

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されません

研究課題名	レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人東京大学 生産技術研究所
氏名	岡部 徹

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	128,000,000	128,000,000	0	128,000,000	127,942,565	57,435	
間接経費	38,400,000	38,400,000	0	38,400,000	38,400,000	0	0
合計	166,400,000	166,400,000	0	166,400,000	166,342,565	57,435	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	709,206	4,683,723	9,410,825	8,136,417	22,940,171
旅費	0	5,170,518	3,075,602	5,151,168	13,397,288
謝金・人件費等	898,477	19,356,036	19,429,407	15,315,254	54,999,174
その他	40,743	11,097,935	11,686,741	13,780,513	36,605,932
直接経費計	1,648,426	40,308,212	43,602,575	42,383,352	127,942,565
間接経費計	0	0	7,049,326	31,350,674	38,400,000
合計	1,648,426	40,308,212	50,651,901	73,734,026	166,342,565

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
研究室サーバリプレイス機器	水冷式サーバ(NEC Express5800 /GT110e-S)	1	985,320	985,320	2013/8/30	東京大学 生産技術研究所
				0		
				0		

5. 研究成果の概要

貴金属、レアアース、チタンなどの産業上きわめて重要なレアメタルについて、「有害」あるいは「処理にコストがかかる」廃棄物を積極的に活用してリサイクルする環境調和型プロセスの実現に向けた各種要素技術を開発した。この技術は将来、日本が材料プロセス技術・リサイクル技術の分野で世界をリードし、地球規模の持続可能な社会の形成に大きく寄与する。この一連の研究成果に対し、第12回グリーン・サステイナブルケミストリー賞(GSC賞) 環境大臣賞(2013)、第36回日本金属学会技術開発賞(日本金属学会)、(2013)、The ASM Henry Marion Howe Medal for 2013(米国資源材料学会 最優秀論文賞)などが授与された。

課題番号	GR019
------	-------

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名 (下段英語表記)	レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発
	Research Project for Development of Environmentally Sound Recycling Technology of Rare Metals
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	東京大学 生産技術研究所 教授
	The University of Tokyo, Institute of Industrial Science, Professor
氏名 (下段英語表記)	岡部 徹
	Toru H. Okabe

研究成果の概要

(和文):

「スクラップコンビネーション」という新しいプロセス概念に基づいて、貴金属、レアアース、チタンなどのレアメタルについて、種々のリサイクルプロセスに関する要素実験を行い、その有効性を評価した。レアメタルを効率良く、低い環境負荷でリサイクル可能な技術を開発するとともに、「有害」あるいは「処理にコストがかかる」廃棄物を積極的に利用する環境調和型リサイクル技術を提案した。一連の研究成果に対し、日経地球環境技術賞 優秀賞(2012年)、第12回グリーン・サステイナブルケミストリー賞(GSC賞) 環境大臣賞(2013)、第36回日本金属学会技術開発賞(日本金属学会)、(2013)、The ASM Henry Marion Howe Medal for 2013(米国資源材料学会 最優秀論文賞)などが授与された。

(英文):

Based on a new concept of “scrap combination”, fundamental studies were conducted to evaluate the effectiveness of processes for rare metals such as precious metals, rare earth metals, and titanium. Through this technology for the recycling of rare metals has been developed that offers high efficiency combined with a low environmental burden, and environmentally-sound recycling technologies that utilize waste products considered “deleterious” or “difficult to dispose

様式21

of” were proposed. For these research achievements, the following awards have been received: 2012 Nikkei Global Environmental Technology Awards to the establishments of innovative approaches to the global environment, (2012); the 12th Green and Sustainable Chemistry Award, Awarded by the Minister of the Environment (2013); 36th The Japan Institute of Metals and Materials Technical Development Award (2013); and the ASM Henry Marion Howe Medal for 2013 (ASM International)

1. 執行金額 166,342,565円
(うち、直接経費 127,942,565円、間接経費 38,400,000円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年 3月31日

3. 研究目的

本研究では、資源を持たない我が国が今後もレアメタルのプロセス技術において世界に貢献し続けることを目指して、ハイテク産業に不可欠なレアメタルの新しいリサイクル技術の開発を行い、省資源・省エネルギーを目指したグリーン・イノベーションの推進を目的とした。同時に、レアメタルのリサイクルに関する一連の基礎研究を通じて、世界レベルで活躍できる当該分野の若手人材の育成も行った。また、高い学術・技術レベルを基盤として今もなお我が国が世界をリードしている「材料のプロセス技術」や「環境技術」に関する基礎研究をさらに進展させることも本プロジェクトの目的とした。

意外に知られていないことであるが、ハイテク産業に不可欠なレアメタルに関しては、我が国は世界に冠たる生産大国・技術“超”大国である。資源を全量輸入し、かつ、人件費とエネルギーコストが高く、環境規制が厳しいという幾つものハンディを負いながらも、現在、多くのレアメタルが我が国で生産されている。特に、製錬が困難で高度な製造技術を要するものや、ハイテク機器の電子材料用の高純度・高機能レアメタルやその化合物については、その生産シェアが際立って高く、抜群の国際競争力を有している。

一例を挙げると、レアメタルの中では生産規模が大きいチタン(Ti)は、世界における日本の生産シェアは約 2 割を占めており、品質やプロセス技術の開発能力において圧倒的な競争力があり、生産技術においては常に世界をリードしている。また、フラットパネルディスプレイなどに利用される透明電極に不可欠なインジウム(In)の生産シェアも高く、高性能コンデンサの基幹材料であるタンタル(Ta)についても約 3 割が我が国で生産されている。ハイブリッド自動車の高性能モータの磁石素材として需要が急増しているネオジウム(Nd)やジスプロシウム(Dy)についても、母合金の製造は中国で行われるようになったものの、現在でも高性能永久磁石の製造については、日本の企業が圧倒的な製造シェアを誇っている。これらのレアメタルは、グリーン・イノベーションに不可欠な次世代の自動車、太陽電池、省エネ高性能電子機器などに不可欠な基盤素材であることは言う

までもない。

今後も我が国がハイテク産業や、省エネ技術を基盤とする新しい産業に不可欠なレアメタルの生産技術や環境技術でトップを走り続けるためには、新規なプロセス技術の開発が不可欠であることは論をまたない。また、レアメタルの鉱物資源を持たない我が国にとって、国内に蓄積されているスクラップからレアメタルを効率良く回収して再利用する新技術の開発は、資源セキュリティという観点からも非常に重要かつ緊急の課題である。

本研究では、高価あるいは今後も一層需要が増大すると予想されるレアメタルを幾つか選び、新しいプロセス原理に基づいたリサイクル技術を提案することを目的とした。そして、そのフィージビリティ(実行可能性)について基礎実験に基づいて評価し、新しいプロセス技術の発展の可能性を学際的に検討した。

具体的には、「スクラップコンビネーション」という環境調和型の新しいプロセス概念を基軸としたリサイクルプロセスの構築を目指して、貴金属（白金(Pt)、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pd)...)、レアアース（ネオジム(Nd)、ジスプロシウム(Dy)...）、チタン(Ti)、コバルト(Co)、ガリウム(Ga)、タングステン(W)などのレアメタルについて、それぞれの課題の要素研究を行った。本研究では、レアメタルをはじめとする有価金属の回収だけでなく、有害あるいは処理にコストがかかる廃棄物を有効利用できる新しいリサイクル技術の開発を目指した。一連の技術開発により、省資源・省エネルギーが達成されるだけでなく、今後重要となる環境調和型のプロセス技術について新たな展開が期待できる。

本研究の主たる特色は、スクラップ同士を上手く組み合わせることにより、効率良く目的のレアメタルを分離・回収し、同時に、処理が困難な廃棄物の量を減らすことを目的とする従来にないプロセス技術の開発である。新しいタイプのレアメタル製錬の要素技術の開発を通じて、学術的にも産業的にもインパクトが大きい新たなプロセス原理の構築を目指した。

高価なレアメタルのリサイクル技術の開発は、これまでも数多くの研究が行われてきたが、従来の手法は銅製錬などの既存の大型非鉄製錬プロセスを利用する方法や、目的のレアメタルを個別に抽出・分離する方法などが主な手法であった。本研究では、申請者が独自に考案した「スクラップコンビネーション」という新しいプロセス概念を発展させ、有害あるいは処理にコストがかかる廃棄物をレアメタルのリサイクル技術に積極的に活用し、環境調和型のプロセス技術の新たな可能性を探り、グリーン・イノベーションを推進することを目的とした。

さらに、白金(Pt)などの白金族金属(PGM)などのリサイクルに関しては、環境に有害である強力な酸化物を使用せず、また有害な廃液の発生量が少ない斬新な環境調和型プロセスの開発を目指した。具体的には、自動車排ガス浄化触媒スクラップに金属蒸気(R)を作用させ、気相処理により PGM-R 合金を合成して PGM の反応性を高めてから、産業廃棄物の FeCl_x や CuCl_x などの塩化物蒸気と選択的に反応させ、 RPt_xCl_y などの酸に易溶な複合塩化物を生成させる新しいタイプのリサイクル技術の開発を実施することを目的とした。

我が国は、今後もレアメタルの生産大国、技術“超”大国として世界をリードし続けるであろう。しかし、多くのレアメタルの資源は偏在しており、中国や南アフリカなどの特定国に産出国が偏って

いるため、資源セキュリティという観点からも、レアメタルの消費大国である我が国は、レアメタルの効率の良いリサイクル技術の開発と社会基盤の整備を進める必要がある。

ハイテク産業に不可欠なレアメタルが、より豊かな社会に多大な貢献をもたらす新素材としてさらに発展するためには、プロセス原理から再検討し、革新的な製造技術やリサイクル技術を開発し続ける必要がある。このため、本研究をはじめとするレアメタルのリサイクルのプロセスの開発に関する基礎研究が重要であることに議論の余地はない。したがって、本研究は学術的な価値が高いことに加えて、研究成果がもたらす社会的な意義も極めて大きい。

本プロジェクトの大局的な目的を以下にまとめる。

1. レアメタルのプロセス技術、環境技術の研究開発において、今後もトップランナーとして世界をリードし、最先端技術立国として、高い付加価値を創出するモノづくりによって富を生むことにより、社会に貢献し続けることを目指す。
2. ハイテク産業に不可欠なレアメタルの新しいリサイクル技術を開発することにより、レアメタル資源のほぼ全量を輸入している我が国が、省資源・省エネルギーを達成すると同時に、資源セキュリティ上も有利な立場を維持し、環境・技術立国として国際的な地位を確保することを目指す。
3. レアメタルのリサイクルに関する一連の基礎研究を通じて、世界レベルで活躍できる当該分野の若手人材の育成を行い、高い学術・技術レベルを基盤として今もなお我が国が世界をリードしている「材料のプロセス技術」や「環境技術」に関する研究分野を飛躍的に拡大する。
4. 最終目標としては、環境調和型リサイクル材料科学を進展させることにより、レアメタル循環資源立国の実現に向けて挑戦し、グリーン・イノベーションを推進する。

個別の研究具体例としては、「スクラップコンビネーション」という環境調和型の新しいプロセス概念を基軸として、高価あるいは今後も一層需要が増大すると予想されるレアメタルを幾つか選び、新しいプロセス原理に基づいたリサイクル技術を提案した。

- (1) 貴金属 (白金(Pt), ロジウム(Rh), パラジウム(Pd)...),
- (2) レアアース (ネオジム(Nd), ジスプロシウム(Dy)...),
- (3) チタン(Ti),
- (4) コバルト(Co), ガリウム(Ga), タングステン(W)

などのレアメタルについて、それぞれのリサイクルプロセスを提案し、課題の要素技術の研究を行い、新しいリサイクルプロセス技術として発展するかどうかの実行可能性(Feasibility)を明らかにすることを目的とした。目的を達成するための研究の工程としては、それぞれのレアメタルのリサイクル・精製プロセスの要素技術の開発から取り組み、多角的に課題を設定し、研究開発を進めた。また、レアメタルをはじめとする有価金属の回収だけでなく、有害あるいは処理にコストがかか

る廃棄物を有効利用できる新しいリサイクル技術の開発を目指した。

4. 研究計画・方法

(1) 貴金属（白金(Pt), ロジウム(Rh), パラジウム(Pd)...)の新しいリサイクルプロセスの開発

使用済みの自動車用排ガス浄化触媒から白金族金属を回収する現行のプロセスは、白金族金属触媒を担持する耐火性セラミックス基体も全て高温で溶解するため、エネルギーロスが大きい。そこで、セラミックス基体から予め白金族金属を効率よく分離する環境調和型のプロセスの開発を目指した。

セラミックス基体の表面に存在する白金族金属に選択的に無電解めっきし、磁力選別などの物理選別をすることで効率良く白金族金属とセラミックス基体を分離するプロセスを提案した。模擬サンプルを使用し、無電解ニッケルめっきを行い、磁力選別した場合に、白金族金属を濃縮できるかについて基礎的な研究を実施した。

また、白金族金属は触媒材料や厳しい腐食環境で使用する電極材料、るつぼ材料などの工業用材料として欠かせない。白金族金属は化学的に安定であるため、一般的な酸・アルカリなどの水溶液では溶解することができず、溶解には塩酸溶液中に塩素ガスを吹き込む方法や王水(硝酸と塩酸の混酸)などの強力な酸化性酸性溶液が必要となる。電気化学的な手法を用いて、酸化還元ポテンシャルを積極的に制御することで、処理困難な酸化剤等を用いずに貴金属を高速で溶解するリサイクル技術を検討した。高温で溶解した塩化物(塩化物溶融塩)中での白金族金属の電気化学的溶解挙動について基礎的な研究を実施した結果、白金(Pt)やパラジウム(Pd)などを電極として、塩化物溶融塩中での電解による白金族金属の溶解挙動について基礎的な研究を実施した。

また、物理選別技術を利用してスクラップ中から貴金属を濃縮する新プロセスを実現するための基礎研究として、水の凝固による体積膨張を利用してスクラップ中にクラックを導入し貴金属を物理的に分離する技術などを検証し、その有用性を実験的に確かめた。

(2)レアアース（ネオジム(Nd),ジスプロシウム(Dy)...)の新しいリサイクルプロセスの開発

ネオジム磁石からネオジムおよびジスプロシウムを回収する環境調和型のリサイクルプロセスの開発を目的として、低融点金属を抽出剤として利用する廃液の出ないリサイクルプロセスに関する基礎的な実験や、ネオジム磁石を大気雰囲気中で高温処理した場合の酸化挙動等に関する基礎研究等を実施した。

(3)チタン(Ti)の新しいリサイクルプロセスの開発

チタンは、軽量高強度かつ高い耐腐食性を持つ金属材料として知られ、航空機や化学プラント

などに利用される。今後、チタンの用途が広がるにつれ、そのスクラップの発生量も増大するが予想される。しかし、チタンは鉄や酸素との親和性が非常に高いため、スクラップからチタンを効率良く回収する技術は今のところない。現在のチタンのリサイクルは、鉄鋼添加材などへのカスケード利用が多くを占めるが、よりスクラップを有効に利用できる新たな高効率リサイクル法の開発が求められている。そこで、チタンの高効率なリサイクル技術の構築を目指すため、塩化物を用いて純チタン、及び鉄を含有するチタン合金スクラップからチタン製錬の原料となる $TiCl_4$ を精製するプロセスにおける塩化反応挙動の評価などの基礎的な研究を実施した。

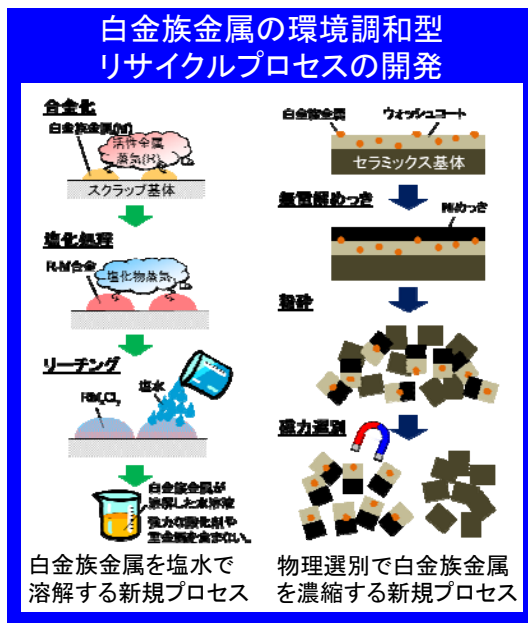
(4) コバルト(Co)、ガリウム(Ga)、タングステン(W)などのレアメタルのリサイクルプロセスの開発

ガリウム需要の大半を占め、今後の需要増も期待されるヒ化ガリウムに着目して、本研究では亜鉛など低融点合金を抽出剤とすることで、有害な廃液を排出せず、かつ効率の良い、環境調和型のガリウムリサイクル法の開発を行った。アンチモン化ガリウムを用いてガリウム抽出実験を行い、亜鉛中へのガリウム抽出挙動を調べた。

炭化タングステンとコバルトの焼結体は超硬工具として利用される。資源セキュリティの面から、タングステンやコバルトを、高効率かつ有害廃液を排出しない環境調和型リサイクルプロセスが望まれている。溶融金属を抽出剤として超硬工具からこれらのレアメタルを分離回収するプロセスを提案した。マグネシウムの液体金属を高温で循環させる反応装置を用いた基礎的実験から、スクラップからコバルトを液体金属中に抽出し、蒸留処理等を用いて炭化タングステンと分離する新規リサイクルプロセスの開発を実施した。

5. 研究成果・波及効果

(1) 貴金属（白金(Pt), ロジウム(Rh), パラジウム(Pd)...)の新しいリサイクルプロセスの開発



マグネシウムなどの蒸気圧の高い活性金属で白金族金属を合金化し、塩化処理を行うことで、白金およびパラジウムを塩酸や塩水に対して易溶性の化合物へと変換可能であることがラボスケールで実証された。例えば、白金をマグネシウムと合金化した後、塩化剤に CuCl_2 を利用して、適当な温度条件で塩化処理した場合には、濃度 300 g/L の NaCl 水溶液中へ白金が 70%程度の溶解率で溶解する成果が得られた。

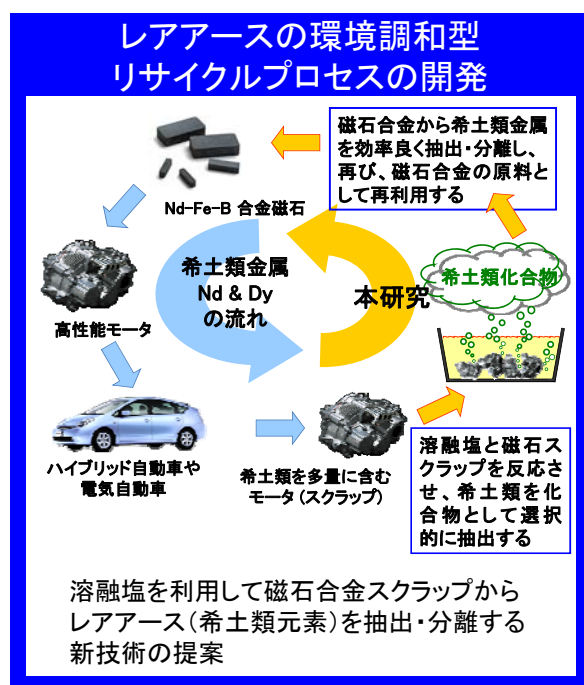
無電解めっきと磁力選別などの物理選別を組み合わせた、新しいタイプの白金族金属の濃縮技術の開発に向けた要素技術の研究では、自動車用排ガス浄化触媒に無電解ニッケルめっき処理を行い、その後、磁力選別をすることにより、スクラップ中に含まれるパラジウム濃度を 2~3 倍へと濃縮する成果が得られた。現在は基礎的な研究段階であるため、プロセスパラメータの最適化を行うことで濃縮率はさらに向上すると期待できる。本手法は簡便な装置を用いて短時間で実施でき、かつ有害な廃液がほとんど発生しない。そのため、スクラップを集めたその場で予め白金族金属の分離・濃縮を行うことが可能となるとともに、従来のリサイクルプロセスに組み込むことによりプロセス全体の環境負荷を大幅に低減できると考えられる。

塩酸や塩水などの廃液処理が容易な水溶液へ、白金族金属を効率良く溶解する新しい分離・回収プロセスの研究はこれまでになく、研究成果の学術的な先進性は非常に高い。また、本開発技術の産業界への波及効果も大きい。今後、白金族金属の塩化反応や溶液への溶解機構について研究を進め、塩化処理の最適化を行うことにより、白金族金属の新しい分離・回収法として本手法が発展することが期待される。

白金族金属は触媒材料や厳しい腐食環境で使用する電極材料、ろつぼ材料などの工業用材

料として欠かせない。白金族金属は化学的に安定であるため、一般的な酸・アルカリなどの水溶液では溶解することができず、溶解には塩酸溶液中に塩素ガスを吹き込む方法や王水(硝酸と塩酸の混酸)などの強力な酸化性酸性溶液が必要となる。本年度の研究では、電気化学的な手法を用いて、酸化還元ポテンシャルを積極的に制御することで、処理困難な酸化剤等を用いずに貴金属を高速で溶解するリサイクル技術を検討した。高温で溶融した塩化物(塩化物溶融塩)中での白金族金属の電気化学的溶解挙動について基礎的な研究を実施した結果、白金やパラジウムなどを電極として、塩化物溶融塩中で電解することによって、溶融塩中に白金族金属が高速で溶解することが実証された。

(2)レアアース (ネオジウム(Nd),ジスプロシウム(Dy),...)の新しいリサイクルプロセスの開発

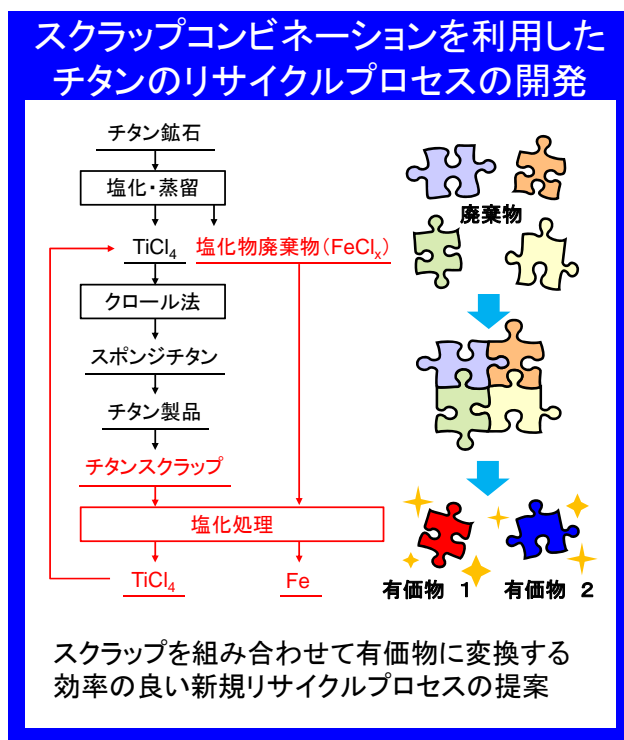


安価で取り扱いが容易である低融点金属を抽出剤として用いて、ジスプロシウムを添加したネオジウム磁石スクラップから効率的に希土類元素を回収するプロセスに関する基礎的な研究から、Sn を抽出剤とした場合に、ジスプロシウムを含有した Nd-Fe-B 磁石から、選択的にネオジウムとジスプロシウムを抽出することができることが実証された。析出挙動の詳細な調査や抽出剤の種類、量などのプロセスパラメータを最適化することによって、新しいタイプの希土類元素回収プロセスを構築することが期待できる。

熱力学的考察をもとに、錫を希土類元素の抽出媒体金属として選択し、希土類元素の抽出実験を行い、溶融金属を利用した希土類元素の選択的抽出の有効性を基礎的な実験により実証した。本プロセスの要素技術の研究がさらに進展すれば、従来の溶媒抽出などの湿式法によるプロセスを大幅に簡略化できる可能性がある。将来的には、多様かつ複雑な構造物に組み込まれた

磁石スクラップを多量に処理する必要があるため、より簡略化され、かつエネルギーコストの低い工程が望ましく、本研究によりレアアースの環境調和型の新規リサイクルプロセスの開発指針が得られた。

(3) チタン(Ti)の新しいリサイクルプロセスの開発



チタンを塩化処理して TiCl₄ ガスとして回収するプロセスを熱力学的な検討に基づいて提案した。本プロセスの要素技術の研究では、黒鉛坩堝を使用して、800°Cの FeCl₂ 熔融塩中にチタンを浸漬することで、スクラップ中のチタンを TiCl₄ ガスとして分離・回収できることが実証された。塩化処理後のサンプル表面の組成分析等による反応メカニズムの考察から、チタンスクラップ表面で FeCl₂ が還元され鉄が析出することによって、塩化反応が阻害されることが明らかとなった。主に鉄被膜中のチタンの拡散速度によって反応が律速されることが示唆された。これらの結果から、FeCl₂ の還元反応場を電気化学的に制御することにより、鉄の析出部を積極的に制御し、連続的な反応を維持できる可能性を見出した。

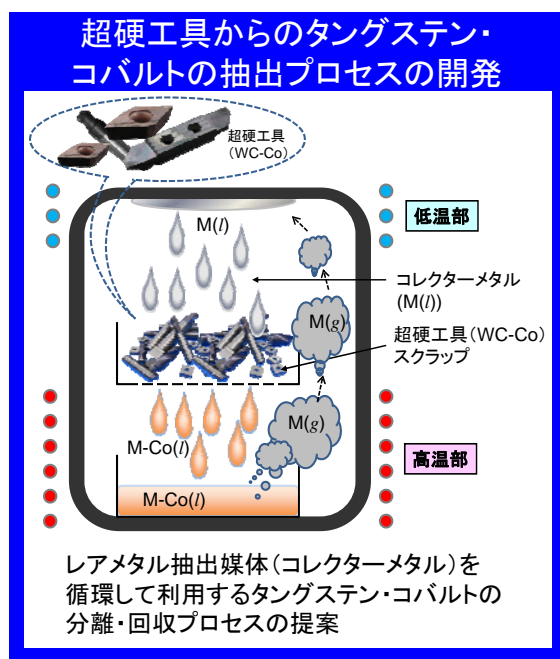
塩素ポテンシャルおよび酸素ポテンシャルを制御することによって、鉄とチタンを含む酸化物から選択的に鉄を塩化物蒸気として除去し、高純度の酸化チタンとしてチタンを回収するプロセスの研究では、CaCl₂ や MgCl₂ を塩化剤として利用した場合に、90%以上の純度の酸化チタンが得られることを実証した。

チタンの将来的な需要の増大を考えると、リサイクルプロセスの要素技術の開発は極めて重要

である。しかしながら、チタンのリサイクルに関する学術的な研究例は今のところ非常に少ない。提案するリサイクルプロセスは、有害あるいは処理にコストがかかる廃棄物を積極的に活用する環境調和型のプロセスであり、先進性は非常に高く、チタンの分野だけでなくリサイクルの研究分野全体においても先駆的な研究である。本研究では、これまでに現行のチタン製錬法である Kroll 法において排出される塩化物廃棄物とチタンスクラップを組み合わせ、チタンを $TiCl_4$ として回収するスクラップコンビネーション型リサイクルプロセスをラボスケールで実証している。今後、複雑な組成のスクラップに対しても、チタンが選択的に回収できる条件を検討することで、より実用性の高いプロセスへの発展が期待される。

塩素ポテンシャルおよび酸素ポテンシャルを制御することによって、鉄とチタンを含む酸化物から選択的に鉄を塩化物蒸気として除去し、チタンを高純度の酸化チタンとして回収するプロセスを研究した。鉄とチタンの酸化物から成るチタン鉱石を対象として実験した場合に、90%以上の純度の酸化チタンが得られている。本研究から得られる選択塩化法に関する要素技術の知見は、種々のレアメタルのリサイクルプロセスへと応用できるため、その汎用性が高く、多様なプロセスへの技術展開が期待される。

(4) コバルト(Co)、ガリウム(Ga)、タングステン(W)などのリサイクルプロセスの開発



ガリウムの需要の大半を占める半導体用ヒ化ガリウムを対象として、ヒ化ガリウム(GaAs)スクラップから有害な廃液を排出せずにガリウムを回収すると同時に、有害物質であるヒ素(As)を固定化する環境調和型のリサイクルプロセスを提案した。熱力学的な検討に基づき、アンチモン化ガリウム(GaSb)を模擬サンプルとして、亜鉛やアルミニウムなどの低融点合金を抽出剤として利用するガリウム抽出実験を実施した。溶融亜鉛を用いたアンチモン化ガリウムからのガリウム抽

出実験において、低温、短時間で亜鉛中にガリウムを抽出するだけでなく、有害元素であるアンチモン(Sb)を亜鉛との化合物として分離可能であることが実証されている。化学的性質の類似性から、ヒ化ガリウムに対しても、熔融亜鉛を用いることでガリウムの抽出と同時にヒ素を固定することが可能であると期待される。

本研究で提案した熔融金属中にガリウムを抽出するリサイクルプロセスはこれまでに報告がない。また、亜鉛中へのガリウムの溶解挙動は学術的な研究としても不明な部分が多く、先進性が高い。現時点では基礎研究の段階ではあるが、熔融亜鉛を用いたアンチモン化ガリウムからのガリウム抽出実験において、低温、短時間で亜鉛中にガリウムを抽出するだけでなく、有害元素であるアンチモンを亜鉛との化合物として分離可能であることが実証されており、特筆すべき成果の一つである。提案するプロセスでは、亜鉛など蒸気圧の高い抽出剤金属を利用することで、抽出後の Zn-Ga 合金から効率良く亜鉛を気相で回収できるため、高効率な環境調和型のガリウムリサイクルプロセスとして利用できる可能性が高い。

超硬工具の高効率かつ有害廃液を排出しない環境調和型のリサイクルプロセスとして、熔融金属を抽出剤とする新規リサイクルプロセスを提案した。熱力学的な検討に基づいて、抽出金属として亜鉛及びマグネシウム(Mg)を選択し、超硬工具から炭化タングステンとコバルト(Co)を効率よく分離するプロセスの要素技術の研究を実施した。熔融亜鉛と熔融マグネシウムのいずれの場合にも、実際の超硬工具スクラップからコバルトのみを選択的に抽出できることが明らかとなった。反応挙動の解析より、熔融マグネシウムを用いた場合には、Mg-Co 金属間化合物の生成により反応の進行が妨げられるため、熔融亜鉛を用いた場合よりも長い処理時間を要することが明らかとなった。これらの実験から、反応容器内で抽出金属が循環する抽出剤循環型の超硬工具リサイクルプロセスには熔融亜鉛が適していることが示唆された。

熔融金属を利用して超硬工具から炭化タングステンとコバルトを分離してリサイクルする乾式プロセスに関する学術研究は非常に少ない。提案する新規リサイクルプロセスは廃液が発生せず、高速抽出分離が期待できる環境調和型のリサイクルプロセスであり、要素技術に関する基礎的な研究から亜鉛が最適な抽出金属であるという知見が得られている。今後、連続的に抽出金属をスクラップに循環供給するプロセスを実証することで、工業的な応用への実用性の知見が得られると期待できる。

今後、世界における省エネ・ハイテク製品の需要の増大に牽引されて、レアメタルの需要はさらに増大する。それにともない、世界的な環境意識の向上、環境規制の強化がより進むことが予想される。環境規制が強化された場合、自動車排ガス触媒に代表される環境浄化用レアメタルや省エネ製品用のレアメタルの使用量の増大の問題だけでなく、これまで利用されてきたリサイクルプロセスや製錬プロセス、廃棄物の処理等が規制により実施できなくなる可能性も十分に考えられる。

循環資源立国を目指す日本にとって、希少性が高い貴金属やレアメタル資源の安定確保はこれまでと同様に重要な課題である。加えて、より効率が高く、より環境負荷の小さいリサイクルプ

ロセスや製錬プロセスを開発することが重要であり、「スクラップコンビネーション」に代表される新しいコンセプトに基づいた、レアメタルや廃棄物のリサイクルフローの社会的制度構築に努めることも重要となるであろう。

本補助事業で実施した種々のレアメタルにおける「スクラップコンビネーション」をはじめとする新しいタイプのリサイクルプロセスの実現に向けた種々の基礎的な研究成果は、地球規模で変化するレアメタルや廃棄物のリサイクルフローに対して、廃棄物を利用して新たな価値を創造する画期的なリサイクルプロセスへと繋がる要素技術となる。今後は、グリーン・イノベーションの基盤技術として、環境調和型のレアメタルのリサイクル技術の要素研究を多角的に展開しつつ、未来の実用化に向けたスクラップコンビネーションの研究開発へと発展させる。そして、ハイテク産業に不可欠なレアメタルが、より豊かな社会に多大な貢献をもたらす新素材としてさらに発展するために、革新的な製造技術やリサイクル技術をこれからも開発し続けたい。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 32 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 7 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. C. Horike, K. Morita, and T. H. Okabe: 'Effective Dissolution of Platinum by Using Chloride Salts in Recovery Process', Metall. Mater. Trans. B, vol.43, no.6 (2012), pp.1300-1307. 2. C. Wiraseranee, T. H. Okabe, K. Morita: 'Dissolution Behavior of Rhodium in the Na₂O-SiO₂ and the CaO-SiO₂ Slag', Metall. Mater. Trans. B., vol.44, no.3 (2013) pp.584-592. 3. C. Wiraseranee, T. Yoshikawa, T. H. Okabe, K. Morita: 'Effect of Al₂O₃, MgO, and CuO_x on the Dissolution Behavior of Rhodium in the Na₂O-SiO₂ Slags', Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy- vol. 49 (2) B (2013) pp. 131-138. 4. J. Kang and T. H. Okabe: 'Upgrading Titanium Ore, Through Selective Chlorination Using Calcium Chloride', Metall. Mater. Trans. B, vol. 44B, June (2013) pp.516-527. 5. J. Kang and T. H. Okabe: 'Removal of Iron from Titanium Ore through Selective Chlorination Using Magnesium Chloride', Materials Trans. (JIM), vol.54, no.8 (2013) pp.1444-1453. 6. J. Kang and T. H. Okabe: 'Production of Titanium Dioxide Directly from Titanium Ore through Selective Chlorination Using Titanium Tetrachloride', Materials Trans. (JIM), vol.55, no.3 (2014) pp.591-598. 7. K. Morita, C. Wiraseranee, H. Shuto, S. Nakamura, K. Iwasawa, T. H. Okabe, N. Sano: 'Dissolution Behaviour of Platinum Group Metals into Molten Slags', Mineral Processing and Extractive Metallurgy (Trans. Inst. Min Metall. C), vol.123, no.1, (2014) pp.29-34. <p>(掲載済み一査読無し) 計 25 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 岡部 徹、白山 栄: 'レアアースのリサイクル技術の新展開'電気協会報、(電気協会報 Topics), 第 1035 号, (2011), pp.30-33. 2. 岡部 徹、野瀬 勝弘: 'レアメタル・白金族金属の乾式製錬とリサイクル技術', 廃棄物資源循環学会誌, 社団法人廃棄物資源循環学会, vol.22, no.1, (2011) pp.50-57. 3. 岡部 徹: '総論:レアアースの現状と課題', 高圧ガス, vol. 48, no. 3, pp.4-13., 通巻 492 号, (日刊工業新聞社, 編集委員兼論説委員: 井上 渉), (2011) pp.150-159. 4. 岡部 徹: '未来材料:チタン・レアメタル', 未来材料, 株式会社エヌ・ティー・エス, vol.11, no.5 (2011) pp.44-52. 5. 岡部 徹: 'レアアースの現状と問題', (Current Status and Problems on Rare Earth Metals) トライボロジスト(トライボロジー学会学会誌, 特集:レアメタルおよびレアアースの動向と将来戦略), vol.56, no.8 (2011) pp.460-465. 6. 竹田 修, 岡部 徹: 'レアアースの製錬・リサイクル技術', (Smelting and Recycling Technologies for Rare Earth Metals) トライボロジスト(トライボロジー学会学会誌, 特集:レアメタルおよびレアアースの動向と将来戦略), vol.56, no.8 (2011) pp.466-471. 7. 白山 栄, 岡部 徹: 'レアアースの現状とリサイクル技術'自動車技術, vol.65, no.11 (2011) pp.87-94. 8. 竹田 修, 岡部 徹: 'レアメタルの実情と技術開発' 化学と工業(日本化学会会誌), vol.64, no.10, (2011) pp.774-776. 9. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: 'タングステンのリサイクル技術' 金属, vol.81, no.11, (2011) pp.4-11. 10. 岡部 徹, 野瀬 勝弘: 'レアメタル資源の物質フローに関する中長期展望', 廃棄物資源循環学会誌, vol.22, no.6, (2011) pp.403-411. (「特集:金属資源の物質フローとリサイクル・廃棄物管理」) 11. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: '環境保全に役立つ白金族の資源と回収', 工業材料, vol.60, no.6 (2012) pp.28-32, (特集 環境保全に役立つ触媒の新展開) 12. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: '白金族金属の資源とリサイクルプロセス', 三洋化成ニュース, no.473 (2012) pp.14-18.
------------------------	--

	<p>13. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: 'レアメタルの現状と問題点', 表面技術(一般社団法人表面技術協会), vol.63, no.10, (2012), pp.618-624.</p> <p>14. 竹田 修, 岡部 徹: 'レアアースの乾式製錬とリサイクル',自動車技術, vol.66, no.11 (2012) pp.68-73, 「特集:自動車リサイクル技術の最新動向」</p> <p>15. 岡部 徹: 'レアアースの現状と問題',日本機械学会 機械材料・材料加工部門ニュースレター, no.44 (2012) pp.2-7,(特集:レアメタルの現状)</p> <p>16. 岡部 徹: 'レアメタルのリサイクルと都市鉱山神話',化学と教育, vol.60, no.11 (2012) pp.468-471,('ヘッドライン:都市鉱山」掲載)</p> <p>17. 岡部 徹: 'レアアースの現状とリサイクル技術', 希土類(RARE EARTHS)(日本希土類学会), No. 61, (2012) pp.29-42. , ISSN 0910-2205</p> <p>18. 岡部 徹: '私のチタンの広報活動', チタン, vol.60, no.1 (2012) pp.18-20.</p> <p>19. 岡部 徹, 姜 正信: '高温における酸化物の塩化反応に関する熱力学的考察' 溶融塩および高温化学, vol.56, no.1 (2013) pp.15-26</p> <p>20. 堀家 千代子, 森田 一樹, 岡部 徹: '白金を塩酸で溶解する環境調和型の新リサイクル技術の開発', 日本金属学会会報, vol.52, no.2 (2013) pp.71-73.</p> <p>21. 堀家 千代子, 森田 一樹, 岡部 徹: 'より環境調和を目指した Pt のリサイクル', 月刊『化学』「化学レビュー」資源化学 , vol.68, no.3 (2013) pp.57-60.</p> <p>22. 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: 'レアメタル・貴金属のリサイクル', OHM, vol.100, no.6 (2013) pp.2-3., ISSN 0386-5576</p> <p>23. 岡部 徹, 野瀬 勝弘: 'レアメタルの供給や需要に関する今後の展望', 金属, vol.83, no.11 (2013) pp.943-949.</p> <p>24. 岡部 徹: 'レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発', 化学工業 (月刊「化学工業」12月号)特集: 最先端グリーンイノベーションの創成, vol.64, no.12 (2013) pp.936-940.</p> <p>25. K. Yasuda, K. Morita, T. H. Okabe: 'Processes for Production of Solar-Grade Silicon Using Hydrogen Reduction and/or Thermal Decomposition', Energy Technol., no.2, (2014) pp.141-154.</p> <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 153 件</p>	<p>専門家向け 計 104 件</p> <p>1. C. Wiraseranee, T. H. Okabe, and K. Morita: 'Dissolution Behavior of Rhodium into Molten Slag' [Poster Presentation], The 6th Workshop on Reactive Metal Processing, [Caltech, Pasadena, CA, USA] (2011.3.4-5) 【自ら企画した会議】</p> <p>2. C. Wiraseranee, T. H. Okabe, and K. Morita: 'Dissolution Behavior of Rhodium into Molten Slag' [Poster Presentation], The 6th Workshop on Reactive Metal Processing, [Caltech, Pasadena, CA, USA] (2011.3.4-5) 【自ら企画した会議】</p> <p>3. K. Nose, A. S. Sunkar, K. Morita, and T. H. Okabe: 'Development of the new recycling process of platinum group metals' [Poster Presentation], The 6th Workshop on Reactive Metal Processing, [Caltech, Pasadena, CA, USA] (2011.3.4-5) 【自ら企画した会議】</p> <p>4. 岡部 徹: 'レアアースをはじめとするレアメタルの現状と問題', (社)自動車技術会, 2011 年春季大会フォーラム, 『サステナブル社会と次世代自動車』, 神奈川県横浜市, 2011 年 5 月 18 日~20 日, (社)自動車技術会,次世代自動車・エネルギー委員会</p> <p>5. 岡部 徹: '金属資源の物質フローに関する中長期展望', 平成 23 年度廃棄物資源循環学会研究討論会「金属資源の物質フローとリサイクル・廃棄物管理」, 神奈川県川崎市, 2011 年 5 月 31 日~6 月 1 日, (一社) 廃棄物資源循環学会</p> <p>6. 岡部 徹: 'レアアースをはじめとするレアメタルの現状と将来', 高分子同友会, 第 114 回研究開発部会, 東京都中央区, 2011 年 6 月 10 日, (社)高分子学会 高</p>

	<p>分子同友会</p> <p>7. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と将来展望', (Current Status of Rare Metals and Scope for the Future), 電気学会, 特別講演(電気学会 E 部門), (電気学会 E 部門 (センサ・マイクロマシン部門), 神奈川県横浜市, 2011 年 6 月 30 日, 電気学会 センサ・マイクロマシン部門総合研究会</p> <p>8. 岡部 徹: 'レアメタル概論－製錬技術・サステナビリティー', 日本化学会 懇話会「レアメタルのサステナビリティ」, 東京都千代田区, 2011 年 7 月 11 日, 日本化学会</p> <p>9. Toru H. Okabe: 'Current Status of Technologies for Recycling Rare Earth Metals and Alloys', "Sustainability Symposium": Symposium on: Sustainable Materials, Processes & Technologies: Future pathways for reducing greenhouse gas impacts of materials, Sydney, Australia 2011 年 7 月 7 日, SMaRT@UNSW,</p> <p>10. 三井 淳平、野瀬 勝弘、岡部 徹: '物理選別法を利用したスクラップからの白金族金属の新規リサイクル技術の開発' [ポスター発表], 資源・素材学会 関東支部 第 8 回「資源・素材・環境」技術と研究の交流会, 東京都文京区, 2011 年 8 月 4 日, 資源・素材学会</p> <p>11. 岡部 徹: 'レアメタルリサイクル技術開発で期待される計測・分析技術', 'レアメタルリサイクル技術開発で期待される計測・分析技術', 千葉県千葉市, 2011 年 9 月 9 日, (社)日本分析機器工業会</p> <p>12. Katsuhiko Nose, and Toru H. Okabe: 'Development of New Recycling Process for Platinum Group Metals', NRF-JST (Japan-South Africa) Workshop, South Africa, 2011 年 9 月 11 日, NRF-JST</p> <p>13. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と問題点について', 表面技術協会 めっき部会, 東京都新宿区, 2011 年 9 月 16 日, (一社)表面技術協会 めっき部会</p> <p>14. C. Wiraseranee, T.H. Okabe and K. Morita: 'Rh Dissolution Behavior in the Na₂O-SiO₂ and the CaO-SiO₂ Slag Systems ', The 161st ISIJ Meeting, Osaka, Japan, September 2011, CAMP-ISIJ, 24</p> <p>15. 三井 淳平、野瀬 勝弘、岡部 徹: '物理選別法を利用したスクラップからの白金族金属の新規リサイクル技術の開発' [ポスター発表], 平成 23 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会, 大阪府堺市, 2011 年 9 月 28 日, 資源・素材学会</p> <p>16. 野瀬 勝弘, スンカル アフメット セミヒ, 森田 一樹, 岡部 徹: '白金族金属のリサイクル技術の現状と展望', 平成 23 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会, 大阪府堺市, 2011 年 9 月 28 日, 資源・素材学会</p> <p>17. 岡部 徹: 'レアメタル回収・抽出技術の現状と解決すべき問題点等', (財)大阪科学技術センター(OSTEC)地球環境技術推進懇談会 第3回講演会, 大阪市西区 2011 年 10 月 3 日, (財)大阪科学技術センター</p> <p>18. 岡部 徹: 'レアアースの製品化とリサイクルに伴う諸問題と将来展望', (独)産業技術総合研究所シンポジウム: グリーンエネルギー転換に必須な資源 "レアアース", 茨城県つくば市, 2011 年 10 月 13 日, (独)産業技術総合研究所</p> <p>19. 岡部 徹: 'チタン製錬技術の基礎と今後の展望', 新日本製鐵株式会社での勉強会, 東京都千代田区, 2011 年 10 月 25 日, 新日本製鐵株式会社</p> <p>20. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と課題', 2011 年日本金属学会秋期大会公募シンポジウム S8, レアメタルの材料戦略, 2011 年 11 月 8 日, 日本金属学会</p> <p>21. 岡部 徹: 'レアメタルのリサイクル', 東北大学多元物質科学研究所 第 20 回素材工学研究懇談会, テーマ: 分離操作と高純度精製, 宮城県仙台市, 2011 年 11 月 14 日, 東北大学多元物質科学研究所</p> <p>22. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と日本の課題', レアメタル資源の現状と将来動向ならびに代替材料の開発に関するシンポジウム, 2011 年 11 月 17 日, 東京都千代田区, (独)日本学術振興会 光電相互変換第 125 委員会</p> <p>23. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と問題', (一社)日本塑性加工学会 東京・南関東支部フォーラム: 「レアメタル代替・低減技術への挑戦」～資源のない日本のものづくり戦</p>
--	--

	<p>略～, 2011年11月22日, 東京都千代田区, (一社)日本塑性加工学会</p> <p>24. 岡部 徹: 'タンタルをはじめとするレアメタルの最近の動向と将来展望', Recent Situation and Future Scope of Rare Metals Including Tantalum. 第3回タンタルセミナー, 東京都目黒区, 2011年11月24日, 東京大学生産技術研究所 岡部 徹 教授, キャボットスーパーメタル(株)</p> <p>25. K. Morita, T. H. Okabe and N. Sano: 'Disolution Behavior of Platinum Group Metals into Molten Slags', Cancun, Mexico, November 27-December 1 2012, Fray International Symposium</p> <p>26. 岡部 徹: '触媒用レアメタルの資源・需給・製錬・リサイクルの動向', 第6回工業触媒研究会フォーラム, 東京都千代田区, 2012年1月19日, (公社)日本化学会</p> <p>27. 岡部 徹: 'レアアースの乾式製錬とリサイクル', シンポジウム「リサイクル設計と分離精製技術」(第24回:レアアースの安定確保に資する分離・精製技術), 東京都港区, 2012年2月10日, 環境資源工学会</p> <p>28. T. H. Okabe, J. Mitsui, K. Nose: 'Development of New Recycling Process of PGMs', T.T. Chen Honorary Symposium on Hydrometallurgy, Electrometallurgy and Materials Characterization TMS 2012 141th annual meeting & Exhibition, Orlando, FL, USA, March 11-15, 2012, TMS(The Minerals, Metals and Materials Society)</p> <p>29. K. Nose and T. H. Okabe: 'Development of New Recycling Process for Platinum Group Metals', The 7th Workshop on Reactive Metal Processing, Cambridge, MA, USA, March 16 & 17, 2012 【自らが企画した会議】</p> <p>30. J. Kang and T. H. Okabe, 'Upgrading Ti Ore by Selective Chlorination' [Poster Presentation], The 7th Workshop on Reactive Metal Processing, Cambridge, MA, USA, March 16 & 17, 2012 【自らが企画した会議】</p> <p>31. J. Mitsui, K. Nose and T. H. Okabe, 'Development of a new recovery process of PGMs from scraps by using physical separation ' [Poster Presentation], The 7th Workshop on Reactive Metal Processing, Cambridge, MA, USA, March 16-17, 2012 【自らが企画した会議】</p> <p>32. 岡部 徹 他: '資源を考慮した材料戦略(パネルディスカッション)', (公社)日本化学会 春季大会, 神奈川県横浜市, 2012年3月27日, (公社)日本化学会</p> <p>33. 岡部 徹: '資源からメタルへー レアメタル', 東京都文京区, 2012年5月18日, 先端エネルギー変換工学寄付研究部門(AECE), 第7回技術フォーラム, 「エネルギーと資源について考えるー これからの日本の進むべき道ー」</p> <p>34. C. Wiraseranee, T. Yoshikawa, T.H. Okabe, and K. Morita: 'Effect of Slag Composition on the Solubility of Rh in Molten Silicate Slags', Beijing, China, May 27-30, 2012, The 9th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts</p> <p>35. T. H. Okabe: 'Current Status of Technologies for Recycling Rare Earth Metals', Beijing, China, May 27-30, 2012, The 9th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts</p> <p>36. J. Kang. and T. H. Okabe: 'Upgrade of Titanium Ore by Selective Chlorination', Tokyo Japan, June 18-21, 2012, The 11th GMSI-COSM-UT2 Workshop</p> <p>37. 岡部 徹: 'レアメタル分離技術(2):乾式分離・回収' 東京都文京区, 2012年7月6日, 化学工学会関東支部主催講演会シンポジウム「レアメタル分離・回収技術と循環型社会」</p> <p>38. J. Kang. and T. H. Okabe: 'Upgrade of Titanium Ore by Selective Chlorination using Metal Chloride' [ポスター発表], 東京都文京区, 2012年8月1日, 資源・素材学会 関東支部 第9回「資源・素材・環境」技術と研究の交流会</p> <p>39. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: '白金族金属のアノード溶解に関する基礎的研究', 秋田県秋田市, 2012年9月13日, 平成24年度資源・素材学会 秋季大会</p>
--	---

<p>40. 姜 正信, 岡部 徹: '選択塩化法による低品位チタン鉱石のアップグレード', 秋田県秋田市, 2012年9月13日, 平成24年度資源・素材学会 秋季大会</p> <p>41. J. Kang, and T. H. Okabe: 'Upgrade of Titanium Ore by Selective Chlorination Using Calcium Chloride', Matsushima, Japan, September 23-27,2012, 4th Asian Conference on Molten Salt Chemistry and Technology, and 44th Symposium on Molten Salt Chemistry,</p> <p>42. K. Nose, and T. H. Okabe: 'Development of environmentally sound recycling process for platinum group metals',International Union of Materials Research Societies -International Conference on Electronic Materials 2012 (IUMRS-ICEM2012), Yokohama Japan, Sep. 23-28,2012</p> <p>43. T. H. Okabe: 'Current Status of Technologies for Recycling Rare Earth Metals' ,Hawaii, U.S.A, 2012.10.8-12, Eighteenth International Symposium on Molten Salts and Ionic Liquids at the ECS(The Electrochemical Society</p> <p>44. A. Suzue, and T. H. Okabe: 'New process for recycling platinum-group metals by physical separation', Tianjin University, China,Oct.17-21,2012,The 8th UT-SNU-TU-TJU Student Workshop</p> <p>45. 岡部 徹: 'レアメタルの最近の話題',東京都目黒区,2012年10月25日,第4回タンタルセミナー</p> <p>46. K. Nose, and T. H. Okabe: 'Development of Environmental Sound Recycling Process for Platinum Group Metals', Seoul, Korea, Oct.30,2012, The 1st KOREA-JAPAN Symposium on Rare Metals Recycling & The 3rd Rare Metal Industry Development Forum</p> <p>47. 岡部 徹: 'レアアースの現状とリサイクル技術' 沖縄県那覇市,2012年11月7日-8日,日本希土類学会第30回講演会・30周年記念国際シンポジウム</p> <p>48. 岡部 徹 他: '今後のチタン産業はどうあるべきか?',東京都千代田区,2012年11月19日,日本チタン協会創立60周年記念大会／パネルディスカッション</p> <p>49. Toru H. Okabe: 'Current Status of Technologies for Rare Metal Recycling', 東京都千代田区, 2012年12月11日, 駐日英国大使館主催 日英 レア・マテリアル研究 ワークショップ), UK-Japan Rare Material Research Workshop</p> <p>50. Toru H. Okabe: 'Extraction of Rare Earth Metals',東京都千代田区, 2012年12月11日, 駐日英国大使館主催 日英 レア・マテリアル研究 ワークショップ) UK-Japan Rare Material Research Workshop</p> <p>51. 岡部 徹 他: 'レアメタルの化学分離', 東京都千代田区, 2012年12月14日,平成24年度 循環型社会形成推進研究発表会—東京会場:公開シンポジウム「レアメタルの収集システムと選別・分離技術」</p> <p>52. 岡部 徹: '貴金属製錬の基礎概論とリサイクルの関係～金銀製錬、PGM 製錬リサイクル事例', 東京都中央区, 2012年12月18日,(一財)国際資源大学校, 製錬リサイクル研修・リサイクルコースの講義</p> <p>53. 岡部 徹: '高温における酸化物の塩化反応に関する熱力学的考察',千葉県千葉市,2013年1月24日,第180回溶融塩委員会役員会</p> <p>54. 岡部 徹: '非鉄金属産業と日本が誇るレアメタルの製錬・リサイクル技術', 東京都目黒区,2013年1月25日,非鉄金属資源循環工学寄付研究部門 開設記念シンポジウム:非鉄金属産業が支える非鉄金属・レアメタルの循環</p> <p>55. 岡部 徹: '東大生研におけるレアメタル研究会の活動', 東京都文京区, 2013年1月31日, 日本学術振興会 素材プロセッシング第69委員会</p> <p>56. 岡部 徹: 'レアメタルの乾式製錬・リサイクル技術',東京都港区,2013年2月21日, 環境資源工学会 シンポジウム「リサイクル設計と分離精製技術」</p> <p>57. J. Kang, and T. H. Okabe: 'Upgrade of Titanium Ore by Selective Chlorination', San Antonio, TX, USA, March 6,2013, 4th International Symposium on High-Temperature Metallurgical Processing , 2013 TMS Annual Meeting & Exhibition</p>
--

	<p>58. K. Nose, T. H. Okabe: 'Fundamental study on anodic dissolution behavior of platinum group metals', San Antonio, TX, USA, March 4,2013, 4th International Symposium on High-Temperature Metallurgical Processing , 2013 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>59. K. Matsutani, Y. Taninouchi, T. H. Okabe: 'Development of New Recovery Process for Rare Metals from Cemented Carbide Scraps', [Poster Presentation, Short Oral Presentation]Cambridge, MA, USA, March 8,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>60. K. Nishimura, T. H. Okabe: 'Dry Recycling Process of Rare Earth Elements from Alloy Magnets', [Poster Presentation, Short Oral Presentation]Cambridge, MA, USA, March 8,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>61. K. Nose, T. H. Okabe: 'Fundamental Study on Anodic Dissolution Behavior of Platinum Group Metals in NaCl-KCl Fused Salt', [Poster Presentation, Short Oral Presentation]Cambridge, MA, USA, March 8,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>62. A. Suzue, Y. Taninouchi, T. H. Okabe: 'New Recycling Process of PGMs from Autoscraps', [Poster Presentation, Short Oral Presentation] Cambridge, MA, USA, March 8,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>63. C. Wiraseranee, T. Yoshikawa, T. H. Okabe, K. Morita: 'Thermodynamics of Rhodium and Platinum in Molten Slags', Cambridge, MA, USA, March 9,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>64. J. Kang, T. H. Okabe: 'Iron Removal from Titanium Ore to Prepare Titanium Dioxide through Selective Chlorination', Cambridge, MA, USA, March 9,2013, The 8th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>65. T. H. Okabe: 'Recycling Rare Earth Metals', [Invited Lecture] Halifax, Canada, March 1 , 2013, Dr. C. Stewart Parson Memorial Lecutre Series, Faculty of Engineering</p> <p>66. 岡部 徹: 'チタン製錬と環境問題',東京都千代田区,2013年3月27日,新日鐵住金株式会社での勉強会</p> <p>67. 岡部 徹, 姜 正信: 'MgCl₂ を用いた選択塩化法による低品位チタン鉱石のアップグレード',千葉県習志野市,2013年3月29日、一般社団法人資源・素材学会 平成25年度春季大会</p> <p>68. 岡部 徹: 'タンタルに関する現状',東京都千代田区,2013年4月22日,レアメタル資源制約を踏まえた次世代型エネルギー技術調査専門委員会(第三回の専門調査委員会)</p> <p>69. 岡部 徹, 姜 正信: 'チタン製錬の今後の展開に関するプロセス原理からの考察',東京都千代田区,2013年5月8日,シンポジウム「チタン製錬技術の革新を目指して」(一社)日本チタン協会 産学連携委員会</p> <p>70. 姜 正信, 岡部 徹: '選択塩化法によるチタン鉱石のアップグレードとその反応解析',2013年5月8日,シンポジウム「チタン製錬技術の革新を目指して」(一社)日本チタン協会 産学連携委員会, 新日鐵住金(株)本社</p> <p>71. J. Kang and T. H. Okabe: 'Development of Selective Chlorination Process for Upgrading Titanium Ore and Thermodynamic Analysis of Chlorination Reactions', Toronto, Canada, 2013.6.5, The 12th Annual COSM- UT2 Graduate Student Workshop "Materials for Sustainability"</p> <p>72. Y. Taninouchi and T. H. Okabe: 'An Introduction to IRCSM and Recent Developments in Recycling Processes for Rare Metals' Toronto, Canada,</p>
--	--

	<p>2013.6.6, The 12th Annual COSM- UT2 Graduate Student Workshop “Materials for Sustainability”</p> <p>73. A. Suzue, Y. Taninouchi, and T. H. Okabe: ‘New Recycling Process for PGMs by Utilizing Electroless Plating and Magnetic Separation’, Toronto, Canada, 2013.6.6, The 12th Annual COSM- UT2 Graduate Student Workshop “Materials for Sustainability”</p> <p>74. T. H. Okabe: ‘Current Status of Technologies for Recycling Rare Earth Metals’, Osaka, Japan, June 17 - June 19, 2013, The 11th Japan / Korea International Symposium on Resources Recycling and Materials Science), (第 11 回資源リサイクルと材料科学に関する日韓国際シンポジウム) (環境資源工会第 130 回例会とのジョイントシンポジウム), [Poster Presentation]</p> <p>75. J. Kang, T. H. Okabe: ‘Iron Removal from Titanium Ore for Titanium Dioxide Production by Selective Chlorination Using Metal Chlorides’, [Poster Presentation], Osaka, Japan, June 17 - June 19, 2013, The 11th Japan / Korea International Symposium on Resources Recycling and Materials Science), (第 11 回資源リサイクルと材料科学に関する日韓国際シンポジウム) (環境資源工会第 130 回例会とのジョイントシンポジウム)</p> <p>76. 岡部 徹、野瀬 勝弘: ‘貴金属の採掘・製錬・リサイクルのあれこれ’, 高知県香南市, 2013 年 7 月 4 日, 山本貴金属地金(株)</p> <p>77. 鈴江 晃也, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: ‘無電解めっきと磁力選別を用いた白金族金属の新たな分離濃縮プロセスの開発’, 東京都文京区, 2013 年 8 月 1 日, 資源・素材学会 関東支部 第 10 回「資源・素材・環境」技術と研究の交流会, [ポスター発表]</p> <p>78. 濱中 優貴, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: ‘反応媒体を利用したチタンの高速塩化プロセスに関する基礎的研究’, 東京都文京区, 2013 年 8 月 1 日, 資源・素材学会 関東支部 第 10 回「資源・素材・環境」技術と研究の交流会, [ポスター発表]</p> <p>79. T. H. Okabe: ‘New Technologies for Recycling Rare Earth Elements’, Ganzhou, China, 2013.8.11, The 7th International Conference on Rare Earth Development and Application , The Chinese Society of Rare Earths (CSRE)</p> <p>80. 濱中 優貴, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: ‘反応媒体を利用したチタンの高速塩化リサイクル法の開発’, 北海道札幌市, 2013 年 9 月 3 日, 平成 25 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会, [ポスター発表]</p> <p>81. 岡部 徹: ‘高純度金属バナジウムおよびTi-V合金の新製造法の開発’, 大阪府堺市, 2013 年 9 月 13 日, リマテック(株)</p> <p>82. 岡部 徹: ‘レアメタルの現状と課題～走るレアメタルなどを例として～’, 大阪府堺市, 2013 年 9 月 13 日, リマテック(株)</p> <p>83. 堀家 千代子、森田 一樹、岡部 徹: ‘白金を塩酸で溶解する環境調和型の新リサイクル技術の開発’, 石川県金沢市, 2013 年 9 月 17 日, 日本金属学会・秋期大会, 第 36 回日本金属学会技術開発賞受賞講演</p> <p>84. 岡部 徹: ‘ヨウ化物を利用する金属製錬やリサイクル’, 千葉県千葉市, 2013 年 9 月 18 日, 第 16 回ヨウ素学会シンポジウム</p> <p>85. J. Kang and T. H. Okabe: ‘Thermodynamic Consideration on Selective Chlorination Method for Upgrading Titanium Ore’, Seoul, Korea, 2013.10.9-13, The 9th TU-UT-SNU Student Workshop</p> <p>86. 岡部 徹: ‘採掘や製錬に伴って生じる自然起源放射性物質(NORM)などを含む廃棄物について’, 東京都文京区, 2013 年 11 月 18 日, 日本学術振興会素材プロセシング第 69 委員会</p> <p>87. 岡部 徹、野瀬 勝弘: ‘レアメタルの供給や需要に関する今後の展望’, 宮城県仙台市, 2013 年 11 月 19 日, 素材工学研究懇談会シンポジウム(東北大学多元物質科学研究所主催)</p> <p>88. 岡部 徹: ‘レアメタルの供給に関するボトルネック’, 東京都千代田区, 2013 年 11 月</p>
--	--

	<p>20日, (独)産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門成果報告会, 平成25年度部門成果報告会</p> <p>89. 岡部 徹: 'レアメタルをはじめとするサステナブル材料の課題と展望', 宮城県仙台市, 2013年11月28日, 東北大学 サステナブル理工学研究センターシンポジウム (東北大学多元物質科学研究所主催)</p> <p>90. 岡部 徹: '貴金属製錬の基礎概論とリサイクルの関係～金銀製錬、PGM 製錬リサイクル事例', 神奈川県平塚市, 2013年12月16日, (一社) 国際資源大学校, 湿式製錬コースの講義</p> <p>91. J. Kang and T. H. Okabe: 'Iron Removal from Titanium Ore through Selective Chlorination and Its Reaction Analysis', San Diego, CA, USA, 2014.2.17, 5th International Symposium on High-Temperature Metallurgical Processing: Roasting, Reduction and Smelting, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>92. T. Akahori, Y. Miyamoto, T. Saeki, M. Okamoto, and T. H. Okabe: 'Recovery of Rare Earth Metals in Used Magnets by Molten Magnesium', San Diego, CA, USA, 2014.2.17, Magnesium Technology 2014, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>93. J. Kang and T. H. Okabe: 'Upgrading Titanium Ore through Selective Chlorination Using Titanium Tetrachloride', San Diego, CA, USA, 2014.2.18, Materials Processing Fundamentals, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>94. K. Nose and T. H. Okabe: 'Fundamental Study on New Dissolution Process for Platinum Group Metals Using Molten Salt Electrolysis', San Diego, CA, USA, 2014.2.18, Materials Processing Fundamentals, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>95. T. Saeki, T. Akahori, Y. Miyamoto, M. Kyoji, M. Okamoto, Y. Hiroshige, T. Nemoto, T. H. Okabe: 'Environment-friendly Recycling Process for Rare Earth Metals in End-of-life Electric Products', San Diego, CA, USA, 2014.2.18, Rare Metal Extraction & Processing Symposium / Calcium and Rare Earth Metallurgy, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>96. Y. Hamanaka, Y. Taninouchi, and T. H. Okabe: 'New Chlorination Technique for Recycling Titanium Metal Scrap by Using Reaction Mediator', San Diego, CA, USA, 2014.2.18, Material Processing Fundamentals / Metal Extraction, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>97. A. Suzue, Y. Taninouchi, and T. H. Okabe: 'Development of New Process for Recovering PGMs from Autocatalyst Scrap', San Diego, CA, USA, 2014.2.20, Recycling and Sustainability Update, 2014 TMS Annual Meeting & Exhibition</p> <p>98. K. Nose, T. H. Okabe: 'Fundamental Study on Anodic Dissolution Process of Platinum Group Metals in Molten Salt', Pasadena, CA, USA, 2014.2.21, The 9th Workshop on Reactive Metal Processing 【自らが企画した国際会議】</p> <p>99. J. Kang and T. H. Okabe: 'Production of High-grade TiO₂ Feed from Ti Ore through Selective Chlorination Using TiCl₄', CA, USA, 2014.2.21, The 9th Workshop on Reactive Metal Processing, [Poster Presentation, Short Oral Presentation] 【自らが企画した国際会議】</p> <p>100. Y. Hamanaka, Y. Taninouchi, T. H. Okabe: 'Recycling of Titanium Metal Scrap through Chlorination by Using Reaction Mediator', CA, USA, 2014.2.21, The 9th Workshop on Reactive Metal Processing [Poster Presentation, Short Oral Presentation] 【自らが企画した国際会議】</p> <p>101. Y. Taninouchi, A. Suzue, T. H. Okabe: 'New Upgrade Process for Autocatalyst Scrap to Recover the Platinum Group Metals', CA, USA,</p>
--	--

	<p>2014.2.21, The 9th Workshop on Reactive Metal Processing[Poster Presentation, Short Oral Presentation] 【自らが企画した国際会議】</p> <p>102. J. Kang and T. H. Okabe: 'Development of a New Ti Ore Upgrading Process Using TiCl₄ for Production of High-grade TiO₂', Kyoto, Japan, 2014.3.18, 7th KIFEE International Symposium on Environment, Energy and Materials</p> <p>103. 岡部 徹、野瀬 勝弘、谷ノ内 勇樹: '貴金属の環境調和型リサイクル技術の開発', 東京都目黒区, 2014年3月27日, 資源素材学会・春季大会</p> <p>104. 谷ノ内勇樹、濱中 優貴、岡部 徹: '熔融塩中の反応媒体を利用したチタンの塩化プロセスの開発', 東京都目黒区, 2014年3月28日, 資源素材学会・春季大会</p> <p>一般向け 計49件</p> <p>1. 岡部 徹: 'レアメタルにまつわる誤解', ランチミーティング, 東京都千代田区, 財務省 財務総合政策研究所 研究部, 2011年3月10日.</p> <p>2. 岡部 徹: '原子力レアメタル', 臨時生研サロン, 東京大学 生産技術研究所, 2011年4月1日, 東京大学 生産技術研究所 企画運営室</p> <p>3. 岡部 徹: '原子力レアメタル', オムニバスレクチャー(臨時生研サロン拡大版)「東日本大震災をどのように理解するか、いまなにをなすべきか」, 東京都目黒区, 2011年4月8日, 東京大学 生産技術研究所 企画運営室</p> <p>4. 岡部 徹: 'レアメタルの現状とリサイクル技術 「レアメタルリサイクル」セミナー, 東京ビックサイト, 2011年5月26日, リサイクル・環境の総合展示会「NEW環境展」の併催イベント</p> <p>5. 岡部 徹: 'レアアースをはじめとするレアメタルの現状と将来について', 駒場リサーチキャンパス公開 講演会・シンポジウム, 生研公開 2011, 東京都目黒区, 2011年6月3日~6月4日, 東京大学 生産技術研究所</p> <p>6. 岡部 徹: 'レアアースと日本の未来', 東京都千代田区, 2011年6月8日, ポトマック・クラブ</p> <p>7. 岡部 徹: 'リアクティブメタル(活性金属)の将来性について+チリ・ボリビアのレアメタル鉱山の視察報告, Part 1: アタカマ塩湖・ウユニ塩湖など', 第45回レアメタル研究会, 東京目黒区 2011年6月29日 【自らが企画した会議】</p> <p>8. 岡部 徹: 'レアアース、レアメタル事情', シドニー日本商工会議所 化学品燃料部会および資源部会の共同開催の講演会, オーストラリア シドニー, 2011年7月8日, オーストラリア住友商事</p> <p>9. 岡部 徹: '原子力レアメタル', 第46回レアメタル研究会, 東京都目黒区, 2011年7月26日 【自らが企画した会議】</p> <p>10. 岡部 徹: '超合金についての簡単な解説と実演' クリスマスレクチャー・イン・ジャパン~世界の英知が説く科学, 東京都文京区, 2011年9月18日, 「英国科学実験講座」</p> <p>11. 岡部 徹: 'チリ・ボリビアのレアメタル鉱山の視察報告, Part 2: ボリビア・サンクリストバル亜鉛(・鉛・銀)鉱山、ポトシ銀(・鉛・亜鉛)鉱山', 第47回レアメタル研究会, 東京都目黒区, 2011年9月30日 【自らが企画した会議】</p> <p>12. Katsuhiko Nose, Kazuki Morita and Toru H. Okabe: 'Development of New Process for Recycling of Platinum Group Metals', [ポスター発表], 第47回レアメタル研究会, 東京都目黒区, 2011年9月30日 【自らが企画した会議】</p> <p>13. Jumpei Mitsui, Katsuhiko Nose and Toru H. Okabe: '物理選別法を利用したスクラップからの白金族金属の新規リサイクル技術の開発', ('Development of a new recovery process of PGMs from scrap by using physical separation method'), [ポスター発表] 第47回レアメタル研究会, 東京都目黒区, 2011年9月30日 【自らが企画した会議】</p> <p>14. Hiroyuki Yamabe and Toru H. Okabe: 'ガリウム化合物の新規リサイクル法の開発', ('Development of new recycling process of Ga metal from Ga compounds'), [ポスター発表], 第47回レアメタル研究会, 東京都目黒区, 2011</p>
--	---

	<p>年 9 月 30 日【自らが企画した会議】</p> <p>15. 岡部 徹: 'トリウム原子力', 生研イブニングフォーラム, 東京都目黒区, 2011 年 11 月 18 日, 東京大学生産技術研究所 企画運営室</p> <p>16. 岡部 徹: 'レアメタルの資源問題と対応', 第 22 回科学技術交流フォーラム「金属資源循環の課題と安定供給に向けて—資源クライシスに備えて—」, 東京都文京区, 2011 年 12 月 7 日, 東京大学産学連携本部</p> <p>17. 岡部 徹: '産業のビタミン～レアメタルの現状と課題', 日立技術情報サービスでの講演, 東京都千代田区, 2011 年 12 月 8 日</p> <p>18. 岡部 徹: 'レアアースの分離・回収技術の現状ならびにネオジウム磁石スクラップのリサイクル', 「レアアース(希土類)およびネオジウム磁石の回収・リサイクルの最新動向」, 東京都千代田区, 2011 年 12 月 15 日, (株)技術情報センター セミナー部</p> <p>19. 岡部 徹: 'チリ・ボリビアのレアメタル鉱山の視察報告, Part 3:チキカマタ銅(・モリブデン)鉱山', レアメタル研究会第 49 回, 東京都目黒区, 2012 年 1 月 13 日【自らが企画した会議】</p> <p>20. 岡部 徹: '鉱物資源の安定供給確保に向けた取組', 外務省在外公館戦略会議, 東京都千代田区, 2012 年 2 月 22 日, 外務省</p> <p>21. 岡部 徹: 'レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発 ～最先端・次世代研究開発支援プログラム (JSPS NEXT Program)～', レアメタル研究会第 50 回, 東京都目黒区, 2011 年 3 月 23 日, 【自らが企画した会議】</p> <p>22. 岡部 徹: 'チリにおける非鉄金属産業の紹介～世界有数の銅(・モリブデン)鉱山および製錬所やリチウム、チリ硝石の生産地について～', チリ大統領の講演会後の関連分野 3 講演会, 東京都文京区, 2011 年 3 月 28 日, 東京大学理学系研究科をはじめとする 8 部局合同</p> <p>23. 岡部 徹: 'レアメタル資源の現状と新製造法・リサイクル技術の最新動向', レアメタル資源の現状と新製造法・リサイクル技術の最新動向, 東京都港区, 2012 年 6 月 20 日, 三井業際倶楽部</p> <p>24. 岡部 徹: 'エネルギー関連レアメタル～原子力、再生可能エネルギーなど～', 東京都千代田区, 2012 年 6 月 25 日, エネルギー問題研究会</p> <p>25. 岡部 徹: 'レアメタル・レアアースの採掘・製錬による汚染の実態と環境修復について～Value of Nature の考え方に基づく環境経済の視点説明も含む～', 東京都港区, 2012 年 8 月 10 日, 三井業際研究所</p> <p>26. 岡部 徹: 'レアメタルの最近の動向と将来展望について', 東京都千代田区, 2012 年 8 月 20 日, 三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社</p> <p>27. 岡部 徹: 'レアメタルの最近の話題～放射性物質などを含む廃棄物の問題について～', 東京都目黒区, 2012 年 9 月 28 日, 第 52 回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>28. 岡部 徹: 'レアメタルを中心に今後の世界状況を考える', 長野県北佐久郡軽井沢町, 2012 年 11 月 23 日, 三井住友銀行主催セミナー</p> <p>29. 岡部 徹: 'レアメタルの現状と問題点について', 岐阜県恵那市, 2012 年 11 月 29 日, 株式会社 TYK 主催セミナー</p> <p>30. 岡部 徹: 'レアメタルをはじめとするサステイナブル材料の今後の展望', 北海道室蘭市, 2013 年 2 月 2 日, 環境調和材料工学研究センター開設記念講演会</p> <p>31. 岡部 徹: '鉱物資源の現状と課題', 東京都千代田区, 2013 年 2 月 13 日, 外務省在外公館戦略会議, (外務省: 鉱物資源とエネルギーに関する担当官の勉強会</p> <p>32. 岡部 徹: 'レアメタルの採掘や製錬に伴って生じる NORM などを含む廃棄物について', 東京都目黒区, 2013 年 3 月 22 日, 第 55 回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>33. 鈴江 彰也, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: '自動車排ガス触媒から白金族金属を回収する新たなプロセスの開発', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013 年 3 月 22 日, 第 55 回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>34. C. Wiraseranee, 吉川 健, 岡部 徹, 森田 一樹: '溶融スラグ中におけるロジウム及び白金の熱力学', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 2013 年 3 月 22</p>
--	--

	<p>日,第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>35. J. Kang, T. H. Okabe: '金属塩化物を用いた選択塩化法によるチタン鉱石の脱鉄による酸化チタンの製造', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013年3月22日, 第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>36. 松谷 康平, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: '超硬工具スクラップからのレアメタルの回収技術の開発', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013年3月22日, 第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>37. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: '熔融塩電解を利用した白金族金属の新規溶解プロセスの基礎的研究' [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013年3月22日, 第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>38. 西村 啓吾, 岡部 徹: '合金磁石からの希土類元素の乾式リサイクルプロセス', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013年3月22日, 第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>39. 吉村 彰大, 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹: 'チタンスクラップの新規リサイクル手法の開発に向けた塩化メカニズムの解明', [ポスター発表、ショートプレゼンテーション], 東京都目黒区, 2013年3月22日, 第55回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>40. 岡部 徹: '走るレアメタル:自動車用レアメタルの現状と課題', 愛知県長久手市, 2013年5月16日, (株)豊田中央研究所</p> <p>41. 岡部 徹, 岡本 正英, 白山 栄, 竹田 修, 梅津 良昭: 'レアアースのグリーン・リサイクル技術の開発', 大阪府大阪市, 2013年6月7日, 第2回JACI/GSCシンポジウム(第13回GSCシンポジウム), (公社)新化学技術推進協会(JACI), 第12回グリーン・サステイナブル ケミストリー賞(GSC賞)</p> <p>42. 岡部 徹, 岡本 正英, 白山 栄, 竹田 修, 梅津 良昭: 'レアアースのグリーン・リサイクル技術の開発', 大阪府大阪市, 2013年6月7日, 第2回JACI/GSCシンポジウム(第13回GSCシンポジウム), (公社)新化学技術推進協会(JACI), 第12回グリーン・サステイナブル ケミストリー賞(GSC賞)[ポスター発表]</p> <p>43. 岡部 徹: 'レアメタルの製錬・リサイクルの現状と将来', 高知県高知市, 2013年7月5日, 「レアメタル戦略グリーンテクノロジー創出への学際的教育研究拠点の形成」プロジェクトキックオフシンポジウム</p> <p>44. 岡部 徹: 'レアメタルの塩化反応に関する熱学的な考察', 東京都目黒区, 2013年9月20日, 第57回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p> <p>45. 岡部 徹: 'レアメタルの最近の動向と将来展望', 東京都文京区, 2013年11月26日, 東京大学 AGS セミナー</p> <p>46. 岡部 徹: '研究と特許 一本学における成功事例の紹介', 東京都目黒区, 2013年12月13日, 東京大学特許講座</p> <p>47. 野瀬 勝弘, 岡部 徹: '白金族金属の新規溶解プロセスの開発', 東京都目黒区, 2014年1月10日, 特別・合同シンポジウム(貴金属シンポ) 貴金属の製錬・リサイクル技術の最前線(東京大学 生産技術研究所 非鉄金属資源循環工学寄付研究部門(JX 金属寄付ユニット)、東京大学 生産技術研究所 サステイナブル材料国際研究センター、レアメタル研究会 による特別・合同シンポジウム(貴金属シンポ))【自らが企画した会議】</p> <p>48. 岡部 徹: 'レアメタルの資源供給制約とリサイクル', 愛知県名古屋市, 2014年3月15日, レアメタル資源再生技術研究会</p> <p>49. 岡部 徹: 'レアメタル供給のボトルネックについて～中国南部、イオン吸着鉱の生産地域・レアアース製錬所等の訪問報告～', 東京都目黒区, 2014年3月20日, 第65回レアメタル研究会【自らが企画した会議】</p>
<p>図書 計 14 件</p>	<p>1. 岡部 徹, 野瀬 勝弘: '自動車技術ハンドブック第10分冊(EV・ハイブリッド)編', [企画編集] 自動車技術ハンドブック編集委員会, 第1章 自動車を取り巻く諸情勢, 1.6 自動車用のレアメタルとリサイクル(社)自動車技術会, (2011.3) pp.35-56(438 ページ) ISBN:978-4-904056-42-4</p> <p>2. C. Wiraseranee, T. H.Okabe, and K. Morita: 'Na₂O-SiO₂ 系及び CaO-SiO₂ 系スラグ中へのロジウム溶解挙動', 日本鉄鋼協会第161回春季講演大会, (震災のため中止), 2011</p>

	<p>年3月, 材料とプロセス, Vol.24, p.118.</p> <p>3. 岡部 徹(分担執筆): 'ネオジム磁石のすべて—レアアースで地球(アース)を守ろう', アグネ技術センター, 2011年, 204頁, ISBN 978-4-901496-58-2 C3054</p> <p>4. 野瀬 勝弘, 岡部 徹(分担執筆): 'レアメタル・希少金属リサイクル技術の最先端', フロンティア出版, 2011年, 313頁, ISBN 978-4902410228</p> <p>5. 岡部 徹(分担執筆): '視覚でとらえるフォトサイエンス化学図録', 数研出版編集部編, 数研出版株式会社, 東京, 2011年11月1日, 全272頁, 特集4レアメタル, pp.150-151.</p> <p>6. 岡部 徹: 生産研究 'レアアースをはじめとするレアメタルの現状と将来について', 東京大学生産技術研究所, 2011年, 114頁, Vol.63, No.5, 通巻682号</p> <p>7. 岡部 徹(分担執筆): '高校生のための東大授業ライブ——ガクモンの宇宙', 東京大学教養学部編: 東京大学出版会, 2012年, III 知のチカラ, 第9講 未来材料: チタン・レアメタル, 286頁</p> <p>8. 岡部 徹(分担執筆): 'リサイクル・廃棄物事典', 「リサイクル・廃棄物事典」編集委員会編集, (株)産業調査会 事典出版センター, 2012年, 695頁, 5編 近未来技術の開発と可能性, 金属系の個別リサイクル 12 ネオジム磁石スクラップからの希土類元素のリサイクル(コラム),</p> <p>9. 岡部 徹(分担執筆): 'レアメタルの最新動向', 株式会社シーエムシー出版, 2012年 316頁 [監修]岡部 徹、野瀬 勝弘, '第4章 レアメタルの資源と中長期的展望', 岡部 徹、野瀬勝弘(分担執筆) '第6章 チタン 1 チタンの製錬技術の将来展望について', 岡部 徹、姜 正信(分担執筆) '第8章 インジウム 1 大根の葉っぱ理論', 岡部 徹(分担執筆), '第13章 タングステン 3 タングステンの精錬技術とリサイクル', 野瀬勝弘、岡部 徹(分担執筆)</p> <p>10. 岡部 徹 (分担執筆): '第6版 電気化学便覧', [編]電気化学会: 丸善株式会社, 2013年, 756頁, 第12章(工業電解), 第4節(金属の電解精錬・電解採取), 第5項 レアメタルの製造</p> <p>11. 野瀬 勝弘, 岡部 徹(分担執筆): 'CSJ カレントレビュー11 未来を拓く元素戦略・持続可能な社会を実現する化学', [編著者]公益社団法人日本化学会: 株式会社化学同人, 2013年 202頁, PartII 研究最前線, 21章 産業分野にかかわる貴金属・レアメタルなどのリサイクル技術, (野瀬 勝弘, 岡部 徹), pp.158-164, ISBN 9784759813722</p> <p>12. T. H. Okabe(分担執筆): Editor in chief Seshadri Seetharaman, 'Treatise on Process Metallurgy, Volume 3: Industrial Processes', Elsevier, UK (2013), 全3冊, 全3185頁, ISBN 978-0-08-096988-6, Chapter 2.9 - Rare Earth, Titanium Group Metals, and Reactive Metals Production, (O. Takeda, T. Uda, T. H. Okabe), pp.995-1069., Chapter 2.10 - Platinum Group Metals Production, (K. Nose, T. H. Okabe), pp.1071-1097.</p> <p>13. 岡部 徹(分担執筆): 数研出版株式会社編, '改訂版 視覚でとらえるフォトサイエンス化学図録', 数研出版株式会社, 東京, 2014年, 全272頁, ISBN 978-4-410-27385-8, 特集4 普及するレアメタルとその課題, (岡部 徹), pp.152-153.</p> <p>14. 岡部 徹(分担執筆): 日本化学会 編, '化学便覧 応用化学編 第7版', 丸善出版株式会社, 東京, (2014), 全1176頁, ISBN 978-4-621-08759-6, III編 無機化学品/材料, 13章 金属材料 13.2 金属の製錬と高純度化, 13.2.1 金属の製錬法, (月橋 文孝、岡部 徹、安田 幸司), pp.731-739.III編 無機化学品/材料, 13章 金属材料, 13.4 金属材料の性質, 13.4.2 電気化学的性質, (山村 力, 岡部 徹, 竹田 修), pp.756-760., III編 無機化学品/材料 13章 金属材料, 13.6 レアメタルの資源と用途, (岡部 徹, 野瀬 勝弘), pp.776-781.</p>
<p>産業財産権 出願・取得 状況</p> <p>計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>岡部研究室ホームページ内、JSPS 最先端・次世代研究開発プログラム「レアメタルの環境調和型リサイクル技術の開発」岡部研究室/東京大学生産技術研究所 http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/next_program/index_j.html</p>

<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 駒場リサーチキャンパス公開 講演会・シンポジウム、標題：レアアースをはじめとするレアメタルの現状と将来について、2011年6月4日(土) 14:00～14:50、東京大学 生産技術研究所、一般向け、200名、日本に蓄積されたレアメタルをリサイクルすれば、資源問題は解決するといった都市鉱山神話ならぬ誤解が蔓延しているが、レアメタルのリサイクルの問題点について解説する。また、最近話題のレアアースのリサイクルに関する環境問題や経済合理性等のジレンマ、リサイクルを実施する場合の供給量や共存元素の変動などに関する問題点について解説を行った。 2. 駒場リサーチキャンパス公開、2012年6月1日(金)、2日(土)、東京大学生産技術研究所、一般向け、約200名、研究室を公開し、ポスターの展示及び説明を行った。 3. 高校生の体験実習、2012年8月6日(月)～8月9日(木)、東京大学生産技術研究所 岡部徹研究室、高校生向け、2名、「スクラップからの貴金属の抽出」をテーマに説明、実験を行った。 4. 国民との科学・技術対話ポスター展示「未来からの招待状」、2012年9月28日(金)～10月4日(木)、東京大学医学部付属病院、一般向け、病院の外来来院者は一日あたり約3000名、ポスター展示を行った。 5. 東京大学ホームカミングディ、2012年10月20日(土)、東京大学 安田講堂2階通路、一般向け、約150名、「未来からの招待状」としてポスター展示及びパンフレット等の配布を行った。 6. 駒場リサーチキャンパス公開、2013年5月31日(金)、6月1日(土)、東京大学生産技術研究所、一般向け、約200名、研究室を公開し、ポスターの展示及び説明を行った。 7. 高校生の研究室見学、2013年10月29日(月)45名、12月4日(火)38名、東京大学生産技術研究所 岡部徹研究室、説明及び実験を行った。 8. 中学生の研究室見学 2013年11月6日(火)24名、東京大学生産技術研究所 岡部徹研究室、説明及び実験を行った 9. FIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」へのシナリオ、2014年3月1日(土)、ベルサール新宿グランド、一般向け、研究ポスター展示、意見交流会を行った。
<p>新聞・一般雑誌等掲載計24件</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. '未来材料：チタン・レアメタルの研究の夢とロマン', JRCM News(財団法人 金属系材料研究開発センター), 平成23年(2011)2月, No. 292 (2011) p.1. 2. 朝日新聞 平成23年(2011)5月20日(金)1面「レアアース価格統制「中国、禁輸解除後3倍に」」 3. 日本経済新聞 平成23年(2011)6月16日(木)28面 高騰レアアース 調達不安の実相 上「中国の資源管理で一段高」,「需要家、輸入先拡大急ぐ」毎日新聞 平成23年(2011)11月17日(木)10面 レアアース採掘 中国が制限強化「環境保護」名目 シェア背景に高値維持 尖閣衝突でリスク顕在化「中国依存脱却は困難」 4. チタン, vol.60, no.1 平成24年(2012) pp.18-20. '私のチタンの広報活動' 5. 鉄鋼新聞 平成24年(2012)1月17日(火)7面 レアメタル研究会が講演会「リサイクルの現状」など紹介 6. 金属時評 平成24年(2012)1月25日(水)3～6面 新春インタビュー 東京大学生産技術研究所 岡部徹教授 2012年のレアアース関連キーワードは、「環境問題」 7. 毎日新聞 平成24年(2012)2月7日(火)11面 がれきの中の宝 8. 鉄鋼新聞 平成24年(2012)1月23日(月)7面 レアメタル研究会 3月に「10周年記念講演会 9. 読売新聞 平成24年(2012年)6月21日(木)夕刊7面「廃液出さない方法開発・家電や車からレアメタル回収」 10. 鉄鋼新聞 平成24年9月7日(金)6面「レアメタル研究会(第52回)開催案内」 11. 東京大学新聞 平成24年年9月18日号4面「天然鉱物でできた車、ワイルドだろお！」 12. 岡部 徹, 酒井 孝: 'レアメタルの現状', Materials and Processing Division Newsletter (日本機械学会 機械材料・材料加工部門ニュースレター), October 2012, No.44 (2012), pp. 1, ISSN 1340-6639 13. 鉄鋼新聞 平成25年3月26日(火)5面「レアメタル研究会『放射性廃棄物』で講演会」 14. 鉄鋼新聞, 2013年6月20日, 6面, 「レアメタル研究会7月12日開催」 15. 鉄鋼新聞, 2013年7月17日, 7面, 「レアメタル研究会9月20日に講演会」

	<p>16. 鉄鋼新聞, 2013年9月24日, 6面, 「レアメタル研究会が講演会 早大・所千晴准教授ら3氏が講演」</p> <p>17. 鉄鋼新聞, 2013年11月7日, 6面, 「レアメタル研究会 11月29日に講演会」</p> <p>18. 鉄鋼新聞, 2013年12月2日, 6面, 「レアメタル研究会が講演会 レアアース需給など解説」</p> <p>19. 日経産業新聞, 2013年12月24日, 朝刊9面, 「サーチライト 海底資源に落とし穴 精錬に高いハードル」</p> <p>20. EAST TIMES, 日本保証広報誌 2014年冬号改訂, pp.10-11, 「Value of Nature(自然の価値)」という概念を重視して、環境負荷を抑えレアメタルを再生する」</p> <p>21. 日本経済新聞, 2014年1月25日, 朝刊2面, 「真相深層 日中関係緊張でも減量・代替で対処 レアアース 意外な静けさ なお残る中国依存」</p> <p>22. 鉄鋼新聞, 2014年2月21日, 6面, 「レアメタル研究会 3月20日講演」</p> <p>23. 岡部 徹: '白金を塩酸で溶解する新技術開発の裏話' まてりあ(日本金属学会会報), vol.53, no.3, (2014) p.115-116.</p> <p>24. 鉄鋼新聞, 2014年3月24日, 7面, 「レアメタル研究会 家守伸正住友金属鉱山会長ら講演」</p>
<p>その他</p>	<p>1. KBS(Korean Broadcasting System, 韓国の国営放送) KBS スペシャル 平成 23年(2011) 10月2日(日) 20:00~21:00 放送 Chimerica の資源戦争 - 2部、中国の反撃、希土類</p> <p>2. J-Wave, "TOKYO MORNING RADIO",平成 24年(2012) 2月1日(水) 7:40~放送 2月1日(水)朝 7:40 から 4分程度、電話での生出演</p> <p>3. 2012年 日経地球環境技術賞 優秀賞, 日本経済新聞社, 「レアアースの環境調和型リサイクルプロセスの開発」 受賞者氏名:岡部 徹、白山 栄、竹田 修、梅津 良昭 受賞年月日:2012年 11月 7日</p>

8. その他特記事項

環境調和型リサイクルプロセスの研究に対して本補助事業期間中に受賞した賞を以下に記載する。

- 2012年 日経地球環境技術賞 優秀賞(2012年),
日本経済新聞社, (2012年 11月 7日), 日本経済新聞社, (2012)
「レアアースの環境調和型リサイクルプロセスの開発」
受賞者氏名: 岡部 徹、白山 栄、竹田 修、梅津 良昭 (受賞年月日:2012年 11月 7日).
(H24 実施状況報告書への記載漏れのため追加)
- 第12回グリーン・サステイナブルケミストリー賞(GSC賞) 環境大臣賞(2013),
(公益社団法人 新化学技術推進協会 グリーン・サステイナブル ケミストリー ネットワーク
会議), (2013)
「レアアースのグリーン・リサイクル技術の開発」
受賞者氏名: 岡部 徹、岡本 正英、白山 栄、竹田 修、梅津 良昭 (受賞年月日:2013年 6
月 6日)
- 資源・素材学会 若手ポスター賞, (社)資源・素材学会, (2013)
「反応媒体を利用したチタンの高速塩化リサイクル法の開発」,
受章者氏名: 濱中 優貴
共著者氏名: 谷ノ内 勇樹, 岡部 徹:
平成 25年度資源・素材関係学協会合同秋季大会, (資源・素材 2013(札幌)),

(2013.9.3-5) [北海道大学高等教育推進機構, 札幌, 北海道] (2013.9.3).

[若手ポスター発表 PY-24, p.588].

4. 第36回日本金属学会技術開発賞, (日本金属学会), (2013)

「白金を塩酸で溶解する環境調和型の新リサイクル技術の開発」

受賞者氏名: 堀家 千代子, 森田 一樹, 岡部 徹 (受賞年月日: 2013年9月17日)

(日本金属学会会報, vol.52, no.2 (2013) pp.71-73.に技術内容が掲載)

5. The ASM Henry Marion Howe Medal for 2013,

ASM International (The Materials Information Society), (2013年10月29日).

“Effective Dissolution of Platinum by Using Chloride Salts In Recovery Process.”

受賞者氏名: 堀家 千代子、森田 一樹、岡部 徹

(Chiyoko Horike, Kazuki Morita, Toru H. Okabe) (受賞年月日:2013年10月29日)★米国資源材

料学会 最優秀論文賞★