

Title	レーザー線治療の基礎的研究 : 各種物質によるHe-Neレーザー線の吸収
Author(s)	飯田, 博美; 高原, 光; 笈, 弘毅 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1969, 29(4), p. 411-415
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16977">https://hdl.handle.net/11094/16977</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

# レーザー線治療の基礎的研究

— 各種物質による He-Ne レーザー線の吸収 —

放射線医学総合研究所養成訓練部

飯田 博 美

千葉大学理学部物理学教室

高 原 光

千葉大学医学部放射線医学教室

寛 弘 毅, 館野之男, 万本盛三

(昭和43年11月11日受付)

Fundamental Studies on Laser Radiation Therapy

By

Hiroyoshi Iida

Training Division, National Institute of Radiological Sciences

Hikaru Takahara

Department of Physics, Faculty of Science, Chiba University

Hirotake Kakehi, Yukio Tateno and Morimi Mammoto

Department of Radiology, Chiba University School of Medicine

Since 1963, the laser radiation treatment for melanoma and skin cancer have been promoted.

Absorption of laser beam by colored cellophanes, mouse skin, rubber and ham are investigated. Absorption coefficient of substances depend on their tone of color greatly.

Rubber and ham can be nearly regarded as tissue equivalent substances.

Green or purple colored cellophanes are very effective shielding substances for 6328Å He-Ne laser radiation.

## 緒 言

1960年 Maiman によるルビーレーザーの成功以来、赤外域から紫外域にわたって数百種類のレーザー線が相ついで開発された。レーザー線は指向性が強く、出力を小さな面積に集束できるので、強い局部的熱効果がある。その上、ある程度の電離効果をも有するので、がん治療への応用の可能性が期待され、1963年から McGuff その他に<sup>6)7)</sup>より腫瘍に対する効果が論ぜられてきた。わが国でも渥美ら<sup>1)</sup>による医学への応用の紹介お

よび癌治療の研究、古本ら<sup>4)</sup>による歯牙組織などに対する効果の報告などがある。しかし、レーザー線治療に必要な物理的基礎データに乏しいのが現状である。たとえば、皮膚に X ジュール照射して癌がなおつたという報告があるにしても、癌全体が一様に X ジュール照射を受けているわけではない。場合によつてはほとんど照射されていない部分もあり得よう。したがって、レーザー線治療が科学の仲間入りをするためには、吸収エネルギーの評価、それも分子レベルあるいは少なく

とも細胞レベルでの評価が問題となるであろうし、それぞれのレベルでの生物学的効果が定量的に論ぜられる必要が出てこよう。

(われわれの研究の意図)

以上の問題解決の第一歩として各種物質のレーザー線吸収を 1/100~1/10mm 程度のオーダーで測定したので報告する。

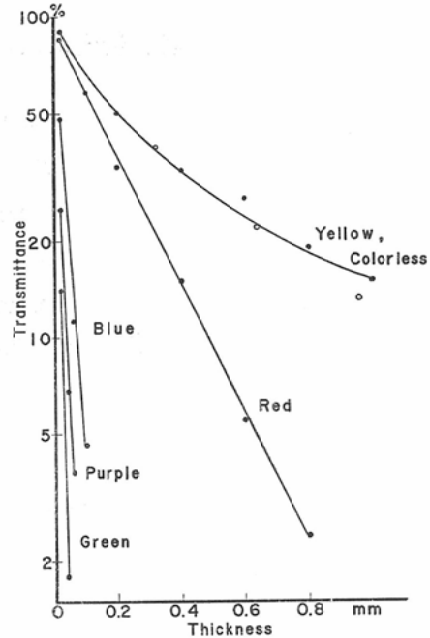
一方、この研究はレーザーの利用開発が進むにつれて問題になつてきたレーザー線による身体的障害<sup>3)</sup>に対する防護、とくに眼に対する防護についてもふれている。

方法及び結果

日本科学工業製 He-Ne レーザー発生装置 (出力 10mW) からの coherent な 6,328Å 連続発振光の、セロファン紙、ゴム、マウス皮膚などによる透過をフォトメーター (東京光電) および照度計 (東芝 5号, 低照度用) によつて測定した。市販されている 6種類の色のセロファン紙の透過率を Table 1 および Fig. 1 に示す。

これらのセロファン紙の透過率を EPS 2型自記分光光度計 (日立) によつて測定した結果

Fig. 1. The Absorption of Laser Beam by Colored Cellophane



を Fig. 2 に示す。

手術用手袋のゴム、マウス皮膚およびハム肉に

Table 1. The Absorption of Laser Beam by Colored Cellophane

Number of sheets	0	1	2	3	4	5	10	absorption coef.
Green	100	10	1.8	0.6	0.28	0.16	0.05	98/mm
Purple	100	25	6.8	3.8	2.8	2.3		69/mm
Blue	100	44	21.5	13.0	8.5	5.8	1.72	27/mm

Number of sheets	0	1	5	10	20	40	75	absorption coef.
Red	100	85	58	34	15	2.4		4.8/mm
Yellow	100	90	60	50	33	19	9	2.4/mm
Colorless	100	93	69	52	34	17		2.4/mm

Thickness of one sheet = 20 μm = 2.9 mg/cm

Table 2. The Absorption of Laser Beam by Rubber of Operating Glove

Number of sheets	0	1	2	3	5	7	10	13
Transmittance	100	60	50	34	21	14.5	7.2	3.9

Thickness of one sheet = 0.23 mm = 18.9 mg/cm<sup>2</sup>,  
Absorption coef. = 0.97/mm

Table 3. The Absorption of Laser Beam by Skin of Mouse

Number of sheets	0	1	2	3	4	5	absorption coef.
Transmittance	100	39	18.4	7.3	4.0	1.9	0.99/mm

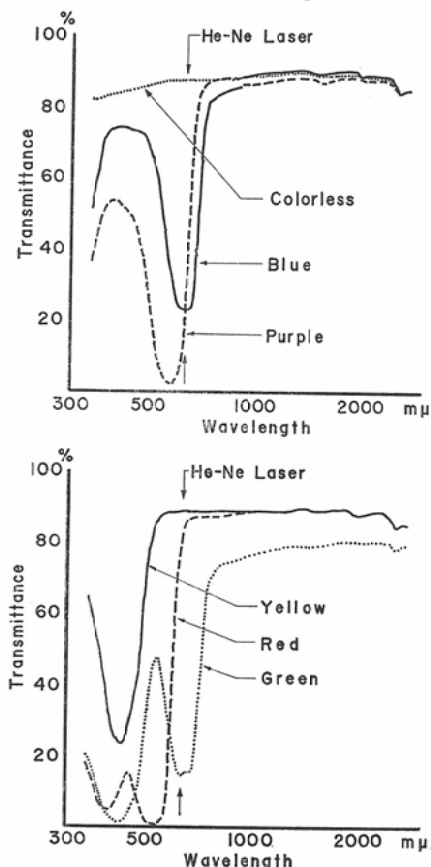
Thickness of one sheet = 0.8 mm = 88 mg/cm<sup>2</sup>

Table 4. The Absorption of Laser Beam by Ham

Number of sheets	0	1	2	5	10	16	absorption coef.
Transmittance	100	48	44	27	12.5	7	0.47/mm

Thickness of one sheet = 0.3 mm

Fig. 2. Spectroscopic Transmittance of Laser Beam by Colored Cellophane



についての透過率を Table 2, 3 および 4 に、吸光曲線を Fig. 3 に示す。

考 按

多くの実験報告から考察してみると X線, γ

線, 電子線等の生体に対する作用とレーザー線の生体に対する作用とはかなり異なつたものであると思われる。レーザー線の生体に対する作用の本態は不明な点が多いが、渥美ら<sup>1)</sup>は熱, 圧力, 光, 電磁界の4つの総合効果によるものとしている。

放射線治療において重要な問題は放射線の生物作用の本質(生物学的問題)と吸収エネルギーの評価(物理学的問題)であると言えよう。われわれはレーザー線治療について、放射線医学の見地から吸収エネルギーの測定を行なつてきたものである。

一般に、放射線治療を正確にかつ再現性あるよに行なうためには、まず、使用する放射線に対して人体組織と等しいエネルギー吸収を示す物質(組織等価物質)を探し出して利用することが必要である。この物質は放射線の種類と線質によつて異なつてくることは言うまでもない。

レーザー線の場合には、同じ組成の物質でも色によつて吸収の度合いが大きく異なる (Table 1 および Fig. 1)。したがつて、レーザー線に対する組織等価物質を厳密に考えると分光光学的な見地から組織に近い色であることが必要である。X線, γ線の場合と異なり、組織に近い原子番号であることは必ずしも必要ではない。マウス皮膚を目的組織とみなした場合、Table 2, 3, 4 および Fig. 3 から手術用手袋のゴムがかなり組織等価であり、ハムは組織よりやや吸収の度合いが少ない。これらの物質は光を強く散乱させるので分光光学

Fig. 3. The Absorption of Laser Beam by Rubber, Skin and Ham

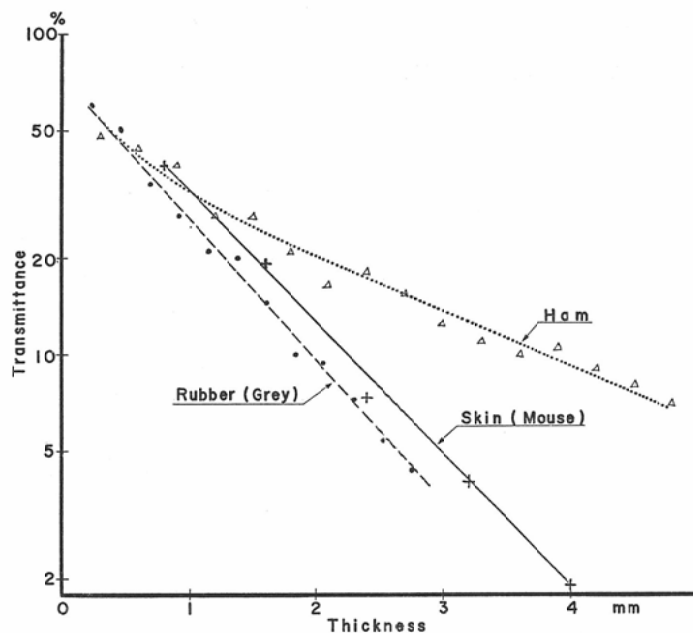
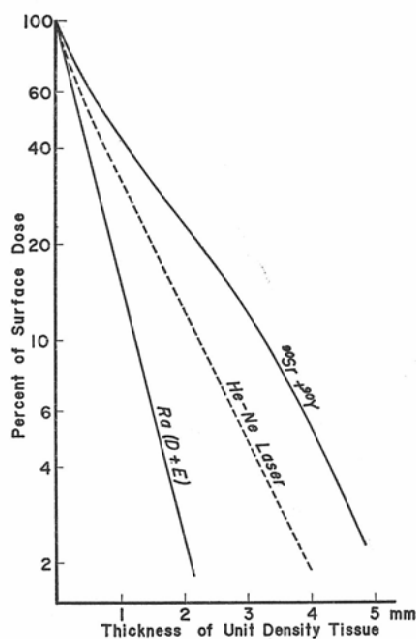


Fig. 4. Central-Axis Depth Dose Curves  
 Ra (D+E)  $\beta$ -ray applicator is 5.6mm diameter,  
 0.1mm Mg filtration;  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$   $\beta$ -ray applicator  
 is 7.8mm diameter, 0.25mm Al + 0.05mm stain-  
 less steel filtration.



的立場からの比較は困難である。マウス皮膚、ゴムおよびハムはいずれもその種類により、また個々にその色調はかなりの差異（巾）があるため、それによる吸収係数の差異も相当大きい。X線的な減弱を示すレーザー線を面線源 $\beta$ 線と比較することはやや当を失するが、皮膚表面から 2.4mmでレーザー線の強さは 7.3%程度に減弱する (Table 3) という点について比較してみると、面線源  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$  と面線源 Ra(D+E) の中間程度のエネルギー吸収率に相当すると言える (Fig. 4)。

一方、レーザー線のエネルギーは組織を通過して体内深く入ることはできないので、X線や $\gamma$ 線と同方式による深部治療は不可能である。しかし、レーザー線は光としての反射および屈折の法則に従うので、Kapany ら<sup>5)</sup>および Capellaroら<sup>2)</sup>は light guide によつてレーザー線を体腔内または組織内に導いて直接に照射することをこころみた。胃カメラに使われるグラスファイバーを用いた light guide (オリンパス光学製, LG-3-1.5) を使用すれば He-Ne レーザー線 6,328Å に対する損失は、実測の結果、1.5m について約 50%

であつた。ほかにガラス棒、ルサイト棒なども light guide として使用の可能性がある。しかし、レーザー線が light guide 内でくりかえし反射を受けた場合に、レーザー線の特長である coherency が保持されるかという問題が残っている。われわれはこの問題をホログラフ<sup>8)</sup>を用いて検討をすすめている。

レーザー線の防護に有効な物質をさぐるには使用するレーザー線の波長をとくに吸収する物質を捜し出せばよい。緑色および紫色のセロファン紙の He-Ne レーザー線に対する吸収係数がきわめて大きいのは分光光度計による測定結果と一致するものである。

(本研究に対して、貴重な助言をいただいた千葉大学教養部長上野栄雄教授及び実験の推進に協力をいただいた放医研養成訓練部越島得三郎氏及び日本真空光学株式会社青木小三郎氏に深く感謝します。

本論文の要旨は昭和43年4月9日第27回日本医学放

射線学会で報告した)。

#### 文 献

- 1) 渥美和彦他：レーザーの医学への応用，医用電子と生体工学，4 (1966)，370—392.
- 2) Capellaro, D.F. et al.: A hypodermic probe using fibre optics. *Nature*, 191 (1961), 927—928.
- 3) Daniels, R.G. and Goldstein, B.: Lasers and masers health hazards and their control. *Fed. Proc.*, 24 (1965), S 27—S 30.
- 4) 古本啓一他：レーザーの医歯学領域への利用，日医放会誌，28 (1968)，229—239.
- 5) Kapany, N.S.: Fibre optics and the laser. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 122 (1965), 622.
- 6) McGuff, P. et al.: Discussion of Biological Effects of Laser Radiation. Presented at Second Laser Conference, Northeastern University, Boston, July (1963).
- 7) McGuff, P.: Effects of laser radiation on tumor transplants. *Fed. Proc.*, 24 (1965), S 150—S 154.
- 8) 小倉啓夫他：ホログラフの技術，応用物理，36 (1967)，715—718.