

令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K10890

研究課題名(和文)機能連絡解析を駆使したてんかん外科コネクトームマップと定位的脳波記録による実証

研究課題名(英文)Connectome map for epilepsy surgery originated by network imaging analysis and its justification by stereotactic electroencephalography (SEEG)

研究代表者

前澤 聡 (Maesawa, Satoshi)

名古屋大学・脳とこころの研究センター・特任教授

研究者番号：90566960

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：焦点性てんかんに対して安静時fMRIやEEG-fMRI、MEGの新規ネットワーク解析を行い、コネクトームマップを作成しSEEGにて検証した。安静時fMRIの複層的解析では焦点側に強いHubを形成し、対側に向かっての促進性の、またDMNへ抑制性の結合を形成して病態に関連する事が分かった。MEGでは修正DS法を開発しEEG-fMRIではsubsecond解析を開発して、ネットワーク的な焦点診断をより正確にした。Hubより各ネットワークへの結合性の強さを示す新しい指標を開発しコネクトームマップとした。SEEGではまたcoherenceを解析で焦点が形成するネットワークを評価可能である事が分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義としては、焦点性てんかんはネットワーク疾患である、という仮説に基づいてネットワーク的な解析を行う事で、てんかんの焦点、及び焦点より形成されるてんかん性ネットワークを明らかにした事が挙げられる。特に安静時fMRI、EEG-fMRI、MEGといったモダリティは非侵襲的であり、改良を加え新規解析を開発した点は、てんかん患者にとって非侵襲的で有効な検査法が増えた事となり、社会的意義が高い。SEEG(定位的頭蓋内電極による脳波記録)は海外で導入が始まっているが日本は遅れをとっており、その安全且つ有効な手法を確立し日本で最初に示し、更に脳波解析の可能性を示した点も意義がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate epileptogenic networks in focal epilepsy using novel modalities such as rsfMRI, MEG, and EEG-fMRI, create the connectome map, and justify with stereotactic electroencephalography (SEEG). Multilayer analysis with rsfMRI revealed epileptogenic hubs near the focus with excitatory connection to the contralateral hubs and inhibitory connections to the default mode network, and this may reflect pathological mechanism in focal epilepsy. Modified DS(distributed source) analysis in MEG and subsecond analysis in EEG-fMRI improved detection of epileptic focus and its networks. Novel metrics for demonstrating connectivity to canonical networks were created, and used as a connectome map. SEEG analyzed with coherence showed relationship between epileptic focus and its networks.

研究分野：てんかん外科

キーワード：安静時fMRI EEG-fMRI MEG SEEG 焦点性てんかん 焦点診断

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

脳内神経回路の可視化技術は急速に進歩し、その全容解析を使命とした human connectome project (1) では、安静時 fMRI を中心に新たな画像解析技術を数多く生産し、結合性解析より個人の脳内マップが作成できる時代の到来が期待される背景があった。また、てんかん患者の約 3 割が薬剤抵抗性であり外科手術が考慮されるが、良好な治療成績を得るには、術前の正確な焦点及び伝播経路の同定が必須である。焦点性てんかんの病態は多様であり、脳波や MRI、PET、SPECT など様々なモダリティで極力非侵襲的に診断する事が求められるが決して容易ではない。このような背景の中で、神経回路解析の発展に伴って、焦点性てんかんをネットワーク疾患と捉える概念的基盤が広まりつつあった(2)。つまり、てんかん焦点を中心とした脳内神経回路の変容、これはてんかん性活動の伝播様式や、症状発現の病態を含むが、これを安静時機能的 MRI (安静時 fMRI)、magnetoencephalography (MEG)、脳波-機能的 MRI 同時記録装置 (EEG-fMRI) など最新の神経回路解析手法を使う事で明らかとして、術前情報として活用しようという動向がてんかん学研究分野で見られるようになった。

また SEEG(定位的深部脳波記録: stereotactic encephalography)は侵襲的な頭蓋内脳波記録の一手段であり、具体的には深部電極を脳内にナビゲーションや定位手術ロボットを使って正確に 10 本程度留置する手法である。従来の硬膜下電極による手技に比べて、広範囲の電気生理学的活動を記録でき、合併症が少ない方法として利点が多いとされる。ヨーロッパで始まった手技ではあるが、この 10 年程で急速に米国を含む全世界で普及しつつあった。本邦ではこの定位手術ロボットの普及が遅れていたが、当センターのある名古屋大学の脳神経外科はこれを有しており、SEEG を行える環境が整っていた。この SEEG の結果を解析して脳内神経回路を明らかにする研究も世界では散見される様になり、てんかん外科学における神経回路解析研究に拍車をかけていた。

### 2. 研究の目的

第一の目的は、焦点性てんかんはネットワーク疾患であるという仮説を基に、安静時 fMRI、MEG、EEG-fMRI といった各種モダリティを使って詳細にネットワーク解析を行うことで発作起始領域、興奮領域、症状発現領域との関係を明らかにして、てんかん原生領域(epileptogenic zone)、即ち外科的摘出でてんかんを抑制できると推定される領域、を同定する事である。その結果を外科治療の際に行われる SEEG で各部位から直接的に脳波測定を行う事で実証し、また術後の摘出範囲やてんかん抑制予後、合併症の有無と比較検討する事が第二の目的である。

### 3. 研究の方法

本研究は研究期間内にモダリティごとに大別される下記の 4 つの研究を遂行する。(1) 安静時 fMRI を使ったネットワーク解析 (2) MEG を使ったネットワーク解析、(3) EEG-fMRI を使ったネットワーク解析、(4) SEEG による実証とネットワーク解析、である。

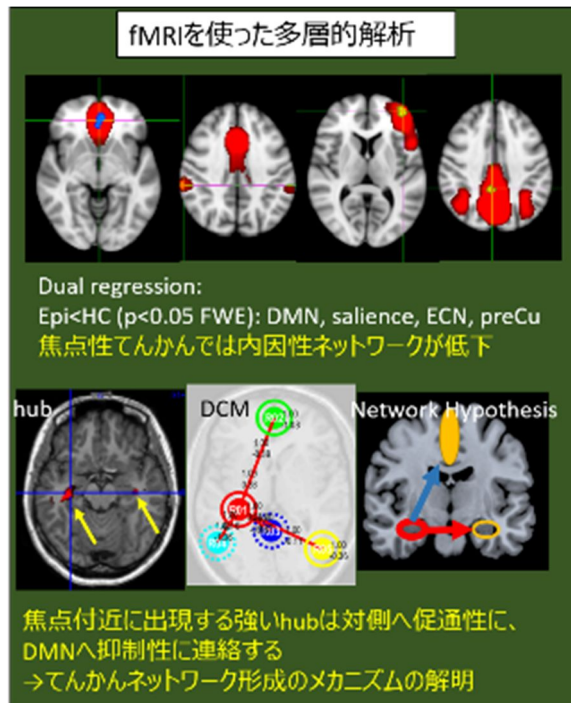
- (1) 安静時 fMRI を使った複層的脳内大域ネットワーク解析: 対象は焦点性てんかん患者 20 例 (平均 34.6 歳) で、全例で焦点診断 (右/左 = 9/11、前頭葉 4、側頭葉 12、頭頂葉 3、帯状回 1) の後にてんかん外科が施行されている。年齢、性別を適合した 20 例の健常群を対照として、術前の構造的 MRI 及び安静時 fMRI を使って、以下の 4 段階の複層的解析を後方視的に施行した。第一段階: VBM(volume based morphometry)による二群間の構造の比較、第二段階: dual regression analysis による脳内ネットワークの二群間比較、第三段階: individual analysis として、hub 解析による焦点付近の hub の検出、及び手術成績との比較、第 4 段階: ベイズモデルを使った stochastic dynamic causal modeling (sDCM) にて焦点側 hub と対側 hub、及び default mode network (DMN) との因果結合性の検討を行った。
- (2) MEG を使った distribution source (DS) 法の改良による焦点診断能の向上と視床核群のネットワーク変化の検討: 対象は焦点性てんかん患者 19 例で全例術前 MEG を行い、焦点切除後一年以上経過している。修正 DS 法では 3D head model を使い sLORETA に permutation test、FDR を加えた。従来の Equivalent current dipole (ECD) 法と比較検討した。次いで MTLE (内側側頭葉てんかん) 8 例において、IED 出現前後の視床核群、DMN のネットワーク変化について検討した。特に今回は視床背内側核 (dorsomedial: DM 核) を検討した。MD 核は内側前頭前野および海馬と相互に接続を持ち、陳述記憶に関わる海馬 - 皮質、および皮質 - 皮質相互作用のゲートと考えられている。MEG spike の onset を 0 として rest (-3 ~ -6)、pre (-3 ~ 0)、spike (0 ~ 3)、post (3 ~ 6) の時間窓の領域間の connectivity を計算した。
- (3) EEG-fMRI の subsecond 解析を使つててんかん焦点術前診断の有用性: 本センターで開発した EEG-fMRI の新規解析法である subsecond 解析を実際のてんかん外科症例 13 例で retrospective に検討した。従来の event related (ER) 解析と比較して cluster の出現部位を術後の切除範囲と発作コントロール両方の因子で検討した。
- (4) SEEG と硬膜下電極併用法の有用性の検討と spike 周辺の脳内ネットワーク変化の検討: 我々は海外の報告より少なめの本数の深部電極を留置し、硬膜下電極を併用する方法を考案し、その有用性を検証した。またこのうち 側頭葉てんかん患者 SEEG と硬膜下電極併用の頭蓋内電極留置を行い、脳波記録を行なったもの。発作時脳波、発作間欠期 spike が記録され

ていて評価可能なもの。側頭葉内側構造（海馬）、側頭葉外側構造（側頭葉皮質）、前頭葉皮質（伝播先）に電極が置かれているもの。後に手術を行い Engel class1 を得たもの。5名の患者を対象として、発作間欠期及び発作時のてんかん性活動が、脳内ネットワークにどのような変化をもたらすか脳波記録の coherence を解析した。EMSE システムでそれぞれの領域の発作間欠期（ベースライン, spike 直前, spike, spike 出現直後）の脳波を切り出し、coherence を計算した。発作時脳波においても同様にそれぞれの領域で発作出現の前、発作前半、発作中半、発作終盤、発作後で coherence を比較した。

#### 4. 研究成果

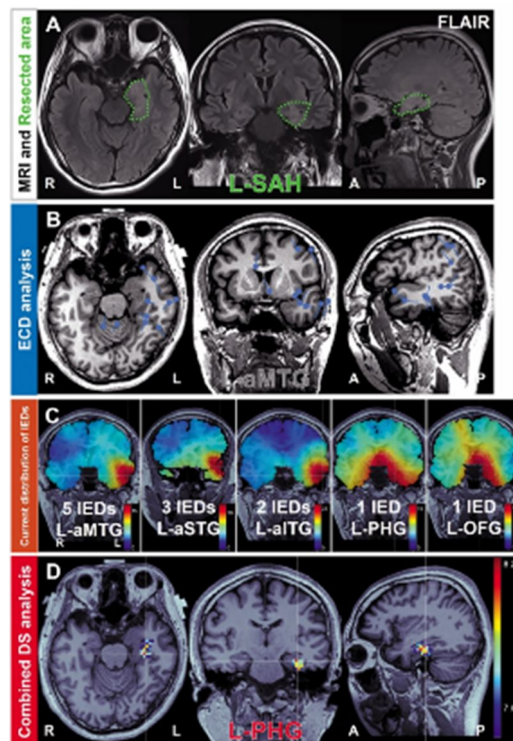
- (1) 安静時 fMRI を使った複層的脳内大域ネットワーク解析：VBM では二群間に構造的有意差を認めず、ネットワーク解析では焦点性てんかん群にて DMN、左遂行制御、セイリエンス、背側注意ネットワークで著明低下を認めた (FWE,  $P < 0.05$ )。hub 解析では焦点側に 85%、対側に 80% で hub が見られ、焦点側に高い側方性は良好な手術成績と相関した。sDCM では焦点側 hub より対側 hub に向かっての促進性結合が、また DMN に向かっての抑制性結合が観察された。焦点性てんかんでは、多様な焦点局在を有するにも関わらず、また健常群に比して明らかな容積変化がないにも関わらず、DMN の様な内向性ネットワークの著明な低下を示した。焦点側の強い結合性部分、つまり hub は、対側と促進的結合する事で、二次性焦点を形成し、また DMN と抑制的結合する事で、高次脳機能障害を引き起こしている可能性が示唆された。

【図 1 は安静時 fMRI を使った多層的解析のサマリを表す。左上図は DMN (赤) とてんかん群で低下している領域 (青)、右上図は遂行制御ネットワーク (赤) とてんかん症例での低下領域 (黄色) を示す。左下図では右内側側頭葉てんかん症例で強い hub を焦点付近に示すが、対側 (左) にもみられる。下図中の様に DCM で検討したところ、右下図が示す様に、対側には促進性 (赤) の、DMN には抑制性 (青) の結合が見られた。】 【図 1】



- (2) MEG を使った DS 法の改良による焦点診断能の向上と視床核群のネットワーク変化の検討：modified DS 法は焦点と実際の切除範囲 (Engel class1) との一致率を ECD 法の 68.4% から 86.4% へ向上させた。特に深部領域焦点の診断能が向上し 81.8% であった。(Ishizaki T, Maesawa S, Sci Rep. 2020)

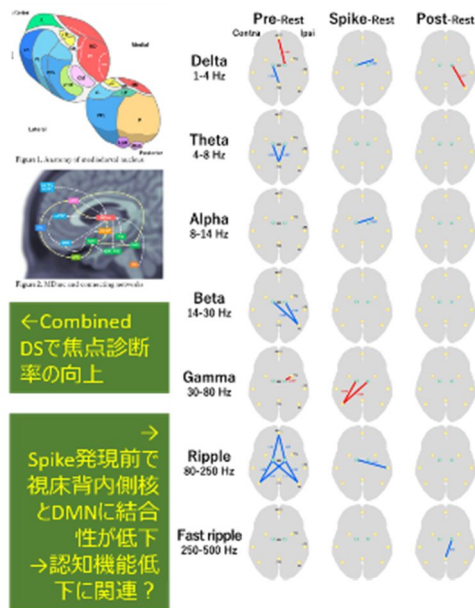
【図 2 は代表症例 (左内側側頭葉てんかん) を示す。上段 (A) は術前の MRI である。本症例はてんかん焦点と思われる左内側側頭葉構造に FLAIR で淡い高信号を呈しており、皮質形成異常を伴っている。緑色点線は実際の手術による摘出範囲を示している。第二段 (B) は ECD 解析による結果で、dipole が複数の箇所と方向を示しており、IED (発作間欠期てんかん性活動) の取り方によって、結果にバラつきがある事が分かる。第三段 (C) は従来の DS 法の結果を示すが、左側頭葉内にクラスターを示すものの、その領域は上、中、下側頭回、海馬傍回など、広い範囲を示している。下段 (D) は修正 DS 法の結果であるが、海馬、及び海馬傍回の一部のみと、焦点をより限局的に示している。



【図 2】

視床の検討であるが、視床背内側核では安静時に比較して、IED の出現する前の時期(Pre)では、特に ripple 帯域(80-250 Hz)において両側の視床背内側核と、内側前頭前野、両側下頭頂葉といった DMN を構成する領域との間で結合性が低下していることが分かった。

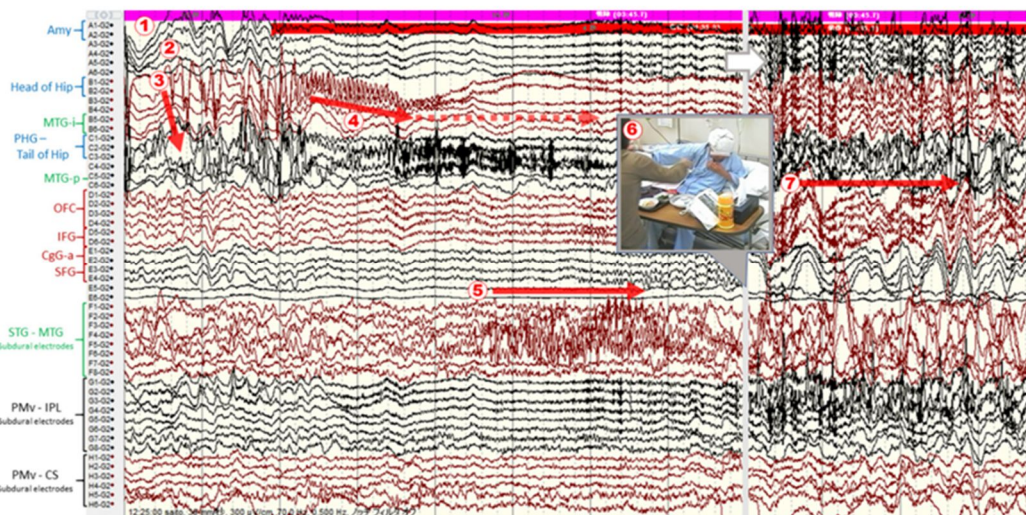
【図3は視床の解析結果の様子。視床背内側核から DMN への結合性を調べて統計的有意に低下しているものを青、上昇しているものを赤で示している。黄色の点は DMN の解剖構造であり、前方より内側前頭前野、海馬、下頭頂小葉、帯状回を示す。Pre-Rest はスパイク出現前の発作間欠期の状態での結合性を示し、Spike-Rest ではスパイク出現時の結合性を、Post-Rest はスパイク出現後の結合性の様子を示す。theta, beta, ripple といった周波数領域での視床背内側核から DMN への結合性が低下しているが、spike 時には上昇している事がわかる。これが認知機能の低下のメカニズムとして関係があるかがポイントとなる。】



【図3】

- (3) EEG-fMRI の subsecond 解析を使ったてんかん焦点術前診断の有用性：11/13 例で EEG-fMRI 解析に足る IED を記録し、ER では4/11 例で統計的有意 cluster が出現した一方で subsecond での SSWAS map では10/11 例で cluster を認め、5/6 例で切除範囲内の cluster 出現が良好なてんかんコントロールと相関した。(Ito Y, Maesawa S, JNS2020)
- (4) SEEG と硬膜下電極併用法の有用性の検討と spike 周辺の脳内ネットワーク変化の検討：本法にて12 例で SEEG を施行した。平均年齢は30.2 歳で、てんかん焦点を側頭葉(n=5,) 頭頂葉(n=3), 側頭後頭部(n=2), 前頭葉(n=2)に疑う症例であり、いわゆる temporal plus や MRI 陰性、もしくは病変を有するが海馬との関係が不明であるなど、anatomy-electro-clinical correlation(AEC)を表面と深部を含めて考察する必要があった症例であった。深部電極は6.3(4-10)本、stripは2.9(2-4)枚留置した。数日間の記録で焦点診断は全例で可能であった。このうち焦点切除は10/12 例で行なわれ、Engel class1は9/10 例で得られた。合併症としては髄液漏が2 例であった。手術時間は平均で2 時間42 分であり、深部電極1 本につき15 分程度を所要した。

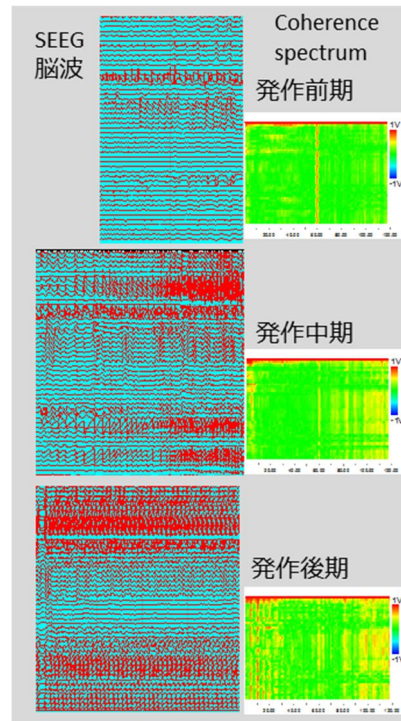
【図4は代表症例を示す。左扁桃腫大を有する側頭葉てんかんの症例であるが、SEEG+硬膜下電極併用でモニタリングを施行したところ、扁桃体 から発作は生じておらず、海馬の高振幅な棘波律動より 高周波律動へ移行した発作が始まる事がわかる。症状が出現するのは硬膜下に留置した電極 に発作が伝播して、更に前頭葉 に伝播して出現する。(Ishizaki T, Maesawa S, Epilepsy Behav Case Rep. 2018) 海馬 側頭葉外側 前頭葉底面のネットワーク形成が判明した症例である。



【図4】

coherence 解析では発作間欠期においては、spike 出現直前と spike の出現の間について、ベースラインと比較して電極間の coherence の上昇傾向を確認する事ができた。また、発作

波の出現の直前には一時的な coherence の低下を認めるが、発作の中盤(症状発現時)には伝播先である遠隔領域も含めた強い coherence の増加があり、発作の終盤には theta, delta 領域の比較的遅い波の coherence の上昇がみられる傾向があった。てんかんによる脳内ネットワークの変化は時間的にも空間的にも複雑なダイナミクスを示すことがわかった。【図5は SEEG 脳波記録からのコヒーランス解析の様子を示す。側頭葉てんかんであり、52か所からの脳波記録が示されている。上段は発作前期、中段は発作中期、下段は発作後期である。SEEG 脳波でみると 13 列付近の電極より律動波が始まっている事が分かるが、同部は海馬前方であり発作焦点である。発作中期には焦点の電極から上 7-12 列付近の電極、更に 40-50 列付近の電極に律動波が広がり(中段) 発作後期には全体的に広がる(下段)。コヒーランススペクトラムでは横軸の左側が遅い波、右側が早い波を示すが、発作前期ではコヒーランスはばらばらであるが、中期には早い波成分でコヒーランスが上昇、後期には遅い波成分でコヒーランスが上昇しているパターンを示している。】



【図5】

研究成果の総括：

- (1) 安静時 fMRI、MEG、EEG-fMRI といったモダリティは、非侵襲的検査という利点のみでなく、神経回路解析が可能という利点がある。今回の一連の研究で解析法に更に改良を加える事で焦点性てんかんの病態の理解を一層深める事が可能である事が分かった。
- (2) 焦点性てんかんでは、てんかん焦点付近で神経回路が異常に強い結合性を示すようになる。これは繰り返す発作間欠期棘波や鋭波に晒される事で、限局的した領域で強い同期性を有する様になる事を反映すると考えられる。次いで左右の対称となる領域(鏡面像領域)には強い水平線維による強い結合性が元より知られているが、これがてんかん焦点からの異常活動に晒される事で同様のてんかん原生を持つ様になる。これは焦点から促進性の結合が見られる事より分かる。更にデフォルトモードネットワークの様な認知機能に関連するネットワークへ抑制性の入力をする事により、てんかん患者で良く見られる認知機能低下を引き起こす。この様な仮説を、今回の安静時 fMRI を使った多層的解析より導く事ができた。
- (3) また EEG-fMRI で独自に開発した新規解析は、EEG-fMRI の結果を時間的ダイナミクスでもって解析できる可能性を示唆した。MRI の TR による時間的制限があるのではという批評もあるが、我々のサブ秒の結果はまさにてんかん性活動の伝播に一致している事を期待させる結果であった。その実証には MEG との結果の対比やタスク EEG-fMRI の施行など更なる研究を要するが、今回得られた結果では、外科症例でこの新規解析の結果と良好な予後と関連するというものであり、実際の臨床の場での有用性が示されたと言える。
- (4) MEG での新規解析である修正 DS 法はより限局したてんかん焦点を示し、今後の臨床応用で大きく期待できる結果であった。また SEEG は侵襲的な脳波記録手法ではあるが、従来の侵襲的脳波記録である硬膜下電極留置に比較して安全性が高く、手術時間も短く、合併症も少ない事が分かった。非侵襲的検査で得られた結果を SEEG で実証する事で、より安全で効果的なてんかん焦点切除術が可能となり、手術成績の向上を導く事が明らかとなった。
- (5) 今後の課題として幾つか問題点が残った。まず安静時 fMRI の解析はその再現性が問題となる。集団解析の場合はある程度再現性が担保されるが、個人解析ではまだ難点が残る。示されるネットワークに関しても正常なのか、もしくはてんかんによって引き起こされた異常なネットワークなのか区別がつかない点も未解決である。MEG ではやはり深部の情報の不確かさであり、我々の新規解析ではかなりの改良ができたが、では視床や皮質下領域の解析が十分可能かという問題がある。実際、今回視床での解析を行っており、ある程度可能である事は分かった。EEG-fMRI では最適な HRF の問題が残り、継続課題である。SEEG のコヒーランス解析では挿入できる電極が限定的で十分な情報を得られない問題があった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Choy Shao Wei, Bagarinao Epifanio, Watanabe Hirohisa, Ho Eric Tatt Wei, Maesawa Satoshi, Mori Daisuke, Hara Kazuhiro, Kawabata Kazuya, Yoneyama Noritaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Changes in white matter fiber density and morphology across the adult lifespan: A cross sectional fixel based analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Human Brain Mapping	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hbm.25008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishizaki Tomotaka, Maesawa Satoshi, Nakatsubo Daisuke, Yamamoto Hiroyuki, Takai Sou, Shibata Masashi, Kato Sachiko, Natsume Jun, Hoshiyama Minoru, Wakabayashi Toshihiko.	4. 巻 10(1)
2. 論文標題 Distributed source analysis of magnetoencephalography using a volume head model combined with statistical methods improves focus diagnosis in epilepsy surgery.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-62098-5.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ito Yuji, Yamamoto Hiroyuki, Okanishi Tohru, Maesawa Satoshi, Natsume Jun	4. 巻 61
2. 論文標題 Novel non invasive modalities for presurgical evaluation in focal epilepsy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pediatrics International	6. 最初と最後の頁 319 ~ 321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ped.13793	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ishizaki Tomotaka, Maesawa Satoshi, Nakatsubo Daisuke, Yamamoto Hiroyuki, Shibata Masashi, Kato Sachiko, Yoshida Mari, Natsume Jun, Hoshiyama Minoru, Wakabayashi Toshihiko	4. 巻 11
2. 論文標題 Anatomo-electro-clinical correlations of hypermotor seizures with amygdala enlargement: Hippocampal seizure origin identified using stereoelectroencephalography	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Epilepsy & Behavior Case Reports	6. 最初と最後の頁 10 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ebcr.2018.09.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bagarinao Epifanio, Watanabe Hirohisa, Maesawa Satoshi, Mori Daisuke, Hara Kazuhiro, Kawabata Kazuya, Yoneyama Noritaka, Ohdake Reiko, Imai Kazunori, Masuda Michihito, Yokoi Takamasa, Ogura Aya, Wakabayashi Toshihiko, Kuzuya Masafumi, Ozaki Norio, Hoshiyama Minoru, Isoda Haruo, Naganawa Shinji, Sobue Gen	4. 巻 169
2. 論文標題 An unbiased data-driven age-related structural brain parcellation for the identification of intrinsic brain volume changes over the adult lifespan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 134 ~ 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2017.12.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bagarinao Epifanio, Tsuzuki Erina, Yoshida Yukina, Ozawa Yohei, Kuzuya Maki, Otani Takashi, Koyama Shuji, Isoda Haruo, Watanabe Hirohisa, Maesawa Satoshi, Naganawa Shinji, Sobue Gen	4. 巻 12
2. 論文標題 Effects of Gradient Coil Noise and Gradient Coil Replacement on the Reproducibility of Resting State Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnhum.2018.00148	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 TANEI Takafumi, KAJITA Yasukazu, MAESAWA Satoshi, NAKATSUBO Daisuke, AOKI Kosuke, NODA Hiroshi, TAKEBAYASHI Shigenori, NAKAHARA Norimoto, WAKABAYASHI Toshihiko	4. 巻 58
2. 論文標題 Long-term Effect and Predictive Factors of Motor Cortex and Spinal Cord Stimulation for Chronic Neuropathic Pain	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurologia medico-chirurgica	6. 最初と最後の頁 422 ~ 434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2176/nmc.oa.2018-0106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Maesawa S, Bagarinao E, Nakatsubo D, Wakabayashi T.	4. 巻 46(-)
2. 論文標題 Detection of Epileptic Focus Using Electroencephalography-Functional Magnetic Resonance Imaging (EEG-fMRI).	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 No Shinkei Geka.	6. 最初と最後の頁 67-79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1436203677.	査読の有無 無
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 MAESAWA Satoshi, NAKATSUBO Daisuke, FUJII Masazumi, IIJIMA Kentaro, KATO Sachiko, ISHIZAKI Tomotaka, SHIBATA Masashi, WAKABAYASHI Toshihiko	4. 巻 58
2. 論文標題 Application of Awake Surgery for Epilepsy in Clinical Practice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurologia medico-chirurgica	6. 最初と最後の頁 442 ~ 452
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2176/nmc.oa.2018-0122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Bagarinao E, Maesawa S, Ito Y, Usui N, Nakatsubo D, Natsume J, Watanabe H, Wakabayashi T Sobue G, Naganawa S	4. 巻 129(2)
2. 論文標題 Detecting sub-second changes in brain activation patterns during interictal epileptic spike using simultaneous EEG-fMRI	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 377-389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clinph.2017.11.018.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ito Y, Kidokoro H, Negoro T, Tanaka M, Okai Y, Sakaguchi Y, Ogawa C, Takeuchi T, Ohno A, Yamamoto H, Nakata T, Maesawa S, Watanabe K, Takahashi Y, Natsume J.	4. 巻 132
2. 論文標題 Paroxysmal nonepileptic events in children with epilepsy.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Epilepsy Res.	6. 最初と最後の頁 59-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epilepsyres.2017.02.009.	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9件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 前澤聡、中坪大輔、加藤祥子、石崎友崇、柴田昌志、高井想生、若林俊彦
2. 発表標題 安静時機能的MRIを使った複層的脳内大域ネットワーク解析とてんかん外科
3. 学会等名 第78回 日本脳神経外科学会総会 (大阪府大阪市)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 前澤聡、中坪大輔、加藤祥子、石崎友崇、柴田昌志、高井想生、若林俊彦
2. 発表標題 SEEGの臨床経験 - 日本の限られた設備の中での工夫
3. 学会等名 第53回日本てんかん学会学術集会（兵庫県神戸市）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前澤聡、中坪大輔、加藤祥子、石崎友崇、柴田昌志、高井想生、若林俊彦
2. 発表標題 てんかん外科における電気生理学的アプローチ
3. 学会等名 第49回日本臨床神経生理学会（福島県福島市）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前澤 聡、中坪大輔、加藤祥子、石崎友崇、柴田昌志、高井想生、若林俊彦
2. 発表標題 SEEGと硬膜下電極併用による頭蓋内脳波記録と解析
3. 学会等名 第77回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前澤 聡
2. 発表標題 てんかんの新たな画像解析法 機能的MRI画像
3. 学会等名 第61回日本脳循環代謝学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前澤 聡
2. 発表標題 てんかんに対する最新のモダリティを使ったコネクトーム解析 - MRI, MEG, そしてEEG-fMRI
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 前澤 聡、中坪大輔、加藤祥子、石崎友崇、柴田昌志、高井想生、若林俊彦
2. 発表標題 頭蓋内脳波記録におけるSEEGと硬膜下電極併用法の有用性
3. 学会等名 第42回日本てんかん外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前澤 聡、中坪大輔、若林俊彦
2. 発表標題 SEEGにおけるロボットアームの有用性
3. 学会等名 第52回日本てんかん学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoshi Maesawa, Bagarinao Epifanio, Daisuke Nakatsubo, Jun Natsume, Sachiko Kato, Tomoya Ishizaki, Masashi Shibata, Hirohisa Watanabe, Gen Sobue, Shinji Naganawa, Toshihiko Wakabayashi
2. 発表標題 Hub analysis using resting state fMRI in patients with focal epilepsy and surgical outcomes
3. 学会等名 71st annual meeting of American Epilepsy Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

名古屋大学 脳とこころの研究センター  
<https://www.med.nagoya-u.ac.jp/noutokokoro/>

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	Bagarinao E. (Bagarinao Epifanio) (00443218)	名古屋大学・脳とこころの研究センター・特任准教授  (13901)	
研究分担者	渡辺 宏久 (Watanabe Hirohisa) (10378177)	藤田医科大学・医学部・教授  (33916)	
研究分担者	竇珠山 稔 (Hoshiyama Minoru) (30270482)	名古屋大学・医学系研究科(保健)・教授  (13901)	
研究分担者	中坪 大輔 (Nakatsubo Daisuke) (70378165)	名古屋大学・医学部附属病院・病院准教授  (13901)	