



産業用レーザー開発 30 年の振り返りと次世代に向けて

古田 啓介†

Thirty Years of Industrial Laser Development: Looking Back and Ahead to the Next Generation

Keisuke FURUTA†

私がレーザーの世界に社会人として足を踏み入れてから、本年でちょうど 30 年になる。この節目の年に、これまでの歩みを振り返るとともに、次世代に向けた展望を述べたい。当社のレーザー加工機事業は、大きく分けて板金切断用を主としたマクロ加工機と、プリント基板穴あけ用を主としたマイクロ加工機の二本柱で成り立っている。入社当時、レーザー加工機に搭載される光源の主役は両事業とも炭酸ガスレーザーであり、当社独自の三軸直交型発振器構成による高い加工性能と安定性が市場に受け入れられ、差別化技術として事業を支えていた。

このような背景のなか、私が若手時代まず担当したのは、マクロ加工用 kW 級の Nd:YAG レーザー発振器開発であった。当時、固体レーザーは従来のランプ励起に対して LD 励起方式が注目され始めた時期であり、これによって、光ファイバ導光可能な 1 ミクロン帯の高出力レーザー光源において量子欠損が大幅に低減し、効率と信頼性が大きく進展した。入社 2 年目から参画した NEDO フォトン計測・加工技術プロジェクトにおいて、世界最高効率の kW 級固体レーザーを実現したのはその代表的な成果である。ここで開発した固体レーザーはランプ励起構成の流れを受けた側面励起・側面冷却構成が主流であり、固体媒質を多段に光学連結することでレーザー出力のスケラビリティは謳えるものの、光軸断面方向に形成される温度分布起因の熱レンズによる集光性能の制限が生じる。このため、当時主力の炭酸ガスレーザーを置き換えるまでの輝度は実現できず、溶接用としての加工機製品化開発に本成果を展開していった。その後、産業用レーザー業界には大きな転換期が訪れた。ファイバレーザーの台頭である。1999 年頃に 100 W 級が報告された後は、その後数年で数 kW 級の出力が報告されるようになった。熱レンズによる集光能力制限が実質無く、炭酸ガスレーザーに比べて効率が約 10 倍高く、加工対象まで光をファイバでフレキシブルに伝送できる取り扱いの容易さもあり、それまでの炭酸ガスレーザー及び YAG レーザーを搭載した kW 級レーザー加工機は、一気にファイバレーザーに置き換わるというパラダイムシフトを体験した。しかし、固体レーザー開発経験者の多くは、固体レーザーの開発を好む場合が多いと感じる。その理由は、工夫しただけビーム品質や輝度等の性能が向上するからであろう。ディスクタイプやスラブタイプ形状の固体レーザーは、熱レンズによる性能制限をファイバ同様無視できる。高ピークパルスを要する分野など、ファイバレーザーの不得意な分野において、固体レーザーの活躍の場は未だ多く存在する。日本では大型で高品質なセラミック固体媒質技術で世界的に先行しているという話も耳にしており、レーザーフュージョンエネルギー開発など次世代の固体レーザー技術の応用分野には大いに期待がかかる。

一方マイクロ加工分野では、当社基板穴あけ加工機製品では炭酸ガスレーザーが今も主力だが、半導体パッケージ加工の微細化に伴い、固体レーザーの波長変換による紫外レーザーを搭載した加工機もラインアップを充実させつつある。微細かつ高品位な加工が求められる中、長らく超短パルス光源による非熱加工に期待してきたが、非熱加工を追求しすぎると加工速度が制限され、生産性との両立が難しくなる。この対策の一例としては、近年、電子励起状態を巧みに利用しながら熱影響を抑制する、GHz オーダーのバーストパルスによる高速高品位加工の研究が多く報告されており、注目に値する。加工技術からバックキャストした光源開発の重要性を感じる。

最後に、産業用レーザーの発展には、光学をはじめ、制御、電源、加工技術など多分野の融合が不可欠である。近年ではどれだけ AI をうまく活用できるかが、産業機械では主要な競争軸となっている。レーザー学会はあらゆる先進的な技術の種と周辺技術者との交流の場でもあり、企業人として産業応用の視点から引き続き関わっていききたい。30 年の歩みを通じて、レーザー技術は常に進化し、多様化してきた。今後の先端半導体加工、量子計算、GX の実現など、社会変革を支える中核技術として、さらに重要な役割を担うだろう。それに向け、次世代の多くの技術者を巻き込み、新たなレーザーの地平を切り拓く仲間を増やしていきたい。

†三菱電機株式会社先端技術総合研究所 (〒 661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町 8-1-1)

†Mitsubishi Electric Corporation, Advanced Technology R&D Center, 8-1-1 Tsukaguchi-Honmachi, Amagasaki, Hyogo 661-8661