

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：10107

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K18374

研究課題名（和文）高周波律動と誘発電位を用いたリアルタイム脳機能マッピング

研究課題名（英文）Real-time brain functional mapping using high frequency oscillation and evoked potential

研究代表者

真田 隆広（Sanada, Takahiro）

旭川医科大学・医学部・客員助教

研究者番号：60835205

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：脳皮質脳波の高周波律動が、麻酔深度や同一運動課題による皮質活動の“慣れ”によって影響を受けることを確認した。また、皮質皮質間誘発電位を用いた脳皮質内のネットワーク診断により、患者協力を必要としない新たな脳機能マッピングの可能性が示唆された。これらの結果は複数の国際学会で発表し、多くの反響をえることができた。また、頭蓋底部の顔認知機能における高周波律動マッピングが精度が高く低侵襲であることを国際共著として論文報告した。研究全体を通して、高周波律動による脳機能マッピングが、従来の脳皮質刺激マッピングに代替できる可能性について一定の結果を出すことができた。今後の研究結果に期待が寄せられている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高周波律動による脳機能マッピングが、麻酔濃度や皮質活動の“慣れ”によって影響を受けることを示した。これらの因子について更なる検討を行うことで、高周波律動による脳機能マッピングが従来の脳皮質刺激マッピングに代替できる可能性がある。また、高周波律動による脳機能マッピングを脳皮質内のネットワーク診断と組み合わせることで、また頭蓋底部の顔認知機能に対して応用することで、高周波律動の新たな可能性を見出す結果を得た。高周波律動が脳波やネットワーク解析による人の思考内容・過程の解釈などの学術的に応用できる可能性を秘めており、本研究の結果は医学・科学技術の発展のみならず社会全体としての波及効果は高いと考える。

研究成果の概要（英文）：We confirmed that high gamma activity(HGA) of Electroencephalography was affected by the level of anesthesia and "habituation" of cortical activity due to the same motor task. In addition, intracortical network diagnostics using Cortico-Cortical Evoked Potential(CCEP) may provide a new method for mapping brain function without the need for patient cooperation. We presented these results at several international conferences and received a lot of positive feedback. Furthermore, we reported that HGA functional mapping for face recognition functions in the skull base was highly accurate and minimally invasive in an international co-authored paper. Overall, we were able to obtain certain results regarding the possibility that HGA function mapping may replace conventional cortical stimulation mapping. The results of future research are highly anticipated.

研究分野：Functional Brain Mapping

キーワード：Functional Brain Mapping High gamma mapping Evoked Potential Electroencephalography Epilepsy Awake surgery Anesthesia

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

我々脳外科医は、脳腫瘍、てんかんにおける外科治療において病巣の最大限の切除を行うと同時に脳機能の温存を行うことが求められる。脳機能温存を行う為には脳機能の局在診断が必須となる。しかし、ヒト脳は高度でかつ複雑に発達しているため、その機能局在の個人差、ネットワークの複雑性があり、その診断は非常に困難である。現在も、脳皮質刺激(ECS: Electrocortical cortical stimulation)が脳機能局在の診断のゴールドスタンダードである。これは患者の協力が必須であり、脳に直接電気刺激を行う為に痙攣を誘発する危険、また薬物濃度、病的状態により ECS に対する閾値が異なること、誘発された症候の理解、解釈は、豊富な臨床経験などが必要である。近年では脳皮質脳波の高周波律動(HGA: High gamma activity, 60-170Hz)が局所脳皮質活動を反映するとされ注目を浴びている(Miller K, PNAS, 2012)。この HGA を解析して脳機能局在を調べる HGA マッピングは、患者に電気刺激を行わないため侵襲が低い方法である。また、短時間で多くの脳機能局在を調べることができるため、ECS の代わる方法として期待されている。しかしながら、HGA マッピングが従来の脳皮質電気刺激マッピングに代替できる新しい脳機能マッピング法への改良を行うために、HGA マッピングに影響を与え得る因子について解析する事が実用化に向けて必要である。

また、最近では脳皮質の脳機能局在のみならず、脳皮質同士のネットワーク解析が重要になってきている。従来は拡散テンソル画像(diffusion tensor image:DTI)を用いてトラクトグラフィを作成することで白質線維の可視化や、手術中の白質線維刺激によって、機能局在をもつ脳皮質同士のネットワーク診断を行ってきた。しかし、2004年に Matsumoto Rらにより、単発の微弱な皮質電気刺激によって複数の場所の機能的な連絡経路の評価方法が開発され、皮質皮質間誘発電位(CCEP:Cortico-Cortical Evoked Potential)と名付けられた。この CCEP によって感覚性言語野と運動性言語野の連絡線維である弓状束をはじめとする脳内ネットワークの診断として着目され普及されつつある。申請施設では低侵襲かつ短時間で解析可能な HGA マッピングにて言語機能局在を同定し、関連する離れた言語機能局在について CCEP にて同定するという新しい脳機能マッピングを”Supper Passive mapping”として報告した (Tamura, Y, Kamada K J Neurosurg.2016 Dec;125(6):1580-1588)。脳皮質機能局在のみならず、脳皮質同士のネットワーク解析も行い、低侵襲かつ短時間行うことができる新しいリアルタイム脳機能マッピングとして期待され、今後症例を重ねることでその有用性を世に広く発信することが可能となる。

本研究は、HGA マッピングが ECS マッピングに代替できるよう、HGA マッピングの改良を行いその精度について改めて検証することが目的である。また、脳皮質機能局在のみならず、皮質皮質間誘発電位(CCEP:Cortico-Cortical Evoked Potential)計測による脳皮質内のネットワーク診断を行い、より詳細かつ包括的な脳機能局在を行うと共に、低侵襲かつ短時間で簡便な新しい脳機能マッピングへと発展することを目指すことが目的である。

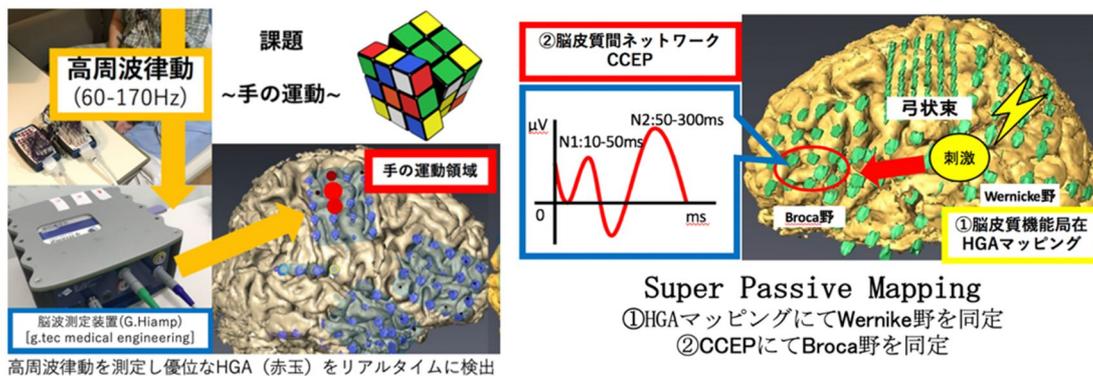
2. 研究の目的

1) リアルタイム HGA マッピングの改良

HGA マッピングと ECS 所見の解離が起こる原因としては、抗てんかん薬や麻酔薬をはじめとする環境因子や、刺激に対する皮質興奮性の減衰率の違い(慣れ: habituation)等の、個人脳の特性が関与している可能性がある。このため、麻酔薬や同一運動課題による皮質活動の“慣れ”

によって HGA に与える影響を解明することが本研究の目的である。

2) HGA マッピングと CCEP 併用した新脳機能マッピング”Super Passive Mapping “ の確立
脳皮質機能局在のみならず、脳皮質同士のネットワーク解析も行い、低侵襲かつ短時間行うことができる新しいリアルタイム脳機能マッピングを確立することを目的とする。HGA マッピングにより同定した感覚性言語野 (Wernicke’s area) に対して CCEP を行い、運動性言語野 (Broca’s area) の同定を行う。本反応は患者協力が必要ないため、失語症のある患者に対する覚醒下手術にも応用が期待できる。新しい脳機能マッピング方法としてその有用性を世に広く発信することを目的とする。



3. 研究の方法

1) リアルタイム HGA マッピングの改良

a) 全身麻酔薬が HGA に与える影響

開頭手術を行い、患側の脳表面に硬膜下電極シートを留置する。脳波は G.Hiamp (g.tec Medical Engineering GmbH, オーストリア) で測定し、有意な HGA をリアルタイムで検出するソフトウェア CortiQ PRO (g.tec Medical Engineering GmbH, オーストリア) で聴音課題による HGA マッピングを繰り返し行う。覚醒状態および全身麻酔薬の濃度低下は、BIS レベルの上昇により確認を行う (BIS: Bispectral Index: 0 から 100 までの意識指数で、100 が完全な意識レベル)。HGA の大きさは、CortiQ PRO を用いて、課題時 (Listening story) と課題なしの HGA の統計学的な差を測定することにより算出する。

b) 単一運動課題が HGA に与える影響

覚醒下開頭腫瘍手術もしくはてんかん外科手術の適応となり硬膜下電極留置を要する患者を対象とする。一次運動野および一次感覚野を関心領域とする。片側または両側硬膜下電極留置を行い、脳波運動と安静の時期を設け、運動時期には 10 回の掌握運動課題を 10 セット施行し、課題提示後の 0.4-1.0 秒における HGA を測定する。個々の電極について、運動と安静における 2 条件間の HGA 変化から決定定数を算出し、各症例の電極数を考慮して t 値に変換した後に p 値を求める。統計学的有意 ($p < 0.05$) な HGA の上昇が得られた関心領域内の電極を調べた後に、各電極において、掌握運動課題を 10 セット繰り返して得られた 99 個の HGA を経時的に 5 つのグループに分け、それぞれのグループとの関係性を求めた。

2) HGA マッピングと CCEP 併用した新脳機能マッピング ” Super Passive Mapping “

HGA マッピングにて言語表出部位を同定する。言語表出部位に極性を反転しながら弱く電気刺激をすると機能的に関連のある言語関連皮質に CCEP が誘発される。周波数 1Hz、周期 0.3msec、極性が反転した刺激を、HGA マッピングにより同定した側頭葉の感覚性言語野 (Wernicke 野) 上に隣り合った電極ペアで刺激すると前頭葉の運動性言語野 (Broca 野) に二峰性

の陰性波が現れる。潜時が 10-50ms を N1、50-300ms を N2 とし、30 回加算を行う。同じ場所は少なくとも 2 度刺激することで再現性を確認する。

4 . 研究成果

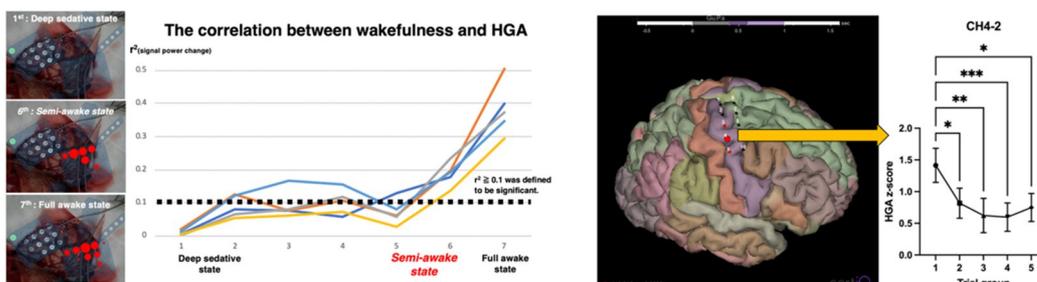
1) リアルタイム HGA マッピングの改良

a)全身麻酔薬が HGA に与える影響

覚醒下開頭腫瘍摘出術において、一次聴覚野の HGA は全身下麻酔薬であるプロポフォル濃度低下に伴って HGA が上昇した。全身麻酔状態（深い鎮静状態）では HGA は検出されなかったが、聴覚課題による HGA マッピングによって半覚醒状態と覚醒状態の両方で一次聴覚野を同定した。また、「半覚醒」状態における一次聴覚野の HGA の分布は、覚醒状態とほぼ同じであった。この結果により麻酔深度と覚醒状態が HGA に影響を与えることを実証することができた。本研究により、「半覚醒」状態におけるマッピングは、従来の覚醒 HGA マッピングと同等程度に脳機能局在を診断でき、より侵襲性の少ない新規脳機能マッピング法となる可能性が示唆された。本研究結果は、2021 年 10 月 19 日に国際学会 The BCI Award 2021 Ceremony & IEEE SMC BMI Workshop で口頭発表し、優秀研究賞にノミネートされた。

b)単一運動課題が HGA に与える影響

覚醒下開頭腫瘍手術もしくはてんかん外科手術の適応となり硬膜下電極留置を要した 10 人の患者で検討を行った。掌握運動課題によって合計 52 箇所電極で有意な HGA を認めた。それぞれの電極における HGA について Kruskal-Wallis 検定を行ったところ、グループ 2 以降の HGA がグループ 1 のものと比べて有意に低下 ($p < 0.05$) した電極を 23 箇所 (44.2%) 認めた。本結果によって単純な掌握運動により HGA の減衰が生じる可能性が示唆された。HGA の減衰が HGA マッピングの精度に影響を与えている可能性が示唆された。2022 年に国際学会 BCI & NEUROTECHNOLOGY SPRING SCHOOL での招待教育講演で、この結果を発表した。現在、近畿大学脳神経外科および g.tec medical engineering と協力して結果をまとめており、2023 年の日本てんかん学会で発表予定である。また、2023 年内の論文掲載に向けて原稿作成中である。



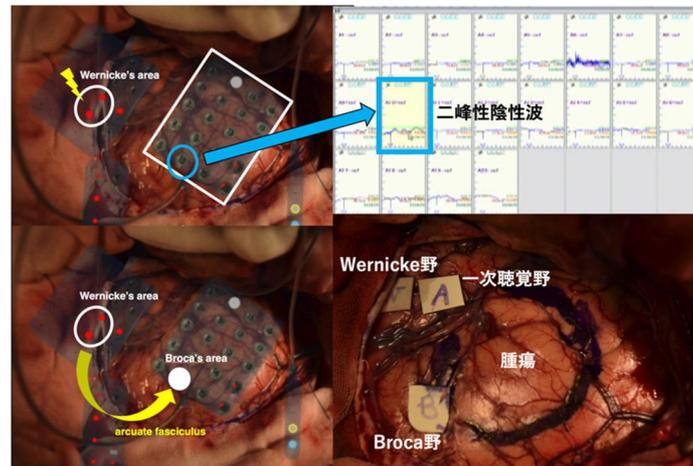
左図：全身麻酔（深鎮静状態）、半覚醒状態、完全覚醒状態における HGA の分布
右図：半覚醒状態で検出した HGA を全身麻酔状態から完全覚醒状態までの間で経時的に測定した結果を示す。HGA は半覚醒状態から上昇している。

患者4の結果：運動野にある3つの電極[No.3,4,5]で優位な HGA を認めた。No.4の電極の HGA について Kruskal-Wallis 検定を行うと、Group2以降の HGA が Group1 のものと比べて有意 ($p < 0.05$) に低下している。

2) HGA マッピングと CCEP 併用した新脳機能マッピング” Super Passive Mapping “

左前頭葉の運動性言語野近傍に脳腫瘍がある患者に” Super Passive Mapping “を施行した。「半覚醒」状態で聴覚課題を施行した。左側頭葉に感覚性言語野（Wernicke’s area）を同定した。同領域に CCEP で刺激を行うと、左前頭葉に二峰性の陰性波形を呈する誘発電位が得られ、同部位は弓状束（arcuate fasciculus）を介した運動性言語（Broca’s area）と考えられた。同マッピングにより、術後合併症なく腫瘍を摘出した。軽度の言語機能障害のために完全覚醒状態による覚醒下手術は困難と考えられたが、「半覚醒」状態における” Super Passive Mapping “によって、感覚性言語野（Wernicke’s area）および運動性言語（Broca’s area）を同定し、手術によ

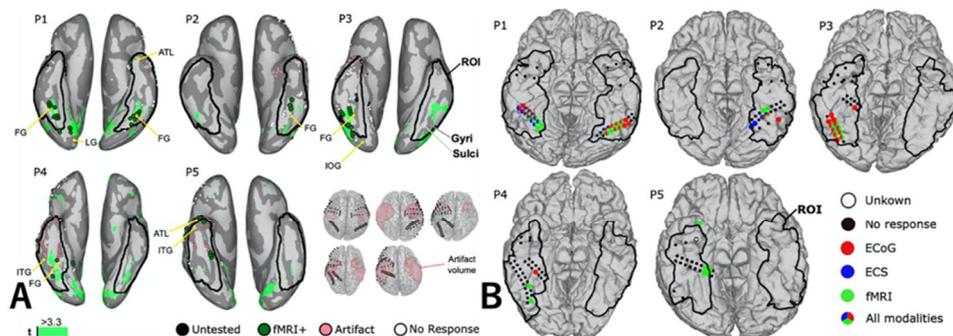
って言語機能障害を呈することなく腫瘍を摘出した。この結果により、従来は失語症のある患者に対して覚醒下手術は困難であったが、「半覚醒」状態による” Super Passive Mapping “ によって患者協力を必要とせずに脳機能同定し温存できる可能性が示唆された。今後、本研究で得られた知見の再現性を確認し、様々なタスクを用いた半覚醒状態での脳機能の診断精度を向上させるために、さらなる検討が必要である。2022 年および 2023 年に国際学会 BCI & NEUROTECHNOLOGY SPRING SCHOOL での招待教育講演で、この結果を発表した。



聴覚課題により同定したWernicke野をCCEPにより刺激を行うと、二相波形（上段水色）によりBroca野を同定した（左下図）。機能マッピング後の最終像（右下図）を示す。

追加の研究成果）頭蓋底部の顔認知機能に関する脳機能マッピング

国際共同研究を行っている g.tec Medical Engineering GmbH と共同し、HGA を頭蓋底部の顔認知機能に対する脳機能マッピングにも応用して研究も行った。顔認知の機能に対する HGA マッピングが、従来の ECS マッピングと比べても精度が高く低侵襲であることを、国際共著論文の筆頭著者として報告した。



顔認知機能に対する機能的MRIの感度が高いが頭蓋底部のアーチファクトの影響を強く受けた(A)。HGAマッピングはECSマッピングより診断精度に優れ、有用な脳機能局在診断方法であることを示した(B)。

高周波律動による脳機能マッピングが、麻酔濃度や皮質活動の“慣れ”によって影響を受けることを示した。これらの因子について更なる検討を行うことで、高周波律動による脳機能マッピングが従来の脳皮質刺激マッピングに代替できる可能性がある。また、高周波律動による脳機能マッピングを脳皮質内のネットワーク診断と組み合わせて応用し、また頭蓋底部の顔認知機能に対して応用することで、高周波律動の新たな可能性を見出す結果を得た。高周波律動が脳波やネットワーク解析による人の思考内容・過程の解読などの学術的に応用できる可能性を秘めており、本研究の結果は医学・科学技術の発展のみならず社会全体としての波及効果は高いと考える。今後もさらなる研究を進め、日常の脳神経外科診療および Brain machine interface といった脳科学の領域まで幅広く貢献できることを期待する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Sanada Takahiro, Yamamoto Shota, Sakai Mio, Umehara Toru, Sato Hiroataka, Saito Masato, Mitsui Nobuyuki, Hiroshima Satoru, Anei Ryogo, Kanemura Yonehiro, Tanino Mishie, Nakanishi Katsuyuki, Kishima Haruhiko, Kinoshita Manabu	4. 巻 12
2. 論文標題 Correlation of T1- to T2-weighted signal intensity ratio with T1- and T2-relaxation time and IDH mutation status in glioma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18801
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-23527-9	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 Yamamoto Shota, Sanada Takahiro, Sakai Mio, Arisawa Atsuko, Kagawa Naoki, Shimosegawa Eku, Nakanishi Katsuyuki, Kanemura Yonehiro, Kinoshita Manabu, Kishima Haruhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Prediction and Visualization of Non-Enhancing Tumor in Glioblastoma via T1w/T2w-Ratio Map	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 99 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci12010099	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 Okada Yasuaki, Mitsui Nobuyuki, Ozaki Hirokazu, Sanada Takahiro, Yamamoto Shota, Saito Masato, Kinoshita Manabu	4. 巻 13
2. 論文標題 Carotid artery dissection due to elongated styloid process treated by acute phase carotid artery stenting: A case report	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	6. 最初と最後の頁 183 ~ 183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25259/sni_47_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 -

1. 著者名 福山 秀青、湯澤 明夏、真田 隆広、齋藤 仁十、広島 覚、安栄 良悟、木下 学	4. 巻 32
2. 論文標題 糖尿病と齲蝕のある高齢者に発症したノカルジア脳膿瘍	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 脳神経外科速報	6. 最初と最後の頁 e10 ~ e18
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 Sanada Takahiro, Wada Hajime, Sato Hirotaka, Shirai Wakako, Kinoshita Manabu, Tokumitsu Naoki	4. 巻 2021
2. 論文標題 Carotid artery stenting assisted with intravascular ultrasonography for isolated spontaneous common carotid artery dissection	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Surgical Case 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) 10.1093/jscr/rjab232	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 Sanada Takahiro, Shirai Wakako, Yamamoto Shota, Kinoshita Manabu, Tokumitsu Naoki	4. 巻 2021
2. 論文標題 A case of carotid endarterectomy assisted with a three-way junction shunting tube for the internal carotid artery stenosis involving a persistent primitive hypoglossal artery	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Surgical Case 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) 10.1093/jscr/rjab362	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 Yamamoto Shota, Sanada Takahiro, Sakai Mio, Arisawa Atsuko, Kagawa Naoki, Shimosegawa Eku, Nakanishi Katsuyuki, Kanemura Yonehiro, Kinoshita Manabu, Kishima Haruhiko	4. 巻 12
2. 論文標題 Prediction and Visualization of Non-Enhancing Tumor in Glioblastoma via T1w/T2w-Ratio Map	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 99 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci12010099	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 Sanada Takahiro, Kapeller Christoph, Jordan Michael, Gr?nwald Johannes, Mitsuhashi Takumi, Ogawa Hiroshi, Anei Ryogo, Guger Christoph	4. 巻 15
2. 論文標題 Multi-modal Mapping of the Face Selective Ventral Temporal Cortex?A Group Study With Clinical Implications for ECS, ECoG, and fMRI	5. 発行年 2021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.2021.616591	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

〔学会発表〕 計14件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Takahiro Sanada , Satoru Hiroshima , Naohiro Tsuyuguchi , Manabu Kinoshita
2. 発表標題 High gamma activity mapping of semi-awake state under general anesthesia
3. 学会等名 BCI & NEUROTECHNOLOGY SPRING SCHOOL 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Sanada , Shota Yamamoto , Hirotaka Sato , Mio Sakai , Masato Saito , Nobuyuki Mitsui , Satoru Hiroshima , Ryogo Anei , Yonehiro Kanemura , Katsuyuki Nakanishi , Haruhiko Kishima , Manabu Kinoshita
2. 発表標題 The ratio of T1-Weighted to T2-Weighted Signal Intensity and IDH mutation in glioma
3. 学会等名 Annual Meeting ISMRM-ESMRMB & ISMRT 31st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Sanada , Shota Yamamoto , Hirotaka Sato , Mio Sakai , Masato Saito , Nobuyuki Mitsui , Satoru Hiroshima , Ryogo Anei , Yonehiro Kanemura , Katsuyuki Nakanishi , Haruhiko Kishima , Manabu Kinoshita
2. 発表標題 The ratio of T1-Weighted to T2-Weighted Signal Intensity and IDH mutation in glioma
3. 学会等名 ASMRM (Asian Society of Magnetic Resonance in Medicine) 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真田隆広 , 山本祥太 , 酒井美緒 , 梅原徹 , 佐藤広崇 , 齊藤仁十 , 三井宜幸 , 広島 覚 , 安栄良悟 , 金村米博 , 谷野美智枝 , 中西克之 , 貴島晴彦 , 木下 学
2. 発表標題 T1強調画像/T2強調画像比 (rT1/T2) による神経膠腫のIDH遺伝子変異予測
3. 学会等名 第40回日本脳腫瘍学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真田隆広, 山本祥太, 酒井美緒, 梅原徹, 佐藤広崇, 齊藤仁十, 三井宣幸, 広島 覚, 安栄良悟, 金村米博, 谷野美智枝, 中西克之, 貴島晴彦, 木下 学
2. 発表標題 T1強調画像/T2強調画像比 (rT1/T2) による神経膠腫のIDH遺伝子変異予測
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第81回学術総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真田隆広, 山本祥太, 酒井美緒, 梅原徹, 佐藤広崇, 齊藤仁十, 三井宣幸, 広島 覚, 安栄良悟, 金村米博, 谷野美智枝, 中西克之, 貴島晴彦, 木下 学
2. 発表標題 T1強調画像/T2強調画像比 (rT1/T2) による神経膠腫のIDH遺伝子変異予測
3. 学会等名 第22回日本分子脳神経外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 三井 宣幸, 齊藤 仁十, 広島 覚, 木下 学
2. 発表標題 頭蓋内主幹動脈閉塞治療後に消失するDWI高信号病変についての, 撮像原理に立ち返った考察
3. 学会等名 第54回北海道脳卒中研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 広島 覚, 齊藤 仁十, 三井 宣幸, 木下 学
2. 発表標題 錐体骨先端部コレステリン肉芽腫に対して経鼻腔的アプローチでドレナージを施行した二例
3. 学会等名 第 87 回 日本脳神経外科学会北海道支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Sanada, Satoru Hiroshima, Naohiro Tsuyuguchi, Manabu Kinoshita
2. 発表標題 High gamma mapping of semi-awake state under general anesthesia
3. 学会等名 The BCI Award 2021 Ceremony & IEEE SMC BMI Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 谷野 美智枝, 林 真奈実, 高野 琢磨, 藤川 征也, 佐藤 広崇, 齊藤 仁十, 広島 覚, 木下 学
2. 発表標題 3歳児の左側頭葉に発生した巨大脳実質内腫瘍の一例
3. 学会等名 第37回 北海道脳腫瘍病理検討会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 谷野 美智枝, 林 真奈実, 高野 琢磨, 藤川 征也, 佐藤 広崇, 齊藤 仁十, 広島 覚, 木下 学
2. 発表標題 3歳児の左側頭葉に発生した巨大脳実質内腫瘍の一例
3. 学会等名 第86回 日本脳神経外科学会 北海道支部会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 白井 和歌子, 木下 学, 徳光 直樹
2. 発表標題 遺残舌下動脈を伴う内頸動脈狭窄症に対して三又シャント回路を用いてCEAを行った一例
3. 学会等名 日本脳神経外科学会 第80回学術総会
4. 発表年 2021年～2022年

1. 発表者名 真田隆広, 山本祥太, 佐藤広崇, 酒井美緒, 齊藤仁十, 三井宜幸, 広島 覚, 安栄良悟, 金村米博, 中西克之, 貴島晴彦, 木下 学
2. 発表標題 T1 強調画像/T2 強調画像比(rT1/T2)による神経膠腫のIDH遺伝子変異予測
3. 学会等名 第39回日本脳腫瘍学会学術集会
4. 発表年 2021年~2022年

1. 発表者名 真田 隆広, 広島 覚, 齊藤 仁十, 三井 宣幸, 木下 学
2. 発表標題 錐体骨先端部コレステリン肉芽腫に対して経鼻腔的アプローチでドレ ナージを施行した二例
3. 学会等名 第 87 回 日本脳神経外科学会北海道支部会
4. 発表年 2021年~2022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
研究協力者	露口 尚弘 (Tsuyuguchi Naohiro)	近畿大学 脳神経外科 (34419)	

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		
オーストリア	g.tec Medical Engineering GmbH		