

論文審査の結果の要旨

氏名 尾崎 隆

本論文は6章からなり、MEG計測（脳磁計測）とfMRI計測（機能的磁気共鳴脳断層計測）を並行して行うことにより、人間の注意の神経機構を検討している。

第一章では、本研究の背景と目的を明らかにしている。注意は能動的な要素と受動的な要素とに分けられ、サル神経生理学的研究やヒト脳機能画像を用いた研究により、能動的注意は視覚情報処理を司る視覚野の活動を増強し、背側の後部頭頂葉・前頭葉も活動させることが知られている。また、受動的注意は腹側の後部頭頂葉・前頭葉を活動させると報告されている。しかし、これまでの研究では関与する脳部位を明らかにしただけであり、いわゆる機能局在論的研究に留まってきた。本研究では、時間分解能に優れた MEG と空間分解能に優れた fMRI という 2 種類の脳機能画像手法を用いて、広範囲に分布する視覚的注意に関与する脳部位が、どのようなネットワークを形成し活動するかを定量的に解析して、視覚的注意の発現に関わる脳内活動の実態を解明した。

第二章では、能動的注意を発現している際のヒトの脳活動の空間的分布と時系列推移の双方を、被験者ごとに分析した。被験者は健常成人 6 名、脳機能画像実験には 440 チャネル全頭型 MEG 装置（横河電機 PQ244OR）と 3.0 テスラ頭部専用型 MRI（独 Siemens Magnetom Allegra）を用いた。実験課題は典型的な Posner の空間的手掛かり課題とし、能動的注意を促す手掛かり (cue) 提示に喚起される脳活動を計測した。

fMRI 実験の結果は、能動的注意の発現に関連して視覚野底部・背側後部頭頂葉・背側前頭葉に脳活動が生じることを示した。一方、fMRI 実験の結果を踏まえて MEG 実験のデータ解析を行ったところ、cue 提示後 100-130 ms に視覚野で、250 ms 前後に背側前頭葉で、また 130-340 ms の潜時帯に反復して背側後部頭頂葉で活動が生じていることが推定された。本結果は、能動的注意の発現に関与する脳内ネットワークが実際に存在することを示した。頭頂葉の活動が反復して見られるという実験事実は、この領野が情報の分配を行う「ハブ」の役目を担っている可能性を示唆している。

第三章では、背側前頭葉が視空間情報に依存して活動する様子を調べた。被験者は健常成人 11 名、fMRI 実験には 3.0 テスラ頭部専用型 MRI 装置を用いた。実験課題には、視野中心からの距離が左右それぞれ 2 通りに分かれた 4 つの視覚刺激を用いた空間的手掛かり課題の発展型を用い、能動的注意を 4 ヶ所に向けさせた時の脳活動を計測した。

その結果、能動的注意を向ける空間的位置を変化させるにつれて対応する部位が連続的に変化していく、「トポロジー」様の脳活動が背側前頭葉に見られた。トポロジー様の脳活動は、過去の研究では単純な視覚刺激に関して後頭葉・頭頂葉で見出されていたが、この

ような高次の視覚認知に関連する課題において前頭葉で示された例はない。

第四章では、受動的注意に関連する注意の切り換えに関わる脳内ネットワークについて調べた。被験者は健常成人 10 名（反応の切り換え実験）及び 6 名（注意の切り換え実験）、fMRI 実験には 3.0 テスラ頭部専用型 MRI 装置、実験課題には典型的な空間的手掛かり法を用いた。

その結果、2 つの条件で両側の腹側頭頂葉・背側前部頭頂葉および右半側の腹側前頭葉に共通して脳活動が見られた一方で、反応の切り換え時の場合にのみ左半側の腹側前頭葉にも脳活動が見られた。この事実は注意・反応双方の切り換えには能動的注意の場合（背側）とは異なり腹側の頭頂葉・前頭葉とで形成されるネットワークが共通して関与している可能性を示す反面、腹側前頭葉に関しては右半球のみが注意の切り換えに重要で、運動の実行にのみ関与する可能性が示唆された。

第五章では以上 3 つの実験結果について考察した。第 1 の実験から、能動的注意のコントロールに関わる脳活動が視覚野→背側後部頭頂葉→背側前頭葉と伝わる様子を定量的に明らかにし、また頭頂葉が情報を分配するハブの役割を果たしている可能性を示し、この背側頭頂・前頭ネットワークが非常に短時間の間に次々と情報を交換・共有することで能動的注意を発現させていることを推測した。実験 2 から、背側前頭葉が視覚野から上がってきた視空間情報を能動的注意のコントロールに利用している可能性を推定した。一方、実験 3 から注意の切り換えに関わる腹側頭頂・前頭ネットワークの存在と、反応行動の制御への寄与の可能性を推定した。第六章では、以上 3 つの実験のまとめと結論および今後の課題を述べている。

以上、本研究は MEG と fMRI という最新の非侵襲脳機能計測法を用いて、人間の注意の脳内ダイナミクスを初めて定量的に計測したという、極めて先進性の高い結果を示したので、博士（科学）の学位を授与できると認める。