
白金族金属の溶解特性の向上 に関する研究

東京大学理科一類1年

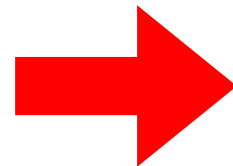
増田 光一郎

指導教員 岡部 徹 助教授

岡部研究室 (循環資源・材料プロセス工学)

- 高付加価値無機素材の高効率回収プロセスの開発
- チタンの新製造プロセスの開発
- 電子材料用レアメタル粉末(Nb, Ta)の製造法
- 貴金属などの高価なレアメタルの新規リサイクル技術の開発

Ti ore



Ti metal





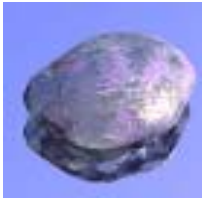





鉍石から直接チタンを製造する研究

貴金属類とは

	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII	IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIA	0		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1.01																	He 4.00
2	Li 6.94	Be 9.01											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
3	Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
4	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.38	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
5	Rb 85.48	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc [98]	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Ag 107.87	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.76	Te 127.60	I 126.90	Xe 131.29
6	Cs 132.91	Ba 137.33	* [287]	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.84	Re 186.21	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.08	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.21	Bi 208.98	Po [210]	At [210]	Rn [222]
7	Fr [223]	Ra [226]	** [289]	Uuq [289]	Unp [291]	Unh [292]	Uns [293]	Uno [294]	Uue [295]									

http://www.hkairnet.ne.jp/shung/periodic_table_s.htm

<p>44 Ruthenium (Ru)</p> 	<p>45 Rhodium (Rh)</p> 	<p>46 Palladium (Pd)</p> 	<p>47 Silver (Ag)</p> 
<p>76 Osmium (Os)</p> 	<p>77 Iridium (Ir)</p> 	<p>78 Platinum (Pt)</p> 	<p>79 Gold (Au)</p> 

Platinum group metals (PGMs)

Fig. Periodic table and photographs of precious metals.

鉄と白金の既採掘量の比較(金属ベース)

Pt

Pt既採掘量:

約4,200トン

約200m³



25mプールの約半分

Fe

Fe蓄積量(世界):

約130億トン

約17億m³

注:

鉄鋼の累積生産量:

約330億トン

=約41億m³

(世界:2000年まで)

東京ドーム約1300杯分

鉄と白金の既採掘量の比較 (鉍石ベース)

Pt

既採掘量: 約4,200トン

白金鉍石の品位: **5ppm**

掘り出した鉍石の体積
約4億m³

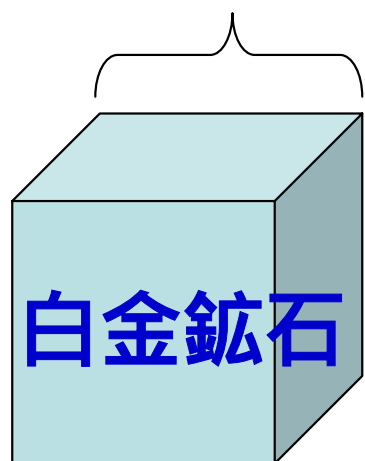
Fe

蓄積量: 約130億トン

鉄鉍石の品位: **60%**

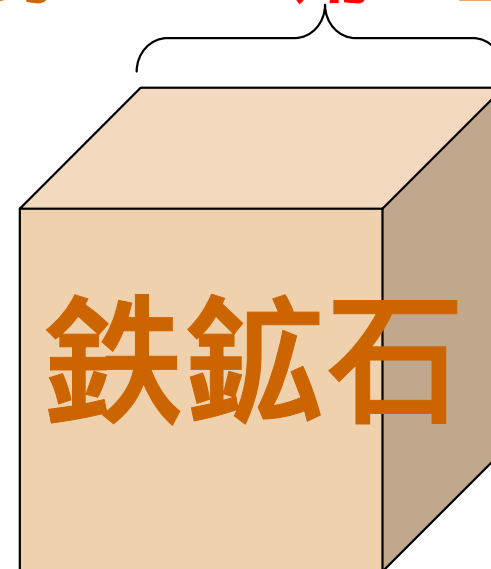
掘り出した鉍石の体積
約100億m³

約**0.7km**角の立方体



白金鉍石は
露天掘りではないので
実際の**岩石の**
採掘量はもっと多い

約**2.1km**角の立方体



貴金属類の利用

化学工業

(Pt, Pd, Ru, Au, etc.)

- 繊維工業



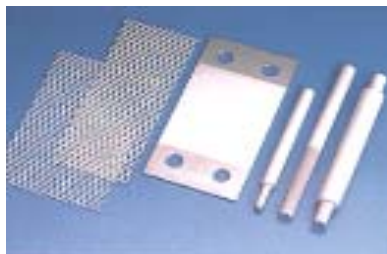
http://www.nippon-nz.com/japanese/jigyo/pdct_220.html

- 熱電対



<http://www.ishifuku.co.jp/Industrial/Anode/anode.htm>

- 不溶性電極



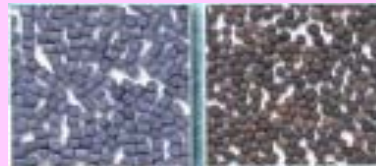
<http://www.ishifuku.co.jp/Products/Industrial/intro7.htm>

触媒 (Pt, Pd, Rh, etc.)

- 自動車排ガス触媒



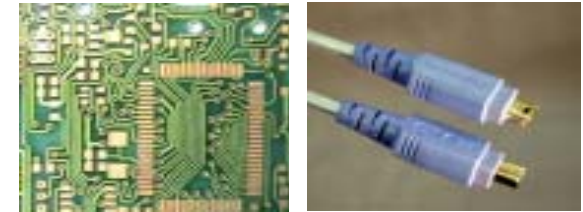
- 石油化学触媒



[http://www.ne-chemcat.co.jp/kagaku/noblemmetal/index.html](http://www.ne-chemcat.co.jp/kagaku/noblemetal/index.html)

基盤材料、電子機器

(Au, Ag, Pd, Ru, etc.)



<http://www.kkmisuzu.co.jp/>

<http://www.users-side.co.jp/catalog/>

実験器具 (Pt, Ir, Au, etc.)



<http://www.inter-g7.or.jp/tanaka/products/products.html>

歯科材料 (Au, Pt, Pd, etc.)



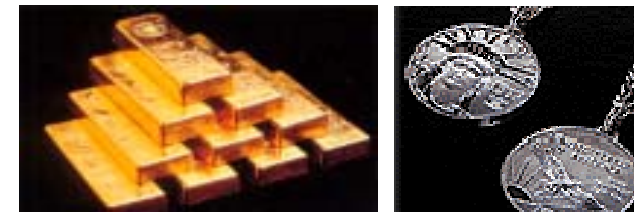
<http://www.tokuriki-kanda.co.jp/shika/index.html>

宝飾 (Au, Pt, Ag, Rh, etc.)



<http://www.ishifuku.co.jp/Jewelry/>

投資資産 (Au, Pt, etc.)



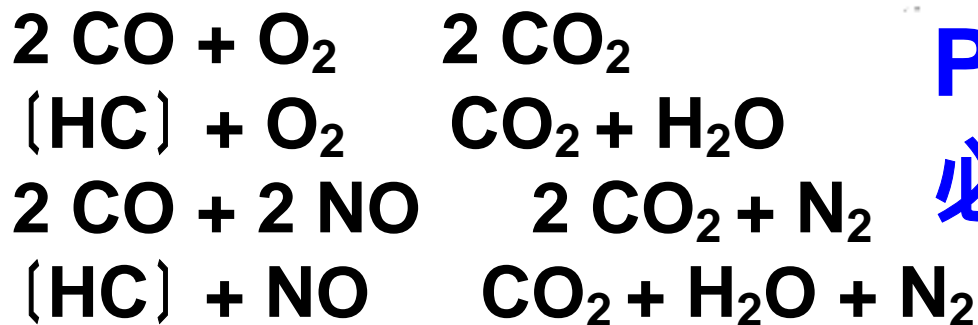
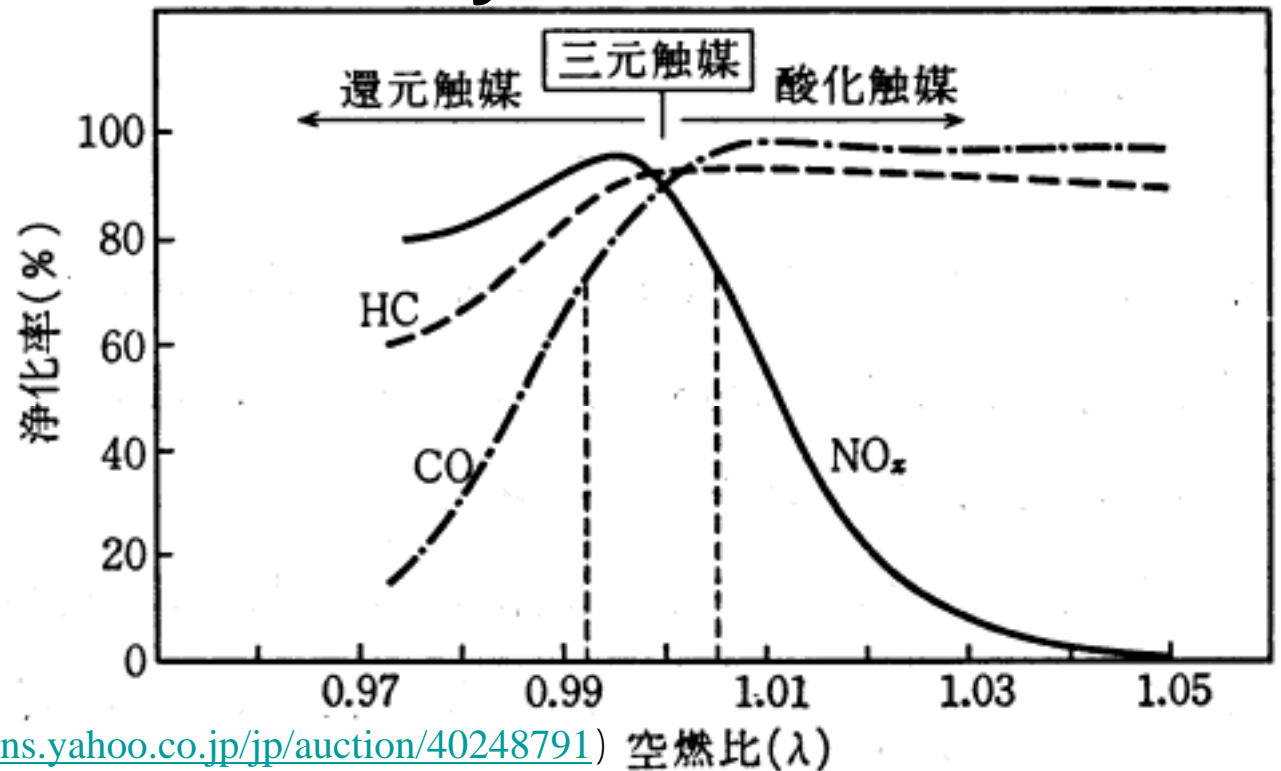
<http://www.mki.co.jp/mitsuiPR/memberlist/kinzoku/kinzoku3.htm>

<http://www.tanaka.co.jp/eagle/eagle02.html>

触媒用レア金属の資源、製錬、リサイクル

自動車触媒外観

Component of Automotive Catalyst



**Pt, Pd, Rhは三元触媒に
必要不可欠**

自動車廃触媒 (Spent Auto Catalyst) 処理法

乾式製錬法 (Pyrometallurgical Process)

- ・ Cuなどのコレクターメタルを用いた
スラグ / メタル分離法
- ・ 現在の主流プロセス

湿式製錬法 (Hydrometallurgical Process)

- ・ 王水によるPGMの選択的溶解
- ・ Pt, Pd, Rhのクロロ錯体化 分離回収
- ・ 立地の制約が少ない、On-site リサイクルが可能

現行法の利点と問題点

乾式法

回収率が高い
処理速度が大きい } → 実用プロセスとして利用されている

- × プロセスに要するエネルギーが大きい
- × 大規模な設備が必要
└─→ 銅製錬所などに併設されることが多い

湿式法

エネルギーコストが低い
ハンドリングが容易
立地条件の制約が少ない

- × 強力な酸化力を有する酸を使用
- × 長時間の処理が必要
- × 重金属を含む処理困難な多量の廃液が発生

→ 高効率の貴金属溶解法が開発されれば次世代の回収法として期待できる

近年の研究成果

活性金属元素 (R = Mg, Ca, etc.)の蒸気を利用した新しいPGMsリサイクルプロセス

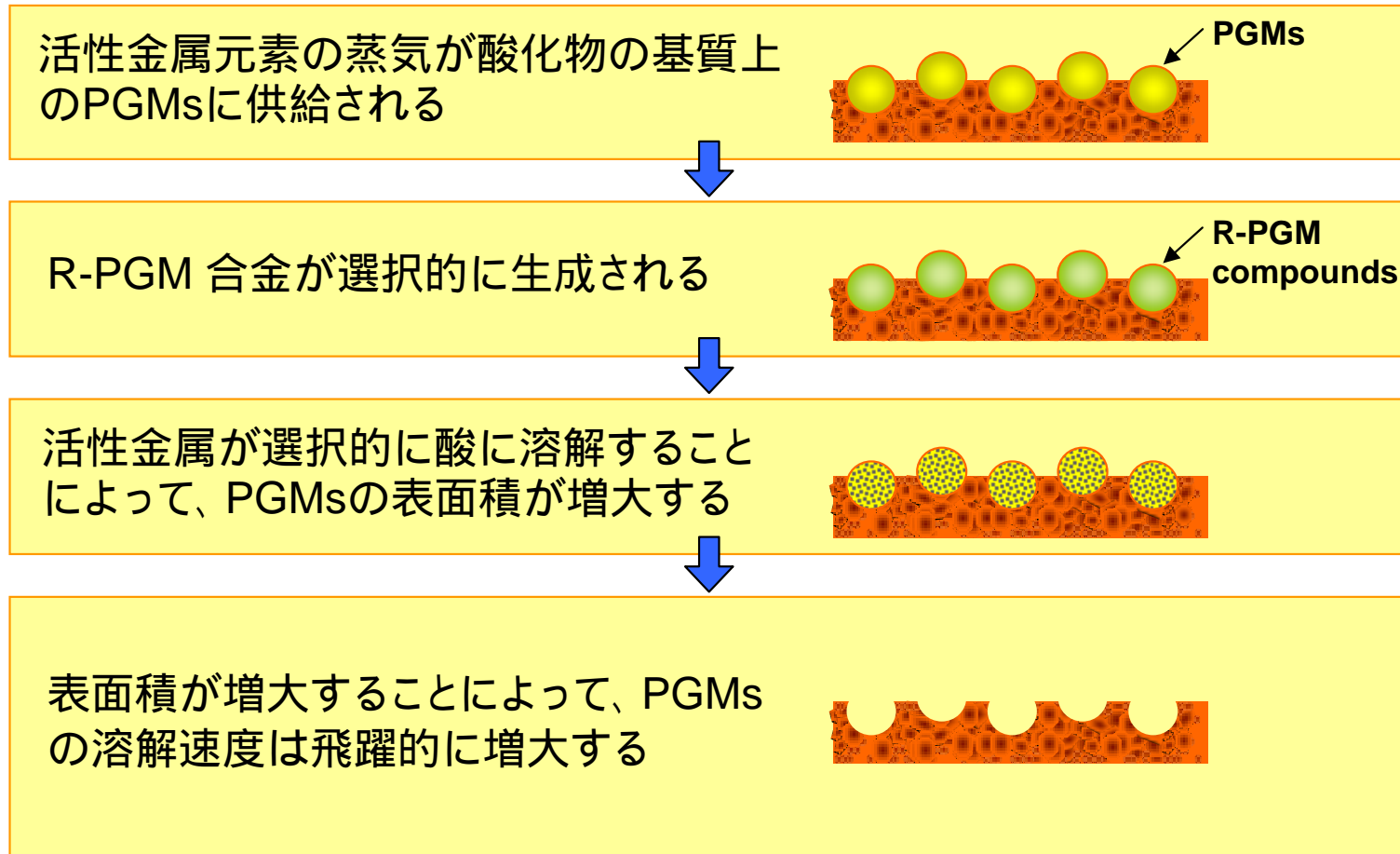


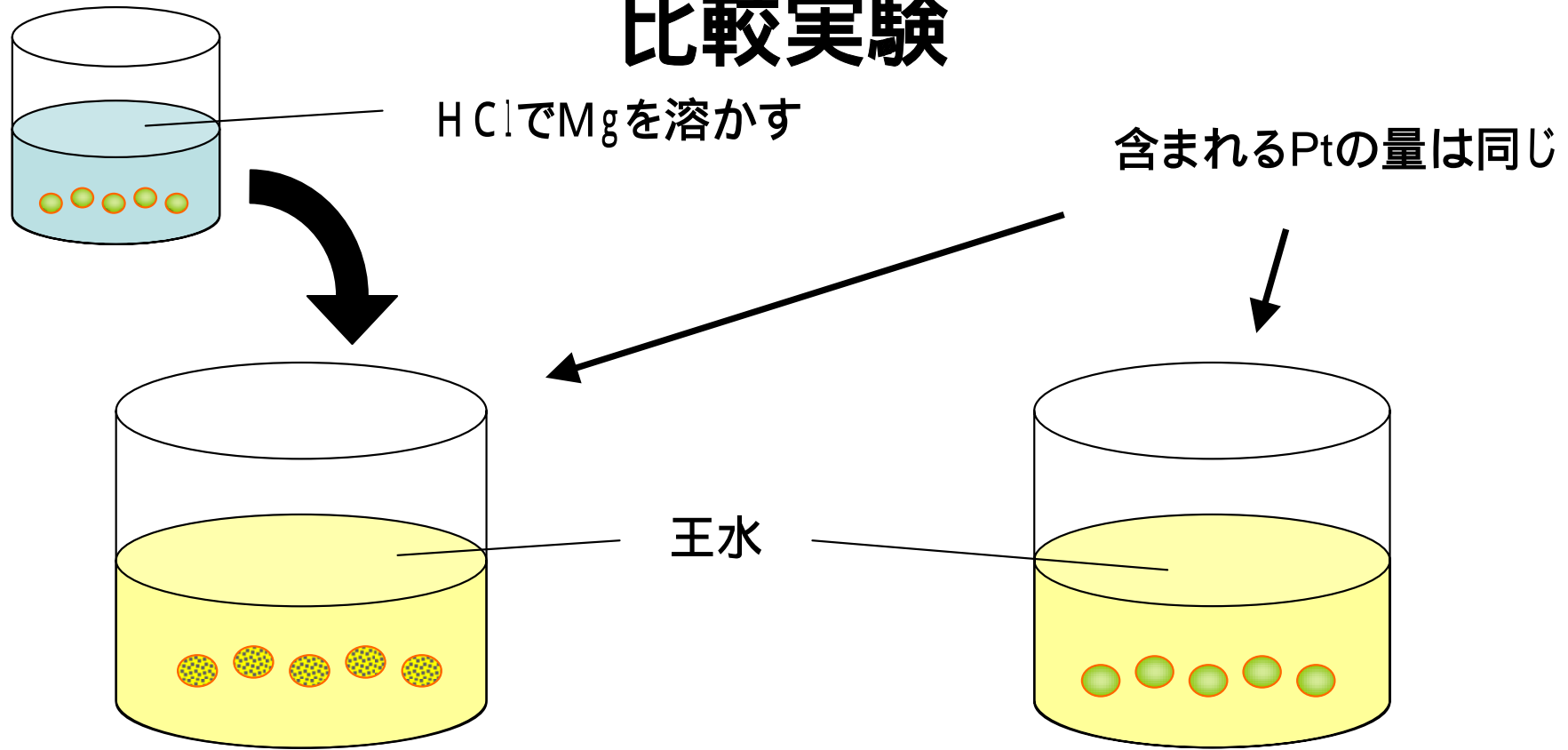
Fig. Concept of the metal vapor treatment of PGMs in waste materials.

*T. H. Okabe et al., Journal of Materials Research, **18**, No. 8 (2003), pp. 1960–1967.

T. H. Okabe et al., Materials Transactions, JIM, **44, No. 7 (2003), pp. 1386–1393.

***Y. Kayanuma et al., Journal of Alloys and Compounds, **365** (2004), pp. 211–220.

比較実験



A: Mg-Pt HCl処理済合金

B: Mg-Pt 未処理合金

同量の王水に一定時間浸漬、溶解残渣の重量を比べる

実験の様子



塩酸処理直後のMg - Pt合金



王水で反応中のMg - Pt合金 (左: 塩酸処理済合金、右: 未処理合金)

実験結果

含有白金量	実験番号	減少率	実験番号	減少率
0.045 g	A-1	26.7%	B-1	66.7%
0.041 g	A-2	80.5%	B-2	75.6%
0.100 g	A-3	50.0%	B-3	95.0%
0.101 g	A-4	69.3%	B-4	97.0%
0.158 g	A-5	64.6%	B-5	96.8%

実験番号・・・A系列は塩酸処理済、B系列は未処理
(減少率(%)) = (減少量(g)) / (含有白金量(g))

使用した王水の量・・・すべて20ml

浸漬時間・・・すべて3分間



未処理合金のほうが
あきらかに速い!

まとめ

- UROPに参加して
普通の学生生活では得られないような体験
 - 貴金属についての理解
本では得られない貴重な知識
 - 半期を通しての反省
研究者として必要な能力を身につけられたか
-