

# 太陽熱利用暖房システムのシミュレーションによる性能評価

吉田 尚弘\*  
Naohiro Yoshida

## 1. はじめに

本研究の対象である太陽熱利用熱核式蓄熱暖房システムについては、実存するシステムの実測による性能評価を進めてきた。その結果、システムの運転特性を把握することができた。しかし、その性能は運転方法やシステムを構成する機器の能力・容量などに大きく影響を受け、設計に資するような指針を得るにはさらなるデータの蓄積が必要である。そこで、種々の条件下でのシステムの動的性能予測を行なうためにシミュレーション・プログラムを作成した。本報告ではシミュレーション結果から、通常のヒートポンプのみによる暖房システムとの性能比較を中心に、太陽熱利用熱核式蓄熱暖房システムの性能について述べる。

## 2. シミュレーションによる性能予測

シミュレーションを行なった太陽熱利用暖房システム(以下Sシステムと略す)のモデルをFig. 1に示す。集熱ポンプは、集熱器出口水温と中間タンク内水温の差温により発停を制御する。また、中間タンク内水温により太陽熱の蓄熱槽への投入を制御する。土中に埋設された蓄熱槽は熱核となる高温槽(水槽)とそれを取り囲む低温槽(碎石槽)から成り、短期的な蓄熱を行なう他、蓄熱槽周辺の土壌を利用し長期的な蓄熱も行なう。また、暖房期間中蓄熱槽は床暖房と空気熱源ヒートポンプ(以下HPと略す)の熱源として使用し熱回収を行なう。このSシステムと同能力のHPのみによって暖房を行なうシステム(以下Hシステムと略す)についてもシミュレーションを行ない比較の対象とした。

東京の標準気象データを用いて1時間毎にモデル各部の温度計算を行ない性能予測を行なった。Sシステムの運転にあたっては10, 11月を蓄熱期間とし、12月から2

シミュレーションモデルの主要諸元

集熱器	型式：平板型
	面積：31.0㎡
	方位：南
	傾斜：45°
中間タンク	容量：0.35㎡
蓄熱水槽	容量：0.28㎡
蓄熱槽	碎石容量：3.10㎡
暖房対象室	床面積：12.96㎡
ヒートポンプ	定格暖房熱量：3150kcal/h

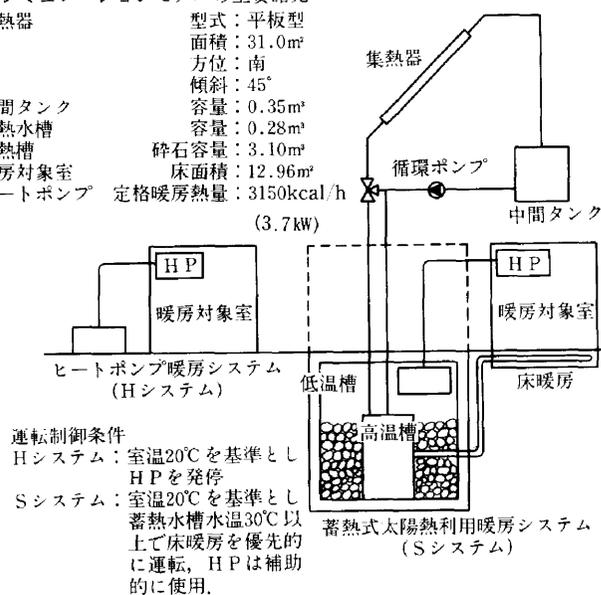


Fig.1 シミュレーションモデル

月までの3ヶ月間暖房を行なうこととした。暖房期間中は9時から21時の間Fig. 1中の運転制御条件に従い暖房を行なった。

SシステムとHシステムの性能予測の結果をTable 1に示す。Sシステムの運転特性を見ると、集熱量・蓄熱量は暖房期間に入り熱回収を始めるると増加する傾向にある。集熱効率(集熱器面全日射量のうち集熱された熱量の割合)は期間平均22.2%であった。回収率(蓄熱された太陽熱のうち暖房に利用された熱量の割合)は蓄熱期間を含めた期間平均で68.0%となった。Sシステムの期間室暖房量は1900Mcal(2209kWH)であり、64.6%はHPによるものである。暖房を行なうために消費された電力の熱量換算値は期間あたりHシステムの620Mcal(721kWH)に対してSシステム453Mcal(506kWH)となり、投入エネルギーの27%が削減されたことになる。期間総合のCOPはHシステムの2.83に対してSシステムは4.21である。

次に1月を例としてSおよびH両システムの動特性の検討を行なう。Fig. 2にSシステムの集熱特性を示す。日射が得られる日にはおよそ40Mcal(47kWH)の太陽熱が集熱できる。1月の平均集熱効率は25.8%であり、日平均集熱効率は最大で40%に達した。

Fig. 3に両暖房システムの暖房運転特性を示す。両システムの暖房室室温はほぼ同等である。Hシステムにおいては暖房量、投入熱量ともに外気温の影響を受けているが、Sシステムでは日射量の影響を受け、特に投入熱量の変動が著しい。すなわち日射が得られ床暖房が行なえる日はSシステムのHP運転時間が減り、全体的にはシ

\*技術研究所建築技術課

Table 1 システムの運転性能シミュレーション結果

期間	月	S システム					Hシステム				
		集熱量A (Mcal/月)	蓄熱量B (Mcal/月)	回収量C (Mcal/月)	回収率 C/B(%)	室暖房量D (Mcal/月)	投入熱量E (Mcal/月)	COP D/E(-)	室暖房量F (Mcal/月)	投入熱量G (Mcal/月)	COP F/G(-)
蓄熱	10	467.1 (20.0)	351.0				8.8				
	11	416.9 (16.9)	309.4				7.0				
暖房	12	595.4 (23.1)	506.1	536.6	106.0	607.8 (床38.4% HP61.6%)	132.5 (床14.5% HP78.7%)	4.59	573.7	196.7	2.92
	1	809.3 (23.8)	695.5	600.0	86.3	693.3 (床35.3% HP64.7%)	159.7 (床10.6% HP83.2%)	4.34	628.9	225.3	2.79
	2	633.7 (24.1)	554.0	506.6	91.4	601.9 (床32.6% HP67.4%)	143.9 (床9.7% HP84.5%)	4.18	553.2	198.7	2.78
10~2月		2922.5 (22.2)	2416.1	1643.2	68.0	1903.0 (床35.4% HP64.6%)	452.9 (床11.0% HP79.2%)	4.21	1755.9	620.7	2.83

注1：回収量とは暖房運転を行なうことによって蓄熱槽から取り出された熱量をいう。  
 注2：回収率とは蓄熱量に対する回収熱量の割合をいう。  
 注3：投入熱量とはシステムを運転するために消費した電力を熱量に換算した値をいう。  
 注4：集熱量の下の数字は集熱効率を表わす。  
 注5：室暖房量、投入熱量中の%はそれぞれの暖房システムによる室暖房量、投入熱量の割合を表わす。

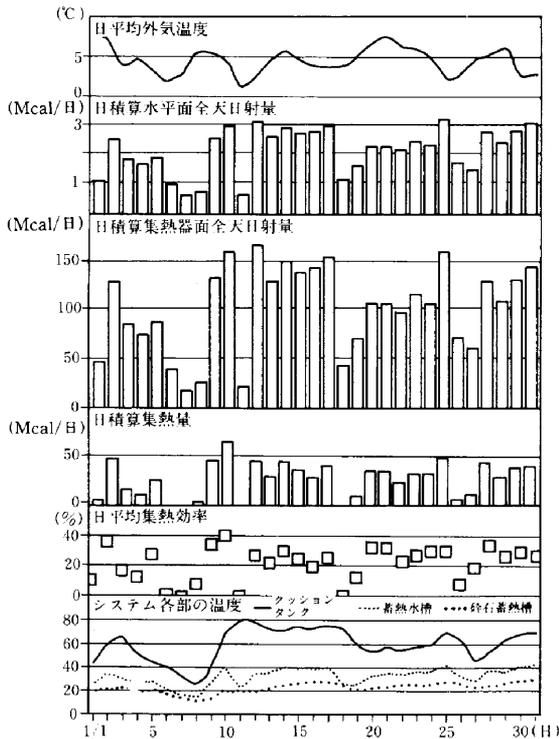


Fig.2 Sシステムの集熱特性

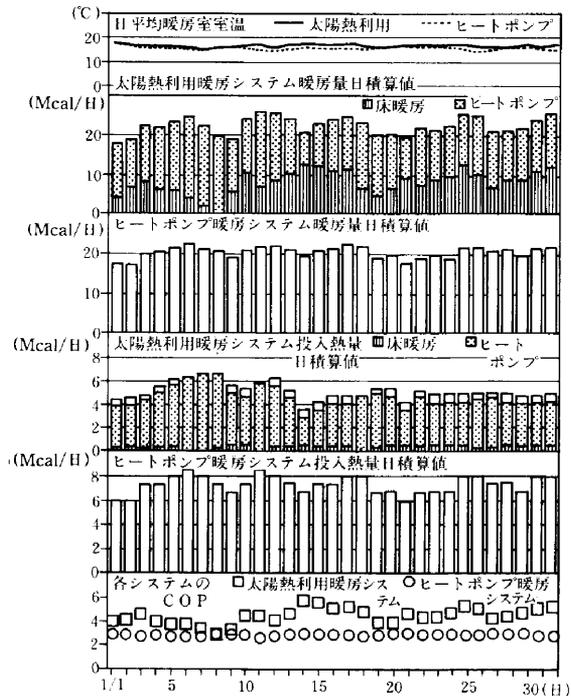


Fig.3 システムの暖房運転特性

システム運転のためのエネルギーは減少する。このため S システムの COP は晴天日に向上する傾向にある。

3. おわりに

シミュレーションを行なうことにより、太陽熱利用熱核式暖房システムは、通常のヒートポンプによる暖房と比較し、運転エネルギーの削減という視点から有効であることが確認された。今後はシステムとして最適化を図

るため種々の太陽エネルギー利用システムと暖房システムの組合せについて検討を進め、またトータルエネルギーコストの面からも検討を加えていく予定である。

最後に本報告は工学院大学建築学科中島研究室との共同研究の成果の一部であることを追記する。

参考文献

1) 日本太陽エネルギー学会編：太陽エネルギー利用ハンドブック、1985年。