

## 別紙 2

### 論文審査の結果の要旨

論文提出者氏名 真田原行

本研究は、心理学・認知科学における記憶・情報処理研究で中心的なテーマであるワーキングメモリの機構に関する実験心理学的研究である。ワーキングメモリ（以下WM。作動記憶または作業記憶とも言う）とは、「理解、学習、推論など認知的課題の遂行中に情報を一時的に保持し操作するためのシステム」（バドレー）であり、会話や文章理解、暗算、意思決定などの様々な認知活動において、短期記憶で保持された情報を操作するシステムである。

このWMのメカニズムについては、1970年代から視空間情報と聴覚言語情報とでその処理システムが異なることが知られてきたが、その後、視空間情報内においても、視覚情報（色や形などの特徴やそれら複数を結合した物体）と空間情報とで独立したWM処理システムが存在することが提唱されている。

しかし、この視空間WM独立仮説をめぐっては、それを支持する実証研究に方法論上の問題があったり、この仮説に反する実験研究が出たりと、未だに議論が続いている。本研究の研究1では、従来の研究の問題点を踏まえた上でこの仮説の検証を試みた。

研究1では、図形・空間WMが容量を共有するのか、それとも独立なのかを図形・空間WMの二重課題を用いて再検討した。まず、先行研究（Wood 2011）で報告された図形・空間WM間の干渉が、方法論的な交絡要因によるかどうかを検討するため、(1) 空間手がかりの呈示方法、(2) WM課題順序の固定、(3) WMの負荷量操作が空間WMに偏っていないか、の3点について実験1, 2, 3を行った。その結果、これらの交絡要因が干渉の原因でないことが示された。しかし他方で、先行研究で報告された図形・空間WM間の干渉も、統計的に有意な差として検出されなかった。

つぎに実験4では十分なサンプルサイズ（N=90）を確保した上で、Woodの実験を追試し、効果量を正確に測定した。結果、有意な干渉が再確認されたものの、その効果量はわずかであった。この結果より、図形・空間WMが概ね独立した処理容量を持つことが強く示唆され、視空間WM独立仮説を支持した。

研究2では、視覚・空間WMそれぞれの保持をどの注意システムが担うかについて検討した。この問題は、WM研究上重要なテーマであるにもかかわらず、先行研究で結果が一貫していない。そこで、空間的注意による空間WM保持理論の妥当性を、行動実験と事象関連電位（ERP）を用いて検証した。

もし空間的注意が空間WM保持を担うのであれば、WMで記憶している場所に対して空間的注意が向き続けているはずである。しかし、先行研究ではこの点についても結果が不一致である。結果の不一致はサンプリングのばらつきにより生じた可能性がある。そこで実験

1 では先行研究とほぼ同様の手続きを用いてその追試を再度行った ( $N = 27$ )。結果、空間的注意の効果は検出できず、空間的注意は記憶した場所に向いていない可能性が示唆された。しかし実験 1 の行動指標が空間的注意の検出に十分な感度を持っていなかった可能性も残る。

そこで実験 2 では、この問題をさらに厳密に検証するため空間的注意の指標として ERP ( $P1 \cdot N1$ )を用いた。空間的注意は、知覚刺激によって誘発される  $P1 \cdot N1$  の振幅を増大することが知られているが、単に空間的注意の効果を示しただけでは、空間的注意が空間WM保持を担うことを証明できたとは言えない。そこで実験 2 では、視覚探索課題を空間WM保持期間に挿入して空間的注意を剥奪し、その影響を、空間WM課題成績と、 $P1 \cdot N1$  によって計測される空間的注意の効果の 2 つの指標によって検証した ( $N = 18$ )。結果、空間WM課題遂行中の空間的注意の保持に関しては、 $N1$  において有意な振幅増大が観察され、空間的注意が記憶された場所に対して向いていることが確認された。さらに、視覚探索の挿入による効果をみると、空間WM課題成績は視覚探索により阻害され、 $N1$  によって測定された空間的注意の効果は、視覚探索課題の課題負荷量とは無関係に、頑健に観察された。この結果は、空間WM保持中に別の認知処理に注意を使わせた場合にでも、記憶した場所に空間的注意が積極的に向け続けられていた可能性が示された。ただし、探索課題負荷量の増加によって空間WM成績は変化せず、また ERP 上の注意効果は、エラー試行を含めた分析でも減少しなかった。

本研究の成果を要約すると、研究 1 から、図形・空間WMは概ね独立した処理容量を持つことが示唆され、この結果は視空間WM独立仮説を支持するものであった。また研究 2 から、ERP を指標とすると空間WM保持中に空間的注意が記憶した場所に向けられ続けている可能性が示唆された。この結果は空間的注意による空間WM保持理論を支持するものだった。

審査会では、本論文の記述の幾つかに関して建設的なコメントが寄せられ、論文の完成度を高めるために、一部加筆がなされた。全体的としては、丁寧な実験デザインに基づく研究であり、被験者数も多く労作と言える研究であるとの高い評価を受け、全員一致で博士（学術）の学位を授与するに相応しいものと認定した。