



鉄鋼研究から磁石研究へ

東北大学産学連携研究員；大学院工学研究科
野口大介

1. はじめに

私は2013年3月に九州大学大学院工学府物質プロセス工学専攻において博士(工学)の学位を取得し、同年4月から東北大学にて研究員として勤務しております。この度、本稿を執筆する機会を頂けたので、これまでの研究生活を振り返るとともに過去の研究および現在の研究について述べさせていただきます。

2. これまでの研究

九州大学では研究室配属となる学部4年生のときから博士修了まで通して、清水正賢先生率いる清水研究室およびその後継である国友和也先生率いる国友研究室で研究を行いました。当時の研究は「高炉用焼結鉄の還元反応速度に関する研究」で、研究内容としては、鉄鋼生産の主要鉄源である焼結鉄の還元速度についての研究に取り組みました。焼結鉄は鉄鉱石粉末を生石灰やカーボンなどの副原料とともに焼結させることで製造されますが、単純な酸化鉄の塊ではなく、酸化鉄・カルシウムフェライト・スラグといった複数の相の複合組織となっています。そのため、焼結鉄内部の相のうち、酸化鉄成分を多く含む主要相である酸化鉄相およびカルシウムフェライト相に着目し、各相の還元速度を組み合わせることで焼結鉄の複合組織における還元速度を定量的に評価することにしました。そこで始めは酸化鉄のみあるいはカルシウムフェライトのみを対象とした還元実験を行い、その還元速度を一界面未反応核モデルを使用して整理しました。続いて酸化鉄とカルシウムフェライトの混合体の還元実験を行い、前述の結果と合わせて、酸化鉄・カルシウムフェライト混合体の還元速度を定量化しました。その際、新規に二界面未反応核モデルを作成し、Tetsu-to-Hagane, 98 (2012), 55–62. に報告したように、1000°C以上の二種鉄物混合試料の還元速度をこのモデルで解析可能であることを明らかにしました。

また、焼結鉄中のカルシウムフェライト単相に限っても、その組成は一定でなく様々な組成域を有しているため、研究においても複数の組成のカルシウムフェライトを作製する必要がありました。MgO成分がカルシウムフェライトの還元に与える影響を調べるため、MgOを含まない組成とその組

成にMgOを添加したカルシウムフェライトの合成を行った際には、MgOを添加するとカルシウムフェライト相から安定化したマグネタイト相が分離してしまう問題が発生しました。この問題に対して、研究室の先生方のご指導のもと、合成温度を高くしすぎないことや冷却温度を遅くすること、混合する原料組成を根気よく見直すことでMgOを含むカルシウムフェライト単相の合成に成功しました。このように、博士課程までの研究を通じて、専門的な知識や技術だけでなく、研究への取り組み方や問題への対応方法など、研究者としての多くの素養を得ることができました。

3. 現在の研究

現在は、東北大学の朱鴻民先生率いる朱研究室の竹田修先生の元で産学連携研究員として勤めております。現在の研究は「高性能磁性材料の液相相平衡に関する研究」です。高性能永久磁石であるNd-Fe-B系磁石の高性能化においては、焼結時に現れる液相の相平衡を把握することが重要です。そのため、液相中での各成分の活量の値を把握することが求められています。現在の研究では、その基礎としてNd-Fe合金中のNdの活量測定に取り組んでいます。測定原理は、純NdとNd-Fe合金をそれぞれ電極にした濃淡電池を作製し、この電池の起電力からNd-Fe合金中のNdの活量を決定するものです。就任前の私は電気化学に疎かったのですが、これまでの研究で培ってきた熱力学の知識や光学/電子顕微鏡での観察技術などをこの研究へ役立てることができると考え、異分野に飛び込みました。

研究を開始した当初は起電力のばらつきや、電極に使用した活物質が短時間で消失するなど問題が多くありました。この原因を酸素等の不純物の影響と考え、測定系の清浄化を行いました。具体的には、電解質として使用する溶融塩を予め電解精製し、使用するArガスの脱水と脱酸素を行い、Nd試料を高純度のものを用いるなどの改善を行いました。その結果、実験中の試料の酸化消耗が抑制され、実験を長時間行えるようになりました。今後はNd-Fe系合金だけでなく、Nd-Fe-B系合金やDy-Fe-B系合金の液相における活量測定を検討しています。

4. おわりに

この一年間、学生のときは異なる内容の研究に取り組んできましたが、自分の至らなさを改めて思い知らされました。必要な専門的知識や技術の習得を始め、思考力やコミュニケーション力などの向上、教育や指導についての鍛錬も進める必要があります。現在の研究も順風満帆というわけではありませんが、持ち前の向上心と根気強さで乗り切れるよう努める所存です。まだまだ至らないことの多い未熟者ですが、日々の研鑽を怠らず、社会に大いに貢献できるよう邁進して参ります。

最後になりましたが、これまでご指導いただきました先生方ならびに現在ご支援いただいております関係者の方々に、改めて心より感謝を申し上げます。

(2014年1月31日受理) [doi:10.2320/materia.53.224]

(連絡先: 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02)