

特集◆建築設備の省エネルギー運転実績

ソーラハウスの運転実績

サンシャイン計画“枚方ソーラハウス”

田中辰明*

通商産業省工業技術院が推進役となって、昭和49年からスタートした“サンシャイン計画”のうち、“新築個人住宅——太陽熱利用冷暖房および給湯システムの研究開発”を、(株)大林組と三洋電機(株)で共同受託し、実験住宅を昭和52年3月に大阪府枚方市に完成させ、その後、計測を継続してきた。

本報は、(株)大林組が研究を受託してから昭和55年2月までの研究成果をまとめたものであり、実験住宅の概要、実験住宅における運転実績、システムシミュレーション手法、最適ソーラシステムの提案などについて要約している。

1. 実験住宅の概要

実験住宅は、写真-1のようにシンプルな美しさを強調したものである。これは、既設の建物に太陽熱機器を設置したものではなく、建物自体が太陽熱利用に最も適するように研究され設計されたもので、集熱器などの太陽熱機器も、建物への調和を主眼として開発されたものである。

ソーラハウスと呼ばれる太陽熱利用の建物は、南傾斜の屋根に集熱器を載せるものが大多数で、こういう形態

が多くの人にとってソーラハウスのイメージであったが、ここでは、新たに研究開発された“真空ガラス管式集熱器”の採用で、これを陸(ろく)屋根の上に水平に並べることができた。このように建物の形態からして、従来のソーラハウスのイメージを破ったがん新な実験住宅が誕生したのである。

建築概要は、つぎのとおりである。

- 1) 用途：太陽熱利用冷暖房・給湯実験住宅
- 2) 構造・規模：壁式鉄筋コンクリート造2階建て
- 3) 建築面積：65.20 m²
- 4) 延べ床面積：118.52 m²
- 5) 軒高：GL+6.300 m

この実験住宅の平面図は図-1～2に示すとおりで、1階は玄関・居間・食堂・台所・浴室・便所などのコモンスペースとして、2階は子供室・主寝室・書斎などのプライベートスペースとなっている。この住宅は、平均的家族構成4名(夫婦と子供2名)を想定して設計された。

エネルギー危機に対処するには、太陽熱利用など代替エネルギーの開発とともに、省エネルギーという両輪を回転させて推進させていかなければならない。省エネルギー建築の特長として、つぎのようなものが挙げられる。

- 1) 建物の外壁・屋根・床のすべてに発泡スチロール100 mm厚の外断熱を施した。
- 2) 開口部の小面積化を図っている(窓面積率15%)。
- 3) 二重窓・断熱雨戸を採用している。
- 4) 二次蓄熱槽を居室内に設置し、蓄熱槽から放出される熱を冷房や暖房に無駄なく利用する。
- 5) 排気から熱回収を行って、給気に熱を与える全熱交換器が使われており、ちゅう房の調理用レンジフードにも、同じ原理の給排気バランス形レンジフードが使われている。
- 6) 便所換気をせずに、自動脱臭できる無臭便座使用によって、熱の屋外放出を防いでいる。

図-3は太陽熱冷暖房・給湯システムの系統図を、表-1は設備機器の仕様を示す。



写真-1 サンシャイン計画新築個人住宅

* (株)大林組技術研究所 正会員

2. 枚方ソーラハウスにおける運転実績

2.1 測定・評価方法

枚方ソーラハウスでは、太陽熱冷暖房・給湯システム

の性能評価を目的として、昭和52年度から運転・計測を開始し、昭和53年4月からは標準的な家族が実際に居住した状態で計測を継続している。計測点は、温度・湿度・日射量・流量・電力量など合計180点である。計

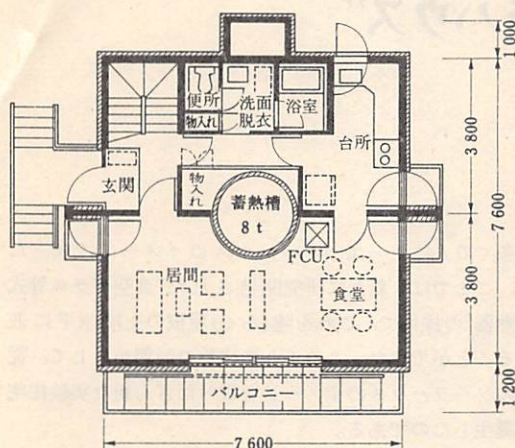


図-1 1階平面図

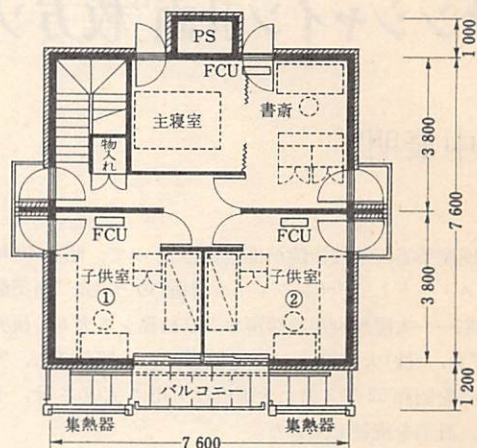


図-2 2階平面図

表-1 設備機器の仕様

記 号	名 称	形 式	仕 様
1	太 陽 集 熱 器	真 空 ガ ラ ス 管 式	集熱(有効)面積 64.0(46.6)m ² 設置傾斜角 0° フィン傾角 15°(方位南) 集熱温度(夏期) 90℃ 集熱温度(冬期) 60℃
2	太 陽 集 熱 器	真 空 ガ ラ ス 管 式	集熱(有効)面積 10.0(7.4)m ² 設置傾斜角 90° ほかは1と同じ
3	冷 凍 機	吸 収 式	能力 6 000 kcal/h 冷水条件: 温度 15℃(入口), 10℃(出口), 流量 20 l/min 冷却水条件: 温度 31℃(入口), 35℃(出口), 流量 63.5 l/min 熱源水条件: 温度 85℃(入口), 80℃(出口), 流量 30.8 l/min
4	冷 却 塔	FRP 製	能力 16 000 kcal/h
5	補 助 ヒ ー タ	瞬間式電気ヒータ	能力 8 600 kcal/h
6	貯湯槽(補助ヒータ)	電気温水器(特殊形)	有効容量 500 l
7	一 次 蓄 熱 槽 (給 湯 コ イ ル)	給湯コイル組込み	有効容量 1 000 l 給湯コイル能力 4 500 kcal/h(60℃)
8	二 次 蓄 熱 槽	温 度 成 層 形	有効容量 8 000 l 鋼板製, 内部エポキシコーティング, 断熱 GW 100 mm, 脱着可能断熱扉付き
9	膨 張 水 槽	(2台)	有効容量 50 l
10	フ ァ ン コ イ ル ユ ニ ッ ト	ダクト接続床置き形 床 置 き 形 床置き特殊形(2台)	夏 期 冬 期 能力 3 700 kcal/h 5 100 kcal/h 能力 3 000 kcal/h 3 600 kcal/h 能力 1 400 kcal/h 1 700 kcal/h

測システムはミニコンピュータを中心とするものであり、1分から15分間隔で集録したデータをミニコンピュータで処理した後、磁気テープ・コンソールタイプライタに出力する。この磁気テープを大形電算機にかけて、最終性能評価を行っている。

システムの評価の指標としては、つぎのようなものを採用した。なお、この評価方法は、サンシャイン計画参加企業の合同の研究会によって定められたものである。

- 1) システム成績係数 = $\frac{\text{冷暖房・給湯負荷}}{\text{補助熱量}}$
- 2) 全システム成績係数 = $\frac{\text{冷暖房・給湯負荷}}{\text{補助熱量} + \text{補助動力}}$
- 3) 太陽依存率 = $\frac{\text{太陽エネルギーで賄った負荷}}{\text{負荷}} \times 100$

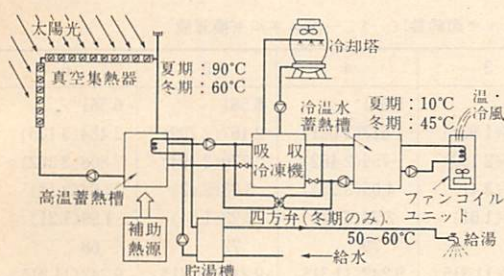


図-3 太陽熱冷暖房・給湯システムの系統図
(新築個人住宅用システム)

中間期給湯運転: 昭和54年5月1日～6月14日(44日間)

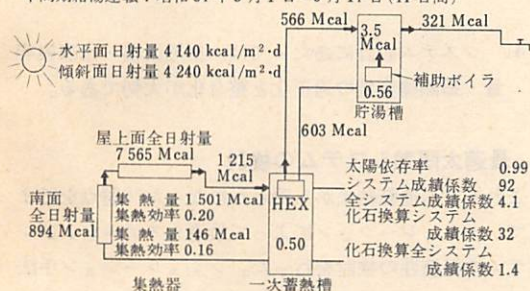


図-4 春の中間期給湯運転熱収支

中間期給湯運転: 昭和54年10月17日～11月19日(34日間)

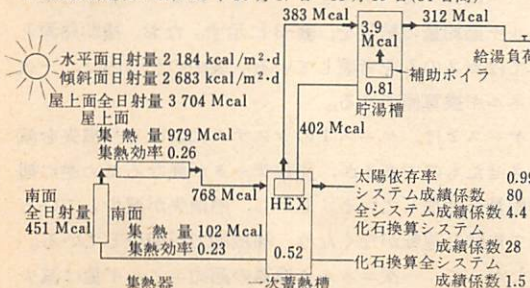


図-6 秋の中間期給湯運転熱収支

1)と2)の式における補助熱量・補助動力の算出は、二次エネルギー換算値(1 kW・h=860 kcal)、または一次エネルギー換算値(1 kW・h=2450 kcal)を用いるものとする。二次エネルギー換算値を用いた場合には各々、化石エネルギー換算システム成績係数、化石エネルギー換算全システム成績係数と定義する。

2.2 運転実績

昭和54年5月1日から昭和55年3月29日までの測定データのうち、春の中間期給湯運転(44日間)、夏期冷房・給湯運転(83日間)、秋の中間期給湯運転(34日間)、冬期暖房・給湯運転(113日間)における熱収支を、図-4～7に示す。

太陽依存率・システム成績係数・全システム成績係数・化石換算システム成績係数・化石換算全システム成績係数などの評価項目は、図中に示されている。この図では季節ごとの評価を示したのであるが、年間について同じ評価項目の計算を行うと、冷暖房だけの太陽依存率は0.94、給湯だけの太陽依存率は0.94、全体の太陽依存率も0.94である。さらに、年間のシステム成績係数は9.8、全システム成績係数は2.1、化石換算システム成績係数は3.5、化石換算全システム成績係数は0.73となった。

これらの結果が示すように、太陽エネルギーによって負

夏期冷房・給湯運転: 昭和54年7月3日～9月23日(83日間)

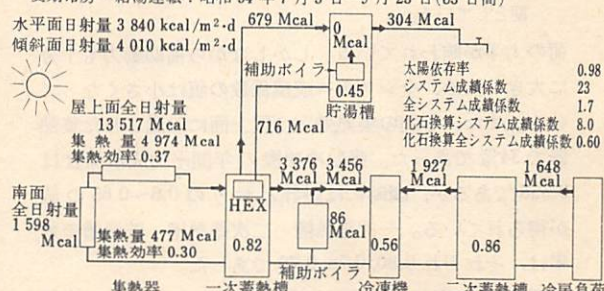


図-5 夏期冷房・給湯運転熱収支

冬期暖房・給湯運転: 昭和54年12月1日～昭和55年3月29日(113日間)

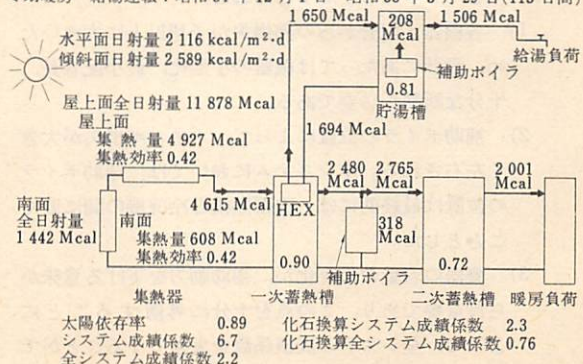


図-7 冬期暖房・給湯運転熱収支

表-2 最適システム検討のための各ケース別機器容量

ケース	1	2	3	4	5	6
集熱面積 [m ²]	45.6	45.6	30.0	30.0	25.0	25.0
一次蓄熱槽 [t]	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
冷凍機 [USRt]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5
二次蓄熱槽 [t]	8.0	8.0	6.5	5.0	6.5	5.0
集熱ポンプ [kW]	0.75	0.75	0.2	0.2	0.2	0.2
熱源水ポンプ [kW]	0.2	0.2	0.08	0.08	0.08	0.08
冷却水ポンプ [kW]	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
冷却塔ファン [kW]	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
一次冷水ポンプ [kW]	0.2	0.2	0.08	0.08	0.08	0.08
二次冷水ポンプ [kW]	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
給湯用ポンプ [kW]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
熱損失	現 状	改 良	改 良	改 良	改 良	改 良
気象・負荷データ	実測データ	大阪標準年	大阪標準年	大阪標準年	大阪標準年	大阪標準年

表-3 最適システム検討のための各ケース別エネルギー節約量〔()：一次エネルギー換算値〕

ケース	1	2	3	4	5	6
負 荷 [Mcal]	5 931	6 561	6 561	6 561	6 561	6 561
補 助 熱 量 [Mcal]	549(686)	701(876)	1 538(1 923)	1 617(2 021)	2 167(2 709)	2 484(3 105)
補 機 動 力 [Mcal]	2 409(6 860)	1 339(3 814)	755(2 150)	759(2 162)	770(2 194)	808(2 302)
システム成績係数 [—]	10.8(8.62)	9.36(7.49)	4.27(3.41)	4.05(3.25)	3.03(2.42)	2.64(2.11)
全システム成績係数 [—]	2.00(0.78)	3.22(1.40)	2.86(1.61)	2.76(1.57)	2.23(1.34)	1.99(1.21)
太陽依存率 [%]	94	92	81	79	72	68
必要熱量 [Mcal]	9 852(12 315)	9 242(11 315)	9 242(11 315)	9 242(11 315)	9 242(11 315)	9 242(11 315)
必要補機動力 [Mcal]	1 076(3 067)	775(2 208)	775(2 208)	775(2 208)	775(2 208)	775(2 208)
エネルギー節約量 [Mcal]	7 967(7 836)	7 806(8 857)	7 724(9 475)	7 641(9 364)	7 080(8 644)	6 725(8 140)

注 シミュレーション(ケース2～6)においては、冷房期を7月15日～9月15日、暖房期を12月1日～3月15日、その他を中間期としている。

荷の大半が賄われている。しかしながら補助動力も十分に大きいため、全システム成績係数の値は小さくなっている。また、年間の集熱効率は屋上面に設置された集熱器で34%であった。吸収冷凍機の年間平均成績係数は0.558であるが、瞬時には設計どおりの0.6～0.65の値が得られている。一次蓄熱槽・二次蓄熱槽・貯湯槽の効率は、それぞれ0.80, 0.78, 0.70であった。

昭和52年度から開始した運転を通じて判明し、今後最適な太陽熱システムを実現するうえでの留意点としては、つぎのようなことが挙げられる。

- 1) 各機器・配管からの熱損失が予想以上に大きいため、設計にあたっては機器の小形化、最小配管長、十分な断熱が必要である。
- 2) 補助ボイラの位置によって、エネルギー損失が大きく左右される。本システムにおいては、補助ボイラの位置は最終的には一次蓄熱槽と冷凍機の間に置くこととした。
- 3) 機器の容量の最小化が、補助動力を下げる意味から最重要であり、この点を十分に考慮することによって、全システム成績係数を大きくすることができ。

- 4) システム設計にあたっては、集熱面積・冷凍機容量・蓄熱槽容量の適正化と整合化が大切である。

3. 最適太陽熱システムの検討

これまでの運転結果から明らかになった問題点を踏まえて、シミュレーションによって最適システムおよびシステムの経済性の検討を行った。シミュレーション手法は各コンポーネントをサブルーチン化し、入力としては冷暖房・給湯負荷、気象条件を用いている。

表-2に示すように、現システムの問題点を考慮してシステムの熱損失を抑え、機器類を小形化したシステム6ケースについて、シミュレーションによって算出したエネルギー節約量の結果を、表-3に示す。なお、補助熱源としてはガスのみを考慮している。表中の()内は、一次エネルギー換算値である。

ケース2は、ケース1のシステムにおける熱損失を減少させたものであるが、気象データが異なるため逆に補助熱量が増加している。しかし、熱損失が減少しているので無駄な運転がなくなり、補機動力が減少している。したがって、一次エネルギー換算の節約エネルギー量は減少している。各機器を小形化すると、二次エネルギー換算で

は(全)システム成績係数・エネルギー節約量ともに当然小さくなっている。しかし、一次エネルギー換算値ではケース3,4が良くなっている。一次エネルギー換算値は基本となるべきものであり、この観点から判断すると、ケース3,4が最適であると言える。

謝 辞

本報告を行うにあたって、お世話になった通商産業省工業技術院サンシャイン計画推進本部の方々、三洋電機(株)・東京三洋電機(株)・(株)大林組のサンシャインプロジェクトに参加された方々に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 通商産業省工業技術院サンシャイン計画推進本部編：輝ける太陽エネルギー，大蔵省印刷局
- 2) 田中辰明：ソーラーハウスシリーズ——サンシャイン計画による新築個人住宅，太陽エネルギー，3-4(昭52)
- 3) 田中辰明：太陽熱利用(2)特集／実施例——サンシャイン計画による新築個人住宅，空気調和・衛生工学，52-10(昭53-10)，pp.26,27

(昭和55.9.10 原稿受理)

The Sunshine Project for New Private House —Results of Measuring

Tatsuaki Tanaka*

Synopsis A new energy technical research and development started on a national scale in 1974 under

* Ohbayashi-Gumi Research Institute, Member

the name of Sunshine Project with an impetus from the oil shock in the fall of 1973. As one of main subjects given by the Sunshine Project, there is a technology of utilization of solar energy in parallel with geothermal energy, hydrogen energy, and liquefaction and gasification of coal. As a part of this project an experimental private house in which cooling, heating and supplying hot water are made utilizing solar energy, which Ohbayashi-Gumi Ltd. and Sanyo Electric Co., Ltd. have been entrusted by the Agency of Industrial Science and Technology of MITI, has been completed in Hirakata City Osaka in March 1977. The above solar house has been going on satisfactorily since then.

The experimental house was put on a test working immediately after completion of the house and such every component as refrigerating machine, solar collectors, etc. showed good performance as expected.

Further, from the summer of 1977 the test operation started on a full scale, and measuring and analysis of various data were performed. The results of measuring have been fed back.

For example, some improvement of the system is scheduled for the future on the auxiliary heat source and so forth. Some results of measuring in 1979~1980 are shown in this report.

(Received September 10, 1980)

空気調和・衛生用語集

国際感覚を身につけた新しい時代のエンジニアとして、広く会員各位のご購入・ご活用をお勧め申し上げます。

B 6 判	355 ページ
集録語数	約 5 500 語
定 価	2 200 円
会員特価	2 000 円
送 料	250 円

空気調和・衛生工学会 〒160 東京都新宿区北新宿 1-8-1 (中島ビル) 電話 東京 (03) 363-8261 (代表)

会員特価でお買いになる方は空気調和・衛生工学会本部または支部にお申込みください。