

．．．（続紙 1）

京都大学	博士（ 教育学 ）	氏名	石橋 遼
論文題目	Cognitive and neural bases of human tool use: Exploration into body and tool representations (道具使用を支える身体表象及び道具表象の認知心理学的・神経科学的探求)		
（論文内容の要旨） 本論文は、人間の道具使用を可能にしている身体表象及び道具表象について、認知心理学的方法ならびに神経科学的方法を用いて検討したものである。5つの章から構成されている。 第1章では、本論文における問題と具体的な検討課題の提示を行っている。人間の心の機能と身体との関係をどのように捉えるべきかという哲学的問題から出発し、これらの関係性の理解が認知研究の中で変遷してきた過程を概観している。さらに、この認知研究の根幹的問題へのアプローチとして、人間の道具使用能力の解明が一つの鍵となることを指摘した。続いて、身体化認知の理論に着目し、本論文で検討する具体的な問題として、以下の3つの問いを定めた。(1)我々の持つ身体のイメージはどの程度自己受容感覚に基づいているのか。(2)道具使用という学習された身体動作の表象は神経システムにおいてどのように保持されているのか。(3)道具の「認識」、「呼称」、「操作」といった異なる種類の情報処理はどのように神経システムにおいて担われているのか。 第2章では、第1の問いへのアプローチとして、我々の持つ手の表象の性質とその身体感覚との対応関係の解明を認知心理学的手法によって試みている。まず、手の運動制約を含めた長期記憶内の情報として保持された典型的な手の表象と、その時々自己受容感覚に基づく手の表象が存在することを論じた。実験1では、提示された手の画像の左右判断を求める心的回転課題を用い、典型的な手の表象が左右概念と結びついていることを示した。実験2では、手の心的回転課題において左右概念の運用を妨害した場合に、自己受容感覚に基づく手の表象が用いられることを示した。これらの実験結果を総合的に考察し、大人は典型的な手の表象と自己受容感覚に基づく手の表象を柔軟に使い分けていること、典型的な姿勢で保持された手の表象は左右概念と結びついて保持、利用されることを結論している。 第3章では、本論文の第2の問いに対し、経頭蓋磁気刺激法を用いてアプローチしている。人間の道具使用能力についてこれまでに明らかとなっている知見をまとめ、大脳皮質における左の下頭頂小葉および左側頭極と呼ばれる部位が、道具の操作方法、機能の処理にそれぞれ関わっているという仮説を提示した。これらの皮質部位の活動を、経頭蓋磁気刺激法を用いて一時的に抑制した状態で、道具の操作判断課題及び機能判断課題を実施した。道具の操作判断課題では下頭頂小葉への刺激による反応時間の増大、機能判断課題では側頭極への刺激による反応時間の増大が			

見られることを報告している。この結果を、失行症、意味性認知症のそれぞれの症状と比較・照合し、意味認知理論の枠組みを用い、道具の機能及び操作法の処理に必要と考えられる神経システムのモデルを提案している。

第4章では、本論文の第3の問いに対し、活性化尤度推定法を用いてアプローチしている。まず、道具に関する認知的処理を検討し、特に認知心理学ならびに神経科学の分野で探求が進められてきた処理を「認識」、「呼称」、「操作」の3つのグループとしてまとめた。続いて、これまでの脳画像研究49報を対象として活性化尤度推定を行った結果を報告している。すべての道具関連処理に共通して左の後側頭葉下部および、下頭頂小葉が活性化することが示された。また、道具の認識と呼称に関して左の後頭-側頭皮質が、道具の操作の具体的なイメージに関しては上頭頂小葉と頭頂間溝が活性化することが示された。これらの領域の道具認知における役割が検討されている。

第5章では、第2章から第4章の研究成果に基づいて、身体表象、身体運動表象、道具の意味的表象の間の関係を考察している。まず、我々の持つ身体表象には、長期記憶に基づくものと、自己受容感覚情報に基づいているものがあり、さまざまな認知処理における後者の役割は限定的であることを結論した。また、道具機能に関する知識の神経ネットワークの中核が側頭極にあること、道具使用に必要となる身体動作の表象が下頭頂小葉に依存していることを結論した。さらに、道具の「認識」、「呼称」、「操作」を支える道具神経ネットワークシステムのモデルを提案している。人間の道具使用能力の認知的基盤及び神経基盤を検討した以上の研究成果に基づいて、身体表象と道具の意味表象との連結に関する先行研究の主張をまとめ、心の働きに対する身体の関わり方は、中庸的な身体化認知の理論が主張するように、抽象的な身体表象を媒介とする緩やかなものであると結論づけた。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入するときは、400～1,100 wordsで作成し審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、道具に関わる身体表象の機能と性質、そしてその神経基盤を解明しようとする中で、心と身体の関係について検討したものである。精緻でユニークな認知心理学及び神経科学の実験とメタ分析を実施し、それらの結果を意味認知研究と身体化認知研究の文脈に位置づけ、最新の神経科学的発見を含め総合的に検討した論文である。

その論文の特色は以下の4点である。

- (a) 従来の認知心理学的な心的表象の研究において等閑視されていた身体表象と言語の関係について、工夫に富んだ課題を用いて検討している点
- (b) 経頭蓋磁気刺激法という神経科学的手法によって、大脳皮質の局所的な活動変化を独立変数として扱うことを可能にし、道具使用を支える運動表象と道具の機能に関する知識の運用を担う神経基盤を明らかにしている点
- (c) 活性化尤度推定法という脳画像研究のメタ分析法を用いて、道具の認知に関わる神経基盤を明らかにしている点
- (d) 意味認知と身体化認知という先端研究の成果に基づいた心理学概念を用いて、神経科学的知見と整合する心理学的モデルを提案している点

第1章では、認知研究の歴史を展望し、道具使用の認知的基盤を解明することが心と身体の関係を検討するための鍵となることを指摘している。特に、道具の機能に関する知識、道具使用を可能にする身体動作の表象、道具そのものの表象の有機的な関係を神経基盤も含めて明らかにすることで、心と身体の関係に迫ろうという点に着眼の鋭さを見ることができる。

第2章では、身体表象の内的操作を検討するために手の心的回転課題を用い、長期記憶内の典型的な手の表象と、その時々自己受容感覚に基づく手の表象が存在することを示した。この点が第一の理論的な貢献である。また、自己受容感覚に基づく表象の役割が、従来考えられていたよりも限定的であることを示し、一方で、経験によって獲得された典型的な手の表象の相対的な重要性を論じたことは、身体表象の神経基盤を考える際に大きな意味を持つ。この典型的な手の表象が、言語表現可能な空間性の意味知識と密接に結びついているという指摘は、今後の新しい理論的方向を示しているという点で大変有望である。

第3章では、神経心理学的研究と脳画像研究を展望し、道具使用の身体動作を支える表象と道具の機能を支える知識と関わる大脳皮質部位を推定した。これらの部位の活動を、経頭蓋磁気刺激法を用いて一時的に抑制した結果、左下頭頂小葉への刺激では道具の操作に関する判断が、左側頭極への刺激では道具の機能

に関する判断が遅くなることを発見した。種々の要因を統制した条件下で局所的で可逆的な脳活動変化を引き起こし、脳機能と道具に関わる判断課題の遂行成績の間の因果関係を示した結果は貴重である。

第4章では、研究結果に不一致が見られていた道具に関する脳画像研究を、活性化尤度推定法を用いたメタ分析によってまとめている。道具の「認識」、「呼称」、「操作」のすべてに関わる部位、「認識」と「呼称」に特異的に関与する部位と「操作」にのみ関与する部位を特定した。これらの部位の機能的な役割について検討することで、道具認知の神経ネットワークシステムを明らかにした点は大きな貢献である。

第5章では、本論文の研究から明らかになった身体表象と道具認知の神経基盤の関係を、意味認知と身体化認知の枠組みを用いて総合的に考察している。道具認知に関する身体表象の中核となるのは、身体動作の動的かつ抽象的な表象であることを結論し、このことから、身体化認知の中流的な理論が支持されることを論じている点が高く評価できる。

以上のように本論文は、道具に関わる身体表象の機能と性質について、多くの重要な成果を報告しているが、今後に残された問題として以下の点が指摘できる。

- (a) 心的回転を支える表象と道具認知を支える身体表象の関係の明確化
- (b) 中心後回や視床といった体性感覚と直接関わる神経基盤を包含した総合的な議論
- (c) 道具に関わる身体表象の獲得過程についての検討とその理論の構築

しかし、こうした点は、本論文で見出された多くの新しい知見の価値をいささかも損なうものではない。

よって、本論文は博士（教育学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年6月11日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降