

氏 名 LAM KHANH

学位（専攻分野） 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第435号

学位授与の日付 平成11年9月30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4条第1項該当

学位論文題目 INTEGRATIVE PROCESSING IN THE HUMAN CEREBRAL CORTEX

FOLLOWING MULTI- AND UNI-MODAL STIMULATION:

MAGNETOENCEPHALOGRAPHIC STUDIES

論文審査委員 主査教授 小松英彦

教授 柿木隆介

教授 伊佐正

助教授 松山清治

教授 苧阪直行（京都大学）

The human cortex can be divided into many distinct functional regions, such as the primary somatosensory cortex (S1) and the primary visual cortex (V1). Most of the remaining regions are known as association areas; they respond in a more complicated way to external stimuli. For a better understanding of this complexity we investigated the integrative processing of the human cerebral cortex following multi- and uni-modal stimulation by using magnetoencephalography (MEG).

In the first study, in order to elucidate the mechanisms underlying the neural process to detect multi-modal stimulation (somatosensory, visual and auditory), they recorded somatosensory evoked magnetic fields (SEFs) following electrical stimulation of the median nerve with continuous visual (cartoon or random dot motion) or auditory (music) interference in 12 normal subjects. Random dot motion included random and coherent motions of the dots. In the hemisphere contralateral to the stimulated nerve, the middle-latency components (35-60 ms in latency) were significantly enhanced by visual, but not by auditory stimulation. The dipoles of all components within 60-70 ms following stimulation were estimated to be very close to each other, around the hand area of the S1. In the ipsilateral hemisphere, the middle-latency components (70-100 ms in latency), the dipoles of which were estimated to be in the secondary somatosensory cortex (S2), were markedly decreased in amplitude by both the visual and auditory stimulation. These changes in waveforms by visual and auditory stimulation are thought to be due to the effects of the activation of polymodal neurons, which receive not only somatosensory but also visual and/or auditory inputs, in areas 5 and/or 7 as well as in the medial superior temporal area (MST) and superior temporal sulcus (STS), although a change of attention might also be a factor causing such findings.

In the second study, in order to understand the neural process to detect uni-modal stimulation with different features in one specific functional (visual) system they investigated the magnetic response of the human extrastriate cortex in detection of coherent and random motions.

Although the direction selectivity is a cardinal property of the neurons in the visual motion detection system, recent studies have showed that the motion of numerous elements without global direction (random motion) activates the human and monkey visual system the same as does coherent motion which has a global direction. They used MEG to investigate whether these two motions are processed in distinct neural subsystems with five subjects. Both motions were created by a random dot kinematogram (RDK) with three speeds (0.6, 9.6, and 25° s^{-1}) and used to evoke magnetic responses from the human extrastriate cortex. Response latencies to the simple onset of coherent motion were affected by the speed, whereas those for random motion were not. The estimated origin of the response to coherent motion onset was located lateral (median: 0.7 cm) to that for random motion. Responses to change from coherent to random motion and vice versa differed from those to the simple onset and offset of coherent motion in terms of latencies and estimated origins. Response amplitudes were similar under all stimulus conditions. These findings indicate that the response to random motion is not due to nonspecific activation of the coherent motion detection system but support the view that the human visual system has a subsystem for the process of random motion different from that for coherent motion. They consider that the presence of the subsystem to detect random motion

increases the detectability of coherent motion in the visual scene of random motion.

In conclusion, using MEG they could assess the temporal and the spatial properties of the magnetic responses of the human cerebral cortex to multi-modal as well as uni-modal stimulation. With high spatial and temporal resolution, MEG seemed to be the best method available to investigate the complicated neural process in restricted areas.

論文の審査結果の要旨

申請者の研究は、脳磁図を用いて異なる感覚刺激の相互作用が脳内でどのように生じているかを調べたものである。申請者はまず体性感覚刺激によって誘発される脳活動に、同時に与えられた視覚刺激や聴覚刺激がどのように影響するかを調べた。実験は12名の健常成人を被験者として行われた。正中神経を電気刺激すると、反対側の第一次体性感覚野(S1)に電流源を持つと考えられる脳活動が誘発された。この活動は潜時の異なる4つの成分が区別された。一方刺激と同側の第2次体性感覚野(S2)に電流源を持つと考えられる脳活動が誘発された。この活動は単一相からなり、反対側の活動に比べて遅い潜時を有した。これらの脳活動が視覚刺激(マンガ映画とランダムドット運動刺激)または聴覚刺激(音楽)を同時に与えた場合にどのように影響されるかを調べた。その結果、視覚刺激を同時に与えた時に、刺激と反対側のS1では35-60ミリ秒の潜時の第3および第4成分の振幅が有意に増大した。一方刺激と同側のS2の活動は視覚刺激、聴覚刺激時ともに振幅が減少した。このような結果は、視床を介する直接の体性感覚入力以外の感覚の影響を受けないが、遅い潜時の入力を中継すると考えられる頭頂連合野において、他種感覚との相互作用が生じていることを示唆している。

次に、申請者は単一の種類の感覚において刺激間の相互作用がどのように生じるかを調べるため、視覚刺激によって誘発される脳活動に、それに先行する別の視覚刺激がどのように影響するかを調べた。実験は5名の健常成人を被験者として行い、数多くのランダムドットからなる視覚刺激を用いた。静止したランダムドット、およびすべてのドットが同じ方向に動くものまたはでたらめな方向に動くものを3つの異なる速度で動かし、これらを刺激として用いた。これらのいずれの刺激の切り替え時にもMT野と考えられる部位に電流源を持つと思われる脳活動が誘発された。このような脳活動の潜時は刺激により変化したが、振幅には変化が見られなかった。特に顕著な潜時の変化は、先行する刺激の速度が大きいと刺激の切り替え時に潜時が短縮するというものであった。この変化は切り替え前後の刺激の種類には依存しなかった。このような運動刺激間の相互作用の様式は、各ドットがでたらめに動いて全体として動きの成分を持たない刺激も、運動視の中核とされるMT野において静止刺激とは違うものとして表現されていることを示唆している。我々は通常の生活においてはさまざまな種類の感覚刺激(例えば視覚と体性感覚や聴覚)に同時にさらされており、また単一の種類の感覚(例えば視覚)においてもその内容は変化に富む。このような複雑な感覚刺激を脳がどのように処理しているかを調べることは、脳における情報統合の機構を知る上で極めて重要である。申請者の研究は脳磁図の持つ高い時空間分解能を感覚情報の相互作用の研究に有効に活用して得られたものであり、申請者の論文は、学位論文として十分ふさわしい内容であるものと審査委員会の委員一致で判定した。

さらに、学問的背景や関連分野の研究動向についての口頭試問を行ったが、いずれに対する応答も満足すべきものであった。本論文は英語で書かれており、また申請者を筆頭著者とする2編の英語論文が既に刊行されていることから、英語力も十分なものであると判定した。以上、総合的に判断し学位を取得するに足る水準に十分達しているものと判断した。