

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 7 日現在

機関番号：10107

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26670633

研究課題名(和文)疑似触覚シミュレーションと多機能画像融合顕微鏡支援ナビゲーションの開発

研究課題名(英文)Development of haptic system and multi-modality integrated microscope

研究代表者

鎌田 恭輔 (KAMADA, Kyouzuke)

旭川医科大学・医学部・教授

研究者番号：80372374

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：近年顕微鏡の高解像度が進む一方で、本来ヒトの眼ではみることができない蛍光信号をとらえる米等を搭載した。我々はこの蛍光信号検出、処理に着目して研究を行った。対象とする脳信号は脳血流、脳組織などのからの特異的蛍光信号とした。インドシアニングリーン(ICG)を用いることで、自作ソフトウェアにより自動脳血流、流速解析を行い、さらに自動レポート装置作成を行った。また、アミノレブリン酸が腫瘍に取り込まれプロトポルフィリンIXになるときに発する630nmの蛍光を顕微鏡搭載分光器で定量をおこなった。この定量により腫瘍、腫瘍周辺、正常脳の鑑別を定量的に行うことができた。これらの方法は特許取得・申請中である。

研究成果の概要(英文)：We developed a microscope, which equipped with a special system to analyze fluorescence signals intraoperatively and in real-time. Indocyanin green (ICG) is a well-known drug, which had fluorescence signals of 800 nm in vascular structures. Our software automatically extracts ICG-signals and analyze blood flow and speed in real-time and create reports. The evaluated blood flow was confirmed by mean-transit flow meter. 5-aminolevulinic acid is metabolized mainly in the malignant tissue and converted to Protoporphyrin IX, which shows 630nm of fluorescence. The characteristic signals indicated malignant tissue, tumor margin and healthy tissue by spectral strength. The spectrometer is equipped on eye pieces on the microscope, which provide us real-time tissue characteristics. Above mentioned ideas are submitted to domestic and international patents. The first patent of ICG has been accepted in Japan.

研究分野：脳神経外科

キーワード：蛍光信号 脳律動 脳血流解析 蛍光信号解析

1. 研究開始当初の背景

脳外科手術には、重要構造物の位置関係把握と正確な操作が必要である。更に機能マッピング、脳血流、腫瘍境界情報を取得し可視化困難な脳機能の温存をしなければならない。

(1)本申請は機能情報と force feedback 装置を融合したバーチャルリアリティ (VR) 手術とその画像をリンクした顕微鏡位置情報を術者が視線を大きくずらすことなく認識できるナビゲーション装置を開発する。

(2)融合した画像を三次元再構成による手術シミュレーションと再構成画像をポリゴン(多角形)処理と 3D 立体視ディスプレイ上に表示し、各種感覚対応の触覚デバイスを接続したバーチャルリアリティ (VR) 手術。

(3)Web カメラによる Computer Vision 等を融合した各種位置情報認識。

(4)顕微鏡搭載小型モニターに 3D、機能画像、ナビゲーション、血流、脳腫瘍特異的蛍光画像処理、脳皮質電位 (ECoG) 変化の表示を行う。

2. 研究の目的

(1)ポリゴン化した融合画像と疑似触覚誘発用デバイスと Force feedback デバイスによる VR 手術。

(2)Web カメラ認知型 Computer Vision, レーザー距離計、赤外線トラッキングなどの複数の装置を組み合わせ、焦点距離を考慮して顕微鏡鏡筒位置、手、手術器具などすべての物体位置登録可能な顕微鏡-ナビゲーション融合装置を作成する。また位置データはワイヤレスによりノートパッド型コンピュータ上にナビゲーション画像を表示する。

(3)特殊画像処理 1 (歪み補正) ナビゲーション装置の課題である脳組織の偏位 (brain shift) は、Computer Vision による基準位置を再登録して術前画像の非線形変換による補正をする。この変形には術前の画像のポリゴン化が応用できる。

(4)特殊画像処理 2 (電気生理) 脳表写真の非線形テクスチャをナビゲーション画像に貼り付けて、覚醒下手術中 ECS マッピング表示、リアルタイム周波数処理による認知課題遂行下 ECoG による脳活動表示などの電気生理モニタリングの描画を行う。

(5)特殊画像処理 3 (白質画像) 従来の fiber tracking 法に加え、確率論的トラクトグラフィ (Probabilistic tractography) による詳細な脳内線維の画像化。

(6)特殊画像処理 4 組織特異蛍光画像

① (脳血流) 術中インドシアニン (ICG) 静注による血管の蛍光輝度変化から平均通過時間 (MTT)、血流量 (CBV) の灌流情報を自動計算して、ナビゲーション、顕微鏡位置登録後、ワイヤレスモニタ表示。

② 5-アミノレブリン酸 (5-ALA) 投与による腫瘍特異蛍光ピークマップ表示をする。

3. 研究の方法

(1)高精細画像融合によるシミュレーション

画像作成は RealIntage (日本), Avizo (米) を用いて行う。融合画像は STL フォーマットに変換して、ポリゴン化と立体視可能モニター上での脳組織の歪みシミュレーションを行う。ファントムによる歪み検証と神経線維、血管は Stanford 大学 Miller 先生の協力により、モニター上の脳組織への模擬弾性値を設定し、画面を操作する force feedback デバイスへの感覚フィードバック機能を作成する (大阪大学、大城先生)。また通常の倍のピクセル密度をもつ特殊モニター (立体視ディスプレイ) と偏光メガネ (Mobirio) により立体的、かつ精巧な術野と、頭蓋内構造物操作への力学的抵抗を感じる VR 手術が可能となる。複数の Web カメラによる Computer Vision、モーションキャプチャ、赤外線トラッキング装置とレーザー距離計を合わせる



ことで、顕微鏡位置、各種デバイス、肢位の認識、位置座標登録を行う (VR 手術と解剖学的ナビゲーションの確立)。

(2)術中に得られた蛍光 (血流、腫瘍) 情報、機能情報のデータ処理、ワイヤレスビジョン表示を行う。ナビゲーション搭載画像処理システムで、Gray-scale 輝度のみの ICG 血管撮影を流速 (MTT)、血流量 (CBV) 計算画像など計算処理を行う (Flow Insight)。Probabilistic tractography による詳細な白質画像の術野画像への投射を可能とすることで機能的ナビゲーションを確立する。三次元触覚デバイス、疑似触覚刺激を用いた VR 手術装置は研究分担者の大城、Computer Vision、赤外線トラッキング装置を融合は竹内が行う。リアルタイム脳活動マッピングソフトウェアは g-Tech 社の Christoph Guger (オーストリア) と共同開発中である。また蛍光撮影データ処理ソフトウェアは Infocom 社と開発中であり、共同で特許を申請した。

4. 研究成果

(1)顕微鏡の位置情報と三次元画像をリンク、リアルタイムのデータ、ポジションリンクを可能とした。Web カメラの組み合わせによる Computer Vision, レーザー距離計、赤外線トラッキング装置のハイブリッド化により、顕微鏡位置、術者の手、肢位、手術機器を自動認識プログラムを用いることで、正確、かつ簡便なナビゲーションガイド下顕微鏡手術をする。その誤差をファントムで計測したところ、 $3.3 \pm 3.5\text{mm}$ 程度であった。しかし、ナビゲーション装置の設置場所で、壁、天井面に違いにより、登録時間、検証精度に大きな違いがあり、さらなる検証が必要である。

(2)HGA 言語機能マッピング法の確立と検証



上述した ECoG マッピングシステムをベッドサイドおよび覚醒下手術に応用した(図2, 3)課題により誘発した HGA マッピング法を”受動的”機能マッピング(図2)、聴覚誘発 HGA と CCEP は患者の協力不要で言語機能およびネットワークの把握が可能であり、”超受動的”機能マッピングとした(図4)。受動的マッピングは主に前頭葉言語野の同定に適し、ECS による検証でベッドサイドマッピング / 覚醒下手術時の結果の感度・特異度はそれぞれ $90.11 \pm 11.2\%$ ・ $90.1 \pm 4.2\%$ / 86.6 ± 19.6 ・ $87.6 \pm 6.7\%$ であった。覚醒下手術時に 85%以上の言語機能局在同定精度は臨床で満足できるものであった。高い特異度は overestimation の傾向が少ないことを示している。

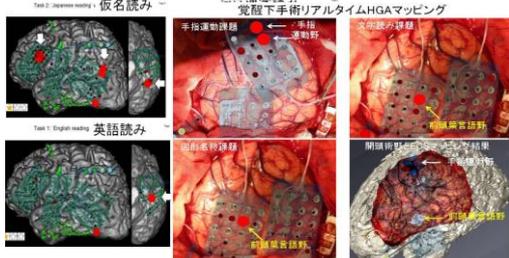


図2(右):Passive mapping

図3(左):Passive mapping at bed-side for awake craniotomy

この方法では患者の協力、注意などが不要であり、側頭葉言語野から前頭葉言語野の機能分布を3分ほどの計測で終了する。側頭葉言語野には上側頭回、中側頭回後部に HGA を認め、潜時 30msec ほどの N1 と 100msec ほどの N2 を前頭葉言語野に認めた。N1 の出現部位を前頭葉言語野としたが、同定された CCEP の前頭葉・HGA の側頭葉言語野を ECS 結果と比較すると感度・特異度は 93.8% ・ 95% 、および 93.8% ・ 83% で極めて高い一致率を示していた(図4)。

”超受動的”機能マッピングは患者が浅い麻酔深度+気管内挿管状態であっても言語機能マッピングを開発した(図4)。

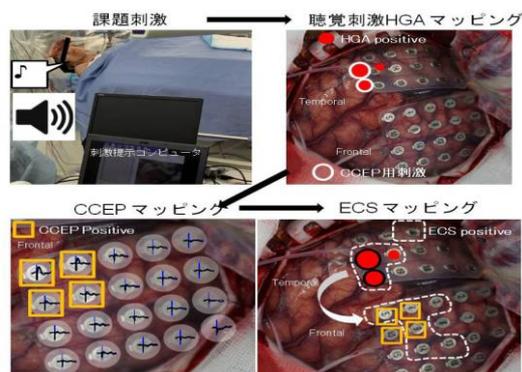


図4:Super-passive language mapping:

CCEPs show 2 deflections named as N1 and N2.

(3)Passive mapping による運動・感覚機能偏位の証明

一次運動野、感覚野に感覚機能局在のため運動モニターグローブ各指先用振動子を用い、リアルタイム HGA マッピングを行った(図5)。

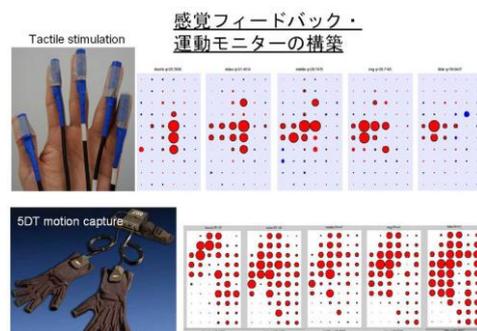


図5 Motor-sensory map

また、ECS の検証により、HGA マッピングによる機能局在が行える。

皮質形成異常(FCD)による難治てんかん症例：運動野近傍部のFCDにより10回/日てんかん発作あり。ECSを行わずHGAマッピングを行った。HGAマッピングではFCD下部運動野に活動を認めたが、FCD部に正常HGAはない。病巣を切除して発作は消失した。機能偏位を電気生理学的証明した貴重な例である。

(4) 蛍光信号の特殊信号処理

脳血流計測、評価方法の確立：3D 蛍光カメラ搭載顕微鏡、ICG 血流に着目した。光の吸収、散乱を抑えた選択的に周波数、画像と輝度変化、輝度変化より求められた血流情報を把握することはできる。また立体視可能な3D ICG カメラからそれぞれ血管径を自動計測し、三角関数を用いた血管径計測を可能とする。

(5) 腫瘍蛍光マッピングの有用性

分光器搭載顕微鏡分光器搭載顕微鏡ではズーム、焦点距離と励起光強度、センサーの受光感度との関係式から自動補正を行っている。さらに蛍光発色が弱い病変には動画加算+赤色強調フィルターをいれることで hot spot を捉えることができる。

5. 主な発表論文等

(〔雑誌論文〕(計36件))

- ①Kano K, Kamada K (10 番目), et. al. A biopsy-proven case of Epstein-Barr virus (EBV)-associated vasculitis of central nervous system. **Neuropathology** 37(3) 259-264 2017 査読有 DOI:10.1111/neup.12356
- ②Ogawa H, *Kamada K (9 番目), et. al. Clinical Impact and Implication of Real-Time Oscillation Analysis for Language Mapping. **World Neurosurg** 97 123-131 2017 査読有 DOI:10.1016/j.wneu.2016.09.071
- ③Ota N, Kamada K (8 番目), et. al. Bypass Revascularization Applied to the Posterior Cerebral Artery. **World Neurosurg** 96 460-472 2016 査読有 DOI:10.1016/j.wneu.2016.09.031.
- ④Tamura Y, *Kamada K (11 番目), et. al. Passive language mapping combining real-time oscillation analysis with cortico-cortical evoked potentials for awake craniotomy. **J Neurosurg** 125(6) 1580-1588 2016 査読有 DOI:10.3171/2015.6.JNS15927
- ⑤Usami K, Kamada K (8 番目), et. al. Long-term outcome and neuroradiologic changes after multiple hippocampal transection combined with multiple subpial transection or lesionectomy for temporal lobe epilepsy. **Epilepsia** 57(6) 931-940 2016 査読有 DOI:10.1111/epi.13374
- ⑥Matsukawa H, Kamada K (9 番目), et. al. Risk factors for neurological worsening and symptomatic watershed infarction in internal carotid artery aneurysm treated by extracranial-intracranial bypass using radial artery graft. **J Neurosurg** 125(2) 239-246 2016 査読有 DOI:10.3171/2015.5.JNS142524
- ⑦露口尚弘、鎌田恭輔 体性感覚誘発磁場 (SEF) **CLINICAL NEUROSCIENCE** 25(2) 210-214 2017 査読有
- ⑧鎌田恭輔 誰もができる機能画像・術中モニタリング **新NS NOW** No. 8 64-76 2016 査読無
- ⑨鎌田恭輔 再発眼窩内視神経膠腫の摘出と周辺構造の同定 シリーズわたしの手術記載 **新NS NOW** No. 7 174-179 2016 査読無
- ⑩鎌田恭輔、安栄良悟 脳腫瘍の病理検査・診断 髄液細胞診 **日本臨床 脳腫瘍学** 74(増刊号7) 510-512 2016 査読無
- ⑪鎌田恭輔 難治性てんかんの外科治療ー術前診断と外科治療のオプションー **医学と薬学** 73(5) 557-572 2016 査読無
- ⑫Ritaccio A, Kamada K (4 番目), et. al. Proceedings of the Seventh International Workshop on Advances in Electroencephalography. **Epilepsy & Behavior** 51 312-320 2015 査読有 DOI:10.1016/j.yebeh.2015.08.002.
- ⑬Yoshino M, Kamada K (7 番目), et. al. Combined use of diffusion tensor tractography and multifused contrast-enhanced FIESTA for predicting facial and cochlear nerve positions in schwannoma. **J Neurosurg** 123(6) 1480-1488 2015 査読有 DOI:10.3171/2014.11.JNS14988.
- ⑭Yoshino M, Kamada K (7 番目), et. al. Feasibility of diffusion tensor tractography for preoperative prediction of the location of the facial and vestibulocochlear nerves in relation to vestibular schwannoma. **Acta Neurochir** 157(6) 939-946 2015 査読有 DOI:10.1007/s00701-015-2411-y
- ⑮Korostenskaja M, Kamada K (2 番目), et. al. Electroencephalography-Based Real-Time Functional Mapping for Pediatric Epilepsy Surgery. **J Pediatric Epilepsy** 4(4) 184-206 2015 査読有 DOI:10.1055/s-0035-1563728
- ⑯Yoshino Y, Kamada K (6 番目), et. al. Diffusion tensor tractography of normal facial and vestibulocochlear nerves. **Int J Comput Assist Radiol Surg** 10(4) 383-392 2015 査読有 DOI:10.1007/s11548-014-1129-2
- ⑰Wada H, Kamada K (3 番目), et. al. Evaluation of changes of intracranial blood flow after carotid artery stenting using digital subtraction angiography flow assessment. **World J Radiol** 7(2) 45-51 2015 査読有 DOI:10.4329/wjr.v7.i2.45
- ⑱Ogawa H, *Kamada K The Road to Nonawaking Functional Mapping Combining High Gamma Activity with Corticocortical Evoked Potential. **World Neurosurg** 84(1) 187-188 2015 査読有 DOI:10.1016/j.wneu.2015.03.046.
- ⑲石橋秀昭、*鎌田恭輔 (5 番目)、他 3 名 医用技術の進歩に伴う近年のてんかん外科治療 **脳神経外科ジャーナル** 特集 機能的脳神経外科 25(2) 112-127 2016 査読有
- ⑳鎌田恭輔 脳外科顕微鏡の比較と使いこなすためのコツ(第二報) **脳神経外科速報** 25(12) 1258-1263 2015 査読有
- ㉑鎌田恭輔 脳外科顕微鏡の比較と使いこなすためのコツ(第一報) **脳神経外科速報** 25(11) 1148-1155 2015 査読有
- ㉒鎌田恭輔、他 3 名 機能MRI による臨牀機能マッピング **Clinical Neuroscience** 3(10) 1129-1134 2015 査読有
- ㉓鎌田恭輔 後頭蓋窩類上皮腫手術のポイント～微小解剖の理解とモニタリング～ **脳神経外科速報** 25(8) 802-809 2015 査読有
- ㉔嵯峨健広、*鎌田恭輔 Indocyanine Green Videoangiography の臨牀応用 **脳神経外科** 43(7) 593-601 2015 査読有
- ㉕小川博司、鎌田恭輔 (5 番目)、他 3 名 皮質形成異常を有するてんかん患者に詳細な脳機能マッピングを行った症例 **脳神経外科ジャーナル** 24(7) 485-489 2015 査読有

②⑥和田 始、鎌田恭輔(2番目)、他1名 脳血管撮影による血流評価法の基礎研究 **CI 研究** 37(1) 23-29 2015 査読有

②⑦Ritaccio A, Kamada K(7番目), et. al. Proceedings of the Fifth International Workshop on Advances in Electroencephalography. **Epilepsy & Behavior** 41 183-192 2014 査読有
DOI:10.1016/j.yebeh.2014.09.015

②⑧Kamada K, et. al. Novel techniques of real-time blood flow and functional mapping: technical note. **Neuro Med Chir(Tokyo)** 54(10) 775-785 2014 査読有
DOI:10.2176/nmc.st.2014-0176

②⑨Kunii N, Kamada K(3番目), et. al. The significance of parahippocampal high gamma activity for memory preservation in surgical treatment of atypical temporal lobe epilepsy. **Epilepsia** 55(10) 1594-1601 2014 査読有 DOI:10.1111/epi.12764

③⑩Kapeller C, Kamada K(2番目), et. al. An electrocorticographic BCI using code-based VEP for continuous control in video applications: a single-subject study. **Frontiers in Systems Neuroscience** 8(139) 2014 査読有 DOI:10.3389/fnsys.2014.00139

③⑪Kapeller C, Kamada K(3番目), et. al. Single trial detection of hand poses in human ECoG using CSP based feature extraction. **36th Annual International Conference of the IEEE** 4599-4602 2014 査読有 DOI:10.1109/EMBC.2014.6944648

③⑫Hiroshima S, *Kamada K(4番目), et. al. Functional Localization of the Supplementary Motor Area. **Neuro Med Chir(Tokyo)** 54(7) 511-520 2014 査読有
DOI:10.2176/nmc.oa.2012-0321

③⑬Ogawa H, *Kamada K(4番目), et. al. Rapid and Minimum Invasive Functional Brain Mapping by Realtime Visualization of High Gamma Activity during Awake Craniotomy. **World Neurosurg** 82(5) 912.e1-912.e10 2014 査読有 DOI:10.1016/j.wneu.2014.08.009.

③⑭鎌田恭輔、他 5 名 リアルタイム高周波脳律動解析による脳機能マッピング **脳神経外科ジャーナル** 23(11) 862-870 2014 査読有

③⑮和田 始、鎌田恭輔 Flow assessment application "Flow-Insight"の脳血管撮影への臨床応用 **脳卒中の外科** 42(5) 353-358 2014 査読有

③⑯鎌田恭輔、他 6 名 脳腫瘍手術における術前術中脳機能マッピングモニタリング **脳神経外科ジャーナル** 23(4) 296-305 2014 査読有 [学会発表] (計 37 件) (招待講演)

①鎌田恭輔、他 6 名 リアルタイム高周波律動-蛍光分光システムによる機能・組織マッピング **第 40 回日本脳神経 C I 学会総会** 2017/3/4 鹿児島

②鎌田恭輔、他 4 名 分野との協力による脳機能可視化の臨床応用 **第 56 回日本定位・機**

能神経外科学会 2017/1/27 大阪

③Kamada K Passive mapping and active monitoring of ECoG in brain pathology **11th International Workshop on Advances in Electrocorticography USA** 2016/12/1

④鎌田恭輔 リアルタイム CCEP 解析ソフトウェアの開発 **第 46 回日本臨床神経生理学会** 2016/10/28 福島

⑤Kamada K ECoG-based BCI for motor functions **BIOMAG 2016** 2016/10/3 Korea

⑥鎌田恭輔 脳皮質電位-白質画像融合による機能内ネットワーク可視化 - 他分野とのつながりの重要性 **日本脳神経外科学会 第 75 回学術総会** 2016/9/30 福岡

⑦鎌田恭輔 電気生理・蛍光解析による術中モニタリング・マッピング **第 21 回日本脳腫瘍の外科科学会** 2016/9/10 東京

⑧鎌田恭輔 Real-time Passive recording の有用性 **第 21 回日本脳腫瘍の外科科学会** 2016/9/10 東京

⑨Kamada K Clinical Application of Functional Imaging and Real-time ECoG processing **Florida Children Hospital** 2016/8/17 USA

⑩Kamada K Clinical Impact of Real-time passive mapping **38th EMBC Workshops & Tutorials** 2016/8/16 USA

⑪Kamada K Novel passive language mapping with mild awake state for tumor surgery **7th Japan-India Neurosurgery meeting** 2016/6/18 Osaka

⑫Kamada K Stroke rehabilitation using recoverX **BCI meeting** 2016/5/31 USA

⑬Kamada K Stroke rehabilitation at Asahikawa University **recoveriX and mind BEAGLE workshop BCI meeting** 2016/5/30 USA

⑭鎌田恭輔 リアルタイム ECoG マッピング・デコーディングによる言語性システムの変容 **第 7 回日本ニューロリハビリテーション学会学術集会** 2016/5/21 神戸

⑮鎌田恭輔 てんかん外科手術から得られる病態生理 **第 36 回日本脳神経外科コンgres 総会** 2016/5/20 大阪

⑯Kamada K Super-passive language mapping combining real-time oscillation analysis with cortico-cortical evoked potentials for awake craniotomy **1st EMBOSS 2016** 2016/5/8 Tokyo

⑰Kamada K Super-passive language mapping combining real-time oscillation analysis with cortico-cortical evoked potentials for awake craniotomy **JNC2016** 2016/4/9 Cambodia

⑱鎌田恭輔 リアルタイム HGA/CCEP 処理による脳機能ネットワークの解明 **第 39 回日本てんかん外科学会** 2016/1/21 仙台

⑲Kamada K Realtime oscillation analysis for epilepsy diagnosis and surgery and awake craniotomy **AES2015** 2015/12/5 USA

⑳Kamada K Passive Intraoperative ECoG

Mapping 9th International Workshop on
Advances in Electroencephalography

2015/12/3 USA

②鎌田恭輔 覚醒下手術における高周波律動による超受動的脳機能マッピング 第45回日本臨床神経生理学学会 2015/11/7 大阪

②Kamada K Acute and Chronic Functional Reorganization on Electroencephalogram for Application of BCI EMBC Workshops & Tutoriais 2015/8/25 Italy

③鎌田恭輔 リアルタイム蛍光画像処理技術搭載顕微鏡による動・静脈流量ダイナミクス 第18回日本臨床脳神経外科学会 2015/7/19 神戸

④鎌田恭輔 リアルタイム電気生理-蛍光画像搭載顕微鏡による脳機能ダイナミクス 第17回日本ヒト脳機能マッピング学会 2015/7/3 大阪

⑤Kamada K Super-passive language mapping combining real-time oscillation analysis with cortico-cortical evoked potentials for awake craniotomy Motor Oscillation conference 2015/6/25 Kyoto

⑥Kamada K Functional dynamics of language and memory processing on ECoG ISACM 2015 2015/6/23 Finland

⑦鎌田恭輔 てんかん外科レビュー 第35回日本脳神経外科コンgres 2015/5/8 横浜

⑧鎌田恭輔 手術用顕微鏡の未来と脳血管外科 第44回日本脳卒中の外科学会 2015/3/28 広島

⑨鎌田恭輔 脳腫瘍手術に求められる画像アップデート 術前画像:機能的MRI (fMRI) 第44回日本神経放射線学会 2015/3/6 名古屋

⑩Kamada K Rapid and Low-invasive Functional Brain Mapping by Realtime Visualization of High Gamma Activity For Neurosurgery Biomagnetics Korea 2015 2015/2/26 Korea

⑪Kamada K Rapid and Minimally-Invasive Functional Cortical and White Matter Mapping by Intraoperative Real-time ECoG Analysis 7th International Workshop on Advances in Electroencephalography 2014/11/14 USA

⑫鎌田恭輔 術中ECoGリアルタイム可視化処理から言語機能ネットワーク解明 第1回「脳神経外科BMI懇話会」2014/10/18 大阪

⑬Kamada K Rapid and Low-invasive Functional Brain Mapping by Realtime Signal Analysis with Subdural Electrodes AESC2014 2014/10/5 Tokyo

⑭鎌田恭輔 リアルタイム腫瘍蛍光画像処理技術搭載顕微鏡による組織・血流マッピング 第19回日本脳腫瘍の外科 2014/9/12 東京

⑮Kamada K Quick Functional Brain Mapping by Realtime ECoG analysis for Clinical Practice EMBC2014 2014/8/30 USA

⑯Kamada K Rapid and Low-Invasive Functional Brain Mapping by Realtime

Visualization of High Gamma Activity for Awake Craniotomy EMBC2014

Pre-Conference Workshop 2014/8/26 USA

⑰鎌田恭輔 機能を可視化する神経科学 第34回日本脳神経外科コンgres 2014/5/16 大阪

[図書] (計3件)

⑰Guger C, Kamada K(2番目), et.al. Motor Imagery with Brain-Computer Interface Neurotechnology Motor Imagery 61-79 2015

⑱田村有希恵、*鎌田恭輔 Super-Passive Language Mapping for awake craniotomy Annual Review 2016 神経 87-94 2016

⑲石橋秀昭、鎌田恭輔 CT・MRI ガイド下手術、術中マッピング 脳神経外科 週術期管理のすべて 第4版 766-774 2014

[産業財産権]

○出願状況 (計3件)

名称: 手術顕微鏡搭載式蛍光分光装置による腫瘍性病変部診断

システム発明者: 鎌田恭輔

権利者: 鎌田恭輔

種類: 国際特許

番号: PCT/JP2016/065272

出願年月日: 平成28年5月24日

国内外の別: 国際

名称: 手術顕微鏡搭載式蛍光分光装置による腫瘍性病変部診断

システム発明者: 鎌田恭輔

権利者: 鎌田恭輔

種類: 特許

番号: 特願2015-112179

出願年月日: 平成27年6月2日

国内外の別: 国内

名称: 血管内血流動態の画像処理方法及びシステム

発明者: 鎌田恭輔

権利者: 鎌田恭輔

種類: 国際特許

番号: PCT/JP2014/074801

出願年月日: 平成26年9月19日

国内外の別: 国際

○取得状況 (計1件)

名称: 血管内血流動態の画像処理方法及びシステム

発明者: 鎌田恭輔

権利者: 鎌田恭輔

種類: 特許

番号: 特許第5953437号

出願年月日: 平成25年9月20日

取得年月日: 平成28年6月17日

国内外の別: 国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎌田恭輔 (KAMADA Kyousuke)

旭川医科大学・医学部・教授

研究者番号: 80372374