

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：32622

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K09356

研究課題名（和文）ガンマ波規則性定量化・動的解析によるてんかん病変部・ネットワーク描出法の開発

研究課題名（英文）Gamma oscillation regularity quantification and dynamic analysis for epileptic lesion and network depiction.

研究代表者

佐藤 洋輔（Sato, Yosuke）

昭和大学・医学部・講師

研究者番号：70594349

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：脳海綿状血管腫の手術において術中の脳表脳波データを用いたガンマ波規則性解析が、てんかん病変部の評価に有効であることが示された（J Neurosurg Case Lessons. 2021）。また、脳表脳波データを用いたガンマ波規則性相関解析が、てんかんネットワークの評価に有効であることが示された（Surg Neurol Int. 2021, 2022）。さらに、様々な脳病変を有するてんかん手術において頭皮脳波データを用いたガンマ波規則性解析が、てんかん病変部の術前評価として有効であることが示された（Oper Neurosurg. 2022）。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究におけるガンマ波規則性解析は、発作の有無に関わらず安静時の背景活動脳波からてんかん病変部が評価可能であり、一般的脳波計でも評価可能である。本研究成果は安全で確実な低侵襲てんかん外科治療の実現に結びつき、てんかん患者の機能予後改善に寄与できる重要度の高いものである。

研究成果の概要（英文）：Gamma oscillation regularity analysis using intraoperative brain surface EEG data in neurosurgery for cerebral cavernous angiomas was shown to be effective in the assessment of epileptic lesion areas (J Neurosurg Case Lessons. 2021). Gamma oscillation regularity correlation analysis using brain surface EEG data was also shown to be effective in the assessment of epileptic networks (Surg Neurol Int. 2021, 2022). Furthermore, gamma oscillation regularity analysis using scalp EEG data in epilepsy surgery with various brain lesions was shown to be effective as a preoperative assessment of epileptic lesions (Oper Neurosurg. 2022).

研究分野：脳神経外科

キーワード：てんかん ガンマ波規則性 脳神経外科

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

てんかん病変部の判定には、脳の形態的異常だけではなく脳波を用いた機能的評価が必要だが、簡便かつ正確なてんかん病変部評価法は未だ存在しない。てんかん脳波において病変部の同定のために用いられているものには、発作直前期や発作期における脳波変化や突発的に出現する spike 等が挙げられる。また、発作が捉えられないと評価できないことや正常脳活動も含まれてしまうこと、施設環境によっては観測できない等の問題点がある。本研究におけるガンマ波規則性解析は、発作の有無に関わらず安静時の背景活動脳波であれば測定可能であり、一般に普及している脳波計でも評価可能という汎用性を有している。

これまでの研究を経て、てんかん脳波データにサンプルエントロピー法を適用することで、より普遍的で鋭敏なてんかん病変部評価法の開発が可能になると考えた。てんかんにおけるニューロン同期現象とガンマ帯脳波規則性と関連しているという神経生理学的根拠に基づいて、これまで申請者は脳皮質に局所異常を有するてんかん脳波データに対してサンプルエントロピー解析を行い「非発作期の背景活動脳波において、てんかん病変部のガンマ波規則性が非常に高い」という結果を得て、新規てんかん病変部マーカー開発のための統計解析を加える段階まできている。本研究は、安全で確実な低侵襲てんかん外科治療の実現のために急務であり、てんかん患者の機能予後改善に寄与できる重要度の高いものであると考える

2. 研究の目的

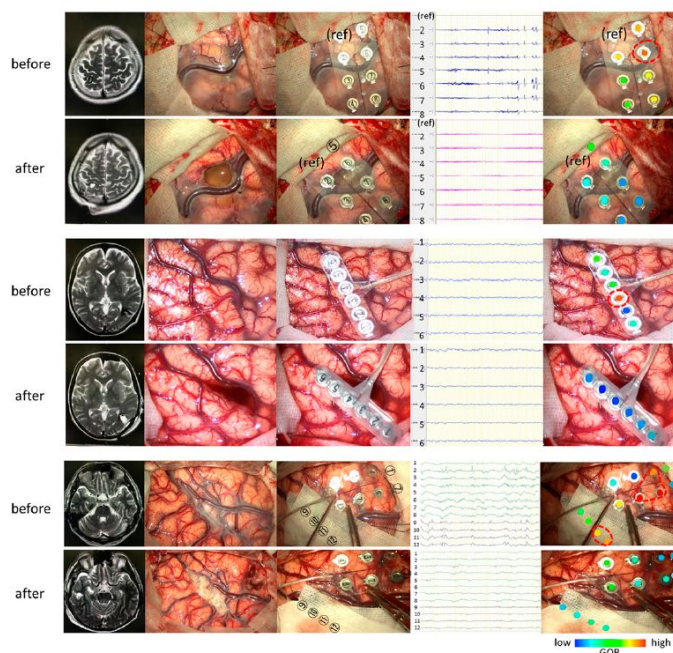
種々の脳病変（脳皮質形成異常症、海馬病変、脳血管異常症、脳腫瘍など）により難治性てんかんを呈する患者のデジタル脳波データにサンプルエントロピー解析を適用し、ガンマ波規則性の時間空間的挙動を明らかにすることで、てんかん病変部評価法とてんかんネットワーク描出法として発展させることが本研究の主たる目的である。外科切除を行った場合は、てんかん病変部の詳細な病理学的評価や術後転帰と照らし合わせることで本法の有効性の検証を加える。

3. 研究の方法

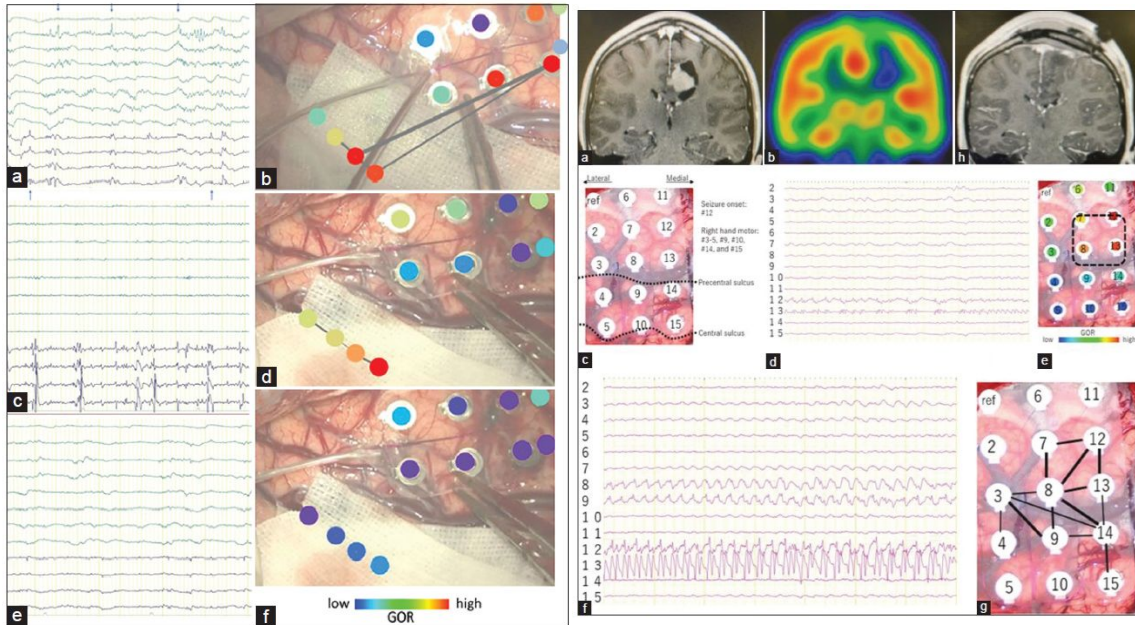
様々な脳病変（皮質形成異常症、海馬病変、血管異常症、腫瘍など）を有するてんかんを対象に、脳波データ、画像、病理検査結果、術後転帰などを解析した。サンプルエントロピー法を用いて脳波データにおけるガンマ波規則性をエントロピー値として算出し、背景活動脳波におけるガンマ波規則性の空間的分布解析とその挙動について動的解析を行った。従来のてんかん評価モダリティによる結果や病理学的検査結果および術後転帰と比較照合することにより、ガンマ波規則性解析の有用性について検討した。

4. 研究成果

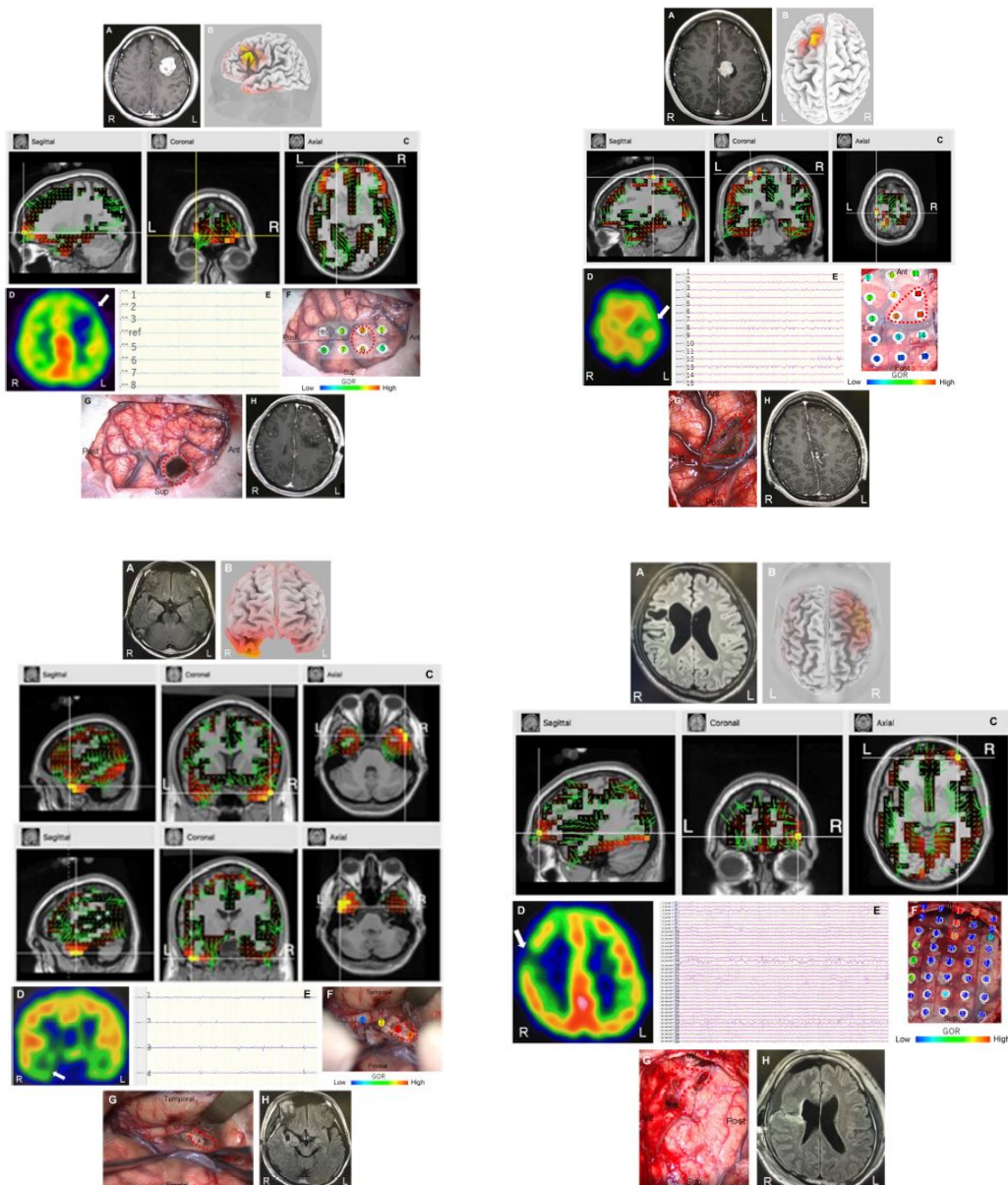
(1) 脳海綿状血管腫の手術において術中の脳表脳波データを用いたガンマ波規則性解析が、てんかん病変部の評価に有効であることが示された (J Neurosurg Case Lessons. 2021)。



(2) 脳表脳波データを用いたガンマ波規則性相関解析が、てんかんネットワークの評価に有効であることが示された (Surq Neurol Int. 2021 , 2022) .



(3) 様々な脳病変を有するてんかん手術において頭皮脳波データを用いたガンマ波規則性解析が、てんかん病変部の術前評価として有効であることが示された (Oper Neurosurg. 2022) .



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Tomonobu Nakamura, Yosuke Sato, Yusuke Kobayashi, Yuta Kawauchi, Katsuyoshi Shimizu, Tohru Mizutani	4. 巻 13
2. 論文標題 Visualization of ictal networks using gamma oscillation regularity correlation analysis in focal motor epilepsy: Illustrative cases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	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） 10.25259/SNI_193_2022	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 該当する
1. 著者名 Yuta Kobayashi, Yosuke Sato, Tatsuya Sugiyama, Tohru Mizutani	4. 巻 12
2. 論文標題 Intraoperative epileptogenic network visualization using gamma oscillation regularity correlation analysis in epilepsy surgery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	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） 10.25259/SNI_298_2021	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 該当する
1. 著者名 Sato Yosuke, Tsuji Yoshihito, Kawauchi Yuta, Iizuka Kazuki, Kobayashi Yusuke, Irie Ryo, Sugiyama Tatsuya, Mizutani Tohru	4. 巻 1
2. 論文標題 Epileptogenic zone localization using intraoperative gamma oscillation regularity analysis in epilepsy surgery for cavernomas: patient series	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Neurosurgery: Case Lessons	6. 最初と最後の頁 CASE20121
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3171/CASE20121	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 該当する
1. 著者名 Sato Yosuke, Tsuji Yoshihito, Yamazaki Madoka, Fujii Yoshihisa, Shirasawa Atsushi, Harada Katsuhiko, Mizutani Tohru	4. 巻 23
2. 論文標題 Interictal High Gamma Oscillation Regularity as a Marker for Presurgical Epileptogenic Zone Localization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Operative Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 164 - 173
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1227/ons.0000000000000245	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 該当する

〔学会発表〕 計0件

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------