

Q 値 0.75 の家の熱空気環境とエネルギー消費量の実測調査

Keyword: 超断熱住宅、室内熱空気環境、エネルギー消費量、太陽光発電量、売買電力量

文・石川 善美 東北工業大学 教授
フォーラム正会員 C

1. はじめに

震災後のエネルギー事情の悪化もあり、省エネルギーと創エネルギーを備え持つ住宅への期待が高まっています。そんな中、2012 年 10 月、仙台市郊外に、太陽光発電設備を持つ、熱損失係数 (Q 値) $0.75\text{W/m}^2\text{K}$ という超断熱住宅が建設されました。今回、この住宅の熱環境性能とエネルギー性能を長期間実測する機会を得ましたので、その結果を報告します。

2. 対象住宅の概要

対象住宅は、黒川郡富谷町に建つ木造 2 階建ての全電化住宅です。延べ床面積は 165.6m^2 で、家族は 4 人。屋根に 3.1kW の太陽光発電パネルが乗っています。外壁と天井は多重断熱構成で厚さはそれぞれ 200mm と 300mm 。基礎は発泡ポリスチレン 100mm を同時打設し、土間周長に敷き込んでいます。窓は Low-E 仕様トリプルガラスの樹脂サッシ。防湿気密層としてはビニールシートのほかにアルミシート付き断熱材を用いてコストダウンを図っていますが、気密性能は C 値 $0.14\text{cm}^2/\text{m}^2$ を達成しています。換気は熱交換率 85% の 24 時間換気を採用。暖房は床下にエアコンを 2 台設置して床からの温風吹き出しと床面温度を室温より若干高くすることで暖をとる仕組みとなっています。以上の内容についてもっと詳しく知りたい方は、住まいと環境 東北フォーラムのホームページ、データ館 <http://htoenv2.web.fc2.com/> をご覧下さい。

3. 室内熱環境

図 1 に、2013 年 5 月から 2014 年 10 月までの室温と外気温 (いずれも日平均値) の変動を示します。室温は、2013 年の夏に 2 階の居室が 1 階より少し高いのを除くと、夏は $24\sim 26^\circ\text{C}$ 、冬は $20\sim 24^\circ\text{C}$ とほぼ年間を通して安定していることが分かります。このように安定した温度変動は断熱性の高い家に特有のものです。床下温度が 11 月から 4 月にかけて $30\sim 34^\circ\text{C}$ になっていますが、これはその期間、一日中、暖房用の床下エアコンが運転していたためです。床下が暖められていることにより上下温度差はほとんどありませんし、床面からの輻射の効果も大きく、居住者の快適性の評価は大変高いものがありました。夏は、日中は人がいないことと、夜間は換気のナイトパージモードによ

り、冷房はあまり使わないとのことでした。湿度については、夏 $60\sim 75\%$ 、冬 $30\sim 50\%$ で、日変動で見れば一日中安定していることが別途確認されています。しかし、これは、絶対湿度に換算すると、夏 $12\sim 16\text{g/kg}$ 、冬 $4\sim 6\text{g/kg}$ となり、冬期は少し乾燥気味であると言えます。

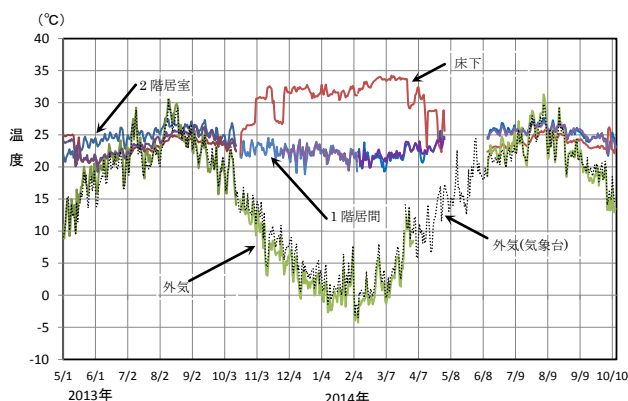


図 1 室内温度と外気温の長期変動 (日平均値)

4. 室内空気環境

図 2 に、1 階居間における夏と冬 1 ヶ月間における二酸化炭素濃度の度数分布を示します。夏の方が冬に比べて少し濃度が低いようですが、これは窓の開閉やナイトパージモードの影響と思われる。いずれにしても、二酸化炭素濃度は 900ppm 以下で、室内空気は適切な換気によって清浄に保たれていると言えるでしょう。

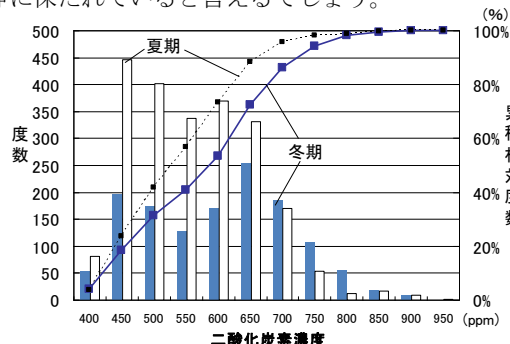


図 2 1 階居間の夏期・冬期二酸化炭素濃度分布

5. エネルギー消費量

図 3 に、冬期 4 日間の電力量の変動を、電力消費量、太陽光発電量、買売電力量に分けて示します。いずれも明け方の外気温が -5°C になる寒い日です。電力消費量は夜間 $3\sim 4\text{kWh}$ 、日中 1.5kWh です。夜間の消費量は暖房用エアコンや給湯および照明とその他のコンセント負荷によるものです。日中は人がいないのですが、暖房が弱く運転されているものと思われる。晴天日が続いたので、日中最大で約 2kWh の太陽光発電があり、それによって電力消費を賄い余剰分は売電していることが分かります。そのため、日中の数時間は買電量がゼロになっています。

図 4 は、これらの電力量を月積算して年間変動として示したものです。電力消費量は 11 月から 3 月にかけて大きく、1 月に最高値 $1,700\text{kWh}$ を記録しています。4 月から 10 月にかけては小さくなり、最低となる 6 月は 1 月の 1/3

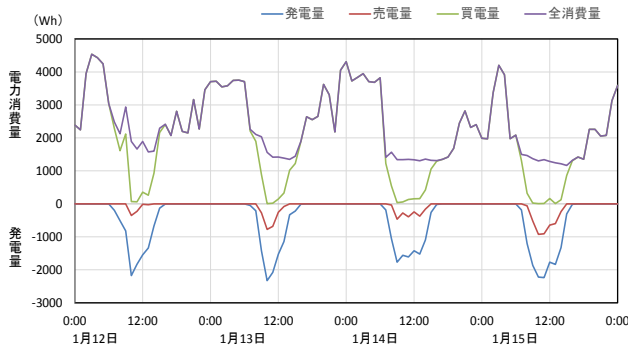


図3 冬期電力量の変動(4日間)

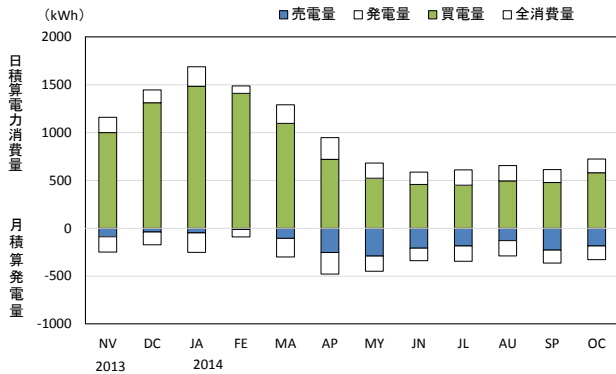


図4 月積算電力量の年間変動

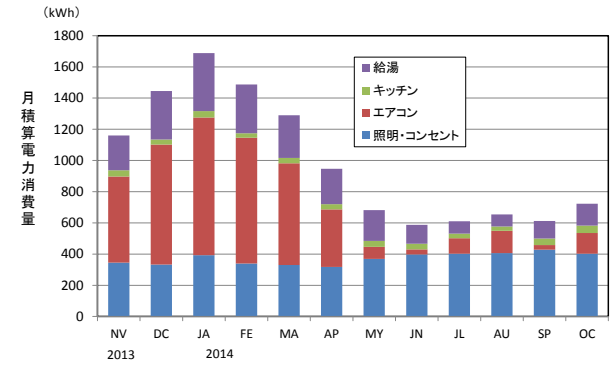


図5 月ごと用途別電力消費量の年間変動

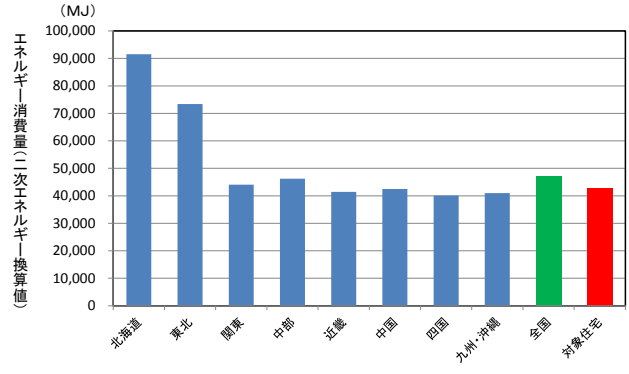


図6 全国戸建て住宅のエネルギー消費量調査との比較

です。太陽光発電量は、中間期は 400~500kWh となり売電量も大きいのですが、冬期間は小さく、2月の発電量は 100kWh 以下です。なお、当然のことなのですが、この図からも分かる通り、電力消費量から買電量を差し引いた値と太陽光発電量から売電量を差し引いた値は等しくなっていることが確認でき、測定結果の妥当性を知ることができます。年間の総量では、電力消費量は 11,886kWh となり、買電量はその 84.2%でした。また、太陽光発電量の年間総量は 3,661kWh となり、売電量はその 48.6%でした。太陽光発電量の全電力消費量に占める割合は 30.8%です。したがって、ゼロエネルギーハウスやプラスエネルギーハウスを成立させるためには、この超断熱住宅をもってしても、現在の 3 倍以上の太陽光発電パネルが必要であることが分かります。

図5は、月ごとの用途別電力消費量の年間変動を示したものです。最も大きいのは、冬期11月から春先4月までの暖房用エアコンで、1月は882kWh、4月でも369kWh消費しています。給湯も冬大きくて夏小さくなっています。年間を通じてそれほど変化のないのが照明とコンセント負荷で、毎月300~400kWh消費しています。なお、キッチンとは炊飯器、IH調理器、電子レンジの消費量のことで、冷蔵庫はコンセント負荷に含まれています。年間総量でみると、全電力消費量に占める割合は、エアコン38.2%、照明・コンセント37.6%、給湯20.6%となりました。

さて、対象住宅の年間電力消費量 11,886kWh は、二次エネルギー換算 (1kWh=3.6MJ) すると 42,780MJ となります。これを、2013年に(株)三菱総合研究所が行っ

た全国の戸建て住宅のエネルギー消費量調査^{注)}結果と比較してみたのが、図6です。この住宅は、東北地方の平均値よりは少ない消費量でしたが、全国平均より若干少ない程度で、関東や近畿の住宅と比べると同じくらいのエネルギー消費量である、という結果となりました。

6. おわりに

仙台市郊外に建てられた Q 値 0.75 の家の調査結果を示しました。省エネルギー性能としては極めて高いとは言えない結果ではありましたが、住宅の熱環境性能は室内環境の快適性と併せて考える必要があることを忘れてはなりません。いずれにしても、今後のプラスエネルギーハウス等を考える際の参考にしていただければ幸いです。

注)平成24年度民生部門エネルギー消費実態調査(資源エネルギー庁委託調査)による。インターネット調査サイト「マクロミル」会員を対象としたウェブアンケート調査で、全国4,321戸(東北地方323戸)の戸建て住宅を調査対象としている。

あとがき

実測調査を行うに当たっては、本住宅の居住者の方および環境建築設計フォレスト21の氏家敏成様に多大なるご協力をいただきました。また、吉野博先生と東北大学吉野研(当時)の学生の方々、林基哉先生(当時宮城学院女子大学)にもご支援いただきました。お世話になった皆さまに深甚なる謝意を表する次第です。