キャップ付

拡散ファイバースローブの開発

Development of Diffusion Fiber probe with a cap.

鈴木正根 橋本大定* 金谷元徳 柴本 博

石川 一徳** 阿部康 一** 高嶋秀之**

Masane Suzuki Daijo Hashimoto* Motonori Kanaya

Hiroshi Shibamoto Kazunori Ishikawa** Koichi Abe**

Hideyuki Takashima**

富士写真光機(株) 東京大学* 日立電線(株)**

FUJI PHOTO OPTICAL CO., LTD. TOKYO UNIVERSITY*

HITACHI CABLE LTD.**

The in-depth laser irradiation therapy for irresectable liver cancers was developed. By puncturing the laser probe into a liver tumor and by irradiating laser energy on it, lesion can be necrotised. As to bladder tumors, PDT method was developed. In this tretment, inserting the laser probe into the cavity of bladder, laser is irradiated spherically all over the cavity of bladder. Treating cancers effectively using laser energy it is essential that laser beam to be irradiated from the tip of the probe should be distributed as uniformly as possible. A double tapered conical probe was designed by computer simulation and probe model was made and checked. The actual irradiation patterns of the probe was similar to those got by computer simulation and was able to obtain good results. Such animal experimentation as pig livers showed the probe could make almost spherical shape of protein coagulated.

切除不可能な肝臓癌を治療する方法として腫瘍内にファイバースコープ先端を刺入し、腫瘍内でレーザー照射し、病変部を壊死に至らしめる深部照射療法が開発された。また膀胱腫瘍では膀胱内にファイバースコープを挿入し、全空間に光を照射しながら治療を行うPDT手法が開発されている。これらの治療で重要なことはファイバースコープの先端から出射するレーザー光の出力分布が全天にわたってなるべく均一でなくてはならないことである。図1に示すように球体に近い組織壊死領域を作り、それが腫瘍領域全てをカバーすれば治療が完全に行い得ると考えられる。今回は膀胱腫瘍や肝癌の治療に効果的な拡散ファイバースコープを設計試作し、そのレーザー光放射特性を検討したので報告する。

図1 肝癌の治療

1. 拡散ファイバースコープの試作

試作に先立ち、先端形状を検討した。側方に光を放射させるため形状の基本を円錐型とし、光線追跡を行って放射強度分布をシミュレーションした。光線追跡は図2のように、円錐基底部の半径Aの間に100等分し、その各点からファイバースコープのNAの範囲内の角度でプラス方向に100本、マイナス方向に100本の光線を発射し、各光線が空気との界面で反射、屈折を繰り返して、その光線の強度が入射光の1/1000になるまで追跡を試みた。すなわち原光線で20000本の追跡を円錐の角 θ を変えながら繰り返した。この結果から $40^\circ \sim 80^\circ$ ぐらいの範囲にわたって射出光がほとんど得られないこ

図2 円錐型のシミュレーション

とが予想された。そこでその無出力域に出力を得るために第2次の試作として図3のような円錐を2段にし

図3 二重円錐型のシミュレーション

拡散ファイバースコープを検討することにした。その結果を図4に示す。このシミュレーション結果を基に試作を行った。

図4 二重円錐型のシミュレーション結果

2. 結果

試作したファイバースコープの形状を図5に示す。

図5 拡散ファイバースコープの構造

実際に入力した場合の射出パターンを図6に示す。生体内照射用として開発した拡散ファイバースコープについて計算機による最適探査値と実際の試作結果との対比を行った。その

図6 二重円錐型表面を拡散処理した先端の射出パターン

結果比較的良好な射出パターンを得ることができ、豚の肝臓への照射実験でもほぼ球形の蛋白凝固範囲を作ることができた。

参考文献

- 1) 鈴木他：昭和60年度精機学会春季大会学術講演会論文集 P13~14
- 2) 橋本他：第4回日本レーザー医学会抄録集 P 100 (1983)
- 3) 鈴木他：日本レーザー医学会誌、第5巻第3号 P 611~614 (1985)