

特集①

心の科学としての認知科学



ライフサイエンス・医療ユニット 石井加代子

1. はじめに

認知科学と神経科学は、個人の心を、そのヒトの脳をはじめとする身体的状態で説明する学問である。他にも心について知る方法は様々あるだろうが、少なくとも両者は、このような原則に基づいている。特に認知科学は、情報の獲得・変更・保持・活用など心のソフトウェアとしての面を解明する学問であり、思考、言語能力、学習、意識、他人と区別される自己の概念、価値判断、他者との意思疎通などの仕組みを研究している。

認知科学は、西洋では、心を知るための学問であるギリシャ哲学、デカルト Descartes の心身二元論

への反論、実証的学問としての心理学の哲学からの独立、行動主義心理学への反動、計算理論に影響された認知心理学の成立という系譜上にある。日本では、デカルトの説のような長年、広範囲に影響を及ぼした心身二元論は見うけられず、むしろ心と身体は連続的なものと捉えられてきた。日本人は伝統的に、曖昧な概念や非言語的思考を上手く取り扱ってきており、他者の心理的状況の推測に長じていたのであり、認知科学的知見を既に活用していたといえる。しかし、日本では自らの思考過程を、意識化・明文化する習慣が一般的

ではなく、過去数十年間の伝統的社会構造の消失と近年の科学推進の要請に直面して、対応策に窮している。自らの思考過程を解明することにより、新たな解決策を構築してゆく事が必要となっている。

認知科学全般の歴史と産業への応用に関しては、亘理の報告があるが¹⁾、ここでは、認知科学領域内の異なる専門分野の相互作用による展開という点から概観し、ヒトの心の働きに関する知識を社会に供給し、心や社会の問題を解決するための手段としての面を考察する。

2. 認知科学という領域の形成

2-1 構成分野

1979年米国認知科学会 Cognitive Science Society が設立された際、認知科学は「人工知能、心理学、及び言語学の学際的領域」と定義され²⁾、初期の主要な関心事は、初回大会のテーマ「知識、内部および論理表現、記号情報処理、機能主義」に見るように情報科学的話題が多かった³⁾。やがて、実体としての生物学的脳やヒトの経験・知識の蓄積が認知機能に欠かせないことが重要視されるように

なった。現在、各国の認知科学研究には、情報科学・心理学・言語・神経科学・哲学・教育・社会学・人類学などの分野から研究者が参加している(図表1)。日本では、1983年に日本認知科学会が設立され、2004年現在で約1,500名の会員を擁している(図表2)⁴⁾。脳・神経科学者の認知科学会への参加は少なく、別に認知神経科学会として、神経心理学、神経生理学、神経科学、脳画像、教育学、心理学、脳外科学、神経内科学、精神医学など、比較的専門性の近い分野間で交流している。

2-2 学際性の効用

様々な国で、認知科学会は成立当初から学際的(multidisciplinary)と定義され、成立後20年以上経った現在でも、学際的であることを重要視している。認知科学が未だに学際的領域だと云う根拠は、構成する専門分野が経時的に変化し(図表1)、教育・研究機関を通じて、他分野からの人の流入が起こっていることである。この為、各専門分野の方法論や専門的知識の貢献度や影響も変化し、認知科

図表 1 各地の認知科学会による学会の構成分野の定義

	設立年	情報科学	心理学	言語	神経科学	哲学	社会学	教育	人類学	人工工学	論理学	認知科学
英国 AISB	1964	○										
米国 CSS	1979	○	○	○								
	1984*	○	○	○	○	○						
	1997*	○	○	○	○	○		○	○			
仏 ARCo	1981	○	○	○	○	○	○				○	
日本 JCSS	1983	○	○	○	○	○	○					
欧州 ESSCS	1983	○	○	○	○	○		○		○		
韓国 KSCS	1987	○	○	○	○	○						
独 GK	1994											○

*：転換期

科学技術動向研究センターにて作成

AISB : the Society for the Study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour

CSS : Cognitive Science Society

ARCo : Association pour la Recherche Cognitive

JCSS : the Japanese Cognitive Science Society

ESSCS : the European Society for the Study of Cognitive System

KSCS : the Korean Society for Cognitive Science

GK : Gesellschaft für Kognitionswissenschaft

図表 2 各国の認知科学会の会員数

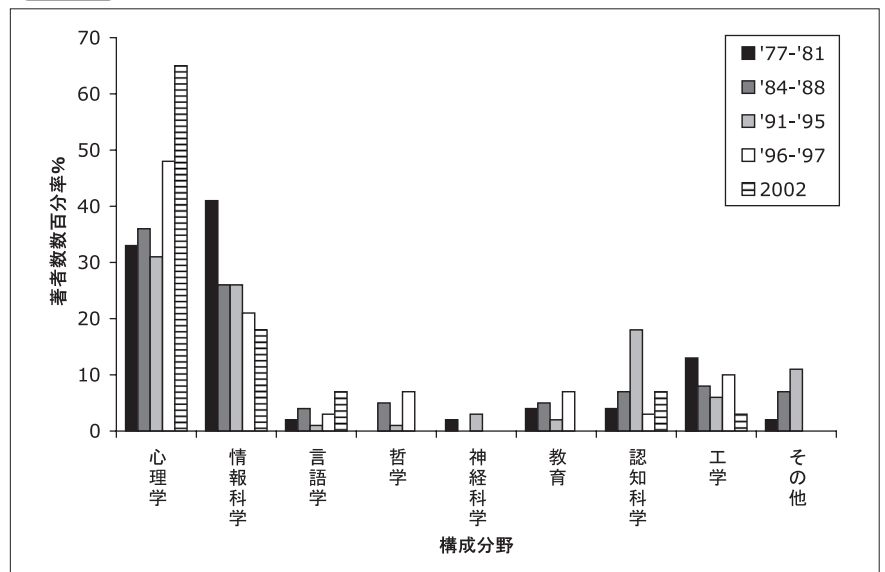
	会員概数
英国 AISB	500
米国 CSS	1,100
仏 ARCo	350
日本 JCSS	1,500
韓国 KCSS	500

科学技術動向研究センターにて作成

学界から出される学問的成果の内容にも変化がある。

現在、認知科学領域の研究者数では、心理学と情報科学の二分野が過半数を占めている。各国で、情報科学者は減少傾向にあり、心理学及び言語学分野が増加する傾向にある。雑誌 Cognitive Science に掲載された論文の筆頭著者の所属機関で見ると、心理学者と情報科学者の割合は、それぞれ 33% と 41% (1977 ~ 1981)、48% と 21% (1996 ~ 1997 年)、65% と 18% (2002 年) となっている (図表 3)²⁾。方法論的には、長年人間の認知をコンピュータの働きになぞらえて解析する情報処理論的手法が主流であったが、認知活動の状況依存性を強調する状況論や社会や文化の視点を取り入れた社会文化的ア

図表 3 Cognitive Science 誌掲載論文筆頭著者の構成分野分布



Schunn, Crowley & Okada 等の 1998 年の論文²⁾ による。参考のため、それ以降 ('96 ~ '97, 2002) のデータも示した。

プローチの台頭に伴い、10 年程前から現場のデータに基づいた記述的手法も増加している。さらには、神経科学分野からの参加人員の増加と相関して、近年は脳の活動の指標も積極的に取り入れられるようになってきている。このような新しいアプローチや方法論の台頭は、研究課題にも影響を及ぼしている。すなわち、創成期以来認知科学では、個人の思考・推論・記憶などの過程が主要な課題であっ

たが、近年、対人認識や、集団における協同の認知・思考過程に関する研究が増加している。また、研究成果の社会への応用性が要求されるようになってきている。論文審査に分野の異なる複数の研究者が当たることにより、伝統的専門分野内の学術的興味に終始した内容を回避し、他分野や社会に対して説明可能性のある論文を選択することが心がけられている。

3. 認知科学の方法論

3 - 1

心の科学の階層構造

ヒトの心の働きには、分子から細胞・神経回路網・脳・個体・人間集団まで、様々な階層での現象が含まれる（図表4）。認知科学は、心のソフトウェアの解析を目指し、最初から個体以上の巨視的階層を対象としている。生命科学の一員であり、心のハードウェアを解析する神経科学は、神経伝達物質や神経特異的遺伝子発現などの分子・細胞・電気生理的信号伝達といった、微視的階層の解明から着手している。

3 - 2

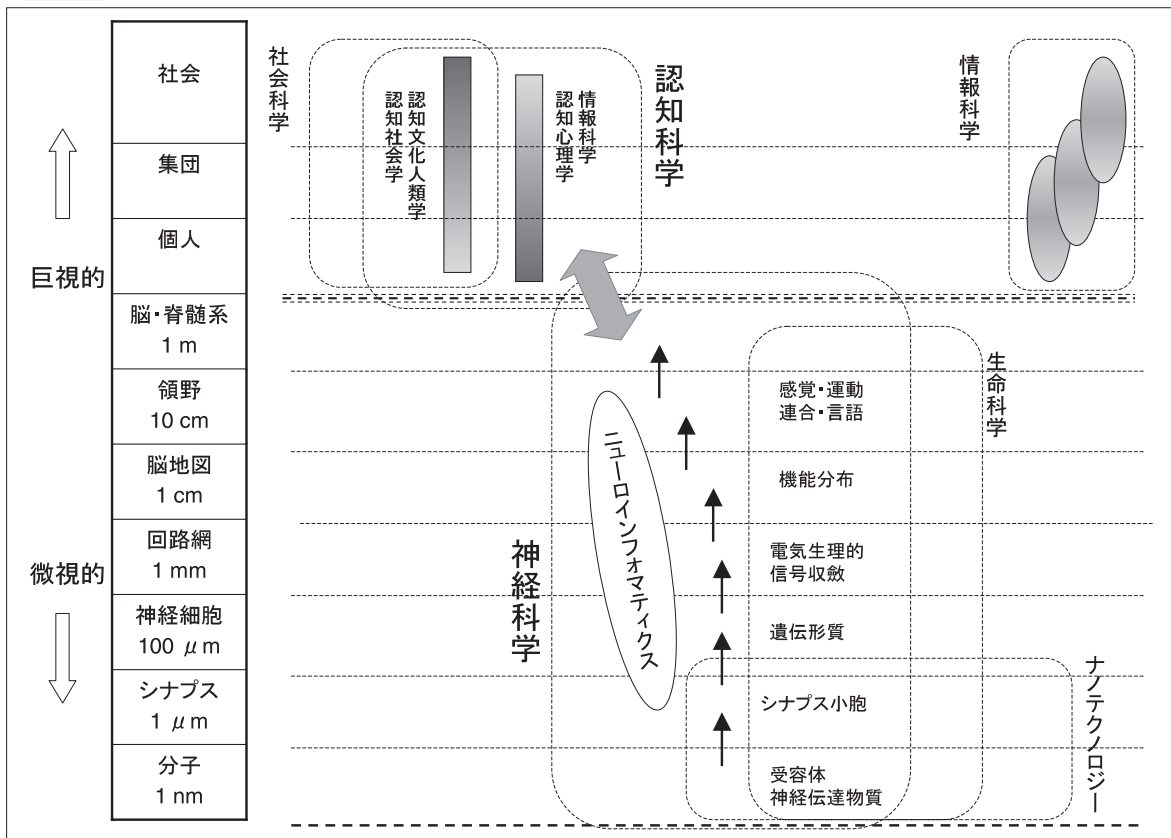
心理学は文学か？

心理学は、巨視的階層である個体や社会を対象とし、記述論的方法を用いることがあるため、他の微視的階層の解析を行う実証的学問の研究者にとって、自然科学としての厳密性や妥当性があまり認められていなかった。本来実証的学問を志向して哲学から分離した心理学ではあるが、諸学派の中には、思弁的で独自の用語や概念系統を創出し、学派外の間には理解し難く、検証の方法も無いものもあった。認知心理学の場合、対象とする認知過程が行われるのは、被験者や実験動物の体内であり、取り扱い上ブラックボックス

に近い。そこで、被験者に情報が入力する際の条件の厳密性や妥当性、出力データの処理の厳密性や解釈の妥当性を向上させる方法が工夫されている。ヒトに関する実験研究は制約が多く、かつては病態と正常の比較など殆ど医学分野の解析に限られていた。認知心理学的手法の発達に伴い、医学・心理学・情報科学間の協同作業が理論的に可能となっている。

日本では、西洋的一般教養育成を重視した明治政府が、1876年以降海外留学帰国者を帝国大学文学部教官に採用し、教養科目の哲学の一部として心理学が教えられるようになった。米国で実証心理学を修めた元良勇次郎により、1893年帝国大学文学部に心理学講座が開設されて後、研究としての心理

図表4 心に関わる事象の階層図



認知科学の構成分野としての、認知社会学や認知文化人類学では社会の解析に比較的重点が置かれ、認知心理学や情報科学では個人の解析に比較的重点が置かれる。認知科学の心理学・情報科学分野と神経科学のニューロインフォマティクスや無侵襲性脳活動測定の間で次第に境界が薄れつつあり、両領域の知見や方法を融合する可能性が高まっている。

科学技術動向研究センターにて作成

学も文学部内に制度化されていった⁵⁾。また、普通教育を普及させる目的で、1875～78年米国へ視察団が派遣され、派遣先機関で教師養成過程に心理学が組み込まれていたため、師範学校の教師養成課程へ心理学が採用された結果、現在も教育学部に心理学講座が存在する。そもそも心理学は、生理学の影響を受け、思弁の哲学から分離したので、英国ケンブリッジ大学では、心理学は生理学分野から発展している。日本では、心理学が医学・生理学を含む他の理系分野と方法論的に協力・融合可能な学問であるという認識が、双方の研究者で低く、交流を妨げている。まずは日本の実証的な心理学

の位置づけを再検討し、他分野と協同し易い体制を整える必要がある。

3 - 3

心理学と情報科学の協同

認知科学領域では、心理学的実験と計算理論による情報科学的シミュレーションの組み合わせが多くおこなわれてきた。情報科学では、認知過程はプログラムに翻訳され、変数を自由に設定・変更できる。そこで研究者が重視し労力を注ぐのは、入力と出力の間の過程をどのようなプログラムや変数を用いて説明する系を作るかということである。心理学者と情報科

学者が協同を始める時点では、視点の異なることが障害となり易いが、協同作業を遂行する過程で、互いの分野の視点を組み込んだ方法論の修正が行われている。例えば情報科学者は、認知心理学的に観察された人の状況に出来るだけ近い状況をシミュレーションで設定し、変数を操作する。また、心理学的手法で得られたデータが有用であるが、統計的に処理して仮説を証明するほど例数がない場合、情報科学的にシミュレーションを行って仮説の妥当性を補うなどの方法を創出している。視点の異なることが、新たな科学的概念の創出を助長するという好条件となっている。

4. 認知科学の研究課題

認知科学で研究されている課題の数例を挙げる。

4 - 1

言語・非言語的思考

言語学者の Norm Chomsky は、言語の普遍的構造の解析から更に進んで、「ヒトは言語を自発的に獲得する生得的能力を持っている」という生物学的洞察を展開した⁶⁾。これにより「ヒトの高次精神機能を、実証科学的に解明できる」可能性が示唆されたため、多様な分野の研究が触発された。思考を実証的に解析する手段の無い時代には、言語が思考を規定するという言語決定論的考え方が存在したが、実際には、多くの科学者や芸術家が、心的イメージで考えて重要な概念を得ている。Michael Faraday は、力線を中空で曲がりくねる細い管として思い浮かべて、電場と磁場の概念を形成し、抽象理論数学者である James Clerk Maxwell は、薄片と流体の心的イメージを操作して電

磁場の概念を数式化した⁷⁾。認知科学によって非言語過程である心的イメージを用いた思考の存在が証明され、言語を用いた過程は思考の一部である事が示された。最も初期の実験は、様々な回転角度で提示された‘F’とその鏡像の弁別課題で、回答するまでの反応時間は像の回転角度と相関しており、被験者は提示像を直立位置まで心の中で回転して判断している事が示された⁷⁾。一方、ヒトの言語処理過程が、認知機能を解析する有効な手段であることは確かであり、膨大な研究が行われている。

4 - 2

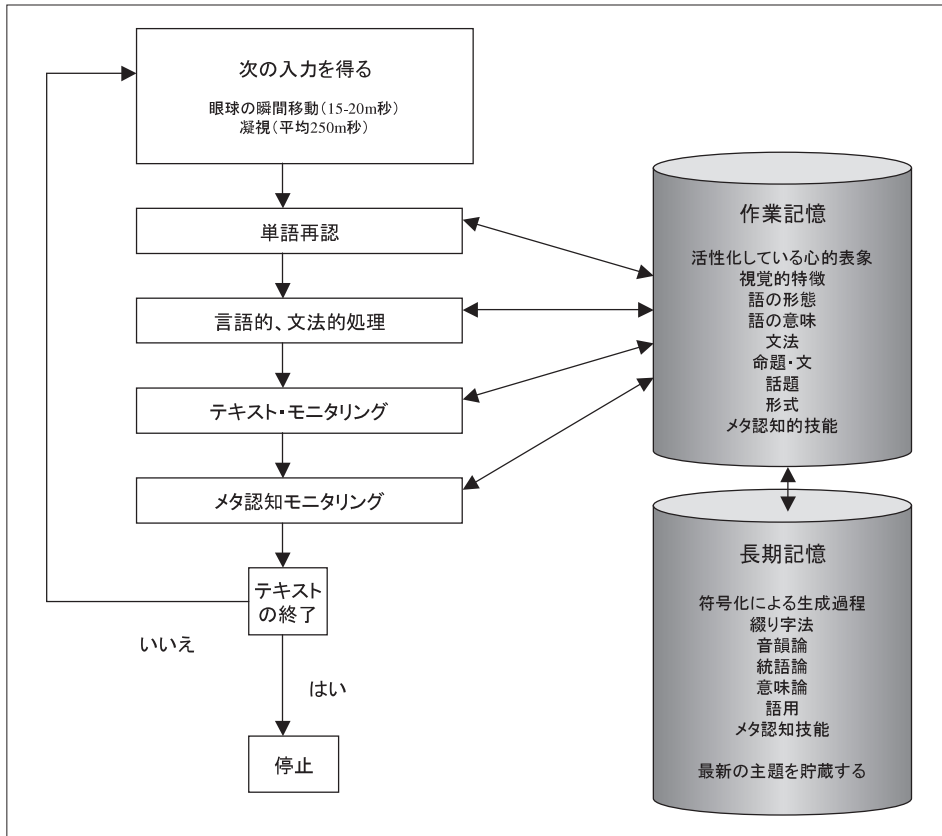
読字の認知機構

日本における論語、イスラム社会でのコーランに見るように、伝統的学習では書字を読むことは、重要な訓練課程である。現時点でも、読字に問題のある児童は、他の能力に問題がないとしても、学習を進める事が非常に困難である。情報の横溢する現代社会では、

会議書類や作業規約など、益々読字の必要性は増しており、専門的な内容を読解出来る人口の比率が、科学技術の基盤を左右する。

一方、初等・中等教育の現場では、話し言葉による意思疎通は正常で、特記すべき障害が認められないにも関わらず、読字に困難を覚えたり、音読出来ても文章の意味を理解できない子供が5～10%存在する。教師や親など、読字を習得してしまった人々は意識していないが、認知科学的に解析すると、読字は多段階の複雑で迅速な情報処理の並列過程から構成されている(図表5)。読字の困難な児童は、これら過程の一部に障害のある事が判明した。例えば、通常の読字にはミリ秒段階の情報処理が要求されるが、速い感覚情報処理に障害のある子供は、言語要素の再認に労力を取られ、意味へ符号化することが困難である。障害のある認知過程を強化することにより、読字能力を向上させる事が可能となっている。

図表5 読字の認知過程模式図



Bruerの論文⁸⁾に基づき科学技術動向研究センターにて作成

4 - 3

学習の理論

(1) 領域固有な知識

認知科学の分野では、問題解決行動に於ける熟達者と初心者との比較から、「初心者が熟達者になる過程」すなわち学習の機構が解析されている⁸⁾。初期の人工知能は、数学・幾何やチェスのような形式的・論理的問題解決に成功を収めたが、1970年代、物理や医学など事実知識を多量に要求される分野の問題解決に取り組むと、上手く機能しない事が分かってきた。この差及びヒトの問題解決の過程を比較検討した結果、ヒトの現実的な問題解決には、豊富な領域固有知識が必要であり、他の領域固有な知識を習得したり、複数の領域で通用する一般的知識を蓄積しても、補完出来ない部分がある事が示された。このような認知科学の知見に基づいて、中高生の教養不

足を憂う英語学者が1987年に著した「文化としての教養」⁹⁾は、アメリカ人の教養の中身を知る参考書として、長く読み継がれている。

(2) メタ認知

1980年頃、認知科学領域では、成熟したヒトの認知過程には、思考について思考する能力であるメタ認知があることが提唱された。これは、自己あるいは他者の問題解決行為について意識的に気づく能力であり、自分の心的過程を監視し、制御する能力である。幼児に学習項目の一覧表を渡して、必要なだけ時間を使って全部記憶出来たと思ったら知らせるように指示すると、子供が完了したと宣言した時点で記憶内容を検証しても、実際の成績ははるかに低い。子供にお話を記憶させて再現させると、年少児の記憶の仕方は羅列的で、要点を把握するための重要な内容を記憶していないなど効率が悪い。しかし通常12歳以上になると、子

供がある課題を学習したと宣言する時、ほぼ申請内容に一致して再現できるようになり、子供が自分の達成度を認識している事が分かる。更に、子供は与えられたお話しの中の諸要素の関連を探り、重要な部分を見出し、その点に注意を注ぎながら記憶してゆくことを知っている。ある領域でメタ認知を獲得すると、新たに他の領域を学習するときも学習が速やかである。

メタ認知を必要とするのは、発達過程だけでなく、どの年齢になっても、その利用程度が学習効率を左右している。Karl Popperの説くように、科学は不確かな初期仮説にたいし反対仮説を提示して検証し、仮説の修正を行う過程を繰り返す事が重要であり¹⁰⁾、メタ認知は科学的研究の場でも重要である。他者の作業に対して助言を与える際にも活用される。また、協同作業において、構成人員の間で得意な作業種や遂行速度に差があるが、自分を含む構成員の作業能力に関する

メタ認知が欠如あるいは不足していると作業能率の損失を来す。

4 - 4

心の理論

ヒトは、無意識に他者の心的状況を推測したり、他者に同調したりする。それが勘違いであることは概して少ないため、対人関係が煩雑な言語的説明を要せずに円滑に進む。このように、自分や他者の心的状態を認知する能力、すなわち「心の理論 theory of mind」に関する研究が進められており、通常、3～5歳までに確立する事が分かっている。例えば、心の理論によって、「誰かの事実に関する

把握内容は、必ずしも真実ではなく、その人が心に抱いている内容であることを理解する」ので、この能力の発達は、子供に簡単な逸話の状況図を見せ、登場人物（あるいは動物）が「間違っただ把握内容 false belief」を持っていることを見分けられるか否かによって検査できる。

ごく初期の新生児も自己—非自己環境を区別する神経学的特性は持ち合わせているが、主観的な自己—他者の認知は生後18～24ヵ月頃に出現する。共同注意 (joint-attention) 能力の発達過程では、先ず単に他者の注意を引くため、あるいは特定の対象に向けさせるために、指差す行動が12ヵ月ま

で出現する。次いで、他人の視線を自分と離れた空間まで追跡するようになり、18ヵ月頃までには、他者がある対象を注視している時、「その人が対象のことを心の中で考えているのだ」というように、他者と対象を関連付けられるようになる。自閉症の人々は、自己や他者の心的状態を推測する事が困難である。「心の理論」の心理学的検査によって、自閉症の早期診断が可能となった。また、「心の理論」検査と無侵襲性脳活動測定法の併用により、自分や他者の心的状況に注意し推測する能力を担う前頭葉の部位の機能が解析されている。

5. 脳・神経科学分野の関与

5 - 1

微視的神経科学と巨視的認知研究

脳の問題を主な対象とする神経科学は、日本の神経科学学会と神経化学会の会員を合計すると約5,600名、米国神経科学会では海外会員も含め約32,000名と多数の研究者を擁し、その中には、認知過程の解明を目指して研究している者も少なからずいるが、これまで認知科学会への参加は少なかった。それは先ず、神経科学が、認知過程のいわばハードウェアである、生物学的実体としての脳を対象として解析を行い、分子・細胞・局所的神経回路などといった微視的階層からの知見の積み上げから着手しているため、認知科学での個体という巨視的階層の解析と具体的接点が無かったためである(図表4)。しかし神経科学も最終的には、脳の領野・脳全体・個体という巨視的階層での解明を目指している。何故なら、

- ①感覚器での光エネルギー・振動・圧力・歪曲などの物理エネルギーの受容や、酸・塩など数十万種類の分子の化学受容は、電気的信号に変換されて脳に伝達され、脳の大脳皮質で情報が変換されて初めて、視覚像・音・寒暖・匂い・味・姿勢等の感覚として知覚される
- ②ヒトは感覚入力誘因が無い場合も、脳内で自発的に想起し、記憶内容を利用している、
- ③このような巨視的階層の状態が、微視的階層での現象を制御している

からである。③のようなトップ・ダウン式制御の例として、注意・期待・不安・長期記憶内容により、同じ刺激が異なって知覚される事が挙げられる。機械と異なり、ヒトではトップ・ダウン機構が、円滑で柔軟な情報処理に役立っている。

神経生理学の分野で、伊藤正男が小脳の長期抑制を実験的に実証する際、「小脳皮質に特殊なシナプス可塑性が存在すると仮定し、これによって小脳皮質の神経回路網

が学習能力を持つことを導き出す」Marr-Albus理論に啓発された事がよく知られている。この後、各々の微視的階層での解析に理論科学的方法が利用されてきた。特に神経回路網での電気生理学的刺激の収斂や発散などの解析には、情報科学的方法が有力な手段で、ある微視的階層の情報から、それよりも巨視的階層の情報への組み合わせ・生成に貢献している。ここで、シミュレートされるのは神経情報であり、生物学的な神経回路ではない。

近年、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI)・近赤外光脳血流計測法 (NIRS)、脳磁波測定法 (MEG) など、無侵襲性な脳活動測定法や、低侵襲性な単光子放出コンピュータ断層撮影法 (SPECT) の感度・解像度・走査速度が向上し、健全な個人の自然な状態の脳を対象として、脳内部位という微視的階層での現象が解析されるようになった(図表6)。このため、脳のハードウェアに関する神経科学的知見と、ソフトウェアに関する認知科学的知見に接点が見出せるので

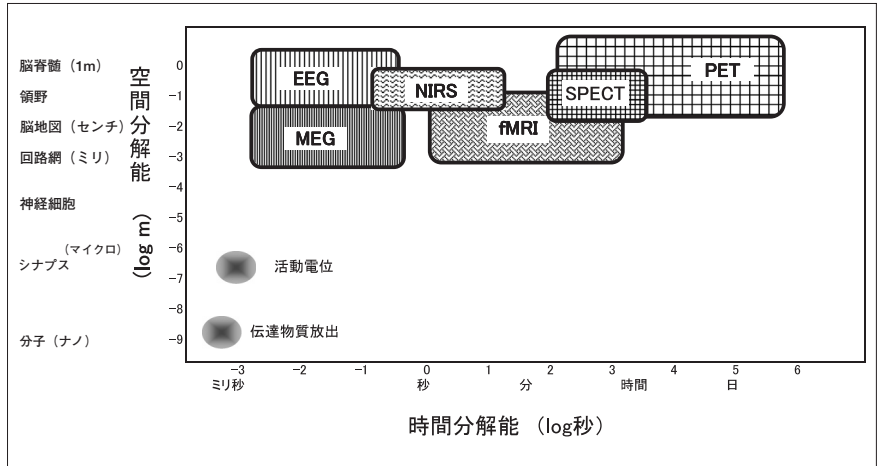
はないかという期待が高まり、5年ほど前から神経科学者の認知科学会への参加が増大している。

5 - 2

脳・神経の情報科学

ヒトの場合、脳だけに注目しても、神経細胞数はおおよそ 10^{12} 個であり、各神経細胞あたり数千から1~2万個のシナプスを介して他の神経細胞からの情報が入力している。シナプスでの情報担体である神経伝達物質や神経修飾物質は、現時点では数十種類知られている。一種の神経伝達物質に対し、複数種の特異的受容体が存在し、異なった細胞内二次情報伝達系と共役することにより、情報の伝達様式が多様化している。現在研究者が比喩的に言及する「お祖母さん細胞」は、「脳内には、その細胞の活動だけで、(例えば)お祖母さんの顔を想起させる神経細胞があり得る」という考え方だが、実際には神経情報の内容は、神経回路網の中に伝播する神経活動の経時的変化によって決定される。更に脳の情報処理は、知覚入力側からのボトム・アップ的変換だけでなく、注意・期待・記憶・自発

図表6 脳活動測定法の時間・空間分解能



無侵襲性：fMRI：機能的磁気共鳴画像法、NIRS：近赤外光脳血流計測法、MEG：脳磁波測定法、EEG：脳波測定法

低侵襲性：SPECT：単光子放出コンピュータ断層撮影法

※参考：神経伝達物質を含有した膜小胞の放出に要する時間と、シナプスでの活動電位発生時間を示した。

的想起などによって選択・変更の起こるトップ・ダウン的調節が同時進行している。

脳神経系の行う情報処理は膨大かつ複雑であるため、これを記述するためには、情報科学の方法論を活用した統合作業であるインフォマティクスが必須となった。理化学研究所脳科学総合研究センターではニューロインフォマティクスの現状調査と視覚系ニューロインフォマティクス・システム開発が行われている¹¹⁾。

ニューロインフォマティクスが

議論され始めた当時は、「実験データを集積・統合する手段」という印象が強かったが、近年、神経系の情報学的モデル・シミュレーションが巨視的階層まで及んでおり、認知科学における個体の認知過程の情報学的解析と融合する可能性が大きくなってきた。このため、ニューロインフォマティクスと認知科学の研究活動や推進方法の重複による損失を減じ、資材・施設や知見を有効に活用するために、両分野の間で交流を促進する必要がある。

6. 社会での応用

6 - 1

Stephen Mobley の事例

1991年、Stephen Mobley はピザ屋の店員を殺し、殺人・強盗罪に問われた。特記すべき医学・心理学・社会学的誘因は認められず、暴行歴は無く、知能は正常。性格としては衝動的・狡猾・自己中心的で放火癖・動物虐待歴が知られていた。彼の弁護士は、オランダの犯罪歴の顕著な家系で、「神経伝達物質であるセロトニン・ドーパミン・ノルアドレナリンを代謝する

モノアミン酸化酵素遺伝子の点変異が、遺伝性の攻撃行動に関与する可能性がある」という Brunner 等の 1993 年の報告¹²⁾を見出した。Mobley の家系を調べたところ、3代に渡って衝動的で反社会的な行動歴が認められた。件の遺伝変異が Mobley にも存在する可能性を遺伝子解析すべきか、遺伝性が認められれば刑軽減事由になるか否かという点が問題化した。結局遺伝子解析は行われず、Mobley には死刑が宣告された。

この事件は、単一、あるいは少数の遺伝的形質がヒトの行動を決

定するか否かという問題、脳の活動を左右する物質に遺伝性の障害がある個人が罪を犯した場合、当該個人は法的責任を問われないかという問題を提起した。この後 Brunner は 1996 年、「単一遺伝子が行動を規定する事は現実的でない」という見解を表明している¹³⁾。一方、上記モノアミン系の神経伝達は、うつ病や不安など広範な精神的障害に深く関わっており、医・薬領域で研究開発が広範且つ重点的に推進されている。診断及び治療方法の開発のためには、遺伝的変異と個体段階での形

質発現の確実な因果関係を明示しなければならぬ¹⁴⁾。Mobleyの場合には回避された議論が、近い将来現実のものとなるに違いな

い。遺伝子や神経調節因子、細胞・組織などの微視的階層の議論と、個体・社会などの巨視的階層の議論の関係を慎重に取り扱う事が必

要となっている。認知科学の知見を踏まえて、個人の判断能力や行動責任の概念を再検討する必要が生じるだろう。

7. 認知科学を支援する体制

7-1

広報

心の科学としての認知科学は、社会的影響も大きい。心の働きを解明する学問として認知科学という領域が存在することを広報して、一般社会の理解を求める必要がある。ひとたび一般社会が関心を持つと、過度の期待を寄せる可能性があるが、認知科学には何が出来て、何が出来ないかという説明と、心について何を・何処まで知るべきかという検討を繰り返す必要がある。先ずは、認知科学者集団が、「興味を持ってくれる・理解してくれる能力の有る部外者が見れば気づく程度に」理解可能な表現で情報を発信することが有効である。発信母体の規模が十分大きければ、専属の科学記事作者を置くことも有効だろう。また、様々な分野の人々がこのような情報を検索できるインフォマテイクスを整備する必要がある。

7-2

検証機会の提供

認知科学研究が、実社会への応用を志向するものであるからには、実用の前段階で社会との協同が必要となる。科学者の社会では、「仮説・検証・仮説再構築」は正当な手順であり、試行錯誤が許容されるのに対し、科学的知見を応用される側の個人にとっては、学校のカリキュラム・製品化・診断・投薬など、やり直しの効かない、あるいは容易でない場合が多い。科学者は、社会の側にも視点が異

なるものの厳密な評価基準がある事を認識し、双方の評価基準の協調を図る必要がある。

認知科学者は広報によって社会の理解を獲得し、科学的知見を実社会段階で検証する場を供与してもらう必要がある。例えば、大学付属初等・中等教育機関で単独学習・協同学習・教授法などに関する認知科学的仮説を検証し、有効性が実証されれば、広範に実用化するための手順を更に検討する。また、企業の製品開発の場面でも、認知科学的知見や検査方法を活用・評価する機会を設けることである¹⁾。

7-3

応用志向性と科学者の自主性

現在、認知科学領域の成果は米国で大量に産生されているが、米国ではNSF (National Science Foundation)の他、DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)・ONR (Office of Naval Research)・AFOSR (Air Force Office of Science Research)などの軍事機関が研究支援をしている。研究成果の応用に関する方針には国それぞれの事情があり、日本としては羅列的情報の量に左右されず、有用な内容の情報を選択して活用してゆく事が重要である。また、米国のMcDonnell, Mellon, Spencerなどの私設財団は、援助研究に対し応用への志向性 (applied bent) を明確に要求している。1983年の教育の優秀性に関する全米委員会の報告書「危機に立つ国家」¹⁵⁾を契機に、公教育の危機的状況に対する社会的関心が高まり、教育・学習方法

の改革に利用できる、強力な理論的・実証的基盤を持った提案が求められた。丁度この時期、認知科学界では、学習に関する研究が新たな理論を生み出し始め、それ以来米国の教育方法に有力な知識・理論を提供している。一方、認知科学研究者が教育の課題に偏ってしまうという弊害がある。社会の要求を科学者集団に提示する事は必要だが、具体的な研究課題の選択や遂行方法は研究者の自主に任せる事が、日本には適した方策である。英国も2002年～2003年、科学技術局の特別企画 Foresight Cognitive Systemにより、認知科学推進の基盤作りを行ったが、実際の推進内容は科学者の自主に任せるとしている¹⁶⁾。

7-4

国際的データベース

脳に関する膨大な科学的知見を、各国が独力で網羅的に統合することは困難であるため、国際協力が有効である。1996年から経済協力開発機構 OECD のメガサイエンス・フォーラム (その後グローバルサイエンス・フォーラム)、バイオ・インフォマテイクス検討会の分科会にて、ニューロインフォマテイクスの問題が検討され、日本は委員会発足当初より、積極的に寄与して来た。2004年1月、科学技術政策委員会閣僚級会議において、脳研究に関する総合データベースシステムの構築とその運用に当たる機構である国際ニューロインフォマテイクス統合機構 (INCF) の設置が決定された¹⁷⁾。現在参与国が調印する段階と

なっており、参与国には国内拠点の設置が要請される。前述のように、日本では特定の専門分野で高い水準のニューロインフォマティクス・システムの開発が進んでおり、このような計画を推進することは、国内の研究を奨励し、技術・知識の発信源として国際貢献度を高めることにつながる。

7 - 5

日本独自の研究推進

米国AAAS (American Association for the Advancement of Science) の2004年科学技術政策年次フォーラ

ムでは、ナノテクノロジー・生物工学・情報工学・認知科学・社会科学の収斂構想 (NIBCS)¹⁸⁾ の下に認知科学の重要性が強調された¹⁹⁾。上記分野の協調した発展によって、ヒトの心の解明を目指す計画を the Human Genome Project と名付けている。これはヒト・ゲノム計画からの類推であり、大規模な推進事業を展開する事が予想される。核酸の塩基配列やコドンの組み合わせで無限に異なった情報を生成できることは、言語の文法的組み合わせと似ており、情報科学的に処理し易い。認知科学領域の情報は性質が異なっ

ており、ゲノム計画より遥かに膨大な作業が予測される。しかし、高度に網羅的な系を作ることは、必ずしも有意義であるとは限らない。すなわち、深く関連し合いながらも其々特殊な脳の情報処理系を、単一の標準化した方法で統合した系は、百科事典的で、個々の特殊な問題に対応できない可能性もある。日本は、他国で得られた知見が有用ならば、それを利用するのは良いことだろうが、それとは独自に、自らの必要とする専門性の高い計画を重点的に推進する事が得策と思われる。

8. おわりに

ヒトの心を、脳をはじめとする身体の状態で説明する企てには、二つの科学領域が関与する。すなわち認知科学は、個人や集団など巨視的階層を対象として心のソフトウェアを解析し、神経科学は、生物学的脳の分子・細胞・神経回路など微視的階層から着手して心のハードウェアを解析してきた。近年、両領域の隔たりは縮小してきており、ヒトの認知能力が物質的・生理的に解明される可能性が具体的なものとなってきた。両領域の接近は、各構成分野で蓄積しつつある膨大な知見・情報科学的統合・無侵襲性の脳活動測定方法の進歩等に負うところが大きい。そこで、両領域での知見を効率よく集積・貯蔵・活用する体制を整備する事、無侵襲性の脳活動測定実験などから有効な知識を産生できるように、心理学や医学、情報科学など関連分野の協同の基盤整備をすることが重要となっている。

現在の日本人は認知科学を必要としており、これを独自の方法で推進する必要がある。

(1) 考えの明言化

日本人は千年以上に渡って高水準の知的・経済的生産を続けており、優れた思考能力を持っている事は確かである。そして、この思考様式を意識し、明確な言葉で表現する習慣が希薄であり、物事の過程に関して、言語で説明することを避ける傾向があった。しかし、次々と新たな概念や問題解決方法を創出することが要求される現在の日本では、作業過程を明確に意識しないことが障害となっている。特に科学研究は、有意義だと考えられる問題に注目し、その問題を解決するための具体的方法を既に持っているかあるいは入手可能か展望して目標設定し、自己検証しながら作業を遂行し、実証して理論形成する作業であり、まさにメタ認知が要求される分野である。メタ認知に欠ける社会では、研究者は、自分の研究の意義を説明できず、採択可能で最も効率的な方法を探して選ぶ事が出来ず、特定の知識を異なった状況下で活用することが不得手、という徴候を示す。これは、科学を推進して社会の発展を目指す国家では、重

大な障害である。現時点で日本人は、自らの思考過程がどの様なものか意識的に知り制御する習慣を身に付ける必要がある。

(2) 伝統的英知の活用

一方、認知科学によると、ヒトの思考様式は、かつて西洋人が考えたように「合理・論理的で自己の意思によって意識的に行われるだけ」のものでは無い事が示されている(補記参照)。世界で将来求められることは、曖昧で状況依存的な事象にも対応可能で、ヒトの感情や必要性を考慮した社会組織やもの造りである。日本人は、物事の定式化を避け、保留や柔軟な行動修正をもって対応してきた。発話言語だけでなく仕草・表情・間も情報として活用する日本人の伝統的な意思疎通様式は、相手の感情の機微を汲み取る高度な認知様式である。日本人は他者の気持ちを察することを尊重してきたからこそ、受け手の必要とする事を予測して用意し、供給する事が可能であった。また、日本人の特色として定評のある、色や形に関する細やかさや手先の器用さは、卓越した認知様式の表れであ

る。このように、日本人は足下を見つめれば、新しい社会組織の創出やもの造りのための豊かな知的資源が存在しているのであり、伝統的な認知過程を解明して活用しないのは、多大な損失である。

参考文献

- 1) 亙理誠夫；「人を支援する知的コンピュータ”を作るには」科学技術動向 2004 年 5 月号：
<http://nistep.go.jp/index-j.html>
- 2) Schunn, C.D, Crowley, K, & Okada, T ‘The Growth of Multidisciplinarity in the Cognitive Science Society’ *Cognitive Science* 22, 107 - 130 (1998)
- 3) <http://www.cognitivesciencesociety.org/>
- 4) <http://logos.mind.sccs.chukyo-u.ac.jp/jcss/>
- 5) サトウタツヤ・高砂美樹「心理学史」有斐閣
- 6) Chomsky, N. ‘Language and mind’ Thomson Learning, Harcourt Brace Jovanovich, Inc. New York 1972
- 7) Steven Pinker ‘The Language Instinct’ Penguin Books 1994
- 8) John T. Bruer, ‘Schools for Thought. A Science of Learning in the Classroom’ The MIT Press, 1993, 「授業が変わる—認知心理学と教育実践が手を結ぶとき—」松田文子・森敏昭（訳）北大路書房
- 9) Hirsch, E.D. ‘Cultural Literacy: What Every American Needs to Know’, 1987 Houghton Mifflin 「教養が国をつくる」中村保雄（訳）TBS プリタニカ
- 10) Popper, K. The logic of scientific discovery, Routledge Classic, London 2002 年
- 11) 臼井支朗「ニューロインフォマティクス：動向と展望」生体の科学、2003 年 10 月、特集 ‘創薬ゲノミクス・創薬インフォマティクス’
- 12) Brunner H.G., Nelsen M., Breakefield X.O., Ropers H.H., van Oost B.A., ‘Abnormal behavior associated with a point mutation in the structural gene for monoamin oxidase A.’ *Science* 1993, 262, 578 - 80
- 13) Brunner H.G. ‘MAOA deficiency and abnormal behaviour. perspectives on an association.’ *Ciba Found Symp.* 1996, 194. 155 - 64
- 14) 「うつ病の遺伝的解明のための大型プロジェクト」科学技術動向 2004 年 6 月号：
<http://nistep.go.jp/index-j.html>
- 15) 教育の優秀性に関する全米委員会「危機に立つ国家—日本教育への挑戦」橋爪貞雄（訳）黎明書房
- 16) <http://www.foresight.gov.uk/cognitive.html>
- 17) http://www.oecd.org/document/15/0,2340,en_2649_201185_25998799_119690_1_1_1.0.html
- 18) <http://wtcc.org/ConvergingTechnologies/>
- 19) <http://www.aaas.org/spp/rd/forum.htm>, 伊神正貫；「科学技術動向 2004 年 5 月号」：
<http://nistep.go.jp/index-j.html>

《補記》

てんかん治療手術のため、左右の脳半球間の神経連絡がなくなった患者に、様々な特徴を指示して、対応する物体を選ばせる認知心理学的実験を行うと、自分が何をしているのかという意識がなくとも、正しく選択し物体を手取ることは出来ることから、無意識の思考過程の存在が実験的に証明された。無意識の思考内容は、言葉よりも身振り・手振りなど身体的表現で表出する傾向がある。また外傷や腫瘍で特定の脳部位が欠損した患者では、知的概念操作は可能だが、感情が無くなる事がある。このような患者は、個々には正しい知的内容を意味の有る行動に統合できないことから、感情が判断や遂行能力に必要な事が分かって来た。健常人でも、特定の刺激を認識するよう求める検査で、先行あるいは並行して別の干渉刺激を与えると、干渉刺激の内容に応じて期待や類推が生じ、本来判断する

よう求められている刺激の判断内容が異なってくる。また、干渉刺激の効果により、本来与えられていない刺激を認識することもあるが、これは日常生活では、部分的に隠れている対象の全体像を類推したり、紛らわしい地の上にある対象を速やかに判断する際に使われている認知機能である。検査室で被験者に自発的に話をさせた時、特定の単語を使ったときのみ検査者が好意的に反応すると、その単語の使用頻度は増加し、別の単語を使ったとき検査者が無視すると使用頻度は低下するが、被験者は対話者の関心に応じて自己修正していることに気付いていない。このような認知過程は、実社会の協同作業の場面では、他者の意見や行動に自分の発言や行為を合わせようという同調バイアスとして働いている。