

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

正会員 ○平柳 奏* 同 宇田川 光弘**
同 楠 崇史*** 同 的場 靖代****
同 盧 炫佑*****

シミュレーション 改修 空気式集熱
太陽熱暖房 太陽熱給湯

1.はじめに

本研究では、愛知県愛知郡長久手町にある木造二階建ての戸建て住宅（以下 N 邸とする）をモデル化し、シミュレーションプログラム EESLISM を用いてシミュレーションを行い、空気式集熱器の導入による暖房、給湯負荷および CO₂ 排出量の削減効果の検討を行った。

2.シミュレーション設定条件

図 1~3 に改修前後の平面図、図 4 に改修後冬期システム図、表 1 にシミュレーションスケジュールを示す。N 邸は 1 階部分の断熱改修とソーラー改修を行うため改修後はそれらを考慮してシミュレーションを行った。気象データは拡張 AMeDAS の名古屋のデータを使用し、1 時間間隔でシミュレーションを行った。空調設定温度は暖房が作用温度 18℃、冷房が作用温度 28℃とした。改修前空調室は居間、台所、主寝室となっており、改修後は居間と主寝室となっている。給湯に関しては使用量を冬期 447L/日、中間期 371L/日、中間期 330L/日で、設定温度は 42℃とした。改修後のシミュレーションについては床下躯体蓄熱方式として 2 面の集熱器によって集熱された空気をまず床下に吹出して床下の躯体に蓄熱したあとに部屋に吹出す。そのため、床下のコンクリートを既存状態より 50mm 厚くしており床下の外壁に断熱材を充填した。冬期は南西集熱器が暖房専用とし、南東集熱器は居間の温度が 23℃を超えると給湯利用を行う。集熱風量の供給割合は居間が 40%、主寝室が 20%、広縁が 10%、納戸が 10%、廊下が 10%、洗面室が 10%である。給湯は集熱された空気を水と熱交換して貯湯槽内を加熱して、水温が給湯温度より高くなっている場合は、ボイラによる加熱は行わず、三方弁で温度調節を行う。

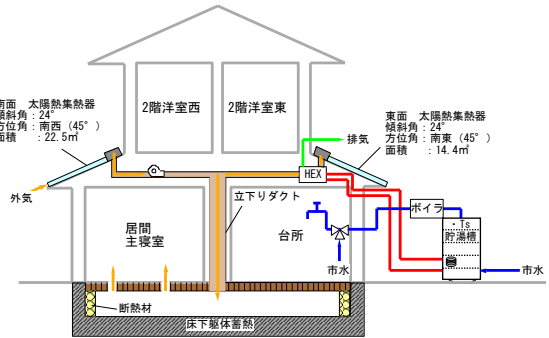


図 4 改修後冬期システム図

表 1 シミュレーションスケジュール

気象データ		拡張AMeDAS(名古屋)		
季節設定	冬期	11月-3月		
	中間期	4月-6月	10月	
	夏期	7月-9月		
空調設定温度		暖房:18℃ 冷房:28℃ (作用温度制御)		
空調時間	改修前	居間	6時-14時 17時-23時	
		台所	6時-14時 17時-23時	
	改修後	居間	6時-14時 17時-23時	
		主寝室	6時-14時 17時-23時	
給湯設定温度		1時-20時:42℃ 21時-24時:42℃		
給湯使用量		冬期:447L/日 中間期:371L/日 夏期:330L/日		
集熱器	集熱面積	南東面:14.1m ² 南西面:22.5m ²		
	集熱器傾斜角	24°		
	集熱器方位角	南東面:-45° 南西面:45°		
	集熱開始温度	相当外気温度40℃		
	集熱風量	南東面:315m ³ /h 南西面:315m ³ /h		
	太陽熱暖房範囲	居間	:252m ³ /h (40%)	
		主寝室	:126m ³ /h (20%)	
		広縁	:63 m ³ /h (10%)	
納戸		:63 m ³ /h (10%)		
廊下		:63 m ³ /h (10%)		
洗面	:63 m ³ /h (10%)			
給湯	太陽熱貯湯槽	槽容量:300L 周囲温度:外気		
	給湯ボイラ	燃料種類:ガス 効率:0.8		
	循環ポンプ	定格流量:360L/h モーター入力電力:35W		
	熱交換器	熱交換器有効率:0.5		

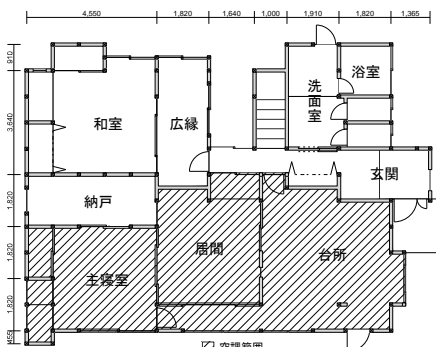


図 1 改修前1階平面図

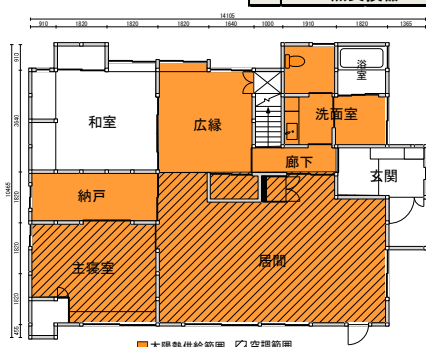


図 2 改修後1階平面図

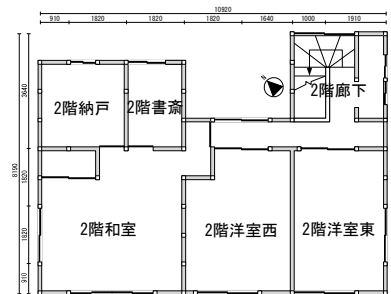


図 3 2階平面図

Predicted performance by simulation of renovated solar houses using air collectors

Part1. House N in Nagakute

HIRAYANAGI Kanade, UDAGAWA Mitsuhiro, KUSUNOKI Takafumi, MATOBA Yasuyo, ROH Hyunwoo

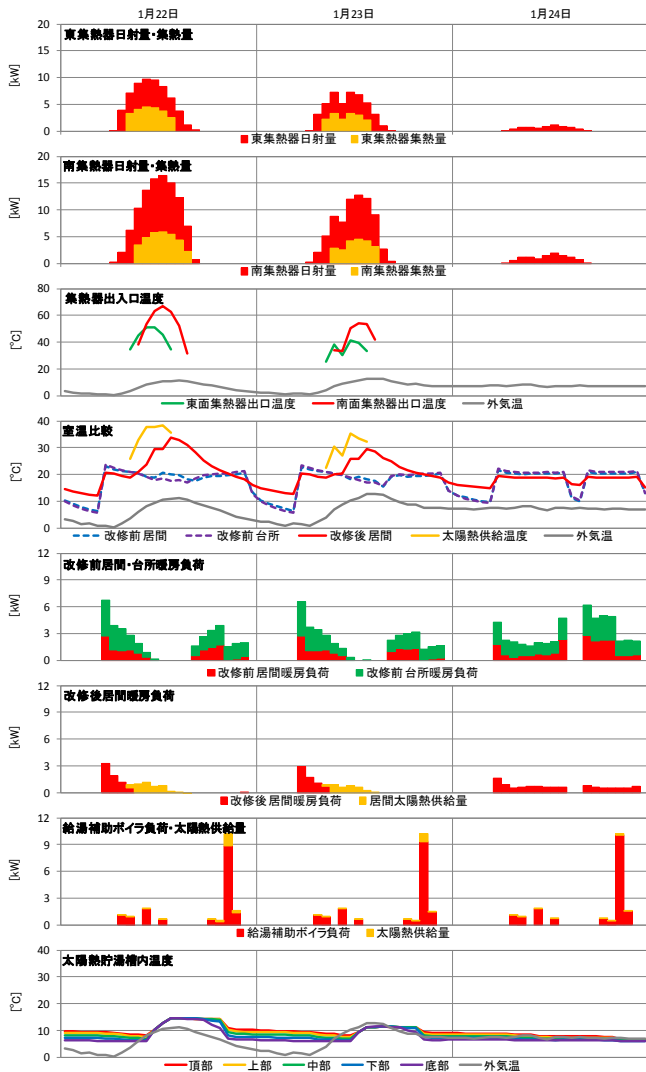


図5 冬期シミュレーション結果

3. 冬期シミュレーション結果

図5に冬期代表日シミュレーション結果を示す。今回のシミュレーションでは1月22日から1月24日を冬期代表日とした。晴天日においてピークで南東集熱器が約5kW、南西集熱器が約7kW集熱を行い、出口温度は南東集熱器が約50℃、南西集熱器が約70℃に達している。室温に関しては、改修後で居間の室温がピークで約10℃上昇する。また、夜間の温度低下についても大幅に改善されている。暖房負荷に関しては立ち上がりの負荷が半減しており、断熱改修と蓄熱の効果で夜間や曇天日の負荷も大幅に減少している。また、太陽熱供給量はピークで約1.5kW供給している。給湯負荷に関して冬期は暖房優先運転としているため給湯の太陽熱供給量は小さくピークで約1.5kWとなった。したがって、太陽熱貯湯槽内温度に関して晴天日のピークで15℃程度であった。

表2 年間エネルギー使用量(暖冷房・給湯)

エネルギー使用量[kWh/year]		既存	改修後
暖房負荷	居間暖房負荷	1747	836
	台所暖房負荷	3226	-
	主寝室暖房負荷	1830	512
	家全体暖房負荷	6802	1348
	太陽熱供給量	-	693
暖房負荷削減率		-	80.2%
冷房負荷	居間冷房負荷	705	437
	台所冷房負荷	574	-
	主寝室冷房負荷	313	113
	家全体冷房負荷	1593	550
給湯負荷	ボイラ負荷	4256	3247
	太陽熱供給量	-	1002
	給湯負荷削減率	-	23.7%
計	暖房+給湯ボイラ負荷	11059	4595
	暖房+給湯ボイラ負荷削減率	-	58.5%

CO ₂ 排出量[kg-CO ₂ /year]		既存	改修後
暖房		1238	153
冷房		290	63
給湯ボイラ		953	619
家全体		2481	835
CO ₂ 排出量削減率		-	66.3%

改修前:給湯ボイラ効率=0.80 暖房COP=2.5 冷房COP=2.5
 改修後:給湯ボイラ効率=0.94 暖房COP=4.0 冷房COP=4.0

一次エネルギー換算係数:電気9.97MJ/kWh 都市ガス44.8MJ/m³

CO₂排出量換算係数:電気0.455kg-CO₂/kWh 都市ガス 2.23kg-CO₂/Nm³

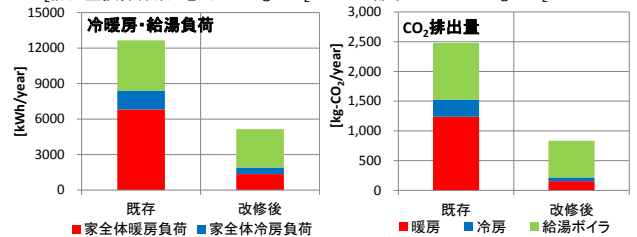


図6 年間負荷削減量

4. 年間性能

表2に年間のエネルギー使用量、図6に年間CO₂排出量を示す。断熱改修や太陽熱集熱器とともに暖房面積の減少効果もあり改修前後の合計負荷を比較すると改修前は暖房負荷が全体の半分以上を占めていたが大きく減少している。改修後の暖房負荷は80%の削減、給湯ボイラ負荷に関して24%の削減となり、暖房負荷、給湯ボイラ負荷合計で59%の削減となった。またCO₂排出量に関して減少しており家全体で約66%の削減となった。

5. まとめ

本報ではシミュレーションを用いて愛知県にある戸建て住宅における改修効果の検討を行った。

- 1) 断熱改修とソーラー改修を行うことによって晴天日のピークで室温が約10℃上昇し、夜間についても温度低下抑制に効果があることが分かった。
- 2) 暖冷房、給湯の合計で負荷の削減率は59%となりCO₂排出量の削減率は64%となった。

謝辞

本研究は環境省平成23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。

*株式会社テクノ菱和(当時 工学院大学大学院生) 修士(工学)
 **工学院大学建築学部 教授・工博
 ***工学院大学大学院研究生 修士(工学)
 ****株式会社大気社(当時 工学院大学大学院生) 修士(工学)
 *****OMソーラー株式会社 博士(工学)

*TECHNO RYOWA LTD., Formerly Graduate Student, Kogakuin University, M. Eng.
 **Prof., Dept. of Architecture, Kogakuin University, Dr. Eng.
 ***Graduate Student, Kogakuin University, M. Eng.
 **** TAIKISHA LTD., Formerly Graduate Student, Kogakuin University, M. Eng.
 *****OM SOLAR, Inc., Ph. D