

新規産業創出の基盤形成に必須な大出力レーザー

土屋 裕*

High Power Lasers Essential for Developing Fundamentals toward the New Industries

Yutaka TSUCHIYA*

来るべき21世紀に向けて、産官学で新規産業創出の基盤形成が議論されている。新規産業の創出には、社会、環境、人、技術、材料、工業など、さまざまな分野における基盤形成が必須であることはいうまでもないが、とくに人類の理想に根ざした願望と新しい基盤技術の確立が重要である。これに沿うものとして、光に関する未知未踏領域の探索研究がある。その起源は、光が宇宙や物質・生命において基本的な役割を担っていることにある。万物は光を吸収・放出し、そこに必ず光と物質との超高速相互作用がある。このような超高速相互作用はほとんどの部分が未解明であるが、この未知未踏領域こそが、新規産業創出の基盤形成に必須な新技術を生み出す宝庫なのである。

レーザー光の特長のひとつは光エネルギーを空間的・時間的に集中できることであり、最近の超大型高密度フェムト秒レーザーでは 10^{21} W/cm²程度、また、実験室レベルでは 10^{19} W/cm²程度のエネルギー密度が得られる。後者の光電場は約60GV/cmになり、水素原子の基底状態にある電子が感じるクーロン電場の約10倍に相当する。このような強い光電場が得られるようになると、シンクロトロン加速器のような超大型施設がなくても、研究室に設置したレーザーを用いて一般相対論や素粒子・原子核物理の実験、さらには宇宙論の検証実験などができる。

高密度パルス光を物質に照射すると、たとえば、熱効果で温度が上昇する前に電子温度のみが上昇するという、新しい現象が観測される。このような未知未踏の現象を解析・解明していく過程では、人類に有用な数々の新しい現象や効果・プロセスなどが発見されると期待される。そして、光と物質との超高速相互作用というさまざまな現象の制御が可能になれば、新規な技術——たとえば、新物質や材料の創製、物質改変、新しい化学反応制御、新しい加工技術など——が形成され、素粒子・原子核物理などの科学的成果を産業に応用することも可能になろう。かくして、究極的な光利用によって創出される新規な技術に基づく新しい産業は、材料、情報通信、バイオ、医療、環境、農業、エネルギーなどの広範な分野におよび、その規模はエレクトロニクスをベースにした20世紀の産業を超えると期待される。

ところが、現在、この種の研究に必要なフェムト秒レーザーは多くの問題を抱えている。いま利用できる大出力フェムト秒レーザーは研究施設あるいは広い研究室にやっと収納できる大型のもので、しかも限界性能を追求した研究用のレーザーである。また、テーブルトップのフェムト秒テラワットレーザーも研究されているが、その規模はテーブルトップというイメージから大きくかけ離れた大型のものである。これらは特定の研究目的に対する性能は優れていても、産業化に際して重要となる装置の大きさ、信頼性・安定性・繰り返し周波数・発振波長域などの諸性能、操作性・コストパフォーマンスなどが不十分である。かくして、レーザー光源技術が確立されていないから産業応用が育たない、広範な応用が見えてこないから産業用レーザー光源技術が育たない——というジレンマが生じ、これが新規産業創出の基盤形成に対する大きな障害になっている。

かかる状況を打破するには、研究者・技術者・産業人に対して「新しい産業を想起させる大出力レーザーシステム」——導光・集光系、光計測・制御技術などの周辺技術を融合した小型・高機能の産業用大出力レーザーシステム——を具現化するしかない。この際、最近目まじく進展した半導体レーザー(LD)を利用してレーザーシステムを小型・高機能化するとともに、光源技術と種々の周辺技術を最適化して融合し、産業用としての総合システムをめざすことが重要である。

大出力レーザー自体の開発は海外でもすでに始められている。確かに日本はレーザーの主要部品のほとんどを輸入に依存しているが、一方では、世界に特筆すべき多くの先端光技術や光計測・制御技術をもっている。このような日本だからこそ、今、LDベースの大出力レーザーシステムを早期に開発するとともに、光に関する未知未踏領域の探索研究によって基盤技術形成を積極的に推進し、次世紀には、フォトリソをベースにした新規産業に関する世界の中心地になることをめざしたいのである。

* 浜松ホトニクス(株)中央研究所(〒434-8601 静岡県浜北市平口5000)

* Hamamatsu Photonics, Central Research Laboratory, 5000 Hirakuchi, Hamakita, Shizuoka 434-8601