

外骨格型マイクロロボットのバイオニックデザイン ー内視鏡手術のための外骨格型バイオニックジョイントー

○大脇浩史¹, 川原知洋¹, 新井史人^{1,2}

¹名古屋大学大学院工学研究科マイクロ・ナノシステム工学専攻

²Seoul National University



バイオニックデザインによるマイクロロボットの関節の設計方法は？

1. Background

従来の医療デバイス
Endo SAMURAI
(Olympus Medical)

10 mm

Tumor
Hook knife
内視鏡手術の様子

医療デバイスに求められるもの

小型 柔軟性 多自由度
生体適合性 重量出力比

しかし..., **全てを満足するのは困難**

1.9 mm

ワイヤ非干渉駆動マイクロアーム
Arai et al. (2010)

昆虫や甲殻類の構造
外骨格構造

小型
しなやかな動き
大きな出力

2. Concept

バイオニックデザインとは...

生物の構造の特徴を手本にした
材料・機構の設計法

例: クワガタ

筋肉 関節のCT画像 骨格

開発したバイオニックジョイント
を用いた内視鏡手術

endoscope
bionic joint
tissues
radio knife
CCD camera

マイクロロボット
への応用

小型・柔軟性・高出力

3. Design & Analysis

入出力比の向上

Rigid material (a) Conventional joint
Flexible material (b) Proposed joint

設計指針

- 剛性の異なる材料の組合せ
- 回転中心を一意に決定

ワイヤ駆動によって
低剛性部分のみを变形

**材料の剛性比を
解析結果を元に決定**

**FEM
構造解析**

0.4 N
縦横の剛性
10倍
60 deg.

**提案する関節構造
実現のための必要条件**

- 剛性比 10^4 以上 (回転中心決定)
- 微細構造の形成 (小型化)
- 生体適合性 (医療応用)
- 柔軟な関節機構 (安全性)

**PDMS ($E \approx 10^5$ Pa)
SU-8 ($E \approx 10^9$ Pa) の組合せに決定**

4. Fabrication

STEP I

OPFR 15CP
1.1. Spin coat OPFR
1.2. Photolithography
1.3. Spin coat PDMS
1.4. Lift off

STEP II

UV MASK
2.1. Photolithography
2.2. Spin coat PDMS
2.3. Lift off

STEP III

Layer II
3.1. Plasma bonding
3.2. Cutting
3.3. Pass the driven wire

ワイヤ配線方法

8 1.5 1 0.25 17.5 [mm]

5. Experiments

10 g
 F
 T
 θ

**回転中心のずれ
0.3 mm 以内**

**可動範囲
 ± 60 deg.**

**リフト力
0.2 N**

内視鏡に挿入した様子

**入出力比
従来比 2倍 に向上**

内視鏡手術用ツールとしての
応用可能性を確認

6. Conclusions

- 材料の剛性比に着目したバイオニックジョイントの設計
- 従来比2倍の入出力比を持つ柔軟関節構造の作製

Acknowledgement

本研究は科学研究費 (21656064) の助成を得て行われたものである。

本研究に関するお問い合わせ先: 大脇 浩史 (Hirofumi Owaki)

E-mail: hirofumi@biorobotics.mech.nagoya-u.ac.jp

URL: http://www.biorobotics.mech.nagoya-u.ac.jp/

〒464-8603 名古屋市中千種区不老町

名古屋大学大学院工学研究科 機械理工学専攻 新井研究室

TEL: 052-789-4510, FAX: 052-789-5213

