

IV. 実用化の見通しについて

1. 実用化の見通し

燃料電池の本格的普及には、大幅なコスト低減、ならびに性能、耐久性および信頼性の向上と言う多様なかつ背反する要素をそれぞれ満たす革新的なブレークスルーが産業界から切望されている。そのためには従来のエンジニアリング手法ではなく、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。本事業では、電極触媒、電解質材料、MEA、さらにはガス拡散層等におけるプロトン伝導やガス・水移動といった諸現象を的確に把握しそのメカニズムを解析するツール開発を通じて、低コスト、高性能、および高耐久性・信頼性等を同時に実現する高性能MEA開発に貢献することを目的としている。実用化へのロードマップを図1-1に示す。

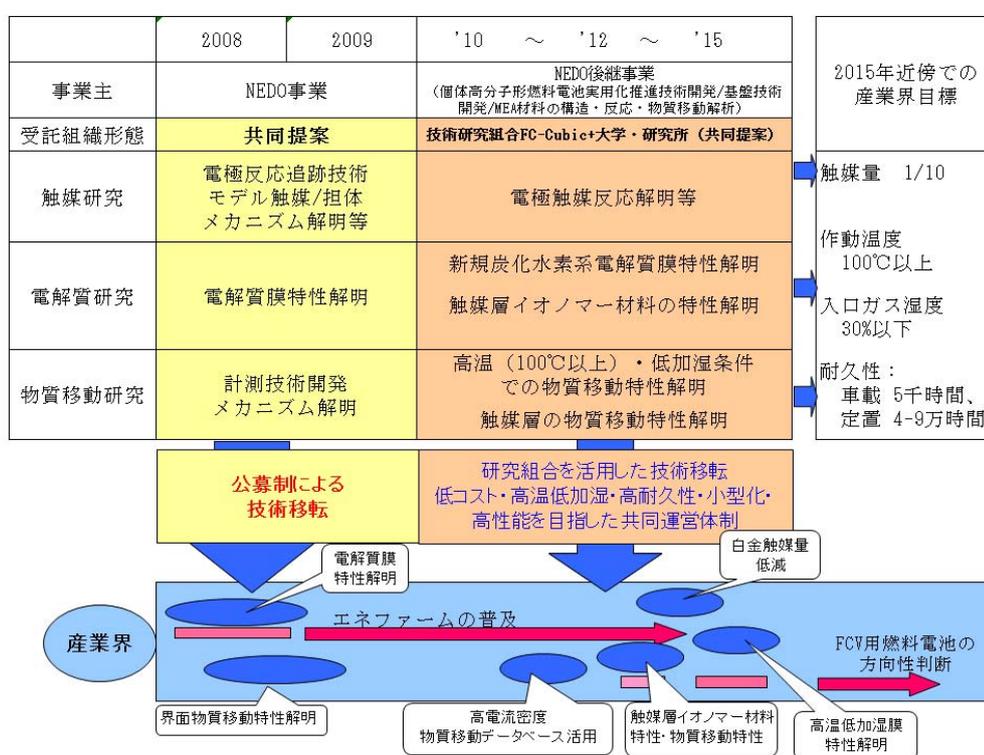


図1-1 実用化へのロードマップ

本事業はそれ自身で低コスト・高性能MEA開発が完結する訳ではなく、これまで困難であった解析・計測技術を新たに開発し、メカニズム解析あるいは計測データ取得を通じて、素材メーカーならびにスタックメーカーの開発を促進することを経て実用化に達する技術領域である事から、産業界に向けて如何に迅速に開発技術の成果展開(成果公開と技術移転)を図るかが鍵と目される。以下に成果公開の実績と、実用化例および今後の可能性について記す。

1.1 成果展開

本事業の研究成果実用化の鍵は、産業界に向けての迅速な成果公開と技術移転である。

後述の直接的な働きかけは対象が限定されることもあり、国内外の一般公開として、二年間の事業期間中、計200件余に及ぶ論文・口頭発表等をタイムリーに投稿・発表した。内訳を表1.1-1に示す。

表 1.1-1 特許、論文、外部発表等の件数

	2008 年	2009 年	2008-09 年
	H20 年	H21 年	計
特許出願（権利化）	0	2	2
論文（査読付き）	13	23	36
論文（査読無し）	0	3	3
研究発表・講演	87	77	164
新聞雑誌等への掲載	0	2	2
展示会への出展	0	3	3
合計	100 件	110 件	210 件

平成 22 年 8 月 31 日現在

論文等は公表に時間がかかることもあり、産業界に向けての迅速な公開を目指して、産業界の燃料電池技術者を対象とした「イブニングセミナー」（非公開）および「FC-Cubic ワークショップ」（公開）を計 4 回開催し、延 299 人の参加を得た。具体的には、燃料電池実用化推進協議会（FCCJ）の会員企業技術者を対象として、下記 3 回の「イブニングセミナー」を実施した。

- ① 電極触媒関連テーマ（山梨大学の招待講演を含む）、2008 年 7 月 15 日
- ② 電解質関連テーマ（山梨大学との共催）、2008 年 11 月 17 日
- ③ 物質移動関連テーマ（自動車・定置用燃料電池メーカーからの招待講演を含む）
、2009 年 11 月 10 日

いずれのセミナーに於いても、テーマを明確にして直接技術者に問いかけること、論文投稿受理あるいは口頭発表予稿送付直後のフレッシュな内容を公開すること、さらには研究者間の距離を短くするためにポスター発表形式とする等の工夫を織り込んだ。

これと並行して、公開制の「FC-Cubic ワークショップ」を 1 回開催した（2009 年 4 月 8 日）。本事業の研究成果とそれに関連する国内外の話題について招待講演を通じて同時に提供し、産業界に総合的な情報公開とベンチマーキングをねらいとして実施した。比較的小規模のワークショップとすることで、発表者～聴講者の距離感を縮める工夫を織り込み、結果として人的連携の強化が果たせた。

また、日本企業は複数企業が集合している場では活発な議論が進みにくいことを受けて、直接企業を訪問する形式での交流会を開催した。2008 年度はアイシン精機、日産自動車、松下電器（現パナソニック）、トヨタ自動車、東芝燃料電池システムズ、米国 General Motors、本田技術研究所と、また 2009 年度は新日本石油（現 JX 日鉱日石エネルギー）との実績（企業によっては複数回）を重ねた。

1. 2 研究成果の実用化

上記取り組みの成果として、期待に違わず技術展開を希望する企業が続出したため、NEDO との検討を経て、公募制度による技術成果移転制度を新たに設定し、公開公募⇒外部委員による採択審査を経て計 6 社の企業（住友化学、東亜合成、W. L. Gore & Associates、東洋紡績、ジャパングアテックス、日産自動車）への技術移転を図った。結果として、展開途中での 2 社の合併および 1 社の燃料電池事業からの撤退により実質 4 社となったが、電解質関連技術 3 テーマ、また物質移動関連 1 テーマの移転が期間中に進み、それぞれ素材開発あるいは MEA 開発等の促進に貢献した（次頁、図 1.2-1）。

素材メーカーへの移転成果に於いては 1 社の開発素材がスタックメーカーとの共同開発に至り、まさに実

用MEAに結実した（データ等未公表）。他の素材開発に於いても、漸次、実用材料開発に結実して行くものと想定をしている。また、スタックメーカーに於いては、移転技術がMEA中物質移動解析を通じてMEA開発に直結していくものと想定している。今後想定される企業展開（案）を図1.2-2に示す。

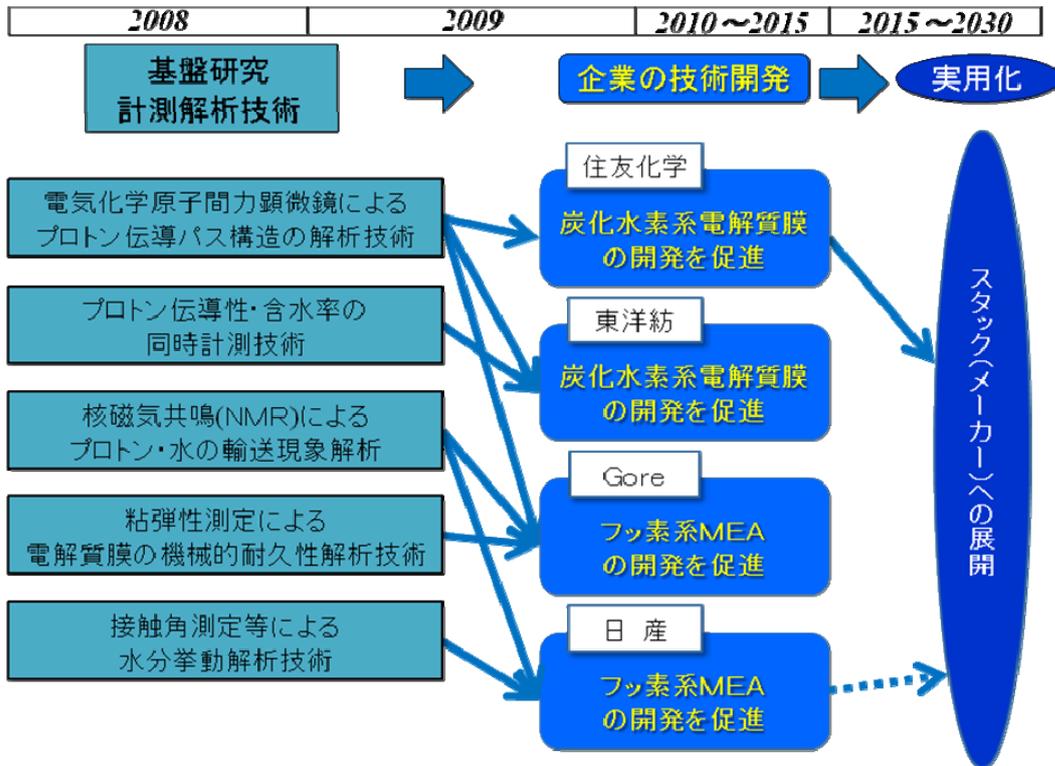


図1.2-1 企業展開の実施事例

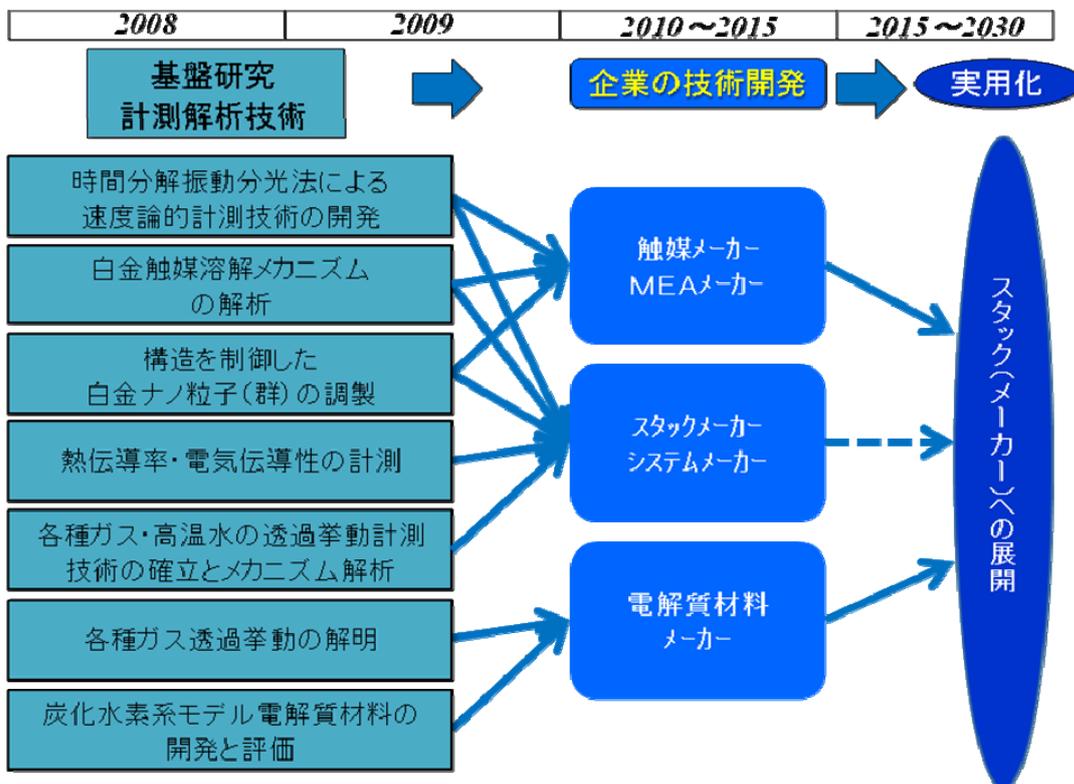


図1.2-2 今後想定される企業展開（案）

2. 波及効果

本事業では、電極触媒、電解質材料、MEA、さらにはガス拡散層等におけるプロトン伝導やガス・水移動といった諸現象を的確に把握しそのメカニズムを解析するツール開発を通じて、低コスト、高性能、および高耐久性・信頼性等を同時に実現する高性能MEA開発に貢献することを目的としている。

本事業はそれ自身で低コスト・高性能MEA開発が完結する訳ではなく、これまで困難であった解析・計測技術を新たに開発し、メカニズム解析あるいは計測データ取得を通じて、産業界に貢献するものであり、その波及効果としては、下記3点が挙げられる。

1. 関連分野への波及
2. 人材育成
3. 国際連携の拠点

2.1 関連分野への波及

本事業に関連のある直接メタノール型燃料電池およびリチウムイオン電池の各技術領域への想定される波及効果を以下に列挙する。

(1) 直接メタノール型燃料電池

- ・触媒/触媒層の解析技術（時間分解分光法等）を通じて、高性能化設計に寄与
- ・電解質材料の解析技術（e-AFM、NMR等）を通じて、メタノールクロスオーバー抑制対策に寄与
- ・物質移動解析技術（水透過率測定、材料物性測定、シミュレーション等）を通じて、拡散分極抑制対策に寄与

(2) リチウムイオン電池

- ・電解質材料の解析技術（e-AFM、NMR等）を通じて、ゲルポリマー電解質のリチウムイオン伝導性向上対策に寄与
- ・電解質材料の解析技術（e-AFM、NMR等）を通じて、セパレータのリチウムイオン伝導性向上対策に寄与
- ・触媒の解析技術（時間分解分光法等）を通じて、正極/負極の安定性/耐久性の向上対策に寄与
- ・物質移動解析技術（材料物性測定、シミュレーション等）を通じて、拡散分極抑制対策に寄与

さらに、当該分野への波及として、材料基礎研究機関への波及がある（図2.1-1）。

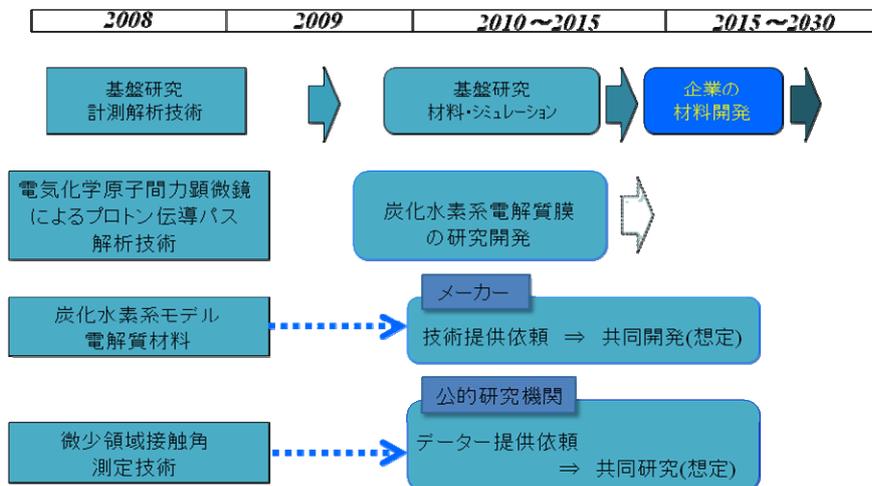


図2.1-1 今後想定される当該分野への波及

既に山梨大学とは、炭化水素系電解質膜の解析技術として、連携が進んでおり、今後も他の NEDO プロジェクト担当機関等へ波及が進んでいくものと思われる。本事業で開発したモデル材料は、単に計測解析精度を上げるためのみならず、実用材料として研究機関もしくは企業の基礎研究として波及することが容易に想定される。

2.2 人材育成

本事業の拠点である産総研・FC-Cubic、さらには、共同提案・共同実施機関であるお茶の水女子大学、北陸先端科学技術大学院大学、上智大学、米国テキサス大学オースチン校に於いては、燃料電池に関わる研究活動を通じて若手研究者の育成に努めてきた。お茶の水女子大学および上智大学の博士前期課程学生が拠点 FC-Cubic に於いて実験を行う事で視野を広める等の工夫を取り入れた。

その結果として、産総研・FC-Cubic ならびに上智大学から、研究員および関連学生が燃料電池関連企業への就職が実現した。また、産総研・FC-Cubic の研究員が3校の大学へ教官として赴任した。まさに人材育成の役割を為したものと言える(図 2.2-1)。今後も、産業界へ転身した際には、産業界への技術底上げの一端を担うものと考えられる。

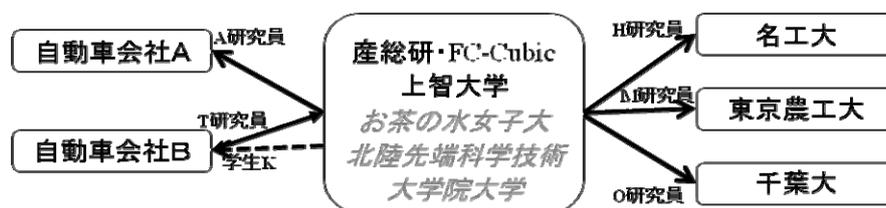


図 2.2-1 技術者・研究者の輩出事例

本事業の実施期間中に、拠点である産総研・FC-Cubic は、イタリア国 ITAE からコンポジット電解質膜の構造解析をテーマとして Dr. A. Carbone を、イタリア国ローマ大 (SAPIENZA) からセル構成要素の応力測定に関する可能性調査のために Prof. Z. Del Prete を、またカナダ国 NRCC から ME A 内の物質移動解析をテーマとして Mr. Adachi を受け入れた。事業実施者は海外の先端技術をそれぞれ吸収し、技術を深化させた。

2.3 国内外連携の拠点

本事業では産業界との強い連携を意識するとともに、前述の研究開発マネジメントに示す様に国内外の研究機関との連携を進めてきた。

図 2.3-1 に示す通り、国内に於いては、燃料電池実用推進協議会 (FCCJ) を通じて前述のイブニングセミナーを開催し、山梨大学とはイブニングセミナーの共催や共同研究を実施した。また、SPring-8、九州シンクロトロン光研究センターと技術交流を重ねた。

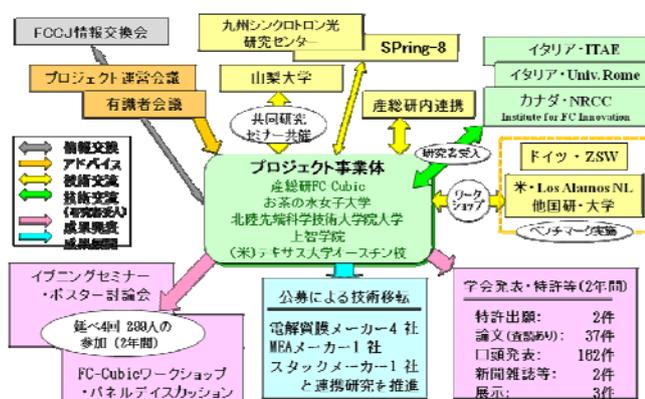


図 2.3-1 国内外連携の概要

一方、国際連携に於いては、米国ロスアラモス国立研究所 (LANL) との定期的なワークショップ開催 (2008年9月8～11日・米国、2009年8月26～27日・日本、および2009年11月19～20日・米国) を開催し、公開済み成果ベースではあるが、総合的な技術交流が進んだ。米国サイドは多くの研究所・大学がまた日本サイドからも大学が参画していることから、まさに LANL と産総研・FC-Cubic とが米国～日本の連携拠点となっている。

さらに、物質移動研究分野では、実験的手法と計算科学との融合が課題となっていることから、両者の研究者を招聘しワークショップを開催した。第1回はカナダ国オンタリオ大学、カナダ国マクマスター大学、九州大学、北海道大学、および産総研・FC-Cubic が参加 (2009年3月21日)、また第2回は米国 General Motors、米国テキサス大学、九州大学、京都大学、FC-Cubic が参加し (2010年1月8日)、有意義な討議を行った。

イタリア国 Institute for Advanced Energy Technologies (ITAE)、イタリア国ローマ大学 (SAPIENZA)、カナダ国 National Research Council Canada (NRCC)、ドイツ国 ZSW との技術交流も実施した。三機関からは研究者の受け入れを実施した。また、本事業の拠点である産総研・FC-Cubic に於いては、フランス、エジプト、ブラジル、バングラディシュ、およびタイの若手研究者が研究活動を行っており、国際連携の拠点として一役かっている。

上記連携の具体的波及成果として、山梨大学との炭化水素系電解質膜の解析に関わる共同研究に至っている。

事業終了後の今後も、上述の連携活動の継続により、引き続き国内外の連携拠点としての貢献が出来るものと想定している。

エネルギーイノベーションプログラム基本計画(抜粋版)

1. 目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、将来の不確実性に対する懸念が緩和され、官民において長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。以下に5つの政策の柱毎に目的を示す。

1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大宗を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

2. 政策的位置付け

エネルギー基本計画（2007年3月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

新・国家エネルギー戦略（2006年5月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置付けられている。

経済成長戦略大綱（2006年7月財政・経済一体改革会議）

資源・エネルギー政策の戦略的展開として

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画
5. 資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化

以上が位置づけられている。

京都議定書目標達成計画（2005年4月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

3. 達成目標

3-1. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、エネルギー消費効率を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

3-2. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

3-3. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

3-4. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30～40%程度以上とすることを目指すため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

3-5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先端的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

4．研究開発内容

4 - . 総合エネルギー効率の向上

4 - - . 共通

(1) エネルギー使用合理化技術戦略的開発(運営費交付金)

概要

省エネルギー技術開発の実効性を高めるために、シーズ技術の発掘から実用化に至るまで、民間団体等から幅広く公募を行い、需要側の課題を克服し得る省エネルギー技術開発を戦略的に行う。

技術目標及び達成時期

中長期的視点に立った省エネルギー技術戦略を構築し、技術開発の相互連携によりシナジー効果が発揮され技術開発が促進されるよう、超燃焼システム技術、時空を超えたエネルギー利用技術、省エネ型情報生活空間創生技術、先進交通社会確立技術、次世代省エネデバイス技術の技術群に重点化して、省エネルギー技術戦略に沿った技術開発を戦略的に推進する。

研究開発時期

2003年度～2010年度

(2) エネルギー使用合理化産業技術研究助成事業(運営費交付金)

概要

産業界や社会のニーズに応える省エネルギー技術のシーズの発掘とその育成、並びに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって省エネルギー効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

技術的目標及び達成時期

独創性のある研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的省エネルギー技術の研究開発を促進する。本事業では革新的省エネルギー技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、省エネルギー技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

研究開発期間

2000年度～

(3) 研究開発型中小企業挑戦支援事業(スタートアップ支援事業)

概要

省エネルギー対策に資する中小企業の優れた技術シーズ、ビジネスアイデアの事業化による創業・新事業展開を促進するため、実用化研究開発に要する経費(原材料費、直接人件費、機械装置費、知的財産取得費等)の一部を補助するとともに、補助事業を行う中小・ベンチャー企業等に対して中小企業基盤整備機構によるビジネスプランの具体化・実用化に向けたコンサルティング等を一体的に実施

研究開発期間
2003年度～2008年度

4 - . 運輸部門の燃料多様化

4 - - . 共通

- (1) イノベーション実用化補助事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)(4 - - 参照)

4 - - . バイオマス由来燃料

- (1) 新エネルギー技術研究開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) E3地域流通スタンダードモデル(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) バイオマス等未活用エネルギー実証事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (4) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業(運営費交付金)(4 - - 参照)

4 - - . G T L等の合成液体燃料

- (1) 革新的次世代低公害車総合技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 天然ガス未普及地域供給基盤確立実証試験(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) 天然ガスの液体燃料化(G T L)技術実証研究(運営費交付金)(4 - - 参照)

4 - - . 燃料電池自動車および水素関連技術

- (1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) 新利用形態燃料電池技術開発(運営費交付金)(4 - 参照)
- (4) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (5) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (6) 水素社会構築共通基盤整備事業(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (7) 燃料電池システム等実証研究(4 - - 参照)

4 - - . 電気自動車

- (1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)

4 - . 新エネルギー等の開発・導入促進

4 - - . 共通

- (1) 新エネルギー技術研究開発(運営費交付金)

概要

新エネルギーの自立的普及に向けて、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギー分野でのイノベーションを促進すべく、高効率かつ低コストを目指した先進的技術開発を実施する。具体的には以下の研究開発を実施する。

- A. 革新的な太陽電池の開発を実施する研究拠点を形成し、海外との研究協力等を行いながら、超長期の視野に立って、飛躍的な性能向上を目指した太陽光発電技術の開発を推進する。(革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)
- B. 中長期的に、より一層の高効率化と低コスト化を目指して、革新的な材料、構造等を採用した太陽光発電技術の開発を推進する。(太陽光発電システム未来技術研究開発)

- C．2020年の目標発電コスト14円/kWhおよび太陽光発電システムの大幅な効率向上を実現すべく、未来技術研究開発などで得られた要素技術開発の成果の内、実用化が期待できる太陽電池作製に係る技術について課題を設定し早期実用化を助成する。(太陽光発電システム実用化促進技術開発)
- D．電力供給源としての太陽光発電の信頼性を確立し、今後の太陽光発電システムの円滑な普及促進を図るため、太陽光発電システムの大量普及時に不可欠な性能評価技術やリサイクル・リユース技術等システムの共通基盤技術に係る研究等を実施する。(太陽光発電システム共通基盤技術研究開発)
- E．PVシステムの普及拡大のため、「集中連系型太陽光発電システム実証研究」の設備を有効利用しながら、認証制度にも資する複数台連系に係わる試験方法を確立する。(単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究)
- F．風力発電技術の国際的な動向を把握しつつ、我が国の複雑地形における風力発電利用上の各種課題を克服するための基礎から応用までの技術について研究開発を行う。具体的には我が国の厳しい風特性を反映した風特性モデルの確立及び高々度風況観測を簡便に行うためのリモートセンシング技術の精度検証・評価を行う。
- また、全国規模での落雷電流計測、落雷様相観測による雷特性の把握、落雷特性・落雷保護対策と被害実態との相関把握、上記を踏まえた効果的な落雷保護対策の検討及び実機規模での実雷による保護対策検証等を実施し、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。(次世代風力発電技術研究開発事業)
- G．我が国特有の海上特性や気象・海象条件を把握し、これらの自然条件に適した洋上風況観測法や風力発電システムに関する技術開発とその実証を行なうと共に、環境影響評価システム手法を確立する。(洋上風力発電技術研究開発)
- H．バイオマスのエネルギー利用の促進を図るためには、発生地域が分散し、形状・性状が多種多様にわたるバイオマス資源を利用しやすい形態の有用エネルギーへ効率的に転換できる技術を開発する。(バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発)
- I．世界的にもベンチャー企業による太陽光発電、新型風力発電、燃料電池、バイオ燃料分野におけるイノベーション活動が活発化していることを踏まえ、詳細目標設定・多段階選抜形の米国SBI R制度を参考に特定のキーテクノロジーに対するベンチャーのチャレンジを強力に支援する。(新エネルギーベンチャー技術革新事業)

技術目標及び達成時期

- A．2050年までに「変換効率が40%超」かつ「発電コストが汎用電力料金並み(7円/kWh)」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、変換効率40%超の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。
- B．2020年頃に業務用電力料金並の発電コスト(14円/kWh、モジュール製造原価として75円/W程度)、2030年頃に火力発電の発電コスト(7円/kWh、モジュール製造原価として50円/W程度)の実現に向けた中・長期的な技術開発を行う。

- C．2015年に向けて市場競争力を備えた本格生産・商用化を目指す。
- D．2020年度の技術開発目標である発電コスト14円/kWhを目指し、中期的な視点での太陽光発電の普及拡大に資する。
- E．2009年度末までに、電力系統側が受け入れ可能な、導入台数の制限のない能動型単独運転検出装置の試験方法を確立する。
- F．2012年度までに、風力発電の基礎から応用までの技術について、国際的な動向を把握しつつ、我が国特有の気象・地形に起因する各種問題(風車耐久性等)を克服するための研究開発を行って、我が国の風車産業の振興に資するとともに、IEA RD&D WINDなどの最先端の国際的風力発電共同研究に研究成果を反映させる。
また、2012年度までに、高精度落雷リスクマップを作成するとともに、風力発電設備へのより効果的な落雷等に対する対策を策定する。
- G．2013年度までに、我が国の海象・気象条件に適した、洋上風況観測システム、洋上風力発電システム及び環境影響評価の手法等の技術を確立する。
- H．2004年度より、バイオマスエネルギー転換プロセスにおける各工程のボトルネックを抽出し、2008年度までに開発が完了するよう、それぞれのボトルネックをブレイクスルーする要素技術開発を提案公募方式により実施する。更に、2005年度より2009年度まで、バイオマスのエネルギー転換・利用技術等の分野において2030年の普及を目指した新規な革新的技術を開発するための先導技術研究開発を提案公募方式により実施する。
- I．潜在的なオプションの顕在化や関連産業分野の技術開発による技術革新により、新エネルギー導入促進技術オプションの多様化と経済性の向上に寄与する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) 新エネルギー技術フィールドテスト事業(運営費交付金)

概要

2010年度の新エネルギー導入目標達成に向け、新技術を活用した太陽光発電及び太陽熱利用システムの有効性の検証、バイオマス熱利用システムの性能・経済性等の検証、風車立地に必要な高所の風況データの収集・解析など総合的な新エネルギーフィールドテストを実施する。具体的には以下のフィールドテストを実施する。

- A．新技術を活用した太陽光発電システム等を設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。(太陽光発電新技術等フィールドテスト事業)
- B．新利用形態の太陽熱利用システムや未利用分野においてシステムを設置し、出力特性等の情報収集及び分析を行うことで、その有効性を確認するとともに、ガイドラインの策定等により広く情報発信を行う。(太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業)
- C．広く薄く賦存するバイオマスを、民間企業や研究機関等において研究開発が終了段階をむかえた高効率に熱利用できるシステムを設置し、設置場所の熱需要に合わせたフィールドテストを実施することにより、実運転におけるバイオマス熱

利用転換システムとしての課題抽出、解決を行い、早期実用化を図り、バイオマスエネルギーの導入促進を行う。(地域バイオマス熱利用フィールドテスト事業)

- D. 風力発電の導入目標(2010年度300万kW)を達成するため、共同研究事業者と大型風車の導入普及に必要な高所の風況データの収集・解析・評価を行い、公開する。(風力発電フィールドテスト事業)

技術目標及び達成時期

- A. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- B. 設置システムについて、2007年度に策定したガイドラインを2009年度に改訂する。また、2012年度及び2015年度に見直し改訂する。
- C. 一定レベルまで確立されたバイオマス熱利用技術について、性能や経済性等の状況・データを収集・分析し、熱利用システムの有効性を実証するとともに、これらの結果を公表することで汎用性の高い熱利用システムの確立し、2010年度のバイオマス熱利用の導入目標(308万KL)達成を目指す
- D. 2010年度までに、高所の風況データの解析・評価を行い、導入普及に有用な資料の取りまとめを行い、これらの結果を風力発電事業者、研究機関や風力発電事業を計画している各種団体等に公開することにより、風力発電導入の素地を形成し、風力発電の導入を拡大する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(3) イノベーション実用化補助金(運営費交付金)

概要

科学技術基本計画における戦略的技術領域・課題にかかる技術課題等で石油代替エネルギーの製造・生成・利用に資する実用化開発を行う民間企業に対し助成支援する。

技術目標及び達成時期

助成事業終了後3年以上を経過した時点で25%の実用化達成率。加えて、知的資産経営の方針に対する審査時の評価を通じて、「技術等の知的資産を活かす経営の下で収益拡大を図る(技術を経営、収益につなげる)」意識を普及させる。

研究開発期間

2000年度～

(4) 非化石エネルギー産業技術研究助成事業(運営費交付金)

概要

産業界や社会のニーズに応える石油代替技術のシーズの発掘とその育成、並びに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。この目的のため、産業界からの期待が高い技術領域・課題を提示した上で、大学や独立行政法人の若手研究者等から研究開発テーマを募集する。厳正な外部評価によって石油代替効果があり且つ独創的・革新的なテーマを選定し、研究者代表者個人を特定して助成金を交付する。

技術目標及び達成時期

独創性のある若手研究者等を助成すると共に、中間評価ゲート方式が醸成する競争的環境の下で企業との連携を強化させることにより、10～15年後の実用化が有望な革新的石油代替技術の研究開発を促進する。本事業では革新的石油代替技術の実用化への第1歩となる特許について、助成期間終了後の出願比率を100%とすることを目標とするとともに、石油代替技術に関する次世代の研究リーダーの育成を図る。

研究開発期間

2000年度～

4 - - . 太陽・風力

(1) 太陽光発電無線送受電技術の研究開発

概要

新たな電力供給方式として地上において様々な用途への応用が見込まれ、また、長期的には将来の新エネルギーシステムとして期待される宇宙太陽光発電システムの中核的技術として応用可能な太陽光発電無線送受電技術を確立するため、安全性等を確保しつつ、太陽エネルギーを効率良く伝送するための要素技術等について研究開発を行う。

技術目標及び達成時期

2010年度までに高効率半導体増幅回路の開発、複数フェーズドアレイパネルの統合による精密ビーム制御技術の開発、高効率受電整流回路の開発を目指すことにより、無線送受電技術の高効率化を図る。

研究開発期間

2008年度～2010年度

4 - - . 電力系統制御・電力貯蔵

- (1) 次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (2) 風力発電電力系統安定化等技術開発(運営費交付金)(4 - - 参照)
- (3) 大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証事業(運営費交付金)(4 - - 参照)

4 - - . バイオマス・廃棄物・地熱等

(1) E3地域流通スタンダードモデル創成事業(運営費交付金)

概要

離島(全域)におけるエタノール3%混合ガソリン(E3)の製造から給油までの大規模なフィールドテストを通じ、E3利用に関する社会システムモデルの構築と一般社会へ適用する際の技術課題の抽出を行う。

技術目標及び達成時期

2010年の「京都議定書目標達成計画」の導入目標(50万kl)に資するため、2009年度にE3利用の社会モデルを構築し、2011年度までにその検証を行う。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(2) バイオマス等未活用エネルギー実証事業(運営費交付金)

概要

地域に賦存する未活用の資源であるバイオマスをエネルギーとして有効活用するため、溶融ガス化等熱化学的変換技術による燃料化システムやメタンガス等生物化学的変換技術による燃料化システム等の実証試験事業、事業可能性調査等を実施し、利用ノウハウ等を蓄積、本格的なバイオマス等エネルギーの導入を推進する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、バイオマス等の種別やエネルギー変換手法、更には地域特性を加味した一連のエネルギー転換システム毎のフィージビリティスタディや試験設備の設置により、バイオマス等の運搬・収集、エネルギー転換及びエネルギー利用に係るデータの収集、分析、評価を実施し、その結果をフィードバックすることによって本格的なバイオマス等エネルギーの導入を目指す。

研究開発期間

2001年度～2009年度

(3) バイオマスエネルギー地域システム化実験事業(運営費交付金)

概要

バイオマスエネルギーの資源収集・運搬、転換、残渣処理、利用までの一連の利活用システムについての、各要素の連携の最適化を図るための実証を実施することによって、地域特性に適合した地域主導によるバイオマスの地産地消・地域循環型の先導的モデルシステムを構築することによりバイオマスエネルギーの導入を促進する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、国内バイオマス資源の安定的かつ経済的な供給システム、最適なエネルギー転換技術、エネルギー転換後に発生する残渣の処理等の一連の地産地消型エネルギー転換システムについて、ノウハウ蓄積、課題抽出及びその対策方法の策定、技術確立を行う。また、ここで確立されたバイオマスエネルギーシステムは他地域への波及を先導する事例となることを目標とする。

研究開発期間

2005年度～2009年度

4 - - . 燃料電池

(1) 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発(運営費交付金)

概要

自動車用、家庭・業務用等に利用される固体高分子形燃料電池(PEFC)の実用化・普及に向け、要素技術、システム化技術及び次世代技術等の開発を行うとともに、共通的な課題解決に向けた研究開発の体制の構築を図る。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、固体高分子形燃料電池の経済性・耐久性の向上や高性能

化のための技術開発を行い、燃料電池の普及段階へ向けて必要な基本的技術を確立する。

研究開発期間

2005年度～2009年度

(2) 燃料電池先端科学研究(運営費交付金)

概要

燃料電池の基本的反応メカニズムについての根本的な理解を深めるために、高度な科学的知見を要する現象解析及びそのための研究体制の整備を行い、現状の技術開発における壁を打破するための知見を蓄積する。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、燃料電池内における反応機構を電気化学(電極触媒反応、イオン移動、分子移動等)及び材料化学(溶解・腐食反応、錯形成反応、ラジカル反応、固相内拡散等)の観点から解明する。また、燃料電池新技術の性能を適切に評価・実証するための基本システムを構築する。

研究開発期間

2005年度～2009年度

(3) 新利用形態燃料電池技術開発(運営費交付金)

概要

ユビキタス社会に対応する燃料電池の実用化・普及拡大を図るため、小型可搬電源となり得る小出力燃料電池等の安全性確保等を目的とする基準・標準化研究開発及び燃料電池の用途開拓のための技術開発を行う。

技術目標及び達成時期

2010年までに、燃料電池の新利用形態、使用環境の拡がり等を考慮した高出力特性等の性能特性向上によって必要となる燃料容器等の周辺機器を含めたシステムの安全・環境基準の設定・標準化、規制緩和に資する試験データの取得、試験方法の開発及びこれらの規格・標準化に準じた新利用携帯用燃料電池技術を開発する。

研究開発期間

2006年度～2010年度

(4) 高耐久性メンブレン型LPガス改質装置の開発(運営費交付金)

概要

高耐久性の水素透過型メンブレン(膜)を開発し、家庭用LPガス供給システムから高純度の水素を供給可能な高効率LPガス改質装置を開発する。

技術目標及び達成時期

2008年度までに、家庭用LPガス供給システムから燃料電池へ高純度の水素を供給する高効率かつ低コストでコンパクトなメンブレン型LPガス改質装置を開発する。

研究開発期間

2006年度～2008年度

(5) 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発(運営費交付金)

概要

固体酸化物形燃料電池(SOFC)は発電効率が高く、分散型電源として期待されるが、実用化・普及のためには耐久性・信頼性向上、低コスト化等の課題を解決することが必要であり、材料開発や劣化要因解明など基盤的な要素技術の研究を行う。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、耐久性・信頼性の向上のための劣化要因解明等の基礎研究、低コスト化のための材料等や高出力セルスタックの開発、起動停止対応等の実用性向上のための技術開発を実施する。

研究開発期間

2008年度～2012年度

(6) セラミックリアクター開発(運営費交付金)

概要

電気化学的に物質やエネルギーを高効率で変換する次世代型セラミックリアクターの実現のため、低温作動と急速作動停止を可能とする材料の開発とマイクロセルの集積構造化技術等の開発を行う。

技術目標及び達成時期

2009年度までに、新電解質材料の適用や電極反応の高効率化等による、低温作動時(650以下)での出力性能を向上させる材料技術と共に、マイクロセルの集積構造化や精緻なインターフェース構築のための製造プロセス技術を開発。そして、これらの技術を統合することにより、次世代型セラミックリアクターとしてのプロトタイプモジュール実証(出力性能2kW/部等)を行う。

研究開発期間

2005年度～2009年度

(7) 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発(運営費交付金)

概要

水素の製造・輸送・貯蔵等に係る機器やシステムについて、性能・信頼性・耐久性の向上や低コスト化を目指す水素利用技術の研究開発を行い、水素社会の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素製造・貯蔵・輸送・充填に関する機器やシステムの信頼性・耐久性向上、低コスト化、性能向上等実用化検証や要素技術開発、及び当該技術を飛躍的に進展させることができる革新的技術開発や調査研究などを行い、その成果を産業界に提供することにより、水素エネルギー初期導入間近の関連機器製造・普及技術として完成させ、水素社会の真の実現に必要な基盤技術の確立を図る。

研究開発期間

2008年度～2012年度

(8) 水素貯蔵材料先端基盤研究事業(運営費交付金)

概要

世界トップ水準の優れた研究者を中核に、国内外の研究機関・企業のバーチャルな連携の下、高圧水素貯蔵に比べよりコンパクトかつ効率的な水素貯蔵を可能とする水素貯蔵材料の性能向上に必要な条件等を明らかにすることにより、燃料電池自動車の航続距離の飛躍的向上を図る。

技術目標及び達成時期

2011年度までに、水素貯蔵材料の基本原則、さらには水素貯蔵能力の革新的向上に必要な条件を明らかにすることにより、水素をより安全・簡便・効率的かつ低コストに輸送・貯蔵するための技術基盤を確立する。

研究開発期間

2007年度～2011年度

(9) 水素先端科学基礎研究事業(運営費交付金)

概要

水素の輸送や貯蔵に必須な材料に関し、水素脆化等の基本原則の解明及び対策の検討を中心とした高度な科学的知見を要する先端的研究を、国内外の研究者を結集し行うことにより、水素をより安全・簡便に利用するための技術基盤を確立する。

技術目標及び達成時期

2012年度までに、水素脆化、水素トライボロジーの基本原則の解明及び対策の検討等を行い、水素をより安全・簡便に利用するための技術指針を産業界に提供する。

研究開発期間

2006年度～2012年度

(10) 水素社会構築共通基盤整備事業(運営費交付金)

概要

燃料電池の導入・普及に資する基盤整備のため、製品性能の試験・評価手法及び国内外の基準・標準の確立を図る。

技術目標及び達成時期

2009年度を目途に、安全性等に係るデータを取得し、そのデータを基に試験・評価手法の確立、国際標準の確立、規制の再点検を三位一体で進める。

研究開発期間

2005年度～2009年度

(11) 固体酸化物形燃料電池実証研究(運営費交付金)

概要

発電効率が高く、分散型電源として期待される固体酸化物形燃料電池(SOFC)の研究開発・実用化の促進のため、耐久性を始めとしたデータの取得・課題

抽出等のための実証を実施する。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、SOFCシステムの実証試験を数十～数百台規模で実施し、蓄積が不足している耐久性を始めとした実証データの取得・課題抽出等を行い、SOFC技術開発等へのフィードバックを行う。

研究開発期間

2007年度～2010年度

(12) 定置用燃料電池大規模実証事業(運営費交付金)

概要

定置用燃料電池コージェネレーションシステムの実用化開発を支援するため、量産技術の確立と実用段階に必要なデータ収集を行う大規模実証を実施する。

技術目標及び達成時期

2008年度までに、定置用燃料電池を大規模かつ広域的に設置し、実使用条件下における耐久性等の運転データを取得・分析、コストダウンに向けた課題抽出を行い、製品改良へのフィードバックを行う。

研究開発期間

2005年度～2008年度

(13) 燃料電池システム等実証研究

概要

実条件に近い中での燃料電池自動車等の実証走行や、高圧水素貯蔵システム、多角的な燃料供給システムの検証を進め、水素エネルギー社会における水素利用の課題等を抽出するとともに、燃料電池・水素に対する国民的理解の醸成を図る。

技術目標及び達成時期

2010年度までに、実使用条件下における技術的課題を抽出するとともに、環境特性、エネルギー総合効率、安全性、耐久性等に関する基準・標準に資するデータを取得し、燃料電池自動車、水素ステーションの研究開発等へのフィードバックを行う。

研究開発期間

2006年度～2010年度

4 - . 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

4 - - . 軽水炉・軽水炉核燃料サイクル

< 新型軽水炉 >

(1) 次世代軽水炉等技術開発

概要

2030年前後に見込まれる大規模な代替炉建設需要に対応するため、安全性・経済性、信頼性等に優れ、世界標準を獲得し得る次世代軽水炉の技術開発を行う

技術目標及び達成時期

2010年度までに、次世代軽水炉の実現に必要な要素技術開発等及びプ

(エネルギーイノベーションプログラム)
「燃料電池先端科学研究事業」基本計画

燃料電池・水素技術開発部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、将来の不確実性に対する懸念が緩和され、官民において長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となることを目指し「エネルギーイノベーションプログラム」が制定された。本事業は、その「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。

燃料電池は、上記の目的達成に向けたキーテクノロジーとして、その実用化への期待が高い。第3期科学技術基本計画(2006年3月)においては「先進燃料電池システムと安全な革新的水素貯蔵・輸送技術」が戦略重点科学技術として選定され、新・国家エネルギー戦略(2006年5月)では燃料電池自動車に関する技術開発の推進が記され、経済成長戦略大綱(2006年7月)において運輸エネルギーの次世代技術開発が重点分野として位置付けられている。エネルギー基本計画(2007年3月)、次世代自動車・燃料イニシアティブ(2007年5月)においても燃料電池技術開発の重要性が述べられ、さらには、Cool Earth－エネルギー革新技術計画に定置用燃料電池、燃料電池自動車及び水素製造・輸送・貯蔵が位置付けられている。

燃料電池の本格的普及には、コストの低減並びに性能、耐久性及び信頼性の向上という多様な要素を満たす革新的なブレークスルーが待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。

本事業では、固体高分子形燃料電池の基幹技術である電極触媒、電解質材料、物質移動に関して、革新的な計測・評価・解析技術等を開発して、材料、物質移動及び反応メカニズムを根本的に理解し、ひいては、固体高分子形燃料電池の基盤として、これらの革新的技術等を提供することを目的とする。

(2) 研究開発の目標

平成21年(2009年)度末において、以下に示す技術目標の確立を目指す。

①コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明

コストポテンシャル向上と両立した電極触媒の革新的性能向上のため、電極触媒における電気化学反応の速度論的測定手法を確立するとともに、電極触媒並びに担体の構造(電子構造を含む)と触媒活性・耐久性との相関性を定量的に把握する等の反応メカニズムを

解明する。

②コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明

コストポテンシャル向上と両立した電解質材料の革新的性能向上のため、実作動相当環境下での高次構造を解明する手段を確立するとともに、プロトン伝導、ガス透過並びに化学的耐久性との相関を定量的に把握する等の物質移動・反応メカニズムを解明する。

③セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

セル構成要素及び界面における物質移動速度向上を図るため、触媒層、ガス拡散層等の実作動相当環境下での構造解明と、これが物質移動並びに熱・電気伝導に及ぼす影響を定量的に把握する等の物質移動メカニズムを解明する。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、研究開発を実施する。

〔委託事業〕

①コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明

電極触媒における電気化学反応の速度論的測定手法を確立し、電極触媒並びに担体の構造（電子構造を含む）と触媒活性・耐久性との相関性を把握するなど、電極触媒の反応メカニズム解明のための計測・評価・解析等を行う。

②コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的性能向上のための物質移動・反応メカニズム解明

実作動相当環境下での高次構造を解明する手段を確立するとともに、電解質材料におけるプロトン伝導、ガス透過などの物質移動の速度論究明並びに化学的耐久性との相関を把握する等、電解質材料の物質移動・反応メカニズム解明のための計測・評価・解析等を行う。

③セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

セル構成要素及び界面の実作動相当環境下での構造解明と、プロトン及び水関連物質などの物質移動の速度論究明並びに熱・電気伝導へ及ぼす影響を把握するなど、セル構成要素及び界面における物質移動メカニズム解明のための計測・評価・解析等を行う。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO 技術開発機構」という。）が、公募によって選定する本邦の企業、研究組合、公益法人、大学、公益研究機関等の研究機関（ただし、研究機関の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外研究機関との連携が必要な場合はこの限りではない。）が、NEDO技術開発機構がプロジェクトリーダーとして委嘱する、独立行政法人産業技術総合研究所 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター 研究センター長 長谷川弘氏の下で、委託により実施する。また、研究開発の効率的推進及び技術情報の管理等の観点

から、プロジェクトリーダーの下に研究者を可能な限り結集して研究開発を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及びプロジェクトリーダーと密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて、NEDO技術開発機構に設置する委員会や技術検討会等において、外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、四半期に一回程度、プロジェクトの進捗について報告を受けるなどを行う。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成20年度から平成21年度までの2年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成22年度に実施する。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 成果の普及

得られた研究開発の成果については、NEDO技術開発機構、実施者とも普及に努めるものとする。

② 知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備事業または標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

③ 知的財産権の帰属

委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第十五条第一項第一号ハに基づき実施する。

(4) その他

本事業は、平成17年度から平成19年度に、経済産業省が委託により実施した「燃料電池先端科学委託事業」の研究開発内容及び成果を踏まえて実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成20年1月、策定。

(2) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により「(1)研究開発の目的」の記載を改訂。

PEFCロードマップ詳細版

定置用○:一般、☆効率、□:耐久性、△:コスト、▽:利便性 自動車用●:一般、★効率、■:耐久性、▲:コスト、▼:利便性

PEFC-1

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
システム		<p><実用段階技術> 【定置用システム(改質形1kW級)】 1kW級システム市販開始(初期導入段階) ・発電効率 約32%~33%HHV/約35%~37%LHV ・総合効率 約77%~79%HHV/約85~87%LHV ・耐久性 4万時間 ・システム価格 200~250万円/kW</p> <p>・大規模実証研究実績(システム運転平均効率) 発電効率 約28%HHV/約31%LHV、熱回収効率約41%HHV/約45%LHV 運転実績の蓄積と安全性を実証(約3307台を実環境下に設置し、データ蓄積)</p> <p>・集合住宅用純水素型システム(500W)も実験段階 発電効率 約40%HHV/約47%LHV(集中改質による水素製造工程含まず) 総合効率 約80%HHV/約95%LHV</p> <p>・業務用燃料電池システム(10kW級)実証試験運転(灯油) 発電効率:33%HHV/36%LHV 総合効率:75%HHV/81%LHV</p>	<p>【定置用システム 普及初期】</p> <p>☆発電効率 約33%HHV/約37%LHV □耐久性 約6万時間(起動停止、寿命10年) <2015年頃> △システム価格 約50~70万円/kW (10万台/年/社 生産ケース)</p> <p>△システムエンジニアリングによる簡素化 △補器類や部品の低コスト化・削減、配管等の低コスト材料選定 △低コスト貯湯システム △部分負荷効率向上(改質系、インバーター、補機類) △インバーターの低DC電圧駆動化 △システムモジュール化・標準化による量産効果加速</p>	<p>【定置用システム 本格普及へ向けた開発】</p> <p>☆発電効率 約33%HHV/約37%LHV □耐久性 約9万時間 <2020年頃> △システム価格 約40~50万円/kW (20万台/年/社 生産ケース)</p> <p>▽多様な燃料への対応 ▽付加価値付与(自立型、防災対応型等) 低コスト化技術 (システム技術、モジュール化等)、 スタック技術、運転技術</p>	<p>【定置用システム 本格普及期】</p> <p>【定置用システム本格普及期目標】 <2030年頃> △システム価格 40万円/kW未満 □耐久性 9万時間 ☆発電効率 >36%HHV/40%LHV ☆総合効率 >77%HHV/85%LHV △☆最高作動温度(約90℃)・低加湿運転</p>						
		<p><次世代技術> ○●低コスト・高性能・高耐久性システム</p> <p>定置用、自動車用システムの本格普及を実現するための、低コスト・高耐久性・高性能のシステム・材料について、基礎・要素研究が進展中</p>	<p>【システムとしての技術課題】(要素技術)</p> <p>△▲低コスト化のための抜本的システム簡素化 △☆高温低加湿(80~90℃程度)運転対応システム ▲★高温低加湿(90~100℃程度)運転対応システム ▲▲高電流密度化対応システム ▽▼低環境温度対応技術 △▲不純物影響低減技術・性能回復技術 ☆★□■高効率、高信頼性システムに向けた材料開発、その性能のセル・スタックレベルでの実証</p> <p>定置用システム価格 約50~70万円/kW 自動車用システム製造原価:約100万円 に資する要素技術を確</p>	<p>【次世代システム 本格普及に向けた開発】</p> <p>定置用 ☆発電効率 33%HHV/37%LHV以上 □耐久性 9万時間見通し △☆高温(~90℃)、常圧・低加湿運転 △システム価格 40万円/kW以下の見込み</p> <p>自動車用 ★発電効率 60%HHV/51%LHVの見込み ■耐久性 5000時間見通し ▲★高温(~120℃)、大気圧、加湿器レス運</p>	<p>【純水素型システム】(参考)</p> <p>水素インフラの整備状況に対応</p> <p>△システム価格 <40万円/kW(集中水素製造含まず) □耐久性 9万時間 ☆発電効率 >46%HHV/55%LHV(集中水素製造含まず) >35%HHV/42%LHV(集中水素製造含む)</p>						
		<p>【自動車用システム(高压水素搭載)】</p> <p>・車両効率 約55~60%LHV/約47~51%HHV ・耐久性 約2000時間 ・低温始動性:-30℃からの始動を実現 ・航続距離:830km(70MPa)、620km(35MPa)</p> <p>JHFC実証事業実績 ・公道走行燃費測定試験では、ガソリン等価燃費が20.7km/L(2004年)から、26.7km/L(2007年)へと向上。 ・車両効率は、シャシダイナモ燃費測定では約50%(2004年)から、約61%(2008年)へ向上。(トッランナー値、10・15モード) ・2002年からこれまで約120台が登録・参加し、約60万km走行とデータを着実に蓄積。</p>	<p>【自動車用システム 初期導入へ向けた開発】</p> <p>★車両効率 約60%LHV/51%HHV ■耐久性 5000時間(15年)</p>	<p>【自動車用システム 普及初期】</p> <p>★車両効率 約60%LHV/約51%HHV ■耐久性 5000時間(15年) ▼低温起動性:-40℃からの起動時間の短縮 ▲★作動温度-30~約90~100℃、30%RH、 作動圧力1.2atm、水素ストイキ1.1</p>	<p>【自動車用システム 普及期】</p> <p>★車両効率 60%LHV/51%HHV ■耐久性 5000時間(15年) ▲★作動温度-30~100℃、30%RH、 作動圧力1.2atm、水素ストイキ<1.1</p> <p>【自動車用システム本格商用化目標】 ★車両効率 60%LHV/51%HHV以上 ■耐久性 5000時間(15年)以上 ▲★作動温度-40~約100~120℃、 加湿器レス、大気圧作動、水素循環なし ▲システム製造原価 <50万円 (50万台/年 ケース)</p>						

注:効率に関する標記は原則、定格の効率を示す。価格に関するカッコ内の生産数は、計算の仮定のための想定台数であり、市場規模を指すものではない。石油系燃料の発電効率の目標については、天然ガスに比較しやや低い値とする。
 自動車用システムにおける車両効率については、2007年度より燃費測定モードが、10・15モードからJC08モードへの移行が始まったところであるが、現時点では、両モードの数値換算に関するデータが十分に揃っていないことから、2008年版では10・15モードで表記している。
 自動車用システムにおける耐久性には、必要とされる運転条件に応じた起動停止回数に対応することも含まれる。

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
			システム	<p>【マイクロ・ポータブル用FC(PC, PDA, 携帯電話)】 ポータブル電源用 数W~数百Wレベル (一部DMFC限定販売) 携帯電話用数Wレベル ・出力密度(定常的な使用条件) DMFC: 50~70mW/cm²(アクティブ型)、50mW/cm²(パッシブ型) (PEFC: 200mW/cm²)</p> <p>【小型移動体用FC(スクーター、車いす、電動カート等)】 数百W~十数kW レベル開発中 (例) 中・高速移動体(スクーター等の時速6km/h以上の移動体) DMFC最大出力 1.2kW 重量出力密度(システム) 52 W/kg 航続距離 125km 耐久性 1500時間 T to B効率(Tank-to-Battery Efficiency) 32%HHV</p>	<p>ポータブル機器用電源 (DMFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー密度(※) >200Wh/L, >150Wh/kg 出力密度 >20W/L, >15W/kg 耐久性 >1500時間 (≒5時間/日×300日×1年) 	<p>ポータブル機器用電源 (DMFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー密度 >300Wh/L, >200Wh/kg 出力密度 >25W/L, >20W/kg 耐久性 >5千時間 (≒5時間使用/日×300日×3年) 	<p>他の電源に対して競争力のある 小型、低コストシステム 実用化・普及</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギー密度 >500Wh/L, 400Wh/kg 出力密度 >50W/L, >40W/kg 耐久性 >1万時間 	<p>小型移動体用電源 (DMFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> 出力密度 >52W/kg システムとして耐久性の向上 >1,500時間 航続距離 125km T to B効率 32%HHV 	<p>小型移動体用電源 (DMFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> 出力密度 >52W/kg システムとして耐久性の向上 >1,500時間 航続距離 150km T to B効率 35%HHV 	<p>他の電源に対して競争力のある 小型、低コストシステム 実用化・普及</p> <ul style="list-style-type: none"> 出力密度 >54W/kg システムとして耐久性の向上 >2,500時間 航続距離 180km 	

注: マイクロ・ポータブル・小型移動体用はDMFCを主体に記述している。マイクロ・ポータブル用における「システム」は国際標準であるIEC TC105のマイクロ燃料電池における定義に従い、「燃料電池本体、カートリッジ、回路(ハイブリッドシステムの場合は2次電池含む)、インターフェース」とする。小型移動体用における「システム」は「燃料電池本体、燃料タンク、補機、FC制御系」とし、2次電池を含まないこととする。なお、燃料電池には燃料の補給が可能という利点があり、単純にエネルギー密度だけをLi電池と比較することは適当でない点に留意する必要がある。

燃料電池 本体	スタック /セル	<p><実用段階技術> 【定置用】 ・1kW級スタック商品化(初期導入段階) ・耐久性 4万時間 ・運転温度: 70°C程度 ・加湿(相対湿度): 100%近傍 ・スタック劣化加速試験手法提示</p>	<p>△ 低コスト化技術開発 △ ▽スタックのコンパクト化、簡素化 □ 空気及び燃料中不純物の影響評価 △ ガasket・シール等材料全般の低コスト化 △ 量産技術開発 □ 耐久性: 6万時間実証</p>	<p>普及期対応スタック △ スタック量産技術確立</p>	<p>定置用本格普及期対応スタック</p>
		<p><次世代技術> ○●レベル: 材料開発段階。単セル、ショートスタックでの検討中心。 ○●内容: 低白金担持量MEA、高温・低加湿対応MEA等新材料</p>	<p>☆★▲▲高温・低加湿対応MEA・スタックの検討 (☆△80~90°C ★▲90~100°C程度、<30%RH) ▽ -40°Cからの起動・停止への対応 ▲▲高電流密度化によるセル数、部材使用量低減</p>	<p>高温低加湿で運転可能な高耐久性スタックの普及期、本格普及期に向けた開発</p> <p>定置用 ☆△高温(~90°C)、常圧・低加湿(<約30%RH)作動 □ 耐久性9万時間確保見込み</p> <p>自動車用 ★▲高温(~120°C)、常圧、加湿器レスで運転可能 ■ 耐久性 5千時間(15年)確保見込み</p>	<p>定置用・自動車用本格普及期には、長期的技術課題解決・反映による更なる高性能、低コスト化スタックが必要</p> <p>自動車用普及期対応スタック</p>
		<p>【自動車用】 ・スタック製造原価 数十万円/kWレベル ・出力密度 >1.4kW/L ・耐久性 約2千時間</p> <p>スタックの軽量化、コンパクト化、高出力化が進展</p> <p>注 出力密度を算出する際のスタック体積には、スタックの締め付け機構まで含め、ケースは含めない。</p>	<p>▲ 低コスト化技術開発 ▲ ▽スタックコンパクト化、簡素化 ■ 高耐久化技術開発、加速評価法開発 ● 空気及び燃料中不純物の影響評価 ● スタック・セルレベル反応メカニズム解明 ▲ ガasket・シール等材料全般の低コスト化 ▲ 量産技術開発</p> <p>★ 効率(定格の25%負荷) 61%LHV/51%HHV ■ 耐久性: 5千時間(15年) ▲ ▽出力密度 約2kW/L</p>	<p>★▲▲▼自動車用 高温(約100°C程度、-40°Cから作動) ガス出口圧力<1.2atm 低加湿運転(<30%RH)による高効率化 利便性向上確保見込み ▲ スタック量産技術確立</p> <p>★ 効率(定格の25%負荷) 64%LHV/54%HHV ▲ スタック製造原価 5~6万円/kW 要素技術開発にて約6万円/kW見込 (50万台/年 ケース)</p> <p>■ 耐久性 5千時間(15年) ▲ ▽出力密度 2.4kW/L見込み</p>	<p>【自動車用 普及期】 ★ 効率(定格の25%負荷) 64%LHV/54%HHV ▲ スタック製造原価 <5万円/kW(50万台/年 ケース) ■ 耐久性 5千時間(15年) ▼ 出力密度 2.4kW/L ★ ▲高温(約100~120°C)、-40°C起動 ★ ▲加湿器レス・水素循環レス</p> <p>【自動車用 本格商用化目標】 (2030年頃長期課題解決反映) ★ 効率 64%LHV/54%HHV(定格の25%負荷) ▲ スタック製造原価 <2.5万円/kW (50万台/年 ケース) ■ 耐久性 5千時間以上(15年以上) ▼ 出力密度 >2.4kW/L ★ ▲対応温度約-40~120°C(加湿器レス)大気圧</p>
		<p><基盤的技術課題> ・対象: セル・スタックにおけるガスや水の挙動、電流分布、温度分布 ・手法: 電気化学的手法、可視化セル、中性子ラジオグラフィ、MRI</p>	<p>・実スタック作動状態可視化技術の開発及びそのツール化 ・セル・スタック解析手法、診断技術の高度化 ・実験との比較による・ミュレーション技術の向上とそれを用いた現象解明 ・標準セル及び標準的試験方法確立</p>		

注: 効率に関する標記は原則、定格の効率を示す。自動車用の「耐久性」には、必要とされる運転条件に応じた起動停止回数に対応すること含まれる。

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
燃料電池 本体	MEA/ガス 拡散層	<p><実用段階技術></p> <ul style="list-style-type: none"> ○●MEA ・材料:フッ素系イオン交換膜、同溶液、既存炭素担体材料 ・製造:触媒インク塗工・プレスを用いた量産技術開発 <p>○●劣化対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状況:NEDO実用化戦略的技術開発事業における産官学連携による劣化説明研究等により大きく進展。 ・劣化要因 <ul style="list-style-type: none"> 過酸化水素生成に由来する活性ラジカル種による電解質膜分解 貴金属微粒子の溶解・析出・凝集 炭素系担体腐食、金属不純物イオンの影響 GDL/触媒層等の撥水性低下 凍結/解凍サイクルによる触媒層/膜界面の剥離 ・対策:補強膜や多層構造MEAによる機械的強度・信頼性の向上 ラジカルクエンチャー導入による耐久性向上 	<p>MEA</p> <ul style="list-style-type: none"> △▲触媒利用率の向上 □■広温度・広湿度範囲での特性と耐久性改善 □■各種不純物影響把握 ☆★構成要素界面における接触抵抗低減 ☆★構成要素開発による特性向上 (触媒層、拡散層、バインダ、電解質膜等) △▲水管理技術の向上 △▲量産技術開発 <p>ガス拡散層</p> <ul style="list-style-type: none"> △▲製造エネルギーの低減 □■撥水性維持技術の開発 <p>○●評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構成要素の標準評価手法確立 	<p>高耐久性MEA</p> <p>定置用普及期対応(自動車用は普及初期対応)</p> <p>定置用</p> <ul style="list-style-type: none"> □耐久性:9万時間実証 △コスト:約5万円/kW (約2万円/kW見込み) <p>自動車用</p> <ul style="list-style-type: none"> ■耐久性:5千時間実証 ▲コスト:約3万円/m² (5~6千円/m²見込み) 							
		<p><次世代技術></p> <ul style="list-style-type: none"> ○●MEA ・MEA内部の物質移動現象説明が必要 ○●高温・低加湿対応 ・材料:フッ素系及び炭化水素系、有機・無機複合系等 ・劣化:単セルにて数千時間レベルの耐久性 ○●炭化水素系MEA ・状況:フッ素系膜同等の単セル-V特性と数千時間の寿命。 ・バインダ:新規材料に適したバインダ開発が不十分 ・炭化水素系電解質の劣化メカニズム未説明 	<ul style="list-style-type: none"> ☆★△▲高温・低加湿作動MEAの開発 ☆△約80~90℃(<30%RH) ★▲約90~100℃程度(<30%RH) △▲低白金担持量における触媒利用率向上技術開発 △▲高電流密度化 △▲炭化水素系膜MEAの高耐久化研究開発 □■反応・劣化メカニズムの解明(炭化水素系電解質の劣化メカニズムの解明等) □■加速試験法開発 □■電極/GDLの撥水性評価と撥水性喪失対策 △▲廃棄製品からの貴金属リサイクル技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ☆★△▲高温・低加湿作動MEA開発 □■反応・劣化メカニズム解明成果に基づく高性能・高耐久化 □■加速試験法の確立 △▲GDLフリー化技術開発 △▲廃棄製品からのリユース技術開発 <p>☆△高温・低加湿対応MEA(単セル、~90℃(<約30%RH))</p> <p>定置用 耐久性:9万時間(起動停止4000回)</p> <p>★▲高温・低加湿対応MEA(単セル、約100~120℃(加湿器レス))</p> <p>自動車用 耐久性:約5千時間(15年)</p> <p>△ 貴金属量低担持触媒使用MEA</p> <p>定置用 貴金属量: <1g-Pt/kW (アノード+カソード両面)</p> <p>耐久性:約9万時間</p> <p>▲ 貴金属量低担持触媒使用MEA</p> <p>自動車用 貴金属量: <0.1g-Pt/kW (アノード+カソード両面)</p>	<p>高温・低加湿作動対応MEA</p> <p>定置用本格普及期対応</p> <p>自動車用本格商用化対応 (脱白金MEAを含む)</p>	<p>コストイメージ</p> <p>△定置用: 約5万円/kW (約2万円/kW見込み)</p> <p>▲自動車用: 約3万円/m² (5~6千円/m²見込み)</p>	<p>定置用本格普及期(2030年頃)、自動車用本格商用化(2030年頃)には、長期的技術課題解決・反映による更なる高性能、低コストMEAが必要</p>				
		<p><基盤的技術課題></p> <ul style="list-style-type: none"> ・対象:MEA構造最適化に向け、水分制御、電池反応による水分収支定量的把握、セル内部水分分布とセル特性との関連 ・手法:電気化学的手法、顕微鏡観察、可視化セル、NMR、ESR、中性子ラジオグラフィ、X線CT、数値シミュレーション等による検討が活発 ・状況:in situ水分分析技術の開発が行われ分解能進歩。シミュレーションも進展しているが活用できるレベルの定量性が課題。 	<ul style="list-style-type: none"> ・MEA中の物質移動(水分、反応ガス、熱)現象・機構解明 in situ 水分可視化技術開発(中性子ラジオグラフィ、MRI、軟X線) ・実験解析と計算化学の連動による物質移動機構解明 ・触媒利用率の測定手法の開発 ・MEA解析手法の開発・高度化 								

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
燃料電池 本体	電解質膜	<p><実用段階技術></p> <p>○●フッ素系膜</p> <ul style="list-style-type: none"> 特性: 化学的な安定性、高いプロトン伝導性 耐久性: 70°C運転(フル加湿)で4万時間保証 コスト: 低コスト化必要(現状=5~7万円/m²) 電解質膜劣化機構の解明が進展 <p>要因: 化学的劣化 (ガスリーク→過酸化水素の発生→ラジカルの発生→劣化)</p> <p>機械的劣化 (機械的ストレス(クリープも含む)、微小短絡)</p> <p>課題: 過酸化水素の発生箇所、ラジカル発生原因(Ptバンドの状態、湿度等影響)、ラジカル反応箇所など、それぞれの影響因子の解明が必要</p>	<p>フッ素系膜</p> <ul style="list-style-type: none"> ■劣化要因解析と耐久性向上 (セル・スタックレベル、機械的因子と化学的因子の両方を考慮) ■各種不純物の影響度評価 ■耐久性加速試験法の確立 △▲低コスト化技術の開発 ○●その他 メタノールクロスオーバー低減技術の確立 (ナフィオン比1/10) 	<p>高耐久性電解質膜 定置用普及期対応 自動車用は普及初期対応)</p> <p>スタックレベル(実使用条件)において 耐久性: □定置用 9万時間 ■自動車用 5千時間 コスト: △▲1~3万円/m²(3~5千円/m²見込み)</p>							
		<p><次世代技術></p> <p>○●フッ素系膜</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料: 自動車用100°C(加湿80°C)、定置用80°C(加湿60~70°C)程度の高湿使用の見込みを持つ膜が開発 IEC(交換容量)を高めて低加湿作動に対応 50%RH(110°C)で導電率0.1S/cmの超低EW樹脂が開発 <p>○●非フッ素系膜</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料: 伝導性が向上し、低加湿に対応可能な炭化水素系膜開発が進展 (高IEC化エンプラ系膜、新規ブロック型構造導入等) 特性: 炭化水素系において 導電率=0.01~0.2S/cmレベル(80-150°C)、 単セル動作=数千時間 状況: 単セル特性・耐久性向上、低加湿作動特性確認 <p><長期的技術課題></p> <p>○●無加湿膜</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸塩基複合膜 材料: ポリベンズイミダゾール/リン酸系 状況: 単セル特性向上 イオン液体 材料: ジエチルメルアンモニウムトリフルオロメタンスルホネート等 状況: 単セル発電可能 導電率=0~0.1S/cmレベル(80-150°C) 無機固体電解質 ○●アニオン交換膜 状況: 米国で活発化。ヒドラジン燃料電池への適用も検討 	<p>▲△☆★高温(定置用~90°C(<30%RH) 自動車用~120°C程度)・低加湿運転対応膜およびアイオノマー開発</p> <p>△▲□■高耐久化技術開発(化学的・機械的耐性向上、不純物耐性向上等)</p> <p>□■低温・凍結耐性の向上 -40°C程度での低湿域でも作動</p> <p>□■フッ素系電解質膜劣化機構の全容解明</p> <p>□■炭化水素系膜の劣化機構解明と対策</p> <p>□■炭化水素系バインダ(アイオノマー)の開発</p> <p>△▲低コスト化技術開発</p> <p>○●その他 メタノール低クロスオーバー、高伝導率、 低コストな電解質膜の開発、製造プロセス検討</p>	<p>△▲格段の低コスト化技術の開発</p> <p>○●普及期対応膜の耐久性確認、実用性把握 (単セルレベル、スタックレベル)</p> <p>☆△定置用 高温(~約90°C)・低加湿(入口<30RH%、常圧)運転対応膜 (>0.1S/cm at 作動温度、作動条件 単セルにて9万時間見通し)</p> <p>★▲自動車用 高温(~120°C(-40°Cから作動))・常圧近傍・加湿器レス 運転対応膜 (>0.1S/cm at 作動温度、作動条件 単セルにて5千時間見通し)</p> <p>コストイメージ △▲1~3万円/m²(3~5千円/m²見込み)</p>	<p>高温・低加湿対応電解質膜 普及期対応</p> <p>定置用本格普及期(2030年頃)、 自動車用本格商用化(2030年頃) には、長期的技術課題解決・反映による 更なる高性能、低コスト化電解質膜 が必要</p> <p>コストイメージ ▲ 1000円/m²(1000万円/年)</p>						
				<p>△▲☆★無加湿膜探索</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸塩基複合系、イオン液体系 革新的電解質材料探索 新伝導機構探索 △▲□■不純物耐性技術探索 △▲☆★アニオン交換膜開発 ○●その他 メタノール不透過性膜等の探索 	<p>無加湿燃料電池など革新型への可能性</p>						
		<p><基盤的技術課題></p> <ul style="list-style-type: none"> 対象: 導電率、耐久性、不純物効果、熱履歴、物質移動 手法: 電気化学的手法、赤外、NMR、顕微鏡観察、数値シミュレーション(分子シミュレーション)等 状況: 単セルレベルで現象把握とメカニズム解明活発 	<ul style="list-style-type: none"> 炭化水素系膜の劣化機構解明および試験・解析手法開発、フッ素系膜劣化機構の完全解明 プロトン伝導機構、水分・ガス透過機構解明 電解質膜中の水分の分布・移動の解析技術およびシミュレーション技術の確立 膜構造解析技術開発 								

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
燃料電池 本体	電極触媒/ 担体	<p><実用段階技術> ○●貴金属系触媒 ・材料: 貴金属量=1.0mg/cm²以下(アノード+カソード両面)、 定置用5~8g-Pt/kW、自動車用0.5~1g-Pt/kW 炭素系担体を使用 状況: 触媒劣化とその要因は現象論的に把握できてきているが、性能・耐久性の維持のために現状のPt量が必要 劣化要因: 触媒反応面積低下(原因: Pt溶解・再析出、凝集)、 触媒活性低下(原因: 合金成分の溶解、不純物被毒) カーボン担体の酸化腐食 ○ 貴金属系触媒(耐COアノード触媒) ・状況: CO選択酸化器は必須(CO濃度<10 ppm)</p>	<p>貴金属系触媒 △▲貴金属量の低減 ・貴金属溶解機構の解明 □ 耐CO触媒のCO耐性向上とRu溶出等劣化防止 △▲□■不純物の影響把握(セル・スタックレベル) △▲廃棄製品からの低コスト高収率貴金属回収方法の開発 担体 □■触媒担体改良による触媒層活性・耐久性向上</p>	<p>貴金属系触媒 定置用普及期 自動車用普及初期 対応)</p> <p>スタックレベルにて 耐久性: □定置用 9万時間 ■自動車用 5千時間 □反応面積維持率: 定置用 60%(4万時間後) 貴金属量: (アノード+カソード両面)、 △定置用 2g-Pt/kW ▲自動車用 0.1g-Pt/kW</p>							
		<p><次世代技術> △▲貴金属量低減技術 ・カソード合金触媒 材料: Pt-Co系、Pt-Fe系、Pt-Ni系等 特性: Pt-Co系、Pt-Alloy系で耐久性を高める効果 ・カソードコアシェル触媒 △ 耐COアノード触媒 材料: ナノカプセル法Pt-Ru/C、Pt-Ru/CNT、Pt-Ru/酸化スズ、有機錯体系等が研究中 △▲□■触媒担体 ・材料: CNT、導電性酸化物担体等で耐久性向上</p>	<p>△▲貴金属量低減技術開発 Pt使用量 1/10以下を実現する技術開発 ・カソード合金化、コアシェル化等による質量活性向上 ・白金溶解の抑制技術開発 ・触媒利用率の向上(特に高温低加湿条件や大電流密度作動時) △高濃度耐CO触媒開発 ・CO濃度500 ppm 耐性 □■耐食性触媒担体 新規触媒担体(導電性酸化物担体、高耐久性炭素担体等)の開発と利用技術 ☆★△▲高温(☆△80~90°C ★▲90~120°C程度)・低加湿運転対応技術 △▲廃棄製品からの貴金属リサイクル技術開発</p>	<p>△▲貴金属量低減 ・耐久性、性能(セル・スタックレベル)、コストの同時成立 ・極微量貴金属担持触媒の量産化技術開発 △□高濃度耐CO触媒開発 ・CO濃度耐性500 ppm 以上 ☆★□■触媒担体 ・新規触媒担体による特性向上技術とセル・スタックでの耐久性実証 △▲廃棄製品からの触媒リユース技術開発</p> <p>貴金属量: (アノード+カソード両面)、 △定置用 1g-Pt/kW ▲自動車用 <0.1g-Pt/kW</p>	定置用・自動車用普及期対応						
		<p><長期的技術課題> △▲非貴金属カソード触媒 ・カーボンアロイ系 ・遷移金属酸化物系 △▲□■不純物耐性触媒 状況: ニーズは高いが未開発 ○●その他革新的高活性触媒 状況: ・過電圧低減による高電位作動化が望まれている ・DMFCのコンパクト化には高活性メタノール酸化触媒が必要</p>	<p>△▲非貴金属カソード触媒 ・カーボンアロイ系、遷移金属酸化物系 触媒活性向上 活性点および活性発現機構解明 ・新規触媒探索 △▲□■不純物耐性触媒 触媒探索 ○●革新的高活性触媒(酸素還元過電圧低減、メタノール酸化触媒等) 触媒探索</p> <p>0.6 V@1.0 A/cm² 耐久性5000時間 見通し(2015年頃)</p>	非貴金属系触媒への代替							
		<p><基盤的技術課題> ・対象: 電極触媒の状態解析、電子状態変化、電極表面吸着種等に関する研究 ・手法: 電気化学的手法、赤外、顕微鏡観察、XPS、STM、XAFS等 ・状況: 触媒電子状態変化、担持体の触媒表面への影響等を計算で確認。理論計算による反応機構へのアプローチ。活性・耐久性評価手法(1次スクリーニング手法)を統一。</p>	<p>・電極表面反応機構、触媒活性発現機構等に関する基礎基盤的解明研究 ・白金溶解、触媒状態変化(凝集、表面変化、移動)の機構解明 ・触媒粒子電子状態の計算精密化と実験的評価による触媒及び担体相互作用解明 ・実験解析と計算化学の連動による反応機構解明 ・評価・解析技術の高度化(触媒特性評価、電極反応解析手法)</p>								

分類	要素	技術の現状	2015年			2020年			2030年		
燃料電池 本体	セパレーター	<p><実用段階技術></p> <p>○●カーボン樹脂モールドセパレーター</p> <ul style="list-style-type: none"> 製造:導電性、寸法精度を満たす製造技術が進展 耐久性:>4万時間の見通し取得 状況:家庭用システムで商品化 要求性能:薄型化、耐振動性能、零下まで含めた耐熱衝撃性、軽量化 特徴:金属イオン溶出の心配なく長寿命 <p>○●金属セパレーター(導電性金属析出ステンレス等、クラッド材料、析出物含有SUS、Tiクラッド材+表面処理)</p> <ul style="list-style-type: none"> 材料:耐食性+接触抵抗両立が課題 製造:通常量産ラインにてコイル量産技術確立 耐久性:単セル燃料電池運転4千時間以上の運転実績(9千時間以上の実験値) 特徴:自動車用システムで実用化。量産性、薄肉軽量化を実現、燃料電池の小型化に加え低温起動実現 <p>現状コスト:約数千円/枚</p>	<p>カーボン樹脂モールドセパレーター</p> <ul style="list-style-type: none"> △▲低コスト化技術開発 △▲更なる薄型化と軽量化 ■自動車用での振動に対するより高い靱性 ■耐熱性(高温作動~120°Cへの対応)、耐熱衝撃性向上(-40~120°C) <p>☆★電気抵抗:<10mΩcm(接触抵抗含む)</p> <p>△▲コスト(材料・製造):100~200円</p> <p>▽▼薄型化:<2mm(流路・MEA込みセル厚さ)</p>	<p>低コスト・高耐久性</p> <p>カーボン樹脂モールドセパレーター</p> <p>定置用普及期対応(自動車用普及初期対応)</p> <p>△▲低コスト化技術開発</p> <p>△▲更なる薄型化と軽量化</p> <p>▽▼MEAを補助する機能付加</p>	<p>低コスト・薄型化・大面積</p> <ul style="list-style-type: none"> 高付加価値 カーボン樹脂モールドセパレーター 定置用本格普及期対応 自動車用本格商用化対応 高温(100~120°C)作動対応 <p>△▲コスト(材料・製造):<100円</p>						
		<p>金属セパレーター</p> <ul style="list-style-type: none"> △▲低コスト化技術開発 □■耐食性向上(金属イオン溶出低減) △▲成形性改善(流路形状改善、薄型化) △▲接触抵抗軽減、大電流密度化 <p>☆☆電気抵抗:<10mΩcm(接触抵抗含む)</p> <p>▽▼薄型化:<2mm(流路・MEA込みセル厚さ)</p> <p>△▲コスト(材料・製造):100~200円</p> <p>▲▼薄型化と軽量化(スタック軽量化・小型化)</p>	<p>低コスト・高耐久性</p> <p>金属セパレーター</p> <p>定置用普及期対応(自動車用普及初期対応)</p>	<p>低コスト・高耐久性</p> <ul style="list-style-type: none"> 低金属イオン溶出 金属セパレーター 定置用本格普及期対応 自動車用本格商用化対応 高温(100~120°C)作動対応 <p>△▲コスト(材料・製造):<100円</p>							
改質器		<p><実用化段階技術></p> <p>○改質器(1kW級家庭用燃料電池用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 水蒸気改質(天然ガスLPG) 商用段階 改質効率:約80%HHV/75%LHV以上 耐久性:4万時間保証 更なる耐久性必要(触媒、筐体) コスト:数十万円(100台/年レベル) <p>水蒸気改質(灯油)</p> <ul style="list-style-type: none"> 改質効率:約77%HHV/70%LHV 耐久性:実績値1万時間、更なる検証必要。 コスト:数十万円(100台/年レベル) <p>コスト(全般):貴金属使用量(10数g/kW)、運転領域に関する制約、NOx, SOx, NaCl等不純物による劣化等がコスト低減の障害</p>	<p>○改質器</p> <ul style="list-style-type: none"> △□改質器耐久性の向上(熱サイクル、触媒及び筐体の機械的耐久性含む) □▽立ち上げ時間短縮と熱サイクル耐久性向上 △ 貴金属触媒の低減 △ 安価な改質管材料データベース構築 △ 高性能・コンパクトで安価な脱硫剤・脱硫システム <p>□耐久性:起動停止への対応の上10年間(CO濃度<10ppm)</p>	<p>貴金属低減・高耐久性改質器</p> <p>定置用普及期対応</p>	<p>低コスト・高耐久性(不純物,DSS)</p> <p>定置用本格普及期対応</p>						
		<p><次世代技術></p> <p>○改質器(1kW級家庭用燃料電池用)</p> <ul style="list-style-type: none"> 利便性:運転領域拡大、不純物影響、耐久性に関する検討必要 燃料:マルチ燃料型(天然ガス、灯油、LPG)改質器も開発中 方式:水蒸気改質法、ATR法等も検討 <p>CO変成触媒開発:Cu-Zn系触媒で高い低温活性</p> <p>選択メタン化触媒開発進展:90°C以上でCO濃度500ppm、メタン化1%以下</p>	<p>改質器</p> <ul style="list-style-type: none"> □△、高耐久性CO変成触媒開発 低コスト卑金属触媒開発(1万円以下/kW) □ 熱サイクルに耐える構造の開発 <p>☆△CO選択メタン化触媒開発(広い条件下でCO濃度500ppm以下。熱暴走の抑制可能な触媒)</p>	<p>改質器</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 改質器の耐久性確保 □ 不純物に対する長期耐久性向上 △ 低コスト化技術開発、量産化技術開発 ▽ DME等他燃料への対応技術開発(天然ガス改質と同等の技術レベル) 	<p>実用化段階技術、次世代技術</p> <p>長期的技術の成果を踏まえて更なるコスト低減、耐久性向上</p> <p>△コスト <10万円</p>						

< 共通的・基盤的課題(標準化) >

分類	要素	技術の現状	課題
標準規格基準		<p>標準化活動の推進等により、7件のIEC規格(技術仕様書)が発行</p> <ol style="list-style-type: none"> 燃料電池用語 IEC TS 62282-1 燃料電池モジュール IEC62282-2 定置用燃料電池システム-安全要件 IEC62282-3-1 定置用燃料電池システム-性能試験法 IEC 2282-3-2 定置用燃料電池システム-設置要件 IEC62282-3-3 ポータブル燃料電池システム-安全要件 IEC62282-5-1 マイクロ燃料電池-性能試験法 IEC62282-6-200 <p>マイクロ(携帯用)燃料電池の安全要件及び互換性について規格発行</p> <p>単セル試験法は2010年に技術仕様書(TS)として発行予定</p> <p>フォークリフトなど特殊車両(Speciality Vehicle)についても規格化検討</p> <p>国内標準ではPEFCの安全基準など8件のJIS規格が発行</p> <p>FCVについてはISO 23273(FCVの安全)、ISO 23828(FCVの燃費測定法)、ISO/TS 14687-2(FCV用水素燃料仕様)が発行</p>	<p><標準・規格></p> <ul style="list-style-type: none"> PEFCに関する標準・規格・規制・認証の整備に向けた国際的・国内的取り組み PEFC関連材料開発や標準化等に資する標準セル及び標準的試験方法の確立・維持、及び、共通の評価手法の提供による新材料開発の促進 単セル評価のための標準セルの提案及び公平な評価のための単セル作成方法の統一 劣化解析・新規材料開発に資する標準的試験方法及び簡便評価手法の確立 安全規格策定、燃費測定法や燃料性状の標準化等。 安全性や性能に関する裏付けデータを機動的に取得できる体制や規格作成に精通する専門家を作成メンバーに含める等の体制整備 <p>【留意点】短期的に強力な取り組みが求められるものもあるが、中期的・長期的にもその時の技術開発・実用化段階に合わせて取り組みの向上が求められる基盤と考えられる。従って、政策動向、要素技術及びシステム技術の研究開発と連携を取りながら継続的に取り組みを進めることが必要。もちろん、定期的な評価によって方向付けを行うことが不可欠。必要に応じ、新規な測定技術の開発も必要になると考えられる。</p>

特許論文リスト

(1) 産総研・FC-Cubic、電極触媒研究 (表 1.2-1 に対応)

特許

番号	出願者	出願番号	国内外 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	産業技術 総合研究所	09008340.7	外国	2009年 3月17日	出願	自立メソ ポーラス カーボン薄膜	君島 堅一 林 灯 八木 一三

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	N. Ohta I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	In-situ Surface-Enhanced Raman Scattering Spectroscopic Study of Pyridine Adsorbed on Gold Electrode Surfaces Comprised of Plasmonic Crystal Structures	Journal of Physical Chemistry C 112 ,[45] 17603-17610	有	2008
2	K. Kimijima A. Hayashi I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Preparation of a Self-standing Mesoporous Carbon Membrane with Perpendicularly Ordered Pore Structures	Chemical Communications [44] 5809-5811	有	2008
3	A. Hayashi J. Miyamoto K. Kimijima I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Direct Observation of Well-Dispersed Pt Nanoparticles inside the Pores of Mesoporous Carbon through the Cross-Section of Pt/Mesoporous Carbon Particles	Chemistry Letters 38 ,[4] 346-347	有	2009

4	A. Hayashi K. Kimijima I. Yagi J. Miyamoto	AIST/ FC-Cubic	Oxygen Transfer and Storage Processes inside the Mesopores of Pt/MC Catalyst Thin Layer Electrode	Journal of Physical Chemistry C 113 ,[28] 12149-12153	有	2009
5	林 直子 野津 英男 八木 一三 近藤 敏啓	産総研/ FC-Cubic お茶の水 女子大学	金単結晶上に形成 させた白金超薄膜 の酸素還元触媒能	表面科学 30 , [9] 499-502	有	2009
6	I. Yagi A. Hayashi K. Kimijima H. Notsu N. Ota A. Yamaguchi	産総研/ FC-Cubic 東北大学	Mesoporous Materials toward Nanofabricator and Nanoreactor	Electrochemistry (電気化学および 工業物理化学) 78 ,[2] 105-113	有	2010
7	N. Ota K. Inokuma K. Miyabayashi M. Miyake I. Yagi	産総研/ FC-Cubic 北陸先端 科学技術 大学院大 学	Electrochemical Fabrication of Cubic-Shaped Pt Nanoparticles onto Carbon Fiber Electrodes	Electrochemistry (電気化学および 工業物理化学) 78 ,[2] 132-135	有	2010
8	君島 堅一 林 灯 梅村 瞬 八木 一三 宮本 淳一	産総研/ FC-Cubic	細孔径制御した カーボン粒子を 担体に用いた PEFC 用カソード 電極触媒	燃料電池 8 ,[4] 26-30	無	2009

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表 年月日
1	A. Hayashi K. Kimijima J. Miyamoto J. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Development of a Model for a Triple Phase Boundary in Nano-Space with Mesoporous Carbon (MC)	213th Electrochemical Society Spring Meeting	2008 年 5 月 20 日

2	H. Notsu T. Kitamura I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Characterization of Fuel Cell Cathode Catalysts Based on Metal Oxide Supports	Faraday Discussion 140	2008 年 7 月 8 日
3	I. Yagi A. Hayashi K. Kimijima N. Ota	AIST/ FC-Cubic	Development on Nano-structured Catalyst Supports and in situ Electrochemical SERS-active Substrates for ORR Investigation	Faraday Discussion 140	2008 年 7 月 8 日
4	太田 鳴海	産総研/ FC-Cubic	マイクロパターンを施した平滑金電極表面を用いる表面増強ラマン散乱 (SERS) 分光法	FC-Cubic イブニング セミナー	2008 年 7 月 15 日
5	K. Kimijima A. Hayashi J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Preparation of Mesoporous Carbon Membranes with Perpendicularly Ordered Pore Structure	236th American Chemical Society National Meeting & Exposition	2008 年 8 月 17 日
6	猪熊 喜芳 太田 鳴海 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	カーボンファイバーを担体とした白金単粒子電極の調製	第 46 回 炭素材料 夏季セミナー	2008 年 9 月 3 日
7	君島 堅一 林 灯 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	メソポーラスカーボンを担体に用いた電極触媒の開発と電気化学特性	第 61 回コロイド および界面化学 討論会	2008 年 9 月 8 日
8	N. Ota I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	SERS at Gold Electrode Surfaces Comprised of Plasmonic Crystal Structure	59th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	2008 年 9 月 8 日
9	I. Yagi A. Hayashi K. Kimijima J. Miyamoto	AIST/ FC-Cubic	Pt/Mesoporous carbon (MC) Model Catalyst for PEFC	59th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	2008 年 9 月 10 日
10	八木 一三 太田 鳴海	産総研/ FC-Cubic	電気化学反応追跡に用いる SERS 活性基板についての研究	分子科学討論会 2008	2008 年 9 月 25 日

11	長谷川 弘 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	固体高分子形燃料電池 (PEFC)における触媒 技術の最新動向 ---触媒・触媒層解析技術 を中心として---	第 102 回 触媒討論会	2008 年 9 月 25 日
12	K. Inokuma N. Ota I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Carbon Fiber (CF) Supported Single-Particle Pt Electrodes Obtained from Pulsed Electro-Deposition of Pt Followed by Electro-phoretic Paint Deposition	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 12 日
13	H. Notsu T. Kitamura I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Development of PEFC Cathode Catalysts Based on Metal-oxide Supports	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 13 日
14	M. Shibata T. Kondo I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	In situ Monitoring of Dissolution Amount of Pt during Oxidation/Reduction Cycle Using Very Sensitive Electrochemical Quartz Crystal Microbalance System	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 13 日
15	N. Hayashi T. Kondo H. Notsu I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	In situ Studies of Catalytic Activity for Oxygen Reduction by Pt Monolayer Electrochemically Deposited on Au Single Crystal Electrodes	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 13 日

16	N. Ota I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Surface-Enhanced Raman Scattering (SERS) at Planar Au Film Electrode Surfaces Covered on Micropatterned Si Substrates	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electrochemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 16 日
17	林 灯 君島 堅一 八木 一三 宮本 淳一	産総研/ FC-Cubic	PEFC 用モデル電極触媒 白金/メソポーラス カーボン	第 49 回電池討論会	2008 年 11 月 7 日
18	林 直子 近藤敏啓 野津 英男 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	金単結晶上に形成 させた白金超薄膜 の酸素還元触媒能	第 28 回表面科学 学術講演会	2008 年 11 月 13 日
19	君島 堅一 林 灯 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	細孔径制御した カーボン粒子を 担体に用いた PEFC 用カソード 電極触媒	第 49 回電池討論会	2008 年 11 月 7 日
20	太田 鳴海	産総研/ FC-Cubic	表面増強振動分光法を 用いた電気化学反応の その場観察 ~電極触媒 反応の素過程追跡技術 開発を目指して~	第 3 回 E&E フォーラム	2009 年 2 月 19 日
21	K. Kimijima A. Hayashi J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Development of Mesoporous Carbon Materials for Electrode Catalysts and their Electrochemical Properties	7th Spring Meeting of the International Society of Electrochemistry	2009 年 3 月 25 日
22	A. Hayashi K. Kimijima J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Oxygen Transfer and Storage in Mesopores of Pt Mesoporous Carbon Catalyst Thin Film Electrode	7th Spring meeting of the International Society of Electrochemistry	2009 年 3 月 25 日

23	野村 芳 太田 鳴海 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	ドライプロセスを用い安定性を高めた表面増強赤外吸収活性 Au 膜の作製	電気化学会 第 76 回大会	2009 年 3 月 29 日
24	猪熊 喜芳 太田 鳴海 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	カーボンファイバー上への低過電圧電析による少数白金粒子電極調製	電気化学会 第 76 回大会	2009 年 3 月 29 日
25	林 灯 君島 堅一 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	白金/メソポーラスカーボンモデル電極触媒 — ナノ空間での酸素供給プロセス —	電気化学会 第 76 回大会	2009 年 3 月 29 日
26	林 直子 近藤敏啓 野津 英男 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	金単結晶上に電析させた白金超薄膜の酸素還元触媒能	電気化学会 第 76 回大会	2009 年 3 月 29 日
27	野津 英男 喜多村 卓也 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	メソポーラス NbTiOx の合成と PEFC カソード触媒担体への応用	電気化学会 第 76 回大会	2009 年 3 月 29 日
28	A. Hayashi K. Kimijima H. Notsu I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Triple Phase Boundary Constructed in Nano-spaces	第 8 回日仏 ナノマテリアル ワークショップ	2009 年 6 月 16 日
29	K. Kimijima A. Hayashi I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Development of Mesoporous Carbon Membrane for Electrode Catalysts and their Electrochemical Properties	238th American Chemical Society National Meeting & Exposition	2009 年 8 月 17 日
30	A. Hayashi K. Kimijima H. Notsu J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Electrochemical Reactions Occurring in the Pores of Mesoporous Carbon (MC)	The 60th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	2009 年 8 月 18 日

31	N. Ota K. Nomura I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Fabrication and Characterization of Au/Ti Bilayer Thin Films Deposited on Si Prism for In Situ ATR-SEIRA Studies	International Symposium on Nanoelectrochemistry and Spectro-electro- chemistry	2009 年 8 月 24 日
32	K. Nomura N. Ota I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	In situ ATR-SEIRA Study of Reaction Intermediates of ORR on Au/Ti Double-Layer Film Electrodes in Acidic Solution	The 5th International Fuel Cell Workshop 2009	2009 年 8 月 24 日
33	猪熊 喜芳 太田 鳴海 八木 一三 宮林 恵子 三宅 幹夫	産総研/ FC-Cubic	電解析出法による カーボンファイバー 上への立方体型白金 微粒子調製	2009 年 電気化学秋季大会	2009 年 9 月 11 日
34	N. Hayashi H. Notsu I. Yagi T. Kondo	AIST/ FC-Cubic	Electrochemical Catalytic Activity for Oxygen Reduction by Pt Ultra-thin Layers Deposited on Au Single Crystal Electrodes	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 4 日
35	A. Hayashi H. Notsu K. Kimijima I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Solvent Dependency of Ionomer Penetration toward Mesopores in Catalyst Supports	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 5 日
36	T. Sakurai M. Shibata I. Yagi T. Kondo	AIST/ FC-Cubic	In situ Monitoring of Dissolution Pt during Oxy- dation/Reduction Cycle Using Very Sensitive Electrochemical Quartz Crystal Microbalance	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 5 日
37	A. Hayashi K. Kimijima J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Pt deposited Mesoporous Carbon (Pt/MC) Model Catalysts for both Cathode and Anode in PEFC	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 6 日

38	林 直子 野津 英男 八木 一三 近藤敏啓	産総研/ FC-Cubic	金単結晶上に電析した 白金超薄膜の酸素還元 触媒能評価	第 29 回表面科学 学術講演会	2009 年 10 月 28 日
39	八木 一三	産総研/ FC-Cubic	メソ細孔内に三相界面 を構築したナノリアク ターアレイの創製	第 29 回表面科学 学術講演会	2009 年 10 月 28 日
40	猪熊 喜芳 太田 鳴海 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	電解析出法による カーボンファイバー 上への立方体型白金 微粒子触媒調製	第 50 回電池討論会	2009 年 11 月 30 日
41	林 灯 君島 堅一 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	Pt/メソポーラス カーボンモデル電極を 用いた酸素還元・水素 酸化反応解析	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 1 日
42	野村 芳 太田 鳴海 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	SEIRA 活性金膜電極に よる酸性水溶液中での ORR 中間体の検出	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 1 日
43	野津 英男 喜多村 卓也 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	錯体重合法により合成 した Nb ドープ Ti 酸化物 の PEFC 触媒担体として の特性評価	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 1 日
44	君島 堅一 林 灯 梅村 瞬 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	メソ細孔を有する カーボン膜を用いた モデル触媒層の作製	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 2 日
45	徳島 高壇 小林 英一 八木 一三 堀川 裕加 新井 秀実 原田 慈久 辛 埴	産総研/ FC-Cubic	電気化学測定が可能な 液体セルによる電極上 の水の軟 X 線発光分光 測定	第 23 回日本 放射光学会年会・ 放射光科学 合同シンポジウム	2010 年 1 月 6 日

46	太田 鳴海 野村 芳 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	SEIRA 活性金膜電極による酸性水溶液中における酸素還元反応中間体のその場検出	電気化学会 第 77 回大会	2010 年 3 月 29 日
47	君島 堅一 林 灯 梅村 瞬 宮本 淳一 八木 一三	産総研/ FC-Cubic	メソ細孔を有するカーボンにおける三相界面モデルの構築	電気化学会 第 77 回大会	2010 年 3 月 29 日
48	林 灯 君島 堅一 八木 一三 林 靖彦 種村 眞幸	産総研/ FC-Cubic	メソポーラスカーボンのナノ空間を利用した燃料電池用モデル電極触媒	電気化学会 第 77 回大会	2010 年 3 月 29 日

展示会等

番号	発表者	所属	タイトル	展示会等名称	発表年月日
1	関口伸太郎	産総研 FC-Cubic	時間分解表面増強赤外反射吸収分光法による酸素還元反応解析	FC-EXPO2010	2010 年 3 月 3-5 日

(2) お茶の水女子大学(表 1.3-4 に対応)

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	林 直子 野津 英男 八木 一三 近藤 敏啓	お茶の水 女子大学 産総研 FC-Cubic	金単結晶上に形成させた白金超薄膜の酸素還元触媒能	表面科学 30 ,[9] 499-502	有	2009

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表 年月日
1	M. Shibata T. Kondo I. Yagi	Ochanomizu Univ., AIST/ FC-Cubic	In situ Monitoring of Dissolution Amount of Pt during Oxidation/Reduction Cycle Using Very Sensitive EQCM	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 13 日
2	N. Hayashi T. Kondo H. Notsu I. Yagi	Ochanomizu Univ., AIST/ FC-Cubic	In situ Studies of Catalytic Activity for Oxygen Reduction by Pt Monolayer Electrochemically Deposited on Au Single Crystal Electrode	Joint International Meeting: 214th Meeting of Electro- chemical Society and 2008 Fall Meeting of Electrochemical Society of Japan	2008 年 10 月 13 日
3	林 直子 近藤 敏啓 野津 英男 八木 一三	お茶の水 女子大学 産総研/ FC-Cubic	金単結晶上に形成 させた白金超薄膜 の酸素還元触媒能	第 28 回表面科学 学術講演会	2008 年 11 月 13 日
4	T. Kondo N. Hayashi H. Notsu I. Yagi	Ochanomizu Univ., AIST/ FC-Cubic	Electrochemical Catalytic Activity for Oxygen Reduction Re- action by Pt Monolayer Prepared on Au Single Crystal Electrodes	238th American Chemical Society National Meeting & Exposition	2009 年 8 月 17 日
5	N. Hayashi C.Song H. Notsu I. Yagi T. Kondo	Ochanomizu Univ. AIST/ FC-Cubic	Electrochemical Catalytic Activity for Oxygen Reduction by Pt Ultrathin Layers Deposited on Au Single Crystal Electrode	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 4 日

6	T. Sakurai M. Shibata I. Yagi T. Kondo	Ochanomizu Univ. AIST/ FC-Cubic	In situ Monitoring of Dissolution Pt during Oxidation/Reduction Cycle Using Very Sensitive Electrochemical Quartz Crystal Microbalance System	216th Electrochemical Society Meeting	2009年 10月4日
7	林 直子 野津 英男 八木 一三 近藤 敏啓	お茶の水 女子大学 産総研/ FC-Cubic	金単結晶上に電析 した白金超薄膜の 酸素還元触媒能評価	第29回表面科学 学術講演会	2009年 10月27日
8	櫻井 宗良 柴田 昌代 近藤 敏啓 八木 一三	お茶の水 女子大学 産総研/ FC-Cubic	高感度 EQCM シス テムを用いた白金 溶解過程のその場 追跡	第29回表面科学 学術講演会	2009年 10月27日

(3) 北陸先端科学技術大学院大学 (表 1.4-2 に対応)

特許

番号	出願者	出願番号	国内外 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	北陸先端 科学技術 大学院大学	特願 2009-240961	国内	2009年 10月20日	出願	一元系及び二 元系立方体型 金属ナノ粒子 の製造方法	三宅 幹夫 宮林 恵子

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	Z. Shen K. Miyaba- yashi M.Higashimoto T. Shimoda	Japan Advanced Institute of Science and	Single-crystalline Gold Nanodisks Prepared by the Shape Transformation	Chemistry Letters 37 ,[12] 1276-1277	有	2008

	M. Miyake	Technology	under UV Irradiation from Nanoparticles Protected with Discotic Liquid Crystalline Ligands			
2	N. Ohta K. Inokuma K.Miyabayashi M. Miyake I. Yagi	FC-Cubic	Electrochemical Fabrication of Cubic-shaped Pt Nanoparticles onto Carbon Fiber Electrodes	Electrochemistry 78 ,[2] 132-135	有	2010
3	三宅 幹夫 宮林 恵子	北陸先端 科学技術 大学院 大学	形状や配列制御 した金属ナノ粒子 の調製と応用（ 総説）	鉱山 62 ,[8] 25-32	無	2009
4	三宅 幹夫 宮林 恵子	北陸先端 科学技術 大学院 大学	形状や配列を種々 制御した液相還元 法による金属ナノ 粒子の調製と応用	未来材料 10 ,[2]	無	2010

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表 年月日
1	Z. Shen 東元 真実 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	液晶性分子保護金 ナノ粒子の紫外線 照射によるディスク への形状転換	第 38 回石油・ 石油化学討論会	2008 年 11 月 5 日
2	東元 真実 Z. Shen 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	触媒への利用を目指 したコハク酸二ナト リウム保護立方体型 白金ナノ粒子の合成	第 38 回石油・ 石油化学討論会	2008 年 11 月 5 日
3	Z. Shen, K. Miyabayashi M. Higashi- moto M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Control of Shape and Self- assembly of Gold Nanoparticles by the Aid of Triphenylene Ligand	Materials Research Society Fall meeting 2008	2008 年 12 月 2 日

4	三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	金属ナノ粒子の構造 ・配列制御と触媒への 展開	東京工業大学 資源化学セミナー 招待講演	2008年 12月15日
5	三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	形状や配列制御した 金属ナノ粒子の調製 と応用	日本鉱業協会 招待講演	2009年 5月19日
6	東元 真実 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	新しいタイプの触媒 への利用を目指した 立方体型白金ナノ粒 子上への銀の析出	第39回石油・ 石油化学討論会	2009年 10月23日
7	M. Cao K.Miyaba- yashi K. Ebitani M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Olefin hydrogenation catalyzed by Pt Nanoparticles with Different Shapes	JAIST International Symposium on Nano Technology 2009 (NT2009)	2009年 11月7日
8	T. Yang K. Miyaba- yashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Influence of Different Kinds of Additives on the Pt Nanoparticles Morphologies	JAIST International Symposium on Nano Technology 2009 (NT2009)	2009年 11月7日
9	三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	形状や配列を制御 した金属ナノ粒子の 調製と触媒への展開 (招待講演)	石油学会触媒 シンポジウム	2009年 11月24日
10	岡田 聡子 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	粒子サイズ及び粒子 間距離を制御した立 方体型白金ナノ粒子 の燃料電池触媒特性	日本化学会近畿支 部北陸地区講演会 と研究発表会	2009年 11月28日
11	浅井 仁志 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	四面体型白金ナノ 粒子の合成	日本化学会近畿支 部北陸地区講演会 と研究発表会	2009年 11月28日
12	T. Yang K. Miyaba- yashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Shape-and Size-controlled Synthesis of Platinum Nanoparticles	日本化学会近畿支 部北陸地区講演会 と研究発表会	2009年 11月28日

13	M. Cao K. Miyabayashi K. Ebitani M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Olefin Hydrogenation Catalyzed by Pt Nanoparticles with Different Shapes	日本化学会近畿支 部北陸地区講演会 と研究発表会	2009年 11月28日
14	三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	厳密に構造制御した 金属ナノ粒子の調製 と触媒への展開	石油学会 九州沖縄地区 沖縄大会	2009年 12月18日
15	宮林 恵子 東元 真実 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	形状制御した二元金 属ナノ粒子： 立方体型白金ナノ 粒子上への銀の部位 特異的析出	MRS-J 19th Academic Symposium of MRS-J	2009年 12月8日
16	岡田 聡子 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	燃料電池触媒利用を 目指した立方体型 白金ナノ粒子の粒子 径および粒子間距離 制御	日本化学会 第90春季年会	2010年 3月27日
17	東元 真実 宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	コハク酸保護立方体 型白金ナノ粒子の 調製と部位特異的な 銀の析出	日本化学会 第90春季年会	2010年 3月29日
18	Y. Ishino S. Okada K. Miyabayashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Arrangement of Pt Nanocrystals with Controlled Distances to Assess Electrode Catalysis for Fuel Cell	第1回国際燃料 電池サマー セミナー 2010	2010年 8月17日
19	宮林 恵子 曹 明 海老谷幸喜 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	緻密に形状制御した 白金ナノ粒子触媒 によるオレフィン 水素化反応	第106回触媒討論会	2010年 9月17日
20	Y. Ishino S. Okada K. Miyabayashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Arrangement of Pt Nanocrystals with Controlled Distances to Assess Electrode Catalysis for Fuel Cell	JAIST International Symposium on Nano Technology 2010 (NT2010)	2010年 9月30日

21	S. Nakamura K. Miyabayashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Mechanistic Study to Form Pt Cube by Liquid Phase Reduction Method	JAIST International Symposium on Nano Technology 2010 (NT2010)	2010年 9月30日
22	E. Sato K. Miyabayashi M. Miyake	Japan Advanced Institute of Science and Technology	Preparation of Metal Nanoparticles by the Condensation of Metal Vapors in Ion Liquids	JAIST International Symposium on Nano Technology 2010 (NT2010)	2010年 9月30日

新聞雑誌等掲載

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 (出版社)	発表年
1	三宅 幹夫 宮林 恵子	北陸先端 科学技術 大学院大学	白金ナノキューブ	金属ナノ・マイクロ 粒子の形状・構造 制御技術 (シーエムシー出版)	2009年
2	宮林 恵子 三宅 幹夫	北陸先端 科学技術 大学院大学	白金ナノワイヤー	金属ナノ・マイクロ 粒子の形状・構造 制御技術 (シーエムシー出版)	2009年

(4) 産総研・FC-Cubic、電解質材料研究(表 2.2-1 に対応)

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	F. M. Mohamed K. Ito K. Kobayashi N. Takimoto Y. Takeoka A. Ohira	AIST/ FC-Cubic Sophia Univ.	Free Volume and Permeabilities of O ₂ and H ₂ in Nafion Membranes for Polymer Electrolyte Fuel Cells	Polymer 49 , [13-14] 3091-3097	有	2008

2	K. Kidena	AIST/ FC-Cubic	Anisotropic Diffusion of Water in Perfluorosulfonic Acid Membrane and Hydrocarbon Membranes	Journal of Membrane Science 323 ,[1] 201-206	有	2008
3	T. Okubo K. Kidena A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Determination of Large-scale Restricted Geometry in Perfluorinated Membrane from Time-dependent Self-diffusion	Macromolecules 22 ,[41] 8688-8693	有	2008
4	N. Takimoto L. Wu A. Ohira Y. Takeoka M. Rikukawa	AIST/ FC-Cubic Sophia Univ.	Hydration Behavior of Perfluorinated and Hydrocarbon-Type Proton Exchange Membranes: Relationship between Morphology and Proton Conduction	Polymer 50 ,[2] 534-540	有	2008
5	M. F. Mohamed A. Ohira K. Kobayashi	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Oxygen Permeability in Polymers Related to Polymer Electrolyte Fuel Cells	Materials Science Forum 607 58-60	有	2008
6	F. M. Mohamed C. S. Kuroda A. Ohira K. Kobayashi	AIST/ FC-Cubic	Effects of Ion-exchange on the Free Volume and Oxygen Permeation in Nafion for Fuel Cells	Journal of Physical Chemistry B 113 ,[8] 2247-2252	有	2009
7	T. Okubo K. Kidena A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Time-dependent Diffusion Coefficient of Proton in Perfluorosulfonated Membrane	Diffusion-Fundamentals 10 221-213	有	2009
8	Y. Kobayashi F. M. Mohamed A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Positronium Formation in Aromatic Polymer Electrolytes for Fuel Cells	Journal of Physical Chemistry B 113 ,[17] 5698-5701	有	2009

9	S. Surasak A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Novel Highly Proton Conductive Sulfonated Poly(p-phenylene) from 2,5-dichloro-4-(phenoxy- propyl)benzophenone as Proton Exchange Membranes for Fuel Cell Applications	Chemical Communications [31] 4744-4746	有	2009
10	F.M.Mohamed Y. Kobayashi C.S.Kuroda A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Positron Annihilation Study of Ion-exchanged Forms of Nafion Membrane	Physica Status Solidi C 6 ,[11] 2392-2396	有	2009
11	M. A. Barique L. Wu N. Takimoto K. Kidena A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Effect of Water on the Changes in Morphology and Proton Conductivity for the Highly Crystalline Hydrocarbon Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cells	Journal of Physical Chemistry B 113 ,[49] 15921-15927	有	2009
12	N. Takimoto S. Takamura M. Abe A. Ohira H. Lee J. E. McGrath	AIST/ FC-Cubic Nissan Motor Co. Virginia Poly- technic Institute and State University	Conductive Area Ratio of Multiblock Copolymer Electrolyte Membranes Evaluated by e-AFM and its Impact on Fuel Cell Performance	Journal of Power Sources 194 ,[2] 662-667	有	2009
13	K. Kidena T. Okubo N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	PFG-NMR Approach to Determining the Water Transport Mechanism in Polymer Electrolyte Membranes Conditioned at Different Temperatures	European Polymer Journal 46 ,[3] 450-455	有	2010

14	S. Surasak A. Ohira N. Takimoto K. Ohira C.S.Kuroda	AIST/ FC-Cubic	Synthesis and Properties of Sulfonated Copoly(p-phenylene)s Containing Aliphatic Alkyl Pendant for Fuel Cell Applications	Polymer 51 623-631	有	2010
15	F.M.Mohamed Y. Kobayashi C.S.Kuroda N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Free Volume, Oxygen Permeability, and Uniaxial Compression Storage Modulus of Hydrated Biphenol-based Sulfonated poly(arylene ether sulfone)	Journal of Membrane Science 360 ,[1-2] 84-89	有	2010
16	F.M.Mohamed Y. Kobayashi C.S.Kuroda A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Gas Permeation in Ion-Exchanged Forms of the Nafion Membrane	Journal of Physics 225 12038-12045	有	2010
17	T. Okubo K. Kidena N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Molecular Dynamics Simulations of Nafion and Sulfonated Polyether Sulfone Membranes. I. Effect of Hydration on Aqueous Phase Structure	Journal of molecular modeling (in press)	有	2010

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表年月日
1	F.M.Mohamed A. Ohira Y. Kobayashi	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Oxygen Permeability in Polymers Related to Polymer Electrolyte Fuel Cells	PPC-9 Wuhan China 2008- 9th International Workshop on Positron & Positronium Chemistry	2008年 5月12日
2	貴傳名 甲 竹岡 裕子	産総研/ FC-Cubic 上智 大学	高分子電解質膜中の水ドメインの異方性	NMR 研究会 －高分子合成・高分子特性解析と NMR	2008年 5月16日

3	大平 昭博 F.M.Mohamed 滝本 直彦 竹岡 裕子 陸川 政弘	産総研/ FC-Cubic 上智 大学	乾燥及び湿潤状態 における高分子 電解質膜のガス 透過挙動	第57回 高分子学会 年次大会	2008年 5月28日
4	大平 佳代 大平 昭博 貴傳名 甲 竹岡 裕子	産総研/ FC-Cubic 上智 大学	種々の金属イオンで 置換した高分子電解質の ラジカル耐久性評価	第57回 高分子学会 年次大会	2008年 5月28日
5	貴傳名 甲 竹岡 裕子 陸川 政弘	産総研/ FC-Cubic 上智 大学	フッ素系および炭化水素 系電解質中の水挙動の 異方性	第57回 高分子学会 年次大会	2008年 5月28日
6	大窪 貴洋 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	ナフィオン膜に含まれる 水の拡散係数の拡散時間 依存性	第57回 高分子学会 年次大会	2008年 5月28日
7	A. Ohira N. Takimoto F.M.Mohamed 他3名	AIST/ FC-Cubic	Morphological Features of Proton Exchange Membranes Related to Proton Conductivity and Gas Permeability	MACRO 2008, Taipei – Polymers at Frontiers of Science and Technology	2008年 7月1日
8	K. Ohira A. Ohira K. Kidena Y. Takeoka	AIST/ FC-Cubic Sophia Univ.	Investigation of Chemical Stability of Polymer Electrolyte Materials for Polymer Electrolyte Fuel Cell	MACRO 2008, Taipei – Polymers at Frontiers of Science and Technology	2008年 7月2日
9	T. Okubo K. Kidena A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Time-dependent Diffusion Coefficient of Proton in Perfluorosulfonated Membrane	9th Magnetic Resonance in Porous Media	2008年 7月13日
10	H. Hasegawa	AIST/ FC-Cubic	Polymer Electrolyte Characterization using Electrochemical and Phase Mode AFM	The 2008 Gordon Conference of Fuel Cell	2008年 7月24日

11	A. Ohira N. Takimoto F.M.Mohamed 他 3 名	AIST/ FC-Cubic	Morphological properties of Proton Exchange Membranes Related to Proton Conductivity and Gas Permeability	236th American Chemical Society National Meeting & Exposition	2008 年 8 月 20 日
12	K. Kidena	AIST/ FC-Cubic	Anisotropic Nature of Water Domain in Polymer Electrolyte Membranes	236th American Chemical Society National Meeting & Exposition	2008 年 8 月 20 日
13	F.M.Mohamed A. Ohira 他 2 名	AIST/ FC-Cubic	Nafion Membranes for Fuel Cells Studied by Using the Positron Annihilation Technique	The 2nd Asia Pacific Symposium on Radiation Chemistry (APSRC-2008)	2008 年 8 月 31 日
14	大窪 貴洋 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	NMR による低温環境での 高分子膜に含まれる液体 水の解析	日本分析化学会 第 57 年会	2008 年 9 月 10 日
15	貴傳名 甲 大窪 貴洋 呉 礼斌 F.M.Mohamed 滝本 直彦 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	フッ素系および炭化水素 系高分子電解質膜に 含まれる水の低温に おける緩和および凍結	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 24 日
16	大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	電解質膜の高次構造解析 物質移動現象との相関性	2008 年度燃料電池 材料研究会講座	2008 年 10 月 2 日
17	F.M.Mohamed A. Ohira 他 1 名	AIST/ FC-Cubic	Gas Permeability and Free Volume in S-PES Membranes for Polymer Electrolyte Full Cells	第 51 回 放射線化学 討論会学会	2008 年 10 月 15 日
18	大平 昭博 滝本 直彦 F.M.Mohamed 呉 礼斌 小林 慶規	産総研/ FC-Cubic	炭化水素系電解質膜の 構造特性 プロトン伝導とガス 透過性に関する考察	第 49 回 電池討論会	2008 年 11 月 5 日
19	大窪 貴洋 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	NMR 緩和法および分子 動力学計算による電解質 膜中の水の同定	第 49 回電池討論会	2008 年 11 月 5 日

20	大窪 貴洋 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	緩和時間を利用した電解質膜中の水の同定	第 47 回 NMR 討論会	2008 年 11 月 12 日
21	黒田 清一 滝本 直彦 M. A. Barique F.M.Mohamed 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	固体高分子形燃料電池用電解質膜の湿度サイクルによる機械的耐久性の評価	第 13 回 高分子分析討論会	2008 年 11 月 26 日
22	F.M.Mohamed C.S. Kuroda A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Positron Annihilation Study of Ion-exchanged Nafion Membrane for Fuel Cells	京都大学原子炉 実験所専門研究会 「陽電子科学とその理工学への応用」	2008 年 12 月 17 日
23	F.M.Mohamed C.S. Kuroda A. Ohira 他 1 名	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Permeability in Nafion Membranes	15th International Conference on Positron Annihilation (ICPA-15)	2009 年 1 月 18 日
24	K. Kiden T. Okubo F.M.Mohamed N. Takimoto A. Ohira 他 1 名	AIST/ FC-Cubic	Relaxation and freezing behavior of water in PFSA and hydrocarbon electrolyte membranes	Advances in Materials for Proton Exchange Membrane Fuel Cell Systems 2009	2009 年 2 月 16 日
25	N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Morphology-Proton Conduction Relationships of PEMs Investigated by Electrochemical Atomic Force Microscopy	Advances in Materials Proton Exchange Membrane Fuel Cell Systems 2009	2009 年 2 月 16 日
26	N. Takimoto A. Ohira S. Takamura M. Abe Hae-Seung Lee E. McGrath	AIST/ FC-Cubic	Understanding of Fuel Cell Performance of Multiblock Copolymers based on Disulfonated Poly(arylene ether sulfone) by Novel Measurements	Advances in Materials Proton Exchange Membrane Fuel Cell Systems 2009	2009 年 2 月 16 日
27	大平 昭博 大平 佳代 貴傳名 甲	産総研/ FC-Cubic	燃料電池用高分子電解質材料の化学的耐久性の調査	日本化学会 第 89 春季年会	2009 年 3 月 27 日

28	M. A. Barique A. Ohira K. Kidena N. Takimoto	AIST/ FC-Cubic	Effect of Water on the Changes in Morphology and Proton Conductivity for the Highly-Crystalline Hydrocarbon Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cell	日本化学会 第 89 春季年会	2009 年 3 月 28 日
29	貴傳名 甲 大窪 貴洋 滝本 直彦 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	固体高分子電解質膜に含まれる水の拡散挙動の温度・湿度依存性	日本化学会 第 89 春季年会	2009 年 3 月 29 日
30	大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	固体高分子形燃料電池用電解質膜の構造・物性解析-SPM に期待すること-	日本学術振興会 産学学力研究委員会 ナノプローブテクノロジー 第 167 委員会	2009 年 4 月 1 日
31	K. Kidena T. Okubo N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Temperature and Humidity-Depended Changes in Microstructure of Polymer Electrolyte Membranes Estimated by Diffusion Data from PFG-NMR	238th American Chemical Society National Meeting & Expositions	2009 年 8 月 16 日
32	S. Surasak A. Ohira K. Ohira K. Kidena N. Takimoto	AIST/ FC-Cubic	Effect of the Aliphatic Alkyl Pendant Chain on the Properties of Sulfonated Copoly(p-phenylene)s	238th American Chemical Society National Meeting & Expositions	2009 年 8 月 16 日
33	T. Okubo K. Kidena N. Takimoto A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Structural and Dynamical Properties of the Water Molecules in Polymer Electrolyte Membranes: A Study Combined Molecular Dynamics Simulation and NMR Relaxation.	The 5th International Fuel Cell Workshop 2009	2009 年 8 月 23 日

34	A. Ohira N. Takimoto F.M.Mohamed K. Kidena T. Okubo Y. Kobayashi	AIST/ FC-Cubic	Characterization of Polymer Electrolyte Membrane - Relationship between Morphology and Transport Properties	EUROMEMBRANE 2009	2009年 9月9日
35	滝本 直彦 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	電気化学 AFM による 電解質膜内部のプロトン パス均一性評価	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月16日
36	F.M.Mohamed Y. Kobayashi A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Gas Permeation in a Perfluorinated Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cells	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月16日
37	長谷川 弘	産総研/ FC-Cubic	高分子電解質膜における プロトン挙動の解析	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月16日
38	貴傳名 甲 大窪 貴洋 滝本 直彦 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	固体高分子電解質材料の 微視構造と関連する 膜中水の拡散挙動	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月17日
39	大平 佳代 大平 昭博 貴傳名 甲	産総研/ FC-Cubic	固体高分子形燃料電池に おける高分子電解質材料 のラジカル耐久性評価	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月17日
40	大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	高分子電解質膜の表面・ バルク構造解析	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月18日
41	黒田 清一 滝本 直彦 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	ナノインデンテーション を用いた固体高分子形 燃料電池用電解質膜の 粘弾性評価	第 58 回 高分子討論会	2009年 9月18日
42	F.M.Mohamed Y. Kobayashi A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Correlation between Free Volume and Oxygen Permeation in Ion-Exchanged Nafion Membranes for Fuel Cells	第 52 回 放射線化学討論会	2009年 9月24日

43	F.M.Mohamed Y. Kobayashi C.S.Kuroda A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Gas Permeation in Ion-Exchanged Forms of the Electrolyte Membrane	Advanced Science Research Symposium 2009 (ASR2009)	2009 年 11 月 10 日
44	長谷川 弘	産総研/ FC-Cubic	電解質材料の表面計測 から電解質の本質を探る	第 30 回表面科学 セミナー	2009 年 11 月 12 日
45	大窪 貴洋 Tavernier Bruno 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	スルホン酸基を有する ブロック共重合体中の 水の拡散特性	第 48 回 NMR 討論会	2009 年 11 月 12 日
46	滝本 直彦 黒田 カルロス 清一 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	電気化学 AFM による 電解質膜評価技術の 進展	第 50 回電池討論会	2009 年 11 月 30 日
47	大窪 貴洋 滝本 直彦 貴傳名 甲 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	分子動力学計算および 1H NMR による側鎖型 炭化水素系電解質膜の 解析	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 2 日
48	M. A. Barique N. Takimoto A. Ohira	産総研/ FC-Cubic	Effect of Water on the Changes in Morphology and Proton Conductivity of Poly(phenylene sulfide) Electrolyte Membranes for Fuel Cells	第 50 回電池討論会	2009 年 12 月 2 日
49	F.M.Mohamed Y. Kobayashi A. Ohira	AIST/ FC-Cubic	Free Volume and Oxygen Permeation in Ion-exchanged Nafion	11th Pacific Polymer Conference	2009 年 12 月 6 日
50	H. Hasegawa	AIST/ FC-Cubic	Current Approach of FC-Cubic for Characterization of Polymer Electrolyte Membranes	International Hydrogen Energy Development Forum 2010	2010 年 2 月 4 日
51	貴傳名 甲 S. Surasak 大窪 貴洋 大平 昭博	産総研/ FC-Cubic	ポリフェニレン系電解質 膜の疎水部分構造が及ぼ す水拡散への影響	日本化学会 第 90 春季年会	2010 年 3 月 26 日

展示会等

番号	発表者	所属	タイトル	展示会等名称	発表年月日
1	関口伸太郎	産総研 FC-Cubic	電気化学原子間力 顕微鏡による電解質膜 の高次構造解析	FC-EXPO2010	2010年 3月 3-5日

(5) 上智大学 (表 2.3-4 に対応)

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	N. Takimoto A. Ohira Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Surface Morphology and Proton Conduction Imaging of Nafion Membrane	Chemistry Letter 37 , [2] 164-165	有	2008
2	M. Yoshizawa- Fujita C. Saito Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Lipase-Catalyzed Polymerization of L-Lactide in Ionic Liquids	Polymer Advanced Technology 19 , [10] 1396-1400	有	2008
3	N. Sugiyama M. Hirakawa H. Zhu Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Molecular Recognition of Langmuir-Blodgett Polymer Films Containing Uracil Groups	Colloids and Surfaces, A:Physico- chemical and Engineering Aspects 321 , [1-3] 60-64	有	2008
4	T. Hirahara M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Optical Properties of Polyfluorene-thiophene Copolymers having Chiral Side Chains	Synthetic Metals 159 , [21-22] 2180-2183	有	2009

5	K. Esashika M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Synthesis and Optical Properties of Poly(thiophene-fluorene) Copolymers with Benzothiazole Moiety	Synthetic Metals 159 , [21-22] 2184-2187	有	2009
6	N. Takimoto L. Wu A. Ohira Y. Takeoka M. Rikukawa	AIST/ FC-Cubic Sophia Univ.	Hydration Behavior of Perfluorinated and Hydrocarbon-type Proton Exchange Membranes: Relationship between Morphology and Proton Conduction	Polymer 50 , [2] 534-540	有	2009
7	Y. Kawabata M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Relationship between Structure and Optoelectrical Properties of Organic-inorganic Hybrid Materials containing Fullerene Derivatives	Synthetic Metals 159 , [9-10] 776-779	有	2009
8	M. Kamiya M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Preparation and Characterization of Multilayer-type Electrolyte Membranes with Hydrocarbon Polymers	Electrochimica Acta 55 , [4] 1385-1388	有	2010

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表 年月日
1	大澤 あずさ 竹岡 裕子 陸川 政弘 他 2 名	上智 大学	ポリフェニレン系 ブロック共重合体 の合成と評価	第 57 回 高分子 学会年次大会	2008 年 5 月 29 日
2	石塚 卓之 杉山 奈未 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	側鎖長を変化させた ポリフェニレン系電解 質の合成と諸特性評価 (II)-イオン交換容量の 制御-	第 57 回 高分子 学会年次大会	2008 年 5 月 29 日

3	高橋 聡 杉山 奈未 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ポリフェニレン誘導体 の電解質化と IEC の 制御	第 57 回 高分子 学会年次大会	2008 年 5 月 29 日
4	M. Yoshizawa- Fujita Y. Kousa Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Novel Ionic Liquids Having Hydroxyl Groups for Fuel Cells	EUCHEM2008 Conference on Molten Salts and Ionic Liquids	2008 年 8 月 26 日
5	A. Osawa M. Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Synthesis and Evaluation of Polymer Electrolytes	11th International Symposium on Polymer Electrolyte	2008 年 9 月 1 日
6	M. Kamiya M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Preparation and Characterization of Multilayer-type Electrolyte Membranes with Hydrocarbon Polymers	11th International Symposium on Polymer Electrolyte	2008 年 9 月 4 日
7	大澤 あずさ 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ポリフェニレン系 ブロック共重合体 の合成と評価(II)	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 24 日
8	石塚 卓之 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	側鎖長を変化させたポ リフェニレン系電解質 の合成と諸特性評価 (III)-側鎖構造の効果-	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 25 日
9	大澤 あずさ 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ポリフェニレン系ブロ ック共重合体の合成と 評価(III)	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 25 日
10	藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘 他 2 名	上智 大学	IEC を制御したポリフ ェニレンブロック共重 合体の合成と評価(I)	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 25 日

11	神谷 美帆 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ホスホン化ポリフェニ レンの合成と評価 (I)	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 25 日
12	大森 宏輝 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	PBI/H ₃ PO ₄ 複合膜を 用いた中温域燃料 電池特性評価(I)	第 57 回 高分子討論会	2008 年 9 月 25 日
13	陸川 政弘	上智 大学	高分子電解質の高次 構造制御と PEFC 特性の関係	2008 年度燃料電池 材料研究会講座	2008 年 10 月 2 日
14	A. Osawa M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Synthesis and Characterization of Polymer Electrolytes Based on Poly(phenylene) Block Copolymers - Effect of Hydrophobic Unit Length and Ratio-	Materials Research Society Fall Meeting 2008	2008 年 12 月 4 日
15	S. Takahashi M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Synthesis and Characterization of IEC-controlled Poly(phenylene) Derivatives	Materials Research Society Fall Meeting 2008	2008 年 12 月/4 日
16	A. Itani M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Preparation and Characterization of Phosphonium-based Ionic Liquid/Hydroxide Composites	Materials Research Society Fall Meeting 2008	2008 年 12 月 4 日
17	H. Ohmori M. Yoshizawa -Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Synthesis and Characterization of Polybenzimidazole Derivatives for Mid- Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cell	Materials Research Society Fall Meeting 2008	2008 年 12 月 4 日

18	神谷 美帆 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ホスホン酸エステル化 ポリフェニレン/スル ホン化ポリフェニレン 複合電解質膜の作製と 評価	日本化学会 第 89 春季年会	2009 年 3 月 29 日
19	M. Yoshida M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	New Multiblock Copolymers of Sulfonated Poly(p-phenylene) and Poly(ether ketone) for Proton Exchange Membranes	238th American Chemical Society National Meeting & Expositions	2009 年 8 月 19 日
20	小松原 香莉 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	触媒移動型連鎖重合 によるフェニレン系 ブロック共重合体の 合成	第 58 回 高分子討論会	2009 年 9 月 17 日
21	大澤 あずさ 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ポリフェニレン系ブロ ック共重合体の合成と 評価(V) –組成と高次 構造の影響–	第 58 回 高分子討論会	2009 年 9 月 18 日
22	吉田 実留 藤田 正博 竹岡 裕子 陸川 政弘	上智 大学	ポリフェニレン-ポリ エーテルケトン系ブロ ック共重合体の合成と 評価 (II) –イオン交換 容量の効果–	第 58 回 高分子討論会	2009 年 9 月 18 日
23	M. Yoshida M. Yoshizawa- Fujita Y. Takeoka M. Rikukawa	Sophia Univ.	Effect of Multiblock Structures Composed of Sulfonated Poly(p-phenylene) and Poly(ether ketone) for Proton Exchange Membranes	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 6 日

展示会等

番号	発表者	所属	タイトル	展示会等名称	発表年月日
1	陸川 政弘	上智大学	高性能炭化水素系 電解質膜	FC-EXPO2010	2010年 3月 3-5日

(6) 産総研・FC-Cubic、物質移動研究 (表 3.2-10 に対応)

論文

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名 巻、号、ページ	査読	発表年
1	J. Miyamoto J. Oyama Y. Yamamoto	AIST/ FC-Cubic	Thermal Conductivity Measurements of Gas Diffusion Layer Under Controlled Temperature, Humidity and Stress	ASME 2009 7th International Conference on Fuel Cell Science, Engineering and Technology (FUELCELL'09) 85-89	有	2009

学会発表

番号	発表者	所属	タイトル	学会名	発表年月日
1	宮本 淳一 大山 淳平 渡部 那美 横山 浩司	産総研/ FC-Cubic	PEFC 拡散層内の液体水 透過挙動	第 49 回電池討論会	2008年 11月7日
2	横山 浩司 大山 淳平 宮本 淳一	産総研/ FC-Cubic	温度・湿度制御下における PEFC 用ガス拡散層の接触 角測定	第 49 回電池討論会	2008年 11月7日
3	長谷川 弘	産総研/ FC-Cubic	燃料電池基礎研究へのチ ャレンジー燃料電池自動 車の本格的普及に向けて	産総研コンソーシアム 「名古屋工業技術 協会」特別講演会	2009年 1月16日

4	長谷川 弘	産総研/ FC-Cubic	FC-Cubic における PEFC 基礎研究の取り組み	燃料電池開発情報 センター 第 110 回研究会	2009 年 1 月 22 日
5	宮本 淳一 大山 淳平	産総研/ FC-Cubic	PEFC ガス拡散層の熱伝導 率異方性測定	化学工学会 第 74 年会	2009 年 3 月 18 日
6	A. Hayashi K. Kimijima J. Miyamoto I. Yagi	AIST/ FC-Cubic	Oxygen Transfer and Storage in Mesopores of Pt Mesoporous Carbon Catalyst Thin Film Electrode	7th Spring meeting of the International Society of Electrochemistry	2009 年 3 月 25 日
7	宮本 淳一 大山 淳平 渡部 那美 横山 浩司 山本 義明	産総研/ FC-Cubic	PEFC 内水蒸気・液体水 透過に対するガス拡散層 の内部構造の影響	第 46 回 日本伝熱 シンポジウム	2009 年 6 月 3 日
8	J. Miyamoto J. Oyama Y. Yamamoto	AIST/ FC-Cubic	Thermal Conductivity Measurements of Gas Diffusion Layer under Controlled Temperature, Humidity and Stress.	7th International Fuel Cell Science, Engineering & Technology Conference	2009 年 6 月 8 日
9	M. Adachi J. Miyamoto Y. Yamamoto	AIST/ FC-Cubic	Water Vapor Permeation through MEA Component Materials for PEM Fuel Cells	7th International Fuel Cell Science, Engineering & Technology Conference	2009 年 6 月 8 日
10	K. Yokoyama J. Oyama J. Miyamoto Y. Yamamoto	AIST/ FC-Cubic	Contact Angle Measurement of Water Droplet on Gas Diffusion Layers under Polymer Electrolyte Fuel Cell Operating Environment	4th International Conference on Polymer Batteries and Fuel Cells (PBFC2009)	2009 年 8 月 4 日
11	J. Miyamoto M. Adachi K. Shi Y. Yamamoto S. Holdcroft 他 4 名	AIST/ FC-Cubic	Water Transport Study of Electrode Materials for Polymer Electrolyte Materials for PEM Fuel Cells	216th Electrochemical Society Meeting	2009 年 10 月 5 日

12	横山 浩司 宮本 淳一 山本 義明	産総研/ FC-Cubic	ガス拡散層表面上の 水滴挙動の実験的考察	第 50 回電池討論会	2009 年 11 月 30 日
----	-------------------------	------------------	-------------------------	-------------	---------------------