

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K18407

研究課題名（和文）覚醒下脳手術における側頭頭頂接合部での読字機能の解析、温存と可塑性の解析

研究課題名（英文）Analysis of Reading Function, Preservation and Plasticity at the Temporoparietal Junction in Awake Brain Surgery

研究代表者

武藤 淳（MUTO, Jun）

藤田医科大学・医学部・講師

研究者番号：30383839

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：脳腫瘍患者の開頭手術における皮質、白質繊維mappingのdataと、術前、術後のMRI Dataを用いたVBM解析と、それぞれの時期の神経機能試験の結果を合わせて解析することによって、既存の言語、特に呼称課題の神経基盤モデルを評価したとともに、ベイズ深層学習モデルを使用し再現を行った。深層学習モデルを用いて、画像の視覚的特徴と言語の意味的特徴を定量的に扱うことの可能性を検討し、失語症者が産出した語彙の意味特徴と絵画図版との関連について検討を加えた。失語症者の呼称の誤りである意味性錯語、視覚性の錯語などについて、量的判断材料を提供することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、臨床現場で用いられている神経心理試験を用いて、その脳内機構を明らかにすることで、脳内の障害部位と神経心理試験の結果をベイズ深層学習モデルで再現し、脳内ネットワークの解明に寄与するという学術的意義がある。さらに、損傷から、リハビリを行い、回復過程を追うことで、脳内の白質繊維の変化と神経心理試験の結果を合わせて解釈し、ベイズ深層学習モデルで再現を試みることで、リハビリテーションにも寄与するという意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We evaluated the existing neural basis models of language, especially the picture naming task, by combining VBM analysis using cortical and white matter fiber mapping data from craniotomies of brain tumor patients, preoperative and postoperative MRI data, and the results of neurological function tests at different time points, as well as Bayesian deep learning model was used to reproduce the results. The possibility of using deep learning models to quantitatively deal with the visual features of images and the semantic features of language was investigated, and the relationship between the semantic features of the vocabulary produced by the aphasic patients and the pictorial illustrations was examined.

It is now possible to provide quantitative information on semantic and visual illocutionary errors in aphasia.

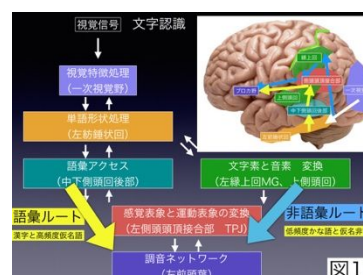
研究分野：脳機能

キーワード：白質解析 脳機能 脳腫瘍 ベイズ深層学習モデル

1. 研究開始当初の背景

言語の神経基盤モデルは、古くは Wernicke-Broca -Geschwind model から始まり、現在は Hickok G(Cognition 2004) らによって提唱された Dual stream model を元に発展している。背側路の音韻系と腹側路の意味処理系に分けられる。優位半球の補足運動野、前補足運動野と下前頭回の弁蓋部、三角部、中心前回下部を結ぶ Frontal Aslant Tract による発語の駆動系が近年追加されている。また、非失読性失読の神経基盤については、語彙経路と非語彙経路の dual route 説 (Coltheart M, 1993) が基本となっている。ともに、側頭頭頂部を経由しており、同部が非常に重要であると考えられている。(図 1)

失読には、表層失読、深層失読、音韻失読がある。それぞれ、表層失読は、非一貫語、低頻度語が読めず、音韻失読は、非単語が読めず、深層失読は、非単語が読めないのに加え、意味性錯語が見られる。現在、機能部位にある腫瘍を中心として、脳腫瘍患者に対して、言語機能温存のために、



覚醒下手術による腫瘍切除が行っている。脳腫瘍切除を行う際に、皮質、白質繊維を電氣的に刺激し、mapping を行い、同時に、様々な言語タスクを行い、神経症状が見られたら、切除をやめ、言語機能温存に努めている。しかし、言語機能の皮質ネットワーク、白質ネットワーク解析にはまとまった大規模 database の解析は行われておらず、ヒトの脳のリアルな情報が脳機能解析の現場にあまり役立っていない。言語、特に読字の神経基盤について語彙経路と非語彙経路の Dual Route が重要な理論である。術前術後の言語試験、Sophia Analysis of Language in Aphasia (SALA) ,Standard Language Test of Aphasia(SLTA), Western Aphasia Battery(WAB) などのスコアの変化を評価するとともに、Dual route モデルを再現し、特に絵呼称課題など、臨床症状に近いモデルを作成することで、言語ネットワークの解析にアプローチしていくのが目的である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、脳腫瘍患者の開頭手術における皮質、白質繊維 mapping の data と、術前、術後、術後 6 ヶ月の MRI Data を用いた VBM 解析、つまり、白質繊維の障害割合、部位の解析と、それぞれの時期の神経機能試験の結果を合わせて解析することによって、既存の言語、特に呼称課題の神経基盤モデルを評価する。さらに、ベイズ深層学習によって作成した失読モデルを用いて、シミュレーションすることによって、失読の神経基盤モデルを解析し、リハビリテーションにおいて有効な方法、機構などを明らかにすることである。

3. 研究の方法

術前、術直後、慢性期の 6 ヶ月後の神経所見と、MRI data の解析を行うことで、既存の言語基盤の検証と新たな可能性について解析する。術前と術直後 (2 週間以内)、慢性期の 6 ヶ月後の白質繊維、皮質の厚さと比較し、神経機能試験結果と合わせて解析する。当施設の臨床研究認定を経て、MRI T1 weighted image の 1mm slice で撮影された MRI DICOM data を使用する。対象は、18 歳以上の脳腫瘍がある患者とする。全ての data において、個人情報特定できない状態にした画像、神経機能評価結果などを使用する。検査事項は、言語では、DO80、WAB、SLTA、非言語性意味理解は The Pyramids and Palm Tree Test (PPTT)、計算では 3 桁、短期記憶試験では、forward and backward digital span, verbal span、free

cued selective 16-items reminding test、 delayed copy of Rey figure、 空間認知試験では bell's testやline bisection、 実行機能は TMT-A, TMT-B, Stroop test, Paced Auditory Serial Addition test (PASAT)、 注意機能は、 D2 attention test、 で評価する。言語機能ばかりでなく、 注意や、 非言語性理解、 空間認知などについても評価を行い、 読字機能試験の変動との関連とともに評価していく。

ベイズ深層学習を用い、モデルを検証する。Dual route 仮説で作成された、失読モデルで、Philadelphia naming test (PNT) の絵呼称課題を再現し、そして、モデルの完成度を確認する。加えて変分ベイズ推論を用いた深層学習モデルは従来モデルに比較すると患者の示す言語表出の変動、多様性を矛盾なく説明できる可能性がある。そのため dual route 仮説の根拠となった読みを再現できるか否かを確認する。具体的には、ResNet18 の事前学習済モデルを用いた。ResNet18 の最終層は、1000 種類の画像分類についての 1000 個の出力層が存在していた。これを絵画命名課題に合わせて、334 個に付け替えた。入力データは、Philadelphia Naming Test (PNT) 184 枚、Snodgrass and Vandervart (1980) 260 枚、計 444 枚である。両検査画像にはラベルに 110 の重複が存在した。このため、 $184 + 260 - 110 = 444 - 110 = 334$ 種類のラベルを識別させた。TLPA と SALA とはラベルが日本語であるため、ここでは用いていない。訓練は、ResNet18 の最終層を 334 個の出力に付け替えた。このため、最終直下層と最終層の結合係数のみを学習させた。入力層から最終直下層までの結合係数は固定とした。これにより、絵画命名課題に特化した認識モデルではなく、一般画像認識に用いられる視覚情報処理、画像処理モデルに変更を加えていないモデルを用いたことになる。すなわち、視覚情報処理過程に特別な処理を仮定する特化モデルではなく、一般モデルを用いて神経心理学検査を評価したと見なすことが可能であろう。最終層をオリジナルの ResNet18 に戻せば、一般画像認識モデルの性能が得られることを意味するからである。訓練時には、データ拡張 data augmentation と呼ばれる技法を用いた。すなわち、各画像、(図版)に対して、拡大縮小、回転、鏡映変換をランダムに行い。その都度異なる画像を用いて訓練した。このことにより、特定の画素や特定の入力位置に依存した偏った学習を行うことを回避させた。従ってモデルは図版の一般的な視覚特徴を学習していると考えられる。

4. 研究成果

- 1) 言語に関連する領域の神経膠腫 6 例について、開頭手術を行った。術前、術後、6ヶ月後の言語評価を WAB, SALA, SLTA で行った。その他の機能については、上記のような神経心理試験を行った。さらに、呼称課題についても解析を含めて行った。
- 2) 術前と術後、6ヶ月後の MRI 画像を用いて関与領域の VBM (Voxel-Based morphometry) 解析を行い、主要な白質繊維 68 本について評価を行った。言語関連白質繊維は、SLF2、SLF3、AF、IFOF、ILF などが報告されているが、いずれも関与が確認された。現在、引き続き解析を行っている。
- 3) 手術や、術前術後の神経心理評価の1つの呼称課題に用いられる神経ネットワークについてベイズ深層学習モデルを使用し再現を行った。第44回日本高次脳機能障害学会学術総会において、「深層学習モデルを用いた呼称課題における誤答分析(線画と語彙の特徴分析)の試み」との演題で成果の一部を発表した。この研究で扱った入力刺激は、絵画図版であり、文字音読課題ではない。しかし、入力された視覚情報を言語へと変換する意味では、先述の dual route 説と同等か、それ以上の複雑な情報処理過程が含まれると推察できる。ここでは、深層学習モデルを用いて、画像の視覚的特徴と言語の意味的特徴を定量的に扱うことの可能性を検討し、失語症者が産出した語彙の意味特徴と絵画図版との関連について検討を加えた。TLPA, SALA, PNT, Snodgrass & Vandervart (1980) の各画像を分析対象とした。刺激図版の認識には ResNet (He et al., 2015) を用い、語彙表象として word2vec (Mikolov, 2013) を用いた。作成した認識

システムが生じた誤反応の一部を(図1)に示す。刺激図版と正解, および作成した認識システムが算出した反応の上位3つを示してある。

正解:squirrel, 出力:seal,squirrel,monkey

正解:nail, 出力:screwdriver,paintbrush,nail



図1

これらの誤りは, 同一カテゴリ内での誤りとみなすことで, 意味性の錯読と同様の機構が想定可能であろう。

一方で, 視覚刺激の形態類似性に基づく誤りであると考えられるようなエラーも出力可能であった(図2)。

正解:bread, 出力:ear,bread,pipe

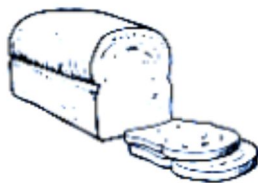


図2

本研究で用いた手法により, 失語症者の呼称の誤りである意味性錯語, 視覚性の錯語などについて, 量的判断材料を提供することが可能となると考えられる。なぜなら, 患者の算出する言語応答は, 質的な取り扱いしかできない。一方, 本研究で示した手法ではシステムの出力, 判断基準を量的に示すことが可能である。このことにより, fMRI 画像との照合の際には, 有益な情報を得ることができると考えられる。従って,

1. 失語症検査における刺激絵や語の意味付けの明確化,
 2. リハビリ場面での訓練教材の選定基準の提供,
- の2点が可能となると考えられる。

- 4) 今後の課題: 今回の研究により, 言語の神経ネットワークについて, 患者の示す多様な応答の一端を示すことが可能となったと考える。モデルの示した誤反応の多様性は, 検査で患者の示す応答と対比して考えること可能であろう。このことから, モデルの示す誤反応の神経学的対応物を検討する準備が整ったと見なすことができる。モデルの精緻化を進めれば, 脳画像との機能的対応関係の検討に役立つことになると考えられる。これにより, 言語の神経基盤の解明を目指す本研究の目的に向けての重要な一歩になるであろう。

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 2件）

1. 著者名 Muto J	4. 巻 7(1)
2. 論文標題 Temozolomide radiochemotherapy for high-grade glioma patients with hemodialysis: a case series of 7 patients.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuro-Oncology Advance	6. 最初と最後の頁 111-117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/nop/npz034	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
1. 著者名 Yamashiro Kei, Muto Jun, Wakako Akira, Murayama Kazuhiro, Kojima Daijiro, Omi Tatsuo, Adachi Kazuhide, Hasegawa Mitsuhiro, Hirose Yuichi	4. 巻 163
2. 論文標題 Diploic veins as collateral venous pathways in patients with dural venous sinus invasion by meningiomas	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Acta Neurochirurgica	6. 最初と最後の頁 1687 ~ 1696
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00701-021-04777-4	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 武藤 淳、井上 辰志、齋藤 史明、上甲 眞宏、峯 裕、廣瀬 雄一	4. 巻 34
2. 論文標題 特集 腰部脊柱管狭窄症に対する低侵襲手術 脊髄脊椎領域に対するexoscope(外視鏡)を用いた手術	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 脊椎脊髄ジャーナル	6. 最初と最後の頁 115 ~ 121
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11477/mf.5002201587	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 Adachi Kazuhide, Murayama Kazuhiro, Hayakawa Motoharu, Hasegawa Mitsuhiro, Muto Jun, Nishiyama Yuya, Ohba Shigeo, Hirose Yuichi	4. 巻 1
2. 論文標題 Objective and quantitative evaluation of angiographic vascularity in meningioma: parameters of dynamic susceptibility contrast-perfusion-weighted imaging as clinical indicators of preoperative embolization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurosurgical Review	6. 最初と最後の頁 111-117
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10143-020-01431-y	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 Muto Jun, Mine Yutaka, Nakagawa Yu, Joko Masahiro, Kagami Hiroshi, Inaba Makoto, Hasegawa Mitsuhiro, Lee John Y. K., Hirose Yuichi	4. 巻 50
2. 論文標題 Intraoperative real-time near-infrared optical imaging for the identification of metastatic brain tumors via microscope and exoscope	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurosurgical Focus	6. 最初と最後の頁 E11 ~ E11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3171/2020.10.FOCUS20767	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 Yamada Seiji, Muto Jun, De Leon John Clemente Aniceto, Kumai Tadashi, Ito Keisuke, Murayama Kazuhiro, Hama Natsuko, Nakano Yoshiko, Satomi Kaishi, Arai Yasuhito, Shibata Tatsuhiro, Inoue Tatsushi, Nobusawa Sumihito, Ichimura Koichi, Hirose Yuichi, Abe Masato	4. 巻 37
2. 論文標題 Primary spinal intramedullary Ewing-like sarcoma harboring CIC-DUX4 translocation: a similar cytological appearance as its soft tissue counterpart but no lobulation in association with desmoplastic stroma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Tumor Pathology	6. 最初と最後の頁 111 ~ 117
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10014-020-00366-y	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 Muto Jun, Matsutani Tomoo, Matsuda Ryosuke, Kinoshita Masashi, Oikawa Mitsuteru, Johan Pallud, Adachi Kazuhide, Hirose Yuichi, Sasaki Hikaru	4. 巻 1
2. 論文標題 ACT-18 SHOULD THE DOSE OF TEMOZOLOMIDE BE DECREASED FOR PATIENTS WITH HIGH-GRADE GLIOMAS WHO ARE ON HEMODIALYSIS?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuro-Oncology Advances	6. 最初と最後の頁 ii15 ~ ii15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/oaajnl/vdz039.066	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 Asamoto Shunji, Winking Michael, J?dicke Andreas, Ishikawa Masayuki, Ishihara Shinichi, Deinsberger Wolfgang, Muto Jun, Nishiyama Makoto, Kojima Kota	4. 巻 79
2. 論文標題 Optimized Screw Trajectory for Lumbar Cortical Bone Trajectory Pedicle Screws Based on Clinical Outcome: Evidence Favoring the Buttress Effect Theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neurological Surgery Part A: Central European Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 464 ~ 470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1055/s-0038-1641147	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26件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Muto J, Nishiyama Y, Hasegawa M, Hirose Y
2. 発表標題 The utility of endoscopic diving technique in the pituitary surgery 28thconference of Japanese society for hypothalamic and pituitary tumors
3. 学会等名 第28回間脳下垂体腫瘍学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muto J, Takayama T, Kamiyama Y, Hirose Y,
2. 発表標題 The development of special Scissors in Endonasal Endoscopic Surgery
3. 学会等名 第29回脳神経外科手術と機器学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武藤 淳 峯裕 各務宏 稲葉真 長谷川光広 廣瀬雄一
2. 発表標題 近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による転移性脳腫瘍手術
3. 学会等名 脳神経外科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 MUTO J, INOUE T, HASEGAWA M, HIROSE Y
2. 発表標題 Avoidance of Thrombolysis in Spontaneous Cervical Spinal Epidural Hematoma Mimicking Stroke: Multi-center Study of 39 Cases
3. 学会等名 Asiaspine 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武藤 淳 峯裕 各務宏 稲葉真 長谷川光広 廣瀬雄一
2. 発表標題 侵襲性を加味した近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による転移性脳腫瘍手術
3. 学会等名 第79回脳腫瘍外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武藤 淳 西山悠也 山田勢至 牧野真樹 長谷川光広 廣瀬雄一
2. 発表標題 高齢者非機能性下垂体腺腫に対する内視鏡下経鼻手術の手術適応
3. 学会等名 第31回日本間脳下垂体腫瘍学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳 峯裕 各務宏 稲葉真 長谷川光広 廣瀬雄一
2. 発表標題 近赤外線を用いたリアルタイム術中蛍光造影による転移性脳腫瘍手術
3. 学会等名 第30回脳神経外科手術と機器学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muto J, Mine Y, Nakagawa Y, Joko M, Kagami H, Inaba M, Hasegawa M, Hirose Y
2. 発表標題 Intraoperative Near-Infrared Optical Contrast Can Localize Brain Metastatic Tumors via exoscope
3. 学会等名 第4回蛍光造影研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muto J Inoie T, Hasegawa M, Hirose Y
2. 発表標題 Avoidance of Thrombolysis for Spontaneous Spinal epidural hematoma mimicking the stroke multicenter study of 39 cases
3. 学会等名 第25回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muto J, Inoue T, Nagai S, Takeda T, Ikeda H, Saito F, Joko M, Mine Y, Kaneko S, Hasegawa M, Hirose Y
2. 発表標題 Intraoperative Near-Infrared Optical Contrast Can Localize spinal schwannoma via microscope
3. 学会等名 第25回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 脳腫瘍のための白質解剖
3. 学会等名 東海脳腫瘍セミナー2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 頭蓋陥入症に対する環軸椎固定を伴う後方固定後の前方除圧における経鼻内視鏡手術の有用性 入症に対する環軸椎固定を伴う後方固定後の前方除圧における経鼻内視鏡手術の有用性
3. 学会等名 第62回中部脊椎セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 超撥水技術を利用した内視鏡撥水システムの開発
3. 学会等名 第28回脳神経外科手術と機器学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 超撥水加工によって焦げ付き予防効果を持つバイポーラーの開発
3. 学会等名 第28回脳神経外科手術と機器学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 完全奏功2年後に脳出血発症した甲状腺乳頭癌の転移性脳腫瘍の1例
3. 学会等名 第96回日本脳神経外科中部支部会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 突然片麻痺発症の特発性脊髄硬膜外血腫をいかに脳卒中と鑑別するか
3. 学会等名 第34回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 頭蓋底解剖から見た内視鏡時代の副咽頭間隙、側頭下窩へのアプローチ
3. 学会等名 第31回日本頭蓋底外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 第3脳室内頭蓋咽頭腫への内視鏡手術
3. 学会等名 第6回Wetfieldの会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 突然片麻痺発症の特発性脊髄硬膜外血腫をいかに脳卒中と鑑別するか 39例の多施設研究
3. 学会等名 第23回ニューロスパインカンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 超撥水技術を利用した内視鏡撥水システムの開発
3. 学会等名 第24回日本脳腫瘍の外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 滑膜コーティング技術を利用した内視鏡撥水システムの開発
3. 学会等名 第26回日本神経内視鏡学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jun MUTO
2. 発表標題 Avoidance of Thrombolysis for Spontaneous Spinal epidural hematoma mimicking the stroke multicenter study of 39 cases
3. 学会等名 World Federation of Neurosurgery 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 後頭葉病変が示唆する視機能の局在とネットワーク解析
3. 学会等名 日本脳神経外科学会第78回学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 透析患者に対するテモゾロマイドを用いた悪性神経膠腫の治療-8症例の多施設reviewより-
3. 学会等名 第37回日本脳腫瘍外科学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 淳
2. 発表標題 Glioma手術に必要な白質解剖
3. 学会等名 桶狭間カンファレンス(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Jun MUTO
2. 発表標題 Endoscopic endonasal surgery for skull base tumor in boundary lesion
3. 学会等名 北京第一大学(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Muto J, De Leon, Hirose Y	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Thieme Publisher	5. 総ページ数 1064
3. 書名 Atlas of 360 degree skull base surgery	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 高分子膜	発明者 美和高光 武藤 淳 白鳥世明	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2021-000663	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

〔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
---------	---------