

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 4 月 1 日現在

機関番号：17401
 研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22500372
 研究課題名 (和文)
 脳-筋運動系への種々感覚入力の影響～コヒーレンス解析～
 研究課題名 (英文)
 Effects of a variety of sensory stimulations on motor cortex-muscle system -coherence analysis-
 研究代表者
 村山 伸樹 (MURAYAMA NOBUKI)
 熊本大学・大学院自然科学研究科・教授
 研究者番号：60094108

研究成果の概要 (和文)：脳において感覚システムから運動システムへの干渉作用については未だ良くわかっていない。ヒトが随意運動の中の一つである等尺性筋収縮を行っている最中に外部から感覚刺激（視覚、聴覚、体性感覚など）が入力された時、この刺激を情報処理している脳内の感覚システムにより運動システムがどのように影響されるのかを明らかにするために、頭皮上から脳波をまた第一背側骨間筋から筋電図を同時に記録し、これらの信号をコヒーレンス解析することで調べた。

研究成果の概要 (英文)：It is not yet understood that the interference action from sensory system to the motor system in the brain. To clarify what kind of influence the sense system in the brain had on the motor system when sense stimulation (vision or auditory or somatosensory) was applied from the outside while the subject performed isometric contraction movement, I recorded simultaneously EEGs from the scalp and EMG at the first dorsal intersseous muscle, and examined it because coherence analyzed these signals.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：脳科学

科研費の分科・細目：神経科学・神経科学一般

キーワード：脳・神経、脳-筋コヒーレンス、運動システム、感覚-運動系干渉作用、脳内意識レベル

1. 研究開始当初の背景

(1) 脳内の神経活動の活性化レベルの違いによって異種感覚同士の干渉作用 (attention も含めて) については心理学及び生理学において多くの研究がある (Lam et al. 1999, 2001, Maravita et al. 2002,

Spence and Walton 2005)。例えば、本を読むという視覚系が活動している際に、音を与えて聴覚系を活動させると種々の干渉作用が生じることが知られている (Molholm et al., 2002, Olson et al. 2002, Joassin et al. 2004)。しかしながら、脳内神経活動の活性

化の違いによって運動系（脳-筋）へどのような影響を与えるかについての報告は少ない。

(2) 脳-筋活動を定量的に評価する指標としては、EMG、F波、脳-筋コヒーレンス等がある。このうち、F波については、Haraら(2008)により、被験者が運動イメージを行っている時と行っていない時のF波を比較し、運動イメージ時のF波の出現頻度が低下して潜時が延長することを報告された。我々もまた睡眠時におけるF波を調べ、軽睡眠時（ステージI）のF波は覚醒時と比較して出現頻度が増加し、振幅が増大すること、また、REM睡眠時は各ステージと比較して最も出現頻度が低下し、その振幅が減少することを見いだした（片山，村山ら，医学検査，2004；片山，村山ら，医学検査，2005）。さらに、国際情動画像システムを用いてF波の変化を調べたところ、ヒトが驚くような画像（覚醒度 6.42，快感 3.79）の呈示時は、中性的な画像（覚醒度 3.29，快感 6.03）の呈示時と比較してF波の出現頻度は変化しないものの、振幅は増大することがわかり、情動も運動系に影響を与えることを報告した（片山，村山ら，臨床神経生理学，2006）。

(3) 次に、脳-筋コヒーレンスであるが、運動を行なう際は、脳内一次運動野から運動神経を介して筋に司令を行なっていることは良く知られていることで、等尺運動中にヒトの頭皮上の感覚運動野付近から導出した脳磁図や脳波と筋から導出した筋電図を同時に記録し、この二者間のコヒーレンスを求めるとβ波帯域（13-30Hz）で有意な相関を示すことが多くの研究で報告されている（脳磁図：Conway et al., 1995; Salenius et al., 1997; Murayama et al., NeuroImage, 2001; 脳波：Halliday et al., 1998, Mima and Hallet, 2001）。我々は、このコヒーレンス解析を用いて、被験者に親指と人差し指で物を掴むような運動課題を行なわせ、この運動の最中に○または×を1秒間隔でランダムに呈示するような視覚刺激を被験者に与えるのだが、被験者がこの刺激を無視する条件（Ignore）およびカウントする条件（Count）で実験を行い、β波帯域のコヒーレンス値がどのように変化するかを調べた。その結果、Ignore条件時のコヒーレンス値はコントロール時のそれに比べて有意に増加した。Count条件時のコヒーレンス値はコントロール時とほとんど変化がなかった。一方、暗算課題を課すとコントロール時に比べてコヒーレンス値は大きく減少した。このメカニズムにはα波（8-13Hz）およびγ波（30-50Hz）の変化が関与しており、attentionなどの脳内神経活動の活動状態が重要な役割を果たしていることがわかった（N.M. Safri, N.

Murayama et al., J. Int. Psychophysiol., 2006; N.M. Safri, N. Murayama et al., Brain Res., 2007）。

2. 研究の目的

本研究では、聴覚刺激および体性感覚刺激を与えた際に、これを無視する条件および認知する条件で実験を行い、これらの刺激に対する脳内活動レベルの差異によって運動系へどのような影響を及ぼすかを調べる。

- (1) 視覚刺激の場合は、脳の両半球視野に入力され、これを無視する、カウントすることで運動系へ大きな影響があることがわかっているが、聴覚刺激の場合は片側刺激や両側刺激などによって脳内の神経活動レベルが視覚刺激時とは大きく異なることが予想され、この影響を調べることは興味深い。
- (2) 体性感覚刺激では、運動を行なっている手掌と同側の正中神経刺激や対側正中神経刺激、さらには脳体部位再現において、より近隣の同側指刺激、対側指刺激といったより小さな領域の脳内神経活動レベルの違いを観察できるものと思われる。

3. 研究の方法

(1) 聴覚刺激実験

図1に示すように、被験者には椅子に座り、右手の親指と示指とで我々の開発した圧センサ付き掴み板を最大掴み力の約10%で掴んでもらい、等尺性筋収縮を1分間行ってもらおう。この際、頭皮上19ヶ所から脳波を記録し、同時に第一背側骨間筋から筋電図も記録する（コントロール）。次にこの実験条件に対して被験者にヘッドフォンを介して音刺激を与えて同様な記録を行う。さらに、再度コントロール実験を行う。これを1セットとして5セット実験を行う。

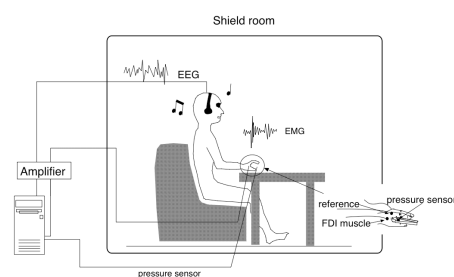


図1 聴覚刺激実験

- ① 両耳刺激-音圧変化条件：1000Hz のクリック音を両耳に同時に与える。この時あらかじめ被験者の可聴域を調べておき、パラメーターとして5段階の音圧

(可聴閾値上刺激、40dB、60dB、80dB、1000dB) を与えて、その際に音を無視する条件、カウントする条件を行なう。

- ② 両耳刺激-片耳無視およびカウント音条件:①の実験でコヒーレンス値が変化する最適音圧を調べた後に、その音圧を用いて 1000Hz のクリック音を両耳にランダムに与えて、音を無視する条件、どちらか一方の耳で聴いた音をカウントしてもらう条件を行なう。
- ③ 片耳刺激-無視およびカウント音条件: ヒトの声を被験者の片耳に与えて、これを無視する条件、意味を認知する条件を行なう。
- ④ 両耳刺激-無視および意味認知声条件: 1000Hz のクリック音の代わりに幾種類かの簡単なフレーズのヒトの声を被験者の両耳に同時に与え、これを無視する条件、意味を認知する条件を行なう。
- ⑤ 片耳刺激-無視および意味認知声条件: ヒトの声を被験者の片耳に与えて、これを無視する条件、および認知する条件を行う。

(2) 体性感覚刺激実験

図2に示すように、体性感覚刺激実験の各条件下で得られた脳波および筋電図に対してコヒーレンス解析を行ない、課題実験によってコヒーレンス値がコントロールのコヒーレンス値に比べてどのように変化するかを調べる。また、各条件下で脳波および筋電図の各周波数帯域でのパワースペクトル値の変化も同時に調べ、コヒーレンス値の変化に対応するパワー値の変化が存在するかどうかを調べる。

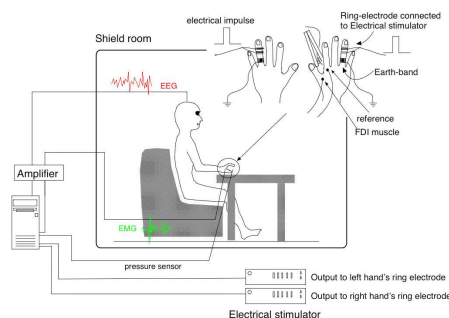


図2 体性感覚刺激実験

- ① 等尺性筋収縮を行っている手掌と同側または対側正中神経の刺激強度変化: 電気刺激は、刺激時間 $100 \mu \text{ sec}$ 、刺激間隔 1 秒として 5 段階 (閾値上刺激、閾値の 2 倍、3 倍、4 倍、5 倍) の刺激強度を与え、その際にこの刺激を無視する条件、カウントする条件を行なわせる。
- ② 等尺性筋収縮を行っている手掌と同側

および対側正中神経の電気刺激:①で得られた最適刺激強度を同側および対側正中神経にランダムに与え、この刺激を無視する条件、どちらか一方の刺激をカウントする条件を行なう。

- ③ 等尺性筋収縮を行っている手掌と同側または対側の指電気刺激: 電気刺激を同側または対側の中指に与え、この刺激を無視する条件、カウントする条件を行なわせる。また薬指、小指でも同様の実験を行なう。
- ④ 等尺性筋収縮を行っている手掌と同側および対側の指刺激: 電気刺激を同側および対側の中指に与え、この刺激を無視する条件、カウントする条件を行なわせる。また薬指、小指でも同様の実験を行なう。

4. 研究成果

(1) 聴覚感覚刺激

① クリック音による両耳同時刺激

1KHz のクリック音を両耳に同時に与える。この時の音圧として可聴閾値上刺激、40dB、60dB、80dB の 4 強度について、「音を無視する条件 (無視条件)」および「音をカウントする条件 (認知条件)」を行った。その結果、いずれの音圧を与えた際にも無視条件下で脳-筋コヒーレンスの大きさがコントロール時の大きさに比べて増加傾向にあったが、有意差は認められなかった ($P > 0.05$)。一方、認知条件下では脳-筋コヒーレンスの大きさは変化しなかった。

② クリック音による両耳ランダム刺激

上記の実験を基に最適音圧として 60dB に設定して 1kHz のクリック音を両耳にランダムに与え、刺激音を無視する無視条件および片方の耳に入ってくる音をカウントする認知条件を行った。その結果、無視条件下ではコントロール時と比較して脳-筋コヒーレンスの大きさは変化を示さなかった。一方、認知条件下では右耳への音をカウントする時および左耳への音をカウントする時も脳-筋コヒーレンスの大きさはコントロールの時の大きさと比較して増加傾向にあったが、有意差は認められなかった ($P > 0.05$)。

③ 朗読音刺激

ヒトの朗読音被験者の両耳に与えて、これを無視する条件、意味を認知する条件下で実験を行った。その結果、無視条件下では、脳-筋コヒーレンスはコントロール時と比較して有意な変化は認められなかった ($P > 0.05$)。一方、意味認知の条件下では、脳-筋コヒーレンスの大きさは、コントロール時のそれに比べて有意に減少した ($P < 0.05$)。

⑤ 両耳有声音刺激

ヒトの有声音「ば」および「が」を両耳にランダムに与えて、これを無視する条件およびどちらかの音をカウントする条件で実験を行った。その結果、無視条件および認知条件下の脳-筋コヒーレンスの大きさは、コントロール時のコヒーレンスの大きさと比較して有意な変化は認められなかった ($P>0.05$)。

⑥ 片耳有声音ランダム刺激

ヒトの有声音「ば」および「が」を片耳にランダムに与えて、これを無視する条件およびどちらかの音をカウントする条件で実験を行った。その結果、右耳に有声音を与えて、この音を無視する条件および認知する条件のいずれの条件下でもその時の脳-筋コヒーレンスの大きさは、コントロール時のコヒーレンスの大きさと比較して有意な変化は認められなかった ($P>0.05$)。また、左耳に有声音を与えた時も同様の結果であった ($P>0.05$)。

(2) 体性感覚刺激

聴覚刺激実験と同様に、親指と示指で把持器を持ち、等尺性筋収縮運動を行っている際に指電気刺激による体性感覚刺激を与え、これを無視する条件およびカウントする認知条件下で脳-筋コヒーレンスの大きさが何も刺激を与えていない条件下 (コントロール) における脳-筋コヒーレンスの大きさと比較してどのように変化するかを調べた。

① 両側中指電気刺激

等尺性筋収縮運動を行っている被験者の手掌と同側の中指および対側の中指に刺激電極を装着し、電気刺激のパラメーターを刺激周波数 1Hz、パルス幅 0.1ms、刺激強度を閾値の3倍に設定して刺激を与え、この刺激を無視する条件、カウントする条件を行わせた。その結果、無視する条件下の脳-筋コヒーレンスの大きさは、電気刺激を与えていないコントロール時の脳-筋コヒーレンスの大きさと比較して有意差はみられなかった。一方、認知条件下において、同側刺激および対側刺激のカウント時の脳-筋コヒーレンスの大きさはコントロール時のそれと比較して増大していたが、有意差は観測できなかった ($P>0.05$)。

② 同側中指および環指刺激

等尺性筋収縮運動を行っている被験者の手掌と同側の中指および環指に刺激電極を装着し、上記と同様な実験条件で刺激を行った。その結果、無視する条件下の脳-筋コヒーレンスの大きさは、電気刺激を与えていないコントロール時の脳-筋コヒーレンスの大きさと比較して有意差はみられなかった。一方、認知条件下においても中指刺激および環指刺激のカウント時の脳-筋コヒーレンスの

大きさはコントロール時のそれと比較していずれも増大していたが、有意差は観測できなかった ($P>0.05$)。

③ 対側親指および示指刺激

等尺性筋収縮運動を行っている被験者の手掌と対側の親指および示指に刺激電極を装着し、上記と同様な実験条件で刺激を行った。その結果、無視する条件下の脳-筋コヒーレンスの大きさは、電気刺激を与えていないコントロール時の脳-筋コヒーレンスの大きさと比較して有意差はみられなかった。一方、認知条件下においても親指刺激および示指刺激のカウント時の脳-筋コヒーレンスの大きさはコントロール時のそれと比較していずれも有意な変化はみられなかった ($P>0.05$)。

(3) 暗算課題

等尺性筋収縮運動を行っている被験者に1000から7を引いていくという暗算課題を行ってもらった。その結果、暗算時の脳-筋コヒーレンスの大きさは、コントロールの時と比べて信頼限界以下に大きく減少を示した。

(4) 結論

視覚刺激では○および×の様な単純な刺激を無視する条件下で脳-筋コヒーレンスの大きさはコントロール時のそれと比較して有意に増加し ($P<0.05$)、認知条件下では増大傾向にあるが有意差は認められないことが示されたが、聴覚刺激では、クリック音や有声音では無視条件下でも認知条件下でも脳-筋コヒーレンスの大きさの有意な変化はみとめられず、朗読音刺激における認知条件下で有意な減少を示した ($P<0.05$)。

このことは、視覚情報処理に関連する部位が脳内のかなりを占めていること、空間的情報処理を行うために同期性が高く、また、運動野との結合も強く、運動野の神経回路網における活動を変化させ、脳-筋間の指令を促進しているのではないかと推測される。一方、聴覚情報処理は時間的処理のために朗読音においては、その影響が現れたものと思われる。しかしながら、その影響が抑制的に働くことは興味深い。暗算課題でも運動野に対して抑制的に働くが、その影響は朗読音の減少効果とは大きく異なる。

体性感覚刺激における効果はほとんど観察できなかった。このことは、体性感覚野の各指の領域から運動野の親指および示指の領域には直接にはあまり連絡がないか連絡があってもわずかであることが示唆される。

(5) 今後の展望

今後は、この結果を国際雑誌に投稿すること、視覚刺激によるコヒーレンスの増大、および聴覚朗読刺激によるコヒーレンスの減

少について詳細な実験を行うことを計画している。

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 2 件)

- ① 田中博昭、林田祐樹、村山伸樹、伊賀崎伴彦、相互相関活動を持つヒト脳内複数信号源の推定～タッピング運動時の脳波および筋電図測定データを用いた解析～、臨床神経生理学、41 巻 7-17、2013、査読有
- ② 宮内翔平、村山伸樹、伊賀崎伴彦、指電気刺激法によるブレイン・コンピュータ・インタフェイスの開発～刺激呈示法の検討～、信学技法、112 巻 11-14 頁、2013、査読無
- ③ 碓山和弥、村山伸樹、伊賀崎伴彦、ワーキングメモリ課題の訓練効果と課題遂行中の脳波の関連性に関する基礎的研究、信学技法、112 巻 7-10 頁、2013、査読無
- ④ 秋吉洋行、伊賀崎伴彦、村山伸樹、連続運動イメージを用いた 2 方向制御 BCI の開発、信学技法、112 巻 15-20 頁、2013、査読無
- ⑤ 田中博昭、林田祐樹、村山伸樹、伊賀崎伴彦、相互相関活動を持つヒト脳内複数信号源推定に関する新手法の提案～脳波シミュレーションデータによる検証～、臨床神経生理学、40 巻 185-194、2012、査読有
- ⑥ 村山伸樹、脳波による意思伝達システム、化学工業、64 巻 39-45、2012、査読無
- ⑦ 田中博昭、林田祐樹、伊賀崎伴彦、村山伸樹、センサー解析情報を制約条件として取り込んだ脳電磁図の信号源推定～異周波数間で相関のある脳活動解析への応用～、信学技法、111 巻 23-28 頁、2012、査読無
- ⑧ S. Fextha, N. Murayama, Y. Hayashida, Effects of emotional stimulation on functional connection between brain and muscle in humans, Proc. Int. Con. On Complex Medical Engineering, Vol. 6, 734-738, 2012, 査読有
- ⑨ T. Igasaki, S. Kamada, Y. Hayashida, N. Murayama, Identification of sleeping quality by EEGs in humans, Proc. Int. Con. On Complex Medical Engineering, Vol. 6, 535-539, 2012, 査読有
- ⑩ A. M. Samble, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki, Visual information processing on symmetric and asymmetric objects in human brain -an evoked potential study-, Proc. Int. Con. On Complex Medical Engineering, Vol. 6, 90-95, 2012, 査読有
- ⑪ A. M. Samble, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki, An event-related potential study of the visual symmetry discrimination in human brain, Proc. of International Student Conference on Advanced Science and Technology, Vol. 7, 219-220, 2012, 査読無
- ⑫ 永田員広、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、ALS 患者向け BCI における意思伝達項目の階層的提示方法に関する検討、信学技報、111 巻 109-112 頁、2012、査読無
- ⑬ H. Akiyoshi, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki, Fundamental study for asynchronous-type BCI control: EEG modulation during actual motor task and motor imagery task, Proc. of International Student Conference on Advanced Science and Technology, Vol. 6, 201-202, 2011, 査読無
- ⑭ A. M. Samble, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki, Electrophysiological responses to asymmetric and symmetric object images in humans: A study of brain evoked potential, Proc. of International Student Conference on Advanced Science and Technology, Vol. 6, 197-198, 2011, 査読無
- ⑮ S. Fextha, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki, Effects of emotional simulation on motor cortex- muscle synchronaization in humans, Proc. of International Student Conference on Advanced Science and Technology, Vol. 6, 185-186, 2011, 査読無
- ⑯ 西橋正博、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、英語音声刺激が等尺性収縮運動時の脳-筋同期活動に及ぼす影響、信学技報、110 巻 99-102 頁、2011、査読無
- ⑰ 野田直軌、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、非同期式 Brain-computer Interface の開発-運動イメージ時の脳波オンライン解析-、信学技報、110 巻 26-31 頁、2011、査読無
- ⑱ 矢羽田将友、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、ブレイン・コンピュータ・コミュニケーションシステムのための刺激条件の検討-刺激の頻度と回数-、信学技報、110 巻 17-21 頁、2011、査読無
- ⑲ 永田員広、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、ブレイン・コンピュータ・コミュニケーションシステムのための刺激条件の検討-選択項目数と距離-、信学技報、110 巻 22-26 頁、2011、査読無

〔学会発表〕(計39件)

- ① 村山伸樹、西橋正博、金井美賀、伊賀崎伴彦、聴覚刺激のヒト脳-筋同期活動への干渉～純音、単純音声、英語文章音声刺激～、第29回日本脳電磁図トポグラフィ研究会、2012年9月14-15日、湘南国際村センター(葉山市)
- ② 村山伸樹、S. Fextha、伊賀崎伴彦、情動刺激のヒト脳-筋同期活動への干渉、第29回日本脳電磁図トポグラフィ研究会、2012年9月14-15日、湘南国際村センター(葉山市)
- ③ 村山伸樹、宮内翔平、伊賀崎伴彦、指電気刺激による脳波意思伝達システム、第29回日本脳電磁図トポグラフィ研究会、2012年9月14-15日、湘南国際村センター(葉山市)
- ④ 村山伸樹、筋電図計測における新しい展開～脳-筋コヒーレンス解析～、平成22年度計測自動制御学会中国支部チュートリアル講演会、2011年9月29日、岡山大学(岡山市)
- ⑤ 西橋正博、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、英語音声刺激による等尺性収縮運動時脳-筋コヒーレンスへの影響：コヒーレンススペクトルパターンの検討、第64回連合大会電気関係学会九州支部連合大会、2011年9月26-27日、佐賀大学(佐賀)
- ⑥ 野田直軌、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、運動イメージを用いた非同期式ブレイン・コンピュータ・インタフェースの開発：左右示指の運動イメージによる仮想物体操縦、第64回連合大会電気関係学会九州支部連合大会、2011年9月26-27日、佐賀大学(佐賀)
- ⑦ S. Fextha, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki、Effects of emotional stimulation on cortico-muscular coherence in humans、ICAST、2011年9月24-25日、Shandong Univ. (China)
- ⑧ S. Fextha, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki、Effects of emotional stimulation on cortico-muscle coherence in humans、第34回日本神経科学会、2011年9月15-18日、パシフィコ横浜(横浜市)
- ⑨ A. M. Samble, N. Murayama, Y. Hayashida, T. Igasaki、Brain evoked potentials to asymmetric and symmetric object images in humans、EFNS 2011、2011年9月10-13日、Budapest (Hungary)
- ⑩ 村山伸樹、脳波・筋電計測とその応用、日本機械学会第23回バイオエンジニアリング講演会、2011年1月9日、熊本大学(熊本市)
- ⑪ 西橋正博、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、脳-筋同期活動に対する英語音声刺激の干渉作用、平成22年度日本生体医工学会九州支部学術講演会、2011年1月8日、九州大学(福岡市)
- ⑫ Hayashida Y, Kanai M, Igasaki T, Murayama N、Cortico-muscular coherence in humans under auditory stimulation with pure tones、Int. Con. Clinical Neurophysiol.、2010. 10. 30、Kobe Int. Con. Center (Kobe, Japan)
- ⑬ 西橋正博、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、脳-筋同期活動に対する英語音声刺激の干渉作用、第63回電気関係学会九州支部連合大会、2010年9月25日、九州産業大学(福岡市)
- ⑭ 野田直軌、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、非同期性脳波を用いたBrain-computer Interfaceの開発[1]-タッピング運動時の脳波解析-、第63回電気関係学会九州支部連合大会、2010年9月25日、九州産業大学(福岡市)
- ⑮ 永田員広、伊賀崎伴彦、林田祐樹、村山伸樹、ヒト同期性脳波を用いた意思伝達システムの開発-画像を用いた刺激方法の検討-、第63回電気関係学会九州支部連合大会、2010年9月25日、九州産業大学(福岡市)

○出願状況(計1件)

1. 名称：ブレイン・コンピュータ・インターフェース及びブレイン・コンピュータインターフェースにおける対象物の制御方法

発明者：村山伸樹

権利者：熊本大学

種類：特願

番号：2011-279442

出願年月日：平成23年12月21日

国内外の別：国内

〔その他〕

ホームページ等

<http://brain.cs.kumamoto-u.ac.jp/kenkyu/cohe.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村山 伸樹 (MURAYAMA NOBUKI)

熊本大学・大学院自然科学研究科・教授

研究者番号：60094108