

(続紙 1)

京都大学	博士（ 人間・環境学 ）	氏名	吉岡 毅
論文題目	心的並進の方向性と軌道に関する検討：心的ジグソーパズル課題を用いたイメージ操作研究		
(論文内容の要旨)			
実世界における剛体運動は、回転運動（rotation）と並進運動（translation）によって記述されるが、イメージ操作の研究はこれまで主として心的回転（mental rotation）に焦点が当てられてきた。心的回転研究は2つの3次元物体が同一か否かを片方を回転させて確認する動作を模したものだといえる。しかし、日常場面では、コンセンタを差し込む場合のように実際に二つの物体を合体させる動作が頻繁にみられ、その場合は回転運動と並進運動の合成が必要となる。しかし、心的な移動（心的並進：mental translation）は十分な検討がされてこなかった。 本論文では、物理的制約のある二物体での心的ジグソーパズル課題（フィッティング課題）を導入し、従来の心的回転課題（マッチング課題）と比較することで、より日常生活に沿った環境での心的並進の特性を明らかにすることを目的とした。 第1部では、先行研究を概観し本研究の具体的な仮説を導出した。第1章では本研究で新たに導入した心的ジグソーパズル課題についてその背景と具体的な実験方法を記述した。第2章では心的並進における方向性（どちらをどちらに合わせるか）に関する先行研究を概観して具体的な仮説を提示した。第3章では心的並進における軌道（直線的なショートカット軌道か曲線的・回避的な迂回軌道か）に着目して先行研究を概説するとともに、物理的シミュレーション仮説と最短距離仮説という本研究の中核となる仮説を提示した。 第2部では、具体的な実験研究について述べられた。研究1（第4章）では、2次元画像を用いたフィッティング課題とマッチング課題を行い、眼球運動と主観報告を基に方向性選択の傾向を、反応時間からは軌道特性を検討した。その結果、フィッティング課題では、小さいピースから大きいアセンブリへ方向を支持する注視および主観的選好が観察され、実世界の物体操作に類似した方略の採用が示唆された。また、フィッティング課題ではマッチング課題より長い反応時間が見られたものの、180° 周りでの非対称性が両課題に共通して見られた。この結果は、課題に関係なく回避的な迂回軌道を取っている可能性を示唆しており、物理的シミュレーション仮説を部分的にしか支持しない。心的な並進軌道の性質についてはさらなる検討が求められた。 研究2（第5章）では、ミックスリアリティ（MR）環境を用いて、物体運動の3次元的アニメーションを提示して自身のイメージ操作方略のメタ認知的内省を検討した。その			

際、認知課題を実施したのちにメタ認知判断を行う回顧的判断群、課題を実施せずに行う同時的判断群の比較を行い、回顧的判断群の認知課題の反応時間の分析も実施した。その結果、反応時間と方略のメタ認知的内省が一致しないこと、フィッティング課題では迂回方略が、マッチング課題ではショートカット方略が選好される傾向が見られた。加えて、フィッティング課題では、認知課題経験後、角度依存的にショートカット方向に方略選好がシフトする傾向が確認された。メタ認知的判断では両課題のイメージ操作戦略の差異を示唆する結果が得られたのに対し、反応時間データは研究1同様、明確な差は見られなかった。

研究3（第6章）では、MR環境下で三次元空間での仮想物体把持による手指運動を計測し、その軌道特性を検討した。研究1のフィッティング課題、マッチング課題と同じ刺激に対して心的な操作の代わりに手指による実際の運動を行わせた。その結果、両課題で角度依存的な非対称性を伴う曲線的軌道が観察された。特にフィッティング課題では障害物下でより大きな迂回軌道が観察された。

研究4（第7章）では、研究1、2で観察されたマッチング課題における反応時間の非対称性が、両課題間での方略転移の結果である可能性を検討するために、研究2の心的回転課題のみを単独で実施して反応時間を検討した。その結果、より低い効果量ながらも非対称性が再現されたことから、心的回転課題の非対称性は方略転移では説明できないことが明らかとなった。

第3部では、実験研究を踏まえた総合考察が行われた。第8章では、心的並進の方向性、第9章では心的並進の軌道に関して実験結果の要約、その解釈と代替説明などが述べられた。第10章では、全体を通して心的並進は行動・眼球運動・主観評価・身体運動と密接に関連する多層的な過程であることが示されたこと、本研究のイメージ操作研究に対する意義、限界や今後の課題が述べられた。最後の結論（第11章）では、従来の心的回転中心の視座では捉えきれない、より身体化された認知の枠組みへと視野を広げることが、本論文の理論的貢献であることが述べられた。

(論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、人間のイメージ操作における心的並進の特性を理解するために、その方向性と軌道特性に着目して行われた4つの実証的研究を取りまとめたものである。人間のイメージ操作は具体的な物体の操作を内化したものと考えられるが、日常場面における物体操作は物体の回転と並進を組み合わせたものであるにもかかわらず、イメージ操作の心理学研究は心的回転のみに焦点が当てられてきた。申請者はイメージ操作における並進（心的並進）を理解するために、フィッティング課題という心的回転と並進の組み合わせが求められる課題を創案して、心理物理実験、眼球運動測定、主観判断課題、手指運動を用いた物体操作課題を組み合わせ、心的並進の心理学的特性に関していくつかの重要な知見を得た。

学位申請者が行った研究は、以下のことを明らかにした。

(1) 心的並進の方向性、すなわちどちらの物体をどちらに合わせるかという問題について、フィッティング課題においては小さなピースを大きなアセンブリに合わせるという方略が一貫して取られることを眼球運動データから明らかにした。従来の心的回転課題（本学位論文ではマッチング課題と呼ぶ）では、利き手仮説、知覚的運動方向仮説、正準姿勢仮説など、複数の仮説が併存している状況であったが、日常的な物体操作を模したフィッティング課題を用いることにより、イメージ操作において実世界の物体操作に類似した方略が用いられている可能性を示すことに成功した。本研究の知見はフィッティング課題のイメージ操作研究にとっての有効性を示しており、高く評価できる。

(2) 心的並進の軌道特性に関して、物理的シミュレーション仮説と最短距離仮説を比較検討する反応時間測定、メタ認知判断、仮想物体操作課題を実施して、フィッティング課題においては一貫して物理的シミュレーション仮説を支持する迂回軌道を示唆する結果を得た。しかし、当初の仮説とは異なり、マッチング課題においても反応時間データにおいて迂回軌道を示唆する回転角度に関する非対称性が見られること、メタ認知課題においては、反応時間データとメタ認知的判断データの間に非一貫性がみられることなども明らかにし、全体として、現時点では物理的シミュレーション仮説を積極的に支持するには至っていないという結論を下している。このように、軌道特性に関しては明確な結論には至っていないが、多様な課題の知見を慎重に検討して様々な代替説明なども丁寧に考察しており、今後の研究の課題も明確に示している。本研究は、多様な行動指標を総合してもイメージ操作の特性を明確にすることは困難であることを明らかにするとともに、将来の研究に向けた多くの重要な知見を提供している点で、今後の研究の基盤を形成するものとして評価できる。

(3) マッチング課題においても予想に反して反応時間の非対称性が見られた点に関して複数の追試を行うことにより、古典的な心的回転研究が持つ問題点を明らかにした。特にマッチング課題単独でも非対称性が見られたという知見は心的回転課題において回転以外のイメージ操作が含まれることを示唆する点で重要である。また、心

的回転課題における反応時間とメタ認知判断の乖離、課題遂行によるメタ認知判断の変化も従来の研究とは異なり、行動指標とメタ認知判断の対応を仮定することの妥当性の再検討の必要性を示唆している。このように、本研究は古典的課題とは異なる回転と並進を組み合わせたイメージ操作を検討しているが、回転のみを対象とする古典的課題を用いた研究に対しても重要な貢献をしている。

申請者は、以上の実験結果、及び先行研究の知見を総合し、イメージ操作における心的並進は行動・眼球運動・主観評価・身体運動と密接に関連する多層的な過程であることを明らかにした。特に、行動指標である反応時間とイメージ操作方略に関するメタ認知的判断の間の乖離を示し、物理的シミュレーション仮説対最短距離仮説のような単純な枠組みの再検討の必要性を主張した。これらを踏まえ、イメージ操作が厳格な視覚再現ではなく、実世界との相互作用に基づく機能的視点から理解され得る認知プロセスであることを示唆した点に、本研究の総合的な貢献があると結論した。全体として、本研究はイメージ操作研究において回転と並進の相互作用という新たな方向性を提案し、その基盤となる知見を提供したと評価できる。実験結果の解釈に関してはいくつか課題もあり追加の実験が必要であるが、本研究は、イメージ操作研究の今後の研究の指針を示したと言える。

よって、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和8年1月28日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公表可能日： 令和 年 月 日以降