

氏名	李 玉傑
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第5047号
学位授与の日付	平成26年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Study on Orienting of Visuospatial Attention by Task and Rest Functional Magnetic Resonance Imaging (タスク実行時と安静時の機能的磁気共鳴画像法を用いた視覚空間注意の定位に関する研究)
論文審査委員	教授 呉 景龍 教授 富田栄二 教授 堀部明彦 准教授 高橋 智

学位論文内容の要旨

Orienting of visuospatial attention was investigated under different cue-type and inter-stimulus interval (ISI) conditions by functional magnetic resonance imaging (fMRI). In addition, alterations within such visuospatial attention-related network in normal older adults and patients with Alzheimer's disease (AD) were also examined by combining task and rest fMRI. Four experiments were conducted and a modified version of Posner paradigm was used in the present study. Important findings are summarized below:

1. In the first experiment, by comparing the neural correlates of orienting of visuospatial attention under unlasting versus lasting cue conditions, the neuroimaging data revealed increased activation of the left intraparietal sulcus (IPS) in the unlasting cue condition. We suggest that the difference in activity in the left IPS between lasting and unlasting cue conditions is the neural correlate of spatial working memory.
2. Our second experiment focuses on the effects of ISI on orienting of visuospatial attention. The neuroimaging data revealed reduced activity in the posterior cingulate cortex (PCC) as ISI becomes longer. We propose that, as time went on, the strength of visual-spatial bias reduced, resulting in decreased PCC activation.
3. In the third experiment, we combined task and rest fMRI to investigate the age-dependent alterations of resting-state functional connectivity within the visuospatial attention-related network. Our results showed that marked reduction in the number of connections occurred in elderly subjects but was not uniform throughout the brain: significant loss of communications in the anterior portion of the brain and between the anterior and posterior cerebral cortex, preserved communications in the posterior portion of the brain. Moreover, the older adults exhibited weakened resting-state functional connectivity between supplementary motor area and left anterior insular cortex. These findings suggest that disrupted functional connectivity of the neural network for visuospatial attention in the elderly brain may underlay the decline in cognitive performance.
4. In the last experiment, we combined task and rest fMRI to investigate the AD-associated deterioration of task-evoked activity and resting-state functional connectivity within the visuospatial attention-related network. Our results showed that, compared with healthy control (HC), patients with AD had significant decreased activity in left dorsolateral prefrontal cortex and left precentral sulcus, which may correlate with executive dysfunction. Moreover, AD patients exhibited prominent reduction in the number of resting-state connections, which may reflect ineffective integration of information within the visuospatial attention-related network.

In conclusions, our four experiments revealed the neural basis of orienting of visual-spatial attention under different cue-type and ISI conditions, and disclosed the brain mechanisms underlying the alterations within such visuospatial attention-related network in normal older adults and patients with Alzheimer's disease.

論文審査結果の要旨

本研究は、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いて、異なるキュー型及び刺激間隔の条件で、視覚空間注意の定位に関する脳内活動部位について検討を行っている。さらに、タスク実行時と安静時における fMRI の測定結果の比較より、健常高齢者及びアルツハイマー病 (AD) 患者における視覚空間注意の定位に関する脳内活動部位のネットワークの変化についても検討を行っている。本研究では、ポズナーパラダイムの修正版を使って、4つの実験を行っている。重要な発見を以下に要約する：

第一の実験では、持続的なキューと非持続的なキューの条件での視覚空間注意の定位に関する脳内活動部位の神経相関を比較し、神経画像データから非持続的なキューの条件で左頭頂間溝の賦活が増加し、空間的ワーキングメモリとの神経相関があることを示している。

第二の実験では、視覚空間注意の定位に対する刺激間隔の影響に焦点を当て、刺激間隔が長くなるにつれて、後帯状皮質の賦活化が減少することを明らかにした。この原因として、視覚空間バイアスの強度が軽減することを考察している。

第三の実験では、健常高齢者における視覚空間注意の定位に関連する脳内ネットワークの安静時機能的結合 (rsFC) の変化を検討し、結合数の顕著な減少が健常高齢者に発生したことを示した。また健常高齢者では、補足運動野と左前島皮質の間の rsFC が弱くなったことを示した。これらの発見は、健常高齢者においては、視覚空間注意の定位に関連する脳内ネットワークの rsFC に障害があることが認知能力の低下に大きく影響することを示唆している。

第四の実験では、AD 患者における視覚空間注意の定位に関連する脳内ネットワークのタスク実行時の脳活動と rsFC の変化を検討している。健常高齢者に比べて AD 患者は、左背外側前頭前野と左中心前溝の活動が大幅に低下し、実行機能障害と関連することを示している。また AD 患者は、rsFC が減少し、視覚空間注意の定位に関連する脳内ネットワークの情報の非効率な統合を反映していると考えられている。

結論として本研究では、4つの実験により、異なるキュー型及び刺激間隔の条件における視覚空間注意の定位の神経基盤を明らかにし、また、健常高齢者及び AD 患者における視覚空間注意の定位に関連する脳内ネットワークの変化の基礎となる脳のメカニズムも明らかにした。

本研究の成果は、査読ありの学術論文誌に1件、査読ありの国際会議講演論文集に1件の論文として掲載されている。また、国際や日本国内の学会で1回の発表を行っている。

以上のことより、本論文は学術上貢献するところが多い。よって、本論文は博士の学位として価値あるものと認める。