

# 157 既存住宅における太陽熱暖房・給湯を中心としたソーラーハウスへの改修に関する研究

会員 ○楠 崇史 (OMソーラー) 会員 宇田川 光弘 (工学院大学)  
 会員 盧 炫佑 (OMソーラー)

Study on solar housing renovation with a focus on solar space heating and DHW

Takafumi KUSUNOKI\*, Mitsuhiro UDAGAWA\*\*,  
 Hyonwoo ROH\*

\* OM Solar, Inc.  
 4601 Murakushi, Nishi-word, Hamamatsu-City, Shizuoka Pref.,  
 JAPAN, 431-1207  
 TEL: +81-53-488-1715 FAX: +81-53-488-1556  
 E-mail: kusunoki@omsolar.jp  
 \*\* Kogakuin University

## ABSTRACT

In this study, the effect of renovation was studied for a detached houses provided with the solar air heating system for space heating and hot water supply. Improvement of thermal environment and reduction of energy consumption by the solar renovation were examined with comparing the measured data of before and after the renovation. As a result, it was found that the energy consumption of the space heating and hot water heating after the renovation was reduced to a half of the consumption before the renovation.

キーワード：空気集熱式ソーラー、改修、測定

Keywords: Solar air heating system, Renovation, Measurement

## 1. はじめに

現在の日本には、総世帯に比して住宅数が充足している状況であり、環境負荷低減の観点から建替よりも、省エネルギー性能、快適性、耐震性能などを改善する改修

が望ましいと考えられる。そのため既存戸建住宅の空気集熱式パッシブソーラーを基軸とした熱環境改修によって省エネルギー性能、快適性の効果について検討する必要があることから、本研究では断熱改修とソーラー改修を行った愛知県長久手市に実在する木造二階建ての戸建住宅（以下N邸とする）の改修前、改修後の状態で測定を行った性能調査結果を示す。

## 2. 測定建物詳細

写真1に外観写真を示した。N邸は築23年の建物で、居住人数は改修前の測定開始時には大人3名、改修後の測定開始時は大人2名、2012年12月には大人4名と乳児1名と人数が変化している。改修前後ともに居住者が生活をしている状態での測定を行った。

図2にN邸の改修前、改修後の平面図を示した。改修前の延床面積は195m<sup>2</sup>である。エアコンは1階に4台、2階に3台の計7台あり、暖房時には主に居間（Living）に電気こたつや灯油ストーブを数台使用している。ガスは給湯用ボイラと調理に使用する。改修の範囲は居住者の意向により、1階完結型の生活の希望されたため、温熱環境の改修対象範囲も1階のみとしたため、1階部分のみ断熱改修を行った。プランの変更によって1階北側の広縁部分は増築を行い、延床面積は199m<sup>2</sup>となった。改修前の居間と南側和室（RoomS）はフローリングに変更となり、和室は北側の部屋（RoomN）だけとなった。居間と台所の間仕切りがなくなったため、居間の空間が大きくなった。1階は室内へ供給する集熱空気を対象範囲



Fig.1 Floor plan



Fig. 2. Outside view of the renovated house

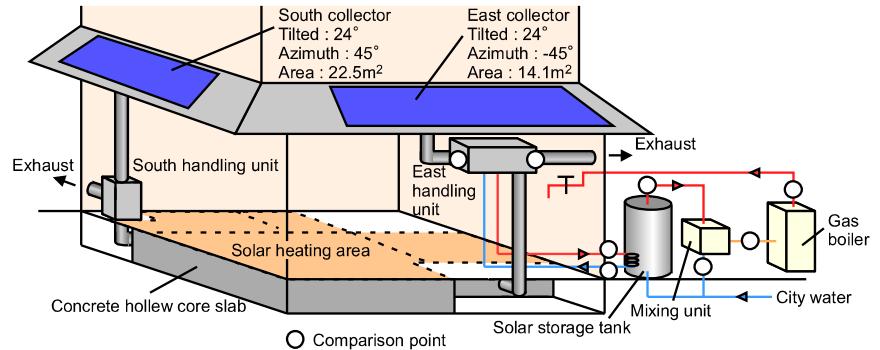


Fig. 3. System diagram of solar system

に行きわたるようだに、他の部屋との間仕切りも少なくななり、連続した空間となっている。ただし、対象範囲外の和室（Jroom）と玄関、階段には間仕切りを設けている。

暖冷房機器のエアコンは全てトップランナーのものに買い替え、台数は改修前と同じ1階に4台、2階は3台となっている。暖房時に電気こたつは使用しなくなったが、エアコンよりも灯油ストーブを使用することが多い。調理はガスからIH調理器に変更となったため、ガスボイラは給湯用の補助熱源専用となった。ガスボイラの買い替えは行っていない。冷蔵庫、洗濯機、テレビ等の家電も最新の省エネルギータイプものに買い替えを行った。

温熱環境の改修として、ソーラー改修と断熱改修を行った。ソーラー改修では、東側と南側に空気式集熱システムを設置し、東側集熱器で集めた集熱空気は貯湯槽内の給湯の予熱を行うシステムを導入した。ソーラー改修では、下屋部分の南東側（東側集熱器）と南西側（南側集熱器）の2面に空気式集熱器を設置した。面積はそれぞれ $14.1\text{m}^2$ と $22.5\text{m}^2$ である。傾斜角は $24^\circ$ で方位はそれぞれ真南より $45^\circ$ 振れている。ここでは南東側経路を東側集熱器、南西側経路を南側集熱器として扱う。それぞれの集熱システムは独立して運転制御している。ハンドリングボックスは、東側集熱系統は洗面所の天井裏、南側集熱系統は主寝室南西にある機械室に設置している。冬期の暖房運転時と夏期の夜間冷却運転時には、集熱空気がハンドリングボックスを通過し、ダクトを通過して床下空間に吹き出された後、太陽熱供給部分に集熱空気を吹き出す。床下は改修工事によって100mm厚のコンクリートで覆い、躯体に蓄熱を行うように施工した。東側集熱器のみ給湯加熱用熱交換器が備わっており、集熱空気で不凍液を加熱し給湯の予熱を行う。夏期と中間期は集熱による給湯加熱を行い、加熱後集熱空気は排気される。冬期は室温が $23^\circ\text{C}$ 以上になった場合に給湯加熱を行う。南側集熱器は給湯用熱交換を行わず、冬期の直接床下を介した暖房専用に使用される。夏期と中間期の日中は、集熱器裏側の小屋裏温度上昇を抑制するために排気運転を行う。

### 3. 測定方法

測定期間は2010年12月頃の暖房期から開始し、2011年8月頃の冷房期までを改修前、改修工事が完了し居住を開始した2012年3月から2013年1月までを改修後として測定を行った。測定項目は室内熱環境として各室の温湿度の他に、暖冷房器具の運転状況を把握するため、エアコンや電気こたつの電力消費量、エアコンの吹出口、吸入口温湿度を測定した。給湯熱量についてはボイラ出入口水温と流量を測定して計算する。また、改修後は貯湯槽や給湯混合弁が増えたため、機器の出入口温度も追加した。家全体のエネルギー量としては、電力とガスの使用量を計測している。また、測定建物のある敷地内で気象観測も行っており、測定時の外界条件として使用する。改修後のソーラーシステム部分の計測では、集熱温度、ファンユニット入口、出口温度、ファン回転数等を測定しており、システムの運転制御にも用いる。

測定間隔については、気象観測は1分間隔、室内とエアコン吹出口の温湿度は10分、暖冷房機器、幹線の電力とガスの使用量は10分間の積算値で測定している。給湯器周りの温度と流量、日射量については短い時間間隔での変動が大きいため、10秒間隔で行った。

### 4. 測定結果

本報では冬期の3日間について改修前後の室内温熱環境、給湯、建物消費エネルギーの測定結果を示す。

図4に改修前、図5に改修後の測定データから気象条件、室内温環境、暖房用電力使用量、全電力量、給湯用ボイラ加熱量、ガス使用量を示す。比較には晴天日が連續し、外気温度が近い気象条件の似ている期間を選んだ。改修前は2011年2月14日～16日、改修後は2013年2月12日～14日の3日間である。居間等がある南側室温を比較すると、改修前の2室は朝方、昼、夜に室温が上昇しているが、暖房に使用した電力はこたつのみで、エアコン消費電力はなかった。全体の電力量と室温の上昇が一致していることから、測定していた機器以外の暖房器具を使用していたと推測できる。ただし、暖房時でも $18^\circ\text{C}$ 程しかなく、朝方も $10^\circ\text{C}$ 程まで室温が下がっており、

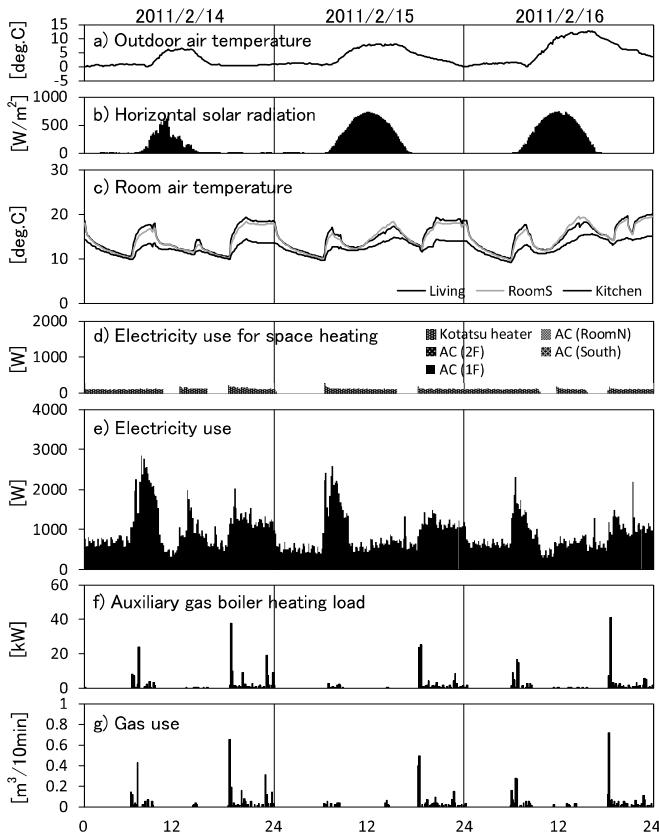


Fig. 4. Measured data (Before renovation)

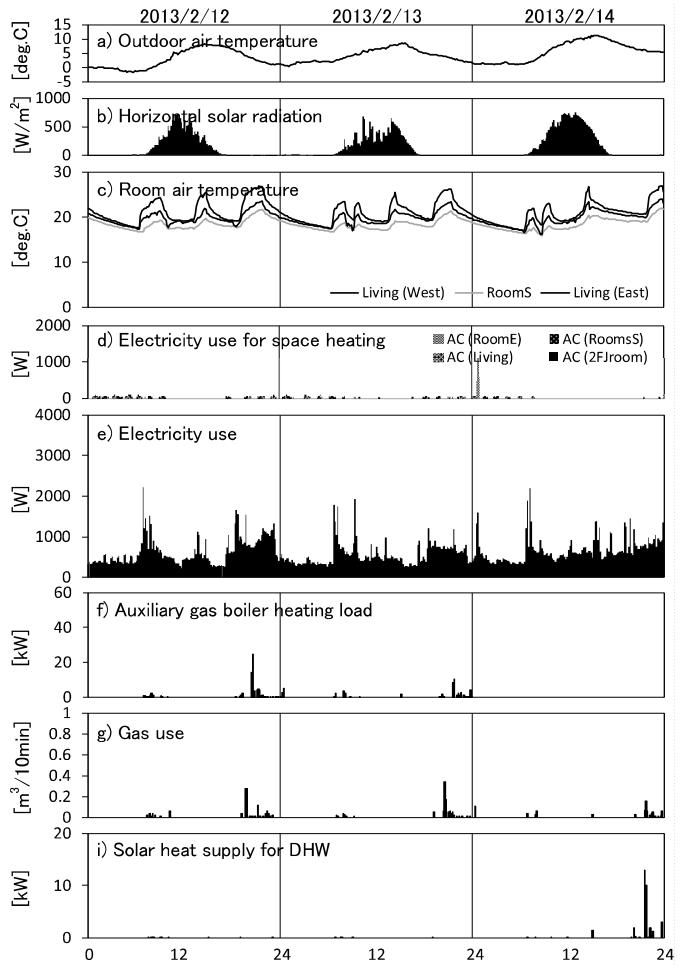


Fig. 5. Measured data (After renovation)

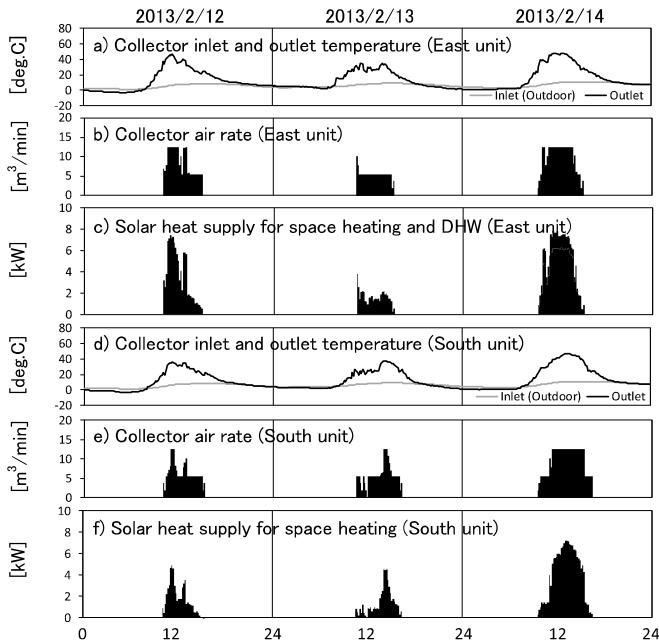


Fig. 6. Solar air heating system

一日の温度差が大きい。改修後は3日間の中でエアコンを使用していたと思われる原因是14日の1日だけであった。日中に全電力量から他の暖房機器を使用していたと思われるが、室温は25°C程となっており、朝方の室温も18°C程であり、一日を通しての室温が改修によって高くなつたことがわかる。全電力量は家電機器の買い替えや居住人数減ったこともあるが、夜間の電力量が600Wから

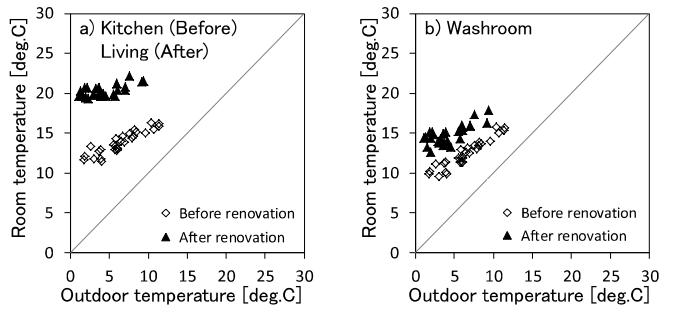


Fig. 7. Room and outdoor air temperature correlation diagram

400Wまで減っており、改修後は調理に電力を使用している時間帯を含めてもピーク時の消費電力量は少なくなっていることがわかる。給湯用補助ボイラによる加熱量は、改修後は日中の太陽熱による貯湯槽内の予熱によって給湯負荷の一部を賄っているため、改修前よりも少なくなっていることがわかる。ガス使用量も給湯用ボイラの加熱量と調理がガスから電力に変わったことによる削減が若干含まれるが、太陽熱による予熱によって給湯加熱用のガス使用量が減ったことがわかる。

図6に改修後の集熱システムの測定結果について示す。冬期では集熱温度を高くするために集熱風量はファンの

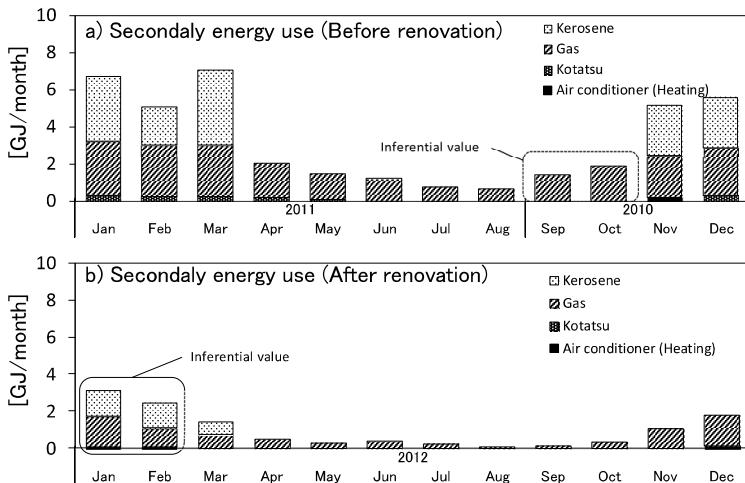


Fig. 8. Monthly energy use

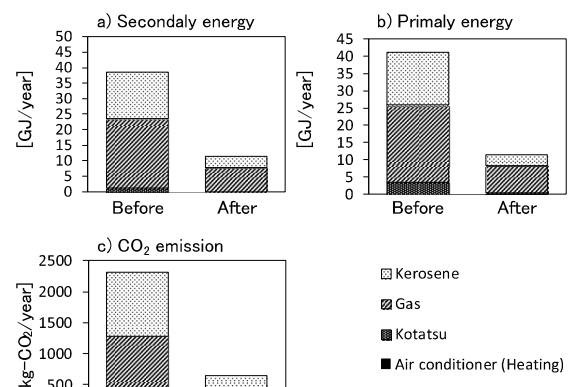


Fig. 9. Annual energy use and CO<sub>2</sub> emission

最低風量で運転することが多いが、14日のような日射量が多い日では、最大風量で運転する日もみられた。集熱温度は3日間、東側と南側のどちらも約60°Cまで上昇している。集熱量は最大で8kWとなっていた。

図7に2月の日平均外気温度と、日平均室温の相関を示した。図左の台所では改修前が10~16°C付近に対し、改修後では外気温度の影響を受けずに20°C付近で安定している。これは集熱空気による室内への熱供給と、断熱改修によって、室温の安定した環境を作っていることがわかる。図右の洗面所では台所ほどの平均温度の上昇はみられないが、北側にある部屋でも日平均室温で約5°Cの室温の上昇があったことがわかる。

図8に改修前後の暖房給湯用エネルギー量の月積算結果を示す。改修前後ともに測定期間外の2ヶ月分については、測定期間の似ている季節の測定値より推定した。また、灯油の使用量とは居住者へのアンケートを行い購入量の値を基に作成したため使用量とは若干異なる。改修前後のエネルギー量で最も削減できていたのは、給湯用のガス消費量で、太陽熱による予熱により年間を通して大きく削減できていることがわかる。また、冬期の灯油購入量も集熱空気による暖房によって、灯油ストーブの使用時間が減り、購入量が減っていることがわかる。

図9に改修前後の暖房給湯用エネルギー量の年積算結果を示す。二次エネルギー量で65%の削減となった。エアコンの電力使用量は、改修前後ともに暖房としてエアコンを使用していなかったため、削減量は少なかった。断熱の改修や、軒を伸ばしたことによる日射の侵入量が少なくなったためと考えられる。暖房給湯用エネルギー量については、二次エネルギー量、一次エネルギー量、CO<sub>2</sub>排出量はそれぞれ71%，71%，72%の削減となり、計画段階の目標であるエネルギー使用量半減を達成できたことが測定結果よりわかった。

## 8.まとめ

ソーラー改修、断熱改修を行った戸建住宅を測定した結果より改修効果について、冬期の室内温熱環境と消費エネルギー量の比較を行った結果について以下に示す。

- 1) 冬期の室内熱環境は改修によって、一日の変動が少なく、外気温度によらず安定した温度となるため、快適な空間となったといえる。
- 2) 冬期でも日射量が多く、十分な室温を保っている日は給湯の予熱運転を行う。建物での消費エネルギーの約3割を占める給湯用エネルギーを太陽熱で賄うことができたため、年間を通しての暖房給湯用エネルギーの半減という目標を達成できたと思われる。
- 3) 今後はエアコンや給湯機器の運転状況、効率などについての検討や、測定データを利用したシミュレーションプログラム EESLISM の空気式集熱システムの検証を行うも行う予定である。

## 謝辞

本研究の成果の一部は環境省平成24年度地球温暖化対策技術開発・実証研究事業によるものである。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 楠, 宇田川, 盧:長久手空気集熱式ソーラー改修住宅を利用したEESLISMの検証, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, pp.273-276, 2012.11
- 2) 楠, 宇田川, 盧, 大場, 成田, 平柳, 的場;既存戸建住宅のソーラー改修に向けての性能調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, pp.957-960, 2011.8
- 3) 平柳, 宇田川, 楠, 的場, 盧:シミュレーションによる空気集熱式ソーラー改修住宅の性能評価その1長久手N邸, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, pp.109-112, 2011.9