

【第5講】

賢く住む家(スマートハウス)

監修：下田 吉之 大阪大学大学院 教授

丹羽 哲也

大阪ガス(株)エンジニアリング部
スマートエネルギーハウス推進室 室長

2011年3月11日の東日本大震災および原子力発電所の事故により、エネルギーセキュリティに対する関心が高まったこともあり、通信会社、家電メーカー、ハウスメーカー、エネルギー事業者、さらに自動車メーカーなどが競ってあるいは協力して、スマートハウスの開発を進めています。スマートハウスは、今後の省エネルギーの推進、再生可能エネルギーの活用、エネルギーセキュリティの確保などから不可欠なものになっていくと思われれます。今回は、大阪ガス(株)で社員家族による居住実験プロジェクトを推進しているスマートエネルギーハウス推進室・丹羽室長に、スマートハウスの現状、実証試験の状況そしてこれからのスマートハウスの方向性などについて聞きました(CEL編集室)。

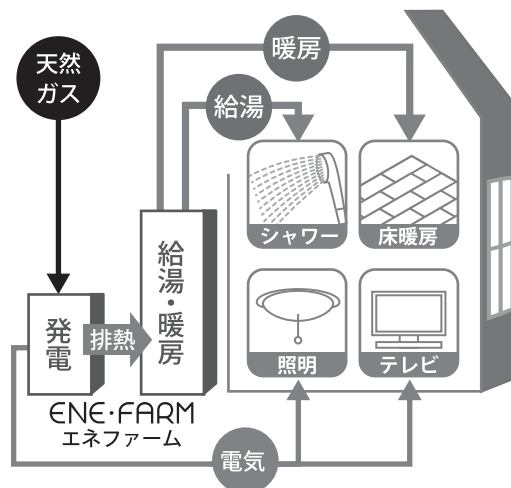
● ● ● ● ●
スマートハウスとは？

● ● ● ● ●
スマートハウス＝賢い住宅とは、「ICT(情報通信技術)を使って家庭内のエネルギー消費が最適に制御された住宅」のことを言います。具体的には、太陽光発電や燃料電池などの「創エネルギー機器」と家電機器や住宅設備を組み合わせてコントロールし、エネルギーを上手に使うことを可能とした省エネ住宅のことです。

「創エネルギー機器」とは、例えば、電気の場合、発電所から送られて来る電気に対して自宅で発電する言わば「マイホーム発電」と言われるもののように、ここでは使用する場所でエネルギーを創る(正確には変換する)機器を指します。「太陽光発電」や「燃料電池」がその代表です。

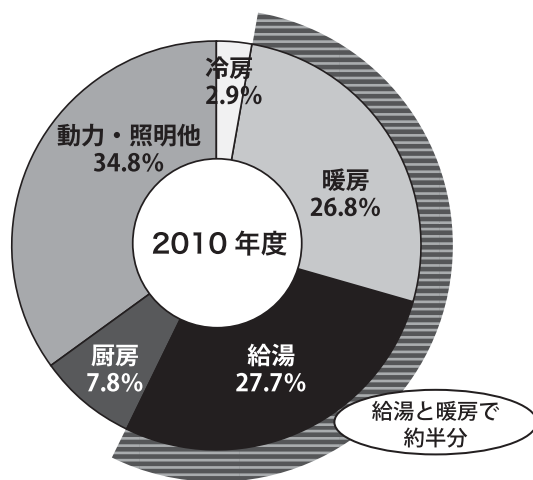
燃料電池は発電するだけでなく、お湯を創ることもできます。都市ガスまたはLPガスに含まれる水素と空気中の酸素を反応させて発電しますが、その時に反応熱も出ます。その熱を使ってお湯を沸かすのです。このように、例えば、ガスのようなひとつの原料から、「電気」と「熱」の2つのものを創り出すシステムをコージェネレーションと言います。コージェネレーションはもともと工場やビルなど規模の大きな業務用途として使われてきました。家庭用のコージェネレーションは約10年前から販売されています。ガスエンジンを使って発電する「エコウィル」が2003年、燃料電池タイプの「エネファーム」が2009年に発売されました。いずれも電気とお湯の両方を創ることができ、発電時の排熱も利用した給湯器の機能も兼ねています(図1)。

家庭用部門は大幅なCO₂排出量の削減と省エネルギーが求められる分野です。省エネルギーと言うと、まず電気に行きがちですが、熱エネルギーの省エネも重要です。一般家庭の平均的なエネルギーの消費量を見ると、給湯と暖房で約半分を占めていることがわかります(図2)。そのため、私たちは日ごろから電気と熱の両方の省エネを意識しておく必要があります。しかし、省エネと言っても日々の生活の中でただ我慢をするだけでは長続きがしません。快適で便利な生活と省エネの両立が重要です。その実現に必要な技術が住まい手の要求に応じて機器の稼働を適切にコント



【図1】家庭用コージェネレーション

ロールするICT技術であり、ICTを搭載したスマートハウスの普及が期待されています。また震災以降、エネルギーセキュリティの問題がクローズアップされ、スマートハウスに対する期待に変化が起きました。すなわち本来の目的に加え、電力供給不足への対応、非常時にも安心して生活できる設備などです。これまで、需要側(家庭)が消費する電力は供給側(発電所)がそれに合わせて発電し、供給するというものでした。しかし、現在は需要側にも供給側の状況に応じて電力使用量を抑制したり、時間をずらしたりする使い方が求められつつありま



【図2】家庭部門におけるエネルギー消費の用途別内訳 (出所) 経済産業省「エネルギー白書2012」より作成

このことや非常時の対応の観点からも太陽光発電・燃料電池などの「創エネ機器」に加え、蓄電池などのエネルギーを貯めておく機器「蓄エネルギー機器」が注目をあびています。

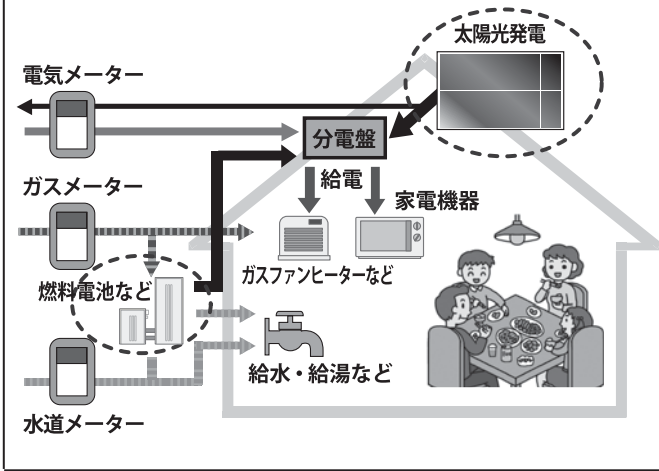
スマートハウスを構成する エネルギーシステム

創エネ機器や蓄エネ機器が採用されるようになって、家庭のエネルギーシステムは複雑になってきました。

従来のエネルギーシステムは、発電所で発電された電気が分電盤を通して家庭内に供給されて家電機器や照明器具などの電気機器につながっており、給湯器やファンヒーターなどの機器にはガスや電気がそれぞれに供給されていました。省エネルギーの実現とはすなわち、供給側の立場で言うところ「それぞれの機器効率を向上させる」とでした(図3)。

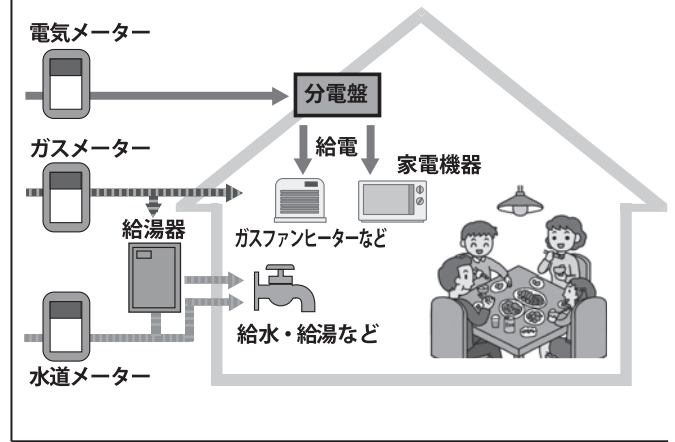
太陽光発電や燃料電池などの創エネ機器が普及すると、分電盤には発電所の電気と創エネ機器の電気が混ざって流れるようになります。これらの機器をうまく組み合わせることで使うことにより省エネを図ることがで

再生可能エネルギー・分散電源の有効活用により
省エネルギー・低炭素を実現



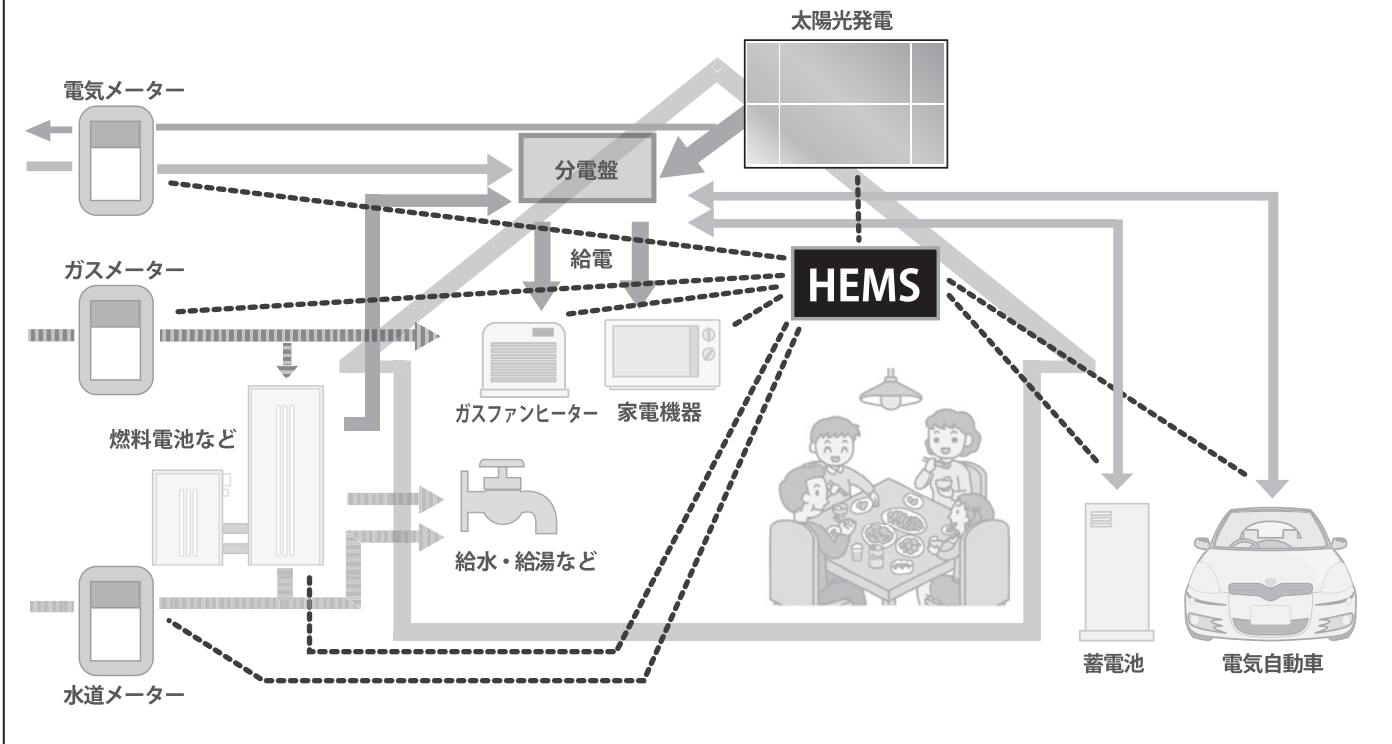
【図4】創エネ機器が導入されたエネルギーシステム

個々の機器・設備が独立
それぞれが高効率・快適性・利便性を追求



【図3】従来のエネルギーシステム

各機器の組み合わせ、相互作用、最適制御により
セキュリティ・利便性・さらなる省エネ・低炭素を実現



【図5】スマートハウスのエネルギーシステム

きます(図4)。

さらに、蓄電池(定置型)や蓄電池を搭載した電気自動車(EV)やプラグインハイブリッド車(PHV)なども家庭のエネルギーシステムを構成するようになります。最近では、電気自動車は単に充電するだけでなく、定置型の蓄電池と同じように家に電気を供給するV2H(Vehicle to Home)も提案されています。

これらの複雑なエネルギーシステムを賢く使えるようマネジメントする中枢に位置するものが、第3講でも紹介されたHEMS(Home Energy Management System)です(図5)。HEMSは大きく3つの機能に分けられます。

機能1…エネルギー使用状況の見える化、アドバイス

機能2…機器の遠隔操作

機能3…機器間の相互最適制御

HEMSは、機器リモコン発展形、タブレット、スマートフォンなど様々なハードウェアを母体に、各企業が商品化していますが、現在のところは機能1が中心で、機能2以降を搭載したものはわずか、機能3は実質上まだ開発段階です。

創エネ機器とスマートハウス

スマートハウスを構成する重要な要素が創エネ機器です。ガスエンジン式の「エコウィル」や燃料電池「エネファーム」は、都市ガスまたはLPガスを使って電気と熱の両方を供給します。発電量は家の電気使用量や熱の使用量などから最も省エネになるよう制御されます。太陽光発電は、自然エネルギーを使って発電ができます。発電量は制御できませんが、必要分を自家消費し、余った分は系統(電力会社)に売ることができます。

「エコウィル」や燃料電池「エネファーム」と太陽光発電を併設すると、相互の運転に特別な制御を加えることなく、さらに省エネ性をアップするとともに、電力需要ピークの緩和に貢献することができます。つまり、この段階ですでにある程度スマートハウスに期待される要件は果たしていると言えます。

スマートハウス開発事例

大阪ガスではこれからのスマートハウスとして、燃料電池(SOFC)^(※1)・太陽電池・蓄電池の3つの電池を組み合わせた「3電

池」住宅を「スマートエネルギーハウス」として開発を進め、2011年2月から実証試験を始めました。奈良県北葛城郡に実証住宅を建て、実際に人が住みながら省エネ性や快適性の評価を行っています^(※2)(写真)。

蓄電池の活用にあたっては以下のことに留意する必要があります。蓄電池は電気を充電し、必要な時に放電することができます。非常時のために電気を貯めておき、電力需要が大きい時に放電して自家使用することにより、停電への備え、節電・ピークカットに貢献できます。しかし、充電、放電をす



実証住宅

◆「実証住宅」居住者の声

3電池で意識せずに節電・省エネが実現

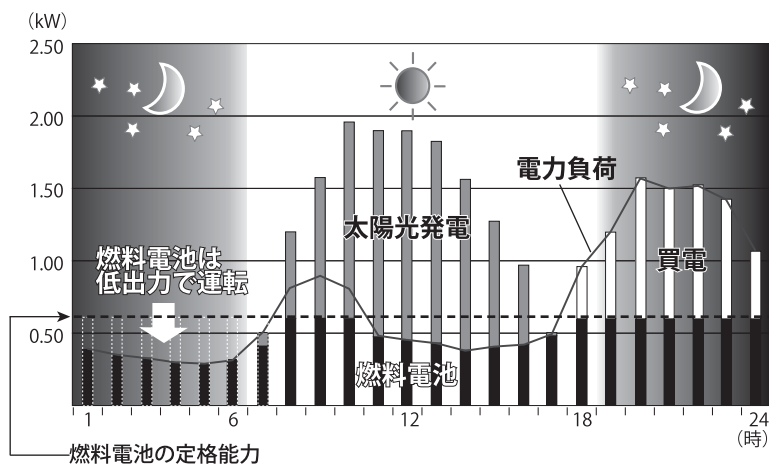
スマートエネルギーハウスに住み始めて約2年、これまでは燃料電池・太陽電池・蓄電池といった3電池が家にあることで、無意識のうちに節電や省エネができた。日々の暮らしの中で、我慢して節電や省エネをするには限界がある。その点では3電池が私達の知らないところでうまく動いてくれているのでありがたい。これからは、節電や省エネといった点だけでなく、いかに快適に

暮らせるかという点についても実証を行う。外気や自然光を積極的に取り入れることでエアコンをあまり使わなくても快適に過ごせたり、暑さ寒さの厳しい時期でも帰宅時や起床時に部屋がひとりでに快適な状態になっていた。こんな生活をHEMSやスマートフォンが実現してくれるという。これまでも日々、十分快適に過ごしてきたが、この先の進化が楽しみだ。

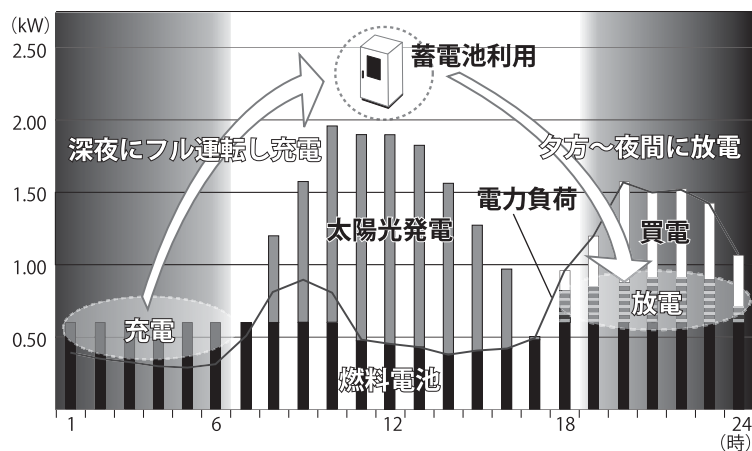


る時にはエネルギーをロス(消費)します。そのため単純に充放電を繰り返しているだけでは増エネになります。これは電気自動車でも同じことが言えます。

一方、蓄電池と燃料電池(SOFC)の組み合わせについて考えてみましょう。燃料電池は通常、夜中などの電気使用量が少ない時は能力を絞って連続運転をします。太陽電池のように余った電気を外部に売ることができないからです。しかし、蓄電池と組み合わせると余った電気を貯めることができるため、燃料



制御実施



【図6】3電池の制御による省エネ実現例 (イメージ)

電池はフルパワーで運転して能力を最大限に発揮します。高効率で発電した電気と熱をより多く活用することで、蓄電池の充放電ロスを上回るメリットが得られ、トータルでは省エネを実現できることとなります(図6)。

これらの3電池の制御を開発し、実証住宅でエネルギー使用量を測定したところ、3電池を搭載していない住宅に対して、1年間で88%の節電(電気購入量の削減)、エネルギー消費によるCO₂の排出量を上回るCO₂削減量(※3)などが確認できました。

●●●●●●●●●● これからのスマートハウス

これまで、創エネルギー機器、蓄エネルギー機器を中心に述べてきましたが、実際の家は、照明、空調、給湯、調理、各種家電、窓、建具、建材等様々な用途や設備の集合体です。まずハードの課題として、これらの設備群が密接に関連し合って制御できる環境を創ることが挙げられます。各家電やエネルギーシステムが共通の言語で通信できるしくみづくりを喫緊の課題として国レベルで検討、実証が進められています(※4)。

また従来の住宅設備に比べ、コストがかかるため、スマートハウスが普及していくためには、初期投資が回収可能なメリットの創出とコストダウンが必要になります。

次にソフトの課題。住まい手のプロフィールや住まい方はバリエーションに富み、画一的なものはありません。スマートハウスはこうした個々の住まい手に快適、安心、省エネ、経済的などの価値を提供するものであり、そのバリエーションに対応する柔軟性を持つ必要があります。また住まい手にとってわかりやすく、使い勝手のいいものでなくてはなりません。設備群をどのように制御するのか、そして住まい

手とのインターフェイスのあり方、住まい手の暮らしや視線に立った、まさにソフトの部分が重要な鍵を握ると言えるでしょう。

家の主役はあくまで住まい手であり、スマートハウスに不可欠な情報通信技術はその住まい手を支援するツールにすぎません。今後ますます「スマート」なサービスが提供されていく中で、提供する側は住まい手の暮らしの支援になっていくか、住まい手は暮らしに役立つものを選択できているか、意識しておくことが大切です。

(※1) SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) : 固体酸化燃料電池。燃料電池の中でも特に発電効率が

高く、大規模発電所と同等の発電効率がある。

(※2) 積水ハウス株式会社と共同実施。

(※3) 排出削減103% (3電池でCO₂排出量を削減し、さらに太陽電池の売電分で火力発電所のCO₂排出を削減したとして、消費した分と差し引きゼロを超えてさらに3%削減)。

(※4) 経済産業省「エネルギーマネジメントシステム標準化における接続・制御技術研究事業」。

早稲田大学がこの事業で国から補助を受け、産学官の研究・開発施設「Energy Management System (EMS) 新宿実証センター」を開設。電気・ガス事業者、通信事業者、ハウスメーカー、自動車メーカーなど26法人がこれに協力。

スマートハウス

数年前からスマートフォンを使用するようになった。何かと便利なのだが、電話をかける回数は減っているように思う。通勤電車でも座っている人も立っている人も小さなスマホに黙って一斉に指を滑らす姿を見るのは実に滑稽な気がする。二つに折れる携帯電話をまだ使用しているのは、恥ずかしいという人まで出てきた。そのスマートが住宅にも進出して「スマートハウス」が大流行だ。何か、今までの住宅の問題を一気に解決してくれそうな気がする。ちょっと待って欲しい。スマートハウスに住めば幸せな住生活を送ることが約束されているのであれば話は簡単だ。現在のスマートハウスは家電機器やエネルギー機器をIT技術で結び制御して省エネや利便性を向上させようとする意味で使用されている。しかし、ハードが先行している気がしてならない。そのような意味で家電製品を単純に接続するだけのスマートハウスは早晩淘汰されてしまうであろう。ITの発展により生活やライフスタイルがどのように変化して行くかが想像できないと駄目である。それならば君は想像できるのかと聞かれれば、明確にはわからない。現在、電機、住宅、IT、エネルギーなど、各業界でさまざまな取り組みが行われている。その切磋琢磨の中から、近い将来、豊かな生活を提供してくれる本当の意味でのスマートハウスが出てくることを期待している。



田辺 新一

たなべ・しんいち

早稲田大学建築学科 教授