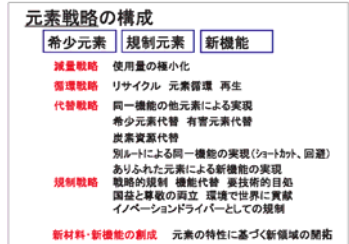
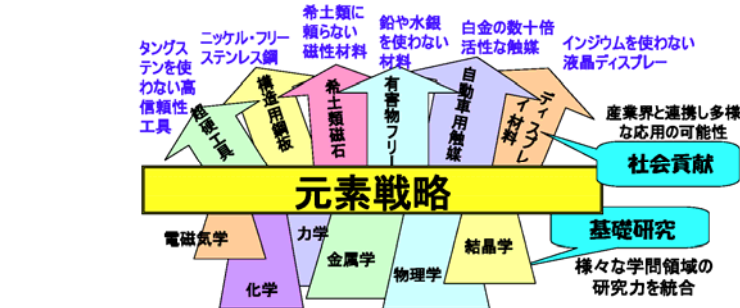


元素戦略

「環境エネルギー材料合成特論(6)」

～ 元素戦略の観点からの触媒開発 ～

名古屋工業大学 大学院工学研究科 生命・応用化学専攻
先進セラミックス研究センター
羽田政明



「元素戦略」とは、種々の元素がこれまでにない機能を発揮する新材料を開拓することによって、資源を持たない我が国が持続可能な社会の実現に寄与する、新たな物質材料科学を構築する戦略である。

目的とする新材料・新機能の設計を、持てる全ての知見を総動員して行い実現する流れは、今後の研究開発の中心の流れの一つとなるであろう。資源を持たない我が国の基本戦略として有効であると同時に、新材料・新機能の設計や探索に関する研究開発の中核もなす。

(戦略イニシアティブ「元素戦略」科学技術振興機構資料より)

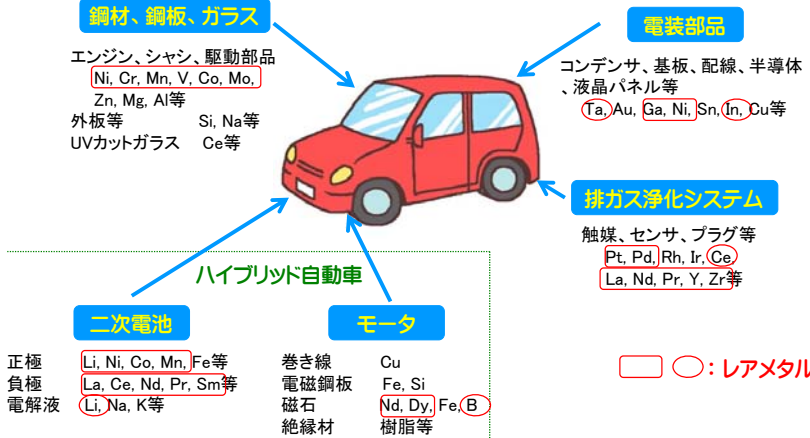
自動車に使用される資源

レアメタル対象元素

平成18年の鉱業審議会において、「地球上の存在量が希薄であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属」のうち、工業需要が現に存在する(今後見込まれる)ため、安定供給の確保が政策的に重要であるものを、レアメタルとして30元素、レアアース(希土類)として1種類(17元素)の計31種類を特定。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lanthanoids	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Actinoids	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									
Lanthanoids (Rare Earth)			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
Actinoids			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

白金族金属(Pt, Pd, Rh, Ir, Ru, Os)



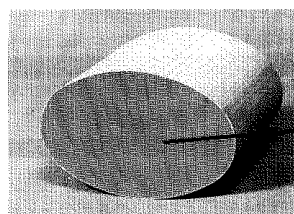
(編輯順三、自動車技術、vol.67, No.11, 16-21 (2013)より改訂)

自動車排ガス浄化触媒

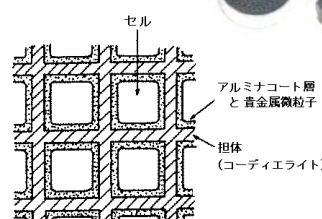
Pt-Rh-CeO₂/Al₂O₃
ハニカム(セラミックス、メタル)

レアメタル

活性貴金属: Pt-Rh(Pd)
助触媒: CeO₂(酸素吸蔵剤)
担体: Al₂O₃



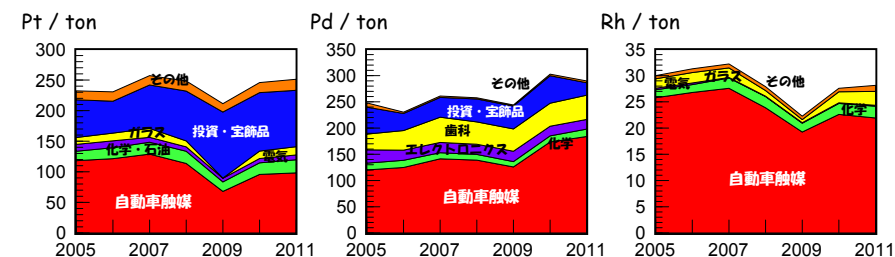
コーディエライトハニカム担体



5

白金族の世界需要の推移

白金(Pt)、パラジウム(Pd)の5~6割、ロジウム(Rh)では8割が自動車排ガス触媒に利用

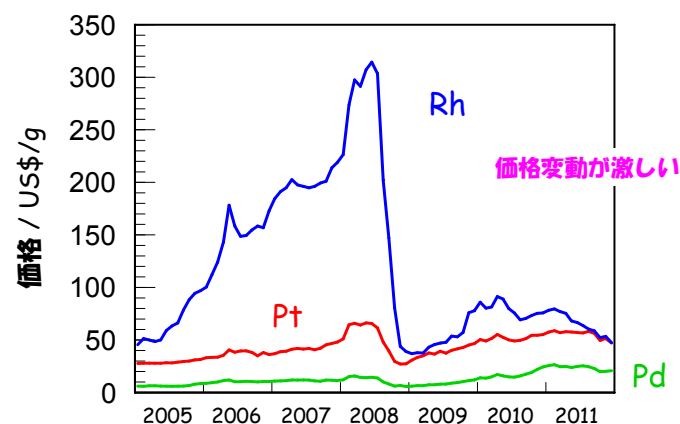


グローバルにおける排ガス規制強化、および販売台数増加に伴い増大傾向

(Johnson Matthey: Platinum 2011 Interim Review)

6

白金族金属の価格推移

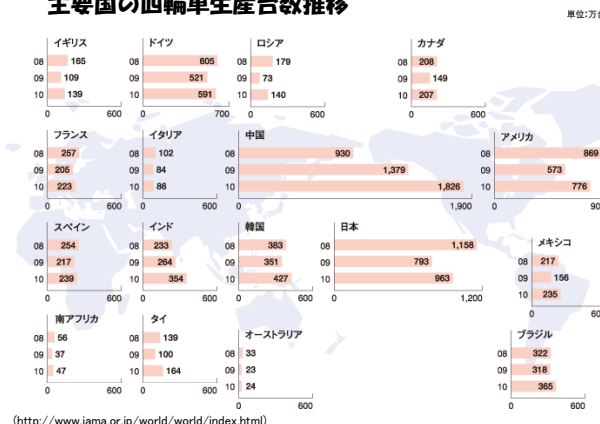


(http://www.platinum.matthey.com/pgm-prices/price-charts/)

7

自動車排ガス触媒需要の増加要因

主要国の四輪車生産台数推移



中国・インドで需要が急増!

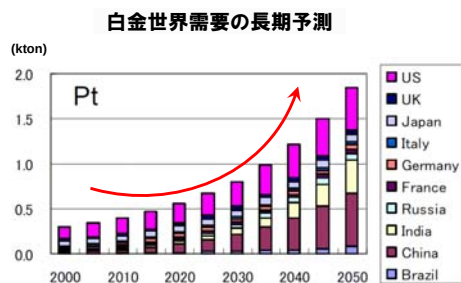
乗用車の世界生産台数
2008年:約5300万台
2010年:約5820万台

1台あたり14gのPGMを使用すると...

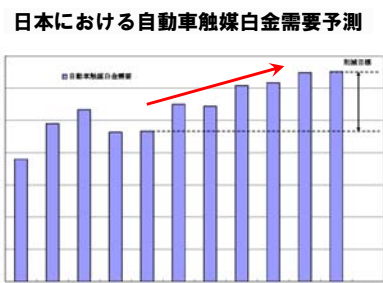
必要なPGM量は233トン
(2008年→2010年で22トンも増大)

2011年におけるPGM(Pt, Pd, Rh)の
総需要量は約570トン

8

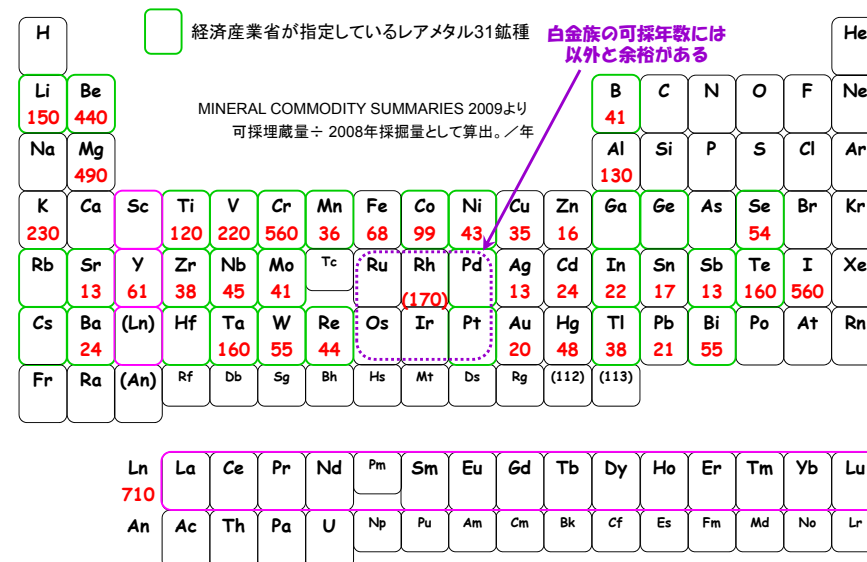


(原田、「資源制約の壁と代替材料開発の可能性」より)



(NEDO「希少金属代替材料開発に関する最新動向調査」報告書より(平成21年3月19日))

- 白金の世界需要量は今後、大きく伸びることが予測。
⇒ 中国、インド、ブラジルなどの国々での排ガス規制強化に伴う自動車触媒の普及
- 日本においても今後、自動車触媒における白金需要量が増大すると予測されている。
⇒ ティーゼル車が普及(国土交通省、経済産業省の施策)すると想定して見積もられる



白金
既採掘量: 約4,200トン
白金鉱石の品位: 5ppm
掘り出した鉱石の体積
→ 約4億m³



白金の生産は年200トン程度だが、採掘や製錬には、その何百万倍の物量が移動し、多量のエネルギーを消費



貴金属の生産は、地球環境に対する負荷が極めて大きい

自動車排ガス対策からみたNOx触媒 小野哲嗣 (触媒、vol.19、No.3、142 (1977))

またNO_x対策として最も有望な三元触媒分野で、卓越した効果を示すRhは資源的にみてPtの1/13~1/20程度と非常に少ない。Rhが他の分野でも利用価値の高い金属であることを考えると、如何に少量で耐久性のよい触媒を開発するかが重要な課題と言える。現在の酸化触媒は自動車一台当たりPt、Pdを合計で約1.65~2.5g使用している。Rhの使用量は0.08~0.15g程度であれば問題は少ないが、それ以上では資源的観点から問題となる。このような資源的制限を伴う、高価な貴金属系自動車触媒の場合は、出来るだけ少量の貴金属を有効に担体に担持させるための工夫がなされ、触媒表層から200~300ミクロン以内のみに活性物質を、有効に担持させた触媒が一般的に用いられている¹⁾。しかしこの場合触媒表層部の金属密度を濃くしすぎると、高温反応時にシンタリングが起きて失活する恐れがあるため、これを防ぐ工夫とか、図3に示した被毒物質の付着状態を考慮して、活性金属の分布を調節する等の試みが必要である。

三元触媒の開発時から貴金属の低減化は大きなテーマ

自動車排ガス浄化用触媒の開発、実用化 大橋正昭 (触媒、vol.29、No.7、598 (1987))

当社で開発した技術の主なもの、
1. アルミナ担体の結晶形態、細孔構造を改良して、耐久性を高めたこと。
2. 貴金属の分散性、担持分布を改良し、少ない貴金属で高性能を得たこと。
3. Pdの有効利用によって、触媒性能の向上とPt、Rhの節約を計り、資源面でも貢献したこと。
4. 新規の助触媒成分を開発し、触媒性能を向上させたこと。

(触媒、vol.34、No.4、225 (1992))

自動車触媒における貴金属担持量低減と触媒調製

村 木 秀 昭*

1. はじめに

ガソリンを燃料とする自動車の排ガス処理は三元触媒システムが主流である。しかし、実用されている三元触媒の成分は世界的にみて貴金属のPt・Pd・Rhに限られている。特に、自動車触媒産業は貴金属を大量に消費するため、貴金属の産出量を考慮し、Pt、Pd、Rhをバランスよく使用しなくてはならない。

金属、Ce・La等の助触媒である亜金属酸化物並びにアルミナ担体より成り立っており、これらの相互作用効果をうまく利用し触媒調整が行われている。なお、自動車触媒は車の一生に渡る長い間、全く修理交換無しで高活性状態を維持しなければならない。また、耐久性向上と貴金属担持量低減は相反することであり、担体、助触媒の改良も含めた触媒調整技術が貴金属担持量を低減するために必要である。

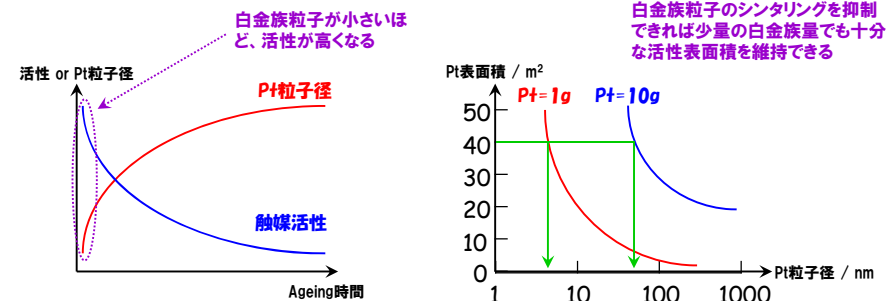
	開発メーカー	開発内容	文献
三元触媒の白金族低減	豊田中央研究所トヨタ自動車	酸化セリウムを担体として用いると白金族金属との強い化学結合力のため、熱による粒子成長が抑制されることを報告。これをベース技術として、白金族使用量を従来技術と比較して40%低減を達成。	(1) Y Nagai et al., J. Catal., 242 (1) 103 (2006) (2) 長井廣貴 他, 触媒, 49 (7) 591 (2007) (3) 畑中実徳 他, 触媒, 51 (2) 132 (2009) (4) 青木悠他 他,自動車技術会学会講演会前副集, No.142-08, 200805696 (2008)
	マツダ(株)	白金族金属の微粒子を独自に開発した酸化物担体に埋め込むことで白金族金属粒子のシグリングを抑制。従来触媒と比較して70~90%の白金族金属の使用量を削減。	(1) 日本経済新聞(朝刊)2007年12月2日 (2) 三好誠治 他, 自動車技術会学会講演会前副集, No.154-07, 20075886 (2007) (3) 高見明秀 他, 自動車技術, 63 (11) 54 (2009)
	日産自動車(株)	白金と化学的結合力が強い酸化セリウムを担体として使用し、さらに酸化セリウムの凝集を抑制するために仕切り材としてアルミナを添加することで白金のシグリングを抑制。従来触媒と比較して50%の白金族金属の使用量を削減。	(1) 化学工業日報, 2008年11月7日 (2) 中村雅紀 他, 自動車技術会学会講演会前副集, No.141-08, 20085620 (2008) (3) 中村雅紀 他, 自動車技術, 63 (11) 48 (2009)
	ダイハツ工業(株)	ペロブスカイト結晶中にパラジウムを組み込んだインテリジェント触媒を開発。リッチ/リーン雰囲気に応じ、パラジウムの固溶・析出が可逆的に進行。白金やロジウムに関するスーパーインテリジェント触媒も開発。白金族使用量を70~90%低減。	(1) 西直理 他, 触媒, 45 (4) 282 (2003) (2) 中裕久 他, 自動車技術, 59 (1) 42 (2005) 他、文献多数
	ホンダ	ロジウムの機能を安価なパラジウムで代替し、ロジウムを50%低減	(1) 2012年9月6日プレス発表
白金族代替三元触媒	ホンダ	ペロブスカイト型三元触媒を開発。白金族金属の機能の一部をペロブスカイトで代替。2001年に実用化。	(1) 産業と環境, 2001年5月号, p.43 (2001)
二輪車用三元触媒	新日鐵マテリアルズ	白金族金属の使用量を約66%削減できる酸素酸化物触媒が開発。最大実用化には至っていない。	(1) 上村賢一 他, 自動車技術会学会講演会前副集, No.80-08, 200805017 (2008)
DPF用触媒の白金使用量低減	マツダ(株)	活性酸素種を供給可能な酸化セリウム系の酸化物に少量の白金を担持した触媒を開発。	(1) 高見明秀, 触媒, 49 (4) 297 (2007)
白金族代替DPF用触媒	三井金属鉱業(株)	白金の代わりに銀を使ったDPF用触媒を開発。銀触媒から活性酸素が供給され、白金触媒よりも低い340℃からPM焼焼が開始。	(1) 日刊工業新聞, 2008年4月24日, 他 (2) 日経Automotive Technology, 2008年9月号, p.103 (2008)

(羽田、浜田、自動車技術, vol. 63, No. 11, p.42-47 (2009)より)

– *CONCEPT*

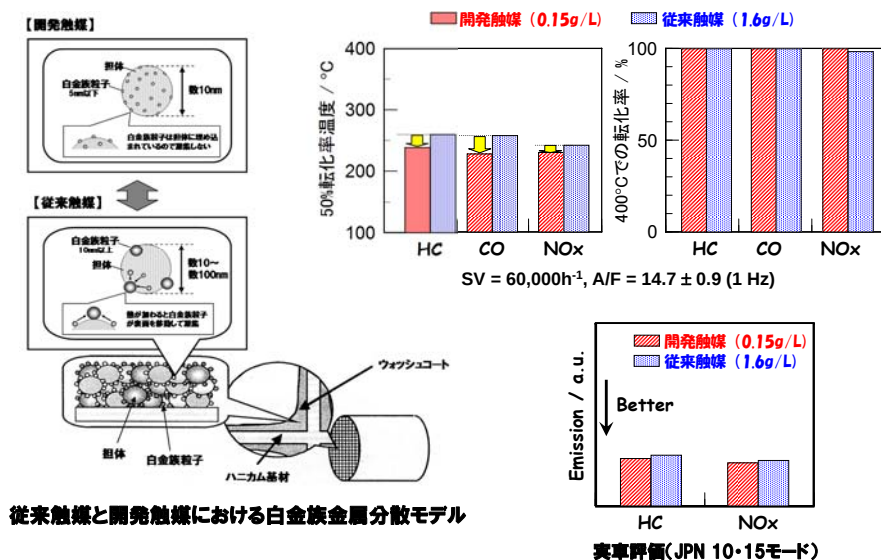
⇒ 触媒活性種である白金族金属のシンタリング(粒子成長)

白金族金属の粒子成長を抑制する触媒材料構造の設計



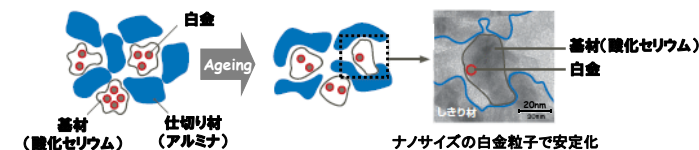
(第17回触媒シンポジウム講演予稿集(2009年11月24日)より引用)

シングルナノテクノロジーを活用した
貴金属微粒子含有高性能三元触媒(マツダ(株))

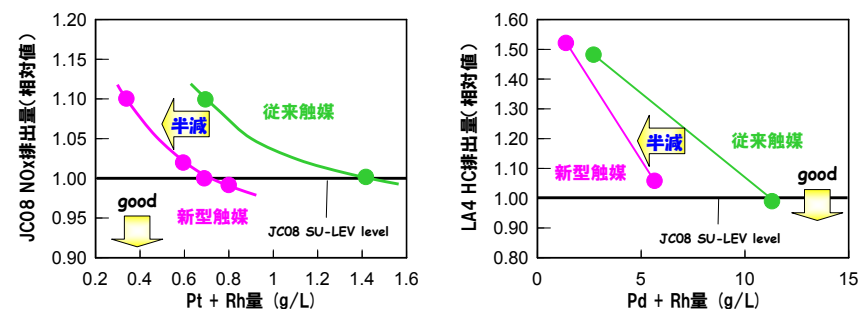


(自動車技術, vol. 63, No.11, p.42-47 (2009)、p. 54-59 (2009)より)

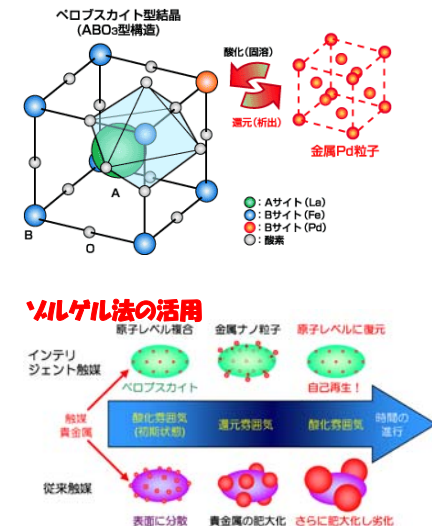
超微細貴金屬触媒技術(日産自動車(株))



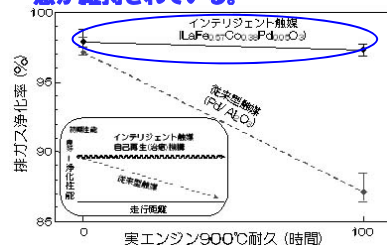
超微細白金族金属触媒のイメージ図



(自動車技術, vol. 63, No.11, p.42-47 (2009)、p. 48-53 (2009)より)



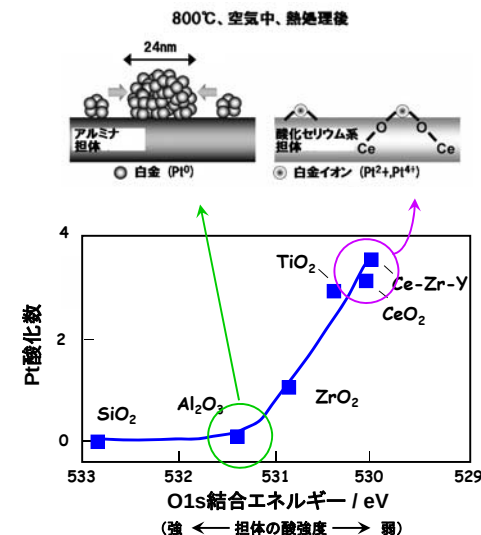
- ・ 貴金属のシタリングが起こらない。
- ・ 従来触媒と比較して、触媒の性能劣化が抑制されており、高活性な状態が維持されている。



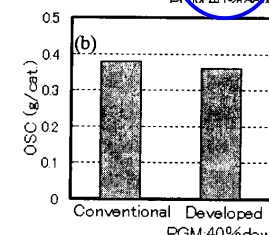
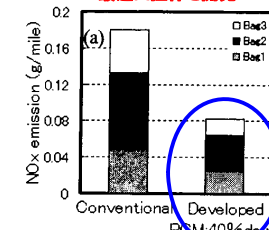
- ・ 白金、ロジウムにも自己再生機能を与えたスーパーインテリジェント触媒も開発
- ・ 貴金属の使用量を70~90%低減しても従来触媒の性能を実現

(http://www.daihatsu.co.jp/company/craftsmanship/tech_dev/environment/i-topaz.htm)

17



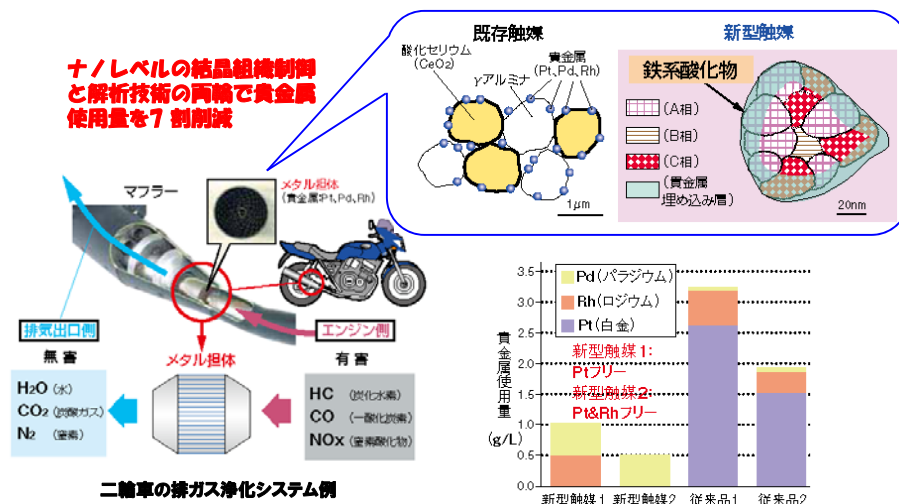
本コンセプトに基づいて新規Rh担体、最適Pt担体を開発



貴金属量を40%低減でも高い浄化性能を実現

(Y. Nagai et al., J.Catal. 242 (2006) 103), (青木ら、自動車技術会学術講演前編集20085698)

18

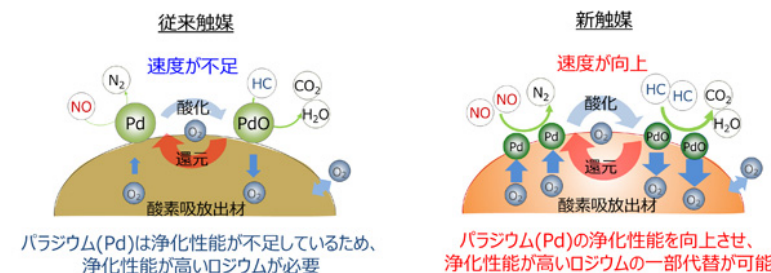


異なる働きをする複数の鉄系酸化物がナノレベルで複合した「ナノ複合結晶組織」と、その表面への貴金属ナノクラスターの埋め込みにより、貴金属の浄化性能を飛躍的に促進

(新日鐵マテリアルズ Nippon Steel Monthly 2008.4より引用)

19

~ロジウム使用量を50%低減~
(本田技術研究所)

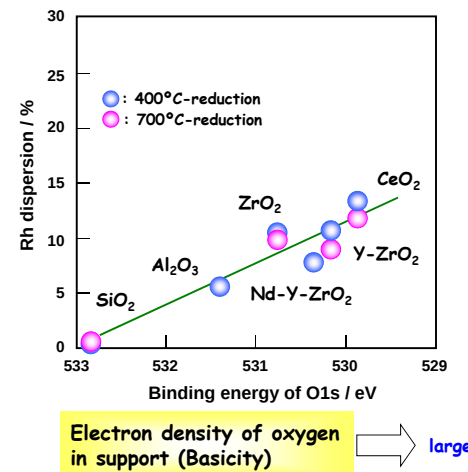
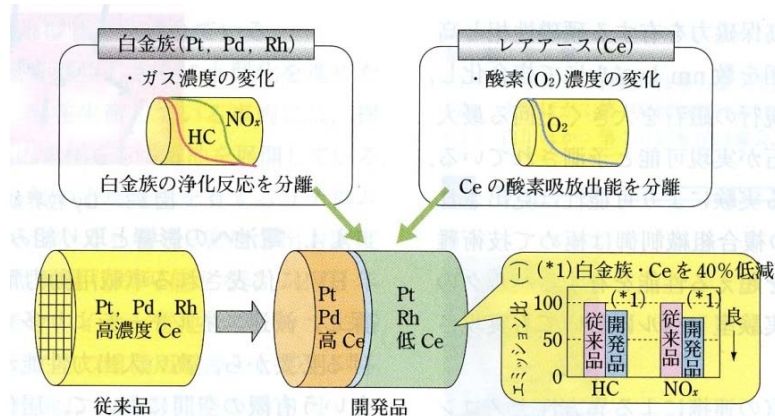


排出ガスの還元浄化性能に優れるロジウムの一部を、酸素の吸放出速度を高めたパラジウムに代替することで、ロジウムの使用量を50%低減、貴金属の総使用量としても22%低減を実現。

米国カリフォルニア州の低公害車基準LEVII法規のSULEVカテゴリに適合させながら、触媒コストも37%削減。

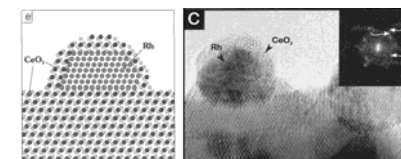
(堂坂健児、自動車技術、vol.67, No.11, 28-33 (2013); http://www.honda.co.jp/news/2012/4120906a.html)

20



- Rh分散度は使用する担体により大きく異なる
- 担体酸素の電子密度が高い担体ほど、Rh分散度が高い

Rh-担体相互作用の制御が重要！
しかし、"Rh-Ce"の組み合わせは好ましくないとされている
⇒ Rh-Ce相互作用によりRhが活性の低い酸化状態で安定化される

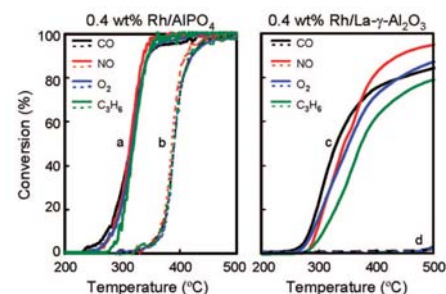


Rh/CeO₂を900°Cで還元するとRh粒子表面がCeO₂層で覆われる

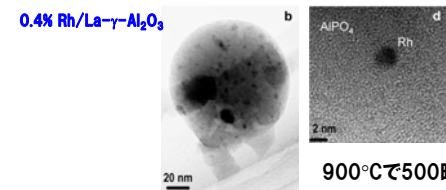
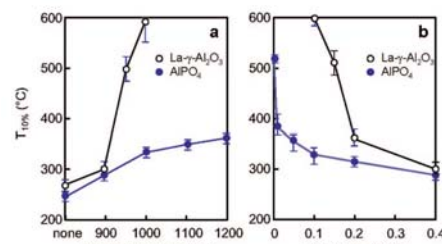
(T. Tanabe et al., Catal. Today, 184 (2012) 219)

(S. Bernal et al., Catal. Today, 23 (1995) 219; Catal. Today, 50 (1999) 175)

AlPO₄およびLa-γ-Al₂O₃に担持したRh触媒の三元触媒活性の比較

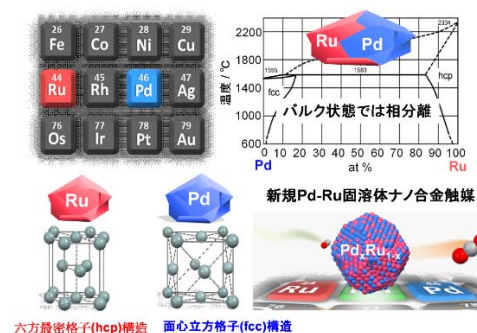


担持Rh触媒のNO浄化性能に及ぼすエージング温度、Rh担持量の影響

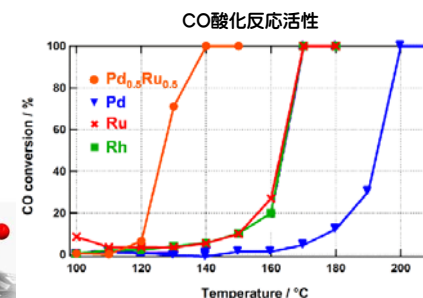


AlPO₄に担持されたRh粒子はエージング後もナノ粒子として存在。その結果、高い三元触媒特性を示し、Rh担持量を低減しても高い活性を維持。

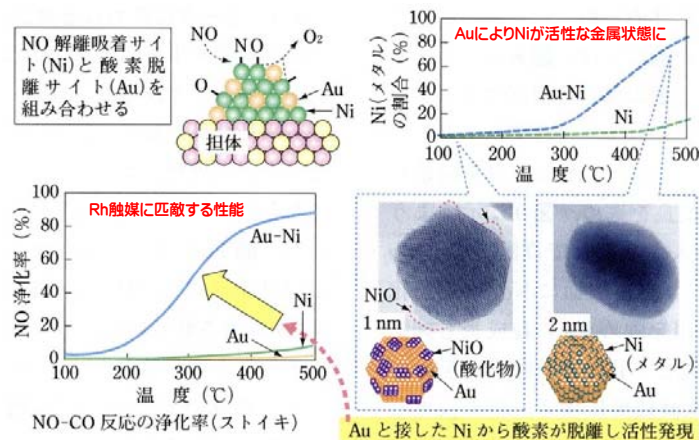
人工ロジウムの開発に成功
～価格は1/3に、性能はロジウムを凌駕～
(京都大学 大学院理学研究科の北川 宏教授)



PdとRuがお互い原子レベルで混じり合った新規Pd-Ru固溶体ナノ合金触媒

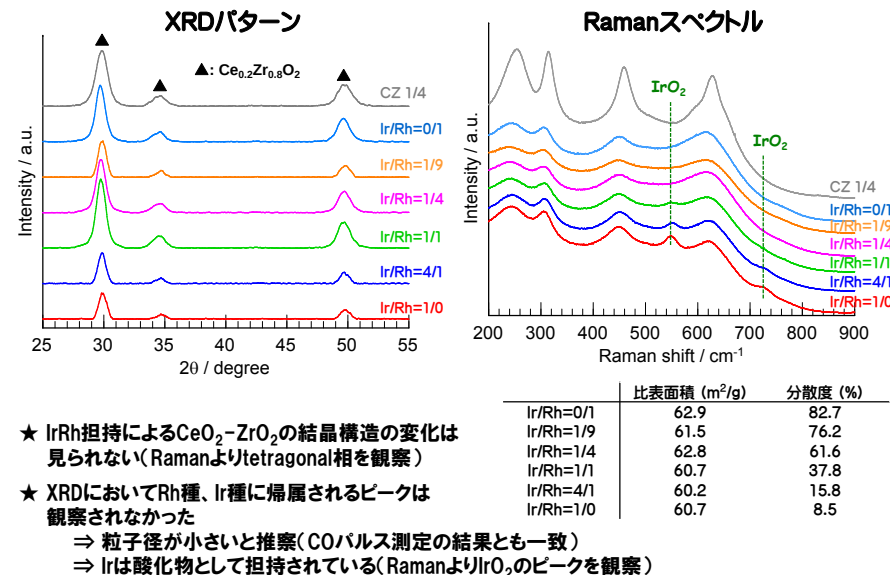


Pd-Ruを固溶体ナノ合金化することで高いCO酸化活性を発現!

Au-Niバイメタリッククラスター
(トヨタ自動車)

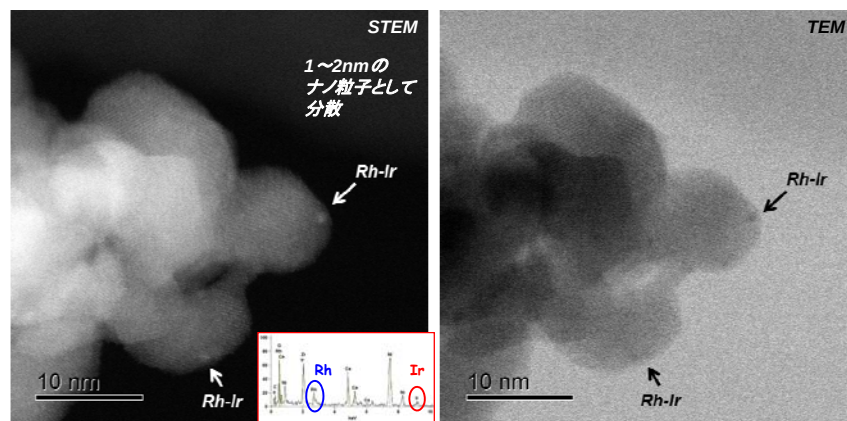
(鶴飼順三、自動車技術、vol.67, No.11, 16-21 (2013); 平田裕人、環境触媒シンポジウム「自動車触媒における希少元素戦略」資料より)

25



(M. Haneda et al., Chem. Lett. 43 (2014) 1852; M. Haneda et al., Catal. Sci. Technol. 5 (2015) 1792)

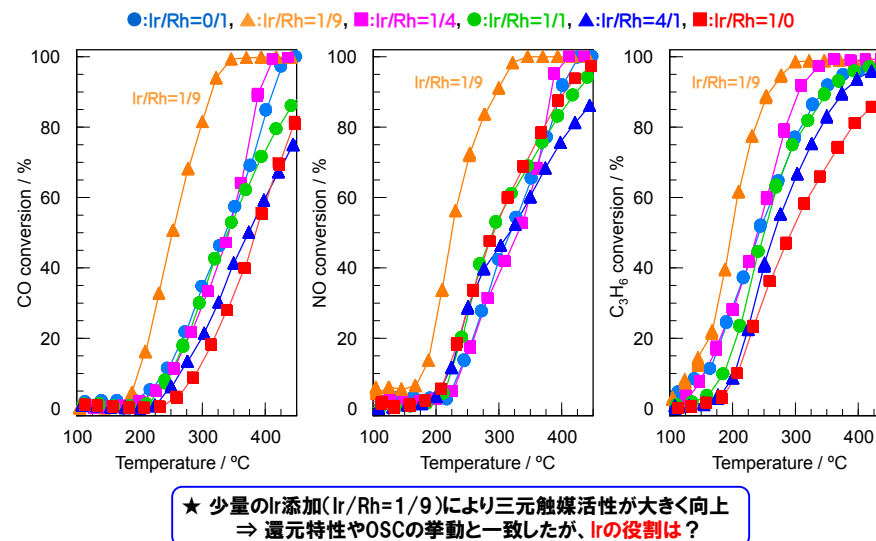
26



➢ 1~2nmのRh-Ir粒子としてCeO₂-ZrO₂上に高分散していることが明らかとなった

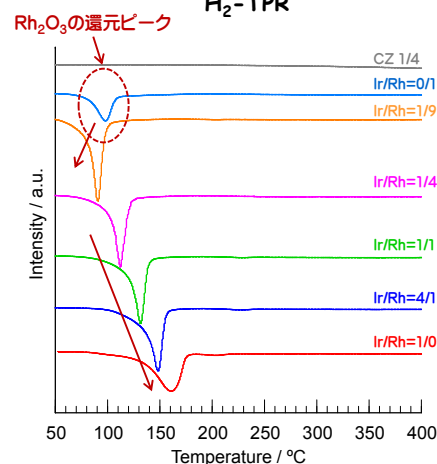
(M. Haneda et al., Catal. Sci. Technol. 5 (2015) 1792) (JFEテクノロジーサーチ測定)

27

NO=1000ppm, C₃H₆=400ppm, CO=0.3%, O₂=0.33%, H₂=0.1%, H₂O=2%, N₂ balance, 500ml/min, SV=800,000h⁻¹, H₂ (0.3%) / O₂ (0.15%) の変動 (0.5Hz)

(M. Haneda et al., Chem. Lett. 43 (2014) 1852; Catal. Sci. Technol. 5 (2015) 1792)

28

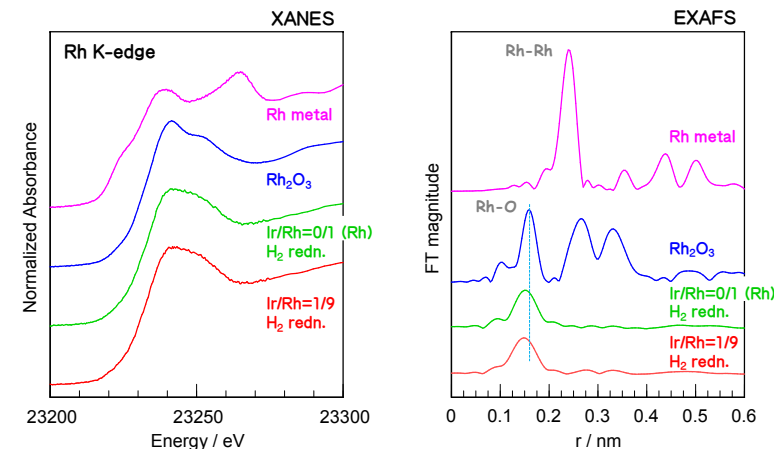
H₂-TPR

Rh/CeO₂-ZrO₂に少量のイリジウムを添加することにより還元ピークが低温側にシフト
⇒ ロジウムの還元特性が向上

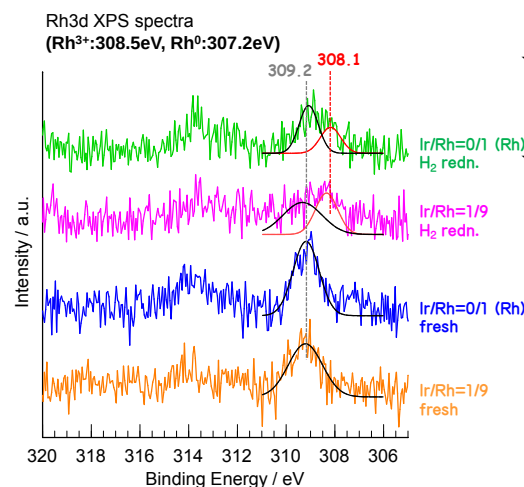
Ir/Rh=1/4以上のイリジウム添加量では還元ピークは高温側へシフト

	OSC at 600°C	
	(μmol-O ₂ /g-cat)	(mmol-O ₂ /mol-CeO ₂)
CZ 1/4	309	205
Ir/Rh=0/1	330	219
Ir/Rh=1/9	341	226
Ir/Rh=1/4	324	215
Ir/Rh=1/1	313	208
Ir/Rh=4/1	300	199
Ir/Rh=1/0	305	203

IrRh/CeO₂-ZrO₂ (Ir/Rh=1/9) が最も高いOSCを発現
⇒ IrRhとCeO₂-ZrO₂との相互作用



★ ロジウム原子周囲の局所構造はイリジウム添加によっても顕著な変化は見られない。
⇒ XANES, EXAFSとも酸化ロジウム(Rh₂O₃)であることを示唆している。



★ fresh(酸化処理)サンプル

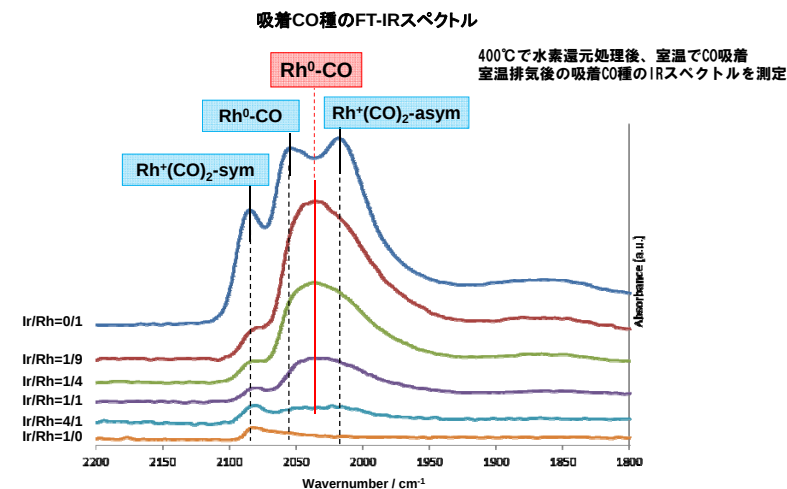
- ・ Rh単独、IrRhとも、ロジウム表面は酸化されている状態

★ H₂還元処理後サンプル

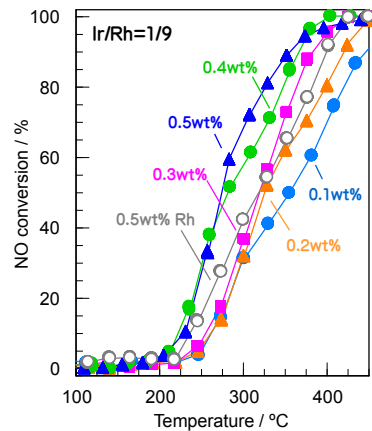
- ・ Rh³⁺に由来する309.2eVのピーク強度がfreshと比較して低下
- ・ 308.1eVに新たなピークが出現
⇒ Rh表面が若干還元状態に!
- ・ IrRhサンプルで308.1eVのピークが相対的に強い!

IrRhの複合化によりロジウム表面がより還元された状態になる

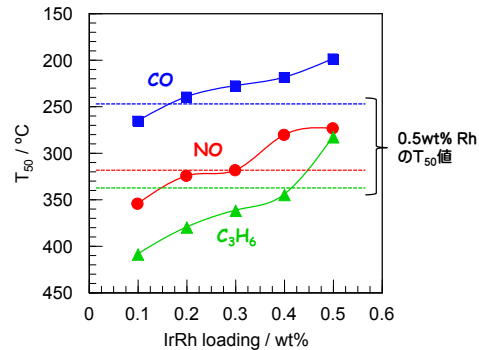
(H₂-TPR (Ir添加で低温で還元が進行)の結果とも一致)



★ 少量のイリジウム添加により吸着CO種のIRスペクトルが大きく変化。主にRh⁰-CO種のピークが出現
⇒ ロジウムの表面電子状態、表面形態がイリジウムにより変化していると推察
⇒ 高い三元触媒活性の発現につながったと考えられる(要解析)



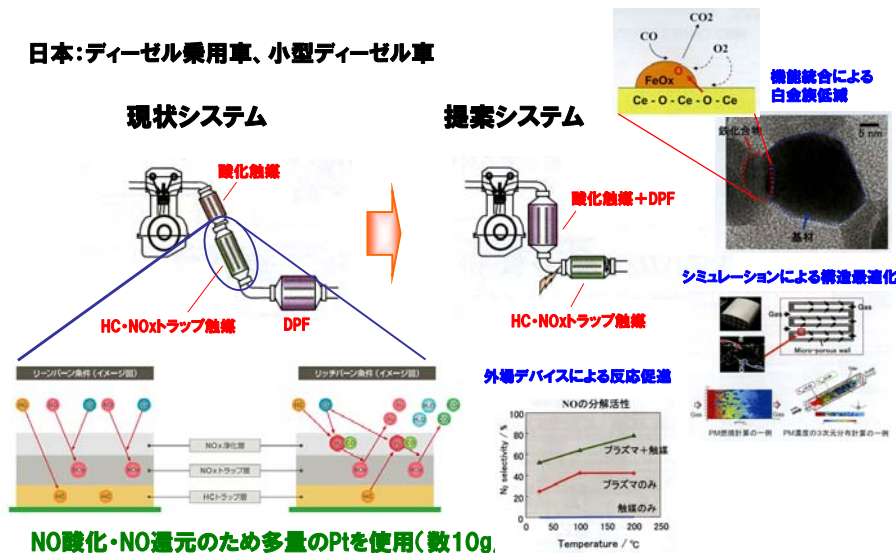
★ NO浄化率は0.5wt% Rh単独触媒と0.3wt% IrRh触媒が同程度 ⇒ 40%のRh使用量低減が可能



耐久処理後の触媒については未評価。
Air+H₂O流通下、1000°Cx10Hの耐久処理後試料について評価を実施する計画。

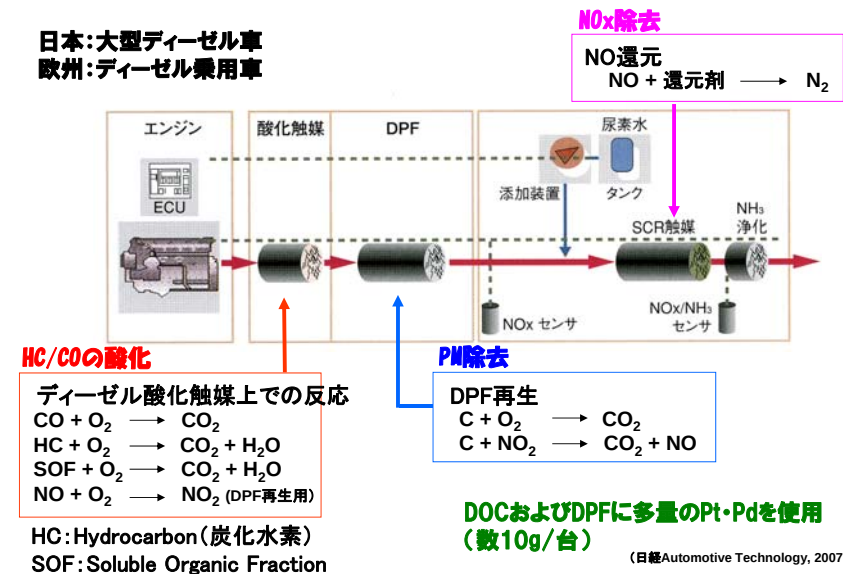
課題名	概要	説明図
遷移元素による白金族代替技術及び白金族の凝集抑制技術を活用した白金族低減技術の開発 (H21~H25.3) (日産自動車、電気通信大学、名古屋大学、早稲田大学)	(1) 触媒の機能劣化の要因となる白金族の凝集(シタリング)を抑制する技術の開発、(2) 鉄等の遷移元素を用いた代替材料の開発、(3) 触媒反応に有効なプラズマ処理技術の開発、(4) 異なる触媒の機能統合化による複数触媒の一体化技術の開発、を実施し白金族の使用量低減を図る。	白金族は従来の触媒では車の使用過程で約100倍にまで蓄積する。この蓄積をせき止めた白金族凝集抑制構造により、従来の1/10の大きさに保つ。本構造をディーゼル用触媒向けに進化させるとともに、一部の白金族を鉄化合物に代替する。
ディーゼル排ガス浄化触媒の白金族使用量低減技術の開発 (H21~H25.3) (産業技術総合研究所、三井金属鉱業、水澤化学工業、名古屋工業大学、九州大学)	(1) 触媒活性種の探索設計、触媒調製技術の開発、担体の新規開発、(2) 非白金元素を用いたDPF用触媒の開発、(3) 触媒のコーティング手法の開発とシステム構築、(4) (1)~(3)で得られた触媒の実用性能評価、を実施し白金の使用量低減を図る。	①白金族使用量を低減したディーゼル酸化触媒の開発: 触媒活性種の探索設計、触媒種複合化技術および担体の設計・高度化による白金族使用量の大幅低減。 ②白金族代替DPF用触媒の開発: DPF用触媒における新規な触媒の高性能化による白金族代替DPF用触媒の開発。 ③触媒の部材化技術とシステム構築: ハニカムへのコーティングなど部材化技術の高度化と最適浄化システム構築による白金族使用量の低減。 ④実用触媒改良技術の確立: 実用化のための触媒改良・触媒大量調製技術の開発。

日本:ディーゼル乗用車、小型ディーゼル車

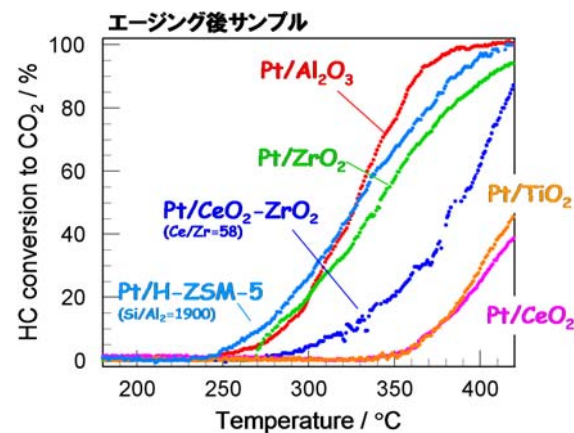


(第5回 元素戦略/希少金属代替材料開発 合同シンポジウム要旨集より)

日本:大型ディーゼル車
欧州:ディーゼル乗用車



(日経Automotive Technology, 2007 Winter, p.76)

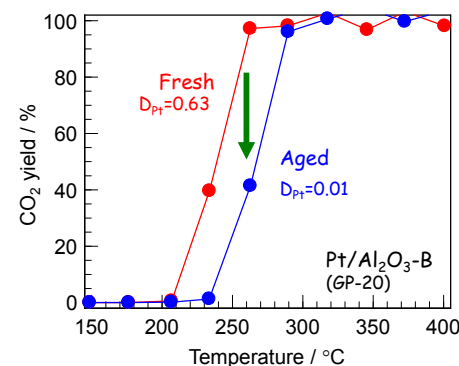


- 担体によりPt触媒の活性は異なり、light-off活性はPt/H-ZSM-5で若干高い。
- 検討した触媒の中ではPt/Al₂O₃が最も高い活性を示した。

NO=200ppm, O₂=5%, C₁₀H₁₂=1780ppmC, C₁₁H₁₆=220ppmC, H₂O=10%, 500ml/min, 30mg, 10°C/min
(M. Haneda et al., Chin.J.Catal., 32 (2011) 777)

37

750°C×50h (空気中)のエージング後のHC酸化活性を評価

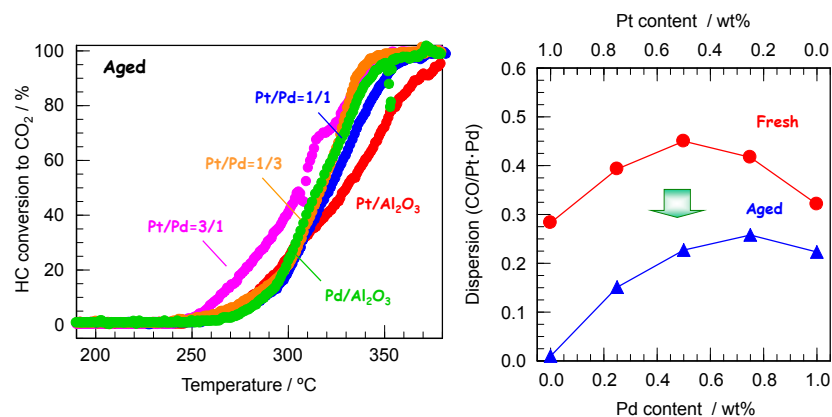


- エージングによりHC酸化活性が低下
- 白金のシタリングが顕著

実使用環境において白金分散度を
最適値に維持することは困難!

白金の耐久性向上を目指し、
パラジウムとの複合化を検討

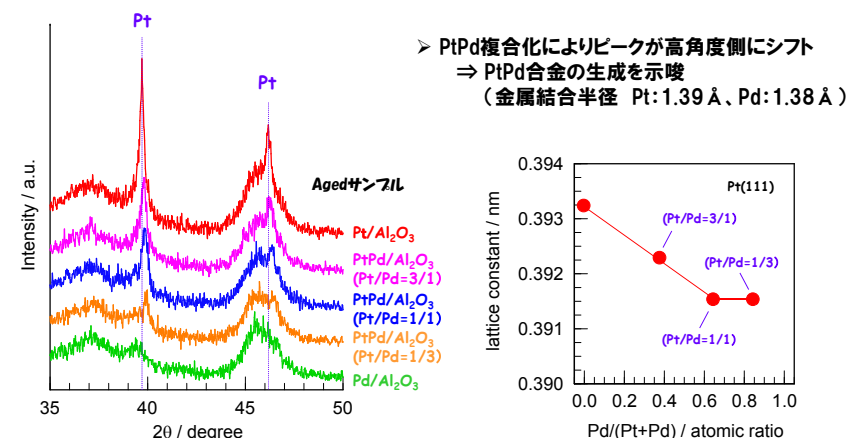
38



- Pt・Pd複合化によりエージング後のHC酸化活性が向上:Pt/Pd=3/1が最適
⇒ シタリング抑制効果によるものと推察

NO=200ppm, O₂=5%, C₁₀H₁₂=1780ppmC, C₁₁H₁₆=220ppmC, H₂O=10%, 500ml/min, 30mg, 10°C/min
(M. Haneda et al., Appl.Catal.A, 475 (2014) 109)

39

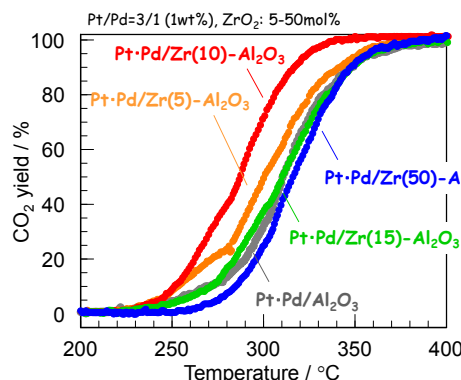


- PtPd複合化によりピークが高角度側にシフト
⇒ PtPd合金の生成を示唆
(金属結合半径 Pt:1.39 Å, Pd:1.38 Å)

(M. Haneda et al., Appl.Catal.A, 475 (2014) 109)

40

750°C×50h (空気中)のエージング後のHC酸化活性を評価



➢ Al₂O₃に5~10mol%程度の少量のZrO₂を添加することによりHC酸化活性が向上。過剰のZrO₂添加は活性を低下。

	S _{BET} (m ² /g)	PtPd dispersion
PtPd/Al ₂ O ₃	102	0.15
PtPd/Zr(5)-Al ₂ O ₃	130	0.20
PtPd/Zr(10)-Al ₂ O ₃	124	0.20
PtPd/Zr(15)-Al ₂ O ₃	108	0.17
PtPd/Zr(50)-Al ₂ O ₃	93	0.16

5~10mol%程度のZrO₂添加によりBET表面積・分散度が向上するが、HC酸化活性向上との相関性は小さい ⇒ **ルイス酸点の生成と関連性あり!**

41

触媒や蛍光灯などレアアースの国内需要と関連製品の生産実績 (t, REO)	2008	09	10	11(予測)	11/10 (%)
排ガス浄化触媒 (CeO ₂)	1,700~	1,400~	2,000~	2,000~	+11
その他 (La ₂ O ₃ , Nd ₂ O ₃ など)	540~	460~	500~	550~	+10
自動車排ガス触媒生産量 (t)	(15,614)	(10,195)	(11,585)	—	—
FCC 触媒 (La ₂ O ₃)	900	1,000	1,000	600~	-20
石油精製用触媒 (t)	(54,669)	(54,775)	(50,796)	—	—
ステンレスモノマー触媒など (CeO ₂)	500	500	500	500	0
プラジエン触媒など (Nd ₂ O ₃)	200	180	200	200	0
石油化学製品製造用触媒 (t)	(19,952)	(17,392)	(17,716)	—	—
ステンレスモノマー (万 t)	(285)	(300)	(294)	—	—
ブタン・ブチレン (万 t)	(294)	(286)	(303)	—	—
プラジエン (万 t)	(95)	(87)	(98)	—	—

(http://www.neomg.jp/newtopics/index_201103282.php?PHPSESSID=p3tu89nhorgp9npvdf2bhttf7)
(発行元: レアメタルニュース(発行元: アルム出版社)2011年3月16日号p04-05)



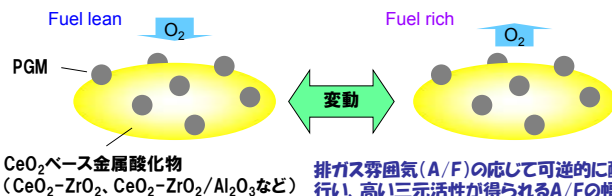
酸化セリウムは三元触媒における酸素貯蔵材料として必須の成分。さらに高温条件下での白金の安定性向上に寄与。

セリウム省使用のための技術開発研究がNEDOプロジェクトで実施

42

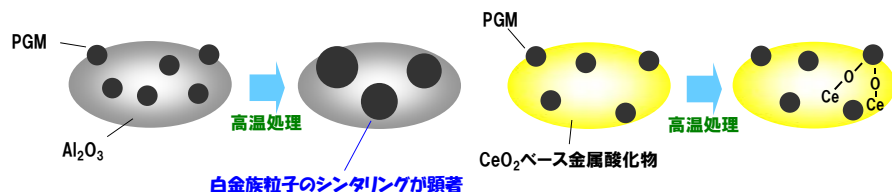
酸化セリウムのはたらき

1. 酸素吸蔵・放出(Oxygen Storage Capacity: OSC)



排ガス雰囲気(A/F)の応じて可逆的に酸素の吸蔵および放出を行い、高い三元活性が得られるA/Fの幅(window)を拡げる

2. 白金族の焼結抑制



(Y. Nagai et al., J.Catal. 242 (2006) 103) 43

経済産業省「希少金属代替材料開発PJ」

研究テーマ名 希少金属代替材料開発プロジェクト

研究目的 希少金属は、自動車、情報家電、産業機械、省エネ型照明等の材料として使われており、わが国の成長を支える製品にとって必要不可欠であり、新たな産業分野の拡大により需要が増大する見込みである。しかしながら、特定産出国に依存する傾向が多く、産出国の政策等により供給不安の懸念が出てきている。

目的、必要性 本研究開発は、既存の事業として取り組んでいる低燃費 (平成19年度 ~ In/0y/年、平成21年度 ~ Pt/Ce/Ce-Ti/0y) について、研究開発項目を追加し、使用量低減技術、代替材料開発のさらなる加速を目指すものである。

研究開発課題 「排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発、透明電極向けインジウムを代替するグラフェンの開発」

本研究テーマの希少金属使用低減技術に寄与するものとして、世界的な自動車需要の増加、排ガス規制強化、白金触媒の使用量低減に必要となるセリウム、窒素触媒等に透明電極として用いられるインジウムを代替するグラフェンについて、基礎技術及び製造技術の開発を行う。

①排ガス浄化向けセリウム使用量低減技術及び代替材料開発
②透明電極向けインジウムを代替するグラフェンの開発

キーテクノロジー、ブレークスルーのポイント、オリジナリティ
○第一原理計算を初めとする理論的解析による材料の最適設計開発技術
○結晶粒子・界面・薄膜状態の観察及び制御による、機能発現や反応メカニズムの解明と構造最適化技術の開発
○機能性ナノ材料の製造手法の開発
○新たな材料や原料特性に適合した製造プロセスの開発。

目標値とその条件および設定理由
○設定理由 本研究テーマは希少金属安定供給に資するものとして、「緊急総合経済対策 (平成22年度補正予算 (第1号))」の一環で実施するため、詳細な目標については、採択者が決定した後、NEDO、チームリーダー及び採択者との間で協議の上、実施期間において実現可能な目標を定めるものとする。
○目標値 約1年間で達成可能な目標を設定。

技術戦略マップ上の位置付け
○ナノテクノロジー分野技術マップ(高度材料界面制御・高次機能制御)
共通基盤 ⇒ 貴金属成分の低減・新材料、新技術 ⇒ 自動車触媒
○3R分野の技術マップ
金属資源3R ⇒ 代替材料技術等に位置付けられている。

プロジェクトの規模

事業費総額 約2.5億円
研究開発期間 約1年(平成22~23年度)

その他関連図表

キーテクノロジーと製品化のイメージ

①排ガス浄化向けセリウム(Ce)

自動車の排ガス浄化用触媒に用いられるセリウムの使用量低減技術、代替材料の開発を行う。

(1)排ガス浄化に対するセリウムの作用原理の獲得
(2)セリウムの使用量を低減・代替する材料の開発
(3)セリウムの使用量を低減した触媒付きフィルターの開発
(4)触媒付きフィルター製造時のセリウムの省使用技術の開発
(5)セリウム回収技術の開発

等
(上記は例であり、公募により優れた提案があった場合は、(1)~(5)以外にも実施するものとする。)

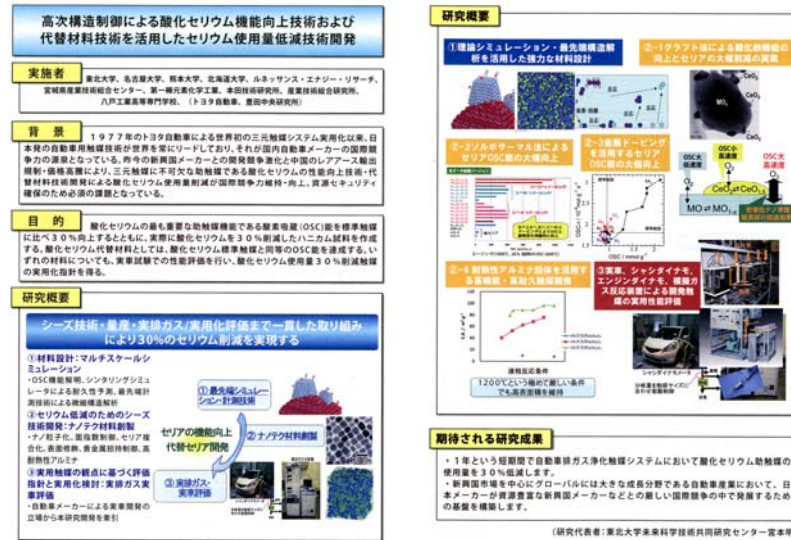
②透明電極向けグラフェン(タッチパネル、表示素子等)

インジウムを用いたITOで形成する透明電極を将来的に置き換える可能性のあるグラフェンを開発を行う。

(1)使用製品の特性を満足するグラフェンの開発
(2)大量合成技術の開発
(3)透明フィルムの製造技術の開発

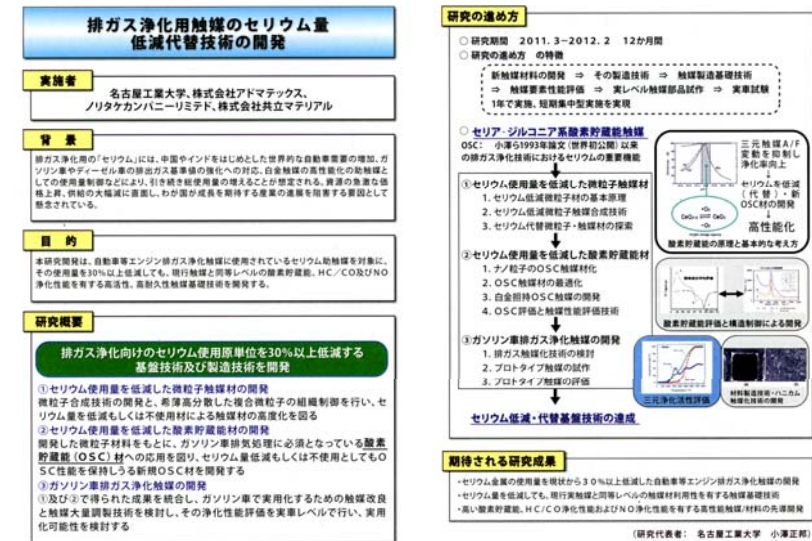
等
(上記は例であり、公募により優れた提案があった場合は、(1)~(3)以外にも実施するものとする。)

44



(元素戦略/希少金属代替材料開発PJ 第6回合同シンポジウム資料より)

45



(元素戦略/希少金属代替材料開発PJ 第6回合同シンポジウム資料より)

46

- 大気環境浄化
 - － 排ガス浄化(燃焼器、自動車など)
 - ・ ゼロエミッション、希少元素の有効利用・代替技術
 - － 住環境の改善
- 水質浄化
 - － 工業排水(有機物など)の浄化
 - － 地下水汚染(硝酸イオンなど)の改善
 - － 飲料用水確保のための触媒技術の開発
- 土壌汚染浄化
 - － 触媒による土壌汚染の直接浄化は難しいが、土壌を汚染しないための触媒技術開発が重要(有害物の排出抑制など)