

200713009B

別紙1

厚生労働科学研究費補助金

身体機能解析・補助・代替機器開発研究事業

ハイリスク胎児の子宮内手術における
ナノインテリジェント技術デバイスの開発研究

平成17～19年度 総合研究報告書

主任研究者 千葉 敏雄

平成20(2008)年 4月

目 次

| | | |
|--|-------|----|
| I. 総合研究報告 ハイリスク胎児の子宮内手術における ナノインテリジェント技術デバイスの開発研究 千葉 敏雄 | ----- | 1 |
| II. 研究成果の刊行に関する一覧表 | ----- | 13 |
| III. 研究成果の刊行物・別刷 | ----- | 21 |

ハイリスク胎児の子宮内手術における ナノインテリジェント技術デバイスの開発研究

総括研究者 千葉敏雄 国立成育医療センター特殊診療部 部長

研究要旨 本研究では、ハイリスク胎児の子宮内手術を安全かつ確実なものとするこゝで、治療成績を飛躍的に向上せしめ、患児の長期 QOL の大幅な改善と医療費の低減を目的とした。我々は現在の技術的限界を超える低侵襲子宮内手術を実現するため、レーザ治療デバイス、子宮内手術支援デバイス、ナノ技術センサデバイス、術中画像誘導支援システムの開発を行った。レーザ治療デバイスとしては、複合型光ファイバスコープ、屈曲レーザマニピュレータを、子宮内手術支援デバイスとしては、レーザマニピュレータ位置決めロボットアーム、胎児支持バルーンマニピュレータ、パッチスタビライザを、ナノ技術センサデバイスとしては、埋め込み型血流計測カプセルセンサを、術中画像誘導支援システムとしては、三次元斜視内視鏡、マイクロ MRI 搭載型内視鏡、視野可変内視鏡、胎盤吻合血管マッピング、近接覚ナビゲーションの開発を進め、それぞれ性能評価試験ならびに in vivo 実験における評価を行なった。これらは若干の課題を残しつつ当初の目的をほぼ達成しており、新しい胎児外科治療用技術の構築と従来にない手術システム完成の目途が立ったといえる。本成果は治療対象とした MMC や TTTS のみならず、そのほかの胎児疾患、さらには他の広範な外科分野にも十分応用可能であり、今後の医療機器産業の振興に大きく貢献するためにも、継続的な発展を加えていく。

分担研究者

| | |
|-------|-----------------------------|
| 土肥 健純 | 東京大学大学院情報理工学系研究科/ 教授 |
| 下山 勲 | 東京大学大学院情報理工学系研究科/ 教授 |
| 佐久間一郎 | 東京大学大学院工学系研究科/教授 |
| 村垣 善浩 | 東京女子医科大学 先端生命医科学 研究所/講師 |
| 藤江 正克 | 早稲田大学総合理工学部/教授 |
| 望月 剛 | アロカ株式会社研究所/主幹研究員 |
| 植田 裕久 | ペンタックス株式会社ライフケア事業 部/本部長 |
| 岡 潔 | 独立行政法人日本原子力研究開発機構 /研究副主幹 |

手術には大きな侵襲と母体・胎児のリスクが伴うため、今後は低侵襲内視鏡（胎児鏡）下手術への移行が期待されている。しかし、胎児外科手術領域は比較的新しい分野ということもあり、極めて特異的な手術であるにも拘らず、専用に開発された技術・機器はほとんどこれまで存在していない。さらに、他の医療分野において開発された機器を転用する場合も、胎児手術という特殊な状況に対応できるものはいまだ少ないといえる。

そこで本研究では、現在の技術的限界を超える低侵襲子宮内手術を行うために、術者の身体機能を補助するための手術支援デバイス・手術支援システムの開発に取り組むことを目的とする。具体的には、双胎間輸血症候群 (TTTS) のレーザ治療、胎児脊髄髄膜瘤 (MMC) 修復術の低侵襲内視鏡手術手技改善・完遂を対象として、レーザ治療デバイス、子宮内手術支援デバイス、ナノ技術センサデバイス、術中画像誘導支援システムの研究開発を進めた。

B. 研究方法

B-1. レーザ治療デバイス

B-1-1. 複合型光ファイバスコープ

TTTSの胎盤吻合血管レーザ凝固術のための全く新しい「レーザ照射機能を有するファイバスコープ」の開発

A. 研究目的

胎児外科手術とは、周産期死亡ないし生後の重篤な長期的障害のリスクが極めて高い異常が子宮内診断された場合に、その胎児自身あるいは胎盤・臍帯に対して何らかの外科的操作を加え、児の救命と長期的QOLの改善をはかるための医療技術である。この手技としては、超音波ガイド下穿刺術、子宮切開を伴う直視下手術、内視鏡（胎児鏡）下手術が挙げられる。直視下

を行なった。焼灼対象部位を把握し、血管の血流の有無を確認し、そして患部への正確なレーザー照射をシームレスに実施するため、同軸構造のファイバ（外径2.2mmないしは1.1mm）を用いた（図1、図2）。

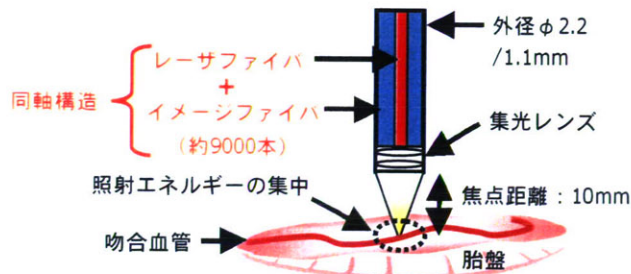


図1：複合型光ファイバ스코プの同軸構造

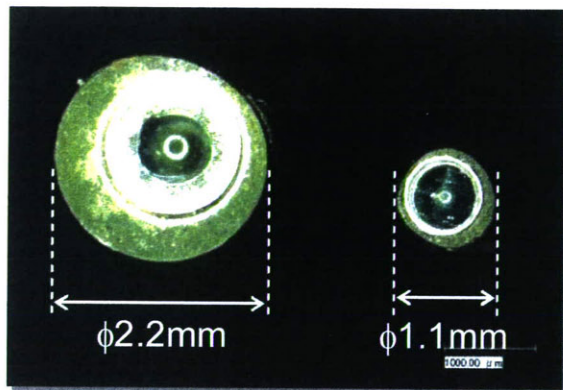


図2：φ2.2mm/1.1mmのファイバ스코プ先端

スコープ先端と患部との距離計測では、患部からの反射光量を同軸状のファイバを通して検出し、血流計測にはレーザードップラ現象を応用した（図3）。

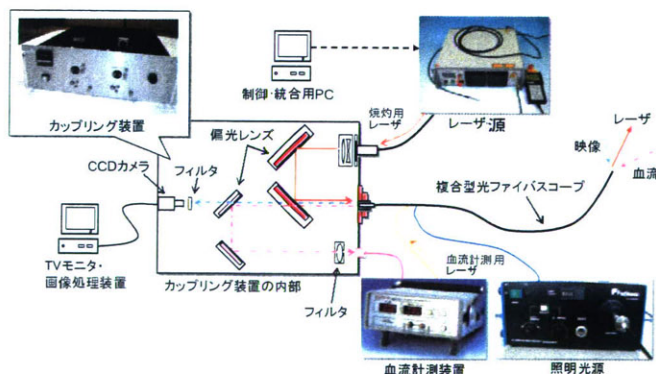


図3：複合型光ファイバ스코プのシステム構成

B-1-2. 屈曲レーザーマニピュレータ

TTTSのレーザー凝固術で使用するファイバを、患部の直近へ導き、または位置の微調整を行なうため、中心にファイバを搭載可能な細径の屈曲マニピュレータを開発した。複数の関節を設けた筒状のマニピュレータにファイバを通すことで、そのレーザー照射方向を自由に変えることができる。通常臨床で用いられる外径0.7mmのファイバの外径には、屈曲半径の大きい外径2.9mmのマニピュレータと、屈曲半径の小さな外径

3.5mmのマニピュレータを開発した（図4）。また、前項の複合型光ファイバ스코プを搭載可能な外径5mmのマニピュレータも並行して開発を行なった。なお、これらのマニピュレータにはレーザー照射用のファイバのみならず、汎用の鉗子や剪刀なども搭載可能とした。

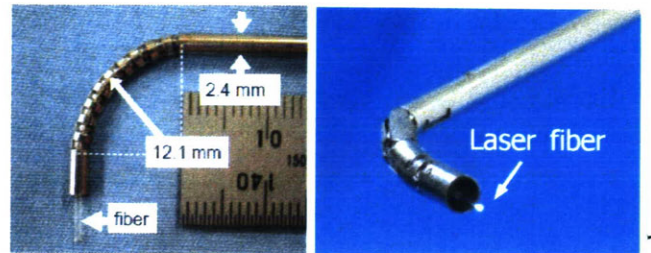


図4：屈曲レーザーマニピュレータ。左：φ2.4mmマニピュレータ。右：φ3.5mmマニピュレータ。

B-2. 子宮内手術支援デバイス

B-2-1. レーザマニピュレータ位置決めロボットアーム

TTTS治療用の屈曲レーザーマニピュレータを把持し、子宮の挿入孔まわりのピボット運動、挿入軸方向の並進・回転の4自由度操作を行なうロボットアームを開発した（図5）。モータによる駆動範囲は術者の作業を妨げないように必要最小限とし、また、滅菌部と非滅菌部を明確に分離させ、患者との接触部は清潔に保てるようにした。

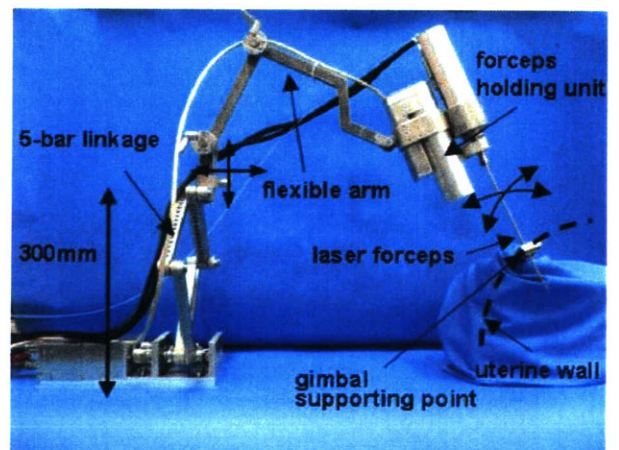


図5：レーザーマニピュレータ位置決めロボットアーム可動部の構成

B-2-2. 胎児支持バルーンマニピュレータ

子宮内の胎児は羊水中に浮遊している状態であり、術具でアプローチする場合に患部が移動してしまう問題がある。そこで胎児の体幹部を腹側から支持しつつ側腹部を左右から挟み込む形状に屈曲可能な屈曲マニピュレータを開発した（図6）。4関節で構成したフック状屈曲機構、2関節で構成したリンク屈曲機構、ワイヤ駆動式の先端指屈曲機構を有する（図7）。直線状の状態から子宮内に挿入し、順次屈曲させることで子宮内への接触を回避する。その後バルーンを膨らま

せることで、胎児を柔らかく支持することが可能である。

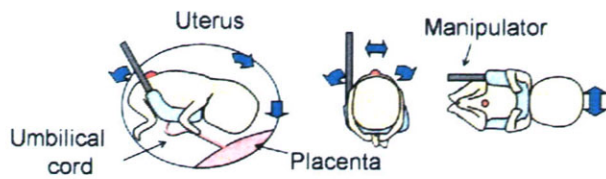


図6：マニピュレータによる胎児支持方法。

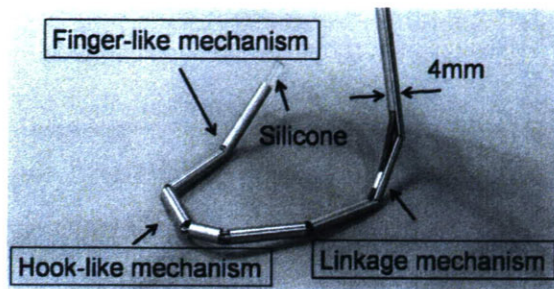


図7：胎児支持バルーンマニピュレータの屈曲部

B-2-3. パッチスタビライザ

MMCの子宮内治療として、胎児の露出した脊髄髄膜瘤をパッチで覆い、子宮内環境からの刺激を防止するという手技が有効と考えられている。そこで、胎児の組織とコラーゲン製のパッチを適切な力で密着させるための外径2.4mm、接触部長さ60mmのワイヤ駆動式パッチスタビライザを製作した(図8、図9)。微弱な力での押し宛てを実現するため、ワイヤの拮抗駆動とカセンサを組み合わせた力制御を導入した。

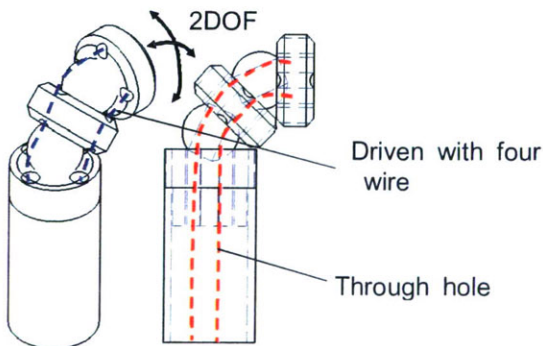


図8：ワイヤ拮抗駆動による屈曲機構

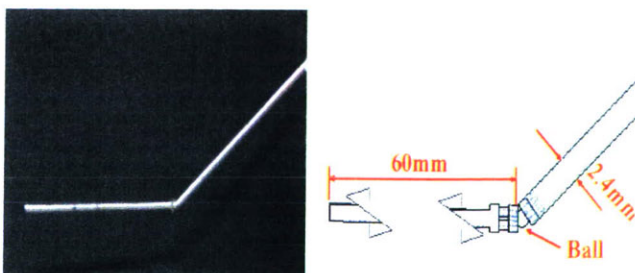


図9：力制御可能なパッチスタビライザ

また、胎児脊髄髄膜瘤被覆用のシリコン製ピン一体型パッチを開発した(図10)。胎児の模擬皮膚に対して、0.11 Nの押し付けにより貼付したピン一体型パッチは、剥離に0.21N以上のせん断力を要し、本パッチの構造と貼り付け法の有効性を確認した。

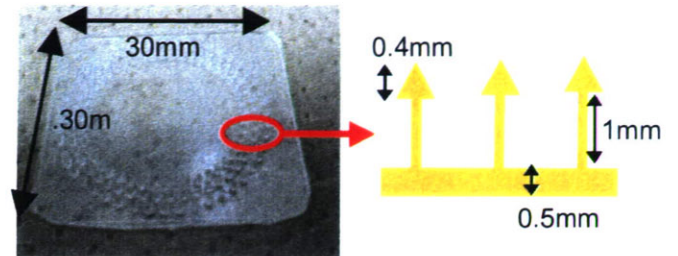


図10：ピン一体型パッチ

B-3. ナノ技術センサデバイス

B-3-1. 埋め込み型血流計測カプセルセンサ

子宮内胎児の血流情報、特に酸素飽和度および脈拍信号の常時モニタリングを行なうため、体内埋め込み型の計測デバイスの開発を進めた(図11)。センサ部には波長660nmの赤色光と波長850nmの近赤外光を交互に発光する発光部を持ち、反射型パルスオキシメトリによる計測を行なう。計測された生理データはFM変調され、体外の受信機へと送信される。24×60×15mmのケースに収まる寸法とし、電源供給には内蔵電池の他、リモートパワリングシステムを導入した(図12、図13)。

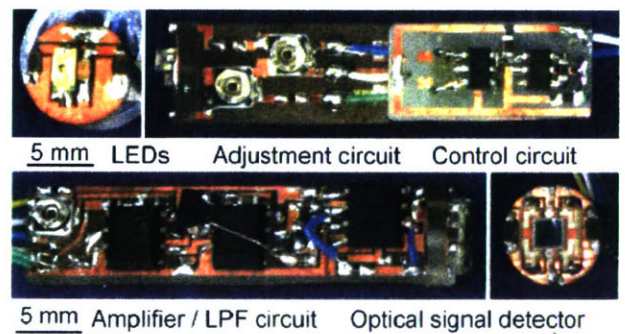


図11：センサ部のテスト用回路。

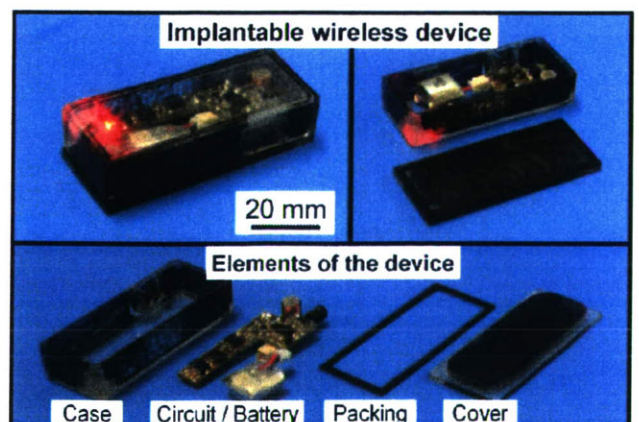


図12：埋め込み型無線デバイスのプロトタイプ。

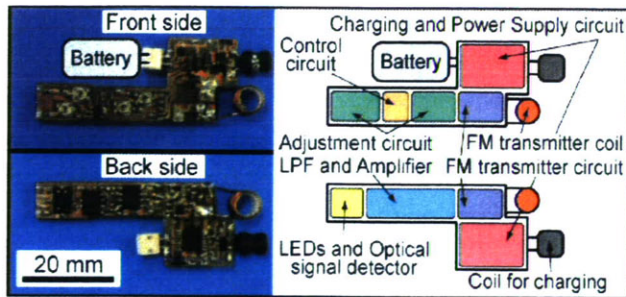


図13：埋め込み型無線デバイスプロトタイプの回路構成。

B-4. 術中画像誘導支援システム

B-4-1. 三次元斜視内視鏡

子宮内環境下で使用する細径内視鏡として、先端部に2個の1/10インチCCDを搭載する三次元斜視立体内視鏡を開発した。先端には前方斜視30°の角度がつけており、腹部側の胎盤観察など直視内視鏡では観察が難しい場合に有効となる(図14)。また、三次元立体観察が可能であるため、狭い子宮内であっても患部や術具の立体感や位置関係が直感的に把握でき、注目領域以外への不用意な接触も避けることができる。

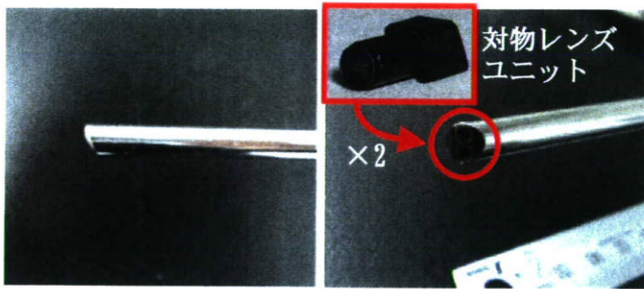


図14：φ5.4mm斜視内視鏡の先端部。

B-4-2. マイクロMRI搭載型内視鏡

オープンMRI内で術中に使用可能な新たな術具として、内視鏡の先端部に搭載することを想定し、直近の断層像を取得可能なマイクロMRIコイルを開発した(図15)。製作した平面コイルはMRI画像計測に与える影響が少ないCuやTi、ポリイミドを材料としている。コイルの直径5mm、10mm、20mmとし、線幅、線間隔、巻き数などの最適化を図った。また、静磁場強度が0.2TのMRIで利用するため、核磁気共鳴周波数の8.5MHzで高い特性が得られるよう設計した(図16)。

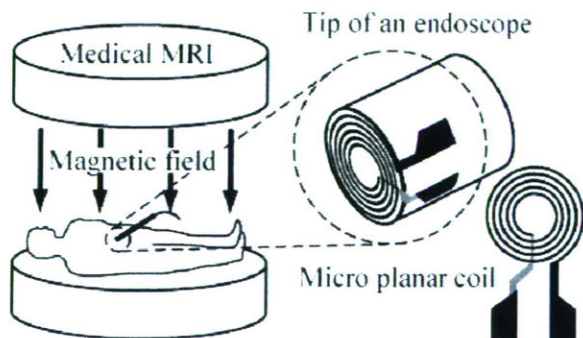


図15：マイクロMRIによる局所断層画像取得原理。

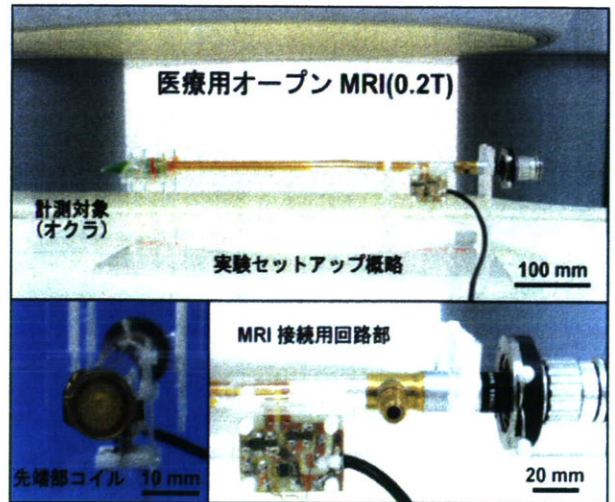


図16：MRIガントリ内における内視鏡先端搭載型のマイクロMRIコイル回路構成

B-4-3. 視野可変内視鏡

狭い子宮内で内視鏡自身を動かすことなく、直視方向と側視方向に視野を切り替え可能な内視鏡を開発した。CCDカメラ搭載の内側スリーブと外側スリーブの二重構造で、内側スリーブの先端には透過率70%、反射率30%のビームスプリッタと偏光板を配置し、一方外側スリーブの先端には偏光板と照明用ファイバを配置した(図17)。それぞれのスリーブの先端部側面には側視観察用の窓を開けており、内側スリーブに対して外側スリーブを回転させると直視方向と側視方向を切り替えることができる。

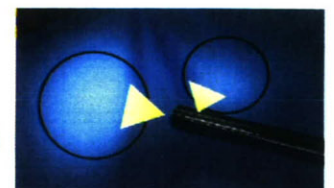
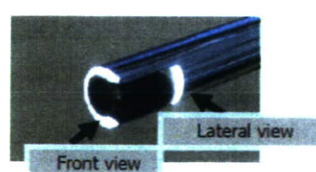
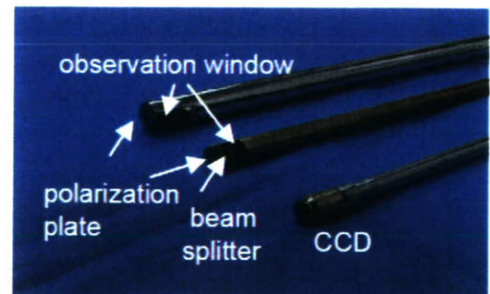
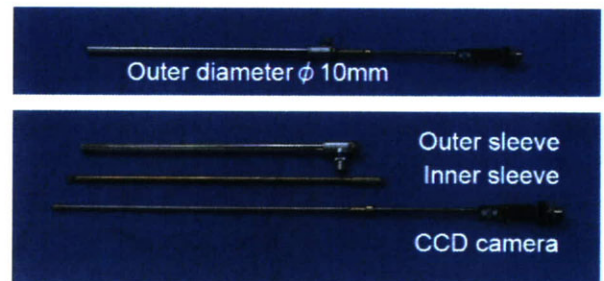


図17：視野可変内視鏡のプロトタイプ

B-4-4. 胎盤吻合血管マッピング

TITSのレーザー治療では、閉塞すべき胎盤吻合血管の映像を（主にファイバースコープの）小さな内視鏡画像で判断しなければならない。そこで3D/4D超音波診断装置から得たボリュームデータより作成した胎盤のサーフェスデータ表面に、内視鏡の画像を順次貼り付けて連結合成することで、胎盤上の吻合血管が一目瞭然の血管走行マップを作成する。本システムは内視鏡、3D/4D超音波診断装置、光学式三次元位置計測装置とコンピュータから成る（図18）。内視鏡と超音波プローブの位置は三次元光学式計測器で同一の座標空間内に登録され、リアルタイムでその位置情報を更新しながらマップを作成していく。

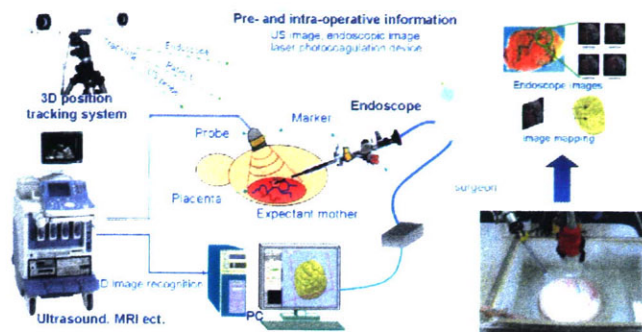


図18：胎盤吻合血管マッピングシステム構成

B-4-5. 近接覚ナビゲーション

子宮内手術においては、挿入する術具と胎児、胎盤、子宮内膜などに不用意に接触することは避けなければならない。そこで、子宮内胎児や胎盤と、挿入された術具の位置関係を把握し、その距離に応じて接近情報を提示できるシステムを開発した（図19）。子宮内の情報は3D/4D超音波診断装置のボリュームデータとして取得し、また、術具と超音波プローブの位置情報は光学式三次元位置計測装置を用いて取得することで、双方の情報を同一の座標上に登録する。それぞれの位置・姿勢の相対関係により、接近の危険度をカラーマップとアラームで術者に知らせる「近接覚ナビゲーション」を構築した（図20）。

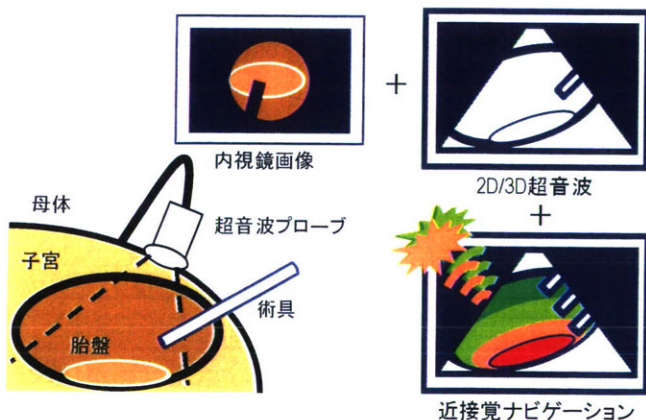


図19：近接覚ナビゲーションの原理

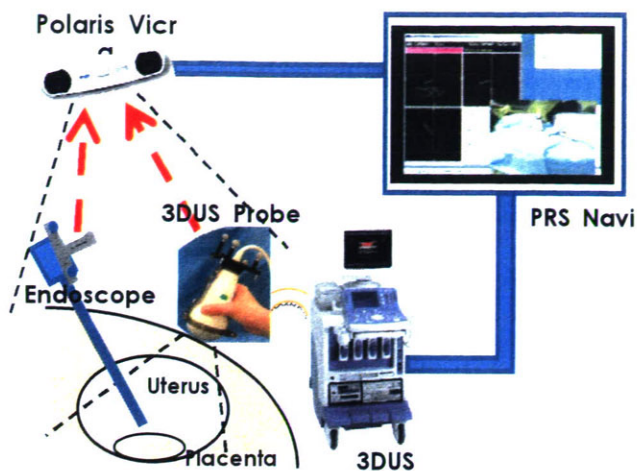


図20：近接覚ナビゲーションシステム構成

（倫理面への配慮）

本研究自身は、機器・システムの開発を主体とするものであり、当面倫理面での問題はなく、また、動物モデルを使用した実験では、国立成育医療センター動物管理委員会の定める規定に厳密に則って行なった。

C. 研究結果

C-1. レーザ治療デバイス

C-1-1. 複合型光ファイバースコープ

ブタ肝臓を用いたYbレーザー照射実験では、焦点距離に設定した10mm位置でよくエネルギーが集中し、周囲への熱的な影響は少なかった。ブタを用いたin vivo実験では、レーザー照射位置を確認しながらの血管閉塞が可能であった（図21）。距離計測機能においては、およそ±1mm程度の誤差で対象物までの距離計測が可能であり、また、血流計測機能においては、血流量や血流速、血液量に関して、従来の血流計測装置で計測した結果と同様の傾向を示した（図22）。

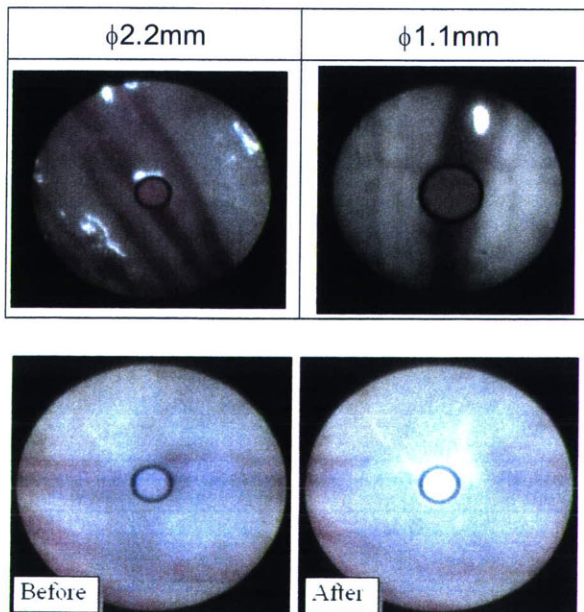


図21： $\phi 2.2$ ならびに1.1mmのファイバ内視鏡画像

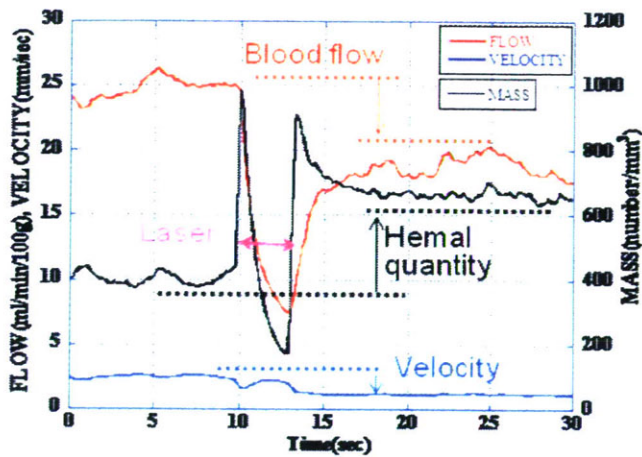


図22：血流計測機能による血流量・血流速・血液量の取得

C-1-2. 屈曲レーザーマニピュレータ

レーザーファイバを搭載した状態で屈曲させたとしても、レーザーのエネルギー効率には影響が見られなかった。ラット腸間膜照射実験、胎盤ファントム実験では、マニピュレータ自身を大きく動かすことなく、広範な部位を熱凝固することが可能であった(図23)。また、ブタ腸間膜血管を用いたin vivo実験では、前項の複合型光ファイバスコープを搭載し、レーザー照射対象を観察し、屈曲による位置合わせを行ないながらの凝固が可能であった(図24、図25)。マニピュレータは片手での操作が可能であるため、屈曲鉗子とレーザーの同時使用などが行なえ、TTTSのみならず子宮内MMCパッチ手術などにおいても有用と考えられる(図26)。

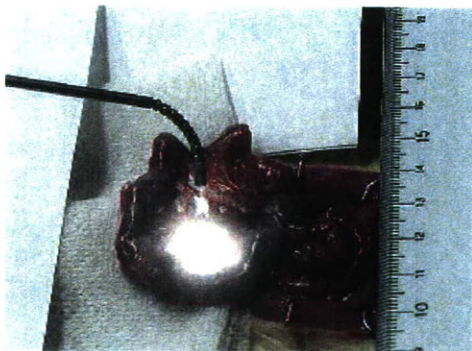


図23：φ2.4mm屈曲レーザーマニピュレータによる腸間膜血管閉塞実験

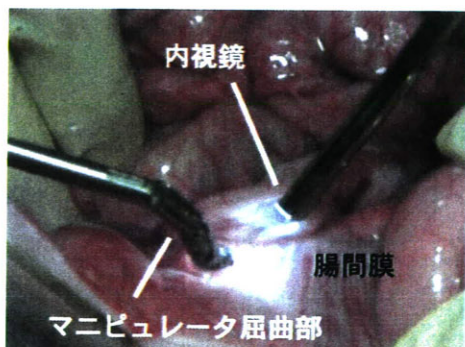


図24：複合型光ファイバスコープ搭載のφ5mm屈曲レーザーマニピュレータによるブタ腸間膜血管凝固実験

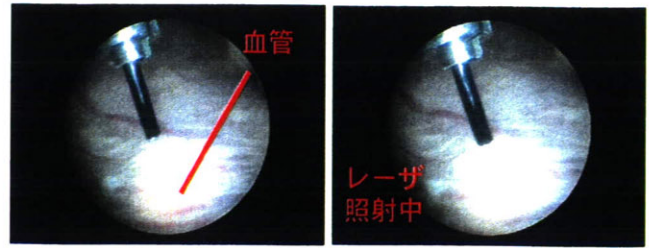


図25：φ5mm屈曲レーザーマニピュレータによるレーザー照射時の先端部内視鏡画像

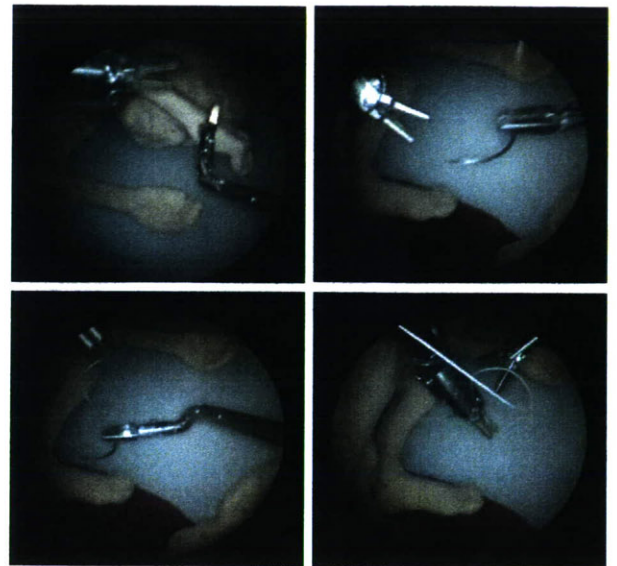


図26：2本の屈曲マニピュレータによる縫合糸受け渡し協調動作(子宮内胎児ファントム内)。

C-2. 子宮内手術支援デバイス

C-2-1. レーザマニピュレータ位置決めロボットアーム

マニピュレータの位置決めをする5節リンク機構においては、誤差 1.2 ± 0.5 mm程度、挿入方向においては 0.05 ± 0.01 mm、回転駆動では 3.8° のバックラッシュがあったものの、ばらつきは $\pm 0.3^\circ$ と非常に精度の高い駆動が可能であった。

C-2-2. 胎児支持バルーンマニピュレータ

モータ駆動による変位が10mm程度と小さいにも関わらず、左右 170° 程度の広い屈曲範囲を有し、標準偏差も約 3° と小さく抑えることができた。ワイヤ駆動による屈曲動作においては、往復でヒステリシス誤差が約3mmと小さく、また、リンク駆動による根元側の屈曲動作については、標準偏差にして約 2° と理論値に対して高い追従性を示した。

C-2-3. パッチスタビライザ

ワイヤ張力を力センサで測定することで、胎児に接触する力を推定可能とした。ラットの胎児皮膚と同程度の力学的特性を有する脳組織を用いた実験では、ワイヤ張力制御によるトルク検出により、0.1 kPa程度の微弱な力で組織を押さえられることを確認した(図

27)。また、MMC治療用コラーゲンパッチを、脊髄髄膜瘤を模した脳組織に密着させる手技の評価では、2つのマニピュレータを統合し動作可能なことを確認した。

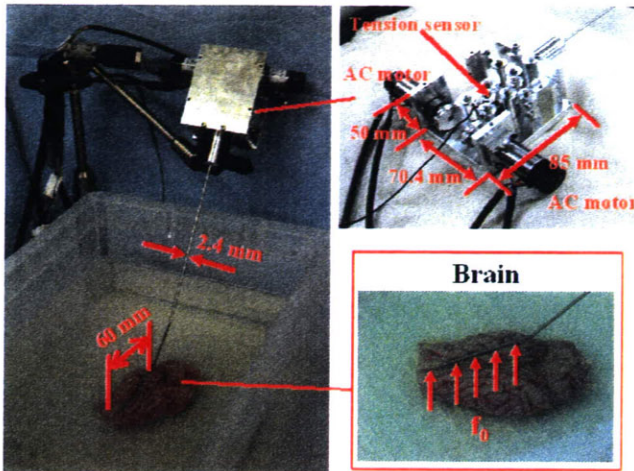


図27：パッチスタビライザによる脳組織押し当て実験

C-3. ナノ技術センサデバイス

C-3-1. 埋め込み型血流計測カプセルセンサ

気管送管により麻酔下にあるウサギの腹腔大動脈直上に開発したデバイスを固定し、体外からのデータ計測実験を行った(図28)。無線計測を行なった結果、2波長による脈拍信号の検出を確認したが、受信した信号には呼吸の影響と思われる大きなうねりを含んでいた。この影響を低減するためには、デバイスの小型化と固定位置・固定方法などの検討が必要と考えられる。その他、計測周期と呼吸周期をずらし、データを平均化することでも対応可能である(図29)。

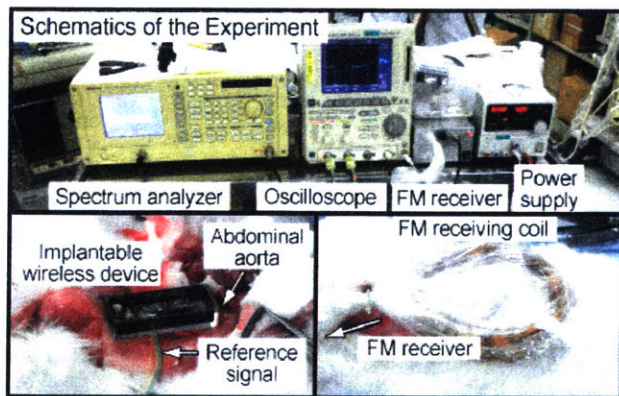


図28：埋め込み型血流計測カプセルセンサによるウサギ腹腔大動脈の血流計測実験

C-4. 術中画像誘導支援システム

C-4-1. 三次元斜視内視鏡

13名の被験者に対し、2D観察と3D観察における奥行き知覚の比較評価を行なった。子宮内環境を模した水中で、奥行き方向に位置をずらして左右に並べた二枚の白色板を観察し、どちらが手前に見えるか(または同じか)を回答させた(図30)。全被験者の正答率の

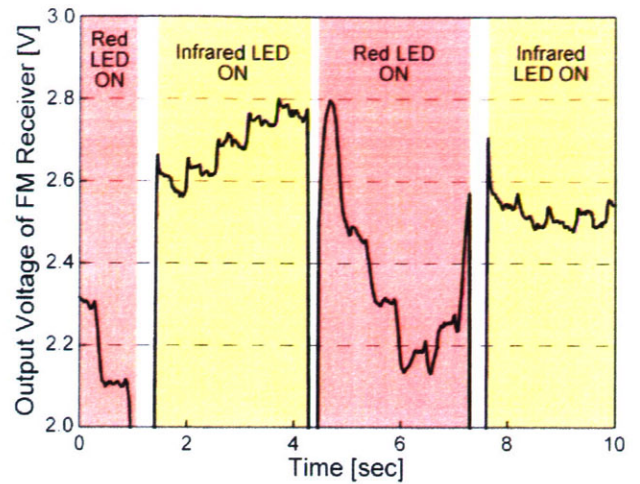


図29：取得血流データによる脈初情報の検出

平均値は、2D観察で63.7%、3D観察で87.9%であった。3D観察の方が奥行きを知覚しやすく、被験者によるバラツキが小さいという結果が得られ、影などが出来ない対象物に対しても効果的な立体視が可能であることが示された。

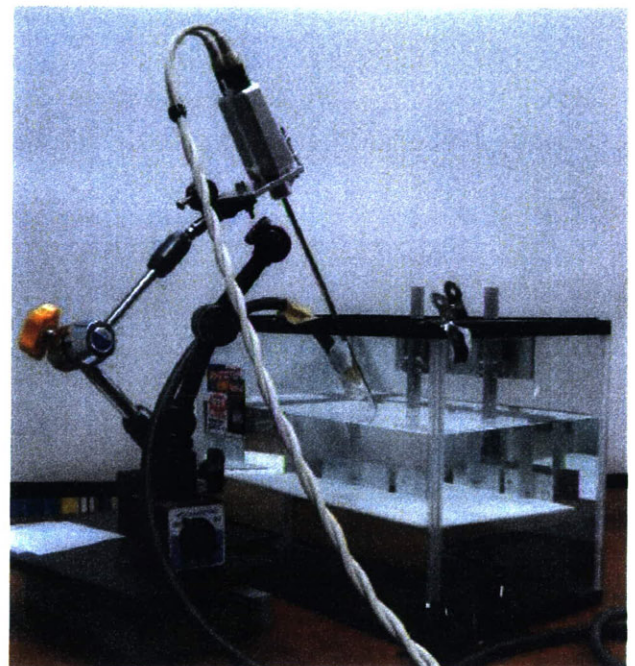


図30：二枚の白板による2D/3D観察比較評価実験

C-4-2. マイクロMRI搭載型内視鏡

φ10mmの平面型マイクロMRIコイルを、内視鏡に模したφ10mmの亚克力パイプ先端に配置したMRI信号受信デバイスの特性評価として、MRI信号のS/N比計測を行った。水をファントムとして利用し、 $2.0 \times 2.0 \times 2.0 \text{ mm}^3$ 、 $0.5 \times 0.5 \times 1.0 \text{ mm}^3$ の画素サイズで画像計測を行った。比較にはφ200 mm程度の医療用コイル、φ5 mmとφ20 mmの平面型マイクロコイルを用いた。φ10 mmの平面型マイクロMRIコイルでは、従来の医療用コイルと比較して5~8倍程度の高い受信感度を持つ

ていることがわかった (図31)。

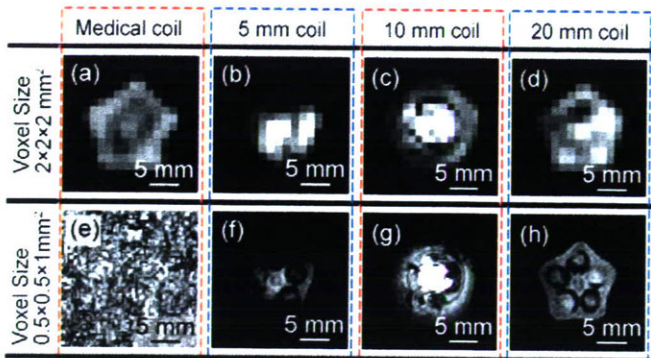


図31：各種コイルによるファントム（オクラ）の撮像結果比較

C-4-3. 視野可変内視鏡

内部に光が入り込まないようにしたボックスの中に胎児モデルを設置し、開発した内視鏡を用いて直視観察と側視観察の切り替えを確認した。内視鏡（つまり内側スリーブ）を固定し、外側スリーブを回転させると、偏光板の働きにより正面の像は消え、観察窓を通して側視観察に切り替わった。さらに回転させると徐々に直視に切り替わり、90°回転させたところで観察窓が閉じ、偏光板は同一方向となるため正面の像のみ観察可能となった (図32)。なお、照明に関しては直視側、側視側のいずれも十分に明るい画像が得られた。

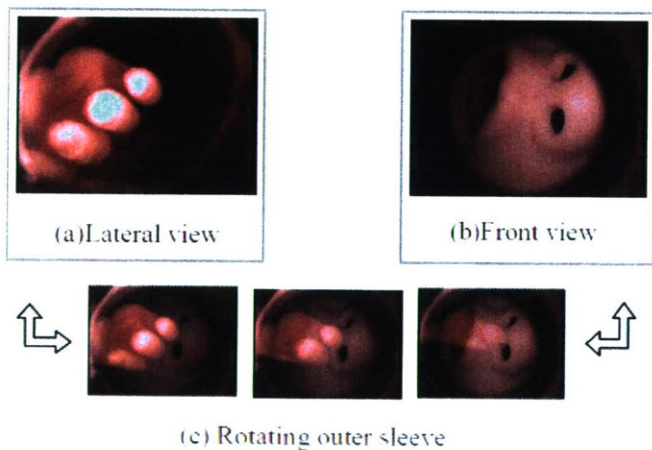


図32：視野可変内視鏡による胎児モデルの観察部位の切換

C-4-4. 胎盤吻合血管マッピング

模擬胎盤を用いて行ったマッピング実験では、複数枚の小さな内視鏡画像が多数連結され、胎盤全体の血管走行を把握するのに効果的な大規模合成画像を提示可能であった (図33、図34)。しかし、この画像を生成するための座標位置計算には、内視鏡画像1枚につき約120秒、今回の実験では内視鏡画像10枚ほどで約20分の時間を要した。また、寒天ファントムを用い、同様の方法でマッピング位置の精度を評価したところ、平均で7.5mmというやや大きな誤差を認めた。

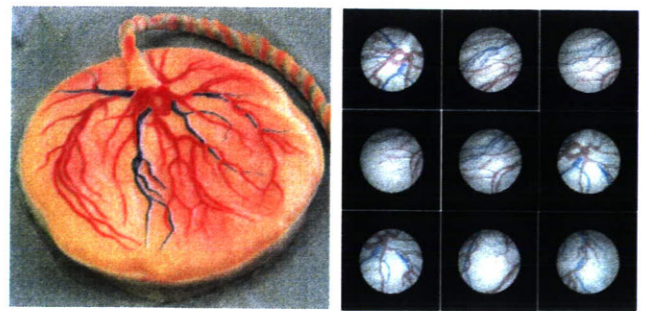


図33 マッピングに用いた画像. 左：使用した模擬胎盤. 右：撮影した内視鏡画像.



図34：内視鏡画像マッピングの結果

C-4-5. 近接覚ナビゲーション

初めに4つの鋼球を用いた画像レジストレーション評価を行なった。ナビゲーション使用経験者（医師3名と技術者1名）と未経験者（技術者4名）の間でレジストレーション誤差平均および分散に有意差はなく、安定したレジストレーション結果を示した。次に、シリコンゴムファントムを胎盤に見立て水槽内に設置し、ファントム上に描かれたラインを内視鏡で追尾するタスクを、ナビゲーション併用と非併用の条件で行なった。ファントム表面からの距離が0-5mm、5-10mm、10-20mmの段階でカラーマップおよびアラームを設定したところ、ナビゲーションを併用することで、医師は内視鏡画面を注視しながらファントムまでの距離を定量的に理解することが可能となった (図34、図35)。

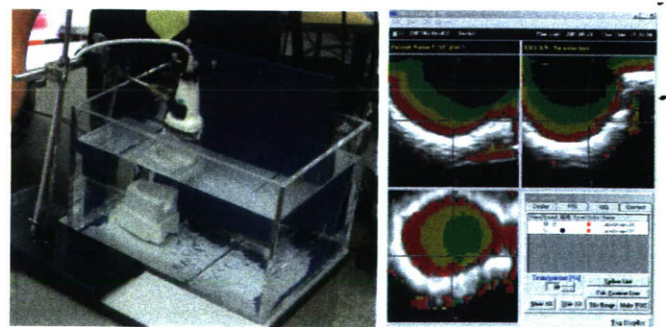


図34：左：シリコンゴム製胎盤ファントムのセッティング. 3D超音波情報を元に設定したカラーマップ.

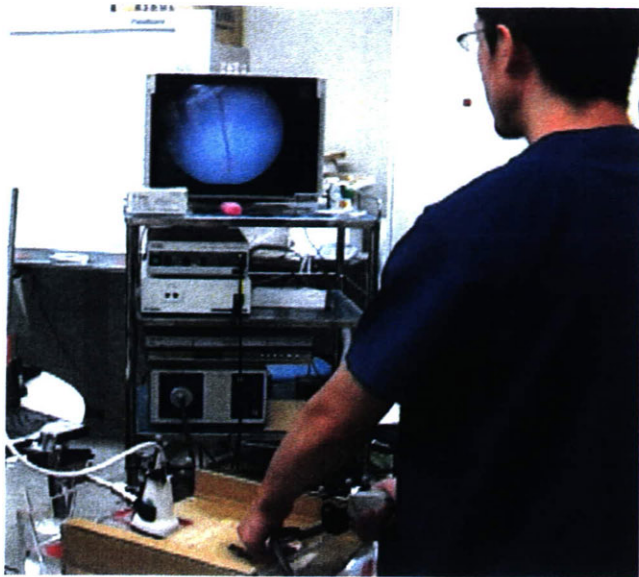


図35：医師による近接覚ナビゲーション併用実験

なお、前述の二つの超音波を用いたナビゲーション技術においては、予め超音波プローブへの光学計測用マーカの脱着とプローブの精度計測治具への取り付けによる誤差、光学式位置計測器の精度、そして実際の手術での使用状況と同じ滅菌袋の影響を考慮した精度などの測定を行なった（図36）。光学系と超音波系を合わせた場合、平均誤差の最大値でも2.14mm、標準偏差は0.87 mmであり、子宮内手術においては高い精度を有していると考えられる。

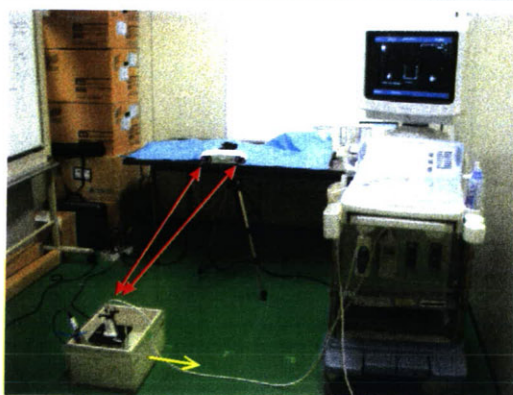
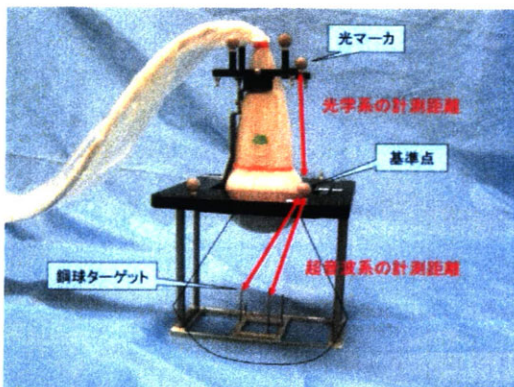


図36：3D超音波画像取得時のプローブ精度評価。
上：精度測定用鋼球治具。下：光学式三次元計測器による精度測定セッティング。

D. 考察

要素技術の研究開発においては、一部の除き当初予定していた目標を達成するに至った。埋め込み型の血流計測カプセルセンサは、胎児を対象とする場合、更なる小型化が課題である。内視鏡搭載型マイクロMRIコイルでは、内視鏡先端に組み込む場合の最適化が必要である。また、3D/4D超音波画像を利用したナビゲーションでは、リアルタイム性の改善、すなわち更新速度の向上が課題として残った。

本研究成果による要素技術は、最も脆弱な患者（すなわち胎児、妊娠母体）を安全（非接触、低侵襲性）・確実に治療する機器となり、新生児・乳児・小児から成人にいたるまでの広範な疾患領域に対しても適用可能になるものと思われる。これらの研究成果は国際的な胎児外科学会においても高い評価を得ており、ボストン小児科病院やハーバード大学との共同研究も新たに進められている。これを契機に国内での胎児外科治療が活発になることで、国際的にも高い治療成績が見込め、少子化対策の一助になると期待される。

これらの要素技術開発についてはかなりの完成度に達しており、複数の要素を組み合わせた使用も既に可能である。今後はさらに実際の臨床で使用するため、製品化レベルへの完成度向上とシステム化の推進と同時に、より実践的で綿密な評価試験を継続して進めていく。

E. 結論

本研究では多くの要素技術研究が当初の目的を達成した。新しい胎児外科治療用技術の構築に至り、従来にない手術システム完成の目途が立ったといえる。本成果は治療対象としたMMCやTTTSのみならず、そのほかの胎児疾患、さらには他の広範な外科分野にも十分応用可能であり、今後の医療機器産業の振興に大きく貢献するためにも、継続的な発展を加えていく。

F. 研究発表

1. 論文発表
 - 1) 千葉敏雄：胎児外科，日本評論社，2007
 - 2) 千葉敏雄，北野良博，北川道弘：先天性横隔膜ヘルニアと胎児外科治療（2），診断と治療社，72（4），486-491，2005
 - 3) 千葉敏雄，北野良博，北川道弘：先天性横隔膜ヘルニアと胎児外科治療（3），診断と治療社，72（5），626-631，2005
 - 4) 千葉敏雄：横隔膜ヘルニア，医学書院，59（9），1249-1257，2005
 - 5) 千葉敏雄，北野良博，黒田達夫，本名敏郎，北川道弘：先天性嚢胞性肺疾患（CCAM）に対する胎児治療，東京医学社，37（6），649-657，2005
 - 6) Satoshi Hayashi, Haruhiko Sago, Reiko Hayashi, Satoshi Nakagawa, Michihiko Kitagawa, Katsuyuki Miyasaka, Toshio Chiba, Michiya Natori: Manifestation of Mirror Syndrome after Fetoscopic Laser Photocoagulation in Severe Twin-Twin Transfusion Syndrome, Fetal Diagn Ther, 21, 51-54, 2006

- 7) 千葉敏雄, 北川道弘: 胎児胸水の管理と治療, 診断と治療社, 73 (1), 111-116, 2006
 - 8) 千葉敏雄: 胎児治療, メディカ出版, 2006 (1), 44-463, 2006
 - 9) 千葉敏雄, 上岡克彦: 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療 (1), 診断と治療社, 73 (2), 244-248, 2006
 - 10) 千葉敏雄, 上岡克彦: 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療 (2), 診断と治療社, 73 (3), 373-378, 2006
 - 11) 千葉敏雄, 上岡克彦: 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療 (3), 診断と治療社, 73 (4), 509-518, 2006
 - 12) Kota Tsubouchi, Shin Enosawa, Kanako Harada, Jun Okamoto, Masakatsu G Fujie, Toshio Chiba: Evaluation of Relationship Between Viscoelastic Stress and Strain of Fetal Rat Skin As a Guide For Designing Structure and Dynamic Performance of Manipulator For Fetal Surgery, *Surgery Today*, 36 (8), 701-706, 2006
 - 13) Kanako Harada, Kentaro Iwase, Kota Tsubouchi, Toshio Chiba, Kousuke Kishi, Tetsuya Nakamura, Masakatsu G Fujie: Micro manipulator and forceps navigation for endoscopic fetal surgery, *Journal of Robotics and Mechatronics*, 18 (3), 257-263, 2006
 - 14) 千葉敏雄: EXIT (Ex utero intrapartum treatment), 東京医学社, 36, 394-396, 2006
 - 15) 廖洪恩, 鈴木宏和, 松宮潔, 正宗賢, 土肥健純, 千葉敏雄: 内視鏡下胎児手術における柔支持マニピュレータの研究, *生体医工学*, 44 (4), 643-649, 2006
 - 16) Hiromasa Yamashita, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Hongen Liao, Toshio Chiba, Takeyoshi Dohi: Miniature bending manipulator for fetaloscopic intrauterine laser therapy in twint o-twin transfusion syndrome, *Surgical Endoscopy*, 22 (2), 430-435, 2008
2. 学会発表
- 1) Chiba T, Yamashita H, Dohi T: Newly developed endoscopic forceps manipulator for intrauterine surgery, *International Fetal Medicine & Surgery Society 24th Annual Meeting 2005 (IFMS S 2005)*, 2005
 - 2) Tetsuji Dohi, Kiyoshi, Matsumoto, Isao Shimoyama: The Flexible Micro Resonator for the Magnetic Resonance Catheter, *The 13th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems*, 2143-2146, 2005
 - 3) 千葉敏雄: 胎児に対するコンピュータ支援手術/治療の可能性, 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 31-32, 2005
 - 4) 山下 紘正, 松宮 潔, 正宗 賢, 廖 洪恩, 千葉 敏雄, 土肥 健純: 胎児外科手術用多自由度屈曲マニピュレータの開発, 第14回日本コンピュータ外科学会大会・第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 239-240, 2005
 - 5) 坪内広太, 原田香奈子, 千葉敏雄, 絵野沢伸, 藤江正克: 胎児手術用吸引型スタビライザの開発, 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 45-46, 2005
 - 6) 原田香奈子, 中村哲也, 千葉敏雄, 藤江正克: 低侵襲胎児手術を対象としたレーザー搭載微細マニピュレータ, 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 221-222, 2005
 - 7) 中村亮一, 鈴木浩一, 村垣善浩, 伊関洋: 直感的な作業進捗度・重要度理解のためのカラー等高線機能を備えた脳神経外科手術ナビゲーションシステム, 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 153-154, 2005
 - 8) Kanako Harada, Tetsuya Nakamura, Toshio Chiba, Masakatsu G. Fujie: Bending Laser Manipulator for Intrauterine Surgery, *IEEE / RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechanics (Biorob2006)*, Day3-160, 2006
 - 9) 千葉敏雄, 原田香奈子, 藤崎正之, 絵野沢伸, 宮本隆司, 土肥健純, 下山 勲, 佐久間一郎, 伊関洋, 藤江正克, 岡 潔, 望月 剛, 日高恒夫: 低侵襲胎児外科手術を対象としたデバイスの研究開発, *日本小児外科学会*, 365, 2006
 - 10) Toshio Chiba, Kiyoshi Oka, Kanako Harada, Tetsuya Nakamura, Yoshinao Ohkawa, Tsuneo Hidaka, Masakatsu Fujie: Newly developed laser forceps for TTTS with anteriorly located placenta, *Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (双胎間輸血症候群に関する国際シンポジウム)*, 2006
 - 11) 千葉敏雄, 岡潔, 原田香奈子, 中村哲也, 植田裕久, 大川慶直, 藤江正克: TTTSに対するレーザー手術低侵襲化: 複合型光ファイバスコープ, ロボット鉗子の開発, 第4回日本胎児治療学会, 26, 2006
 - 12) 岡潔, 中村哲也, 植田裕久, 千葉敏雄: TTTSに対するFLPCのための新しいレーザー内視鏡による組織焼灼試験, 第4回日本胎児治療学会, 26, 2006
 - 13) R. Nakamura, H. Suzukawa, Y. Muragaki, H. Iseki: Neuro-navigation system with colour-mapped contour generator for quantitative recognition of task progress and importance, *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 1 (suppl. 1), 489, 2006
 - 14) H. Yamashita, K. Matsumiya, K. Masamune, H. Liao, T. Chiba, T. Dohi: Two-DOFs Bending Forceps Manipulator of 3.5-mm diameter for Intrauterine Fetus Surgery: Feasibility Evaluation, *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*. 1 (suppl. 1), 218-220, 2006
 - 15) Hongen Liao, Hirokazu Suzuki, Kiyoshi Oka, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi, Toshio Chiba: Design and evaluation of a flexible manipulator for endoscope intrauterine surgery, *The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC 2006)*, 2964-2967, 2006
 - 16) Kiyoshi Oka, Tetsuya Nakamura, Kanako Harada, Yoshinao Ohkawa, Tsuneo Hidaka, Toshio Chiba: Development of laser forceps for fetal

- surgical treatment, The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC 2006), 2976-2979, 2006
- 17) 岡潔：産学連携による医療機器の開発(招待講演), 第45回日本消化器がん検診学会総会, 45, 2006
 - 18) トウア ナモラ ナインゴラン, 貞島亮介, 廖洪恩, 小林英津子, 神保泰彦, 佐久間一郎, 千葉敏雄：双胎間輸血症候群治療におけるナビゲーション・システムの開発-胎盤血管の2次元マッピングに使用するシステムの開発-, ロボティクス・メカトロニクス講演概要集, 2A1-A05 (1)-(4), 2006
 - 19) Tua Namora Nainggolan, 廖洪恩, 佐久間一郎, 千葉敏雄：双胎間輸血症候群の治療における胎盤表面のマッピング・システムの開発-能動輪郭抽出手法による内視鏡画像領域の自動取得-, 第15回日本コンピュータ外科学会大会, 165-166, 2006
 - 20) 関健史, 長縄明大, 岡潔, 大川慶直, 千葉敏雄, 中村哲也, 市倉繁, 森戸義美：胎児外科治療におけるレーザー照射出力制御 - 熱電対を用いたフィードバック制御, 第15回日本コンピュータ外科学会大会, 203-204, 2006
 - 21) 長縄明大, 関健史, 岡潔, 千葉敏雄, 中村哲也, 市倉繁, 森戸義美：双胎間輸血症候群における胎児鏡レーザー照射制御
 - 22) - 温度センサを用いた性能検証 -, 計測自動制御学会第7回適応学習制御シンポジウム, 29-32, 2007
 - 23) Tetsuji Dohi, Isao Shimoyama: Micro Monitor of the Blood, The Japan Journal, MARCH, 27, 2007
 - 24) Noriaki Yamanaka, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi, Hiromasa Yamashita, Toshio Chiba: Balloon-Based Manipulator with Multiple Linkages for Intrauterine Surgery, Proceedings of the 2007 IEEE/SRJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2007), 1278-1283, 2007
 - 25) Keri Kim, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi: FOV-changeable endoscope using a beam splitter, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2 (Suppl. 1), S505-S506, 2007
 - 26) Tua Namora Nainggolan, Hongen Liao, Etsuko Kobayashi, Toshio Chiba, Ichiro Sakuma: Development of Placenta Mapping System for Treatment of Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (TTTS), International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2 (Suppl. 1), 182-184, 2007
 - 27) Hiromasa Yamashita, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Hongen Liao, Toshio Chiba, Takeyoshi Dohi: Miniature bending forceps manipulator for intrauterine fetal surgery: Mechanical performance evaluations, International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2 (Suppl. 1), 200-202, 2007
 - 28) 山中紀明, 山下紘正, 松宮潔, 廖洪恩, 正宗賢, 土肥健純, 千葉敏雄：子宮内胎児保持のための多関節バルーンマニピュレータの細径化, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 27-28, 2007
 - 29) 多田喜洋, 山下紘正, 松宮潔, 廖洪恩, 正宗賢, 千葉敏雄, 土肥健純：双胎間輸血症候群治療のためのレーザー鉗子操作マニピュレータ-設計と位置決め精度評価-, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 29-30, 2007
 - 30) 井手亜希子, 正宗賢, 松宮潔, 廖洪恩, 土肥健純：MMC胎児期治療用パッチのピン形状と固定力に関する検討, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 65-66, 2007
 - 31) 金季利, 松宮潔, 正宗賢, 土肥健純：ビームスプリッタを用いた視野可変内視鏡試作機の開発, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 155-156, 2007
 - 32) 都築正宜, 李昇俊, 廖洪恩, 小林英津子, 千葉敏雄, 佐久間一郎：双胎間輸血症候群の治療における胎盤血管情報提示システムの開発 - 内視鏡画像を用いた生体情報の計測, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 181-182, 2007
 - 33) 鈴木克征, 長縄明大, 岡潔, 中村哲也, 植田裕久, 妻沼孝司, 千葉敏雄, 森戸義美, 複合型光ファイバシステムを用いた温度管理による血流遮断, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 57-58, 2007
 - 34) 中村亮一, 永瀬優子, 須藤政光, 若林洋明, 望月剛, 鈴川浩一, 村垣善浩, 伊関洋, 佐久間一郎, 千葉敏雄：三次元超音波画像を用いた内視鏡下胎児外科手術支援近接覚提示システム, 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集, 123-124, 2007
 - 35) B. Zhang, K. Harada, M. Yanagihara, Y. Kobayashi, J. Okamoto, T. Chiba, S. Enozawa, M. G. Fujie: Development of robotic patch-stabilizer using wire driven mechanism for minimally invasive fetal surgery, The 3rd Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007), CD-ROM, 2007
 - 36) Ryoichi Nakamura, Yuko Nagase, Masamitsu Sudo, Hiroaki Wakabayashi, Hirokazu Suzukawa, Mikiko Hara, Takashi Mochizuki, Yoshihiro Muragaki, Hiroshi Iseki, Ichiro Sakuma, Toshio Chiba: Sound Navigation System for Collision Avoidance Using 3D Ultrasound Imaging in Endoscopic Fetal Surgery, The 3rd Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007), CD-ROM, 2007
 - 37) Hongen Liao, Shunjun Lee, Masayoshi Tsuzuki, Etsuko Kobayashi, Takeyoshi Dohi, Toshio Chiba, Ichiro Sakuma: Image mapping system of placenta using endoscopic image mosaics for intra-uterine Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (TTTS) treatment, The 3rd Asian International Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007), CD-ROM, 2007
 - 38) 都築正宜, 廖洪恩, トウア ナモラ ナインゴ

- ラン, 李昇俊, 小林英津子, 土肥健純, 佐久間一郎, 千葉敏雄: 双胎間輸血症候群の子宮内治療における胎盤表面のマッピングシステムの開発, 第7回VR医学会大会, 17-18, 2007
- 39) 都築正宜, 廖洪恩, 李昇俊, 小林英津子, 望月剛, 千葉敏雄, 佐久間一郎: 双胎間輸血症候群の治療における3次元超音波画像を用いた胎盤表面のマッピングシステムの開発, 第3回3次元超音波研究会抄録集, 2, 2007
- 40) 中村亮一, 永瀬優子, 須藤政光, 若林洋明, 望月剛, 鈴木浩一, 村垣善浩, 伊関洋, 千葉敏雄, 佐久間一郎: 内視鏡下胎児外科手術における3次元超音波画像を用いた組織近接覚提示法, 第3回3次元超音波研究会抄録集, 3, 2007
- 41) 岡潔, 植田裕久, 鳥谷智晶, 妻沼孝司, 長縄明大, 渡邊慎介, 石山昭彦, 山下紘正, 千葉敏雄: TTTSに対するFLPCのためのレーザー内視鏡の高機能化, 第5回日本胎児治療学会抄録集, 34, 2007
- 42) 中村亮一, 永瀬優子, 須藤政光, 若林洋明, 望月剛, 鈴木浩一, 村垣善浩, 伊関洋, 佐久間一郎, 千葉敏雄: 双胎間輸血症候群における胎盤損傷を回避するための接近警報提示ナビゲーションシステム, 第5回日本胎児治療学会抄録集, 35, 2007
- 43) 張博, 原田香奈子, 柳原勝, 岡本淳, 千葉敏雄, 絵野沢伸, 藤江正克: 低侵襲胎児手術を目的としたパッチスタビライザに関する基礎的研究〜ワイヤ駆動による試作機とパッチを押さえる力制御の提案〜, ロボティクス・メカトロニクス講演概要集, 133, 2007
- 44) Kanako Harada, Shin Enosawa, Toshio Chiba, Masakatsu G. Fujie: Bending Laser Manipulator for Intrauterine Surgery and Viscoelastic Model of Fetal Rat Tissue, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2007), 611-616, 2007
- 45) Hiromasa Yamashita, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Hongen Liao, Kanako Harada, Tsuneko Fukuyo, Takashi Mochizuki, Toshio Chiba, Takeyoshi Dohi: Miniature forceps manipulator for intrauterine fetal surgery: Mechanical performance evaluation, International Fetal Medicine & Surgery Society 26th Annual Meeting 2007 (IFMSS 2007), 2007
- 46) Kiyoshi Oka, Hiromasa Yamashita, Tetsuya Nakamura, Hirohisa Ueda, Toshio Chiba: Composite-type Optical Fiberscope for Laser Surgery for Twin-to-twin Transfusion Syndrome (TTTS), International Fetal Medicine & Surgery Society 26th Annual Meeting 2007 (IFMSS 2007), 2007
- 47) T. Mochizuki, T. Chiba, R. Nakamura, Y. Nagase, H. Wakabayashi, K. Harada, H. Yamashita, Y. Muragaki, H. Iseki and I. Sakuma: Three-dimensional Ultrasound Navigation System for Fetoplacental Surgery, International Fetal Medicine & Surgery Society 26th Annual Meeting 2007 (IFMSS 2007), 2007
- 48) 永瀬優子, 望月剛, 若林洋明, 中村亮一, 佐久間一郎, 千葉敏雄: 胎児治療における超音波ナビゲーションシステムの位置計測精度の検討, 日本超音波医学会第80回学術集会論文集, 34, S496, 2007
- 49) 長縄明大, 鈴木克征, 岡潔, 中村哲也, 植田裕久, 妻沼孝司, 千葉敏雄, 森戸義美: 胎児外科治療におけるレーザー照射量制御, 日本福祉工学会, 第11回総会並びに学術講演会, 108-109, 2007
- 50) Tetsuya Nakamura, Kiyoshi Oka, Hiromasa Yamashita, Hirohisa Ueda, Toshio Chiba: Composite-type Optical Fiberscope for Laser Surgery for Twin-to-twin Transfusion Syndrome, The 19th International Conference of Society for Medical Innovation and Technology (SMIT 2007), 15, 2007
- 51) Hiromasa Yamashita, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Hongen Liao, Toshio Chiba, Takeyoshi Dohi: Achievement to Advanced Intrauterine Fetal Surgery with Endoscopic Miniature Bending Manipulator, The 19th International Conference of Society for Medical Innovation and Technology (SMIT 2007), 260, 2007
- 52) 山下紘正, 松宮潔, 正宗賢, 廖洪恩, 千葉敏雄, 土肥健純: 子宮内胎児鏡下手術のための細径屈曲鉗子マニピュレータに関する研究, 日本生体工学会誌 生体医工学, 45 (Suppl. 1), 286, 2007
- 53) 土肥徹次, 高橋英俊, 桑名健太, 松本潔, 下山勲: 平面型マイクロコイルを用いた局所高分解能MRIに関する研究, IIP2008 情報・知能・精密機器部門 (IIP部門) 講演会, 166-168, 2008
- 54) 土肥徹次, 桑名健太, 橋本康史, 松本潔, 下山勲: 酸素飽和度および脈拍計測のための埋め込み型無線計測デバイス, ロボティクス・メカトロニクス講演会2008, 2008 (発表予定)
- 55) 都築正宜, 廖洪恩, 小林英津子, 佐久間一郎, 須藤政光, 永瀬優子, 望月剛, 千葉敏雄: 3次元超音波画像を用いた胎盤表面のマッピングシステムの開発, 日本超音波医学会第81回学術集会, 2008 (発表予定)

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
 - 1) 岡潔, 市倉繁, 向本徹, 中村哲也, 千葉敏雄, 大川慶: 内視鏡装置, 特願2006-292578 (2006.10.26出願)
 - 2) 千葉敏雄, 望月剛: 複数の超音波3次元エコーデータを結合した統合ボリュームデータセットを作成する手段 (出願予定)
2. 実用新案登録

該当なし
3. その他

該当なし

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

| 著者氏名 | 論文タイトル名 | 書籍全体の編集者名 | 書籍名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|------|---------|-----------|------|-------|-----|------|-----|
| 千葉敏雄 | | 千葉敏雄 | 胎児外科 | 日本評論社 | 東京 | 2007 | |

雑誌

| 発表者氏名 | 論文タイトル名 | 発表誌名 | 巻号 | ページ | 出版年 |
|---|---|--|-------|-----------|------|
| Chiba T, Yamashita H, <u>Dohi T</u> | Newly developed endoscopic forceps manipulator for intrauterine surgery | International Fetal Medicine & Surgery Society 24th Annual Meeting 2005 (IFMSS 2005) | | 抄録なし | 2005 |
| Tetsuji Dohi, Kiyoshi, Matsumoto, <u>Isao Shimoyama</u> | The Flexible Micro Resonator for the Magnetic Resonance Catheter | The 13th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems | | 2143-2146 | 2005 |
| 千葉敏雄、北野良博、北川道弘 | 先天性横隔膜ヘルニアと胎児外科治療(2) | 診断と治療社 | 72(4) | 486-491 | 2005 |
| 千葉敏雄、北野良博、北川道弘 | 先天性横隔膜ヘルニアと胎児外科治療(3) | 診断と治療社 | 72(5) | 626-631 | 2005 |
| 千葉敏雄 | 横隔膜ヘルニア | 医学書院 | 59(9) | 1249-1257 | 2005 |
| 千葉敏雄、北野良博、黒田達夫、本名敏郎、北川道弘 | 先天性嚢胞性肺疾患 (CCAM) に対する胎児治療 | 東京医学社 | 37(6) | 649-657 | 2005 |
| 千葉敏雄 | 胎児に対するコンピュータ支援手術/治療の可能性 | 第14回日本コンピュータ外科学会大会・第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 31-32 | 2005 |
| 山下 紘正, 松宮 潔, 正宗 賢, 廖 洪恩, 千葉 敏雄, <u>土肥 健純</u> | 胎児外科手術用多自由度屈曲マニピュレータの開発 | 第14回日本コンピュータ外科学会大会・第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 239-240 | 2005 |
| 坪内広太, 原田香奈子, 千葉敏雄, 絵野沢伸, <u>藤江正克</u> | 胎児手術用吸引型スタビライザの開発 | 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 45-46 | 2005 |
| 原田香奈子, 中村哲也, 千葉敏雄, <u>藤江正克</u> | 低侵襲胎児手術を対象としたレーザー搭載微細マニピュレータ | 第14回日本コンピュータ外科学会大会/第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 221-222 | 2005 |

| | | | | | |
|--|---|--|---------|----------|------|
| 中村亮一、鈴木浩一、村垣善浩、伊関洋 | 直感的な作業進捗度・重要度理解のためのカラー等高線機能を備えた脳神経外科手術ナビゲーションシステム | 第14回日本コンピュータ外科学会大会/ 第15回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 153-154 | 2005 |
| Satoshi Hayashi, Haruhiko Sago, Reiko Hayasi, Satoshi Nakagawa, Michihiko Kitagawa, Katsuyuki Miyasaka, <u>Toshio Chiba</u> , Michiya Natori | Manifestation of Mirror Syndrome after Fetoscopic Laser Photocoagulation in Severe Twin-Twin Transfusion Syndrome | Fetal Diagn Ther | 21 | 51-54 | 2006 |
| Kanako Harada, Tetsuya Nakamura, <u>Toshio Chiba</u> , <u>Masakatsu G. Fujie</u> | Bending Laser Manipulator for Intrauterine Surgery | IEEE / RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (Biorob2006) | | Day3-160 | 2006 |
| 千葉敏雄、北川道弘 | 胎児胸水の管理と治療 | 診断と治療社 | 73(1) | 111-116 | 2006 |
| 千葉敏雄 | 胎児治療 | メディカ出版 | 2006(1) | 442-463 | 2006 |
| 千葉敏雄、上岡克彦 | 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療(1) | 診断と治療社 | 73(2) | 244-248 | 2006 |
| 千葉敏雄、上岡克彦 | 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療(2) | 診断と治療社 | 73(3) | 373-378 | 2006 |
| Kota Tsubouchi, Shin Enosawa, Kanako Harada, Jun Okamoto, <u>Masakatsu G. Fujie</u> , <u>Toshio Chiba</u> | Evaluation of Relationship Between Viscoelastic Stress and Strain of Fetal Rat Skin As a Guide For Designing Structure and Dynamic Performance of Manipulator For Fetal Surgery | Surgery Today | 36(8) | 701-706 | 2006 |
| Kanako Harada, Kentaro Iwase, Kota Tsubouchi, <u>Toshio Chiba</u> , Kousuke Kishi, Testuya Nakamura, <u>Masakatsu G. Fujie</u> | Micro manipulator and forceps navigation for endoscopic fetal surgery | Journal of Robotics and Mechatronics | 18(3) | 257-263 | 2006 |
| 千葉敏雄、上岡克彦 | 胎児閉塞性尿路疾患の周産期管理と治療(3) | 診断と治療社 | 73(4) | 509-518 | 2006 |
| 千葉敏雄、原田香奈子、藤崎正之、絵野沢伸、宮本隆司、 <u>土肥健純</u> 、 <u>下山 勲</u> 、 <u>佐久間一郎</u> 、 <u>伊関 洋</u> 、 <u>藤江正克</u> 、 <u>岡 潔</u> 、 <u>望月 剛</u> 、 <u>日高恒夫</u> | 低侵襲胎児外科手術を対象としたデバイスの研究開発 | 日本小児外科学会 | | 365 | 2006 |

| | | | | | |
|---|---|--|------------|-----------|------|
| 千葉敏雄 | EXIT(Ex utero intrapartum treatment) | 東京医学社 | 36 | 394-396 | 2006 |
| Toshio Chiba, Kiyoshi Oka, Kanako Harada, Tetsuya Nakamura, Yoshinao Ohkawa, Tsuneo Hidaka, Masakatsu Fujie | Newly developed laser forceps for TTTS with anteriorly located placenta | Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (双胎間輸血症候群に関する国際シンポジウム) | | 抄録なし | 2006 |
| 千葉敏雄, 岡潔, 原田香奈子, 中村哲也, 植田裕久, 大川慶直, 藤江正克 | TTTSに対するレーザー手術低侵襲化: 複合型光ファイバースコープ、ロボット鉗子の開発 | 第4回日本胎児治療学会 | | 26 | 2006 |
| 岡潔, 中村哲也, 植田裕久, 千葉敏雄 | TTTSに対するFLPCのための新しいレーザー内視鏡による組織焼灼試験 | 第4回日本胎児治療学会 | | 26 | 2006 |
| R. Nakamura, H. Suzukawa, Y. Muragaki, H. Iseki | Neuro-navigation system with colour-mapped contour generator for quantitative recognition of task progress and importance | International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery | 1(suppl.1) | 489 | 2006 |
| H. Yamashita, K. Matsumiya, K. Masamune, H. Liao, T. Chiba, T. Dohi | Two-DOFs Bending Forceps Manipulator of 3.5-mm diameter for Intrauterine Fetus Surgery: Feasibility Evaluation | International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery | 1(suppl.1) | 218-220 | 2006 |
| Hongen Liao, Hirokazu Suzuki, Kiyoshi Oka, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi, Toshio Chiba | Design and evaluation of a flexible manipulator for endoscope intrauterine surgery | The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC 2006) | | 2964-2967 | 2006 |
| Kiyoshi Oka, Tetsuya Nakamura, Kanako Harada, Yoshinao Ohkawa, Tsuneo Hidaka, Toshio Chiba | Development of laser forceps for fetal surgical treatment | The World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC 2006) | | 2976-2979 | 2006 |
| 岡潔 | 産学連携による医療機器の開発 | 第45回日本消化器がん検診学会総会 | | 45 | 2006 |
| 廖洪恩, 鈴木宏和, 松宮潔, 正宗賢, 土肥健純, 千葉敏雄 | 内視鏡下胎児手術における柔支持マニピュレータの研究 | 生体医工学 | 44(4) | 643-649 | 2006 |

| | | | | | |
|---|--|--|------------|----------------|------|
| トウア ナモラ ナインゴラン, 貞島亮介, 廖 洪恩, 小林英津子, 神保泰彦, 佐久間一郎, 千葉敏雄 | 双胎間輸血症候群治療におけるナビゲーション・システムの開発-胎盤血管の2次元マッピングに使用するシステムの開発- | ロボティクス・メカトロニクス講演概要集 | | 2A1-A05(1)-(4) | 2006 |
| Tua Namora Nainggolan, 廖 洪恩, 佐久間一郎, 千葉敏雄 | 双胎間輸血症候群の治療における胎盤表面のマッピング・システムの開発-能動輪郭抽出手法による内視鏡画像領域の自動取得- | 第15回日本コンピュータ外科学会大会 | | 165-166 | 2006 |
| 関健史, 長縄明大, 岡潔, 大川慶直, 千葉敏雄, 中村哲也, 市倉繁, 森戸義美 | 胎児外科治療におけるレーザー照射出力制御 -熱電対を用いたフィードバック制御 | 第15回日本コンピュータ外科学会大会 | | 203-204 | 2006 |
| 長縄明大, 関健史, 岡潔, 千葉敏雄, 中村哲也, 市倉繁, 森戸義美 | 双胎間輸血症候群における胎児鏡レーザー照射制御 -温度センサを用いた性能検証- | 計測自動制御学会第7回適応学習制御シンポジウム | | 29-32 | 2007 |
| Tetsuji Dohi, Isao Shimoyama | Micro Monitor of the Blood | The Japan Journal | MARCH | 27 | 2007 |
| Noriaki Yamanaka, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi, Hiromasa Yamashita, Toshio Chiba | Balloon-Based Manipulator with Multiple Linkages for Intrauterine Surgery | Proceedings of the 2007 IEEE/SRJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2007) | | 1278-1283 | 2007 |
| Keri Kim, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Takeyoshi Dohi | FOV-changeable endoscope using a beam splitter | International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery | 2(Suppl.1) | S505-S506 | 2007 |
| Tua Namora Nainggolan, Hongen Liao, Etsuko Kobayashi, Toshio Chiba, Ichiro Sakuma | Development of Placenta Mapping System for Treatment of Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (TTTS) | International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery | 2(Suppl.1) | 182-184 | 2007 |
| Hiromasa Yamashita, Kiyoshi Matsumiya, Ken Masamune, Hongen Liao, Toshio Chiba, Takeyoshi Dohi | Miniature bending forceps manipulator for intrauterine fetal surgery: Mechanical performance evaluations | International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery | 2(Suppl.1) | 200-202 | 2007 |
| 山中紀明, 山下紘正, 松宮潔, 廖洪恩, 正宗賢, 土肥健純, 千葉敏雄 | 子宮内胎児保持のための多関節バルーンマニピュレータの細径化 | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | | 27-28 | 2007 |

| | | | | |
|---|--|---|---------|------|
| 多田喜洋, 山下紘正, 松宮潔, 廖洪恩, 正宗賢, 千葉敏雄, 土肥健純 | 双胎間輸血症候群治療のためのレーザー鉗子操作マニピュレーター設計と位置決め精度評価- | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 29-30 | 2007 |
| 井手亜希子, 正宗賢, 松宮潔, 廖洪恩, 土肥健純 | MMC胎児期治療用パッチのピン形状と固定力に関する検討 | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 65-66 | 2007 |
| 金季利, 松宮潔, 正宗賢, 土肥健純 | ビームスプリッタを用いた視野可変内視鏡試作機の開発 | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 155-156 | 2007 |
| 都築正宜, 李昇峻, 廖洪恩, 小林英津子, 千葉敏雄, 佐久間一郎 | 双胎間輸血症候群の治療における胎盤血管情報提示システムの開発 -内視鏡画像を用いた生体情報の計測 | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 181-182 | 2007 |
| 鈴木克征, 長縄明大, 岡潔, 中村哲也, 植田裕久, 妻沼孝司, 千葉敏雄, 森戸義美 | 複合型光ファイバシステムを用いた温度管理による血流遮断 | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 57-58 | 2007 |
| 中村亮一, 永瀬優子, 須藤政光, 若林洋明, 望月剛, 鈴木浩一, 村垣善造, 伊関洋, 佐久間一郎, 千葉敏雄 | 三次元超音波画像を用いた内視鏡下胎児外科手術支援近接覚提示システム | 第16回日本コンピュータ外科学会大会・第17回コンピュータ支援画像診断学会大会合同論文集 | 123-124 | 2007 |
| B. Zhang, K. Harada, M. Yanagihara, Y. Kobayashi, J. Okamoto, T. Chiba, S. Enozawa, M. G. Fujie | Development of robotic patch-stabilizer using wire driven mechanism for minimally invasive fetal surgery | The 3rd Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007) | 110107 | 2007 |
| Ryoichi Nakamura, Yuko Nagase, Masamitsu Sudo, Hiroaki Wakabayashi, Hirokazu Suzukawa, Mikiko Hara, Takashi Mochizuki, Yoshihiro Muragaki, Hiroshi Iseki, Ichiro Sakuma, Toshio Chiba | Sound Navigation System for Collision Avoidance Using 3D Ultrasound Imaging in Endoscopic Fetal Surgery | The 3rd Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007) | CD-ROM | 2007 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---------|------|
| Hongen Liao, Shunjun Lee, Masayoshi Tsuzuki, Etsuko Kobayashi, Takeyoshi Dohi, Toshio Chiba, Ichiro Sakuma | Image mapping system of placenta using endoscopic image mosaics for intra- uterine Twin-to-Twin Transfusion Syndrome (TTTS) treatment | The 3rd Asian International Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2007) | | CD-ROM | 2007 |
| 都築正宜, 廖 洪 恩, トウア ナモラ ナインゴラン, 李 昇俊, 小林英津 子, 土肥健純, 佐 久間一郎, 千葉敏 雄 | 双胎間輸血症候群の子宮内 治療における胎盤表面のマ ッピングシステムの開発 | 第7回VR医学会大 会 | | 17-18 | 2007 |
| 都築正宜, 廖 洪 恩, 李 昇俊, 小 林英津子, 望月 剛, 千葉敏雄, 佐 久間一郎 | 双胎間輸血症候群の治療に おける3次元超音波画像を 用いた胎盤表面のマッピング システムの開発 | 第3回3次元超音波 研究会抄録集 | | 2 | 2007 |
| 中村亮一, 永瀬優 子, 須藤政光, 若 林洋明, 望月剛, 鈴木浩一, 村垣善 造, 伊関洋, 千葉 敏雄, 佐久間一郎 | 内視鏡下胎児外科手術にお ける3次元超音波画像を用い た組織近接覚提示法 | 第3回3次元超音波 研究会抄録集 | | 3 | 2007 |
| 岡潔, 植田裕久, 鳥谷智晶, 妻沼孝 司, 長縄明大, 渡 邊慎介, 石山昭 彦, 山下紘正, 千 葉敏雄 | TTTSに対するFLPCのため のレーザー内視鏡の高機能 化 | 第5回日本胎児治療 学会抄録集 | | 34 | 2007 |
| 中村亮一, 永瀬優 子, 須藤政光, 若 林洋明, 望月 剛, 鈴木浩一, 村垣善 造, 伊関 洋, 佐久 間一郎, 千葉敏雄 | 双胎間輸血症候群における 胎盤損傷を回避するための 接近警報提示ナビゲーショ ンシステム | 第5回日本胎児治療 学会抄録集 | | 35 | 2007 |
| 張博, 原田香奈 子, 柳原勝, 岡本 淳, 千葉敏雄, 絵野沢伸, 藤江正 克 | 低侵襲胎児手術を目的とし たパッチスタビライザに関す る基礎的研究～ワイヤ駆動 による試作機とパッチを押さ える力制御の提案～ | ロボティクス・メカトロ ニクス講演概要集 | | 133 | 2007 |
| Kanako Harada, Shin Enosawa, Toshio Chiba, Masakatsu G. Fujie | Bending Laser Manipulator for Intrauterine Surgery and Viscoelastic Model of FetalRat Tissue | IEEE International Conference onRobotics and Automation (ICRA2007) | | 611-616 | 2007 |