

[研究ノート]

脳はどのように記号（言語）の意味を理解するか -- 『シンボルと身体化』（2008）を読む

How does the brain comprehend the meaning of symbols (language) ? :

A note on “*Symbols and Embodiment: Debates on Meaning and Cognition*” (2008)

武 田 一 博

TAKEDA Kazuhiro

はじめに

われわれの脳は1000億を超えるニューロンから成り、その中には神経インパルスと呼ばれる電気信号の授受による計算過程しか存在しないことは、今日ではよく知られていることである。しかし、われわれの脳はそのような物理的状態・過程の中で、心を成立させ、記号（言語）を生み出したり、その意味を理解したりしているのである。脳のメカニズムの中では、知覚や記憶の過程は比較的解明されてきたようであるが、心そのもの（とくに自覚的気づきを伴う意識）がどのように生じてくるかや、それがどのように意味を理解するようになるのかなどは、いまだに未解明の部分が多く、脳科学や認知科学、AI（人工知能）、ロボット工学、記号学、言語学、心の哲学など多くの学問分野を巻き込みながら論争の続いている、もっともホットな研究領域の一つである。

私は長らく脳科学に関心を持ち、心の哲学の観点から、脳研究の新しい動向をリサーチしてきたが、最近、この方面から言語意味の理解に関してどのような研究課題が立ち現れているか、またそれに関する研究方法がどのような対立した見解の中で進展しているかを取り扱った論文集（de Vega et al. eds. 2008）が出版されたことに注目している。それはアメリカ、イギリス、スペインの25人の研究者による19本の論文から成り、450頁におよぶ大部の著作であるが、この論集は、脳生理学・認知科学・コンピュータサイエンス・人工知能・心の哲学・教育学・言語学などの分野の専門家が言語意味の理解を巡って最先端の議論を展開し、論争し合うことを通じて、この問題の今日的課題を浮き彫りにしている。おそらくこの先何年かは、この問題を論じる際に避けて通れない文献となるだろうと思われる。

その章構成：論文名および執筆者は、以下の通りである。

第1章：「論争の枠組み」 A.M.Glenberg, M. deVega, A.C.Graesser

第2章：「共変動（covariation）の限界」 A.M.Glenberg, S.Mehta

第3章：「コンピュータ教師（auto tutor）の中の身体とシンボル——学習者の認知状態や情動状態に反応する会話」 A.C.Graesser, G.T.Jackson

第4章：「シンボル主義と身体化された（embodied）認知、その広範な論争」 L.Shapiro

第5章：「脳内イメージ (brain imaging) は身体化された意味に関して何をわれわれに語るか」

M.A.Just

第6章：「言語を脳内で基礎 (根拠) づけること (grounding)」 F.Pulvermüller

第7章：「神経モデル作成者の観点から見たシンボルと身体化」 A.Knoblach

第8章：「シンボル・システムと知覚表象」 W.Kintsch

第9章：「言語理解における経験的トレースと心的シミュレーション」 R.A.Zwaan

第10章：「理解における身体化を定義する」 A.J.Sanford

第11章：「意味の三側面のメカニカル・モデル」 D.Roy

第12章：「シンボルの基礎づけ問題 (symbol grounding problem) は解決した。次は何？」

L.Steels

第13章：「概念の情報処理過程 (conceptual processing) における言語とシミュレーション」

L.W.Barsalou, A.Santos, W.K.Simmons, C.D.Wilson

第14章：「身体化された意味の諸レベル——指差し (pointing) から反事実性 (counterfactuals) まで」

M. deVega

第15章：「言語理解は身体化されてもいるし、シンボルの (symbolic) でもある」

M.Louwerse, P.Jeuniaux

第16章：「十分基礎訓練された (well grounded) 教育——科学と数学における知覚の役割」

R.Goldstone, D.Landy, J.Y. Son

第17章：「認知主義 (cognitivism) の修正と放棄」 A.Gomila

第18章：「シンボルと身振り (gesture) と基礎訓練の教示 (grounding instruction) における身体化された認知の展望」 M.J.Nathan

第19章：「論争を振り返って」 M. deVega, A.C.Graesser, A.M.Glenberg

問題の所在

まず第一論文を手掛かりに、脳 - 記号 (言語) - 意味をつなぐ理解をめぐる、何が問題 (論争) となっているのか、そのフレームを概観することにしよう。

グレンバーグやデ・ヴェーガらにとつてだけでなく、一般に、記号と意味と世界 (実在界) をつなぐ問題群を考察しようとする場合、その出発点となるのは何といても C.S. パース (C.S.Peirce) の記号学 (semiotics, theory of signs) であろう。というのも、ド・ソシュールの記号論 (semiology) が言語の領域に限りながら記号表現とその意味の関係を解明しようとしたのに対し、パースの記号学は、記号を狭く人間言語に限定せず、もっと広く自然界における物理現象の領域にまで記号的存在を認め、理解しようとしたからである。そうしたパースの議論があったからこそ、それを基礎にしてその後、動物記号論や生命記号論が可能ともなったのである。ともかくこうして、脳内ニューロン発火 (インパルス) にせよ、音声言語・文字言語にせよ、いずれもそれ自体としては物理的存在・現象であ

るものが、いかにして意味を獲得・成立・付与しうるのかという問題は、パースの記号理解の仕方にもその出発点がある。

周知のように、パースは記号をアイコン (icon)・インデックス (index)・シンボル (symbol) の三種に分類した。アイコンとは、写真や足跡のように、実在的事物との直接的類似性ないし鏡像関係によって成立する記号である。インデックスとは、風向計や遠くに見える煙のように、事物との因果的・時空的結び付き (風向きや火) によって成り立つ記号である。最後のシンボルは、ハトが平和の象徴とされるように、対象 (それは実在しなくてもよい) との結合関係が規約的・社会的に成立していれば成立する、恣意的で抽象的・一般的な記号のことである。言うまでもなく、人間の言語は基本的にシンボルである (例外はオノマトペで、それは多分にアイコン的と考えられる)。

しかしもちろん、いずれの記号も、いつでも無条件に成立するのではない。パースはあるもの (それは自然物・現象でも身振り・表情でも、それらの痕跡でも、客観的に存在・現象するものなら何でもよい) が記号として存在するためには、対象 (object) - 記号 (sign) - 解釈者 (interpretant) の三者が結合関係 (triad) を形成していなければならない、と見なした。逆に言うと、このトリアードが成立しているかぎり、あるものはある対象の記号として存在していると言えるのである。たとえば、ある小動物が地面の上に残されたある痕跡や化学物質を、別のある動物 (捕食者ないし仲間) の通過した「証拠」と「見なす」(すなわち行動の変化を生み出す) ならば、その痕跡や化学物質はある小動物にとっての記号的存在として作用していると言えるように。こうして、「パースにとって、すべての記号 (アイコン、インデックス、およびシンボル) は、根拠・理由づけによるメカニズム (mechanisms for grounding) なのである。言い換えれば、記号とは、ある観念 (解釈者) とある対象とを結合するものである」(p.1)。

そして、この三者 (記号、対象、解釈者の観念) を結び付けるものが意味ということになるのだが、この意味がどのような形で成立・存在するかは、この論集の論者たちの主要な関心ではない (ちなみに意味は、指示対象の集合としての外延的意味 (denotation) としても、解釈者の主観的な観念・記憶・表象としての内包的意味 (connotation) としても、あるいは記号の内に客観的・公共的・社会的に含意される、ド・ソシュールのいわゆるラング (langue) としても成立可能であるが、そのいずれが意味の中心領域であるかを巡って激しい論争がこれまで繰り返されてきた)。意味がどのような形で成立するにせよ、パースの記号学を基礎にして言えば、意味は解釈者の主観的な解釈抜きに成立することはありえないということが、ここでは共通了解ということになる (そこには、クワインの「厳密翻訳不可能性」が影響を及ぼしていると言えるだろう)。

しかし、意味が解釈者の主観的な表象 (representation) を介して成立するとしても、その表象がどのように理解ないし定義されるべきかを巡っては、論者たちは意見の大きく分かれるところであり、その議論を行うことはいわば「パンドラの箱」を開けることである (p.2)。というのも、「ある者は、表象をコード (code) のレベルで指示対象 (referent) を『表現・表象する (stand for)』ものと見なすが、それに対し他の者は、表象を心理学的内容に、ないし神経生理学的活動に密接に関係した

(aligned) ものという制約 (constraints) をもつものと考えたりしている。[また、]『表象』という語は、混乱を生み出す [ただだ] し、結局単に他に問題を転化することになるだけだという理由から、その語をいかなる説明的意味 (explanatory sense) でも使用しないことが最善 (best) であるという立場を取る研究者もいる」(p.2) からである。

だが、表象という語を使用しようとすまいと、記号意味がどのような仕方で解釈・理解可能かを巡る問題は残るし、解決されなければならない理論的課題だということには変わりがない。この論集の論者たちの多くは、先の論文タイトルでも分かるように、内的表象という主観的かつ定義の厄介な語を避けて、意味や言語理解の問題を「身体化 (embodiment)」する中で解明しようとするが、しかし、先にも述べたように、記号 (言語) 意味が解釈者の主観的解釈・理解なしに成立しえないとしたら、それを身体的活動・振る舞いに置き換えただけでは、記号 - 対象 - 解釈者の問題を最終的に解きえないのではないかと私は思う (ちなみに、心的状態を脳 - 身体 - 環境の三者のいずれにも、いわば三位一体的に付与しよう/しうとする「拡張された心」の議論は、「心とは何か」という問題圏で同様の主張をなすものと言える [武田 2010 参照])。そうでなく、意味理解や解釈を単に主観的なものとするのではなく、解釈者の脳内プロセスにおいて神経生理学的に生じる客観的過程として解明することを通じて (この論集では、マーセル・ジャスト (第5章) やフリードマン・プルヴァミューラー (第6章)、ローレンス・バルサロウら (第13章) が論じている点である) 初めて、明らかになるのではないかと私は考える (それ以外には Rogers and McClelland 2004、Pulvermüller 2002 など参照)。

ともかくこうして、この論集での論者たちの論争点は、編者 (第1章の著者) たちによれば、たとえば以下のようになる (p.7)。

- (a) サールの「中国人の部屋」の議論は誤りである。シンボル・システムは、意味を表現・表象し (represent) たり、意味を生み出すために、基礎・根拠づけられる (be grounded) 必要はない。
- (b) 言語は基礎・根拠づけられる必要があるが、基礎・根拠づけ (grounding) のメカニズムは、ほとんどの言語処理 (language processing) において、いかなる役割をも果たしていない。
- (c) サールの議論は、もはや今日の記号モデル (symbolic models) には意味のある (relevant) ものではない。今日の記号モデルは複雑で、大まかなレベルと細かいレベルと多層的 (multilayered) であり、かつ、知覚と行為において基礎・根拠づけられている。サールの議論は、そのどちらにおいても正しくなく (incorrect)、確定的でない (indeterminate)。
- (d) 言語を身体化された表象の中で基礎・根拠づけることは、言語のある側面 (たとえば具体的な状況 (situations) に関すること) を理解するためには重要であるが、別の側面 (たとえば何か非常に抽象的な状況の記述 (description) の理解には重要ではない)。
- (e) 言語理解 (language understanding) のすべてのレベルは、行為と知覚において基礎・根拠づけられる。

もちろん、論点はそれだけにとどまらず、そうした言語理解の基礎・根拠づけ、およびその身体化可能性の評価に関する問題は、神経科学のもたらすデータの解釈を巡って、つぎのような論争点をももたらす (p.8)。

- (a) 語の意味は、脳の [さまざまな] 領域を活性化するが、そうした領域は、知覚や行為に直接関係する (responsible) 領域と、部分的にオーバーラップする。それゆえ、意味の身体化 (embodiment) は、[すでに] 経験的に立証されている [と言える] のではないか。
- (b) 神経学的データは、[上の] 問題を解決するものではない。なぜなら、語の意味の [脳における] 情報処理 (processing) が、脳内の感覚運動 (sensorimotor) 領域とオーバーラップしていても、その [オーバーラップするという] 事実は、それらの過程 (processes) そのものが記号的 (symbolic) であるということを排除 (preclude) しないからである。
- (c) 左脳半球における言語に関係する古典的な領域、すなわちシルヴィア溝周辺 (perisylvian) 領域は、[行為や知覚といった] 身体的な (embodied) 計算 (computations) を遂行するというよりは、(形態素的 - 構文論的 (morpho-syntactical)) といったより記号的な (more symbolic-like) 計算を遂行しているのではないか。

さらに、意味理解が身体化され、記号的に基礎・根拠づけられたとしても、それがコンピュータ的にモデル化 (シミュレート) できるかという点に関して、つぎの問題群も生起する (p.8)。

- (a) コンピュータは生物学的システムではないがゆえに、身体化されることはできないし、あるいは身体化された認識 (cognition) をシミュレートすることさえできない。にもかかわらずコンピュータは、複雑な方程式を解くことによって雷雨をモデル化できるのとまったく同様の意味で、身体化された認識をモデル化することができるかもしれない。
- (b) コンピュータ・プログラムは、人間における身体化された認識をシミュレートできる。しかし、人間的意味 (human meaning) が身体化されるのと同じの仕方 (way) で、コンピュータ・プログラムを文字どおり (literally) 身体化することは、不可能である。
- (c) コンピュータ・プログラムは、身体化できる。しかし、その身体化されたものの性質 (nature) は、人間のそれとは異なるものである。というのも、コンピュータによって経験された世界は、[人間のそれと] 異なるからである。
- (d) コンピュータないしロボットは、人間の中で意味が身体化されるのとまったく同一の仕方、完全に (fully) 身体化されることが可能である。

最後に、以上の問題 (論争点) を通じて、最終的に問われるのは、次の点である (p.8)。

- (a) 言語が理解されるためには、身体化された表象が決まった仕方（routinely）[脳内で] 活性化されるということ [なら、そのこと] を記号学者が納得できるように、理想的な実験として記述できるか。
- (b) 少なくともある種の言語的な表現（expressions）が理解できるためには、記号的表象（symbolic representations）が必要だということ [なら、そのこと] を身体化論者に説得できるような、理想的な実験を記述できるか。

编者たちはただし、最後の問題は必ずしも本論集で論じられているわけではなく、これからの課題だとして、読者にゲタをあずけているように見えるが、それは彼らがそうした問題を軽視しているからではない。意味や言語理解の問題は、これからは編著者たちが言うように、科学的・実験的な方法でこれから論じられていくことになるだろうし、そうならなければならない。それは、これまでの伝統的な議論とはかなり論じ方を異にしたものとならなければならないということである（この点で言えば、これまで心の哲学やとくに機能主義者たちが常套手段としてきた、思考実験や形而上学的なやり方で意味や言語理解を「解明する」といった方法論は、もはや通用しない=時代遅れなものではない、ということである）。

さて、それでは具体的には各論者は以上のような論点を、各論文でどのように展開しているかを、编者たちの最後のまとめの論文を参考にしながら、中心となるいくつかの論点に絞って、簡潔に見ていくことにしたい。

具体的論点

(1) まず、記号や言語の意味とは何か、その定義を巡る問題である。これは、方法論的には、意味の生成・変化とシンボルによる計算（symbolic computation）あるいはシンボル間の共変動（symbolic covariation）との関係の問題である。この問題は、1970年代から80年代にかけて盛んに論じられたものである。当時は、指示内容（referential content）から切り離して、命題計算（propositional calculus）や述語計算（predicate calculus）として、もっぱら純粋に言語の規則や形式の側面および/ないし心理学的側面から論じられてきた（これは、チョムスキー派言語学が最盛期にあったことと関係があるだろう）が、今日ではその問題は、統計論的（statistical）シンボル・モデルないし潜在的意味分析（latent semantic analysis, LSA）によるシンボル共変動モデルなどを使って、数学的手法によって論じられている。

意味分析にこうした統計的・数学的アプローチが使用される背景には、そもそも現代の記号や言語の理解の仕方では、伝統的な議論と次の二つの違いがある。一つは、伝統的な議論では、たとえばチョムスキー派の哲学者ジェリー・フォーダーの「思考の言語（language of thought）」の議論が典型的であるが、言語はまずもって心的記号（フォーダーはそれを *mentalese* と呼ぶ）として存在し、それは具体的言語（自然言語）と違って、普遍的規則（文法）をもつ抽象的概念であり、いかなる感覚器官

からも切り離された非様態的 (amodal) なものとして、人間の心のみに生得的に備わっているものとして理解されている。自然言語は、そうした心的記号の上に成り立つものとされる (武田 2008b 参照)。それに対し、現代の統計学的記号学 (statistical symbolism) では、言語と記号を切り離さず (言語は一つの記号)、言語すなわち記号は観察可能 (observable) なもの、その一つひとつの記号 (言語の場合は語 (word)) が意味を担う基礎単位 (unit) であると捉える。そして、そうした記号のユニットが知覚や行動の基本単位と結合可能だと、記号世界を現実世界と統合的に考える (こうした考え方は、パートランド・ラッセルや論理実証主義を思わせる)。

二つめの違いは、したがって、現代の統計学的アプローチは、記号や言語に対して、より経験的な仕方でもアプローチすることである。すなわち、記号や言語が実際に使用されている場面・状況の中で、統計学的・数学的な手法を用いて意味分析することである (その際、脳内ネットワークの発火パターンの変化や、それが生み出す知覚や行動における微細な変化が、その手掛かりになる)。それに対し、伝統的なやり方では、形而上学的で単なる形式論理に基づいた規則分析や、思考実験に依存する方法で意味分析や言語解析が行われることが多い。そこでは、真理はあたかもア・プリオリで、規則や形式による分析によって明らかになると前提されているかのようである。

さて、このような方法論でもって、論者たちは実際にどのような議論を展開しているのか。たとえば、第15章でマックス・ロウワースとパトリック・ジュニオは、おおよそ次のように述べている。言語理解は身体化される。また、言語理解は記号的 (symbolic) でもある。したがって、身体化された世界の中で見出すことのできる多くの関係性 (relationships) は、言語の中で構造化されたものと同一のものとして見出すことができる、と。また、第8章でワルター・キンチュは同様のことを主張している。すなわち、記号を現実世界でもって定義することはできない。しかし、記号は現実世界を映し出す (mirror)。記号表現 (symbolic representations) と行為や知覚の世界との間には、同型性 (isomorphism) が存在する、と。つまり、これらのシンボル主義者 (symbolist) は、記号世界と現実世界の間には鏡像関係ないし同型性があり、記号意味は、記号によって共変動する知覚や行為の中に隠されたパラメータを、統計学的方法によって分析することを通じて取り出しうる、と考えるのである。この方法が、先のLSAに他ならない。

この方法がおおよそどのようなものかは、コンピュータを用いて学習者に知識を教授することが可能かを実験した、アーサー・グレーサーとタナー・ジャクソン (第3章) の次のようなことが示してくれる。「[コンピュータ教師と] 対話者との間 (discourse space) で、新しい指示対象 (referent) が構成されるためには、おおよそ300-1,000ミリ秒かかるし、ある存在 (entity) から他の存在に移るにも、数百 [500-600] ミリ秒かかる。[対話者の] ごちゃごちゃした心的空間の中で、心的カメラがある存在の上に焦点が当たる (zoom) には、さらに数百 [200-300] ミリ秒かかる……。これらの経過時間 (timing) や [それらのもつ] 複雑さを考察してみれば、文 (text) の中で表現 (expressions) や節 (clauses) を指示すること (referring) は、いつも [学習者がその] 文を読む際に完全に身体化された表象を持つことになるということが疑わしいものだ、ということを示してくれる」(p.47)。

ただし、具体的な時間の長さに関しては、第13章でローレンス・パルサロウらが、語から語を連想 (association) するのに要する時間は、身体化された状況意味の場合よりもっと速い (短い)、と異論を提出しているが。

ともかくこうして、これらの論者では、ロウワースらのことばを使えば (第15章)、すべての記号 (symbols) が常にそうであるというわけではないが、言語は [少なくとも]、脳内メカニズムおよび知覚・行動において身体化された世界の中で見出すことができる関係性 (relationships) が構造化されたものだ、という仕方でも根拠づけうるのである。言語は、そのような定義では、世界の内で身体化された関係 (relations) の意味を「手っ取り早い仕方でも知る接近方法 (shortcut)」と言えるのである。第8章のキンチュの表現では、任意でない (nonarbitrary) 記号を使うよりは、ことば (word) という任意の記号を用いて計算 (computation) した方が、世界の意味を知る上ではずっと手っ取り早い、ということである。

だが、この言語ショートカット論は、悪くすると、意味は純粋に概念的なもの、つまり身体化された現実から無関係に、言語間の関係性だけから意味が導出できる、ということになりかねない面をもっている。たとえば、先のロウワースらは次のように述べている (第15章)。「記号 (symbols) の意味は、他の記号から [直接] 導出 (derive) できるという、思わず引き込まれる (compelling) 明証的特徴 (evidence) もある。たとえばわれわれは、『バラ』ということばが『花』ということばが出現する文脈と同種の文脈で [常に] 出現するために、バラは花であるということ [意味] を知るのだ。同じことは、『香り (perfume)』と『匂い (smell)』、『雷 (thunder)』と『大音量 (loud)』との間での連想 (associations) に関しても言える」(p.310)、と。だが、このことを受け入れてしまえば、伝統的なチョムスキーやフォーダーらの考えに戻ってしまうことになる。したがって、ロウワースらは同時に言語の身体化を強調することによって、純粋なシンボル主義を回避しようとする。「言語と身振り (gesture) は相互作用する (interact) のであり、お互いに代替 (substitute) 可能でさえある。コミュニケーションにおけるこうした身体的経験 (bodily experiences) が、思考 (thinking) を容易にする (facilitate) のである」(p.312)。

だが、アンソニー・サンフォードは第10章で、言語意味をすべて単純に身体化されたものに還元できないと、次のように指摘している。言語意味は「相互に定義し合っている (interdefinition) [と考える] ことの必要性は、いたるところに存在している (ubiquitous)。十分適切な (adequate) コミュニケーションのためには、左 (left) [の語] は右 (right) の反対であり、北 (north) は南 (south) の反対 [語] であることを知っている必要がある。しかしわれわれは、これらの語ないし事実を [コミュニケーション中で] 使用するために、[脳で] リアルタイムに処理される (on-line) 身体化された認識に従う必要は、たいがいの場合 (normally) ない」(p.182)。「(語の (lexical)) 意味はもっぱら身体化されるという主張は、誤りでなければならない。というのは、語 (term) と語の関係性 (relationships) は知られる必要があるが、それらは本質的に抽象的なもの (abstractions) だからである」(p.183)

キンチュ (第8章) はそうしたことを念頭に置きながら、メタファー (たとえば「私の弁護士は鮫

だ)の理解、穴あき文(たとえば「もしあなたが努力するなら、あなたはどんな問題も()することができる」)の完成、同形異義語(homograph)の意味解析(たとえばbarkという語がイヌに関する文脈で出て来た場合には「吠える」を、樹木の文脈では「樹皮」を意味する)など、もっぱら文脈に依存した形で語の意味が理解される場合には、LSAに基づくモデルが可能だとしても、それはアルゴリズム解析(parsing algorithms)に依存したものになる、と理解している。

だが、そうだとすると、言語と身体化された現実世界との共変動モデルは、上で述べたようなものとずいぶん異なったものになってしまうだろう。実際、编者たちも指摘しているように(p.403)、第2章のグレンバーグとメータ、第13章でのバルサロウら、第4章のシャピロ、第9章のズワーンなどは、言語意味における共変動の役割を、できるだけ小さく限定して考えようとする傾向があるようである。

しかし、そのことは反対に、実際の意味はあくまで知覚や行為、あるいはそれをもたらす脳内ネットワークの変化において根拠づけられるということ、強い意味で理解することをもたらすことでもある。つまり、言語における共変動は、それ自体で意味をもたらすのではなく、意味は経験世界における共変動において成立するのであって、言語意味はいわばその「副産物(by-product)」にすぎない、ということである。実際、バルサロウら(第13章)やズワーン(第9章)、グレンバーグとメータ(第2章)は、共変動の主要な現象は経験世界や指示対象を追跡(trace)する中で生じることを強調している。すなわち、意味は知覚や行為、あるいは情動や意図などの心的状態の変化といった経験の内側で生じるのであって、言語はそれらを音素(phonem)、韻律(prosody)、筋肉運動(motor)、正書法(orthography)などを豊富に利用しながら、知覚的に表現したものに他ならない。言語あるいは言語意味における共変動は、したがって、経験的世界における共変動を脳のニューラル・ネットワークが別の形に変換することによって可能となったもの、ということができる。それゆえにこそ、言語の内側で生じる意味は身体化することができるし、身体化することによって言語意味は理解されなければならないことになる。そして、そのことは、言語における語と語の間だけで新しい意味が派生するように見える現象も、身体化された表現・表象(representation)の中で(間接的にであれ)基礎・根拠づけることができる、と論者たち(第9章のズワーン、第2章のグレンバーグとメータ、第6章のプルヴァミューラー)は指摘するのである。

あるいは、このことは、第13章でバルサロウらが説くように、脳における活性化(これは事象関連電位によって測定される)の時間的長さ(速さ)は、非言語的なものあるいは偽言語(言語に似ているが、実際には無意味な音声や文字列)が刺激として提示されたときよりも、言語が提示されたときの方がずっと短い(速い)という現象がなぜ起こるか、という問題を説明することでもある。それは、身体化された意味は脳において(通常、つまり意識しなければ)無意識の内側で自動的に情報処理すなわち計算されるからであり、そうでないものは自動的に処理できないため時間がかかるからである。したがって、身体化された意味と結合された言語の方が、それと結びつかない非言語的ないし偽言語の場合よりも、脳における理解に要する処理時間=活性化までの時間は少なくて済む、というわけで

ある（この点に関しては、Pulvermüller 2002 にも詳しい記述がある）。

以上のことと関連して、その他、抽象的意味 (abstract meaning) や指示的意味 (referential meaning) がどのように身体化されているかを巡る問題などが、さまざまな論者によって議論されているが、スペースの関係でここではこれらは省略する。

(2) 次なる大きな問題は、意味が脳においてどのように成立しているか、またそれをどのような方法論でもって理解ないし解釈できるかを巡ってである。私にとっては、この問題が本書でもっとも重要な論争点となっているように思える。

すでに述べたように、意味が身体化される / できるということは、それが脳において情報処理されることによって知覚や行為を可能にしているからであり、かつ、脳もまた（言うまでもないことであるが）一つの器官 (organ) であり、身体そのもの（の一部）だからである。この点から言えば、意味の身体化の中心に位置するのは、脳内のどのようなメカニズムによってそのことが遂行されているのか、また、それをどのような実験的・数学的（統計学的）方法によって明らかにすることができるか、が具体的な問題となる。

しかし、それ以前に、そもそも意味がそうした生理的メカニズムやその数学的記述に還元可能か = 同一視できるか、という問題が横たわっている。一般に、心的状態を脳状態に還元できるとする還元主義に対しては、おおきな反発・反論があるが（それは唯物論者の間でも見られる）、本書の執筆者たちの間でも、そのことは微妙に影を落としているようである。たとえばそのことは、グレンバークやデ・ヴェーガら編者たちの第 1 章での記述の中にも見て取れる。すなわち彼らは、脳が知覚や行為や意味を可能にしているということは、一般的言明としては何ら問題にならないことであり、[デカルトの時代ならいざ知らず、] 現代では論争に値しないことと認めるが、しかし、記号意味が身体化されることが神経科学の領域で解明可能とすること、すなわち、意味 [そのもの] の中に脳のある特定の回路 (circuitry) が含まれていると議論できるということは、論争の余地があるというのである。そのことは具体的には、脳内のあるモジュール [特定の機能を担うニューロン群] が、運動器官や知覚や情動を担う脳の部位と機能的に独立に、記号や言語の処理を遂行していることを発見することが、記号学者の神経学的理想であるのか——こうした言い回しは、まったくチョムスキーやフォーダーらの立場からのものである（武田）——、それとも、言語意味の一部分に、運動器官や知覚・情動などを担う大脳皮質のある領域が部分的に再活性化 (reactivation) されることが含まれる、ということを見出すことが、身体化 [された記号] 論者の期待することだとするのか——こうした表現で編者たちは、コネクショニズム論者の立場を表わそうとしているようであるが、あまり正確とは言い難い。というのも、コネクショニストたちは意味のすべてが神経学的に記述可能だと考えているからである（武田）——、が問われているとするのである。こうした問題の捉え方自体の中に、編者たちが言語意味の神経学的還元可能性に対して懐疑的であることがうかがえる。

さて、各論者たちの実際の議論を次に見ていくことにするが、最初あたりですでにふれたように、

意味の神経学的記述にもっとも積極的・肯定的な議論を展開しているのは、第6章のブルヴァミュラー、第13章のバルサロウら、それから第5章のジャストである。

ブルヴァミュラーは、行為語 (action words) を被験者に聞かせることで何を連想するかを、大脳皮質における活性化や事象関連電位の発生場所と時間を計測した実験を通して、脳内の行為 - 知覚ネットワーク (APNs) において、言語と知覚と行為に関係したそれぞれの情報が結合されることによって、言語意味が形成されていくことを明らかにしている。そして、その中で、ニューラル・ネットワークにおける言語構造を具体的に解明しようとしている (より詳しい記述は Pulvermüller 2002 にある)。また、論者の中ではブルヴァミュラーはもっともラディカルな還元主義者であると言えるが、その主張は、脳の (皮質だけでなく、皮質下のいわゆる無意識 = 自動的情報処理の領域も含めて) さまざまな部位が言語意味を処理するのに関連していること、逆に言えば、人間が意味を理解するのは、ニューラル・ネットワークの各部で分散的に処理されているそれぞれの内容が相互に関連し合い、統合されて初めて可能となる (これがコネクショニズムの考え方である——武田)、という点にある。

バルサロウらはまた、ある語を被験者に与え、その語がある文脈でどのような語と連想されるかを確かめる実験を通じて、言語処理はある一定の段階で、ある特定の状況の下で [その語が] シミュレートされるということを生み出すことを、理論的に明らかにしようとする。その際、バルサロウらは、ある語が言語的に処理されることと、その語がある知覚的な状況下で意味表象をもつということとは別のことだとして、両者を切り離すことを主張する。それは、[純粋な] 言語処理——たとえば語と語を単純に結び付けるだけの作業——は、古典的な (いわゆるブローカ野とヴェルニッケ野を含む) 左脳のシルヴィア溝周辺 (perisylvian) 領域で活性化が見られるだけなのに対し、単なる知覚的なイメージがある状況の下で連想させる作業の場合には、イメージの想像 (imagery) に関連した脳の部位 (右脳の側頭葉中位回 (middle temporal gyrus) や前頭葉中位回 (middle frontal gyrus)、あるいは左脳の紡錘回 (fusiform gyrus)) などだけが活性化し、言語と状況シミュレーションをミックスさせた作業 (たとえば、ある語が指示する対象がどのような性質をもつかを想像させる) の場合には、その両者が活性化するというように、活性化の部位が異なるとともに、処理時間も異なる (単純な言語処理の方が速い) からである。

これに対し、先のブルヴァミュラーは、単なる言語処理の場合でも、ブローカ野やヴェルニッケ野など古典的言語部位だけが活性化することによって遂行されているのではなく、皮質下のたとえば果核 (putamen) やカンデイトス核 (nucleus caudatus) など線状体新皮質 (neostriatum) と呼ばれる部位や、蒼白球 (pallidum)、視床 (thalamus) などと大脳新皮質がネットワーク回路を構成することによって、言語処理は可能となっていると主張する。このことは別の面からも指摘される。たとえば、「なめる (lick)」や「つまむ (pick)」、「蹴る (kick)」という語を被験者に与えるだけで、脳 (皮質) はそれらの語に関係した、口、手、足の運動を生み出す運動野ないし前運動野の部位が、自動的に活性化する、という。ブルヴァミュラーはまた、磁気共鳴脳画像装置 (MEG, magnetoencephalography) を用いて、言語処理を行なう際の脳の活性化の時間的パターンを測定することによって、まずヴェル

ニッケ野とブローカ野が活性化し、それに200-300ミリ秒遅れる形で、体性感覚野の領域が活性化することを観察した（単なる機械的言語処理が速く行なわれるのは、このことが関係しているようである）。彼はまた、右手の運動を担う脳の運動野を、脳の外部から磁氣的に弱く刺激することによって、被験者が手の動きに関係した語（たとえば「つまむ」）の方を、足の動きに関係した語（たとえば「蹴る」）よりも速く処理すること、逆に、足の動きを担う脳の運動野を刺激すれば、被験者は反対の結果を示したことを報告している。これらのことは、古典的な議論——言語中枢はヴェルニッケ野とブローカ野だけに存在する——が誤りであることを示している。

もちろん、プルヴァミューラもバルサロウらも、ヴェルニッケ野（左脳側頭葉上部）やブローカ野（前頭葉下部）が言語処理に決定的に重要な役割を果たしていることを否定するものではない。たとえばプルヴァミューラは、音素（phonem）の分析や話しことばの認知はヴェルニッケ野が担っていること、ブローカ野は言語を書いたり発声するなどの運動プログラムをコントロールしていることなどを認めている——付言すると、彼は同時に、ヴェルニッケ野とブローカ野は互いに回路結合し合っていて、一方への入力（たとえばヴェルニッケ野への音声言語の刺激）があれば、それは他方（ブローカ野）の言語処理に連動（＝共変動（covariation））することも、突き止めている——。また、バルサロウらは、これら古典的言語野は、言語の形式的な面を処理するだけでなく、音声の類似性や語根（root）の類似性、反意性（antonymy）や同義性（synonymity）などを手掛かりに、言語的連想を生み出す能力も持つことを認めている。もっとも彼らは、プルヴァミューラと同様に、ブローカ野とヴェルニッケ野だけでは、語の意味を同定することはできず、それらはいわば「浅い（shallow）」言語処理をするだけだ、と付け加えているが。つまり彼らは共に、ヴェルニッケ野とブローカ野は、語（words）の単なる機械的・形式的・規則的な言語的諸性質（たとえば、ある音声が言語であるか否かの識別や、ある一連の音声の連続から単語をひとまとまりの音節（syllable）として聞き分ける、あるいは、一連の単語の連続が規則に適った配列であるかどうかの認知など）を処理するのに関係した部位であることを認めるが、それらの部位だけで言語の意味を理解することができるということは、拒否するのである。

ところで、すぐ前でもふれたように、古典的な言語の神経学モデルは、左脳に偏在する二つのモジュールとして取り出されたが、しかし、それは、われわれの言語理解は、脳における物理的で形式的な特徴をもつ言語処理を超えたものだ、ということを理論的に含意するものであった。つまり、還元主義や物理主義を否定するものであった（チョムスキーやフォードらの反還元主義・反物理主義は、武田2008a、2008b 参照）。物理的で形式的な識別という点では、感覚的・身体運動的な知覚においても可能だからである。言語理解を脳の機能として脳の中に定位させながら、同時に、言語理解を物理的・身体的なものを超えたものと見なす（つまり、いかなる感覚的内容をももたない、単なる形式的規則＝文法・構文の理解と見なす）という、言語の古典的理解のもつ矛盾をどのように超えていくか。これが現代の言語の神経学モデルに課せられた課題である。

その解決の一つが、すでに上で見たプルヴァミューラやバルサロウらの理論であるが、もう一つの

理論モデルをマーセル・ジャストが提出している（第5章）。それによると、言語（ないし記号）の抽象的な意味は、前頭野皮質（frontal cortex）と関係した構造によって処理されている。ジャストはそのことを、各種の脳画像装置を用いて得られた経験的データでもって示そうとする。その結論の要点は、以下の4つにまとめられる（このまとめは、編者らの記述（p.423）に従っているが、書き換えているところもある）。

- (a) 高いイメージ価値（high-imagery value）もつ文を読んだり聞いたりする被験者は、[脳の] イメージに関連した領域（たとえば、頭頂部内にある構（intraparietal sulcus））^注を活性化している（activate）。それに対して、低いイメージ [価値の] 文の場合は、単に「記号的（symbolic）」領域（左脳のシルヴィア構周辺および前頭前野皮質（prefrontal cortex））だけを活性化する。

（注）ジャストが報告している「イメージ」に関係した脳の部位（頭頂部）は、バルサロウらが記述している「シミュレーション」領域（楔状核前部（precuneous）、右脳側頭葉中回部（right middle temporal gyrus）など）とは別の領域である。

- (b) 自閉症（autistic）をもつ被験者は、そうでない被験者と違って、高いイメージ文でも低いイメージ文でも、脳のイメージ領域を活性化させる。
- (c) 奇抜な（novel）メタファーの理解は、頭頂部のイメージ関連領域を活発にさせる（mobilize）が、「寒い（frozen）」メタファーやありふれた（familiar）メタファーを理解する場合は、単に普通の（ordinary）言語領域（たとえばヴェルニッケ野やブローカ野、左右両側の前頭前野腹側皮質（dorsolateral prefrontal cortex bilaterally）など）を活性化するだけである。
- (d) 道具（tools）や住まい（dwellings）のカテゴリー化（categorization）は、[それが] 機械的な学習アルゴリズム（machine-learning algorithms）によるものであるため、[その活性化領域は、] 脳の運動野や視覚野 [の領域] と同一視できる。

以上のことの中でポイントとなる点は、ジャストでは、（そのすべてではないにしても）言語を理解するという脳の作業（tasks）の内には、身体化されたイメージの情報処理過程が含まれている、と仮定されていることである。つまり、言語的素材（materials）が具体的なものである場合には、その処理作業は、たとえば「8という数字を90度回転させれば、眼鏡に似たものに見える」という文は正しいか、という問題を解くような、視覚的・空間的な問題を解くことが求められる、と考えられている。したがって、言語理解の内では、身体化された処理過程が生じていると考えられるのは、当然である。しかし、より抽象的な（abstract）言語理解の作業の場合には、感覚運動野（sensorimotor areas）は発火（fire）（=活性化）せず、シルヴィア構周辺と前頭前野（prefrontal areas）だけが、そのほとんどの仕事をする。メタファーの理解の場合は、その中間（両方を含む）ケースと言え、「寒い」メタファーは単に伝統的な言語野だけで処理されるが、奇抜なメタファーは感覚運動野での処理が活発に行なわれる、ということである。

ところで、こうした理解の中で問題となるのは、前頭前野は言語処理システムと言えるのかどうか、という点であろう。もちろん前頭前野といっても、意識（自覚的気づき）を生み出すシステム、ワーキング・メモリーの働き、会話で相手とのやりとりを調整したり、対立・矛盾した（conflict）問題を統合する機能、情動に関連して評価するメカニズムなど、前頭部のさまざまな部位が相互に異なる結合をもちながら異なる作用を行なっている。それらの前頭前野のどのようなメカニズムが具体的に言語処理に関係しているのか、あるいは、それらが体性感覚野や運動野や皮質下の脳部位とどのような結合関係を取りながら、言語理解が可能になっているのか、がこれから解明されなければならない課題だ、ということは、編者たちの指摘する（p.423）とおりであろう。

しかし、以上の論者たちの研究全体を通じてはっきりしてきたことは、脳の言語処理機能は大まかにいて二つの構造をなしている、ということである。一つは、機械的・形式的・規則的な言語理解は、古典的な言語中枢（ブローカ野とヴェルニッケ野を含むシルヴィア構周辺）が処理しているのに対し、もう一つは、意味を含んだ言語理解は、体性感覚野や運動野、情動に関係した部位、皮質下のさまざまな部位など、多くの脳部位が結合し、また言語表現の内容の違いによってそれぞれが異なる仕方で分散処理しながら、一つに統合される中で（ここに前頭前野の働きがあるのかもしれない——武田）生み出されている、ということである。そして、そのことは、これまで長らく言語や意味の理解に関しては、形而上学的な、ないし推測だけに基づく議論が行なわれて来た中で、今日ようやくこの問題に対しても、神経科学的アプローチが可能になってきたことを示している。

だが、編者たちの評価は別のものである。というのも、彼らはこう述べるからである。「にもかかわらず、神経科学（neurosciences）が【言語や意味の理解に関する】すべての問題を直ちに（at once）解決するだろうと期待することは、ナイーブ【すぎる？】だろう。【なぜなら、】同じ一連のデータも異なる解釈の余地がある（admit）からだけでなく、神経科学のデータ【自身】が今のところ断片的で（fragmentary）、部分的には矛盾を含んだ（contradictory）ものでもある【からである】」（p.424）。

あるいは、本書の別の論者たちの幾人かは、編者と同様に、言語の神経学的アプローチにネガティブな評価しか与えようとしていない。たとえばアントニー・ゴミラ（第17章）は、意味の中心となるのは必然的に抽象的なものなので、体性感覚野の活性化は、単なる不随現象（epiphenomenal）にすぎないと言う。また、第15章のロウワースとジョニオも、そこに見られる体性感覚野の活性化は非常に弱いものであって、脳の（伝統的な）言語領域から遠く離れたところで見出されるもの、しかもそれは、ワーキング・メモリーの中に持ち込まれることなく、すぐに消失するものにすぎない、と指摘する。つまり彼らは、脳の言語処理の際には体性感覚野の活性化もまた引き起こされるということは認めても、それは機能的にはわずかの関連しか見出せないのものであって、結局のところ、そうした神経学的アプローチによる言語理解の解明は、コード化された意味の表現の理解の一部でしかない、と言いたいのである。

しかし、だからといって、この種の問題（にかかわらず、あらゆる言語に関係した理論的問題）の理解を、神経科学に依存した中で行なうべきではない、と言えるだろうか？ それは、はたして理論

を客観的・実在論的に、つまり現実に即した中で発展させることにつながるだろうか？ 私はそうは思わない。言語や意味が脳によって（のみ！）生み出されているとしたら、どんなに現在のところ、神経科学の成果・到達点に制約や限界があろうとも、脳に即して科学的・実在論的に研究を進めていくしか道はないだろう。いや、そのことは、編者も含め、本書の執筆者の多くが（少なくとももうすずは）分かっていることではないか。そうでなければ、本書のような論文集を発行しようとは思わなかったであろう。

それはともかく、編者たちもまた、次のように一応、評価してはいるようである。すなわち、「[人間の持つ] 諸機能を脳内に局所化させる [研究] は、重要な業績である。…… [脳における] 局所化 (localization) と時間性 (temporality) [の研究] はともに、脳においてどのように意味が処理されているかについて、もっとも完全な機能的描像 (picture) を与えてくれる。もし、脳の多くの構造が、言語理解において協働 (cooperate) しているようである (seem) なら、それらの構造間でどの程度 (degree) 同時的生起 (synchrony) あるいは継時的生起 (sequence) [が生じているか] を知ることは、重要なことである」、と (p.425、強調はいずれも武田)。そして、編者たちは、fMRI や ERP、MEG、TMS といった非侵襲的脳画像装置を利用した言語研究の有効性をも、認めている (ただし、脳内の血流量の変化を手掛かりにする fMRI は、局所性の解明には有効だが、血流の変化はニューロンの活性化の変化より数秒遅れで計測されるため、時間的継起性の解明には向かない、と釘を刺している)。そして、ブルヴァミュラー (第6章) が MEG を使って、ヴェルニック野とブローカ野と身体運動に関連した脳領域 (somatotopic areas) とが、時間的に強い相互依存関係 (strong temporal correlation) にあることを見出したことを、評価しているし、またジャスト (第5章) が、人が高度なイメージ文 (high-imagery sentences) を理解するとき、ヴェルニック野とイメージ [形成] に関連した [脳内] 構造とが機能的に結合関係を持ち、あるいは同時的生起 (synchrony) を見せることを発見したこと、バルサロウら (第13章) も同様の実験手法を用いて、ことばがどのような性質と結びつくかの作業を被験者に行なわせるとき、[古典的] 言語領域の活性化がシミュレーション領域のそれよりも速いという実験結果を得たことなどを、編者たちは率直に重要な研究業績として認めている (p.425)。

最後に、編者たちは、言語の神経学的研究の最近における重要な動向として、人が視覚的に動く刺激を知覚したとき、あるいは、人が動きを記述した文を読むとき、いずれも同じ脳の側頭葉中部 (medial temporal cortex) が活性化するという発見と、「ミラー・ニューロン」の発見を挙げている (ミラー・ニューロンに関しては、武田 2007 参照)。これらの発見はいずれも、言語意味は身体化されうること、あるいは、言語の進化論的起源に関して、新しい光を投げかけるものだと指摘している (p.425)。もっとも、こうした研究に一抹の懐疑を抱いている編者たちは、次のように付け加えることを忘れてはいないが。すなわち、「ミラー・ニューロンは、多面的な感覚様相の情報処理装置 (multimodal processors) であり、視覚・聴覚および他の感覚様相の情報を、脳における運動に関する処理と結び付けるものである。しかし、そうしたミラー・ニューロンはまた、相対的に『抽象的な (abstract)』情報処理装置であり、意図 (intentions) や共感 (empathy) など高次の概念化作用

(conceptualizations) と関係させられたものでもある」と (p.425)。

(3) 第三の論争点は、意味は計算論 (computational theory) を通じて表現または解釈可能か、あるいは計算論を適用して AI (人工知能) ないし / およびロボットなどの中で実現できるか、という問題を巡ってである。

AI の領域では、意味は身体化されたもの (embodiment) か、それとも純粋に記号的な (symbolic) ものかは、意味がどのように (再) 概念化されるか (re-conceptualization) の問題ということのようであるが、もし意味が、脳においてであれ AI やロボットにおいてであれ、ともかくも計算 (computation) の結果であるとすれば、そして、計算は必ず記号によるものであるとするなら、意味は記号的なものであるという点は、本書のすべての論者たちにとっては共通の前提となる。しかし問題は、その記号的なものが、知覚や行為において身体化されなくても、単に計算論的に可能なものであるなら、意味は人工的なシステム (AI やロボット) においても実現可能ということになるし、ロボットも言語 (意味) を理解することができることになる。しかし、もし記号的なものが、知覚や行為という身体化の中で基礎・根拠づけられなければならないと考えるなら、意味は AI やロボットによっては実現されないということになる。したがってこの問題は、(1) で見た記号とは何かの問題を蒸し返すことになりかねないが、何人もの論者 (第 4 章のローレンス・シャピロ、第 12 章のルーク・スティール、第 11 章のデブ・ロイ、第 7 章のアンドレアス・クノップラウホ、第 3 章のグレーサーとジャクソンなど) は、両者は矛盾するものではなく、架橋可能であると主張するのである。そうした議論はもちろん、サールの「中国人の部屋」といった AI 批判 (武田 1997b 参照) を無効とすることを意図したものであるが、その議論は可能かを以下で見えていくことにしよう。

さて、計算論的アーキテクチャーとして示される AI モデルは、LSA にせよコネクショニズム (武田 1997a、2008a 参照) にせよ、記号意味を統計学的・数学的に共変動 (covariation) として記述できると考え、必ずしも身体化の要素を意味記述の必要条件とは見なさない (このことが、クラークなどの「拡張された心 (extended mind)」論が主張される理由となっている——武田 2010 参照)。このことに関して第 11 章でロイは、次のように述べている。「[言語意味の理解に関する] 二つの陣営の間でかつてなされた論争が、本当に (really) 論争として成立するかどうか、私 [ロイ] は確信がもてない (be not sure)。しかし、むしろそれは、非常に広大な領域にわたって (immensely) いたるところ複雑に込み入った問題の、どの部分に焦点を当てるべきかの選択に際しての意見の違いではないか」、と (p.196)。つまり彼は、記号間の関係を [純粋に・機械論的に] 明らかにすること、およびそのために、記号レベル以下の [すなわち単なる数量的な] 情報を大量にネットワーク上で計算することは、意味をもった記憶や類似性の意味 [が成立する] 過程、語の連想やその他、心理学的現象などの探究を可能にするものだ。あるいは、身体化の中で根拠づけられないモデルを選択したからといって、そのモデルの適用される領域が適切に定義されるということに伴えば、そうした選択も正しいと言えるのではないか、と言いたいのである。

AIを「コンピュータ教師 (Auto Tutor)」として開発・応用する中で、AIと人間がどこまで意味の伝達・共有が可能かを研究した、第3章でのグレーサーとジャクソンも、同様の趣旨のことを述べている。「オート・チューターとは、インターネットを介して行なう、コンピュータによる教授 (tutor) [プログラム] のことであり、それは人間による教授をシミュレートして [作られ]、自然言語で学習者と会話しながら、抽象的で難しい問題 (topics) を個人的に学習することを援助しようというものである」(p.34)。このオート・チューターは、LSA や構文解析 (syntactic parsers) プログラムなど、多くの記号に関するテクノロジーを組み込んで作られている。オート・チューターにはいくつかのバージョンがあるようだが、その最新のものは、「身体化」を考慮する回路およびプログラム構成 (component) がインターフェースとして組み込まれている。それはたとえば、使用者 (学習者) の表情 (facial expressions) や姿勢 (body position) の変化を検出し、解釈する (interpret) ハードウェアやソフトウェアのことである。コンピュータはそれらを使って、学習者の会話 (の気分や感情・意味・意図など) を認識しようとするのが、一つの (知覚的) 目的である。このインターフェースにはもう一つの (行為上の) 目的があり、コンピュータは先の検出を通じて、画面左上に映し出されているコンピュータ教師の顔 (モニターに写真のような顔をしている) の表情を、学習者の表情や姿勢に合わせて (シンクロする形で (synchrony)) 変化させるのである。コンピュータ教師のこの表情の変化は、決してぎこちない不自然なものではなく、人間の顔の筋肉の解剖学的・生理学的制約条件に従って、その動きが作り出されている (そうである)。

こうして、グレーサーとジャクソンによれば、コンピュータ教師 (Auto Tutor) は、「記号と身体化のハイブリッド」と考えられる。もちろん、とくにその身体化は大きな制限付きのものではあるが、それでも「彼」は、自分のもっている記号的知識や意味論的パターン・マッチング、目的実現アルゴリズム (completion algorithms)、指示対象/関連事項参照処理能力 (referential processing capabilities) などを使うことによって、的確に学習者の反応に適応し、それを解釈し、適切な方向へ導き、誤りを正すことができる、とされるのである。また、コンピュータ教師が学習者と会話を進めるやり方は、もちろん一方的なものではなく、カリキュラムの筋書き (script) への学習者の期待や誤解 (misconceptions) を、学習者の [学習への] 関与 (contributions) [の仕方] とすりあわせながら、学習者の関与に沿い、それを掘り下げ (ground) ようとして設計されたものである、とされる。

しかし、こうしたコンピュータ教師にも、できないことがある。それは、会話の中で使用される名詞、動詞、前置詞その他、知覚と行為にとって重要であり、かつ、知覚と行為の双方で、相互に対応し合っている (correspond to either) 語を、[身体化の中で / と関連づけて] 基礎・根拠づけることをしない、ということである。それは、コンピュータ・プログラム言語の問題 (指示対象の範囲・定義域 (domain) に関する知識をどこまでもたせるか) なのか、それとも、学習者とオート・チューターとの会話上の問題なのか。どちらにせよ、「オート・チューターは、身体化された意味論における重要な次元を欠落させているということになる」(編者たちのコメント。p.427)。対話者との相互作用的シミュレーション機能を持たせようとしたこの種の研究は、始まったばかりであるが、この問題

をどのように解決していくかが、今後の課題となる。

ところで、AIをもっと大規模に身体化させる形でマシン上で実現させようとするのが、ロボットを用いた研究である。ここでいう「ロボット」とは、自律的 (autonomously) かつ直接的に (directly) 環境と相互作用することのできる身体的機能をもつ (embodied) マシンのことである。今日、ロボット研究は急速な進歩を見ており、高度な知覚的識別や身体運動的課題をこなすだけでなく、人間との言語的コミュニケーションを通じて、そうした課題を遂行できる能力をもつまでになっている。たとえば第11章でロイが紹介している、「リプリー (Ripley)」という名のロボットがそうである。

リプリーは、2～3歳児程度 (toddlers) の言語行為なら真似る (emulate) ——理解し、会話し、相手の命令や指示に従う——ことができる。「彼」に与えられる言語レベルは、複数の記号 (語) が組み合わさったものから成り、目の前の環境中の対象やそれに対する行為が目的として指示されたものである。また、リプリーが置かれている環境世界は、コップとかリンゴとか、3次元の小さな色彩をもつ二、三の対象から構成されている。このような中で、「リプリーは相互作用するロボット (interactive robot) で、視覚的知覚や触覚的知覚、手で操作する能力、および話された言語を理解することなどを統合する (integrate) [ことができる]。[また] このロボットは、物理的環境におけるここや今 (here-and-now) に関する信念 (beliefs) を保持するための、状況モデルや一種のワーキング・メモリーを使用する [こともできる]」(p.202) ロボットとして作り出されている。リプリーの生みの親ロイの解釈では、リプリーにおける「心的モデルは、初歩的な (primitive) 言語行為を [リプリーが] 解釈していること (interpretation) を支えている」と言える。というのも、「このロボットの行動 (behaviours) は、目の前の環境が [自分のもっている環境地図と] どこか違ってはいないかと 詮索すること (curiosity)、自己の動力 (motors) をクールに保つこと、言われたとおりに行なうこと、この三つの最高レベルの欲動 (drives) の [間で] バランスを取る [ために、] 動機システム (motivation system) によって制御され (governed) ている」(p.202、強調はいずれも武田) からである。

さて、リプリーの言語能力 (language skills) が身体化された意味論に基づいていることは、編者たちも認める点である (p.427)。たとえば、「見る (look)」とか「与える (give)」という動詞は、リプリーにおいては、「カメラを動かし、[対象に] 焦点を当てる」とか「対象に接近し、つかんでいるものを放す」——原文には「放す」という語はないが——のように、感覚運動プログラムの中で基礎づけられている。同様に、形容詞も行為において基礎づけられており、「赤いもの (the red one)」という語は、赤い対象物を探る行為を行なう引き金 (trigger) となるし、「もっとも重いもの (the heaviest)」という語は、リプリーが手にできるものを順番に持って重さを計り、一番重いものを決定するという仕方で行なわれ (implemented) るのである。こうした身体化された意味論は、狭い、特殊なものかもしれないが、しかし、ともかくも、ロボットが意味論に従って言語行為を行なっている (行ないうる) ということは、否定できないことのようなのである。

クノップラウホ (第7章) もまた、別の会話型ロボットを考案・製作し、ボット (Bot) と名付けて、彼 (彼女?) がある制約された環境の下で、たとえば「ボットはプラムを青リンゴの所へもっていく」

という命令（平叙文で書かれているが）を、どのようなプログラムやアーキテクチャーによって遂行することができるかを研究している。クノッブラウホが用いたアーキテクチャーは、6層（layers）のネットワーク構造をもち、ヘップの学習法則——経験するごとに、回路の結合強度が大きくなる——でもって実行（implement）させたもので、それは人間の脳皮質がもつニューラル・ネットワークの構造を模したものである。その人工ネットワークでは、語の意味を身体化させることが可能となり、先の命令をボットは正しく文法的に読み取り、命じられている目的を正しく理解し、それを運動プログラムに変換して、行為を実行することができた、というわけである。

スティール（第12章）はまた、「しゃべる頭（Talking Heads）」という別のロボットによる実験を行なっている。その主要な目的は、適切にプログラムされたロボット（ソフトウェアの実行者（agents））では（も）、ロボット間だけの会話を通じて、周囲の環境について共通の記号論的地図（semiotic map）を、それも変化に柔軟に対応する形で、お互いに形成することができる、ということを示すことにある。そして、その結果はと言えば、それらのロボットは、互いの相互作用を通じて、環境からの一連の刺激を、たとえば形とか色とかのカテゴリーへと断片化し（segment）、これらのカテゴリーを互いに（すなわち人間の介入無しに）名付け合い、それを調整し（align）、行動へと統合する（coordinate）ことを、お互いに合意し合うことができた、という。ここでのポイントは、ロボットにおける言語意味の身体化は、コンピュータ設計者によって最初から予め注意深く取り除かれているという点である。にもかかわらず、ロボット自身が、お互いのコミュニケーションを通じて物理的環境との関係を調整し合い、意味の身体化を「社会的に（socially）」構築するのである。そこでは、ロボット自身が自らある物を（目的意識的に？）「見る（look）」行為を行なっているようであり、それに名前をラベルとして貼り、その名前をあるロボットが他のロボットに発したら（たとえば「その左上の赤い四角い物」といったように）、それを聞いた別のロボットが、その物を見つけ出そうとする（行動する）というように、あたかも「当てゲーム（guessing game）」を行なっているようでもある、という。そして、そうした光景は、あたかも「幼児が、母と子の相互作用の中で、言語を獲得している様子を思い起こさせる」（p.428、編者たちのコメント）ものでさえある。

このように、会話型ロボットは明らかに、身体化された意味を実現している（implement）と言えそうであり、（そうだとすると）言語の根拠づけの問題を「彼ら」はクリアしているということになる。もちろん、そうしたインプリメンテーションは単純化された環境および言語レパトリーの下でなされたものという制約はあるが、それでもそれは、「アルゴリズムのレベルで記述された【ものではあるが】、典型的な認知心理学のヴォキャブラリーでもって行なわれたインプリメンテーション」（p.429、編者たちの評価）と言える。すなわち、そこには、心的モデル、期待（expectations）、信念（beliefs）、ワーキング・メモリー、構文解析（parsing）などを認めることができるのである。

しかしながら、それに対して、次のような批判が可能である。たとえば、人間言語が実際に行なっている対象指示性（on-line reference）は、現に今・ここにあるものだけでなく、現実にはない状況の下で、ないし存在しないものに対して、あるいは過去や未来のものについても、（想像上の）ものに置

換する (displace) 形で対象指示することが可能であるが、先のロボットでは、いずれもそれらは可能でない。ロボットたちでは、今・ここで進行している状況に制約されている。つまり、過去や未来、あるいは想像上の状況は、ロボットの認識や行為の直接的な目的や環境から予め (プログラム上) 排除されている。それは本来の言語指示性とは別のものではないか、いや、もっと言うなら、指示の本質が指示の置換 (displaced reference) にあるとするなら、それらロボットは厳密に言って、言語を使用しているとは言えないのではないか、という批判である。

もちろん、次のような弁護も可能である。現在の (current) 対象や出来事 (events) について語るということだけでも、非常に高度な認知作業を行なうことであり、それは、単なる物理的な信号を運動プログラムに変換するということを超えたものである。実際、リプリーやボットは、人間の指図 (prompts) に応じながらではあるが、現在の環境について心的モデルを構築し、また状況の変化に応じて更新し (update) ながら、行動の目的や期待といった内的状態 (internal states) を自分の内に生み出している。こうした作用 (operation) は、[単に環境からの情報を受動的に受け取るだけの]「ギブソンのロボット」とは大きく異なるものだ、と。

ここで言われている「ギブソンのロボット」とは、シャピロが第4章で紹介しているものである。それは、きわめて簡単な機能だけを果たすルーティン・プログラムから作られており、非常に制約された環境の中のいくつかの特徴 (features) にだけ反応する。ただし、このロボットは、何回か試行しながらではあるが、たとえばごちゃごちゃした (busy) 環境の中を通り抜ける (navigate)、物体を避ける、コースを変更するなど、環境に適応する複雑な行動を発達させる (develop) ことができる。しかもそれは、先のロボットたちと違って、内部に環境の略図 (schemas) を予めプログラムされてもいず、また心的地図ほか、いかなる内的表象をも形成もしないで、そうしたことを遂行するのである。

「ブルックスのロボット (Brooks' robot)」と呼ばれるこのロボットは、しかし、プログラマーが設計した制約された環境の中で自分が学んだことを、自然の (in wild) 新しい環境中で、賢く (intelligently) 一般化することはできない。また、重要な点であるが、このギブソンのロボットは話すことはできず、また、人間の命令に反応することもできない。ロボットに会話が可能となるためには、ロボットと対話者 (interlocutor) と環境との三者の間で相互作用 (interaction) がなければならない。そして、そのためには、行動の目的 (goals)、内的表象 (representation)、意味の生成 (emergence) が、ロボットの機能的アーキテクチャーとしてアルゴリズム的に書かれていなければならないとされるが、このロボットにはそうしたアーキテクチャーは組み込まれていないのである。

ところで、会話が可能なおロボットでも、たとえば過去の出来事に言及するというような、複雑な作業を行なわせることができるのだろうか。ロイ (第11章) は、そのためには置換的 (displaced) コミュニケーションが最小限できるプログラムが必要だ、と指摘している。それはたとえば、「その赤いコップを私に渡せ」という命令に続いて「その青いコップを君の左に置け」という命令を成功裏に遂行してきた後、「君がその青いコップを君の左に置く前、君は何をしたか」という質問に答えることができないなければならない、ということである。この課題をロボットが遂行できるためには、おそらく、ロボッ

トのコミュニケーション能力を、「ここで・今」というレベルを超えたものに拡大させる必要があるが、そのためには、ロボットに長期エピソード記憶 (long-term episodic memory) をもたせなければならないだろう。しかし、それは (おそらく) ロボットの能力では、計算爆発 (computational explosion) ——計算過程が膨大なものになって、計算結果を出すことが不能になること——をもたらすことになるだろう (これは、編者たちのコメント。p.429)。現在のロボット (リプリーなど) の段階では、対象の存在が感覚運動的な証拠としてサポートされなければ、前の段階の (outdated) 対象図式 (object schema) の諸特徴 (tokens) として削除 (delete) されるという、更新メカニズムをもつからである。たとえば、リンゴが A の位置から B の位置に動かされると、「A にあるリンゴ」というトークンは削除されてしまうのである。このようなプログラムでは、計算爆発は避けられず、それを回避しようとするれば、置換的指示 (displaced reference) はできないという代償を払わなければならないのである。この置換的指示を可能にするプログラムやアーキテクチャーの開発がなければ、人間が行なっている会話能力の段階には近づくことはできない、と見なされる (編者たちの評価。p.430)。

ともかくも、こうして現在の会話型ロボットは、限界はあるにせよ、きわめて驚くべき到達点に来ていることは確かである。単純化されていても、目の前の環境に関して、知覚する、行為する、話すということは、簡単な作業ではないはずである。それらが遂行できる現代のロボットたちの存在は、概念的な統合 (conceptual integration) やその物理的実現 (implementation) をきわめて大きな努力によってなしとげた、研究者たちの偉大な功績によるものと言えるだろう (これも、編者たちの評価。p.430)。

(4) 最後の論点となるのは、意味は他人に教示・教育 (instruction) できるか、あるいは、意味をどこまで正確に伝達可能かを巡る問題であるが、もはや本稿は大幅にスペースを超過しているので、これは別の機会に譲ることにしたい。

文 献

- de Vega, Manuel, Arthur M. Glenberg, and Arthur C. Graesser (eds.), 2008, *Symbols and Embodiment: Debates on Meaning and Cognition*, Oxford University Press.
- Pulvermüller, Friedemann, 2002, *The Neuroscience of Language: On Brain Circuits of Words and Serial Order*, Cambridge University Press.
- Rogers, Timothy T. and James L. McClelland, 2004, *Semantic Cognition: A Parallel Distributed Processing Approach*, The MIT Press.
- 武田一博、1997a、「心の唯物論と現代科学——ニューロ・コンピュータ理論による心=脳モデル」、梅林・河野編『心と認識——実在論的パースペクティブ』、昭和堂、pp.165-218所収。
- 武田一博、1997b、「人間の合目的性の科学的探究とは何か——サールの心の哲学批判」上下、『総合学術研究紀要』第1巻第1号 (pp.1-16) & 第2巻第1号 (pp.1-19)、沖縄国際大学、所収。

武田一博、2007、「ミラー・ニューロンによる人間の社会性の新しい考え方」、『唯物論研究年誌』第12号、青木書店、pp.281-304所収。

武田一博、2008a、「ニューロフィロソフィーとしての心の唯物論——フォーク・サイコロジー消去主義と物理主義的還元主義の哲学」、日本哲学会編『哲學』第59号、知泉書館、pp.77-95所収。

武田一博、2008b、「動物言語と人間言語の断絶と連続性——チョムスキー派言語学とP・リーバーマンの所説によせて」、『環境思想・教育研究』第2号、東京農工大学大学院環境共生哲学研究室、pp.61-68所収。

武田一博、2010、「心はことばの中にあるか——心の唯物論による『拡張された心』批判」、『総合学術研究紀要』第14巻第1号、沖縄国際大学、pp.33-70所収。

付記) 本小論は、沖縄国際大学から特別研究費の助成を得て作成された成果の一つである。