

D112

# 屋根を用いた自然エネルギー利用システム

Natural Energy Utilization Systems with Contrivance for Roof

須永修通(助教授) 馬景輝(博士課程) 咸哲俊(博士課程) 秋田真範(学部生)  
小泉雅生(助教授) 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), Zhejun XIAN (Doc. Course), Masanori AKITA (Undergraduate),  
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. The roofs of buildings are exposed to sky even in cities, and where it is possible to utilize natural energies, not only solar radiation but night outgoing radiation and so on. In this project are discussed the 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".

キーワード：自然エネルギー，住宅，屋根の工夫

Keywords: natural energy, detached house, contrivance for roof

### 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。

本報告では、太陽熱水蓄熱床暖房システムおよび屋根流水放射冷房システムについて、本年度に行った検討結果の概略を示す。

### 2. 太陽熱水蓄熱床暖房システム

夏季の室内気候調整については、昨年に引き続き、夜間の外気を屋根で放射冷却および屋根流水による蒸発冷却により冷やして室内に取り込み、冷房・蓄冷することの効果に関して実験を行い検討した。

その結果の一部、外気取り込み制御方法変更の効果を示す。2003年の実験では屋根ダクト温度が26以下になると取り込みを開始したが、図2のように床下ダクト温度が一時的に上昇し、熱損失を招く結果となっていた。そこで2004年に、屋根ダクト温度が床下ダクト温度より低くなったら開始することにした結果、図3のように、開始時の温度上昇はなくなった。夏季は室内外温度差が小さいため、このような制御方法の違いが性能に大きく影響する。

冬季については、本システムのエネルギー使用量削減効果を詳細シミュレーションにより検討した。結果を図4に示す。ケース1は太陽熱暖房がなく合板床の一般住宅の仕様であり、ケース5が本システムの仕様である。一般住宅仕様に比べ期間暖房負荷が57%少なくなることが示されている。ケース3～5は軒下から外気を吸い込み屋根で集熱して床暖房するものであるが、床の仕様がそれぞれ合板、RC、水

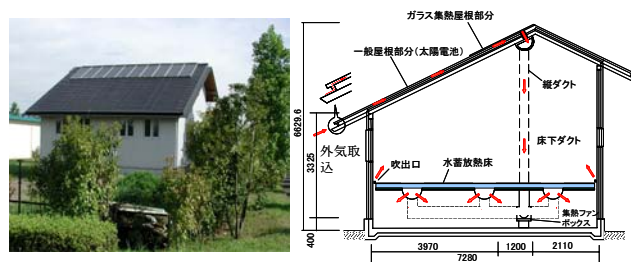


図1 太陽熱水蓄熱床暖房システム実験棟

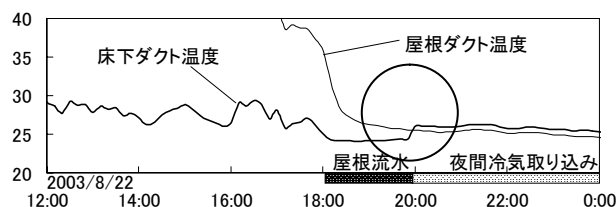


図2 床下および屋根ダクトの温度変動(2003)

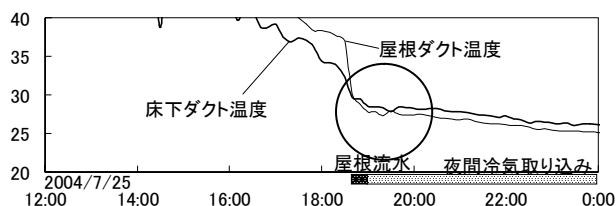


図3 床下および屋根ダクトの温度変動(2004)

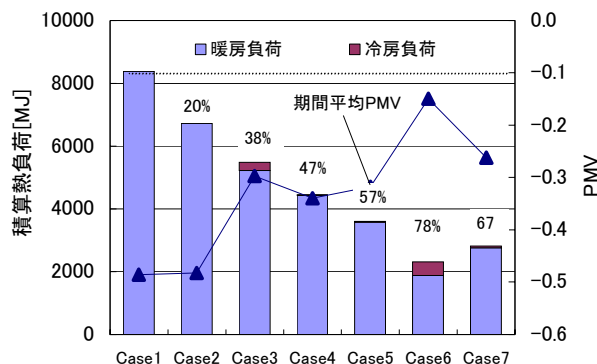


図4 期間暖房負荷のシミュレーション結果

蓄熱床である。ケース6, 7は室内空気を屋根に循環して集熱すると仮定したもので、ケース6は屋根全面を集熱面とした場合、ケース7はガラス集熱面(屋根面積の約1/3)とした場合である。これらは暖房負荷がケース1の22%, 33%となり室内空気循環による効果の高いことが示されているが、これは外気導入に伴う換気損失がないためである。

### 3. 屋根流水放射冷房システム

屋根流水放射冷房システムは、図5のように、夜間、屋根に水を流下させて蒸発冷却等で冷やし、雨樋で受けて室内パネルや蓄熱タンクへ循環させ冷房するシステムである。また、昼間に屋根流水を行うと完全に日射を遮熱することができる。

2004年の夏は、実験対象室を寝室と想定して内部発熱を与え、エアコンの設定温度を室内グローブ温度27とした場合について実験を行った。図6のように、8月3日、4日は外気温が30を超える真夏日であるが、室内グローブ温度は27以下に抑えられている。3日の1時頃、蓄冷タンク内水温が外気湿球温度より高くなり、夜間の循環が始まると、室内107Wの発熱があるにもかかわらず、室内グローブ温度は27から23程度まで低下している。また蓄冷タンク内の水温は22.5から21まで下がっている。この間、室内パネル表面温度は蓄冷タンク内水温とほぼ同じ温度まで低下し、また室内グローブ温度とタンク内水温の差も3以下と小さい。日中は室内系が間欠的に稼働し、蓄冷タンクの冷水によりグローブ温度が27以下に保たれている。

実験建物について、日平均外気温が25を超える日のパネルの除去熱量とエアコンの除去熱量の日積算値、およびCOP等の日平均値を算出した結果を図7に示す。本システム発熱なしのモード1のCOPが3.2程度と他のモードより大きくなっているが、これはモード開始時の蓄冷タンク内水温がかなり低かったため、夜間の蓄冷運転があまり行われず電力消費量が少なくなったためである。内部発熱のあるモード2のシステムの稼働率は夜間0.7、日中0.4程度で、システムCOPは1.4となった。また、日平均エネルギー消費量7.2MJに対する夜間のエネルギー消費量の占める割合は70%であるが、室内からの除去熱量の夜間の割合は37%と小さい。システムとエアコンを併用したモード4では、システムによるエネルギー消費量の割合は65%で室内からの除去熱量の82%を占めるが、COPはモード2とほぼ同じ1.6となった。

本システムのCOPは、この実験ではエアコンより小さくなったが、外気条件によって変動することが示された。また家全体を冷房する場合に大きくなる可能性が考えられる。従って夏季全期間について、また住宅全体を対象として、さらに検討する必要がある。

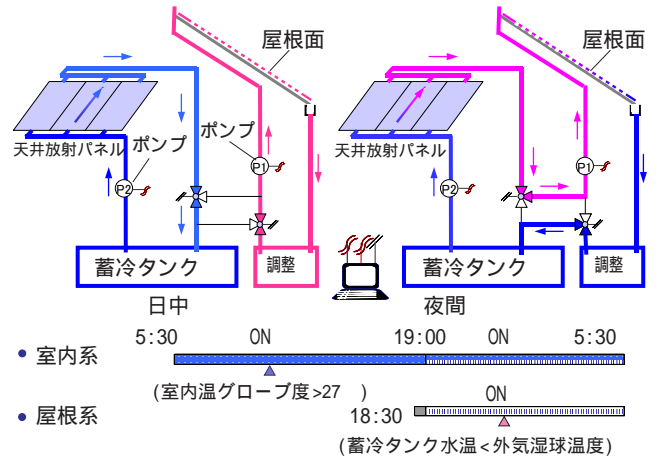


図5 屋根流水放射冷房システムの概略図

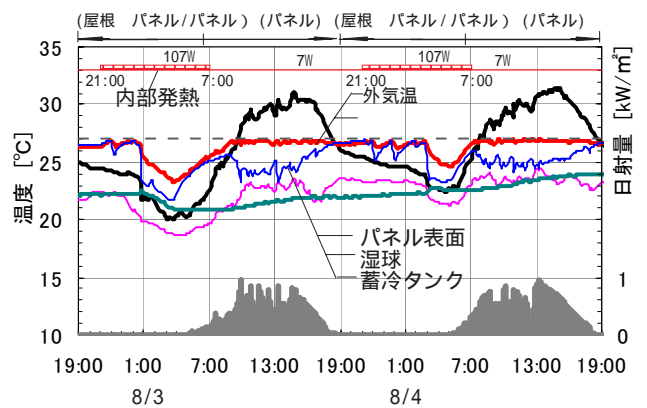


図6 室内発熱がある場合の温度変動

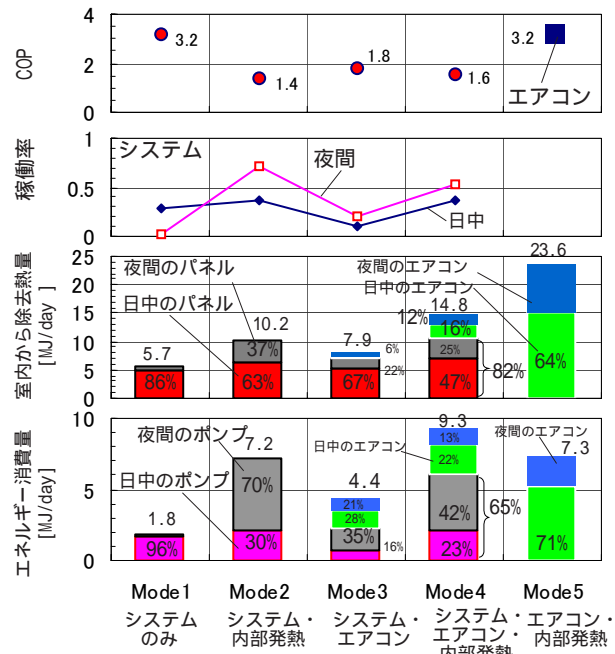


図7 エネルギー消費量とCOP

### 参考文献

- 1) 咸哲俊, 水蓄放熱床を持つ太陽熱床暖房システムに関する研究, 東京都立大学博士論文, 平成17年3月
- 2) J. Ma and N. Sunaga, Radinat Cooling System with Water Floor on Roof, Proceedings of the 21st PLEA Conference, pp.443-448, Sept. 2004