特集 低炭素型の都市・地域社会の実現と不動産 【論説】

電力を使う街から、電力を供給する街へ

低炭素型社会に向けたハウスメーカーの試み

From the power consume town to the power supply town
The strategy of home builder for low-carbon society

Ken-ichi ISHIDA : Sekisui House Ltd., Environment Improving Department,
Executive officer

石田 建一*

1. はじめに

3.11以降、CO₂排出量の話はあまり聞かなくなったが、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の予測¹⁾によれば、このままCO₂を排出し続けると、CO₂濃度は100年後に1,000ppm近くまで上昇し、これによる温室効果により地球の平均温度は100年後には1.4℃から最大6.4℃も上昇するとされている。CO₂排出量削減は、今なお大きな課題であることには変わりない。

これに対し、日本は2008年の洞爺湖サミットで、2050年までにCO₂排出量を60～80%削減するという目標を掲げた。ところで、日本全体のCO₂排出量の3割強は産業部門からである²⁾。日本が工業国として今後も発展を続けるためには産業部門のCO₂排出量も60～80%削減する訳にもいかないだ

ろうから、その他の分野で大幅に削減することで、産業部門のCO₂排出枠を確保する必要がある。このため積水ハウスでは、家庭部門にあたる住宅からのCO₂排出量をゼロにする「2050年ビジョン」を2008年に独自に設定した³⁾。

家庭部門からの排出量ゼロを目指すためには、もちろん高い省CO₂効果を持つ住宅を多く建てる必要があるが、この住宅の外観や省CO₂技術が実験住宅のような特別なものでは広く普及せず、CO₂排出削減効果も限定的なものとなる。このために必要な住宅とは快適に暮らしながら光熱費も安く、しかもCO₂排出もゼロの家であり、積水ハウスが現在普及に努めているのはこのような家である。

一方、日本のエネルギー自給率は、現状停止している原子力発電を入れても約2割であり、先進

図1 日本政府の2050年に向けてのCO₂削減ビジョン

国では最低のレベルである。将来のエネルギー安全保障を考えるとエネルギー自給率を高めることは重要な課題である。これまでの日本は原子力を増大させる政策であったが、震災以降は再生利用可能エネルギーを増やす方向に大きく舵を切り始めている。当社は、震災前から、多様性が生存には重要な要素であり、選択肢を増やす為に再生可能エネルギーの比率を高めるべきだと考えていた。しかし、太陽光発電や風力発電などは自然に頼るものであり、供給能力が不安定であるとの指摘がある。そこで自然エネルギーを使って水素をつくりエネルギー源として使用する、いわゆる水素社会も期待されている。現状では水素への変換効率が悪く実現性は低いが、水素社会は1日ではならず、早期の水素社会実現のためには水素をエネルギー源とする「燃料電池」を普及させることで技術開発を推進する必要がある。このため当社は2005年の実証試験開始時から燃料電池を積極的に推進してきた。

以上のような事から、積水ハウスでは、省エネルギーと燃料電池や太陽光発電システムの創エネルギーを組み合わせ、普通の家で快適に暮らしながら光熱費も安く、“CO₂排出量ほぼゼロ”を可能とする環境対応住宅を「CO₂オフ住宅」として2008年4月より販売⁴⁾を開始し、2009年からは、この普及版となる“1990年比で生活時のCO₂排出量を50%以上削減”する住宅を「グリーンファースト」として積極的に推進している⁵⁾。また、3.11以降は電力供給不足や災害への強さに対するニーズが高まったことから、2011年8月には停電時にも普通の生活ができるスマートハウスの販売も開始した⁶⁾。さらに2012年からは、団地全体を“発電電力が消費電力を上回るスマートハウス”とすることで、電力を消費する街から、周囲の街に電力を供給する発電所としての街づくりも開始した⁷⁾ので、ここではこれらの概要を示す。

2. マーケット調査結果と普及の条件

実質的な温暖化防止効果を得るためには、CO₂

排出ゼロとなる住宅を数棟建設しても効果が薄く、広く普及する（＝多数建設される）住宅を目指す必要がある。このためには、多くの人に受け入れられる住宅でなくてはならない。

温暖化防止は広く一般に知られているが、温暖化防止性能の高さは住宅購入時の決定要因になり難いのが実情である。少し古いが2005年に行った「環境問題に対するインターネット調査(サンプル数300)」によれば、ほとんどの人は「環境は重要だ」と思っているが、環境に配慮した生活を送っている人の割合は30%でしかない(図2参照)。同じく2005年に積水ハウスのオーナーに対する「温暖化防止に協力して頂ける条件の調査結果(3522サンプル)」によれば、半数以上の方は消極的な意見であった(図3参照)。これは最近の調査でも同様の傾向である。つまり、多くの人は自分の利益を優先するという結果であり、このことから、快適・便利な生活で光熱費も安い家が一般市場に広く受け入れられる条件である。また、多様なニーズに対応できること、例えば、建物の形状や敷地条件などに制限が無い事も重要な条件である。

図2 日本のマーケットの環境に対する意識

図3 温暖化防止に協力する条件

3. CO₂排出量削減の具体的な方法

1) 高断熱化による冷暖房用エネルギーの削減

当社は、1999年に改定された次世代省エネルギー基準を上回る断熱性能を標準採用しており、窓は樹脂で断熱されたアルミサッシと低放射複層ガラスから構成されている。壁の断熱は予め工場で生産され、室内側にアルミ蒸着シート付きの継ぎ目の無い大型パネルで出荷される。さらに、この断熱パネルには周囲にブチルゴムの気密パッキンが付けられており、建築現場では設置するだけで切れ目の無い断熱気密が簡単に実現できる。この断熱により暖冷房エネルギーを削減することができ、建物全体のCO₂排出量を約20%削減できる。

2) 省エネルギー設備による電力消費量削減

東京以南の温暖地域では、冷暖房はヒートポンプエアコンにより行われることが多く、一般家庭の年間電力消費の約25%はエアコンによるものであり⁸⁾、冷蔵庫やテレビなど居住者が持ち込む家電設備ではなく、住宅供給側が住宅設備として係わることでできる照明器具や温水洗浄便座の電力消費と合わせた合計は約45%を占める。そこで、これらを省エネ性の高い機器を用いる。具体的には、高効率エアコンを設置することで冷暖房用の電力消費を30～40%、照明用電力については、蛍光灯あるいはLED照明として白熱灯やクリプト

ン球の照明を無くすことで40～50%、それぞれ削減可能である。

3) 燃料電池

電力会社から供給される電力は、通常は都市部から遠く離れた発電所で発電される。一般的には発電時の熱は棄てられ、さらに送電ロスもあるためエネルギー効率としては40%以下と言われている⁹⁾。一方、家庭用燃料電池は、家庭で発電するため、発電所では棄てていた熱を給湯に使うことで有効に利用できる。このため、発電効率は約36%と大型の発電施設よりも低いですが、熱回収効率が約45%であり、これらを合わせた総合効率は発電所の約2倍となる。効率が向上した分だけCO₂排出量は削減されることになる。

4) 太陽光発電システム

通常、住宅は太陽光発電システムの設置を目的とせず、敷地形状や生活する家族の生活スタイルや好みに合わせて個別に設計されるため、当然ながら建物の形は邸ごとに異なり、屋根の形も様々になる。この様々な屋根に対し効率よく、できるだけ大容量の太陽電池パネルを設置するために、積水ハウスでは瓦型太陽電池パネルを採用している(図5参照)。また、瓦型パネルは一般的な大判パネルに比べて目立ちにくく、建物の外観、まちなみという景観環境にとっても優れている。

図4 CO₂削減住宅の構成

この太陽電池パネルを大容量で設置し、その発電で家庭内のエネルギー消費を全て賄うゼロエネルギー住宅(あるいはCO₂排出ゼロ住宅)も考えられる。しかしながら、日本の住宅の敷地は狭く、平成22年度の戸建て住宅の延床面積の平均値は約125m²であり¹⁰⁾、大きな屋根面積が必要となる大容量の太陽電池パネルはほとんどの場合、設置できない。積水ハウスの設置実績によれば5kW以下が約9割であり、太陽光発電システムの設置容量を5kW以下とすることが普及の条件である。

四角いモジュールの場合

瓦型モジュールの場合

図5 四角い太陽電池モジュールと瓦型モジュール
(瓦型の方が無駄なく美しく設置できる)

図6 瓦型太陽光発電システム

5) CO₂排出量削減効果

シミュレーションによる省エネルギー対策の効果を整理すると、建物の断熱化、高効率ヒートポンプエアコン、高効率照明、高効率多機能便座の導入によりCO₂の排出量を約35%削減可能となる。

ここで燃料電池を導入することでさらにCO₂排出量は24%削減し59%の削減となる。これに太陽光発電システム4.8kWを加えると、残りのCO₂

排出量を全て削減することができ、計算上のCO₂排出量はゼロとなる。

計算条件) 東京155m²、4人家族、Q値2.15W/m²K、一部LED照明
高効率エアコン、ダブル瞬間多機能便座、原単位は0.391kg-CO₂/kWh

図7 CO₂排出量削減の効果

4. CO₂排出削減住宅の普及状況

販売する全ての住宅をCO₂ゼロ住宅としたいが、実際には購入者が判断することである。

積水ハウスの2011年の実績では、販売した住宅の7割強が太陽光発電システムあるいは燃料電池を設置した“CO₂排出50%以上を削減可能な住宅”であった。この内、太陽光発電システムと燃料電池を両方設置した“CO₂排出をほぼゼロにすることが出来る住宅”は全体の約3割に達している。まだ最終目標には達しないが、順調に実績は伸びている。これも普及を重視した家づくりを心掛けた結果と考えている。実際「CO₂排出をゼロにする住宅」の外観は至って普通であり、モデルハウスの見学者からは「何だ普通の住宅じゃないか」と言われる。

図8 CO₂排出削減住宅の販売状況

5. 3 電池連携住宅

当社では2004年から太陽電池と蓄電池を搭載した「省エネ・防災住宅」を発売している¹¹⁾。これに燃料電池を追加した「3 電池連携住宅」についても研究・開発を進めていたが、蓄電池は価格が高く投資回収が出来ないため市場性が低いと考え、販売の予定はなかった。しかし、3.11の大震災により発電所が停止し、計画停電が行われると、電気はお金を出しても買えない時がある事が明らかになった。さらに、計画停電は収まったものの、原子力発電所が次々に停止して行く中で、今後の電力供給に不安を感じる人が増え、多くの問い合わせがあるなど、停電時にも電力を供給できる住宅のニーズが高まった。

このようにCO₂排出量削減だけではなく、ピーク電力削減や停電時の対応も求められるようになり、我慢して節電することなく快適に暮らしながら電力不足に対応でき、かつ、停電の時でも電気のある安全・安心の暮らしを提供することが可能となる、太陽電池および燃料電池に蓄電池を加え、3 電池とした「グリーンファースト ハイブリッド」を商品化した⁶⁾。

1) システム構成

太陽電池（3.5kW以上）と燃料電池、蓄電池を組み合わせ、これらをHEMS（Home Energy Management Systemの略）によって自動で制御する。蓄電池容量が8.96kWhと大型であり、しかも系統連携していることが大きな特長である。電力使用の優先順位は、①燃料電池、②太陽電池、③蓄電池、④一般電力（電力会社から購入）とすることでベースの電力消費のほとんどを燃料電池で賄うため、太陽電池による発電の多くは余剰電力となり売電可能で、節電に貢献しながら経済的な電力利用となる。また、停電時には、予め設定しておいた部屋では、自動的に非常用電源に切り替わり通常のコンセントがそのまま使える。

図9 3 電池連携住宅のシステム構成

2) 日常時の運転

日常時における一般家庭の電力消費のピークは、朝と夕方から夜にかけてである。日中の電力消費は、出来る限り、燃料電池の発電で賄い、太陽電池の発電の売電量を増やす。電力消費の多い夕方から夜は、太陽電池は発電せず、燃料電池の発電（最大700～750W、機種により異なる）では不足するため、蓄電池の電力を使う。これにより、節電を求められる9時から20時までのピーク時間帯の購入電力は最小限に抑えられ、節電に大きく貢献する。なお、この時、蓄電池からの放電量は蓄電容量の1/2までに抑え、非常時に備えて残しておく。また、このような充放電を毎日繰り返す動作の確認を行なうことには、非常時に蓄電池が稼働しないリスクを避ける目的もある。

図10 日常の電力利用イメージ

オール電化で同様のシステムを構築しようとすると、燃料電池による電力供給がなく、元々電力消費が大きいため、節電効果が小さくなる。また、

蓄電池が小容量の場合、日中に全て放電してしまうと、夕方から夜にかけて停電した場合には電力供給が出来ず、非常用電源の役目を果たせない。燃料電池と大型の蓄電池を組み合わせる事で大きな効果が得られる。

3) 日常時の節電効果

一般的な住宅では、9～20時のピーク時間帯に年間2,824kWhの電力を購入している。これに対し「グリーンファースト ハイブリッド」では太陽電池の売電が多く、購入電力がゼロになるだけでなく、更に年間3,242kWhも余分に売電する住宅となる。つまり、世の中が節電を求められるピーク時間帯に、電力を使い快適に暮らしながら電力会社からは電気を購入しないだけでなく、更に一般的な住宅1棟分の電力を供給していることになる。すなわち、電力だけで言えば自給自足を超えて、電力を供給する住宅になっている。

図11 節電効果 (kWh/世帯・年)
(東京、床面積135㎡, 4人家族、専業主婦)

4) 停電時 (ガス・水道の供給がある場合)

蓄電池が系統に連携しているため、停電時でも予め決めておいた部屋では、コンセントが自動的に3電池からの電力供給に切り替わるため、プラグを差替えることなく、継続して電気が使用できる。また、太陽電池と蓄電池のインバータをシステムで一体としているため、太陽電池の発電電力は全て利用でき、余剰電力は自動的に蓄電池に蓄電される。これに比べて太陽電池と蓄電池が一体でないシステムでは、大型の太陽電池が設置されていても最大1,500Wしか利用できないし、太陽光発電システムの非常用コンセント (通常一カ所)

からしか蓄電池に充電できない。また、停電時の蓄電池からの電力供給も自動ではなく手動で切り替える必要がある。

最近のガス給湯器の運転には電力が必要なため、停電時にはガス併用住宅であってもお湯が使えない。また、太陽電池と蓄電池のみを組み合わせたシステムでは、曇天日が続くとも充電できず、電力供給ができないこともある。しかし、燃料電池を組み合わせた本システムでは、天候に左右されずに電力とお湯が供給でき、入浴や温水床暖房も可能となる。3.5kWの太陽光発電システムを組み合わせると、真夏でも日常に比べて15～20%節電すれば、ほぼ普段と同じ生活ができる試算になる。停電で周囲の家が真っ暗な時に、電気が使えて、入浴もできる。近隣住民を含めた避難所のような場所にもなり得ることから、このような家が増えれば、災害時の街の安全性が大幅に向上する。

5) 非常時 (電気・ガス・水道の供給が止まった場合)

非常時には燃料電池が動かず、電力の供給源が太陽電池のみとなるため、日中は節電しながら太陽電池の発電電力を使い余剰分を蓄電池に充電し、夜間は蓄電池からの電力供給だけで生活する。夜間は、蓄電池の容量が使用できる電力量を左右することになるが、本システムでは8.96 kWhの大型蓄電池を備えているため、停電時でも蓄電池だけでほぼ一日中、冷蔵庫やテレビが使える、エアコンも使うことができる。例えば、冷蔵庫と液晶テレビ、照明を継続して使用しても約17時間使用できるので、晴れた日が続けば、毎日、電気のある暮らしが継続できる。本システムの蓄電池は実績のある安全性の高い鉛蓄電池であり、毎日蓄電容量の1/2の充放電で4,000サイクルもの耐久性があり、車のバッテリーのような液補充などのメンテナンスも不要で、しかも火災の心配もない。

6. スマートタウン

最近、マスコミではスマートタウンが話題に上

ることも多く、直ぐに実現できるように報道されている。しかし、スマートグリッドの必需品であるスマートメータの規格は2012年3月からようやく決まりつつある状況であり、また計量法によればメーターは10年に一度の交換であるため、全ての住宅にスマートメータが設置されるのは少なくとも10年先と予想される。

また、HEMS（見える化だけではHEMSではなく機器制御が必要）の通信規格もスマートメータの規格と同時に決められたが、まだ制御できるエアコン等の家電機器は市場に存在しない。今後販売はされるであろうが、ユーザーは制御ができるからと言っても直ぐには買い換えず、普通は古くなってようやく買い換える。制御可能な家電機器が製品に占める割合が半分になるのに5年以上かかり、普及するのにさらに5年以上はかかると考えられるので、各家庭に制御可能な家電機器が広く使われるようになるには10年以上は必要であろう。

したがって、家電機器制御まで可能なスマートハウス、またはスマートメータでこれらの家がつながったスマートタウンが普及するのは10年後以降であろう。現状では省エネルギーと太陽光発電や燃料電池を組み合わせた創エネハウスを街全体に配置したものがスマートタウンになる。

積水ハウスでは、2012年4月27日に仙台の北に位置する富谷町の明石台に日本で初めてのスマートタウンのまち開きを行った。明石台は全431区画の新規分譲団地で、基本的には全棟を太陽光発電+燃料電池とする。1棟あたり太陽光発電搭載容量を3kWとすれば、団地全体で1,293kWh=1.3MWhであり、メガソーラー級の発電能力がある。これに加え燃料電池の発電もあるため、街全体の年間発電量は2,508MWh/年となる。これは電力消費1,469MWh/年を上回り、年間約1,000MWhの電力を周囲の地域に供給することになる。すなわち街全体が発電所になる。

図12 発電所としての効果

さらに、2割～3割を「グリーンファーストハイブリッド」とする。この3電池連携住宅は停電時にも電気があり、入浴も可能なことから、街の避難所的な役割を果たすことになる。もちろん、災害時の助け合いが生まれるこのためには、コミュニティのつながり『絆』が必要で、隣人祭りなど豊かなコミュニティが生まれる仕組みを同時に行っていく予定である。

この他にも積水ハウスでは、茨城県古河市の「けやき平」や福岡県福岡市の「アイランドシティ」など、全国にスマートタウンを展開しつつある。

7. おわりに

家庭からのCO₂排出量削減は大きな課題であり、この目標を達成するためにはCO₂の発生がきわめて少ない住宅を普及させる必要がある。普及させるための要件は「快適で、高熱費が安く、CO₂排出も少ない普通の住宅」であり、省エネルギー技術と燃料電池、太陽光発電システムを組み合わせたCO₂オフ住宅は、この要件を満たす家であり、今後の更なる普及が期待される。

このような住宅を新規の分譲団地でまとめて建てることで、地域の既存の家まで含めてCO₂排出量削減、および電力供給不足解消にも大きく貢献できる。

【参考文献】

- 1) 全国地球温暖化防止活動推進センター、700～2100年までの気温変動（観測と予測）
- 2) 温室効果ガスインベントリオフィス
- 3) 積水ハウスサステナビリティレポート2009, P10
- 4) 積水ハウスニュースリリース、2008年3月18日、

高度な省エネ技術で居住時のCO₂排出量を削減し太陽光発電と燃料電池の発電により残りのCO₂排出分を差し引きゼロにする「CO₂オフ住宅」

- 5) 積水ハウスニュースリリース, 2009年3月26日, 「エコ・ファースト企業」として快適で経済性が高く, 環境にやさしい暮らしをお届けする住宅「グリーンファースト」を販売開始
- 6) 積水ハウスニュースリリース, 2011年8月8日, 世界初 3電池(太陽電池・燃料電池・蓄電池)連動による“自立できる家”の実用化, 「グリーンファースト ハイブリッド」誕生
- 7) 積水ハウスニュースリリース, 2012年4月27日,

3電池のスマートハウスを軸とするスマートタウンを全国に展開, 仙台郊外に日本で初めて完成, 「スマートコモンシティ明石台」まちびらき

- 8) 資源エネルギー庁 平成16年度電力需要の概要(平成15年度推定実績)
- 9) 電気事業連合会, 平成17年9月7日, 電力の一次エネルギー換算について
- 10) 国土交通省「建築着工統計調査報告」
- 11) 積水ハウスニュースリリース, 2004年8月25日, 災害に強い住まいづくりの提案, 積水ハウスは「住宅防災」の総合的取り組みを開始します