

厚生労働科学研究費補助金

がん克服戦略研究事業

テレマニピュレーション搭載カプセル内視鏡の開発

平成15年度 総括研究報告書

主任研究者 橋 爪 誠

九州大学大学院医学研究院災害・救急医学 教授

平成16(2004)年4月

目 次

I. 総括研究報告	
テレマニピュレーション搭載カプセル内視鏡の開発	
橋爪 誠	1
II. 研究成果の刊行に関する一覧表	3
III. 研究成果の刊行物・別刷	4

テレマニピュレーション搭載カプセル内視鏡の開発

主任研究者 橋爪 誠 九州大学大学院医学研究院災害・救急医学 教授

研究要旨

早期がんの治療戦略として、診断技術の開発と同時に患者 QOL を考慮した低侵襲アプローチによる治療技術の開発が世界的に注目されている。本研究班ではこれを実現するためにマイクロマニピュレータを搭載したカプセル内視鏡を開発することを目的としている。体内深部における遠隔微細手術用マイクロマニピュレータへの要求仕様の明確化に特に重点をおき、7自由度の運動性能を持つ直径3ミリのマイクロマニピュレータを開発し、体外から遠隔操作するマスタースレーブシステムを構築した。体内深部への進入機能、局所での微細手術性能(臓器の把持、縫合操作等)、マンマシンインターフェイス等を検討した結果、微細なカプセル内視鏡手術に最低限必要な運動自由度、可動範囲、要求発生力、システムの応答性、操縦機構特性が明確になった。今後はマニピュレータのカプセルへの実装加工を行い、九大先端医工学診療部にてハンドリング実験、動物実験を行い、有用性と安全性を検討する。最終的には臨床試験を行い実用化並びに製品化することで、超低侵襲な外科治療の飛躍拡大を目指している。

分担研究者：

生田 幸士 (名古屋大学大学院工学系
研究科マイクロシステム工学 教授)

A. 研究目的

本研究の目的は、超小型のマイクロロボット、ナノロボットを開発し、遠隔操作にて主に早期消化器癌の治療を可能とすることである。

B. 研究方法

インテリジェントマイクロロボットの開発を行う。本カプセルは、主にカメラとバッテリーマイクロコンピューター、駆動装置、通信装置などから成る。駆動装置、マイクロアームの開発は名古屋大学 生田らが、臨床実験、操作系の開発は九州大学 橋爪を中心として行う。それぞれの技術の統合並びに特許の取得を目指す。最終的に完成したマイクロマシンを用いて、平成15年度以降にハンドリング実験を行い、その有効性を動物実験にて検討後、臨床試験を行い、実用化並びに製品化する。

(倫理面への配慮)

本研究での個人情報には厳重な管理を行い、研究結果発表の場合に特定個人が認識されないよう配慮を行う。臨床応用に際しては本学倫理委員会の承認を申請し、患者から治療の効果と危険性も含めた十分な説明のうえ、書面による承諾を得て実施するものとする。現在までに手術支援ロボット da Vinci、ZEUS、共焦点内視鏡など、複数の先端医療機器の臨床応用を倫理委員会と患者の同意を得て遂行してきているのでこれを踏襲する

C. 研究結果

本カプセルは、主にカメラとバッテリーマイクロコンピューター、駆動装置、通信装置などから成る。術者は遠隔操作によって作業対象物の映像を見ながら、それに加えるべき作業動作(写真撮影、組織切除、止血操作など)を指示する。平成15年度は、主として名古屋大学大学院工学系研究科マイクロシステム工学生田研究室を中心として、インテリジェントマイクロロボットの開発を行った。最終目的の手術可能なカプセル内視鏡の前段階と

して、体内深部における遠隔微細手術用マイクロマニピュレータへの要求仕様の明確化に重点をおいた。まず、7自由度の運動性能を持つ直径3ミリのマイクロマニピュレータを開発し、体外から遠隔操作するマスタースレーブシステムを構築した。そして、深部部位への進入機能、局所空間での微細手術性能（臓器の把持、縫合操作等）、マンマシンインターフェイス機能等を検討した。その結果、従来の内視鏡下外科手術や、現在開発されている手術支援ロボットによる遠隔手術に比べ、格段に難易度が高く、微細なカプセル手術に最低限必要な、運動自由度、可動操作範囲、要求発生力、システムの応答性、操縦機構特性が明確になった。

また、九州大学においてはカプセル内視鏡により取得される画像の管理と画像処理の基礎的研究を行った。また画像の生データをシリーズとしてサーバーに保管し効率的閲覧が可能なシステムを構築した。

D. 考察

遠隔微細手術用マイクロマニピュレータへの要求仕様を明確にすることで、マイクロマシンに搭載されるマイクロロボット駆動装置の開発、マイクロロボットマイクロアームの開発が有効に行われることとなった。今後、マイクロマニピュレータ搭載カプセル内視鏡の試作加工を行い、そのハンドリング実験、動物実験にてその有用性を検討する。最終的には、臨床試験を行い、実用化並びに製品化することで、超低侵襲な外科治療の飛躍拡大を目指す。

E. 結論

消化器癌の低侵襲な治療を実現するマイクロマニピュレーション搭載カプセル型ロボットの開発の基礎検討として、今年度、特に7自由度をもつ微細マスタースレーブ型マニピュレーションシステムを開発し、システム全体の要求仕様が明確となった。

G. 研究発表

【論文発表】

- 1) Koji Ikuta, Keiichi Yamamoto, Keiji Sasaki, "Development of Remote Microsurgery Robot and New Surgical Procedure for Deep and Narrow Space", Proc. of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation, pp.1103-1108,2003.
- 2) Koji Ikuta, Takahiko Hasegawa, Shinichi Daifu, "Hyper Redundant Miniature Manipulator "Hyper Finger" for Remote Minimally Invasive Surgery in Deep Area", Proc. of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation, pp.1098-1102,2003.
- 3) 生田幸士, 加藤大香士, 吉山博章, "サージェリレコーディングシステムの提案と試作", 日本コンピュータ外科学会誌, vol.4 no.2 2002, pp.67-74. (2003)

研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Koji Ikuta, Keiichi Yamamoto, Keiji Sasaki	Development of Remote Microsurgery Robot and New Surgical Procedure for Deep and Narrow Space	Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation	2003	1103-1108	2003年
Koji Ikuta, Takahiko Hasegawa, Shinichi Daifu	Hyper Redundant Miniature Manipulator "Hyper Finger" for Remote Minimally Invasive Surgery in Deep Area	Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation	2003	1098-1102	2003年
生田幸士, 加藤大香士, 吉山博章	サージェリレコーディングシ ステムの提案と試作	日本コンピュータ外科学 会誌	vol.4 no.2,	67-74	2003年

20031415

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。