

プロジェクション科学の基盤拡充を目指して：関連諸科学との対話

Expanding the foundation of projection science: Dialogue with related research fields

鈴木 宏昭¹, 田中 彰吾², 入来 篤史³, 尾形 哲也^{4,5}

Hiroaki SUZUKI, Shogo TANAKA, Atsushi IRIKI, Tetsuya OGATA

¹ 青山学院大学, ² 東海大学, ³ 理化学研究所, ⁴ 早稲田大学, ⁵ 産業技術総合研究所
Aoyama Gakuin University, Tokai University, RIKEN, Waseda University, AIST
hsuzuki@ephs.aoyama.ac.jp, shogot@tokai-u.jp, atsushi.iriiki@riken.jp, ogata@waseda.jp

概要

我々人間は物理世界の中に存在している一方、心の働きにより独特の意味世界を作り出している。プロジェクション科学は、この2つの世界がどのように結びついているのかを探求することをその目的としている。本 OS では、現象学、神経科学、ロボット科学の研究者との対話により、その先端的知見を取り込み、プロジェクション科学の基盤の拡充を目指す。

キーワード：プロジェクション (projection), 現象学 (phenomenology), 脳科学 (brain science), 進化 (evolution), ロボット科学 (robotics)

はじめに：プロジェクション科学のこれまで、そして今回

鈴木宏昭

生物は物理的、客観的な世界に存在するとともに、認知の働きにより意味世界を作り出し、その中で活動を行なっている。意味世界の構築は動物にも見られるであろうが、それは主に生存、生殖をベースにしたものであろう。一方、人は社会、文化をベースにした意味世界をも作り出す。

これらの世界はどのようにして混じり合い、結びつくのだろうか。それはプロジェクションという心の働きにあると考える。プロジェクションは、内的に構成された意味世界（表象の世界）と実在する世界とをつなぐ認知メカニズムを指す。知覚（視覚的、聴覚的定位置、ラバーハンド錯覚等）、道具使用、ゲームや VR 環境への没入、ブランド信仰、宗教、幻覚などは内的に構成された表象が物理世界へとプロジェクションされることに基づいている [1]。

プロジェクション科学は、内的に構成された意味＝表象世界と実在する世界とをつなぐ認知メカニズムの構造と発生を研究し、その成果を社会に還元することを目指している。これを通して第三世代の認知科学のフレームワークを創出したいと考えている（図 1）。

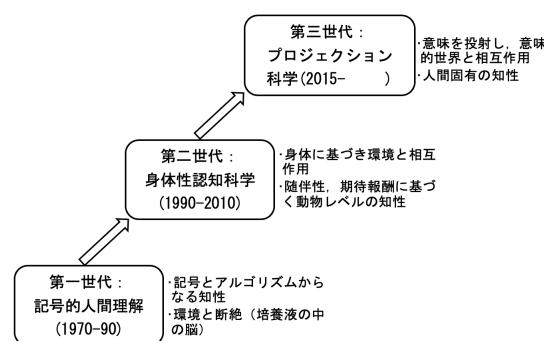


図 1 認知科学の展開とプロジェクション科学

プロジェクション科学はこれまでに 4 回の OS を開催し、その関心は年々高まってきている（ここ 2 回は 100 名以上の参加者）。発表者のバックグラウンドも実験心理学などの基礎的な研究から、臨床、社会、VR、メディアアートまで広がってきている。また 2019 年には『認知科学』においてプロジェクション科学の特集号が生まれ、12 本の論文が掲載された。さらに特集号をベースにして『プロジェクション・サイエンス：心と身体を世界につなぐ第三世代の認知科学』（近代科学社）の刊行に至った [2]。

今回の OS では、哲学、神経科学、ロボット科学との対話を通して、プロジェクションの基盤面の再検討を行い、この拡がりを加速させることを目的としている。現象学、神経科学、ロボティクス分野からの研究者を招待し、プロジェクションとの関係性についての議論を行う。

現象学と認知科学は初期には対立する部分も多かったが、身体性認知科学を経ることにより、その結びつきは強いものとなった。さらにメルロ＝ポンティらの哲学には、プロジェクションについての考察も存在するという。これらの知見との対話により、身体、運動を超えた高次の意味世界の構築、そしてそこでのプロジェクションの役割についての考察を進めることが可

能になるだろう。これらの課題について、現象学の立場から身体、自己、世界についての研究を行ってきた田中氏が報告を行う。

一方、プロジェクションが単なる妄想ではないとすれば、そこには確固とした神経基盤があるはずである。この点についての検討はこれまで全く行われてこなかった。しかし近年頭頂弁蓋部にある二次体性感覚野 (S2) の研究が進み、この部位とプロジェクションとの関係が論じられている。これらについての知見を共有し、議論をすることはプロジェクション科学の今後の展開にとってきわめて重要である。これについて、神経科学、進化の立場から研究を行ってきた入来氏が報告を行う。

現在の AI プログラム、ロボットはプロジェクション無き知性を実現しているように思える。しかしながら、一部の深層学習研究、ロボット研究では、これらのプログラム、ロボットが独自の意味世界を構築し、知覚、運動を行なっている可能性も示唆されている。こうした人工物によるプロジェクションは、人の行うプロジェクションを理解する上で重要と思われる。加えて、今後のロボットの発展において、プロジェクションは鍵を握るメカニズムと考えられるので、この実現可能性を検討することは工学系の研究者にとっても意味あるものとなる。この可能性について、ロボット科学を専門とする尾形氏が報告を行う。

現象学の立場から：ポスト身体性認知としてのプロジェクション

田中彰吾

発表者は、現象学に依拠して、身体性認知科学の哲学的基盤について研究してきた。そのような立場から、今回のセッションでは「ポスト身体性認知」という観点で話題提供を行いたい。1990年代以降に展開した身体性認知科学は、概念や情動のような高次認知が身体的過程によって支えられていることをさまざまな仕方で示してきた。ただし、これらの研究の多くは、環境から入力された情報がエージェント内部で処理される過程の身体依存性を示すものであり、処理結果がどのように環境に向かって投射されるかを明らかにするものではない。「プロジェクション」という発想を欠いている点では、身体性を強調しない他の認知科学の学派と共通である [4]。

しかし、身体性認知科学の歴史的源流である現象学の議論まで遡ると、身体性はスキルや習慣に沿って論じられており、「プロジェクション」という発想を豊かに備えていたことがわかる。スキルは、特定の状況に

おいて適切な行為を可能にする方法知 (ノウハウ) であり、その学習以前と学習以後とでは、状況についての認知や知覚が変化する。つまり、スキルの学習は、たんにエージェントの行為に変化をもたらすだけでなく、環境に向かって行為可能性を投射する能力にも変化をもたらすのである (図 2)。これは、飛び込むスキルを身につけると水面が以前とは違って見えるようになる、シュートが上達するとゴールポストがより正確に知覚できるようになる、といった例を考えればわかるだろう。

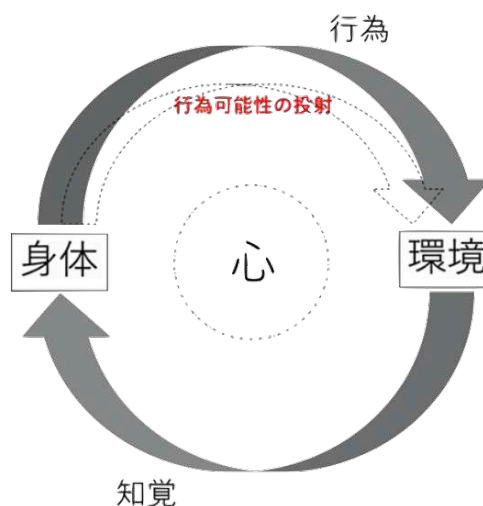


図 2 行為可能性の投射

現象学者メルロ＝ポンティの身体論では、「身体図式」の概念に沿って、ひとの知覚と行為が循環的に作動し、スキルの学習とともに環境へ投射される行為可能性が更新される様子が記述されている [5]。また、行為可能性が環境に向かって投射されることを「志向弓の投射」という概念で論じている。この発表では、メルロ＝ポンティが論じた「投射」が、たんに運動スキルにもとづく行為可能性にとどまらず、より高次の意味の認知にまで広がっていることを指摘したい。プロジェクションは身体性に依拠するものでありながら、身体性と連続しつつ言語的・社会的な意味の次元にまで広がっている。これにより、次世代の身体性認知科学の一案として、「プロジェクション・サイエンス」を位置づけたい。

進化、神経科学の立場から：三元ニッチ構築と第 2 体性感覚野 (SII)

入来篤史

生物は、種の棲息地の環境に「適応」して進化してきたので、地球環境が変化すれば元の環境条件の地域

的な拡大や縮小に対応して、棲息地が「移動」することがある。しかし、元と異なる環境の地に「移住」することはない。別の環境に適応して変化すれば、もはや別の種になってしまう。この底流にあるのは、環境から生物への一方的な作用と、それへの生物内部に閉じた反応（受動適応）である。しかし人類は、原棲息地のアフリカ熱帯地方を出て、異なる環境の地へと「移住」を繰り返し、今や地上のほぼ全域を制覇した。人間が、環境を構想してそれに働きかける、何らかの外に向かう積極的な能動作用を獲得したためではなかろうか。

人間に特異的な「知性」がこの異常な「移住」を可能にした、と考えられて来た。しかし、知性の諸要素の萌芽は他の多くの動物種にも見出され、周く用意されているかにみえる。なのに、人間にしかそれが発現されなかったということは、人間型の「知性」は種の棲息には適応的でないので、その発現が抑えられてきたと考えられる。環境からの情報を受けてそれに応答するという受動的な「適応」メカニズムに反するからだろう。ところが、人間は何らかの理由で逆向きの作用を獲得し、「知性」はそれに好都合だったということかもしれない。

本シンポジウムでは、知性が移住を可能にした、という一方向的な因果関係ではなく、移住する棲息様式（異環境への能動適応）と知性の発現が相補的に適応共進化したという視点から、そのメカニズムとしての『三元ニッチ構築』が、人類の大移住に果たした役割について考察する（それは、環境—認知—脳神経の三つの要素が相互作用しながら拡大する、という筆者が提案する人間進化の生物学的メカニズムである）[6]。そして、私達は、この結果獲得した、膨大した第二体性感覚野という未探索の脳領域で、「Body in the world map」を構成する新たな認知機能を実現した、という仮説に到達した [7]。この新たな脳地図形成に関わる情報処理の逆関数をとれば、「World around the body map」が立ち現れる。この脳内情報処理過程こそが『プロジェクション』の実体ではなかろうか。

したがって、プロジェクションの萌芽は、知性の他の様々な要素の萌芽とともに、人間以外の動物種の脳内にも芽生えているだろう。しかし、それを明示的に自在に操る能力を獲得したのは、人間のみである。そしてそれが、人間の生息域の大拡散と文明環境の構築を導いたのであろう。

ロボット科学の視点から：身体に基づく知能の拡張としてのプロジェクション

尾形哲也

深層学習の手法では、画像、音声、テキストなどの大量のデータから優れた認識器、生成器を構築する（データ・ベースド）。しかしこれは、環境から受動的に得られるデータを、人間が構築した認識ラベルや環境モデルに一方的にマッピングするプロセスであり、能動的に環境に適応する、という視点はない。

我々は、主体がその身体を介して、感覚から生まれる行為可能性だけでなく、行為からの感覚可能性の生成という、双方向のループが不可欠との考えから、実ロボットシステムを開発してきた。現在は、この思想を深層学習のフレームワークにより拡張することで、柔軟物、粉体の操作、ドア開けなど、従来のロボティクスでは困難であった複数タスクを実行するロボットを複数企業と共同開発している（図3）[8]。我々は、このアプローチを、ラベル付されたデータではなく、感覚と行為のダイナミクス（経験）を学習し独自の世界モデル（内観）を構築する、という意味で「エクスペリエンス・ベースド・ロボティクス」と呼んでいる [9]。

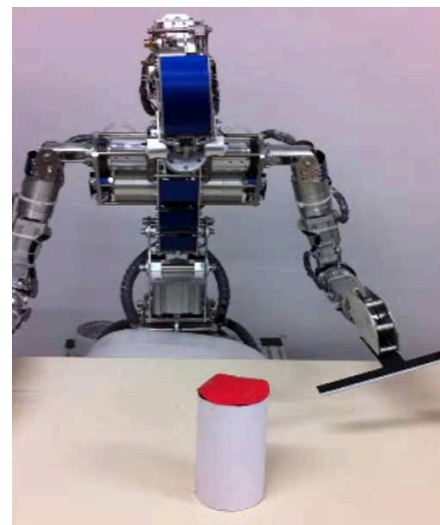


図3 身体モデルの拡張による道具使用の学習

このエクスペリエンス・ベースド・ロボティクスの思想は、身体性認知科学の視点からは至極当然のアプローチと思われるかもしれない。しかしこれまでの深層学習、ロボットの応用研究では完全に欠落していた視点であり、今後、これらの手法を大きく発展させると期待できるものである。

しかしこの考えには「プロジェクション」という概念は今のところ直接含まれていない。ここでプロジェクションを「主体行為の可能性の環境への投射」と捉

えるときに、認知発達ロボティクスと呼ばれる学術領域で議論されているいくつかの概念との関係を認めることができると考える。認知発達ロボティクスは、ロボットのような環境と身体を介してインタラクションするシステムを構築し、そのハードウェアや神経系(人工神経回路モデル)の発達、学習により創発される行動知能を、人間の乳幼児の発達過程と比較し説明仮説を構築する、構成論的立場の学術研究領域である。そこには、自己身体の行為可能性に基づく環境の認知(アフォーダンス)、自己身体の拡張としての道具使用、自己モデルの変換としての他者モデル、他者と共有される記号表現の獲得、といった一連の研究が含まれる。「プロジェクション」の概念はこれらの身体に基づく知能研究に一つの枠組みを与えると同時に、今後の拡張の方向性を示すものではないかと期待している。

謝辞

本 OS は、青山学院大学総合研究所プロジェクト「プロジェクション科学の基盤確立と社会的展開」からの援助を受けている。

文献

- [1] 鈴木宏昭 (2019). プロジェクション科学の目指すもの. 認知科学, 29, 52 - 71.
- [2] 鈴木宏昭 (編著) (2020). 『プロジェクション・サイエンス: 心と身体を世界につなぐ第三世代の認知科学』近代科学社.
- [3] 寺田和憲 (2017). プロジェクションによるサル認識. 2017年人工知能学会全国大会.
- [4] 田中彰吾 (2020). ポスト身体性認知としてのプロジェクション概念. 鈴木宏昭編『プロジェクション・サイエンス』(pp. 39-57), 近代科学社.
- [5] メルロ=ポンティ. (2015). 『知覚の現象学』(中島盛夫訳), 法政大学出版局.
- [6] Iriki, A. and Taoka, M. (2012). Triadic (ecological, neural, cognitive) niche construction: a scenario of human brain evolution extrapolating tool use and language from the control of reaching actions. *Philosophical Transaction of the Royal Society B: Biological Science*, 367, 10 - 23.
- [7] Bretas, R., Taoka, M., Suzuki, H. and Iriki, A. (2020). Secondary somatosensory cortex of primates: beyond body maps, toward conscious self-in-the-world maps. *Experimental Brain Research*, 238, 259 - 272.
- [8] 尾形哲也・西出俊 (2009). 神経回路モデルの感覚・行為予測に基づく空間認知モデル, 計測と制御, 48, 852 - 857.
- [9] 尾形哲也 (2020). 深層予測学習によるロボット動作学習: エクスペリエンス・ベースド・ロボティクス. 日本ロボット学会誌, 38, 516 - 520.