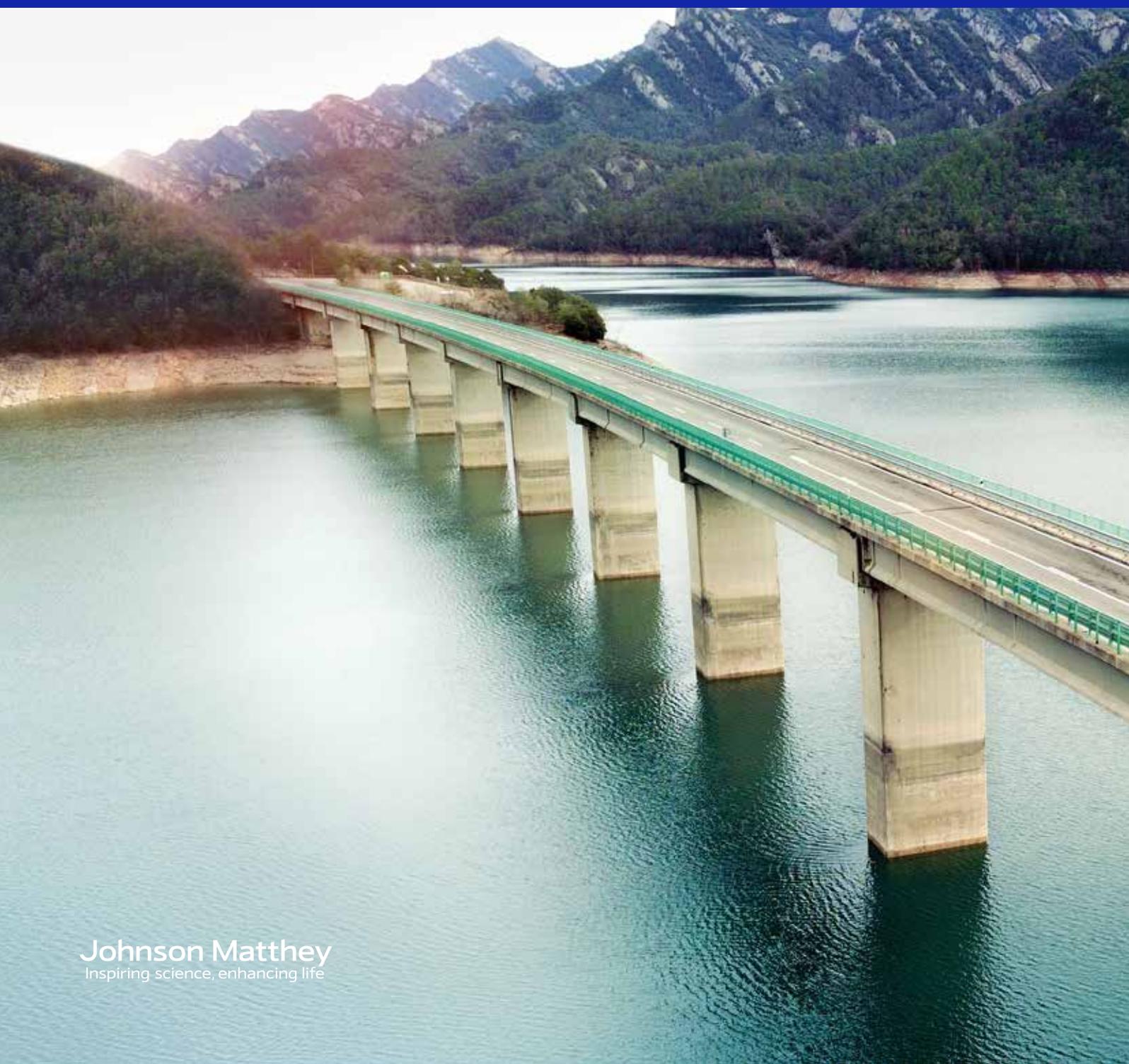


JM

PGM市場レポート

2020年2月



今回のPGM市場レポート(The PGM Market Report)はAlison Cowleyが執筆した。

ジョンソン・マッセイのPGM市場調査担当者：

Lucy Bloxham

Stewart Brown

Laura Cole

Alison Cowley

Mikio Fujita

Nicolas Girardot

Jason Jiang

Rupen Raithatha

Margery Ryan

Elaine Shao

Fei Xiaoyan

免責事項

ジョンソン・マッセイ PLC は本レポートに記載される情報および資料を正確なものにするよう努めるが、正確さ、完全性、特定目的への適合性を保証するものではない。読者が本レポートに記載された情報および資料に依拠し、自らの責任でこれを使用しても、ジョンソン・マッセイ PLC はその結果に対していかなる責任も負わない。

本レポートはジョンソン・マッセイ PLC によって作成され、PGM 市場の動向に関する情報、見解、推定値ならびに予測を掲載している。かかる情報、見解、推定値ならびに予測は提示された時点のものであり、変更されることがある。本レポートに掲載されたいかなる情報も規格貴金属関連商品、その他の規格品、有価証券、投資の売買を推奨するものではなく、またそのようにみなしてはならない。さらに、かかる情報が規格貴金属関連商品、その他の規格品、有価証券、投資の売買、その他の処分に関連する推奨、投資、その他のアドバイスを提供しているとみなしてはならない。

本レポート中に提示された情報または資料に依拠して、規格貴金属関連商品、その他の規格品、有価証券、投資に対する投資決定を行ってはならない。本レポートは、いずれかの規格貴金属関連商品、その他の規格品、有価証券、投資を後援、擁護、推薦、奨励するものではなく、またそのような役割を果たすものとみなしてはならない。

目次

定義	ii
プラチナ市場の要約：2019 年の供給と需要	1
プラチナ市場の展望：2020 年の供給と需要	9
パラジウム市場の要約：2019 年の供給と需要	13
パラジウム市場の展望：2020 年の供給と需要	17
ロジウム市場：2019 年の要約および 2020 年の展望	20
表	
プラチナの供給と需要：トロイオンス	24
プラチナの地域別総需要：トロイオンス	25
プラチナの供給と需要：トン	26
プラチナの地域別総需要：トン	27
パラジウムの供給と需要：トロイオンス	28
パラジウムの地域別総需要：トロイオンス	29
パラジウムの供給と需要：トン	30
パラジウムの地域別総需要：トン	31
ロジウムの供給と需要：トロイオンス	32
ロジウムの供給と需要：トン	33
ルテニウムの需要：トロイオンス、トン	34
イリジウムの需要：トロイオンス、トン	35
表の注釈	36
用語集	37
排ガス規制	
小型車	38
大型ディーゼル車	39
排ガス規制 Euro 6	40

定義

欧州	EU + (トルコを含むがロシアは除く)
日本	日本のみ
北米	米国およびカナダ (メキシコを除く)
中国	中国のみ
世界のその他の地域	世界のその他の地域：上記で捉えられないすべての国

供給

供給量は鉱山会社による **PGM** の販売量を表しており、地域の分類は加工地ではなく採掘地を基準としている。

リサイクル

リサイクル量は **PGM** の二次供給量を表しており、**オープンループリサイクル** (すなわち、地金の所有権が最初の購入者から移転する) による地金回収量である。自動車触媒、宝飾品、電子材の諸分野を除き、オープンループリサイクルによる地金回収量はごくわずかに過ぎない。

使用済み自動車触媒のリサイクル量は廃車となった自動車から回収された地金の重量を表している。こうした数値は、担保となるスクラップまたは製造工程で発生するスクラップを含まない。地域の分類については廃車となってスクラップされた地域ではなく、当該自動車が最初に販売された地域を基準としている。

総需要

総需要は、それぞれの分野における新規地金の需要の合計を表している。つまり、**クローズドループリサイクル** (すなわち、地金の所有権が変わらないリサイクルのことで、例えば使用済み化学触媒のリサイクルで回収された地金は、転用されて新規の触媒に再使用される。) によるリサイクル量は差し引かれていることになる。総需要には、各分野における未精錬の地金在庫も含まれる。未精錬の在庫が積み上がると需要は増加し、在庫が取り崩されると (化学プラントの閉鎖といった場合の業界からの地金放出を含む) 需要は減少する。

自動車触媒用需要は自動車の生産時点で計上され、地域の分類は自動車製造地を基準とする。この需要には、自動車、オートバイ、オート三輪および公道を走行しない特定特殊自動車 (NRMM) の排ガス浄化触媒が含まれる。(燃料電池自動車は産業用需要として算定される。)

宝飾需要の場合、地域の分類は完成品の販売地ではなく製造地を基準とする。

純需要は総需要からオープンループリサイクルによるリサイクル量を差し引いたものである。

在庫変動

この数値はある 1 年の市場全体の需給バランスを示すもので、当該年に需給を均衡させるために動員しなければならない在庫の規模を表している。したがって、加工業者、ディーラー、銀行および受託者が保有している在庫の変動の代用となるが、鉱山会社と精錬業者および最終ユーザーが保有している在庫はこの対象とならない。この数値がプラスの場合 (供給過剰) は世界の市場在庫が増加したことを表す。この数値がマイナスの場合 (供給不足) は世界の市場在庫が減少したことを示す。

プラチナ市場の要約

2019年の供給と需要

- ETFの現物保有残高が100万オンス（31トン）以上増加し、投資需要が買い越しに転じたため、2019年のプラチナ市場は供給不足となった。
- ディーゼル車生産台数の減少と中国における大型車の排ガス規制強化の遅れを受けて、自動車触媒のプラチナ使用量は2%減少した。
- 中国では、宝飾加工業者が金の宝飾品への転換を加速させていることから、プラチナ宝飾セクターの低迷に拍車がかかった。
- 中国の生産能力拡充によって産業用需要は高水準を維持したが、2018年の記録的な水準からはやや後退した。
- 使用済み自動車触媒のリサイクル量は増加したが、業界のリードタイムが伸びたことが逆風となった。
- 鉱山生産の中断がパイプラインからの在庫放出を相殺したため、一次供給量はやや減少した。

2019年のプラチナ市場は供給不足に転じた。ETFの買いが再燃して現物投資需要が113万オンス（35トン）の記録的な水準に達し、それが世界の産業用・自動車触媒需要のわずかながらの減少と中国宝飾分野の前年比2桁の落ち込みを補って余りあるものとなったためである。供給量に関しては、使用済み自動車触媒からのリサイクル量の増加が南アフリカとロシアの供給量の小幅な落ち込みを補ったため、一次供給量と二次供給量を併せると、わずかながらの増加となった。南アフリカでは、高コストのシャフトの閉鎖が続いたため、鉱山生産量は約3%減少したが、鉱山の仕掛在庫から放出された地金の出荷量と二次供給量を併せると、総供給量は微増した。

2019年の年初来10ヵ月間には、投資家がプラチナETFを買い増したため、ETFの現物保有残高が100万オンス（31トン）強も増加して計340万オンス（106トン）の記録的な水準に達した。この投資活動は、プラチナETFの残高が急速に伸びていた以前とは異なり、新規ETFの発行と結び付いたものではなく、持続的な相場上昇を追い風としたものでもなかった。むしろ、欧州と南アフリカの投資家を中心として、プラチナに対する市場心理が急変したことが誘因となったようである。

パラジウム価格は過去3年間に劇的に上昇したが、プラチナ価格は低調で、レンジ相場に終始してきた。一部の投資家はこうした相場動向を踏まえ、特にプラチナが自動車触媒用途で、将来パラジウムの代替材料になり得ることを考えて、プラチナ価格には割安感があるとの結論に至った。同時に、南アフリカの供給量に関する下振れリスクへの認識が高まった。背景には、シャフトの閉鎖が2019年に進み、今後もさらなる閉鎖が予定されていることに加え、断続的な電力不足によって精錬処理作業が中断されたことにある。また、2014年の場合と同様に2019年の賃金交渉がストライキに発展する可能性が懸念されたことがあった。（もっとも年末までには、主要3大生産者のいずれもが3年間の新たな賃金協定に合意した）。

プラチナの供給と需要（単位：1,000 oz）

供給	2017年	2018年	2019年
南アフリカ	4,450	4,467	4,411
ロシア	720	687	667
その他	969	956	942
供給合計	6,139	6,110	6,020
総需要			
自動車触媒	3,208	2,967	2,913
宝飾品	2,387	2,261	2,082
産業用	2,038	2,493	2,358
投資	361	67	1,131
総需要合計	7,994	7,788	8,484
リサイクル量	-2,049	-2,098	-2,261
純需要合計	5,945	5,690	6,223
在庫変動	194	420	-203

2019年中のプラチナETFの購入は、その大半が新規のプラチナ投資であり、昨年、緩やかながら減少したパラジウムETFからの乗り換えではなかった。プラチナは、将来パラジウムの代替材料となり得る可能性に加えて、貴金属などの「安全資産」への投資を求める環境を追い風とした可能性がある。米中貿易戦争によって世界経済の成長鈍化に拍車がかかり、金の魅力が高まる中、プラチナ価格がこれまでにならぬほど大幅に金価格を下回っていることから、貴金属投資家のプラチナに対する関心が再燃したのである。

これとは対照的に、日本の投資家に対するプラチナの現物地金の売り上げは2019年に低迷した。日本の国内投資家は以前から相場が下落する度にプラチナ投資を積み増してきたため、日本の投資需要は一般的に世界の投資基調に逆行する。2015年～2018年には、プラチナ小売価格がまず4,000円/gを割り込み、さらに3,500円/gを割り込んで、それまでにならぬほど大幅に金価格を下回る水準となったことから、日本の投資家は貴金属販売業者の店頭で150万オンス（47トン）強の投資用プラチナ地金を購入した。しかし、プラチナ価格が9年ぶりの最安値となる3,040円まで下落した2018年8月には、投資意欲がすでにほぼ満たされていたため、2018年下半期には相場が軟調だったにもかかわらず、わずかな買いが入ったに過ぎなかった。

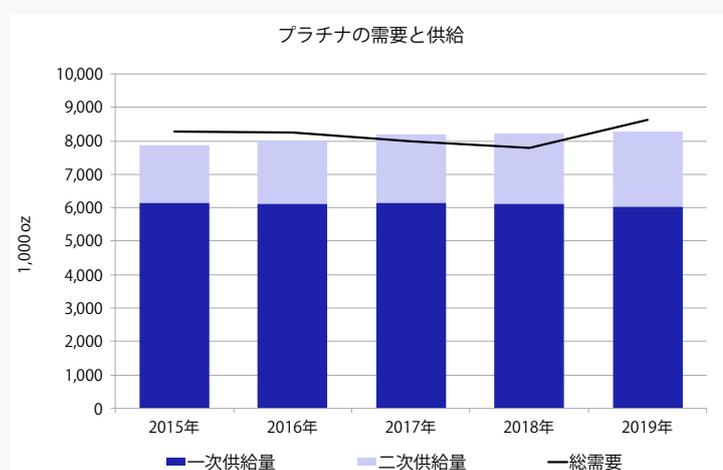
2019年には、相場動向がそれまでほど日本の投資を刺激する材料にはならなかった。プラチナ小売価格は総じて上昇基調を辿り、1月初旬の3,100円前後から年末には3,700円を上回る水準まで上昇した。年央の急激な調整局面には、

円建て価格が5月に14%も下落したため、多少の買いは見られたものの、これを除けば、投資活動はほぼ1年を通じて低調であった。もっとも、4年間にわたって大量の押し目買いが続いた後だったにもかかわらず、価格が上昇しても利益確定の売りが行われた形跡がほんのわずかしかなかったことは驚くべきことであろう。結局、日本の投資家は2019年に5万オンス（1.6トン）前後のプラチナ地金を購入したと試算される。

投資需要が計110万オンス（34トン）を上回ったことから、投資以外のすべての主要分野で需要が減少したにもかかわらず、プラチナ市場は2019年に供給不足に転じた。自動車触媒の平均充填量が小幅に増加したにも関わらず、自動車触媒需要はディーゼル車販売台数の落ち込みによって打撃を受け、産業用需要は一昨年の史上最高水準からやや後退した。また、中国宝飾品市場の低迷にも拍車がかかり、投資以外の需要は全体で約5%減少した。

2019年5月のレポートでは、自動車触媒需要が2018年の5年ぶりの最低水準から緩やかに回復すると予測した。しかし、2019年には大型車も小型車も生産台数が世界的に減少すると同時に、大型トラックに対する新規排ガス規制China VIの早期実施計画も延期された。そのため、現在では自動車触媒向けプラチナ需要は2019年に2%減の292万オンス（91トン）まで落ち込んだと考えている。

小型ディーゼル車に関しては、プラチナ需要が4%減少した。主因は2大市場である欧州とインドで、ディーゼル乗用車



「現物投資が113万オンス（35トン）の記録的水準まで急増したことから、2019年のプラチナ市場は供給不足に転じた」

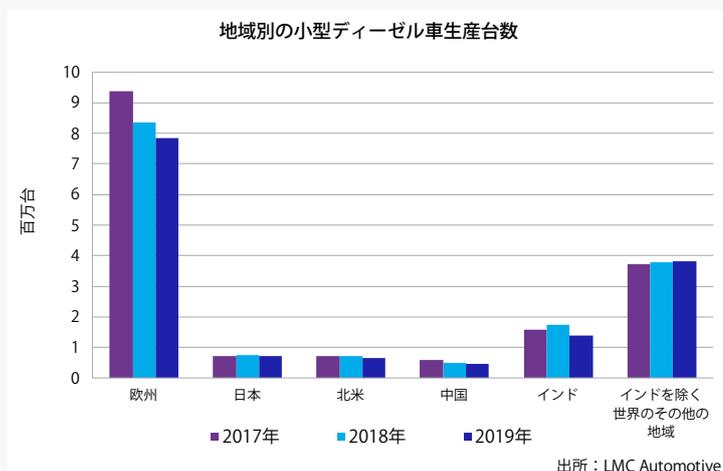
プラチナの需要:自動車触媒分野(単位:1,000 oz) (総需要)			
	2017年	2018年	2019年
欧州	1,691	1,440	1,365
日本	358	337	337
北米	325	325	317
中国	157	143	147
その他の地域	677	722	747
合計	3,208	2,967	2,913

の生産台数が減少したことにあつた。暫定的な我々の試算が示唆するところによると、欧州では、小型車全般の生産台数の落ち込みとガソリン車や電気自動車のシェア拡大が相俟って、ディーゼル車の生産台数が2019年に6%減少した。インドでは、規制を遵守していない貸付に対する政府の締め付けによって、自動車を購入する際に一般消費者が資金を借入れることが難しくなり、自動車市場が打撃を受けたが、特にディーゼル車市場への打撃は大きく、国内の自動車メーカーが排ガス規制の強化に先駆けてディーゼル車の生産から撤退し始めたこともあり、ディーゼル車の生産台数は推定で20%減少した。

ディーゼル燃料がガソリンよりもはるかに安いことから、インドでは近年、ディーゼル車が人気を博し、インドの自動車会社は魅力的な価格帯で多岐にわたるディーゼル車を提供してきた。しかし、ディーゼル燃料の価格上昇によって、ディーゼル車の需要はすでに落ち込み始めており、Bharat VI (BSVI) が2020年4月に施行されれば、ディーゼル車は小型車市場での競争力を失うであろう。

2019年以前のインドの排ガス規制 (Bharat IV) には、かなり低コストで古い技術のディーゼル酸化触媒で対応することができたが、新規規制の Bharat VI (BSVI) では、ディーゼル車用微粒子捕集フィルター (DPF) と窒素酸化物 (NOx) 削減技術を組み込んだ最新の排ガス制御システムの装着が義務付けられることになり、そのコストはインドの自動車市場における大衆的な低価格モデル (エントリーモデル) の自動車に負担するには不可能なほど高くなる。排ガス規制の強化はガソリン車の価格設定にも影響を与えているが、ガソリン車が BSVI に対応するために必要な追加装備に要するコストはディーゼル車のコストの半分未満にとどまると見積もられる。そのため、インドでは今後、エントリーモデルのディーゼル車の販売が難しくなるであろう。インドの自動車メーカー 1 社はすでに BSVI の施行に先駆けてディーゼル車部門から撤退する意向を明らかにしており、他のメーカーも小型ディーゼルエンジンの生産中止を計画している。

欧州のディーゼル車生産台数も減少している。2019年の生産台数は前年比で6%減少して10年ぶりの最低水準となる780万台にとどまった。また、欧州の小型車全体に占めるディーゼル車の割合は40%となり、ピークとなった2011年の50%強から縮小している。フォルクスワーゲンの排ガス不正問題が2015年に発覚した当初、欧州のディーゼル車生産台数はこの問題にほとんど反応しなかったが、社会の意識の変化とディーゼル車用の後処理システムのコスト上昇が相俟って、今になってその影響が深刻化し始めてい



「2019年のディーゼル車生産台数は欧州で6%の落ち込みにとどまったが、インドでは約20%も減少した」

る。ディーゼル車の生産は、二酸化炭素排出規制の効果が最大で、排ガス制御システムのコスト回収が最も容易な高級車に集中するようになってきている。

自動車の生産動向を反映して、欧州の自動車触媒需要は2019年に減少した。Euro 6d-TEMP 基準に対応した自動車が増えたものの、これはプラチナの平均充填量にわずかな影響しか与えなかった。

Euro 6d-TEMP は台上試験だけではなく、実路走行 (RDE) 試験での排ガス規制遵守も義務付けており (排ガス規制 Euro 6 の詳細については 40 ページを参照のこと)、2017 年 9 月に施行されて以降、この基準を満たす新車 (乗用車および小型商用車) の割合は徐々に拡大している。RDE 試験に関する規制は特に窒素酸化物 (NOx) と微粒子の排出量に狙いを定めており、こうした汚染物質について「CF」値を設定し、RDE 試験の測定誤差を考慮して名目上の排出量上限を調整している。この CF 値は規制段階が進むにつれて厳しくなるであろう。

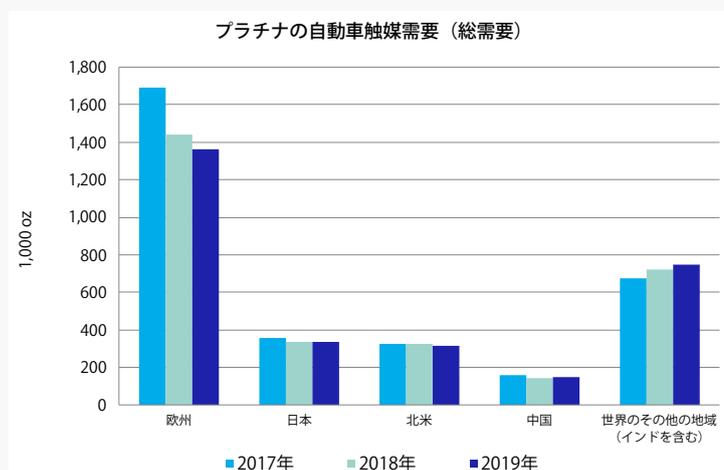
Euro 6d-TEMP の本格展開によって、欧州のディーゼル車の後処理技術は根本的に変わった。特にこの規制がきっかけとなって、ディーゼル車の窒素酸化物 (NOx) の排出制御のために PGM を使用しない選択還元触媒 (SCR) がほぼ全車種で使われるようになった。SCR システムは大型で複雑さも増しており、費用もかさむため、つい最近の 2017 年でも、欧州のディーゼル車の約半数にしか使用されておらず、使用している車も大型車が中心であった。対照的に、小型車はプラチナを大量に使用する NOx 吸蔵触媒 (NSC)

を装着する傾向にあった。しかし、2019 年までには RDE 試験の実施を受けて、欧州のディーゼル車のほぼすべての新車が主な NOx 排出削減技術として SCR を使用するようになったと推定される。

欧州では、微粒子捕集フィルターとしての役割も果たす SCRf を使う自動車が増えており、これにより PGM を使用したディーゼル車用微粒子捕集フィルター (DPF) を別途装着する必要がなくなっている。こうした SCRf や SCR は多くのプラチナを使用した触媒、通常はディーゼル酸化触媒 (DOC) と連結して使われるが、触媒の組み合わせや構成は様々である。

RDE 試験の段階的導入によって SCR が Euro 6d に対応したディーゼル車の主な NOx 制御技術になったものの、RDE の導入は、PGM を使用した NSC を SCR 技術と組み合わせて補助的に利用することも後押しされている。こうした NSC は酸化触媒の代わりに利用される場合があり、コールドスタートなどの必要時に NOx を処理する能力を高めると同時に従来の触媒機能 (一酸化炭素や炭化水素の酸化) も果たす。

RDE 試験の基準に対応することは技術的に非常に難しいが、この基準を遵守しない場合には法的にも商業的にも高いリスクを負う。したがって、自動車メーカーは後処理システムを巡る戦略として、コストよりも法令順守を優先させるリスク回避策を採用しており、これは DOC と NSC の双方のプラチナ充填量にとって追い風となっている。また、後処理システム的设计変更に伴うプラチナ需要にとってのマイナス要因もこれによって埋め合わせることができる。



「自動車生産台数の減少とディーゼル車の市場シェア縮小による強い逆風にもかかわらず、プラチナの自動車触媒需要は 2019 年にわずか 2% の減少にとどまった」

プラチナの需要:宝飾品分野(単位:1,000 oz)

	総需要			リサイクル量			純需要		
	2017年	2018年	2019年	2017年	2018年	2019年	2017年	2018年	2019年
欧州	176	191	190	-5	-5	-5	171	186	185
日本	305	296	297	-222	-185	-208	83	111	89
北米	225	224	224	0	0	0	225	224	224
中国	1,470	1,316	1,119	-515	-526	-490	955	790	629
その他の地域	211	234	252	-4	-4	-5	207	230	247
合計	2,387	2,261	2,082	-746	-720	-708	1,641	1,541	1,374

中国では、排ガス規制 China VI が「Blue Sky Protection Plan (青空を守るための三年作戦計画)」に基づいて一部の都市と省で早期実施されることから、大型車セクターのプラチナ需要が2019年に急増すると予想されていた。しかし現時点では、サプライチェーンを変更するための時間的猶予をトラックメーカーに与えるために、この新たな基準の導入は2020年まで延期されると考えられている。China V から China VI の移行では、排ガス制御システムの大規模な設計見直しに加えてエンジン技術の大幅な改良が必要となる場合が多い。

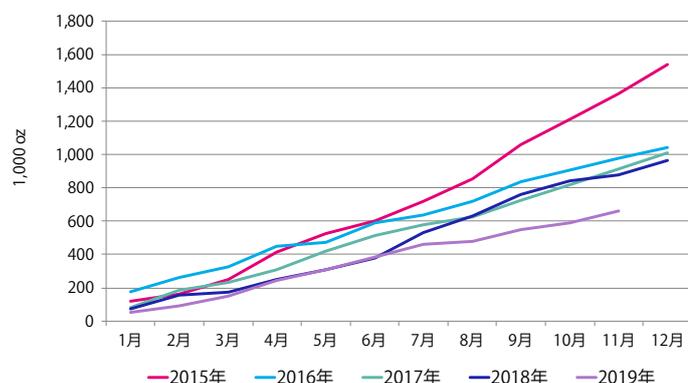
結局、自動車生産台数の世界的な落ち込みやディーゼル車のシェア縮小といった強い逆風にもかかわらず、自動車触媒需要は2%の減少にとどまった。しかし、もう1つの主要市場である宝飾需要ははるかに深刻な問題に直面しているようである。

中国の宝飾品生産動向に関する我々の半期調査が示唆するところによると、中国の宝飾市場ではプラチナのシェアが

2019年上半期に一段と縮小し、2017年～2018年の縮小ペースより加速した可能性もある。ファッションジュエリー市場では過去5年間にプラチナ宝飾品離れが進み、金の宝飾品が志向されるようになった。背景には、メーカーがまず18金および22金の金宝飾品の開発と販促に取り組み、さらに最近になると品揃えを拡大して「5G」と言われる純金(24金)の宝飾品を取り扱うようになったことがある。この5G宝飾品は軽くてモダンなデザインで、18金や22金の宝飾品と同様に商品1個当たりで価格設定されている。(5Gは、主に資産保全として購入される、重くて洗練されていない、中国の伝統的な24金の宝飾品デザインとは異なる。)

プラチナ宝飾品の製造から金宝飾品の製造への移行は、技術的にも資金的にもさほど難しくないため、既存のプラチナ宝飾品メーカーがファッションジュエリー市場でプラチナ商品のシェアを維持しようとする理由はほとんどない。メーカーは過去5年間に、生産設備の一部を18金や22金の宝飾品、さらに最近では「5G」宝飾品の生産用へと転

中国のプラチナ宝飾業界による推定年間累積購入量(正味)



「プラチナ宝飾品の市場シェアが2019年に一段と減少したことから、中国の宝飾業界からの新規プラチナ需要は2018年の水準から減少した」

プラチナの需要:産業用(単位:1,000 oz)

	2017年	2018年	2019年
化学	462	565	613
電子材	233	240	224
ガラス	314	488	439
医療&バイオメディカル	220	222	229
石油	234	377	253
その他	575	601	600
合計	2,038	2,493	2,358

換する動きを進めている。このようなプラチナ宝飾品から金宝飾品への転換を図る動きは2019年に加速したようである。

こうした傾向になるのは利益率について考えなければならないためである。つまり、メーカーも小売店も、宝飾市場が低迷する中で収益力を最大化しようとしている。一般的に停滞している市場の場合、ある種の商品の成長は他の商品の犠牲の上に成り立つのが一般的であり、まずは18金や22金の宝飾品がプラチナ宝飾品から市場シェアを奪い、現在では5G宝飾品がプラチナ宝飾品と18金や22金の宝飾品の双方から市場シェアを奪っている。

中古宝飾品のリサイクルは2019年も引き続き高水準にとどまった。中国のプラチナ宝飾品メーカーは必要な地金のかなりの割合をスクラップから調達している。近年は、独立系集荷業者が数を増やし、中古宝飾品を現金で買い取っているほか、一部の宝飾小売店もこうしたサービスを提供し始めている。

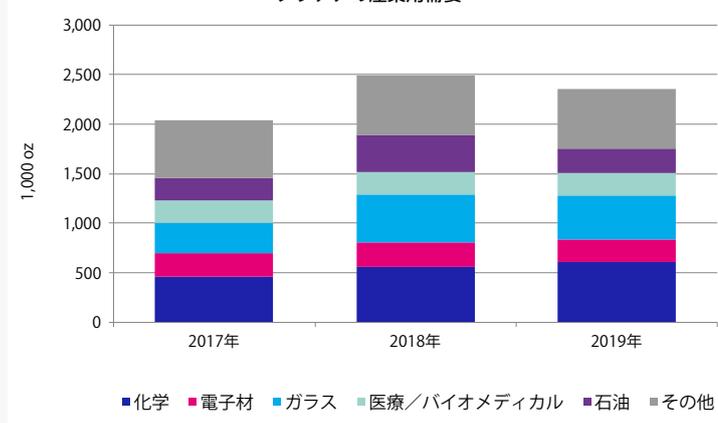
プラチナの産業用需要は大部分の用途で歴史的に高い水準にとどまったが、産業用需要の合計は記録的な水準に達した2018年に比べるとやや減少した。前年比の変動が最大だったのが石油精製分野で、需要が4分の1減の25万3,000オンス(8トン)まで落ち込んだ。それでもこれは我々が記録を取り始めた1975年以降では2番目に大きな年間需要である。

中国による石油精製触媒の購入量は過去2年間、異例の高水準にあった。背景には、非常に大型の総合石油精製・石油化学コンビナートが数カ所で開発されていたことに加え、石油取引の自由化によって独立系の石油会社が原油を初めて輸入できるようになったことがあった。このため、中国の精油所における新規設備投資は2019年に前年の水準を下回ったが、それでも長期トレンドを大幅に上回った。

中国では、化学分野のプラチナ需要が2019年に過去最高を更新した。前述した総合石油化学コンビナートは一般的に大型のパラキシレン製造設備を組み込んでおり、最初の触媒装填のために数万オンスのプラチナが必要となる。

ガラス分野のプラチナ需要は昨年も堅調だったが、ピークとなった2018年の水準からはやや後退した。この分野によるプラチナ需要は昨年中国に集中していた。同国では、電子材、建設、再生可能エネルギー、自動車といった分野で成長が見込まれており、これに対応するために、ガラス繊維メーカーが新規生産設備への大型投資を行っている。また、メーカーが60インチを超える大型画面を備えたテレ

プラチナの産業用需要



「産業用プラチナ需要は2018年の記録的な水準からやや減少したが、歴史的に見ると、引き続き高水準にあった」

ビ向けの次世代型液晶ガラスパネルを製造するために必要な設備を購入したことから、新たなディスプレイ用ガラス工場のためのプラチナ地金需要も増加した。

供給面に関しては、ロシアと南アフリカの出荷量がやや減少したため、世界の供給量は1%減少した。南アフリカのプラチナ鉱山は余剰の仕掛在庫を抱えたまま2019年の年明けを迎え、停電や棚卸、溶鉱炉の保守整備によって処理作業が定期的に中断されたにもかかわらず、在庫の一部を通年にわたって放出し続けた。シャフトの閉鎖や地質工学的な問題およびプラントの停電が相俟って推定3%減となった鉱山生産量を補ったのが、このようなパイプライン中の仕掛在庫からの放出であった。

南アフリカのプラチナ業界の経営合理化と事業再編は2019年も続き、高コストの古いシャフトの閉鎖が予定され、シバニエ・スティルウォーターがマリカナの大型採鉱コンビナートを含むロンミンの鉱山資産の買収を完了した。マリカナ鉱山は経営合理化によって最も打撃を受けた鉱山の1つであり、過去3年間に第1世代のシャフトの一部を閉鎖し、さらなる閉鎖も予定している。マリカナのプラチナ地金生産量は2019年に55万オンス（17トン）前後となり、2018年の65万オンス（20トン）から減少したと考えられる。

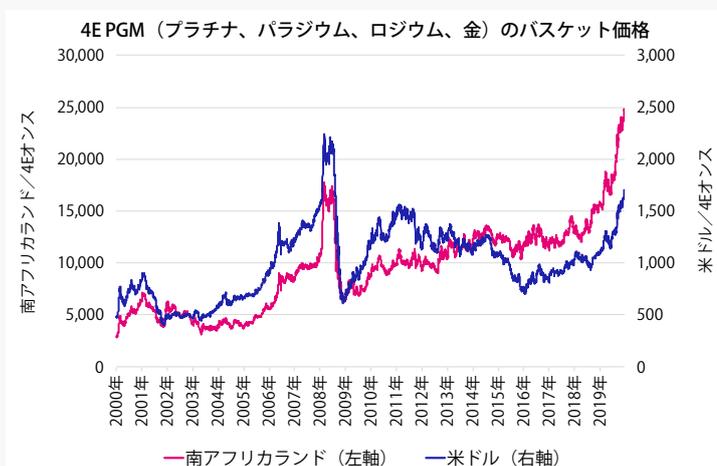
インパラ・プラチナムのルステンバーグ・リース鉱区でも2018年の戦略的見直しを受けて、合理化が進められている。4番シャフトが閉鎖され、1番シャフトは閉鎖に先駆けて生

産規模を縮小したにもかかわらず、2019年の精鉱生産量は前年とほぼ変わらない水準を維持した。

西部地区（西リム）の地中深くで操業している鉱山の減産は、それ以外の鉱山が生産増加によってほぼ相殺された。アングロ・アメリカン・プラチナムの大型モガラクエナ鉱山は生産記録を更新し続け、昨年は約50万オンス（16トン）のプラチナ地金生産量を記録したと推定される。ロイヤル・バフォケン・プラチナムのスタイドリフト鉱山は増産を続けており、ノーザン・プラチナムはブーイセンダル・プロジェクトにおいて休止した選鉱施設を再開し、新規のUG2シャフトから採掘した鉱石を処理している。ノーザン・プラチナムはエランド・プラチナム・プロジェクトでも第二プラントを再稼働し、^{こうさい}鉱滓の処理を開始した。

2019年は、主要生産者が今後3年間の賃金協定について新たに交渉を始めた年でもあった。こうした話し合いは長引いて、調停・仲介・仲裁委員会に頼らなければならないことも多かったが、鉱山経営者は最終的に労働組合と合意に達し、労使交渉がストライキに発展して生産に打撃を与えることはなかった。

このように賃金交渉が容易に妥結したのは、PGMバスケット価格が上昇している状況に生産者が弾力的に対応してインフレ率を上回る賃金上昇率に同意することができたためであろう。標準的なランド建てPGMバスケット（プラチナ、パラジウム、ロジウムおよび金が、南アフリカのそれぞれの平均鉱山生産量を反映した割合で含まれる）の価格



「南アフリカランド建ての標準的なPGMバスケット価格は2019年に急騰して史上最高値を更新した」

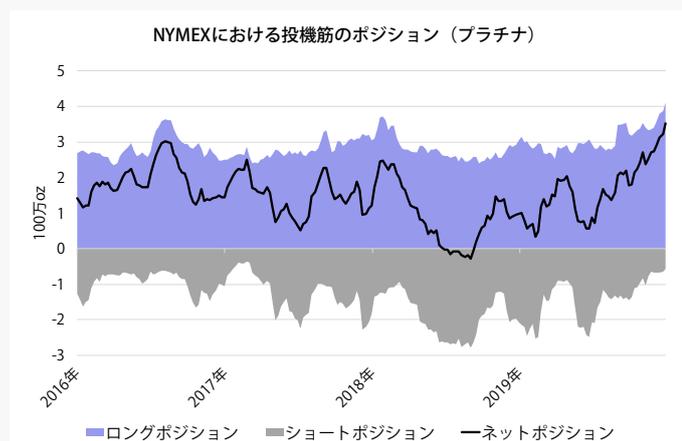
は2018年9月に15,000ランド／ozを下回っていたが、2019年には急騰し、2008年に記録した最高値を抜けて、12月には24,000ランド／oz強の新高値を記録した。中小規模の経営者は価格が上昇してもまだ苦勞しているが、今や大半のシャフトが収益をあげており、生産者の利益率も長年来の最高水準にある。

これとは対照的に、二次供給でも、特に使用済み自動車触媒のリサイクル業者にとっては、このような2019年のPGM価格の異例の上昇が目先の問題となった。廃車の大半は現金で買い取られるため、PGM価格の上昇に伴って、スクラップ集荷業者が必要とする資金も増える。このため、集荷業者は廃車の供給を増やしながらか事業を拡大することが難しくなり、業界全般のリードタイムが総じて長くなった可能性がある。

リードタイムが長くなる原因としては他にも、欧州の主要PGM精錬所2カ所の閉鎖、使用済みディーゼル微粒子捕集フィルター（DPF）の処理に伴う技術的問題などがあった。使用済み自動車触媒のリサイクル量に関する我々の見積もりには、このようにリードタイムが長くなっていることが考慮されている。

昨年のプラチナ市場は、テクニカルな要因によって供給不足となったが、供給量は十分で、リースレートも低水準にある。スイスと英国のプラチナの市場在庫は近年、急減しているが（12ページ参照）、これは欧州からアジアへと地金が移転したためであり、流動性低下に結び付くものではない。2019年には、ETFの大量購入により、スイスと英国の市場在庫がやや回復した。ちなみに、ETFは現物を裏付けとする金融商品で、その現物は欧州の金庫に保管されている。

ETFの購入増加は昨年の市場心理が全般的に好転したことに関連している。これは先物市場にも反映され、2019年にはNYMEXで投機筋のショートポジションが急減して、ロングポジションが緩やかながら増加した。このような投資・投機的な活動は価格にほとんど影響を与えていないが、プラチナ価格が昨年の年初の800ドルから上昇して900ドルを上回る水準を維持するためのサポート材料にはなっている。



「プラチナ市場の市場心理が2019年に総じて好転したことは先物市場に反映されている」

プラチナ市場の展望

2020年の供給と需要

- 前年と同規模の投資需要が続かなければ、2020年のプラチナ市場は供給過剰に転じるだろう。
- 使用済み自動車触媒のリサイクル量の増加は一次供給量の減少を補うのがせいぜいだが、投資を除く需要も増加より減少する公算が大きい。
- インドと中国ではトラックのプラチナ使用量が増加すると見込まれ、これが自動車用プラチナ需要にとってある程度の支援材料となるであろう。
- ガソリン車用排ガス浄化触媒のパラジウムをプラチナで代替することに対して、自動車会社の関心は高まっているものの、プラチナでの代替が2020年に本格化すると考えるのは時期尚早である。
- 中国の宝飾需要は引き続き低調で、2020年にはさらに減少するであろう。
- ガラス繊維の新規生産設備のためのプラチナ購入ブームが一段落するため、産業用需要は減少するだろう。

今年は、排ガス規制が強化される中国とインドにおいて大型トラックのPGM 充填量が増加することがプラチナ需要を支える要因となろう。もっとも、この増加はプラチナ宝飾需要のさらなる減少とガラス分野のプラチナ購入量の落ち込みによって相殺されると予想される。供給面に関しては使用済み自動車触媒のリサイクル量のさらなる増加が一次供給量の減少を補うことから、今年も投資が需給バランスの方向性を決定する主な要因となり、投資家による大量の購入がなければ、市場は供給過剰になるであろう。

2020年のプラチナ供給量は6年ぶりに600万オンス(187トン)を割り込む可能性がある。この背景には、南アフリカの鉱山会社が進めている経営合理化計画の影響、パイプラインの仕掛在庫からの放出量減少、ノリリスク・ニッケルの近年のPGM生産量を支えてきたPGM含有量の多い既に採掘済みの磁硫鉄精鉱や銅精鉱の枯渇がある。

南アフリカの供給量は小幅な減少が見込まれるが、これは主に生産者がパイプライン中の仕掛在庫を処理して生産量を補うことが難しくなっているためであると考えられる。電力不足が依然として生産量、特に処理量の下振れリスクとなっている一方で、賃金交渉を巡るストライキのリスクは後退しているようである。

南アフリカでは、鉱山の経営合理化計画が進められているが、その影響の少なくとも一部が新規鉱山の増産によって補われるため、2020年の鉱山生産量が前年の水準から大きく変動することはないと予想される。インパラのルステンバーグ・リース鉱区とシバニェ・スティルウォーターのマリカナ鉱山では依然としてシャフトの閉鎖が続くが、経営合理化の全面的な影響が現れるのは来年以降となろう。

現行のランド建て価格が刺激となり、目先の生産量を維持もしくは、可能であれば最大化する戦術が採られると予想される。具体的には、寿命を終えたシャフトの操業を縮小しながら残りの鉱石を採掘する方法などがあり、ちなみに

インパラ・プラチナムは1番シャフトでこれを実現しようと考えている。もっとも、PGMバスケットのランド建て価格の高値が生産設備の補充や拡充に関する長期の戦略的決定にどのような影響を与えるかについては、まだ不透明である。主要産物であるプラチナの価格が引き続きかなり低迷していることから、南アフリカの生産者は慎重な姿勢を崩さないであろう。

ロシアのプラチナ供給量は2020年に減少すると予想される。ノリリスク・ニッケルでは、以前に採掘した磁硫鉄精鉱と銅精鉱の処理がほぼ完了しており、今後、これらの精鉱の再処理によって生産量を補う可能性はおそらく少なくなるであろう。中長期的には、タルナフ地下鉱山からの鉱石採掘量を増やし、「サウス・クラスター」事業で新規露天鉱を開発することによって、PGMの増産を図る計画があるが、こうした拡充の影響を大いに実感できるのは、大型改良を経た選鉱機の稼働が予定されている2023年を過ぎてからとなる。

使用済み自動車触媒のリサイクル量は2020年も引き続き増加すると予想されるが、良くて一次供給量の落ち込みを補う程度にとどまるであろう。プラチナリサイクル量が最近になって増加しているのは、ディーゼル車用触媒のプラチナ使用量が2000年～2007年に劇的に増加したためである。小型車のプラチナ需要は2006年～2007年に350万オンス前後でピークを付けたが、世界的な金融危機の間に急減した。そして、それ以降の需要はディーゼル車の登録台数の減少やディーゼル車用触媒システムにおけるパラジウム使用量の増加によっても打撃を受けた。こうした状況から、プラチナのリサイクル量は数年後に頭打ちになると予想される。

自動車触媒、産業用、宝飾の3分野を合わせたプラチナ需要は2020年に大きく変動することはないとみられる。すべてを勘案すると、こうした「消費」用途の需要（つまり投資を除く需要）は増加よりも減少する公算が大きいものの、新規の化学プラント、ガラス工場、石油プラントのためのプラチナ購入のタイミングや自動車生産台数といった要因に左右されると思われる。

今年は自動車触媒用プラチナ需要が控えめながら上振れする可能性もある。というのも、中国とインドの自動車メーカーがそれぞれの排ガス規制China VIとBharat VI (BSVI)

に対応した型式のトラックを発売するためである。昨年までは、中国とインドで販売されたトラックの大半に搭載されていた後処理システムは、PGM含有量が少ないかPGMを全く含有していないかのいずれかであった。しかし、新たな排ガス規制が完全に施行されるとすぐに、インドで販売されるトラックはすべて、プラチナを使用した先進の後処理システムを搭載することになり、中国の場合も同様の状況となる。ちなみに、こうした先進の後処理システムには酸化触媒とディーゼル車用微粒子捕集フィルター(DPF)が組み込まれており、窒素酸化物の排出を抑える選択還元触媒(SCR)とともに使用される。

インドでは、2020年4月のBSVI施行後に販売する事のできなくなるトラックが在庫として残ることを恐れて、トラックメーカーの大半がこれまでの排ガス基準に対応したトラックの生産を2019年末までに中止すると考えられる。したがって、2020年にインドで生産される大型車の大部分はPGMを使用した先進の排ガス規制装置を装着することになると想定される。その結果、以前は低かった大型ディーゼル車のPGM平均充填量は以前の水準の少なくとも3倍となり、プラチナ需要もこれに比例して増加すると予想される。

現在のところ、排ガス規制China VIは、中国全土で公式に施行される2021年7月に先立って、2020年中に「Blue Sky Protection Plan (青空を守るための三年作戦計画)」のもとで主要な都市や省で導入されると予想されている。現時点では、2020年に中国で生産されるトラックの約4分の1がChina VIの基準を満たすことになると想定されるが、これは昨年的小型ガソリン車セクターでの経験に基づくと、非常に控えめな見積もりであるかもしれない。したがって、中国の重量車向けプラチナ需要は2020年に2019年の少なくとも2倍になると予想される。

小型ディーゼル車セクターでは、生産台数がプラチナ需要の方向性を決定する主な要因となる。欧州のディーゼル車生産台数は2020年にわずかな減少にとどまると予想される。すなわち、ディーゼル車の生産台数は全体的に減少傾向にあるものの、2020年～2021年にかけて小型車に対する二酸化炭素排出基準が短・中期的に生産台数を下支えしており、その傾向は特に小型車の中でも車体の大きな車において顕著である。2019年に発表された、2021年以降の新たな二酸化炭素排出基準では、二酸化炭素排出量

を2025年までに2021年比で15%減、2030年までに同37.5%減とすることをOEMメーカーに求めている。これにより中長期的には欧州製自動車全般の電動化が進むだろうが、自動車メーカーが小型車の中でも車体の大きな高級車を中心として様々なディーゼルエンジンの提供を続ける可能性もある。

これとは対照的に、インドでは、一部の国内自動車メーカーが4月のBSVI導入に先立ち、大衆的な低価格モデルの提供を中止するため、ディーゼル車の生産台数が2020年に40～50%減少すると予想される。そのため、プラチナの平均充填量は大幅に増加するものの、ディーゼル車セクターのプラチナ需要は横這いから小幅な減少となろう。

これまでのところ、パラジウムの高値は自動車触媒分野のプラチナ需要にほとんど影響を与えなかったが、目先はディーゼル車向け自動車触媒においてパラジウムの代わりにプラチナが使われるようになる可能性もあるかもしれない。これは特に北米に当てはまる。というのも、北米の小型ディーゼル車用排ガス処理システムには一般に、他の地域よりもはるかに多くのパラジウムが使用されているためである。もっとも、小型ディーゼル車の見通しが低調であるため、このセクターにおいてパラジウムの代わりにプラチナを使用しても、その影響はわずかなものにとどまると考えられる。

自動車メーカーの間では三元触媒でのプラチナ利用に対する関心が高まっているが、技術面にはまだ克服すべき問題があり、パラジウムの代替としてのプラチナ需要が2020年にガソリン車セクターに大きな影響を与えるとは考えにくい。

三元触媒においてプラチナの利用が拡大しないのは、主にプラチナの耐熱性が低いことにある。これは特に実路走行(RDE)試験を実施している地域において問題となっている。というのも、この試験では、従来よりも走行速度とエンジン温度を上げたより厳しいテストサイクルが必要となるためである。パラジウムとロジウムを使用した触媒に比べて、プラチナを使用した触媒は性能の経年劣化が早く進む傾向にある。標準的なガソリン車は作動温度が高いため、プラチナ粒子が凝集する可能性があり、結果として表面積が少なくなって、触媒活性が低下する。

これは特に、エンジン近くに装着され、非常に高い温度にさらされる「エンジン直下触媒」として問題となる。こうした触媒では、充填量をかなり多くすることによってエンジンが通常の作動温度に達する前の「コールドスタート」中の触媒の活性を高めている。したがって、将来のプラチナ需要を生み出す最大の可能性にもなるが、それと同時に最大の技術的課題ともなる。プラチナがこの部門に本格的に進出するとすれば、今後2～3年間に実現する可能性が高い。

プラチナでの代替は「床下」触媒の方が簡単である。この触媒はエンジンから離れた比較的低温の場所に装着され、エンジン直下触媒によって変換されなかった汚染物質を除去することを目的として設計されている。ただし、床下触媒はPGM充填量がエンジン直下触媒よりも少ない傾向にあるため、パラジウムの代替としてプラチナが使用されてもその影響はかなり小さい。もっとも、この用途の需要が来年中にわずかながらも増加する可能性はある。

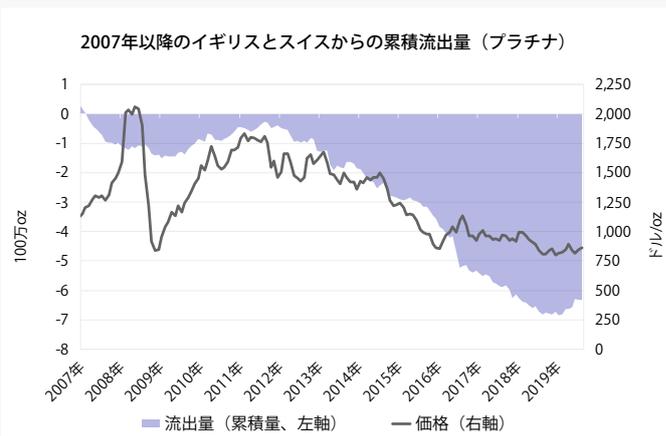
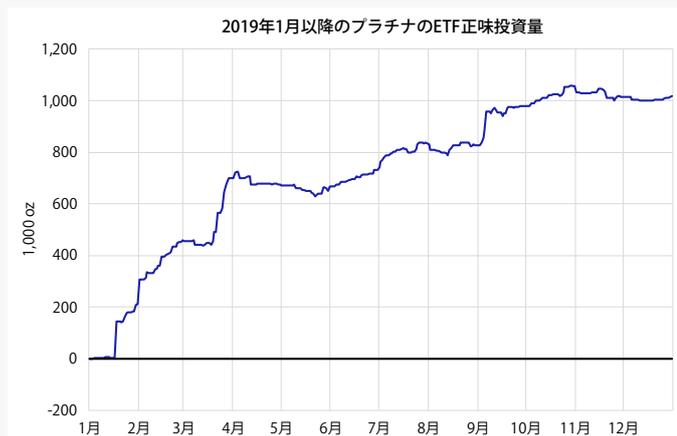
これとは対照的に、宝飾用のプラチナ需要は引き続き低調で、さらに減少する可能性がある。中国の宝飾市場は後退基調にあるが、宝飾品メーカーは資源の再配分を続けて利益率の最大化を図っている。プラチナ宝飾品の利益率を高める方法としては、従来の重量ベースの価格設定ではなく、商品1個当たりの価格設定を導入する方法があるが、これまでのところこうした試みは大きな影響を及ぼしていない。

プラチナの産業用需要は過去2年間に歴史的な高水準を維持したが、2020年にはガラス繊維の新規生産設備に対する一連の投資が一段落するため、プラチナ需要も一時的に落ち込むであろう。中国では、石油精製分野でも設備増設ペースが鈍化しているものの、新規化学プラントからのプラチナ・プロセス触媒需要は今年も好調であると予想される。

供給の見通しが低調である一方、自動車触媒需要は増加する可能性があるため、プラチナに対する投資家の関心は2020年に高まるであろう。特に景気の先行き不透明感が引き続き金価格を下支えして、プラチナと金の価格差が記録的な水準を維持した場合には、この傾向が強まるであろう。もっとも、2020年の年明けにはETFのプラチナ保有残高が340万オンス(106トン)の記録的な水準に達しており、解約リスクが明らかに高まっている。日本では、プラチナ

小売価格が 4,000 円／グラムを上回れば、投資用現物地金が売却される可能性もあるだろう。2020 年にプラチナ市場の需給が均衡するためには、100 万オンス（31 トン）近い投資需要が必要となる。これは、市場が供給過剰になるリスクがかなりあるということである。パラジウムからプラチナへの代替は価格と同様に市場流動性の懸念によっても

左右されることがあるため、プラチナが簡単に入手できるようになれば、今後は自動車触媒のパラジウムがプラチナで代替される可能性もある。



パラジウム市場の要約

2019年の供給と需要

- 2019年に市場が100万オンス（31トン）強の供給不足になったことから、パラジウム価格は史上最高値を更新した。
- 欧州と中国のガソリン車におけるパラジウム使用量が一段と増加したことから、自動車生産台数の減少にもかかわらず、自動車用パラジウム需要は記録的な水準まで増加した。
- 産業用需要は減少したが、基本的に価格上昇を理由としたものではない。
- ETFの解約は2019年に弱まり、最終四半期には買いに転じる場面もあった。
- ロシアの出荷量減少を受けて、2019年の一次供給量は減少したが、これは使用済み自動車触媒のリサイクル量の増加によって相殺された。

パラジウム市場の供給不足は2019年に100万オンス（31トン）強まで拡大した。背景には、総供給量がわずかな増加にとどまった一方で、中国の排ガス規制の強化と欧州の新車型式認証制度の厳格化を受けて自動車触媒需要が急増したことがあった。世界経済の成長鈍化が主因となって、産業用需要はやや減少した。パラジウム価格は高値を更新し続けたが、歯科分野を中心として、使用量の低減や他の素材への代替の動きはわずかであった。一方、価格が上昇したにもかかわらず、ETFの解約ペースは急速に鈍化し、2019年下半年には投資がプラスに転じる兆しもあった。

大半の主要自動車市場では、排ガス規制の強化と新車型式認証制度の厳格化によって三元触媒のPGM充填量が増加している。昨年は、ガソリン車のパラジウム平均充填量が欧州と中国で2桁の伸びとなったことから、世界全体でも前年比で14%増加した。これによってパラジウムの自動車触媒需要は急増して史上最高を更新し、ガソリン車の生産台数が大半の自動車市場で減少したにもかかわらず、前年比10%増の970万オンス（302トン）に達した。

生産台数の落ち込みによって特に大きな打撃を受けたのは中国市場であった。小型車の生産台数は推定で7%減となり、特にガソリン車は、前年比3分の1強の増加によって初めて100万台を上回った電気自動車に市場シェアを奪われた。小型車の生産台数に打撃を与えたのは経済成長の鈍化で、消費者が高額商品の購入に対して慎重な姿勢を強めた背景があった。加えて、政府の自動車購入奨励措置の終了が引き続き市場に打撃を与えた。特に、2016年～2017年の自動車税の減税によって販売台数が急増した等級（Tier）の低い都市への打撃は顕著であった。

自動車生産台数および販売台数は、年央に実施された排ガス規制China 6の一部の省や都市への導入によっても一時的な打撃を受けた。ちなみに、この規制は2020年7月に中国全土で正式に施行される予定である。China 6準拠の自動車に対する需要は予想を上回り、一部の自動車メーカー

パラジウムの供給と需要(単位:1,000 oz)

供給	2017年	2018年	2019年
南アフリカ	2,547	2,543	2,648
ロシア	2,452	2,976	2,802
その他	1,452	1,487	1,444
供給合計	6,451	7,006	6,894
総需要			
自動車触媒	8,462	8,782	9,677
宝飾品	167	148	140
産業用	1,820	1,848	1,742
投資	-386	-574	-57
総需要合計	10,063	10,204	11,502
リサイクル量	-2,861	-3,121	-3,416
純需要合計	7,202	7,083	8,086
在庫変動	-751	-77	-1,192

パラジウムの需要:自動車触媒分野(単位:1,000 oz) (総需要)

	2017年	2018年	2019年
欧州	1,701	1,899	2,075
日本	829	851	923
北米	2,028	2,114	2,150
中国	2,179	2,080	2,658
その他の地域	1,725	1,838	1,871
合計	8,462	8,782	9,677

では、China 5 に対応した自動車を余剰在庫として抱える一方で、China 6 に対応した自動車が不足した。2019 年最終四半期までに、古い型式の自動車の在庫は取り崩され、ほとんどの生産ラインが China 6 に対応した自動車の製造用へと転換された。

China 6 の早期実施による影響を受けた都市や省は、中国の年間自動車販売台数の約 60% を占めている。これに基づき、2019 年 5 月のレポートでは、2019 年に中国で生産される新車の約 3 分の 1 が China 6 の基準を満たすと予想していた。しかし、この見積もりは現実を大幅に下回っており、実際には 2019 年に生産されたガソリン車の約 70% が China 6 に対応していた。そのため、自動車生産台数が減少したにもかかわらず、中国の自動車に使用されたパラジウムの合計消費量は前年比で約 20% も急増した。

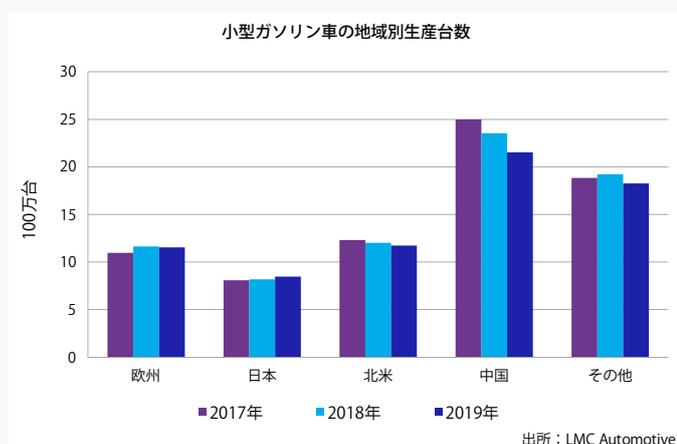
中国では、大型車セクターのパラジウム需要も 2019 年に増加した。中国には、圧縮天然ガス (CNG) を燃料とするトラックの小規模市場がある。昨年は、そうしたトラックの一部が排ガス規制 China 6 に対応した触媒システムを装

着した。これらの車両は三元触媒技術を使用しているが、通常はガソリン車よりも多くのパラジウム充填量を必要とする。

欧州市場でも、排ガス規制 Euro 6 が新たな段階に入ったことから、ガソリン車の後処理システムのパラジウム充填量がさらに大きく増加した。

排ガス規制 Euro 6c は、欧州で新規に販売されるすべての乗用車を対象に、2018 年 9 月に施行された。この規制は、粒子状物質 (PM) の排出粒子数 (PN) の上限をガソリン車にもディーゼル車並みに課し、人間の健康に深刻なリスクをもたらす^{ばいじん}煤塵の排出量を削減しようとするものである。排ガス規制 Euro 6d-TEMP の本格展開は 2017 年 9 月に開始され、2019 年 9 月には適用範囲をすべての新車に拡大した。これにより、台上試験と同様に実路走行 (RDE) 試験でも窒素酸化物 (NOx) の排出量と PN が規制を遵守していることを証明することが義務付けられた。排ガス規制 Euro 6c と 6d のさらなる詳細については 2019 年 5 月のレポートの特集 (14 ページ) を参照されたい。

粒子状物質 (PM) の排出粒子数 (PN) に上限が設けられたことにより、ガソリン直噴エンジン (GDI) を採用しているガソリン車の多くが、今や三元触媒に加えてガソリン車用微粒子捕集フィルター (GPF) を装着するようになっていく。GPF の PGM 充填量は、エンジンの特徴や後処理システムにおけるフィルターの精密な機能によってまちまちである。フィルターの中には PGM を含まないものもあるが、そ



パラジウムの需要:産業用(単位:1,000 oz)

	2017年	2018年	2019年
化学	442	545	511
歯科	391	358	323
電子材	843	768	728
その他	144	177	180
合計	1,820	1,848	1,742

れ以外については捕集した^{ばいじん}煤塵を定期的に燃焼させる間の「再生」プロセスを助けるために、少量だがPGMを含んでいる。もっとも、一部のGPFは、^{ばいじん}煤塵捕集フィルターとして機能することと他の汚染物質を転換する能力を補うことの双方を目的として設計されている。こうしたGPFの充填量は三元触媒と同様の水準になる可能性がある。結局のところ、Euro 6cによってGDIモデルの自動車に装着される後処理システムはかなり複雑になったが、PGMの充填量全体にはわずかな影響を与えたに過ぎなかった。

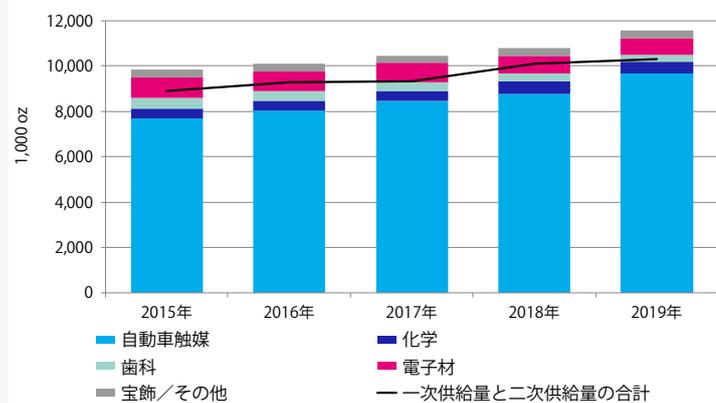
排ガス規制 Euro 6d-TEMPの影響はさらに大きかった。実路走行(RDE)試験中は、加速と減速が任意に繰り返されるが、その目的は自動車が寿命を終えるまでに実路で経験する可能性のある多様な運転状況を再現することにある。同時に、欧州の排ガス規制は、極端な運転状況下で触媒あるいはエンジンを守るために、自動車メーカーの取りうる排ガス制御システムの調整範囲が大幅に縮小している。つまり、自動車メーカーは今や、想定可能なほぼすべての運転状況下ならびに自動車の耐用年数のほぼ全期間にわたって排ガス制御装置が有効に機能する状態を確保する必要があるのだ。

これを達成することの技術的困難さと達成できない場合の商業的リスクは、三元触媒の平均PGM充填量に非常に大きな影響を与えている。2017年～2019年に、欧州のガソリン車のPGM平均充填量は4分の1強も増加した。その結果、欧州では自動車市場が低調であったにもかかわらず、2018年のパラジウム需要は208万オンス(65トン)の記録的な水準に達したと試算される。

産業用需要は2019年に減少した。パラジウムの産業向け用途はそのほとんどが価格にあまり左右されないが、歯科分野の需要は高値によって打撃を受けている。というのも、パラジウムの歯科用合金は樹脂やセラミックなどの他の代替材料よりも、さらにはプラチナを含む金合金と比べても、競争力に欠けるためである。

電子材分野のパラジウム需要も2019年に減少したが、その主な理由は価格と無関係であった。電子材分野では、めっきがパラジウムの最大用途である。パラジウムのめっき液は一般的に、ニッケルと金の層の間にはさまれる薄い「サンドイッチ」状のめっき層のひとつとして、コネクタやリードフレーム、プリント基板(PCB)などの電子部品に使用される。2019年には、中国を中心とする貿易戦争と関税引き上げが経済活動に影響を及ぼし、これが打撃となって、こうした部品に対する世界の需要が急減した。こうした落ち込みは短期間で終わると予想される。というのも、向こう2年間は、第5世代(5G)技術の導入が電子部品市場の追い風となる可能性があるからである。

消費用途のパラジウム需要(投資を除く)



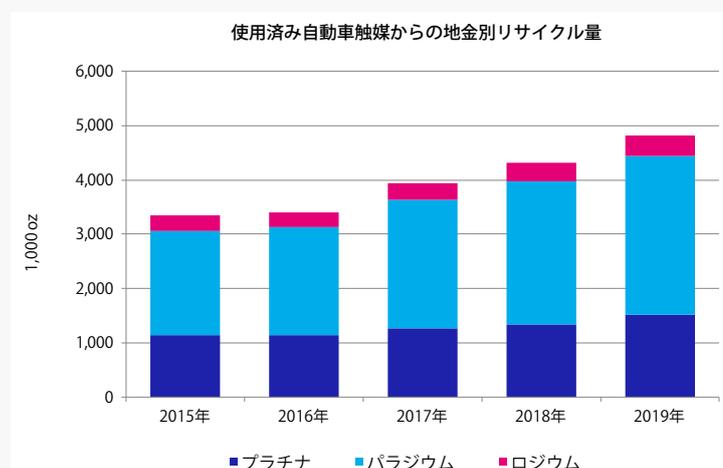
「昨年は、パラジウムの自動車触媒需要が970万オンス(302トン)に達して過去最高を更新したが、産業用需要が減少した」

化学分野のパラジウム需要は2019年も異例の高水準にとどまった。中国の化学会社によるプロセス触媒の旺盛な買いは、梱包材や繊維に広く使われているポリエチレンテレフタレート（PET）の製造原料である高純度テレフタル酸（PTA）の生産設備の増設に刺激されたためである。2019年～2020年には800万トン超のPET生産能力を備えた設備が稼働予定であることから、これがPTAの生産能力増強を後押ししている。また、中国では一般的に石炭を原料として使い、製造過程でパラジウム触媒を必要とするモノエチレングリコール（MEG）についても、新規プラントに対する追加の設備投資があった。

投資需要は引き続きマイナスであったが、220万オンス（68トン）強のパラジウムETFが解約された2015年～2018年と比べると、ETFの解約ペースは大幅に鈍化した。2019年の年明けには、パラジウムETFの裏付け資産となる現物がわずかに70万オンス（22トン）強しかなく、ピークを付けた2015年の約300万オンス（93トン）から大幅に減少していたが、8月にはさらに減少して最低水準の59万オンス（18トン）まで落ち込んだ。しかし、最終四半期には、価格が高値を更新し続けていたにもかかわらず、わずかながらETFが買われた。

我々の見積もりによると、2019年には、ロシアからの出荷量の減少が主因となって、パラジウムの一次供給量が約2%減少した。過去3年間にわたり、ノリリスクのパラジウム生産量は、これまでに採掘され、国営企業のロステックから買い取った古い銅精鉱の処理によって押し上げられていた。同時に、同社の処理工程の変更によって仕掛在庫が大幅に変動したため、四半期の生産量も大きく変動した。PGMの生産量は2019年の年初来6ヵ月間にいつになく堅調であったが、下半期には急減したと考えられる。南アメリカでは仕掛在庫が市場に放出されたが、ロシアの供給量減少を補うには不十分であった。

在庫の変動は二次供給の分野にも影響を与えた。使用済み自動車触媒のリサイクル量が増加していた時期に欧州で2ヵ所の精錬所が閉鎖されたことを受けて、二次供給能力が制約を受けた。その結果として、リサイクル業界全体でリードタイムが長くなった。これはリサイクル量に関する我々の見積もりに考慮されている。それでも、パラジウムのリサイクル量の合計は2019年に9%増加して一次供給量の減少を補ったため、総供給量は2%増加した。



「精錬能力が制約を受けたにもかかわらず、2019年のパラジウムリサイクル量は合計で前年比9%増となり、一次供給量の減少を補った」

パラジウム市場の展望

2020年の供給と需要

- 自動車触媒需要が一段と増加することから、パラジウム市場の供給不足は2020年に拡大するであろう。
- 中国と欧州の排ガス規制強化によって、自動車のパラジウム充填量が増加するであろう。
- 自動車業界はパラジウム消費量の削減に努めているが、これが需要の増加に歯止めをかけることはないであろう。
- ETFのパラジウム保有残高は供給不足を補うには不十分である。
- 生産能力などの諸要因により、供給量の価格への反応は鈍くなっている。

2020年のパラジウム市場では、供給不足が拡大しそうである。背景には、中国と欧州でそれぞれ排ガス規制 China 6 と Euro 6d に対応した自動車が増加することがある。これにより、ガソリン車用触媒の平均充填量は世界的に増加すると予想され、世界の自動車触媒用パラジウム需要は1,000万オンス（311トン）を上回るであろう。使用済み自動車触媒からのパラジウムリサイクル量は引き続き増加するだろうが、南アフリカでは鉱山の経営合理化が進み、ノリリスク・ニッケルでは、以前に採掘したパラジウム含有量の多い磁硫鉄精鉱や銅精鉱の再処理がほぼ終了したことから、一次供給量はやや減少する可能性がある。市場の大幅な供給不足は変わらず、価格は引き続き堅調に推移し、使用量の低減や代替材料への切り替えといった取り組みを刺激するとともに、市場在庫からの流動化を促すであろう。

こうした在庫にはETFが保有するパラジウムも含まれており、その残高は2019年末現在では66万オンス（21トン）にのぼっている。もっとも、価格が上昇を続けたとしても、こうした在庫が実際に市場に放出されるか否か、または放出されるとしてもいつになるのかといった点を予想することは不可能である。実際、昨年第4四半期には、価格が史上最高値を更新し続けたにもかかわらず、大半の地域ではパラジウムETFが小幅ながらも買い越された。

市場に放出される可能性のある別の在庫としては、ノリリスク・ニッケルが以前に生産し、ロシア中央銀行が何年も前に購入したパラジウム地金がある。近年、ロシア中央銀行が保有するこうしたパラジウム地金の一部はノリリスクのグローバル・パラジウム・ファンドによって買い取られ、市場の流動性を支えるために使われている（我々の統計では、これを新規供給ではなく市場在庫の移転として扱っている）。我々は、ロシア中央銀行が保有するパラジウム地金のうち最大100万オンス（31トン）が依然として市場に放出される可能性があるとして試算している。

価格の上昇によって企業が在庫を削減する動きがあれば、精錬業者や加工業者の仕掛在庫が流動化される可能性もある。最後に、銀行やその他の金融機関および個人投資家が保有しているパラジウム地金がある。こうしたパラジウム地金は投資商品の裏付けとなっているわけでもなく、見積もりの算出も不可能なので、我々の「投資需要」には算入されていない。例えば、中国には、産業界と繋がりのある個人が投機目的、すなわち加工業者に転売して利益を得ることを意図して大量のPGM地金を購入してきた歴史がある。また、価格の上昇に伴って、銀行、ヘッジファンド、その他の投機家が保有するパラジウム地金の一部が市場に放出される可能性もある。

価格が上昇すれば、パラジウムの使用量低減や代替材料の模索といった動きも促されるであろう。目先、価格に大きく左右される分野の筆頭に挙げられるのは北米の歯科市場である。というのも、この市場にはすでに代替製品が揃っており、移行費用も少ないためである。他方、日本では、大きな歯科用合金市場が国民健康保険によってある程度保護されている。つまり、パラジウムを含む金パラ合金が国民健康保険の対象となっているため、患者の費用負担もセラミックや樹脂などの代替品より少ない。

電子材分野でも、パラジウムの使用量が減少する可能性はあるが、これはもう少し先のことになるだろう。というのも、金やニッケルといったパラジウムの代替材料は揃っているが、技術面と資金面の双方に克服すべき問題があるからである。他方、化学分野では、パラジウム需要の大半が価格

にあまり左右されない。背景には、代替可能な触媒があっても、それを採用するためには工程を変更する必要がある、そのために大規模な設備投資が必要になることがある。

現在では、目先の可能性として、自動車産業が使用量の低減や代替材料の利用に動くことも考えられるが（後段参照）、これによって2020年の需要増加に歯止めがかかることはないだろう。というのも、今年欧州と中国がガソリン車のパラジウム平均充填量をさらに増やすと予想されているためである。

排ガス規制 China 6 が中国全土で施行されるのは年央以降になるものの、2020年に中国で製造されるガソリン車のほとんど全てはChina 6に対応するとみられ、その割合は2019年の3分の2程度から大幅に拡大する。結果として、1台当たりのパラジウム平均充填量は今年も増加することになる。ただし、増加ペースは昨年の水準を下回るだろう。新規排ガス規制に対処する経験を積んだことで、自動車メーカーはすでにエンジンや触媒システムの最適化に着手している。これにより、場合によってはPGM使用量の低減が促されることになろう。

China 6の段階的導入スケジュールが短縮されたため、自動車産業にはこの規制の施行前に技術開発に取り組む時間がほとんどなかった。そのため、自動車会社にとっては、China 6の型式認証を得て、そうした適合車両を発売することが昨年の主な優先事項となった。合弁自動車メーカーは欧州の排ガス規制に対応した際の経験を利用することがで



きたが、一部の中国国内メーカーはエンジンプラットフォームについて後れを取っていることが多かったため、はるかに高い技術的障害を乗り越えなければならなかった。そのため、China 6に対応した初期の車両にはPGM 充填量が相当量にのぼった車もあった。

PGM の高値、低調な自動車販売台数、中国自動車業界の収益性の落ち込みを受けて、こうした触媒のPGM 充填量を削減する作業がすでに始まっている。特に、一部の国内自動車メーカーは、エンジンからの排出物質を削減するために最適化された新たなエンジンプラットフォームの導入により、充填量を大幅に削減している。こうした使用量の低減に向けた作業は2020年中にさらに活発になると予想され、これによって需要が減少に転じることはないものの、需要の全般的な増加は抑えられるだろう。

欧州では、ガソリン車用触媒のパラジウム充填量が昨年に続いて2桁の増加になると予想される。というのも、実路走行(RDE)試験の基準に対応するという技術的な挑戦によって、使用量の低減の余地が目先、限られたものになるためである。Euro 6dの最終段階は2020年1月から段階的に導入され、「CF」値が2.1から1.43に厳格化されるのに伴い、実路走行(RDE)試験中の許容窒素酸化物(NOx)排出量も一段と低下する。

CF値は車載式排出ガス測定装置(PEMS)の利用によって生じる測定誤差を反映することを目的としており、台上試験の正式な規制値をわずかに上回る数値を自動車メーカーに示す。しかし、自動車メーカーは規制値違反のように見える結果から生じる風評被害への懸念を強めるようになり、一部ではCF値が1となる触媒システムがすでに設計されている。

ガソリン車の触媒については、2020年中にパラジウムに代わる材料が大量に使われるようになるとは現時点で考えていないが、11ページで述べたとおり、ガソリン車の床下触媒で使用するプラチナを増やすことは、今後18ヵ月以内に達成可能であると考えている。この達成を大きく左右するのは、この業界としては比較的短いと思われる18ヵ月間という期間内に、自動車メーカーが新たな触媒を開発し、車両プログラムに導入するために必要な技術的および人的資

源をつぎ込めるかどうかである。地域による違いもあるだろう。特に、中国の自動車業界は価格感応度が高いため、新たな触媒プログラムを実施する柔軟性も他の地域よりも高いかもしれない。

しかし、充填量に関する現行基調を踏まえると、パラジウム需要の世界的な増加に歯止めをかけるためには、ましてや、パラジウム需要を減少に転じさせるためには、プラチナを大量に使用したガソリン車用触媒の大幅な増加が必要となろう。ディーゼル車セクターでは目先、北米を中心として、触媒システムのパラジウム充填量を削減する余地があるが、今年はその影響が数千オンスを上回ることはいずれであろう。

目先の供給に関しては、採掘・精錬能力ならびにリサイクルからの供給量によって一次供給量も二次供給量も影響を受ける。南アフリカでは、PGM バスケット価格の高値によって一部のシャフトの最終閉鎖が延期されているものの、鉱山の経営合理化計画によって、今年はずべてのPGMの鉱山生産量が減少すると予想される。ロシアでは近年、これまでに採掘された古い精鉱から大量のPGMが回収されている。こうしたPGMの処理は今や完了しているが、処理パイプラインにある仕掛在庫から回収される最後のPGMが放出されて、2020年の生産量を支えるだろう。ノリリスク・ニッケルはタルナフとサウス・クラスターの採掘事業の双方でPGMの増産を計画しているが、選鉱能力が計画通りに拡大する2023年までは、処理能力が制限要因になるであろう。

二次供給量の伸びは2020年にやや鈍化する可能性があるが、PGMの高値が引き続き使用済み触媒の回収を促す要因となろう。これまでの自動車販売台数と触媒のPGM充填量に基づくと、欧州と北米の自動車触媒リサイクル量は近い将来にピークを付けると考えられ、中期的にはパラジウム回収量がこの両市場で減少することも考えられる。中国と世界のその他の地域ではリサイクル量が増加する大きな可能性があるものの、この両地域の使用済み自動車触媒のリサイクル市場は未だ発展途上にあり、将来の正確な成長軌道は依然として不透明である。

ロジウム市場

2019年の要約および2020年の展望

- 一次と二次を合わせた総供給量の小幅な減少が10%増となる需要を満たすには不十分だったため、2019年のロジウム市場はわずかながら供給不足となった。
- さらなる要因が加わり、流動性の逼迫が増幅した。
- このような異例の需給逼迫の中で自動車産業がロジウムを旺盛に購入したため、ロジウム価格は2019年に急騰した。
- 2020年には、自動車触媒需要が一段と増加するため、高値に後押しされた使用量低減の動向にもかかわらず、ロジウム市場の供給不足は拡大すると予想される。
- 供給能力が限定されているため、2020年には、仕掛在庫の規模が市場流動性のカギを握るであろう。

排ガス規制 China 6 の段階的導入が始まり、中国製自動車の PGM 充填量が段階的に変化していることを受けて、世界の自動車触媒需要は 2019 年に約 15% もの急増となった。中国以外でも、排ガス規制の強化と新車型式認証試験の厳格化を受けて、自動車会社のロジウム需要は増加した。こうした需要の増加により、2019 年はガラス分野のロジウム需要が急減したものの、その減少分は相殺された。昨年ガラス分野における需要が減少したのは、2017 年から 2018 年にかけて非常に活発であった生産設備の拡張が減速したためである。一次供給量と二次供給量の合計は 2% 増加したが、市場が供給不足に転じるのを防ぐには不十分であった。

昨年は、旺盛な需要、限られた市場流動性、一次供給量の変動を反映して、ロジウム相場が急騰した。第 1 四半期には、中国の自動車会社が China 6 の施行に先立ってロジウムを購入し、南アフリカでは電力不足によって PGM の精錬所が断続的に停止した。これにより、ロジウム価格が 1 月初旬の 2,500 ドル弱から上昇し、3 月には 3,300 ドルを上回った。ロジウム相場は 4 月に反落して 3,000 ドルを割り込み、第 2 四半期の大半を通じてこの水準で安定していた。しかし、6 月半ばには再び急騰し始め、8 月には 4,000 ドルを、10 月には 5,000 ドルを超えて、12 月には 6,000 ドルに達した。

こうした相場急騰の主因は自動車触媒需要の急増にあったが、供給要因も関係していた。南アフリカの場合、シャフトの閉鎖が他の鉱山の増産と PGM やクロムの鉱滓の処理量増加によってほぼ相殺されていたため、ロジウム供給量は過去 4 年間にわたってかなり安定していた。我々の見積もりが示唆するところによると、2019 年のロジウム出荷量は小幅に増加したが、計画停電や棚卸し、定期的あるいは緊急のプラント点検によって精錬所の操業が繰り返し影響を受けたため、一次供給量も 1 年を通じて増減を繰り返した。非常に小さく流動性に乏しいロジウム市場では、供給量のわずかな変動が価格に顕著な影響を与えることがある。

ロジウムの供給と需要(単位:1,000 oz)

供給	2017年	2018年	2019年
南アフリカ	611	618	621
ロシア	78	69	59
その他	70	70	66
供給合計	759	757	746
総需要			
自動車触媒	834	877	1,003
その他	207	165	141
総需要合計	1,041	1,042	1,144
リサイクル量	-310	-335	-372
純需要合計	731	707	772
在庫変動	28	50	-26

二次供給量は推定で11%増加したが、その背景には、使用済み自動車触媒のリサイクル量が増加したことがあった。しかし、欧州の2カ所の精錬所が閉鎖されたことを受けて精錬能力が制約を受けており、仕掛在庫が異例の高水準となり、リードタイムも長くなっていることは、この分野における逆風となっている。

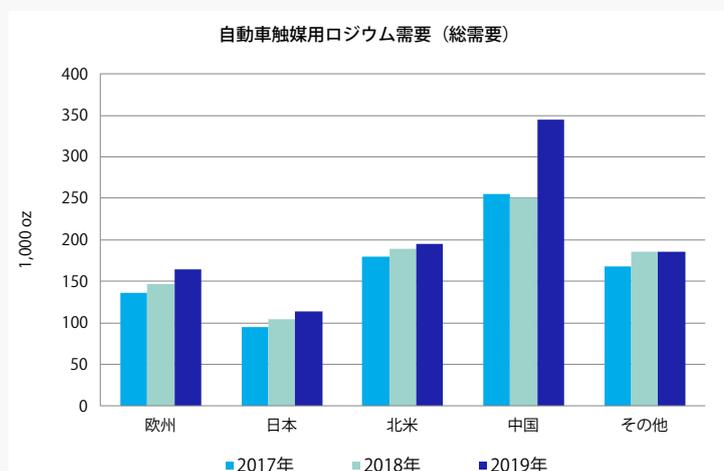
ロジウム需要は全体で10%増加した。ガラス分野の需要減少を相殺したのが自動車分野の需要急増であった。排ガス規制が大部分の主要市場で強化されたことから、ガソリン車のロジウム平均充填量は約20%増加し、小型ガソリン車生産台数の4%の落ち込みを補って余りあるものとなった。変化が最大だったのは、乗用車の型式認証試験が厳格化された欧州と、排ガス規制の強化が新たな段階に入った中国であった。

2019年9月以降、欧州で販売されるすべての新車（乗用車）は排ガス規制Euro 6d-TEMPへの対応を義務付けられた。この規制では、台上試験と同様に実路走行（RDE）試験でも、自動車が窒素酸化物（NOx）の排出量と粒子状物質（PM）の排出粒子数（PN）の基準を遵守していることを証明する必要がある。Euro 6dの最終段階は2020年1月から施行され、NOxの許容排出量がさらに制限されることになる。同時に、自動車メーカーは自動車の販売時から廃車になるまでの期間に適用される新たな基準にも取り組んでいる。この基準は2019年1月に導入され、触媒システムが販売時のみならず耐用年数のほぼ全期間にわたってRDE基準を遵守している状態を確保することを目的としている。

ロジウムはNOxに対して特に効果的な触媒であることから、排ガス規制Euro 6dがロジウム需要に与える影響は特に大きくなっている。ロジウム価格が過去に急騰した歴史から、ロジウム使用量の低減が積極的に進められていたが、RDE試験の導入により新たな技術的課題が生じ、これがとりわけNOxの制御についての問題であったため、ロジウムの充填量が増加している。

政府の公式なロードマップによると、中国では、2020年7月から2023年7月にかけて排ガス規制China 6aからRDE試験を含むChina 6bまでが中国全土で適用されるが、これに先駆けて2019年7月には一部の都市と省でChina 6の適用が始まった。我々の見積もりによると、2019年に中国で販売されたガソリン車の3分の2以上がChina 6に対応しており、その大半が、RDE試験のためのコンポーネントは備えていないもののChina 6bにも対応していた。こうした基準に対応するためにはパラジウムに加えて、特にロジウムの充填量をChina 5の触媒システムの水準から大幅に引き上げる必要がある。

自動車メーカーにはこの新たな排ガス規制への準備期間が非常にわずかしかなかったため、エンジンと触媒システムを最適化する機会が限られていた。加えて、China 5に対応した自動車とは異なり、China 6に対応した自動車に対する需要が予想をはるかに上回ったため、一部の自動車会社はこの新基準に対応した触媒システムを急いで開発しなければならなかった。China 6の型式認証を得なければならないというプレッシャーを受けた自動車メーカーに



「ガソリン車のロジウム平均充填量は2019年に約20%も増加し、小型ガソリン車生産台数の4%の落ち込みを補って余りあるものとなった」

ロジウムの需要:産業用(単位:1,000 oz)

	2017年	2018年	2019年
化学	72	63	62
電子材	5	5	5
ガラス	110	110	53
その他	20	-13	21
合計	207	165	141

とって、触媒のPGM充填量の低減についての対応は二の次となり、結果として初期の触媒ではPGM充填量が大幅に増加した。充填量の低減が始まっている徴候はすでにあるが、現在までのところ、その影響が及んでいるのは主にパラジウムである。

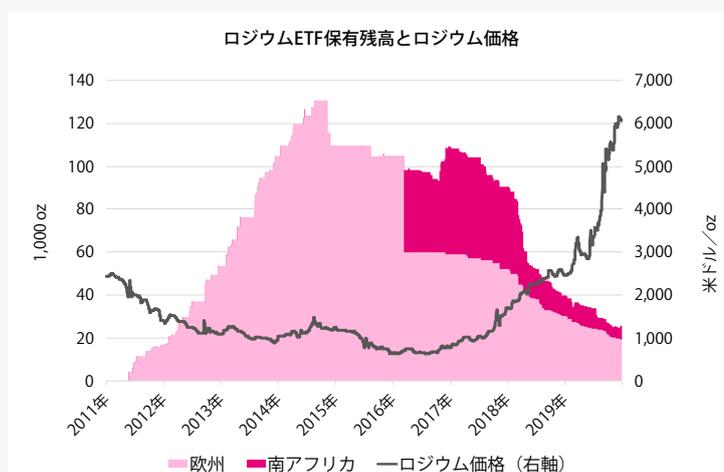
ロジウムの産業用需要は2019年に減少した。主因は中国のガラス分野の需要が減少したことにあつた。同国では、景気の先行き不透明感と国内市場の過剰生産能力によって一部のガラス繊維の生産設備拡充が延期された。加えて、ロジウムの高値に刺激されて、使用量の低減が始まった。ガラスメーカーは、価格に応じてロジウムの使用量を短期的に調整することができる数少ないユーザーの1つである。ガラス製造装置に使用されるプラチナ合金のロジウム含有量は一般的に10%から20%の間で変動する。ロジウム含有量が少ない合金は低価格になるものもあるが、耐久性も劣る。もっとも、ロジウム価格がプラチナ価格を上回り、その価格差が拡大していることから、装置の耐用期間が短くなったとしても、ロジウムの使用量を低減することは経済合理性があり得るだろう。

それ以外では、中国で生産設備の増設が進んでいることを反映し、化学分野の需要が2019年も堅調に推移した。「その他」の需要(投資を含む)はプラスに転じた。ETFの解約は2018年の水準から急減したが、個人投資家は保有する投資用ロジウム地金を市場に売り戻しており、この売却量が増加した。

我々の需給予測によると、2019年のロジウム市場はわずかに供給不足になっている。需給バランスに関する我々の過去5年間の見積もりに基づくと、市場の在庫は需要を満たすには十分であるとみられる。しかし、昨年の相場動向と市場の流動性は、市場参加者およびおそらくは産業用ユーザーが、すぐに使う必要のないロジウムを購入して保有していることを示唆している。

ロジウム市場がいつになく逼迫しているのは、我々の需給調査で十分に捉えることができない3つの要因に原因があるのかもしれない。

第一の要因として、我々は、自動車触媒需要は自動車の生産と同時に発生すると考えているが、現在の欧州や中国のように、充填量が急増している時期には、メーカーが自動車の生産に先駆けてPGMの仕掛在庫を大幅に増やしている可能性がある。そのため、現物の購入時期を正確に見極めることは難しく、排ガス規制が段階的に変更される時期には、年間の現物需要が少なく見積もられることがある。



「ETFの解約が2018年の水準から大幅に減少したため、『その他』のロジウム需要はプラスに転じた」

これが特に中国で大きな問題となったのは、自動車市場が China 5 から China 6 へと異例のスピードでシフトしたためであり、これによって China 5 に対応した触媒が過剰在庫となり、使用されることなくリサイクルに回された。これらは再利用されるため、我々はこれを需要とみなしていない。それでも、リサイクルに回された触媒に含まれている地金や精錬所のパイプラインの中にある仕掛在庫をユーザーが購入することはできないため、こうした地金が現物の流動性にある程度の影響を与えているのは確かである。

第二の要因としては、精錬能力が一部の地域で制約を受けているため、リサイクルのリードタイムが長くなる傾向にあることが考えられる。ロジウムの産業用途はそのほぼすべてにおいて、「クローズドループ」サイクルを伴う。たとえば、化学分野で使用されているプロセス触媒は、定期的に交換され、使用済みの触媒はリサイクルに回されるが、リサイクルされた地金は、新たなプロセス触媒に転用されて所有者に戻されるため、市場に放出されることはない。ただし、このプロセス触媒を使用している過程や、リサイクルの過程で失われた地金を補充する必要があり、その補充を需要として集計している。

精錬所の問題によって地金の回収が遅れば、実際の影響が市場に及ぶだろうが、この影響は我々の需要見積もりでは十分に捉えられないものである。

最後に、我々の見積もりは、ロジウムコインやロジウム ETF といった「小口」のロジウム投資商品以外の投資活動を捉えていない。近年は中国を中心として、ロジウムが投機的および戦略的な目的で購入されることもあるようだが、この規模を数量化することは不可能である。

全体の影響としては、ロジウムの需給が逼迫し、価格を 2008 年の水準まで押し上げた。2019 年 12 月には南アフリカのさらなる電力不足によって採掘・精錬処理作業が中断したため、ロジウム価格は 6,000 ドル前後で 2019 年を終えた。2020 年 1 月初旬には、生産者による購入が報じられて、価格が急騰し、8,000 ドルを上回った。

2020 年の展望として、自動車触媒需要の増加ペースは落ちるものの、増加は続くことから、供給不足が一段と拡大するであろう。

中国では、2020 年に販売される自動車のほぼすべてが China 6 の排ガス規制を遵守することになり、欧州の自動車メーカーも Euro 6d に対応した自動車の生産を拡大している。これによって世界のガソリン車のロジウム平均充填量は 2019 年の 20% からは減速するものの、約 8% 増加することになると我々は予想しているが、価格の上昇によって使用量の低減が促される余地はあるかもしれない。特に自動車メーカーがエンジンと触媒システムを最適化してパラジウムの充填量低減への取り組みを始めている中国では、その傾向が顕著になるであろう。しかし、これによってロジウム需要全体の増加が止まることはないであろう。

供給面では、南アフリカの生産者が前年と同様に余剰の仕掛在庫を抱えたまま 2020 年を迎えているため、シャフトの閉鎖が続いても、こうした在庫の精錬が進めばロジウム出荷量は 2019 年並みの水準を維持するであろう。リサイクル分野の精錬能力は制約を受け、リードタイムも通常より長くなり、精錬所の仕掛在庫も通常の水準を上回ると予想されるものの、リサイクル量はさらに増加するとみられる。したがって、(特に南アフリカの電力供給不足の状況において) 処理作業が安定するか否かと、仕掛在庫を最低限に抑える精錬能力を確保できるか否かが、引き続き市場の流動性を決定するうえで重要な要因となろう。もっとも、精錬作業が中断されなくても、需要に対応するために、今後も市場在庫を引き出す必要はありそうである。

プラチナの供給と需要

トロイオンス

プラチナ(単位:1,000オンス) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	3,546	4,572	4,392	4,450	4,467	4,411
	ロシア ²	700	670	714	720	687	667
	北米	340	339	353	346	330	323
	ジンバブエ ³	401	400	489	466	474	480
	その他 ³	167	158	162	157	152	139
	供給合計	5,154	6,139	6,110	6,139	6,110	6,020
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	3,062	3,263	3,326	3,208	2,967	2,913
	化学	576	502	476	462	565	613
	電子材 ⁴	225	228	232	233	240	224
	ガラス	143	227	247	314	488	439
	投資	277	451	620	361	67	1,131
	宝飾品 ⁴	2,839	2,746	2,413	2,387	2,261	2,082
	医療&バイオメディカル ⁵	214	215	218	220	222	229
	石油	172	140	187	234	377	253
	その他	468	494	535	575	601	600
	総需要合計	7,976	8,266	8,254	7,994	7,788	8,484
	リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-1,255	-1,135	-1,146	-1,268	-1,340
電子材		-28	-30	-32	-35	-38	-40
宝飾品		-762	-574	-738	-746	-720	-708
リサイクル量合計		-2,045	-1,739	-1,916	-2,049	-2,098	-2,261
純需要合計⁷	5,931	6,527	6,338	5,945	5,690	6,223	
在庫変動⁸	-777	-388	-228	194	420	-203	

プラチナの地域別総需要

トロイオンス

プラチナ(単位:1,000オンス) - 地域別総需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
欧州	自動車触媒	1,476	1,662	1,773	1,691	1,440	1,365
	化学	111	120	122	118	122	124
	電子材	12	13	13	10	11	12
	ガラス	11	11	11	11	11	13
	投資	-73	-88	109	36	-102	566
	宝飾品	204	203	177	176	191	190
	医療&バイオメディカル	72	71	71	70	68	69
	石油	22	-4	3	13	31	12
	その他	127	136	154	172	183	185
		合計	1,962	2,124	2,433	2,297	1,955
日本	自動車触媒	448	384	360	358	337	337
	化学	41	43	42	37	40	42
	電子材	31	33	32	31	31	29
	ガラス	-96	4	2	25	7	9
	投資	19	700	543	171	220	32
	宝飾品	313	314	310	305	296	297
	医療&バイオメディカル	16	16	15	15	16	16
	石油	3	3	3	2	2	2
	その他	71	80	77	79	79	80
		合計	846	1,577	1,384	1,023	1,028
北米	自動車触媒	356	379	360	325	325	317
	化学	113	114	103	112	116	118
	電子材	18	22	26	33	37	30
	ガラス	10	10	29	45	18	18
	投資	7	-32	109	127	66	156
	宝飾品	218	227	221	225	224	224
	医療&バイオメディカル	85	85	87	88	89	93
	石油	21	40	36	18	17	17
	その他	141	138	146	147	156	156
		合計	969	983	1,117	1,120	1,048
中国	自動車触媒	130	136	151	157	143	147
	化学	155	131	121	83	152	246
	電子材	39	38	42	44	51	47
	ガラス	144	178	135	111	375	313
	投資	0	0	0	0	0	0
	宝飾品	1,935	1,796	1,510	1,470	1,316	1,119
	医療&バイオメディカル	18	19	19	20	21	22
	石油	30	32	76	120	263	175
	その他	53	59	72	83	88	84
		合計	2,504	2,389	2,126	2,088	2,409
その他の地域	自動車触媒	652	702	682	677	722	747
	化学	156	94	88	112	135	83
	電子材	125	122	119	115	110	106
	ガラス	74	24	70	122	77	86
	投資	324	-129	-141	27	-117	377
	宝飾品	169	206	195	211	234	252
	医療&バイオメディカル	23	24	26	27	28	29
	石油	96	69	69	81	64	47
	その他	76	81	86	94	95	95
		合計	1,695	1,193	1,194	1,466	1,348
	総需要合計	7,976	8,266	8,254	7,994	7,788	8,484

プラチナの供給と需要

トン

プラチナ(単位:トン) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	110.3	142.2	136.6	138.4	138.9	137.2
	ロシア ²	21.8	20.8	22.2	22.4	21.4	20.8
	北米	10.6	10.6	11.0	10.8	10.3	10.0
	ジンバブエ ³	12.5	12.4	15.2	14.5	14.7	14.9
	その他 ³	5.2	4.9	5.0	4.9	4.7	4.3
	合計 供給	160.4	190.9	190.0	191.0	190.0	187.2
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	95.2	101.4	103.4	99.8	92.3	90.6
	化学	18.0	15.6	14.8	14.4	17.5	19.0
	電子材 ⁴	7.1	7.1	7.2	7.3	7.5	7.0
	ガラス	4.4	7.0	7.7	9.8	15.2	13.7
	投資	8.6	14.1	19.3	11.2	2.1	35.2
	宝飾品 ⁴	88.3	85.5	75.1	74.2	70.3	64.7
	医療&バイオメディカル ⁵	6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	7.1
	石油	5.3	4.3	5.8	7.3	11.7	7.9
	その他	14.6	15.4	16.6	17.9	18.7	18.7
	合計 総需要	248.1	257.1	256.7	248.7	242.2	263.9
	リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-38.9	-35.3	-35.6	-39.4	-41.6
電子材		-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-1.2
宝飾品		-23.7	-17.9	-23.0	-23.2	-22.4	-22.0
合計 リサイクル量		-63.5	-54.1	-59.6	-63.7	-65.2	-70.3
純需要合計 ⁷	184.6	203.0	197.1	185.0	177.0	193.6	
在庫変動 ⁸	-24.2	-12.1	-7.1	6.0	13.0	-6.4	

プラチナの地域別総需要

トン

プラチナ(単位:トン) - 地域別総需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
欧州	自動車触媒	45.9	51.7	55.1	52.6	44.8	42.4
	化学	3.5	3.7	3.8	3.6	3.8	3.8
	電子材	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4
	ガラス	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
	投資	-2.3	-2.7	3.4	1.1	-3.2	17.6
	宝飾品	6.3	6.3	5.5	5.5	5.9	5.9
	医療&バイオメディカル	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1
	石油	0.7	-0.1	0.1	0.4	1.0	0.4
	その他	4.0	4.2	4.8	5.3	5.7	5.7
	合計	61.0	66.0	75.6	71.3	60.7	78.7
日本	自動車触媒	13.9	11.9	11.2	11.1	10.5	10.5
	化学	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3
	電子材	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9
	ガラス	-3.0	0.1	0.1	0.8	0.2	0.3
	投資	0.6	21.8	16.9	5.3	6.8	1.0
	宝飾品	9.7	9.8	9.6	9.5	9.2	9.2
	医療&バイオメディカル	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	石油	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	その他	2.2	2.5	2.4	2.5	2.5	2.5
	合計	26.3	49.0	43.1	32.0	32.0	26.3
北米	自動車触媒	11.1	11.8	11.2	10.1	10.1	9.9
	化学	3.5	3.6	3.2	3.5	3.6	3.7
	電子材	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	0.9
	ガラス	0.3	0.3	0.9	1.4	0.6	0.6
	投資	0.2	-1.0	3.4	4.0	2.1	4.9
	宝飾品	6.8	7.1	6.9	7.0	7.0	7.0
	医療&バイオメディカル	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9
	石油	0.6	1.2	1.1	0.6	0.5	0.5
	その他	4.4	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9
	合計	30.1	30.6	34.7	34.9	32.7	35.3
中国	自動車触媒	4.0	4.2	4.7	4.9	4.4	4.6
	化学	4.8	4.1	3.8	2.6	4.7	7.6
	電子材	1.2	1.2	1.3	1.4	1.6	1.5
	ガラス	4.5	5.6	4.2	3.5	11.7	9.7
	投資	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	宝飾品	60.2	55.9	47.0	45.7	40.9	34.8
	医療&バイオメディカル	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
	石油	0.9	1.0	2.4	3.7	8.1	5.4
	その他	1.6	1.9	2.2	2.6	2.7	2.6
	合計	77.8	74.5	66.2	65.0	74.7	66.9
その他の地域	自動車触媒	20.3	21.8	21.2	21.1	22.5	23.2
	化学	4.9	2.9	2.7	3.5	4.2	2.6
	電子材	3.9	3.8	3.7	3.6	3.4	3.3
	ガラス	2.3	0.7	2.2	3.8	2.4	2.7
	投資	10.1	-4.0	-4.4	0.8	-3.6	11.7
	宝飾品	5.3	6.4	6.1	6.5	7.3	7.8
	医療&バイオメディカル	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
	石油	3.0	2.1	2.1	2.5	2.0	1.5
	その他	2.4	2.5	2.7	2.9	3.0	3.0
	合計	52.9	37.0	37.1	45.5	42.1	56.7
総需要合計		248.1	257.1	256.7	248.7	242.2	263.9

パラジウムの供給と需要

トロイオンス

パラジウム(単位:1,000オンス) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	2,126	2,683	2,570	2,547	2,543	2,648
	ロシア ²	2,589	2,434	2,781	2,452	2,976	2,802
	北米	893	872	911	935	959	943
	ジンバブエ ³	327	320	396	386	393	378
	その他 ³	160	144	129	131	135	123
	合計 供給	6,095	6,453	6,787	6,451	7,006	6,894
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	7,518	7,693	8,041	8,462	8,782	9,677
	化学	313	449	413	442	545	511
	歯科	464	468	429	391	358	323
	電子材 ⁴	970	903	872	843	768	728
	投資	943	-659	-646	-386	-574	-57
	宝飾品 ⁴	272	220	189	167	148	140
	その他	111	134	157	144	177	180
	合計 総需要	10,591	9,208	9,455	10,063	10,204	11,502
リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-2,117	-1,930	-1,986	-2,361	-2,634	-2,932
	電子材	-474	-475	-481	-479	-475	-471
	宝飾品	-89	-46	-21	-21	-12	-13
	合計 リサイクル量	-2,680	-2,451	-2,488	-2,861	-3,121	-3,416
純需要合計 ⁷	7,911	6,757	6,967	7,202	7,083	8,086	
在庫変動 ⁸	-1,816	-304	-180	-751	-77	-1,192	

パラジウムの地域別総需要

トロイオンス

パラジウム(単位:1,000オンス) - 地域別総需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
欧州	自動車触媒	1,583	1,624	1,635	1,701	1,899	2,075
	化学	-25	74	74	75	72	72
	歯科	77	70	65	60	51	42
	電子材	113	101	99	96	91	88
	投資	-74	-200	-269	-287	-141	-41
	宝飾品	60	59	58	53	49	43
	その他	25	27	24	23	30	26
	合計	1,759	1,755	1,686	1,721	2,051	2,305
日本	自動車触媒	794	759	787	829	851	923
	化学	16	15	15	17	17	17
	歯科	205	227	200	174	156	149
	電子材	214	231	227	221	199	188
	投資	-2	4	-3	-3	-1	1
	宝飾品	67	66	64	57	52	50
	その他	9	9	9	9	9	9
	合計	1,303	1,311	1,299	1,304	1,283	1,337
北米	自動車触媒	1,963	2,039	1,992	2,028	2,114	2,150
	化学	71	76	73	75	76	73
	歯科	156	145	138	131	125	107
	電子材	140	131	128	124	112	105
	投資	-205	-181	-71	-19	-87	10
	宝飾品	44	39	36	29	27	27
	その他	43	60	46	44	43	47
	合計	2,212	2,309	2,342	2,412	2,410	2,519
中国	自動車触媒	1,608	1,654	2,038	2,179	2,080	2,658
	化学	160	209	156	181	192	237
	歯科	8	8	7	7	7	6
	電子材	169	158	156	155	141	133
	投資	0	0	0	0	0	0
	宝飾品	78	34	10	9	2	1
	その他	16	17	45	51	75	74
	合計	2,039	2,080	2,412	2,582	2,497	3,109
その他の地域	自動車触媒	1,570	1,617	1,589	1,725	1,838	1,871
	化学	91	75	95	94	188	112
	歯科	18	18	19	19	19	19
	電子材	334	282	262	247	225	214
	投資	1,224	-282	-303	-77	-345	-27
	宝飾品	23	22	21	19	18	19
	その他	18	21	33	17	20	24
	合計	3,278	1,753	1,716	2,044	1,963	2,232
総需要合計		10,591	9,208	9,455	10,063	10,204	11,502

パラジウムの供給と需要

トン

パラジウム(単位:トン) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	66.1	83.5	79.9	79.2	79.1	82.4
	ロシア ²	80.5	75.7	86.5	76.3	92.6	87.1
	北米	27.8	27.1	28.3	29.1	29.8	29.3
	ジンバブエ ³	10.2	10.0	12.3	12.0	12.2	11.8
	その他 ³	5.0	4.5	4.0	4.1	4.2	3.8
	合計 供給		189.6	200.8	211.0	200.7	217.9
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	233.8	239.2	250.2	263.3	273.2	301.0
	化学	9.7	14.0	12.9	13.6	16.9	15.9
	歯科	14.4	14.6	13.3	12.2	11.2	10.0
	電子材 ⁴	30.3	28.1	27.1	26.3	23.9	22.6
	投資	29.3	-20.5	-20.1	-12.0	-17.8	-1.8
	宝飾品 ⁴	8.5	6.9	5.9	5.2	4.6	4.3
	その他	3.5	4.2	4.8	4.5	5.4	5.6
	合計 総需要		329.5	286.5	294.1	313.1	317.4
リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-65.9	-60.0	-61.7	-73.4	-81.9	-91.1
	電子材	-14.8	-14.8	-15.0	-15.0	-14.8	-14.7
	宝飾品	-2.7	-1.4	-0.7	-0.6	-0.3	-0.4
	合計 リサイクル量		-83.4	-76.2	-77.4	-89.0	-97.0
純需要合計 ⁷		246.1	210.3	216.7	224.1	220.4	251.4
在庫変動 ⁸		-56.5	-9.5	-5.7	-23.4	-2.5	-37.0

パラジウムの地域別総需要

トン

パラジウム (単位:トン) - 地域別総需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
欧州	自動車触媒	49.2	50.5	50.9	52.9	59.1	64.5
	化学	-0.8	2.3	2.3	2.3	2.2	2.2
	歯科	2.4	2.2	2.0	1.9	1.6	1.3
	電子材	3.5	3.1	3.1	3.0	2.8	2.7
	投資	-2.3	-6.2	-8.4	-8.9	-4.4	-1.3
	宝飾品	1.9	1.8	1.8	1.6	1.5	1.3
	その他	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	0.8
	合計	54.7	54.5	52.4	53.5	63.7	71.5
日本	自動車触媒	24.7	23.6	24.5	25.8	26.5	28.7
	化学	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	歯科	6.4	7.1	6.2	5.4	4.9	4.6
	電子材	6.7	7.2	7.0	6.9	6.2	5.8
	投資	-0.1	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0
	宝飾品	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.6
	その他	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	合計	40.6	40.9	40.4	40.6	40.0	41.5
北米	自動車触媒	61.1	63.4	62.0	63.1	65.7	66.9
	化学	2.2	2.4	2.3	2.3	2.4	2.3
	歯科	4.8	4.5	4.3	4.1	3.9	3.3
	電子材	4.4	4.1	4.0	3.9	3.5	3.3
	投資	-6.4	-5.6	-2.2	-0.6	-2.7	0.3
	宝飾品	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8	0.8
	その他	1.3	1.9	1.4	1.4	1.3	1.5
	合計	68.8	71.9	72.9	75.1	74.9	78.4
中国	自動車触媒	50.0	51.4	63.4	67.8	64.7	82.7
	化学	5.0	6.5	4.8	5.6	6.0	7.4
	歯科	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	電子材	5.3	4.9	4.9	4.8	4.4	4.1
	投資	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	宝飾品	2.4	1.1	0.3	0.3	0.1	0.0
	その他	0.5	0.5	1.4	1.6	2.3	2.3
	合計	63.4	64.6	75.0	80.3	77.7	96.7
その他の地域	自動車触媒	48.8	50.3	49.4	53.7	57.2	58.2
	化学	2.8	2.3	3.0	2.9	5.8	3.5
	歯科	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	電子材	10.4	8.8	8.1	7.7	7.0	6.7
	投資	38.1	-8.8	-9.4	-2.4	-10.7	-0.8
	宝飾品	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
	その他	0.6	0.7	1.0	0.5	0.6	0.7
	合計	102.0	54.6	53.4	63.6	61.1	69.5
総需要合計		329.5	286.5	294.1	313.1	317.4	357.6

ロジウムの供給と需要

トロイオンス

ロジウム(単位:1,000オンス) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	470	611	615	611	618	621
	ロシア ²	80	80	85	78	69	59
	北米	24	22	24	23	22	22
	ジンバブエ ³	36	36	44	42	43	39
	その他 ³	7	5	5	5	5	5
	合計 供給		617	754	773	759	757
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	771	760	806	834	877	1,003
	化学	90	73	64	72	63	62
	電子材	3	3	4	5	5	5
	ガラス	49	52	85	110	110	53
	その他	38	30	41	20	-13	21
	合計 総需要		951	918	1,000	1,041	1,042
リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-297	-277	-275	-310	-335	-372
	合計 リサイクル量	-297	-277	-275	-310	-335	-372
純需要合計 ⁷		654	641	725	731	707	772
在庫変動 ⁸		-37	113	48	28	50	-26

ロジウムの供給と需要 トン

ロジウム(単位:トン) - 供給と需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
供給 ¹	南アフリカ	14.6	19.0	19.1	19.0	19.2	19.3
	ロシア ²	2.5	2.5	2.6	2.4	2.2	1.8
	北米	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	ジンバブエ ³	1.1	1.1	1.4	1.3	1.3	1.2
	その他 ³	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	合計 供給		19.2	23.5	24.0	23.6	23.6
需要 ⁴	自動車触媒 ⁴	24.0	23.6	25.1	25.9	27.3	31.1
	化学	2.8	2.3	1.9	2.3	2.0	2.0
	電子材	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
	ガラス	1.5	1.7	2.6	3.3	3.3	1.7
	その他	1.2	0.9	1.3	0.6	-0.4	0.6
	合計 総需要		29.6	28.6	31.0	32.3	32.4
リサイクル量 ⁶	自動車触媒	-9.2	-8.6	-8.5	-9.6	-10.4	-11.6
	合計 リサイクル量	-9.2	-8.6	-8.5	-9.6	-10.4	-11.6
純需要合計 ⁷		20.4	20.0	22.5	22.7	22.0	24.0
在庫変動 ⁸		-1.2	3.5	1.5	0.9	1.6	-0.8

ルテニウムの需要

トロイオンス、トン

ルテニウム(単位:1,000オンス) - 需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
需要	化学	357	470	365	397	257	334
	電子材	351	454	436	437	417	399
	電子化学	145	149	176	169	198	249
	その他	108	150	155	173	187	192
	合計 需要	961	1,223	1,132	1,176	1,059	1,174

ルテニウム(単位:トン) - 需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
需要	化学	11.1	14.6	11.4	12.3	8.0	10.4
	電子材	10.9	14.1	13.6	13.6	13.0	12.4
	電子化学	4.5	4.6	5.5	5.2	6.2	7.7
	その他	3.4	4.7	4.8	5.4	5.8	6.0
	合計 需要	29.9	38.0	35.3	36.5	33.0	36.5

イリジウムの需要

トロイオンス、トン

イリジウム(単位:1,000オンス) - 需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
需要	化学	22	22	23	17	19	20
	電子材	40	78	100	73	52	58
	電子化学	57	44	45	49	59	94
	その他	72	77	83	86	90	93
	合計 需要	191	221	251	225	220	265

イリジウム(単位:トン) - 需要

		2019年の数値は暫定推定値					
		2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
需要	化学	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6
	電子材	1.2	2.4	3.1	2.3	1.6	1.8
	電子化学	1.8	1.4	1.4	1.5	1.8	2.9
	その他	2.2	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9
	合計 需要	5.9	6.9	7.8	7.0	6.8	8.2

表の注釈

- ¹ **供給**は、鉱山会社による PGM の販売量の推定値を示しており、地域の分類は精練地ではなく採掘地を基準としている。
- ² **ロシアの供給量**は、ロシアと独立国家共同体（CIS）における PGM 採掘量の合計を示している。ロシアの需要は世界のその他の地域に算入されている。
- ³ **ジンバブエ**からの供給量はその他の供給量と区別されている。ジンバブエで採掘された PGM は現在、南アフリカで精練されており、本稿では PGM 精鉱またはマット状 PGM の出荷量を標準的な精練実収率で調整した数値で示している。
- ⁴ **総需要**は、いずれの用途についても、当該用途のためのメーカーの新規地金に対する需要と当該セクターが保有する未精練の在庫の増減の合計を示している。未精練の在庫を積み上げると需要が増加し、在庫が取り崩されると需要が減少する。
- ⁵ **医療・バイオメディカル**の分野については、医療、バイオメディカル、歯科の 3 セクター合計の需要を示しているが、製薬用の地金使用量は化学用需要に算入されている。
- ⁶ **リサイクル量**は、オープンループリサイクル（すなわち、地金の所有権は最初の購入者から移転される）による地金回収量の推定値を示している。例えば、自動車触媒のリサイクル量は個々の地域で廃車となった自動車やアフターマーケットの廃車、廃部品から回収された地金の重量を示している。これらの数値には、担保となるスクラップもしくは製造工程で発生するスクラップは含まれていない。リサイクル量が示されていない場合は、オープンループリサイクルによるリサイクル量がごくわずかであることを意味する。
- ⁷ **純需要**は、ある用途の総需要の合計から当該用途のオープンループリサイクルによる地金回収量を差し引いた数値に相当する。リサイクルされた地金が当該産業で再利用されるか、他の用途に販売されるかは問わない。リサイクル量が示されていない用途については、総需要と正味需要は同一である。
- ⁸ ある年の**在庫変動**は、加工業者、ディーラー、銀行、受託者が保有している在庫の変動を示しているが、鉱山会社と最終ユーザーが保有する在庫はこの対象とならない。この数値がプラスの場合（「供給過剰」と示されることがある）は市場在庫の増加を示し、マイナスの場合（「供給不足」と示されることがある）は市場在庫の減少を示す。

用語集

ASC	アンモニアスリップ触媒
BEV	電気自動車
CF	CF値(台上試験の規制値に対する倍数)
CO	一酸化炭素
CO ₂	二酸化炭素
DOC	ディーゼル車用酸化触媒
DPF	ディーゼル微粒子捕集フィルター
EC	欧州委員会
ELV	廃車
ETF	上場投資信託
FCEV	燃料電池車
GDI	ガソリン直噴エンジン
GPF	ガソリン車用微粒子捕集フィルター
HC	炭化水素
HDD	大型ディーゼル車
ISC	使用中の自動車に対する排ガス試験
LAB	直鎖型アルキルベンゼン
LDG	小型ガソリン車
LDD	小型ディーゼル車
LEV	低公害車
MLCC	積層セラミックコンデンサー
NEDC	新欧州ドライビングサイクル
NEV	新エネルギー車(BEV、PHEVまたはFCEV)
NO _x	窒素酸化物
NRMM	特定特殊自動車
NYMEX	ニューヨークマーカンタイル取引所(New York Mercantile Exchange)
PDH	プロパン脱水素法
PHEV	プラグインハイブリッド車
PM	粒子状物質または煤
PN	粒子数
PNA	NO _x 吸着触媒
PTA	高純度テレフタル酸
PX	パラキシレン
RDE	実路走行
RoW	世界のその他の地域
SCR	選択還元触媒
SCRF®	選択還元触媒機能付のフィルター
SGE	上海黄金交易所
SUV	スポーツユーティリティ車
WLTP	乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法
4E品位	4種類の元素すなわちプラチナ、パラジウム、ロジウムおよび金の合計含有量

排ガス規制

小型車

小型車

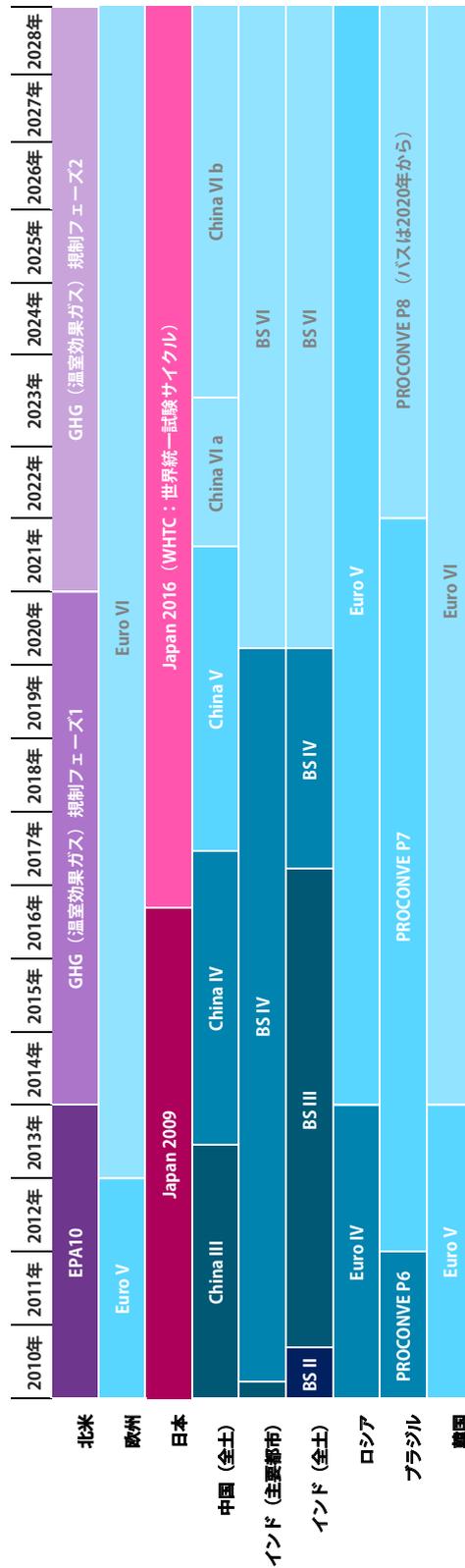
	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年				
北米 (米環境保護庁)	Tier 2		Tier 3																				
北米 (カリフォルニア州大気資源局)	LEV II		LEV III 段階的实施																				
欧州	Euro 5	Euro 5b/b+		Euro 6c / Euro 6d-TEMP														Euro 6d	Euro 7 (予想)				
日本	Japan 2009 (JC08)																						
中国 (対ガソリン車、全土)	China 3	China 4		China 5														China 6a	China 6b + RDE				
中国 (対ディーゼル車、全土)	China 3		China 4																China 6a	China 6b + RDE			
インド (主要都市)	BS II		BS IV																BS VI	BS VI + RDE			
インド (全土)	BS II		BS III																BS VI	BS VI + RDE			
ロシア	Euro 4		Euro 5																Euro 5				
ブラジル	PROCONVEL 5		PROCONVEL 6																PROCONVEL 7	PROCONVEL 8			
韓国 (対ガソリン車)	K-LEV II																						
韓国 (対ディーゼル車)	Euro 5		Euro 6b																Eu 6d-TEMP	Euro 6d			
タイ	Euro 3		Euro 4																Euro 5	Euro 6			

上記は新型乗用車の承認に適用される規制と適用期間である。

排ガス規制

大型ディーゼル車

大型車



排ガス規制Euro 6

Euro 6 は、小型車の排ガス規制を規定する包括的な規範であり、多様なテストや手続きに従って随時段階的に導入される

Euro 6a は任意の段階だったが、これによって Euro 6 の基準遵守が義務付けられるよりも先に、この型式認証を取得した自動車売り出すことができた。この段階は PGM の需要に非常にわずかな影響を与えたに過ぎなかった。

Euro 6b は 2014 年 9 月から乗用車の新たな型式認証に適用され、2016 年 9 月からは欧州市場で販売されるすべての自動車に適用されている。2016 年 9 月以降、新欧州ドライビングサイクル (NEDC) を通じた試験では Euro 6 の排ガス基準を満たさなければならなくなった。Euro 6b のガソリン車排ガス基準は一点を除き、Euro 5 と同じである。その相違点とは、ガソリンエンジンに対する粒子状物質の排出粒子数 (PN) の上限が Euro 6b で導入された点である (もともと、メーカーは PN 基準に関する 3 年間の免除期間を申請すれば、やや緩やかな基準に対応することから始めることもできた)。ディーゼル車については、NEDC のテストサイクルで許容される NO_x 排出量が、Euro 5 の基準から 56% も引き下げられた。これはディーゼル車の PGM 触媒充填量に非常に大きな影響を与えた。

Euro 6c は 2017 年 9 月から段階的に導入され、2019 年 9 月からすべての自動車に適用された。ディーゼルエンジンに対する排ガス規制については 6b と 6c で違いはないが、ガソリンエンジンについては、すべての自動車を対象に PN の排出上限が 6c で引き下げられ、ディーゼル自動車並みとなった。これはガソリンエンジン用微粒子捕集フィルター (GPF) の装着動向に影響を与えている。

同時に、NEDC に代わる新たな台上試験方法が採用された。2017 年 9 月からは「乗用車等の国際調和排出ガス・燃費試験法 (WLTP)」が新たな型式認証となり、2018 年 9 月からはすべての自動車に適用された。

Euro 6d は 2017 年 9 月から数年間にわたって段階的に導入されている。NO_x 排出量と PN のテスト方法および計測方法に関して Euro 6d と Euro 6b・6c で異なるのは、台上試験に加えて実路走行 (RDE) 試験が導入された点である。RDE 試験では、加速と減速を任意に繰り返しながら自動車を走行させ、車載式排ガス測定装置 (PEMS) を使用して排出量を測定する。

CF 値 が導入され、自動車の NO_x 排出量および PN が RDE 試験中に基準を超える場合の許容制限が倍数で規定されるようになった。こうした超過許容制限は、PEMS による計測の許容誤差を設けることを意図している。CF 値は 2 段階に分けて導入される。

第一段階 (**Euro 6d-TEMP**) では、NO_x に関する CF 値が 2.1 倍、PN に関する CF 値が 1.5 倍で、2017 年 9 月から乗用車の新たな型式認証に、2018 年 9 月からは小型商用車 (LCV) の新たな型式認証にそれぞれ適用されている。乗用車の新車すべてに対する CF 値の適用については、PN が 2018 年 9 月から、NO_x が 2019 年 9 月から実施され、LCV の新車すべてに対する適用はその 1 年後に実施された。

第二段階 (**Euro 6d**) では、NO_x の CF 値が 1.43 倍に引き下げられ、乗用車の新たな型式認証には 2020 年 1 月から適用されており、すべての自動車には 2022 年 1 月から適用される。

PEMS の精度向上に合わせて欧州委員会は今後も CF 値を見直し、2023 年には 1.0 倍まで引き下げて、試験中の許容誤差を撤廃するとしている。

こうした移行により、触媒システムの設計および充填量の変更は不可避となる。

JM



Johnson Matthey
Inspiring science, enhancing life