

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 14 日現在

機関番号：33111

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700551

研究課題名（和文） 脳磁図を用いた温冷覚情報の脳内処理過程の解明

 研究課題名（英文） Clarification of brain processes in thermal stimulation.
-An MEG study-

研究代表者

相馬 俊雄（SOMA TOSHIO）

新潟医療福祉大学・医療技術学部・理学療法学科・准教授

研究者番号：40339974

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、脳磁図を用いた温熱刺激後の大脳皮質の受容野における情報処理過程を明らかにすることである。本研究を実施するにあたり、半導体レーザー装置を用いて温熱刺激装置の製作に取り組んだ。その結果、温熱刺激時においてシールドルーム内でのノイズの除去は改善された。しかし、一定の温熱刺激の設定に改良が必要となり、今後の課題となった。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to clarify the information processing in the cerebral cortex of the receptive field of thermal stimulation after using Magnetoencephalography (MEG). As we carry out this study, we worked on the production of thermal stimulation device using a semiconductor laser device. As a result, the removal of noise in the shield room has been improved in thermal stimulation. However, it must be modified to set the thermal stimulation of certain became the future.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
2012 年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：人間医工学

科研費の分科・細目：リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：理学療法

1. 研究開始当初の背景

人の皮膚には温冷覚受容体（TRP）があり、17 から 52 の範囲で 6 つの TRP が関与しており、温度変化に対してそれぞれ固有の TRP が発現する。温冷感覚刺激に関する報告は、様々な分野で研究されている。Koyama ら（2004）は、核磁気共

鳴映像装置（MRI）を使用して、温熱刺激の持続時間（duration）や刺激パターンを変化させた時の大脳皮質および小脳などの局在部位の活動を報告している。しかし、MRI は、空間分解能には優れているが、異なる温度刺激における感覚情報処理過程の違いについて、明らかにすることは

きない。

そこで本研究では、脳磁図計測装置（MEG：Magnetoencephalography）を使用して、それぞれの TRP の固有の活性化温度閾値の範囲で、温度を変化させて刺激を行なった場合、異なる温度変化による脳の機能局在部位の同定、および刺激後に脳の受容野の情報処理課程が明らかになると考えた。MEG は、時間分解能と空間分解能に優れており、異なる温度刺激における脳内の情報処理過程の違いについて、SEF の波形（潜時・振幅）から詳細に解析することができると思った。

2. 研究の目的

温熱刺激に関する先行研究では、MRI や CT などの空間分解能に優れた装置を用いた研究が中心である。MRI や CT は、刺激装置から温熱刺激時に発生する電気信号を伴っても、大脳皮質の活動を計測することが可能である。しかし、MEG は、地磁気の 1 億分の 1 という微弱な脳磁界を計測するため、シールドルーム内では、非磁性体の使用は可能であるが、磁界を発生する機器や装置を使用することが不可能である。そのため、先行研究で使用されている温熱刺激装置などは、刺激センサー部分がペルチェ素子（熱電素子）で製作されているため、MEG の計測では、刺激の電気信号がノイズとなってしまう計測することができない。

そこで、本研究の目的は、（1）非磁性体の温熱刺激装置の製作、（2）一定の温熱刺激が可能な装置の製作、（3）温熱刺激時における脳磁図の計測である。

3. 研究の方法

本研究の目的（1）である温熱刺激装置の製作・開発から着手した。先行研究では、磁性体であるペルチェ素子がセンサー部分に使用されている。そのペルチェ素子を電気信号により加熱するため、大きなノイズが発生し、脳磁図の計測を困難にしてきた。そこで、熱電素子の金属物を使用せず、レーザー光（半導体レーザー装置）を用いることで、温熱刺激時に発生する電気信号（ノイズ）を除去できると考え製作した。

次に目的（2）である一定の温度での温熱刺激を行うことができる装置の製作である。通常の電気刺激では、電気刺激後に時間差なく、パルス波形（矩形波）が得られるのが特徴である。しかし、レーザー刺激では、直接レーザー光を皮膚に照射すると熱傷のリスクがあるため、今回は、アルミ箔を指先に接触させ、そのアルミ箔を裏側から照射して、

温熱刺激を行った。

目的（3）については、目的（2）の温熱刺激装置が製作された後に実施する予定である。

4. 研究成果

（1）図 1 に製作した温熱刺激装置のセンサー部分を示す。センサー部分は、非磁性体のアルミニウムを使用した。センサー部分にアルミ箔を貼り、指先を接触させて、そのアルミ箔の裏側部分からレーザー光を照射して、温熱刺激を行った。

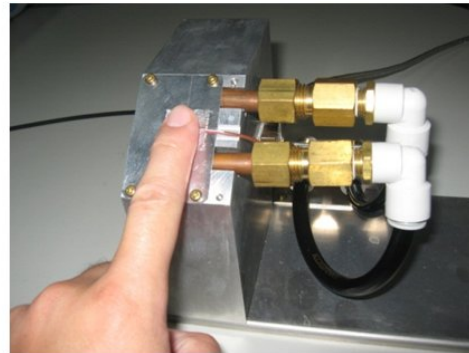


図1. 温熱刺激装置

（2）図 2 に製作した温熱刺激時の波形を示す。レーザー光による温熱刺激波形において、一定の立ち上がり温度（ピーク到達時間）とピーク値を得ることができた。しかし、設定したピーク温度に到達するまでの速度に時間がかかったため、今後、皮膚を接触させているアルミ箔を他の非磁性体（セラミック箔など）に変更する。また、レーザー照射のパワーを低く設定し、熱傷しないよう十分に配慮し、皮膚へ直接照射することを検討している。

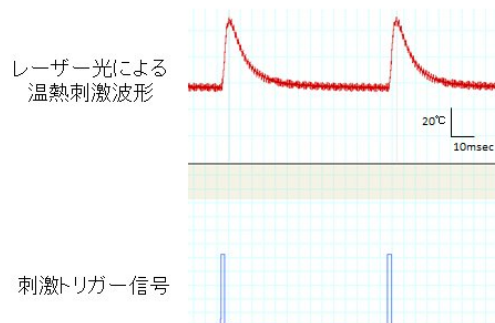


図2. 温熱刺激時の波形

（3）レーザーによる温熱刺激装置の製作が完成次第、実施する予定である。

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10件)

1. 大西秀明, 菅原和広, 小島 翔, 田巻弘之, 相馬俊雄, 桐本 光, 大山峰生, 山代幸哉, 佐藤大輔, 丸山敦夫, 村上博淳, 亀山茂樹. 機械的皮膚触覚刺激による求心性抑制について. 日本生体磁気学会誌. (査読有). 2012, 25: 66-67.
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. *Exp Brain Res* 226 (4). (査読有), 495-502. 2013.
3. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 村上博淳, 亀山茂樹. : 二点識別課題の体性感覚誘発磁界. 日本生体磁気学会誌 25 (1), (査読有), 194-195. 2012.
4. Onishi H, Oyama M, Soma T, Kubo M, Kirimoto H, Murakami A, Kameyama S. : Muscle-afferent projection to the sensorimotor cortex after voluntary movement and motor-point stimulation. *Clinical Neurophysiology*122, (査読有), 605-610, 2011.
5. 大西秀明, 菅原和広, 大山峰生, 相馬俊雄, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. : 動きを伴う触覚刺激時における体性感覚誘発磁界反応. 日本生体磁気学会誌 24(1). (査読有), 112-113. 2011.
6. Takizawa K, Soma T, Nosaka K, Ishikawa T, Ishii K. : Effect of warm-up exercise on delayed-onset muscle soreness. *European Journal of Sport Science*17, (査読有), 1-7, 2011.
7. 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. 日本生体磁気学会誌 24(1) (査読有), 178-179, 2011.
8. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. : 示指神経に対する触覚刺激の体性感覚誘発脳磁界. 日本手の外科学会誌 27. (査読有), 355-358, 2011.
9. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. : 視覚反応課題の習熟が運動関連脳磁界に与える影響. 日本生体磁気学会誌 23 (1). (査読有), 120-121, 2010.
10. Onishi H, Oyama M, Soma T, Kubo M,

Kirimoto H, Murakami A, Kameyama S. : Neuromagnetic activation of primary and secondary somatosensory cortex following tactile-on and tactile-off stimulation. *Clinical Neurophysiology*121 (査読有), 588-593, 2010.

〔学会発表〕(計28件)

1. 大西秀明, 菅原和広, 大山峰生, 相馬俊雄, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. 能動的触覚にかかわる脳活動について. 第47回日本理学療法学会大会(神戸). 2012.5.25-27.
2. 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大会(神戸). 2012.5.25-27.
3. 大西秀明, 菅原和広, 小島翔, 田巻弘之, 桐本光, 相馬俊雄, 大山峰生, 山代幸哉, 佐藤大輔, 丸山敦夫, 村上博淳, 亀山茂樹. : 機械的皮膚触覚刺激による求心性抑制について. 第27回日本生体磁気学会誌(東京), 2012.6月
4. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 村上博淳, 亀山茂樹. : 二点識別課題の体性感覚誘発磁界. 第27回日本生体磁気学会誌(東京), 2012.6月
5. 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学会(東京), 2012.11月
6. 大西秀明, 菅原和広, 相馬俊雄, 田巻弘之, 桐本光, 鈴木誠, 大山峰生, 山代幸哉, 佐藤大輔, 丸山敦夫, 村上博淳, 亀山茂樹. : 機械的触覚刺激時の刺激ピン数と脳磁界反応との関係. 第42回日本臨床神経生理学学会(東京), 2012.11月
7. T Soma, H Onishi, M Oyama, K Sugawara, M Kubo, A Tsubaki, H Jigami, H Murakami, S Kameyama. : Somatosensory evoked magnetic fields following synchronized stimulation of median and ulnar nerve. 16th the World Confederation for Physical Therapy (Amsterdam). 2011.6月.
8. Onishi H, Oyama M, Soma T, Kubo M, Kirimoto H, Murakami A, Kameyama S. : Muscle-afferent projection to the sensorimotor cortex after voluntary

- movement and motor-point stimulation. Clinical Neurophysiology 122, 605-610, 2011.6月.
9. A Tsubaki, M Kubo, R Kobayashi, H Jigami, K Sugawara, T Soma, H Tamaki, H Kirimoto, H Onishi, H E Takahashi. : Strong relation between maximum power during counter-movement jump and age in healthy Japanese people. 16th the World Confederation for Physical Therapy. (Amsterdam), 2011.6月.
 10. 大西秀明, 菅原和広, 大山峰生, 相馬俊雄, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. : 動きを伴う触覚刺激時における体性感覚誘発磁界反応. 第26回日本生体磁気学会(福岡). 2011.6月.
 11. 大西秀明, 大山峰生, 相馬俊雄, 菅原和広, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. : 他動運動時の脳磁界反応について. 第46回日本理学療法学会(宮崎), 2011.5月.
 12. 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. 第26回日本生体磁気学会(福岡), 2011.6月.
 13. 大西秀明, 菅原和広, 大山峰生, 相馬俊雄, 桐本光, 田巻弘之, 村上博淳, 亀山茂樹. : 動的触覚刺激時における脳磁界反応. 第11回新潟医療福祉学会(新潟), 2011.10月.
 14. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 村上博淳, 亀山茂樹. : 視覚反応課題の運動練習が運動関連脳磁界に与える影響. 第11回新潟医療福祉学会(新潟). 2011.10月.
 15. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 桐本光, 鈴木誠, 村上博淳, 亀山茂樹. : 二点識別の脳内処理過程. 第11回新潟医療福祉学会(新潟). 2011.10月.
 16. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. : 示指神経に対する触圧覚刺激の体性感覚誘発脳磁界. 第54回日本手の外科学会, 2011.4.15-16.
 17. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 桐本光, 鈴木誠, 村上博淳, 亀山茂樹. : 両手二点識別の体性感覚誘発脳磁界. 第41回日本臨床神経生理学会(静岡), 2011.11月.
 18. 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. : 他動運動による体性感覚誘発脳磁界と運動範囲との関係. 第41回日本臨床神経生理学会(静岡), 2011.11月.
 19. 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), 2010.5月.
 20. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. : 視覚反応課題の習熟が運動関連脳磁界に与える影響. 第25回日本生体磁気学会.(千葉), 2010.7月.
 21. 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), 2010.11月.
 22. Onishi H, Oyama M, Soma T, Sugawara K, Kirimoto H, Murakami H, Kameyama S. : Projection of muscle afferents to the sensorimotor cortex after voluntary movement and electrical stimulation of a motor point A MEG study. 29th International Congress of Clinical Neurophysiology. (Kobe), 2010.11月.
 23. 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 大山峰生, 桐本光, 村上博淳, 亀山茂樹. : 運動誘発脳磁界を引き起こしている感覚受容器について. 第10回新潟医療福祉学会学術集会(新潟), 2010.10.23.
 24. 大西秀明, 大山峰生, 相馬俊雄, 菅原和広, 村上博淳, 亀山茂樹. : 触覚刺激および筋収縮時の大脳皮質活動. 第45回日本理学療法学会(岐阜), 2010.5.27-29.
 25. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 亀山茂樹. : 示指神経に対する触圧覚刺激の体性感覚誘発脳磁界. 第53回日本手の外科学会(新潟). 2010.4.17-18.
 26. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 桐本光, 亀山茂樹. : 示指神経に対する両側, 一側刺激の体性感覚誘発脳磁界. 第44回日本作業療法学会(仙台), 2010.6.11-13.
 27. 大山峰生, 大西秀明, 相馬俊雄, 菅原和広, 桐本光. : 両側示指刺激における体性感覚誘発脳磁界. 第10回新潟医療福祉学会学術集会(新潟) 2010.10.23.
 28. 菅原和広, 大西秀明, 相馬俊雄, 大山峰生, 村上博淳, 亀山茂樹. : 視覚反応課題に対する運動練習の効果. 第29回関東甲信越ブロック理学療法士学会(筑波), 2010.10月.

{図書}(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況（計0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0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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

相馬 俊雄 (SOMA TOSHIO)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・准教授
研究者番号：40339974

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

大西 秀明 (ONISHI HIDEAKI)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号：90339953
大山 峰生 (OYAMA MINEO)
新潟医療福祉大学・医療技術学部・教授
研究者番号：10367427
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
亀山 茂樹 (KAMEYAMA SHIGEKI)
独立行政法人・国立病院機構・西新潟中央病
院・院長
研究者番号：

