

Title	手術支援マスタ・スレーブ微細鉗子システムに関する研究
Author(s)	河合, 俊和
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45749">https://hdl.handle.net/11094/45749</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	かわい 合 俊 和
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19625 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科バイオ情報工学専攻
学位論文名	手術支援マスタ・スレーブ微細鉗子システムに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 赤澤 堅造  (副査) 教授 清水 浩 教授 松田 秀雄 教授 柏原 敏伸

#### 論文内容の要旨

内視鏡下手術は低侵襲外科治療の中心的役割を担う治療技術として腹腔外科を中心に急速に普及しつつあるが、部分的に拡大された視野で特殊な術具を操作する高度な技術が求められることから、低侵襲かつ精密位置決め可能な手術支援システムへの要求が高まっている。脳神経外科の手術は、特に組織の圧迫や切開を最小限にすること、微細な血管や神経の剥離、腫瘍の除去などを深く狭い作業空間で行うことが求められており、手術支援システム実現への期待が高い。外科手術で用いる術具の中でも生体組織を直接把持する鉗子の役割は特に重要であり、脳神経外科用低侵襲手術支援システム (HUMAN システム) にも同様の把持機能を持つマスタ・スレーブ微細鉗子システムが必要となる。また本システムには、出血量をコントロールする電気メスの役割と医師が良好に操作できることも必要となる。さらに、術具は生体内部の組織に直接接触することから、感染症を防止するため、臨床使用前に迅速な滅菌処理を行って清潔度を高めることが必要である。

そこで、本研究では、脳神経外科の低侵襲で微細な手術を支援する HUMAN システムにおける、生体組織を把持でき、出血量をコントロールする止血機能と良好な操作性を持ち、滅菌処理に対応するマスタ・スレーブ制御方式の微細鉗子を提案する。

まず、内視鏡の狭い視野内で細かく動かして小型かつ微細なハンドリングが可能という課題に対応するため、プルワイヤ駆動方式で開閉する、外径 1 mm、最大把持力 1 N の微細鉗子システムを提案する。次に、バイポーラによる止血機能と良好な操作性という課題に対応するため、駆動ワイヤに電流を印加して一対で用いて電気回路を構成する、開閉速度 138°/s、むだ時間 0.06 s の微細鉗子システムを提案し、臨床試用を行う。さらに、オートクレーブ滅菌法の適用という課題に対応するため、滅菌処理を行う機械駆動部と滅菌処理が不要な電気駆動部に分離する微細鉗子システムを提案する。

本論文は全体を 5 章に分けて構成する。

#### 論文審査の結果の要旨

本論文は、脳神経外科での低侵襲手術実現に向けた脳神経外科用低侵襲手術支援システム (HUMAN システム) で

用いる、ワイヤ駆動式でバイポーラ止血とオートクレーブ滅菌が可能なマスタ・スレーブ微細鉗子システムを提案し、実現した研究成果をまとめたものであり、主な成果を要約すると次の通りである。

(1) プルワイヤ方式で開閉する屈曲可能な、外径 1 mm、最大把持力 1 N の把持部機構を考案、設計、試作し、駆動システムを構築して動特性を計測し、内視鏡の狭い視野内で細かく動かして小型かつ微細なハンドリング可能なことを示している。また、*in vivo* 実験を行い実用レベルの把持機能を確認している。

(2) 駆動ワイヤに電流を印加した微細鉗子を一对で用いて電気回路を構成するバイポーラ止血方式を考案し、開閉速度  $138^{\circ}/s$  の機構を試作し、むだ時間 0.06 s の駆動システムを構築し、バイポーラによる止血機能と良好な操作性を示している。また、*in vivo* 実験、*in vitro* 実験、cadaver 脳を用いた実験を行い、ウェットフィールドでの把持機能の有効性、実用レベルの把持機能と止血機能、臨床医の良好な操作性を確認している。さらに、腫瘍摘出術などに本システムが適用できることを医師と技術者双方で確認し、臨床試用を行い、医師団は本システムを有用と評価している。

(3) 滅菌処理を行う機械駆動部と滅菌処理を行わない電気駆動部に分離する要素機構を考案、試作し、駆動システムを構築して動特性を計測し、上記(1)と(2)の性能を維持しつつオートクレーブ滅菌法の適用が可能なことを示している。

以上のように、本論文は脳神経外科の低侵襲で微細な手術を支援する HUMAN システムにおける、生体組織を把持でき、出血量をコントロールする止血機能と良好な操作性を持ち、滅菌処理に対応するマスタ・スレーブ制御方式の微細鉗子を確立した。脳神経外科領域で世界初の手術支援システムによる臨床試用を成功させ、医工学分野に先駆的かつ有用な研究成果をあげており、バイオ情報工学に寄与するところが大きい。よって、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。