

## 先端研究拠点事業： 環境調和型アクティブメタルプロセスの開発

### JSPS Core-to-Core Program: Development of Reactive Metal Processing

東京大学生産技術研究所  
岡部 徹

平成17年度より東京大学生産技術研究所の岡部研究室は、日本学術振興会・先端研究拠点事業（JSPS/Core-to-Core Program）の拠点機関として認定され、アクティブメタルプロセス（Active Metal Processing）の研究開発と研究機関の国際連携を推進しております。本事業は、世界の「コアとなる先端研究拠点」を強化する国際研究交流プログラムの一つで、平成15年度から募集が開始され、平成17年度は154件の応募の中から9件が採択されました。本事業のアクティブメタルに関する拠点形成プログラムについては、交流相手機関である米国のマサチューセッツ工科大学（MIT）と連携し、国際的なネットワークを活用してレアメタルの製造プロセスの開発に関する先端的な研究を展開しております。

ところで、標題にあるアクティブメタルとは何かと申しますと、活性な金属であるリアクティブメタル（Reactive Metal）に、アクティブ（Active:活発な）という言葉で“連想”させるよう、本事業のプロジェクトを申請する時にその場凌ぎで作った造語ですので、学術的には未だ認知されていない新しい言葉です。余談ですが、連携先のMITのSadoway教授に「“Active Metal”の研究交流プロジェクトが採択された。」と報告したところ、「“Active” Metal? それはなんだ? “Reactive” Metalsなら話はわかるが、“Active”となると本質的に意味が違う。Toruは海外生活が長く、その道のプロなのに、なんたる発想か。もっとセンスのある英語の勉強をしなさい。」と注意されました。私自身はとて“斬新な”タイトルであると申請時は思っており、日本人には受けが良いと思うのですが、残念ながら米国人の科学者には通じなかったようです。

本題に戻りますが、リアクティブメタルという言葉は、れっきとした学術用語でして、チタン(Ti)やマグネシウム(Mg)、リチウム(Li)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)など、化学的に活性な金属の総称です。これらの活性金属は酸素や窒素などと安定な化合物を作りやすく、高純度の金属の製造（製錬）が非常に難しいレアメタル（Rare Metal）です。一般にレアメタルとは、その言葉の響きから資源的に寡少で稀な金属元素が連想され、地球上にほとんど存在しないレアな金属と思っている人が多いようですが、実際にはレアメタルは必ずしも資源的にレアな元素だけではありません。たとえば、チタンは資源的にレアな金属であるがゆえに高価であると誤解している人が多いようですが、実際にはチタンは地殻中に存在する元素の中では9番目に多い元素であり、資源的には無尽蔵と言ってもよい金属元素の一つです。チタンがレアメタルに分類される理由は、資源的に豊富でも化学的に活性であるために製錬が難しく金属の製造が困難だからです。ちなみに、シリコン(Si)やマグネシウムなども、資源的に豊富なレアメタルです。

私が行っているレアメタルの製造プロセスの研究分野は、最近ではマテリアル工学の中の材料プロセス(Materials Processing)などと、実態が分からない名前と呼ばれるようになりましたが、昔風の学問分野の名称は「非鉄冶金学」です。かつて日本の非鉄金属産業は国家の近代化を牽引する基幹産業であり、高度成長期も日本の発展を支え支えておりましたが、今では成熟産業になり、バイオやナノといった新しい分野に比べ華やかさが欠けているのは事実です。このような非鉄冶金学分野の中で、さらに特化したマイナー領域である「特殊金属製錬」の研究を、今もなお先進国“日本”で精力的に行っていることに対して、奇異に感じる人が多いようです。資源のほぼ全量を海外から輸入し、エネルギーコストと人件費が非常に高く、さらには、環境規制や安全管理基準が非常に厳しいという、幾重ものハンディを負っている日本でレアメタルの研究や製造を行うことは、ある意味では不合理かもしれません。しかし実際は、レアメタルの製造に関しては今でも日本は生産大国であり、プロセス技術の研究開発に関しては世界に冠たる技術“超”大国です。現に、チタン、シリコン、タンタル、インジウム(In)などの先端技術を支える金属素材の多くが日本で生産されています。今でも日本がレアメタルの製造プロセスの分野で高い世界シェアを維持し、高い利益を生み続けているのは、この分野に関して卓越した開発能力・製造技術を有しているからです。

私はこれまでに、京大 MIT 東北大 東大と研究機関を転々としておりますが、何処に行っても、チタンなど製錬が非常に難しいレアメタルの製造プロセスの研究に取り組んで来ました。あまり知られていないことですが、このレアメタルの研究分野は、大きな夢とロマンに満ち溢れています。なぜなら、先に述べましたようにチタンなどの資源的に豊富なレアメタルは、新しい製錬プロセスが開発され安価に製造できるようになれば爆発的に普及し、産業が急拡大する可能性を有しているからです。

レアメタル、とくにリアクティブメタルのプロセス研究の分野については、私どもの研究グループや MIT (Sadoway 教授)、英国ケンブリッジ大(Fray 教授)のグループが国際的に活躍しています。最近では、資源大国である中国やオーストラリア、南アフリカでも研究が熱心に行われています。このような背景から、岡部研ではグローバル研究拠点として“レアメタルのプロセス”に関する研究を国際的に展開し、過去にはケンブリッジ大や MIT から大学院生を受け入れるなど、各種国際交流を推進して来ました。日本人がケンブリッジ大や MIT に留学することは頻繁にあります。逆に先方の大学院生が日本に来ることはあまりないのが実情です。しかし、レアメタルのプロセス研究については今でも日本が圧倒的な先進国ですので、海外からも多くの研究者や大学院生が来訪します。

平成17年度からは先端研究拠点事業の一環として、国内外の大学の研究者を中心とする「アクティブメタルプロセス研究会」も企画・運営しています。この研究会は、企業の若手研究者を主たる対象とする「レアメタル研究会(財団法人生産技術研究奨励会主催)」と連携し、勉強会と交流会を中心とする会合を生産技術研究所にて年数回、開催しています。毎回、レアメタルの研究に関係する分野の「世界的な権威の先生」あるいは当該分野の「若手のエース研究

者」を講師として招き、講演会および研究交流会を行っております。講師は、1～2名程度の少人数に絞り、研究討議に十分な時間を確保しています。一般の学会では（なかなか）質問できない相手に対して遠慮なく質問できる雰囲気づくりを行い、研究交流に重きを置いて発展的に運営した結果、表1に示しますように、今では毎回、40～70人の参加者が集まる活発な会合となっております。この研究会は、レアメタルのプロセスに関する研究の産学官の交流の場として高いアクティビティーを維持していますが、最近は、国際交流および将来を担う若手研究者の啓発の場としても機能しています。大学の一研究室が運営するには規模も大きくなり、様々な困難を伴いますが、平成14年度から続いているレアメタル研究会を含め、参加者累計が1000人を越えるまでは研究会を継続しようと考えております。

本事業の連携先のMITは、かつて私自身がポスドクとして研究を行っていたため、これまでも様々な研究交流を続けて来ました。平成17年の夏には、本事業の一環として、岡部研の博士課程2年の大学院生を2ヶ月間、Sadoway研に派遣し、チタンの新製錬法の開発に関する研究環境の立ち上げに従事させました。将来を担う若手研究者の短期派遣・研究交流は本事業の重要な活動の一つとして捉えていましたが、若手研究者が海外の異なる研究環境において関連の研究を行うことは、研究以外でも貴重な体験となり、大変良い刺激となったようです。また、平成18年3月には、MITの材料学科にて、アクティブメタルプロセスに関するワークショップ（The 1st Workshop on Reactive Metal Processing）を開催しました。東大からは7名が参加し、ホストのMITだけでなく、協力研究機関である京大、東北大、ボストン大、北京科技大などからの参加を含め総勢20名のレアメタルの研究の専門家が集まり、2日間にわたり研究発表会および闊達な討議を行い、アクティブな研究交流を推進することができました。ホストのSadoway教授のご尽力により研究会はMIT材料学科の名高い“Chipman Room”にて行い、懇親会はMIT Museumを借り切って行ったため、国際的な懇親を深めるだけでなく参加者にとっては思い出に残る会合となりました。このワークショップは、大学院生やポスドクが中心となって運営し、若手研究者が活躍できる場であったことも特筆すべき点です。

既にレアメタルの多くは、電子機器などに不可欠な素材として利用されており、見えないところで私達の生活の中に普及しています。情報機器の発展に伴い、今後は一層、レアメタルやその化合物の需要が増大し、資源保全やリサイクル技術の重要性が高まると考えられます。本事業のアクティブメタルに関する研究交流は、短期間の拠点形成プロジェクトですが、一連の活動や成果が限定された研究分野に限らず、関連分野に携る多くの人をアクティベート（活性化）し、長期的には、私達の生活に一層の貢献をもたらすことを願って止みません。

本活動や岡部研の研究内容に関して、詳しくは以下のホームページをご参照ください。

<http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp>

関連文献：

岡部 徹：「特集：高度産業技術を支える希少金属事情 - レアメタルの製造プロ

セス、オーム社(OHM)、4月号(2006) pp.37-41.

出典:

'先端研究拠点事業:環境調和型アクティブメタルプロセスの開発'(JSPS Core-to-Core Program: Development of Reactive Metal Processing),

岡部 徹:

学術月報 [日本学術振興会], vol.59, no.5 (2006) pp.78-81.

略歴

岡部 徹 (おかべ とおる)

1993 京都大学大学院博士課程修了(工博)

1993 - 1995 マサチューセッツ工科大学博士研究員

1995 - 2000 東北大学素材工学研究所助手

2001 - 東京大学生産技術研究所助教授(現職)

プロセス技術がレアメタルをコモンメタルに変えることを夢見て、チタンなどの新製錬技術の開発を行っている。最近は、ニオブ、タンタル、スカンジウム、貴金属などのレアメタルの製造プロセスや新規リサイクル技術、環境技術の研究も行っている。

ホームページ: <http://okabe.iis.u-tokyo.ac.jp>

表1 JSPS アクティブメタルプロセス研究会の開催日と参加者数の推移

|     | 開催日           | 参加者 | 内訳    |       |     |
|-----|---------------|-----|-------|-------|-----|
|     |               |     | 企業関係者 | 大学関係者 | 官庁他 |
| 第1回 | 2005年 5月 13日  | 47  | 21    | 21    | 5   |
| 第2回 | 2005年 7月 4日   | 41  | 13    | 26    | 2   |
| 第3回 | 2005年 8月 9日   | 69  | 28    | 37    | 4   |
| 第4回 | 2005年 9月 30日  | 57  | 30    | 27    | 0   |
| 第5回 | 2005年 11月 18日 | 60  | 19    | 34    | 7   |
| 第6回 | 2006年 3月 10日  | 73  | 30    | 39    | 4   |
|     | 累計            | 347 | 141   | 184   | 22  |

注：2002年9月より開催しているレアメタル研究会（現在、合計21回開催）を含めると、参加者の累計は約900人となる。