

## (十) 材料製造プロセスに係る技術に関する事項

### 1 材料製造プロセス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、目的物である化学素材、金属・セラミックス素材、繊維素材及びそれらの複合素材の収量効率化や品質劣化回避による素材の品質向上、環境負荷・エネルギー消費の低減等のために、反応条件の制御、不要物の分解・除去、断熱等による熱効率の向上等を達成する材料製造プロセス技術である。

このような材料製造プロセスは、原材料が持つ特性の劣化を極力抑制することで目的物である生成物の性能を向上するとともに、そのプロセスを通じて素材の強度・剛性等の特性を改善するためにも広く用いられる。特に、目的物である生成物を高効率で得ることは、コストの低減のみならず、環境負荷への低減にも大いに寄与する。そのためには、反応条件の制御、不要物の除去、断熱性能向上、リサイクル等といった課題を解決する必要がある。

当該技術は、部素材自体の機能の高度化ではなく、その生成プロセス技術の高度化により、生産性等の向上を図り、川下製造業者等に対して、低コスト化、迅速化、省資源化に配慮した部素材を供給する役割を担っている。産業面、消費者の生活面のいずれにおいても、安価かつ迅速な供給体制を構築するニーズは極めて高く、当該技術の高度化は、我が国製造業の国際競争力の基盤強化、新たな事業の創出にも不可欠である。具体的には、プラスチック、金属・セラミックス、繊維及びこれら複合素材等の焼結、破碎、混合ないし生成プロセスにおける反応条件の精密制御や触媒利用による反応活性化、主生成物・副生成物・未反応物質等を含む混合物からの目的物の分離や不要物の分解・除去、副生産物・未反応物質等の再利用・高度化利用、リサイクル等が考えられる。

当該技術の川下製造業者等の産業分野としては、ほぼ全ての分野に該当すると考えられるが、特に医療・福祉、輸送機器、環境・エネルギー、土木、建築、デジタル家電、衣料・日用品等の生活関連製品等幅広い分野で活用されている。

#### (2) 当該技術の将来の展望

当該技術により、高効率化、省エネルギー化、自動化、クリーン化、連続化が進むことで、コストの低減、地球温暖化の防止、省資源に大きく寄与することが期待されている。

特に、地球環境配慮の観点から、環境対応技術に対する要請が強く高ま

っている。このため、生成プロセスにおける省エネルギー・環境負荷低減はもちろん、自動車、デジタル家電等の廃棄時・リサイクル時における有害物質発生の削減につながるような製品ライフサイクル全般に渡る環境配慮が求められている。

また、I o T、A I等の活用によって、材料製造プロセスに係る技術の高度化やそれに関連した新たなサービスが創出される可能性がある。例えば、様々なセンサから得られたデータをA Iを用いて解析し、自動制御をすることで、部素材の生成プロセスを迅速化・効率化させるなど、更なる技術の高度化等の可能性を有している。I o T・A I等を活用した新たな技術を求める川下製造事業者等の産業分野も、より一層広がっていく可能性を有しており、こうした新たな技術を活用した積極的な取組が求められる。

### (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. 高効率化・迅速化・メンテナンス性向上の実現

川下製造業者、消費者等のニーズに対応するためにも、目的物生成の高効率化、生成の迅速化が求められている。

##### イ. 純度の高い目的物の獲得

当該生成プロセスにおいて、混合物の中から不要物の除去・分解等を行うことで、純度の高い目的物を獲得することが求められる。

##### ウ. 省資源化・省エネルギー化への対応

環境配慮への意識の高まりから、省資源化への対応といった要求が高まっている。そのためにも生成プロセスにおけるエネルギー利用量の低減、副生産物等の再利用が求められる。

##### エ. 環境・リサイクルへの対応

環境に対する取組が重要性を増している中、使用エネルギーの削減とともに、有害物質の削除・代替、再生可能材料の利用促進、リサイクル性への配慮、廃棄物の有効活用等への対応が求められる。

##### オ. 低コスト化への対応

近年、成長市場として新興国が注目を集めているが、新興国における技術も急速に向上しており、今後、強力な競争相手となることが予想されるため、品質向上のみならずコストダウンに向けた努力を行

うことが求められる。

## ②高度化目標

### ア. 高効率な製造プロセスの実現

触媒技術、分離技術、熱処理技術等を活用し、目的物を効率的に生成させる製造プロセスを実現させることで、迅速かつ低コストな供給体制の構築を実現する。また、ユーザーニーズの多様化に伴い、従来は大量生産が前提とされてきた製品分野においてもモデルチェンジがますます頻繁に行われてきており、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おり、今後の成長産業として注目されている航空機産業や医療機器産業においては、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。また、高効率な製造プロセスを維持する上で不可欠なメンテナンス性向上も実現する。

### イ. 品質保証のための技術の向上

生成工程で用いるシミュレーション技術、検査技術、完全自動化の開発が求められている一方、不良品を生じないための生成プロセスの解析やIT、IoT等の技術を活用した精度の高いプロセス制御等により、目的物たる素材の品質向上を実現する。

### ウ. 感性価値向上に資する技術の高度化

デザイン性の向上のためには、加工プロセスにおける劣化等への対応が不可欠であり、感性価値の維持・管理等の向上を実現する。

### エ. 省エネルギーの実現に向けた技術の高度化

廃熱の再利用、生成工程の効率化を進め、使用エネルギー量の低減を実現する。

### オ. 環境・リサイクル技術の高度化

社会的な環境配慮の意識の高まりによって、有害物質の放出を低減する技術、リサイクル原料を利用した材料とその加工技術、使用済み製品のリサイクル技術の向上を実現する。

### カ. グローバル競争に対応するコスト低減

生産技術の更なる向上により、グローバル競争に対応したコスト低減を実現する。

### キ. IoT、AI等によるデータ利活用の推進

IoT、AI等のデータ利活用に関する急速な技術革新が進展しつつあり、材料製造プロセス技術に関するあらゆる要素を革新し、新たなサービスが創出される可能性がある。こうした技術を積極的

に活用し、上記ア. からカ. までの掲げる材料製造プロセスに係る技術の高度化目標を実現する。

#### (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) 医療・健康・介護分野に関する事項

医療・福祉関連分野では高い衛生管理が必要であるため、生成プロセスのクリーン化を行うことが必要不可欠である。

###### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高衛生・信頼性・安全性の保証

###### ②高度化目標

ア. 生成プロセスのクリーン化、一体化

##### 2) 環境・エネルギー分野に関する事項

環境・エネルギー関連産業では、循環型社会構築のために、リサイクル性、有害物質の低減等、環境への配慮も必要となる。

###### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. エネルギーの効率化

イ. 環境負荷の低減

###### ②高度化目標

ア. プロセスの省エネルギー化・高効率化

イ. 低VOC性、リサイクル性の向上

ウ. 有害物質の低減

##### 3) 航空宇宙分野に関する事項

航空機や人工衛星・ロケットは、離陸発射時に大きな荷重や気温気圧の急変化に曝されるなど、過酷な環境のもとで使用されるため、高い信頼性、安全性が求められている。例えば、航空機は多くの人員を輸送するものであり、とりわけその要請が強く、高度な品質の保証が必要不可欠である。また、宇宙空間は過酷な環境でありながら万が一の際には人工衛星等を修理をすることが困難なため、これらに使用する素材・部品には特に高い信頼性が求められ、宇宙空間での使用実績が強く求められる。

###### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 信頼性・安全性

イ. 宇宙空間における実証機会の確保

②高度化目標

ア. 高度な品質の保証

イ. 宇宙空間における品質の保証

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

自動車産業は、21世紀に入り、ますます高まる地球環境保全問題やエネルギー問題に対処し、持続可能な循環型社会の実現に対応していかなければならない。特に、水素やバイオ燃料等の燃料の多様化への対応、ハイブリッド車や燃料電池、電気自動車等の新動力の導入や単体効率の向上、軽量化等による燃費向上、走行抵抗の低減が課題となっている。また、自動車本体の環境への負荷の低減としてのリサイクル性や環境安全性も重要なテーマである。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 製造・廃棄・リサイクル時における有害物質の抑制

イ. レアアースやレアメタルを始めとする資源の有効利用

ウ. 燃料の多様化への対応

エ. 新動力の導入への対応

オ. 短納期化

②高度化目標

ア. 生成プロセスにおける省資源、省エネルギーの推進

イ. 低VOC性、リサイクル性の向上

ウ. 有害金属の低減

エ. 生成の高効率化、高精細化

b. スマートホーム分野に関する事項

デジタル家電製品では、軽量性・頑強性・意匠性へのニーズが高まっている。デジタル家電の多くは新興国等での汎用製品の大量生産により、価格が大幅に低下している。一部の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。また、近年、インク状にした導電体・半導体・絶縁体を用いて、汎用の印刷技術により電子部品や電子回路等を描画し、電子部材を製造するプリンテッド・エレクトロニクスも注目されている。さらに、低コストで高性能な次世代太陽電池の開発が必要とされている。具体的には、湿式のセルを用いる色素増感太陽電池については、集積化、薄膜化、生産要素技術の開

発が課題となっている。また、固体の有機薄膜太陽電池については、性能向上、集積化、薄膜化、量産技術の開発が課題となっている。

また、製品のIT化、IoT化が進む中で、スマートロックに代表されるように、生活シーンに密接な関係にある様々な製品がIT、IoT製品に置き換わることが見込まれている。新たな使用場面や環境の想定した、原材料の開発などが求められている。

#### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高精細化、集積化、薄膜化、生産要素技術開発
- イ. 廃棄・リサイクル時における有害物質の抑制
- ウ. レアアースやレアメタルを始めとする資源の有効利用
- エ. フレキシブル生産
- オ. 短納期化
- カ. 量産技術開発

#### ②高度化目標

- ア. 高精細化、集積化、薄膜化
- イ. 高効率性、耐久性、耐薬性、高電導性、接着性、電気絶縁性、ガスバリア性
- ウ. 生成プロセスにおける省資源、省エネルギーの推進
- エ. リサイクル性の向上

## 2 材料製造プロセス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) 効率的な製造プロセス技術の向上に対応した技術開発の方向性

- ①触媒技術等による反応場の制御
- ②分離技術の高度化
- ③自動合成装置等による迅速化
- ④作業現場環境改善
- ⑤熱処理の高機能化
- ⑥浸炭・窒化等の当該技術の向上

### (2) 省資源化・省エネルギー技術の向上に対応した技術開発の方向性

- ①添加物の削減
- ②短時間処理による省エネルギー化

- ③廃熱利用、高断熱等エネルギー利用の高効率化
- ④環境負荷評価

(3) リサイクル技術の向上に対応した技術開発の方向性

- ①リサイクル原料を用いた加工技術及び使用済み製品のリサイクル技術
- ②有害な機能性加工薬剤の代替及び排水・廃棄中の有害物質削減に資するプロセス技術

(4) コスト低減・短納期化に対応した技術開発の方向性

- ①低コスト化
- ②短納期化
- ③不良率低減

(5) I o T、A I 等を活用した技術開発の方向性

- ①センサ技術等を活用した信頼性の高いデータの取得・蓄積
- ②I o T、A I 等の活用による設備等の予知保全・遠隔保守、運用最適化、匠の技のデジタル化等を通じた材料製造プロセスに係る技術開発の効率化・生産性向上
- ③I o T、A I 等の活用による新たなサービス創出

3 材料製造プロセスに係る技術の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。特にI o T・A I等の活用においては、例えば、センサや情報処理など、それぞれの専門分野や技術等の強みを活かした企業間の連携が重要であり、当該技術分野を超えて、複数の技術分野を組み合わせた研究開発が求められる。

## 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、熟練技術者とのペアリングによる研究管理や、I o T、A I等の活用による熟練技術者の匠の技・ノウハウのデジタル化等により、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。また、I o T、A I等の新たな技術の活用に求められるデータサイエンティスト等の専門技術者の確保・育成にも取り組んでいくことが必要である。

## 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I TやI o T、A I等の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国際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。

## ⑥サイバーセキュリティ対策・プライバシー配慮に関する事項

I TやI o T、A I等の活用には、その前提となるサイバーセキュリティ対策や取得するデータに関するプライバシーへの配慮等について併せて検討することが重要である。

## (2) 今後の当該技術に係る中小企業・小規模事業者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は、環境・エネルギー等のグロ



ーバルな社会課題への対応や、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。また、I o T、A I等のデータ利活用を前提とした製品・サービスについては、グローバルに流通することも見据えて、データに関する海外法制等にも留意した設計・開発を進めるべきである。

## 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、デザイン思考 (Design Thinking) を用いることで、ユーザーの潜在的な課題や期待に対して、従来の概念に囚われずに、自らの保有技術とビジネス価値を同期させるプロセスを導入し、ユーザーや市場ニーズを満足させるサービス・機能・ソリューションの開発、提供を進めていくことが重要である。特にI o T、A I等を活用した研究開発を進めるに当たっては、川下製造事業者や市場の反応を試作品等にフィードバックさせながら、技術・製品の開発を進めていくといったアジャイル型の研究開発の視点を持つことも重要である。

## 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。

## ⑥I o T、A I等によるデータ利活用に関する事項

I o T、A I等の活用により、川上中小企業者等が有する基盤技術の高度化を図ることが期待される一方、重要な技術情報等を狙ったサイバ

一攻撃は増加傾向にあり、その手口も巧妙化している。データを扱うに当たっては、「IoTセキュリティガイドライン」等を参考にしつつ、こうしたサイバー攻撃のリスクを認識し、自社に加え、取引先等の関係者も含めたセキュリティ対策を講じることが重要である。また、中小企業者等が、他者と連携してデータを活用・共有するためには、データの利活用促進と適切な保護の観点から、「データの利用権限に関する契約ガイドライン」等を参考にしつつ、データ活用の在り方に関して十分な協議の上で公平かつ適切に取り決めを行い、契約においてデータの利用権限や保護の考え方を明確にしていくことが重要である。