現在
2020年頃
2025年頃
2030年頃
2040年頃
普及目標
・商業用5kW個体SOFC市場開拓(2017年)
商業化に向けた実証・開発期間
・商業用 10kW個体SOFC市場投入(2017～2018年)
・商業用 250kW個体SOFCハブ*向けシステム市場開拓(2017年)
・CO2フリー水素*利用、もと炭化水素燃料によるトポロジー大規模(>100kW)SOFC
・PAFC 100kW級導入価値観(システム・スタック・BOP・ハイブリッド・水素利用)
市場ターゲットとなる価値提供(非常時用、BCP対応等)への活用
業務・産業用燃料電池の自立的な普及拡大
・分散型電源(モバイル、コージェネレーション)として普及
・再生可能エネルギー、蓄電、高信頼システム等と組み合わせて電力・熱供給を柔軟に制御するマイクログリッドの実現
・CO2フリー水素利用した自立分散型エネルギーシステムの普及
・超高効率発電型システムの実現
追求性能パラメータ
小規模定置用(業務用)
(数kW級～数100kW級)
普及
2040年頃 導入シェア>60%
国産・実証
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
初期導入
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
普及
2040年頃 導入シェア>70%
50%＜10万時間以上、＜30万円/kW(10kW級 自社データ)
中規模定置用(業務用)
(数100kW級～数MW級)
国産・実証
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
初期導入
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
普及
2040年頃 導入シェア>70%
50%＜10万時間以上、＜20万円/kW(100kW級 自社データ)
技術開発課題(SOFC)
2020年頃の取組導入向け技術開発
(2017年度までに完了予定)
2025年頃の向け技術開発
(2021年度までに完了予定)
2030年頃の向け技術開発
(2025年度までに完了予定)
大容量化及び高耐久化
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・シミュレーションの高性能化(高出力密度化、部分負荷効率向上、等)
・発電効率の向上
・セルスタック・シミュレーションの高性能化
・セルスタックの高耐久化、起動、停止時化の信頼性向上
・セルスタックのスケールの変化も低コスト化
・新方式・材料・セル構造による高電効率化、スタック化等
・スタック構造(隔壁化、金属ケース、マイクロチューブ等)高度化
材料
(電解質・電極・インターconnect等)
・金属系インコネル系材料の活用
・セルスタック部材・部材の低コスト化(耐熱材料、等)
・電極の高耐久化
(アノード:Ni金属材料、表面拡散抑制、耐硫黄被毒、等
カソード:構造維持材料、耐Cr、低密度等、等)
・燃料多様化への適応性
・燃料多様化
・燃料多様化
・燃料多様化技術の更なる向上(低炭素化)
システム
・システム簡素化、低廉材料・部品開発
・システム・発電、リサイル等への対応
・部品のモジュール化
・システム簡素化、低廉材料・部品開発
・システム・発電、リサイル等への対応
・部品のモジュール化
・システム簡素化、低廉材料・部品開発
・システム・発電、リサイル等への対応
・部品のモジュール化
国内技術ブルーの創出、価値創造化、低コスト化の加速
・起動時間短縮(ブロワ、流量計、外、熱交換器、等)の低コスト化、高耐久化技術開発
次世代も開発(～2030実用化)
・高燃料利用率対応技術の開発
(触化物アノードによる発電燃料ガスの利用率、高燃料利用率達成に向けた電極構造の開発)
高性能触媒開発
(セルスタック構成)
・触媒の化学的現状法の基礎検討
(電極上の触媒金属の安定化・生成メカニズムやガス、金属触媒の酸化・還元反応に等による耐久性向上)
・触媒の化学的現状、最新な熱交換器タンクの耐久性実証、技術の確立
・モジュール、低炭素化スタック等への燃料多様化、小型化による電源以外等への展開
・高発電効率化、金属ケース、低温度作動、直接燃料導入、耐化学腐食性、等のセル・スタック技術の確立
・現なる高発電効率SOFCの高性能化
・電力、低炭素化を実現する高性能なセル・スタック技術の確立
金属基板開発
・金属基板をもの開発
・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)
低温度作動開発
(600-500℃帯域)
・シール材の開発
(電極の接着を主にシール材の開発)
・新規電解質、高活性電解材の開発
・積層型電池構造確立、積層電極の構造制御による耐久型化
・新規電解質の探索(プロトン伝導性酸化物、欠陥ペロブスカイト等の新規材料
・低温高活性アノード、カソード電極材の開発
・大容量化・高耐久化を実現する高性能な電解材料設計技術の確立
・シミュレーション技術による燃料電池設計、製造プロセス設計手法の確立
・高温可能化評価手法の確立
直接炭化水素型
・無加湿炭化水素からの直接発電可能なセルの開発
・直接改質可能な触化物アノード
・新しい金属ケーシングアノード材料の開発
・直接改質可能な触化物アノードの開発
耐化学被膜開発
・耐被膜、リン等への化学的耐久性のある新規アノード材料の探索
・耐被膜アノード、考え方型、ためだと被膜の探索
・耐化学被膜の高いセルの開発
(石炭ガス化ガスへの応用)
次々世代技術開発
(2030以降実用化)
・可逆動作(発電・水電解)に適したアノード/カソード材料、シール材料の探索
・セリンメレンジルコニア系に向けた反応系(シリカルエラー等、メタンの部分酸化)探索と最適化。
燃料種無機材料の探索
・可逆SOFC(低コスト化)開発および高効率化の実現に向けた革新的な材料・セル構造開発、材料、セル構造開発、等の最適化、耐久性評価の実現
・大容量化・高耐久化の実現
・水素・炭化・酸素発電技術を実現するリバーシブルセル・スタック・システム技術の確立
・大容量化・高耐久化の実現
・可逆動作(発電・水電解)に適したアノード/カソード材料、シール材料の探索
・セリンメレンジルコニア系に向けた反応系(シリカルエラー等、メタンの部分酸化)探索と最適化。
燃料種無機材料の探索
・可逆SOFC(低コスト化)開発および高効率化の実現に向けた革新的な材料・セル構造開発、材料、セル構造開発、等の最適化、耐久性評価の実現
・大容量化・高耐久化の実現
・水素・炭化・酸素発電技術を実現するリバーシブルセル・スタック・システム技術の確立
・大容量化・高耐久化の実現
基盤技術開発
(継続的な研究課題)
計測・解析技術
・耐久性、劣化進行機構の解明
・耐久性、劣化抑制技術の確立
・計測・解析技術の産業界への展開
(耐久性評価の活用による開発期間の短縮、等)
・計測・解析技術を活用した劣化機構解析
・シミュレーション技術による劣化抑制技術の確立
・計測・解析技術を活用した劣化機構解析とシミュレーションの融合、耐久性評価の大幅な短縮
・システム診断技術の確立
・計測技術(時間、空間分解能)、計測利用技術(スケール、精度)の更なる向上
・国オールド、ナノベルで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燃料電池設計、製造プロセス設計手法の確立
・高温可能化評価手法の確立
・国オールド、ナノベルで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燃料電池設計、製造プロセス設計手法の確立
・高温可能化評価手法の確立
追求性能パラメータ
中規模ハブ*サテライト*向け
(数100kW級～数MW級)
国産・実証
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
初期導入
50%＜○万時間以上、数100万円/kW
普及
2040年頃 導入シェア>70%
50%＜10万時間以上、＜30万円/kW(100kW級 自社データ)
大規模ハブ*向け
(数10MW～数100MW級)
・中小型SOFC集合機器
・ガスタービンハイブリッド型(GTSC)との組み合わせ
・燃料・実証
5万時間以上、数100万円/kW
初期導入(技術確立)
・5万時間以上、数100万円/kW
普及
・最適供給価値向の開発課題
・数100MW級
・石炭ガス化IGCCハイブリッド型(IGFC)システムの適用
初期導入(技術確立)
・5万時間以上、数100万円/kW
普及
・最適供給価値向の開発課題
・数100MW級
技術開発課題(SOFC)
2020年頃の取組導入向け技術開発
(2017年度までに完了予定)
2025年頃の向け技術開発
(2021年度までに完了予定)
2030年頃の向け技術開発
(2025年度までに完了予定)
・高性能セルスタック開発、ホットゾーン開発
・高圧一体型装置、複合発電システム制御技術の確立
・ハイブリッドシステムの更なる運用性向上
・更なるシステム運用性向上
・更なるシステム運用性向上
・起動・停止運転技術の確立
・大容量コンパクトシステム最適化
・スタック・システム大容量化(小容量から中容量、中容量から大容量)
・システム拡張に向けた大量生産技術開発
・更なる低コスト化と量産技術の一層の向上
・燃料多様化技術開発(石炭ガス、バイオガス)
・石炭ガス化ガスクリーンアップシステム最適化
・IGFC発電システムの最適化
技術開発課題(燃料電池PEFC)
2020年頃の取組導入向け技術開発
(2017年度までに完了予定)
2025年頃の向け技術開発
(2021年度までに完了予定)
2030年頃の向け技術開発
(2025年度までに完了予定)
MEA
・不純物耐性向上
・CCM/Mult-to Mult量産技術の開発
・不純物耐性向上+性MEAの開発
・CCM大量生産技術の開発
・更なる高性能化・高耐久化、低コスト化
・バイポ量産技術によるPEC耐不純物に対応した膜の皮改発
・高温(90℃)・低加湿(＜30%RH)作動MEA開発
・バイポ
電解質材料
・プロ素系膜素材料初ISO合成プロセスの開発
・電解質膜大量生産設備プロセス開発
・高温(90℃)・低加湿(＜30%RH)作動膜の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
・非白物素材料の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
電極触媒
・貴金属使用量削減(＜1g/kW)技術の開発
・電極触媒大量生産技術の確立
・カーボンカレード高速成型の「次元技術
・GDL、カソードカーボン等基材の低コスト化技術開発
・低廉材料、部品の活用(GDL、ガスパン等)
・GDL、カソードカーボン等基材の低コスト化技術開発
・高出力密度化、もれ実現化、もれ構造実現化
・スタック大量生産技術の確立
・貴金属触媒の低コスト化
・高出力密度化、もれ実現化、もれ構造実現化
・スタック大量生産技術の確立
実用化技術
・貴金属使用量削減(＜1g/kW)技術の開発
・補機類(ブロワ、流量計、外、熱交換器、等)の低コスト化、高耐久化技術開発
・部品のモジュール化
・部品のモジュール化
・部品のモジュール化
・電解質膜、触媒層、電力変換装置(インバータ、コンバータ等)の低コスト化、低コスト化
・補機類(ブロワ、流量計、外、熱交換器、等)の低コスト化、高耐久化技術開発
次世代も開発(～2030実用化)
・1.5年の耐久性見通しを電解質材料の開発
・触媒活性向上技術開発、貴金属使用量大幅削減(＜0.1g/kW)技術開発
・負荷変動に対応した高耐久性触媒技術開発
・触媒担体の腐食、貴金属の溶解など触媒劣化機構の解明
・高温・低加湿作動時の高出力密度、高耐久性ePEM開発
次々世代技術開発
(～2035実用化)
・高温(90℃)・低加湿(＜30%RH)作動膜の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
・非白物素材料の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
・地産2020アル水素等利用した高効率水素発電システム構築等の実証、及び、高効率利用等の開発
・電力、熱の地方を自立的に利用するための地域エネルギーシステム
・地産2020アル水素等利用した高効率水素発電システム構築等の実証、及び、高効率利用等の開発
・電力、熱の地方を自立的に利用するための地域エネルギーシステム
技術開発課題(水素利用)
2020年頃の取組導入向け技術開発
(2017年度までに完了予定)
2025年頃の向け技術開発
(2021年度までに完了予定)
2030年頃の向け技術開発
(2025年度までに完了予定)
・不純物耐性向上
・CCM/Mult-to Mult量産技術の開発
・不純物耐性向上+性MEAの開発
・CCM大量生産技術の開発
・更なる高性能化・高耐久化、低コスト化
・バイポ量産技術によるPEC耐不純物に対応した膜の皮改発
・高温(90℃)・低加湿(＜30%RH)作動膜の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
・非白物素材料の開発
・水素ハイブリッド化と共用開発
・貴金属使用量削減(＜1g/kW)技術の開発
・電極触媒大量生産技術の確立
・低廉材料、部品の活用(GDL、ガスパン等)
・GDL、カソードカーボン等基材の低コスト化技術開発
・高出力密度化、もれ実現化、もれ構造実現化
・スタック大量生産技術の確立
・貴金属触媒の低コスト化
・高出力密度化、もれ実現化、もれ構造実現化
・スタック大量生産技術の確立
・補機類(ブロワ、流量計、外、熱交換器、等)の低コスト化、高耐久化技術開発
・部品のモジュール化
・部品のモジュール化
・部品のモジュール化
・電解質膜、触媒層、電力変換装置(インバータ、コンバータ等)の低コスト化、低コスト化
・補機類(ブロワ、流量計、外、熱交換器、等)の低コスト化、高耐久化技術開発
次世代も開発(～2035実用化)
・1.5年の耐久性見通しを電解質材料の開発
・触媒活性向上技術開発、貴金属使用量大幅削減(＜0.1g/kW)技術開発
・負荷変動に対応した高耐久性触媒技術開発
・触媒担体の腐食、貴金属の溶解など触媒劣化機構の解明
・高温・低加湿作動時の高出力密度、高耐久性ePEM開発
・高出力密度化と共に1年の耐久性、貴金属使用量大幅削減、高温度低加湿化したセル・スタック技術の確立
・高出力密度化と共に1年の耐久性、貴金属使用量大幅削減、高温度低加湿化したセル・スタック技術の確立
技術開発課題(水素インフラ・エネルギーシステム)
・試運転操作の簡易化による工数削減、遠隔地運転、等
・機器全体のオンラインカバーなど(屋外設置)、機器コンパクト化(屋上設置)
・ネットワークによる遠隔制御などの管理、人件費削減
・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、環境性の検討
・ネットワークの効率的な運用と安定性および機器性能を確保するための燃料電池システム構成技術に関する最適制御技術の確立
系統電力への接続、再生可能エネルギー主導導入時のネットワークに対する調整・開発
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
実用技術開発
注釈
※1 エネルギーにおける水素の貯蔵技術の研究・開発・事業段階。(燃料電池自動車(FCV)、燃料電池船舶、燃料電池バス、燃料電池フォークリフト、燃料電池鉄道車両、燃料電池バイク、燃料電池ドローン、燃料電池ロボット、燃料電池飛行機、燃料電池ヘリコプター