

(二) 金型に係る技術に関する事項

1 金型に係る技術において達成すべき高度化目標

(1) 当該技術の現状

金型は、多岐にわたる原材料（金属、プラスチック、ゴム等）を所定の形状に成形加工するための金属の工具と定義される。主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、情報家電及び今後の伸長が期待される次世代電池、医療機器、ロボット等が挙げられる。金型の種類は成形する材料や成形方法によって様々であり、鑄造金型、鍛造金型、プレス金型、射出成形金型、ダイカスト金型、粉末成形金型等があるが、その中でも金属プレス加工に用いるプレス金型、プラスチックの射出成形に用いる射出成形金型は生産量が多い。

大多数の金型は一品生産品であり、形状も複雑、表面性状や寸法精度は極めて高いものが求められる。さらに、金型材料は典型的な難加工材であり、表面処理やコーティングも最先端の技術が求められる。

自動車の外観の意匠に関わる大型のプレス部品、プラスチック部品については、3次元CAD技術の進歩により部品自体のデザインの高品位化・複雑化が急激に進展しており、金型に対する要請も高度化している。しかし、これらを成形する金型の重要基盤技術の多くは依然として熟練技術者の経験に依存している。

(2) 当該技術の将来の展望

自動車に用いるプレス部品、プラスチック部品を成形するための金型技術の大きな課題は、熟練技術者の経験への依存からデジタル化等により管理していくことである。プレス金型は停止時及び稼働時における金型測定、稼働時のプレス機変形測定等について、射出成形金型は製品表面の高品質化等の意匠性の向上、薄肉化を図る上で必要不可欠となる補強リブによる意匠性への影響、ハイサイクル化での反り・ひけ・ねじれ、ガス抜きや製品離型後の応力変形等への対応について、それぞれデジタル化を進め生産性の向上につなげていくことが求められている。

(3) 川下分野横断的な共通の事項

当該技術の川下製造業者等の抱える共通課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

①川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア. 高精度化・微細化

快適性や安全性、環境対応等に対するユーザーニーズの多様化に対応し、製品の構成部品の高精度化・微細化を実現する金型技術が求められる。

イ. 小型化・軽量化・高強度化

様々な機械製品を構成する部材は小型化・軽量化・高強度化が進む傾向にあり、例えば自動車分野では省エネルギー化の促進に、情報家電分野では高機能化につながっている。金型産業において成形が難しい軽合金や樹脂、複合材料を部材として採用する技術のほか、複数の部材を一体化させる技術が求められており、これらを成形するための金型技術の高度化が必要である。中でも、一体成形化は部材の複雑形状化を伴うため、求められる金型技術はさらに高度なものとなる。

ウ. 高感性化

高機能性、高信頼性、合理的価格といった従来の価値を超えて、使用者の感性に働きかける製品が認知されてきている。ユーザーニーズの高感性化が進む中、製品の美しいデザイン形状や表面の仕上がり等高い意匠性を付加する金型技術の向上が求められている。

エ. 低コスト化

新興国における金型メーカーも技術力を向上させており、国外への金型の発注が増加している。このため、我が国金型メーカーは、更なる成形コストの低減につながる金型技術の開発を求められるとともに、金型づくりそのものの低コスト化技術が求められるようになっている。

オ. 短納期化

3次元CADや成形シミュレーションの活用等により、金型の開発から納品、検収までの期間を短期化する努力が行なわれているが、今後は更なる短納期化に対応した技術の高度化を進めることが重要である。

カ. 環境配慮

製造業に課せられる環境への責任は年々強まりを見せている。機械製品については、部材に再生可能材料を用いるほかりサイクル及びリユース等に配慮した設計を行う等、環境負荷の低減が求められている。このため、先に述べた部材の小型化・軽量化や長寿命化に対応した金型技術や、省エネルギー、省資源を実現する

とともに生産性の向上に寄与する金型技術の開発が求められている。

②高度化目標

ア. 金型技術の高度化

高精度化・微細化やハイサイクル成形、難加工材の成形のための金型技術、複数工程の短縮化、金型の長寿命化と品質安定化の実現に向けた技術開発が求められる。

イ. 加工技術の向上

川下製造業者等の高精度化・微細化等に対するニーズに対応するためには、マザーツールである金型構成部品の製造技術の向上が不可欠である。既にコストとリードタイム削減に向けて導入が進んでいる多軸及び複合加工機を用いた切削加工技術の精度向上、金型表面のコーティング技術の高度化、新材料の部品加工、製品意匠面の高品位化のための技術向上等が求められる。

ウ. 成形品の後工程の削減

成形品の後工程の削減を金型技術を用いて実現する方法として、ネットシェイプ成形、複合成形、多色成形等がある。金型技術の高度化（高精度化、微細化）により、川下製造業者等の低コスト化と環境配慮に寄与することが求められる。

エ. 高速計測技術の確立

金型の寸法精度の計測は製作工程のみならずユーザーへの納品後も頻繁に行われる。特に、製品開発時点での計測時間短縮は製品出荷までのリードタイムを大幅に短縮するため、計測法の高速化は金型製作において大きな課題である。

オ. 金型の低コスト化や短期間製造等を可能とする新素材・新製造技術の構築

金型の短期間製造や低コスト化等を可能とする新素材・新製造技術の構築が望まれる。

カ. 技能のデジタル化

コスト低減及び短納期化の観点から、熟練技能者が保持している暗黙知をデータベース化し金型の仕上げ工程に応用することが望まれる。また、工程設計についてもITにより自動化されることが望まれる。

キ. IT活用の高度化

金型技術におけるIT活用の高度化は、金型製作の高精度化・

微細化、低コスト化、短納期化、フレキシブル生産、複雑3次元形状の製造等に対応するための重要な課題である。たとえば3次元ソリッドシステムを用いた金型設計では設計の属性を持った3D単独図の有効活用及び異システム間のモデル変換ソフトの開発が望まれる。また、3次元ソリッドシステムの精度がCAM処理に対し十分ではないことから高精度化が望まれる。さらに、干渉チェック機能及び多軸加工用NC情報を高速に生成するCAM機能の開発が求められている。加えて、金型製作期間及び成形工程の短縮のため、デザインから金型製作に至る工程で、先進IT技術（ボリュームCAD等）や、CAE（成形時の変形に関するシミュレーション等）等の積極的な活用が求められている。

ク. 環境配慮に対応した技術の開発

環境配慮への対応が求められる中、潤滑剤や離型剤の使用を抑えた成形を可能とする金型技術の開発や、省エネルギーにつながる超ハイサイクル成形、植物由来樹脂の高度な成形、超薄肉成形等を可能とする金型技術の開発が望まれている。また、金型製作における省エネルギー化や廃棄物の低減、騒音抑制のための技術開発も併せて望まれる。

（4）川下分野特有の事項

当該技術の川下製造業者等が抱える特有の課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

1) 自動車に関する事項

各国において自動車に対する燃費規制、排気ガス規制等の環境規制が逐次強化されている中で、自動車産業では、環境対応や徹底したコストダウンが求められている。このため、自動車車体の軽量化、エンジン、バッテリー、モータその他電子部品の効率向上等が課題となっている。

また、自動車が本来持つ機能上の付加価値の創出や多様化する顧客ニーズにこたえるために、デザイン形状や衝突安全性の高度化、短納期開発・フレキシブルな生産も重要な事項となっている。さらに近年では、自動車部品のリサイクル性及びリユース化への配慮も必要となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 衝突安全性の向上

イ. フレキシブル生産

②高度化目標

ア. 衝撃を吸収するために工夫された構造と素材に対応した金型及び成形技術の構築

イ. IT等を活用したフレキシブル生産技術の向上

2) 情報家電に関する事項

情報技術の進展や情報家電製品の高機能化の進展に伴い、微細化された電子部品等の稼働時の発熱等に対応した新材料等についても成形技術を確立していく必要がある。

携帯電話やパーソナルコンピュータ等については軽量化・薄型化が進む中で高い剛性の確保が必要であり、またフラットパネルディスプレイ等については大型化及び製品意匠面の高品位化に対応していくことが必要になる。さらに、情報家電の付加価値向上や顧客ニーズへ迅速に対応するために、デザイン等の高度化も必要となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高剛性化

イ. 大型化

ウ. 製品意匠面の高品位化

②高度化目標

ア. 難加工材に対応した金型及び成形技術の向上

イ. 複雑3次元形状等を創成する金型及び成形技術の向上

ウ. 平面及び3次元曲面の鏡面仕上げ技術の高度化

エ. ウェルドレス成形を可能にする金型及び成形技術の向上

オ. 高い意匠性を付加する金型及び成形技術の向上

3) 次世代電池に関する事項

燃料電池、二次電池、太陽電池等の次世代電池は、近年、市場化に向けて大きく進展しているが、本格的な普及に向けては、材料の開発や低コスト化及び長寿命化を実現する生産システム・技術の開発・実用化が必須である。また、エネルギー効率や耐久性等の性能向上の課題を克服していくことも必要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高耐久性

イ. 性能向上

ウ. 新素材への対応

②高度化目標

- ア. チタンや硬質ステンレス等の難加工材の金型及び成形技術の向上
- イ. 薄板の平坦度を確保しながら高精細な加工を実現する金型及び成形技術の向上
- ウ. 電池の高効率化を実現するための金型及び成形技術の向上

4) 医療に関する事項

医療関連産業については、医療機器を構成する精密プレス部品や採血・輸血用器具、レンズ等の成形部品、医薬品のカプセル材等、金型によって成形されるものが多い。医療機器では生体適応性が高いチタン合金や特殊な樹脂等難加工材の微細な加工技術が求められる。また、多品種少量生産品が多いことから、フレキシブルな生産が重要となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 難加工材への対応
- イ. フレキシブル生産

②高度化目標

- ア. 生体適応性が高い難加工材の微細加工技術の向上
- イ. 多品種少量生産に対応した低コストでの金型製作技術の向上

5) ロボットに関する事項

ロボット分野では、高度な智能ソフトウェアやネットワーク技術、分散システム技術、センシング技術等の情報通信技術の活用による機能の更なる高度化と活用範囲の拡大が求められている。今後、需要の増加が見込まれるサービスロボットでは、安全性、信頼性、利便性に係る技術的な水準が従来の産業用ロボットに比べて高い精度で要求されることから、要素技術の高度化が必要である。こうしたニーズを踏まえ、金型技術では、難加工材や皮膚に類似した新素材に応じた微細加工、複雑形状成形への対応が必要とされている。ただし、ロボット分野全般で当面は多品種少量生産となるため、フレキシブルな生産についても重要な課題である。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 複雑形状成形
- イ. フレキシブル生産

②高度化目標

- ア. 複雑3次元形状等を創成する金型及び成形技術の向上
- イ. IT等を活用したフレキシブル生産技術の向上

2 金型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

金型技術に求められる技術開発の方向性を、加工法等の技術向上を中心に整理した「高度化・高付加価値化」、ITの活用による技術向上を中心に整理した「IT化」及び地球環境及び作業環境への対応を中心に整理した「環境配慮」の3点に集約し、以下に示す。

(1) 高度化・高付加価値化に対応した技術開発の方向性

①金型技術の高度化

高精度・微細成形（成形品の高精度化・微細化及び3次元形状等への対応）、ハイサイクル成形（温度制御等の工夫による高速・高精度成形）、難加工材成形（超高張力鋼板、アルミニウム、マグネシウム、CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics）を始めとする難加工材の加工）、複数工程同時処理（複数成形加工工程プロセスの1つの工程への集約）、金型の耐久性向上、品質安定化（表面処理・改質、金型材料）

②加工技術の高度化

高精度・微細加工、高速加工、多軸加工（複雑形状の機械による自動的加工）、工具性能・耐久性向上（切削工具、放電電極やワイヤ等の性能・耐久性向上）、高精度補正（機械加工時の精度を維持するための精度補正）、複合加工機械（放電加工や切削加工等、複数加工の同一機械による加工）、表面処理（金型耐久性向上及び被加工品と金型との摩擦低減、離型性の向上）、熱処理（耐久性向上等を目的とした金型材質改善のための熱処理、金型の性能を有効に発揮させる熱処理、熱処理冷却シミュレーション）、金型の磨きレス化・磨き工程の機械化、表面加飾（シボ加工等）

③成形品の後工程の削減

挙動解析（成形時挙動解析による成形不良の発生抑制）、後工程の省略（機械加工または塗装工程の不要化）

④計測技術の高度化

高精度計測（ナノレベルでの計測）、高速計測、複雑3次元形状計測、無接触計測、クリアランス計測（雄型と雌型間）

⑤金型製造の低コスト化、短期間化

新材料、焼結及び簡易溶融の利用、簡易金型（試作品；少量）、R
M（Rapid Manufacturing）

（２）IT化に対応した技術開発の方向性

①技能のデジタル化

技能・暗黙知の形式知化（ITの活用による技能・暗黙知の共有デ
ータベース化）、自動工程設計システム（工程・工具選択・使用順
・加工条件等の自動設計）

②シミュレーション

加工シミュレーション（金型製造加工シミュレーションによる最適
加工条件の検討）、工程シミュレーション（金型製造工程シミュレ
ーションによる最適工程設計）、成形シミュレーション（成形シミュ
レーションによる不良状況等の予測）、最適プロセス評価・再構
築（金型製造トータルプロセスシミュレーション）

③データベースの構築

設計データベース、加工データベース、材料データベース（金型及
び被成形材の材料特性関連）、成形データベース

④金型の知能化

不良現象感知（金型内温度・圧力等のモニタリングによる不良発生
状態感知・把握）、寿命検知（金型寿命の自動的検知による不良品
発生等トラブルの低減）

⑤情報統合化

リアルタイム工程管理、企業間ネットワーク、遠隔操作・自動加工

（３）環境配慮に対応した技術開発の方向性

①省エネルギー

省エネルギー加工（金型製作時の電力消費低減等）

②省資源化

省資源化（レーザ加工等）、金型の長寿命化（表面処理等による金
型の長寿命化）、成形品歩留まり向上（ホットランナー活用、製品
多数個取り、トランスファー技術の向上）

③周辺環境配慮

騒音抑制

3 金型技術において特定研究開発等を実施するにあたって配慮すべき 事項

厳しい内外環境を勝ち抜く高い企業力を有する自律型中小企業へと進化するためには、中小企業者は、以下の点に配慮しながら、研究開発に積極的に取り組み、中核技術の強化を図ることが望ましい。

(1) 今後の金型技術の発展に向けて配慮すべき事項

①産学官の連携に関する事項

川下企業、関連産業、公設試験研究機関、大学等と積極的に連携し、事業化に向けたニーズを把握しつつ、独創的な研究・技術開発を行うことが重要である。その際、自らが有する技術についての情報発信を適切に行い、円滑に研究開発が進むよう努めるべきである。

②人材確保・育成及び技術・技能の継承に関する事項

技術力の維持・向上及び海外展開に必要な人材の確保・育成のために、若手人材のリーダーへの育成に努めるとともに、ベテラン技術者とのペアリングによる研究管理等により、技術・ノウハウ・魅力を若年世代へ円滑に継承していく必要がある。また、海外展開に向けた人材の確保・育成も重要である。

③生産プロセスの革新に関する事項

製品開発過程においても、常に自動化、省エネルギー、省スペースといったプロセスイノベーションを意識する必要がある。また、自由度の高い製造工程と生産性の向上を目指し、研究開発段階においても、積極的にIT活用を図ることが望ましい。

④技術体系・知的基盤の整備、現象の科学的解明に関する事項

公的機関が提供する標準物質・計量標準等の知的基盤を有効に活用しつつ、計測技術及びシミュレーション技術を用いて、自らの技術や技能の科学的な解明に努めるとともに、技術や技能のデータベース化を図りながら技術体系を構築していくことが重要である。

⑤知的財産に関する事項

自社が有する知的資産を正しく認識するとともに、公開することによって独自の技術が流出するおそれがある場合を除き、適切に権利化を図る必要がある。

川下製造業者等は、中小企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行うとともに、中小企業者が有する知的資産を尊重すべきである。

(2) 今後の金型業界の発展に向けて配慮すべき事項

①グローバル展開に関する事項

積極的に海外市場の開拓を図るために、ターゲットとなる市場のニーズに応じた製品開発を進める必要がある。海外展開を進める際には、競争力の源泉となる技術の流出防止を徹底することが重要であり、流出の懸念がある技術についてはブラックボックス化を進める等の対策を講じるべきである。

②取引慣行に関する事項

中小企業者及び川下製造業者等は、金型図面、工程表、NC情報の意図せざる流出防止等の観点から、受発注時における諸条件やトラブル発生時の対処事項等について契約書等で明確化することが望ましい。また、下請代金の支払遅延や減額等の禁止行為を定めた下請代金支払遅延等防止法や、取引対価の決定や下請代金の支払い方法等について、親事業者と下請事業者のよるべき基準を示した、下請中小企業振興法に定める「振興基準」を遵守し取引を行わなければならない。

③サービスと一体となった新たな事業展開に関する事項

単なる製品の提供に留まらず、ユーザーや市場ニーズを満足させるサービス・機能・ソリューションの提供を目指した研究開発を進めることが重要である。

④事業の継続に関する事項

自社の人材、インフラ、取引構造等について日頃から正確に把握し、災害等が発生した場合の早期復旧とサプライチェーンの分断防止のため、危機対処方策を明記した事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）を予め策定しておくことが重要である。

⑤計算書類等の信頼性確保、財務経営力の強化に関する事項

取引先の拡大、資金調達先の多様化、資金調達の円滑化等のため、中小企業者は、「中小企業の会計に関する基本要領」又は「中小企業の会計に関する指針」に拠った信頼性のある計算書類等の作成及び活用に努め、財務経営力の強化を図ることが重要である。