

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24592154

研究課題名(和文) 神経機能を“見える化”する新たな術中モニタリングを用いた手術科学

研究課題名(英文) Scientific analysis of surgical procedures by new neurophysiological monitoring that visualize neural function

研究代表者

中富 浩文 (Nakatomi, Hirofumi)

東京大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号：10420209

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：聴神経鞘腫の外科治療における神経機能温存率向上は依然課題である。申請者らは、聴覚並びに顔面神経機能を“見える化”する新たな術中持続神経核モニタリング(蝸牛神経背側核活動電位(AEDNAP))、と神経根モニタリング(顔面神経根誘発筋活動電位(FREMAP))の開発、臨床応用を行ってきた。これまで170症例以上において使用し、術前後で同一グレードの神経機能温存に有意に相関する因子は、この両者のモニタリング反応の最終温存率であり、その閾値は、聴覚反応で36.5%が、顔面神経反応で61.5%である事を見いだした。術中に術後機能を確認して手術が遂行できるシステムが開発できた。

研究成果の概要(英文)：Improving preservation of function during the acoustic neuroma surgery is still the big issue. We have invented the following two new intraoperative neurophysiological monitoring that visualize real time neural function during the operation and applied to acoustic neuroma surgery. The first is dorsal cochlear nucleus action potential (AEDNAP) monitoring for cochlear nerve (CN). The other is root exit zone-elicited compound muscle action potential (FREMAP) monitoring for facial nerve (FN). We have applied these monitoring to over 170 acoustic neuroma cases. Ultimately we have found that both final AEDNAP amplitude preservation ratio (APR) and final FREMAP APR were associated with same-grade functional preservation. The threshold for these functional preservation of the final AEDNAP APR and final FREMAP APR were 36.5% and 61.5% respectively. We think we have developed the new surgical system that convinces the surgeons with postoperative neural function of patients during the surgery.

研究分野：脳神経外科

キーワード：神経機能温存 神経機能モニタリング 聴神経腫瘍

## 1. 研究開始当初の背景

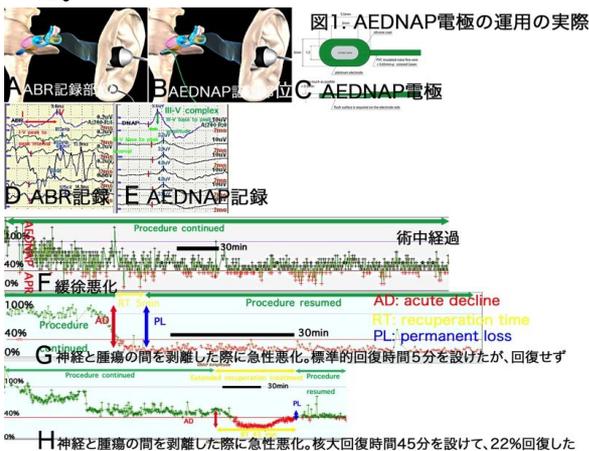
小脳橋角部の疾患は、聴神経鞘腫、髄膜腫、椎骨動脈瘤を代表とし、様々な脳神経損傷を来す。特に蝸牛神経は脆弱で、外科治療後の聴力の温存率はおおむね 50-60%前後であり、顔面神経麻痺も手術直後には 20%前後で出現する。すなわち外科治療における神経機能温存率向上が大きな課題である。

こうした背景のもと、これまで、聴覚並びに顔面神経機能を“見える化”する新たな術中持続神経核、神経根モニタリング電極、装置の開発を行ってきた。

聴覚における、これまでの頭皮記録の聴性脳幹反応(ABR)、神経上記録の蝸牛神経活動電位(CNAP)と異なり、脳幹の神経核より直接、蝸牛神経背側核活動電位(AEDNAP)を安全に測定する方法を見いだした。顔面神経についても、神経根に直接に持続刺激電極を留置し、顔面神経根誘発筋電図(FREMAP)を安定記録することに成功した。

この2つの新たな術中持続神経核、神経根モニタリングは、日本国内ではこれまでの170症例以上において使用し、手術中の測定可能なすべての電気生理学的データを蓄積してきた。

この電気生理学的データに加え、患者の臨床所見、神経所見、腫瘍の画像所見の全てを包括するデータベースを作成し、このデータベースの解析から、神経のトランス、手術手技の科学的分析が可能となった。



## 2. 研究の目的

申請者は、これまで小脳橋角部の脳神経疾患の外科治療において用いる、聴覚並びに顔面神経機能を“見える化”する新たな術中持続神経核、神経根モニタリング電極、装置の開発を行ってきた。本研究は、神経機能の“見える化”により、聴神経と顔面神経のそれぞれの“神経のトランス”を明らかとし、“手術操作を科学する”ことが目的である。

計画している具体的な研究項目は、術中モニタリング反応最終値と術後神経予後との相関関係、様々な異なる手術操作の術中モニタリング反応値への影響、術中操作の中断による異なる手術操

作からのモニタリング反応の回復過程、の3つを多変量解析を用いて明らかとする。

本研究で使用する術中持続神経核、神経根モニタリング電極、装置、ならびにこれから得られる電気生理学的情報は以下の特質をもつ。

### 1) 聴覚における蝸牛神経背側核活動電位(AEDNAP)の特質

現在一般的に広く用いられている頭皮記録のABRは、測定に約1000回加算を要し、1波形の観察に約1分を要する。また電気ノイズで乱れやすい。手術中にABRが消失した場合、聴力温存は不可能と判断してきた。今回我々は、脳幹にある蝸牛神経背側核に安定して密着する電極を作成し、直接活動電位を測定し、ノイズが少ない高性能な聴性誘発背側蝸牛神経核活動電位(Auditory Evoked Dorsal cochlear Nucleus Action Potential: AEDNAP)を得ることに成功した。測定に約100回加算(約6秒)で済み、電極が非常に安定し、また手術操作の妨げとならない。

### 2) 顔面神経における顔面神経根刺激筋電図の特質

手術中の間欠的な刺激で、その伝導性が保たれているかを断続的に確認する間欠的モニタリングが広く一般的に用いられてきたが、手術後に顔面神経麻痺が出現し、3-12ヶ月間の回復期間を要することもまれではなかった。我々は、顔面神経の根元(顔面神経根)を持続的に安定して刺激してモニタリングができる顔面神経根刺激誘発筋電図(Facial nerve Root Elicited Muscle Action Potential: FREMAP)を得ることに成功した。

### 3) 持続神経機能モニタリングソフトウェアの特質

この2つの電極で測定された反応を解析する持続神経機能モニタリングソフトウェアを開発している。これによりリアルタイムで現在の測定波形、最大振幅値を表示し、手術開始時点と比較しての温存率(APR)を時々刻々表示する。リアルタイムで記録し、かつ手術全行程のトレンドを表示する機能を有している。二つの神経の機能が、温存率として“見える化”され、手術の全行程が見て一目で分かる。いつ、どこで、どの操作を行ったときに、どのように反応が低下し、どのように対処したら、どう回復したかが一目瞭然で、全での電気生理情報が記録されるシステムを有している。

### 4) 包括的データベースの特質

こうして得られた包括的データベースの、多変量解析から、すでに術中モニタリング反応値と術後神経予後との直接的な相関関係を明らかとしたので、本研究では更に手術手技を詳細に解析し、1) ハイリスクな手術操作の術中モニタリング反応値への影響、2) 術中操作の中断: 拡大回復時間を設け

る事によるハイリスク手術操作からのモニタリング反応の回復過程を明らかとする。

### 3. 研究の方法

本研究計画では

1. 蝸牛神経背側核活動電位モニタリング (AEDNAP) と顔面神経根刺激誘発筋電図モニタリング (FREMAM) ならびに持続神経モニタリングシステムを聴神経鞘腫の手術で用いて、有効性を評価する。

小脳橋角部近傍の頭蓋内疾患を有して、開頭術による脳神経外科手術をうける 20 歳以上の患者約 45 症例を対象とする。平成 24 年度は、対象疾患は聴神経鞘腫のみとし、研究の成果を検証する。Ad-Tech Medical Instrument Corporation (USA) 社製の蝸牛神経背側核活動電位モニタリング (DNAP) と顔面神経根刺激誘発筋電図モニタリング (FREMAM) の皮質電極 2 種と日本光電社製 MEE-1200 持続神経モニタリング装置 (医療機器届 出番号: 219AHBZX00006000 号) ならびに QP-101B 解析ソフトウェアを脳神経外科手術で使用。これによりリアルタイムで現在の測定波形、最大振幅値を表示し、手術開始時点と比較しての温存率を時々刻々表示する。リアルタイムで記録し、かつ手術全行程のトレンドを表示する機能を有している。二つの神経の機能が、温存率として“見える化”され、手術の全行程が見て一目で分かる。いつ、どこで、どの操作を行ったときに、急性に何%低下し (acute decline, AD%), 何分間中断したら (recuperating time, RT)、どこまで回復し最終で何%の喪失を来したか (permanent loss, PL%) を一目で理解可能である。

2. 聴神経鞘腫手術に関連した、臨床、神経、電気生理、画像の包括的データの臨床統計解析を行う。

手術に関連した、臨床情報 (年齢、性別、症状の期間、顔面神経の状態、聴力検査結果)、神経情報 (術中の走行、皮薄程度、癒着程度)、画像情報 (腫瘍サイズ、内耳道の占有率)、電気生理情報 (FREMAM 筋電図の反応絶対値、刺激強度、最終 FREMAM 反応温存率、ABR I-V 波潜時の遅れ、AEDNAP 反応の絶対値、最終 AEDNAP 反応温存率) を包括的データの臨床統計解析を行い、神経機能温存に有意に寄与した因子を多変量解析にて明らかとする。

術中モニタリング反応最終値と術後神経予後との相関関係を明らかとする。

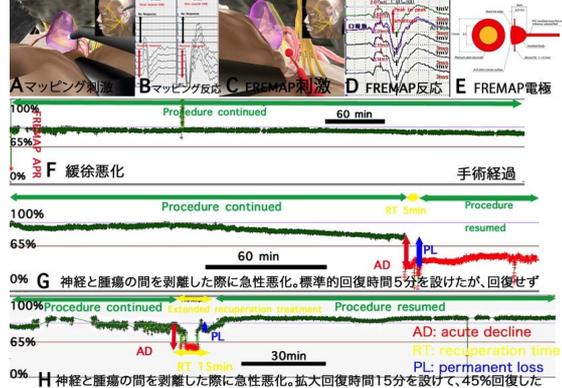
様々なハイリスクな手術操作の術中モニタリング反応値への影響を明らかとする。

術中操作の中断によるハイリスク手術操作からのモニタリング反応の回復過程を明らかとする。これにより様々な損傷への神経のトランスを明らかとする。

3. 小脳橋角部髄膜腫手術に関連した、臨床、神経、電気生理、画像の包括的データの臨床統計解析を行う。

4. 椎骨脳底動脈瘤と小脳橋角部脳動静脈奇形手術に関連した、臨床、神経、電気生理、画像の包括的データの臨床統計解析を行う。

図2.FREMAM電極の運用の実際



### 4. 研究成果

対象は、2006-2011 年に手術を施行した聴神経腫瘍連続 89 例である。全例で、蝸牛神経背側核活動電位 (AEDNAP) と顔面神経根刺激誘発筋電図 (FREMAM) を持続モニタリングした。多変量解析を用いて、術後神経機能予後との相関関係を解析した。

1) 術前後で同クラスの聴力温存、同グレードの顔面機能温存と有意に相関する因子は、ロジスティック解析ではそれぞれ AEDNAP、FREMAM 温存率最終値であった。2) ROC 解析では、AEDNAP 温存率最終値が 36.5% 以上、FREMAM 温存率最終値 61.5% 以上で、同クラス、同グレード機能温存率が優位に優れていた。つまり同一グレードの神経機能温存の為の閾値は、聴覚において、AEDNAP 温存率最終値が 36.5% 以上、顔面神経に於いて FREMAM 温存率最終値 61.5% 以上を維持する必要がある事が明らかとなった (Nakatomi et al. J Neurosurg. 2015 Jan; 122(1): 24-33.)。本研究で開発したリアルタイム神経モニタリングシステムによって、術中に術後神経機能を予測しつつ手術を遂行することができるようになったことが大きな成果であった。小脳橋角部髄膜腫、椎骨脳底動脈瘤、小脳橋角部脳動静脈奇形に関しては、今後解析予定である。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 24 件)

1) Nakatomi H, Miyazaki H, Tanaka M, Kin T, Yoshino M, Oyama H, Usui M, Moriyama H, Kojima H, Kaga K, Saito N. Improved preservation of function during a coustic neuroma surgery. J Neurosurg. Epub Oct 24, 2014.

2) Ono H, Nakatomi H, Tsutsumi K, Inoue T, Teraoka A, Yoshimoto Y, Ide T, Kitanaoka C, Ueki K, Imai H, Saito N. Symptomatic recurrence of intracranial arterial dissections: follow-up study of 143 consecutive cases and pathological investigation. St

roke. 44(1): 126-31, 2013 (Ono H and Nakatomi H equally contributed)

3) Yoshino M, Kin T, Ito A, Saito T, Nakagawa D, Ino K, Kamada K, Mori H, Kunimatsu A, Nakatomi H, Oyama H, Saito N. Feasibility of diffusion tensor tractography for preoperative prediction of the location of the facial and vestibulocochlear nerves in relation to vestibular schwannoma. *Acta Neurochir (Wien)*. 2015 Apr 12. [Epub ahead of print]

4) Miyawaki S, Imai H, Shimizu M, Yagi S, Ono H, Nakatomi H, Shimizu T, Saito N. Genetic Analysis of RNF213 c.14576G>A Variant in Nonatherosclerotic Quasi-Moyamoya Disease. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015 May;24(5):1075-9.

5) Okano A, Nakatomi H, Shibahara J, Tsuchiya T, Saito N. Intracranial inflammatory pseudotumors associated with immunoglobulin G4-related disease mimicking multiple meningiomas: A case report and review of the literature. *World Neurosurg*. 2015 Feb 25. pii: S1878-8750(15)00116-3. doi: 10.1016/j.wneu.2015.02.011. [Epub ahead of print]

6) Imai H, Miyawaki S, Ono H, Nakatomi H, Yoshimoto Y, Saito N. The Importance of Encephalo-Myo-Synangiosis in Surgical Revascularization Strategies for Moyamoya Disease in Children and Adults. *World Neurosurg*. 2015 Feb 2. pii: S1878-8750(15)00038-8. doi: 10.1016/j.wneu.2015.01.016. [Epub ahead of print]

7) Okubo T, Harada K, Fujii M, Tanaka S, Ishimaru T, Iwanaka T, Nakatomi H, Sora S, Morita A, Sugita N, Mitsuishi M. Hand-held multi-DOF robotic forceps for neurosurgery designed for dexterous manipulation in deep and narrow space. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2014 Aug;2014:6868-71. doi: 10.1109/EMBC.2014.6945206.

8) Yoshino M, Kin T, Ito A, Saito T, Nakagawa D, Kamada K, Mori H, Kunimatsu A, Nakatomi H, Oyama H, Saito N. Diffusion tensor tractography of normal facial and vestibulocochlear nerves. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2014 Nov 20. [Epub ahead of print]

9) Behr R, Colletti V, Matthies C, Morita A, Nakatomi H, Dominique Darrouzet V, Brill S, Shehata-Dieler W, Lorens A, Skarzynski H. New Outcomes with Auditory Brainstem Implants in NF2 Patients. *Otol Neurotol*. Oct 16, 2014 [Epub ahead of print]

10) Yoshino M, Saito T, Kin T, Nakagawa D, Nakatomi H, Oyama H, Saito N. A microscopic optically tracking navigation system that uses high resolution 3D computer graphics. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. In press, 2014. ]

11) Fukushima Y, Imai H, Yoshino M, Kin T, Takasago M, Saito K, Nakatomi H, Saito N. Ptoisis as Partial Oculomotor Nerve Palsy Due to Compression by Infundibul

ar Dilatation of Posterior Communicating Artery, Visualized with Three-Dimensional Computer Graphics: Case Report. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 54(3): 214-8, 2014.

12) Fukushima Y, Oya S, Nakatomi H, Shibahara J, Hanakita S, Tanaka S, Shin M, Kawai K, Fukayama M, Saito N. Effect of dural detachment on long-term tumor control for meningiomas treated using Simpson Grade IV resection. *J Neurosurg*. 119(6): 1373-9, 2013

13) Miyawaki S, Imai H, Shimizu M, Yagi S, Ono H, Mukasa A, Nakatomi H, Shimizu T, Saito N. Genetic Variant RNF 213 c.14576G>A in Various Phenotypes of Intracranial Major Artery Stenosis/Occlusion. *Stroke*. 44(10): 2894-7, 2013.

14) Yoshino M, Kin T, Saito T, Nakagawa D, Nakatomi H, Kunimatsu A, Oyama H, Saito N. Optimal setting of image bounding box can improve registration accuracy of diffusion tensor tractography. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 9: 333-339, 2013.

15) Saito N, Kin T, Oyama H, Yoshino M, Nakagawa D, Shojima M, Imai H, Nakatomi H. Surgical simulation of cerebrovascular disease with multimodal fusion 3-dimensional computer graphics. *Neurosurgery*. 60 Suppl 1:24-9, 2013.

16) Yoshino M, Kin T, Nakatomi H, Oyama H, Saito N. Presurgical planning of feeder resection with realistic three-dimensional virtual operation field in patient with cerebellopontine angle meningioma. *Acta Neurochir (Wien)*. 155(8):1391-9, 2013.

17) Miyawaki S, Imai H, Takayanagi S, Mukasa A, Nakatomi H, Saito N. Identification of a genetic variant common to moyamoya disease and intracranial major artery stenosis/occlusion. *Stroke*. 43(12):3371-4, 2012

18) Yoshino M, Kin T, Shojima M, Nakatomi H, Oyama H, Saito N. A high-resolution method with increased matrix size can characterize small arteries around a giant aneurysm in three dimensions. *Br J Neurosurg*. 26(6):927-8, 2012.

19) Kin T, Nakatomi H, Shojima M, Tanaka M, Ino K, Mori H, Kunimatsu A, Oyama H, Saito N. A new strategic neurosurgical planning tool for brainstem cavernous malformations using interactive computer graphics with multimodal fusion images. *J Neurosurg*. 117(1):78-88, 2012.

20) Oya S, Kawai K, Nakatomi H, Saito N. Significance of Simpson grading system in modern meningioma surgery: integration of the grade with MIB-1 labeling index as a key to predict the recurrence of WHO Grade I meningiomas. *J Neurosurg*. 117(1):121-8, 2012.

21) Saito N, Hida A, Koide Y, Ooka T, Ichikawa Y, Shimizu J, Mukasa A, Nakatomi H, Hatakeyama S, Hayashi T, Tsuji S. Culture-negative brain abscess with Streptococcus intermedius infection with diagnosis

established by direct nucleotide sequence analysis of the 16s ribosomal RNA gene. In *tern Med.* 51(2):211-6, 2012.

22) 中富浩文、齊藤延人. 海馬虚血再還流現象. *Clinical Neuroscience.* 31(12): 1418-1421 2013.

23) 中富浩文、齊藤延人. くも膜下出血の疫学と症候. *Clinical Neuroscience.* 31(4): 390-392, 2013.

24) 中富浩文、齊藤延人. 神経栄養因子を用いた脳梗塞再生医療. *分子脳血管病* 11(4): 21-17, 2012.

[学会発表](計23件)

1) 小脳橋角部大型血管芽腫手術に於けるハイリスク栄養血管の“解剖と神経機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(口演) 中富浩文、金太一、吉野正紀、中川大地、庄島正明、齊藤延人. 第19回脳腫瘍の外科学会、東京. 2014.9.12-9.13.

2) CPA 髄膜腫手術での pial feeder の“解剖と機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(口演) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、齊藤延人. 第19回脳腫瘍の外科学会、東京. 2014.9.12-9.13.

3) CPA 髄膜腫手術での pial feeder の“解剖と機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(口演) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、齊藤延人. 第23回脳神経外科手術と機器学会、福岡. 2014.4.18-19.

4) Unclippable 脳動脈瘤手術に於けるハイリスク穿通枝の“解剖と神経機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(口演) 中富浩文、金太一、吉野正紀、中川大地、庄島正明、齊藤延人. 第25回脳循環代謝学会、札幌 2013.11.1-11.2

5) 神経機能を“見える化”する新たな術中モニタリングを用いた聴神経腫瘍の手術科学. 中富浩文、宮崎日出海、田中実、金太一、吉野正紀、齊藤延人. 第22回聴神経腫瘍研究会. 東京 2013.6.8

6) 血管壁、血管内血栓解離性病変である巨大、大型血栓化脳底動脈本幹部紡錘状動脈瘤の治療戦略と成績. 中富浩文、第42回日本脳卒中の外科学会. 東京 2013.3.21-23

7) 巨大、大型血栓化紡錘状脳底動脈本幹部動脈瘤の治療. 中富浩文、臼井雅昭、松丸祐司、根本繁、テベツビブクス、齊藤延人. 第41回脳卒中学会. 京都 2012.4.27-28

8) 脳動静脈奇形、脳脊髄動静脈瘻に対する持続神経機能、血管モニタリング手術の工夫と成績. 中富浩文、金太一、吉野正紀、庄島正明、齊藤延人. 第41回脳卒中の外科学会. 京都 2012.4.26-27

9) 3D computer graphics による脳幹解剖の見える化と脳幹部腫瘍、特に海綿状血管腫の外科治療. 中富浩文、金太一、吉野正紀、中川大地、齊藤延人(教育講演)中富浩文. 第7回東海若手脳腫瘍手術研究会、名古屋. 2014.10.26.

10) 聴神経腫瘍手術での蝸牛顔面神経の“解剖と機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(シボジウム) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、齊藤延人. 第73回脳神経外科学会総会、東京. 2014.10.9-10.11.

11) Advantage of modern fusion imaging technique for aneurysm surgery Hirofumi

Nakatomi, Taichi Kin, Hiroshi Oyama, Masanori Yoshino, Daichi Nakagawa, Masaaki Shojima, Hideaki Imai, Nobuhito Saito. (Invited lecture) 第12回韓日有効脳卒中の外科会議、大阪. 2014.9.26-27

12) 聴神経腫瘍手術 3D. 中富浩文、金太一、吉野正紀、中川大地、齊藤延人(教育講演) 第1回脳神経外領域に於ける3D研究会、軽井沢. 2014.9.4.

13) 小脳橋角部髄膜腫手術に於ける pial feeder の“解剖と機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(シボジウム) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、齊藤延人. 第26回日本頭蓋底外科学会、千葉. 2014.6.19-6.20.

14) 脳幹部近傍脳腫瘍の手術. (カンファレンス) 中富浩文. 第34回日本脳神経外科コンgres総会、大阪. 2014.5.16-5.18.

15) 脳動静脈奇形、瘻手術での穿通枝フィダの“解剖と機能の見える化”による機能温存. (シボジウム) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、庄島正明、齊藤延人. 第23回脳神経外科手術と機器学会、福岡. 2014.4.18-19.

16) 聴神経腫瘍手術での蝸牛顔面神経の“解剖と機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(シボジウム) 中富浩文、吉野正紀、金太一、中川大地、齊藤延人. 第23回脳神経外科手術と機器学会、福岡. 2014.4.18-19.

17) 臨床病理所見とCFD解析に基づく巨大、大型血栓化防水状脳底動脈瘤の治療戦略(ビデオシボジウム) 中富浩文、塩川芳昭、森田明夫、寺岡暉、竹信敦充、齊藤延人. 第43回脳卒中の外科学会、大阪. 2014.3.13-3.15

18) 神経機能を“見える化”する新たな術中モニタリングを用いた聴神経腫瘍の手術科学(シボジウム) 中富浩文、宮崎日出海、田中実、金太一、吉野正紀、齊藤延人. 第72回脳神経外科学会総会. 横浜 2013.10.16-18

19) 小脳橋角部大型血管芽腫手術に於けるハイリスク栄養血管の“解剖と神経機能の見える化”によるファンクショナルリザーベーション(シボジウム) 中富浩文、金太一、吉野正紀、中川大地、庄島正明、齊藤延人. 第18回日本脳腫瘍の外科学会、大津 2013.9.19-9.20

20) 神経機能を“見える化”する新たな術中モニタリングを用いた聴神経腫瘍の手術科学(シボジウム) 中富浩文、宮崎日出海、田中実、金太一、吉野正紀、齊藤延人. 第25回頭蓋底外科学会総会. 名古屋 2013.6.26-27

21) Improving functional preservation in a coustic neuroma surgery. Hirofumi Nakatomi, Nobuhito Saito. AANS/CNS 10th Biennial Satellite Tumor Symposium. New Orleans. 2013.4.26-27.

22) 神経機能を“見える化”する新たな術中モニタリングを用いた聴神経腫瘍の手術科学(シボジウム) 中富浩文、宮崎日出海、田中実、金太一、吉野正紀、齊藤延人. 第71回脳神経外科学会総会. 大阪 2012.10.17-19

23) Posterior transpetrosal approach を用いた巨大、大型血栓化紡錘状脳底動脈瘤の治療と成績(シボジウム). 中富浩文、臼井雅昭、松丸祐司、根本繁、テベツビブクス、齊藤延人. 第24回頭蓋底外科学会総会. 東京 2012.7.11-12

[図書](計4件)

- 1) 中富浩文. 脳神経外科プラクティス 1. 脳血管障害の急性期マネジメント. 海綿状血管腫による脳出血の急性期マネジメントと手術適応. 164-169, 文光堂、2014年
- 2) 中富浩文. 脳神経外科プラクティス 2. 脳神経外科の基本手技. 前頭側頭開頭・整容の観点から. 127-132, 文光堂、2014年
- 3) 中富浩文. 脳脊髄病変の画像診断 (原著第1版) PART 1, section 2. 髄膜 I-2-2-I-2-21. 南江堂、2013年
- 4) 中富浩文、吉野正紀、金太一、國井尚人、齊藤延人. ビジュアル脳神経外科 7. 頭蓋底 2、後頭蓋窩、錐体斜台部. 小脳橋角部髄膜種の治療戦略. 152-167. 株式会社ユ、2012年

〔産業財産権〕

出願状況 (計 2 件)

名称: 「画像処理装置、及び手術顕微鏡システム」  
 発明者: 中富浩文 他  
 権利者: 国立大学法人東京大学  
 種類: 特願  
 番号: 特願 2013-211065  
 出願年月日: 2013 年 10 月 8 日  
 取得年月日:  
 国内外の別: 国内

名称: 「画像処理装置及びプログラム」  
 発明者: 中富浩文 他  
 権利者: 国立大学法人東京大学  
 種類: 特願  
 番号: 特願 2013-103562  
 出願年月日: 2013 年 5 月 15 日  
 取得年月日:  
 国内外の別: 国内

取得状況 (計 6 件)

名称: Electrode for continuously stimulating facial nerve root and apparatus for monitoring electromyograms of facial muscles using the electrode thereof.  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: New US Patent  
 番号: US8897882 B2  
 出願年月日: 2010 年 3 月 17 日  
 取得年月日: 2014 年 11 月 25 日  
 国内外の別: 国外

名称: Monitoring electrode for monitoring dorsal cochlear nucleus action potentials and monitoring device for monitoring dorsal cochlear nucleus action potentials.  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: New US Patent  
 番号: US8,137,286 B2  
 出願年月日: 2009 年 3 月 12 日  
 取得年月日: 2012年3月20日  
 国内外の別: 国外

名称: Electrode for continuously stimulating facial nerve root and apparatus for monitoring electromyograms of facial muscles using the electrode thereof.  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: New European Patent  
 番号: No: EP2229977B1  
 出願年月日: March 18, 2010  
 取得年月日: February 8, 2012

名称: Monitoring electrode for monitoring dorsal cochlear nucleus action potentials and monitoring device for monitoring dorsal cochlear nucleus action potentials.  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: New European Patent  
 番号: No: EP2100555 B1  
 出願年月日: March 12, 2009  
 取得年月日: January 12, 2011

名称: 顔面神経根持続刺激電極および顔面神経根持続刺激電極を使用した顔面表情筋の筋電図モニタリング装置  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: 特願  
 番号: 第 4303782 号  
 出願年月日: 2009 年 3 月 18 日  
 取得年月日: 2009 年 5 月 1 日  
 国内外の別: 国内

名称: 蝸牛神経背側核活動電位モニタリング電極および蝸牛神経背側核活動電位モニタリング装置  
 発明者: 中富浩文、宮崎日出海  
 権利者: 中富浩文、宮崎日出海  
 種類: 特願  
 番号: 第 4185562 号  
 出願年月日: 2008 年 3 月 12 日  
 取得年月日: 2008 年 9 月 12 日  
 国内外の別: 国内

6 . 研究組織

(1)研究代表者

中富 浩文 ( NAKATOMI, Hirofumi )  
 東京大学・医学部附属病院・准教授  
 研究者番号: 10420209

(2)研究分担者

齊藤 延人 ( SAITO, Nobuhito )  
 東京大学・医学部附属病院・教授  
 研究者番号: 60262002