



有限の金属資源を無限に利用する夢 ～高効率でエコな金属生産プロセスを目指して～

東北大学大学院工学研究科
金属フロンティア工学専攻；助教
盧 鑫 (LU XIN)

私は、2015年に東北大学大学院工学研究科金属フロンティア工学専攻(金属プロセス工学講座 長坂研究室)の博士課程を修了し、現在は同専攻先端マテリアル物理化学講座材料物理化学分野 朱研究室にて助教として研究・教育活動を行っております。この度、本稿を執筆する機会をいただきましたので、これまでの研究生活を振り返りながら、自身の研究内容および研究活動を通して感じた事を述べさせていただきます。

学部4年生と修士課程を通じて3年間、中国の北京科技大学で初めての研究活動として鉄鋼製錬プロセスにおけるCO₂排出量の解析および削減ポテンシャル評価に関する研究に携わりました。簡単な解析モデルによって、中国国内で稼働している代表的な鉄鋼生産プロセスのCO₂排出量をより精確に解析した上で、副生ガスのリサイクルや発電効率などを考慮して鉄鋼生産のCO₂排出とエネルギー消費の関係を明らかにしました。また、社会の低炭素化政策および鉄鋼プロセス技術の発展に基づいて、中国鉄鋼産業におけるCO₂排出量の削減ポテンシャルのシナリオ分析をしました。研究の中で、鉄鋼スクラップのリサイクルによって鉄鋼製錬のCO₂排出量は鉱石を原料としたプロセスのCO₂排出量の十分の一以下まで大幅に削減できることに非常に衝撃を受けました。その研究結果を踏まえ、鉄鋼産業の低炭素化発展について鉄鋼スクラップも高効率に収集・分類し、リサイクルするプロセスが不可欠であることを提言しました。このことが金属のリサイクルに関する研究を行おうと強く思うきっかけとなりました。

そこで、修士課程修了後、都市鉱山を含む二次資源のリサイクルの研究が盛んな日本への留学の機会をいただき、東北大学工学研究科金属フロンティア工学専攻長坂徹也教授の下で、熱力学的視点からさまざまなレアメタルの二次資源のリサイクル性の評価に関する研究に携わりました。日本へ来た当初は、活量係数や相平衡、CALPHADのような熱力学的専門用語を聞きなれず、1600°C以上の高温実験の操作経験も全くなく、それ以前に言語環境が全く異なるため何もかもが新しいチャレンジでした。新しい環境において日本語を勉

強しながら、専門知識と研究能力を身につけるように精一杯頑張り、多くの事を学びました。最初は大変でしたが、新しい経験を積み重ねて、難しい課題を一つずつ解決することは非常に楽しく、世界中で行われている研究の広さと深さを肌で感じる事ができました。その中で、長坂教授から頂いた温かいご指導、ご鞭撻に支えられて、日本での留学生活が非常に有意義になったことに、心から感謝しております。

博士課程においては、さまざまなレアメタルのリサイクルに注目しましたが、代表的なものが使用済みスーパーアロイからのニッケルおよびコバルトのリサイクル性の熱力学的評価です。スーパーアロイは一般的にNi基、Co基、Fe-Ni基に分類され、Ni、Co濃度はもとより、添加される合金濃度には非常に大きな幅があります。使用済みスーパーアロイのリサイクルの際、合金元素の酸化・還元挙動はNi、Coのリサイクル性にとって非常に重要です。そこで、熱力学的解析に基づいて、使用済みスーパーアロイの再溶融リサイクルプロセスを想定し、溶媒金属相(Ni、CoあるいはNi-Co合金)の精錬性、あるいは合金元素の溶媒金属相からスラグ相およびガス相への除去可能性を定量的に求めました。その上で、Ni-Co-Fe-O系の酸化物と金属間の相平衡を実験的に明らかにし、使用済みスーパーアロイ再溶融時の酸素分圧のコントロールによるNi-Co-Fe合金の組成制御に活用しました。

博士課程修了後、JSPS特別研究員としてリサイクルの研究を続け、博士課程の研究を基に使用済みスーパーアロイのリサイクルの際のクロムの挙動およびNi-Co-Cr合金の組成制御性を検討しました。これまでの研究活動を通じて、新しい分野・課題へ挑戦する機会や、世界中の素晴らしい研究者達と出会う機会、自分の能力と視野を広げる機会を沢山いただきました。特に、来日してから新しい環境において自分の力を伸ばしながら課題を解決する貴重な経験を頂いたことは、今後の研究活動に生かせると信じております。

現在は、朱鴻民教授および竹田修准教授の下で、溶融塩電解を用いた新たな材料製造・加工プロセスの開発に関する研究に携わっております。これまで電気化学の課題に触れたことがない私にとって、新しい環境で新たな領域への挑戦が再び始まりました。今までは主に酸化還元反応に基づいた金属の高温リサイクルプロセスを検討してきましたが、これから電気化学的方法を利用したコバルト等のレアメタルの二次資源のリサイクルプロセスを開発できればと考えております。また、助教として教育の責任を持ちましたので、これまで先生方や先輩方から教えて頂いたように熱心で丁寧な指導を心がけ、朱教授と竹田准教授に学びながら自分の研究経験も踏まえ研究室の学生達の研究活動をサポートしたいと考えております。

最後にこの場を借りて、これまで温かいご指導、ご鞭撻をいただきました先生方や先輩方に改めて心より感謝を申し上げます。そして、研究者として成長してきた機会を頂いた感謝の気持ちを忘れず、新たな研究成果を挙げて社会に貢献できるように精一杯頑張りたいと考えております。

(2016年6月10日受理)[doi:10.2320/materia.55.428]

(連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02-304)