

「スマートエネルギーハウス」の取り組み

大阪ガス株式会社 エンジニアリング部
スマートエネルギーハウス推進室

百瀬 敏成

1. はじめに

低炭素社会実現に向け、温室効果ガス排出の1990年比-25%という厳しい目標を達成するため、エネルギー需要増加の著しい家庭部門における省CO₂対策は重要な課題である（図1）。家庭のエネルギー消費の約半分は給湯・暖房等の低温の熱利用である（図2）。近年、家庭における太陽電池等の自然エネルギーの大量導入が注目されているが、家庭用では電力だけでなく熱も含めたトータルなエネルギーマネジメントが重要である。

大阪ガスでは、高い発電効率を発揮しつつ、発生する熱を給湯・暖房にも利用可能な燃料電池を核とし、

さらに太陽電池と蓄電池を組み合わせることで、一層省エネルギー性を高めた「スマートエネルギーハウス（以下 SEH）」の開発を進めている（図3）。

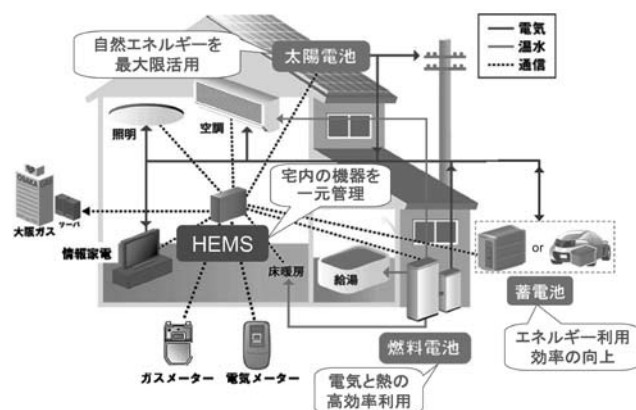


図3 スマートエネルギーハウスの概要図

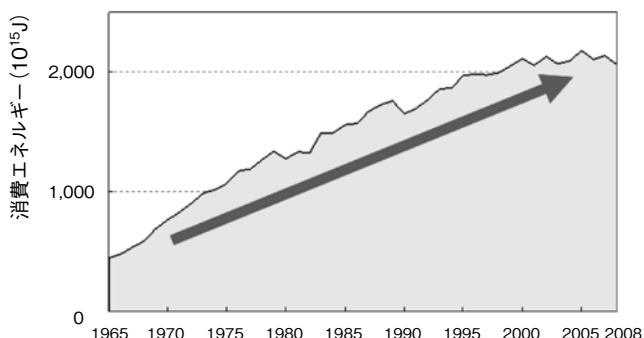


図1 家庭用部門のエネルギー需要の推移（1965-2008）

資料：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」より作成

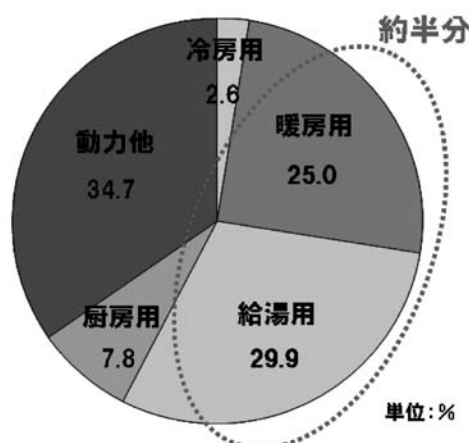


図2 家庭用部門におけるエネルギー消費の内訳

資料：エネルギー・経済統計要覧（日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編）より作成

2. スマートエネルギーハウスのコンセプト

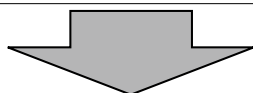
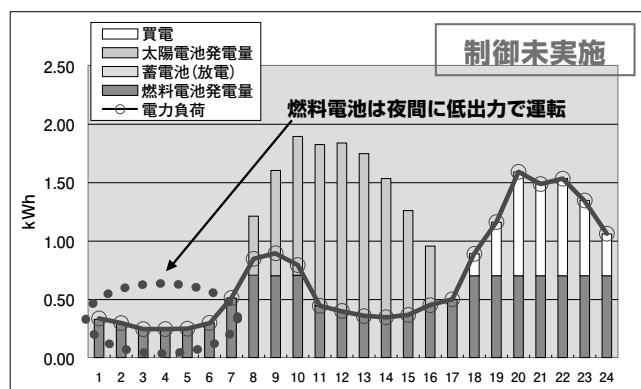
2.1 家庭内エネルギー利用の最適化

今回の SEH 実験では、開発中の固体酸化燃料電池（SOFC）を用いている。SOFC は定格時の発電効率が45%（LHV）と系統火力よりも高いという特徴がある。現状では燃料電池の発電出力は、太陽電池と異なり、電力系統に逆潮流できない。このため燃料電池は家庭内の電力負荷に追従して運転するが、深夜のように電力負荷が極小となる時間帯では、稼働率が低下するため、燃料電池の排熱だけでは1日の熱需要をまかなえない事がある。

そこで、SEH では、住宅に蓄電池を導入することにより、深夜のような燃料電池に余力のある時間帯には蓄電池に充電し、逆に電力需要の大きい夕方から夜間にかけてのピーク時間帯に放電を行う（図4）。

これによって、燃料電池の稼働率の向上による熱供給量の拡大ができるだけでなく、燃料電池の運転条件が定格に近くなることで発電効率の向上を図ることができる。さらに太陽電池の発電出力の大半を住宅内で消費することなく、他の需要家に供給することで、大きなCO₂削減効果を得ることができる。

■燃料電池＋太陽電池



■燃料電池＋太陽電池＋蓄電池

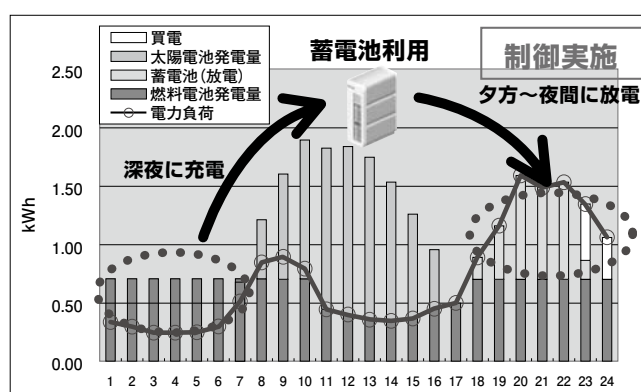


図4 3電池システムの運用方法

2.2 CO₂ 削減量に関する試算

燃料電池・太陽電池・蓄電池の3電池システムを前述のような運用によって得られる年間のCO₂削減量についてシミュレーションを行った。条件を表1に示す。給湯暖房機のみを導入した従来のエネルギーシステムと比較して、SOFCのみの導入により28%、太陽電池を追加すると78%、さらに、蓄電池を加えることによって84%の削減効果が見込むことができる(図5)。

3. 実証実験住宅の建設と取り組み

3電池システムの省エネルギー性の実証のため、「居住実験住宅」「技術評価住宅」を建設し、2010年度より実験に着手した。住宅仕様を表2に示す。

3.1 居住実験住宅

住宅の熱損失係数(Q値)は次世代省エネルギー基準のⅡ～Ⅲ地域に相当する。住宅設備としては、3電池の他、LED照明や最新の省エネ家電機器、節水・節湯設備、断熱保温浴槽等を設置している。また電気

表1 CO₂削減量の試算条件

住宅	150㎡、戸建て住宅、4人家族
燃料電池	SOFC (700W、発電効率:LHV 45% (定格運転時))
太陽電池	定格 4kW
蓄電池	リチウムイオン蓄電池 5kWh 総合充放電効率: 81%
電力負荷	5,390kWh/年 (一般 4,207、冷房 440、暖房 743)
温熱負荷	7,685Mcal/年 (給湯 3,264、暖房 3,322、厨房 1,099)
暖房設備	リビング-温水式床暖房、 その他室-HPエアコン
冷房設備	全室-HPエアコン
原単位 (CO ₂ 排出)	0.69kg-CO ₂ /kWh (電気)、 2.29kg-CO ₂ /m ³ (ガス)

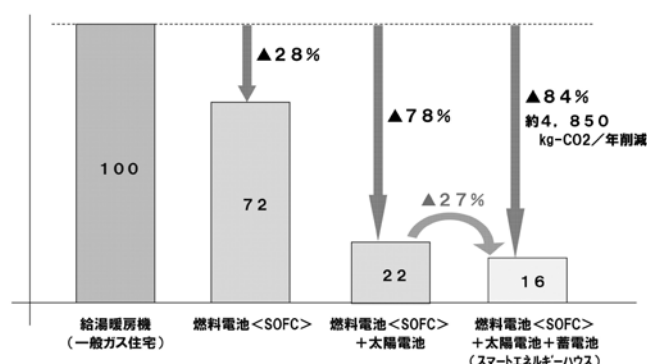


図5 3電池システムの運用方法
(シミュレーションによる予測値)

表2 実証実験住宅の住宅仕様

	居住実験住宅	技術評価住宅
建設地	奈良県北葛城郡王寺町	大阪市此花区西島
延べ床面積	139m ² (4LDK+納戸)	129m ² (4LDK+納戸)
熱損失係数	2.07W/m ² ・K	1.52W/m ² ・K
燃料電池	SOFC (定格出力 700W)	←
太陽電池	5.08kW	5.38kW
蓄電池	リチウムイオン蓄電池 3.5kWh	←

自動車についても日常生活での走行データを測定している。現在、親子3人家族が居住し、2014年3月まで居住する計画である。



図6 居住実験住宅

3.2 技術評価住宅

居住実験住宅より、さらに高い断熱性能とした（表2）。この住宅では将来の住宅のエネルギー負荷を把握するとともに、図7に示す様々な技術開発課題に取り組み、技術開発が完了した技術から、順次居住実験住宅へ導入し、導入効果の実証を行うと共に居住実験住宅で得られた課題の検証・技術改良にも用いる計画である。

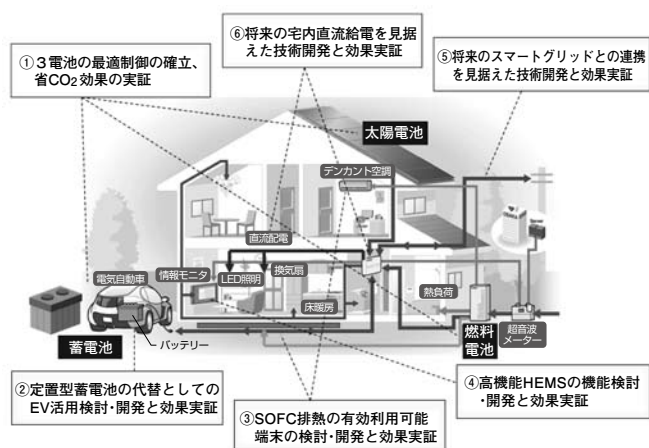


図7 技術評価住宅での取り組み



図8 技術評価住宅

4. HEMS (Home Energy Management System)

SEH 実験住宅では、住宅内のエネルギーの見える化や機器の遠隔操作、3電池の制御を行うHEMSを備えている。居住者が日常生活の中で特に意識せずいつでもエネルギー利用状況を把握できるよう、時計としての機能も持たせている（図9）。

中央の時計表示部には過去1時間の全体エコエネ率^(注1)を表示しており、3電池が有効利用できているかを一目で把握することができる。

（注1：エコエネ率… 使用している電気および給湯エネルギーが、3電池でどれだけまかなえているかを示す指標として定義した。全体エコエネ率は電気のエコエネ率と給湯のエコエネ率を合わせたものとしている。）

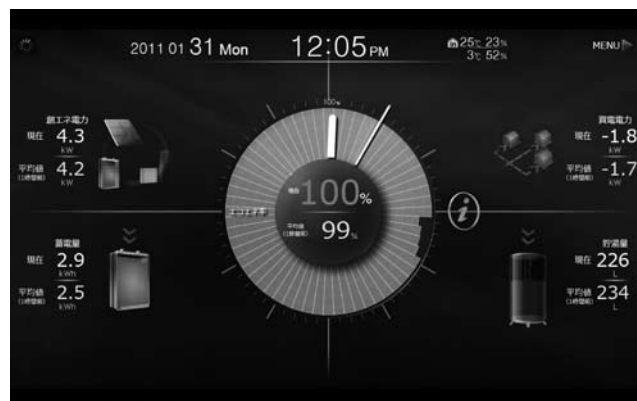


図9 HEMSの日常表示画面

日常表示画面より詳細な状況を把握したい場合には、時計表示部に触れると、全体バランス画面（図10）で3電池の稼働状態の詳細を確認できる。

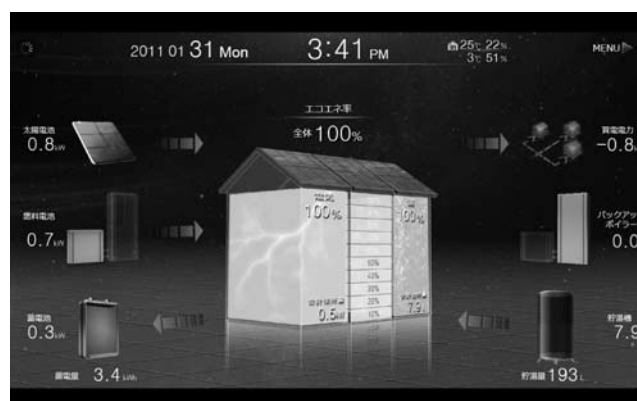


図10 HEMSの全体バランス画面

さらに居住者に省CO₂行動を提案する「省エネアドバイス」機能も備えている（図11）。各シナリオの省CO₂効果は技術評価住宅で、省CO₂行動への誘引効果は居住実験住宅において検証し、さらに改良を重ねていく予定である。

省エネシナリオ一覧			
No.	省エネ行動	効果	快適性
①	熱に余裕があるので空調をエアコンから床暖房に切り替える	-2.1kg/d	★★★
②	湯はりはお湯がたまってから行う	-1.7kg/d	★★
③	食洗器は燃料電池を有効活用するため起動かす	-0.3kg/d	★★
④	気持ち良い風が吹いているので窓を開けて換気を行う	-1.0kg/d	★★★
⑤	外が十分明るいのでカーテンを開けて照明を消す	-0.4kg/d	★
⑥	エアコンの温度を適切に設定して、エコな運転をする	-0.5kg/d	★
⑦	就寝中（深夜）は自動で照明を切る	-0.1kg/d	★★

図11 HEMSの省エネアドバイス画面

5. その他の課題

SEH では上に述べた課題以外に、以下の技術開発に取り組む予定である。

①電気自動車活用検討・開発と効果実証

電気自動車と燃料電池との組み合わせ制御、V2Hを行う上での要素技術となる技術開発を行う。

②宅内直流給電を見据えた技術開発

電化製品の多くは受電した交流を直流に変換して、機器の動作・制御を行っており、交流－直流変換時にエネルギーロスが生じる。そこで、将来の宅内直流を見据え、低圧・高圧直流供給に応じた機器の機能試験や配電性特性を検証する。

③スマートグリッドとの連携を見据えた技術開発

将来のスマートグリッド普及の際に、3 電池システムが地域のエネルギー安定化や省エネルギーに貢献できるシナリオを想定し、制御システムの技術開発と効果の実証に取り組む。

6. 終わりに

この3月に発生した東日本大震災とそれに続く原発事故・計画停電・節電要請等によって、エネルギーを創り、蓄え、有効に使うことの重要性は以前にも増して高まっています。さらに住宅における節電・創エネ、さらに停電時の自立など様々な課題も、注目を浴びるようになりました。大阪ガスは、このような震災に伴う新たな課題も含めて、居住実験住宅および技術評価住宅を用いた実証実験を2013年度末まで行い、2015年には実用レベルまでの技術開発を完了させることにより、スマートエネルギーハウスが早期に市場導入されることを目指します。

最後に東日本大震災で被災された方々に心から哀悼の意を表したいと思います。

(環境 平成4年卒 6年前期、建築17年学位取得)

※※※ 事務局から ※※※

年会費会員のみなさまへ 免除会員のお知らせ

平素は会費納入にご協力いただきありがとうございます。

年会費会員の方は卒業後50年経過しますと会費免除となります(会費規定第6条)。

平成23年度より昭和36年卒業の会員の皆様が、免除会員となりました。

(会誌送付や諸行事への参加等今までと変わりはありません。)

今年から免除になられた皆様、及びすでに免除になっておられる会員の皆様には、長い間の会費納入誠にありがとうございました。

今後も工業会へのご支援・ご協力のほど宜しく願いいたします。

昭和37年卒業の会員様におかれましては、本年度の会費納入をもって免除会員となります。

お忘れなく納入下さいますようお願い申し上げます。