

論文

太陽熱利用住宅のEPR評価

石川 宏¹

投稿受付：2009年8月18日 受理日：2009年8月28日 WEB公開日：2009年9月15日

要旨

家庭部門におけるエネルギー消費は、給湯 30%と暖房 22%で全体の半分を占め⁽¹⁾、この分野の省エネルギー化が求められる。住宅の省エネルギー化にはさまざまなものがあるが、太陽の熱エネルギーを直接取り込み、暖房と給湯に用いるパッシブソーラシステムがある。OMソーラシステム⁽²⁾として商品化されており、報告者は 2002 年に導入し、5 年間のエネルギー消費、温度変化などについて統計データを取ることができたので報告する。加えてそのデータを用い、エネルギー収支の評価（EPR 評価）を行った。その結果、OMソーラシステムはエネルギー収支の良い住宅方式であるとの評価が得られた。

【キーワード】：パッシブソーラシステム、OMソーラシステム、EPR

1. OMソーラシステム

OMソーラシステムは、太陽の熱エネルギーを屋根で集めて、変換せず熱として直接取り込むパッシブソーラシステムで、1980 年代に奥村昭雄⁽³⁾が提唱したものである。冬季の場合、図 1. に示すように、屋根に降り注ぐ太陽の熱で外気を温め、それをダクトにより床下に送り、基礎コンクリートに熱を蓄える。蓄えた熱は、夕方以降ゆっくりと放熱して建物全体を床から温める。稼働している間は、常に新鮮な外気を室内に取り込み、暖房しながら換気するのが特色で、いわゆる健康住宅といわれる。

夏は、自然換気が基本である。風向を事前調査し風を取り込むよう住宅設計をすることとなる。図 2. のように屋根の熱は室内に取り込むことなくお湯採りに利用し、余った熱を屋外へ排出する。また、夏の晴れた日の夜間は、放射冷却によって屋根が冷えるので、温度の下がった空気を室内に取り込むことができる。

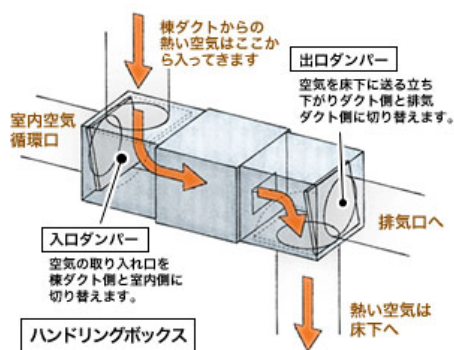
太陽熱だけで足りないときは補助暖房や冷房装置を動かす。



図 1 OMソーラシステムの冬の動作



図 2 OMソーラシステムの夏の動作


 図3 OMソーラシステム主要部⁽²⁾

各所に温度センサがあり、その値によって、夏・冬、昼・夜などに対応した空気の流れを制御する。そのための主要構成品はハンドリングボックスと呼ばれ、図3. に示す構造である。

2. 評価対象のOMソーラシステム住宅

報告者は、2002年12月にOMソーラシステム住宅を建設、入居した(表1)。取り込んだ太陽熱を有効に生かすため、高気密、高断熱など、住宅の基本的な性能が重要である。十分な量の断熱材を用いるのみならず、窓からにげる熱を減らすため、アルゴンガス入り複層ガラス、木製サッシを利用した。

表1 評価対象住宅

建設地	東京都日野市
工法	在来工法 OMソーラシステム 高気密、高断熱 アルゴンガス入り複層ガラス、木製サッシ
入居	2005.12
延べ床	122m ²
集熱面積	33m ²
貯湯タンク	300 リットル
補助暖房	FF式ガスストーブ
家族	2人
その他	通風と木陰 国産材

ただし、これらはOMソーラシステム独特のものではなく、近年の高性能住宅仕様と同等である。すなわちOMソーラシステム住宅は、高性能住宅に上記ハンドリングボックスとエネルギー蓄積装置としての貯湯タンクを付加したものである。屋根の2重構造（鉄板）、ダクト（ボール紙）などは、通常の部材が用いられている。

制御用のセンサのほかに、図4. のような気象センサを設置し、計測データをパソコンに取り込むようにした。温湿度のみならず、風向、風力、気圧なども計測し、その結果をホームページに5分ごとにアップし、デジタル日野气象台として公表⁽⁴⁾している。



図4 気象センサ

3. 測定結果

たとえば、図5. は7月の1ヶ月の風向、風速の統計データで、夏は東南の風が多く吹き、夜間にはおさまることがわかる。

また、図6. は1年間の外気温と室温を示したもので、外気は最低マイナス6℃、最高37℃にもなる。しかしながら、OMソーラシステムにより、室内は冬において最低気温は15℃におさえられ、また夏もほとんど冷房なしに、過ごすことができた。

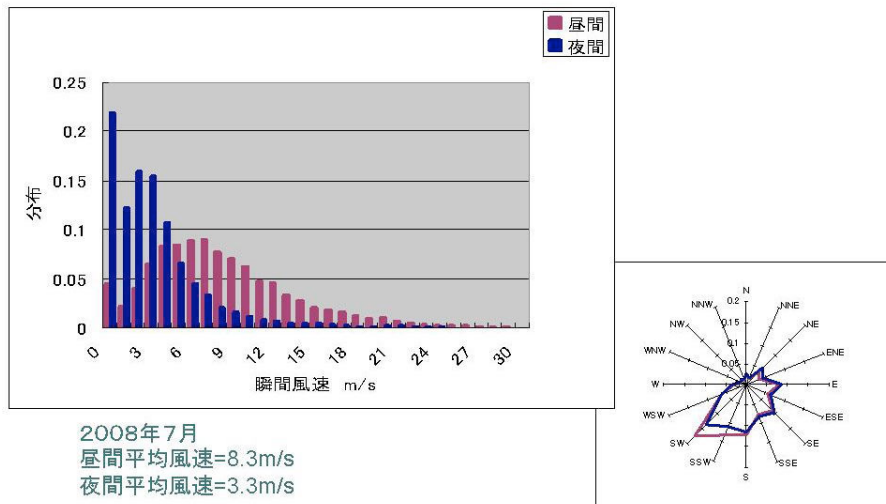


図5 風向、風速の統計データ

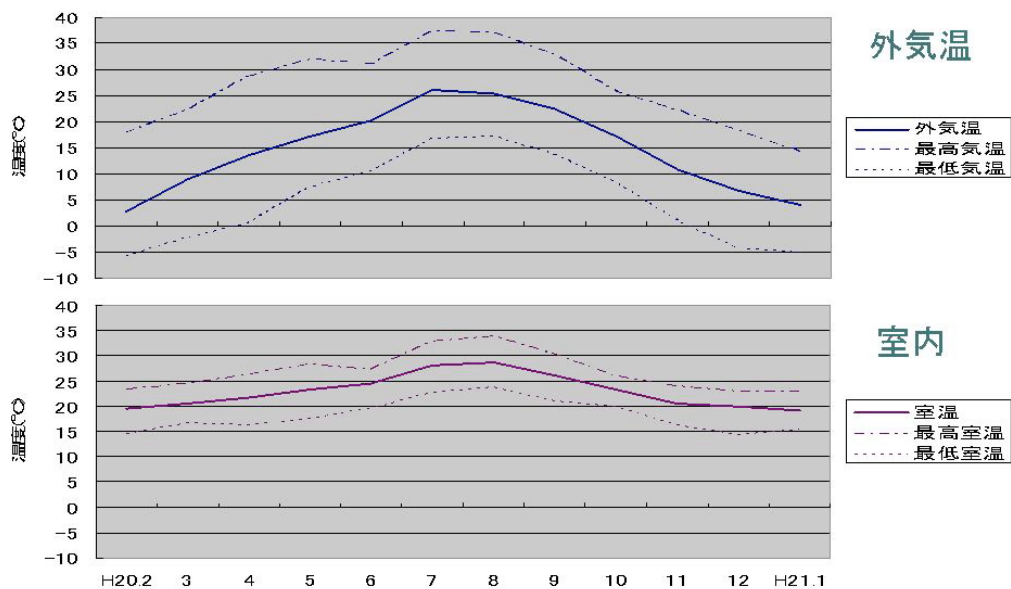


図6 1年間の外気温と室内温度

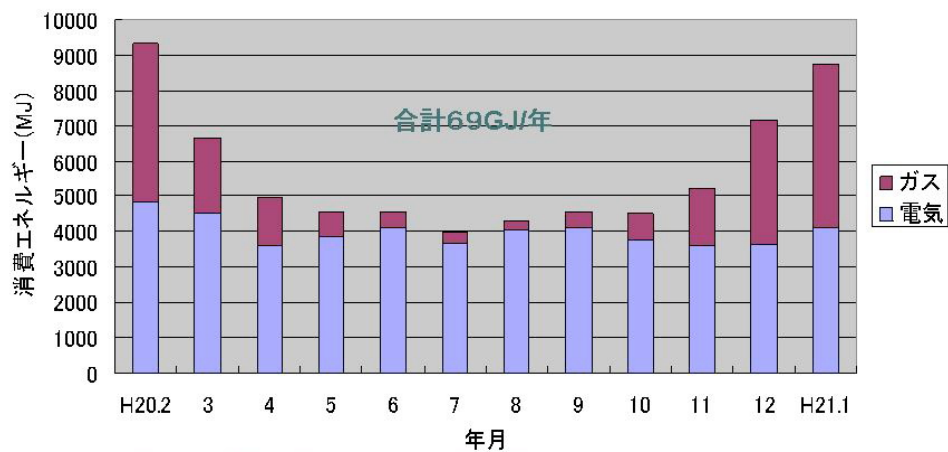


図7 1年間の消費エネルギー

4. EPR 評価

次にOMソーラシステムのエネルギー収支 (EPR) を評価する。この系の EPR は、(A) 取り込んだ太陽エネルギーと (B) 太陽エネルギーを取り込むために使用したエネルギーの比すなわち

$$EPR = A / B$$

で求められる。(A) の取り込んだ太陽エネルギーについては直接測定ができないので、OMソーラシステムを使用していない住宅の消費エネルギー (C) と当住宅の消費エネルギー (D) の差をもって、太陽から得られたエネルギーとする。すなわち

$$A = C - D$$

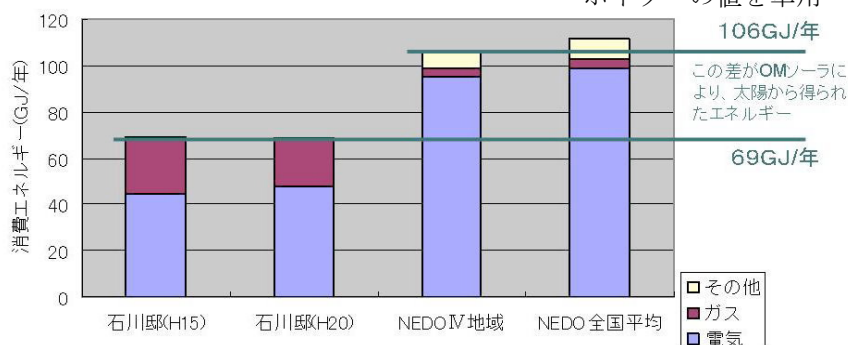


図 8 取り込んだ太陽エネルギー

で求めることとする。

まず (D) については、この家は都市ガスと、電力が使用されているので、1 年分のガスと電気の検針データから、MJ に換算して消費エネルギーとする。図 7. に示すように電気消費は通年でほとんど変化が無く、冬は、補助暖房により、ガス消費が増大している。夏の給湯はほとんど太陽熱により供給されるので、ガス消費が激減している。この家の 1 年間の消費エネルギーは、ガス 21 GJ、電気 48 GJ、合計 69 GJ であった。

つぎに、(C) の OMソーラシステムのない住宅の消費エネルギーについて、本来ならば当住宅において 1 年間 OMソーラシステムを切って運用し、その消費エネルギーを測定すべきであるが、生活上それは不可能なので、同程度に断熱の進んだ高性能住宅と比較することとする。NEDO が当住宅と同程度の規格 (補助金を出す要件) を持った住宅のデータを公表しているので⁽⁵⁾、その中から当住宅と同様の気象条件のもの (690 世帯分の平均) の消費エネルギーを用いることとする。それによると、(C) は年間 106MJ である。したがって (A) は 106 - 69MJ となる。(図 8.)

一方、(B) は、OMソーラシステムを運転

するために用いた入力エネルギーで、空気を取り入れるためのモータの電気消費量である。この値は室内外の温度条件により変化する。OMソーラシステムはモータの消費電力が記録されており、5.3 GJ / 年であった。それは平均 150 W のモータが 1 日 10 時間運転に相当する。

つぎに、OMソーラシステムを建設・廃棄するためのエネルギーも考慮する必要がある。

表 2 主要部材

重量	ハンドリングボックス 40 kg 貯湯タンク 30kg
主要素材	鉄
設計寿命	50 年
エネルギー原単位*	15 Gcal / ton

* ボイラーの値を準用⁽⁶⁾

OMソーラシステムにおいて付加された主要部材は、前述のとおりハンドリングボックスと貯湯タンクのみとみて、表 2. の値を用い、重量×エネルギー原単位 / 年数 × 単位換算係数により、建設の設備エネルギーを計算する。具体的には、(40+30) / 1000 × 15 / 50 * 4.2 である。これにより 88MJ / 年をうる。

以上により、EPR は

$$\begin{aligned} EPR &= A / B \\ &= (C - D) / B \\ &= (106 - 69) / (5.3 + 0.088) \\ &= 6.9 \end{aligned}$$

と計算される。

5. まとめ

太陽熱利用形の OMソーラシステム住宅は、ローテクながら良い性能で、EPR 約 7 が得られた。それ以上に自然のめぐみを感じる家で、なによりも快適である。家中、温度差がなく”温度のバリアフリー” 実現されている。

また、早春の季節で、花粉症に悩まされていたが、この家はこの時期暖気を屋根から取り入れているが、空気の流れは遅く、花粉は入ってこないため、花粉症から解放された。

入居から6年たったがその間無故障である。OMソーラシステムの建設コストとコストダウンされたエネルギー料金からマネーペイバックタイムを計算すると12年となる。コストの点からも妥当な解といえる。

改善したい点を挙げて挙げるとすれば、現在、取り入れのためのモータは、交流の商用電源を用いているが、直流モータとして、太陽電池で運転すればさらにEPRは向上しよう（すでに商品化されている）。また補助暖房装置は、現在FF式（強制給排気式）のガスストーブを用いているが、ヒートポンプ式空調装置により、さらにEPR値を改善することも考えられる。

参考文献

（1） 資源エネルギー省「平成19年度エネルギーに関する年次報告」（エネルギー白書2008）

（2） OMソーラシステム

<http://omsolar.jp/omsolar/index.html>

（3） 奥村昭雄

<http://omsolar.jp/info/interview10.html>

（4） デジタル日野气象台

<http://park18.wakwak.com/~weather/>

（5） 平成13～16年度にNEDOの「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業」で高効率システムの導入に補助金を受け、なおかつNEDOに報告したエネルギー使用量が有効とされた690世帯の平均

http://www.omsolar.net/himawari/energy/e_nedo_2007.asp

（6） 天野による「エネルギー原単位表」

もったいない学会ホームページ

著者



¹石川 宏（いしかわ ひろし） NTTアドバンステクノロジ、電子情報通信学会名誉員、経済同友会幹事、工学アカデミー会員、工学博士