

Paper

心、言葉、文字の起源と知の形成

Origins of Mind, Language and Character and Knowledge Formation

Shoei Komatsu

Advanced Planning and Scheduling

Organization for Manufacturing

e-mail: komatsu.shoei@kuramae.ne.jp

小松昭英

ものづくり APS 推進機構

電話 045-832-0349

Abstract: Generally speaking, to create trans-disciplinary intelligence solving complicated problems, it would be indispensable to understand the boundary and constrains of the problem being solved. Then, to be essentially true to the nature of constrains for building the platform of the intelligence, it could be considered necessary to trace back the origins of mind, language and character and knowledge formation. However, the research has been mainly based on the European research achievement, since the achievement of our country is limited.

Keyword: origin, mind, language, character, knowledge

要旨 一般的には、複雑な課題を解決する総合知を創り出すには、その課題の境界と制約を理解することが必須と言えよう。そして、総合知の基盤を構築するために、制約の本質に迫るには、心、言葉、文字と知識形成にまで遡るのが必要と考えられる。しかしながら、わが国の研究成果が乏しいので、この研究は西欧の研究成果に基づかざるを得なかった。

キーワード: 起源、心、言葉、文字、知識

目次

1. はじめに
2. 心の起源
3. 言葉の起源
4. 文字の起源
5. 知の形成
6. 印刷革命
7. 科学的思考
8. 知的空間の形成
9. 知識と知恵
10. まとめ—総合知の行方

この世界に関して永遠に不可解なのは「世界が分かる」ということだ。

—アルバート・アインシュタイン（酒井邦嘉訳）¹

1. はじめに

「バランスシートで読みとく世界経済史—ヴェニス¹の商人はいかにして資本主義を発明したか」(Gleeson-White(2011)²)という書名に惹かれて読み始めてすぐ、第1章冒頭を飾る「文字の起源はもはや謎ではない・・・意外かも知れないが、文字の起源は先史—紀元前9000年—にさかのぼる。数を数えることから文字が生まれたなどと、誰が思うだろう。」というデニス・シュマント=ベッセラの言葉に一寸した衝撃を受けた。

そして、これは偶然であるが、あるセミナーで「言葉の誕生を科学する」(小川洋子、岡ノ谷一夫)(2013)³(以下「言語の誕生」という)の著者の一人岡ノ谷一夫から書名に関する講演を聴いて、これにも同じような衝撃を受けた。しかし、残念ながら、この講演には言葉と文字の結びつく過程についての説明はなかった。

このようなことがあって、いままで漠然と言葉=知識と思っていたことに気が付き、知とは何なのかを改めて考えることにした。

2. 心の起源

ウィキペディアによると、「心の理論」とは、「チンパンジーなどの霊長類が、同種の仲間や他の種の動物が感じ考えていることを推測しているかのような行動をとることに注目し、「心の理論」という機能が働いているからではないかと指摘したことに端を発する。この能力があるため、人は一般に他人にも心が宿っていると見なすことができ(他人への心の帰属)、他人にも心のはたらきを理解し(心的状態の理解)、それに基づいて他人の行動を予測することができる(行動の予測)(Premack & Woodruff(1978)⁴)。」という理論である。

さらに、実証的な研究では、サルによる神経細胞活動の記録実験や、ヒトおよびサルの脳細胞イメージングによって、心の理論に関係する中枢領域が判明してきた。サイモン・バロン=コーエンは、他者の心を読むための機構として、意図検出器(Intentionality Detector: ID)、視線検出器(Eye-Direction Detector: EDD)、注意共有の機構(Shared Attention Mechanism: SAM)、心の理論の機構(Theory-of-Mind Mechanism: ToMM)という4つの構成

要素を提案している(サイモン・バロン=コーエン(2002)⁵)。

また、彼らは、心の理論は脳の特定の局所部位の働きのみで成り立っているのではなく広範なネットワークで成り立っているのだらうとしながらも、特に心の理論を支える基盤となっている可能性のある部位として、上側頭溝(STS)、下外側前頭前野および前部帯状回/内側前頭前野を挙げている(図1)。(小脳、爬虫類脳と哺乳類脳の位置の指示線はKaku(2014)⁶にしたがい追記した) STSでは、非生物の動きには反応しないのに顔や手の動き(biological motion)に対して反応する神経細胞が見出されている。また、STSには特定の方向への視線に反応する細胞や、他者が発した音や視覚には反応するが、自分で発した場合には反応し

ない細胞が見出されている。

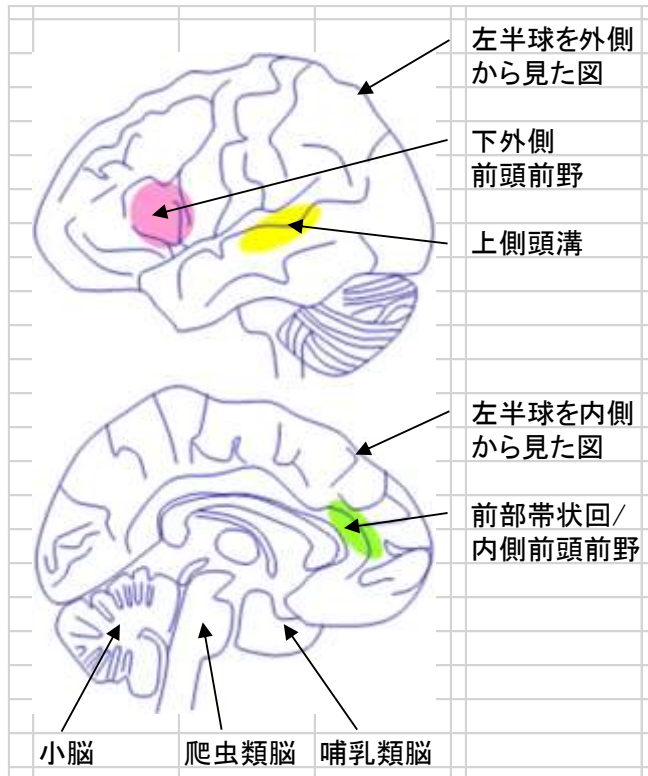


図 1 心の理論の神経基盤

サルの腹側運動前野において、自己がゴール志向性の運動を行ったときにも、他者が同様の運動をしているのを見たときにも活動する神経細胞がある。これらはまるで鏡のように活動することから「ミラーニューロン」と名付けられている。この働きにより、他者の行動を心の中でリハーサルすることで追体験できると考えられている。ただし、サルにおいて心の理論に相当する能力があるのか問題であり、ミラーニューロンの機能と併せて議論の対象となっている。ヒトでは、この領域に相当するのは下外側前頭前野つまりブローカ野の一部に相当すると言われている。

前部帯状回/内側前頭前野は、自らの感情を自覚する課題を施行中に血流増加するという報告があり、情動の主座である辺縁系と前頭前野を連絡する働きがあると推測されている。人が他者の心的状態を理解するメカニズムに関して、理論説(theory theory)とシミュレーション説(simulation

theory) の二つが提唱されている。

- 理論説

理論説では、人は先天的、後天的どちらであれ、他者に当てはまる一般的な「知識」や「理論」を持っており、これらに基づき他者理解を行っているとする。ここではシミュレーション説とは異なり、自己理解と他者理解は独立であるという立場をとる。

- シミュレーション説

シミュレーション説では、他者理解は理論的操作(=理論説)ではなく、自分を相手の立場において模倣する、つまりシミュレートすることで他者理解を行っていると考えられる。他者の行動と自らの行動、その両方に反応するミラーニューロンの発見はシミュレーション説に強力な生物学的な根拠を与えるものと受け止められている。

なお、高木貞敬(1996)⁷⁾によると、日本人の脳と外国人の脳の働きには、図 2 に示すような違いがあるという。すなわち、「日本人の左脳には、言語能力の他、計算能力や分析能力、また時間的前後関係の能力という働きの知的能力と、笑い声、泣き声、嘆き声やハミング、動物の鳴き声や虫の声などの、感情に訴え情緒を促す音进行处理する情動の能力とが同居いて

いる。このことが、日常の小さな変化を感じ取って、感情的にとらえることができる独特の能力となっている。・・・とことん攻撃しあつた後は、どちらが勝っても負けても、もう二度と口を利きたくないということになってしまう。これは論理的な知性能力と感情能力が

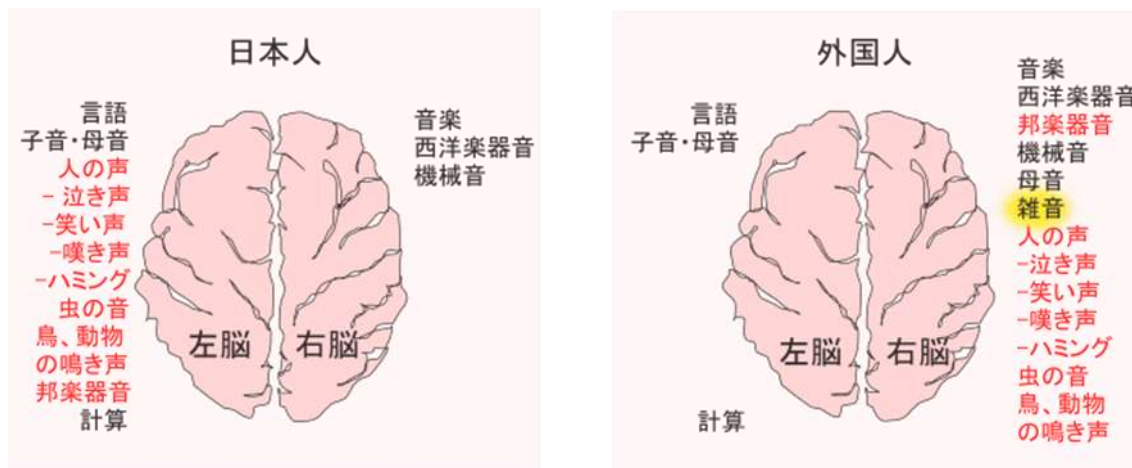


図 2 日本人と外国人の脳の働き

同じ左脳にあり、議論をドライに考えられないのである。日本人は、知性だけで議論することができず、どうしても感情が入ってしまう。まさに日本人の左脳のやっかいなところである。」と言う。ただし、日本で生まれて育った外国人は、日本人と同じで、外国で生まれ育った日本人の二世、三世は母音を右脳でとらえるという。

3. 言葉の起源

つぎに、言葉の起源を考えることにして、上述の「言葉の誕生」を読んでいくと、言語の歌起源説を眼にすることになる。すなわち、「人間になった生き物は、言葉を話す前から、歌で求愛する類人猿の一種だった。最初は鳥と同じようにオスだけがうたっていたのかもしれない。人間になる以前から、いろいろな事物を鳴き声や手の動きで示すことはやっていたから、彼らの世界はたくさんの意味にあふれていた。彼らは異性を誘うときいろいろな歌をうたった。たくさんの音を上手に組み合わせるやつは、異性から人気があった。・・・そのうちに、いろいろな状況をいろいろな歌で示すようになってくる。こうなると、社会的技術として歌が必要になるから、オス(男)のみならずメス(女)も歌を歌うようになるだろう。・・・歌はお互いに学びあうから、偶然の一致で、ある状況とほかの状況で共通してうたわれる部分があったとしよう。するとそういう環境で育った子供たちにとって、その部分が二つの状況の共通部分を指し示すものとして理解されてくるだろう。・・・こういう過程が繰り返されてきて、歌の一部がより具体的なものを指し示すようになり、単語のような働きを持つようになる。同時に、その単語が歌のどのあたりで出てくるかという礼儀が決まってきて、文法のようなものが生まれてくる。」というのである。そして、これが言語の歌起源説、相互分節化仮説であると言う。

そして、最近では脳波の研究から、「メロディーも単語も階級も、みんな順番、すなわち系列なのです。音の順番、階級の順番、みんな系列ですよ。系列の判断をするというのがみんな能の「帯状回」という部分で行われていて、社会的な系列の判断も音の流れの判断も同じ場所で行われるのです。切れ目を探して単語に区切ったりメロディーに区切ったりすることを分節化と言って、文節化の基本的な働きをしているのが脳の帯状回という領域なのです。」ということが明らかになったと述べている。

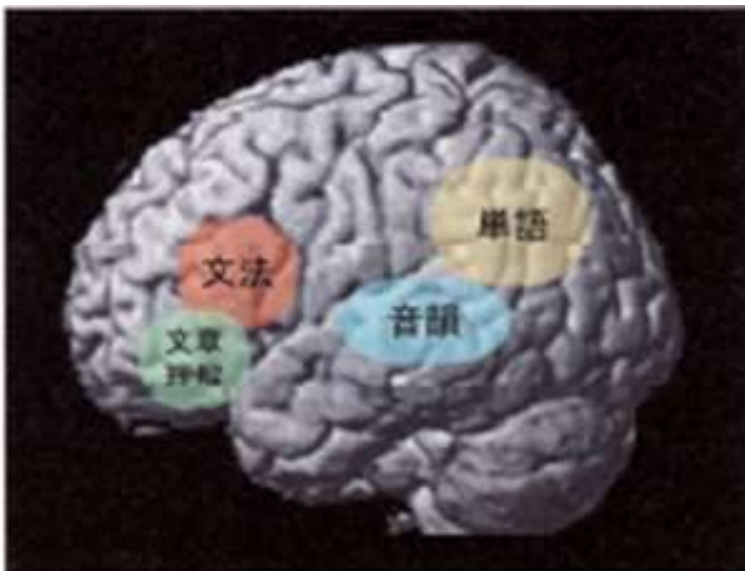
さらに、もう一つ脳の話が出てくる。隠蔽のコミュニケーションとして言葉が進化していたのではないかという、「表情って完全にごまかせないところが残っているのです。それはなぜかを調べてみたのですが、大脳皮質というのは意図的にいろいろなところが制御できるのです。表情に関しては、大脳皮質で顔はいろいろ動かさせます。けれど顔輪筋の一部は大脳皮質の制御を受けにくいのですよ。・・・むしろ大脳皮質ではない脳の深い部分にある情動の中核から制御を受けているのです。」

そして、男女の差については、「バロン・コーエンという人は、共感脳とシステム脳という言い方をしていますね。男性はシステム脳の傾向が強く、女性は共感脳の傾向が強いのですが、みんな両方持っていて、それが混ざっているわけです・・・」と述べている。

さらに、脳については、右脳と左脳という言い方もあり、例えば角田忠信(1981)⁸によれば、「・・・ことばの機能というのは非常に限局して左側にあるわけです。・・・つまり違った情報を両方の耳に与えまして、両方の耳を競合状態にさせて、どちらの耳がよけい有効に判断できるかということを検査いたします。・・・これがいわゆるダイコティック・リスニング・テストといいまして、・・・これによってことばの認知の仕方を調べると正常な人では右のほうの耳の成績が良いが、こんどは非言語系として音楽、たとえば器楽曲あるいはオーケストラのメロディーを用いて調べると、言葉とは逆に、左耳のほうが良い。こういうように、われわれのもつ二つの脳は音楽に秀でた脳と、ことばに秀でた脳に分けられる。」そして、「国語固有の母音を使って検査しました。そうしますと、西欧人では母音は音楽脳が優位であることがわかりました。とにかく持続母音だけをとって日本人と西欧人の成績を比べますと、日本人の場合は言語音として処理されるけれども、西欧人の場合は劣位半球優位で、むしろ非言語音であるという、そういう結論が得られました。・・・今説明した日本人の特徴は話しことばで作られたものということが出来る。」という。さらに、「いままでの学問というのは、すべて日本人も西洋人も頭の構造は同じだと思って、そうならんやつは頭が悪いという割り切り方は、間違っておるので、われわれはやはり日本流の頭になっておって、それに適した学問があつて、それをやった方がぼくは創造的な仕事ができると思いますよ。西欧流のロゴスとパトスの分け方にこちらが盲従したらあかんと思う。私(湯川秀樹)¹はまったく角田さんのおっしゃることに同感です。」という。我々は世界で唯一の言葉によって作られた脳の機能を持つという。この西欧化社会において、どう対処すべなのであろうか。

¹ 湯川秀樹(1907-1981): ノーベル賞理論物理学者、透徹した論理と物事の本質を正しく把握する右脳の直観にすぐれた方であった(同著「あとがき」)

ところが、酒井邦嘉(2008)⁹⁾によると、「大脳皮質のうち、言語をつかさどる領域は「言語野」と呼ばれている。その中で前頭葉にあり、話す機能を持つものがブローカ言語野（運動性言語野）、側頭葉にあり、言語を聴いて理解するものをウェルニッケ言語野（聴覚性言語野）という。・・・最近の研究では fMRI（機能的磁気共鳴映像法）などの測定機器の発達により、ブローカ言語野は記憶に関する作業をしている場合も活動を活発化することが分かり、脳の中での文法処理は、記憶に関する操作と同じなのではないか、という説が出てくるようになった。・・・『人間が自然に獲得する母語はすべての言語に共通した規則性、普遍文法に従っている』という言語学者ノーム・チョムスキーの説に着目した。チョムスキーの説が本当ならば、記憶などとは別に、普遍文法を扱うシステムが脳の中にあるはずである。『まず、文法の知識を使った文の理解を判断する文法課題と、単語の提示順を覚える記憶課題を行っている場合とで、脳のどの部分が働いているかを fMRI を用いて比較し、文法課題と記憶課題で別の領域が活動していることを突き止めた。さらに、文法知識や文章理解、単語やアクセントの正誤の判断をしている時の活動を計測し、その活動パターンから文法、文章理解、単語、音韻の4つの中枢の位置が特定された（図参照）』、「また、第二言語として、英語を習いはじめた中学一年生を対象にした実験で、英語の成績が向上するにつれ、ブローカ言語野の活動が活発化することを突き止め、さらには第二外語の進んだ大学生では、熟達度が高くなるほどブローカ言語野の活動領域が減少することかが分かった。つまり、第二外語を習得する初期の段階では文法中枢の活動が高まり、文法の知識が定着してくると文法中枢の活動が節約されていく。」というのである。つまり、音声の処理については、我々と外国人との間には差異があるが、計算については同等であることも考え合わせると、全くは同じ意味の言葉の対応があるわけではないことから来る障害はあるが、その障害は相互に努力さえすれば、年月をかけるかもしれないが解決できるのではなかろうか。



図の左が脳の前側となる

図 3 文法、文章理解、単語、音韻の中枢位置

4. 文字の起源

つぎに、前出の Gleeson-White(2011)によると、「フランスの考古学者デニス・シュマン ト＝ベッセラが、驚くべき発見につながる調査を開始したのは 1969 年のことだった。彼女

はそれから 25 年にわたって中近東、ヨーロッパ、北アフリカの博物館を訪ね歩き、保管庫に眠っていた数千のもの遺物—他の研究者が見逃した粘土の破片—を丹念に調べた。遺物のなかには、小像や壺、泥煉瓦に混じって、円錐、球、卵、円柱の形をした焼成粘土のトークンが含まれていたが、かつてそれらの用途に注目した学者はいなかった。・・・トークンを集めているうちに、それが古代の会計システムの遺物であることに気が付いた。もっとも古いものは紀元前 7000 年ごろのものだった。メソポタミア（現在のイラク）にはじめて農業を主体とした集落が出現し、人々が農産物の生産量と交換を記録し始めたころだ。トークンの形には意味があり、円錐は少ない単位の穀物、球は大きな単位の穀物、円柱は家畜をあらわしていた。こうしたトークンによる単純な会計記録は、情報を伝達することを目的としてつくられた最初の記号システムだった。目に見えるはじめての記号であり、記憶を保存するためにつくられた最初の技術でもある。紀元前 3500 年から 3100 年ころに都市（とともに鍛冶職人、陶器職人、大量生産できる窯、商人、大規模な取引）が出現し、会計システムが複雑になるにつれて、トークンは進化を遂げた。パン、はちみつ、織物、金属製品など、さまざまな製品をあらわすために 300 種類ものトークンがつけられ、アカウントの原型のような人たちは、それらを中が空洞になっている粘土の球体（「封球」と呼ばれた）に入れて保管した。封球には、取引にかかわる人の印象が押された。・・・やがて古代のアカウントは、トークンを柔らかい粘土の封球に押し付けるようになった。そうすることによって、封球の中にあるトークンの数と種類を記録した—これが文字の発明への一歩になった。そして、紀元前 3300 年ごろ、さらに重要な変化がおこった。立体的な俸給をつぶして平らにし、表面にトークンを押し付ける方式を採用したのである。これにより世界ではじめて粘土板が誕生した。そして、文字の発明は最終段階に入る。古代の商人たちは、先の尖った道具を用いて粘土板にトークンの形を描けば、トークンが不要であることに気づき、球体は円形、円錐は三角形、卵は卵型で描くようになった。こうして 3D のトークンは 2D の記号になり、文字が誕生した。しばらくは会計を担当する者だけが使用していたが、紀元前 2000 年ごろには、死者を追悼するために葬儀で使われるようになり、その後、立法者、聖職者、歴史家、語り手など、言葉を操る人たちに広まっていった。」

そして、重要なことは、「会計は、文字の発明だけではなく、私達の世界観や信念にも大きな影響を与えた。メソポタミアにおけるトークン会計は、経済的な取引を促進し、文字を生み出したという点だけではなく、『人間が、自分を取り巻く世界を計測できるものとして見るようになった』という点においてもきわめて重要である。これにより、人間ははじめて世界を数量化し、結果を記録するための道具を手にしたのである。」ということである。

しかし、Robinson(1995)¹⁰は、「文字はメソポタミアで最初に誕生し、それから全世界に広がっていったのであろうか？エジプトでは、紀元前 3100 年、インダス文明では紀元前 2500 年、クレタ島では紀元前 3100 年、中国では紀元前 1200 年、中央アメリカでは紀元前 600 年頃、それぞれ最古の文字が書かれている（年代はすべておおよそのもの）。そこから考えると、文字を書くというアイデアが（特定の記号ではなく）一つの文化圏から別の文

化圏へと徐々に広がっていったという見方は妥当のようだ。印刷の概念が中国からヨーロッパへ伝わるまで 600~700 年かかり、紙と言うアイデアについてはさらに長い年月がかかっていることを思えば、「書く」ことがメソポタミアから中国に伝わるのに、それだけかかってもおかしくないだろう。」と述べている。

また、さらに、この著者は、「いずれにしても文字が、北アメリカ先住民のそれのように純粹に絵文字的なものとは違う、いわゆる「完全文字」に発展していくのにならなかつたものは、「判じ絵」の原理の発見だった。判じ絵とは、絵文字的記号を「音」を表わすものとして使うという画期的なアイデアだ。これによってエジプトのヒエログリフのフクロウの絵が、子音 **m** を表わせるようになった。例えば英語でなら、ミツバチ (bee) の絵に葉っぱ(leaf)の絵を添えて「信念」(beleaf)という語を表わせることになる(その気になればという話だが)と述べている。ここで、言葉と文字が繋がったと言えるのではなかろうか。さて、漢字や日本語はどのように考えられているのであろうか。

同著(Robinson)は「漢字は何世紀もの間、神話に包まれ、はっきりと理解されずにきた。その起源についてもいまだ何の根拠もないほどだ。・初期の漢字として信頼できるものが見つかったのは 1899 年以降のことである。それは、いわゆる卜骨(ぼっこつ)の形で見つかった。それまでの長い年月、北京の漢方薬の店で竜骨と称するものが売られていたが、それらは実際には河南省北部の安陽近くの村で、農夫の犁で掘り起こされた古いカメの甲羅や牡ウシの肩甲骨だった。そうした骨の表面には記号が刻まれていた。・ところが、北京に済む二人の中国人学者が、その記号に深い関心を寄せることになる。記号のいくつかが古い青銅器に刻まれた文字と似ていることに気づいたからだ。・その後行われた発掘調査と 20 世紀に入ってからの解読によって、それらの刻字、漢字の最も古い形であることが判明した。紀元前 1400 年頃から紀元前 1200 年頃まで中国を支配していた後期殷(いん)(商(しょう))王朝の 12 人の王による古い記録だった。・殷時代の記号の多くは現代に伝わっておらず、また今日の漢字の多く殷時代に祖先を持つものでもないからだ。現在知られている 4500 の殷の記号のうち、何の字かわかっているのは 1000 字ぐらいで、それらについては今日の文字に到達するまでの道筋がたどれることが多い。」と述べている。

さらに、「3000 年あまりの間に、漢字の数はめざましく増えた。殷の時代には約 4500 字だったのが、秦(しん)王朝の改正にもかかわらず、漢(かん)時代(紀元前 202 年~紀元 220 年)にはほぼ 1 万字。12 世紀には 2 万 3000 字、18 世紀にはだいたい 4 万 9 千字になった(ただしこれには異形や旧字体も含まれる)。

そして、我々は漢字を表意文字と思っているが、実は「漢字には音声要素と意味の要素の両方を持っている。・したがって漢字は、総画数や部首(意味の基部)で分類するほかに、音声的に分類することもできることになる。」と述べている。また、しゃべっていることがわからなくとも文字を書けば話が通じるとも思っているが、「一口に中国語といっても、実際には互いに通じない八つの地域言語があり、方言となれば、何百とはいわずとも何十という数になる。ところが 70 パーセント以上の中国人は、マンダリン(標準中国語、北京言語)

という一言語を使っている。別名プートンホア（普通語）とも呼ばれ、現代の書き言葉はこれにもとづいている。漢字を書けば誰でもわかるという神話が消えないのは、昔もいまでも、マンダリンを話す中国人が圧倒的に多いからだ。」と述べている。

最後に、日本語については、「『日本語と中国語はまったく違う。発音も、文法も、文章の構造も』と、日本語を学ぶあるアメリカ人いうが、それでも日本語の表記システムは、中国の文字である漢字が基礎になっている。呼び方も『カンジ』で、マンダリンの『ハンジ』とそう違わない。漢字を借用するにあたり、日本人は当然ながら中国の発音に合わせて修正している。その後日本人は、一式の補助的な文字を考案する。文字の数はさして多くない。それは実際には漢字の簡略版で、『かな』と呼ばれる音声文字だった。それを創作した理由は、日本語を書くのに使われている漢字の発音と、もとのからの日本の言葉の書き方をはっきりさせるためである。もしも日本人がこの新案の記号だけを使うことにして、漢字を全廃していたら、日本語を書くのがずっと簡単になっていただろうに、とは誰もが思うことである。だが、そうすることは、強大な威信を持つ文字がやがて読めなくなるということだ。ちょうど、ラテン語の知識が最近まで教養のあるヨーロッパ人の必要条件だったように・・・日本の知識人にとっては中国語に精通していることが、ずっと不可欠な条件だったのだ」と述べている。すなわち、日本語の起源は漢字としている。これに対し、「日本語の源流は、いまだ明確ではない。」とする研究もある（安本美典(1990)¹¹）。ただ、この「日本の知識人にとっては中国語に精通していることが、ずっと不可欠な条件だったのだ」という指摘は、我が国での「言葉と知の起源あるいは形成」を考えると、無視できないものと言えよう。

5. 知の形成

McNeely & Wolverton (2008)¹²によると、「学究的な知識が最初に登場したのは、古代ギリシャのアテネにあったポリス社会だったが、独特の学問の形や図書館が生まれたのは、ポリス社会が、その古代ギリシャそのものが輝きを失ってからのことだった。長期的な構想に基づく豪華な研究所である図書館には、自分たちが知っている世界にギリシャの学問の派遣を確立しようと考えたヘレニズム帝国の創始者たちの、富と野心が反映されていた。彼らは唯一中国を除き、古代社会にほとんど例のないことを成し遂げた。・・・西洋文化の中心は、アテネではなくアレキサンドリアであって、アレキサンドリアの図書館は、古代地中海世界の残る三つの帝国—これまたギリシャの遺産に基づいて作られた、ローマ帝国とキリスト教国とイスラム世界—の文化にとって、よいお手本になった。」と言う。

一方、古代ギリシャそのものについては、「このようなギリシャの教育や社会や政治が一体となって生まれたのが、ホロメスの作とされる『イリアス』と『オデュッセイア』の二つの叙事詩で、・・・この二つの叙事詩は、ギリシャの政治的団結にも焦点を当てており、ギリシャの都市国家と小アジアのトロイの戦いを語ることで、ややもすると内戦で分裂しかねないギリシャ人をついにまとめ、集団としての独自性を確立した。・・・紀元前五世紀の後半にギリシャ全土から民主国家アテネに蝟集したさまざまな文章家の集団は、ソフィストと呼ば

れていた。・・ソフィストたちの指導で議論に勝つ力を身につければ、ポリスでの権力への道が開けた。ポリスでは、科学の知識よりも文学の知識が重んじられていて、この姿勢は近代にいたるまで続いた。巧みな弁舌はほかの人々を支配する力となり、高等な技術が登場する前は、科学の力を借りて自然に精通することよりも、このような支配力のほうがはるかに重視されていたのだ。」と述べている。

しかし、このような風潮に対し、「ソクラテスは、ソフィストたちは単に詮索好きだけでなく、押し売りまがいの振る舞いに及ぶセールスマンであり、皮肉な目をして暴利をむさぼる商人である、と断じた。・・活発な問答によるソクラテスの方法は、話し言葉こそが真実につながるというソクラテスの信念を反映した、師と弟子の間の口承による生産的摩擦に基づく教育の方法であった。その人物の発言が正しいかどうかは、話し手の評判や、対面でのやりとりを基本とするポリス社会での感じ方の癖などを参考にして判断されるが、書き言葉は、書き手の行動や名誉や性格から切り離されており、信用できない堕落したものである。」と述べている。

さらに、このソクラテスの主張に対し、「プラトンは、話し言葉に傾きすぎていた知の天秤を元通り水平にする役割を果たし、対立する人々(のなかにはソクラテス自身も含まれる)の意見の違いや相違点を盛り込みながら、議論を論理的に追って、対話を書き留めていった。さらにここで、これらの対話編が、ソフィストの学問からはるかに革新的なソクラテスの学問へと向かう水路の役割を果たしたことを指摘しておきたい。プラトンとその一派は、ホロメスの叙事詩に登場する動詞の時制をせつせと分析するのをやめて、ソクラテスが登場する前に、原子、数、要素(地、空、火、水)が現実を構成する究極の要素なのかといった問題を取りあげていた折衷派の哲学者たちと同じ、形而上学的な思索のスタイルをとることにした。要するに、プラトンをはじめとする人々は、ソクラテスが登場する前からあった抽象的な思索への傾きと、ソフィスト流の実際的な学問重視の姿勢とを融合したのだ。ここではじめて、最善の生き方や最善の人格形成や社会の作り方や制度の設計といった実践上の永遠の問いに対する、体系的な視点が獲得されることになるが、この偉業も、対話という形で提示されると、ごく自然なものに見えた。なぜならそこでは、語られた言葉が文章で再生されているだけで、文学的な書き換えもあまり行われず、苦勞して手に入れた洞察が、あたかも即興の哲学からの容易な産物であるかのように提示されているからだ。」と述べている。

まさにこの時、言葉が知に、知が言葉になったと言えるのではなかろうか。しかし、この偉業が人々のものになるには、さらなる時間経過を必要とした。

引き続き、McNeely & Wolverson ((2008)前出)によると、「プラトンがアテネに作ったアカデミアは、やがて、キリスト教に完全に支配された世界におけるかつての異教哲学の名残となり、西暦 529 年には皇帝の勅命により閉鎖された。・・はじめて修道僧から法王に上り詰めたグレゴリウス一世(540 年ごろ-604 年)は、ローマの世俗勢力がどん底にあるなかで、ローマカソリック教会の新たなる文明が生まれるのを目の当たりにして、自らもその成長に力を貸した。そして、法王はモンテカシーノ(修道院)の創設者であるメルシアのベネ

ディクトの信仰生活や行いを人々に広め、これによってベネディクトの戒律は、その後何百年もの間、西洋の修道僧や尼僧の指針となったのである。グレゴリウスの時代以降、モンテカシーノの修道院は、火事や戦争や自然災害によって幾度となく貴重な文書を失ってきた。・・・それでもモンテカシーノの修道僧たちは、絶えず変わっていく時代を受け入れながら、1500年にわたって、精神の伝統を再構成し続けてきた。最近では、ウェブサイトを立ち上げている」とのことである

また、「ヘレニズム文化では図書館が重要視されたが、それでも古代社会では、作家や読書家よりも雄弁家や修辞学者の腕のほうが尊ばれていた。なかでも、ローマ人は一貫して弁舌を尊び、弁舌を公の生活や価値の中心に据えた。学校では若者に、ラテン語の正確な文法と言い回し、説得力のある修辞法と、論証学（論理的な議論の展開法）の三学を教えた。・・・キリストの時代から400年ほど後に、ヒッポのアウグスティヌス（354年－430年）が苦々しげに観察したところによれば、学のある人間の間では、キリスト教徒としての真の人間性の発露よりも「human（人間）」という単語のhの音をきちんと発音することのほうが重んじられていたという。これは、西洋における最初の自伝とされる『告白』の一節で、・・・アウグスティヌスの著作のおかげもあって、キリスト教の聖書が、個人の性格や価値を形成するうえで、ローマ時代の修辞もしのご影響力を発揮するようになった。キリスト教は、書き言葉と話し言葉の重みを逆転させ、日々信者を導き、良識を形作って振る舞いを決める、きわめて豊かな文書群を生み出した。こういった書物があればこそ、慎ましい個人や哲学者が、神の言葉に接して、それらに従って地上での生活を形作り、来世での救済への道を造る機会を得られるようになったのである。」とも述べている。

6. 印刷革命

Eisenstein (1983)¹³によると、「15世紀の末に、文書の複写作業は写学生の机から印刷屋の作業場へ移動を始めた。この変化はあらゆる学問に革命をもたらしたが、特に歴史学者にとっては重要で、爾来、歴史学者はグーテンベルクの発明に大きな恩恵をこうむっている。歴史学者の作業の一部始終、カードの検索から校正刷りを読むところまで、印刷が関わっているのである。・・・しかし、歴史書を通覧すれば、事実はその反対だということがわかる。歴史の女神クリオがいまだに手書きの巻物を手にしているのは象徴的である。新しい作業場への移動について書かれたものは少なく、500年を経ても歴史の女神は締め出されたままなのだ。ある社会学者の書くところによれば、『人々間の情報伝達を行う新しい媒体の発明が社会に及ぼした劇的な影響は歴史が証言している。文字の発明と、後世の印刷術の発明がその例である。』と冒頭に述べている。

そして、「1517年から1520年の間に、30刷を重ねたルターの著作は、おそらく優に30万部を越す売れ行きを示しただろう。総じて宗教思想の拡大に関しては、印刷機の重要性はいくら強調しても足りないように思われる。ウィクリフ派やヴァルド派の異端とは違って、ルター主義はその出現から印刷機の申し子であり、この媒体によってルターは、ヨーロッパ

人の心に正確で一定不変な根深い刻印を押すことができたのだった。人間の歴史上はじめて読書大衆が、それぞれの国の言葉とジャーナリストや漫画家の技術を併せ用いたマスメディアによって、革命思想の正当性を判断したのである。」という A・G・ディケンズの言葉を引用している。まさに、宗教改革の舞台の再設定をし、西欧キリスト教世界の分裂を招いたのである。

そして、「各国語の聖書は、幾分偶然も手伝ってさまざまな地方に生まれたが、16世紀が過ぎるにつれ、カトリックではこれを禁止し、プロテスタントはこれを義務づけた。こうして、字を学ぼうという動機は、カトリックの平信徒の間からは取り除かれ、プロテスタントの信者には公式に押し付けられたわけである。これ以後両地域では、書籍市場の拡大する速さが違ってきた。・・・トレント公会議の後カトリック教徒に禁じられたベストセラーは、単に各国語訳聖書だけではなかった。エラスムスの著作は、印刷業者が一財産作るほどの売れ行きを示したが、ルターはそれを追いこした。・・・その他カトリックのリストに載っている文筆家すべての著作を出版したのは利潤を追求する印刷業者であって、プロテスタントの神学者ではなかった。・・・近代ヨーロッパの初期、はじめて寛容の精神擁護の叫びが起こったとき、その声はカルヴァン派の支配権外にあった印刷工房からあがったのだった。」とも述べられている。

7. 科学的思考

伊東俊太郎 (1978)¹⁴によると、「ギリシャの自然は『フュシス』と呼ばれている。これは『生まれる』という言葉から来ており、それ自身、生まれ、成長し、衰え、死んでゆくものが『自然 φύσις』である。そしてギリシャではこうした『フュシス φύσις』の中に神も人間も自然も一体となって含まれていた。・・・ところで、中世キリスト教世界に入ると、このギリシャ的な『汎自然主義』は粉碎され、神と人間と自然との截然たる階層的秩序が表れてくる。そこでは、自然も人間も神によって創造されたものであり、神は創造主としてこれらのものから全く超越している。そしてこの三者がいずれも独自の役割と活動を持ちながら、その上位のもののために存在する。人間は神のために存在し、自然は人間のために存在する。人間はこの神と自然の中間にあり、『理性 ratio』により自然を知り、『知性 intellectus』により神を認識する。しかしこのことから自然観について一つの重要な帰結がもたらされてくる。・・・人間はもはや自然の一部ではなくなったということである。自然も人間と同じく神によって独立に創造されたものとして、今や人間のまったくあずかり知らぬ『外なるもの』となる。人間は自然と同質的なものではなく、それから除外される。というよりも、自然を超え出て、その上に臨み、支配するものとなる。もはや自然は人間にとって内から直観される理解される同質者でないとするれば、自然をまったく独立無縁なものとしてこれを徹底的に非人間化することによって客観化し、これに実験的操作を加えて外から認識するほかはない。ここに、近代の実証主義的自然観の形而上学源泉が見て取れる。・・・古代社会の週末とキリスト教世界の開始は、自然の内的生命が人間からある異質な深みへと離れ去っていったこ

と関係する。今や自然と人間の間には、ある一つの深遠が口を開いたのである。キリスト教はいわば自然を殺した。これがキリスト教によってもたらされた人間精神の自由化という偉大な作業の別の面にほかならない。・・・この自然の人間からの乖離、この自然の内的生命への鍵の喪失こそが、キリスト教の時代をそれ以前の時代から区別する最大の特徴である。ここから出てくる帰結は、一見したところ、きわめて逆説的である。なぜなら、キリスト教の時代の帰結が自然の機械論化だったからである。・・・しかしいかに逆説的にみえようとも、キリスト教のみが（近代の）実証科学と技術を可能にしたのである。・・・実際、近代西欧科学を大きく特徴づける二つの性格として、自然の機械論的非人間化と自然の操作的支配というものが挙げられよう。前者はデカルトによって明確に遂行されたものであり、後者はフランシス・ベーコンにより最も典型的に唱導されたものにほかならない。・・・もっとも、こうした近代の機械論的自然観が形成されるためには、デモクリトス的な原子論のルネッサンスにおける復活ということがなければならなかった。しかしここで注意されるべきことは、この近代の機械論的世界像は無神論とはならず、キリスト教的な神の創造という概念と結びついたものであったということである。」

一方、我が国ではどうなっていたのであろうか。廣重徹(1973)¹⁵によれば、「もともと明治以来の日本の科学の歴史を、ただの追いつき過程とみてはならないのである。たしかに明治の日本は欧米から科学を導入することに努力を傾け、日本はまず学ぶべきものとして欧米の科学に接した。このことを否定する必要は全くない。しかし大切なことは、日本が科学の系統的移植を始めた19世紀中葉の科学は、17世紀ころの科学から質的な変貌をとげたものであったということである。当時欧米では、科学は制度化の過程の途上にあった。そして、この制度化は逆に科学の内容に影響を与えた。すなわち、制度化の過程で科学は整理され、体系化されて普遍的に伝達可能な形にもたらされた。科学はいわば教科書化されたのである。明治の日本が移入しようとしたのは、そういう教科書化された科学であり、制度化された科学であった。しかも、このとき欧米にあっても科学の制度化は進行の途上であったのであるから、むしろ日本への科学の移植は、世界的な科学の制度化の一部をなすものであった。早くから欧米にできあがっていたものを遅れた日本がただ輸入しただけとみたのでは、明治の科学史を、たとえばそこにみられる一見意外に進んだ方策の採用や、西洋科学移植の『成功』を、十分に理解することはできないであろう。・・・非西欧諸国の科学史を問題にするなら、その『科学』（それを西欧近代科学と同じく『科学』とよぶことが適切であるかどうかはまず問題だが、いちおう常識的用法にしたがう）の構造や、それがその社会と文化のなかでどう位置付けられ、どんな意味をになったかがまず問われなければならない。そこでは西欧近代科学との異質性、また異質であるがゆえに逆に近代科学に照明を与え、その特質や限界について我々に示唆するところのもの、が意味をもつのである。・・・伝統的『科学』と西欧近代科学との異質性を念頭におけば、資本主義的發展の道に踏み込んだ明治の日本が、伝統を断ち切った形で欧米から科学を、しかも制度化された科学を移植することに全力をそそいだのは、ほとんど必然的であったといわなければならない。制度化された科学は、大工業時代

の資本主義社会の必須の構成要素なのであるから。しかも、制度化された科学は、それまでの日本には存在しなかったものである。・・・だから、それは伝統をたちきってでも、外からもち込まれるほかなかった。」と述べている。

8. 知的仮想空間の形成

Pruitt & Barrett (1991)¹⁶が図 2 に示す各種仮想作業空間の相関図をあげている。この

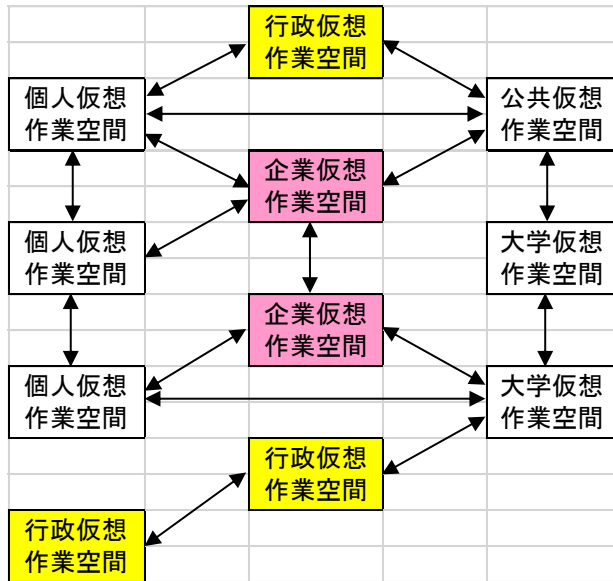


図 4 各種仮想作業空間の相関図

知的仮想空間は、1990 年代中頃から普及したインターネットによって、今や現実になりつつあると言えよう。すなわち、まだ一部にとどまっているとは言え、在宅勤務が認められるようになり、ごく一部の企業ではあるが、複数の企業に勤務しつつ、企業に雇用されながら、自分自身の企業を所有し運営することも認められるようになってきた。

さらに、インダストリー4.0 (2013)¹⁷とか、インダストリアルインターネット(2015)¹⁸と呼ばれる新たな産業革命の到来が告げられている。まさに企業仮想作業空間が実現されよう

としている。かりに、コンピューティングという視点から考えると、サイバースペースコンピューティングは図 3 に示すような構造をもつようになるのではなかろうか(筆者(2015)¹⁹)。

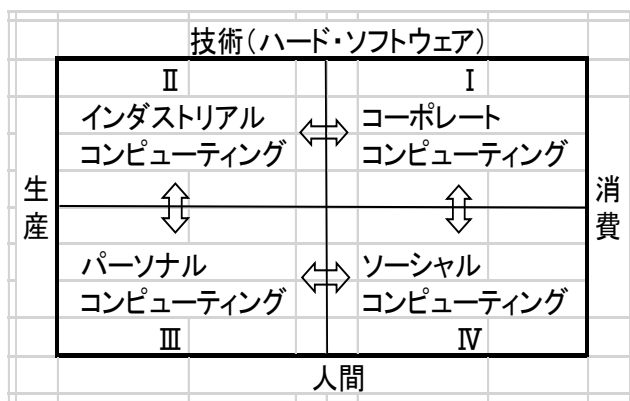


図 5 サイバースペースコンピューティング構造

各コンピューティングについては、まずインダストリアルコンピューティング、引き続きエンタープライズコンピューティングの標準化が進むのではなかろうか。今まであまり注目されてこなかったパーソナルコンピューティングについては、Windows8.1 に配備されている” OneDrive” (生活のあらゆるものをまとめて保存でき、PC、タブレット、携帯電話などのデバイスから簡単にアクセス出来、特定の個人またはグループとファイルを容易に共有できる) を先駆けとして、今後充実されていくのではなかろうか。ソーシャルコンピューティングについては、標準化以前に携帯端末をめぐって激的な競争時代を

迎えるのではなからうか。たとえば、「LINE 社と EC コマース強者の楽天が、スマートフォンという舞台で相まみえる。スマートフォンとメッセージングアプリの利点を生かし、ユーザの消費行動を誘発することができる商品設計をいかに進めていくかが、二社の明暗をわけそうである（慎武宏、河鐘基(2015)²⁰。）」

また、「2000年代後半にいわゆるウェブ 2.0が登場してから、一般のユーザも電子掲示板、ブログ、SNS(social networking service)などのソーシャルメディアを使ってさかんに発言をはじめた。・・・こうして従来、民主主義社会における一種の夢想でしななかった「集合知(Collective Intelligence)」の実現が、にわかに現実味をおびてきた（西垣通(2013)²¹。」と言われているが、IOE (Internet of Everything)、クローズドなコミュニケーションツールとしての LINE、そしてビッグ・データ・アナリティクスなどの普及は、さらなる集合知の実現を推進するのではなからうか。

9. 知識と知恵

プロジェクトマネジメントの世界では、米国 PMI (Project Management Institute)のガイドブック PMBOK (A Guide to the Project Management Body of Knowledge(2004)²²)が有名で、××BOK という言葉を流行させた。たとえば、IEEE (The Institute of Electrical and Electronic Engineers)の SWEBOK(Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (2004)²³)や、IIBA (International Institute of Business Analysis) の BABOK (A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (2009)²⁴) などである。

ところが、SWEBOK はプロジェクトマネジメントについては、PMBOK を参照するようにしているし、IIBA も BABOK に加えて、IIBA Sponsored Handbook (2011)²⁵を発売している。少なくとも結果的には、対象領域の知識とその適用方法あるいは活用方法を区別していることになる。図らずも、知識とその知識の適用・活用を区別しているわけである。

仮に、この知識の適用・活用を知恵として知識と区別すると、この両者の関係はどうなるのであろうか。常識的には、豊富な知識に基づく知恵は、そうでない知恵より優れていると言えるのではなからうか。知識に毒されていない知恵があるとしての話であるが。かといって、どんな知恵であろうと、人間の知恵である以上無謬であることはあり得ないし、ダーウィンの進化論が示唆するように、知識も知恵も進化するはずであるからである。おそらく、この議論は個人を対象にしている限り、多くの人の賛同を得られると信じているが、社会を対象にすると、知らず知らずにあるいは気が付かないままに、見過ごしている大事なことがある。その一つは、科学、技術、工学、エンジニアリングにまつわる問題である。

我が国では、科学あるいは科学者が「持続性社会の実現」という社会問題を解決できると考えられている（吉川弘之(2010)²⁶）。これは、後日「観察型科学者→構成型科学者→行動者→社会・地球環境→観察型科学者」という一方向伝達ループから「観察型科学者⇄構成型科学者⇄専門家→科学政策→社会・地球環境→観察型科学者」に変更した。これに対し、米国の NSF (National Science Foundation)では、”Science, Engineering and Education for

Sustainability”という問題意識を持っている（筆者(2012)²⁷⁾。これは、わが国における工学あるいはエンジニアリングの社会的位置づけが米国と異なるということを図らずも明らかにしたとも言えよう。

この問題は、廣重徹（(1973) 前出）がいう、『1970年代における科学技術政策』（1971年に4月21日に科学技術会議が答申）に戻ると、社会開発の要請に対してはソフト・サイエンスの発展という課題がかかげられている。ソフト・サイエンスというのは、システムズ・アナリシスなどの手法を人文・社会科学と結合することによって、社会経済事象の科学的総合的解明をめざすものとされている。したがって、この課題の意味するところは、従来科学技術政策の枠外におかれていた人文・社会科学をも政策のなかに組み込み、社会のいっそう効率的な管理・運営をはかることだといっても、そう見当違いではないであろう。じっさい、管理ということの協調がこの答申の特徴であって、研究開発についても重点化・計画化をすすめ、研究管理を十分に行うことが繰り返し強調されている。答申の第4章「一般施策」でいちばん力点がおかれているのも、研究開発の管理・システム化、技術化の推進と、そのための専門家の養成の必要である。」という考え方にも大いに関連があると思われる。何故なら、第一にあたかも「管理」さえすればいいというような印象を受けるし、「××手法を人文・社会科学と結合する」という文言は、何か浅薄な理解にとどまり、真に深く理解していないようにも受け取れるからである。すなわち、知識はありそうであるが、身につけてはおらず、知恵にはなっていないように感じられ、今読むと大いに不安が残る。とにかく、このような答申とその施策が1980年代のわが国の安定的な経済成長を招いたとは思えない。逆に「管理」がなかったからこそ、経済成長がおこったのではなかろうか。

10. まとめ—総合知の行方

総合知と言っても、神ならぬ身である以上、仮に真の総合知に到達したとしても、何らかの制約内での真に過ぎないと思われる。その最も基本的なものは心あるいは、心が脳にあるとすると脳であろう。ところが、最近の研究によると、脳自体も進化の過程にあり、爬虫類脳に哺乳類脳が加わり、さらに人類脳が加わっているというのである。言葉も鳥の鳴き声が起源と考えられるという。文字は会計のための数を表すトークンが起源であるという。そして、絵文字的記号を音の記号に使うという発明により、言葉と文字がつながることになったという。

知はギリシャにあつては、支配力を獲得する手段として弁舌が重視されたが、議論を論理的に追って対話を書き留めるということから、言葉が知になり、知が言葉になるということになった。そして、キリスト教が支配するようになると、書き言葉と話し言葉の重みを逆転させることになった。

そして、15世紀の末に印刷機が世の中に登場すると、ルターの著作が数年間で30刷を重ね、宗教思想の拡大が起こり、人間の歴史上はじめて読書大衆が、それぞれの国の言葉とマスメディアによって、革命思想の正当性を判断することになった。そして、16世紀が過ぎ

ると、各国語の聖書をカトリックはこれを禁止し、プロセスタントはこれを義務づけた。さらに、カトリックが禁じた本は神学者でなく印刷業者によって出版された。

一方、中世キリスト教は、神と人間と自然の間に階層的秩序をもたらし、その帰結として自然を機械論化した。すなわち、キリスト教のみが近代の実証科学と技術を可能にしたのである。しかし、ここで注意されるべきは、この近代の機械論的世界像は無神論にはならず、キリスト教的な神の創造という概念と結びついたものであったということである。

このようにして生まれた科学的思考は、18世紀半ばから19世紀にかけて起こった産業革命による大量生産、大量消費の時代を生み、さらに20世紀半ばには人間の科学的思考を助けるコンピューティング技術を生み、そしてこの21世紀には人類に知的な仮想空間を共有させることになった。すなわち、集合知の時代になったのである。

集合知時代の総合知はどうあるべきなのであろうか。仮に、集合知が現在の知識の何らかの統合であるとするならば、総合知は過去の集合知を時間的経過に沿って横串しにしたものでなければならぬのではなかろうか。しかも、単なる集合知の外挿ではなく、多くの人々に受け入れられる美しい知恵の結晶でなければならぬのではなかろうか。もしかすると、日本人の左脳こそが、それに応えられるのではなかろうか。

文献

- 1 酒井邦嘉、科学者という仕事—独創性はどのように生まれるか、中央公論新社、2006
- 2 Gleeson-White, Jane: *Double Entry*, Allen & Unwin Australia, 2011
(川添節子訳、バランスシートで読みとく世界経済—ヴェニス商人はいかにして資本主義を発明したか、日経BP社、2014)
- 3 小川洋子、岡ノ谷一夫、言葉の誕生を科学する、河出書房新社、2013
- 4 Premack, D.G., Woodruff, G., Does the chimpanzee have a theory of mind?, *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), pp.515-526
- 5 サイモン・バロン＝コーエン、自閉症とマインド・ブラインドネス、長野敬・長畑正道・今野義孝訳、青土社、2002
- 6 Kaku, M., *The Future of the Mind: The Scientific Quest to Understand, Enhance, and Empower the Mind*, 2014
(斎藤隆央訳、フューチャー・オブ・マインダー—心の未来を科学する、NHK出版、2015)
- 7 高木貞敬、脳を育てる、岩波書店、1996
- 8 角田忠信、右脳と左脳—その機能と文化の異質性、小学館、1981
- 9 酒井邦嘉: "脳科学から言語へのアプローチ—脳活動の計測から人間の言語に迫る。言語学との融合で脳機能を解明。In: 『東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻』, 日経BPムック「変革する大学」シリーズ" 日経BP企画. 2, 2008
http://mind.c.u-tokyo.ac.jp/Sakai_Lab_files/Staff/KLS_PaperJ/KLS2008JN.pdf
- 10 Robinson, A., *The Story of Writing*, Thames and Hudson, 1995
(片山陽子訳、文字の起源と歴史、創元社、2006)
- 11 安本美典、日本語の起源を探る、徳間書店、1990
- 12 McNeely, I.F., Wolverson, L., *Reinventing Knowledge- From Alexandria to the internet*, W.W. Norton & Co., 2008
(富永星訳、知はいかにして「再発明」されたか、日経BP、2010)

-
- 13 Eisenstein, E.L., *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge University Press, 1983
(別宮貞徳監訳、印刷革命、みすず書房、1987)
- 14 伊東俊太郎、近代科学の源流、中央公論社、1978
- 15 廣重徹、科学の社会史-近代日本の科学体制、中央公論社、1973
- 16 Pruitt, S., & Barrett, T., *Corporate Virtual Workplace, Cyberspace: First Steps*, edited by Benedict, M., MIT, 1991
(NTT ヒューマンインターフェース研究所訳、企業用仮想作業空間、サイバースペース、pp.386-410, NTT 出版、1994)
- 17 The Industry-Science Research Alliance, *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, 2013
- 18 GE:日本、インダストリアル・インターネット
http://www.ge.com/jp/company/industrial_internet/ 2015/06/06
- 19 小松昭英、ビジネスモデリング再考—第4次産業革命に備えて、2015年春季全国研究発表大会、講演番号：C2-2、2015
- 20 慎武宏、河鐘基、ヤばい LINE—日本人が知らない不都合な真実、光文社、2015
- 21 西垣通、集合知とは何か、中央公論新社、2013
- 22 Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK guide-3rd ed.*, 2004
(プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第3版)
- 23 The Institute of Electrical and Electronic Engineers, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, 2004 version
(松本吉弘訳、ソフトウェアエンジニアリング基礎知識体系—SWEBOK、オーム社、2005)
- 24 International Institute of Business Analysis, *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge Version 2.0*, 2009
(IIBA 日本支部訳、ビジネスアナリシス知識体系ガイド (BABOK ガイド) Version 2.0, IIBA 日本支部、2009)
- 25 Ross, R.G. & Lam, G.S.W., *Building Business Solutions: Business Analysis with Business Rules*, 2011
(宗雅彦監訳、IT エンジニアのためのビジネスアナリシス、日経 BP 社、2012)
- 26 吉川弘之、研究開発戦略立案の方法論—持続性社会の実現のために、科学技術振興機構研究開発戦略センター、2010
- 27 小松昭英、ケミカルエンジニアリングにパラダイムシフトを、化学工学、第75巻、第13号(2011)創立75周年記念増刊号、pp.247-249, 2012