

補助事業番号 2020M-146

補助事業名 2020年度 膝軟骨を守る半月板インプラントの開発 補助事業

補助事業者名 国立大学法人 宮崎大学 工学教育研究部 山子 剛

1 研究の概要

本研究では半月板損傷後に進行する変形性膝関節症を防ぐために軟骨を守る非吸収性の半月板インプラントを製作した。MR画像から膝関節の有限要素解析モデルを構築し、材質と形状を最適化したアナトミカル型の半月板インプラントをデザインした。そして、3Dプリント及び射出成形技術を組み合わせてインプラントを製作した。製作したインプラントの力学的機能を評価する実験装置を製作し、ブタ膝関節を用いて有用性を明らかにした。

2 研究の目的と背景

超高齢社会を迎えた日本では、骨・関節などの運動器に問題を抱える人が増え続けている。運動器の問題は要介護や寝たきりに直結することから、「健康長寿社会」へと変革するために、運動器の長寿命化が求められている。

膝にある半月板は関節の安定と荷重分散を担う柔らかい組織であり、損傷すると治癒は難しく、軟骨への負荷が増大して変形性膝関節症に進行する。膝の痛みを抱えると日常生活が難しくなることから、臨床現場では痛んだ半月板を取り替えるインプラントの開発が望まれている。そこで本研究では、軟骨を保護する新たな半月板インプラントの開発する。具体的には、半月板の生体力学機能に基づいて形状と材質を最適化したインプラントを製作する。

3 研究内容

(1) 膝軟骨を守る半月板インプラントの開発

(<http://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/yamako/research.html>)

① 半月板インプラントの設計・製作

- ・ MR画像から膝関節のCADモデルと有限要素解析モデルを構築した（図1）。
- ・ 半月板の解剖学的形状に基づいてインプラントを設計した（図2）。
- ・ 軟骨応力と関節変位に基づいてインプラントの材質を決定した（図3）。
- ・ 3Dプリントと射出成形を組み合わせてインプラントを製作した（図4）。

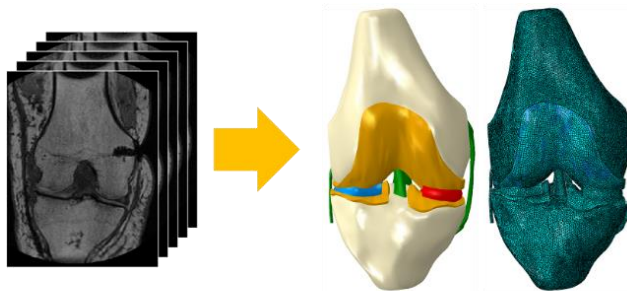


図1 MR画像から構築した膝関節の形状モデルと有限要素解析モデル

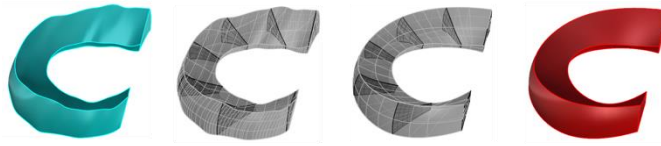


図2 アナトミカル型インプラントのデザイン

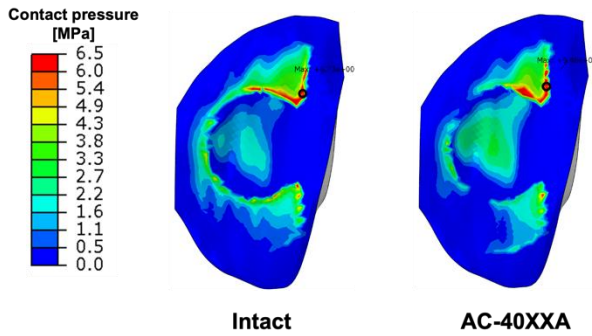


図3 軟骨応力と関節変位に基づいた材料の選定

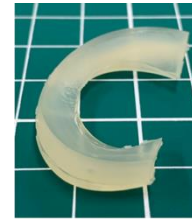


図4 製作したアナトミカル型インプラント

② 半月板インプラントの機能評価

- ・汎用材料試験機を用いて関節安定性を評価する簡易な膝関節シミュレータを開発(図5)。
- ・ブタ膝関節の不安定性を計測することによって、本装置の有用性を明らかにした。

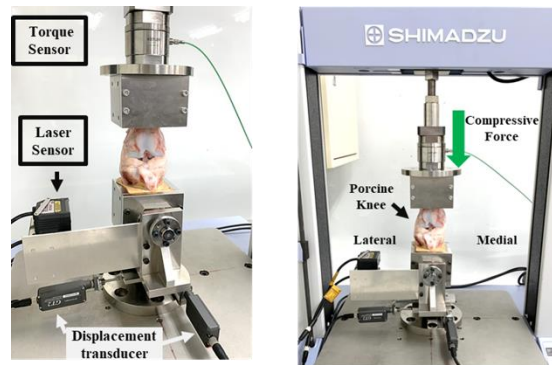


図5 半月板インプラントの機能評価装置

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の終了後、実用化に向けた企業との共同研究を行う。具体的には、表面コーティング技術の導入、強度評価、動物実験、種々の安全性評価を実施する。半月板インプラントが実用化されると、これまで防ぐことができなかった変形性膝関節症への進行を解決でき、患者は膝の痛みから解放される。つまり、患者は本インプラントの術後、スポーツや自立した生活を楽しむことができ、健康寿命が延伸する。また、本インプラントは半月板を損傷した患者だけではなく、膝の軟骨がすり減り痛みがある高齢者へも応用できる。そのため、大きな発展が期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、一貫して整形外科バイオメカニクス研究に「医工」「産学」「国際」連携を基盤として人工関節、骨接合材などのインプラント開発に取り組んでいる。本研究に関連ある実績として半月板の生体力学的機能と損傷およびOA発症に着目し、外反装具による軟骨の保護効果を明らかにしている。さらに、膝関節の接触動態を大きく改善させてOA発症を防ぐことが重要との考えに至り、半月板の構造と生体力学機能に学んだ新たな半月板インプラントのアイデアを考案している。本研究では、正常半月板に基づいて形状と材質を最適化したアナトミカル型のインプラントを製作している。そして、製作したインプラントの力学的機能を評価する実験装置を開発しその有用性を明らかにした。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【学会発表】

佐藤 和, 山子 剛, Shriram Duraisamy, 帖佐 悦男

半月板インプラントの力学的機能評価装置の開発

日本機械学会九州支部 九州学生会第52回学生員卒業研究発表講演会

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 宮崎大学工学部 (ミヤザキダイガクコウガクブ)

住 所: 〒889-2192

宮崎県宮崎市学園木花台西1-1

担 当 者: 准教授 山子 剛 (ヤマコ ゴウ)

担 当 部 署: 機械知能工学プログラム (キカイチノウコウガクプログラム)

E - m a i l: g.yamako@cc.miyazaki-u.ac.jp

U R L: <https://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/yamako/>