

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 7. 夏期及び冬期における実測結果

太陽エネルギー 床下蓄熱 負荷削減効果 正会員 ○吉田 英明*1 同 井上 隆*2 同 前 真之*3
空気式太陽熱集熱システム 実測 同 高瀬 幸造*4 同 崔 榮晋*5 同 盧 炫佑*6
同 軽部 達也*7 同 森田 舟哉*1 同 山本 智大*1

1. はじめに

前報に示した 2015 年 3 月から 2016 年 2 月までの実測結果を踏まえ、夏期及び冬期の詳細な実測結果を示す。夏期に関しては太陽熱冷房と日射遮蔽物による冷房負荷削減効果について、冬期に関しては集熱運転及び蓄熱体の吸放熱による暖房負荷削減効果の検証を行う。尚、本報では、国内人口の大半が居住する温暖地、準寒冷地を対象とした詳細な実測結果を示す。

2. 夏期における実測結果

夏期については、4 物件の中で比較的冷房負荷が大きく、2015 年夏期での太陽熱冷房が適切に当初の設計意図通りに運用されていた鹿児島の実測結果を報告する。

2-1. 太陽熱冷房運転の有無の比較

まず図 1 に示す気象条件より、外気温と日射量の推移及び日積算が同程度となっていた 2015 年 8 月 11 日(太陽熱冷房あり)と同年 8 月 22 日(太陽熱冷房なし)を比較した。

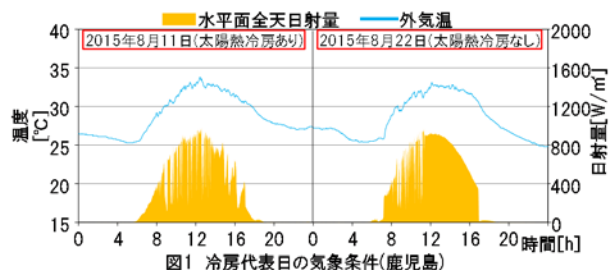


図1 冷房代表日の気象条件(鹿児島)

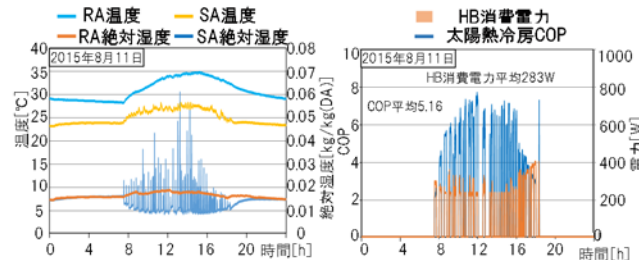


図2 太陽熱冷房のRA・SAの温湿度の挙動 図3 太陽熱冷房のCOP

図 2 ではデシカントボックス及び気化冷却器により空気が除湿・冷却されていることから太陽熱冷房の適切な運用がなされていることがわかる。SA 絶対湿度のハンチングは太陽熱冷房の 15 分毎のバッチ制御による影響であると考えられる。図 3 は太陽熱冷房の COP を示しており、COP は太陽熱冷房の処理熱量をエアハンドリングボックス(以下、HB)の消費電力で除して算出したものとした。COP は 6~8 程度となっており、HB のファン動力の削減により、COP の更なる向上が期待される。

2-3. 冷房期間の熱収支

図 4 に冷房期の取得熱・処理熱の熱収支を示す。日射熱取得量、日射遮蔽による負荷削減量は 3D モデリングソフトの Rhinoceros+Grasshopper 上で動作する Honeybee(Radiance をエンジンとした光環境シミュレーションツール DAYSIM のインターフェイス)により算出している。太陽熱冷房を利用した 11 日では、太陽熱冷房により約 2 割の負荷削減となった。また、日射遮蔽物の有無により日射熱取得量が約 2 割削減されていた。

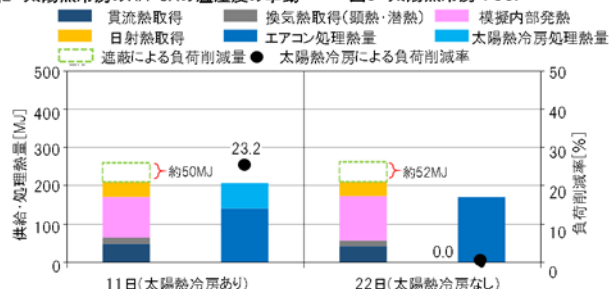


図4 冷房の取得熱・処理熱の熱収支(鹿児島)

3. 冬期における実測結果

冬期に関しては、4 物件の中でも本システムの効果が特に期待された豊富な日射量を確保することができ、暖房負荷が比較的小さい温暖地の浜松と、より暖房負荷が大きく、日射量の少ない準寒冷地の仙台での暖房負荷削減効果をそれぞれ示す。

3-1. 浜松の暖房期間の実測結果

図 5 に浜松における代表期間(2016 年 1 月 18 日~29 日)の気象条件、補助暖房稼働状況、室温を示す。1 月 18 日~29 日では、補助暖房なしでも最低室温が約 15℃に保てており、前日が晴天

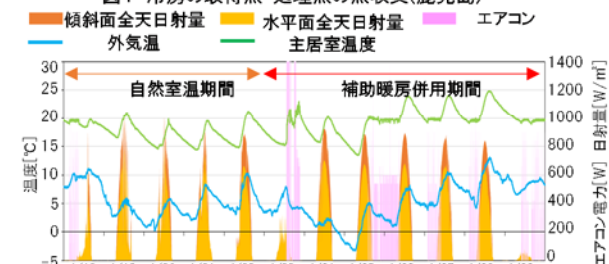


図5 暖房期の代表期間の気象条件及び室温(浜松)

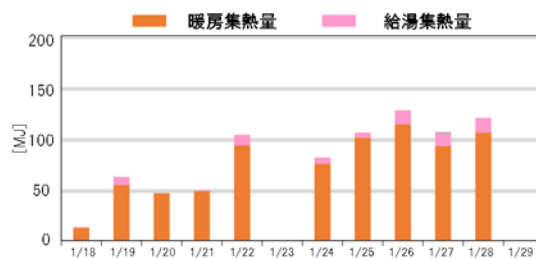


図6 暖房期の代表期間の集熱分配(浜松)

日の場合は日中の吸熱した熱が夜間に放熱され、最低室温の向上に寄与していると考えられる。また、1月29日では朝の立ち上がりで補助暖房なしの運用となっており、前日の晴天日での蓄熱による効果が見られたと考えられる。

図6に浜松における代表期間での集熱分配を示す。晴天日の集熱運転時には全集熱量の約9割が暖房用途となっている。図8に示す熱画像から集熱運転時で約24℃まで温められており、夜間放熱時に基礎床と比べて、付加蓄熱体が非集熱時に高い温度を維持しながら、明け方まで放熱可能と言える。また図9は浜松における暖房期の床下吸放熱を示している。床下に送られた集熱量のうち、約1割が床面からの貫流成分・床吹き出し口からの対流成分として室内に供給され、約7割は蓄熱体に吸熱されている。吸熱された熱のうち、約7割が放熱されており、中でも付加蓄熱体の放熱量は多く、日中吸熱した熱が夜間に放熱され、暖房効果の持続がなされていると考えられる。またPCMは敷設量が少ないため、吸放熱への影響が小さくなっていると考えられる。また、日中の床下熱損失量が少ないことから夜間も蓄熱体からの放熱量のうち、大部分が床吹き出し口からの対流と床からの貫流として居室に熱流入が生じ、負荷低減に寄与していると考えられる。

3-3. 仙台の暖房期間の実測結果

図9は気象条件、室温、補助暖房稼働状況を示しており、補助暖房なしでの運用時には、室温は20℃を下回るものの、集熱運転が最低室温の向上、暖房負荷低減に寄与していると考えられる。また、1月29日は補助暖房なしでも室温が最低17℃を保つことができ、前日吸熱した熱が放熱されたことによる朝方の立ち上がり暖房負荷削減効果があると考えられる。

図10に仙台での代表期間の集熱分配、図11に床下吸放熱量を示す。温暖地の浜松と比較しても、全体での集熱量は大きく、それに伴い、床下に送られる熱量も大きくなっている。これは集熱面積の差異が要因として考えられる。床下に送られた熱のうち、室内への供給分が約2割、吸熱分が約6割となっていた。また日中の吸熱量のうち、約4割が夜間に放熱されており、浜松と同様にこの熱量の大半が暖房負荷低減に寄与していると考えられる。

4. 総括

本システムを用いた住宅における夏期及び冬期での実測結果を示した。以下に主な知見を示す。

- 1) 夏期では鹿児島実証住宅にて太陽熱冷房・日射遮蔽による冷房負荷削減効果を示し、一方で現状ではファン動力が大きいため、動力の減少によりCOPの向上に寄与すると考えられる。
- 2) 冬期では温暖地の浜松で晴天時には無暖房化が実現されていたことを確認し、準寒冷地の仙台では集熱運転・床下での吸放熱による暖房負荷低減が確認された。

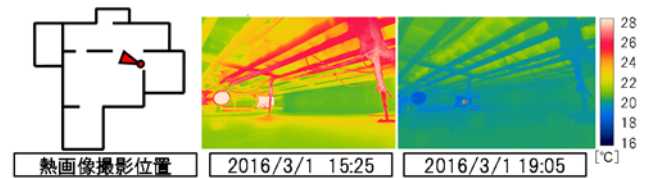


図7 床下熱画像(浜松 3/1)

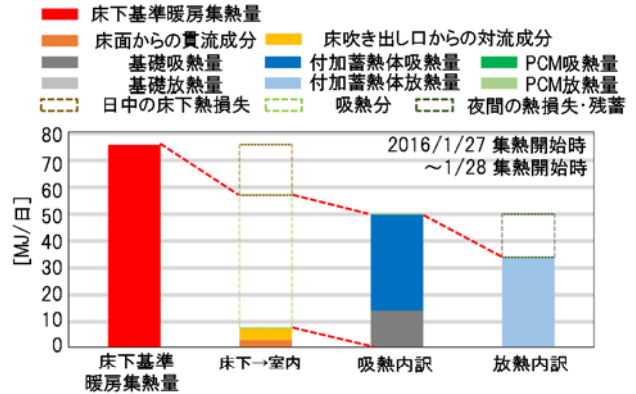


図8 代表日の床下吸放熱量(浜松)

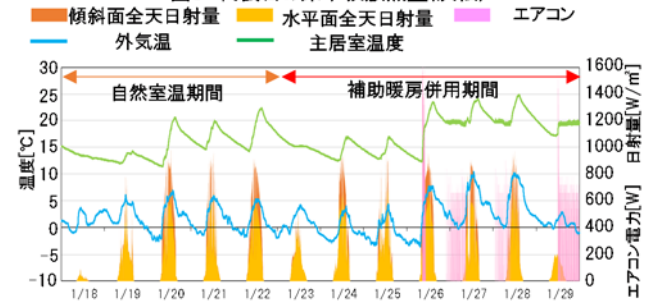


図9 暖房期の代表期間の気象条件及び室温(仙台)

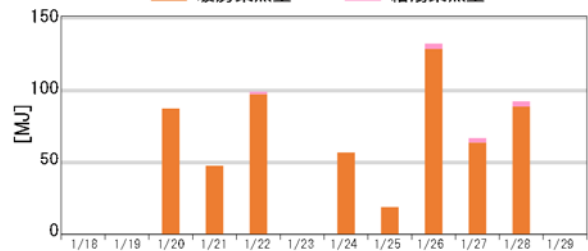


図10 暖房期の代表期間の集熱分配(仙台)

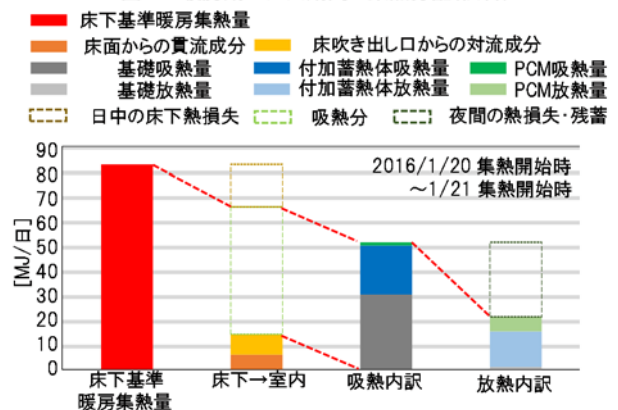


図11 暖房期の床下吸放熱量(仙台)

*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 OMソーラー 取締役・技術部長・博士(工学)
 *6 東京大学大学院 特任研究員・博士(工学)
 *7 東京大学 大学院生

*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 Director, OM Solar, Dr. Eng
 *6 Project Researcher, the Univ. of Tokyo, Dr. Eng
 *7 Graduate student, the Univ. of Tokyo