

# 某保育園ソーラーセントラル給湯システムの運転実績

安 江 進

## Performance of a Solar Heat Hot Water Supply System of a Nursery School in Tokyo

Susumu Yasue

### Abstract

A nursery school with a solar heat hot water supply system was built in Toshima-ku, Tokyo in July, 1979. This report, based on measurements for one year from August 1979 to August 1980 presents the performance of this solar heat system in heat collection control, freezing protection control, heat balance of solar heat collection, auxiliary heat supply and hot water load, and heat loss from the system, and the economic feasibility as well. It is stated that the pattern of hot water load of this school is suitable for solar energy utilization and the solar heat system is practical enough for effecting conservation of fossil fuels, too. However, it is also made clear that some room for improvement of the system remains.

### 概 要

昭和54年7月、東京都豊島区内にソーラーセントラル給湯システム完備の保育園が竣工した。本報告は、この保育園において昭和54年8月より一年間にわたって行なった実測結果をもとに、本ソーラーシステムの性能につき、集熱制御、凍結防止制御、集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス、システムからのヒートロスおよび経済性の観点から検討ならびに解析を試みたものである。この結果、本保育園の給湯パターンは太陽熱利用に適していること、太陽熱利用によりかなり省エネルギー化を計ることが可能となったことおよびシステム上においてかなりまだ改善の余地があることなどが判明した。

### 1. はじめに

昭和54年7月に竣工した某ベビー保育園ソーラーセントラル給湯システムの実効性と問題点の抽出を目的として、竣工後1年間にわたって運転データの収集を行なった。

本報告は、この実測結果をもとにして、本システムの集熱制御・凍結防止制御性能、集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス、ヒートロスおよび経済性につき検討解析を試みたものである。

本システムには実験的性格がなく、その実用性が最優先される。また、給湯を太陽熱によりまかなうもので、ソーラーシステムとしては最も経済的なタイプである。実際には、建築上の制約によって十分に集熱面積を確保できなかったり、架台等に相当費用を要するなどして、必ずしも経済的とはなりえないが、条件さえ整えば10年

以内で償却可能なソーラー給湯システムも夢ではない。また、比較的単純なソーラー給湯システムにおいても、設計上注意を要する点が多々存在している。

今回の実測は、こうした点をふまえ、実用的なソーラーセントラル給湯システム設計の手助けとなる参考資料作成をめざして、東京本社設備部、同設備設計部の協力を得て実施された。

実測結果の報告にあたりご協力下さった保育園、山田・立花設計事務所および伊藤信三氏をはじめとする東京本社の方々には深く感謝の意を表する次第である。

### 2. 建物概要

所在地：東京都豊島区

建物設計：山田・立花設計事務所

設備設計：(株)大林組 東京本社設備設計部

施工：(株)大林組 東京本社設備部

延べ面積：511 m<sup>2</sup>  
 階 数：地下1階地上3階  
 構 造：鉄筋コンクリート造

### 3. ソーラーシステム概要

本ソーラー給湯システムの系統図を図一1に、設備機器仕様を表一1に示す。システムは大きく集熱システム、補助熱源システムおよび給湯システムに分かれ、集熱量が給湯熱量に比べ多くなる場合には蓄熱槽全体が集熱槽となり、逆に集熱量が少なくなる場合には蓄熱槽上部温度のみ給湯温度に保たれる。

図一1に示したように、集熱器により温められた温水は熱交換器を介せず直接給湯水として供給される。図一2に自動制御フローを示す。

### 4. 計測システム

各部熱媒温度は熱電対+自動平衡記録計、集熱量・給湯熱量はカロリーメーター、集熱面日射量はネオ日射計+自動平衡記録計、ガス消費量はガスメーターによって計測した。図一1に計測位置を示す。

### 5. 実測結果と考察

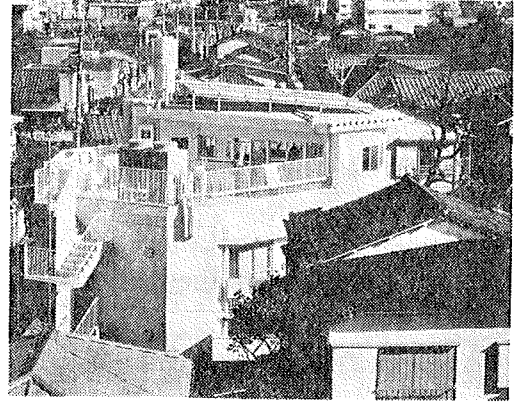
#### 5.1. 集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス

本システムの性能評価を行なうため竣工時より1年間（昭和54年8月10日～昭和55年8月10日）にわたり運転データの収集を行なった。図一3は、昭和55年2月における運転結果の一例である。晴天日においては、集熱時間帯、ピークがそれぞれ給湯の使用時間帯、ピークとはほぼ一致しており、本給湯システムが太陽熱利用に適した負荷パターンを有していることが分かる。また、集熱面日積算日射量の59%が集熱され、システム成績係数\*、太陽熱依存率\*\*はそれぞれ5.2、0.840に達した。それにもかかわらず、快晴日においてさえ日射量の絶対量が足りないために朝夕におき補助熱量が心要となっている。

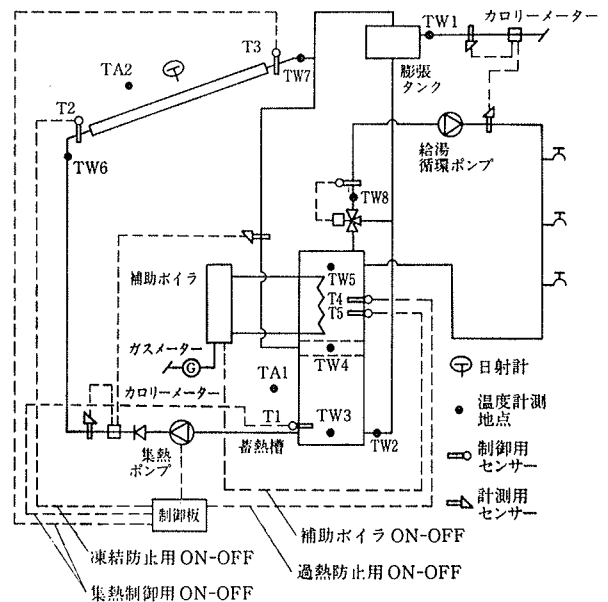
図一4～図一6は、中間期、冬期および夏期における日単位（9:00～17:00、土曜は9:00～12:00）のヒートバランスである。これより、各期間の累計では入力熱量の約70%が給湯熱量として有効に利用され、太陽熱依存率は中間期、冬期で約50%、夏期で約60%程度であることが判明した。

図一7は、昭和54年8月10日からの一年間にわたる集熱量、補助熱量、給湯熱量の累積値変化である。この期間における集熱量、補助熱量、給湯熱量の累積値はそれぞれおよそ14.1 Gcal, 12.0 Gcal, 17.8 Gcal となった。

注) \*(システム成績係数) = (給湯熱量) / (補助熱量)  
 \*\* (太陽熱依存率) = (給湯熱量の中しめる集熱量の寄与分) / (給湯熱量)



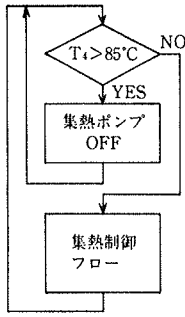
写真一1 建物全景



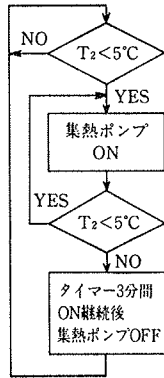
図一1 システム図（自動制御システム、計測システムを含む。）

機器名	仕様	備考
太陽集熱器	型式：真空円筒管型 吸収面：銅板、選択吸収面 有効集熱面積：24.5m <sup>2</sup> 設置：屋上 集熱面傾斜角 5° フィン傾斜角 30° 方位 真南	吸収率 0.91 ぶく射率 0.12
集熱ポンプ	循環水量：50ℓ/min×10mAq 定格出力：80W	
蓄熱槽	有効水量：950ℓ 材質：SUS304 断熱：グラスウール100mm	
補助ボイラ	FF型瞬間湯沸器 暖房能力：22,500kcal/h 給湯能力：22,500kcal/h ガス種別：13A, 11,000kcal/m <sup>3</sup>	
膨張タンク	有効水量：500ℓ 材質：SUS304	

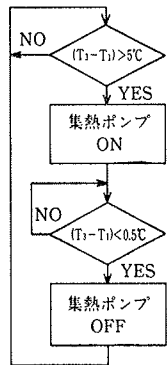
表一1 設備機器仕様



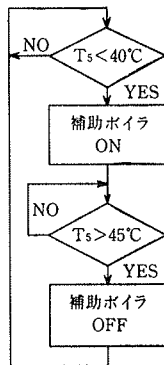
過熱防止制御フロー



凍結防止制御フロー

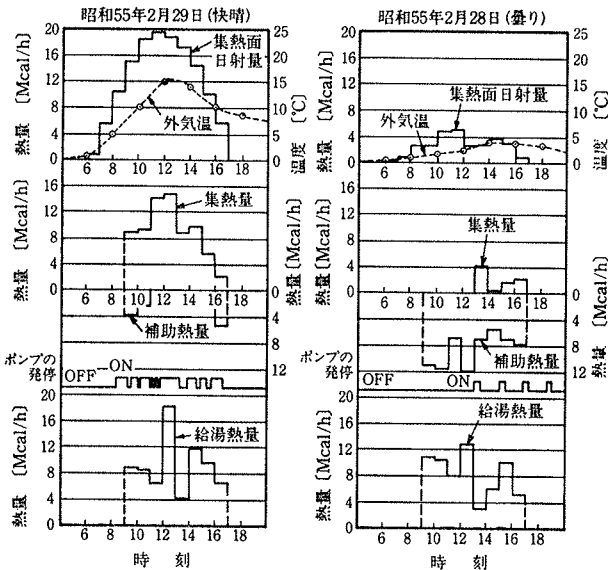


集熱制御フロー



補助熱源制御フロー

図一 自動制御フロー

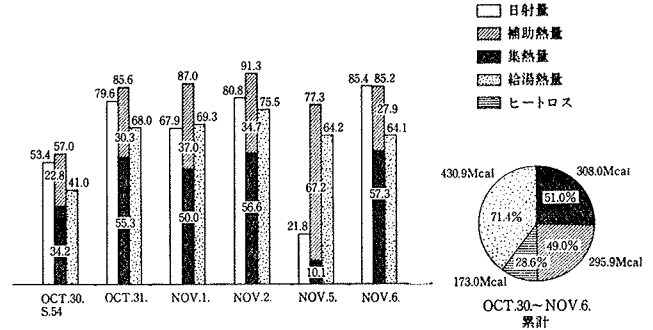


集熱面日射量 134.8Mcal/day  
 集熱量 79.5Mcal/day、\*73.8Mcal/day  
 補助熱量 \*14.1Mcal/day  
 給湯熱量 \*74.0Mcal/day  
 太陽熱依存率 \*0.838

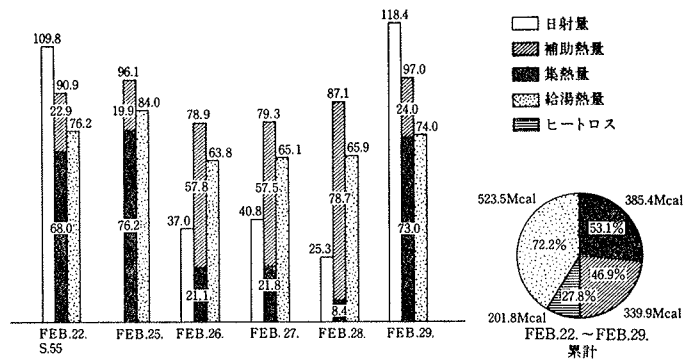
集熱面日射量 23.8Mcal/day  
 集熱量 \*8.4Mcal/day  
 補助熱量 \*69.3Mcal/day  
 給湯熱量 \*65.9Mcal/day  
 太陽熱依存率 \*0.108

注) \*印は9:00~17:00までの累積値、平均値を示す。

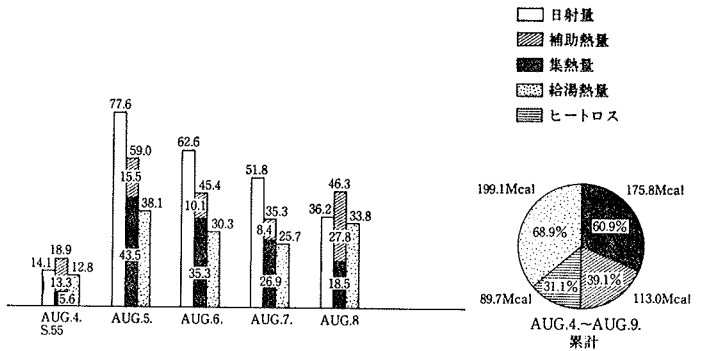
図一三 集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス



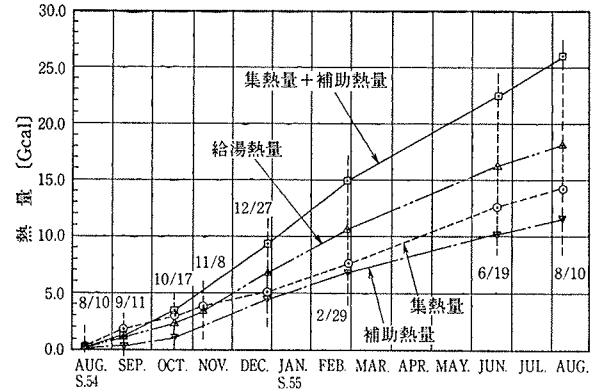
図一四 集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス



図一五 集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス



図一六 集熱・給湯・補助熱源のヒートバランス



図一七 集熱量・給湯熱量・補助熱量の累積値変化

ただし、補助熱量は年間ガス消費量 1,990 cm<sup>3</sup> より補助熱源の燃焼効率を0.568として算出した値である。また、集熱量、給湯熱量はカロリーメーターによる実測値から求めた。年間給湯熱量 17.8 Gcal を補助熱源のみでまかなうものとするれば、図-8に示したように、約 3800 m<sup>3</sup> のガスが必要となる（ただし、給湯使用時における年間平均蓄熱効率を0.75とした。）したがって、年間では約 1,800 m<sup>3</sup> の都市ガスが節約されたものと推定される。

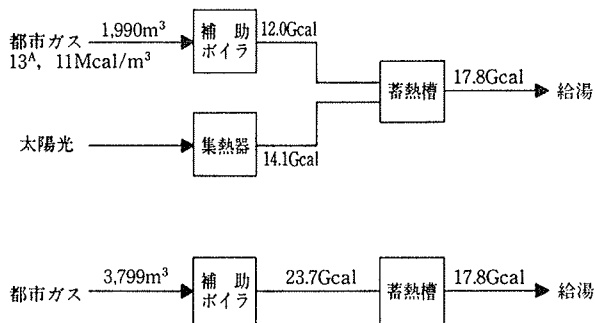
5.2. 経済性試算

都市ガスの単価を 155円/m<sup>3</sup> とすれば、1,800 m<sup>3</sup> の価格は約280,000 円となり、図-9に示した式を用いて償却年数を求めれば、借入金利 9% で15年、借入金利 5% で10年となる。

ソーラーシステムの普及にあたっては、設計、施工面における努力もさることながら、国および地方自治体による税制優遇措置、低金利の融資制度等の整備促進によってソーラーシステムの償却期間の短縮化を図る必要がある。

5.3. 集熱制御

図-10に集熱時における各部水温の時刻変化を示す。集熱ポンプはかなり頻りに発停を繰り返している。集熱器出口水温 TW7 が集熱器入口水温 TW6より0.5℃以上高くなっているにもかかわらずポンプは停止している。すなわち、集熱制御用の蓄熱槽下部水温センサー T<sub>1</sub> の位置が集熱器往管および給水管タッピング位置より若干高いために、またポンプ始動時における集熱器からの高温水が下槽内部へと流入するのために、こうしたハンチングが生じるものと考えられる。こうした現象を防ぐためには、集熱ポンプの発停温度差を小さくしてポンプ始動



注) ガスの発熱量 11Mcal/m<sup>3</sup>  
ボイラの燃焼効率 0.568

図-8 ガス節約量の算出

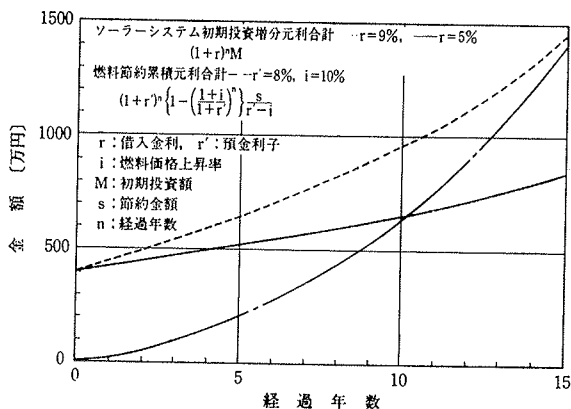


図-9 償却年数算出グラフ

時における集熱器からの高温水の流入を防ぐと共に、蓄熱槽下部水温センサー T<sub>1</sub> によって感知される蓄熱槽下部水温と集熱器往管内水温が一致するようにセンサー T<sub>1</sub> の位置を変更する必要がある。センサー T<sub>1</sub> の取付位

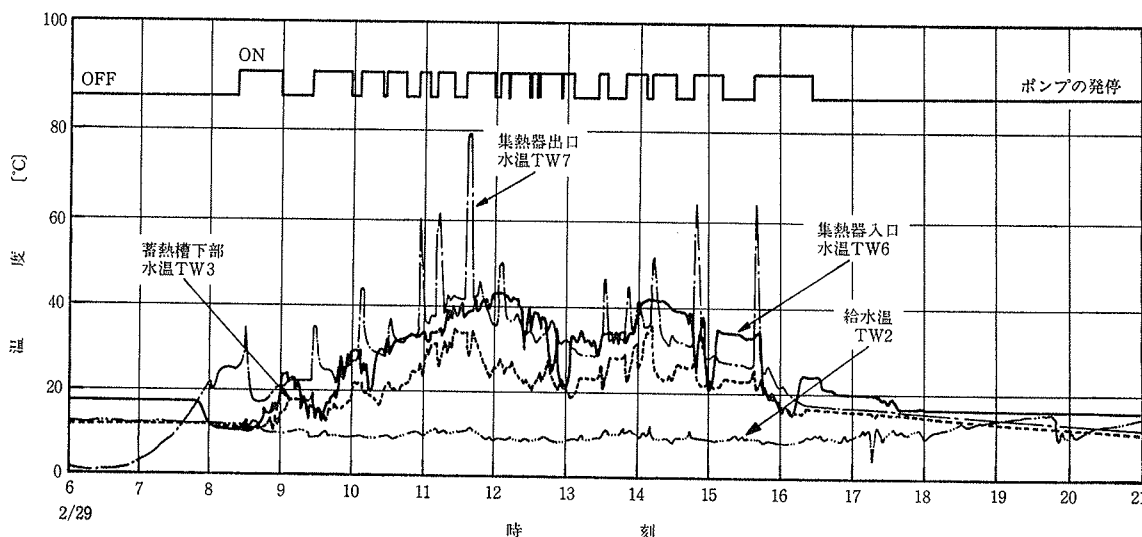
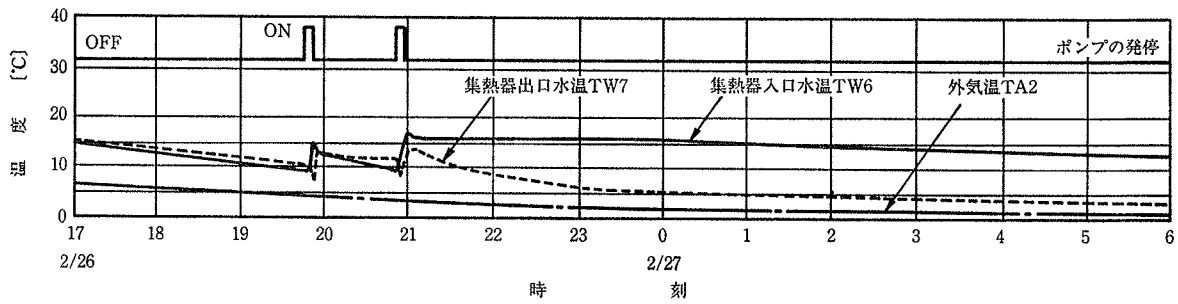
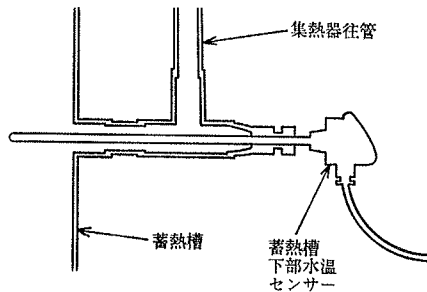


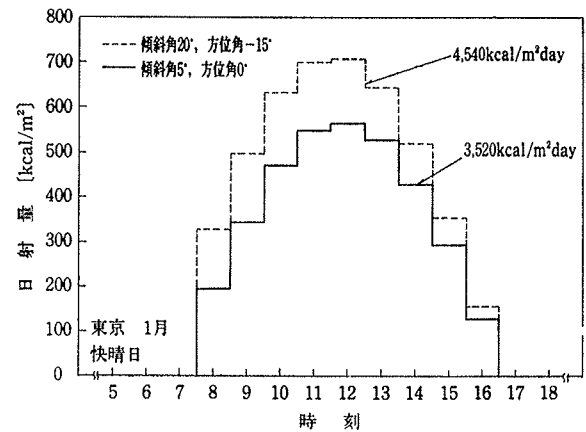
図-10 各部熱媒温度の時刻変化 (昭和55年 2月29日)



図一11 集熱器出入口配管内水温の夜間における時刻変化（昭和55年2月26日～27日）



図一12 蓄熱槽下部水温センサーの変更位置



図一13 集熱器の傾斜角，方位角の検討例

置は現在図一12のように変更されている。

#### 5.4. 凍結防止制御

図一11は、凍結防止制御の一例である。凍結防止のために夜間2度にわたって集熱ポンプが作動している。昭和55年2月22日から2月29日にわたる実測においては、夜間1～2度、3分間の凍結防止運転が行われ、合計約0.4 Mcalの熱量が失われた。これは、この期間における集熱量の約1%にあたる。また、図一12の2度目のポンプ運転後に見られるように、ポンプ運転停止後往返配管内水温は逆転している。これは、自然対流によって温水が微量であるが集熱器入口側から出口側に向かって流れるために生じたものと推察される。すなわち、集熱器入口側のみならず出口側にもセンサーを設け、出入口水温のうち一方が5℃以下となった場合に凍結防止運転を行なうように変更するか、もしくは集熱管内の水温によって凍結防止制御を行なうなど改善策が必要なのかもしれない。

#### 6. おわりに

本セントラル給湯システムは、給湯の使用時間帯、ピークが集熱時間帯、ピークとはほぼ一致している点、および使用温度が40～45℃と比較的低温である点において太陽熱利用に適したシステムと言える。にもかかわらず、本実測により集熱制御、凍結防止制御の項で述べたようにシステム上いろいろと改善の余地があることが分かった。ヒートロスも入力熱量の30%にも上り、設計、施工段階において断熱に対し十分なる配慮が必要である。また、図一13に示したように集熱器の設置角の適正化により集熱面日射量は20%も増加する可能性があり、建築上許す限りにおいて、集熱に有利となるよう集熱器の傾斜角、方位角を決定すべきである。なお、集熱ポンプの動力は、日単位で集熱量の5～10%程度であり、実用上問題ないことが分かった。（ただし、2,450 kcal/kWHとして計算した）