

## 運動器の多元計算解剖学：筋骨格・関節の機能・病理モデル

佐藤嘉伸<sup>†1</sup>

**概要：**健康寿命への関心の高まりから、運動器（筋骨格系）の重要性がより強く認識されてきている。また、筋骨格解剖は、医学のみならず、グラフィックス、ロボティクス、ヒューマンインタフェースなどの情報科学、スポーツ科学、さらに美術等、人体に関係するあらゆる科学や芸術と関連が深い。

本講演では、文科省・科研費・新学術領域「多元計算解剖学」（2014～2018 年度）において開発中である、筋骨格系の解剖をベースにした“運動器の機能・病理解剖モデル”について述べる。2013 年度終了の「計算解剖学」では、運動器に関して、CT 画像（人体が仰向けに寝た状態）における静的な筋骨格形状を統計モデル化した。“多元”計算解剖学では、運動器の機能・病理の観点から、運動器が機能している状態（仰向けでない状態、静的でない状態）、および運動器が疾患（病理）を有する状態を扱う。

機能の観点から、筋肉の動力発生に関わる筋線維走行、筋肉から骨格への動力伝達に関わる筋肉の骨格表面における付着領域、基本動作姿勢（立位等）や動作時の関節位などの解析と統計モデル化を行う。病理の観点から、変形性関節症患者の病態進行による筋骨格の変形や治療効果による回復過程の統計モデル化を行う。筋骨格形状（外形）に加えて、機能・病理に密接に関係する内部の微細構造のモデル化も行う。以上を包括した統計数理モデルを、臨床 CT 画像データベースを中心として、マイクロ CT 画像、光学組織画像、X 線画像、超音波画像などを統合して構築し、医用画像からの筋骨格機能・病理の理解を行うための枠組みを開発する。本モデルの表現法、構築法の基盤技術に加えて、セグメンテーション、筋線維解析、筋骨格診断・治療支援などの応用を述べる。

**キーワード：**統計モデル、人体モデル、医用画像解析、診断・治療支援

## Multidisciplinary computational anatomy of musculoskeletal system: Function and pathology models of bones, muscles, and joints

YOSHINOBU SATO<sup>†1</sup>

**Abstract:** Due to increasing interest to healthy life expectancy, the significance of the musculoskeletal system is recognized more than before. In addition to medicine, musculoskeletal anatomy is related to various sciences and arts including information science such as human modeling, robotics, and human interface as well as sports science and paining.

In this talk, anatomy-based function and pathology modeling of the musculoskeletal system is presented, which is under development in the KAKENHI “Multidisciplinary Computational Anatomy (MCA)” project (2014-2018). In contrasted to the KAKENHI “Computational Anatomy” (2009-2013), in which static and supine-positioned anatomy was assumed, computational modeling of functional and pathological musculoskeletal anatomy is addressed in the MCA project.

This model consists of mathematical and statistical models on biomechanical anatomy of muscle fibers, muscle attachments on the bone surfaces, standing-position analysis, and articular motion analysis from the aspect of function, as well as deformation and recovery processes due to pathological progression and therapy/rehabilitation of osteoarthritis patients from the aspect of pathology. Further, micro-structures of bones and muscles are analyzed from the both function and pathology aspects. A comprehensive mathematical and statistical model, in which the above-described functional and pathological properties are incorporated, is constructed from clinical CT database and other modality data, including micro-CT, X-ray, ultrasound, and optical tissue images, and 3D shape data. Fundamental technologies for representation and construction of the model are presented and its applications to segmentation, muscle fiber modeling, and computer-aided diagnosis and therapy are overviewed.

**Keywords:** Statistical model, human body model, medical image analysis, computer assisted diagnosis and therapy

<sup>†1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学  
Nara Institute of Science and Technology