

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23591273

研究課題名(和文)意識変容にかかわるネットワークの機能動態の解明

研究課題名(英文)Dynamics of brain functional connectivity associated with alternation of consciousness

研究代表者

松本 理器(Matsumoto, Riki)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：00378754

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：意識障害・変容は、臨床医学の多岐の領域に関係する重要な病態であるが、その脳内ネットワークの動態の詳細は解明されていない。脳領域間の機能的結合を同定する侵襲的(皮質・皮質間誘発電位)および非侵襲的(脳波・機能的MRI同時計測)手法を用いて、それぞれ生理的な意識変容である睡眠と意識変容のモデル疾患であるてんかん脳症(視床下部過誤腫によるてんかん症候群)に焦点をあてた。睡眠時の皮質間結合性・興奮性は睡眠段階で動的に変容し、その動態は脳葉により異なった。てんかん性放電に関連して、意識の維持に必要なデフォルト・モード・ネットワークの神経活動の低下がみられ、てんかん性脳症の生成との関連が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Despite its significance in clinical neuroscience, the dynamic alternation of brain networks associated with alternation of consciousness still remains elusive. By means of invasive (cortico-cortical evoked potential: CCEP) and non-invasive (simultaneous recording of EEG and fMRI: EEGfMRI) methods that probe the brain connectivity or network, we investigated sleep, namely, physiological alternation of consciousness, and epileptic encephalopathy, a model of pathological chronic alternation of consciousness, respectively. The CCEP study revealed that cortico-cortical connectivity/excitability dynamically modulated as the sleep stage changed and its degree differed among lobes. EEGfMRI in patients with hypothalamic hamartoma (a model disease of epileptic encephalopathy) revealed that epileptic spikes decreased neural activities in the default mode network (DMN). Chronic exposure to spikes resulted in impairment of DMN and likely led to epileptic encephalopathy.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・神経内科学

キーワード：機能的結合 皮質間ネットワーク 意識変容 てんかん 睡眠 皮質皮質間誘発電位 脳波機能的MRI同時計測 デフォルト・モード・ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

(1) ヒトの意識の障害・変容は、臨床医学の多岐の領域に関係する重要な病態である。しかし、意識の維持・変容にかかわる脳内ネットワークおよびその動態は明らかでない。意識障害・変容は、古典的には脳波で評価されてきた。脳波は優れた時間分解能を有するが、記録および評価は大脳皮質に限定される。一方、神経機能画像であるポジトロン CT (FDG-PET) や機能的 MRI (fMRI) は、空間分解能に優れ全脳の糖代謝・血流を測定することができるが、時間分解能はすぐれず、患者の意識状態の「静的」評価は可能であるが、意識状態の「動的」変容を評価できない。

(2) 研究代表者は、侵襲的に脳領域間の機能的連関をヒト生体脳で検索する方法として、皮質・皮質間誘発電位 (cortico-cortical evoked potential: CCEP) の手法を開発し、本手法の先駆者として言語・高次運動に関わる機能ネットワークやてんかんネットワークの探索に臨床応用してきた。てんかん外科手術のための侵襲的術前評価に限られるが、皮質に硬膜下電極から安全性の確立された強度で単発電気刺激を与えて、皮質-皮質間伝播と判断される短潜時の誘発電位を隣接・遠隔皮質から記録する手法で、個々の患者脳で脳領域間の機能的結合を探索できる (Matsumoto et al., Brain 2004, 2007)。さらに、優れた時間分解能を有することから、記録される誘発電位 (CCEP) をネットワークの機能的結合性の指標として用いることができる。研究代表者らは、てんかん発作起始時のてんかん焦点内のネットワークの動的変容の解明に応用し (Matsumoto et al., Epilepsia 2005)、本手法を意識変容にかかわるネットワークの機能「動態」を評価するための方法論的な礎は形成されてきた。

(3) 研究代表者は、非侵襲的な、脳波と機能的 MRI の同時計測 (EEG-fMRI) の手法を用いて、全般および部分てんかんのてんかん性放電の生成に関わる皮質・皮質下構造ネットワークの解明を本邦で中心的に行ってきた (国内・国際シンポジウム招待講演、論文準備中)。本手法では、時間分解能に優れる脳波で記録される一過性事象 (神経活動) を、機能的 MRI の優れた空間分解能によって皮質のみならず皮質下構造物を含めた全脳で可視化することが可能となる。動的に変容する意識障害・変容にかかわる皮質・皮質下構造間のネットワークの同定に有用と考えられる。近年の研究では、意識維持・覚醒には皮質・皮質下構造 (視床など) 間のネットワーク、デフォルト・モード・ネットワーク (Raichle et al., PNAS 2001) の重要性が明らかとなり、てんかん発作時の一過性の意識障害、またそれが長期的に脳内に与える影響 (てんかん性脳症) の解明に、本手法を応用できる状況であった。

2. 研究の目的

本研究では、非侵襲的・侵襲的電気生理学的手法と非侵襲的脳機能イメージングを統合的に用いたシステム神経科学的手法によって、(1) 生理的な意識変容である睡眠時のネットワーク動態と、(2) 病的な意識変容のモデルである、てんかん発作時の一過性の意識減損、およびてんかん性放電の長期暴露による意識変容 (てんかん性脳症) にかかわる脳内ネットワークの解明をめざした。

3. 研究の方法

(1) 生理的な意識変容である睡眠時のネットワーク動態の解明

対象は、術前評価のために頭蓋内電極を留置した難治部分てんかん・脳腫瘍患者で、本研究計画に同意が得られた者とした。日中に脳機能・てんかんネットワーク同定のため施行した CCEP による皮質間結合地図をもとに、夜間睡眠時に、てんかん焦点から遠隔の皮質を低頻度刺激 (1 Hz) し CCEP を計測した。CCEP の代表的な構成成分である、神経細胞の興奮性を反映する最初の鋭い陰性成分 (N1) と、抑制を反映すると考えられる後続の陰性緩電位成分 (N2) を解析した。CCEP を機能的結合性の指標として、睡眠深度 (覚醒～深睡眠、レム睡眠) によるネットワークレベルでの機能的結合の変容を、睡眠ステージ間、脳葉間で比較検討した。

(2) てんかん性放電による一過性意識減損、長期的な意識変容に関わるネットワークの解明

視床下部過誤腫によるてんかん症候群は、長期的な意識変容のモデルであるてんかん性脳症を呈する代表的な難治てんかん症候群であり、本研究の対象とした。視床下部過誤腫の外科治療の中核施設である西新潟中央病院てんかんセンター亀山茂樹院長 (研究協力者) から対象患者の提供を受けた。本研究計画に同意を得られた患者を対象に、EEGfMRI の手法を用いて、頭皮上脳波で記録されたてんかん性放電に関連した皮質下を含む脳領域を個々の患者で可視化し、その上でグループ解析を行い、てんかん性脳症生成に関わる領域を同定した。

4. 研究成果

(1) 睡眠時の皮質間ネットワーク動態の解明

CCEP の振幅の検討からは、覚醒時とノンレム睡眠 (軽～深睡眠) では、皮質間の機能的結合性が異なり、また覚醒時とレム睡眠期では同様の機能的結合性がみられた。具体的には、覚醒時と比較しノンレム睡眠時では N1, N2 とともに大きさが増大した。脳葉間での機能的結合性の比較では、ノンレム睡眠では、前頭葉では他脳葉に比し、CCEP 振幅 (N1, N2) の増加がより顕著にみられた。本研究により、睡眠時の皮質間結合性・興奮性が睡眠段階で

動的に変容し、その動態が脳葉により異なることが、ヒトの脳で初めて明らかとなった。

N1のみならず、抑制を反映すると考えられる後続のN2がノンレム睡眠で増強されたことは、睡眠時の生理的意識変容の生理的基盤と考察された。また、前頭葉てんかんでは、他の脳葉由来の部分てんかんに比し、夜間の発作出現頻度が高いことが知られている。病態の生理的基盤として、ノンレム睡眠時に前頭葉の皮質結合性・興奮性が亢進することを明らかにした(国際学会発表, 論文準備中)。

近年、皮質脳波で記録される高ガンマ帯域(100-200Hz)の高周波活動(high gamma activities: HGA)は神経細胞発火の指標として注目されている。単発電気刺激で誘発される高周波律動(CCEP-HFA)の予備的研究からは、睡眠時、特にノンレム睡眠に、CCEP早期N1成分の直後に高周波活動の低下がみられ、睡眠時の意識減損の生理学的機序との関連が示唆された。現在多数例で、N1, N2との関係を含め、前方視的に研究を進めている。

(2) てんかん性放電による一過性意識減損、長期的な意識変容に関わるネットワークの解明

視床下部過誤腫を有する難治てんかん患者8名中6名で、てんかん性放電に関連し陽性BOLD反応が視床下部過誤腫の付着部位にみられた。個々の症例解析では、頭皮上脳波でてんかん性放電が記録された皮質領域への発作発射の伝播がみられ、個々の症例での多様なてんかん発作型の出現を裏付ける実証データが得られた。グループ解析では、付着部位に加えて脳幹被蓋と小脳(対側優位)に陽性BOLD反応がみられ、全例で共通してみられた笑い発作発現にかかわるネットワークと考えられた。一方、陰性BOLD反応(神経活動の低下)が、意識の維持に必要なデフォルト・モード・ネットワークおよび海馬でみられ、てんかん発作時の一過性の意識減損、および慢性病態としてのてんかん性脳症の生成との関連が示唆された(国際学会発表, 論文準備中)。

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 27 件)

1. Yamao Y, Matsumoto R, Kunieda T, Arakawa Y, Kobayashi K, Usami K, Shibata S, Kikuchi T, Sawamoto N, Mikuni N, Ikeda A, Fukuyama H, Miyamoto S. Intraoperative dorsal language network mapping by using single-pulse electrical stimulation. *Hum Brain Mapp*, 2014 E-pub doi: 10.1002/hbm.22479, in press
2. Takaya S, Ikeda A, Mitsueda-Ono T, Matsumoto R, Inouchi M, Namiki C, Oishi N, Mikuni N, Ishizu K, Takahashi R, Fukuyama H. Temporal Lobe Epilepsy with Amygdala Enlargement: A Morphologic and Functional Study. *J Neuroimaging* 24:54-62, 2014 doi: 10.1111/j.1552-6569.2011.00694.x.
3. Morimoto E, Okada T, Kanagaki M, Yamamoto A, Fushimi Y, Matsumoto R, Takaya S, Ikeda A, Kunieda T, Kikuchi T, Paul D, Miyamoto S, Takahashi R, Togashi K. Evaluation of Focus Laterality in Temporal Lobe Epilepsy: A Quantitative Study Comparing Double Inversion-Recovery MR Imaging at 3T with FDG-PET. *Epilepsia* 54:2174-83, 2013, doi: 10.1111/epi.12396.
4. Inouchi M, Matsumoto R, Taki J, Kikuchi T, Mitsueda-Ono T, Mikuni N, Wheaton L, Hallett M, Fukuyama H, Shibasaki H, Takahashi R, Ikeda A. Role of posterior parietal cortex in reaching movements in humans: Clinical implication for 'optic ataxia', *Clin Neurophysiol* 124: 2230-2241, 2013 doi: 10.1016/j.clinph.2013.05.011.
5. Takeuchi Y, Arakawa Y, Mikami Y, Matsumoto R, Miyamoto S. Dysembryoplastic neuroepithelial tumor with rapid recurrence of pilocytic astrocytoma component. *Brain Tumor Pathol* 31:144-8, 2013 doi: 10.1007/s10014-013-0155-z.
6. Usami K, Matsumoto R, Kunieda T, Shimotake A, Matsushashi M, Miyamoto S, Fukuyama H, Takahashi R, Ikeda A. Pre-SMA actively engages in conflict processing in human: A combined study of epicortical ERPs and direct cortical stimulation. *Neuropsychologia* 51:1011-1017, 2013 doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.02.002.
7. Fumuro T, Matsushashi M, Mitsueda T, Inouchi M, Hitomi T, Nakagawa T, Matsumoto R, Kawamata J, Inoue H, Mima T, Takahashi R, Ikeda A. Bereitschaftspotential augmentation by neuro-feedback training in Parkinson's disease. *Clin Neurophysiol* 124:1398-405, 2013 doi: 10.1016/j.clinph.2013.01.026.
8. Morimoto E, Kanagaki M, Okada T, Yamamoto A, Mori N, Matsumoto R, Ikeda A, Mikuni N, Kunieda T, Paul D, Miyamoto S, Takahashi R, Togashi K. Anterior temporal lobe white matter abnormal signal (ATLAS) as an indicator of seizure focus laterality in temporal lobe epilepsy: comparison of double inversion-recovery, FLAIR

- and T2W MR imaging. *Eur Radiol* 23:3-11, 2013 doi: 10.1007/s00330-012-2565-4.
9. Mitsueda-Ono T, Ikeda A, Sawamoto N, Aso T, Hanakawa T, Kinoshita M, Matsumoto R, Mikuni N, Amano S, Fukuyama H, Takahashi R. Internal structural changes in the hippocampus observed on 3-Tesla MRI in patients with mesial temporal lobe epilepsy. *Internal Medicine* 52:877-885, 2013 Epub 2013 Apr 15.
 10. Enatsu R, Matsumoto R, Piao Z, O'Connor T, Horning K, Burgess RC, Bulacio J, Bingaman W, Nair DR. Cortical negative motor network in comparison with sensorimotor network: A cortico-cortical evoked potential study. *Cortex* 49:2080-2096, 2013 doi: 10.1016/j.cortex.2012.08.026.
 11. Matsumoto R, Nair DR, Ikeda A, Fumuro T, Lapresto E, Mikuni N, Bingaman W, Miyamoto S, Fukuyama H, Takahashi R, Najm I, Shibasaki H, Lüders HO: Parieto-frontal network in humans studied by cortico-cortical evoked potential. *Hum Brain Mapp* 33:2856-2872, 2012 doi: 10.1002/hbm.21407.
 12. Kikuchi T, Matsumoto R, Mikuni N, Yokoyama Y, Matsumoto A, Ikeda A, Fukuyama H, Miyamoto S, Hashimoto N. Asymmetric bilateral effect of the supplementary motor area proper in the human motor system. *Clin Neurophysiol* 123:324-334, 2012 doi: 10.1016/j.clinph.2011.06.011.
 13. Matsumoto R, Imamura H, Inouchi M, Nakagawa T, Yokoyama Y, Matsushashi M, Mikuni N, Miyamoto S, Fukuyama H, Takahashi R, Ikeda A. Left anterior temporal cortex actively engages in speech perception: A direct cortical stimulation study. *Neuropsychologia* 49:1350-1354, 2011 doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.01.023.
 14. Wrench JM, Matsumoto R, Inoue Y, Wilson SJ. Current challenges in the practice of epilepsy surgery. *Epilepsy Behav* 22:23-31, 2011, doi: 10.1016/j.yebeh.2011.02.011. *selected as promising young investigator in clinical epilepsy research*, 総説
 15. Imamura H, Matsumoto R, Inouchi M, Matsushashi M, Mikuni N, Takahashi R, Ikeda A. Ictal wideband ECoG: Direct comparison between ictal slow shifts and high frequency oscillations. *Clin Neurophysiol* 122:1500-1504, 2011 doi: 10.1016/j.clinph.2010.12.060.
 16. Kobayashi K, Matsumoto R, Kondo T, Kawamata J, Hitomi T, Inouchi M, Matsushashi M, Takahashi R, Ikeda A. Decreased cortical excitability in Unverricht-Lundborg disease in the long-term follow-up: A consecutive SEP study. *Clin Neurophysiol* 122:1617-1621, 2011 doi: 10.1016/j.clinph.2011.01.039.
 17. Mitsueda-Ono T, Ikeda A, Inouchi M, Takaya S, Matsumoto R, Hanakawa T, Sawamoto N, Mikuni N, Fukuyama H, Takahashi R. Amygdalar enlargement in patients with temporal lobe epilepsy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 82:652-657, 2011 doi: 10.1136/jnnp.2010.206342.
 18. Naito E, Matsumoto R, Hagura N, Oouchida Y, Tomimoto H, Hanakawa T. Importance of precentral motor regions in human kinesthesia: A single case study. *Neurocase* 17:133-147, 2011 doi: 10.1080/13554794.2010.498428.
 19. Hitomi T, Ikeda A, Kondo T, Imamura H, Inouchi M, Matsumoto R, Terada K, Kanda M, Matsushashi M, Nagamine T, Shibasaki H and Takahashi R. Increased cortical hyperexcitability and exaggerated myoclonus with aging in benign adult familial myoclonus epilepsy. *Mov Disord* 26:1509-1514, 2011 doi: 10.1002/mds.23653.
 20. 中奥由里子, 眞木崇州, 金澤恭子, 松本理器, 福山秀直, 高橋良輔, 池田昭夫. Faciobrachial dystonic seizureで初発したくすぶり型の抗leucine-rich glioma-inactivated 1 (LGI1)抗体陽性辺縁系脳炎の1例. *臨床神経学* 53:706-711, 2013 http://www.neurology-jp.org/Journal/index_j.html
 21. 小林勝哉, 松本理器. 脳のゆらぎ・同期・オシレーション C. ヒトでの計測 6. 皮質脳波. *Clinical Neuroscience*, in press, 総説
 22. 武山博文, 松本理器, 三枝隆博, 池田昭夫. 側頭葉てんかんの認知機能と扁桃体. *Clinical Neuroscience*, 32(6), 680-2, 2014 総説
 23. 松本理器, 國枝武治, 池田昭夫. てんかんと脳内ネットワーク機構. *医薬ジャーナル* 49:1312-1320, 2013 https://www.iyaku-j.com/iyakuj/system/M2-1/summary_viewer.php?trgid=26660 総説
 24. 松本理器, 國枝武治, 池田昭夫. 高次脳機能イメージングの脳科学への展開: 皮質-皮質間誘発電位を用いたヒト大脳皮質間結合の探索. *BRAIN and NERVE*

- 64:979-991, 2012
<http://ej.islib.jp/ejournal/1416101284.html> 総説
25. 松本理器, 國枝武治, 高橋良輔, 池田昭夫. 臨床神経学と臨床神経科学の関連. **臨床神経学** 52:1084-1086, 2012
http://www.neurology-jp.org/Journal/index_j.html 総説
26. 小林勝哉, 松本理器. 陰性ミオクローヌス: 発生機序と解析. **Clinical Neuroscience**, 2012 30:807-812, 総説
27. 金澤恭子, 松本理器, 木下真幸子, 池田昭夫. てんかんに対する電気生理学的アプローチの新知見 - 検査と治療. **BRAIN and NERVE** 63:355-364, 2011,
<http://ej.islib.jp/ejournal/1416100879.html> 総説

[学会発表] (計 21 件)

招待講演

1. Matsumoto R. In vivo investigation of functional brain networks by CCEPs. In Symposium: Single pulse electrical stimulation to probe human brain connectivity and epileptogenicity, **International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN2014)**, Berlin, Germany, March 23, 2014
2. Matsumoto R. Dynamic modulation of neural oscillation under physiological and epileptic conditions. **Neural Oscillation Conference 2013**, Okazaki, Japan, July 18, 2013
3. Matsumoto R. Basal temporal language area: Evidence from direct cortical stimulation and local field potential recording. **World Federation of Neurology Research Group on Aphasia and Cognitive Disorders**, Hyderabad, India, Dec 10, 2012
4. Matsumoto R. Invasive exploration of human parieto-frontal network for higher-order motor control. **Korea-Japan Joint Symposium: Motor Network - Planning and Inhibition (JSPS)**, Seoul, South Korea, Feb 23, 2012
5. 松本理器, 國枝武治, 池田昭夫. てんかん病態下の脳内ネットワークの探索. **第 37 回日本脳神経 C I 学会**, 大宮, 2014 年 2 月 28 日
6. 松本理器, 國枝武治, 池田昭夫. てんかんと脳内ネットワーク. **第 18 回日本神経精神医学会**, 招待講演, 大阪, 2013 年 12 月 14 日
7. 松本理器, 宇佐美清英, 國枝武治, 池田昭夫. ヒトの睡眠は大腦皮質の興奮性・機能的結合性を変容させる: てんかんに

- 放電・皮質単発電気刺激からの知見 (シンポジウム 11 てんかんと睡眠-その密接な関連性-. **第 43 回日本臨床神経生理学会**, 高知, 2013 年 11 月 8 日
8. 松本理器, 國枝武治, 池田昭夫. 機能的線維追跡法を用いた脳機能結合地図の臨床応用 (シンポジウム 5 頭蓋内電極による脳機能検査の新展開). **第 43 回日本臨床神経生理学会**, 高知, 2013 年 11 月 7 日
 9. 松本理器. 正常・てんかん病態下の脳機能結合地図. **第 25 回臨床神経生理研究会 (九州)**, 福岡, 2013 年 8 月 17 日
 10. 松本理器, 三國信啓, 池田昭夫. 高次運動機能に関わる前頭・頭頂葉ネットワーク-皮質-皮質間誘発電位. シンポジウム: マッピングからネットワークの解析へ. **第 13 回日本ヒト脳機能マッピング学会**, 京都, 2011 年 9 月 2 日

一般演題

11. Yukihiro Yamao, Riki Matsumoto, Takeharu Kunieda, Yoshiki Arakawa, Sumiya Shibata, Rika Inano, Takayuki Kikuchi, Nobukatsu Sawamoto, Nobuhiro Mikuni, Akio Ikeda, Hidenao Fukuyama, Susumu Miyamoto. Intraoperative language network monitoring by means of cortico-cortical evoked potentials. **International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN2014)**, Berlin, Germany, March 21, 2014
12. Tomoyuki Fumuro, Riki Matsumoto, Masao Matsushashi, Akihiro Shimotake, Kiyohide Usami, Takeharu Kunieda, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. Correlation between scalp-recorded and subdural slow cortical potentials: direct comparison during neuro-feedback training. **International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN2014)**, Berlin, Germany, March 21, 2014
13. Kiyohide Usami, Riki Matsumoto, Nobukatsu Sawamoto, Hiroatsu Murakami, Morito Inouchi, Tomoyuki Fumuro, Akihiro Shimotake, Takeo Kato, Tatsuya Mima, Hiroshi Masuda, Hidenao Fukuyama, Shigeki Kameyama, Akio Ikeda. Epileptic network associated with hypothalamic hamartoma: an EEG-fMRI study. **Annual meeting of American Epilepsy Society 2013**, Washington D.C., USA, Dec 8, 2013
14. Riki Matsumoto, Takeharu Kunieda, Akihiro Shimotake, Hisaji Imamura, Katsuya Kobayashi, Kiyohide Usami, Takayuki Kikuchi, Hidenao Fukuyama,

- Ryosuke Takahashi, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto, Akio Ikeda. Basal temporal language area revisited in Japanese-its anatomy, function and connectivity. **Annual meeting of American Epilepsy Society 2013**, Washington D.C., USA, Dec 8, 2013
15. 松本理器, 國枝武治, 下竹昭寛, 小林勝哉, 宇佐美清英, 三國信啓, 福山秀直, 高橋良輔, 池田昭夫. Language comprehension network: imaging cortico-cortical connectivity from the posterior middle temporal gyrus with cortical stimulation. **第36回日本神経科学会**, 京都, 2013年6月20日
 16. Katsuya Kobayashi, Riki Matsumoto, Masao Matsuhashi, Kiyohide Usami, Akihiro Shimotake, Takeharu Kunieda, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. HFO correlates of cortico-cortical evoked potentials reveal altered excitability in the human epileptic focus. **Annual meeting of American Epilepsy Society 2012**, San Diego, USA, Dec 3, 2012
 17. Kiyohide Usami, Riki Matsumoto, Takefumi Hitomi, Katsuya Kobayashi, Akihiro Shimotake, Takeharu Kunieda, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. Sleep stage changes connectivity in human cortices: A cortico-cortical evoked potential study. **Society for Neuroscience 2012**, New Orleans, USA, Oct 17, 2012
 18. Kiyohide Usami, Riki Matsumoto, Nobukatsu Sawamoto, Hiroatsu Murakami, Morito Inouchi, Tomoyuki Fumuro, Akihiro Shimotake, Minoru Shibata, Takeo Kato, Hiroshi Masuda, Tatsuya Mima, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Shigeki Kameyama, Akio Ikeda. Hypothalamic hamartoma and its epileptic network: an EEG-fMRI study. **第46回日本てんかん学会**, 東京, 2012年10月11日
 19. Kiyohide Usami, Riki Matsumoto, Takefumi Hitomi, Katsuya Kobayashi, Akihiro Shimotake, Takeharu Kunieda, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. Sleep Changes the Degree of Connectivity in Human Cortices. **第35回日本神経科学会**, 名古屋, 2012年9月21日
 20. Hisaji Imamura, Riki Matsumoto, Shigetoshi Takaya, Morito Inouchi, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. Impaired integrity of the tract between the focus and the remote functional deficit zone in mesial temporal lobe epilepsy: A combined study of FDG-PET and diffusion tractography. **Annual meeting of American Epilepsy Society 2011**, Baltimore, USA, Dec 3, 2011
 21. Akihiro Shimotake, Riki Matsumoto, Masanori Kanazu, Hiroki Yamamoto, Masao Matsuhashi, Nobukatsu Sawamoto, Yukihiro Yamao, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto, Hidenao Fukuyama, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda. Comparison between fMRI and direct cortical stimulation for Clinical retinotopic mapping. **第34回日本神経科学大会**, 横浜, 2011年9月16日
- [図書] (計2件)
1. 松本理器. 頭蓋内脳波記録. 東京. 診断と治療社. てんかん専門医ガイドブック. 日本てんかん学会編. pp105-109, 2014, 編集書籍
 2. 松本理器. てんかん脳波とその評価. 脳神経外科医のための脳機能と局在診断. 橋本信夫監修, *in press*, 編集書籍
- [産業財産権]
- 出願状況 (計0件)
 - 取得状況 (計0件)
- [その他]
- ホームページ等
<http://epilepsy.med.kyoto-u.ac.jp>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
 松本理器 (京都大学・医学研究科・准教授)
 研究者番号: 00378754
 - (2) 研究分担者
 池田昭夫 (京都大学・医学研究科・教授)
 研究者番号: 90212761
 國枝武治 (京都大学・医学研究科・講師)
 研究者番号: 60609931
 澤本伸克 (京都大学・医学研究科・講師)
 研究者番号: 90397547
 松橋眞生 (京都大学・脳機能総合センター)
 研究者番号: 40456885
 - (3) 連携研究者 なし