

ソーラー改修住宅を利用した EESLISM の検証
 —T 邸の暖房期のシミュレーション—
 Validation of EESLISM using the Renovating Solar House
 - House T in heating season -

正会員 ○楠 崇史 (工学院大学) 技術フェロー 宇田川 光弘 (工学院大学)
 正会員 盧 炫佑 (OM ソーラー) 正会員 佐藤 誠 (佐藤エネルギーリサーチ)

Takafumi KUSUNOKI^{*1} Mitsuhiro UDAGAWA^{*1} Hyunwoo ROH^{*2} Makoto SATOH^{*3}

^{*1}Kogakuin University ^{*2}OM Solar Inc. ^{*3}Satoh Energy Research Co. Ltd.

In this study, the simulation results used EESLISM are compared with the measured data of the air temperature and air conditioning load in the one-story detached house in the heating season. The room set point in the simulation was provided by the measured data. The air temperatures of the measured data and the simulation results are generally consistent. The heat load of the simulation results was compared with the electricity used by the air conditioner using the measurement data. In this study, COP is assumed to be 2.5. The maximum value of the load is close. However, the simulation result of the daily heat load is lower than the measure data.

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、温室効果ガスの 25%削減目標と再生可能エネルギー供給目標の達成が求められている観点から、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。改修方法の一つとして本研究では空気集熱式パッシブソーラーを基軸とした熱環境改修を行う予定の建物を用いた省エネルギー性能、快適性についての評価、検討を行う。

熱環境改修においては設計段階でのシミュレーションプログラムによる熱環境やエネルギー使用量の予測が有効と言える。これまでに空気式太陽熱暖房給湯システムの導入によるソーラー改修と断熱改修を行う予定の建物を用いてシミュレーションを使った年間性能予測を行い、結果を基に改修設計を行ってきた^{1),2),5)7)}。また、同時に改修前後の熱環境とエネルギーについての測定から実際の建物性能について比較を行ってきた^{3),4)}。本研究ではそのうちの群馬県高崎市にある木造平屋建ての戸建住宅において、改修前の状態の測定データからシミュレーションの設定条件に入力する生活スケジュールを想定し、測定データとシミュレーション結果を比較することで、シミュレーションプログラム EESLISM の検証を行った。

1. 検証建物と測定方法

写真 1 に検証建物の外観、表 1 に建物詳細、図 1 に平面図を示す。この建物は群馬県高崎市に実在する築



写真-1 建物外観

表-1 建物詳細

所在地	群馬県高崎市		
主要用途	専用住宅		
構造・構法	在来木造軸組工法		
竣工	1990年(平成2年)		
延床面積	76m ²		
断熱材	外壁		50mm
	天井	グラスウール10K	100mm
	床		50mm

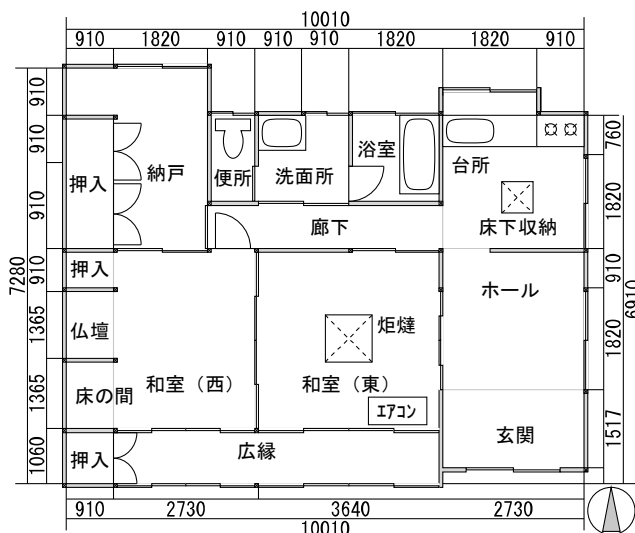


図-1 建物平面図

22年の建物である。延床面積は 76m²の平屋建ての住宅で建物正面は真南を向いており、屋根の傾斜角度は 22.4°である。断熱材はグラスウール 10K で、外壁と和室以外の床に 50mm、居室の天井に 100mm となってい

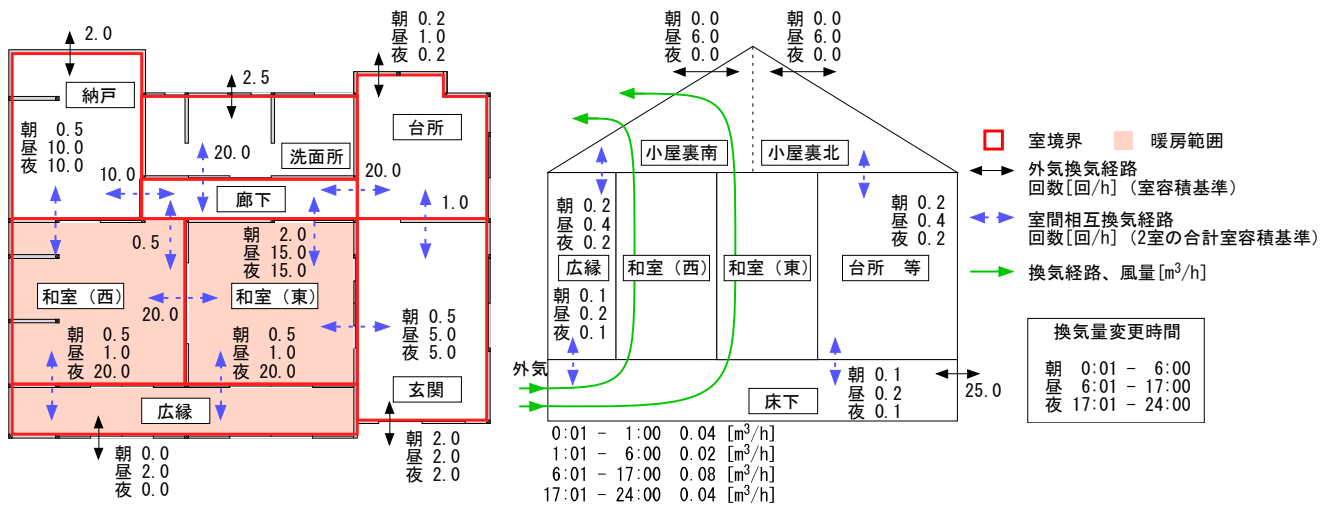


図-2 シミュレーション換気回数設定値

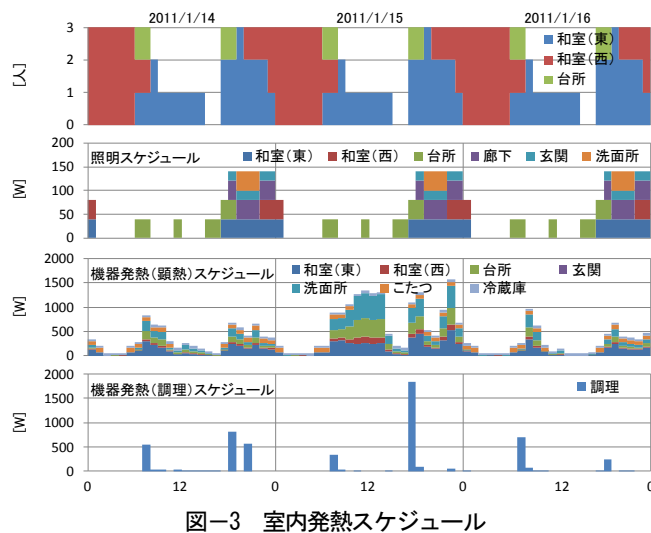


図-3 室内発熱スケジュール

る。和室（東）、和室（西）の南側には広縁があるため、冬期でも日射による熱取得が多くある。和室（東）は居間として使用しており、和室（西）は寝室として使用されている。暖房用機器は和室（東）にエアコンが1台あり、家全体を賄っている。また、和室（東）で電気こたつの使用もある。家族構成は大人2名と子供2名の4人家族である。

改修前の測定は2010年12月から開始し、改修工事の期間に入る2011年7月までの約8か月間の測定を行った。測定項目は気象観測、室内温湿度、給湯温度、給湯流量、主幹電力使用量、ガス使用量である。室内温湿度は各部屋1箇所測定している。電力量は家全体の使用量である主幹の他に、冷暖房の運転時間と消費電力量を把握するため、エアコンと電気こたつについても計測している。また、ガス使用量は調理用と給湯ボイラ用を個々に使用量を測定している。改修後には空気式太陽熱給湯暖房システムを導入するため、給湯に使用されるエネルギーの削減効果について検討するため測定を行っている。給湯についての測定も行っているが、本報告では暖房の

みについて検証することとし、給湯に関する検証は対象としていない。

2. シミュレーション条件

シミュレーションの実行に必要な設定条件は、測定結果を基に作成した。換気に関しては外気導入量、室間相互換気量等を推定した。室内発熱に関しては計測した電力使用量から各室の照明発熱、機器発熱を推定した。

図2に外気換気経路と換気回数、床下からの経路と風量について示した。換気は朝(0:01-6:00)、昼(6:01-17:00)、夜(17:01-24:00)と3つの時間帯に分けて設定している。外気と室内の換気経路は和室の2室以外の室に設定している。室間の相互換気経路は隣接する部屋毎に与えている。これらの換気回数については、室温の測定結果から開口部の開閉を想定した換気回数としている。また、和室の2室の天井に換気口があり、床に断熱材が無いことから、換気扇によって外気が床下、和室、小屋裏へ流れる経路を想定した。風量は時間毎に変更しており、居住者が活動している時間の換気風量を多く設定している。

図3に発熱スケジュールを示した。室内発熱は時間毎にスケジュールを作成し、シミュレーションの条件として入力できるようにした。発熱として入力するものうち、測定している項目は電気こたつの消費電力量のみであり、電気こたつは測定データをそのまま発熱量として設定した。照明とその他の機器発熱については、室内温湿度の変動やエアコンの稼働状況から判断し、幹線電力量から、エアコンと電気こたつ、そして冷蔵庫として想定した45Wを引いた残りの電力量を各部屋に分配した値を入力している。在室人数も居住者へ行ったアンケートと測定結果から各部屋の在室スケジュールを作成してシミュレーションに設定を行った。

エアコンの運転時間は消費電力から運転の有無を判断した。エアコンはEESLISMにおける仮想空調機のモデ

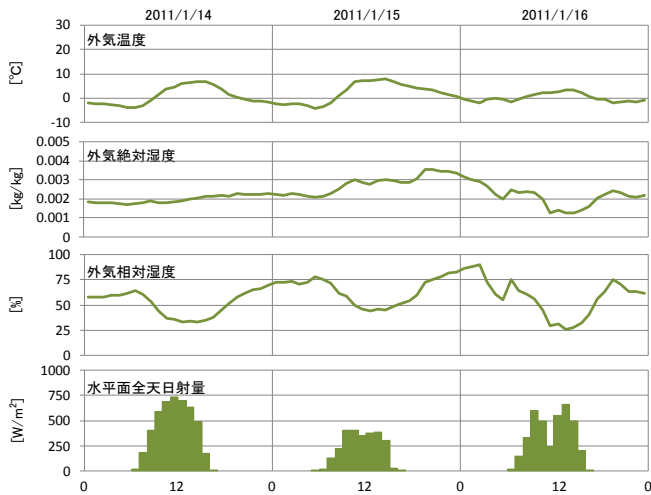


図-4 気象条件

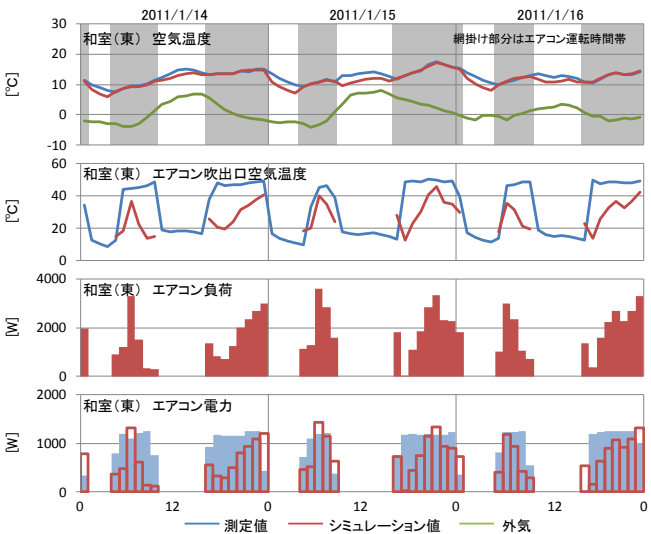


図-5 和室（東）の比較結果

ルを用いた。エアコンの吹出空気は和室（東）、和室（西）、広縁の3室に供給されるように想定した。吹出制御はCAVとして、全風量は360m³/hである。設定室温はエアコンが設置されている和室（東）の測定温度に制御されるように設定した。

小屋裏と床下には、梁や束などの構造体と基礎のコンクリートの熱容量による室温の影響があると想定し、シミュレーションの条件に熱容量を設定している。また、居住室にも棚、机等の家具についても熱容量を考慮した。

気象データは検証建物のある敷地内に設置した気象観測装置で観測した気温、湿度、日射量をシミュレーションの気象条件として入力した。夜間放射は前橋気象台の雲量を用いて計算した。シミュレーションの計算は1時間間隔で行った

3. 室内熱環境の比較

シミュレーションは測定期間中の8ヶ月について行ったが、本報告では2011年1月10日から16日の1週間

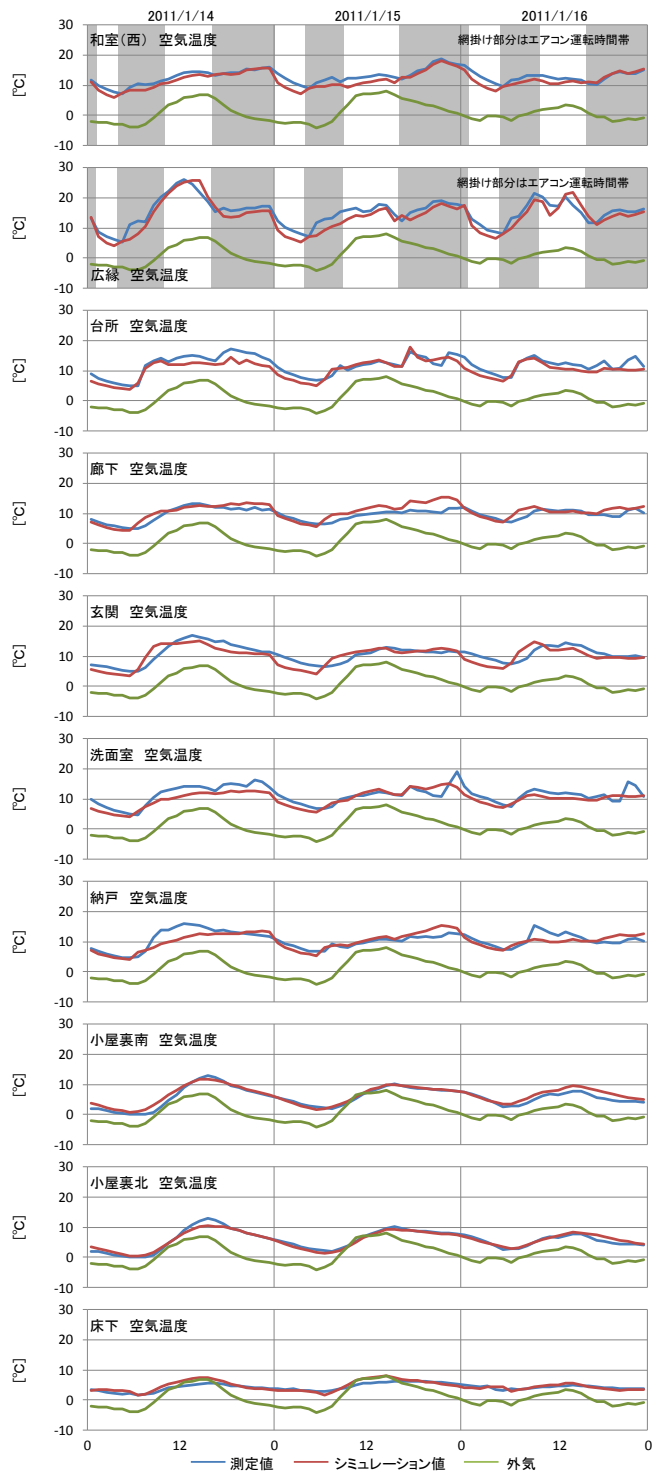


図-6 室内空気温度の比較結果

について述べる。時間変動を1月14日から16日の3日間について図4~6に示した。図4に検証日の気象条件を示す。3日とも明け方には0°Cよりも低く、日中でも10°Cまで達していない。14日は晴天日で水平面全天日射量は750W/m²まで達する。

図5に居間でエアコンのある和室（東）について温湿度の測定値とシミュレーション値の比較結果を示す。空気温度グラフの網掛け部分がエアコンを運転していた時間である。検証した3日間とも朝方と夕方から夜にかけて

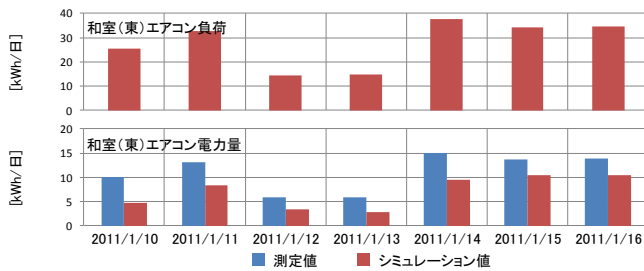


図7 エアコン日積算負荷と日積算電力量の比較

てエアコンの使用があり、この時間はエアコンの設定温度に測定データを設定しているため、この時間は同じ温度となっている。エアコンが停止している時間は測定値よりもシミュレーション値の方が2℃程低くなる。

図6にその他の室温についての測定値とシミュレーション値の比較結果を示す。検証には晴天日と曇天日が続く3日間の結果を示したが、測定値とシミュレーション値は概ね一致しているといえる。ただし、広縁と納戸の温度が測定値の方が高い箇所は、測定機器の設置場所が部屋の高い箇所に設置したため、室温の平均温度よりも高い値となっていた事、日中の床下温度が低いのは北側にある台所の下で測定していた事が原因と思われる。

測定は居住者が生活している状態で行ったため、生活に支障の無いような箇所に設置する必要があった。このため比較に適した平均温度の測定をすることが難しかった。

4. 暖房熱負荷およびエアコン電力使用量の比較

図5にはエアコンの吹出口温度と負荷の変動とエアコン用電力の比較も示した。測定結果ではエアコン運転時の吹出口温度はほぼ一定の約45℃付近で変動しないが、シミュレーション値では立ち上がりの温度は測定値と近い時もあるが、その後は温度が低くなっていく。シミュレーション値のエアコン負荷は時間による変動が大きく、日中の負荷は小さくなる。測定値のエアコン電力と比較するためにCOPを2.5と仮定した。電力のピーク時は近くなる日もあるが、測定の暖房時は常に最大能力で連続的に運転されているため、午後の運転開始時にシミュレーション値と大きく差がみられた。今回シミュレーションの設定条件とした空気の流入経路や隙間風量が想定した量よりも実際は多いとも考えられる。暖房運転時の開口部の開閉などをより詳細に検討する必要がある。

図7にエアコン日積算負荷を示した。COPを2.5と仮定した場合、全ての日で測定値よりもシミュレーション値が少なく、60~75%程しかない。夕方の暖房開始時の負荷の差が影響している。

5. まとめ

本報ではソーラー改修と断熱改修を行う戸建住宅の測

定結果を用いたシミュレーションプログラムの検証結果を示した。

1) 測定値とシミュレーション値を比較したが、室温については概ね一致する結果となった。今回のシミュレーション設定条件では温度の検証を主に行ったが、湿度については今後検討する。

2) 暖房時のエアコン電力については、測定値では時間変動が一定となっている場合が多い。暖房設定温度や換気量などについて今後さらに検討を行う予定である。

3) 今回は冬期の検証結果を示した。夏期については外気温と室温の差が小さいため、冬期よりも測定値とシミュレーション値は一致しやすいと予想される。今後は測定を行っていない期間も含め、年間のエネルギー使用量についてのシミュレーションによる推定を行う。また、給湯のエネルギー使用量についても検証を行う。

4) 改修後の状態でも測定を行う予定であり、室内熱環境、エネルギー量に空気式太陽熱給湯暖房システムも含めた住宅全体についての検証を行っていく。

参考文献

- 1) 平柳, 宇田川, 楠, 的場, 盧; 空気集熱式ソーラー住宅のシミュレーションによる改修性能予測 その1 長久手N邸, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, 2012年8月
- 2) 的場, 宇田川, 楠, 平柳, 盧; 空気集熱式ソーラー住宅のシミュレーションによる改修性能予測 その2 高崎T邸, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, 2012年8月
- 3) 楠, 宇田川, 平柳, 的場, 盧; 空気集熱式ソーラー住宅川崎T邸の改修性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, 2012年8月
- 4) 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, 2011年8月, pp.957-960
- 5) 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協会合同研究発表会, 2011年9月, pp.119-112
- 6) 的場, 宇田川, 楠, 平柳, 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2 高崎T邸, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 2011年9月, pp.113-116
- 7) 楠, 宇田川, 平柳, 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3 東村山G邸, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 2011年9月, pp.117-120