

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10894

研究課題名(和文) 白質刺激を用いたてんかん波伝播のメカニズム解析

研究課題名(英文) The role of white matter during propagation of epileptic activity - Experimental study using white matter stimulation

研究代表者

押野 悟 (Oshino, Satoru)

大阪大学・医学系研究科・准教授

研究者番号：40403050

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：脳は、表面の皮質にある神経細胞とそれらを繋ぐ白質という線維で構成されている。てんかん発作では、一部の神経細胞が過剰に興奮し、様々な部位に広がってしまう。我々は何らかの異常信号が白質を伝わり、他の部位が興奮しやすい状態になってしまうために発作が広がると推測した。本研究では、白質に様々な刺激を与え、どのような場合に神経細胞が過剰に興奮する状態になるかを動物実験で調べた。脳梁という左右の脳を繋ぐ大きな線維がある特定の周波数で刺激した場合に、期待した通りてんかんでみられるような異常な波形が観察された。その他にも興味深い所見もいくつか得られ、てんかんの病態の解明に繋がるべく解析を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

てんかんは頻度の高い疾患だが、その病態については依然不明な点が多い。本研究では白質線維を特定の条件で刺激することで、連結する神経細胞の興奮性が増し、てんかんと類似した状態になるという結果が得られた。またその状態でさらに神経細胞を刺激した場合は、脳の興奮状態によって更に興奮が強まったり、逆に弱まったりする現象がみられた。本研究で得られた知見は、てんかんの病態解明のヒントとなるだけでなく、てんかん焦点の検索などの臨床応用の可能性もあると期待される。

研究成果の概要(英文)：The brain consists of neuron in the superficial cortex and the fibers called white matter that connect them. During an epileptic seizure, some neurons become hyperexcited and spread to other parts. We speculated that some abnormal signal could be transmitted through the white matter, making remote cortex more likely to be excited and that the seizure activity would spread. In this study, we investigated whether fiber stimulation could evoke hyperexcitabile state on the remote cortex in animal experiments.

Stimuli were applied to a large fiber called the corpus callosum, which connects the left and right hemispheres. When we stimulated at a specific frequency, an abnormal epileptic like waveforms were observed, as we expected. Several other interesting findings were also obtained, and we are proceeding with analysis to understand the pathological condition of epilepsy.

研究分野：機能神経外科

キーワード：てんかん 機能神経外科 脳波

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

てんかんは有病率が1.0%と頻度が高く、予期せぬ発作により日常生活に様々な支障をきたす疾患である。種々の新規抗てんかん薬が開発されたものの難治例は依然多く、それらに対して外科治療が検討される。外科治療の理想はてんかんの「焦点」の切除であるが、特定の病変や、内側側頭葉てんかんなどの病態以外ではその同定は難しく手術成績も満足のいくものではない。最終的に「焦点」は頭蓋内電極によって検索されるが、仮にある領域が推定されても、機能障害の面から切除できない部位も多い。てんかん発作時には、焦点で生じた発作性の電気活動がその周辺から遠隔部に伝播する現象がみられ、発作の大きさや重篤度に関与する。てんかんの治療を考えた場合、焦点を切除する以外に、この伝播を制御するのも大きな課題である。

頭蓋内脳波による観察では、てんかん発作時にはまず背景活動に attenuation などの変化がみられ、その後で異常な律動波が拡がる。この病的な律動波は、時に隣接しない遠隔部位や対側半球にも伝播するが、波及先の領域でも背景活動の変化が先行し異常律動波が出現することが多い。これらの事実から、てんかんの発作波形がそのまま増幅されて拡がるのではなく、波及先の皮質の興奮性が変化した後で発作波が出現する、つまりてんかんの発作時異常電気活動は、焦点から連続する白質線維を介して、皮質の抑制機能が先に障害されてから伝播すると推測した。

脳皮質の律動活動の源は視床-皮質間の相互作用で、てんかん発作時にはそれが変化すると考えられる。我々ではてんかん発作時の皮質脳波の振幅が特定の周波数に強く干渉される現象 (Coupling 現象) を2016年に報告したが、同現象は発作波形を呈した電極の一部にのみ観察されるもので、焦点との関連性が検討されている。運動や視覚関連領域皮質でみられる活動時の事象関連脱同期や同期現象からも、脳では機能領域別に皮質の興奮性に深く関連した周波数帯域があり、それが生理的な活動にも病的なてんかん発作時にも変化すると推測される。

本研究では、てんかん発作が遠隔に伝播する際に、白質からの電気信号で皮質の興奮性が変化する現象を確認することを目的とした。白質線維を様々な周波数帯域で刺激することで、脳の興奮性がどのように変化するのかを検討するもので、将来的にはてんかん発作の予防や、逆にてんかんの焦点検索への応用も期待して計画した。

2. 研究の目的

本研究は、白質の電気刺激により皮質の興奮性が変化するのか、特に特定の刺激条件でてんかん性異常波が誘発、増強されるかを動物実験で検証することを目的とした。刺激する白質は、大脳半球の広範囲に連絡する脳梁とし、実験では脳梁が発達し、手術で直接操作が可能なネコを用いた。先行研究 (科研 H26-28 年度、26462208) で用いたペニシリンによる皮質てんかんモデルを作成したが、惹起されるてんかん性異常波の形態は激しく、電気刺激のみでは制御不能な非可逆的な変化が生じていたと考えられたため、本研究では皮質に対する局所の電気刺激で生じる after discharge (AD) と呼ばれる現象に注目した。AD は実臨床の脳の機能マッピング中にしばしば観察される可逆的な現象で、てんかんの焦点だけでなく、その近傍皮質でも生じることが知られている。また急性期の動物実験では、電気刺激により AD がみられても同部位が後のてんかん焦点にはならないことが知られているため、本研究ではこの AD をてんかんの病的な興奮性の指標として採用した。

実験では刺入電極を用いて脳梁を様々な条件で刺激し、線維連絡のある皮質の脳波を記録した。また、脳表に局所刺激を加え AD が生じるか、またそれが脳梁の刺激条件によってどのように変化するかを観察した。

3. 研究の方法

実験は、成ネコを用い、大阪大学医学部動物実験施設のガイドラインに則り、承認された計画書に準じて実施した。大阪大学統合生理学の三好博士の指導の下、全身麻酔、気管内挿管管理とし、頭部を専用のフレームに固定した。局所麻酔薬による鎮痛下に右側に開頭を設け、まず皮質計測用のシート型の脳表電極を留置した。次に定位手術装置を用いて左側の頭蓋骨に小孔を設け、脳梁に向かい刺入電極を2本留置し固定した。尚、2017年度当初は半球間裂間を手術用顕微鏡下に剥離し、画鋸型の刺激電極を直接刺入していたが、半球間裂の癒着や架橋静脈の個体差が大きく脳梁の穿刺部が一定しないこと、及びその侵襲性を考慮し、2018年度より定位装置を用いた上記手法に変更した。また右脳のシート電極も当初は刺激用電極と計測用電極の両者を装備したものを使用したが、刺激を繰り返すうちに電荷によるアーチファクトが強まったため、2018年度に計測用シート電極に小孔を設け、刺激用のボール電極を挿入して刺激する手法に変更した。

脳梁の刺激電極は、定位手術装置を用いて Horsley-Clarke coronal level の A7, 16(mm)で正中より左に4mm、脳表から各々9.2mmと8.0mmに刺入し固定した。右脳は小孔を設けた13極のシート電極で網羅し、まずコントロールとして安静時の背景活動を計測した後、1, 5, 10, 25, 50, 100Hzの各周波数での脳梁刺激下に右の皮質脳波の変化を計測した。なお、脳梁は1mA、100 μ sの強度で刺激した。その後、脳表皮質をボール電極で刺激(50Hz、500 μ s、1.0V)しADを中心としたてんかん性異常波が生じるかを観察した。脳表は50秒間隔で10秒ずつ刺激し、それを計6回繰り返した後で、脳梁刺激のみを60秒加えたあと中止し、刺激なしの状態を60秒計測して1つのデータとし保存した。これを脳梁の刺激周波数を変更しながら、計測した。

全条件での計測を終了後は、全身麻酔のままバルビツール(ソムノペンチル)の静脈内過剰投与(200mg/kg)により安楽死させ、脳を固定し電極刺入部と測定した皮質間との線維連絡を確認した。

4. 研究成果

2017年度に各種電極を試作し実験法も改良した結果、2018年度以降は安定して実験が完遂できた。しかし、2018年の大阪北部地震による麻酔器を含む機器が破損したことや、大阪大学中大動物実験施設の事情により外部施設へ実験動物の飼育を委託せざるを得なくなったことなどから、研究費が不足し、当初の計画より少ない計4匹で実験となった。更に4例中1例は、脳梁刺激のノイズが大きく、固定後の確認で電極刺入部がやや深く脳室に届いていたため、オフライン解析からは除外した。

解析では波形の肉眼的観察に加え、各刺激入力前後の5秒間での δ (4-8)、 θ (8-13)、 α (13-30)、 β (30-50)、 γ (50-80)、ripple(80-120)の各帯域のパワー変化をFFT解析で求めた。また、皮質や脳梁刺激開始を0秒とし前後30秒間の時間周波数Wavelet解析(-30から25秒間を基準)も実施した。

脳梁刺激による効果として、1Hzと100Hzでは肉眼的には顕著な脳波変化はなかったが、5~50Hzでは全般性の振幅増加に加え、高振幅の棘徐波が観察された。特に10、25、50Hzではspikeと高振幅sharpが混在したburst様の波形が再現性高く出現し、特に前方外側の電極(A5)にみられた。同部位は一次運動感覚野近傍に相当した。FFTによるパワー解析では、5から50Hzの脳梁刺激直後でhigh γ とripple帯域でのパワーが増強し、 β 帯域が抑制される現象がみられた。特に25Hzの脳梁刺激ではhigh γ とrippleのパワー増強が顕著であった。ただし、脳梁刺激を継続すると、 β や γ 帯域のパワーが時間経過とともに上昇、high γ とrippleは逆に減少する例が観察された。Wavelet解析では刺激ノイズは混在するものの、同様の所見、つまり脳梁刺激開

始後に 30Hz 前後のパワー減少がみられた。一方高振幅の burst 波形は Wavelet 解析すると θ ~ high γ までの広範囲に成分が増強されているもので、実臨床のてんかん頭蓋内脳波例の発作間欠期にみられる burst 波形と類似していた。まとめると、脳梁刺激では、時間経過とともに間欠的な burst 波形の頻度は増し、白質の刺激により連結皮質の異常興奮性が増したと考えられた。一方、背景活動の周波数別のパワー分布自体は、初期に変化が生じるものの、経過とともに戻る傾向がみられた。

次に脳表刺激を加えたが、4 例ともどの脳梁刺激条件下でも典型的な AD の波形、つまりてんかん発作時にみられる律動的な波形は観察されなかった。経時的に上記の burst 波形の頻度は増したが、それらは脳表刺激直後ではなく、15-40 秒後に群発する傾向がみられた。つまり、皮質刺激により、burst 波が 10 秒程度抑制される結果であった。そして 1 セット 5 回の脳表刺激のうち、2-3 回目以降からこの現象が観察された。Wavelet 解析では、初回もしくは 2 回目の皮質刺激までは刺激直後に burst 様のパワー分布や ripple 成分のパワー増強がみられたが、刺激が繰り返されるうちに、刺激後 10 から 15 秒程度は広範囲、特に 20-80Hz 近傍のパワーが抑制され、その後 burst 波が頻発する所見が観察された。周波数別のパワーの経時変化では α 、 β は特定の部位で増減が大きいものの 1 データセット通して平均すると大きな変動はなかった。一方、high γ と ripple 帯域のパワーは、5-50Hz(特に 25Hz)の脳梁刺激が続くにつれ緩やかな上昇し、途中からは脳表刺激による抑制と戻りを繰り返すというパターンで、この傾向は概ね全電極で観察された。

結果を総括すると、10-50Hz の脳梁刺激により皮質の興奮性は変化し、高周波成分のパワーの増強、burst 波形が出現するなどの現象が観察され、刺激時間が増すにつれその程度も増加した。一方、その状況下で脳表刺激によるてんかん波の誘発を試みたところ、初期には興奮性に作用したが、途中からは逆に抑制性の作用がみられた。実際、てんかんの焦点皮質の発作性放電を電気刺激によって抑制するデバイスも開発されている事実から、皮質の状態により、刺激が興奮性にも抑制性にも作用する現象が観察されたものと考えられる。初回の脳表刺激のみを調べると ripple 帯域の活動遷延する現象は新たな知見で、臨床例でも確認したところ、マッピング時に特定の電極で同様の現象が確認された。これまでは肉眼的に発作波形の観察に加え、刺激後の周波数変動を解析するという手法で、てんかん原性領域の新たな検索法に応用できる可能性が示唆された。N 数の関係で、統計処理は難しいが、今後も解析を継続する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Tanaka M, Tani N, Maruo T, Oshino S, Hosomi K, Saitoh Y, Kishima H	4. 巻 114
2. 論文標題 Risk Factors for Postoperative Delirium After Deep Brain Stimulation Surgery for Parkinson Disease.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 World Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 518-523
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.wneu.2018.03.021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryohei Fukuma, Takufumi Yanagisawa, Masataka Tanaka, Fumiaki Yoshida, Koichi Hosomi, Satoru Oshino, Naoki Tani, and Haruhiko Kishima	4. 巻 5
2. 論文標題 Real-Time Neurofeedback to Modulate β -Band Power in the Subthalamic Nucleus in Parkinson's Disease Patients	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eNeuro	6. 最初と最後の頁 246
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1523/ENEURO.0246-18.2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 谷 直樹、押野 悟、細見 晃一、圓尾 知之、柳澤 琢史、後藤 雄子、田中 将貴、井上 洋、山本 祥太、橋本 洋章、齋藤 洋一、貴島 晴彦	4. 巻 57
2. 論文標題 Parkinson病に対するSTN-DBS low frequency 刺激の長期follow up	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 機能的脳神経外科	6. 最初と最後の頁 89-93
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kishima H, Kato A, Oshino S, Tani N, Maruo T, Khoo HM, Yanagisawa T, Edakawa K, Kobayashi M, Tanaka M, Hosomi K, Hirata M, Yoshimine T	4. 巻 39(3)
2. 論文標題 Navigation-assisted trans-inferotemporal cortex selective amygdalohippocampectomy for mesial temporal lobe epilepsy; preserving the temporal stem.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neurol Res	6. 最初と最後の頁 223-230
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/01616412.2016.1275458.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yokoe M, Mano T, Maruo T, Hosomi K, Himokawa T, Kishima H, Oshino S, Morris S, Kageyama Y, Goto Y, Shimizu T, Mochizuki H, Yoshimine T, Saitoh Y	4. 巻 47
2. 論文標題 The optimal stimulation site for high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation in Parkinson's disease: A double-blind crossover pilot study.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Clin Neurosci	6. 最初と最後の頁 72-78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jocn.2017.09.023.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Tanaka, Naoki Tani, Tomoyuki Maruo, Satoru Oshino, Koichi Hosomi, Youichi Saitoh, Haruhiko Kishima.	4. 巻 114
2. 論文標題 Risk Factors for Postoperative Delirium After Deep Brain Stimulation Surgery for Parkinson's Disease	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 World Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 518-523
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wneu.2018.03.021.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto H, Hirata M, Takahashi K, Kameda S, Katsuta Y, Yoshida F, Hattori N, Yanagisawa T, Palmer J, Oshino S	4. 巻 8
2. 論文標題 Non-invasive quantification of human swallowing using a simple motion tracking system.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 5095
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-23486-0.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 R. FUKUMA, T. YANAGISAWA, S. NISHIMOTO, M. TANAKA, S. YAMAMOTO, S. OSHINO, Y. KAMITANI, H. KISHIMA
2. 発表標題 Decoding natural scenes in semantic space from electrocorticography signals
3. 学会等名 Society for Neuroscience 2018(SfN) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 貴島 晴彦、小林 真紀、山本 祥太、田中 將貴、橋本 洋章、柳澤 琢史、押野 悟、谷 直樹
2. 発表標題 頭蓋内電極を用いた小児てんかん患者の脳機能マッピング
3. 学会等名 第46回日本小児神経外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福間 良平、柳澤 琢史、西本 伸志、田中 將貴、山本 祥、押野 悟、神谷 之康、貴島 晴彦
2. 発表標題 皮質脳波を用いた視覚刺激の意味空間推定
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 KHOO HUI MING、Frauscher Briggit、Gotman Jean、谷 直樹、押野 悟、貴島 晴彦
2. 発表標題 後帯状皮質てんかんの一例
3. 学会等名 第14回日本てんかん学会近畿地方会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本 祥太、柳澤 琢史、福間 良平、枝川 光太郎、岡田 英樹、荒木 俊彦、Hui Ming Khoo、谷 直樹、押野 悟、小林 真紀、田中 將貴、吉峰 俊樹、原田 達也、貴島 晴彦
2. 発表標題 深層学習を用いた波形診断の標準化と新たな波形 特徴の探索
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第77回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hui Ming Khoo、Jeffery Hall、Francois Dubeau、谷 直樹、押野 悟、貴島 晴彦
2. 発表標題 定位脳波記録 (SEEG) : その安全性と有用性について
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第77回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本 祥太、押野 悟、クー ウィミン、谷 直樹、柳澤 琢史、田中 將貴、橋本 洋章、貴島 晴彦
2. 発表標題 頭蓋内電極留置術での合併症を避けるための工夫
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本 洋章、平田 雅之、亀田 成司、吉田 史章、柳澤 琢史、押野 悟、吉峰 俊樹、貴島 晴彦
2. 発表標題 ディープラーニングを用いた嚙下時頭蓋内脳波解読
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 HUI MING KHOO、Nicolas von Ellenrieder、Natalja Zazubovits、Danial He、谷 直樹、押野 悟、貴島 晴彦、Francois Dubeau、Jean Gotman
2. 発表標題 Spike Onset Zone と EEG-fMRI 解析
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柳澤 琢史、福岡 良平、西本 伸志、中村 優一郎、押野 悟、神谷 之康、貴島 晴彦
2. 発表標題 BMI技術を応用した脳磁図・皮質脳波からの脳機能マッピング
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本 洋章、平田 雅之、亀田 成司、吉田 史章、柳澤 琢史、押野 悟、吉峰 俊樹、貴島 晴彦
2. 発表標題 頭蓋内電極、Kinect V2、電気声門図、咽頭マイクを用いたマルチモーダル嚥下計測
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細見 晃一、清水 豪士、森 信彦、眞野 智生、渡邊 嘉之、柴田 政彦、寒 重之、Khoo Hui Ming、谷 直樹、押野 悟、貴島 晴彦、齋藤 洋一
2. 発表標題 中枢性脳卒中後疼痛の機能結合の変化
3. 学会等名 第48回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 谷 直樹、押野 悟、クー ウィ ミン、山本 祥太、平田 雅之、貴島 晴彦
2. 発表標題 側頭葉てんかん術後の言語性記憶力変化と術前背景
3. 学会等名 第42回日本てんかん外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 押野 悟、谷 直樹、クー ウィ ミン、柳澤 琢史、山本 祥太、橋本 洋章、平田 雅之、貴島 晴彦
2. 発表標題 てんかん外科治療に対する新規抗てんかん薬の影響
3. 学会等名 第42回日本てんかん外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Khoo Hui Ming、谷 直樹、押野 悟、貴島 晴彦、Gotman Jean、
2. 発表標題 てんかん原生の可視化：脳波と機能的 MRI の同時計測でわかること
3. 学会等名 第42回日本てんかん外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 押野 悟、谷 直樹、細見 晃一、クー ウィ ミン、柳澤 琢史、山本 祥太、齋藤 洋一、貴島 晴彦
2. 発表標題 不随意運動に対する機能神経外科の現状
3. 学会等名 第58回日本定位・機能神経外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本 祥太、押野 悟、柳澤 琢史、田中 将貴、橋本 洋章、平田 雅之、貴島 晴彦
2. 発表標題 てんかん外科における頭蓋内電極の有用性と課題
3. 学会等名 第76回 日本脳神経外科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 谷 直樹、押野 悟、細見 晃一、柳澤 琢史、田中 將貴、貴島 晴彦
2. 発表標題 楔前部海馬機能的結合と側頭葉てんかんの言語性記憶機能の解析
3. 学会等名 第51回 日本てんかん学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 押野 悟、柳澤 琢史、田中 將貴、橋本 洋章、山本 祥太、平田 雅之、貴島 晴彦
2. 発表標題 頭蓋内脳波の現状と成果
3. 学会等名 第51回 日本てんかん学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 押野 悟、谷 直樹、柳澤 琢史、田中 將貴、井上 洋、山本 祥太、橋本 洋章、平田 雅之、貴島 晴彦
2. 発表標題 脳梁離断術の工夫と手術成績
3. 学会等名 第41回 日本てんかん外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 洋、押野 悟、柳澤 琢史、田中 將貴、山本 祥太、橋本 洋章、谷 直樹、貴島 晴彦
2. 発表標題 頭蓋内脳波の発作波伝播様式から考える後頭葉てんかんの発作症候
3. 学会等名 第41回 日本てんかん外科学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	貴島 晴彦 (Kishima Haruhiko) (10332743)	大阪大学・医学系研究科・教授 (14401)	
研究分担者	山本 祥太 (Yamamoto Shota) (20795728)	大阪大学・医学部附属病院・医員 (14401)	
研究分担者	三好 智満 (Miyoshi Tomomitsu) (70314309)	大阪大学・医学系研究科・助教 (14401)	
研究分担者	中村 元 (Nakamura Hajime) (80533794)	大阪大学・医学系研究科・助教 (14401)	