

中小企業の特定期ものづくり基盤技術の高度化に関する指針

この指針は、中小企業のものづくり基盤技術の高度化に関する法律（以下「法」という。）第3条の規定に基づき、特定期ものづくり基盤技術の高度化全般にわたる基本的な事項（同条第2項第1号）、個々の特定期ものづくり基盤技術ごとに、達成すべき高度化目標（同項第2号）、個々の特定期ものづくり基盤技術ごとに、高度化目標の達成に資する特定期研究開発等の実施方法（同項第3号）及び個々の特定期ものづくり基盤技術ごとに、特定期研究開発等を実施するに当たって配慮すべき事項（同項第4号）を定めるものである。

経済産業大臣は、本指針に照らし、特定期研究開発等計画の認定を行うこととする。

一 特定期ものづくり基盤技術の高度化全般にわたる基本的な事項

我が国製造業の創出する付加価値は、GDPの約2割を占めており、我が国製造業は、国内及び国外の消費者の要望にこたえる付加価値の高い製品を常に開発し、提供している。また、かかる製造業の国内生産活動は、非製造業の国内生産活動と比べ、各産業にもたらす影響が大きく、裾野の広いものである。雇用者数についても、約1千万人に雇用機会を提供しており、さらに、輸出を通じて国際市場において外貨獲得に大きな役割を果たす等、我が国経済社会における位置付けは極めて重要である。

かかる製造業の構造を見ると、約45万社の企業が製造業に属し、そのうち99%以上が中小企業から構成されている。中小企業における従業員数は、約550万人に上り、中小製造業が雇用創出に果たしている役割は大きい。これらの製造業を担う中小企業には、研究開発型の企業、完成品生産型の企業、特定の部品製造に特化した企業、特定加工に特化した企業等多様な類型が存在し、それぞれの類型において、ものづくりに関する高度な技術水準を実現している企業が多い。

我が国製造業の構造的特徴としては、これらの多様で優れた技術を有する中小企業が多段階の階層を成して存在し、各階層間、階層内で業種を超えた活発な取引が行われていることが挙げられる。その中でも、鋳造、鍛造、めっき等、法に基づき指定された特定期ものづくり基盤技術を有する中小企業者（以下「川上中小企業者」という。）が高度な技術水準を実現し、これらの企業が、多様化する消費者ニーズをとらえた最終製品を製造する企業等（以下「川下製造業者等」という。）と緊密に連携して、付加価値の高い製品を企画・設計・製造していることが製造業の競争力の源泉の1つとなっている。

また、これらの特定ものづくり基盤技術は、特定の産業や特定の製品だけではなく、様々な最終製品や部品の製造工程において広範に活用され、多くの産業の競争力を支えている。さらに、川上中小企業者は、互いに競い合うことにより技術力を高めると同時に、同一技術間で協調することにより、発注企業の要望に迅速かつ柔軟に対応し、また、異なる技術間で連携することにより、1つの技術では実現できない付加価値の高い部品や部材等を提供している。すなわち、川上中小企業者がそれぞれ高い技術力を実現していること、それらの企業が特徴的な産業構造・分業構造を形成していることが、我が国製造業の国際競争力の基盤となっており、また、製造業における新たな事業の創出にも不可欠なものとなっている。

実際、川上中小企業者が属しているとみられる産業は、産業連関表においても多くの他の産業と取引関係を有しており、製造業の基盤を担っている。例えば、鋳造、鍛造、めっきを主たる技術として活用しているとみられる業種は、それぞれ150前後の他業種と連関している。また、個別中小企業の取引実態を見ても、部品・半製品、素材の製造・加工を行う企業においては、多数の企業と取引を展開し、加えて市場環境の変化の中で、その取引相手の数には増加傾向がみられる。

このように、特定ものづくり基盤技術が輸送機械、電気機械、一般機械、精密機械等の我が国を代表する製造業を支える構造を踏まえると、今後とも、これらの産業が国際競争力を発揮するためには、中小企業の特定ものづくり基盤技術の高度化を図ることが重要である。一方、市場競争の進展に伴い、川上中小企業者を巡る取引環境についても、従来の固定的な系列取引に変化がみられ、市場で求められている技術開発の方向性についての情報入手が難しくなっているとの指摘もある。このため、本指針においては、我が国製造業の国際競争力の強化及び新たな事業の創出に特に資する特定ものづくり基盤技術ごとに、市場における川下製造業等の課題やニーズと、それに対応した高度化の目標、さらにその高度化の目標を達成するために必要な研究開発の方向性を体系的に整理することとする。また、事業者が効率的、効果的に技術開発を実施することができるよう、技術分野別に川下製造業等や研究機関との連携の重要性や、環境負荷抑制等に関する事項についても対象とする。さらに、人材確保・育成、技術・技能の継承、取引慣行の在り方等、特定ものづくり基盤技術の高度化に深く関係する環境整備的な側面についても整理を行う。

(一) 組込みソフトウェアに係る技術に関する事項

1 組込みソフトウェア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

組込みソフトウェアは、生産機械を始めとして家電や携帯電話、自動車、自動改札機等多岐にわたる分野の製品固有の機能を実現するソフトウェアである。組込みソフトウェアに係る技術（以下「組込みソフトウェア技術」という。）では、共通基盤ソフトウェアの開発・普及及び組込みシステム開発において、機能安全規格等への対応によって高い安全性や信頼性を確保するための技術とともに、使用者による誤操作のリスクを低減するという観点から、ユーザビリティ向上を重視したソフトウェアの設計や開発が進められている。主な川下製造業者等の産業分野としては、電子機器、産業機器、自動車、情報通信機器等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

組込みソフトウェア技術では、今後、スマートコミュニティやスマートシステムといったネットワーク概念の発達とともに、システムの急速な複雑化、大規模化に対応しつつ、従来以上に高度なシステムの安全性・信頼性を確保することが必要とされており、大きく二つの技術課題に対応した技術開発が進められていく。

一つは安全性・信頼性確保に向けた技術の高度化であり、ソフトウェアの安全性・信頼性を確保するために、障害が生じない設計・開発プロセス、ソフトウェア技術、テスト・検証技術、機器に障害が発生しても重大事故を引き起こさない障害対応等の設計思想を具現化するとともに、形式手法・モデルベース開発手法等の導入により、上流工程の品質や利用品質向上を目指していく。

二つ目はユーザビリティの向上である。人間工学、認知工学、動態学等に基づき、利用者の特性や利用環境等に応じた柔軟性及び適応性を有する、人間に優しいシステム作りが必要とされており、特に、使用者によるソフトウェアやシステムの誤操作のリスクを徹底して排除していく技術が求められていく。

(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が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. 製品・システムの信頼性・安全性

組込みソフトウェアにおいて障害が生じた場合、産業、人々の生活、人命の点で、様々な影響が発生するおそれがある。そのため当該技術を用いた製品・システムについて、信頼性の向上（無故障、機能安全等）、安全性の確保が重要な課題となっている。また、製品・システムの利用者の安全性も十分に確保することが必要である。

イ. 製品・システムの品質制御、開発工期短縮、開発コスト低減

川下製造業者等においては、様々な製品・システム等を開発・販売するに際して、その市場のニーズに合致した製品・システムの品質、開発工期、コストの実現が、国際競争を勝ち抜くために必要となってきている。

ウ. 新たな適合分野への対応

スマートエネルギー、サービスロボットシステム等組込みシステムと情報システムとで構成される大規模なシステムが社会インフラとして活用されるようになってきている。このような複数の産業を跨ぎ適用されるシステムは、組込みソフトウェアの新たな適合分野であり、従来にも増して、安全性が高く、高性能を発揮する高度な機器、システム等が求められるようになってきている。

エ. 製品・サービス使用環境の向上

利用者の特性、ニーズ、使用環境に対応した製品作り、特に誤操作をしないような製品づくりは重要である。さらに、今後は利用者の製品使用情報に基づく使用環境の向上が重要となり、それによって利用度を高めていくことが求められる。

オ. 製品の開発拠点のグローバル化への対応及び各種規格への対応

国際競争が激化する中、川下製造業者等においては、製品等の開発を国内のみならず海外で実施する等、グローバルな展開が進んでいる。このような背景のもと、製品の安全確保等の点から、国際規格への対応が不可欠の要件となっている。

カ. インフラ関連システムの海外展開及びそれを実現するための複数産業の連携

我が国産業の高度化、付加価値の増大に向けて、個別の機器や設備の納入のみでなく、設計・建設から維持・管理まで含めた統合的なシステムを海外に展開することが求められている。そのため、インフラ関連産業を始め各種産業の連携が重要となっている。

る。

②高度化目標

ア. 組込みソフトウェア開発技術の創出

i) 更なる安全性・信頼性確保に向けた技術の高度化

ソフトウェアの安全性・信頼性を確保するために、従来にも増して、障害が生じない設計・開発プロセス、ソフトウェア技術、テスト・検証技術、機器に障害が発生しても重大事故を引き起こさない障害対応の設計思想やシステム等が求められる。例えば、機能安全技術（リスク分析技術、安全設計技術等）、障害情報・ユーザ情報の利活用技術（再発防止技術等）が求められる。さらに、様々な機器等がネットワークに接続されるようになっていることもあり、安全に機器を利用できる環境という点では、利用者の個人情報に対するセキュリティ対策、フェイルセーフ機能等に関する技術も求められる。

ii) 品質制御、開発工期管理、開発コスト管理に係る技術の高度化

適切な品質の制御、開発工期、開発コストに対する川下製造業者等の要望は、今後さらに強まることが予想される。そのため川上中小企業者においては、川下製造業者等が求める品質、開発期間、開発コストに対応するソフトウェア開発技術、開発体制を実現することが求められる。

iii) システムの統合化に向けた技術の高度化

組込みシステムと情報システムとで構成される大規模なシステムが社会インフラとして活用されるようになっており、システム統合化技術、クラウド環境を前提とした組込みシステムの開発技術等の高度化が求められる。また、近年、組込みシステムの高度化、複雑化はますます進展しており、それに対応するための技術として、モデルベース開発技術、形式手法技術、要求獲得・要件定義技術等の高度化が求められる。

iv) 利用品質の向上に向けた技術の高度化

利用者が求めるニーズに対応するために、ユーザビリティ等に配慮した人間に優しいシステム作り、利用者の特性や利用特性等に応じた柔軟性及び適応性のあるシステム作りが求められる。また、安全性の確保に対する要請に対応するために、誤操作・誤動作等が生じない利用品質が求められる。

v) 川下企業の製造・販売拠点のグローバル化等に対応するための技術の高度化

ソフトウェア開発分野は国際的な競争が極めて厳しいこともあり、「高価値領域」に開発資源を集中する一方で、「共通領域」は部品化・ツール化し、開発コストの安い海外において開発する等、グローバル分散開発が求められている。そのため、グローバル分散開発への対応技術、国際規格やグローバルサプライチェーン等への対応技術等の高度化が求められる。

イ. 他分野横展開に伴う技術的障壁の解決

i) 品質説明力の強化に向けた技術の高度化

ソフトウェア開発規模拡大、開発期間短縮化、開発主体の多様化等の進展、その結果生じているソフトウェア等を原因とする障害等の影響拡大により、ソフトウェア開発技術やプロセスに求められる役割は重要なものとなっている。その中で、品質説明力の強化に向けた技術として、技術文書の品質向上技術、トレーサビリティ管理技術、定量的開発管理技術、独立検証・妥当性確認技術（I V & V）等の高度化が求められる。

(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) スマートコミュニティに関する事項

近年、厳しい電力需給下での需要側の省エネルギー・節電対応の必要性が高まっており、当面の電力需給に対応しつつ、中長期的には省エネルギー型の経済社会構造を実現するために、産業分野、小口の需要家、家庭等の需要側の省エネルギー・節電に向けた取組みが不可欠となっている。また、分散型で災害に強く、再生可能エネルギー導入拡大の基盤となるスマートコミュニティの導入加速化が求められている。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. 新エネルギー・再生可能エネルギーの有効活用

②高度化目標

ア. エネルギー利用技術の高度化及び最適化

2) ヘルスケアに関する事項

ヘルスケアに関わる分野は世界的に成長分野であるものの、我が国企業は世界市場獲得に苦戦しているのが現状である。例えば、我が国の医療機器メーカーは、国際的に放射線治療機や画像診断機器分野に強みがあり、また、治療分野では中小企業者が持つものづくり技術を活かした機器開発のポテンシャルがあるものの、大幅な輸入超過の状態である。そのため、医療分野においても機器とサービスの融合といった観点が必要となっており、医療サービスと一体となった海外展開が求められている。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. 医療サービスと機器・システムの一体化及び海外展開

②高度化目標

ア. サービス・機器一体型ソリューションに対応した医療機器システム等の構築

3) ロボットに関する事項

我が国においては、ロボットの事業化・市場創出に遅れが見られている。我が国では、電気・機械・自動車メーカー等がスタンドアローンのヒト型ロボットの開発を推進しており、ロボットありきでサービス内容が決まる傾向があるためである。そのため、具体的なサービスを実現するための、社会システムに組み込まれたロボット、社会システムと連携するネットワーク対応型ロボット等の検討を強化していく必要がある。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. 社会システムに組み込まれたロボットの開発・事業展開

②高度化目標

ア. ネットワーク対応型ロボット用プラットフォーム・OSの構築

4) 自動車と交通システムに関する事項

スマートカー・デバイスの融合、すなわち、自動車やカーナビゲーションシステム等関連端末のデジタル化／ネットワーク化が進展してきている。その一方で、我が国においては、それらスマートカー・デバイスの融合による大規模な産業構想の変化への対応の遅れが懸念されている。また、エネルギーシステムとしての自動車という観点

から、EV／PHV等の大量導入が見込まれている。そのため、現状では、システム開発等の技術的な課題や事業化可能性、社会的受容性の検討が重要な事項となっている。これに関する取組としては、スマートコミュニティ国内外実証事業等の成果をもとに、自動車(蓄電池)を軸とした都市・交通システムエネルギーシステムが融合した新社会システムサービスを、欧米・新興国で展開する等の取組みが求められている。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. 交通システムにおける自動車情報端末化の推進

イ. EV／PHV等を軸とした、都市・交通システムとエネルギーシステムが融合した新社会システムサービスの実現

②高度化目標

ア. 自動車の知能化・情報端末化機能の向上

イ. EV／PHV等の大量導入に対応できるインフラ構築

5) スマートアグリシステムに関する事項

我が国においては、農業産業化の遅れが見られている。広大な土地を活用した付加価値の低い作物の農業では、我が国の農業のグローバル展開は難しい。そのため、センサ技術や環境制御システム等のITを活用した農業の実現が課題となっている。他方、ITを駆使した海外の農業モデルは成功している例があり、特に都市近郊型のハウス型農業においてITを駆使して高度化する等して、異業種プレーヤーとの融合により競争力を確保することが重要となっている。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. ITを活用した高度な農業システムによるビジネス及びグローバル展開

②高度化目標

ア. センサ技術や環境制御システム等の活用による農業システムの実現

6) コンテンツ・クリエイティブビジネスに関する事項

IT化の進展に伴い、コンテンツの巨大配信プラットフォームが登場し、電子書籍市場等が急速に拡大しつつあるものの、我が国産業においては、それら新規創出マーケットへの対応に遅れをとっている。

また、ITとコンテンツの融合領域のフロンティアの拡大も課題となっている。既存メディアや流通チャネルでの利幅が縮小する一方、①マスメディア、ネット、リアルにわたる幅広い事業展開、②成長著しい新興国等グローバル市場への展開といった新たなフロンティアの拡大が見込まれるが、これまでのところ、十分な対応がなされているとは言い難い状況である。こうしたニーズに対応するため以下の課題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. 電子書籍市場等の新規創出マーケットへの対応

②高度化目標

ア. コンテンツの迅速な多目的利用を可能とするIT・デバイス技術の標準化

2 組込みソフトウェア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

組込みソフトウェア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3点に集約し、以下に示す。

(1) 技術要素の高度化 (技術開発及びソフトウェアの開発)

- ①プラットフォーム
- ②通信・ネットワーク
- ③データベース
- ④画像・動画処理
- ⑤画像・音声認識
- ⑥セキュリティ部品
- ⑦ユーザインタフェース
- ⑧組み合わせによる新たな技術要素の提供

(2) 開発技術の高度化 (手法開発及びその支援ツールの開発)

- ①要求獲得・要求定義
- ②機能安全技術 (リスク分析技術、安全設計技術等)
- ③モデルベース開発、形式手法
- ④ソフトウェアの実装
- ⑤独立検証・妥当性確認技術 (IV&V) 等テスト/検証
- ⑥開発プロセス
- ⑦ユーザビリティ (利用品質の向上を含む。)

- ⑧障害情報・ユーザ情報の利活用（再発防止を含む。）
- ⑨セキュリティシステム
- ⑩システム統合化（スマートエネルギー、サービスロボットシステム等）
- ⑪クラウド環境を前提とした組み込みシステム
- ⑫エネルギー制御に係るソフトウェア（EMS、蓄電池、燃料電池等）
- ⑬組み合わせによる新たな管理手法の確立

（3）管理技術の高度化（手法開発及びその支援ツールの開発）

- ①グローバル分散開発への対応
- ②トレーサビリティ管理、定量的開発管理
- ③技術文書の品質向上（自動生成、自動チェック等）
- ④国際規格やグローバルサプライチェーン等への対応
- ⑤組み合わせによる新たな管理技術の確立

3 組み込みソフトウェア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）今後の組み込みソフトウェア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) 今後の組込ソフトウェア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。

(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（ボリュウム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動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、高度な知的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。

(三) 冷凍空調に係る技術に関する事項

1 冷凍空調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

冷凍空調に係る技術（以下「冷凍空調技術」という。）とは、冷凍、冷蔵、空調を行うため製氷機器・冷凍冷蔵機器・空調機器等を用いた設備の設計、製作、施工、維持管理するために必要な技術である。

その用途は、食品を低温で保存するだけでなく、流通過程の品質管理、旨味を増す等の付加価値の創出、環境の最適化と応用範囲は広い。また、ビルや家宅の空調、医療用・工業用の冷凍空調機器にもこの技術は用いられる。

現在、国を挙げて農商工連携の推進を支援しているところであり、冷凍空調技術はそのためのキーテクノロジーとして位置付けられる。このため、本技術指針で取り扱う冷凍空調技術は、主に食品の生産・保管・流通・販売・加工等に用いられる機器に係る技術とする。

これら食品に関わる我が国の冷凍空調技術は高く、個別の食品の特徴に合わせたきめ細かい冷凍空調によって、遠隔地で収穫された様々な農水産物を品質を保った状態で供給することが可能となり、また冷蔵・冷凍を加工技術、熟成技術として捉え、凍結解凍による組織ダメージを抑え、濃縮を制御し、酵素等の働きを促進させること等により、新たな付加価値を加えることも可能となった。

(2) 当該技術の将来の展望

消費者ニーズの高度化に対応していくため、食品の生産・保管・流通・販売・加工等の行程ごとの冷凍空調技術を高度化させていくだけでなく、コールドチェーン全体の温度・湿度・気流・ガス組成等を一貫して冷凍・冷蔵管理することが求められている。ここで取り上げるコールドチェーンは、たとえば農産物の場合は種苗・種蒔・栽培・収穫、水産物の場合は養殖・漁による収穫から、保管・流通・販売・加工・消費に至るまで途切れなく一貫した冷凍・冷蔵管理することで、食の安全と品質を同時に確保する低温流通体系を指す。コールドチェーンの高度化により、高い品質を維持し、劣化を抑えることで廃棄物の削減が可能となる。

また、農水産物に高度な加工を施し栄養機能成分の豊富な高付加価値商品として市場に供給するため、冷凍空調による凍結、濃縮、乾燥、抽出、分離、粉碎、解凍の技術をさらに高めていくことが望まれる。

さらに、使用エネルギーの低減、温室効果ガス排出量の削減等をも

時に実現していくことが求められる。具体的には、使用する冷媒についても地球温暖化に対する影響力の小さい冷媒への代替や、冷媒排出抑制の管理が求められている。

(3) 川下分野横断的な共通の事項

当該技術の川下事業者等が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. 試験設備の高度な温度・湿度管理

食品関連産業の発展と国民の豊かな食生活の実現にとって、わが国の気候条件等に適した農水産物の品種改良や発酵・醸造等の研究は重要であり、最新のバイオ技術等を用いることによりその効率化を図ることが求められている。品種改良等が行われる試験設備での研究においては、特にきめ細かい冷凍空調が必要不可欠である。

イ. 省エネルギー化の実現

冷凍空調設備の多くは停止することなく稼働し続けることが求められるため、川下事業者にとってエネルギー消費の負担額は他の設備に比して大幅に大きいものとなる。このため、川下事業者のコストダウンにつながるエネルギー効率と断熱性に優れた冷凍空調設備に対するニーズは高く、冷凍空調事業者は熱交換器や圧縮機（コンプレッサ）、断熱材料、搬入・搬出口における熱損失削減のための設備（例えば、エアカーテン、高速シャッター、外気と連動した高効率冷凍システム等）の改善、蒸発温度のより精密な制御技術によるデフロスト削減等により、省エネルギー効果を高めていくことが強く求められる。

また、食品工場における冷却・加熱のプロセスにより発生する排熱を積極的に活用していくことも重要である。

ウ. 低騒音化の実現

一般的に、冷凍空調設備には、圧縮機（コンプレッサ）を用いて冷媒を循環させ、冷媒の圧縮・凝縮・膨張・蒸発のサイクルを繰り返す、蒸気圧縮式冷凍方式が用いられる。しかし、このサイクルにおいて圧縮機等の駆動部や細管部からある程度の騒音、振動が発生することが免れない。また、プレート製氷設備から大きな騒音、振動が発生する事例も報告されている。そうした中、食

品を扱う流通業者や加工業者には住宅が密集する地域において営業、操業を行う者が少なくないが、使用する冷凍空調設備の機器から発生する騒音と振動が、住民からの苦情の原因となっている例も見られる。このため、低騒音化を実現するための技術の開発が求められる。

エ. 廃棄物の縮減

全世界の人口が増加している中において、食生活における必要以上の食品の供給や、コールドチェーンの不備による食品廃棄物の増大は、防ぐべき事項である。そのため、コールドチェーンの途上における昇温、冷却不足等による食品の劣化や氷等による傷等の見た目の劣化等による廃棄を極力抑制し、食品廃棄物の量を低減するための冷凍空調技術の開発が求められる。

オ. 冷媒管理への対応

冷凍空調設備に使用されている冷媒にはフロン類が多く使用されてきたが、オゾン層を破壊するフロン類冷媒は、我が国ではすでに新規機器に用いる用途としての生産・輸入が段階的に廃止されており、代替フロンであるHFC（Hydro Fluoro Carbon）も地球温暖化係数（GWP:Global Warming Potential）が大きいことからその排出抑制対策が求められている。そのため安全性や効率の確保を前提にアンモニアや二酸化炭素等の自然冷媒の採用、GWPの低い冷媒の開発、それを活用した冷凍空調機器の開発や実用化が求められる。また、冷媒漏えいの防止や早期の検知、冷媒回収を容易にする設計等の冷媒管理への対応が望まれている。

カ. 製造工程の短期化

冷凍空調技術は、温度・湿度・気流・ガスの測定や管理を行うもので、真空乾燥、配管、部材の接合、冷媒管理、計装、溶接、製造工程の管理といった多様な要素技術から構成されており、多段階にわたる工程に分かれている。このため冷凍空調設備は産業機械の中でも受注から納品までの期間が概して長期化しがちであり、部分的に効率を高める技術やシステム全体を最適にする技術等が求められている。

②高度化目標

ア. 農水産物等の試験に用いる冷凍空調技術の高度化

高精度な温度・湿度測定と制御、ガス組成に用いるガス貯蔵（C

A貯蔵:Controlled Atmosphere Storage) や真空処理、エチレンガス除去等の設計等に係る技術開発、低温仕様の各種測定器の技術開発による冷凍空調機器の性能向上が必要である。

イ. 省エネルギー・エネルギー多様化の実現に資する冷凍空調技術の高度化

高精度な温度・湿度測定と制御、燃費向上等に係る技術開発や、設備設計の多様化、製造管理の徹底等が求められる。

ウ. 低騒音化の実現に資する冷凍空調技術の高度化

高性能な圧縮機等の活用と緻密な設備設計、製造管理の徹底等が不可欠である。

エ. 廃棄物の縮減に資する冷凍空調技術の高度化

コールドチェーンの途上における昇温・冷却不足を防ぐ技術の開発等により、食品のロス率低下、劣化の抑制が求められる。

オ. 冷凍空調機器に用いる冷媒管理に係る環境技術の高度化

新規に開発する冷凍空調設備については安全性や効率の確保を前提に、可能な限り GWP の低い冷媒を使用する設計とするほか、現行設備の冷媒漏えいの防止・冷媒回収向上等の地球温暖化防止対策等の措置が必要である。

カ. 冷凍空調機器製造工程に係る技術の高度化

設計や開発等における I T の積極的な活用が求められる。

(4) 川下分野特有の事項

当該技術の川下事業者等が抱える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) 農産物等に係る事業に関する事項

農産物は凍結すると組織内に生じる氷結晶により細胞壁が破壊されてしまう。また、保存には適度な湿度を必要とし、乾燥に弱く、空気の流れやエチレンガス等にも配慮した冷凍空調技術を必要としている。さらに、科目・品種・産地・大きさ等で最適な冷凍空調環境が異なるため、きめ細かな管理が求められる。これらの環境をバランスよく管理し、生産から消費までの最適な流通（コールドチェーン）に資する技術が必要であり、結果として輸出や国内における消費拡大による農産物等の競争力強化の実現につながることが望まれる。

一方、安心・安全や旨みの増加等に関する消費者ニーズの高度化への対応、農産物等の海外への輸出促進に向けて、品質の均一化・向上

等付加価値の創出まで踏まえた技術開発も必要である。特に、農作物を加工することで、旨味や香り等を向上させるほか、機能性食品等の原材料とするための濃縮や発酵、熟成、成分抽出、粉碎処理といった高度な技術を開発することが求められている。

①川下事業者の特有の課題及びニーズ

- ア. 農産物等の最適な流通手法の確立
- イ. 農産物等に最適な保存方法の構築
- ウ. 農産物等への高品質・高付加価値の付与

②高度化目標

- ア. 農産物の生産に係る冷凍空調技術の高度化
- イ. 農産物等の保管に係る冷凍空調技術の高度化
- ウ. 農産物等の流通に係る冷凍空調技術の高度化
- エ. 農産物等の販売に係る冷凍空調技術の高度化
- オ. 農産物等の加工に係る冷凍空調技術の高度化

2) 水産物等に係る事業に関する事項

水産物は漁業資源の減少や気候変動の影響で漁獲量が大きく変動する。そうした中、高い品質を維持し、安定した漁業を確立することに冷凍空調技術を必要としている。具体的には、マグロやカツオ等遠洋漁業は急速冷凍技術や超低温長期貯蔵技術が必要であり、サンマやイワシ等の近海漁業では魚を傷めない製氷技術等が求められている。また、漁獲量の変動に対応可能な施設（保冷用・冷凍用コンテナ等）等もニーズが高い。さらに、高い鮮度を維持した活魚や様々な加工品、販売時点での見栄え（色合い）等漁から消費までの最適な流通（コールドチェーン）に資する技術に期待するところは大きく、結果として輸出や国内における消費拡大による水産物等の競争力強化の実現が望まれる。

一方、農作物と同様に、安心・安全や旨みの増加等に関する消費者ニーズの高度化への対応や、水産物等の海外への輸出促進に向けて、品質の均一化・向上等付加価値の創出まで踏まえた技術開発も必要である。特に、水産物を加工することで、旨味や香り等を向上させるほか、機能性食品等の原材料とするための濃縮や発酵、熟成、成分抽出、粉碎処理といった高度な技術を開発することが求められている。

①川下事業者の特有の課題及びニーズ

- ア. 水産物等の最適な流通手法の確立
- イ. 水産物等に最適な保存方法の構築

ウ. 水産物等への高品質・高付加価値の付与

②高度化目標

- ア. 水産物の生産に係る冷凍空調技術の高度化
- イ. 水産物等の保管に係る冷凍空調技術の高度化
- ウ. 水産物等の流通に係る冷凍空調技術の高度化
- エ. 水産物等の販売に係る冷凍空調技術の高度化
- オ. 水産物等の加工に係る冷凍空調技術の高度化

2 冷凍空調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

冷凍空調技術に求められる技術開発の方向性を3点に集約し、以下に示す。

(1) 農水産物等に共通して求められる技術開発の方向性

1) 農水産物等の試験

- ①食品クリーンルームのための冷凍空調
- ②食品試験設備のための冷凍空調
- ③低温・冷温状態で湿度・気流・ガスの高度な測定

2) 省エネルギー化

3) 低騒音化

4) 廃棄物の縮減

5) 冷凍空調機器に用いる冷媒管理

- ①冷媒漏えいの防止
- ②冷媒漏えいの検知
- ③環境に配慮した冷媒回収向上
- ④冷媒使用量の削減・低温温室効果冷媒の活用

6) 冷凍空調機器製造工程

- ①製造時間短縮
- ②生産設備・ラインの小型化・省スペース化
- ③安全性向上
- ④冷凍空調機器の製造に必要な要素技術の高度化

(2) 農産物等に求められる技術開発の方向性

1) 農産物の生産

- ①高度な種苗育成のための冷凍空調
- ②栽培における最適な環境管理のための冷凍空調

③植物工場等に最適な環境管理

2) 農産物等の保管

- ①収穫後の最適な貯蔵のための冷凍空調
- ②高品質を維持・管理するための冷凍空調
- ③低温領域（凍結温度以上）での冷蔵
- ④冷温領域（凍結温度以下）での冷凍
- ⑤予冷方法及び昇温方法のコントロール

3) 農産物等の流通

流通工程において高品質を維持するための冷凍空調

4) 農産物等の販売

販売時における最適環境実現のための冷凍空調

5) 農産物等の加工

- ①濃縮（凍結濃縮、真空濃縮等）のための冷凍空調
- ②発酵・熟成のための冷凍空調
- ③乾燥・成分抽出・粉碎処理のための冷凍空調
- ④品質の均一化のための冷凍空調
- ⑤味や香り、旨味や甘み、色合い等を積極的に向上させるための冷凍空調

(3) 水産物等に求められる冷凍空調技術開発の方向性

1) 水産物の生産

- ①稚魚・稚貝を育成するための冷凍空調
- ②養殖における最適な環境管理のための冷凍空調

2) 水産物等の保管

- ①漁獲後の最適な貯蔵のための冷凍空調（製氷を含む）
- ②低温領域（仮死状態）で高い品質を維持する冷蔵
- ③冷温領域（凍結温度以下）で高い品質を維持する冷凍
- ④品質を配慮し解凍するための冷凍空調

3) 水産物等の流通

- ①流通工程において高品質維持するための冷凍空調
- ②流通時に解凍するために必要な冷凍空調

4) 水産物等の販売

- ①販売時における最適環境実現のための冷凍空調
- ②販売時に解凍するための冷凍空調

5) 水産物等の加工

- ①濃縮（凍結濃縮、真空濃縮等）のための冷凍空調

- ②発酵・熟成のための冷凍空調
- ③乾燥・高圧・成分抽出・粉碎処理のための冷凍空調
- ④品質の均一化のための冷凍空調
- ⑤味や香り、旨味や甘み、色合い等を積極的に向上させるための冷凍空調

3 冷凍空調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) 今後の冷凍空調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、関連企業、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、定着率を維持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。

⑥環境保全等に関する事項

単に冷凍空調の管理にとどまらず、地球温暖化係数（GWP）の高い、つまり温室効果の高いフロン類冷媒に代わるGWPの低い冷媒の使用・冷媒漏えいの防止・冷媒回収向上等の地球温暖化防止対策、省エネルギー対策（自然エネルギーの活用を含む）、安全確保の観点からも必要な措置を講じることが重要である。

（２）今後の冷凍空調技術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。

(四) 電子部品・デバイスの実装に係る技術に関する事項

1 電子部品・デバイスの実装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

電子部品・デバイスの実装に係る技術（以下「電子実装技術」という。）は、プリント配線板等の基板へ半導体デバイス、電子部品等をはんだ等を用いて取り付ける技術である。現在では電子機器の小型化、高性能化に伴う電気特性や強度、信頼度等の要求性能の向上に伴い、3次元実装や複合実装が推進されている。

電子実装技術の適用分野は、情報家電のほか、自動車では、省エネルギー化のための電子制御、安全性・快適性を向上させる駆動制御、さらには電気自動車等へと急速に拡大している。他にも太陽電池等の自然エネルギー発電プロセスやスマートグリッド等の制御、介護ロボットやヘルスケア用電子機器等、その適用分野は広がり続けている。一方、安い労働力を求め、部品及び電子実装の生産拠点の海外進出が進んでおり、国内電子実装分野の中小企業が生き延びていくためには新たな経営・技術戦略が必要である。

このような経営環境の変化に対応するため、S o C (System on a Chip) との補完関係を維持しつつ周辺のデバイスをマルチチップで実装するS i P (System in a Package)やプリント配線板と電子部品を高密度に実装する部品内蔵基板技術が進展し、電子実装の設計強化のため、構造設計、機能設計、パワー・冷却設計等の高度化・統合化・迅速性が一段と進んでいる。

(2) 当該技術の将来の展望

前記の状況下にあるため、中小企業に対しては、達成すべき高度化目標を戦略的に立てて、電子実装技術の育成を図っていくばかりでなく、優秀な人材を育成し保護していく政策が必要である。

先ず川下の電子機器製造業者のニーズにあった製品・技術を提供することが重要であり、特に電子実装技術が要となっている情報通信機器、自動車、ロボット、医療・ヘルスケア、エネルギー関連の事業分野にターゲットを絞り、個々産業分野の要求条件に対応して、具体的な高度化目標を定め研究開発の支援・育成を図っていく必要がある。

技術開発の方向については、海外製品では達成できない機能を有する付加価値性の高い製品を開発・製造することに重点を置きつつも、迅速に多品種少量製品を低コストで生産できる技術開発が求められている。

製品設計においては、実装部分をモジュール単位で組み合わせ、カスタム化することで製品の差異化を図っており、全体最適化によって性能とコストのバランスを取ることも可能となる。既存の水平統合的な取組みに加え、垂直統合的な仕掛けを効果的に組み合わせることにより、新しい電子実装技術として構築し、戦略的に活用することで製品の競争力を高めることができると考えられている。

今後の電子実装技術は、単に回路を構成する部品類の接続技術にとどまらず、設計と一体となった最適化技術として位置付け、大企業とそれを支える中小企業及び大学等との共同研究の中で開発を進めていく必要がある。

(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. 高効率化

情報通信機器、自動車、ロボット、医療・ヘルスケア、さらにはエネルギー分野において、省エネルギー化、製造プロセスの省工程化、省スペース化が求められている。

イ. 安全性・信頼性

各分野において、安全性・信頼性が求められている。特に、医療・ヘルスケア等の人体との関わりが深い川下製造業者等では、より高い水準の安全性・信頼性が求められている。

ウ. 環境対応

国際的に環境負荷低減が求められる方向にあり、環境配慮についても電子実装事業者が取り組んでいかなければならない重要な課題となっている。

エ. 低コスト化

情報通信機器では新興国等との競争が激化しており、競争力強化のために更なる低コスト化が求められている。

②高度化目標

ア. 小型・高密度集積化

複数LSIチップのワンパッケージ化に伴う半導体パッケージ基板の高機能化（3次元実装技術、部品内蔵基板技術（エンベッ

ディド実装技術)) 等、小型・高密度積化に対応した技術の向上が求められている。

イ. 耐環境性

使用される環境に適した耐侯性、耐熱性、耐振動性、さらには抗菌性等を保証する電子実装技術の開発が求められている。

ウ. 省エネルギー化・環境対策

放熱・冷却構造、低抵抗配線化、高電圧化対応技術、低温はんだ接合技術等の実現による省エネルギー化技術、さらにはリペア実装技術、材料リサイクル、鉛フリー実装等の環境負荷物質低減化技術の開発が求められている。

エ. 低コスト化

大量生産はもとより、多品種少量生産に対応した低コスト電子実装技術の開発が求められている。

オ. 設計技術

構造、性能（電気特性）、電磁ノイズ、冷却等に関する個々の設計技術の高度化及びこれらを総合的にみて要求条件を満たす統合設計技術の開発が求められている。

(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) 情報通信機器に関する事項

情報通信機器は、スーパーコンピュータやルータ・サーバ等の大型情報機器とパーソナルコンピュータ、ゲーム機、スマートフォン等の情報家電によって、課題・ニーズに異なる部分がある。

大型情報機器では、並列処理化の傾向が一段と強く、1台の処理能力を高めるほかに多くの機器相互間を効率良く高速で接続することによる大容量高速情報処理化への要求が大きい。一方、情報家電においては、個々の使い易さ、多機能化の要求のほかに、情報家電同士の相互接続及び情報家電と冷蔵庫、エアコン、セキュリティ機器等とを相互接続してシステム化を容易に可能とする技術が求められている。

大型情報機器と情報家電に共通している課題・ニーズとしては、高機能化、多機能化による製品の高付加価値化が挙げられる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 高機能化・多機能化・大容量高速情報処理化

- イ. 情報機器間インタラクティブの高度化
- ウ. 機器ネットワーク構成の容易化・高度化

②高度化目標

- ア. 光インターコネクション等の高速大容量情報通信機器実装技術の向上
- イ. 大電力・高発熱装置の冷却技術及び電力供給構成技術の高度化
- ウ. ウェアラブル・エルゴノミクス対応実装技術の確立
- エ. 端末機器間相互接続のための無線接続、赤外線接続に適した実装技術の確立
- オ. 多種多様な電子機器共存環境でのEMC (Electro Magnetic Compatibility : 電磁環境適合性) 技術の高度化

2) 自動車に関する事項

自動車分野については、安全性能向上・快適性向上、省エネルギー・耐環境性・地球環境対策が求められている。特に人命に直接関係することから極めて高い信頼性が求められる。また、自動車に搭載する電子機器は、 -30°C 程度から 80°C 程度に至る環境下での動作保証に加えて、エンジンや走行の振動のために平常時の4倍もの力に耐えなければならず、非常に厳しい環境において安定確実に動作することが求められている。

さらに快適な運転環境を提供するため、ITS、車々間通信、衝突防止システムにおいても電子実装技術が広く活用されており、多機能、高速処理とともに劣悪環境下での安定な動作が課題である。

電気自動車等の電動機の電力供給や制御については、劣悪環境下での安定な動作に加え、大電流供給、高発熱対策等、パワーデバイスに適した構造が要求される。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 劣悪環境化での高信頼度動作
- イ. 衝突防止システム等安全な運転環境
- ウ. ITS、車々間通信等の快適な運転環境
- エ. 大電流供給、高発熱対策等パワーデバイスに適した構造

②高度化目標

- ア. 部品内蔵化基板等耐振動性に優れた実装技術の実現
- イ. 高放熱金属樹脂複合基板、高耐熱基板材料を用いた配線板、部品類技術の確立
- ウ. 低温対応の配線板、部品類技術の高度化

- エ. 電動機用パワーエレクトロニクス実装技術の高度化
- オ. ショット雑音環境下での電磁環境適合性（EMC）実装技術の高度化
- カ. センサ機器・認識制御デバイス・アクチュエータ間ネットワークの実装構成技術の高度化

3) ロボットに関する事項

ロボットは主として産業用ロボットとサービスロボットに大別される。産業用ロボットでは工場の製造現場において周辺に多くの製造機器が存在する環境で使用されるため電磁ノイズに強いことが求められている。また、生産性を上げるための高速性及び長期安定な動作が要求される。さらにパーツ交換等によりフレキシブルに多品種少量生産に対応できる構成が求められている。

一方、家庭用及び看護用等のサービスロボットでは、人間の生活、生命に深く関わるため、高い安全性、信頼性、長寿命が重要な課題である。また、様々なセンシングデバイスから得られる多量の情報を高速で処理及び判断し、自律的かつスムーズに複雑な動作を行うことが要求される。さらに人体との接触や人間との会話等のインタラティブな作業に対しては、エルゴノミクス等を考慮した構成が求められる。

最近では大規模災害時等、人の立入が難しい環境で作業する「作業ロボット」の開発が進んでおり、極限環境下での安定な動作の保証へのニーズも高まっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 様々な作業動作に対しバリエーションがとれる構成
- イ. センシングデバイス等の多量情報を高速で処理し自律的に複雑な動作が可能な構成
- ウ. エルゴノミクス等を考慮した人に優しい構成
- エ. 極限環境でも安定な動作が可能な構成

②高度化目標

- ア. パーツ交換が容易なモジュール実装構造の実現
- イ. センサ・アクチュエータ・MEMS及び半導体デバイスを3次元実装構成の実現
- ウ. エルゴノミクスと整合した実装構造の実現
- エ. 極限環境に耐えられる実装構造の実現

4) 医療・ヘルスケアに関する事項

医療機器のX線関連装置、核磁気共鳴画像診断装置（MRI）、内視鏡等では、生命を左右する環境下での使用が主体となることから、極めて高い安全性・動作の確実性及びフェイルセーフに対応した機器の構成が求められる。さらに人体に直接接触することから細菌感染及びこれを防ぐための消毒・洗浄等に耐える素材を使った構造及びパーツ交換に適した構成が必要である。

医療・ヘルスケア関連機器・装置では最近の健康志向の影響を受け、新規開発が急速に進んでおり、生体親和性に優れたセンシングデバイスにより人体の細胞レベルから微弱な生体情報を感知して、確実に素早く分析・処理することが課題となっている。

また、遠隔医療では、医療機器と情報通信装置とをネットワーク構成して、大量の医療データの高速通信が課題となっており、さらにはこのネットワークに医療ロボットを組み合わせることも始められている。

血圧計、体組成計を始めとするヘルスケア機器においては、小型・軽量・低コスト等が課題となっている。また、これらの機器で測定された健康情報を主治医が情報ネットワークを通して収集・蓄積・統計処理を行い、患者の健康を遠隔管理する技術の実用化が進んでいる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 生体環境に適した安全性・動作の確実性及びフェイルセーフへの対応

イ. 細菌感染の防止、消毒・洗浄の容易性

ウ. 生体親和性及び適合性に優れたセンシングと生体情報の高速処理

エ. 遠隔医療構成の容易性

②高度化目標

ア. 防水及び耐薬品処理に適した電子実装の実現

イ. 滅菌処理対応・生体親和性等に優れた材料の利用

ウ. プリントブル実装技術等によるフレキシブルな基板や不定形な部品への回路形成や電子部品実装の実現

エ. 胃カメラカプセル等に適用可能な超小型モジュール実装・医療用MEMSの確立

オ. 医療機器のネットワーク化・遠隔医療のシステム化の実現

5) エネルギーに関する事項

環境調和型エネルギーである再生可能エネルギー等に対する関心

の高まりから、エネルギー関連の分野においても電子実装技術の重要性が認識されている。

インバータやコンバータにおいては、変換効率の向上、大電力処理化、冷却のための負荷軽減、突入電流対策等が課題である。

太陽電池システムについても発電効率化、大電力化が求められ、発電セルの高密度実装及び低抵抗配線による接続、屋外環境での塵埃付着の抑制による発電効率の維持、厳しい環境下での長寿命化が要求されている。

従来の発電（火力・水力・原子力）と自然エネルギー発電（太陽電池、風力・地熱）を協調させて電力供給をするスマートグリッド（次世代送電網）においては、発電及び蓄電状況を適切に把握し、需要見込みも想定した効率的かつ安定な電力供給をするため、情報通信処理技術を用いた大電力制御が求められる。さらに送電については、損失軽減の観点から高電圧使用が求められており、制御情報通信装置の低電圧使用の場合とは異なる実装技術が必要となる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 大電流に対応した低損失化対策、突入電流対策、冷却対策
- イ. 太陽電池の発電効率化、大電力化、長寿命化
- ウ. スマートグリッド等の電力協調

②高度化目標

- ア. 大電流に対応した低損失給電、突入電流回路構成及び冷却構造を含むパワーモジュール実装の実現
- イ. 太陽電池システムの高効率化のための高密度実装、低抵抗配線の確立・高度化
- ウ. 太陽電池システムの発電セルのリペア構造、塵埃・耐候性対策構造の実現
- エ. スマートグリッド等の制御装置の高電圧部と低電圧部の分離構成並びに電力情報ネットワークに関する実装の高度化

2 電子実装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

電子実装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11点に集約し、以下に示す。

(1) 実装設計・シミュレーション技術の研究開発の方向性

①パッケージ・ボード特性を考慮した半導体

デバイス設計、高速・高周波回路設計、給電モデリング・シミュレーション、パッケージ基板の伝送線路モデリング・シミュレーション、EMC/EMIモデリング・シミュレーション、デジタル/アナログ混在回路設計

- ②実装構造設計・応力シミュレーション
- ③熱設計・シミュレーション
- ④3次元実装パッケージ/モジュール/サブラック/筐体の各実装階層のシステム回路設計・シミュレーション
- ⑤実装構造・電気伝送・EMC・冷却の各特性を統合した設計・シミュレーション
- ⑥センサ、MEMS、光部品及びLSIの機能を連結する統合設計・シミュレーション
- ⑦光伝送、無線伝送の設計・シミュレーション

(2) 高密度実装技術に対応した研究開発の方向性

- ①MCM (Multi Chip Module)、COB (Chip on Board)、SiP
- ②一括積層や逐次積層等の高密度多層プリント配線板製造プロセス、高密度フレキシブル配線板製造プロセス、低熱膨張率・高熱伝導性基板材料、マイクロビア加工、ビアフィリングめっき、直接描画・分割露光、平滑表面の金属/樹脂密着、細線パターン検査
- ③高精度位置合わせ及びファインピッチ接続 (ワイヤボンディング、バンプ接続、TAB接続、はんだ接続等)
- ④金属ナノ粒子ペースト材料を用いた実装 (微細印刷、インクジェット、インプリント、オフセット等)
- ⑤パワーエレクトロニクス対応実装 (大電流、高発熱対応)
- ⑥WLP (Wafer Level Package) とその実装

(3) 3次元実装技術に対応した研究開発の方向性

- ①COC (Chip on Chip)、POP (Package on Package)、MID (Molded Interconnect Device: 3次元的形状、3次元的回路・パターンから成る樹脂成形品)、3次元フレキシブル実装等
- ②貫通孔・貫通電極形成、インタポーザ接続、微細バンプ接続、狭ピッチ・低ループワイヤ接続等
- ③高精度ダイシング、ウエハー薄板化研磨、薄片チップの高精度積層、異種材料積層、接続歪緩和構造・樹脂材料、低応力モールドリング等

④ベアチップ検査、組立て・テスト装置

(4) ファインピッチ接続に対応した研究開発の方向性

- ①バンプ接続のための高精度メタルマスク、狭ピッチはんだペースト印刷、微小はんだボール作成・配列、めっきバンプ形成、スタッドバンプ形成等のバンプ形成及びバンプ形状検査装置
- ②ワイヤボンディングのための高密度細線ボンディング、低ループワイヤ接続、高精度・高速ボンディング装置
- ③超多端子一括接続、常温／低温接続

(5) 部品内蔵実装技術（エンベッディド実装）に対応した研究開発の方向性

- ①能動・受動デバイス埋め込み（熱対策、低 ESR 対策を含む）ベアチップ検査、フリップチップ実装、導電性接着剤実装、薄型チップ部品、薄膜受動素子形成、機能性めっき、銅めっき接続
- ②プリンタブル（プリンテッド）実装
- ③銅電極部品

(6) MEMS 実装技術に対応した研究開発の方向性

- ①インプリント加工、スタンパ型電鍍、ナノ光造形加工、ガラス微細加工、貫通電極形成、常温／低温接続
- ②精密洗浄、洗浄度検査
- ③気密封止パッケージング、高精度ハンドリング

(7) 光電気実装技術に対応した研究開発の方向性

- ①光導波路・光ファイバの低損失・高度化
- ②光コネクタの低損失・多芯化
- ③光導波路・光路変換ミラー・グレーティング等の光配線板及びシリコンプラットフォーム
- ④光ファイバ・導波路の端面精密加工
- ⑤パッシブアライメント等の光結合
- ⑥光電気混載実装モジュール

(8) 検査技術に対応した研究開発の方向性

- ①3次元実装対応外観検査・非破壊検査、多端子電極ベアボード電気検査、部品内蔵基板検査

- ②高精度マイクロマニピレータとプローブ、微小プローブピン作成
- ③マイグレーション・ウイスカ評価
- ④3次元可視化及び治具・装置

(9) 冷却技術に対応した研究開発の方向性

- ①放熱・伝熱導電材料、高熱伝導絶縁材料
- ②冷却部品（放熱フィン、ヒートパイプ、冷却ファン、水冷部品、ペルチェ素子）
- ③冷却構造
- ④冷却評価

(10) 生体親和・適合技術に対応した研究開発の方向性

- ①滅菌材料、生体親和材料
- ②エルゴノミクスに整合するフォーム・デザイン等

(11) 環境対応技術に対応した研究開発の方向性

- ①高融点鉛フリーはんだ材料
- ②ハロゲンフリー化
- ③低温実装（低融点鉛フリーはんだ、導電性接着剤等）
- ④解体容易化、リサイクル
- ⑤二酸化炭素削減電子実装プロセス

3 電子実装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) 今後の実装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) 今後の実装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。

(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。

(六) 粉末冶金に係る技術に関する事項

1 粉末冶金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

粉末冶金に係る技術（以下「粉末冶金技術」という。）とは、一般に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焼結体と呼ばれる多孔体及び緻密な物体を得る技術であり、焼結金属やセラミックスを得る際に利用される。

焼結金属とは、金属の粉末を金型に入れて圧縮して固め、高温で焼結して作る部品である。成形方法はプレス成形法が基本であるが、近年では射出成形法（MIM：Metal Injection Molding）による生産も増えている。セラミックスも同様に粉末冶金技術によって作られるが、成形方法としてはプレス成形法、射出成形法（CIM：Ceramics Injection Molding）のほかに、泥漿の流動性を利用するスリップキャスト法、坯土の可塑性を利用する押出成形法等もある。また、原材料には金属元素と非金属元素の組み合わせによって構成される化合物等が用いられる。

焼結金属の特徴としては、①複雑形状部品の作成が可能、②高精度部品の大量生産が可能、③複合材料の作成が可能、④多孔質材料の作成が可能、⑤高い経済性と優れた環境性、の5点が指摘される。これらの特徴から焼結金属に係る技術は自動車部品を中心に発展し、金属加工技術の1つの分野として確固たる地位を占めている。一方、セラミックスは広義には陶磁器全般及び耐火物、ガラス、セメントを指すが、二十世紀中盤以降にアルミナ、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。

粉末冶金技術におけ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、医療機器等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

今後、川下製造業者等からのリードタイムの短縮化、高精度化、コストダウンの要求水準はさらに強まっていくものと考えられている。こうしたユーザーニーズの高度化に対応し、粉末冶金技術の国際競争力を維持していくためには、焼結金属及びファインセラミックスの設計・開発、材料及び生産の技術をさらに高めていくことが必要である。

焼結金属については、自動車の二酸化炭素排出量低減に寄与する軽

量化技術の更なる進展とともに、地球環境保護に寄与する省資源・環境対応技術の開発が期待されている。また、自動車以外の分野での用途を開拓するため、ネットシェイプ成形、省エネルギー化、他素形材加工技術との融合に向けた技術開発を進め、複雑形状化や薄肉軽量化等の実現が期待されている。ファインセラミックスについては、焼結金属と同様にネットシェイプ成形及び省エネルギー化を進めるほか、無機・有機ハイブリッド、無機・金属融合材料による機能を融合させた新たな材料の開発も求められている。また、排ガス浄化、電力貯蔵、新エネルギー開発等、様々な地球環境問題の解決に貢献するファインセラミックス技術の開発が期待されている。

(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. 高機能化

焼結金属部品の多くは、複合金属製品やネットシェイプ製品等において、他の加工法による製品の追随を許さず、自動車、情報機器、家電製品等に使用されている。近年では、高機能化及び高性能化がさらに要求され、高強度化、高度複雑形状化、多機能化の実現に向けた生産技術の開発が期待されている。ファインセラミックスについては、その用途は多岐にわたるが、とりわけエレクトロセラミックス、構造用セラミックス、バイオセラミックスの領域で更なる高機能化が期待されている。

イ. 環境配慮

環境に対する取組みが重要性を増している中、粉末冶金事業者は使用エネルギーの削減とともに、リサイクル、廃棄物の有効活用等への対応が求められる。また、川下製造業者等の環境対応に貢献するために部材の小型化・軽量化に努めるほか、排ガスの浄化用触媒等環境保全材料の開発、さらにレアメタルの機能を代替する技術の開発が期待されている。

ウ. 短納期化

様々な産業において、市場ニーズをすばやく捉え、タイムリーに高付加価値製品を供給することが求められている。このため、短納期化への対応は重要な課題となっており、粉末冶金事業者も

同様の課題に直面している。

エ. 多品種少量生産化

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いる。また、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からの受注を目指す中小企業者は、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。

オ. 低コスト化

近年、成長市場として新興国が注目を集めているが、新興国における粉末冶金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、粉末冶金事業者は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. 製品の高機能化の実現に向けた粉末冶金技術の高度化

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。

イ. 小型化・軽量化の実現に向けた粉末冶金技術の高度化

粉末の形状制御技術や複合化技術、金型の表面処理技術、成形及び焼結工程のシミュレーション、計測技術の高度化により、焼結体の小型化・軽量化を実現する。

ウ. 省エネルギーの実現に向けた粉末冶金技術の高度化

焼結時間を短縮するための加熱技術や、低い焼成温度で焼結可能とするための材料組成、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、焼結工程における使用エネルギー低減を実現する。

エ. 地球環境保護に寄与する省資源・環境対応技術の向上

粉末冶金技術によりレアメタルの機能を代替する技術の開発、リサイクル可能な焼結体材料の開発、有害物質の除去等に活用できるバイオセラミックスの開発により、地球環境保護に寄与する。

オ. 短サイクルの商品変化に対応する短期間の試作、量産化、多品種少量生産技術の向上

高速成形・高速焼結技術や、成形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C

AD/CAMデータからの光造形、ラピッドプロトタイピング技術の高度化等により、短期間の試作、量産化、多品種少量生産を実現する。

カ. グローバル競争に対応する成形及び焼結技術の向上によるコスト低減

設計・開発の技術、材料関連の技術、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。

(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

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。そのため、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、走行抵抗の低減が自動車産業の課題である。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となってきた。

自動車産業に対して構造材、機能部品を供給する粉末冶金事業者は、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。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 新動力の導入
- イ. 高付加価値化

②高度化目標

- ア. 材料複合化技術に資する粉末冶金技術の開発
- イ. 電導特性に優れた合金開発
- ウ. 高磁気特性の実現

2) 情報家電に関する事項

情報機器については、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への焼結金属部品の使用量が近年伸びている。また、家電においては、製造量は横ばいであるが、電動工具、電動歯ブラシ等の構造材に粉末冶金部品が多く用いられて

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。

これらは自動車部品と同様に、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. 短納期開発・フレキシブル生産
- ウ. 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. 後処理工程短縮等の向上
- ウ. フレキシブル生産に対応した成形技術の開発
- エ. 誘電特性の向上

3) 医療機器に関する事項

粉末冶金技術により製造される医療機器としては、粉末冶金製の手術器具、鉗子部品、歯科矯正用ブラケット、歯科治療器具、ファインセラミックス製の人工骨、人工関節等が挙げられる。高い安全性が要求されるこれらの製品は、高度な耐食性、強度、生体適合性等が求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高信頼性の実現

②高度化目標

- ア. 耐食性、強度、生体適合性の高い部材の製造技術の開発

4) ロボット、航空宇宙、エネルギー関連機器に関する事項

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、駆動部品に粉末冶金が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。

また、航空宇宙産業やエネルギー関連産業では、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粉末冶金部品が航空機の機体やエンジン、原子炉材等に多用されている。さらに、ファインセラミックスについては、廃ガスの浄化用触媒、廃液処理用フィルタ等、環境保全材料としての重要度も増している。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 極限環境に対する耐久性の実現

②高度化目標

ア. 対極限環境耐久性に対応する材料・製造技術の開発

2 粉末冶金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

粉末冶金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4点に集約し、以下に示す。

(1) 高機能化に対応した研究開発の方向性

①高強度化

高密度化のための原料、2P-2S（2回成形-2回焼結）工法、冷間・熱間加圧成形、温間成形、金型潤滑成形、焼結鍛造、転造加工、原料粉末

②高精度化

原料粉末の調整、高精度成形、高精度焼結・熱処理

③複雑形状化

粉末配合・充填、成形焼結、複合化、被削性向上

④軽量化

粉末を含む材料開発、薄肉成形

⑤小型化

微粉製造・活用、小型成形装置等の開発

⑥高磁性特性化

磁束密度向上、鉄損低減、最適設計

⑦その他特性の高機能化

表面硬化、防錆、多孔質応用、溶射等コーティング、高機能性を発揮するための粉末製造、傾斜機能材料作製、放電プラズマ焼結等新たな焼結

(2) コスト低減に対応した研究開発の方向性

①高速成形・焼結

②一体化成形

他素材との融合製造、接合

③少量生産

小ロット生産、安価金型、ラピットプロトタイピング

④加工レス

川下製造業者等との共同体制による設計システム、二次加工レス、ネットシェイプ成形、熱処理レス（焼結・熱処理の一体処理）

⑤不良率低減

成形クラック防止、焼結時の歪み防止、無偏析粉末、焼結組織安定化、評価設備、焼結シミュレーション

⑥自動化、生産速度の向上

自動化・可視化の向上、生産速度の向上

（３）短納期化に対応した研究開発の方向性

①立ち上がりリードタイム短縮

成形シミュレーション、製品設計・金型設計のデータベース化、三次元CAD・CAMの高度利用

②生産リードタイム短縮

ネットシェイプ・後加工極少化、脱ろう（脱脂）・高速焼結

（４）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

環境に優しい材料、省資源・リサイクル性向上、レアメタル代替材、トレーサビリティ、有害物質除去に活用できるバイオセラミックス、生物資源活用型セラミックス、高温構造材料・断熱材料・高熱伝導材料

②省エネルギー化

高熱効率焼結、電気炉以外の焼結、省エネルギー・省ガス炉運転、小型キャビティー内での高速焼結、成形多数個取り、高効率脱ろう（脱脂）

3 粉末冶金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）今後の粉末冶金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) 今後の粉末冶金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。

(七) 溶射・蒸着に係る技術に関する事項

1 溶射・蒸着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

溶射・蒸着技術とは、金属やセラミックス等の材料を、様々な熱源を用いて熔融し基材表面に吹き付けること又は堆積させることにより、材料に皮膜・薄膜を作る表面加工技術である。

具体的な手法としては、溶射技術に関しては、ガス式溶射（フレーム溶射、高速フレーム溶射等）、電気式溶射（アーク溶射、プラズマ溶射、線爆溶射等）、コールドスプレー等、蒸着技術に関しては、真空蒸着、スパッタリング等を含む物理蒸着（PVD：Physical Vapor Deposition）、化学蒸着（CVD：Chemical Vapor Deposition）がある。

溶射では、熔融可能な物質であれば溶射材料として利用可能であり、多様な材料を用いて溶射材料の組成を変化させることで、耐摩耗性や耐熱性等の様々な特殊機能を容易に組み合わせ付与できることが特徴である。蒸着に関しても、真空またはそれに近い環境で材料の蒸発が可能となる等の特性を活かし、金属を含む多様な材料による薄膜形成を実現している。そのため、基材の防食のほか、基材に耐熱性や電気特性をもたせる等の表面改質、摩耗に対する寸法復元等、様々な用途で利用されている。

溶射・蒸着技術の主な川下製造業者等の産業分野としては、半導体・液晶製造装置、電子デバイス・センサ、光学、自動車、航空宇宙、鉄鋼、製紙機械・印刷機械、産業機械、橋梁・鉄鋼構造物、医療等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

溶射・蒸着に関わる産業を取り巻く社会的、経済的環境は大きく変化しており、対応すべき新たな課題が提起されている。例えば、半導体・液晶製造装置の分野では不純物の混入を防ぐための皮膜形成に溶射技術が用いられており、溶射による皮膜の優劣が川下製造業者等における製品の品質に直結している。一方、太陽電池や半導体デバイスの製造工程において、有機材料や無機材料をCVDやPVD等で成膜して素子を形成することで、ナノメートルクラスの厚さのデバイスが実現可能となる等、デバイスそのもののイノベーションを担う技術として蒸着技術が注目されている。このため、多くの川下製造業者等から溶射・蒸着技術の高度化が強く望まれている。

(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. 生産性の向上

溶射・蒸着によって形成される皮膜・薄膜性能が川下製品の品質に大きな影響を与えており、生産性向上を実現する手段としての溶射・蒸着技術へのニーズが高まっている。

イ. 品質安定性の確保

川下製品の品質安定性を確保するために、皮膜・薄膜の特性を短時間で定量的に評価する手法の確立が課題となっている。

ウ. 長寿命化、維持管理の軽減

川下製造業者における設備や工具の長寿命化、維持管理の軽減を実現するための手段として、溶射・蒸着による皮膜・薄膜活用のニーズが高まっている。

エ. 用途に応じた皮膜・薄膜材料の適用

川下製造業者の用途に応じて、高い絶縁性の確保、生体との親和等、目的に応じて最適な材料を用いた皮膜・薄膜を実現することが求められている。

オ. 環境配慮の推進

溶射・蒸着作業に伴う環境への悪影響の防止、皮膜・薄膜の性能向上に伴う環境負荷の軽減等は、溶射・蒸着事業者に課される重要な課題である。

カ. 安全性の確保

溶射・蒸着による皮膜・薄膜が多く部の材の耐熱性、耐久性等を向上させる手段として利用されていることから、皮膜・薄膜の品質確保はそうした部材を用いた各種製品の安全性を担保する上での重要な課題となっている。

キ. 資源対応力の確保（多様化した原料の使用）

世界的な資源需要の高まりに伴い、川下製造業者等においてもリサイクル材料を含む多様な原料を利用する必要性に迫られている。溶射・蒸着技術を利用して必要な品質を担保することへのニーズが高まっている。

②高度化目標

ア. 皮膜・薄膜の諸特性の向上

皮膜・薄膜が備えるべき耐食性、耐熱性、熱遮へい性、低摩擦化、耐摩耗性、耐ビルドアップ性、耐高温腐食特性、耐エロージョン特性、グリップ性、耐衝撃密着性、光触媒性、親水性、はっ水性、電気絶縁性、電気導電性、電磁波遮蔽性等の特性の向上は、溶射・蒸着技術の高度化における代表的な目標である。

イ. 溶射・蒸着作業の高速性、歩留まりの向上

溶射・蒸着作業の生産性向上のため、作業の一層の高速性の実現や皮膜・薄膜に関する歩留まりの向上が挙げられる。

ウ. 溶射・蒸着管理技術の確立

溶射・蒸着技術に関する品質確保の手段として、溶射・蒸着管理技術の確立が求められている。

エ. 溶射・蒸着補修技術の向上

溶射・蒸着技術を防食や表面改質だけでなく、対象部材の補修技術として利用する場合の技術的機能の向上が求められている。

オ. 皮膜・薄膜の検査測定技術、寿命予測手法の確立

溶射・蒸着によって形成される皮膜・薄膜の検査及び評価手法、経年劣化に対する寿命の予測手法の確立、向上が求められている。

カ. 均一な皮膜・薄膜形成技術の確立

主に大面積の施工において、溶射による皮膜の均質性を確保するための技術の高度化が、蒸着では大面積への成膜に際する膜厚均一性や高速成膜技術等の高度化が、それぞれ求められている。

キ. 低環境負荷溶射・蒸着技術の確立

溶射・蒸着の材料物質の加工プロセス等で発生するガスや粉じんの低減技術の高度化が求められている。

ク. マスキング技術の向上

部分皮膜・薄膜形成のためのマスキング技術についても高度化が求められている。溶射・蒸着の微細化対応技術の向上により適用分野の拡大が期待できる。

ケ. 現地施工技術の確立

大規模部材に対する溶射を行うための現地施工技術の高度化により、溶射の適用範囲の拡大や生産性向上を通じたコスト低減等の効果が期待される。

(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) 半導体・液晶製造装置に関する事項

半導体産業においては、記憶容量の増大に伴う回路基板の微細化が進んでおり、特に、蒸着による回路形成の際に発生する粒子状物質について、従来は問題とならなかった微小粒子の混入防止が重要な課題となっている。また、液晶パネルの大型化に対する市場ニーズが高まっているが、装置の大型化に伴い、蒸着により発生する粒子状物質総量の増大が問題となっており、これを抑制する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. 回路基板の微細化

イ. 大型化

②高度化目標

ア. 皮膜・薄膜の耐プラズマ性、耐ガス性の向上

イ. 皮膜・薄膜の密着性、耐熱性の向上

ウ. 皮膜・薄膜の電気絶縁特性の向上

エ. 皮膜・薄膜の平滑性の向上

2) 電子デバイス・センサに関する事項

樹脂フィルム上に半導体や各種電池、センサ等を実装して電子デバイスとする技術は、従来にない用途を可能とするものとして今後の幅広い展開が期待されている。この実装手段としての蒸着技術に関する高いニーズが存在する。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 電子デバイス・センサで必要となる半導体等の多様な材料への対応

②高度化目標

ア. 膜厚精度の向上

イ. 成膜速度の向上

3) 自動車に関する事項

自動車に対する燃費規制、排ガス規制等の各種環境規制が厳しくなっている。自動車の燃費向上の観点から軽量化は重要な課題であ

り、エンジン主要部品についても、アルミダイキャスト等の軽量部材の採用が進んでいる。こうした軽量部材単体では、求められる材料特性（摺動特性、耐食、耐熱性等）を確保できない場合があり、必要な材料特性付与のための溶射・蒸着が求められている。特に、シリンダーボア等、従来の溶射・蒸着装置では皮膜・薄膜形成が困難な部位も多く存在するため、より狭隘箇所への溶射・蒸着が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 軽量化

②高度化目標

ア. 操作や制御の容易な溶射・蒸着手法の確立

イ. 狭隘箇所への溶射・蒸着による成膜技術の向上

4) 航空宇宙に関する事項

航空機産業においては、環境配慮や運行コスト削減に対するニーズが高まっており、航空機の燃費向上は重要な課題となっている。そのため、機体を構成する材料には軽量化、高強度化等の機能向上が求められており、アルミニウム合金やCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics）等の軽量材料の導入が進んでいる。航空機は過酷環境での使用となることから、こうした軽量材料に対して耐候性等の機能を付与することも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. 燃費向上

イ. 耐久性向上

②高度化目標

ア. 新規軽量部材への溶射・蒸着による成膜技術の確立

5) 鉄鋼に関する事項

鉄鋼分野においては、自動車用高張力表面処理鋼板、革新的電磁鋼板、スーパーメタル・ナノメタル等の高付加価値鋼材等の市場ニーズが高まっている。鋼材の高付加価値化に伴い鋼材品質を保つための生産設備に対しても、耐食性、耐熱性、耐摩耗性等の耐久性向上が求められており、溶射・蒸着技術に対するニーズが高まっている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 高付加価値鋼板の安定生産

②高度化目標

ア. 高温腐食条件下における皮膜・薄膜耐久性の向上

6) 製紙機械・印刷機械に関する事項

製紙業及び印刷業においては、環境配慮の推進のために古紙利用率の向上が進められているが、これに伴い古紙原料中に混じるインク、ごみ等のきょう雑物や、使用薬品の高性能化が必要となっている。そこで、使用薬品や不純物に対する皮膜・薄膜の耐腐食性、基材環境遮断性、汚れ防止性の向上を通じた、生産装置へ求められる品質を実現するための技術の高度化が求められている。また、近年、紙製品の品質向上に伴い、紙面へ様々な特殊加工がなされており、生産装置にはそれぞれの製品に対応した特性（皮膜・薄膜の紙馴染み性、紙離れ性、親水性、疎水性等の向上）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. 製紙工程における環境負荷低減

イ. 紙製品の品質向上（主に紙面への特殊加工）

②高度化目標

ア. 使用薬品や不純物に対する皮膜の耐腐食性、基材環境遮断性、汚れ防止性の向上

イ. 皮膜・薄膜の紙馴染み性、紙離れ性、親水性、疎水性等の向上

7) 産業機械（エネルギー、化学プラント、焼却炉等）に関する事項

革新的な生産プロセスの開発、エネルギーの高効率利用・生産に伴い、各種産業機械（エネルギー生産設備、化学プラント等）の使用温度が上昇する等、より高負荷条件での操業が求められつつある。こうした状況のもとで、溶射・蒸着による皮膜・薄膜に関しても、その耐熔融材料付着性、離型性の向上を実現するための技術の高度化が期待されている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 高温・高負荷環境対応

②高度化目標

ア. 皮膜・薄膜の耐熔融材料付着性、離型性の向上

8) 橋梁・鉄鋼構造物に関する事項

橋梁等では溶射の作業面積が大きくなるため、その品質を確保す

るためには均一な皮膜形成等、特有の高度な技術が必要となる。また、環境配慮の推進の観点から、橋梁や鉄鋼構造物に対する有害物質の不使用、さらには労働安全の観点も含め、溶射の現地施工における作業環境の向上が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 耐候性等の向上

イ. 作業環境の向上

②高度化目標

ア. 大面積への施工に対応した均一な皮膜形成技術の確立

イ. 皮膜の後処理技術の向上

9) 医療に関する事項

医療用人工部品（人工関節、義歯、医療用インプラント等）では、生体と接する部分で親和性の高いチタンやその合金、単結晶アルミナ、ハイドロキシアパタイト等を用いる。このとき、周辺との接合性を高めるために、表面を多孔質にする必要があり、こうした成膜を実現するための技術が求められている。また、コンタクトレンズ等においては疎水性樹脂素材は装着感を損なうため、CVD膜を成膜することによる親水性の付与が行われるが、こうした成膜技術の高度化が期待されている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 生体親和性の高い材料による成膜技術の開発

②高度化目標

ア. 親水性の酸素混合剤やDLC（Diamond like carbon）等による成膜技術の開発

2 溶射・蒸着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

溶射・蒸着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3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部材表面の機能付与（耐熱性、耐食性、耐摩耗性等）

溶射・蒸着材料の開発・組成最適化、溶射・蒸着材料の粒度調節（微粒化、粒径・粒子形状の制御）による皮膜・薄膜の気孔率制御、溶射・蒸着による成膜時の粒子の低温化・高速化等による材料抑制、

多層膜形成による多機能付与、絶縁性の高い材料による成膜技術の開発、仕上げ技術（表面研磨、表面粗化、熱処理等）その他の表面処理技術との複合プロセス

②基材の保護（外部環境からの遮断、密着性確保、表面硬化）

溶射・蒸着材料の開発・組成最適化、皮膜・薄膜のち密化、材料組成の傾斜化、多層膜、溶射・蒸着による成膜時の粒子高速化等による密着性確保、基材の前処理（表面粗度・硬度の調整等）、仕上げ処理（封孔処理、熱処理等）

（2）溶射・蒸着品質の信頼性の向上に対応した技術開発の方向性

- ①溶射・蒸着加工の自動化、高速化
- ②複雑表面、狭隘箇所
- ③膜厚精度の制御に関する技術開発
- ④皮膜・薄膜の品質安定化
- ⑤品質管理（非破壊検査技術等）
- ⑥信頼性の高い補修プロセス
- ⑦マスキング

（3）環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ①溶射加工における作業環境の改善（騒音、粉じん等の抑制）
- ②蒸着加工における除外装置の改善
- ③溶射・蒸着技術の効率の向上（材料、エネルギーの利用効率等）
- ④資源リスクの低減

3 溶射・蒸着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）今後の溶射・蒸着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) 今後の溶射・蒸着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。

(八) 鍛造に係る技術に関する事項

1 鍛造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

鍛造に係る技術（以下「鍛造技術」という。）とは、金属材料を機械・工具により加圧し、所要の形状・寸法に塑性変形する加工法である。

鍛造時の材料の流れを金型でどのように拘束するかによって、自由鍛造と型鍛造に大別され、後者については、閉塞鍛造（スウェージングを含む）、密閉鍛造、据込鍛造、押出鍛造、圧印（コイニング）と呼ばれる様式がある。また、通常、鉄鋼材料においては1000～1200℃に加熱し鍛造する熱間鍛造、室温で鍛造する冷間鍛造、熱間と冷間両者の中間温度の600～850℃に加熱し鍛造する温間鍛造がある。鍛造によって製造される鍛造品は、鋳造品や焼結品、板金品と比べて靱性と信頼性に優れており、最終製品の安全性等を支える重要な部位に用いられることが多い。

現在、我が国で実用化されている鍛造技術のうち、重要基盤技術として位置付けられるものとしては次のとおりである。

設計・開発技術としては、製品設計におけるコンカレント設計技術、CAD/CAM/CAE/ネット化技術、計測におけるレーザを利用した寸法計測、工程設計におけるヘリカル歯車工程・金型設計、逐次成形工程設計、金型設計における迅速な設計と鍛造製品精度を考慮した金型設計が挙げられる。

材料関連技術では、冷間鍛造用の介在物制御鋼、熱間鍛造用の高靱性非調質鋼、アルミ鍛造用の結晶粒微細化アルミ急冷凝固技術、高強度アルミ鍛造、航空機用のチタン合金の鍛造、耐熱合金の鍛造が挙げられる。

生産技術では、複雑部品（ギヤ等）の冷間鍛造、材質創成温間鍛造、融点直下超高温鍛造、複雑部品の接合鍛造が挙げられる。

なお、鍛造技術における主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、土木建設機械、重電機器、造船・産業機械・農業機械、航空機等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

設計・開発技術としては、製品設計における金型寿命の予測、鍛造品の画像処理3次元計測、板鍛造の工程・金型設計、工程や金型設計におけるデータベース整備が挙げられる。

材料関連技術では、冷間鍛造用の高強度材料、熱処理歪の小さい鍛造用鋼、熱間鍛造用の非調質鋼の変形抵抗データベース、アルミ鍛造用の耐熱高強度部品用アルミ、低価格な鋳造用マグネシウムの鍛造技術、不純物感受性の緩和技術が挙げられる。

生産技術では、公差数ミクロンの超高精度金型製作、DLC（カーボン硬質皮膜）による金型表面処理技術、サーボプレス技術の鍛造設備への高度利用、ゼロクリアランスプレスの利用技術、環境に負荷を与えない冷間鍛造潤滑剤が挙げられる。

（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. 高機能化

鍛造技術は鋳造技術等に比べて強靱な製品を得ることが出来ることから、鍛造品は機械製品の機能を支える重要な部位に用いられることが多い。ユーザーからの製品の高機能化に対応し、より高い精度や強度等の実現が鍛造技術には求められている。

イ. 環境配慮

鍛造業は製造工程の性格上、騒音や振動の発生を免れない。また、材料の加熱、熱処理に多くのエネルギーを必要とする。さらに、熱間鍛造で用いる黒鉛潤滑剤から発生する廃棄物は環境上問題となっている。環境への対応が重要性を増している中、鍛造業は騒音や振動、廃棄物の発生を極力抑えるとともに省エネルギー化に向けた努力を行い、環境負荷の低減、地域社会との共存、作業環境の改善を進めていくことが求められている。

ウ. 短納期化

製造工程の効率化を進めると共に設計・開発におけるITの活用を進め、短納期化への対応が求められている。

エ. 低コスト化

高歩留まりの技術開発、金型の寿命向上等によるコスト低減が求められている。

②高度化目標

ア. ニアネットシェイプ、複合一体化、組織微細化コントロール技術の向上

製品の高精度化、高機能化を実現するため、ニアネットシェイ

プ、複合一体化、組織微細化コントロールの技術の向上が求められる。

イ. 鍛造加工時及び仕上げ加工時の残留応力による変形防止技術の高度化

高精度の実現にとって課題となっている、鍛造加工時及び仕上げ加工時の残留応力による変形を防止する技術の高度化が求められる。

ウ. 機能材料の鍛造応用等の更なる技術向上

耐久性、振動・騒音の改善等につながる、複合一体化製品の機能付与向上技術の開発が求められる。

エ. 省エネルギー、環境調和性の向上

騒音や振動の低減、製造工程の省エネルギーの実現、環境負荷の小さい潤滑剤といった、省エネルギーと環境調和性を実現するための技術開発が求められる。

オ. 鍛造部品の開発期間短縮のためのCAD、CAMシステムやシミュレーション技術の高度化

鍛造部品の開発において多くの時間を必要とする金型製造の工程を短縮するため、CAD、CAMシステムをユーザーと統合する技術の開発やシミュレーション技術のさらなる高度化が求められる。

カ. 納期短縮のための受注生産と生産合理化システムの確立

ユーザーの短納期化の要望に対応するため、納期短縮のための受注生産と生産合理化システムの確立が求められる。

キ. 高精度化による後処理廃止

複雑形状のニアネットシェイプ成形鍛造技術を開発し、後処理廃止による納期短縮化とコスト低減を実現することが求められる。

ク. 量産品質の確保及び安定した供給体制を確立するための生産技術の構築

量産品質の確保及び安定した供給体制を確立するための生産技術の構築が望まれる。

(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

自動車業界は、燃料、資材価格の急激な変動や製造・販売のグローバル化の加速等、その事業環境は急激な変化を遂げている。そのような状況の下でも、燃費規制や排気ガス規制への対応は依然として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. 軽量化
- イ. 量産品のフレキシブルな供給

②高度化目標

- ア. 低燃費を可能とする新エンジン開発のための新素材・新構造鍛造技術の高度化
- イ. 量産品質の確保及び需要変動に対応できるフレキシブルな供給体制を確立するための生産技術の高度化

2) 土木建設機械に関する事項

土木建設機械業界では、多岐にわたる形状の中大型鍛造部品へのニーズが強く、これを実現するためのハンマー鍛造、型鍛造技術の開発が課題となっている一方で、日米欧市場が伸び悩み、新興国での大・中型機の需要が急増している。このため、ハンマー鍛造、型鍛造技術の国内での開発と、新興国での現地生産の重要性が共に高まっている。現地生産を拡大していく上では、材料の現地調達率を高める等コスト低減を積極的に図ると共に、現地特有のニーズに対応した設計開発を進めていくことが求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 国内における中大型鍛造部品の製造
- イ. 現地材の活用による中大型鍛造部品の製造
- ウ. 新興国での現地生産に対応した鍛造品の開発及び設計

②高度化目標

- ア. 中大型鍛造部品の多品種少量生産技術の開発及び多品種用段替え容易なリーン生産システムの確立・高度化
- イ. ハンマープレス工法とリングロール工法の生産性改善、鑄鍛プレス等の組み合わせ・切替えによる部品の機能向上とコスト低減
- ウ. 現地材を利用した新興国での土木建設機械用摩耗部品（ツメ等）のコスト／パフォーマンス向上
- エ. 不純物感受性を緩和した鍛造工程の確立・高度化
- オ. 新興国での現地生産に即応可能な鍛造品の開発と設計

3) 重電機器に関する事項

重電機器産業は、国内外の電力産業等に用いられる発送変電設備及び産業用電気機器を供給する産業であり、国内電力産業からは設備投資や公共投資等により一定規模の発注量がある。これに加え、経済活動の活発化するアジア諸国で電力需要が多くなっており、これに伴う海外からの受注増への対応が求められている。

重電機器産業の国際競争力強化のため、生産性の向上に加えて更なる技術開発による高付加価値化が求められている。また、地球環境問題の高まりを受けた風力発電等新たな需要への柔軟な対応が必要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（板もの素材の活用）

②高度化目標

ア. 板もの素材の鍛造品の実現

4) 造船・産業機械・農業機械に関する事項

造船業及び舶用工業は、四方を海に囲まれた我が国にとって、重要な輸送手段である海運を維持するために必須の基盤産業である。世界の新造船建造量は、近年過去最高を更新し、我が国造船業は不断の生産性向上努力により量・質ともにリーディングカントリーとしての地位を維持することが求められる。各種生産に係る産業機械は、貿易立国である我が国において重要な基盤産業であり、また、農業機械は今後課題となる食糧問題解決のために必要な産業であり、これら産業において用いられる鍛造部品も多い。

これらの部品として用いられる鍛造品についてもコスト削減、短納期化等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. 高機能化（成形技術の組み合わせ・複合化）

②高度化目標

ア. 成形技術を組み合わせ・複合化した鍛造プロセスの高度化

5) 航空機に関する事項

航空機において鍛造品は、ジェットエンジンのブレード等に用いられている。航空機の部材には軽量かつ高強度な性質が求められるため、高比強度のアルミニウム合金やチタン合金が使用される。また、

エンジン部品は高温で使用されるため超耐熱鋼が用いられる。これらの材料は難加工材であるため、荒鍛造して鍛流線を形成し、その流れを分断しないように機械加工する。この際、機械加工ロスを削減するためネットシェイプ化が急務である

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（高剛性、高比強度）

イ. 軽量化、ニアネット化

②高度化目標

ア. 超大型複雑形状品一体化鍛造技術の向上

イ. エンジン部品に使用する超耐熱鋼等難加工材鍛造製品の実現・高度化

ウ. 新素材の鍛造加工技術の向上

6) ロボット、情報家電機器等に関する事項

我が国の産業用ロボットについては、主要ユーザーである自動車産業及び電子・電機産業を中心に、製造業の様々な分野に普及している。さらに今後はサービスロボットの需要が伸長していくことが期待されており、これらを構成する部材には小型で高精密な鍛造品も多く用いられるものと考えられる。

一方、情報家電はモバイル化が進むと見込まれ、パソコンを筆頭とする情報機器は高強度、軽量・小型化に適した非鉄金属鍛造品の応用展開が見込まれる。

さらに、土木・建築関連部品、環境関連機器部品、リニアモーターカー部品、宇宙産業関連部品、医療福祉関連部品等でも鍛造技術が応用展開される。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 軽量化

イ. 高機能化（複合材の適用）

②高度化目標

ア. 薄肉・箱形形状等複雑形状鍛造品の実現

イ. 比強度が高いアルミニウム-リチウム合金、チタン合金、マグネシウム合金等の非鉄金属鍛造品に代表される高強度で小型化した鍛造品の実現

ウ. 複合材の適用によって、強度面、形状面で特徴を出した鍛造品の実現

2 鍛造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

鍛造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6点に集約し、以下に示す。

(1) 高機能化に対応した研究開発の方向性

①高精度化（形状精度自動制御可能金型システム）

②小型化・高強度化

鍛造性良好で高強度を有する鋼等材料、レアメタル削減・組成適正化と加工プロセス制御による高強度部品

③複合一体化

複雑形状のネットシェイプ成形、複合一体化製品の機能付与向上

(2) 軽量化に対応した研究開発の方向性

①アルミニウム鍛造品等の非鉄金属のコスト削減

素材・材料創製から鍛造までの一貫製造システム、材料歩留まりの向上

②チタン合金、マグネシウム合金等の非鉄金属の鍛造

材料及び鍛造技術の最適化

③薄肉成形

ハンマー型鍛造の高精度化

④中空化

新工法による成形、流動制御鍛造

⑤高強度・高靱性鋼材

高強度鋼材を用いた軽量鍛造品

⑥新素材

複合材料等の鍛造

(3) コスト削減に対応した研究開発の方向性

①複雑形状のニアネットシェイプ成形

サーボプレスを利用した高度加工、棒材の高精度美肌切断法

②金型寿命の向上

冷・熱間鍛造における高機能金型表面処理、潤滑の高度化

③効率化・省人化

ロボットの活用

④材料コストの削減・材料歩留まり向上

複合流動制御によるネットシェイプ鍛造、低コスト材料

- ⑤生産技術のハイサイクル化と設備の小型化・耐振化
- ⑥成形技術の組み合わせ・複合化
- ⑦素材形状の適正化
- ⑧要求機能に最も適合した鍛造品の開発

(4) 開発・生産のリードタイムの短縮、短納期化に対応した技術開発の方向性

- ①先行開発のユーザー及び鍛造メーカーの一体化
グローバルネットワークを活用した統合システム
- ②設計・製造プロセス最適化のための知能化・情報化
鍛造エキスパートシステム、金型寿命予測システム、シミュレーションを用いた予知
- ③新規開発時の品質保証のシステム化
性能品質の上下限值と製造条件の整合性システム
- ④鍛造金型の迅速製造
CAD・CAMシステムのユーザーとの統合

(5) 品質を具備した安定供給に対応した技術開発の方向性

- ①製品特性の上下限值の量産の中での厳密制御
- ②量産に先立つ鍛造品の規格内への造り込み

(6) 環境対応型工法、製品の技術開発の方向性

- ①社会的要請や制約への対応
加熱時等の高熱効率化及び表面酸化物の発生量低減
- ②生産変動への対応
鍛造ラインのフレキシブル化
- ③環境対応型鍛造品及びプロセス技術
燃料電池車、電気自動車用鍛造品の開発、潤滑剤レス、低騒音鍛造機等環境に優しく安全な鍛造プロセス

3 鍛造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) 今後の鍛造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) 今後の鍛造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。

(九) 動力伝達に係る技術に関する事項

1 動力伝達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

動力伝達に係る技術（以下「動力伝達技術」という。）は、機械の動力・運動エネルギーを伝達する技術であり、具体的には歯車、カム、チェーン、ベルト等の部品の組み合わせによって実現される。動力伝達技術は輸送機械、産業機械、航空機等に代表される機械及び装置等において動力伝達、回転軸の変換、回転速度の加減速等を行う基盤的な技術である。

動力伝達技術の主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、産業機械、建設機械、ロボット、事務機器及び発電等が挙げられる。これら川下製造業者等においては、より高精度、高強度、小型・軽量化、低騒音化等に対するニーズが高まっているところであり、特に大型歯車及びプラスチック歯車において高強度化、長寿命化の進展が顕著である。また、エネルギー関連産業等の新しい産業において活用される大型歯車においては、高強度化、長寿命化はもとより、振動、騒音の大幅な低減技術が望まれている。

また、近年、グローバル化の進展によって動力伝達技術の高度化のみならず、新興国との競争を想定した低コスト化が求められている。また、海外で事業を展開する際の国際規格批准への対応も重要な課題である。

(2) 当該技術の将来の展望

歯車及びチェーン等の動力伝達装置は継続的に使用されるため、高強度化、超寿命化、低騒音化及び低振動化に向けた研究開発が行われている。また、製品の高強度化・長寿命化のみならず、動力伝達装置の寿命診断技術も進展しつつある。現在、動力伝達装置の寿命診断は、主として熟練者の経験を基に視覚的、感覚的な判断に頼る部分が多いが、将来的には光（レーザ）等による表面把握技術を応用した非接触による早期損傷発見技術、早期損傷診断技術の開発が進められる。

今後は、IT技術を活用したシミュレーションの向上により、動力伝達装置の高精密化・複雑形状化の大幅な促進が見込まれている。また、IT技術は製造のみではなく、測定や品質管理にも導入され、より高付加価値な動力伝達装置が製造されるようになりつつある。

我が国の事業者は、新興国メーカーとの競争が厳しさを増していることから、高付加価値な動力伝達装置を製造する技術を高めていくと

ともに、柔軟な製造システムによって川下製造業者等からのニーズに
応えていく必要がある。

(3) 川下分野共通の事項

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. 低騒音化

動力伝達機構も含めた機械装置やその周辺環境に対する騒音規
制の厳しさが増している。また、より快適な作業環境の実現や使
用感の向上も重要な課題である。さらに、産業用ロボット等にお
いては低騒音化が機械の安全性に直接的に影響することから、動
力伝達技術の低騒音化への対応が必要とされている。

イ. 強度・耐久力の向上

我が国の製造業は、新興国との競争による継続的なコスト削減
を求められており、動力伝達装置の強度、耐久性の向上を通じた
コスト削減が求められている。また、川下製造業者等、消費者の
環境に対する意識の高まりにより、省資源化、省エネルギー化に
寄与する動力伝達装置の強度及び耐久力の向上に対するニーズ
が一層高まっている。

ウ. 高精度化

近年、川下製造業者等ではより高い付加価値を持った製品開発、
多様な製品開発が行われており、動力伝達事業者に対してもより
高い制御と高い動力伝達効率を実現する高精度化に対応した技
術が求められている。

エ. 生産工程の改善

我が国製造業では、継続的なコスト削減が行われており、生産
工程においては、動力伝達装置の加工工程の合理化等によるコス
ト削減、製造プロセスの改善による高品質化及び短納期化が強く
求められている。

オ. 小型・軽量化

川下製造業者等や消費者意識の変化によって、省資源・省エネ
ルギーに対する意識が高まってきている。そのような中、動力伝
達装置についても小型化、軽量化の課題及びニーズが高まってい
る。また、川下製造業者等のニーズの多様化により、より精密で

小型な動力伝達技術が必要とされている。

カ. 動力伝達装置の形状精度の測定及び解析技術の向上

動力伝達装置の小型化、軽量化、高精度化、多様な動力伝達装置の開発等に対応する測定技術の向上、国際規格等に対応するための品質解析技術が求められている。

②高度化目標

ア. 低振動・低騒音化のための技術の向上

動力伝達装置を起振減とする振動及び騒音を低減させる動力伝達装置が求められる。

イ. 高強度化のための技術の向上

動力伝達装置のサイズアップによらない高強度を実現する動力伝達装置が求められる。

ウ. 高精度化のための技術の向上

より高い制御と動力伝達効率を実現し、国際規格に準ずる高精度な動力伝達装置が求められる。

エ. 生産工程の改善

動力伝達装置の生産及び加工工程の合理化によるコスト低減、高品質化及び短納期化、試作等に対応するための柔軟な加工工程の実現が求められる。

オ. 小型・軽量化のための技術の向上

精密で小型な動力伝達技術及び省資源・省エネルギー化に資する小型・軽量動力伝達装置が求められる。

カ. 動力伝達装置の形状精度の測定技術及び解析技術の向上

動力伝達装置の形状、状態を把握する測定技術の開発と、動力伝達部品を組み入れたユニットを解析する技術の向上が求められる。

(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) 航空・宇宙産業に関する事項

航空・宇宙産業においては、防衛関連、民生航空機及び宇宙輸送機の高速度化や大型化、航行距離の長距離化等に伴って、軽量化、高強度化及び極限環境での使用に耐えうる設計や技術革新がなされている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 構造部材等の高機能付与

②高度化目標

ア. 新素材の加工技術の向上

2) 環境・エネルギー産業に関する事項

環境・エネルギー産業は我が国の戦略的な成長分野であり、動力伝達技術に関しても今後成長が見込める分野である。特に、風力発電装置については動力伝達装置が基幹部品となっている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 大型化

イ. 低騒音化

②高度化目標

ア. 大型化に対応した技術の向上

イ. 低騒音化に対応した技術の向上

2 動力伝達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

動力伝達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) 高精度化に対応した技術開発の方向性

①歯車の高精度加工

②非単純形状歯車

(2) 低騒音化に対応した技術開発の方向性

①面粗度向上

②ベルト、チェーン等の低騒音化

(3) 高強度化又は長寿命化に対応した技術開発の方向性

①歯車、チェーン等の高強度化又は長寿命化

②大型歯車等の高強度化

③プラスチック歯車の高強度化

(4) 生産の効率化に対応した技術開発の方向性

①工作機械の低コスト化

②歯車の高効率歯面研削技術等の生産能率の向上及び生産工程数の

低減

- ③難削材加工
- ④加工法の多様化・最適化
- ⑤シミュレーションの精度向上
- ⑥開発及び試作の短期化

(5) 測定技術又は品質管理技術の向上に対応した技術開発の方向性

- ①高精度歯車精度測定、高能率歯車精度測定
- ②品質管理の評価

3 動力伝達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) 今後の動力伝達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、関連企業、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) 今後の動力伝達関連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。

(十) 部材の締結に係る技術に関する事項

1 部材の締結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

部材の締結に係る技術（以下「部材締結技術」という。）は、部品と部品、部分と部分の被締結部を、ボルト、ナット、小ねじ、タッピンねじ、リベット、ピン等の部品を用いて締結する技術であり、締結機能を有する部品を総称して締結用部品という。主な応用分野としては、自動車、産業機械、情報家電、建物・プラント等の構造物、ロボット、医療、鉄道、車両、航空宇宙等が挙げられる。

部材締結技術は、機械の製造及び構造物の建設において、機械を構成する各部品及び構造物の各部材を結合する際に用いられる。

締結用部品による締結の特徴は、リベットによる接合の場合を除いて、組立て・分解が可能な点にある。部材締結技術は、様々な機械、自動車等の製造及び建築・土木等の構造物の建設に欠かせない重要な技術である。

(2) 当該技術の将来の展望

川下製造業者等においては、製品の高速化、高強度化、軽量化に加えて、製品の信頼性の向上が求められている。これらの要求に対して、締結用部品の製造事業者及び部材締結技術を提供する事業者は、締結用部品の高付加価値化、信頼性の付与等に応え、締結体の合理的で安全な設計及び部材締結技術の高度化が求められている。

特に、要求が高まっている技術として、新素材の利用を促進する難加工を克服する生産技術、締結用部品の高強度化・小型・軽量化技術、締結体の安全性・信頼性を向上させる技術等が挙げられる。また、様々な材料の被締結材を確実に締結し、締結機能を長寿命化させる高い信頼性を有する締結用部品の開発、締結技術・締結方法の開発が望まれている。

さらに、締結用部品の使用環境は多様化、極限化しており、疲労破壊、遅れ破壊、緩み等に起因する締結部の破断を防止する技術開発をさらに進めていくことも求められる。

(3) 川下分野共通の事項

当該技術の川下製造業者等が抱える共通課題及びニーズ並びにそれらを踏まえ中小企業者が行う研究開発の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. 軽量化

様々な機械製品は一様に軽量化が進む傾向にある。大量の締結用部品が使用されている輸送機械等では、締結用部品も強度を維持した上での軽量化が求められている。

イ. 新素材の部材締結

様々な機械製品において、軽量化や高機能化、高感性化等を目的にセラミックスや炭素繊維等新素材が多く用いられるようになってきている。こうした新素材の部材は締結が難しい場合が多く、このための技術の高度化が求められている。

ウ. 製品信頼性

締結用部品の緩みは締結体の深刻な事故の原因となることが少なくない。日本製品に対する高い信頼性を今後も維持していくためには、製品の締結部の強度設計と緩み機構、さらにその防止設計の技術を高めるとともに、締結用部品の品質とメンテナンス性の向上に努めることが重要である。また、締結用部品の品質を高めるだけでなく、締結用部品のトレーサビリティ向上に関するニーズも高まっている。

エ. 環境負荷の低減

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。このためリサイクル性に配慮した設計を行う等、環境負荷の低減は重要な課題となっている。特に、ねじ部品は分解可能な締結方法であるため、製品、部品及び部材のリサイクルへの一層の貢献が求められている。

オ. 生産性の向上

新興国のメーカーはコスト競争力に優れ世界的に市場を拡大している。労働コストが高い我が国製造業が競争力を維持し続けていくためには、限られた労働力で高い付加価値を生み出していく仕組みを構築することが不可欠である。締結用部品は機械製品の締結に多用されており、締結作業の効率化は、製品製造の生産性向上に大きくつながるものである。

カ. 高強度化

耐久性の向上及び軽量化、コスト削減に繋がる部材の高強度化は、様々な川下事業者で課題・ニーズとして具体化している。

②高度化目標

ア. 軽量化

機械製品の軽量化に資する締結用部品及び技術の開発が求められている。

イ. 新素材の部材締結技術の向上

新素材の部材を確実に締結するための締結用部品が開発が求められている。

ウ. 締結用部品の締付け技術の高度化

締結用部品の確実な締付けは緩みを原因とする製品の事故防止にとって重要であり、製品の信頼性向上に資するため、技術の高度化を一層進めていくことが求められている。

エ. 環境負荷物質を用いない締結用部品の実現

従来の締結用部品の表面処理には有害な六価クロムやカドミウム等が使用されていたが、こうした環境負荷物質を使用せずに耐食性、装飾性に優れた締結用部品の開発が求められている。

オ. 製品のリサイクル性の向上に資する締結用部品の実現

機械や構造物の解体にとっても締結用部品による締結は有用であり、資源のリサイクルを一層進めていくために、締結の高い信頼性を維持しつつ解体も容易な締結用部品の開発が重要となっている。

カ. 締結用部品の製造における省エネルギー技術の向上

締結用部品の製造においては、成形、熱処理、表面処理等の工程で多くのエネルギーを消費する。環境に配慮しつつ、製造プロセス全体のコスト低減を進めるために、省エネルギー技術の開発を進めていくことが求められている。

キ. 作業効率性の向上に資する部材締結技術の高度化

製品製造の生産性を向上させるため、締結作業の効率化が様々な機械製品の業界で進められている。新興国の技術的な進歩が著しい。我が国のものづくりの優位性を維持していくためにも作業効率性の向上に資する部材締結技術の一層の高度化が求められている。

ク. 高強度な締結用部品の実現

機械製品の耐久性の向上、部品点数の削減による軽量化、低コスト化等へ貢献する高強度な締結用部品の開発が求められている。

ケ. 製品のトレーサビリティの向上

使用の履歴を追跡する情報処理に資する締結用部品及び技術の開発に加え、締結用部品の生産状況のトレーサビリティを担保す

る納入システムの開発を行うことが求められている。

コ. 生産工程の改善

生産工程を改善することによって締結用部品の軽量化、品質の向上、高強度化等を実現するとともに、変種変量生産や短納期生産及び川下製造業者等の多様なニーズにこたえる事が求められている。

(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中小企業者が行う研究開発の高度化目標を以下に示す。

1) 自動車に関する事項

自動車産業の組立て現場は自動化、省力化が進展しているが、締結用部品による締結作業はインパクトレンチ、ドライバー等のハンドツールによるものが大半を占めている。コストダウンと高精度化への要求に対応していくために、更なる締結作業の効率化が求められている。また、遅れ破壊を起こさない高強度な締結用部品の開発も強く求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 締結作業の効率化

イ. 締結用部品の遅れ破壊の防止

②高度化目標

ア. 締結作業の効率化に資する締結用部品及び技術の向上

イ. 遅れ破壊が発生しない高強度な締結用部品の実現

2) 産業機械に関する事項

産業機械の生産では、構成部品を締結するために様々な締結用部品による締結が用いられる。特に工作機械においては、切削工程の省力化や高速作業等の厳しい要求仕様に対応する、高性能化、耐熱性、高強度化が求められている。また、建機等の産業機械においては、外力がかかる部分の高強度化とサイズダウンの両立に必要な締結部の剛性の向上、厳しい使用環境にも対応する耐熱性、耐寒性が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高強度化、耐熱衝撃性

- イ. 遅れ破壊の心配のない高強度化
- ウ. 耐熱、耐寒性の高い締結用部品

②高度化目標

- ア. 新素材による締結用部品の実現

3) 情報家電及び事務機器に関する事項

情報家電及び事務機器は筐体の軽量化、薄型化が進展しており、締結用部品はこうした部材に対応した特殊な形状が求められることが多い。また、プリント基板を固定するためには非常に小さい締結用部品が用いられるが、機器の小型化に対応するため締結用部品も一層の小型化、高精度化が求められている。さらに、磁気記録部分の固定には非磁性材料の締結用部品が用いられるほか、機器によっては容易に開閉が出来ないように特殊な駆動形体を持つ締結用部品が用いられることがある。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 薄板厚部材の安定した締結
- イ. 微細な部品の締結

②高度化目標

- ア. 特殊形状締結用部品の実現
- イ. 極微小な締結用部品の実現

4) 建物、プラント及び橋梁に関する事項

建物、プラント及び橋梁は風雨や直射日光、塩分等に晒される厳しい環境の下で長期間使用されることから、防錆や耐食性が強く求められている。また、橋梁の基礎等は巨大な荷重や応力に対応する必要がある、しかも高度な耐震性が必要とされることから、締結用部品には高い強度が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 防錆性・耐食性の向上
- イ. 耐震性の向上

②高度化目標

- ア. 高耐食性をもつ締結用部品の実現
- イ. 耐震性に優れた締結用部品及び技術の実現

5) ロボットに関する事項

我が国は世界最大の産業用ロボットの生産国であるが、今後はサー

ビスロボット（清掃、警備、介護等に使用されるロボット）の需要の増加が見込まれている。サービスロボットは、安全性、信頼性、利便性に係る技術的な要求水準が、従来の産業用ロボットに比べてさらに高く、またコンパクトな筐体に多くの機能部品を格納することが求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 省スペースへの寄与

②高度化目標

ア. 特殊形状をもつ締結用部品の実現

6) 医療に関する事項

医療用の締結用部品の材料には低密度、優れた耐食性、高強度、高い生体適合性、核磁気共鳴画像法（MRI）による診断に対応できる特性が求められている。

我が国において高齢化が進展する中、人工関節等インプラントに対する需要は今後拡大が見込まれるが、その市場では米国を始めとする外国製品が高いシェアを占めている。こうした中、国産品のシェア拡大のためには、インプラントに用いられる医療用の締結用部品の更なる性能向上が重要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. インプラント等における患者の負担軽減

②高度化目標

ア. チタン合金等の生体への負担が少ない締結用部品の製造技術の高度化

2 部材締結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

部材締結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6点に集約し、以下に示す。

(1) 高強度化に対応した技術開発の方向性

①締結用部品の高強度化

②高強度化に伴う遅れ破壊を起こさないという保証を与える評価方法

(2) 新素材に対応した技術開発の方向性

①高強度アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン合金、樹脂・複合材等の新素材部品の締結

(3) 締結用部品の締付けの高度化に対応した技術開発の方向性

①締付け確認方法

②安定した軸力を導入する表面処理・潤滑剤

③非鉄金属部材、異種金属部材、樹脂構造部材等の締付け

(4) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

①有害化学物質の不使用

②製品のリサイクル性向上

③締結用部品及び材料の製造過程における省エネルギー化

(5) 締結機能の向上に対応した技術開発の方向性

①組立て及び施工の作業効率性向上

②緩み防止

③締結用部品の情報化

④耐食性の向上

⑤マイクロ締結用部品

⑥樹脂部材締結

⑦特殊形状締結用部品等による締結機能向上

(6) 締結用部品の製造工程の高度化に対応した技術開発の方向性

①締結用部品製造工程の低コスト化

②締結用部品の品質管理

3 部材締結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) 今後の部材締結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) 今後の部材締結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。

(十一) 鑄造に係る技術に関する事項

1 鑄造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

鑄造に係る技術（以下「鑄造技術」という。）とは、鑄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加工法をいう。

鑄造技術は、熔融金属を鑄込む鑄型の種類により砂型鑄造法、金型鑄造法、特殊鑄造法に分類され、さらに鑄造法により重力鑄造法、低圧鑄造法、高圧鑄造法、精密鑄造法等に分類される。その中でも、高圧鑄造法についてはダイカストと呼ばれる方法がある。鑄造法の最大の特徴は、熔融金属を用いることにより自動車のエンジブロック等の複雑形状品を一体で成形可能な点である。鑄造技術における主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、工作機械、建設機械、家電、重電機器、環境機器等が挙げられる。

現在、我が国で実用化されている、又は研究開発段階にある鑄造技術のうち、重要最先端技術として位置付けられるものは以下のとおりである。

設計・開発の技術としては、CAD/CAM/IT技術等を活用した設計－製造一貫システムに代表される3次元データ一貫システムが挙げられる。

材料関連の技術では、鑄造の原料地金は殆どがリサイクル品であることから、材料の不純物除去あるいは不純物感受性緩和技術が重要であり、材料の機能化技術、天然砂の代替技術（高機能人工砂の活用）、非熱処理型アルミニウム合金及び新材料開発技術（アルミニウム、チタン、マグネシウム等）が挙げられる。

生産技術では、新球状黒鉛鑄鉄の溶解、複雑形状部品の一体成形技術、超大型品の鑄造技術、高精度CAEシステム、ニアネットシェイプ技術、新しい造型法（凍結鑄型、多糖類中子、スチーム中子等）、崩壊性砂中子、精密鑄造の大量生産技術、セミソリッドプロセス、高真空ダイカスト、熱回収技術及び工程管理技術が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

設計・開発の技術としては、流体に比して動きが複雑であることから解析が難しい鑄型内への砂の充填シミュレーションが挙げられる。

材料関連の技術では、鑄物の品質低下につながる不純物元素への対応が急務となっている。近年、高張力鋼板の性能向上に伴い、溶解材料に自動車のボディ鋼板のスクラップが多用されるようになり、鉄鑄

物の溶湯に含まれる不純物元素が増加している。また、アルミニウム合金鋳物についても、アルミニウム合金のリサイクルの進展に伴い溶湯に含まれる不純物元素が増加している。したがって、今後、材料の不純物除去あるいは不純物感受性緩和技術をさらに高度化していくことが望まれる。

生産技術では、鉄系原料において不純物元素の1つであるマンガンを除去する溶解プロセス、作業環境改善につながるパワーアシスト技術、上・下砂鋳型をプレスして鋳造する砂型プレスキャスト法製造プロセス等の実現が望まれる。

また、工程管理及び品質保証技術の観点から、製品の個別識別並びに製造履歴の照会を可能とするトレーサビリティ技術の開発が望まれる。

(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. 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。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、リサイクル地金を多用した場合においても部材の強化が求められる。また、鋳造品は機械製品の様々な部位で用いられていることから、材料関連の技術により、耐摩耗性、耐圧性、耐焼き付き性、耐熱性、耐食性、耐候性、長疲労寿命等、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。

イ. 高機能化

機械製品を構成する構造材料については、強度に加え、振動減衰、低熱膨張等の機能が求められるようになってきている。特に銑鉄鋳物は、黒鉛が振動をよく吸収することから振動減衰性に優れており、この特性を活用して輸送機械のブレーキの鳴き防止効果の向上等が期待されている。また、低熱膨張鋳鉄は、超精密機械の構造材としての活用がさらに増大することが期待されている。さらに、アルミニウム合金のめっきや陽極酸化処理等の表面処理も重要度を増している。

ウ. 複雑形状化

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複雑化を増している。鋳造技術は複雑形状品の低コストな量産に適しており、一層の伸長が求められている。

エ. 小型化・軽量化

小型化・軽量化は輸送機械の運動性能や燃費に直接関係し、乗り心地や操縦安定性の向上につながることから、関連する産業においては部材への軽合金の採用、部材の一体成形化等による軽量化、高強度材料の採用による小型化等が求められる。特に、自動車産業向け鋳造品では、鋳鉄からアルミニウム合金へ材料の転換が進んでいるほか、鋳鉄を含むすべての鋳造品において、薄肉化や他部品との一体化、鋳包み等の複合化鋳造による軽量化及びCAEを活用した最適設計が求められている。

オ. 環境配慮

鋳造技術は材料にスクラップ材を多く使用することが可能であり、リサイクル性に優れた技術であるが、溶解に大量のエネルギーを要することから、省エネルギー化を進めることによる環境負荷の低減が求められている。また、磨耗した砂（排砂）や溶解で発生するノロ等廃棄物が多く発生するプロセスでもあり、廃棄物の低減も大きな課題である。さらに、製造工程で発生する騒音や振動等の低減によるクリーンファクトリーの実現は、作業環境の改善のみならず地域社会との共存の観点からも重要な課題である。一方、スクラップ材の活用は材料に混入する不純物元素の増加という問題があり、材料の不純物除去あるいは不純物感受性緩和技術の開発が大きな課題となっている。

カ. 低コスト化

新興国における鋳造メーカーも技術力を向上させており、製品の歩留まり向上や生産性向上、エネルギーの低消費等を実現する低コスト化技術の開発がますます重要となっている。

キ. 短納期化

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。

ク. 美的価値の追求

鋳造は大型部品に曲面の形状を付与する上で優れた技術である。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鑄造技術の新たな用途を生み出すことが期待される。

②高度化目標

ア. 長寿命化に資する技術の向上

耐摩耗性、耐圧性、耐焼付き性、耐熱性、耐食性、耐候性、疲労寿命の向上に向けた材料関連の技術が求められる。

イ. 高機能化に資する技術の向上

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が求められる。

ウ. 小型化・軽量化に資する技術の向上

鑄造品特有のリブの付与や中空化等の手法を活用し、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にかかる技術等の向上。現状では鑄造不可能な高強度材料の鑄造技術が求められる。

エ. 品質の保証及び向上に資する技術の確立

設計・開発の技術、材料関連の技術及び生産技術の向上。また、これらを実現し、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の確立が強く望まれている。

オ. コスト低減に資する技術の向上

コスト低減に向けた、鑄造品の最適設計と従来技術では実現不可能な形状を付与する技術の開発、材料関連の技術及び生産技術等の向上が求められる。

カ. 短納期化を実現するための技術の高度化

設計・開発、工程管理へのITの積極的導入、RP（ラピッド・プロトタイピング）の活用、CAE（構造・応力・湯流れ・凝固・鑄型内の砂の充填シミュレーション等）RPのRM（ラピッド・マニファクチャリング）への活用によるリードタイムの短縮等に関する技術が求められる。

キ. 環境配慮に資する技術の向上

溶解工程の省エネルギー化、産業廃棄物の排出量の低減、騒音や振動等の低減によるクリーンファクトリー化が課題となっている。解決手段の一つとして、クリーンファクトリー化の観点から人工砂の採用が拡大しつつあるが、最大の問題点はコスト及び鑄造模型の消耗でありこれらの技術開発が望まれている。

また、鉄鋼産業や非鉄金属産業では高強度化・低価格化材料の

開発が進んでおり、製造工程で多くの微量元素の添加が行なわれる。これらの材料はリサイクルされ鋳物工場の原料として使用されるが、合金元素は鋳造業界では新しい鋳造欠陥の発生要因となる場合があり、これら不純物元素の除去あるいは感受性緩和技術の開発が重要な課題となる。

ク. 複雑形状化に資する技術の向上

複雑形状化に適した設計・開発の技術、鋳造性の向上技術及び生産技術の向上、鋳造割れ対策、湯流れ性向上技術が求められる。

ケ. 美的価値の向上に資する技術の確立

金属特有の光沢や質感を活用した機能美を追求するため、新しい形状を付与する鋳造技術の開発及びめっきやアルマイト等の表面処理による新たな美的価値向上のための技術が求められる。

(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

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. 新素材への対応

イ. マルチマテリアル化への対応

②高度化目標

ア. 材料複合化技術に資する技術の向上

2) 工作機械に関する事項

工作機械は、長年にわたって曲げ、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る。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。

国内の工作機械産業からは、鋳造事業者の供給能力の維持、向上が

求められている。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、工作機械の構造体である鋳造品については、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、構造も複雑化している。近年では世界的景気減速による設備投資の減少があり、工作機械メーカーからはさらに高い生産性やコストダウン等への対応を要請されることが予想される。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高機能化（熱処理への対応）

②高度化目標

ア. 表面焼入れ等の熱処理に対応可能な鋳造品の実現

3) 家電に関する事項

家電で用いられる鋳造品は、ダイカストにより生産された製品が中心である。DVDプレーヤ筐体、LED電球筐体、種々の熱交換機用ヒートシンク等の薄肉製品等ではアルミニウム合金ダイカストが、カメラ用部品、ギヤ、レバー類の小物部品等では亜鉛合金ダイカストが、ノートパソコン、プロジェクター等の薄肉・軽量の筐体関連等ではマグネシウム合金ダイカストがそれぞれ用いられている。

家電産業では、中国を中心とする海外への生産シフトがみられ、部材についても現地調達ニーズが増加している。さらに、従来鋳造によって成形されていた部材についても、コスト低減のため樹脂成形やプレス成形による生産が増加している。一方、国内での生産は高級品にシフトしているほか、試作レベルの少量生産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. 微細加工化

②高度化目標

ア. 放熱特性に優れた合金を使用した技術の向上

イ. 微細加工に資する技術の向上

4) 重電機器、環境機器に関する事項

重電機器、環境機器は、新興国を中心とした今後の世界的なエネルギー需要の増加への対応、エネルギー効率の向上、劣悪環境下での使用に耐えること等が要求されてくる。

重電機器、環境機器産業では、化石燃料の枯渇問題・人口増加問題

・BRIC s 諸国の成長と地球環境問題から、化石燃料のより効率的な使用・自然エネルギーの利用等への転換が求められている。そのため、これらの川下製造業者は、鋳物部品を供給するメーカーに高性能・高機能化や、需要増に対する生産能力向上等を求めてきている。発電用ガスタービンにおいては、エネルギー効率を向上するため、より高温燃焼に耐え得る中子による空冷機能を備えた単結晶大型ガスタービン翼の開発が望まれている。風力やディーゼル発電装置メーカーからは、大型鋳物に対する安定供給と品質向上が望まれている。また、世界的な水資源に対する枯渇問題や砂漠化及び環境問題から、水のリサイクルや輸送及び海水の淡水化に必要な大物鋳物の安定供給と品質向上が期待されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 大型化

②高度化目標

ア. 大型鋳物に関する生産性の向上

5) 航空機、生体材料製造等に関する事項

建設機械の生産は海外需要を中心にここ数年急増しており、鋳物の海外現地調達も進展しているが、キーパーツに用いられる摺動特性の良い鋳鉄や油圧モータ部品については日本製に頼らざるを得ない。船舶には安全性の確保及び生産性の向上の観点から、鋳造製品の高機能化、短納期化等が求められている。

航空機業界には、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。また、ロボットは製造業の現場のみならず今後あらゆる場面で活用されることが期待されているが、そこに用いる材料は軽量性、運動性が必要となり、精密性に伴って剛性も要求される。さらに、サーボ機構等でその動作が制御されるため、材料には被制御性も要求される。

また、高齢化社会に伴い人工骨や人工関節、インプラントに代表される生体材料製造のための精密鋳造技術の開発は将来有望な分野である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 航空機部材の軽量化及び信頼性の確保(部材の一体化)

イ. 生体用部材の安全性と信頼性の確保

②高度化目標

ア. 航空機部材の一体化に資する材料及び技術の高度化

- イ. 生体用としての安全性確保に資する材料及び技術の高度化
- ウ. 人工関節等の耐摩耗及び信頼性向上に資する材料及び技術の高度化

2 鑄造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

鑄造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4点に集約し、以下に示す。

(1) 高付加価値化に対応した技術開発の方向性

- ①振動減衰性の向上
- ②剛性及び靱性の向上
- ③耐摩耗性の向上
- ④耐熱性及び耐焼付き性の向上
- ⑤耐食性の向上
- ⑥低熱膨張性の向上
- ⑦精密鑄造技術を活用した大量生産
- ⑧複雑形状及び一体成形
- ⑨機能美の向上
- ⑩信頼性の向上
- ⑪大型化の実現
- ⑫放熱特性に優れた合金の実現
- ⑬疲労寿命の向上
- ⑭マルチマテリアル化
- ⑮産業用ガスタービン大型単結晶翼
- ⑯人工関節等の生体用機能部品

(2) 軽量化に対応した技術開発の方向性

- ①薄肉化
- ②アルミニウム・マグネシウム化
- ③ダイカストの高品質化
- ④新材料

(3) コスト低減と短納期に対応した技術開発の方向性

- ①既存の生産活動の改善
- ②新たな鑄造法の構築

- ③ I T の活用
- ④ 省エネルギー化
- ⑤ 高効率・省エネルギー溶解
- ⑥ 少量生産
- ⑦ サイクルタイム短縮
- ⑧ 簡易金型
- ⑨ 材料の不純物除去、不純物感受性緩和

(4) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ① 鉄・アルミニウム・銅等のリサイクルのための不純物除去と無害化
- ② 砂型造型
- ③ 天然特殊砂の人工砂への代替
- ④ ラピッドプロトタイピング
- ⑤ 廃棄物削減
- ⑥ レアアース（メタル）削減のダクタイル鋳鉄製造
- ⑦ 作業環境の改善
- ⑧ その他環境配慮

(5) I T 化に対応した技術開発の方向性

- ① 技能のデジタル化
- ② 設備及びシミュレーション
- ③ 設備、鋳型の知能化
- ④ トレーサビリティの構築
- ⑤ 検査の自動化
- ⑥ データベース構築

3 鋳造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) 今後の鋳造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。その際、公設試験研究機関、大学は要素技術の研究開発を積極的に進め、継続的に技術革新を図ることが望ましい。

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、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 casting 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。

(十二) 金属プレス加工に係る技術に関する事項

1 金属プレス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

金属プレス加工に係る技術（以下「金属プレス加工技術」という。）とは、加圧装置であるプレス機械によって金属材料を金型面に押し付け、金型形状を金属材料に転写する加工法であり、量産性及びコスト競争力に優れた技術である。金属プレス加工技術におけ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、ロボット、医療・福祉・バイオ関連、電池等が挙げられる。

金属プレス加工には様々な加工形態があり、素材を金型に強く押し付け分離させるせん断加工、金属板を折り曲げて立体的な形状にする曲げ加工、金属板をパンチの力で金型キャビティー内に送り込みカップ形状等を成形する絞り加工及び板材を板厚方向に圧縮加工するコイニング加工等がある。

自動車を始めとする川下製造業者等のグローバルな競争の激化に対応して、コンカレント設計やCADによるソリッド設計の普及・拡大が進んでおり、成形シミュレーションの高度化によるスプリングバックの解析等を通じ設計・開発期間の短縮化を実現している。また、歯形成形、板鍛造、シートハイドロフォーミング、チューブハイドロフォーミング、インクリメンタル成形等の新しい成形・加工技術の開発・実用化も進んでいる。

(2) 当該技術の将来の展望

今後は、ネットシェイプ成形の本格的な導入促進に向けて、設計・開発技術ではシミュレーションの精度及び範囲がさらに向上すると予想されており、材料・金型・プレス機のフルシミュレーション、多工程成形の一貫成形シミュレーション等の開発が期待されている。また、これまで試作代替技術として適用が進められてきたシミュレーション技術と最適化技術を融合させた知能付加シミュレーション技術をさらに高度化し、成形不良の発生を抑制する成形条件及びプロセスを自動検討する技術の進展も期待されている。

材料関連技術では、高潤滑無機被膜（GA軟鋼板）、DP鋼、TRIP鋼、BHT鋼等、さらに中・厚板では成形性の高い特殊鋼、アルミニウム、チタンやマグネシウム合金等の軽量材等、新しい材料に対応した成形・加工技術の開発・実用化が不可欠となっている。ハイテン材（高張力鋼板）については、今後も更なる高強度化が進むと予想

されている。また、将来的には高ひずみ速度でも超塑性を発現する材料等が実用化に至ると考えられており、これらに対応した金属プレス加工技術の開発が求められる。

生産技術では、高精度複雑形状のネットシェイプ化、ハイテン材及び軽量化難加工材成形の高度化、不良率ゼロを目標とする場合の自動検査、インプロセスの補正技術等が期待されているほか、環境に対応したエコプレスや、製品精度の向上を重視した微細成形プレスの実用化も期待されている。

(3) 川下分野横断的な共通の事項

我が国の製造業の現状を俯瞰すれば、リスクに対応するサプライチェーンの強化、原油・原材料の大幅な価格変動と安定確保の難しさ、製造・販売のグローバル化の加速、昨今の経済情勢の著しい変化等の諸問題の影響を受け、製造業者は厳しい立場に置かれている。また、プロセス・イノベーションの視点からはトレードオフになりがちな成形性や金型寿命の向上と生産性や環境負荷低減等の全体最適化を目指す高度知能化プレス成形システムや製品の種類、生産量の変動やリードタイムの短縮等に迅速に対応するオンデマンド生産体制が求められている。

当該技術の川下製造業者等が抱える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

金属プレス加工部品には、より複雑形状で高い精度や強度等が求められる。

イ. 小型化・軽量化

金属プレス加工部品はプラスチック成形品と競合する場面が多くなり、より高精度、微細な成形が求められるほか、成形が難しい軽合金の成形等が求められている。

ウ. 環境配慮

小型化・軽量化や長寿命化への対応に加え、プレス加工の工程で発生する騒音や振動、廃棄物等の低減、省エネルギーに向けた金属プレス加工技術の高度化も、環境配慮の観点から重要な課題である。

エ. 低コスト化

金属プレス加工技術は高い量産性と成形のコストダウンに優れた技術であるが、今後更なる生産性向上を図ると共に、切削等他の成形加工からの金属プレス加工への置換及び品質管理を含めた生産プロセスの高度な自動化を実現することにより、川下製造業者等からのコスト低減要求に対応していくことが求められる。

オ. 短納期化

成形ラインの迅速な立ち上げや多数工程の組み合わせからなる成形工程の短縮化及び複雑構造化する金型の製作の効率化により、生産を効率化し短納期化を進めることが求められる。

②高度化目標

ア. プレス機械及び金型技術の向上

金属プレス加工の生産性の向上、寸法精度の向上、型寿命の延長、加工工程数の削減や騒音の低減等に向けた、プレス機械の高精度化、剛性の向上、運転性能の向上、知能化等の高機能化が求められている。サーボプレスや高速フルオートプレスの実用化に加え、今後は超高精度・高剛性プレスや環境に対応したエコプレス、製品精度の向上を重視した微細成形プレスの実用化が期待される。また、金型についても寿命予測等に向けた技術の高度化が求められる。

イ. バリ及びかす上がりの抑制技術及び自動処理技術の向上

製品の高機能化に対応した微細加工技術の向上のためには、バリやかす上がりの抑制技術及び自動処理技術の向上が重要な課題である。

ウ. 難加工材の成形技術の向上

製品の軽量化の流れに伴い、アルミニウムやマグネシウム、チタン合金等の軽量化難加工材成形のニーズが高まっており、これに対応したプレス加工技術の高度化が望まれている。自動車の車体部品においてハイテン材に対応した生産技術の開発とその実用化が進んでおり、今後はハイテン材成形の高度化やスプリングバックの検出が期待されている。また、機能部品（ばね、スプリング等を含む。）には特殊鋼等の高精度加工が求められている。

エ. 環境配慮に対応した技術の向上

金属プレス加工工程における洗浄工程の削減、潤滑剤使用量の低減は重要な課題である。また、プレス機械についても省エネルギー化を進めることが望まれる。

オ. 金型・工具の高機能化及び耐久性の向上

プレス加工製品の低コスト化を図る上では、生産工程で用いる金型や工具の高機能化及び耐久性の向上により、金型のメンテナンスに要する工数を低減させていくことが重要である。

カ. 自動検査やインプロセス成形条件の補正技術の確立

金型精度の検査やプレス加工後の製品の検査の自動化、あるいはプレス機械、金型による成形条件や潤滑条件補正の自動化により、製品の品質化とコストダウンにつながることを期待できる。

キ. ITを活用した生産技術の向上

3次元CAD/CAMシステム、シミュレーションの活用により、プレス加工のトライ、修正期間の短縮化が実現されている。今後、適用範囲の拡大や最適化技術との融合等によりシミュレーション技術を高度化し、更なる解析精度の向上及び事前検討工数の削減が望まれる。

ク. 板鍛造プレス技術の向上

板鍛造は、従来、切削等で加工されていた部材をプレス加工に置き換え、大幅なコストダウンと短納期化の実現が期待できる技術である。板鍛造プレス技術を高度化させ、より複雑形状の製品の生産に適用することが求められる。

(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

各国において環境保護の観点から自動車に対する燃費規制、排気ガス規制等の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企業の競争力を大きく左右する状況となっている。このため、自動車の軽量化、次世代自動車においてはハイブリッドシステムの効率向上、バッテリー、モータその他電子機器の効率向上等が必要となる。

また、自動車が本来持つ機能上の付加価値を創出すること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のリサイクル性等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. 複雑形状化・一体成形化
- イ. 衝突時の安全性向上
- ウ. 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成形技術及び一体成形技術の構築
- イ. シミュレーション技術と融合させた高度知能化プレス生産システムの構築
- ウ. テーラード blanks 材の成形やハイドロフォーミング成形等の成形技術の向上
- エ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等を可能とする技術の向上
- オ. 材料歩留まりの向上に寄与する技術の高度化
- カ. フレキシブル生産に対応したプレス加工技術の高度化

2) 情報家電に関する事項

情報技術の進展や製品の高機能化により、電子部品の高集積化・高密度化が進展しており、精密化や微細化に対応した製造技術を確立していくことが必要となっている。また、微細化された電子部品等の稼働時の発熱等にも対応していく必要がある。

携帯電話やモバイルパソコン等については、小型化・軽量化を始め、多様化する嗜好への対応が必要となる。家庭内機器においては、小型化・軽量化に加え、省エネルギー対策・静音化への対応も必要である。また、顧客ニーズへ迅速に対応するために、短納期開発・生産が必要となるとともに、近年ではリサイクル性等、環境への配慮も必要となっている。さらに、グローバル化に伴うコスト競争は極めて厳しいものがあり、コスト低減の不断の努力が求められている。

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. 静音化・高放熱化
- ウ. 複雑形状化

②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上
- イ. 化粧鋼板等の表面性状を損なわない板成形技術の向上
- ウ. 複雑3次元形状等を創成する成形技術の向上
- エ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

- オ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等の実現
- カ. 材料歩留まりの向上に寄与する技術の高度化

3) ロボットに関する事項

ロボット分野では、高度な知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ロボットの更なる高度化と活用範囲の拡大が求められている。また、今後、需要の増加が見込まれるサービスロボット（清掃、警備、介護等に使用されるロボット）は、安全性、信頼性及び利便性に係る技術的な要求水準が、従来の産業用ロボットに比べてさらに高いことから、要素技術の高度化が必要である。

また、ロボットの電源としてマイクロ燃料電池の実現や移動時の負荷軽減のため、ロボットの軽量化や小型化等も求められる。さらに、ロボット市場の確立の見通しが明確でないことから、中量・多品種生産と低コスト化等に対応した製造技術の開発が求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 安全性の向上
- イ. 高耐久性・高信頼性の向上

②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上
- イ. 複合加工、部品組み立て及び工程短縮等を可能とする技術の高度化
- ウ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

4) 医療・福祉・バイオ関連に関する事項

医療・福祉・バイオ関連では感染防止等の観点から、使い捨て製品が普及しており、特に人体に接触するものは安全性、リスク低減の観点から、今後も使い捨て製品の利用増加が見込まれる。より一層の安全性向上・リスク低減のためには、医療処理具等のコスト低減が求められており、近年、金属プレス加工事業者の本分野への参入意欲は強くなっているもののこのコスト低減が大きな問題となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高衛生・信頼性・安全性の保証
- イ. 身体親和性向上

②高度化目標

- ア. 精密・微細加工技術等の向上

- イ. 洗浄工程の削減及び潤滑剤使用の低減
- ウ. 中量・多品種生産に対応した成形技術の実現

5) 電池に関する事項

二次電池はケースや防爆機能部材（リチウムイオン電池）、燃料電池はセパレーター等を量産する際のプレス加工法や成形システムが求められている。

次世代のハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気、燃料電池の自動車は、近年、市場化に向けて大きく進展しており、バッテリーの低コスト化と小型化・高出力化が極めて重要である。さらにスマートグリッド化から家庭用蓄電システムのバッテリーも必要になる。これらの本格的な普及に向けては、二次電池や燃料電池等の大量生産に向けた生産システム・技術等により低コスト化を図り、エネルギー効率や耐久性等の性能向上及び長寿命化の課題を克服していくことが必要である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高出力化
- イ. 精密化・微細化
- ウ. 安全性の向上

②高度化目標

- ア. 箔の成形技術の構築
- イ. 矩形等の長筒形状の高精度成形技術の向上
- ウ. 精密・微細加工技術の向上

6) エネルギー、環境配慮型機器、産業機械等に関する事項

風力発電、太陽光発電や電池、LED等の環境配慮型機器の開発や産業機械、家具・建築関連、事務用機器、厨暖房機器、農業用機器、精密機器、輸送機械等の高度化や低コスト化、短納期化の要求に伴って、生産工程の高度化や効率化を図っていくことが重要である。また、循環型社会構築のためにリサイクル性等、環境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. 機能向上
- イ. コンパクト化
- ウ. 高出力化
- エ. 軽量化

オ. 高リサイクル化

②高度化目標

- ア. 複雑形状部品の成形性向上
- イ. 微細形状の成形技術の向上
- ウ. 薄肉材料の成形技術の確立・高度化
- エ. 大型部品の少量生産技術の向上
- オ. 複合材料の成形技術の向上
- カ. 自然由来材料の活用技術の向上

2 金属プレス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

金属プレス加工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・高付加価値化に対応した技術開発の方向性」、ITの活用による技術向上を中心に整理した「IT・知能化に対応した技術開発の方向性」、地球環境面への対応と作業環境の向上を中心に整理した「環境配慮に対応した技術開発の方向性」及び技術革新を支える「技術革新を支える技術的基盤構築の方向性」の4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金属プレス加工技術の高精度化及び高機能化

精密・微細成形、高精度曲げ・絞り・リストライク、精密せん断、厚板成形及び板鍛造、多軸成形機や多軸ダイセットによる複動成形等

②仕上げ自動化・仕上げ工程の削減

バリ取り、製品表面磨き、かす上がり・かすづまり防止等

③複合化

塑性加工の各種工法の複合的組み合わせ、プレス加工と結合・組立てによる一体化、他技術(切削・モールド・レーザ加工、溶接等)との複合化及び複合成形機の高性能化等

④プレス機械・金型

高精度・高剛性のプレス機械、サーボプレス、一般プレス機械のコンピュータ制御、高機能な多軸成形機や多軸ダイセット、24時間運転無人化プレス加工システム、素材搬送位置決め、金型組立ての簡易化等

⑤工具・金型の耐久性向上

サーボプレスの高度利用、潤滑剤の供給、金型の温度制御等

⑥難加工材への対応

ハイテン材や特殊鋼、アルミニウム・チタン・マグネシウム合金、電磁鋼板、表面処理鋼板等の特殊材、インコネル、ニオブ、モリブデン、タンタル等の高機能合金材、温度制御成形（ホットスタンピングや金型内での加熱成形素材及び金型内部温度分布の最適制御、局部急速加熱・冷却を伴う成形）、加圧速度制御等

⑦多品種中・少量生産

量変動に強い生産システム

⑧素材を極限的に有効利用する省資材推進

高度な製品設計・工程設計、高度順送プレス加工・高度トランスファ加工、不良原因の探索と不良低減のための総合技術、低グレード材の成形等

⑨新加工法の拡大

インクリメンタルフォーミング、液圧成形(チューブハイドロフォーミング、対向液圧成形)、振動付加成形、テーラードブランク材成形、マイクロデバイス部材の成形、塑性結合、型内組立て加工、金型を用いない成形等

(2) IT・知能化

①技能のデジタル化

工程・金型設計の自動化、技能のトレース・伝承システム、型トライデータの活用システム等

②シミュレーション

成形シミュレーション、全工程シミュレーション、最適プロセス評価・再構築技術、材料特性計測によるシミュレーション、金型間及び金型と素材間現象（圧力）の計測・解析等

③プレス機械・金型の知能化

高度知能化プレス成形システム、サーボプレスにおける最適生産、知能金型による金型の寿命予測、インプロセスで感知・補正生産システム等

④検査の自動化

3次元カメラ等を活用した自動検査、インライン検査、迅速3次元測定、金型内センシング等

(3) 環境配慮

①洗淨工程の削減

除去不要潤滑剤等

②潤滑剤使用の低減化、ドライプレス化

金型コーティングによるドライプレス加工、被加工材コーティングによるドライプレス加工、無公害潤滑油、添加剤を低減した潤滑剤でのプレス加工、振動を利用したプレス加工等

③周辺環境配慮

騒音・振動の抑制、安全で快適なプレス加工環境等

④省資源・省エネルギーのプレス加工

E F M (Emission Free Manufacturing) (無洗淨・ドライ加工等のクリーン化、スクラッププレス加工、成形プロセスの省資源・省エネルギー・材料歩留まり率向上技術)、プレス加工製品の後加工・処理工程の低減、成形プロセスの短縮化、エコプレスの開発(コンパクト化、低消費電力、低振動騒音、安全性に優れるプレス)等

⑤リサイクル材料を被加工材とする成形

成形性を高めるプレス成形、プレス機械・装置の機能開発等

(4) 技術革新を支える技術的基盤の構築の方向性

①データベースの構築と活用

(材料特性、潤滑剤、成形特性に関するデータベースの構築とその活用)

②情報統合化

プレス生産管理(設計・生産情報及び生産工程情報の管理)、経営管理システム(生産工程、受発注、社内ノウハウ等の管理)等

③工場の高度化

温度制御、クリーン化、省エネルギー化、労働災害をなくす技術、作業環境の快適化等

④成形用素材の高度化

高精度板材プレス加工(製品精度向上のための素材金属板厚均一化、残留応力除去)、成形性に優れた軽量化材料、マルチスケール材料モデリングを用いたプレス加工用成形金属材料開発手法確立、軽量化材料の温間・熱間域における変形特性評価手法の確立と材料モデリング、成形性評価技術等

3 金属プレス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) 今後の金属プレス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) 今後の金属プレス加工技術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。

(十三) 位置決めに係る技術に関する事項

1 位置決め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

位置決めに係る技術（以下「位置決め技術」という。）は、工作機器（ボールねじ、直線運動用案内、クラッチ・ブレーキ、工具保持具、チャック、円テーブル、バイス、軸継手その他の金属加工機械、非金属加工機械等の産業機械に使用される機器をいう。以下同じ）単体、またはそれらを組み合わせ、NC装置、リニアスケール等の位置決めに関する機器を用いることにより、作業の対象物及び作業をする機械自身又はその要素を、目的とする位置に移動・停止する技術、その位置を保持する技術並びに位置を制御する技術である。位置決め技術の主な川下製造業者等の産業分野としては、工作機械、半導体・液晶製造装置、ロボット等が挙げられる。

工作機械やロボット市場のグローバル化に伴い、工作機器市場も成長傾向にある。我が国の工作機器製品は、国内外の川下製造業者等から高い評価を受けており、市場における競争力も高い。しかし、近年では、新興国等の台頭が当該技術分野でも顕著であり、新興国は、成長市場であるアジア地域を中心とした現地工場に対し、自らが低コストで製造した製品の積極的な導入を行っている。

(2) 当該技術の将来の展望

今後は、工作機械、半導体・液晶製造装置、ロボット等の川下製造業分野において、特に位置決め技術の高精度化や高速化への対応の要請が高まっていく。また、福祉機器、免震装置、再生可能エネルギーを始めとしたエネルギー産業分野で使用される機械及び機器等の国際市場が拡大しており、位置決め技術に対する需要も急速に高まっていく。

(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が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. 高効率化

製品加工工程の効率を高め、納期短縮やコスト削減の実現、省エネルギー性の向上が求められている。

イ. 高精度化

製品加工に必要とされる精度はより高まっている。

ウ. 静音化・低振動化

様々な産業機械において、作業環境改善及び品質・効率向上の観点から静音化・低振動化のニーズは高まっている。また、福祉機器等の民生分野においては、利便性向上の観点からも静音化・低振動化が重要なニーズとなっている。

エ. 小型化・軽量化

様々な機械製品は一様に小型化・軽量化が進む傾向にある。特に、産業機械の安全性や動作性能の向上につながることから、小型化・軽量化のニーズは高まっている。

オ. 短納期化

製品の移行サイクルの早い情報通信機器産業等を川下に持つ工作機械や半導体・液晶製造装置製造業者において、製品の短納期化が求められている。

カ. 低コスト化

新興国等の低価格製品に対抗するために、製品の低コスト化が求められている。

キ. 安全性及び信頼性の向上

高効率化が進む様々な産業機械において、作業環境改善のための安全性及び信頼性に対するニーズが高まっている。工作機械では安全性及び信頼性への期待が高く、医療、福祉等の分野に用いられるサービスロボットは、特に安全へのニーズは高い。

②高度化目標

ア. 高速化・高精度化のための技術の向上

製品製造加工工程の効率を高めるための位置決め的高速化・高精度化の実現が求められる。

イ. 静音化・低振動化・低発熱化のための技術の向上

工作機器を用いた製品の静音化・低振動化・低発熱化を実現するための適切な部品で構成された工作機器による静音化・低振動化の実現が必要である。

ウ. 小型化・軽量化のための技術の向上

様々な機械製品の要素部品となる工作機器の小型化・軽量化の実現が求められる。

エ. 低コスト化のための技術の向上

工作機器の低コスト化を実現するための工作機器の標準化、機器生産の自動化等に資する技術開発が求められる。

オ. ソフトウェアの高度化

CADやシミュレーションを用いた工作機器の設計手法の最適化が必要である。

カ. 製造技術の高度化

変種変量・変期生産への対応やさらなる自動化設備導入等、川下製造業等における製品製造の高効率化に対応した工作機器の開発が求められる。

(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) 工作機械に関する事項

工作機械は、高速化のニーズが高いほか、省エネルギー性の向上も求められている。また、環境対応及びコスト低減の観点から、工具等の機構部品の使用期間の長期化に対応する技術が課題となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 省エネルギー性の向上
- イ. 加工液等への耐性向上

②高度化目標

- ア. 高剛性化
- イ. 耐遠心力性の向上
- ウ. 耐久性の向上
- エ. 寿命管理技術の向上
- オ. 切削油等への対応

2) 半導体・液晶製造装置等に関する事項

半導体や液晶製品の性能向上には製造環境の高度な制御が不可欠である。特に、クリーンルームにおいては高い空気清浄度基準を満たすことが求められており、製造装置からの発塵を厳しく抑制することが課題となっている。また、半導体・液晶の加工は真空・高温で行われるため、苛酷な動作環境への対応が求められる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 製造環境高度清浄化への対応

- イ. 真空環境への対応
- ウ. 高温環境への対応

②高度化目標

- ア. 低発塵化
- イ. 真空環境下での発生熱、ベーク熱対応
- ウ. 非磁性対応
- エ. 使用部材対応（潤滑剤、機器構成樹脂等）

3) ロボットに関する事項

医療、福祉等の分野において用いられるサービスロボットに対するニーズが高まっている。サービスロボットでは、複雑かつ多様な動作を求められることが多く機構が複雑となるが、同時に、極めて高い動作安全性や信頼性を確保するとともに、操作性や生体適合性等のユーザビリティを向上させること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. 複雑動作における厳格な安全性・信頼性の保障
- イ. 高いユーザビリティの実現（操作性・生体親和性・生体適合性等）

②高度化目標

- ア. ブレーキ機構等の安全性の向上
- イ. 破損防止等の信頼性の向上
- ウ. 動的機構等の操作性向上
- エ. 構造部材等の生体親和性・生体適合性向上

4) 情報通信機器、印刷機器、医療機器、エネルギー産業に関する事項

情報通信機器、印刷機器、医療機器、再生可能エネルギーを始めとしたエネルギー産業で使用される機械及び機器等において、小型化、大容量化、耐振動性の向上、高品質化、高精度化、高速化、有害化学物質の不使用、電磁障害等による人体への影響の低減等が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 省エネルギー性の向上
- イ. 環境配慮

②高度化目標

- ア. 有害化学物質の不使用

- イ. 電磁環境適合性の向上
- ウ. 低発塵化
- エ. 医療現場環境適合性の向上

2 位置決め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

位置決め技術に求められる技術開発の方向性を9点に集約し、以下に示す。

(1) 高精度化に対応した技術開発の方向性

- ①位置決め精度の向上

(2) 静音化又は低振動化に対応した技術開発の方向性

- ①工作機器の静音化又は低振動化

(3) 低発塵化に対応した技術開発の方向性

- ①工作機器、サーボモータ等の低発塵化

(4) コンパクト化又は軽量化に対応した技術開発の方向性

- ①工作機器及び電気制御機器等のコンパクト化又は軽量化

(5) 高効率化に対応した技術開発の方向性

- ①位置決め的高速化
- ②工作機器及び電気制御機器等の省エネルギー性の向上
- ③ソフトウェアの高度化・応用の推進

(6) 安全性又は信頼性の向上に対応した技術開発の方向性

- ①工作機器及び電気制御機器等の安全性向上
- ②工作機器及び電気制御機器等の信頼性向上

(7) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ①工作機器及び電気制御機器等の人体への悪影響又は環境負荷低減

(8) 使用環境に対応した技術開発の方向性

- ①真空・高温環境下における加工
- ②切削油等の加工液に対する耐性向上

③医療現場環境で求められる安全性・信頼性向上

(9)工作機器及び電気制御機器等製造工程の高度化に対応した技術開発の方向性

- ①加工時間短縮
- ②生産設備・ラインの小型化・省スペース化
- ③変種変量・変期生産
- ④自動化設備の導入
- ⑤製造工程の安全性向上

3 位置決め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) 今後の位置決め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した設備投資を検討していく必要がある。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、規格化及び標準化につなげ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) 今後の位置決め関連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。

(十四) 切削加工に係る技術に関する事項

1 切削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

切削加工に係る技術（以下「切削加工技術」という。）とは切削工具、研削砥石、電気、光エネルギー等を使用して金属、ガラス、セラミックスやプラスチック等の素材を削り取り、必要な寸法や形状を得る加工技術である。切削加工技術は、加工を行うための工具、それを組み込んだ工作機械、C A D（Computer Aided Design）、C A M（Computer Aided Manufacturing）、C A E（Computer Aided Engineering）等のソフトウェアの活用により実現されることから、当該技術は切削加工技術を利用する工作機械及び切削工具に関連する技術についても対象とする

工作機械産業は製造業の根幹をなす基幹産業であり、様々な加工の中心となる工作機械の技術レベルは、他の産業の競争力に大きな影響を与えている。したがって、切削加工技術は、工作機械を製造する事業者とそれを使用する川下製造業者によって高度に活用されることにより、我が国製造業の競争力維持に大きく貢献している。

切削加工技術を取り巻く市場の動向としては、国内製造業の海外生産シフト、新興国等の追随等により、市場環境が大きく変化してきている。

なお、切削加工技術における主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、電気機器、航空機、医療機器、エネルギー機器等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

今後、切削加工技術を取り巻く環境は新興国の牽引による市場の拡大が当分の間継続していくものと考えられる。また、新興国等の競合国の技術水準は今後も向上の一途を辿り、新興国市場獲得の上で強力な競合となると考えられる。この状況に対応するために、更なる技術の高度化と経営戦略の見直しが求められている。特にコスト削減の努力を継続しつつI C T等を活用した製品の高付加価値化を推進することが重要となる。

(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

製品の品質及び安全性の確保、高効率化等に対する川下製造業者等からの要求水準は高まっており、これに対応して機械・機器製品全般の高精度化が必要とされている。このため、機械・機器製品を構成する部材については、より高い加工精度が求められている。

イ. 小型化・軽量化

様々な機械製品は小型化・軽量化が進む傾向にある。小型化・軽量化はとりわけ輸送機械の運動性能や燃費に直接関係することから、関連する産業においては軽合金材料の採用等による軽量化や高強度材料の採用による小型化が進められている。切削加工技術の高度化により、難削性材料や新材料の採用が可能となり、製品の小型・軽量化に貢献することが期待される。

ウ. 低コスト化

切削加工技術の高度化により、工程の削減等が可能となり、製品の低コスト化に貢献することが期待される。

エ. 短納期化

CAD、CAM、CAEの加工シミュレーションを活用した多軸・複合工作機械の高度化や工作機械の高速化について研究が進められている。切削加工技術の高度化により、加工の高効率化や高速化等が可能となり、製品の短納期化に貢献することが期待される。

オ. 環境対応

機械製品については、部材に再生可能材料を用いるほか、リサイクル性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。切削加工技術の工程で発生する騒音や振動に加え、除去物、切削油、廃液等を低減することは、地域社会との共存の観点からも重要な課題である。二酸化炭素の排出の抑制は地球規模での大きな課題であり、輸送機械における電気自動車のように、環境に十分な配慮がなされた製品を開発、生産することが求められている。切削加工技術の高度化により、工程の削減による製品製造時の省電力化及び切削加工に伴う廃棄物の削減等、環境負荷低減が期待される。

②高度化目標

ア. 高精度・微細化のための技術の向上

高速域における高い回転精度及び高い運動精度等の各種高精度化に加え、微細加工に対応するための技術開発が求められる。

イ. プロセスイノベーションの実現

ソフトウェアを含め、主軸及び送り駆動系の高速化、多軸・複合工作機械の高度化、加工工程の削減等を通して、工作機械等製造工程の高度化に対応するための技術開発が必要となる。

ウ. 高付加価値化

難削材や新素材への対応、多軸・複合工作機械の高度化への対応するための技術開発、付加加工等の複合加工技術の開発が求められる。

エ. 環境対応のための技術の向上

切削液等減容、リサイクル、高機能化、ドライ化、工作機械の消費エネルギー削減に対応するための技術開発が求められる。

(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

自動車産業においては、燃費向上や排ガス規制等への積極的な環境対応が進められ、さらに生産現場における環境負荷低減も強く求められている。また、エンジン等の高効率化や車体部品の軽量化に対する要求も強く、加えて国際市場における激しいコスト競争への対応も必須となっている。さらに、消費者のニーズの多様化に伴い、よりフレキシブルな製品生産に対する要求がある。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 燃費向上

イ. ハイブリッド化、EV (Electric Vehicle) 化、燃料電池化

ウ. 静粛性向上

エ. 強度向上

オ. 高機能化

カ. 操作性向上

②高度化目標

ア. 高硬度材料対応

イ. 新素材 (CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) 等)

加工対応

2) 電機機器に関する事項

電機産業では、製品のライフサイクルの短期化に伴い、開発から生産までの期間短縮が求められている。そのため加工時間だけでなく生産前段階の時間短縮に対する要求も強い。

また、高機能化、高品質化に対するユーザーニーズは依然として高く、加えてMEMS技術の応用拡大の流れもあり、より高精度、複雑かつ微細な形状の加工が求められる。さらに、国際的なコスト競争環境にあっては、これら難度の高い加工においても高い生産効率が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 機能の確保・高度化
- イ. 性能・寸法の再現性向上
- ウ. 面粗さ・精度の再現性向上
- エ. 長寿命化
- オ. 強度向上

②高度化目標

- ア. 非金属（ガラス、樹脂等）加工対応
- イ. 高硬度材加工対応
- ウ. 付加加工及び除去加工の複合化（レーザ加工及び切削加工の複合化等）

3) 航空機に関する事項

航空機産業においては、機体の大型化や航続距離延長の観点から、機体の軽量化が求められ、例えば構造の一体化、中空化、薄肉化やCFRP等の複合材の導入等が進められている。また、エンジンの燃費向上の流れを受けたタービン部の高温化に伴い、エンジン関連機器・部品では超耐熱材等の採用が主流となっている。経済性向上に向けたエンジン基数削減のために、従来以上の信頼性向上が求められている。その他、環境対応技術として切削加工における省電力化に対する要求も強い。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 燃費向上
- イ. 耐熱性向上
- ウ. 信頼性向上

②高度化目標

- ア. 一体部品・複雑形状部品加工対応
- イ. 薄肉形状・中空形状加工対応
- ウ. 難削材（耐熱合金、チタン合金等）加工対応
- エ. 新材料（CFRP等）加工対応

4）医療機器に関する事項

今後の高齢化社会において 医療機器の高度化は必要不可欠である。しかし、例えばインプラント等では、欧米企業の競争力が高く、日本人の体格にあった製品の入手が困難等の問題点がある。また、人体に適用される医療機器の開発においては、患者への負担軽減や患者の早期の社会復帰等が重要な課題である。そこで、製品の長寿命化に向けた高硬度材（高強度セラミックス、コバルトクロムモリブデン合金等）や、生体適合性及び生体親和性の高い材料、生体修復機能材料等の新材料開発が進んでいる。さらに、個々の患者に適合した形状を実現するオーダーメイド対応が必要になるが、医療費抑制のための低コスト化も重要であり、加えて安全性の向上も必須である。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 生体適合性向上
- イ. 寿命向上
- ウ. カスタムメイド化
- エ. リビジョン対応
- オ. プラズマガス滅菌化
- カ. 手術手技の簡素化（操作性向上）
- キ. 低侵襲化

②高度化目標

- ア. 新材料（樹脂材料等）加工対応
- イ. 難削材（チタン等）加工対応
- ウ. 複雑形状加工対応
- エ. ソフトウェアを利用したカスタムメイド対応

5）エネルギー機器に関する事項

近年、低炭素社会実現の要請から再生可能エネルギーを中心とする多様な発電方法が注目されている。風力発電や水力発電用機器では、複雑形状部材や大型部品、新材料による高効率化が重要となる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 高効率化
- イ. 複雑形状化

②高度化目標

- ア. 複雑形状部材加工対応
- イ. 大型部品加工対応
- ウ. 新材料加工対応

6) 光学機器、バイオ機器、半導体製造装置等に関する事項

光学機器やバイオ機器等では、ガラス等の超精密な微細加工技術が重要な基盤技術である。これらの材料は非常に脆く切削加工技術の適用が困難であったため、従来はケミカル加工等の方法により加工が行われてきたが、近年、加工効率等の問題から切削加工技術へのニーズが高まっている。

また、半導体ウエハーの大径化に伴う半導体製造装置の大型化や、各種部品の一体化に伴う大型化の流れもあるが、形状が大型化しても要求される精度は現状並み又はそれ以上と厳しくなっている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 切削加工技術の応用拡大
- イ. 大型部品の高精度化

②高度化目標

- ア. 新材料（ガラス等）加工対応のための技術の向上
- イ. 大型部品に対応した高精度化のための技術の向上

2 切削加工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

切削加工技術に求められる技術開発の方向性を5点に集約し、以下に示す。

(1) 高精度・微細化に対応した技術開発の方向性

①面精度向上

切削の高速化、工具の切削性能向上、熱変形の抑制・補正の向上、振動の抑制・制御の向上、機上形状・寸法計測・補正の実用化等

②形状精度向上

位置決め分解能向上、熱変形の抑制・補正の向上、機上形状・寸法計測・補正の実用化等

③加工形状の微細化

極小工具、位置決め分解能向上、熱変形の抑制・補正の向上、振動の抑制・制御の向上等

(2) 高効率化に対応した技術開発の方向性

①多品種少量、一品加工

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上等）、ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM・CAE、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）、機上形状・寸法計測、補正の実用化

②主軸回転・送りの高速化（高加減速化、新加工方法の確立等）、加工時間の短縮化

③段取り回数・時間の削減

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上等）、ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM・CAE、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）、新加工方法の確立、機上形状・寸法計測、補正の実用化等

④加工条件設定の容易化

ソフトウェアの高度化・応用推進（CAD・CAM・CAE、加工シミュレーション、切削条件等各種データベース化等）等

⑤仕上げ工程の削減

切削加工の精度向上（研削・研磨等）等

(3) 高付加価値化に対応した開発の方向性

①難削材・新素材加工

材料に適した工具・加工条件の確立、新加工方法の開発等

②部品の一体化への対応

多軸・複合工作機械の高度化（高剛性化、運動精度向上、複合加工の多様化等）等

(4) 環境対応に向けた開発の方向性

①工作機械の小形・軽量化

工作機械構造材料への新素材応用、工作機械要素の小形化等

②切削液の水溶性化

切削液の高性能化、最適工具及び加工条件の確立等

③切削液の使用量削減

ドライ・ニアドライ加工の実用化等

④消費エネルギー削減

工作機械要素の小形化・軽量化、工作機械モータの高効率化及び周辺機器等の省電力化等

(5)工作機械及び工作機械を利用した製品製造工程の高度化に対応した技術開発の方向性

①製造コスト削減

部品加工の高効率化、生産ラインのフレキシブル化・自動化、構成要素のモジュール化等

②製造における安全性向上

安全装置、安全運用等

③製造における品質管理

簡便な精度検査、加工状況監視等

④機械構成要素の高度化

主軸の高速・高精度化、送り駆動系の高速・高精度化、新材料適用等

⑤製品デザインの高度化

人間工学的設計、ユーザーフレンドリーな設計等

3 切削加工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) 今後の切削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ICT（Information and Communication Technology）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）今後の切削加工関連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。また、想定されるリスクを把握し、製造物責任保険（PL（Product Liability）保険）等のリスク補償対策を図ることが望ましい。

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。

(十五) 繊維加工に係る技術に関する事項

1 繊維加工に係る技術に関する事項

(1) 当該技術の現状

繊維加工に係る技術（以下「繊維加工技術」という。）は、紡績、糸加工、織編加工、不織布、染色、機能性付与、縫製等、繊維を対象とした様々な加工に関する技術である。繊維加工技術の主な川下製造業者等の産業分野としては、エレクトロニクス・情報家電、輸送機器、医療、環境・エネルギー、衣料・生活資材等が挙げられる。

繊維加工技術は、衣服・資材等の生産品に代表されるように、我が国古来の技術として地域性と深く結びつきながら発展してきた。近年、衣料用資材・生活用品資材・産業用資材等では、従来のデザイン、耐久性等の価値だけではなく、優れた水分特性、熱特性、抗菌・防臭等の機能性を付加した繊維加工製品の開発が進んでいる。また、自動車や情報家電等の耐久消費材においても繊維加工製品の使用が拡大しており、繊維加工技術は、消費者の感性に訴えるものづくりに欠かせない技術となっている。さらに繊維加工製品の産業利用においては、半導体研磨布、クリーンルームのフィルター部材等、情報家電製造時の生産性に影響を与える重要な素材としても利用されている。そのほか、高強度、高耐熱性等の機能を有し、極限環境で利用可能な素材の開発が行われている。

(2) 当該技術の将来の展望

川下製造業者等のニーズの多様化、消費者意識の変化、経営を取り巻く環境の変化によって、繊維加工技術を有する事業者には今後次のような技術が求められる。

高機能素材では、高い耐熱性及び高強度な部材の開発が行われており、特殊用途向け衣料品等で需要の拡大が見込まれる。素材の構造微細化は限界に近づきつつあり、その用途開発及びコストの低減が課題となっていく。また、ICT技術の発展に伴って導電特性、光学特性を有する機能性素材の開発が進展していく。これらの特性を有するテキスタイルや光ファイバーといった素材は、コンピュータを身体に着用して利用するウェアラブルコンピューティングを実現する基礎的な要素技術であり研究開発が重点的に進展していくと予想される分野である。

地球環境配慮の観点からは、環境対応技術に対する要請が高まっている。生体由来又は天然由来製品の増加が見込まれ、繊維加工技術の

発展に伴って、これまで使用することができなかった素材の利用が進んでいくとともに、有害性が指摘された機能加工薬剤の代替物質の開発や製造プロセスで発生する排水・排気中の有害物質低減に資する技術が求められていく。

(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が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. 高機能化

快適性や安全性、環境対応等に対するユーザーからの要求水準の高度化・多様化が進んでいる。繊維構造の微細化、抗菌・保温等に代表される新しい機能の付加、耐熱性、高強度等の対極限環境性能の高度化、安全・安心の保証等、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. 感性化

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、高い審美性を有し、生活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。生活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商品・サービスの価値（以下「感性価値」という。）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

繊維加工技術においても環境負荷低減に対するニーズが高まっている。再生可能材料の利用促進、リサイクル性に配慮した設計、有害性が指摘された機能加工薬剤の代替物質の開発、加工工程で発生する排水・排気中の有害物質の低減及び騒音・振動等の低減等が重要な課題である。

②高度化目標

ア. 高性能・高機能な繊維材料及び複合技術の向上

繊維材料の物理的性能や機能性の向上、異なる特性を有する複数の繊維の複合化による繊維材料の更なる高性能化・高機能化が求められている。

イ. 高性能繊維複合材料等の加工技術やシミュレーション技術の向上

高性能繊維と異種材料（熱硬化性樹脂／熱可塑性樹脂、金属等）との複合化のための加工技術や、ユーザーニーズに対応した高次部材設計のためのシミュレーション技術が求められている。また、シミュレーションにより最適繊維素材の開発設計指針を示すリバースエンジニアリングも必要である。

ウ. 超極細繊維の加工技術及びナノ加工技術の向上

マイクロファイバーやナノファイバー等の超極細繊維の加工技術、ナノテクノロジーによる繊維構造制御や表面改質等の微細加工技術が求められている。

エ. 電気・磁気特性、光学特性をより簡便に付与するための加工技術の向上

繊維やテキスタイルに電気・磁気特性や光学特性をより簡便に付与するための加工技術が求められている。

オ. 安全・安心で快適な生活維持に資する繊維加工技術の向上

医療・介護用繊維、季節に応じて快適に過ごすことができる機能を備えた繊維の加工技術等、繊維製品使用者の安全・安心で快適な生活を保障する繊維製品を提供するための加工技術が求められている。

カ. 新しい感性に基づくデザイン・コンセプトや機能付与を可能とするファッション創造に資する加工技術の向上

新しい感性に基づくデザイン・コンセプトや機能付与を可能とする素材及び加工技術は高感性なものづくりにとって重要な要素となっている。

キ. バイオベース（生体由来）繊維及び加工技術の向上

社会的な環境配慮の意識の高まりによって、天然由来繊維素材とその加工技術の開発、バイオ技術を利用して製造する繊維素材とその加工技術の開発、高度に制御された生分解性を備えた繊維等が求められている。

ク. 繊維リサイクル技術の向上

社会的な環境配慮の意識の高まりによって、リサイクル原料を利用した繊維素材とその加工技術、使用済み繊維製品のリサイクル技術、特に、綿／ポリエステル混等複数素材で構成される繊維製品のリサイクル技術が求められている。

ケ. 有害物質等の削減に資する技術の向上

環境意識の高まりから、有害性が指摘された機能性加工薬剤の代替物質の開発及び排水・排気中の有害物質削減に資する繊維加

工技術の高度化が求められている。

また、繊維及びテキスタイルを利用した環境対策として、防音・遮音、紫外線吸収・反射、放射線遮蔽等の機能を有する繊維素材及び加工技術が求められている。

(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) エレクトロニクス・情報家電に関する事項

エレクトロニクス・情報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具体的な課題・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. エレクトロニクス・情報家電機器における性能向上及び多機能化

②高度化目標

ア. 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の技術の向上

2) 輸送機器に関する事項

我が国が高い競争力を持っている自動車、航空機、鉄道車両等に代表される輸送機器や産業用ロボットには、多くの繊維加工製品が用いられている。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繊維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. 輸送機器用構造部材等の軽量化・高性能化・安全性及び耐久性等の向上

②高度化目標

ア. 構造部材等に用いられる複合材用繊維、耐衝撃繊維、耐熱繊維等の高強度・高弾性率化、耐熱加工技術等の向上

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

ウ. 切削、穿孔等の加工技術の高度化

3) 医療・福祉に関する事項

医療・福祉の分野では高い衛生特性繊維の開発や、高齢者等の安心・安全な生活維持に資する遠隔地モニタリングシステム等に関連して以下の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. 医療・福祉機器における安全・安心の実現

②高度化目標

ア. 抗菌、抗ウイルス、吸水・速乾等の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. テキスタイルにセンサ等を統合したテキスタイルセンサやウェアラブルコンピュータの開発の実現

ウ. 組織再生、人工臓器等の生体適合性・生体親和性の高い繊維素材の実現

4) 環境・安全・エネルギーに関する事項

近年、地球環境問題に対する意識の高まりの中で、環境、安全、エネルギー問題への関心が高まっている。繊維加工技術分野に対しては、自然災害及び環境劣化の対策や修復、住環境の省エネルギー化、節電を前提としたライフスタイルへの変化、環境・エネルギー関連機器向け高機能素材等について、技術的な貢献が期待されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 自然災害、環境劣化の対策や修復

イ. 住居・建物等の冷暖房効果の向上

ウ. 節電に対応したライフスタイルへの変化

エ. エネルギー効率を高める電極等の開発

②高度化目標

ア. 繊維補強コンクリート、構造物の補強用繊維、ジオテキスタイル等の繊維製品及び加工技術の向上

イ. 断熱・遮光・遮熱等を実現する高機能繊維の開発とその加工技術の向上

ウ. 抗菌、吸水、速乾、接触冷感、通気調節、保温、蓄熱、防風等を実現する高機能素材及び加工技術の実現

エ. 高分子電解質（プロトン導電）膜の高機能化

2 繊維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

繊維加工技術に求められる技術開発の方向性を3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用繊維、耐衝撃繊維、耐熱繊維等の高強度・高弾性率化、耐熱加工
- ②微細化構造による比表面積増大効果の発現、ナノサイズ効果、分子配列効果を発現する繊維の微細加工
- ③導電特性や半導体特性、光学特性等のより多様・高度な電気特性等の付与の簡便化

(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・コンセプトや機能を可能とする種々のファッション創造加工

(3) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

- ①生分解繊維、天然由来素材、故繊維のリサイクル
- ②染色プロセス等における排水浄化、有害物質削減プロセス等
- ③有害な加工薬剤の代替

3 繊維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) 今後の繊維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) 今後の繊維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。

(十六) 高機能化学合成に係る技術に関する事項

1 高機能化学合成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

高機能化学合成に係る技術（機能性発現のための微細化技術及び分析評価技術を含む。以下「高機能化学合成技術」という。）とは、様々な有機化合物を原料とし、化学反応によりディスプレイ、光記録、プリンタ、エネルギー変換等の分野で必要不可欠な有機材料を化学合成する製造技術である。高機能化学合成技術におけ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、太陽電池、印刷・情報記録等が挙げられる。

これまで我が国の化学産業では、ナフサを原料とする石油化学が発展し、軽量で丈夫な化学繊維、家電製品や携帯機器の小型化を支えたエンジニアリングプラスチック等、様々な利便性の高い製品を生産し、我が国の産業面、消費者の生活面で貢献してきた。近年では、環境・資源面での制約が高まる中で、自動車産業、情報通信機器産業等の厳しいニーズに応え、石油化学事業で蓄えた技術を伸ばしつつ、機能性化学に関する技術開発が進展している。その中で、例えば、封止材、カラーレジスト、負極材等部材においては、我が国企業の世界市場におけるシェアはそれぞれ8割以上を占めるに至っている等、我が国の国際競争力を支えている産業となっている。

(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移転や海外生産委託等も進めつつある状況にあり、この環境変化のもと、化学産業においても従来どおりのビジネスモデルが立ち行かなくなるおそれが生じている。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、新素材開発を進めることに加え、素材から部材へ（樹脂やフィルム等からパネル等）、さらには部材から消費財（照明や二次電池、太陽電池パネル等）への進出等が有効であると考えられており、高付加価値分野への転換等が望まれている。

(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が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. 高性能化

消費者ニーズの多様化・高機能化に対応して、情報家電、自動車、太陽電池、印刷・情報記録機器等においては、製品を構成する部品や部材のレベルでも有機材料を使用した様々な高性能化技術が求められている。

イ. 環境負荷低減

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、情報家電、自動車、太陽電池、印刷・情報記録機器等においても、有機材料等を使った部品や部材のレベルから、省資源、リサイクル、省エネルギーへの対応といった要求が高まっている。

ウ. 低価格化

新興国の需要増等の環境変化に伴い、ディスプレイや情報家電、自動車等の製品等の価格が低下しており、これら製品を構成する安価な部品や材料の製造が求められている。

②高度化目標

ア. 省エネルギー化等を考慮した製品製造、製造プロセスの実現

今後、エネルギー消費や二酸化炭素排出量の増大に伴い、環境負荷削減への対応コストの増加が見込まれるため、環境負荷の少ない製品や製造プロセスが求められる。

イ. 耐久性の向上

従来は、無機材料が主に使用されてきた各種製品の部材、部品等において、今後、有機材料への転換が進むと予想されることから、有機材料には、無機材料を使用した場合に比べて遜色のない耐久性が求められる。

ウ. 耐熱性、耐湿性の向上

各種製品においては、使用に伴い多くの熱が発生する。また、高温、多湿な環境において製品が使用されることも多い。そのため、それら製品等に使用される有機材料等においては、耐熱性、耐湿性の向上等が求められる。

(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) 情報家電に関する事項

情報家電分野では、高度情報通信ネットワークが進展する中で、消費者のライフスタイルのイノベーションをもたらす情報家電の実現が必要とされている。特に、情報通信機器では情報処理速度の高速化、ネットワークと各種センサ等を組み合わせた情報通信システムの実現、様々な形態に対応した情報表示用ディスプレイの実現等が課題である。また、情報家電の基盤となる次世代半導体技術の実用化、新しいヒューマンインターフェイスを指向した音声認識・センサデバイス等の入出力デバイスや高精細な大型ディスプレイの低消費電力・高機能化等が求められている。さらに、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。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 高効率化、高精細化、高機能化

②高度化目標

ア. 光反応性、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（主に半導体・レジスト関連部材を対象。）

イ. 導電性、酸化還元性、光選択吸収性、選択発光性、耐湿潤性の向上（主に素子・センサ部材を対象。）

ウ. 光選択吸収性、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（主に光学部材を対象。）

2) 自動車に関する事項

自動車に対する燃費規制、排ガス規制等の環境規制が強化されており、自動車産業では、環境対応技術が事業者の競争力を大きく左右する状況となっている。特に、電気自動車の実用化や燃料電池自動車の開発が急速に進んでおり、各種情報を表示するディスプレイや二次電池等の電池技術の高度化が重要な課題とされている。また、使用期間の長期化に伴う耐久性の向上、国内外の各種環境規制に対応した有害金属やVOC等の使用量低減、リサイクル率の向上等への対応も求められている。さらに、顧客ニーズの多様化・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電子制御技術やIT利用を高める技術開発の重要性が高まっており、高機能化学合成技術にとって自動車産業は大きな市場に発展する可能性がある。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

- ア. 高効率化、高精細化、高機能化
- イ. 高耐久化
- ウ. 有害金属の排除
- エ. VOC低減やリサイクル率向上

②高度化目標

- ア. 耐酸性雨性、耐擦り傷性、耐チッピング性、意匠性の向上（主に塗装部材を対象。）
- イ. 高速応答性、耐久性（主に電子部品及び計器類を対象。）
- ウ. 耐光性、耐酸性雨性、耐擦り傷性、接着性、装飾性の向上（主にランプ部品及び精密接合部材を対象。）
- エ. 有害金属の排除（主にランプ部品及び計器類部品を対象。）
- オ. 低VOC性、リサイクル性の向上（主に塗装部材を対象。）
- カ. 高出力・大容量化、安全性・信頼性確保、低価格化（主に電池部材を対象。）

3) 太陽電池に関する事項

地球温暖化、資源の枯渇等の対策から化石燃料に代わるクリーンなエネルギーの開発として太陽光発電技術の開発が進められているが、既存の太陽電池だけでは原材料の供給体制、コストの観点から普及を拡大するのは困難な状況にあり、より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、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。さらに、太陽電池は、屋外で長年にわたり使用されることから、変換効率向上等の性能向上に加え、高い信頼性、耐久性等の確保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. 色素増感太陽電池の集積化、薄膜化、生産要素技術開発
- イ. 固体薄膜太陽電池の性能向上、集積化、薄膜化、量産技術開発

②高度化目標

- ア. 高変換効率性、高内部量子効率性、長波長領域の光吸収選択性、金属配位能、耐久性の向上（主に増感色素、電極材料を対象。）
- イ. 高変換効率性、高内部量子効率性、全波長領域に及ぶ増感性、高キャリアー輸送性、高導電性、高電荷分離性、励起子ブロック性、耐久性の向上（主に有機半導体部材・導電部材を対象。）

ウ. 耐薬品性、接着性、耐久性、耐ガスバリアー性の向上（主に封止部材を対象。）

エ. 耐久性、水蒸気バリアー性、電気絶縁性、機械的特性、耐薬品性、接着性の向上（主にバックシート部材を対象。）

4) 印刷・情報記録に関する事項

情報家電分野におけるデジタル化の進展により、カラーハードコピーの要求が高まり、インクジェット、昇華転写、熱溶解転写、電子写真、サーモオートクローム等の多様な方式のプリンタが広く使用されるようになったが、出力システムとしては、省エネルギーで最少量のインク量で印字されるインクジェットプリンタがホームユース、オフィスユース、産業用途に広く普及している。インクジェットプリンタや他のカラー印刷のホームユース、オフィスユースでは、銀塩写真画質と同等の高画質化、高画像保存性の実現を目指したインクの高性能化技術として、顔料インクの微細化、染料インクの安定化等が求められている。

また、情報記録分野においては、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ディスク大容量化技術の開発が重要となっており、それに資する新たな高機能化学合成技術の開発や既存技術の改良等が求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. インクジェット印刷や他のカラー印刷の高画質化、高堅牢化（高画像保存性）を実現するための顔料インクの微細化、染料インクの安定化等

イ. 光ディスクの大容量化、高速化、小型化のための短波長対応、ホログラム・多重記録等に資する新たな高機能化学合成技術の開発や既存技術の改良等

②高度化目標

ア. 耐光性、画像保存安定性、微分散性、溶解性、耐水性、耐湿性、耐ガス性、鮮明性、透明性、自己分散性、解像性、粒状性、発色性、定着性の向上（主にインクジェット用インク関連部材を対象。）

イ. 耐光性、画像保存安定性、耐水性、耐湿性、耐ガス性、鮮明性、

透明性、耐熱性、解像性、発色性、定着性の向上（主にカラー印刷部材を対象。）

ウ. 感度、耐光性、高屈折率、光入射角度依存性、多重記録、2光子吸収性の向上（主に記録部材を対象。）

2 高機能化学合成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

高機能化学合成技術に求められる技術開発の方向性を4点に集約し、以下に示す。

（1）高機能化に対応した研究開発の方向性

①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、2光子吸収性等）

（2）高性能化に対応した研究開発の方向性

①高機能物質の性能向上（高密度記録、高速記録、高精細・高品質な画像表示を実現する部材の耐久性や感度の向上等）
②微細化による性能向上（高密度記録、高速記録、高精細、高品質画質を実現するための微粒子の表面改質や分散安定等）

（3）効率化に対応した研究開発の方向性

①自動合成装置等による迅速化（先導的探索物質や材料の開発期間短縮）

（4）環境対応のための研究開発の方向性

①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、省エネルギー型情報家電機器、有害化学物質の使用低減）

3 高機能化学合成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）今後の高機能化学合成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) 今後の高機能化学合成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。

(十七) 熱処理に係る技術に関する事項

1 熱処理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

熱処理に係る技術（以下「熱処理技術」という。）とは、主に金属材料に加熱、冷却の熱操作を加えることにより、材料の耐久性として、耐摩耗性、耐疲労性、さらに耐食性、耐熱性といった種々の特性を付与する技術である。

目的や方法によって、焼きならし、焼入れ、焼戻し、焼きなまし、浸炭や窒化等の表面熱処理、拡散処理等の表面処理を含む各種熱処理及び高周波熱処理、真空熱処理等の方法、関連する雰囲気ガス技術等がある。

自動車、建設機械、家電、航空機、工作機械、工具等、我が国を代表する工業領域、工業製品の多くは熱処理工程を経て最終製品化されている。このことから、熱処理技術は素形材分野において、ものづくりの重要な基盤技術の一つとして位置付けられており、その重要性は広く認められている。

(2) 当該技術の将来の展望

熱処理に関わる産業を取り巻く社会的、経済的環境は大きく変化しており、対応すべき新たな課題が提起されている。例えば、エネルギーの高騰や地球環境保護等の社会的制約による経営圧迫、海外での自動車生産の本格化、高齢化・少子化と技術・技能伝承の危機等への対応が課題として挙げられる。

このような熱処理に関わる産業を取り巻く環境変化と課題を踏まえ、今後、熱処理における温度や雰囲気計測・制御技術、熱・相変態による変形のシミュレーション技術の開発が進み、変形とそのばらつきを大幅に抑制することが可能となり、さらなる長寿命化、耐摩耗性の向上等製品の一層の高機能化が実現されると予想されている。これにより、プロセスの省エネルギー化、高効率化、複合化、連続化、自動化、クリーン化が進み、コスト低減、地球温暖化防止、省資源に大きく寄与することが期待されている。

このような将来像の実現に向けて、新材料開発と熱処理技術の革新、高度化、熱処理品の低ひずみ化技術の開発が強く求められるとともに、エネルギー価格の高騰、二酸化炭素排出規制に対処するための省エネルギー技術の開発の必要性が高まっている。

(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が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. 高機能化（高強度化・高精度化・高精密化・高耐久性化・低フリクション化・安全性向上等）

快適性や安全性、環境対応等に対するユーザーからの要求水準の高度化に対応し、機械製品全般について高機能化に向けた開発が進められている。機械製品を構成する部材については、より高い精度や強度、耐久性が求められるようになってきている。また、摺動部品の間ではフリクションが発生し、エネルギーロス、寿命低下等の原因となるため、低フリクション化も求められている。さらには製品等の安全性向上への要求も一層強まっている。

イ. 小型化・軽量化

小型化・軽量化はとりわけ輸送機械の運動性能や燃費に直接関係し、乗り心地や操縦安定性の向上につながることから、関連する産業においては熱処理により高強度化した鉄鋼材料の採用、軽合金の採用等による小型化・軽量化が進められている。

ウ. 環境・資源配慮

機械製品については、部材に再生可能材料を用いる他、リサイクル性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。また、熱処理工程で発生する騒音や振動等の低減は、地域社会との共存の観点から製造業にとって重要な課題である。さらに、低炭素化社会の実現は地球規模での大きな課題であり、輸送機械における電気自動車のように、製造業は環境に十分な配慮がなされた製品を開発し生産することが求められている。他方、レアアース、レアメタルを始めとする資源の有効利用、代替技術開発も重要となっている。

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。

オ. 短納期化

様々な産業において、市場ニーズをすばやく捉え、タイムリーに高付加価値製品を供給することが求められており、短納期化への対

応は重要な課題となっている。このためサプライチェーン・マネジメントを強化するほか、三次元CADやシミュレーションを活用することにより開発期間を短期化する動きが強まっている。

カ. 静音化

機械製品については、快適性や安全性、環境対応等に対するユーザーからの高機能化に向けた要求に加えて、静音化が重要な課題となっている。特に、携帯電話やモバイルパソコン等、家庭内機器には静音化への対応が重要となっている。

キ. 多軸化

機械製品においては、回転速度の高速化等により、高速動作時の負荷に対応した新素材による治具等の開発とともに、生産性効率向上のための多軸化が必要になっている。

ク. ハイブリッド化

大きな負荷変動が生ずる機械において、エンジン余剰出力で発電し、蓄電池で電気をためモータで駆動するハイブリッド化が進んでいる。モータ駆動力の向上のため、モータコアの熱処理高度化等が必要となっている。

②高度化目標

ア. 変形予測技術、変形抑制技術、変形ばらつき抑制技術の向上

温度、時間、雰囲気、冷却等多岐にわたる要素を総合的に制御する技術を開発する等して、変形予測技術、変形抑制技術、変形ばらつき抑制技術の一層の向上が不可欠である。

イ. 工程短縮及び高機能化の付与

開発課題としては、高温浸炭適用拡大、炉内の構築材と断熱材の省エネルギー化、高周波熱処理でのインライン化や複合処理、プラズマ処理やPVD、CVD等での表面反応促進が挙げられる。また、熱処理技術の特長を生かせる素材開発を含めた技術の向上も重要であり、高度熱処理技術の非鉄金属への適用拡大も期待される。

ウ. 作業性改善のための前後工程との連携技術の実現

熱処理加工現場において、熱処理設備面での自動化、無人化は進んでいるが、被処理品の治具への脱着は依然として手作業である。ロボットによる着脱システムが確立されれば熱処理現場の完全自動化が実現し、作業者は厳しい作業から解放されるだけでなく、不良現象抑制につながる事が期待できる。

エ. 新材料に対応した熱処理技術の向上

部品の軽量化が進んでおり、従来の鉄鋼に替わって、アルミ、チタン等の新材料の使用の増加が予想される。アルミ、チタン等の材料は、硬さや強度が不足するため、熱処理による表面硬化技術が求められている。

オ. リサイクル性の高い材料の用途拡大

川下業者における国際的コスト競争力向上のために、リサイクル性の高い安価な材料に高強度、高品質の特性を付与する熱処理技術が求められている。

カ. 熱処理時間の短縮及び省エネルギー化

熱処理技術はエネルギーを大量に消費するため、エネルギー使用量削減のための技術が極めて重要である。また、熱処理の低温短時間処理の実現は、環境負荷低減につながるだけでなく、熱処理工程時間の短縮にもつながる重要な課題である。

キ. 管理・検査技術の向上

硬さ試験や焼割れ検査は、大半の場合、一個一個手動で行われていることから、工程の自動化により大幅な省人化が可能となる。また、硬化層深さについては、現物やテストピースを切断して検査が行われているが、高精度な硬化深さの非破壊検査が開発されれば、大きなコスト低減の効果が期待でき、抜き取り検査から全数検査への移行も容易となる。

ク. 熱処理関連装置技術の向上

設備の高度化に関する課題としては、雰囲気制御技術、混合ガス関連技術、真空度向上技術、温度制御技術、インライン化技術の高度化が挙げられる。現在の制御系の技術がより高精度になれば熱処理品質のばらつきが著しく低減し、熱処理時間の短縮化が可能となる。

ケ. ITを活用した生産技術の向上

ユーザー業界における開発期間短縮化の開発ニーズに対応するため、熱処理技術においては試作工数を低減する必要性が高まっている。その技術課題としては、加熱・冷却シミュレーション技術、変形、硬化層パターンと深さ、残留応力等のシミュレーション技術、熱処理特性を体系的にまとめるデータベース化、素材成分・特性データベース技術等の向上がある。熱処理シミュレーション技術における予測精度の向上により、開発期間の短縮が図れるとともに、最適な部品設計が可能となり、大きなコスト低減効果も期待できる。

2 熱処理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

熱処理技術に求められる技術開発の方向性を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変形予測・変形抑制

ゼロディストーションを目指す超低歪（変形の制御及び抑制）、計測及びシミュレーション（プロセス条件及び変形の高精度計測、変形予測）

②熱処理の複合化

複合熱処理（材料開発を含めた窒化、浸炭、高周波熱処理との複合）、表面皮膜処理との複合（めっきやPVD、CVD等の表面皮膜処理技術との複合）、材料・鍛造・圧延・ショットピーニング等他技術との複合化、シンプル化熱処理（複数工程の削減、統合化、複合化）

③前後工程との連携

前後の工程考慮、インライン化（加工工程の連続化、自動化、短時間化、省力化）、全工程での変形低減、結晶粒粗大化防止

④装置の高度化

雰囲気制御（炉内雰囲気ガスの所期の組成維持）、混合ガス制御（雰囲気ガスの混合最適化、使用後のガス処理等）、真空度向上、炉内温度制御（均一化、任意の温度分布制御）、高周波焼入れの温度制御、プラズマ制御（安定発生、温度制御）、多品種少量製品対応の自動化設備

⑤冷却

新冷却媒体、冷却制御（液体、ガス）、水冷却の高度化（加圧、加熱、過冷等）

⑥新材料対応

アルミニウム、マグネシウム、チタン、ステンレス等の改質

⑦新加工法の導入

安価な材料の高強度化・高品質化、高速熱処理加工（処理時間の短縮化）、真空浸炭加工

(2) IT化に対応した開発の方向性

①技能のデジタル化

焼入条件や治具の最適化（自動化）、センサ及び計測機器によるデ

デジタル化、非破壊検査の適用

②熱処理品質予測・制御のためのシミュレーション

加熱・冷却シミュレーション（熱伝導等）、変形及び硬化層パターンと深さ、残留応力等のシミュレーション、量産加工シミュレーション

③データベース構築

熱処理特性データベース、素材成分・特性データベース

④FA化

効率的な生産を可能とする熱処理工程のFA化（熱処理加工、生産管理、設備等の情報を統合し、手作業工程の自動化による全体自動化）

(3) 環境配慮に対応した開発の方向性

①添加物の減少・リサイクル性の配慮

添加物低減材料での所期機能の実現、高リサイクル性材料の用途拡大

②塩素系有機溶剤からの転換

真空脱脂洗浄装置を用いた炭化水素系溶剤への転換等の洗浄、溶剤不要の脱脂、脱脂省略（高焼入性鋼材の実現やガス流制御等の高生産性化に対応したガス冷媒の使用）、高速洗浄（脱脂時間の短縮化）

③低温短時間処理化

窒化（低温処理、短時間処理）、軟窒化、A1変態点以下での浸炭処理（省エネルギー化、変形及び変寸の低減）、DL C成膜（非熱処理材、プラスチック、ゴム等の表面改質）

④熱処理炉の省エネルギー化

高性能工業炉（省エネルギー燃焼炉）、加熱源の効率化・最適化（熱変換効率の向上、エネルギー利用の最適化）、炉壁の高断熱（炉壁の放熱抑制）、廃熱利用（消費エネルギーの低減）、省エネルギー熱処理治具（効率的な熱流路の確保等）、低環境負荷ガスへの転換、間欠運転可能な浸炭炉、エネルギーの計測及び監視装置

⑤環境負荷評価

LCAによる環境負荷評価、総合環境負荷低減

⑥現場環境改善

作業現場環境の改善（油等による汚れ防止、工業炉等の放射熱抑制、コージェネレーション設備・省エネルギー設備の導入）、安全性向上と標準化

3 熱処理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) 今後の熱処理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) 今後の熱処理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。

(十八) 溶接に係る技術に関する事項

1 溶接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

溶接に係る技術（以下「溶接技術」という。）は、一般には二つの素形材の重ね合わせ部等において、接合する部分を熔融状態にし、必要に応じて溶加材を補充しながら凝固させて接合する方法（融接法）が広く利用されている。

融接の方法には大きく分けて、ガスの燃焼エネルギーによって金属を熔融し接合するガス溶接、アーク放電によって生じるアーク熱を利用して金属を熔融し接合するアーク溶接、接触部を通電させた際に生じる抵抗熱によって金属を熔融し接合する電気抵抗溶接がある。また、高速電子ビーム流を高真空や低真空中におかれた溶接物に照射して熔融し接合する電子ビーム溶接、レーザ光をレンズで集束して材料に照射して熔融し接合するレーザ溶接等の精密溶接も注目されている。

そのほかに金属を接合する方法としてはろう接がある。ろう接とは、接合したい金属と金属の間に溶かした金属（ろう）を満たして接合する方法であり、ろう接に用いる金属の融点によって、ろう付けとはんだ付けに分類される。さらに、熔融金属を用いない素材同士を固体のまま接合する固相接合がある。融接法では脆弱な溶接となる難接合材や異材の接合に対応した技術として、固相接合の一種である摩擦圧接が注目されている。

これらの溶接技術は構造物等を製作する上で不可欠な技術であり、溶接部に発生した欠陥による破壊を防ぐ技術的な取組が積極的に行われている。溶接材料・溶接機の開発、自動化等の技術開発と応用により、溶接技術の信頼性は大幅に向上している。また、溶接能率向上によるコスト削減等に対しては、多電極溶接・レーザとアークの組み合わせ溶接（ハイブリッド溶接）等、新たな技術も開発され実用化されている。近年では、固相接合の一種で、高速回転のピンを接合部に挿入し、摩擦熱で接合材を高温に加熱するとともに軟化した両金属を混合させる摩擦攪拌接合（FSW）の開発が進められ、主に鉄道車両や自動車等に用いられるアルミニウム構造材への導入が進んでいる。

溶接技術における主な川下製造業者等の産業分野としては、自動車、建設機械、発電、工業用等プラント、鉄道・船舶・鉄鋼構造物・橋梁等、航空・宇宙、電子機器等が挙げられる。

(2) 当該技術の将来の展望

溶接技術は今後、溶接部の品質に対して一層高い信頼性が要求されるとともに、溶接能率の向上、自動化の促進、作業環境の改善が進められる。

他方、前述のとおり、摩擦攪拌接合は、運輸機器のアルミニウム構造材への導入が進んでいるが、アルミニウム以外の材料の接合及び異材接合に対し、当該技術の利用が可能となれば接合技術が大きく変化し、作業効率・環境対策等の向上への貢献が期待できる。今後、摩擦攪拌接合等の新しい接合・溶接プロセスの開発が急速に進み、幅広い材料を対象とした新溶接・接合技術と従来からの溶接技術の使い分けが、実機で適用されることが期待される。

(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. 品質及び信頼性の向上

快適性や安全性、環境対応等に対するユーザーからの要求仕様の高度化に対応し、安心・安全を確保するための品質及び信頼性の向上が求められている。そのため、構造物の構成部材については、高い精度や強度等が求められるだけでなく、性能を確実に保証するために、溶接技術及び品質管理技術の向上へのニーズが高まっている。さらに、特殊合金溶接部、薄板化に伴う薄板構造部材の溶接部、新材料（複合材採用等）の新しい接合プロセス開発と接合部の信頼性の向上等も課題となっている。また、構造物の高機能化、小型化、軽量化等が進展したことにより、製品の構成部材に対する熱や摩擦等の負荷が高まっている。

コスト面で優れた新興国製品との差別化を図り市場競争力を維持するためには、信頼性を重視し、過酷な環境下においても耐久性を維持した上で、安定した機能を発揮し続ける部材に強化することが求められる。特に、インフラ関連機器や構造物等については、メンテナンスに係る負担を低減し長期間使用に対応可能とすることで、ユーザーのイニシャルコストのみならず、ランニングコストを含めた総合的なコストの低減につながる。そのため、長寿命化による信頼性向上は重要な課題となっている。

イ. 製造コスト削減及び短納期化

近年、成長市場として新興国が注目を集めているが、同市場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。

また、サプライチェーン・マネジメントを強化するほか、3次元CAD、成形シミュレーション、現象解析シミュレーションの活用により開発期間を短期化する動きが強まっている。

ウ. 作業環境の改善

快適な職場づくりは、あらゆる産業において労働災害の防止にとどまらず、人材の確保を円滑なものとするためにも重要な課題となっている。特に、ものづくり基盤技術に係る産業の製造現場は人手に頼る要素が比較的多く、作業環境の改善に向けた取組が重要である。

エ. 革新的製造プロセスの開発、生産方式の高度化等のプロセスイノベーション

環境負荷低減の強化、地球環境問題に対する世界的な認識の高まり、グローバル競争の激化を背景に、省資源・省エネルギー等、一層のコスト削減が求められている。これらを実現するための生産工程及び生産方式の効率化、品質の安定化や高品質化等が求められている。また、今後、革新的製造プロセスの開発により、容易に追従できない接合技術等の確立により国際競争力を強化する必要がある。

②高度化目標

ア. 機械的特性の向上

溶接部の劣化・脆化を抑制し、強度、靱性、疲労強度、耐クリープ性を向上させることによる溶接部破壊の防止が求められる。

イ. 溶接精度の向上（溶接変形低減）

溶接変形は構造物の美観を損なうだけでなく、初期不整として構造性能の低下をもたらすおそれがある。このため、溶接歪の低減技術による溶接精度の向上が求められる。

ウ. 部品加工工数削減のための溶接技術の向上

川下製造業者等においてはコストダウンと納期短縮化に対応するため、部品の加工工数の削減が望まれている。溶接技術の更なる向上による部品加工工数の削減の貢献が求められる。

エ. 複合機能付与技術の向上

環境対応の自動車や輸送機器においては、軽量化とともに熱伝導特性、電気伝導特性の向上等の異種金属材料の接合により複合機能を付与する技術の向上が求められている。

オ. 作業環境の向上

溶接作業で金属を溶かし接合する際に発生する溶接ヒュームは細かい金属の粉じんである。溶接ヒュームを長期間にわたって吸入した場合には人体への影響が懸念されることから、溶接ヒュームの抑制が求められる。

カ. 難接合材の溶接技術の向上

機械製品の高機能化、小型化、軽量化等の進展により、構造物を構成する部材には新機能を保持し、かつ接合が難しい新素材等が多用されている。この難接合材の溶接技術の向上が求められる。

キ. 溶接ロボット等の自動化・省人化機器の機能向上

溶接施工を一層自動化するためには、溶接ロボット等の繰り返し精度向上、高速化、小型、軽量化、操作の簡略化、安全性の向上、高精度かつ高信頼性センサの開発とともに機器・装置の低廉化が求められる。

ク. 溶接部診断技術・検査技術の向上

溶接部の欠陥診断技術、検査技術を向上させ、溶接部を有する構造物の信頼性や品質の更なる向上が求められる。さらに、非破壊検査技術の専門的知識の少ない事業者を考慮した、簡便な非破壊検査技術及び非破壊検査設備の向上が求められている。

ケ. 新しい溶接・接合プロセスの実現と応用

上記ア～クの各項目に対して、摩擦攪拌接合等の新しい溶接・接合プロセスが関連する可能性が強く、広範囲な材料への応用に対する技術が期待されている。

(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

近年、化石燃料依存からの脱却、地球環境問題に対する認識が世界的に高まっており、自動車分野では、燃費向上及び省資源化のための軽量化、衝突安全性の高い軽量合金板及び軽量で信頼性の高い基幹部品等、溶接加工品に対するニーズに対応しつつ、品質の安定化を実現

するための、溶接条件等の最適化及び溶接工程の高度化が求められている。また、今後ますます増加する環境対応車においては、高張力鋼、アルミニウム合金等、溶接や熱加工の困難な材料が使用されるが、これら材料の補修溶接には、可能な限り低入熱で材質変化及び溶接変形が小さい溶接方法の確立、溶接条件の最適化が求められている。

一方で、近年のグローバル競争下で我が国の自動車産業が生き残るために、より低コストで高品質を実現するための生産工程の実現が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 燃費向上及び省資源化のための軽量化

イ. 衝突安全性の向上

ウ. 補修技術の向上

②高度化目標

ア. 溶接加工品の品質安定化のための溶接条件等の最適化及び溶接工程の高度化

イ. 補修溶接技術向上のための溶接機器の開発と溶接条件の最適化

2) 建設機械に関する事項

建設機械分野については、排ガス規制、省資源・省エネルギー等の多様化するニーズ等への対応のための新規製品開発を始め、デザイン変更等や一層のコスト削減を図るための生産工程及び生産方式の効率化、切削加工部品の溶接構造化、品質の安定性向上、高品質化等が求められている。

一方、建設機械分野は、コスト高となる場合であっても、常に建設現場等の作業員の安全性確保が重要課題である。当該分野において、溶接技術は、トンオーダの重量物の厚板接合や部品を構成する加工品同士の接合を行う重要な加工技術である。さらに、溶接工程の自動化・ロボット化の拡大、レーザ溶接等の新しい溶接技術の進展等の背景から、複雑構造の部品加工における切削加工等工程の大幅な削減をもたらす可能性も有している。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 建設機械設計ニーズの多様化

イ. 自動溶接化の推進

②高度化目標

ア. 溶接ロボットの高精度化、高速化、教示方法等操作性・機能性の向上

3) 発電、工業用等プラントに関する事項

発電、工業用等のプラントは、電力、化学、製鉄を始め広範な産業分野に及んでいるが、プラントを構成する原動機、ボイラ等の機器類、圧力容器、排給水配管、ガス等の輸送導管や施設等の構造物の製造・建設施工において溶接技術は極めて重要である。これらプラントは国際的な競争が激しく、品質、性能、信頼性、安全性の維持向上に加え、コスト削減への努力が一層求められている。

さらに、近年、風力発電や太陽光発電等自然エネルギー利用の発電システムが注目されており、これらの高寿命・高信頼性プラント製造のための溶接プロセス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. 製品の使用条件の高温化、極低温化、高圧化等高性能化ニーズへの対応

イ. 長期供用性の確保及び向上

②高度化目標

ア. 溶接補修及び施工技術の向上

イ. 溶接部の経年変化評価技術及び寿命予測技術の向上（非破壊検査技術等を含む）

4) 鉄道・船舶・鉄鋼構造物・橋梁等大型構造物に関する事項

鉄道・船舶・鉄鋼構造物・橋梁等については、海洋等の使用環境、地震等の災害、事故、経年変化、脆性破壊等の不安定破壊に対する安全性の確保が極めて重要な課題となっている。さらに、近年、これらの大型化や高速化に伴い、より高強度かつ高靱性な高性能鋼材の使用が求められている。

また、鉄道や船舶の国際競争の激化、鉄鋼構造物や橋梁等の大型化等により、製造コストや建設コストの削減努力が一層求められている。特に、船舶分野では製造工程の工数削減と省人化、鉄鋼構造物・橋梁分野では初期建設コストや維持コストを含めたライフサイクルコストの低減要求により、錆、無塗装等に対応した鋼材の使用が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 長期供用性の確保、向上

イ. 車両の軽量化及び性能向上（鉄道）

ウ. 大型化、耐環境性向上等の製品ニーズへの対応（船舶・鉄鋼構

造物・橋梁等)

エ. 非破壊検査技術の向上 (船舶・鉄鋼構造物・橋梁等)

②高度化目標

ア. 溶接の自動化・省人化技術の向上

5) 電子機器に関する事項

電子デバイス分野において、半導体を組み込む基盤には過酷な環境下での信頼性、高集積化による小型化及び高機能化等が求められている。さらに、電子デバイスの高性能化、大容量化、高速化等のための微細化、高集積化も恒常的な課題である。

また、国際的な競争が極めて厳しい分野であり、コスト競争も激しい。さらに、マイクロ、ナノといった超極小スケールの微細加工技術も電子デバイスやセンサ類、各種スイッチ、発信器等の商品化という形で応用されている。

一方、デバイスの実装技術であるはんだ付けについては、人体に有害な物質である鉛を使わない鉛フリー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. L S I の高密度化・三次元実装化に対応する溶接技術の向上

イ. 鉛フリーはんだの適用技術の拡大

ウ. 全自動ソルダリング機器の適用範囲の拡大

エ. 微細加工における接合・溶接技術の向上

②高度化目標

ア. 鉛フリーソルダリング技術の信頼性向上

イ. 利便性、汎用性及び耐久性の高い自動ソルダリング機器の開発並びに適用

ウ. ソルダリングに代わるレーザ等細密接合技術の開発

エ. 過酷環境 (高・低温、振動等) 下における信頼性の向上

2 溶接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

溶接技術に求められる技術開発の方向性を6点に集約し、以下に示す。

なお、以下の6つの技術開発課題に掲げた個別の研究開発テーマの中には、必ずしも、1つの技術開発課題の向上のみにつながるのではなく、複数の技術開発課題の向上につながるものもあることに留意する必要がある。例えば、軽量化に資する溶接技術の研究開発は機械的特性の向

上に対応した技術開発の方向性の中に掲げているが、コスト削減に対応した技術開発の方向性の中に掲げることも可能である。

(1) 機械的特性の向上に対応した技術開発の方向性

①溶接技術

軽量化、摩擦攪拌等の摩擦熱利用による適用範囲拡大、高強度・高靱性化、溶接構造精度向上、スパッタレス化、難接合材（めっき鋼板、アルミニウム材、異種金属材等）、耐高温・耐低温・耐腐食材料、微細化

②特殊材料溶接技術

熱変形の少ない高強度鋼板溶接、溶接割れ等が生じにくく施工性の高い高強度鋼板溶接、ニッケル基合金溶接部靱性の向上（供用中に靱性の低下がない）、高クロム鋼溶接金属の靱性の向上、極低温用非磁性材溶接

③その他機械特性の向上

(2) 溶接品質及び信頼性の向上に対応した技術開発の方向性

①溶接技術

溶接条件最適化（溶接条件データベースの精度、溶接シミュレーションの信頼性等）、溶接品質保証（溶接現象の可視化、溶接条件インプロセスモニタリング、溶接結果の良否判定、制御等）、裏波形状制御溶接（配管減肉検査の効率化等の裏波溶接ビード形状の形成方法）、溶接継手の疲労強度、溶接残留応力及び溶接歪の低減可能な溶接法及び溶接施工条件

②非破壊検査

表面欠陥の認識及び良否判定、内部欠陥の認識及び良否判定

③高温部、厚板、複雑形状部等の検査

④溶接材料技術

低炭素ステンレス鋼溶接金属の耐応力腐食割れ性向上、二相及びフェライト系ステンレス鋼の溶接性・溶接継手特性の改善、非破壊検査性の良好なオーステナイト系ステンレス鋼溶接、高効率溶接が可能なニッケル基合金溶接

⑤その他溶接品質及び信頼性の向上

(3) 熱伝導、電気伝導特性付与技術の向上に対応した技術開発の方向性

- ①大面積接合
- ②異種材料（異種金属、金属＋非金属）接合

（４）耐経年変化に対応した技術開発の方向性

- ①高精度寿命評価
- ②温度上昇に対応するクリープ強度向上
- ③熱時効脆化傾向が低いステンレス鋼溶接金属
- ④材質の経年変化計測
- ⑤耐経年変化

（５）コスト削減に対応した技術開発の方向性

①溶接技術

部品点数削減、仕上げ加工及び溶接不良補修の低減、溶接能率向上、薄板の耐ギャップ裕度の拡大、継手・組立て精度の向上、高剛性化及びシール性向上のための連続溶接、精密溶接法による鉛フリー実装、溶接工程の最適化（溶接工程シミュレーション、溶接治具の知能化等）

②材料技術

高強度鋼板溶接、大型厚肉耐熱部材溶接、長寿命電極

③その他コスト削減

（６）溶接作業の自動化等作業性の向上に対応した技術開発の方向性

- ①新アーク溶接
- ②アーク溶接と他溶接法とのハイブリッド化
- ③超小型加工ツール（溶接機器・装置、センサ・モニタリング装置）
- ④ロボット溶接の高精度化、高速化、操作性向上
- ⑤溶接施工法、溶接材料、溶接機器
- ⑥ヒューム発生量の低減化等の作業環境改善
- ⑦品質向上（薄板鋼板の重ね継手の高品質溶接、検査、継手倣い等）
- ⑧中厚鋼板に対するＴ継手及び突合せ継手の高能率・高品質化、すみ肉ビード形状の高品質化、非破壊検査、長尺溶接設備関連
- ⑨中厚鋼板の全姿勢溶接、装置及び検査、現地溶接装置の要素開発、全姿勢高能率溶接
- ⑩厚板に対する溶接ロボット要素
- ⑪基本データベース構築・確立、シミュレーション技術との連携等溶接条件・施工方法データベースの共通化

- ⑫小型、高精度、操作性良好、低廉な非破壊検査
- ⑬作業者保護のための安全確保
- ⑭その他作業性の向上

3 溶接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) 今後の溶接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) 今後の溶接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。

(十九) 塗装に係る技術に関する事項

1 塗装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

塗装に係る技術（以下「塗装技術」という。）とは、金属、プラスチック、木材、コンクリート、ガラス、皮革等のあらゆる物体（被塗物）の表面に塗料を塗布することにより、塗膜層を形成させるプロセス（加工工程）である。

代表的な塗布の方法としては、塗料をそのままの状態では被塗物へ移行する浸漬塗装、カーテンフローコーティング、ロールコーティング、電着塗装、塗料を一度「霧」にして被塗物へ移行するエアスプレー、エアレススプレー、液体静電塗装、粉体塗料を用いる流動浸漬塗装、静電粉体塗装等が挙げられる。また、ユーザーのニーズに応じた塗料調合・調色、塗布方法に応じた前処理及び乾燥等、塗装技術は多くの工程と、各工程を支える周辺技術から成っている。

塗装技術は、ほぼ全ての産業の製品に用いられており、塗装プロセスの環境負荷低減や塗膜の高機能化による新たな機能付与や高性能化が共通課題となっている。これらを実現するため、塗装の各工程の技術やその周辺技術、さらにこれらを活用するためのシステム化技術の高度化が求められている。例えば、住宅や構造物等の建築物や自動車や家電、鋼製家具、アルミ建材等の比較的大型の工業製品については、VOCの含有を抑えた塗料・塗装技術への転換が進められている。パーソナルコンピュータ等の情報家電や携帯電話等の通信機器分野では、デザイン性、ファッション性が重視され、意匠性を重視した塗料・塗装技術の開発が盛んである。

(2) 当該技術の将来の展望

塗装技術では、高機能化を実現するために、新材料の導入や新機能付与等への対応が求められており、高意匠性を付与する高輝性のめっき調塗装、防汚性・抗菌性付与のための光触媒を活用した塗装、省エネルギー性付与のための遮熱塗装等の開発等が進められている。今後、高機能性を付与する塗料及び塗膜性能の向上に資する塗装技術の開発、これら高機能化を発現するための塗料・塗装一体の塗膜形成技術の開発が進められる。

また、低コスト化を実現するために、生産工程の効率化、不良率低減等への対応も求められている。塗装に係る多品種少量生産等の各種生産方式においても、自動塗装装置、塗装ロボット、移設装置、検出

技術や画像処理による検査工程の自動化等の開発・活用により、生産速度向上、生産リードタイム短縮、不良率低減等に対応する塗装技術の開発が進められている。

さらに、塗装プロセスにおける環境対応や安全に対するニーズは高まっており、水性塗料、粉体塗料、ハイソリッド塗料等の低VOC塗料、鉛・クロム等の有害物質を含まない塗料及びこれらの塗料に対応するための塗装システムの開発が進められている。また、静電塗装や低圧スプレー等、塗装プロセスの環境負荷低減に資する塗装技術の開発も行われている。

(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が抱える共通課題及びニーズ並びにこ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

高機能化を実現するために、新材料の導入や新機能付与等への対応が求められている。

イ. 高効率化

低コスト化を実現するために、生産工程の効率化、不良率低減等に対応することが求められている。また、多品種少量生産等が要求される製品分野においても低コスト化及び高効率化が求められている。

ウ. 環境・安全配慮

有害物質の削減・代替や二酸化炭素の削減、さらに製造プロセスの省エネルギー化といった環境負荷低減への対応が求められている。また、製品の安全に対するニーズも高まっている。自動車、情報家電等の廃棄時・リサイクル時における有害物質発生への対応が求められている。

②高度化目標

ア. 高機能化のための技術の向上

高意匠性、高機能性付与等の塗膜性能の向上に資する塗装技術の開発、これら高機能化を発現するための塗料・塗装一体の塗膜形成技術、塗膜積層時に機能材・異種材等を埋め込む積層技術の開発、めっき、CVD、PVD等の表面処理と塗装を融合した技術が求められる。

イ. 高効率化のための技術の向上

生産工程の効率化（自動化・生産速度向上、生産リードタイム短縮等）、不良率低減等に対応する塗装技術の開発、また、多品種少量生産等に対応した塗装技術が必要である。

ウ. 環境・安全配慮のための技術の向上

VOC等の有害物質の削減・代替に対応する塗装技術の開発及び製造プロセスの省エネルギー化、環境・安全に対応した塗装技術が求められている。

(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これらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

1) 医療・福祉・介護等に関する事項

医療・福祉・介護等においては、高い安全性と信頼性が求められている。内視鏡や人工心臓等の医療機器、外科手術に用いる医療器具は、生体親和性又は生体適合性が求められている。また、福祉ロボットや機器は、操作するユーザーの利便性等の観点から、安全性・信頼性に加えて、機器の軽量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. 生体親和性・生体適合性

イ. 安全性・信頼性

ウ. 軽量材料

②高度化目標

ア. 医療用機器・器具の生体親和性及び生体適合性の向上

イ. 人体等へ影響のない安全な塗料及び塗膜形成の実現

ウ. チタン、セラミック等の軽量部材・新材料部材に対応した技術の向上

2) 鉄道・航空宇宙・船舶に関する事項

鉄道車輛、航空機及び船舶は、省エネルギーの観点から軽量化が求められている。加えて、厳しい環境下での運用にも対応することが必要であり、これらの資材・部品は高度な耐環境性が求められている。また、航空機は、極めて厳格な品質管理が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 軽量化

イ. 耐環境性能

ウ. 長寿命化

②高度化目標

ア. CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics)等軽量部材、新材料部材への塗装技術向上

イ. 塗膜の薄膜化

ウ. 過酷環境に対応可能な塗膜の形成技術の向上

エ. 高耐久性塗膜の形成技術と塗膜の検査測定技術、寿命予測手法の確立

3) 住宅・構造物・橋梁・道路・資材等に関する事項

住宅、構造物、橋梁、道路、資材等は、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、優れた高耐候性を有する資材・製品及び優れた省エネルギー性並びに優れた耐震性を有する製品の開発も求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. メンテナンス性

イ. 高耐候性

ウ. 省エネルギー性

エ. 耐震性・強度

②高度化目標

ア. 塗料及び塗装によるメンテナンス性向上

イ. 塗膜解析による長期耐久性実現

ウ. 長期耐久性塗膜の形成

エ. 塗料及び塗装による省エネルギー性向上

オ. 塗料及び塗装による耐震性・強度向上

4) 自動車に関する事項

自動車は、安全性や快適性の確保、さらに環境配慮が求められている。また、EV化や燃料電池化等次世代自動車の普及に向け、低コスト化及び高強度化・軽量化も課題となっている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高付加価値化

イ. 変種変量生産対応

ウ. 高強度化・軽量化

②高度化目標

- ア. 高耐久性、高意匠性、高機能性の付与の実現
- イ. 変種変量生産に効率的に対応できる塗装システムの実現
- ウ. CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) 等の軽量部材・新材料部材への塗装技術の確立

5) 情報通信機器に関する事項

情報通信機器は、更なる高機能化に加え、高付加価値化が求められている。特に製品の種類が多岐にわたることから、短納期大量生産への対応が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高付加価値化
- イ. 短納期大量生産

②高度化目標

- ア. 高意匠性、特殊機能性の付与及びそれらを実現する塗料・塗装一体化
- イ. 短納期大量生産へ対応した塗装システムの実現

2 塗装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

塗装技術に求められる技術開発の方向性を3点に集約し、以下に示す。

(1) 高機能化に対応した研究開発の方向性

①塗膜性能向上

塗膜性能を向上させる塗装設計、最適化制御、評価及びこれらに資する塗装機器・設備、複雑形状の被塗物表面への均一な塗膜形成及びこれに資する塗装機器・設備、塗膜の長期耐久性（耐候性、耐食性等）、異なる素材部品（金属や樹脂、ガラス等）に対する同様な視覚特性の付与、塗膜の薄膜化、高機能材料・軽量部材、新材料部材への対応、塗膜積層への機能材・異種材等の埋め込み、めっき及びCVD、PVD等の表面処理との融合、適用環境（屋外環境、医療現場、特殊環境等）に対応する機能（メンテナンス性、耐震性、高意匠性等）付与

(2) 高効率化に対応した研究開発の方向性

①フレキシブル生産

多品種少量生産、変種変量生産、短納期大量生産

②不良率低減

生産効率の向上、塗膜の検査測定及び寿命予測品質保証評価

③自動化・生産速度の向上

ワーク形状の自動認識、ティーチング等の自動化・可視化

④生産リードタイム短縮

塗装工程の時間短縮化

(3) 環境・安全配慮に対応した研究開発の方向性

①環境・安全配慮

環境負荷低減（塗着効率向上等）、VOC、二酸化炭素、塗料廃液及びスラッジの削減、ゼロエミッション、循環型社会への対応人体等への有害物質フリー化

3 塗装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) 今後の塗装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、ベテラン習熟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) 今後の塗装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。

(二十) めっきに係る技術に関する事項

1 めっき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

めっきに係る技術（以下「めっき技術」という。）とは、金属を溶かした水溶液中で行われるめっきのことを指し、電気めっき、無電解めっき、化成処理等の手法を含む。

めっき技術は防錆、耐候性や電気伝導性の向上、装飾性の向上等の目的で幅広く利用され、適用範囲も家庭用品、家庭用電気製品、日用品雑貨、身具品、自動車・二輪車等の輸送機器、産業機械、精密機器、コンピュータや通信機等の電子部品、航空宇宙機器等と多岐にわたる。

(2) 当該技術の将来の展望

めっき技術に関わる産業を取り巻く社会的、経済的環境は大きく変化しており、対応すべき新たな課題も提起されている。例えば、情報家電を始めとする電子機器においては、集積回路やプリント基板における配線の多くがめっきによって実装されており、その微細化の精度が回路の密度を決定している。この結果、めっき技術におけるダウンサイジングの成否が川下製造業者等の競争力に直結することとなり、めっき技術の革新に高い期待が集まっている。一方、医療分野や航空宇宙分野のように、めっき技術の高機能化の過程の中で、新たに注目され始めた分野も現れている。こうした中で、めっき技術の担う役割をより高度化させていくために、ダウンサイジング、高機能化、環境配慮等の実現を目的とする研究開発の必要性も一層高まりつつある。

(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. ダウンサイジング

川下製造事業者の製品の一層の小型化、高集積化に対する要求に対応し、高精度のめっきを実現するための開発が進められている。こうした小型化、高集積化は製品の競争力に直結する特徴であり、技術革新のスピードが速い。このような背景の下、めっき技術の開発に対しても、小型化、高集積化を達成するためのダウンサイジングが期待されている。

イ. 高機能化（高電気伝導性・耐摩耗性・耐食性・密着性・抗菌性）

めっき技術の適用範囲の拡大に応じた、多様な材料や用途におけるめっきの高機能化に対するニーズが多様化している。めっき技術による付加価値向上の効果を高めるため、継続的な高機能化への取組みが求められている。

ウ. 環境配慮

湿式めっきは作業を通じて必然的に廃液が生ずることとなる。その処理技術に関しては、これまでに多くの取組みがなされているものの、有害物質を用いないで行うめっき技術に関するニーズは根強く、その実現が期待されている。

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が、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. 電気伝導性、密着性、耐食性、防錆性、はんだ付け性、耐摩耗性、耐擦傷性及び抵抗特性の付与及び向上（主に半導体素子・電子部品・計器類・センサ部材を対象。）

プリント回路基板を始めとして、めっきを用いて電子回路の配線を行う用途が増えており、性能向上のためには電気伝導性等の特性の改善を目的とする、めっき技術の一層の高度化が求められている。一方で、単に伝導性を高めるだけでなく、電子回路上における抵抗器や半導体の機能を付加する目的でめっき技術を施す用途もあることから、多様な性質の付与のための技術も必要とされている。

イ. 耐熱性、耐摩耗性、耐焼付性、耐食性、防錆性、電気伝導性及び潤滑性の付与及び向上（主に駆動部材・制御装置部材を対象。）

めっき技術の適用対象の多様化とともに、いかなる環境でも必要な性能を確保・発揮し、被処理物の機能を長寿命化させるめっき技術が期待されている。

ウ. 装飾性の向上並びに耐摩耗性、耐食性、防錆性及び耐久性の付与及び向上（主に表面部材・骨格用構造材を対象。）

装飾性は川下製造業者等の製品の魅力に直結することから、めっきによる製品の装飾性の向上効果を低コストで実現するための技術への期待が大きい。一方で、装飾性の確保と長寿命化を始

めとする必要な機能の両立を行うことも必要である。

エ. 抗菌性の付与及び向上（主に生活関連素材を対象。）

めっき技術の適用対象の多様化とともに、めっき加工を通じて細菌やウイルス、カビ等の繁殖を抑制する抗菌性を付与及び向上させるための技術が期待されている。

オ. 超微細化

ダウンサイジングの実現手段として、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）の製造に適用可能なめっき技術や、電鍍めっき技術の一層の高度化が求められている。

カ. 鉛、六価クロム及びシアンの不使用

より環境影響の少ないめっき技術として、人間の生活における有害物質となり得る鉛、六価クロム、シアンを用いないめっき技術が求められている。

（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固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）医療に関する事項

医療器具や人工骨、人工関節等の各種生体材料に関して、金属アレルギーその他人体への悪影響を防止するために、人体に影響の少ない物質によるめっきを通じた生体親和性の付与及び向上が強く求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 生体親和性

②高度化目標

ア. 生体親和性の付与及び向上に対応した技術の向上

２）燃料電池に関する事項

燃料電池は、近年市場化に向けて大きく進展しているが、経年による性能劣化による短寿命が課題とされており、めっき技術による機能向上を通じた燃料電池の性能劣化の抑制が強く求められている。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 長寿命化

②高度化目標

ア. 白金等希少金属の使用量削減、白金等希少金属の代替材料によ

るめっき技術の確立

イ. エネルギー効率及び信頼性の向上

3) ロボットに関する事項

これまでのロボットは、産業用ロボットとして産業界、特に製造の現場である工場において利用されてきた。今後は、ロボットが活躍する場を非製造業分野や民生分野に拡大していくことが期待されている。また、産業用ロボットについても、製造業の生産形態が少品種大量生産から多品種変量生産へシフトしたことにより、柔軟性のある組立て工程に対応し、人間と協働できる次世代の産業用ロボットの導入が必要とされている。ロボットを構成する部材のうち、表面部材・骨格用構造材、駆動部材・駆動用構造部材及び制御装置・センサ部材等の随所にめっき技術が使われているが、それぞれの役割に応じた信頼性及び安全性の確保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. 信頼性及び安全性

②高度化目標

ア. 信頼性及び安全性の確保に向けた技術の向上

4) 情報通信機器に関する事項

情報通信機器においては、半導体関連部材、素子・センサ部材、光学部材、記録部材及び実装部材等の随所にめっき技術が使われている。川下製造業者のニーズの多様化のため、光学的性能の向上、記録媒体への磁性の付与技術、装飾性、基本要件としての膜厚精度、膜硬度の向上等が求められる。

①川下製造業者等の抱える課題及びニーズ

ア. 光特性、磁気特性

②高度化目標

ア. 光反射性及び反射防止性の付与及び向上

イ. 磁性の付与及び向上（主に記録部材を対象。）

ウ. 装飾性、耐候性、難燃性及び電磁波シールド性の付与及び向上 （主に実装部材を対象。）

エ. 膜厚精度、膜硬度、高集積化、高積層化、高平滑化の向上

2 めっき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

めっき技術に求められている研究開発の方向性を3点に集約し、以下に示す。

(1) ダウンサイジングに対応した研究開発の方向性

①微細加工

樹脂表面改質及び金属イオンの吸着による微細配線の形成

②高密度実装の実現

三次元実装

③超微小な部品や超微細形状における任意の金属形状及び金属組成の析出

MEMS製造への適用、電鍍めっき技術によるマイクロマシニング

(2) 高機能化

①めっき皮膜性能の向上

多機能部品へ応用可能な新規性能（機械的特性、磁気特性、電気的特性、触媒性能、放熱性等）皮膜の品質向上（耐食性、耐摩耗性、密着性等（環境配慮のための代替技術を含む。））

②成膜技術の改良

複雑形状材料への薄膜形成の均一化、めっき皮膜形成の高速化

(3) 環境配慮に対応した技術開発の方向性

①製品中の有害物質フリー化

六価クロム及びシアンの不使用、鉛を用いないめっき薬液

②めっきに係るプロセスの環境負荷低減

処理液の回収・再利用、有害化学物質を使用しないめっきプロセス

3 めっき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) 今後のめっき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) 今後のめっき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。

(二十一) 発酵に係る技術に関する事項

1 発酵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

発酵に係る技術（以下「発酵関連技術」という。）は、醤油、味噌、酒に代表される伝統的発酵技術のみでなく、微生物を含む多様な生物の機能を利用して物質生産等を行うプロセスである。発酵関連技術は、高い特異性を持つ生物の有する反応を生かした有用物質の生産に関係し、医薬、食糧、化成品等展開する分野は多岐にわたる。

一般に、生物資源を用いることで、生産物の製造から廃棄に至るライフサイクルにおける二酸化炭素の大気中への排出が抑えられると考えられることから、発酵関連技術に対しては燃料、化学品、素材等のコモディティーケミカルズの製造プロセスとしての期待が高まっており、生産品はこれまでの少量高付加価値製品に留まらず、大量安価な製品にまで広がりを見せている。

医療分野においては、ヒトの抗体や生理活性タンパク質を大量に製造して医薬品としたり、細胞そのものを培養・増殖させ、治療に用いる等新しい技術の展開が現実のものとなっている。また、生理作用の解析技術は、健康に役立つ食品の開発にも繋がり、知見を応用した機能性化粧品の開発にまで活用され始めている。

生物を分子レベルで理解する技術は、急速な進展を続けている。細胞のゲノム配列、遺伝子発現、タンパク質発現、代謝物の分析、網羅的な変異株ライブラリー、形質の網羅的解析、遺伝子相互の作用解析等、分析データ及び解析データが蓄積されている。これらは、情報処理技術やチップ等の小スケールの反応器の作成・計測技術に活用されているが、これらに関する技術開発は米国が主導する傾向にある。

我が国は、伝統的な発酵技術を通して、微生物を用いた有用物質製造プロセスの開発において、これまで世界をリードしてきた。その技術基盤の上に、最新の解析技術や情報処理技術を効率よく取り込み、これらの新しい発酵関連技術においても、その地位を確固たるものにしようとしている。

(2) 当該技術の将来の展望

バイオテクノロジーは、将来においても、広範な産業分野において重要な役割を果たしていく。このバイオテクノロジーの実用展開が、発酵関連技術である。

例えば、細胞成分の分析方法の高性能化により、タンパク質医薬製

造技術の高度化、診断技術の精度の向上、医薬品の機能性の向上等、精度の高い医療の展開が期待される。また、免疫や細胞分化等高度な生体反応の理解に基づき、幹細胞等の高機能医薬の開発が展望される。

環境負荷低減の観点からは、二酸化炭素排出の少ない原材料としての生物資源の活用が進展する。特にこれまで廃棄されてきた未利用の生物資源の活用技術の向上は重要な課題である。

他にも、ゲノム情報、遺伝子・タンパク質発現情報等いわゆるオミックス情報解析技術、少量サンプルでの多項目解析技術、反応場の理解や計測技術の進展により、医療診断技術や化学品の生体反応への影響等、生物と化学の相互作用の理解が進んでいく。また、オミックス情報を元にして有用な情報を探り出すデータマイニング技術が進歩し、細胞の理解の進展とともに、有用物質製造のための細胞育種に貢献している。

有用な生物や遺伝子探索のためのリソースが広く展開し、生物の多様性堅持と有用物質生産のための細胞育種や合成が調和を持って展開している。

(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が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. 高度化・高品質化

これまで一般に、発酵関連事業者は伝統的発酵技術を基盤としてきたが、これらの技術の科学的分析、ノウハウ化等の要望の中で、高品質化へのニーズ・課題が高まってきている。これには、オミックス情報解析技術と細胞の理解をさらに大きく進展させて、有用物質製造のための細胞育種を強力に推し進めるという課題があり、その情報の高度利用を促進する装置、計測機器及び生物機能の向上を促す試薬の開発も求められている。

イ. 低コスト化

比較的安価な製品に対する低コスト化の課題・ニーズだけでなく、高機能かつ高価格品に対するコスト構造の改善も求められている。二酸化炭素の排出量が低減可能とされる生物資源を原材料とする生物機能活用法の場合、従来の化石燃料を原材料とする製品の代替を想定するならば、その製造コストの差を埋める技術開発は、不

断に継続する必要がある。また、新興国が成長市場として注目を集めているが、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。

ウ. 環境対応

発酵関連技術に対しては、二酸化炭素削減等に資する生物資源利用のニーズ・課題は高まる一方である。

②高度化目標

ア. 高度分析技術の開発及び利用

川下事業者のニーズとして、先進的な技術を用いた分析とそれを実現する機器及び分析機能を利用した技術が求められている。

イ. 生産性の向上

新興国等の競争が激しい比較的廉価な製品だけでなく、高機能・高付加価値製品のコスト構造の改善を求められていることから、コストを低減し生産性を向上させることが求められている。

ウ. 二酸化炭素削減等に資する生物資源の利用

環境対応へのニーズが高まっていることから、生物資源の利用及び製造における化学プロセスを生物機能によって代替する技術が求められている。

(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) 医薬品・診断薬産業に関する事項

医薬品・診断薬産業においては、多様化する川下製造業者等のニーズに基づき生物としてのヒトの理解、疾病の理解が分子レベルで求められている。具体的には、分子レベルでの生物や疾病の理解のための情報の探索及び解析に加えて、産業目的にあった情報の有効利用を促すシステムの構築に資する、情報解析技術の改良等の課題・ニーズが指摘されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. オミックス情報等の収集、解析

イ. 情報利用を促すシステム構築

ウ. 情報解析技術の高度化

②高度化目標

- ア. 生物としてのヒトや疾病の分子レベルでの理解に資する解析技術の高度化
- イ. 多量の分析データを解析し、有用な情報を見出す技術の高度化
- ウ. 社会的ニーズの高い創薬標的分子の探索・評価技術の向上
- エ. 疾病治療に有効な生理活性物質の探索と大量生産技術の向上
- オ. 活性分子としてのたんぱく質の高機能化

2) 化学品製造産業に関する事項

化学品製造産業においては、多様化する川下製造業者等のニーズに基づき生物資源を用いた製造プロセスにおいて、製造コストの低減と原材料の大量取得方法の確立が求められている。また、産業目的にあった生物資源の有効利用を促すシステムの構築、原材料としての生物資源の改良等が課題として指摘されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 原材料としての生物資源の大量生産
- イ. 情報利用を促すシステム構築
- ウ. 原材料としての生物資源の改良

②高度化目標

- ア. 原材料である生物資源の多様化と最適化
- イ. 製造プロセスに関わる生物資源・情報の利用方法の多様化と最適化
- ウ. 製造プロセスに関わる生物の育種・改良
- エ. 反応触媒としての酵素たんぱく質の高機能化
- オ. 製品の機能や有用性、排出二酸化炭素削減の立証

3) 食品製造業に関する事項

食品製造業においては、多様化する川下製造業者等のニーズに基づき機能・有用性を有する生物資源の多様化が求められている。具体的には、生物資源の探索及び確保、産業目的にあった生物資源の有効利用を促すシステムの構築、生物資源、製造プロセスの改良等の課題・ニーズが指摘されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 有用な生物資源の探索及び利用
- イ. 情報利用を促すシステム構築
- ウ. 生物資源、生産プロセスの改良

②高度化目標

- ア. 有用な生物資源及び利用方法の多様化
- イ. 有用な生物資源の育種・改良
- ウ. 製品の機能や有用性の立証

4) 環境・エネルギーに関する事項

近年、環境負荷低減及びエネルギー生産に対しても発酵関連事業者に対する要望が高まっている。具体的には未利用バイオマスの有効利用を促進するとともに、汚染環境の修復に生物資源を活用することで、環境負荷の抜本的な低減を図る等の課題・ニーズが指摘されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 未利用バイオマスの利用
- イ. 生物資源を用いた環境汚染修復

②高度化目標

- ア. 未利用バイオマスを利用したエネルギー生産技術の向上
- イ. 廃棄されていた生物資源の再資源化に係る技術の確立
- ウ. 生物資源を利用した有害物質の濃縮・除去・無害化等の環境修復に係る技術の確立
- エ. 未利用バイオマス利用の環境負荷低減効果の確立

2 発酵関連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

発酵関連技術に求められる技術開発の方向性を4点に集約し、以下に示す。

1) 生物資源や製造プロセス等の多様化に関わる事項

①生物資源の確保

遺伝子源としてのDNAの直接分離

②製造プロセスの多様化

産業目的に合った製造プロセスの確立、オミックスにおける高度探索

2) 生物生産プロセス・精製工程等の効率化・高精度化に係る事項

①新規な生物生産プロセス技術の展開

大量培養装置、効率的な精製装置、分析装置、測定機器、外部不純物の混入リスクを抑制する自動化ロボティクス

②大量生産に対応できる生物生産プロセス

大量生物生産プロセス、原材料の選定と確保

③消費者心理等社会的ニーズに対応した原材料や製造プロセスの確立

遺伝子組換え、合成生物等に対するリスク管理と製造施設対応

3) 生物資源を用いた生産物等の有効性の科学的証明に係る事項

①分子レベルでの生産物の有効性

有効成分の標的分子との相互作用に関するデータ取得、副作用の可能性

②地球レベル、社会レベルでの生産物の有用性

ライフサイクルアセスメントの確立（特に従来廃棄されてきた有機資源を原材料とする場合も含む。）、二酸化炭素量の排出量算出環境影響に関する評価、生物資源を利用した有害物質の濃縮・除去・無害化等による環境修復評価

4) 未利用バイオマス資源の高度利用に係る事項

①未利用バイオマス資源産出量の推定

国内における利用可能な有機資源量、地産地消食糧との競合、廃棄生物資源の再資源化

②未利用バイオマスの生物による活用プロセスの確立

原材料バイオマスの前処理、前処理産物の生物生産プロセス最適化

③ライフサイクルアセスメントの確立

未利用バイオマスを活用した製品のライフサイクルアセスメント

3 発酵関連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) 今後の発酵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) 今後の発酵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。

(二十二) 真空に係る技術に関する事項

1 真空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

真空に係る技術（以下「真空技術」という。）は、大気より低い圧力の気体で満たされた空間の力学的、物理的、化学的性質や、気体プラズマ、荷電粒子の性質を利用する技術である。力学的には吸引、吸着、成形、液体及び固体の輸送、脱気、充填、ガス置換、濾過等、物理的には、真空包装、断熱、スペースチャンバー等、化学的には蒸発促進、蒸留、乾燥、冷却、酸化防止等、物理化学的には真空蒸着、気体プラズマはスパッタリング、イオンプレーティング、プラズマCVD、反応性イオンエッチング等、荷電粒子は電子・陽子加速器、電子銃、イオン源、質量分析器、電子顕微鏡等への技術的な利用ができる。

これらは情報家電、ロボット、医療、環境、エネルギー（太陽光、省エネルギー照明等）、自動車、航空宇宙、材料、食品等の幅広い産業に欠かせない技術となっている。

近年では、これらの先端産業を含む様々な産業で低発塵化による歩留まりの改善、故障率の低減等による生産性向上の取組みがなされている。また、川下製造業者等では高機能化のために新素材を用いることが多くなってきており、真空技術を有する川上・川中事業者が、川下事業者のニーズを的確に捉えるために、川下事業者と連携を図りながら、川下の生産プロセスを研究開発する事例が増えている。

(2) 当該技術の将来の展望

真空装置については、より過酷な条件での使用に対応するため、特に耐熱、耐腐食、耐化学薬品性、耐久性の高い装置の開発が進んでいる。また、ICT（Information and Communication Technology）分野との融合により真空装置の制御が高度化され、川下製造業者等の多様化するニーズへの対応が進んでいる。今後、ICT分野の活用によって装置の事故及び故障診断・予測システムの開発が大きく発展する見込みである。さらに、ICT分野との融合だけではなく、これまでにない新しい真空機器の開発が進展している。川下製造業者等のニーズは多様化する一方であることから、新しいニーズを満たすことが出来る新しいコンセプトを持った真空機器の継続的な開発が求められている。

製造業を取り巻く経営環境は大きく変化している。とりわけ地球環境負荷に対する規制の強化や社会的に求められる要求は今後さらに

厳しくなることが予想され、新しいガス供給装置及び排ガス処理装置等の除害装置の開発が進んでいる。これによって、より環境負荷の少ないガスの利用や排ガスの環境負荷の低減が可能となり、真空技術は周辺技術及び機器に至るまで広がりを見せている。さらに真空装置の輸出が進むにつれて、装置や真空部品のメンテナンス体制についてもグローバル化が求められていく。

(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が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. 顧客と連携した応用プロセス

最終製品のニーズの多様化や技術の進展により新しいプロセスの開発と適切な利用が求められている。このため、川上・川下製造業者等間での技術情報の共通・共有化等、相互の連携を密接かつ円滑に図ることが課題となっている。

イ. 生産性の改善

新興国のメーカーはコスト競争力に優れ世界的に市場を拡大している。労働コストが高い我が国製造業が競争力を維持し続けていくためには、限られた労働力で高い付加価値を生み出す仕組みの構築が不可欠である。このため、高い生産性を実現する生産装置のほか、作業効率を向上させる技術やメンテナンス性の向上に向けた技術が課題となっている。

ウ. 低コスト化

成長市場として新興国が注目を集めているが、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。

エ. 生産装置の最適化

川下製造業者等では、技術革新が進み多様な用途の製品が開発され、小型化、軽量化、省電力化等の多機能化が進んでいる。また、従来では使用されていなかった素材が川下製造業者等で導入されるケースも増えており、新素材や新しい製造プロセスに対応した生産装置の最適化が求められている。

オ. 環境負荷低減

環境負荷低減に関する規制及び社会的要求は高まりを見せており、真空技術においても環境に配慮した部品や装置が求められている。

②高度化目標

ア. 顧客ニーズに対応した応用プロセスの実現

多様な顧客ニーズに対応し、顧客の生産工程を的確に改善するために、顧客と連携した応用プロセス開発手法の高度化が求められる。また、従来、真空技術が用いられなかった製造プロセスにおける真空プロセスの置換方法の確立及び高度化が求められている。

イ. 生産性の改善に向けた技術の向上

歩留まりの改善、故障率の低減、メンテナンス容易性の向上、排気時間の短縮等を通じた生産性の改善が求められる。

ウ. 生産コストの低減に向けた技術の向上

省スペース化、省エネルギー化、低価格化、メンテナンスコストの低減、ランニングコストの低減、長寿命化等を通じた生産コスト低減が求められる。

エ. 生産装置の最適化に向けた技術の向上

高品質化、高機能化、高性能化、信頼性の向上、操作容易性の向上（安全性の向上を含む）、用途の拡大、最適化、故障診断機能の付与、耐食性の向上、新素材の使用、加工技術の高度化等の生産装置の最適化が求められる。

オ. 環境負荷低減に向けた技術の向上

環境負荷の少ないガスの使用及び排ガス処理装置等の除外装置の高度化による環境負荷の低減が求められる。

(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) 情報家電に関する事項

高精細化と大型化が進むディスプレイや、小型軽量化、低消費電力化が進む通信機器、次世代の記録媒体等に求められる半導体及び電子部品のための超クリーン成膜を実現する真空装置が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 超クリーン成膜の実現

②高度化目標

ア. 高真空技術の確立

イ. ガス供給系技術の向上

ウ. 大容量排気システムの高度化

2) ロボットに関する事項

我が国のロボット技術は、産業用ロボットの分野において世界的に高い水準にあり、また近年では介護支援等のサービスロボットに関する研究開発が進展している。今後求められるのは、原子力、宇宙、海洋、災害現場等の極限環境下で稼動するロボットであり、耐放射線、耐圧力、耐真空等の環境でも機能するロボットの部材の生産が求められており、高度な真空環境下での材料製造技術や成膜技術が鍵となる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 極限環境に対応した部品製造技術の実現

②高度化目標

ア. 極限環境対応部品を実現するための高真空技術の確立

3) 医療に関する事項

医薬品やバイオテクノロジーを活用した予防医療その他の医療機器の生産において、真空技術は大きな役割を果たしている。MEMS技術を用いた医療用センサ製造装置や医療器具の滅菌・殺菌装置あるいは医薬品の生産に用いられる凍結乾燥装置及び生体親和性や生体適合性を制御する医療材料の製造に対応した真空技術では以下の課題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. 医療安全性の確保

②高度化目標

ア. 医療安全性を実現する真空技術の確立

4) 環境・エネルギーに関する事項

環境・エネルギー分野の機器の中でも太陽光発電システムにおいては、太陽光パネルの生産に高度な真空技術が求められる。また、省エネルギーの照明としてLEDあるいは有機EL等が有望視されている。さらにリチウムイオン電池に代表される各種蓄電デバイス、燃料

電池に代表される発電デバイス向けの材料開発が盛んになっている。いずれのデバイスにおいても性能を長期間に渡り安定に維持することが重要な課題である。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 長期安定性デバイスの実現

②高度化目標

ア. 長期安定性デバイスを実現するための真空技術の確立

5) 自動車に関する事項

自動車への電子部品の搭載率は年々増加している。これらの電子部品では厳しい屋外環境に対しても変質や機能劣化しない高い品質と信頼性が求められる。また、自動車用樹脂加工部品、ガラス部品、エンジン関連部品等についても、高い品質や信頼性が求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 高品質・高信頼性デバイスの実現

②高度化目標

ア. 高品質・高信頼性デバイスを実現するための真空技術の確立

6) 航空宇宙に関する事項

航空宇宙産業では、電気通信機器、各種表示機器、機体材料等、真空技術を用いて作られた部品が多く用いられている。航空機や宇宙ロケット等は、自動車や家電等とは異なり、高温と低温、真空と高圧、電磁波と宇宙線等、極限の環境下で使用され、かつ精密な機能を維持することが求められるため、部品生産において必要となる真空技術は非常に高度なものとなる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 極限環境に対応した部品製造技術の実現

②高度化目標

ア. 極限環境対応部品を実現するための高真空技術の確立

2. 真空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

真空技術に求められる技術開発の方向性を5点に集約し、以下に示す。

(1) 応用プロセス研究に関する方向性

- ①川下製造業者等と連携し、川下製造業者等の生産プロセスを改善するためのプロセス開発
- ②川下製造業者等のニーズを把握するための川下製造業者等と協力した研究開発

(2) 生産性の向上に対応した研究開発の方向性

- ①均質な製品生産及び歩留まり向上
- ②事前メンテナンスの通知機能や自己故障診断機能を付加した真空プロセス装置等による故障率低減
- ③メンテナンス時間の短縮化、ワンタッチでの部品交換機構
- ④真空システムや排気システムの最適化等による排気時間の短縮化

(3) 生産コストの低減に対応した研究開発の方向性

- ①真空システム及び排気システムの省スペース化、省エネルギー化
- ②プロセス装置の小型化
- ③不必要時の機器停止及び無負荷時の通水制御等真空システムの詳細制御による省エネルギー化
- ④メンテナンスコストの低減(真空システムや排気システム等の修理やオーバーホール時の部品の低価格化、分解組立て工数の低減等)
- ⑤長寿命化(真空部品や機構部品等)

(4) 生産装置の最適化に対応した研究開発の方向性

- ①真空システムと製品製造プロセスとの一体化によるシステム稼働率の向上(MTBF延長)
- ②耐食性・放出ガスの低減・低発塵化(真空構成材料、真空排気システム、真空計測システム等機器の高性能化、高機能化)
- ③腐食や汚染に対する真空計測器及びガス流量制御装置の防御機能
- ④金属材料表面を清浄かつ平滑に仕上げる加工
- ⑤外部ラインとの一体化工程制御、トレーサビリティ管理のための情報通信
- ⑥スタンドアローンシステムにおける危険察知警報や緊急自動停止、緊急停止操作等安全機能の付加
- ⑦ICT機能による排気システム、真空システム、各種センサ等の一括真空管理システムの構築

(5) 環境負荷低減に関する方向性

- ①低環境負荷（低地球温暖化係数）ガスを用いた真空プロセス装置（主にドライエッチング装置、プラズマCVD装置、MOCVD（Metal Organic Chemical Vapor Deposition）装置等）
- ②高環境負荷ガス（PFCs（Perfluorinated compounds）ガス類）の無害化処理のための高性能排ガス処理装置（除害装置）

3 真空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）今後の真空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) 今後の真空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。