

## 生体軟骨の力学環境をミミックするための静水圧と圧縮応力の同時負荷システム

\*<sup>1</sup>東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻, \*<sup>2</sup>東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻,

\*<sup>3</sup>日本工業大学基幹理工学部機械工学科

張 珉箕\*<sup>1</sup>, 高橋 洋介\*<sup>2</sup>, 宮平 恭輔\*<sup>2</sup>, 大室 祐磨\*<sup>1</sup>, Kevin Montagne\*<sup>2</sup>, 山田 龍征\*<sup>2</sup>,  
権藤 淳紀\*<sup>2</sup>, 神戸 悠\*<sup>2</sup>, 泰野 愈士\*<sup>3</sup>, 増本 憲泰\*<sup>3</sup>, 牛田 多加志\*<sup>2</sup>, 古川 克子\*<sup>1,2</sup>

Minki CHANG, Yosuke TAKAHASHI, Kyosuke MIYAHIRA, Yuma OMURO, Kevin MONTAGNE, Ryusei YAMADA,  
Junki GONDO, Yu KAMBE, Masashi YASUNO, Noriyasu MASUMOTO, Takashi USHIDA, Katsuko S. FURUKAWA

### 1. 背景・目的

膝関節軟骨内の軟骨細胞には、日常的な動作によって圧縮、静水圧、せん断応力などの力学刺激が負荷されている。力学刺激は軟骨細胞の機能維持に多くの影響を与えるため、これを検証すべく多くの刺激負荷装置が開発されてきた<sup>1)</sup>。しかし、主要な力学刺激である静水圧と圧縮応力を両立させた装置は開発されていない。そこで、本研究では、生体軟骨の力学環境を再現するために、静水圧と圧縮応力の同時負荷システムの開発を目的とした。

### 2. 方法

静水圧負荷ユニットは恒温槽、ポンプ、非磁性素材の耐圧チャンバ、圧力センサ、バルブで構成される系を採用した。静水圧負荷ユニットと両立可能な圧縮負荷ユニットを考案するうえで、圧縮装置のアクチュエータとして耐圧チャンバ内の高圧と液体内環境に適さないものを全て排除し、遠隔的に圧縮負荷を可能にする電磁力を用いた。

### 3. 結果

完成した装置の概略図を図1に示す。耐圧チャンバを製作し、恒温槽1、水圧ポンプと接続して、バルブ制御でチャンバ内に周期的な静水圧環境が維持される静水圧負荷ユニットを構築した。左右の耐圧チャンバ(静水圧チャンバ、非静水圧チャンバ)と防水処理されたソレノイドコイルは恒温槽2に設置され、温度は37℃に保たれている。耐圧チャンバ内に設置し、電磁力によって圧縮応力が負荷可能な圧

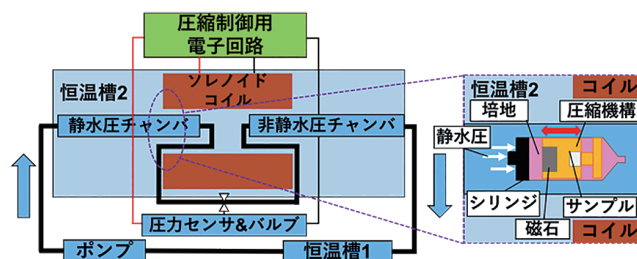


図1 装置概略図

縮機構を3D-CAD (computer aided design) で設計した。なお、圧縮機構は細胞毒性のない材料を用いて3Dプリンタで作製した。

### 4. まとめ・独創性

本研究では、複雑な力学環境を有する生体軟骨内における主要な力学刺激である静水圧と圧縮応力を同時負荷可能な装置を開発した。本研究の独創性は、静水圧負荷と圧縮負荷を両立させるうえで、圧縮負荷のために主に用いられる駆動装置ではなく電磁力を利用した点にある。このような装置の開発は、軟骨細胞の力学応答メカニズム解明に大きく寄与することが考えられる。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

### 文献

- 1) Salinas EY, Hu JC, Athanasiou K: A Guide for Using Mechanical Stimulation to Enhance Tissue-Engineered Articular Cartilage Properties. Tissue Eng Part B Rev **24**: 345-58, 2018

#### ■ 著者連絡先

東京工業大学工学院機械系  
(〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1)  
E-mail. chang.m.ac@m.titech.ac.jp