

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700562

研究課題名(和文) 視覚誘導性運動時の運動前野の機能的役割の解明 - MEGとtDCSを用いた研究 -

研究課題名(英文) Clarification of the functional role at of premotor cortex in visuo-motor tasks using MEG and tDCS

研究代表者

菅原 和広 (Sugawara, Kazuhiro)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・助教

研究者番号：10571664

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：実験課題は特定の刺激にのみ反応するGo/NoGo課題を使用し検証を行った。この研究により、Go刺激時にのみ視覚誘導性運動に関わるとされる頭頂連合野の活動が観察され、NoGo刺激時には頭頂連合野の活動が観察されないことが示された(Sugawara K, et al. Experimental Brain Research, 2013)。また、視覚提示に伴い左右運動肢を選択する課題を設定し、運動開始の約300ms前に運動前野の活動が観察され、ヒトの運動前野が視覚刺激の選択と運動企画に関与していることが示唆された(Sugawara K, et al. Brain Topography, 2013)。

研究成果の概要(英文)：We investigated practice-induced changes in PPC visuomotor processing during a Go/NoGo task in humans using 306-channel magnetoencephalography (MEG). Prominent peaks at 95.0 ms in response to the Go stimulus and 96.8 ms in response to the NoGo stimulus were observed over the occipital cortex. A peak at 190.6 ms was measured over the vertex in response to the Go stimulus but not the NoGo stimulus(Experimental Brain Research, 2013). We measured movement-related cerebral fields (MRCFs) using magnetoencephalography from the left hemisphere of 12 healthy right-handed participants during two simple visuomotor tasks cued by two visual stimuli S1 and S2. Significantly higher MRCF activity was observed during the 500 ms S1 to S2 interval in the bilateral task than in the unilateral task. The activation of the premotor cortex observed during the interstimulus interval may represent a neurophysiological marker of response selection.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学

キーワード：脳磁図 運動前野 視覚誘導性運動

### 1. 研究開始当初の背景

霊長類を対象とした研究では、運動遂行前の大脳皮質活動には一次運動野、補足運動野および運動前野の活動が明らかにされている。またヒトを対象とした研究では fMRI を用いて行われ、運動前野は頭頂連合野と連絡があり、視覚情報入力から運動に至る過程で情報の統合・企画に参与している報告されている。MEG は時間分解能に優れるため、視覚情報の受容から運動遂行に至る大脳皮質活動の順位特性を詳細に記録でき、運動前野の活動特性を捉えることに適していると考えられる。MEG 装置を利用することにより随意運動遂行時に運動関連脳磁界が観察され、運動開始前に運動準備磁界と運動磁界が記録される。我々は運動開始前に観察される運動準備磁界と運動磁界に着目し、色と形に違いのある視覚提示を行い、視覚反応課題中の大脳皮質活動の解析に取り組み、MEG を用いて運動前野、補足運動野の活動を捉えることができる可能性を見出した。

我々が行ってきた実験をさらに発展させ、視覚刺激受容から運動へ変換する際に活動するとされる運動前野の活動特性を生かし、視覚誘導性運動を行い意図する運動前野の活動を捉える計測システムを構築する。また構築した計測システムを用い、ヒトの運動前野の機能解析を行う。

経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) は頭皮上に電極を貼付して 1 mA 程度の微弱な電流を流すことによって大脳皮質の興奮性を変動させるものであり、近年世界的に注目されている。本研究では既に大脳皮質の興奮性を変動させることに成功している tDCS を利用して、運動前野の興奮性を向上させた際の視覚誘導性運動の変化に着目し、運動前野の更なる機能的役割の解明に努める。

### 2. 研究の目的

申請者は MEG 計測装置を用いて、運動開始前に観察される運動磁界に着目し、視覚反応課題の大脳皮質活動の解析に取り組んでいる。これまでの実験により運動磁界の安定した記録が可能となり、大脳皮質での階層的情報処理の一部が解明された。本研究はこれまでの実験を発展させ、ヒトの運動前野の機能的役割を明らかにすることが目的である。計画している具体的な研究項目は、MEG 計測装置を用い、1) 運動前野の活動を捉える計測システムの構築、2) 運動遂行時における運動前野の機能解析、3) 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) を使用し、運動前野の興奮性を向上させた際の視覚誘導性運動の変化を捉えることの 3 つである。

### 3. 研究の方法

本研究計画では、ヒトの運動前野の活動を捉える計測システムを構築すること、tDCS を使用し視覚誘導性運動時における運動前野の機能的役割を解明することを目的とし

た研究である。

具体的には、1) 運動刺激 (指示刺激) 前に予告刺激を取り入れ、運動待機状態を含む刺激を提示するなど視覚刺激に工夫を凝らした実験設定。2) 視覚提示後の運動の大きさ、運動方向を変化させる、また視覚刺激により左右運動肢を変化させるといった刺激提示後の運動課題に工夫を凝らした実験設定。

3) 平成 24 年度に構築した運動前野の活動を計測する実験システムを用い、tDCS 施行前後の視覚誘導性運動の反応時間、運動関連脳磁界の計測、の 3 つを計画した。

初めは単純刺激として色や形に変化をつけ、特定の刺激に対してのみ運動する単純な課題から研究を開始する。その後、運動開始前の待機状態で顕著に活動が見られるとされる運動前野の報告を参考にし、予告刺激から運動刺激 (指示刺激) を提示するといった視覚提示に工夫を加える。視覚提示のみを変化させるだけでなく、視覚提示後の運動の大きさ、運動方向を変化させ、または視覚刺激により左右運動肢を変化させるなどの課題を計画している。上述のように視覚提示、運動遂行の両面より課題を検討し、運動前野の活動を捉える計測システムを構築する。

### 4. 研究成果

我々は初めに計画した単純刺激として色や形に変化をつけ、特定の刺激に対してのみ運動する単純な課題から研究を開始した。実験課題では特定の刺激にのみ反応する Go/NoGo 課題を使用し、検証を行った。この研究により、Go 刺激時にのみ視覚誘導性運動に関わるとされる頭頂連合野の活動が観察され、NoGo 刺激時には頭頂連合野の活動が観察されないことが示された (Sugawara K et al. 2013, Experimental Brain Research (in press))。また、視覚提示に伴い左右運動肢を選択する課題を設定し、運動開始の約 300ms 前に運動前野の活動が観察され、ヒトの運動前野が視覚刺激の選択と運動企画に参与していることが示唆された

(Brain Topography 2013, 26: 581-590)。これらの実験により、ヒトの視覚誘導性運動における大脳皮質の機能的役割と経時的変化が明らかとなり、MEG を用いてヒトの運動前野を計測するプロトコルを構築することができたと考えられる。

しかし、tDCS 後における視覚誘導性課題の検討については、tDCS の安定した効果が得られなかった。その原因として、tDCS 使用時の刺激強度で一定の見解が得られていないことがあげられる。これまでの先行研究では、一次運動野への刺激が主たるものであったが、我々の研究のように一次運動野以外への刺激を報告した研究報告は散見される程度である。刺激強度に関しては、tDCS のガイドラインに従って行う必要があるため、今後は tDCS の刺激電極のサイズ等を再検討して実験を計画する予定である。

5. 主な発表論文等  
(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2件)

1. Sugawara K, Onishi H, Yamashiro K, Kirimoto H, Tsubaki A, Suzuki M, Tamaki H, Murakami H, and Kameyama S. Activation of the human premotor cortex during motor preparation in visuomotor tasks. *Brain Topography*. 2013; 26 (4). 581-90.

2. Sugawara K, Onishi H, Yamashiro K, Soma T, Oyama M, Kirimoto H, Tamaki H, Murakami H, Kameyama S. Repeated practice of a Go/NoGo visuomotor task induces neuroplastic change in the human posterior parietal cortex – An MEG study -. *Experimental Brain Research* 2013, 226: 495-502.

〔学会発表〕(計8件)

1. Sugawara K, Onishi H, Yamashiro K, Kojima S, Miyaguchi S, Tsubaki A, Suzuki M, Kirimoto H, Tamaki H, Murakami H, and Kameyama S. The effect of anodal transcranial direct current stimulation to the sensorimotor cortex on somatosensory evoked magnetic fields. 21th World Congress of Neurology 2013 (Vienna/Austria), 2013.9.21-26.

2. Sugawara K, Onishi H, Miyaguchi S, Kojima S, Yamashiro K, Tsubaki A, Tamaki H, Suzuki M, Kirimoto H, Shirozu H, Kameyama S. Influence of times of interfering stimulation on the somatosensory evoked magnetic fields. 30th International Congress of Clinical Neurophysiology (Berlin/Germany), 2014. 3. 19-23.

3. Sugawara K, Onishi H, Soma T, Oyama M, Kirimoto H, Murakami H, Kameyama S. Influence of movement practice on movement-related cortical fields. 29th International Congress of Clinical Neurophysiology. (Kobe/Japan), 2010 .

4. 菅原和広 大西秀明 山代幸哉 宮口翔太, 小島 翔, 椿 淳裕, 桐本 光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 左右運動肢選択時の大脳皮質活動特性. 第48回日本理学療法学会大会(愛知), 2013.5.27-29.

5. 菅原和広 大西秀明 宮口翔太 小島 翔, 桐本 光, 椿 淳裕, 高橋英明, 鈴木 誠, 田巻弘之. Short-interval intracortical facilitation が持続収縮時における運動誘発

電位と Cortical silent period に及ぼす影響. 第2回日本基礎理学療法学会(名古屋市), 2013.10.27.

6. 菅原和広 大西秀明 相馬俊雄 大山峰生, 山代幸哉, 椿 淳裕, 桐本 光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 視覚提示方法の違いが運動遂行能力および運動準備過程に及ぼす影響. 第47回日本理学療法学会(神戸). 2012.5.25-27 .

7. 菅原和広 大西秀明 小島 翔 桐本 光, 田巻弘之. 他動運動が一次運動野の興奮性に及ぼす影響. 第2回日本基礎理学療法学会(神戸). 2012.5.24 .

8. 菅原和広 大西秀明 山代幸哉 相馬俊雄, 大山峰生, 桐本 光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 視覚誘導性運動課題における運動準備中の運動前野の活動. 第42回日本臨床神経生理学会(東京). 2012.11.8-10 .

9. 菅原和広 大西秀明 相馬俊雄 椿 淳裕, 地神裕史, 大山峰生, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 視覚反応課題の運動練習が大脳皮質情報処理過程に及ぼす影響. 第46回日本理学療法学会(宮崎).

10. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 桐本 光, 田巻弘之, 椿 淳裕, 村上博淳, 亀山茂樹. 視覚反応課題における NoGo 時の大脳皮質活動. 日本生体磁気学会(福岡).

11. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 桐本光, 田巻弘之, 椿 淳裕, 村上博淳, 亀山茂樹. 他運動時の運動範囲の違いが脳磁界反応に及ぼす影響. 第41回日本臨床神経生理学会(静岡). 2011.11.10-12 .

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.nuhw-pt.jp/>

6．研究組織

(1)研究代表者

菅原 和広 (Sugawara, Kazuhiro)

新潟医療福祉大学・医療技術学部・理学療法学科

研究者番号：10571664

(2)研究分担者

( )

研究者番号：

(3)連携研究者

( )

研究者番号：