

プログラム名： バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命

PM名： 原田 香奈子

プロジェクト名： PJ.2 スマートアーム

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

医療スマートアーム ツールモジュールの開発

研究開発機関名：

国立大学法人九州大学

研究開発責任者：

荒田 純平

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

前年度に開発した脳神経外科用スマートツールを改良する。脳神経外科用スマートツールは、下記の特徴を有する。

- ・先端の直径を 3.5mm 以下とし、3 自由度以上を有する。
- ・臨床的な必要性を鑑み、例えば先端に加わる外力等をセンシングするセンサの搭載、またセンサ情報を統合した知能化を施す。
- ・分解能  $1\mu\text{m}$  以下、繰り返し位置決め精度  $10\mu\text{m}$  以下とする。
- ・マスタスレーブ間で 100ms 未満の時間遅れ（産業技術既存で 300~500ms）とする。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

上記の仕様を満たす脳神経外科用スマートツールの開発を進め、評価を行った。また、見出された課題について対処し、改良版試作機を製作した。以下にその概要について述べる。

前年度において、直径が 3.5mm で、先端に 4 自由度を有する試作機を開発した（図 1）。この試作機の評価として、画像的に屈曲角度を測定しながら動作入力を行ったところ、目標とする繰り返し位置決め精度を達成することが確認された。また、把持力は 5N 程度が出力可能であり、目標とする作業である硬膜縫合に必要な出力であると考えられる（図 2）。

一方で、この試作機を本課題の共同研究機関にてロボット統合のため連続動作などを行うと、ばねの破断が生ずることが確認された（図 1）。そこで、この新たな課題に対処するため、ばね (A) の一部を分割し、2 部品とすることでばね同士の接触を減らし、破壊を予防すると同時に組み立て容易性を向上し、かつばね部品にショットピーニング加工を施すことで歪みに対する強度を増すという対処を行った（図 3）。この試作機については当該年度に製作を終えており、次年度、評価と必要に応じた改良を行う予定である。さらに、本課題で得られた成果をもとに、当該自由度構成で世界最小となる直径 2mm のスマートツールの開発を進めた（図 4）。

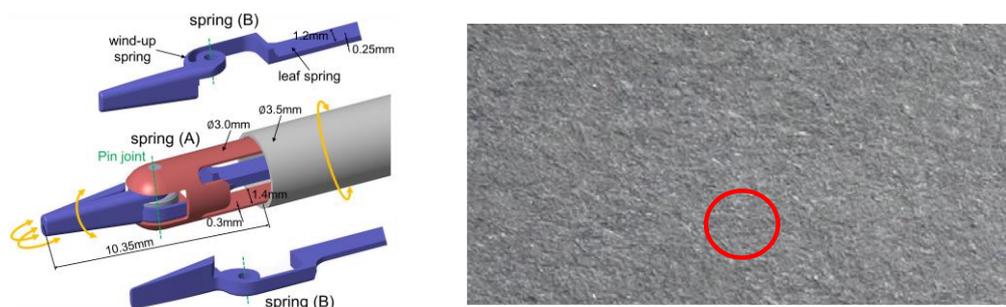


図 1. 前年度の試作機概要とばね破断の問題

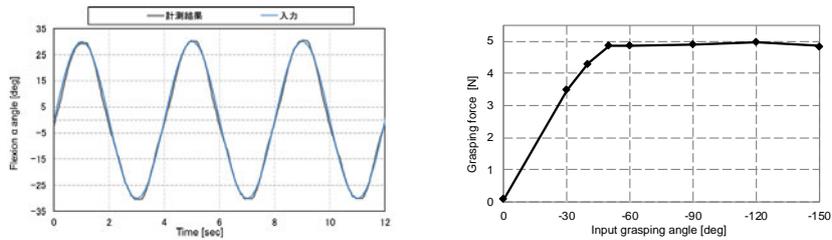


図 2. 前年度試作機の位置精度評価結果 (左) と把持力測定結果 (右)

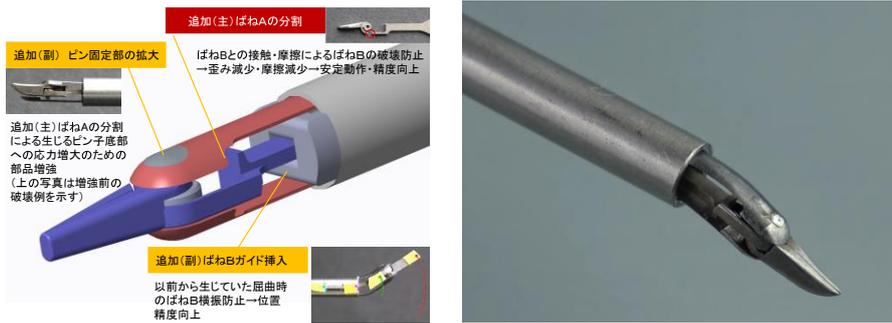


図 3. 当該年度試作機概要と動作状況概観



図 4. 直径 2mm の超微細鉗子

## 2-2 成果

当該年度の最も大きな成果は、従来に無い柔軟に変形するばね要素を駆動力伝達・変換に用いる微細手術ロボットに応用し、その有効性が示されたことにある。柔軟なばね要素は、複雑な微細部品を組み合わせた機構と比較して小型化に有効であり、これによって、4自由度構成では世界最小となる直径 2mm のロボット鉗子を製作することに成功した。

## 2-3 新たな課題など

上記の通り、ばねの破断に関して新たな課題が明らかになった。設計過程で行った有限要素法解析によると、破断に至るまでのひずみ量には、大きな余裕があるはずだったため、解析では考慮することが困難なばね同士の接触防止と、材料そのもののショットピーニングによる強化を施した。既に試作機の製作を終えており、次年度での評価を行い、必要に応じた改良を行う予定である。

### 3. アウトリーチ活動報告

アウトリーチ活動として、2017年8月8日に開催されたImPACT 公開シンポジウム「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」において、ロボットシステムの一部として上記のスマートツールを展示した。一般市民のほか、研究者らも参加し、有益な情報交換・交流ができた。