



# デジタルプレス加工の プロセス見える化・ 知能化技術開発

技術立国だからこそ「産」と「学」が連携した教育が必要  
Development of rapid and high reliable diagnostic methods for  
emerging and reemerging infectious diseases

Yan Min (Dr. Medicine) Matsui (Dr. Medicine) Katsumi Uchiyama (Dr. Pharm.) Hizuru Nakajima (Dr. Eng.)  
Tanji Hoshi (Dr. Medicine) Makoto ITO (Dr. Social A) 首都大学東京 システムデザイン学部

A joint project of Tokyo Metropolitan Government and TMU (2010-2015)

ヤン・ミン  
楊明 教授

一般社団法人日本塑性加工学会は2017年に「プロセス可視化・知能化技術分科会」という新たな分科会を発足した。サーボプレスの普及により塑性加工のデジタル化が進み、さらにIndustrie 4.0などの次世代生産技術が求められるなか、塑性加工プロセスの見える化・知能化に関する要素およびシステム技術の研究開発が求められるようになってきている。同分科会ではこれらを達成するため、各種センサー技術（ハードセンシング）、プロセスシミュレーション技術（ソフトセンシング）、CAE技術（最適設計）、さらにこれらの技術をサーボプレスに適用したデジタル制御技術の調査・研究を行っている。

そんななか、プロセス可視化・知能化技術分科会で主査を

務める首都大学東京・楊明教授、同分科会幹事を務める日本大学・高橋進教授、職業能力開発総合大学校・村上智広教授の3人が取り組む「デジタルプレス加工のプロセス見える化・知能化技術開発」の研究が平成29年度の天田財団「重点研究開発助成A（グループ研究）」に採択された。

この研究では各種関連分野の研究者3人が連携し、サーボプレスに代表されるデジタルプレス加工のプロセスの見える化・知能化の技術課題に統合的に取り組んでいる。

デジタルプレス加工のプロセスの可視化・知能化に取り組んだ経緯やこれからの展望、また教育者視点での産学連携について、楊教授に話を聞いた。

## ■ 塑性加工の見える化・知能化

— 塑性加工を中心とする金属加工業界では、以前から加工にともなう金型や成形プロセスの状態を見たいといったニーズがありました。IoT化が進んでいるなかで産業界の可視化・知能化に対するニーズやシーズについてお聞かせ

ください。

楊明教授（以下、姓のみ） IoTやIndustrie 4.0がブームとなり、見える化・知能化の重要性が再認識されています。しかし、こういった取り組みは以前から行われていました。1990年代には、日本が中心となってIMS (Integrated

## ● デジタルプレス加工プロセスセンシング装置の概要



Manufacturing System：統合生産システム)に関する国際的な研究開発プロジェクトが進められていて、それは今のIndustrie 4.0に近い考え方でした。そして、FMS (Flexible Manufacturing System：フレキシブル生産システム)などの自動化生産技術が注目されました。そういった意味では、日本はかなりはやくからデジタル化に取り組んでいました。

塑性加工学会では、CAF (Computer Aided Forming) 分科会を発足させて塑性加工プロセスのシステム化について議論していました。そこには加工にともなうさまざまな情報を収集、整理分析してデータベースを構築する必要があります。CAF分科会では、加工プロセス途中のマシン・金型・材料の状態をインプロセスで見えるため、ピエゾセンサー(圧電センサー)やAEセンサー(圧電素子センサー)や荷重計などを活用して情報を収集し、人工知能を用いた情報処理や専門知識を体系化してコンピュータに記憶させ、推論や問題解決などを自動的に行わせるエキスパートシステムを構築する取り組みも行われていました。

当時、京都大学大学院で曲げ加工の知能化技術を研究していた私もその研究に関わりました。その後、アマダの技術研究所で曲げ加工の自動化に関連する研究を行ったこともあります。しかし、当時の技術ではセンサー技術がまだ不足していて、情報処理技術やインターネットなどのIT関連のインフラが不十分だったことなどの理由から、注目度が低く、実用化までは程遠いものでした。

### ■ 条件を定量的に理解して初めて、定量的なプロセス設計ができる

——そういった経緯を経て、今日再びプロセスの見える化・知能化が注目されるようになった要因には、どのようなことが考えられますか。

楊 プロセスの見える化・知能化技術が再び注目されるようになったきっかけのひとつは、サーボプレスの登場だと私は考えています。サーボプレスによってプレス加工もデジタル化を実現したことになります。しかも、サーボプレスは商品化も企業への導入も世界に先駆けて日本が最初に行っています。しかし、現状ではサーボプレスの性能をまだ十分使いこなせていないのが実情です。理由は、プレス加工に関する考え方が従来と同じ「職人が自分の経験から条件出しを行って加工をする」のまま変わっていないからです。サーボプレスには、さまざまなモーションがあり、プログラムで簡単に変えることができます。いろいろなモーションをうまく使えば、より適切な条件で製品をつくることができるはずなのですが、残念なことにその認識が弱いです。

そのような問題意識から、塑性加工学会が一般社団法人日本金属プレス工業協会などと共同で、サーボプレスの使い方を研究し、普及することを目的とした「サーボプレス利用技術研究会」を立ち上げました。

さまざまなメーカーやユーザー、大学とチームをつくり、8年間の共同研究を行った結果、さまざまなモーションを用いたプレス加工の効果を示すことができましたが、これを実際

#### プロフィール

楊 明 (ヤン・ミン)

1990年7月 京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了

1990年6月 (株)アマダ 技術研究所 研究員

1991年4月 東京都立大学工学部 助手

1998年4月 東京都立大学工学部 助教授

2006年10月 首都大学東京システムデザイン学部 教授



①マイクロプレス機械／②電子顕微鏡／③スパッタ装置

に各種製品の加工に適用するためには情報が足りないことがわかりました。加工に関する各種情報を分析し、定量的に理解して初めて、定量的なプロセス設計ができます。そのためには、プロセスの見える化が重要です。

### ■加工プロセスを見える化・知能化する研究 ——天田財団の平成29年度の「重点研究開発助成」にも採択されていますが、今後の研究計画はありますか。

楊 私たち3人は、一般社団法人日本鍛圧機械工業会との共同研究も含めると、この2年くらいは、「どのようなセンサーを埋めたらどのような情報が取れるか」「どうしたら安定して情報が取れるか」といった検証実験とプロセス見える化のためのシステムづくりをやってきました。

そうした中で天田財団の重点研究にあった「グループ研究」枠で助成金を申請し、採択されました。4月以降は作成したシステムを使って材料やパルスモーション使用の有無、潤滑条件などを変えながら本格的な実験をしていきたいと思っています。また、実験に合わせて、さらにシミュレーションをしていこうと考えています。

金型にいろいろなセンサーを埋め込んでも得られる情報はその“点”での情報にすぎず、金型内の材料の変形や潤滑状態を知るには“面”の情報が必要です。要するにセンサーで直接測定した情報と、シミュレーション(ソフトセンシング)から得た情報を融合させることで、プロセスを見える化し、より信頼性のある情報を提供する——といったことを今年度中にやろうとしています。

今年度が終わるころには、センサーを使ったデータベースの構築がある程度進み、さまざまな条件での加工が見えるようになる予定です。

### ■難加工材を難加工材ではないかのように加工したい

——プロセスの見える化・知能化によってどのような効果を目指しているのでしょうか。

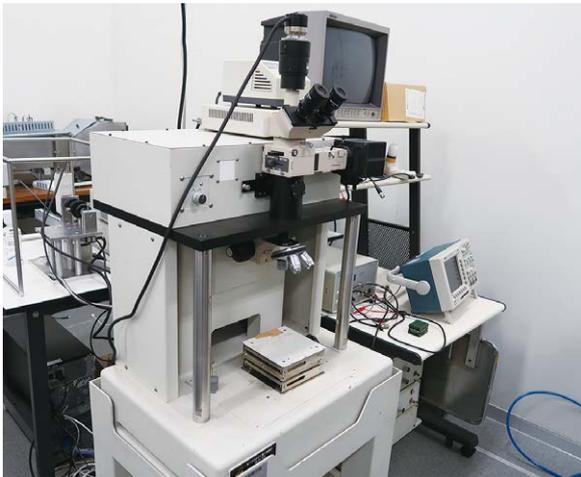
楊 日本では自動車業界を中心に高張力鋼板(ハイテン)の使用が進んでいます。しかし、実際に話を聞いてみると、変形抵抗がとても大きく、金型も変形するので、金型構造も従来とちがう構造にしなければならず、何度もトライアンドエラーやシミュレーションを繰り返し、何とか加工できているという状態のようです。プロセスの見える化を使えば、プロセス設計がもっと容易にできるのではないかと考えました。

海外ではハイテンの代わりにアルミ合金を使用しようとしています。アルミ合金は難加工材です。海外では基本的に温間プレスで難加工材を加工していますが、日本では冷間プレスでの加工を好みます。今後サーボプレスをうまく使うことができれば、冷間加工でも成形できるはずですが。そのためには、サーボプレスを使った各種実験データを蓄積する必要があります。

私たちの研究は、「ハイテンやアルミ合金といった難加工材を難加工材ではないかのように加工すること」を最終的な目標として掲げています。そのためには、サーボプレスを使いこなすことが重要です。今はまだ製品技術やシミュレーション技術、設計技術が未熟ですが、プロセス見える化技術、さらにIoT技術をうまく活かして早く成熟させたいと考えています。

### ■自国の良い点、悪い点を客観的に見つめる

——楊先生は産学連携によりさまざまな研究に取り組まれています。今後、日本のモノづくりの力を高めていくために、



レーザードップラ振動測定器

### 産学連携がさらに必要だとお考えですか。

楊 IoTやIndustrie 4.0に適した技術改革は一企業だけでは難しい。だからこそ、システムとして構築する必要があります。異分野との連携や、「産」と「学」が連携することでいろいろな視点でのシステム開発が可能となります。日本はたしかにモノづくりは強いですが、シーズ志向が強い。しかし、モノづくりは手段であって目的ではありません。うまく加工ができるからではなく、ニーズに対してどれだけ貢献したかが重要です。ですから、もっと世の中のニーズに合ったモノづくり・手法を提案する努力が必要だと思います。

私の持論になりますが、世界できちんとモノづくりをしているのは日本とドイツくらいです。日本はモノづくりに対して愚直で伝統的な技術を持っていますが、反面、自分たちのやり方を守ろうとしすぎて、新しいことに遅れる部分があります。自国の良い点、悪い点を客観的に見つめることが重要だと思います。

## ■ 企業と大学が手を組んだ教育が必要

——最近企業から「大学には新しい分野を開拓できるような人材の教育をしてもらいたい」といった声も聞こえます。教育に関してはどのように思われますか。

楊 欧州や米国が、教育システムを時代に合うように変えているのに対し、日本は戦後からほとんどの教育システムが変わっていません。最近とくに問題として言われているのが、「日本では学校を卒業しても会社に入ってから役に立たない人が多い。実践的なことを知らない」といったことです。これは学生自体の問題というよりも教育システムに問題があります。欧米では、日本に比べてかなり現場を意識した教育システムとなっています。

日本では今まで、大学で基礎的なことだけを学習し、企業に入ってから本格的に再教育をする仕組みでした。ところが昨今では、企業にもゼロから教育するような余裕はなくなってきています。この問題は日本がこれから国を挙げて真剣に考えなければなりません。技術立国の日本だからこそ、もっと企業と大学が手を組んで教育をしなくてはならないと思います。

## ■ 課題解決型学習「PBL」

——「現場を意識した教育システム」として何か行っている取り組みはありますか。

楊 当大学では試みのひとつとして、「PBL」(Project-Based Learning)という欧米から学んだ課題解決型学習を行っています。PBLは、教科書的な内容を教えるのではなく、現実的な課題を学生に与え、学生が自らどうすべきかの方法論を考え、問題を解決していく授業です。当大学では、多摩地域の中小企業の協力を得て、例えば、「10年後の日本のモノづくりをどうすべきか」や「日本は災害が多いので災害に強い技術は何であるか」といった抽象的な課題に対して、学生が少人数のチームで企業と組んで課題に取り組み、解決策を提案するという授業形式を採っています。

普通に大学に通うだけでは企業——とくに中小企業について知る機会は少ない。この授業では学生が企業の現場に行き、現場の人と議論して、それから技術を勉強し、その企業ならではの優れた技術を活かし、課題を解決させるためには何をすべきかをチームでブレインストーミングしながら考えます。

学生にとっては「現場を知ること」と「自分で物事を考える」という2つの学びをしていることとなります。

——PBLには何年前から取り組まれているのでしょうか。

楊 10年程前から取り組んでいます。2単位だけの授業ですが、学生にとって印象に残る実践的な授業になっていると思います。

米国の大学では、入学して最初に何か好きなモノをつくらせるそうです。たとえばロボットをつくった場合、そのロボットを動かすために構造や機能を考えていくと、材料や力学、エネルギーなどについて学ぶ必要があることが認識できます。それから基礎知識を勉強していくことで、知識習得に対するモチベーションが高くなります。

日本でも最近はそのようなやり方を取り入れようとしています。実際につくってみることで、どういう材料・加工技術が必要か、加工することがどれだけ大変なのかが理解できます。それを理解したうえで「おもしろい」と感じる事ができれば、その後の学習意欲にもつながっていくと思います。