

京都大学における非鉄製錬分野の産学連携 ～非鉄製錬学講座の取り組み～

谷ノ内 勇 樹¹⁾ 宇田 哲 也²⁾

1. はじめに

非鉄金属やレアメタルの製錬・リサイクルに関する産業は、循環型社会の実現に不可欠な基幹産業です。特に近年では、エネルギー消費の少ない製錬プロセスの開発に加え、レアメタルを高濃度に含む都市鉱山からの有用資源の分離技術の開発の重要性が増しており、産業技術の開発と革新、それを支える基礎学問の発展や強力な人材の育成が世界的に求められています。

非鉄製錬分野の産学連携については、企業と個々の大学教員の間で、共同研究などが従前より行われてきました。しかし近年では、それらに加えて、寄附講座や寄付研究部門、共同研究部門など、より大きな枠組みでの連携が活発に推進されています。DOWA ホールディングス株式会社の寄附によって、2004年に東北大学環境科学研究科に環境ビジネス関連の講座が、2009年には秋田大学工学資源学部のリサイクルプロセス講座が設置されました。また、2012年には、JX 金属株式会社により東京大学生産技術研究所に非鉄金属資源循環工学寄付研究部門(JX 金属寄付ユニット)が設立され、本分野に関するアウトリーチや人材育成が活発に進められています。2017年には、著者らの所属する非鉄製錬学講座が三菱マテリアル株式会社の寄附によって京都大学大学院工学研究科に設置され、さらに2018年には住友金属鉱山株式会社によって東北大学多元物質科学研究所に非鉄金属製錬環境科学研究部門(住友金属鉱山共同研究ユニット)が設立されました。このように、国内における非鉄製錬分野の産学連携も、未来社会へのより一層の貢献に向けて、新しいステージに進んでいます。

京都大学内には、非鉄製錬プロセスに関わる研究室が複数あります。各研究室において様々な形で産学連携が行われていますが、本稿では2017年に設立された寄附講座「非鉄製錬学講座」の取り組みを紹介します⁽¹⁾⁽²⁾。本寄附講座の活動の概略を示したのち、京都大学の教育リソースを活用して社会人、特に企業の若手技術者に提供している教育プログラムについてその詳細を紹介します。

2. 非鉄製錬学講座の概要

本講座は、三菱マテリアル株式会社の寄附によって、京都大学大学院工学研究科材料工学専攻内に設立されました。今後の非鉄製錬事業を産学両方で担う人材の育成と、非鉄製錬学およびそれを利用したリサイクル技術の発展に資することを目的として、2017年4月より活動を開始しました。

本講座では、先行する寄附講座や寄付研究部門の活動に学びつつ、「教育」を中心に据えた活動を展開しています(図1)。教育のターゲットとしては「企業の若手技術者」「公的研究機関の若手研究者」「京都大学の大学生・大学院生」「理系の高校生」そして「講座のスタッフ自身」を設定しており、非鉄製錬学の永続的な発展を目指して多角的な活動を行っています。

例えば、企業の若手技術者に対しては、次節でその詳細を紹介する通り、産業プロセスの論理的理解の基盤を得るための教育プログラムを提供しています。公的研究機関の若手研究者に向けては、東京大学生産技術研究所のJX 金属寄付ユニットと東北大学多元物質科学研究所の住友金属鉱山共同研究ユニットと協力し、合宿形式の研究討論会を持ち回りで開催しています。また、理系の高校生に向けては、金属系およ

* 京都大学大学院工学研究科材料工学専攻 1)特定准教授 2)教授(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)
Industry-Academia Collaboration for Non-ferrous Smelting at Kyoto University ~Initiatives of Laboratory of Non-ferrous Extractive Metallurgy~; Yu-ki Taninouchi and Tetsuya Uda (Department of Materials Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto)
Keywords: industry-academia collaboration, non-ferrous smelting, non-ferrous extractive metallurgy, endowed chairs, education program, industry engineers
2020年4月17日受理[doi:10.2320/materia.59.477]

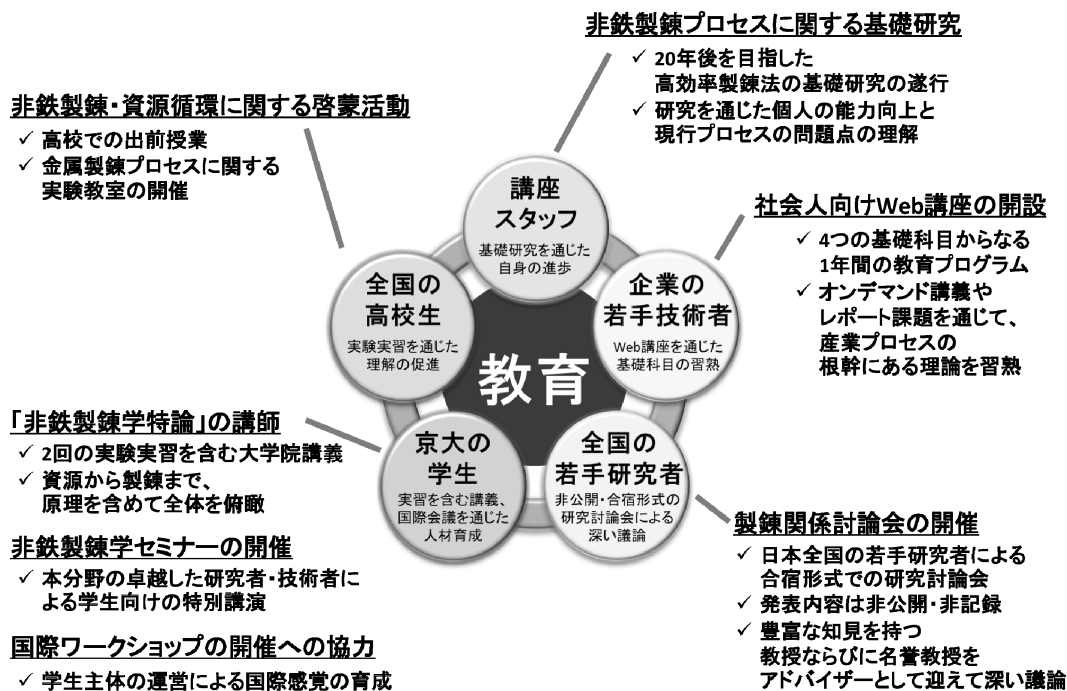


図1 非鉄製錬学講座が進める教育志向の活動⁽¹⁾⁽²⁾.

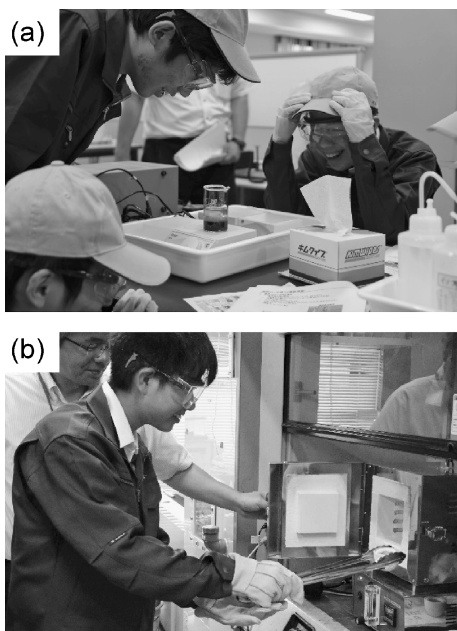


図2 高校生向け実験教室「金・銀・銅を作ろう！」の様子(2017年8月, 京都工学院高等学校の学生が参加)⁽¹⁾.
(a) 溶媒抽出による金とパラジウムの分離,
(b) 灰吹きによる金・銀の分離.

び材料系の工学部への進学ならびに非鉄製錬業への理解を促進するため、実験教室「金・銀・銅を作ろう！」など体験型学習の場を提供しています(図2)。大学の設備を使用するため関西圏の高校生が主な対象となりますが、電解精製や溶媒抽出、灰吹きの実験を通じて、国内の製錬所が都市鉱山のリ

サイクルや廃棄物の処理にも重要な役割を果たしていることを伝えています。

3. 社会人向け Web 講座

非鉄製錬学講座では、製錬・リサイクル産業で働く技術者向けの教育活動として、社会人向け Web 講座を開講しています。製錬・リサイクルに関するプロセス技術の開発・革新には、その根底にある基礎理論の理解が重要となります。その一方、学問分野の多様化にともない、製錬・リサイクル産業を担う技術者の出身学科も多様化しています。特に20代から30代の若手技術者についてその傾向が強く、産業界の人材育成として、金属製錬に関する基礎学問の習熟の重要性が高まっています。社会人向け Web 講座は、このような要望に大学から応える新たな取り組みであり、京都大学の有する教育リソースを積極的に活用した充実の内容となっています。

本教育プログラムは、京都大学大学院工学研究科材料工学専攻の教員を講師とする4つのオンデマンド講義で構成されており、期間は前期・後期を合わせて1年間となります(図3)。秋開始の前期科目は、化学熱力学基礎(全14回、講師：宇田哲也)ならびに状態図と組織形成(全14回、講師：豊浦和明、安田秀幸)であり、前者では化学ポテンシャルの概念を中心にプロセス設計の基礎となる熱力学を、後者では合金熱力学の基礎と三元系まで含めた平衡状態図の読み取り方を学びます。両者とも、京都大学工学部物理工学科材料科学コースの講義を基にしています。春開始の後期科目は、冶金電気化学(全14回、講師：邑瀬邦明、深見一弘)とパソコ

前期科目	化学熱力学基礎	 宇田 哲也 教授	
	状態図と組織形成	 安田 秀幸 教授	 豊浦 和明 准教授
後期科目	冶金電気化学	 邑瀬 邦明 教授	 深見 一弘 准教授
	パソコンによる 化学ポテンシャル図の 書き方と運用	 畑田 直行 助教	

図3 社会人向け Web 講座の4つの科目と担当講師.

ンによる化学ポテンシャル図の書き方と運用(全7回, 講師:畑田直行)です. 前者は, 化学熱力学を習得済みの学部生を対象とした板書形式の講義を利用しており, 電解などの湿式製錬プロセスや電池, めっき, 腐食の根底にある理論を学びます. 後者は, 社会人向け Web 講座のために撮り下ろした講義であり, フリーソフト Chesta を使用して, 多元系の化学ポテンシャル図や錯体を含む電位-pH図の作成方法とその運用を学びます. 受講生には4科目合計で約670ページのテキストが配布され, 必要な時にいつでもどこでも何度でも講義を視聴することができます.

本務のある社会人の方々にとって, 本教育プログラムの受講は簡単なものではありません. ほぼ毎週, 90分程度の講義ビデオを視聴する必要があり, 理解度を試すためにレポート課題も課せられます. さらに, 前期・後期の最後には, 京都で期末試験を受けてもらい, その結果によって各科目の合格・不合格が決まります(図4). これまで, 全ての受講生が全科目に合格しているわけではありません.

このように社会人向け Web 講座は, 本気で学びたい人のための緊張感のある教育プログラムです. 新しい試みであり, 特に第1期生の募集時には, 産業界から賛同をいただけるかを心配していました. しかし, 非鉄製錬に関連する民

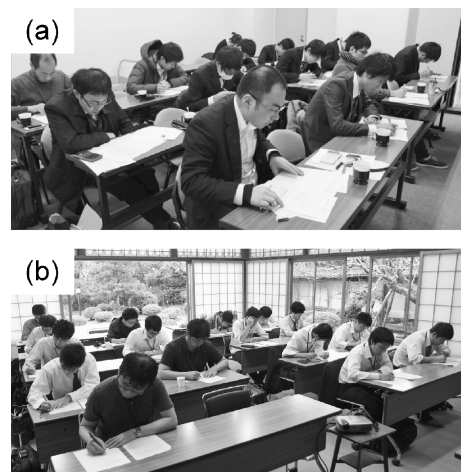


図4 社会人向け Web 講座の期末試験の様子. (a)第1期プログラム前期期末試験(2018年2月京都大学)⁽²⁾, (b)第2期プログラム後期期末試験(2019年10月関西セミナーハウス)⁽³⁾.

間企業・官庁から定員を超える応募をいただき, 7社より計14名の受講生を迎えて, 2017年秋より第1期プログラムを開始することができました(図5). その後, 2018年秋に開始

