

領域略称名：計算解剖学
領域番号：2102

平成23年度科学研究費補助金「新学術領域研究
(研究領域提案型)」に係る研究経過等の報告書

「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」

(領域設定期間)
平成21年度～平成25年度

平成23年6月

領域代表者 東京農工大学・工学研究院・特別招聘教授・小畑秀文

目次

1. 研究領域の目的及び概要	1
1.1 研究領域の概要	1
1.2 研究領域の目的	1
2. 研究の進展状況	1
2.1 A01 計算解剖学基礎	1
2.2 A02 応用システム	2
2.3 A03 臨床展開	2
3. 研究を推進する上での問題点と今後の対応策	2
4. 主な研究成果	3
4.1 研究項目 A01	3
4.2 研究項目 A02	5
4.3 研究項目 A03	8
5. 研究成果の公表の状況	11
5.1 主な論文等一覧について	11
5.2 ホームページについて	22
5.3 公開発表について	22
5.4 「国民との科学・技術対話」について	23
6. 研究組織と各研究項目の連携状況	24
6.1 研究組織	24
6.2 研究項目間の連携	25
7. 研究費の使用状況	27
7.1 設備備品	27
7.2 人件費	28
8. 今後の研究領域の推進方策	28
9. 総括班評価者による評価の状況	28

1. 研究領域の目的及び概要

研究領域名	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					
研究期間	平成21年～平成25年					
領域代表者所属・職・氏名	東京農工大学大学院工学研究院・特別招聘教授・小畑秀文					
補助金交付額（年度別、研究領域全体の直接経費の額（千円））	H21	H22	H23	H24	H25	合計
	152,600	214,000	211,600	208,600	195,200	982,000

1.1 研究領域の概要

本領域では、新たな学問体系としての「計算解剖学」の創成、およびその医療応用としての画像診断や治療などの支援技術の開発を主目的とする。「計算解剖学」とは、個体差のある解剖構造を統計数理的に記述する計算解剖モデルの表現論・構築論・応用論を含めた新しい学術領域である。具体的には、膨大な個体数の画像データに基づく計算解剖モデルの表現と構築、そのモデルを利用した頑健かつ精密な画像理解と人体構造知識の抽出(医用画像完全理解)、医療応用に基づくモデルの更なる高度化、これらが一体となった新しい枠組みの確立を目指す。これにより、画像診断・治療技術の高度化、基礎医学研究・教育などへの貢献、さらには高次元画像処理の開発を通して情報学にも多大な寄与が期待できる。

1.2 研究領域の目的

本申請で行う「計算解剖学」とは、情報学の成果と高精細化した人体イメージング技術に立脚し、

1. 臓器などの解剖学的構造の数理的記述である“計算解剖モデル”の構築
2. 計算解剖モデルを利用した計算機による“医用画像完全理解”の追究
3. 医用画像完全理解に基づく画像診断・治療支援、および基礎医学研究・教育への貢献

を目的とする学問領域である。ここで、「計算解剖モデル」とは、「人体の正常もしくは異常な解剖学的構造に対し、膨大な画像データサンプルに基づいて大量個体群における共通性と多様性を体系的かつ数理的に記述した計算機内表現」、「医用画像完全理解」は、「医用画像上で観察される全ての臓器・血管等の解剖学的構造物を計算機が頑健かつ精密に理解すること」を意味する。

2. 研究の進展状況

本領域は、3つの研究項目A01、A02、A03から構成されているが、概ね申請時の計画通り順調に進展している。以下では、研究項目毎に特筆すべき成果を述べる。

2.1 A01 計算解剖学基礎

A01では、撮像範囲未知の3次元医用画像から、解剖学的標識（ランドマーク）・臓器位置・形状を自動的かつ精密に推定するための計算解剖モデルとその利用法を開発し、**医用画像完全理解に向けて必須かつ汎用的な理論的・技術的基盤**を構築した。

増谷班(A01-1)では、体幹部CT画像において150を超える解剖学的ランドマークの網羅的検出を行うため、局所濃淡分布およびランドマーク間距離による計算解剖モデリング法、および椎体数など離散的な個体差である解剖学的破格や撮影範囲に依存しない検出法を開発した。さらに、グラフィカルモデルによる臓器形状表現法、形状の平均やメディアンなどの新しい定義など、臓器形状の統計的表現における基礎数理に関する基盤的研究を行った。佐藤班(A01-2)では、複数解剖構造の階層的統計モデリングを追究し、それに基づき、解剖構造の画像領域の安定かつ精密な抽出法を開発した。さらに、治療支援への応用の際の基盤技術として、疑似解剖構造であるインプラントを対象とした治療計画の最適化手法を開発した。藤田班(A01-3)は、主要臓器・組織の位置決めについて、高速かつ自動的に行う方法を開発した。統計的

臓器形状モデリングの基礎手法においても開曲面の取り扱いを可能とする新しい手法を開発した。これら3つの班の手法は、いずれも、多症例（数十～千以上）の体幹部CT画像、腹部CT画像、股関節CT画像のいずれかに適用され、体幹部の主要臓器、筋骨格の解剖構造理解を臨床的実用精度で行えることを示した。以上の成果の一部は、コンピュータビジョン・パターン認識の分野における重要国際会議（ICCV, CVPR）でも採択されており、情報学の基礎分野でも評価を得ている。公募班の代表的成果としては、工藤(A01-4)による機能イメージングと診断支援を直結するモデルが挙げられる。

2.2 A02 応用システム

A02では、計算解剖学的方法論の臨床的有用性を最大限に引き出すため、高精度画像診断、内視鏡下手術、死亡時画像診断支援のための仮想解剖といった具体的な臨床課題と直結した計算解剖モデルとその利用法を開発した。

仁木班(A02-1)では、肺がんを中心とした胸腹部の主要疾患の多様な病態と健常な胸腹部の臓器構造を定量的に記述する計算解剖モデルの開発を進め、その利用によって異常部位の検出精度が向上することを明らかにした。このプロトタイプシステムを開発し、国立がん研究センターで臨床運用による評価実験を開始した。森班(A02-2)では、計算解剖モデルに基づくリンパ節の自動検出法、血管分岐構造の自動解剖学的認識法を開発し、これらの手法を内視鏡下手術支援システムと統合し、患者固有モデルを用いた手術リハーサル・ナビゲーションを可能にした。これらの手法に関する論文は、医用画像解析で最も評価の高い論文誌であるMed Image Anallにも複数発表されている。清水班(A02-3)では、死亡時画像診断であるオートプシー・イメージングに計算機による自動解析を導入し、死体の仮想解剖を実現しようとする全く新しい研究分野の立ち上げに向けて、世界的にも貴重な高精細CTによる死後画像データベース（180例）を構築した。さらに、計算解剖モデルを用いた大病変や死後変化にも頑健な画像理解アルゴリズムの開発、および生前画像と死後画像の比較評価を行った。公募班の代表的成果としては、蜂屋(A02-8)による肝組織繊維化シミュレーションモデルの構築が挙げられる。

2.3 A03 臨床展開

A03では、計算解剖モデルに基づくシステムを実際に臨床適用し、その臨床的有用性の評価を行うと共に、臨床的要求仕様を明確化し、臨床課題を解決するための工学的課題を明らかにした。

木戸班(A03-1)は、肺疾患・肝疾患の診断支援システムの臨床評価を行い、工学的課題を明らかにするとともに、経時変化の著しい死後画像の解析に適した特徴量の検討を行った。橋爪班(A03-2)は、患者個別化モデルを用いた内視鏡治療リハーサル・術中画像誘導システムの臨床的要求条件を仕様化し、システム開発を森班(A02-2)などと共同で進め、システムの臨床評価を行うまでに至った。公募班では、諸岡(A03-5)が、胃の収縮運動について有限要素シミュレーションにより得られた特性を統計学習することにより術中適用可能な実時間変形モデル構築を行った。なお、本分野で最も伝統ある国際会議CARSの2011年大会においてA03-2に関する発表が最優秀論文賞を受賞した。

3. 研究を推進する上での問題点と今後の対応策

本領域全体で共通して利用する体幹部CT画像データベースについて、臨床画像の入手および配布に関して、わずかながら予定からの遅れが生じた。患者の個人情報保護を最優先するために郵送で患者の同意書を得る必要があるが、これに予想以上に時間を要したためである。しかし現時点では、各班に当初の予定200症例のうち166症例分のデータを既に配布している。今後残りの症例の収集を進め、今年度内に配布を完了する予定である。なおそれまでの研究については166症例分のデータが利用可能であるため、研究推進にはほとんど問題とはならないと考えられる。

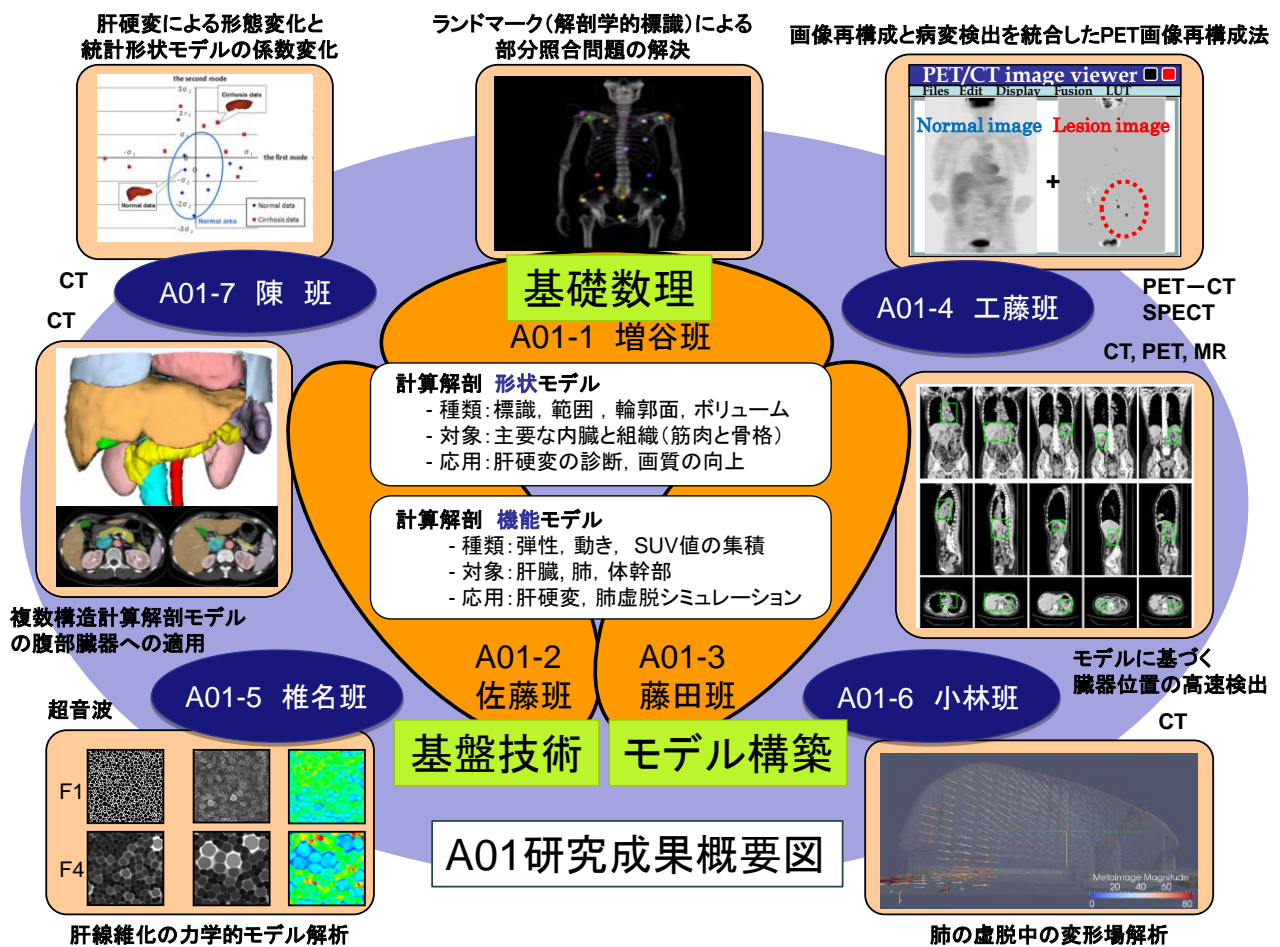


図1 A01 研究成果概要図

4. 主な研究成果

4.1 研究項目A01 (図1)

4.1.1 計画班の研究成果

(1) 計算解剖学の基礎数理 (A01-1 研究代表者: 増谷佳孝)

臨床における医用画像理解をモデル〜実データ間の部分照合問題として捉え、計算解剖モデル表現の核を多数の解剖学的標識(ランドマーク)群、およびランドマーク群の埋め込まれた統計的形状モデル群とすることを決定した。また、椎体数の個人差など、解剖学的破格による離散的多様性を含み、撮像範囲が未知の臨床画像においてランドマーク群を頑健に抽出するための統計モデルとして、ランドマーク小領域の濃淡分布部分空間モデルおよびランドマーク間ユークリッド距離のガウシアンモデルを構築した[A01I_Nemoto11]。同時に、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた事後確率最大化によりランドマーク群の自動検出および同定を行う手法の枠組みを確立し、体幹部非造影CTにおける165個のランドマークについて、解剖学的破格を含む50症例によるL法評価において高い検出精度(約94%)を達成した。また、椎体群の領域抽出の研究[A01I_Hanaoka11a]を行い、ランドマーク情報の利用による抽出精度向上に関する検討を行った。

臓器形状の統計表現として、局所濃淡分布情報つき点群のグラフィカルモデル表現を確立した。さらに、同モデルのレジストレーションによる領域抽出のための最適化手法の比較を行い、確率伝搬法よりもマルコフ連鎖モンテカルロ法が優れていることを示した[A01I_Hontani10a]。

臓器の領域抽出を目的とした境界抽出について、2次元と3次元の各境界抽出手法の得失、および適切な尺度選択の重要性を明らかにした[A01W_Narita10]。また、複数臓器形状の平均とメディアンに対して新しい定義を確立し、2次元の臨床データ（心室形状）に適用した[A01W_Morita10]。その結果、典型的でない形状の混入に対する頑健性など、それぞれの重要な特性を確認し、モデルのレジストレーションによる臓器領域抽出のための初期形状として有用であることを確認した。

(2) 計算解剖学の基盤技術 (A01-2 研究代表者：佐藤嘉伸)

複数の解剖構造の臓器間・臓器内の階層統計モデルと臓器間関係に基づく統計予測モデルの構築法、および、それらの統計モデルを用いた画像解析法を開発した。具体的には、腹部CT画像における肝臓、脾臓、腎臓、膵臓、胆嚢、大血管、および、股関節CT画像における骨盤、大腿骨、筋肉（大腿直筋、中殿筋）を対象として、正準相関分析に基づいて臓器内・臓器間の位置・形状の関係性を自動的に決定する方法、関係性の高い臓器群に対して主成分分析（PCA）と部分最小二乗法を用いた階層的モデル構築法[A01I_Yokota09]、対象臓器を周辺臓器群から予測するモデルの構築法[A01I_Yoshida10]、および、予測モデルを利用して領域抽出を行う方法を開発した。これらの手法は対象に非依存であり、様々な解剖構造に対応可能な方法となっている。

また、正常と疾患の差異を陽に表現する統計モデルを追究した。PCAでの統計モデル化において、正常バリエーションを表す成分と疾患による変形を表す成分を分離する統計モデル構築法を開発し、大腿骨と肝臓に適用し、その有効性を確認した[A01I_Mukherjee11]。

体内に埋め込まれるインプラントを疑似解剖構造として捉え、解剖構造と等価な扱いでモデル化することで、インプラント治療計画および臓器変形の統計モデル化を追究した。多症例データより、インプラントと既存解剖構造の関係を表現する統計モデルを構築し、それを用いた自動治療計画立案法を開発し、人工股関節の手術計画に適用し、その効果を確認した[A01I_Otomaru09]。臓器変形については、胸腹部の臓器変形画像データを獲得し、臓器変形統計モデル構築と利用の準備を進めた。

(3) 計算解剖モデルの構築について (A01-3 研究代表者：藤田廣志)

計算解剖モデルの構成要素である、臓器の幾何学的構造を表す「形状モデル」と臓器の物理的な指標を表す「機能モデル」の両者について、モデル構築を行った。具体的には、形状モデルに関しては、閉形状のみならず開形状の統計モデリングを可能とするモデル構築法を提案した。また、複数の臓器に適用できる形状モデルの構築法の改善と性能評価を行った。機能モデルについては、PET画像における各臓器のSUV値の正常分布モデルを構築した[A01I_Hara10]。これらの研究によって、計算解剖モデルの性能の把握とモデル構築中における問題点を確認した。

また、人体画像から各臓器・組織の位置を高速で自動検出する手法を提案し、1000症例以上のCT画像に適用した結果、良好な性能を得た[A01I_Zhou10a]。これにより、構築された計算解剖モデルとの位置合わせなどの処理が可能となった。そして、形状モデルを腹部筋肉の自動抽出[A01J_Kamiya11]、脊柱の椎体の自動検出、肝がんの検出に適用し、良好な結果を得た。また、機能モデル（SUV値の正常分布モデル）を利用して、PET画像から異常集積（がんの候補）の自動検出が可能であることを確認した。これらの結果から、構築した解剖モデルの有用性を確認し、様々な応用に役に立つ解剖モデルの構築法の重要性の理解をさらに深めた。

また、1000症例のCT画像から計測した脊柱の骨密度の機能モデルを用いて、骨密度の分布と年齢、性別、部位との関係を明らかにした[A01J_Hayashi11]。このような大規模な3次元CT画像に基づく脊柱の骨密度の調査は、本邦初の貴重な試みである。

4.1.2 公募班の研究成果

(1) 医用イメージングと計算機支援診断の統合 (A01-4 研究代表者：工藤博幸)

医用画像分野における先駆的な枠組みとして、画像再構成・画質改善・病変検出およびその改善など

の多様な画像処理を1つのアルゴリズムやソフトウェアへ統合する研究を行った。具体的には、PET腫瘍検査における投影データからの画像再構成と病変検出の統合について、正常部位と病変部位を別々の画像として分離して再構成する新しい画像生成法を開発し、その病変検出能の定量評価とPET-CT装置で取得したFDG全身腫瘍検査データへの適用による提案手法の優位性を実証した[A01J_Kobayashi10]。

(2) 肝線維化の力学的モデル構築と超音波組織弾性像に基づく肝疾患の定量的診断法の研究 (A01-5 研究代表者：椎名 毅)

超音波組織弾性像を用いた肝線維化進行度の定量的評価による慢性肝炎の診断支援の実現を目的とする研究を行った。まず、線維化の進行に伴う構造変化を反映した肝臓線維化モデルと弾性変化を反映した肝臓変形モデルにより、慢性肝炎の進行を再現した。さらに、これらのモデルを用いて拍動による組織変形とそれにより生成される組織ひずみ分布を求めた結果、慢性肝炎の進行に伴う結節形成による不均一なパターンの出現や、平均ひずみ値の増加など、これまで慢性肝炎の症例について得られた組織弾性像の変化と一致する傾向を示すことを確認した[A01I_Tatsumi10]。

(3) 肺の虚脱シミュレーションの統計数理的モデルの構築と腫瘍位置ナビゲーションへの応用 (A01-6 研究代表者：小林 洋)

実現象と整合性のとれた肺虚脱変形シミュレーションを実現することを目的として、術前に特定不可能なシミュレーション条件を調整可能であり、かつ術中観測の肺表面形状情報を導入し補完することが可能な統計数理的モデルの構築に関する研究を行った。具体的には、まずX線CT装置により得た肺虚脱過程の時系列形状群を非剛体位置合わせし、1 mm程度の誤差で変形場を推定することができた。また、同形状群をもとに虚脱シミュレーションが可能な肺モデルを開発し、虚脱シミュレーションが実行可能であることを示した[A01I_Hoshi10]。

(4) 統計ボリュームモデルに基づく慢性肝疾患の経時進行度に関する形態定量評価 (A01-7 研究代表者：陳 延偉)

臨床診断支援システムの開発を目的として、肝硬変の経時進行に伴う形態変化を定量化する計算解剖モデルの研究を行った。まず、正常データと肝硬変データを9症例ずつ用いて肝臓の統計モデルを構築した。このとき、第1主成分および第2主成分がそれぞれ肝臓右葉および肝臓左葉の形状個体差を表していること、また多くの肝硬変症例では第1主成分と第2主成分においていずれも大きな係数を持ち、右葉が小さく左葉が大きくなる傾向があることを確認した。これは実際の臨床観察結果と一致しており、統計形状モデルによる肝硬変の形態変化が評価可能であることを確認した[A01I_Kohara11]。

4.2 研究項目 A02 (図 2)

4.2.1 計画班の研究成果

(1) 計算解剖モデルに基づく診断支援 (A02-1 研究代表者：仁木 登)

次世代CADシステム構築のための要素技術の研究開発として、放射光CTを用いて正常肺と肺疾患の肺ミクロ構造の画像化と、2次小葉に含まれる細葉のマイクロレベルでの計算解剖モデル構築を導く形態解析が可能となることを示した。画素サイズ5 μ m程度の放射光CT画像から2次小葉に含まれる細葉を抽出することが可能であった[A02I_Kawata11]。

計算解剖モデルに基づく胸腹部の主要疾患の診断支援システム開発に関して、以下の研究を行った[A02W_Niki11, A02J_Tominaga11, A02J_Sinsuat11, A02I_Matsuhira11, A02I_Oya11]。高分解能3次元CT画像から胸腹部の異常部位を検出するための高精度臓器セグメンテーションをする手法の1つとして、病変が存在する場合、健常者の肺構造と比べて大きな変動のある臓器構造の解析法を開発し、計算解剖モデル構築に不可欠な多様な肺疾患の定量的な記述に有効な手段となることを示した。また、CT画像診断において同一受診者の経年変化の追跡は、病変の早期検出・良悪性の鑑別・病変の進行度の診断において

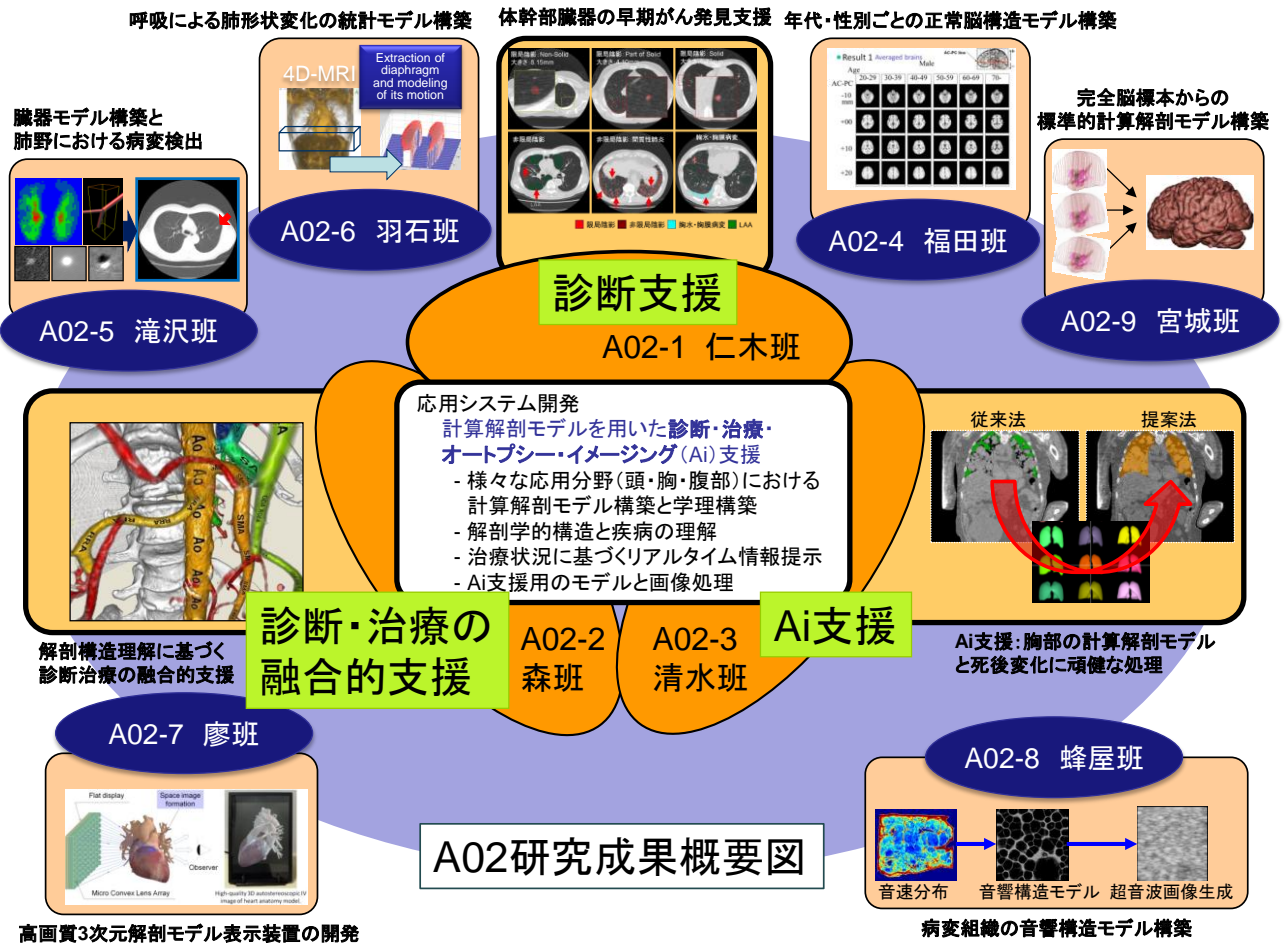


図2 A02 研究成果概要図

重要な位置を占める。そこで肺がんCT検診の比較読影支援機能を開発した。早期の異常部の出現に伴う経時的な肺構造の微妙な変化を捉える計算解剖モデルの構築に期待できる結果を得ている。さらに、多数の肺がん症例を用いてCT画像ヒストグラムの計算解剖モデルを構築し、統計的評価により予後予測に役立つことを示した。この技術開発により従来と比べて精度の高い鑑別診断が確立できる可能性が示唆された。この他に、肺血栓塞栓症を対象とした検出法の開発を進め、従来法の造影CT画像から血栓の位置を直接検出するのではなく、侵襲性の少ない非造影CT画像を用いて肺血栓塞栓症の特徴の計算解剖モデルとして肺動脈主幹部の肥大を記述する手法を提案し、肺血栓塞栓症を検出する手法の開発を進め、その有効性を示した。腹部において、低線量マルチスライスCT画像を用いた大腸がん(ポリープ)の検出の基盤記述としてその計算解剖モデルとなる大腸がん解剖学的構造の定量的な記述法を開発した。

(2) 計算解剖モデルに基づく診断・治療の融合的支援 (A02-2 研究代表者: 森 健策)

本研究では、本学術領域において総合的に研究される計算解剖モデルを基にして、診断から治療に至る過程を融合的に支援する手法を追求し、研究項目A01、A03と協力しながら計算解剖モデル応用の学理構築の一翼を担うものである。これまでに、以下のような研究成果が得られた。まず、計算解剖モデルを利用した解剖学的構造理解法の開発として、対象を胸部臓器と腹部臓器に限定し、医用画像から各臓器領域を精密に抽出する手法の開発を進め、大規模画像アトラスとグラフカットを併用した手法の開発と胸部リンパ節アトラスを利用した胸部リンパ節抽出手法の開発を行った[A02J_Feuerstein11]。また、計算解剖モデルのための解剖学的構造理解手法の開発として、診断治療融合的支援システムにおいて解剖学的名称の自動表示を行うため、CT像から取り出された血管領域に対して自動名称付与手法を開発した

[A02I_Bui11]。診断治療融合的支援システムでは、診断モードと治療支援モードが高度なレベルでシームレスに融合される必要がある。そこで、計算解剖モデルを用いた診断治療支援システム開発の一つとして、内視鏡下手術支援画像上に解剖学的名称を表示する手法を開発した[A02W_Jiang10]。さらに、これらを支える基礎的な研究として、画像情報ならびにセンサ情報を利用した内視鏡追跡手法の開発を進めた[A02I_Luo10, A02J_Deguchi11]。計算解剖モデルを利用した診断治療融合的支援手法の予備的評価も進め、研究代表者がこれまでに開発を進めた診断治療融合的支援システムをA03を含む臨床の場において運用し、ナビゲーション型診断治療融合的支援システム開発において、解決すべき課題や求められる性能などを臨床的側面から洗い出した。

(3) 計算解剖モデルに基づくオートプシー・イメージング支援 (A02-3 研究代表者：清水昭伸)

Ai用の計算解剖モデルの開発を行うために、まず、生体と死体のそれぞれのデータから計算解剖モデルを作成して2つのモデルの類似点と相違点を明らかにした。また、新しい計算解剖モデルについて検討を行ない、主成分分析や多様体学習の中からモデル化に適した統計的解析法を明らかにした[A02I_Uchida10]。さらに、複数臓器に対してレベルセット分布モデルやラベルスペース、さらにはそれらを多段階に拡張したモデルを提案し、これまでよりも精度の高いモデルの開発に成功した。次に、計算解剖モデルを利用可能なセグメンテーションアルゴリズムの開発を進めた。これまでに、グラフカット、アンサンブル学習、最大事後確率法などの代表的なアルゴリズムに対して計算解剖モデルを組み込むことに成功し[A02I_Shimizu10]、従来よりも統計的に有意に性能が向上することを明らかにした。その他、上記の成果を一つに統合することで、骨部や胸部のAi用診断支援システムを構築し、現在はA03-1の木戸班と共同で胸部用のAi支援システムの評価を進めている。また、並行して、Ai用計算解剖モデルデータベースや、評価用の大規模なAi画像データベースの構築も行っている。

4.2.2 公募班の研究成果

(1) 脳画像データベースに基づく計算解剖学的手法による年代・性別正常脳構造モデルの作成 (A02-4 研究代表者：福田 寛)

本研究は、計算解剖学的手法を用いて標準脳画像を作成し、これを用いて脳疾患を自動診断する支援システムを開発することを最終目的としている。本年度は日本人脳MRIデータベース(1591例)を用いて年代・性別の平均的脳形態を反映する標準脳を作成した。画像数 $=n$ の集団から脳を1例選択し、この脳を集団内の他の脳に変形するための線形、非線形のベクトル場を計算した。得られた n 個の変形ベクトル場を (x,y,z) 成分ごとに平均することにより、平均変形ベクトル場を求めた。次いで、この平均ベクトル場を最初に選択した1例の脳画像に適用することにより、集団の平均的脳形態を反映する標準脳を計算した。同様の操作により、20、30、40、50、60、70歳代の男女別の標準脳モデルを計算した[A02J_Kai11a, A02J_Taki11a]。

(2) 空間統計臓器モデルと超画素値空間モデルに基づく高精度画像理解と胸部CTへの応用 (A02-5 研究代表者：滝沢穂高)

本研究では主に以下の2項目について研究を進めた。(i) CT画像から肺血管領域を抽出し、その半径を統計解析し、これまでに提案したモデルマッチング法の血管モデルの確率分布のパラメータとして利用することによって、肺結節の検出率を向上させた。98症例に適用し、1症例あたりの偽陽性数を従来の14.3個から6.9個に減少させることができた。(ii) CT画像に画素値のクラス間分散を指標とする検出フィルタを適用し、得られた候補陰影を含む関心領域内の画素値自身に機械学習を適用する手法を開発した。この手法では肺結節に比べ、偽陽性陰影の数が圧倒的に多いことなどを考慮した前処理を導入することで精度向上を実現している。85症例に適用し、真陽性率90%のときの偽陽性数を約13個にする成果を得た[A02J_Takizawa11]。

(3) 呼吸由来肺形状変化の統計モデル構築と臨床応用 (A02-6 研究代表者：羽石秀昭)

本研究では、呼吸由来の肺形状変化の統計モデルを作成することを目標に、まず4D-MRIおよび複数呼吸相CT像の収集を行っており、並行して、変位量のモデル構築の初期検討を進めている。本年は、呼吸による動きが最も顕著に現れる横隔膜の体軸方向運動に着目し、4D-MRIから横隔膜運動を抽出、その主成分分析によりモデル化を試みた。健常者11例の横隔膜運動が4主成分を用いて99%表現できるとの結果を得た。また応用研究として、PET-CT一体型装置の利用を前提に、呼気吸気CT画像群から得られた変形情報を拘束条件に、呼吸同期PETおよび息止めPETデータの変形合成を行う方法を提案した。実際に臨床データ7例に適用して良好な結果を得た[A02I_Haneishi10]。

(4) 3次元実像を用いた計算解剖モデルの再構築及び診断・治療支援システムの開発 (A02-7 研究代表者：廖 洪恩)

本研究では、「計算解剖学」における臓器の各種属性を埋め込んだ計算解剖モデルの「医用画像完全理解」のために、メガネ等特殊な装置を用いることなく裸眼で多人数同時に観察できる実在感ある3次元実像Integral Videography (IV)表示技術を利用して、人間に分かりやすく提示するための「表示論」の構築を目指す。また、実在感ある3次元実像から「医用画像完全理解」の高度化を行うための研究環境として、低侵襲診断治療システムを実現させる。これまでに、「計算解剖モデル」の考え方を導入して多次元実時空間情報のIVモデル化に適した表示法の開発を推進し、高度な3次元画像処理技術と高精度画像誘導低侵襲治療システムの開発を行った[A02J_Liao11]。

(5) 生体組織構造変化のシミュレーションモデルを用いた超音波画像理解と診断支援 (A02-8 研究代表者：蜂屋弘之)

本研究では、病変による生体組織音響構造変化のモデル化と、そのモデルによる超音波画像の計算機シミュレーション手法の開発、さらに得られた画像変化の知見から、臨床超音波画像の理解と定量診断を確立することを目的としている。まず、組織音響特性の測定結果を基に、肝炎から種々の肝硬変に移行する肝臓内の散乱体分布の状況をモデル化した。次に、このモデルを用いて超音波画像を作成する計算機シミュレーションを行い、生体組織の変化に対する超音波画像変化の知見を集積した。この結果を基に、超音波断層画像を用いた超音波定量診断手法を開発した[A02J_Yamaguchi10]。

(6) 診断治療支援のための脳シミュレータの構築 (A02-9 研究代表者：宮城 靖)

本研究では、ヒト大脳半球全体の脳組織アトラスを独自で作成し発展させ、普遍的な脳計算解剖モデル「脳シミュレータ」を構築する。日本人脳全体を1mm間隔で連続スライスし、内部整合性を持つ標準的計算解剖モデルを構築しており、現在まで1体分の完全な連続脳組織標本の作製が完了し、随時デジタル情報に変換処理を実施した。また正常被験者30名の高解像度3D-MRIから得られた形状モデルを用いて脳表や脳室など形状全体を基準とした自由度の高い3D変形手法の開発を行った[A02J_Miyagi10a]。

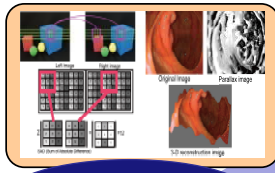
4.3 研究項目 A03 (図3)

4.3.1 計画班の研究成果

(1) 計算解剖モデルの診断支援とオートプシー・イメージング支援応用 (A03-1 研究代表者：木戸 尚治)

胸部疾患を中心として、生前と死後の画像診断・治療支援に関して、放射線医学の観点からの臨床的検討を行った。生前画像については、びまん性肺疾患、肺呼吸機能評価、および肺葉切除術支援を扱った。びまん性疾患については、3000例以上の関心領域を用いて、神経回路モデルを用いて疾患識別を行い平均識別率は78%であった[A03I_Tanaka10]。呼吸機能評価については、呼気・吸気の2時相のCT画像の非剛体位置合わせに基づき呼吸による変位ベクトル場を求め、画像解像度が低くコストが高いSPECT検査の結果と比較した。現段階では4症例ではあるが、SPECT画像との比較の結果、相関係数0.85、一致度95%を示した[A03J_Watabe11]。肺がん治療のための肺葉切除術支援については、術後の呼吸に伴う空気の流れを流体シミュレーションにより数値的に求めた。4症例(2名正常、2名呼吸機能不良)

内視鏡粘膜画像の色情報データベースと統計学的組織診断支援法の開発



A03-6 長倉班

数値的解剖情報データベース構築と診療支援システムの臨床応用



A03-7 三澤班

ファイバートラクトグラフィーによる神経線維描出の合的検証と臨床応用



A03-3 橋本班

臨床展開—診断

臨床展開—治療

A03-1 木戸班

A03-2 橋爪班

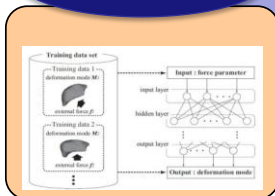
計算解剖モデルを用いた診断支援とオートプシー・イメージング支援応用

- 日常臨床における応用と統合システムの構築
- 症例画像と解析結果の大規模データベース化
- データベースのオープン化と教育・研究への貢献

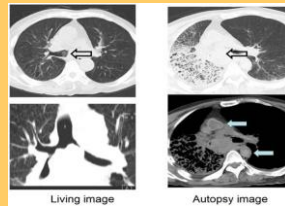
計算解剖モデルを用いた診断・治療の融合的支援応用

- 治療シミュレーションとロボット治療への融合
- 外科手術のデジタル化/解析ワークベンチの構築
- トレーニング/評価システムの構築

A03-5 諸岡班



実時間有限要素解析による精緻な組織変形モデルの作成



生前・死後の典型的な解剖変化と死後CT値変化のモデリング



十分な臨床応用が可能なナビゲーションシステムの開発

A03-4 杉本班



診断治療・教育・遠隔支援システムの開発

A03研究成果概要図

図3 A03 研究成果概要図

の患者データに適用し、シミュレーションによる流速低下と呼吸機能の不良が一致した[A03I_Hirano10]。以上のように、これまでの研究期間で、神経回路モデルやシミュレーションによる診断支援情報の臨床的検証を積み重ね、今後、A02で開発される計算解剖モデルに基づく画像診断支援・治療支援システムを、放射線医学の観点から臨床評価する基盤を確立した。死後画像については、胸部疾患を死因とする同一人物の生前・死後CT画像に焦点を絞り解析を行った。また、生前・死後の典型的な解剖変化、および死後CT値変化のモデリングを行うための事例解析を行い、経時変化を解析するのに有効な特徴量の臨床的検討を行った。これらの成果は、論文としてまとめる段階には至っていないが、世界的に貴重なデータベースの解析を通して、死後画像診断支援に有効な死後変化のモデル化につなげるための基礎検討を行った。

(2) 計算解剖モデルの診断・治療の融合的支援応用 (A03-2 研究代表者：橋爪 誠)

内視鏡外科手術における計算解剖モデルの役割について、森班(A02-2)と共同開発しているシステムによる手術計画・ナビゲーション・トレーニング・リハーサルへの応用、および外科手術・術者の計算モデル化のそれぞれの観点から検討を行い、臨床的要求仕様・工学的課題を明確化した。手術計画に関して、森班の開発したCT画像から検出されたリンパ節自動検出システムを消化管がんの臨床例数例に応用した。主病変近傍のリンパ節に対する検出精度は高かったが、主病変から離れた箇所での誤検出があるという問題点が明らかになった[A03W_Tomikawa11c]。ナビゲーションについては、仮想内視鏡と実内視鏡像の重畳表示(拡張現実感)システムを直腸がん4例、胆嚢摘出術3例、腹壁癒痕ヘルニア手術2例に応用し、尿管や動脈の重畳位置誤差は十分に臨床応用できる範囲であった。特に、腹壁癒痕ヘルニア

2例中1例は膀胱がヘルニア内に脱出していた症例であり、術中ナビゲーションにより膀胱の損傷を回避しつつヘルニア周辺の剥離を行うことができ、ナビゲーションの有効性を示せた[A03W_Tomikawa11c]。トレーニング・リハーサルについては、腹腔鏡手術時の気腹シミュレーションシステムを開発し、その精度を検証した。誤差は許容範囲内であり、本システムが「計算解剖モデルと個別化された症例データとの差異が定量的に記述されたトレーニングモデル」を確立するための有力な基盤技術となり得ることがわかった[A03W_Tomikawa11c]。さらに、計算解剖モデルの拡張概念としての外科手術・術者の計算モデルに関して、臨床的要求条件および工学的課題の検討を行った。これは、熟練外科医による手術器具の操作（把持、縫合など）の動き、力覚などのモデル化を行うものである。基礎実験として、剥離の際の鉗子の軌跡と加わる力の測定を行い、初心者と熟練者の間で鉗子の動きに差があるものの力の加わり方は一定であり、新たな訓練法の開発に有用であることがわかった。

4.3.2 公募班の研究成果

(1) ファイバートラクトグラフィーによる神経線維描出の統合的検証と臨床応用（A03-3 研究代表者：橋本直哉）

脳における機能的神経線維についてのFiber tractography (FT)画像を、手術ナビゲーションシステムに搭載し、術中に電気生理学的検証を行った。電気生理学的刺激点と反応点から、FT画像の神経線維までの距離を測定した。MEPの白質刺激点と運動線維までの距離は、刺激強度と有意な相関は認めなかった。感覚／視覚線維では、conventional SEP、VEPの精度に疑義が生じ、subcortical SEP、VEPの開発を行った。subcortical VEPでは電位測定に成功し、新たな検証法としてNeuroImageに投稿中である。5症例の覚醒手術では、4 mAの刺激強度で言語線維から5.7 mmから11.7 mmの幅をもって言語症状が出現することを確認した。今後、症例数の蓄積と得られた計測値の統計解析を継続する。

(2) 計算解剖モデルを利用した診断治療・教育・遠隔支援システムの開発（A03-4 研究代表者：杉本真樹）

DICOM通信規格による高機能医用画像ワークステーションとサーバーシステムを導入しフィルムレス化の促進による遠隔画像読影を実現した。さらに現在国内でも実用化が進んでいるロボット遠隔手術システムを導入し、テレメンタリングシステムを統合した遠隔手術手技修練と教育にも貢献しうる環境を整備した[A03J_Sugimoto11]。救急医療の分野では、救急搬送時と救急搬入施設での携帯情報端末および無線ネットワークによる情報共有管理システムの実証実験を行い、有効性を証明した。これを地域医療資源格差の是正に活用し、医療過疎地域でも高水準の医療情報システムと教育システムを利用できる医療環境の整備事業に着手した。

(3) 計算解剖モデルを利用した実時間有限要素解析による次世代低侵襲手術シミュレータ（A03-5 研究代表者：諸岡健一）

胃腫瘍の内視鏡的切除であるESD (Endoscopic Submucosal Dissection)を対象とした手術シミュレータ開発を目的として、患者固有の解剖モデルの実時間有限要素解析による精緻な組織変形の再現手法に取り組んだ。まず、切開・切除手技に対応した構造を持つ、胃の有限要素用メッシュモデルを構築した。次に、「多数の初期条件と変形モード」の組を学習データとして用い、「初期条件に対する組織モデルの変形」という非線形関係をニューラルネットワークに学習させることで胃変形シミュレータを作成した。特に、胃の変形パターンのグループ化法と、学習に必要なパターンの選択法を開発し、システムの推定精度を保証しつつ学習の高速化を達成した。

(4) 内視鏡粘膜画像の色情報データベースと統計学組織診断支援法の開発（A03-6 研究代表者：長倉俊明）

消化管内視鏡診断や治療を定量化するために、フレームレートを考慮した（単眼の）モーションステレオ法による3次元計測を検討した。その際、仮想分光を応用して、効率よく自動対応点抽出を行った。

比較実験により、ステレオペア画像を得るためのレンズアレイを装着した従来の2眼ステレオ法に明らかな優位性がないことを確認し[A03W_Nagakura10]、現在、これを数理的に検討している。さらに、胃がんの内視鏡診断の偽陰性率が22%と高率であるので、機械的自動診断の可能性を検討した。40症例の胃癌画像から形態、輝度、色情報に統計学的手法による診断を重ね、腫瘍領域病変組織では陽性20例・偽陰性5例と、偽陰性が20%であったことから、自動診断の可能性が示されたと考える。

(5) 計算解剖学実現のための数理解剖情報データベース構築と診療支援システムの臨床応用 (A03-7
研究代表者：三澤一成)

胃・大腸がんを対象に計算解剖モデル構築の基礎となる画像・解剖情報データベースの構築、および本学術領域で開発される診断治療支援システムの臨床使用と評価を目的として、以下の2点を達成した。

(1) 今年度92症例のCTまたはMRIを撮影、画像データを収集し、以前の56症例とあわせ148症例の画像データベースを構築した。臓器セグメンテーションデータを109例分作成し、胃がん症例97例の術前CT画像から森班(A02-2)開発の画像処理システムを用いて解剖情報を診断、手術に必要な解剖データベースを構築した。(2) 森班開発の腹腔鏡手術ナビゲーションシステムを、胃がん腹腔鏡手術12例で臨床評価した[A03W_Misawa10]。概ね良好な結果が得られたが、画像の一致度、システムの操作性など課題も明確化され、今後改良および臨床評価を継続する予定である。

5. 研究成果の公表の状況

5.1 主な論文一覧等について

領域全体での発表論文数

学術論文：108報

国際会議論文：243報

国内研究会論文・解説論文：166報

以下に研究項目ごとに主要論文に限定したリストを示す。

研究項目A01

学術論文（総発表論文数 26）

- [A01J_Furuzan09] *AH. Furuzan, RA. Zoroofi, M. Hori, Y. Sato, "A knowledge-based technique for liver segmentation in CT data," Computerized Medical Imaging and Graphics, vol.33, no.8, pp.567-587, 2009.
- [A01J_Hanaoka10] *S. Hanaoka, Y. Nomura, M. Nemoto, Y. Masutani, E. Maeda, T. Yoshikawa, N. Hayashi, N. Yoshioka, and K. Ohtomo, "Automated segmentation method for spinal column based on dual elliptic column model and its application for virtual spinal straightening," J. Comp. Assist. Tomogr, vol.34, no.1, pp.156-162, 2010.
- [A01J_Hayashi11] *T.Hayashi, H.Chen, K.Miyamoto, X.Zhou, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, "Analysis of bone mineral density distribution at trabecular bones in thoracic and lumbar vertebrae using X-ray CT images," J Bone Miner Metab, vol.29, pp.174-185, 2011.
- [A01J_Hoshino10] 星野直輝, *本谷秀堅, 坂口和也, 坂田宗之, 石渡喜一, 木村裕一, "パラメトリック固有空間を利用したPET動態データの雑音除去," 日本医用画像工学会論文誌, vol.28, no.5, pp.362-370, 2010.
- [A01J_Kamiya11] *N.Kamiya, X.Zhou, H.Chen, C.Muramatsu, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, "Automated segmentation of psoas major muscle in X-ray CT images by use of a shape model: Preliminary study," Radiological Physics and Technology, (in press).
- [A01J_Khanmohammadi09] *M. Khanmohammadi, RA. Zoroofi, T. Nishii, H. Tanaka, Y. Sato, "A Hybrid Technique for Thickness-Map Visualization of the Hip Cartilages in MRI," IEICE Trans. Information and Systems, vol.E92-D, no.11, pp.2253-2263, 2009.
- [A01J_Kobayashi10] *小林哲哉, 工藤博幸, "コンピュータオブザーバを用いたAnatomical-MAP画像再構成法の病変検出能評価," 日本医用画像工学会論文誌, vol.28, no.4, pp.214-222, 2010.
- [A01J_Mochizuki10] Y. Mochizuki, Y. Kameda, *A. Imiya, T. Sakai, and T. Imaizumi, "Variational method for super-resolution optical flow," Signal Processing, vol.91, no.7, pp.1535-1567, 2011.
- [A01J_Mofrad10] *FB. Mofrad, RA. Zoroofi, AA. Tehrani-Fard, A. Akhlaghpour, M. Hori, Y-W. Chen, Y. Sato, "Statistical construction of a Japanese male liver phantom for internal radionuclide dosimetry," Radiation Protection Dosimetry, vol.141, no.2, pp.140-148, 2010.
- [A01J_Nomura10] Y. Nomura, N. Hayashi, *Y. Masutani, et al., "CIRCUS: an MDA platform for clinical image analysis in hospitals," Transactions on Mass-Data Analysis of Images and Signals, vol.2, no.1, pp.112-127, 2010.
- [A01J_Watanabe10] *H.Watanabe, M.Kanematsu, T.Kitagawa, Y.Suzuki, H.Kondo, S.Goshima, K.Kajita, K.T. Bae, Y.Hirose,

S.Miotani, X.Zhou, and H.Fujita, “MR elastography of the liver at 3 T with cine-tagging and bending energy analysis: Preliminary results,” *European Radiology*, vol.20, pp.2381-2389, 2010.

国際会議論文（総発表論文数 88）

- [A01I_Aghaeizadeh11] *R. Aghaeizadeh Zoroofi, A.H. Foruzan, M. Hori, Y. Sato, “A Hessian-based filter for enhancement of medial-axis of tubes in noisy images with applications to hepatic CT images,” *CARS (Computer Assisted Radiology and Surgery: 25th International Congress and Exhibition)*, 2011. (in press)
- [A01I_Dalal9] *P. Dalal, L. Ju, M. McLaughlin, X. Zhou, H. Fujita, and S. Wang, “3D open-surface shape correspondence for statistical shape modeling: Identifying topologically consistent landmarks,” *Proc. of 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision (ICCV)*, pp.1857-1864, 2009.
- [A01I_Fujita10a] *H.Fujita, J.You, Q.Li, H.Arimura, R.Tanaka, S.Sanada, N.Niki, G.Lee, T.Hara, D.Fukuoka, C.Muramatsu, T.Katafuchi, G.Iinuma, M.Miyake, Y.Arai, and N.Moriyama, “State-of-the-art of computer-aided detection/diagnosis (CAD),” *Medical Biometrics (Proceedings of Second International Conference on Medical Biometrics 2010, ICMB2010)*, Eds. by D.Zhang and M.Sonka, LNCS 6165, pp.296-305, 2010.
- [A01I_Fujita10b] *H.Fujita, X.Zhang, S.Kido, T.Hara, X.Zhou, Y.Hatanaka, and R.Xu, “An introduction and survey of computer-aided detection/diagnosis,” *Proc. of 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC 2010) - International Forum on Computer Science-Technology and Applications (IFCSTA 2010)*, 2, pp.200-205, 2010.
- [A01I_Fukuda10] *N. Fukuda, Y-W. Chen, M. Nakamoto, T. Okada, and Y. Sato, “A scope cylinder rotation tracking method for oblique-viewing endoscopes without attached sensing device,” *2nd International Conference on Software Engineering and Data Mining (SEDM)*, pp.684-687, 2010.
- [A01I_Furuzan09] *A.H. Furuzan, Y-W. Chen, R.A. Zoroofi, A. Furukawa, Y. Sato, and M. Hori, “Multi-mode Narrow-band Thresholding with Application in Liver Segmentation from Low-contrast CT Images,” *Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, pp.1293-1296, 2009.
- [A01I_Hanaoka11a] *S. Hanaoka, K. Fritscher, M. Welk, M. Nemoto, Y. Masutani, N. Hayashi, K. Ohtomo, and R. Schunert, “3-D Graph Cut Segmentation with Riemannian Metricsto Avoid the Shrinking Problem,” *MICCAI 2011 (accepted)*, 2011.
- [A01I_Hanaoka11b] *S. Hanaoka, K.Fritscher, S. Benedikt, R. Schubert R, Y. Masutani, N. Hayashi, and K. Ohtomo, “Whole vertebral bone segmentation method with a statistical intensity-shape model based approach,” *Proc. SPIE 2011*, vol.7962, pp.796242-1-14, 2011.
- [A01I_Hanaoka10] *S. Hanaoka, Y. Masutani, Y. Nomura, M. Nemoto, E. Maeda, T. Yoshikawa, N. Hayashi, N. Yoshioka, and K. Ohtomo, “Vertebral body segmentation algorithm for whole spine CT images with various pathological changes,” *Proc. CARS2010*, pp.S84-86, 2010.
- [A01I_Hara10] *T.Hara, T.Katafuchi, T.Kobayashi, X.Zhou, S.Itoh, and H.Fujita, “Automated analysis of standard uptake value for torso FDG-PET images,” *Proc. of 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC 2010) - International Forum on Computer Science-Technology and Applications (IFCSTA 2010)*, 2, pp.277 - 279, 2010.
- [A01I_Hayashi11a] *T.Hayashi, H.Chen, K.Miyamoto, X.Zhou, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, “A computerized scheme for localization of vertebral bodies on body CT scans,” *Proc. of SPIE Medical Imaging 2011: Image Processing*, vol.7962, pp.796238-1-11, 2011.
- [A01I_Hayashi11b] *T.Hayashi, H.Chen, K.Miyamoto, X.Zhou, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, “A decision support scheme for vertebral geometry on body CT scans,” *Proc. of SPIE Medical Imaging 2011: Image Processing*, vol.7962, pp.796245-1-9, 2011.
- [A01I_Hayashi10] *T.Hayashi, X.Zhou, H.Chen, T.Hara, K.Miyamoto, T.Kobayashi, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, “Automated extraction method for the center line of spinal canal and its application to the spinal curvature quantification in torso X-ray CT images,” *Proc. of SPIE Medical Imaging 2010: Image Processing*, vol.7623, pp.76233F-1-4, 2010.
- [A01I_Hirayama10] *S. Hirayama, T. Okada, M. Kinishi, K. Osuga, M. Hori, Y-W. Chen, and Y. Sato, “Optimal shape determination of guidewire for liver catheterization based on 3D vessel structure,” *2nd International Conference on Software Engineering and Data Mining (SEDM)*, pp.688-691, 2010.
- [A01I_Hontani10a] *H. Hontani, and W. Watanabe, “Point-Based Non-Rigid Surface Registration with Accuracy Estimation The Twenty-Third,” *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.446-452, 2010.
- [A01I_Hontani10b] *H. Hontani and W. Watanabe, “Estimation of Posterior Marginal Distribution of Each Point in Registration of Point Distribution Model,” in *Proceedings of International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging*, pp. 1-8, 2010.
- [A01I_Hoshi10] T. Hoshi, Y. Kobayashi, and M.G. Fujie, “Quantitative Palpation to Identify the Material Parameters of Tissues Using Reactive Force Measurement and the Finite Element Simulation,” *Proc. of 2010 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp.2822-2828, 2010.
- [A01I_Kameda09] Y. Kameda, N. Ohnishi, *A.Imiya, and T. Sakai, “Optical Flow Computation from an Asynchronised Multiresolution Image Sequence,” *Proc. International Symposium on Visual Computing 2009*, no.1, pp.403-414, 2009.
- [A01I_Kamiya10] *N.Kamiya, X.Zhou, H.Chen, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi, and H.Fujita, “A model based method for recognizing psoas major muscles in torso CT images,” *Proc. of SPIE Medical Imaging 2010: Computer-Aided Diagnosis*, vol.7624, pp.76241X-1-6, 2010.

- [A01I_Kashu10a] K. Kashu, *A. Imiya, and T. Sakai, "Multiscale Analysis of Volumetric Motion Field Using General Order Prior," Proc. International Symposium on Visual Computing 2010 (1), pp.561-570, LNCS 6453, 2010.
- [A01I_Kashu10b] K. Kashu, Y. Kameda, M. Narita, *A. Imiya, and T. Sakai, "Continuity Order of Local Displacement in Volumetric Image Sequence," Workshop on Biomedical Image Registration 2010, pp.48-59, 2010.
- [A01I_Kobayashi11] Y. Kobayashi, M. Tsukune, T. Hoshi, Y. Shiraishi, T. Yambe and M. G. Fujie, "Palpation Nonlinear Reaction Force Analysis for Characterization of Breast Tissues," Proc. of the 33rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011. (to appear)
- [A01I_Kohara11] S. Kohara, T. Tateyama, A.H. Foruzan, A. Furukawa, S. Kanasaki, M. Wakamiya, X. Wei and Y-W. Chen, "Preliminary Study on Statistical Shape Model Applied to Diagnosis of Liver Cirrhosis," 2011 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP2011), 2011. (to appear)
- [A01I_Kohara10] S. Kohara, T. Tateyama, A.H. Foruzan, A. Furukawa, and Y-W. Chen, "Application of Statistical Shape Model to Diagnosis of Liver Disease," Proc. of International Conference on Software Engineering and Data Mining (SEDM), pp.680-683, 2010.
- [A01I_Mochizuki10] Y. Mochizuki, Y. Kameda, *A. Imiya, T. Sakai, and T. Imaizumi, "An Iterative Method for Superresolution of Optical Flow Derived by Energy Minimisation," ICPR 2010, pp.2270-2273, 2010.
- [A01I_Mochizuki09] Y. Mochizuki, Y. Kameda, *A. Imiya, T. Sakai, and T. Imaizumi, "Two Step Variational Method for Subpixel Optical Flow Computation," Proc. International Symposium on Visual Computing 2009, no.2, pp.1109-1118, 2009.
- [A01I_Mofrad09] *F.B. Mofrad, R.A. Zoroofi, Y-W. Chen, A.A. Tehrani-Fard, Y. Sato, and A. Furukawa, "Evaluation of Liver Shape Approximation and Characterization," Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, pp.1297-1300, 2009.
- [A01I_Mukherjee11] *DP. Mukherjee, T. Okada, F. Yokota, M. Hori, N. Sugano, N. Tomiyama, and Y. Sato, "Modeling disease-specific variations in statistical shape model using orthogonal complement of normal shape subspace," International Forum on Medical Imaging in Asia (IFMIA) 2011, P2-10, 2011.
- [A01I_Nemoto11] M. Nemoto, Y. Masutani, Y. Nomura, T. Yoshikawa, N. Hayashi, N. Yoshioka, and K. Ohtomo, "A unified framework for concurrent detection of anatomical landmarks for medical image understanding," Proc. SPIE 2011, vol.7962, pp.79623E-1-13, 2011.
- [A01I_Nemoto10b] M. Nemoto, Y. Nomura, S. Hanaoka, *Y. Masutani, N. Hayashi, K. Ohtomo, "Preliminary Study on Appearance-based Detection of Anatomical Point Landmarks in Body Trunk CT Images," Proc. MICCAI workshop on Machine Learning of Medical Imaging (MLMI), LNCS 6357, pp.174-181, 2010.
- [A01I_Nishiguchi09] H. Nishiguchi, *A. Imiya, and T. Sakai, "Scale Space Hierarchy of Segments," Proc. International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns 2009, pp.947-954, 2009.
- [A01I_Ohnishi09] N. Ohnishi, *A. Imiya, and T. Sakai, "Unification of Multichannel Motion Feature Using Boolean Polynomial," Proc. International Symposium on Visual Computing 2009, no.2, pp.807-816, 2009.
- [A01I_Otomaru11] *I. Otomaru, G. Zheng, M. Takao, N. Sugano, Y. Tada, N. Tomiyama, L.P. Nolte, Y. Sato, "An automated 3D cup planning in total hip arthroplasty from a standard X-ray radiograph using atlas-based 2D-3D pelvis shape reconstruction," CAOS 2011 (Annual Meeting of International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery), 2011. (in press)
- [A01I_Otomaru09] *I. Otomaru, K. Kobayashi, T. Okada, M. Nakamoto, Y. Kagiya, M. Takao, N. Sugano, Y. Tada, and Y. Sato, "Expertise modeling for automated planning of acetabular cup in total hip arthroplasty using combined bone and implant statistical atlas," Lecture Notes in Computer Science 5761 (Proc. Twelfth International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI2009), Part I), pp.532-539, 2009.
- [A01I_Tatsumi10] *C. Tatsumi, M. Kudo, K. Ueshima, S. Kitai, E. Ishikawa, N. Yada, S. Hagiwara, T. Inoue, Y. Minami, H. Chung, K. Maekawa, K. Fujimoto, M. Kato, A. Tomomura, T. Mitake, and T. Shiina, "Non-invasive Evaluation of Hepatic Fibrosis for Type C Chronic Hepatitis," Intervirology, vol. 53, pp. 76-81, 2010.
- [A01I_Teramoto11] *A. Teramoto, H. Fujita, Y. Tomita, K. Takahashi, O. Yamamuro, T. Tamaki, N. Hayashi, M. Nishio, W.P. Chen, and T. Kobayashi, "Hybrid CAD scheme for lung nodule detection in PET/CT images," Proc. of SPIE Medical Imaging 2011: Computer-Aided Diagnosis, vol.7963, pp.796335-1-6, 2011.
- [A01I_Tsukune11] *M. Tsukune, Y. Kobayashi, T. Hoshi, T. Miyashita and M. G. Fujie, "Evaluation and comparison of the nonlinear elastic properties of the soft tissues of the breast," Proc. of the 33rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011. (to appear)
- [A01I_Yamazaki11] *T. Yamazaki, T. Watanabe, T. Tomita, Y. Sato, H. Yoshikawa, S. Tamura, K. Sugamoto, "In vivo three-dimensional determination of normal knee kinematics from dynamic flat-panel detector images," CAOS 2011 (Annual Meeting of International Society for Computer Assisted Orthopaedic Surgery), 2011. (in press)
- [A01I_Yamazaki10a] *T. Yamazaki, K. Futai, T. Tomita, Y. Sato, H. Yoshikawa, S. Tamura, and K. Sugamoto, "Three-dimensional determination of mobile-bearing total knee arthroplasty kinematics using X-ray fluoroscopy," Int J CARS, 5 (Suppl 1), pp.S131-S132, 2010.
- [A01I_Yamazaki10b] *T. Yamazaki, M. Ogasawara, T. Watanabe, Y. Sato, T. Tomita, H. Yoshikawa, and K. Sugamoto, "A Semi-automated 3D Kinematic Estimation of Total Knee Arthroplasty Using X-Ray Fluoroscopic Images," World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, IFMBE Proceedings, vol.25/4, pp.1279-1282, 2010.
- [A01I_Yokota09] *F. Yokota, T. Okada, M. Takao, N. Sugano, Y. Tada, and Y. Sato, "Automated segmentation of the femur and pelvis from 3D CT data of diseased hip using hierarchical statistical shape model of joint structure," Lecture Notes in

Computer Science 5762 (Proc. Twelfth International Conference on Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI2009), Part II), pp.811-818, 2009.

- [A01I_Yoshida11] *Y. Yoshida, T. Okada, M. Hori, Y.-W. Chen, N. Tomiyama, Y. Sato, “Hierarchical spatial normalization based on multi-organ inter-relation for atlas-based segmentation: Application to gallbladder segmentation from abdominal CT data,” CARS (Computer Assisted Radiology and Surgery: 25th International Congress and Exhibition), 2011. (in press)
- [A01I_Yoshida10] *Y. Yoshida, Y.-W. Chen, T. Okada, F. Yokota, Y. Sato, and M. Hori, “Representation and evaluation of statistical prediction powers of neighboring organ shapes for construction of multi-organ statistical atlas,” 2nd International Conference on Software Engineering and Data Mining (SEDM), pp.696-699, 2010.
- [A01I_Zhang11] *X.Zhang, T.Furukawa, H.Fujita, M.Kanematsu, X.Zhou, and T.Hara, “Detection of metastatic liver tumor in multiphase CT images by using a spherical gray-level differentiation searching filter,” Proc. of SPIE Medical Imaging 2011: Computer-Aided Diagnosis, vol.7963, pp.79632K-1-8, 2011.
- [A01I_Zhang10] *X.Zhang, X.Zhou, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, T.Qin, and H.Fujita, “Computer-aided detection and diagnosis on hepatic MR and CT images,” Proc. of 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC 2010) - International Forum on Computer Science-Technology and Applications (IFCSTA 2010), 2, pp.323-326, 2010.
- [A01I_Zhou10a] *X.Zhou, S.Yoshimoto, S.Wang, H.Chen, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, and H.Fujita, “Automated localization of solid organs in 3D CT images: a majority voting algorithm based on ensemble learning,” International Workshop on Machine Learning in Medical Imaging (MLMI) In Conjunction with MICCAI 2010, pp.paper01-1-8, 2010.
- [A01I_Zhou10b] *X.Zhou, S.Wang, H.Chen, X.Zhang, T.Hara, R.Yokoyama, M.Kanematsu, H.Hoshi and H.Fujita, “Rapid organ localization in 3D torso CT images based on ensemble learning,” Proc. of 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC 2010) - International Forum on Computer Science-Technology and Applications (IFCSTA 2010), 2, pp.312-315, 2010.

国内研究会論文・解説論文（総発表論文数 72）

- [A01W_Asai11] 浅井健史, 山岡尚登, *本谷秀堅, “モデルからの逸脱に頑健な非剛体曲面レジストレーション,” CVIM-175-23, pp.1-8, 2011.
- [A01W_Asai10] *浅井智也, 鈴木祈史, 原 武史, 小林龍徳, 周 向荣, 伊藤 哲, 片渕哲朗, 藤田広志, “体幹部 FDG-PET画像における異常集積領域の検出法の開発と経時変化の解析,” 電子情報通信学会技術報告, vol.110, no.121, MI2010-46, pp.51-56, 2010.
- [A01W_Asano10] 浅野龍紀, *内山良一, 浅野隆彦, 加藤博基, 原 武史, 周 向荣, 岩間 亨, 星 博昭, 紀ノ定保臣, 藤田広志, “MRA画像における脳動脈領域の抽出法 -大規模データベースを用いた評価-,” 医用画像情報学会雑誌, vol.27, no.3, pp.55-60, 2010.
- [A01W_Iwata10] 岩田卓哉, *本谷秀堅, 渡辺順久, “骨の非剛体レジストレーションによる対応点の生成とその応用,” 電子情報通信学会医用画像研究会MI2009-07, pp.173-178, 2010.
- [A01W_Fujimoto10] *藤本研治, 加藤道夫, 外村明子, 矢田典久, 辰巳千栄, 下正秀, 和田滋夫, 上嶋一臣, 石田哲士, 古田朋子, 山崎大, 辻本正彦, 元木満, 三竹毅, 金栄浩, 山本佳司, 椎名毅, 工藤正俊, 林紀夫, “Real-time Tissue Elastography を用いた肝線維化の非侵襲的評価法~Liver fibrosis index (LF Index) によるstage 判定,” 肝臓, vol.51, pp.539-541, 2010.
- [A01W_Fujita11] *藤田広志, 原武史, 周向荣, 林 達郎, 神谷直希, 張 学軍, 陳華岳, 星博昭, “計算解剖モデルの構築,” MIT (日本医用画像工学会) 誌, vol.29, no.3, pp.116-122, 2011.
- [A01W_Fukuda11] *福田紀生, 中本将彦, 岡田俊之, 浮村理, Inderbir S Gill, 陳延偉, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “GPUによる画像位置合わせとジャイロセンサを用いた直交二断面超音波画像のリアルタイムトラッキング ~画像位置合わせに関する初期検討~, ” 電子情報通信学会技術研究報告, MI2011-22, pp.121-126, 2011.
- [A01W_Fukuda10] *福田紀生, 中本将彦, 岡田俊之, 田中啓之, 名井陽, 陳延偉, 佐藤嘉伸, “内視鏡下手術支援システムのための歪み補正を含めた斜視内視鏡のカメラキャリブレーション法の比較,” 電子情報通信学会技術研究報告 [医用画像], vol.109, no.407, pp.87-92, 2010.
- [A01W_Hanaoka10] *花岡昇平, 増谷佳孝, 野村行弘, 根本充貴, 吉川健啓, 林直人, 吉岡直紀, 大友 邦, “多数のランドマーク位置候補検出結果からの最適組み合わせ検索アルゴリズム,” 電子情報通信学会医用画像研究会, MI2010-63, pp.67-74, 2010.
- [A01W_Hirayama11] *平山俊太, 岡田俊之, 大須賀慶悟, 堀雅敏, 陳延偉, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “ガイドワイヤシミュレーションに基づく最適ガイドワイヤ形状の推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, 医用画像研究会(MI), IEICE-MI2011-21, pp.117-120, 2011.
- [A01W_Hirayama10] *平山俊太, 岡田俊之, 木西基, 大須賀慶悟, 堀雅敏, 陳延偉, 佐藤嘉伸, “カテーテルシミュレーションに基づく最適ガイドワイヤ形状の推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, 医用画像研究会(MI), MI2009-135, pp.321-326, 2010.
- [A01W_Hontani09] *本谷秀堅, 渡辺航, “医用画像中の臓器レジストレーションのための特徴抽出と最適化手法の統合の試み,” 情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会, CVIM168, pp57-64, 2009.
- [A01W_Hoshino10] 星野直輝, *本谷秀堅, 長縄美香, 坂口和也, 坂田宗之, 石渡喜一, 木村裕一, “PET受容体解析法 MA1 の計測データの誤差分布特性に基づく改善の試み,” 電子情報通信学会医用画像研究会MI2009-76, pp.285-290, 2010.
- [A01W_Kamei11a] *亀井亮吾, 山崎隆治, 岡田俊之, 菅本一臣, 吉川秀樹, 陳 延偉, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “X線透視画像からの人工膝関節3次元自動動態解析のための初期位置推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, MI2011-20,

- pp. 111-116, 2011.
- [A01W_Kamei11b] *亀井亮吾, 山崎隆治, 岡田俊之, 菅本一臣, 吉川秀樹, 陳 延偉, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “X線透視画像からの人工膝関節3次元自動動作解析のための関心領域設定法の改善,”電子情報通信学会技術研究報告, MI2010-95, pp. 77-82, 2011.
- [A01W_Kano10] 加納夏紀, *本谷秀堅, 武田 徹, 渡邊順久, “非剛体レジストレーションと部分空間法を併用する胸部PET画像からの病変抽出,” 電子情報通信学会医用画像研究会MI2009-129 pp.291-296, 2010.
- [A01W_Kinishi10] *木西 基, 岡田俊之, 堀 雅敏, 陳 延偉, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “肝血管本幹の統計アトラス構築とその自動血管識別への応用,”電子情報通信学会技術研究報告[医用画像], MI2010-64, pp. 75-80, 2010.
- [A01W_Kobayashi10a] *小林和人, 音丸格, 横田太, 岡田俊之, 鍵山善之, 中本将彦, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 佐藤嘉伸, “統計アトラスに基づく人工股関節全置換術における骨盤カップ設置許容空間の自動推定 ~術前シミュレーションを用いた股関節機能評価~, ”電子情報通信学会技術研究報告 [医用画像], vol.110, no. 364, pp. 23-28, 2010.
- [A01W_Kobayashi10b] *小林和人, 音丸格, 横田太, 岡田俊之, 鍵山善之, 中本将彦, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 佐藤 嘉伸, “人工股関節全置換術における手術計画立案のための専門医設置方針のモデリング~統計的なカップ適合性及び股関節機能のバランスを考慮した自動探索法~, ”電子情報通信学会技術研究報告 [医用画像], vol. 109, no. 407, pp. 149-154, 2010.
- [A01W-Masutani11] *増谷佳孝, 本谷秀堅, 井宮淳, “計算解剖モデルのためのランドマークおよびセミランドマークによる解剖学的構造の数理表現と応用,” 日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.104-110, 2011.
- [A01W_Morita10] 森田景子, *井宮淳, 酒井智弥, “2次元形状の中央値の計算とその医用画像解析への応用,”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2011-30, pp.169-174, 2010.
- [A01W_Narita10] 成田, *井宮淳, 酒井智弥, “微分幾何学量による境界の多重解像度解析,”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2010-70, pp.1-6, 2010.
- [A01W_Nemoto10a] 根本充貴, 野村行弘, *増谷佳孝, 花岡昇平, 吉川健啓, 林直人, 吉岡直紀, 大友 邦, “医用画像からの解剖学的ランドマーク自動検出処理の改善 ~軟部組織ランドマークの検出性能向上~, ”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2011-8, pp.39-44, 2010.
- [A01W_Nemoto10b] 根本充貴, 野村行弘, *増谷佳孝, 花岡昇平, 吉川健啓, 林直人, 吉岡直紀, 大友 邦, “3次元SIFTを用いたCT像中の解剖学的ランドマーク検出処理の実験的検討,”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2010-59, pp.49-54, 2010.
- [A01W_Otomaru09] *音丸格, 横田太, 中本将彦, 鍵山善之, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 佐藤嘉伸, “インプラント適合性及び股関節機能に基づく人工股関節自動手術計画立案システムの性能評価,”電子情報通信学会技術研究報告, 医用画像研究会 (MI), MI2009-71, pp. 33-38, 2009.
- [A01W-Satoh11] *佐藤嘉伸, “計算解剖学の基盤技術ー構造化統計アトラスと手術症例統計アトラスの構築と利用ー,” 日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.111-115, 2011.
- [A01W_Sawada11] 澤田好秀, 渡辺航, *本谷秀堅, “MCMCと確率伝搬法による臓器レジストレーションの性能比較,”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2010-90, pp.51-56, 2011.
- [A01W-Shiina10] *椎名毅, “超音波Elasticity Imagingとその周辺技術,” Rad Fan, vol. 8, No. 5, pp.62-65, 2010.
- [A01W_Takatani11] *高谷美郁, 横田太, 岡田俊之, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “筋骨格統計的形状モデルを用いた股関節3次元CT画像からの筋肉領域の自動抽出,”電子情報通信学会技術研究報告, MI2010-96, pp.83-86, 2011.
- [A01W_Watanabe11] 渡辺航, 山岡尚登, *本谷秀堅, 渡邊順久, “グラフィカルモデルにより表現する臓器表面の3次元画像へのレジストレーションの高精度化,”情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会, CVIM-175-8, pp.1-8, 2011.
- [A01W_Watanabe10a] 渡辺航, *本谷秀堅, 渡邊順久, “信頼度を自己評価する画像とモデルのレジストレーション法,”第13回画像の認識・理解シンポジウム, pp.562-569, 2010.
- [A01W_Watanabe10b] 渡辺航, *本谷秀堅, 渡邊順久, “確率伝播法を利用する臓器レジストレーション法とその性能評価,”電子情報通信学会医用画像研究会, MI2009-128, pp.285-290, 2010.
- [A01W_Xu11] *R. Xu, X. Zhou, Y. Hirano, R Tachibana, T. Hara, S. Kido, H. Fujita, “Evaluation of group-wise based methods for statistical shape models construction,” JAMIT2011大会予稿集, 印刷中, 2011.
- [A01W_Yokota11] *横田太, 岡田俊之, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “統計特徴点モデルを用いた股関節3次元CT画像からの骨盤解剖学的座標系の自動設定,”電子情報通信学会 医用画像研究会, 電子情報通信学会技術研究報告 vol. 110, no. 364, pp. 199-204, 2011.
- [A01W_Yokota10a] *横田太, 岡田俊之, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 富山憲幸, 佐藤嘉伸, “階層的統計形状モデルを用いた疾患股関節CT画像セグメンテーションの評価,”電子情報通信学会 医用画像研究会, 電子情報通信学会技術研究報告vol. 110, no. 121, pp. 63-68, 2010.
- [A01W_Yokota10b] *横田太, 岡田俊之, 高尾正樹, 菅野伸彦, 多田幸生, 佐藤嘉伸, “統計的形状モデル構築のための非剛体位置合わせ手法の比較,”電子情報通信学会信学技報, vol.109, no.407, MI2009-105, pp.161-165, 2010.

研究項目A02

学術論文誌 (総発表論文数 44)

- [A02J_Asumi10] *M. Asumi, T. Yamaguchi, K. Saito, S. Kodama, H. Miyazawa, H. Matsui, E. Suzuki, H. Fukuda, and H. Sone, “Are serum cholesterol levels associated with silent brain infarcts? The Seiryō Clinic Study,” Atherosclerosis, vol.210, no.2, pp. 674-677, 2010.

- [A02J_Baba11] *T. Baba, A. Takeda, A. Kikuchi, Y. Nishio, Y. Hosokai, K. Hirayama, T. Hasegawa, N. Sugeno, K. Suzuki, E. Mori, S. Takahashi, H. Fukuda, and Y. Itoyama, "Research Article. Association of olfactory dysfunction and brain, Metabolism in Parkinson's disease," *Movement Disorders*, vol.26, no.4, pp.621-628, 2011.
- [A02J_Bashar10] *Md. K. Bashar, T. Kitasaka, Y. Suenaga, Y. Mekada, and K. Mori, "Automatic detection of informative frames from wireless capsule endoscopy images," *Medical Image Analysis*, vol.14, no.3, pp.449-470, 2010.
- [A02J_Chen11] *B. Chen, T. Kitasaka, H. Honma, H. Takabatake, M. Mori, H. Natori, K. Mori, "Automatic Segmentation of Pulmonary Blood Vessels and Nodules Based on Local Intensity Structure Analysis and Surface Propagation in 3D Chest CT images," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* (In print)
- [A02J_Deguchi11] *D. Deguchi, M. Feuerstein, T. Kitasaka, Y. Suenaga, I. Ide, H. Murase, K. Imaizumi, Y. Hasegawa, and K. Mori, "Real-time marker-free patient registration for electromagnetic navigated bronchoscopy : a phantom study," *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* (Published online June 7, 2011. in print)
- [A02J_Feuerstein11] *M. Feuerstein, B. Glocker, T. Kitasaka, Y. Nakamura, S. Iwano, and K. Mori, "Mediastinal atlas creation from 3-D chest computed tomography images: application to automated detection and station mapping of lymph nodes," *Medical Image Analysis* (Available online May 19, 2011. In print)
- [A02J_Fukuda10] *T. Fukuda, K. Morooka, and Y. Miyagi, "A simple but accurate method for histological reconstruction of the large-sized brain tissue of the human that is applicable to construction of digitized brain database," *Neuroscience Research*, vol.67, no.3, pp.260-265, 2010.
- [A02J_Hayakawa09] *M. Hayakawa, S. Yamamoto, H. Motani, et al., "An Introduction to Computed Tomography for Postmortem Examination(II)," *Res.Pract.Forens.Med.* vol.52, pp.89-96, 2009. (in Japanese)
- [A02J_Igarashi10] *Y. Igarashi, H. Ezuka, T. Yamaguchi, H. Hachiya, "Quantitative Estimation Method for Liver Fibrosis Based on Combination of Rayleigh Distributions," *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol.49, no.7, p.07HF06(6 pages), 2010.
- [A02J_Ishioka11] *T. Ishioka, K. Hirayama, Y. Hosokai, A. Takeda, K. Suzuki, Y. Nishio, Y. Sawada, S. Takahashi, H. Fukuda, Y. Itoyama, and E. Mori, "Illusory misidentification and cortical hypometabolism in Parkinson's disease," *Movement Disorder*, vol.26, no.5, pp.837-843, 2011.
- [A02J_Ito10] *E. Ito, M. Fujii, Y. Hayashi, Z. Jiang, T. Nagatani, K. Saito, Y. Kishida, K. Mori, and T. Wakabayashi, "Magnetically Guided 3-Dimensional Virtual Neuronavigation for Neuroendoscopic Surgery: Technique and Clinical Experience," *Neurosurgery*, vol.66, pp.ons342-353, 2010.
- [A02J_Jiang10] *蔣振剛, 二村幸孝, 北坂孝幸, 林雄一郎, 伊藤英治, 藤井正純, 永谷哲也, 梶田泰一, 若林俊彦, 森健策, "軟性神経内視鏡手術ナビゲーションにおける仮想内視鏡視軸と実内視鏡視軸回転誤差の簡便な補正手法," *日本コンピュータ外科学会論文誌 (J JSCAS)*, vol.12, no.2, pp.65-77, 2010.
- [A02J_Kai11a] *W. Kai, Y. Taki, K. Sato, S. Kinomura, R. Gptp, K. Okada, R. Kawashima, Y. He, AC. Evans, and H. Fukuda, "Age-related changes in Topological organization of sytuctural brain networks in healthy individuals," *Human Brain Mapping*, 2011. (in press)
- [A02J_Kai11b] *W. Kai, Y. Taki, K. Sato, S. Kinomura, R. Gptp, K. Okada, R. Kawashima, Y. He, AC. Evans, and H. Fukuda, "The overlapping community structure of structural brain network in young healthy individuals," *PLoS ONE*, 2011. (in press).
- [A02J_Kikuchi10] *A. Kikuchi, A. Takeda, N. Okamura, M. Tashiro, T. Hasegawa, S. Furumoto, M. Kobayashi, N. Sugeno, T. Baba, Y. Miki, F. Mori, K. Wakabayashi, Y. Funaki, R. Iwata, S. Takahashi, H. Fukuda, H. Arai, Y. Kudo, K. Yanai, and Y. Itoyama, "In vivo visualization of α -synuclein deposition by carbon-11-labelled 2-[2-(2-dimethylaminothiazol-5-yl) etheny]-6- [2- (fluoro) ethoxy] benzoxazole positron emission tomography in multiple system atrophy," *Brain*, vol.133, pp.1772-1778, 2010.
- [A02J_Kobayashi10] *K. Kobayashi, Y. Tanaka, S. Horiguchi, S. Yamamoto, N. Toshinori, A. Sugimoto, and Y. Okamoto, "The effect of radiotherapy on NKT cells in patients with advanced head and neck cancer," *Cancer ImmunolImmunotheor*, vol.59, no.10, pp.1503-1509, 2010.
- [A02J_Kubo10] *久保満, 鈴木秀宣, 財田伸介, 河田佳樹, 仁木登, 大松広伸, 江口研二, 金子昌弘, 森山紀之, "肺がんCT検診の比較読影支援システム," *電子情報通信学会論文誌*, vol.J93-D, no.1, pp.47-58, 2010.
- [A02J_Liao11] *廖洪恩, 山下紘正, 正宗賢, 佐久間一郎, 土肥健純: 三次元画像技術を活用した低侵襲高精度診断治療用手術支援システム, *生体医工学*, vol.49, no.1, 2011. (in press)
- [A02J_Luo10] *X. Luo, M. Feuerstein, D. Deguchi, T. Kitasaka, H. Takabatake, and K. Mori, "Development and comparison of new hybrid motion tracking for bronchoscopic navigation," *Medical Image Analysis*, 2011 (Available online December 13, 2010. in print)
- [A02J_Masuda10a] *梶田喜正, 羽石秀昭, "交差プロファイル法による胸部 4D-MRI の構築とその応用," *Med Imag Tech*, vol.28, no.5, pp. 322-327, 2010.
- [A02J_Masuda10b] *梶田喜正, 西川朋輝, 和田啓伸, 吉田成利, 吉野一郎, 木川隆司, 伊東久夫, 羽石秀昭, "交差プロファイル法による4次元MR画像を用いた横隔膜機能画像の生成," *Med Imag Tech*, vol.28, no.3, pp.181-188, 2010.
- [A02J_Matsuno09] *Y. Matsuno, S. Yamamoto, H. Miyaso, M. Ohta, T. Suzuki, M. Komiyama and C. Mori, "Trial application of computed tomography(CT) to donated cadavers during human gross anatomy laboratories and anticipated educational effects," *Chiba medical journal*, vol.85, no.5, pp.237-240, 2009. (in Japanese)
- [A02J_Miyagi10a] *宮城靖, 福田孝一, 諸岡健一, 陳献, 早見武人, 岡本剛, 砂川賢二, 飛松省三, 吉浦敬, "デジタル画像処理技術を用いた脳座標アトラス作成法," *機能的脳神経外科*, vol.49, no.1, pp.82-83, 2010.

- [A02J_Miyagi10b] *宮城靖, 福田孝一, 諸岡健一, 陳献, 早見武人, 岡本剛, 砂川賢二, 飛松省三, 吉浦敬, “ヒト脳座標アトラス作成におけるデジタル画像技術の応用,” 機能的脳神経外科, vol.49, no.2, pp.136-141, 2010.
- [A02J_Shimizu10] *A. Shimizu, T. Kimoto, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Automated pancreas segmentation from three-dimensional contrast-enhanced computed tomography,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.5, no.1, pp.85-98, 2010.
- [A02J_Sinsuat11] M. Sinsuat, S. Saita, *Y. Kawata, N. Niki, H. Ohmatsu, T. Tsuchida, R. Kakinuma, M. Kusumoto, K. Eguchi, M. Kaneko, H. Morikubo, and N. Moriyama, “Influence of slice thickness on diagnoses of pulmonary nodules using low-dose CT: potential dependence of detection and diagnostic agreement on features and location of nodule,” Academic Radiology, vol.18, no.5, pp.594-604, 2011.
- [A02J_Suzuki10] *鈴木秀宣, 財田伸介, 河田佳樹, 仁木登, 西谷弘, 大松広伸, 土田敬明, 江口研二, 金子昌弘, 森山紀之, “肺がんCT検診のための画像選別法,” 電子情報通信学会論文誌, vol.J93-D, no.4, pp.522-534, 2010.
- [A02J_Takemura10] A. Takemura, *A. Shimizu et al., “A cost-sensitive extension of AdaBoost with markov random field priors for automated segmentation of breast tumors in ultrasonic images,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.5, no.5, pp.537-547, 2010.
- [A02J_Taki11a] *Y. Taki, H. Hashizume, Y. Sassa, H. Takeuchi, K. Wu, M. Asano, K. Asano, H. Fukuda, and R. Kawashima, “Correlation between gray matter density-adjusted brain perfusion and age using brain MR images of 202 healthy children,” Human Brain Mapping, 2011. (in press).
- [A02J_Taki11b] *Y. Taki, S. Kinomura, K. Sato, R. Goto, W. Kai, R. Kawashima, and H. Fukuda, “Correlation between degree of white matter hyperintensities and global gray matter volume decline rate,” Neuroradiology, vol.53, no.6, pp.397-403, 2011.
- [A02J_Taki11c] *Y. Taki, S. Kinomura, K. Sato, R. Goto, R. Kawashima, and H. Fukuda, “A longitudinal study of gray matter volume decline with age and modifying factors,” Neurobiol Aging, vol.32, pp.907-915, 2011.
- [A02J_Taki11d] *Y. Taki, S. Kinomura, K. Sato, R. Goto, K. Wu, R. Kawashima, and H. Fukuda, “Correlation between gray/white matter volume and cognition in healthy elderly people,” Brain and Cognition, vol.75, pp.170-176, 2011.
- [A02J_Taki11e] *Y. Taki, S. Kinomura, K. Sato, R. Goto, W. Kai, R. Kawashima, and H. Fukuda, “Correlation between baseline regional gray matter volume and global gray matter volume decline rate,” NeuroImage, vol.54, pp.743-749, 2011.
- [A02J_Takizawa11] *H. Takizawa, H. Nishizako, “Lung Cancer Detection from X-ray CT Scans Using Discriminant Filters and View-based Support Vector Machine,” The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, Vol.40, No.1, pp.59-66, 2011.
- [A02J_Tominaga11] M. Tominaga, *Y. Kawata, N. Niki, N. Moriyama, K. Yamada, J. Ueno, and H. Nishitani, “Measurements of multi-detector CT surface dose distributions using a film dosimeter and chest phantom,” Medical Physics, vol.38, no.5, pp.2467-2478, 2011.
- [A02J_Watanuki10] *S. Watanuki, M. Tashiro, M. Miyake, Y. Ishikawa, M. Itoh, K. Yanai, Y. Sakemi, H. Fukuda, and K. Ishii, “Long-term performance evaluation of positron emission tomography: analysis and proposal of a maintenance protocol for long-term utilization,” Ann Nuc Med, vol.24, pp.461-468, 2010.
- [A02J_Yamaguchi10] *T. Yamaguchi, H. Hachiya, “Proposal of a parametric imaging method for quantitative diagnosis of liver fibrosis, J. Med. Ultrason,” vol.37, no.4, pp.155-166, 2010. 日本超音波医学会論文賞 (菊池賞)
- 国際会議論文 (総発表論文数 91)**
- [A02I_Bui11] *H.H. Bui, M. Oda, Z. Jiang, T. Kitasaka, K. Misawa, M. Fujiwara, and K. Mori, “A study on automated anatomical labeling to arteries concerning with colon from 3D abdominal CT images,” Proc. of SPIE, vol.7962, pp.79623R-1-9, 2011.
- [A02I_Chen11] *B. Chen, H. Naito, Y. Nakamura, T. Kitasaka, H. Honma, H. Takabatake, M. Mori, H. Natori, D. Rueckert, and K. Mori, “A CAD system for automatic detection and identification of solitary pulmonary nodules on follow-up CT scans based on local intensity structure analysis and non-rigid image registration,” Proc. of SPIE, vol.7963, pp.79630B-1-10, 2011.
- [A02I_Dressel10] *P. Dressel, M. Feuerstein, T. Reichl, T. Kitasaka, N. Navab, and K. Mori, “Direct Co-calibration of Endobronchial Ultrasound and Video,” MIAR 2010, LNCS 6326, pp.513-520, 2010.
- [A02I_Feuerstein10a] *M. Feuerstein, T. Sugiura, D. Deguchi, T. Reichl, T. Kitasaka, and K. Mori, “Marker-Free Registration for Electromagnetic Navigation Bronchoscopy under Respiratory Motion,” MIAR 2010, LNCS 6326, pp.237-246, 2010.
- [A02I_Feuerstein10b] *M. Feuerstein, T. Kitasaka, and K. Mori, “Adaptive Model Based Pulmonary Artery Segmentation in 3D Chest CT,” Proc. of SPIE, vol.7623, pp.76234S-1-9, 2010.
- [A02I_Feuerstein09] *M. Feuerstein, T. Kitasaka, and K. Mori, “Automated Anatomical Likelihood Driven Extraction and Branching Detection of Aortic Arch in 3-D Chest CT,” The Second International Workshop on Pulmonary Image Analysis, MICCAI 2009, pp.49-60, 2009.
- [A02I_Fukano10] *E. Fukano, M. Oda, T. Kitasaka, Y. Suenaga, T. Takayama, H. Takabatake, M. Mori, H. Natori, S. Nawano, and K. Mori, “Haustal fold registration in CT colonography and its application to registration of virtual stretched view of the colon,” Proc. of SPIE, vol.7624, pp.762420-1-11, 2010.
- [A02I_Haneishi10] *H. Haneishi, K. Kobuna, M. Kanai, Y. Tamai, A. Sakohira, and K. Suga, “Deformation and summation of breath-hold PET images,” IEEE Medical Imaging Conference, Conf. Rec. M19-420, pp.3602-3604, 2010.
- [A02I_Hu11] *Y. Hu, M.S. Ahamed, E. Takahashi, H. Suzuki, Y. Kawata, N. Niki, M. Suzuki, N. Moriyama, and G. Inuma, “Extraction of colon segments from multi-slice CT images for colon cancer screening,” International Forum on Medical Imaging in Asia 2011, pp.287-289, 2011.

- [A02I_Kawata11] *Y.Kawata, T.Hosokawa, N.Niki, K.Umetani, Y.Nakano, H.Ohmatsu, N.Moriyama, and H.Itoh, “Human pulmonary acinar airspace segmentation from three-dimensional synchrotron radiation micro CT images of the secondary pulmonary lobule,” Proc. SPIE Medical Imaging, vol.7965, pp.79651P-1-6, 2011.
- [A02I_Kawata10] *Y.Kawata, K. Kageyama, N.Niki, K.Umetani, Y.Nakano, H.Ohmatsu, N.Moriyama, and H.Itoh, “Microstructural analysis of secondary pulmonary lobule imaged by synchrotron radiation micro CT using offset scan mode,” Proc. SPIE Medical Imaging, vol.7626, pp.762610-1-9, 2010.
- [A02I_Luo10] *X. Luo, T. Reichl, M. Feuerstein, T.Kitasaka, and K.Mori, “Modified Hybrid Bronchoscope Tracking Based on Sequential Monte Carlo Sampler: Dynamic Phantom Validation,” ACCV2010, The Tenth Asian Conference on Computer Vision Proceedings, vol.3, LNCS 6494, pp.1722-1733, 2010.
- [A02I_Maklad11] *A.S.Maklad, M.Matsuhira, Y.Kawata, N.Niki, T.Utsunomiya, M.Shimada, and H.Nishitani, “Extraction of liver region from CT dataset based on blood vessel information,” International Forum on Medical Imaging in Asia 2011, pp.283-286, 2011. 【Best Poster Award受賞】
- [A02I_Matsuhira11] *M. Matsuhira, Y.Kawata, N.Niki, Y.Nakano, M.Mishina, H.Ohmatsu, T.Tsuchida, K.Eguchi, M.Kaneko, and N.Moriyama, “Classification algorithm of lung lobe for lung disease cases based on multi-slice CT images,” Proc. SPIE Medical Imaging, vol.7963, pp.796331-1-6, 2011.
- [A02I_Mori10a] *K.Mori, M. Oda, T. Egusa, Z. Jiang, T.Kitasaka, M. Fujiwara, and K. Misawa, “Automated Nomenclature of Upper Abdominal Arteries for Displaying Anatomical Names on Virtual Laparoscopic Images,” MIAR 2010, LNCS 6326, pp.353-362, 2010.
- [A02I_Mori10b] *K.Mori, Y. Nakamura, T.Kitasaka, M. Ito, S.Nawano, K. Misawa, and M. Fujiwara, “Automated detection and display of abdominal lymph nodes from CT volumes based on local intensity structure analysis,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol. 5, suppl. 1, pp. S125-S126, 2010.
- [A02I_Mori10c] *K.Mori, S. Ota, D. Deguchi, T.Kitasaka, Y.Suenaga, S. Iwano, Y. Hasegawa, H. Takabatake, M. Mori, and H. Natori, “Automated Anatomical Labeling of Bronchial Branches Extracted from CT Datasets Based on Machine Learning and Combination Optimization and Its Application to Bronchoscope Guidance,” Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention - MICCAI2009 Proceedings, 12h International Conference, Part II, LNCS 5762, pp.707-714, 2009.
- [A02I_Mori09] *K.Mori, M. Kito, T.Kitasaka, K. Misawa, and M. Fujiwara, “Patient-specific laparoscopic surgery planning system based on virtual pneumoperitoneum technique,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.4, suppl.1, pp.S140-142, 2009.
- [A02I_Nimura11] *Y.Nimura, T.Kitasaka, H. Honma, H. Takabatake, M. Mori, H. Natori, and K.Mori, “A study on quantifying COPD severity by combining pulmonary function tests and CT image analysis,” Proc. of SPIE, vol.7963, pp.796330-1-9, 2011.
- [A02I_Nimura10] *Y.Nimura, T.Kitasaka, and K.Mori, “Blood Vessel Segmentation using Line-Direction Vector based on Hessian Analysis,” Proc. of SPIE, vol.7623, pp.76233Q-7-9, 2010.
- [A02I_Oda11a] *M. Oda, T.Kitasaka, K. Furukawa, O. Watanabe, T. Ando, H. Goto, and K.Mori, “Detection of longitudinal ulcer using roughness value for computer aided diagnosis of Crohn’s disease,” Proc. of SPIE, vol.7963, pp.79631E-1-8, 2011.
- [A02I_Oda11b] *M. Oda, M. Kito, T.Kitasaka, C. Tanaka, K. Misawa, M. Fujiwara, and K.Mori, “Development of laparoscopic surgery planning system and its evaluation based on surgery,” Proceedings of International Forum on Medical Imaging in Asia, O6-4, pp.119-122, 2011.
- [A02I_Oda10a] *M. Oda, K. Furukawa, T.Kitasaka, O. Watanabe, T. Ando, H. Goto, and K.Mori, “Development of computer-aided diagnosis system for Crohn’s disease using virtual unfolded views,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.5, suppl.1, pp. S96-S97, 2010.
- [A02I_Oda10b] *M. Oda, T.Kitasaka, K.Mori, K. Furukawa, O. Watanabe, T. Ando, and H. Goto, “Development of CAD prototype system for Crohn’s disease,” Proc. of SPIE, vol.7624, pp.76241U-1-10, 2010.
- [A02I_Oost11] *E. Oost, A.Shimizu, H. Kobatake and S. Nawano, “Multi-Organ Statistical Models and their application to abdominal CT images,” Proc. of IFMIA2011, pp.83-89, 2011.
- [A02I_Oost10] *E. Oost, Y. Akatsuka, A.Shimizu, H. Kobatake, D. Furukawa and A. Katayama, “Vessel segmentation in eye fundus images using ensemble learning and curve fitting,” Proc. of IEEE International Symposium on Biomedical Imaging, pp.676-679, 2010.
- [A02I_Oya11] *J. Oya, H.Suzuki, Y.Kawata, N.Niki, T. Sugiura, N. Tanabe, Y.Takiguchi, and K.Tatsumi, “Developments of thrombosis detection algorithm using the contrast enhanced CT images,” Proc. SPIE Medical Imaging, vol.7963, pp.79632B-1-6, 2011.
- [A02I_Reeves09] A.P.Reeves, A.C.Jirapatnakul, A.M.Biancardi, T.V.Apanasovich, C.Schaefer, J.J.Bowden, M.Kietzmann, R.Korn, M.Dillmann, Q.Li, J.Wang, J.H.Moltz, J.M.Kuhnigk, T.Hayashi, X.Zhou, H.Fujita, T.Duindam, B.van Ginneken, R. Avila, J.P.Ko, K.Melamud, H.Rusinek, R.Wiemker, G. Soza, C.Tietjen, M.Thorn, M.F.McNitt-Gray, Y.Valenciaga, M.Khatonabadi, Y.Kawata, and *N.Niki, “The VOLCANO’09 Challenge: Preliminary results,” VOLCANO’09, pp.353-364, 2009.
- [A02I_Shimizu11a] *A.Shimizu, M. Nakada, H. Kobatake, and S. Nawano, “Statistical shape models of multiple organs in an upper abdominal CT volume,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 2011 (accepted).
- [A02I_Shimizu11b] *A.Shimizu, K. Takayuki, S. Nawano, K. Shinozaki, and Y. Tateno, “3D Medical Image Processing Algorithm Competition in Japan,” Proc. of IFMIA2011, pp.5-12, 2011.

- [A02I_Shimizu10] *A. Shimizu, K. Nakagomi, T. Narihira, H. Kobatake, S. Nawano, K. Shinozaki, K. Ishizu, and K. Togashi, “Automated Segmentation of 3D CT Images based on Statistical Atlas and Graph Cuts,” Proc. of MICCAI workshop MCV, pp.129-138, 2010.
- [A02I_Takahashi10a] *E.Takahashi, S.Saita, Y.Kawata, N.Niki, M.Ito, H.Nishitani, and N.Moriyama, “Computer aided diagnosis for osteoporosis using multi-slice CT images,”Proc. SPIE Medical Imaging, vol.7624, pp.76243Q-1-8, 2010.
- [A02I_Uchida10] *Y. Uchida, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “A comparative study of statistical shape models of the pancreas,” International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, vol.5,suppl.1,S385-S387, 2010.
- 国内研究会論文・解説論文（総発表論文数 62）**
- [A02W_Akatsuka10] *Y. Akatsuka, E. Oost, A. Shimizu, H. Kobatake, D. Furukawa, and A. Katayama, “Vessel segmentation of eye fundus image based on ensemble learning and a classifier cascade,” IEICE technical report vol.IEICE-109, no.IEICE-MI-407, pp.143-148, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Fukuda10] *福田寛, 瀧靖之, 吳凱, 川島隆太, “日本人脳画像データベース解析による正常脳老化研究,”電子情報通信学会 信学技報, MI2010-61, pp.61-64, 2010.
- [A02W_Haneishi10] *羽石秀昭, “医用画像におけるレジストレーションの基礎と先端技術,”第100回日本医学物理学会 学術大会報文集, 医学物理, vol.30, supplement no.5, pp.59-60, 2010.
- [A02W_Hoang10] *Bui Huy Hoang, 小田昌宏, 北坂孝幸, 三澤一成, 藤原道隆, 森健策, “多クラスAdaBoostを用いた3次元腹部CT像における下腹部血管領域への血管名自動対応付けに関する研究,”電子情報通信学会技術研究報告, MI2010-65, pp.81-86, 2010.
- [A02W_Jiang10] *蔣振剛, 二村幸孝, 北坂孝幸, 三澤一成, 藤原道隆, 梶田泰一, 若林俊彦, 森健策, “ボリュームレンダリング画像におけるテキスト情報の表示方法とその手術支援画像生成の応用,”日本コンピュータ外科学会誌, vol.12, no.3, 24-117, pp.436-437, 2010.
- [A02W_Kamiyama11] *J. Kamiyama, A. Shimizu, H. Kobatake, and S. Nawano, “Simultaneous segmentation of multi-organ from an abdominal CT volume using fusion move graph cuts,” IEICE technical report, vol. 110, no. 364, MI2010-122, pp. 217-222, 2011. (in Japanese)
- [A02W_Kamiyama10] *J. Kamiyama, A. Shimizu, H. Kobatake, and S. Nawano, “Multi-organ segmentation using a statistical model of multiple organs,” Proc. of Jamit Annual Meeting 2010, pp.2-10, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Kanai11] *金井将之, 羽石秀昭, 小鮎京佳, 植英規, 玉井義隆, 迫平篤, 菅一能, “複数の呼吸位相CT画像からの呼吸性変形量の算出とPETの画質改善への応用,”メディカルイメージング連合フォーラム2011, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.110, no.364, pp.29-34,2011.
- [A02W_Mori11a] *森健策, “3次元画像情報を利用した医用画像診断支援,”映像情報メディア学会誌, vol.65, no.4, pp.448-452, 2011.
- [A02W_Mori11b] *森健策, “計算解剖モデルに基づく診断・治療の融合的支援,”日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.129-133, 2011.
- [A02W_Mori10a] *森健策, “〔企画特集号〕「21世紀の診断と治療に関わる画像技術, 次の10年の進歩は?」手術支援について,”医用画像情報学会雑誌, vol.27, no.4, pp.90-94, 2010.
- [A02W_Mori10b] *森浩起, 小田昌宏, 北坂孝幸, 三澤一成, 藤原道隆, 縄野繁, ルッカートダニエル, 森健策, “腹部3次元CT像データベースを用いた類似画像検索と画像位置合わせに基づく臓器自動抽出手法,”電子情報通信学会技術研究報告, MI2009-116, pp.217-222, 2010.
- [A02W_Mori09] *森健策, “特集 コンピュータを用いた呼吸器病態解析の進歩と展望 肺内バーチャルナビゲーション,”呼吸と循環(発行医学書院), vol.57, no.12, pp.1245-1253, 2009.
- [A02W_Nakada11] *M. Nakada, A. Shimizu, H. Kobatake, and S. Nawano, “Proposal of a simultaneous statistical shape model of abdominal multi-organ and its performance evaluation,” IEICE technical report, vol. 110, no. 364, MI2010-120, pp. 205-210, 2011. (in Japanese)
- [A02W_Nakada10] *M. Nakada, A. Shimizu, H. Kobatake, and S. Nawano, “Development of a statistical shape model of multi-organ and its performance evaluation,” Proc. of Jamit Annual Meeting 2010, pp.2-9, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Nakagomi11] *K. Nakagomi, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, K. Shinozaki, K. Ishizu, and K. Togashi, “Improvement of lung segmentation from a chest CT volume with multi-shape graph-cuts,” IEICE technical report, vol.110, no.364, MI2010-120, pp.211-216, 2011. (in Japanese)
- [A02W_Nakaoka11] *中岡輝久, 小田昌宏, 北坂孝幸, 古川和宏, 三澤一成, 藤原道隆, 森健策, “臓器存在尤度アトラスとグラフカットを用いた腹部3次元CT像からの臓器領域抽出,”電子情報通信学会技術研究報告, MI2010-123, pp.223-228, 2011.
- [A02W_Narihira10] *T. Narihira, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Liver segmentation based on shape constrained energy Minimization by a graph cut,” IEICE technical report vol.IEICE-109, no.IEICE-MI-407, pp.443-446, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Niki11] *仁木登, 河田佳樹, 鈴木秀宣, “計算解剖モデルに基づく診断支援,”日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.123-128, 2011.
- [A02W_Nomura10] *I. Nomura, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Development of novel features for simultaneous registration and segmentation of multi-phase abdominal CT volumes and its performance evaluation,” IEICE technical report vol.IEICE-109, no.IEICE-MI-407, pp.407-412, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Ochiai11] *H. Ochiai, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Proposal of a conditional probabilistic atlas and its application to pancreas segmentation from an abdominal CT volume,” IEICE technical report, vol. 110, no.

- 364, MI2010-106, pp. 133-138, 2011. (in Japanese)
- [A02W-Shimizu11] *清水昭伸, “計算解剖モデルに基づくオートブシー・イメージング支援,” 日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.134-137, 2011.
- [A02W_Shindo11] *K. Shindo, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Proposal of a novel boosting algorithm regularized by a global shape and its performance evaluation,” IEICE technical report, vol. 110, no. 364, MI2010-116, pp. 183-188, 2011. (in Japanese)
- [A02W_Shindo10] *K. Shindo, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “Proposal of a novel ensemble learning based segmentation with a shape prior and its application to spleen segmentation from a 3D abdominal CT volume,” Proc. of Jamit Annual Meeting 2010, pp.2-7, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Takahashi10] *R. Takahashi, A. Shimizu, H. Kobatake, and S. Nawano, “Development of an abdominal cavity segmentation algorithm from a non-contrast 3D CT volume and its performance evaluation,” IEICE technical report vol. IEICE-109, no. IEICE-MI-407, pp. 401-406, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Uchida11] *Y. Uchida, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “A study on statistical analysis methods for constructing a statistical shape model of pancreas,” IEICE technical report, vol. 110, no. 364, MI2010-105, pp. 127-132, 2011. (in Japanese)
- [A02W_Uchida10] *Y. Uchida, A. Shimizu, H. Kobatake, S. Nawano, and K. Shinozaki, “A study on statistical analysis methods for constructing a statistical shape model of pancreas,” IEICE technical report vol. IEICE-109, no. IEICE-MI-407, pp. 211-216, 2010. (in Japanese)
- [A02W_Yamamoto10] *S. Yamamoto, “Ai(Autopsy imaging)- 12 Change of Ai,” Rinshoukensa, vol.54, no.1, pp.103-109, 2010. (in Japanese)

研究項目A03

学術論文（総発表論文数 38）

- [A03J_Hong10] *J. Hong, and M. Hashizume, “An effective point-based registration tool for surgical navigation,” Surg Endosc, vol.24, no.4, pp.944-948, 2010.
- [A03J_Hong09] *J.Hong, N. Matsumoto, R. Ouchida, S. Komune, and M. Hashizume, “Medical Navigation System for Otolgic Surgery Based on Hybrid Registration and Virtual Intraoperative Computed Tomography,” IEEE Trans Biomed Eng, vol.56, pp.426-432, 2009.
- [A03J_Ieiri10] *S. Ieiri, T. Nakatsuji, M. Higashi, J. Akiyoshi, M. Uemura, K. Konishi, M. Onimaru, K. Ohuchida, J. Hong, M. Tomikawa, K. Tanoue, and M. Hashizume, T. Taguchi, “Effectiveness of basic endoscopic surgical skill training for pediatric surgeons,” Pediatr Surg Int, vol.26, no.10, pp.947-954, 2010.
- [A03J_Kang10] *J. Kang, Y. Asami, M. Murata, H. Kitazaki, N. Sadanaga, E. Tokunaga, S. Shiotani, S. Okada, Y. Maehara, T. Niidome, and M. Hashizume, T. Mori, Y. Katayama, “Gold nanoparticle-based colorimetric assay for cancer diagnosis,” Biosensors and Bioelectronics, vol.25, pp.1869-1874, 2010.
- [A03J_Kunihiro11] Y. Kunihiro, N. Tanaka, T. Ando, T. Yujiri, and *N. Matsunaga, “Engraftment Syndrome After Hematopoietic Stem Cell Transplantation: High-resolution Computed Tomography Findings in 2 Patients,” J Thorac Imaging, 26, pp.W23-25, 2011.
- [A03J_Maeda09] *T. Maeda, J. Hong, K. Konishi, T. Nakatsuji, T. Yasunaka, Y. Yamashita, A. Taketomi, K. Kotoh, M. Enjoji, H. Nakashima, K. Tanoue, Y. Maehara, and M. Hashizume, “Tumor ablation therapy of liver cancers with an open magnetic resonance imaging-based navigation system,” Surg Endosc, vol.23, pp.1048-1053, 2009.
- [A03J_Matsuoka10] *Y. Matsuoka, M. Murata, Y. Fujisaki, S. Narahara, N. Shinzato, and M. Hashizume, “Molecular imaging contrast media for visualization of liver function,” Magnetic Resonance Imaging, vol.28, no.5, pp.708-715, 2010.
- [A03J_Ogura09] *G. Ogura, R. Nakamura, Y. Muragaki, M. Hashizume, and H. Iseki, “Development of an articulating ultrasonically activated device for laparoscopic surgery,” Surg Endosc, vol.23, no.9, pp.2138-2142, 2009.
- [A03J_Shimizu10] K. Shimizu, S. Hashimoto, Y. Washida, H. Onoda, *N. Matsunaga, S. Higaki, K. Fujiwara, T. Fujita, S. Yamatogi, M. Kato, K. Hashimoto, and I. Sakaida, “Computed tomography enteroclysis for recurrent severe gastrointestinal bleeding in a patient with vascular malformation of the small bowel,” Japanese Journal of Radiology, vol.28, no.1, pp.58-61, 2010.
- [A03J_Shouno10] H. Shouno, and *M. Okada, “Bayesian image restoration for medical images using Radon transform,” Journal of the Physical Society of Japan, vol.79, no.7, pp.074004-1-6, 2010.
- [A03J_Suga11] K. Suga, M. Okada, M. Kunihiro, H. Iwanaga, and *N. Matsunaga, “Clinical significance of CT density-based, non-uniform photon attenuation correction of deep-inspiratory breath-hold perfusion SPECT,” Ann Nucl Med, vol.25, no.4, pp.289-298, 2011.
- [A03J_Suga10a] K. Suga, Y. Kawakami, H. Koike, H. Iwanaga, O. Tokuda, M. Okada, and *N. Matsunaga, “Lung ventilation-perfusion imbalance in pulmonary emphysema: assessment with automated V/Q quotient SPECT,” Ann Nucl Med. 2010, vol.24, no.4, pp.269-277, 2010.
- [A03J_Suga10b] K. Suga, O. Tokuda, M. Okada, M. Koike, H. Iwanaga, and *N. Matsunaga, “Assessment of cross-sectional lung ventilation-perfusion imbalance in primary and passive pulmonary hypertension with automated V/Q SPECT,” Nucl Med Commun. 2010, vol.31, no.7, pp.673-681, 2010.
- [A03J_Suga10c] K. Suga, H. Iwanaga, O. Tokuda, M. Okada, N. Tanaka, and *N. Matsunaga, “Steal phenomenon-induced lung perfusion defects in pulmonary arteriovenous fistulas : assessment with automated perfusion SPECT-CT fusion images,” Nucl Med Commun, vol.31, no.9, pp.821-829, 2010.

- [A03J_Suga10d] K. Suga, Y. Kawakami, M. Okada, H. Iwanaga, and *N. Matsunaga, “Lung morphology-perfusion correlation on perfusion SPECT-CT fusion images in two cases of septic pulmonary embolism,” Clin Nucl Med, vol.35, no.9, pp.746-750, 2010.
- [A03J_Sugimoto11] *M. Sugimoto, K. Tanaka, Y. Matsuoka, M. Man-I, Y. Morita, S. Tanaka, S. Fujiwara, and T. Azuma, “Da Vinci robotic single-incision cholecystectomy and hepatectomy using single-channel GelPort access,” J Hepatobiliary Pancreat Sci, vol.18, no.4, pp.493-498, 2011.
- [A03J_Tamura09] *田村暁斗, 諸岡健一, 倉爪亮, 岩下友美, 内田誠一, 原健二, 中西洋一, 橋爪誠, 長谷川勉, “AdaBoostによる気道・食道自動識別,” 電子情報通信学会論文誌D, vol.J92-D, no.12, pp.2249-2260, 2009.
- [A03J_Tashiro09] *Y. Tashiro, K. Okazaki, H. Miura, S. Matsuda, T. Yasunaga, M. Hashizume, Y. Nakanishi, and Y. Iwamoto, “Quantitative Assessment of Rotatory Instability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction,” Am J Sports Med, vol.37, pp.909-916, 2009.
- [A03J_Tomikawa10a] *M. Tomikawa, J. Hong, S. Shiotani, E. Tokunaga, K. Konishi, S. Ieiri, K. Tanoue, T. Akahoshi, Y. Maehara, and M. Hashizume, “Real-Time 3-Dimensional Virtual Reality Navigation System with Open MRI for Breast-Conserving Surgery,” J Am Coll Surg, vol.210, no.6, pp.927-933, 2010.
- [A03J_Tomikawa10b] *M. Tomikawa, H. Xu, and M. Hashizume, “Current Status and Prerequisites for Natural Orifice Translumenal Endoscopic Surgery (NOTES),” Surgery Today, vol.40, no.10, pp.909-916, 2010.
- [A03J_Watabe11] 渡部優樹, 平野靖, *木戸尚治, 岡田宗正, 菅一能, “呼吸と吸気のCT画像を用いた肺呼吸機能の解析とSPECT画像の対比検討,” 生体医工学, vol.49, no.1, pp.76-83, 2011.
- 国際会議論文（総発表論文数 64）**
- [A03I_Hirano10] Y. Hirano, A. Toyama, T. Nagai, K. Ishii, and *S. Kido, “Parallel processing environment for three-dimensional image processing using MPI,” Int. J. CARS, S90-S92, 2010.
- [A03I_Kido10] *S. Kido, R. Xu, Y. Hirano, “Computer-aided Diagnosis for Diffuse Lung Diseases on Three-dimensional Thoracic CT images,” 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC2010), vol.II, pp. 258-261, 2010.
- [A03I_Shouno10] H. Shouno, and *M. Okada, “A Hyper-parameter Inference for Radon Transformed Image Reconstruction using Bayesian Inference,” In Proceedings of Machine Learning in Medical Imaging 2010 (MLMI'10), LNCS 6357 pp.26-33, 2010.
- [A03I_Tanaka10] Y. Tanaka, H. Shouno, and *S. Kido, “Classification of Idiopathic Interstitial Pneumonia on High-resolution CT Images using Counter Propagation Network,” In Proceedings of the International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications 2010 (PDPTA'10), vol.2, pp.652-657, 2010.
- [A03I_Xu10] R. Xu, Y. Hirano, *S. Kido, M. Tomikawa, M. Hashizume, and Y. Chen, “3D Non-rigid Image Registration for Open-MR Guided Pneumoperitoneum in Laparoscopic Surgery,” 2010 International Conference on Future Computer, Control and Communication (FCCC2010), vol.II, pp. 262-265, 2010.
- 国内研究会論文・解説論文（総発表論文数 32）**
- [A03W_Hashizume10] *橋爪誠, “画像誘導下ロボット手術の現状と応用,” 静岡整形外科医学雑誌, vol.3, no.2, pp.131-134, 2010.
- [A03W_Hashizume09] *橋爪誠, “気管食道領域におけるロボット手術の現状と将来,” 日本気管食道科学会会報, vol.60, pp.59-66, 2009.
- [A03W_Ieiri10a] *家入里志, 小西晃造, 植村宗則, 富川盛雅, 田上和夫, 田口智章, 橋爪誠, “特集ロボット手術と最新の内視鏡外科手術1. 最新のナビゲーション技術によるロボット手術 Image-guided robotic surgery,” Surgery Frontier, vol.17, no.3, pp.17-24, 2010.
- [A03W_Ieiri10b] *家入里志, 橋爪誠, “誌上ディベート消化器外科領域におけるロボット手術期待できるとする立場から,” Frontiers in Gastroenterology, vol.15, no.1, pp.19-26, 2010.
- [A03W_Kakeji10] *掛地吉弘, 佐伯浩司, 小西晃造, 富川盛雅, 家入里志, 田上和夫, 森田勝, 前原喜彦, 橋爪誠, “ノート6. 早期大腸癌の精密画像診断共焦点レーザー内視鏡,” 胃と腸, vol.45, no.5, pp.868-871, 2010.
- [A03W-Kido11] *木戸尚治, 平野靖, 徐 睿, 庄野逸, “計算解剖モデルの診断支援とオートプシー・イメージング支援応用,” 日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.138-142, 2011.
- [A03W_Konishi10a] *小西晃造, 橋爪誠, “特集：内視鏡・内視鏡外科治療最前線インテリジェント消化器内視鏡,” 日本臨床, vol.68, no.7, pp.1279-1284, 2010.
- [A03W_Konishi10b] *小西晃造, 橋爪誠, “治療器具としての未来型内視鏡 Endoscopy in the Future,” 医薬の門, vol.49, no.6, pp.54-59, 2010.
- [A03W_Misawa10] *三澤一成, 伊藤誠二, 伊藤友一, 金光幸秀, 小森康司, 千田嘉毅, 佐野力, 清水泰博, 林雄一郎, 蔭振剛, 小田昌宏, 森健策, 藤原道隆, 小寺泰弘, 中尾昭公, “腹腔鏡下手術における術中ナビゲーションシステムの開発と臨床応用,” 日本コンピュータ外科学会誌第19回日本コンピュータ外科学会大会特集号(JSCAS2010), vol.12, no.3, 13-57, pp.314-315, 2010.
- [A03W_Morooka11] *諸岡健一, 陳献, 橋爪誠, 長谷川勉, “複数のニューラルネットワークによる胃変形シミュレータの開発,” 電子情報通信学会医用画像研究会, vol.111, no.47, pp.81-86, 2011.
- [A03W_Nagakura10] *長倉俊明, 牧坂光, 他, “対応点探索を改善させた内視鏡ステレオマッチング法の検討,” 日本コンピュータ外科学会誌, vol.12, pp.230-231, 2010.
- [A03W_Ohira10] *大平猛, 橋爪誠, “特集：これがNOTESだ腹腔臓器へのアプローチ法：経直腸・結腸NOTESの可能性,” 消化器内視鏡, vol.22, no.10, pp.1617-1629, 2010.

- [A03W_Sugimoto10a] *杉本真樹, 松岡雄一郎, 田中紘一, Francesco Volonte, Philippe Morel, 東 健, “OsiriX Stereo 3D 可視化技術と光学的電力的センシングを統合したリアルタイムロボット手術ナビゲーションシステムの開発,” 日本コンピュータ外科学会誌, vol.12, no.3, pp.192-193, 2010.
- [A03W_Sugimoto10b] *杉本真樹, “外科医主導型手術ナビゲーションOsiriXの開発: 次世代低侵襲手術NOTES, SPS, ロボット手術の展望,” Medical Torch, vol.6, no.1, pp.28-31, 2010.
- [A03W_Takiuchi10] *滝内秀和, 田ノ岡征雄, 山本新吾, 橋爪誠, “特集: 医療から見たVR手術支援システムの現状と期待,” 日本バーチャルリアリティ学会誌, vol.15, no.1, pp.37-40, 2010.
- [A03W_Tashiro10] *田代泰隆, 岡崎賢, 三浦裕正, 松田秀一, 井澤敏明, 深川真吾, 富川盛雅, 田上和夫, 安永武史, 西村須磨子, 橋爪誠, 岩本幸英, “骨付き膝蓋腱を用いた前十字靭帯再建術における前方および回旋不安定性評価-Open MRIによる定量的検討-,” 整形外科と災害外科, vol.59, no.1, pp.174-177, 2010.
- [A03W_Tomikawa11a] *富川盛雅, 家入里志, 橋爪誠, “低侵襲ロボット手術,” 臨床と研究, vol.88, no.4, pp.19-23, 2011.
- [A03W_Tomikawa11b] *富川盛雅, 植村宗則, 堤 敬文, 家入里志, 橋爪誠, “画像ガイド下内視鏡外科手術の現状,” 映像情報メディカル, vol.43, no.6, pp.474-478, 2011.
- [A03W_Tomikawa11c] *富川盛雅, 橋爪誠, “計算解剖モデルの診断・治療の融合的支援応用,” 日本医用画像工学会誌, vol.29, pp.143-148, 2011.
- [A03W_Yamada10] *山田憲嗣, 薄雄斗, 長倉俊明, 石原謙, 大野ゆう子, “薄膜シリコンを利用した触覚内視鏡開発の基礎検討,” 電気学会研究会資料医用・生体工学研究会, MBE-19-121~128, pp.11-12, 2010.

5.2 ホームページについて

計算解剖学のホームページ (<http://www.comp-anatomy.org>) では、本研究領域の概要、各研究班・公募班の研究テーマとその概要を掲載し、研究成果や業績一覧、国際シンポジウム、セミナーなどの活動実績を随時更新している。研究活動の対外向け情報として、2回の国際シンポジウムと9回の計算解剖学セミナーの情報を公開している。一部セミナーはストリーミング配信も試験的に導入し、本研究領域の活動を広く世間に発信する努力を継続している。また、計算解剖学モデルの標準化に向けて、「標準マーク値」(各臓器や病変のID)を公開している。これは、複数の研究施設間でのデータのやり取りを円滑にするために必要不可欠なものであり、本研究領域が担う重要な役割の1つである。

本ホームページには2011年6月13日現在で939,347アクセスがあった。国別アクセス数では、日本が496,207でトップ、次いでアメリカ201,694、オーストラリア10,329となっている。地域別では、アジア522,138、北中南米204,184、ヨーロッパ18,948であった。これらのデータからも分かるように、我が国における関心の高さはもちろんだが、アメリカからのアクセス数が他の国よりも1桁以上多く、その関心の高さが窺える。

5.3 公開発表について

国内外でのシンポジウムやセミナーの開催状況は以下のとおりである。特に計算解剖学セミナーは合計10回を超え、これまでに延べ449名の参加者があった。また、招待講演数も年度ごとにH21年度: 2件(国内11 国外11)、H22年度: 39件(国内21 国外18)、H23年度(6月まで): 5件(国内5)と着実に増えており、この分野に対する関心の高さが伺える。

●電子情報通信学会の医用画像研究会におけるパネル討論

- (1) 日時/場所 2010年1月28日 / 沖縄 那覇市ぶんかテンプス館
- (2) 登壇者 小畑秀文(東京農工大)・他
- (3) 参加者数 124名

●Computer Assisted Radiology and Surgery 2010における特別セッション

- (1) 日時/場所 2010年6月26日 / Switzerland, Geneva, University Medical Center
- (2) Session Chairs Hidefumi Kobatake PhD (J), Yoshinobu Sato PhD (J)
- Speakers N. Niki, K. Mori, A. Shimizu
- (3) 参加者数 50名

●計算解剖学セミナー

・第1回計算解剖学セミナー

- (1) 日時/場所 2010年12月10日 18:00 - 20:30 / Seminar Room 6 (#1304A) Experimental Research Bldg. 13F Faculty of Medicine, Univ. of Tokyo
- (2) 講師 Dr. Andreas Pommert (Head, VOXEL-MAN group, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, GERMANY)
Dr. Rainer Schubert (Professor, University for Health Informatics and Technology Tyrolin)

Innsbruck, AUSTRIA)

- (3) 参加者数 31名
・第2回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年6月9日 13:00 - 16:15 / 名古屋大学IB電子情報館中棟IB012教室
(2) 講師 佐藤 嘉伸 准教授 (大阪大学)
- (3) 参加者数 57名
・第3回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年7月7日 17:30 - 18:30 / 大阪大学吹田キャンパス銀杏会館3F大会議室
(2) 講師 鈴木 賢治 准教授 (シカゴ大学)
- (3) 参加者数 63名
・第4回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年8月6日 15:00 - 16:00 / 名古屋大学IB電子情報館南棟462
(2) 講師 Daniel Rueckert 教授 (インペリアルカレッジロンドン)
(3) 参加者数 25名+ネット中継参加者12名
・第5回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年9月3日 14:40 - 15:30 / 理化学研究所和光キャンパス大河内記念ホール
(2) 講師 福田 寛 教授 (東北大学加齢医学研究所, 研究所長)
(3) 参加者数 77名
・第六回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年9月16日 13:30 - 16:30 / 東京農工大学小金井キャンパスL0014講義室
(2) 講師
セッション1 Tobias Heimann, PhD (German Cancer Research Center, Germany)
セッション2 Hans Lamecker, PhD (Zuse Institute Berlin, Germany)
セッション3 Marius George Linguraru, PhD (National Institutes of Health, USA)
- (3) 参加者数 30名
・第7回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2010年11月23日 15:30-18:00 / 東大医学部附属病院中央診療棟II 7F 大会議室
(2) 講師
セッション1 大淵 竜太郎 教授 (山梨大学)
セッション2 Dr. Xavier PENNEC (INRIA, France)
- (3) 参加者数 39名
・第8回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2011年3月4日 18:00 - 19:00 / 九州大学 総合研究棟 105号1階 セミナー室
(2) 講師 Richard M. Satava 教授 (米国ワシントン大学)
(3) 参加者数 30名
・第9回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2011年4月26日 18:00 - 19:00 / 九州大学 総合研究棟 105号1階 セミナー室
(2) 講師 Ron Kikinis 教授 (ハーバード大学)
(3) 参加者数 40名
・第10回計算解剖学セミナー
- (1) 日時／場所 2011年6月15日(水) 14:00~16:00 / 山口大学工学部 E講義棟E32教室
(2) 講師 波多 伸彦 准教授 (ハーバード大学医学部)
(3) 参加者数 45名

5.4 「国民との科学・技術対話」について

一般市民を対象として、A01-1の研究分担者の井宮が、「投影からの画像再構成：計算解剖学を目指して」と題し千葉市立科学館において一般市民向けに講演を行った。アンケートの結果を以下に示す。

参加者数は24名、性別は男性18名、女性6名、年齢は20代6名、30代5名、40代1名、50代7名、60代5名であった。その内の22名から有効な回答が得られた。まず、満足度については、以下の問いの中から18名が「大いに満足した」か「まあ満足した」を選んだ。

- 今日の講演の満足度（一つお選び下さい）。
- ・大いに満足した
 - ・まあ満足した
 - ・少々物足りなかった
 - ・全く物足りなかった
 - ・その他 具体的に（ ）

また、難易度は、以下の問いの中から18名が「よく理解できた」か「まあ理解できた」を選んでいった。

- 今日の講演の難易度（一つお選び下さい）
- ・よく理解できた
 - ・まあ理解できた
 - ・よく理解できなかった
 - ・全く理解できなかった
 - ・その他 具体的に（ ）

これ以外にも、「計算解剖学」のことを事前に知っていたかどうかについても問いかけたが、名称のみを知っている人も含めて何らかの予備知識がある人は5名にとどまっていた。一般にはまだ「計算解剖学」は知られていないことが確認されたが、医用画像は一般市民の目に触れることが多いことから、計算解剖学については説明をすれば理解してもらえ、さらに、その重要性に関して健康への関心から理解は進むことが本講演とそのアンケート結果からわかった。

また、前節「(3) 公开发表について」で示した計算解剖学セミナーは、一般に公開されたもので、計算解剖学に直接携わっていない人も多数参加している。以下には、その中の一回分（第7回計算解剖学セミナー）について実施したアンケートの結果を示す。

参加者数は39名で、全員にアンケート調査を行ったが、その内の29名から回答があった。性別は男性23名、女性4名、未記入2名、年齢は20代16名、30代8名、40代4名、50代1名であった。まず、満足度については（質問項目は上と同様）、24名が「大いに満足した」か「まあ満足した」を選んだ。また、難易度は、17名が「よく理解できた」か「まあ理解できた」を選んでいった。さらに、満足度と理解度の相関を調べたところ、今回のアンケートでは、理解度が高い人ほど満足度も高いことが確認できたため、今後は、理解度を高めるための工夫が重要となることが分かった。

6. 研究組織と各研究項目の連携状況

6.1 研究組織

研究項目 A01

—計画研究

A01-1 「計算解剖学の基礎数理」

研究代表者：増谷 佳孝（東京大学・講師）

研究分担者：本谷 秀堅（名古屋工業大学・教授）、井宮 淳（千葉大学・教授）

A01-2 「計算解剖学の基盤技術」

研究代表者：佐藤 嘉伸（大阪大学・准教授）

研究分担者：中本 将彦（大阪大学・助教）、山崎 隆治（大阪大学・特任講師）、多田 幸生（神戸大学・教授）、堀 雅敏（大阪大学・助教）、富山 憲幸（大阪大学・教授）、菅野 伸彦（大阪大学・寄附講座教授）、菅本 一臣（大阪大学・寄附講座教授）

A01-3 「計算解剖モデルの構築」

研究代表者：藤田 廣志（岐阜大学大学院医学系研究科・教授）

研究分担者：原 武史（岐阜大学大学院医学系研究科・准教授）、周 向荣（岐阜大学大学院医学系研究科・助教）

—公募研究

A01-4 「医用イメージングと計算機支援診断の統合」

研究代表者：工藤 博幸（筑波大学・教授）

A01-5 「肝線維化の力学的モデル構築と超音波組織弾性像に基づく肝疾患の定量的診断法の研究」

研究代表者：椎名 毅（京都大学・教授）

A01-6 「肺の虚脱シミュレーションの統計数理的モデルの構築と腫瘍位置ナビゲーションへの応用」

研究代表者：小林 洋（早稲田大学・研究院講師）

A01-7 「統計ボリュームモデルに基づく慢性肝疾患の経時進行度に関する形態定量評価」

研究代表者：陳 延偉（立命館大学・教授）

研究項目 A02

—計画研究

A02-1 「計算解剖モデルに基づく診断支援」

研究代表者：仁木 登（徳島大学・教授）

研究分担者：河田 佳樹（徳島大学・准教授）、鈴木 秀宣（徳島大学・助教）、高山 哲治（徳島大学・教授）、島田 光生（徳島大学・教授）、上野 淳二（徳島大学・教授）、原田 雅史（徳島大学・教授）、安倍 正博（徳島大学・准教授）、大塚 秀樹（徳島大学・教授）、伊藤 春海（福井大学・特任教授）、金子 昌弘（東京都予防医学協会・部長）、江口 研二（帝京大学・教授）、楠本 昌彦（国立がん研究センター中央病院・副科長）、土田 敬明（国立がんセンター中央病・医長）、大松 広伸（国立がん研究センター東病院・副科長）、高橋 雅士（滋賀医科大学・准教授）、中野 恭幸（滋賀医科大学・講師）、阪井 宏彰（京都大学・講師）、滝口 裕一（千葉大学・教授）

A02-2 「計算解剖モデルに基づく診断・治療の融合的支援」

研究代表者：森 健策（名古屋大学・教授）

研究分担者：末永 康仁（愛知工業大学・教授）、二村 幸孝（名古屋大学・研究員）、目加田 慶人（中京大学・教授）、長谷川 純一（中京大学・教授）、北坂 孝幸（愛知工業大学・准教授）、縄野 繁（国際医療福祉大学・教授）

A02-3 「計算解剖モデルに基づくオートプシー・イメージング支援」

研究代表者：清水 昭伸（東京農工大学・准教授）

研究分担者：山本 正二（放射線医学総合研究所・医師）、下総 良太（千葉大学・助教）

一公募研究

A02-4 「脳画像データベースに基づく計算解剖学的手法による年代・性別正常脳構造モデルの作成」

研究代表者：福田 寛（東北大学・教授）

A02-5 「空間統計臓器モデルと超画素値空間モデルに基づく高精度画像理解と胸部 CT への応用」

研究代表者：滝沢 穂高（筑波大学・准教授）

A02-6 「呼吸由来肺形状変化の統計モデル構築と臨床応用」

研究代表者：羽石 秀昭（千葉大学・教授）

A02-7 「三次元実像を用いた計算解剖学モデルの再構築及び診断・治療支援システムの開発」

研究代表者：廖 洪恩（東京大学・准教授）

A02-8 「生体組織構造変化のシミュレーションモデルを用いた超音波画像理解と診断支援」

研究代表者：蜂屋 弘之（東京工業大学・教授）

A02-9 「診断治療支援のための脳シミュレータの構築」

研究代表者：宮城 靖（九州大学・研究員）

研究項目 A03

一計画研究

A03-1 「計算解剖モデルの診断支援とオートプシー・イメージング支援応用」

研究代表者：木戸 尚治（山口大学・教授）

研究分担者：平野 靖（山口大学・准教授）、庄野 逸（電気通信大学・准教授）、橋 理恵（大島商専高等学校・助教）、田中 伸幸（山口大学・准教授）、岡田 宗正（山口大学・助教）、松永 尚文（山口大学・教授）

A03-2 「計算解剖モデルの診断・治療の融合的支援応用」

研究代表者：橋爪 誠（九州大学・教授）

研究分担者：木口 量夫（佐賀大学・教授）、鈴木 直樹（東京慈恵会医科大学・教授）

一公募研究

A03-3 「ファイバートラクトグラフィーによる神経線維描出の統合的検証と臨床応用」

研究代表者：橋本 直哉（大阪大学・准教授）

A03-4 「計算解剖モデルを利用した診断治療・教育・遠隔支援システムの開発」

研究代表者：杉本 真樹（神戸大学・特命講師）

A03-5 「計算解剖モデルを利用した実時間有限要素解析による次世代低侵襲手術シミュレータ」

研究代表者：諸岡 健一（九州大学・准教授）

A03-6 「内視鏡粘膜画像の色情報データベースと統計学組織診断支援法の開発」

研究代表者：長倉 俊明（大阪電気通信大学・教授）

A03-7 「計算解剖学実現のための数理的解剖情報データベース構築と診療支援システムの臨床応用」

研究代表者：三澤 一成（愛知県がんセンター（研究所）・医長）

6.2 研究項目間の連携

新学術領域では、様々な研究機関が有機的に連携することによって、新しい学術分野、ならびに、新しい研究成果を生み出すことができると考える。そのために、新学術領域「計算解剖学」では、領域代表者のリーダーシップの下、総括班が中心的な役割を果たすことで、研究項目間の連携を深めてきた。また、各研究課題間での研究協力体制も築かれている。以下に具体的な連携内容を示す。

(1) 研究課題間連携WGの設置

研究課題間の連携促進を考慮し、総括班内に融合WG、データベースWG、学理構築WGを設置し、計算解剖学に関する手法的側面、データの側面、学理構築の側面など多方面から連携が図れるようにした。

融合WGでは、各研究項目間での研究成果の流通を可能とするために、

- これまでに進めてきた医用画像処理共通基盤プラットフォーム(Pluto)の拡張
- 計算解剖モデル作成を容易とするための Pluto プラグイン開発

- c) 共通プラットフォームにおける Pluto プラグイン流通
- d) データ流通促進のための共通ラベル整備
- e) Pluto プラグイン作成講習会

を行ってきた。a)では、本学術領域では、確率画像などを数多く扱う特徴があることなどから、取り扱うことのできるデータ形式の拡張を図った。b)では、計算解剖モデル作成に必須な手動臓器抽出（セグメンテーション処理）を効率的に進めることができるようにするため、Pluto向けのグラフカットプラグイン等を配布し、本領域の希望する全研究班が自由に使用できるようにした。また、その他にもいくつかのプラグインを総括班主導で作成し、流通を図った。これまで各研究機関でばらばらになされていた計算解剖モデルの表現方法を統一するため、系統解剖に従った共通ラベルを定義し、Webページ上で公開することで、研究項目間での連携を容易に図ることができるようにした。

データベースWGでは、本学術領域に参加する研究組織の協力を得て、166症例の胸腹部X線CT画像を収集し、これらの画像を本領域参加研究機関内で利用できるようにした。収集された画像は、本領域参加機関へ配布済みである。また、これらの画像のうち、主要18臓器に対しては、前述のPlutoを最大限活用して臓器領域を12症例について手入力し、先ほどのCT画像と合わせて配布を行った。共通データベース構築は、本領域内における「計算解剖」を核とした研究協力に大きな役割を果たしている。

さらに、計算解剖の根幹をなす学理構築WGも設置し、学理の最も基本を構成する骨子が、人体の解剖学的構造における個体差と変異を記述可能である計算解剖モデルの表現論と構築論、および同モデルの利用により、様々な制約のある臨床データにおける画像理解や病態識別などを実現する応用論であることを確認した。また、従来の手法について網羅的に体系化を進め、各手法の問題点を分析すると同時に本学術領域で解決すべき課題を明確にした。以上をまとめるため、計算解剖学の専門書執筆チームを組織し、計算解剖学の数理問題としての定式化、基盤技術、応用システムの実際などについて分担執筆を進めている。

(2) 研究項目間連携

本領域では、各研究項目間での連携も重要となる。例えば、A01の計算解剖モデルの基礎数理や基盤技術に関する知的成果は、領域内の勉強会や共同研究検討会などを通じて領域全体にフィードバックされ、領域内での共有化は着実に進んでいる。例えば、A01-3で開発した計算解剖学モデルをA03-1が臨床応用し、その結果はA01-3にフィードバックされている。また、A02-3が開発した画像理解プログラムは主な計画班と、オートプシー用データベースはA03-1と共有し、医用画像の完全理解やオートプシー支援の臨床展開の研究に結びついている。さらに、A02-2で開発された手術ナビゲーションプログラムとそれに関連した計算解剖モデルに基づく画像処理プログラムは、A03-2あるいはA03-7が利用し、内視鏡外科手術やOpen MRI手術のナビゲーションシステム、さらには、仮想気腹シミュレーションなどの重要な研究成果の実現に結びついている。

上述の通り、研究項目間連携は着実に進み、一部では具体的な共同研究成果に結びつくなど、計画班を中心とした有機的連携は新しい研究成果を生みつつある。今後は、計算解剖学の基盤技術をさらに強化し、公募班も含めた領域全体での連携を進める予定である。

(3) 計画研究と公募研究の調和

本新学術領域では、計画研究ならびに公募研究グループを同等に考え、「計算解剖学」に関するビジョンを共有するとともに、研究連携、ならびに、人材交流などを行ってきた。研究連携では、たとえばA02-3とA01-7との間の画像理解プログラムの共有、A02-2とA03-7との間の既存の実験機材共有、ソフトウェア群の共有、外科医の立場からの学生指導など、密な連携を図っている。研究項目A02と研究項目A03

の連携を図るために、「外科学と計算解剖学の融合」を目指すいくつか計画研究課題ならびに公募研究課題が一堂に会する検討会を数回開催し、研究ビジョンの共有、研究成果の報告、これからの研究内容に関しての深い議論を行っている。

人材育成ならびに人材交流も計画研究と公募研究の調和を図るうえで重要である。2010年9月に中京大学薬科セミナーハウスで合宿形式での勉強会（サマースクール）を開催した。ここでは、計画研究ならびに公募研究の研究代表者および研究分担者のみならず、将来本学術領域を担うであろう大学院学生も多数参加し、本領域におけるベテラン研究者を講師とした講演会、研究機関あるいは計画研究と公募研究の垣根を越えた調査検討会などを催した。

7. 研究費の使用状況

膨大な個体数の画像データに基づく計算解剖モデルの表現と構築、そのモデルを利用した頑健かつ精密な画像理解と人体構造知識の抽出という中心課題に対して、データ取得、データ解析、現場で利用する装置などの設備備品と、学問分野を支える次代の研究者育成のための人件費の割合が高いため、これらを中心に以下にまとめる。

7.1 設備備品

- (1) 生前の画像だけでなく死後の画像など、時期や画像種などの異なる様々な被験者のデータを収集することが必要であるため、以下の装置を購入した。
 - ・研究用電動生物顕微鏡（木戸班、H21、3,090千円）
ニコン90iTF-31-2により病理標本データを収集し、画像と病理の関係解析に利用
- (2) 計算解剖モデルを構築するために、大量の医用画像を扱うことができる高速な処理性能をもつコンピュータ環境が必要であり、以下を購入した。
 - ・画像統計解析用HPCクラスタ（増谷班、H21、6,694千円）
NVIDIA ETS1070-S16XR、記憶装置一式、GPUによる高速な並列計算に利用
 - ・システム開発用計算機（増谷班、H21、2,448千円）
医用画像レジストレーション、厳密な計算など、高負荷かつ大容量の計算、可視化に利用
 - ・数値解析用PCクラスタ（藤田班、H21,22、計6,499千円）
POWER MASTER Server S8623, S8626を各年度で購入し、計算解剖モデルの構築に利用
 - ・リアルタイム画像変形計算用計算サーバ（森班、H21、4,683千円）
DELL PowerEdge R900を含む一式、手術支援のために実時間での臓器変形計算に利用
 - ・画像保存装置（藤田班、H21、3,078千円）、（仁木班、H21、1,306千円）、（木戸班、H21,22、計3,385千円）、（総括班、H21、2,440千円）
爆発的に容量が増加する医用画像を蓄積するための記録装置として利用
※機関を跨いで医用画像をネットワーク的に常時共有することは個人情報保護やネットワークトラフィックの観点からも困難であるため、各班で必要な量を手配している。
- (3) 医療現場でのシステムの適用可能性を評価するために、実際の手術器具や開発するシミュレーションシステム関連の装置を購入した。
 - ・シミュレーションシステムハードウェア（橋爪班、H21,22、計6,116千円）
流体解析ソフト、ドライボックス用モニタ等、手術シミュレーションシステム開発に利用
 - ・腹腔鏡手術器具一式（橋爪班、H21,22、計4,210千円）
アコマ動物用麻酔器、システム6 胸骨鋸ハンドピース等、腹腔鏡手術の実験に利用

7.2 人件費

各班の研究推進と人材育成の観点から、ポスドク研究員9名、特任スタッフ3名、研究支援者9名を雇用している。総括班においては設備備品の項で述べた機材を用いて、画像データの収集とそれらに対する臓器ラベルの付与を行う研究支援者を雇用し、領域全体に質の高い画像データの提供を継続的に実施している。

8. 今後の研究領域の推進方策

研究の推進に関して、これまで、総括班を中心とした学理構築、A01による基盤技術の構築、A02とA03の連携による臨床応用システムの構築と臨床適用が進められてきた。これまでの研究において、総括班の学理構築とA01の基盤技術整備を通して領域全体の強固な基礎が築かれた。今後、申請書のロードマップに従い、A01で開発された基盤技術を共通プラットフォームに実装し、整備されつつある共通データベースを用いて、形態・濃淡分布に関する計算解剖モデルデータベースを迅速に整備する。これら計算解剖モデルデータベースおよび共通プラットフォームの基盤の上で、A02とA03の連携により応用システムの構築と臨床適用を進めていく。このような一貫した連携体制を維持することにより、計算解剖学の学理構築を通じた学術的な貢献、および、高度な臨床応用システムを通じた臨床的な貢献がなされ、両者の相乗効果もより高まると考えている。より具体的には、A01による計算解剖モデル構築・利用のための汎用ソフトウェアを共通プラットフォーム上のプラグインとして実装し、完全医用画像理解を実現し、A02における臨床応用システムの開発を促進する。また、A03におけるそのシステムの臨床適用の結果のフィードバックと、データベースの更なる拡充により計算解剖モデルを増強し、応用システムの性能の一層の向上をはかる。さらに、形態・分布のみならず、トポロジー・機能・動態・変形に関する計算解剖モデルデータの整備を進め、臨床応用を拡大させる。

研究成果の普及に関して、**計算解剖学による医療・人体に関連する多方面での研究開発、臨床診断・治療のイノベーションを促進するため、研究期間内に計算解剖モデルの標準フォーマットを策定し、計算解剖モデルベースと完全医用画像理解システムを公開する。**具体的には、完全医用画像理解の技術の普及により、患者固有の治療シミュレーションによる個別化治療を大幅に促進させることが期待される。また、計算解剖モデルに基づくシステムは、新しい症例データが追加されるに従い性能が向上する学習機能を備えており、“学習する”医療情報システムの実現が可能になる。関連する公募班、領域外の研究者とも連携し、計算解剖モデル利用によるイノベーションの具体例を示していく。

人材育成に関して、これまで、博士研究員、大学院学生が、領域内連携、国際共同研究を通して、研究分担を超えた研究を体験してきたが、今後、人材交流をさらに活発化させ、計算解剖学の基盤および応用技術に関して、国際的、俯瞰的視野をもった研究者を育成していく。

9. 総括班評価者による評価の状況

「計算解剖学」で掲げる目標を確実に達成するために、国内4名と海外2名の著名な研究者を諮問委員として依頼し、研究の進捗状況や全体の連携状況などに関して、年度ごとに忌憚のない評価や助言を受けようとしている。具体的な諮問委員は以下のようである。

小塚隆弘（大阪大学名誉教授）、出口光一郎（東北大学教授）、飯沼 武（放射線医学総合研究所名誉研究員）、来見良誠（滋賀医科大学教授）、Nicholas Ayache（フランス国立情報学自動制御研究所 研究教授）、Karl Heinz Hoehne（ドイツ・ハンブルグ大学名誉教授）。その他、平成22年度においては特別講演者として招聘したGuido Gerig（米国・ユタ大学教授）も評価に参加していただいた。

初年度においては、プロジェクト開始から4か月が経過したばかりであることから、主としてプロジェクトの狙いや研究組織、各計画班の年度計画や達成目標などについて説明した。諮問委員からは、プ

プロジェクトの掲げる研究目的の先進性やその達成のための研究組織と総括班のもとでの相互連携の枠組みについて高い評価を受け、計画通りの研究推進への大きな期待が寄せられた。

第2年度（昨年度）は計画班と公募班すべての研究の進捗状況を詳しく披露するため、諮問委員に対して研究成果の発表と、それに基づく質疑応答を行った。遠慮のない真の評価を受けるために、領域代表者宛の書面による評価・助言を求めた。領域全体あるいは計画班に重点を置いた大枠での評価、可能であれば3段階評価（3：期待以上に進展、2：期待通り、1：期待を下回る）をお願いし、個別の研究班への助言等を含めて、具体的に記述していただいた。飯沼・小塚・来見・Ayache・Gerigの5名の評価委員からは評価3、出口評価委員は評価2、Hoehne評価委員からは具体的評価値を決めるのは困難であるが、全体として極めて活発な研究が行われており、プロジェクトは順調に進展している（The project is on a very successful way.）との評価であった。これらの結果から、本プロジェクトは予定通りあるいはそれ以上に順調に進展しているとの評価を得たといえる。

具体的な指摘事項の中で、高く評価されたものと、今後のプロジェクト推進において今後さらに考慮すべき点に関して、以下のような貴重な助言を受けた。

高く評価できる点

- 胸腹部を主要ターゲットとしたことにより、本プロジェクトは欧米における計算解剖学に関連した研究プロジェクトに対して大きな強みとなっている。これまでに示された研究の進展状況が続けば、この分野において持続的で強力なインパクトを与えるものとなろう。
- 臨床医を含む研究組織の構成やデータベースの構築、ソフトウェアの統合と相互利用の試みは秀逸
- 各研究項目における研究活動は極めて活発であり、A2とA3の連携研究およびA3のA1やA2へのフィードバックが的確に行われている。
- 理論的、技術的にも大きく進歩し、さらに臨床応用へと進むことを方針とした印象でその萌芽が見える。その方針が効果を挙げさらに進歩することが期待できる。

今後さらに考慮すべき点

- 各研究班の連携・協調をより積極的に推進し、共著論文の作成やソフトウェアの相互利用をより促進すべきである。
- 1年半が経過した現時点では計算解剖学という新しい概念が具体的に表れるまでには至っていないが、今後、新しいパラダイムの構築を期待する。
- 共通の手法や応用問題を持つ研究班間で小規模な個別の検討会をより積極的に持ち、互いにシナジー効果を高めることが期待される。

以上のように、総じて評価者からは計算解剖学の研究活動は高く評価され、5年後の成果に大きな期待が寄せられているといえる。その上で、本領域が目指す研究室間の強い連携・協調に基づく計算解剖学の取り組みの利点をより強化する意味で上記の「今後さらに考慮すべき点」という助言を受けたものである。これら貴重な指摘・助言に応えるべく、領域運営に生かしていきたい。