



## 日本のレーザープロセッシングの歴史と将来

小原 實<sup>†</sup>

### Laser Processing in Japan: Past and Future

Minoru OBARA<sup>†</sup>

レーザープロセッシング(レーザー加工)に現在も使用されているCO<sub>2</sub>レーザーは前回の東京オリンピック開催年の1964年の発明。ジャイアントパルス化のQ-switching(1962年)、mode-locking原理(1964年)も1960年代の発明。ダイヤモンドにパルスレーザー照射で微小孔をアブレーション加工したのは1965年。高出力レーザーの魅力な多くの夢は、1970年頃までには既に報告されているので、当時の文献の検索も楽しい。1960年代は金属機械・板金加工が(現在も)主流で、電子産業は未発達で、かつ光学部品の品質も高くなかったので、レーザープロセッシング産業が発展する環境が揃っていなかった。トランジスタから2次元電子回路のICの発明(キルビー特許:2000年ノーベル物理学賞)で、1970年代になって日本でも電子産業(後のIT産業)がスタートした。大学の工学部では電気電子工学、大量生産に必須なFactory Automation(FA)用の計測制御工学が学生に大人気だった。レーザープロセッシングの研究は国立研究所、企業で始まった。理化学研究所の難波進氏らのグループは、レーザー微細加工の研究を開始した<sup>1)</sup>。彼らは、レーザーの集束性に着目した微細加工と、他のエネルギー源では得られない高いパワー密度に着目した大型加工への道である、と述べている。レーザー加工は、既存の機械工作・加工に対して、「特殊加工」と呼ばれた。

高出力レーザー開発とレーザー加工は、それぞれ自転車の前輪・後輪であろう。高出力レーザーの開発があって、それを使ったレーザー加工が少し位相が遅れて発展してきた。1968年東京芝浦電気(現東芝)はルビーレーザーを製品化、1971年日本電気はNd:YAGレーザーを製品化しSi半導体デバイスのスクライバー、トリマー、マスクリペアとして使用した。1974年三菱電機は加工用CO<sub>2</sub>レーザーを開発した。

最初のレーザーの国家プロジェクトとして、1977年度~1984年度、通産省工業技術院(当時)が「超高性能レーザー応用複合生産システムの研究開発」(約137億円)を実施した。プロジェクトの成果は世界のトップレベルに達し、国内主要産業の国際競争力の向上に貢献した。企業にとって高出力レーザーの開発はリスクが大きく、国の投資が不可欠である。その後、断続的な国の投資と企業の不断の努力によって、レーザー加工の市場は発展してきた。レーザー加工の世界市場規模(2015年)は概ね3兆円(1.1兆円が高出力レーザー装置、1.9兆円がビームデリバリー、スキャナー、集光装置、高価な半導体露光装置・医療機器等)と推定される。日本国内市場は世界市場の概ね10%と極めて大きく、世界の名目GDP(2015年)に占める日本のGDPの5.6%と比較すると、2倍近い貢献をしている。

高出力レーザー加工のボリュームゾーンである熱加工セグメントである金属のレーザー切断・溶接は、高出力ファイバレーザーが利用され、塑性加工分野の市場を力強く牽引する。加工ソフトウェアの高度化・マシンビジョン、センサ等の導入・知能化に続き、AIとIoTの導入等による生産性の飛躍的向上による市場の更なる拡大は大いに期待できる。

一方、多岐に亘る特殊加工では、ICT産業分野の微細加工技術として、LSIの露光装置(ステッパー)、半導体のレーザーアニーリング、電子部品の微細加工(LSIチップ等の深穴あけ等)、半導体素子・ガラスの切断、マーキング、ガラス等の透明材料の溶着等がICTセクターの成長を支える。エキシマレーザー、ピコ秒・フェムト秒レーザー等がこの分野で活躍している。ICTセクターではレーザー微細加工の技術革新スピードが極めて速く、周期的に技術革新しながら利益を上げるビジネスモデル構築が必須である。医学(臨床)分野では、人工関節加工、心臓冠動脈用のステント加工、眼科組織の微細加工、皮膚科・形成外科領域の母斑等の除去加工等がある。レーザー治療による医療費削減とQOL向上に資するプロジェクトとして、がん細胞だけに特異的に結合する抗体に700 nmレーザー光を吸収する薬剤(IR700:フタロシアニン)を付加し、レーザー照射でがんの細胞膜を傷害しがん細胞を死滅させる治療法は、米国FDAの第2フェーズの治験中である。近未来のoutcomeが期待される当該レーザー治療研究は、米国立がん研究所(NCI)の医師の小林久隆氏のグループが推進している。

レーザープロセッシング研究は、興味深い相互作用現象・相転移、およびメカニズムの解明が興味深いので、研究者の

<sup>†</sup> 慶應義塾大学名誉教授

<sup>†</sup> Professor Emeritus, Keio University

好奇心を刺激し、論文・特許としてのすばらしいoutputは沢山出ている。国内の大学等の研究者の多くは、高品質outputで研究開発は完了したと認識している？大学等の人事評価もoutputを偏重している懸念があろう。工学・技術の研究開発過程で、outputで終了しては道半ばであり、outcomeが本当のゴールである。ご存知のように、outcomeとは、outputが活用されて社会に貢献する成果である。学術研究では全く新しい学術分野の創生、医学では新規治療法・診断法の確立でヒトの健康を増進し病魔からの解放。さらに開発したデバイス・システム・技術が実社会で人の安全・安心な生活を増進・エネルギー消費の低減等に貢献。ICT分野では、情報通信・インターネットプロトコルの世界標準化等。特許ではlicensingの実施。そしてsocial impact(社会的貢献：安全・安心・持続的に豊かな社会の増進に貢献)が研究の究極のゴールである。大学・国立研究所の研究者もレーザー加工のoutcomeのフェーズまで、企業との連携研究等を通じて、楽しく研究成果を進展させていただきたい。輝く研究成果が眠っているのは勿体ない限りである。

結びとして、広義のレーザープロセッシングのさらなる発展のために、まずはご自身の解析・洞察から1%でも可能性があれば、大きな社会へのインパクトを夢見て、特に若い研究者に、成果が見通せる研究ではなく、難しく意欲的な大きな新規研究課題を発掘し挑戦していただきたい。

#### 参考文献

- 1) 難波 進：応用物理 **51** (1982) p. 454.