

先端素材開発研究センター

1. 先端素材開発研究センターの設立と構成

複合材料技術センターの時限にともない、昭和60年度から新たに先端素材開発研究センターが10年の時限で設立された。先端素材開発研究センターは、本所の将来計画の一翼をになうものであり、本研究所の本館および別棟内に研究施設を置く形で運営されている。

現在の構成は、中川威雄教授（第2部兼務）、安井至教授（第4部兼務）、谷泰弘助教授（第2部兼務）、香川豊助教授（第4部兼務）の4名であり、中川教授がセンター長を務めている。なお、香川助教授は、大蔵教授（現文部省宇宙科学研究所教授）の退官に伴い、平成元年4月からセンター所属となった。

2. 先端素材開発研究センターの研究の概要

新素材・先端材料の中心をなすものは金属材料では高機能合金、非晶質合金、無機材料ではニューセラミックスとニューガラス、プラスチック材料では高機能性高分子である。更に、以上の材料を組み合わせ高次構造を持たせた複合材料系の材料がある。当センターでは、これらの材料の開発および開発手法の研究を中心として、異分野の教官の協力によって効率的に先端素材に関する研究が進められることを目指している。

研究は、先端素材製造/加工と先端素材設計に2分することができる。先端素材製造/加工は、主として中川教授および谷助教授によって、先端素材設計は主として安井教授と香川助教授によって遂行されているが、相互に研究協力できるよう考慮されている。先端素材製造/加工分野では、新しい複合材料の研究、セラミックス系新材料開発、セラミックス系超微細加工、電子材料の超鏡面加工などが主たるテーマであり、先端素材設計分野では、材料設計エキスパートシステム、材料データベースの構築とその高度利用、セラミックスーガラス系複合材料の物性、セラミックス強化透明複合体の設計、などを協力して研究している。

3. 研究の紹介

センターにおける研究は、広い分野に渡っているが、ここでは、以下の5分野に分けて、研究を紹介する。

3-1. 新素材の開発に関する研究

センターの中心的テーマであるが、新しい素材の開発を行っている。

(1) ガラスの結晶化を利用した低誘電率基板用新素材の

開発（安井研）

スーパーコンピュータの配線基板に使用される低誘電率のセラミックス基板の材料開発を行っている。アノルサイト系の結晶がこの目的に適しているかどうかの研究を行っている。

(2) プラスティックス焼結による新素材の作成と応用（谷 研）

既存のウレタンゴムのものを代替する目的で、テフロンの多孔質焼結体を作成し、真空チャックへ使用可能であるかどうかの検討を行っている。

(3) 光透過性を有する繊維強化ガラス系複合材料の開発（香川研）

繊維強化ガラスで透明性を有するものは、まだ実現していない。そこで、酸化ケイ素/窒化ケイ素繊維によってガラスを強化し、透明性を賦与する目的で実験を行っている。

(4) びびり法による金属短繊維を使った新素材の開発（中川研）

中川研で開発してびびり振動法による各種金属短繊維を使った新素材の開発を広い視野から行っている。例えば、純銅短繊維を静電植毛した伝熱素子、電動機用ブラシ材料などを対象としている。

(5) 新セラミックスアーゲットを使用した反応性スパッタリングの研究（安井研）

ホウ化物、ケイ化物などの金属間化合物をターゲットとして使用し、新しいセラミックス系薄膜の合成とその光機能と機械的機能の検討を行っている。

(6) 新複合化プロセスに関する研究（香川研）

熔融アルミニウム合金の指向性酸化法により、A1203/A1合金系 in situ 複合材料の製造プロセスを生成過程のモデル化とシミュレーションによって開発研究を行っている。新しい材料組織と機械的特性が得られている。

3-2. 超精密加工法に関する研究

(1) 超砥粒メタルボンド砥石による鏡面加工の研究（中川研）

電解インプロセスドレッシング研削法（ELID）を中心として、鏡面加工を得る研究を行った。さらにこの方法を切削加工に応用したフライス鏡面研削、などの研究を行った。この方法は、シリコン、フェライト、ガラス、セラミックス、光材料などの分野で実用化に向け検討されている。

(2) 磁性砥粒による自由曲面自動みがきの研究

(中川研)

磁性砥粒研磨法の高効率化・高精度化を目指して、ダイヤモンドと鑄鉄からなるダイヤモンド磁性砥粒を製作し、その研磨特性を明らかにしている。特に超硬合金の研磨に有効と思われる進展を示した。

(3) 浮上工具方式による超平面切削加工技術 (谷 研)

加工機械の運動精度によらずに超平面を加工する方法として、浮上工具による方法を提案した。製作した加工装置を用いて、提案した加工原理が実際に実現できることを示した。

(4) 高密度低結合砥石による超精密研磨 (谷 研)

硬質材料のダメージフリー超精密研磨を行うために、超微細砥粒を高密度に集めた砥石を製作した。この砥石は、目詰まりを防ぐために低結合度を持たせた。砥粒や結合剤の選択、製造条件の検討などを行った。

3-3. 先端素材の加工技術の開発に関する研究

(1) ファインセラミックス粉末の常温押し出し成形

(中川研)

セラミックスの製造プロセスで重要な成形技術の改良のために、水を主成分とするバインダを用いた常温下での押し出し成形法を提案した。SiC, MgO, MoSi₂ などの線材や成形体の成形の目的が得られた。

(2) NC 研削盤の高機能化に関する研究 (谷 研)

NC 研削盤を高精度化する目的で、工具先端位置をインプロセスで計測し、フィードバック制御することを試みている。

(3) 6 軸 CNC 電動式粉末成形プレスの研究 (中川研)

開発した 6 軸 CNC 粉末成形機を用い、複雑形状における亀裂の発生機構とその防止方法、さらに、密度不均一の発生機構と均一化の方法について、実験的研究を行い、定量的な議論が可能であることを示した。

(4) 電気泳動法研削切断法の開発 (谷 研)

電気泳動法を利用することによって高密度低結合砥石の形成と加工を同時に行うことによって、チップのない鏡面加工が実現できることが示された。これは、超微細砥粒を工具のブレードに付着させ、この付着層により切断加工を行う方法である。

3-4. 先端複合材料の開発と物性に関する研究

(1) SiC 繊維強化 Ti 基複合材料の開発と機械的性質 (香川研)

FRM の機械的性質におよぼす界面力学特性の影響を調べた。本年度は、主に、界面せん断力学特性におよぼす界面反応の影響を調べた。SiC 繊維の表面に炭素をコーティングした繊維を用いると界面反応を制御できる

ことが分かった。

(2) 繊維強化セラミックスの高靱性化機能と破壊機構 (香川研)

繊維強化セラミックスでは、繊維とマトリックスのヤング率がほぼ同じである状況が生ずる。この場合の変形・破壊機構を明かし、あわせて、高靱性化の機構を研究するため、破壊現象の直接観察と界面におけるミクロな応力伝達機構を含めて解析した。

(3) 射出成形による金属繊維混入高導電性プラスチックの開発 (中川研)

金属短繊維をプラスチックに混ぜ射出成形によって電線とその被覆の同時成形を目的として研究を行った。抵抗率 10-5 Ωcm の高導電率性プラスチックの開発に成功した。

3-5. 材料設計支援コンピュータシステム

(1) セラミックス材料設計支援システムの構築

(安井研)

ガラスとセラミックスを対象として、目的の材料を速やかに求めることができるエキスパートシステムの開発を行っている。ガラスに関しては、フッ化物のガラス、カルコゲナイドガラスについて研究を行った。

(2) 大規模材料データベースの構築とその高度利用

(安井研)

これまでに蓄積されているガラスの組成-物性の相関を記述した CD-ROM によるデータベースを、ニューガラスフォーラムとの共同で開発した。併せて、その利用法の検討を行っている。

(3) 分子動力学による計算機材料科学-固体中のイオン物性の再現 (安井研)

分子動力学による計算で、材料の物性がどの程度予測可能であるかを検討している。今回は、ガラス中におけるイオン輸送に関する物性の解釈を対象として研究を行った。

(4) 複合材料設計システム (香川研)

複合材料の特性を最大限に引き出すための、繊維、マトリックス、界面の特性を用いて材料特性を表現するための理論解析を行っており、将来、最適複合材料設計システムの構築を目指している。

4. ま と め

以上のように、センターの研究は多岐に渡っているが、それぞれの研究室が研究会などを開催することによって、一般社会への情報の伝達と、研究室間の協力が実現している。