

# 燃料電池の現状と普及に向けた課題

## 【要 旨】

1. 世界的なエネルギー需要の増大に伴い、地球温暖化の進展や将来的なエネルギー資源の逼迫が見込まれるなか、水や炭化水素などの構成原子として豊富に存在する水素をエネルギー源とする次世代のエネルギーシステムである燃料電池への期待が高まっている。燃料電池は、経済産業省が策定した「新産業創造戦略」(2004年5月)においても、戦略7分野のひとつに掲げられ、現在、定置用(家庭用、産業用)、自動車用、携帯機器用電源として、広範な業界において、実用化に向けた取り組みがなされている。また、総合資源エネルギー調査会需給部会「2030年のエネルギー需給展望(中間とりまとめ)」(2004年10月)では、省エネが進んだケースで、自動車が1,500万台、定置用が1,250万kWに拡大する可能性があるとしている。
2. 燃料電池(fuel cell)は、使い切りの乾電池や、充電により電気をためておく2次電池とは違い、水素や、水素を含んだメタノールなどの燃料を投入することにより、繰り返し利用が可能な発電器といえる。燃料電池は、携帯機器用からオフィスビルや工場用の発電装置としてまで、幅広い分野での導入が見込まれている。既に、産業用のりん酸型燃料電池の製品化が先行したものの、コスト面の課題などから普及は進んでいない。一方、出力は限られるが、常温での作動も可能な固体高分子型燃料電池の実用化に向けた動きが活発となっている。
3. 携帯機器用燃料電池(1~15W程度)は、今後のコピキタス社会に向けて、携帯機器の利用増大に伴う電池容量の一層の拡大ニーズに対応する技術として期待されており、電機メーカーに加えて、携帯電話会社が実用化に向けた研究開発に取り組んでいる。現在、携帯電話やノートパソコンなどの電源として利用されているリチウムイオン電池と比較して、エネルギー密度を数倍(理論的には10倍、現実的にも3倍程度)に増加させることが可能、メタノールなどを充填した燃料カートリッジを交換すれば継続使用が可能となり充電時間が不要、などの利点を有している。ただし、主要メーカーでは、将来的には携帯電話への内蔵タイプの導入を目標としているものの、小型化技術の確立には時間を要するとみられるため、従来の二次電池を内蔵し、燃料電池で充電する方式の開発を先行させている。
4. 家庭用燃料電池(1kW程度)は、各家庭で消費される電力の一部を、個々の住宅内に設置した発電システムで賄うとともに、排熱を給湯などに利用することができるため、消費エネルギーの低減およびCO<sub>2</sub>の排出削減が期待されている。2005年2月から都市ガスを利用した家庭用燃料電池のリース販売が開始されたのを皮切りに、3月にはLPGを燃料源とする機器も投入され、さらに灯油タイプなどの開発も進められている。なお、家庭用給湯部門では、これまで省エネの取り組みが遅れていたが、近年、CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ電気給湯機(エコキュート)などの新技術製品が投入されており、利用形態に合わせて、燃料電池

を含めたこれらの画期的なシステムを広く導入することにより、省エネ、環境対策面での効果拡大が期待される。

- 5．自動車用燃料電池（50～100kW 程度）は、従来型の内燃機関を利用した自動車に比べ、エネルギー利用効率が高く、走行時の環境負荷が小さいなどの利点があり、また、将来の化石燃料逼迫に備えた次世代の有力システムとして期待されている。既に2002年から一部メーカーが、燃料電池関連ビジネスへの参入を目指す企業や官公庁などへのリース販売を実施している。近年、ガソリンハイブリット車に関する性能が著しく向上していることもあり、燃料電池車の普及ペースが緩やかになる可能性も考えられるが、現在、主要メーカー各社では、実用化に向けたエネルギー効率の向上やコスト低減、耐久性向上、走行距離延伸などのための技術開発に取り組んでいる。
- 6．燃料電池で利用する水素の供給源および供給方法については、出力や用途により大きく異なる。携帯機器用では、メタノールが有力な燃料とされており、小売店などで購入した液体燃料のカートリッジを装着して利用する方法が想定されている。また、定置用（家庭用・産業用）では、水素改質装置を附設することにより、既存インフラを利用して各家庭に配送されている都市ガスやLPG、灯油などから改質した水素を使用できることから、大掛かりなインフラ整備の必要がない。一方、自動車用は、燃料電池を限られたスペースに収納し走行するといった条件を満たすためには、高純度の高圧水素を燃料タンクに搭載する方式が有力とみられている。水素の安定的かつ効率的な製造、輸送および供給のための体制整備が不可欠であり、段階的な取り組みが求められる。
- 7．海外においても、燃料電池普及に向けた取り組みが進められている。ヨーロッパやアメリカにおいても、関連企業による技術開発と平行して、水素ステーションの設置やバスによるフリート走行実験など、インフラ整備のための課題抽出やデータ収集とともに、燃料電池の知名度向上のためのプロジェクトが展開されている。また、中国や韓国でも、日本同様に、目標期間を定めた導入計画を策定し、取り組みがはじまっている。
- 8．今後の燃料電池の普及にはコストや耐久性など、技術面での課題に加え、各用途分野毎に固有の問題点もあることから、その動向次第で、燃料電池の普及度合いやスピードは大きく左右されることとなろう。携帯機器用では、燃料カートリッジ方式が消費者に受け入れられれば急速に普及する可能性もあり、家庭用では、ライバル機器並みの性能が得られれば導入が進むものとみられる。自動車用では、エネルギー需給・価格、インフラ整備の動向による影響が大きいと思われるが、将来の自動車動力システムとして重要な位置を占めるものとみられる。

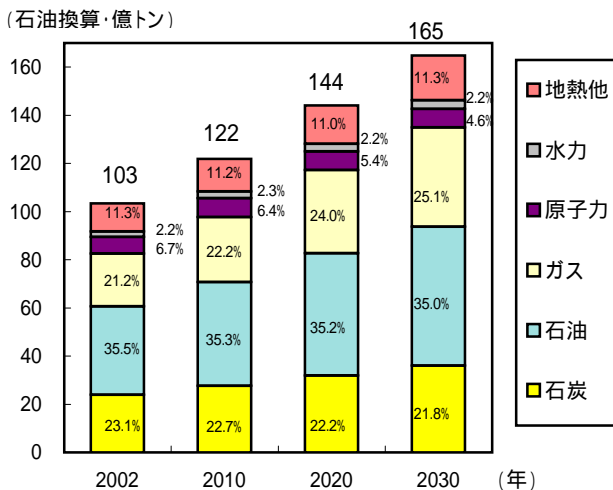
京都議定書が発効し、地球温暖化ガス排出削減のための対策強化が求められる我が国にとって、燃料電池の導入は有効な手段であり、早期普及に向けて、技術的な課題解決への対応と合わせ、需要を喚起するための施策が求められる。さらに、クリーンエネルギー社会の実現を目指し、副生水素の有効活用や未利用エネルギー・自然エネルギー活用のための新技術への取り組みに期待したい。

[ 担当： 國見 寛通 (e-mail : hikunim@dbj.go.jp) ]

# 1. 世界及び日本の長期エネルギー消費見通しと燃料電池への期待

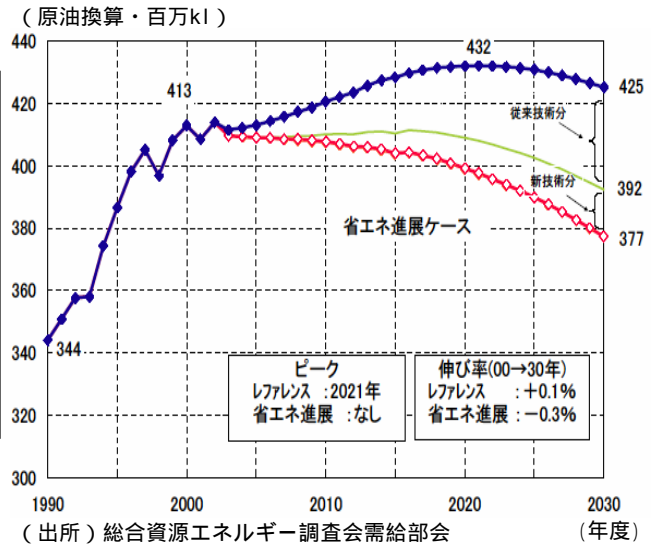
1. 世界的なエネルギー需要の増大に伴い、地球温暖化の進展や将来的なエネルギー資源の逼迫が見込まれるなか、水や炭化水素などの構成原子として豊富に存在する水素をエネルギー源とする次世代のエネルギーシステムである燃料電池への期待が高まっている。燃料電池は、経済産業省が策定した「新産業創造戦略」（2004年5月）においても、戦略7分野のひとつに掲げられ、現在、定置用（家庭用、産業用）、自動車用、携帯機器用電源として、広範な業界において、実用化に向けた取り組みがなされている。また、総合資源エネルギー調査会需給部会「2030年のエネルギー需給展望（中間とりまとめ）」（2004年10月）では、省エネが進んだケースで、自動車が1,500万台、定置用が1,250万kWに拡大する可能性があるとしている。

図表 1-1 世界のエネルギー消費の推移と見通し



(出所)OECD/IEA「WORLD ENERGY OUTLOOK 2004」より作成

図表 1-2 日本のエネルギー消費の見通し



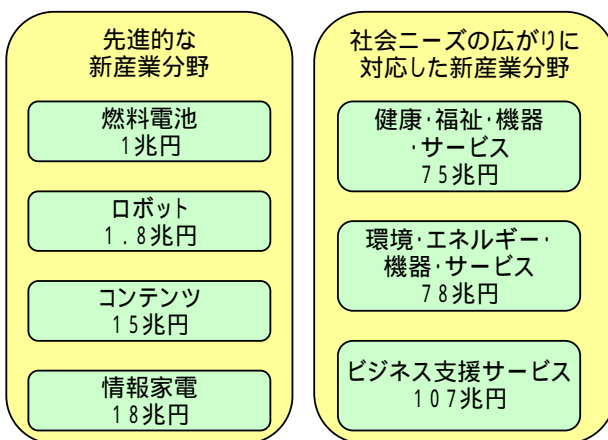
(出所)総合資源エネルギー調査会需給部会「2030年のエネルギー需給展望(中間とりまとめ)」(平成16年10月)より引用

図表 1-3 主な化石燃料の特徴

	石炭	石油	天然ガス	ウラン
可採年数(2002年、ウランは2001年)	204年	40.6年	60.7年	61.1年
年間消費量(=A)(2001年、石炭は2000年)	46億4,880万トン	35億1,060万トン	2兆4,049億m <sup>3</sup>	6.4万トン
うち 日本(=B)	1億4,933万トン	2億4,720万トン	790億m <sup>3</sup>	1.1万トン
(B/A)	3.2%	7.0%	3.3%	17.1%

(出所)経済産業省「日本のエネルギー2003」より作成

図表 1-4 「新産業創造戦略」戦略7分野の2010年の市場規模予想



(出所)経済産業省「新産業創造戦略」(平成16年5月)より作成

図表 1-5 燃料電池の市場規模見通し

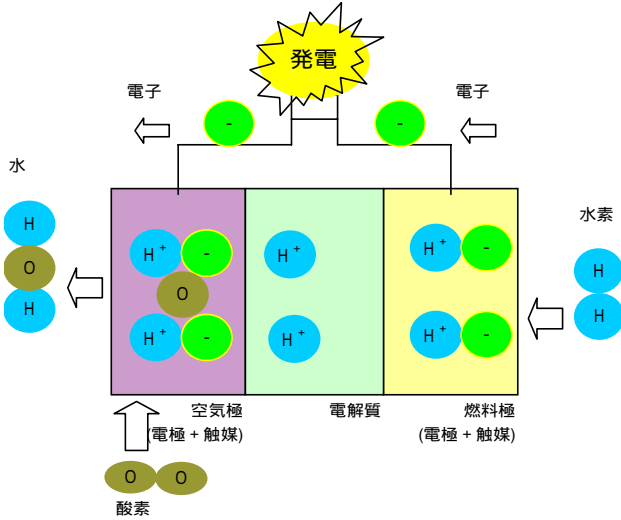
	2010年	2020年	2030年
燃料電池自動車	5万台	500万台	1,500万台
導入車種	-	業務用車等	一般乗用車
定置用燃料電池	220万kW	1,000万kW	1,250万kW
想定される水素需要	約4万t	約58万t	約151万t
想定される水素ステーション	約500ヵ所	約3,500ヵ所	約8,500ヵ所
想定される水素の供給	-	化石燃料改質、副生水素、水の電気分解	バイオマス、水の熱分解

(出所)経済産業省資料より作成

## 2. 燃料電池の概要

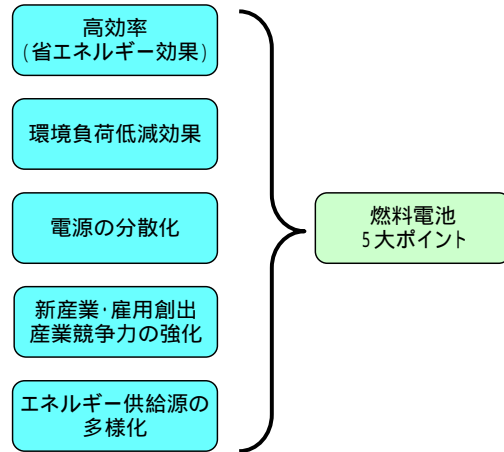
2. 燃料電池 (fuel cell) は、使い切りの乾電池や、充電により電気をためておく2次電池とは違い、水素や、水素を含んだメタノールなどの燃料を投入することにより、繰り返し利用が可能な発電器といえる。燃料電池は、携帯機器用から、オフィスビルや工場用の発電装置としてまで、幅広い分野での導入が見込まれている。既に、産業用のりん酸型燃料電池の製品化が先行したものの、コスト面の課題などから普及は進んでいない。一方、出力は限られるが、常温での作動も可能な固体高分子型燃料電池の実用化に向けた動きが活発となっている。

図表 2 - 1 燃料電池の仕組み



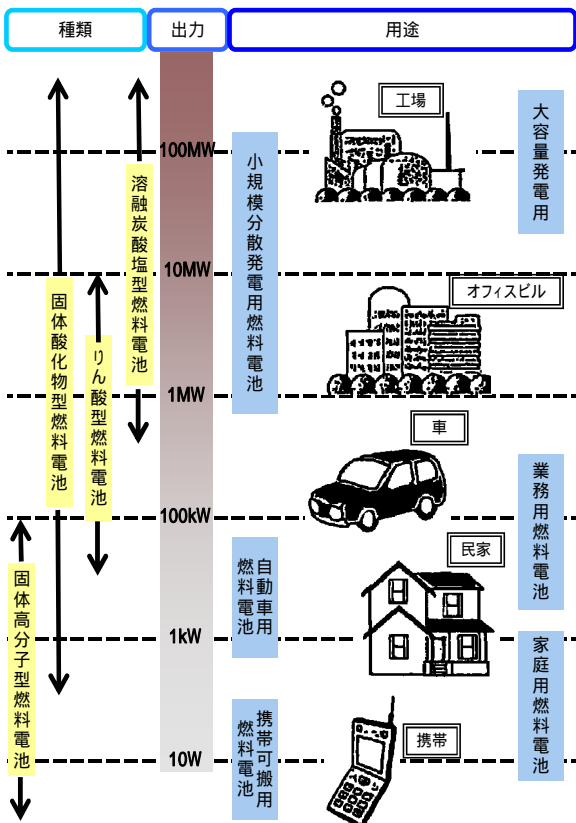
(出所) 各種資料より作成

図表 2 - 2 燃料電池の意義



(出所) 資源エネルギー庁「燃料電池に関する政府の取り組み」(平成16年3月)より作成

図表 2 - 3 燃料電池の主な用途



(出所) 各種資料より作成(筆者加筆)

図表 2 - 4 電解質による分類

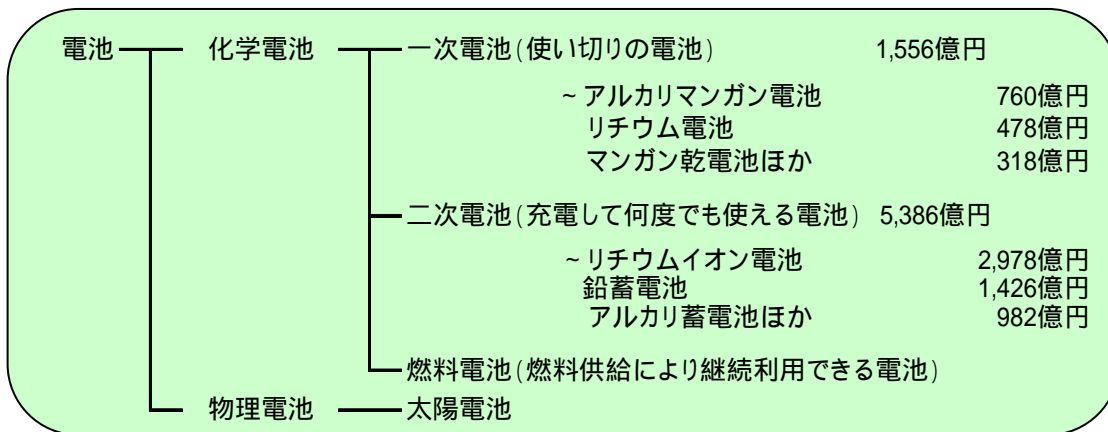
	固体高分子型燃料電池	りん酸型燃料電池	溶融炭酸塩型燃料電池	固体酸化物型燃料電池
略称	(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)	(PAFC: Phosphoric Acid Fuel Cell)	(MCFC: Molten Carbonate Fuel Cell)	(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)
電解質	高分子膜	りん酸水溶液	炭酸塩	セラミックス
作動温度	常温~90	150~200	650~700	700~1000
発電効率	30~35%	36~38%	40~50%	40~50%
家庭用		×	×	×
携帯機器用		×	×	×
自動車用		×	×	×
産業用				
備考	家庭用については、2005年初めに一般消費者向け商品化予定。	1990年代中頃より法人向けを中心に約250台納入されている。採算面の課題などから利用は進んでいない。		実証試験段階。

(出所) 各種資料より作成

### 3. 携帯機器用燃料電池の動向

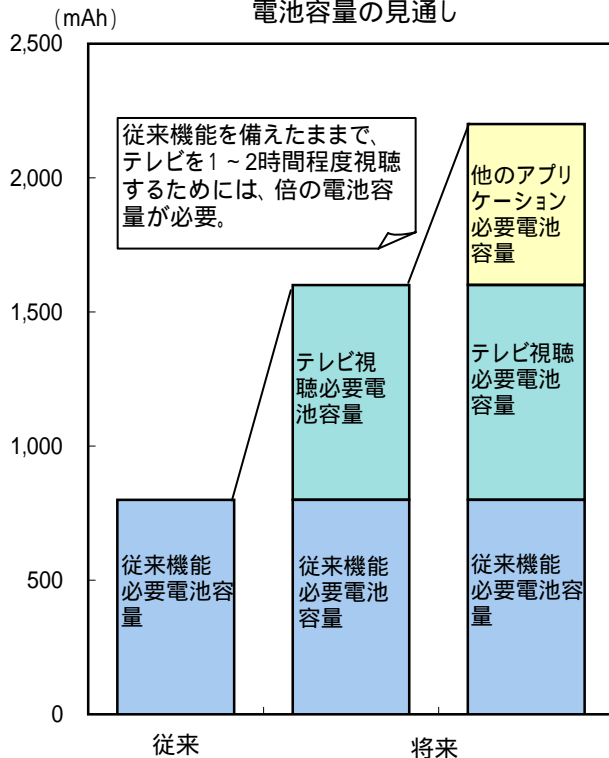
3. 携帯機器用燃料電池（1～15W程度）は、今後のコピキタス社会に向けて、携帯機器の利用増大に伴う電池容量の一層の拡大ニーズに対応する技術として期待されており、電機メーカーに加えて、携帯電話会社が実用化に向けた研究開発に取り組んでいる。現在、携帯電話やノートパソコンなどの電源として利用されているリチウムイオン電池と比較して、エネルギー密度を数倍（理論的には10倍、現実的にも3倍程度）に増加させることが可能、メタノールなどを充填した燃料カートリッジを交換すれば継続使用が可能となり充電時間が不要、などの利点を有している。ただし、主要メーカーでは、将来的には携帯電話への内蔵タイプの導入を目標としているものの、小型化技術の確立には時間を要するとみられるため、従来の二次電池を内蔵し、燃料電池で充電する方式の開発を先行させている。

図表3-1 電池の種類



(出所) (社)電池工業会資料より作成  
(注)金額は2003年生産額(原典は経済産業省「機械統計」)

図表3-2 携帯電話の用途拡大と電池容量の見通し



(出所) 各種資料、ヒアリング等より作成  
(注) 1. 従来機能とは、待ち受け、通話等のこと。  
2. 他のアプリケーションとは、無線LAN等のこと。

図表3-3 携帯機器用燃料電池に関する企業の取り組み

	メーカー	機構方式	特徴
携帯電話	NTTドコモ & 富士通研究所	パッシブ	・濃度の薄いメタノールカートリッジを使用。 ・2005年度末までに開発終了。2006年度の商用化が目標。 ・2007年度以降には、現行リチウムイオン電池の代わりに燃料電池を内蔵した携帯電話も商用化する方針。
	KDDI & 東芝	パッシブ	・100%濃度のメタノールカートリッジを使用。 ・2007年の商用化が目標。
	KDDI & 日立製作所	パッシブ	・濃度の薄いメタノールカートリッジを使用。 ・ライターを製造している東海とカートリッジ分野で提携。 ・2007年の商用化が目標。
ノートパソコン	東芝	アクティブ	・動作時間は、約5時間(03年3月会社発表)。
	NEC	アクティブ	・動作時間は、約10時間(04年10月会社発表)。
	富士通研究所	パッシブ	・電解質にナノ技術を使用。 ・動作時間は、約8～10時間(04年1月会社発表)。
小型オーディオプレーヤー	東芝	パッシブ	・2005年の商用化が目標(04年6月)。
携帯情報端末	日立製作所	パッシブ	・「2005年国際博覧会(愛・地球博)」に出展。 ・約500台を準備し、1日約1万人に貸出中。カートリッジ1本で約2時間以上移動。

(出所) 各種資料、新聞情報、ヒアリング等より作成  
(注) パッシブとは、燃料ポンプやファンを用いないシステム。  
アクティブとは、燃料ポンプやファンを用いるシステム。

## 4. 家庭用燃料電池の動向

4. 家庭用燃料電池（1kW程度）は、各家庭で消費される電力の一部を、個々の住宅内に設置した発電システムで賄うとともに、排熱を給湯などに利用することができるため、消費エネルギーの低減及びCO<sub>2</sub>の排出削減が期待されている。2005年2月から都市ガスを利用した家庭用燃料電池のリース販売が開始されたのを皮切りに、3月にはLPGを燃料源とする機器も投入され、さらに灯油タイプなどの開発も進められている。なお、家庭用給湯部門では、これまで省エネの取り組みが遅れていたが、近年、CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ電気給湯機（エコキュート）などの新技術製品が投入されており、利用形態に合わせて、燃料電池を含めたこれらの画期的なシステムを広く導入することにより、省エネ、環境対策面での効果拡大が期待される。

図表4-1 主な家庭用給湯器の概要

名称	電気給湯器	石油給湯器	ガス給湯器	潜熱回収型給湯器 (エコジョーズ)	家庭用ガスコージェネ (エコウィル)	CO <sub>2</sub> 冷媒ヒートポンプ給湯器 (エコキュート)	家庭用燃料電池
エネルギー転換方式	電気 熱	石油 熱	ガス 熱	ガス 熱	ガス 電気+熱	電気 熱	水素 電気+熱
特徴	ヒーターに通電し水を温める構造。	石油を燃焼させて水を温める給湯器。	ガスを燃料させて水を温める給湯器。	排熱を回収して再利用することにより熱効率を改善した給湯器。	天然ガスコージェネレーションシステム（熱電併給）。	大気熱を吸収した冷媒(CO <sub>2</sub> )を圧縮する際に得られる熱によって温水を作る構造。	ガスや石油等から水素を精製し、空気中の酸素と反応させて発電し、排熱を利用。
単年度実績(台)	約25万台	約65万台	約270万台	-	約6千台	約8万台 (2003年度)	-
価格(注1)	約25万円	約25万円	約25万円	約45万円	約75万円	約75万円	不明
発電効率	-	-	-	-	20%	-	30%
熱回収効率	不明	80%	80%	95%	65%	300%	40%
一次エネルギー効率	不明	80%	80%	95%	85%(注2)	110%(注3)	70%(注2)
導入見通し(注4)	-	-	-	280万台	-	520万台	220kW
補助金	-	-	-	従来型給湯器との差額の2分の1以内			検討中

(出所) 各種資料、ヒアリング等より作成

(注) 1. 価格については、概ね標準と思われる機器の価格を記載。

2. エコウィルと家庭用燃料電池は、発電と給湯を行うのに対し、それ以外の機器は、給湯のみであることから横並びの比較はできない。ただ、家庭用燃料電池は、発電のウエイトが高く効率的といわれている。

3. 火力発電所（平均発電効率36.6%）で発電した電気を利用し、エネルギー消費効率が3.0倍とした場合。なお、最新の火力発電所では発電効率が50%超、エコキュートのエネルギー消費効率は4.0倍を達成している機種もあり、本表は、一定の目安として整理したものである。

4. 家庭用ガスコージェネ、家庭用燃料電池の導入見通しは、総合資源エネルギー調査会需給部会「2030年のエネルギー需給展望（中間とりまとめ）」（平成16年10月）の2010年追加対策ケース。家庭用燃料電池の導入見通しは家庭用以外も含む。

図表4-2 家庭用燃料電池設置契約の概要

事業会社	東京ガス	新日本石油	
事業開始時期	平成17年2月	平成17年3月	
システム概要	燃料	都市ガス	LPG (液化石油ガス)
	定格発電容量	1kW	750W
	発電効率	31%以上(HHV基準)	34%(LHV基準)
	熱回収効率	40%以上(HHV基準)	42%(LHV基準)
	貯湯槽容量	200リットル	200リットル
契約条件	期間・金額	10万円/年(10年間) (メンテナンス費用含む)	6万円/年(3年間)
	燃料費	一般料金から3%割引 月額上限9,500円(税込)	詳細不明
	その他	設置稼働後3年間は運転データモニタリング等に協力	運転データ提供等の協力
導入規模	導入台数	限定 200台 (05年度末まで)	限定 150台 (05年度中)
	対象エリア	東京ガス供給エリア内のメンテナンス体制の整った地域	関東圏1都10県

(出所) 各社発表資料、新聞情報等より作成

(注) 燃料費およびリース料の合計金額では、ほぼ同水準の負担となる模様。

図表4-3 家庭用燃料電池の企業の取り組み

	企業名	導入開始時期	備考
ガス	東京ガス	2005年2月	・松下電器産業、荏原バラード製をリース販売。 ・契約金額は年10万円。契約期間は10年。
	大阪ガス	2005年度	・電機メーカー4社と研究開発。
	東邦ガス	2006年3月	・トヨタ自動車/アイシン精機、荏原バラード、松下電器産業の3社と試験実施。
石油	新日本石油	2005年3月	・三洋電機製をリース販売。 ・契約金額は年6万円。
	ジャパンエナジー	2005年5月	・東芝製をレンタルがリース販売する予定。 ・契約金額は年6万円前後。
	出光興産	2006年度	・灯油から不純物の硫黄を除去する能力が高い触媒を独自開発したことで、市販の灯油を燃料に使用可能。
電気機械	荏原バラード	2005年2月	・東京ガスよりリース販売。
	松下電器産業	2005年2月	・東京ガスよりリース販売。
	三洋電機	2005年3月	・新日本石油から販売。
	東芝IFC	2005年5月	・ジャパンエナジーより販売。

(出所) 各社発表資料、新聞情報等より作成

## 5 . 自動車用燃料電池の動向

5 . 自動車用燃料電池 (50 ~ 100kW程度) は、従来型の内燃機関を利用した自動車に比べ、エネルギー利用効率が高く、走行時の環境負荷が小さいなどの利点があり、また、将来の化石燃料逼迫に備えた次世代の有力システムとして期待されている。既に2002年から一部メーカーが、燃料電池関連ビジネスへの参入を目指す企業や官公庁などへのリース販売を実施している。近年、ガソリンハイブリッド車に関する性能が著しく向上していることもあり、燃料電池車の普及ペースが緩やかになる可能性も考えられるが、現在、主要メーカー各社では、実用化に向けたエネルギー効率の向上やコスト低減、耐久性向上、走行距離延伸などのための技術開発に取り組んでいる。

図表 5 - 1 自動車の動力源別性能比較

名称	ガソリン自動車	ディーゼル自動車	ハイブリッド自動車	燃料電池自動車
特徴	国内では主流。	ヨーロッパでは主流になりつつある。	エンジン動力と電気や圧力など他の動力とを組み合わせて、効率的に使用する自動車。	燃料である水素を搭載した場合は、走行時には水しか排出しない超低公害車。
排出ガス	NOx	~	~	~
	CO <sub>2</sub>	~	~	~
車両特性	出力	~	~	~
	航続距離	~	~	~
台数(台)	2001年度	9,747,891	25,089	0
	2002年度	10,237,746	15,514	0
	2003年度	10,239,980	42,423	14
		生産台数	販売台数	販売台数

(出所) (社) 日本自動車工業会「2002日本の自動車工業」、同法人ホームページなどより作成

- (注) 1. 性能比較はガソリン自動車を基準( )とした場合の相対比較。排出ガスには燃料製造段階の排出量は含まず。  
 2. 排出ガス、車両特性の項目は「劣る 優れる」という意味である。  
 3. 生産台数は、乗用車、貨物車、トラックの合計。  
 4. ガソリン、ディーゼルの生産台数は、全体の生産台数からガソリンハイブリッドと燃料電池の台数を引いたものである。

図表 5 - 3 燃料電池自動車に関する国内企業の取り組み

企業名	備考
トヨタ	1992年: 材料・部品・システム・制御・生産技術にいたるまで、総合的な開発に着手。 1996年10月: 自社開発の燃料電池と水素吸蔵合金タンクを搭載したFCHVを開発。大阪・御堂筋のパレードに参加。 2001年6月: (FCHV-4) 高圧水素タンクと自社開発のトヨタFCスタックを搭載したFCHV-4を開発。日米で乗用車の公道テストを開始。 2002年12月: (トヨタFCHV) FCHV-4をベースにしたトヨタFCHVの限定販売を開始。まず日本で4台、米国で2台をリース販売(120万円/月)。 2003年8月: (FCHV-BUS2) 都営バスとして日本で初めての営業運行を開始。 2005年3月: (FCHV-BUS2) 愛・地球博の会場内で来場者の移動手段として使用予定。
ホンダ	1999年9月: (FCX-V1, FCX-V2) バラード社製の燃料電池を搭載したFCX-V1、メタノール燃料を使用するFCX-V2という2タイプの実験 2001年7月: (FCX-V3) 乗用車の公道テストを開始。 2002年12月: (Honda FCX) 内閣府、ロスアンゼルス市にリース販売(月80万円/月)。
日産	2002年12月 (X-TRAIL FCV) 乗用車の公道テスト開始。 2003年12月 (X-TRAIL FCV03年モデル) リース販売を開始(100万円/月)。
ダイハツ	2004年6月: トヨタ自動車と共同開発した軽乗用車ベースの燃料電池車(MOVE FCV-K-) 大阪府庁に納入(20万円/月)。
マツダ	2001年2月 (プレマシーFC-EV) 乗用車の公道テスト開始。
三菱	2004年1月 (MITSUBISHI FCV) 乗用車の公道テスト開始。
スズキ	2004年1月 (WagonR) 乗用車の公道テスト開始。

(出所) (財) 日本自動車研究所「平成15年燃料電池自動車に関する調査報告書」、各社発表資料、新聞報道などより作成

図表 5 - 2 燃料電池車の効率比較

(天然ガスから水素を作る場合の効率)

	燃料効率 Well to Tank (%)	車両効率 Tank to Wheel (%)	総合効率 Well to Wheel (%)
ガソリン車	88	16	14
ハイブリッド車 (プリウス)	88	37	32
高圧水素 燃料電池自動車	58	38	22
トヨタFCHV(ハイ ブリッド制御あり)	58	50	29
FCHV (目標)	70	60	42

燃料効率(%) × 車両効率(%) = 総合効率(%)

(出所) トヨタ自動車ホームページより作成

- (注) 1. 燃料効率(Well to Tank): 燃料を採掘・製造して給油するまでの効率。  
 2. 車両効率(Tank to Wheel): タンク内の燃料を消費して、車が車輪で走行する効率。  
 3. 総合効率は、燃料効率と車両効率が掛け合わされて算出されている。  
 4. FCHV(Fuel Cell Hybrid Vehicle) とは、水素で走る燃料電池ハイブリッド車のことである。

図表 5 - 4 燃料電池自動車に関する海外企業の取り組み

企業名	備考
ダイムラー クライスラー	2001年: (Necar5) 日本で乗用車の公道走行試験実施。 2002年10月: (F-Cell) 高圧水素形燃料電池車を発表。 2003年3月: (F-Cell) 日本で乗用車の公道走行試験開始。 2003年10月: (F-Cell) 東京ガス、プリチストンとの間でパートナーシップ契約。リース料(120万円/月)。 2005年2月: 世界中で100台の燃料電池車の納入達成。
フォード	2000年: (Focus FCV) 高圧水素形燃料電池車を発表。 2003年6月: (Focus FCV) 燃料電池車のリース販売を2004年に開始する計画を発表。 2004年7月: 2004年末までに燃料電池車のリース販売を50-60台レベルに倍増する。
GM	1997年: (Zafira) メタノール改質形を発表。 2002年5月: (Chevrolet S-10) ガソリン改質形燃料電池車の試走に成功。 2003年2月: (HydroGen3) 乗用車の公道走行試験成功。 2003年3月: (HydroGen3) 日本で乗用車の公道走行試験開始。 2005年2月: 世界でリース販売する燃料電池車は、2007年にも米国で40台、日本と中国各一台の計42台になる見通し。
ルノー	2002年2月: 日産とのスタック部分共同開発合意。
第一汽車 集団	2003年10月: トヨタ自動車の燃料電池車技術導入を発表。

(出所) (財) 日本自動車研究所「平成16年燃料電池自動車に関する調査報告書」、各社発表資料、新聞報道などより作成

## 6 . 燃料供給インフラの動向

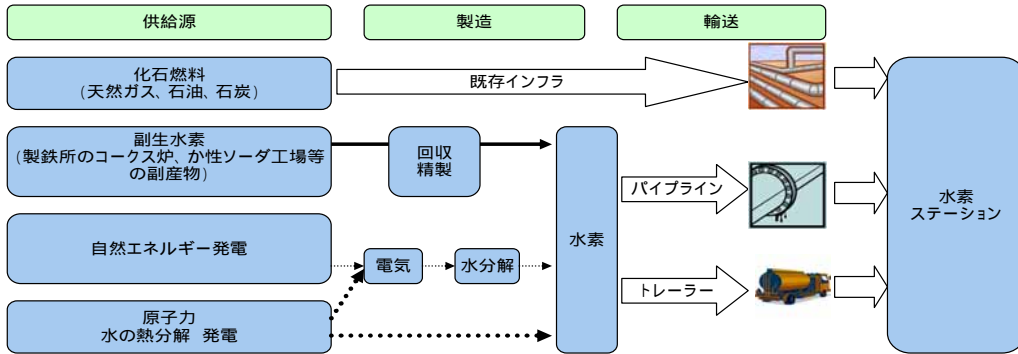
6 . 燃料電池で利用する水素の供給源及び供給方法については、出力や用途により大きく異なる。携帯機器用では、メタノールが有力な燃料とされており、小売店などで購入した液体燃料のカートリッジを装着して利用する方法が想定されている。また、定置用（家庭用・産業用）では、水素改質装置を附設することにより、既存インフラを利用して各家庭に配送されている都市ガスやLPG、灯油などから改質した水素を使用できることから、大掛かりなインフラ整備の必要がない。一方、自動車用は、燃料電池を限られたスペースに収納し走行するといった条件を満たすためには、高純度の高圧水素を燃料タンクに搭載する方式が有力とみられている。水素の安定的かつ効率的な製造、輸送及び供給のための体制整備が不可欠であり、段階的な取り組みが求められる。

図表 6 - 1 燃料電池における燃料供給方法

	有力視されている燃料	その他の燃料	インフラ整備の必要性
携帯機器用燃料電池	メタノール	気体燃料 (LPG、水素等)	液体燃料販売網の確保
定置用燃料電池	都市ガス、LPG、灯油、ナフサ (水素改質装置により水素生成)	新燃料 (アルコール、DME) 高圧水素 (水素ガスパイプライン網)	既存インフラ使用可能
自動車用燃料電池	液体水素、高圧水素	車上改質用液体燃料 (クリーンガソリン、GTL等)	水素ステーションの整備

(出所) 各種資料、ヒアリングなどより作成

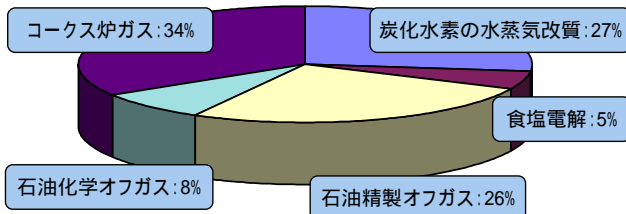
図表 6 - 2 自動車用燃料電池への水素供給ルート



(出所) 各種資料、ヒアリングより作成

- (注) 1. 副生水素からの矢印が太いのは、水素供給ポテンシャルが大きいことを表す。  
2. 自然エネルギー発電、原子力からの矢印が点線なのは、実用化に時間がかかることを表す。

図表 6 - 3 副生水素の使用状況



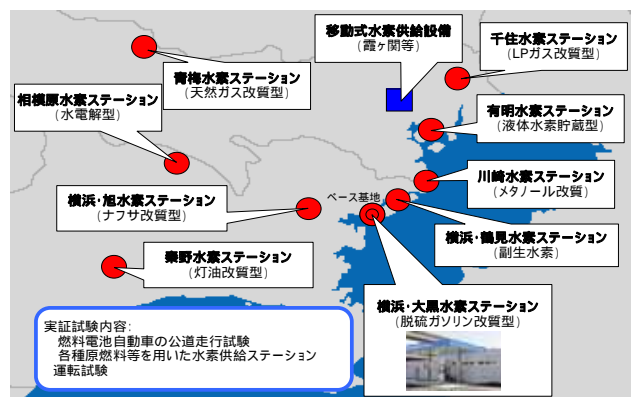
鉄鋼業の水素ポテンシャルは、45億Nm<sup>3</sup>/year  
石油業界の水素ポテンシャルは、65億Nm<sup>3</sup>/year  
その他の業界の水素ポテンシャルは、34億Nm<sup>3</sup>/year

自動車一台当たりの水素利用量を1,000Nm<sup>3</sup>/yearとすれば、副生水素のみで、乗用車1,440万台の利用分を賅うことができる。

(出所) 各種資料より作成

図表 6 - 4 国の水素ステーション実証実験

水素・燃料電池実証プロジェクト  
(JHFC: Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project)  
実施主体: 経済産業省  
実施期間: 2002年度 - 2005年度



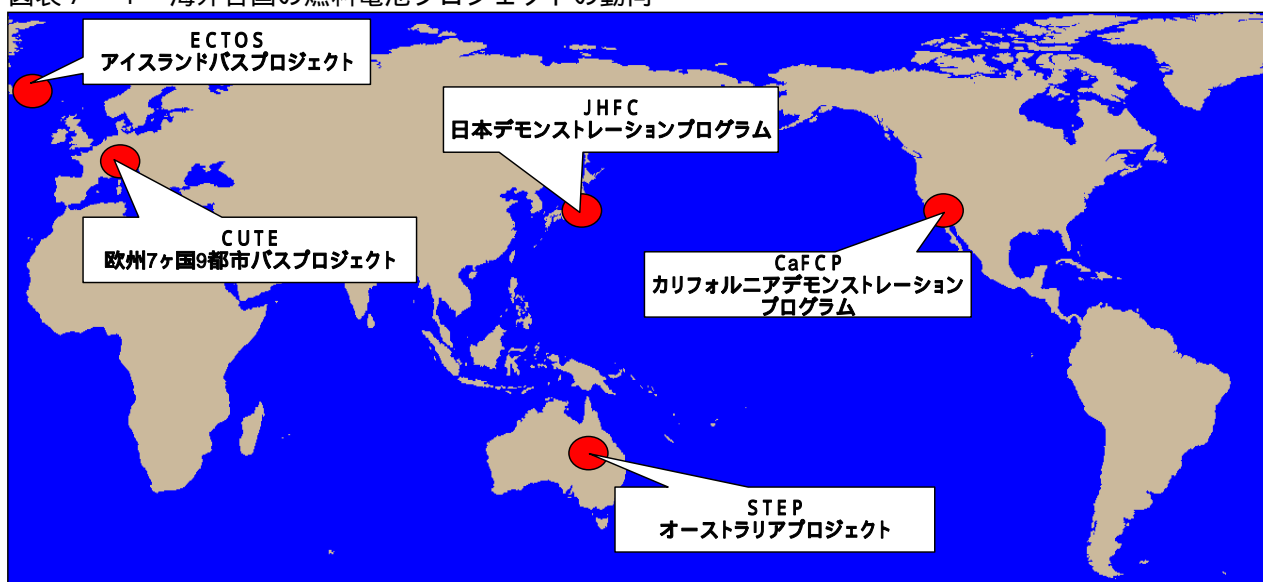
(出所) JHFC資料より作成



## 7. 海外の動向

7. 海外においても、燃料電池普及に向けた取り組みが進められている。ヨーロッパやアメリカにおいても、関連企業による技術開発と平行して、水素ステーションの設置やバスによるフリート走行実験など、インフラ整備のための課題抽出やデータ収集とともに、燃料電池の知名度向上のためのプロジェクトが展開されている。また、中国や韓国でも、日本同様に、目標期間を定めた導入計画を策定し、取り組みが始まっている。

図表7-1 海外各国の燃料電池プロジェクトの動向



(出所) 各種資料より作成

図表7-2 海外各国の燃料電池プロジェクトの概要

プロジェクト	JHFC (日本)	CaFCP (米国)	CUTE (欧州)	ECTOS (アイスランド)	STEP (オーストラリア)
正式名称	Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project	California Fuel Cell Partnership	Clean Urban Transport for Europe	Ecological City Transport System	Sustainable Transport Energy Program
実施地域	首都圏中心、愛知県	カリフォルニア州	ストックホルム(スウェーデン) ロンドン(英) アムステルダム(蘭) ハンブルグ(独) シュツットガルト(独) ルクセンブルグ(ルクセンブルグ) マドリッド(スペイン) バルセロナ(スペイン) ボルト(ボルトガル)	レイキャビク	パース
実施主体	経済産業省、(財)日本自動車研究所、(財)エンジニアリング振興協会	カリフォルニア州	欧州委員会	INE社(タイムラークライスター、Shell Hydrogenならびにアイスランド企業・大学等8組織の合弁会社)	西オーストラリア州政府
関連企業・団体数	23	32	28	18 (INE社構成企業を含む)	9
期間	2002年4月-2006年3月 (4年)	1999年4月-2007年3月 (8年)	2001年11月-2006年5月 (4年半)	2001年3月-2005年2月 (4年間)	2002年3月-2007年3月 (5年)
特徴	様々な化石燃料改質型の水素ステーションを設置。 燃料電池自動車および水素ステーションの省エネルギー効果、環境負荷低減効果の明確化、社会的認知度向上等が目的。	燃料電池開発やインフラ整備を進めるのが目的。 燃料電池車の航続距離や給湯方法などのデータは、参加企業、団体で共有。 トヨタ、日産、ホンダも参加。	化石燃料、再生可能エネルギーを用いた水素ステーションを設置。 燃料電池バス活用による公共交通部門の環境問題解決が目的。 短期的には、資源節約型交通手段の確立、長期的には非化石燃料ベースの交通手段の確立を目指す。	燃料電池バス導入による水素技術の向上が目的。 将来的にはアイスランドから欧州諸国に水素を輸出することも考えている。 アイスランド政府が目指す水素経済立国を推進するためにINE社設立。	市内の公共交通システムを一部燃料電池バスで代替。 水素技術向上が目的。
水素ステーション数	12基	15基	9基	1基	1基
水素エネルギー源	ナフサ、LPG、メタノール、電気、コークス炉ガス、灯油、脱硫ガソリン、天然ガス	天然ガス	廃棄物・太陽光・風力・水力発電による水の電気分解、石油、天然ガス	水力発電による水の電気分解	石油

(出所) 各種資料より作成

(注) プロジェクト毎により、出所が異なるため、同時系列での比較ではない。

## 8 . 燃料電池の課題と将来展望

8 . 今後の燃料電池の普及にはコストや耐久性等、技術面での課題に加え、各用途分野毎に固有の問題点もあることから、その動向次第で、燃料電池の普及度合いやスピードは大きく左右されることとなる。携帯機器用では、燃料カートリッジ方式が消費者に受け入れられれば急速に普及する可能性もあり、家庭用では、ライバル機器並みの性能が得られれば導入が進むものとみられる。自動車用では、エネルギー需給・価格、インフラ整備の動向による影響が大きいと思われるが、将来の自動車動力システムとして重要な位置を占めるものとみられる。

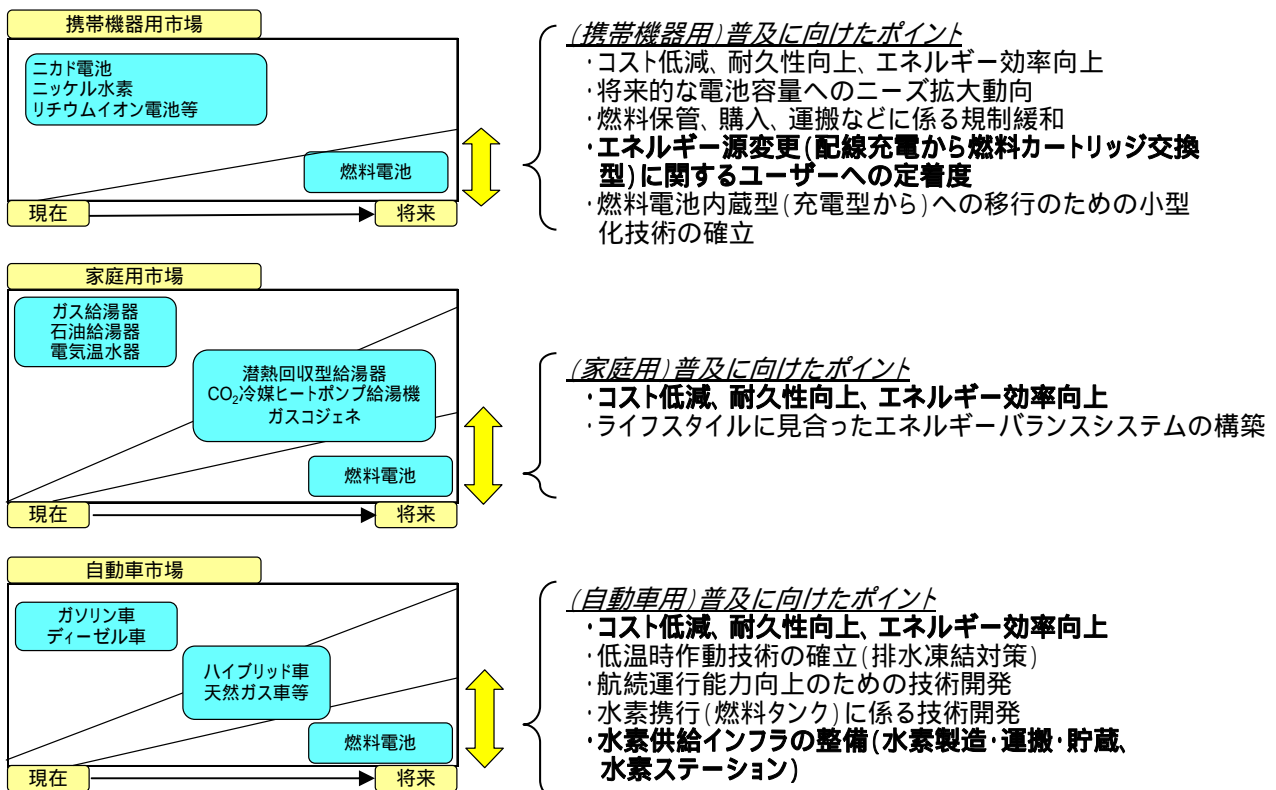
京都議定書が発効し、地球温暖化ガス排出削減のための対策強化が求められる我が国にとって、燃料電池の導入は有効な手段であり、早期普及に向けて、技術的な課題解決への対応と合わせ、需要を喚起するための施策が求められる。さらに、クリーンエネルギー社会の実現を目指し、副生水素の有効活用や未利用エネルギー・自然エネルギーの活用のための新技術への取り組みに期待したい。

図表 8 - 1 燃料電池の主な課題

	携帯機器用	家庭用	自動車用
発電量	1~15W	750W~1kW	70kW~100kW
用途	パソコン、携帯電話等	コージェネレーション(電力+給湯)	自動車
導入の主な目的	電力容量拡大	家庭用消費エネルギー抑制、環境負荷低減	エネルギー効率向上、化石燃料逼迫への対応、環境負荷低減
燃料電池及び競合技術の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料電池は、リチウムイオン電池に比べ、エネルギー密度を数倍(理論的には10倍、現実的には3倍程度)に増加させることが可能。</li> <li>リチウムイオン電池は、年5~10%程度ずつ効率改善。産総研がナノテクによりリチウムイオン電池の充電時間を大幅に短縮(理論上は1~2分で可)できる技術を開発。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料電池は、電力(発電効率30%)と給湯用等の熱(排熱利用効率40%)を得ることができ、総合効率は70%程度。</li> <li>CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプ給湯機は、エネルギー消費効率4以上が達成されており、2001年の発売以来、導入が進んでいる。</li> <li>燃料電池は電力と熱を、CO<sub>2</sub>冷媒ヒートポンプは熱を得るシステムのため単純な比較はできない。両製品とも従来システムに比べてエネルギー消費効率が高く、今後の導入拡大が見込まれる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来型のガソリン車に比べ、燃料電池車の車両効率は3倍。燃料効率(燃料製造効率)も加味した総合エネルギー効率では2倍程度。</li> <li>ハイブリッド車との比較では、水素製造に伴う損失が大きく(天然ガス改質)、互角ないし劣勢。</li> <li>燃料電池の効率向上に加え、燃料効率の高い水素供給方式が課題。</li> </ul>
コスト	現状:5万円程度(携帯電話用、充電型) 目標:2万円程度	現状:800~1,000万円 目標:100万円以下	現状:数千万~数億円程度 目標:300万円程度

(出所) 各種資料、ヒアリング等より作成

図表 8 - 2 今後の燃料電池市場の動向と普及に向けたポイント



(出所) 各種資料、ヒアリングなどより作成