

## 総論

# 工作機械における 計測技術の最新動向

高谷裕浩  
大阪大学

切削加工は生産技術の要である。工作機械が「マザーマシン」とも呼ばれるゆえんである。基盤技術としての切削加工の進化は、生産技術革新の大きな原動力となっている。近年、切削加工技術に顕在化してきた課題の多様性や複雑性は、基盤技術であるがゆえの避けられない現象といえる。大型工作物の精密加工から、高度機能部品の実用化に必要な不可欠な3次元自由曲面形状やマイクロ複雑形状、ナノメートルオーダーの3次元表面微細形状など、新たな次元の超精密加工に対する精度向上の要求に加え、工作機械の多軸化・複合化、加工プロセス全体の知能化も要求されている。さらに、脆性材料や耐熱・高硬度金属材料などへの適用性や高速化、省エネ化などへの対応などを背景として、測定対象は幾何学量から状態量の多岐にわたり、さらにその計測課題は多様化・複雑化とともに拡大している。加工/制御精度を正確に評価し、工程/制御にフィードバックできる信頼性の高い計測が重要である点において、機械加工における計測は、基盤技術としての重要な役割を担っている。

そこで本稿は、機械加工における計測技術の新たな動向として、高度化・複雑化する機械加工における（機上・インプロセス）計測への要求と課題を俯瞰し、計測体系の根幹を変え計測技術全体に波及する新たな国際単位系との関係性、および新たなマシン・モニタリングや *Surface Metrology* の機上・インプロセス計測に関する計測技術の展

開について概説する。

### 機械加工における計測技術の包括的考え方

切削加工における、“品質管理以上の積極的な”計測の活用の1つとして、機上・インプロセス計測による加工制御が挙げられる。外乱要因によって変動する加工プロセスに計測を導入し、クローズドループ加工制御を与えると、加工精度が目標精度を達成するのは自明だろうか。目標精度からの差分に基づいた再加工による精度補償の限界、すなわち安定限界は何処に存在するだろうか。外乱要因は、その多さや多様性、相互作用性による複雑な重畳、影響速度などが工程ごとに変化する。複数の切削加工工程の場合、加工誤差が測定誤差と同様に伝播する特性を有しているのであれば、加工誤差が最も大きい工程が全体の加工誤差を決めてしまう。さらに、このような疑問や問題点は、外乱が与える可能性のある幾何学量や状態量を推測し、事前に修正を行うフィードフォワード加工制御の考え方によって解決される可能性はあるのか。

工作機械における計測技術の動向として重要な着眼点は、漸く以上のような包括的考えを実験・実証できる可能性のある環境が整ってきたことである。図1はそのような観点から、機械加工における（機上・インプロセス）計測への要求と課題についてまとめたものである。機械加工工程に