

## 巻頭言

## 高付加価値ものづくりのすすめ

(究極の形状創成から機能創成へ)

厨 川 常 元\*



## 1. はじめに

“ものづくり”は我が国の産業基盤であり、将来ビジョンについて議論することは重要である。

これまで我が国の繁栄を支えてきた大量生産・大量消費対応型の“ものづくり”は終焉を向かえ、これからは様々な価値観に対応する“ものづくり”に変革せざるを得ない状況に直面するだろう。

例えば、カーボンニュートラル社会や超高齢化社会に対応するための新しい技術開発が喫緊の課題として国際的に議論されているのは一例である。

そして技術イノベーションのみならず経済や社会のイノベーションも不可欠であり、そのためには人文社会科学から自然科学までの幅広い知見が必要である。近年ではコアリションによる産官学が対話する異分野融合イノベーション・エコシステム構築の試みが活性化している。これらの議論の中で、ものづくり分野からはどんな貢献ができるであろうか？その一つは、海外の技術では到達できない、より高い精度と付加価値を持った製品の開発があげられる。そのために、これまでの単なる“形状創成”だけにとどまらず、その表面あるいは内部に機能を発現する構造を作り込む“機能創成”が重要になる。筆者はこれを“機能創成加工”と呼び、“高付加価値ものづくり”を目指す技術の一つとして研究開発を行っている。

## 2. 機能創成加工とは

通常、加工部品の加工精度評価基準は形状精度と表面粗さの二つである。近年、この加工精度の要求は益々厳しくなり、今やナノ精度を卓越し、ピコ精度に達するものも出てきた。現在、このような究極の加工精度を得るために、加工原理、工具、工作機械、評価測定法、材料、組み立て法、設計論など、総合的な研究開発が始まっている。機能創成加工は、このようにして得られた超精密加工表面上に微細構

造体を創成したり、あるいは加工表面近傍の結晶構造を制御したりすることにより、新たな機能を発現させるための加工法である。

このように“形状創成+機能創成”により高付加価値創成を目指した“ものづくり”が機能創成加工である。すなわちこれまでの単なる形状創成から、機能創成を加味した新しいものづくりへの融合、発展である。

そのためには分子原子レベルでの加工現象の科学的解明と、ピコ精度加工を実現するための新規加工プロセスの構築が必要不可欠である。すなわちピコ精度加工を支援し、デバイスやシステムにまで完成させるためのピコ・ナノ・マイクロ・マクロにわたる、いわゆるマルチスケールの機械システム設計論、さらには工具設計技術、ピコレベルでのその場計測・評価技術、加工シミュレータと加工システムの連動技術、微小構造体を精緻に組み立てるためのピコ実装技術、安全安心を保証するための材料創成技術や強度信頼性評価技術等を駆使した総合技術として確立する必要がある。

## 3. 解決のキーワードは“複合”

機能創成を実現するためには、製品の構造自体が複合構造となっているものが多い。例えば、非球面レンズ表面に $\mu\text{m}$ オーダーの回折格子が形成され、さらにその上に数百nmピッチのモスアイ構造が形成されていれば、無反射機能を有する高機能屈折・回折複合光学素子となる。このような複合構造体を製造するためには、種々の加工法を単独で使用せず、複合させて使用することにより、大幅な効率アップや特殊機能を発現できることが多い。例えば、超音波加工と研削加工を複合させた超音波援用研削や、レーザ加工と切削加工を複合させたレーザ援用マイクロ切削、超音波加工と研削加工と電解作用の3つを複合させた超音波振動援用電解研削などがある。さらに近年では、加工液にUFB（ウルトラファインバブル）を援用することにより、加工性能向上や

\*東北大学 教授

表面改質を同時に行うことができる技術も開発されている。このような加工においては、切りくず自体もナノオーダとなるため、材料の除去メカニズムに関しても化学的な要素が強く影響してくる。特に電解作用や放電現象、レーザ、UFB援用プロセスを複合させた場合には、ナノ領域における物理化学現象を単に機械工学的な視点で捉えるだけでなく、化学的かつ量子力学的視点で捉えることも必要不可欠となる。

#### 4. さいごに

本報では、これからの“ものづくり”を考える上で重要となる“高付加価値ものづくり”を目指す加工方法として、機能創成加工について紹介した。これからの“ものづくり”のための加工技術実現のためには、「ナノの世界の現象の本質を把握した科学的な合理性を持ったものづくり」を実現することが必要不可欠である。

また、革新技術の創出、すなわちハードウェアの高度化に偏重してはならない。ハードウェアの開発

はもちろん重要であるが、それらを如何に組み合わせ、使いこなしていくのかといったソフトウェアの開発も必要不可欠である。さらにもものづくりの根幹は、生産から廃棄、さらにはリサイクル（リユースも含む）までを考慮した“循環型ものづくり”でなくてはならない。このような“もの”の一生の流れの中で発生するCO<sub>2</sub>など温室効果ガスを最小化する、ライフサイクルアセスメントを設計、満足することも必要である。

最後に、新技術の社会実装における種々の困難、いわゆる「魔の川」、「死の谷」、「ダーウィンの海」を飛び越えるための能力と気概を持った人材育成が重要であるのはいくまでもない。このような人材育成を企業の中でも行うように環境を整えることが強く望まれる。また同時に、若手技術者に期待するのは、未知の領域に飛び込んでいくアントレプレナーシップの醸成と実行である。これからのものづくり技術の進展が非常に楽しみである。