

骨格筋モデルの立体造形による 体験型・創造型教育（アクティブラーニング）の試み

成田 誠

鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科

活動報告

骨格筋モデルの立体造形による 体験型・創造型教育（アクティブラーニング）の試み

成田 誠

鈴鹿医療科学大学 保健衛生学部 リハビリテーション学科

キーワード： 立体造形, 身体構造の観察, 体験型・創造型教育

要 旨

画像処理技術の進歩に伴い、平面画像から3D（three dimensions）データを生成することが可能である。この技術を用いて、医療現場ではCT（Computed Tomography）画像から骨格、及び骨格筋などの3Dデータを生成し、3Dプリンタによって模型を作製することで、身体構造の把握をする試みが行われている。骨格及び骨格筋の3Dデータを生成し、3Dプリンタによって模型を作製する過程で、身体構造の観察、理解を深める学習を行う体験型・創造型教育（アクティブラーニング）の試みの報告である。

1. 目的

理学療法では、骨格筋と骨格の位置関係を熟知する必要がある。解剖図は、時に骨格筋が、他の組織や他の骨格筋に遮られる図が多々あり、立体的に確認する作業に、同部位の解剖学の本を何冊か必要とすることがある。骨格及び骨格筋などの3D (three dimensions) データを生成し、3D プリンタによって模型を作製することは、身体構造を観察し、理解を深める体験型・創造型教育の効果観察目的で行われる。骨格筋は、体の使い方を指令する脳とのつながりが重要で、競技によっても、同じ名前の筋肉でも、筋腱複合体特性やその使い方、形も働きすらも変わってしまうこともある。理学療法士は、多くの方の筋肉の触察を通して、形やボリュームの違いを感じている。これを客観的に伝える方法、取り組みの方法の一つとして、骨格及び骨格筋の3D データを生成し、3D プリンタによって模型を作製する過程で、身体構造の観察、理解を深める学習を行う体験型・創造型教育（アクティブラーニング）の試みを紹介する。

2. 骨格筋モデルの立体造形

1) 骨格及び骨格筋の3D データ生成

CT (Computed Tomography), MRI (magnetic resonance imaging) などの計測結果は、断層単位の2次元スライス画像群であり、各画像間の幅を密にとることで、精度の高い3次元画像として扱うことができる。撮像した画像は、スライスごとに皮下脂肪部を除去し、骨格筋ごとにセグメンテーションを行い、ボリュームデータを作成した。そのデータ構造は、直方格子分割であるため各画素情報を用いて、必要な3次元形状モデルを再構成する必要がある。この作業は、3次元形状再構成と呼ばれる。ユーザが、任意に指定した輝度値に対して、その輝度値に等しい面を取り出して、その隣接する要素をつなぐ操作は、等値面生成と呼ばれており、抽出したい領域が、他の領域と比較して、明確な輝度値の差がある場合、2値化処理だけで分離が可能である。しかしながら、抽出

する領域の輝度値が、他の領域の輝度値と類似している場合、表面形状が明確でない場合、より高度な対象領域の抽出作業、セグメンテーションが必要となる¹⁾ (図1)。とくに、1) 対象とする領域の輝度値が他の領域の輝度値との類似、2) 対象とする領域の輝度値の僅かな相違、3) 使用する3次元画像にノイズや誤差が含まれている場合、一般にセグメンテーションは困難で時間を要する作業である。セグメンテーション手法には、対話形式、画像処理フィルタ、変形モデル、統計的手法など多くのアプローチ、また、これらの手法を組み合わせた方式などを用いる。OsiriXには基本的なDICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) ビューワとしての機能が備わっている。このビューワ機能のうちのサーフェスレンダリング法により、骨格筋ごとの筋繊維方向、形やボリュームを確認することができる。今までは、解剖図に描かれた筋繊維方向を参考にして学んできたが、この機能により、個人の筋繊維方向、形やボリュームを確認することができる。

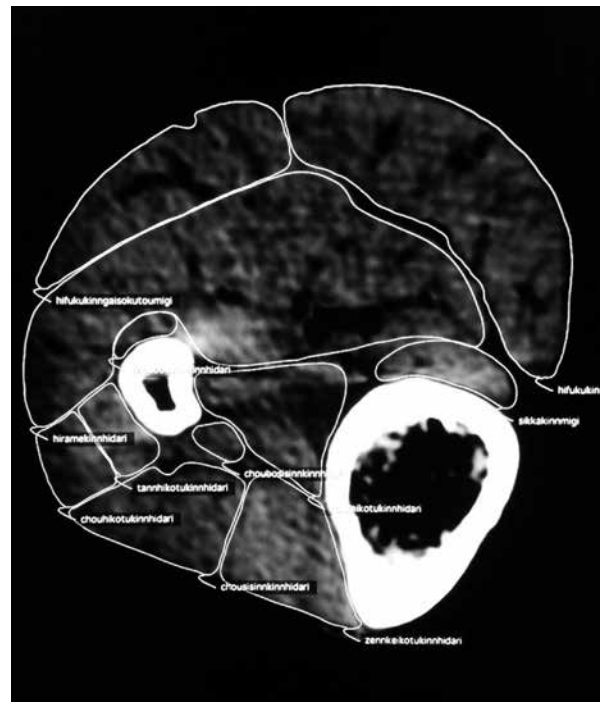


図1 セグメンテーション



図2 骨格と骨格筋との位置関係を確認

2) 骨格及び骨格筋の3Dデータプリント

画像処理ソフトとして、OsiriXを用いたサーフェスレンダリング法により、輝度値や平滑化パラメータに配慮して行い、3次元構築を行った。この3次元構築を参照しながらCT画像のaxial section像の1枚1枚から目的とする骨格筋などをセグメンテーション手法でROI (Region of Interest) として選択することによってDICOMデータの抽出作業を行った。DICOMデータは、ゴミの除去、平滑処理、画像編集などの後、ポリゴンデータの生成により、サーフェスレンダリングを行い、3Dプリンタで使用するSTL (stereo lithography, 日本では standard triangulated language) データへと書き出される。立体図形といえば、CAD (computer-aided design, コンピュータ支援設計) を使って3次元物体像を描画するか、3Dスキャナを使って物体像の3Dデータの加工により、STLデータを作成する。このデータは、3Dプリンタの実体模型の造形 (RP: rapid prototyping) には必要不可欠なデータ処理である。CADで取扱われるデータ形式は、CADソフトウェアによって様々で固有な標準化形式が用意されているが、3DプリンタにはSTL形式データに変換する必要がある。STL形式からG-codeに変換する過程では、まず、3D形状データを水平にスライスするソフ

トで3D-CADモデルを薄切りにして積層形式に変換する。ポリゴンのSTLデータをスライスデータ (G-code) に変換する。薄切りした1枚ごとの層を3Dプリンタのノズルから樹脂を熱溶解し、吐き出して積層するようにG-code変換する。3D物体を積層するためにG-codeのスクリプトを1行ずつコンピュータからUSB (Universal Serial Bus) バスを介してプリンタに送り込み、3D物体である下腿の骨格と骨格筋の立体造形を行わせる。

3. 授業での利用と学生の反応

現在、下腿にある骨格と骨格筋の立体造形を行い、学生向けに、骨格筋の起始停止の学習に使用している。理学療法では、骨格筋と骨格の位置関係を熟知する必要がある。解剖図などは、時に骨格筋が、他の組織や他の骨格筋に遮られる図が多々あり、立体的に確認する作業に、何冊かの同部位の解剖図を必要とすることがある。これらを解消するために、下腿における骨格と骨格筋の立体造形を行い、学生向けに、骨格筋の起始停止の学習に使用している。立体模型を学生自身に用意することが出来、自分でもプリントアウトすることが可能となれば、いつでも個人持ちの立体モデルで学習可能となる。

授業では、これらのモデルを渡し、骨格及び骨格筋の位置関係や、個々の筋肉量や形の違いの観察をし、理解を深める授業を行っている。理解が深まると、何もヒントなく骨格と骨格筋の位置合わせをすることができる。また学生同士で、骨格筋モデルを見せるだけで、骨格筋名及び、起始・停止・神経支配のクイズを出し合うなどの行為が、見受けられる(図2)。

4. 考 察

実際に造形された実体モデルは、視覚や触覚で確認でき、同時に空間的な位置関係もわかりやすくなるなど学生の学習効果が観察されている。そのため、今後は、患者を通して得られる臨床上のCT、MRIなどのデータから、立体的に疾患の違いや、生活状況の違いによる、骨格筋の形やボリュームの違いなどの理解に繋がると考えられる。そこから考えられる理学療法訓練への応用支援機器として、位置付けが考えられる。また、医療分野に加えて、より臨床に近い範囲でも活用されることを期待する。

まとめ

3Dプリンタによる模型の作製は身体構造の観察・理解を深める体験型・創造型の教育の要である。

3Dプリンタを用いた理学療法教育の発展が期待される。

謝 辞

本研究に使用したCT画像データ取得には、名古屋市総合リハビリテーションセンター放射線診断科の皆様、企画研究室の皆様のご協力に深謝いたします。

参考文献

- 1) 土井章男, 鈴木聡史, 山佐史人・他. Volume Extractor Vrer.3.0 -3次元画像処理と形状再構成 -. ITE Technical Report. 2008; VoL.32 No.34, 73~77.

— プロフィール —

成田 誠 鈴鹿医療科学大学保健衛生学部リハビリテーション学科理学療法学専攻 博士(生体情報系)

〔経歴〕1985年3月中部リハビリテーション専門学校卒業, 2006年4月鈴鹿医療科学大学保健衛生学部理学療法学専攻講師, 2013年3月名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科後期博士課程単位修得退学, 2014年3月名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科論文博士, 2019年4月鈴鹿医療科学大学保健衛生学部リハビリテーション学科理学療法学専攻准教授。〔専門〕健康づくり, 運動生理, 低体力高齢者, 画像解析。

Experiential and Creative Education (Active Learning) by 3D Modeling of Skeletal Muscle Models

Makoto NARITA

Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences,
Suzuka University of Medical Science

Key words: Three-dimensional modeling, understand the body structure, experiential and creative education

Abstract

With the advancement of image processing technology, it is possible to generate 3D (three dimensions) data from flat images. Using this technology, 3D data of skeletal structure and skeletal muscles are generated from CT (Computed Tomography) images in the medical field, and a 3D printer is used to create a model to understand the body structure. This is an explanation of an attempt at an experiential and creative education (active learning), in which students learn to observe and deepen their understanding of the body structure in the process of generating 3D data of the skeleton and skeletal muscles and fabricating models using a 3D printer.