

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 3 月 12 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22760242

研究課題名（和文）内視鏡と併用する胆管部腫瘍の非侵襲温熱治療用微細径アンテナの開発

研究課題名（英文）Development of thin microwave antenna inserted into endoscope for treatment of bile duct carcinoma

研究代表者

齊藤 一幸 (SAITO KAZUYUKI)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・准教授

研究者番号：80334168

研究成果の概要（和文）：

がんの温熱治療とは、がん細胞が正常細胞よりも熱に弱いことを利用したがん治療の一つである。この治療法の成否は、患部をいかに効率よく加温できるかに左右される。本研究では、内視鏡に装備されている鉗子孔に挿入し胆管部を非侵襲で効率的に加温可能な微細径フレキシブルマイクロ波アンテナの実用化に関する研究を行った。まず、ブタを用いた動物実験結果より、血流存在下でのアンテナへの投入電力と周辺組織の温度上昇の関係より、アンテナ直径や耐電力などを決定した。さらに、共同研究を行っている医師の意見を聴取し、臨床現場で使用しやすい治療用マイクロ波アンテナを開発した。さらに、胆管部腫瘍の治療に多く用いられている金属ステント留置下での本アンテナの加温特性について検討を行い、この場合の効率的な加温方法についてもいくつかの知見を得た。

研究成果の概要（英文）：

The thermal treatment is one of the modalities for cancer treatment, utilizing the difference of thermal sensitivity between tumor and normal tissue. There are a few methods for heating the cancer cells inside the body. In this study, intracavitary heating is employed for treatment. In this treatment, a long flexible microwave antenna is inserted into the forceps channel of the endoscope and is led to the bile duct. In this study specifications of the microwave antenna such as diameter and length of the antenna were decided based on results of animal experiment. Moreover, the antenna structure was improved by opinion of medical doctors. In addition, heating characteristics of the antenna inserted into a metallic stent, which is frequently employed for treatment of bile duct carcinoma, could be investigated. As a result, some effective characteristics for the heating of this situation were found.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：マイクロ波・ミリ波、がんの温熱治療、マイクロ波微細径アンテナ

1. 研究開始当初の背景

今日のがん治療においては、手術療法、抗がん剤による化学療法、放射線療法が広く用いられ、がんの種類・部位等によっては、根治的治療も可能になりつつある。しかしながら、いくつかの理由により、いまだに治療法が確立しておらず、極めて治療が難しい腫瘍も存在する。その一つに胆管部に出現する腫瘍がある。胆管は、十二指腸や肝臓の裏側に位置することから、腫瘍部の手術による摘出や放射線治療が難しい。ところで、胆管部の腫瘍は、内視鏡を用いた診断により発見することが可能であり、また、多くの内視鏡は鉗子口と呼ばれる様々な器具を内視鏡先端部(すなわち患部付近)に運ぶための“孔”を備えている。したがって、この鉗子口を用いれば、非侵襲にて患部にアクセスすることが可能であり、これまでにいくつかの治療機器が開発され使用されている。

2. 研究の目的

内視鏡に装備されている鉗子口に挿入し、患部まで到達することができる微細径マイクロ波アンテナを開発することを目的とする。これにより、患部に対してマイクロ波温熱治療を施すことが可能となり、治療が難しい胆管部腫瘍に対しての有効な治療ツールになり得ると考えられる。

3. 研究の方法

マイクロ波電磁界の計算機シミュレーション方法である FDTD (Finite Difference Time Domain: 有限差分時間領域)法を用いて、生体内における電磁波の挙動を解析することによりアンテナ構造の最適化を行う。さらに、アンテナを試作し、生体等価ファントム(疑似生体)を用いた加温実験を行い、アンテナ特性の確認を行う。さらに、医療スタッフの意見を聴取し、臨床使用可能なアンテナとして完成させる。

4. 研究成果

医療スタッフの意見を取り入れたことにより、“臨床使用時に衛生状態を維持できる”・“医師が操作しやすい”といったような特性をも具備する治療用マイクロ波アンテナを試作することができた。さらに、胆管部腫瘍の治療に多く用いられている金属ステント留置下での本アンテナの加温特性についても検討を行い、この場合の効率的な加温方法についてもいくつかの知見を得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. Koichi Ito and Kazuyuki Saito, “Development of microwave antennas for

thermal therapy,” *Current Pharmaceutical Design*, vol. 17, no. 22, pp. 2360-2366, July 2011. 査読あり

2. Kousuke Tsubouchi, Kazuyuki Saito, Masaharu Takahashi, Koichi Ito, Toshio Tsuyuguchi, Taketo Yamaguchi, and Kazuki Kato, “Experimental evaluation of microwave antenna for thermal treatment of bile duct carcinoma,” *Thermal Medicine*, vol. 26, no. 4, pp. 121-130, Dec. 2010. 査読あり

[学会発表] (計 11 件)

1. 板倉 洋, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, “胆管ステントを利用したマイクロ波加温の生体等価ファントムを用いた特性評価,” 第 16 回関東ハイパーサーミア研究会, 2012 年 3 月 24 日.
2. Hiroshi Itakura, Kazuyuki Saito, Masaharu Takahashi, and Koichi Ito, “Microwave heating on outside of biliary stent by coaxial probe,” 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (Barcelona, Spain), 2011 年 10 月 26 日.
3. 板倉 洋, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, “留置済胆管ステントを用いたマイクロ波腔内加温法の基礎検討,” 日本ハイパーサーミア学会第 28 回大会プログラム・抄録集, p.180, 2011 年 9 月 10 日.
4. 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, “同軸ロットアンテナによる局所加温と腔内加温への展開,” 日本ハイパーサーミア学会第 28 回大会プログラム・抄録集, p. 63, 2011 年 9 月 9 日.
5. Kazuyuki Saito, Kousuke Tsubouchi, Masaharu Takahashi, and Koichi Ito, “Thin microwave antenna for intracavitary heating of bile duct carcinoma - Experimental evaluations on performances of antenna using a swine -,” Abstract of 30th URSI General Assembly and Scientific Symposium of International Union of Radio Science (Istanbul, Turkey), 2011 年 8 月 16 日.
6. 板倉 洋, 壺内晃介, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, “留置された胆管ステントを利用したマイクロ波加温に関する有用性の基礎検討,” 第 15 回関東ハイパーサーミア研究

会, 2011年2月26日.

7. Kousuke Tsubouchi, Kazuyuki Saito, Masaharu Takahashi, Koichi Ito, and Toshio Tsuyuguchi, "Animal experiment for evaluations on heating performances of microwave antenna for bile duct carcinoma," アジアハイパーサーミア腫瘍学会第5回大会・日本ハイパーサーミア学会第27回大会合同大会プログラム抄録集, p. 91, 2010年9月10日.
8. 壺内晃介, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, 露口利夫, "胆管部腫瘍の温熱治療に用いるフレキシブルなマイクロ波アンテナの諸特性," 電子情報通信学会技術報告, A-P 2010-68, pp. 7-10, 2010年9月9日.
9. 壺内晃介, 齊藤一幸, 高橋応明, 伊藤公一, "内視鏡と併用する微細径マイクロ波アンテナにおける組織凝固領域の測定," 第29回Microwave Surgery研究会, Journal of Microwave Surgery vol. 28 (増刊号), p. 46, 2010年9月3日.
10. Kazuyuki Saito, Kousuke Tsubouchi, Masaharu Takahashi, and Koichi Ito, "Practical evaluations on heating characteristics of thin microwave antenna for intracavitary thermal therapy," 32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (Buenos Aires, Argentina), pp. 2755-2758, 2010年9月2日.
11. Kazuyuki Saito, Kousuke Tsubouchi, Masaharu Takahashi, and Koichi Ito, "Development of antenna for intracavitary microwave thermal therapy - Evaluations on heating characteristics of antenna using biological tissue -," Proceedings of 2010 IEEE AP-S International Symposium and CNC-USNC/URSI Radio Science Meeting (Toronto, Canada) 2010年7月12日.

[図書] (計1件)

1. 伊藤公一, 齊藤一幸, "1.4節 電磁界の医療応用," 藤原修・宅間薫監修, "エレクトロニクス機器設計と電磁波による生体影響," 三松, Feb. 2011.

[産業財産権]

○出願状況 (計3件)

1. 名称: マイクロ波プローブ
発明者: 齊藤一幸, 伊藤公一, 露口利夫,

折田政寛

権利者: 千葉大学, HOYA (株)

種類: 特許

番号: 特願 2010-189966

出願年月日: 2010年8月26日

国内外の別: 国内

2. 名称: マイクロ波プローブ及び温熱治療装置
発明者: 齊藤一幸, 伊藤公一, 露口利夫, 折田政寛, 渡部 敦
権利者: 千葉大学, HOYA (株)
種類: 特許
番号: 特願 2010-090600
出願年月日: 2010年4月9日
国内外の別: 国内
3. 名称: マイクロ波プローブ及び温熱治療装置
発明者: 齊藤一幸, 伊藤公一, 露口利夫, 折田政寛, 渡部 敦
権利者: 千葉大学, HOYA (株)
種類: 特許
番号: 特願 2010-090599
出願年月日: 2010年4月9日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

齊藤 一幸 (SAITO KAZUYUKI)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・准教授

研究者番号: 80334168

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし