

NIMS-EMC 材料環境情報データ No.3
我国における自動車用
白金族金属触媒のリサイクル動向



はじめに

環境の世紀とも呼ばれる21世紀になって、経済活動や生活のあらゆる局面で地球環境を考慮した改変が進んでくるようになってきています。そのような中で素材や材料は、あらゆる製品をかたちづくっている存在であり、かつ、資源として地球環境圏から取り出され、廃棄物として地球環境圏に戻される、地球環境に密接に係わった存在でもあります。それゆえ素材の製造者だけでなく、製品の製造者、使用者、さらには処理に係わる人達すべてが、使用されている素材に対して、その素材に係わる環境負荷やリサイクルのしやすさ・状況等を的確に知り資源生産性の向上や持続可能な社会に向けた選択に生かして行くことが重要です。

しかし、そのために必要な材料の環境負荷や循環に対する情報はまだあまり整備されておられません。中には一部の側面だけを肥大化させた情報などが散見され判断に困る場合も出てきています。

このような状況に対し、エコマテリアル研究センターでは、信頼性における材料環境情報の整備が物質・材料研究の中核機関として欠くことのできない努めであると判断し、ここに、NIMS - EMC 材料環境データをシリーズとして発行する事にしました。なお、NIMS は物質・材料研究機構 (National Institute for Materials Science) の略、EMC はエコマテリアル研究センター (EcoMaterials Center) の略です。データ集やデータベースとは若干赴きは異なりますが、専門家による綿密な聞き込み調査などをもとに統計資料などでは得られない材料の製造や循環に係わるデータや、LCA 的な考察に不可欠の材料データなどを提供して行きたいと考えております。

2004年

物質・材料研究機構

エコマテリアル研究センター長

原田 幸明

目次

- 1 . 結果の概要、背景と目的及び調査方法
 - 1 . 1 . 結果の概要
 - 1 . 2 . 目的
 - 1 . 3 . 調査方法と資料
- 2 . 白金族金属の需給動向（世界を含む）
 - 2 . 1 . 白金族金属の価格動向と白金族金属鉱床の構成割合
 - 2 . 2 . 白金族金属の需給動向と価格の変動
- 3 . 自動車触媒のリサイクル
 - 3 . 1 . 白金族金属スクラップの輸入
 - 3 . 2 . 我が国の廃自動車から白金族金属の回収
 - 3 . 3 . 使用済触媒資源化協会の回収量との比較
- 4 . 各地域自動車触媒原単位の比較
 - 4 . 1 . 日本
 - 4 . 2 . 北米
 - 4 . 3 . 欧州

資料

1. 結果の概要、背景と目的及び調査方法

1.1. 結果の概要

(1) 白金族金属の最大値と最少値の比率

白金族金属の価格の最大値と最少値の比率は、Pt ; $28.93/6.55=4.42$ 倍、Pd ; $33.34/1.78=18.73$ 倍、Rh ; $71.93/5.88=29.25$ 倍である。白金族鉱石の金属構成比率が高いもの、あるいは、用途の種類が多い方が上記の比率が低い(乱高下しにくい)。

(2) 白金族金属の価格動向

Pt 価格は 1980 年 2 月にピーク値 28.93\$/g を示した。これは、Pt のロシアからの供給量の減少と 1978 年から開始された米国における自動車触媒用の Pt の消費量の増加のためである。この 1978 年は、自動車の排ガス中の HC、CO、NOx を同時処理する三元触媒が実用化されたときでもある。

ロジウム価格は、1991 年 1 月にピーク値 68.52\$/g を示した。これは 1900 年になって、それまで Rh の価格は低迷しており、北米、日本、欧州が揃って自動車用触媒の消費が増加。当初 Rh は自動車触媒にそれほど使用されていなかったが、Rh が使用され始め、Rh の全体消費に占める自動車触媒の比率が 80%を初めて超えた時期であった。

Pd の価格は 2001 年 1 月にピーク値 33.34\$/g を示した。この価格高騰の原因は自動車触媒の HC (炭化水素) 除去に Pd が有効であり、その需要増加と、ロシアからの Pd の供給不安である。

(3) 白金族金属の用途

白金族金属用途として、Pt は自動車用触媒と宝飾品が大きな用途で他の用途は少ない。宝飾品は価格が安いときに買われるので、価格下落を阻止する緩衝剤である。Pd は、自動車用触媒、電子、歯科の 3 つの用途である。2001 年の Pd の価格暴騰の影響は、先ず電子材料で需要減少が起こり、他の用途にも波及し需要が急減した。Rh は最近 80%以上が自動車用触媒用途である。

(4) 使用済み自動車触媒のリサイクル

	2000 年		2001 年	
	協会回収	本調査(推定)	協会回収	本調査(推定)
Pt	4.2t	5.079t	4.8t	5.067t
Pd	12.5t	1.369t	13.9t	1.355t
Rh	0.810t	1.083t	0.887t	1.056t

注) 協会回収：使用済触媒資源化協会統計

Pd で協会回収の方が数値が大きいのは、Pd の用途が自動車以外が大きい(例えば、化学・石油、電子)。即ち、Pd に関しては使用済自動車の触媒のリサイクルだけで Pd 全体のリサイクル状況を語る事ができない。Pt、Rh で協会回収が小さいのは協会統計に抜け(非鉄製錬業者の一部で会員でないところがある)もあるが、本報告書の推定誤差も想定される。

(5) 地域別自動車用触媒需要動向

自動車一台当たりの貴金属の消費量は、日本は 1996 年までは 1.00～1.3g/台であったが、1997 年から上昇し始め、2002 年には 2.88g/台まで増大した。北米は、1993 年まで 2g/台で日本の約 2 倍の貴金属の消費量であったが、1994 年から上昇し、1998 年～1999 年に 7.08～7.09g/台に達したが、2002 年には 2.73g/台となった。欧州は 1990 年以前は 1g/台以下であったが、1991 年頃から貴金属の消費量は上昇し、2001 年に 5.42g/台に達し、その後も同じ程度の値である。

1.2. 背景と目的

ある研究会で、委員の一人より、自動車用触媒金属のリサイクルの実態が良く分からないので調査を要するという発言があった。

自動車用触媒金属も含めた貴金属のリサイクル資料としては、使用済触媒資源化協会の資料があるが、自動車触媒に限定したものでないため、我が国の自動車触媒リサイクル動向を明確にするには別途の調査を必要とする。

また、自動車触媒の国内リサイクルを理解するには、白金族金属の需給動向の予備知識が必要である。そのために「最近の白金族の需給動向」も併せて我が国における自動車用白金族金属触媒のリサイクルの概略をまとめた。

1.3. 調査方法と資料

以下の資料から、白金族の需給動向を概説するとともに、我が国の自動車触媒のリサイクル量を推定した。

- (a) 最近の白金族の需給動向は JM (Johnson Matthey) ;Platinum を引用した。
- (b) 自動車の生産量、廃車台数は、自動車工業会資料を引用した。
- (c) 白金くずの輸入量として財務省の貿易統計を引用した。
- (d) 使用自動車からの触媒のリサイクル状況の実態は、廃自動車の解体業者をヒヤリング（関東 3 社、関西 1 社）した。

なお、本文で掲載した図の元データは、末尾に資料として、対応する図と同じ番号の表を添付した。

2. 白金族金属の需給動向（世界を含む）

自動車触媒のリサイクル状況を理解するには、その上流工程である自動車触媒の需給状況の知識が必要であり、更に、自動車触媒の需給を知るには、自動車触媒の主要金属である白金族金属の需給動向に関する全般的知識が必要である。

2.1. 白金族金属の価格動向と白金族金属鉱床の構成割合

白金族金属としては、表 2 - 1 - 2 に示すように、代表的なものとして Pt (白金)、Pd (パラジウム)、Rh (ロジウム)、Ir (イリジウム)、Ru (ルテニウム)、Os (オスミニウム) があ

るが、本報告では、自動車触媒で最も多量に使用されている最初の3つの元素に限定してのべる。

1978年1月から2004年2月の期間で、白金族の価格動向を1ヶ月単位で集計したものを、グラフ化し図2-1-1に示した。また、表2-1-1にPt(白金)、Pd(パラジウム)、Rh(ロジウム)の価格の最大域と最少域の小ブロックを適宜切り取って示した。

図2-1-1 白金族価格推移

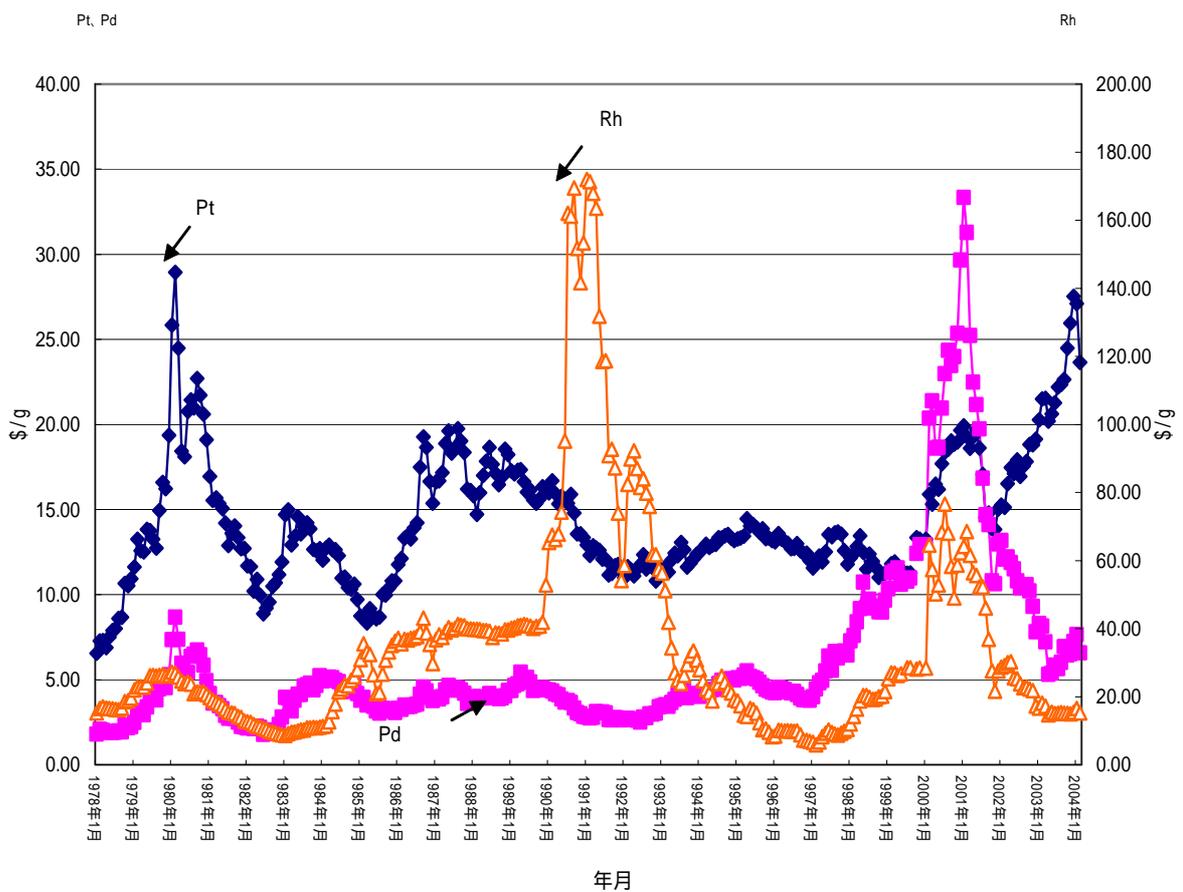


表 2 - 1 - 1 白金族金属の価格動向推移（最大～最小）

No	\$/g			No	\$/g				
	Pt	Pd	Rh		Pt	Pd	Rh		
1	Jan-78	6.55	1.81	15.24	5	May-96	13.00	4.29	10.04
	Feb-78	7.29	2.07	16.54		Jun-96	12.69	4.21	9.97
	Mar-78	7.29	2.03	17.01		Jul-96	12.72	4.30	9.81
	Apr-78	6.90	1.90	16.66		Aug-96	12.99	4.12	9.91
	May-78	7.49	1.94	16.48		Sep-96	12.59	3.92	8.85
	Jun-78	7.89	1.88	16.43		Oct-96	12.44	3.82	7.21
	Jul-78	8.00	1.91	16.28		Nov-96	12.43	3.81	7.16
	Aug-78	8.59	1.98	16.14		Dec-96	12.00	3.80	6.91
	Sep-78	8.67	1.92	16.59		Jan-97	11.57	3.99	6.58
	Oct-78	10.66	2.34	18.53		Feb-97	11.90	4.46	5.88
	Nov-78	10.52	2.17	18.82		Mar-97	12.27	4.81	6.68
	Dec-78	10.93	2.23	19.59		Apr-97	11.92	4.95	8.29
				May-97	12.51	5.51	9.28		
2	Dec-79	19.36	5.29	26.22	6	May-00	16.19	18.65	52.85
	Jan-80	25.85	7.35	27.23		Jun-00	17.68	20.95	68.32
	Feb-80	28.93	8.67	26.88		Jul-00	18.38	22.98	76.56
	Mar-80	24.48	7.38	25.80		Aug-00	18.54	24.35	68.00
	Apr-80	18.44	5.95	24.60		Sep-00	19.02	23.47	58.27
	May-80	18.10	5.09	23.86		Oct-00	18.84	23.98	49.03
	Jun-80	20.77	5.42	24.27		Nov-00	18.97	25.35	58.68
	Jul-80	21.43	6.36	23.67		Dec-00	19.66	29.66	62.29
	Aug-80	20.98	6.50	20.86		Jan-01	19.92	33.34	64.10
	Sep-80	22.70	6.74	21.34		Feb-01	19.29	31.27	68.52
	Oct-80	21.71	6.46	21.30		Mar-01	18.61	25.22	61.57
	Nov-80	20.59	5.86	21.40		Apr-01	19.26	22.47	56.46
Dec-80	19.10	4.93	20.60	May-01	19.72	21.15	55.62		
3	Mar-82	10.22	2.12	11.78	7	Feb-03	21.49	8.16	18.12
	Apr-82	10.89	2.26	11.37		Mar-03	21.53	7.23	17.20
	May-82	9.97	2.19	11.15		Apr-03	20.19	5.30	14.67
	Jun-82	8.87	1.78	10.69		May-03	20.63	5.39	15.40
	Jul-82	9.20	1.84	10.38		Jun-03	21.28	5.84	15.07
	Aug-82	9.56	1.87	9.88		Jul-03	22.19	5.64	15.11
	Sep-82	10.49	2.05	9.60		Aug-03	22.34	6.01	15.31
	Oct-82	10.70	1.97	9.40		Sep-03	22.65	6.93	15.15
	Nov-82	11.17	2.36	9.00		Oct-03	24.48	6.45	15.11
	Dec-82	11.92	2.81	8.78		Nov-03	25.95	6.51	14.98
	Jan-83	14.69	3.95	8.64		Dec-03	27.53	7.24	15.39
	Feb-83	14.98	3.92	9.20		Jan-04	27.11	7.65	16.48
	Mar-83	12.92	3.15	9.54		Feb-04	23.65	6.58	15.18
4	Jul-90	15.37	3.77	162.06	出典：Platinum：NYMEX Nearby(Metals Week) Paladium：NYMEX Neaby(Metals Week) Rhodium：MW NY Dealer(Metals Week)				
	Aug-90	15.88	3.66	161.21					
	Sep-90	14.79	3.32	169.47					
	Oct-90	13.57	3.07	151.77					
	Nov-90	13.57	2.99	141.62					
	Dec-90	13.34	2.85	153.32					
	Jan-91	12.92	2.80	171.93					
	Feb-91	12.31	2.74	171.33					
	Mar-91	12.86	2.78	167.91					
	Apr-91	12.73	3.12	163.53					
	May-91	12.60	3.06	131.78					
	Jun-91	12.09	3.11	118.56					
Jul-91	12.06	3.04	118.74						

注) 上表のブロックは、白金族価格が 78 年 1 月～2004 年 2 月の間での最大あるいは最小を示した期間を部分的に切り出したものである。斜体太字は最大値を、通常の太字は最小値を表している。例えば、No.1 Pt、Pd が最小、No.2 Pt の最大値、No.3 Pd、Rh が最小値、No.4 Rh が最大値、No.5 Rh が最小値、No.6 Pd が最小値、No.7 Pt が最大値を示している。

表 2 - 1 - 2 白金族金属鉱床の構成割合推定値 (単位: 重量%)

金属	ロシア	カナダ	南アフリカ		ソ連	アメリカ	
	砂白金	Sudbury	Merensky	Bushveld	Noril'sk	Stillwater	Duluth
Pt	93	43	61	47	25	20	18
Pd	1	45	26	32	67	78	78
Ir	3	2	1	2	2		1
Rh	2	4	3	7	3	1	2
Ru	Trace	4	8	11	2		1
Os	1	2	1	1	1	ND	ND

ND: 検出限界以下

出典: Mineral Facts and Problems, 1985 Edition, Bureau of Mines Bulletin 675, p.597

(1) Pt 価格のピーク

図 2-1-1 を見ると、左側から第一のピークは、Pt の Feb-80 の 28.93\$/g で、Pt の第二のピークは Dec-03 の 27.53\$/g である。Pt の最少値は Jan-78 の 6.55\$/g である。この間の価格の最大値と最少値の比率は、4.42 倍である。

(2) Rh 価格のピーク

図 2-1-1 の更に右側の 2 番目のピークは、Rh の Jan-91 の 171.93\$/g で、第二最少値は Jan-83 の 8.64\$/g と第一最小値の Feb-97 の 5.88\$/g である。この間の価格の最大値と最少値の比率は、29.25 倍である。

(3) Pd 価格のピーク

図 2-1-1 の更に右側の 3 番目のピークは、Pd の Jan-01 の 33.34\$/g で、第二最小値は Jan-78 の 1.81\$/g と第一最小値の Jun-82 の 1.78\$/g である。この間の価格の最大値と最少値の比率は、18.73 倍である。

2.2. 白金族金属の需給動向と価格の変動

以下に上記の白金族金属の価格のピークの発生要因を、白金族金属の需給情報で説明した。

(1) 白金の需給動向と価格変動の関連について

白金の Feb-80 の 28.93\$/g のピークは、図 2-2-1-1 の世界の白金地域別供給で示されるように 1979 年から開始した Pt のロシアからの供給量の減少と、図 2-2-1-3 で示すように 1978 年から開始した米国での自動車触媒の Pt の消費量が増加したため、この需給のアンバランスが原因で発生した価格高騰と考えられる。この 1978 年は、自動車の排ガス中の HC、CO、NOx を同時処理する三元触媒が実用化されたときでもある。

Pt の需要を図 2-2-1-2 の世界の白金用途別需要を見ると明らかのように、Pt の需要は宝飾

品と自動車触媒で 80%以上占め、他の用途が少ないこと（電子関連では、ハードディスクのメモリ、ガラス溶解用ルツボ[最近は液晶ディスプレイ用ガラス溶解用ルツボ]）が大きな特徴である。この宝飾品の内、比率が多いのが日本と中国である。95 年以前は日本が圧倒的の大きかったが、図 2-2-1-4 の他用途別需要（他は日本、欧州、北米を除いた地域）では、宝飾品の大部分を中国が占めており、96 年以降は中国の需要が増加し、現在では宝飾品の需要は中国の方が日本より大きくなっている。

図 2-2-1-5 で示すように、日本の宝飾品は 2000 年以降減少しているが、これは Pt の価格が高騰したために宝飾品の購入が減少したためで、逆に価格は安くなる購入量が増えるので、Pt における宝飾品は Pt 価格のバッファーとなっている。宝飾品に使用される Pt は工業用途に使用でき、Pt の宝飾品は一種の備蓄であるという解釈もある。

世界の Pt の自動車触媒の需要が最近増加したのは、2001 年の Pd の価格高騰から、自動車触媒の Pt, Rh への回帰による消費量増加と、欧州を中心としたジーゼルエンジン自動車の増加で未燃カーボンの減少に効果のある Pt 触媒の消費が増加したためである。

図2 2 - 1 - 1 世界の白金地域別供給

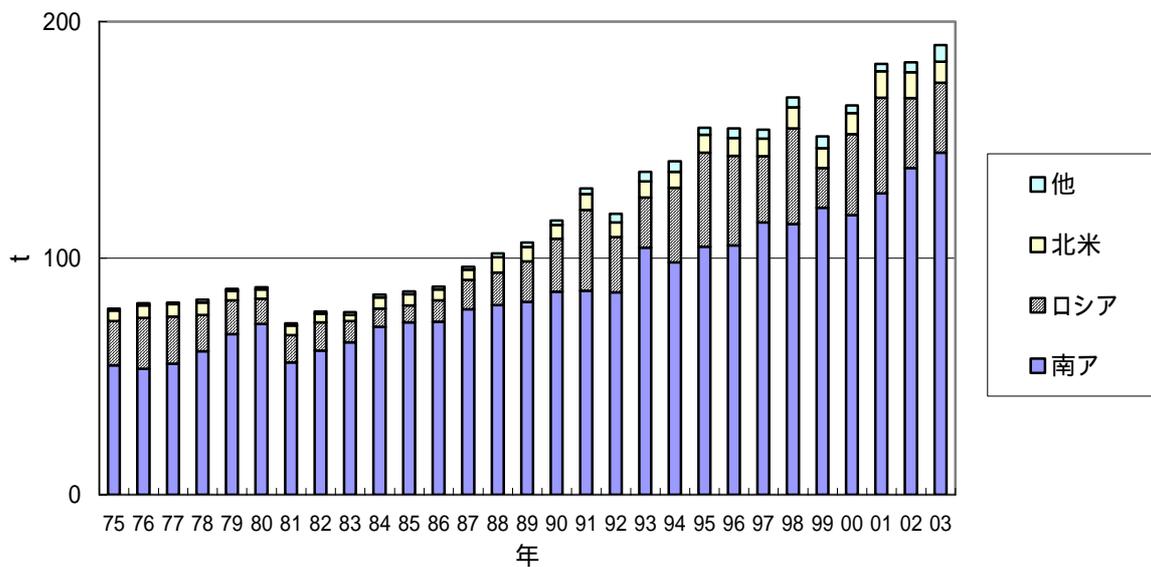


図2 - 2 1 - 2 世界の白金用途別供給

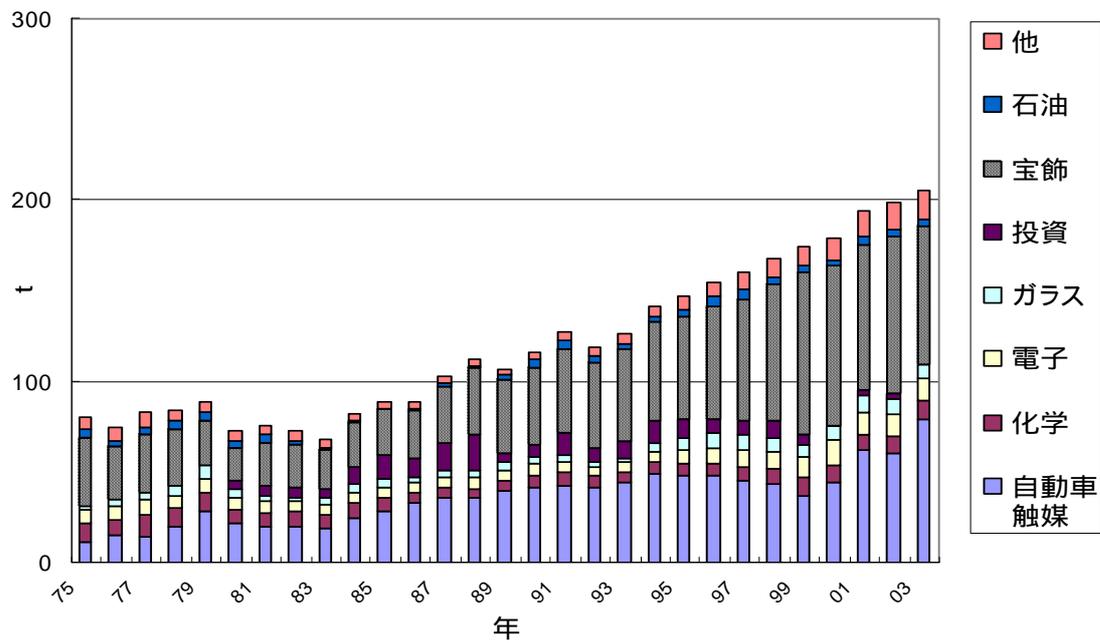


図2 - 2 1 - 3 世界の白金地域別供給

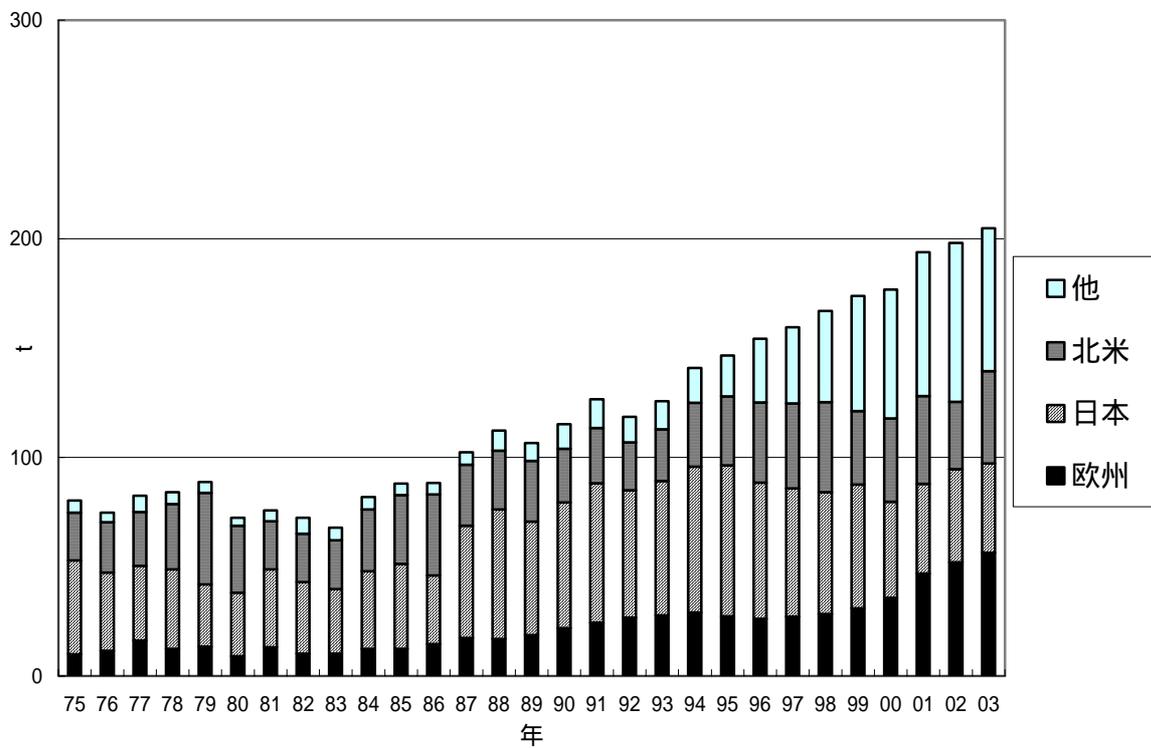


図2 - 2 1 - 4 世界の白金 他 用途別供給 [他は北米、欧州、日本を除いた地域]

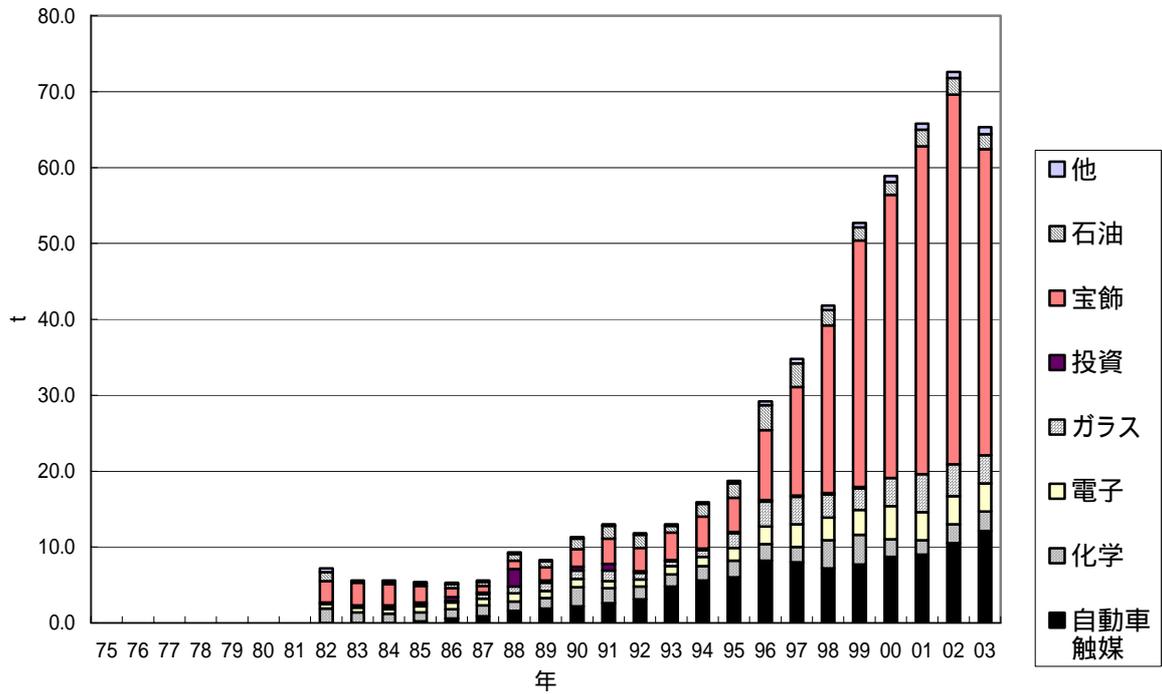
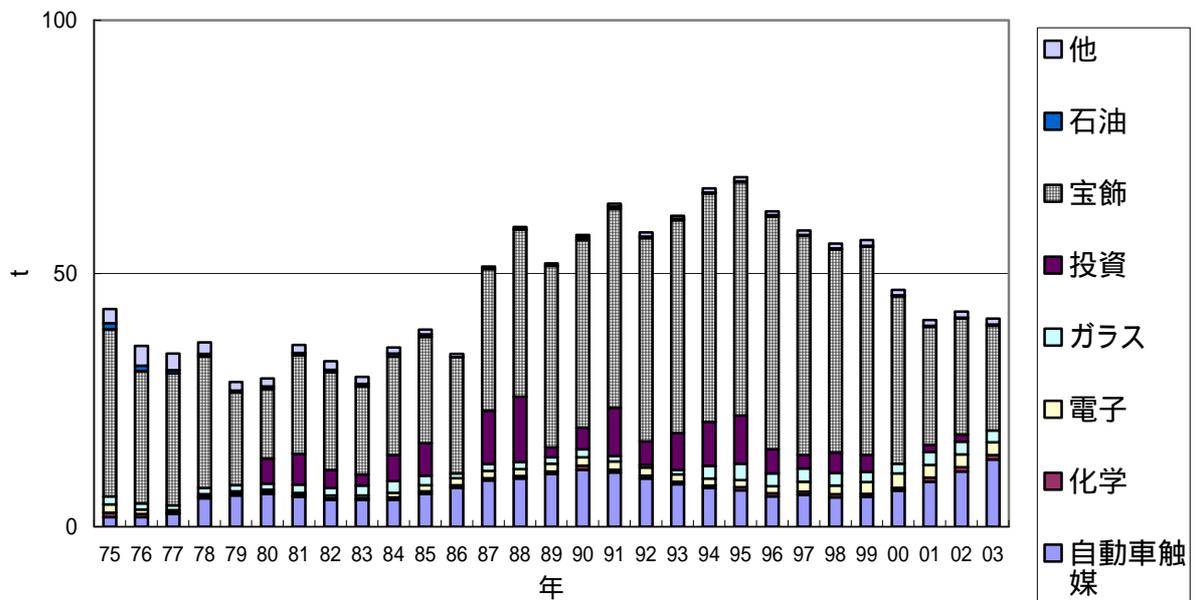


図2 - 2 - 1 - 5 日本の白金用途別需要



(2)パラジウムの需給動向と価格変動の関連について

Pd の価格は 2001 年 1 月ピークを示した。この価格高騰の原因は自動車排ガス中の HC (炭化水素) 除去に Pd が効果があり、その需要が増加したことと、ロシアからの Pd の供給不安があったからである。

図 2-2-2-1 (表も同じ No) で示すように、Pd の供給は南アよりもロシアの方が多く、最近では逆転があったのは 2002 年の 1 年間のみである。これは、表 2 - 1 - 2 に示すように、ロシアの Pd の供給鉱山 (Cu Ni) の Norilisk 鉱山の白金族金属中に占める Pd の比率が高いためである。Norilisk 鉱山の年間の鉱石生産量と平均の白金族品位から、Pt は 30 ~ 40t で、Pd は 50 ~ 60t と考えられる (ロシア政府の報告) 。なお、別の資料¹⁾ では 2003 年の販売量 92t はロシアの生産量にかなり近いことを言及している (こちらのの方が正しい可能性がある) 。

表 2-2-2-1 (末尾添付) を見ると、ロシアの Pd の販売量が 100t を超えたのは 1994 年からで、この後 2000 年まで 8 年間継続した。この間にロシアは備蓄を崩して供給したものと推察された。このようにある日突然の備蓄が尽きて供給できなくなるであろうという危機感が 1997 年頃から Pd の価格上昇を生じさせ、2000 年から急激な Pd の価格高騰を引き起こしたものと考えられる。南アを中心に Pd について 10 年間 (2001 年開始) で 62t の増産計画はあるが、予測されるロシアの急激な供給途絶を補えるものではない。この Pd の価格高騰で機敏に Pd の代替に動いたのは、2001 年の日本の MLCC (多層セラミックコンデンサー) で、導体層の Pd からの Ni への代替が開始された。

次に、図 2-2-2-3 (表も同じ番号) と図 4-2 (4 章に掲載) で示すように、2002 年の北米の自動車触媒の Pd は Pt などのに代替され、Pd の自動車触媒消費量を前年比 1/3 以下まで減少した。日本の触媒業界にヒヤリングでは、このような可能性の話が出ていなかった。その理由の詳細は、後ほど述べる。

なお、図 4-3 (4 章に掲載) に示すように、欧州の自動車の Pd (他の白金族金属も同様であるが) の消費が開始されたのは、1992 年頃からであり、少なくとも 1990 以前の欧州は自動車排気ガス規制においては後進国であったと考えられる。

ところで、日本は、1985 年 ~ 2000 年まで Pd では電子・電気関連が需要の半分以上を占めていたが、2001 年から急減し、2003 年には Pd の主な需要分野は、自動車と歯科となり、電子分野は回復していない。これは MLCC (多層セラミックコンデンサー) で、導体層の Pd からの Ni への代替が完遂したことを物語っている。従って、Pd 含有量多い電子電気機器が搭載される実装基板は、製品寿命の 10 年後にリサイクルの採算性が、悪化する可能性がある。

図 2 - 2 - 2 - 1 世界のパラジウム供給

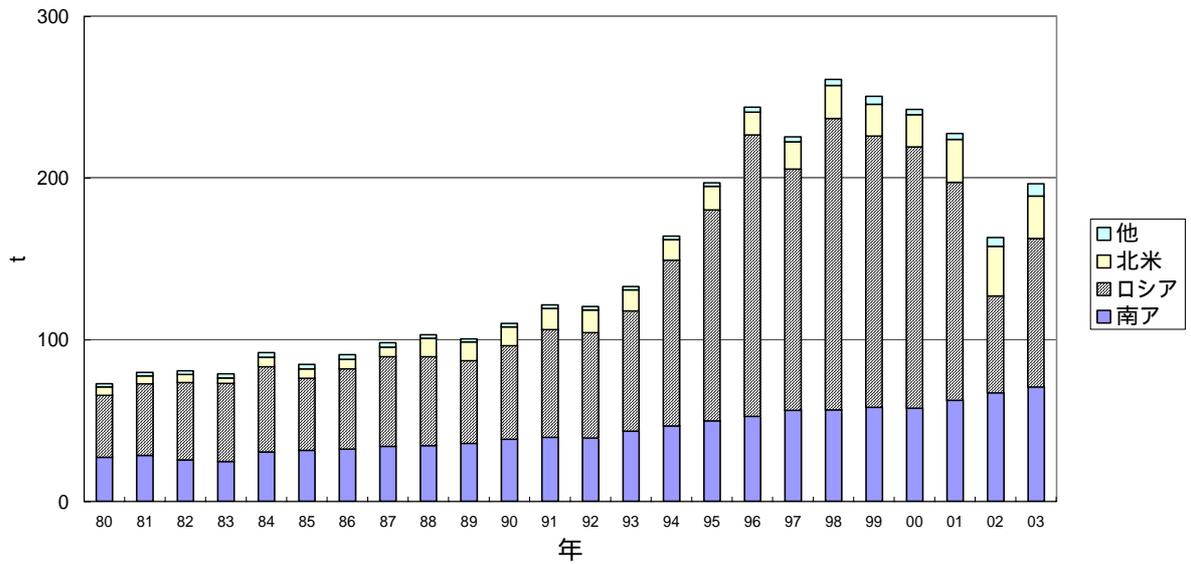


図 2 - 2 - 2 - 2 世界のパラジウム用途別需要

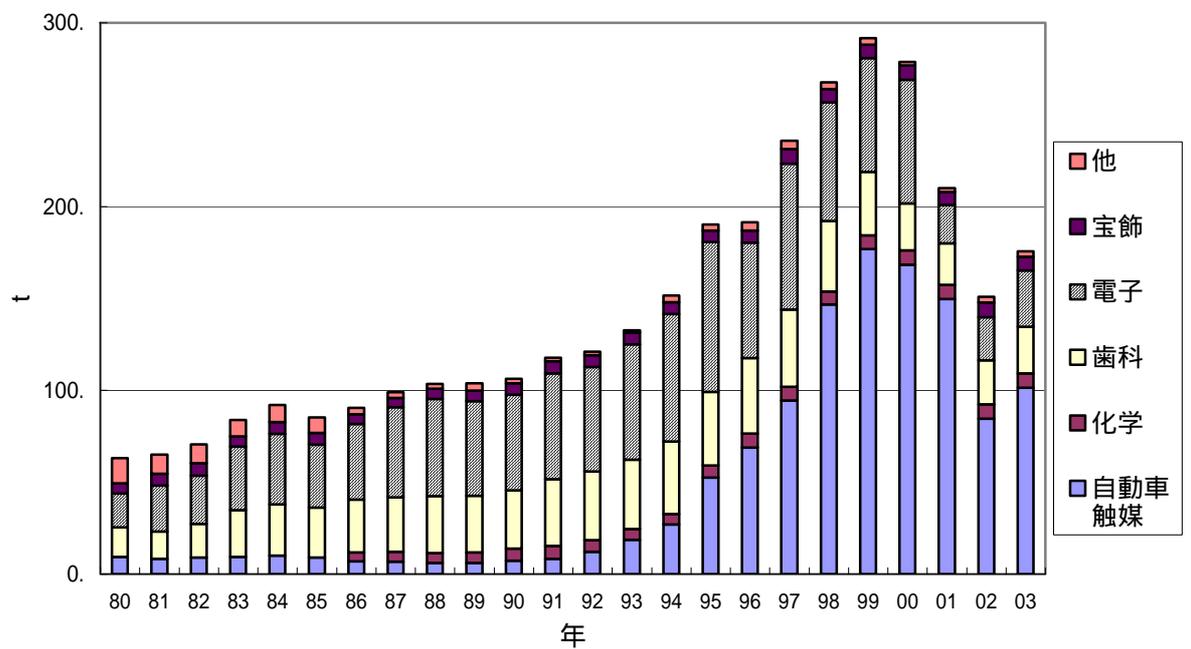


図 2 - 2 - 2 - 3 世界のパラジウム地域別需要

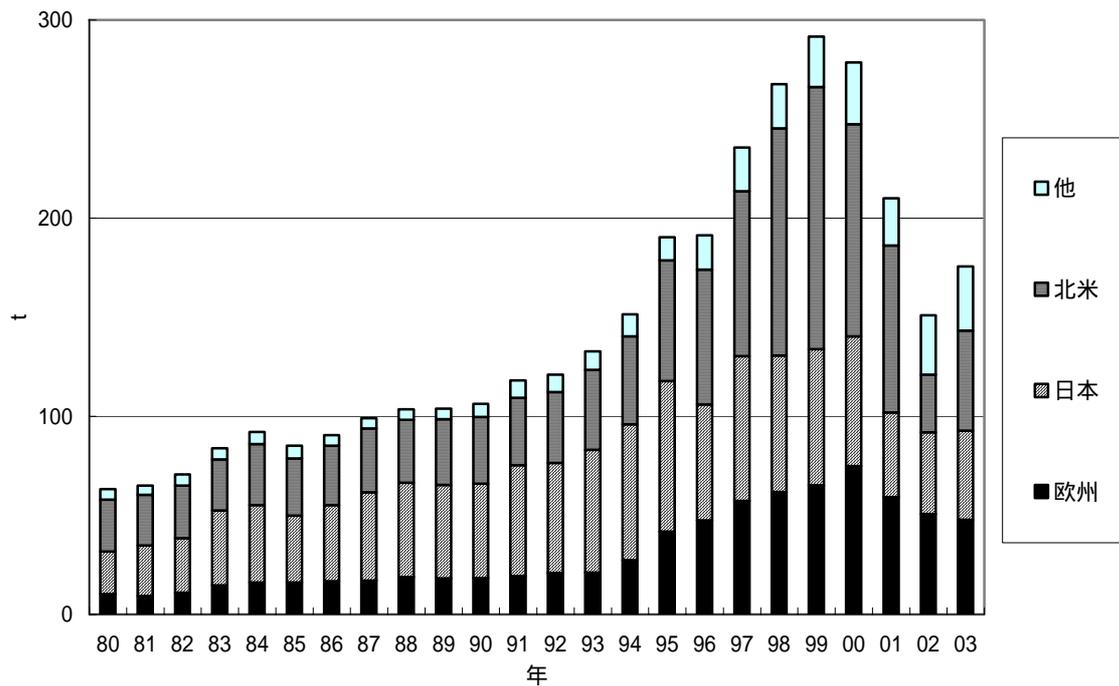


図 2 - 2 - 2 - 4 世界のパラジウムの自動車用途地域別需要

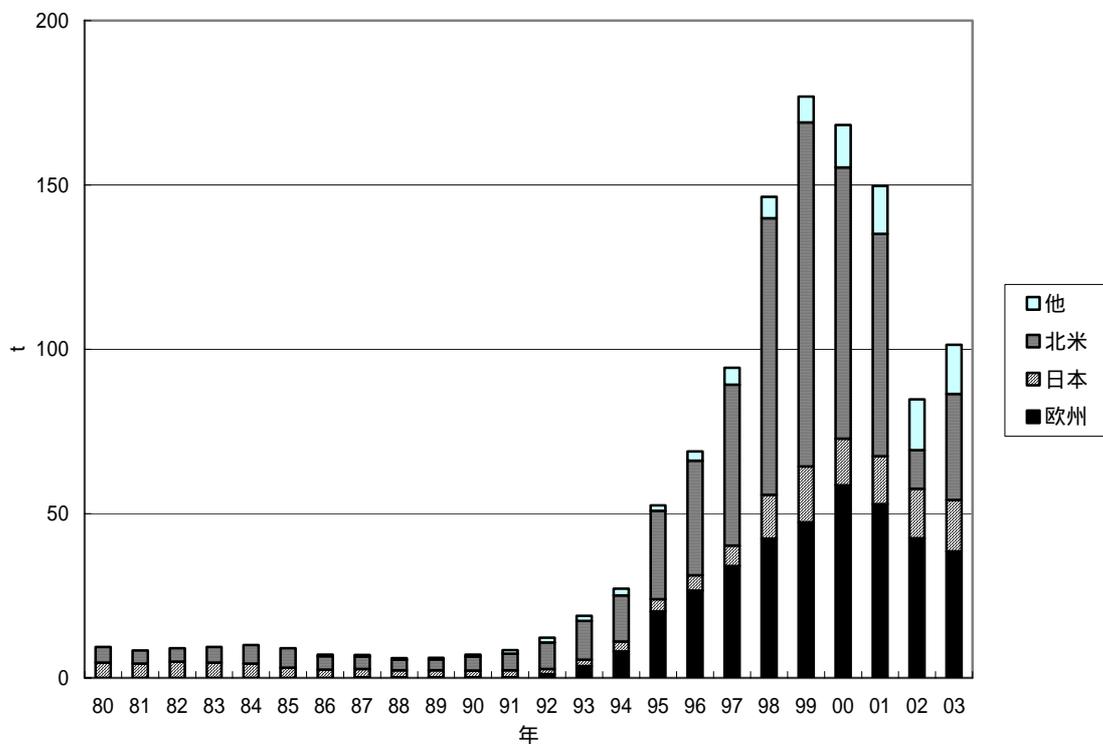
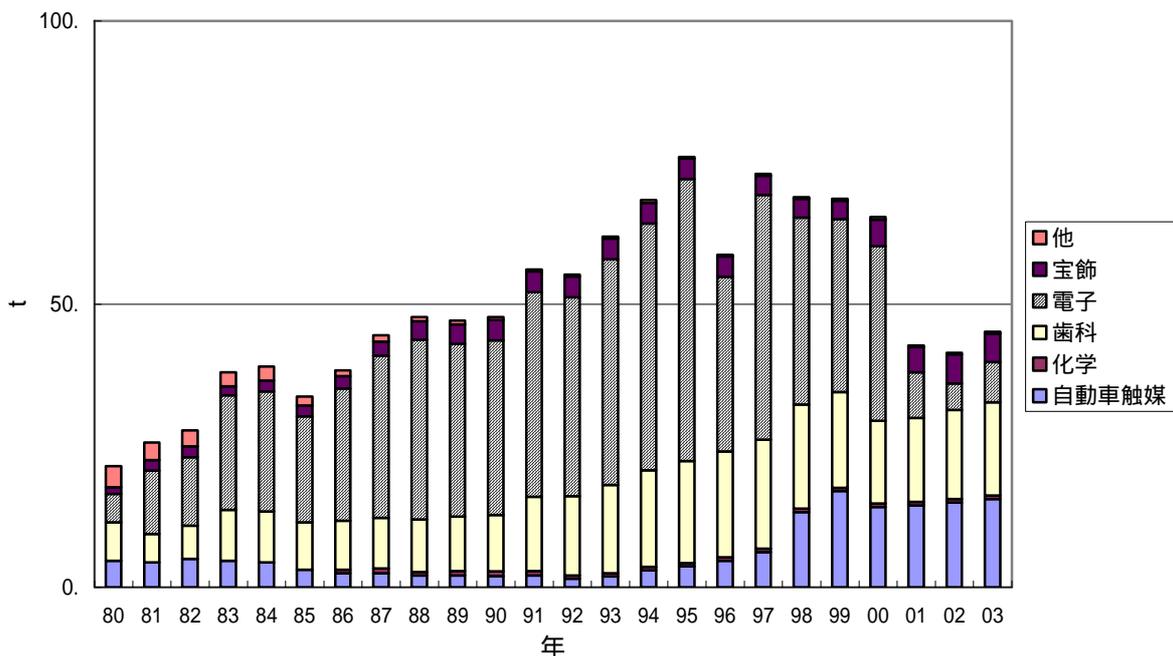


図 2 - 2 - 2 - 5 日本のパラジウム用途別需要



(3) ロジウムの需給動向と価格変動の関連について

図・表 2 - 2 - 3 - 2 の世界の Rh の用途別需要を示す。これを見て解るように、自動車の用途が占める割合は 1985 年に 55%であったが、その後この割合が増加し、1990 年以降は 80%以上に上昇した。従って、他の用途は量的に少ないことが特徴である。2.1(3)で述べたように、1978 年以降における価格の最少値と最大値が約 30 倍と白金族貴金属の中で最も大きい、これは他の用途などで需給変動を緩和させることができないためである。

図 2 - 2 - 1 に示したように、ロジウム価格は、1991 年 1 月にピーク (171.93\$/g) に達している。これは 1990 年になって、それまで Rh の価格は低迷していたこともあり、北米、日本、欧州が揃って自動車用触媒として、Rh を多用しようとしたためである。Rh の全体消費に占める自動車触媒の比率が 80%を初めて超えた。このような需要の増大が価格上昇の原因である。2000 年に入ってから、上昇を開始し、2001 年 2 月にロジウムの価格は、第 2 のピーク (68.52\$/g) に達した。これは自動車触媒用のロジウム需要が、すべての地域で増加したためである。欧州、日本、米国の廃ガス規制強化に対応するためのものであった。また、1999 年から増加した Pd 需要の伸びを最少限に抑えるために、また、Pd への依存度を減らそうとしたためである。例えば、欧州では、2000 年 1 月の EU 第 3 次排ガス規制の導入により、Rh の消費が増加したこと。日本の大手自動車メーカーは、Pd の消費の減少にかなり努力し、一部はこの目標を達成していること。米国の自動車メーカーも Pd の消費を減少させる戦略を採用していることなどである。

図 2 - 2 - 3 - 1 世界のロジウム供給

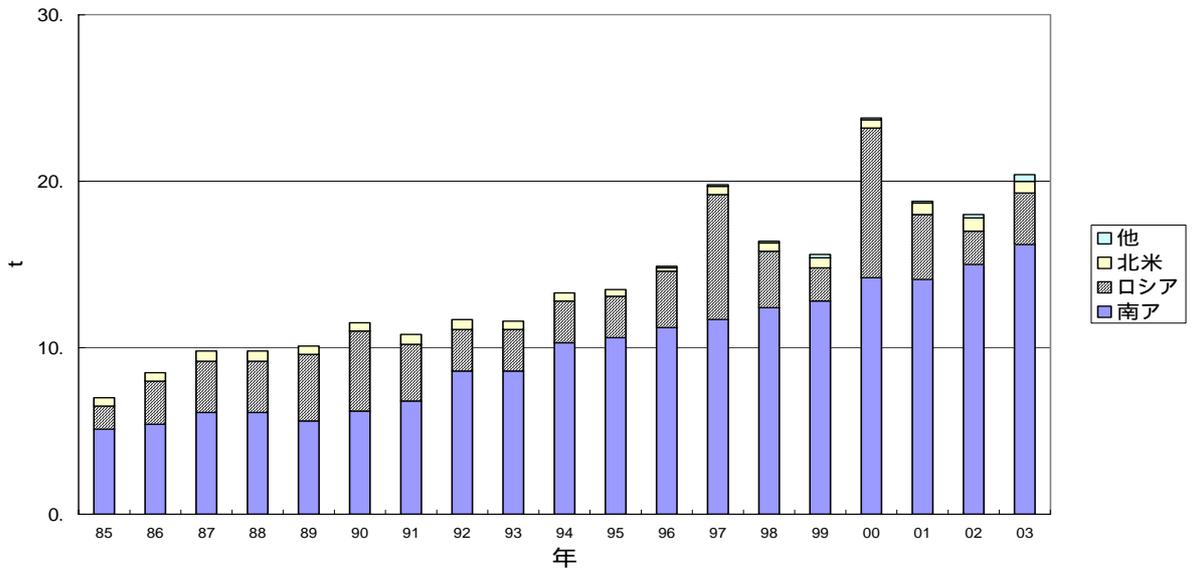


図 2 - 2 - 3 - 2 世界のロジウム用途別需要

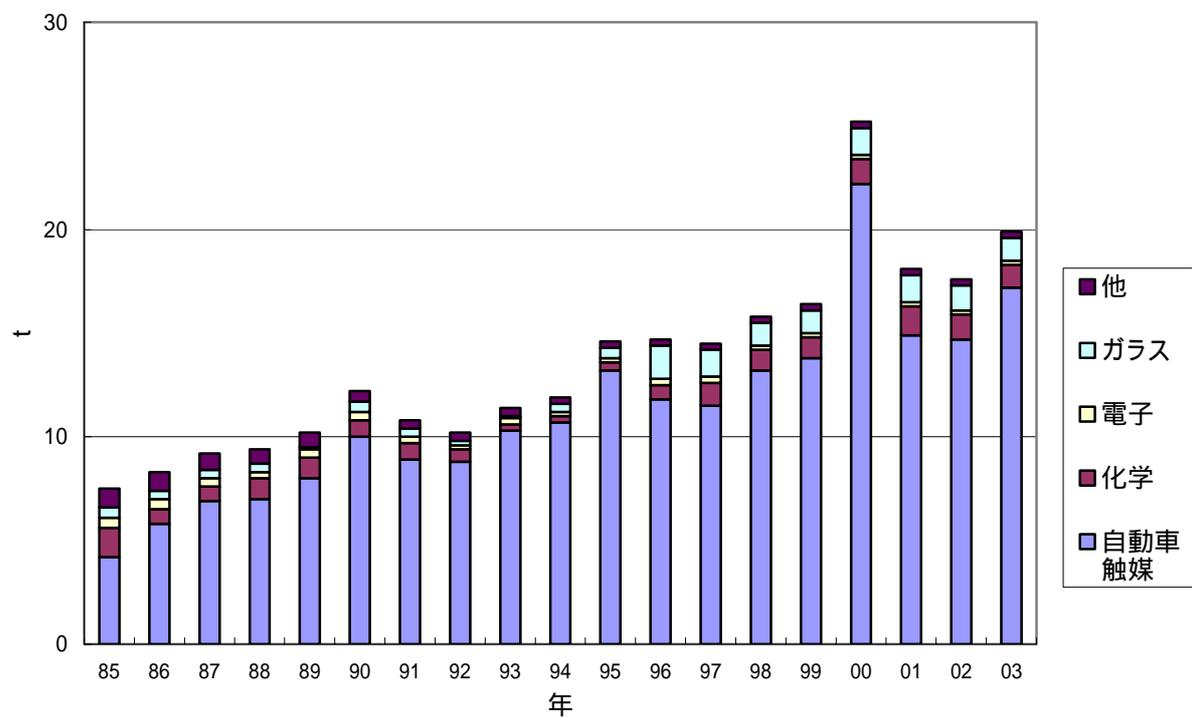
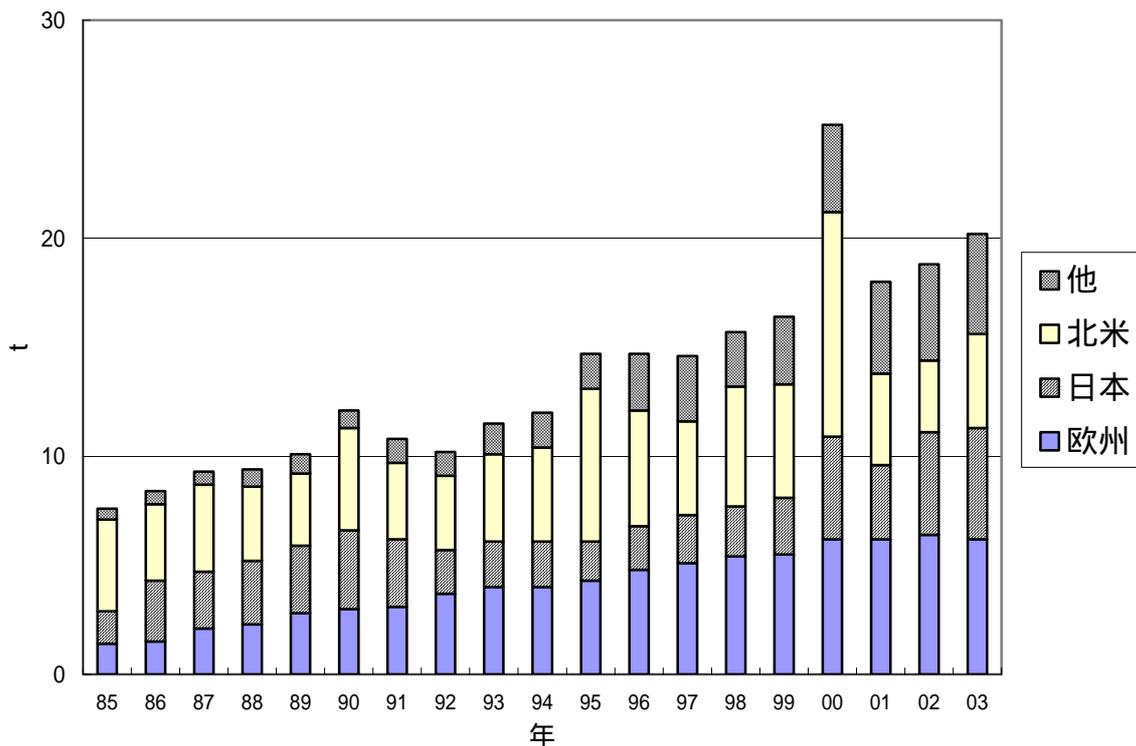


図 2 - 2 - 3 - 3 世界のロジウム地域別需要



3. 自動車触媒のリサイクル

3.1. 白金族金属スクラップの輸入

表 3-1-1 に 1994 年以降の我が国における貴金属くず輸入実績を示す。同図に見られるように、我が国の貿易統計では、輸入のくず統計 (HS 7112.90.000) で「銀のくず (銀をはった金属のくず)」が、1996 年から「銀のくず (銀をはった金属のくず) 及び主として貴金属の回収に使用する種類の貴金属又は貴金属の化合物を含有するその他のくず」と名称が変更され、貴金属が集計されるようになった。しかし、銀と貴金属に細部化されていなかったため、貿易統計から貴金属くずの輸入量を推定することは困難であった。ところが、2002 年になって、この分類が更に、金くず、白金くず、銀くずに細分化されたので、初めて貴金属くずの輸入量の推定が可能になった。輸入された貴金属くずからの金属回収量を、自動車の耐用年数を約 10 年として、約 10 年前の我が国の自動車浄化触媒の生産実績から貴金属の原単位を表 3-2-2 に求めた。その結果を表 3-1-2～表 3-1-4 に示す。また、表 3-1-1 を見ると、韓国、香港、シンガポール、米国がともに銀くずが圧倒的に多く、これらは電気電子関連の部品の接点くずと考えられる。白金くずは、米国が圧倒的に多く、これは自動車使用済み触媒と考えられる。

2001 年と 2002 年の 7112-9 の米国からの貴金属くずの輸入量はほぼ同じであり、2001 年の白金くずのグロス輸入量を 2002 年の 1,859,398 t と同じと仮定する。

輸入白金くずから白金の回収量は、表 3-1-4 の米国（北米と同じと考える）の触媒と貴金属の重量比率（日本の触媒全体と貴金属の重量比率より推定）の値から

$$\text{Pt } 1,859,398\text{kg} \times 0.183 \div 100 = 3.403\text{t}$$

$$\text{Pd } 1,859,398\text{kg} \times 0.057 \div 100 = 1.060\text{t}$$

$$\text{Rh } 1,859,398\text{kg} \times 0.041 \div 100 = 0.744\text{t}$$

表 3 - 1 - 1 貴金属くずの輸入（単位：kg）

年		韓国	香港	シンガポール	米国	輸入量計
94	銀くず	-	87539	216019	242817	685257
95	銀くず	1469	126415	207982	258455	764498
96	銀・貴金属くず	275435	1256187	2618874	5377294	15125733
97	銀・貴金属くず	3609047	1112175	2967760	5937871	18296905
98	銀・貴金属くず	3826064	999363	3174250	5996768	17679525
99	銀・貴金属くず	2841844	1621476	2103179	2646708	11692212
00	銀・貴金属くず	975530	783510	2086540	3530482	10977147
01	銀・貴金属くず	841615	223351	2498637	3619785	11012030
02	銀・貴金属くず	659866	142099	2832088	3585037	11999739
	金くず(*1)	3490	64	62390	-	355692
	白金くず(*2)	97989	78	11108	1453171	1859398
	銀くず(*3)	558387	141957	2758590	2131866	9784649

(*1) 7112-91-000：金のくず（金を張った金属のくずを含むものとし、その他の貴金属を含有するものを除く）、(*2) 7112-92-000：白金くず（白金を張った金属のくずを含むものとし、その他の貴金属を含有するものを除く）、(*3) 7112-99-000：銀くず（銀を張った金属のくずを含む。）及び主として貴金属の回収に使用する種類のその他くずで貴金属又はその化合物を含有するもの。

表 3 - 1 - 2 日本の自動車の触媒原単位（触媒需要量/自動車生産台数）[単位：g/台]

	89	90	91	92	平均1		平均2	
					~ 平均	100%	~ 平均	100%
Pt	0.978	0.838	0.808	0.76	0.875	74.8%	0.802	71.1%
Pd	0.161	0.148	0.151	0.128	0.153	13.1%	0.142	12.6%
Rh	0.193	0.219	0.093	0.138	0.168	14.4%	0.150	13.3%
計	1.152	1.205	1.152	1.026	1.170		1.128	

表 3 - 1 - 3 北米自動車の触媒原単位（触媒需要量/自動車生産台数）[単位：g/台]

	89	90	91	92	平均1		平均2		平均3
					~ 平均	100%	~ 平均	100%	
Pt	1.336	1.4	1.17	0.865	1.302	69.1%	1.145	61.1%	65.1%
Pd	0.238	0.334	0.378	0.624	0.317	16.8%	0.445	23.8%	20.3%
Rh	0.204	0.329	0.27	0.251	0.268	14.2%	0.283	15.1%	14.7%
計	1.775	2.063	1.817	1.741	1.885		1.874		

表3 - 1 - 4 日本の自動車排気ガス浄化用触媒の白金族金属の原単位から北米の白金族金属の原単位の推定 (単位: t)

	日本							米国				
	触媒生産量(t)	触媒金属属生産量			触媒と貴金属の重量比(100%)			触媒と貴金属の重量比(100%)				
		Pt	Pd	Rh	Pt	Pd	Rh	計	(*1)			
1990	5677	11.3	2	2.95	0.1990	0.0352	0.0520					
1991	5248	10.7	2	2.55	0.2039	0.0381	0.0486					
1992	4907	9.5	1.8	1.733	0.1936	0.0367	0.0353					
平均					0.1988	0.0367	0.0453	0.2808	0.183	0.057	0.041	0.2808

(*1)は表3 - 1 - 4の日本の の合計値の0.283を の米国の合計値0.2808とし、その値を表3 - 1 - 3の平均3の値で按分

3.2. 我が国の廃自動車から白金族金属の回収

以下に、表3-1-2から我が国の自動車の触媒原単位を求め、その結果として、我が国の使用済み自動車からの白金族金属の回収量を推定する。

(a)2001年の白金原単位

自動車の耐用年数を約10年として、2001年の1台当たりの使用済触媒の白金の量(原単位)は、表3-1-2の90年-91年-92年の3年間の平均をとって、表2-1-2の平均2に示すように

Pt 0.802g、Pd 0.0.142g、Rh 0.150g

(b)2001年の白金回収量

2001年の廃車台数は5,147,808台で、1,000,000台は中古車として輸出されているとの情報があり、国内の処理回る台数は4,150,000台とした。

これより全量使用済触媒が回収されたとすると、

Pt $4,150,000 \times 0.802g \div 1000000 = 3.328t$ 、Pd $4,150,000 \times 0.142g \div 1000000 = 0.587t$

Rh $4,150,000 \times 0.150g \div 1000000 = 0.623t$

(c)2000年の白金原単位

表3-1-2の89年-90年-91年の3年間の平均

表3-1-2の平均1に示すように

Pt 0.875g、Pd 0.153g、Rh 0.168g

(d) 2000年の白金回収量

2000年の廃車台数は5,036,705tで国内処理台数4,036,705台

Pt $4,036,705 \times 0.875g \div 1000000=3,532t$ 、Pd $4,036,705 \times 0.153g \div 1000000=0.618t$
 Rh $4,036,705 \times 0.168g \div 1000000=0.678t$

3.3. 使用済触媒資源化協会の回収量との比較

(1) 仮説に基づく推定

表3-3-1 使用済触媒資源化協会回収量と輸入くずと国内廃車回収の比較

	2000年				2001年			
	協会回収	輸入くず	廃車回収	小計	協会回収	輸入くず	廃車回収	小計
				+				+
Pt	4.2t	3.403t	3.532t	6.935	4.8t	3.403t	3.328t	6.731
Pd	12.5t	1.060t	0.618t	1.678	13.9t	1.060t	0.589t	1.648
Rh	0.810t	0.744t	0.678t	1.422	0.887t	0.744t	0.623t	1.367

表3-1-1に示したように「輸入くず」と上記のような推定による「廃車回収」の両者をプラスすると、使用済触媒資源化協会の報告値よりもかなり大きな値となった。

(2) 解体業者のヒヤリングに基づく推定

これらの想定について関東の解体業者（埼玉2、栃木1）、関西（大阪1）の4つ解体業者に電話にて確認を行った。その結果

- (1) 最近の使用済触媒は、マニホールドの近傍（奥）に取り付けられた「小さ目のもの」とマフラー（外側）に「大き目のもの」の2個の編成のものが5割以上を占め、マフラーに1個はかなり旧タイプもので少なくなっている。
 「小さ目のもの」と「大き目のもの」の大きさの比率は、略1:2であり、最近は、「大き目のもの」が若干形が小さくなる傾向がある。
- (2) 上記のマニホールドの近傍（奥）に取り付けられた「小さ目のもの」は、解体で手間がかかることから、回収率50%であろう。逆にマフラーにあるものは手間がかからないことからほとんど回収されている。
- (3) 輸入される使用済触媒は、金具（ケース、ステンレス製でこれはこれでリサイクルされている）はアジア、米国で解体除去される。金具を除去された使用済触媒は担体の形態のみで通常フレコンに収納され運搬（輸入）される。
- (4) 我が国で収集された使用済触媒（金具付き）の3割は、人件費の高い日本で解体されず、アジア、米国へ輸出されて解体されている。解体後の使用済触媒は、日本に戻るものもある。

以上から、使用済触媒の「小さ目のもの」と「大き目のもの」の重量比を1:2とすると

大きさの比率と重量の比率をほぼ同じと考え、使用済み自動車触媒の排出量全体を 1 として
 $(1) \times (1/3) \times (1/2) = 1/6 = A$

[排出量全体] × [全体に占める小物重量比率] × [小物回収率] = [小物未回収分]

$(1) \times (1 - A) \times (1/3) = (1) \times (5/6) \times (1/3) = 5/18 = B$

[排出量全体] × [国内回収分] × [国内回収分から輸出の約 30%] = 「国内回収分から輸出」

$$A+B = 8/18$$

[国内排出使用済み触媒で国内でリサイクルされなかった分]

で、この 8/18 の約 50% は国内でリサイクルに回らないものである。従って、国内で回収されるのは、約 50% である。これにより表 3 - 3 - 1 を修正したものを表 3 - 3 - 2 に示した。輸入される使用済み触媒には金具が付いていないことから、輸入の貴金属の量は減らない。即ち、使用済み資源化協会回収の値より幾分大きな数値となった。多分、使用済み資源化協会のデータに抜け（非鉄製錬メーカーで加入していないところがある）があるのと、本報告の推定誤差も想定される。

表 3 - 3 - 2 本調査と使用済み触媒資源化協会回収量との比較

	2000 年				2001 年			
	協会回収	輸入くず (推定)	廃車回収 (推定)	小計 (推定)	協会回収	輸入くず (推定)	廃車回収 (推定)	小計 (推定)
				+				+
Pt	4.2t	3.403t	1.676t	5.079t	4.8t	3.403t	1.664t	5.067t
Pd	12.5t	1.060t	0.309t	1.369t	13.9t	1.060t	0.295t	1.355t
Rh	0.810t	0.744t	0.339t	1.083t	0.887t	0.744t	0.312t	1.056t

注) 表 3 - 3 - 2 の、 蘭の値は、表 3 - 3 - 1 の、 蘭の値の半分とした。

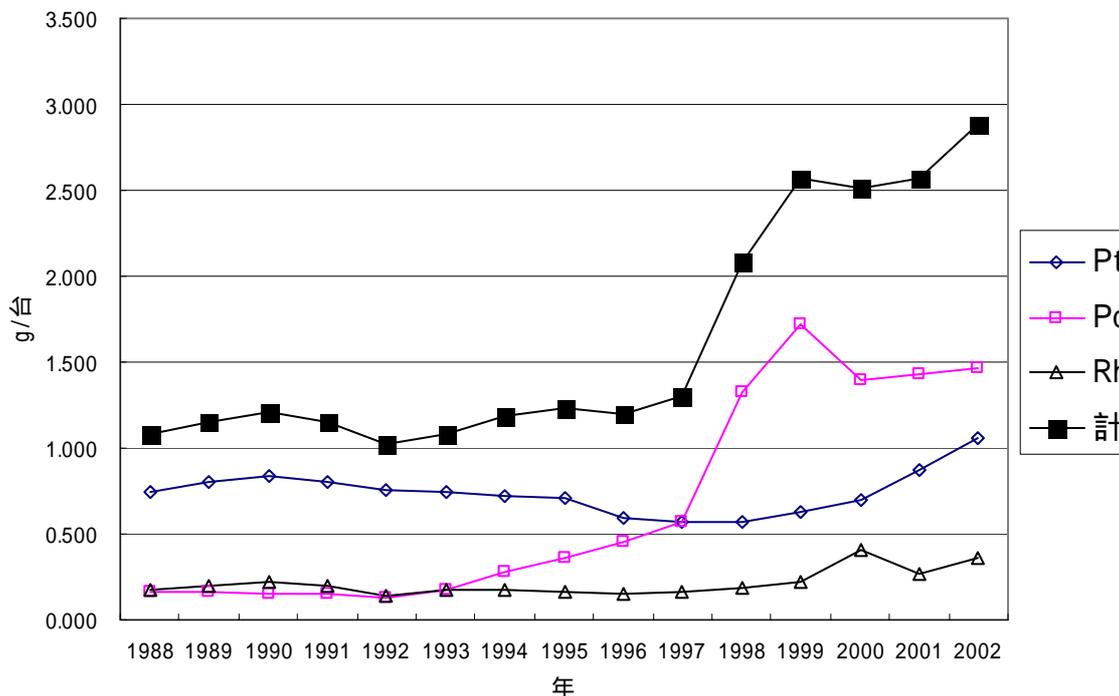
ところで、使用済み触媒に占める自動車使用済み触媒の比率であるが、Pt、Rh は自動車使用済み触媒の比率が高いが、Pd は他の化学反応触媒から回収される方がはるかに多い。協会値と推定値を比較すると、推定値の方が Rh が Pt より若干高い。その原因としては、マニホール近傍の使用済み触媒が半分は収集されていない。マフラー部分とマニホール部分では、貴金属の成分が異なっているはずで、投入された貴金属成分と回収された成分に差がでた結果とも考えられる。

4. 各地域自動車触媒原単位の比較

4.1. 日本

図・表 4-1 に我が国における自動車の触媒原単位の推移を示す。これは JM[Johnson Matthey];Platinum による自動車向け触媒出荷量を自動車工業会資料による自動車生産台数で除したものである。日本の車一台当たりの貴金属消費量は、1996 年までは 1.00~1.3g/台であったが、1997 年から上昇し始め、1997 年に 2.0g/台を超え、2002 年には 2.88g/台と従来の 3 倍近い消費量増加となっている。これは、自動車の排ガス規制強化に連動したものである。また、Pd、Rh の消費量はピークよりは一時減少したが、最近は上昇傾向にある。最近の Pt は一方的な増加傾向にある。この Pt の消費量の増加の原因の一つに、2003 年 10 月の東京都のディーゼル車の Particle (未燃カーボン) の排出規制の影響が挙げられる。Pt が未燃カーボンの抑制に最も効果がある触媒とされているからである。なお、国のディーゼル車に対する Nox、Particle の規制は 2003 年 10 月に出たが、必ずしも後付処理装置の装着を義務づけていなく、この影響が現れるのは 2005 年とのこと。即ち、国の規制により今後更に Pt の消費量は上昇する可能性があるということである。

図 4 - 1 我が国の自動車の触媒原単位 (触媒需要量/自動車生産台数) [単位: g/台]



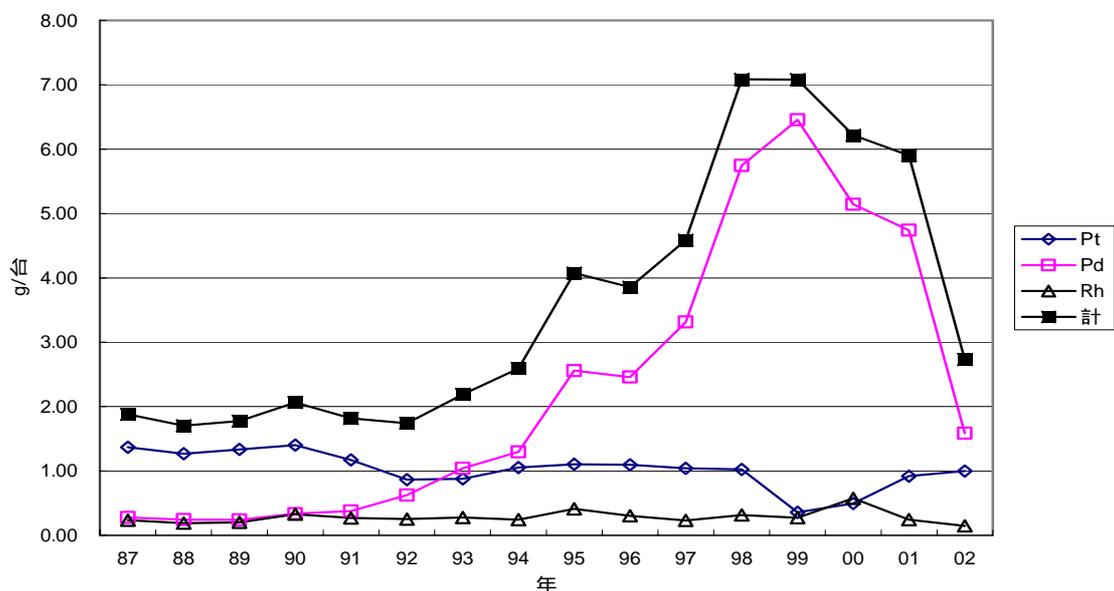
4.2. 北米

図・表 4-2 に示すように、北米の車一台当たりの貴金属の使用量は、1993 年まで 2g/台で日本の約 2 倍の貴金属の消費量であった。北米の車の排気量が日本より大きいことを考えると、当然なことかもしれない。ところが、貴金属消費量が 1994 年から上昇し、1998 年~1999

年に 7.08 ~ 7.09g/台に達した。ところが、2002 年には 2.73g/台と日本の現状と同一レベルに急落した。日本よりも北米の車は排気量が大きいため、これは革命的な出来事であった。

米国の触媒工業会の消息筋の情報によると、北米の車一台当たりの貴金属の使用量が、99 ~ 2001 年の間で 5.90g ~ 7.09g に達したというのは統計の誤りではない。開発段階ではまだ価格の安かった Pd を多量に使用することからスタートした。北米では一時、車一台当たり 5 個使いが当たり前という状況があった。但し、最近では 5 個を 3 個に減らし、且つ触媒中の金属量を半減させる計画が進んでいる。Pd の価格高騰により白金族金属中でも Pd 使用量削減が課題になり、Pd 系から Pt/Rh 系への回帰と、白金族金属をバランスよく使用する触媒系の見直しが行われたことと、エンジン制御系の大幅な進歩による触媒の light off 性能がトータルで改善されたこと（触媒が作用する温度の低下、即ち触媒性能向上）の寄与が大きいといわれる。北米で開発された技術は欧州、日本にも展開されてきており、白金族金属使用量削減の傾向は 1 ~ 2 年遅れて統計に反映されてくるであろうとの予測であった。ところが、図表 2-2-2-4（前々章）を見ると、自動車用途の Pd の動きは、欧州 2002 年から 2003 年の 43t ~ 39t で、米国は 12t ~ 32t と上昇しているが、実際の米国の Pd の需要は上昇していきなく（実消費は減少）、自動車メーカーの在庫積み増しである¹⁾。日本だけが、15t ~ 16t と逆に上昇している。日本には特殊事情（小型車が主流）があるのであろう。

図 4 - 2 北米自動車の触媒原単位（触媒需要量/自動車生産台数）[単位：g/台]

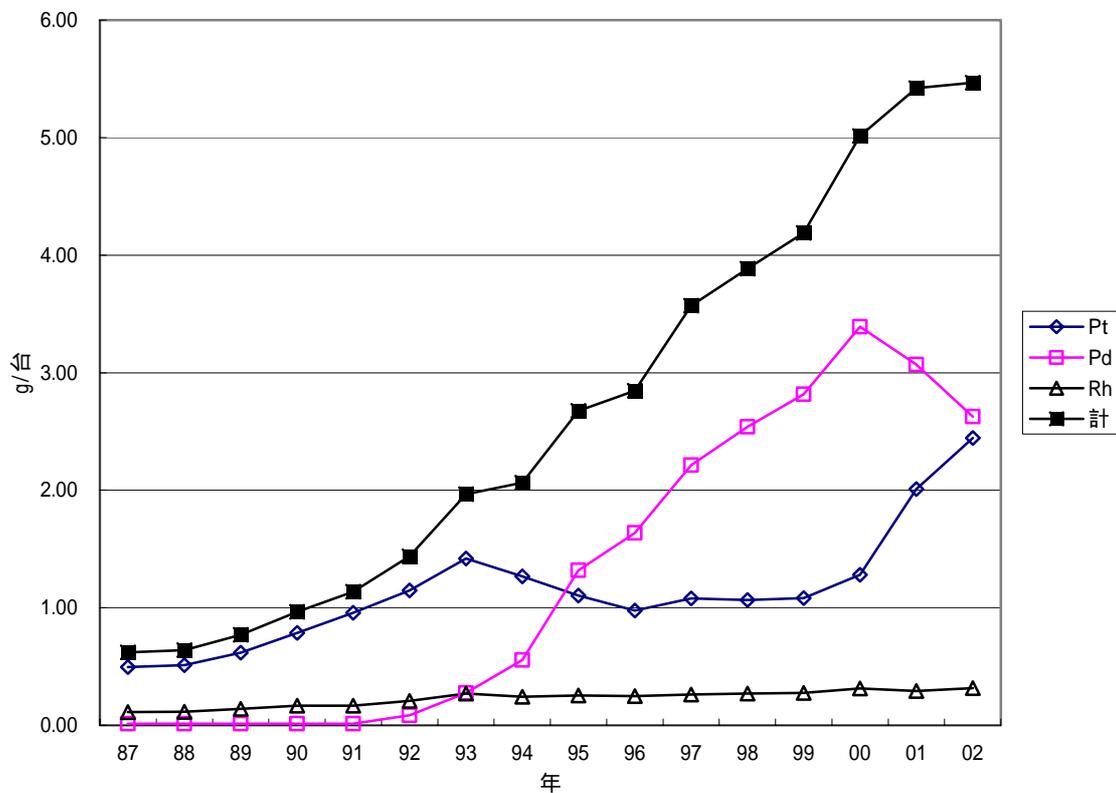


4.3. 欧州

図・表 4-3 に示すように、欧州の車一台当たりの貴金属の使用量は 1990 年以前は 1g/台以下であり、日本の車一台当たりの貴金属の使用量の約 1g/台よりも低かった。しかし、1991 年頃から貴金属の消費量はほとんど停滞することなく上昇し、2001 年に 5.42g/台に達した。

2002 年も 5.47g/台と同一レベルで 2003 年も同等である。現在のところ、欧州は日本、北米よりも自動車一台あたりに搭載する貴金属量が最も多い地域となっている。この理由は、2001 年以降は Pd の消費量が減少しているにもかかわらず、Pt の増加がその減少をカバーしているからである。その原因は、欧州でディーゼルエンジン自動車（Pt の触媒消費量が多い）の需要が伸びていることと、2005 年に施行予定の欧州基準が、事前の 2003 年などの新車にも前倒して適用され基準合格車（メーカーが自主的に？）が生産されたからである¹⁾。

図 4 - 3 欧州自動車の触媒原単位（触媒需要量/国内自動車生産台数）[単位：g/台]



引用文献

- 1) JM[Johnson Matthey];Platinum2003 の Interim review

【資料】

表2-2-1-1 世界の白金供給（単位:t）

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
南ア	55	53	55	61	68	72	56	61	64	71	73	73	78	80	82	86	86	86	105	98	105	105	115	115	121	118	128	138	145
ロシア	19	22	20	15	14	11	12	12	9	8	7	9	12	14	17	22	34	23	21	31	40	38	28	40	17	34	40	30	30
北米	4	5	5	5	4	4	4	4	3	5	5	5	4	7	6	6	7	6	7	7	8	8	8	9	8	9	11	11	9
他	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	4	4	3	4	4	4	5	3	3	4	7
計	79	81	81	82	87	88	73	77	77	85	86	88	96	102	107	116	129	119	137	141	155	155	154	168	152	165	182	183	190

表2-2-1-2 世界の白金用途別需要（単位:t）

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒	11	15	14	20	28	21	20	20	19	25	28	33	35	36	40	41	42	41	45	49	48	48	45	43	37	44	62	61	79
化学	11	8.7	12	11	11	8.1	7.8	8.1	7.6	8.1	7	6.1	6.1	5	5.1	6.7	7.5	6.7	5.6	5.9	6.7	7.2	7.3	8.7	10	9.2	9	9.3	10
電子	7	7.5	8.7	6.2	7.5	6.5	5.8	5.3	5.4	5.9	6.2	5.6	5.6	5.8	6.1	6.4	5.4	5.1	5.1	5.8	7.5	8.6	9.5	9.3	12	14	12	12	12
ガラス	2	3	3.4	5.9	7.8	4.4	3.1	2.6	3.3	4.4	4.4	2.8	3.7	4	4.4	4.2	3.7	2.5	2.5	5	7	7.9	8.2	6.8	6.2	7.9	8.9	8.1	7.6
投資						5	6.1	5	4.8	10	13	10	15	20	4.9	6.2	13	7.9	9.5	12	11	7.4	7.5	9.8	5.7	-2	2.8	2.8	0.3
宝飾	38	30	33	31	24	17	24	24	22	24	25	26	31	37	40	43	46	47	50	54	56	62	67	76	90	88	81	87	76
石油	5.1	2.8	3.7	5.3	5	4	4.4	2	0.6	0.5	0.5	0.6	1.7	1.6	2.3	4.4	4.7	3.7	3.3	2.8	3.7	5.8	5.3	3.9	3.6	3.4	4	4.2	4
他	6.5	7.9	7.9	5.8	5.9	5.9	5.1	5.3	4.7	4.2	3.1	4	3.7	3.7	3.6	3.7	4.4	4.7	5.1	5.9	7	7.9	9.2	9.5	10	12	15	15	16
計	81	76	84	88	90	73	77	73	68	83	89	90	103	114	108	115	126	119	126	143	151	154	160	167	174	177	194	198	205

表2-2-1-3 世界の白金地域別需要（単位:t）

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
欧州	10	12	16	12	13	9	13	10	10	12	12	15	17	17	19	22	24	27	28	29	27	26	27	28	31	36	47	52	57
日本	43	36	34	36	29	29	36	33	30	36	39	31	51	59	52	58	64	58	61	67	69	62	59	56	57	44	41	43	41
北米	22	23	25	30	42	31	22	22	22	28	31	37	28	27	28	25	25	22	24	29	32	37	39	41	34	38	40	31	42
他	5.6	4.4	7.5	5.3	5	3.7	5	7.2	5.6	5.6	5.3	5.3	5.6	9.3	8.2	11	13	12	13	16	19	29	35	42	53	59	66	73	65
計	80	75	82	84	89	73	76	72	68	82	88	88	102	112	107	115	127	119	126	141	147								
西側 中国	0.6	0.9	1.6	3.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.6	0.9	0.9	1.2	0.9	1.2	1.2	0	-1	0	0.6	1.6	4								
需要計	81	76	84	88	90	73	77	73	68	83	89	90	103	114	108	115	126	119	126	143	151	154	160	167	174	177	194	198	205

表2-2-1-4 世界の「他」の白金用途別需要（単位:t）

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒								0	0	0	0.2	0.6	0.9	1.6	1.9	2.2	2.6	3.1	4.8	5.6	6	8.2	8	7.2	7.7	8.7	9	11	12
化学								1.9	1.4	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	1.4	2.5	2	1.7	1.6	1.9	2.2	2.2	2	3.7	3.9	2.3	1.9	2.5	2.6
電子								0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	0.9	1.1	1.2	1.7	2.3	3	3	3.3	4.4	3.7	3.7	3.7
ガラス								0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.6	0.9	1.1	1.1	1.4	0.9	0.6	0.9	1.9	3.3	3.6	3	2.8	3.7	5	4.2	3.7
投資								0	0	0.2	0.2	0.5	0.2	2.3	0.3	0.5	0.9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0
宝飾								2.8	3	2.8	2.2	1.2	0.9	1.1	1.7	2.3	3.3	3.1	3.6	4.2	4.5	9.2	14	22	33	37	43	49	40
石油								1.2	0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.9	0.8	1.4	1.7	1.7	0.9	1.7	1.9	3.3	3.1	2	1.7	1.7	2.2	2.2	2
他								0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9
計								7.2	5.6	5.6	5.3	5.3	5.6	9.3	8.2	11	13	12	13	16	19	29	35	42	53	59	66	73	65

表2-2-1-5 日本の白金用途別需要（単位:t）

	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒	1.9	1.9	2.5	5.6	6.2	6.5	5.9	5.3	5.3	5.3	6.5	7.7	9.1	9.5	10	11	11	9.5	8.4	7.6	7.2	6	6.3	5.8	5.9	7.1	8.9	11	13
化学	0.9	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	0.9
電子	1.6	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.9	1.2	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	2	1.7	2.3	2.8	2.5	2.5	2.5
ガラス	1.6	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2	1.6	1.4	1.9	2.3	1.9	0.9	1.4	1.4	1.2	1.6	1.1	0.6	0.9	2.5	3.3	2.5	2.6	2.5	2	2	2.6	2.5	2.3
投資						5	6.1	3.6	2.2	5.2	6.4	-3	11	13	2	4.3	9.5	4.6	7.3	8.7	9.5	4.8	2.7	4.1	3.4	-3	1.4	1.4	-0
宝飾	33	26	26	26	18	14	19	19	17	19	21	23	28	33	36	37	39	40	42	45	46	46	43	40	41	33	23	23	21
石油	1.2	1.1	0.6	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0	0	0	0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
他	2.8	3.9	3.3	2.3	1.7	1.6	1.6	1.7	1.4	1.2	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
計	43	36	34	36	29	29	36	33	30	36	39	31	51	59	52	58	64	58	61	67	69	62	59	56	57	44	41	43	41

表 2 - 2 - 2 - 1 世界のパラジウム供給（単位:t）

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
南ア	27	28	26	25	31	31	32	34	34	36	38	40	39	43	47	50	53	56	57	58	58	63	67	71
ロシア	39	45	48	49	53	45	50	56	55	51	58	67	65	75	103	131	174	149	180	168	162	135	60	92
北米	5	5	5	3	6	6	6	6	12	12	12	13	14	13	13	15	14	17	21	20	20	27	31	26
他	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	5	3	4	5	8
計	73	80	81	79	92	85	91	98	103	101	110	122	121	133	164	197	244	226	261	251	243	228	163	197

表 2 - 2 - 2 - 2 世界のパラジウム用途別需要（単位:t）

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒	9	8	9	9	10	9	7	7	6	6	7	8	12	19	27	53	69	95	147	177	168	150	85	101
化学							5	5	5	6	7	7	6	6	6	7	8	8	7	7	8	8	8	8
歯科	16	15	18	26	28	27	29	30	31	31	32	36	37	38	39	40	41	42	38	35	26	23	24	25
電子	18	25	26	35	38	34	41	49	53	52	52	58	57	63	69	82	63	79	65	62	67	21	23	31
宝飾	6	7	7	6	7	7	5	5	6	6	6	7	6	7	6	6	7	8	7	7	8	7	8	8
他	14	10	10	9	9	8	4	3	3	4	3	2	2	1	4	3	4	4	4	4	2	2	3	3
計	63	65	71	84	92	85	91	99	104	104	106	118	121	133	152	190	191	236	268	292	279	210	151	176

表 2 - 2 - 2 - 3 世界のパラジウム地域別需要（単位:t）

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
欧州	10	9.3	11	15	16	16	17	17	19	18	18	19	21	21	28	42	47	57	62	65	75	59	51	48
日本	22	26	28	38	39	34	38	45	48	47	48	56	55	62	68	76	59	73	69	69	65	43	41	45
北米	26	26	26	26	31	29	30	32	32	33	34	34	36	40	45	61	68	83	115	132	107	84	29	51
他	5.3	4.7	5.6	5.6	6.2	6.5	5.4	5.3	5.4	5.3	6.7	8.6	8.7	9.3	11	12	17	22	22	25	31	24	30	32
需要計	63	65	71	84	92	85	91	99	104	104	106	118	121	133	152	190	191	236	268	292	279	210	151	176

表 2 - 2 - 2 - 4 世界のパラジウム自動車用途地域別需要（単位:t）

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
欧州	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	8	20	27	34	42	47	59	53	43	39
日本	5	4	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	4	5	6	13	17	14	15	15	16
北米	5	4	4	5	6	6	4	4	3	3	4	5	8	12	14	27	35	49	84	105	83	68	12	32
他							1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	5	7	8	13	15	15	15
需要計	9	8	9	9	10	9	7	7	6	6	7	8	12	19	27	53	69	95	147	177	168	150	85	101

表 2 - 2 - 2 - 5 日本のパラジウム需要（単位:t）

	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒	5	4	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	4	5	6	13	17	14	15	15	16
化学							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
歯科	7	5	6	9	9	8	9	9	9	10	10	13	14	16	17	18	19	19	18	17	15	15	16	17
電子	5	11	12	20	21	19	23	29	32	31	31	36	35	40	44	50	31	43	33	31	31	8	5	7
宝飾	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	5	5
他	4	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
計	22	26	28	38	39	34	38	45	48	47	48	56	55	62	68	76	59	73	69	69	65	43	41	45

表 2 - 2 - 3 - 1 世界のロジウム供給 (単位:t)

	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
南ア	5.1	5.4	6.1	6.1	5.6	6.2	6.8	8.6	8.6	10.3	10.6	11.2	11.7	12.4	12.8	14.2	14.1	15.0	16.2
ロシア	1.4	2.6	3.1	3.1	4.0	4.8	3.4	2.5	2.5	2.5	2.5	3.4	7.5	3.4	2.0	9.0	3.9	2.0	3.1
北米	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.2	0.5	0.5	0.6	0.5	0.7	0.8	0.7
他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.4
計	7.0	8.6	9.7	9.9	10.1	11.5	10.8	11.8	11.7	13.3	13.6	14.8	19.8	16.5	15.6	23.8	18.8	18.0	20.4

表 2 - 2 - 3 - 2 世界のロジウム用途別需要 (単位:t)

	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
自動車触媒	4.2	5.8	6.9	7.0	8.0	10.0	8.9	8.8	10.3	10.7	13.2	11.8	11.5	13.2	13.8	22.2	14.9	14.7	17.2
化学	1.4	0.7	0.7	1.0	1.0	0.8	0.8	0.6	0.3	0.3	0.4	0.7	1.1	1.0	1.0	1.2	1.4	1.2	1.1
電子	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ガラス	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.5	0.4	0.2	0.1	0.4	0.5	1.6	1.3	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1
他	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
計	7.6	8.3	9.2	9.5	10.2	12.2	10.8	10.2	11.4	12.1	14.7	14.6	14.5	15.8	16.4	25.2	18.1	17.6	19.9
auto ratio	55%	70%	75%	74%	78%	82%	82%	86%	90%	88%	90%	81%	79%	84%	84%	88%	82%	84%	86%

表 2 - 2 - 3 - 3 世界のロジウム地域別需要 (単位:t)

	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
欧州	1.4	1.5	2.1	2.3	2.8	3.0	3.1	3.7	4.0	4.0	4.3	4.8	5.1	5.4	5.5	6.2	6.2	6.4	6.2
日本	1.5	2.8	2.6	2.9	3.1	3.6	3.1	2.0	2.1	2.1	1.8	2.0	2.2	2.3	2.6	4.7	3.4	4.7	5.1
北米	4.2	3.5	4.0	3.4	3.3	4.7	3.5	3.4	4.0	4.3	7.0	5.3	4.3	5.5	5.2	10.3	4.2	3.3	4.3
他	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	0.8	1.1	1.1	1.4	1.6	1.6	2.6	3.0	2.5	3.1	4.0	4.2	4.4	4.6
計	7.6	8.3	9.2	9.5	10.2	12.2	10.8	10.2	11.4	12.1	14.7	14.6	14.5	15.8	16.4	25.2	18.0	18.8	20.2

出典) JM (Johnson Matthey) ;Platinum

注 1) 1979 年以前の「投資」は「他」の推定値に含まれている。

注 2) 1992 年以前は東欧は「西欧 中国」に含まれていたが、1993 年以降は欧州に含まれる。1996 年以降は、中国の需要は「他」に含まれる。

注 3) 「計」の値は丸められた数字の計ではなく、実際の数字 (有効桁数) の計である。

表4 - 1 我が国の自動車の触媒原単位（触媒需要量/自動車生産台数）[単位：g/台]

	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Pt		0.74	0.80	0.84	0.81	0.76	0.75	0.72	0.71	0.59	0.57	0.57	0.63	0.70	0.87	1.06
Pd		0.17	0.16	0.15	0.15	0.13	0.17	0.28	0.36	0.45	0.56	1.32	1.72	1.40	1.43	1.46
Rh		0.17	0.19	0.22	0.19	0.14	0.17	0.18	0.16	0.16	0.16	0.19	0.22	0.41	0.27	0.36
計		1.08	1.15	1.20	1.15	1.03	1.09	1.18	1.23	1.20	1.30	2.08	2.57	2.51	2.57	2.88

出典：自動車触媒の需要量：Johnson Matthey Platinum 1999～2002
 自動車の生産台数：2003 日本の自動車工業〔（社）自動車工業会〕

表4 - 2 北米自動車の触媒原単位（触媒需要量/自動車生産台数）[単位：g/台]

	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Pt	1.37	1.27	1.34	1.40	1.17	0.87	0.87	1.05	1.10	1.10	1.04	1.02	0.35	0.49	0.92	1.00
Pd	0.28	0.24	0.24	0.33	0.38	0.62	1.04	1.30	2.56	2.46	3.31	5.75	6.46	5.14	4.74	1.58
Rh	0.23	0.19	0.20	0.33	0.27	0.25	0.27	0.24	0.41	0.30	0.23	0.32	0.27	0.58	0.24	0.15
計	1.88	1.70	1.77	2.06	1.82	1.74	2.19	2.59	4.07	3.86	4.59	7.09	7.08	6.22	5.90	2.73

出典：自動車触媒の需要量：Johnson Matthey Platinum 1989～2002
 自動車の生産台数：世界自動車統計年報（自動車工業会）

表4 - 3 欧州自動車の触媒原単位（触媒需要量/国内自動車生産台数）[単位：g/台]

	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02
Pt	0.50	0.51	0.62	0.79	0.96	1.15	1.42	1.27	1.10	0.98	1.08	1.07	1.08	1.28	2.01	2.44
Pd	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.27	0.55	1.32	1.64	2.21	2.54	2.82	3.39	3.07	2.63
Rh	0.11	0.11	0.14	0.17	0.17	0.21	0.27	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.31	0.29	0.32
計	0.62	0.64	0.77	0.96	1.14	1.44	1.96	2.06	2.67	2.85	3.57	3.89	4.19	5.01	5.42	5.47

出典：自動車触媒の需要量：Johnson Matthey Platinum 1989～2002
 自動車の生産台数：世界自動車統計年報（自動車工業会）

NIMS-EMC 材料環境情報データ

- No.1 **金属元素の製錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査** (2003年3月)
- No.2 **鉛マテリアルフロー作成のための基礎調査** (2004年3月)
- No.3 **我国における自動車用白金族金属触媒のリサイクル動向** (2004年3月)
- No.4 **鉄スクラップの消費動向とその拡大技術シナリオのL C A的検討** (予定)

独立行政法人物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

〒 305-0047

茨城県つくば市千現 1-2-1

TEL 029-859-2668

FAX 029-859-2601

e-mail emc@wotome.nims.go.jp

home page <http://www.nims.go.jp/emc/>