HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	心的視覚イメージに関わる脳活動についての生理心理学的研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	山崎, 圭子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(教育学)
Dissertation Number	乙第6901号
Issue Date	2013-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/54643
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Keiko_Yamazaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称　博士（教育学）　　氏名　山崎圭子

学位論文名
心的視覚イメージに関わる脳活動
についての生理心理学的研究

心的イメージは，「他者に道順を伝える」というような意思伝達やメンタルトレーニングなど，日常生活場面において重要な役割をもつ．心的イメージの脳内メカニズムの解明は，日常生活における心的イメージの機能や活用を考える上で，基礎的な情報を提供できるという点に意義がある．視覚モダリティにおける心的イメージは，「短期記憶痕跡あるいは長期記憶の情報に基づいて，視覚体験時の符号化フォーマットを保存するように心的に再現，（再）構成，創造された類知覚的体験」と定義される．行動指標・生理指標を用いた先行研究から，心的イメージ表象は，本質的に知覚と類似した性質を持つと考えられる．近年では脳画像研究により，イメージ中のモダリティ特異的な領野の活動が示されている．それらの知見から，知覚システムをベースとした計算論的モデルが構築され，イメージを実現する脳部位について，信頼性のある仮説が提出されている．

しかし，心的イメージのメカニズムを解明するためには，脳の「どこ」がはたらくかだけでなく，「どのように」はたらくかについて検討する必要がある．その検討の過程では，イメージの知覚的性質の基盤となるであろう視覚野の活動が，どのようなタイミングで生起するかという点が重要な問題となる．イメージ過程における視覚処理の惹起タイミングは，イメージの知覚的性質が課題遂行時に果たす役割を解明する手がかりとなる．本研究の目的は，視覚イメージの知覚的性質を担うと考えられる視覚処理が，どの段階で惹起し，どのように課題遂行に関わるのかを明らかにすることである．そのため，計算論的モデルによって提案された，イメージの3つの機能に着目した．「生成」は，長期記憶に蓄えられた情報を読み出して再構成する機能である．「内査」は，生成されたイメージ表象の部分や特徴を検出し，イメージを解釈する機能である．この機能には，生成したイメージ表象上の一部分を検索する「走査」過程が含まれる．「維持」は，一度生成したイメージ表象を保持する機能である．これらの機能は時間的に近接して働くと想定されるため，高い時間分解能を持ち，課題処理中の脳活動を時系列的に分析することが可能な指標である事象関連脳電位（Event-related-brain potential; ERP）を用いた．課題としては，先行研究により，その処理過程が推定できる文字イメージ課題を採用した．文字イメージ課題では，アルファベットの小文字を手がかりとして，格子状の枠内に大文字のイメージを投影し，枠内のマス目の1つにつけられた×印が，イメージした文字と重なるかどうかを判断する．イメージする文字，または図形が単純な場合には，複雑な場合より反応時間が短縮する．行動指標における，この複雑さ効果は，「生成」機能の一部である視覚的記憶の活性化を示す．また，プローブの位置が描き順の最初にある場合には，最後にある場合より反応時間が短縮する．このプローブ位置効果は，「生成」機能の一部である部分の配置，あるいは「内査」における走査距離を反映する．Yamazaki & Katayama (2008)では，文字イメージ課題中のERPを測定し，後頭部位を優勢とする初期成分の振幅が，プローブ位置の違いによって変動した．この変動は，イメージの生成あるいは走査が，刺激によって惹起した視覚処理に影響した結果と考えられ，視覚イメージ

による視覚野の活動を反映する可能性が高い．しかし，この実験では刺激を厳密に統制しておらず，物理的な刺激の違いによる効果であった可能性も否定できない．

実験１では，イメージに関連する初期成分の変動が，刺激の物理的特性によるものかを検討した．結果，初期成分の変動は，イメージそのものによる変動であることを確認した．また，記憶からの想起難易度によって，初期成分に反映される視覚処理のタイミングが変動することを示した．しかし，このタイミング変動のため，プローブ位置によるERP効果については明らかにならなかった．

実験２では，プローブ位置による初期成分の変動について検討した．プローブの位置に関しては，ERPのP2，およびN2振幅に反映された．したがって，プローブ位置がERPの初期成分に影響することが示された．また，P2以前のP1およびN1振幅では，プローブがイメージした文字と重なる場合とそうでない場合で，異なった反応が示された．プローブが描き順の中で占める位置については効果がなかったことから，描き順には関わりのない，対象マップと呼ばれる表象の存在が実証された．

実験３では，プローブ位置効果が，部分を配置するという「生成」機能の一部，あるいは「内査」における走査距離のどちらを反映するかを検証することを目的とした．イメージ開始刺激とプローブ刺激の呈示間隔を操作し，生成と走査を行うShort-ISI条件と，生成後に走査のみを行うLong-ISI条件を設定した．結果，プローブ位置による初期成分の変動が両条件で観察された．したがって，ERP上でのプローブ位置効果は，両条件において共通して駆動したと考えられる，走査を反映することが示された．

実験４では，視覚的短期記憶との比較により，生成および維持に関する処理を検討した．視覚的短期記憶条件では，イメージ開始合図である小文字の代わりにマス目内に大文字を呈示し，視覚的に保持した．イメージ条件では，小文字と対応する大文字をイメージし，同様に保持した．イメージ条件では，イメージ開始に伴って一次視覚野の処理を反映するC1が複雑さによって変動したが，そのような効果は視覚的短期記憶条件では観察されなかった．イメージ生成に固有の活動と解釈できる．また，より遅い潜時帯の成分であるSPCNは，両条件で惹起し，条件差は観察されなかった．SPCNは，視覚的に保持する物体数を反映するため，視覚的短期記憶と心的イメージにおける保持過程の共有が示された．

実験１および実験２では，「生成」および「走査」について，実験３では「走査」，実験４では「生成」から「維持」について検討した．いずれの実験でも，イメージする文字の複雑さ，およびプローブ位置によって，後頭部位に優勢な初期成分が変動した．したがって，「生成」，「走査」，「維持」のそれぞれが，イメージの知覚的性質を担うと考えられる視覚野の活動を必要とすることが示された．先行研究において観察された，神経画像法による視覚野の活動は，これらの活動の混合であることが示唆される．また，心的イメージを実現するプロセスについて，以下のような時系列的処理が想定できる．イメージの生成を行う場合，まず視覚的長期記憶が活性化され，全体の対象マップが形成される．次に，全体を構成する部分が配置，再構築される．走査は生成に続いて開始し，時間的に並列して行われ，必要な情報を検出した時点で生成と共に終了する．また，維持する場合，視覚的短期記憶と同様に，網膜局在的な視覚情報として保持される．本研究は，文字イメージ課題中の脳内メカニズムについて，従来の計算論的モデルに，実証的かつ時系列的な情報を付加した．