

## 平成 30 年度 セラミックス工学コース講座概要

### ■基礎工学講座(1) セラミックスの科学

科目名	コマ	講義概要
セラミックスの構造物性	4	セラミックスの基本単位は原子・分子であり、それが集合した結晶質あるいは非晶質の状態での機能を発揮する。本講では、原子の化学結合の様式から結晶構造の成り立ち、とくに、結晶構造、欠陥構造、ガラス構造と機械的、電気的、化学的物性との関連を理解していただき、実用材料の開発に役立てていただきたい。
相平衡と平衡状態図	4	本講義では、1～3成分系の状態図の見方と応用を説明する。1成分系では炭素と水を取り上げ、ダイヤモンド合成および凍結乾燥法への利用を説明する。2成分系では全率固溶型、共晶型、包晶型を説明し、帯溶融法や生成組織を解説する。3成分系では立体状態図の見方を説明する。状態図を材料合成の指針として役立てていただきたい。
固体の関与する反応	3	セラミックスの粉体合成において、様々な化学反応が利用されている。気相反応によりナノ粒子が合成できます。酸化物の微粒子合成のため、各種の液相合成法が開発されてきました。固相反応は工業的に広範に使われています。本講では、粒子生成のメカニズムとその形態制御について理解し、材料設計に役立てていただきたい。
粉末の焼結	4	セラミックスの場合、原料粉末に水や粘結剤を添加して形を整え、加熱して焼き固めることにより形を与えられる。この方法を焼結という。ここでは、まず焼結の基礎知識となる拡散現象や毛管現象について説明し、焼結の駆動力について説明するとともに、固相焼結、液相焼結ならびに反応焼結時に起こる現象について解説する。

### ■基礎工学講座(2) キャラクターゼーション・評価法

科目名	コマ	講義概要
キャラクターゼーション	4	セラミックス材料のキャラクターゼーションの基礎となる X 線回折法(XRD)と電子顕微鏡法(SEM, TEM)を中心に、化学分析(AA, ICP-MS/AES)、熱分析(DTA/TG, DSC, TMA)の基礎と応用について解説する。
物性評価法	4	次の4項目について実験結果を交えて解説する。 (1)成形体の緻密化に伴う密度と組織の変化。 (2)セラミック材料の強度、靱性の支配因子とプロセスの関係。 (3)熱膨張率、熱伝導度、熱衝撃抵抗の評価法と原子論的立場からの解釈。 (4)イオン導電体の複素インピーダンスと微構造の関係。
分析技術を駆使した研究開発と問題解決	2	セラミックスの微構造を調べることは材料開発者にとって大切なスキルになる。講義ではSEM、EPMA、レーザ顕微鏡など身近な分析装置に加え、マイクロX線CTやFIB-SEMなど内部構造を三次元観察する最新手法を活用し、いかに有効な情報を引き出して研究開発や製造プロセスに落とし込むか。測定原理、分析テクニック、サンプリング、データ解釈の注意点を分析事例を通じて紹介し、日頃の業務への気づきを提供する。
ソフトによる熱力学計算・状態図計算	2	セラミックス等の材料開発では熱力学の重要性はよく知られているが、具体的応用はなかなか難しく、現実には試行錯誤的な実験に頼る場合が多い。しかし、熱力学的検討では実験では得られない有用な情報が得られ、また、結果的に大幅な時間・コストの削減をもたらす場合が多い。そこで、本講演では、熱力学的な検討を容易にするソフトを紹介し、その利用法を講義する。具体的には、幾つかの事例を用いて、平衡計算や状態図の計算法、結果の解釈法などを習得させる。
耐火物材料	2	耐火物は主に製鉄プラントに使われているが、鉄以外のあらゆる金属(銅、鉛、亜鉛、チタン、etc)の精錬炉にも使用されている。その他-セメント、ガラス炉、化学プラント、発電所、焼却炉、産廃処理炉、などあらゆる窯炉に使用される重要な工業製品であるが、一般にはよく知られていない。そこで、耐火物とは何か。多種多様な耐火物について使用例を示しながら解説する。

### ■実践工学講座(1) ファインセラミックス:原料粉末と製造法

科目名	コマ	講義概要
ジルコニア粉末の製造法と特性	2	ファインセラミックス材料は、様々な分野で幅広く用いられるようになり、信頼性や機能性を高めるための原料粉末が必要とされている。原料粉末の品質は、成形・焼結性に直接影響を及ぼす因子であり、原料技術が信頼性という観点から重要となる。一方、セラミックスの機能は微細組織に強く依存しており、組織制御技術を手に入れるためには焼結メカニズムの理解が必要である。本講義では、高強度ジルコニアの原料技術と焼結メカニズムを解説するとともに、その技術を応用して信頼性や機能性を向上させた例を紹介する。
窒化珪素粉末の製造法と特性	2	原料となる窒化珪素粉末の合成法、粉体特性と得られる焼結体特性の関係について紹介すると共に、焼結体組織と密接に関係する、原料粉末粒度の影響を中心に窒化珪素セラミックスの組織制御について紹介する。また、近年、新たな用途展開として注目されている高熱伝導基板、蛍光体用途等について紹介する。
窒化アルミニウム粉末の製造法と特性	2	窒化アルミニウム(AIN)は、高熱伝導性・高電気絶縁性を併せ持つ材料であり、パワー半導体やLEDなどの電子デバイスの放熱材料として用いられている。AINの優れた特性を発現させるためには、セラミックス原料粉末の高度な物性制御が求められる。現在、工業化されているAIN粉体の製造方法は、金属Alの直接窒化法とAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub> の還元窒化法である。本講義では、それぞれの製造プロセスとAIN粉体の特徴及びAINセラミックスの焼結技術について紹介する。
微粉末加工	2	固体粒子は微細化によって表面積が増大し、活性度が高まり様々な有用な特性を発現する。本講では微粉体をブレイクダウン法で作製する粉砕操作に関する原理や装置、操作上の注意点等について解説すると共に、機械的な粒子複合化手法による高機能化材料の創製について、その手法や装置ならびに具体的な応用例を紹介する。

### ■実践工学講座(2) ファインセラミックス:粉体加工

科目名	コマ	講義概要
バインダーについて	2	セラミックス成形に重要なバインダーの機能、その種類(有機系及び無機系)、バインダー選択の考え方を説明するとともに、最適なバインダー種の評価法、バインダー利用にあたっての問題点を紹介する。また、バインダーを混合したセラミックス坯土の可塑性(保形性と流動性)発現を導く因子及び可塑性の制御方法等について解説し、バインダー利用の実用例を紹介する。
粉体の調整および乾式成形	2	・粉体とは? ・乾式成形について概略 ・乾式成形の中で一般的なプレス成形について 約20年間従事してきたタイル製造を例に原料調合、粉砕、造粒、充填、加圧、仕上げ、乾燥、加飾、焼成と焼成後の物性などについてできるだけ具体的に事例、写真などを使って説明。工程で管理すべき項目や、管理の必要な理由なども加えて説明。
粉体の調整および湿式成形	2	セラミックスの作製において湿式成形は鑄込成形、テープ成形等多くの方法が用いられている。これらの湿式成形には、共通する事項がある。特に良い成形体を得る為に粉体物性の把握が必要となる。これらに基づいたスラリーの調製方法とその評価管理方法について説明する。また、各成形方法で特有の問題についてもふれる。
焼結体の製造・加工	4	セラミックスの材料と加工は最終的な諸特性から実用の性能まで決定する大きな要因になる。セラミックス製品製造は、如何に欠陥のない材料を工業的に生産できるか、また、その材料を如何に経済性まで考慮して加工しながら生産できるかにかかっている。本講座では材料と加工の工業的な生産に必要な生産技術を中心にセラミックス製造技術を紹介する。
焼結シミュレーション	3	固相焼結、液相存在下の焼結、粒成長などの焼結に関わる組織形成に関してのシミュレーション(モンテカルロ法、分子動力学法)、焼結(収縮)に基づく歪や変形に関するシミュレーション(有限要素法、連携法)について、古典的理論や実験研究との関わり合いも含めて講義する。

### ■実践工学講座(3) セラミックスの製造設計

科目名	コマ	講義概要
粉末成形・焼結工程のエンジニアリング解析(1)	3	焼結体のゆがみやクラックなどの予測にはコンピュータによる変形・応力解析が有効である。本講義では有限要素法を基礎とした解析手法や、それに必要な材料特性の求め方、解析結果の解釈等について説明する。また、簡単な解析システムの体験実習を行う。実習用ソフトは持参パソコンにインストールし、持ち帰り自由とする。(理論3コマ・実践2コマ)
粉末成形・焼結工程のエンジニアリング解析(2)	2	
製品に発生する応力分布のシミュレーション	1	強化磁器食器の衝撃試験において、製品内部に発生する応力分布や、給食現場において発生する、底抜けと呼ばれる食器破損時の応力分布などを、有限要素法によりシミュレーションした結果を基に講義を行う。
実践できる品質工学	7	ものづくり環境が厳しい中、企業にとって共通的な技術課題である品質向上・コスト低減・開発期間の短縮などを見事にクリアーできる品質工学、特に多くの企業で実践され、多大な成果をあげている「パラメータ設計法」について解説し、その実習を行います。具体的には、その革新的な考え方、SN比などの評価手法、実験計画の流れ、実験による経済効果など、具体的な成果事例を交えて解説し、また実習を通じて品質工学のすばらしさを体験していただきます。