

Fig. 1

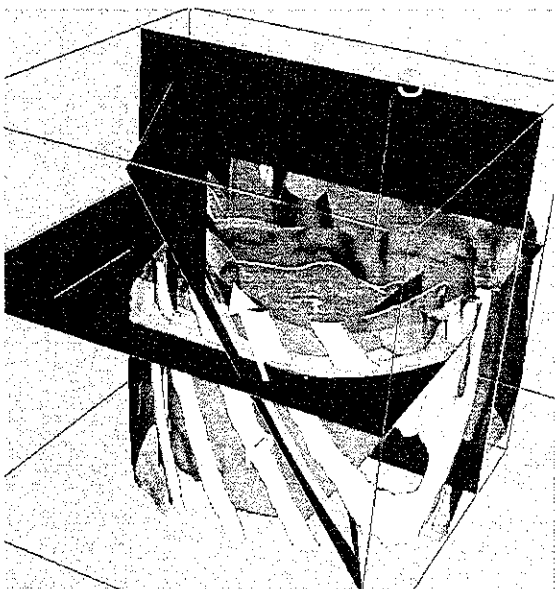


Fig.2

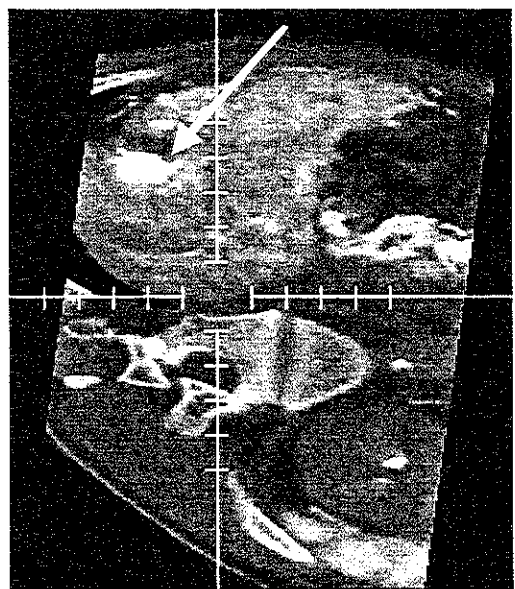


Fig.3

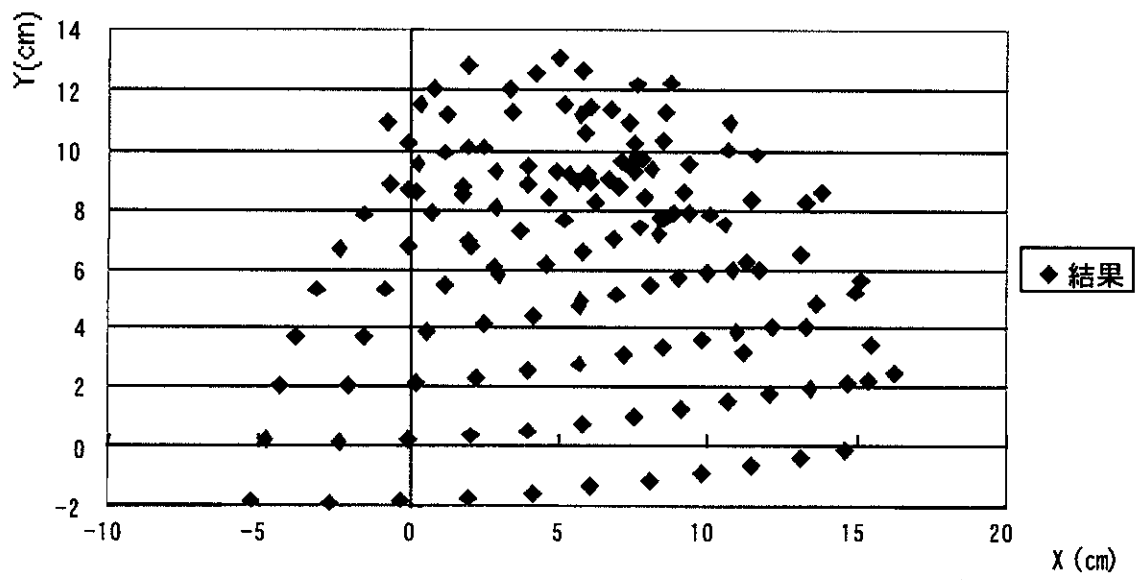


Fig.4

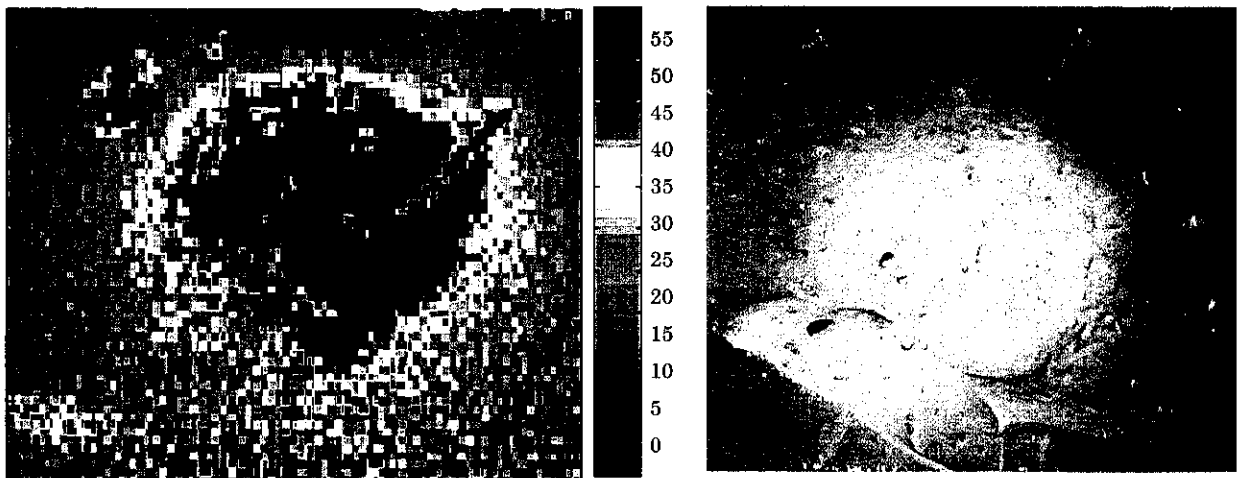


Fig.5

3次元画像下手術用ナビゲーションシステムの開発
——内視鏡下肝癌レーザー穿刺治療システムの開発研究——

分担研究者： 橋本大定 東京警察病院 外科部長

研究目的

腹腔鏡を用いた低侵襲手術が急速に普及しつつあるが、一方で、この手術の持つ特殊性、即ち“高圧維持”、2次元視下の遠隔操作、トロカールの制約、欧米製の高価なディスポーザ性鉗子類の氾濫、臨床使用可能な非ディスポーザ性鉗子類の低機能性等に起因する各種の特殊な合併症の発生が問題となっている。本研究では、術者にかかるこれらの各種制約を除去する研究を通じ、真に安全確実な腹腔鏡下肝癌レーザー治療への総合的臨床応用研究を行う。

研究方法

腹部外科領域のより安全確実な低侵襲手術の実現には、気腹を用いない腹腔内空間の作成法の研究が必須である。腹腔内空間作成法として、Double subcutaneous wiring & Adjustable plate lifting法、並びに Sliding window 法の静力学的な解析を行った。

また、肝臓の画像3次元構成とともに、超細径な高機能内視鏡下手術用鉗子類の開発を順次行い、その成果を踏まえて、安全な穿刺法を確立した。

結果と考察

腹腔内に手術必要空間を確実に確保する方法を確立した。

ウインドウスペイサーの試作では、深部の高機能な内視鏡下手術用鉗子類の研究開発を順次行い、その成果を踏まえて、腹腔鏡下肝癌レーザー治療への臨床応用を行った。

結論

安全確実な低侵襲手術としての腹腔鏡下肝癌レーザー治療の実現のためには、手術に必要な十分な腹腔内空間を作成するとともに、高機能な内視鏡下手術用鉗子類を開発し、かつ腹腔鏡内でレーザービームを如何に有効にナビゲートするかという点に関する研究が必要不可欠である。肝癌のレーザー治療においては、急速に大量の高温ガスが腹腔内で発生するため、腹腔内を気密に保つ気腹法では不可能で、我々の創案した皮下鋼線腹壁吊り上げ法は必須のものである。また、我々の創案になるオジギ機構を軸とした各種機能鉗子類やレーザービーム方向変換鉗子の開発により、臨床応用が遂行できた。

1) "Gasless Laparoscopy by Subcutaneous System": Daijo Hashimoto, 6th World Congress of Endoscopic Surgery, May31-June6 1998 Rome Italy

2) "内視鏡下手術の制約を取り除く機器開発": 橋本大定, 新医療 p.107~109 1998年3月号

脳神経外科におけるナビゲーションの研究

分担研究者 伊関 洋、平 孝臣、村垣善浩

東京女子医科大学脳神経センター脳神経外科

研究要旨

脳外科に必要な種々のフレームレスオーグメンテッドリアリティナビゲーションシステム（AR ナビゲーション）を開発し、臨床試用した。手術ナビゲーションシステムはコンピュータのモニタに断面画像を表示し、現在手術操作を行っている箇所をその画像上にカラーグラフィックスによってリアルタイムで表示する。術者は操作部位と周囲の三次元的構造との関係を常時把握できるので、手術の安全性・有効性が向上する上に手術時間を短縮できる。さらに、AR ナビゲーションは、ピクチャーインピクチャー機能やスーパーインポーズ機能などを使い、ナビゲーションの画像と術野のライブ画像を同時表示させることで、バーチャル空間を借りて術野の非可視情報を可視化しながら手術を誘導するシステムである。術中イメージングによる AR ナビゲーションシステムを完成させるために、脳神経外科手術への術中イメージングによる臨床応用を行なった。

A. 研究目的

外科領域では、開腹や大きな開頭を必要としない低侵襲手術（minimally invasive surgery）が発達しつつあり、これに伴って狭い術野での手術操作を支援する技術として、手術ナビゲーション技術が重要視されている。手術ナビゲーション技術は、手術部位を単に観察するだけでなく、手術計画図やCT像などを手術部位と直接対比しつつ参照すること（増強現実：augmented reality）を可能にする。術者は術中に常時、今操作している位置が本当に計画した通りの箇所であるかどうか、計画した通りに操作が進行しているかどうか、などを確認する必要がある。術中の術者の確認作業を経験や勘に頼らず、客観的に一定の精度で支援する手術ナビゲーション技術は、リアルタイム総合情報システムなのである。これら情報に、術中画像モニタリング装置（オ

ープンMRI、mobile CT、三次元超音波（V-US）などで得られた情報で現在の形態学的状況を常にリフレッシュしながらリアルタイムに更新していくことが要求されている。種々のフレームレス AR ナビゲーションシステムの利害・得失を考えつつ最適なナビゲーションシステムについて、臨床試用しながら開発を行う。術中イメージングによる AR ナビゲーションシステムの開発のために、mobile CT/オープンMRI/三次元超音波による臨床応用を行なう。また、低侵襲手術手技およびオープンMRI 対応手術器具の開発を行なう。

B. 研究方法

種々のフレームレス AR ナビゲーションシステムを開発し、臨床試用しながら最適なシステムのコンセプトでの臨床応用を行う。

特に視野の限られた内視鏡手術のための AR 内視鏡ナビゲーションシステムについて、

臨床使用しながらシステムの改良を行なう。

術中超音波とナビゲーションの組み合わせにより、超音波によるリアルタイム性と術前MRI/CTと組み合わせにより、脳の変形とナビゲーションについて、臨床応用を行なう。

術中オープンMRI/mobile CT/三次元超音波との組み合わせによる次世代のARナビゲーションの最適条件を追求する。

C. 研究結果

1. 術中イメージング

a. mobile CT

CT誘導定位脳手術として、CTモニタリング下に手術(脳内血腫除去や脳腫瘍生検など)することは従来から行われている。当科では本年1月中旬より、ICUや手術室で運用可能なmobile CT(Tomoscan M: フィリップスメディカル社製)を、脳神経外科手術に使用し始めた。ガントリー(開口部60cm)とオペレータコンソールが分離しており、手術用ベッド(術中DSA用を一部改良)と組み合わせることにより、CT付属のベッドを使用しなくても術中に画像を簡単に撮ることができる。ガントリーが移動することも術中CTのアドバンテージである。

b. open MRI

Interventional MRIに代表される手術室でのMRIの使用は、CTと違って医療スタッフのX線被曝がなく、またボリュームスキャンが容易である。しかし磁場を乱す手術機器は使用できず、非磁性体で構成された特殊な顕微鏡や手術器具が必要である。現在、内視鏡下手術のほか、硬膜切開後の脳の変形・移動に対処する目的で使われているが、将来は術中functional MRIによる機能領域の同定などへの応用が期待されている。

c. Volumetric ultrasonogram(V-US)

超音波は、術中の深部病変の検索にも極め

て高い有用性が示されており、開頭術中の超音波診断の臨床応用として、セクタ型超音波振動子や回転型超音波振動子による術中モニタリングが普通となった。2次元画像だけでなく3次元画像が容易に手に入るようになれば、臨床応用範囲が広がることとなる。

2. ARナビゲーション

a. ボリュームグラフ(Volumegraph)

臨床では、フレームレス、ポインターレスのパッシブナビゲーションシステムとして応用している。すなわち、術野とVolumegraphの三次元画像とを照合し、併せて他の生理学的手法(SEP)も用いて中心溝を確認しつつ、腫瘍の切除範囲の設定などを行う。頭蓋底に付着した腫瘍の場合には、脳の変形を考慮することなく血管と腫瘍との関係が立体的に把握できる。このようにして最適な治療法を選択できることを確認している。

b. 超音波ナビゲーションシステム(PRSナビゲーションシステム)

術前画像と術中画像である超音波画像の組み合わせによるハイブリッド型手術ナビゲーションシステムはコンピュータのモニタに断層画像を表示し、現在手術操作を行っている箇所をその画像上にカラーグラフィックスによってリアルタイムで表示する。各種デバイスや超音波超音波プローブの位置をsagittal, coronal, axialの三断面画像上に、表示する。ナビゲーションと超音波モニタリング下で手術操作を行なうことができる。得られる超音波像とCT/MRIのaxial/coronal/sagittal像の三面図上でその位置と超音波画像を容易に比較することができる。

c. 内視鏡ナビゲーションシステム

21世紀は、神経内視鏡の時代である。顕微鏡に比べて内視鏡の視野はかぎられているた

め、顕微鏡手術よりも医師が直感的に理解し易く適切な手術操作に反映するような、高密度の情報提示技術が求められている。より進んだナビゲーションシステムとして、バーチャル空間上に手術計画を入力しておき、手術中にオリエンテーション（今操作している位置が本当に計画したとおりの箇所なのか、この先どちらへ進めば良いのか、など）を常時直感的に確認できるシステムが研究されている。下垂体腫瘍への内視鏡手術では、非可視化情報である内頸動脈や視神経などの eloquent area に存在する構造をバーチャルオブジェクトにて重畳表示することにより、術者に腫瘍と重要臓器と操作部位の立体的位置関係をわかり易く提示することができる。

d. 立体三次元ビデオ顕微鏡（ハイビスカス）

立体ビデオ顕微鏡とは、手術顕微鏡の接眼部を取り払い、代わりに顕微鏡像をハイビジョンカメラで撮影して小型液晶モニタに立体映像として表示するものである。6 インチのハイビジョンモニタは術者の好きな位置に置くことができ、このモニタの立体映像を見ながら手術をする。顕微鏡を動かしてもモニタの位置は変化せず、術者は常に最良の姿勢を維持して手術ができる。顕微鏡とモニタが分離しているため作動距離（working distance：顕微鏡と被観察物の距離）を60cmまで離すことができる。これは、「近距離を見る望遠鏡」とも言える。術者の肩越し、あるいは頭上から術野をのぞきこむことが可能で、術野上部および術者顔前に広い作業空間を確保できるため、従来の手術顕微鏡では考えられなかった手術法が可能となった。現実映像とバーチャルリアリティ映像とを常時正確に位置合わせすることによって人体内部構造の可視化を実現する。従って、単なる脳外科手

術用顕微鏡ではなく、体内バーチャルリアリティ透視システムとして肉眼手術や他の分野の外科手術にも応用できる。

3. オープン MRI 対応手術用試作器具

鉗、メスについては、非磁性体（チタンや300番台ステンレス）での製作を試みたが、切れ味について今ひとつであり、今後の課題として残った。とりあえず、製作した物品での手術と、5 Gaussライン外での使用を前提とした磁性の少ない器具の併用により、臨床での応用を開始した。また、手術に先立って、スイカファントムに作製した手術器具を挿入し、MRI 画像を撮像し影響を確認した。チタン製の手術器具においても多少の影響を認めしたが臨床上特に問題ないと思われた。今後臨床使用により、手術器具の性能評価を行なう予定である。

C. 考察

ナビゲーション映像が術前の CT/MRI 画像に基づいている限り、これらナビゲーション機器は手術操作による脳の偏移に追従できない事は明らかである。術者は術中の脳の偏移には対応できない事を認識して、手術支援に使う事が肝要である。現在、手術操作による臓器の変形や移動に追従するために、術中に mobile CTやオープンMRIのボリュームスキャンを行ってナビゲーション情報を更新する次世代システムの臨床応用も始まりつつある。

今後のナビゲーションシステムは、ARナビゲーションと術中イメージングによる手術ナビゲーションシステムが主流となるであろう。特に、オープンMRI下による内視鏡手術が低侵襲手術の主流になることは間違いが無い。これから低侵襲手術を推進していく上で、ARナビゲーション技術とともにオープンMRI対応の内視鏡手術用に特化した手術器具の開

発が重要であると考えられた。

D. 結論

低侵襲手術支援システムは、外科医に新しい目と手と脳(advanced vision, hands and brain for surgery)を提供する必要がある。すなわち(1)対象組織を的確に手術する「手」。(2)外科医が手術対象物をしっかり確認し・観察するための「目」。(3)手術中に手術を誘導(ナビゲーション)するための情報を「目」の情報と統合しわかりやすく提示する「脳」である。狭い術野での微細な手術操作を可能にする外科医の「新しい手」は、高機能で使いやすい手術デバイスとしてのマニピュレータシステムである。このようなデバイスを思い通りに操るには「新しい目と脳」が必要である。これらは術野を観察するための内視鏡等の装置のみならず、様々な医用画像装置で得た情報を総合して手術計画を作り、その手術計画を術中に分かり易く提示し、あるいは遠隔地にいる専門家の助言を受けるなどの機能を含む、リアルタイム総合情報システムである。

F. 研究発表

1. 論文発表

伊関 洋、土肥健純：画像誘導定位脳手術。定位脳手術。駒井則彦監修。金芳堂。京都、1998、pp. 168-178

伊関 洋：バーチャルリアリティ(医療情報の可視化)。脳神経外科の最先端 QOL の向上のために。先端医療シリーズ 2・脳神経外科。高倉公朋監修。先端医療研究所。東京、1999、pp. 169-174

堀 智勝、伊関 洋：内視鏡下下垂体手術。脳神経外科の最先端 QOL の向上のために。先端医療シリーズ 2・脳神経外科。高倉公朋監修。先端医療研究所。東京、1999、pp. 116-121

伊関 洋、南部恭二郎：医学の現場から 脳外科手術戦略システムにおける VR の役割。バーチャルリアリティ 人工現実感と人間のかかわりを考える。第13回「大学と科学」公開シンポジウム組織委員会編。クパプロ。pp. 124-131, 1999

伊関 洋、南部恭二郎、土肥健純、堀 智勝、高倉公朋：2. 医療バーチャルリアリティと三次元画像ナビゲーション。マルチメディアと外科学の展開 各論 II. コンピュータ支援手術。外科。61(3):252-256, 1999

伊関 洋、南部恭二郎、土肥健純、堀 智勝、高倉公朋：医療情報の可視化と先端工学外科学。電子情報通信学会技術研究報告。Vol. 99(48):41-46, 1999

伊関 洋、平 孝臣：機能的脳外科手術としての定位脳手術の進歩。医学のあゆみ。Vol. 189(10):859-863, 1999

久保長生、村垣善浩、伊関 洋、堀 智勝、高倉公朋：グリオーマの Photon Radiosurgery System(PRS)による局所放射線治療。特集 グリオーマー最近の研究と治療。神経研究の進歩。Vol. 43(3):410-419, 1999

正宗 賢、中村亮一、小林英津子、佐久間一郎、土肥健純、伊関 洋、高倉公朋：駆動分離型定位脳手術支援マニピュレーターシステム。J. JSCAS. vol. 1(1):24-29, 1999

伊関 洋、村垣善浩、平 孝臣、南部恭二郎、馬木清隆、渡辺伸一郎、守屋禎之、堀 智勝：超音波ナビゲータシステムの開発。機能的脳神経外科。Vol. 38(1):66-67, 1999

久保長生、村垣善浩、伊関 洋、堀 智勝、高倉公朋：生体組織内X線治療(PRS)。特集代34回脳のシンポジウム 神経疾患治療の進歩。神経研究の進歩。第43巻(6):895-899, 1999

伊関 洋、南部恭二郎、菅 和俊、佐久間一郎、土肥健純:オーグメンテッドリアリティによる先端工学外科。特集 21 世紀の医療とロボティクス。日本ロボット学会誌。Vol. 18(1):20-23, 2000

伊関 洋、堀 智勝、馬木清隆、渡辺紳一郎、南部恭二郎:超音波ガイド下穿刺=ハイブリッド型超音波ナビゲーションシステム=。超音波 TECHNO。Vol. 12(2):10-12, 2000

2. 学会発表

伊関 洋:オーグメンテッドリアリティ (AR) と先端工学外科。第 99 回日本外科学会総会号抄録集。日本外科学会雑誌第 100 巻臨時増刊号。p. 18, 1999. 3. 24-26、福岡

伊関 洋、南部恭二郎、土肥健純、堀 智勝、高倉公朋:医療情報の可視化と先端工学外科学。電子情報通信学会技術研究報告。Vol. 99 (48):41-46, 1999 (特別講演 電子情報通信学会医用画像研究会 名古屋 1999. 5. 13-14)

伊関 洋:ビデオ顕微鏡 (ハイビスカス) と手術戦略システム。第 19 回日本脳神経外科コンgres総会ランチョンセミナー。脳神経外科ジャーナル。Vol. 8(4)p296, 1999. 5. 28-30 盛岡

伊関 洋、村垣善浩、平 孝臣、南部恭二郎、馬木清隆、堀 智勝:超音波ナビゲーターおよび PRS 用プラットフォームの開発。シンポジウム 2 Minimally Invasive Therapy における超音波機器の意義。第 18 回日本脳神経超音波学会プログラム・抄録集。神経超音波医学 Vol. 12 supplement. p. 52, 1999. 6. 3-4. 高知

伊関 洋、村垣善浩:PRS (Photon Radiosurgery System) による術中放射線治療。「標的治療のためのキャリアー設計」創剤フォーラム第 5 回シンポジウム要旨集。Ppp.

1-4, 1999. 6. 10. 東京

伊関 洋、南部恭二郎:医療情報の可視化と先端工学外科。チュートリアル最先端医療支援ロボットの開発動向と技術課題。日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 (ROBOMEC '99)。pp. 17-20, 1999. 6. 11, 東京

伊関 洋、南部恭二郎、堀 智勝:三次元イメージガイド手術システム。S2 シンポジウム コンピュータ支援脳神経外科手術の現況と未来。第 24 回学術集会日程・抄録集。日本外科連合学会誌。Vol. 24 (3):p. 322. 1999. 6. 24-25、神戸

伊関 洋、南部恭二郎:先端工学外科—オーグメンテッドリアリティによる医療情報の可視化—。耳鼻咽喉科ナビゲーション研究会プログラム/抄録集。pp. 24-25, 1999. 11. 3. 金沢
伊関 洋、南部恭二郎、田村光司:医療情報の可視化と手術戦略。第 9 回コンピュータ支援画像診断学会大会・第 8 回日本コンピュータ外科学会大会合同論文集。pp. 11-12, 1999. 11. 4-6 京都

ランチョンセミナー 伊関 洋:内視鏡ナビゲーションと手術戦略システム。第 12 回内視鏡外科学会総会抄録集。日本内視鏡外科学会雑誌。Vol. 4(7):p. 20, 1999. 12. 1-2 東京

ワークショップ 近藤惣一郎、岡田芳和、伊関 洋、平 孝臣、上川秀士、堀 智勝:神経内視鏡を用いた脳神経外科手術:種々の工夫と顕微鏡手術との新しい併用法。第 12 回内視鏡外科学会総会抄録集。日本内視鏡外科学会雑誌。Vol. 4(7):p. 119, 1999. 12. 1-2 東京

上川秀士、伊関 洋、岡田芳和、平 孝臣、近藤惣一郎、堀 智勝:神経内視鏡の適応と問題点 Endoscopic Surgery in Neurosurgery。第 12 回内視鏡外科学会総会抄録集。日本内視鏡外科学会雑誌。Vol. 4(7):p. 89, 1999. 12. 1-2

東京

Hiroshi Iseki, Takao Shibasaki, Akito Saito, Akio Kosaka, Yoshihiro Matsumoto, Toru Nomot, Takeyoshi Dohi, Tomokatsu Hori, Kintomo Takakura: Neuroendoscopic Navigator-Augmented Reality in Neurosurgery-. The third congress of the Asian Society for stereotactic, functional and computer assisted neurosurgery, Abstracts.

p. 84. 1999. 6. 13-16. Seoul, Korea

Takaomi Taira, Hiroshi Iseki, Hiroto Kawasaki, Tomokatsu Hori: Microsurgical DREZ-tomy for intractable Pain and Severe Spasticity. The third congress of the Asian Society for stereotactic, functional and computer assisted neurosurgery, Abstracts.

p. 102. 1999. 6. 13-16. Seoul, Korea

Takaomi Taira, Hiroshi Iseki, Hiroto Kawasaki, Tomokatsu Hori: Selective Hyponeurotization of the Tibial Nerve for Spastic Foot. The third congress of the Asian Society for stereotactic, functional and computer assisted neurosurgery, Abstracts.

p. 103. 1999. 6. 13-16. Seoul, Korea

村垣善浩、伊関 洋、久保長生、南部恭二郎、堀 智勝: Photon radiosurgery system による術中局所放射線治療を併用した星細胞系腫瘍の治療成績 (第3報)。第8回日本定位的放射線治療研究会プログラム・抄録集。

p. 60. 1999. 7. 16. 神戸

久保長生、村垣善浩、伊関 洋、堀 智勝、高倉公朋: Photon radiosurgery system (PRS) による定位的術中照射のための新しい navigation system の開発。第8回日本定位的放射線治療研究会プログラム・抄録集。

p. 30. 1999. 7. 16. 神戸

町田隆一、伊関 洋、近藤惣一郎、堀 智勝、田村光司: オグメンテッドリアリティ表示システムの臨床応用。日本バーチャルリアリティ学会第4回大会論文集。pp. 271-272, 1999. 9. 29-10. 1 奈良

町田隆一、伊関 洋、南部恭二郎、平 孝臣、田村光司、杉浦 円、堀 智勝、高倉公朋、柴崎隆男: PRS および内視鏡ナビゲータの画面表示。第9回コンピュータ支援画像診断学会大会・第8回日本コンピュータ外科学会大会合同論文集。pp. 97-98, 1999. 11. 4-6 京都
菅 和俊、河合俊和、西澤幸司、田島不二夫、藤江正克、高倉公朋、伊関 洋、小林茂昭、奥寺 敬、土肥健純: 脳外科手術用 HUMAN マニピュレータシステム試作機の操作実験。第9回コンピュータ支援画像診断学会大会・第8回日本コンピュータ外科学会大会合同論文集。pp. 105-106, 1999. 11. 4-6 京都

古橋幸人、斉藤明人、松崎 弘、浅野武夫、小坂明生、柴崎隆男、伊関 洋、堀 智勝: 手術ナビゲーションシステムの開発。第9回コンピュータ支援画像診断学会大会・第8回日本コンピュータ外科学会大会合同論文集。pp. 135-136, 1999. 11. 4-6 京都

岡見修哉、伊関 洋、平 孝臣、堀 智勝: 神経内視鏡手術用ナビゲーションシステム。第6回日本神経内視鏡研究会プログラム・抄録集。p. 30, 1999. 11. 13. 東京

伊関 洋、堀 智勝: ワークショップ「Minimally Invasive Treatments: MIT」下垂体腫瘍にたいする minimally invasive treatments。第65回東京女子医科大学学会総会プログラム・抄録集。p. 6, 1999. 9. 25

久保長生、村垣善浩、伊関 洋、堀 智勝、高倉公朋: ワークショップ「Minimally Invasive Treatments: MIT」携帯型組織内X線

照射装置による脳腫瘍に対する術中照射法。第 65 回東京女子医科大学学会総会プログラム・抄録集。p. 6, 1999. 9. 25

近藤惣一郎、岡田芳和、伊関 洋、平 孝臣、上川秀士、堀 智勝:神経内視鏡における熱障害の問題。第 12 回内視鏡外科学会総会抄録集。日本内視鏡外科学会雑誌。Vol. 4(7):p. 225, 1999. 12. 1-2 東京

伊関 洋、平 孝臣、村垣善浩、町田隆一、堀智勝:手術戦略のための multi-modal imaging system の構築。シンポジウム 7 20 世紀の画像診断の反省と 21 世紀に向けての展望。第 23 回日本脳神経 CI 学会総会プログラム抄録集。p.137,2000.1.28-29 横浜

伊関 洋、南部恭二郎:コンピュータ支援外科と近未来の手術室。平成 11 年度生命工学研究総合推進会議、ニューバイオ技術検討会合同研究発表会・講演会講演要旨集。p. 2, 2000. 2. 4 筑波

伊関 洋:脳外科領域への応用。シンポジウム「Computer Aided Surgery-コンピュータ技術が拓く新しい診断・治療技術-」。第 23 回未来医学研究会抄録集。pp. 38 - 40, 2000. 2. 5 東京

伊関 洋、山口浩司、村垣善浩、川俣貴一、岡田芳和、堀 智勝:脳神経外科のコンピュータ手術。カレントコンセプト 4「手術機器としてのコンピュータ」。日本医工学治療学会第 14 回学術大会抄録集。Vol. 1 2. supplement(1):p. 55, 2000. 2. 25. 東京

Hiroshi Iseki:Augmented Reality in Neurosurgery. Image-guided neurosurgery symposium. Feb. 26. 2000. Maui, Hawaii, USA.

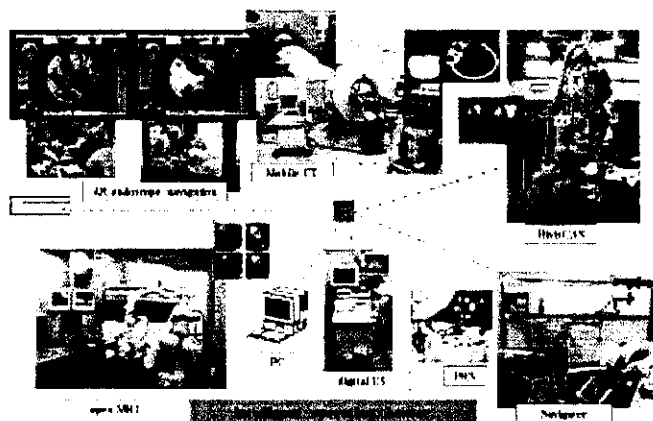
伊関 洋、岡田芳和、平 孝臣、上川秀士、山口浩司、堀 智勝、高倉公朋:脳外科における術中イメージングの展望。第 9 回脳神経外科コンピュータ研究会プログラム・抄録集。

p.47,2000.1.22 山形

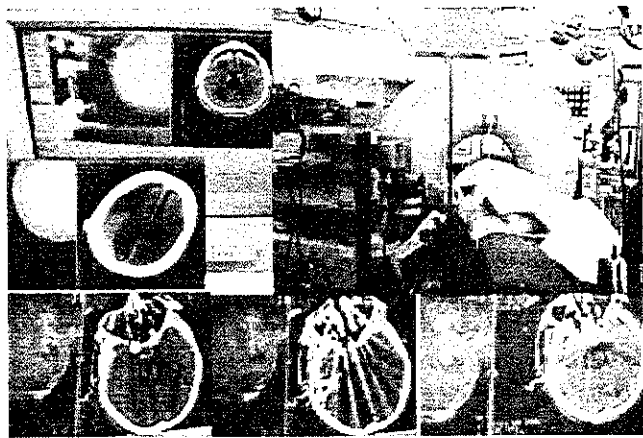
町田隆一、伊関 洋、平 孝臣、村垣善浩、堀智勝:増強現実(augmented reality)表示による手術支援。第 23 回日本脳神経 CI 学会総会プログラム抄録集。p.175,2000.1.28-29 横浜

川俣貴一、伊関 洋、石崎律子、岡見修哉、堀 智勝:神経内視鏡ナビゲーションシステムを用いた下垂体腫瘍摘出術。第 10 回日本間脳下垂体腫瘍学会プログラム・抄録集。p.98,2000.2.24-25 宮崎

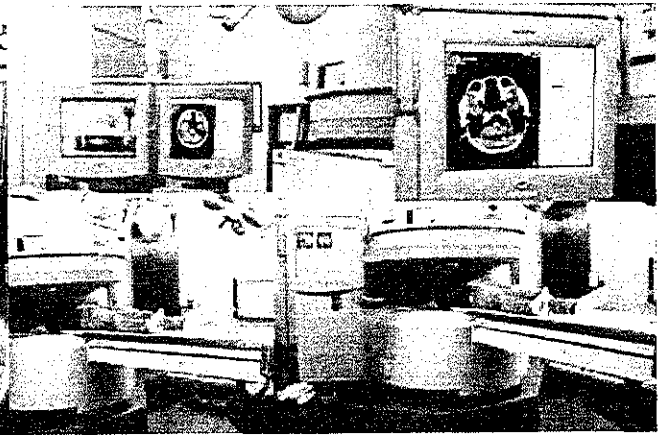
G.知的所有権の取得状況
なし



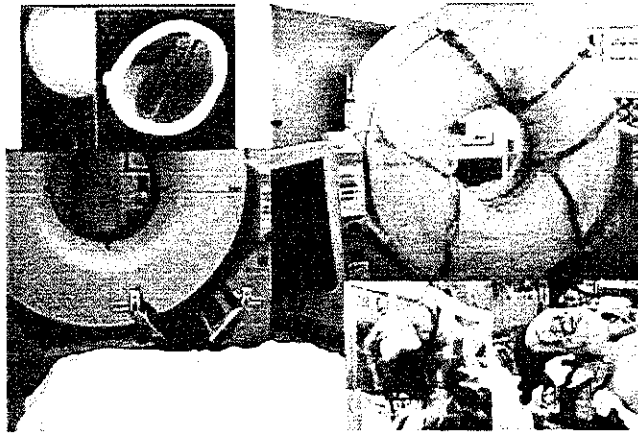
インテリジェント手術室での術中画像診断装置と AR ナビゲーションシステム



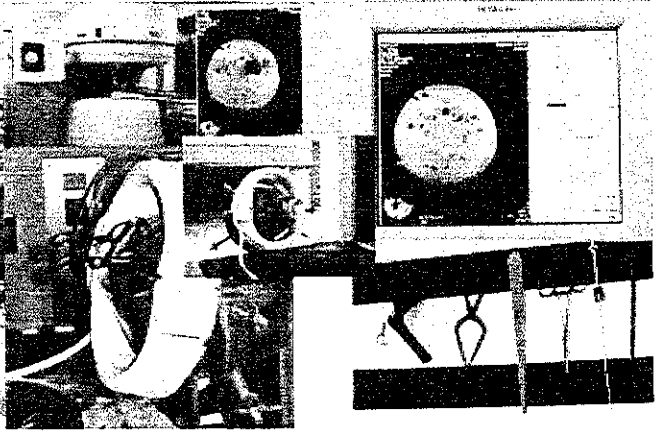
mobile CTによる術中画像



オープンMRI手術室



Mobile CT用アプリケーション(滅菌カバーと頭部固定装置)



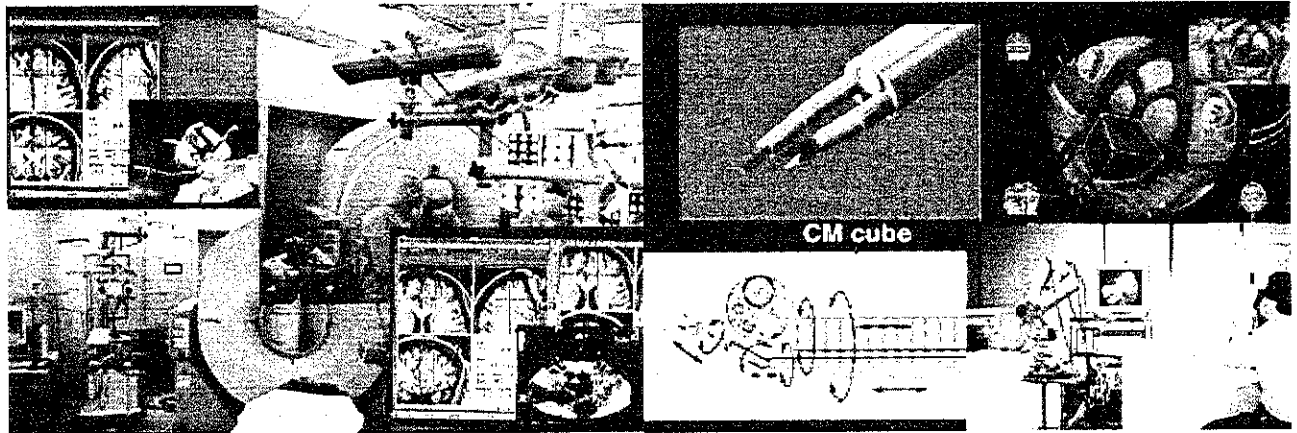
オープンMRI手術室でのスイカファントムによる試作手術器具の評価実験



オープンMRI手術室の内部構造

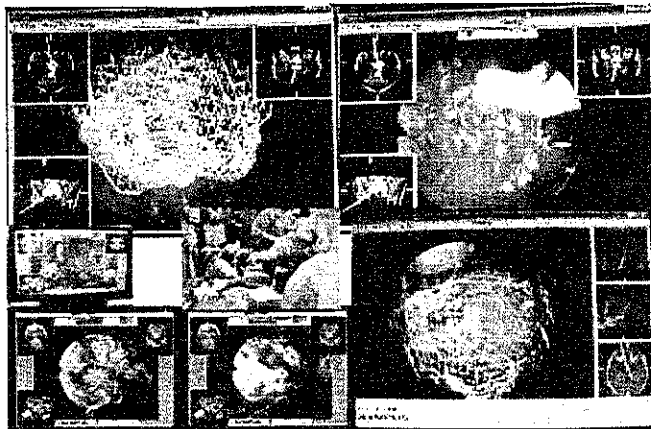


オープンMRI手術室での下垂体腫瘍手術

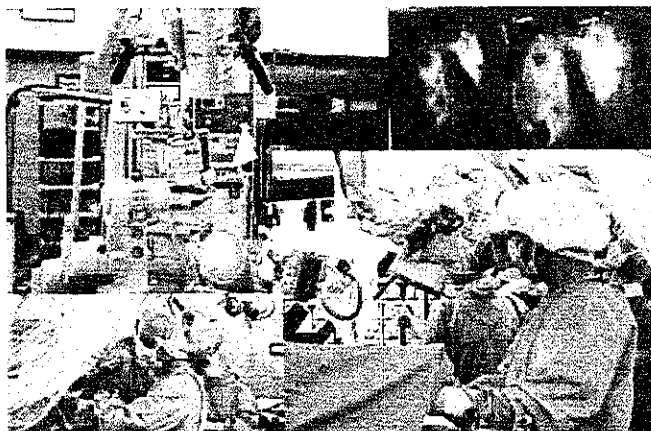


超音波ナビゲーションシステム

手術用マニピュレータの概念図



内視鏡ナビゲーションシステム



ハイビスカス(三次元立体ビデオ顕微鏡システム)