

## (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。