

最先端の銅加工技術を生み出す「青色半導体レーザー」研究  
大阪大学 接合科学研究所 レーザプロセス学分野

# 塚本・佐藤研究室

大阪大学 接合科学研究所のレーザープロセス学分野（塚本・佐藤研究室）は、レーザーを用いた接合、切断、表面改質、分離、除去といった材料加工を、現象の基礎理解から装置化・実用化まで一貫して研究している。なかでも同研究室が重点を置いているのが、さまざまな場面で需要が高まる「銅」の加工だ。塚本雅裕教授は、青色半導体レーザーの高輝度化により純銅を積層造形できる3Dプリンターを世界で初めて開発したことから「青の錬金術師」の異名を持つ。佐藤雄二准教授は研究室の中核として、銅をはじめとする材料とレーザーの相性を見極めつつ、加工プロセスの最適化と実用への橋渡しを推進している。大阪大学を訪れ、佐藤准教授に研究室内をご案内いただいた後、両氏が取り組む「青色レーザー×銅加工」について塚本教授に話をうかがった。



——青色半導体レーザーで純銅を積層造形できる3Dプリンターについて、教えてください。

塚本教授：「3Dプリンター」という呼び方は一般的ですが、研究としては金属を層ごとに積み上げて形状を作る「積層造形」が正確です。学術的にはAM（Additive Manufacturing）と呼びます。純銅はレーザー光を反射しやすく、狙った通りにエネルギーを与えにくい。そのため溶融が不安定になり、欠陥につながりやすいという難しさがあります。そこで青色半導体レーザーを用いると、純銅に対して光が入りやすく、加熱の立ち上がりや溶融状態を制御



高輝度ブルー半導体レーザーを用いた世界初となる純銅の金属3Dプリンター（PBF方式）。左は実際に鉄板の上に文字などの形状を純銅で積層造形したものだ。

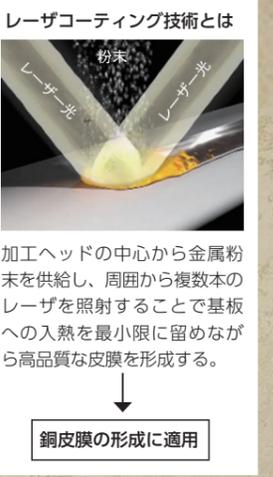
usion）方式の金属3Dプリンターを製品化へつなげる道筋が見えてきました。また、DED（Directed Energy Deposition）方式の金属3Dプリンターは村谷機械製作所さんと進めています。



研究室に設置されている「ALPION（アルピオン）」。

——研究を続けるうえで、資金や体制をどう守っていますか。

塚本教授：いまは経済安全保障重要技術育成プログラム（Kプロ）に参画しています。Kプロは非常に重要な枠組みです。国のプロジェクトは常に採択され続けるわけではなく、途切れる可能性があります。もし途切れた際に場所代の確保が難しくなると、開発した装置を維持できず、研究員の雇用にも影響が出てしまう。そこで私たち自身でも「青色半導体レーザー」接合加工共創コンソーシアム」を立ち上げました。青色半導体レーザーと加工技術に関する情報提供や技術交流を進め、普及促進と社会実装を目指して、



レーザーコーティング技術とは  
加工ヘッドの中心から金属粉末を供給し、周囲から複数本のレーザーを照射することで基板への入熱を最小限に留めながら高品質な皮膜を形成する。

銅皮膜の形成に適用

しやすくなります。さらに「高輝度化」によって、必要な場所へ必要な密度でエネルギーを届けられるため、狙った箇所を安定して溶かし、積み上げることが可能になる。加工中の現象を可視化し、条件を数値化して再現性を高め、装置として現場で使える形へ仕上げる——その一連を含めて純銅の積層造形に取り組んでいます。

——塚本・佐藤研究室とは、どのような研究室でしょうか。

塚本教授：大阪大学 接合科学研究所は産業界のバックアップを受けて設立され、

セミナーや安全講習会、技術相談などを行っています。年に4回のセミナーと総会を開催し、継続的に新しい情報を提示していく。1年契約で更新していただく形なので、常に内容で勝負し続ける必要があります。

——学生や若い世代に伝えたいことは？

塚本教授：私の研究室の目標設定として、全員が「賞を狙う」ことを掲げています。賞は狙っても取れないことがある一方、狙わなければ届かない。研究室ではコアタイムを設けていません。いつ来ても帰ってもよい。その代わり、目標を定めたら責任を持ってやり切る、というスタイルです。国際会議の経験も早い段階から積むことを勧めています。発表して帰るだけではなく、現地を見て、物価や文化の違いを体感することも含めて学びになります。

私の夢としては、現実的に学生たちが社会で活躍してくれること。そしてもうひとつは宇宙です。宇宙での積層造形、いわゆるスペースAMにも挑戦したいですね。無重力では粉末も溶融金属も浮くため難しいのですが、薄いレイヤーで溶けた瞬間に固まる方式なら重力の影響を受けにくい可能性がある。JAXAの宇宙戦略基金も視野に入れ、できる限り現実のプロジェクトにしていきたいと考えています。



左から塚本雅裕教授、清川梢さん（機械工学専攻博士前期課程1年）、吉田環さん（機械工学専攻博士前期課程2年）、佐藤雄二准教授

## リケジョ 理系女子の本音～塚本・佐藤研究室大学院生～



清川梢さん (M1)

Q：研究室の雰囲気は？  
A：学生同士で相談しやすく、周囲に聞きながら前に進められるのが心強いです。  
Q：いま取り組んでいる研究テーマは？  
A：今年から最大50kWのファイバーレーザーが使える環境になったので、銅板の溶接をテーマに研究します。  
Q：この分野に興味を持ったきっかけは？  
A：高校時代に「実物として形に残るものづくり」がしたくて機械系を選びました。  
Q：将来やってみたいことは？  
A：自分の考えたことが社会のどこかで使われ、楽しいと思える働き方を目指します。



吉田環さん (M2)

Q：研究室の特徴は？  
A：先生も学生も行動的で出張が多く、議論も盛んな雰囲気です。  
Q：いまの研究内容を教えてください。  
A：粉末を供給しながらレーザーを照射して基板上に成膜する手法で、抗菌性付与のための高品質な純銅積層・コーティング技術を開発しています。  
Q：今後の進路は？  
A：医療機器分野へ進む予定です。  
Q：新入生へのメッセージを  
A：視野を広げて多分野に触れ、新しい出会いを大切にしてほしい。