

(五) プラスチック成形加工に係る技術に関する事項

1 プラスチック成形加工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

プラスチック成形加工に係る技術（以下「プラスチック成形加工技術」という。）は、原料のプラスチックに一次元、二次元、または三次元の成形加工を施しプラスチック製品を作製する加工を指し、射出成形、押出成形、圧縮成形等の成形法がある。プラスチック製品の用途は多岐にわたっており、用途に応じて多種多様なプラスチック材料が用いられている。主な川下製造業者等の産業分野としては、情報家電、自動車、光学機器、医療機器、電池、水処理等が挙げられる。

プラスチック成形加工技術の分野において、低コスト化は重要な課題である。プラスチック成形加工技術を有する川上中小企業者はコスト競争力の強化を目的に、海外進出を選択肢の一つとしてきたが、海外生産は品質保証の観点で不安が残ること、自動化技術の高度化により国内生産でもコスト競争力を保持できることから国内に生産拠点を戻す事例が増えている。

また、環境対応へのニーズの高まりから、有害物質を発生させない生産プロセスの構築、生分解性プラスチックといった低環境負荷材料の導入等が求められてきているとともに、自動車分野での車体構成部材、電池分野、水処理分野でのモジュールの構成部材といった川下製造業者等の環境対応を実現する新規適応分野が拡大してきている。

(2) 当該技術の将来の展望

プラスチック成形加工で必要とされる技術開発の方向は、欧米諸国を追随していた時代と大きく変化しており、これを先導している川下製造業者等の研究開発力は世界最先端のニーズを求めている。今後、重点的に取り組むべき課題としては、省エネルギーと環境保全に極めて高いレベルで対応できる技術及び最終ユーザーが安全に安心して使用できる部材として成形する技術が挙げられる。

具体的には、成形用材料の最適化、金型技術の高度化、成形機械の高度化が求められるとともに、これらの3つの技術を複合化、一体化しながら組み合わせて運用するシステム管理手法の確立が不可欠となる。その中には、原材料の分析技術、加工工程でのシステム解析技術、製品の格付けに必要な分析・解析技術等の高度化が含まれる。

また、リサイクルシステムが構築されていない地域へ輸出されるプラスチック製品については、製造から廃棄に渡るライフサイクルのワ

ンウェイ（1way）化を念頭に、現地で最終的に燃料として使用することを前提とした製品製造、特性の付与も必要となっていく。

（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. 低コスト化

近年は新興国メーカーの製品がコスト競争力を武器としながら市場シェアを高めており、製品に対する低コスト化ニーズは高まっている。そして、低コスト化を実現するために、プラスチック製品の製造技術や製造プロセスの高度化等に対応することが求められている。

イ. 環境対応

有害物質の削減・代替や製造プロセスの省エネルギー化といった環境負荷の低減等が求められている。

ウ. 品質保証

製品構成部材に対する品質保証を確実に遂行するための検査技術の開発、ロボット技術の開発が求められている。

②高度化目標

ア. 低コスト化のための技術の向上

新興国の低価格供給品に価格対抗を可能とする、成形から二次加工、検品、梱包までの自動化技術の開発。特に、新興国依存度が高い製品群の成形を含む自動加工技術の開発、金型内での組立て加工技術の開発、より簡易で低価格の製造技術や製造プロセスの開発が求められている。

イ. 環境対応のための技術の向上

マテリアルリサイクル技術、自然由来のプラスチック、生分解性ポリマーの導入に関する技術開発、プラスチックに添加される染料や可塑剤、難燃剤等における安全な新添加材料の開発が求められている。同時に、ガスアシスト成形、微細気泡含有成形、ウォーターアシスト成形、多色一括成形・多層一括成形等の複合成形技術の開発、環境に有害物質を放出しない加工システム技術、エネルギー消費の低減を可能とする成形方法、燃料としての最終

利用に適した組成・構造の開発も求められている。

ウ. 品質保証のための技術の向上

プラスチック成形加工技術の製造工程で用いる金型の設計技術・シミュレーション技術、プラスチック成形加工部材の検査技術、完全自動化による品質コスト削減のためのロボット技術の開発が求められている。一方、成形不良を生じないための成形加工プロセスの解析（産学連携によるシミュレーションと実験検証）、改善策立案のためのC A E利用の推進も必要である。

(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) 情報家電に関する事項

情報家電製品では、パーソナルコンピュータ、携帯電話、デジタルカメラ、カーナビゲーションシステム等、軽量性・頑強性・高意匠性へのニーズが高まっている。情報家電の多くは新興国等での汎用性製品の大量生産により、価格が大幅に低下している。基幹部品については国内生産体制が維持されている一方、その他の製品については新興国が市場を占有している。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 生産性向上

イ. 高付加価値化

ウ. 安全性

②高度化目標

ア. 製品設計に対応した金型の設計・加工・シミュレーションの向上

イ. ウェルドラインを発生させない急速加熱・急速冷却の実現

ウ. マグネシウム合金、アルミニウム合金等との代替可能なプラスチック材料

エ. ポリマーアロイ化、高い配向性により高い強度を有する液晶ポリマー（L C P）、ナノコンポジット等の材料に適した金型と成形方法に関するデータベースの構築

オ. 樹脂流動シミュレーション技術の高度化（成形機内挙動の模擬）

カ. フィルムインサート成形等による塗装工程レス化

キ. ホットランナー等による材料使用量の低減及び生産性向上

2) 自動車に関する事項

自動車では環境配慮、エネルギーの多様化等の観点から、従来型のガソリン車、ディーゼル車の改良が進むとともに、ハイブリッド車、電気自動車、燃料電池車等の次世代自動車と呼ばれる車の量産化が進むと考えられている。プラスチック材料は、その多様性から耐熱性、剛性等の着実な向上を図るとともに、炭素繊維等の異種材料との複合化により軽量高強度材料としての地位を確立しつつある。現在は自動車重量の10%程度がプラスチック材料で構成されているが、次世代自動車の重要構成材料として、さらに相当量のプラスチック材料が使用されていくものと見られている。以上より、今後の自動車は「環境」、「軽量化」、「安全・快適」、「品質」、「価格」の5つのキーワード中心に展開されていくと考えられる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 軽量化
- イ. 安全・快適

②高度化目標

- ア. 薄肉化、中空成形、発泡成形技術の向上
- イ. 厚肉成形、表面硬化技術の向上
- ウ. 繊維強化等の複合材料、高速複合材料成形、高精度加工技術の向上
- エ. 精密成形加工、金型内組立て加工、接合技術の向上
- オ. 衝突安全に寄与するプラスチック部品の実用化
- カ. 電波透過性、気密構造、放熱構造技術の向上
- キ. 導電性・熱伝導性・耐溶剤性の付与
- ク. 製品設計に応じた金型設計・加工、これに付随する各種シミュレーション（製品開発期間の短縮化、開発コストの低減）の高度化
- ケ. ブロー成形等によるダクト、パイプ中空成形の生産性向上
- コ. ボイドレス成形による厚肉部を有する部品のヒケ制御、強度向上

3) 光学機器に関する事項

プラスチック成形加工技術は、光学機器の基本的な部品である非球面レンズの製造に適した技術であり、既にレーザプリンタ、情報機器、自動車、カメラ、眼鏡等、多くの光学分野で用いられるプラスチックレンズを代表に利用されている。川下製造業者等からは、様々な複雑

形状を有し、かつ付加価値を有する部品の需要が高い。特に、情報通信分野や医療分野等で使用される機能性部品の重要性が増しており、それに対応したプラスチック成形加工技術が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 高機能化
- イ. 高付加価値化

②高度化目標

- ア. ナノレベルの超精密非軸対称非球面形状（自由曲面）のガラス・プラスチック複合製光学部品に係る量産技術の向上及び自由曲線溝形状切削・研削技術の向上
- イ. 情報通信分野や医療分野向けの機能性マイクロ機器部品に係る微細プラスチック成形加工、超高精度プラスチック成形加工技術の向上
- ウ. 高精度非球面レンズ、自由曲面光学部品、光学関連の支持（ホールド）部品、肉厚・光学特性の高い超薄物部品等の高度化

4) 医療機器に関する事項

患者のQOL（Quality of Life）を高めるため、再生医療等の高度先進医療による低侵襲かつ質の高い医療技術の開発が強く求められている。また、超高齢化社会を迎える我が国において、QOLを保ちながら療養できる在宅医療や通信遠隔治療の需要は今後ますます高まっていくと考えられる。特に、ICT（Information and Communication Technology）を活用した通信遠隔治療は、高齢者や農村部に住む人々の医療を支援する有望な手段として期待されており、通信遠隔治療も含めた在宅医療関連サービスの確立が求められている。この様な状況において、医療機器に用いられるプラスチック成形品は、医療事故防止、感染防止等の目的で高い安全性、清浄度が要求されている。加えて、医薬品と医療機器を組み合わせた技術が進む中、一層の高精細化、高機能化が求められている。なお、医療機器の場合、大型の清浄化設備を必要とし、製品化には開発から担当省庁の認可までに長期間を要すること、また原材料も厳しい品質を要求される上に数量は少ないため素材メーカーの協力が不可欠である点も、高度化目標を達成する上での重要な課題となっている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 安全性、清浄度の向上
- イ. 高精細化

ウ. 高機能化

②高度化目標

ア. 高純度樹脂の成形による劣化の防止

イ. 細胞機能制御を目的とした高分子素材と表面処理または表面加工技術の向上

ウ. 微細加工技術を用いた生体情報センサ及び検査・治療デバイスの実現（DNAチップ、マイクロ回路、ウエアブルデバイス等）

エ. 生物機能を模倣する超微細構造の再現

オ. 再生医療用のポリマースキャホールド素材開発とその成形技術の向上

カ. カテーテル・チューブの精密押出技術の向上

キ. 異質樹脂のポリマーアロイ化技術の確立

ク. 無菌充填ブロー成形技術の向上

ケ. 自動インサート成形技術の向上

5) 電池に関する事項

電気自動車や携帯電話等の普及に伴い、二次電池の大容量化、高出力化、小型・軽量化、高寿命化等の高性能化が強く求められている。プラスチック製品は二次電池のケースといった外部容器に限らず、モジュールケースやセルケース等の内部部品としても使用されており、二次電池の高性能化を実現する上でプラスチック成形加工部材への要求は今後も高くなると考えられる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 大容量化

イ. 高出力化

ウ. 小型・軽量化

エ. 高寿命化

オ. 安全化

カ. 耐熱化（高耐熱樹脂の使用）

キ. 生産性向上（成形サイクル短縮、多数個取り、組み立て工数削減）

②高度化目標

ア. セルケース構造の高度化

イ. モジュールケース構造の高度化

ウ. 電極等を含めたパッケージの最適化

エ. 電池の軽量・小型化に対応する薄肉成形技術の向上

- オ. 多品種少量に対応した膜生産技術の向上
- カ. 絶縁性向上、導電性制御の高度化
- キ. 複数素材によるハイブリッド設計・加工・組立ての実現
- ク. 電池モジュール設計、加工に付随するシミュレーションの高度化
- ケ. 電池暴走時の安全化
- コ. 小型・薄肉部品の寸法安定化
- サ. 多数個取りによる生産性向上
- シ. フッ素系高機能樹脂の成形技術の高度化

6) 水処理に関する事項

水資源の不足に伴い、水処理産業の重要性が世界的に高まっている。環境問題の深刻化により、水処理技術においては、ウイルスや低分子の有害イオン等、従来の処理技術では浄化困難であった物質への対応が求められている。また、新興国における水インフラ整備のニーズは大きく、高分子分離膜エレメントやそれらを用いた水浄化モジュールの部材について、低環境負荷性、高いエネルギー効率といった機能の低コストによる実用化が重要な課題となっている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 環境負荷低減
- イ. 効率化

②高度化目標

- ア. リサイクル性の向上
- イ. 機械的強度の向上
- ウ. 流体力学を考慮したシステム設計の最適化
- エ. 耐久性の向上
- オ. 高分子分離膜
- カ. 高性能逆浸透膜の実現

7) 航空機、食料品包装等に関する事項

航空機産業では特殊な樹脂を複雑かつ精密に加工することが求められている。さらに、食品等の包装分野はニーズも多く包装に用いるプラスチック材料の高度化が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 製品安全を実現する品質管理力の向上
- イ. 異素材との競争

- ウ. 高精細化
- エ. 高効率化
- オ. 耐環境性

②高度化目標

- ア. 成形中のパーティングライン（PL）部及びバリキリ部の安全処理技術向上
- イ. 成形のみによる表面の異素材感の表現
- ウ. 複合材のリサイクル技術や成形シミュレーションの高度化
- エ. ポリエーテル・エーテル・ケトン（PEEK）等特殊樹脂の低コスト化
- オ. 高機能包装材料の実現
- カ. 材料、設計、加工のノウハウデータベースの構築
- キ. 成形機とシミュレーションの融合

2 プラスチック成形加工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

既存のプラスチック成形加工技術を超えて求められる開発課題の方向性を14点に集約し、以下に示す。

なお、これら14点の技術開発に共通した留意事項としては、成形シミュレーション、品質管理、自動化技術の高度化及び成形技術の基本である成形用材料を固体状態から熔融状態に移す技術、熔融した材料を金型内に挿入する技術及び固化させて形状が保持できるまで冷却して取り出す技術で際立った差別化を目指すことが挙げられる。

（1）超ハイスサイクル成形技術開発の方向性

- ①モータの力を活用した熔融の加速
- ②金型冷却のための冷却水路設計へのコンピュータ活用
- ③短時間での冷却及び取り出しを可能とする取り出しシステム

（2）超精密成形技術（ナノ構造を達成する技術）開発の方向性

- ①数十nm程度の構造を再現可能な超精密成形
- ②光学用途向けクリーンルーム内加工等

（3）超薄肉成形技術開発の方向性

- ①車載用等電子関連部品の薄肉化を実現した上での機能発揮用の材料技術と流動化技術

②燃料電池等の隔壁部プラスチック、電池容器部分軽量化

(4) 高速複合化技術開発の方向性

- ①金型内での複合化成形（インサート成形、アウトサート成形及びリサイクル材料の再活用）と高速度流動成形の組み合わせによる高付加価値成形品加工の単工程化
- ②2セットの超高速での流動性を持つ成形加工機の同時利用による生産性向上
- ③薄肉被覆成形品や超薄肉サンドイッチ成形品を製造可能な複合材料

(5) 高品質外観成形技術開発の方向性

- ①高品質外観成形品加工時の塗装等2次加工省略化
- ②超ハイサイクル成形との組み合わせ
- ③金型表面温度制御によるウェルドライン等外観不良の防止

(6) 環境配慮型技術開発の方向性

- ①省エネルギーと環境保全に資する環境配慮型技術（植物由来樹脂、再生樹脂の活用、低環境負荷成形加工技術等）の実用化、植物由来樹脂の結晶化速度向上（材料）
- ②二酸化炭素を用いた超臨界発泡技術との組み合わせ技術（成形品軽量化・高剛性化）
- ③ナノセルラー（プラスチック発泡体中セルサイズnmオーダーへの対応）

(7) 高精度多層押出成形技術開発の方向性

- ①細径で超多層押出しを可能とする装置の開発及びこれにより高強度柔軟かつ高精度（径、肉厚）なチューブ成形
- ②柔軟性可変（肉厚比可変）なチューブ成形

(8) 多様な表面加工処理技術開発の方向性

- ①ゴム粒子及び無機粒子等を分散させる材料技術並びに表面エッチング技術（微細2次加工への対応：樹脂成形品表面上に1 μ m以下の加工）
- ②成形品表面上への印刷高精度化（電子線処理及びX線処理等表面加工）

(9) 成形加工と結びつける材料複合化技術開発の方向性

- ①二種以上のポリマー材料の組み合わせによるポリマーアロイ
- ②無機材料とポリマー材料との組み合わせ
- ③材料複合化に適するポリマー混合機械
- ④プラスチック成形加工用樹脂材料、成形条件の選定

(1 0) 多部品の接着・接合技術開発の方向性

- ①同・異素材部材の接合に適した接着剤
- ②振動、超音波、熱板、レーザ等による同・異素材部材接合（溶着）
- ③樹脂・金属間の接合に適した金属表面改質、表面加工
- ④接合部における強度等の予測シミュレーション

(1 1) 金型構造設計、加工技術の開発の方向性

- ①設計・試作工程短縮のためのシミュレーション精度向上
- ②複雑形状金型の加工期間短縮のための金型加工最適化
- ③金型メンテナンス期間の長期化のための金型設計最適化
- ④金型寿命長期化のための鋼材等金型材料の最適化
- ⑤金型の表面温度を均一に制御する冷却回路設計

(1 2) 表面加飾加工の方向性

- ①レーザマーキング、ホットスタンプ等による印字加工
- ②フィルムインサート成形技術の向上（塗装レス高品質外観成形品）
- ③シボ、ライン模様等の表面加飾加工

(1 3) データベースによる情報管理の方向性

- ①材料、設計、成形に関わる情報管理データベース構築
- ②プラスチック成形加工インテリジェンスデータベース構築

(1 4) 成形機の高度化の方向性

- ①シミュレーションと成形機の融合
- ②データベースと成形機の融合

3 プラスチック成形加工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

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) 今後のプラスチック成形加工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・ノウハウを若年世代へ円滑に継承していく必要がある。

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) 今後のプラスチック成形加工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、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。