

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：32661

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2020

課題番号：16K10800

研究課題名（和文）3Dプリンターによる立体模型を用いた脳神経外科手術教育システムの確立

研究課題名（英文）Establishment of neurosurgery education system using 3D model with 3D printer

研究代表者

周郷 延雄（SUGO, Nobuo）

東邦大学・医学部・教授

研究者番号：80287515

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、脳神経外科医の手術教育方法を確立するために、術前画像データから3Dプリンターを用いて様々な手術に則した立体模型を作製することである。三次元合成画像の作成、DICOMデータフォーマットからSTLデータフォーマットへの変換とその際の誤差の縮小の研究を行い、立体模型の解剖学的精度を向上させた。次いで、3Dプリンターによる立体模型として、頭蓋底腫瘍を網目状構造に変換することで腫瘍深部を透見できるシミュレーション用模型や前床突起削除が可能な立体模型を作製した。さらに経錐体骨到達法の手術練習用模型として、錐体骨内部の微小解剖を色付けし、手錐体骨のドリリング練習用模型の有用性を評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3Dプリンターの立体模型を用いた手術教育では、当然のことながら、Cadaver trainingにおける法的小および実施環境の制約はない。また立体模型の場合、術前神経放射線画像や実際の手術動画との比較といった、Cadaver trainingではできない新たな学習方法も可能となる。本研究において、3Dプリンターによる立体模型の精度向上、様々な脳疾患の再現、手術到達法の理解を促す新たな立体模型の開発をすすめることによって、Cadaver trainingとの相互補完ができるものと期待される。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to create a three-dimensional model using a 3D printer in order to establish a surgical education method for neurosurgeons. First, we created a three-dimensional fusion image and converted from the DICOM data format to the STL data format to reduce the error in creating a three-dimensional model. Next, the three-dimensional model was meshed so that the deep part of the tumor could be seen through. We also created a colored model of the microanatomy inside the pyramidal bone and evaluated its usefulness for surgical practice.

研究分野：脳神経外科

キーワード：3Dプリンター 手術シミュレーション 頭蓋底外科 脳腫瘍

1. 研究開始当初の背景

脳神経外科手術の習得には、解剖学的知識、神経放射線画像の読影、手術機器の使用法、手術到達法の理解など、多岐にわたる知識と手術手技を要する。特に、脳神経系の複雑な微小解剖と手術到達法においては、教科書のごとく二次元的な教材のみでなく、三次元的な理解を深めるために、手術動画による教育や実際の手術見学、遺体を用いた手術手技研修 (Cadaver training) による教育が行われている。その中で、Cadaver training は、実際の人体を用いた高い解剖学的精度のもと、手術到達の手技を行うことができる優れた教育方法である。このことから、日本外科学会および日本解剖学会は、その実施を円滑にするために、法的および社会的正当性を確保することを目的として、「臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン」を策定し、2013年5月に一般公開した。とりわけ、「複雑な解剖の知識が求められる部位」や「動物と人体で大きく異なる部位」に対する手術手技研修に有用であることが指摘されており、脳神経外科手術はそれに該当する領域となる。一方で、Cadaver training は、ガイドラインを遵守するためのいくつかの制約があり、その実施は必ずしも容易ではない。それゆえに、Cadaver training を補う他の教材や教育法の開発が求められている。三次元 (3D) プリンターは、材料を薄く一層ずつ積み上げて立体模型をつくる装置である。1980年代初頭に発明され、コンピュータ技術の向上と相俟って、近年、様々な業種での使用が広がっている。実際の製品を作る前の試作品としてデザインを検証したり、建物などの巨大な製品を縮小した立体模型を作るなど、高率の良い作業を行うことに用いられている。3Dプリンターの利点は、従来の切削加工法に比して作製時間が短いこと、経費が削減できること、専門技術者以外でも作製可能な操作性、同一の立体模型を複数作製できることなどが挙げられる。3Dプリンターの立体模型を用いた手術教育では、当然のことながら、Cadaver training における法的および実施環境の制約はない。また立体模型の場合、術前神経放射線画像や実際の手術動画との比較といった、Cadaver training ではできない新たな学習方法も可能となる。申請者は、これまで三次元医療画像に関する研究を行い (Sugo N, Nucl Med Com 2006)、最近では、石膏を主な材料とする 3D プリンターを用いて立体模型を作製し、手術シミュレーションの検討を行っている (Kondo K, Sugo N 2015, 業績 1)。本研究において、3Dプリンターによる立体模型の精度向上、様々な脳疾患の再現、手術到達法の理解を促す新たな立体模型の開発をすすめることによって、Cadaver training との相互補完ができるものと期待される。

2. 研究の目的

本研究では、各脳神経外科疾患の神経放射線画像データをもとに、3Dプリンターを用いて、様々な手術に則した立体模型を作製し、その手術教育方法の確立を目的とし、具体的には以下の項目を行った。

- (1) 3Dプリンターによる立体模型の解剖学的精度を評価する。
- (2) 各手術法に則した立体模型の作製方法を開発する。
- (3) 立体模型を用いた手術の教育方法を構築する。

3. 研究の方法

1) 三次元合成画像

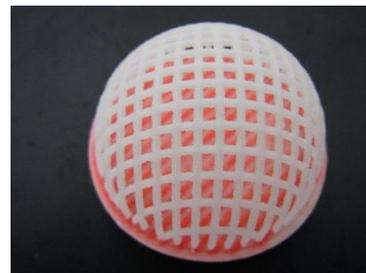
当院の手術症例の中から、様々な手術方法の症例を検索し、神経放射線画像データおよび手術動画を収集した。それらの画像データをもとに、三次元画像解析コンピュータシステム (SYNAPSE VINCENT) を用いて、三次元合成画像を作成した。CT や MRI、脳血管造影の術前画像データから三次元合成画像を作成し、Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) 形式の画像データを、医療用三次元画像解析コンピュータシステム (SYNAPSE VINCENT) により、3Dプリンターで操作可能な Standard Triangulated Language (STL) 形式に変換した。

2) 3Dプリンターで手術法に則した立体模型の作製

STL形式の画像データを、三次元造形用コンピュータシステム (Freeform) に転送し、それぞれの手術法に適した立体模型 (網目状構造化、骨内部の色付け) の開発をおこなった。

a. 立体模型の網目状構造化

立体模型の網目状構造化に関しては、予備実験を行った (右図)。網目状構造化では、網目の棒の太さと間隙の広さが、物理的脆弱性と透見度に関与するため、直径 40mm 高さ 25mm の網目状に作られた半円球と、1mm 幅で 1mm 間隔の赤い直線を 19 本印刷した 5mm 厚の実質性円盤を組み合わせた立体模型を作製した。網目状の棒の太さを 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm とし、それぞれの棒の間隔を 0.5~2.5mm まで 0.5mm ごとに全 20 種類作製した。一種類に当たり 20ヶずつ (計 400ヶ) 作り、作製過程で破損したモデル数をもと



に、その物理的脆弱性を評価した。その結果、網目状の棒の太さは 1.0mm 以上で造形可能であった。また、同様の立体模型において、半円球側の網目を通じて円盤底部を透視し、19 本の赤線が何本見えるかを評価したところ、棒の間隔は 2.0mm 以上が適していると結論した。今後、これらの結果を踏まえて、網目状構造化された立体模型を作製した。

b. ドリリング教育のための錐体骨の立体模型

経錐体骨到達法におけるドリリング用の錐体骨の立体模型を作製した。はじめに、医療用三次元画像解析コンピュータシステムを用いて、錐体骨内に存在する三半規管、その周囲の緻密骨、耳小骨、顔面神経管、乳突洞等、いくつかの微小解剖学的部位を、CT データから画像抽出した。次いで、もとの頭蓋骨の画像データに、先ほど抽出した微小解剖学的部位を再合成し、三次元合成画像を作成した。三次元合成画像のデータを、三次元造形用コンピュータシステムに転送し、それらの微小解剖学的部位を、周囲の骨とは異なる色を付けた後、3D プリンターで立体模型を作った。錐体骨の立体模型に対して、実際の手術用顕微鏡(OPMI pico)、手術用ドリル(OSSEODOC)、手術用吸引管を用いて、本教室研究室内で、経錐体骨到達法における錐体骨削除の手術教育を行った。

3) 立体模型の解剖学的再現性および精度の評価

a. 骨の微小解剖学的部位の再現性の評価

三次元合成画像において、様々な骨の微小解剖学的部位(例:Henle 棘、頸静脈結節、弓状隆起、前庭水管、三叉神経圧痕、大錐体神経溝、アステリオン、正円孔、卵円孔、棘孔等)や主な動静脈が描出されているかを検証した。次いで立体模型においても、同様の解剖学的部位が再現されているかを評価し、三次元合成画像との描出能の差異を比較して、その再現性を評価した。

b. 血管の再現性および精度の評価

三次元合成画像の血管の太さや長さをコンピュータ上で計測し、立体模型においても、同様の血管の太さや長さの差異が無いかを評価した。立体模型の計測方法としては、製図用具のひとつであり、両脚とも針先になっているコンパスの一種であるデバイダー(83A-4 Spring-Type Dividers)を使用した。デバイダーの両脚の針先で、目標とする部位の点間をとらえ、その距離をデジタルノギス[Shinwa rules digital caliper model 19975]で計測した。

4) 立体模型を用いた手術教育システムの構築

手術教育のスケジュールとして、教科書や講義による基礎学習、実際の術前画像の読影と評価、手術動画や三次元合成画像を用いた三次元的把握、立体模型の実習の順番で行った。CT、MRI、脳血管造影の二次元画像を読影した後に、三次元合成画像と比較することで、立体認知能の教育効果を図った。さらに立体模型を多方向から観察して三次元的な理解を深め、また、立体模型のドリリングを行うことによって錐体骨削除を含む手術手技を学習させた。

4. 研究成果

1) 合併経錐体骨到達法のドリリング練習用の立体模型の開発

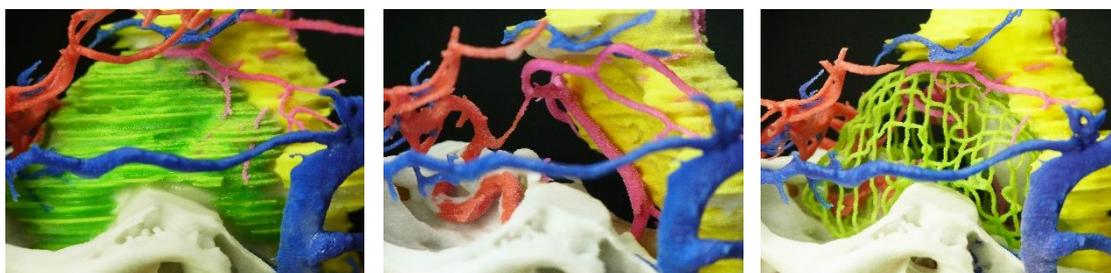
研究成果のひとつとして、合併経錐体骨到達法のドリリング練習用の立体模型を開発した(右図)。合併経錐体骨到達法は難度の高い複雑な頭蓋底外科手術であり、その手技の中で乳様突起切除や錐体骨削除などの骨ドリリングは重要な外科的手技である。われわれは、合併経錐体骨到達法のドリリング練習用に、3D プリンターを用いて、脳神経や脳幹とともに、錐体骨内の各解剖学的部位が色付けされた立体模型を造形した。本研究では、元データである 3D 画像と比較することによって、本立体模型における解剖学的再現性、各解剖間距離の正確性、骨ドリリング練習用としての有用性を評価することであった。当院で合併経錐体骨到達法を行った症例のうち、錐体斜台部に発生した類表皮腫の 1 例を選択し、はじめに、CT、MRI、DSA の術前画像データを基に、三叉神経、顔面神経、聴神経、脳幹、内頸動脈、椎骨脳底動脈、および錐体骨内の三半規管、耳小骨、蝸牛、顔面神経管をそれぞれ色付けした 3D 画像を作成した。次いで立体模型においても同様にそれぞれの部位を色付けして造形した。



脳神経外科医 13 名で、以下の項目を評価した。① 3D 画像および立体模型における解剖学的再現性、3D 画像および立体模型における各解剖部位間の推測距離、ドリリング練習用としての立体模型の有用性。その結果、本立体模型は元データである 3D 画像と解剖学的な再現性に差異はなかった。立体模型における解剖部位間の推測距離は、3D 画像の推測距離よりも実測距離との誤差が少なかった($p < 0.0001$)。本立体模型は、開頭および錐体骨のドリリング練習用として良好な評価を得た($p < 0.05$)。以上より、本立体模型は、解剖学的再現性、解剖部位間の推測距離の精度、ドリリング練習用としての評価が高かった。それゆえに、本モデルは、合併経錐体骨

到達法における開頭から錐体骨削除までのドリリング練習用として有用であると結論した。

2) 部分的に網目状構造化した立体模型を用いた頭蓋底腫瘍の手術シミュレーションの開発
3D プリンターにおいて、不透明な素材で作製する上では、画像の半透明のように深部を透見することができない。本研究の目的は、腫瘍を網目状にした立体模型を開発し、その深部の透見程度を評価することによって手術シミュレーションへの有用性を検討することである。本研究では、石膏を主として作製する binder jetting の 3D プリンターを使用した。頭蓋底腫瘍のうち、錐体斜台腫瘍の 4 例において、CT, MRI, 血管造影のデータを基に、充実性腫瘍(下図 a)、腫瘍を省略したもの(下図 b)、網目状腫瘍の立体(下図 c)を作製した。12 名の脳神経外科医が、3 種類の立体模型において、合併経錐体骨到達法の開頭側から、内頸動脈、脳底動脈、脳幹をみて、‘よく見える’、‘見える’、‘見えにくい’、‘見えない’の 4 段階で評価した。また、それらの部位と腫瘍との立体的位置関係の把握についても査定した。その結果、網目状腫瘍の立体模型は、充実性腫瘍および腫瘍を省略した立体模型と比較して、内頸動脈、脳底動脈、脳幹の見え方、およびそれらと腫瘍との位置関係の認識において統計学的有意差をもって良好であった。以上より、腫瘍を網目状化した立体模型は、その深部を視覚的にとらえることを可能にした。本方法は、3D プリンターにおける新たな作製法として、様々な手術シミュレーションに応用できると結論した。



(a)

(b)

(c)

3) 3D プリンターによる立体模型を用いた前床突起削除のドリリング練習および手術シミュレーションの有用性

前床突起周囲は解剖学的な立体的位置関係が複雑であるため、前床突起削除を理解するには多くの手術経験を要することが多い。われわれは、computed tomography angiography (CTA) と magnetic resonance imaging (MRI) から三次元合成画像を作成し、その画像データを基に 3D プリンターを用いて立体模型を作製した(右図)。本研究の目的は、その三次元合成画像に対する立体模型の解剖学的再現性、さらに前床突起削除後の骨内部の再現性について評価することであった。また、立体模型の手術シミュレーションへの有用性について検討した。術前検査として、CTA と MRI



を施行した 51 例を対象とした。三次元合成画像と立体模型において、前床突起の大きさ、視神経や動脈の太さや長さ、前床突起削除後の骨内部の長さ等をそれぞれ測定し、立体模型における再現性を評価した。また、完成した立体模型で脳神経外科医 10 人に前床突起削除を行わせ、手術シミュレーションへの有用性を検討した。その結果、立体模型は、骨内部も含めて三次元合成画像の前床突起近傍を高い精度で再現していた。また、立体模型のドリリングは、前床突起の手術シミュレーションにおいて有用な方法であった。本研究において、3D プリンターを用いて作製した前床突起近傍の立体模型は、骨内部も含めて良好な解剖学的再現性を示した。また、本立体模型はドリリング用の手術教育ツールとして有用であると結論した。

引用文献

1. Kondo K, Nemoto M, Harada N, Masuda H, Ando S, Kubota S, Sugo N. Three-Dimensional Printed Model for Surgical Simulation of Combined Transpetrosal Approach. *World Neurosurg.* 2019 Jul;127:e609-e616. doi: 10.1016/j.wneu.2019.03.219. Epub 2019 Mar 28. PMID: 30930318
2. Okonogi S, Kondo K, Harada N, Masuda H, Nemoto M, Sugo N. Operative simulation of anterior clinoidectomy using a rapid prototyping model molded by a three-dimensional printer. *Acta Neurochir (Wien).* 2017 Sep;159(9):1619-1626. doi:

10.1007/s00701-017-3202-4. Epub 2017 May 15.PMID: 28508160

3. Kondo K, Harada N, Masuda H, Sugo N, Terazono S, Okonogi S, Sakaeyama Y, Fuchinoue Y, Ando S, Fukushima D, Nomoto J, Nemoto M. A neurosurgical simulation of skull base tumors using a 3D printed rapid prototyping model containing mesh structures. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016 Jun;158(6):1213-9. doi: 10.1007/s00701-016-2781-9. Epub 2016 Apr 6.PMID: 27052513
4. Kondo K, Nemoto M, Masuda H, Okonogi S, Nomoto J, Harada N, Sugo N, Miyazaki C. Anatomical Reproducibility of a Head Model Molded by a Three-dimensional Printer. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55(7):592-8. doi: 10.2176/nmc.oa.2014-0436. Epub 2015 Jun 29.PMID: 26119896

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kondo K, Nemoto M (EQ), Harada N, Masuda H, Ando S, Kubota S, Sugo N (Co.)	4. 巻 127
2. 論文標題 3-Dimensional printed model for surgical simulation of combined transpetrosal approach.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 World Neurosurgery	6. 最初と最後の頁 609-616
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.wneu.2019.03.219.	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 榎田博之, 周郷延雄	4. 巻 41
2. 論文標題 3Dプリンターを用いた脳神経外科手術シミュレーションおよび手術トレーニング.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CI学会誌	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) 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 Okonogi Shinichi, Kondo Kosuke, Harada Naoyuki, Masuda Hiroyuki, Nemoto Masaaki, Sugo Nobuo	4. 巻 159
2. 論文標題 Operative simulation of anterior clinoidectomy using a rapid prototyping model molded by a three-dimensional printer	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Neurochir (Wien)	6. 最初と最後の頁 1619 ~ 1626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00701-017-3202-4	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 Kondo K, Nemoto M, Harada N, Fukushima D, Masuda H, Sugo N	4. 巻 43
2. 論文標題 Comparison between Quantitative Stiffness Measurements and Ultrasonographic Findings of Fresh Carotid Plaques	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ultrasound Med Biol	6. 最初と最後の頁 138 ~ 144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.08.014	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 Nemoto M, Masuda H, Sakaeyama Y, Okonogi Si, Node Y, Ueda K, Ando S, Kondo K, Harada N, Sugo N	4. 巻 27
2. 論文標題 Clinical Characteristics of Subarachnoid Hemorrhage with an Intracerebral Hematoma and Prognostic Factors	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Stroke Cerebrovasc Dis	6. 最初と最後の頁 1160 ~ 1166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.11.034	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 Kondo K, Harada N, Masuda H, Sugo N, Terazono S, Okonogi S, Sakaeyama Y, Fuchinoue Y, Ando S, Fukushima D, Nomoto J, Nemoto M	4. 巻 158
2. 論文標題 A Neurosurgical Simulation of Skull Base Tumors using a 3D Printed Rapid Prototyping Model containing Mesh Structures.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Acta Neurochirurgica	6. 最初と最後の頁 1213-1219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00701-016-2781-9	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13件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 周郷延雄
2. 発表標題 3Dプリンターを用いた手術シミュレーションと手術教育
3. 学会等名 神奈川脳神経外科手術と機器研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 周郷延雄, 原田直幸, 近藤康介, 榎田博之, 根本匡章, 長尾建樹
2. 発表標題 3D プリンターを手術に役立てる
3. 学会等名 第43回日本脳神経CI学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 周郷延雄, 原田直幸, 近藤康介, 根本匡章, 榊田博之, 安藤俊平, 上田啓太, 野手康宏, 小此木信一, 栄山雄紀
2. 発表標題 3Dプリンターによる頭蓋底外科手術の骨ドリリング用立体模型の作製.
3. 学会等名 第76回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小此木信一, 栄山, 雄紀, 野手, 康宏, 上田, 啓太, 安藤俊平, 榊田博之, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章, 周郷延雄
2. 発表標題 Anterior clinoidectomyの手術シミュレーションにおける立体モデルの有用性について
3. 学会等名 第41回日本脳神経CI学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 周郷延雄, 松浦知恵, 淵之上 裕, 野手康宏, 小此木信一, 安藤俊平, 榊田博之, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章
2. 発表標題 三次元合成画像および3Dプリンターによる立体模型を用いた脳腫瘍の術前シミュレーション
3. 学会等名 第23回日本脳腫瘍の外科学会 (シンポジウム)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小此木信一, 安藤俊平, 榊田博之, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章, 周郷延雄
2. 発表標題 3Dプリンターで作製した立体モデルによる前床突起切除の手術シミュレーション
3. 学会等名 第26回脳神経外科手術と機器学会学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小此木信一, 安藤俊平, 榊田博之, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章, 周郷 延雄
2. 発表標題 Anterior clinoidectomyの手術シミュレーションにおけるrapid prototyping modelの有用性について
3. 学会等名 第31回日本脳神経外科解剖研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 周郷 延雄, 原田 直幸, 近藤 康介, 根本 匡章, 榊田 博之, 安藤 俊平, 上田 啓太, 野手 康宏, 栄山 雄紀, 松浦知恵
2. 発表標題 3Dプリンターを用いた経錐体骨到達法の手術シミュレーション
3. 学会等名 第29回日本頭蓋底外科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 周郷延雄, 原田直幸, 近藤康介, 根本匡章, 榊田博之, 安藤俊平, 上田啓太, 野手康宏, 小此木信一, 栄山雄紀
2. 発表標題 3Dプリンターによる頭蓋底外科手術の骨ドリリング用立体模型の作製
3. 学会等名 一般社団法人日本脳神経外科学会第76回学術総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 周郷延雄, 榊田博之, 福島大輔, 安藤俊平, 上田啓太, 野手康宏, 栄山雄紀, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章
2. 発表標題 3Dプリンターにおける網目状構造化された立体模型を用いた手術シミュレーション
3. 学会等名 第21回日本脳腫瘍の外科学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 周郷延雄, 榎田博之, 福島大輔, 安藤俊平, 上田啓太, 野手康宏, 栄山雄紀, 松浦知恵, 近藤康介, 原田直幸, 根本匡章
2. 発表標題 3Dプリンターにおける網目状構造化された立体模型を用いた手術シミュレーション
3. 学会等名 第75回日本脳神経外科学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小此木信一, 宮崎親男, 小名木敦雄, 根本匡章, 原田直幸, 近藤康介, 榎田博之, 福島大輔, 安藤俊平, 周郷延雄
2. 発表標題 3Dプリンターによる立体模型を用いた前床突起削除の手術シミュレーション
3. 学会等名 第75回日本脳神経外科学会学術総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 原田直幸, 栄山雄一, 淵之上 裕, 小此木信一, 寺園 明, 安藤俊平, 福島大輔, 榎田博之, 野本 淳, 近藤康介
2. 発表標題 脊髄腫瘍における立体画像作成の工夫点
3. 学会等名 第75回日本脳神経外科学会学術総会
4. 発表年 2016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
研究分担者	根本 匡章 (NEMOTO Masaaki) (60266971)	東邦大学・医学部・准教授 (32661)	

6. 研究組織（つづき）

	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	近藤 康介 (KONDO Kosuke) (70349877)	東邦大学・医学部・講師 (32661)	

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