

2015年度『モノづくり人材の育成・再教育に資する実践的プログラム

『金属・材料工学』の開設について

～わが国の産業発展に不可欠である基盤技術分野の人材減少に歯止めをかける取り組み～

関西経済連合会は、大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム[※]および大阪科学技術センターとともに、社会人を対象とする『モノづくり人材の育成・再教育に資する実践的プログラム「金属・材料工学」』を、今年度も開設します。本プログラムは、今年で4回目の取り組みとなります。

当会では、わが国の産業競争力の強化に向けて、「ものづくり」に不可欠である基盤技術分野に精通した人材の育成が必要であると考え、2012年度より産学官が一体となり「金属・材料工学」の基礎を体系的に教えるプログラムを実施しています。受講者には、金属・材料工学の習得のみならず、本プログラムを通じて、講師および受講者間のネットワークを構築いただきたいと思います。

今年度のプログラムの特徴は、昨年度受講者のアンケートなどを参考に、①金属・材料加工のさまざまな工程に欠かせない「熱処理」の技術を、より深く実践的な内容で学習できるよう、複数の講義で取り扱うこと、②受講者および派遣元企業の負担軽減のため、試験的に全日日程を1日取り入れ、全体的日数を短縮したこと、③今回から新たに、関西における科学技術振興の中核機関であり、金属系新素材の研究開発等にも強みを有する大阪科学技術センターに主催者として加わっていただいたことの3点です。

プログラム実施後には、受講者、派遣元の企業、講師などにアンケートを行い、大学にフィードバックすることで、実学に即した学生教育の実現をめざします。また今後、このような取り組みを個別のもので終わらせるのではなく、関西地域全体で効果的かつ効率的に取り組むために、基盤技術分野のみならず高度人材の確保・育成に産学官が一体となって取り組む「場」（プラットフォーム）の構築を引き続き検討してまいります。

＜プログラム概要＞

◇実施主体	
主 催	: 公益社団法人関西経済連合会、大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム、 一般財団法人大阪科学技術センター
後 援	: 関西広域連合、近畿経済産業局
◇受講対象	: 理工系の学部もしくは大学院を卒業し、 入社後、研究・開発現場等の経験を有している方（入社3-10年目程度）、 金属・材料工学の基礎の習得や再勉強を志している方
◇募集期間	: 2015年 8月19日(水) - 9月30日(水)
◇開催期間	: 同 10月16日(金) - 11月26日(木) 全7日間、14講義
◇募集人数	: 30名（定員に達し次第、募集締切）
◇開催場所	: 関西経済連合会、大阪科学技術センター、グランフロント大阪ナレッジキャピタル
◇参加申込	: 関西経済連合会ホームページ(http://www.kankeiren.or.jp/guide/cat125/)より 申込書をダウンロードし、必要事項を記入の上、FAX またはメールでお申込みください。

(※) 大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム

・大阪大学、大阪府立大学、兵庫県立大学、関西大学など、金属系新素材に関する知識や技術を有する大学などが連携したコンソーシアム。金属系モノづくり企業の研究開発を支援し、関西の産業振興につなげることを目指して活動。

モノづくり人材の育成・再教育に資する 実践的プログラム「金属・材料工学」

2015年度募集要項



公益社団法人
関西経済連合会

開催目的

わが国の産業を支えてきた金属・材料工学などの基盤技術分野において、技術の体系的な伝承や研究活動の更なる活性化、それを可能にする人材の育成は、産業基盤をより強固にし、新たなイノベーションを生み出す礎として不可欠であり、そのためには、産学連携のもと、研究や教育を強く推進するための「場」を新たに構築する仕組みが必要です。

そこで、関西経済連合会では、「大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム^{*1}」、「大阪科学技術センター」と連携して、金属・材料工学の教育の「場」として、社会人向けプログラムを開講します。

今年で4回目^{*2}をむかえる本プログラムによって、金属・材料工学に関する知識を体系的に習得したモノづくり人材を継続的に育成・再教育することで、関西の産業基盤をより強固にし、わが国の国際競争力の強化に貢献することを目指します。

^{*1} 大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアムとは、大阪大学、大阪府立大学、兵庫県立大学、関西大学、近畿大学など金属系新素材に関する蓄積を有する大学などの連携によるコンソーシアム。金属系モノづくり企業の研究開発を支援し、関西の産業振興につなげることを目指して活動。

^{*2} 昨年度受講者40名、受講者の声は別紙アンケート結果を参照。

講義概要

本プログラムは、モノづくりに関わる生産業務や研究開発の現場で活躍中の技術者や研究者の方を対象に、全7日間の講義を通じて、モノづくりにおいて欠かすことができない金属・材料工学の基礎を体系的に習得するためのプログラムです。金属・材料工学を新たに習得する「場」、改めて再勉強する「場」としてご活用頂きます。

特徴

- 金属・材料を扱う企業とコンソーシアムに参画している大学教授等が共同開発することで、**産業界のニーズを反映するとともに、大学の垣根を越えたこれまでにないプログラム**です。
- また、講義・交流会を通じて、講師および受講者間での**ネットワーク構築の「場」**としてもご活用頂けます。
- 昨年度プログラムから、一部講義内容の充実とともに、講義日数を見直し、より効果的な習得を可能としました。

開催案内

受講対象・・・理工系の学部もしくは大学院を卒業し、入社後、生産・研究などの現場の経験を有している方（入社3-10年目程度）、金属・材料工学の基礎の習得や再勉強を志している方。

講義内容・・・学部レベル（3～4年）+大学院前期課程を加える程度。概ね、継続的に勉強するきっかけとなる基礎的なもの。

開催期間・・・2015年10月16日～11月26日（全7日間、14講義）

開催場所・・・関西経済連合会 29階 会議室（大阪市北区中之島6-2-27 中之島センタービル）
大阪科学技術センター 4階 会議室（大阪市西区鞠本町1-8-4）
ナレッジキャピタルカンファレンスルーム（大阪市北区大深町3-1 グランフロント大阪）

募集人数・・・30名程度（定員に達し次第、募集締切）

受講費用・・・6万円（請求元：大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム）

体制・・・主催：公益社団法人関西経済連合会、大阪ベイエリア金属系新素材コンソーシアム、一般財団法人大阪科学技術センター
後援：関西広域連合、近畿経済産業局

申込方法

関西経済連合会 ホームページより申込書をダウンロードし、記入の上、FAXまたはメールにて申し込み
<http://www.kankeiren.or.jp/> 【申込期限】2015年9月30日（水）

講義一覧・開催日時

開催時間等：原則 13:30～18:05（2講義/日、講義間に講師への自由質問の時間あり）

^{*1}:10月16日および11月26日講義終了後、講師・受講者等による交流会を開催予定 ^{*2}:11月18日は全日の予定（9:30～17:20）

No	カテゴリ	講義名	講師	開催日・開催場所
1	概論	社会に関わるマテリアル	大阪府立大学 / 中平 敦	10月16日(金) ^{*1} (中之島センタービル)
2	一般・基礎	化学結合	関西大学 / 幸塚 広光	
3	一般・基礎	鉄鋼・非鉄製錬	大阪大学 / 田中 敏宏	10月21日(水)
4	専門・基礎	状態図	近畿大学 / 沖 幸男	(大阪科学技術センター)
5	専門・基礎	熱力学	大阪大学 / 田中 敏宏	10月30日(金)
6	専門・基礎	材料組織学	関西大学 / 池田 勝彦	(中之島センタービル)
7	専門・基礎	材料結晶学	兵庫県立大学 / 足立 大樹	11月2日(月)
8	専門・基礎	結晶塑性学・材料強度学	大阪大学 / 中野 貴由	(大阪科学技術センター)
9	専門	鑄造工学	近畿大学 / 浅野 和典	11月12日(木)
10	専門	溶接工学	関西大学 / 西本 明生	(中之島センタービル)
11	専門	塑性加工学	大阪大学 / 宇都宮 裕	11月18日(水) ^{*2}
12	専門	腐食・防食工学	関西大学 / 春名 匠	(中之島センタービル)
13	専門	腐食・防食に関する事例	大阪府立産業技術総合研究所 / 左藤 眞市	11月26日(木) ^{*1}
14	専門	金属材料の破損に関する事例	兵庫県立工業技術センター / 高橋 輝男	(グランフロント大阪)

No	講義名	講師	概要
1	社会に関わる マテリアル	大阪府立大学 工学研究科 物質化学系専攻 教授 中平 敦	我々が生活する社会では、金属やセラミックス、高分子、半導体材料など多様なマテリアルが利用されている。特に、建築物や橋梁など社会基盤を支えるインフラや機能性デバイスなどには先端的な金属やセラミックスから構成される各種素材が利用される。 そこで我々の生活を支えるマテリアルの過去から現在に至る状況を概説し、マテリアルの社会的位置付けも考える。さらに以降の授業を効率的に進める為に必要なイントロダクション的な講義を行う。
2	化学結合	関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 教授 幸塚 広光	金属材料や無機材料の性質や機能を根源的に支配しているのは、原子と原子を結びつける化学結合の特徴にあると言っても過言ではない。化学結合を大きい視点で眺める素養をもっていなければ、理解できる材料の性質が限定されてしまう。例えば、金属結合についての概念しかもっていなければ、セラミック材料の性質を大きく見誤る恐れがある。 本講義では、共有結合、金属結合、イオン結合のそれぞれを基礎的に振り返り、まず、化学結合の強さが材料の性質を決定する上で果たす役割について説明する。次に、金属材料とセラミック材料が著しく異なる機械的性質をもつ理由を、化学結合の視点でどのようにとらえ、また理解することができるかについて説明する。さらに、金属材料と半導体の電気伝導機構がどのように異なっており、それが化学結合の視点でどのようにとらえることができるかについて説明する。化学結合の種類の違いは、材料の外観の(色や透明性)にも影響を与えるので、これについても理解を深める。
3	鉄鋼・非鉄製錬	大阪大学 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授 田中 敏宏	工業材料として主要な金属である鋼、銅、アルミニウム、チタンなどの製錬プロセスとその基本的な原理について概説するとともに、昨今話題となっているレアメタルの製錬、リサイクル上の問題点などにも触れる。鉱石からこれらの金属を得るための製錬プロセスは、それぞれの金属の主として熱力学的な特性に従って特徴的な原理に基づいて行われている。そのため、個々の製錬過程がどのような熱力学や速度論、さらにはそれに関連する基礎物性と関係しているかについて理解することは大切である。 また、より付加価値の高い材料へと展開するために行われている不純物の除去などについての理解を深めることも重要である。現代では、主要金属材料の原料は必ずしも天然の鉱石とは限らず、日本のような工業先進国では、「都市鉱山」と呼ばれる資源を有している。そこで、金属材料のリサイクルについても、製錬技術と併せて理解することが求められている。本講義では、再資源化に関する最近の話題についても紹介する。

No	講義名	講師	概要
4	状態図	近畿大学 理工学部 機械工学科 教授 沖 幸男	金属材料は、熱処理によって所望の性質に調整して使用される。ただし、熱処理によって直接機械的性質が制御できるのではなく、組織を制御することによって所定の機械的性質を付与している。金属材料の組織と機械的性質は密接に関係しており、組織の形成過程はその合金系の状態図と深くかかわっている。すなわち、状態図とは、組織を知るための地図であり、状態図が読めるとその合金の組織を推測することができ、熱処理方法を考案することができる。そこで、さまざまな形態の状態図の分類と、状態図の見方、活用の仕方について学ぶ。なお、状態図の基礎となる相平衡の概念は「5. 熱力学」で、状態図を利用した組織制御の実際は「6. 材料組織学」で学ぶ。また、状態図の見方、考え方は、「9. 鑄造工学」、「10. 溶接工学」、ならびに「14. 金属材料の破損に関する事例」を考えるうえでも不可欠である。 本講義では、主として二元系状態図(2成分系合金の状態図)について取り扱う。はじめに、状態図の基本構成、すなわち相、相領域と相境界、固相線、液相線、溶解度線ならびに相変態の概念を示す。つぎに、二元系合金状態図の実例を挙げ、ほとんどすべての状態図が、全率固溶型、共晶型、共析型、包晶型ならびにこれらの組み合わせで表されることを示し、それぞれの状態図の特徴を学ぶ。状態図は、金属材料を熱処理(加熱・冷却して組織を制御)する際の情報を得るために用いられる。そこで、共晶型(共析型)状態図を例に、特徴的な相変態を示す5つの組成を選択し、それらの組成での冷却過程における相変化、組織変化、温度変化の様子を詳しく見ていく。
5	熱力学	大阪大学 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授 田中 敏宏	熱力学は、その基本的考え方を理解するのも非常に時間がかかる学問の一つである。しかしながら、材料物性の多くは熱力学の法則に負うところが大きく、基礎的な理解は不可欠である。 本講義では、工業材料の製造プロセスの設計・評価に欠かせない物質・状態の安定性の検討、エネルギー収支や化学反応、相平衡の解析に必要な熱力学諸量の基本的な意味とその扱い方について、主として金属・合金・セラミックスを対象として概説する。 最初に、材料熱力学の基本となる比熱、エンタルピー、エントロピー、自由エネルギーの基本的意味と計算方法を説明する。その後、合金の熱力学量、特に活量についてその物理的意味と金属材料の諸物性との関わりについて説明する。さらに様々な化学反応の計算、相平衡の計算方法について説明し、金属材料工学における熱力学の役割について述べる。平衡状態図についても熱力学の立場から、その成り立ちについて言及する。また昨今発達してきた熱力学データベースや応用ソフトウェアの概要とその使い方についても紹介する。
6	材料組織学	関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 教授 池田 勝彦	「材料組織学」という科目で扱う内容は非常に幅広く、「結晶構造・格子欠陥」、「状態図」、「凝固」、「拡散」、「拡散変態および析出」、「マルテンサイト変態」、「回復・再結晶・粒成長」等が挙げられている。もちろん、これらを理解するためには、「2. 化学結合」や「5. 熱力学」の知識も重要である。本講義では、この広い領域の中から「拡散、時効・析出、マルテンサイト変態」についてできる限り分りやすく説明することで、「熱処理とそれに伴う相変態」についての理解(再理解)の端緒となることをめざしている。まず、拡散の基礎(原子移動、空格子点、Fickの法則等)について概説し、拡散現象の良い事例である時効・析出について、アルミニウム-銅系合金を具体例として、時効現象と析出過程を分かりやすく説明する。さらに、拡散を伴わない相変態の代表ともいえるマルテンサイト変態を取り上げ、その特徴について簡潔に説明し、次に具体例として鉄-炭素系合金を用いて簡単に説明する。

No	講義名	講師	概要
7	材料結晶学	兵庫県立大学 物質系工学専攻/ マテリアル・物性部門 准教授 足立 大樹	<p>材料の持つ性質は、その多くが結晶構造に強く依存している。金や銀などは高い延性を示すが、これらと結晶構造の異なるマグネシウムでは非常に脆い。</p> <p>本講義では、金属の持つ3つの基本的な結晶構造(面心立方構造、体心立方構造、六方最密構造)を中心に、それら結晶の幾何学的な特徴として、原子配置、配位数(最近接原子の数)、原子充填率(単位胞体積に占める剛体球原子の体積比)について説明する。また、結晶面と方向は指数を使って表現され、それぞれの指数は、結晶の単位胞を表す3つの座標軸に基づき決定されること、結晶学的方向と面の同質性は原子の線密度と面密度に関係していること等を説明する。さらに、結晶性固体の内部に存在する様々な欠陥と、それが材料の性質にどのような役割を果たすのかを学習する。</p>
8	結晶塑性学・ 材料強度学	大阪大学 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授 中野 貴由	<p>金属材料のマクロな強度や延性は、結晶中のミクロな格子欠陥、主として転位の運動によって支配される。転位は原子配列の乱れによるひずみ場であり、この転位の運動を制御することが、材料の力学特性を決定すると言っても過言ではない。</p> <p>本講義では、(1) 格子欠陥の種類と特徴、(2) 各種転位の構造と特徴、(3) 転位の分解と反応、(4) 結晶の降伏現象と転位の運動、(5) シュミット因子とシュミットの法則等について説明する。講義を通じて、結晶中の格子欠陥の種類と特徴を理解するとともに、転位の構造・運動といった原子論的立場から結晶の強度、変形といった巨視的現象を理解することを目指すとともに、金属・合金の強化機構等の実用的に重要な事項についても転位論的な立場から理解を深める。</p>
9	鑄造工学	近畿大学 理工学部機械工学科 准教授 浅野 和典	<p>機械工作法の1つである鑄造加工は人類が早くから会得した成形技術で、大小かつ複雑な製品を一連の工程で多量生産できるという特徴を持っており、鑄造品は自動車、一般産業用機械器具、航空機、宇宙機器、電気・電子部品、環境・生活用品など産業と生活を支えるいろいろな部品や製品として広く用いられている。</p> <p>本講義では、まず原料地金の溶解から鑄造品の仕上げまでの工程の流れを説明するとともに、鑄造加工法の特徴を他の成形加工法と比較する。</p> <p>次に、主要な鑄造用合金の材質と特性、金属の溶解炉と溶解法、鑄型内の熔融金属の冷却・凝固過程における含有ガスの挙動、凝固収縮などの特性、鑄造品の材質に及ぼす化学成分、冷却速度などの影響について説明する。</p> <p>さらに、鑄造品の設計・製作の際に考慮すべき鑄型の湯口方案や押湯方案に関する基礎理論、砂型鑄造における鑄物砂の種類・性質とその造型法、金型材料とその設計・製作に関する基礎事項、ダイカストによる鑄造方式、特殊鑄造法についても説明する。</p>

No	講義名	講師	概要
10	溶接工学	関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 教授 西本 明生	<p>溶接・接合技術は建築、橋梁、船舶、自動車、航空機、圧力容器、パイプライン、家電、装身具、飲料缶、パソコン、携帯電話などあらゆる工業製品の製造に用いられ、生産技術のキーテクノロジーである。これらの溶接・接合技術により、高効率かつ高信頼性の「ものづくり」が発展してきた。</p> <p>本講義では、まず被覆アーク溶接、ガスタングステンアーク溶接(TIG)、ガスマタルアーク溶接(MIG, MAG)等の工業的に用いられているアーク溶接法について概要を説明する。次に、レーザ溶接、電子ビーム溶接、ろう付、拡散接合および摩擦攪拌接合について紹介する。</p> <p>さらに鉄鋼材料溶接部に形成される溶接金属と溶接熱影響部(HAZ)の金属組織の形成機構について説明し、溶接用連続冷却変態(CCT)図を用いることによる溶接金属組織の予測などを溶接冶金の立場から理解を深める。また、溶接残留応力の除去や材質の改善を目的として行われる溶接後熱処理(PWHT)についても紹介する。</p>
11	塑性加工学	大阪大学 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 教授 宇都宮 裕	<p>金属材料は、圧延、押し出し、鍛造などの一次加工を経て板・形・管・棒材などの素形材に加工され、さらにプレス成形や引抜きなどの二次加工を経て所望の形状に成形され、使用される。本講義では、代表的な塑性加工プロセスを紹介し、材料の変形挙動、負荷特性について説明する。その際の摩擦と工具磨耗を低減するための潤滑方法についても合わせて説明する。加えて、各種加工熱処理法とそれによる組織・特性の変化についても紹介する。</p>
12	腐食・防食工学	関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科 教授 春名 匠	<p>製造業で使用される多くの機械・機器や部品は金属材料で構成されるが、湿潤環境で使用されるために腐食が発生して劣化・故障することが多く、また、材料への不本意な熱処理による組織変化のために腐食が加速される場合もあり、このことが大事故にもつながり、社会的損失の大きな要因となっている。しかしながら、腐食・防食工学の知識を持つ人材は少ないため、適切な防食技術を適用できていない場合が多い。</p> <p>そこで、本講義では腐食・防食工学の基礎知識の修得を目的とした講義を行う。すなわち、受講生が(1)電気化学に基づいた腐食科学の基礎として、電位と反応電流の関係(分極曲線)を理解すること、(2)一般的な腐食形態(全面腐食、局部腐食(孔食、すきま腐食、粒界腐食、応力腐食割れ、水素脆化)など)を理解すること、(3)腐食形態に応じた評価技術を理解することを目標とする。</p>

No	講義名	講師	概要
13	腐食・防食に関する事例	大阪府立 産業技術総合研究所 金属表面処理科 主任研究員 左藤 眞市	<p>公設試（公設試験研究機関）では、日々、企業からの技術相談を受け、技術支援を行っている。とりわけ、大阪府立産業技術総合研究所では金属材料に関する技術相談が多い。本講義では、実際に大阪府立産業技術総合研究所で受けた腐食・防食トラブルの相談事例を題材として、どこに腐食原因があったのか、また、どのように問題解決をしていくかを演習形式で考えてもらう。</p> <p>腐食原因などを実際に考える上でもっとも重要なことは、様々な要因を、いろいろな角度から総合的に考えていくことである。そのため、演習に先立ち、本プログラムの他の講義（腐食・防食工学など）で学習してきた基礎的事項の確認も行う。</p>
14	金属材料の破損に関する事例	兵庫県立 工業技術センター 生産技術部 金属・加工グループ 主任研究員 高橋 輝男	<p>金属材料の事故を未然に防止し品質に優れた製品を製造するためには、個々の金属およびその合金についての特性を十分に把握、理解しておく必要がある。すなわち、金属結晶構造、金属状態図、金属組織、材料力学、材料の熱処理、金属の酸化-還元反応、溶接、鋳造、腐食化学等々の理解が不可欠である。</p> <p>当工業技術センターには県内および近隣諸県から多くの鉄鋼材料、ステンレス鋼、非鉄金属のみならずゴムやプラスチックなどの有機材料に至る広範囲な技術相談が持ち込まれ、日々その解決に努力している。本講義ではこれらの数多くの事故例の中から、代表的な事例を中心に何故その製品が事故を起こしたかを解説する。</p>

申込書

モノづくり人材の育成・再教育に資する 実践的プログラム「金属・材料工学」

■ 申込者

申 込 日	
申込者氏名	
生 年 月 日	
会 社 名	
所属・役職	
連絡先(職場) 住 所	
電 話	
F A X	
E-Mail	

■ 派遣元(申込者上司等)連絡先

氏 名	
会 社 名	
所属・役職	
連絡先(職場) 住 所	
電 話	
F A X	
E-Mail	

返信先

E-Mail ▶ a-manabe@kankeiren.or.jp

F A X ▶ 06-6441-0443

2015年 9月30日(水)までにご返信ください

公益社団法人 関西経済連合会 産業部 担当:真鍋 TEL:06-6441-0106

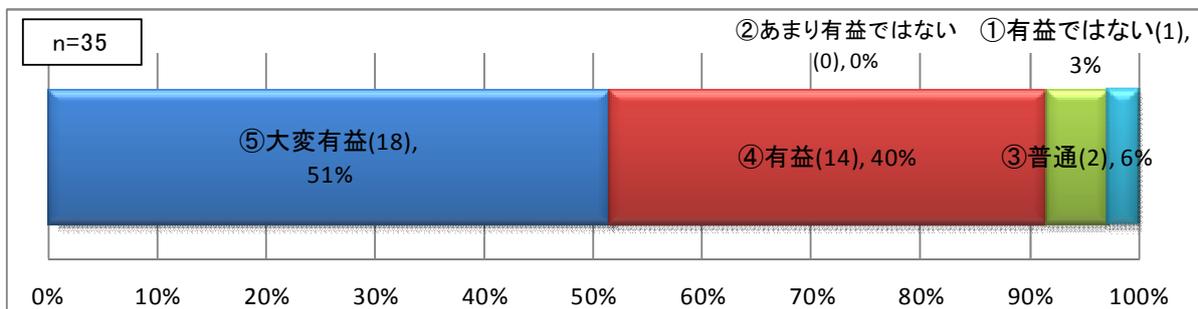
『モノづくり人材の育成・再教育に資する実践的プログラム「金属・材料工学」』
2014年度 受講者アンケート結果

※アンケート対象者：40名、アンケート回答者：35名

1. プログラムの有益性について

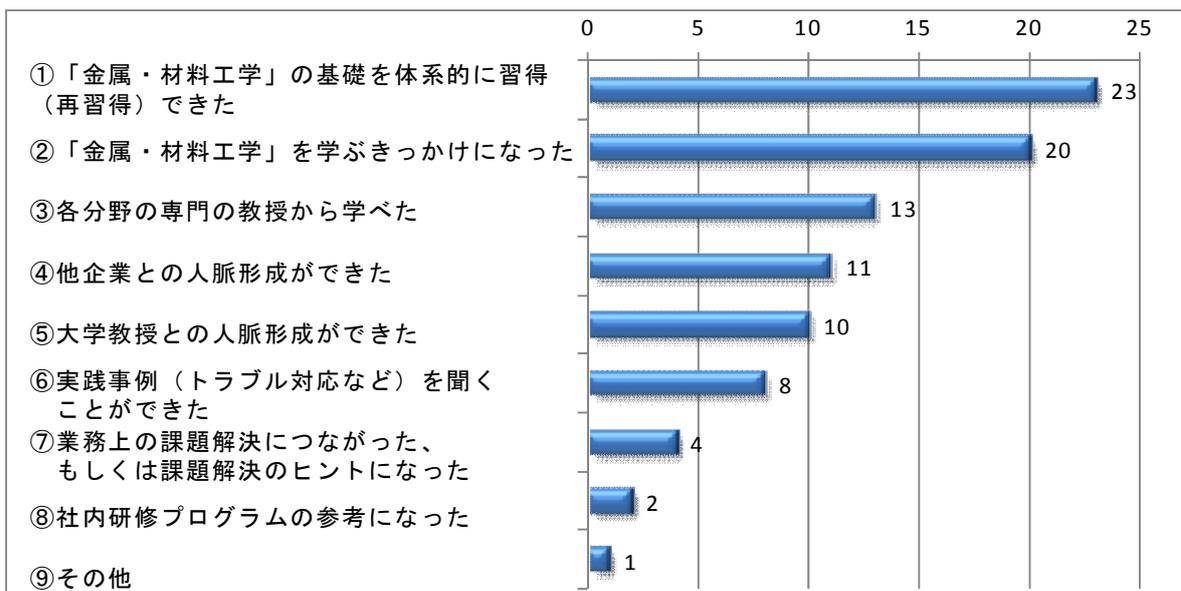
(1) 講義の有益性

アンケート回答者の91%（32名）が、「大変有益」51%（18名）、「有益」40%（14名）と回答。（参考：2003年度88%）

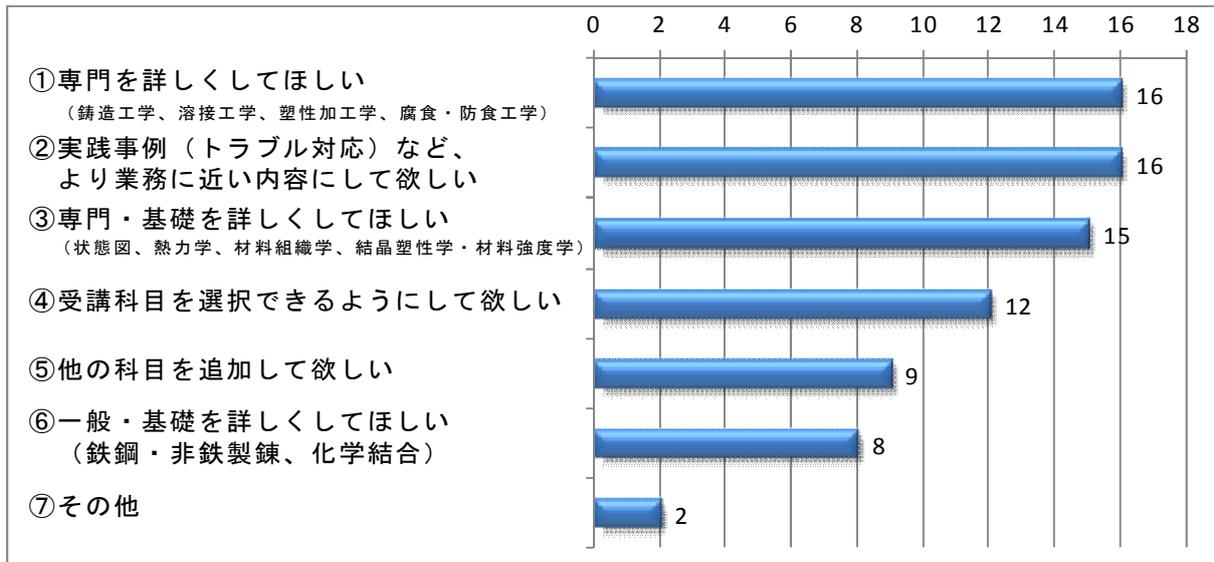


(2) 有益性のポイント（複数回答）

「金属・材料工学の基礎を体系的に習得（再習得）」（23名）、「金属・材料工学を学ぶきっかけ」（20名）と回答。



2. 今後のプログラムへの要望について



〔「⑤他の科目を追加してほしい」について希望する分野〕（一部抜粋）

- ・ 熱処理
- ・ 熱処理や表面改質
- ・ 評価技術、分析技術
- ・ リサイクル工学
- ・ セラミックス等、非金属材料について
- ・ 最新の金属材料の紹介

3. 2014年度プログラム受講者の声（一部抜粋）

- ・ 金属材料について基礎から学ぶことができ、大変有意義な勉強をさせて頂いた。
- ・ 今回のプログラムは材料系学部出身者にとってはまさに再勉強といった形で基礎から体系的に学ぶ事ができた。業務の中で必要だと感じた上で勉強に望むのはとてもモチベーションを高く維持する事ができ、大変有意義な時間となった。
- ・ 今まであまり学んでこなかった金属や材料工学に対する知見が増えた。
また異業種の方々とのコミュニケーションも図ることができ非常に有意義だった。
- ・ 種々の金属に対する熱処理手法を系統的に学べればもっと良かった。

以上