

2022
01/12

あいちゼロカーボン推進協議会 『超モノづくり部品』によるゼロカーボン

燃料電池用電極触媒と カーボンニュートラルへの貢献

株式会社キャタラー
FC電池開発部
久米哲也

I．会社紹介

II．超モノづくり部品大賞製品の紹介

III．カーボンニュートラルに向けた展望

I. 会社概要



所在地(本社) : 静岡県掛川市千浜7800番地
 所在地(A R K) : 静岡県磐田市下野部1905番地10号
 設立 : 1967年5月
 資本金 : 5億5,120万円
 主要株主 : トヨタ自動車株式会社 57% アイシンG他43%
 売上 : 総売上('21年3月期)2,789億円 ■触媒 : 2,710億円 ■その他 : 79億円
 従業員 : 単独1,084人, 連結2,486人 (2021年3月)

I.会社概要 ～キャタラーのはじまり～

- 1960年代、米国（特にカリフォルニア州）で**排ガス汚染が社会問題**となり、また日本でも東京オリンピックを契機にモータリゼーションが急速に進んだ



名神高速道路の開通式（毎日新聞社提供）
Opening Ceremony of "Meishin Expressway" (courtesy of The Mainichi Newspapers)

- 1966年、トヨタ自工の豊田英二副社長（当時）が米国のエバポ規制対応技術の開発を高丘工業（現アイシン高丘）の武田取締役（トヨタ品質保証部出身）に要請。高丘工業が静岡県袋井市の第一炭素工業に出資、**1967年キャタラー工業を設立**



豊田英二トヨタ自工社長
Eiji Toyoda President of Toyota Motor



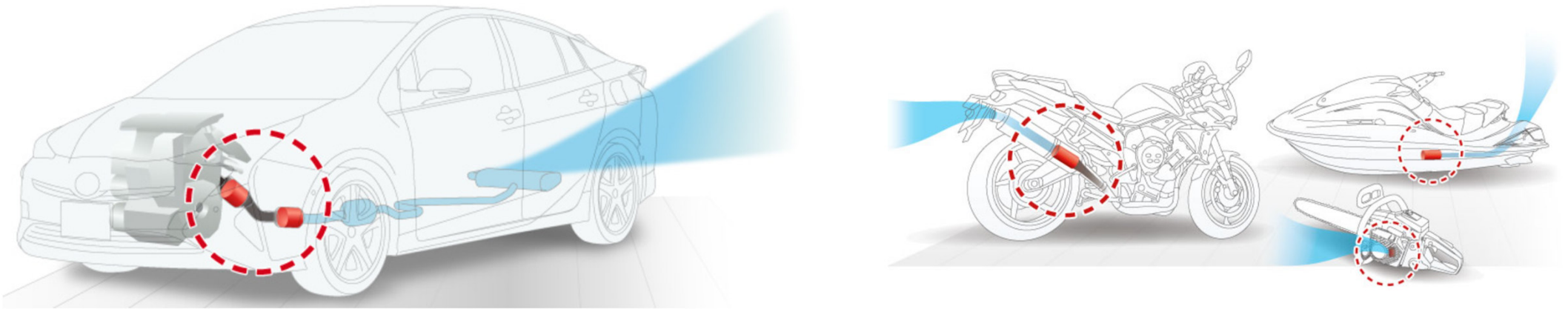
- 1970年に世界初の**排ガス規制となるマスキー法成立**
日本でも昭和48年（1973年）から**順次排ガス規制が強化**され、**触媒事業が拡大**

I.会社概要 ～キャタラーグループ～



I.製品の紹介 ～排ガス浄化用触媒～

国内トップシェア
世界中で幅広く採用



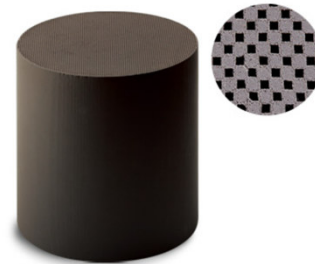
自動車排ガス用



三元触媒

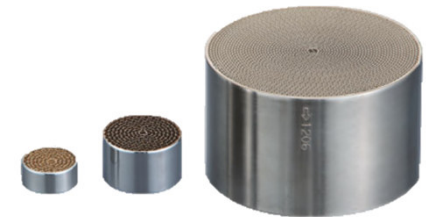


GPF触媒
Gasoline Particulate Filter



ディーゼル用触媒

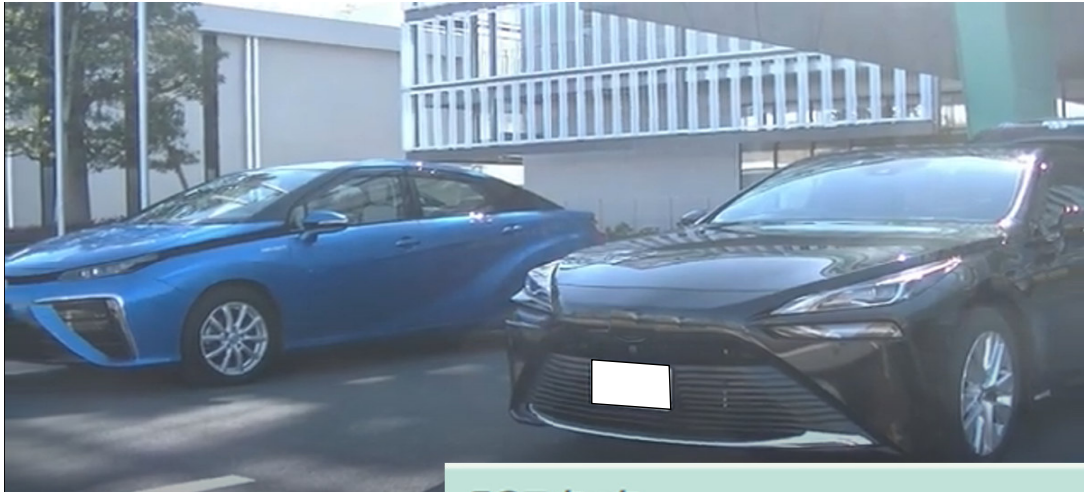
二輪車、汎用エンジン用



メタルハニカム触媒

自動車や二輪車などから排出される有害物質を、
排出される前に無害化する「触媒」を製造・販売

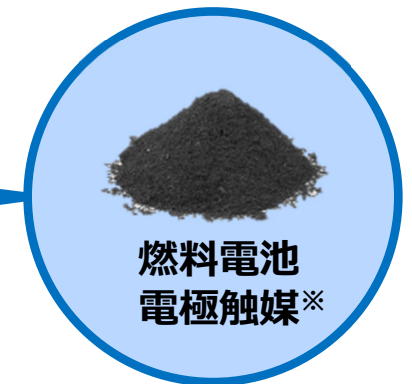
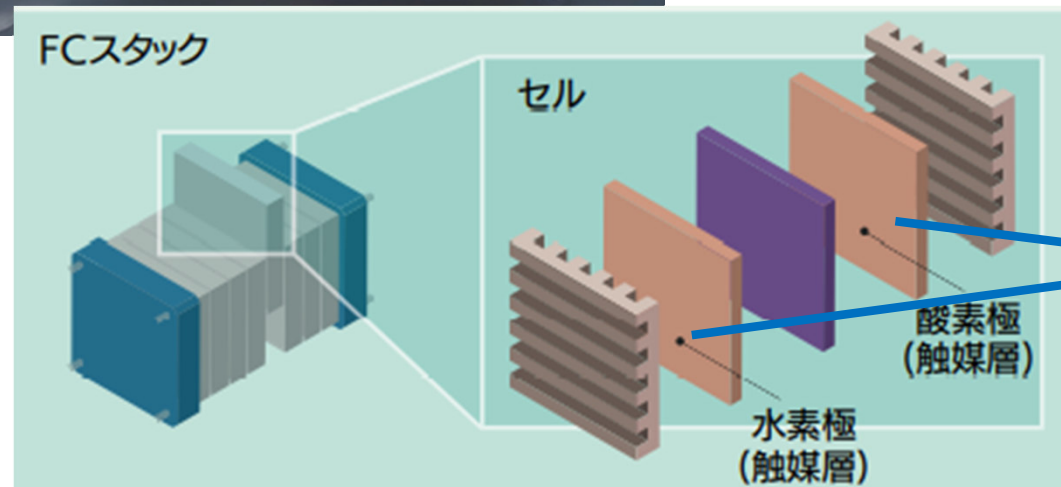
I.製品の紹介 ～燃料電池電極触媒～



YouTube「キャタラー*超モノづくり部品大賞」

<https://www.youtube.com/watch?v=kh-Yu6FBhSU>

2021年
超モノづくり部品大賞
“大賞”受賞



※トヨタ自動車様と共同開発

次世代技術として**FCEV**用燃料電池電極触媒を
開発※・量産し、**水素社会実現に貢献**

I .主要なお取引様

4輪触媒	 TOYOTA  HINO  DAIHATSU  SUBARU  GM  VW  ISUZU  SUZUKI
2輪触媒	 YAMAHA  Hero  Kawasaki  SUZUKI

I .お取引様からの品質賞受賞

拠点	OEM	FY15	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20
	 TOYOTA	品質優秀賞		特別賞	品質優良賞	品質優秀賞	
	CAC  HINO	品質優秀賞		特別賞	品質優秀賞		
	 DAIHATSU	品質優秀賞					
	 TOYOTA	Excellent Quality Award					
	CNA  SUBARU	Superior quality & Delivery		Environmental Sustainability	Presidential award		
	CCC  TOYOTA	Quality Cooperation Award					
	CSA  TOYOTA	Superior Award					

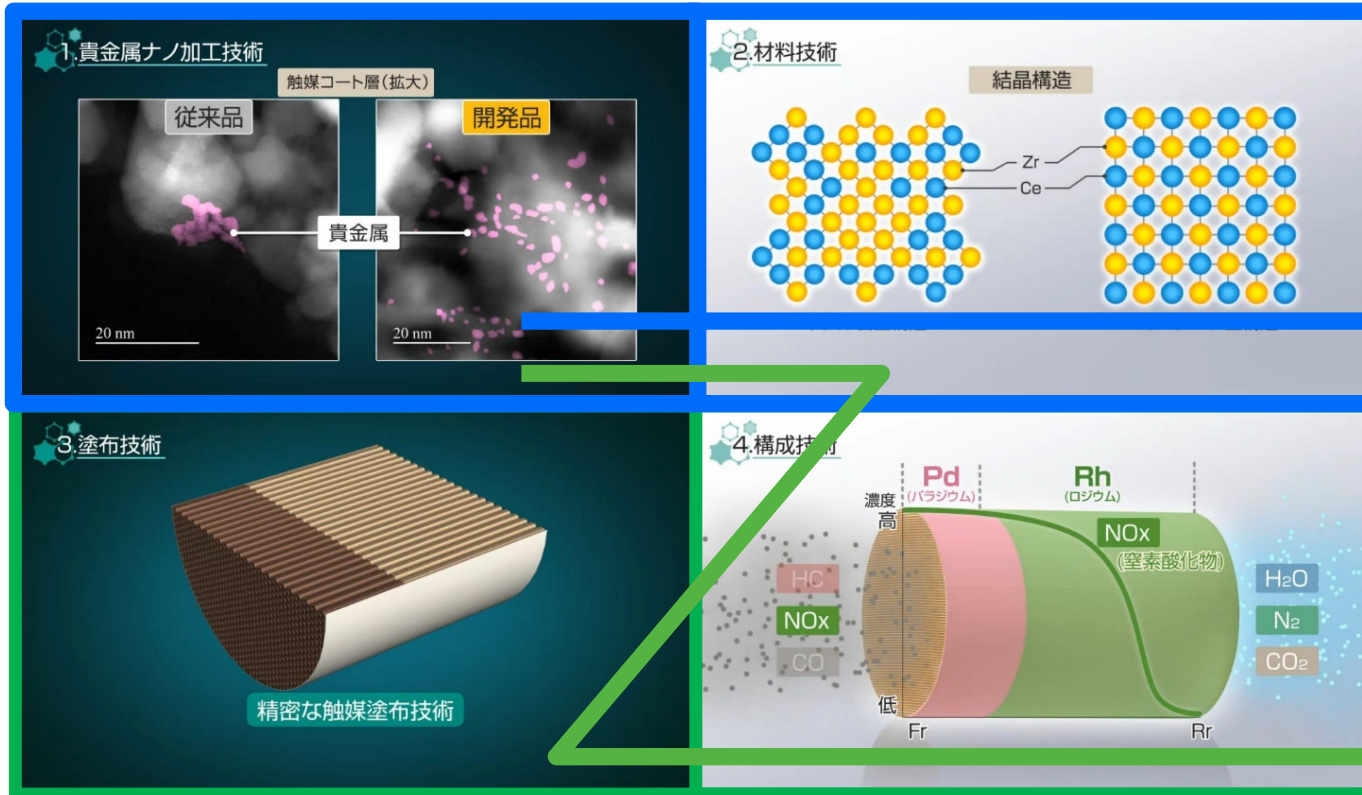
I .コア触媒技術の紹介

触媒技術

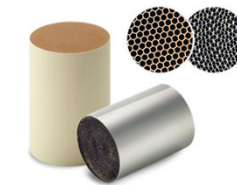
- 01 貴金属ナノ加工技術
- 02 材料技術
- 03 塗布技術
- 04 構成技術

I. コア触媒技術の活用

2021年超モノづくり部品大賞
“大賞”受賞



燃料電池電極触媒



三元触媒

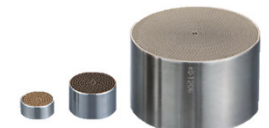


GPF触媒

Gasoline Particulate Filter



ディーゼル用触媒



メタルハニカム触媒

コア技術のうち**貴金属ナノ加工技術**,**材料技術**を用い
高性能な**燃料電池電極触媒**を開発

Ⅱ.燃料電池用電極触媒

2021年  モノづくり部品大賞

株式会社キャタラー

『 燃料電池用電極触媒 』

Ⅱ.カーボンニュートラルの実現に向けて

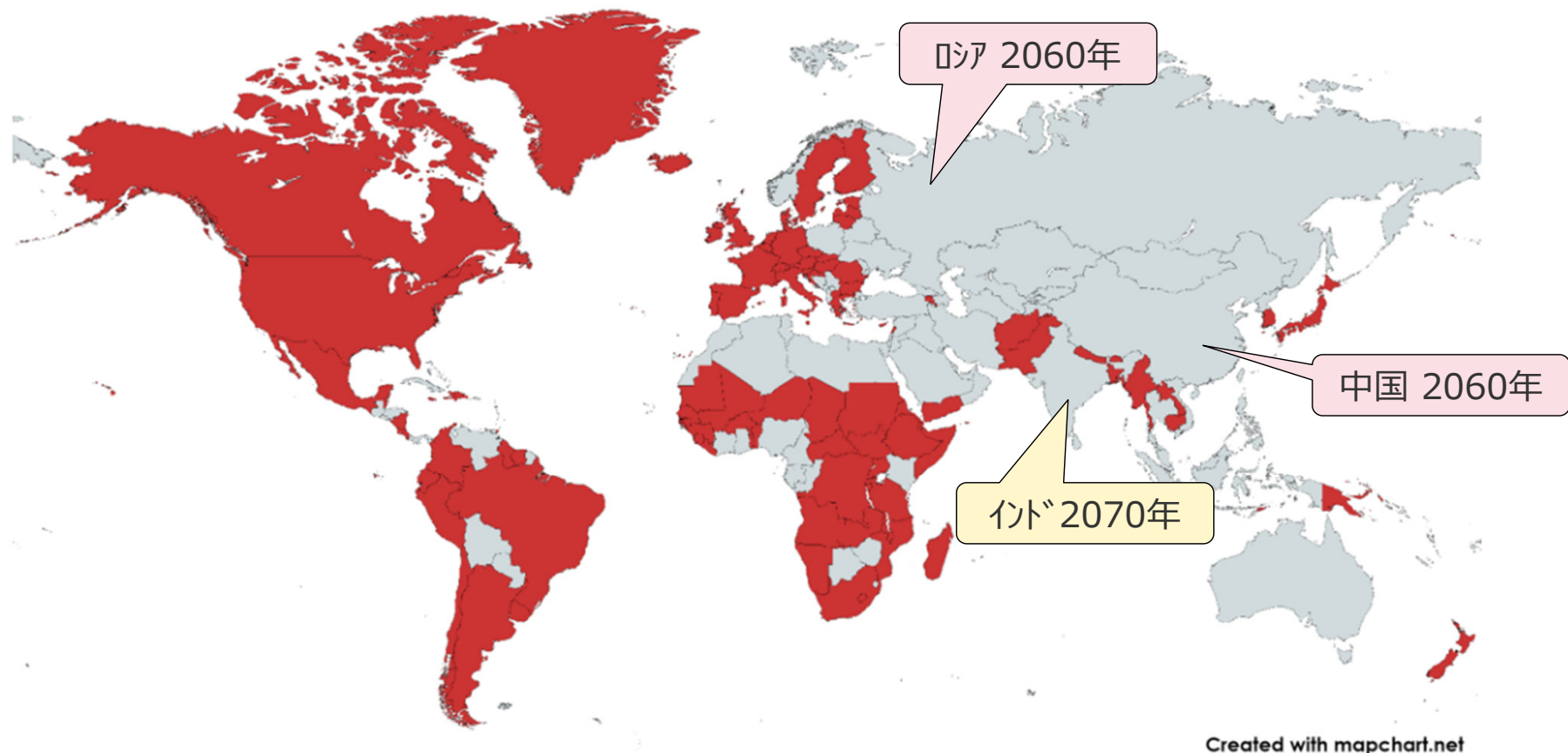
出典：経済産業省資源エネルギー庁

カーボンニュートラルに向けた産業政策“グリーン成長戦略”とは

- 2050年までにカーボンニュートラルを表明した国・地域

125カ国・1地域

※全世界のCO2排出量に占める割合は39.0%（2017年実績）

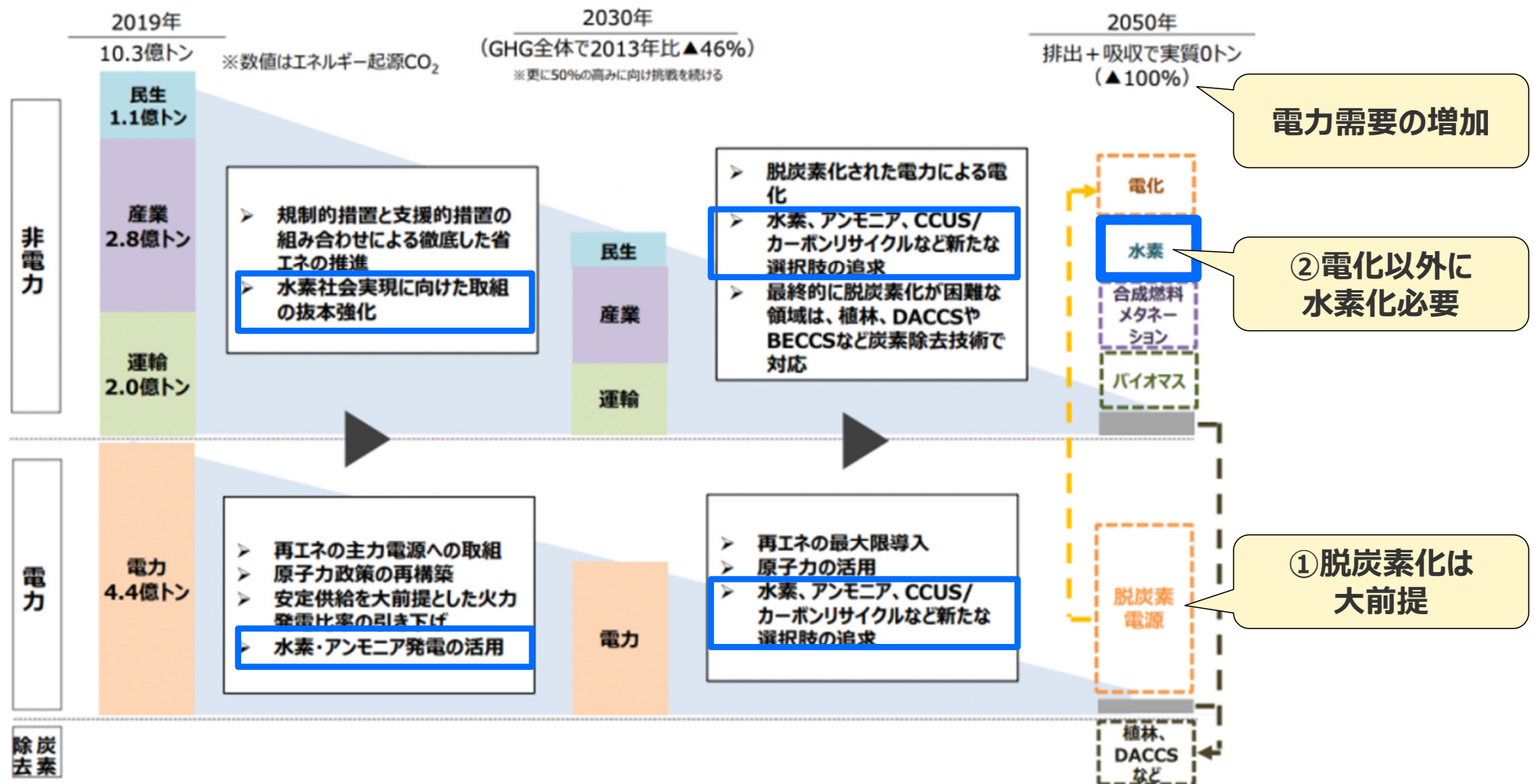


カーボンニュートラル実現を目指す動きが**国際的に拡大**

Ⅱ.カーボンニュートラルの実現に向けて

出典：経済産業省

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 令和3年6月



カーボンニュートラル実現に向け
水素は最大限追及するキーテクノロジー

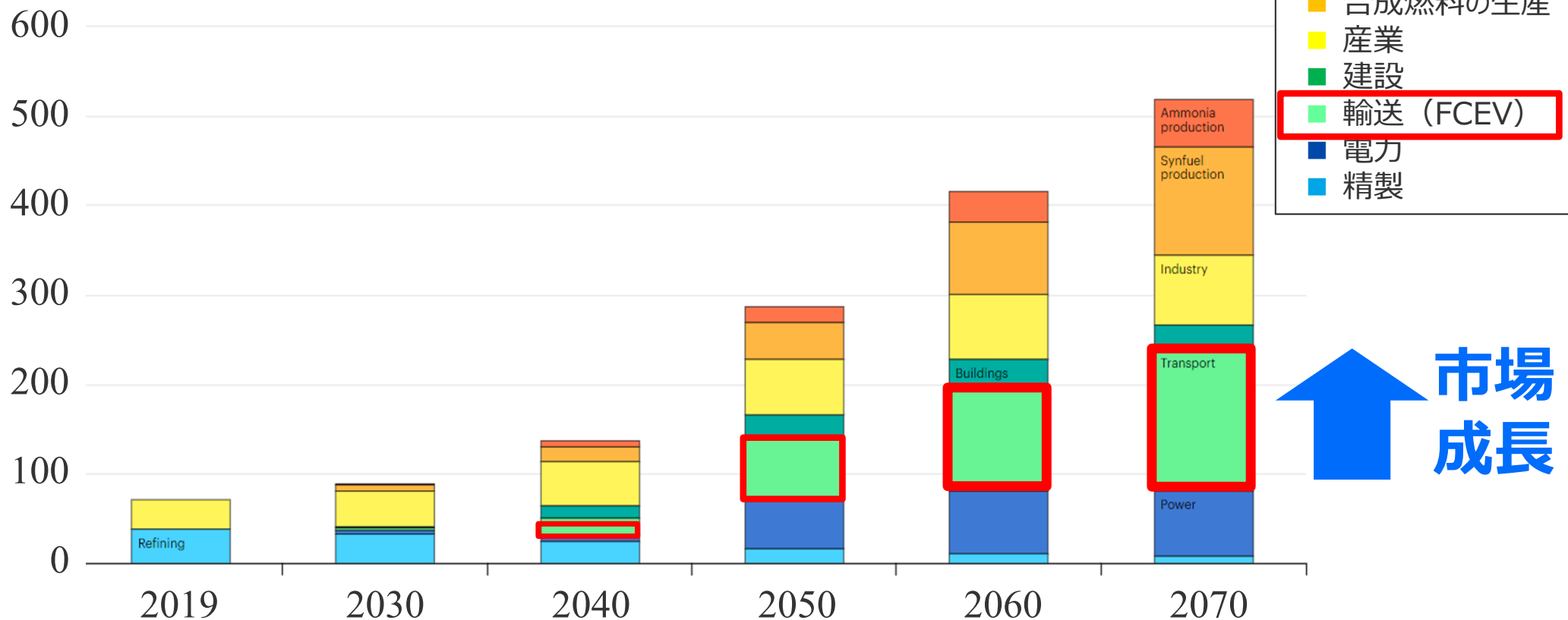
Ⅱ.FCEVの市場成長

出典：IEA

Energy Technology Perspectives 2020

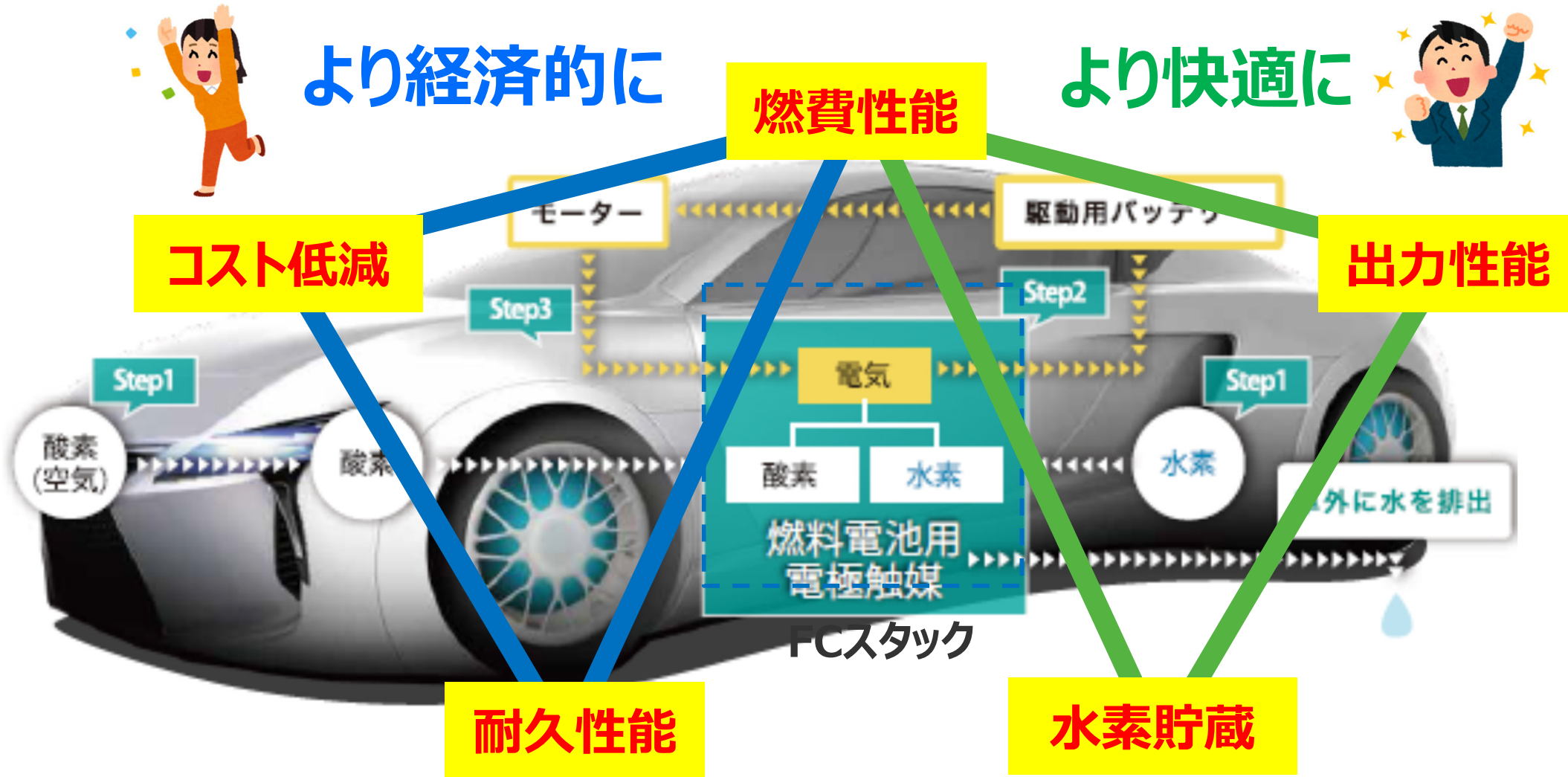
●水素使用量予測

MtH₂ per year



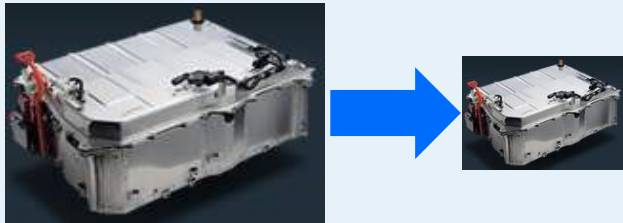
FCEVは2030年代から普及拡大・市場成長すると予測

II.FCEVの普及課題



FCEVは普及に向け性能・コストの課題あり

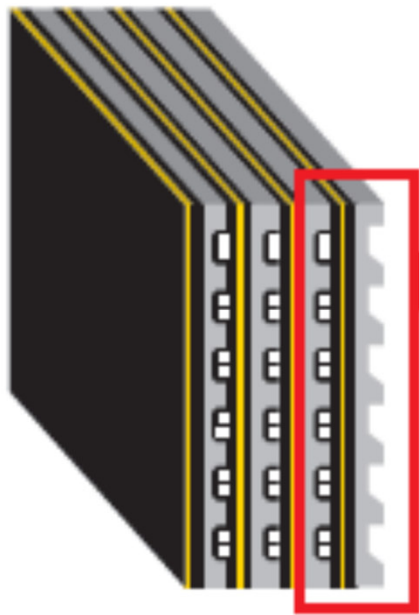
Ⅱ.FCEVと燃料電池電極触媒の課題

FCEVの課題	うれしさ	電極触媒の課題
燃費向上	・水素燃料代低減 ・航続距離増加	活性過電圧低減
出力向上	・走行快適性 ・小型化 搭載スペース増加 	- 濃度過電圧低減 - 抵抗過電圧低減

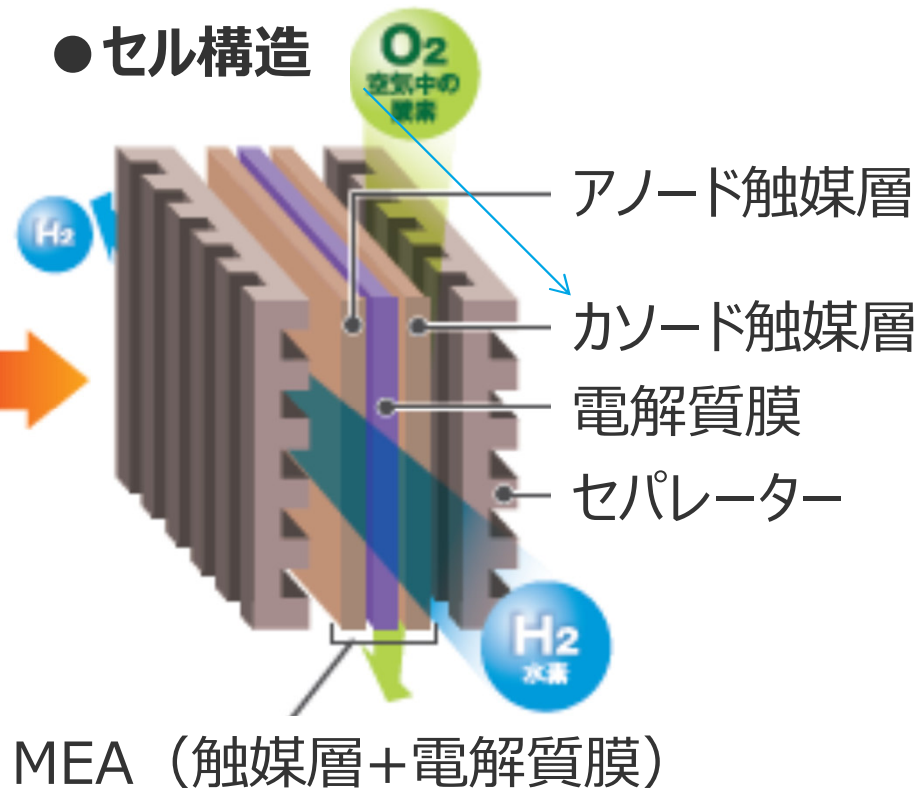
電極触媒の課題は活性、濃度、抵抗の**各過電圧の低減**

Ⅱ.燃料電池の構造

●FCスタック構造



●セル構造



●燃料電池電極触媒



輪郭:カーボン

百万倍に拡大

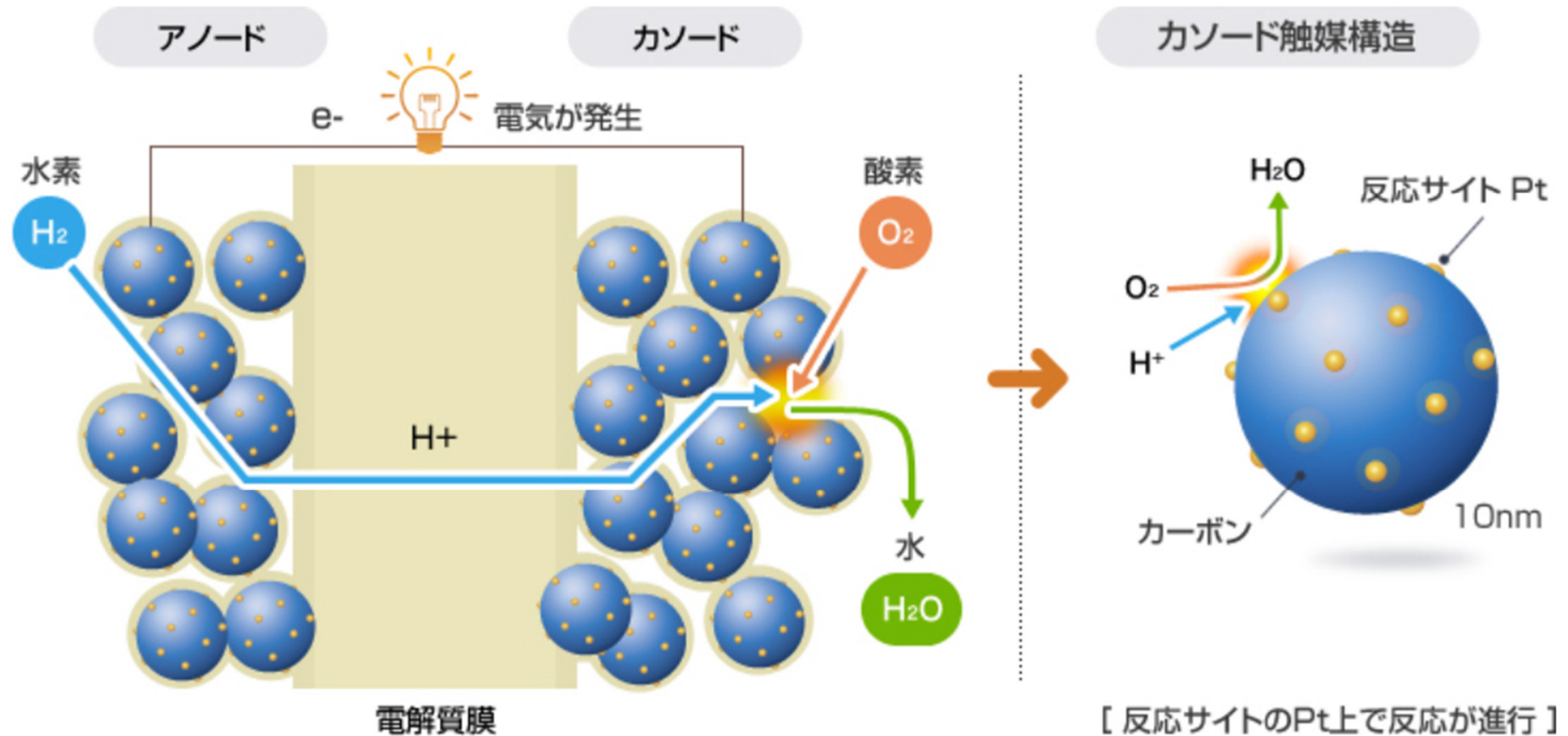
TEM画像

黒点:Pt

燃料電池用電極触媒はFCスタック内の触媒層に配置され
Ptを担持させたカーボンで構成

Ⅱ.燃料電池反応と燃料電池電極触媒の役割

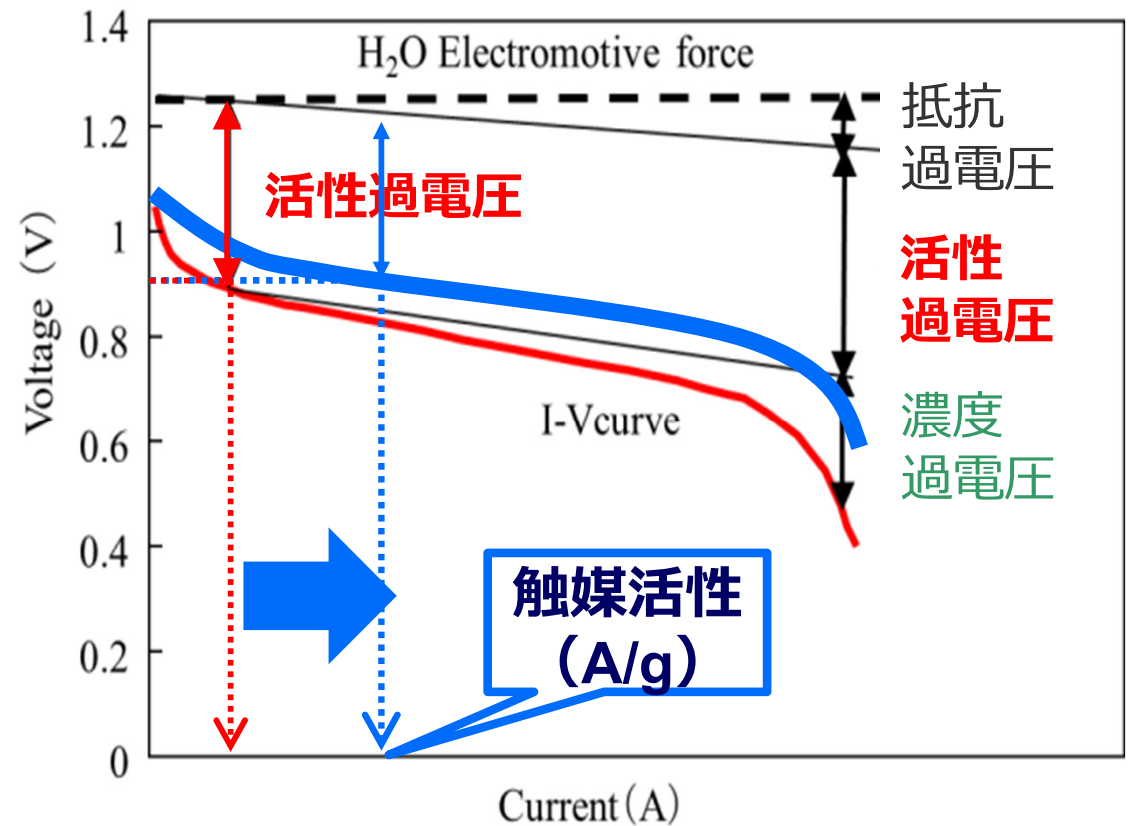
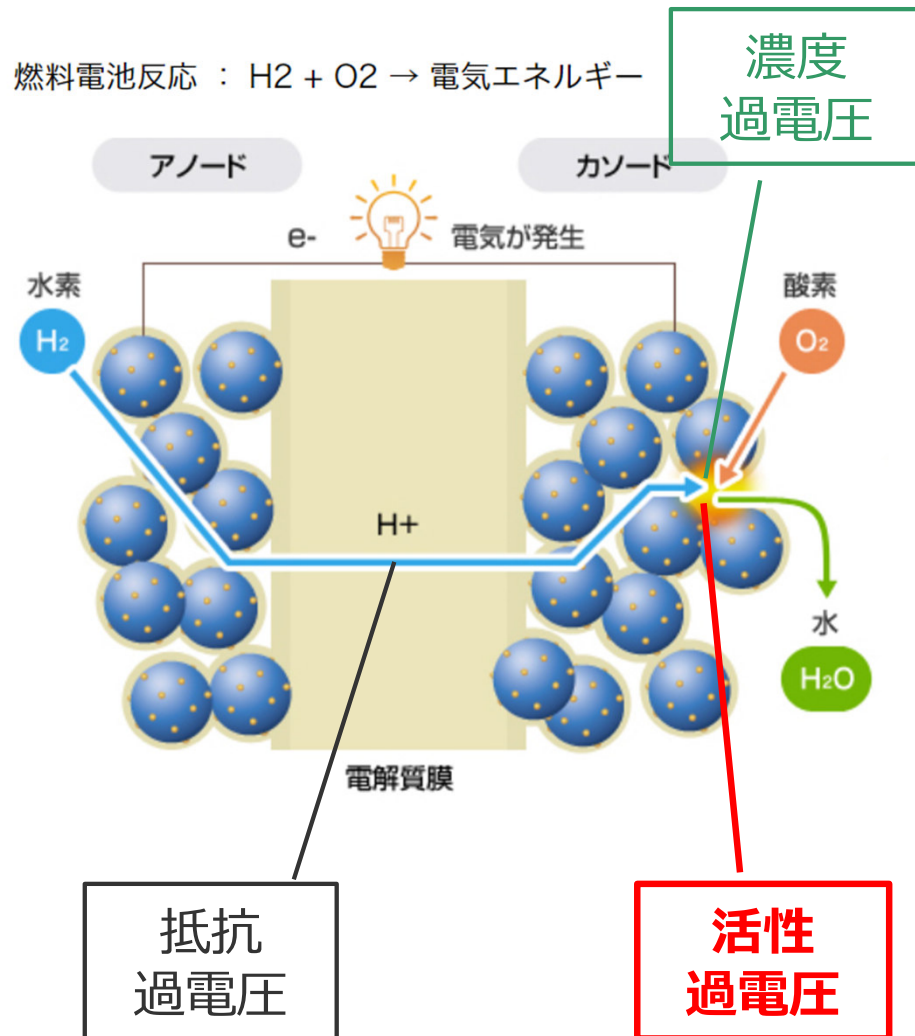
燃料電池反応： $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{電気エネルギー}$



水素と酸素を電極触媒で活性化し水と電気を生成
電極触媒は電気性能を決定する重要な部材

Ⅱ.燃料電池の性能阻害因子（反応抵抗:過電圧）

燃料電池反応： $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{電気エネルギー}$



性能向上には活性過電圧低減＝触媒活性向上が重要

Ⅱ.触媒活性向上の狙いどころ

$$\begin{array}{ccccc} \text{触媒活性} & = & \text{比活性} & \times & \text{触媒表面積} \\ (A/g) & & (A/m_2) & & (m_2/g) \end{array}$$



対策

反応効率向上

反応面積向上



カーボン内部担持

粒子微細化

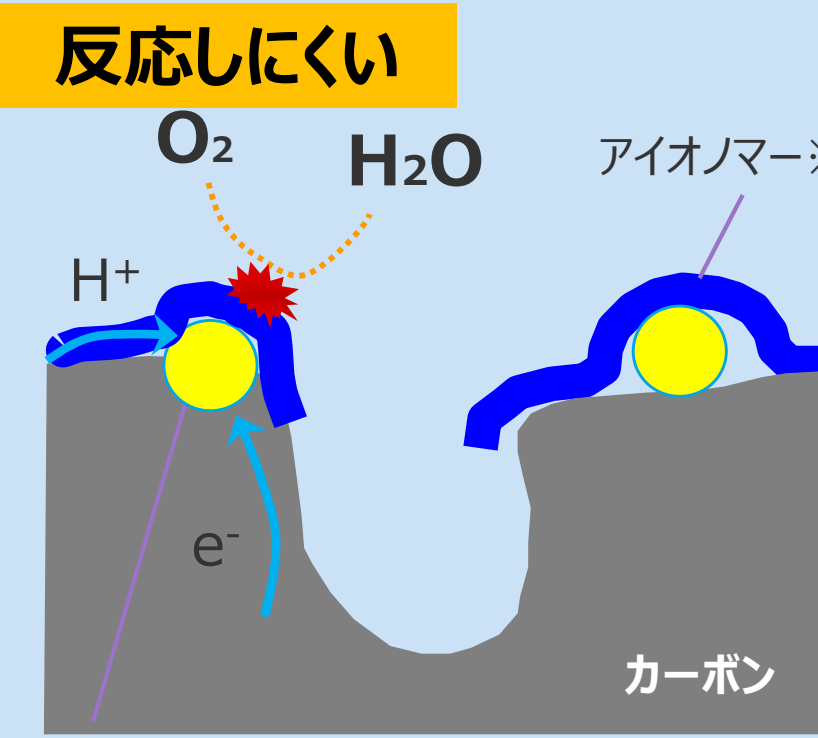
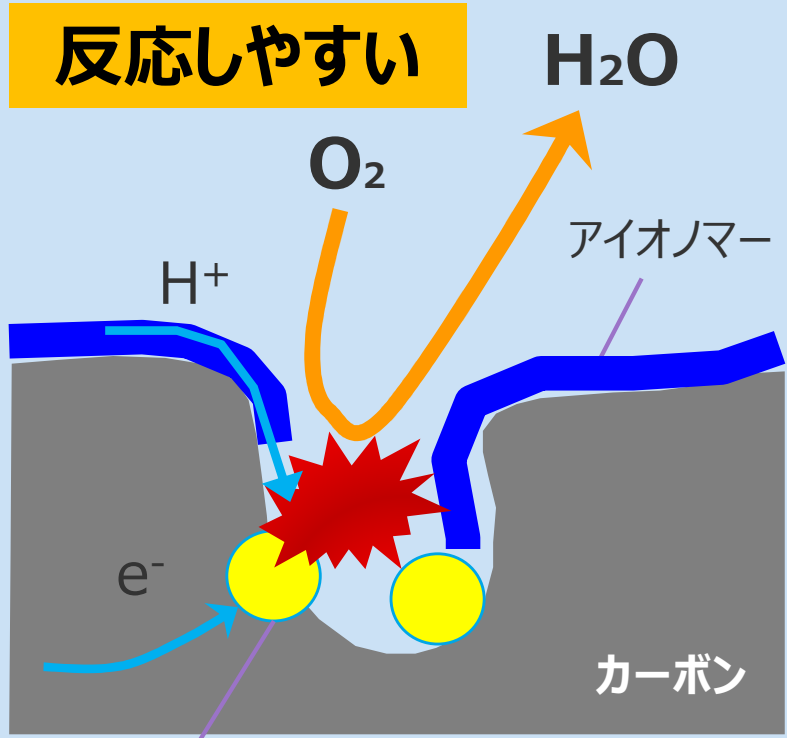
新技術
ポイント



①カーボン内部担持②粒子微細化の新技術を織り込む

Ⅱ.開発コンセプト

※：H⁺伝導機能を有する高分子でO₂は通りにくい

	従来品 貴金属が被覆	開発コンセプト 貴金属が被覆ゼロ
イメージ図	反応しにくい  この図は、従来の触媒構造を示しています。灰色のカーボン基体上に黄色い貴金属粒子が埋め込まれていますが、その表面は青い波線で表現された「アイオノマー※」で被覆されています。この被覆層が厚いため、反応物O₂とH⁺が貴金属表面に到達しにくく、反応が「反応しにくい」となっています。電子e⁻の移動も示されています。	反応しやすい  この図は、開発コンセプトの触媒構造を示しています。灰色のカーボン基体上に黄色い貴金属粒子が埋め込まれていますが、その表面は青い波線で表現された「アイオノマー」で被覆されていません。これにより、反応物O₂とH⁺が貴金属表面に直接到達し、反応が「反応しやすい」となっています。水H₂Oの生成も示されています。

カーボン内部に貴金属を担持することで
アイオノマー被覆抑制し比活性（反応効率）を向上

Ⅱ.開発品の特長

●3D-TEM観察結果

- カーボン表面の貴金属粒子
- カーボン内部の貴金属粒子
- カーボン

可視化に
成功

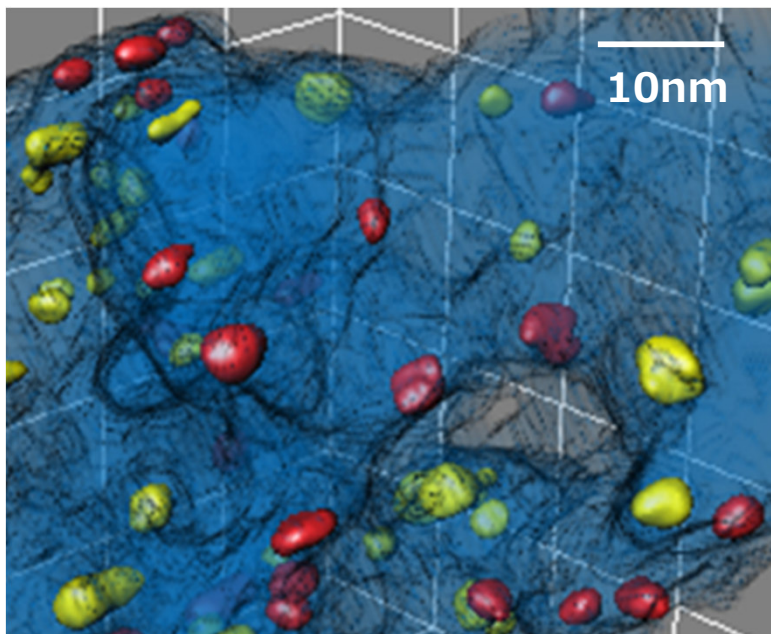


モノづくりに自信

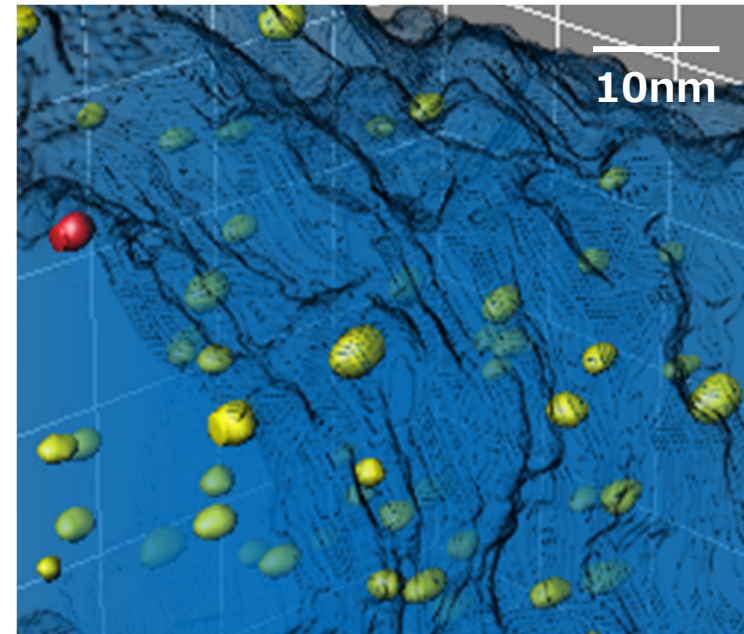


社内
3D-TEM

従来品 ～ランダム配置～



開発品 ～細孔内選択担持～



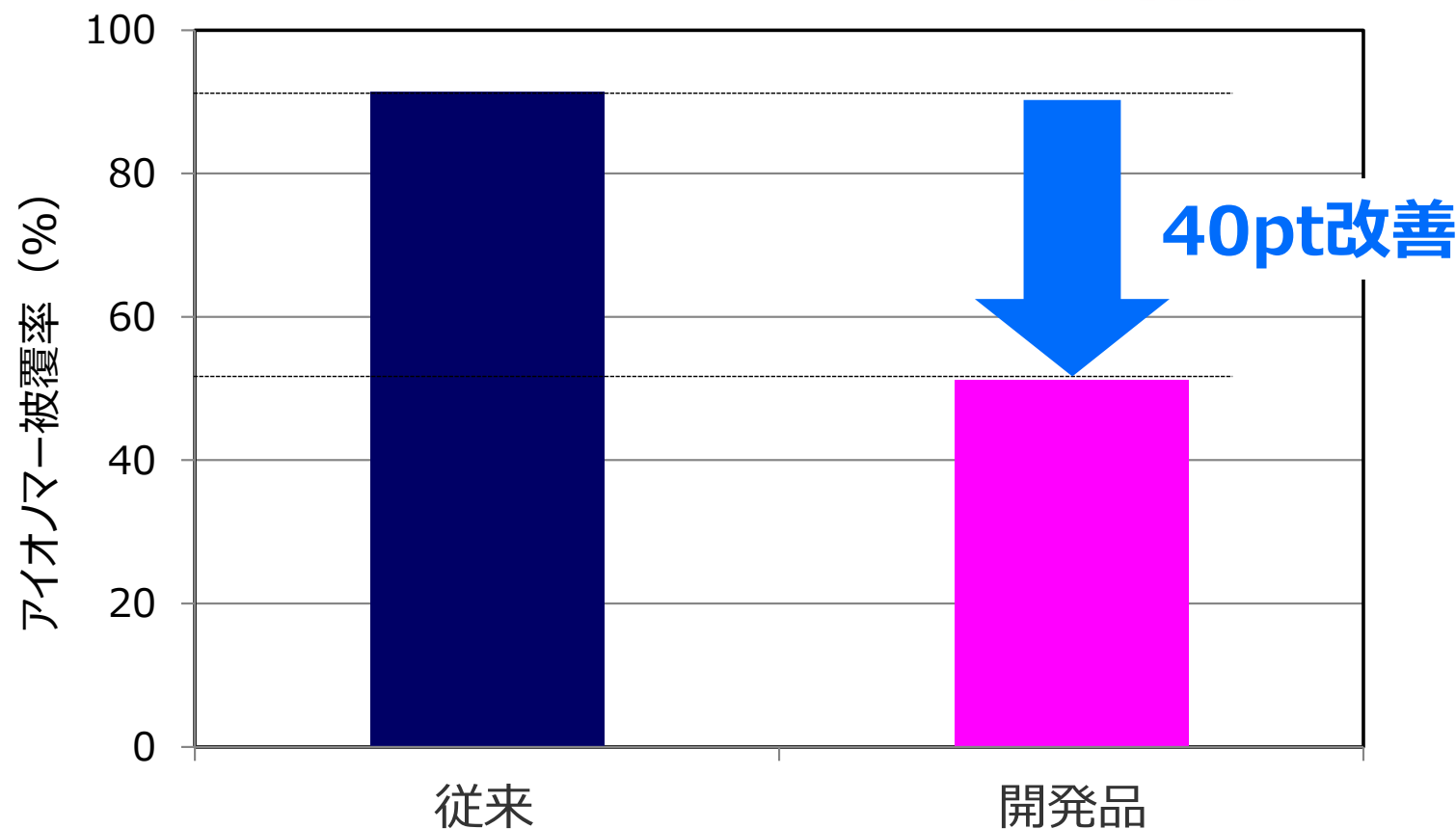
ナノサイズの貴金属をカーボン内部に配置
ラボ品だけでなく量産品の確認にも活用

Ⅱ.開発品のアイオノマー被覆抑制

●アイオノマー被覆率評価



電極解析技術

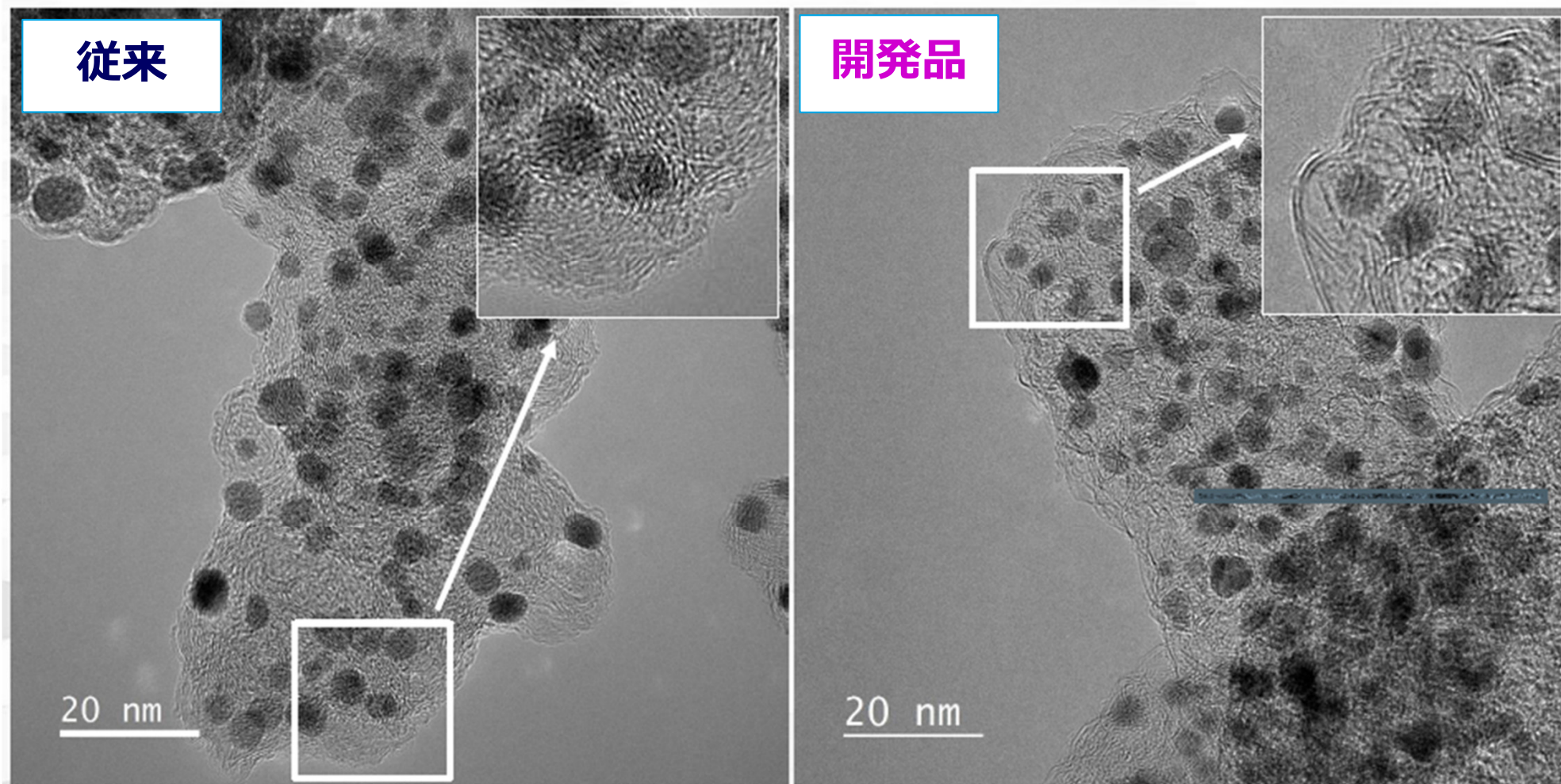


カーボン内部担持で**アイオノマー被覆を抑制**を確認

Ⅱ.開発品の貴金属粒子径

出典：FC-cubic オープンシミュウム

評価解析プラットフォーム「新型MIRAI解析の計画と状況」2021.4

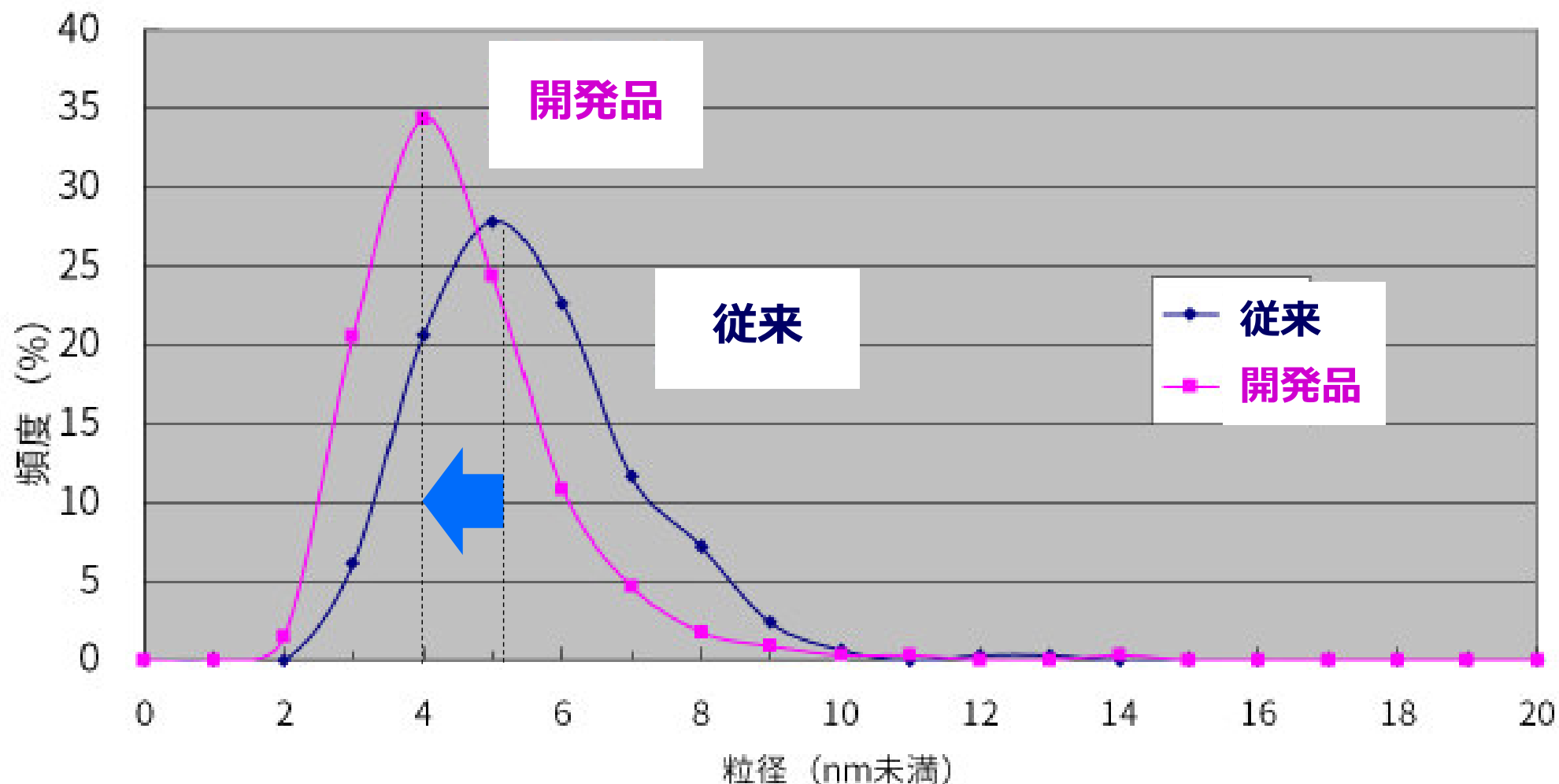


開発品は、貴金属粒子径が**小さい**

Ⅱ.開発品の貴金属粒子径

出典：FC-cubic オープンシミュウム

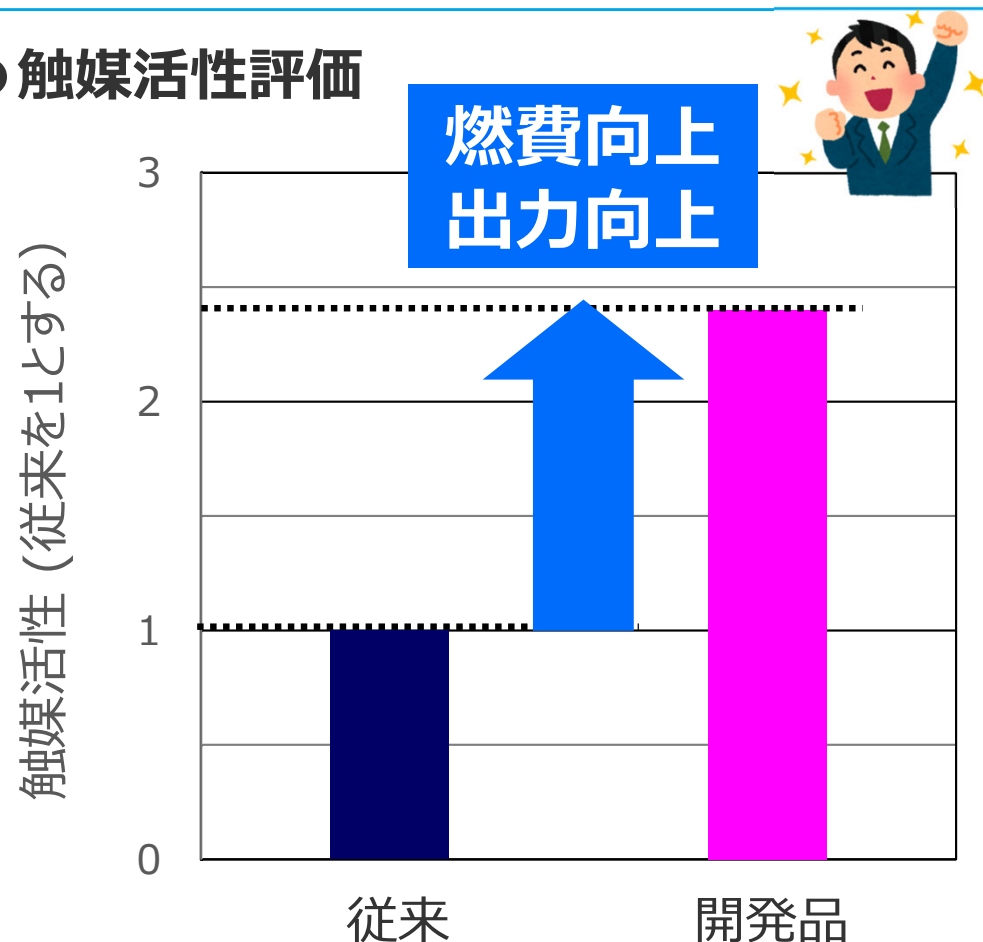
評価解析プラットフォーム「新型MIRAI解析の計画と状況」2021.4



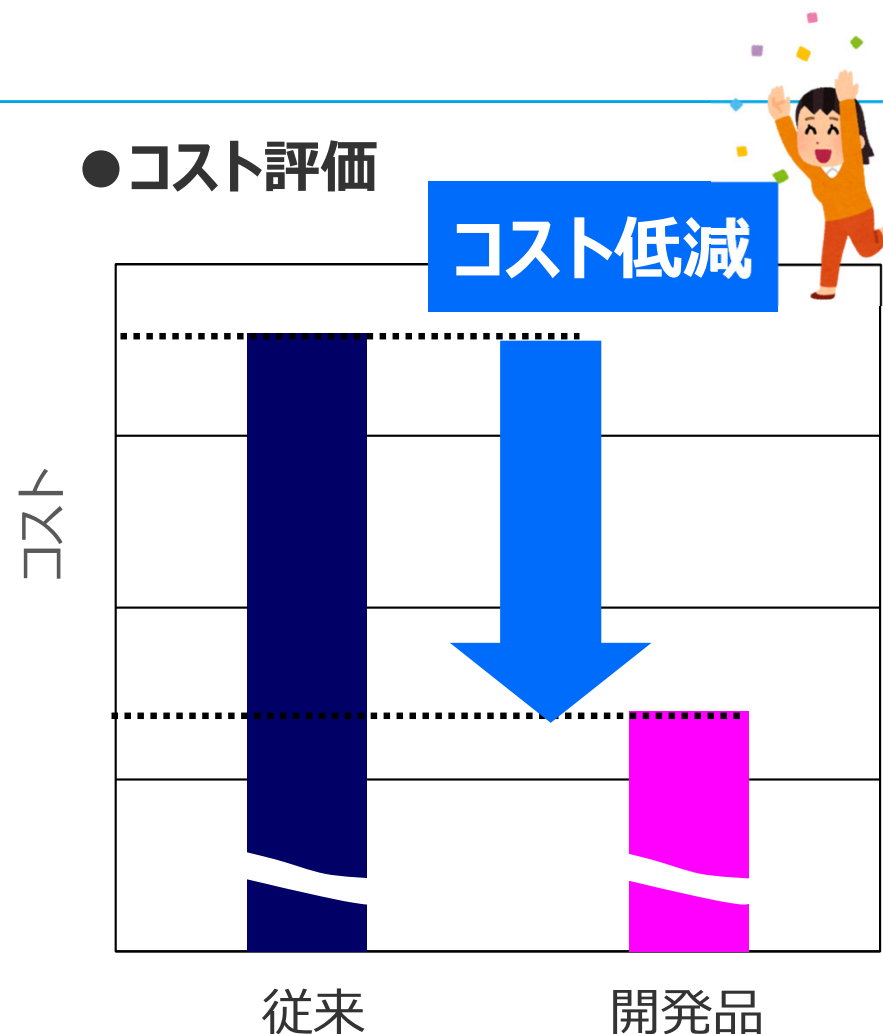
開発品の貴金属粒子は、**微細均一化**を実現

Ⅱ.開発品の効果

●触媒活性評価



●コスト評価



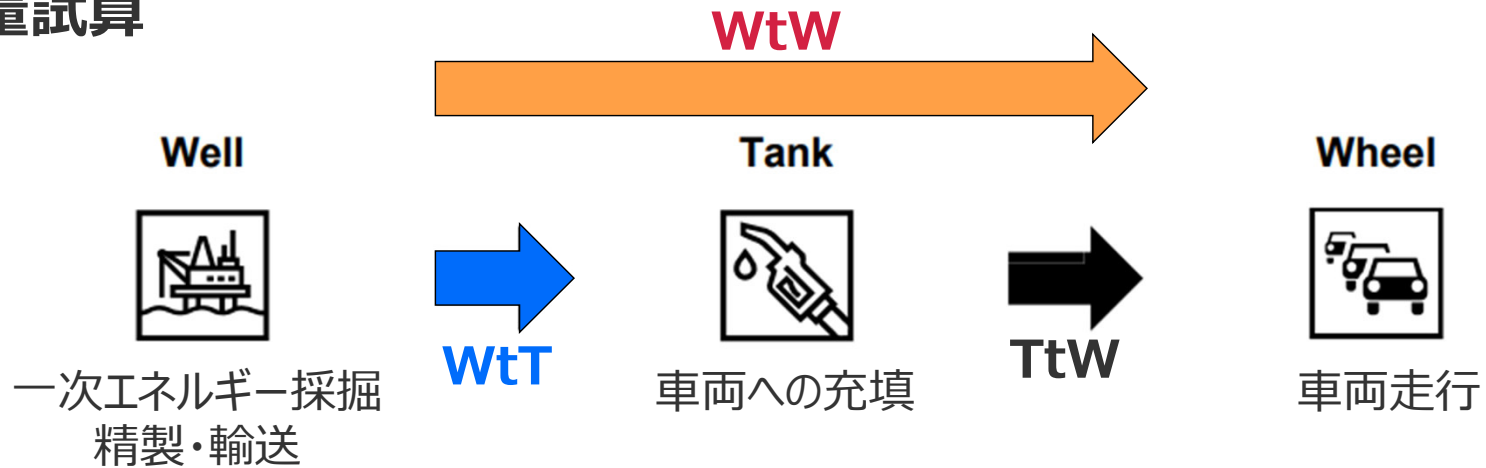
ナノサイズの貴金属をカーボン内部に配置した開発品は
性能向上と貴金属低減の両立を達成

Ⅱ.FCEVのCO₂排出量低減効果

出典：日本自動車研究所

「総合効率と GHG 排出の分析」

●CO₂排出量試算



【現状】

	2030年度CO ₂ 排出量			ガソリンを1とした場合の比率
	WtW	WtT	TtW	
ガソリン	1.3	0.2	1.1	1.00
ディーゼル	4.6	0.5	4.1	3.59
電気	0.4	0.4	0.0	0.29
水素	1.2	1.2	0.0	0.98

【目標】

	2030年度CO ₂ 排出量			ガソリンを1とした場合の比率
	WtW	WtT	TtW	
ガソリン	1.3	0.2	1.1	1.00
ディーゼル	4.6	0.5	4.1	3.59
電気	0.3	0.3	0.0	0.24
水素	0.5	0.5	0.0	0.39

(補足)燃費・電費の2030年試算値

- ・ガソリン/ディーゼル: 2030年に向けた燃費改善を折り込み済
 - ・電気: 2020年販売中のLEAFベース
 - ・水素: 2020年発売開始予定のMIRAIベース
- 電気、水素については電費・燃費改善の余地あり

車両走行中のCO₂排出ゼロ、今後WtTのCO₂低減が課題

II.FCEVの普及拡大

出典：経済産業省

カーボンニュートラルの産業イメージ



『もの』を運ぶモビリティへの普及、水素社会の拡大を目指す

II.燃料電池用電極触媒の今後の展開

出典：NEDO

燃料電池・水素技術開発ロードマップ

	2020年頃	2025年頃	2030年頃	2040年頃
普及目標	【普及台数】 1,600台強 車両導入支援 乗用車：各社単一車種 ・FCフォークリフトの導入開始(2016) ・FCバスの導入開始(2016) FCバス・フォークリフト導入規模拡大 ・二輪・商用車(トラック)への導入開始	4万台程度 20万台程度	80万台程度 多数車種へ拡大 乗用車：ホリウムゾーン向けの燃料電池自動車の投入 ・その他移動体(船舶・鉄道、産業用車両等)への更なる拡大 ・スタック、周辺機器の製造・供給プレイヤーの拡大	300~600万台 燃料電池車の自立的な普及拡大(燃料電池車の世界最速普及) ・燃料電池スタック供給による適用範囲の拡大、低コスト化の加速 スタック排熱量大幅削減 高出力密度化 低コスト高耐久化
達成性能レベル ²				
航続距離 ³	650km	燃料電池車の商品価値として航続距離の向上を継続的に追求		> 1000 km
スタック性能				
最大出力密度	3.0kW/L	4.0kW/L	5.0kW/L	
最大負荷点電圧(1セル)	0.6V			
耐久性 ⁴	乗用車無交換(15年)	乗用車無交換(15年以上)	乗用車無交換(15年以上) ／商用車無交換(15年)	(15年以上)
システム仕様				
起動条件	起動最低温度 -30℃(外気)	起動最低温度 -30℃(外気)		起動最低温度 -40℃(外気) 作動最高温度 120℃
スタックシステム	作動最高温度 90℃ 作動圧力 1.2atm、水素 St1.1 ⁵	作動最高温度 ~100℃、30%RH 作動圧力 < 1.2atm、水素 St < 1.1	起動温度の拡大、出力密度向上、作動最高温度向上、冷却性能向上、燃費向上等による車両パワーtrainとしての汎用化	エア系過給によるダウンサイジングまたは常圧運転による補機仕様緩和 水素 St=1.0付近 7.5wt%以上かつ 70L以下 ⁶ 容器形状自由度有
水素貯蔵システム(貯蔵量5kg相当の場合)	5.7wt% かつ 125L 円筒形容器	6wt% かつ 100L ⁶ 円筒形容器		
コスト ⁷	車両価格 700万円強	同車格のHV車同等価格競争力を有する車両価格の実現		大量普及に向けた最終コスト目標
FCシステム		< 0.8万円/kW	< 0.5万円/kW	< 0.4万円/kW 0.2万円/kW

ニーズの多様化

燃料電池の多様なニーズに対応できるよう開発を推進中

2021年 **超** モノづくり部品大賞

株式会社キャタラー

『燃料電池用電極触媒』

Ⅲ.カーボンニュートラルへの取り組み



Ⅲ.当社が取り組む優先課題

キャタラーサステナビリティレポート2021から抜粋

優先課題 (マテリアリティ)	目指す姿	ゴール	管理項目	2021年実績
1 大気汚染による 疾病件数の減少	触媒を製造、販売することで、大気汚染から発生する疾病の件数減少に貢献します。	3 すべての人に健康と福祉を	CO,HC,NO _x 総浄化量	6億4千8百万6875トン
2 バリューチェーンにおける環境負荷低減	製品を製造、販売することで生じる環境負荷を最小化します。	13 気候変動に具体的な対策を	CO ₂ 排出量	原単位(t-CO ₂ /千個) 2015年実績の32%以上削減
		12 つくる責任 つかう責任	廃棄物発生量	原単位(kg/千個) 2018年実績以下の維持
		6 安全な水とトイレを世界中に	水質	下記の数値を維持 pH6.6以上～8.2以下、SS:15mg/L 以下 COD:10mg/L 以下 BOD:10mg/L 以下 ・アンモニア、アンモニウム化合物、 亜硝酸化合物及び硝酸化合物70mg/L以下
		12 つくる責任 つかう責任	貴金属 (Pt,Pd,Rh) 使用量	台あたり60%以上削減(2015年比) ※ 代表触媒
3 多様性の推進	全従業員に対する働きがいのある雇用を実現します。	8 働きがい も経済成長も	・障がい者雇用率 ・新卒女性雇用率 ・女性リーダー層社員数	2.3%以上(法改正に伴い変動) 20% (毎年)以上 2018年の2倍(2023年までに)

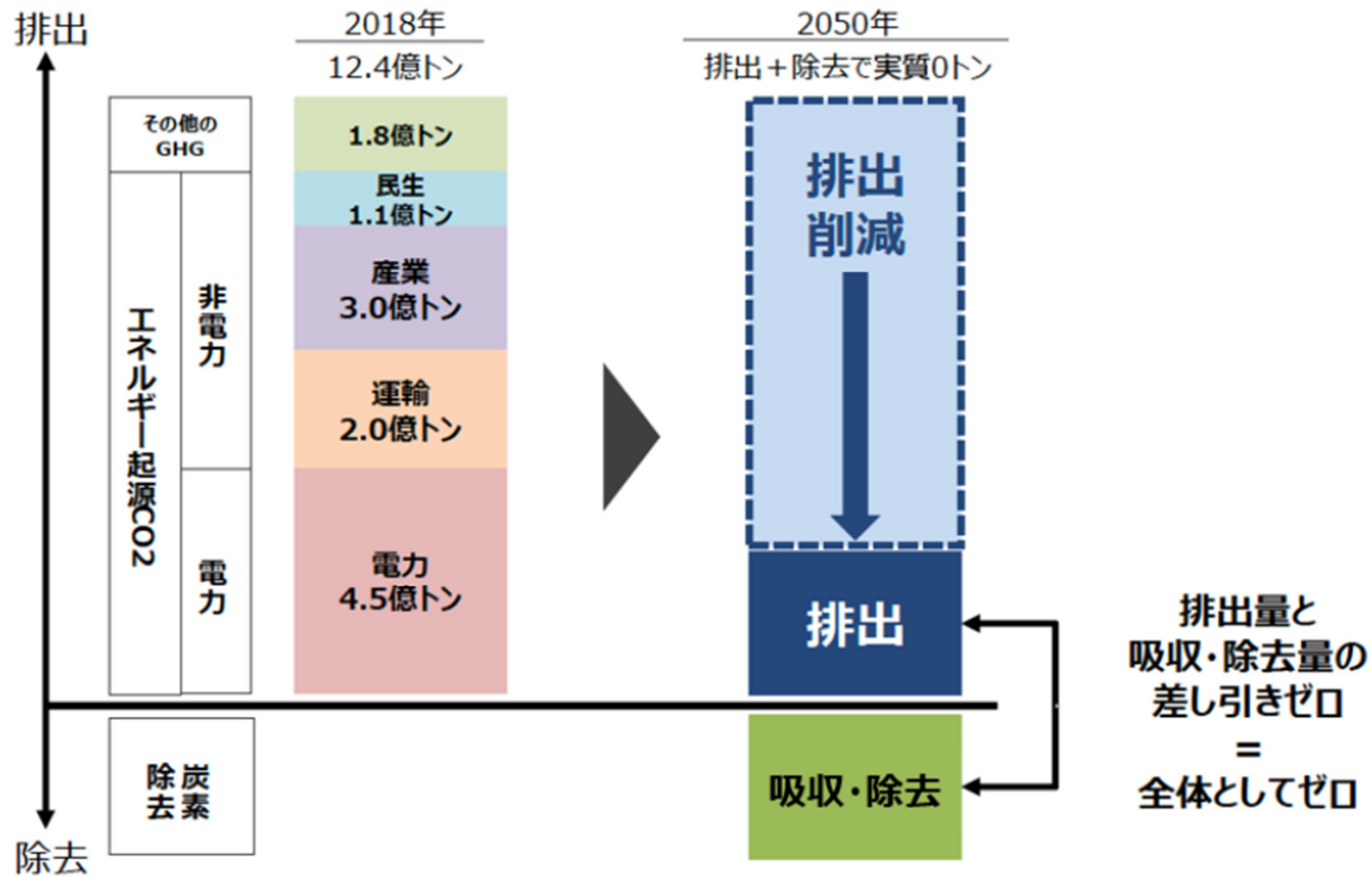
排ガス浄化触媒

優先課題としてCO₂排出低減に取り組み中

Ⅲ.カーボンニュートラル活動とは

出典：経済産業省資源エネルギー庁

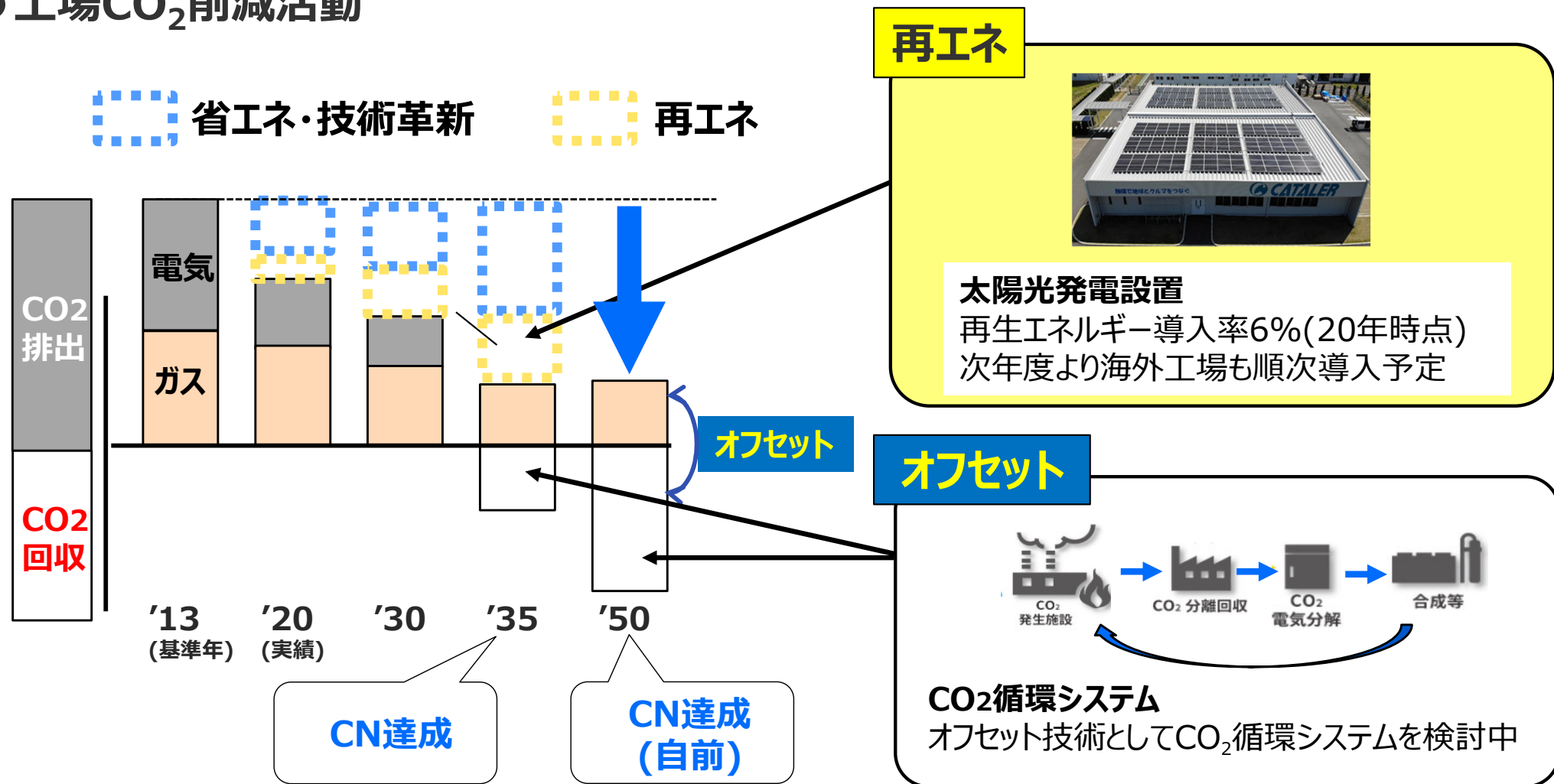
カーボンニュートラルに向けた産業政策“グリーン成長戦略”とは



排出量から吸収・除去量を差し引いた**全体をゼロ**にする

Ⅲ.カーボンニュートラルへの取り組み

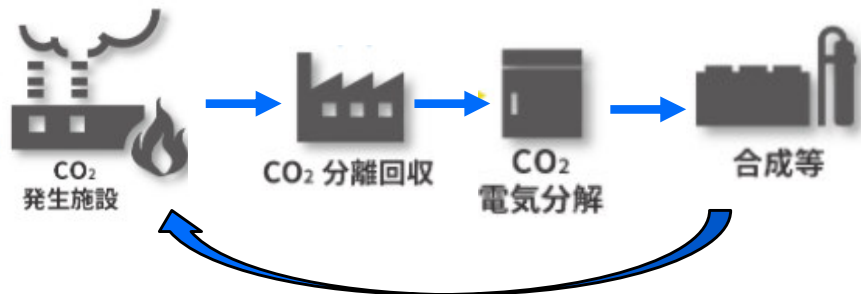
●工場CO₂削減活動



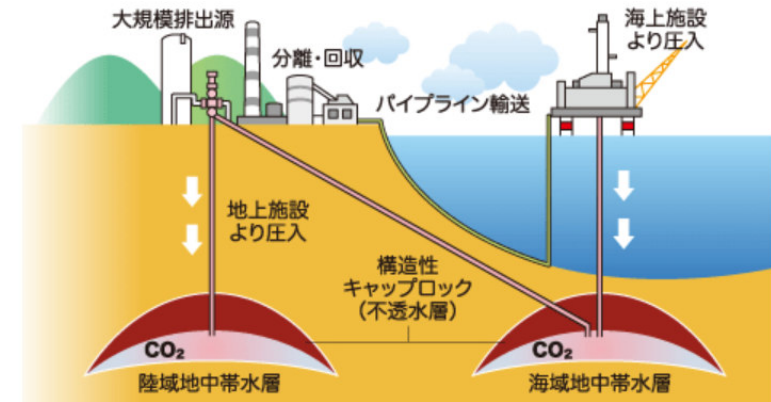
CO₂排出量削減活動は**省エネ・技術革新**と**再エネ**で対応

Ⅲ.世の中のオフセット技術（例）

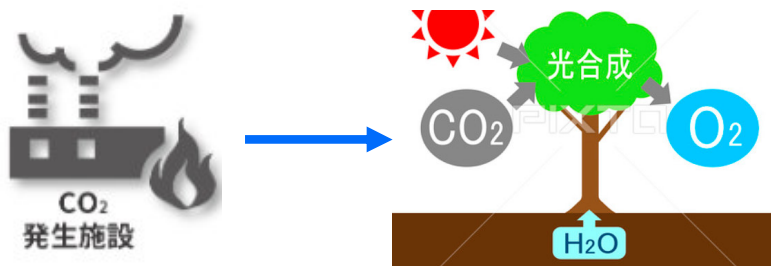
(1)CO₂回収技術＋燃料転換
(メタネーション)



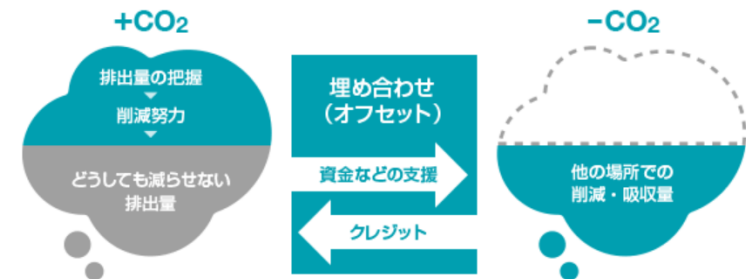
(2)CO₂回収、貯留



(3)森林光合成



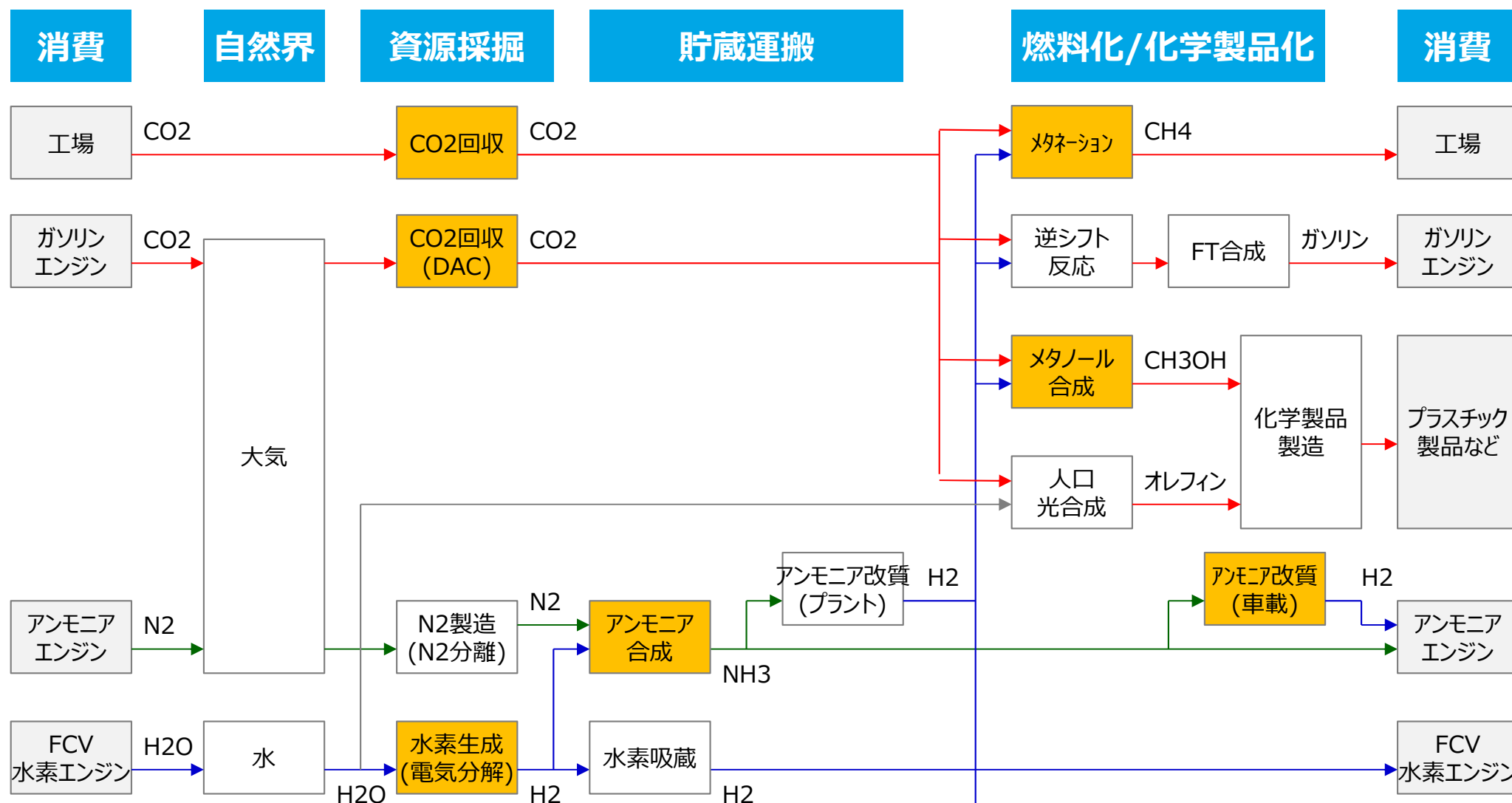
(4)排出権取引



CO₂回収・燃料転換、貯蓄に関する技術開発が必要

Ⅲ. オフセット技術フローと触媒技術活用

当社取組技術



ニーズに対応し触媒技術を活用した検討着手

まとめ

- 高性能燃料電池触媒を開発・量産し、水素社会実現に貢献
- 水素社会拡大に向け『人』だけでなく『もの』を運ぶモビリティのニーズに対応する電極触媒を開発推進中
- カーボンオフセットとして触媒技術を活用した検討着手
- カーボンニュートラル実現にむけて、一緒に協力しあい、よりよい技術を創出していきたい



お問い合わせ先：弊社HP お問い合わせフォーム
<https://www.cataler.co.jp/inquiry/?c=02>

「燃料電池用電極触媒」の紹介映像 YouTube「キャタラー*超モノづくり部品大賞」

<https://www.youtube.com/watch?v=kh-Yu6FBhSU>

