

(七) 表面処理に係る技術に関する事項

1 表面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

当該技術は、バルク（単独組織の部素材）では持ち得ない機能性を基材に付加するための機能性界面・被覆膜形成技術である。

例えば溶融した金属、セラミックス等の材料を基材表面に吹き付けること又は堆積させること、塗料等を基材表面に塗布し硬化させること、金属を溶かした水溶液中に浸せきさせること、金属を電解液中にて電気分解すること、酸化還元反応により表面に金属を析出又は酸化被覆膜を生成すること等が挙げられる。

具体的な機能は、防錆性、耐腐食性、耐熱性、耐候性、耐摩耗性、耐衝撃性、電磁気特性、光学特性の向上、若しくは、摩擦の軽減や摩耗に対する寸法復元等多岐に渡る。さらに、装飾性や彩色、光沢、風合い等使用者の感性価値の向上や界面の物理的・化学的制御による洗浄性や撥水性等の向上も重要な機能と言える。

適用範囲も医療機器、自動車、家庭用電気製品、コンピュータ等の情報通信機器、半導体デバイス・センサ等の電子部品、家庭用品、衣料品・日用品、半導体・液晶、光学機器、航空宇宙・船舶、鉄鋼、産業機械、橋梁・構造物、住宅、建材、家具等と多岐にわたる。

(2) 当該技術の将来の展望

当該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、医療分野及び環境分野においては、機能性被覆膜が持つ触媒機能による防汚性・抗菌性、遮熱機能による省エネルギーへの寄与等が注目されており、既に産業利用されている機能の高度化の視点だけではなく、これまで注目されていなかった新しい機能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。

また、競争が激化しつつある航空宇宙分野での機体の軽量化に寄与する薄膜化、打ち上げ時の耐熱、耐衝撃性、宇宙空間での耐放射線、耐冷温等の当該技術の開発が、川下製造業者等の開発全体の大きな鍵を握っている。

さらに、医療機器やデジタル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導電性被覆膜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、ひいては医療機器等のサイズと性能を決定している。これらの結果、機能性界面・被覆膜形成

における微細加工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、当該技術の革新に高い期待が集まっている。

半導体・液晶の分野では不純物の混入を防ぐための当該技術が用いられており、そ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。

また、I o T、A I等の活用によって、上記の課題を解決し、表面処理に係る技術の高度化やそれに関連した新たなサービスが創出される可能性がある。例えば、表面処理プロセスにおける様々なデータをセンサで収集し、A Iで解析、自動制御をすることによって、より迅速かつ信頼性の高い表面処理加工を実現する等、更なる技術の高度化等の可能性を有している。I o T・A I等を活用した新たな技術を求める川下製造事業者等の産業分野も、より一層広がっていく可能性を有しており、こうした新たな技術を活用した積極的な取組が求められる。

このようなI o T等のデータ連携基盤やA Iは経済・産業政策上、競争力の源泉となる重要な技術インフラとなっているが、こうした重要技術インフラをさらに飛躍的・非連続的に発展させるイノベーションの鍵となる基盤技術として量子コンピューティングをはじめとした量子技術が挙げられる。量子技術は世界的にも将来の経済・社会に大きな変革をもたらす源泉及び革新技術として位置づけられ、我が国としても取り組みを加速している状況にある。特に当該技術は、量子技術における重要な役割を果たす基盤技術の一つであり、例えば、量子コンピューティングや量子センシング等を支える光子の制御や光子のセンシングにかかる光学部品の高度化にかかる表面処理技術等に必要不可欠な要素である。今後、次世代のコンピューティング技術・センシング技術等が量子技術によって実現されていくことが予想されるが、そのためにはより高精細な当該技術が求められるため、量子技術の発展に向け、川下製造業者等との密な連携による当該技術要素のさらなる高度化に向けた取り組みが期待される。

加えて、こうしたI o T、A I、量子技術といった革新的な技術開発による社会のデジタル化がもたらすメリットを最大化できるよう、サイバーセキュリティの確保も求められる。国際的にも、科学的基礎に基づくセキュリティ対策がより重要性を増すと考えられるところ、そのための研究開発への期待は高い。特に、当該技術の高度化が貢献でき得るセキュリティ基盤技術としては、例えば、I o T社会におけるシステムの信頼の基点となるI o T機器末端におけるセキュリティの確保に向けた、回路配線層の難読化にかかる表面処理技術や、レーザ照射等物理攻

撃に対抗するための機構の実現のための表面処理技術等が挙げられる。また、耐量子コンピュータ暗号としての、原理的に安全性が確保される量子暗号通信の実用化に向けた、前段で述べた光子の制御やセンシングに係る光学部品高度化等に資する表面処理技術も挙げられる。こうした基盤技術の研究開発に関し、アカデミック、川下製造業者等を含めた産官学による密な連携を通じた取り組みが期待される。

(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の課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

①川下製造業者等の共通の課題及びニーズ

ア. 高機能化

当該技術の適用範囲の拡大、すなわち材料の多様化や用途の拡大に対応して、機能性界面・被覆膜の高機能化・多機能化に対するニーズが高度化している。機能性界面・被覆膜による製品等の付加価値向上の効果を高めるため、継続的な高機能化・多機能化への取組が求められている。

イ. 形成プロセスの微細化・精密化

川下製造業者等の製品の小型化・高機能化に対する要求に対応し、部品やモジュールを小型化・高集積化するための技術革新が進められている。こうした取組は製品の競争力に直結する分野であり、進展のスピードが速い。このような背景の下、当該技術の研究開発に対しても、機能性界面・被覆膜を形成するプロセスの微細化・精密化が期待されている。

ウ. 新たな機能の発現

川下製造業者等の用途に応じて、生体との親和や環境調和等、目的に応じた新たな機能を発現させる当該技術の開発が求められる。

エ. 品質安定性・安全性の向上、長寿命化

機能性界面・被覆膜の品質を安定化し、性能保持期間を長寿命化することが川下製品の品質安定性・安全性を確保するために求められている。また、川下製品の維持管理の軽減のために、機能性界面・被覆膜の特性の経時変化を的確に把握することが課題となっている。

オ. 環境負荷の低減

環境保全に対する社会的要請の高まりを受け、機能性界面・被覆

膜形成プロセスで発生する廃液・排気における有害物質の削減・代替・適正処理、さらに製造プロセスの省エネルギー化・CO₂削減といった環境負荷低減への対応が求められている。

また、製品安全と資源リサイクルに対するニーズの高まりに応じて、川下製品の廃棄時・リサイクル時における有害物質発生への対応や界面材料の分離及び処理技術も求められている。

カ．生産性向上・低コスト化

新興国市場のボリュームゾーンを開拓していく上で、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。

具体的には、低コスト化を実現するため、生産工程の効率化、品質の適正設定・管理改善、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製造プロセスの改善や段取りの工夫等による低コスト化及び高効率化が求められている。

キ．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が増えており、表面加工が難しい部素材についても、高機能化の観点から、加工の要求が高度化している等、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。

ク．IoT、AI等によるデータ利活用の推進

IoT、AI等のデータ利活用に関する急速な技術革新が進展することによって、表面処理技術に関するあらゆるプロセス等を革新し、新たなサービスが創出される可能性がある。こうした技術を積極的に活用し、上記ア．からキ．までに掲げる表面処理に係る技術の高度化目標を実現する。

②高度化目標

ア．当該技術が持つ物理的・化学的な諸特性の向上

機能性界面・被覆膜が備えるべき防錆性、耐腐食性、耐熱性、遮熱性・熱伝導性、耐摩耗性・耐擦傷性・耐焼付性、潤滑性・低摩擦化、耐ビルドアップ性・はんだ付け性、耐エロージョン特性、グリップ性、密着性、親水性・撥水性、電磁気特性・光学特性等の物理的・化学的特性の向上は、当該技術の高度化における代表的な

目標である。

また、これら単体の機能の高度化のみならず、複数の機能を併せ持つ複合化も重要な目標である。

イ. 形成プロセスの微細化・精密化

微細・精密な機能性界面・被覆膜の実現手段としては、マスキング・パターニング技術を高度化する他、半導体技術として発展してきた光露光技術やエッチング技術をさらに高度化させることが出来る。また、微細な立体構造を形成するMEMSの製造に電鍍技術を応用する等新しい用途の開発にもつながることが期待される。超薄膜や複層膜の形成により、当該技術の高度化が図られる。また、機能や材質の異なる複数の皮膜等を形成する積層技術の高度化を実現する。

ウ. 感性価値の向上

機能性界面・被覆膜による製品の装飾性・意匠性の向上は、川下製造業者等の製品の魅力や最終消費者にとっての製品価値に直結することから、彩色、光沢、風合い等の向上も当該技術の高度化における重要な目標である。

エ. 新たな機能の発現

光触媒機能等による細菌やウイルス、カビ等の繁殖を抑制する抗菌性の発現、触媒機能による有害物質の分解等、従来には考えられなかった新しい機能を発現させるための技術の開発が求められる。また、電子回路において抵抗器やインダクタの機能を機能性界面・被覆膜によって実現する等、既知の機能の新しい用途の開発も重要な目標である。

オ. 品質の向上

機能性界面・被覆膜の品質向上については、上記アの物理的・化学的諸特性の向上に加え、性能保持期間を長寿命化するための技術の高度化が求められる。また、川下製造業者等の製品の品質保持のために、検査及び評価手法、経年劣化に対する特性劣化の予測手法の確立及び向上を実現する。

さらに、機能性界面・被覆膜を形成するプロセス技術については、膜厚の均一性向上や欠陥の削減・検出・復元に係る技術の高度化が目標である。

カ. 有害物質等の削減

環境影響の低減のために、鉛、六価クロム、シアン、VOC等の有害物質を含有しない機能性界面・被覆膜、有害物質の使用や温暖

化ガスの発生を削減できる形成プロセスを開発する。

キ. 生産性・効率性の向上

国際的な厳しいコスト競争を勝ち抜くために、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（歩留まり向上）、施工範囲の大面积化等機能性界面・被覆膜形成プロセスに係る生産性を向上する。また、多品種少量生産にも対応する。

ク. 量子技術を支える技術の高度化

量子コンピューティング等の量子技術を実現する周辺技術の一つとして、表面処理技術は必要不可欠な要素である。例えば、量子コンピューティングにおける量子ビットを実現する仕組みの一つである光子を用いた手法に可能な光学部品の表面処理技術や、量子センシングを支えるイメージセンサの高感度化に係る表面処理技術等が挙げられ、川下製造業者との密な連携による量子技術実用化に向けた表面処理技術を高度化する。

ケ. サイバーセキュリティを支える技術の高度化

今後のデジタル社会を支えるサイバーセキュリティの確保に向けた周辺技術として、当該技術は必要不可欠な要素である。例えば、量子通信・暗号の実用化に向けた、上記クにて記載した量子センシングに係る光学部品・イメージセンサ等に係る表面処理技術が挙げられる。また、I o T社会におけるI o T機器末端のセキュリティの確保に向けた、回路配線層の難読化にかかるメタルシールド生成等の表面処理技術や、レーザ照射等物理攻撃やハードウェアトロージャン侵入の脅威に対抗するためのICチップの機構の実現のための表面処理技術等が挙げられる。アカデミック・川下製造業者との密な連携による次世代セキュリティ技術実用化に向けた表面処理技術を高度化する。

（４）川下分野特有の事項

当該技術の川下製造業者等が抱える特有の課題及びニーズ並びにそれらを踏まえた高度化目標を以下に示す。

１）医療・健康・介護分野に関する事項

医療器具（人工心臓、外科手術機器、内視鏡、検査装置等）や人工骨、医療用人工部品（人工関節、義歯、医療用インプラント、コンタクトレンズ等）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機能性界面・被覆膜や人体と

の親和性の高い表面構造を持つ機能性界面・被覆膜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。また、ロボット介護機器等の福祉機器においては、操作の安全性・信頼性に加えて、機器の小型化・軽量化に繋がる当該技術の高度化が求められている。

また、高い衛生環境が求められる医療環境においては感染症予防が重要なニーズである。当該技術においては、病院内感染予防のための殺菌被膜の形成、再生医療器具の感染防止のためのコーティング技術の開発等が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア．生体適合性・生体親和性の向上
- イ．装着感等使用者の感性価値の向上
- ウ．操作の安全性・信頼性の向上及び機器の小型化・軽量化
- エ．感染症予防

②高度化目標

- ア．機能性界面・被覆膜による生体親和性の付与及び向上
- イ．装着感の向上や疲労の軽減等機能性界面・被覆膜による利便性の向上
- ウ．基材の進歩（軽量・高剛性な新素材）に対応した機能性界面・被覆膜技術の向上
- エ．感染症予防に向けた殺菌機能の付加技術の向上

2) 環境・エネルギー分野に関する事項

燃料電池は、近年市場化に向けて大きく進展しているが、性能劣化による短寿命が課題とされており、当該技術による電極等の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他、効率的かつ安全に水を排出するためのコーティング技術等が求められている。また、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギー分野では、耐候性、耐食性等の機能向上とともに、長寿命、メンテナンス方法の開発が求められている。触媒による排気ガス処理等、環境面の技術ニーズも大きい。

また、近年ではEV等の拡大や家庭用太陽光発電の普及を受け、蓄電池の利活用に関心が高まっている。蓄電池の普及には軽量化、小型化、高効率化といった技術課題の克服が求められており、当該技術においては高効率な発電に寄与する表面処理技術の開発が求められる。

水素製造についても、近年の環境配慮の高まりを受けて利用用途が拡大している。それに伴い、水素製造工程においても様々な用途に対応できる水素製造装置の開発とコーティング技術の向上が求められる。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 長寿命化・耐久性
- イ. 高効率化・高機能化
- ウ. メンテナンス性

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当該技術の確立
- イ. エネルギー効率及び信頼性の向上
- ウ. 長期耐久性やメンテナンス性の実現

3) 航空宇宙分野に関する事項

航空宇宙分野では、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。特に、航空機では、これらに加え、極めて厳格な品質管理が求められている。

炭素繊維強化プラスチックの活用や材料の複合化に向けた開発が始まっているが、これらの材料の耐久性の課題を解決するために強度の向上に資する表面処理技術が求められる。

また、宇宙分野では宇宙空間におけるスペースデブリへの対策として、人工衛星等の耐摩耗性・信頼性の向上が求められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 燃費向上、軽量化
- イ. 耐久性、耐環境性能の向上
- ウ. メンテナンス性
- エ. 長寿命化
- オ. 耐摩耗性・信頼性の向上

②高度化目標

- ア. 基材の進歩（軽量・高剛性な新素材）に対応した当該技術向上
- イ. 超薄膜化と過酷環境への対応の両立
- ウ. 長期耐久性やメンテナンス性の実現
- エ. 機能性界面・被覆膜の検査測定技術、寿命予測手法の確立
- オ. 耐剥離強度向上技術の確立

4) その他の川下分野に関する事項

a. ロボット分野に関する事項

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当該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川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

ア. 信頼性及び安全性

イ. 極限環境に対応した部品の製造

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

イ. 極限環境に対応する当該技術の確立

b. 情報通信・エレクトロニクス分野に関する事項

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被覆膜技術が使われている。特に半導体においては、近年、半導体製造プロセスの微細化技術開発や、高集積化を可能とする3Dパッケージ技術開発、高性能化・低消費電力化に向けた新構造・新素材の適用等に関する取り組みが進められており、部材の品質の向上と耐久性の向上を両立させることができる表面処理技術が求められる。また、川下製造業者等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。

また、エレクトロニクス分野においては、近年、液晶の高精細化、シリコンウエハの大型化、ハードディスクの大容量化等、細密な形成・加工を要する工程が求められていることから、こうした工程により細部まで入り込んだ様々な不要物質（各種液晶材、研磨材、ガラスくず、油脂類、指紋等）を性質に応じて効率よく除去する洗浄剤の開発が進められている。従前は、エレクトロニクス分野の製造工程では、洗浄剤として温室効果の高いフロン類等が用いられてきたが、これに替わるものとして水系を中心とした環境負荷の少ない洗浄剤が普及している。

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

- イ. 光学特性
- ウ. 電磁気特性
- エ. 回路の微細化
- オ. シリコンウエハサイズの多様化
- カ. 高付加価値化・特殊機能性の付与
- キ. デバイス製造工程の高度化
- ク. デバイス製造工程における環境負荷の低減

②高度化目標

- ア. 高集積化、高積層化、高平滑化並びに膜厚精度、膜硬度、密着性、平滑性及び耐熱性の向上
- イ. 耐プラズマ性、耐ガス性及び成膜速度の向上
- ウ. 蛍光、蓄光特性の付与及び向上
- エ. 磁性の付与及び向上
- オ. 装飾性・高意匠性、耐候性、難燃性、電磁波シールド性及び電気伝導特性／電気絶縁特性の付与及び向上
- カ. 短納期大量生産に対応した機能性界面・被覆膜形成プロセスの生産性向上
- キ. 洗浄工程における手法の高度化と環境配慮

c. 自動車等輸送機械分野に関する事項

自動車等の輸送機械では、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。特に、EVやFCV等の次世代自動車の普及にあたっては、触媒を用いたエネルギー効率の向上を実現する技術を向上させていくことも必要となる。

輸送機械の機能性界面・被覆膜形成工程は、表面の保護や意匠性を高める重要な工程である。また、その期待される性能を発揮するため、前処理工程として表面の洗浄が欠かせないものとなっている。さらに、金属の界面加工においては、使用した加工油や焼付け油、切粉、研磨材等の除去で洗浄剤が活用されている。

自動車等の輸送機械においては、信頼性・安全性を確保するため、ブレーキシャフトやエンジン周りの微細な汚れを確実に除去する洗浄性の高い洗浄剤、洗浄手法が求められている。併せて、より生分解性の高いもの、水性であっても洗浄能力に遜色ないもの等、環境負荷の少ない洗浄剤の開発も進められている。

自動車や船舶等の塗装が行われる分野では、用いる塗料を環境に配慮した次世代塗料へ転換することや、塗装のプロセスの効率化・最適化等により、大気汚染の原因となる有機化合物や、CO₂等の温室効果ガスの排出を削減する取り組みが期待されている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 軽量化
- イ. 高付加価値化
- ウ. 変種変量生産対応
- エ. 高強度化
- オ. 洗浄性の高度化
- カ. 環境負荷の低減
- キ. エネルギー効率の向上

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機能性界面・被覆膜形成プロセスの実現
- ウ. 基材の進歩（CFRP等軽量・高剛性な材料）や表面加工の難しい基材に対応した当該技術の向上
- エ. 操作や制御の容易化
- オ. 狭隘箇所への機能性薄膜・界面形成
- カ. 高い洗浄力を持つ洗浄剤、洗浄手法の開発
- キ. 環境に配慮した塗料及び塗装プロセスの開発
- ク. エネルギー変換効率を高める触媒の開発

d. 産業機械分野に関する事項

工業製品の生産の基礎となる産業機械は、様々な過酷な環境で利用されるため、その要求される界面・被覆膜の機能は多種にわたり、それぞれの環境に応じた開発が必要である。例えば、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、各種産業機械の使用温度が上昇する等、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当該技術に関しても、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。その他、振動、衝撃、電磁波等様々な環境に適合できる当該技術が必要になる。

さらに、金属の界面加工においては、使用した加工油や焼付け油、切粉、研磨材等の除去で洗浄剤が活用されている。また、生分解性の高いもの、水性であっても洗浄能力に遜色ないもの等、環境負荷の少ない洗

浄剤の開発も進められている。

①川下製造業者等の特有の課題及びニーズ

- ア. 高負荷環境対応
- イ. 産業機械の使用工程における環境負荷低減
- ウ. 産業機械が生産する最終製品の品質・高付加価値向上
- エ. 洗浄性の高度化

②高度化目標

- ア. 高負荷環境に対応する機能性界面・被覆膜
- イ. 付着性（馴染み性）、離型性、親水性、撥水性の向上
- ウ. 使用薬品や不純物に対する機能性薄膜・界面の耐腐食性、基材環境遮断性、汚れ防止性の向上
- エ. 高い洗浄力を持つ洗浄剤、洗浄手法の開発

e. 住宅・構造物・橋梁・道路・資材分野等に関する事項

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、長寿命化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。当該技術領域においては、本体部材の長寿命化に加えて構造物の組み立てに用いる接合部材の耐久性向上・長寿命化に向け、接合部の錆びや劣化等を防止するための接合箇所への表面処理技術の向上も求められている。

スマート家電分野についてはダウンサイジングのトレンドが顕著であり、機器の小型化、検査機器の微細化・長寿命化を実現する表面処理技術ニーズがある。

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. 長寿命化
- エ. 省エネルギー性
- オ. 耐震性・強度
- カ. 検査機器の高性能化

②高度化目標

- ア. 当該技術によるメンテナンス性向上
- イ. 長期耐久性実現のための解析技術
- ウ. 長期耐久性界面・被覆膜形成
- エ. 当該技術による省エネルギー性向上
- オ. 当該技術による耐震性・強度向上
- カ. 機器の小型化・長寿命化に対応した被膜技術向上

2 表面処理に係る技術における高度化目標の達成に資する特定研究開発等の実施方法

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

(1) 当該技術が持つ物理的・化学的な諸特性の向上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、電磁気特性、光学特性等）
- ②基材の保護（外部環境からの遮断、密着性確保、表面硬化）
- ③複雑表面、狭隘箇所への適用技術
- ④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
- ⑤微細加工・高密度実装
- ⑥機能性界面・被覆膜形成において高性能を得られる環境の形成

(2) 品質の向上に対応した技術開発の方向性

- ①機能性界面・被覆膜形成プロセスの自動化、高速化
- ②膜厚精度の制御に関する技術開発
- ③機能性界面・被覆膜の品質安定化及び品質管理（非破壊検査技術等）
- ④信頼性の高い補修プロセス
- ⑤マスキング
- ⑥最適な製造環境の形成

(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
- ②生産プロセスにおける環境負荷低減
- ③有害物質除去装置の改善
- ④作業環境の改善（騒音、粉じん等の抑制）
- ⑤地球温暖化抑制、低VOC、生分解性の向上
- ⑥特殊ガスの利用や高性能排ガス処理装置等による低環境負荷

(4) 生産性・効率性の向上に対応した技術開発の方向性

- ①フレキシブル生産
- ②不良率低減

- ③自動化・生産速度の向上
- ④生産リードタイム短縮
- ⑤効率の向上
- ⑥メンテナンスコストの低減
- ⑦均質な製品の生産
- ⑧低コスト化

(5) I o T、A I 等の新たな技術を活用した技術開発の方向性

- ① I o T、A I 等の活用による設備等の予知保全・遠隔保守、運用最適化、匠の技のデジタル化等を通じた表面処理に係る技術開発の効率化・生産性向上
- ② I o T、A I 等の活用による新たなサービス創出

3 表面処理に係る技術において特定研究開発等を実施するに当たって配慮すべき事項

厳しい内外環境を勝ち抜く高い企業力を有する自律型企业へと進化するためには、川上中小企業者は、以下の点に配慮しながら、研究開発に積極的に取り組み、中核技術の強化を図ることが望ましい。

(1) 今後の当該技術の発展に向けて配慮すべき事項

①産学官の連携に関する事項

川下製造業者等、公設試験研究機関、大学等と積極的に連携し、事業化に向けたニーズを把握しつつ、独創的な研究・技術開発を行うことが重要である。その際、自らが有する技術についての情報発信を適切に行い、円滑に研究開発が進むよう努めるべきである。特に I o T・A I 等の活用においては、例えば、センサや情報処理等、それぞれの専門分野や技術等の強みを活かした企業間の連携が重要であり、当該技術分野を超えて、複数の技術分野を組み合わせた研究開発が求められる。

②人材確保・育成及び技術・技能の継承に関する事項

技術力の維持・向上に必要な人材の確保・育成のために、若手人材のリーダーへの育成に努めるとともに、熟練技術者とのペアリングによる研究管理や、I o T、A I 等の活用による熟練技術者の匠の技・ノウハウのデジタル化等により、技術・ノウハウを若年世代へ円滑に継承していく必要がある。また、I o T、A I 等の新たな技術の活用に求められるデータサイエンティスト等の専門技術者の確保・育成にも取り組んでいくことが必要である。

③生産プロセスの革新に関する事項

製品開発過程においても、常に自動化、省エネルギー、省スペースといったプロセスイノベーションを意識する必要がある。また、自由度の高い製造工程と生産性の向上を目指し、研究開発段階においても、積極的にI o T、A I等の活用を図ることが望ましい。

④技術体系・知的基盤の整備、現象の科学的解明に関する事項

公的機関が提供する標準物質・計量標準等の知的基盤を有効に活用しつつ、計測技術及びシミュレーション技術を用いて、自らの技術や技能の科学的な解明に努めるとともに、技術や技能のデータベース化を図りながら技術体系を構築していくことが重要である。

⑤知的財産に関する事項

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

川下製造業者等は、川上中小企業者等と共同で研究開発等を行う場合には、事前に知的財産権の帰属、使用範囲等について明確に取決めを行うとともに、川上中小企業者等が有する知的財産を尊重すべきである。

⑥サイバーセキュリティ対策・プライバシー配慮に関する事項

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

(2) 今後の当該技術に係る川上中小企業者等の発展に向けて配慮すべき事項

①グローバル展開に関する事項

積極的に海外市場の開拓を図るためには、環境・エネルギー等のグローバルな社会課題への対応や、ターゲットとなる市場のニーズに応じた製品開発を進める必要がある。海外展開を進める際には、競争力の源泉となる技術の流出防止を徹底することが重要であり、流出の懸念がある技術についてはブラックボックス化を進める等の対策を講じるべきである。また、I o T、A I等のデータ利活用を前提とした製品・サービスについては、グローバルに流通することも見据えて、データに関する海外法制等にも留意した設計・開発を進めるべきである。

②取引慣行に関する事項

川上中小企業者等及び川下製造業者等は、受発注時における諸条件やトラブル発生時の対処事項等について契約書等で明確化することが望ましい。また、製造委託等代金の支払遅延や減額等の禁止行為を定めた製造委託等に係る中小受託事業者に対する代金の支払の遅延等の防止に関する法律や、取引対価の決定や製造委託等代金の支払い方法等について、委託事業者と中小受託事業者のよるべき基準を示した、受託中小企業振興法に定める「振興基準」を遵守し取引を行わなければならない。

③サービスと一体となった新たな事業展開に関する事項

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

④事業の継続に関する事項

自社の人材、インフラ、取引構造等について日頃から正確に把握し、災害等が発生した場合の早期復旧とサプライチェーンの分断防止のため、危機対処方策を明記した事業継続計画（BCP）をあらかじめ策定しておくことが重要である。

⑤計算書類等の信頼性確保、財務経営力の強化に関する事項

取引先の拡大、資金調達先の多様化、資金調達の円滑化等のため、川上中小企業者等は、「中小企業の会計に関する基本要領」又は「中小企業の会計に関する指針」に拠った信頼性のある計算書類等の作成及び活用に努め、財務経営力の強化を図ることが重要である。

⑥ I o T、A I 等によるデータ利活用に関する事項

I o T、A I 等の活用により、川上中小企業者等が有する基盤技術の高度化を図ることが期待される一方、重要な技術情報等を狙ったサイバー攻撃は増加傾向にあり、その手口も巧妙化している。データを扱うに当たっては、「I o Tセキュリティガイドライン」等を参考にしつつ、こうしたサイバー攻撃のリスクを認識し、自社に加え、取引先等の関係者も含めたセキュリティ対策を講じることが重要である。また、中小企業者等が、他者と連携してデータを活用・共有するためには、データの利活用促進と適切な保護の観点から、「データの利用権限に関する

契約ガイドライン」等を参考にしつつ、データ活用の在り方に関して十分な協議の上で公平かつ適切に取り決めを行い、契約においてデータの利用権限や保護の考え方を明確にしていくことが重要である。