

資料編

燃料電池活用戦略検討会 委員名簿

メタン発酵技術・燃料電池等に関する企業等へのインタビュー結果

参考文献

燃料電池活用戦略検討会 委員名簿 (敬称略・五十音順 : 座長)

稲森悠平

国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター
バイオエコエンジニアリング研究室 室長

井上雄三

国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター
最終処分技術研究開発室 室長

金子彰一

東京ガス株式会社 技術開発部 部長代理
(オブザーバー : 環境部 環境技術グループマネージャー 杉本秀夫)

小清水 正

川崎市 環境局公害部大気課 副主幹

笹木延吉

日野市 環境共生部 部長 兼 日野市クリーンセンター 所長

笹之内雅幸

トヨタ自動車株式会社 環境部渉外グループ東京技術部 主査 担当部長

清水康利

東陶機器株式会社 水電事業部ディスプレイ商品部 部長

下田吉之

大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻 環境エネルギーシステム学領域 助教授

盛岡 通

大阪大学大学院工学研究科環境工学専攻 環境マネジメント領域 教授

別途、国立環境研究所社会環境システム研究領域資源管理研究室の森口祐一室長にインタビュー等の形で御協力いただいた。

事務局：環境省地球環境局地球温暖化対策課

パシフィックコンサルタンツ株式会社環境部地球環境グループ

メタン発酵技術・燃料電池等に関する企業等へのインタビュー結果

対象企業等	主な内容	インタビュー月日	頁
東京ガス	家庭用固体高分子形燃料電池システムの開発動向について	2002年11月7日	資料3
大阪ガス	家庭用固体高分子形燃料電池システムの開発動向について	2002年12月25日	資料7
松下電器産業	家庭用固体高分子形燃料電池システムの開発動向について	2002年12月26日	資料11
トヨタ自動車	燃料電池自動車の開発動向について	2002年11月5日	資料14
横浜市下水道局	下水処理汚泥からの消化ガスを燃料とした燃料電池発電設備について	2003年1月8日	資料17
サッポロビール	ビール製造工程排水からのメタンガスを燃料とした燃料電池発電設備について	2003年1月14日	資料21
セイコーエプソン	メタノール・廃メタノールを燃料とした燃料電池発電設備について	2003年1月23日	資料25
栗田工業	災害対応用燃料電池発電設備について	2003年1月10日	資料30
東陶機器	ディスポージャーシステムについて	2002年11月1日	資料36

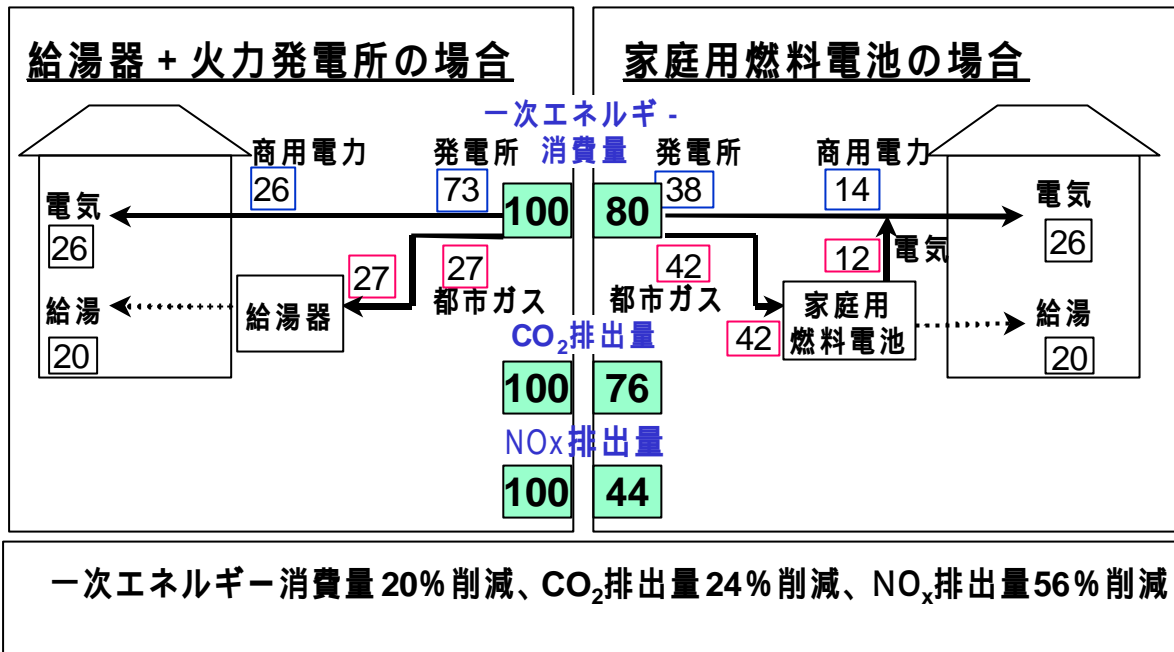
東京ガス株式会社 インタビュー結果

1. 自社における固体高分子形燃料電池システムの開発動向について	
(1) 燃料電池の仕様	<ul style="list-style-type: none"> 定置式 PEFC システムの市場として、家庭用のコージェネレーションシステムを想定している。第一段階は新築戸建て家庭用（発電容量 1kW 級）、第二段階は集合住宅用（発電容量数 kW 級）を考えており、まずは新築戸建て家庭用に注力する。
(2) 原燃料	<ul style="list-style-type: none"> 当面は都市ガスを原燃料として考えているが、それ以外に LPG など考えられる。 PEFC は、基本的に PAFC と同様、バイオガスを利用した発電は不可能ではない。しかし、初期段階では導入が容易な燃料として、配管網等のインフラが整備されている都市ガス使用が自然と考える。
(3) 燃料電池システムの規模設計、利用形態の考え方	<ul style="list-style-type: none"> 家庭の給湯需要に合わせた運転を行うことが最も省エネである。 給湯需要に合わせた運転方法には、以下の 3 通り考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> 24 時間運転する方法 発電した電気が余る時間帯が存在し、夜間に逆潮流が生じる。電力ピークカット効果は少ない。 夜間は運転せず、日中に需要に応じて発電量を変える方法 と比べピークカット効果が大きいですが、起動停止と負荷応答性が技術的課題となる。 日中のより短時間に同じ強度で運転する方法 ピークカット効果が最も大きいですが、逆潮流が大きくなる。 東京ガスでは、技術課題が解決できれば、タイプが良いと考えている。ロードサーベイの結果も踏まえて 1kW 程度の発電容量が最適であると考えている。
(4) 立地条件の考え方	<ul style="list-style-type: none"> 対象地域は特に限定しない。東京ガス管内の 900 万軒の需要のうち、家庭は戸建てと集合住宅を合わせて 830 万戸であり、全てを対象と考えている。
(5) 燃料電池システムの効率	<ul style="list-style-type: none"> 導入期の家庭用 PEFC の基本仕様は、発電効率約 31% (HHV)、排熱効率約 40% (HHV)、総合効率約 71% (HHV) と想定している。
(6) 耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 耐久性は 10 年（約 40,000 時間）を目標としている。現在、PEFC については 1,000～2,000 時間の稼働実績をもつ試作機が既に存在し、今後のモデルチェンジを経てさらに耐久性が向上すると考えられる。電池以外の部分、あるいはパッケージとしての耐久性については、今年及び来年の重要な課題である。
(7) メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスのために作業員が家庭に赴かねばならない頻度は最小にしたい。
(8) 燃料電池システムのセールスポイント	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー利用効率が高く、省エネ性に優れている。 NO_x、CO₂ の排出や、騒音、振動が少なく、環境適合性が優れている。
(9) 今後の燃料電池システムの	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用 PEFC コージェネレーションシステムでは、2004 年度の販売を目指している。導入初期の高コスト

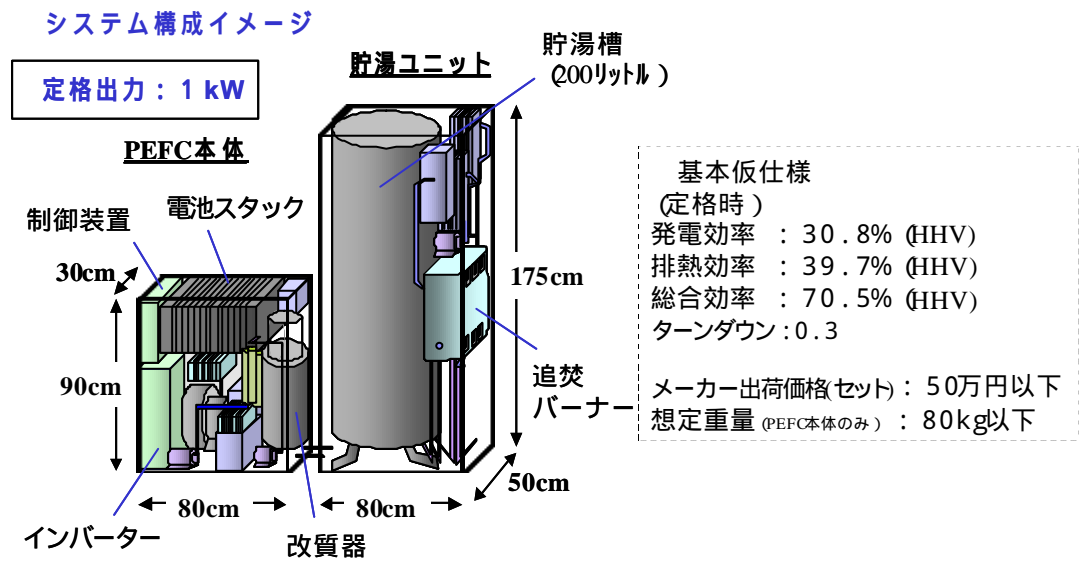
開発・販売スケジュール、将来性	<p>時期に国による補助制度が整備されればありがたい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2004年時点での販売規模の詳細は未定である。
(10) 燃料電池システム開発・販売における課題	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池の技術的な必要条件、課題として、以下の5点が挙げられる。 <ul style="list-style-type: none"> 定常運転における効率、性能 いくつかのメーカーでは目標に到達しつつあり、2004年頃には他のメーカーもクリアできる可能性が高い。 設置性(容積、重量など) 確実に向上しつつある。 動特性(起動性、負荷追従性など) まだ不明であるが、確実に向上しつつある。 耐久性、信頼性 今年から来年にかけての進展具合が大きな鍵となる。耐久性については、電池スタック、改質器等の主要部品はもちろん、ポンプ、ブローア、バルブ等の小さい部品の耐久・信頼性も問題となる。PAFCでは、周辺部品等のトラブルが問題の一つとなっていた。 コスト ～で最も難問である。 ・法制度的課題として、電気事業法と消防法の規制がある。 <ul style="list-style-type: none"> 電気事業法における課題 発電規模に関わらず電気主任技術者をおくよう定められている。小容量の発電は例外規程とするよう要望している。 消防法における課題 東京都では発電設備は住宅から最低3m距離をおいて設置するよう定められている。 ・法制度的課題については、燃料電池実用化に関する関係省庁連絡会議による「燃料電池の実用化に向けた包括的な規制の再点検の実施」に基づく規制緩和に期待している。
2. 自社における燃料電池周辺技術の開発動向について	
(1) 燃料処理技術の開発動向	<ul style="list-style-type: none"> ・新たに開発した脱硫装置は、常温での水素レスの脱硫が可能で、配管系が簡単で小型化・低コスト化が可能であることがメリットとして挙げられる。従来型の脱硫剤に比べ約5倍の能力がある。
(2) 多様な原燃料利用技術の開発動向、可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料処理装置については、都市ガス以外の燃料にも技術的には対応可能であると思われる。
3. 燃料電池システムに関する一般的な動向、今後の方向性について	

(1) 燃料電池の仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・PEFC に関しては、定置式燃料電池システムと自動車用燃料電池システムの双方で開発が進み、様々なシナジー効果が生まれることに期待する。自動車用燃料電池のコストは1kWあたり5,000円、定置用燃料電池の発電部分のみのコストは販売価格1kWあたり150,000円程度(導入時の価格想定)である。 ・SOFCは有望だが、実用化にはまだ時間がかかる。ただ海外には販売を開始したメーカーもある。MCFCも既に海外メーカーが販売している。共通して更なるコストダウンが必要である。
(2) 原燃料、炭素資源活用技術	<ul style="list-style-type: none"> ・原燃料インフラが整備されているのは都市ガス、ガソリン、ナフサ、LPGである。水素はインフラ整備が課題である。 ・バイオガスは、ビール会社でオンサイト発電などに利用されており、基本的な技術は既に存在している。しかし、バイオガス源を有機系廃棄物全体に広げて考えると、質や量の安定性の確保が課題になると考えられる。有機系廃棄物由来のバイオガスで、特別な中間処理が必要であると、その利用に関するハードルは高くなる。発生する残渣の処理、悪臭等への対処、季節変動への対処、硫黄、窒素、シリカ等を含有する不純物が共存した場合の処理などが課題となるが、これらは燃料電池特有の課題ではない。 ・有機系廃棄物由来のバイオガス利用については、燃料電池技術以外の部分の課題がかなりあるものと考えている。ただし、バイオガス中にCO₂が含まれていた場合、発電効率が多少低下はするものの、燃料電池による発電は可能である。 ・化石燃料の場合はハンドリング技術及び流通形態が確立され、原燃料として品質の安定化も図られているのに対し、燃料電池用に有機物資源を利用する場合は、原燃料としての質・量の確保や安定化のため、様々なコントロールポイントが出てくると考えている。また、有機物資源を再利用するという社会認識、社会受容性の向上などのソフト対策も必要である。
(3) 燃料電池システムの利用形態	<ul style="list-style-type: none"> ・PEFCの利用形態として家庭用を当面のターゲットとする考え方は、ガス業界全般に共通である。現在のPEFCでは排熱温度が60~70であり、給湯利用が最適である。今後の開発により、電池の作動温度が120~140まで上昇すれば、90程度の高温水を空調利用する業務用、蒸気を利用する産業用としての可能性が出てくる。
(4) 燃料電池システムの効率	<ul style="list-style-type: none"> ・導入期の家庭用PEFCの基本仕様としている、発電効率約31%(HHV)、排熱効率約40%(HHV)、総合効率約71%(HHV)については、既にいくつかのメーカーでクリアされつつある。 ・導入期以降は更に発電効率が向上することを期待したい。
(5) 燃料電池システムの耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・40,000時間稼動することを40,000時間運転により証明するのは効率的でない。加速耐久試験方法の確立が必要であり、大学を中心に研究を進めようとしている。
(6) 自動車用固体高分子形燃料電池との違い	<ul style="list-style-type: none"> ・運転時間、排熱利用の有無、起動時間、負荷追従性が自動車用と定置用の違いである。 ・負荷追従性については、純水素使用型の燃料電池は、燃料改質型の燃料電池よりも対応が比較的易しい。

家庭用燃料電池コージェネの導入効果試算例



導入期家庭用PEFC想定仕様 (2004~2010年)



運転方法：電力負荷追従運転 (貯湯槽満杯時停止)
 メンテ・耐久性
 メンテ：目標10,000円以下 / 回・年
 耐久性：10年

出典：東京ガス提供資料

大阪ガス株式会社 インタビュー結果

1. 自社における家庭用ガスコージェネレーションシステムの開発動向について	
(1) 開発・販売のスケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用コージェネレーションシステムプロジェクト部は、1999年12月に発足した。 ・ここでは、家庭用ガスコージェネレーションシステムについて、マイクロガスエンジンシステム（以下、エンジン式）と固体高分子形燃料電池家庭用ガスコージェネレーションシステムの2タイプの開発を行っている。（11月中旬以降は燃料電池システムのみ） ・エンジン式は2003年3月に発売開始、燃料電池システムは2005年度に発売する予定である。
(2) システムの利用形態	<ul style="list-style-type: none"> ・設置スペースを比較的確保しやすいことから、当面は戸建住宅用をターゲットとしている。エンジン式の設置に必要なスペースは2×1m程度である。将来的には集合住宅用も視野に入れる。 ・熱の利用が特に多い家庭にはエンジン式、熱の利用があまり多くない家庭には燃料電池システムが適していると考えている。
(3) システムの規模設計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用の受電ブレーカが50A程度であることを考えると、1～1.5kW程度の出力規模があれば、家庭における通常の電力需要をかなり賄うことが可能であるため、出力規模を1kW前後と設定している。500Wと1kWの両方について開発を進めている。 ・現在のところ、固体高分子形燃料電池での業務用システムとして出力規模の大きいものを開発する予定はない。エンジン式については、既に5kW、6kW、9.8kW、22kWの出力規模のものを販売しており、コンビニエンスストアなどの業務用として、予想以上に販売台数を伸ばしている。理由の1つとして、パッケージ化に成功したことがあげられる。
(4) システムの効率	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池システムの主な開発目標仕様は、500W機では発電効率35%以上、排熱効率39%以上、排熱温度60以上となっている。1kW機では発電効率35%以上、排熱効率45%以上、排熱温度60以上である。効率はLHVベースの値である。 ・エンジン式の発電効率が20%（LHV）であるのに対し、燃料電池システムの発電効率は35%（LHV）以上と高い。
(5) システムの仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・現在でも、ガス器具は大阪ガスでは生産していない。他のメーカーが生産し、大阪ガスが安全性等を確認した上で直販あるいは大阪ガスの販売網を通じた販売を行っている。家庭用ガスコージェネレーションシステムも同様の方法をとることが考えられる。従って、当社が定めている仕様は、「このような仕様を満たしていれば大阪ガスの器具として販売することができる」というものである。大阪ガスが開発した改質器を搭載した家庭用ガスコージェネレーションシステムを共同研究しているメーカーがあるが、当社の基準を満足する良いシステムであれば、大阪ガス改質器の搭載の有無は採用には関係がない。 ・商品機の詳細仕様を、2003年に提示する予定である。

	<ul style="list-style-type: none"> ・後述するとおり、開発に当たって最も重要な課題は、セルスタックの耐久性の確立である。そのため劣化の要因について現在検証を行っているところである。現状では起動・停止を繰り返すシステムよりも連続運転の方が耐久性にとって良い可能性があるため、開発目標仕様には連続運転と提示している。 ・燃料電池は負荷変動が可能であるが、化学反応であるため追従に時間がかかる。また、起動時に加熱等のエネルギーが使用され、時間もかかるため、多数の起動停止があったのではメリットがない。起動時にできるだけエネルギーを使わない方法を考える必要がある。自動車の場合は、頻繁な起動・停止、負荷追従を重視している分、効率が犠牲になっている。 ・目標販売価格は、500W 機で 55 万円、1kW 機で 60 万円である。業界全体の相場も同程度と思われる。既存のガス給湯器が約 30 万円であり、これとの差額を光熱費の節約といった経済的メリットによって、5 年程度で取り戻せるような価格設定としたい。 ・2005 年度からの当面の販売台数は年間 500～5,000 台と考えている。
(6) システムの耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用ガスコージェネレーションシステムの耐久性に関し、セルスタックの耐久性を向上させることが最も重要な課題である。自動車では、セルスタックの耐久時間は約 5,000 時間といわれているが、定置式の場合は少なくともその 10 倍程度以上（連続運転なら 9 万時間）程度の耐久性を持たせたい。純水素であればある程度耐久性が見えているが、改質ガスではまだ実証されていない。 ・現在のところ、燃料電池ではりん酸形の耐久時間 4 万時間以上が最長である。
(7) システム開発・販売における残された課題	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、小型改質システムの開発、及び試験機によるユーザー側からの評価を行っている。 ・エンジン式は、起動・停止が容易である点が燃料電池式とは異なる。また、燃料電池は負荷変動が可能であるが、エンジン式では部分効率が低下するので現状の装置では負荷変動は得策ではない。これまでに開発された貯湯槽はエンジン式向けの仕様となっているため、どのように燃料電池式に応用するかも開発課題である。 ・2002 年 4 月から 1 年間の予定で、エンジン式での経験から早期の燃料電池式の実運用試験を行っている。 ・家庭用ガスコージェネレーションシステム普及のためには、消防法等いくつかの法律の改正が必要である。一例として、普通のガス器具と同じように壁に接して設置できるような法改正を国に対して要望している。
(8) 改質技術供与についての考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・2005 年度における商品化の促進をはかるため、大阪ガスが開発した改質装置をメーカーに技術供与している。本来は、大阪ガスの家庭用ガスコージェネレーションシステム目標仕様を満たす製品を 2005 年度に商品化する意欲があるメーカーを供与の対象としていたが、2002 年 11 月から 2005 年度に商品化に関係なく、技術供与を開始した。
(9) システムの立地条件の考え	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭用ガスコージェネレーションシステムの導入地域や立地についてのターゲットは特にない。

方	<ul style="list-style-type: none"> ・阪神大震災以降は特に、個別分散型システムに対する志向が関西地区にはある。家庭用ガスコージェネレーションシステムはこれに合致するものであると考えている。
(10) システムのメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジン式は 6000 時間または 3 年での定期点検が必要 ・燃料電池のメンテナンスは、年 1 回のフィルター等の交換ですむようにしたい。 ・最終的には、販売店の従業員等が点検時にメンテナンスを行う、あるいは各家庭でメンテナンスを行うという形にすることが理想であるが、導入開始時には難しい。従って、当初は専門の人員を派遣してメンテナンスを行うことになると思われる。
2 . その他の取組の動向について	
(1) 天然ガス改質型水素供給ステーション開発に関する取組	<ul style="list-style-type: none"> ・水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術開発（以下、WE-NET）は、旧通産省工業技術院のニューサンシャイン計画の一環として、NEDO が、平成 5 年度から実施しているプロジェクトである。第二期 WE-NET プロジェクト（平成 11 年度～平成 14 年度）の中の TASK 7「水素供給ステーションの開発」に大阪ガスも参画している。このプロジェクトは、天然ガスを改質して水素を生成し、水素燃料電池自動車へ供給するシステムの開発、水電分解して水素を生成し、水素燃料電池自動車へ供給するシステムの開発、を目指すものである。大阪ガスは に参画しており、2002 年 2 月に当社敷地内にステーションが設置された。 ・本プロジェクトにおいて、大阪ガスは天然ガスからの改質、精製ユニットを担当しており、具体的には、改質、触媒など水素の製造技術を応用してプロジェクトに貢献すること、今後、水素供給ステーションがビジネスとして成り立つ可能性もあることからノウハウを蓄積すること、を目指している。ただし、水素供給ステーションがビジネスとして成立するようになるのは、かなり先のことと思われる。 ・今回、水素供給ステーションに設置した改質装置は、街頭に設置しても違和感がないようにパッケージ化することを目標として開発が行われた。 ・実用化時の水素供給ステーションの規模は、水素供給量 300Nm³/h を目標としているが、WE-NET ではテスト機として 1/10 の規模の 30Nm³/h のものを製造した。300Nm³/h で 1 日 400 台の水素燃料電池自動車に供給可能である。 ・今回の改質装置は、都市ガスを原料としたオンサイトの小型（～ 100m³/h）水素製造装置として、工場等に向けて販売もしていきたい。 ・プロジェクトは今年度で終了することになっているものの、安全性の確認なども必要であるため、現在 NEDO の公募への提案を検討中である。

<p>(2) 消化ガスのエネルギー変換に関する取組</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・欧州イエンバッハ社製のガスエンジンを利用した消化ガス対応コージェネレーションシステムを開発した。消化ガス以外に、有機排水のメタン発酵からのバイオガス、改質炉ガスなども利用可能である。 ・家庭用ガスコージェネレーションシステムにおいては、天然ガスを第一に考えており、燃料電池とバイオガスの組み合わせについては現状では考えていない。
<p>(3) その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジン式は熱利用が重要であるため、床暖房など多くの熱を利用する家庭が対象である。燃料電池は、熱利用量が多くない家庭でも、利用効果が得られる。2 タイプの家庭用ガスコージェネレーションシステムを提供することにより、ハウスメーカー等が上手く使い分けようになっていくのではないかと考えている。 ・家庭用ガスコージェネレーションシステムは、国内では 1kW のものが中心であるが、海外では 2～3kW 及び 5kW のものもある。これらが安く国内に入ってくれば、業務用に使用することも考えられる。 ・大阪ガスは、マイクロガスタービンに対してあまり関心を持っていない。小型のガスエンジンの開発を既に行っており、現在、小型のガスエンジン（例：22kW クラス）は、マイクロガスタービンと効率はあまり変わらない。

松下電器産業 インタビュー結果

1. 自社における燃料電池システムの開発動向について	
(1) 燃料電池システムの利用形態	<ul style="list-style-type: none"> ・家電メーカーであることから、家庭用燃料電池システム主体に取り組んでいる。将来的には、業務用燃料電池システムについても視野に入れていくこともあり得る。ただ、具体的にどの分野・業種等を対象とした業務用燃料電池システムを導入するかについては、まだ検討していない。多量の湯を使用する業種でないと、システムを導入するメリットがあまりない。
(2) 燃料電池システム開発・販売のスケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス会社の発売時期に合わせて開発を進めている。東京ガスは2004年度、大阪ガスは2005年度に発売予定である。 ・2003年には、社内で燃料電池システムのモニタリングを開始する予定である。
(3) 燃料電池の仕様及び規模設計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・「定置用燃料電池実証研究」で使用している燃料電池の出力規模は、1kWである。 ・各家庭にとって、燃料電池システムを導入するメリットは光熱費を節約できる点である。従って、家庭における電力使用状況や湯の使用量の季節変動などを考慮すると、現時点では、最も湯の無駄が少ないと思われる1kWが適切な出力規模であると考えている。 ・ただし、1kWを最終目標として定めているわけではなく、500Wが良いのか、あるいは1kWが良いのかは今後の検討を経て決定する。
(4) 燃料電池システム開発・販売における残された課題：特に耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・課題は、耐久性及びコストの2つである。 ・耐久性については、社の方針として10年間の動作保証が必要である。 ・東京ガスと大阪ガスでは、運転方式に対する考え方が違っており、それによって耐久性の要求がやや異なっている。東京ガスは運転方式としてDSSを想定しているため、1日の約半分稼働させるとして、10年間で約4万時間の耐久性が求められる。一方の大阪ガスは連続運転を想定しているため、10年間では約9万時間の耐久性が求められる。 ・セルスタックの耐久性が特に重要な課題である。 ・ただし、燃料電池本体のみに限らず、システム全体の耐久性についても向上させる必要がある。燃料電池システムには何千という数の部品が使用されているが、それらの多くはガス湯沸し器の部品をそのまま利用することができる。従来の部品の耐久時間は約2万時間程度で設計されているため、これらの耐久性も向上させる必要がある。 しかし、この問題については、コストが高くなるものの、4万時間程度の耐久性を持たせることは技術的には十分可能であると考えている。

	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料処理器の耐久性も重要な課題ではあるが、触媒は4万時間程度の耐久性を持たせることは可能であると予測している。 ・加速試験なども行っているが、結果はあくまでも仮定のデータであり、実績値ではない点に留意している。従って発売当初は、ある程度モニタリングできる形で顧客へ提供することになると思われる。
(5) システムの運転方式について	<ul style="list-style-type: none"> ・運転方式について、シミュレーション結果をみるとDSSの方が効率が良いことから、松下電器ではDSSのシステムの開発を基本に開発を進めてきた。これには起動・停止等による負荷がかかるため、耐久性が問題となる。大阪ガスもDSSの方が効率が良いことは理解しているが、2005年までに開発を間に合わせることは難しいという予測から、2005年の発売時点では連続運転方式のシステムを導入することが妥当と考えているようである。 ・商品化時にDSSとするか、連続運転とするかは実用運転試験での効率検証と耐久性の確認をもとに決定するつもりである。
(6) メタン発酵との組合せについて	<ul style="list-style-type: none"> ・現在開発を行っている燃料電池システムは、集合住宅も含めて1世帯につき1台を導入することを想定しているため、出力規模は1kWである。メタン発酵と組み合わせる場合の出力規模等は、どのレベルで最もスケールメリットがあるかによって決まると思われる。
(7) システムのセールスポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・日本は電気料金が高いこともあり、家庭用燃料電池システムの運転方式としてはDSSが最適であると考えているが、運転停止時に燃料処理器へ空気が混入すると、触媒が劣化する。そこで松下電器では、貴金属系主触媒と金属酸化物系の補助触媒からなる、空気に触れても劣化しない触媒を開発した。 ・「運転停止時に水素が蓄積していると危険であるため不活性ガスと置換しなければならない」と法律で定められているため、通常は窒素ポンペを搭載している。しかし、家庭に燃料電池システムを設置する場合には窒素ポンペを置く事は商品として問題が多いと思われるため、他社に先駆けて窒素レスでパージする方式を開発した。 ・触媒の貴金属はプラチナを使用しているため、コストが高い。貴金属以外の代用可能性などに関する研究も続けている。
(8) システムの価格	<ul style="list-style-type: none"> ・ガス会社は燃料電池システムの販売価格を50~60万円と想定しているようであるが、現実にはまだ難しい。50~60万円という金額は、10年以内で償却することを考えた場合に、購入者にとってメリットが生じる価格として設定されているものである。
(9) 燃料電池システムのメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンスについて、最終的には、各家庭においてエアフィルター及び水フィルターを3年に1回交換する程度ですむようにしたいと考えている。 ・耐久性との関連もあり、どの程度のメンテナンスが必要となるかはまだ分からない。 ・メンテナンスの体制整備(対応可能な技術者の育成を含む)については、メーカーとガス会社が協力して対応せねばならないと考えている。

	<ul style="list-style-type: none"> ・設備商品は故障した場合に生活に支障をきたすことが多いため、すぐに対応しなければメーカーへの信頼にかかわる。燃料電池システムの発売当初は、モニターが可能であり、かつ故障時等にもすぐに対応できる地域から導入することになると思われる。 ・2002年1月より、アメリカ・ロングアイランドにおいて、プラグパワー社が燃料電池システムの実証実験を行っている。75台が運転されているが、スタックを交換しなかったのは2台のみである。さらに、他の部品の交換も数多く行われている。現在のところ、このような大規模な実験データを保有しているのは、世界でプラグパワー社のみである。
(10) NEF プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・「定置用燃料電池実証研究」は、平成14年度から3年間の予定で行われている事業である。メーカー6社が参加しており、松下電器も参加している。
(11) その他	<ul style="list-style-type: none"> ・現在のところ、松下電器は家庭用固体高分子型燃料電池システムに焦点を絞って開発を進めているため、りん酸型燃料電池等の出力規模が大きいシステムを開発する予定はない。
2. 燃料電池システムに関する一般的な動向、今後の方向性	
(1) 燃料電池システムの効率	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率30% (HHV) が各メーカーの目標値であり、ほぼクリアされている。業界全体では、商品価値を付与するためには発電効率をさらに2%程度向上させる必要があると考えている。 ・2003年の3~6月にかけて、東京ガス及び大阪ガスがメーカーを絞り込むことになっているため、効率について、各メーカー間での競争が行われると思われる。ただし、効率については目標をクリアしつつあるため、現在は耐久性の方が重要な課題である。
(2) 燃料電池システム開発・販売における残された課題	<ul style="list-style-type: none"> ・普及させるにあたり、法制度上の課題が存在する。電気事業法によって定められている工作物の取り扱い、窒素ガスの装備、及び消防法によって定められている設置の届け出の必要性、建物からの隔離距離について、など5つの法律の変更、もしくは適応除外にする必要がある。
(3) その他	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロガスタービンが小型化すると効率が低下するため、30kWが中心となっており、今後も10kW程度までしか小型化されないと思われる。従って小型のシステムには固体高分子型燃料電池が適している。

トヨタ自動車株式会社 インタビュー結果

1. 自社における燃料電池自動車の開発動向について	
(1) 燃料電池の仕様	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池スタックの出力は90kWであり、乗用車としては出力的に十分なレベルである。バスには90kWのものを2基搭載している。出力的には既存の乗用車と同程度である。 現状、燃料電池スタックの大きさは旅行用のスーツケース程度である。システムはコンパクトなほど車両への搭載に対して自由度が上がるので、燃料電池スタックのコンパクト化は更に進むと考えられる。
(2) 原燃料	<ul style="list-style-type: none"> 現状、燃料電池自動車の原燃料については、高圧水素が主である。当社は、メタノール改質方式およびガソリン(CHF)改質方式についても研究中であり、モーターショー等で発表を行った。 トヨタは、経済産業省資源エネルギー庁の「燃料電池実用化戦略研究会」に委員として参加しており、研究会がまとめた報告書の中の基本的な考え方にトヨタの考え方は準じている。研究会では、「実証段階では、水素を原燃料として想定している。但し、導入後の拡大過程においては、何らかのブレイクスルーが必要と考えている。水素の導入のためには、インフラ整備も必要である。また、最終的には社会全体として水素のエネルギーの利用が定着することにより、自動車においても水素を用いることになる。」と想定している。 経済産業省の実証実験は、水素(高圧が主、一部液体を含む)について実施している。将来的なビジョンをふまえて、水素を対象とするという共通認識がある。 水素貯蔵合金タンク方式は開発したが、水素充填時に水素貯蔵合金を冷却する必要がありインフラ側とのとりあいの関係から、現実的ではない、液体水素も現実的ではない。 高圧水素の貯蔵圧力は25又は35Mpaで公道走行試験のため、ナンバーを取得しているが、既存車と比較すると一充填あたりの走行距離は十分とは言えない。 トヨタは、GMとエクソンモービルとの提携の中で燃料電池用燃料の共同研究も行っている。長期的には水素、中・短期的には燃料電池だけでなく、内燃機関にも使用できる「CHF ; clean hydrocarbon fuel」の研究を行っている。
(3) DME、GTL等の技術	<ul style="list-style-type: none"> DME(Di-methyl ether)は、自動車用途よりも、まずは民生用のLPG代替用途が主であると考えている。研究はしているが、ディーゼル機関に用いるためには技術開発要素が多く実用化には課題が多い。 GTL(Gas to Liquid)いわゆる合成軽油に関しては将来的には自動車燃料として導入しようと考えている。 GTLもCHFも基本的には内燃機関に使われる。硫黄分がないことがメリットである。燃料電池としても、硫黄分がないことは改質におけるメリットとなる。

	<ul style="list-style-type: none"> 改質器は、コンパクトにできるか、起動時間が短くできるか、などの課題がある。これらの課題と、組成的な観点から原燃料にどれを選択できるかを検討する必要がある。全体的な観点からのブレークスルーがないと実用化は難しい。 GTL に関しては、ACE プロジェクト（経済産業省）で実施しデータは公表されている。シェル社の GTL 燃料をディーゼルエンジンで評価し、低エミッションを実証している。GTL 用にディーゼルエンジン開発が進めば、更に付加価値が出てくると考えられる。 GTL については、2005 年または 2006 年くらいに海外（中東各国）にプラントの建設が検討されている。既に F/S は終了しており、商業化が間近と聞いている。既存の軽油に混入させたり、pure で用いる等様々な利用方法があるが軽油とのコスト差が問題になると考えている。
(4) 燃料電池自動車の効率	<ul style="list-style-type: none"> FC 車の燃料の製造効率と車両単体の効率を合わせた総合効率の目標としては、ガソリン車の総合効率の 3 倍である。
(5) 燃料電池自動車の耐久性	<ul style="list-style-type: none"> 耐久性は課題となっている。既存車並みの耐久性が必要と考えている。 現在のガソリン車は、100 年前にでき、これまでに改善されてきた歴史がある。一方、燃料電池は技術的には 100 年前にできたが、実車に搭載されたのはここ 1、2 年のことである。 実証試験を通じて実用化における問題点を抽出する必要がある。
(6) 燃料電池自動車のメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスは、今後の課題であり、お答えできない。 どのようなメンテナンスピッチがよいかは、今後の検討課題である。将来的には、現状の車と同程度のメンテナンスにすることが必要と考える。
(7) 開発・販売スケジュール、ハイブリッド自動車とのすみわけなど	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で、開発・販売スケジュール、今後のすみわけはお答えできない。 近未来は、あくまでも既存の内燃機関車が主流であると考えている。 当社の燃料電池自動車には、ハイブリッド車の技術が導入されている。 2010 年で燃料電池車が 5 万台に到達するかはわからないが、高いハードルであくまでも目標であると考えている。技術のブレークスルーがどの程度そのスピードに追いつけるかが課題となる。 国家としてのエネルギーに対するビジョンが焦点となる。それはメーカー側が関与できる問題ではない。国家がいつごろまでに水素社会に移行したいかにより、社会は動くだろう。 人口が集中している都市部において、燃料電池車の長所である低エミッションや低騒音が活かされるだろう。
(8) 開発・販売における課題	<ul style="list-style-type: none"> 2004 年まで政府内で関係省庁連絡会議が行われ規制の見直しスケジュールが検討されている。 そのスケジュールでは 2005 年までに民間主導でデータを取得し緩和するように言われている。自動車に直接関係する法規については、自動車業界ベースで動きをすることになる。しかし、自動車に関与しないインフラ部分については、どこが対応するのか、シナリオどおりに進むかどうかわからない。

	<ul style="list-style-type: none"> ・課題は多い。プライオリティーをつけて進める必要がある。 ・改質システムのコンパクト化もあるが、燃料電池そのものとしても課題が多い。コストやシステムの信頼性に課題があり、既存のガソリン車やディーゼル車に匹敵する商品性はまだ出せない。
(9) インフラ整備	<ul style="list-style-type: none"> ・インフラ整備は重要なポイントとなる。例えばバス等に天然ガス車両を導入した時のように、営業所等の拠点をもち、移動範囲や走行距離が限定される場合は、営業所毎にインフラを整備すればよく、比較的容易に導入が可能である。また、営業所で原燃料を供給できるため、改質も必ずしも必要とはならない。 ・加えて、バスは一般市民が利用する公共交通機関であるため、認知度の向上にも有効である。 ・燃料電池の技術が確立して初めて、インフラ整備の方向性を決定するための議論が可能となる。 ・インフラ整備の方向性の一つとして、ガソリンエンジンなど内燃機関の自動車にも使える CHF (Clean Hydrocarbon Fuel) がある。
2 . 業界全般の動向、他業界との連携について	
(1) 家庭用固体高分子形燃料電池との連携	<ul style="list-style-type: none"> ・固体高分子形燃料電池の出力としては、100～数 kW 程度であり、発電機としての適用範囲は広いと思う。 ・基礎となる技術は同じであるが、自動車用と家庭用は使用される環境の違いにより要求性能が異なり、開発の目指す方向性が異なると考える。自動車の場合は、頻繁な起動停止があり、負荷変動が大きく、また、振動や熱に耐えうるものでなければならない。対して家庭用は出力も小さく、負荷変動も大きくないが、耐久性が必要。家庭用の燃料電池で優れたものが開発されれば使用するかもしれないが、要求性能が異なるため難しいであろう。
(2) 自動車業界全般の一般的な動向、今後の方向性について	<ul style="list-style-type: none"> ・方向性としてはほとんど違いがないと認識している。しかし、当社は検討範囲が他社よりもやや広いと考えている。例えば、燃料電池本体やモーター、ハイブリッド制御等についても社内で開発検討を行っている。 ・CHFいわゆるクリーンガソリンの改質技術は各社とも検討していると認識している。まだ、企業内で個別に技術開発している状況である。いずれは各社の性状を比較し整合する取り組みが必要である。

横浜市下水道局 インタビュー結果

1. 北部汚泥処理センターについて	
(1) 横浜市の下水処理と北部汚泥処理センターについて	<ul style="list-style-type: none"> 横浜市には、9の下水処理区があり、11の下水処理場が稼働している。 以前は各処理場で下水と汚泥の処理を行っていたが、現在は、汚泥については送泥管により汚泥処理センターに集約し、集中処理を行っている。北部と南部の2つの汚泥処理センターがあり、北部は5つ、南部は6つの下処理場から汚泥が送泥されている。 北部汚泥処理センターでは、送泥された2%程度の汚泥を5%程度に濃縮した後、嫌気性消化タンクにおいて有機物を分解している。発生する消化ガス(約1,600万Nm³)のうち、2%程度が燃料電池に投入される。なお、消化ガスの60~70%は消化ガス発電設備に、他は汚泥焼却炉(一部)の補助燃料として利用されている。 消化ガスは、低圧ホルダーに集めた後、ガスコンプレッサーにより中圧化して使用している。このことにより、消化ガス中の水分が除去され、ガス質が向上する。 汚泥処理センターはごみ焼却工場と隣接しており、工場から電力を購入し水とガス(ガスは南部のみ)を売却している。このような資源の相互利用は北部では平成7年から、南部では平成13年から行っている。
(2) 燃料電池システムの開発について	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池は、従来の消化ガス発電設備(レシプロガスエンジン)が耐用年数に達した際の代替候補の1つとして検討されたものである。製造メーカーとの共同実験を平成6年~9年にかけて行った。 平成8年2月に実証プラントを設置した。前処理装置と燃料電池の消化ガス対応が主な開発事項であった。 平成10年から実用機の製造を開始し、平成11年11月に実用機が完成して運転を開始した。実用機は実証プラントよりもコンパクトであり、プロセス機器が改善されている。
2. 導入している燃料電池システムについて	
(1) 燃料電池の仕様	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池は、(株)東芝製のPC25_{TM}C(200kW)1基である。その他の設備としては、脱硫等を行う燃料ガス前処理装置1式、窒素ガス供給装置1式、熱放出用のクーリングタワー(65dBA)1式である。 燃料電池の基本性能は市販品と同等であるが、原燃料のメタン濃度が低い(約65%)ため、ガス流量を増加するので、配管等を改造している。また、沿岸部に設置しているため、塩害フィルタを設置している。
(2) 原燃料	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池では低圧した消化ガスを用いている。 消化ガスは、都市ガスと比較してカロリーが低いため、ガス取込管を大きくすることでガス流量を増やして対応している。(消化ガス:約5,500kcal、都市ガス:約11,000kcal) 平成6年~9年に行った実験の際に消化ガス成分の変動を調査し、それを踏まえて実用機を製作している。このような調査なしでは、実用化は難しいだろう。

	<ul style="list-style-type: none"> ・原燃料である消化ガスの成分は常時測定しており、成分の値が規格外となる場合には、燃料電池の稼働を停止することとしており、都市ガス等の他の原燃料は補填しない。これは、燃料電池は本施設において主要な電力源ではなく、ガスエンジンの電力で補うことが可能であり、また、都市ガス等を用いた場合にはかえって費用がかかるためである。ただし、実際にこのような理由で稼働を停止したことはほとんどなく、稼働率は約 98%である。 ・消化ガスはガスエンジン発電の燃料と焼却炉の補助燃料として有効利用しているが、さらなる有効利用として、燃料電池の原燃料として用いている。 ・前処理プロセスの脱硫に使用している活性炭は、定期的（約 1 年毎）に交換している。
(3) 燃料電池システムの利用形態	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池で発電した電気は、ガス発電機設備の補機（400V）母線に常時接続し、所内動力として使用している。また、センターでは熱は比較的豊富であり、燃料電池から得られる熱の温度に見合う利用用途もなかったことから、燃料電池の熱は現在利用していない。 ・今後の燃料電池による電気・熱利用については、現状維持とする。また、汚泥処理センター全体で、最適なエネルギー利用形態を検討している。 ・嫌気性消化タンクの加温は、現在はガス発電機設備の排熱を利用しているが、それが難しい状況となった場合には、燃料電池の熱を利用することも考えられる。なお、嫌気性消化タンク内の温度は 36 である。
(4) 燃料電池システムの規模設計の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・北部汚泥処理センターにおいては、燃料電池以外にレシプロガスエンジンによる発電（4,780kW）を行っている。燃料電池の容量決定においては、従来の発電で使用しきれない消化ガスの余剰分を基準にして、単機容量及び台数を決定した。この際の単機容量は、経済性を考慮し、汎用となっている 200kW 機を基準にした。
(5) 燃料電池システムの立地条件の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・パッケージ形を考慮し、電気室まではやや離れているが、燃料を供給しやすい場所を選定し、屋外設置した。また、基礎は経費も考慮し、杭を打たず、独立系とした。本来、燃料電池は屋外設置を想定した機器であるため、あえて建屋も建設しなかった。
(6) 燃料電池システムの設置性	<ul style="list-style-type: none"> ・占有スペースは 13m×8.5m（補機スペースを含む）である。 ・燃料電池本体と前処理装置等を設置する位置は、土地の形状に応じて組替えることが容易である。
(7) 燃料電池システムの効率	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池に投入される消化ガス量は年間約 57 万 Nm³ であり、年間の発電量は約 137 万 kWh である。 ・燃料電池システムの発電効率は約 38%LHV、熱効率は約 43% LHV である（実験値）。なお、カタログ値（都市ガスを使用）では、発電効率は 40% LHV、熱効率は 40% LHV である。熱も利用した場合には総合効率が 80% LHV を超える。 ・消化ガス発電と燃料電池により得られる電力は所内の動力として用いられ、所内の消費電力の約 76% となっている。（燃料電池による年間の発電量は約 137 万 kWh、消化ガス発電設備による年間の発電量は約 2,419 万 kWh である。）

<p>(8) 燃料電池システムの耐久性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池本体の寿命は、4 万時間と言われている。現時点でこの程度の稼働時間を経ている燃料電池はあまり存在しないため、実際のところは不明である。寿命となった場合、突然全く動かなくなるのではなく、発電能力が低下すると言われている。 ・横浜市の燃料電池システムは、現在、稼働後約 2 万時間を経過した程度であり、今後、劣化の傾向を調査していく段階である。 ・システム本体の寿命については、横浜市では 15 年を設定している。そのため、途中で燃料電池のスタック部分を交換することとなる。
<p>(9) 燃料電池システムのメンテナンス</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・製造メーカーが推奨している遠方監視による集中監視(24 時間) 軽微な補修及び部品交換を委託している。監視だけでなく遠方制御も可能であるが、横浜市では遠方制御は導入していない。したがって、何か故障時等の対応が必要な場合には、メーカーからの電話を受けて現場の職員が対応することになる。 ・ガス発電設備と比較すると、稼働率は高く、騒音、振動、排ガス(窒素酸化物等)において優れている。
<p>(10) 燃料電池システムのメリット</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガスによる発電量全体の中では、燃料電池の出力は 200kW と小さい(レシプロガスエンジン 4,780kW) ことから、電力供給源としてのメリットはそれほど大きくはない。メリットを挙げるとすれば、下水汚泥から発生する消化ガスを有効に活用できること、発電効率の高さ、及び環境啓発に少なからず影響を与えた点である。
<p>(11) 期待された効果と実際の稼働状況の評価</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・期待以上の点としては、年間稼働率が 90% 以上であった点である。設計時の設定は 90% であった。 ・期待どおりの点は、発電効率が高いことである。 ・期待以下の点としては、電池本体の交換費用が高いと予測されること、維持管理に必要な委託料(常時監視によるデータ収集と故障解析が必要)の支出が発生することである。
<p>(12) 燃料電池システム利用における課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・施設規模に見合う大容量、かつコンパクトな燃料電池システムの開発。1,000kW 程度の容量の燃料電池が開発・市販されればよいが、費用がかかる。200kW は汎用機であるため、費用は安く押さえられる。 ・燃料電池システムの普及による価格の低下。燃料電池システムは建設費が高い。逆に、汎用的になればコストダウンにつながり、その場合には普及もかなり期待できる。 ・りん酸形燃料電池の長寿命化。燃料電池(セル)の寿命がまだ明らかになっていない。(交換費用が高い可能性がある。)
<p>(13) 今後の燃料電池システム導入の見込み</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・現在、新たな燃料電池システムの導入は見送っている。