

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650065

研究課題名(和文) 適応的熟達化を促す要因の解明

研究課題名(英文) Understanding the promotion factors of the adaptive expertise

研究代表者

小山 博史 (Oyama, Hiroshi)

東京大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：30194640

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、適応的熟達化の促進要因である1)下位技能の習熟、2)適切な問題解決のための知識の獲得、3)適切な評価基準の獲得を明らかにすることとした。手術教育用シミュレータを用いて、専門医4名と医学生6名を対象に脳動脈瘤のクリッピング操作を課題とし、両手の操作デバイスの軌道、操作時間、正常脳への接触割合、脳波を測定し、手術シミュレーションに関する理解度を評価するアンケートを行った。専門医の場合には施行時間の変動が少なく、医学生の場合には変動が大きかった。医学生は課題施行時の正常脳へのデバイスの接触率(エラー発生頻度)が脳外科医よりも多かったが統計学的有意差は認められなかった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to identify the three factors behind adaptive expertise: 1) the process of mastery of subskills; 2) acquisition of knowledge needed for adequate problem-solving; and 3) development of appropriate standards for self-appraisal. This research used a neurosurgical training simulator and focused on the task of clipping a cerebral aneurysm. The subjects were 4 neurosurgeons and 6 medical students. Subjects' performance during the exercise was measured in terms of the trajectory in which control devices in both hands were moved, the time the operation took to perform, the degree of contact made with the normal brain, and the EEG produced. While there was little fluctuation in the time it took for the neurosurgeons to perform the exercise, there was considerable disparity among the students. The students showed greater rates of contact with the normal brain during the procedure, but there was no statistically significant difference between the two groups.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：学習と知識獲得 仮想環境

1. 研究開始当初の背景

熟達者は、特定の領域の知識や技能に秀で速く正確な処理を行う。熟達者は、大きく手際のいい熟達者 (routine expert) と適応的熟達者 (adaptive expert) の 2 つに分類されている [波多野・稲垣,1996]。一般に、これは構造化された多くの知識を有しているためとされ、今日まで知識の獲得と知識の構造化に関する研究が盛んに行われてきた。特に知識の獲得については 1970 年代米国を中心とした人工知能技術を応用した Computer Assisted Instruction (CAI) [Carbonell J.R., 1970] や Intelligent Tutoring System (ITS) [Clancey W.J.,1979] が開発され、自然言語対話インタフェースで学習者の理解状態を動的に表現する学習モデルが開発された。1980 年代になると知識構成主義が主流となり教育方法よりも助言やメンタといった教育環境として Interactive Learning Environment (ILE) [Grossberg S.,1987] や Direct manipulation Interface [Hutchins E.L. et al.,1985]、エージェントの応用 [Panait L. et al.,2005]に関する研究が盛んとなった。2000 年代になるとインターネットが爆発的に普及し、インターネットで前述の CAI を配信するシステムが登場した [Chumley-Jones H.S. et al.,2002]。これにより教材のオーサリングや管理、学習者の管理、コンテンツ配信、学習過程の参照や学習の支援が電子的にインターネット上で時空間を超えて行うことが可能となった。

しかし、これらは主に知識獲得のための学習が主であり、心理学の学習の定義である「学習とは、環境の相互作用を通して生命体の行動変容、所有する知識構想の変化、認知構造の変容過程を指し、さらに環境への適応力の形成過程をいう」の中の「環境の相互作用」と「環境への適応力」のための技能学習の十分条件とは必ずしも言えない。この問題は Bandura (1971) が提唱した社会的学習理論における主体者の環境の認知過程を重視したことからも言える [Bandura A., 1971]。また、MaCarthy(1968)は「学習とは、経験したことを知識表現化すること、または、それを改良すること」としていることから大浦(1994)らが述べているように適応型熟達化には外界の状況からうける刺激と相互作用による自己モニタリングと自己調整が不可欠であるといえる [大浦, 後藤, 1994]。

2. 研究の目的

本研究では、ヴァーチャルリアリティ技術を用いた仮想実験空間を構築し、学習者が効率的かつ効果的な技能学習構築に利活用可能な学習モデルの作成について大浦(1994)が提唱している熟達者の特徴としての 1) 下位技能の習熟、2) 適切な問題解決のための知識の獲得、3) 適切な評価基準の獲得の 3 つについて外科技能について専門医と医学生の違いを明らかにすることを目的とした

3. 研究の方法

(1) 対象

脳神経外科医 4 名、医学生 6 名を対象とした。

(2) 説明と同意

機縁法で集めた対象者について説明文章を用いて説明し、同意取得者を被験者とした。

(3) シミュレーション課題の内容

課題を突然死の原因の一つであるくも膜下出血をきたす脳動脈瘤の手術治療の一つであるクリッピング手技とした。操作者は図 1 のように操作デバイスとして PHANTOM Omni (Sensable, Wilmington, MA) 2 台を用い、左手に吸引管、右手にクリップを持ちながら、フットスイッチで顕微鏡の倍率を変え、脳動脈瘤のネックにクリップを置く操作を行うこととした。脳動脈瘤のネックの適切な場所にクリップをおいたと判断した場合には、操作ボタンを押してクリップを固定する。その間、吸引管やクリップが脳表や血管に接触した場合には、接触判定し反力が加わる。また、臨場感を向上させるために手術中の市販の心電図モニター音を提示した。

(4) シミュレータの概要 (図 1)

実験環境で体験可能な下位技能を専門家の意見を基に分類・構造化し、アンケート評価項目に反映した。選択した技能に関する技能書や技能記録に記載された内容をもとに技能獲得上必要となる下位技能を抽出した。抽出結果を基に正常脳への手術器具の誤操作と両手の用具操作軌道データを評価項目とした。生体モデル(大脳、脳血管、脳動脈瘤の形状モデル)と手術器具(脳動脈瘤治療用クリップと吸引管形状モデル)の多面体モデルは Avizo 7 (VGS, FEI Company, Oregon) 及び Shade 12 ((株)イーフロンティア, 東京, 日本)で作成した。手術教育用シミュレーションソフトは、(株)パイケークと共同開発したものを使用した。トラブル回避の知識として正常脳表面への器具の接触のような判断の有無を接触判定回数から定量化した。仮想環境の中には、脳、脳血管、脳動脈瘤、吸引管、クリップを提示し、手術顕微鏡の代替として仮想立体視ディスプレイである Virtual Binocular SV (NVIS, Inc., Reston, VA) を用いた。

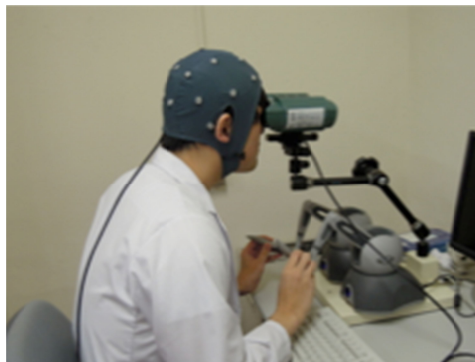


図 1. シミュレータを用いた課題実施例

(5)シミュレーションでの評価項目

スキル評価指標として操作時間，操作中の誤操作(今回は脳表面への器具の接触回数)両手の器具の操作距離(今回は相互距離が短い方が強調操作が良好)としてシミュレータから出力される操作器具先端の3次元位置情報と器具と脳との接触判定に関する操作ログを1名あたり5回行い，操作軌道ずれの大きい2つの操作を除外した3操作について解析を行った．解析ソフトはR version 3.1.0(2014-04-10)を用いて行った．模擬技能訓練装置の利用時の体験者のメンタルワークロードを生体計測から定量的に評価として脳波体験中の脳波測定を行った．脳波測定機器はNeXus-32(Mind Media BV, Herten, The Netherlands)を用いた．解析は，BIMUTAS-Video(キッセイコムテック(株),松本,日本)を用いた．

(6)アンケート方法

体験後に無記名アンケート調査を行った．内容は，手術教育用シミュレータの有用性に関する項目が4項目，手術に関する術前，術中，術後の専門的知識を要する手術教育用シミュレータの利活用に関する各項目と自由記載文とした．本研究は，東京大学医学部医学系研究科倫理委員会(審査番号 10436)の承認を受けて行った．

4. 研究成果

(1)脳神経外科医と医学生の実験時間とエラー率(図2)

学生と比較して脳神経外科医の実験時間は長かったが，統計学的有意差はなかった．脳神経外科医が医学生と比較してシミュレーション中に正常脳への手術器具の接触率(接触時間/全操作時間)が少ない傾向が示唆された．

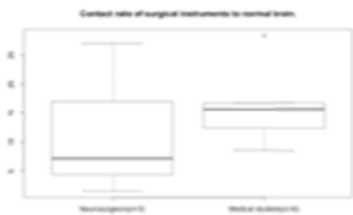


図2. 脳神経外科医と医学生の実験時間とエラー率

(2)脳神経外科医と医学生の左右の手の距離の変動の違い(図3)

脳神経外科医の軌道は，左右の手が離れたところから徐々に収束し，動脈瘤にクリップをかけるところで左右の手の距離が短く，細かい操作を協調して行っていることが示唆された．

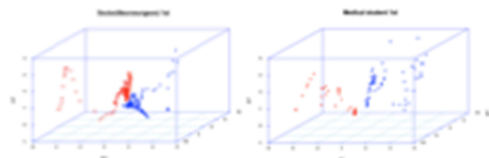


図3. 脳神経外科専門医(左図)と医学生の実験時の左右の手の距離の変動の軌跡の例. 右(赤点), 左(青点)．

一方，医学生の場合には，左右の点分散しており脳動脈瘤のクリッピング操作も両手の強調作業を示す両点の集積は認められなかった．

(3)脳神経外科医と医学生の実験軌道の違い(右手のみ)

脳神経外科医の中で最も正常脳への接触率が最も低い医師の右手(クリップをかける側)の軌道を図4，医学生のうち正常脳への接触率が最も高かった学生の軌道を図5に示す．図4の場合は1回目，2回目，3回目の軌道パターンが類似している．5回目も操作点数は多いがほぼ1~3回目のパターンに類似している．これに対して医学生の方のパターンは，脳神経外科医との軌道とは全く異なっていた．

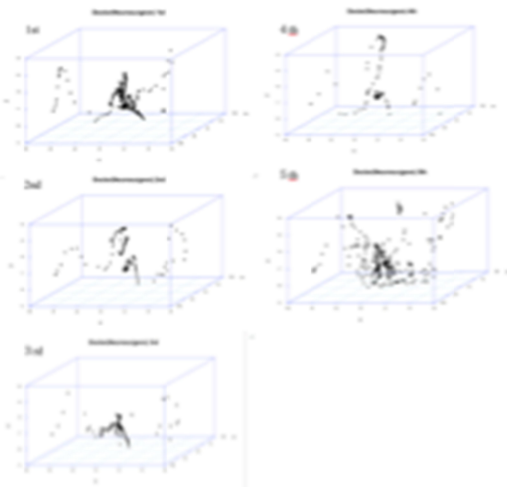


図4. 脳神経外科医の右手の軌道(1回目から5回目)

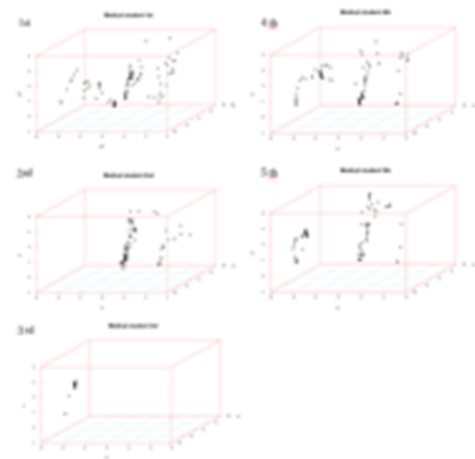


図5. 医学生の右手の軌道(1回目から5回目)

(4)脳神経外科専門医と医学生の実験中の脳波パターン

脳波測定は医学生 1 名、脳神経外科医 1 名で行ったが、今回は有意な差を示す所見は認められなかった。

(5)脳神経外科医と医学生の手術教育支援用シミュレータに対する評価の違い

脳神経外科医は全て「決定したアプローチで手術計画の詳細を評価するとき」と「術前にアプローチを決定するとき」であることの優先順位が高いのに対して、医学生では「決定したアプローチで手術計画の詳細を評価するとき」の優先順位は低く、「手術書・標準の手術ビデオを見直すとき(標準術式を確認するため)」の順位が比較的高かった。

術前・術中において手術教育用シミュレータを利用する際に注目する生体組織として脳外科医は「病変の局在、大きさ」であることに対して医学生は「静脈洞、架橋静脈の走行」の割合が比較的多かった。術後における手術教育用シミュレータの注目部位についての質問では、「病変と脳神経・血管との関係」と「病変の局在、大きさ」の優先順位が高いのに対して、医学生ではその傾向は少なかった。

(6)下位技能の習熟：

脳動脈瘤手術の基本として野崎らは適切な体位取り、必要十分な術野の確保、クリップの選択とし[野崎 et al., 2004]、波出石らは、シルピウス裂の分離、脳動脈瘤の剥離、脳ヘラの使い方、埋没した動脈瘤の引きずりだし、クリップの滑脱防止、複数クリップの選択を挙げている [波出石 et al., 2006]。吉河らは、正確な外科解剖的理解、頭の中での模擬手術シミュレーション、術直後の全体の把握、脳ペラの準備と調整、クモ膜のみの切開、血管の帰属の確認、穿通枝の露出の確認、術中破裂への備え、動脈瘤頸部のより安全で確実な露出、動脈瘤の周囲の構造物からの剥離、動脈瘤頸部の大きさ・形状・局在の把握、万に備えた血管吻合術 としている [吉河・堤, 2013]。このように基本手技といっても言語化してみると多彩である。ほぼ同じ手術を行う暗黙知を形式知にかえることの難しさを表している。

手術空間や剥離や変形できる計算機モデルを作成するのは困難であったため、脳と血管と動脈瘤、吸引管、クリップの形状モデルを立体視ながら、手術器具が脳や血管に触った感覚を感じ、現実感を上げるために手術中に聞こえる心電図モニター音も聴取可能なシミュレータを用いた。

本研究では、シミュレータで測定できるパラメータである両手で操作する手術用具の先端の軌道記録、オブジェクト同士の接触の有無の記録であることから、脳動脈瘤クリッピング操作の適応的熟達化を促進する下位技能として十分な術野があると仮定した場合のクリップをかける操作に注目した。

その結果、専門医では手術用具を正常の脳組織に接触させて傷害する率が医学生よりも低い傾向があることが示唆された。また、

クリップとかける右手の手術器具先端の軌道は、専門医の場合比較的滑らかな軌道で且つ類似した軌道を取る傾向があるのに対して医学生の場合には、一定しない軌道を描く傾向にあった。

本課題による下位技能は、手術器具を正常の脳に接触させ傷害させない操作ができるかどうかという点にある。結果として脳神経外科医と学生との間には統計学的に有意ではないが差があることが示唆され、脳神経外科医の場合にはほぼ一定の器具操作の軌道をとることから、下位技能である正常脳に触れずにデバイスを顕微鏡下に目的となる位置に移動させることは獲得されていると判断される。一方、医学生の場合には、初回よりも5回施行時のほうが正常脳への接触回数は減少傾向にあった。また、脳神経外科医の中でもシミュレーション環境に適應して精度の高い操作を行う群と適應しにくい群があることが示唆された。この原因は、被験者側の下位技能の習熟に対する差なのか、シミュレータへの適應性の差なのか今後検討する必要がある。また、シミュレータへの適應力と現実世界との適應力との関係あるいはシミュレータへの適應性を用いた現実空間への適應的熟達化の促進因子となるかどうかとも今後の興味深い課題となった。

(7)適切な問題解決のための知識の獲得

本課題での適切な問題解決の知識とは、正常脳組織に傷害を与えずに両手のデバイスを操作し、適確に脳動脈瘤の頸部にクリップをかけることである。そのためには、既述したように正確な外科解剖的理解、血管の帰属の確認、穿通枝の露出の確認、術中破裂への備え、動脈瘤頸部の大きさ・形状・局在に関する知識が重要となる。血管の帰属の確認、穿通枝の露出の確認、動脈瘤頸部の大きさ・形状・局在に関する知識を得るための操作が行われていたかどうかは問題となる。この知識が獲得されているかどうかは、脳神経外科医の手技の軌道は、病変およびその周囲の解剖学的関係を把握し、安全かつ正確なクリッピングをする軌道を示しており、医学生の場合にはその知識の獲得が無いために病変周囲の確認操作が少なく、すぐにクリッピングを行っていた。また、このことはシミュレータ評価アンケート結果の中で脳外科医は「病変の局在、大きさ」であることに対して医学生は「静脈洞、架橋静脈の走行」の割合が比較的多かったことから、熟達化を促進する上での場面に対して適應した知識の差を示すことができたものと考えられる。

(8)適切な評価基準の獲得の評価

技能訓練によるスキル向上の評価に必要なパラメータの大脳生理学的な観点を含めた模擬技能訓練装置の利用時のオペレータのメンタルワークロードとして体験中の脳波データから定量的分析を試みたが、明らかな傾向は脳波解析は症例数が少なかったこともあり見出し得なかった。

(9)本研究の限界と課題

本研究の最大の課題は、構築する仮想世界の現実感にある。現実性の乏しい体験によって獲得した知識の転移可能性や抽象的知識の生成の可能性については今後の課題とした。

(10)結語：

本研究の中心となるアイデアは「匠の技」の定量的体系化にある。Piaget(1974)の認知・発達理論では学習とは「学習者がすでに有している知識構造(=シエマ)を通して、外界世界と相互作用しながら、新しい知識を得、それによりさらに新しい知識構造を構成すること」とされている。この理論の証明は「外界世界と相互作用しながら」という仮定がある限り、現実世界では時間的空間的制約により定量的検証は困難である。本研究では、この問題を解決する手段の1つとして仮想世界を外界世界と置き換える実験環境の有用性が示唆された。

謝辞：研究に協力して頂いた東京大学医学部附属病院脳神経外科学教室及び被験者の方々に深謝する。

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 11件)

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 :24-29, 2013. 査読あり. doi: 10.1227/01.neu.0000430312.71326.6d

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. 査読あり. DOI:10.1007/s00701-013-1761-6

Takai K, Kin T, Oyama H, Shojima M, Saito N. Three-dimensional angioarchitecture of spinal dural arteriovenous fistulas, with special reference to the intradural retrograde venous drainage system. *J Neurosurg Spine*. 18(4):398-408. 2013. 査読あり. DOI:10.3171/2013.1.SPINE12305.

Takai K, Kin T, Oyama H, Shojima M, Saito N. 3D analysis of the angioarchitecture of spinal dural arteriovenous fistulas with special reference to intradural retrograde venous drainage system. *J Neurosurg Spine*. 2012.

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*. 2012 Jun 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*. 2012 Jul;117(1):78-88. Epub 2012 May 11.

Takai K, Kin T, Oyama H, Iijima A, Shojima M, Nishido H, Saito N. The use of 3D computer graphics in the diagnosis and treatment of spinal vascular malformations. *J Neurosurg Spine*. 2011 Sep 9.

Kin T, Shin M, Oyama H, Kamada K, Kunimatsu A, Momose T, Saito N. Impact of multiorgan fusion imaging and interactive three-dimensional visualization for intraventricular neuroendoscopic surgery. *Neurosurgery*. 2011 Feb 16.

吉野正紀, 金太一, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. 聴神経腫瘍の術前検討に必要な顔面神経の検出?セグメンテーション困難領域に於けるセグメンテーションの工夫?. *VR医学*. Vol.10 No.1 Page27-34

金太一, 吉野正紀, 庄島正明, 今井英明, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. 高精細融合3次元画像を用いた脳血管障害手術シミュレーションの構築手法の工夫と手術戦略上の利点. *The Mt. Fuji Workshop on CVD*. 30巻: 104-108, 2012

金太一, 小山博史, 庄島正明, 辛正廣, 斉藤延人: 3次元融合画像とシミュレーション. *脳神経外科ジャーナル* 20: 238-246, 2011.

[学会発表](計 21件)

金太一, 吉野正紀, 花北俊哉, 庄島正明, 辛正廣, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. 時空間を統合した3次元コンピュータグラフィックスによる脳動静脈奇形の治療戦略 (シンポジウム) 日本脳神経外科学会第71回学術総会 大阪 2012.10.17

吉野正紀, 金太一, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. トラクトグラフィによる聴神経腫瘍神経描出率向上の検討 第71回 日本脳神経外科学会第71回学術総会 大阪. 2012年10月17日

吉野正紀, 金太一, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. 高精細融合3次元画像を用いた小脳橋角部腫瘍の術前シミュレーション. 第17回 日本脳腫瘍の外科学会 2012年9月7日

金太一, 吉野正紀, 庄島正明, 辛正廣, 中富浩文, 小山博史, 斉藤延人. 融合3次元画像を用いた脳腫瘍手術シミュレーションにおける脳神経描出の精度向上と術後転帰との関係について. シンポジウム 第17回日本脳腫瘍の外科学会 横浜 2012.9.7

金太一,吉野正紀,齊藤延人, 小山博史. 3次元コンピュータグラフィックス技術を駆使した脳神経外科シミュレーションの有用性と課題. 第12回日本VR医学会学術大会 千葉 2012.8.25

吉野正紀,金太一,中富浩文, 小山博史,齊藤延人. 高精細融合3次元画像を用いた頭蓋底髄膜腫の術前シミュレーション. 第12回日本VR医学会学術大会 千葉 2012.8.25.

吉野正紀,金太一,中富浩文, 小山博史,齊藤延人. 頭蓋底外科治療における高精細融合3次元画像を用いた手術シミュレーションの利点. 第24回日本頭蓋底外科学会, 2012年7月12日

金太一, 小山博史,吉野正紀,庄島正明,辛正廣,中富浩文,齊藤延人. コンピュータグラフィックスによる手術シミュレーション. プレナリーセッション 第32回日本脳神経外科コンgres総会 横浜 2012.5.12

金太一,吉野正紀,中富浩文,庄島正明, 小山博史,齊藤延人. 3次元コンピュータグラフィックス技術を駆使した脳血管障害における画像診断及び手術戦略上の利点. 第37回日本脳卒中学会総会 福岡 2012.4.26

吉野正紀,金太一,中富浩文,庄島正明, 小山博史,齊藤延人. 脳動脈瘤における高精細融合3次元画像を用いた手術シミュレーションの利点. 第37回日本脳卒中学会 2012年4月26日?28日

吉野正紀,金太一,中富浩文, 小山博史,齊藤延人. 脳動脈瘤手術における高精細融合3次元画像の構築手法の工夫と手術戦略上の利点(シンポジウム). 第35回日本脳神経CI学会総会 2012年3月2日

金太一,吉野正紀,石井一彦,庄島正明, 小山博史,齊藤延人. 融合化画像による3次元コンピュータグラフィックスを用いた高齢者脊髄血管障害の手術シミュレーション. シンポジウム 第25回日本老年脳神経外科学会 松本 2012.3.26

金太一,吉野正紀,庄島正明,辛正廣,中富浩文, 小山博史,齊藤延人. コンピュータグラフィックス技術を駆使した脳神経外科シミュレーションの有用性と課題. シンポジウム 第35回日本脳神経CI学会総会 横浜 2012.3.3

金太一,吉野正紀,中富浩文, 小山博史,齊藤延人. 融合3次元画像を用いた圧痕の可視化による片側顔面けいれんの診断精度について. シンポジウム 第14回日本神経減圧術学会 東京 2012.1.19

金太一, 小山博史,庄島正明,辛正廣,齊藤延人. 融合化3次元形状モデルによる脳幹海綿状血管腫術前シミュレーションの精度向上に関する検討. 第69回日本脳神経外科学会学術総会. 2011. 10.27-29

金太一, 小山博史,齊藤延人. 3次元コンピュータグラフィックスによる手術シミュレーション. 第17回久山脳神経外科セミナー.

福岡 2010.12.18

金太一, 小山博史,庄島正明,辛正廣,齊藤延人. 融合3次元画像による脳神経外科手術シミュレーションの精度向上に関する検討. 第34回日本脳神経CI学会総会. 2011. 2. 4-5

金太一,辛正廣,吉野正紀, 小山博史,齊藤延人. 融合3次元画像による内視鏡下頭蓋底手術シミュレーションの有用性. 第23回日本頭蓋底外科学会. 2011. 6. 16-17

金太一,吉野正紀,中富浩文,庄島正明, 小山博史,齊藤延人. 脳血管障害における高精細融合3次元画像の構築手法の工夫と手術戦略上の利点. 第30回 The Mt. Fuji Workshop on CVD. 2011. 8. 27

金太一,中富浩文,吉野正紀, 小山博史,齊藤延人. 融合化3次元形状モデルを用いた脳幹海綿状血管腫に合併する developmental venous anomaly の診断. 第16回脳腫瘍の外科学会 2011. 9. 9-10 横浜

②中島佐和子,佐藤満,山近友里恵,黒木美百,中野雄太,小林隆司, 小山博史,“上肢空間探索課題の習熟度評価を目指した瞬目情報応用に関する予備的検討”,ヒューマンインターフェースシンポジウム 2011 予稿集, (187-190), 2011. 9.

〔図書〕(計1件)

小山博史 他,診療画像情報の活用,オーム社,医療情報システム,2012,125-139.

〔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:齋藤季,吉野正紀,中島義和,齊藤延人,小山博史,金太一

権利者:東京大学

種類:特許

番号:特願2013-211065.

出願年月日:2013年10月8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:金太一,齋藤季,小山博史,齊藤延人,中富浩文

権利者:東京大学

種類:特許

番号:特願2013-103562

出願年月日:2013年5月15日

国内外の別:国内

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等:なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

小山 博史(Oyama,Hirosshi)

東京大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号:30194640

(2)研究分担者:なし

(3)連携研究者:なし