

研究種目：若手研究 (S)

研究期間：2007～2011

課題番号：19670004

研究課題名 (和文) 随意運動の発現における前頭葉、大脳基底核、小脳の機能分散と機能連関の解明

研究課題名 (英文) Involvement of the frontal cortex, basal ganglia, and cerebellum in voluntary movement

研究代表者 星 英司 (HOSHI EIJI)

玉川大学・脳科学研究所・教授

研究者番号：50407681

研究代表者の専門分野：神経科学

科研費の分科・細目：神経科学・神経・筋肉生理学

キーワード：神経解剖学、神経生理学、運動前野、前頭前野、一次運動野、小脳、大脳基底核

### 1. 研究計画の概要

本研究は、生理学的手法と解剖学的手法を有機的に結合させることによって、随意運動の発現過程において、前頭葉、大脳基底核、小脳がどのような機能連関を形成しているのかに関して構造的かつ機能的側面から明らかにすることを目的として行われる。

### 2. 研究の進捗状況

(1) 「抽象的動作表現」を「実際の動作」に変換する過程への運動前野の関与。

視覚情報を運動情報へ変換する過程において、「視覚情報認知」と「実際の動作」は「抽象的動作表現」を媒介してリンクされるという独自の提案のもと、この仮説を検証する生理学の実験を行った。こうした過程を検証できる行動課題を遂行している被験体の運動前野から細胞活動を記録したところ、実際の動作を決定する前の段階に、「右へ到達する」または「左へ到達する」といった抽象的なレベルで動作内容を表現する細胞活動が多数観察された。また、動作を特定できる段階になると、「実際の動作」を表現する細胞活動が運動前野で優勢となっていた。これらの結果は、「抽象的動作表現」を「実際の動作」に変換する過程に運動前野が関与していることを示している。

(2) 運動前野は「抽象的動作表現」と「視覚空間」の情報を異なった経路で受け取る。

行動課題を遂行している被験体の運動前野から細胞活動を記録したところ、90ms という短潜時で、記録半球とは対側の「視覚空間情報」が到達することがわかった。さらに、

「抽象的動作表現」の情報に関しては、左右の指示が同程度であること、150ms という長潜時で到達することがわかった。こうした知見は、運動前野は「視覚空間」と「抽象的動作表現」に関する情報を異なった経路で受け取ることを示している。

(3) 小脳の異なる部位が運動前野の前方部と後方に投射する。

上記の2つの研究と代表者がこれまで行ってきた研究は、運動前野の中に前後方向の機能分化があることを明らかとした。そこで、運動前野の前方部と後方が小脳と大脳基底核のどの部位から投射を受けるのかを明らかとするために研究を行った。ウイルスを経シナプス性の逆行性トレーサーとして用い、一連の解析を行ったところ、運動前野の前方部 (F2r) は前頭前野へ投射する連合系の小脳部位から、後方部 (F2c) は一次運動野へ投射する運動系の小脳部位から入力を受け取ることが、明らかとなった。

### 3. 現在までの達成度

② おおむね順調に進展している。

得られた研究成果に関しては、その一部を既に3編の原著論文として出版してきた。また、前頭前野、運動前野、一次運動野の各前頭葉領野、そして、基底核、小脳の各々で興味深い新知見が多数得られている。従って、本研究は順調に進展していると判断される。

### 4. 今後の研究の推進方策

(1) 前頭葉にある前頭前野、一次運動野から細胞活動の記録を完了させ、これらの部位の細胞活動の特徴を明らかにしていき、運動

前野と合わせて前頭葉の機能的特徴を解明する。

(2) 大脳基底核の淡蒼球と黒質網様部から細胞活動を記録し、機能特徴と機能分布を明らかにする。

(3) 小脳核から細胞活動を記録し、機能特徴と機能分布を明らかにする。

(4) これらの生理学的結果を、解剖学的手法によって得られた構造マップと合わせて解析する。

(5) 入出力関係を有することが証明された前頭葉・基底核（淡蒼球、黒質網様部）・小脳核の部位から多点同時記録を行い、高い時空間解像度で機能連関の実態を解明する。

以上の計画を順次遂行することによって、本研究の目的を達成する。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

① Hashimoto, M., Takahara, D., Hirata, Y., Inoue, K., Miyachi, S., Nambu, A., Tanji, J., Takada, M., and Hoshi, E. (2010) Motor and nonmotor projections from the cerebellum to rostrocaudally distinct sectors of the dorsal premotor cortex in macaques. *Eur. J. Neurosci.* 31: 1402-1413. (査読あり)

② Yamagata, T., Nakayama, Y., Tanji, J., and Hoshi, E. (2009) Processing of visual signals for direct specification of motor targets and for conceptual representation of action targets in the dorsal and ventral premotor cortex. *J. Neurophysiol.* 102: 3280-94. (査読あり)

③ Nakayama, Y., Yamagata, T., Tanji, J., and Hoshi, E. (2008) Transformation of a virtual action plan into a motor plan in the premotor cortex. *J. Neurosci.* 28: 10287-97. (査読あり)

〔学会発表〕(計25件)

① Hoshi, E. (2009) "Neural Basis of target selection for reaching movements." Annual Meeting of Society for the Neural Control of Movement, Hawaii, U.S.A. (2009年4月29日)

〔図書〕(計2件)

① 星 英司 (2008) 思考とアクションを支える神経細胞活動 『脳・生命・心—脳科学

と哲学の出会い—』(坂上 雅道、中山 剛史 編) pp. 28-41 玉川大学出版部.

〔その他〕

<http://www.tamagawa.ac.jp/teachers/hoshi/>