

D112

# 屋根を用いた自然エネルギー利用手法

## Natural Energy Utilization Systems with Contrivance for Roof

須永修通(准教授) 馬 景輝(博士課程) 秋田真範(学部生)  
 小泉雅生(准教授) 横本吉永(協力者, 三協アルミニウム工業)

Nobuyuki SUNAGA (Assoc. Prof.), Jinghui MA (Doc. Course), Masanori AKITA (Master Course),  
 Masao KOIZUMI (Assoc. Prof.) and Yoshinaga YOKOMOTO (COE Collab., Sankyo Aluminum Ind. Co.)

### ABSTRACT

The utilization of natural energy is effective strategy to solve the heat island phenomena. In this project are examined two natural energy utilization systems with the contrivance for roof, that are Radiant Cooling System with Water Flow on Roof and Solar Heating System with Water Floor. In this academic year, the effects of building elements and system control methods on the performance of both systems by computer simulation.

キーワード: 自然エネルギー利用, 住宅, 屋根の工夫, 温熱快適性, 暖冷房

Keywords: natural energy utilization, detached house, contrivance for roof, thermal comfort, heating/cooling

### 1. はじめに

本研究は, 都市に適した新しい自然エネルギー活用手法の一つとして, 密集市街地住宅にも組み込むことのできる, 屋根を利用した自然エネルギー利用手法について, 各システムの効果や問題点を明らかにし, また既存住宅に組み込む方法やそのための建築部材について検討することを目的としている。

平成17年度は, 屋根流水放射冷房システムおよび太陽熱水蓄熱床暖房システムの夏季の性能について, 設計・運用に必要な事項を中心に検討した。ここでは屋根流水放射冷房システムに関する検討結果の概要を示し, 床暖房システムの結果は資料編に示す。

### 2. 屋根流水面の有効流下長さ

屋根流水放射冷房システム(図1)に必要な屋根の長さについて検討した。屋根は実験建物の屋根構成と同じ(F.P. 50mm断熱)で, 外気条件を東京の7~8月の夜間平均値(拡張アメダス標準年: 外気温25.7℃, 絶対湿度0.0159kg/kg, 湿球温度22.5℃, 風速1.8m, 夜間放射量32.5W/m<sup>2</sup>)として計算した。

結果を図2に示す。実験時の屋根出口水温は湿球温度より平均して1℃程度高くなっていたこと, また屋根入口水温は平均27℃であったことから, 流下長さは7m以上あればよいことがわかる。

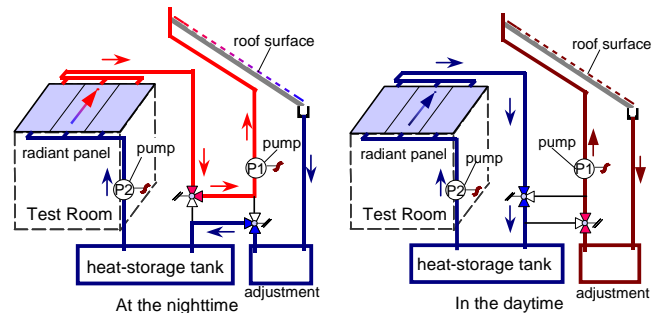


図1 屋根流水放射冷房システムのシステム図

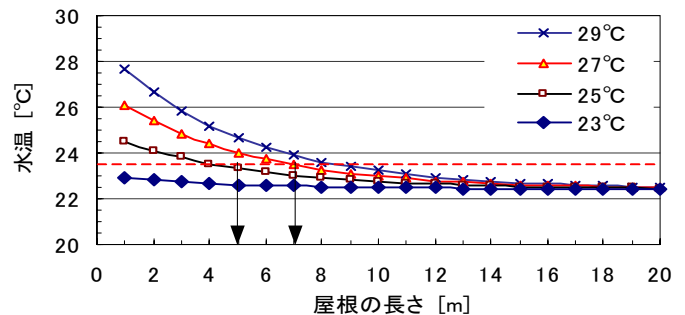


図2 屋根の流下長さ水温の関係 (流量4L/min・m, 屋根勾配30°)

表1 建物仕様とシステム構成要素の影響に関する計算条件一覧

	気密性 (換気回数 回/h)				断熱性 (外壁断熱材厚さ[mm])				夜間の 制御温度差 [°C]				蓄冷タンク容量 [m <sup>3</sup> ]			
	0.1	0.3	0.5	1.0	35	53	70	105	0.5	1.0	2.0	3.0	5.5	8.3	11.0	16.5
Case1	●															
Case2		●														
Case3			●													
Case4				●												
Case5					●											
Case6						●										
Case7							●									
Case8								●								
Case9									●							
Case10										●						
Case11											●					
Case12												●				
Case13													●			

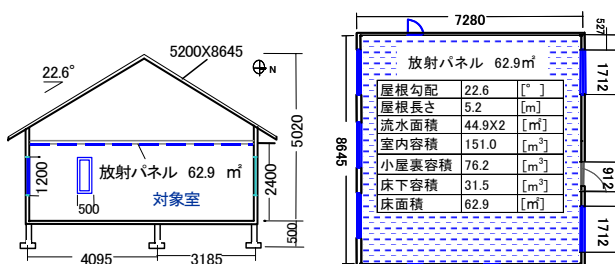


図3 計算モデル概要

### 3. 建物仕様とシステム構成要素の影響に関する検討

屋根流水放射冷房システムの性能に及ぼす構成要素や制御法などの影響を、システム依存率<sup>注)</sup>や稼働時間などを算出して検討した。図3の建物モデルを用い、屋根流水放射冷房システムにエアコンを補助的に併用する表1の13ケースおよびエアコンのみで屋根流水放射冷房システム併用時と同じPMVになるようにした場合の計14ケースについて計算した。

まず、図4でエアコン単独の場合と比較すると、屋根流水放射冷房システムを用いた場合(Case3)は、空気温度が2℃程度高くても同じPMVになることがわかり、天井冷房の効果が示されている。

次に図5から、建物断熱材の厚さは厚いほどシステム依存率が大きくなる傾向にあること、また、厚さ70mmの場合の日平均稼働時間が同105mmの場合とほぼ同じであることから、この建物の断熱材の厚さは70~105mm程度でよいと考えられることがわかる。

図6は、蓄冷タンク容量がシステム依存率、稼働時間に及ぼす影響を示したものである。システム依存率は蓄冷タンク容量の増加により大きくなるが、11m<sup>3</sup> (176kg/m<sup>2</sup>) の場合の値と16.5m<sup>3</sup>のとの差が小さく、稼働時間が容量11m<sup>3</sup>の場合に最も少なくなっている。従って、個々の建物に最も適しているタンク容量が存在すると考えられる。

夜間の屋根流水発停制御用の温度差(蓄冷タンク水温-湿球温度)が、システム依存率、稼働時間に及ぼす影響を図7に示す。システム依存率、日平均稼働時間も制御温度差0.5℃の場合が最も性能がよく、制御温度差は小さい方がよいと言える。

図8は、地域気象条件による性能の違いを比較したものである。システム依存率は、一番小さい那覇で0.8程度であり、どの地域でも比較的大きいことが分かる。また、東京都心0.94、府中0.96、八王子0.97、小河内1.0となっており、差は小さいが都心から離れるほどシステム依存率が大きくなっており、ヒートアイランド現象の影響も現れている。

### 4. おわりに

本プロジェクトにより、屋根を利用した2つの自然エネルギー利用手法の効果が明らかにされた。実際の改修プロジェクトでの採用が待たれる。

□ 発表論文

- 1) 馬景輝, 屋根流水放射冷房システムに関する研究, 東京都立大学博士論文, 平成18年3月
- 2) J. Ma and N. Sunaga, Influence of System Components on Performance of the Radiant Cooling System with Water Flow on Roof, Proceedings of the 22st PLEA Conference, Vol.1, pp.479-484, Nov. 2005. 他

注)  $\text{システム依存率} = \frac{(\text{エアコン単独冷房の場合の全熱冷房負荷} - \text{屋根流水放射冷房システムを併用した場合のエアコンで処理した全熱冷房負荷})}{\text{エアコン単独冷房の場合の全熱冷房負荷}}$

$\text{システム冷房負荷係数} = \frac{\text{システム稼働させた場合のPMV値と同じになるようにした床面積あたりのエアコン日積算顕熱冷房負荷}}{\text{日平均外気温} - \text{前夜の最低湿球温度}}$

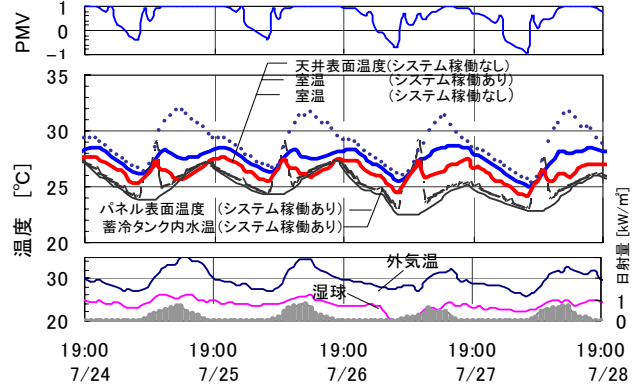


図4 屋根流水放射冷房システム・エアコン併用の場合とエアコン単独の場合の室内環境比較

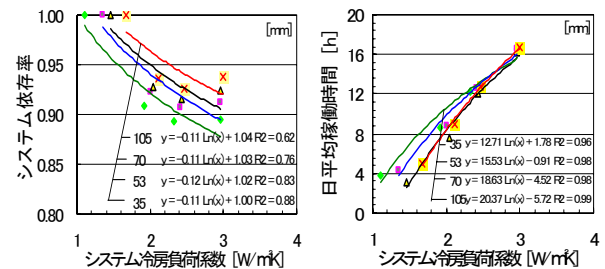


図5 建物の断熱性がシステム性能に及ぼす影響 (蓄冷タンク容量11m<sup>3</sup>, 制御温度差0.5℃, 換気回数0.5回/h)

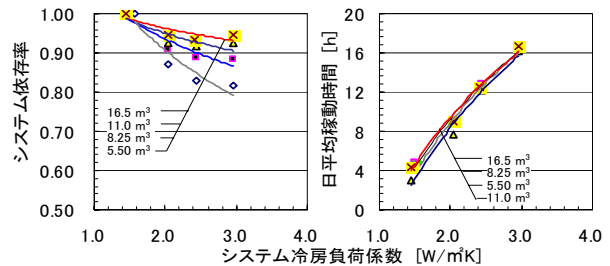


図6 蓄冷タンク容量がシステム性能に及ぼす影響 (断熱材厚さ70mm, 制御温度差0.5℃, 換気回数0.5回/h)

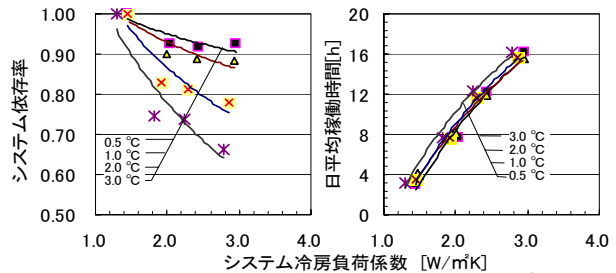


図7 制御用温度差がシステム性能に及ぼす影響 (断熱材厚さ70mm, 換気回数0.5回/h, 蓄冷タンク容量11m<sup>3</sup>)

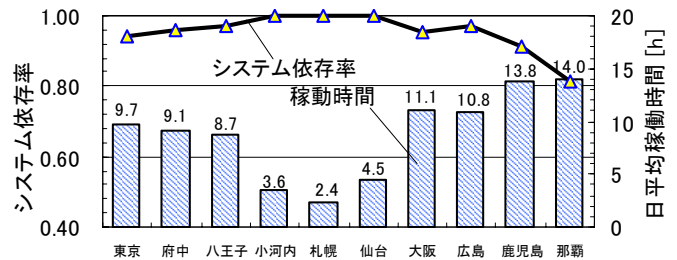


図8 地域気候条件による性能比較