

NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ報告会

NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ (定置用燃料電池)

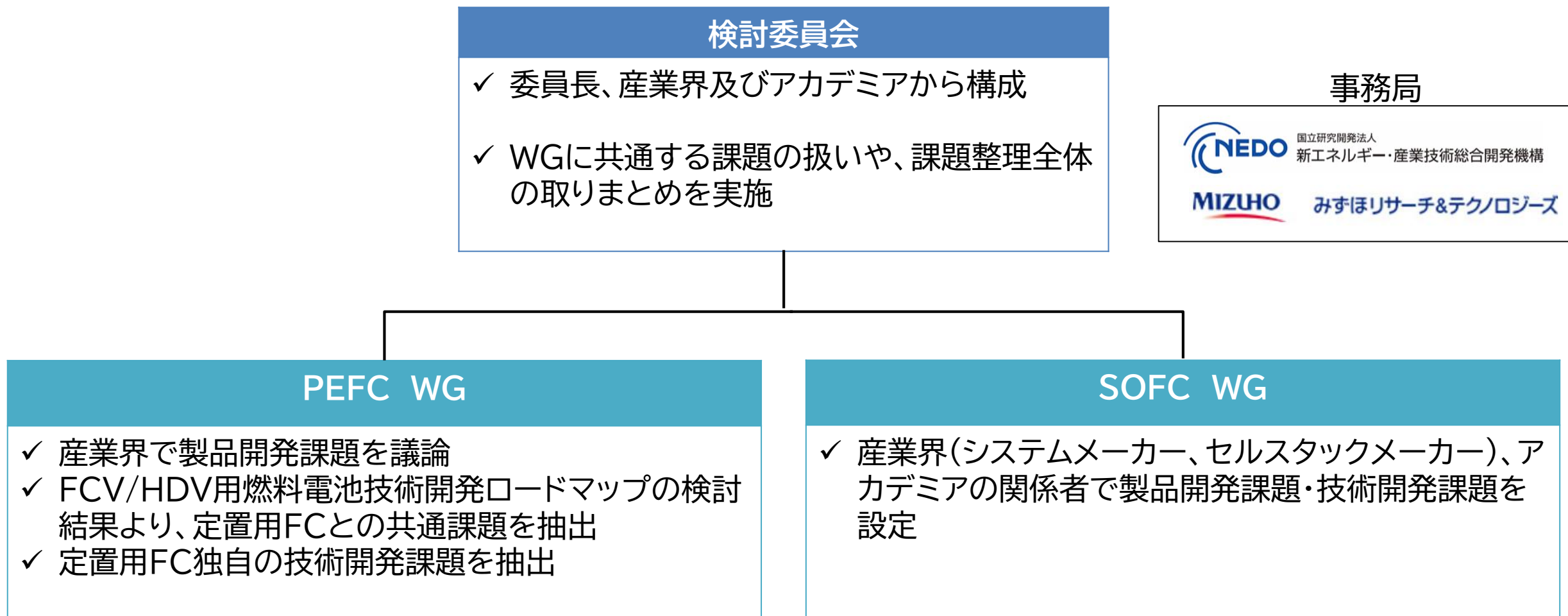
プレゼンター:山口優太(みずほリサーチ&テクノロジーズ)

NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 燃料電池・水素室
(委託先)みずほリサーチ&テクノロジーズ

1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

- 家庭用燃料電池は2009年にエネファームが商品化されて以来、2022年12月末に累積販売台数が46万台を突破。業務・産業用燃料電池も2017年に市場投入
- 「NEDO燃料電池技術開発ロードマップ」(定置用FC)は2017年に現行バージョンを公表してから5年が経過。その後、パリ協定やアフターコロナの経済成長戦略を経て、水素社会に向けた取り組みが加速する中、定置用燃料電池はデータセンターなどへの導入が進みつつあり、今後の普及拡大が期待
- このような背景の下、本調査では「定置用燃料電池技術開発ロードマップの改訂」に向けて、家庭用、業務・産業用のそれぞれに適合するPEFCとSOFCの2030年、2040年頃までに達成すべき技術課題や最新の政策・技術動向を調査するとともに、ロードマップの見直しを検討

- 「課題整理」の全体をまとめる「検討委員会」、及び詳細な議論を行うための2つの「WG」を設置し、議論を重ねてきた。



委員会・各WGの開催と、メンバーへのアンケート・ヒアリングを通じ、「課題整理」の集中的な検討を実施

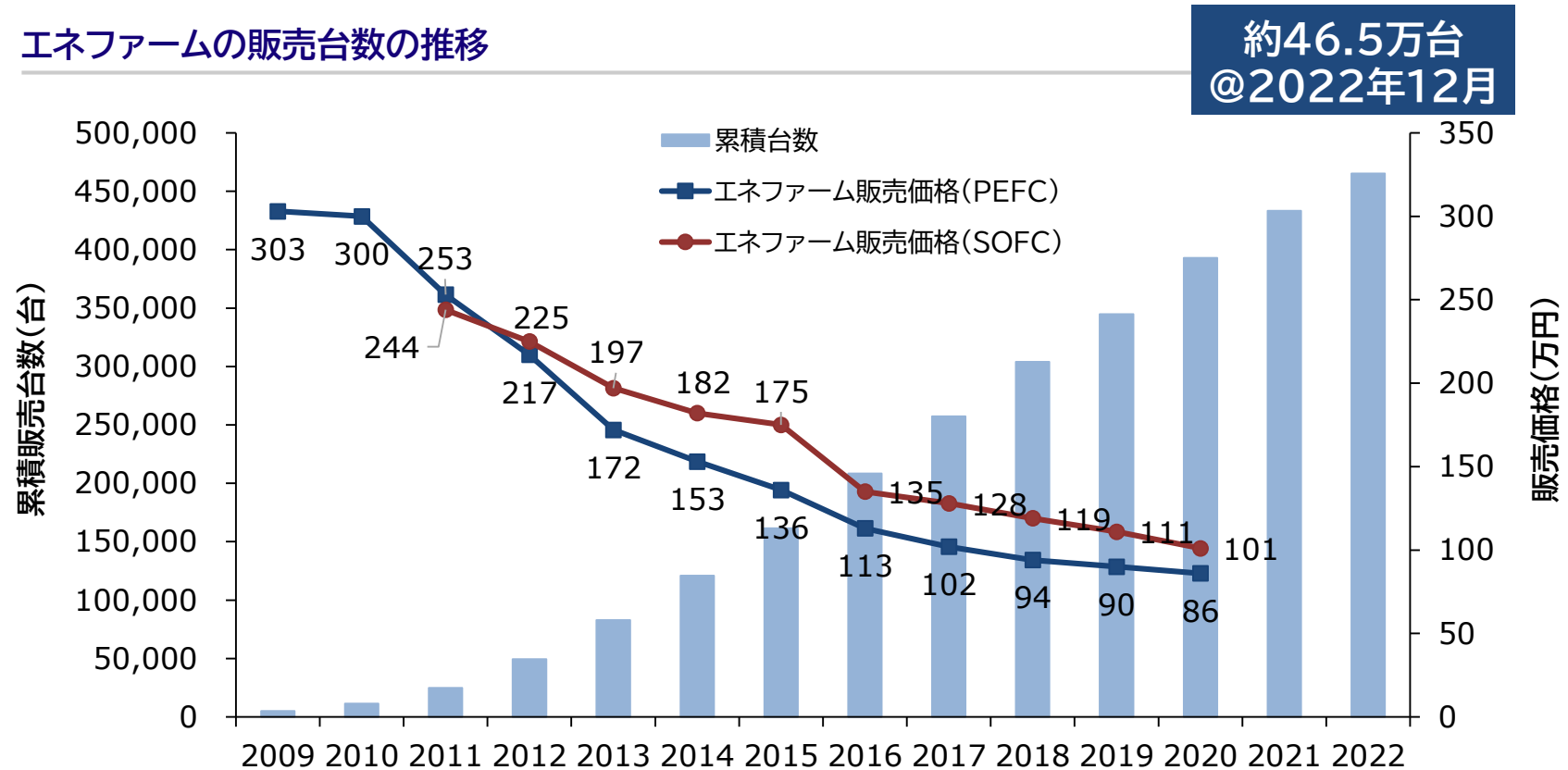
- 前回2017年に改訂された定置用FC技術開発ロードマップは、家庭用FCと業務・産業用FCの二枚構成
- 家庭用FCと業務・産業用FCは適用先は異なるものの、FCの技術開発課題は共通部分が多いことを考慮し、今回の改訂ではロードマップ構成を下記の通り設定

番号	タイトル	概要
1	家庭用燃料電池	家庭用燃料電池の <ul style="list-style-type: none"> • 普及目標/普及シナリオと製品開発課題 • 達成性能レベル(性能、価格、等) • 規制・規格課題
2	業務・産業用燃料電池	業務・産業用燃料電池の <ul style="list-style-type: none"> • 普及シナリオと製品開発課題 • 達成性能レベル(性能、価格、等)
3	PEFC技術開発課題	<ul style="list-style-type: none"> • 技術開発課題PEFC • 次世代材料開発 • 評価解析技術
4	PEFC生産技術	<ul style="list-style-type: none"> • 家庭用PEFCの生産技術目標 • 生産技術課題
5	SOFC技術開発課題	<ul style="list-style-type: none"> • 技術開発課題SOFC • 次世代セル開発
6	共通技術開発課題	<ul style="list-style-type: none"> • PEFCとSOFCの共通技術開発課題

1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

- 家庭用FCの累積普及台数は、約46.5万台に及ぶ(2022年12月末時点)
- 2009年の市場投入当初300万円程度であった販売価格は10年間で約70%低減、2019年10月に低容量400WのコンパクトSOFCが市場投入、販売価格は約86万円
- METI「第6次エネルギー基本計画2030年におけるエネルギー需給の見通し」では、2030年頃の普及台数目標値は300万台と策定

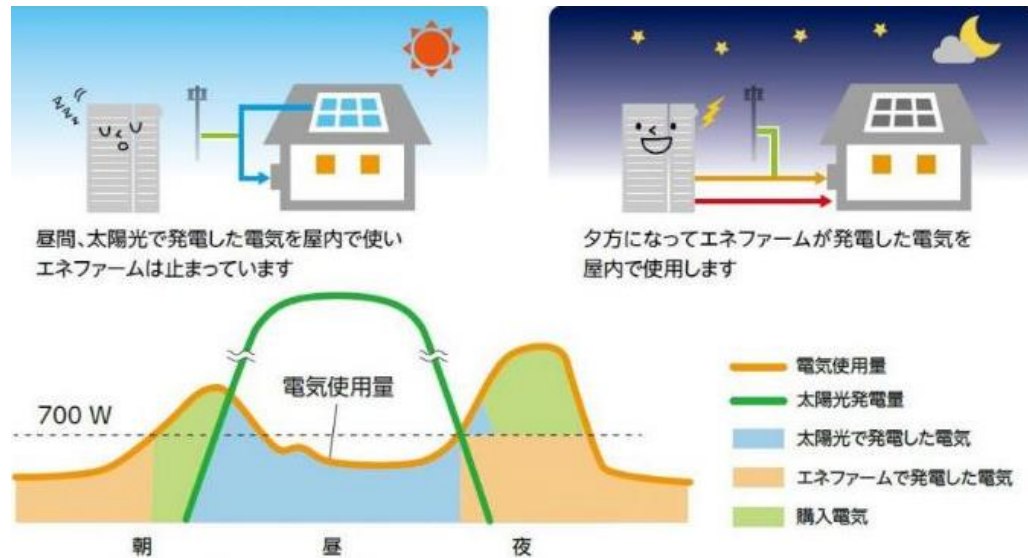
エネファームの販売台数の推移



【出典】資源エネルギー庁資料、コージェネ財団資料より、MHRT作成

- 省エネコージェネ機器としてCO₂排出量低減、将来的には燃料の低炭素化(混合ガス)、カーボンニュートラル燃料の普及に伴い、更なる低減に貢献(省エネ・低炭素化)
- 地震・水害等、災害の多い日本では停電時のバックアップ電源としての期待も大きく、レジリエンス強化により安定的な電力システムを構築(レジリエンス強化)
- 再生可能エネルギー普及に伴い、分散化したエネルギーリソースを束ねて遠隔で発電所のように制御(VPP)、電力供給構造の変化に伴う系統混雑や電力品質の調整力として機能(再エネ電源の調整力、VPP・DR対応)
- 水害対策等の観点から壁掛けや高い位置での設置が求められる、また初期投資費用低減に向けては、工事費の低減も重要(設置・工事容易性)

エネファーム天気連動イメージ



【出典】ウェザーニューズHP

大阪ガス「エネファームtype S」の小型化



小型化により新築集合住宅への更なる普及拡大が期待

【出典】SOFC/ SOEC課題共有フォーラム「エネファームの普及拡大に向けた取り組み」(株式会社アイシン)

■ 発電効率

- PEFCの総合効率がおおよそ100%に迫る中、総合効率の目標設定は削除。代わりに、総合効率に関連する指標として、省エネ性に関する課題を整理
- 高効率次世代型(SOFCオフガスリサイクル、PCFC)で、発電効率65%@2035年、70%@2040年を目指す

■ システム価格

- METI「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では、2025年のシステム価格目標として、ユーザーの投資回収年数5年レベルを設定(システム価格約50万円)
- 2035年以降は、50万円以下のシステム価格を維持しつつ、発電効率や耐久年数等、更なる性能向上を目指す




家庭用FCの達成性能レベル

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
達成性能レベル	電力・熱需要に応じた高効率エネルギー供給、CO ₂ 排出量削減が可能			
発電効率*4	38~55% (最高効率PEFC:40%、SOFC:55%)	40~55%	40~60%以上 高効率次世代型*5:65%	45~65%以上 高効率次世代型:70%
耐久年数*6	10年	10年以上	15年	15年以上
システム価格*7 (標準機タイプ)	PEFC:86万円(2020年度) SOFC:101万円(2020年度)	ユーザーの投資回収年数の低減 (7~8年レベルのコスト ⇒ 5年レベルのコストへ)	50万円以下	

【備考】

- *4 「発電効率」はLHVで記載。家庭用FCとして製品が多様化することを想定し、数値はPEFCとSOFCを区別せずに幅をもって記載
- *5 高効率次世代型はPCFC、オフガスリサイクルSOFCの技術で目指す努力目標として記載
- *6 「耐久年数」は、所定の耐久年数後において定格運転時における出力維持および電圧低下量が初期から10%以内を満たす条件
- *7 「システム価格」は700W級家庭用燃料電池システムの標準機タイプ、流通費および設置費を含むエンドユーザー負担額

■ 日本、欧州、韓国における家庭用FCの技術目標(コスト、発電効率、耐久性、等)@2030年は以下のとおり

エリア	システムコスト	発電効率 (LHV)	耐久性	達成時期	導入目標
日本 	50万円以下 (約70万円/kW※)	40-60%以上	15年	2030年	エネファーム 300万台 (2.1GWの総出力※)
欧州 	49万円/kW (0.3-5kW)	39-65%	15年	2030年	
韓国 	170万円/kW	-	-	2022年	2040年までに 2.1GWの総出力

【出典】以下の資料よりMHRT作成(1ドル=130円、1ユーロ=140円、1ウォン=0.1円で換算)

- (米国)DOE 2019 Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting
- (欧州)EC Guidelines for programme-level target setting 2020
- (韓国)水素経済活性化ロードマップ

※エネファーム1台700Wと仮定して、MHRT試算

- 三浦工業(4.2kW)と京セラ(3kW)が業務用SOFC(低圧)、三菱重工が250kW級のSOFCとマイクロガスタービン(MGT)とのコンバインドシステム(高圧)、2021年4月に日立造船が20kW級を市場投入
- パナソニックのRE100化ソリューション実証試験では、純水素利用PEFC、太陽光発電、蓄電池を活用し草津燃料電池工場製造部門の全使用電力を賄うとともに、3電池連携による最適な電力需給運用に関する技術開発・検証

業務用燃料電池システム(三浦工業・日立造船)

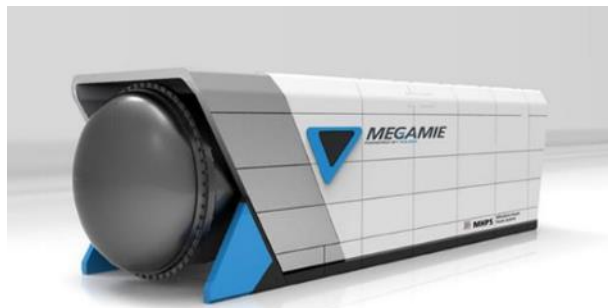


【出典】三浦工業HP



【出典】日立造船(Hitz)技報

SOFC+MGTコンバインドシステム(三菱重工)



【出典】三菱重工業HP

純水素型PEFC (東芝エネルギーシステムズ)



【出典】東芝エネルギーシステムズHP

RE100化ソリューション実証 (パナソニック)



H2 KIBOU FIELD (草津工場内)

Panasonic

太陽電池
(約 570kW)

蓄電池
(約 1.1MWh)

水素タンク
(7万8千L)

純水素型PEFC
495kW(5kW×99台)

【出典】パナソニックHP

- 自然災害などによるライフライン遮断時のレジリエンスの役割(レジリエンス強化)
- 最高効率を達成するコージェネ機として、熱需要が必要な設備への普及、及び高発電効率が活かせるモノジェネ市場への拡大(熱マネジメント高度化、高発電効率化)
- 次世代セルスタックの製品化
 - 発電を主としながら、電力に余剰があるときに水素製造するrSOC(リバーシブル固体酸化物形燃料電池-水蒸気電解セル)システムの実用化
 - SOFCの排ガスや燃料改質の際に発生するCO₂を回収するCO₂分離回収型FCの実用化

コージェネレーションのレジリエンス強化活用事例

○さっぽろ創世スクエア(北海道札幌市)
 2018年北海道胆振東部地震では、道内全域が停電する中、入居するオフィスや隣接する札幌市役所本庁舎等への電力・熱の供給を継続。



○むつざわウェルネスタウン(千葉県睦沢町)
 2019年台風15号による大規模停電時において、再エネとコージェネを組み合わせ、道の駅及び各住宅に対して電力供給を継続。



rSOCモジュール



【出典】第31回基本政策分科会資料、第32回基本政策分科会資料

【出典】SOLIDpower「グリーンモビリティシンポジウム」

- 純水素型PEFCの達成性能レベルは、燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)の検討結果を基に設定
 - 現状、先行開発フェーズとして市場投入、2030年には所定の水素価格におけるグリーンな系統電力同等の発電単価を目指す
- 業務・産業用SOFCの達成性能レベルでは、SOFCの高い発電効率を活かし、家庭用FCと同等以上の発電効率を目指す。システム価格は、競合製品となるガスエンジンなどに比べて優位性が低いため、より一層の経済性向上が必要

業務用FCの達成性能レベル





	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
達成性能レベル (純水素型PEFC)			量産	自立・普及拡大
発電効率	50～55%		60%	65%
耐久年数			15年	15年
達成性能レベル (SOFC)	実証機より低価格帯で導入開始、導入メリットが高い潜在的ユーザーを拡大しつつ継続的に価格を低減			
発電効率	50～55%	55%以上	60%以上	70%以上
耐久年数	10年	10年以上	15年	15年以上
システム価格	100万円/kW	低圧: 100万円/kW以下 高圧: 50万円/kW	低圧: 50万円/kW 高圧: 30万円/kW	低圧: 50万円/kW以下 高圧: 30万円/kW以下

- 中容量ハイブリッドシステム(数100kW～数MW級)、大容量コンバインドシステム(数10MW以上)は、2016年6月策定のMETI「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」に基づき設定(GTFC:ガスタービン燃料電池複合発電、IGFC:石炭ガス化燃料電池複合発電)

中容量ハイブリッドシステム・大容量コンバインドシステムの達成性能レベル

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
中容量ハイブリッドシステム (業務用・産業用) (数100kW～数MW級)	・ 2017年 250kW級 市場投入(運転圧力0.23MPa)		中容量ハイブリッドシステムの普及拡大	
大容量コンバインドシステム (事業用・自家発電用) (数10MW～)	・ 中型GTFCの要素技術確立 ・ CO ₂ 分離・回収IGFC実証		・ GTFC初期導入(技術確立) ・ IGFC初期導入(技術確立)	
IGFC、GTFCの普及拡大				
達成性能レベル				
発電効率	中容量ハイブリッド: 55%		中容量ハイブリッド: >60% GTFC: 63% IGFC: 55%	中容量ハイブリッド: >75%
耐久年数(見通し)	中容量ハイブリッド: 10年	GTFC: 10年 IGFC: 5年	中容量ハイブリッド: 15年 大容量コンバインド: 15年	
システム価格*2	中容量ハイブリッド: 数100万円/kW ⇒ 30万円/kW(数10MW/年 生産ケース)	大容量コンバインド: 数100万円/kW	中容量ハイブリッド: <30万円/kW(数100MW/年 生産ケース) 大容量コンバインド: 量産後従来機並みの発電単価(数100MW/年 生産ケース)	

■ 日本、米国、欧州、韓国における業務・産業用FCの技術目標(コスト、発電効率、耐久性、等)@2030年は以下のとおり

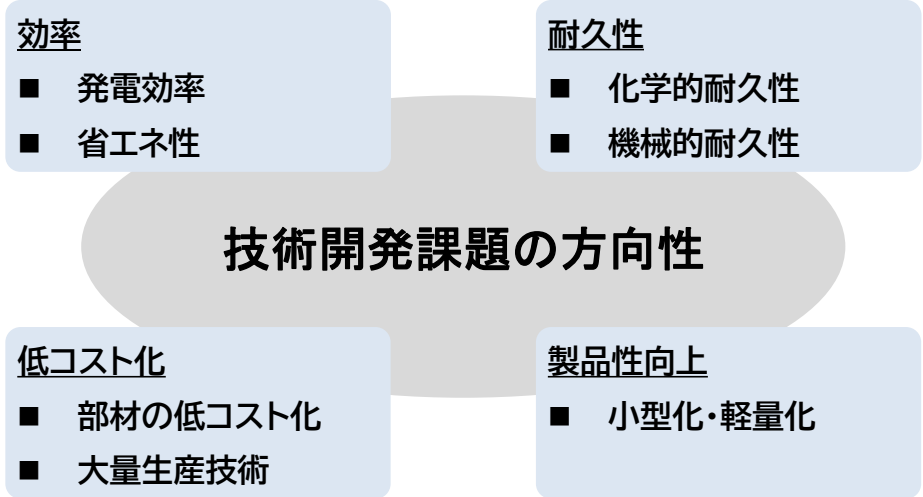
国・地域	システムコスト		発電効率 (LHV)	耐久性	達成時期	導入目標
日本 	50kW未満	50万円/kW	60%超	15年	2030年頃	—
	50kW以上	30万円/kW				
米国 	100kW-1MW	11.7万円/kW (\$900/kW)	50%	5年	2025/ 2030年	—
欧州 	5-400kW	21-56万円/kW (€1,500-4,000/kW)	50-65%	15-20年	2030年	—
	0.4- 30MW	16.8-24.5万円/kW (€1,200-1,750/kW)	50%	25年		
韓国 	発電施設	38万円/kW	—	—	2022年	2040年まで に発電施設用 15GW

【出典】以下の資料よりMHRT作成(1ドル=130円、1ユーロ=140円、1ウォン=0.1円で換算)

- (米国)DOE 2019 Annual Merit Review and Peer Evaluation Meeting
- (欧州)EC Guidelines for programme-level target setting 2020
- (韓国)水素経済活性化ロードマップ

1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

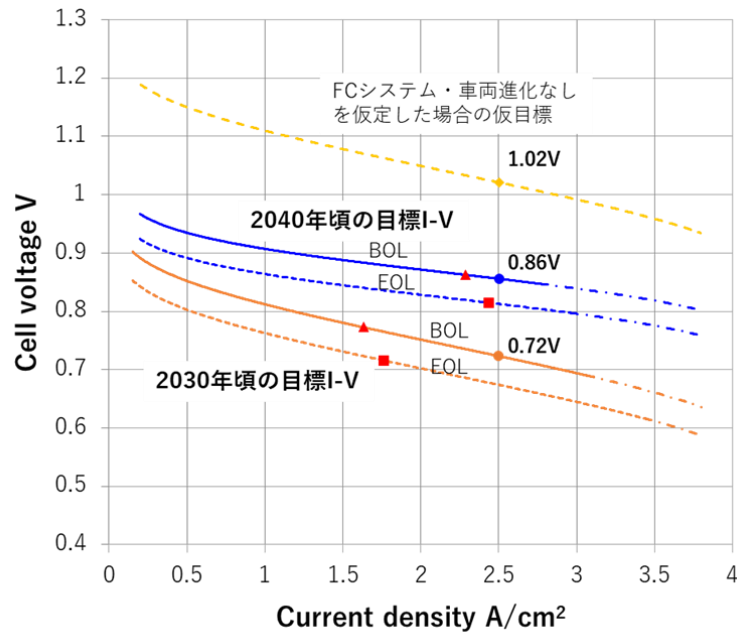
- 定置用FCでは高温化すると蓄熱量が増え、一次エネルギー削減率が向上し、省エネ性を高めることが可能(高温作動運転)
※排熱の回収効率を考慮し、**最高温度80~90℃程度**が妥当
- 高効率純水素型システム(発電効率65%以上@2040年)実現に向けては、FCV・HDV用と同様に、次世代材料開発やDX技術を用いた材料・プロセス探索や現象・機構解明が必要
- 定置用では特に、一定出力で長時間運転といった使い方が想定され、**高出力における連続運転時の安定性向上**が重要



項目	定置用独自の技術開発課題
電解質膜材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ ラジカルクエンチャー改良による膜の高耐久化 ・ 反応ガスのクロスリーク抑制
電極触媒	<ul style="list-style-type: none"> ・ セルスタックの高効率化に伴い、カソード触媒の高電位耐性
セパレータ	<ul style="list-style-type: none"> ・ セパレータの薄膜化 ・ 加熱硬化の必要ない材料開発
燃料系	<ul style="list-style-type: none"> ・ 硫黄耐性がある触媒や、システム前で簡易かつ安価に脱硫出来るシステム開発 ・ セルスタックや改質器の耐久性向上や、吸気フィルターの不純物除去機能 ・ 水質ロバスト(高硬度水への対応)
実用化技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ セルスタック・システムのコンパクト化・軽量化 ・ 不可逆的な吸着種への対策 ・ 補機類の小型化 ・ 小型水素専用循環ポンプ開発

- 発電効率60%, 65%を達成するためには、FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップの目標I-V特性の中で、2030年頃(2021年度策定)、2040年頃(2022年度策定)の目標I-Vに近い性能が求められる
- ※定量的に目標I-V特性を設定するには、システム仕様の検討から、具体的な定格電流密度および電圧の決定が必要
- 【電極触媒(空気極)】FCV・HDV用と同様に、触媒活性を向上
- 【電解質材料】長時間耐久性を重視
- 【触媒層・MEA】新規触媒材料に対応したMEAや触媒層の作製方法、GDL/セパレータの検討
- ⇒ 従来の実験・解析に加え、DX活用による材料探索の加速、解析・計算科学(シミュレーション)の高度化を推進し、開発加速

FCV・HDV用FCの目標I-V特性



【出典】FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップ(解説書)図2.2.4-6

純水素型PEFCの技術開発課題(次世代材料開発)

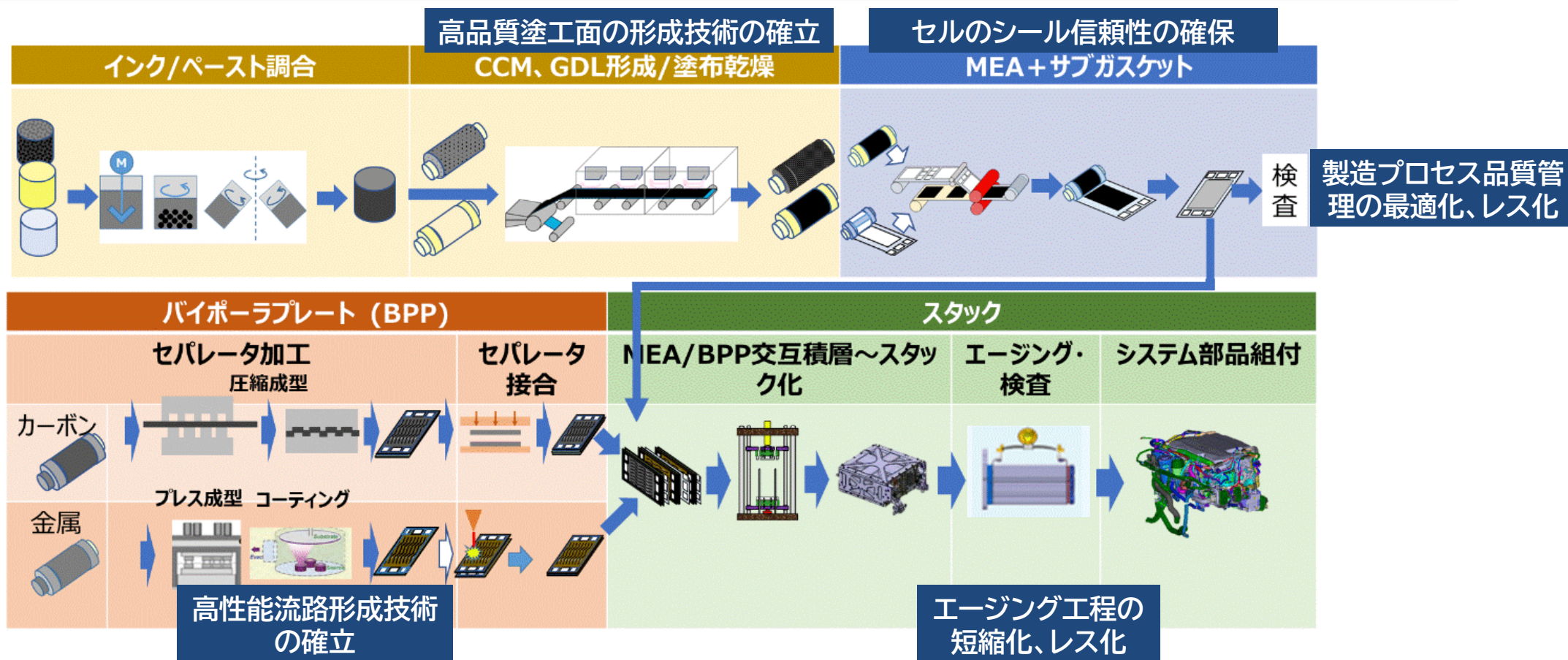
	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
次世代材料開発(～2040実用化)*3		【2025年までに達成すべき課題】	【2030年までに達成すべき課題】	【2040年までに達成すべき課題】
電極触媒(空気極)	<ul style="list-style-type: none"> • 現行原理の極限の貴金属触媒(単原子層、Volcanoの頂点) • 新奇貴金属活性サイト(ハイブリッド化によるヘテロ界面サイト) • 超低白金(単原子/数原子触媒活性サイト) 		<ul style="list-style-type: none"> 加速アイテム: 計算による設計、MI、自律実験 加速アイテム: 計算スクリーニング、MI、自律実験、局所構造計測 	
電解質材料	<ul style="list-style-type: none"> • 非白金(酸化化物等、貴金属に代わる新奇表面サイト) 	<ul style="list-style-type: none"> • 機能性補強層材料、ラジカルエッチ探索 • 高耐久・高機能電解質膜・アイオノマー開発 	<ul style="list-style-type: none"> 加速アイテム: 計算スクリーニング、MI、自律実験 	
触媒層・MEA等	<ul style="list-style-type: none"> • 触媒層、MEA、GDL、流路形成(セパレータ) 		<ul style="list-style-type: none"> 加速アイテム: 計算による設計、MI、PI、自律実験、局所構造計測 	<ul style="list-style-type: none"> • 新材料系触媒層、触媒層対応GDL/セパレータ検討 • 新材料MEA製造プロセス検討 • 新材料触媒層、GDL/セパレータ最適設計 • 新材料MEA量産技術開発

【備考】

*3 次世代材料開発では空気極触媒の大幅な活性向上、電解質膜の更なる高耐久化が主な開発ターゲット(特に触媒材料開発の方向性は「FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップ」の解説書2.6.4節を参照)

- 2030年頃のエネファーム普及台数目標値300万台を達成するために必要な生産技術目標を設定
 - 国内の燃料電池スタックの製造能力を段階的に拡大
 - 生産速度は、枚葉工程20秒/セル単位⇒1~2秒/セル単位@2030年
 - 2030年にかけて現状の加工費、材料費を70%程度削減

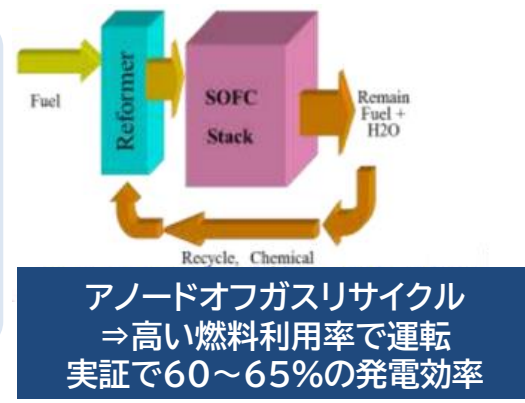
燃料電池スタック生産工程ごとの開発のポイント



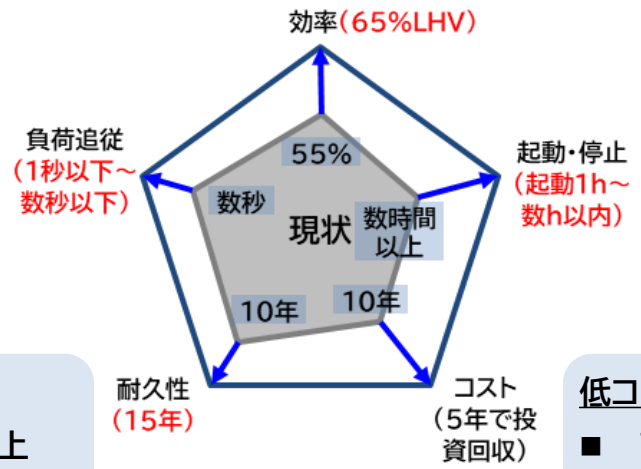
1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

- 現在製品化されているセルスタックの製品性向上と、現在研究開発段階の次世代型セルスタックの二つの方向性が存在
- SOFCの基本技術はセルスタックであるため、セルスタックができた段階で次世代セルスタック技術は現行型へ適用

- ### 高効率化に係る技術開発課題
- モノジェネを実現する超高発電効率化
 - セルデザイン改善、スタッキング改善
 - 次世代セル開発
 - 高燃料利用率対応技術の開発(オフガスリサイクル等)
 - PCFC



- ### 負荷追従性向上に係る技術開発課題
- 運用性向上(負荷追従性、部分負荷率向上、VPP対応)
- ※詳細は共通技術開発課題で整理

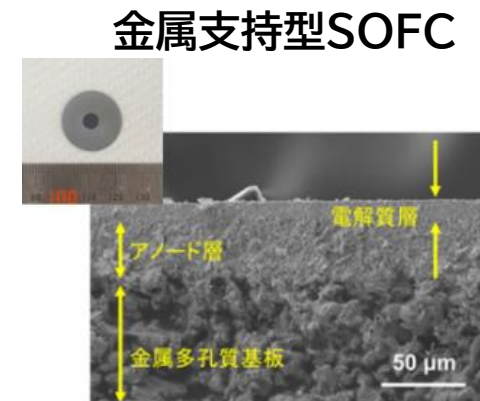


- ### 強靱化に係る技術開発課題
- 運用性向上(起動停止)
 - 次世代セル開発
 - 金属支持型の開発
-
- カソード
電解質
アノード
サポートメタル

- ### 長寿命化に係る技術開発課題
- セルスタック・モジュール耐久性の継続的な向上
 - 金属系インターコネクタ材耐久性向上
 - 周辺機器(補機類、電力変換装置等)の高耐久化
 - 燃料種毎の耐久性向上(不純物・窒化耐性)
 - 燃料利用率向上(高燃料利用率耐性向上)

- ### 低コスト化に係る技術開発課題
- 高出力密度化による低コスト化(モノジェネへの適用)
 - 廉価な部材(次世代セル低温作動、希少元素リサイクル)
 - 製造プロセス(インクジェット、3Dプリント等)
 - 量産技術確立(ロールツーロールプロセス等)
 - 補機類(ブロワ、流量計、弁、熱交換機等)

- 金属支持型SOFCは、多孔質金属支持体を使用、従来セルに比べ強靱性、耐久性に優れる
- 現状、700℃の高温下において、セルレベルで従来セルと同等の性能が達成(電流密度:1A/cm²)
- 長期的には、モビリティへの適用を見据えて、600℃近傍までの低温化が必要
- 急速起動特性の向上により、再エネ調整用電源としての出力変動吸収や、rSOCへの適用が期待

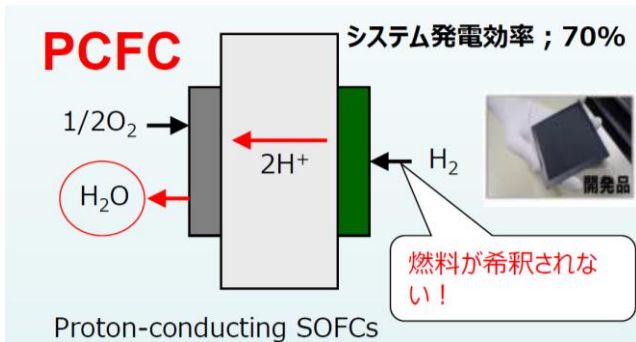


【出典】産総研HP

次世代セル開発(金属支持型SOFC)の技術開発課題

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
次世代セル開発 (~2040実用化)	【 2025年までに達成すべき課題】	【 2030年までに達成すべき課題】	【 2040年までに達成すべき課題】	
金属支持型 SOFC	<ul style="list-style-type: none"> • 金属支持型セルの開発(金属基板上への製膜技術、構造制御金属支持型セルの作製法の開発、界面相の検討) • 単セル性能向上(開回路電圧改善、高電流密度化) • 単セル信頼性・耐久性向上(低温作動化、急速起動停止特性) 	<ul style="list-style-type: none"> • 大面積セル開発 • スタックへの実装、強靱化の解析 • スタック耐久性向上(金属支持型セル電極、金属支持体) • セルスタック材料、製造プロセスの低コスト化 	<p>金属支持型製品化</p> <ul style="list-style-type: none"> • 実証機での技術実証、耐久性向上 • スタック制御技術の高度化 • スタック構造高度化 • 量産技術確立による更なる低コスト化 • PCFCへの適用 	<p>再エネ調整用電源として普及拡大</p>

- PCFC(プロトン伝導性セラミック燃料電池)は、理論上発電効率70%を超える高効率燃料電池として期待
- 現状、直径60mm程度のセルが作製され、2035年頃の商品化を見据えて、スタック化、システム開発が必要
- 長期的には、PCFCの起動停止回数や信頼性の向上を目的として、作動温度低温化に向けた材料探索も必要



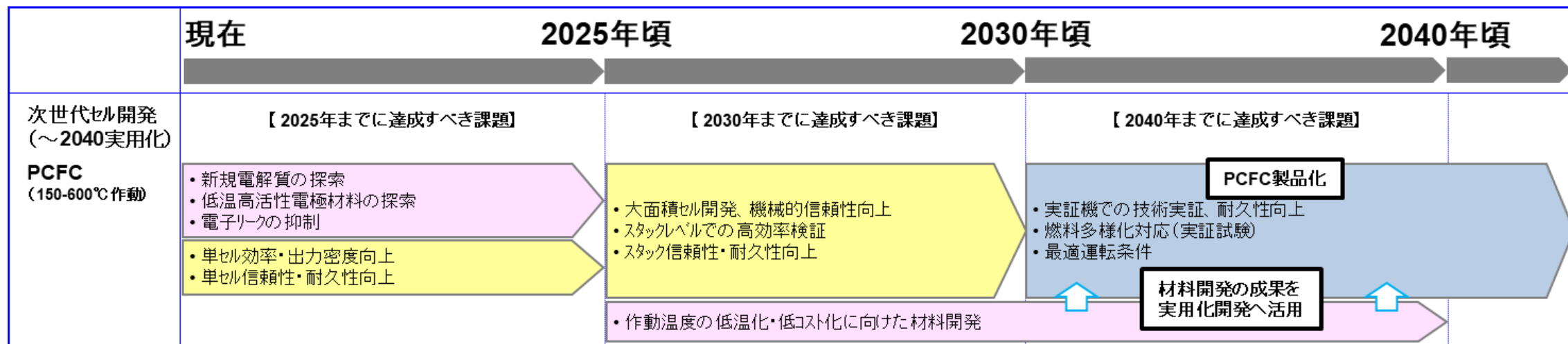
【出典】水素・燃料電池プロジェクト評価・課題共有ウィーク資料
「SOFCの現状と課題～今後取り組むべき基盤技術開発～」

達成性能レベル(PCFC)

項目	2030年頃	2040年頃
発電効率	65%以上※	70%
耐用年数	10年※	15年以上
システム価格		50万円/kW

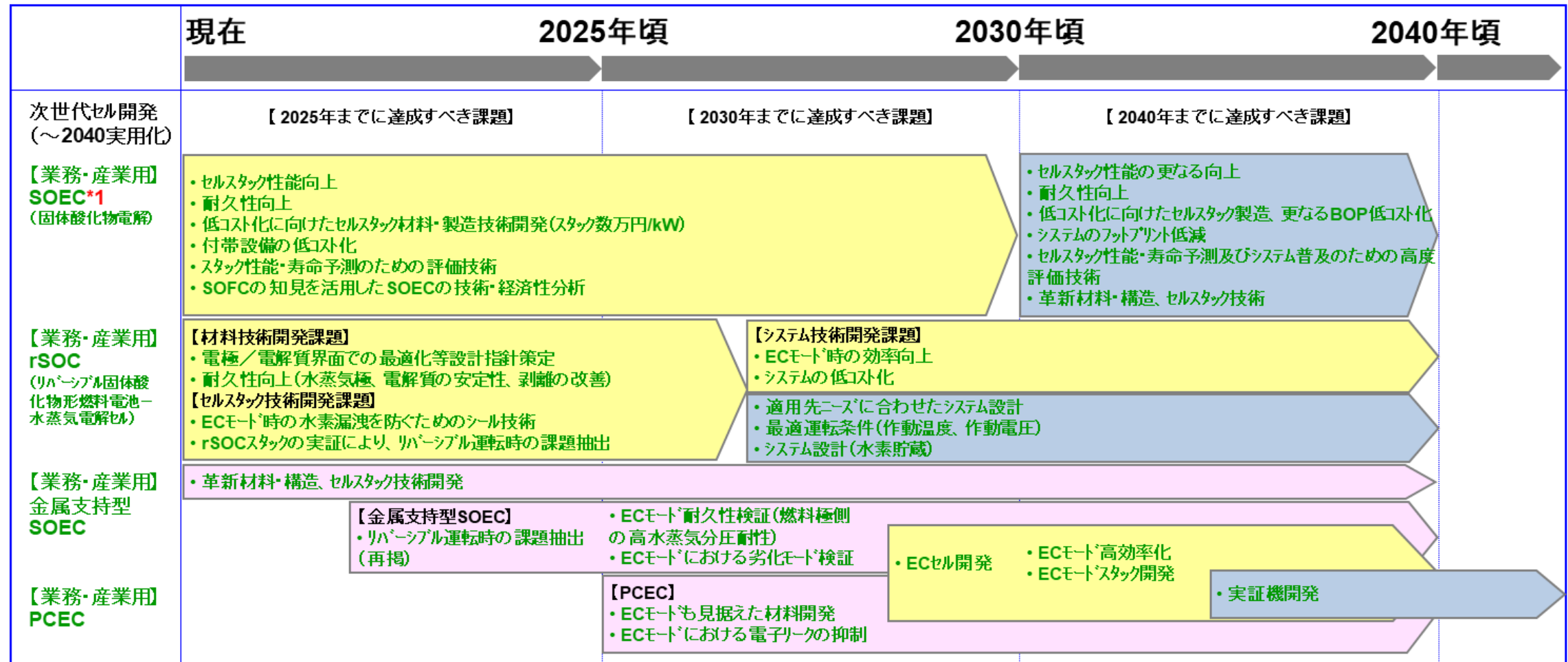
※システム効率(AC, LHV)、2030年は実証機レベル

次世代セル開発(PCFC)の技術開発課題



- SOEC・rSOCの技術開発課題詳細はNEDO水電解技術開発ロードマップに記載されるものの、SOFCと技術課題の相関性が高いため、本ロードマップでも整理
- 達成性能レベルは、次年度以降にNEDO水電解技術開発ロードマップ上で設定される予定

次世代セル開発(rSOC)の技術開発課題



1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

■ 様々な用途やニーズに対応するため、レジリエンス強化や再エネ調整力、VPP・DR対応に係る技術課題を新たに設定

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
技術開発課題 (共通)		【2025年までに達成すべき課題】	【2030年までに達成すべき課題】	【2040年までに達成すべき課題】
設置工事費、機器メンテナンスコスト低減		<ul style="list-style-type: none"> 試運転操作の簡易化による工数削減、遠隔地運転等 【家庭用】施工場所の工夫による配線・電線長および本数の削減、消費電力計測信号線(CT線)等の通信化 【家庭用】機器全体の小型化・低重心化に伴う基礎の簡素化、フットプリントの低減 【家庭用】ドレン水工事の簡素化 【業務・産業用】機器全体のオールインワンパッケージ化(屋外設置)、機器コンパクト化(屋上設置)、大容量に対応したモジュール化 【業務・産業用】ネットワーク(IoT)による遠隔地からの運転監視・運転制御、人件費削減 	<ul style="list-style-type: none"> 【家庭用】主要部品、補機部品の信頼性向上(維持運用コストの低減)、システムメンテ化(15年) 	
スマートコミュニティへの対応		<ul style="list-style-type: none"> エネルギーネットワークの構成、特徴、有効性、導入効果、省エネルギー性、環境性の検証 エネルギーネットワークでの効率的な運用と安定性および信頼性を確保するための燃料電池システム構築 機器に関する最適制御技術の確立 【業務・産業用】最適制御技術構築(VPP・DR最適統合制御手法構築) 	<ul style="list-style-type: none"> 【業務・産業用】設置工事費低減技術開発、システムメンテ化(10年) 	
レジリエンス強化		<ul style="list-style-type: none"> 停電時発電継続機能の向上(低コスト、安価な排熱手段) LPGボンベ搭載による燃料遮断対応(13A/LPG両対応の改質器、脱硫器の開発) 	<ul style="list-style-type: none"> 多種燃料対応(多種燃料に対応したシステム熱バランス設計・制御) BOS機能装備のための内蔵蓄電池搭載(コスト低減、搭載スペース確保、連系制御のためのパワーコンディショナー開発) 設置多様性(ホットモジュールや改質器等のコンパクト化・軽量化) 	<ul style="list-style-type: none"> PVやバッテリーを含めたパワーコンディショナーの共通化
再エネ調整力、VPP・DR対応		<ul style="list-style-type: none"> IoTによる遠隔制御機能 効率よりも出力優先の運転モード(セルスタック自体の高性能化、熱マネジメントのためのホットモジュール断熱構造開発) サーバーの負荷増大とトラブルに対する対策、通信途絶対策 	<ul style="list-style-type: none"> 高速出力変動への対応(ヒートショック耐性、ロバスト性の高いセルスタック) 負荷変動速度の向上によるDRへの対応(オフガスの燃焼安定化、水蒸気改質の気化の安定化) 	

新規追加

系統電力への連携・再生可能エネルギー大量導入時のスマートコミュニティに関する開発・実証

- 定置用FCに必要とされるレジリエンス性を調査し、**技術開発課題を下記の通り整理**

定置用FCに要望される レジリエンス性	技術開発課題及び課題詳細
燃料遮断対応	<p>LPGボンベ搭載による燃料遮断対応</p> <ul style="list-style-type: none"> - 都市ガス遮断時にLPG起動 - 13A/LPG両対応の改質器、脱硫器の開発が必要 - 都市ガス用とLPG用で切り替えるような内部制御が必要
BOS(ブラックアウトスタート)機能	<p>BOS機能装備のための内蔵蓄電池搭載</p> <ul style="list-style-type: none"> - 蓄電池搭載のためのコスト低減、スペース確保 - セルと蓄電池の統合制御を行うために、パワーコンディショナー開発
設置多様性	<p>ホットモジュールや改質器等のコンパクト化・軽量化</p> <ul style="list-style-type: none"> - PEFCでは、貯湯タンクの小型化。タンクを小さくすると省エネ性が低下するため、それを埋め合わせるためには、発電効率向上が必要 - SOFCでは、高出力密度の平板スタック採用によるホットモジュールの小型化・軽量化が可能 - PEFC, SOFC共に、純水素型では改質器が不要であるため、小型化・軽量化が可能
多燃料対応	<p>多種燃料に対応したシステム熱バランス設計・制御</p>
その他(FC以外の課題)	<p>蓄電池連結</p> <ul style="list-style-type: none"> - 蓄電池充放電制御のための通信プロトコル

- 再エネ調整力に関連して個々の製品に持たせるべき機能、及びFCを束ねてVPP・DRを行う際に個々の製品に持たせるべき機能について調査し、[技術開発課題を下記の通り整理](#)

製品に持たせるべき機能	技術開発課題及び課題詳細
効率よりも出力優先の運転モード	<p>セルスタック自体の高性能化、熱マネジメントのためのホットモジュール断熱構造開発</p> <ul style="list-style-type: none"> - 内部抵抗を小さくして効率化し、出力を上げてジュール熱が増えないように設計 - 熱マネジメントするためのホットモジュールの断熱構造や冷却のための空気の流し方など、調整が必要
IoT(遠隔制御機能)	<p>サーバーの負荷増大とトラブルに対する対策、通信途絶対策</p> <ul style="list-style-type: none"> - 家庭の電力需要に対して余剰な電力を発電するモードを用意すれば、サーバーからの高頻度な出力指示を機器内部で代替可能 - 通信が途絶した際、通常運転に戻す制御
高速出力変動への対応	<p>ヒートショック耐性、ロバスト性の高いセルスタック</p> <ul style="list-style-type: none"> - PEFCではセル劣化を防止するため、余剰の水素を供給。余剰水素が無くとも壊れないロバスト性が必要 - SOFCのヒートショック耐性
負荷変動速度の向上によるDRへの対応	<p>オフガスの燃焼安定化、水蒸気改質の気化の安定化</p> <ul style="list-style-type: none"> - 一部のSOFCでは、オフガスをセルの先端で燃焼させ、改質器・気化器を炙り改質を実施。燃料利用率が向上し、オフガス割合が少なくなると、オフガスの燃焼は不安定化
その他(FC以外の課題)	<p>発電電力のトレーサビリティ技術</p> <ul style="list-style-type: none"> - FCとPVを切り分けるための追加計量器の開発

1. 定置用FC技術開発ロードマップ策定の概要
2. 普及シナリオ・製品目標
3. PEFC技術開発課題
4. SOFC技術開発課題
5. 共通技術開発課題
6. まとめ

- 定置用燃料電池への期待として、将来的には燃料の低炭素化(混合ガス)、カーボンニュートラル燃料の社会実装に伴い、家庭用・業務用途で更なる省エネルギー化・低炭素化に貢献、加えてレジリエンス強化、エネルギーの地産地消、VPP等による電力需給の高度化に期待
- PEFCは、高温化(80-90℃)による省エネ性向上や、FCV・HDV用燃料電池と同様にDX活用等を含めた次世代材料開発による発電効率向上を目指す。定置用では特に高出力における連続運転時の安定性向上が重要
- SOFCは、現在製品化されているセルスタックの製品性向上に加え、2030年以降に実用化を目指して研究が進められている次世代型セル(金属支持型SOFC、PCFC、rSOC等)のスタック技術化が重要
- 共通技術開発課題では、レジリエンス強化や再エネ調整力等、社会的ニーズに応えるための機能実装により、製品性向上が必要