

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：

医療用スマートアーム ユーザーインターフェースの開発

研究開発機関名：

国立大学法人名古屋大学

研究開発責任者

長谷川 泰久

# 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

本担当課題においては、到達困難な狭窄空間での微細作業など、従来の術具・手技では困難とされる手術タスクにおいて、ロボット手術ツールを搭載した医療スマートアームを直感的・高精度かつ巧みに操作可能なインターフェースを研究開発する。前年度においては、1) 多自由度鉗子の直感的操作可能なユーザーインターフェースの設計・製作およびその操作性の評価、2) 2自由度ツール先端操作インターフェースの試作、3) スマートアームの力制御、4) スマートアームシステム第一次試作機の統合を行った。当該年度は、前年度において試作したユーザーインターフェースの高剛性化を目指した改良設計および試作、多自由度ツール先端操作インターフェースの開発、ツールの広域操作における高精度な位置決めを可能とする力制御系の開発を行う。

## 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

当該年度においては、まず、1) 多自由度鉗子操作ユーザーインターフェースの操作性の評価、および2) 操作ユーザーインターフェースの高剛性化を目指した改良設計および第2次試作品の製作を行った。さらに、3) 4自由度ツール先端操作インターフェースの設計・試作、および4) スマートアームの力制御による位置決めおよびツール協調制御系の開発を行った。これらを公開シンポジウムや学会などにおいてデモ展示し、医師や専門家からの幅広い意見を伺った。

### 2-2 成果

- 1) 多自由度鉗子操作ユーザーインターフェースの操作性の評価：図1に示すように、開発した機械的受動機構を有する直接操作型インターフェースの基本的性能を示すために、軌道追従実験およびマニピュレーション実験を行い、本インターフェースの微細作業における操作性評価実験を行った。模擬手術環境におけるマニピュレーション実験では、従来型鉗子を用いた場合よりもタスク所要時間の短縮が見られた。

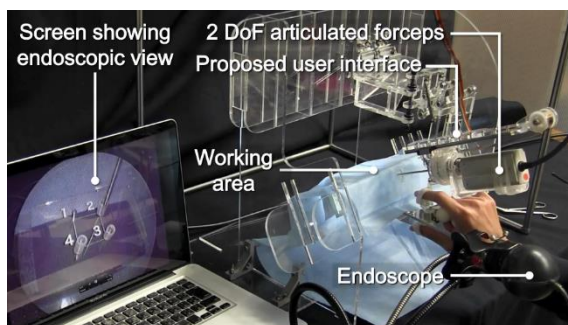


図 1：操作性評価実験の様子

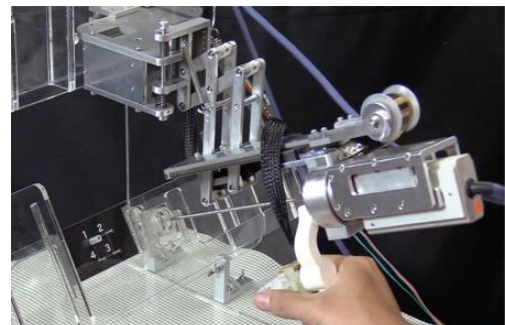


図 2：操作インターフェース第2次試作品

- 2) 操作インターフェースの高剛性化を目指した改良設計および第2次試作品の試作：図2に示すように、改良設計を行った操作インターフェースの第2次試作品の開発を行った。
- 3) 4自由度ツール先端操作インターフェースの設計・試作：当該年度は九州大学によって開発された4自由度（上下左右屈曲・回転および開閉自由度）を有するツールを操作する複数の操作インターフェースの設計および試作を行い、マニピュレーション操作実験による操作性の基本的評価を行った。図3にそのコンセプト試作機の一例を示す。
- 4) スマートアームの力制御による位置決めおよびツール協調制御系の開発：当該年度は、長尺ツールを鼻腔に容易に挿入できるようにツールのアプローチにおける位置決めのアシスト制御の開発および大域的移動操作時の操作性の向上を目指した力制御系の開発を行った（図4）。適切なパラメータを設定することにより、長尺ツール先端の位置・姿勢決めが容易となるアドミタンス制御系の実装を行った。今後、鼻腔付近に仮想的RCM（リモートセンター機構）を設けることにより、安全な鼻腔へのツール挿入が可能となる。

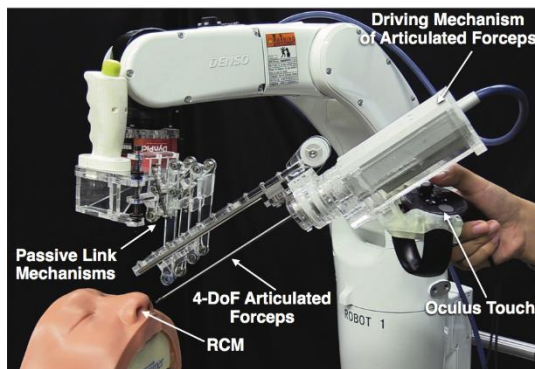


図 3：4 自由度操作インターフェース

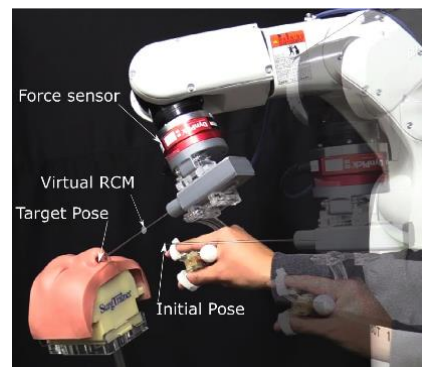


図 4：力制御操作系

### 2-3 新たな課題など

受動機構を用いた操作インターフェースでは、自重増加に伴う操作性の低下が見込まれるため、これを補償するための機構について検討する。力制御系においては、レスポンスの向上を目指した制御周期の短縮が挙げられる。

### 3. アウトリーチ活動報告

- 1) 2017年8月8日 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」における試作機のデモ展示およびポスター発表、東京大学、主催：内閣府、科学技術振興機構
- 2) 2017年10月28～30日 第26回日本コンピュータ外科学会大会 学術研究成果展示における試作機のデモ展示、名古屋大学、主催：日本コンピュータ外科学会