

言語的人類の知能の三段階デジタル進化

Three Stage Digital Evolution of Intelligence of Linguistic Humans

得丸 久文

Kumon Tokumaru

著述業 Writer

tokumaru@pp.ij4u.or.jp

概要

言語的人類(現生人類)は南アフリカの中期旧石器時代に真社会性化した後に、クリック子音という音素を共有して生まれ、喉頭降下によって音節を獲得すると、音節の音素性が無限の語彙を、モーラ性が文法的修飾を可能にした。(第一進化)5千年前に文字が発明されると、知識は時空を超えて共有できるようになり連続的な発展をとげる文明が生まれ、言葉を群として操作する概念が生まれた。(第二進化)今日、言語情報は電子化し、有史以来の人類の知的営為をキーワード検索の対象とするようになった。(第三進化)これから言語的人類の知能はどのように進化していくのだろうか。キーワード: デジタル, 文明, 概念, 前方誤り訂正

1. はじめに: 知能の三段階デジタル進化

言語がデジタル進化であることは、進化生物学者メイナード・スミスが8つの生命進化の最後の謎として指摘しているほか、免疫学者イェルネの友人の分子生物学者ノルがイェルネの2本の講演を中核に紹介している。[1][2][3][4]

数学者ノイマンは、デジタルを生命体や知能の自己増殖メカニズム(オートマトン)として論じている。[5] 生命体のデジタルは、DNAの一次元情報を使って異種細胞分裂をくり返し、一個の受精卵から、代謝し成長する複雑な生命体(新生児やヒヨコ)を自律制御ネットワークによって生みだす。

ヒトの知能はまだそこまで完成したオートマトンではなく、デジタル進化の途上にあるようだ。これからどのように発展するかはまだ誰も論じていないので、本稿でそれを試みる。

真社会性動物であった現生人類は、7万2千年前にクリック子音という音素を共有し、6万6千年前におきた喉頭降下によって母音アクセントをもつ「音節」を獲得して生まれた。これが第一進化である。音素は無限の語彙を、モーラ(拍)は文法的接続を可能にした。

知能の自律的なデジタル進化を可能にするもっとも基本的な成分は、2つの離散成分、音素とモーラである。音素とはある言語共同体の成員が、別々の音として発声し聞き取る一式の音韻単位である。音素は周波

数領域において音素相互に離散的である。これに対して、モーラは時間軸上の離散成分である。母音のアクセント波形のおかげで個々の音節は独立して聞こえ、会話音声は一定数の音節でできた列として認識される。

5千年前に発明された文字は、人から人へ通信回線上を伝搬する信号が「消えない音節」となる第二進化であり、学校・図書館・出版・文房具など言語情報を共有するための社会基盤を生みだしたほか、知能のゲノムとして古典を生みだした。また僧院や大学という低雑音環境で言葉を(数学的)群のように扱う概念を生みだし、群(概念)の演算によって不可視の現象を考察する科学が生まれた。

そして第三進化は、20世紀後半の電子化、「対話する音節」の誕生である。有史以来、人類が蓄積してきた知識をキーワード検索することが、地球上のどこにいてもできるようになった。21世紀のヒトは、何か新しいことを考えた時やわからないことに遭遇した時に、検索エンジンに適切なキーワードを投入すると、自分よりも前にそれについて考えた先人の言葉に出会える。

検索結果として示されるものは「きわめて大量だが信頼性の保証がない言語情報」であり、けっして鵜呑みしたりそのまま受け売りはできないが、言語情報とその発信者の信頼性を確認して、言語情報が内包する誤りを訂正する技法を開発すれば、誤りですら有意義な情報になる。アナログ通信は雑音を除去できず、むしろ増幅するが、デジタル通信は受け取った言語情報に含まれた雑音を除去し、誤りを訂正できる。ここにデジタルの真価がある。

本稿は、「音節」、「文字」、「電子化」の信号進化がどのような意味をもつかを分析し、これまでそれに脳がどのように適応進化してきたかを概観し、これからどのように対応すればよいかを検討する。

2. 研究手法: システム工学的な学際研究

人工衛星の製造のように厳密で複雑な作業には、システム工学の手法が用いられる。システムエンジニアは、専門をもたないかわりに、そのシステムにとって

必要な専門分野をもれなく見極め、各分野の技術を把握して、明確な目的意識のもとでまとめあげる。[6] 本研究は自分で実験を行わず、他の研究者が行った実験や観察の結果を読んで仮想現実的に自分のものにする。筆者は、仕事で地球観測衛星と通信衛星のシステムエンジニアからシステム工学の手法を習ったので、本研究はそれを人類の言語と知能に対して使ってみた。

2002年に開催された国連・持続可能な開発のための世界サミット(WSSD)にNGOの一員としてかかわった筆者は、地球環境問題が後戻り不能な状況であることを知り絶望的になり、人類がなぜこの問題を引き起こしたのかを調べるようになった。そして**人類と言語の起源の謎**に行き当たり、どちらもまだ解明されていないことを知って驚いた。はてな人力検索エンジンで島泰三博士の著作を知り、7万5千年前に言語とはだかの「重複する突然変異」が起きて現生人類が生まれたという説に興味をもった。[7] もし裸だったらきっと洞窟のなかに住んでいただろうと考えて、2007年4月に単独で南アフリカ共和国東ケープ州にある最古の現生人類遺跡、クラシーズ河口洞窟を訪れた。[8] その際、故 H.J.ディーコン博士の指導のもと、南アフリカ南部海岸線に点在する旧石器時代の洞窟群も巡検した。[9] 南アフリカといえば、1960年3月におきたシャープビル事件（ヨハネスブルグから南約50kmにある黒人居住区シャープビルで、警官が無防備な住民たちに無差別発砲し、多数が死傷した）以来、極めて厳格な国際学術ボイコットの対象となっていた。そのような場所にある現生人類遺跡を訪れる人も知る人も少ない。筆者は大学1年時に現代南アフリカ論を扱う上原淳道ゼミに参加し、その後もアパルトヘイトに関心を持ち続けていたためにこの遺跡の名前を知っていた。

翌2008年、洞窟という暗い環境が、音韻記号の発達をうながした可能性を「洞窟進化説」として論じたが、地下トンネルに住むハダカデバネズミの生態を調べるとはだかと音声符号の数には相関がないことがわかった。[10][11] 自説の誤りに気づいたとき、教育玩具のひらがな積み木セットが脳裏をよぎり、音節の桁(digit)が2桁、3桁と増えると順列によって無限の語彙数が得られる言語はデジタル(digital)かと思いついた。情報処理学会に入会して2009年10月から電子情報通信学会の思考と言語研究会を皮切りに、情報処理学会、人工知能学会などの研究会で100回を超える発表を行った。会社を退職した2015年以降は、予稿を提出し採択された国際学会に参加して理論を発展させてきた。

3. デジタル第一進化物理層：音素の二段階進化

世界で最も古いといわれるコイサン語の特徴は、クリック子音という吸着音である。哺乳類が乳を吸う時、口唇、頬、横隔膜を使う。そういった動きから、チュッチュという音が発生する。その延長でクリック子音は生まれ、会話が始まったのではないかと、クリック子音が音素として共有されたのは、ヒトが真社会性動物であったからだろう。音声を周波数と時間軸上の升目で切り分けて音素を共有し、それを使って神羅万象に名前を与える行為は、単なる群れの行為としては説明できず、真社会性動物が共同体成員の意識をひとつにすべく行ったと説明するほうが納得できる。[13] 乳児が生まれてから一年歩けなくなって、祖母が育児係りとして家族の一員になっていたことも大きい。

言語的人類の身体的特徴は、頤(オトガイ、図1①)の発達にある。そのおかげで顎の下の皮膚(同②)と口腔底の間に空隙が生じて、肺の気道の出口である喉頭が食道の途中に降下しても窒息しなくなった。その結果、声門(同③)から喉頭(同④)、咽頭(同⑥)、口腔から歯、唇に至る声道で母音の共鳴が生まれるようになった。

筆者が訪れたクラシーズ河口洞窟から出土した人骨化石は、頤が発達した最古の化石であり、言語的人類と考えられている。頤が発達した原因としては、会話をするために舌骨(同⑤)を多用して高頻度で弱い負荷がかかったために、現生人類の頭蓋骨の残り部分の骨を代表する骨の薄さに比べて、頤骨が肥大化したことで説明がつくという。[14]

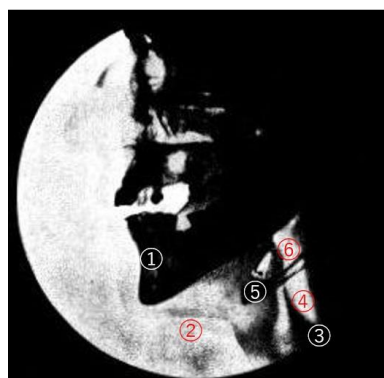


図1 頤が発達して喉頭降下できた[12]: ① 頤, ② 皮膚, ③ 声門, ④ 喉頭, ⑤ 舌骨, ⑥ 咽頭

はたして母音を発声できる前に会話ができたのかと新たな疑問がわく。世界で一番古いといわれるコイサン語だけがもつクリック子音が最初の音素であり、それを使って会話していたのではないかと。南アフリカの

中期旧石器時代において、クラシーズ河口洞窟に代表されるホイスンズプールの文化(66-58KA(千年前))で新石器が出土するが、それよりも前に、石器の精度は劣るもののスティールベイ文化(72-71KA)と呼ばれる新石器文化が、クラシーズ河口洞窟より西 350km にある静かな遠浅の海岸(スティールベイ)に近いブロンボス洞窟で出現している。世界でどこよりも早く出現し、連続的発展をとげたスティールベイ、ホイスンズプールの2 時期の新石器文化は、クリック子音⇒音節という音素の二段階進化の反映であろう。

南アフリカの中期旧石器時代は 13 万年以上前から南部海岸線で狩猟採集生活が行われており、安全な洞窟居住のおかげで新生児が生後 1 年間歩くことない揺り籠期を過ごすようになり、大きな脳をもつようになった。これをスイスの生物学者ポルトマンは**二次的晩成化**という。[15] 大型霊長類は本来早成動物で、一度に一匹の子どもを約 9 か月間妊娠するが、生まれた時には神経回路ができていて、母親にしがみつくこと、ひとりで歩くこともできる。ヒトは洞窟というきわめて安全な住居を獲得したおかげで生後も寝たきりの状態を享受できるようになり、その期間は母胎内と同じ比率で脳が成長しつづける。[16] 寝たきりの新生児の世話をするために祖母(閉経後のメス)が育児参加するようになって、共同体をひとつの生命とみなし、個の生命に共同体の繁栄を優先させる真社会性の動物となったのではないだろうか。[17]

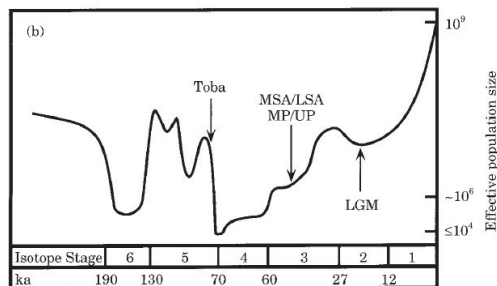


図 2 トバ火山噴火のボトルネック [18]

今から 7 万 4 千年前にインドネシアのトバ火山が噴火し、地球規模の寒冷期が何年か続いた。[18] そのときヒトはすでに大きな脳をもち、真社会性で三世代いっしょに共同生活をおくっていたと思われる。おばあさんが「巣のなかで育つ子を熱心に世話する」過程で、様々な音と一緒に出すようになり、それを使って事物や現象に名前をつけるようになって、言葉が生まれた可能性はある。[17] 吸着音と呼ばれるクリック子音は、肺からの呼気を用いず、舌で口腔内に空気を閉じ込めて発音する。クリック子音が無限の言葉を生みだして

スティールベイ文化を生み、発声のために舌を多用した刺激によって頤が発達し、喉頭が降下して、母音アクセントをもつ音節を獲得してホイスンズプールの文化が始まったのだろう。音素の二段階進化(クリック子音⇒音節)を物理層(ヒトとヒトの間)におけるデジタル第一進化ととらえるのは妥当であろう。

音素が生まれた時、ヒトは共同生活をしていて、音素は、「ある集団内で共有される、相互に離散的な(音素相互で明確に周波数成分が異なる)、有限個の音韻単位」である。一般に哺乳類は鳴き声の物理的な波形を記号としてコミュニケーションをするため、共有できる記号の数は百を超えない。音素を順列すると無限の言葉をつくりだせ、成員間でそれを容易に共有できる。音素を獲得してから、世界のありとあらゆる現象や物質や生命体にそれぞれの特徴に適合した音表象性をもつ名前を与え、それを成員間で共有した。世界に名前を与え、それを共有することは大きな喜びだっただろう。洞窟壁画は、集団内部でその喜びを共有するために描かれたのかもしれないと思う。

哺乳類の鳴き声から、音素共有と言葉へと大きく飛躍する背景に、真社会性があったことは間違いない。音素は、共同体の成員がいっしょに世界に名前を与えて共有する、みんなの気持ちをひとつにする過程で、期せずして生まれたのではないか。それによって共同体成員の意識はより深く共有され、言語進化と真社会性が上昇スパイラルを描いたと思われる。

4. デジタル第一進化論理層：母語のモノラル聴覚と文法処理

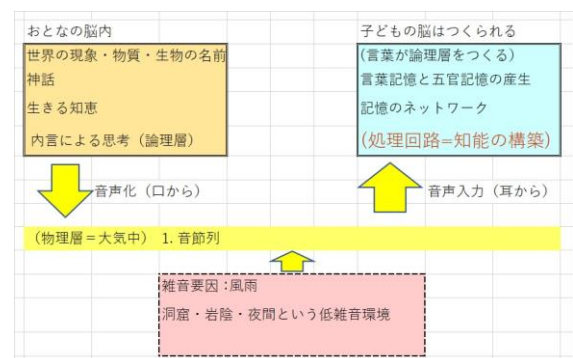


図 3 無文字社会コミュニケーションの物理層と論理層

世界に名前を与え、その名前を共有するためには、教育が必要となる。おとなは、何も知らずに生まれてくる子どもに、音素発声と聞き取りの初期設定を行い、そのうえで言葉を教え、神話を語り、生きる知恵を授

ける。伝達システムを考えるにあたって、脳内の言語処理回路（論理層）と、脳外の信号伝達（物理層）を分けて考えることが有効である。図3はインターネットで用いられるOSI参照モデルに、著者が回線雑音を加えた。このあと物理層に文字と電子化が加わることになるが、音節だけの時代が6万年以上続いた。

物理層を伝わって子どもの耳に届くのは音素列である。それは音節を組合わせてつくった言葉（内容語）と、言葉を結びつけ、意味修飾する文法（機能語）である。それらが子どもの脳内で論理層を構築する。

音素を獲得するまでは、動物の鳴き声の音真似や、自然現象の音表象が、言葉の代わりに記号だったであろう。音素を獲得して、その順列によって言葉記号を無限に増やせるようになると、自然現象や生命体の細かな差異までも言葉で表現できるようになった。

では音素を獲得して生まれたたくさんの言葉記号を処理する脳内メカニズム（器官と細胞・分子構造）は何だったのだろうかと考えてみたい。筆者は、**脊髄反射メカニズムが論理層を構築する基盤であり、それは大脳皮質ではなく、脳室内における免疫細胞ネットワークであると仮説する。**

表1に脳室内免疫細胞ネットワークを構成する3種類の細胞を示す。具体的には、① 耳から軸索を伸ばして脳室壁(脳幹網様体)に抗原末端を構築する脳脊髄液接触ニューロン、② 脳室内を循環する脳脊髄液中を浮遊するBリンパ球とその細胞膜上の抗体、③ 海馬で五官の記憶を埋め込み、細胞膜上に抗原を提示して、大脳皮質に保存されるマイクログリアという3種類の細胞間のネットワークである。脊髄反射回路は、5億3千万年前に脊椎動物の誕生とともに生まれた。

役割	能動・受動	NW 端末	場所	細胞	移動性
刺激受容	賦活	抗原提示凸	脳室壁	脳脊髄液接触ニューロン	固定
概念装置	受動 / 能動	抗体凹 / 抗原凸	脳脊髄液中	Bリンパ球	移動
五官記憶	受動	抗原提示凸	大脳皮質	マイクログリア細胞	固定

表1 脳室内免疫細胞ネットワーク

脳室内に意識があるという考えは、ヘレニズム時代のアレキサンドリアで医学校を設立して公開解剖を実施したといわれているヘロフィロス(BC335-269)とエラシストラトス(BC304-250)の考えたことだ。二人は奴隷や死刑囚を対象に生体解剖も行ったともいわれてい

る。「エラシストラトスは最初の実験生理学者だった。脳と神経を調べたうえで、神経が中空の管で、脳から全身へ「**神経の精気**」を運ぶと考えていた。」[19]

「この**霊気説**は、5,6世紀ごろの東ローマ帝国の初期、それに引きつづいて、8,9世紀ごろのサラセン文化時代の学者たちによってさらに構想がねられ、精神機能の脳室局在論という考えに発展してきた。そして18世紀の終わりころまで広く一般に信ぜられていた。」[20]

子どもは新しい言葉を覚えるたびに、言葉の音韻波形を模した抗原と、その抗原に特異的に結合する抗体記憶を構築する。イェルネによれば、Bリンパ球は1000万種類以上の語彙をもち、しかもこれまでになかった新しい言葉にもちゃんと対応できる。[4] つまりヒトは**Bリンパ球の語彙のおかげで、あらたな器官や細胞進化なしで、音素の造語力に対応できたわけだ。**

つづいて喉頭降下により、音素に加えてモーラを獲得し、母音アクセントをもつ音節が生まれ、文法を使うようになった。そもそも文法とは何か。筆者は、文法をもたない幼児は二語文、三語文しか作れないが、文法を獲得すると、言葉と文法語を交互に混ぜて複雑な文にできることを文法の重要な機能と考える。これができるのは、音節がモーラ性をもつから、主として単音節のジョイント（つなぎ手）として文法語が機能するのである。時間軸上でそれぞれの音節が別々のものとして認識されるから、特別の印をつけなくても活用語尾や文法語の挿入を無意識に認識できる。

では文法はどのように処理されているのだろうか。文法処理の脳内メカニズムを考えてみる。筆者は、「**母語を片耳で聴き取り、脳幹聴覚神経核がもつ音源方向の推定能力を、文法語の音韻ベクトルの解析に援用する**」という仮説を提案している。[21]

文法を使う年齢になると我々は母語を片耳で聴くようになる。一方、文法語をもたないブラジルの少数言語ピダハンは母語を両耳で聴く。いつ何時捕食者に狙われるかわからない密林のなかでは文法のために運動性を犠牲にできなかったのではないか。ヒトが安全に住める場所であれば、運動能力を犠牲にし、文法語の音韻ベクトルの解析に援用しても支障なく生きていける。

子どもは無意識に文法を覚え、使えるようになる。我々は成長の過程で誰に教わるわけではなく、**無意識に母語を片耳聴覚に切り替える。これは片耳聴覚が遺伝子情報に記録されているためではないか。**

5. デジタル第二進化物理層：文字は消えない音節であり、時空を超える

言語が生まれた後、情報の伝達法は、文字と電子的手段という変化を経験した。[1] 文字は今から5千年前にメソポタミア地方で発明され、その後ナイル河、インダス河、黄河でも文字が生まれ、古代文明が栄えた。

筆者は2016年から3年連続してパキスタンを訪れ、丘ひとつない大平原を見ておどろいた。古都ラホールのあるパンジャブ地方は、「5つ(パンジ)の「川(アブ)」という意味で、北部の山地から水量豊かな川が流れる。この川がもたらす土砂が、ゴンドワナ大陸とユーラシア大陸が衝突した際に海であったところを埋めて、インダス河平原が生まれたのだ。メソポタミア地方の肥沃な三日月地帯も同様に二大陸の間の海であり、ナイル河と黄河は衝突の衝撃で大陸に亀裂が入って生まれた大河川の河口付近の広大な三角州である。(図4)

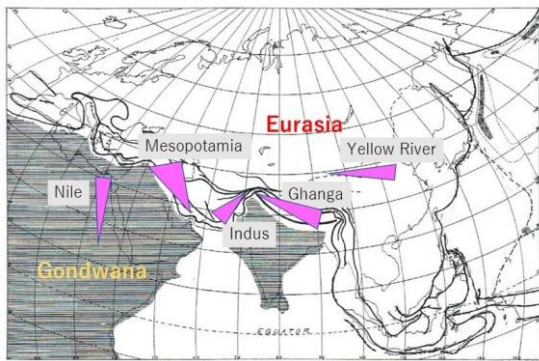


図4 文明は大陸衝突の生んだ平原で生まれた [22]

大平原の生産力をもとに王朝が生まれ、ヒトの認知能力を超えた大平原を支配し徴税するための記録用に文字を発明させたのではないか。文字が生まれた結果、読み書きを教える学校が生まれ、書店や図書館が作られ、記録された言語情報が時空間を超えて共有されるようになり、技術や知識が地域や世代を超えて連続的に発展するようになった。こうして文明が生まれた。これまで文明が文字を生んだと思っていたが、むしろ逆ではないか。

ヒトは真社会性動物であるから、仲間に教える喜び、仲間から学ぶ喜びをもつ。文字が生まれるまでは今ここで直接対話できる相手が対象だったが、文字のおかげで時代や地域を超えた対話が可能となった。昔の人の知恵を学ぶことは個人の喜びであり、意識が時空を超えて一体化し進化する集団的な喜びが文明である。

ヒトの脳にとって、文字列(エクリチュール)は会話(パロール)である。なぜなら識字者の目に文字列が入る

と、それは自動的に内言(声に出さない自分にあてた言葉)に翻訳されるからだ。ヴィゴツキーは幼児のひとり言が無音化したものが内言という。[23] 識字能力は、時空を超えたところに住む人の言葉を聞く喜びをうむ。たとえば北欧の童話「長靴下のピッピ」を読む子どもは、お転婆ピッピの元気な声を聞いている。識字能力のおかげで有史以来の世界中の人々の声を聞けることはもっと強調されてもよい。本は有史以来世界各地で生きた人に出会えるタイムマシンである。

6. デジタル第二進化論理層：概念は数学的な群だから概念操作が有意となる

文明のおかげで、技術が世代を超えて発展するようになり、知的営為の成果も文字化されて蓄積していった。すると、ギリシャのソフィスト、インドの釈迦、中国の孔子をはじめとする諸子百家など、社会の片隅で学習と思索を専業として生きる人々が登場した。ストレス(社会的栄達や家族の世話)から解放された人々は、静かな環境のなかで、勤労と学習の禁欲生活を始め、言葉を科学的概念として使うようになった。(図5)

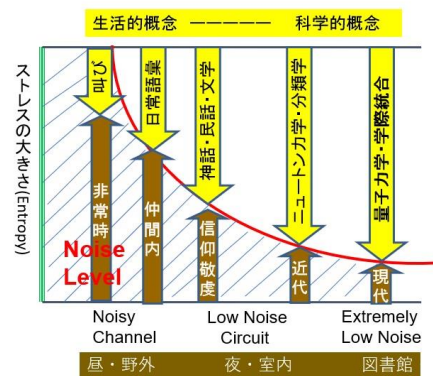


図5 低雑音環境でダイナミックな思考が生まれる
概念とは何か、何を概念と呼べばよいのか。筆者は、概念は(演算が可能な)群であるとするのが適切ではないかと考える。

動物が本能(DNA 情報)としてもっている反射は、ある刺激が入力されると、あらかじめ決まっている行動が生まれる。パブロフの条件反射は、ベルやブザーなど条件刺激を、口の中への餌や毒性物質の投入と結びつけて構築された。同様にヒトは、ある言葉記号をそれと関連する個別の五官の記憶と結びつけて記憶を構築する。これらはすべて「Aの入力があればBをなさい(If A then B)」という1対1の二元論理である。

これに対して、概念には、その言葉と結びつくすべ

ての要素を内包する、「A とは集合 A に属するすべての元のことであり(1 対全)」とする論理が適用される。例えば「ラーメンの概念を打ち破った」というのは、「有史以来の全てのラーメンと違う」という意味である。概念は、数学的な群を構成する。ピアジェが群性体の要件を列挙し、その加法的操作と乗法的操作を論じたのは、**概念は群であるから、演算可能であり、演算結果が意味をもつ**と言いたかったからだ。[24] (表 2)

- (I) 合成性 $x + x^1 = y; y + y^1 = z; \text{etc.}$
- (II) 可逆性 $y - x = x^1 \text{ or } y - x^1 = x.$
- (III) 連合性 $(x + x^1) + y^1 = x + (x^1 + y^1) = (z).$
- (IV) 一般的同一操作性 $x - x = 0; y - y = 0; \text{etc.}$
- (V) 同義性、特殊同一性 $x + x = x; y + y = y; \text{etc.}$

表 2 ピアジェが示す群性体の要件 [24]

また、ヴィゴツキーは概念を日常的概念と科学的概念に分け、後者を真の概念と呼ぶ。[23] 科学的概念は、これまで誰も言語化していなかった物質や現象を発見した科学者が、命名して生まれる。したがって、地動説がコペルニクス説と呼ばれ、遺伝がメンデルの法則と呼ばれるように科学者の名前と等価である。熱力学におけるエントロピーは、クラウジウスが導き出した概念であり、クラウジウスの論文にたちかえってそれが生まれてきた経緯を追体験すると理解できる。[25]

概念を理解することのむずかしさは、言葉としては同じように聞こえ操作できるのに、概念によって意味の複雑さの次元が異なることにある。子どもは成長とともにより複雑な概念を扱えるようになる。成長とともに、思考操作能力は段階的に複雑化する。子どもが新しい総合化・一般化のやり方を学ぶとき、複雑さの次数がひとつ上がった概念を獲得する。

	次数	適用論理	結果・意味
反射記号	0	1 対 1 (反射)	反射的行動
固有名詞	0	1 対 1 (想起)	ある特定の人物
一般概念	1	1 対 1 (想起)	五官記憶の総合化
一次論理	2	AND, OR	一般概念の二元操作, 類・関係
複雑概念	3	不定	個別科学の概念, 相対座標
科学概念	4	1 対全 (群)	学際的に共有できる, 絶対座標

表 3 言葉・概念の複雑さ次数

4. で文法は、言葉にベクトルを付加して、言葉相互の関係を示し、言葉の意味を増減することだと示唆した。だとすれば言葉の複雑さは概念にある。とくに科学概念に習熟すれば、我々は言葉を正しく使いこなせ

るようにならないか。

たとえば、パブロフは「**生理学的にみて本能とよばれる反応も反射である**」と述べた。[26] 筆者ははじめこの表現を理解できなかったが、何度か読んだ後、「動物生態学者たちが**本能とよぶ現象は、脳生理学が反射とよぶ現象と同じである**」という意味だと理解した。本能も反射も表 3 の複雑次数 3 に属す個別科学分野の言葉であり、パブロフはその二つが同じ現象だと言ったのだ。おそらく**分子生物学が学際的な共通語を提供する**。そのメカニズムを分子レベルで明らかにすれば、学際的な概念になるだろう。たとえば、本能も反射も「脳室内免疫細胞ネットワーク」(免疫細胞をモバイル化した神経細胞ともいえるが) であるというように。

概念の意味の複雑化メカニズムを理解すれば、概念の混乱は収束し、学際研究が大きく進展するであろう。筆者が提示したのは仮説だが、仮説はそれがたとえ間違っていることが明らかになっても、別の仮説が姿を現すので、検証するに値する。

7. デジタル第三進化物理層：対話する音節の誕生

インターネットが普及して、パソコンやスマホ端末から、本や日用品や食材の買い物、飛行機やホテルの予約とチェックイン、銀行振り込み・口座残高確認などができるようになった。食べ慣れない食材をもらったときネット検索すれば簡単でおいしい調理法が手に入る。世界どこでも行きたいところを入力すれば、車や公共交通機関や徒歩での行き方とナビを得られる。

ほとんどの図書館が公開電子カタログ(OPAC)で蔵書リストを公開しており、一部は電子書籍として公開されているため閲覧もできる。学術論文もオンラインで入手できるほか、雑誌も新聞も徐々に紙媒体から電子媒体に移行しつつある。今年には新型コロナウイルスの影響で、多くの学会・研究会がオンライン開催となった。やってみると、意外にうまくいく。移動の時間と経費がかからなくなり、参加者は大いに助かった。

しかし、これほどインターネットが普及して生活が変わりつつあるのに、21 世紀の今、言語的人類が知能進化の第三段階を迎えているという認識はまだ十分共有されていない。「情報の貯蔵と伝達のために電子的な手段を使うこと」の影響は、「遺伝コードの起原あるいは言語の起原がもたらしたのと同じくらいに深いものがある」とメイナード・スミスはいう。[1] その深さが

どれくらいのものか、状況を整理してみたい。

そもそもインターネットは第二次世界大戦後の世界をイメージして、ヴァニヴァー・ブッシュが記憶拡張装置(MEMEX)を提案して始まった。[27] ブッシュは電気工学を専門とする学者で、第二次世界大戦では科学研究開発局(OSRD: Office of Scientific Research and Development)長官となり、戦争のための技術開発を指揮し、原爆開発のマンハッタン計画の責任者でもあった。戦争は学際的協力を必要とするから、科学も大いに進歩した。彼は、科学者が戦後も学際的研究を続けるための記憶拡張装置としてMEMEXを提案した。それは研究者の机の上に専門分野に限らない学際的で有用な資料を次々にもってきて、最終的には直接脳内に送りこむ。自分の思考過程を記録したテープを配布すると、他の人たちがそれを共有できる。夢のシステムである。

MEMEX 構想の雑誌掲載は1945年7月だったが、アイデアに予算がついて研究開発が本格化するのには、1957年に人工衛星を打ち上げたソ連に遅れをとった後で、国防省高等計画研究局(ARPA)を設立し、人工知能やネットワーク、パソコンにつながる研究開発が始まった。開発は主にカリフォルニアで行われ、1973年にゼロックスのパロアルト研究所(PARC)で生まれたパソコンには、現在私達が使用しているほとんどすべてがあった：ディスプレイ、マウス、ネットワーク機能、電子メール、ワープロと表計算ソフト、コピー&ペースト機能など。[28] 1989年に欧州原子核研究機構(CERN)でインターネット上の文書提供システムであるWorld Wide Webが開発され、1998年にはGoogleが生まれる。キーワードを投入すると、入手可能な関連言語情報の在り処を教えてくれる検索エンジンが登場して、言語的人類と有史以来の人類の知的営為の総体が容易にむすびつくようになった。真社会性の枠が広がって、全人類が力を合わせて、知能を共有し発展させる時がきたのかもかもしれない。

文字が生まれる前は、対面でしか話すことができなかった。文字があると、著者は自分の知識を未来や遠方の読者に伝えるために書くことができるが、後世の読者がそれを発見し出会うためには縁や運や根気が必要とされた。電子化のおかげで、読者はキーワード検索によって必要な資料とその在り処を簡単に見つけだせるようになった。電子情報をもつ対話性が、言語情報を一方向通信から双方向通信へと進化させたといえる。おかげで現代人は「**きわめて大量だが信頼性の保証がない言語情報**」を手にした。これをどのように活

用するかについて、議論する必要がある。

8. デジタル第三進化論理層：独学・身体・信頼性

以下では、きわめて大量だが信頼性の保証がない言語情報を活用するための脳をつくるうえに役に立つと思える3つのことを議論したい。第一に学際的研究は明確な目的意識をもち、基本的に独学で行う必要がある。第二に、不随意メカニズムによって処理されている言語処理や知能構築を、随意に処理するために分子レベルの身体構造を理解し、それを活性化する必要がある。第三に、信頼性が不確かな言語情報を駆使して、著者を知り、本人の言葉であることを確認し、著者と一体化して内包する誤りを正すための手法である。

I. フランスの分子生物学者フランソワ・ジャコブは、最晩年に書いた本のなかで「**20世紀という科学的探究の世紀最大の発見は、わたしたちが自然についてじつは何も知らないということであろう。学べば学ぶほど、無知の大きさがわかってきた。(略)長い間、わたしたちは事物がどのように機能するかを知っていると称していた。しかしそれは単に、穴を塞ぐためにデタラメな話をしていたようなものである。**」と述べている。[29]

残念ながら分野科学の教科書の多くは、まだ無知やデタラメを正しきれていない。そのためある特定の分野で教育を受けると、前世紀の誤りも含めて相続してしまう。学派として相続を続けるために、誰もその誤りを指摘しないだけでなく、誤りを内包した研究成果だけが累々と蓄積されていく。学派に属すと、学派が相続した誤りを訂正する必要性を感じないばかりか、誤りを自分の研究の基盤として取り込むことになる。

この弊を免れるには独学がよい。「**これからは自ら学び、自分で考えを深めていくことが求められる**」ので、「独学は、これからの学び方の基本」になる。[30] 詳しいノウハウは通信制大学出身で東大教授になった柳川範之の著作にわかりやすく書いている。独学は効率がよく、自分で考えるくせがつき、答えのない問いに対応できる。専門書の著者とけんかしながら読み、学んだ結果を熟成させ、アウトプットして人に伝えると学びはさらに深まる。

独学が独善に陥らないようにするためには、できるだけ早い時点で良い専門書と出会うことが必要になる。筆者の場合、職場の近くに東大・本郷キャンパスがあ

り、総合図書館と各学部学科の図書館に足繁く通った。

アウトプットも専門知識をもっている人の前で言えば、自分の知らないことを教えてもらえるほか、思いもしなかった質問を受け、発想が広がる。筆者の場合、情報処理学会と電子情報通信学会の研究会に参加した。研究会の趣旨と多少なりとも関連したタイトルで申し込み、受け付けてもらえたら期日までに予稿論文を提出する。発表当日はできるだけわかりやすいスライドを用意して発表し、質問が生まれやすくする。研究会は自分の研究が正しい方向に進んでいることを確かめ、考察内容に誤りがあれば訂正し、まだ参照していない文献を指摘してもらい、先につなぐためのものである。質問やコメントで自分の知らない研究者の名前が出てきたら、すぐにその人の著作に目を通すといい。

Ⅱ. 精神機能の脳室局在論がヘレニズム時代から18世紀終わりころまで一般に信じられていた。現代科学はそこにある水溶液と細胞とその分子構造まで解明している。「脳を含む中枢神経系は中空性の神経管から形成される。…脳室は脊椎動物の脳に特徴的な構造である。…脳室は脳脊髄液で満たされている。脳脊髄液は弱アルカリ性の透明な水溶液である。この液は脈絡叢で作られ脳室を満たし、中枢神経系を循環し、最終的には第四脳室の菱脳正中口と菱脳外側口よりクモ膜下腔に達し、静脈系統で吸収される。…脳室の脳脊髄液との接触面は上皮細胞に覆われている。この上皮細胞の間には脳脊髄液接触ニューロンと呼ばれる神経細胞が存在する。脳脊髄液接触ニューロンとは、脳室に沿って局在する双極性の神経細胞で、一方のノブ状の突起を第三脳室に突き出し、もう一方の突起は軸索として複雑な神経網を形成している。脳脊髄液接触ニューロンの脳室側の突起の先端には繊毛が見られる。この繊毛の微小管構造は9x2+0の構造をしており、感覚性の細胞であることが示唆されているが、その機能に関しては不明である。…脳室内へ達する何らかの因子を受容し、より高次機能の調節に関与していることが考えられる。」[31]

表1に示すように、我々が新しい言葉の記憶を獲得するとは、脳室壁に脳脊髄液接触ニューロンの突起が構築され、この突起を鍵として鍵穴のように特異的に結合する抗体分子をもつBリンパ球が脳室内で成熟することのようだ。言葉の意味をうけもつマイクログリア細胞は、同じ突起を細胞膜上に示して、海馬で五官記憶を記録して成熟し、大脳皮質上に移動する。

たとえば「iPS細胞」や「STAP細胞」という科学用

語をはじめて聞くとき、まったく興味を感じず、その言葉の記憶を獲得することなど思いもよらないが、ニュース番組などで繰り返し耳にするといつの間にか脳内に言葉の記憶が構築される。その言葉のための抗原や抗体をもつ免疫細胞が構築されるからであろう。記憶が構築されれば、自分でも口にできるようになる。しかしiPSやSTAPが何の略語であるかは言えず、研究者の顔と名前が思い浮かぶ程度である。[32]

脊髄反射のメカニズムは、不随意に構築される記憶ベースの反射である。自分がすでに知っていることは聞こえるが、まだ知らないことは耳に入らない。また入力された情報の真偽を確かめるまえに反射がおきる。自己中心的であり、自分の構築した知識が正しいかどうかを自己診断できないのに、自分が正しいと思う。記号単位で作用するため、複雑なシステムを考えることは苦手。生存を優先するあまり、動物的本能に屈して知識の真実性を軽んじる場合がある。自己充足的で、自分の生活が快適であれば特に外部に知的刺激を求めないし、知識の多寡にかかわらず自分は十分な知識をもっていると思いがちである。科学的概念は本や論文を読んで、丁寧に考え理解することによってその意味を記憶のネットワークとして自分の意識上に構築し、研究を発展させる必要があるのに、研究者の顔や名前と結びつけたところで満足してしまう。[33]

しかし「iPS細胞」や「STAP細胞」は、科学的概念として取り扱わなければならない。そのためには、本稿で分析してきた複雑な言語処理や知能構築のメカニズムを理解し、脊髄反射の制約を乗り越える必要がある。われわれホモサピエンスは、知的野生生物であることを自覚して、全身を問いとし、自分の身体を感覚器官とし、現場に飛び込み、未知なるものや矛盾にみちた不安定な環境に、全身の神経を活性化して立ち向かうのだ。外界に対する知的好奇心を常にもち、言葉を吟味して真意を見抜き、人類共有知を高めるのだ。矛盾や誤魔化しなどアレツと思うことを放置せず、その都度深く考えてそれと一体化する。

Ⅲ. インターネット上で得られる「きわめて大量だが信頼性の保証がない言語情報」の信頼性を高めて活用するには、デジタル通信の「前方誤り訂正」(Forward Error Correction)の手法が参考になる。[34][35][36]

言語情報を入手したとき、まずその言葉が誰の言葉であるかを確かめる。著者はどのような人物か。自分の言葉に対する責任を感じているか。どんな状況でその言葉を生み出したか、その前後にどのようなことを

語っているか。インタビューやオーラルヒストリーの語り口は誠実か、手稿は残っているか。どんな手稿か。そして、著者生存中に著者校正を経て出版された本人の本や論文か、引用された他の著者の言葉か。

やっかいなのは、著者没後に著者の名前で出版された偽書や著作に加えられた改ざんであり、著作や業績が不当に隠蔽されるときである。これらはなかなか見破れない。偽書や改ざんは著者の著作相互での矛盾を生みだす。本来言語情報に矛盾はあってはならないので、読者は著者の全著作を読むことで異物を識別し排除するのがよい。たとえば、道元(1200-1253)は弟子たちの裏切りを予見していて、正法眼蔵の75巻に連番を振り、それぞれいつどこで示されたかを奥書に記録し、そのことを詩のなかで示唆した。[37][38] 奥書を尊重すれば、没後に混入した偽書や改ざんを容易に判別できるが、残念なことに道元専門家ですら全著作を読まず、偽書を本人の著作として受け入れている。

これらのことを確認して、言葉を著者の分身として扱えると、言葉の背後にある、表現者の見た現実を復元できるようになる。もしその言葉が引用されたものであれば、引用元の著作を参考にする。インターネットのおかげで、言語情報の追跡可能性(トレーサビリティ)が向上した。著者が読んだのと同じ文献を自分でも読むことが可能になった。

本や論文を書くうえで、実験や観察で知り得たことを読者に正確に伝えるための厳しいルールがある。読者はルールにしたがって段階的に著者の言葉を追跡することで、表現を生みだした事実を仮想現実的に確かめられる。複雑かつ精密な生命体の生殖活動は、単細胞の卵子のなかに精子が侵入し、細胞分裂を繰り返して一個の生命体になる。それと同様に、科学的な考え方や概念を学ぶにあたって、もっとも基本的なところから段階を追って考えを深めていくと正しい理解がえられ、万一著者になんらかの誤りがあったとしても、それを乗り越えることができるのではないだろうか。

このような第三進化論理層における3つのこと(1. 自分の頭で考えること、2. すべてに正面から全身で取り組む、3. 基本にもどって段階的に概念の再構築を行う)を実践した一例をあげたい。

筆者は2015年3月に米国ワシントンDCにある米国議会図書館の手稿閲覧部を訪れ、ノイマン資料の中に1949年12月にイリノイ大学で行った5回の連続講演のタイプ打ち原稿をみつけた。イリノイ大学出版局か

ら早く出版したいという催促の手紙もあったが、ノイマンはこの原稿を出版させなかった。講演の内容は「自己増殖オートマトンの理論」の中で短縮し書き改めて出版されている。[39] タイプ原稿では、ノイマンはエントロピー概念について、マックスウェル流の説明に即して情報量としている。しかしこの部分は削除され、代わりにノイマンは講演にはなかった言葉を大々的に付け足した。「もし情報理論というものが見つけられたときには、それはすでに存在している2つの理論と似たものだろう。それは形式論理学と熱力学である。情報理論という新しい理論が形式論理学のようなものであることは驚くに値しない。しかし、それが熱力学と共通のものをたくさんもつことは驚くべきことである」[40] ノイマンは自分の講演内容の誤りに気づいて、出版に際して自力で誤り訂正したようだ。

知能が脊髄反射にもとづいているために、我々は自分の思っていることと違う意見に遭遇すると否定するか無視する傾向にある。異説や異論に出会ったら、自分の考えを、もっとも基本的なところから詳細に吟味して、構築しなおす必要があるのではないか。検索エンジンを活用すれば、それが容易にできる。誰でも自分で誤り訂正できる時代になった。

9. 終わりに：人類はひとつの知的生命体

現生人類が生まれたクラシーズ洞窟第3号は、海拔20mの砂岩層に穿たれた巨大な海蝕洞窟で、西に開口していて、大海原に沈む夕日が眺められる。初めてそこを訪れた時、こんなきれいな洞窟で現生人類が生まれたのなら、すばらしい生き物に違いないと思った。ここで喉頭降下がおきて、音節を獲得したことで知能のデジタル進化が始まった記憶を、すべての人類が共有するとよい。

音節の獲得、文字の発明、電子化と言語の発展をたどってきた人類は、今最終進化の時を迎えている。しかし残念ながら我々はまだ正しい進化の方向や手法を明らかにできていない。

テレビでみた悪役の俳優に「死ね」とメッセージを送りつけることや、人の言葉を真偽を確かめることなく真に受けて、自分の言葉として拡散することは、知的な行為とは言いがたい。地球上で唯一、言語を獲得した知的野生生物であるのに、言葉の使い方を間違えている。

一般にヒトは、自分の間違いの指摘を受けると、自

分を顧みて過ちかどうか確かめることが大事なのに、相手を否定するか無視する傾向にある。これは脊髄反射回路を使って知能構築していることの弊害と、知能よりも面子や利益が優先されるためである。

テレビや雑誌は、人々の知的好奇心を刺激して人類共有知へと誘うのとは反対に、ゴシップやセンセーショナルな話題ばかり伝える。これはプルタルコスも批判した有史以来の問題である。「われわれの心には生まれながらにして、学ぶことを好み見ることが好む性向があるわけだが、その性向を、まじめに打ち込む打ちのない見物、聞き物に差し向けて、立派で有益なことをなおざりにしてしまう」ことを咎める必要がある。「われわれはみな、理性をはたらかせようと欲するならば、自分にとって善しと思えるものに向かって、きわめて容易に転ずることができるように生まれついている。(略)明るい色、気分のいい色が、目に養分を与えて生き生きとさせるように、われわれの思考力にも、気分のいい観察の結果を与えて、その持ち前の善に及ぶような、そういう対象を与えるべきである。」[41]

言語的人類は真社会性動物として知能を発展させてきた。人類はひとつの知能共同体を生みだしていることを自覚して、言葉の正しい使い方を身につけ、知的好奇心を活性化して、世界を歩き、雑音から身を遠ざけて、ネット検索と書物から得られる過去の人の知的営為を誤り訂正しつつ自分の意識の一部として受け継ぐべき時である。今我々はそれができる時代にいる。

文献

- [1] メイナード・スミス, サトマーリ, (2001) 生命進化 8つの謎, 朝日新聞社.
- [2] Noll, H. (2003) The Digital Origin of Human Language - a Synthesis, *BioEssays* 25:489-500
- [3] Jerne, N.K. (1974) Toward a Network Theory of Immune System, *Ann Immunol (Paris)*. 125C(1-2) :373-89
- [4] Jerne, N.K. (1984) The Generative Grammar of the Immune System (The Nobel Lecture)
- [5] ノイマン(1970), "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
- [6] 得丸(2010) ヒト話し言葉デジタル通信システム研究の学際的性質概観と、発話と聞き取りを結びつけるエントロピー利得(情報理論)について, 情報処理学会研究報告 Vol. 2010-CH-88 No.5
- [7] 島泰三, はだかの起原, 木楽舎, 2004
- [8] Singer, R. Wymer, J.(1982) The Middle Stone Age at Klasies River Mouth in South Africa Chicago Univ.Press, U.S.A.
- [9] Deacon, H.J., & Deacon, J. (1999) Human beginnings in South Africa: uncovering the secrets of the Stone Age Cape Town, S. Africa Altamira Press
- [10] Tokumaru, K.(2008), Inside-Cave Evolution Hypothesis of Modern Human. (OP4-15), 10th JSES 日本進化学会大会
- [11] Pepper W.J., Braude S.H., Lacey E.A., Sherman P.W.(1991) "Vocalization of the Naked Mole-Rat", in Alexander RD et al The Biology of the Naked Mole-Rat, Princeton Univ.
- [12] Chiba, T., Kajiyama, M. (1941) The Vowel Its Nature and Structure, Tokyo Kaiseikan Publishing
- [13] 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 (印刷中)
- [14] Deagling, D.J. (2012) The Human Mandible and the Origins of Speech, *J. of Anthropology* 2:1-14
- [15] ポルトマン, A.(1961) 人間はどこまで動物か——新しい人間像のために, 岩波書店
- [16] Martin, R.D. (1990) Primate origins and evolution: a phylogenetic reconstruction Princeton Univ. Press
- [17] ウィルソン, E.O. 人類はどこから来て, どこへ行くのか, 斉藤隆央訳, 化学同人, 2013年
- [18] Ambrose, S. (1998). Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and the differentiation of modern humans. *J Human Evol* 34: 623-651.
- [19] ルーニー (2014) 医学は歴史をどう変えてきたか 古代の癒やしから近代医学の奇跡まで, 立木勝訳, 東京書籍
- [20] 時実利彦 (1988) 心と脳のしくみ, 講談社
- [21] 得丸 (2014) 母語のモノラル聴覚と文法処理-例外としてのピダハン, 情処研究報告 2014NL-219No.23
- [22] Taylor, F.B., (1910) Bearing of the Tertiary mountain belt on the origin of the earth's plan, *Bulletin of the Geological Society of America*, 21:179-226
- [23] ヴィゴツキー (1962) 思考と言語, 柴田義松訳, 明治図書
- [24] クラウジウス(2013)八木江里監訳, エントロピーの起源としての力学的熱理論 クラウジウス熱理論 論文集, 東海大学出版部
- [25] ピアジェ (1967) 知能の心理学, みすず書房
- [26] パブロフ(1927) 大脳半球の働きについて- 条件反射学, 川村浩訳, 岩波文庫 1975
- [27] ブッシュ (1945) 考えてみるに, 山形浩生訳
- [28] マルコフ パソコン創世「第3の神話」カウンターカルチャーが育んだ夢, NTT 出版, 2007
- [29] ジャコブ(2000), ハエ, マウス, ヒト 生物学者による未来への証言, 原章二訳, みすず書房
- [30] 柳川範之(2017) 東大教授が教える独学勉強法, 草思社
- [31] 保 智己他 (2006) 脳室の感覚器官: 室傍器官—室傍器官と下垂体との関係—, 比較生理生化学会誌 23:143-152
- [32] 得丸(2020)科学論文を読むためのセンシング技術~真理を伝える言葉を感じ取る, 信学技報 SeMI2020-15
- [33] 得丸(2020) 言語的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
- [34] 得丸 (2018) 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
- [35] 得丸 (2020) 知能の情報理論~言語情報の前方誤り訂正 信学技報 RECONF2020-11
- [36] 得丸 (2020) 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
- [37] 得丸 (2017) 道元を読み解く, 富山房インター
- [38] 得丸 (2018) 道元(1200-1253)が正法眼蔵と道元和尚廣縁に施した誤り訂正符号 信学技報 COMP2018-9
- [39] 得丸 (2015) 情報理論におけるエントロピーと蓋然性, 信学技報 OME2015-23
- [40] ノイマン (1975)自己増殖オートマトンの理論, 岩波書店
- [41] プルタルコス 英雄伝 2 ペリクレス, 柳沼重剛訳, 京都大学学術出版会, 2007