

(六) 立体造形に係る技術に関する事項

1 立体造形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

当該技術は、自由度が高い任意の立体形状を造形する立体造形技術である。（ただし、(三) 精密加工に係る技術に含まれるものを除く。）

当該技術では、金属、セラミックス、プラスチック、ガラス、ゴム等様々な材料を所用の強度や性質、経済性等を担保しつつ、例えば高いエネルギー効率を生み出すための複雑な翼形状や歯車形状等を高精度に作り出したり、高度化する医療機器等の用途に応じた任意の形状を高精度に作り出したりする技術全般を指す。材料により、射出成形、押出成形、圧縮成形、プレス成形等の造形方法がある。また、鋳型空間に熔融金属を流し込み凝固させることで形状を得る融体加工技術や、金属粉末やセラミックス粉末の集合体を融点よりも低い温度で加熱し固化させることで目的物を得る粉体加工技術、三次元データを用いて任意の形状を金型等の専用工具を使わずに直接製造できる積層造形技術等も当該技術に含まれる。

当該技術の川下製造業者等の産業分野としては、環境・エネルギー、医療機器をはじめ、航空宇宙、自動車、電子機器等幅広く、成長分野を切り拓くためにも必要不可欠な技術である。

(2) 当該技術の将来の展望

当該技術では、種々の要求性能を高レベルにバランスさせつつ、任意の形状に加工することを目指しているため、造形機械の高度化のみならず、高性能金型の開発や寿命の予測、新高性能材料等の最適材料の開発や工学的挙動の解析等さまざまな研究課題がある。また、製造途中での騒音・振動の低減、リサイクルや省エネルギー・省資源への対応といった環境配慮や、短納期化や低コスト化に対応する製造工程の効率化等への要望も大きい。

さらに積層造形技術を用いた当該技術については、プラスチックのみならず、金属やセラミックスへの応用も可能となってきたことから、試作品等の製造への活用について期待が高まっており、米国をはじめ各国がその研究開発にリソースを集中している。そのような中、今なお精度や製造速度、加工材料の制限など多くの技術的課題を抱えており、これらの解決が求められている。また、こうした最先端技術と既に高いレベルにある既存基盤技術との融合による新たな製造技法の開発などへの期待も大きい。

(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が抱える共通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川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア. 高機能化

機械製品の高機能化や部材の一体成形化が進むにつれて、構成する部材については高機能化及び高性能化がさらに要求され、高強度化、軽量化、複雑形状化、多機能化の実現に向けた製造技術の開発が期待されている。

イ. 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等が求められている。

ウ. 長寿命化

機械製品の高機能化、小型化・軽量化等が進展することにより、製品を構成する部材に対する負荷が高まっている。このような中、製品に対する高い信頼性を今後も維持するためには、過酷な環境下でも安定した機能を発揮し続けるよう、部材の強化が求められる。特に、材料関連の技術の強化により、耐摩耗性、耐圧性、耐熱性、耐食性、耐候性、疲労寿命等、様々な特性を向上させ長寿命化の実現が求められている。

エ. 環境配慮

環境に対する取組が重要性を増している中、有害物質の削減・代替・除去・無害化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、リサイクル、触媒等環境保全材料の開発、廃棄物の有効活用等への対応が求められている。

オ. 生産性、効率化の向上、低コスト化

ITを積極的に設計・開発や工程管理に活用する等、短納期化に向けたプロセスイノベーションを進めていくことが求められている。また、製品に対する低コスト化ニーズは常に存在することから、低コスト化を実現するために、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。

カ. 多品種少量生産

ユーザーニーズの多様化に伴い、部材の発注は多品種少量生産を前提としたものが増加してきている。また、航空機産業や医療機器産業などの成長産業では、製品の特性上、多品種少量生産への対応が不可欠

となっている。

②高度化目標

ア. 当該技術が持つ物理的な諸特性の向上

新材料技術、複合化技術の開発、高機能を支える評価技術の確立により、製品の高機能化を実現する。また、振動減衰、低熱膨張、剛性、靱性、耐摩耗性等の従来材の機能を向上させ高付加価値化を図る材料関連の技術や表面処理技術の高度化、薄肉化・軽量化・一体成形化を図る技術及びこれに伴う複雑形状化や高精度化にかかる技術等の向上を実現する。

イ. 品質の保証及び向上に資する技術の確立

製造工程で用いる金型等の設計技術・シミュレーション技術、部材の検査技術、完全自動化による品質コスト削減を図る。また、成形不良を生じないための成形加工プロセスの解析、改善策立案のためのCAE利用の推進も必要である。さらに、品質保証を行うためにも個々の製品にトレーサビリティを導入した管理手法を確立する。

ウ. 長寿命化に資する技術の向上

耐摩耗性、耐圧性、耐熱性、耐食性、耐候性、疲労寿命の向上等に向けた材料関連の技術開発を行う。

エ. 環境配慮の取組

廃熱の再利用、変換効率の高い熱伝変換材料等について開発を進め、工程における使用エネルギー低減の実現を図る。また、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、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等の材料開発技術や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・構造の開発等を行う。

オ. 短納期化等を実現するための技術の高度化

高速造形技術や、シミュレーション等の知能化・情報化技術による設計・製造プロセスの最適化、また三次元CAD/CAMデータからのAM (Additive Manufacturing) 技術の高度化等により、短納期化、多品種少量生産、新機能製品を実現する。

カ. グローバル競争に対応する技術の向上によるコスト低減

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、金型内での組立加工技術の開発

などより簡易で低コストの製造技術や製造プロセスを実現する。

キ. 美的価値の追求

ユーザーの感性に働きかけることが製品の付加価値として重要性を増しており、機能美の追求によって新たな用途を生み出す。

(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) 医療・健康分野に関する事項

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、情報通信技術を活用した遠隔治療は、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、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。このような状況において、医療機器に用いられる製品は、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、一層の高精細化、高機能化が求められている。なお、医療機器の場合は、大型の清浄化設備が必要な上に原材料も厳しい品質を要求される一方、数量が少ないため、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川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 安全性、清浄度の向上
- イ. 高精細化
- ウ. 高機能化
- エ. 高信頼性

②高度化目標

- ア. 高衛生管理
- イ. 高分子素材等の素材開発
- ウ. 微細加工技術等の向上
- エ. 耐食性、強度、生体適合性の高い部材の製造技術の開発
- オ. 生物機能を模倣する超微細構造の再現
- カ. ポリマーアロイ化技術の確立

2) 環境・エネルギー分野に関する事項

環境・エネルギー分野では、高い強度及び硬度を有し、軽量かつ極低温から超高温の様々な極限状況に耐える部品が多用されており、今後も、世界的なエネルギー需要増加への対応、エネルギー効率の向上、劣悪環境下での耐久性等が要求される。また、新興国においては、水インフラ整備のニーズが大きく、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川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 環境負荷低減
- イ. 効率化
- ウ. 耐久性

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. 高性能膜の実現
- カ. 生産性の向上

3) 航空宇宙分野に関する事項

航空宇宙分野では、高い強度及び硬度を有し、軽量かつ極低温から超高温の様々な極限状況に耐える部品が航空機の機体やエンジンに多用されている。軽量化及び安全性の確保等の観点から、部材の一体成形のニーズが高まっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 部材の軽量化及び信頼性の確保
- イ. 高精細化
- ウ. 高効率化
- エ. 耐環境性
- オ. 耐久性

②高度化目標

- ア. 部材の一体化に資する材料及び技術の高度化
- イ. 極限環境耐久性に対応する材料・製造技術の開発
- ウ. 成形のみによる表面の異素材感の表現
- エ. 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

- オ. 材料、設計、加工のノウハウデータベースの構築
- カ. 成形機とシミュレーションの融合

4) その他の川下分野に関する事項

a. 自動車分野に関する事項

自動車産業では環境問題、安全問題に対応するために、車体の軽量化が求められており、部品の素材や形状等について見直しが進められている。また、燃焼効率向上に伴う排気ガスの高温化に対応した部材、騒音及び振動の低減につながる部材の開発が求められている。

さらに、自動車生産のグローバル化の進展に伴い、グローバル調達可能な部材と原材料、地域環境への配慮のニーズが高まっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 安全性・快適性
- イ. 高付加価値化
- ウ. 軽量化
- エ. 新素材への対応
- オ. 新動力の導入
- カ. 短納期化

②高度化目標

- ア. 衝突安全に寄与する部品の実用化
- イ. 材料複合化技術に資する技術の向上
- ウ. 精密成形加工、金型内組立加工の向上
- エ. 電波透過性、気密構造、放熱構造技術の向上
- オ. 導電性・熱伝導性・耐溶剤性の付与
- カ. 高磁気特性の向上

b. 情報家電分野に関する事項

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。情報家電に用いられる部品の多くはダイカスト等により生産されており、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。特に携帯電話、ノートパソコン、デジタルカメラ等のヒンジ部品、ボタン部品等の構造材には金属部品の使用量が近年伸びている。また、コンデンサ等の電子部品には多くのファインセラミックスが用いられている。今後、国際競争力強化のため、生産性の向上に加えて更なる高付加価値化が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 精密化・微細化
- イ. 高付加価値化
- ウ. 短納期開発・フレキシブル生産・安全性
- エ. コンデンサ等電子部品性能の高度化

②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上
- イ. 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
- ウ. 後処理工程短縮等の向上
- エ. フレキシブル生産に対応した成形技術の開発
- オ. 誘電特性の向上

c. 工作機械・ロボット分野に関する事項

工作機械は、長年にわたり、曲げ、せん断、ねじりの外力に耐えながら、高い精度を実現し続けることが求められてきた。したがって、その構造体には、優れた剛性、振動減衰性及び耐摩耗性や、温度、湿度による寸法・形状変化の少なさが要求される。

こうした中、工作機械は、高速、重切削を実現するハイエンドモデルの生産が中心となりつつあり、表面焼入れ等の熱処理を必要とする難易度の高い製品に対するニーズが高まっているほか、構造も複雑化しており、高い生産性やコストダウン等への対応が期待される。

また、ロボット及び自動化機器においては、医療福祉介護分野を始めとする様々な分野における活用を視野に入れた多機能ロボットの開発が急務とされており、国内においても様々なロボットの開発が進んでいる。これらの製品には関節、駆動部品に用いられる場合が多く、軽量化、安全性の確保は不可欠である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高機能化
- イ. 耐久性

②高度化目標

- ア. 表面焼入れ等の熱処理を必要とする高難易度製品の生産
- イ. 極限環境耐久性に対応する製造技術の開発

d. 電池分野に関する事項

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、小型化、軽量化、高寿命化等の高性能化が強く求められている。例え

ば、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川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- 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

②高度化目標

- ア. 安全性
- イ. モジュールケース構造・セ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

e. 光学機器分野に関する事項

当該技術は、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、既にレーザープリンタ、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、それに対応した技術が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高機能化
- イ. 高付加価値化

②高度化目標

- ア. 量産技術の向上
- イ. 微細成形加工、高精度成形加工技術の向上
- ウ. 肉厚・光学特性の高い超薄物部品等の高度化

2 立体造形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

当該技術に対する川下製造業者等の課題及びニーズに対応するための技術開発の方向性を5点に集約し、以下に示す。

(1) 高機能化に対応した技術開発の方向性

- ①高強度化
- ②高精度化
- ③複雑形状化
- ④振動減衰性の向上
- ⑤剛性及び靱性の向上
- ⑥耐摩耗性の向上
- ⑦耐熱性及び耐焼付き性の向上
- ⑧耐食性の向上
- ⑨低熱膨張性の向上
- ⑩機能美の向上
- ⑪信頼性の向上
- ⑫高磁性特性化
- ⑬熱・電気伝導性の向上
- ⑭撥水性等の表面特性の向上
- ⑮生体適合性の向上
- ⑯光学特性の向上

(2) 軽量化に対応した技術開発の方向性

- ①薄肉化・微細形状の造形技術
- ②軽量素材の利用
- ③新部素材の利用
- ④ダイカスト等の金型の高品質化

(3) 省資源・環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ①省資源・環境対応
- ②省エネルギー
- ③廃棄物削減
- ④有害物質の削減・代替、除去、無害化
- ⑤作業環境の改善

(4) コスト削減と短納期化に対応した技術開発の方向性

- ①高速成形
- ②一体化成形・融合製造
- ③加工レス
- ④不良率低減
- ⑤ITの活用
- ⑥トレーサビリティ
- ⑦リードタイム短縮
- ⑧少量多品種生産

(5) 積層造形技術を用いた当該技術等製造方法に関連した技術開発の方向性

- ①材料等の対象拡大
- ②高精度化
- ③作業効率化

3 立体造形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

厳しい内外環境を勝ち抜く高い企業力を有する自律型企业へと進化するためには、川上中小企業者等は、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) 今後の当該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

川下製造業者等、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

自社が保有する技術を知的財産として認識し、管理していくことが重要であり、その有効な手段である特許権取得を適切に図る必要がある。他方、特許出願すれば、その内容が公になることや、特許権の効力は出願国にしか及ばないことから、特許出願せずにノウハウとして秘匿する方が好ましい場合もあり、戦略的な対応が求められる。

川下製造業者等は、川上中小企業者等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、川上中小企業者等が有する知的財産を尊重すべきである。

(2) 今後の当該技術に係る川上中小企業者等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

川上中小企業者等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）をあらかじ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、川上中小企業者等は、「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。