

断熱改修とPV設置前後における戸建住宅のエネルギー消費量の測定

断熱改修 エネルギー消費量 温熱環境
実測調査

正会員 ○内田 哲晴* 正会員 吉野 博**
正会員 猪野 琢也*

1. はじめに

本研究では、住宅の省エネルギー改修による性能向上に関する基礎的資料を蓄積することを目的として、断熱改修住宅を対象に実測調査を行い、改修前後におけるエネルギー消費量および室内温熱環境の実態を把握する。

2. 対象住宅概要

対象は宮城県仙台市に所在し、1984年に竣工した枠組壁工法の戸建住宅である。図1に平面図および各温湿度測定点の位置、表1に住宅概要、写真1に改修前後の外観を示す。延床面積は126.4m²である。対象住宅では2008年にガスエンジン式コージェネレーションシステム(以下、CGS)が導入されており、給湯・暖房用途について熱源の変化があったが、本稿では、特に断熱改修と太陽光発電導入の効果について比較を行うため、CGS導入以後の結果を報告する。

断熱改修は、2009年11月から2010年1月にかけて行われた。熱損失係数は3.4W/m²Kから1.4W/m²Kへと、隙間相当面積は3.2cm²/m²から2.0cm²/m²と減少し、断熱気密性能が向上している。改修後の断熱手法としては、外壁北西面、南東面にそれぞれ押出法ポリスチレンフォーム断熱材、フェノールフォーム断熱材を100mmずつの外張り、一般開口部への断熱気密プラスチックサッシ+Low-Eトリプルガラス(アルゴン封入)の取付けが挙げられる。また、天井に吹込グラスウール18Kを400mm、床には押出法ポリスチレンフォーム断熱材を100mmそれ

ぞれ既存部位に付加している。暖房については、改修前後とも温水パネルヒーターを用いた全室朝晩暖房を行っている。また、2010年2月には定格発電電力3.04kWの太陽光発電システムを導入している。

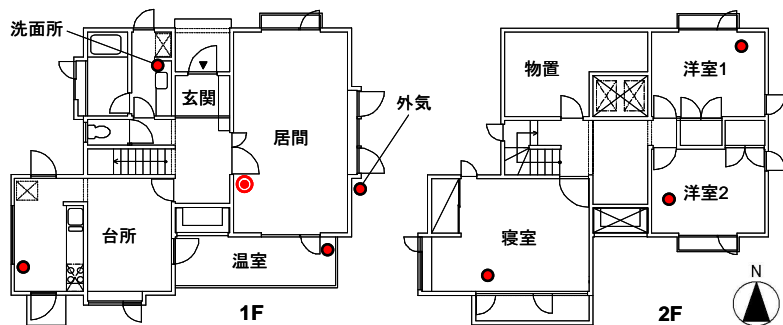
3. 調査概要

表2に測定項目の概要を示す。測定期間は改修前が2008年7月21日から2009年11月18日で、改修後が2009年1月13日から現在までとなっている。

4. 改修前後実測結果

図2、3に改修前後2月の3日間における室内外温度とエネルギー消費量の時刻変動を示す。測定間隔はそれぞれ15分間である。ここでは改修前後において日平均外気温が同様な3日間を選択し、比較している。

まず温度変動について見ると、改修前では、外気温が0~13℃の範囲であるのに対して、居間の室温は約16~24℃で変動していた。朝晩の暖房によって、都市ガスの大きな消費が現れる際には、居間の室温は5℃程度上昇しているが、暖房停止後には再び約5℃室温が下降する。また、寝室では約15~21℃と居間より若干低い位置で室温が推移していた。一方、改修後には外気温が-2~18℃と比較的大きく変動していた。しかし、居間、寝室ではそれぞれ19~25℃、18~22℃と改修前に比べ室温変動の幅が小さく、最も外気温が下がる朝方においてほとんど暖房用エネルギーを使用していないにもかかわらず、室温は18℃以上を保っていた。また、都市ガスは改修前の暖房時に平均8~12kWhで朝晩2回消費されていたのに対し、改修後の朝では継続的な消費は見られず、晩も平均8kWhの消費であった。



● 温湿度測定点(床上110cm) ◻ 上下温度差も測定(床上5cm,110cm,200cm)

図1 平面図および温湿度測定点



写真1 改修前後の外観(北面より)
【左:改修前、右:改修後】

表1 住宅概要

	断熱改修前	改修後
竣工年月	1984年1月	2008年11月 CGS導入
暖房設備	温水パネルヒーター(朝晩全室暖房)	
冷房設備	エアコン(居間のみ)	
厨房設備	ガスコンロ	
給湯設備	ガス給湯器	ガスエンジン式CGS(補助ボイラー付)
エネルギー源	暖房:灯油 給湯・厨房:都市ガス	暖房・給湯:CGS発電排熱(+都市ガス) 厨房:都市ガス

表2 測定項目概要

測定項目	測定間隔	測定箇所等
温湿度	15分	1階:居間、台所、洗面所、温室、外気 2階:寝室、洋室1、洋室2
電力消費量	1分	各機器ごとに測定し、暖冷房、調理、家事衛生等の用途別に分類
都市ガス消費量	15分	マイコンメーターによる全体消費量、CGS発電用消費量、給湯用補助ボイラー消費量
太陽光発電量	1時間	発電量、自家消費量、売電量など

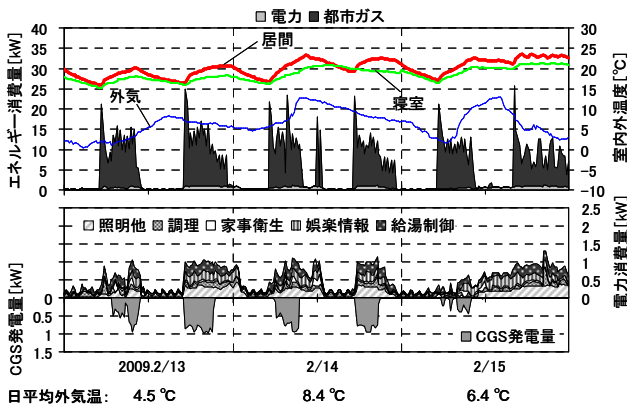


図2 改修前2月におけるエネルギー消費量の時刻変動

これらのことから、改修後は外気の変動による室内温度環境への影響が緩和され室内温度の時刻変動が小さくなり、また暖房負荷も少なくなっていることが分かる。

5. エネルギー消費量・CO₂排出量の比較

(1) 改修前後における用途別月積算2次エネルギー消費量^{注1)}の比較(図4)

改修前については2008年12月から2009年11月分の、改修後は2010年2月から2011年1月分の実測結果を使用している。暖房用エネルギー消費量の算出にあたっては、暖房・給湯用途の熱源が同じであるため、夏期・中間期における消費量の平均を給湯用エネルギー消費量として、差し引いて算出した。

夏期・中間期(5~10月)では改修後、3~42%の2次エネルギー消費量が減少している。また、冬期に比べ給湯需要が減りCGS発電量が減少するが、日射量が増えるため発電量合計では、電力消費量の65~108%を賄っている。冬期については、2次エネルギーが1月:31%(6.0GJ)、2月:33%(5.7GJ)、3月:30%(5.0GJ)、12月:23%(3.7GJ)削減した。これは暖房用エネルギー消費量の削減によるものである。しかし、4月と11月においては、改修後に月平均外気温がそれぞれ3.4℃、2.5℃も低下したことも影響し、エネルギー消費量に大きな変化はなかった。

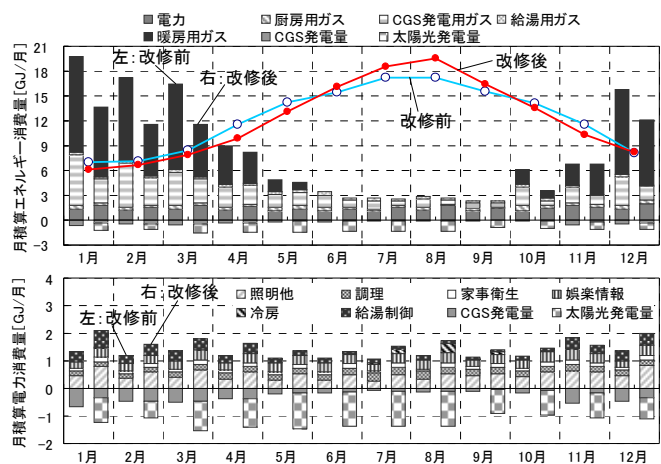


図4 改修後2月におけるエネルギー消費量の時刻変動

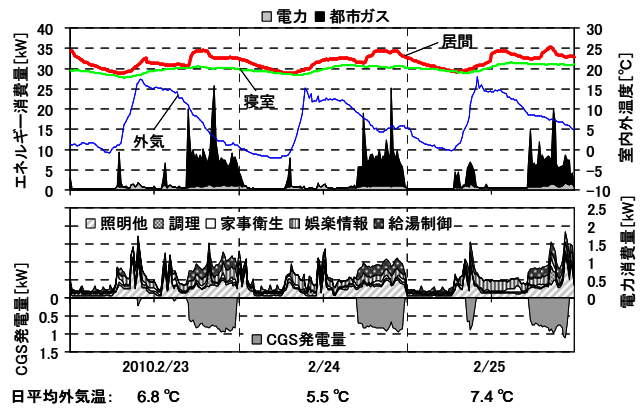


図3 改修後2月におけるエネルギー消費量の時刻変動

(2) 年間1次・2次エネルギー消費量^{注1)}、CO₂排出量^{注2)}の比較(図5)

エネルギー消費量は1次:13%(18.0GJ)、2次:24%(25.2GJ)の削減、CO₂排出量では11%(0.8t-CO₂)の削減効果が認められた。発電量については、改修前に電力消費量の25%を発電していたのに対し、改修後には太陽光発電システムの導入によって77%を賄っていた。さらにこれらの発電量を考慮すると、改修後には、1次・2次エネルギーでそれぞれ35%(36.3GJ)、39%(48.6GJ)の削減となり、CO₂排出量についても40%(2.5t-CO₂)削減と大きな効果が得られた。

6. まとめ

- ①断熱性能の向上により暖房負荷が大幅に低減され、特に冬期(1~3,12月)で2次エネルギーが改修前と比較し、23~33%(3.7~6.0GJ)削減した。
- ②CGSに加え、太陽光発電システムの導入したことにより、年間消費電力の77%と大きな発電量を確保できることが確認された。
- ③発電量を考慮すると、改修後には1次・2次エネルギーでそれぞれ35%(36.3GJ)、39%(48.6GJ)の削減、CO₂排出量でも40%(2.5t-CO₂)削減と大きな効果が得られた。

謝辞

本研究は、住まいと環境・東北フォーラムが、カーボンニュートラル化を目指した断熱改修実験プロジェクト(第1号)として実施しているものである。本プロジェクトに協力して頂いたフォーラム会員各位、関係者各位には、心から感謝の意を表します。

注

- 1) 1・2次エネルギー換算には、電力(2次):3.6MJ/kWh、電力(1次):9.97MJ/kWh、都市ガス:46.05MJ/m³を使用した。
- 2) CO₂排出係数には、電力:0.555kg-CO₂/kWh、都市ガス:2.20kg-CO₂/m³を用いた。

参考文献

- 1) 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第3条

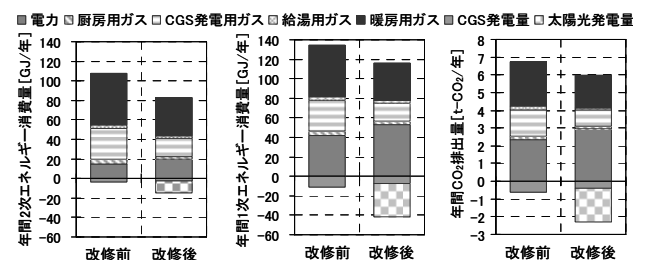


図5 改修後2月におけるエネルギー消費量の時刻変動

* 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期

** 東北大学大学院工学研究科 教授・工博

Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.

Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.