

平成26年度(2014年度) 基盤研究(S) 説明資料

## 環境調和型の貴金属・レアメタルのリサイクル技術の開発

東京大学 生産技術研究所 教授・サステイナブル材料国際研究センター センター長  
岡部 徹




平成26年5月1日 1

### 研究テーマの概要と意義

高度循環社会の確立を目指した材料工学  
→長期的な視点に立った基盤研究



環境調和型の貴金属・レアメタルのリサイクル技術の開発  
→新規なリサイクル技術に必要な要素技術の開発に関する基礎的研究

### 研究成果の社会貢献

資源を持たない我が国は、高い付加価値の工業製品を全世界に輸出することによって世界に貢献する必要がある。そのためには、高品質のレアメタルを多量に必要とするハイテク機器を安定的に生産できる社会基盤を構築する必要がある。

スクラップ(都市鉱山)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。

世界に先駆けて貴金属・レアメタルのリサイクルプロセスに関する学術分野を切り拓き、今後も日本が、当該学術分野を世界の中でリードし続けることの社会的意義は大きい。

### 研究の概要(スコープ):

高度循環型社会に不可欠なレアメタルの環境調和型のリサイクル技術の開発  
レアメタル材料科学の推進と、プロセス化学のリサイクル技術への応用  
革新的なリサイクル技術による循環資源立国への挑戦  
高度循環型社会の構築に向けたレアメタル戦略の技術的な課題解決  
国内の都市鉱山にストックされたレアメタルのリサイクルと有効利用  
レアメタルに関する世界最高水準の若手研究者の育成

研究期間: 5年間 2

### レアメタルは、豊かな生活に不可欠なメタルである

レアアース(希土類金属(REM): Nd, Dy, Sm, ...):  
ハイブリッドカー・電気自動車のモーター  
ハードディスク、携帯電話のバイプレーター

白金族金属(PGM: Pt, Rh, Pd,...):  
自動車排ガスの触媒、燃料電池の触媒、各種電極

インジウム(In): 液晶、プラズマの透明電極  
ガリウム(Ga): 青色発光ダイオード  
タンタル(Ta): 小型・高性能コンデンサ

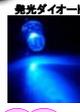
現在の日本の国力を維持している富みの源泉の一つ

日本は、これらのレアメタルの全量を輸入し、ハイテク製品を製造し、輸出している

将来、さらに多量のレアメタルが必要となる

次世代のエコカーや太陽電池を普及させるには、多量のレアメタルが必要になる。






3

### レアメタル技術の現状

① レアメタルはハイテク・省エネ産業に不可欠  
(例) ・携帯電話は、その機能の発現のために30種以上のレアメタルを使用。  
・希土類(レアアース)の輸入が止まると、自動車、省エネエアコン、パソコンの生産がストップ。

② 日本はレアメタルの製造・リサイクル技術で世界を圧倒的にリードしている。  
(例) ・高い労働力・電力原単価、厳しい環境規制にも関わらず多くのレアメタルが日本で生産されている。

将来の日本の富(=国力)の源泉。ハイテク産業には不可欠な基盤技術。

### 研究の目的:

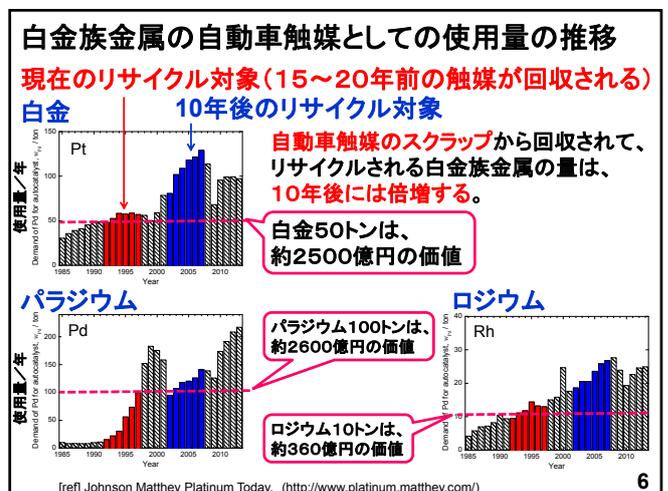
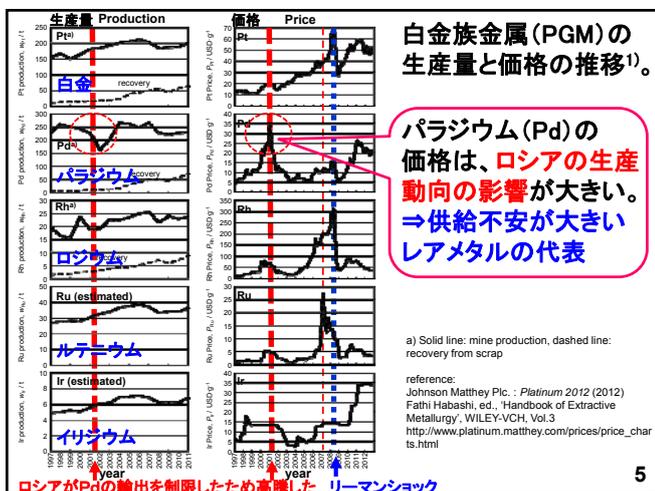
レアメタルの製造・リサイクル技術の世界トップの研究開発を行い、高付加価値のモノづくりによって繁栄している日本社会の継続に貢献する。最終的には、環境調和型のリサイクル材料科学を進展させ、レアメタル循環資源立国の実現に向けて挑戦する。

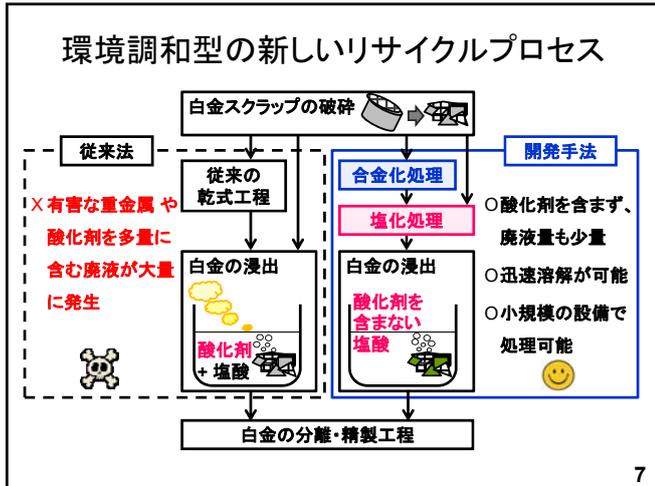
### 波及効果:

① 高度な「材料のプロセス技術」や「環境技術」「リサイクル技術」の確立は、世界的な資源ショックに対してバッファー機能を生む。  
② 当該分野の世界レベルで活躍できる若手の育成が進み、我が国のレアメタル製造技術の恒久的なリードの基盤となる。

資源・環境の保全だけでなく、資源セキュリティも重要

4





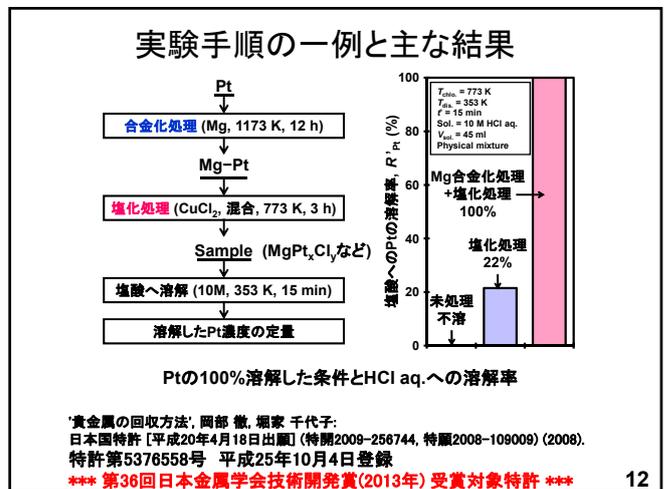
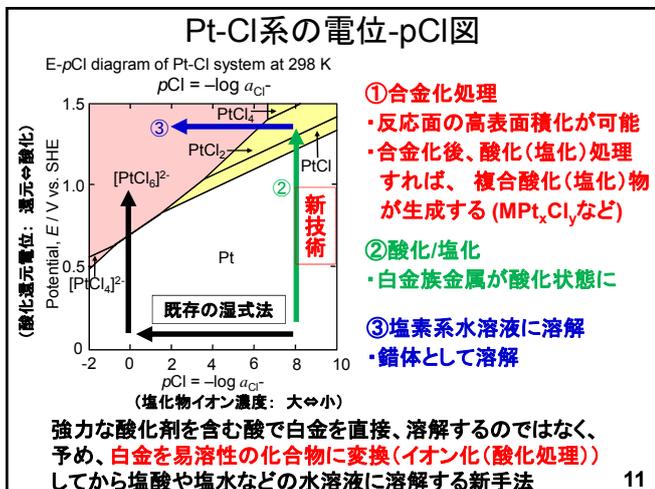
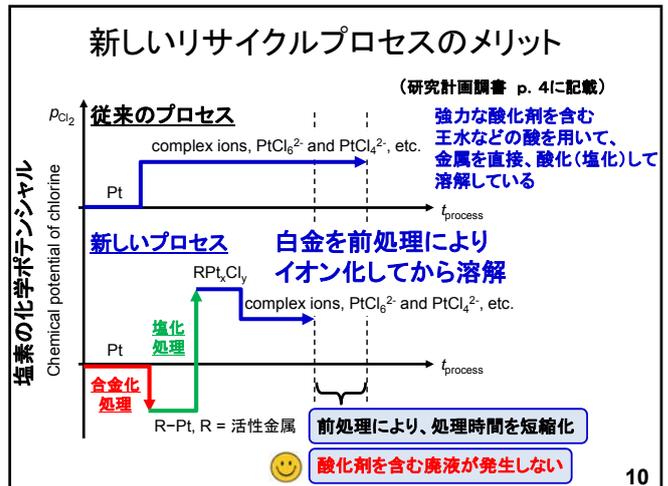
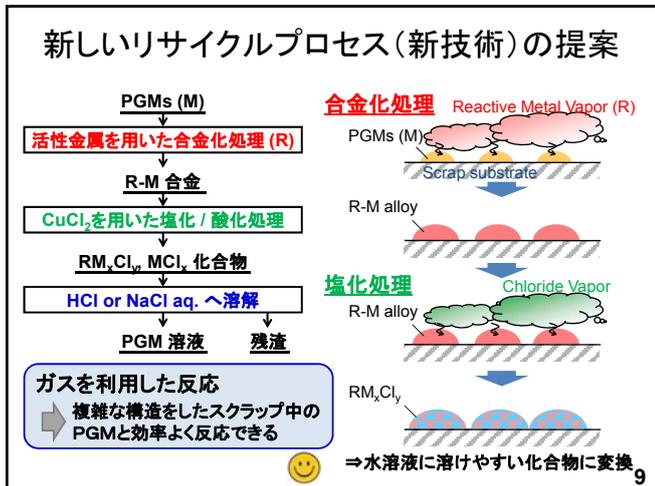
### 白金族金属のリサイクルの現行プロセス

(研究計画調書 p. 1に記載)

技術	技術概要	特徴
既存技術	乾式法	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 回収率が高い。</li> <li>○ 処理速度が速い。</li> <li>× 大規模な設備が必要。</li> <li>× 処理エネルギーが大きい。</li> <li>× 処理コストが高い。</li> </ul>
	湿式法	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 小規模の設備でよい。</li> <li>○ エネルギーコストが低い。</li> <li>× 処理速度が遅い</li> <li>× 酸化力強い有害な酸や毒物の使用。</li> <li>× 大量の廃液処理必要。</li> </ul>
新技術	活性金属蒸気と塩化物蒸気処理によって複合塩化物を生成後、塩酸や塩水など酸化力のない溶液で直接溶解・抽出または、溶融塩中に溶解し電解析出。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 小規模の設備でよい。</li> <li>○ エネルギーコストが低い。</li> <li>○ 処理速度が速い。</li> <li>○ 酸化力のない溶液(塩酸、塩水など)の使用。</li> <li>○ 通常の廃液処理ですむ。</li> </ul>

環境調和型プロセス(本研究)

8



\*'貴金属の回収方法', 岡部 徹, 堀家 千代子; 日本国特許 [平成20年4月18日出願] (特開2009-256744, 特願2008-109009) (2008), 特許第5376558号 平成25年10月4日登録 \*\*\* 第36回日本金属学会技術開発賞(2013年)受賞対象特許 \*\*\*

### これまでの主な研究成果(まとめ)

- ✓ 活性金属の蒸気を用いたPtの合金化処理に加え、CuCl<sub>2</sub>を用いた塩化処理により、**強力な酸化剤を含まないHCl aq.へのPtの溶解が可能**
- ✓ 処理条件の最適化により、**100%のPtを、15分間でHCl aq.へ溶解可能**

Effective Dissolution of Platinum by Using Chloride Salts in Recovery Process', C. Horike, K. Morita, and T. H. Okabe: Metall. Mater. Trans. B, vol.43, no.6 (2012), pp.1300-1307  
 \*\*\* 米国TMS(資源・材料学会)の最優秀論文賞である  
 The ASM Henry Marion Howe Medal for 2013, ASM Internationalを受賞 \*\*\* 13

現在、研究を進めている課題:

気相を介してコレクターメタルを供給し、PGMを合金化(・抽出)後、気相を介して酸化(塩化)剤を供給し、**易溶性の白金化合物に変換する新しいリサイクルプロセス**

→基本的に**ガス反応**を利用するので**複雑な形状をしたスクラップからの貴金属の回収**などに適している。

14

### 本研究による新たな展開

(研究計画調書 p. 2に記載)

当面は、白金化合物の塩化(酸化)反応、水溶液や溶融塩に対する**溶解挙動の解析など、基礎的な研究に重点を置く**

⇒**反応プロセスの体系化を試みる**

⇒**長期的には、産業利用を目指す**

⇒新しい**湿式リサイクル技術**  
 ⇒新しい**乾式リサイクル技術**  
 ⇒**廃液が全く発生しない新技術**

15

### 研究計画

(⇒詳細は、研究計画調書 p. 3~5に記載しました。)

以下の①、②の白金族金属のリサイクルに関する基礎研究を初年度から開始し、二年目以降は、環境調和型のリサイクル技術を他のレアメタルにも応用する。

(初年度(平成26年度))

- ① 白金族金属の合金化・塩化処理プロセスの確立  
⇒すでに、要素技術は確立している。プロセスの最適化が必要
- ② 白金族金属の複合塩化物及び複合塩化物の化学状態の解明  
⇒**溶解メカニズムの解明は、今年度の重要課題**

(平成27年度以降)

- ③ PGMs複合塩化(酸化)物の溶融塩中への溶解挙動および電気化学的特性の解明
- ④ 活性金属 - 白金族金属合金、及び複合塩化(酸化)物の熱力学的物性の検討
- ⑤ 白金族金属の溶融塩電解法を用いたリサイクルプロセス
- ⑥ 白金族金属含有スクラップへの展開

⑦ 他のレアメタルへの環境調和型新技術の応用展開

⇒白金族金属に関して開発した新手法を、**ネオジム(Nd)やジスプロシウム(Dy)などのレアアース(希土類, REMs)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、レニウム(Re)へと応用展開し、有害な酸化剤や重金属を含む廃液を発生しない、新規な環境調和型のリサイクル技術を創出する。**

長期的に重要となるプロセス技術 ⇒ **基礎研究も重要**

現在の日本の産業にとって極めて重要かつ緊急性が高い研究課題

16

H 26 年度: 白金族金属の合金化・塩化処理プロセスの確立 (研究計画調書 p. 3に記載); 複合塩化(酸化)物の熱力学的解析

H 27 年度: 複合塩化物の化学状態の解明、反応過程の解明; 複合塩化物の電気化学測定による溶融塩中の反応過程や酸化挙動の解明

H 28 年度: 気相処理を用いたリサイクルプロセスの開発; 溶融塩電解法によるリサイクルプロセスの開発

H 30 年度: 物理化学状態と溶解挙動を解析し反応プロセスを体系化; W, Mo, Re, REMsなど他のレアメタルに応用展開

17

将来的には、大型のプラントを必要とせず、**塩水や塩酸などで簡単に貴金属(Au, Pt, Rh...)が溶かせるような、環境調和型の画期的なリサイクルプロセスを開発したい**

また、本研究を通じて開拓されるプロセス化学の新しい学術領域を確立し、**他のレアメタルの製錬・リサイクル技術に応用し世の中の役に立てたい**

18

### 他のレアメタルのリサイクル技術への応用例: レアアースの新規リサイクルプロセスの開発@岡部研

磁石合金から希土類を効率良く抽出・分離し再び、磁石合金の原料として再利用する

溶融塩や液体金属を利用して磁石合金スクラップからレアアース(希土類元素)を抽出・分離する新技術の開発

希土類化合物

溶融塩と磁石スクラップを反応させ、希土類を化合物として選択的に抽出する

現状では回収されず廃棄されている。

→レアアースの生産国は、現在、中国一カ国に独占されており、輸出も政府が制限している。レアアースのリサイクル技術の開発は、資源セキュリティ上も極めて重要な技術課題の一つ

★一連の研究で、グリーン・サステナブルケミストリー賞(GSC賞) 環境大臣賞(2015年)、日経地球環境技術賞 優秀賞(2012年)などを受賞した。

レアアースの世界シェア  
中国 96.8%

その他 3.2%  
インド 0.0%

注) 希土類元素の産出先: 中国(96.8%)、インド(0.0%)、その他(3.2%)

### 本研究のさらなる発展と展望: リサイクル材料科学の新展開

廃棄物の組み合わせ: 「スクラップコンビネーション」による  
新リサイクル技術の開発

新しい発想

アイデアの一例:  
白金族金属スクラップ + マグネシウムや亜鉛のスクラップ

有価物1 + 有価物2 (あるいは無害物)    純粋な白金(Pt)など + 少量の廃棄物 (あるいは廃液)

工業的にも重要な課題であるが、学術的な、価値も大きい → リサイクル材料科学の新展開

将来的には、大型のプラントを必要とせず、塩水や塩酸などで簡単に貴金属やレアメタルを溶かして分離回収する、環境調和型の画期的なリサイクルプロセスの開発を目指す

海外からも高い評価を受け、昨年は、日本金属学会技術開発賞、米国、材料学会(ASM)の最優秀論文賞などを受賞した。⇒ 着実に研究成果が出ている

### 環境調和型の貴金属・レアメタルのリサイクル技術の開発

国内に蓄積されているレアメタルを新しいリサイクル技術により有効利用し、資源セキュリティの向上を目指した基礎的な研究、および、出口を見据えた応用(工学)研究を展開する。

具体的には、白金、パラジウム、ロジウム、レアアース、タンタル、タングステン、チタン、シリコンなどのレアメタルの環境調和型リサイクル技術(グリーンテクノロジ)の開発を行う。

岡部研は、JSPSの先端拠点事業 Core-to-Core Project (H17~18年)、JSPSの頭脳循環を加速する若手研究者戦略的海外派遣プログラム(H25~27年)に採択され、すでに、世界の先端研究拠点として機能している

今後、世界に先駆けて貴金属・レアメタルのリサイクルプロセスに関する学術分野を切り拓き、世界をリードすることによって社会に貢献する。また、本研究分野のトップランナーとして国際連携を推進し、レアメタルのプロセス技術に関する世界の最先端研究拠点として岡部研が発展しつづけることを目指す。

新しい物質変換プロセスの開発  
リサイクル材料科学のフロンティアへの展開

## 以下 参考資料・補足資料

### 研究者: 岡部 徹 (48歳、東大・教授) の自己紹介

→25年間、レアメタルの研究を続けてきた。  
世界でも希少性の高い研究者である。  
→15年後も、現役の研究者である。  
→国際的に活躍している研究者である。

京大 1984~1993

東大・生研 2001~

東北大 1995~2000

マサチューセッツ工科大学 MIT, Boston 1993~1995

1977~1981  
その他: 岡部 徹は、小学校5年~中3までは、ロンドン(英国)に滞在した。⇒ 国際連携に支障が少ない

### 研究代表者の紹介:

レアメタルの製錬・リサイクルの研究歴25年以上。  
⇒ 誰も注目していなかった頃から、国内外を転々としながら研究を続けていた。レアメタルに関する研究においては、日本のみならず世界のトップランナーである。

岡部 徹 (48歳)

職歴:  
平成21年 1月 (2009) 東京大学 生産技術研究所・教授 現在に至る  
平成13年 1月 (2001) 東京大学 生産技術研究所・助教授  
平成 7年10月 (1995) 東北大学 素材工学研究所 (現: 多元物質科学研究所)・助手  
平成 7年 5月 (1995) マサチューセッツ工科大学 博士研究員 (M.I.T. Postdoctoral Associate)  
平成 5年 5月 (1993) 日本学術振興会海外特別研究員 / マサチューセッツ工科大学 博士研究員 (M.I.T. Postdoctoral Fellow)

学歴:  
平成 5年 3月 (1993) 京都大学 大学院工学研究科 博士課程 修了 「チタンおよびその合金の精錬に関する基礎的研究」によって学位を取得  
平成 2年 3月 (1990) 京都大学 大学院工学研究科 修士課程 修了  
昭和63年 3月 (1988) 京都大学 工学部 冶金学科 卒業  
昭和59年 3月 (1984) 筑波大学附属高等学校 卒業  
昭和56年 3月 (1981) ロンドン日本人学校 中学部 卒業

**1984~1993 京大(学生)** **25年以上、ひたすらチタン・レアメタルの研究を地道に行ってきた(レアメタル オタク)。**

**B:** Ti  
**M:** Ti  
**D:** Nb, Ta, (Ti, Y, ...)

**1993~1995 マサチューセッツ工科大学(ポスドク)**  
Ta, (Al, ...)

**1995~2000 東北大(助手)**  
早稲田研: Ti, Nb, Ta, REMs (La, Pr, Dy, Tb...)  
梅津研: Mo, Re, Ag, Cu, Ti, REMs (Nd),

**2001~ 東大(助教授・准教授・教授・センター長)**  
初期: Nb, Ta, PGMs (Pt, Rh)  
現在: Ti, Sc, V, PGMs (Pt, Rh, Ru, Ir, ...) REMs (Nd, Dy, ...), Nb, Ta, Ga, W...

研究代表者の関部の現在の職務:  
生産技術研究所 サステイナブル材料国際研究センター・教授・センター長(本務)  
生産技術研究所 非鉄金属資源循環工学寄付研究部門・特任教授(兼務)  
総合文化研究科 附属国際環境学教育機構・教授(兼務)  
工学系研究科 マテリアル工学専攻・教授、常務委員(兼担)  
総長補佐 (H26年のみ)

25

**省エネ・ハイテクには多量のレアメタルが必要となる**

**レアメタルは日経一面トップ記事になるのが当たり前となった**

**レアメタルの確保は緊急かつ重要な課題である**

**産出国の出し過ぎ・輸出規制**

**レアメタルの資源は偏している**

**我が国のレアメタル素材の市場は、2.4兆円規模(2006年)である。レアメタル素材を使用するハイテク・省エネ産業は、電子材料(9兆円)、電子デバイス(47兆円)、セット機器(141兆円)と、市場規模は急激に拡大する。**

**→エコカーや太陽電池、高性能航空機が普及するとレアメタルの産業規模は10倍以上になる。**

**⇒レアメタルの調達困難や重要性が一般社会にも認知されるようになった**

国別鉱石生産量 →レアメタルの資源は偏している

プラチナ(白金) レアアース(希土類金属) タンタル

南アフリカ 77.4%  
ロシア 44.0%  
その他 3.7%  
アフガ 1.0%  
カナダ 3.0%

中国 96.8%  
インド 2.2%  
その他 1.0%

オーストラリア 60.7%  
ロシア 17.9%  
その他 2.1%  
モザンビーク 2.9%  
ルワンダ 2.9%  
エチオピア 5.0%  
カナダ 5.0%

我が国のレアメタル素材の市場は、2.4兆円規模(2006年)である。レアメタル素材を使用するハイテク・省エネ産業は、電子材料(9兆円)、電子デバイス(47兆円)、セット機器(141兆円)と、市場規模は急激に拡大する。

→エコカーや太陽電池、高性能航空機が普及するとレアメタルの産業規模は10倍以上になる。

⇒レアメタルの調達困難や重要性が一般社会にも認知されるようになった

26

**貴金属, 白金族金属(PGMs)**

44 Ruthenium (Ru)  
45 Rhodium (Rh)  
46 Palladium (Pd)  
47 Silver (Ag)

76 Osmium (Os)  
77 Iridium (Ir)  
78 Platinum (Pt)  
79 Gold (Au)

Platinum group metals (PGMs)

白金族金属(PGMs)の主な用途は、自動車用の排ガス浄化触媒  
将来、燃料電池が普及すると、白金族金属の需要はさらに増大する

27

**白金(Pt)の需要と供給の割合**

**白金族金属の特性**  
耐食性, 耐熱性, 触媒特性

**白金族金属の供給**  
南アフリカとロシアに偏在(鉱石中のPt: 5ppm程度)

需要 223 t  
自動車触媒 40%  
宝飾品 31%  
工業用途 21%  
投資 8%

供給 224 t  
南アフリカ 59%  
ロシア 10%  
リサイクル 23%  
その他 8%

J. Butler, "Platinum 2011", Johnson Matthey Plc., London, U.K. (2011).

28

**白金族金属の供給**

**白金** Recovery: 34 t (16%)  
South Africa: 140 t (64%)  
Russia: 25 t (11%)  
North America: 10 t (5%)  
Others: 9.2 t (4%)

**パラジウム** Recovery: 35 t (13%)  
Russia: 144 t (43%)  
South Africa: 76 t (29%)  
North America: 28 t (11%)  
Others: 9.6 t (4%)

**ロジウム** Recovery: 7.0 t (24%)  
South Africa: 48 t (63%)  
Russia: 2.6 t (9%)  
North America: 0.6 t (2%)  
Others: 0.6 t (2%)

特定の地域に偏在(南アフリカ, ロシア)  
鉱床の品位が低く、採掘には莫大なエネルギーとコストがかかる

パラジウムの生産に関しては、  
ロシアが43%のシェアを有している。  
⇒ロシアがパラジウムを禁輸すると、  
世界の触媒産業・自動車産業は大打撃を受ける

29

**白金の鉱石の採掘は地中に垂直シャフトや斜坑を掘り、採鉱している。**

Platinum Mine

↑ PGM鉱脈の断面写真  
↓ PGM鉱脈の模式断面図

UG2 Reef  
採掘深度が1000mを超えることもある

Merensky Reef

30

### Lonmin's Eastern Platinum Mine, Newman incline shaft, South Africa

**Pt**

白金鉱石の採掘は大変！品位も数ppm (数g/ton 鉱石 ⇒ 100万倍のゴミがでる)

この部分がプラチナの鉱脈 (UG2)

地下800m

2007.1 Photo taken by T. H. Okabe

31

### 白金族金属の代表的な鉱石の組成

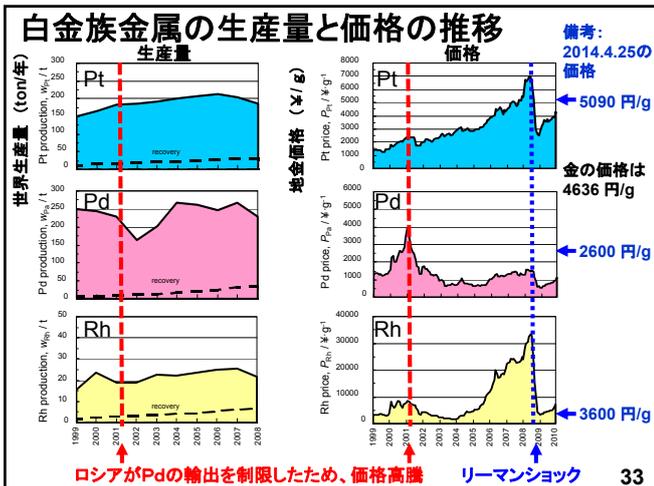
白金族金属 (PGM) の鉱石組成 (推定値)

Melensky reef (3.60 gPGM / ton ore) UG2 reef (5.13 gPGM / ton ore)

Ru, Rh, Ir, Osなどの白金族金属は Pt や Pdの副産物  
 ⇒ これらのマイナーPGMの生産量は、主産物であるPtとPdの生産量の制約を受ける

F. Habashi, "Handbook of Extractive Metallurgy, Vol.2", pp.1269-1326, Wiley-VCH, Weinheim, (1997).

32



### 白金(Pt)やパラジウム(Pd)に関する最近の話題

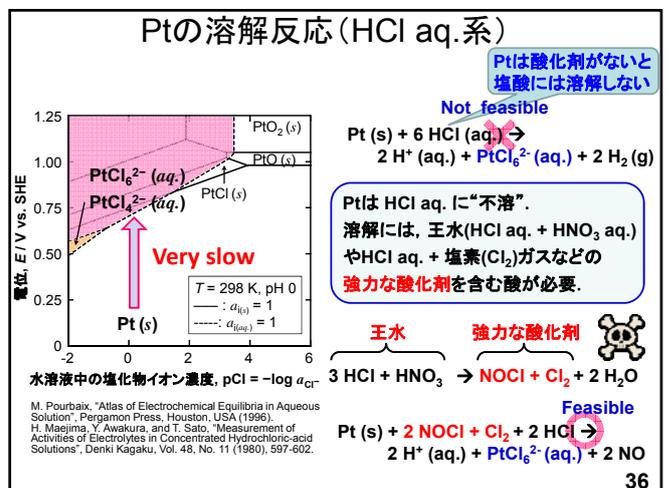
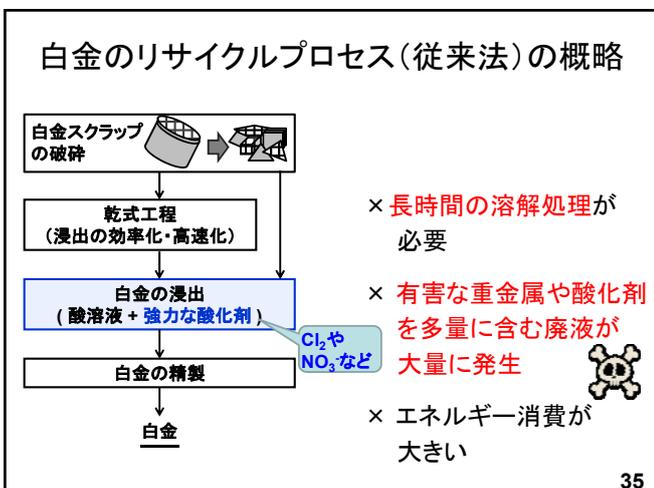
2014年4月17日(木曜日) 12時

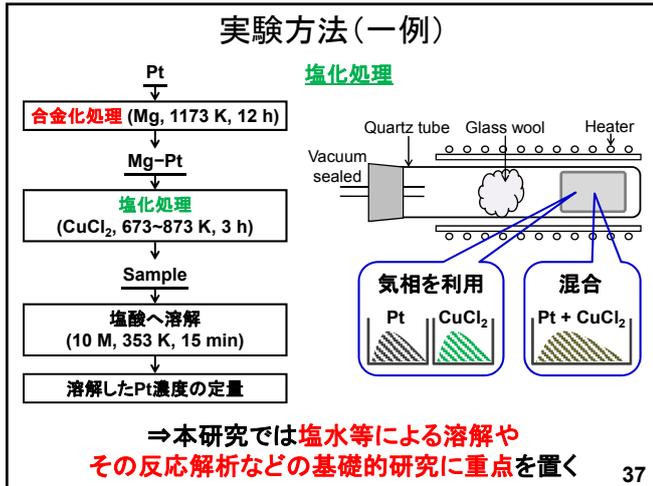
代替品確保の動き

南アの鉱山労働者のストやロシアの情勢などにより、PtやPdの供給障害や価格高騰が懸念されている

最近、ウクライナ・ロシア情勢に関連してパラジウムが高騰している。

34





### アウトリーチ(社会・国民に発信する方法)について:

レアメタルに対する社会的な関心が高まったため、申請者には、専門外の分野からも講演や原稿執筆の依頼が多数寄せられている。また、メディアからも頻繁に取材を受けてきた。

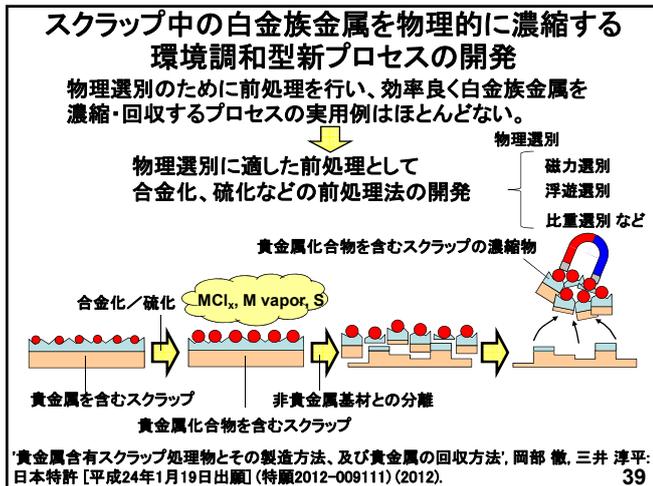
**過去の実績:**

- NHK総合テレビ「クローズアップ現代」“レアメタル”ショック～激化する資源争奪戦～ (2007年7月2日(月) 19:30放送)にスタジオゲストとして生出演
- NHK教育テレビ「視点・論点」に合計3回出演し、「レアメタルの実情と日本の課題」(2007年5月23日(水) 22:50放送)、「全世界が狙う南アフリカのレアメタル」(2007年12月18日(火) 22:50放送)、「レアアースの現状と問題」(2010年12月24日(火) 22:50放送)について国民に向けて論説・解説を行った。
- レアメタルの現状や課題、プロセス技術の重要性については、今でもレアメタルの第一人者として、アカデミックな立場で、テレビやラジオ、新聞などのメディアを通じて一般社会に向けて発信している。

このほか、岡部研の研究成果は、新聞報道やホームページ、さらには、岡部が主宰する**レアメタル研究会**や**RMW(米国版レアメタル研究会)**などの民間企業の研究者に対する技術セミナーを通じて、社会に向けて発信されている。

本研究の成果についても、これまでと同様に積極的に外部発信を行う予定である。特に最近では、海外の研究所や企業からの技術指導や情報提供の依頼も多いため、この機会を利用して**本研究成果を国際的にもアピールする予定**である。

38



### 最近受けた主な表彰

(⇒論文等の研究業績は、研究計画調書 p. 13, 14に記載)

**The ASM Henry Marion Howe Medal for 2013**, ASM International (The Materials Information Society),  
 “Effective Dissolution of Platinum by Using Chloride Salts in Recovery Process”, Metall. Mater. Trans. B, vol.43, no.6 (2012), pp.1300-1307.  
 受賞者氏名: 堀家 千代子, 森田 一樹, 岡部 徹  
 (Chiyoiko Horike, Kazuki Morita, Toru H. Okabe) (2013年10月29)

**第36回 日本金属学会技術開発賞** (2013), (日本金属学会),  
 「白金を塩酸で溶解する環境調和型の新しい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 (2013年9月17日)

**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),  
 「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 (2013年6月6日)

2012年 **日経地球環境技術賞 優秀賞** (2012年), 日本経済新聞社, 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 (2012年11)

米国の材料学会(ASM) 最優秀論文賞

レアアースのリサイクルに関する研究についても先駆的な取り組みが評価された

40

- ### まとめ (評価項目)
- 基礎研究(S)として推進する必要性**  
 レアメタルの環境調和型のリサイクル技術の開発は、極めて重要な課題である。申請者および申請者の研究グループは、レアメタルの製錬およびリサイクルのプロセス技術の研究・開発に関して、世界のトップランナーである。
  - 研究課題の学術的重要性**  
 有害な廃液を排出せずに貴金属やレアメタルを溶解・分離・回収する研究は、ほとんど行われていない。また、貴金属の酸化反応や溶解メカニズムは学術的にも不明な点が多い。貴金属・レアメタルのリサイクルプロセスに関する、学術分野を発展させることは社会的な意義も大きい。  
⇒基礎研究も重要
  - 研究計画・方法の妥当性**  
 基本的な研究インフラは整備されており技術・ノウハウの蓄積もある。
  - 研究課題の独創性および革新性**  
 塩酸や塩水で貴金属を溶解する新技術、廃液を一切出さずに磁石のスクラップからレアアースを分離回収する技術等は、その独創性・革新性について、国内だけでなく海外からも高い評価を得ている。
  - 研究課題の波及効果および普遍性**  
 レアメタル、とくに白金族金属の環境調和型リサイクル技術が開発されれば**産業上のインパクトは大きい**。  
産業上も重要かつ緊急性が高い研究課題  
 ⇒環境保護にも貢献
  - 応募研究経費の妥当性**  
 JSPS頭脳循環プロジェクトで特任助教が2年間、米国MITに留学することになった。このため新たに、特任助教やポストドクを雇用する必要がある。
- 41

