

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592159

研究課題名(和文)脳磁図と機能的MRIを用いた脳内ネットワーク変容の解析：難治性てんかんの病態解明

研究課題名(英文)Analysis of dynamics in epileptic network with new method of MEG and functional MRI

研究代表者

國枝 武治 (Kunieda, Takeharu)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・講師

研究者番号：60609931

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年、てんかんの病態は複雑なネットワークを形成していることが示唆されているが、てんかん原性領域の広がりやその詳細な機構は明らかでない。我々は、時間的・空間的分解能に優れた脳磁図(MEG)を用いて、これまでの等価電流双極子(ECD)法とは異なる空間フィルター法で解析することで、時間的・空間的な広がりをもった可視化を行った。非侵襲的な脳機能画像、侵襲的な手法によるネットワーク解析法を確立して、空間フィルター解析法の妥当性と臨床的意義を検証し、難治性てんかんの病態解明に知見を還元した。

研究成果の概要(英文)：In recent years, although it is suggested that clinical condition of epilepsy forms pathologically complicated neural network, the extent of the epileptic areas and its organization in detail have not been clarified yet. We successfully visualized the spatial and temporal organization of epileptogenicity by means of the spatial filter analysis of magnetoencephalogram (MEG), instead of the conventional analysis of equivalent electric current dipole (ECD) model. Through comparison with non-invasive functional imaging and invasive analyzing technique of neural network, we inspected the validity and clinical significance of the spatial filter analysis, and added new knowledge in understanding pathological condition of intractable epilepsy.

研究分野：機能外科

キーワード：難治性てんかん ネットワーク MEG 空間フィルター法 機能的MRI

1. 研究開始当初の背景

難治性部分てんかんにおいては、てんかん焦点検索とともに脳機能の温存が必要になる。特に、焦点が脳機能部位近傍に存在する場合には、手術に伴う機能障害を予測して手術術式や手術適応を決定することが必要となる。すなわち、疾患の制御のために可及的に広い範囲の脳実質の切除を必要とする一方で、脳機能を温存しなければならないという、相反する二つの命題を満たす必要がある。現在の手法では、多発性に病変を認める場合や単一焦点に絞り込めない場合などにおいて、臨床的に外科治療が困難となっている。実際に、てんかん原性領域の広がりとその構成は重要視されており、単一領域の疾患と言うよりも、複雑なネットワークを形成していることが示唆され、この評価のための工夫が提唱されているが、てんかんの病態についての詳細な機構は判明していない。てんかん焦点検索は、古典的には頭皮上脳波で評価されてきた。この手法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、空間分解能は優れていない。一方、神経機能画像であるポジトロンCT (PET) は、空間分解能に優れ、 ^{18}F -FDGで全脳の糖代謝を測定することで間接的に脳機能を評価できるが、時間分解能は優れない。また、脳活動の「静的」評価は可能であるが、「てんかん」という動的に変化する病態を詳細に評価するには限界がある。一方、脳磁図(MEG)による空間解析の手法は、頭皮上脳波よりも空間分解能に優れており、全脳の範囲で記録が可能である。特に、これまでに焦点検索に用いられてきた、前提条件を必要とする解析方法である等価電流双極子 (ECD: Equivalent Current Dipole) とは異なり、電流源数などの仮定条件が不要で、恣意性の少ない空間フィルター最小ノルム法の一つであるsLORETA (standardized low resolution brain electromagnetic tomography) を用いて、てんかん性放電に関連する自発脳磁場の解析を行うことで、領域間の連関も含めて「動的」にてんかん原性を評価できる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究では、「難治性部分てんかん」にかかわるネットワークの統合的研究として非侵襲的検査で想定されたてんかん原性焦点とその領域間連関に焦点をあてる。時間的・空間的分解能に優れた脳磁図(MEG)を用いて、これまでのECD法とは異なる空間フ

ィルター法で解析することで、時間的・空間的な広がりをもった可視化を行う。この結果を、非侵襲的・侵襲的な他の手法と比較して、焦点検索の確実な検査法としての妥当性とともに、難治性部分てんかん病態下で動的に変容する皮質-皮質下構造間のてんかんネットワークを明らかにする。

3. 研究の方法

対象は、難治性部分てんかん患者で、術前評価のために頭蓋内電極慢性留置か覚醒下手術中の記録が必要と考えられる症例とした。通常の術前評価(頭皮上脳波・MRI・PET・SPECT)に加えて、MEGと安静時機能的MRI(rs-fMRI)の記録を行なう。

(1) 難治性部分てんかんのネットワーク動態の可視化と評価法の確立

(a) 非侵襲的計測: MEG空間フィルター法(sLORETA)による解析により、主に発作間欠期てんかん性放電を用いて、焦点検索とその時間的・空間的な広がりを可視化して、脳内ネットワークとしてのてんかん原性領域を視覚化することを試みた。同様に、rs-fMRIを解析することで、てんかん病態下で変容したネットワークの同定も試みた。術前評価で行った糖代謝PET(FDG-PET)で、正常被験者によるデータベースを基に、統計学的有意な代謝低下領域を同定できた症例において、画像解析の結果を比較・検討して、解析法の妥当性と臨床的意義を検証した。

(b) 侵襲的計測: 非侵襲的手法の一貫性は、大脳皮質からの直接記録による侵襲的な解析で評価することが最も確実であると考えられる。頭蓋内電極による直接記録によって脳内ネットワークの機能結合性を確認する手法として、電気生理学的手法として2004年の報告以降(Matsumoto et al., Brain 2004)、臨床応用が期待される皮質-皮質間誘発電位(Cortico-cortical evoked potential: CCEP)を術中に用いる。主に、多領域間ネットワークが機能維持に重要な言語機能に関して、解析法としての有用性と白質神経連絡路の同定について検証した。また、十分な皮質脳波記録を行うために必要な慢性留置頭蓋内電極の有用性と安全性を自験例から検討した。

(2) 難治性部分てんかん病態下の動的変容にかかわる脳内ネットワークの解明

初めに、難治性てんかん症例に対する外科治療介入による改善や発作予後について、長期間に渡って追跡可能な自験例を用いて、経時的な変化に着目して検証した。次に、

治療介入によるネットワークの変容を解析し、病態解明とともに外科手術選択の標準化・改善を図った。

4. 研究成果

(1)(a) 発作間欠期てんかん性放電の可視化：難治性部分てんかん症例において、非侵襲的脳機能イメージングであるMEGを従来のECDモデルではなく、MEG空間フィルター法による解析に行った。これによって、発作間欠期てんかん性放電の脳活動を時間的・空間的の広がりをもって可視化することができた。同一症例において、術前評価として記録されたFDG-PETで認められた、統計学的に有意な代謝低下領域の結果を比較・検討して、側頭葉てんかん症例5例において両解析法で空間的な範囲の一致を認めた。これによって本解析法の妥当性と臨床的意義が示されたため、学会発表を行い(5、9、17、27)、投稿論文を準備中である。しかし、他のモダリティであるrs-fMRIによる、解析法の妥当性と一貫性の評価は、十分な症例と一致した傾向をまとめることが期間内にできず、研究を継続とした。

(b) 頭蓋内電極を用いた脳内ネットワークの可視化：侵襲的な脳内ネットワークの電気生理学的解析法として、脳腫瘍症例において、術中にCCEPの手法を用いて、言語機能領域間の機能結合を証明した。さらには、解剖学的MRIでの繊維連絡と比較して、白質の繊維連絡路の直接記録を得ることに成功して、学会発表を経て術中モニタリングへの応用の可能性を示した(論文5)。また、頭蓋内電極による皮質脳波記録でのネットワークの可視化に関して十分な脳波記録を得るには慢性留置が必要と考えられる。長期間の頭蓋内電極留置の有用性ととも、自験例で影響を及ぼす危険因子を同定することに成功して、学会発表を行って、論文発表した(論文1)。今後は、この結果を踏まえて、安全に頭蓋内電極留置が可能となると考えられるが、実際の位置同定に関する方法では、3次元での位置同定に限界がある可能性が高い。この点に関して、画像の統合を行う際に齟齬が生じないようにする工夫が求められ、電極位置を画像で同定する研究を継続していく。

(2) てんかん病態下の治療介入による変容：難治性てんかんに対する外科的治療介入による改善や発作予後について、10年以上の長期間に渡っての自験例で、臨床像について経時的な変化に着目して検証した。治療介入直後の1-2年は良好な治療成績で

あるが、それ以降に発作再発が増加していることが示された(論文12)。この結果によって、治療介入による一次的な効果と、その後も見られる変容が示唆された。病態解明とネットワークの変容は多段階で変化しうることを考慮して、外科手術選択の標準化・改善を図ることが必要となる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計16件)

1. Shibata, S., T. Kunieda, R. Inano, M. Sawada, Y. Yamao, T. Kikuchi, R. Matsumoto, A. Ikeda, R. Takahashi, N. Mikuni, J. Takahashi, and S. Miyamoto, *Risk factors for infective complications with long term subdural electrode implantation in patients with medically intractable partial epilepsy*. World Neurosurg, 2015.
2. Matsumoto, R., N. Mikuni, K. Tanaka, K. Usami, K. Fukao, T. Kunieda, Y. Takahashi, S. Miyamoto, H. Fukuyama, R. Takahashi, and A. Ikeda, *Possible induction of multiple seizure foci due to parietal tumour and anti-NMDAR antibody*. Epileptic Disord, 2015.
3. Kanazawa, K., R. Matsumoto, H. Imamura, M. Matsushashi, T. Kikuchi, T. Kunieda, N. Mikuni, S. Miyamoto, R. Takahashi, and A. Ikeda, *Intracranially recorded ictal direct current shifts may precede high frequency oscillations in human epilepsy*. Clin Neurophysiol, 2015. **126**(1): p. 47-59.
4. Yamao, Y., R. Matsumoto, T. Kunieda, S. Shibata, A. Shimotake, T. Kikuchi, T. Satow, N. Mikuni, H. Fukuyama, A. Ikeda, and S. Miyamoto, *Neural correlates of mirth and laughter: A direct electrical cortical stimulation study*. Cortex, 2014.
5. Yamao, Y., R. Matsumoto, T. Kunieda, Y. Arakawa, K. Kobayashi, K. Usami, S. Shibata, T. Kikuchi, N. Sawamoto, N. Mikuni, A. Ikeda, H. Fukuyama, and S. Miyamoto, *Intraoperative dorsal language network mapping by using single-pulse electrical stimulation*. Hum Brain Mapp, 2014. **35**(9): p. 4345-61.
6. Shimotake, A., R. Matsumoto, T. Ueno, T. Kunieda, S. Saito, P. Hoffman, T. Kikuchi, H. Fukuyama, S. Miyamoto, R. Takahashi, A. Ikeda, and M.A. Lamborn Ralph, *Direct Exploration of the Role*

- of the Ventral Anterior Temporal Lobe in Semantic Memory: Cortical Stimulation and Local Field Potential Evidence From Subdural Grid Electrodes.* Cereb Cortex, 2014.
7. Inano, R., N. Oishi, T. Kunieda, Y. Arakawa, Y. Yamao, S. Shibata, T. Kikuchi, H. Fukuyama, and S. Miyamoto, *Voxel-based clustered imaging by multiparameter diffusion tensor images for glioma grading.* Neuroimage Clin, 2014. **5**: p. 396-407.
 8. Yamao, Y., T. Kunieda, T. Kikuchi, M. Matsushashi, N. Sawamoto, R. Matsumoto, T. Okada, S. Miyamoto, and A. Ikeda, *[Neuroimaging in epilepsy].* Brain Nerve, 2013. **65**(5): p. 573-81.
 9. Usami, K., R. Matsumoto, T. Kunieda, A. Shimotake, M. Matsushashi, S. Miyamoto, H. Fukuyama, R. Takahashi, and A. Ikeda, *Pre-SMA actively engages in conflict processing in human: a combined study of epicortical ERPs and direct cortical stimulation.* Neuropsychologia, 2013. **51**(5): p. 1011-7.
 10. Morimoto, E., T. Okada, M. Kanagaki, A. Yamamoto, Y. Fushimi, R. Matsumoto, S. Takaya, A. Ikeda, T. Kunieda, T. Kikuchi, D. Paul, S. Miyamoto, R. Takahashi, and K. Togashi, *Evaluation of focus laterality in temporal lobe epilepsy: a quantitative study comparing double inversion-recovery MR imaging at 3T with FDG-PET.* Epilepsia, 2013. **54**(12): p. 2174-83.
 11. Morimoto, E., M. Kanagaki, T. Okada, A. Yamamoto, N. Mori, R. Matsumoto, A. Ikeda, N. Mikuni, T. Kunieda, D. Paul, S. Miyamoto, R. Takahashi, and K. Togashi, *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, 2013. **23**(1): p. 3-11.
 12. Kunieda, T., N. Mikuni, S. Shibata, R. Inano, Y. Yamao, T. Kikuchi, R. Matsumoto, J. Takahashi, A. Ikeda, H. Fukuyama, and S. Miyamoto, *Long-term seizure outcome following resective surgery for epilepsy: to be or not to be completely cured?* Neurol Med Chir (Tokyo), 2013. **53**(11): p. 805-13.
 13. Matsumoto, R., T. Kunieda, R. Takahashi, and A. Ikeda, *[Clinical epileptology and clinical system neuroscience: two sides of the same coin].* Rinsho Shinkeigaku, 2012. **52**(11): p. 1084-7.
 14. Matsumoto, R., T. Kunieda, and A. Ikeda, *[In vivo investigation of human brain networks by using cortico-cortical evoked potentials].* Brain Nerve, 2012. **64**(9): p. 979-91.
 15. Kunieda, T., T. Kikuchi, and S. Miyamoto, *Epilepsy surgery: surgical aspects.* Curr Opin Anaesthesiol, 2012. **25**(5): p. 533-9.
 16. (総説)山尾幸広、國枝武治、菊池隆幸、松橋眞生、澤本伸克、松本理器、岡田知久、宮本享、池田昭夫、てんかん患者の脳画像診断、BRAIN and NERVE、Vol. 65 No. 5、pp573-581、2013
- [学会発表] (計 28 件)
1. Takeharu Kunieda, Nobuhiro Mikuni, Takayuki Kikuchi, Rika Inano, Taku Inada, Yuki Takahashi, Sei Nishida, Takuro Nakae, Sumiya Shibata, Yukihiro Yamao, Riki Matsumoto, Yoshiki Arakawa, Akio Ikeda, Susumu Miyamoto. Preoperative evaluation of language and memory dominance estimated by intracarotid propofol test. 68th Annual meeting of American Epilepsy Society, Seattle, USA, Dec 5-9, 2014
 2. 中江卓郎、松本理器、國枝武治、松橋眞生、下竹昭寛、宇佐美清英、小林勝哉、菊池隆幸、芝田純也、稲野理賀、西田誠、福山秀直、池田昭夫、宮本享 皮質単発刺激による誘発律動反応の生理学的検討 第 44 回日本臨床神経生理学会、福岡、2014 年 11 月 19-21 日
 3. 國枝武治、三國信啓、芝田純也、稲田拓、高橋由紀、西田誠、中江卓郎、稲野理賀、山尾幸広、菊池隆幸、舟木健史、荒川芳輝、西村真樹、吉田和道、高木康志、松本理器、池田昭夫、高橋良輔、宮本享 てんかん手術における頭蓋内深部電極・硬膜下電極の併用留置 第 48 回日本てんかん学会、東京、2014 年 10 月 2-3 日
 4. 國枝武治、山尾幸広、松本理器、鈴木健吾、荒川芳輝、菊池隆幸、稲田拓、高橋由紀、西田誠、中江卓郎、稲野理賀、芝田純也、澤本伸克、松本理器、三國信啓、池田昭夫、高橋良輔、宮本享 皮質-皮質間誘発電位を用いた言語機能の術中モニタリングへの応用 第 73 回日本脳神経外科学会学術総会、東京、2014 年 10 月 9-11 日
 5. 芝田純也、松橋眞生、國枝武治、山尾幸広、稲野理賀、中江卓郎、西田誠、高橋

- 由紀、稲田拓、菊池隆幸、松本理器、美馬達哉、池田昭夫、高橋良輔、福山秀直、宮本享 MEG をもちいた薬剤難治性てんかん患者における安静時脳内ネットワークの研究：少数陽性例の検討 第73回日本脳神経外科学会学術総会、東京、2014年10月9-11日
6. 中江卓郎、國枝武治、山尾幸広、西田誠、高橋由紀、稲田拓、稲野理賀、芝田純也、菊池隆幸、下竹昭寛、松本理器、池田昭夫、宮本享 優位側側頭葉の病変切除手術における意味性言語機能の変化と切除範囲の検討 第73回日本脳神経外科学会学術総会、東京、2014年10月9-11日
 7. Y. Yamao, R. Matsumoto, T. Kunieda, Y. Arakawa, S. Shibata, R. Inano, T. Kikuchi, N. Sawamoto, N. Mikuni, A. Ikeda, H. Fukuyama, S. Miyamoto. Intraoperative language network monitoring by means of cortico-cortical evoked potentials. 30th International Congress of Clinical Neurophysiology (ICCN), Berlin, Germany, March 19-23, 2014
 8. Sumiya Shibata, Takeharu Kunieda, Riki Matsumoto, Yukihiro Yamao, Rika Inano, Takayuki Kikuchi, Yoshiki Arakawa, Toshiya Sugino, Takeshi Funaki, Takafumi Mitsuhashi, Masaomi Koyanagi, Kazumichi Yoshida, Yasushi Takagi, Jun Takahashi, Akio Ikeda, Susumu Miyamoto Intraoperative Supplementary Motor Area (SMA) Monitoring for Medial Frontal Lesions 第37回日本てんかん外科学会、大阪、2014年2月6-7日
 9. Sumiya Shibata, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Yukihiro Yamao, Rika Inano, Takayuki Kikuchi, Hisaji Imamura, Shigetoshi Takaya, Riki Matsumoto, Akio Ikeda, Ryosuke Takahashi, Tatsuya Mima, Hidenao Fukuyama, Nobuhiro Mikuni, Susumu Miyamoto. Magnetoencephalography with Temporal Spread Image Method Could Show Propagation of Epileptic Activities. 67th Annual meeting of American Epilepsy Society, Washington DC, USA, Dec 6-12, 2013
 10. T. Kunieda, N. Mikuni, S. Shibata, R. Inano, Y. Yamao, T. Kikuchi, R. Matsumoto, J. Takahashi, A. Ikeda, H. Fukuyama, S. Miyamoto. Long-term Seizure Outcome following Resective Surgery for Epilepsy. 67th Annual meeting of American Epilepsy Society, Washington DC, USA, Dec 6-12, 2013
 11. 國枝武治、三國信啓、芝田純也、稲野理賀、山尾幸広、菊池隆幸、舟木健史、荒川芳輝、吉田和道、高木康志、高橋淳、松本理器、池田昭夫、宮本享 てんかん手術における頭蓋内深部電極の有用性 第72回日本脳神経外科学会学術総会、横浜、2013年10月16-18日
 12. 山尾幸広、國枝武治、松本理器、荒川芳輝、菊池隆幸、芝田純也、稲野理賀、鈴木健吾、澤本伸克、三國信啓、池田昭夫、宮本享 皮質-皮質間誘発電位を用いた言語白質線維路の術中機能モニタリング 第72回日本脳神経外科学会学術総会、横浜、2013年10月16-18日
 13. 中江卓郎、山尾幸広、芝田純也、稲野理賀、菊池隆幸、荒川芳輝、國枝武治、三國信啓、宮本享 術中 MEP モニタリングにおける深部電極の活用 第72回日本脳神経外科学会学術総会、横浜、2013年10月16-18日
 14. 國枝武治、三國信啓、芝田純也、稲野理賀、山尾幸広、菊池隆幸、松本理器、池田昭夫、宮本享 てんかん切除術後の長期予後 第47回日本てんかん学会、小倉、2013年10月11-12日
 15. Sumiya Shibata, Takeharu Kunieda, Rika Inano, Masahiro Sawada, Yukihiro Yamao, Yoshiki Arakawa, Jun Takahashi, Yasushi Takagi, Riki Matsumoto, Akio Ikeda, Susumu Miyamoto. The influence of propofol on electrocorticography at the irritable zone and the seizure onset zone 第47回日本てんかん学会、小倉、2013年10月11-12日
 16. Sumiya Shibata, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Yukihiro Yamao, Rika Inano, Takuro Nakae, Takayuki Kikuchi, Riki Matsumoto, Akio Ikeda, Ryosuke Takahashi, Tatsuya Mima, Hidenao Fukuyama, Susumu Miyamoto. ANALYSIS OF SOMATOSENSORY EVOKED FIELD BY USING TEMPORAL SPREAD IMAGE **ISACM** 2013(International Society for the Advancement of Clinical Magnetoencephalography meeting)、札幌、2013年8月27-30日
 17. 芝田純也、松橋眞生、國枝武治、山尾幸広、稲野理賀、菊池隆幸、松本理器、池田昭夫、高橋良輔、美馬達哉、福山秀直、三國信啓、宮本享 てんかん外科術前検査におけるMEGの有用性—病変診断と機能検査— 第28回日本生体磁気学会、新潟、2013年6月7-8日
 18. 稲野理賀、菊池隆幸、芝田純也、山尾幸広、國枝武治、松本理器、池田昭夫、三國信啓、宮本享 脳内病変患者における、

- Wada test による言語及び記憶の優位側方に影響を与える因子の検討 第36回日本てんかん外科学会、岡山、2013年1月17-18日
19. Sumiya Shibata, Takeharu Kunieda, Rika Inano, Masahiro Sawada, Yukihiro Yamao, Yoshiki Arakawa, Akira Ishii, Kazumichi Yoshida, Masato Hojo, Jun Takahashi, Yasushi Takagi, Riki Matsumoto, Akio Ikeda, Susumu Miyamoto. The influence of propofol on intraoperative electrocorticography during awake craniotomy. 第36回日本てんかん外科学会、岡山、2013年1月17-18日
 20. S. Shibata, T. Kunieda, R. Inano, M. Sawada, Y. Yamao, T. Kikuchi, R. Matsumoto, A. Ikeda, N. Mikuni, S. Miyamoto. Infective Complications could be Lessened with Long Term Intracranial Electrode Implantation Before Surgery in Patients with Medically Intractable Partial Epilepsy. 66th Annual meeting of American Epilepsy Society, San Diego, USA, Nov 30-Dec 5, 2012
 21. T. Kunieda, Y. Arakawa, T. Kikuchi, Y. Yamao, S. Shibata, R. Inano, R. Matsumoto, A. Ikeda, N. Mikuni, R. Takahashi, S. Miyamoto. Current usage of perioperative antiepileptic drugs for surgical cases of supratentorial tumor. 66th Annual meeting of American Epilepsy Society, San Diego, USA, Nov 30-Dec 5, 2012
 22. 國枝武治、芝田純也、山尾幸広、稲野理賀、菊池隆幸、荒川芳輝、石井暁、吉田和道、北条雅人、高橋淳、高木康志、松本理器、池田昭夫、三國信啓、高橋良輔、宮本享 難治部分てんかん症例における、頭蓋内電極埋め込み術の併存病態 第71回日本脳神経外科学会学術総会、大阪、2012年10月17-19日
 23. 山尾幸広、松本理器、國枝武治、荒川芳輝、菊池隆幸、芝田純也、稲野理賀、澤本伸克、三國信啓、池田昭夫、福山秀直、宮本享 皮質-皮質間誘発電位を用いた言語白質線維路の術中モニタリング法の開発 第71回日本脳神経外科学会学術総会、大阪、2012年10月17-19日
 24. 芝田純也、國枝武治、稲野理賀、澤田真寛、山尾幸広、菊池隆幸、小林勝哉、宇佐美清英、金澤恭子、下竹昭寛、今村久司、松本理器、池田昭夫、宮本享 覚醒下手術においてプロポフォルが皮質脳波に与える影響 第71回日本脳神経外科学会学術総会、大阪、2012年10月17-19日
 25. 稲野理賀、菊池隆幸、芝田純也、山尾幸広、國枝武治、松本理器、池田昭夫、三國信啓、宮本享 Wada test を用いた、言語及び記憶の優位側決定に影響を与える因子の検討 第71回日本脳神経外科学会学術総会、大阪、2012年10月17-19日
 26. 國枝武治、荒川芳輝、菊池隆幸、山尾幸広、芝田純也、稲野理賀、松本理器、池田昭夫、三國信啓、高橋良輔、宮本享 テント上腫瘍性病変における周術期抗てんかん薬使用の現状 第46回日本てんかん学会、東京、2012年10月11-12日
 27. 芝田純也、松橋眞生、國枝武治、山尾幸広、稲野理賀、菊池隆幸、今村久司、高屋成利、松本理器、池田昭夫、高橋良輔、福山秀直、三國信啓、宮本享 内側側頭葉てんかんにおけるてんかん性脳波活動の進展様式 第46回日本てんかん学会、東京、2012年10月11-12日
 28. 芝田純也、松橋眞生、國枝武治、荒川芳輝、菊池隆幸、横山洋平、山尾幸広、三國信啓、松本理器、今村久司、麓直浩、下竹昭寛、高屋成利、宮本享、池田昭夫 MRI 上明らかな病変を認めず、脳磁図 (MEG) 検査が焦点探索に有効であった難治てんかんの一例 第46回日本てんかん学会、東京、2012年10月11-12日
- 〔図書〕(計0件)
- 〔産業財産権〕
出願状況(計0件)
取得状況(計0件)
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
國枝 武治 (KUNIEDA TAKEHARU) 京都大学・医学研究科・講師
研究者番号: 60609931
- (2) 研究分担者
松本 理器 (MATSUMOTO RIKI) 京都大学・医学研究科・准教授
研究者番号: 00378754
松橋 眞生 (MATSUHASHI MASAO) 京都大学・学内共同利用施設等・准教授
研究者番号: 40456885
宮本 享 (MIYAMOTO SUSUMU) 京都大学・医学研究科・教授
研究者番号: 70239440
澤本 伸克 (SAWAMOTO NOBUKATSU) 京都大学・医学研究科・講師
研究者番号: 90397547