



私の人生航路を大きく変えた“エキシマレーザー”

村原 正隆^{†1,†2}

Excimer Laser that Considerably Changed My Journey of Life

Masataka MURAHARA^{†1,†2}

「人を切るのがCO₂レーザーメスならば、目に見えないものを切るのがエキシマレーザーである」1983年O plus E 8月号「エキシマレーザーで何ができるか」の冒頭である。これを執筆する3年前の1980年、私は豊田 浩一主任研究員(当時理化学研究所)が購入したばかりのエキシマレーザー(ルモニックスTE-860)の前に居た。ハロゲンガスと希ガスとの組み合わせを変えるだけで、50 nm毎に真空紫外から近紫外線までの強いレーザー光を発振した。先ず試みたのが、発振波長157 nmのF₂レーザー。メタンガスに微量の酸素を封入した容器の側面に赤外線分光器をつなぎ、F₂レーザー光を照射した瞬間、1040 cm⁻¹に富士山を逆さにしたような強い吸収ピークが現れた。何だろう、私は爆発を予想しながら、恐る恐る反応容器の窓を開けた。その瞬間、中から甘い香りが漂って来た。アルコールだ！ 触媒無しで、アルコール合成ができたのだ！ 私の大学時代の専攻は資源工学。大学院で100 WのCO₂レーザーを自作しながら抱いた夢は「ダイナマイトや削岩機の代わりに大出力CO₂レーザーを使って、鉾山の岩盤を砕き、資源開発をやるぞ」。その開発に、私の夢をかなえてくれるだろうと考えたのが、理化学研究所・新レーザーグループだった。ところが私の目の前に現れた、全く性質を異にするエキシマレーザー。従来のCO₂レーザーは被加工物を構成する分子の振動によって発生した熱による「熱破壊」加工を得意とした。ところが、エキシマレーザーは、その光が持つ光子エネルギーで被加工物を構成する分子や原子の結合を「切ったり貼ったり」する「分子制御」加工。私が作った表「分子の結合解離エネルギーと波長の関係(O plus E 8月号/1983年)」は、参考文献としてあるいは企業のカatalogue等で広く紹介され、その内に、出典が記載されないまま、一人歩きをするほど広まった。今でも、エキシマレーザーの普及はこの表が貢献したと自負している。

このエキシマレーザーの分子制御技術を携えて、1983年4月、東海大学工学部電気工学科に赴任した。そこには卒業研究でレーザーをやりたいと、多くの学生が集まって来た。3坪たらずの小さな研究室は大学院生を含めて20人を超した。終電車がなくなるから帰れと言っても、帰らない学生達。そんな好奇心旺盛な学生達に支えられ、金属、プラスチックなどのあらゆる固体表面から分子や原子を引き抜き、そこに目的とする官能基を置換してレーザー照射部のみに機能性を与える「光表面改質法」を完成させるにはそれほど時間はかからなかった。これらの研究成果は、学生が筆頭者として、毎年秋と春に開催される応用物理学会と1月開催されるレーザー学会で発表。その数、在職した21年間で、レーザー学会211件、春・秋の応用物理学会で388件、その他の学会やシンポジウムで209件。現地実行委員長として、東海大学沼津校舎で開催したレーザー学会学術講演会第12回年次大会では一研究室としては最高の26件を発表した。大学院生は必ず海外発表をした。その数130件。その中でも、2004年12月、ボストンで開催されたMRS材料国際会議とサバナで開催されたMST表面改質会議には11名の学生を率いて渡米し、12件(MRS:8, MST:4)の発表を行なった。この21年間で、最も思い出深いのが、フッ素樹脂(テフロン)の接着だった。テフロンの末端原子のフッ素を引き抜き、そこに親水基(OH基)を置換して親水性に、あるいはメチル基(CH₃基)を置換して親油性にして、フッ素樹脂表面をエポキシ接着剤と同じ官能基に換えるという、全く新しい化学的方法で強接着を実現した。この間、多くの学部学生や修士学生を世に送ったが、博士課程後期に進んだ学生は2人。その中の一人、大越 昌幸君(現防衛大学校)は、フッ素樹脂のフッ素を引き抜き、そこに酸素を架橋原子として銅原子を置換して光化学的手法で導電性フッ素樹脂を開発し、プリント基板に応用した。佐藤 雄二君(現東京工業大学)は、アクリル樹脂表面に投影露光により、親水性基と撥水性基を交互に置換したマイクロドメイン構造を創製し、水は着くがタンパク質は着かない白内障患者用眼内レンズを開発した。そして、私の定年前年の2004年には、シリコンオイルを酸素ガス中で光酸化して耐水性、耐熱性、紫外線透過性を満たす

^{†1}東京工業大学 イノベーション研究推進体 特任教授 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 (I3-25))

^{†1}Tokyo Institute of Technology, Innovation Propellant Department, Research Professor, P.O.Box 13-25, 2-12-1 O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552

^{†2}東海大学 名誉教授 (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117)

^{†2}Tokai University, Professor Emeritus, 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa 259-1292

石英ガラスの高強度接着と水中でレーザー耐性を発揮するコーティングに成功。このように東海大学在職の21年間で筆頭者として学会で発表した学生数延べ808人、海外で発表した学生数延べ130人。東海大学から職務発明として出願した特許数は37件。その内、特許登録されたものが国内23件、アメリカ2件、ヨーロッパ1件と、助教授も助手も居ない“学生主体”の村原研究室の成果であった。

そして学生が居なくなり、年金を貰い始めた2005年、長すぎたエキシマレーザー研究に別れを告げ、大学生時代から憧れていた海洋資源開発に第二の人生行路の舵を切った。そして2007年12月「風力よ”エタノール化からトウモロコシを救え〈風力発電による海洋資源回収と洋上工場〉」と題する本を出版した。洋上風力で得られた電力で、真下の海水から採取した食塩を熔融塩電気分解して金属ナトリウムを製造する。これを軽油の中に入れて陸地の電力消費地に安全に輸送し、火力発電所で水を注ぎ水素を発生させ、その水素の燃焼エネルギーで蒸気タービン発電を行う。副産物として、何の苦勞もせずに行われる苛性ソーダは、従来のソーダ工業の最終製品である。さらに、金属ナトリウム製造工程で得られる副産物の真水、硫酸、塩酸、金属マグネシウムは、これまで大電力を使って製造していた代物。この副産物だけでも採算に合うプロセスである。主製造物の金属ナトリウムは、水よりも軽い電力貯蔵固体として、枯渇の心配が全く無く、CO₂も出さず、放射能も出さない持続可能で再生可能な化石燃料の代替エネルギーとして、私の夢はまだ続く。