

氏 名	原田 宗子
学位（専攻分野）	博士（理学）
学位記番号	総研大甲第 883 号
学位授与の日付	平成 17 年 3 月 24 日
学位授与の要件	生命科学研究科 生理科学専攻 学位規則第 6 条第 1 項該当
学位論文題目	Asymmetrical Neural Substrates of Tactile Discrimination in Humans: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study
論文審査員	主 査 教授 柿木 隆介 教授 定藤 規弘 教授 伊佐 正 助教授 飯高 哲也（名古屋大学）

論文内容の要旨

触覚情報を用いて非言語的、空間的な処理を行う際の左手優位性、大脳右半球優位性は以前から多数報告されている。しかしながら、幾つかの先行研究より、左手及び大脳右半球が触覚による形状弁別において優位ではあるが、両半球間の情報交換が両手の能力を等しくしているのではないかということが示唆される。

そこで、右半球優位であるならば、右手で非言語的かつ空間的な課題を行う際には左手で行う場合に比べて、両半球間の情報交換という意味でより負荷がかかるのではないかと、従って、左手及び右手で課題を行った際の神経活動の差を調べればそのような負荷に関連する神経基盤が抽出できるのではないかと考え、その仮説のもとに fMRI を用いた実験を行った。本実験は次の二点について調べることを目的として行っている。一つは hemisphere effect であり、触覚による形状弁別において右半球優位であることに関連する神経基盤を調べることである。もう一つは hand effect であり、すなわち両半球間の情報交換による負荷に関連する神経基盤を調べることである。

本実験では 19 人の右利き健常被験者に触覚による形状弁別課題を行ってもらった。触覚刺激としては二点点字のペアを用いており、同じ点字から成るペアか、異なる点字から成るペアかの弁別を行っている。被験者は全員点字読はできないため、点字を課題に用いてはいるが文字としての意味は持たない。従って、本実験で用いた課題は、非言語的な、空間パターンとしての形状弁別課題ということになる。指の運動という要素を除くため、触覚刺激は刺激の方を動かすことで指先に受動的に呈示し、課題は左手、右手それぞれについて行っている。

結果は、hemisphere effect として、課題を行った手に関わらず、右半球の dorsolateral prefrontal cortex, posterior parietal cortex, pre-supplementary motor area, 及び rostral portion of the dorsal premotor cortex (PMdr) の活動が見られた。また、hand effect として、左半球の caudal PMd (PMdc) にのみ活動に有意な差が見られた。この活動は右手で課題を行った際にのみ見られ、左手で課題を行った際にはこのような活動は見られなかった。

これらの結果を踏まえ、本実験では以下の二つのことが結論付けられる。一つは、触覚の形状弁別においても、空間的注意に関連する、右半球にウェイトのかかった神経基盤が重要であると考えられるということである。従って、左手から入った触覚情報は、右半球に直接入力されて処理されるが、右手から左半球に入った情報は、右側にウェイトのかかった神経基盤があるためにより両半球間の情報交換を必要とするのではないかと考えられる。そこで、そのような追加的な負荷というものに、左の dorsal premotor が何らかの関与をしているのではないかというのが二つ目の結論である。

論文審査結果の要旨

点字読などの研究から、触覚形状弁別において左手が有利であることが知られており、左右半球における処理の非対称性を示唆するとされてきたが、その神経基盤は明らかでなかった。また、脳梁離断患者においては、触覚情報を用いて非言語的、空間的な処理を行う際、左手優位性・大脳右半球優位性が顕著に、観察されるが、一方、脳梁が正常の場合に左手優位性・右半球優位性は見られないことから、脳梁を介した両半球間相互作用が両手の触覚弁別能力を等しくしているのではないかという推測がなされてきた。そこで、申請者は、触覚弁別課題における神経活動の左右非対称性ならびに両半球間相互作用の神経基盤を描出することを目的として、19人の被験者を対象に機能的MRIを用いた実験を行った。前者は、右手、左手を問わず非対称的な神経活動をきたす領域を描出することを企図した。後者については、右手で非言語的かつ空間的な課題を行う際には左手で行う場合に比べて、両半球間の情報交換という意味でより負荷がかかるのではないかとの仮説に基づき、左手及び右手で課題を行った際の神経活動の差(hand effect)を調べることにより、両半球間相互作用に関連する神経基盤が抽出することを目的とした。19人の右利き健常被験者を対象として、触覚による形状弁別課題を施行した。触覚刺激として二点点字のペアを用い、同じ点字から成るペアか、異なる点字から成るペアかの弁別を行わせた。指の探索的運動を除外するために、触覚刺激は指先に受動的に呈示された。その結果、課題を遂行した手に関わらず、背側外側前頭前野、後部頭頂葉、前補足運動野、及び頭側背側運動前野(PMdr)に、右半球優位の活動が見られた。一方右手による課題遂行時には、左手の場合に比べ左運動前野尾側部により強い活動がみられた。これは右手による触覚形状弁別において、半球間相互作用に非対称性の存在することを示唆する。

本研究は、古くから知られていた触覚弁別における右半球優位性の神経基盤を始めて明らかにするとともに、半球間相互作用に関与する領域を同定したものであり、申請者の研究成果の学問的意義は高いと考えられた。これらのことから、学位審査会は、全員一致で本論分が学位論文として相応しいものであると判定した。