



## 三次元プリンタと三次元フェムト秒レーザー加工

松尾 繁樹<sup>†</sup>

### Three-Dimensional Printer and Three-Dimensional Femtosecond Laser Processing

Shigeki MATSUO<sup>†</sup>

ここ数年、三次元プリンタが注目を浴びている。三次元的な加工を行う工作機械はこれまでも存在したが、刃物で切削するという原理上、形状の制約は大きい。これに対し、三次元プリンタでは、材質やサイズの制約はあるものの、形状の制約は小さく、複雑な三次元形状を持つ構造物を作ることができる。

一方、十数年前から研究が行われているフェムト秒レーザー加工も、「三次元加工」を特徴の一つとしている。ここで「三次元加工」には、次の二つの系統がある。

一つは、光硬化性樹脂を硬化させて構造を作っていくものである。光硬化性樹脂を使って三次元構造を作るというのは新しい技術ではないが、フェムト秒レーザーを利用することによって、未硬化樹脂の内部の微小な点を、(積層することなく)いきなり硬化できるという利点が生じた。しかも、最小の硬化領域は極めて小さく、光軸に垂直な方向では100 nmを切る分解能での加工が行われている。

もう一つは、透明固体材料の内部加工である。レーザーを使った透明材料の内部加工でよく見られるのは、キーホルダーや小さな置物だが、フェムト秒レーザーを用いると、より小さな、クラックのない、集光点近傍のみの改質を行うことができる。表面を傷つけずに内部だけを加工できるというのは魔法のようだが、もちろんこれはれっきとした科学である。光の持つ透明材料への浸透性(透明の定義だ)に加え、レーザー光の持つ高い空間コヒーレンスによって内部の焦点に集光され、フェムト秒パルスの持つ高い尖頭値とあいまって、非線形光学効果を起こす。しかも、焦点に投入されたエネルギーが散逸する間もない短い時間にエネルギーが投入されるため、焦点近傍のみでさまざまな改質を誘起することができる。

筆者は、後者の技術、フェムト秒レーザーによる透明材料の内部加工を中心に研究を行っている。フェムト秒レーザー照射によって材料に誘起される改質は多彩であり、例えば局所的な密度変化(空洞形成を含む)、化学的な性質の変化、イオン化(価数変化)、偏光に依存するサブ波長周期構造の形成などがある。石英ガラスなどでは、照射した部分のエッチング耐性が母体材料に比べて低下し、その部分をエッチングにより空洞化することができる。複雑な三次元空洞パターンをマイクロメートルスケールで作製することのできる技術は、今のところフェムト秒レーザー加工以外にはないと思われ、マイクロ流体デバイスなどへの応用を目指した研究が進められている。

三次元プリンタが注目を浴びるようになったのは、技術の先進性もさることながら、低価格化によって多くの人が気軽に使えるようになり、人々の創造性を刺激したことが大きいと思われる。三次元の部品を作るのは、もともと多くの人の願望だった。これに対し、小さな固体基板の内部を三次元加工して使うというのは、願望としてもそれほど考えられていなかったことだと思われる。フェムト秒レーザー加工が広く使われるようになるためには、技術的な進歩に加え、何を作って何に使うかというアイデアにもさらなる創造性が求められるだろう。

<sup>†</sup> 芝浦工業大学 工学部 機械工学科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5)

<sup>†</sup> Department of Mechanical Engineering, Shibaura Institute of Technology, 3-7-5 Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548