

## Introductory Talk — 拡大するレーザーアブレーション研究とその応用

## Introductory Talk — Growth of laser ablation research and its applications

佐々木 浩一

名古屋大学大学院 工学研究科 電子工学専攻

Koichi Sasaki

Department of Electronics, Nagoya University

はじめに レーザーアブレーションとは、固体にレーザー光を照射したとき、固体材料を構成する元素が様々な形態で爆発的に放出され、固体表面がエッチング(エロージョン)される現象の総称である。本学会の会員諸兄にとっては、慣性核融合のための爆縮プラズマの生成方法としてなじみが深いかもしれない。最近では、慣性核融合実験に用いられるのよりはるかに小型のレーザーを用いて生成されるプラズマを様々な用途に利用しようとする研究が極めて活発に展開されている。この分野は、材料工学、量子エレクトロニクス、およびプラズマ理工学などの境界領域にあり、学際的で発展性のある研究分野である。本講演では、レーザーアブレーションプラズマの応用、および、レーザーアブレーションプラズマの基礎的研究課題について、それらの概要を述べる。

レーザーアブレーションプラズマの応用 レーザーアブレーションには大別して以下のような応用がある。1) 加工—穴あけ、切断など、レーザーアブレーションによるターゲット材料のエロージョン形状に価値が生じる応用。2) 薄膜形成—レーザーアブレーションによって固体から放出された粒子を基板上に再凝縮させることにより薄膜を作成する技術。別名 Pulsed Laser Deposition (PLD) と呼ばれる。3) 超微粒子・クラスターの作成—レーザーアブレーションによって固体から放出された粒子が気相で再凝縮するときに微粒子が作成される。4) 分析—レーザーアブレーションで生成された粒子を質量分析する方法、または、レーザーアブレーションプラズマを分光分析する方法により、レーザーを照射した固体の分析を行う。5) 光源—レーザーアブレーションプラズマの発光を利用する。真空紫外～X線領域の光源(X線レーザーの媒質)として特長を発揮する。LSI加工用の13 nmリソグラフィ光源として具体的に検討されている。6) 医学応用—歯の治療、角膜のレーザーアブレーションによる近視治療など。以上のように、エネルギー、材料、光、分析、医学といった広範囲にわたる応用がある。本シンポジウムでは、2)、3) (九大 岡田先生)、および5) (豊田中研 東氏)に関する講演が予定されている。

レーザーアブレーションプラズマの基礎過程 上に述べた応用のうち、最も重要で研究人口の増加が著しい2)および3)に関連したレーザーアブレーションプラズマの基礎過程について述べる。レーザーアブレーションによる薄膜または微粒子の生成はおおむね以下の時間経過をたどる。即ち、1) レーザー照射によりターゲット表面が気化し( $\leq 10$  ns)、2) 発生した原子、分子、イオンがターゲット前面で加速されて雰囲気ガス中に飛散する( $\leq 1$   $\mu$ s)。3) その後、飛散した粒子群は雰囲気ガスおよび飛散粒子間での化学反応を経験しつつ基板表面に到達し、凝縮して薄膜化する(または、気相での凝縮が生じ微粒子が生成される)( $\leq 1$  s)。4) さらに、薄膜作成の場合には、基板に堆積した薄膜と気相粒子との間で化学反応が続く。ここで、カッコ内の数はその現象が生じる時間領域の概数を示している。このように、ダイナミックな時間レンジにわたって様々な過程が展開されるが、それらの各々について研究課題がある。これらの研究課題には、基礎物理学的に未解明の問題も含まれているが、一方、基礎過程は理解されているものの基礎的理解が現実の工学的問題に適用されていない類の課題もある。ターゲットから発生した粒子群(ブルームと呼ばれる)が基板に到達するまでに雰囲気ガスとどのように相互作用するかといった問題は典型的な例である。レーザーアブレーションによる薄膜および微粒子作成の研究が主に材料分野の研究者によって推進されているためもあって、この類の問題はこの分野では依然として未解決である。本シンポジウムでは、レーザーアブレーション過程の数値シミュレーションに関する講演(東工大 矢部先生)が予定されているが、このように、レーザーアブレーションプラズマにはプラズマ理工学分野の研究者にとって絶好の研究課題が数多く残っている。会員諸兄の本分野への参入を期待するものである。