

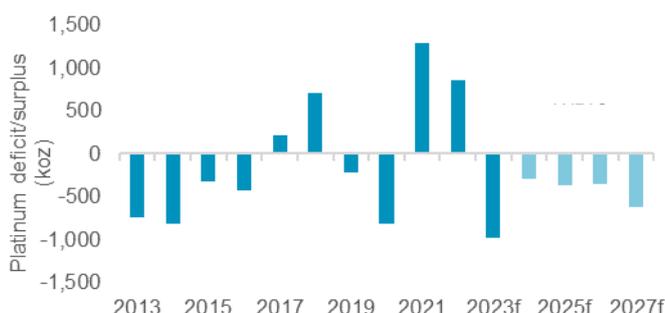
プラチナ投資のエッセンス

2年から5年先のパラジウムの需給見通しと、
代替のスイッチで余るプラチナは水素経済へ

プラチナは今年から供給不足が始まり 2027 年までその状態が続く予測だが、今後数年間プラチナが不足していても、自動車分野でパラジウムに代わりにプラチナを使う需要は衰えないだろう。水素経済が急速に発展局面を迎える中で、プラチナは地上在庫が引き出されて市場はタイトになる。そこで本稿では向こう 5 年間のパラジウムの展望、そして多金属鉱石の採掘という柔軟性に欠ける鉱山供給の仕組みが引き起こす市場の不均衡に対し、PGM の需要がどの反応するかという点を考察していきたいと思う。パラジウムの代替としてのプラチナの需要は両者の価格差が狭まるまで続くが、プラチナ不足が続いてパラジウムが余ればこの流れは逆行し、2020 年代後半にかけて急速に発展する水素経済のためにプラチナを利用することが可能になるだろう。つまりプラチナの供給不足はエネルギー転換を支える技術開発の妨げにはならないのだ。

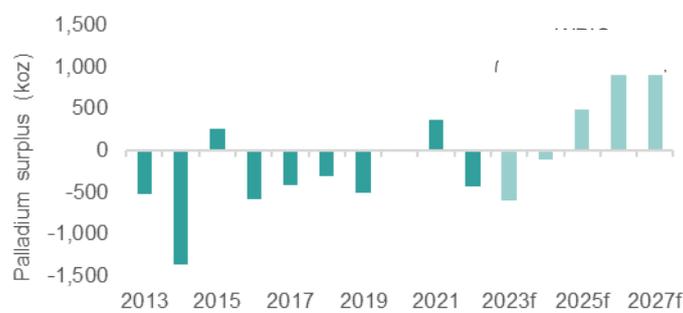
パラジウムの需要はそれまで 8 年間不足が続いていた 2019 年にピークを迎えた。その後コロナで自動車の減産に伴ってパラジウム需要も減り、余剰に転じた。しかし半導体不足、バッテリー電気自動車の普及、プラチナの代替需要などでパラジウム需要は伸びなかったにも関わらず 2021 年と 2022 年には再び供給不足となった。自動車販売高が 2025 年までにコロナ前の水準に回復すれば、パラジウム需要は落ち着くだろうが、2025 年からは再びパラジウムの供給余剰となり、2027 年までに 27.9 トンとなるだろう。この増加は 2022 年～2027 年にパラジウムのリサイクル供給が 37.3 トンに増えるからで、その後も供給余剰は続いて、その量も増えていくだろう。一方のプラチナは 2027 年までに 26.5 トンという大幅な供給不足。プラチナは不足、パラジウムは余剰という不均衡な市場では、2020 年代後半に自動車触媒で今度はプラチナの代わりにパラジウムを使うようになり、その分プラチナは水素経済の発展に利用できるようになるというのが我々の推測だ。

図 1: プラチナは 2023 年から供給不足になる予測



資料: 2013 年-2023 年予測はメタルズフォーカス、2024 年以降は WPIC リサーチ

図 2: パラジウムは 2025 年から供給余剰になる予測



資料: 2013 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

*供給に関する WPIC のリサーチでは、鉱山会社の生産目標を含め公表データのみを用い、調整がある場合はその旨を明記し、WPIC の特定の個人的見解、あるいは『四半期レポート』を作成するメタルズフォーカスの見解を反映したものではない。需要に関するデータも公表データに基づくが、我々独自の分析も含む。

Edward Sterck

Director of Research

+44 203 696 8786

esterck@platinuminvestment.com

Wade Napier

Analyst

+44 203 696 8774

wnapier@platinuminvestment.com

Jacob Hayhurst-Worthington

Associate Analyst

+44 203 696 8771

jworthington@platinuminvestment.com

Brendan Clifford

Head of Institutional Distribution

+44 203 696 8778

bclifford@platinuminvestment.com

World Platinum Investment Council

www.platinuminvestment.com

Foxglove House, 166 Piccadilly

London W1J 9EF

2023 年 9 月

目次	2
はじめに	3
プラチナとパラジウムの自動車触媒の歴史	4
2023 年から 2027 年のパラジウムの展望 – 主要点	9
パラジウムの供給の展望	11
パラジウムの需要の展望	13
補足: パラジウムの需要の歴史	18

目次

図 1: WPIC による 2023 年から 2027 年のパラジウムの需給の展望

	METAL FOCUS ESTIMATES†			WPIC PALLADIUM ESTIMATES‡				
	2020	2021	2022	2023f	2024f	2025f	2026f	2027f
PALLADIUM SUPPLY								
Refined mine production				Production at mid-point of aggregate guidance ranges				
- South Africa	2,002	2,726	2,238	2,323	2,578	2,598	2,577	2,582
- Zimbabwe	382	407	404	376	467	471	468	471
- North America	994	897	822	705	819	855	889	906
- Russia	2,826	2,617	2,790	2,485	2,485	2,777	2,777	2,777
- Other	229	236	234	225	225	225	225	225
- Producer inventory movement								
Total mining supply	6,434	6,882	6,487	6,114	6,574	6,925	6,936	6,961
Total recycling	3,151	3,374	2,792	3,082	3,198	3,528	3,734	3,921
Total supply	9,585	10,256	9,280	9,196	9,773	10,454	10,670	10,882
PALLADIUM DEMAND								
Automotive	7,997	8,048	8,061	8,107	8,259	8,379	8,260	8,472
Jewellery	175	209	224	224	224	224	224	224
Industrial	1,526	1,572	1,504	1,465	1,394	1,362	1,289	1,289
Total investment	-104	59	-74	1	1	1	1	1
- Bar & coin	12	23	18	1	1	1	1	1
- ETF	-116	36	-92	0	0	0	0	0
Total demand	9,595	9,889	9,715	9,796	9,878	9,966	9,773	9,985
Supply/demand balance	-10	367	-435	-600	-106	487	897	897

資料: 2020 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

パラジウムとプラチナのそれぞれの需給見通しで、二つの PGM の関連性が明らかになる

パラジウムは 2023 年と 2024 年は供給不足が続き、2025 年から供給余剰となるだろう

プラチナの代替となるパラジウムの需要で、内燃機関車の減産による需要減を補い、パラジウム需要全体では横ばい

パラジウムの供給余剰はリサイクル供給の大幅増が背景

図 2: WPIC による 2023 年から 2027 年のプラチナの需給の展望

	PUBLISHED PLATINUM QUARTERLY ESTIMATES†				WPIC ESTIMATES‡			
	2020	2021	2022	2023f	2024f	2025f	2026f	2027f
PLATINUM SUPPLY								
Refined mine production				Production at mid-point of aggregate guidance ranges				
- South Africa	3,298	4,678	3,915	3,873	4,262	4,304	4,257	4,227
- Zimbabwe	448	485	480	502	502	603	603	603
- North America	337	273	263	284	311	321	331	336
- Russia	704	652	663	647	624	624	624	624
- Other	202	208	201	205	204	205	204	204
- Producer inventory movement	-84	-93	43	0	0	0	0	0
Total mining supply	4,906	6,204	5,565	5,511	5,902	6,056	6,019	5,993
Total recycling	1,997	2,079	1,691	1,682	1,869	1,832	1,868	1,861
Total supply	6,903	8,283	7,256	7,193	7,771	7,888	7,886	7,854
PLATINUM DEMAND								
Automotive	2,324	2,555	2,897	3,255	3,605	3,713	3,708	3,845
Jewellery	1,830	1,953	1,899	1,861	1,831	1,829	1,860	1,886
Industrial	2,018	2,538	2,245	2,628	2,406	2,508	2,461	2,513
Total investment	1,536	-56	-640	433	460	460	460	460
- Bar and coin	571	324	225	403	310	310	310	310
- ETF	507	-241	-558	30	150	150	150	150
- Stocks held by exchanges	458	-139	-307	0	0	0	0	0
Total demand	7,709	6,990	6,401	8,176	8,302	8,510	8,489	8,705
Supply/demand balance	-806	1,293	854	-983	-531	-621	-602	-851

†The Platinum Quarterly report and data are prepared independently for the WPIC by Metals Focus

‡WPIC estimates and analysis are based upon publically available information

資料: 2020 年-2023 年はメタルズフォーカス、2024 年以降は WPIC リサーチ

プラチナは 2023 年以降、大幅な供給不足が続くだろう

はじめに

今回のパラジウムの展望は、今年6月に『[プラチナ投資のエッセンス](#)』で我々が発表した2年から5年先のプラチナの展望を補足するもので、さらに歴史的にも関連性の高いプラチナとパラジウムの動きを振り返りながら、水素経済に重要な役割を果たすメタルという観点についても考察していく。数年にわたって供給不足が予測されるプラチナは、地上在庫が急速に縮小してタイトな市場になるが、そこで取り上げられるのが、プラチナ不足が水素経済の発展に水を差すのではないかという懸念だ。しかし幸いにもプラチナを他のPGMで代替できる分野でそれが進めば、その分のプラチナをグリーン水素の生産など水素分野での利用が可能となる。具体的には自動車触媒でプラチナの代替としてパラジウムを使う、あるいは工業でプラチナ触媒の代わりにパラジウム触媒を使うなどが挙げられる。

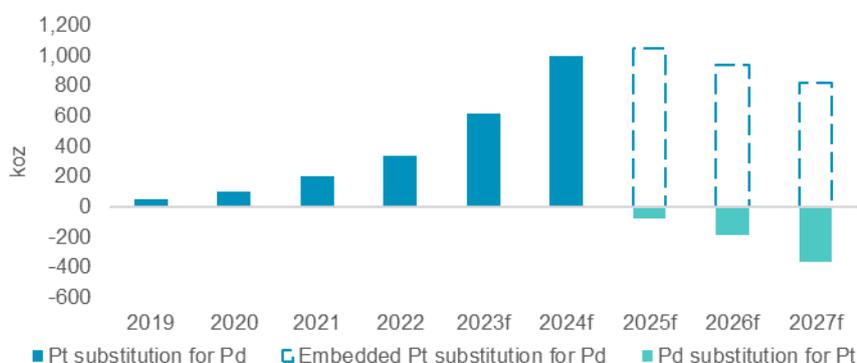
本稿では自動車触媒に焦点を当てるが、パラジウム触媒はその他の工業分野でもプラチナ触媒の代わりに使うことができる。しかしその量はあまり多くなく、また推定作業も難しい。

本稿ではパラジウム市場を動かす要因をプラチナと関連を持たせながら考察していく。自動車触媒でパラジウムの代わりにプラチナを使う動きは、両者の価格が同レベルになるまで続くが、パラジウム市場が余剰に転じる2025年から逆転して、今度はパラジウムをプラチナの代わりに使うようになるというのが、我々の考える大まかな流れである。

パラジウム市場が余剰になるにつれて、自動車触媒と工業用触媒でプラチナの代わりにパラジウムが使われるようになるだろう

こうしてパラジウムがプラチナの代わりに使われるようになれば、その分、プラチナを水素産業に回すことができる。しかし普通はモデルチェンジがない7年の間にその車種の排ガス制御システムを変えることはないため、触媒が変更されるのはフルモデルチェンジの新モデル車に限られる。つまり2025年までにパラジウムの代わりに使われるプラチナが、再びパラジウムに置き換わるには長い時間がかかり、水素産業の利用に回るプラチナの量は当初は少ない。それでも2027年までにはプラチナの代替としてのパラジウムの需要は11.4トンに達し、その後も増えていくだろう。

図3: 2025年にはプラチナの代替としてパラジウムを使う動きが始まるだろうが、それまでに代替として使われたプラチナを再びパラジウムに替える作業は長期間かかる



資料: 2019年-2023年はメタルズフォーカス、2024年以降はWPICリサーチ

プラチナ対パラジウム、自動車触媒の歴史

プラチナとパラジウムはどちらも多金属鉱石から採掘され、通常はロジウムを含むその他のPGM、そしてゴールドやニッケル、銅などとともに採掘される。プラチナ、パラジウム、ロジウムは排気ガスを浄化する自動車触媒に使われ、白金族金属として物理的、化学的な細かな違いはあるにせよ似た性質を持っているため互換性が高く、自動車触媒ではどの金属でも目的を達することができる。

代替の仕組み

代替の歴史の大きな流れを説明する前に簡単に自動車触媒について説明すると、遷移元素として括られるPGMにはどの金属元素も似たような物理的、化学的特性があるため、様々な用途でどのPGMを使ってもほぼ同じ効果を得ることができるわけだが、それぞれの金属には最も適した用途がある。自動車の排気ガス制御に使うプラチナとパラジウムの場合、プラチナは硫黄による触媒の劣化が非常に少なく、パラジウムは高温での安定性が高い。燃料中の硫黄成分は過去20年間でかなり少なくなったため、現在はプラチナとパラジウムは触媒として1対1の割合で互換性がある。

自動車触媒の中でどのPGMをどの割合で使うかは、排ガス規制を遵守すべく、フルモデルチェンジ対象のエンジン開発、あるいは新しい基準値に達するための制御システムの開発段階で決められる。この段階でその車両に使われるPGMの割合が決められ、通常はフルモデルチェンジがない7年間は変更されることはない。たとえその後金属価格の変動で自動車触媒の経済性が変化しても、排気ガス制御システムを変更して再び承認プロセスを経るなどということは、コストとリスクの面から、特に普通乗用車の場合、非常に稀だ。我々の推測では年間に生産される自動車の約15%が、開発段階で代替を実施しやすい新しいモデルで、その結果どの金属を増やしたり減らしたりするかという変更は非常に長いタイムスパンの中で起こることになる。つまり今行われている、パラジウムの代わりにプラチナを使う動きは、今後長い間にわたって続くということだ(図3)。

以前の『[プラチナ四半期レポート](#)』では自動車触媒でパラジウムの代替となるプラチナの需要は2023年で19.1トンと予測した。我々独自の2年から5年先のプラチナ需給予測に基づく、このプラチナの代替需要は今後も増え続け、2025年までには年間31.1トン以上になる。しかしプラチナとパラジウムの代替はガソリン車でもディーゼル車でも今に始まった新しい現象ではなく、プラチナとパラジウムの間を行ったり来たりする現象は、調達の上やすさ、供給の安定性、価格と浄化作用を考慮した経済性などに影響を受けてきた。

コモディティの価格は需給のバランスに左右される。供給余剰であれば、採算が合わない供給が抑えられるまで、あるいは新たな需要を市場に誘い込むまで価格が下がるのが通常だ。逆に供給不足の場合は、新たな供給を市場に誘い出すまで価格が上がるか、または価格の高騰で需要が消えてしまう。

PGMのような多金属鉱石の特徴は価格を左右する要因が複数あって製品の経済価値が決まることだ。従ってその中のある一つの金属を取り巻く環境が変わったからといって、供給サイドが反応することはあまりなく、鉱山供給はゼロとは言わないまでも、価格弾力性が低い。

PGMは多くの物理的、化学的同質性を持ち、多くの用途で互換性がある

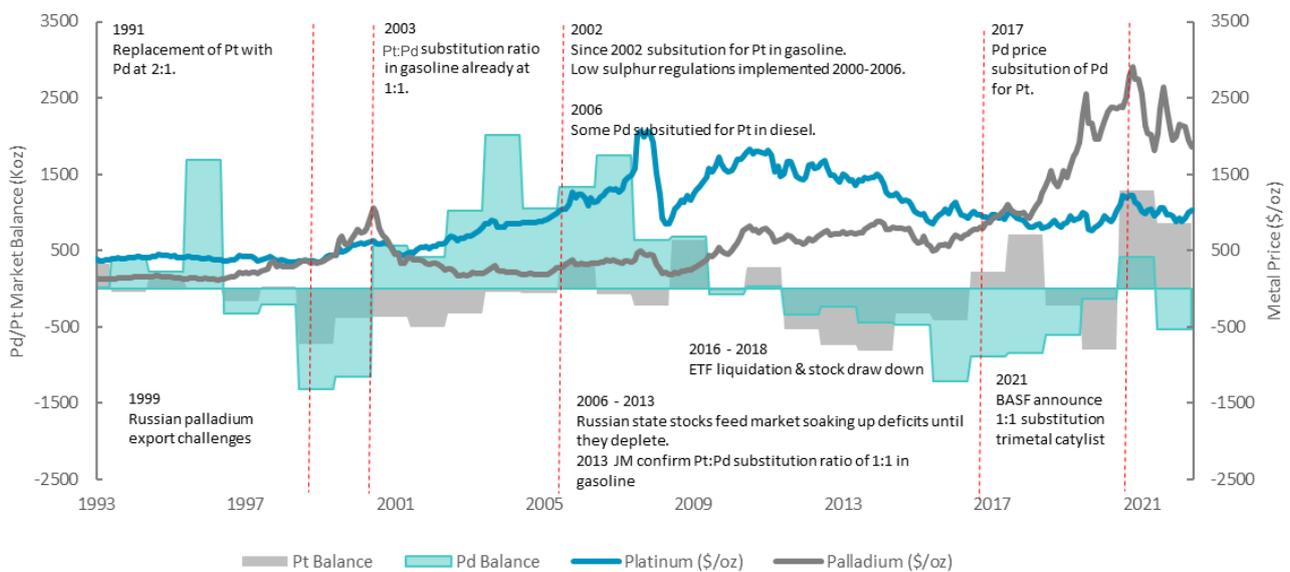
2023年にパラジウムの代わりに使われるプラチナは19.1トン、2025年には31.1トン以上に

パラジウムの代替としてのプラチナは価格差がなくなるまで継続するだろう

しかし、プラチナとパラジウムの間の高い互換性は市場のバランスをある程度保つのに役立っており、過去の例を見ても自動車業界は市場バランスが崩れると、この二つの金属を交互にスイッチして調達してきた。

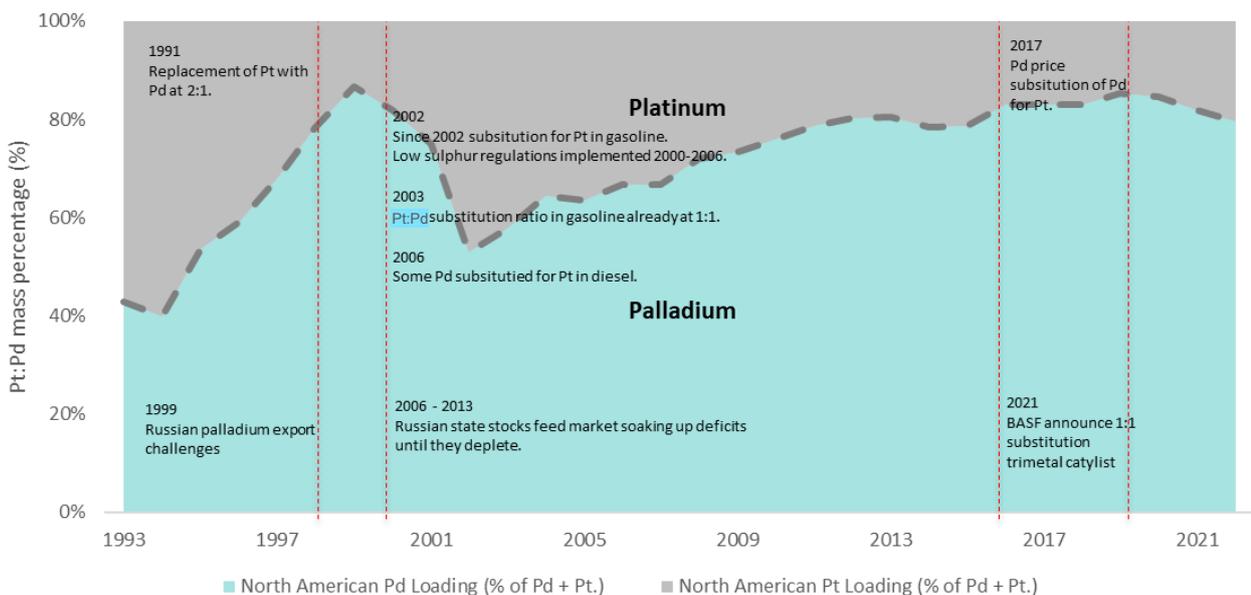
これより後では、過去のスイッチングのタイミングが需給ファンダメンタルズにどう影響されたか(図4)、米国を例にとって自動車触媒に使われるプラチナとパラジウムの割合(図5)を見ていきたい。代替が盛んに行われた時期は1990年代後半、2000年代初め、そして2017年以降である。この歴史を紐解くことで、現在の市況と今後5年間の展望に対して貴重な情報が得られるだろう。

図4: 過去の例を見るとガソリン車とディーゼル車の過去の代替は、金属の調達と経済的観点に基づいていたことがわかる。プラチナとパラジウムの代替は金属の供給余剰あるいは供給不足に続き、供給の安定とその後の価格の変動も代替を促してきた。



資料: ブルームバーグ、ジョンソン・マッセイ、メタルズフォーカス、WPIC リサーチ

図5: 北米市場は価格の変動に対する反応が一番速い。北米で生産される車両はエンジン容量が大きく、代替によるコスト節減が大きいからだ。



資料: 国際自動車工業連合会 (OICA)、ジョンソン・マッセイ、メタルズフォーカス、WPIC リサーチ

1991年–1997年: 価格を理由に、プラチナの代わりにパラジウム

排気ガスには異なる有害物質が含まれるため、それらを効果的に軽減するには異なる温度で浄化作用が必要で、パラジウム、プラチナ、ロジウムの触媒作用にはそれぞれ最適温度がある。1980年代はプラチナとロジウムの触媒が窒素酸化物の軽減と一酸化炭素、炭化水素の酸化に多く使われた。1990年代後半に法律で規制されるまでガソリンは硫黄分を多く含み、硫黄による触媒の劣化に強いプラチナが必須だった。しかし当時プラチナはパラジウムよりも高価（1993年～1997年は2.8倍）だったのと、パラジウムが供給余剰だったため、プラチナとの代替が行われ、硫黄による触媒の劣化を抑えるために、パラジウムはプラチナに対して2:1の比率で使われていた。

1999年–2002年: パラジウムの輸出減で、パラジウムの代わりにプラチナ

1990年代の終わり、ロシアの内政問題がこじれてパラジウムの輸出が滞り、向こう3年間で半減したため、1999年にパラジウムは大幅な供給不足に陥った。さらに価格も高騰し、価格変動による影響を避けるために、プラチナを代替とする動きが急速に広まった。この時の比率はプラチナ1に対してパラジウム2だったが、エンジン制御の電子化がほとんど進んでいなかったことと、排ガス規制の基準値が今よりもかなり低かったことが背景となって、近年の他の時期に比べると非常に早いスピードで代替が進んだ。

プラチナとパラジウムの間の代替需要は過去にも多くあった

2002年–2007年: パラジウムの供給過剰とガソリンの硫黄分軽減で新モデル車の触媒装置にパラジウムが多く使われる

西側諸国では硫黄分の少ないガソリンの開発が進み、2002年にはロシアのパラジウム輸出制限も緩和されたため、ガソリン車の触媒装置に再びパラジウムを使う傾向となり、プラチナとの代替は非常に高い確率で停止した。この時期、欧州では普通乗用車でディーゼル車の人気が高まり、ディーゼル車にはプラチナ、ガソリン車にはパラジウムという図式が固まった。これは低温のディーゼルエンジンは硫黄分に対してパラジウム触媒の効率が下がるためだった。しかしそれでも大型のディーゼル車やある種の普通乗用車では、プラチナよりも安いパラジウムが使われていた。

2007年–2016年: ロシアのパラジウム供給で市場が潤う

2007年～2011年にはロシアのパラジウム輸出規制が緩和され、国家機関Gokhranによって国家備蓄から積極的に輸出された。このため市場には十分にパラジウムが出回り、ガソリン車でプラチナの代替としてパラジウムを使う動きがさらに促進され、ディーゼル車でも多少進んだ。2012年以降パラジウムは供給不足となったが価格はこれに反応しなかった。Gokhranは少しずつ輸出を減らして2013年には公式に停止したが、ロシアの国家備蓄の残りはスイスに移管され、そこから輸出されているとも噂された。2015年からはパラジウムETFの売却が始まり、これも2016年を通じてプラチナの代わりにパラジウムを代替とする動きを支えた。

価格差と安定供給への不安が、これまでで40.4トンになる、パラジウムに代わるプラチナの需要を支えてきた

2016年–現在: ロシアの地上在庫は消滅、自動車メーカーはパラジウム不足に対応するため、プラチナで代替

パラジウムの供給不足は9年間続いて、ロシアとスイスのパラジウム在庫も底をつき、2010年代を通じてパラジウムETFの売却も少しずつ減ったことで、非常にタイトな状況にあるパラジウム市場に対して価格が反応し始めた。2017年にはパラジウム価格がプラチナを超え、供給不足はまだ続く予

測だったため、プラチナによる代替が始まると考えられ始めた。2018年にはその気配も感じられたが、自動車メーカーは肯定も否定もせず。これは当然で、積極的に代替を行なってもパラジウム不足が解消するわけではなく、逆にプラチナの需要を明確にすることで価格が上がってしまうからで、当時パラジウムは約 300 ドル / オンスから 3000 ドル / オンスにまで高騰していたため、メーカーはコストに非常に敏感だった。我々の想像ではこの時期にプラチナによる代替が急速に進んだと思われる。確証は得られないが、費用のかかる浄化装置部品の変更を避けながらもコストを抑え、中国の「国 5/6」や「Euro 6d」などの新しい排ガス規制に対応するためのシステムの再設計が必要であった新モデル車に対して、代替が行われたと考えられる。

ガソリン車の排気後処理システムである新トリメタル触媒の開発も、プラチナの代替需要を促した。パラジウムと 1:1 で代替が可能なプラチナを使うことで大幅なコスト軽減となり、またパラジウムの安定供給に対する不安の解決にもなることから、この代替の動きは進み、2023 年には代替によるプラチナの需要は 19.1 トン、これまでの合計は 40.4 トン以上となった。

プラチナ価格はまだパラジウムを下回っており、2025 年までのプラチナの代替需要は年間 34.2 トン以上でピークを迎えるだろう。ただ、プラチナが代替として使われるのは自動車生産のうち約 15% を占める新モデル車に対してのみで、我々が予測するこの代替需要が、今度は逆方向になるには非常に長い期間を要することに留意すべきだ。しかし、逆行の流れはゆっくりであっても確実に進み、水素経済分野にプラチナが使えるようになっていくだろう。

代替のスイッチング

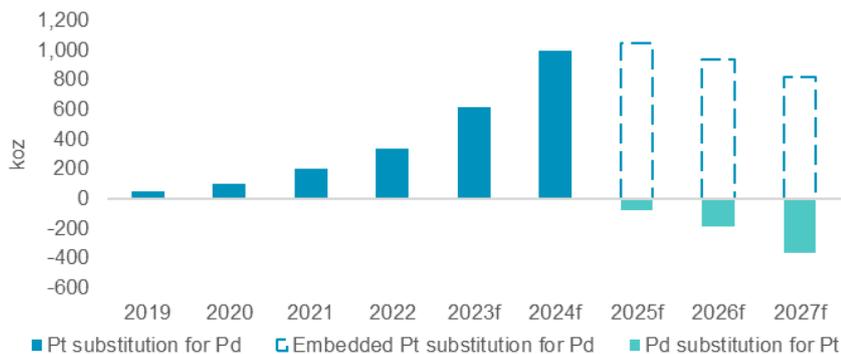
今年からプラチナ市場は供給不足に、パラジウムは 2025 年から供給余剰になり、プラチナとパラジウムの価格も徐々にその差が縮まっていくだろう。これに伴って、プラチナ代替の需要も弱まり、2025 年からは逆にパラジウムをプラチナの代替として使う流れになるというのが我々の予測だ。しかし 2025 年からこのスイッチングが始まるとしても、パラジウムの代替はフルモデルチェンジが行われる新モデル車から行われるため、2025 年がそれまでのプラチナ代替需要のピークとなるのは変わらない。

2025 年から予測されるパラジウムの供給余剰の背景は、厳しくなった排ガス規制に対応するために浄化装置に使われる触媒の量が増えていた時期に生産された車が廃車となり、そこからの高品質なパラジウムのリサイクルが増加してすること、パラジウムの鉱山供給は需要に合わせた調整が難しいことの 2 点である。通常、供給余剰の市場では需要に合わせて供給の調整が行われるが、パラジウムは他の金属を採掘する際の副産物であるため、価格に合わせてパラジウムだけの供給を調整することは困難だ。例えば、ノリリスクニッケルは世界のパラジウムの鉱山生産の約 4 割を占めるが、主製品のニッケルに比べるとパラジウムは長期的な生産計画を変更するほどの収入源とはなっていない。同様に南アフリカの鉱山会社でも、近年のパラジウム価格、さらにはロジウム価格の高騰で過去最高となる利益を得たにも関わらず、パラジウムの生産を増やす努力は行われていない。このようにパラジウムの供給サイドの反応は鈍く、パラジウムの供給増加に反応するのはもっぱら需要サイドとなる。これと対照的なのがプラチナ市場で、自動車需要と工業需要の成長、燃料電池自動車や水電解装置に伴うグリーン水素関連の需要の急増で、今後供給不足が予測されている。

多金属鉱山の採掘によるパラジウムの鉱山供給は、価格に対してあまり反応せず、供給余剰に対する反応は需要側

プラチナ市場がタイトになり、パラジウム市場が余剰になるに伴って、自動車メーカーはモデルチェンジを行う新モデル車で代替の方向をスイッチするだろう。我々のベースケースシナリオでは、代替の変更は年間の自動車生産の約15%を占める新モデル車でのみ行われるとしているが、これだと2027年までにおよそ11.4トンのパラジウム需要を作り出し、これはその後も増加するだろう。

図6: パラジウムに代わって使われるプラチナは年間19.1トンに増え、2025年にピークに達する。その後、パラジウムの供給余剰で代替のスイッチングが行われるだろう



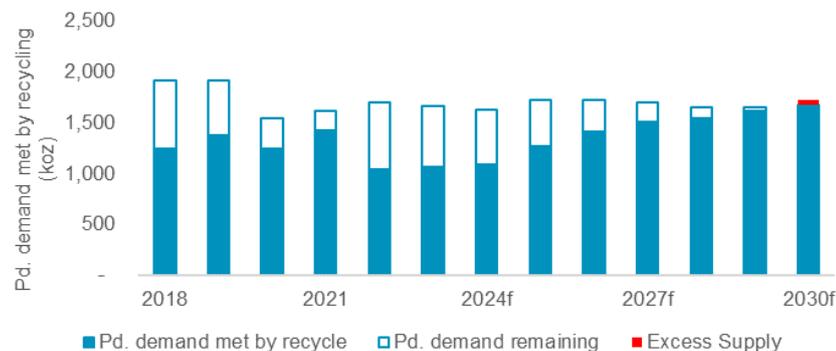
資料: 2018年-2023年はメタルズフォーカス、2024年以降はWPICリサーチ

安定供給への懸念、リサイクル供給で緩和

近年プラチナによる代替を促進している要因の一つには、ウクライナへの軍事侵攻後のロシアの安定供給に対する懸念がある。ロシアは世界のパラジウム鉱山生産の4割を占める(ロシアのプラチナ生産は世界の11%)重要な生産国だ。

しかしロシアの供給に関しては、この先数年間は懸念事項とはなっても、それを乗り越えた後は、パラジウムのリサイクル供給が大幅に増加する予測なのだ。図7に見るように、そして平均的な車の寿命は12年前後であることを考えると、今後数年間に廃車となる車は、特に北米と欧州では触媒装置にパラジウムを多く使っているものが多いため、そこからのパラジウムの回収が進むことで、供給が増える。我々のリサーチによると、2029年と2030年までに、欧州と北米のリサイクルによるパラジウム供給は、自動車のパラジウム需要予測を上回るまでになる。

図7: 北米のパラジウム市場は2030年までに、リサイクル供給が需要を上回って循環性を達成する



資料: WPICリサーチ、ジョンソン・マッセイ、2013年-2018年はSFA(オックスフォード)、2019年-2022年はメタルズフォーカス、2023年以降はWPICリサーチ

自動車分野でパラジウムに代わるプラチナの需要は2025年に31.1トン以上に達するだろう

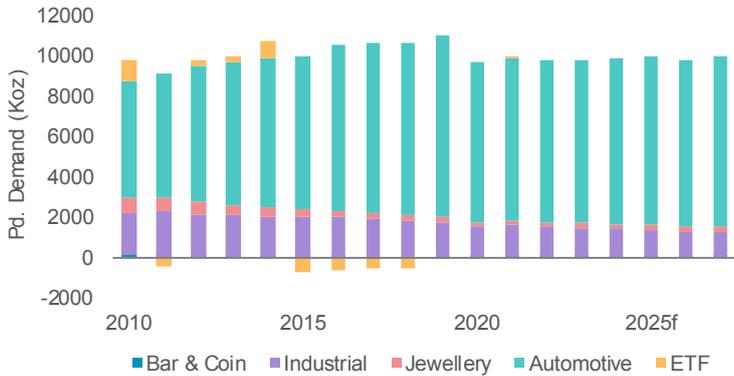
現在の代替の逆である、プラチナに代わるパラジウムの需要は2027年までには11.4トンになる予測

北米では2030年までにパラジウムのリサイクルが増えて自動車需要を超えるため、国内の重要資源の確保に役立つ

2023年-2027年のパラジウムの需給の見通し

WPICによるパラジウムの向こう5年間の展望は、一言で言うと10年続いた供給不足から供給余剰への転換だ。自動車のパラジウム需要は増え、コロナ禍以前の279.9トンには届かないが、264.4トンに達する。しかし工業需要は減少、宝飾品需要は増減なしであろう。

図 8: 工業と宝飾品需要の低迷を自動車需要の成長が補い、全体ではコロナ禍以前とほぼ変わらない



資料: ジョンソン・マッセイ、2013年-2018年はSFA(オックスフォード)、2019年-2022年はメタルズフォーカス、2023年以降はWPICリサーチ

我々の予測の焦点は、この期間に供給が37.3トン以上に増えることだ。増加の最大要因は2023年から2027年の間に廃車処分される自動車が、排ガス規制が大幅に厳格化されたために触媒装置にパラジウムをはじめとするPGMを大量に使った時期のものであるためだ。一方鉱山生産は、ロシアと南アフリカの各社の生産目標の中間値を合計すると過去最大の生産量に達する。しかしこの生産目標は対ロシア制裁の影響と南アフリカの社会経済の問題、バスケット価格、電力不足などを考えると、目標通りの達成が可能かどうか、多くの不安が残る。

将来の見通しを左右するのは供給サイドにあり、その最大要因はパラジウムを多く使ったガソリン車が大量に寿命で廃車となり、リサイクル供給が増えること

2023年-2027年の見通しのまとめ (数値は全て予測も含めて2022年から2022年の増減)

- **鉱山供給**は7%増加。ロシアと南アフリカの鉱山生産が溶鉱炉メンテナンス後に平常の水準を回復。リスクは南アフリカの計画停電と対ロシア制裁による西側諸国からの調達難。
- **リサイクル供給**は2027年までに40%増加。世界中で排ガス規制が厳しくなった時期にパラジウムを多く使った自動車が今後寿命となり廃車されるため。
- **自動車需要**は2027年までに5%増加。触媒装置でプラチナに代わるパラジウム需要の増加と、排ガス規制の厳格化、ハイブリッド化が背景。
- **工業需要**はマイナス14%。電子材と医療分野で安価なセラミックやベースメタルを使うパラジウム離れが起るため。

2023年のパラジウム市場は、溶鉱炉のメンテナンス作業と電力不足が供給に影響するが、需要も伸びないため、18.7トンという大幅な供給不足だが、2024年にはその不足は3.3トンに減り、その後はリサイクル供給が需要の伸びを上回って、余剰が徐々に増え続けるだろう。こうしてパラジウムは余剰に、プラチナは不足が続く状態になっていくだろう。

図 9: WPIC による 2023 年から 2027 年までのパラジウムの需給見通し

	METAL FOCUS ESTIMATES†			WPIC PALLADIUM ESTIMATES‡				
	2020	2021	2022	2023f	2024f	2025f	2026f	2027f
PALLADIUM SUPPLY								
Refined mine production				Production at mid-point of aggregate guidance ranges				
- South Africa	2,002	2,726	2,238	2,323	2,578	2,598	2,577	2,582
- Zimbabwe	382	407	404	376	467	471	468	471
- North America	994	897	822	705	819	855	889	906
- Russia	2,826	2,617	2,790	2,485	2,485	2,777	2,777	2,777
- Other	229	236	234	225	225	225	225	225
- Producer inventory movement								
Total mining supply	6,434	6,882	6,487	6,114	6,574	6,925	6,936	6,961
Total recycling	3,151	3,374	2,792	3,082	3,198	3,528	3,734	3,921
Total supply	9,585	10,256	9,280	9,196	9,773	10,454	10,670	10,882
PALLADIUM DEMAND								
Automotive	7,997	8,048	8,061	8,107	8,259	8,379	8,260	8,472
Jewellery	175	209	224	224	224	224	224	224
Industrial	1,526	1,572	1,504	1,465	1,394	1,362	1,289	1,289
Total investment	-104	59	-74	1	1	1	1	1
- Bar & coin	12	23	18	1	1	1	1	1
- ETF	-116	36	-92	0	0	0	0	0
Total demand	9,595	9,889	9,715	9,796	9,878	9,966	9,773	9,985
Supply/demand balance	-10	367	-435	-600	-106	487	897	897

資料: 2020 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

図 10: WPIC による 2023 年から 2027 年までのパラジウムの需給見通し

	PUBLISHED PLATINUM QUARTERLY ESTIMATES†				WPIC ESTIMATES‡			
	2020	2021	2022	2023f	2024f	2025f	2026f	2027f
PLATINUM SUPPLY								
Refined mine production					Production at mid-point of aggregate guidance ranges			
- South Africa	3,298	4,678	3,915	3,873	4,262	4,304	4,257	4,227
- Zimbabwe	448	485	480	502	502	603	603	603
- North America	337	273	263	284	311	321	331	336
- Russia	704	652	663	647	624	624	624	624
- Other	202	208	201	205	204	205	204	204
- Producer inventory movement	-84	-93	43	0	0	0	0	0
Total mining supply	4,906	6,204	5,565	5,511	5,902	6,056	6,019	5,993
Total recycling	1,997	2,079	1,691	1,682	1,869	1,832	1,868	1,861
Total supply	6,903	8,283	7,256	7,193	7,771	7,888	7,886	7,854
PLATINUM DEMAND								
Automotive	2,324	2,555	2,897	3,255	3,605	3,713	3,708	3,845
Jewellery	1,830	1,953	1,899	1,861	1,831	1,829	1,860	1,886
Industrial	2,018	2,538	2,245	2,628	2,406	2,508	2,461	2,513
Total investment	1,536	-56	-640	433	460	460	460	460
- Bar and coin	571	324	225	403	310	310	310	310
- ETF	507	-241	-558	30	150	150	150	150
- Stocks held by exchanges	458	-139	-307	0	0	0	0	0
Total demand	7,709	6,990	6,401	8,176	8,302	8,510	8,489	8,705
Supply/demand balance	-806	1,293	854	-983	-531	-621	-602	-851

†The Platinum Quarterly report and data are prepared independently for the WPIC by Metals Focus

‡WPIC estimates and analysis are based upon publicly available information

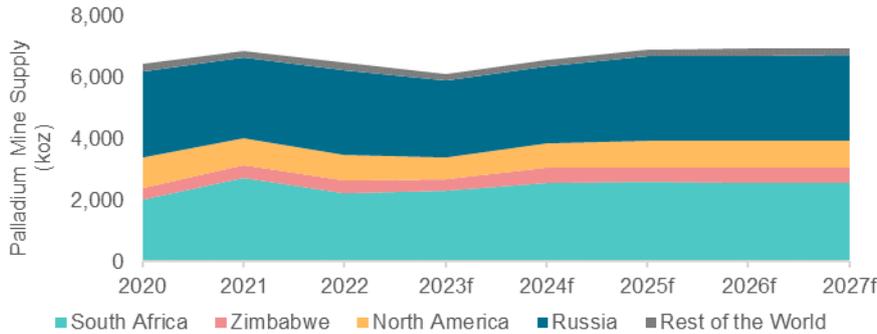
資料: 2020 年-2023 年はメタルズフォーカス、2024 年以降は WPIC リサーチ

パラジウムの供給の見通し

鉱山生産

世界のパラジウム生産者が発表している生産目標の中間値を取ると、2023年は6%の減産となる。これは数社が溶鉱炉のメンテナンスや電力不足（南アフリカ）などを理由に生産目標を下方修正したからだ。全社を合わせた生産目標を見ると、今後の生産は平常に戻り、2024年から2027年の4年間の平均は213.0トン、5年間の平均はそのマイナス1%の210.5トン。

図 10: 世界のパラジウム鉱山生産の見通し



南アフリカの鉱山生産は停電に影響されるが、2024年とそれ以降の生産目標にはそれが反映されているとは言えない

資料: 2020年-2022年はメタルズフォーカス、2023年以降はWPICリサーチ

2023年の南アフリカ各社の生産目標は、2015年と2019年の間（つまりコロナ以前）の平均生産高の1割減となっている。鉱山生産は2024年から2027年の間にコロナ以前の水準近くまで回復するだろうが、2025年以降は増えないだろう。というのは、南アフリカの各社ではバスケット価格の変動とインフレリスクが投資計画に影響し、もっぱら現在の生産水準を維持するのが当面の目標になっているからだ。また金利引き上げが続く中では、コモディティ価格の上昇がなければリターンへの期待が持てないため、それも新たなプロジェクト開発の妨げとなっている。

ロシア（ノリリスクニッケル）の2023年の年間生産目標は溶鉱炉のメンテナンスのため前年比11%減となっている。対ロシア制裁が続く中でも、ノリリスクニッケルは今のところ計画通りの生産高を達成しているが、溶鉱炉の再構築は西側メーカの技術者の協力なしで行われなければならない。2024年には終了するこの再構築の結果如何が、今後の生産状況を推測する情報を与えてくれるだろう。ノリリスクニッケルはこれまでに、リチウムバッテリーに使われるクラス1ニッケル生産を増やす生産拡張計画を発表しているが、これは同時にパラジウムの生産増にもつながる（プラチナ生産にはそれほど影響しない）。しかしロシアの軍事侵攻が始まって以来、同社は中期から長期の生産目標を撤回したため、この拡張計画が今どうなっているのかは不明だ。だが対ロシア経済制裁と、インドネシアがニッケル銑鉄製錬からEV用バッテリーのニッケル生産に転換し始めていることがノリリスクニッケルの計画の採算性に影響を及ぼしていることは違いなく、結局は計画が実施されない可能性もある。

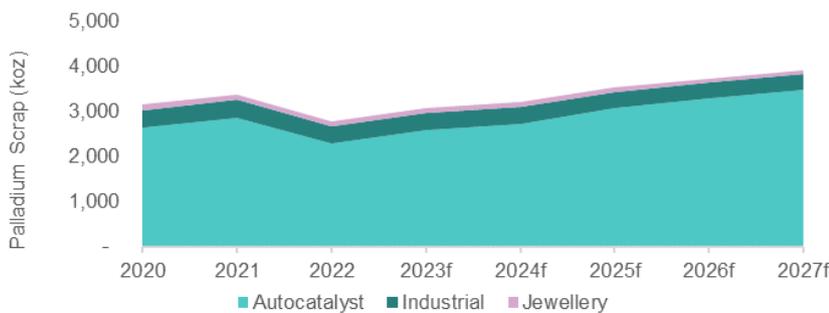
これ以外の地域では、ジンバブエの鉱山生産が2023年から2027年の間に3.0トン増える予測だ。浅いニッケル鉱床であることと電力不足の心配がないため、生産はさらに増える可能性もある。北米のパラジウム生産は、ステイルウォーター鉱山のシャフトの修復とカナダのニッケル鉱山の生産増で、6.3トンの増加が見込まれている。

リサイクル供給

リサイクルによるパラジウム供給では、自動車触媒の回収が増え、工業と宝飾品のリサイクルの低迷を補うだろう。我々のリサイクル供給の予測には車種、浄化装置に使われるパラジウムの量、廃車になった時の車両の平均的な年数に関する過去のデータを使ったが、PGM 価格が変動した時に起こる回収率の動きに対する調整はしていない。なぜならば、車両回収業者が行動を変えてもそれは価格には一時的な影響しか与えないことと、我々は PGM 価格を予測する作業はしないからである。

前述したように、2010 年代の自動車触媒にはパラジウムが多く使われており、それらが今後廃車となってパラジウムが回収されることで、リサイクル供給が増える。対照的にこの時期にプラチナを使っていた自動車触媒はほとんどがディーゼル車で、炭化ケイ素基盤のリサイクルは問題が多くリサイクルの妨げになっている。

図 11: 自動車触媒から回収されたパラジウムは世界的に増え、2027 年までには 2022 年の 52% 増、37.31 トン増えて 108.9 トンになる予測

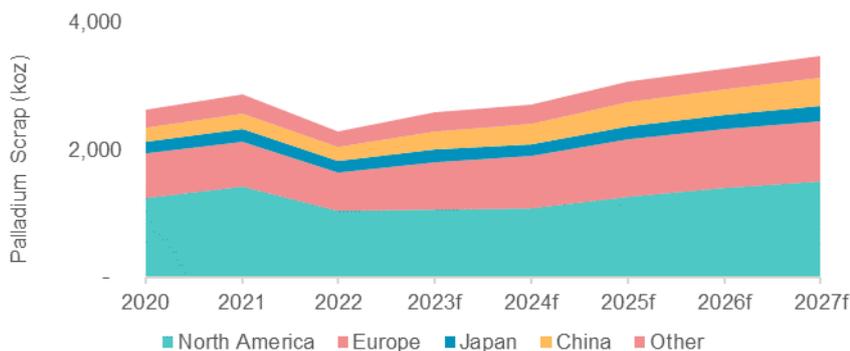


パラジウムのリサイクル供給は
2027 年には、2022 年の 52% 増

資料: 2020 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

廃車の触媒装置から回収されるパラジウムの増加は欧州と北米で特に著しく、2027 年にはそれぞれの地域で過去最高となる 46.7 トンと 29.5 トンになる予測だ。西側諸国ではリサイクルのサプライチェーンが整備されているため一定のリサイクル率が期待できるだろう。中国のリサイクル産業は発展途中だが、同じ時期に 7% 伸びる予測で、2022 年は 6.6 トンだったのが、2027 年には 13.8 トンに増えるだろう。これは中国車の廃車からの触媒装置のリサイクルとしては、排ガス規制適用後の第一波となり、少なくない量の PGM、特にパラジウムが回収できると考えられる。

図 12: パラジウムのリサイクルは欧州と北米の独占市場だが、中国でも急速に発達している。



資料: 2020 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

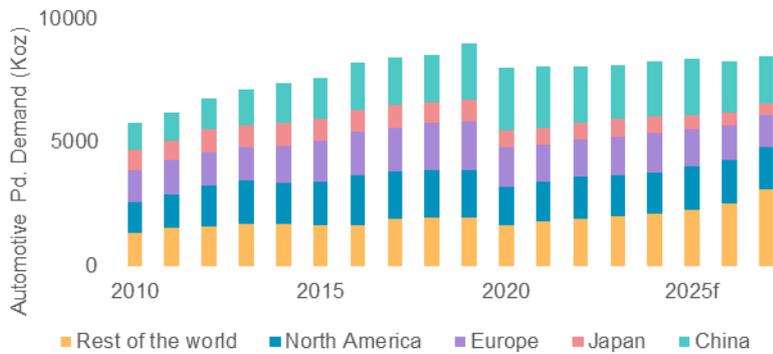
パラジウム需要の見通し

自動車需要

自動車セクターの PGM 需要は地域によって異なる。北米、欧州、中国など成熟した自動車市場は電動化が徐々に進むが、現在の電動化技術では対応できない車種や地域もある。経済的新興国（いわゆる「その他の国」）でも電動化は始まっているが、増加中の自動車所有全体では従来の内燃機関車が伸びるだろう。これらの地域でも排ガス規制が強化されているため、例え電気自動車が普及しても、自動車の PGM 需要は安定しているだろう。したがって今後 5 年間のパラジウム需要は年平均で 1.2% 増え、2027 年にはコロナ後最高となる 264.4 トンになると予測できる。

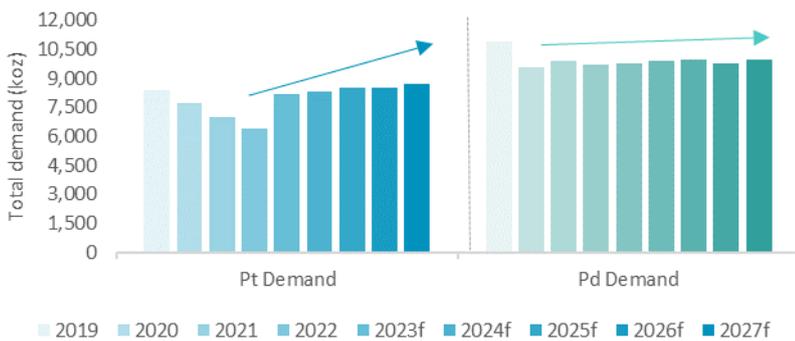
地域ごとの生産トレンド

図 13: 自動車のパラジウム需要は、地域によって違うトレンドが見られ、コロナ禍後の低迷に対し、2027 年までに 6% 伸びる。



資料: 2 ジョンソン・マッセイ、20130 年-2018 年は SFA (オックスフォード)、2019 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

図 14: プラチナ需要はコロナ禍以前の水準を超えるが、パラジウム需要はフラット



2019 年-2022 年 (Pd)はメタルズフォーカス、2019 年-2023 年 (Pt)は WPIC リサーチ

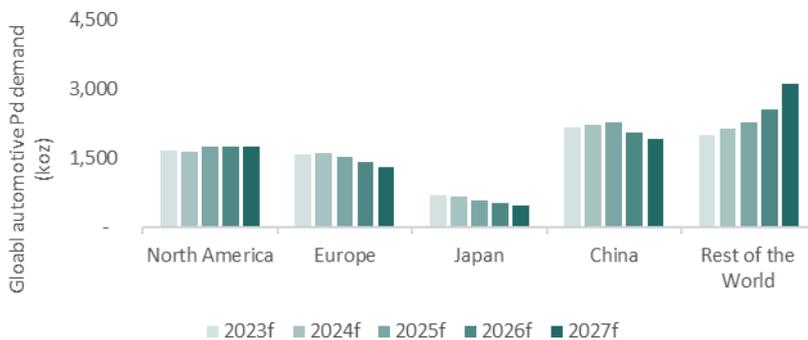
自動車生産は、高い金利が長く続いて購買力に響くため下方修正はされたものの、2027 年までを通じてほぼ上向き予測である。普通乗用車生産は 2027 年までにはコロナ以前の水準（約 9300 万台）を抜いて、年平均 2.8% 伸び、2018 年までの 5 年間の平均成長率 2.3% をも上回るだろう。この直近の伸びは、半導体不足問題で生産が減ったコロナ期間に溜まったペントアップ需要が支えている。さらにメーカーの在庫は従来よりもまだ低いレベルにあるため、ディーラーやメーカーが積極的に在庫を増やす動きが自動車の増産につながるだろう。これが我々のベースケースシナリオだが、高い金利のために自動車ローンのコストが高む点は無視できないリスクだ。とはいえ、

ドライブトレインの電動化は今後
も続くが、経済新興国での排ガス
規制の強化が自動車のパラジウム
需要を支え続けるだろう

金利も 2024 年からは徐々に下がるとされているため、このリスクもいずれは解消されるだろう。

自動車の生産台数が増えても PGM 需要の伸びは同様の明確な数字となって現れるわけではなく、地域毎の様々なドライブトレインの組み合わせに影響される。パラジウム需要に一番影響を与えるのは「その他の国」の普通乗用車のガソリン車の増産とハイブリッド化の進行(ハイブリッド車は排ガス規制に定められた有害排気物の基準値を低温でクリアするために内燃機関車よりも多く PGM を使う)で、中国と西側諸国でバッテリー電気自動車の普及に伴うパラジウム需要の低迷を補うだろう。

図 15: 「その他の国」のパラジウム需要は内燃機関車の販売増と排ガス規制強化で 62% 増、北米はハイブリッド化の浸透で一定して高水準のパラジウム需要を維持、中国と欧州ではバッテリー電気自動車が増える傾向



資料：2020 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ、OICA

自動車の電動化、燃料電池自動車、PGM 需要

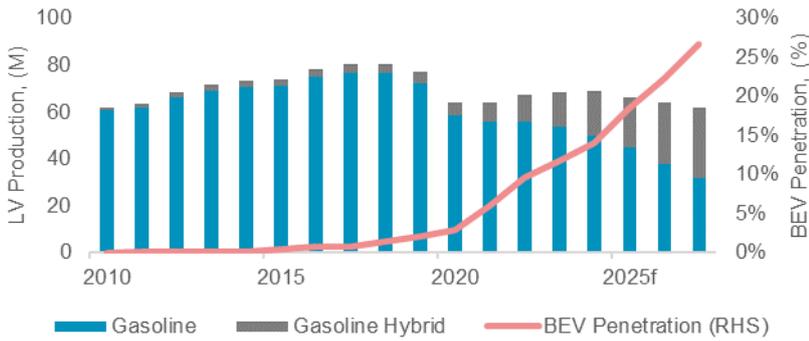
パラジウム需要の 8 割が内燃機関車の排気後処理システムの需要にあることを考えると、バッテリー電気自動車の普及が進めば需要の将来性に懸念が生じることは否めない。これは需要分野がもっと多岐にわたっているプラチナ（自動車需要は約 4 割）とは対照的だ。バッテリー電気自動車の生産は、2022 年は前年比 73% 増、2022 年から 2027 年間の平均成長率は 26%、2500 万台にまで達する予測だ。しかし、現在のバッテリー技術ではあらゆる用途の自動車の電動化は不可能であるというのもよく知られた事実だ。

ハイブリッド車は完全な電動自動車までの移行期間としての役割を果たし、充電施設が完備していない地域、あるいは航続距離が長い地域で普及が進むだろう。北米はガソリン車のハイブリッド車の普及が 55% と最も多く、従来の内燃機関車の販売が減る中で、2027 年までの自動車のパラジウム需要が 2.4 トン増える背景だ。世界的には、ガソリン車は減るが、ハイブリッド車が増えるために、2027 年まで、2020 年の水準から減りもしなければ増えもしない見通しだ。この傾向は、新しいタイプの自動車を所有したい消費者が普通乗用車全体の生産を支えるため、バッテリー電気自動車の普及の伸びと矛盾していない。重要なのは、ハイブリッド車では、従来の内燃機関車よりも浄化装置に使う PGM の量が 10% ~ 15% 多いことだ。それはガソリンのハイブリッド車のエンジンはスタート時と停止時の温度が低いため、低温かつ低効率な状態で排気ガスの基準に見合う浄化をしなければならないからである。ちなみに我々のドライブトレイン別シナリオには考慮されていないが、リチウムの不足がバッテリー電気自動車の生産に与える影響については [ここ](#) を参照されたい。

北米と「その他の国」ではハイブリッド化と普通乗用車のガソリン車の伸びがパラジウム需要を支える

電動化が困難な地域ではハイブリッド車が電気自動車の中間需要。内燃機関車よりも触媒装置に 10% ~ 15% 多く PGM が使われ、普及が進めば自動車のパラジウム需要の成長に貢献する

図 16: パラジウムを多く使うハイブリッド車の需要が内燃機関車の生産減を補うため、自動車のパラジウム需要は当分の減らないだろう



資料: WPIC リサーチ、OICA

燃料電池自動車は急速に増加し、2030 年までに 150 万台に達するとされる。現在は自動車市場全体の 2% 以下を占めるに過ぎない燃料電池自動車は、積載量が多く稼働率の高い分野のモビリティに非常に適している。バッテリー電気自動車に比べてドライブトレインが軽量なため、バッテリーの重量に対して積載量のロスが少ない上に、充電時間が短く、長距離を走る稼働率の高い車両に向いており、こういった利点が、環境に対する負荷が少なくコストメリットの大きい手段として商用車や大型車セクターで注目を集めているのだ。大型車用の燃料電池は同等の大きさのディーゼル車の 8 倍以上のプラチナを含有し、2030 年までに燃料電池自動車のプラチナ需要は年間約 31.1 トンに達するとされる。パラジウムは固体高分子型燃料電池の作動する温度では触媒としての効率が低く触媒被毒も認められるため、プラチナやイリジウムのように燃料電池の触媒には使われていない。したがってパラジウムは水素経済のその他の分野での利用があるにせよ、現在の技術が大きく変わらない限り、プラチナのように燃料電池自動車需要の恩恵を受けることはほとんどない。

燃料電池自動車の普及はプラチナ需要を大きく伸ばすだろう。パラジウムはその恩恵を受けないが、水素経済の他の分野での利用が増えるだろう

図 17: 大型車を主とする燃料電池自動車の普及で、2030 年までに 31.1 トン以上の自動車のプラチナ需要がある



資料: 2021 年-2022 年はメタルズフォーカス、2023 年以降は WPIC リサーチ

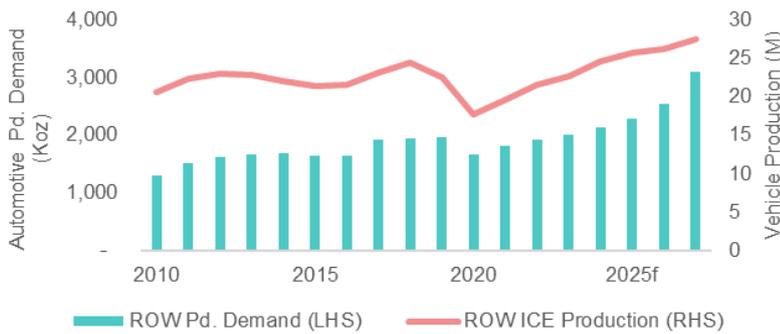
排ガス規制

各国が強化を続ける排ガス規制と試験プロトコルは今後もパラジウム需要を左右する重要な要因だ。インドの「Bharat Stage 6」排ガス基準や、米国が順次導入している「Tier 3」規制に対応する新モデル車の登場はパラジウムの需要に貢献するだろう。一方で、「Euro 7」排ガス基準の導入は 2027 年まで延期される可能性が高く、そうなれば 2027 年までの欧州の自動車のパラジウム需要は 6.7 トン減るだろう。

「その他の国」では、排ガス規制が強化され、2027 年までには自動車のパラジウム需要が世界最大となるなど、年平均成長率 10.1% が予測される

自動車後進国であるインドなどでも排ガス規制が強化されているが、まだ西側諸国や中国には遅れをとっている。（中国の規制は西側に追いつき、地域によってはより厳格なところもある。）とはいえ、インドなどの排ガス規制と内燃機関車に偏った自動車需要は、中国が辿ってきた道で、そこから「その他の国」のパラジウム需要の動きを予測することができる。それによれば2027年までには年平均で、10.1%と大きく成長し、地域としては最も大きく増えるエリアとなるだろう。

図 18: 「その他の地域」で、排ガス規制に対応した内燃機関車が増えることで、パラジウム需要は62% 増える（2022年～2027年）



資料: OICA、WPIC リサーチ、ジョンソン・マッセイ、2013年～2018年はSFA(オックスフォード)、2019年～2022年はメタルズフォーカス、それ以降はWPIC リサーチ

米国では「Tier 3」排ガス基準が徐々に導入され、自動車の排気ガスと大気汚染の軽減が図られている。許容される有害物質の排出量がより厳格になっているために自動車触媒装置には性能の高さが求められ、厳しい基準値をクリアしなければ販売が許されない新モデル車がパラジウムの需要に貢献している。バッテリー電気自動車の普及も進んでいるが、北米では内燃機関車のハイブリッド化も同時に進んでおり、それが我々の予測期間中の北米の自動車のパラジウム需要の支えになっている。

一方で、当初2025年あたりの導入が計画されていた欧州連合の「Euro 7」排ガス規制は、基準値が緩和され、技術的や法的に複雑な問題も絡み、さらに産業界の反対などで導入が遅れる可能性が高い。遅延となれば内燃機関車の触媒装置のパラジウムの量が増える可能性が先延ばしになる一方で、内燃機関車の費用が大幅に抑えられるため増産につながる可能性もある。いずれにしろ全体像としては、欧州でバッテリー電気自動車の普及が広く進めば、この地域の自動車のパラジウム需要は徐々に減少していくだろう。

まとめとしては、内燃機関車の生産は徐々に減っていく中で、より厳格な排ガス規制の導入が今後のパラジウム需要を左右する大きな要因となる。そしてパラジウムの需要の中心は欧州、北米、中国から、経済的後進国や電動化が困難な地域に移っていくだろう。

工業需要

工業のパラジウム需要は全体で2027年までに14%減り、40.4トンほどになるだろう。これは家電製品のパラジウム需要の縮小と積層セラミックコンデンサ(MLCC)や歯科用製品で代替が進んでいる結果だ。パラジウムは高い信頼性が求められる軍事技術分野などの積層セラミックコンデンサや半導体用リードフレームに欠かせないが、パラジウム価格の高騰で節約や代替の動きが強まっている。半導体用リードフレームのパラジウム需要が比較的安定しているのは、代替となるゴールドも今年はプレミアムで取引されているた

電子材と医療機器のパラジウム需要は、より安価なベースメタルとセラミックとの代替が進み、低迷するだろう

めだ。電子材需要の低迷も同様に、積層セラミックコンデンサの需要が低迷しているため、2023年から2027年の需要は全体で平均マイナス5.0%成長となるだろう。

歯科材料分野では、世界的に歯科医療へのアクセスが増えているにも関わらずパラジウムの需要は減っている。ベースメタル合金、セラミック、合成樹脂など安価な代替があるためだ。世界最大の歯科材料市場である日本では、パラジウム合金が健康保険でカバーされているが、パラジウムの高騰で保険範囲を超えてしまって歯科医の負担が増えたため、歯科医は全額保険でカバーされる安価な代替材質を使わざるを得なくなっており、予測期間中のパラジウム需要は減少するだろう。

2023年の化学のパラジウム需要は前年比8%増えて15.6トンに達し、その勢いは2024年も続くだろう。この伸びの背景には2016年の中国の第13次5カ年計画があり、発展が遅れていた汎用化学製品の生産能力が増強されて需要につながっている。PGM、特にパラジウムは、高純度テレフタル酸（PTA）、酢酸ビニル（VAM）、硝酸などの汎用化学製品生産の触媒に不可欠だ。新規工場設立が大きな需要を作り出し、その後は内部のリサイクルを通じて毎年少量の補充がある。石油化学セクターの生産能力増強は市場の飽和で滞っているため、化学のパラジウム需要は2023年に15.2トンでピークとなり、その後、中長期的に13.1トンあたりに落ち着くだろう。

表 1: パラジウムベースの触媒が不可欠な化学製品

原材料	製品
高純度テレフタル酸 (PTA)	ポリエステル
酢酸ビニルモノマー (VAM)	ポリビニルアセテート、ポリビニルアルコール
硝酸	肥料

宝飾品需要

宝飾品のパラジウム需要は非常に少なく、年間需要のわずか2%を占めるに過ぎない。今後も大きく増えることはないだろう。

水素: 新たなパラジウム需要の可能性

グリーン水素の主役はプラチナであるが、パラジウムも水素経済の発展に貢献する機会がないわけではなく、水素精製、水素貯蔵、水素キャリアとしての触媒に使うことができる。さらに船舶の脱炭素化に役立つゼロエミッション燃料であるアンモニア燃料の燃焼の際に生じる有害な酸化二窒素の軽減にも使われる。

水素精製は様々な材料から生産された水素から不純物を取り除く重要な過程で、クリーンな水素は燃料電池などには不可欠だ。パラジウム、プラチナ、そしてこれらを組み合わせた合金は自動車触媒としての性能同様に、触媒としてこの精製過程を促進する。

一方で、液体有機水素キャリア (LOHC) は安全な水素の輸送と貯蔵法として注目が集まっている。パラジウムとプラチナは触媒として LOHC の水素の吸収・放出を助ける。当初はパラジウムが使われていたが、のちにより安価なプラチナに取って代わられている。

メタルズフォーカスによるとパラジウムは PGM の水素関連の 2023 年の需要の中では 1% しか占めていないが、この市場はまだ誕生したばかりで、技術もまだ開発段階だ。PGM の水素関連の需要では、特に需要の高い燃料電池自動車などでは過酷な状況でも効率の高いプラチナが 67% と需要の大部分を占めるが、パラジウムも、むしろ価格にもよるが液体有機水素キャリアや水素精製などでは代替として使うことができる。パラジウムが余り、プラチナが不足するにつれて、自動車触媒の例を見るまでもなく、我々は化学工業のパラジウムも中長期的な観点から徐々に増えるのではないかと考える。

補足: パラジウム需要の歴史

過去にパラジウムの需要を支えてきた背景を理解することは、将来の見通しを考える上でヒントを与えてくれる。パラジウムの触媒としての特性、比較的豊富な生産量、そして過去にはプラチナよりも安価であったことが、自動車触媒を始め、過酸化水素や石油化学製品などの工業需要、電子材や医療機器の半導体部品など様々な分野の利用を促した。

しかし、様々な用途があるとはいえ、パラジウムの需要の約 8 割は自動車触媒に集中しているのも事実で、過去 10 年間、2010 年には 25% あったパラジウムの工業需要は、今日では 15% しかない。したがって、パラジウムのファンダメンタルズと今後の展望は自動車セクターの状況と其中でのパラジウムの位置付けに大きく影響されるのである。

自動車セクターにとって、パラジウムの触媒特性はガソリン車の有害排気物を浄化する触媒装置には不可欠だ。一酸化炭素の酸化反応を促して二酸化炭素に変換し、窒素酸化物を窒素と酸素に分解し、大気中に排気される有害な物質を軽減する。パラジウムはディーゼル車の触媒にも少量使われているが、ディーゼル車には一般的には硫黄による触媒被毒に強いプラチナが使われる。

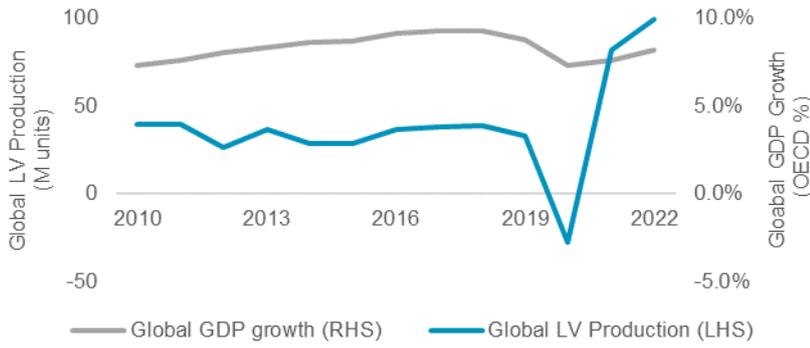
パラジウム需要はこの 10 年間で大幅に増え、2019 年は過去最大の 342.1 トンを記録したが、その後コロナの拡大で急減した。その後はコロナ禍、半導体不足問題、バッテリー電気自動車の普及、そしてガソリン車でプラチナによる代替などで需要は横ばいで推移している。

パラジウムの需要を支える要因

自動車のパラジウム需要を決める 4 つの要因

第一に直近で最も影響があるのは世界の自動車生産高で、単純に言えば自動車が多く生産されるほど、そこで使われるパラジウムの量が増える。しかし、長い期間にわたって排ガス規制の強化が、自動車生産の伸びを上回るパラジウムの需要を生んできた。2010 年から 2019 年の間、自動車生産は 7750 万台から 9230 万台に増えたが（19%増）、この増産とともに車両一台に使われるパラジウムの量が増えたため、パラジウムの需要は過去最大の 342.1 トンに膨らんだ。

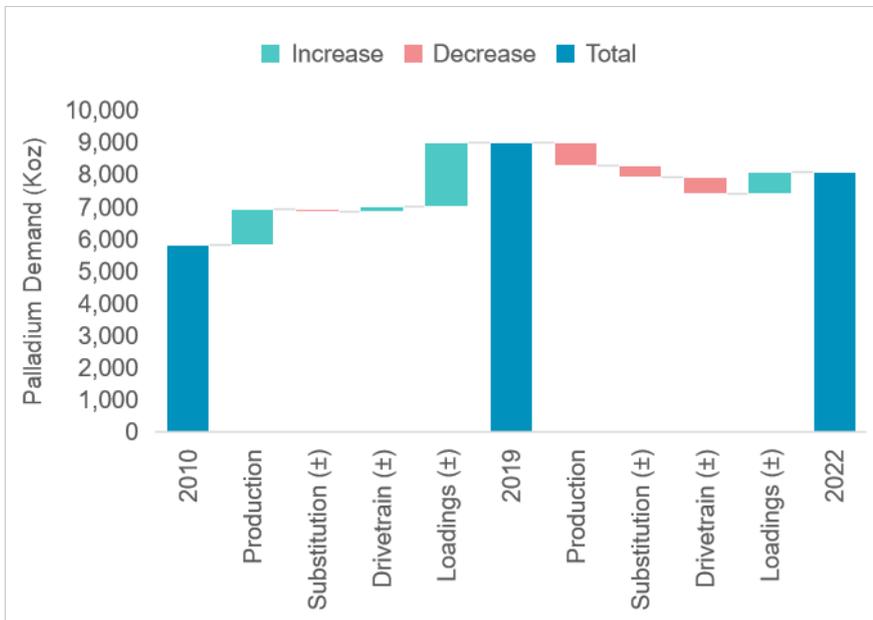
図 19: GDP と自動車生産は密接に関連している。GDP 予測が上ると経済活動による生産が増え、消費者購買力が上がる



Source: 経済協力開発機構 (OECD)、OICA、WPIC リサーチ

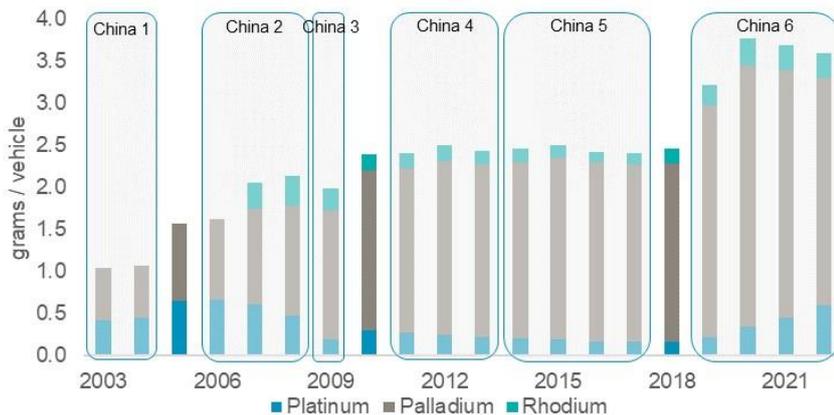
第二に、より厳しい排ガス規制の導入そのものがパラジウムの需要を促してきた。米国の「Tier 3」、欧州の「Euro 6」、中国の「国 6」(図 19)などの排ガス規制とそれに関連する世界各国の規制によって、全ての車両タイプで触媒装置に使う PGM の量が増えた。一部では触媒節約の動きにもつながったが、大部分は PGM の量が増える結果となっている。例えば中国は世界最大の自動車生産国であるが、2010 年以來、車両一台のパラジウムの量は約 6 割増し。世界的には 2010 年の水準から年間 62.2 トンものパラジウムが増え続けてきた。

図 20: 自動車生産とパラジウムの使用量の増加で自動車のパラジウム需要は 2019 年に過去最大となった。以下は 2010 年、2019 年、2022 年の自動車のパラジウム需要



資料: OICA、WPIC リサーチ、ジョンソン・マッセイ、国際クリーン交通委員会 (ICCT)、2013 年 - 2018 年は SFA(オックスフォード)、2019 年 - 2022 年はメタルズフォーカス、WPIC リサーチ

図 21: 中国車の PGM 使用量は 2010 年以降、約 6 割増加し、そのほとんどはガソリン車に使われるパラジウム



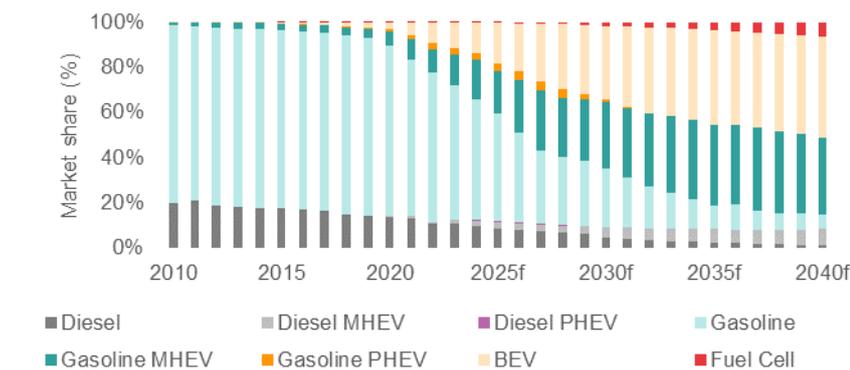
資料: OICA、WPIC リサーチ、ジョンソン・マッセイ、国際クリーン交通委員会 (ICCT)、2013 年 - 2018 年は SFA(オックスフォード)、2019 年 - 2022 年はメタルズフォーカス、WPIC リサーチ

第三に排ガス規制に定められた基準値をクリアするために浄化触媒装置に使われる PGM の量は車によって異なるという点。パラジウムは主にガソリン車とそのハイブリッド車に用いられ、ディーゼル車にはあまり使われない。また同じ浄化効果を達するために使うパラジウムの量はエンジンの大きさに比例しており、3 リットルエンジン車には 1.5 リットルエンジン車の 2 倍のパラジウムが使われる。したがって、小型商用車の増加、普通乗用車でも高級車や大型車が好まれる傾向、さらにディーゼルゲート事件以降にはディーゼル車よりもガソリン車の人気が高いなどの流れ全てが、パラジウムに有利な状況を作り出した。一般的には中国や経済的新興国の自動車のエンジンは小型だが、西側諸国の自動車には大型エンジンが使われ、したがって使われる PGM の量もより多い。

この傾向は北米で特に明白だ。この地域ではガソリンで走る大型のピックアップトラックや SUV の人気が高く、平均的な普通乗用車のエンジンサイズは 3.1 リットル (2019 年～2021 年) であるのに対し、中国車の平均は 1.6 リットル。したがって、年間の自動車生産高は北米の方が中国よりも少ないが、2018 年まではパラジウム需要では首位を保っていた。しかしその後中国がより厳しい排ガス規制を導入したため、この順位は入れ替わることになった。

2015 年以降のドライブトレインの人気順位にはディーゼルゲート事件が大きく影響している。欧州ではこの事件によってディーゼル車離れが起こり、プラチナ需要が 5.0 トン減って、パラジウム需要が 9.2 トン増えた (2015 年～2019 年)。さらに最近では、バッテリー電気自動車が内燃機関車のシェアを奪っており、そのため世界のパラジウム需要は約 15.6 トン減った (2019 年～2022 年) が、同じ排ガス基準値を満たすために 10～15% 多く PGM を使うハイブリッド車の登場で、その減少を補う可能性がある。ハイブリッド車が触媒を多く必要とするのは内燃機関が常に作動しているわけではないためにエンジンの温度差が大きいからである。

図 22: 2023 年までにハイブリッド車とバッテリー電気自動車の普及が進んだが、2027 年にかけてもこの傾向は継続するだろう



資料: OICA、WPIC リサーチ

最後に技術革新もパラジウムのファンダメンタルズを支える重要な柱だ。2019年に BASF 社はトリメタル触媒を改善、新たなウオッシュコート法によって、低温になるガソリン車の排気後処理システムでプラチナとパラジウムの代替比率を 1:1 で行っても十分機能し、商業的な採算性もあることを証明した。パラジウムは 2012 年から供給不足が続いているために 2017 年からはプラチナよりもプレミアムで取引されている。この価格差が理由でメーカーはプラチナとの代替を始めたことが、パラジウムの需要に影響しており、今日までに 40.4 トンのプラチナがパラジウムの代わりに使われた。これが触媒装置に使われるパラジウムの増加と自動車生産高の回復による需要の伸びの一部を相殺してしまっているのである。

プラチナ投資拡大を目指す WPIC

ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシル (WPIC) は、具体的な見識の提供と目標を定めたプラチナ投資を促進することを目的として、2014 年に南アフリカの大手 PGM 鉱山会社各社によって設立された。我々は投資家に正確な判断材料となる情報として『[プラチナ四半期レポート](#)』、月刊『[プラチナ展望](#)』、及び『[プラチナ投資のエッセンス](#)』を提供している。また投資家、生産者、経路、地理など全ての面からプラチナ投資のバリューチェーンを分析し、市場の効率を上げ、あらゆるタイプの投資家のために、投資に見合った商品を提供できるようパートナー各社とともに努力を重ねている。

WPIC は投資アドバイスを提供する資格を有しない。詳細は免責条項を参照されたい。

免責条項: 当出版物は一般的なもので、唯一の目的は知識を提供することである。当出版物の発行者、ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルは、世界の主要なプラチナ生産会社によってプラチナ投資需要発展のために設立されたものである。その使命は、それによって行動を起こすことができるような見識と投資家向けの商品開発を通じて現物プラチナに対する投資需要を喚起すること、プラチナ投資家の判断材料となりうる信頼性の高い情報を提供すること、そして金融機関と市場参加者らと協力して投資家が必要とする商品や情報ルートを提供することである。

当出版物は有価証券の売買を提案または勧誘するものではなく、またそのような提案または勧誘とみなされるべきものでもない。当出版物によって、出版者はそれが明示されているか示唆されているかにかかわらず、有価証券あるいは商品取引の注文を発注、手配、助言、仲介、奨励する意図はない。当出版物は税務、法務、投資に関する助言を提案する意図はなく、当出版物のいかなる部分も投資商品及び有価証券の購入及び売却、投資戦略あるいは取引を推薦するものとみなされるべきでない。発行者はブローカー・ディーラーでも、また 2000 年金融サービス市場法、Senior Managers and Certifications Regime 及び金融行動監視機構を含むアメリカ合衆国及びイギリス連邦の法律に登録された投資アドバイザーでもなく、及びそのようなものと称していることもない。

当出版物は特定の投資家を対象とした、あるいは特定の投資家のための専有的な投資アドバイスではなく、またそのようなものとみなされるべきではない。どのような投資も専門の投資アドバイザーに助言を求めた上でなされるべきである。いかなる投資、投資戦略、あるいは関連した取引もそれが適切であるかどうかの判断は個人の投資目的、経済的環境、及びリスク許容度に基づいて個々人の責任でなされるべきである。具体的なビジネス、法務、税務上の状況に関してはビジネス、法務、税務及び会計アドバイザーに助言を求めるべきである。

当出版物は信頼できる情報に基づいているが、出版者が情報の正確性及び完全性を保証するものではない。当出版物は業界の継続的な成長予測に関する供述を含む、将来の予測に言及している。出版者は当出版物に含まれる、過去の情報以外の全ての予測は、実際の結果に影響を与えるリスクと不確定要素を伴うことを認識しているが、出版者は、当出版物の情報に起因して生じるいかなる損失あるいは損害に関して、一切の責任を負わないものとする。ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルのロゴ、商標、及びトレードマークは全てワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシルに帰属する。当出版物に掲載されているその他の商標はそれぞれの商標登録者に帰属する。発行者は明記されていない限り商標登録者とは一切提携、連結、関連しておらず、また明記されていない限り商標登録者から支援や承認を受けていることはなく、また商標登録者によって設立されたものではない発行者によって非当事者商標に対するいかなる権利の請求も行われぬ。

WPIC のリサーチと第 2 次金融商品市場指令 (MiFID II)

ワールド・プラチナ・インベストメント・カウンシル(以下 WPIC) は第 2 次金融商品市場指令に対応するために出版物と提供するサービスに関して内部及び外部による再調査を行った。その結果として、我々のリサーチサービスの利用者とそのコンプライアンス部及び法務部に対して以下の報告を行う。

WPIC のリサーチは明確に Minor Non-Monetary Benefit Category に分類され、全ての資産運用マネジャーに、引き続き無料で提供することができる。また WPIC リサーチは全ての投資組織で共有することができる。

1. WPIC はいかなる金融商品取引も行わない。WPIC はマーケットメイク取引、セールストレード、トレーディング、有価証券に関わるディーリングを一切行わない。(勧誘することもない。)
2. WPIC 出版物の内容は様々な手段を通じてあらゆる個人・団体に広く配布される。したがって第 2 次金融商品市場指令(欧州証券市場監督機構・金融行動監視機構・金融市場庁)において、Minor Non-Monetary Benefit Category に分類される。WPIC のリサーチは WPIC のウェブサイトより無料で取得することができる。WPIC のリサーチを掲載する環境へのアクセスにはいかなる承認取得も必要ない。
3. WPIC は、我々のリサーチサービスの利用者からいかなる金銭的報酬も受けることはなく、要求することもない。WPIC は機関投資家に対して、我々の無償のコンテンツを使うことに対していかなる金銭的報酬をも要求しないことを明確にしている。

さらに詳細な情報は WPIC のウェブサイトを参照。

<http://www.platinuminvestment.com/investment-research/mifid-ii>

当和訳は英語原文を翻訳したもので、和訳はあくまでも便宜的なものとして提供されている。英語原文と和訳に矛盾がある場合、英語原文が優先する。