

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」 (事後評価:2008-2009年度 2年間) プロジェクトの概要 (公開)

NEDO技術開発機構
新エネルギー部

2010年 11月 8日

1

発表内容

公開

評価軸	内容	説明者
I. 事業の位置付け・必要性について	1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性 2. 事業の背景・目的・位置付け	細井主研
II. 研究開発マネジメントについて	1. 事業の目標 2. 研究開発の内容 2.1 研究開発の内容 2.2 研究開発の実施体制 2.3 研究開発の運営管理 2.4 研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント	飯尾主査
III. 研究開発成果について	1. 目標の達成度 2. 成果の意義 3. 知財および成果の普及	長谷川PL
IV. 実用化の見通しについて	1. 成果実用化の可能性 2. 波及効果	長谷川PL

2

評価軸	内容	説明者
I. 事業の位置付け・必要性について	1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性 2. 事業の背景・目的・位置付け	細井主研
II. 研究開発マネジメントについて	1. 事業の目標 2. 研究開発の内容 2.1 研究開発の内容 2.2 研究開発の実施体制 2.3 研究開発の運営管理 2.4 研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント	飯尾主査
III. 研究開発成果について	1. 目標の達成度 2. 成果の意義 3. 知財および成果の普及	長谷川PL
IV. 実用化の見通しについて	1. 成果実用化の可能性 2. 波及効果	長谷川PL

I. 事業の位置付け・必要性について 1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性

事業原簿 1-1

公開

「燃料電池」のエネルギー政策上の位置付け

新・国家エネルギー戦略	2006年5月	燃料電池を機関技術として位置付け。 石炭ガス化燃料電池複合発電を総合資源戦略として位置付け。
Cool-Earth エネルギー革新技術計画	2008年3月	燃料電池をCO2排出量の大幅削減を可能とする革新技術として選定。
環境エネルギー技術革新計画	2008年5月	燃料電池を低炭素社会実現に必要な技術と位置づけ。
低炭素社会づくり行動計画	2008年7月	2020～2030年に定置用燃料電池を本格普及を目指す。
エネルギー基本計画	2010年6月	低コスト化を進めて、燃料電池普及による天然ガスシフトを推進。
新成長戦略	2010年6月	日本がイニシアティブを取り、国際標準化を推進。

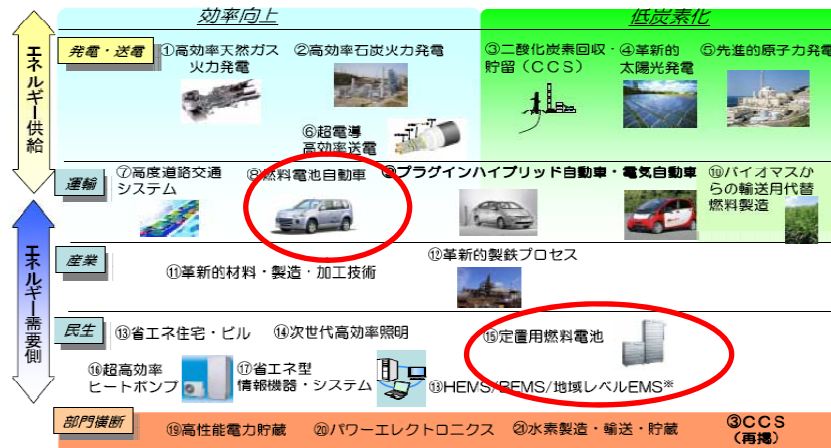


「燃料電池」は継続して、**政策上の重要な技術分野**となっている。

「燃料電池・燃料電池自動車」の政策上の位置付け

「Cool Earthーエネルギー革新技術 技術開発ロードマップ」
【出典:経済産業省】

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



※EMS: Energy Management System, HEMS: House Energy Management System, BEMS: Building Energy Management System

FCV、定置用燃料電池が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術に選定されている。

研究開発政策上の位置付け

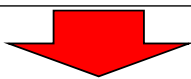
「エネルギーイノベーションプログラム」

- ・資源の乏しい我が国は、革新的なエネルギー技術の開発、導入普及により、次世代型のエネルギー利用社会の構築が不可欠。
- ・政府が長期を見据えた技術進展の方向性を示し、官民が共有することで長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能。

⇒ 本事業はこのプログラムの一環として実施。

エネルギーイノベーションプログラムの5つの柱

- ①総合エネルギー効率の向上
- ②運輸部門の燃料多様化
- ③新エネルギー等の開発・導入促進
- ④原子力等利用の促進とその大前提となる安全の確保
- ⑤化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

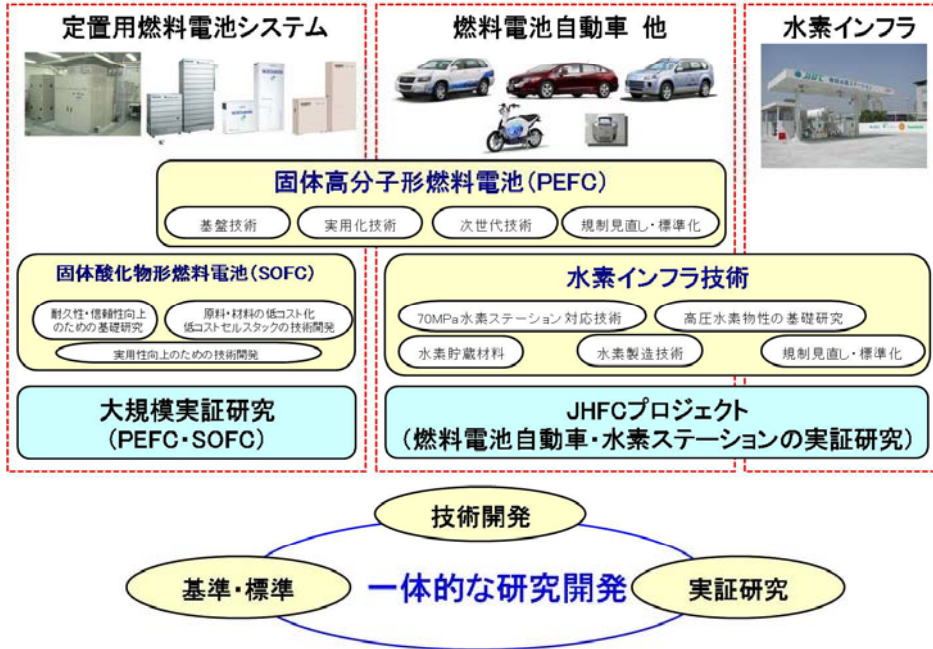


- 本事業で対象としている固体高分子形燃料電池(PEFC)は、
- 運輸部門の燃料多様化に資する技術(②)
 - 新エネルギー等の開発・導入促進に資する技術(③)

NEDOの関与の必要性(1)

FCVおよび家庭用PEFCシステムはこれまでにない製品・エネルギーの普及であることから技術開発に留まらず、技術実証、規制適正化、標準化が必要であり、これらに関する複数のプロジェクトを連携・整合させ、効果的・効率的に進める必要が有る。

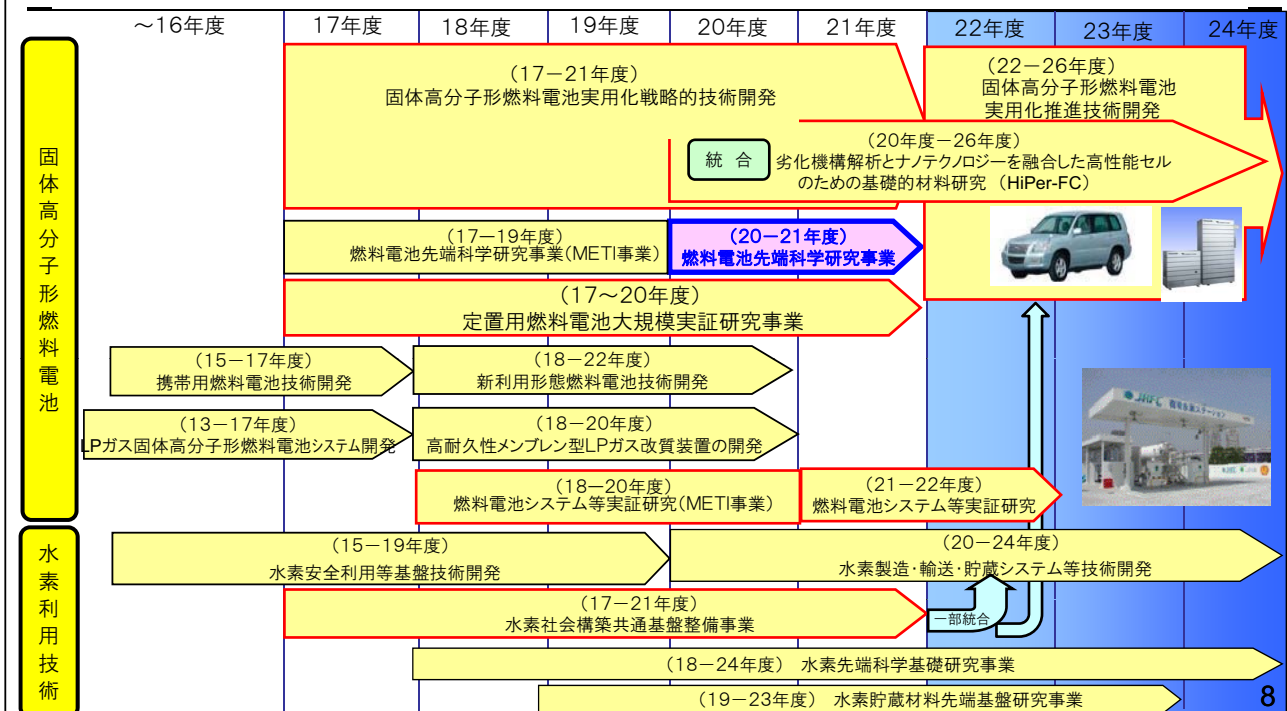
⇒ **NEDOマネジメントが不可欠である。**



NEDOの関与の必要性(2)

NEDOにおける燃料電池・水素技術開発の年度展開

※本事業と関連するFC関係のプロジェクトを赤色の枠線で示している。

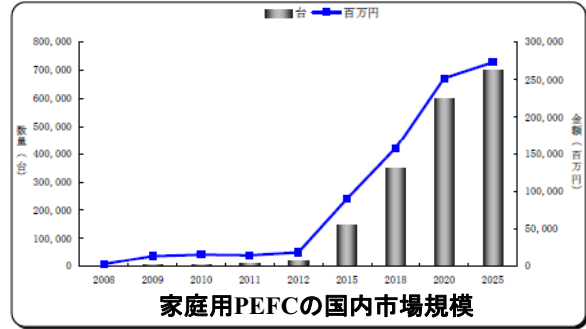
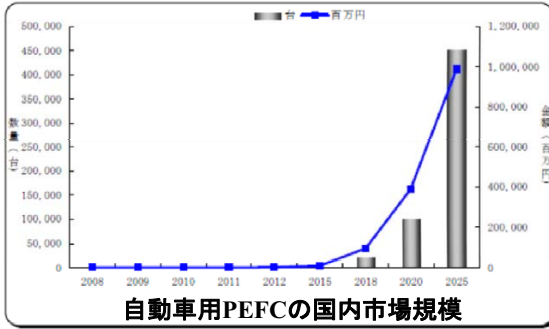


実施の効果

【経済効果】

2025年のPEFC市場規模(家庭用+自動車用)は1兆2600億円。

- ・自動車用 約9,900億円 (45万台/年)
- ・定置用 約2,730億円 (70万台/年)



出典: (株)富士経済「2010年度版 燃料電池関連技術・市場の将来展望 上巻」

実施の効果

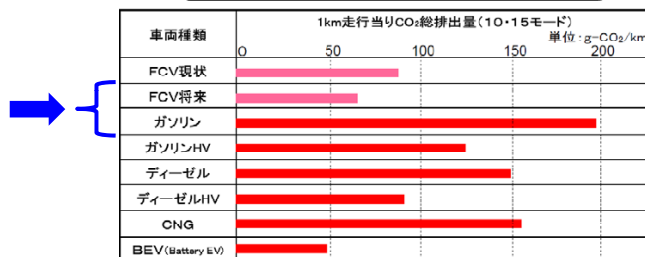
【CO₂削減効果】

2025年のPEFC市場規模(家庭用+自動車用)に対応したCO₂の削減量は174万トン/年。

●FCV:1台当たり約2トン-CO₂/年 *1 × 45万台 = 90万トン/年

*1: 「燃料電池システム等実証研究」での実測データに基づく試算値。

各種車両のWell to WheelのCO₂排出量



●家庭用PEFC:1台当たり約1.2トン-CO₂/年 *2 × 70万台 = 84万トン/年

*2: 「定置用燃料電池大規模実証研究」での実測データ(トップ機種)。

事業の背景 ~FCVの動向~

2002年よりJHFCプロジェクト(水素・燃料電池実証プロジェクト)が開始されており、FCVの公道走行試験や水素ステーションの運用等が行われている。
 その結果、FCVの改良が進み、航続距離は500km以上、最高速度150km/h以上となり、性能は内燃機関車と遜色ないレベルにまで到達している。

JHFC 燃料電池システム等実証研究
 JHFC (Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project)

JHFC参加車両 合計60台(2007年度)

JHFC水素ステーション 合計12ヶ所(2007年度)

FCV、水素インフラ等に係る実証研究及びその成果普及を展開。

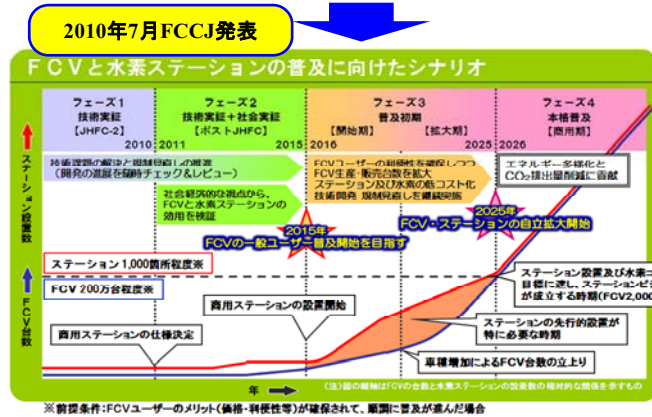
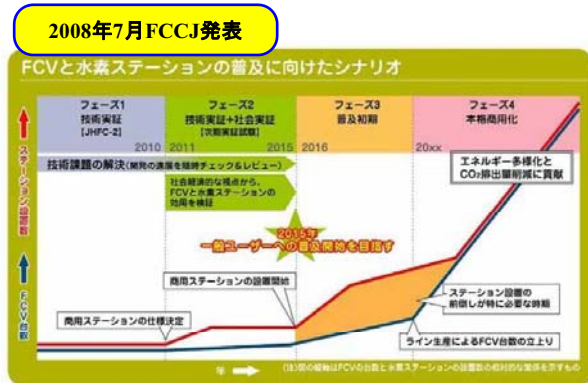
- 実使用状態のデータを取得し、水素エネルギー社会の実現に向けたFCV、水素インフラ等の有用性を検証。
- 実用化の課題抽出、FCV等の社会受容性向上を図る。

	トヨタ FCHV-adv	ホンダ FCX Clarity	日産 X-TRAILFCV 2005モデル	GM Chevrolet Equinox	Daimler B-class F-cell
車両重量	1,880 kg	1,625 kg	1,860 kg	2,010 kg	
航続距離	830 km	620 km	500 km以上	320 km	400 km
最高速度	155 km/h	160 km/h	150 km/h	160 km/h	174 km/h
燃料電池出力	90 kW	100 kW	90 kW	93 kW	80 kW
水素充填圧力	70 MPa	35 MPa	70 MPa	70 MPa	70 MPa

事業の背景 ~FCV・水素ステーションの普及シナリオ~

我が国の主要な自動車メーカー、エネルギー関係企業等が参加する燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)によって、「2015年に商用の水素ステーションの設置を開始し、FCVの一般ユーザーへの普及開始を目指す」という普及シナリオが発表されている。

2025年時点での普及目標は、FCVが200万台程度、水素ステーションを1,000箇所程度となっている。



事業の背景 ~家庭用PEFCシステムの実証~

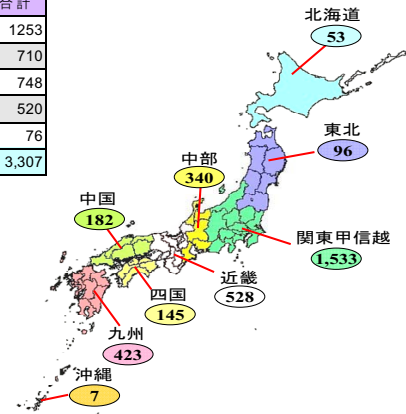
NEDO 定置用燃料電池大規模実証研究(H17~H21年度)

- ・ 17事業者により累計3,307台の1kW級家庭用PEFCシステムを設置し実証運転。
- ・ 様々な条件下(寒冷地/温暖地、住宅内負荷の大小及びパターン等)で運転。
- ⇒ 最適仕様の検討、省エネルギー性・環境安全性の確認、使用者ニーズの抽出等。

・ 海外のプロジェクトよりも時期が早く、かつ大規模に実証。
 ドイツCallux Lighthouse Project 2008年~2012年で1kW級累計800台の実証を実施。
 他では、商用化を目的とした大規模な実証は行われていない。⇒ 世界に先駆けた先導的実証事業

実施者	燃料種	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	計
東京ガス	都市ガス	150	160	210	276	796
大阪ガス	都市ガス	63	80	81	141	365
東邦ガス	都市ガス	12	40	38	34	124
西部ガス	都市ガス	10	10	13	10	43
北海道ガス	都市ガス	-	10	10	5	25
日本瓦斯	都市ガス	-	3	4	3	10
	LPガス	-	7	6	7	20
新日本石油	都市ガス	-	-	-	11	11
	LPガス	134	226	250	403	1328
	灯油	-	75	146	83	294
出光興産	LPガス	33	40	50	28	151
ジャパンエナジー	LPガス	30	40	34	40	144
岩谷産業	LPガス	10	34	29	10	83
コスモ石油	LPガス	10	19	14	13	56
	灯油	-	-	5	5	10
太陽石油	都市ガス	-	-	-	2	2
	LPガス	8	13	18	9	48
九州石油	LPガス	8	10	12	10	40
昭和シェル石油	LPガス	6	10	10	10	36
レモンガス	LPガス	6	-	-	-	6
エネアーツ	LPガス	-	-	-	10	10
サイサン	都市ガス	-	-	-	2	2
	LPガス	-	-	-	6	6
計		480	777	930	1120	3307

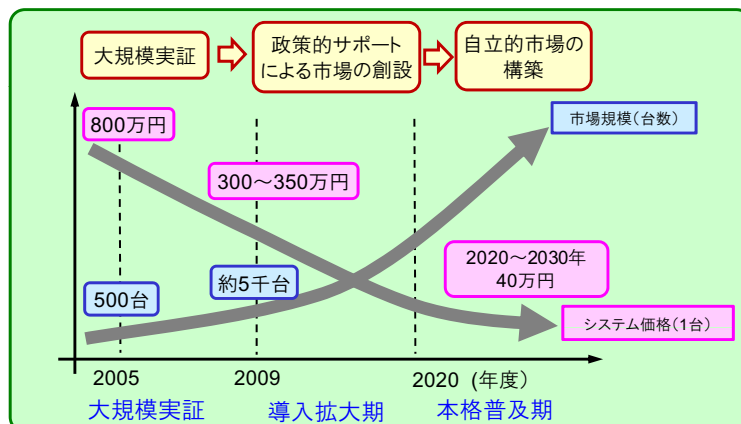
システムメーカー	LPG	都市ガス	灯油	合計
ENEOSセルテック	1062	191	0	1253
荏原製作所	0	396	314	710
東芝燃料電池システム	554	194	0	748
パナソニック	0	520	0	520
トヨタ自動車	0	76	0	76
合計	1,614	1,379	314	3,307



事業の背景 ~家庭用PEFCシステムの普及シナリオ~

2009年度より経済産業省の導入支援補助金制度の下、世界初の一般販売がスタートしている。市場導入初年度の販売実績は5,258台であり、今後5年間で4万台以上が導入される見込みである。

今後は販売価格を40万円まで下げ、2020年度までに累積導入250万台、年間約300万トンのCO₂削減を目指している。



事業の背景 ~PEFCの技術開発課題~

目標

- ・実用性向上
- ・システムの簡素化、小型化
- ・材料コストの低減

よりシビアな発電環境・条件

- ・高温・低湿度化
- ・低圧化
- ・低ストイキ化
- ・低白金化・脱白金

産業界要望

エンジニアリング的アプローチだけでは限界、サイエンスに立ち返ったメカニズムの解明に基づくアイデアが必要

I-1 発電環境(自動車用PEFC作動環境)イメージ

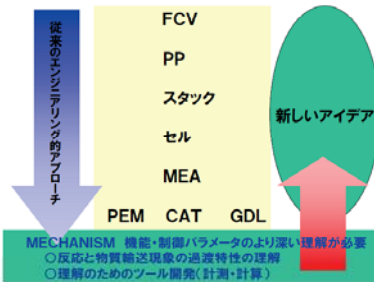
・自動車用MEAの発電環境は燃料電池車両の実用性向上、発電システム全体の小型、低コスト化を鑑み、以下のような方向性となる。

「高温化」、「低湿度化」、「低圧化」、「低ストイキ化」

分類	No	項目	2010	2015~20	最終目標
作動条件	1	セル作動温度 (冷動後、冷媒出口温度)	-30~90℃	-30~100℃	-40~120℃以上
	2	作動ガス入り口 下限相対湿度	40%	30%	加温器レス
	3	作動ガス出口圧力 (kPa表圧対応)	140	120	100
	4	作動ガス ストイキ	空気 1.5 水素 1.3	1.3 1.1	1.2 1.0(道徳無し)

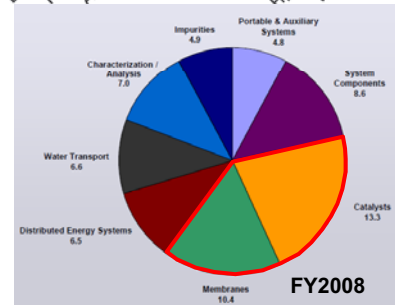
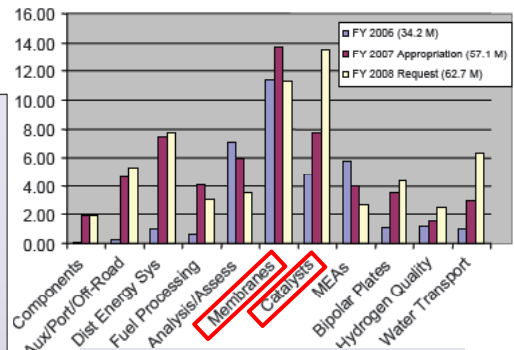
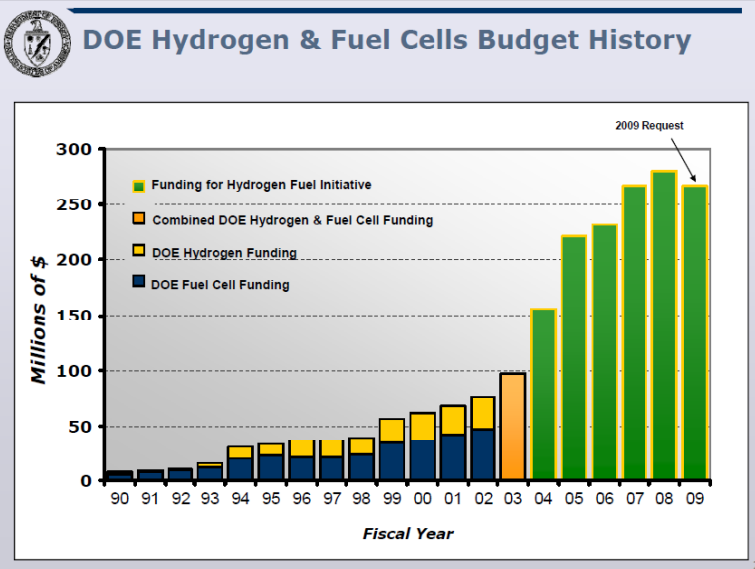
本作動条件は各年代における燃料電池車両での運転環境を想定したものであり、将来における技術の選択・開発に制約を与えるものではない。

I-4-1 膜・触媒目標達成のためのアプローチ
メカニズムの理解にもとづくアイデアの創出が必要



FCCJ「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」より抜粋。

米国のPEFC研究開発の動向



出典: DOE Annual Merit Review Meeting

- ・米国政府は、2004年から継続して、水素・燃料電池に関する支援を強化している。近年、電解質膜・触媒等のMEAに係わる研究開発に力を入れている。
- ・FCVはカリフォルニア州の燃料電池パートナーシップを中心に実証試験が継続されており、2010年時点で州内に26カ所の水素ステーションの設置と250台のFCVを導入。2014年までに46カ所の水素ステーションと4,300台のFCVの導入を見込んでいる。

欧州の燃料電池研究開発の動向

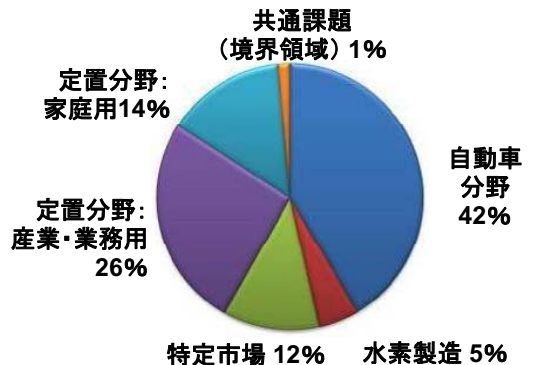
ドイツ政府：基本政策と予算

- 水素・燃料電池技術革新プログラム(NIP)
 - 官民がリスク負担し、10年間で合計14億ユーロを当てる。
 - ドイツでも珍しい省庁間協力の実例。4省が協力(交通建設住宅省、経済技術省、環境省、教育省)。
 - 市場化を重視。特に自動車分野に多くのリソースを当てる。

NIPの予算

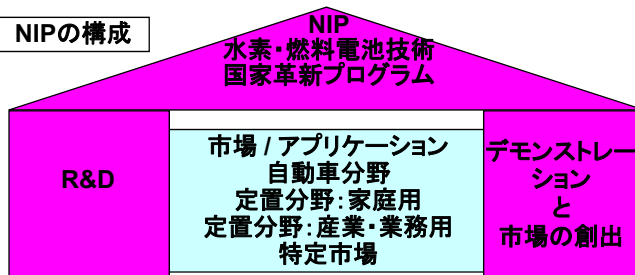
政府資金	教育省：R&D分野	2億ユーロ
	交通建設住宅省：デモ分野	5億ユーロ
民間資金		7億ユーロ
合計		14億ユーロ

NIPの予算配分



2008年度JARI訪問時資料より

NIPの構成



標準・規格・基準に係る状況 ～定置用燃料電池(1)～

IEC規格の発行状況

国際規格(IS):8件(現在、改訂作業(第二版の作成)作業中)、技術仕様書(TS):2件
 WG4(性能試験法:小型PEFC)については、昨年度より審議開始。

対象	審議WG	名称(内容)	規格番号	種別	発行年月	コンピナ	進捗状況
共通	WG1	用語と定義	IEC TS62282-1	TS	2010年4月	米国	改訂作業完了 日本提案も取入れて大幅に用語の数を増やした第2版を発行(平成22年4月)
	WG2	FCモジュール	IEC62282-2	IS	2004年7月	ドイツ	改訂作業中 日本からは、SOFCの内容を中心に17件のコメントを提出。
定置用	WG3	安全要件	IEC62282-3-1	IS	2007年4月	米国	改訂作業開始 日本および米国から、それぞれ国内規格との整合を取るためのコメントを提出し、国際WGで審議中。
	WG4	性能試験法	IEC62282-3-200	IS	2006年3月	日本	改訂作業中 第2版ドラフト(CDV)照会中。
		性能試験法(小型PEFC)	IEC62282-3-201	CD	-	日本	日本からJIS規格をベースとして新規提案 平成21年5月のTC106国際会議から審議を開始しており、第1版ドラフト(CD)審議中。
WG5	設置要件	IEC62282-3-3	IS	2007年11月	ドイツ	改訂作業中 委員会原案(CD)に対する各国意見の審議を終了。CDV発行準備中。	
ポータブル	WG7	安全要件	IEC62282-5-1	IS	2007年2月	米国	改訂作業中 CDに対する各国意見の審議を終了。CDV発行準備中。
マイクロ	WG8	安全性	IEC62282-6-100	IS	2010年3月	米国	規格分割化の作業を開始 前身のIEC PAS62282-6-1は国際間輸送規制での安全性確保のためのICAO技術仕様書で引用規格として採用されており、発行されたIEC 62282-6-100は、IEC PAS62282-6-1との置き換えを予定。 (現在保留事項審議中) ICAO(International Civil Aviation Organization: 国際民間航空機関)
	WG9	性能試験法	IEC62282-6-200	IS	2007年11月	日本	改訂作業中 第2版ドラフト審議中(CD照会中)。
	WG10	互換性	IEC62282-6-300	IS	2009年6月	日本/韓国	改訂作業中 互換性カートリッジの新規追加のためのドラフト審議中。なお、別規格として「デバイスとの互換性」の規格化を計画。
共通	WG11	単セル試験法	IEC62282-7-1	TS	2010年6月	日本	PEFCの単セル試験方法を発行。SOFCの単セル試験方法を日本から提案予定(2010年12月予定)

日本の審議団体: 日本電機工業会(JEMA)

JEMAにTC105国内委員会(IEC/TC105のミラー委員会)を設置し日本での活動を推進。

標準・規格・基準に係る状況 ~定置用燃料電池(2)~

規制適正化状況

NEDO「水素社会構築共通基盤整備事業」を中心に実施。

規制適正化項目		SOFC	純水素PEFC	PEFC
電気 事業法 関連	常時監視の不要化	○(H18年12月)	○	○
	不活性ガス置換義務の省略	○(H19年9月)	○	○
	一般用電気工作物化 ・電気主任技術者選任義務の不要化 ・保安規定届出義務の不要化	○(H19年9月)	○	○
	過圧防止装置の省略	△(見直し要請済)	○(H18年10月)	○(H18年10月)
	可燃性ガス検知器の省略	—	◇	◇
消防法 関連	設置届出義務の不要化	○(H22年3月)	□	○
	設置保有距離の省略	○(H22年3月)	□	○
	逆火防止装置の省略	○(H22年3月)	□	○

○: 済み、△: 要請済み、□: 要望を一旦保留

日本ガス協会(JGA)と日本電機工業会(JEMA)が経済産業省・電力安全課および総務省・消防庁予防課に要望提出等の推進活動実施。

標準・規格・基準に係る状況 ~FCV・水素インフラ(1)~

ISO規格の発行状況

国際規格(IS):5件(ISO/TC22/SC21)、5件(ISO/TC197)

対象	WG	名称(内容)	規格番号	発行	コピナ	進捗状況
WG1	安全	EVの運用	Part1: 電池 ISO23273-Part1	2009.9	ドイツ	2007年2月より改正作業開始。パート1と2は2009年9月に発行。そのうち、パート2機能安全は、日本がPLを務めた。パート3は2ndDISの発行を予定。 2004年11月にTR化に合意。ISO6469改正の動きに合わせて継続審議中
		Part2: 機能	ISO23273-Part2	2009.9		
		Part3: 電気	ISO23273-Part3	2006		
WG2	性能	TF: 用語 (TR化)			日本	JARIの試験成果を盛り込み、質量法、圧力法、流量法を用いた燃費測定法が発行された。 2006年11月つくば会議での審議の結果、TRとして議論をまとめ、2007年10月WGで内容合意。投票の結果、承認され、2008年10月に発行 ・外部充電無しHEVの排ガス燃費試験法は2007年6月に発行済み。 ・現在は、日本がPLで、外部充電有りの原案作成中。2009年10月、日本からのNP提案が承認
		TF1: FCV性能試験法	燃費 ISO24828	2008.5		
		TF3: EV排ガス・燃費試験法	最高速 (TR化) TR11954	2008.10		
		ISO23274(外部充電なし) NWIP(外部充電あり)	2007.6			
審議WG	名称(内容)	規格番号	種別	発行年月	コピナ	進捗状況
WG5	水素充填コネクタ	ISO17268(35MPa)	IS	2006年6月	カナダ	2006年6月に批准済であり、SAB J2800をベースとしてIS17268が発行された。引き続き改訂審議に移行し、2009年9月ハンガリー・会議において70MPa標準構造として日本提案が採択され、DIS17268に記載された。(2010年6月否決) 国内では、経年劣化を想定した新基準案策定作業を進めており、2009年4月の投票においてDIS15869.3を否決した結果、TS化に賛成するコメント多数であり、2009年2月にTS1が発行された。
WG6	車載用片箱水素貯蔵	TS15869	TS	2009年2月	カナダ	
WG8	水電解水素製造装置	ISO22734-1(T工業用) DIS22734-2(家庭用)	IS	2008年6月	カナダ	Part1(安全)は2008年7月ISが発行され、Part2(家庭用)は現在DIS審議中。2010年9月に東京会議して審議予定。FDIS案2010年11月予定。
WG9	改質器	ISO16110-1(安全性) ISO16110-2(効率)	IS	2007年4月 2010年2月	オランダ	Part1(安全性)は2007年4月ISが発行され、Part2(効率)は日本からの効率計算式についての提案が採用され、2010年2月にISが発行された。
WG10	MH容器	ISO16111	IS	2008年11月	米国	2008年11月にISが発行され、UN197WG13にて国際標準化の提案(カナダ)が検討中。先ずTS化を目指し、2008年4月にTS20100が発行され、その後IS化に向けて作業中。(1)の100への各国コメントをまとめ、現在DIS原案策定中。2010年9月東京会議して審議予定。
WG11	水素メータ・センサー	TS20100 (1)20100	IS(100)	(TS)2008年4月	カナダ	
WG12	FCV用水素製品仕様	TS14687-2 CD14687-2	TS	(TS)2008年3月	日本	日本が幹事国となり、先ずは小規模導入段階用としてTS化を目標に活動。2006年12月の投票の結果、承認され、2008年3月TS発行。今後、IS化に向け、各国が協力して試験研究を実施し、2012年を目処にIS化の予定。現在、DIS策定の審議中
WG13	水素検知器	ISO26142	IS	2010年6月	日本	日本が幹事国となり、日本メーカーの意見を反映させ、順調に作業され、2010年6月にISが発行された。IEC/TC31との重複標準化が懸念されたがTC議長間の調整により、TC197WG13にて国際標準化が進められた。
WG14	定置用FCV水素製品仕様	CD14687-3	CD		日本	日本が幹事国となり、2009年11月に新規提案が採択され、2010年3月東京にてキックオフ会議実施。スコープ(範囲)・対象について議論。2010年9月にカナダにて第2回会議を開催して、CD案を作成予定。
WG15	蓄電池	WD15399	WD		フランス	2010年1月仏提案して発足。2010年5月にセッションにてキックオフ会議実施。スコープ(範囲)・対象について審議。2010年秋に第2回会議実施予定。

日本の審議団体: 日本自動車研究所(JARI)、エンジニアリング振興協会(ENAA)

標準・規格・基準に係る状況 ～FCV・水素インフラ(1)～

規制適正化状況

NEDO「水素社会構築共通基盤整備事業」を中心に実施。

		35MPa水素スタンド*	70MPa水素スタンド*
高圧ガス保安法	法整備	一般則「7条の3」が2005年4月に発行、例示基準案は審議中	省令案、例示基準案提出済み
	・保安距離の見直し	6m(公道、敷地境界から等)	【案】6~10m
	・保安統括者、常駐義務の見直し	保安監督者の選任(常駐不要)	【案】35MPa同様
	・LH2輸送容器の充填率見直し	充填率の増加(98%)	
建築基準法	・水素スタンドの建築可能地域拡大	準工業、商業、準住居地域等に建設可能	【案】35MPa同様
	・水素貯蔵量制限の見直し	準工業(3500m ³)、商業(700m ³)、準住居(350m ³)に拡大	(35MPa水素スタンド並みでは普及に支障)
消防法	・水素スタンドとガソリンスタンドの併設見直し	併設可能	【案】併設可能

日本自動車工業会(JAMA)、高ガス保安協会(KHK)、石油連盟、日本ガス協会(JGA)が経済産業省または国土交通省に要望提出等の推進活動実施

本事業の目的

PEFC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・物質移動および反応メカニズムを根本的に理解し、ひいては、PEFCの基盤技術として確立することを目的としている。

研究項目と最終目標(平成21年度末)

① 電極触媒 研究

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 電解質材料研究

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 物質移動研究

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。

事業の位置付け

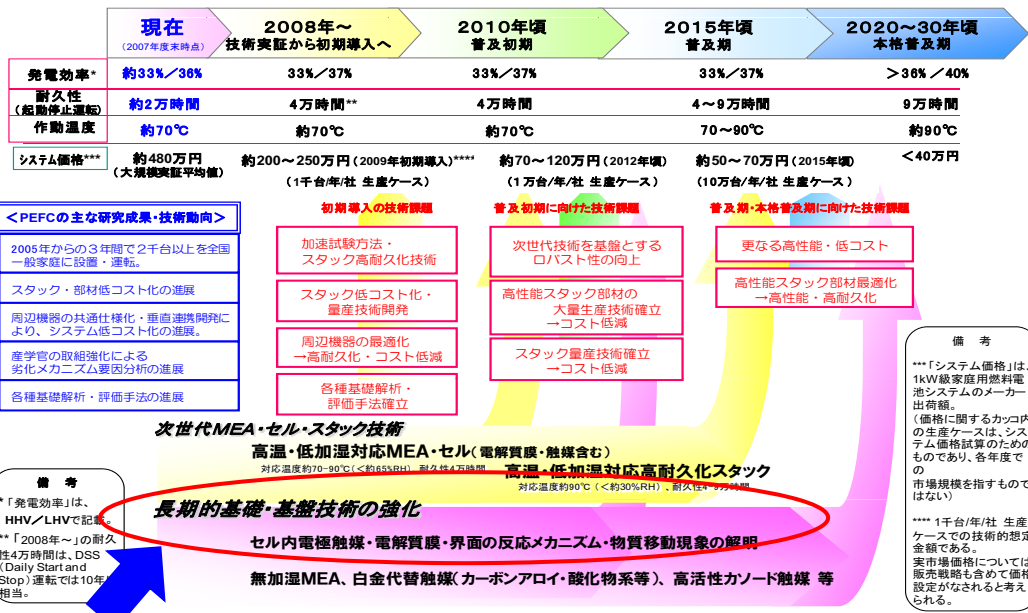
PEFC技術開発ロードマップ(FCV) 2008年版



本事業での取り組みは、ロードマップにおいて強化すべき基礎・基盤技術として位置付けられている。

事業の位置付け

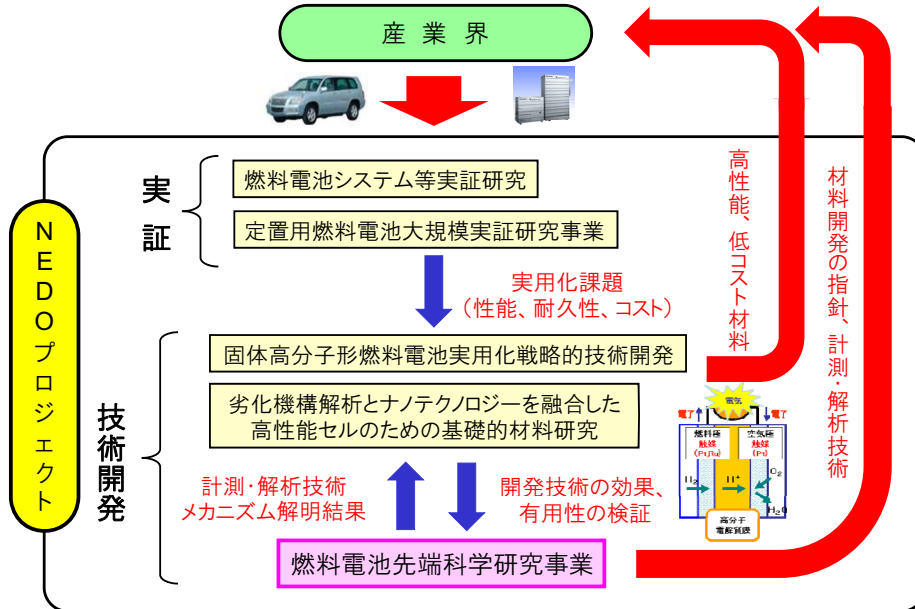
PEFC技術開発ロードマップ(定置用システム) 2008年版



本事業での取り組みは、ロードマップにおいて強化すべき基礎・基盤技術として位置付けられている。

事業の位置付け ～他プロジェクトとのシナジー効果～

本事業の成果(計測評価・解析技術、メカニズムの解明結果等)を、他のプロジェクトに対してタイムリーに提供・開示することでPEFCの効率的な研究開発が展開される。同時に、本事業の開発技術や知見の効果・有用性に関する検証も可能となるといったシナジー効果が得られる。



事業の位置付け ～計測・解析技術に関する海外との比較(1)～

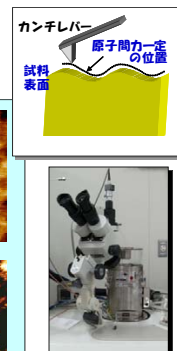
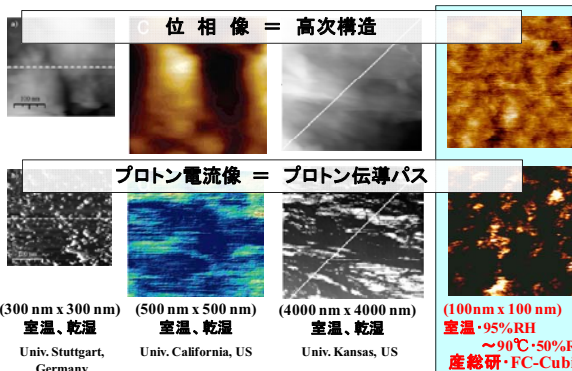
電解質膜のプロトン伝導パスの観察技術(原子間力顕微鏡)

名称	産総研FC-Cubic	Univ. Stuttgart	Univ. California	Univ. Kansas
研究機関	日本	Germany	US	US
研究者	滝本/黒田/大平			
空間分解能	5nm	20nm	20nm	200nm
温度	最高 90°C 最低 25°C	室温のみ	室温のみ	室温のみ
湿度	最高 90%RH(80°C)、50%RH(90°C) 最低 大気環境	大気環境	大気環境	大気環境

・高温/高加湿環境可能
・高分解能

※因みに水チャネルのサイズは数nm程度

【他機関】 他機関は室温での乾湿条件のみ ⇔ 実作動環境を実現
空間分解能が低い(>50nm) ⇔ 空間分解能が高い(5nm)



事業の位置付け ～計測・解析技術に関する海外との比較(2)～

電解質膜のガス透過挙動の観察技術(陽電子消滅法)

研究機関	名称	産総研FC-Cubic	大阪大学	Tiajin University
	国名	日本	日本	China
電解質膜	研究者	Mohamedo/大平/小林	西島	J. Wang/ Z. Jiang
		フッ素系、HC系	Nafion	Nafion
空間分解能(深さ)		深さ方向数nm	深さ方向は平均値	深さ方向は平均値
温度	最高	~120°C	80°C	室温のみ
	最低	室温	25°C	
湿度	最高	95%RH	85%RH(80°C)	大気環境
	最低	大気環境	5%RH(25°C)	

・深さ方向の解析が出来る
点が最大の特徴
⇒アイオノマーの解析に有効

MEA、ガス拡散層の親・疎水性評価技術(接触角測定技術)

研究機関	名称	産総研FC-Cubic	Penn- State Univ.	Michigan Tech Univ.
	国名	日本	US	US
空間分解能	研究者	横山/山本	C. Lim/C. Y. Wang	R. Stacy
		0.010~1.0mm	1.0~2.0mm	約2.0mm
時間分解能		ミリ秒	数秒	-
温度	最高	80°C	80°C	室温のみ
	最低	30°C	25°C	
湿度	最高	90%RH	大気環境	大気環境
	最低	大気環境		

・微小領域の計測が可
・時間分解能が高い
⇒過渡状態の追跡可

事業の位置付け ～計測・解析技術に関する海外との比較(3)～

MEA、ガス拡散層の熱伝導度測定技術の比較

研究機関	名称	産総研FC-Cubic	Univ. Waterloo	Rochester Inst. Tech.
	国名	日本	Canada	US
異方性分離	研究者	大山/宮本/山本	P. Teertstr	A. Radhakrishnan
		可	可	不可
温度	最高	120°C	70°C	73°C
	最低	30°C	25°C	28°C
湿度	最高	70%RH(120°C),80%RH	大気環境	大気環境
	最低	35%RH		
応力	最高	0.9MPa	1.4MPa	1.2MPa
	最低	0.3MPa	0.07MPa	0.04MPa

・実作動相当環境でのデータ取得可

本事業では広く産業界においても使用できるよう、汎用測定装置の改造と組み合わせによる各種計測・解析技術を開発し、世界初、あるいは世界的に高レベルの解析結果を得ている。

評価軸	内容	説明者
I. 事業の位置付け・必要性について	1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性 2. 事業の背景・目的・位置付け	細井主研
II. 研究開発マネジメントについて	1. 事業の目標 2. 研究開発の内容 2.1 研究開発の内容 2.2 研究開発の実施体制 2.3 研究開発の運営管理 2.4 研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント	飯尾主査
III. 研究開発成果について	1. 目標の達成度 2. 成果の意義 3. 知財および成果の普及	長谷川PL
IV. 実用化の見通しについて	1. 成果実用化の可能性 2. 波及効果	長谷川PL

2. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

研究の3領域

1. 電極触媒

【課題】 触媒白金量の画期的な減量(⇒非貴金属触媒)
触媒/担体の耐久性向上

⇒ 何故白金でなければならないのか？
どの様な反応が起きているのか？

2. 電解質

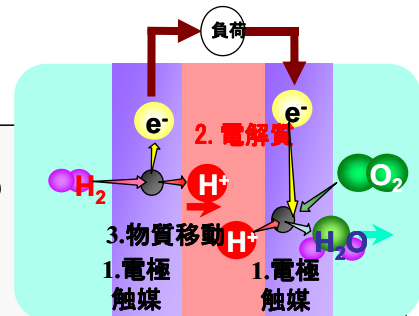
【課題】 高温作動性の確保(低温作動性の確保)、耐久性向上、
コストポテンシャルの向上

⇒ 高温用炭化水素系ポリマーはどこまで性能が上げられるのか？

3. 物質移動

【課題】高性能化(水管理制御技術)、耐久性向上、コストポテンシャルの向上

⇒物質移動をどの様に速度論的に測定し、可視化するのか？



研究開発目標

①電極触媒研究	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電解質材料研究	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物質移動研究	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。

①電極触媒の反応メカニズム解明

(研究目標)

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。

研究開発内容

(計測技術開発)サブマイクロ秒レベルの触媒表面反応追跡技術の確立

・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。

(モデル触媒開発)ナノメートルオーダーで制御された三相界面を持つ触媒/担体の開発

(メカニズム解析)超薄膜における触媒活性に及ぼす下地基板の影響を明確化

(白金量低減検討)構造(粒子サイズ、粒子間距離、配列状態)を制御した白金ナノ粒子の合成技術確立

これらの知見により触媒反応加速パラメータと触媒劣化抑制パラメータを特定し、産業界の要望である触媒量の低減、性能向上、溶解抑制への提言が可能となる。

②電解質膜内の物質移動・反応メカニズム解明

(研究目標)

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。

研究開発内容

(構造～プロトン伝導性相関性検討)プロトン伝導に関し、構造因子と水の状態を解明する技術の開発と特性の解明

・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。

(ガス透過挙動検討)実作動環境に対応した雰囲気での、ガス透過を支配する構造因子の特定

(化学的・機械的耐久性検討)化学的劣化を確認するためのイメージング技術等の確立

(炭化水素系モデル電解質開発)電解質材料開発のモデルとなりうる、実用可能な炭化水素系高分子電解質膜の開発

実運転環境下で、これらの特性を解明し高温低加湿用電解質材料の開発に有用な指針を提示できる。

③物質移動のメカニズム解明

(研究目標)

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、

・セルを構成する各要素に関する水蒸気、各種ガス、高温水の透過挙動計測技術の確立とメカニズム解明

研究開発内容

(水蒸気・ガス等透過挙動検討)セルを構成する各要素に関する水蒸気、各種ガス、高温水の透過挙動計測技術の確立とメカニズム解明

・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。

(熱伝導・電気伝導検討)熱伝導/電気伝導の計測技術確立とメカニズム解明

(応力分布検討)応力分布測定技術確立

(シミュレーション)計測データを活用したシミュレーションによるマイクロ物質移動メカニズムの解明

実運転環境下で、物質の挙動と移動現象を解明することで燃料電池の技術開発に有用な指針の提示が可能となる。

研究開発のスケジュール

研究開発項目 (テーマ)	H20年度	H21年度
①電極触媒 研究	計測技術開発(速度論的反応追跡、水挙動等)	→
	モデル触媒開発(触媒/担体、構造制御白金ナノ粒子等)	→
	メカニズム解析(電気化学反応、触媒劣化)	→
	白金量低減検討(表面制御)	→
②電解質材料 研究	構造～プロトン伝導性相関性検討(計測技術、メカニズム)	→
	ガス透過挙動検討(計測技術、メカニズム)	→
	化学的・機械的耐久性検討(計測技術等)	→
	炭化水素系モデル電解質開発(合成法、評価等)	→
③物質移動 研究	水蒸気・ガス等透過挙動検討(計測技術、メカニズム)	→
	熱伝導・電気伝導検討(計測技術等)	→
	応力分布検討(計測技術等)	→
	シミュレーション(モデリング等)	→

35

研究開発予算(NEDO負担額)

(単位:百万円)

		2008年	2009年	2008-2009年 合計
		H20年	H21年	
FC- Cubic	全体	833	744	1,577
	①電極触媒	(35%)	(31%)	
	②電解質材料	(32%)	(34%)	
	③物質移動	(33%)	(35%)	
お茶の水女子大学		27	19	47
北陸先端大		19	33	52
上智大学		11	11	21
合計		890	807	1,697

・NEDO事業2年間で事業費は約17億円。

・①電極触媒、②電解質材料、③物質移動研究でそれぞれ約1/3の予算配分

36

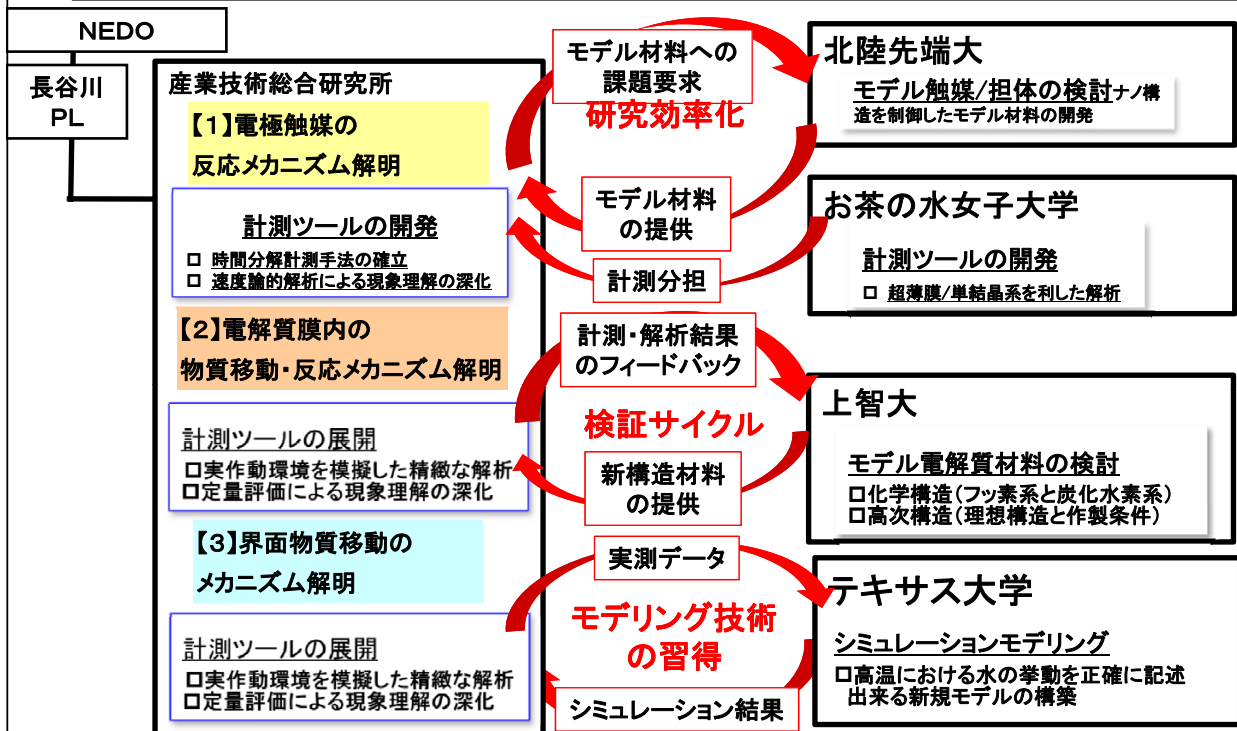
研究開発予算(項目別内訳)

(単位:百万円)

	機械装置	労務費	その他経費	間接費	共同実施費	合計
FC-Cubic	644	342	302	193	21	1,577
お茶の水女子大学	21	6	14	6	0	47
北陸先端大	22	11	12	7	0	52
上智大学	10	3	6	2	0	21
合計	697	362	334	208	21	1,697

研究開発実施の事業体制

METI事業からNEDO事業への移行時点で、独自技術を有する4大学を加え、産官学の連携によるシナジー効果が生まれる体制とした。



本事業と内外連携による研究効率化

METI・NEDO・有識者による
マネージメント
プロジェクト運営会議

有識者による技術アドバイス

**有識者会議
(テーマ検討委員会)**

※システムメーカートップ技術者(有識者)を招き、合宿形式で各テーマの妥当性等を討議

外部機関からの技術情報収集

**イブニングセミナー/
FC-Cubicワークショップ**

**LANL~NEDO~FC-Cubic/AIST
ワークショップ**

NEDOプロジェクト間の連携によるシナジー

プロジェクト内連携強化
による研究効率化

実施者会議

PL会議

※山梨大との共同研究
HiPer-FCプロジェクトで開発した
新規炭化水素系電解質のモル
フォルジーやプロトン移動機構な
どの解析を産総研で実施する

本事業と内外連携による研究効率化

	2008年度												2009年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①プロジェクトリーダー(PL)会議																								○
②プロジェクト運営会議											○				○									
③テーマ検討委員会															○									
④HiPer-FCプロジェクトとの連携(イブニング・セミナー)				○						○													○	
⑤LANL~NEDO~FC-Cubic/AISTワークショップ									○													○		

テーマ: 電極触媒劣化メカニズムについて

コメント: 「要素技術の成果/知識を、材料開発へフィードバックするよう要望」等

テーマ: プロジェクトの進むべき方向
産業界からの要望

テーマ: プロジェクトの進むべき方向
研究成果の出口として何を成すべきか

研究内容紹介 & ラボツアー

発表テーマ: 「ポリエーテル系電解質膜における分子構造と物性の相関」他

発表テーマ: 「自動車用燃料電池の技術課題」他

議題: 電極触媒、電解質膜、物質移動

議題: 電極触媒

議題: 電解質膜、物質移動

研究開発成果の実用化に向けたマネジメント

【実用化に向けたマネジメント】

●事業成果の移管公募

本事業で開発した高度な評価手法及び計測技術を、材料メーカー・燃料電池システムメーカー等の産業分野で利用してもらうことで、新規材料開発の加速に貢献するため、技術移管先を公募し、技術移管を行った。(平成20年、21年の2回実施)

【知財マネジメント】

- 本事業で開発した高度な評価手法は、多くの計測ノウハウの固まりであり、これらを上記公募により、産業界に展開を図った。

H22年開始PEFC新規事業における後継テーマ検討

平成21年10月、前倒し事後評価(旧燃料電池・水素部主催)を実施し、評価結果を後継テーマ内容に反映した。

「計測・解析」技術を材料開発に直接的に寄与させて、ブレークスルーの獲得を目指す。

解析強化

計測解析と計算解析を融合
・MD計算・FP計算・メソ計算・マクロ計算

計測手法強化

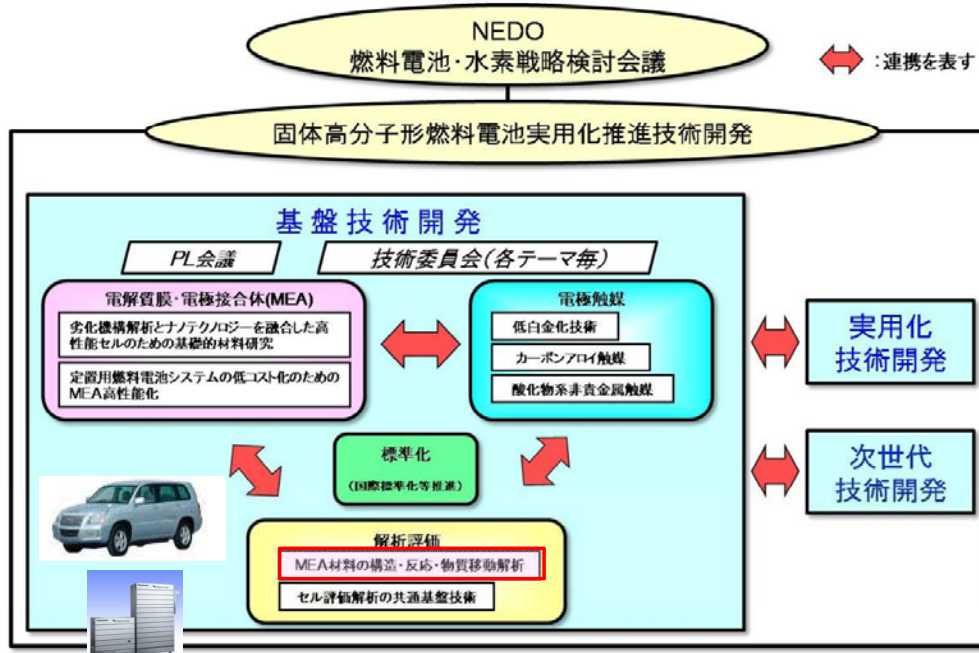
他PJ, 次世代で開発された
有望な計測手法シーズ追加
・XAFS・軟X線・SANS・熱解析

物質移動研究は、産業界のニーズが高い触媒層にシフト

本事業の成果
・高度な計測技術と評価手法

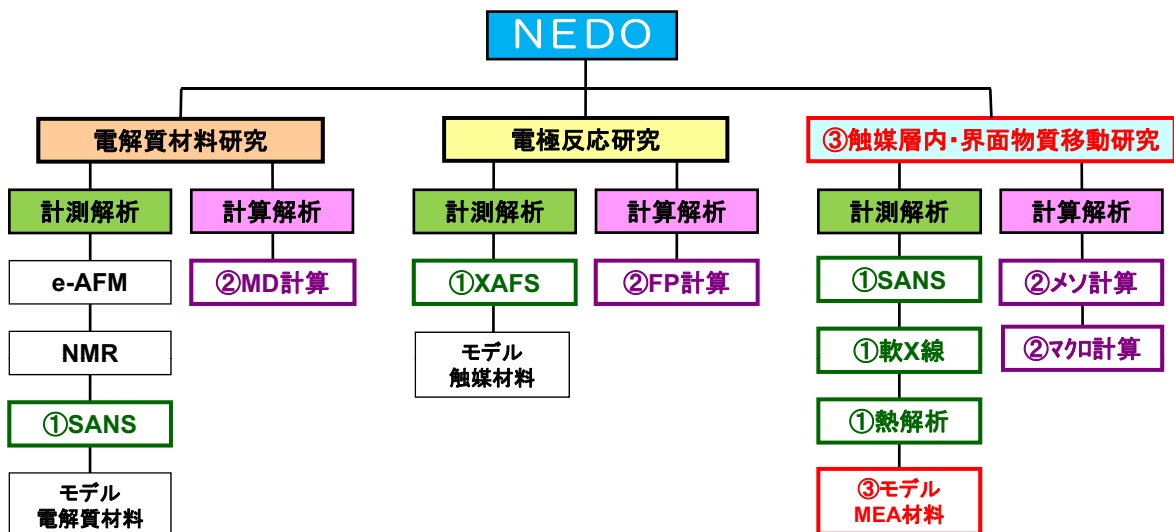
2. 事業の計画内容(研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント)

H22年開始PEFC新規事業



2. 事業の計画内容(研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント)

H22年開始PEFC新規事業における後継テーマ
(MEA材料の構造・反応・物質移動解析)への展開



- ①計測手法シーズを採用
- ②計算解析を強化
- ③物質移動研究は触媒層にシフト

評価軸	内容	説明者
I. 事業の位置付け・必要性について	1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性 2. 事業の背景・目的・位置付け	細井主研
II. 研究開発マネジメントについて	1. 事業の目標 2. 研究開発の内容 2.1 研究開発の内容 2.2 研究開発の実施体制 2.3 研究開発の運営管理 2.4 研究開発の実用化、事業化に向けたマネジメント	飯尾主査
III. 研究開発成果について	1. 目標の達成度 2. 成果の意義 3. 知財および成果の普及	長谷川PL
IV. 実用化の見通しについて	1. 成果実用化の可能性 2. 波及効果	長谷川PL

III. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

研究開発項目(サブテーマ)と達成状況(電極触媒研究)

研究開発項目 (サブテーマ)	研究開発目標	研究成果	達成度
[1] 時間分解振動分光法による速度論的計測技術の開発	サブミクロン秒レベルの触媒表面反応追跡技術確立	・左記技術の各要素技術を確立 ⇒ 研究機関からの技術採用の相談を受け、個別要素技術を紹介した (高耐久基板を完成、電気化学マイクロ流路を開発)	○
[3] モデル触媒/担体の開発	ナノメートルオーダーで制御された三相界面をもつ触媒/担体の開発	・左記触媒/担体の開発に成功 ⇒ 粉体由来の触媒層から脱却する次世代触媒層材料の一つとして産業界/学界から注目されている (メソポーラス細孔の垂直配向自立膜を実現)	○
[7] 電極表面制御による白金触媒量低減に関する研究	超薄膜における触媒活性に及ぼす下地基板の影響を明確化	・左記影響を明確化(触媒活性を律する因子を特定) (単結晶電極を活用)	○
[9] 構造を制御した白金ナノ粒子(群)の調製	構造(粒子サイズ、粒子間距離、配列状態)を制御した白金ナノ粒子の合成技術確立	・左記技術を確立 ⇒ 研究機関からの技術採用の相談を受けている (保護剤の活用と選定に成功)	○

達成度: ◎充分以上、○達成、△一部未達

研究開発項目(サブテーマ)と達成状況(電解質材料研究)

研究開発項目 (サブテーマ)	研究開発目標	研究成果	達成度
[1] 水チャンネルと プロトン伝導性 との相関性 解明	実作動環境に対応した雰囲気での 電解質材料の高次構造解析および、 水挙動解析技術の確立	・左記評価手法を確立 ・水チャンネル均一性と連続性の向上が、 電解質膜のプロトン伝導性能向上に 重要な因子であることを特定 ⇒ メーカー4社、1大学へ技術移転 電解質膜開発に活用されている	◎
[2] 各種ガス透過 挙動の解明	実作動環境に対応した雰囲気での ガス透過率と電解質材料中の自由 体積計測技術の確立	・左記評価手法を確立 ・材料間でガス透過性を支配する構造 因子が異なることを明確化 ⇒ MEAメーカーから共同研究の申 し込みを受けている	○
[3] 化学的・機械的 耐久性の 検討	化学的劣化を確認するためのイメー ジング技術、および局所的な破断等 の機械劣化を評価する手法の確立	・単膜での評価法を確立 (化学発光法を活用)	○
[4] 炭化水素系 モデル電解質 材料の 開発と評価	電解質材料開発のためのモデルと なりうる、実用可能な炭化水素系 高分子電解質膜の開発	・左記電解質膜の開発に成功 ⇒ 素材メーカー等から技術供与の 依頼を受けている (ブロック共重合体を活用)	◎

達成度： ◎充分以上、○達成、△一部未達

研究開発項目(サブテーマ)と達成状況(物質移動研究)

研究開発項目 (サブテーマ)	研究開発目標	研究成果	達成度
[1] セル構成各要 素に関する 高温水蒸気・ 各種ガス・ 高温水の透過 挙動計測技術 の確立と メカニズム解析	セルを構成する各要素に関する高 温水蒸気・各種ガス・高温水の透過 挙動計測技術の確立とメカニズム 解析	・左記測定技術を確立 (温度/湿度/締結圧が独立に制御) ・データ蓄積および温度/湿度/締結圧 の影響を把握 ⇒ データを企業のセル設計に活用 企業開発品の物性測定 研究開発機関より共同研究	○
[2] 熱伝導率・ 電気伝導性 の計測	熱伝導・電気伝導の計測技術の 確立とメカニズム解明		○
[3] 応力分布測定 技術の確立	応力分布測定技術の確立		○
[4] 計測データを 活用した シミュレーシ ョンによる マイクロ物質移動 メカニズム の解明	計測データを活用したシミュレーシ ョンによるマイクロ物質移動メカニ ズムの解明	・上記測定データが使用可能な 熱/物質シミュレーションモデルを 開発した ・物質移動の限界の発生に関して指針 提示 ⇒ 触媒層内物質移動が課題	△

達成度： ◎充分以上、○達成、△一部未達

各研究開発項目の具体的な成果と産業界への展開事例

研究成果展開、酸素還元反応の速度論的計測

研究開発目標

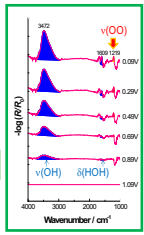
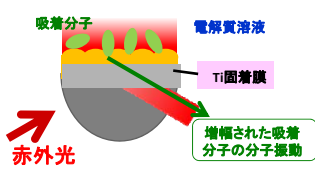
空気極における酸素還元反応をサブマイクロ秒レベルで追跡する技術を確立
(時間分解表面増強分光法とマイクロ流路の融合)

技術課題と研究開発成果

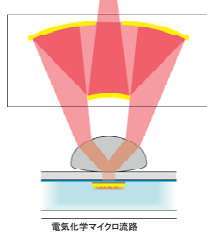
- ① 表面増強分光法において、セルが反復測定に耐えない
- ② 高速反応トリガリング技術が無い
- ③ 分光法とトリガリング技術の融合が未解決

- ⇒ 高耐久性基板の新規開発で解決
- ⇒ 電気化学マイクロ流路の活用で解決
- ⇒ 赤外顕微鏡の活用で解決

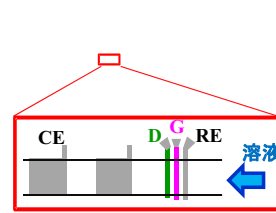
表面増強赤外反射吸収分光法用基板



フーリエ変換赤外顕微鏡とマイクロ流路の結合



電気化学マイクロ流路



高耐久性基板を開発し、酸性電解質液中で反応中間体を検出する技術を確立した(世界初)

研究機関からの相談を受け、技術紹介を実施

反応トリガリングに目途(世界初)分光法との結合に成功

各研究開発項目の具体的な成果と産業界への展開事例

研究成果展開、電解質材料のプロトン伝導性

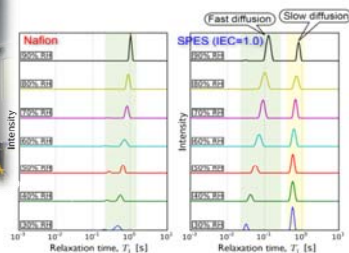
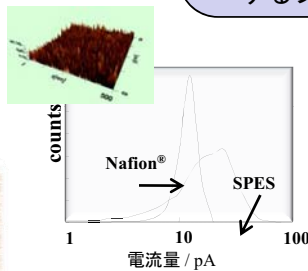
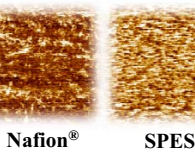
研究開発目標

プロトン伝導に関し、「構造因子」と「水の状態」を解明する技術を確立する
・「特性」との相関性を解明する

技術課題と研究開発成果

- ① 燃料電池作動環境条件下で「構造」を解析するツールが無い
- ② 「水状態(易動性等)」を燃料電池作動環境条件下で計測するツールが無い

- ⇒ 電気化学原子間力顕微鏡(e-AFM)の活用で解決
- ⇒ 核磁気共鳴(NMR)の活用で解決



構造因子(プロトン伝導パス)の優劣を定量的に解析する技術を確立した(世界初)。

下記機関に技術移転
住友化学、東洋紡、山梨大(電解質膜)日産、Gore(MEA)

プロトン伝導を律する水易動性の評価技術を確立した(世界初)。

各研究開発項目の具体的な成果と産業界への展開事例

研究成果展開、セル構成要素の水蒸気透過挙動

研究開発目標

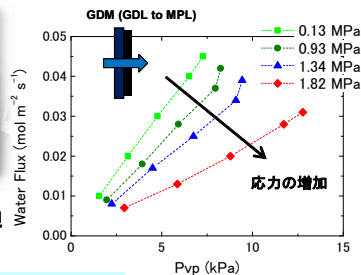
セルを構成する要素に関して
 ・「高温水蒸気透過挙動」を計測する技術を確立する
 ・「メカニズム」を解析する

技術課題と研究開発成果

- ① 燃料電池作動環境条件下で「挙動」を計測するツールが無い ⇒ ・新規計測技術の開発で解決
- ② 「メカニズム解明」に必須の材料物性を燃料電池作動環境で計測するツールが無い ⇒ ・新規計測技術の開発で解決



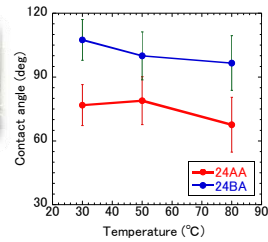
高温水蒸気透過挙動計測装置



高温・加湿・加圧条件下で水蒸気の透過流束を計測する技術を確立し、要因を特定した。(世界初)



微少領域接触角計測装置



高温・加湿条件下で微少水滴の接触角計測技術を確立し、データを取得。(世界初)

企業のセル設計に活用
 企業開発品の測定
 共同研究申込みあり

知的財産権、成果の普及等の実績

知的財産等	2008年	2009年	計
	H20年	H21年	
特許出願(権利化分)	1	1	2件
論文(査読付き)	14	23	37件
研究発表・講演	82	80	162件
新聞・雑誌等への掲載	0	2	2件
展示会への出展	0	3	3件
合計	97件	109件	206件

※平成22年度
8月31日現在

○上記出願特許の内容

・H20年:「メソ孔カーボン担体自立膜の製造方法」 外国出願(米国・EC向け)
 (産総研・FC-Cubic)
 メソ細孔の細孔径および細孔間隔を均一に制御したカーボン担体自立膜の製法特許。次世代触媒層の候補材として期待をしている。

・H21年:「形状、サイズ、配列を緻密制御した立方体型金属ナノ粒子の製造方法」
 国内出願 (北陸先端科学技術大学院大学)
 現状最適サイズと言われている3ナノメートル(nm)近傍の立方体型白金触媒粒子を任意サイズ(2.5~10nm)で均一に作製する製法特許。構造と結晶面の両面から活性を制御出来る可能性が期待出来る。

知的財産権、成果の普及等の実績

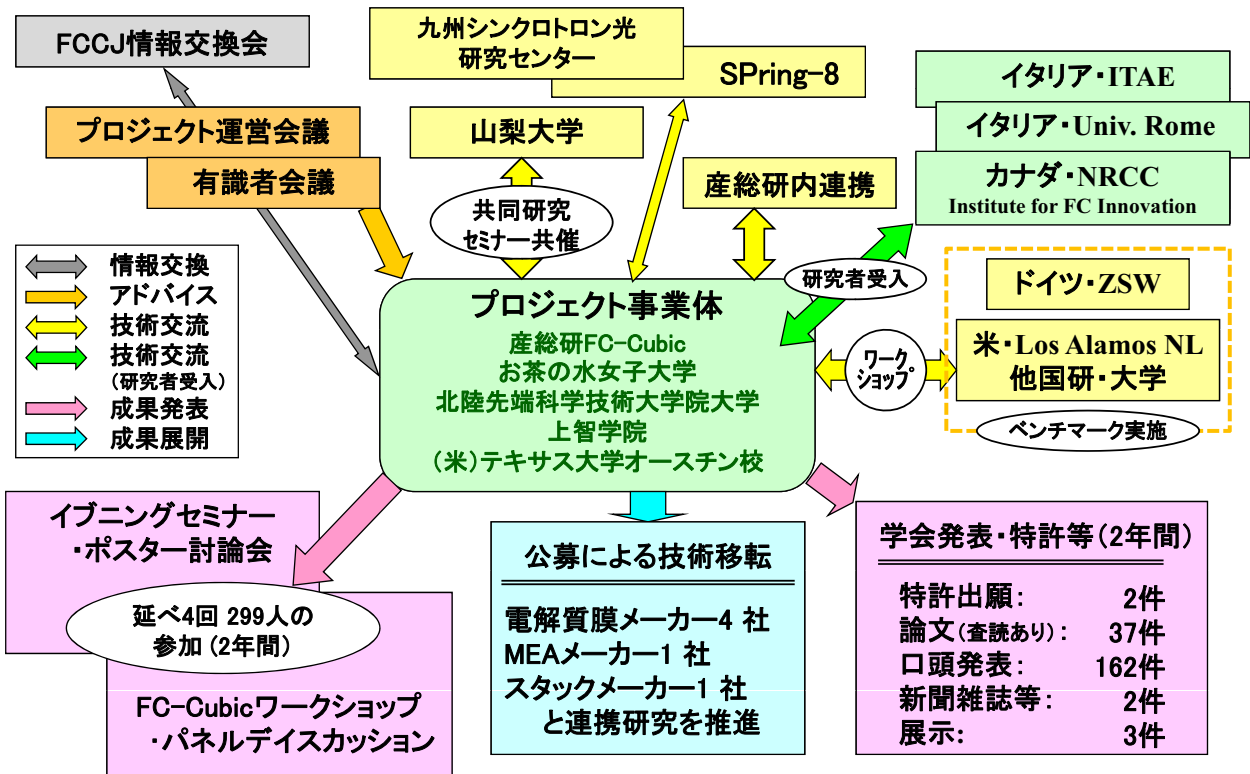
○論文・研究発表のうち産業界への展開のために特筆すべきもの

- ・「細孔径制御したカーボン粒子担体によるカソード電極触媒」(産総研・FC-Cubic)
Journal of Physical Chemistry, C (2009)、Chemical Communications (2008)、燃料電池(2009) 他
⇒構造制御した均一細孔径を有するカーボン粒子担体で、細孔径と担体表面特性により発現する酸素還元活性の高さと触媒劣化抑制効果を発見。高性能触媒の開発に有効な一手段として産業界より大きな注目を浴びた。
- ・「適正な保護剤の選択により、粒子サイズと粒子間距離を制御した白金ナノ粒子群をカーボン上に固定する技術の開発」(北陸先端科学技術大学院大学)
Electrochemistry (2010) 他
⇒触媒反応の解析において粒子同士の影響を定量化出来、精緻解析の可能性が高まった。また高触媒利用率に結びつく技術であり、産業界より高い評価を得ている。
- ・「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」(お茶の水女子大学)
表面科学(2009) 他
⇒白金量低減の有力手段であるコアシェル触媒において、下地金属の影響を解析結果から、酸素還元反応活性が単純な表面のd軌道中心エネルギーにはよらないことを世界で初めて明らかにし、触媒設計指針の見直しを行う必要性を企業に示した。

知的財産権、成果の普及等の実績

- ・「原子間力顕微鏡(e-AFM)と核磁気共鳴(NMR)による電解質膜のプロトン伝導度および水挙動の直接観察」(産総研・FC-Cubic)
Journal of Power Source (2009)、Macromolecules (2008) 他
⇒電解質膜で最も重要なプロトン伝導性能の解析手段としてe-AFM(AFMを独自の発想で改造)により、高温加湿環境下でプロトン伝導状態を可視化することに成功した。また汎用設備であるNMRを活用して電解質膜内の水の易動性を解析する手法を確立し、双方の解析結果を合わせて、高性能電解質膜の構造設計に役立つ指針を提示した。多くの素材企業から技術移転の申込みを受け、開発促進に貢献している。
- ・「高性能炭化水素系モデル電解質膜の開発」(上智大学)
Electrochimica Acta (2010)、Polymer (2009) 他
⇒産業界の要望である高温・低加湿条件に使用しうる電解質膜を作製するため、膜高次構造制御技術開発に成功した。構造再現性に富むためモデル電解質として有用であり、また特性はFCCJ2010年目標をほぼ達成することに成功した。この成果発表により企業より実用膜に向けての共同研究の申し出を受けている。今後、企業と共に残る課題である耐久性確認、形状変化の抑制などの改良に取り組み、実用膜の開発に進む計画。
- ・「微小液滴による接触角計測技術の開発」(産総研・FC-Cubic)
電池討論会(2008)、International Conference on PEFC(2009) 他
⇒高温・加湿環境下で微小水滴の接触角計測技術開発に成功した。燃料電池の模擬作動環境の下で触媒層/ガス拡散層における物質移動に係る材料特性を計測できることから、燃料電池の構造設計、材料選択に大きな貢献を成した。この成果について、国内外の燃料電池開発機関より多くの注目を浴びている。

研究成果の展開



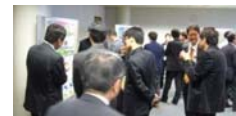
イブニングセミナー/FC-Cubicワークショップ

・イブニングセミナー/ワークショップの開催
2年間の事業期間で延べ4回、299人の参加者を集めた。

FCCJ: Fuel Cell Commercialization Conference of Japan
燃料電池実用化推進協議会

(1) イブニングセミナー

- ・目的: 産総研・FC-Cubic研究成果等をタイムリーに産業界に公表する。対象者限定。
- ・対象: FCCJ(業界団体)会員企業の技術者
- ・内容: ① 電極触媒関連(2008/7/15)、山梨大学招待講演
② 電解質関連(2008/11/17)、山梨大学との共催
③ 物質移動関連(2009/11/10)、企業招待講演
素材メーカー、システムメーカーを参加者に募り、議論促進のためにポスター発表などの工夫を織り込み。



・成果: 技術展開を希望する企業6社との連携に発展 ⇔ 公募制による技術移転

(2) 産総研・FC-Cubic公開ワークショップ

- ・目的: 産総研・FC-Cubic成果とそれに関連する国内外の話題を提供する。一般公開。
- ・対象: ホームページ開催情報への応募者
- ・内容: 米国ロスアラモス国立研、日本自動車研究所による招待講演
FC-Cubicチーム長による研究概要紹介 等(2009/4/8)
発表者と聴講者との距離を縮める工夫を織り込み。



・成果: 国内外の人的連携強化(情報のハブ化)

物質移動ワークショップ

・物質移動研究分野で、計算解析(モデリング・シミュレーション)と計測解析の融合を図るためのワークショップを開催した。

⇨ ポイントはモデリング先進国である米国/カナダにおける研究の取り込み

第1回 2009年3月21日

参加者: Dr.Velg(オンタリオ大学、カナダ)、Dr.Volkov(マクマスター大学、カナダ)、大島教授(北海道大学)、井上助教(九州大学)、産総研FC-Cubic

テーマ: 触媒層とガス拡散層における物質移動 / 実験とモデリングによる解析の融合

内容 : **カソード触媒反応場の先鋭モデリング**の研究者(Prof. Verg、Dr. Volkov)の研究成果を国内の計算科学者(大島教授、井上助教)およびFC-Cubicで取り込み。



第2回 2010年1月8日

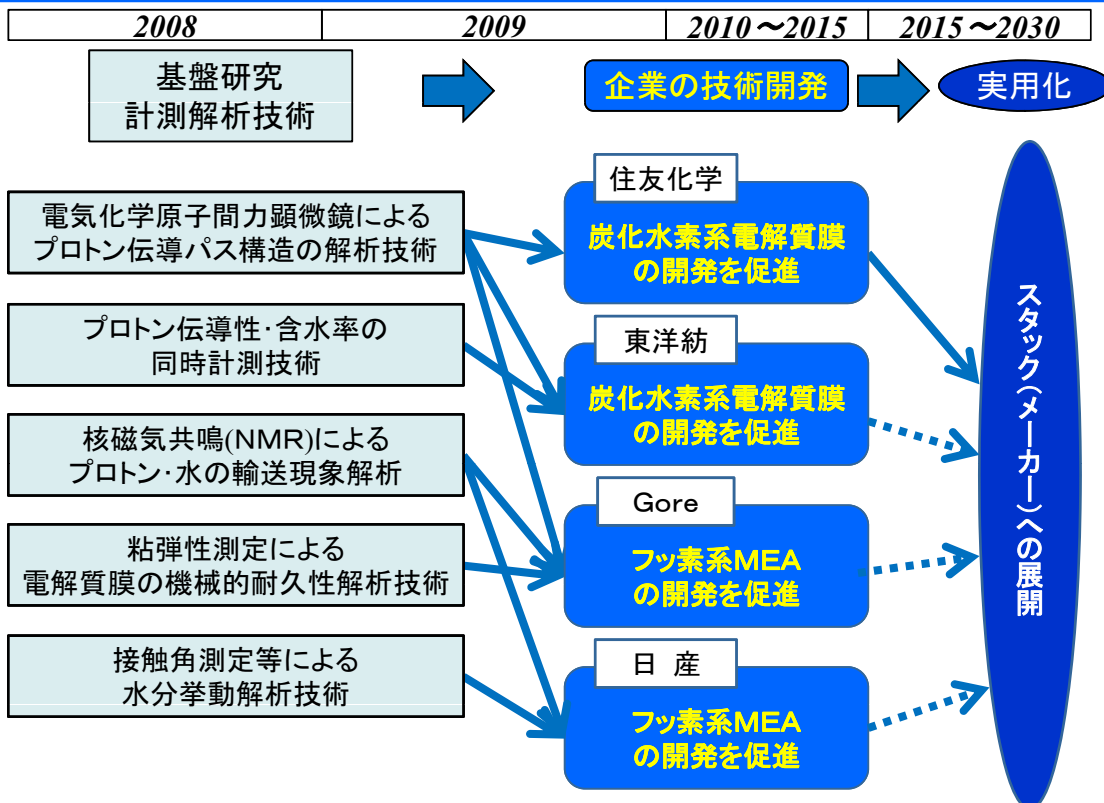
参加者: Dr.Chuang(GM、米国)、Prof. Meyers(テキサス大学、米国) 河瀬准教授(京都大学)、井上助教(九州大学)、産総研FC-Cubic

テーマ: 高温触媒層シミュレーションモデル

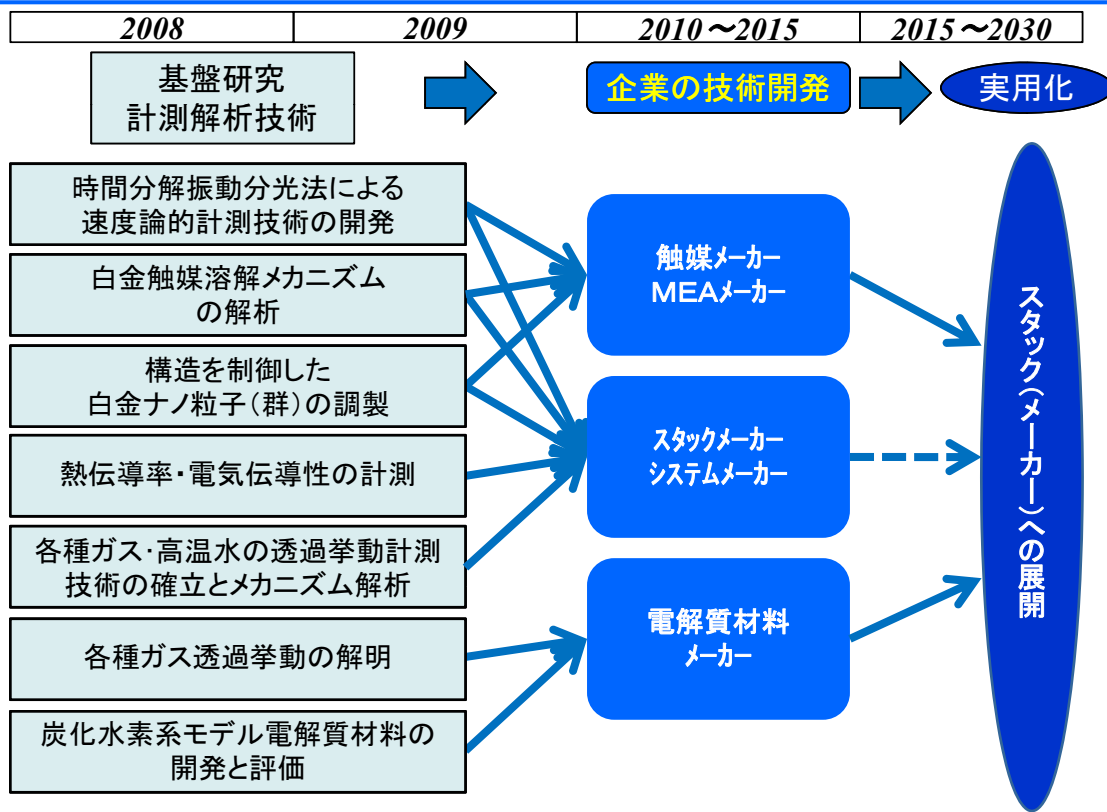
内容 : **MEAにおける物質移動のモデリング**に秀でた研究者(Prof. Meyers、Dr. Chuang)を招き、高温における水挙動についての研究成果を国内の計算科学者(河瀬准教授、井上助教)および産総研・FC-Cubicで取り込み。



実用化の可能性・・・企業への展開



実用化の可能性・・・企業への展開②



波及効果・・・関連分野への波及

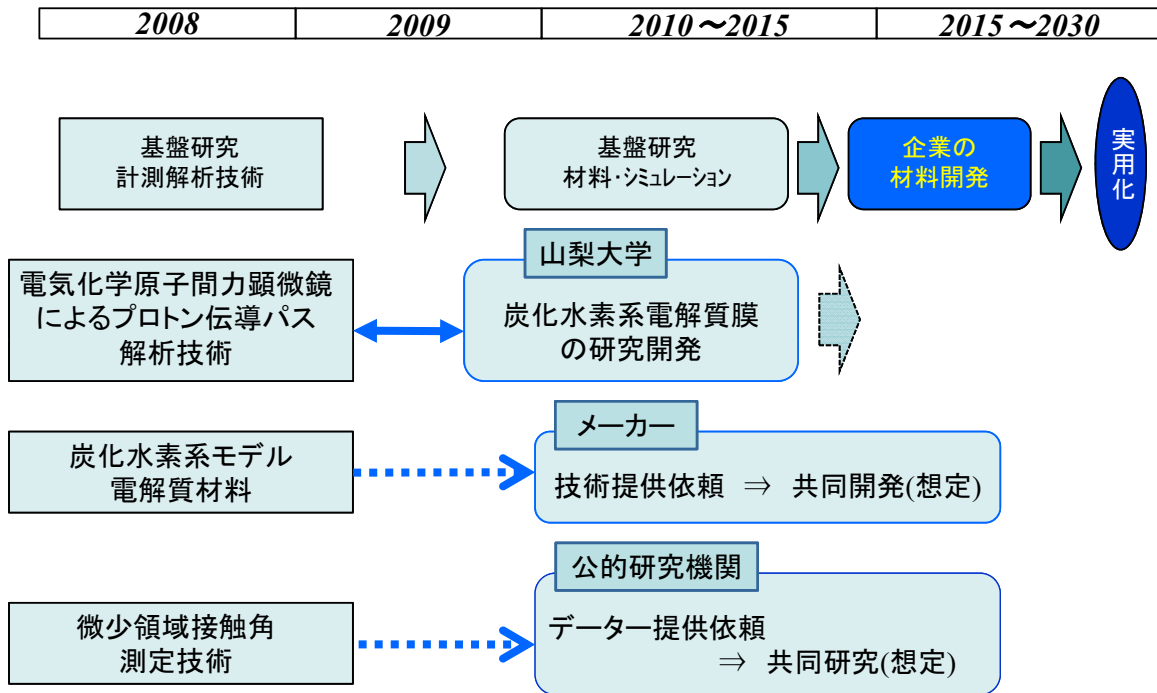
(1) 直接メタノール型燃料電池技術への波及

- ・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技術への波及

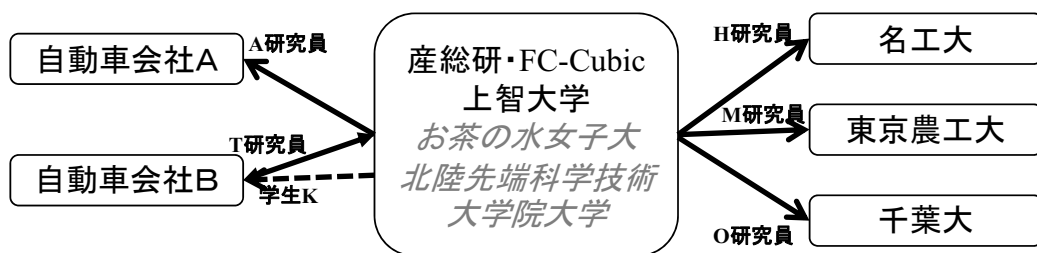
- ・電解質材料の解析技術(e-AFM、NMR等)を通じて、ゲルポリマー電解質のリチウムイオン伝導性向上対策に寄与
- ・電解質材料の解析技術(e-AFM、NMR等)を通じて、セパレータのリチウムイオン伝導性向上対策に寄与
- ・触媒の解析技術(時間分解分光法等)を通じて、正極/負極の安定性/耐久性の向上対策に寄与
- ・物質移動解析技術(材料物性測定、シミュレーション等)を通じて、拡散分極抑制対策に寄与

波及効果…当該分野への波及



波及効果…人材育成

(1) 研究者・技術者の輩出



(2) 学生の教育

- ・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、米テキサス大学オースチン校において、燃料電池に関わる研究活動を通じて研究者を育成
- ・お茶の水女子大学、および上智大学の博士前期課程学生（いずれも燃料電池材料研究が主テーマ）が産総研FC-Cubicで実験を行うことで、視野を拡大