


定置用燃料電池技術開発ロードマップ(家庭用燃料電池)

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
普及目標・普及シナリオ	<p>【普及台数】 約46.5万台*1</p> <p>【普及シナリオ】</p> <p>国内展開の拡大 (戸建新築住宅中心 ⇒ 集合住宅・既設住宅への拡大)</p> <p>海外展開の拡大(欧州中心 ⇒ 他地域へも拡大)</p> <p>市場ニーズに応じた製品の多様化 ・電力需要が大きいユーザ向け製品 ・熱需要が大きいユーザ向け製品 ・その他、高出力型等のユーザ向け製品</p> <p>・都市ガス13A, LPG専用</p>	<p>家庭用燃料電池の自立的な普及拡大</p> <p>ZEHやZEHマンションへの導入</p> <p>・設置・工事容易性 ・集合住宅、地方都市への普及 ・レジリエンス強化</p> <p>燃料多様化による普及拡大と低炭素化</p> <p>・水素混合</p>	<p>300万台*2</p> <p>・水素混合、純水素型PEFC ・再エネ電源の調整力、VPP・DR対応 ・小型化</p>	<p>純水素型SOFC</p> <p>・超高効率化</p> <p>・CNメタン</p>
製品開発課題	<p>■ 性能維持+システム全体の低コスト化、高耐久化を実現</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術開発課題の達成によるコスト低減 メンテナンス性向上等によるコスト低減 <p>■ 市場ニーズに応じた製品開発</p> <ul style="list-style-type: none"> NW接続によるサービス強化(外部情報連携、遠隔メンテ) 停電時やガス供給停止時のレジリエンス強化 設置コスト低減(100V連系や設置容易化で壁掛け型実現) <p>【国内向け】</p>	<p>■ 様々な用途に応じた製品の開発、市場投入</p> <ul style="list-style-type: none"> 小型化、高発電効率化、高出力化、熱マネジメント高度化 スマートコミュニティ、HEMS対応 大幅小型化、設置簡素化 高温化による省エネ化(PEFC)*3 <p>■ 余剰の電力・熱の有効活用(エネルギーマネジメント)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーシステムとしてVPPに資する技術開発 調整用電力としての価値 	<p>■ 次世代セルスタックの製品化</p> <ul style="list-style-type: none"> 金属支持型SOFC PCFC(プロトン伝導セラミック燃料電池) 	<p>■ 海外仕様の製品開発、市場投入、展開</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外規格適合(欧州以外の中国、新興国など) 海外向け製品の低コスト化 新興国向け廉価製品 <p>【海外向け】</p>
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	45~65%以上 高効率次世代型*5:65% 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	
規制・規格課題*8	<ul style="list-style-type: none"> 100V電源対応、2線接続 国際標準化推進(IEC/TC105(燃料電池)、ISO/TC197(水素技術)、TFC206(ファインセラミックス)への対応) ターボベース構築(材料特性、不純物データ等) 国際標準規格への提案による海外市場での優位性確立、国際間取引の円滑化 ホームエネルギーマネジメントシステム(HEMS)連携のためのインターフェース共通化、標準化 			

普及シナリオ凡例
 市場成長期

【備考】

*1 コーゼネ財団燃料電池室「エネファームメーカー販売台数(2022年12月末)」より引用

*2 経済産業省「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」より引用

*3 作動最高温度は80~90°Cを想定。省エネ性に関する考え方は、定置用燃料電池技術開発ロードマップ(解説書1.2節)を参照

*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

*8 各項目は成果が得られた段階で適用されるものであり、目標達成時期の時間軸と対応しているものではない

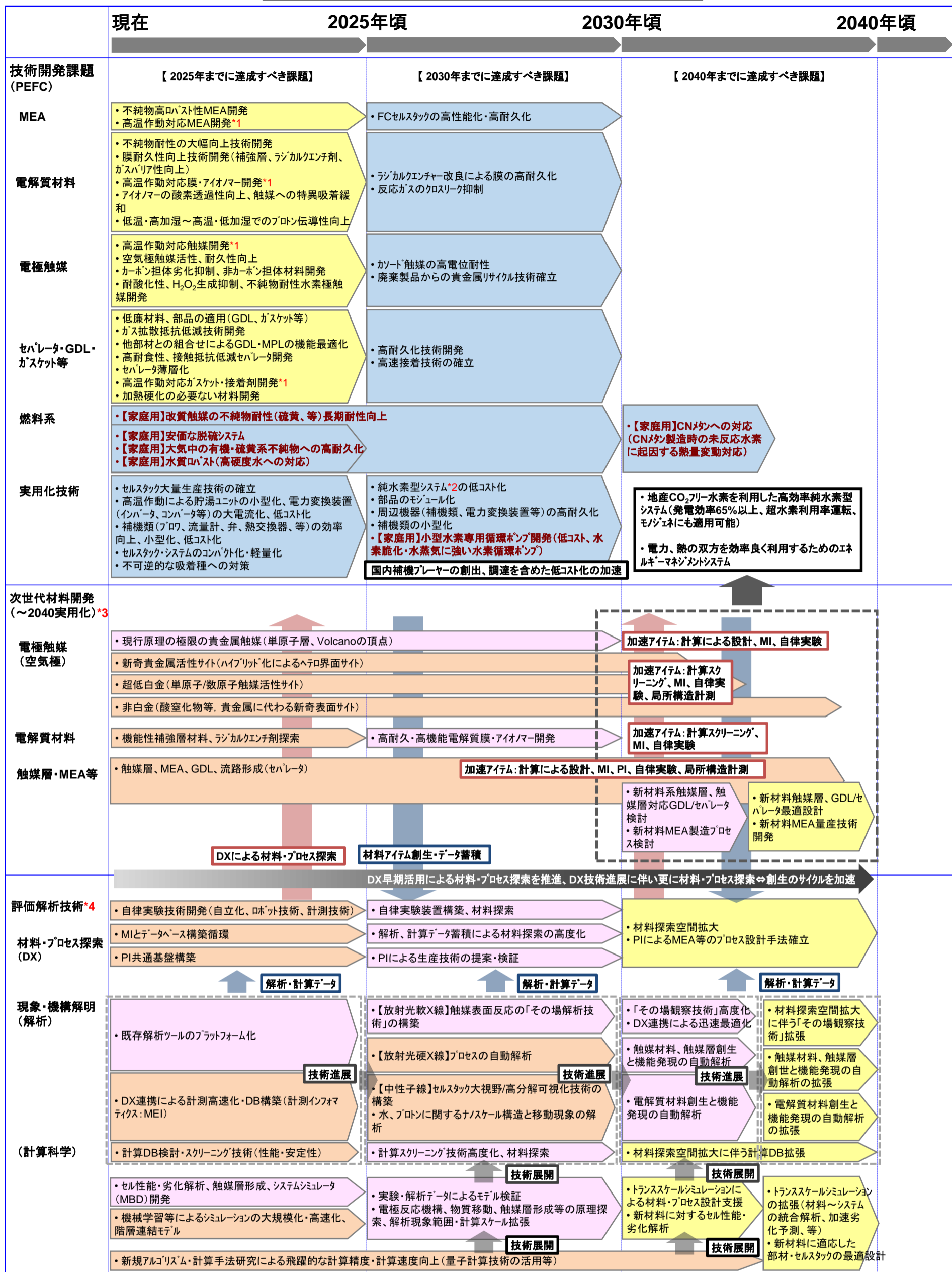
定置用燃料電池技術開発ロードマップ(業務・産業用燃料電池)

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
普及シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> 業務用 5kW級、数10kW級、250kW級 SOFC市場初期導入(2017~2018年) CO₂フリー水素を用いた自立分散型エネルギーシステム導入(純水素型PEFC:数kW~100kW) 	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">低炭素・脱炭素社会に向けた普及拡大</div>		<ul style="list-style-type: none"> CO₂フリー水素を用いた自立分散型エネルギーシステムの普及 超高効率(70%)、長寿命化(15年)の実現 CNメタン、CO₂フリー水素による普及 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普及、及び高発電効率が活かせるモジュール市場への拡大 rSOC(リバーシブル固体酸化物形燃料電池-水蒸気電解セル)システム実用化 CO₂分離回収型燃料電池
製品開発課題	<ul style="list-style-type: none"> 性能維持+システム全体の低コスト化、高耐久化を実現 <ul style="list-style-type: none"> 技術開発課題の達成によるコスト低減 メンテナンス性向上等によるランニングコスト低減 市場ニーズに応じた製品開発 <ul style="list-style-type: none"> NW接続によるサービス強化(外部情報連携、遠隔メンテ) 停電時やガス供給停止時のレジリエンス強化 設置コスト低減 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な用途に応じた製品の開発、市場投入 <ul style="list-style-type: none"> 小型化、高発電効率化、高出力化、熱マネジメント高度化 スマートコミュニティ対応、統合エネルギーマネジメントシステム 大幅小型化、設置簡素化、モジュール化、パッケージ化 高温化による省エネ化(PEFC)*1 余剰の電力・熱の有効活用(エネルギーマネジメント) <ul style="list-style-type: none"> エネルギーシステムとしてVPPに資する技術開発 調整用電力としての価値、水電解との熱融通、地産地消 燃料多様化(SOFC) <ul style="list-style-type: none"> LP、バイオガス(消化ガス等)、水素など混合・切換え 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代セルスタックの製品化 <ul style="list-style-type: none"> 金属支持型SOFC <ul style="list-style-type: none"> PCFC(プロトン伝導セラミック燃料電池) rSOC CO₂分離回収型燃料電池 	
達成性能レベル(純水素型PEFC)			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">量産</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">自立・普及拡大</div>
発電効率	50~55%		60%	65%
耐久年数			15年	15年
達成性能レベル(SOFC)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">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</div>			
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(業務用・産業用)(数100kW~数MW級)	<ul style="list-style-type: none"> 2017年 250kW級 市場投入(運転圧力0.23MPa) 		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">中容量ハイブリッドシステムの普及拡大</div>	
大容量コンバインドシステム(事業用・自家発電用)(数10MW~)	<ul style="list-style-type: none"> 中型GTFCの要素技術確立 CO₂分離・回収IGFC実証 		<ul style="list-style-type: none"> GTFC初期導入(技術確立) IGFC初期導入(技術確立) 	
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%	
耐久年数(見通し)	中容量ハイブリッド*:10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)		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)	

普及シナリオ凡例
 市場導入期
 市場成長期

【備考】
 *1 作動最高温度は80~90℃を想定
 *2 設置工事費を含むユーザー負担額、ただし初期導入段階においては導入補助金を考慮しつつ継続的な価格低減を目指す。また、カッコ内の「OMW/年 生産ケース」は、システム価格試算のためのものであり、各年度での市場規模を指すものではない

定置用燃料電池技術開発ロードマップ(PEFC技術開発課題)



技術開発課題凡例

- 新規シーズ・新学理探索
- コンセプト・技術シーズ確立
- 要素技術開発
- 実用化技術開発

【備考】

- *1 作動最高温度は80～90℃を想定
- *2 純水素型PEFCシステムは発電効率55%以上、更なる低コスト化が達成される見込
- *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)
- *4 評価解析技術については「FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップ(FCスタック)」と共通(詳細は同ロードマップ解説書2.6.5節を参照)

定置用燃料電池技術開発ロードマップ(PEFC生産技術)

	現在	2025年頃	2030年頃	2040年頃
家庭用PEFC 生産技術目標 コスト目標	【システム価格】 PEFC:86万円(2020年度) SOFC:101万円(2020年度) 【耐久年数】10年	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	
製造能力目標	【エネファーム換算】 ~3万台/年	【エネファーム換算】 ~5万台/年	【エネファーム換算】 (~50万台/年)	
ライン原単位 (想定)	【エネファーム換算】 2,500台/月/ライン	【エネファーム換算】 ~4,200台/月/ライン ⇒ 生産能力アップ	【エネファーム換算】 ~21,000台/月/ライン、2ライン 普及に応じて規模拡大	
生産速度(タクトタイム)	20秒/セル単位	10秒/セル単位	1~2秒/セル単位	
加工費低減目標 材料費低減目標	100% 100%		▲70% ▲70%	
工場エネルギー グリーン化	50%程度	>50% 検査用水素ガス使用量削減▲50%	>80% ▲80%	100%
生産技術課題 (FCスタック)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>【2025年までに達成すべき課題】</p> <p>高品質塗工面形成技術の確立</p> <p>触媒調合 触媒塗工乾燥 MPL塗工乾燥</p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ソース確立</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アイオノマー分散状態の定量 ・触媒インク構造の計測技術探索 ・インク調整条件のPI, AL手法適用 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>要素技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒インクの均一分散技術 ・インクの静的・動的特性の制御 ・触媒層ミクロ構造制御手法の開発 ・インク物性計測技術(インライン) ・連続インク製造技術 ・PI, ALによる塗工乾燥条件の最適化 ・乾燥レス化工法の検討(ドライプロセス) </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>実用化技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インク調合工程の最適化 ・乾燥工法、乾燥レス化工法の確立 ・量産プロセスの検討 ・量産設備開発 </div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>【2030年までに達成すべき課題】</p> <p>セルのシール信頼性の確保</p> <p>MEA化 セル化</p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・シート接合 ・コンパネーティング ・電極端部シール ・セル内部シール ・セル間シール ・高速硬化接着剤 ・WEBハンドリング ・PI, AL手法探索 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高速把持技術、位置決め技術 ・界面接合の高速化と接着性の両立 ・MEGA端部シール工法 ・非可撓性セパへの接合工法 ・接着剤高速塗布工法 ・乾燥条件の最適化 ・乾燥レス化工法の検討 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高速ピック&プレイス ・高速電極シール工法 ・高速セル化工法開発 ・セル間シール工法 ・量産プロセスの検討 ・高速ハンドリング ・高精度位置決め、加圧加熱工法 ・量産設備(検査技術)開発 </div> </div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>高性能流路形成技術の確立</p> <p>流路形成</p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高精度高速プレス ・3Dプリンター ・スクリーン印刷 ・メタル+カーボン複合材料 ・高速枚葉搬送 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高精度高速プレス加工技術 ・新規微細パターン流路形成技術 ・表面親水撥水制御技術 ・表面性状計測技術(接触抵抗、欠陥検出) ・カーボン連続成型プロセス </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高速・高精度プレス工法開発 ・革新的流路形成技術 ・量産プロセスの検討 ・高速ハンドリング ・高精度位置決め ・量産設備開発 </div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>エージング工程の短縮化 レス化</p> <p>エージング</p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・電解質湿潤工程 ・触媒クリーニング ・コンタ成分分析 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒コンタ成分の付着要因の特定 ・コンタ付着形態観測技術 ・電解質湿潤メカニズム解明 ・触媒クリーニング工法 ・コンタ付着低減プロセス </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・触媒クリーニングプロトコル確立 ・低コンタ接着剤、材料適用 ・発電検査装置の低コスト化 ・オンボードエージング </div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p>製造プロセス品質管理の最適化 レス化</p> <p>品質管理</p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・異物検査方法 ・表面処理欠陥計測 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・高速異物金属検査技術の開発 ・MI・PIIによるプロセス管理項目・検査項目の最適最小化 ・高速リーク検査技術 </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・量産設備開発 </div> </div> </div>			

工程の目標KPI

- ① 粒径<3μm、ろ過歩留>99.9%
- ② 脱泡混練時間 従来法▲70%
- ③ 塗面欠陥なきこと(タマ、ひび)
- ④ 乾燥エネルギー▲70%
- ⑤ 排風量▲70%
- ⑥ Pt歩留>98%

工程の目標KPI

- ① 位置精度±0.5mm10m/分
- ② 裁断加工費▲70%
- ③ 搬送加工費▲70%

工程の目標KPI

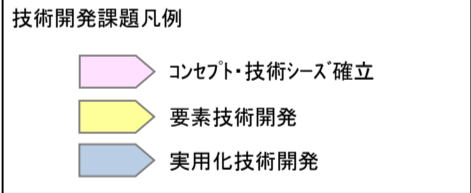
- ① リブ高さ300μm@0.5秒/セル
- ② 成型荷重▲70%
- ③ 型製作費▲70%

工程の目標KPI

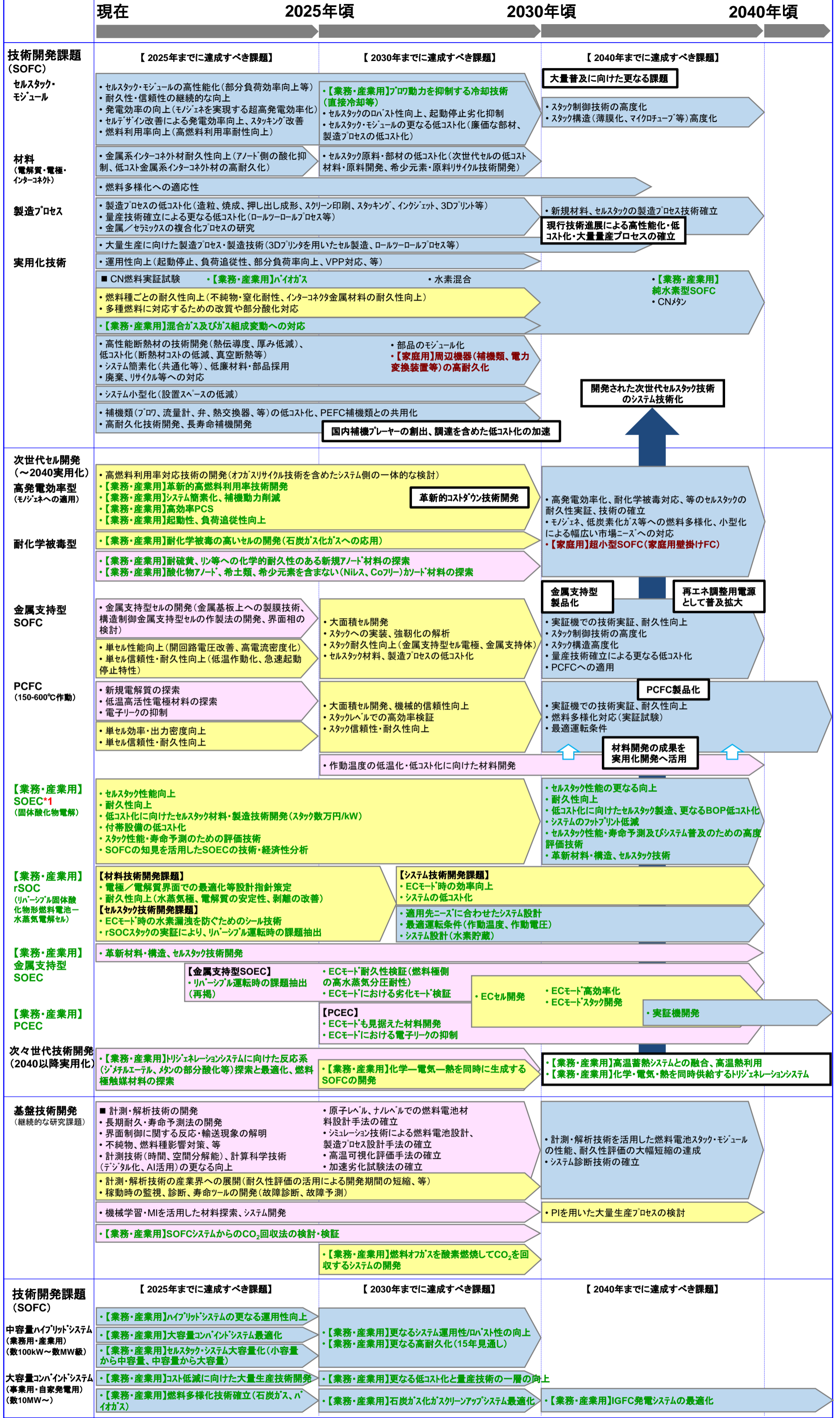
- ① エージング時間<5分
- ② 設備投資額▲70%
- ③ 検査用H₂ガス使用量▲70%

工程の目標KPI

- ① 検査項目▲70%
- ② リーク検査時間▲70%
- ③ 金属異物検出感度アップ



定置用燃料電池技術開発ロードマップ(SOFC技術開発課題)



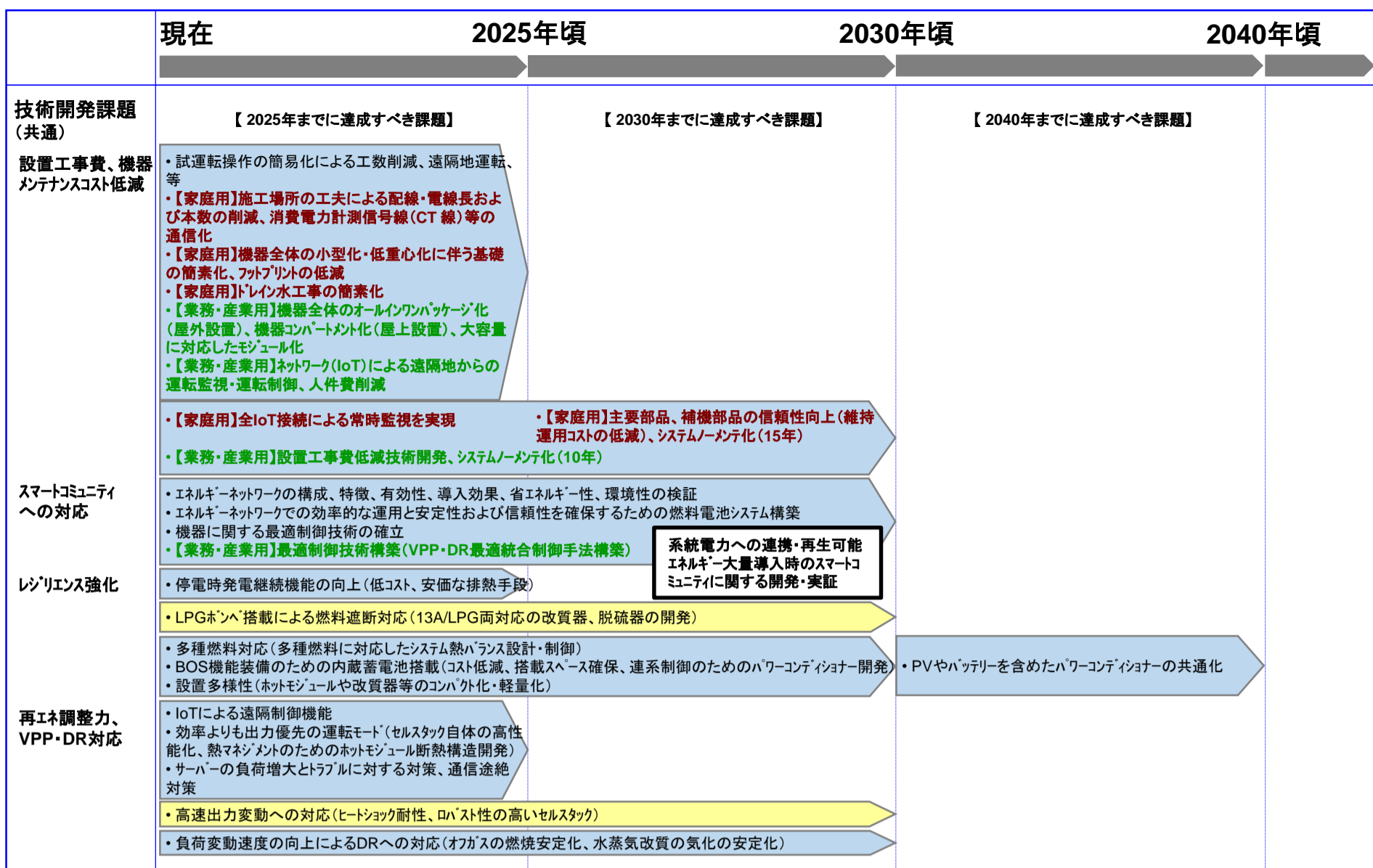
技術開発課題凡例

- コンセプト・技術ソース確立
- 要素技術開発
- 実用化技術開発




【備考】

*1 SOECの課題詳細については、水電解技術開発ロードマップ(技術開発課題SOEC)を参照

定置用燃料電池技術開発ロードマップ(技術開発課題共通)



技術開発課題凡例

-  コンセプト・技術ソース確立
-  要素技術開発
-  実用化技術開発