

## レ　ー　ザ　ー

佐野文男\*

## はじめに

レーザー (LASER) は完全に人工的につくり出された光線で Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation の頭文字をとって命名されたものである。1960年に Maiman によって発見されて以来、種々なるレーザー装置の開発研究にともなうて、レーザーは今や医学のあらゆる分野で利用されている。

1. レーザーの原理と特徴<sup>1)</sup>

分子や原子には、量子力学的定常状態では種々の内部エネルギーの準位があり、低いエネルギー状態の原子に励起光を照射すると、その原子は光を吸収して上のエネルギー準位に遷移する。この励起状態の原子にさらに強い光を作用させると、入射光と同じ振動数でかつ同位相の電磁波(光)が誘導放出される。これがレーザー光である。

レーザー光は自然界の光にはみられない次のような特徴を有している。

- (1) 単色性：光の波長がそろっている。
- (2) 平行性：光の位相がそろっている。
- (3) 可干渉性：coherency, 干渉して大きなエネルギーをもつ。
- (4) 集束性：高いエネルギー密度が得られる。
- (5) 指向性：光の立体角が小さい。高輝度。

このような特徴を有するレーザー光はレーザー発光物質の種類によって、1) 固体レーザー、2) 気体レーザー、3) 液体レーザー、4) 半導体レーザーなどに分類され、それぞれ個々の特性が医学、生物学において利用されている(表1)。

また、レーザー光を生体に照射すると、熱、圧力、光、電磁界生成などの効果が発現され、臨床的にも応用されている。

2. 医用レーザー機器<sup>2)</sup>の応用

レーザー光を利用するレーザー医学の応用はきわめて多方面にわたっているが、ここでは診断と治療に関する主なものについて簡単にのべる(表2)。

## 1) 診断への応用

検体検査法としては、レーザーの散乱現象を利用して短時間に多量の生体細胞の分析、分離を行う自動生体細胞分析分離システムが注目されているが、その他、レーザー分光、レーザー顕微鏡、抗原・抗体検出法など、多方面の応用がみられる。

一方、生体検査法では、レーザー内視鏡法、レーザードプラー法による血流測定法、ホログラフィ、眼球屈折異常検査などである。特にレーザー内視鏡法は、癌の蛍光診断、散乱反射スペクトルによる胃潰瘍準備状態の診断、腹腔鏡利用による肝の病態診断などが注目される。

## 2) 治療への応用

レーザーの治療への応用は、臨床各科でそれぞれ特異的であるが、その代表的なものにレーザーメスがある。これの利用は、術中出血の制御という点で循環動態と手術予後に大きく影響を与えるものである。レーザーメスとして最もよく利用されているのは、CO<sub>2</sub>、Nd-YAG、アルゴンの各レーザーである。

レーザーメスを手術に応用したときの利点<sup>3)</sup>は

- 1) 出血が少ない、2) 組織障害が軽度、3) 殺

\*北海道大学医学部第一外科

表1 医用レーザー

種類	発振方式	波長(Å)	連続出力(W)	ピーク出力(MW)	ビーム広がり角(mrad)	主な用途
固体	ルビー	パルス Qスイッチ 6943 3472 (第2高調波)	1.0	1~1,000	0.5~20	光凝固, 皮膚, 脳, 微小外科, ホログラフィ, 分光分析
	Nd-ガラス	パルス Qスイッチ 10600 5300 (第2高調波)	—	1~500	0.5~20	内臓, 分光分析, 色素レーザー励起
体	Nd-YAG	連続波 10610 5300 (第2高調波)	1~100	1~10	0.5~10	レーザーメス, 内視鏡法
気	He-Ne	連続波 6328 11500 33900	0.001 ~0.1	—	0.1~1.0	写真, 照明, ホログラフィ, 流速計, 微小外科, 細胞分別
	He-Cd	連続波 3250 4416	0.001 ~0.05	—	~1.0	蛍光法, 流速計, 顕微鏡
液体	アルゴン	連続波 4515~5145	0.5~20	10 <sup>-4</sup>	1.0~3.0	光凝固, レーザーメス, 内視鏡法, 微小外科, ホログラフィ 細胞分別, 色素レーザー励起
	クリプトン	連続波 4762~6471	0.5~5	—	1.0~3.0	ホログラフィ, 蛍光法
	CO <sub>2</sub>	連続波 96200 106000	0~5000	10 <sup>-3</sup>	1.0~5.0	レーザーメス
	N <sub>2</sub>	準連続波 3371	0.25	10 <sup>-2</sup> ~10 <sup>-1</sup>	直角1~10	生物学的研究
	キセノン	連続波 4603~6270	0.1~0.5	—	1.0~3.0	—
	Ne	連続波 3324	0.25	—	1.0~3.0	—
	各種色素種 約400種	連続波: パルス: Qスイッチ:	近紫外~近赤外	≤2~3	—	—
半導体	Ga-As	準連続 8400	1~20	—	直角1~10	レーザー杖

表2 医用レーザー機器の応用

I. 診断

A. 検体検査

- 1) flowmicrophotometry, cell sorter, cytofluorometry
- 2) 精子泳動度計測
- 3) 抗原-抗体反応検出
- 4) レーザー顕微鏡
- 5) 画像処理

B. 生体検査

- 1) 分光分析: 血液 O<sub>2</sub> 飽和度, 呼気中アルコール検査, 血液成分同定など
- 2) レーザー干渉計: 聴覚器検査, 聴診器, 変形検出など
- 3) レーザードブラ: 流速計など
- 4) 刺戟閾値測定: 痛覚計, 温感計など
- 5) ホログラフィ

II. 治療

- 1) レーザーメス: 手術, 内視鏡
- 2) 砕石: 胆石, 尿路結石
- 3) 溶接: 虫歯治療, 骨溶接, 血管吻合
- 4) レーザー刺戟: 鍼灸, 創傷癒促進, 除痛
- 5) 感覚補助: ホログラフィ眼鏡

III. その他

irradiator, 人工光合成, 酵素賦活, 細胞賦活, 情報伝送など

菌作用, 4) 悪性腫瘍の場合の転移, 播種, 再発の予防, 5) 非接触性, 6) 術後疼痛が軽度, 7) 術中, 他の ME 機器への電氣的干渉がない, などである. その他, 砕石 (胆石, 尿路結石), レーザー溶接 (歯科, 整形外科, 血管外科), 鍼灸, 除痛, 創傷治療促進などに利用されている. 最近特に注目されているのは, 腫瘍に類和性の強いヘモトポルフィリン誘導体を投与して, 蛍光による局在診断を行い, さらにアルゴン・ダイレーザー照射によるヘマトポルフィリン誘導体の活性化が腫瘍を破壊するという方法である. これらも腫瘍治療法の新しい方向といえよう.

おわりに

レーザー機器の医用に関連するものの中から,

主な機種と効用について略述した。

レーザーの実際的な医学応用の歴史は浅く、いまだ研究途上のものも多いのであるが、ここ数年来の発展は従来の概念を超えたものといえよう。ここに新しい視点による医療が展開されつつあり、その期待も大きいのである。

文 献

- 1) 難波 進, 久保宇市: レーザーの基礎的原理とレーザー光の性質, 渥美和彦責任編集: レーザー医学, 中山書店, 東京, 3~12頁, 1980.
- 2) 葛西洋一, 佐野文男: レーザー光線の臨床応用の現状と将来. 日本医事新報, 3045: 9~15, 1982.
- 3) 佐野文男, 今野哲朗, 西田 修, 秦 温信, 葛西洋一: レーザーメス, 臨床外科, 39: 1243~1250, 1984.

\*\*

\*\*

\*\*

\*\*

\*\*

\*\*

\*\*

HMCO 渥美和彦責任編集