

中小企業の特定期間ものづくり基盤技術の高度化に関する指針（抜粋）

（十三）切削加工に係る技術に関する事項

1 切削加工に係る技術において達成すべき高度化目標

我が国製造業の国際競争力の強化及び新たな事業の創出を図るためには、切削加工に係る技術（以下「切削加工技術」という。）を有する中小企業者（以下「切削加工事業者」という。）は、川下製造業者等のニーズを的確に把握し、これまでに培ってきた技術力を最大限に活用するとともに、当該ニーズにこたえた研究開発に努めることが望まれる。川下製造業者等のニーズとそれを踏まえた技術開発課題を以下に示す。

（１）自動車に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

自動車産業においては、燃費向上や排ガス規制等への積極的な環境対応が進められ、さらに生産現場における環境負荷低減も強く求められている。また、エンジン等の高効率化や車体部品の軽量化に対する要求も強い。加えて、国際市場における激しいコスト競争への対応も必須となっている。

さらに、消費者のニーズの多様化に伴う専用設計の個別化の流れもあり、よりフレキシブルな製品生産に対する要求がある。

こうしたニーズにこたえる上で、以下の課題が具現化してきている。

- ア．燃費向上
- イ．ハイブリッド化、燃料電池化
- ウ．軽量化
- エ．静粛性向上
- オ．強度向上
- カ．高機能化
- キ．操作性向上

高度化目標

自動車において機能・品質を向上しつつ、低コスト化、短納期化を図り、加えて環境負荷低減を実現するために求められている高度化目標は、以下のとおりである。

- ア．微細加工対応
- イ．高精度・超精密加工対応
- ウ．研削・手仕上げ工程の削減
- エ．高速・高能率化（ドライ化を含む。）
- オ．高硬度材加工対応

(2) 電機機器に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

電機産業では、製品のライフサイクルの短期化に伴い、開発から生産までの期間短縮が求められている。そのため、加工時間だけでなく、生産前段階の時間短縮に対する要求も強い。

また、高機能化、高品質化に対するユーザーニーズは依然として高く、加えてMEMS技術の応用拡大の流れもあり、より高精度で、複雑かつ微細な形状の加工が求められる。さらに、国際的なコスト競争環境にあっては、こうした難易度の高い加工においても高い効率が求められている。

こうしたニーズにこたえる上で、以下の課題が具現化してきている。

ア．納期短縮

イ．機能の確保・高度化

ウ．性能・寸法の再現性向上

エ．面粗さ・精度の再現性向上

オ．長寿命化

カ．小型化

キ．強度向上

高度化目標

電機機器において機能・品質を向上しつつ、低コスト化、短納期化を図る上で求められている高度化目標は、以下のとおりである。

ア．微細加工対応

イ．高精度・超精密加工対応

ウ．高効率化

エ．非金属（ガラス、樹脂等）加工対応

オ．高硬度材加工対応

カ．付加加工及び除去加工の複合化（レーザー加工及び切削加工の複合化等）

(3) 航空機に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

航空機産業においては、機体の大型化や航続距離延長に向けた流れを受けて、機体の軽量化が求められ、例えば構造の一体化、中空化、薄肉化やCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics：炭素繊維強化熱硬化性プラスチック）等の複合材の適用等が進んでいる。

また、エンジンの燃費向上の流れを受けたタービン部の高温化に伴い、超耐熱材等の材料が主流となっている。さらに、経済性向上に向

けたエンジン基数削減のために、従来以上の信頼性向上が求められている。その他、環境対応技術として切削加工における省電力化に対する要求も強い。

こうしたニーズにこたえる上で、以下の課題が具現化してきている。

- ア．燃費向上
 - イ．耐熱性向上
 - ウ．信頼性向上
- 高度化目標

航空機において、エンジンの耐熱性の向上、機体の軽量化を図り低燃費化を進めるとともに、エンジン・機体ともに安全性を向上するために求められている高度化目標は、以下のとおりである。

- ア．一体部品・複雑形状部品加工対応
- イ．薄肉形状・中空形状加工対応
- ウ．高精度化
- エ．難削材（耐熱合金等）加工対応
- オ．新材料加工対応

（４）医療機器に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

今後の高齢化社会において、医療機器の高度化は必要不可欠である。しかし、例えばインプラント等では、欧米企業の競争力が高く、日本人の体格にあった製品の入手が困難である等の問題点もある。

また、人体に適用される医療機器の開発においては、患者への負担軽減や患者の早期の社会復帰等が重要課題となる。そこで、製品の長寿命化に向けた高硬度材（高強度セラミックス、コバルトクロムモリブデン合金等）や、生体適合性の高い材料、生体修復機能材料等の新材料開発が進んでいる。さらに、個々の患者に適合した形状、つまりオーダーメイド対応が必要になるが、医療費抑制のための低コスト化も重要であり、加えて安全性の向上も必須である。

こうしたニーズにこたえる上で、以下の課題が具現化してきている。

- ア．生体適合性向上
- イ．寿命向上
- ウ．低コスト化
- エ．カスタムメイド化
- オ．納期短縮
- カ．リビジョン対応
- キ．プラズマガス滅菌化

ク．手術手技の簡素化(操作性向上)

ケ．低侵襲化

高度化目標

医療機器において、安全性を維持・向上しつつ、インプラント等の耐用年数の長期化を図る等、患者の負担軽減を図り、さらに、医療費抑制、治療満足度の向上、環境負荷低減を図る上で、求められている高度化目標は、以下のとおりである。

ア．新材料(樹脂材料等)加工対応

イ．難削材(チタン等)加工対応

ウ．高精度化

エ．複雑形状加工対応

オ．ドライ加工化

カ．研削・手仕上げ工程の削減

(5) その他の産業に関する事項

川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

光学機器やバイオ機器等においては、ガラス等の超精密・微細加工技術が重要な基盤技術であるが、これらの材料は非常に脆く、切削加工が困難であったため、ケミカル加工等の方法により加工が行われてきた。しかし、加工効率等の問題から切削加工技術へのニーズが高まっている。

また、半導体ウエハーの大径化に伴う半導体製造装置の大型化や、各種部品の一体化に伴う大型化の流れもあるが、形状が大型化しても要求される精度は現状並み又はそれ以上と厳しくなっている。

こうしたニーズにこたえる上で、以下の課題が具現化してきている。

ア．切削加工技術の応用拡大

イ．大型部品の高精度化

高度化目標

光学機器やバイオ機器等において、切削加工技術の適用による高効率生産を可能とするほか、大型部品の精度向上を図る上で、求められている高度化目標は、以下のとおりである。

ア．新材料(ガラス等)加工対応

イ．高精度化

2 切削加工に係る技術における高度化目標の達成に資する特定研究開発等の実施方法

1 に示した切削加工技術に対する川下事業者のニーズをみると、部品

の品質・機能を向上させるための高精度・微細化対応、コスト低減や納期短縮に向けた高効率化、高度な機能を持った難削材や新素材の加工、部品の一体化等機能集約による高付加価値化及び環境負荷低減にまとめられる。

また、近年の切削加工技術に関する研究開発動向として、高精度・超精密化を目的に位置決め精度の向上を始めとする各種研究開発が進められ、小径工具による高速加工や機上計測技術についての研究開発も行われている。また、電子部品や光学部品等の微細形状を切削加工で行うための研究開発が進められ、こうした切削加工を行うための微細小径工具の開発も同時に進んでいる。さらに、段取時間や回数を削減し、高効率に加工を行うことを目的とした、多軸・複合工作機械の開発が活発に行われ、これら加工機の高精度化に関する研究開発も行われている。加えて、高硬度や高脆性といった特性を持つ新材料への切削加工適応に関する研究開発が進められ、こうした切削加工を行うための新工具の開発も同時に進んでいる。その他には、切削加工の微細化とともに、被削材料の大きさに応じた加工機の小形・軽量化が進んでいる。

以上より、切削加工技術に求められる技術開発課題は、高精度・微細化、高効率化、高付加価値化、環境対応の4つに集約される。

(1) 高精度・微細化に対応した技術開発の方向性

主軸回転の高速化、工具の切削性能向上、熱変形の抑制・補正技術の向上、振動の抑制・制御技術の向上、機上形状・寸法計測・補正技術の実用化等の面精度向上に資する切削加工技術の研究開発

工作機械の位置決め分解能向上、熱変形の抑制・補正技術の向上、機上形状・寸法計測・補正技術の実用化等の形状精度向上に資する切削加工技術の研究開発

極小工具の開発、工作機械の位置決め分解能向上、熱変形の抑制・補正技術の向上、振動の抑制・制御技術の向上等の加工形状の微細化に資する切削加工技術の研究開発

(2) 高効率化に対応した技術開発の方向性

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上等）、ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）、機上形状・寸法計測、補正技術の実用化等多品種少量・一品加工に対応した切削加工技術の研究開発

主軸回転・送りの高速化（高加減速化）、新加工方法の確立等の加工時間の短縮に資する切削加工技術の研究開発

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上等）、ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）、新加工方法の確立、機上形状・寸法計測、補正技術の実用化等、段取り回数・時間の削減に資する切削加工技術の研究開発

ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）等、加工条件設定容易化に資する切削加工技術の研究開発

切削加工の精度向上（研削・研磨等）等、仕上げ工程の削減化に資する切削加工技術

（3）高付加価値化に対応した技術開発の方向性

材料に適した工具・加工条件の確立、新加工方法の開発等、難削材・新素材加工に対応した切削加工技術の研究開発

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上、複合加工の多様化等）等、部品の一体化に対応した切削加工技術の研究開発

（4）環境対応に向けた技術開発の方向性

工作機械構造材料への新素材応用、工作機械要素の小形化等、工作機械の小形・軽量化に資する切削加工技術の研究開発

切削液の高性能化、最適工具及び加工条件の確立等、切削液の水溶性化に資する切削加工技術の研究開発

ドライ・ニアドライ加工の実用化等、切削液の使用量削減に向けた切削加工技術の研究開発

工作機械要素の小形化・軽量化、工作機械モーターの高効率化及び周辺機器等の省電力化等、消費エネルギー削減に資する研究開発

3 切削加工に係る技術において特定研究開発等を実施するに当たって配慮すべき事項

（1）人材の確保及び育成

切削加工事業者は、切削加工技術の魅力や重要性の普及・啓発及び広報の工夫等を行うとともに、大学、高等専門学校等からインターンシップによる学生の受入れを促進する等、若い技術者の確保に努める必要がある。また、若い技術者の確保と併せ、熟練工等経験を有する優れた技術者の確保も重要である。また、業界誌や専門誌の購読、論文や特許の参照、関連する学会やシンポジウムへの参加等を通じ、川下製造業者等の課題やニーズを把握できる総合的な知識を有する人材を育成することも重要である。また、人材の育成のための教材やカリ

キュラムについては、大学、高等専門学校等を利用して行われる人材の育成に関する事業を活用することも考慮すべきである。

また、川下製造業者等のグローバル化やますます早くなる技術革新スピードに追従していくために、総合的な知識を有した優秀な人材が求められている。こうした人材を育成していく上で、一部の地方自治体、公的試験研究機関等において実施されている加工技術やソフトウェア利用手法や専門大学院等の高度な実務者教育機関の教育支援を積極的に活用し、効率的な人材育成に努める必要がある。

(2) 技術革新のための資金及び設備調達

革新的技術開発に取り組み、生産設備の活用範囲を広げ、常により高度な製品を川下製造業者等に供給していくためには、高度な設備、周辺機器が必要となる場合が多い。

また、川下製造業者等が生産する製品の品質・機能を維持・高度化する上で、切削加工事業者においても川下製造業者等と同等の高度な設備導入も必要となっている。

これらの状況を踏まえ、技術革新サイクルの短期化が進む中で、資金的制約の多い中小企業は、国や地方自治体の支援施策や公的機関が有する高度な設備を最大限に活用するとともに、長期的な事業展開を踏まえた戦略的な設備導入を行っていくことが必要である。

(3) 川上・川下産業間のインフラ整備

川下製造業者等においては、設計データの3次元化やITの応用等が進められており、これらを活用した生産性向上が図られている。

このことから、切削加工事業者においても、IT環境を整備し、川下製造業者等との連携の効率化を図ることが必要であり、高度なソフトウェアの導入や、ソフトウェア技術に精通した人材の教育を進めることが必要である。

(4) 産学・事業者間連携

中小企業においても、産学・事業者間連携を推進し、より高度な技術の研究開発や、効率的な研究開発に取り組むことが重要となっている。

大学や公的機関、地方自治体のコーディネータ等を活用し、先端的な研究開発の状況把握に努めるとともに、事業者間における情報交換を積極的に進めることが重要である。

また、不十分なコーディネートから十分な成果が得られないといった問題もあることから、共同研究開発等を行う場合には、事前に十分な情報交換を行うことが重要である。

(5) 川下製造業者等との取引慣行

川下製造業者等からの代金支払において、決済するまで長期間を必要とする手形による支払が行われる等、切削加工事業者の経営資金確保が困難となるケースがある。

こうした問題を回避するために、契約内容に支払条件を明確にし、確実な代金回収に努めることが重要である。

(6) 知的財産に関する事項

切削加工事業者は、持続的かつ戦略的な経営を行うために、自社が有する切削加工技術に関する知的財産を認識し、自らの経営基盤として位置付けるべきである。また、取引先へ図面等を提供する場合には、取引先との間で、事前に権利の帰属、使用範囲等について明確に取決めをし、その保護に努めることが重要である。

川下製造業者等は、切削加工事業者と共同で研究開発等を行う場合には、事前に知的財産権の帰属、使用範囲等について明確に取決めをすべきである。その際、切削加工事業者の知的財産を尊重すべきである。

(7) 製品事故等に対するリスク補償

不具合等により、重大な被害が発生するおそれのある製品については、被害が発生した場合の補償を切削加工事業者が求められる場合がある。

想定されるリスクを把握し、その回避に努めるとともに、製造物責任保険（PL保険）の活用等、リスクへの補償対策を行うことが必要である。