

## 【特別推進研究】

### 理工系（工学）



#### 研究課題名 極低摩擦・極低摩耗生体関節に学ぶ生体規範超潤滑 ハイドロゲル人工軟骨の実用化

九州大学・大学院工学研究院・教授 **村上 輝夫** むらかみ てるお

研究分野：医用生体工学・生体材料学、バイオトライボロジー

キーワード：ハイドロゲル人工軟骨、生体関節多モード潤滑、生体規範人工関節、生体医工学、  
トライボロジー

#### 【研究の背景・目的】

超高齢社会の進展に伴い人工関節置換術の適用が急増し、国内では年間約15万例が実施され、運動機能の回復や疼痛の除去という恩恵が得られているが、一部では緩みの発生により再置換手術が必要な場合がある。その緩みの主因として、超高分子量ポリエチレン等の異物摩耗粉に対するマクロファージの過剰反応に起因する骨吸収（骨融解）が指摘されている。そこで、本研究では、このような摩耗の発生を根本的に解決するために、超高分子量ポリエチレンに替えて、優れた潤滑機能を有する生体関節を規範として、長期耐久性を有する高機能（ゼロ摩耗）ハイドロゲル人工軟骨の開発に取組み、その臨床応用実用化を目指す。

#### 【研究の方法】

まず、極低摩擦・極低摩耗特性を有する生体関節の多モード適応潤滑機構の詳細を解明し、その成果を人工軟骨の構造・機能改善に反映させる。特に、構造・物性や吸着膜形成機構・固液二相流動挙動とトライボ特性の関連を明確化する。

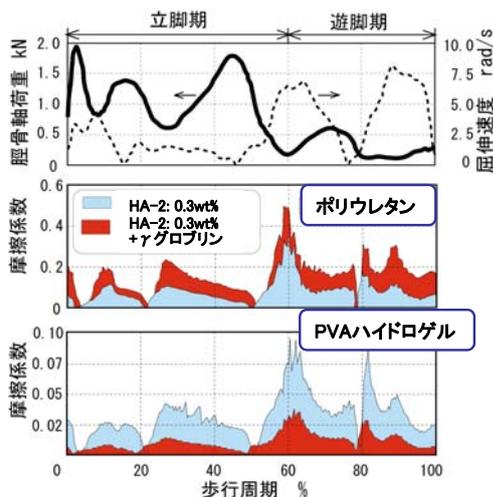


図1 歩行模擬条件下の人工軟骨材料の摩擦挙動 (HA:ヒアルロン酸)

人工軟骨候補材料の人工膝関節シミュレータ試験における摩擦挙動を図1に示す。生体模擬環境において、高含水性のポリビニルアルコール(PVA)ハイドロゲルは、ポリウレタンに比べて優れた低摩擦特性を示した。本研究では、日常動作の多様

な作動条件に対応できる機能をPVAハイドロゲルに付与させるために、繰返し凍結解凍法とキャストドライ法を組合せることにより、ナノ・マイクロ・マクロレベルの構造・物性制御を行う。

バイオメカニクス・バイオトライボロジーチームによる「生体関節潤滑機構の解明」、バイオマテリアルチームによる「ゲル人工軟骨の高機能化」、バイオメディカルチームによる「臨床応用人工軟骨の試作評価と最適化」の連携研究により高機能人工軟骨・人工関節の臨床実用化技術を構築する。

#### 【期待される成果と意義】

人工軟骨に生体関節軟骨の優れた構造・機能を導入し、多モード適応潤滑機構と修復機構を付与することにより、長期耐久性を有する超潤滑ハイドロゲル人工軟骨を実現することが期待される。

関節症患者のQOL(Quality of Life)向上と自立支援に寄与するとともに、生体に学ぶ潤滑学理の発展に貢献できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- (1) T. Murakami, K. Nakashima, Y. Sawae, N. Sakai and N. Hosoda, Roles of adsorbed film and gel layer in hydration lubrication for articular cartilage, Proc. IMechE, Part J, Journal of Engineering Tribology, Vol.223, No.3, 287-295, 2009.
- (2) K. Nakashima, Y. Sawae, T. Murakami, Influence of protein conformation on frictional properties of poly(vinyl alcohol) hydrogel for artificial cartilage, Tribology Letters, Vol.26, No.2, 145-151, 2007.
- (3) E. Otsuka and A. Suzuki, A simple method to obtain a swollen PVA gel crosslinked by hydrogen bonds, Journal of Applied Polymer Science, Vol.114, No.1, 10-16, 2009.

#### 【研究期間と研究経費】

平成23年度－27年度

348,900千円

#### 【ホームページ等】

<http://biore.mech.kyushu-u.ac.jp/SPR/index.html>