

2024 年度粉末冶金講座

当協会では、粉末冶金の入門から基礎そして実用に亘り勉強していただく「粉末冶金講座」を開催します。本講座の内容は、入門講座として〈教科書のような優しい内容：粉末冶金に初めて接する方にもわかり易い内容〉、基礎講座として〈入門講座からさらに具体的な内容〉、実用講座として〈基礎講座以外の材料についての解説および最新技術の解説〉となっています。

入門講座は、1～4に分け、詰め込みにならないよう、1日2講義の4回で開催します。また、当日急遽受講できなかった方や復習をしたい方のため、受講申込者に対し開催翌週にオンデマンド動画配信を行います。

基礎講座、実用講座は、対面会場での受講とオンラインによるハイブリッド形式で開催します。当日講師の方と直接コンタクトを取りたい方は、オンラインではなく、対面での受講をお選びください。

対象者は、粉末冶金に新しく携わる方、改めて基礎を勉強したい方を初め、営業担当者、事務関係者、さらに、粉末冶金経験者は勿論、各種の素形材に携わる研究者、技術者までの幅広い皆様としています。粉末冶金の原点に触れ、理解を深めていただくとともに、最新の技術情報を得ていただきたいと存じます。本講座は、入門講座1～4、基礎講座および実用講座を各々単独で受講いただくことも可能です。

また、今回各講座修了後に理解度を確認頂く問題を提供しますので、ご回答は任意ですが、是非ご利用ください。

企業における社員教育、大学での学生の教育の一環として、また、次代の粉末冶金技術者研究者の育成のために、是非本講座をご利用ください。多くの方のご参加をお待ちしております。

開催日および会場

粉末冶金入門講座 1：2024年6月7日(金)
粉末冶金入門講座 2：2024年6月21日(金)
粉末冶金入門講座 3：2024年7月5日(金)
粉末冶金入門講座 4：2024年7月18日(木)
粉末冶金基礎講座：2024年12月2日(月)
粉末冶金実用講座：2024年12月3日(火)

Microsoft Teams ウェビナー

京都経済センター（京都市）
ならびに Microsoft Teams ウェビナー

主催：一般社団法人粉体粉末冶金協会

協賛：日本粉末冶金工業会、日本機械工具工業会、タングステン・モリブデン工業会、軽金属学会、自動車技術会、素形材センター、ダイヤモンド工業協会、電子情報技術産業協会、ニューセラミックス懇話会、日本機械学会、日本金属学会、日本材料学会、日本セラミックス協会、日本塑性加工学会、日本鉄鋼協会、日本トライボロジー学会、日本ファインセラミックス協会

参加費：
(税込)

1名・各講座 会 員*	入門講座1～4	基礎・実用講座
15,000円	15,000円	30,000円
学生会員	2,500円	5,000円
非会員	30,000円	60,000円
学生非会員	10,000円	20,000円

- ・会員*は、正会員、維持・特別会員、協賛団体会員です。
- ・参加費は下記宛に開催日迄に送金ください。
- ・なお、既納金はいかなる理由があっても返金致しません。

講座修了証：理解度確認問題へのご回答と講座に対するアンケートの両方をご提出頂いた方に講座修了証をお送りします。

講座参加者への特典：参加された方は、2025年度開催の当会主催の春秋大会の春または秋のいずれか1つに参加費免除でご参加頂けます。詳細は参加者の方にご連絡します。

申込方法：下記 Google Form または QR コードからお申込ください。同時に複数講座お申込み頂けます。
<https://forms.gle/gEL8QXT6As8yBJ6m9>

Google Form にアクセスできない方は、協会ホームページの参加申込書に必要事項を記載の上、info@jspm.or.jp 宛て添付にてお送りください。

参加申込締切：粉末冶金入門講座1～2 2024年5月17日(金)
粉末冶金入門講座3～4 2024年6月21日(金)
粉末冶金基礎講座、粉末冶金実用講座 2024年11月11日(月)



振込先：郵便振替口座番号 01040-2-3073

銀行口座 ゆうちょ銀行 一〇九店（イチゼロキュウ店）当座 No. 0003073
三菱UFJ銀行 出町支店 普通 No. 0008569
みずほ銀行 出町支店 普通 No. 1005761

連絡先：〒606-0805 京都市左京区下鴨森本町 15 生研内 一般社団法人 粉体粉末冶金協会
E-mail info@jspm.or.jp TEL 075 (721) 3650 FAX 075 (721) 3653

粉末冶金入門講座 1

<教科書のようなやさしい内容：粉末冶金に初めて接するような方にも分かり易い内容>

日 時：2024年6月7日(金)

会 場：Microsoft Teams ウェビナー

オンデマンド動画配信期間：2024年6月10日(月)10:00～6月14日(金)18:00

プログラム： <講演 80分+質問 10分>

講演時間：10:00～11:30 (入室開始時間 9:45)

1. 粉末冶金とは (用語説明, 歴史, 特徴など)

大阪大学/九州大学 尾崎 由紀子

粉末冶金とは何かがイメージできるようにその内容を、初心者にもできるだけ分かりやすく解説することを目的とする。まず、粉末冶金の分野で頻繁に使われる主要な用語について説明する。例えば、粉末、粒子、混合、成形、充填、焼成、焼結、加工などの専門用語についてごく初歩的な説明を行う。次に、粉末冶金の歴史を述べる。ここでは、人類が古い時代から現代までに、何を目的に、どのようにして粉末冶金に関連した技術を発展させてきたかを平易に述べる。例えば、太古の時代の宝飾品や土器などにさかのぼり、その後に銅や鉄や陶器などのさまざまな材料や部品に発展した流れを紹介する。最後には、近現代の粉末冶金という技術の特徴と、他の形を作り込む工業技術（例えば鍛造や鋳造など）と比べてどのように有利であるのかを解説する。また、今後、粉末冶金がどのような方向に向かうのか考える材料を提供する。

講演時間：13:30～15:00 (入室開始時間 13:15)

2. 粉末冶金で使われる道具 (粉末試作, 混合, 成形, 焼結, 固化の装置と生産システム)

インターナショナルPMコンサルタント 武田 義信

焼結部品・超硬合金・粉末高速度鋼・MIM等の製造もしくは開発に使用する装置と生産システムについて解説する。

はじめに各材料のプロセスを簡単に説明し、そのあとまず原料となる粉末の製造と混合などに使われる装置として、アトマイズ装置（ガスアトマイズ・水アトマイズ・高圧水アトマイズ・プラズマアトマイズ）、スプレードライヤー（噴霧乾燥造粒機）粉末混合装置などを説明する。次に粉末成形に関して粉末冶金用プレス（メカプレス・油圧プレス・ハイブリッドプレス・電気サーボプレス）、射出成型機、CIP、BJT（Binder Jet Technology）装置等を紹介する。焼結・固化に関しては、鉄系部品焼結炉、MIM部品焼結炉、超硬合金焼結炉、HIP、Sinter HIP、SPS（Pulsed Electric Current Sintering PECS）などを紹介する。最後に生産システムとして、自動化された混流生産システムや一個流システム等実用化され、公表されている例を紹介する。

参加申込締切：2024年5月17日(金)

粉末冶金入門講座 2

<教科書のようなやさしい内容：粉末冶金に初めて接するような方にも分かり易い内容>

日 時：2024年6月21日(金)

会 場：Microsoft Teams ウェビナー

オンデマンド動画配信期間：2024年6月24日(月)10:00～6月28日(金)18:00

プログラム：<講演80分+質問10分>

講演時間：10:00～11:30 (入室開始時間 9:45)

1. 粉末冶金で作られる製品 (粉末冶金製品や材料すべての概論)

大阪大学 近藤勝義

本講義では、出発原料となる金属粉末を圧縮成形および焼結固化することで得られる一般的な焼結製品をはじめ、焼結体の更なる緻密化や高強度化を達成するための2次加工(熱間塑性加工や熱処理)を施した素材や製品、さらには、射出成型プロセスにより作製する3次元複雑形状部品や三次元積層造形法(3Dプリンター技術)を用いた粉末冶金製品などを対象に、それぞれの製造プロセスの特徴や用途、また焼結素材あるいは焼結製品の特性・性能や特徴について紹介する。さらに、粉末冶金製法の特徴の一つである粉末間に存在する空孔・空隙を利用した製品や、金属粉末とセラミックス粒子からなる金属基複合材料について、それらの特性や用途などに関して詳細に説明し、「粉末冶金法や粉末冶金製品」について初めて学ぶ方が興味を持って理解頂けるような基礎的内容を中心に講演する。

講演時間：13:30～15:00 (入室開始時間 13:15)

2. 粉末冶金に必要な知識 (材料学の基礎、状態図、結晶、拡散など)

同志社大学 加藤将樹

粉末冶金が対象とする材料はセラミックスや金属であり、その結晶構造や物性、特性を理解するためには、化学や物理、材料工学などの基礎的な知識が重要である。構成原子、材料組成、化学結合、構造、反応の基礎を学ぶことで、セラミックスや金属の合成や安定性を理解することができる。また、相図や結晶構造などの既存データベースを有効に活用できるようになる。さらに磁気特性や誘電特性など、材料の機能特性の開発にも基礎的な化学・物理の知識が重要となってくる。

そこで本講義では、基礎科学的な観点から材料の合成や特性を理解できることを学んでいく。具体的には、化学結合、結晶構造、状態図、格子欠陥、拡散などの入門的な内容を平易に解説し、粉末冶金の基礎となる物質・材料科学から実際の応用・開発への橋渡しとなるような講座にしたい。

参加申込締切：2024年5月17日(金)

粉末冶金入門講座3

<教科書のようなやさしい内容：粉末冶金に初めて接するような方にも分かり易い内容>

日時：2024年7月5日(金)

会場：Microsoft Teams ウェビナー

オンデマンド動画配信期間：2024年7月8日(月)10:00~7月12日(金)18:00

プログラム：<講演80分+質問10分>

講演時間：10:00~11:30 (入室開始時間 9:45)

1. 状態図の読み方 (二成分系を中心に)

京都大学 石原慶一

知らない街を探索する時、地図が頼りになるように、材料探索には状態図が欠かせません。先人たちの研究によって築き上げられた状態図は、経験と計算科学を融合させたものです。本講義では、まず水や食塩水のような身近な例を用いて、純物質の三態変化をT-P相図で概観します。その後、二成分系の状態図を様々な例を用いて解説します。特に、鉄鋼材料開発に重要な準安定相を含むダブルダイアグラムについて、結晶構造や固溶体などの基礎知識も交えて詳しく説明します。最後に、多成分系の状態図についても簡単に触れます。本講義を通して、材料の熔融・凝固過程を状態図から読み解き、材料加工や開発に活かせる知識とスキルを身につけましょう。

講演時間：13:30~15:00 (入室開始時間 13:15)

2. 材料の電気特性と磁気特性の基礎

東京工業大学 北本仁孝

粉末冶金で主な対象となる金属や無機物質は電子部品などに用いられるものが多数あり、それらが電場ならびに磁場に対する応答はマクロな視点では電気伝導性、誘電性、磁性といった物性として観察される。一方、ミクロな視点では固体中にある電子の電場や磁場の中での振舞いによって、このような物性が発現する。また、物質・材料における電子の振舞いは結晶構造、それに起因する電子構造、場合によっては形態に依存する。本講義では、無機物質の電気伝導、誘電性、磁性に関わる基礎的な事項について解説したのち、実用的に重要な材料を中心に、電気特性と磁気特性の特徴とそれらが現れる機構について、さらには電気特性と磁気特性が電子部品などの機能としてどのように生かされているかを説明する。

参加申込締切：2024年6月21日(金)

粉末冶金入門講座 4

<教科書のようなやさしい内容：粉末冶金に初めて接するような方にも分かり易い内容>

日 時：2024年7月18日(木)*

会 場：Microsoft Teams ウェビナー

オンデマンド動画配信期間：2024年7月22日(月)10:00~7月26日(金)18:00

*入門講座4の開催曜日が「(木)」になりますので、ご注意ください。

プログラム：<講演80分+質問10分>

講演時間：10:00~11:30 (入室開始時間 9:45)

1. 材料の科学（無機固体材料の化学結合と構造を中心に）

岡山大学 岸 本 昭

粉末冶金で取り扱う金属やセラミックスは、無機固体に分類される。有機固体と異なり無機固体では100あまりの元素が構成元素となりうる。材料の性質を考える上では、これら構成元素の性質のみならず、原子間の化学結合と固体の構造を知ることが重要である。そこで本講義では原子パラメーターのうち原子半径と電気陰性度の原子番号依存性について概説し、各構成元素の組み合わせにより得られる固体の金属結合性、共有結合性、イオン結合性について説明する。結晶構造を考える前段として、球の充填構造について概観を述べる。次いで非晶質と結晶質について説明し、無機固体の代表的な結晶構造について、組成と配位数の観点から系統的に説明する。またこれら理想的な結晶構造とは異なり、実材料でしばしばみられる結晶構造中の欠陥についても触れる。本講義が、無機固体材料の科学に関する理解深める一助となればと考えている。

講演時間：13:30~15:00 (入室開始時間 13:15)

2. 材料の機械的特性評価

立命館大学 藤 原 弘

金属材料は一般に強固なものが多いが、大きな外力が加われば変形し、やがて破壊する。このような外力に対する能力は強さとか硬さなどの性質で表すことができ、その性質を機械的性質と呼んでいる。このような機械的性質は材料の持つ微細組織に影響を受ける。そのため、本講義の前半では、金属材料の微細組織と機械的性質の関連性について説明する。初めに、材料の強度や変形に大きな影響を及ぼす転位の構造と役割について解説する。次に、転位の移動による材料の強化機構（転位強化、固溶強化、析出・分散強化、結晶粒微細化強化）について解説する。講座の後半では、材料の試験方法と試験結果の分析方法について説明する。引張試験を中心に応力-ひずみ線図について解説し、公称応力-公称ひずみ線図と真応力-真ひずみ線図の違いについて説明する。また、種々の硬さ試験方法の解説を行い、硬さ試験結果から引張試験結果の推定についても説明する。

参加申込締切：2024年6月21日(金)

粉末冶金基礎講座

<入門講座からさらに具体的な内容説明>

日時：2024年12月2日(月) 10:00~17:20

開催方法：対面ならびにオンライン開催

会場：(対面) 京都経済センター (京都市下京区四条通室町東入函谷鉾町 78 番地)
(オンライン) Microsoft Teams ウェビナー

定員：会場参加 48 名

プログラム：

(10:00~11:30)

1. 粉末合成から混合まで

物質・材料研究機構 目 義 雄

休憩

(11:40~13:10)

2. 成形と焼結の基礎

九州大学 品 川 一 成

休憩

(14:10~15:40)

3. 粉末冶金用原料粉

ヘガネスジャパン(株) 廣 瀬 徳 豊

休憩

(15:50~17:20)

4. 焼結部品とその製造設備

(株)ファインシンター 深 町 浩 之

参加申込締切：2024年11月11日(月)

講演概要

1. 粉末合成から混合まで

物質・材料研究機構 目 義雄

粉末を合成し、粉末処理、成形、焼結を経て焼結体が作られる。より良い特性を持つ製品を作成するためには、焼結体の組成や微構造を高度に制御する必要がある。そのためには、粉末の段階から制御された粒子径と粒形分布を持つ粉末を合成し、成形に適した粉末処理（表面処理、造粒、分級、複合化、混合など）が求められる。粉末作製法は、高温で反応させて合成した塊を砕いて作成する方法と気相や液相から析出させ合成する手法に大別される。それぞれの手法で作製された粉末が市販され、同じ物質の粉末でも市販品の価格は大きく異なる。本講義では、焼結に適した粉末とはどのような粉末であるかを様々な粉末の分析・評価法から検討し、それらが焼結体作製までにどう影響するかを考えていく。酸化物系に比べて、発火しやすい金属や非酸化物系での取扱の注意点を含め、粉末合成手法の特徴を理解し、目的に合った粉末を選定し、どのように処理していくかを理解していただければ幸いである。

2. 成形と焼結の基礎

九州大学 品川 一成

粉末成形プロセスは、目的とする部品形状に粉末を固める工程であり、焼結プロセスはその後、粉末成形体を高温に加熱することで粒子同士を結合させ、粒子間の空隙を消滅させる工程である。本講義ではまず、金型成形、冷間等方圧成形(CIP)、金属粉末射出成形(MIM)など、いくつかの代表的な成形法に関して、これらの方法と特徴、粉末成形体に及ぼす粉末特性や成形条件の影響などを説明する。焼結工程については、基本的な固相焼結、液相焼結、加圧焼結の分類とこれらの特徴、焼結中の基礎的な冶金現象、焼結材へ影響する諸因子について説明を行う。また、粉末成形・焼結における成形体の密度変化や収縮変形を予測する手法についても解説する。一方、粉末冶金法の特徴として、複合材料、多孔質材料などの構造材料の製造に利用できることが挙げられる。このような材料製造において粉末成形・焼結プロセスが適用された事例についてもいくつか紹介する。

3. 粉末冶金用原料粉

ヘガネスジャパン(株) 廣瀬 徳豊

自動車部品や家電等に多くの粉末冶金製品が使用されている。粉末冶金に使用する原料粉は多くの種類がある。形状は種類により異なる場合もあるが、粉末の製造方法にも依存する。

本講義では簡単に粉末冶金用原料粉として、積層造形用、金型成形用粉末の特徴や製法を紹介する。

次に粉末冶金で使用される純鉄粉、低合金鋼粉、高合金鋼粉の特徴を紹介する。それらと混合される副資材の種類、原料や製法についても説明する。さらに副資材の種類が異なると、鉄系材料にどのような影響を及ぼすか、その理由も併せて解説する。

粉末冶金用原料粉を取り扱う際に発生する問題点、特に偏析に焦点を絞り、その原因と対策を示す。粉での対策としてどのような偏析防止粉が開発されているか、偏析防止粉の一種である合金粉や拡散接合粉の成形工程への影響、焼結過程での合金成分の挙動、そして焼結組織がどのように強度へ影響するかも合わせて説明する。

4. 焼結部品とその製造設備

(株)ファインシンター 深町 浩之

粉末冶金は自由な材料配合で狙いの機械特性が得られ、複雑形状の部品をプレスで大量生産できるのが特徴の製造方法である。基本的に次のような工程で製造される。

まず複数の原料粉末を均一に混ぜ合わせる「混合」を行い、得られた混合粉末を金型に充填しプレス機で「成形」して圧粉体を得て、その圧粉体を高温に加熱する炉にて「焼結」することにより製品を得ることができる。

また、製品に要求される機能によっては、更に「再圧縮」「熱処理」「表面処理」「機械加工」などを行う。

本講義では、基本工程である混合、成形、焼結の設備や、熱処理の設備を中心に、設備概要、特徴など紹介するとともに、製品での事例や、設備ごとのメリット、デメリット、最近の動向についても紹介する。

粉末冶金実用講座

<基礎講座以外の材料についての解説および最新技術の解説>

日時：2024年12月3日(火) 10:00~17:20

開催方法：対面ならびにオンライン開催

会場：(対面) 京都経済センター (京都市下京区四条通室町東入函谷鉾町 78 番地)
(オンライン) Microsoft Teams ウェビナー

定員：会場参加 48 名

プログラム

(10:00~11:30)

1. 磁性材料 “パワーエレクトロニクスを支えるキーマテリアル”

TDK(株) 劉麗華

休憩

(11:40~13:10)

2. 硬質材料 “切削工具用硬質材料に求められる特性およびその製造方法”

三菱マテリアル(株) 小関秀峰

休憩

(14:10~15:40)

3. 電子材料 “積層セラミックコンデンサの高信頼設計”

太陽誘電(株) 金田和巳

休憩

(15:50~17:20)

4. Additive Manufacturing の基礎と応用

東北大学 野村直之

参加申込締切：2024年11月11日(月)

講演概要

1. 磁性材料 “パワーエレクトロニクスを支えるキーマテリアル”

TDK(株) 劉 麗華

磁性材料には、ハード磁性材料（硬磁性体）とソフト磁性材料（軟磁性体）の2種類が存在する。ハード磁性材料は、モーターやジェネレーターなどに使用され、ソフト磁性材料はインダクターやトランスなどに使用される。これらの材料は、パワーエレクトロニクス社会を支えるキーマテリアルであり、多くの企業で開発が進められている。また、磁性材料の多くは粉末冶金プロセスを利用して製造されているため、磁性材料開発には粉末冶金の知識が必要不可欠である。

当講座では、磁性材料の物理的な基礎を詳しく解説し、ハード磁性材料とソフト磁性材料の材料設計指針の違いについても専門的に説明する。さらに、xEV用モーター向けNdFeB磁石や高周波トランス向けMnZnフェライトの製造プロセスについても、実際の製造工程を交えて分かりやすく解説する。これらの内容を通じて、磁性材料の重要性と粉末冶金プロセスの役割を深く理解していただけることを期待している。是非、専門的な知識を身につけ、磁性材料の世界に飛び込んでみていただきたい。

2. 硬質材料 “切削工具用硬質材料に求められる特性およびその製造方法”

三菱マテリアル(株) 小関 秀峰

粉末冶金法によって製造される超硬合金、サーメット、セラミックス、立方晶窒化ホウ素やダイヤモンド焼結体などの硬質材料は、その優れた力学的特性や化学的安定性を生かし、切削工具や耐摩耗部品用の材料として幅広く使用されている。近年は、これらの硬質材料の表面にPVD法やCVD法により硬質セラミックスを被覆したコーティング材料が開発され、各種工具や部材の耐久性向上に寄与している。切削工具においては、高速・高効率加工条件の適用による環境負荷低減や、難削材の高精度加工などの要求に応えるために、種々の技術開発がなされ、発展を続けている。

本講義では、これら硬質材料のうち、特に超硬合金、サーメットおよびコーティング材料について、その製造方法、基礎特性および切削工具としての用途を解説するとともに、最近の技術動向について紹介する。

3. 電子材料 “積層セラミックコンデンサの高信頼設計”

太陽誘電(株) 金田 和巳

受動電子部品の主要製品のひとつである積層セラミックコンデンサ(MLCC)は、車載機器・産業機器・医療機器等での市場が拡大し、従来からのトレンドである“小型・高容量化”だけではなく、“高信頼化”が重要なポイントとなっている。高信頼市場向けMLCCの誘電体厚みは数 μm 程度、内部電極厚みは1 μm 程度であるため、誘電体材料BaTiO₃および内部電極材料Niの微粒子化・均一化が求められる。しかし、誘電体材料および内部電極材料の高度化だけでは高信頼化の実現は困難であり、構造体中の欠陥を最少化することの重要性が認識されてきている。また、近年の研究では、誘電体材料自体の高信頼化だけではなく、誘電体と内部電極界面の微細構造がMLCCの高信頼化に寄与することも分かってきた。本講義では、MLCCの高信頼化に向けた原料粉体(プロセス)高度化の取り組み、MLCCを作製する上での微細構造設計の重要性および界面構造が信頼性に与える影響等に関して説明する。

4. Additive Manufacturing の基礎と応用

東北大学 野村 直之

Additive Manufacturing (AM)は、従来加工技術とは異なる方法で複雑形状の部材を作製する新しい技術である。航空宇宙、医療、金型産業を始め、多くの産業分野において注目を集めている。本講義では、Additive Manufacturing(AM)に関わる技術と材料科学について、基礎と応用の観点から解説する。AMプロセスの分類とその説明、用語等を説明するとともに、AMに使用される代表的な材料と粉末の特性、評価方法、安全性について説明する。AM造形体の設計や造形体に現れる材料学的な特徴、AM造形体へのポスト処理技術や規格などについても紹介する。AM技術を初めて学ぶ学生や技術者から、実際にAM技術に関わり専門的な知識を深めたい方を対象として講義を行う予定である。