エネ政策の一翼担う

日刊工業新聞社が主宰している「グリーンフォーラム21」（茅陽一座長＝地球環境産業技術研究機構理事長）は９月21日、2016年度の第２回事例研究会を開いた。〝燃料電池が創る新市場〟をテーマに、家庭用から業務・産業用までの展望について議論した。

グリーンフォーラム21
第２回事例研究会

水素社会の実現に向けた取り組みの加速
―ロードマップ改訂について

経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課長
水素・燃料電池戦略室長
山澄　克 氏

目標明確化

経済産業省は3月に「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を改訂した。フェーズ1の「水素利用の飛躍的拡大」では定置用燃料電池、燃料電池自動車（FCV）、水素ステーション（水素ST）のそれぞれの目標を明示し、フェーズ2の「水素発電の本格導入等」には未利用エネルギー由来水素のサプライチェーン構築や水素発電実証を、フェーズ3の「CO_2フリー水素供給システムの確立」には再生可能エネルギー由来水素の活用を盛り込んだ。

まずフェーズ1の定置用燃料電池には、家庭用の「エネファーム」と業務・産業用がある。エネファームは固体高分子形燃料電池（PEFC）と固体酸化物形燃料電池（SOFC）の2タイプで、2016年7月末時点（交付申請ベース）で17万3000台だが、20年に140万台を普及させる。設置工事費を含めたエンドユーザー負担額を、PEFCは19年までに現在の約115万円から80万円に、SOFCは21年までに約137万円から100万円に引き下げ、7―8年で投資回収できるようにする。現在は都市ガス使用地域の新築の一戸建て住宅が中心だが、小型化などによって集合住宅への設置を推し進める。これらにより20年ごろの自立化を目指している。業務・産業用は開発中で、17年度中に市場投入される。イニシャルコスト高が課題のため、何らかの助成が必要だと考えている。

規制緩和も

FCVと水素STは一人三脚の関係にある。FCVの普及台数は足元で1000台程度だが、20年に4万台にする。水素STは16年度に約90カ所が整備されるが、20年度に160カ所にする。だが、これでは水素STの自立化は難しい。自立化のためには1カ所当たり約900台が利用することが求められる。20年代後半の自立化を目指し、30年にFCV80万台を掲げている。

このためには水素STの整備費や運営費を抑える必要もある。現在、整備費は約4億円、運営費は年間約4000万円超と見られる。25年ごろまでに整備費、運営費を欧米と遜色のないレベルに引き下げる。技術開発と合わせて、海外規格材料の使用や障壁基準見直し、セルフ充填を可能にするといった規制緩和を講じることも必要となる。

再生エネで

FCVの普及は自動車政策にとって重要なテーマだが、仮に100万台になったとしても1次エネルギーに占める割合はわずか。水素発電の実用化により、この割合が増し、エネルギー政策の一翼を担うようになる。これがフェーズ2となる。

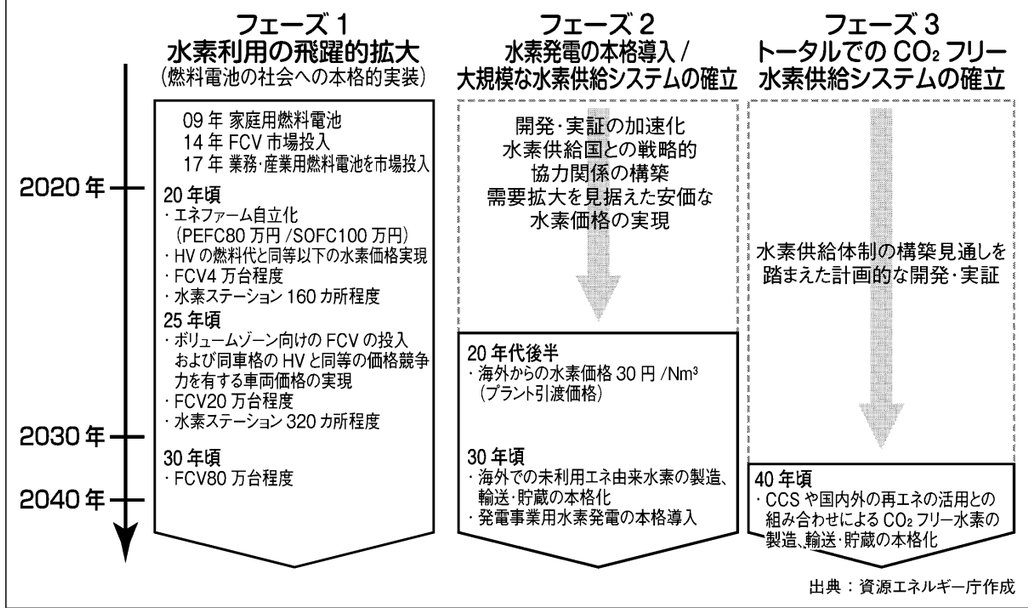
現在、水素サプライチェーンの構築に向け、豪州の褐炭から製造した水素を液体水素にして輸送する方法と、海外の副生水素を有機ハイドライドで輸送する方法を検討している。一長一短あるが、どちらも有望だ。各国との関係構築も含めて支援している。

水素発電では水素コージェネレーション（熱電併給）を活用した天然ガス・水素混焼実証、既存液化天然ガス（LNG）火力発電での水素混焼のための燃焼器の開発に取り組んでいる。20年代後半をめどに水素発電を実用化したい。

そしてフェーズ3は再生可能エネルギー由来水素を貯蔵・利用する「Power to Gas」を確立することだ。再生可能エネルギーの大量導入、出力変動問題の解決につながる。例えば福島新エネ社会構想では、福島県の再生可能エネルギー由来水素を輸送し、20年の東京五輪・パラリンピックで活用するといったことが検討されている。

水素発電も視野に

水素社会実現に向けた対応の方向性［水素・燃料電池戦略ロードマップ 2016 年 3 月改訂］



出典：資源エネルギー庁作成

エネファーム「typeS」2016年度機の開発
発電効率52％達成

大阪ガス リビング事業部
商品技術開発部ＳＯＦＣ
開発チームリーダー
安原　健一郎 氏

すそ野広げる

エネファーム「typeS」の新型機は、世界最高となる発電効率52％（700ワット定格発電時）を達成した。排熱利用給湯暖房ユニットをなくし、世界最小の機器本体サイズも実現した。

エネファームは省エネルギー推進や二酸化炭素（CO_2）削減策の一つに位置づけられている。世界に先駆け、2009年に業界各社が相次いで発売し、大阪ガスも固体高分子形燃料電池（PEFC）を投入した。同年、京セラ、トヨタ自動車、アイシン精機との4社共同で、固体酸化物形燃料電池（SOFC）の開発にも着手。発電部の構成部材からシステムまでの各レベルで耐久性の検証を重ね、12年にtypeSの製品化にこぎ着けた。

以後もニーズに応じて進化させてきた。従来のエネファームは価格が高く、広い設置スペースを必要とするため、比較的に大きな一戸建て住宅を中心に普及していた。新型機でマンションなどの集合住宅や既設一戸建て住宅にすそ野を広げたい。

コストダウン

SOFCは燃料改質器で都市ガスから水素を生成し、セラミックスのセルを積層したセルスタックで水素と空気中の酸素を反応させて発電する。運転温度は700度―800度Cと高温で、温度を保つために断熱材を配置し、燃料改質器とセルスタックを内蔵した容器をホットモジュールと呼ぶ。

新型機では発電効率を高めるため、セルの電圧の向上と燃料利用率の向上に取り組んだ。コストダウンのためセルの枚数を従来機の約3分の2に減らしつつ、セルの電解質を薄くして内部抵抗を低減し、性能を向上した。1枚のセルにかかる負担が増し、セル間を接続する金属製の集電材が劣化するという耐久性の課題が生じたが、共同開発の電着コーティング技術で解決した。一方、燃料利用率はホットモジュールの断熱強化や空気流れの改善により、少ない燃料で発電性能を維持できるようにした。これらにより、発電効率を大幅に向上した。

また発電効率の向上により、貯湯タンクを小型化した。従来機は専用の排熱利用給湯暖房ユニットに内蔵していたが、新型機は発電ユニットに内蔵して汎用の給湯暖房機と組み合わせられるようにした。設置スペースが約3割減ったことに加え、発電ユニット単体を既設の給湯暖房機に後づけできるため、幅広いユーザー層の採用を期待している。価格は定価ベースで従来機よりも約25万円減となる低価格化を実現した。

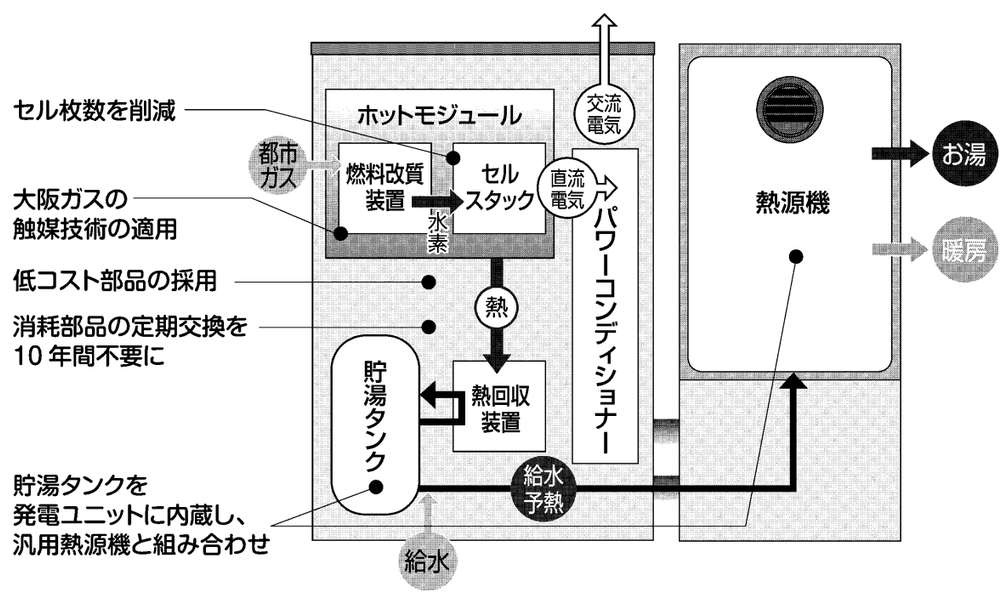
電力買い取り

新型機の投入を機に日本初の「エネファーム余剰電力買い取り」を始めた。これまでは家庭の使用電力に合わせて運転していたが、これからは使用電力にかかわらず、24時間定格一定発電によって性能を最大限に引き出せる。省エネ、CO_2削減の効果が大きくなり、光熱費の削減にもつながる。

またIoT（モノのインターネット）化を進めた。無線LAN対応リモコンを通じて当社が発電状況を見守り、故障時に迅速に対応できるようにした。ユーザーはスマートフォンで使用状況をチェックしたり、風呂のお湯張りや床暖房を遠隔操作したりできる。

エネファームは15年12月に累計販売15万台を突破し、大阪ガスも16年5月に同5万台を達成した。ただ国が掲げる「20年に140万台」の目標は高い。「7―8年間で投資回収できる価格」を早期に実現するため、コストダウン、高効率、小型化のための技術開発をさらに推し進める。

新型機のコストダウン



平成29年度
環境賞

主催：国立環境研究所／日刊工業新聞社
後援：環境省
http://biz.nikkan.co.jp/sanken/kankyo/

環境を守り、未来につなぐ

「環境賞」は公害問題の解決が叫ばれていた昭和49年に創設されました。この間、環境保全や環境の質の向上に貢献すべく、時代の要請に応える優れた取り組みを表彰してまいりました。そして今、温暖化、資源の枯渇、生物種の絶滅など地球環境問題は深刻さを増し、身近な生活環境も悪化を続けています。こうしたなか、環境を守り、未来につなげる調査、研究、技術・製品開発、活動を募集し、画期的な成果をあげた個人、法人、団体・グループ等に環境大臣賞等を授与することにより、広く環境意識の啓発を図ることを目的に実施いたします。

◆募集期間　平成28年11月１日㈫～平成29年１月６日㈮

◆対　　象　環境に関する調査、研究、技術・製品開発、活動等で画期的な成果をあげ、または成果が期待されるもので、本賞の目的にふさわしいものとする。
- 低炭素社会の構築に関するもの
- 生物多様性をはじめとする自然環境の保全に関するもの
- 循環型社会の形成に関するもの
- 大気環境、水環境、土壌環境等の保全に関するもの
- 化学物質の環境リスクの評価・管理に関するもの
- その他、環境保全や環境の質の向上に関するもの

◆応募資格　環境保全や環境の質の向上への貢献が認められる成果、または貢献が期待される成果をあげた個人、法人、団体・グループ等

「環境賞」事務局　日刊工業新聞社　日刊工業産業研究所　〒103-8548　東京都中央区日本橋小網町14-1　TEL：03（5644）7117　FAX：03（5644）7294　E-mail：sanken@media.nikkan.co.jp

GREEN FORUM 21

燃料電池が創る新市場

大型燃料電池の開発と展望

三菱日立パワーシステムズ
燃料電池事業室長
北川 雄一郎 氏

小型で高効率

三菱日立パワーシステムズは固体酸化物形燃料電池（SOFC）とマイクロガスタービンを組み合わせた産業・業務用の加圧型複合発電システムを開発している。2017年度に出力250キロワット級、発電効率55％（低位発熱量ベース）の機種を分散電源市場に投入する予定だ。

250キロワット級は円筒横縞タイプのセルスタック数百本を一つのカートリッジとし、八つのカートリッジを圧力容器に収容した燃料電池、マイクロガスタービン、補機ユニットで構成している。セルスタックで都市ガスを改質して水素や一酸化炭素とし、空気中の酸素と反応させて発電する。また排ガスでマイクロガスタービンを回して発電する。

さらに燃料電池の発電時の熱を回収し、燃料改質の熱源として利用する。これは内部改質と呼ばれる方式。改質のための熱源が必要な外部改質よりも高効率で、改質器も不要なため小型化と低コスト化を図れる。

燃料は都市ガスのほか、メタンが主成分となるバイオガスなども使える。またセルスタックは6式、10式、15式と進化している。カートリッジの容積出力密度を高めるため、細径化、長尺化してきた。電極や電解質界面の改良などにより、電気抵抗も低減した。

先進デザイン

九州大学の伊都キャンパスで実証実験しており、すでに累積発電9500時間以上になった。屋外に設置しているため、雨水侵入防止のほか、給排気システムの適正化、補機ユニット内の換気による電気・計装品の環境維持、可燃性ガスの滞留防止や漏えい検知などの対策を講じている。

また環境技術への関心を高めるため、既存の発電設備にはなかった先進的なデザインにこだわっており、15年度の「グッドデザイン賞」を受賞した。

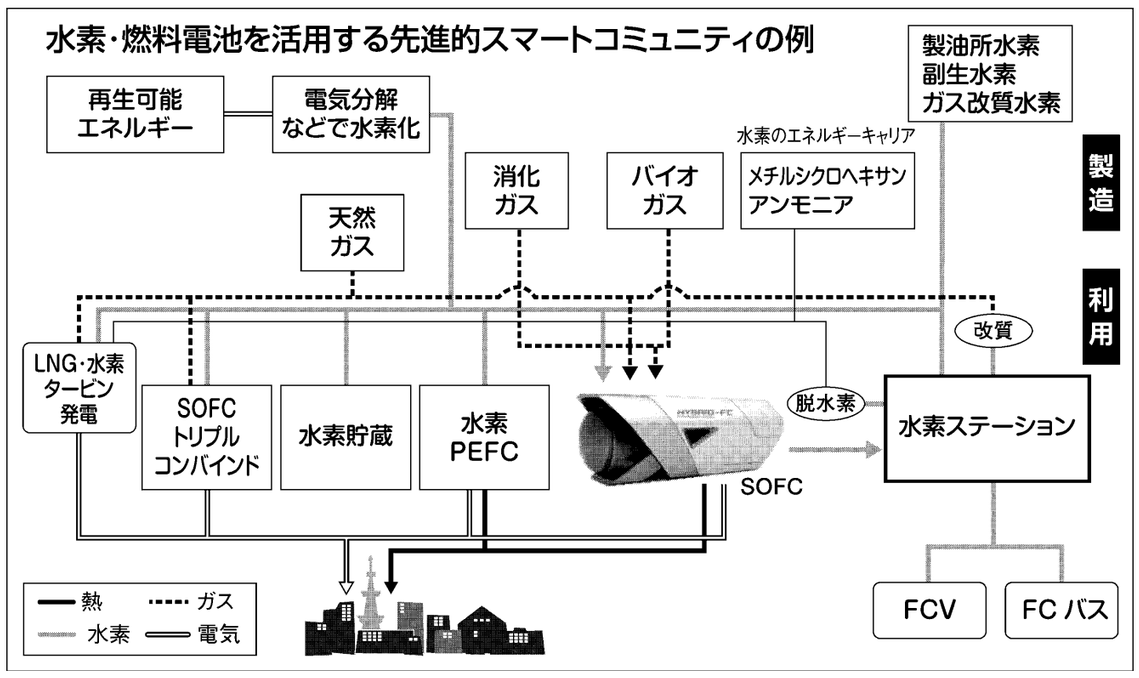
16年度は東京ガスの千住ステーション、トヨタ自動車と日本特殊陶業の生産拠点、大成建設の施設に設置して運用効率や運転性、耐久性などを実証し、17年度に市場に投入する。また、これと並行して発電効率57％の1000キロワット級を開発しており、早ければ18年度にも市場に投入する計画だ。

トリプル発電

250キロワット級の活用例の一つとして水素ステーションを想定している。昼間は電気と熱を供給し、夜間は水素を供給するといった運用が可能になる。また下水処理場の消化ガスや食品工場由来のバイオガスでメタンを精製することにより、再生可能エネルギー由来の二酸化炭素（CO_2）フリーの電気、熱、水素をつくれる。導入後に燃料を切り替えることも可能だ。

こうした分散電源の需要を掘り起こすとともに、将来的には火力発電と燃料電池を組み合わせたトリプルコンバインドサイクル方式も視野に入れて事業展開する。ガスタービン複合発電（GTCC）と組み合わせたガスタービン燃料電池複合発電（GTFC）と、石炭ガス化複合発電（IGCC）と組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）で、いずれも発電効率が上がり、CO_2削減量も増える。

要素技術や量産化技術などで解決すべき課題はまだ多いが、経済産業省の「次世代火力発電に係わる技術ロードマップ」に即して25年をめどに技術を確立したい。



250kW級 来年度投入

意見交換

茅座長　民生部門のエネルギー消費や二酸化炭素（CO_2）削減を考えると、非炭素電力で全電化することが解の一つ。水素も非炭素電力で水分解してつくったらいい。民生の将来の方向は電気なのか、ガスなのか、政策としてどちらに力を入れるのか。

山澄氏　将来の電源構成がどうなるかという不確定な要素に左右される面もあり、どちらかに軍配を上げるということはない。2020年代におけるエネファームの導入量も見極めつつ、より低価格化して経済性を向上し、一人前の技術体系として生き残ることが求められる。

中上英俊学界委員（住環境計画研究所会長）エネファームへの投資を7―8年間で回収するのは厳しそうだ。

安原氏　投資回収期間を短縮するには、技術開発と量産効果による機器本体の低価格化がポイントだが、施工費用の低減も必要。例えば家庭の電気は200ボルトで、エネファームも200ボルトで接続する。コンセントに接続して使えるようにしたら施工の手間が減り、販路も家電量販店やインターネット販売へと広がる可能性がある。販売台数が伸びれば、量産によるコストダウンも見込める。

加藤三郎学界委員（環境文明21共同代表）「パリ協定」の発効により、世界がこれまで以上にCO_2削減へと動きだす。燃料電池業界にとってビジネスチャンスになりそうだ。

安原氏　エネファームと太陽光発電を組み合わせることで、ゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）の可能性が広がる。また余剰電力の買い取りは社会全体の省エネやCO_2削減につながる。現在の買い取り基準価格は1キロワット当たり13円。買い取った電力は変動しているため、大阪ガスが有する火力、風力、太陽光などの電源と合わせて同時同量にして販売する。

北川氏　出力250キロワット級をコージェネレーション（熱電併給）で使用した場合は総合効率77―88％となり、系統電気を使用している場合に比べてCO_2排出量52％減と試算している。ガスエンジンコージェネと比較しても1次エネルギー削減量、CO_2削減量とも優れている。特に電気を多く使う分野で優位性が高いため、ここをターゲットにして需要を開拓する。また消化ガスやバイオガスで発電したり、メタンを改質してCO_2フリー水素を生産したりできるため、トリジェネレーション（マルチエネルギーステーション）の構築を提案し、ビジネスチャンスを広げたい。

CO_2削減・省エネ ビジネスチャンス

茅座長　火力発電の低炭素化に向けてトリプルコンバインド方式に寄せられる期待も大きそうだ。

北川氏　3段階で発電するのでトリプル発電と呼んでいる。ガスタービン燃料電池複合発電（GTFC）の場合、第1段の固体酸化形燃料電池（SOFC）は可燃ガスの半分を消費して発電、第2段は残りの半分のガスと空気を混ぜてガスタービンで発電、第3段はガスタービンの排気を熱源として排熱回収ボイラで蒸気をつくって蒸気タービンで発電する。ガスタービン複合発電（GTCC）と比較すると、発電効率が57％程度から63％程度に向上し、CO_2排出量が340グラム／キロワット時から280グラム／キロワット時になると、それぞれ試算されている。GTFCは燃焼温度1700度Cの超高温GTCCの次にくる技術として挑戦している。

産業界委員　日本のエネルギーに占める水素の割合をどう見ているか。

山澄氏　水素はCO_2フリーを実現するツールの一つ。例えば原油価格がとんでもなく上がったり下がったりした時に、何らかのエネルギーで代替できるように柔軟なエネルギー供給構造を構築しなければならない。このためには、水素の需要、供給量ともあまりにも少ないということではだめで、今後拡大していく道筋をつけることが求められる。また再生可能エネルギーを水素にして蓄電することは、パリ協定の観点からも重要であり、大きな可能性を秘めている。

産業界委員　大阪ガスもバイオガスの活用などを検討しているのか。

安原氏　アプリケーションの一形態としてはあると考えている。ただバイオガスを使うには不純物の除去やメタン比率の変動といった課題への対応が必要となる。

茅座長　水素の活用、燃料電池は重要なため、今後も取り上げたい。本日はありがとうございました。

座長
茅 陽一 氏

学界委員
加藤 三郎 氏

学界委員
中上 英俊 氏

環境が企業価値向上のカギ

日刊工業新聞社が主宰する「グリーンフォーラム21」は、産業界として地球環境保全に取り組むことを目的として1991年に創設された研究会です。有識者や行政関係者らの協力を得て、環境情報の収集・調査・研究、新聞やインターネットによる情報発信、環境事業の広報のサポートなどを展開しています。「環境が企業価値向上のカギ」を掲げて活動し、低炭素・循環型の経済社会システムの構築を目指しています。

GREEN FORUM 21

日刊工業新聞社　日刊工業産業研究所
〒103-8548　東京都中央区日本橋小網町14-1　TEL：03-5644-7117　FAX：03-5644-7294

旭化成／NEC／大阪ガス／Jパワー／住友ゴム工業／東芝／トヨタ自動車／日本製紙／パナソニック／ブリヂストン／ホンダ／三井物産〔2016年度会員企業〕