

# 空気式太陽熱集熱システムを採用した実証住宅に関する研究 その8.寒冷地・温暖地実証住宅における温熱環境

太陽エネルギー 実測 負荷削減効果 正会員 ○山本 智大\*1 同 井上 隆\*2 同 前 真之\*3  
温熱環境 高断熱 空気式集熱 同 高瀬 幸造\*4 同 崔 榮晋\*5 同 盧 炫佑\*6

## 1.はじめに

本研究では、外部気象条件の大きく異なる全国 5 か所（北海道伊達市、仙台市、浜松市、鹿児島市、沖縄）における空気式太陽熱集熱システム（以下、本システム）を用いた実証住宅を対象としている。その1～7\*1 では設計段階におけるシミュレーションを用いた仕様決定や熱負荷計算、長期計測における実測結果を報告した。既報では主に負荷削減効果について報告したが、本システムでは負荷削減と共に快適性も担保されることが期待される。そこで本報では寒冷地の北海道と温暖地の浜松実証住宅における温熱環境の実測結果について報告する。

## 2.研究概要

### 2-1.システム概要

図1に本研究で対象とする実証住宅の冬期におけるシステムコンセプトを示す。冬期の晴天日の日中は、太陽熱により空気を温め、暖房・給湯用途として利用する。暖房用に床下に送られた熱は床吹き出し口を通して室内に投入しつつ、付加蓄熱体である水入りペットボトルと潜熱蓄熱材（以下 PCM）に蓄熱し、曇天日や夜間に放熱することでピークシフトを図る。夜間は真空断熱材を封入した建具を閉めることで、窓面での夜間断熱を強化し、外部への熱損失を防ぐ。

### 2-2.実測概要

図2に浜松における空間温度分布の計測方法を示す。主居室に等間隔に吊るした障子紙をサーモカメラで撮影し、同時に熱電対を用いて上下温度分布を測定した。

## 3.実測結果

### 3-1.浜松実証住宅における温熱環境

表1に浜松における実測条件を示す。浜松ではその6\*1で本システムを用いることで無暖房化の可能性を示した。そこでエアコンなしの条件で計測を行い、本システムのみで快適性を担保できるか検討を行った。

図3に計測時の気象条件及び暖房集熱量を示す。2月21日は晴天日となっており、日中 114.1MJ の暖房集熱を行い、主居室温度はエアコン運転無しで 20°C 前後を推移した。

図4に熱画像及び上下温度分布を示す。計測は集熱終了時・集熱終了時から6時間後・12時間後に計測したものを示す。まず上下温度分布を見ると、本システムにより床下空間から温めていることにより床表面温度が室温より1°C程度高くなっていることが分かる。また上下温度分布・熱画像どちらを見ても温度ムラの小さくなっていることが

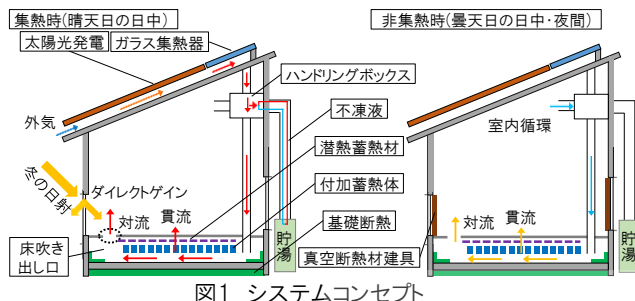


図1 システムコンセプト



図2 計測方法  
表1 実測条件(浜松)

日付		2017年2月21日						2月22日				
時間		0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6
暖房・建具	集熱	あり										
	エアコン	なし										
	真空断熱材建具	閉じ			開き				閉じ			開き

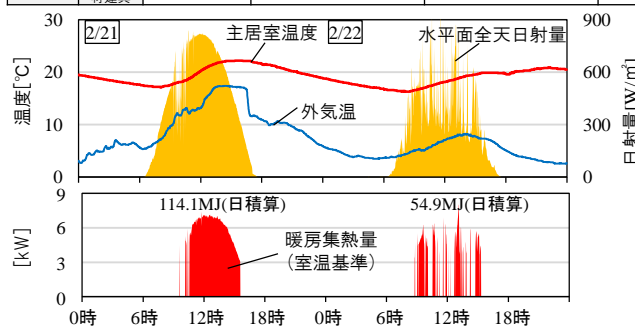


図3 気象条件及び暖房集熱量(浜松)

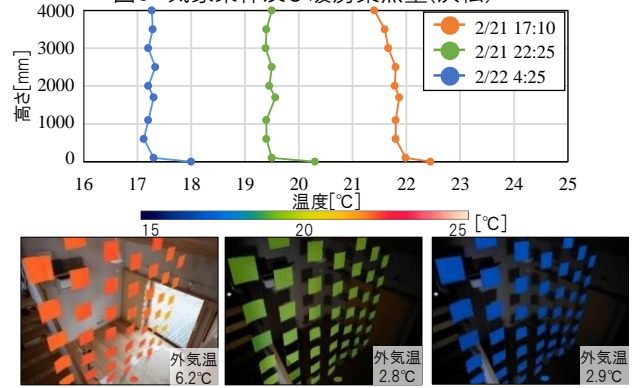


図4 熱画像及び上下温度分布(浜松)

わかり、本システムの導入や夜間断熱の強化をすることで快適な空間を実現できたと考えられる。

表 3 に長期計測における実測条件を示す。省エネルギー基準の解説\*2を参考に4人世帯の負荷条件を想定して計測を行った。図5に長期計測期間における主居室PMVの度数分布を示す。PMVの算出にあたっては、met値1.2、clo値、風速0.1m/sとし空気温湿度は実測値を用い、MRTは面積加重平均周壁温度を算出した。PMVは計測期間の9割以上の時間において-1から1の間となっており、パッシブ手法を用いた住宅であることを考慮すると、十分安定した室温環境が実現できたと考えられる。

### 3-2.北海道実証住宅における温熱環境

北海道においても浜松と同様の計測を行い、表2に実測条件を示す。寒冷地の北海道では気象条件が厳しく、集熱に加え補助暖房(床下を経由)を用いた計測を行った。

図6に計測時の気象条件及び暖房集熱量・補助暖房の投入熱量を示す。11月24日は11時から13時の間に約43MJの暖房集熱を行い、18時に補助暖房を停止した。

図7に熱画像及び上下温度分布を示す。計測は集熱+補助暖房時・集熱+補助暖房終了時から12時間後・18時間後に計測したものを示す。まず上下温度分布を見ると、浜松同様に床表面温度が室温より約1℃高くなっていることが分かる。また上下温度分布・熱画像についても空間温度のムラが小さくなっており、また補助暖房停止から12時間経過しても18℃以上の室温を担保することができた。

図8に長期計測期間(2016年2月13日～19日)における主居室PMVの度数分布を示す。浜松と同様にPMVを算出しており、計測期間の全時間において-1から1の間となっており、安定した室温環境が実現できたことが分かる。このことから気象条件の厳しい寒冷地においても、高断熱化・本システムの導入により快適な空間が実現できたと考えられる。

### 4.総括

本報では寒冷地(北海道)・温暖地(浜松)に建設した実証住宅における温熱環境の実測結果を示した。以下に主な知見を示す。

- 1) 本システムの運用により、床表面が温かく、空気温度のムラが小さい室内環境が実現できていることを示した。
- 2) 浜松実証住宅ではエアコン運転なし、北海道実証住宅では補助暖房停止12時間後においても高断熱化・本システムの導入により室温低下を抑えることができた。
- 3) 浜松、北海道ともに長期計測の概ね全時間において、PMVが-1から1に収まる安定した室温環境が実現できた。

[参考文献] 1) 盧, 森田ら 空気式太陽熱集熱システムを採用した実証住宅に関する研究その1～7, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016年8月  
2) 平成25年住宅・建築物の省エネルギー基準解説書編集委員会: 平成25年省エネルギー基準に準拠した算定・判断の方法及び解説 II 住宅, 建築環境・省エネルギー機構, 2013

表2 実測条件(長期計測)

2016年2月13日～19日	
集熱	あり
暖房設定温度	20℃
真空断熱材建具	16時～8時 閉じ
内部発熱	常時100W電球*2球点灯+家電

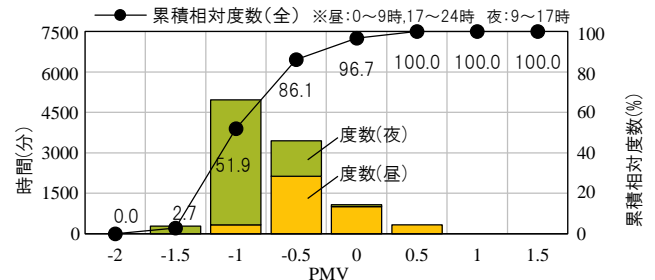


図5 長期計測期間中の主居室PMV(2016/2/13～2/19)

表3 実測条件(北海道)

日付 時間	2016年11月24日						11月25日					
	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	
集熱	あり											
補助暖房	あり						なし			あり		
真空断熱材建具	閉じ			開き			閉じ			開き		

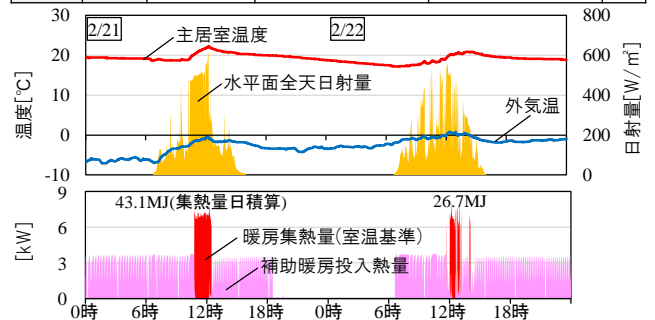


図6 気象条件及び暖房集熱量・補助暖房投入熱量(北海道)

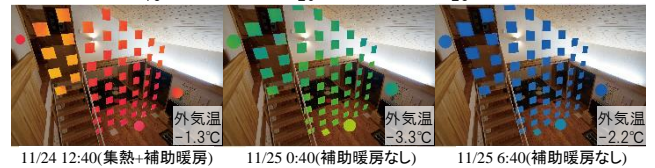
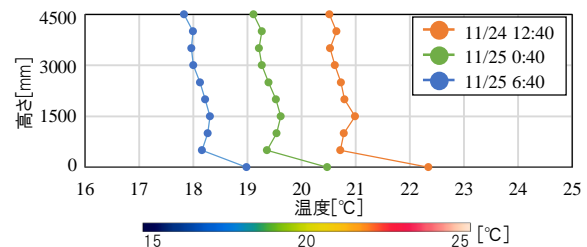


図7 熱画像及び上下温度分布(北海道)

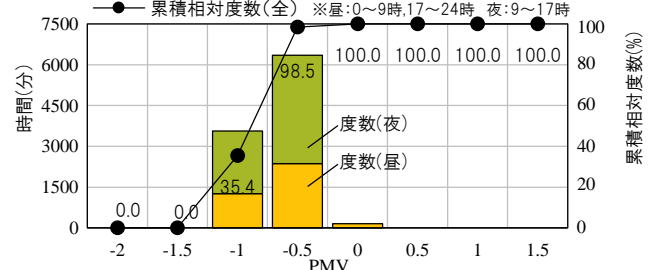


図8 長期計測期間中の主居室PMV(北海道)

\*1 東京理科大学 大学院生  
\*2 東京理科大学 教授 工博  
\*3 東京大学大学院 准教授 博士(工学)  
\*4 東京理科大学 助教 博士(工学)  
\*5 東京大学大学院 特任研究員・博士(工学)  
\*6 OMソーラー 取締役・技術部長・博士(工学)

\*1 Graduate student, Tokyo Univ. of Science  
\*2 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng  
\*3 Assoc. prof., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng  
\*4 Assistant prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng  
\*5 Project Researcher, the Univ. of Tokyo, Dr. Eng  
\*6 Director, OM Solar Inc., Dr. Eng.