



# 力学による生体の構造と機能の解析

Keywords: バイオメカニクス、生体物性、組織伸展性、損傷治癒、機能的適応

## ● 研究概要

生体組織の構造(かたち)と機能(はたらき)を力学的観点から解析する学問であるバイオメカニクス分野の研究を実施しています。得られた結果をもとに、臨床医学での手術手技やリハビリテーション方法の改良を目指しています。

## ● 研究テーマ

### ・ 腱・靭帯における組織再構築現象の解明

生体組織は環境に順応して、形態や力学的特性を変化させる適応制御機構を有しています。このような適応現象はリモデリングと呼ばれ、整形外科領域での診断法、治療法の発展と関連して、生体軟組織である腱・靭帯のリモデリングについても非常に注目されています。我々は、膝関節に存在する腱や靭帯を対象として実験を行っています(図1)。結果として、生体内で腱線維束に作用するピーク応力の50%に等しい動的応力を作用させて腱線維束を培養した場合、組織はもとの強度を維持することが明らかになっています。さらに、非弾性的な過負荷が腱コラーゲン線維の構造に及ぼす影響についても検討しています。その結果、超微細構造レベルの変化は、過負荷が高いひずみ速度で作用した場合でのみ認められています(図2)。

本研究から得られた知見は、リハビリテーション手法やスポーツトレーニング法の改良に貢献する可能性があります。

### ・ 生体軟組織の伸展性維持する新規材料の開発

生体高分子線維であるコラーゲンとエラスチンは、細胞外マトリクスの主要な構成成分であり、様々な組織・臓器内に存在しています。また、各組織の機能や病態は、コラーゲンとエラスチンの性状と密接に関連していると考えられています。つまり、血管、皮膚、膀胱、肺、腱・靭帯などの生体軟組織の力学的特性はコラーゲンとエラスチンの双方の組成や構造に強く依存しています。本研究では、動脈や皮膚の組織伸展性を定量的に評価しています。

これにより、老化防止や損傷治癒促進を実現する新規医薬品の開発を行うための基礎データを提供することができます。伊藤浩行名誉教授(医師、近畿大学)との共同研究を行っています。

### ・ 骨組織の疲労クリープ特性評価と骨粗鬆症発生機序の解明

明確な外傷を伴わない骨粗鬆症性の椎体骨折の多くは、ショートニングやハイトロスと言われる椎体形状の異常な変化として確認されます。このような非外傷性の骨折は、長い期間を経てゆっくりと進行し、痛みや自覚症状の少ないまま徐々に悪化していくために、その病因の完全な特定には至っていません。そこで本研究では、椎体骨折の発生メカニズムに関する知見を得るために、低荷重レベルの疲労クリープ変形をX線CT画像など(図3)に基づき定量的に解析しています。

最終目標として、骨粗鬆症性椎体骨折の初期段階での診断手法の改良に貢献することを目指しています。



所属 医用工学科  
生体工学研究室  
教授  
氏名 山本 衛  
Yamamoto Ei

URL: <http://www.waka.kindai.ac.jp/tea/ei/>

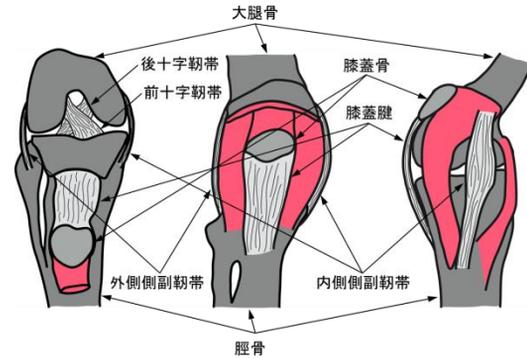


図1. 膝関節の腱・靭帯

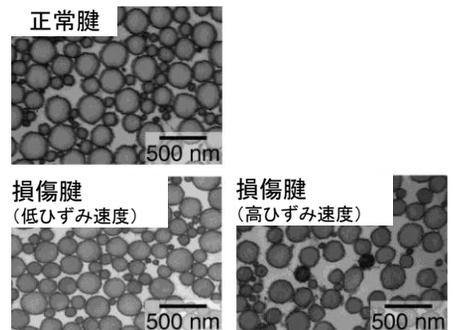


図2. 腱組織の透過型電子顕微鏡画像

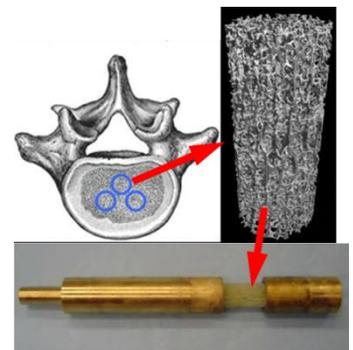


図3. 椎体骨の試験片とX線CT画像

## ● 論文・特許等

### 【論文】

1. Estimation of the effects of inset heights and slit configurations in an acetabular cup on the pull-out behavior of an artificial hip joint with a structure for preventing dislocation using finite element analysis, Medical & Biological Engineering & Computing, Vol. 58, pp. 2587-2601 (2020)
2. Biomimetic materials for the regeneration of extracellular matrix in biological soft tissues, Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol. 33, pp. 235-240 (2020).
3. Changes in the structure and mechanical properties of bone tissues obtained from experimental animal models of lifestyle-related diseases, Journal of Mechanical Engineering, Vol. 5, pp. 226-234 (2018).