

ゼロエネルギー住宅の熱環境・エネルギー性能シミュレーションモデルの検証

正会員 ○楠 崇史\* 同 宇田川 光弘\*\*  
同 盧 炫佑\*\*\* 同 佐藤 誠\*\*\*\*

ソーラー改修住宅 空気式集熱器 暖房  
給湯 太陽光発電 エネルギー使用量

1.はじめに

本研究では、空気式太陽熱集熱システムを利用する暖房給湯システムを導入した群馬県高崎市に実在する戸建住宅で測定を行い、測定データと比較を行うことで、シミュレーションプログラム EESLISM の検証を行う。検証は住宅全体の熱環境とエネルギー性能および太陽熱利用システム、太陽光発電システムについて行った。

2.ソーラー住宅

図 1, 2 に検証に用いる建物の平面図、表 1 にシミュレーション設定条件を示す。集熱空気は小屋裏にあるハンドリングボックス内の熱交換器によって、給湯用貯湯槽内の水を加熱する。また補助熱源にはヒートポンプ給湯機があり、深夜電力を使って沸かす。熱交換器通過後の集熱空気は、冬期のみ床下に送られて室内へ吹出すが、この建物では床下に 20L のタンクを 28 個配置しており、集熱停止後も一定の温度を保てると考えられる。室内の暖冷房機器として居間、洋室(東)、洋室(西)に 3 台のエアコンがあるが、暖房時に使用しているのは居間と洋室(西)の 2 台である。居住人数は 2 人である。

3.シミュレーションモデル

本研究では冬期の検証結果を示す。シミュレーションの計算間隔は 10 分とした。シミュレーションは建物の熱負荷と集熱や給湯の設備システムは一体として計算を行う。集熱システムは、ガラス付集熱器、太陽電池付予備集熱器、予備集熱器毎に部材の熱抵抗と通気層の厚さを設定した。集熱器の裏側は吹き抜けと、機械室の 2 室になるため、シミュレーションでは全体の風量を面積比で按分し、各室上部のそれぞれの集熱器通過風量を設定し

表 1 シミュレーション設定条件

気象データ	気象観測装置による観測値 (雲量のみ前橋気象台)
集熱面積	予備集熱面:14.014m <sup>2</sup> PV面下:30.03m <sup>2</sup> (傾斜角度21°) PV面上:10.01m <sup>2</sup> ガラス面:10.01m <sup>2</sup> (傾斜角度38°)
集熱器傾斜角	下段:21.8° 角度変化後:38.7°
集熱器方位角	0° (真南)
太陽光発電	発電容量:4.9kW
太陽熱暖房風量	居間:40%、洋室(西):30%、洋室(東):30%
蓄熱体設置箇所	床下(居間、洋室(西)、洋室(東)、台所、洗面所)
蓄熱体	物質:水 容量:560ℓ 熱容量:2361520J/K 熱コンダクタンス:131W/K
貯湯槽	槽容量:420L 周囲温度:外気
ヒートポンプ給湯機	定格能力:4500W 循環定格流量:0.96L/min
集熱不凍液循環流量	定格流量:4.8L/min
貯湯槽内蔵熱交換器	熱交換器有効率:0.44
熱交換器	コイル温度効率:0.54

た。給湯システムは、貯湯槽に集熱空気で加熱する熱交換経路、ヒートポンプ給湯機で加熱する補助熱源経路、給湯経路の 3 経路が接続されている。熱交換経路は集熱運転時のハンドリング出入口温度差、補助熱源経路はヒートポンプ給湯機の運転時間、給湯経路は給湯量から運転スケジュールを作成した。ヒートポンプ給湯機の出口設定温度は 90℃と設定した。給湯温度は貯湯槽に入る給水温度は測定値を入力するが、貯湯槽内温度は計算値であり、給湯温度と給湯負荷について検証を行う。エアコンは運転時間から運転スケジュールを作成した。設定温度には各室の温度としたため、空調運転時間帯は測定値とシミュレーション値は一致する。暖房負荷は測定値の電力量とシミュレーション値で比較を行う。室内発熱として人体発熱は居住者へのヒアリングから各室の居住人数のスケジュールを作成し、機器発熱は太陽光発電による発電量と売電量、買電量から建物全体の消費分を算出し、エアコン、集熱ファン、ヒートポンプ給湯機の測定電力量を差引いた残りを家電や照明用電力量と想定してスケジュールを作成した。

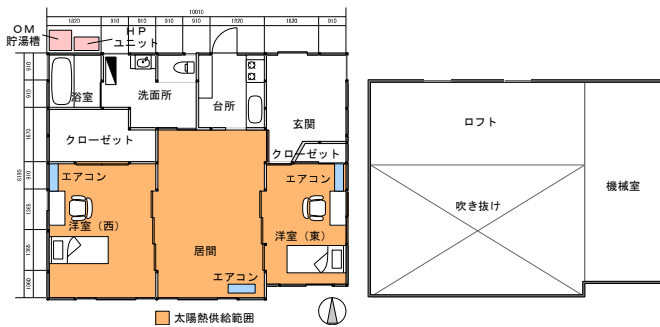


図 1 シミュレーションモデル平面図

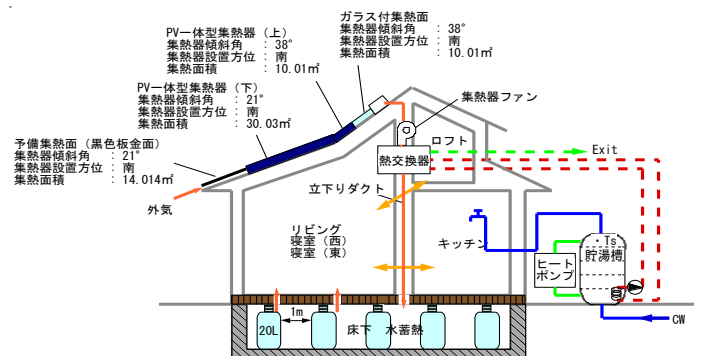


図 2 シミュレーションシステム平面図

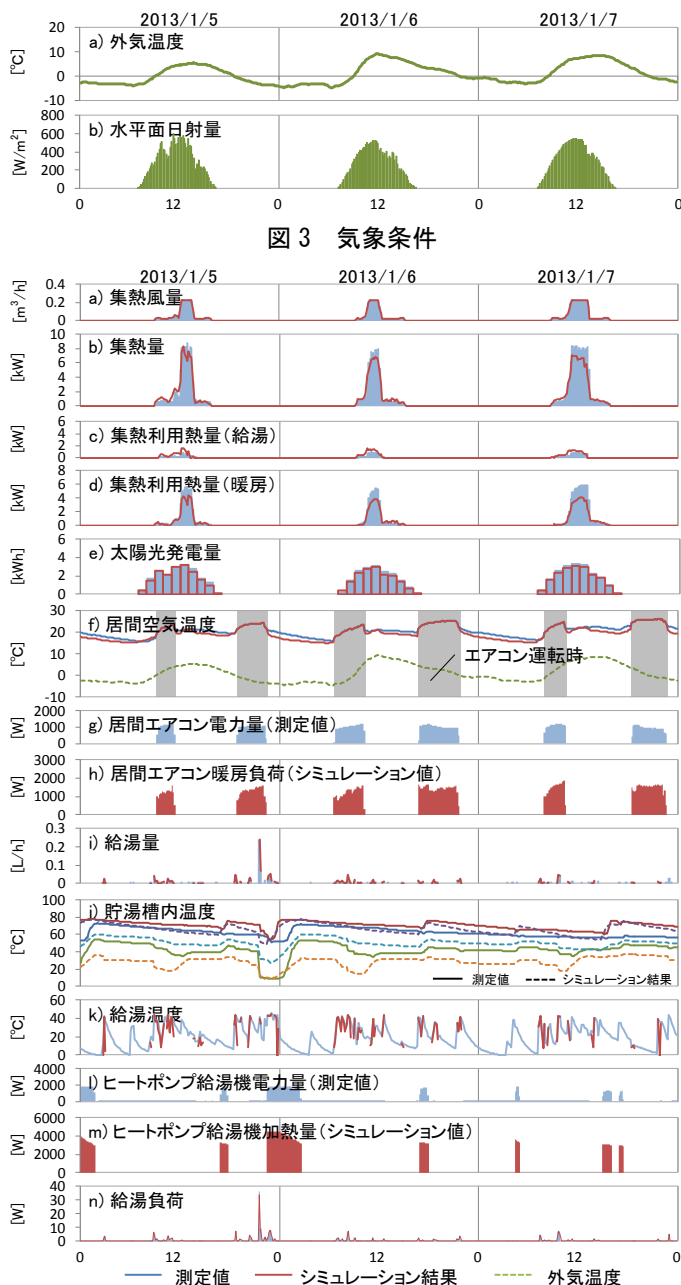


図3 気象条件

図4 シミュレーション結果

#### 4. シミュレーション結果

本報では冬期代表日として、2013/1/5~1/7の3日間の検証結果を示す。図3, 4に気象データ、シミュレーション結果を示す。集熱風量は測定値を用いている。集熱量は集熱風量が少ない時間は、測定値よりもシミュレーション値が大きい、最大風量で運転している時間にはシミュレーション値の方が小さい。シミュレーションの集熱風量の設定が、実際と異なっていた可能性が考えられる。集熱利用熱量は、給湯用は実測値とシミュレーション値はほぼ一致するが、暖房用はシミュレーション値の方が

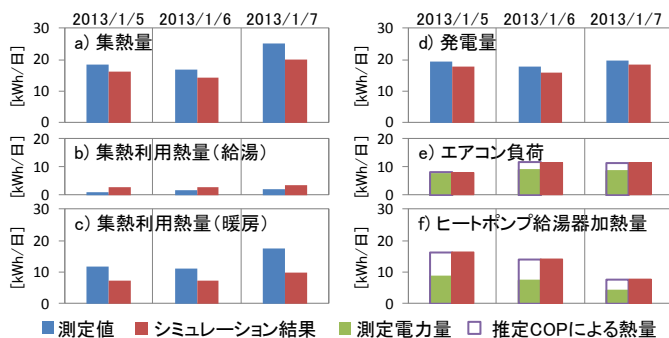


図5 シミュレーション結果(日積算)

小さい。集熱量の違いがそのまま影響していると思われる。太陽光発電量の時積算比較では、ほぼ一致していた。居間と洋室(西)の室温では、エアコンの設定温度に測定値を入力しているため、運転時は一致している。他の時間は計算値だがほぼ一致している。エアコンについては電力測定値とシミュレーションの暖房負荷を示した。3日間とも運転時の変動はあまりなくほぼ一定となっているが、シミュレーションでも変動は再現出来ていると言える。給湯量には測定値を用いた。貯湯槽内温度は、ヒートポンプ給湯機による加熱温度は想定してシミュレーションを行ったが、給湯口に近い頂部の温度はほぼ一致する。給湯温度も概ね一致している。ヒートポンプ給湯機の電力量と加熱量の変動はよく一致していると言える。給湯負荷も測定値とシミュレーション値は一致する結果となった。図5にエネルギー量の日積算結果を示す。集熱量、発電量ともに測定値よりシミュレーション値の方が小さい結果となったが、差は1割以内で再現出来ている。エアコン負荷とヒートポンプ給湯機加熱量から測定電力量を用いて日平均COPを計算すると、それぞれ1.2と1.9となるが、定格COPは4.4、3.0であり小さい結果となった。

#### 5. まとめ

本研究ではソーラー改修と断熱改修を行った建物の測定データを用いて、冬期3日間についてシミュレーションプログラムの検証結果を示した。シミュレーションの設定条件に測定データからシステム制御スケジュールを設定したところ、熱環境、エネルギー性能共にシミュレーション結果は概ね測定値に近くなることを確認した。

#### 謝辞

本研究は平成24年度「科学研究費補助金(基盤研究(B))」課題番号22360239 代表者 宇田川光弘および環境省平成24年度地球温暖化対策技術開発等事業により実施したものである。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

1) 楠, 宇田川, 盧, 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

\* OMソーラー株式会社 当時 工学院大学大学院研究生 修士(工学)

\*\*工学院大学建築学部 教授・工博

\*\*\*OMソーラー株式会社 博士(工学)

\*\*\*\*佐藤エネルギーリサーチ 代表取締役・博士(工学)

\*OM Solar Inc., Formerly Graduate Student, Kogakuin University, M.Eng.

\*\*Prof., Dept. of Architecture, Kogakuin University, Dr. Eng.

\*\*\* OM Solar Inc., Ph.D

\*\*\*\*Sato Energy Research Co., Ltd., Ph. D.