

## (九) 複合・新機能材料に係る技術に関する事項

### 1 複合・新機能材料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、部素材の生成等の際し、新たな原材料の開発、特性の異なる複数の原材料の組合せ等により、強度、剛性、耐摩耗性、耐食性、軽量等の物理特性や耐熱性、電気特性、化学特性等の特性を向上する又は従来にない新しい機能を顕現する複合・新機能材料技術である。

当該技術により生成された金属材料やファインセラミックス、ガラス等の無機材料、プラスチック等の有機高分子材料、繊維材料及びそれらの複合素材等は、産業用資材、生活用品資材、衣料用資材と幅広い分野で利用されており、我が国の産業面、消費者の生活面で貢献している。近年では、川下製造業者等のニーズの多様化、消費者意識の変化により、材料の耐久性、耐摩耗性、耐疲労性、耐熱性、電気特性、耐食性等の機能性だけでなく、抗菌・消臭や人の感性に訴えかける機能やリサイクルに配慮した設計も求められる。金属材料では、加熱、冷却の熱操作、浸炭、窒化等の処理を加えることにより、材料の耐久性等の様々な特性を付与することができる。セラミックスではアルミナ、チタン酸バリウム、ジルコニア、コーゾライト等、セラミックスが本質的に持つ機能を積極的に引き出したファインセラミックスと呼ばれる新機能材料及び新構造材料が様々な産業分野において使用されている。プラスチックでは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等の開発が求められている。繊維素材では、優れた耐久性等の価値だけでなく保湿特性、熱特性等の機能性を付した加工技術開発等が進んでおり、さらに高強度、高耐熱性等の機能を有した特殊用途向けの需要も見込まれる。

当該技術の川下製造業者等の産業分野としては、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・日用品等幅広い分野で活用されており、川上中小企業者等にとっても広範な産業分野において部素材を提供する上で欠かせない技術となっている。

#### (2) 当該技術の将来の展望

昨今の国際的な需要構造の変化に伴い、川下製造業者等においても競争力強化のため、コストの安価な海外への生産移転や海外生産委託等が進みつつある。このような状況の中、今後の国際的な需要構造の変化等を踏まえ、当該技術に係る川上中小企業者等においては、コスト競争力に優れた素材の開発を進めることに加え、高付加価値分野への転換等が望ま

れている。天然資源有効利用やリサイクル、環境対応技術に対する要請が高まっており、有害性が指摘されている素材と同等以上の特性を持ちつつ環境負荷がより少ない代替物質の開発や有害物質除去に資する技術がますます強く求められるようになると考えられる。また、省エネルギーを通じた地球温暖化の防止のために、従来の素材と同等以上の強度・剛性を持ちながら、軽量の複合素材への期待が高まっている。

また、I o T、A I等の活用によって、上記の課題を解決し、複合・新機能材料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、過去の分析データや材料データ等をA Iによって解析し、新たな材料開発に活用するマテリアル・インフォマティクスといった取組も進められており、更なる技術の高度化等の可能性を有している。川下製造事業者等の産業分野においても、例えば、産業機械や農業分野など、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. 高機能化

快適性や安全性、環境対応等に対する川下製造業者等や消費者ニーズの多様化・高機能化に対応して、製品を構成する部素材についても強度、剛性、耐摩耗性、耐熱性等の極限環境における特性の高度化、抗菌・消臭等の新しい機能の付加、安全・安心の確保等、高機能化の観点からの課題・ニーズは多岐にわたっている。

##### イ. 感性価値の向上

従来の高機能性、高信頼性、合理的価格といった価値を超え、高い審美性を有する消費者の感性に働きかけるような製品・サービスに対するニーズが高まっている。消費者の感性に働きかけ、共感を得ることによって初めて顕在化する製品・サービスの感性価値は、特に川下製造業者等において中核的な付加価値として認識されており、高度化が求められている。

##### ウ. 環境配慮

持続可能な環境を構築する必要性が国際的にも高まっており、従来の部素材と同等以上の強度、剛性等の特性を維持しながら軽量化

を実現することによる省資源、省エネルギーへの対応といった要求が高まっている。また、再生可能材料の利用促進、有害性が指摘されている素材と同等以上の特性を持ちつつ環境負荷がより少ない代替物質の開発、騒音・振動の低減等の環境負荷低減が求められている。

#### エ. 低コスト化

近年は、成長市場として新興国が注目を集めている。新興国市場のボリュームゾーンを開拓していく上では、日本市場や先進国市場向けの製品とは異なる仕様の製品を低コストで供給することが求められている。

### ②高度化目標

#### ア. 高性能・高機能な材料及び複合技術の向上

部素材の生成等の際し、新たな原材料の開発、特性の異なる複数の原材料の複合、材料の純度の向上や粒度の均一化又は部素材の加工による機能化等により、高性能化・高機能化、耐久性、耐熱性、耐湿性・耐摩耗性等の基本特性の向上と新しい機能の顕現を目指す。

#### イ. 感性価値の向上

新しい感性に基づくデザイン・色調・コンセプトや人が使いやすい機能付与を可能とする素材を開発する。

#### ウ. 環境配慮

環境意識の高まりから、有害性が指摘されている素材と同等以上の特性を持ちつつ環境負荷がより少ない代替物質の開発等有害物質削減に資する技術を高度化する。また、強度、剛性等の特性を維持しながら軽量化を実現することによる省資源、省エネルギーへの対応やリサイクルしやすい部素材の開発を進める。

#### エ. コスト低減に向けた取組

当該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。

#### オ. I o T、A I 等によるデータ利活用の推進

I o T、A I 等のデータ利活用に関する急速な技術革新が進展することによって、複合・新機能材料技術に関するあらゆるプロセス等を革新し、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. からエ. までの掲げる複合・新機能材料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・福祉の分野では高い衛生特性や医療事故防止、感染防止等の目的で高い安全性、高度な耐食性、強度、生体適合性等をもった部素材の開発が求められている。

#### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 医療・福祉機器における高機能性・高信頼性の実現

#### ②高度化目標

ア. 高い衛生環境を実現する高機能素材及び加工技術の向上

イ. 耐食性、強度、生体適合性・生体親和性の高い部素材の製造技術の開発

ウ. センサ、アクチュエータ等の電子機器やテキスタイル等を統合したスマート健康管理システムの開発

### 2) 環境・エネルギー分野に関する事項

再生可能エネルギーを含むエネルギー関連産業では、高い強度及び硬度、耐熱性を有する部素材が多用されており、軽量化等によるエネルギー効率を高めるニーズも存在する。特に電池、LEDや有機EL等では大容量化、高効率化を可能とする材料の開発が必要とされている。また、節電を前提としたライフスタイルの変化に対応した部素材及び加工技術も求められている。

#### ①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. エネルギー効率を高める部素材の開発

イ. 耐久性・耐熱性・耐食性の実現

#### ②高度化目標

ア. 省エネルギー化や節電対応等を考慮した部素材及び加工技術の実現

イ. 耐久性・耐熱性・耐食性・遮熱性・断熱性・遮光性、遮蔽性等を有する部素材及び加工技術の向上

ウ. 電磁気的特性、熱・機械的特性、エネルギー変換効率の向上

### 3) 航空宇宙分野に関する事項

航空宇宙関連産業では、高い審美性を有するだけでなく、強靱性、軽量性といった高機能な加工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. 構造部素材等の軽量化・高性能化・安全性及び耐久性等の向上、高

い 審美性の追求

イ. 省エネルギー化

② 高度化目標

ア. 構造部素材等の耐衝撃性等の高強度・高弾性率化、耐熱性・軽量化の向上

イ. 複合用高性能繊維の織編加工技術、繊維と樹脂の複合化技術等、複合材料の成形技術の向上

ウ. 省エネルギー化や節電対応等を考慮した部素材及び加工技術の実現

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

消費者ニーズの多様化・高級化にこたえる技術開発とともに安全性能、快適性能、環境性能等を飛躍的に高める技術開発の重要性が高まっている。加えて、自動車産業に対して構造材を供給する事業者は、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ほか、電気自動車等を中心に、バッテリー、モーターその他電子部品等のエネルギー効率の向上も求められている。

① 川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 構造部素材等の軽量化・高性能化・安全性及び耐久性の実現、高い審美性の追求

イ. 高効率化、高精細化

② 高度化目標

ア. 構造部素材等の耐衝撃性等の高強度・高弾性率化

イ. 耐熱性の向上

ウ. 軽量化の向上

エ. 複合材料の成形技術の向上

オ. 耐酸性雨性、耐食性、耐擦り傷性、耐チップング性、意匠性の向上

カ. 高速応答性、耐久性の向上

キ. 耐光性、接着性の向上

ク. 高出力、大容量化、安全性・信頼性の確保、低コスト化

b. エレクトロニクス・デジタル家電分野に関する事項

エレクトロニクス・デジタル家電に関しては高い審美性を必要とするだけでなく、高機能素材について以下のような課題及びニーズが具体化してきている。

① 川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高性能化、多機能化
- イ. 高効率化、高精細化

## ②高度化目標

- ア. 解像度の向上
- イ. 光反応性・導電性の向上
- ウ. 電気・電子機器のハウジングやケーシング、電磁波遮蔽材、帯電防止材、光通信用デバイス等における性能向上
- エ. アルカリ溶解性、透明性、ドライエッチング耐性、解像性の向上
- オ. 酸化還元性、光選択吸収性、選択発光性、耐湿潤性の向上
- カ. 光反射防止性、配向性、誘電異方性、高速応答性の向上、発光特性の向上

## c. 印刷・情報記録分野に関する事項

家電分野におけるデジタル化の進展により、ホームユース、オフィスユースでは、高画質化、高堅牢化の実現を目指したプリント技術に用いられる染料・顔料が求められている。

また、情報記録分野では、高度情報通信ネットワークの進展、映像データ等に代表される大容量コンテンツの普及に伴い、光ストレージ技術分野における光学記録媒体大容量化技術の開発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. 高画質化、高堅牢化
- イ. 光学記録媒体の大容量化、高速化、小型化、ホログラム・多重記録

## ②高度化目標

- ア. 耐光性、耐熱性、耐水性、耐湿性、耐ガス性、溶解性、微分散性、自己分散性、粒状性、発色性、定着性の向上
- イ. 感度、高屈折率、光入射角度依存性、多重記録、二光子吸収性の向上

## d. 住宅・構造物・橋梁・道路・資材分野等に関する事項

複合・新機能材料の技術開発の進展により、住宅、構造物、橋梁、道路、資材等の分野への展開が期待されており、老朽化対策の他、優れた安全性、低環境負荷性、耐久性、メンテナンス性等が求められている。

また、スマートホーム分野等において、生地と電子デバイスの複合素材や電気的特性を有する生地（e-textile）など、ユーザーエクスペリエンスを実現する上でも上記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. メンテナンス性・安全性

- イ. 省エネルギー性
- ウ. 耐震性・強度
- エ. 審美性・ユーザーエクスペリエンスの実現

②高度化目標

- ア. メンテナンス性・安全性向上
- イ. 解析技術の向上
- ウ. 省エネルギー性向上
- エ. 耐震性・強度向上
- オ. 審美性向上

2 複合・新機能材料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構造部材等に用いられる複合材料成形技術
- ②耐衝撃性等の高強度・高弾性率化
- ③耐熱性の向上
- ④軽量化の向上
- ⑤導電特性や半導体特性、光学特性等のより多様・高度な電気特性の付与
- ⑥微細化構造による多様・高度な効果を発現する微細加工
- ⑦熱処理の高機能化
- ⑧浸炭・窒化等の当該技術の向上
- ⑨高機能物質による新規性能付与（導電性、光電変換性、選択光吸収性、選択的発光性、二色性、分散性、配向性、酸化還元性、高屈折率、二光子吸収性等）

(2) 高感性化に対応した技術開発の方向性

- ①新しい感性に基づくデザイン・コンセプトや機能付与、高い審美性の実現

(3) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ①省エネルギー化等を考慮した部素材の実現
- ②生分解性、天然由来素材の利用
- ③染色プロセス等における排水浄化、有害物質削減
- ④有害な加工薬剤の代替

⑤高機能物質・微細加工による環境負荷低減（新規物質及び新規材料、省エネルギー型デジタル家電機器、有害化学物質の使用低減）

（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）ＩｏＴ、ＡＩ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
- ②ＩｏＴ、ＡＩ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複合・新機能材料に係る技術開発の効率化・生産性向上
- ③ＩｏＴ、ＡＩ等の活用による新たなサービス創出

３ 複合・新機能材料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、外部リソースと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ＩｏＴ・ＡＩ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。

また、素材分野では、技術開発のスケールアップ段階において、その内容に適したプラント等の大型生産設備が不可欠となるケースがあり、早期の事業化を図っていく観点から、そうした設備や生産ノウハウを有する受託企業等の外部リソースと連携したオープンイノベーションを検討することが望ましい。

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等の活用に際しては、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ー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

では、「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。