

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

○大脇浩史<sup>1</sup>, 川原知洋<sup>1</sup>, 新井史人<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>Seoul 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



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



昆虫や甲殻類の構造

外骨格構造

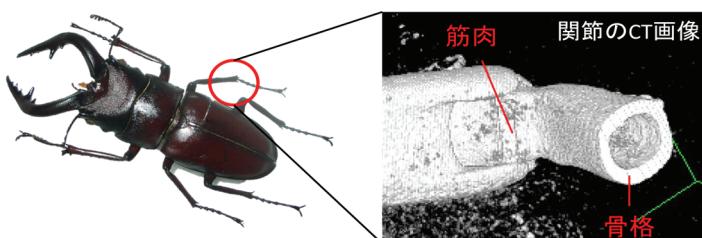
小型  
しなやかな動き  
大きな出力

### 2. Concept

#### バイオニックデザインとは…

例: クワガタ

生物の構造の特徴を手本にした  
材料・機構の設計法



開発したバイオニックジョイント  
を用いた内視鏡手術

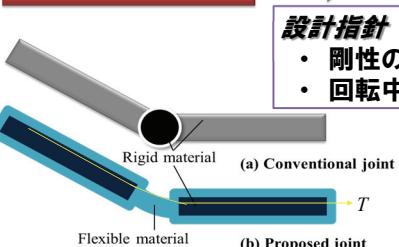
マイクロロボット  
への応用



小型・柔軟性・高出力

### 3. Design & Analysis

入出力比の向上



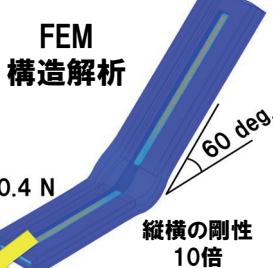
生物の関節剛性分布に着目

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  
低剛性部分のみを変形

材料の剛性比を  
解析結果を元に決定

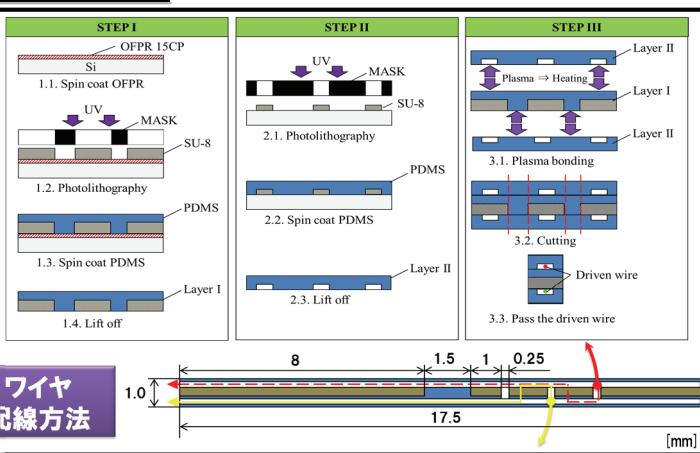


提案する関節構造  
実現のための必要条件

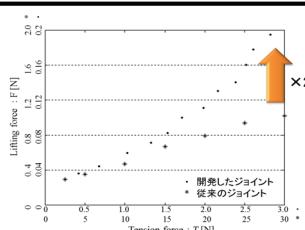
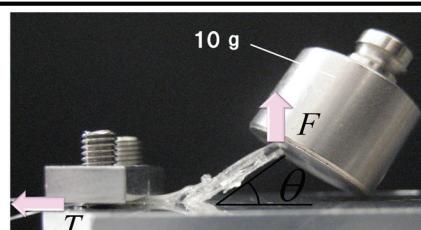
- 剛性比  $10^4$ 以上 (回転中心決定)
- 微細構造の形成 (小型化)
- 生体適合性 (医療応用)
- 柔軟な関節機構 (安全性)

PDMS ( $E = 10^5 \text{ Pa}$ )  
SU-8 ( $E = 10^9 \text{ Pa}$ ) の組合せに決定

### 4. Fabrication



### 5. Experiments



回転中心のずれ  
0.3 mm 以内

可動範囲  
 $\pm 60 \text{ deg.}$

リフト力  
0.2 N

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。

