



## レーザーの開発と加工への応用展開

平等 拓範\*

T. Taira

2011年に内閣府よりとして公益認定を受けた公益財団法人天田財団は、1987年に現アマダホールディングスの創業者である天田勇氏の私有資産の寄附を基に設立された財団法人天田金属加工機械技術振興財団に遡ります。当初は、金属等の塑性加工分野における機械・加工システム技術に関する研究開発助成事業、並びにその普及啓発事業を開始し、2007年から助成分野をレーザープロセッシングへと拡大され、また2017年には30周年の節目を迎え、時代の変化にキャッチアップしながら現在に至っています。

ところで何故レーザー加工なのか？ご存じの様に光はボーズ粒子であり、複数の光子が同じエネルギー状態を取れます。一方、可視の光子1個の等価的な温度は約30,000Kにも至るため、大量の光を何らかの操作によりスペクトル、時間、空間において限られた狭い領域に集めた場合、非常に高密度エネルギービームとなり、物質と強く相互作用し、その物質の極限状態を創り出すことができます。すなわち、切断や溶接です。さらに最近ではアブレーションによる非熱微細加工や衝撃波による表面改質、内部加工などもできます。1960年に発明されたレーザーは、まさに光子の状態を揃える強力な装置で、単なる切断や接合を超えた興味深い加工装置となり得ます。

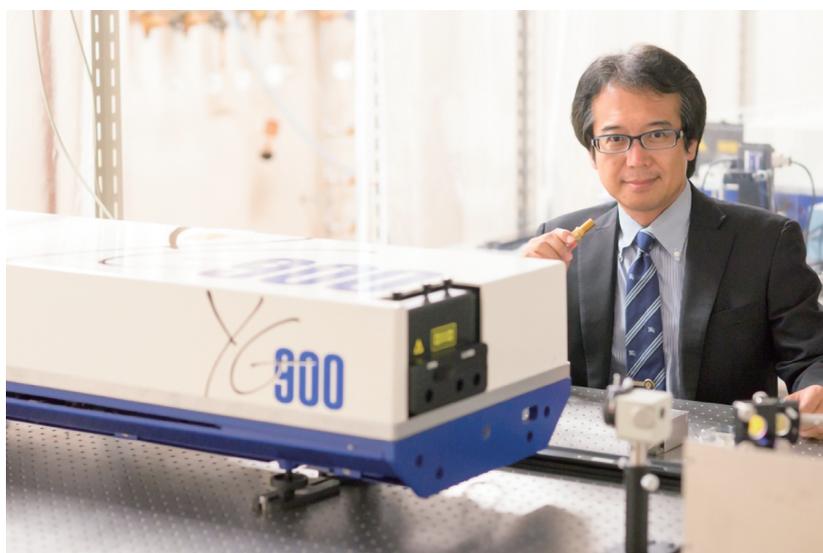
そこで2019年度のレーザープロセッシング分野の助成公募では、プラスチック、セラミックス、複合材料等の材料も含む金属等のレーザープロセッシング利用した加工に必要な技術に関する重点研究開発助成の課題研究を以下の様に設定しました。

- ・加工に及ぼすレーザーの波長、パルス幅又はビーム整形の効果
- ・高効率・高品質レーザー加工法の開発、又はシミュレーション
- ・レーザー加工におけるプロセス現象の解明又はプロセスモニタリング
- ・レーザー加工に対するOCT（光干渉診断法）技術の適用及び展開（キーホール深さ計測等含む）

- ・レーザープロセッシング用の高品質集光光学系、スキャナー等のビーム走査・制御デバイスの開発
- ・加工用レーザーの開発
- ・高出力レーザーによる高速リモート加工
- ・レーザープロセッシングの高性能・高度化のための全体装置開発・改良に必要な（或いは繋がる）技術（レーザー光源、ビームデリバリー、AI、及びIoT等を含む）
- ・レーザー加工における安全技術の開発
- ・半導体レーザー（青色レーザーダイオードを含む）による金属の直接加工
- ・3次元積層造形法の開発とプロセスの解析・評価
- ・異種材料のレーザー溶接、又は接合
- ・材料表面の改質・表面構造付与・表面（層）除去加工
- ・業界で注目される先端材料のレーザープロセッシング
- ・産業応用を目指した高強度ピコ秒・フェムト秒レーザープロセッシング
- ・レーザープロセッシングの医用応用（レーザー治療は除く）

これまでレーザーが関わる加工分野の拡がりを反映し年々研究課題が増え、そして今年度は「加工用レーザーの開発」にまで踏み込みました。実は1990年代までは日本のレーザー研究開発は世界的にも高いレベルにありました。しかしながら、2000年以降、放電管を主体としたレーザーから広義の全固体レーザー（半導体レーザー、ファイバレーザーも含めた半導体レーザー・励起固体レーザー）へと流れが変わりました。当時は日本も固体レーザーで高い水準にありましたが、主力は放電管励起であり、また固体媒質の発光中心はNd系でした。ところが、半導体レーザー励起になると、それまでは三準位であるため実用的なレーザーとしては向いてないとされていたYb系の室温発振が容易となり、様相が変わったのです。実はYbではエネルギー構造が2つと単純であるため量子効率も高く、またファイバのように狭い領域に閉じ込めても消光も起き難く、効率的にレーザー光に変換されます。そのような事から現在ではNd系レーザーを遥かに凌ぐ性能を実現しています。残念ながら日本はレーザー開発でそれまで

\*分子科学研究所 理化学研究所 特任教授



手にしているのが目の前の大型レーザーと同程度パワーのマイクロチップレーザー（セラミックレーザー）

成功していたがため、Yb系レーザー開発に舵を取るのが後手に回ってしまいました。この様に技術革新は、技術格差を引き起こし、そこに新たなビジネスチャンスを創うことができます。ところで技術は常に進歩していることからゲームチェンジの可能性はまだあります。そのような事から天田財団は、新たなレーザー装置が新たなレーザープロセスの道を拓くと判断し、「加工用レーザーの開発」の項目を加えました。

天田財団の研究開発助成の成果は、毎年、助成終了後に「天田財団助成研究成果報告書」として出版されています。Vol. 23 (2010年発刊) からVol. 31 (2018年発刊) までの9年間に掲載されました152件のレーザープロセッシング分野の助成研究成果報告書から選定し、それらの成果と共に最新の情報と合わせて『FORM TECH REVIEW』への論文執筆をお願いしました。『FORM TECH REVIEW 2019』の発刊はレーザープロセッシング分野としては第5巻目になります。「レーザーの開発と加工への応用展開」と題しましてファイバーレーザー、レーザーピーニング、ナノ加工、3次元ビーム加工、セラミックレーザー、半導体レーザーによるプロセスを主題にレーザーとその応用を中心とした研究開発を選定致しました。表題の特集テーマにはこれらの論文だけで尽くされるものでは決してありませんが、レーザープロセッシングの多様性と可能性を読み取って頂けるものと考えます。

読者各位には本誌の論文に興味を持たれ、レーザープロセッシング分野の発展にご貢献頂くと共に、天田財団の研究助成に積極的に応募頂ければ幸いです。レーザーの開発と加工への応用展開にかかる新たな技術革新、そしてイノベーションの契機を皆さんと共に切り拓きたく願っております。