

氏 名（本籍）	お緒方 洋輔（埼玉県） <small>おがた よう すけ</small>		
学 位 の 種 類	博 士（神経科学）		
学 位 記 番 号	博 甲 第 6186 号		
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	人間総合科学研究科		
学 位 論 文 題 目	Comparison of the Choice Effect and the Distance Effect in a Number-comparison Task by fMRI (数量判断課題における差の大小および選択の大小に関わる脳活動の fMRI による比較)		
主 査	筑波大学教授	医学博士	吉 田 薫
副 査	筑波大学教授	博士（医学）	一 谷 幸 男
副 査	筑波大学准教授	医学博士	宇 野 彰
副 査	筑波大学教授	博士（医学）	榊 正 幸

論 文 の 内 容 の 要 旨

(目的)

2つの数量を比較し大小を判断させると、2つの数の差が小さくなるほど比較に要する反応時間が延長することが知られ、この現象は「距離効果」と呼ばれている。また、著者らは、2つの数のうち大きい方を選択する場合よりも、小さい方を選択する場合に反応時間が延長する「選択効果」を見出している。脳機能イメージングを用いた研究により、距離効果に関連して下頭頂溝の活動が変化することが示されているが、選択効果の神経基盤がどのような脳部位のネットワークから構成されているのかは明らかにされていない。本研究では、fMRIを用いて、数量比較課題に数の大きい方を選択する条件と、小さい方を選択する条件の2つの行動選択を設けることで、距離効果と選択効果の神経基盤に違いがあるかどうか、距離効果と選択効果の間にどのような相互作用があるか、そして、頭頂領域の活動は数量判断に特有なのか、それとも注意や反応時間などを反映するのかを明らかにすることを目的とした。

(対象と方法)

被験者 13 名に対して 1 桁の数字 2 つを刺激として提示し、数量比較課題を行わせた。実験条件として、数字の選択に関しては 2 つの数字のうち大きい方を選択する条件 (Large choice: LC 条件) と、小さい方を選択する条件 (Small choice: SC 条件)、刺激に関しては 2 つの数量の差が大きい条件 (Large distance: LD 条件) と差が小さい条件 (Small distance: SD 条件) を設定し、fMRI を用いて課題中の脳活動を測定した。実験デザインは数量の選択 (LC 条件・SC 条件) と数字ペア刺激の差の大きさ (LD 条件・SD 条件) の 2 要因のブロックデザインを用いた。被験者は MRI 装置のコイル内に設置されたベッドの上で、鏡を通じてスクリーンに映し出される刺激を見て、手元のボタンを用いて指示の通りに解答を行うように求められた。2 つの数字のうち大きい方を選ぶか、小さい方を選択するかは各ブロックの最初に文章で指示を行った。また、各条件ブロックの後には、Rest 条件として同じ時間だけ注視点を表示し、この際の脳活動を測定のベースラインとした。脳機能画像の解析には Statistical parametric mapping 5 (SPM5) を使用した。

(結果)

行動指標の解析：本実験では行動指標として反応時間を計測した。反応時間の平均値（±標準誤差）は LC/LD 条件で $498.7 + 22.2$ ms、LD/SC 条件で $512.9 + 19.2$ ms、LC/SD 条件で $568.9 + 24.8$ ms、SD/SC 条件で $592.6 + 30.6$ ms であった。2 要因分散分析の結果、LC 条件に比べ SC 条件で反応時間が増加する選択効果、LD 条件に比べ SD 条件で反応時間が増加する距離効果の両方が認められた。選択効果と距離効果の交互作用は認められなかった。

脳機能画像の解析：fMRI による脳活動測定の結果から、SC 条件かつ SD 条件の際に右側の側頭－頭頂接合部、楔部、上側頭溝、中心前回、上前頭回と前部帯状皮質、両側の島皮質の活動増加が認められた。また、行動指標では距離効果が認められたにもかかわらず、距離効果に関連した活動変化を示す脳領域は認められなかった。さらに、選択効果と距離効果の交互作用を示す領域も認められなかった。次に、反応時間を指標として、反応時間の長さに応じて活動を変化させる部位を同定したところ、距離効果に関与するとされる領域である下頭頂溝の活動が、課題中の実際の反応時間と対応して、反応時間が長くなればなるほどその活動を増加させることが明らかになった。

(考察)

選択効果に関係する活動の見られた領域のうち、側頭－頭頂接合部は、注意の転換に中心的な役割を果たすとされる部位であり、楔部、上側頭溝、中心前回、上前頭回と島皮質も注意の処理に関連した領域に含まれる。また、これらの部位は行動選択時の葛藤の処理に関わる部位とも重複する。本実験では「大きい数の選択」と「小さい数の選択」という二つの択条件を用いたために課題に対する認知負荷が増したことから、注意の転換や行動選択時の葛藤を処理する神経回路が動員されたと考えられる。一方、先行研究と異なり、本研究では距離効果に関連した部位は検出されなかった。また、これまで距離効果に関与するとされてきた下頭頂溝の活動が反応時間に応じて変化することが示された。おそらく下頭頂溝の活動は課題の負荷によって変化し、数量比較だけではなく注意の処理や反応時間など、様々な情報処理を反映していると推察される。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、数量比較課題遂行中の脳活動を fMRI を用いて解析し、大きい数の選択時に比べて小さい数の選択時にはより広範な脳領域で活動が増加すること、また、これらの領域が注意の転換や行動選択時の葛藤の処理に関わる領域と一致することを明らかにしたものである。数量判断に基づく行動選択に関わる部位と要因を明らかにした点に意義がある。

平成 24 年 1 月 12 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行い、最終試験を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

よって、著者は博士（神経科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。