天田財団ニュース

2018 Autumn | No.5

02 「第16回 塑性加工助成研究成果発表会」を開催
「第2回 レーザプロセッシング助成研究成果発表会」を開催
「INTERMOLD／金型展／金属プレス加工技術展（名古屋）」に出展

研究室訪問

04 岡山大学大学院 自然科学研究科　岡田 晃 教授

06 福井大学 産学官連携本部　山根 正睦 特命准教授

08 産業技術総合研究所 電子光技術研究部門先進レーザープロセスグループ　奈良崎 愛子 主任研究員

10 産業技術総合研究所 製造技術研究部門積層加工システム研究グループ　瀬渡 直樹 主任研究員

12 パネルディスカッション　サーボプレスが拓く新しい塑性加工法と塑性加工技術

公益財団法人
天田財団
THE AMADA FOUNDATION

「第16回 塑性加工助成研究成果発表会」を開催
「サーボプレスによる塑性加工の高度化」をテーマに

公益財団法人天田財団は5月31日、国立オリンピック記念青少年総合センター4階のセミナーホールを会場に、**「第16回 塑性加工助成研究成果発表会」**を開催した。この発表会は毎年、一般社団法人日本塑性加工学会が開催する塑性加工春季講演会の開催日程に合わせて行われているもので、今年は**「サーボプレスによる塑性加工の高度化」**をテーマに行われた。

13時から始まった発表会では開催に先立ち天田財団・佐藤雅志専務理事が開会の挨拶を行い、引き続き青山藤詞郎理事（慶應義塾・常任理事）から成果発表会の趣旨説明が行われた。

その後は中部大学・石川孝司教授による「サーボプレスの特徴とその利用技術」と題した特別講演や成果発表会が行われた。成果発表会では首都大学東京大学院・楊明教授が「サーボプレス成形におけるメカニズムの解明とプロセス設計に関する研究」、横浜国立大学・前野智美准教授が「サーボプレスを用いた荷重低減をする低サイクル振動圧縮加工法の開発とメカニズムの解明」、大阪大学・松本良准教授が「サーボプレスを活用した中空部品加工のための逐次潤滑冷間鍛造加工法の開発」と、天田財団の助成を受けた研究の成果を発表した。

引き続いて、東京大学大学院・柳本潤教授をコーディネーターに、パネリスト4名――成果発表を行った楊教授と松本准教授の2名と、産業界から髙橋金属㈱・西村清司執行役員商品開発部長、㈱シャルマン・木原武志技術開発課マイスターによるパネルディスカッションが開催された。サーボプレスを活用した事例報告を交え、熱のこもった議論が行われた（パネルディスカッションの内容は12 ～ 15ページに掲載）。

また、発表会終了後は国際交流棟1階のレセプションホールに会場を移して懇親会が開かれた。発表会、懇親会をとおして学会関係者を中心に110名が参加した。

塑性加工助成研究成果発表会で挨拶する天田財団・青山藤詞郎理事

レセプションホールでは懇親会が開かれた

「第2回 レーザプロセッシング助成研究成果発表会」を開催

公益財団法人天田財団は4月25日から27日までの3日間、パシフィコ横浜で開催された光・レーザ・フォトニクスの総合展示会「OPIE'18」（OPTICS&PHOTONICS International Exhibition 2018）に出展。会期中の4月25日には、同会場で**「プロセッシングのためのレーザ開発と加工法の高度化」**をテーマに、**「第2回 レーザプロセッシング助成研究成果発表会」**を開催した。後援は一般社団法人レーザー学会と一般社団法人レーザ加工学会。

発表会では主催者である天田財団の佐藤雅志専務理事による挨拶、片山聖二評議員（大阪大学名誉教授）による発表会の趣旨説明の後、研究成果発表会として、今回採択された7人の研究者――東北大学・佐藤俊一教授、

宇都宮大学・早崎芳夫教授、埼玉大学大学院・池野順一教授、鹿児島県工業技術センター・瀬知啓久研究専門員、千葉大学大学院・松坂壮太准教授、長岡技術科学大学・溝尻瑞枝産学融合特任准教授、レーザー技術総合研究所・藤田雅之主席研究員による助成研究成果の発表が行われた。

発表終了後には、天田財団・小原實評議員（慶應義塾大学・名誉教授）による総括の言葉と表彰が行われ、受賞者1人ひとりに表彰状が手渡された。

その後は会場を移動し、懇親会も行われた。懇親会の挨拶のなかで、レーザー学会・阪部周二理事（京都大学科学研究所・教授）により、次回の「レーザプロセッシング助成研究成果発表会」もOPIEと併催して行うことが発表された。

天田財団・佐藤雅志専務理事による挨拶では天田財団の普及啓発活動についての説明などが行われた

助成研究成果表彰式では小原實評議員により、受賞者1人ひとりに表彰状が手渡された

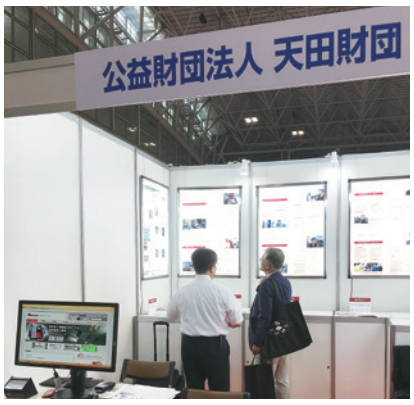
「INTERMOLD／金型展／金属プレス加工技術展（名古屋）」に出展

公益財団法人天田財団は2018年6月13日から16日までの4日間、ポートメッセなごや（愛知県名古屋市）で開催された「**INTERMOLD／金型展／金属プレス加工技術展（名古屋）**」（主催：一般社団法人日本金型工業会）に出展し、助成研究成果や財団活動の普及・啓発を行った。同展の出展者数は417社・団体、期間中の来場者総数は4万3,648人となった。

同展は最新の金型加工技術が集まる専門展示会で、これまでは大阪と東京で1年おきに交互に開催されてきた。自動車関連の金型産業が集積する名古屋での開催は、今回がはじめて。経済産業省製造産業局の岡本繁樹素形材産業室長が来賓として挨拶され、展示会が開会した。

天田財団では金型に関する研究への助成も多く、今回はこの展示会に限定した「**FORM TECH REVIEW 特集号～金型の最新技術動向～**」を発刊、150部配布した。この「FORM TECH REVIEW 特集号」には、約1,500件の助成研究成果報告が掲載されたキーワード検索機能付きのDVDも付属しており、とくに天田財団のブースを訪れた自動車関係の開発者に好評で、さまざまな加工に関する問い合わせもあった。

来年も「INTERMOLD／金型展／金属プレス加工技術展（名古屋）」は開催され、天田財団も出展を予定している。



INTERMOLD／金型展／金属プレス加工技術展（名古屋）に出展した天田財団のブース

放電加工、電子ビーム加工、レーザ加工、電解加工、バイオマシニングなどを活用した新しい加工法・未来の加工法を研究

岡山大学大学院 自然科学研究科　岡田 晃 教授

岡田 晃 教授　経歴

1988年3月に愛媛県立大洲高等学校を卒業後、岡山大学工学部入学。1992年に岡山大学大学院 工学研究科修士課程機械工学を専攻。修士課程卒業後の1994年4月から岡山大学工学部助手に任官。

1998年3月に大阪大学から「放電加工における加工特性の向上と難削材の高能率加工に関する研究」で博士号を取得。

1998年7月から岡山大学大学院 自然科学研究科講師、2006年7月から2011年3月までは岡山大学大学院 自然科学研究科准教授、2011年4月からは41歳の若さで、同大学産業創成工学専攻 先端機械学講座の教授（現職）となった。

教員・学生36名が在籍する人気研究室

岡田晃教授の自然科学研究科産業創成工学専攻 先端機械学講座の研究室では、放電加工による金型表面の高機能化に関する基礎的研究、つり下げ電極を用いた放電加工による小径曲がり穴加工に関する研究、シリコン・SiCインゴットの高能率マルチ放電スライシング法の開発、微細ワイヤ放電加工の高能率化と新しいワイヤ電極の開発、ワイヤ放電加工における高性能加工液フラッシング法、大面積パルス電子ビーム照射による金型の高能率表面仕上げ、大面積パルス電子ビーム照射による生体材料の表面改質、高熱伝導難溶接材料の高性能レーザマイクロ溶接、超短パルスレーザによる透明体材料の微細溶融接合、レーザ微細加工におけるスパッタ飛散と高性能ノズルの開発――などの研究に全力を注ぐ。

岡田教授の研究室には、現在、岡田教授のほかにシングルモードファイバーレーザによる表面改質法、金属の精密微細レーザ溶接法の開発、シングルモードファイバーレーザによる精密切断加工を研究する岡本康寛准教授、短パルスレーザを用いた表面構造制御による細胞伸展制御に関する研究を行う篠永東吾助教のほかに、2名の博士課程後期生（海外留学生）、2名の研究生（海外留学生）、17名の修士課程の院生、10名の学部学生、さらに技官1名、秘書1名など36名で構成されており、人気の研究室だ。

「世界で唯一の加工法を創り出す」

岡田教授の研究室は「特殊加工学研究室」とも呼ばれ、放電加工・電子ビーム加工・レーザ加工・電解加工・バイオマシニングなどの研究を行っている。

「なぜ特殊加工を選ばれたのですか」との問いに岡田教授は「子どもの頃からテレビの戦隊ものが大好きで、戦車や戦闘機が変形してロボットになる、そんなおもちゃの設計やモノづくりに携わりたくて機械工学科に入学しました。大学3年生のときの『特殊加工学』の授業で、レーザや放電プラズマ、電気化学反応で金属を精密に加工できることを学びました。そして、従来の方法では加工が難しい高性能材料や細かくて精密な形状を加工するために、従来加工技術の高性能化や新しい加工法の開発が必要だと知り、この分野の研究に携わっています」。

「研究室では、『世界初のモノづくり技術を研究し発明したい！』『世界で唯一の加工法を創り出す』という夢を持って、研究に取り組んでいます」という。

深穴加工の方向を自由に変えられる

天田財団の「重点研究開発助成B（課題研究）」に採択された研究テーマ「非固定電極を用いた放電加工による金型冷却液曲がり穴流路の革新的加工法の開発」は、以前から研究室で取り組んできた深穴加工の方向を自由に曲げられる放電加工技術を進化させる研究だ。

球状電極を被加工物に近接させて金属を放電の熱で蒸

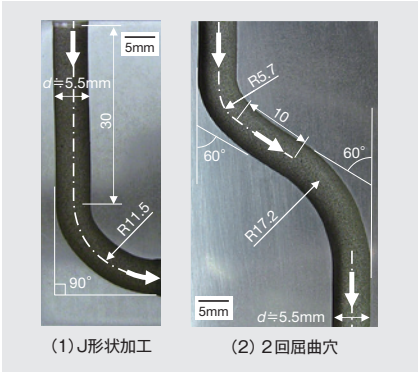
発・溶融させ、金型の冷却用流路などの加工用として利用するという開発。球状電極を導電性のワイヤやテープ材でつり下げ、そこにワークを近づけて放電を起こす。球状電極の自重を利用するため、電極の下方向に穴をあけることができる。

そこで鉛直面にセットしたテーブルを制御して被加工物を傾けることで、穴の方向を徐々に変化させることで所要の穴あけ加工を行うものだ。テープ材がたわんで変形するため、曲がった穴のなかでも球状電極に給電できる。テープ材は周囲を絶縁膜で覆うことでテープ材と被加工物との間の放電を防いでいる。また、被加工材をわずかに振動させることで加工粉の排出を促し、通電によるショートを防ぐ。

これまでの研究で、直径3㎜の電極球を用いた場合は加工穴径3.5㎜程度の小径穴を加工できることを実証している。しかし、金型の冷却用穴など、直径3㎜程度か、それ以下の小径穴で加工する需要も少なくはなく直径3㎜程度の穴加工の実現を目標としている。

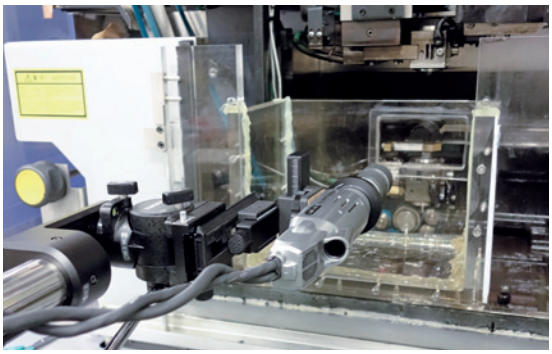
放電加工はこれまで、穴の形状に応じて専用の電極を用意する必要があったが、この工法はひとつの電極で深穴の曲率を変えることもできる。今後は加工が難しい超硬合金などにも応用範囲を広げることを目指しており、金型用鋼など実用金属に対する曲がり穴放電加工の実現を目指す。

研究は岡田教授の研究室と、兵庫県立工業技術センターの山口篤主任研究員らとの共同研究で行われている。



(1) J形状加工　(2) 2回屈曲穴

非固定電極を用いた放電加工による曲がり穴加工例



助成研究費で購入した高速度カメラを使い、実験の様子を撮影する

途方もない夢を持つ学生を歓迎

岡田教授は最近の若い人たちの理工系離れに対して「モノづくりの楽しさ」を積極的にアピールする活動にも熱心に取り組んでいる。

「硬い金属を切ったり削ったりするとき、あるいは磨いて加工する際には、必要不可欠な条件があります。それは加工する道具が材料となる金属より硬い材質でできていることです。しかし、道具の材質の硬さを追求するやり方とはまったく別のアプローチ、特殊加工があります。たとえば人工的に放電を発生させて、発生する熱で金属を溶かすのが『放電加工』。光のエネルギーを利用するのが『レーザ加工』。また金属を食べるバクテリアをコントロールして加工する『バイオマシニング』の研究も進めています。私たちは特殊加工法を応用した世界初となるようなモノづくりの技術を開発したい、そんな途方もない夢を持っている学生を歓迎します」と、岡田教授は夢を語る。

充実した研究設備――産学連携の成果

特殊加工をテーマとされているだけに研究室には産学連携の研究で連携先企業から貸与されている設備が数多く設置され、その設備を見ただけでも産学連携を熱心に進めておられる岡田教授の姿勢がうかがわれる。

リニア駆動の型彫り放電加工機が2台、ワイヤ放電加工機が4台。レーザ加工機は、フェムト秒パルスレーザ、ピコ秒パルスレーザ、LD重畳パルスYAGレーザ、パルスYAGレーザ、シングルモードファイバーレーザ、LD励起YAG第3高調波レーザ、Qスイッチファイバーレーザなど、約10台が設備されている。また、電子ビーム加工を研究する大面積電子ビーム装置も導入されている。

さらに、加工結果を計測する検査装置も3次元表面粗さ測定器、レーザ顕微鏡、走査型電子顕微鏡、エネルギー分散型X線マイクロアナライザ、光学顕微鏡、微小硬度計をはじめとした各種の検査装置や計測装置を導入している。

近年、科学技術の進展にともなって工業用材料の特性は高度化してきており、従来の加工法では加工の困難な材料や複雑かつ微細形状の加工が多くなってきている。それだけに電気・光・磁気・化学・生物的エネルギーなどを用いた新しい加工法や未来の加工法に関してのさまざまな研究を行っている岡田教授の特殊加工学研究室への期待が高まっているのを感じた。

特殊加工学研究室の集合写真。最前列中央が岡田晃教授、向かって右隣が岡本康寛准教授、左隣が篠永東吾助教

熱可塑性コンポジットの研究に35年

「機械屋と化学屋」で核心に迫る研究を目指す

福井大学 産学官連携本部　山根 正睦 特命准教授

左から山根正睦特命准教授と植松英之准教授

福井県の熱可塑性コンポジットは世界一

山根正睦先生は28年間の東洋紡時代のほとんどを「熱可塑性コンポジットの開発」に没頭した。自分が開発した材料の用途を開拓し、新規事業として立ち上げ、事業部移管後は技術営業を担当、研究所でのゼロからの材料開発から、生産技術開発、事業化までを経験した。

2008年からはNEDOの「サステナブルハイパーコンポジット技術の開発」（以下、SHC）のプロジェクトに事業部として参画。54歳で早期退職後、SHCの残り2年間を東京大学で従事した。名古屋大学に設立された日本初のナショナルコンポジットセンター（NCC）の設立にも参画。SHC終了と同時にNCCの自動車軽量化プロジェクトに移った。プロジェクトの運営に腐心したが、プロジェクトの方向性に疑問を持ち、5年間の任期予定を1年半で抜け、福井県へ。

炭素繊維に樹脂を含浸させた材料（プリプレグ）の開発を30年間にわたって続けているふくいCFRP研究開発・技術経営センターの川邊和正総括研究員とは東洋紡時代からの旧知の仲。川邊氏が開発した材料の成形技術開発、用途開発を川邊グループの一員として行っている。

安全靴に革命をもたらした安全靴先芯を開発

東洋紡時代に安全用品のトップメーカーのミドリ安全㈱と安全靴先芯を共同開発。現在では日本の安全靴の半分以上に山根先生が開発した先芯が使用されている。300社以上の会社とやり取りし、熱可塑性コンポジットの用途開発に成功したのは、25年間で後にも先にも、安全靴先芯のみ。よくいわれる千に三つの確率――新素材による新規用途の開発とは、いかに困難を極めるかを思い知らされた。

熱可塑性コンポジットの研究開発に30年以上関わっている研究者は希少だ。山根先生は黎明期から関わっているが、日本ではほとんど普及していないのが現状だという。

CFRPは使われるのか

国家プロジェクトやメディアの影響で、炭素繊維複合材料（CFRP）が自動車軽量化の救世主と騒がれているが、山根先生は「決してそんな甘い話ではない」という。

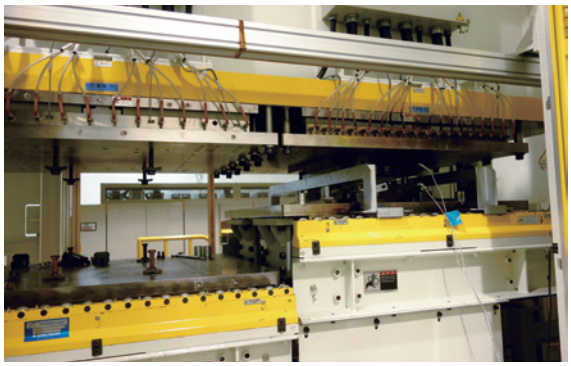
「鉄やアルミの歴史と実績は長く、そう簡単には置き換わらない。CFRPを採用すれば劇的に軽くなるのはまちがいないが、性能だけではなくコストが極めて重要。鉄・アルミ・CFRP・GFRPなど、材料の選択肢は山ほどある。この部品は鉄か、アルミか、コンポジットかと自動車メーカーの材料技術部では火花を散らし議論されている。でも日本では、『鉄は国家なり』の歴史どおり、圧倒的に金属が強い」。

今話題の電気自動車は、バッテリーが100kg以上もあり、車体の軽量化が航続距離を伸ばすための最大の課題。しかし、そこにCFRPが使われているかといえば、必ずしもそうではない。軽量化が重要であるのは周知の事実だが、自動車業界の場合はとにかくコストが優先される。

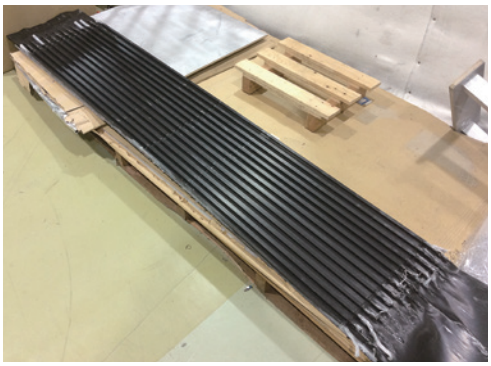
スタンピング成形にも適・不適がある

40～50年の歴史がある熱可塑性樹脂のポリプロピレンとガラス繊維のプレス成形用のスタンパブルシートという板状の成形材料がある。熱可塑性コンポジットの板は、常温でカチカチ。それを赤外線ヒーターで加熱溶融して柔らかくし、融点以下のプレスの金型に入れてプレス成形するのがスタンピング成形――だからこの工程は冷却になる。材料の投入から、成形品の取り出しまで、成形サイクル1分以内で部品ができる。自動車の生産もおおよそ1分に1台なので、量

絶妙な肉厚分布の設計により開発したJIS規格S種安全靴先芯は鉄製の先芯と比較して40％の軽量化に成功した



福井県工業技術センターの加熱冷却プレスは、2つの成形ステージを有する特殊仕様。金型を搬送することにより加熱冷却成形が可能



金型の加熱冷却による逐次プレス成形を行うことで、熱可塑性コンポジットの大型成形品の可能性を示した（写真の成形品：400×1,750㎜）

産車に使用するには成形サイクルとリサイクル性が重要であり、熱可塑性コンポジットが注目されるわけもそこにある、といわれている。

しかし、山根先生は「何でもかんでもスタンピング成形が適しているのではなく、用途によって成形技術を開発しなければいけない。スタンピング成形の成形圧力は、熱硬化性の不飽和ポリエステル樹脂（SMC）に比べて、高い成形圧力が必要」という。

「仮に、成形圧力が200kgf/㎠（20MPa）とすると、1㎡の成形品を成形するのに2000トンプレスが必要になる。バッテリーボックスのような大物になると、3000トン以上のプレスが必要となり、中小の成形メーカーにとっては投資リスクが大き過ぎる」。

天田財団の研究助成に応募した動機

今、最も注力しているのは、板状の成形材料をつくらずに、プリプレグからダイレクトに成形品を成形するための金型技術。熱可塑性のプリプレグを金型の中で溶融し、成形後冷却する、金型の急速加熱冷却（H&C）技術が必要になると考えられる。板状の材料をつくらないので、材料コストを大幅に下げることができる。

そのうえ、H&C成形すると成形圧力が1ケタ下がり、300 ～ 500トンプレスで成形が可能となり、中小企業でも導入可能になる。そんな設備投資を1/10にする成形技術開発を、今回の助成金で研究しようと山根先生は考えている。

福井大学でベストパートナーと出会う

福井大学に来てから、「熱可塑性コンポジットを研究したい」と仲良くなったのが、繊維先端工学講座の植松英之准教授だ。

炭素繊維束への熱可塑性樹脂の含浸基礎挙動や、成形条件と力学特性の関係などを一緒に研究しているうちに、だんだん本質に迫ろうとすると、繊維／樹脂界面の分析が重要だということがわかってきた。

そうすると、機械工学ではお手上げで、ポリマーを理解できる化学系の分析技術が必要になる。そこで、成形や金型技術、力学特性の評価を山根先生が担当、繊維／樹脂界面の分析は植松先生が主担当で、2人による熱可塑性コンポジットの本格的な研究が始まった。

ちゃんと成形して、ちゃんと界面を分析する「機械屋と化学屋」という最強コンビが誕生した。

技術伝承の難しさ

山根先生は60歳を超えて、なお学生と一緒に研究を続けておられる。その理由を次のように語っている。

「学生と工業技術センターに行って、一緒に成形をやっています。体力的にはしんどいですが、学生にモノづくりの楽しさを伝えたい」。

「私が今できることは、自分の失敗を若い研究者たちに伝え、同じ轍を踏ませないようにすること。東洋紡を退職後、これまで数十回の講演をしてきました。福井に来てから本も執筆しました。熱可塑性コンポジットを普及させるためには、何が重要か。『失敗』の開示、共有化が進めば、ムダな研究開発も減り、用途開発に貢献できるのではないかと思っています」。山根先生はどこまでも無垢な探究心を残しておられる研究者のようだ。

山根 正睦 特命准教授　経歴

1983年、同志社大学大学院 工学研究科機械工学専攻博士課程前期を修了。東洋紡績㈱に入社し、熱可塑性コンポジット開発に従事。

2011年、東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻 学術支援専門職員に就任、経済産業省／NEDOの国プロ「サステナブルハイパーコンポジット技術の開発」に携わる。

2013年、名古屋大学ナショナルコンポジットセンター 特任准教授に就任、経済産業省の熱可塑性CFRPによる自動車軽量化プロジェクトのサブマネージャーに就任。

2014年秋には福井大学 産学官連携本部 特命准教授に就任（現職）、兼務で福井県客員研究員として、ふくいCFRP研究開発・技術経営センター 技術連携統括も務める。

企業・大学・研究開発プロジェクトなど一貫して熱可塑性コンポジットの実用化研究に携わる。2003年、『高性能熱可塑性スタンパブルシート「クイックフォーム®」を用いた安全靴先芯の開発』で日本材料学会技術賞を受賞。

早期治癒を支援する レーザー生理活性コーティング技術開発

レーザ転写で生理活性物質をデリバリー

産業技術総合研究所 電子光技術研究部門
先進レーザープロセスグループ
奈良崎 愛子 主任研究員

奈良崎 愛子 主任研究員　経歴

1991年3月	奈良県立奈良高等学校 卒業
1991年4月	京都大学 工学部工業化学科 入学
1995年3月	京都大学 工学部工業化学科 卒業
1995年4月	京都大学大学院 工学研究科材料化学専攻 入学
2000年3月	京都大学大学院 工学研究科材料化学専攻 博士後期課程 修了、工学博士取得
2000年4月	工業技術院 物質工学工業技術研究所 若手任期付研究員
2002年4月	文部科学省科学振興調整費若手任期付き研究員支援（代表）
2005年4月	産業技術総合研究所（パーマネント研究員、現職:主任研究員）
2015年4月	ダイバーシティ推進室 総括主幹
現在	電子光技術研究部門 先進レーザープロセスグループ 主任研究員

先進レーザープロセスグループ

奈良崎愛子主任研究員は、学生時代には新しいガラスの非線形光学材料研究でレーザ光を使った物性測定に取り組み、その後、産業技術総合研究所（以下、産総研）においてレーザ光を利用した材料加工・新物質創製・物質デリバリーなど多様なレーザプロセスを研究することで、これからのモノづくり・医療などの産業分野に貢献できる技術開発を目指してきた。

特に、独自の物質デリバリー技術であるレーザ転写から、各種レーザ微細加工、有限要素シミュレーションに基づくレーザ熱処理技術開発などに取り組んでいる。自身が主任研究員として所属する先進レーザープロセスグループは、レーザ開発とレーザ加工・計測の専門家が同じグループにいる優位性を生かし、エレクトロニクス・製造・医療・バイオ・環境など主要産業分野に貢献しながら“新たな価値”を提供する技術開発を目指し、「レーザプロセスの根底にある『光と物質の相互作用を見たい･知りたい』という好奇心」を原点に、レーザ転写による物質デリバリーから各種レーザ微細加工、有限要素シミュレーションに基づくプロセス可視化までの研究に取り組んでいる。

主な研究テーマ

奈良崎主任研究員が現在研究している主なテーマは、

1. レーザ転写による物質デリバリー

パルスレーザ光を材料に照射し、過渡的・局所的に高温高圧場が形成され、材料のレーザアブレーション（蒸発）が誘起される。このレーザアブレーションを巧みに利用し、物質をデリバリーできる手法が「レーザ転写」。

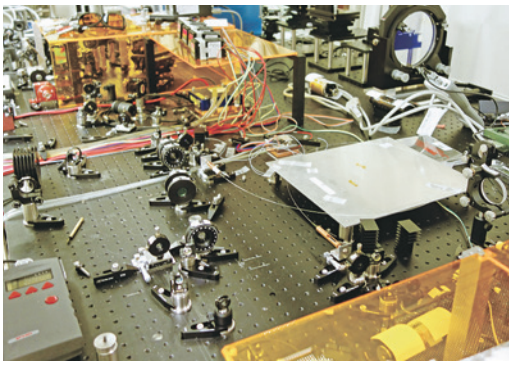
レーザ転写によれば、他技術では難しいナノ・マイクロ粒子やタンパク質など幅広い物質を、大気圧下でオンデマンド（狙った場所）に堆積することができる。

現在、他大学の研究者とも協力し、どこまで小さいナノ粒子を描画できるのか、活性の高いタンパク質担持材料を患部にデリバリーできるのか、他技術では難しい研究テーマに挑戦している。

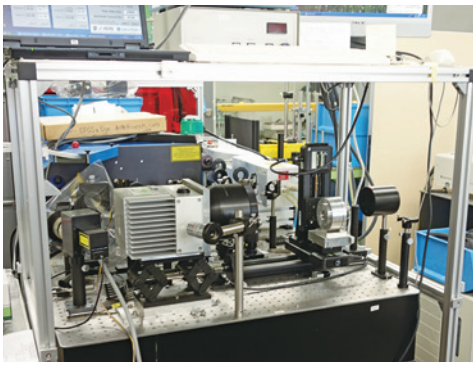
2. 各種材料・デバイスのレーザ微細加工

レーザ加工は、モノづくり産業の欠かせないツールとして世界規模で市場が拡大している。真空環境や多量の薬液を要さず、非接触で微細な加工を可能とするレーザ微細加工技術は、高速・高品位製品を生み出すツールとしてその存在感を増している。

研究グループではこれまで、脆性材料であるガラスを中心に、セラミックスや半導体など各種材料において、意匠性に優れた、また他手法では難しい高アスペクト比な微細加工を実証してきた。さらに多分野の先端研究を掲



先進レーザープロセスグループで行う実験に活用する
各種レーザ装置



レーザ転写による生理活性コーティングの実験を行う
研究装置

先進レーザープロセスグループで作製された各種試料

げる産総研の強みを生かし、材料にとどまることなく、高効率CIGS薄膜太陽電池などのデバイスのレーザ加工とその特性評価にも取り組んでいる。

現在、NEDO「高輝度・高効率次世代レーザ技術開発」プロジェクトに参画、これまでの光源を凌ぐパラメータ可変レーザ光源の開発や革新的レーザ加工プロセスの開発に取り組んでいる。

3. レーザ表面改質

材料表面は機能性・耐性・意匠性を大きく左右するため、表面改質技術は、材料の高付加価値化に欠かせないキーテクノロジーであり、私たちの生活を豊かにしてくれている。

研究グループはこれまで、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）や多成分系ガラスへのパルスレーザ照射により、表面樹脂層の選択的除去やガラス表面に光触媒能が付与できる手法を基礎実証してきた。これらは産業に有用なだけでなく、多成分間の光・熱物性のちがいを反映した“ユニークな現象”として、基礎科学的にも非常に興味深い研究対象である。

4.レーザプロセス計測・シミュレーション

レーザは、物質へのエネルギー流入を空間・時間的に緻密に制御できるエネルギー源ともいえる。この制御性をいっそう向上させるため、超短パルスレーザや新たな波長領域で発振するレーザ、ビーム整形技術などの光源・ビームデリバリー技術の開発が進んでいる。そのような流れのなか、プロセス側でも現象可視化のための計測や各種シミュレーション手法の検討が必要になっている。

研究グループは、これまでも液中レーザプロセスにおける衝撃波や気泡発生の様子をシャドウグラフ法により可視化してきた。また、レーザ転写時の原料内の過渡的高温分布の様子を、有限要素法を用いた伝熱シミュレーションにて可視化し、メカニズムを検討、パラメータ最適化に利用してきた。

レーザ転写による物質デリバリー

今回、天田財団の2017年「重点研究開発助成B」に採択された「早期治癒を支援するレーザー生理活性コーティング技術開発」は、同じく産総研ナノ材料研究部門ナノバイオ材料応用グループの大矢根綾子主任研究員を共同研究者とし、緊密な連携体制のもとで進めている。

日本の成人の約80%は歯周病に罹患しており、その治療法が高度化すれば、多くの国民のQOL向上に資することができる。歯周病は、細菌感染による歯周組織の炎症によって発症する。細菌増殖により歯周組織との付着（ペリオドンタルアタッチメント）が壊れ、歯周ポケットが形成され、進行すると歯槽骨が溶けたように吸収され、抜歯に至る。従来の歯周病治療では、歯周ポケット周囲の感染部を除去後、ペリオドンタルアタッチメントの再形成を試みる。

しかし、歯周病治療後の歯面は、本来の歯に比べ、ペリオドンタルアタッチメントが再構築されにくく、再度の細菌感染・増殖により歯周病再発が起こりやすい。そこで歯面に、ヒトの歯や骨の主要無機成分であり優れた生体親和性と骨結合能を有する水酸アパタイトをコーティングできれば、ペリオドンタルアタッチメント形成を促進できると期待される。

さらに、歯周組織の再生促進機能を有する生理活性タンパク質をアパタイトに担持できれば、ペリオドンタルアタッチメント形成にかかる時間を短縮化。その結果、術後の細菌感染リスクも低減できると考えられるため、患者のQOL向上に大きく貢献する。

歯周組織再生医療の新しい歯科術式の開発

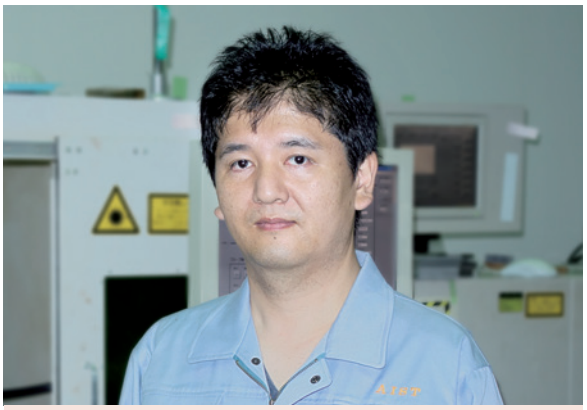
生体歯面に適用可能な高速かつ、温和なコーティング法としてグループがポテンシャルを有するレーザ転写法を基盤技術に、生理活性アパタイトの新しいコーティング手法を考案。歯質のモデル材料などに適用し、歯周組織再生医療の新しい歯科術式に資する基礎実証に挑戦している。

「本技術開発により、早期治癒効果が期待される多機能アパタイトのコーティングが可能となれば、超高齢社会をむかえ、ニーズ拡大が見込まれる歯周病治療に新しい歯科術式を提供し、多くの国民が抱える歯の健康問題解決・健康長寿社会実現に少しでも貢献できると考えています。2人の子どもの子育てをしながら、日々新しいことに出会える研究を楽しんでいます」と、奈良崎主任研究員は優しい微笑みを浮かべながら、研究内容を語ってくれた。

ホットワイヤ方式による ワイヤ3D造形の高効率化

大きな造形体積を迅速に造形することに適している

産業技術総合研究所 製造技術研究部門
積層加工システム研究グループ　瀬渡 直樹 主任研究員



瀬渡 直樹 主任研究員　経歴

2001年、大阪大学大学院 工学研究科機械工学専攻 博士後期課程修了。

同年、産業技術総合研究所 ものづくり先端技術研究センターに入所し、レーザ溶接・レーザ切断・アーク溶接の加工技術データベース開発に従事。

2009年、産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門集積加工研究グループに配属。コーティング技術・レーザ加工・アーク溶接に関する研究に従事。

その後、2015年から製造技術研究部門・積層加工システム研究グループに配属、レーザを使った粉末積層造形3Dプリンタの開発に従事。また、ワイヤ供給型のレーザを用いた3D造形に関する研究を開始、現在に至る。

2001年～2005年までの5年間に、国家予算186億円を投入して行われた、ものづくり・IT融合化推進技術（デジタル・マイスタープロジェクト）に参加。

また、2006年から2008年に国家予算9.1億円を投入して行われた中小企業基盤技術継承支援事業にも参加。

所属する産総研の研究グループ

瀬渡直樹主任研究員が所属する製造技術研究部門積層加工システム研究グループは、3D積層造形を中心とした付加加工を行い、製造技術の高度化や次世代の構造体の作製に関わる研究開発を行っている。3D積層造形ならではの異種材の積層技術の研究や次世代DED（指向性エネルギー堆積法）積層造形法の開発、品質の安定化につながるモニタリング技術の開発など、積層加工技術の進展に寄与することを目指している。

グループは廣瀬伸吾研究グループ長を含め7名が常勤職員で、今回は瀬渡直樹主任研究員の「ホットワイヤ方式によるワイヤ3D造形の高効率化」が、天田財団の「重点研究開発助成B」のレーザプロセッシング分野で採択された。

「ホットワイヤ方式による ワイヤ３D造形の高効率化」の研究

現在、金属で造形する3Dプリンタは、レーザや電子ビームやアーク放電を熱源としながら、さまざまな機械が開発されている。

たとえば、技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構（TRAFAM）が中心になって開発が進められているプロジェクトでは、多品種少量で高付加価値の製品・部品の製造に適した世界最高水準の次世代型産業用3Dプリンタ、超精密3次元造形システムの構築を目指している。熱源はレーザまたは電子ビーム、供給する金属材料が粉末吹き付けかパウダーベッド式で、とくにワイヤのような固体で造形する材料を供給するタイプではない。

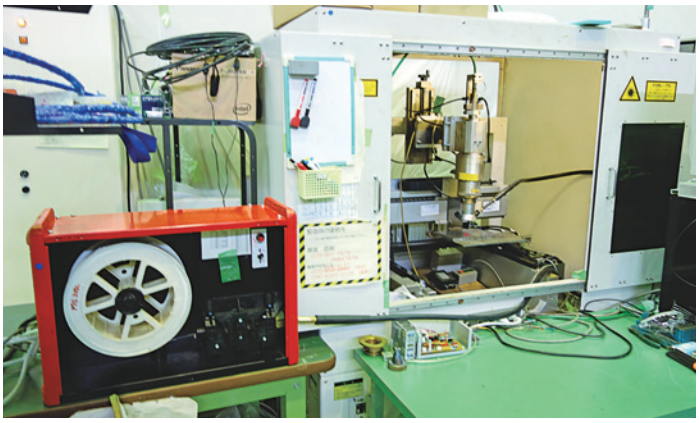
本研究で提案されている固体で造形する材料を供給するタイプでは、材料の供給密度が高く、供給した材料のほぼ100％が積層されていくため、精密な造形よりも大型部品のような造形体積が大きいものに適していると思われる。

2012年ころにスウェーデンのHeralic Aらによって、こうしたレーザを熱源としたワイヤ3Dの基礎研究が行われていた。そこで、瀬渡主任研究員がこの研究に着目した。

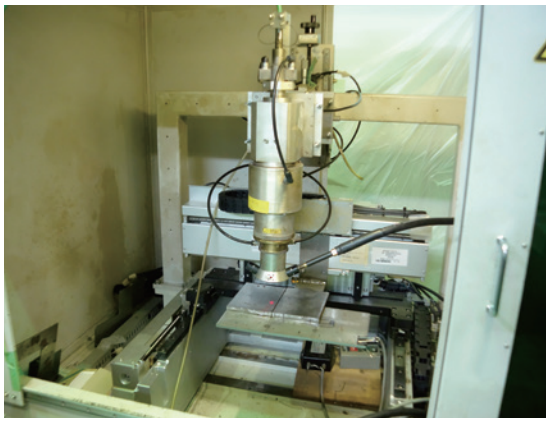
アーク式、電子ビーム式が中心

ワイヤ供給型の金属3Dプリンタの熱源、アーク溶接式と電子ビーム式は市販されているが、高エネルギー密度ビームであるレーザ式はまだ開発段階である。アーク溶接式はレーザに比べるとエネルギー密度や制御性は大幅に劣るが、価格が非常に安く、3Dプリンタも3,000万円ほどで導入できるところが強みである。レーザの場合、この価格帯では数kWの連続波のレーザ発振器しか買うことができない。

一方、電子ビーム式の3Dプリンタは1台で数億円もする



実験に使用する４kWのYAGレーザ加工機（右）とワイヤ供給装置（左）



YAGレーザ加工機の加工ヘッドまわりの様子

高価なものだが、電子ビームの収束が良く、エネルギー密度もレーザ以上をほこる。ビーム制御も電磁レンズで操作するので光学レンズのレーザに比べて制御性が良く、出力もレーザでは困難な高出力までラインアップがある。

そのため、価格重視ならアーク溶接式、造形速度や精度を重視するなら電子ビーム式のようにすみ分けられている。

しかしながらレーザ式は、電子ビーム式やアーク溶接式に比べて、熱源が光学エネルギーであるため、電気的加工補助や電気的加工計測をしやすいという特徴がある。そこで本研究では、ホットワイヤ方式を採用してワイヤの温度をレーザ照射前に上げ、レーザ照射によるワイヤの溶融・積層能力を電子ビーム照射に匹敵できるように高効率化を図るというものである。

ワイヤを溶融・凝固させる能力

レーザ照射によるワイヤの溶融・積層能力を確認する実験では、ワイヤ供給型3Dプリンタのワイヤ材は、レーザを照射され、ワイヤが溶融して溶融池に流れ込む状態が継続することで、造形が進むことが確認されている。

ただし、その場合には、電気で事前加熱をしないコールドワイヤは室温から融点に達するまでに1350℃分の熱をレーザ照射からもらう必要がある。そこで、インコネル（融点1370℃）のワイヤを600℃まで上げてからレーザを照射すると、レーザのエネルギーで溶融に使われる部分は770℃程度ですむことになる。すなわち、電気で事前加熱を行うホットワイヤでは770℃分の熱をレーザ照射から供給されれば、同じ加工が可能。このときのレーザから供給される熱量は、コールドワイヤの場合の56％程度である。

そのため、ホットワイヤの条件やレーザの出力を調整することによって、ワイヤを溶融・凝固させる能力を大きく向上させることが可能だと考えられ、レーザ照射によるワイヤ3D造形の高効率化を実現、産業用としての実用化が期待できる。

ワイヤ３Dがより身近になる可能性がある

通電によるワイヤの事前加熱は、レーザの小型化による装置価格の抑制や装置熱源の選択肢増加など、レーザを熱源としたワイヤ供給型3Dプリンタが身近な機械になるチャンスも生まれると考えられる。

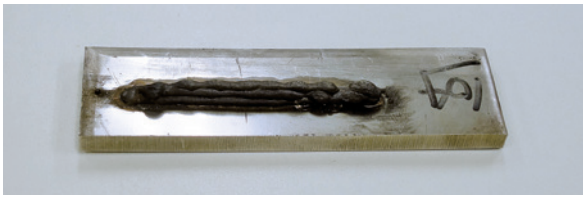
そこで本研究では実用化を目指すため、ホットワイヤ方式を採用し、造形速度の大幅な向上を図ることを考えている。ワイヤは、ホットワイヤで大きな電流を流すことも考え、直径1.2㎜の半自動溶接機でよく使用されているサイズを用いた。造形精度は、ワイヤの正確な溶融・凝固によるところが大きいが、ワークテーブルや加工ノズルのようなハードウエアの精度によるところも大きい。実用化にあたっては、レーザ周辺のノズルや機器を3D造形に適したものに改造することで加工の精度を上げる必要がある。

そして、3DプリンタはZ軸を変化させながら何層もXY平面を描くので、テーブルの位置精度がそのまま造形の外観につながる。そのためXYZテーブルは、誤差が0.1㎜以下で、XY軸の可動は100㎜以上、Z軸は50㎜以上のテーブルを加工点直下に設置して造形テストを行った。

ホットワイヤは、コールドワイヤに比べて溶接ビードのハンピングが減少して安定なビードになる報告が多い。

もし、上へ積み上げる積層加工でも類似な効果が出るとすれば、加工の安定化にもつながる重要な技術と考えられる。従来は狭開先溶接やクラッディングで肉盛りの効率を挙げるために、ホットワイヤは使われることが多いが、これで造形をした例はまだない。レーザによるワイヤの加熱が抑制できるので、造形効率の増加やレーザ出力の抑制に効果があり、ワイヤ3Dがより身近になる可能性がある。

「こうした可能性が天田財団の重点研究開発助成Bに採択されたゆえんでもあると考えています」と瀬渡主任研究員は感想を述べている。



ホットワイヤ方式で３D造形された製品サンプル

パネルディスカッション

サーボプレスが拓く新しい塑性加工法と塑性加工技術

産学両面からサーボプレスの現在と未来を見つめる

公益財団法人天田財団は5月31日、国立オリンピック記念青少年総合センター（東京都）で、「サーボプレスによる塑性加工の高度化」をテーマに「第16回 塑性加工助成研究成果発表会」を開催した。

そのなかで、「サーボプレスが拓く新しい塑性加工法と塑性加工技術」と題したパネルディスカッションが行われた。コーディネーターを務めたのは東京大学大学院工学系研究科の柳本潤教授。パネリストは首都大学東京大学院の楊明教授、大阪大学の松本良准教授、金属塑性加工総合メーカーの髙橋金属㈱（滋賀県長浜市）・西村清司執行役員商品開発部長、総合眼鏡フレームメーカーの㈱シャルマン（福井県鯖江市）・木原武志技術開発課マイスターの4人。「産」「学」の両面から、サーボプレスに関しての真剣な議論が交わされた。

サーボプレスの加工におけるインパクト

柳本潤教授（以下、姓のみ）　今回のパネルディスカッションの題目は「サーボプレスが拓く新しい塑性加工法と塑性加工技術」ですが、少し内容を絞って「サーボプレスの加工におけるインパクト」からお話しいただきたいと思います。

たとえば私どもの場合ですと、110トンのサーボプレスを5～6年前に導入しました。導入して最初に思ったのは、ちゃんと命令どおりに動いてくれるので使いやすいな、ということでした。そういった過去の話から順番にお話しください。

西村清司執行役員商品開発部長（以下、姓のみ）　企業サイドでいうと、生産性の一番のインパクトは通常の2～3倍の生産性をもつ「振り子モーション」だと思います。付加価値的な面では「ソフトモーション」や「リンクモーション」が製品的付加価値を高める加工法と捉えています。

自動車の非常停止用モーターケースを加工する場合、通常はトランスファーになりますが、計算すると800～1,000トンくらいのプレスが必要になります。しかし、これだと導入まで2年はかかってしまいます。

解決策としてアマダマシンツールから提案があったのは、タンデム工法で工程を分散化するということでした。300トンのサーボプレスを3台並べて800トンプレスと同等のものをつくることで、短期間で工事的・工場設備的な面でも環境の負荷が非常に少なくなるうえに、コスト的にも非常にリーズナブルに収まりました。

将来的な工法を踏まえると、ソフトモーションなどを活用することによって絞り加工のなかでも特異性が出せるので、サーボプレスは非常にインパクトがあるなと捉えています。

木原武志技術開発課マイスター（以下、姓のみ）　サーボプレスを導入するときに一番悩んだのが、油圧プレスとのちがいが何かということでした。そして、ストロークの途中で引き上げることができるのがサーボプレス、押し続けることしかできないのが油圧プレス――そこに大きなちがいを感じました。

当時、眼鏡フレームはニッケルチタン合金、いわゆる形状記憶合金が流行っていた時期でした。しかし、ニッケルチタン合金は弾性域が非常に大きく、下手に加工すると破裂するため、ゆっくり加工する必要があります。通常のプレスではなかなか加工できず、温間加工か、それにちかい状態の

コーディネーターの東京大学大学院・柳本潤教授

パネリストの髙橋金属㈱・西村清司執行役員商品開発部長

パネリストの㈱シャルマン・木原武志技術開発課マイスター

パネリストの大阪大学・松本良准教授

パネリストの首都大学東京大学院・楊明教授

熱をかけながら加工するしかありませんでした。

しかし、アマダのサーボプレスで低速・長時間加圧を行うと冷間で一発で加工できました。「これはすごい」と思い、会社にお願いして導入してもらいました。下死点付近で低速で押し続けながら加工ができることが、われわれとしてはインパクトがあったところかなと思っています。

松本良準教授（以下、姓のみ）　プレス企業で実験させてもらったときに、はじめてサーボプレスを使いました。そのときはマグネシウム合金の温間鍛造の実験でしたが、ご存知のとおり、マグネシウム合金は室温ではほとんど成形できません。そのため通常は電気炉のなかで加熱し、ある程度温度を上げてからプレスにセットして加工する必要があります。

しかし、われわれがそのときやりたかったのは、温かい金型と冷たいマグネシウムのビレットをプレスにセットして、接触により温めて加工する――加熱と成形を一工程のなかで行いたいということでした。アイデアはあったのですが、実現する機会がなかなかなく、サーボプレスが唯一実現できる機械だと思っています。

実際にサーボプレスを使ってみると、本当にロボットの腕のように自由に動かせるので、任意のところで任意の時間止め、良いところまで加熱してから押すことができる――当時は学生だったので、こうした機械は見たことがなく、「実際にできるんだな」と非常にインパクトを受けました。

もうひとつは、技術的な話ではありませんが、騒音がなく静かというのがあります。それまでは機械プレスを使っていたので騒音が大きく、会話をするにも大きな声を出さなければなりませんでした。しかしサーボプレスは本当に静かで、普通の声で相談しながら実験できるということも非常にインパクトが強かったです。

その一方で、静かということはハイブリッド車と一緒で、危険性をあまり感じないため、学生たちにどのように危険性を認識してもらうかという課題があります。

楊明教授（以下、姓のみ）　昔、真鍋先生と一緒にいろんなプロセス制御を一生懸命実験しました。油圧プレスだと大変ですが、サーボプレスだとめちゃくちゃ簡単なんです。プログラムするだけでできてしまう。それだけでも十分メリットがあります。非常に可変性に優れている。

もうひとつは、マイクロ加工のときには、すごく精度が良いということです。われわれの研究室で使っている卓上型のサーボプレスは、小さくなった分だけ剛性が高いので、制御性も高くて精度も出る。実験機としてはすごく良いなというのが正直なところです。

モーションの活用について

柳本　自由度があるからこそ、モーションを最適にセットするのは難しいのではないかと思うのですが、フリーモーションが良いかどうかはどう判断するのでしょうか。

西村　ベースになるモーションの特徴を理解することで、選択すべき工法を決めています。絞り性とか、加工に何を求めるかをはっきりさせられれば、モーションはデータで裏づけされているので、加工に適したモーションを決定できます。

木原　当社では素材の開発もやっています。ということは、今まで使われてこなかった材料ということです。ですから加工限界がわからないところがあって、最初に材料を割るところからはじめ、割れた条件などを突き詰めていきながら、加工に適したモーション・条件を決めていきました。

それまではモーションがひとつしかなかったため、クランクならクランク、リンクならリンクのモーションのなかで加工スピードを変える、金型を工夫する、温度をかける、といったことをする必要がありました。

しかしサーボプレスの場合は、同じ条件のままスライドのストロークのスピードやモーションを変えることができるので、条件出しがものすごく楽になりました。ですから、モーションをどうやって決めるかというのは逆で、加工条件を決めるためにこのモーションにしたというように考えています。

柳本　スライドの自由度が大きいこと、それから木原さんが指摘されたのも、下死点のところで保圧できるということでした。これはやはりすごく利用されているんですね。

木原　われわれが扱っているチタンは、なかなかややこしい材料で、速度にかなり依存します。少しの速度のちがいで材料が割れてしまったり、焼き付きが発生したりする。しかしそれらの不具合は、ちょっとの調整で回避できます。その「ちょっとの調整」が、通常のプレスではできず、サーボプレスではできるのです。

ほんのちょっと――1/100㎜とか、そのくらいの差です。楊先生が使われているサーボスクリュープレスは、そうした差を出しやすいのですが、われわれが生産機として使っているプレスは、その「ちょっと」が出せません。プレスの性能や種類によってもちがうと感じています。

柳本　「ちょっと」というのは定量化しにくいのですが、さじ加減が効く良さがあるということですね。先生方はいかがですか。

松本　フリーモーションは「フリーと言われるがフリーではない」というのが私の印象です。なぜかというと、大半のサーボプレスはクランクやリンクを噛ませているため、ある決まった範囲のなかでの調整になるからです。よく使われている汎用のサーボプレスは実際にフリーではなくて、調整幅がなかなか難しいということが最近になってよくわかってきました。いろいろなモーションをつくっていますが、どうやって決めるかというと、トライ＆エラーで試しているというのが実情です。

パネルディスカッションが行われた会場の様子

楊　松本先生の話と関連しますが、大学の研究は決められたモーションでやっていても全然おもしろくないので、何か新しいモーションはないのかと探っています。今回の話でいうと、チタンもアルミも表面活性が高く、表面の材料の流れが非常に難しい。それをうまく制御するのがポイントのひとつですが、摩擦を減らすという考えかたがある一方で、逆に摩擦を増やすという考えかたもあるわけです。

たとえば表面にハードコーティングをして、水平方向には摩擦が小さいが、垂直方向には摩擦が大きい――そうすることで材料の流れをコントロールするモーションもおもしろいと思っています。そういう意味で、サーボプレスは動きが自由でいろいろなことができるんですが、もうちょっとおもしろいことができないかなと思っています。

もうひとつ、モーション設計されたプログラムのモーションどおりにプレスが動いていないことをぜひ覚えておいていただきたい。理由としては、サーボというのは必ず制御遅れが出るからです。

塑性加工はものすごく大きな荷重がかかるので、機械にたわみが出ます。そうすると機械のたわみが線形的な遅れにつながります。それに対し、サーボ制御の時間遅れは非線形で、実は現状ではうまく制御できていません。そういう意味では、これからもっとモーションの効果が出てくる可能性があると思っています。

サーボプレスのコストパフォーマンスについて

柳本　まだまだ改良の余地があるということですね。

しかしリンク式のプレスは、生産性が上がるなどのメリットがあるので、多分なくなることはありませんよね。要は、自由な制御だとボールスクリュータイプでしょうし、高速生産性との両立となるとやはりリンクタイプということになっているわけですが、それはこれからも変わらないのではないかなという気がします。

会場のみなさまから何かありますか。

石川　中部大学の石川孝司です。中小企業のお客さまとお付き合いしていると、サーボプレスを導入したいが金額が高いとよくいわれます。西村さんにしても木原さんにしても、ちゃんとサーボプレスを導入して成功されているようですが、サーボプレスのコストパフォーマンスについて、どのように考えていらっしゃいますか。

西村　企業ですから当然、打ち抜き・ブランキング前ではいかに生産性を上げるか、ブランクに対しては振り子モーションとか加工スピード（SPM）を上げることにこだわります。

モーションだけで解決できない場合は、たとえばダイヤモンドライクカーボンのコーティングをするなど、金型内のメッキ処理などで耐摩耗性を上げながら、いかに生産性を突き詰めていくか、それに徹しています。

製品の付加価値をどう上げられるかに関しては、モーションにこだわっています。シャルマンさんでもそうですが、従来18工程かかっていた加工を4工程でやってしまうとか、スピードが遅いが生産性は非常に良いとか、一貫してできるといった付加価値形成にこだわっています。今、大学の先生がたがモーションのお話をされましたが、私たちとしてはそれがどういう付加価値に当てはまって、リーズナブルにできるか、それのみを考えます。

そういう意味では、アマダマシンツールのサーボプレスはモーションが270パターンくらいあるので、付加価値創造性を高めていくうえでは、パターンが多い方がメリットがあるし、そのなかでどれをピックアップするかは企業としてのこだわりだと思います。

そういうことを考えると、サーボプレスが高いか安いかということは、結論が出せそうにないかなと思います。

木原　眼鏡フレームの生産の話でいうと、通常のプレス加工ではなくて単発加工なんですよね。材料にチタンを使っていますから、1回加工した後、表面処理をしないと次の加工ができないので、そのラインからいったん外れるわけです。

そういった工程がいくつもあり、すごい工程数になっているのですが、それをサーボプレスの機能を使うことで、現在3台のプレスが必要なところが1台のサーボプレスだけで良くなると、「1台分の値段はちょっと高いけど、まあいいか」という話になります。

実は今、サーボプレスを使って自動で眼鏡フレームを生産する方法にトライしているところです。プレスのワンストロークのなかにいくつもの工程を入れることによって生産性を上げる、リードタイムも短くするということです。

まだまだサーボプレスを使いこなせていない

柳本　会場から何かありますか。

遠藤　神奈川工科大学の遠藤順一です。僕自身はいろいろなサーボプレスを使っている会社を見てきましたが、まだ100%使いこなしている企業はないんじゃないかと思いま

す。そのひとつは、サーボプレスの特徴であるモーションの活用。もうひとつはIoTの考えかたです。

今までのプレスはNCを持っていませんでしたから、インターネットでつなげようがありませんでした。しかし、やっとプレスにNCがついたから、インターネットにつなぐことができます。これが何を意味しているかというと、うまくすると24時間無人で運転できるということです。実際、板金業界ではすでにそういうことができています。しかしプレスの場合は、加工速度が板金に比べて圧倒的に速いため、金型がちょっとでも欠けてしまったりすると、すぐにマシンを止めない限り、不良品の山をつくることになります。

そういったことを回避するために、IoTで得られたデータをどう使うかという研究がまだまったくなされていない。不良品が出たら、データと関連付けてそれをどう解釈するかというところができていません。今のプレス企業がSPMの呪縛から逃れるためには、IoTをどれだけ使うかが重要です。

たしかにサーボプレスは普通のプレスの3倍の値段がします。しかし、今8時間動かしているのを24時間動かせば元が取れるわけです。そういう目で見られるようにプレスメーカーにもがんばってもらいたいし、周辺機器の開発もしてもらいたい。大学側は、そのデータをどう使ってIoTをどう生かすかということをもっと早くやらないと、ドイツなどにまた置いてきぼりにされるのではと危惧しています。

今後のサーボプレス活用について

柳本　今は「Connected Industries」の話がものすごく出ています。大学側はこうした動きにうまく乗っていくことが必要ですし、NCが乗っていることをどう生かしていくかが大事なポイントですね。

みなさまも、これからこういう風にしたいというメッセージがありましたら、お願いします。

木原　ほかの業界・ほかの業種という観点でいくと、当社はほぼすべての工程を持っていますので、やってみたいなと思っていることを挙げさせていただきます。

チタンは接合が非常に難しいので、現在はレーザでなんとか接合して、自社製品をつくっていますが、これをサーボプレスで接合できればいいなと思っています。

また、当社にあるマシンで何かすごいことができないかなと思っています。具体的な話はまだ出ていませんが、そういったことはサーボプレスでないとできない話です。

西村　私はいくつかありまして、ひとつは板鍛造をやろうとすると、ナックルリンクプレスで下死点でガシッと押さえつけなければならない。アマダマシンツールもそうしたことを考えているようですが、板鍛造にも対応できる、剛性もあり、モーションも活用でき、多様性が広がるようなサーボプレスをつくってほしいと思っています。価格は高いかもしれませんが、十二分に活用用途があると思います。

今私が感心していることとして、量産品は1台のプレスを用いてトランスファーで加工するのもひとつの手段ですが、サーボプレスを2～3台並べてタンデム工法で行うと、金型が故障したしたときに、すべての金型を外さずに、分散した工程の故障したところだけを直せます。金型のメンテナンス・補修を踏まえてのリスクヘッジという意味でも、タンデム工法が今後広まっていく道筋になるかなと思います。

もうひとつ、高精度な加工精度が要求される難しい製品において、サーボプレスのモーションを各工程で変えることができるようになると、さらに加工の幅が広がっていくと思います。私の希望として、そういう工法を量産で極めていきたいと思うし、メーカーの協力もお願いしたいと考えています。

松本　大学では、何か製品をつくるとかそういうことはありませんが、基礎研究をやるうえで“現象”をしっかりキャッチアップしたいというのがあります。先ほど遠藤先生がおっしゃった「情報をどう使うか」というお話とも関連しますが、まず情報を採集したい。そのために歪み・温度など、あらゆるセンサーをいろいろ入れたいと思います。

もうひとつは、縦方向のモーションだけでなく、ちがう方向のモーションのような新しいモーションを組み込めるプレスをつくってもらえないかなと思っています。

楊　やらないといけないことはいっぱいありましてサーボプレスはまだ100%は生かされていません。

塑性加工はいろいろな理論がありますが、動的な変形挙動というのは実はよくわかっていない。もちろん衝撃成形というものはありますが、サーボはいろんなモーションによって動的に変わります。そういった動的な特性――たとえばトライボロジー特性や動的な材料変形特性といったことをもうちょっとちゃんと研究しないと、シミュレーションがうまくいきません。

あとは、サーボを生かすための周辺技術です。たとえば金型の形状をこういう風にすれば、もっとサーボの機能を生かせる。あるいは機能表面で、テクスチャーをつけて方向性をうまくつけてあげることによって、もっと制御できるようになります。

サーボプレスも、もうちょっといろんなセンサーを入れて、すでにNC化されている機械から、たとえばIoT技術を使ってどこかのサーバーに送信し、それをビッグデータとして分析してもらってモデル化し、制御することは、実現できる技術だと思っています。そういう意味ではもうちょっと周辺を巻き込んで技術開発をしていくと、もっと良いものができるかなと思います。

柳本　長時間ありがとうございました。

「表面改質展2018」に出展

天田財団は、9月5日から7日までの3日間、パシフィコ横浜で開催された「表面改質展2018」に出展した。同展は進化する表面処理技術の総合展であり、「難加工技術展」「先進加工プロセス展」との併催となっている。

天田財団は、事業内容やこれまでの助成成果、天田財団の助成を受けた研究者の研究に関した記事などをパネルに展示、財団の事業を紹介した。また、財団の助成研究成果論文集「FORM TECH REVIEW」の「表面改質・表面処理技術」特集を編纂、来場者に配布した。

「表面改質展」に出展した天田財団のブース

2018年下期～2019年上期の予定

平成30年度 天田財団後期助成先募集
期間：2018年10月1日～12月20日
※後期助成金交付は2019年2月上旬予定

平成30年度 天田財団助成式典
開催日：2018年12月1日
場所：FORUM246ホール
※前期助成金交付は2018年12月予定

Photonix 2018
会期：2018年12月5日～7日
場所：幕張メッセ

Laser Solution 2019
会期：2019年1月13日～14日
場所：東海大学高輪キャンパス
※一般社団法人レーザー学会学術講演会第39回年次大会に併設。

OPIE'19
会期：2019年4月24日～26日
場所：パシフィコ横浜

第3回 レーザプロセッシング助成研究成果発表会
開催日：2019年4月24日
場所：パシフィコ横浜

第17回 塑性加工助成研究成果発表会
開催日：2019年6月7日
場所：同志社大学京田辺キャンパス

INTERMOLD/金型展/金属プレス加工技術展（名古屋）
会期：2019年6月19日～22日
場所：ポートメッセなごや

編集後記

今回の天田財団ニュースの取材は編集日程の関係上7月中に実施する必要がありました。日程調整が整ったところで、折しも西日本豪雨があり、その後は酷暑が続きました。研究室訪問の取材先に岡山大学・福井大学もあったので、事前に豪雨のお見舞いと訪問可能かどうか尋ねたところ、大きな被害はないので、どうぞ訪問してくださいとの返事があり、予定どおり研究室を訪問できました。

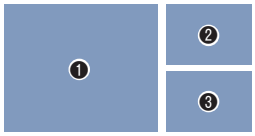
そのようななか、訪れた岡山大学にある岡田晃教授の研究室には教員・学生36名が在籍しており、みなさん活発に心底研究を楽しんでいるのがうかがえました。これは岡田教授自身が、子どもの頃、戦闘機が変形してロボットになるというテレビを見て興味を持ち、そんなモノづくりに携わりたくて大学に入学、今では「世界初のモノづくり技術を研究し、開発したい！」という夢を持って研究に取り組んでおられるので、それが研究室全体の雰囲気に反映しているのだと思いました。

また、福井大学の山根正睦特命准教授は企業の研究員の頃から終始「熱可塑性コンポジットの研究」に取り組まれ、カーボン熱可塑性のコンポジットでは日本一・世界一の材料開発を研究されている一方、用途開発について、欧州と比較した国家プロジェクトの問題点を力説されていました。

翌週には、産業技術総合研究所で「ホットワイヤ方式によるワイヤ3D造形の高効率化」の研究をされている瀬渡直樹主任研究員と、「早期治癒を支援するレーザー生理活性コーティング技術開発」を研究されている奈良崎愛子主任研究員の研究室を訪問しました。奈良崎主任研究員は自身が2人の子育てをしながら研究に従事していることもあり、「ダイバーシティと男女共同参画社会」実現に向けた取り組みの索引役も担われていました。

今回の研究室訪問で取材させていただいた方々も、本当に研究が好きで、生き生きと活動されていました。ある研究者が「子どもが日ごろの私を見て、一生研究しなきゃいけないみたいだから研究者にならないと言っている。私は研究が楽しいからやっているのに」とおっしゃっていました。

（事務局　萩原）



今回の表紙
❶「第16回 塑性加工助成研究成果発表会」で行われた中部大学・石川孝司教授の特別講演の様子／❷優秀な研究成果として天田財団の中村保理事（静岡大学客員教授）（左から2人目）から表彰された首都大学東京大学院・楊明教授（左）、横浜国立大学・前野智美准教授（右から2人目）、大阪大学・松本良准教授（右）／❸「サーボプレスが拓く新しい塑性加工法と塑性加工技術」と題したパネルディスカッションが開催された

天田財団ニュース　第5号　2018年10月1日発行　発行所：公益財団法人天田財団　編集：マシニスト出版株式会社　印刷：YAMAGATA株式会社
〒259-1116 神奈川県伊勢原市石田350番地FORUM246　TEL：0463-96-3580　FAX：0463-96-3579　https://www.amada-f.or.jp/