

基礎理学療法研究部会

触覚刺激および筋収縮時の大脳皮質活動\*

大西 秀明<sup>1)</sup> 大山 峰生<sup>1)</sup> 相馬 俊雄<sup>1)</sup>  
菅原 和宏<sup>1)</sup> 村上 博淳<sup>2)</sup> 亀山 茂樹<sup>2)</sup>

我々は、運動遂行時における感覚フィードバックについて研究するために、脳磁図を用いて触覚刺激や筋収縮時における大脳皮質活動を計測・解析している。大脳皮質の体性感覚野には一次体性感覚野(3野, 1野, 2野)と二次体性感覚野がある(図1)。また、一次体性感覚野のすぐ後方には高次体性感覚野(5野, 7野)がある。簡単な随意運動を行うと、運動と反対側の大脳皮質感覚運動領野付近から運動関連脳磁界波形が観察される(図2)。運動関連脳磁界波形には複数の大きな波形が含まれており、運動直後にもっとも明確な波形が観察される(運動誘発磁界第一成分, Movement Evoked magnetic Fields 1: MEF1)。この波形は運動感覚を反映していると言われており、一次体性感覚野と一次運動野付近に電流発生源を認める。MEF1を発生させている感覚受容器を検討するために、筋収縮強度を変化させて得られた脳磁界波形の振幅や潜時などを詳細に解析した結果、MEF1は筋収縮の強度に影響されないことと、運動開始ではなく筋収縮開始を感知した反応であることが明らかとなった。このことは、MEF1が運動開始に伴う皮膚または関節の機械受容器や筋収縮の強さを感知する腱紡錘の活動を反映したものではないことを示している<sup>1)</sup>。さらに、MEF1の潜時や電流発生源の解析結果から、MEF1は2野を経由した4野の活動ではないかと考えられた<sup>2)</sup>。

感覚刺激による皮質活動については数多くの報告があるが、多くの場合は電気刺激を利用して行われている。しかし、日常生活においては電気刺激のような非生理的な刺激が与えられることは少ない。そこで、点字に似た触覚刺激時における脳活動を計測・解析した結果、触覚刺激後約60ミリ秒後に刺激と反対側半球の一次体性感覚野(3b野)から明確な活動が計測された(図3(a), 図4上段)。また、刺激後約170ミリ秒後に

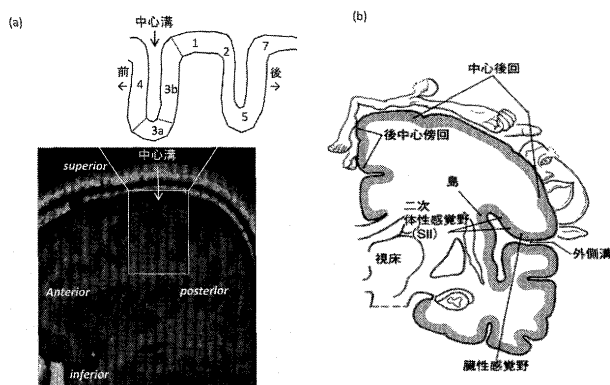


図1

(a): 矢状面MRI画像と一次体性感覚野(ブロードマンの3野, 1野, 2野)  
(b): 一次体性感覚野のホムクルス二次体性感覚野(高橋昭監訳:ヘインズ神経科学 pp279 エルゼビア・ジャパン)

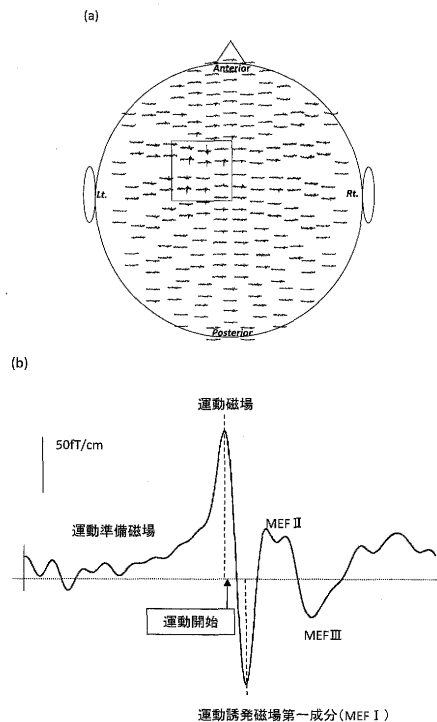


図2 示指伸展随意運動時における脳磁界反応  
(a): 全頭波形  
(b): 典型的な運動関連脳磁界波形

\* Cortical Neuromagnetic Activation Following Tactile Stimulation and Voluntary Movement

1) 新潟医療福祉大学  
(〒950-3198 新潟市北区島見町1398)  
Hideaki Onishi, PT, PhD, Toshio Soma, PT, PhD, Kazuhiro Sugawara, PT: Department of Physical Therapy, Niigata University of Health and Welfare  
Mineo Oyama, OT, PhD: Department of Occupational Therapy, Niigata University of Health and Welfare  
2) 国立病院機構西新潟中央病院  
Hiroatsu Murakami, MD: Department of Neurosurgery, Nishi-Niigata Chuo National Hospital  
Shigeki Kameyama, MD, PhD, Director: Nishi-Niigata Chuo National Hospital  
キーワード: 脳磁図, 体性感覚誘発磁界, 運動関連脳磁界

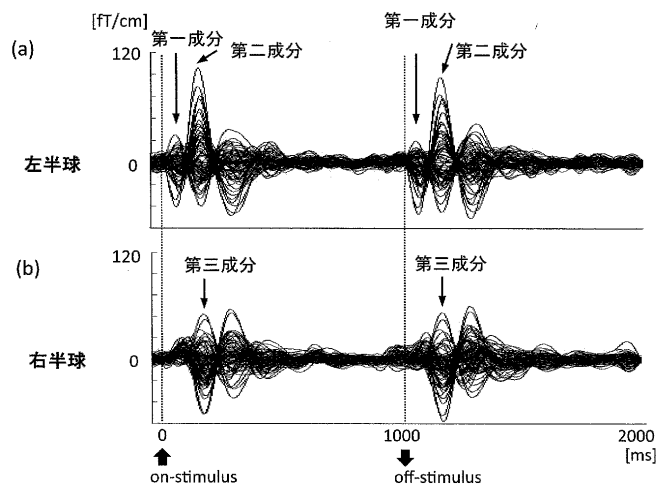


図3 右示指先端に触覚刺激を与えた際の脳磁界反応

(a)：左半球から得られた波形。(b)：右半球から得られた波形

触覚刺激は、一秒間の持続刺激を0.5 Hzの頻度で与えた。刺激が与えられた際（on-stimulus）と刺激が解除された際（off-stimulus）に同様の反応が観察された。また刺激と同側半球からも明確な脳磁界反応が観察された。

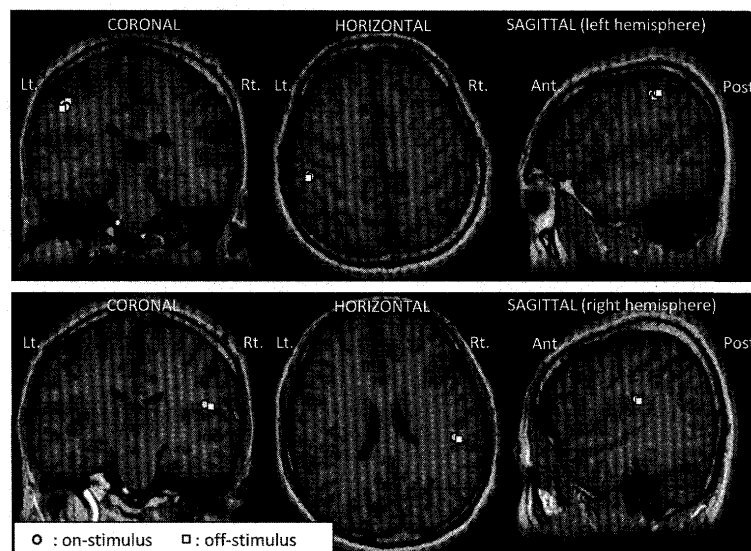


図4 右示指先端に触覚刺激を与えた際の脳磁界反応

上段は左半球の反応（第一成分，第二成分）を示しており，電流発生源は一次体性感覚野である。下段は右半球の反応（第三成分）を示しており，電流発生源は二次体性感覚野である。

刺激と同側の二次体性感覚野の活動が明確に観察された（図3（b），図4下段）。さらに，触覚刺激を与えた場合と，与えていた刺激を除去した場合はまったく同様の反応が見られることが明らかとなった（図3，4）。この結果は，機械刺激により皮膚が加圧された場合と除圧された場合で同様の皮質反応が起こることと，軽度の機械的触覚刺激を利用することにより，簡便に二次体性感覚野の活動が計測できることを示している<sup>3)</sup>。

## 文 献

1) Onishi H, Soma T, *et al.*: Cortical neuromagnetic activation

accompanying two types of voluntary finger extension. *Brain Res.* 2006; 1123: 112-118.

- 2) Onishi H, Oyama M, *et al.*: Muscle-afferent projection to the sensorimotor cortex after voluntary movement and motor-point stimulation: An MEG study. *Clin Neurophysiol* 2010 (In-press).
- 3) Onishi H, Oyama M, *et al.*: Neuromagnetic activation of primary and secondary somatosensory cortex following tactile-on and tactile-off stimulation. *Clin Neurophysiol* 2010; 121: 588-593.