

(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。