

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. 全体のシステム構成と各地に計画・建設された実証住宅5件の概要

蓄熱 暖房 給湯
 デシカント冷房 潜熱蓄熱材 真空断熱材

1. はじめに

本研究では、外部気象条件の多様な全国5か所（北海道伊達市、宮城県仙台市、静岡県浜松市、鹿児島県鹿児島市、沖縄県北谷町）に計画・建設を行ってい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する。ここでは、従来型仕様の本システムを採用した場合と比較した際、暖房・給湯・冷房消費エネルギーの半減を実証することを目標としている。既往研究¹⁾にて検討した性能向上に関する検討内容を考慮し、高効率ガラス集熱器を採用したうえ、暖房負荷に応じて床下付加蓄熱材（水入りペットボトル）を適宜設置するシステムを基本としている（図1）。これに加えて本研究で対象とした実証住宅では、真空断熱材を内蔵した夜間断熱補強用室内建具、床裏等への潜熱蓄熱体含有建材（以下、PCM建材）の設置を行うことで、本システムの性能向上を図っている（図2）。また、温暖地以南の3件では、本システムにバッチ式太陽熱利用デシカント冷房機能を追加したものを採用し、太陽熱を使用した冷房消費エネルギー削減可能性についても検証を行う（図3）。

2. 設計段階のシミュレーション検討と建物仕様の決定

本研究で検討対象とした実証住宅は2014年4月より設計検討を開始し、次以降で示す内容について検証した。まず（その2）にて、本システムの性能向上にとって肝要となる床下空間での温風の吹き出し方式の検討や床下空間における付加蓄熱材の設置方法について検討を行った。また（その3）にて、外壁面の日射解析による冷房負荷低減のための外付けルーバーの検討を実施した。これらのシミュレーション結果を反映し、さらに給湯・暖冷房を連成した熱負荷計算を行った結果を鑑みて、各実証住宅の断熱や蓄熱体設置に関する仕様を決定した。表1に各実証住宅の建物・建築の概要を示す。また、（その4）にて浜松実証住宅を例とした熱負荷計算による検討結果の詳細を報告する。

3. 竣工後における実測データ分析

また2014年12月以降、竣工後に得られた実測データについて分析を行っている。実測では各実証住宅にて、140点程度の計測を行っている。計測項目の概要については、図4および表2に示す通りである。また時々刻々と変動しやすい日射量についても適切に評価するため、本システムの運転状況の把握にとって重要な計測ポイントについては10秒間隔で、室温等の比較の変動が小さいも

正会員 〇盧 炫佑*¹ 正会員 崔 榮晋*²
 正会員 高瀬 幸造*³ 正会員 前 真之*⁴
 正会員 井上 隆*⁵

については1分間隔で計測している。（その5）では、一例として浜松実証住宅において得られた冬期実測結果について、本システムのみ運転時の自然室温と実運用を想定した補助暖房等を併用した際の実測結果について報告する。

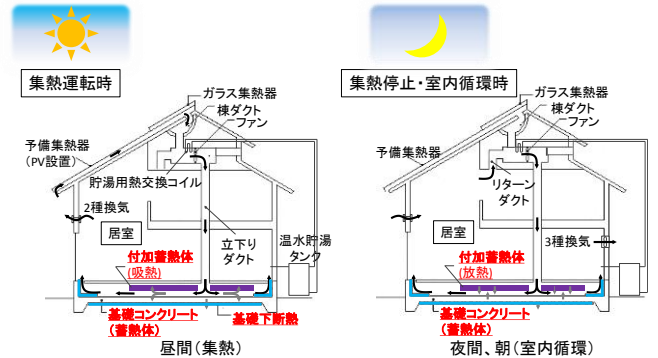


図1 本システムの概要（冬期）

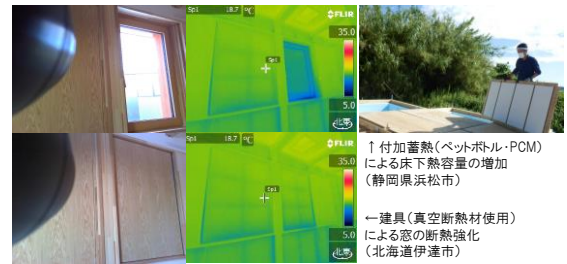


図2 夜間断熱補強用室内建具とPCM建材施工状況

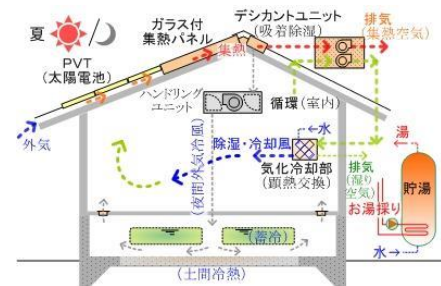


図3 太陽熱利用デシカント冷房の概要（夏期）

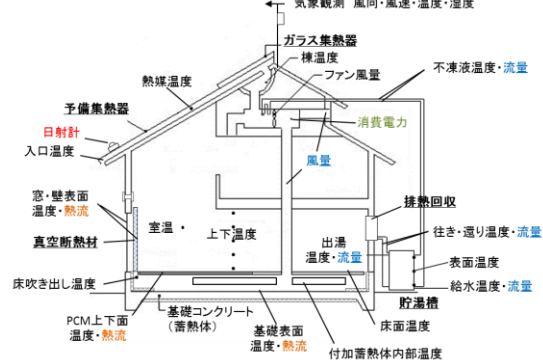


図4 各実証住宅における計測個所の概要

表 1 各実証住宅の建物概要

		伊達	仙台	浜松	鹿児島	沖縄
気候条件	省エネ地域区分	2地域	4地域	6地域	7地域	8地域
	冬期日射量区分	H3	H2	H4	H2	定義なし
	年間日射量区分	A2	A2	A5	A4	A4
	年間日平均 全日射量[Wh/m ²]	2969.3	3347.4	4133	3910.3	3933
	冬期日平均 全日射量[Wh/m ²]	2660.1	3143.4	3422	2908.4	2721.6
	暖房期間	10月1日～6月18日	10月5日～5月26日	11月17日～4月16日	12月18日～3月14日	1月1日～3月5日
建物条件	延床面積	106.4	106	79	117.6	237.3
	開口部面積 (うち南面開口面積)	24.0 (9.8)	51.8 (31.0)	29.6 (12.6)	46.8 (17.5)	42.5 (11.3)
	外皮等面積合計	288.7	283.32	253.5	315	599.3
熱性能	q値	71.8	127	128.7	192.8	815.1
	Ua値	0.25(0.46)	0.46(0.75)	0.51(0.87)	0.62(0.87)	1.37(-)
	ηc	1.8(-)	3.3(-)	2.7(2.8)	1.2(2.7)	2.3(3.2)
部位ごとの 断熱仕様・構成	屋根	吹込:GW30K t=400	A種フェノールフォーム 保温板1種2号t=90	A種フェノールフォーム 保温板1種2号t=170	A種フェノールフォーム 保温板1種2号t=90	A種押出法ポリスチレン 1種 t=25
	外壁	充填:高性能GW16K t=100	充填:高性能GW16K t=105	充填:セルローズファイ バー55K t=105	充填:高性能GW16K t=105	A種押出法ポリスチレン 1種 t=25
		付加:EPS特号t=100	付加:A種押出法ポリス チレン2種 t=30			
	主な窓 (U値)	木製サッシ+Low-Eトリプ ルAr封入ガラス	木製サッシ+真空ガラス	木製サッシ+Low-E複層 ガラス	アルミ樹脂複合サッシ +Low-E複層ガラス	アルミサッシ+普通単板 ガラス
扉	木製断熱積層	木製断熱積層	木製断熱積層	木製断熱積層	木製ドア	
太陽熱利用 システム 採用状況	予備集熱面 (PVパネル)面積[m ²]	38.4	20.9	34.5	27.9	24.4
	ガラス集熱面面積[m ²]	22.8	9.4	11.5	10.7	9.4
	太陽熱暖房・給湯	○	○	○	○	○
	太陽熱冷房			○	○	○
夜間断熱用 真空断熱材使用建具	○	○	○	○	○	
付加蓄熱材	○ 水入りペットボトル500L (500mL×1000本)	○ 水入りペットボトル500L (500mL×1000本)	○ 水入りペットボトル 1000L (2L×500本)			
PCM建材	1F床裏に施工 厚さ4.8mm, 潜熱量9MJ	1F床裏に施工 厚さ9mm, 潜熱量10MJ	1F床裏・天井に施工 厚さ4.8mm, 潜熱量14MJ	1F床裏に施工 厚さ9mm, 潜熱量10MJ	潜熱量7MJを採用予定	

※ 伊達・仙台・浜松・鹿児島については各物件が竣工してから、2014年12月から2015年3月にかけて順次計測を開始している。沖縄については2015年4月現在、施工中。

※ 伊達・浜松では相変化温度約25℃、仙台・鹿児島では相変化温度約30℃のPCMを採用した。

この4物件では、PCM含有マイクロカプセルを含んだシート状のPCM建材となっている。

※ 沖縄では相変化温度約26.3℃のPCMを採用した。裏面を切り欠き、PCM入りアルミバックを充填したフローリング建材を用いる予定である。

表 2 計測個所 (浜松実証住宅の例)

外部気象		集熱関係(10秒間隔)	
温湿度	各1点	予備集熱器入口温度	1点
風向・風速・雨量・気圧	各1点	ガラス集熱器入口温度	4点
水平面全日射量	1点	ガラス集熱器出口温度	4点
屋根傾斜面全日射量	1点	棟温度	1点
※気象計はDavis VantageVueを 使用し、1分間隔で計測 ※日射計は英弘精機MS-602 (伊達・仙台はMS-601F)を使用 し、10秒間隔で計測		H.B.出入口温度・排気温度	各1点
		室内循環入口温度	1点
		立下りダクト風量	1点
		H.B.排気風量	1点
		テント用室内吹出風量	1点
給湯周り(10秒間隔)		居室空間(1分間隔)	
給水・給湯温度	各1点	1F 南側・北側室温	各1点
H.B.熱交換出入口温度	各1点	1F 床表面温度	1点
H.B.貯湯槽循環流量	2点	2F 温湿度・床表面温度	各1点
貯湯タンク出入口温度	各1点	床下温湿度	1点
給湯流量	1点	床下空間(10秒間隔)	
消費電力量(10秒間隔)		立下りダクト出口温度	1点
主幹・太陽光発電	各1点	床吹き出し口温度	8点
ハンドリングボックス	1点	床下空間温度	10点
給湯器(CO2冷媒HP)	1点	基礎表面温度・熱流	各10点
エアコン	1点	PCM上・下面熱流	各4点
換気・シーリングファン	各1点	付加蓄熱材温度	10点
照明	1点	床下湿度	1点
外皮周り(10秒間隔)			
壁表面温度(4方位)	4点	窓・断熱補強用建具間温度	2点
壁表面熱流	1点	夜間断熱補強用建具	計8点
窓表面温度	2点	両側表面温度・熱流	
窓表面熱流	1点	天井PCM室内側温度・熱流	各2点

*1 OMソーラー 取締役・技術部長・博士(工学)

*2 東京大学大学院 特任研究員・博士(工学)

*3 東京理科大学 助教・博士(工学)

*4 東京大学大学院 准教授・博士(工学)

*5 東京理科大学 教授・工学博士

4. まとめ

本研究にて検討対象とする空気式太陽熱集熱システムの冬期・夏期の運転概要を示し、全国5か所に建設を行った実証住宅の概要について示した。また、浜松実証住宅を一例として、設計段階のシミュレーションおよび竣工後の実測評価における検討項目について紹介した。以降では、具体的な設計内容に関するシミュレーション結果を示す。

[参考文献] 1) 崔、高瀬ら: 戸建住宅における空気式太陽熱集熱システムの性能向上に関する研究(その1~2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 639-642, 2014.9

[謝辞] 本研究は平成26~27年度NEDO太陽熱フル活用型住宅の地域適合化に関する研究開発(実施者: OMソーラー株式会社、小松建設株式会社、サイト工業株式会社、OM建築工房株式会社、山佐産業株式会社、株式会社アイムホーム。委託先: 東京大学、東京理科大学、鹿児島大学、琉球大学)により実施したものである。関係各位に感謝の意を表します。

*1 Director, R&D Department, OM Solar, Dr. Eng.

*2 Project Researcher, the Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*3 Assistant Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.

*4 Assoc. Prof., the Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*5 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.