

学 位 論 文 題 名

空間記憶における眼球運動と身体運動の役割

学位論文内容の要旨

モノとモノ、あるいはモノと自分の位置関係を認識し、短期的に保持するヒトの認知機能を検討した従来の空間記憶研究は、その情報の保持に眼球と身体が重要な役割を果たしていることを明らかにしてきた。しかし、その保持にとって重要なリハーサル過程については、2つの対立する説が提案されており、未だ統一的な理解は得られていない。このような状況を踏まえ、これまでに提案されている説のいずれが妥当であるのかを実証的に検証し、眼球と身体が関わる空間記憶メカニズムを統一的に説明しうるモデルを提案することが、本論文の目的である。これまでの空間記憶研究から提案されている説の一つは、眼球と身体に共通した、単一の空間リハーサル・システムによって空間情報が維持されているというものである。もう一つは、眼球と身体それぞれに対応した、個別の空間リハーサル・システムが機能しているという説である。これまでの研究では、これら2つの説がそれぞれ異なる方法論による実験に基づいて提案されていた。そのため、眼球と身体が関わる空間記憶の統一的説明にとって、いずれの説がより有効なのかという問題に関する、十分に深化した議論は非常に困難であった。本論文では、このような困難を解消するための新たな研究パラダイムが考案され、それに基づいて、これまでに提案されていた2つの異なる説について、直接的な比較と有効性の検証が行われている。その新しいパラダイムとは、空間情報の入力と出力が眼球-眼球、身体-身体のイントラモダル空間記憶課題、および眼球-身体、身体-眼球のクロスモダル空間記憶課題という4つの記憶課題に対し、眼球および身体による干渉、もしくは促進という二次課題を同時に行うという手法である。このような手法を用い、空間情報の入出力モダリティと二次課題のモダリティとの一致、不一致によって、モダリティに選択的な干渉や促進の効果が観察されるのか、それともモダリティ・フリーな効果が出現するのかを吟味することにより（実験1～8）、これまでに提案されている、空間情報のリハーサル・システムに関する2つの仮説のうち、いずれが支持されるのかという問題が検証されている。

本論文は、第1章「空間記憶メカニズムを検討した諸研究の概観と新たな研究アプローチの提案」、第2章「記銘時と想起時の符号が一致したイントラモダル空間記憶に対する眼球運動と身体運動の関与」、第3章「記銘時と想起時の符号が一致しないクロスモダル空間

記憶に対する眼球運動と身体運動の関与」, 第4章「総合考察」から構成されている。

第1章では、まず、これまでの研究から提案されている、リハーサル過程に関する2つの異なる説を対比し、それぞれが依拠する方法論が有する問題点と、それによって生じた理論上の制約が詳細に吟味されている。その上で、2つの対立する説のいずれが眼球と身体が関わる空間記憶を統一的に説明できるメカニズムなのかという問題を適切に検証し、さらに、従来の説を理論的に発展させるための、新しい方法論が提案されている。

第2章と第3章では、第1章で述べた問題を検討した8つの実験と、その結果から推定される心理的メカニズムが述べられている。

第2章では、記銘時と想起時の符号化モダリティが一致したイントラモダル空間記憶に対する、眼球運動と身体運動による2種類（促進および干渉）の二次課題の効果を検討した実験が報告されている。眼球-眼球イントラモダル空間記憶課題については、眼球運動による選択的干渉効果（実験1）と選択的促進効果（実験2）が観察された。このことから、眼球-眼球イントラモダル空間記憶課題においては、眼球系空間リハーサル・システムのみが機能していると考察されている。また、身体-身体イントラモダル空間記憶課題の場合は、身体運動による選択的干渉効果（実験3）と選択的促進効果（実験4）が観察されたことから、身体系空間リハーサル・システムのみが機能していると主張されている。これら4つの実験結果に基づき、第2章では、イントラモダル空間記憶に対しては、眼球と身体に対応した個別のリハーサル・システムが機能していると結論づけられている。

第3章では、記銘と想起時の符号化モダリティが一致しないクロスモダル空間記憶に対する、眼球運動と身体運動による2種類の二次課題の効果を検討した実験が報告されている。実験6と8においては、眼球-身体および身体-眼球クロスモダル空間記憶課題のいずれにおいても、眼球運動と身体運動によるモダリティ・フリーな促進効果が観察されている。一方、実験5と7では、眼球運動と身体運動による干渉効果は、いずれの記憶課題に対しても一貫して生じていなかった。促進効果の実験結果から、クロスモダル空間記憶においては、眼球運動と身体運動の両方が、リハーサル機能を果たすことができると考察されている。また、干渉効果が全く生じなかったという事実に基づき、眼球系空間リハーサル・システムが利用できない場合には身体系空間リハーサル・システムが、身体系空間リハーサル・システムが利用できない場合には眼球系空間リハーサル・システムが利用されるというような、両システムの相互補完的機能の存在が指摘されている。

第4章の「総合考察」では、第2章、第3章で実施された一連の実験結果を整理し、そこから導かれる空間記憶メカニズムに関する議論が展開されている。まず、イントラモダル空間記憶課題に対して、二次課題がモダリティ選択的な干渉および促進効果をもつという結果に基づき、従来の2つの説のうち、眼球と身体に共通した単一の空間リハーサル・

システムが存在するという説ではなく、眼球系と身体系という、2つの空間リハーサル・システムが独立に機能しているとする説の方が、より妥当であると主張されている。次いで、クロスモダル空間記憶に関する実験結果に基づき、われわれヒトは、想起時と記銘時の両モダリティに対応した、2つの空間リハーサル・システムが利用可能であり、それらのシステムのうち一方が利用できない場合には他方が代替するという、柔軟なりハーサル機能を有しているのであろうと考察されている。この考察に引き続き、得られた全ての知見を総合し、眼球と身体が関わる空間記憶を統一的に説明するメカニズムとして、眼球系空間リハーサル・システムと身体系空間リハーサル・システムの2つが独立に機能し、かつそれらのシステムが相互補完的に利用されるメカニズムを提案している。最後に、本論文で新たに提案された空間記憶メカニズムのモデルによって、従来の研究結果をどの程度統一的に、整合性を保ちつつ説明できるのか理論的な検証が行われている。また、それと共に、このモデルが、研究推進上、有効な理論的枠組みになり得るという論証が試みられ、そこから導かれた、今後検討すべき問題についても述べられている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 菱 谷 晋 介
副 査 教 授 田 山 忠 行
教 授 小 野 芳 彦

学 位 論 文 題 名

空間記憶における眼球運動と身体運動の役割

さまざまなモノに囲まれて暮らしているわれわれ人間にとって、モノとモノ、あるいはモノと自分の位置関係のような空間情報を認識し、その情報を短期的に記憶することは、適応的な行動をとるために極めて重要な意味をもっている。これまでの空間記憶研究では、このような空間情報の短期的記憶に眼球と身体が重要な役割を果たしていることが明らかにされてきた。しかし、その短期記憶過程に必要とされるリハーサル機能については、2つの対立する仮説が提案されており、未だ統一的な理解が得られていない。このような状況を踏まえ、本論文では、これまでに提案されているリハーサル・メカニズムのいずれが妥当であるのかを実証的に検証し、眼球と身体が関わる空間記憶を統一的に説明するモデルが提案されている。従来の空間記憶研究から提案されている仮説の一つは、眼球と身体に共通した、単一の空間リハーサル・システムによって空間情報が維持されているというものである。もう一つは、眼球と身体それぞれに対応した、個別の空間リハーサル・システムが機能しているという説である。本論文では、先ず、先行研究で用いられていた実験課題を大幅に改善し、空間情報の入力（記銘）と出力（再認）時の符号化モダリティが一致したイントラモダル空間記憶、並びに一致しないクロスモダル空間記憶という2種類の課題が提案されている。次いで、これらの課題の遂行と共に、リハーサル干渉課題あるいはリハーサル促進課題という、2種類の二次課題を組み合わせることで、モダリティに選択的な干渉や促進の効果が観察されるのか、それともモダリティ・フリーな効果が出現するのかが詳しく吟味されている（実験1～8）。最後に、実験結果に基づき、これまでに提案されている空間リハーサル・メカニズムのうち、いずれの仮説が有効であるのかという問題を検証すると共に、新しいモデルの提案がなされている。

本論文の第1の成果は、空間情報に関する短期記憶においては、眼球と身体に対応した

個別のリハーサル・システムが機能していることを実証した点にある。本論文によって明らかにされた、イントラモダル空間記憶課題に対する二次課題によるモダリティ選択的な干渉・促進効果は、眼球系空間リハーサル・システムと身体系空間リハーサル・システムの2つが独立に機能していることを示している。これは、これまで不明であったリハーサル・システムの構造的問題を解決したものであり、空間記憶メカニズムに関する統一的な理解を促すための第一歩として高い評価に値する知見といえる。

第2の成果は、眼球と身体に対応した個別の空間リハーサル・システムが、相互補完的に機能していることを実証した点にある。本論文にまとめられたクロスモダル空間記憶に関する実験では、想起時と記銘時の両モダリティに対応した、2つの空間リハーサル・システムが利用可能であり、それらのシステムのうち一方が利用できない場合には他方が代替するという、柔軟な機能が存在することを支持する結果が、繰り返し示されている。この結果は、眼球と身体に関わる短期的な空間記憶メカニズムにおける、リハーサル・システムの動的な性質を示すと共に、その背後に、2つのリハーサル・システムをつなぐ情報路と、それをスイッチングする機能が存在することを示唆している。これは、従来の研究においては指摘されていなかった新しいメカニズムの発見であり、非常に意義のある知見といえる。

以上述べてきた本論文の成果は、いずれも、当該研究領域において大きな学問的貢献をなすものであると考えられる。そのことは、本論文に記されている研究成果が査読付きの学術雑誌に複数掲載されていることから確認できる。また、本論文にまとめられた実験は、何れも高度な精密さを要求するものであり、それを実現するためには新しい実験装置の開発が必要とされた。藤木氏は、これを自身で設計、製作し、その際に必要とされるマイクロコントローラの利用法についても、心理学インストゥルメンテーションに関する論文として既に発表している。この点も、当該研究領域への貢献として、高い評価に値するものである。一方、本論文で提案されている空間記憶のリハーサル・メカニズムは、あらゆる状況において常に利用されているのかという、一般化可能性に関する問題については十分には明らかにされておらず、この点に関しては、本論文に些かの弱点がないわけではない。しかし、これは、本論文の成果を損なうものではなく、さらなる学問的経験の蓄積によって十分に解決される課題であり、むしろ、当該領域の研究の進展に寄与する新たな問題提起と捉えることができる。

本審査委員会は以上の審査結果に基づき、全員一致して、本論文の著者藤木晶子氏に博士（文学）の学位を授与することが妥当であるとの結論に達した。