

## 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データから再構築した骨格および骨格筋モデルをモーション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っている。本年度も引き続き，全身運動における軟組織（皮膚，腹部臓器，骨格筋，血管系など）の変形が可能な四次元人体モデルの開発において，MRIを用いた骨格筋モデルの変形の計測を第三病院放射線部とともに行った。評価の対象部位を大腿部だけでなく，下腿，上肢などに拡大し，それぞれの部位での骨格筋の変形を計測して四次元人体モデルの評価を行った。また，過去に計測された複数のX線CTデータを用い，小児の将来の成長を予測して可視化するシステムの開発も引き続き行っている。

#### 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。昨年度に引き続き，ロボットが腹腔内において姿勢を保持するための屈曲機構を持ったオーバーチューブの駆動機構について，その構造や素材の改良を行っている。

#### III. 様々な手術手技に対応した手術シミュレータの開発

術前の患者のX線CTデータを用い，開腹下手

術や鏡視下手術など様々な手術に対応可能なシミュレータの開発を行っている。本年度は，術前の手術シミュレーションと術中のナビゲーションシステムのさらなる融合として，後述のナビゲーション手術の臨床試験で記録した手術器具の軌跡を手術シミュレーションシステム上で再現し，術後に手術の評価が可能なシステムの開発を開始した。また，本年度から科学研究費・基盤研究（A）の研究課題として採択された実空間への四次元画像表示システムの開発では，要素技術となるいくつかの機構の設計と作製を行い，その評価を行った。

#### 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画像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っている。本年度も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，外科学講座と共同でナビゲーション手術を半ルーチンワークとして実施した。本年度は，術中にナビゲーションシステムをさらに有効利用するために，切除に用いる手術器具の先端位置を常に計測し，計画した切除面や腫瘍からのマージンの領域との距離を術者に情報として提供する機能と，手術器具の先端位置を記録し術後に再現することができる機能の開発を開始した。また産婦人科領域における鏡視下手術のためのナビゲーションシステムの開発も引き続き行っている。

#### 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っている。これまでに開発してきた解析技術を応用し，本年度からは環境省からの依頼により天然記念物指定されている動物の交通事故死の原因の解析も開始した。

#### 「点検・評価」

教育については，本年度も1年生のコース医学総論Ⅰのユニット「医学総論Ⅰ演習」の講義を担当した。講義の最終日には本研究所の見学を実施しており，入学後の早い時期での学生と本学の研究施設との接点による，将来の研究者を目指すきっかけ作りになっていると考える。3年生のコース研究室配属では2名の学生を受け入れ，研究テーマ「医用高次元画像の基礎と応用」としてモーションキャプチャ

を用いたスクワット動作の解析を行った。学生たちは研究テーマの設定、研究計画の策定、自ら被験者となった実験など、最後まで研究に真剣に取り組み、良い結果を得ることができた。また大学院教育では、2名（外科からの再派遣1名、社会人大学院生1名）の大学院生の研究指導を行った。それぞれが学会発表を活発に行うなどし、優れた研究成果を挙げている。

研究については、4年度目となった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多元化と高度知能化診断・治療への展開」（多元解剖学）研究プロジェクトにおいて、教育・研究概要Iで述べた歩行動作などの短い時間での変化や、小児の成長といった長い時間間隔で生じる四次元現象の解析を行っており、その研究成果を年度末の国際シンポジウムで発表を行うことができた。また、本年度から開始した科学研究費・基盤研究（A）の研究課題「生体構造に適した、実空間に表示可能な四次元画像表示装置の開発とその臨床応用」についてはシステムの基本設計と要素技術の開発を行い、当初の計画通り順調に進んでいる。

学内共同研究については、昨年度に引き続き、外科学講座と術中ナビゲーションシステムの開発を第三病院手術棟内のハイテクナビゲーション手術室を活用して行っている。また形成外科学講座、産婦人科学講座、第三病院放射線部との研究プロジェクトも継続しており、様々な臨床領域での医工連携を実現することができた。

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) Kimura T, Kubota M, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Comparison of intercuneiform 1-2 joint mobility between hallux valgus and normal feet using weight-bearing computed tomography and 3-dimensional analysis. *Foot Ankle Int* 2018; 39(3): 355-60.

### III. 学会発表

- 1) 安田淳吾, 矢永勝彦, 恩田真二, 藤原佑樹, 兼平 卓, 二川康郎, 岡本友好, 大木隆生, 鈴木直樹, 服部麻木. (シンポジウム8: 肝切除におけるシミュレーション

およびナビゲーション技術の最前線) イメージガイド型ナビゲーションの肝切除術への応用. 第117回日本外科学会定期学術総会. 横浜, 4月.

- 2) 鈴木直樹, 服部麻木, 北川 久, 橋爪 誠. 軟組織変形を伴う四次元人体モデルの開発と評価. 第56回日本生体医工学会大会. 仙台, 5月.
- 3) 服部麻木, 安田淳吾, 岡本友好, 藤原佑樹, 鈴木文武, 二川康郎, 恩田真二, 矢永勝彦, 鈴木直樹. タブレット型PCを用いた開腹手術用イメージガイド下ナビゲーションシステムの開発. 第56回日本生体医工学会大会. 仙台, 5月.
- 4) 服部麻木, 安田淳吾, 岡本友好, 藤原佑樹, 二川康郎, 恩田真二, 矢永勝彦, 鈴木直樹. 肝臓領域における外科手術のためのタブレットPC型ナビゲーションシステム. 第36回日本医用画像工学会大会. 岐阜, 7月.
- 5) 鈴木直樹, 服部麻木, 北川 久, 橋爪 誠. MRIによる骨格筋動態の計測法の開発と筋変形の四次元表示. 第36回日本医用画像工学会大会. 岐阜, 7月.
- 6) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Mobility changes in the first TMT joint after proximal osteotomy for hallux valgus evaluated by weightbearing CT and a 3D analysis system. AOFAS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society) 2017 Annual Meeting. Seattle, July.
- 7) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. 3D analysis of intercuneiform 1-2 joint mobility in normal vs. hallux valgus using weightbearing CT. IFFAS 2017 (The 6th Triennial International Federation of Foot & Ankle Societies Scientific Meeting). Lisbon, Sept.
- 8) 安田淳吾, 恩田真二, 二川康郎, 岡本友好, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. 肝臓ナビゲーション手術による過去の時相CTを用いたvanishing tumorの切除. 第26回日本コンピュータ外科学会大会. 名古屋, 10月.
- 9) 高木偉博, 服部麻木, 鈴木直樹. 婦人科腹腔鏡下悪性腫瘍手術におけるナビゲーション手術の基礎的検討. 第26回日本コンピュータ外科学会大会. 名古屋, 10月.
- 10) 服部麻木, 安田淳吾, 岡本友好, 兼平 卓, 二川康郎, 恩田真二, 矢永勝彦, 鈴木直樹. 肝臓領域の手術ナビゲーションに適したユーザインタフェースと機能の開発. 第26回日本コンピュータ外科学会大会. 名古屋, 10月.
- 11) 木村 正, 窪田 誠, 鈴木直樹, 服部麻木, 丸毛啓史. 外反母趾患者における近位骨切り手術前後のTMT関節の可動性変化. 第26回日本コンピュータ外科学会大会. 名古屋, 10月.
- 12) 木村 正, 窪田 誠, 服部英和, 皆川和彦, 磯谷綾

- 子, 鈴木直樹, 服部麻木, 斎藤 充, 丸毛啓史. 近位骨切り術による外反母趾手術前後の TMT 関節の可動性変化～荷重位 CT と 3 次元解析システムを用いて～. 第 32 回日本整形外科学会基礎学術総会, 宜野湾, 10 月.
- 13) 木村 正, 窪田 誠, 服部英和, 皆川和彦, 磯谷綾子, 鈴木直樹, 服部麻木, 丸毛啓史. 近位骨切り術による外反母趾手術前後の母趾列の可動性変化～荷重位 CT と 3 次元解析システムを用いて～. 第 42 回日本足の外科学会・学術集会, 11 月, 名古屋.
- 14) 鈴木直樹. (特別講演 2) VR (仮想現実) 技術の整形外科領域での臨床応用と可能性. 第 12 回日本 CAOS 研究会, 大阪, 3 月.

## 臨床医学研究所

- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| 教 授: 大橋 十也<br>(所長・兼任)        | 小児学, 遺伝子治療, 先天代謝異常 |
| 教 授: 佐々木 敬<br>(副所長)          | 糖尿病学, 分子遺伝学        |
| 教 授: 渡部 文子                   | 神経科学, 神経生理学        |
| 講 師: 河野 緑<br>(臨床検査医学講座より出向中) | 臨床微生物学             |

### 教育・研究概要

2017 年度は大橋十也(所長, 兼任)と佐々木敬(副所長, 専任)に加え渡部文子(専任)が着任した。また年度途中より助教(特任)の永瀬将志が着任した。教員としては河野 緑(臨床検査医学講座より出向)ならびに吉澤幸夫, 研究技術員として湯本陽子ならびに青木正隆(実験動物研究施設), 事務員として吉澤麻貴が研究所の業務に携わった。この体制のもと, 本研究所独自の研究を主たる業務とするとともに, 医学部ならびに大学院における学生教育にあたった。コース研究室配属では医学科 3 年生 2 名を得て, 電気生理学的手法を用いた研究活動を指導した。柏病院診療部の研究への支援活動としては, 消化器・肝臓内科(ヒト進行膵臓癌に対する WT1 ワクチン療法ほか), 臨床検査医学講座(動脈硬化性疾患リスクとリポ蛋白ほか)等からの一般研究員が存分に活動できるよう支援を行い, それぞれの研究テーマに進捗があった。

### I. 生体ガス(呼気)中の揮発性有機化合物(VOCs)の分析と先制医療への応用

ヒトの呼気には 200 種以上の VOCs がガスとして存在しており, それらの多くは生体内における物質代謝に起因している。それゆえ, 病態ごとに存在する VOCs の種類が異なることが予想され, 無侵襲の早期診断, 先制医療への応用が期待されるところである。このたび私達は炎症性病態患者の呼気ガス中の VOCs の分析をガスクロマトグラフィー質量分析(GC-MS)により行い, 量的, 質的に健常者とは異なる VOCs の探索を開始した。検出された VOCs の同定は NIST(National Institute of Standards and Technology)によって編集された質量スペクトルデータベースを用いて行った。疾患との関連分析は多変量解析を用い, 炎症病患者特異的な VOCs の探索と物質名が未同定となった質量スペクトルを含めた総質量スペクトルを用いて炎症