	現在	2020年頃	2025年頃	2030年頃	2040年頃
普及目標	【普及余地】 約20万台	140万台		530万台	
	導入実績 導入実績(PEFC:～2018/SOFC:～2020)	国産用燃料電池の自立的な普及拡大		・地域固有的な統合燃料電池等の普及	
	・燃料:都市ガス13A、LPG等用、自立型燃料電池 ・国内市場はPEMFC中心型、集合住宅用電池	国内民間の拡大(戸建新築住宅中心 → 集合住宅・既設住宅への拡大)			
	電力自由化による海外電力取り引き	海外展開の拡大(欧州中心 → 他地域へ拡大)			
		市場ニーズに応じた製品の普及 ・電力・熱の利用バランス ・電力・熱の安定供給 ・ライフスタイルに合った商品			
製品 開発課題	■ 性能低減・ハイブリッド化等の技術による、商品化を促進する技術開発の実施による早期商品化 ・メンテナンス頻度上昇によるランニングコスト上昇	■ 低コス化技術による商品の開発、市場投入 ・小型化、高効率燃料電池、高出力化、信頼性/ライフ高度化 ・スマートホームへ、HEMS 対応		・大型小型化、個別技術化	
	■ 耐久性・信頼性(信頼性)、個別ケースに合わせた形の方法の検討	■ 海外市場の開拓、市場投入、開発 ・海外市場ニーズ対応 ・部品・素材の開発 ・海外展開		■ 海外向け商品の低コス化	
温室効果ガス	※総合効率=95%～全体効率	電力・熱需要に応じた高効率化 熱ポテ一供給、CO2排出量削減が可能			
発電効率	38～52%	38～52%	40～55%	40～55%以上	45～60%以上
耐久性	10年	10年	10年以上	15年	
システム価格(量産時ターゲット)	PEFC:113万円 SOFC:137万円	PEFC:80万円(2015年度) SOFC:100万円(2015年度)	ユーザーの設置費用半額の到達 (～2015ベースの2/3)	～2015ベースの1/3	50万円程度

大量普及に向けた更なる課題

技術 開発課題 (PEFC)

	2020年頃の実用化に向けた課題 (2019年度までに実施すべき課題)	2025年頃の実用化に向けた課題 (2020年度までに実施すべき課題)	2030年頃の実用化に向けた課題 (2020年度までに実施すべき課題)
MEA	・CO耐性向上(CO濃度100ppm)、不純物耐性向上 ・CCM の取り出 Roll 量産技術の開発 ・高温(90℃)・低加湿(<30%RH)作動MEA開発	・不純物高CO ルテ性MEAの開発 ・CCM大量生産技術の確立	・更なる高性能・高耐久化、低コス ・FCVの普及拡大によるPEC部材コス低減への波及効果
電解質材料	・固化炭素系膜製造プロセスの開発 ・フッ素系膜開発材料に合致プロセスの開発	・電解質膜大量生産設備プロセス技術の確立	
電極触媒	・高温(90℃)・低加湿(<30%RH)作動膜の開発 ・水素ハイブリ性向上技術開発	・不純物耐性の低コス化技術開発	
セパレータ(CCL・ガスケット等)	・貴金属使用量削減(<1g/kW)技術の開発 ・高温度部品低電極触媒開発	・電極触媒大量生産技術の確立 ・高温度部品からの貴金属使用量低減技術の確立	現行技術継続による貴金属化・低コス化
燃料改質系	・カーボンセパレータ高速成形プロセス技術 ・CCL、ガスケット等部材の低コス化製造技術	・低廉材料、部品の適用(CCL、ガスケット等) ・低コストセパレータ大量生産技術の確立	
	・燃料改質系触媒の高性能化 (CO変性触媒、CO酸化触媒)	・改質触媒の不純物耐性(硫黄、等)長期耐性向上	
実用化技術	・燃料多様化(国内天然ガス)	・燃料多様化(海外天然ガス)	・燃料多様化技術(低炭素化ガス対応)
	・高出力密度化、低加湿化、ヒ素機活発化、 ・高寿・リサイ性等の対応	・海外天然ガス大量生産技術の確立	・総本素ガスシステムの低コス化 ・部品のモジュール化 ・周辺機器(補機類、電力変換装置等)の高耐久化
	・高温作動による初期エントロの向上化、電力変換装置(インバータ、コンバータ等)の大電流化、低コスト化		
	・補機類(ブロワ、流量計、熱交換器、等)の効率向上、小型化、低コスト化		
次世代開発 (～2030実用化)	・15年の耐久性を見通せる電解質材料の開発 ・触媒材料の変更、貴金属の活用を大幅削減する技術開発 ・高温・低加湿作動時の高出力密度、高耐久性の開発	・高出力密度化と15年の耐久性、貴金属使用を見通したスタック技術の確立	・地域大量インフラを利用した貴金属使用量削減対応技術開発 ・地域固有の燃料電池用貴金属、ルテ、コバルト系触媒電極。
	・固体の水分・ガス・フロー輸送現象の解明	・電解質膜、電極化学機構の解明	・貴金属使用量削減技術の確立 ・非貴金属触媒の開発
基盤技術開発 (継続的研究課題)	・性能、耐久性向上技術開発、セル評価技術の産業界での適用、実証	・計測・解析技術、現象・機構解明・立証による実用電池ストック設計の技術確立	
	・計測技術(時間、空間分解能)、計算科学技術(スケール、精度)の高度化	・基礎・学問的ニーズ	

大量普及に向けた更なる課題

技術 開発課題 (SOFC)

	2020年頃の実用化に向けた課題 (2019年度までに実施すべき課題)	2025年頃の実用化に向けた課題 (2020年度までに実施すべき課題)	2030年頃の実用化に向けた課題 (2020年度までに実施すべき課題)
セル・スタック・モジュール	・耐久性・信頼性の向上 ・セルスタック・モジュールの高性能化 (高出力密度化、部分負荷効率向上、等) ・発電効率の向上	・セルサイ ズ・改質による発電効率向上、スタック化等 ・セルスタック、モジュールの小型、軽量化 ・セルスタックの高耐久化、起動、停止時化対策 ・セルスタック・モジュールの更なる低コス化	・スタック構造(薄膜化、金属サポート、マイクロチューブ)等高度化
材料(電解質・電極・インターコネクト)	・金属系インターコネクタ・セル、コンバータ等の耐久性向上 ・セルスタック部材・部材の低コス化(耐熱材料、等)	・電極の高耐久化 (アノード・ハ酸素材料、熱系形成材料、耐硫黄触媒、等) (カソード・構造破壊現象、耐SUS・酸素雰囲気、等)	・燃料多様化への適応性、耐久性の更なる向上
部品・プロセス	・起動プロセス(起動、信頼、押し出し成形、スタック一切断、スタッキング、等)の低コス化	・量産技術確立による更なる低コス化	・新規材料、セルスタックの製造プロセス技術確立
実用化技術	・運用性向上(起動時間、負荷追従性、等)		現行技術継続による貴金属化・低コス化
	・燃料多様化(国内天然ガス) ・燃料多様化(海外天然ガス)		・燃料多様化技術の更なる向上(低炭素化含 天然ガス)
	・貴重資源の使用量	・スタック部材、低廉材料・部品採用	・部品のモジュール化
	・高温熱利用の技術開発(熱伝達度、厚み低減、低コス化)	・熱量、リサイ性等への対応	・周辺機器(補機類、電力変換装置等)の高耐久化
	・約温スタックの安定、信頼、押し出し成形、スタッキング等)の低コス化		
次世代技術 (～2030実用化)	・補機類(ブロワ、流量計、熱交換器、等)の効率向上、小型化、低コス化		
	・高耐久化技術、直接燃料利用、高効率化技術	・高発電効率化、直接燃料利用、金属材料・ガス、低温度作動等のセルスタックの耐久性実証、技術確立	・高効率化率60%(60%以上、セルアッセ化)実用化
高効率技術(セルアッセ化)	・排熱の化学的回収法の基礎検討 (吸熱反応と組み合わせた化学ヒートポンプ化、金属酸化物の酸化・還元反応、等による蓄熱システム等熱回収、等)	・排熱の化学的回収、熱利用技術の高効率化による熱利用の最適化 ・高効率回収等の総合効率向上	
金属系材料	・金属基板セルの開発 (金属基板上への製膜技術、構造制御金属基板の作成法の開発、界面相の検討)		
低温化作動(～800-500℃)	・シール材料の開発 (電解質膜を含むシールレス材の開発)	・新規電解質、高活性電極材料の開発 ・電解質中電極酸素拡散、酸素電極の組成制御による高性能化	・高発電効率化、直接燃料利用、金属材料・ガス、低温度作動等のセルスタックの耐久性実証、技術確立
	・新規電解質の探索(プロトン伝導性酸化物、光触媒) ・低温高活性アノード、カソード電極材料の開発	・プロトン伝導性材料の新規材料	・高電解性、燃料多様化、超小型化、等、幅広い市場ニーズへの対応
直接燃料化技術	・直接改質可能な酸化物アノードや新しい金属サポートカソードの材料開発	・酸加型燃料化未来からの直接発電可能なセル開発	
基盤技術開発(継続的研究課題)	計測・解析技術開発 ・耐久性、出力特性評価技術の確立 ・劣化機構解明、(電力・熱・物質・化学的・機械的)課題、三相界面 ・界面物質に関する見定・解析現象の解明 ・不純物、燃料種影響対策、等	・計測・解析技術の産業界への展開 (耐久性評価の方法の確立と開発期間の短縮、等) ・現象の解明、劣化、不純物、燃料ごとの解明	・計測・解析技術を活用した燃料電池スタックモジュールの性能、耐久性評価の大幅短縮の技術 ・システム診断技術の確立
	・計測技術(時間、空間分解能)、計算科学技術(スケール、精度)の更なる向上		・長チャレ、ムーンショットの燃料電池材料設計手法の確立 ・シミュレーション技術による材料電設計、製造プロセス手法の確立 ・高温可能な評価手法の確立

技術 開発課題 (共通)

貯蔵材	・FC本体との通信標準化による多種タイプの貯蔵機技用 ・貯蔵ユニットとFCユニットの一体化
システム	・ソリチュン設置の技術、部品交換不要化 ・本システムにおける運用時のカの管理、人件費削減
設置工事	・試運転操作の簡易化によるエ数削減、遠隔地運転、等 ・施工場所の工夫による配管・配線長さの短縮、消費電力削減等値(CT 値)等の通信、 ・現場全体の小型化・低重心化に伴う基礎の簡素化、カバ工ジの低減 ・トレンチ工事の簡素化
スマートエコシティへの対応	・エネルギ ーネットワークの構成、特徴、有効性、導入効果、省エネルギ性、環境性の検討 ・エネルギ ーネットワークの効率的な運用や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成機器に関する最適制御技術の確立

規制・規格課題

・国際標準化推進(IEC/ISO)(燃料電池)、ISO(エコ)(水素技術)、TC105(アノ化学エネルギ)への対応	
・テーマ・ハ構築(材料特性、不純物データ等)	・国際標準規格への反映による海外市場での優位性確保、国際規制の円滑化 ・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高速化、標準化

基礎電力への依存・対応を前提とした大量導入時のスマートエネルギ ーネットワークの開発・実証

凡例

シーズ探索研究・基盤研究	要素技術開発
実用化に向けた開発・技術実証	実用化技術開発

備考

*1 「発電効率」「総合効率」は、LHV で記載。熱値は、常温PEFCにて測定が多様化することを踏まえ、PEFCとSOFCを区別すべ一規格をいて記載。

*2 「耐久性」は、所定の耐久年数後における「初期性能」と「劣化率」の比較。

*3 「システム価格」は700W級家庭用燃料電池システムの標準機材で、流通費および設置費を含むユニット自己価格。

*4 総水素型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。

*5 各項目は成果が得られた段階で適用されるものであり、技術成熟時の時間軸と対応していないものがある。