

希土類金属を介した  
人との出会い

東京大学 生産技術研究所  
持続型エネルギー・  
材料統合研究センター  
教授 センター長 岡部 徹



筆者は京都大学の学部学生時から30年以上にわたってチタンをはじめとするレアメタル製錬の研究を続けている。

学生当時の主な研究テーマは、レアメタルの酸化物の還元や金属チタン中の主要な不純物酸素を除去する新技術の開発であった。寝食を忘れ、昼夜を問わず、実験に明け暮れていた。博士課程に進学するころには、チタン中の不純物酸素を分析下限（10 mass ppm）まで除去する技術を開発し完成させた。当時、金属チタン中の不純物酸素を直接極低レベルまで除去するのは技術的に不可能とされていただけに、自身が考案して開発した新技術への思い入れには大きなものがあった。

チタン中の酸素が除去できるのであれば、希土類金属中の酸素も除去できるので、学際的な興味から研究を発展させた。そこで、当時、修士の学生であった出浦哲史氏（現、神戸製鋼所）とともにイットリウム中の不純物酸素の除去に関する研究を開始した。

イットリウム中の酸素は、熱力学的に極めて安定であり、また酸素の溶解度も大きい。温度等の条件にもよるが、チタン中の酸素よりも平衡論的には、30～150倍も安定であるため、チタンよりも酸素の除去が難しい。試行錯誤の結果、イットリウムについては、それでも100 mass ppmレベルまで酸素を除去できた。このように、筆者は、京大の博士課程のときに希土類と出会い、希土類金属からのガス性不純物の除去は極めて困難で、高純度化がとても難しいとの認識を持った。

学位取得後、米国マサチューセッツ工科大学（MIT）に移ってからも、希土類金属やその化合物の熱力学的な安定性の評価や検討を行った。一連の調査や解析の結果、イットリウム以外の希土類金属の脱酸平衡等の研究を展開したいと考えていたものの、その機会を

得ることはできないまま帰国した。

東北大学の助手として赴任時に、ようやくイットリウム以外の様々な希土類金属（La, Pr, Nd, Gd, Tb, Dy, Er）中の酸素の熱力学的な安定性の評価やこれらの金属からの不純物酸素の直接除去に関する研究を開始した。

当時、修士の学生であった廣田晃一氏（現、信越化学工業株式会社）とともに、種々の希土類金属の脱酸実験に明け暮れ、酸素濃度が10～20 mass ppmレベルの極低酸素濃度の希土類金属を製造できた。この時の達成感は無量で、その苦労と経験はよい思い出となった。

おそらく今でも、このように低い酸素濃度の希土類金属を製造できる研究者・技術者は、世界にほとんどいないのではなからうか。

東北大では、希土類合金磁石のスクラップから直接、ネオジムを純金属として分離抽出する新技術の開発に挑んだ。ただ、当時のネオジムの価格は10ドル/kg以下と極めて安かったため、スクラップから希土類金属をリサイクルする研究の意義や重要性については、材料の専門家ですらも認められなかった。

希土類製錬の環境負荷は極めて大きく、その実態と将来の環境問題を憂慮してきた筆者は、廃液を出さずに希土類金属をスクラップから直接分離回収する研究は必ず重要になると確信していた。大学の研究者がこの研究の意義や将来性について理解を示していなかった当時の状況は、むしろチャンスでもあった。

希土類のリサイクル技術の開発に関する基礎研究には、当時、修士学生の竹田修氏（現、東北大学准教授）とともに精魂を傾けた。今となってはとてもよい思い出である。

東大に移ってからも、希土類に関する様々な研究を手掛けたが、磁石スクラップの処理に関するものが主であった。

当時、修士の学生であった白山栄氏（現、

東京大学助教）とは、溶融塩を使った希土類合金磁石スクラップからの希土類元素の分離・回収に関する研究を行なった。

これらの研究も、基本的には、廃液を出さない、あるいは、環境負荷が小さく効率のよい新規のリサイクル技術開発を目指したものであった。しかし、一連の研究を進めていた時代は、尖閣諸島問題に端を發したレアアース・ショックの前であったため、希土類合金スクラップのリサイクルの研究に対する評価はとても低かった。

レアアース・ショック後は、希土類をはじめとするレアメタルのリサイクルに関する研究、特に、廃液等の有害物を発生しないリサイクル技術の開発に関する研究に対する評価は急激に上昇した。この結果、上記の一連の研究に対し、多くの学術賞をいただけたのは有難いことである。

東北大に在籍していたころは、「希土類のリサイクルの研究をしています」と、その意義や内容を一生懸命説明しても、材料の専門家ですらも評価してくれないことがほとんどであった。しかし、今では、研究の中身を訊かずに「よい研究をしていますね」と返事される。同じ目的で研究を続けているのに、周囲の状況が大きく変化したことに対して戸惑うことも多い。

今でも、希土類を使った研究をいくつか展開している。希土類金属やその化合物を利用するチタンスクラップの再生に関する研究、また、希土類金属の脱酸能力を利用するチタン粉末の焼結に関する研究などである。

最近、上記の一連の研究成果が、海外の研究者や技術者からも認められ、関連の研究施設だけでなく、中国の希土類鉱山、製錬所、廃棄物処分場等を訪問する機会を幾度も得た。日本の研究者で、筆者ほど、希土類の鉱山や製錬所を見学して回る機会に恵まれた者は少ないのではなからうか。

希土類に関する研究をはじめ、はや四半世紀が経った。それにもかかわらず、希土類のプロセス技術に関する研究、とくにリサイクルや環境技術の開発には、取り組まなければならない重要課題が山積している。希土類とそれにまつわる人々との出会いに感謝しつつ、今後とも鋭意、研究を続けて行きたい。