Trifonov E.N. et al Linguistic complexity of protein sequences as compared to texts of human languages Biosystems 38 (1996) 65-74
- 7) Searls D.B. Linguistic approaches to biological sequences CABIOS 13(1997)333-344
- 8) 中村義一 檜舞台に踊り出た RNA, 蛋白質・核酸・酵素, 2006 Vol.51, No.16 pp2409-2412
- 9) Gimona M, Protein linguistics - a grammar for modular protein assembly? Nature Molecular Cell Biology 7:68-73 Jan 2006
- 10) S Ji Isomorphism between cell and human languages: molecular biological, bioinformatic and linguistic implications Biosystems 44:17-39 (1997)
- 11) ヨハネスブルグ・サミット提言フォーラム, ヨハネスブルグ・サミットの風〜NGO・市民活動のあしあと〜 利根川治夫・辻芳徳編, 2003年3月発行(非売品)
- 12) 西原克成 内臓が生みだす心(NHK 出版, 2002)
- 13) 島泰三 はだかの起原(木楽舎, 2004)
- 14) 得丸公明 ゴンドワナランドの分裂と人類の誕生-南アフリカ 2つの巨大隕石衝突跡と 2つの人類遺跡 写真測量とリモートセンシング 日本写真測量学会 Vol.48:1, PP41-44 2009
- 15) Singer, R. & Wymer, J. (1982) The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa Chicago U.P.
- 16) Deacon, H.J., & Deacon, J. (1999) Human beginnings in South Africa: uncovering the secrets of the Stone Age Cape Town, S. Africa Altamira Press
- 17) Ambrose, S. (1998). Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and the differentiation of modern humans. J Human Evol 34: 623-651
- 18) 得丸公明:言霊の科学 三鷹天命反転住宅で洞窟生活を体験する, 縄文第 16 号 pp58-60, 国際縄文学協会 2007
- 19) 吉田重人 岡ノ谷一夫 ハダカデバネズミー女王・兵隊・ふとん係ー 2008 岩波書店
- 20) 吉田重人 岡ノ谷一夫 (2005) 「あいさつ」でじょうずに群れ生活〜ハダカデバネズミの音声コミュニケーション どうぶつと動物園
- 21) Alexander, R.D. et al.(1991) "The Biology of the Naked Mole-Rat", Princeton U. P.Ch. 9, 15
- 22) MacLean P.D. "Paul D. MacLean", in The History of Neuroscience in Autobiography Vol.2 Ed. L.R. Squire, The Society for Neuroscience, 1998 Academy Press
- 23) 山鳥集(2008) 知・情・意の神経心理学, 東京:青灯社
- 24) 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
- 25) 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くられて人類文明は生まれた, 情報処理学会研究報告, 音声言語処理研究会(SLP) 79-43 2009
- 26) Wiener, N.(1950) The Human Use of Human Beings - Cybernetics and Society, Da Capo Press、邦訳:「人間機械論 第二版 人間の人間的な利用」(鎮目・池原訳, 東京:みすず書房 2007) Wienerはヒトと動物で符号語の性質が違うことを指摘したものの、それがデジタル/アナログな違いであるということまでは論じていない。
- 27) Soderqvist, T. The Troubled Life of Niels Jern 免疫学の巨人イエルネ 医学書院 2008
- 28) Noll, H.(2003) The digital origin of human language – a synthesis, BioEssays25-5:pp489-500
- 29) Jerne N.K. Toward a Network Theory of Immune System, Ann Immunol (Paris). 1974 ; 125C (1-2) :373-89.
- 30) CYBERNETICS Transactions of the Seventh Conference, March 23-24, 1950, NY Josiah Macy Fnd
- 31) 小川英一 (2000) マルチメディア時代の情報理論, 東京:コロナ社
- 32) Lieberman, P. et al.(2007) Tracking the Evolution of Human Language and Speech-Comparing Vocal Tracts to Identify Speech Capabilities Expedition49-2
- 33) Martin RD (1990) Primate origins and evolution : a phylogenetic reconstruction Princeton Univ. Pr
- 34) Portmann A.(1951) Biologische Fragmente zu einer Lehre vom Menschen Basel: Benno Schwabe & Co. Verlag; (高木正孝訳,東京,岩波書店 1961)
- 35) Shannon C.E. Recent Developments in Communication Theory, Electronics 1950.4 (in "Claude E Shannon Selected Papers", IEEE Press pp190-193) 1993
- 36) Shannon C.E. The Mathematical Theory of Communication 1948 通信の数学的理論 植松友彦訳,ちくま学芸文庫 2009
- 37) Pulleyblank E.G. (2008) Language as Digital: A New Theory of the Origin and Nature of Human Speech. Proc NACCL-20 Volume 1 P3
- 38) 得丸公明 ヒトの心のリモートセンシング - デジタル音響符号「フォニット」ベースで動く我々の脳 写真測量とリモートセンシング, 日本写真測量学会 Vol.48:4, PP243-246 2009
- 39) Hyden H, The Question of a Molecular Basis for the memory trace, in Pribram and Broadbent Ed. 'Biology of Memory' 1970 Academic Press
- 40) Vygotsky, 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
- 41) 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
- 42) McCulloch W.S. Why the Mind Is in the Head, in"Cerebral Mechanisms in Behavior, Jeffress (ed.), The Hixon Symposium, Jon Wiley Publ., N.Y. 1951 Dr. von Neumann appears in the Discussions
- 43) 岩田誠 臨床医が語る脳とコトバのはなし, 日本評論社 2005, p82
- 44) Chomsky N. The Generative Enterprise 1982, 生成文法の企て, 2003 岩波書店
- 45) Jakobson R., Essais de Linguistic Generale1, 一般言語学 1973年みすず書房
- 46) Piaget J., Les Groupes de la Logistique et la Réversibilité de la Pensée, Révue de théologie et de philosophie, vol. 27 (1939) pp291-295 「群性体の記号論理学と思考の可逆性」
- 47) Condillac E.B.de Essai sur l'Origine des Connaissances Humaines 1746, 人間認識起源論 古茂田宏訳 1994 岩波書店



南アフリカ共和国地図（海岸線がMを中心とした半円形であることに注目）
1 クラシース河口洞窟(KRM), **2** 人類のゆりかご(スタークフォンテン洞窟), **V** フレデフォート・ドーム(20億年前の隕石衝突跡), **M** モロケン衝突構造(1億4500万年前の隕石衝突跡), **JB**ヨハネスブルグ, **CT** ケープタウン



KRM1, 2, 3, 4洞窟の位置関係。海岸線と平行な山脈は雨をもたらさず、谷を形成してインド洋に流れ込むKlasies River河口、付近の海岸線



KRM3の入り口(○印), KRM3洞窟の入り口, 内部から外を見た(ストロボ撮影とストロボなし), KRM3の入ってすぐの壁, そこから北に伸びる洞窟