

## 高次元医用画像工学研究所

教授：鈴木 直樹 医用生体工学，医用画像工学，医用高次元画像，医用バーチャルリアリティ，生物工学，生物学

准教授：服部 麻木 医用生体工学，医用画像工学，医用高次元画像，医用バーチャルリアリティ

### 教育・研究概要

#### I. リアルタイムイメージングによる高次元医用画像の臨床応用

X線CTやMRI等の画像診断装置から得られる、生体の機能、および形態データを用いた高次元医用画像技術の開発と臨床応用に関する研究を行っている。本研究では、X線CTデータセットから再構築した骨格および骨格筋モデルをモーショキャプチャによって得られた動作データにより駆動する、ヒトの運動時の上肢、および下肢の四次元動作解析システムの開発等を行なっている。本研究は本学各講座ほか、大阪大学、北米メイヨークリニックなどとの共同研究として進められている。

#### II. 内視鏡型手術ロボットシステムの開発

経口的に腹腔内に到達し、腹腔内臓器に対して手術手技を実施するNatural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery (NOTES)や、腹壁に小さな貫通孔を設けて腹腔内での手術手技を行なうSingle Port Surgery (SPS)が可能な内視鏡型手術ロボットシステムの開発を行っている。本年度は、より臨床応用に近いシステムの完成を目指し、緊急時の安全機構の開発や術者のユーザインターフェイスの改良を行なうとともに、ロボットの動作精度や遅延などの基礎的な評価を実施した。また本開発における派生した成果として手術ナビゲーションに適したカメラ、各種手術器具の開発が開始されている。

#### III. 内視鏡型手術システム・シミュレータの開発

前項の手術ロボットを用いた手術は、通常の手術手技とは操作方法が大きく異なるため、事前のトレーニングが必須となる。そこで手術ロボットシステムと同様の機能を持ったシミュレータを構築し、実機での動物実験と同等のトレーニングが行えるシステムの開発を行なっている。本年度は術野内の臓器モデルのモデリングやテクスチャを改良し、でき

るだけ実際と同様の環境下でトレーニングを実施できるようにした。また開発したシステムを用いて、複数の被験者でトレーニングを実施し、タスク完了までの時間やトレーニング中の出血量、作業中のロボットアームの軌跡の変化を測定することで本システムによるトレーニング効果の検証を行なった。

#### IV. 術中ナビゲーションシステムの開発

術中に術野の奥に存在する血管や腫瘍などを三次元形状モデルとして術野上に重ね合わせて表示し、より直感的な術中ナビゲーションが可能なシステムの開発を行なっている。本年度は第三病院手術棟内のハイテクナビゲーション手術室において、外科学講座と7例、耳鼻咽喉科学講座と5例のナビゲーション手術を実施した。外科学講座との共同研究では、これまでのシステムに短軸の立体硬性鏡を導入することで、術前の計画で設定した切除面や手術の対象部位の内部構造を立体視しながらナビゲーションすることが可能になった。また耳鼻咽喉科学講座との鼻内手術における術中ナビゲーションでは、これまでの直視の立体硬性鏡によるナビゲーションと客観画像によるナビゲーションに加えて、斜視鏡におけるナビゲーションも可能になり、鼻内手術の全行程にわたってナビゲーション情報を得ながらの手技が可能になった。

#### V. 法医学における高次元医用画像解析技術の応用

これまでに開発を行なってきた高次元医用画像解析技術を応用し、将来の新しい犯罪捜査手法、新しい裁判資料の作成手法の確立を目的とした、事件被害者のX線CTデータセットの解析を行なっている。昨年に引き続き、殺人未遂事件の被害者のX線CTデータセットを用いて被害者の受傷部位の位置、深さ、角度等の三次元的解析による鑑定を行なった。本研究は、本学法医学講座、東京地方検察庁、および警視庁との共同研究として行なわれている。

#### 「点検・評価」

昨年度に引き続き、文部科学省科学研究費・新学術領域研究（研究領域提案型）の「医用画像に基づく計算解剖学の創成と診断・治療支援の高度化」研究プロジェクトにおいて、研究成果の臨床応用として手術シミュレーションシステムや手術ナビゲーションシステムといった手術支援システムの開発を行なっている。本年度は特に手術ナビゲーションシステムについて腹部外科領域での臨床応用を目指した開発を行なった。今後もより臨床に適したシステ

ムの開発を行なっていきたいと考える。

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業である「内視鏡下手術支援システムの研究開発プロジェクト」は事業最終年度となり、より臨床応用に近い内視鏡型手術ロボット、およびそのトレーニングシステムの完成を目指して開発を行なった。プロジェクトとしての研究開発期間は終了したが、これまでに得られた成果を元に引き続き開発を行なっていく予定である。またシステム開発の過程で派生した手術ナビゲーション用カメラ、手術器具などについても臨床適用へ向けた開発を行なっていきたいと考える。

学内共同研究については、外科学講座、耳鼻咽喉科学講座とともに手術ナビゲーションシステムの開発を行なっている。開発と並行して第三病院手術棟のハイテクナビゲーション手術室において臨床試験を実施しており、その症例数も着実に増えている。得られた試験結果を有効に活用してそれぞれの手術領域により適したシステムの開発努力を行なっていきたいと考える。

また昨年度に引き続き、本学法医学講座、東京地方検察庁、警視庁との共同研究で、殺人事件、および殺人未遂事件における被害者の X 線 CT 画像を用いた創傷の三次元解析システムの開発を行なった。これまでの開発により、創傷と成傷器の三次元空間における相対的位置関係、角度や方向を解析することが可能になった。今後も X 線 CT 画像が持つ様々な情報を法医学領域で活用できるシステムの開発を行なっていく予定である。

また本年も現在進行中の諸研究が研究所内の活動状況とともにマスコミにて報道され、これらはこの領域の研究内容の一般の方々への啓蒙になったものと考えている。

本研究はこれからも学内外の研究者との緊密な共同研究体制を継続していくとともに、国外の同じ領域の研究機関との良い意味での競争力の強化、国際共同研究活動の強化を目指し、今後も努力を続ける所存である。

## 研究業績

### I. 原著論文

- 1) Suzuki N, Hattori A. System development for unrestricted view and 4D shape acquisition in abdominal cavity operation using virtual space. Stud Health Technol Inform 2012; 173: 506-11.
- 2) Hattori A, Suzuki N, Ieiri S<sup>1)</sup>, Tomikawa M<sup>1)</sup>, Kenmotsu H<sup>1)</sup>, Hashizume M<sup>1)</sup> (Kyushu Univ.). Train-

ing system for NOTES and SPS surgery robot that enables spatiotemporal retrospective analysis of the training process. Stud Health Technol Inform 2012; 173: 166-70.

### II. 総説

- 1) 花房昭彦 (芝浦工大), 鈴木直樹, 服部麻木. 人工臓器 最近の進歩 バイオメカニクス 人体の筋骨格モデルと医療福祉機器への応用. 人工臓器 2011; 40(3): 198-202.

### III. 学会発表

- 1) 鈴木直樹, 服部麻木, 家入里志<sup>1)</sup>, 富川盛雅<sup>1)</sup>, 剣持一<sup>1)</sup>, 橋爪誠<sup>1)</sup> (九大). 経口式手術ロボットシステムの持つべき機動性と手術環境認知能力について. 第50回日本生体医工学会大会. 東京, 4月.
- 2) 服部麻木, 鈴木直樹, 飯村慈朗, 鴻信義, 森山寛. 2つのイメージガイド手法による立体内視鏡下鼻内手術のためのナビゲーションシステムの開発. 第50回日本生体医工学会大会. 東京, 4月.
- 3) 花房昭彦 (芝浦工大), 池田知純 (職業能力開発総合大学校), 鈴木直樹, 服部麻木. 脊椎の回旋および荷重による変形を考慮可能な脊椎形状推定手法. 第50回日本生体医工学会大会. 東京, 4月.
- 4) 恩田真二, 矢永勝彦, 岡本友好, 松本倫典, 孫敬洙, 二川康郎, 藤岡秀一, 大木隆生, 鈴木直樹, 服部麻木. 多様なイメージガイド手術を可能とするハイテクナビゲーション手術室. 第111回日本外科学会定期学術集会 (誌上開催).
- 5) 鈴木直樹, 服部麻木, 家入里志<sup>1)</sup>, 富川盛雅<sup>1)</sup>, 剣持一<sup>1)</sup>, 橋爪誠<sup>1)</sup> (九大). 四次元的解析機能を持つ手術ロボットトレーニングシステム. 第30回日本医用画像工学会大会. 大田原, 8月.
- 6) 服部麻木, 鈴木直樹, 飯村慈朗, 鴻信義, 森山寛. ARを用いた鼻内手術用イメージガイド手術システム. 第30回日本医用画像工学会大会. 大田原, 8月.
- 7) 鈴木直樹, 服部麻木. 腹腔鏡下手術, SPSにおいて自由な視点を確保するための多視点カメラシステムの開発. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 206-7]
- 8) 鈴木直樹, 服部麻木, 家入里志<sup>1)</sup>, 富川盛雅<sup>1)</sup>, 剣持一<sup>1)</sup>, 橋爪誠<sup>1)</sup> (九大). ヒトの手術動作を模した内視鏡型手術ロボットシステムの開発. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 1月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 328-9]
- 9) 鈴木直樹, 服部麻木. 形状記憶合金を用いた腹腔鏡下手術, ロボット手術のための新しい縫合器具の開発. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 298-9]

- 10) 服部麻木, 鈴木直樹. 血管手術のためのナビゲーションシステムの開発. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 260-1]
- 11) 服部麻木, 鈴木直樹, 家入里志<sup>1)</sup>, 富川盛雅<sup>1)</sup>, 剣持一<sup>1)</sup>, 橋爪誠<sup>1)</sup>(<sup>1</sup>九大). Retrospective 4Dイメージング機能を持った手術ロボットシミュレーションシステム. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 228-9]
- 12) 恩田真二, 岡本友好, 松本倫典, 孫敬洙, 後町武志, 二川康郎, 兼平卓, 藤岡秀一, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. 膝切除に対するAugmented Reality機能の有用性について. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 258-9]
- 13) 川上秀夫(住友病院), 菅野伸彦(阪大), 三木秀宣(国立大阪医療センター), 米延策雄(国立大阪南医療センター), 服部麻木, 鈴木直樹. 歩行速度の違いが膝関節に与える影響について歩行解析システムによる検討. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 236-7]
- 14) 田村理<sup>1)</sup>, 高尾正樹<sup>1)</sup>, 三木秀宣(国立大阪医療センター), 津田晃佑(大阪府立急性期総合医療センター), 坂井孝司<sup>1)</sup>, 西井孝<sup>1)</sup>, 服部麻木, 鈴木直樹, 米延策雄(国立大阪南医療センター), 菅野伸彦<sup>1)</sup>(<sup>1</sup>阪大). 脊椎動作解析における体表マーカーの有用性と問題点. 第20回日本コンピュータ外科学会大会. 横浜, 11月. [日コンピュータ外会誌 2011; 13(3): 372-3]
- 15) 花房昭彦(芝浦工大), 池田知純(職業能力開発総合大学校), 鈴木直樹, 服部麻木. 車いす座位姿勢推定システム～脊椎形状推定手法の評価～. 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2011. 東京, 11月.
- 16) 恩田真二, 兼平卓, 藤岡秀一, 岡本友好, 鈴木直樹, 服部麻木. 肝胆膵外科領域に対するハイテクナビゲーション手術の有用性について. 第11回世田谷区医師会医学会. 東京, 12月.

## 臨床医学研究所

- 教授: 多田 紀夫 脂質代謝学, 高齢医学, 医学教育, 臨床栄養学, 臨床検査学  
(兼任)
- 准教授: 保科 定頼 臨床検査医学, 臨床微生物学  
(兼任)
- 准教授: 坪田 昭人 肝臓病学, 消化器病学
- 講師: 並木 禎尚 消化器病学, 臨床腫瘍学

### 教育・研究概要

#### I. 酸化ストレス誘導性の肝腫瘍原性遺伝子に関する機能解析

持続的な酸化ストレス状態で自然発症する肝腫瘍原性動物モデルを用いて, 慢性肝障害からの肝発癌の過程において酸化ストレスと関連性が強い遺伝子を網羅的・包括的遺伝子発現解析により明らかにした。その酸化ストレス誘導性肝腫瘍原性遺伝子の機能解析を行っている。

#### II. C型慢性肝炎の治療におけるトランスポーター遺伝子

C型慢性肝炎の標準的治療は, ペグインターフェロン+リバビリン併用療法である。その治療効果に及ぼす影響因子にHCVのリバビリンへの曝露がある。リバビリンが組織内に取り込まれるには, トランスポーターの存在が必要である。このトランスポーターの機能解析とその遺伝子のsingle nucleotide polymorphism(SNP)を研究し, 治療効果との関連性を検証している。

#### III. C型慢性肝炎の肝組織内microRNA/mRNAの網羅的解析

実際に治療を受けるC型慢性肝炎患者の肝組織内microRNA/mRNAを網羅的に解析し, 特徴的なmicroRNA/mRNAの機能解析を検討している。

#### IV. 次世代ナノ診断・治療を実現する「有機・無期ハイブリッド籠型粒子」の四次元精密操作(最先端・次世代研究開発支援プログラム: 並木(研究代表))

広い国民不安を引き起こすインフルエンザなどの感染症, 癌などの致死率の高い疾病に対して, 早期診断法・からだに優しい治療法を開発し, 医療の質を向上させることは我が国にとっても最重要課題の一つである。もし, 光・磁気・超音波を遠隔操作し,