

2005 年 10 月 21 日

**日本学術振興会先端研究拠点事業
「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 Environmentally Sound Active Metal Processing”**

コーディネーター：東京大学生産技術研究所 岡部 徹 助教授

報告書：05JSPS-02

報告内容：MIT におけるアクティブメタルプロセス研究環境の整備
およびチタンの還元プロセス開発に関する研究交流

東京大学大学院工学系研究科
マテリアル工学専攻博士課程3年
岡部研究室所属 竹田 修

はじめに

2005年8月1日から9月30日の2ヶ月間にわたり、米国マサチューセッツ工科大学(MIT)に滞在して行なったチタン(Ti)の新製造プロセスに関する研究開発と研究交流について報告する。

本研究は、日本学術振興会先端研究拠点事業「環境調和型アクティブメタルプロセスの開発」の研究助成により、東京大学岡部研究室とMIT Sadoway 研究室を中核とする国際的な研究交流の一環として行われたものである。

今回の滞在では、受け入れ先である Donald R. Sadoway 教授の特別なご配慮により MIT の学籍をいただくことができ、大学における正規の Visiting Student として本研究活動を遂行することができた。現在、最新鋭の実験装置の導入が順調に進行しており、滞在最終期間には今後このプロジェクトを遂行する Chanaka Dealwis 博士への引継ぎを行なった。

本研究分野において世界的に活躍している北京科技大学の朱鴻民教授(東京大学生産技術研究所外国人研究員)も、本プロジェクト参画のためにわざわざ北京より駆けつけてくださった。朱教授のご指導のもと予備的な実験を行い、実験計画へのフィードバックを行うことができた。

研究開発の背景、内容とその成果

現在、アクティブメタルの一つであるチタン生産量の世界シェアは、日本が 28%、米国が 12%と、この 2 ヶ国だけで世界の 4 割を占めており、日本は米国を凌いで世界をリードする技術・生産大国である。しかしながら、チタン工業における国際競争は激しさを増しており、日本が今後とも技術的な優位性を保つためには革新的なチタンの新製造プロセスの研究開発が必須である。そこで、この研究分野で世界をリードする東京大学岡部研究室と MIT Sadoway 研究室とが連携して共同研究を行うことにより、最先端の技術および情報の蓄積を推進することとしたものである。

今回の MIT 滞在においては、Sadoway 研究室で立ち上げを行っているチタンの新製造プロセスの研究開発の支援を行なった。具体的には、熔融酸化物($\text{TiO}_2\text{-BaO}$)の電気分解によるチタンの新製造プロセスの研究開発に従事した。

現在、チタンは、鉍石に含まれる酸化チタン(TiO_2)から四塩化チタン(TiCl_4)を製造し、それを金属マグネシウム(Mg)で還元する複雑な製造プロセスにより生産されているが、本研究は原料の TiO_2 から一気に熔融したチタンを製造することを目標とする大変野心的なプロジェクトである。

このプロジェクトの中核となる新しい製造プロセスにおいて最も重要な電気分解反応について、筆者は文献調査および計算による検討を行い、それを基に実験計画の策定と実験装置の設計を行なった。本実験は 1700 という極めて高い温度で行われ、かつ、熔融したチタンが極めて活性で多くの元素と反応するため、その実験装置の設計は困難を極めたが、Sadoway 教授のご指導により研究開発に筋道をつけることができた。

研究交流

MIT では、Sadoway 教授との綿密な研究討議に参加して熱心なご指導をいただき、教授

の研究に対するエネルギーな姿勢やスケールの大きな発想に感銘を受けた。また、北京より来訪された朱教授はレアメタルの製造プロセスに関する研究、特に高温電気化学の分野の大家であり、研究環境の整備や実験装置について直接ご指導いただいた。中国は、現在、レアメタルの工業生産において急激な成長を示しており、朱教授との面識を得たことは、将来においての中国をも含む世界的な協力関係構築への一助にもなった。また、分野は異なるが、材料計算科学の分野で活発な研究を推進しておられる MIT の Adam C. Powell, IV 助教授とも研究討議を行うことができ、未知の分野に新鮮な感動を覚えた。

Sadoway 研究室では、Patrick Trapa 博士や Aislinn Sirk 博士、Simon Mui 大学院生（博士課程）ら若手研究者たちと研究生活を共にし、親密な交流を持つことができた。彼らの積極的な研究姿勢や大胆な発想に筆者は驚きを覚え、大いに鼓舞された。また、昨夏（2004年）研究交流のために来日し、東京大学岡部研究室に外国人研究者として約1ヶ月間滞在した Wanida Pongsaksawad 大学院生（博士課程）とも継続して研究討議を行うとともに、交友を温めることができた。多少研究分野は異なるものの、お互いの研究開発の進行状況を報告し意見交換を繰り返し、今後の指針を打ち出せたのは大きな収穫であった。

筆者が MIT に滞在した期間は、MIT において新しい一年が始まる9月新学期に重なっており、キャンパスには学部・大学院の新生が溢れ、大変活気があった。その中に、日本を果敢に飛び出してきた留学生もおり、彼らとの交流も大いに励みになった。MIT には世界各国から世界最高水準の研究者・学生達が集っており、本稿では紹介しきれなかったが、彼らとの出会いを通して国際的な研究競争をリードするそのスピード感覚を肌で感じることもできたのは望外の幸せであった。

学業以外にも、Sadoway 教授が主催されたホームパーティや、Powell 助教授が主催されたバーベキューパーティに招かれ、米国の文化について見聞を広めることができたのは幸運であった。また、MIT の日本人会が主催した日本文化を紹介するイベントにも参加、日本を離れ日本文化を日本人以外に説明することで、逆に日本文化の良さを再認識し、誇りをもつことができた。

終わりに

今回の滞在は、東京大学岡部研究室と MIT Sadoway 研究室の共同研究および研究交流を推進し、両者の関係をさらに強固にするうえで、大変有意義なものであった。筆者自身も、世界中から最も優秀な人材が集う MIT に在籍することで、世界の広さに感銘を受け、より高い水準を目指す意欲を強く持つことができた。Sadoway 教授および岡部助教授をはじめ、朱教授、MIT および東京大学のサポートスタッフ、Sadoway 研究室および岡部研究室の学生全員に心から感謝申し上げたい。この留学経験を糧として、より高い水準で世界をリードし得る研究活動を目指し、また、世界各国の研究者達とより広く交流を深めて行きたい。

最後に、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」を通じて、今回の貴重かつ有意義な機会を与えてくださった日本学術振興会の関係者の方々と各種渡航支援を頂いた生産技術研究所総務課の方々に心より感謝申し上げます。次第である。

以上



写真1 MITのメインビルディング



写真2 MIT Sadoway 教授(左)と筆者(右)



写真3 チタンの新製造プロセス研究のための予備的な実験装置