

る審査と承認、関東信越厚生局長による受理を経て、ようやく新法下における樹状細胞療法の施行の体制が整った。このプロセスにより本学における今後の新法下における細胞治療、再生医療の道筋が確立されたこととなり、意義深いことと考えられる。

法制度の改変にともない本来の細胞培養業務の支援が制約を受ける中、細胞培養支援業務以外の活動は比較的活発であった。本学における再生医療や細胞治療、iPS細胞を用いた研究などを推進し、将来の本学の再生医療のシーズを確立する目的で第1回再生医療・iPS細胞研究会を開催し、多くの発表者、参加者を得たことは有意義であった。また、本施設の近代化と本学の新規細胞産生施設開設のためのノウハウ取得のため、最新の施設を有する金沢医科大学病院再生医療センターの視察・見学を行い、今後の運営のための有益な知見を得た。さらに、本学のGMP対応細胞産施設を日本歯科大学の申し出に応じて有料で貸し出しを行った。大学間の契約による本施設の有料貸出は初の試みであり、支障なく約6か月にわたる賃貸を完遂し、使用料による利潤を上げた。このような活動は本施設が設置された時点から想定されつつも実現できなかったことであり、今回の成功は今後の同様な活動の先駆けとなったと思われる。

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。本年度は、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評価を第三病院放射線部とともに行った。現在臨床で用いられているMRIは、ある程度体積を有した領域をMDCTのように高速にボリュームデータとして計測することが難しいため、ガントリー内で被験者が歩行と同様な負荷がかかった状態で動作を安定して繰り返すことができる治具の開発を行なった。そして、被験者の動作とMRI撮影の同期が可能な装置の開発も行なうとともに、ある程度大きな領域を高い空間分解能で撮影可能なシークエンスを検討して臨床試験を実施した。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。

本年度から、形成外科学講座とともに外鼻軟骨の三次元形状評価手法の開発を開始した。通常の画像検査では検出しづらいとされる外鼻軟骨について、X線CTやMRIを用いた撮影手法の検討を第三病院放射線部も加わって行った。本研究は軟骨形状の評価だけでなく、得られた結果を基に手術プランニング、および手術シミュレーションを行うシステムの開発も目指している。

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の改良を行っている。また鏡視下手術やロボット手術に適した多視点カメラシステムの開発では、その研究成果を基に特許を取得することができた。

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の結果を術中ナビゲーションに反映させるシステムの開発を進め、後述のナビゲーション手術の臨床試験においてその有用性の検討を行った。また、昨年度から行っている術者が直感的に生体構造を把握できる、実空間への四次元画像表示システムの開発では、その基礎実験を基に計画した研究課題が科学研究費補助金で採択された。

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、および耳鼻咽喉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。特に本年度は、外科学講座と行っているタブレット PC を用いた術中ナビゲーションシステムの研究発表が国際学会において賞を受賞するなどの成果があった。また本年度より、産婦人科学講座とともに術中ナビゲーションシステムの開発のための基礎実験を開始した。産婦人科領域は術中ナビゲーションがほとんど行われてこなかった領域であるため、ナビゲーションに必要な部位、血管の選択やその呈示手法について基礎的な実験により検討を行った。

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。本年度も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った。

「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 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。また大学院教育では、3 名（整形外科、および外科からの再派遣各 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。うち 1 名は本年度末に修業年限 4 年で学位を受領することができた。再派遣の 2 名は国内外の学会での発表を積極的にこなし、それぞれ国外での発表において 1st Place Winner in Classification: Foot and Ankle (American Academy of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting), および Conference Best Paper Award (The 12th Asian Conference on Computer Aided Surgery) を受賞することができた。また社会人大学院生についても 1 年次から学会発表を行うなど、成果を挙げることができた。

研究については、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から、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、その研究成果をプロジェクトの中間報告として本年度末の国際シンポジウムで発表を行うことができた。また教育・研究概要 III でも述べたように、昨年度から基礎的な実験を行ってきた表示システムの開発において、これまでの結果を基に計画した研究課題「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」が、科学研究費補助金基盤研究 (A) に採択されることとなり、着実に成果を挙げている。

学内共同研究については、昨年度に引き続き、外科学講座、および耳鼻咽喉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行っており、様々な臨床領域での医工連携を実現することができた。

本研究所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, Taguchi T, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Evaluation of first ray mobility in patients with hallux valgus using weightbearing CT and a 3D analysis system : a comparison with normal feet. *J Bone Joint Surg* 2017; 99(3) : 247-55.
- 2) 岡本友好, 安田淳吾, 恩田真二, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. 【Mesopancreasを攻める】イメージガイド型ナビゲーションシステムを用いた inferior pancreaticoduodenal artery の確認. *胆と膵* 2017; 38(1) : 93-7.

III. 学会発表

- 1) 安田淳吾, 恩田真二, 鈴木文武, 岡本友好, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. Tape methodを用いたナビゲーション手術精度向上のための工夫. 第55回日本生体医工学会大会. 富山, 4月.
- 2) 服部麻木, 鈴木直樹, 中田亮輔¹⁾, 小幡 聡¹⁾, 神保教広¹⁾, 宗崎良太¹⁾, 赤星朋比古¹⁾, 田口智章¹⁾, 家入里志 (鹿児島大), 橋爪 誠¹⁾ (九州大). 変化の著しい小児の成長を可視化するための手法の開発. 第55回日本生体医工学会大会. 富山, 4月.
- 3) 木村 正, 窪田 誠, 田口哲也, 鈴木直樹, 服部麻木, 丸毛啓史. 外反母趾足の TMT 関節の可動性と変形の程度との相関～荷重位 CT と 3次元解析システムを用いて～. 第55回日本生体医工学会大会. 富山, 4月.
- 4) 安田淳吾, 矢永勝彦, 恩田真二, 鈴木文武, 船水尚武, 二川康郎, 藤岡秀一, 岡本友好, 大木隆生, 鈴木直樹, 服部麻木. Augmented reality 技術を用いたナビゲーションにおける精度向上の試み. 第116回日本外科学会定期学術集会. 大阪, 4月.
- 5) 木村 正, 窪田 誠, 田口哲也, 服部英和, 皆川和彦, 磯谷綾子, 坂本佳那子, 鈴木直樹, 服部麻木, 斎藤 充, 丸毛啓史. 荷重位 CT と 3次元解析システムを用いた, 外反母趾足と健常足における母趾列の各関節の荷重負荷による変位の解析. 第89回日本整形外科学会学術集会. 横浜, 5月.
- 6) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. 3-Dimensional analysis of first ray mobility in hallux valgus patients using non-weightbearing CT and weight-bearing CT. CAOS International 2016 (The 16th Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery). Osaka, June.
- 7) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Mobility of the first ray in hallux valgus versus normal : 3-D analysis using weight-bearing CT. *Foot International* 2016. Berlin, June.
- 8) 鈴木直樹, 服部麻木, 橋爪 誠 (九州大). 軟組織の変形が可能な四次元人体モデルの開発 - MRI を用いた骨格筋変形手法の評価 -. 第35回日本医用画像工学会大会. 千葉, 7月.
- 9) 服部麻木, 鈴木直樹, 中田亮輔¹⁾, 小幡 聡¹⁾, 神保教広¹⁾, 宗崎良太¹⁾, 赤星朋比古¹⁾, 田口智章¹⁾, 家入里志 (鹿児島大), 橋爪 誠¹⁾ (九州大). ヒトの成長による内部構造の長期間にわたる変化を可視化するシステムの開発. 第35回日本医用画像工学会大会. 千葉, 7月.
- 10) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. First tarsometatarsal joint mobility in hallux valgus : Three-dimensional analysis using weight-bearing computed tomography and correlation with degree of deformity. AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) Annual Meeting 2016. Toronto, July.
- 11) Suzuki N, Hattori A, Hashizume M (Kyushu Univ). Evaluation of Four-dimensional Human Model using MRI. ACCAS 2016 (The 12th Asian Conference on Computer Aided Surgery). Daejeon, Oct.
- 12) Yasuda J, Okamoto T, Fujiwara Y, Suzuki F, Futagawa Y, Onda S, Yanaga K, Suzuki N, Hattori A. Clinical application of image-guided navigation surgery using tablet PC. ACCAS 2016 (The 12th Asian Conference on Computer Aided Surgery). Daejeon, Oct.
- 13) Futagawa Y, Yasuda J, Okamoto T, Fujiwara Y, Kanehira T, Onda S, Yanaga K, Suzuki N, Hattori A. A successful case of navigation surgery using augmented reality technology to detect the tumor location of liver metastatic lesion after effective chemotherapy. ACCAS 2016 (The 12th Asian Conference on Computer Aided Surgery). Daejeon, Oct.
- 14) Okamoto T, Yasuda J, Suzuki F, Futagawa Y, Onda S, Yanaga K, Suzuki N, Hattori A. Assessment of image-guided navigation system as an educational tool. ACCAS 2016 (The 12th Asian Conference on

Computer Aided Surgery). Daejeon, Oct.

- 15) 鈴木直樹, 服部麻木, 北川 久, 橋爪 誠 (九州大). 四次元人体モデルにおける軟組織変形手法のMRIによる評価. 第25回日本コンピュータ外科学会大会. 東京, 11月.
- 16) 高木偉博, 服部麻木, 鈴木直樹. 手術室内での超音波画像を用いた, 婦人科腹腔鏡手術用ナビゲーションシステムのための基礎的検討. 第25回日本コンピュータ外科学会大会. 東京, 11月.
- 17) 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. 開腹下手術におけるタブレット型PCを用いたナビゲーションシステムの開発. 第25回日本コンピュータ外科学会大会. 東京, 11月.
- 18) 安田淳吾, 藤原佑樹, 恩田真二, 岡本友好, 矢永勝彦, 鈴木直樹, 服部麻木. タブレットPCを用いたナビゲーション手術の臨床応用. 第25回日本コンピュータ外科学会大会. 東京, 11月.
- 19) Yasuda J, Okamoto T, Fujiwara Y, Suzuki F, Futagawa Y, Onda S, Yanaga K, Suzuki N, Hattori A. Novel development of navigation surgery by augmented reality using a tablet PC. The 12th Academic Surgical Congress. Las Vegas, Feb.
- 20) Kimura T, Kubota M, Taguchi T, Hattori H, Minagawa K, Suzuki N, Hattori A, Marumo K. Evaluation of mobility at the articulation between the medial and middle cuneiform using a 3D analysis system and weightbearing CT in normal versus hallux valgus patients: is arthrodesis of this articulation necessary for the lapidus procedure? AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons) 2017 Annual Meeting. San Diego, Mar.

臨床医学研究所

教授: 大橋 十也 小児科学, 遺伝子治療, 先天代謝異常
(所長・兼任)

教授: 佐々木 敬 糖尿病学, 分子遺伝学
(副所長)

教育・研究概要

2016年度は大橋十也所長(兼任)と佐々木敬副所長(専任)のもとに研究・教育が行われた。また本研究所の教員として吉澤幸夫, 研究技術員として湯本陽子, 実験動物研究施設の研究技術員として青木正隆, 研究所の事務員として吉澤麻貴が業務に携わった。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, 2015年度に引き続いて医学部医学科の研究室配属の学生教育に対応した。このプログラムにより, 医学科3年生1名の配属を得て, 研究活動を指導した。またMD-PhDコースを採る可能性のある医学科学生1名を4月より指導した。附属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, 臨床検査医学, 腫瘍・血液内科, 糖尿病・代謝・内分泌内科から登録された教員が一般研究員として存分に活動できるように支援を行い, それぞれの研究テーマに進捗があった。

I. 糖尿病における膵島の傷害機序と再生医学に関する研究

膵ランゲルハンス島(膵島)内の内分泌細胞に関しては, 再生医学的な観点から膵島内細胞コミュニケーションに着目した検討を進展させた。膵内分泌細胞は内胚葉由来であるが, 非内分泌細胞である間葉系細胞(中胚葉由来)や神経堤から分化した傍膵島シュワン(Schwann)細胞(外胚葉由来)なども膵島を構成している。これまでの私たちの検討において, β 細胞どうし並びに β 細胞と非内分泌細胞との間の細胞間コミュニケーションが存在し, インスリン分泌にとってこの機構が必要であることを示唆する結果が得られていた。このような「機能構造連関」を明らかにすることは, 膵島という「コンパートメント構造」の成り立ちを「機能面」から解明することになり, 糖尿病における膵島障害の機序や再生医学の発展に役立つと考えられる。このような概念のもと, 2014年度に「膵島の自己組織化」, 「代謝ストレスからの細胞保護」という新しい概念に基づく研究を開始したものである。2016年度においては, マウス膵 β 細胞株であるMIN6, マウスのシュ