

生体組織の光学特性値に基づいた光治療技術を目指して



若 者

本 多 典 広*

Determination of biological tissue optical properties for
the development of laser therapy technique

Key Words : optical properties, biological tissue, laser therapy

1. はじめに

「がんを光で治療する技術をつくる」

拳を握り締め、私は大阪大学へ入学しようと決意した。

筆者は、2008年4月に大阪大学大学院工学研究科に入学し、現在、博士後期課程2年生である。栗津邦男教授の研究室にて、がんを光で治療する技術の開発を目指し研究をさせて頂いている。

はじめに、そもそもなぜ、がんを光で治療する技術を開発したいと考えたのかについて述べたい。高校生の頃、足の手術後の検査ということで、実家の静岡から東京の病院に通っていた時期があった。走ったりすることはできないが歩いても構わないという状態での通院であった。東京の電車はやっかいなもので、満員に近い時は、手で押さないと電車の中には入れない。そんな都会の事情を知る由もなく、足が自由に効かず、電車に乗ろうとした片田舎から来た学生は、電車の入り口で立ち往生し、閉まるドアに挟まった。電車が発車する音が鳴る。その時、知的障害者の方が車掌に怒鳴り散らし、電車を止めてくださった。お陰で電車の中に入る事ができたが、その人に助けて頂いたお礼も言えないまま電車は走っていった。そんな体験をして以来、誰かの役に立ちたい、社会に貢献したいという気持ちが強くなった。

学部生の頃、当時から大変な注目を集めていた青色発光ダイオードや半導体の研究がしたく、レーザーや発光ダイオードを開発している研究室に行きたいと考えていた。だが、研究室配属が決まる年に第一希望の研究室の先生が他大学に移ったこともあり、将来の進路を考え直す機会があった。興味のあった光を医療に応用した光がん治療法を開発し、人の為になる研究を行いたいと考えた。父が良性のポリープを患うなど、大腸がんというものが身近に感じる機会があったことも少なからず影響していたのだと思う。

光を使って低侵襲にがんを治療する方法の一つに光線力学療法 (Photodynamic Therapy; PDT) というものがある。このPDTはメスで体を切らずに、がんだけを除去する事が可能な治療法である。日本では、早期の肺がん、表在型早期胃がん、表在型食道がん、子宮頸部初期がんおよび異形成、加齢黄斑症に対して適応されている。私はこの魅力的な治療法に魅かれ、PDTを研究したいと考えた。しかし、光医療技術を研究・開発するためには、光学および生物・医学、更には、光と生体との相互作用などの基礎的知識・技術を身につける必要がある。工学部で電気を専門に扱っていた私には、はじめて聞く単語が多い分野だった。まずは基礎知識が必要と考え、光 - 生体相互作用やPDTを研究されている研究室を捜した。大阪大学の栗津邦男教授が行われている研究が、私の希望するような研究であるということを知り、大阪大学への入学を志望した。

2. 生体組織の光学特性

光が生体組織に入ると、生体組織内で光の吸収と散乱を繰り返し組織内を伝搬していく。光のエネルギーが生体組織に含まれる吸収物質に移り、光の波長、パルス幅や強度などにより様々な現象が起こる。



* Norihiro HONDA

1985年4月生

大阪大学大学院工学研究科 博士前期課程
環境・エネルギー工学専攻 修了
(2010年)

現在、大阪大学大学院工学研究科 博士
後期課程 環境・エネルギー工学専攻
D2

TEL : 06-6879-4735

FAX : 06-6879-7363

E-mail : honda-n@mb.see.eng.osaka-u.ac.jp

PDT は、がんが集積しやすい薬を体内にいれ、がんを光をあてることで、集積した薬の作用により活性酸素が発生しがん細胞だけを死滅できる治療法である。したがって、どの程度深くまで光が侵達し生体組織内でこういったエネルギー分布をもつかが、PDT の治療効果や治療範囲を評価する上で重要になる。ある波長の光が生体組織内で伝搬する様子を理解できれば、光のエネルギー分布も理解できる。光が伝搬する様子は、生体組織の光の吸収のしやすさや散乱のしやすさを定量的に評価することで理解できる。この生体組織の光の吸収のしやすさや散乱のしやすさを定数として表したものが生体組織の光学特性値である。私が博士前期課程の頃は、先ず、この光学特性値について学び始めた。

これまで色々な方法や様々な生体組織の光学特性値が報告され公開されてきた [1, 2]。しかし、報告されてきた光学特性値は正常組織や病変組織等の単一波長や狭帯域波長の光学特性値の報告が多く、データベースとして不十分であった。また、光治療による生体組織の変性に伴う光学特性値の変化における報告は少ないなどの問題がある。そこで、博士前期課程では、可視・近赤外波長域における生体組織の光学特性値を算出可能なシステムの開発を行った。これまでの研究で、可視・近赤外波長域において生体組織の光学特性値を算出できるシステムを開発できた。現在、色々な研究機関の方と共同研究させて頂くことが出来ている。生体組織の光学特性値は光医療だけでなく様々な分野への応用が可能だということを実感でき嬉しく思う。今後も色々な方のお役に立てればよいと思う。

3. 光学特性値の光治療技術への応用

博士後期課程では、がん組織の光学特性値に基づいた PDT への応用を研究している。上述した PDT の治療可能な深さは、現在数 mm 程度である [3]。PDT がどの深さまで治療可能なのか、がん組織の光学特性値をもとに光の侵達深さを求めることで、より定量的に治療範囲を評価することが出来る。さらに、PDT は繰り返し施術が可能であり、繰り返し PDT を行うことでこれまで適応されてきているがんよりもより大きながんに対する治療法となる可能性もある。だが、繰り返し PDT を行う際、1 度目の PDT が 2 度目の PDT の治療効果に影響を及

ぼすことはあるのだろうか。この疑問に対して、PDT を行ったマウスのがん組織の光学特性値を算出し、PDT 前のがん組織の光学特性値と比較してみた。PDT を行ったがん組織は、光を散乱しやすくなるということがわかった。すなわち、PDT を行ったがん組織は光が侵達しにくくなるということが考えられる。現在、がん組織の光学特性値をもとに光の侵達深さを求め、どこまで治療範囲が及ぶかということを経算することで、光学特性値を基にした治療範囲の評価系の構築を検討している。今後は、評価系を基にして、例えば PDT 後の治療の進行に伴う光侵達深さの変化を考慮して、より効率のよい PDT を行うためのレーザー光の最適な照射条件を提供出来ないかと考えている。

4. 最後に

「頭で考えすぎず、まずは、手を動かして行動してみなさい」と栗津先生から叱咤激励を受け研究させていただいている。栗津先生は毎年、新入生歓迎会を先生のご自宅で開かれ、学生や OB・OG などを招いたホームパーティーをされる。そのパーティーでは、OB・OG の方とお話することができ色々となる。ある時、OB の方から、研究職で最も大事なものは独創性を持つことである、と教えて頂いた。もし、ある日突然、体一つで社会に投げ出された場合、研究者自身としての価値は、他の人が持ち得ていないもしくは持ち得る事ができない技術や知識に依存するのだと。日々の多忙な研究の中では、初心を忘れがちになることもあるが、「がんを光で治療する技術をつくる」と拳を握り締めた感覚は今でも覚えている。教育してくださる先生方や先輩方の教を大切にして、将来社会に貢献できるよう研究していければと考えている。

謝辞

本稿執筆の機会を与えて頂きました大阪大学大学院工学研究科の栗津邦男教授に深謝致します。日々、ご指導頂いている栗津研究室のスタッフの方々、共に研究してくださるメンバーの方々に厚く御礼申し上げます。



Fig. 栗津邦男教授の自宅でのパーティにて、研究室のメンバーらとの写真。
最前列左の男性が栗津邦男先生、最前列中央右が筆者。

参考文献

- [1] W. F. Cheong, S. A. Prahl, A. J. Welch: A review of the optical properties of biological tissues. IEEE J. Quantum Electron, 26: 2166-2185, 1990.
- [2] V. V. Tuchin: Methods and Algorithms for the Measurement of the Optical Parameters of Tissues, Tissue Optics, 143-192, 2007, SPIE press.
- [3] M. S. Thompson, A. Johansson, T. Johansson, S. Andersson-Engels, S. Svanberg, N. Bendsoe, and K. Svanberg: Clinical system for interstitial photodynamic therapy with combined on-line dosimetry measurements. Appl. Opt., 44(19): 4023-4031, 2005.

