

武蔵野大学仏教文化研究所紀要 抜刷

平成 25 年 3 月 1 日

# 「ゴムの手」と瞑想研究が切り開く 身体論

—認知科学と仏教の最前線—

Western Science Meets Buddhist Psychology:  
Mind-Body Phenomena Investigated Through Embodied  
Cognitive Science

平 原 憲 道

HIRAHARA Norimichi

# 「ゴムの手」と瞑想研究が切り開く身体論

—認知科学と仏教の最前線—

Western Science Meets Buddhist Psychology:  
Mind-Body Phenomena Investigated Through Embodied  
Cognitive Science

平 原 憲 道

HIRAHARA Norimichi

(キーワード) 認知科学、身体論、RHI、神経可塑性、マインドフルネス認知療法

## 1. はじめに ～西洋知性の弱点 = 身体論

西洋哲学の流れの中で、「身体問題」が表舞台に登場するのは僅か 300 年来のことである。それ以前には、人間の「理性」の存在を旗印とする大陸合理主義において、17 世紀のデカルト (Rene Descartes, 1596 - 1650) の二元論に代表されるように、精神と身体とは常に区別されてきた。しかも、前者が特に人間に与えられた知性だと称揚されたため、そこから離れた身体の意義を積極的に認める動きは見られず、当然、それと精神との相関関係を深く考察する動きも弱かった。これは、東洋の思想伝統、特に、あらゆる事象を「流動的相互依存性」という関係性で捉え、「身体性」または「身体と精神の関係」を教義そして修行論において 2500 年以上重視してきた仏教のそれとは大きく異なる。

だが 18 世紀に入り、イギリス経験論の認識哲学の流れの中で、ヒューム (David Hume, 1711 - 1776) が知覚 (perception) の働きに大きく着目

する<sup>1</sup>。彼は「自己の精神作用を『身体』なしに『内的に』把握することは不可能である」という考えに至り、「意識」を考察するために、身体を伴う知覚を思索した。20世紀に入ると、現象学の伝統からはメルロ＝ポンティ（Maurice Merleau-Ponty, 1908－1961）が登場する。彼は、知覚の次元を掘り下げることにより「自己」と「対象」との概念を精密に分析し、「身体性の哲学」と呼ばれる思索を展開、身体にも積極的な意義を見出そうとした。だが、それらの思想的試みは西洋の主流から逸れるものだったのか、以後は西洋哲学において大きな動きは見られず、「身体性」への思索は滞ることになる。

この閉塞状況を打破する動きは、哲学から一步、自然科学へ歩み寄った学問とも言える<sup>2</sup>心理学から起こった。よって、それが（フロイドなどの深層心理学ではなく）きわめて実験的な傾向を持った知覚心理学からであった事実も、故なしとしない。その代表的なものが、メルロ＝ポンティと同時代人でもあった心理学者ギブソン（James Jerome Gibson, 1904－1979）と彼の展開した主要理論であるアフォーダンス（affordance）である。

アフォーダンスとは何か。簡潔に定義すれば、それを知覚する生物に何らかの出来事を生じさせる、環境や物が持つ生態学的な特性と言えらう（佐々木, 2008）。例えば、握れる大きさの物は「投げる」ことを、丸い物体は「地面を転がす」ことをアフォードする（許容する／促す）。ギ

---

<sup>1</sup> 生存時期がほぼ同じであるフランスの思想家ルソー（Jean-Jacques Rousseau, 1712－1778）は、知性より感情を優位に捉える思想を展開し、以後に発展するロマン主義のさきがけとなった。しかし、彼の著作には身体と精神とを精緻に比較しての認識論的な著述は薄い。また、彼の主著のひとつである「エミール」がパリ大学により断罪され禁書処分となるなど、やはり当時の大陸においては知性・精神偏重の風土が色濃かったことが確認できる。

<sup>2</sup> むろん、その発達の初期においてはフロイドらの深層心理学といった、内的・主観的な報告を基調としたタイプの心理学もあったが、並行して初期からヴァントらの実験的なアプローチも行われていたことを考えると、哲学的な枠を超えて科学志向を強く持っていたと言えるだろう。

ブソンにとって、「精神とは何か」への回答は最終的には「自己知覚」であったが、それは、環境の知覚と常に同時生起する依存的な関係をもつものであり、環境から独立した自己は存在し得ないという考えから来たものである。つまり、身体・環境も含めた全身の知覚系を用いる総合的な認知現象を精神と考えたのである。しかし、ギブソンを含めて「身体論」が西洋知性の重要なテーマに昇格するには、さらに30年の歳月が必要であった。

## 2. 身体性の認知科学

西洋において、身体の重要な働きを真正面から議論し、結果としてその位置を復権することになる試みは、(従来型の)心理学よりさらにもう一步自然科学に近づいた<sup>3</sup>、人間の意識現象を研究対象とする現代科学としての「認知科学」であった。1960年代以降急速に発展したこの研究分野は、精神の働きを計算機の演算処理というメタファーで捉え直し、実験心理学を中心に現代論理学・人工知能研究・脳神経科学など近接する諸科学との連携、および脳画像処理など高度技術の駆使により、ヒトや他の動物の心理作業を探求する科学である(平原, 2010)。数値モデルの発展にも促された認知科学は、脳をコンピューターにおけるCPU(中央演算処理ユニット)と見なし、「精神の中核(または全部)である脳」というモデルを前面に押し出すことになる。

しかし、その後、脳という「身体」器官が環境から常に刺激を受け続けている事実や、想定外の柔軟さで刻一刻と変化する環境へ適応(それが自発的、または強制的であるにかかわらず)できる性質が発見されるに伴い、脳と密接に関係するであろう我々の精神や自我も、実はそれほど自明・頑健なものではなく、環境に大きく開かれており、それとの関係でし

---

<sup>3</sup> 実験手法や計測機器の高度化だけでなく、この「科学化」への飛躍には計測尺度の変化も関係する。認知科学での重要な従属変数に「反応速度」があるが、これは数理統計学で扱う4尺度のうち「比例尺度」である。これは物の重量や絶対温度と同様に原点を持つ数理尺度体系であるため他の尺度(例:7件法などの「間隔尺度」)より数学的処理の自由度が増大する(Stevens, 1946)。

か存在し得ないという可能性すら示唆されるようになる。「精神」とは、脳の様々な認知処理の総体またはラベルのような柔軟、さもなくば脆弱なものであり、その脳が、周囲の環境に大きく影響されているという科学的な知見は、西洋知性にとって大きな衝撃となった。それは、身体問題にも新しい光を当てることになる。

特に1990年代に入ると、認知科学は「身体性の認知科学 / embodied cognitive science」と総称される活発な研究分野を生む。複数のノーベル賞受賞者を含む脳神経科学者、心理学者、人工知能学者、ロボット工学者らが中心となり世界中で活発な研究が行われ、従来の「脳中心主義」および「情報処理パラダイム」へ疑問を投げかける成果が次々に登場してくる。それは哲学にも影響を与え始め、メルロ＝ポンティ以後滞っていた「身体性の哲学」が、再び注目されることになる（河野，2006）。

このエリアでは多くの興味深い研究が継続されているが、本稿では主に2つの研究分野に関して紙面を割きたい。まず、人間の持つ触覚に着目し、触覚、視覚、聴覚などの多感覚を経て取り込んだ情報を元に、我々の脳が自身の『身体感覚』をどのように把握するのかを実験的に検証する「ラバーハンド（ゴムの手）イリュージョン（錯覚）」にかかわる研究動向である。続いて、『精神 / 意識』という抽象的かつ現象的な認知現象の中心に位置する「身体」としての脳神経細胞が、従来考えられてきたより遥かに環境と適合し、自身を変化させるという性質、「神経可塑性」の研究を紹介したい。それらの紹介を通じて、いま西洋科学がどのように「身体性」を理解しようとしているのか、また、それらの成果と仏教心理学との接点は何なのか、について考えてみたい。

## 2. 1. 「ゴムの手」錯覚の研究と身体イメージ

### 2. 1. 1. ギュムの手ノ錯覚現象＝ラバーハンドイリュージョン（RHI）

1998年にNature誌に発表された研究（Botvinick & Cohen, 1998）が、以後に活発な研究が続くこの分野でのオリジナル研究に当たる。これは、実験参加者の左手を、ついたてを用いて参加者から見えないうに置き、

代わりに参加者の肘の辺りから偽者の「ゴムの手」が生えているように設置し（実験環境の詳細は後述）、触覚の刺激を本物と偽者双方に同期して（同じタイミングにおいて）与えることで、参加者が徐々にゴムの手をあたかも自分の手のように錯覚するという現象を記述したものである。そのためこの錯覚現象を「rubber hand illusion（略して RHI）」と呼ぶ。この興味深い現象を研究する後続論文の数は近年上昇しており、認知科学における本現象への注目が伺える。特に、脳イメージング技術によるデータ解析と共に多感覚統合の研究エリアで扱われるようになった10年前ごろからはその数が急増している（本間，2010，図1）。

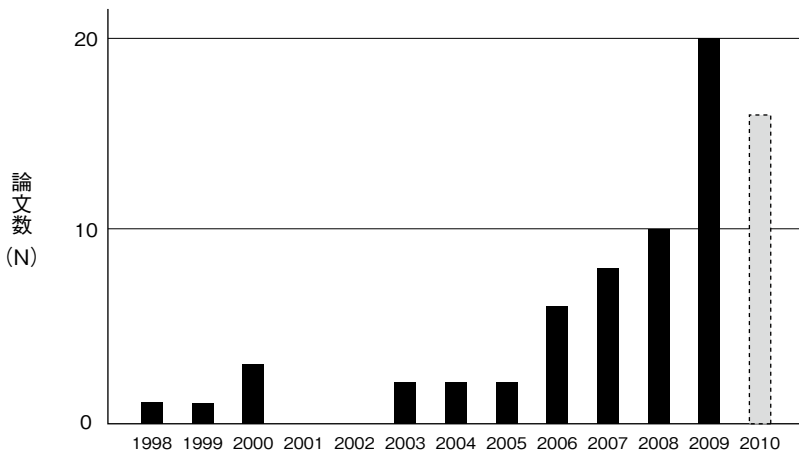


図1 RHIに関連する論文数の推移をPubMed上で検索したもの（2010年8月20日時点）（N=71）（本間，2010より）

ここに、典型的なRHIの実験装置を説明する。参加者は左手をボックスの中に入れ、ボックスの壁面に垂直に設置された鏡を通してラバーハンドを見る。ラバーハンドを設置する位置は、鏡がない場合に普通に自身の左手（リアルハンド）を置く位置とする。そして、その位置からすぐ左側に、リアルハンドを置く。刺激が提示された後で、リアルハンドの位置をどこに感じたかなどが測定される。

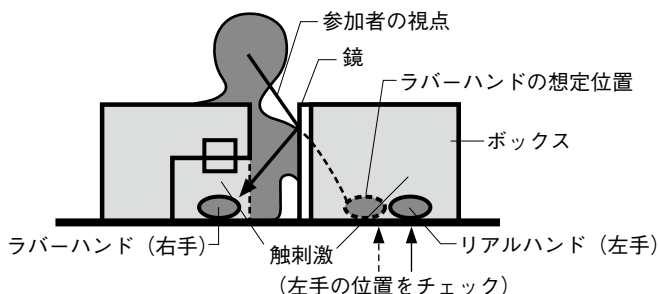


図2 典型的な RHI の実験装置 (本間, 2010 より)

測定に用いられる尺度には、Botvinick と Cohen (1998) が用いた主観的な評定尺度（「ラバーハンドがあたかも自分の手のように感じる」などの設問に 1：全くそう思わない 7：強くそう思う の 7 件法で回答させるもの）や、リアルハンドがラバーハンド側にどれほど寄って認知されたかを「錯覚量」として長さの単位で表すもの（本間, 2010）、または錯覚発生時の皮膚電位反応を測定するもの、そして 10 年ほど前からは、脳画像処理による尺度、特に fMRI<sup>4</sup> で BOLD 信号を測定するものが増えている。通常は、複数の種類の測定値が用いられ、互いに捕捉しあう。

## 2. 1. 2. RHI 研究での重要な発見

最も重要な発見は、時間的な一致（リアルハンドとラバーハンドへの刺激を同期させること）が、錯覚の現れ方に強く影響するということである。オリジナル研究（Botvinick & Cohen, 1998）であれば、同期条件では 42% の実験参加者が錯覚を体験したのに対して、非同期ではわずか 7% のみであった。一方、空間的な一致はそれほど重要ではなく、リアルハンドから位置的に離れた場所のラバーハンドでも錯覚が起こると多くの

<sup>4</sup> Functional Magnetic Resonance Imaging（機能的磁気共鳴画像法）の略であり、脳活動に伴う脳部位を非侵襲的に詳細に記録できる画像処理技術。

報告がある。しかし、タイミングという時間的な同期に対しては、多くの研究を横断して見られる頑健な発見である。

続いて重要な発見は、錯覚の発生には視覚の存在が不可欠であるということである。逆に言えば、実際にラバーハンドをなでるといふ触覚が欠如していても、なでられているという認知を伴う視覚刺激さえあれば、RHIが発生することが分かっている。Durginら(2007)は、ラバーハンドを実際に筆などで触る代わりに、レーザービームをその上に「触れる」ように移動させ、それを参加者に眺めてもらうという環境で実験を行ったところ、66%もの協力者がRHIを知覚することを確認した。加えて、様々な条件下でも、「同期させた触覚」と視覚のみのものとの、RHI発生強度がほぼ変わらなかった(Durgin & et al., 2007)。ただの「視覚刺激」でしかないレーザーの動きで発生したRHIについて、2/3以上の協力者が「温感」や「触感」としての認知を報告しているのは大変に興味ぶかい<sup>5</sup>。

実験参加者の個人差に関して言えば、Peledら(2000)が行った、統合失調症患者と非患者とを参加者として行ったRHI実験の成果がある。患者の場合、非患者群より実に5倍もの速度でRHIの錯覚が現れており(平均1.4分)、しかも、その錯覚をより強く感じられたと報告されている。ここには、統合失調症の患者に特有の「幻覚」とRHIの「錯覚」との間に、何らかの共通する触知覚メカニズムがあるのではないかと推測される。

### 2.1.3. RHI研究が身体性に与えた影響

RHI研究は、従来の西洋的な身体性の理解にどのような影響を与えたのだろうか。まず、自己の「身体イメージ」が極めて柔軟に「拡張可能」

---

<sup>5</sup> 加えて言えば、触覚は五感の中で最も発達が早く受胎後7週目頃から成長するのに対して、視覚は最も発達が遅く、誕生後に徐々に成長する。しかし、人間の成長にともない後者は外界から得る知識総量の8割強を占めるほど使用されるのに対して、前者はその後は鈍化し「原始的な感覚」とすら見なされていく。この2者の非対称的な関係に、RHI現象を読み解く1つの鍵が潜む可能性がある。



であることを示した業績が大きいだろう。それは我々の身体感覚に関する神経系の大きな可塑性をも示している。中国武術には、「武器は肉体の延長」という古い言葉があるが、この拡張する触知覚システムの仕組みが分かれば、それを応用することで身体または工学的に拡張された身体（例：仮想現実など）と精神とを寄り密接に同調させるスキルの習得に効果があるかも知れない。また、その可塑性の土台として、より物理・生理学的なメカニズムを細胞レベルまで同定することが、今後の研究の主眼となるだろう。

次に、それと関連して、我々は単一の感覚モジュールからの刺激を単純に加算して自己の身体イメージを認知しているのではなく、多数の感覚モジュールからの刺激を、強弱をつけてパッチワークのように統合することで、リアリティの異なる自己の身体所有感を認知している可能性が見えてきた。具体的な RHI の成果で言えば、視覚経由での刺激があれば、肌からの触覚刺激がなくとも「(私が) 触れている」という錯覚が起こるということだ。これは、よりホリスティックな自己身体のイメージと言ってよいだろう。この「自己所有感」が、「自己帰属（「私」は「私」である）」の根本的なメカニズム（本間, 2010）である可能性が示唆されている<sup>6</sup>。

最後に、RHI における「自分のものでない手」を「他人の手」と読みかえれば、それは「他人に為されている行為を自身のものであると認知する」錯覚とも言える。つまり、我々のこの認知現象が、「empathy (共感)」に繋がるメカニズムと地続きのものである（Durgin & et al., 2007）という議論も成立しうる。近年のミラーニューロンの研究は、例えば我々の顔の表情を読み解く能力が社会化に重要な役割を果たすと指摘する Enicott ら（2008）のものなど、刺激的な発見が相次いでいる。この文脈での RHI の錯覚強度と利他行動との相関研究はまだ為されていないが、今後

---

<sup>6</sup> これは、仏教の唯識理論における「六（5+1）識」とそれらの多感覚モジュールを統合した背後に想定されるマナ識が「自分であることの認識」に呼応することを考えると興味深い。

の有望な研究方向となるだろう。

結論すると、「精神／意識」は従来考えられていたほど強固に規定されたものではなく、拡張の大きなポテンシャルを内包している可能性がある。「『私』に刺激が集まっている」という従来の認識を超越する、「刺激が集まるところが『私』になる」という逆転現象である。これは、「私」が「(直接的な身体の)内側に閉じて」いるシステムではなく、隣接する環境と容易に繋がり得る、「(身体の)外側に開いて」いるシステムでありうるという、「身体」への新しい科学的視点の提供である。この拡がり行く自己イメージから、仏教の唯識学派の諸説、または根本教義としての諸法無我を連想するのも、あながち飛躍とは言えない。

## 2.2. 「神経可塑性」と瞑想の科学

### 2.2.1. 可塑性 (plasticity) とは何か

もし、精神／意識の物理・生理学的基礎を「脳」に求めるならば、一定の年月を経て発達した後には、この器官およびその部品としての神経細胞ネットワークが「頑健」となり、「一貫性」を保てることが何より重要となろう。なぜなら、その人の持つ環境への反応の傾向に一貫したパターンができ、それらを記憶するメカニズムが不変的に保持されることによって、一貫性を伴う人格・性格 (personality) が発達・確立され、また、その人なりの身体イメージが成立するからである。首尾一貫しない記憶の上に、環境にあまりに容易に影響される認知システムが載っているのであれば、それと結合しても強固なパーソナリティーなど確立できない。まさに仏教が言うように、「我」など幻想ということになる。

20世紀までの認知科学は、脳損傷患者の認知機能の復元や、言語発達に関する観察などを通じて、いかに環境変化に柔軟に適應できる脳であっても、「critical period」と呼ばれる初期の発達段階を境として「神経可塑性 (neuroplasticity)」～神経回路の柔軟な組み換えや新たにニューロンを生み出す可能性～が失われるだろうと考えていた (Rakic, 2002)。ところが、21世紀に入り脳科学や認知神経科学の研究がさらに進む中で、こ

の可塑性が子供時代を過ぎて成人となっても、さらには高齢者になっても失われないことが徐々に判明してきた (Pascual-Leone & et al., 2005)。

これが事実だとすれば、我々は、「脳神経細胞レベルで死ぬまで変化し続ける」存在であり、我々を我々足らしめているパーソナリティーという体系も、死ぬまでは決して閉じない（言い換えれば、確固とした定義ができない）、外界に対して極めてオープンな仕組みということになる。

### 2.2.2. 神経可塑性の研究における重要な発見

20世紀後半の神経可塑性に関する研究は、主に観察を元にした発達心理学的視点からのものが多く、その成果の中で、脳は「可塑的」な性質を持つが一定年齢を超えるとそれが失われるのではないかと推測されていた。これは、fMRIに代表される非侵襲的な脳研究の技術が発達していなかったことも関係している。よって、当時は厳密には「神経可塑性」という用語も用いられていない。

それらの研究の中では言語習得に関するものが多く、特に第2言語の習得やバイリンガリズム（2ヶ国語を共に母国語レベルで操れる能力）に関する研究を通じて、小学生高学年（11・12歳ごろ）を境に柔軟な脳の言語機能が失われるのではないかとされた。例えば Ervin-Tripp (1974) は、11歳より年長の子供の群は新言語の短期的な習得は速いが、長期的には11歳以下の群が到達できる言語運用レベルに至れないことを示した。また Johnson と Newport (1989) は、韓国・中国からの米国への移民の英語習得を調査し、10歳前後で移民したかどうか、その後の自然な文法運用に大きく影響することを見出している。

一方、最近の神経可塑性の研究では、最先端の脳画像技術を駆使し、神経学的により詳細なプロセスを記述しながら、認知心理学的な課題実験を通じて現象を理解しようとする「認知神経科学」の取り組みが盛んとなっている。その結果、哺乳類の脳外傷からの復活が、既存の神経回路の組み換えおよび新たなニューロンの生成を通じて、成体となってもかなりの年齢まで可能である (Rakic, 2002) ことや、うさぎの場合その新生ニュー

ロンが主に海馬と小脳とで発生していること (Ponti & et al., 2008) などが判明している。こうした成果を利用して、脳損傷からのリハビリプログラム開発も進んでいる。

さらに近年この分野では、仏教瞑想と神経可塑性との関係が盛んに研究されている。人間の知覚、情動、そして行動が瞑想によってポジティブに変容する現象を、認知神経科学の視点から解明しようとする試みである。米国コロラド州のマインド・アンド・ライフ研究所はこの分野で多くの研究を発表しているが、ドラマの協力の下に行われているチベット僧侶の瞑想研究で、ウィスコンシン大の R. デビッドソン率いる研究チームが特に注目を集めている。

例えば、瞑想者の大脳の関連部位活性は、初心者よりも上級者の方が全体を通じて大きいにもかかわらず、上級者の中でも中位と上位の者とで比較すると、後者が小さな活性を示し、グラフが「逆 U 字」パターンとなることが分かっている。これは、言語習得などの認知発達によく見られる傾向であり、こうした脳の「利用法」が万人に実行可能な技術として獲得できる可能性も示唆されている (Brefczynski-Lewis & et al., 2007)。

また、認知科学者に知られる「注意の瞬き」現象 (被験者にほぼ同時・続けざまに視覚刺激を提示すると、後続の刺激の認知が困難になる現象) は、脳が生得的に持つ、注意に振り向けられる「脳資源」の枯渇が原因とされる。しかし、集中的な 3 ヶ月間のヴィパッサナー瞑想の習練者では、後続刺激の正答率が向上し、各刺激の認知に利用される脳活性も最小化されていた。つまり、成人してなお、瞑想という特殊なトレーニングを通じて脳神経細胞のネットワークを柔軟に書き換えることが可能であり、高効率な脳利用を行うことが可能であることを示すデータ (Slagter & et al., 2007) となっている。

今後は実験室での認知課題の他に、より具体的な情動や行動に関する瞑想による効果を、神経可塑性と関連づけて行う研究が期待されている。

### 2. 2. 3. 神経可塑性の研究が身体性に与えた影響

その最大のものは、やはり RHI と同様、「閉じない自己」への科学的視点からの示唆である。しかも、RHI の成果が実験心理学的な認知・行動という「表面上に現れる」変容を扱ったものであるのに対して、神経可塑性の研究は、その変化が「表面からは見えない」ミクロな神経科学的な回路の組み換えとして脳内で起こっていることを示す。これは、この研究分野が、さらに物質科学的なモデルである生化学や物理学的な研究とも協働できる可能性を示唆している。

上記に関連して、この研究エリアでの成果をより仏教的に捉えれば、外部環境からの刺激に反応して変化し続け、片時も留まらない脳回路の姿は、RHI で示唆された諸法無我の上に、さらに諸行無常を感じさせるとは言えないだろうか。現代人が諸行無常を観じるときに想定しがちな「周囲は確かに変化し続けるが、『変わらない／頼りになる』自分はこちらにいる」という希望は、神経可塑性の研究成果に破壊される。そこでは、知覚・記憶・思考そしてそれらの統合体としての人格そのものが変容を続けているという冷厳な事実が示されるからだ。我々が「(静的) being」な存在であるというのは夢物語に過ぎず、徹頭徹尾「(動的) becoming」な存在であるという考えこそが、科学的な人格／性格のイメージとなる。

さらには、瞑想がなぜ身体によいのかという神経科学的な説明が、この神経可塑性研究を端緒に深まっていく可能性が強く、その成果が今後の医学応用などにも大きな影響を与えることが予想される。特に精神疾患に対して、現在の薬理的な治療が神経伝達物質レベルでの変容を基盤とするのに対して、可塑性研究が示すものは、薬を用いずに（瞑想などの）体験によって神経細胞を構造的に繋ぎ変えるという、さらにもう 1 レベル深い場所での治療である。

瞑想という極めて「精神的」な効果を、神経科学・生化学という「物質的」な枠組みで説明するというパラダイムの横断がここに見られる。「身体論」が学術的・抽象的な議論に留まらず、社会に貢献できる可能性を秘めた大きな応用効果を持つ訳だ。「内側（認知）を変えることで外側（社

会) を変える」という仏教の特色が、神経可塑性という 21 世紀の科学によって新たな解釈を産むエキサイティングな現況を我々は目の当たりにしているのである。

### 3. 応用される身体性の認知科学

身体性の認知科学が提供する研究成果が、これまで西洋的自我が抱いてきた意識と大きく乖離しながらも、非常に説得力を持つ理由は何か。ひとつにはもちろん、自然科学モデルに立脚した精緻な実験手法やデータの数理解析手法による科学的成果の蓄積がある。しかし、もうひとつの理由として、この研究が持つ工学的、または人間工学や医学における応用力の高さが指摘できるだろう。このサイエンスは、「身体論」を机上の空論に陥りがちな認識論に終始させず、そこから派生する応用技術を実生活で試し効果検証を行うことで、従来型の「脳中心主義」から発想された技術を凌駕し、直接社会に貢献している。そしてその成果がさらに、身体性の認知科学の理論を鍛えるという幸福なフィードバックループが起きているのだ。

本稿では、まず、ロボット工学において「脳」に当たる CPU (中央情報処理ユニット) の役割よりも「身体」に当たる材質や形状を重視することで、高い効率を図る「チープデザイン」研究を紹介する。次に、前章でも触れた、神経可塑性を促進することが理解され始めた仏教瞑想を、非宗教的にアレンジすることで、精神疾患の治療として従来型より効果を持つことが判明してきた「マインドフルネス認知療法」の研究成果を取り上げる。共に「身体」と「精神」との相互作用に、多くの示唆を与えてくれる。

#### 3. 1. ロボティクス研究と「チープデザイン」

##### 3. 1. 1. 「頭の代わり」をする身体をつくる

人間の動作を模倣するロボットを作り上げる工学的な努力の中で、「脳」として働く中央演算装置に頼らず、「身体」として働く素材に制御を任せるという大胆な発想が存在する。それにより、従来よりも能率よく、かつ自然な動作を行うロボット開発が開花した認知科学的なロボティクス研

究を概観したい。

脳という身体器官は物理的な制約を多く持つため、それを用いて知覚、記憶し、判断や推論を行う我々の認知機能も当然多くの限界を持っている。中でも演算速度の遅さは特筆すべきだろう。意識活動のメタファーとしての電算装置（コンピューター）は革命的だが、実際に同等の演算速度で脳が情報を処理することは不可能である。例えば、単純な二足歩行をするロボットが刻一刻と変化する地面の状態からの刺激を受けバランスをとりながら歩行を続けるとき、その逐一の莫大な演算処理を行う中央演算装置（CPU）は超高性能コンピューターでなければならない。しかし、そこでも正確で迅速な計算処理を求めようとすれば、かならず「計算量の爆発」が起きてしまう<sup>7</sup>。

しかし、草道でも泥道でも難なく二足歩行を可能にする我々の脳が、それほど的高速演算を行っているとは到底思われぬ。ここで、脳にCPUを仮定する従来の計算主義的なロボット工学に対して、身体性の認知科学の影響を強く受けた「認知発達ロボティクス」と呼ばれる新しい分野が登場する。そこで重要となる概念が「チープデザイン」であり、身体問題を考える際にも貴重な視点を提供してくれるのだ。

チープデザインとは、サイズ・材質・形態という物理的で制約的な（つまり、限界を持つ）身体を上手く利用することで、情報処理のためのCPUを持つことなく、周囲の環境に上手く反応できるようなデザインのことである。心を持たない材料に「心の代わり」を担わせているとも言えるだろう。例えば、ハエの複眼が持つ動体視力は飛来する鉄砲の弾を認識するほどの能力を持つが、実はその視力は0.1にも満たない。ここで従来のロボット工学が、移動物への感度が優れたハエの複眼のようなカメラを作成する場合、超微細な解像度を持つセンサーに、そこから1/1000秒単

---

<sup>7</sup> 人工知能研究においては、想定外の状況が発生するとそこで処理が停止してしまう「フレーム問題」という大きな課題があるが、実装テーマを「歩く」という単純な課題に絞ったとしても、やはり計算量の爆発は起きる。

位で入ってくる情報を逐一処理する高価な CPU を搭載するだろうが、認知発達ロボティクスでは全く異なるアプローチを採る。

センサーを作る際にハエの複眼構造をサイズや形質も含めて模倣し、移動物への感度は高いが静止物への解像度は考慮しないものを作ることで、情報処理の負担を劇的に下げ、高性能 CPU もそれを支える多くの電力も不必要とする。環境から入力されるデータを、そこから独立した CPU が抽象的な論理演算で処理し、その結果を環境に接する運動器官に届けるのではなく、環境と直に接し、刺激を体験する「身体」としてのセンサーがそのまま（つまり、CPU に情報を上げずに）応答する「即応」の仕組みである。ここでは材質の持つ物理的な特性が、初めから情報量を限定することで、結果として演算処理を効果的に代替していることになっている。チープデザインは、まさに「精神（の機能の一部）としての身体」を体現しているのだ<sup>8</sup>。では、これらの研究は西洋の「身体性」や「身体問題」にどのような影響を与えたのだろうか。

### 3. 1. 2. チープデザインが身体性に与えた影響

まず、身体の持つ「制限」が、動作に関する情報処理（例：路面の状態を把握して転ばずに二足歩行する）を逆に上手く機能させることができるという逆説的な証明の驚きがある。これは、従来の「環境 → 感覚器官 → 脳 → 運動器官 → 環境」という、常識とされてきた情報の流れに疑問符を突きつけるからだ。このスキームであれば、精神機能を担う脳こそが唯一絶対の最高指令者であり、感覚および運動器官は使い走り程度の役割に甘んじている。

ところが、チープデザインを取り入れた認知発達ロボティクスは、動作体の重要な情報の流れを「環境 ⇔ 感覚 / 運動器官」と把握する。そこで

---

<sup>8</sup> チープデザインの発想で作られた二足歩行ロボットに関しては、米国コーネル大で開発されているロボティクス「Passive-Dynamic Walking Robot（受動歩行機械）」が興味深い例として挙げられるだろう。この URL (<http://ruina.tam.cornell.edu/research/topics/robots/>) で成果が公表されており、動画も見られるようになっている。



は脳の主体性は認められず、環境の変化に即応する身体がクローズアップされる。環境に接地せずそこから離れた脳にもはや出番はなく、環境にびたりと張り付いた感覚器官（情報受信の役割）そして運動器官（情報送信の役割）が、渾然一体の「身（み）」となって即応するドラマが眼前に展開するのみである。幕が下りた後に、「あの刺激は何だったのかな？」と後付けで考える「遅れてやって来た批評家」程度のしがない役割しか、脳には与えられていない。

自由な「精神」を縛る「束縛」としての「身体」ではなく、不完全な「精神」を効果的に「統御」するものとしての「身体」の存在。「身体は精神よりも賢明である」という視点は、従来の西洋的思考法には見当たらない。座禅または瞑想の本質には「身体を縛ることで精神を自由にし、本来の面目が現出する」という考え方が潜むと筆者は考えているが、そこにも大いに通じる身体観を、チープデザインは示唆しているのではないだろうか。

次に、やはりここにおいても「閉じない自己（もっともこの場合は主体がロボットではあるが）」像が、今度は工学的に示されたことにも大きな意味があるだろう。しかも、動作体が環境という外部の力なしには動くことすらも叶わないハードな関係性である。この外部の力とは「重力」に他ならない。重力、または「地球の力」を、不可欠な自分のリソースの一部として取り込み歩行するからこそ、註8に示すロボティクスの名称は「passive-dynamic」なのだ。「(地球の力を借りる) passive」な存在だからこそ、「dynamic」に動けるといふ能動性もまた、従来の工学にはない逆説性を帯びている。

### 3. 2. マインドフルネス認知療法の治療効果

#### 3. 2. 1. 瞑想研究の応用が示す優れた効果

神経可塑性の項でも述べたように、現在の欧米では認知科学的な切り口で仏教瞑想の効果およびその神経科学的なメカニズムに肉薄しようとする動きが強い。その中でも、上座部仏教に伝わる「ヴィパッサナー瞑

想」を基に宗教色を除き、臨床心理学における認知行動療法のフォーマットに沿って再構築された心理療法が「マインドフルネス認知療法（以下、MBCT：Mindfulness-Based Cognitive Therapy）」である。この療法は世界各国で実施され、特に反復性うつ病に対して大きな治療効果を挙げている。これは、患者が問題行動に伴って想起する感情を無評価そして受容の態度で冷静に観察できるようにする心のトレーニング手法である。この療法に関する認知科学的な研究を2つ紹介したい。

Grossmanら（2004）は、MBCTの効果を検証した過去64の実証研究の中から、より厳格な分析に耐えうる20を抽出して、がん、心臓病、うつ病、痛みなどの広い疾病に、ストレスといった一般的な症状も抱合したサンプルに対してメタ分析を行った。その結果、処方を受けた群が受けていない群より強い治療効果を示した。これは、MBCTがうつ病などの精神疾患のみならず、同様にストレスに強く影響を受けると考えられる他の疾病領域に対しても、広く同様の効果を持つことを示したことになる。

MBCTにおける、「ネガティブ感情を評価せず淡々と『観察する』」態度は、多くの仏教瞑想に共通する項目である。その際の「感情ラベリング（例えば『私は今怒っている』と、その感情に執着せずにラベルする）」の効果に関する認知神経科学的な研究もある。Liebermanら（2007）は、被験者に感情的な反応を誘発する刺激を示し、その喚起された感情を彼らが意識的にラベリングするプロセスをfMRIにて測定した。その結果、より原始的・本能的な情報処理を司る大脳辺縁系、特に情動の処理と記憶に関係する扁桃体の興奮が、この感情ラベリング動作によって軽減することが示された。被験者に自身の感情的な反応を評価させると、感情ラベリングを行った群は行っていない群と比較して反応が抑えられていることも分かった。これは、外部の刺激に反応して自身に生起する感情的な変動が、感情ラベリングという認知的な工夫により制御されていることを示しており、MBCTの治療メカニズムの一端を伺わせる興味深い結果である。

### 3. 2. 2. MBCT が身体性に与えた影響

神経可塑性の項でも触れたが、やはり MBCT の影響として大きいのは、西洋がこれまで「東洋の神秘思想」として捉えることも稀ではなかった「瞑想」や「坐禅」という仏教の代表的修行システムに、西洋科学の最前線が肉薄しているという姿それ自体である。研究成果は今では科学コミュニティのみならず一般社会へも浸透しており、さらなる研究の深化や拡散が期待される。特にプラグマティックな実験精神が旺盛なアメリカでは、興味を持った多くの研究者が実際に MBCT や坐禅などを通じてその効果の一端に触れ、その体験を研究に活かすという好サイクルが回っており、そこから今後に大きな発展が期待できる。

次に、これはチープデザインの項でも触れたが、「賢い身体」(と、そうでない精神)という、身体性の認知科学と共鳴する新しい人間像の提案である。精神は外界の現実から距離をとって「自由」に動こうとする性質を持つため、現実的な裏打ちのない社会認知や自己批判を脳内で繰り返して「物語」を強化し、自らを不安の牢獄に閉じ込めてしまう。そこに、外界と直接触れ合い即応する身体による統御を差し込むことで、マインドフルな状態 (いま・ここに意識して在る) となり、自由奔放であるがゆえに不自由に陥る精神を開放する仕組みである。坐禅の要諦で言う「調身→調息→調心」プロセスである。効果的な「精神」療法には「身体」性の導入が必要であるという逆説的な知見だが、実際に効果のあることが示されているため説得力を持つ。

最後に、MBCT が強調する「非指示的 (non-directional)」で「無批判的 (non-judgmental)」な認知的工夫の前提となる「(不自然に干渉せずに) 放っておけば身体は上手く働く (勝手に自己修復する)」という大らかな楽観性が促す人間像の提案も指摘しておきたい。教義的にはこの背後には仏性の発露が隠れているのだろうが、この「大らかさ」は、身体性にどこかマッチしている気がしないだろうか。

#### 4. まとめ ～開かれ、繋がり、変化する身体

身体/環境との相互作用でのみ精神は働く。相互依存性が不可欠であるという点で、自由で独立した存在になれないこの精神の在り様は「不完全」に映るかもしれない。だが、故にこそ、チープデザインが示すように「独立した精神（≒CPU）」より遥かに上手く環境へ対応するという逆説を、最先端の認知科学は示している。身体を従えて独立した高度なCPUとして働いているはずだった脳は、実はノイズに弱く、RHI研究に見るように、多感覚の統合に関しては多くのエラーを引き起こすことがはっきりした。にもかかわらず、我々は現象学的には「自己」を持つと認知しながら、それなりにうまく環境に適合している。言い換えれば、我々の脳はエラーに弱いだけでなく、エラーも含めた環境からの情報に対して、大らかで、柔軟な受け答えをするのだ。

この「大らかさ」の表現は、身体性の認知科学に見るように、直接的にはRHIや多感覚統合の研究に見られた「自他の勘違い（≒無私）」であり、間接的には、瞑想によってポジティブに変容された脳の神経可塑性に現れる「常に自己変容可」というメッセージである。ルーティーン化されているはずの末梢神経からの脳処理の回路は簡単に切り替えられ、一貫性を基本とすべきマクロな脳神経ネットワークですら、死ぬまで組み替えることが可能だと考えるとき、その彼方に読めるのは決して「弱い自己」などではなく、「常に開かれ、常に変化できる自己」という力強いメッセージである。それを仏教用語では「諸法無我」と呼ぶ。

この科学データから離れ、奔放な脳が作り出す現実離れした物語に身を委ねて強固な自己を想定する我々の姿は、まさしくゴムの手を我が物と考える「錯覚」であり「幻想」である。諸行無常の環境の中で「身体」を通じて瞬間ごとに立ち現れる認知処理の総体をラベルしたものを「精神」と捉えると、もはやそこに西洋流の「自明で強固な自我」はない。現在の認知科学は、自我という物語に囚われずに環境に即応して行く柔軟さの中にこそ、真の意味での「強い自己確立」を見ているように思える。

あらゆる事象を「流動的相互依存性」という関係性で捉える仏教におい

て「身体性」または「身体と精神との関係」というテーマは常に傍らにあったが、今こそ、科学という大いなる味方を得てその智慧を 21 世紀の言葉に翻訳すべきである。今後も仏教が、この古くて新しい命題のもと身体性の認知科学を導き、洋の東西を問わず、我々の知的営みを刺激して行って欲しいと切に願う。

#### 【参考文献】

- Botvinick, M., & Cohen, J. (1988). Rubber hands 'feel' touch than eyes see. *Nature*, 391, 756.
- Brefczynski-Lewis, J. A., Lutz, A., Schaefer, H. S., Levinson, D. B., & Davidson, R. J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 11483–11488.
- Durgin, F. H., Evans, L., Dunphy, N., Klostermann, S., & Simmons, K. (2007). Rubber hands feel the touch of light. *Psychological Science*, 18, 152–157.
- Enticott, P.G., Johnston, P.J., Herring, S.E., Hoy, K.E., & Fitzgerald, P. B. (2008). Mirror neuron activation is associated with facial emotion processing. *Neuropsychologia*, 46 (11), 2851–2854.
- Ervin-Tripp, S. M. (1974). Is second language learning like the first? *TESOL Quarterly*, 8, 111–127.
- Grossman, P., Niemann, L., Schmidt, S., and Walach, H. (2004). Mindfulness-based stress reduction and health benefits: A meta-analysis. *Psychosomatic Research*, 57, 35–43.
- 平原憲道. (2010). 仏教心理学会に必要な「遠心力」——望まれる「意識のサイエンス」= 認知科学の活用. *日本仏教心理学会誌* no.1, pp. 33–43.
- 本間 元康. (2010). ラバーハンドイリュージョン：その現象と広がり. *認知科学*, 17 (4), pp. 761–770.
- Johnson, J. S., & Newport, E. L. (1989). Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive Psychology*, 21, 60–99.
- Kahneman D. (2003). A perspective on judgement and choice. *American Psychologist*, 58, 697–720.
- ケネス タナカ. (2010). アメリカ仏教——仏教も変わる、アメリカも変わる. 武蔵野大学出版会.

- 河野 哲也. (2006). 『〈心〉はからだの外にある — 「エコロジカルな私」の哲学』.  
NHK ブックス.
- Lieberman, M. D., Eisenberger, N. I., Crockett, M. J., Tom, S. M., Pfeifer, J. H., Way, B. M. (2007). Putting feelings into words: Affect labeling disrupts amygdala activity in response to affective stimuli. *Psychological Science*, 18, 421 – 428.
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., & Merabet, L. B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377 – 401.
- Peled, A., Ritsner, M., Hirschmann, S., Geva, A. B., & Modai, I. (2000). *Biological Psychiatry*, 48, 1105 – 1108.
- Ponti, G., Peretto, P., Bonfanti, L., & Reh, T. A. (2008). Genesis of neuronal and glial progenitors in the cerebellar cortex of peripuberal and adult rabbits. *PLoS ONE*, 3 (6), e2366.
- Rakic, P. (2002). Neurogenesis in adult primate neocortex: an evaluation of the evidence. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 65 – 71.
- 佐々木正人. (2008). アフォーダンス入門 — 知性はどこに生まれるか (講談社学術文庫). 講談社.
- 下條信輔. (2008). サブリミナル・インパクト — 情動と潜在認知の現代 (ちくま新書). 筑摩書房.
- Slagter, H. A., Lutz, A., Greischar L. L., Francis, A. D., Nieuwenhuis, S., Davis, J. M., & Davidson, R. J. (2007). Mental training affects use of limited brain resources. *PloS Biology* 5 (6) : e138.
- Stevens, S. S. (1946). On the theory of scales of measurement. *Science*, 103, 677 – 680.

(武蔵野大学仏教文化研究所研究員、亀田医療大学および放送大学非常勤講師。専門：認知心理学〔特に判断・意思決定エリア〕、医療意思決定、リスクコミュニケーション、および仏教と認知科学の接点。2011年に東京工業大学大学院社会理工学研究科にて博士号〔学術〕取得。所属学会は日本認知科学会、日本仏教心理学会など。)

