

燃料電池に必須のレアメタル

平成27年8月28日

資源備蓄本部 希少金属備蓄部
企画課 上條 裕久

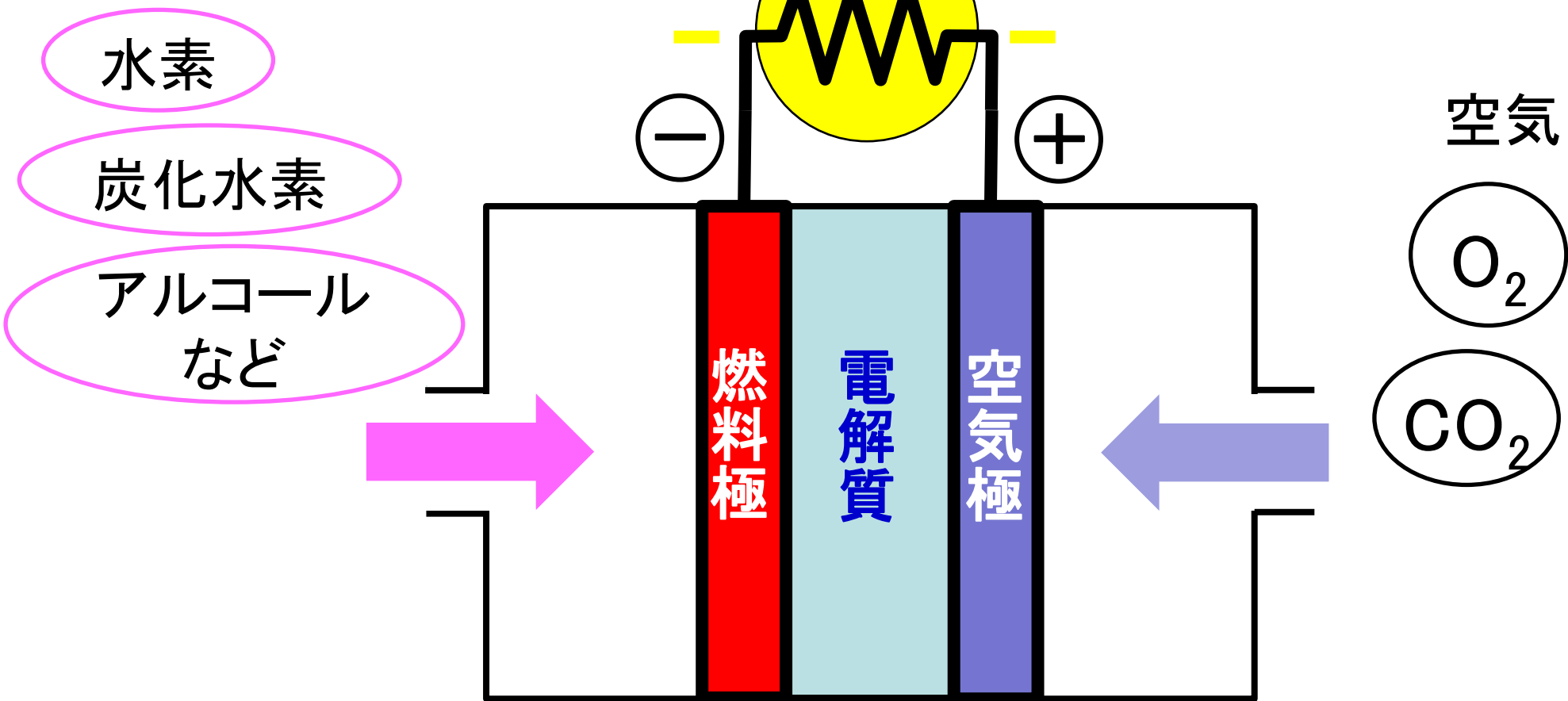
kamijo-hirohisa@jogmec.go.jp

- ・平成26年度JOGMEC外部委託調査の内容をご紹介
神鋼リサーチ(株)『平成26年度電力関連革新技術とレアメタル
需要動向調査報告書』、2015年、37項-65項「燃料電池」。
- 燃料電池とは・代表的な5種類について
- 固体高分子形燃料電池(PEFC)の仕組み
- 固体酸化物形燃料電池(SOFC)の仕組み
- 白金の役割
- 白金使用量低減へ
- レアメタル原単位
- 燃料電池自動車・エネファーム普及に伴うレアメタル量予測

燃料電池とは

化学エネルギー
水素 + 酸素 → 水 → 電気 + 熱

発電効率が
高い
理論発電効率: 83%



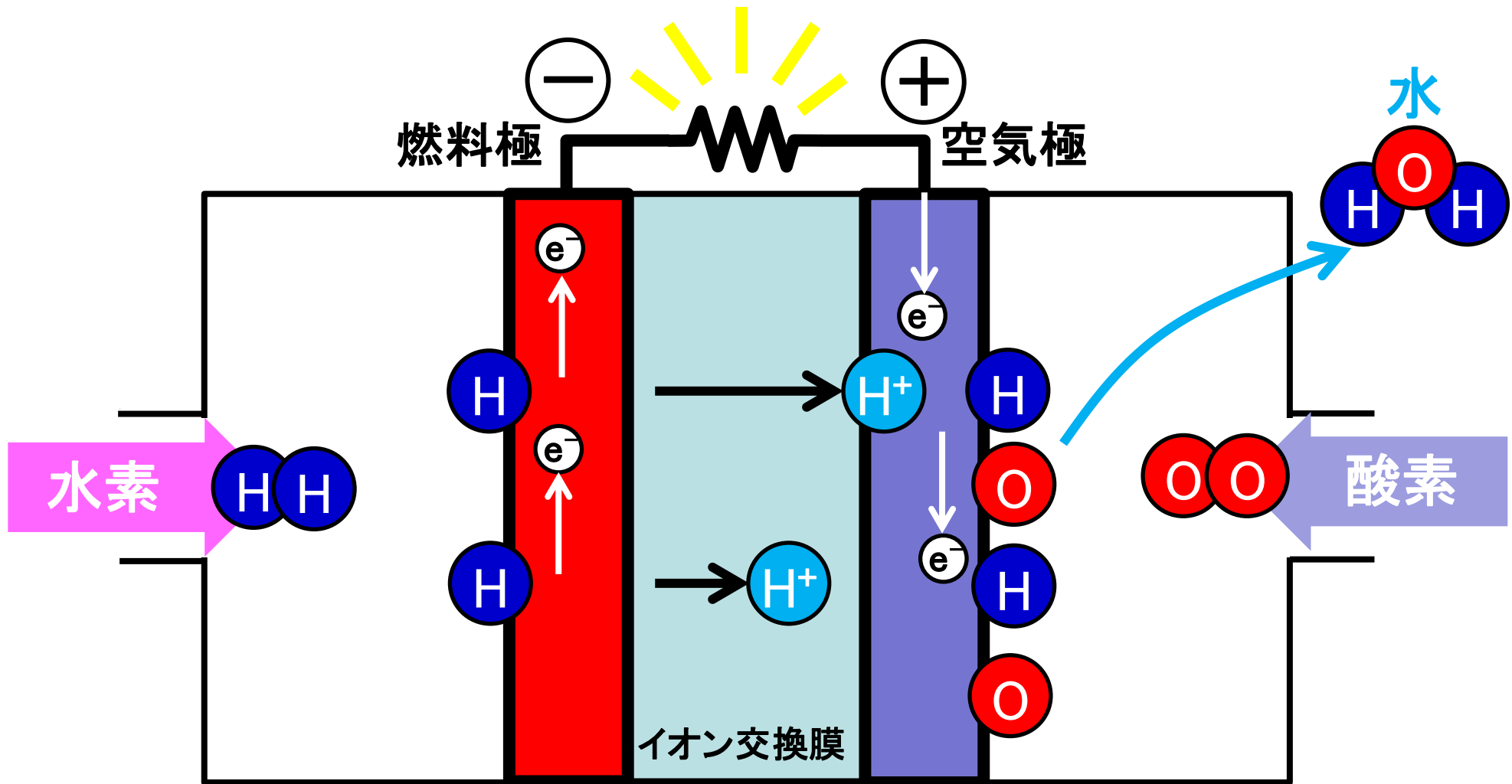
代表的な燃料電池 5種



	作動温度 (°C)	燃料	酸化剤	移動 イオン	電解質	電極(-/+)
固体高分子形 (PEFC)	5 ~ 150 (低温型)	純水素 (CO除去)	空気中の 酸素	H ⁺	イオン交換膜 (Nafion)	Pt担持多孔質 カーボン等
アルカリ電解質形 (AFC)	5 ~ 150 (低温型)	純水素 (炭化水素除去)	純酸素 (CO ₂ 除去)	OH ⁻	アルカリ電解液 (KOH等)	Pt担持多孔質 カーボン等
リン酸形 (PAFC)	160 ~ 210 (低温型)	純水素 (CO除去)	空気中の 酸素	H ⁺	リン酸(H ₃ PO ₄) 水溶液	Pt担持多孔質 カーボン等
固体酸化物形 (SOFC)	700 ~ 1,000 (高温型)	改質水素	空気中の 酸素	O ²⁻	イオン電導性 セラミックス (ZrO ₂ ・Y ₂ O ₃ 等)	Ni-(ZrO ₂ -Y ₂ O ₃)、 (La, Sr)MnO ₃ 、 Sr(Co, Fe)O ₃
熔融炭酸塩形 (MCFC)	600 ~ 700 (高温型)	改質水素	空気中の 酸素・二酸 化炭素	CO ₃ ²⁻	熔融炭酸塩 (Li ₂ CO ₃ /K ₂ CO ₃ 等)	Ni-Cr焼結体、 多孔質NiO

主要な燃料電池①(低温・Pt必要)

固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell)



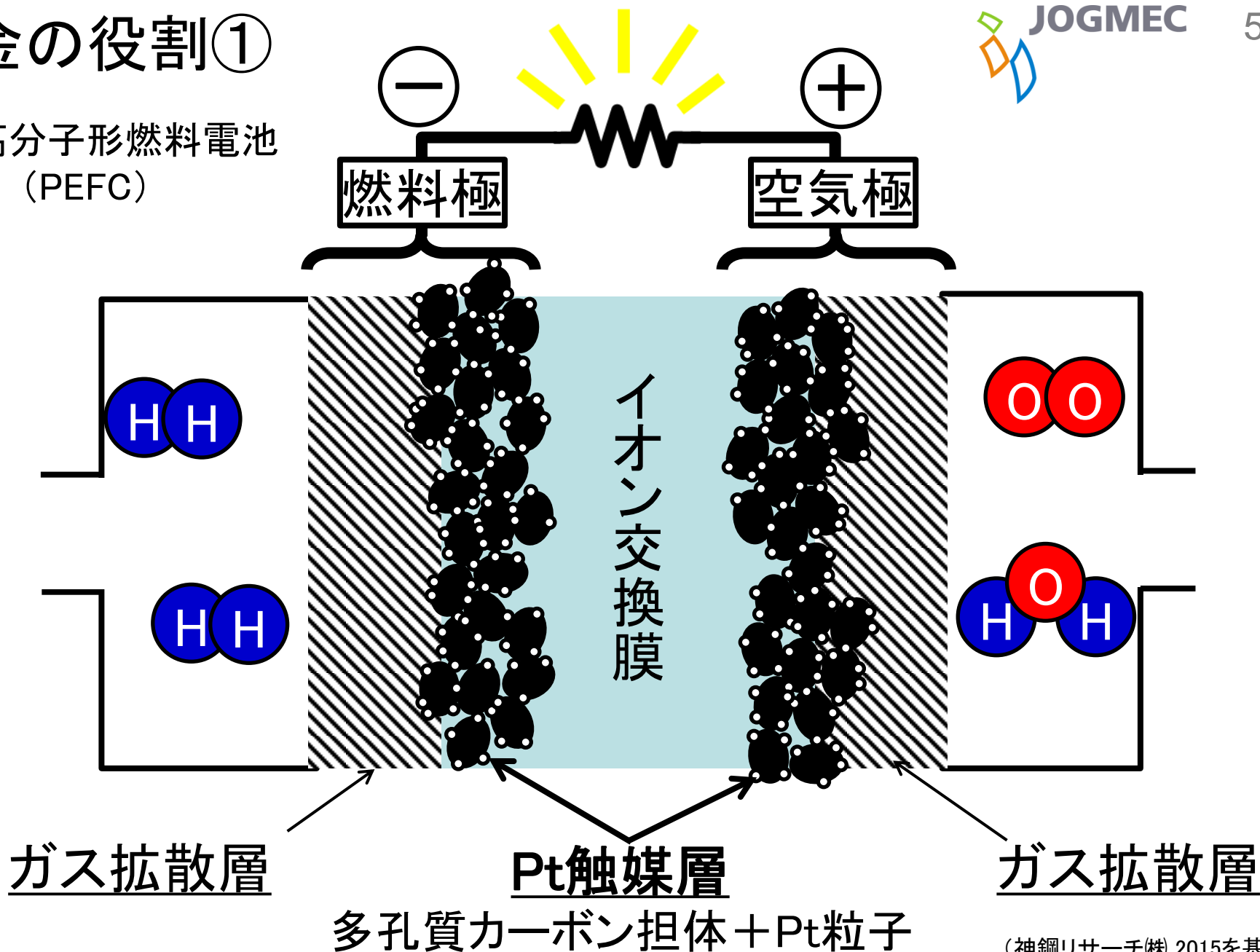
白金の役割①

固体高分子形燃料電池
(PEFC)



JOGMEC

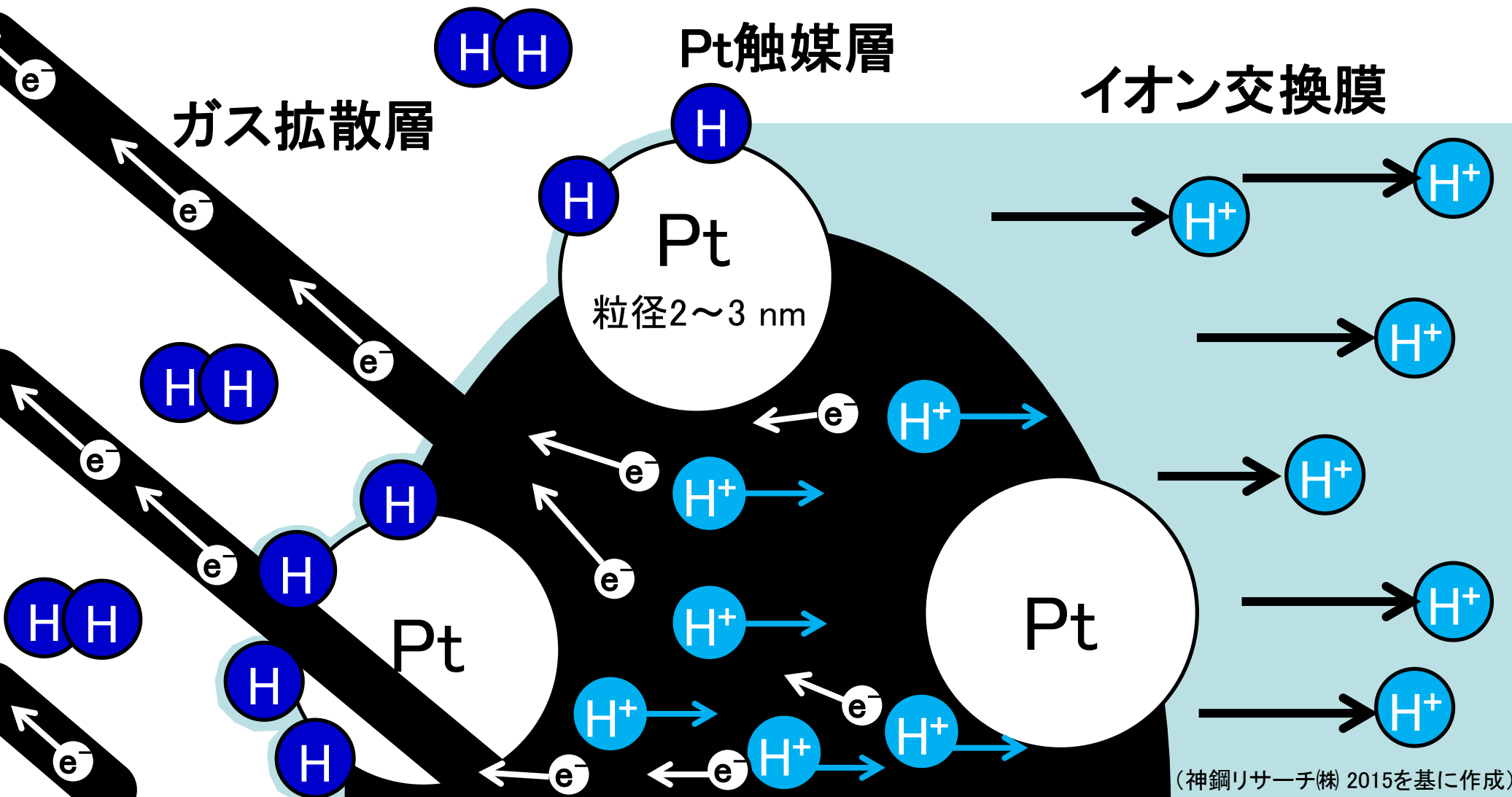
5



白金の役割②

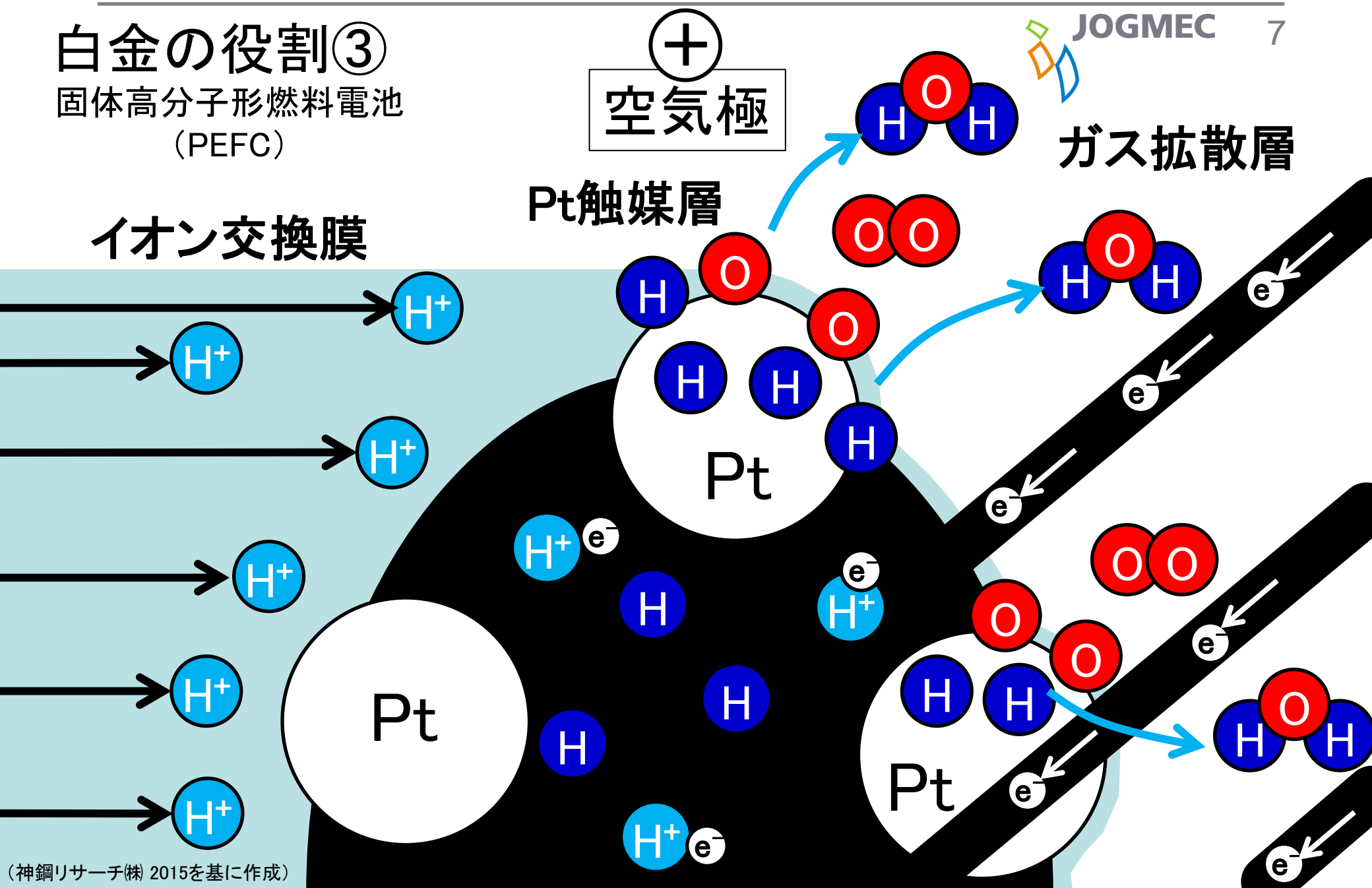
固体高分子形燃料電池
(PEFC)

①
燃料極



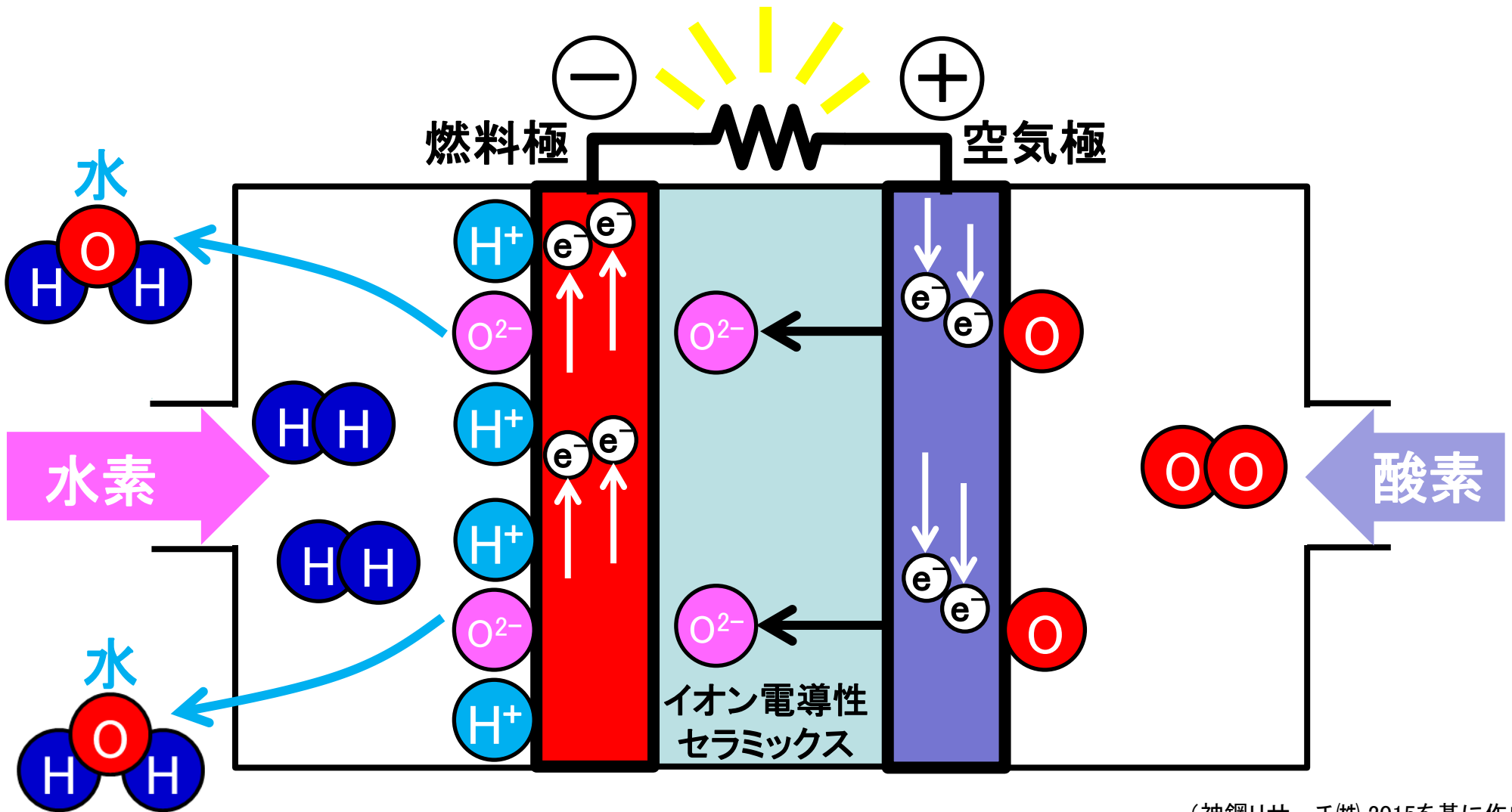
白金の役割③

固体高分子形燃料電池
(PEFC)



主要な燃料電池②(高温・Pt不要)

固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell)

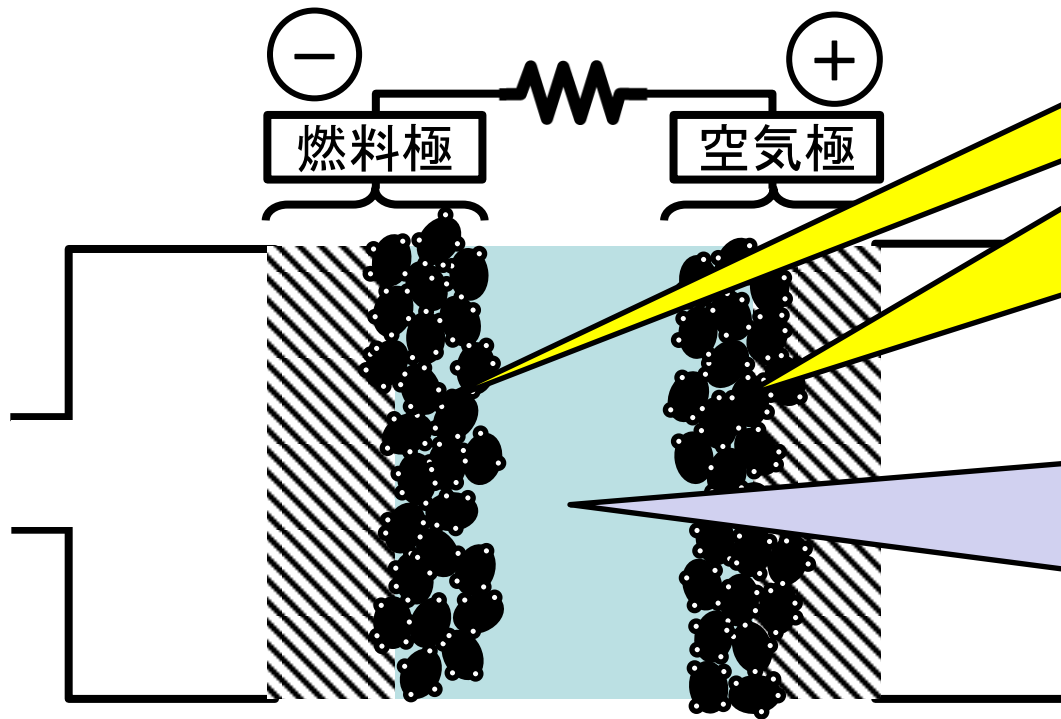


燃料電池5種の将来性

	作動温度 (°C)	評価	現状及び将来性
固体高分子形 (PEFC)	5 ~ 150 (低温型)	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・常温作動、出力密度の高さから自動車向け燃料電池の最有力候補。 ・コスト削減のため、Pt低減、高分子イオン交換膜改良が課題。 ・エネファームとしても実用化されている。
アルカリ電解質形 (AFC)	5 ~ 150 (低温型)	×	<ul style="list-style-type: none"> ・純酸素、純水素しか利用できず、宇宙開発用途に限定されている。 ・現在では研究開発の対象となる事は少ない。
リン酸形 (PAFC)	160 ~ 210 (低温型)	×	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率が低く、かつ高価な白金触媒を必要とする。 ・国内2社が実用化し他社の新規参入も困難で、研究の主体は固体酸化物形に移っている。
固体酸化物形 (SOFC)	700 ~ 1,000 (高温型)	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模、大規模発電いずれにも適し、高価な触媒も不要。 ・エネファームとして実用化されており、家庭及び大規模工業発電への開発、改良が進められている。
溶融炭酸塩形 (MCFC)	600 ~ 700 (高温型)	△	<ul style="list-style-type: none"> ・かつては大規模発電を念頭に国家事業の位置付けであったが、現在は低調。

レアメタル原単位①

固体高分子形燃料電池 (PEFC)



Pt触媒層
(多孔質カーボン+Pt)

Pt 0.4 g/kW

推定45 g/台 (2014)

(神鋼リサーチ(株) 2015)

高分子イオン交換膜
(フッ素樹脂系膜・Nafion)

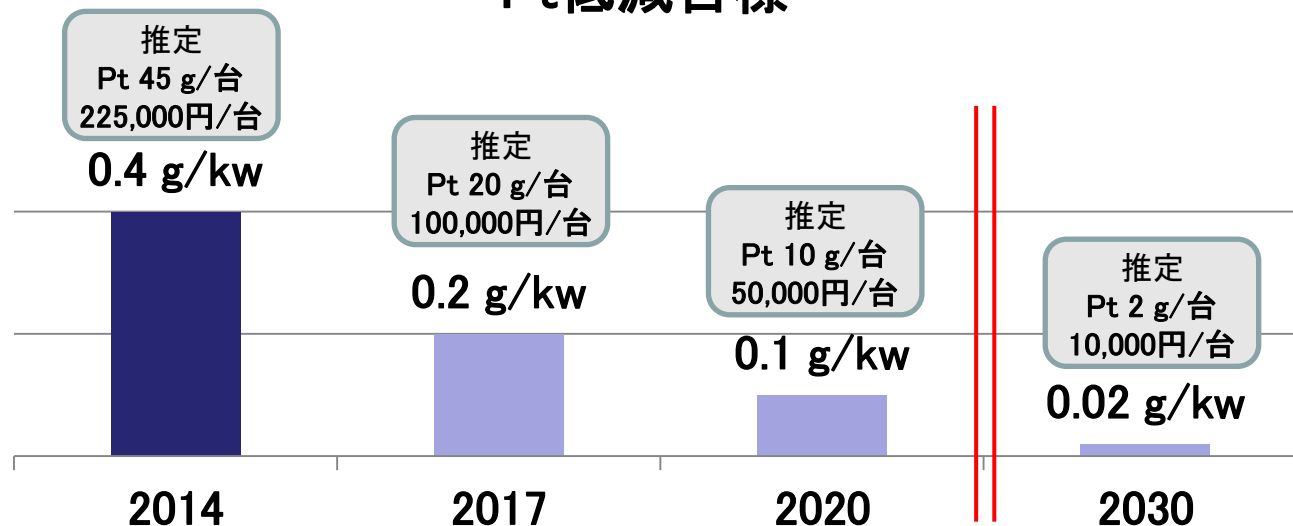
F 5.33 g/kW

推定600 g/台 (2014)

(神鋼リサーチ(株) 2015)

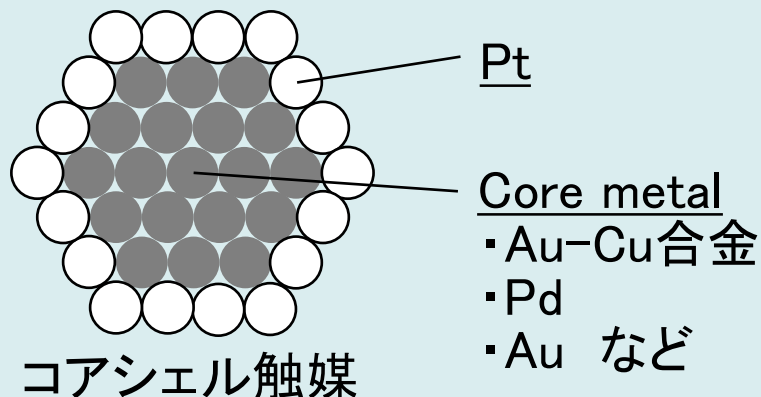
Pt使用量低減へ

Pt低減目標



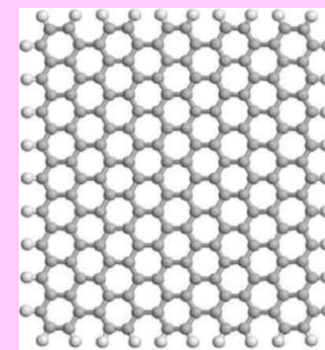
(神鋼リサーチ(株) 2015を基に作成)

①Pt触媒のPt量低減



②非Pt触媒の開発

- ・カーボンアロイ触媒 (C, N, B)
- ・ナノシェルカーボン触媒 (C, Fe, Co)
- ・シルク活性炭 (絹を炭素化)
- ・酸化物系触媒 (Ta・Nd・Zr-CNOなど)



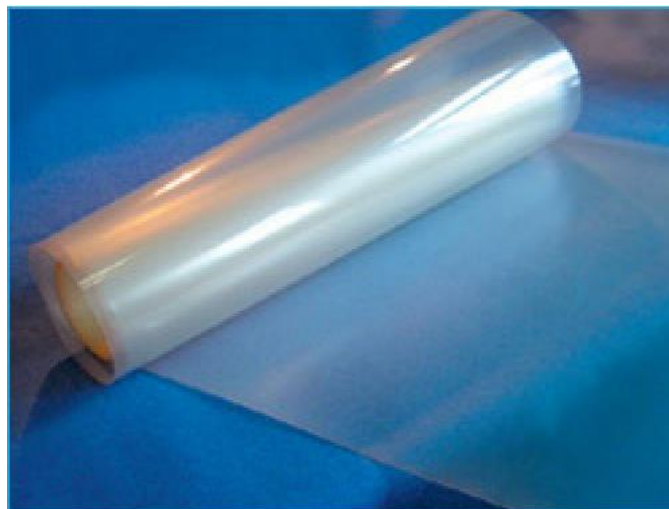
グラファイト構造

高分子イオン交換膜 (Nafion) の改良

非常に高価

ネット販売価格
30×30 cmで
25,000円程度

開発目標コスト
1,000円/m²以下



(Fuel Cell Store ホームページより)

ゲル状電解膜
・温度100°C以下
・加湿必要

安定性

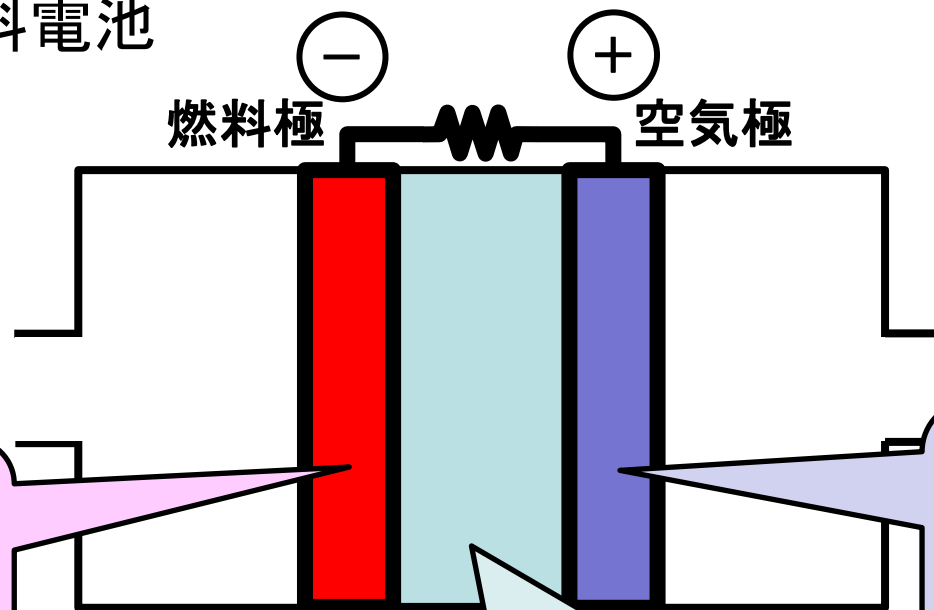
強度

イオン
電導性

- ・フッ素樹系イオン交換膜の改良 (旭硝子(株)、旭化成(株)等)
- ・代替材料「炭化水素膜」の開発 (東レ(株)、東洋紡(株)、(株)カネカ等)

レアメタル原単位②

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)



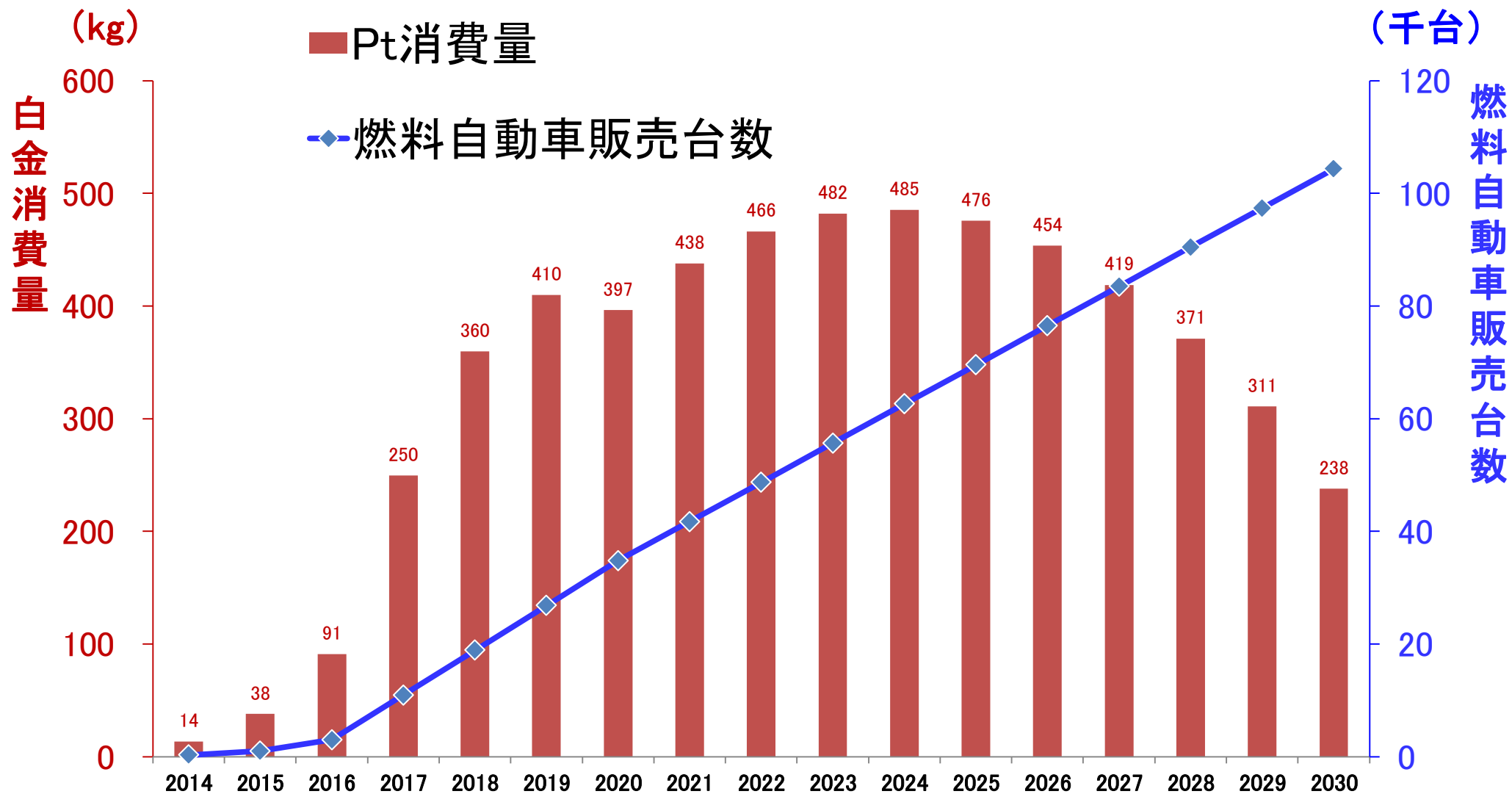
サーメット
(セラミックス+金属)
 $\text{Ni}-(\text{ZrO}_2-\text{Y}_2\text{O}_3)$

イオン電導性セラミックス
 $\text{ZrO}_2 \cdot \text{Y}_2\text{O}_3$

導電性セラミックス
 ・ $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$
 ・ $\text{Sr}(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3$

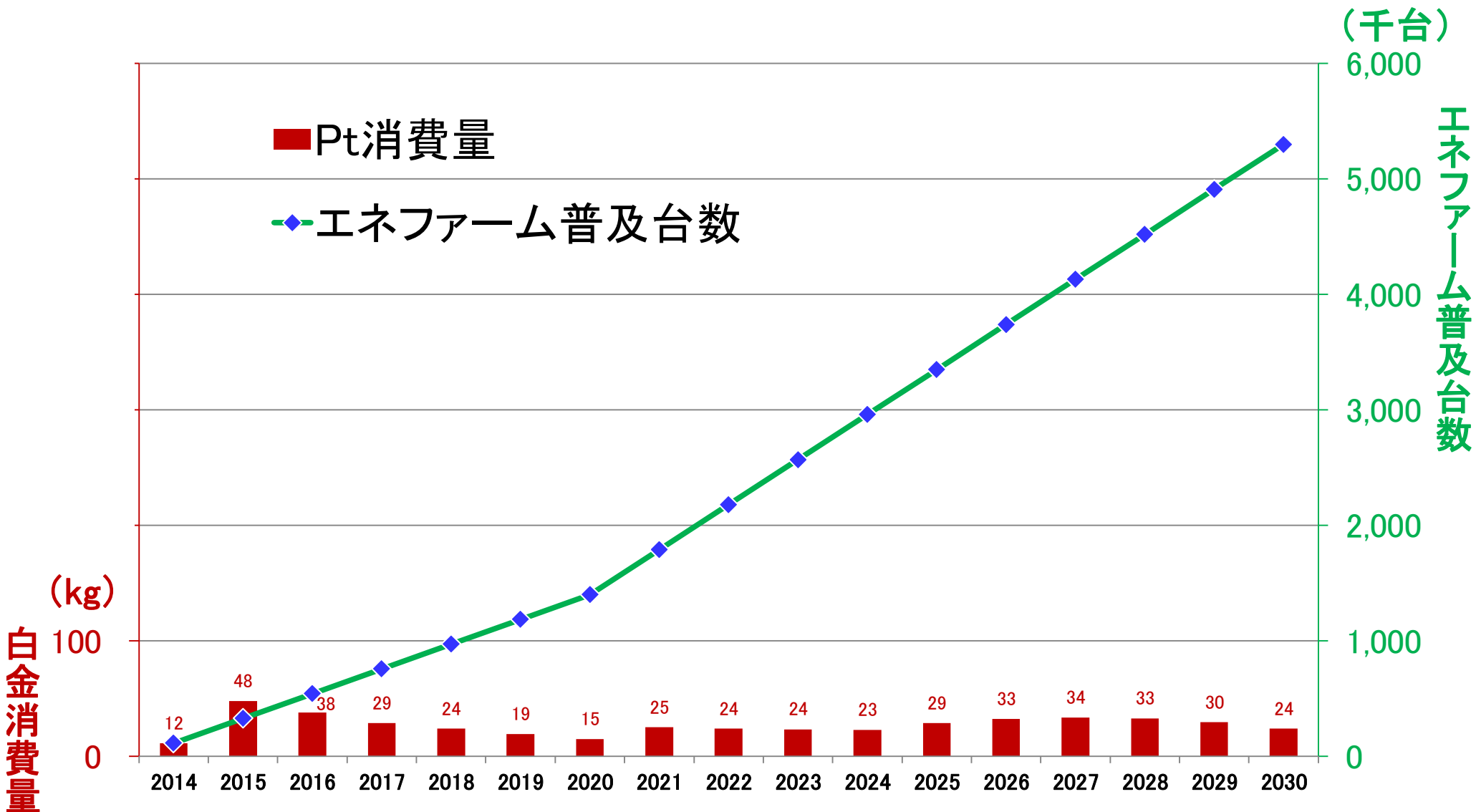
	La	Sr	Co	Y	Zr	Ni
原単位 (g/kW)	23.7	10.0	16.7	6.3	21.5	8.9

燃料電池自動車販売台数とPt消費量予測



(神鋼リサーチ(株) 2015を基に作成)

エネファーム普及台数とPt消費量予測

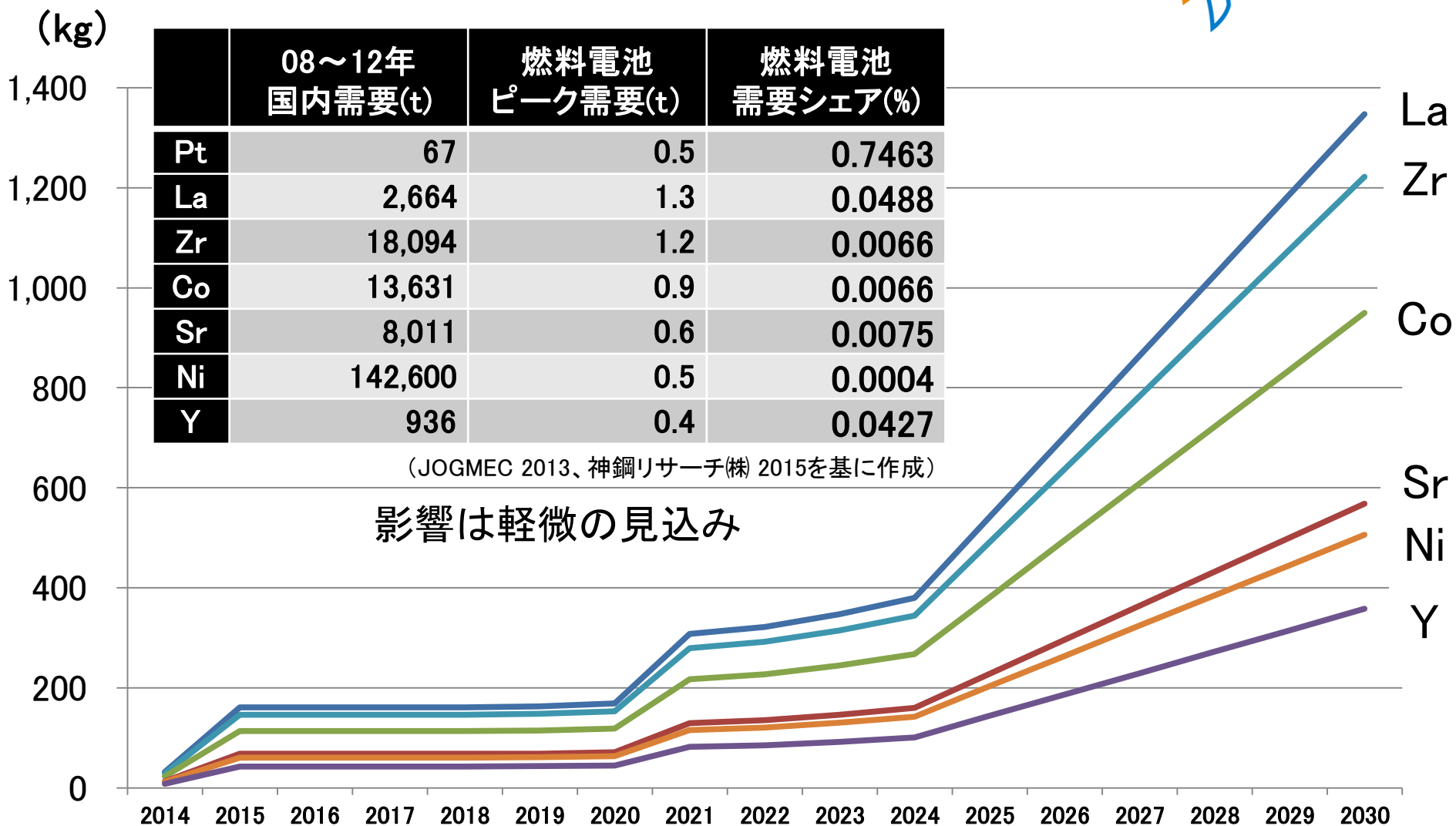


レアメタル需要予測と影響度

	08~12年 国内需要(t)	燃料電池 ピーク需要(t)	燃料電池 需要シェア(%)
Pt	67	0.5	0.7463
La	2,664	1.3	0.0488
Zr	18,094	1.2	0.0066
Co	13,631	0.9	0.0066
Sr	8,011	0.6	0.0075
Ni	142,600	0.5	0.0004
Y	936	0.4	0.0427

(JOGMEC 2013、神鋼リサーチ(株) 2015を基に作成)

影響は軽微の見込み



(神鋼リサーチ(株) 2015を基に作成)

ご清聴ありがとうございました。

免責事項

- 本報告には、未確定事項、変更前の情報が含まれる場合があります。
- 報告内容については、妥当性や正確性について保証するものではなく、また、資料を利用される皆様が本資料・報告を利用されたために被った損害、損失に対して、いかなる場合でも一切の責任を負いません。