

【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年度～平成25年度

【領域代表者】 こ ばたけ ひでふみ 小畑 秀文（東京農工大学・工学研究院・特別招聘教授）

【領域代表者からの報告】

（1）研究領域の目的及び意義

高精細化した人体イメージング技術は1mm以下のスケールの構造物も映し出す。人体を解剖するとき肉眼で観察して認知できるものとほぼ同じ大きさの解剖構造が画像化されていることになる。「計算解剖学」はこのような高精細な医用画像に立脚したもので、その主要な目的は以下の3点にある。

1. 人体の解剖学的構造は極めて多様性に富む。その共通性と多様性を体系的に記述するための数理統計的枠組み（これを計算解剖モデルと呼ぶ）を構築すること。
2. 計算解剖モデルを活用して、医用画像上で観察される臓器・血管等の解剖学的構造物を計算機で安定かつ精密に抽出できるようにすること。医用画像を計算機で処理することにより、生きている人体を解剖するのと等価ともいえる臓器構造に関する情報を抽出できる（これを医用画像理解と呼ぶ）技術を開発すること。
3. 医用画像理解の技術に立脚し、画像診断・治療支援を高度化し、基礎医学研究・教育へも貢献すること。

計算解剖学の主要な意義は以下のようである。

1. 画像診断を側面から支援する技術が格段に向上し、医師の見落とし防止や診断精度の向上に寄与できる。
2. 患者固有の定量的モデルが構築できることから、精度の高い手術計画の立案や手術シミュレーションを可能とし、視野外の解剖構造をも提示した手術ナビゲーションも可能となるなど、患者負担の軽減や安全な手術実現に寄与できる。
3. 膨大な数の解剖構造を数理的に扱うことが可能であることから、医学教育に大きな寄与ができるだけでなく、情報学の分野においても、モデリング手法やコンピュータビジョンへの大きな寄与が期待できる。

（2）研究成果の概要

本領域では計算解剖モデル構築の基礎数理から、それに基づく応用システムの開発とそれらを実際に臨床応用するまでを包含し、これらが三位一体となることにより領域全体の目的を達成できることになる。領域全体に共通した基盤整備も含め、研究の進捗状況は以下のようである。

1. 計算解剖モデル構築の基礎となる症例収集については、体幹部CTデータ166症例を収集済みであり、これらに対する18臓器/症例のラベリングも順次進めつつあり、計画通りの進捗状況にある。
2. 各研究班の成果を統合し相互利用をはかる枠組みとして共通プラットフォーム（PLUTO）の開発・改良・機能強化をはかり、その利用講習会も複数回開催し、活用を開始している。
3. A01 計算解剖学基礎においては、解剖学的特徴点や臓器の高精度位置決め手法、さらには複数の解剖構造を同時にモデリングする手法など、体幹部の計算解剖モデル構成に必要な個別基礎技術に大きな進展をみた。
4. A02 応用システムにおいては、病理診断に迫る性能の画像に基づく腫瘍の鑑別診断法の開発、患者個別化モデルを組み入れた内視鏡ナビゲーションシステムの開発、死後画像データベースの構築と死後計算解剖モデルに固有の課題とその解決法の開発など、応用システム開発において着実な進展をみた。
5. A03 臨床展開においては、主としてA02班との連携のもとで、臨床的要求条件を仕様化した上での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開発や、びまん性肺疾患CADの開発など、臨床応用に向けて着実な進展をみた。

以上、領域全般にわたり、研究は予定通りに順調に進展しつつある。

【審査部会における評価結果及び所見】

A+（研究領域の設定目的に照らして、期待以上の進展が認められる）

(1) 総合所見

本研究領域では、「計算解剖学」の確立に向けた具体的な研究成果が創出されており、その成果を用いた診断システムの開発が進められていることは高く評価される。領域のマネジメント・広報・外部評価も適切に行われている。初期に懸念されたCT画像データ収集の遅れの問題も解消されつつあり、研究推進に問題はない。今後、さらなる臨床応用への発展と一刻も早い社会還元が期待される。また、診断支援に加えて、治療応用などに应用できれば、期待以上の進展につながる可能性があるという意見があった。一方で、基本的学理の構築の部分が若干明確でないとの意見があった。

(2) 評価に当たっての着目点ごとの所見

(a) 研究の進展状況

「既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの」として、個人情報保護手続きのために、CT画像データの収集・配布に遅れがわずかに生じているものの、全体としては順調に進展していると評価できる。

また、「異なる学問分野の研究者が連携して行う共同研究等の推進により、当該研究領域の発展を目指すもの」として、本研究領域は典型的な医工連携プロジェクトであり、研究項目・研究計画内での共同研究は順調に進んでいると評価できる。一方、複数の研究項目・研究計画が密に連携した共同研究については、今後の加速を期待したいという意見があった。

さらに、「当該領域の研究の進展が他の研究領域の研究の発展に大きな波及をもたらすもの」として、本領域が関係する個々の専門分野において順調に成果を上げていると評価され、今後もより大きな波及効果が期待できる。

(b) 研究成果

「既存の学問分野の枠に収まらない新興・融合領域の創成を目指すもの」として、全体としては順調に研究が進展しており、予定通りの成果をあげていると評価できる。一方、計算解剖学全体を通じた新しい学理の構築が若干不明であるという意見があった。

また、「異なる学問分野の研究者が連携して行う共同研究等の推進により、当該研究領域の発展を目指すもの」として、異分野連携による成果がすでに数多く出ていると評価できる。一方、領域の掲げる研究項目間の本格的な共同研究に基づく共著論文はこれからという印象を受けるといった意見があった。なお、この件に関して、研究項目間連携は強く意識されているので、今後の成果創出を期待したい。

さらに、「当該領域の研究の進展が他の研究領域の研究の発展に大きな波及をもたらすもの」として、変動の大きい胸腹部の特徴抽出に成功するなど、一部に優れた成果が出ており、医療分野への応用がすでに進みつつあると評価できる。この本研究領域での成果が、本来の専門分野にフィードバックされ、新展開のきっかけになることも期待できる。

(c) 研究組織

工学・情報・医学の連携が進みつつある。また、共通プラットフォームの開発・強化や利用講習会の開催など、領域を挙げて活用を推進している点は評価できる。一方、数理分野の専門家が不在である点はぜひ改善していただきたいという意見があった。

(d) 研究費の使用

研究費の使用に関しては特に問題はない。

(e) 今後の研究領域の推進方策

研究は順調に進んでおり、今後の計画も全般的に適切であると判断できる。一方、数理的分野の専門家による新たな視点を積極的に入れて研究を進めていただきたいという意見があった。