

## ■ 報 文 ■

# タウンハウスにおける太陽熱冷暖房 給湯システムのシミュレーション

## Simulation of a Solar Heating, Cooling and Hot Water Supply System in a Townhouse

朴 炳植\*・笠井 和也\*\*・鈴木 胖\*\*\*  
Pyong Sik Pak, Kazuya Kasai, Yutaka Suzuki

### 1. はじめに

筆者らは、地域全体として省エネルギーを図ることを目的として、10年程将来に大阪府南部に建設されると想定した1つのニュータウンに、熱併給発電、廃棄物利用、太陽熱利用など種々のシステムを導入する可能性について検討した<sup>1)</sup>。本論文では、このニュータウンに太陽熱冷暖房給湯システム（以下ソーラーシステムと呼ぶ）を導入することを考え、省エネルギー性や経済性について評価した結果について述べる。省エネルギー性や経済性を評価するにあたっては、太陽熱エネルギーおよび冷暖房・給湯の負荷が季節的、時間的に大きく変動することを考慮し、ソーラーシステムを時間的にダイナミックなシステムとして、詳細なコンピュータ・シミュレーションを行い評価することにした。

これまでの住宅用のソーラーシステムはほとんど戸別住宅に適用されたものである。しかし、熱源機器としてのボイラや吸収式冷凍機は小型ほど割高である。したがって何戸かをまとめて集中的に冷暖房・給湯を行えば、戸別システムより割安になると思われる。そこで、ここではニュータウンのタウンハウスを対象とし、ソーラーシステムを考えることにした。現在、太陽熱冷暖房を考えると時の問題点の1つは夏期と冬期の熱負荷の不均衡である。通常、熱負荷は冬期の方が大きい。日射量は夏期のおよそ $\frac{1}{2}$ である。しかし、住宅の断熱化が進み、また住環境の高度化が進んで全室冷暖房が定着すれば、後のシミュレーション結果でもみられるように夏期、冬期の負荷には大差がなくなり、比較的バランスのとれた太陽熱利用を行うことが可能になる。

ここで考えているニュータウンには熱併給発電所があり、豊富で比較的安価な高温水が供給されると仮定している。通常の太陽熱冷暖房・給湯システムでは、低日射時や夜間の負荷などに対処するために、都市ガス、灯油などを燃料とした補完用熱源機器を持たなければならないので、機器費も高くなるうえ、太陽熱を利用してもなお相当な燃料費を負担しなければならない。それに対し、ここでは熱交換器と簡単な制御だけで上記高温水から補完エネルギーが得られるのでかなり経済的に有利になる可能性もある。以上のような理由からこのニュータウンのタウンハウスを対象とした集中ソーラーシステムは、今日の戸別システムより経済的可能性が大きいと考えられる。なお、本論文では比較のため都市ガスを補完エネルギー源とした一般的なソーラーシステムについても検討を行う。

### 2. タウンハウスの規模

タウンハウスを対象としてソーラーシステムを構築する場合、システムの規模（戸数）を大きくするほど吸収式冷凍機やその他の機器コストに関してスケール・メリットが期待できる。反面、配管費用や熱循環系の動力費が増大するというデメリットも生ずる。このため、自ずと最適規模というものがあると考えられる。しかし、これを正確に求めるには規模をパラメータにとって、ソーラーシステムの中の熱循環系動力（太陽熱集熱系、冷暖房熱循環系、給湯温水系）および設備経費（冷暖房機器、熱交換器費用、熱循環系配管費など）を推定し、エネルギー収支バランスおよびコスト収支バランスを算出するという膨大な作業が必要である。このため、本研究では、ニュータウンにあるタウンハウスの平均像をとりあげることにした。すなわち、一棟が総面積130 $\text{m}^2$ （空調面積100 $\text{m}^2$ ）の2階建住宅8戸のタウンハウスを6棟あわせた48戸を一システムユ

\*大阪大学工学部電気工学教室助手

〒565 吹田市山田丘2-1

\*\*大阪大学工学部電気工学教室大学院生

\*\*\*大阪大学工学部電気工学教室教授

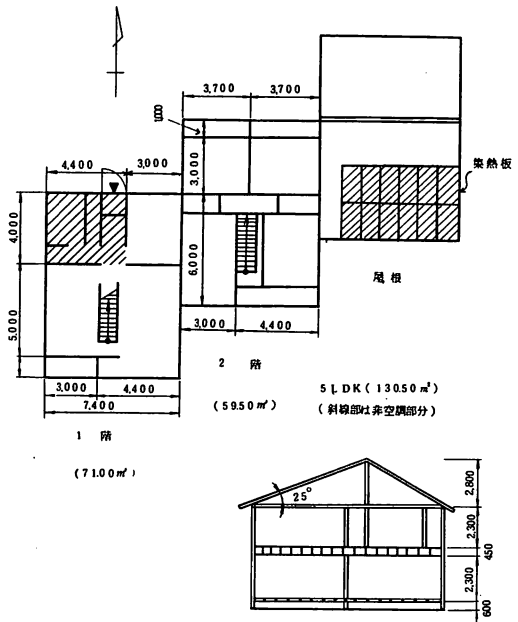


図-1 タウン・ハウスの平面図と断面図

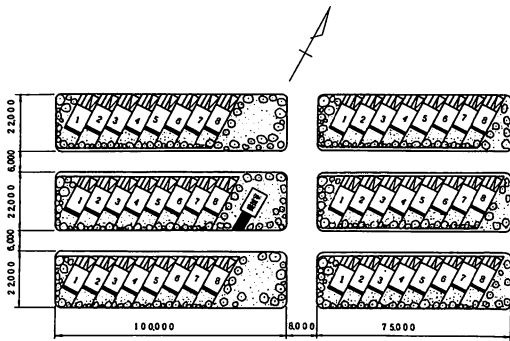


図-2 タウン・ハウスの配置図

ニットに選んだ。図-1にタウンハウスの平面図と断面図を、図-2にその配置図を示す。

### 3. 冷暖房・給湯負荷

一般住戸における冷暖房負荷は、季節によって異り、また1日をとってみても時刻によって非常に異なる。そのため、対象のタウンハウスについて空調調熱負荷計算用のシミュレーション・プログラム HASP<sup>2)</sup>を用いて年間8,760時間についてシミュレーションして冷暖房量を求めた。表1はその結果を月別熱需要で表わしたものである。図-3および図-4はそれぞれ真冬および真夏の代表例として、2月3日および8月10日の負荷パターンを表わしたものである。これらの計算結果から分るように、こ

月	(1)冷暖房負荷量* 〔Kcal/㎡・月〕	(2)ピーク負荷 〔Kcal/㎡・時〕	(3)最大負荷相当 運転時間〔時〕	(4)平均負荷 〔Kcal/㎡・時〕
1	-11,510.1	-44.68	257.6	-15.47
2	-10,810.5	-41.05	263.3	-16.09
3	-7,548.2	-38.75	194.8	-10.15
4	-1,616.1	-33.47	48.3	-2.24
5	2,594.3	26.30	98.6	3.49
6	5,550.7	33.95	163.5	7.71
7	12,702.7	47.60	266.8	17.07
8	15,670.0	46.80	334.8	21.06
9	9,025.4	43.01	209.8	12.54
10	2,559.9	34.25	74.7	3.44
11	-2,273.1	-27.75	81.9	-3.16
12	-9,509.8	-39.93	238.2	-12.78

\*マイナスは暖房負荷を、プラスは冷房負荷を表わす。

表1 タウン・ハウス月別冷暖房負荷量

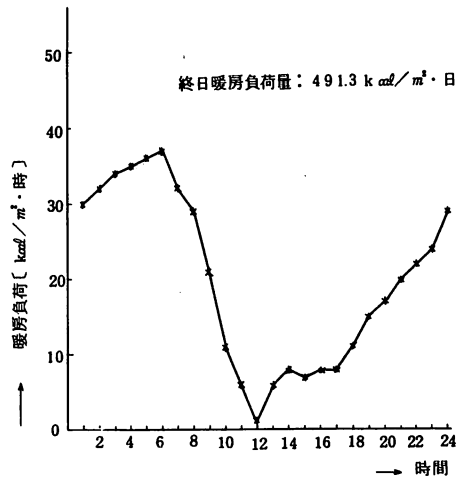


図-3 タウン・ハウスの真冬の暖房負荷例  
(2月3日のシミュレーション結果)

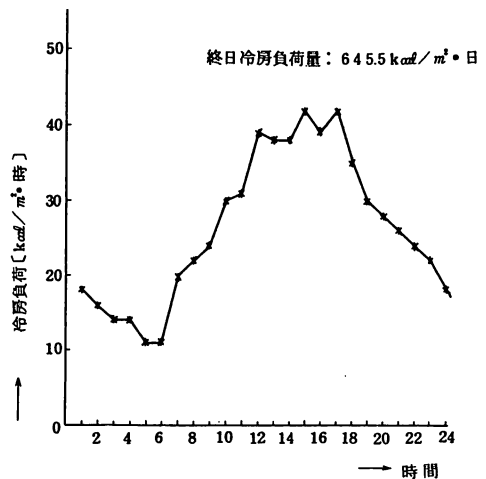


図-4 タウン・ハウスの真夏の冷房負荷例  
(8月10日のシミュレーション結果)

表 2 月別給湯熱需要量

月	(Mcal/日・戸)
1	15.2
2	18.4
3	12.6
4	12.3
5	11.1
6	9.26
7	5.58
8	4.79
9	5.00
10	7.50
11	10.6
12	12.0
平均	10.0

のタウンハウスについては断熱材の使用、各部屋での全熱交換器による換気など省エネルギー効果の高い構造設計がなされているので、1㎡当りのピーク冷暖房負荷は一般の場合に比べ、かなり小さくなっている。

給湯負荷については、ごみ焼却の廃熱を利用した地域暖房給湯を行っている森の宮団地の実例を利用した(表2参照)。

4. ソーラーシステムの構成

4.1 基本システム(システムA—地域熱供給によるバックアップ)

集熱器は、各住戸の屋根の上に設置し、そこから得られた太陽熱を住棟群のほぼ中央部に設けられた機械室に導き、冷房については冷水に変換し、暖房につい

ては温水に変換する。また給湯については60℃の温度に上水を加熱する。太陽熱が十分得られない時は、地域熱供給サブステーションより供給される高温水(180℃)を補助熱源として利用する。また、太陽熱の利用率の向上を図るために蓄熱を行う。

以上の前提条件に基づきシステムを構成する。以下では、このシステムをシステムAと呼ぶことにする。

(a)システムAの構成と制御 種々の点を考慮して、システムAの構成を図-5に示すように定めた。ソーラーシステムの構成と制御を考える前提条件として設定した冷暖房給湯のための温度を以下に示す。

- 冷房用冷水: 往10℃, 復15℃(最大負荷にて)
- 暖房用温水: 往45℃, 復40℃以上(循環水量を冷房に合わせると冷房と暖房の負荷比から自動的に定まる)
- 給湯用温水: 60℃

冷温水の行き温度は一般に冷水7℃前後、温水50℃前後が屋内設備の関係で望ましいが、太陽熱をできるだけ有効に利用するためには、できるだけ冷水温度は高く、温水温度は低くとる必要があり、上記の温度とした。温度差は冷暖房いずれの場合も5℃となる。給湯温度は一般に行われている温度である。

本システムにおける吸収式冷凍機(AR)は、80℃以上の温水で加熱する必要がある、AR入口温度、つまりタンク(TT<sub>1</sub>)の水温T<sub>t1</sub>が80℃未満ではポンプ(P<sub>2</sub>)を停止する。再生器の加熱によりARは冷凍効果(cop=0.6)を發揮し、ポンプ(P<sub>4</sub>)により送られてくる蓄熱槽(TT<sub>2</sub>)の水を冷却する。この動作は蓄熱槽の水温が7℃になるまで続けられ、7℃以

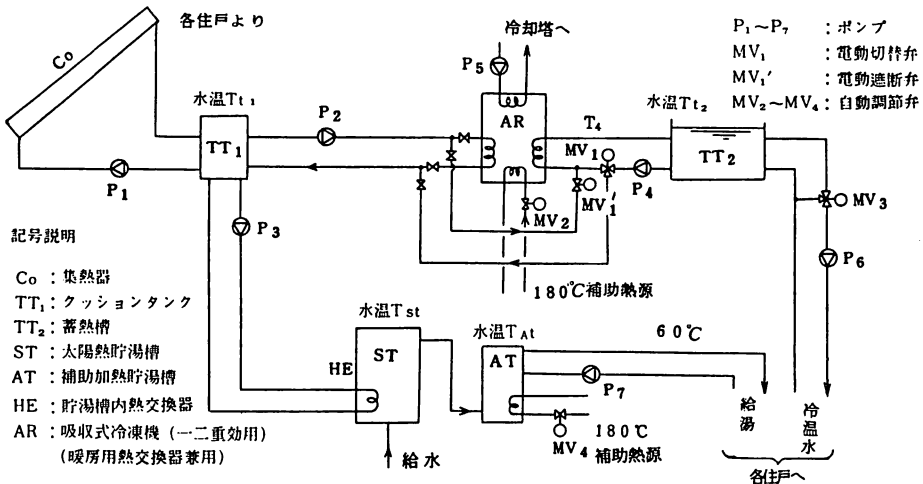


図-5 システムA(地域熱供給によるバックアップ)の構成図

下になれば止められる。暖房時には $TT_1$ の水温が $TT_2$ の水温( $T_{t2}$ )よりも $10^\circ\text{C}$ 高くなれば、 $TT_1$ の水を直接 $TT_2$ に送り $T_{t2}$ の昇温を行う。冷房時に太陽熱のみで不足の場合には、 $T_{t2}$ は次第に上昇するが、 $T_{t2}$ が $10^\circ\text{C}$ 以上になると、自動調節弁 $MV_2$ を開とし高圧再生器に高温水を供給し、二重効用吸収式冷凍機( $\text{cop}=1.05$ )とし作動させる。また、暖房時に太陽熱のみで不足の場合には $T_{t2}$ が次第に低下するが、 $45^\circ\text{C}$ 以下になると $AR$ と一体として構成した暖房用熱交換器に $MV_2$ を通じて高温水を供給し、 $P_4$ により送られてくる $TT_2$ の水を $70^\circ\text{C}$ となるよう追加加熱する。補助加熱により折角暖められた $TT_2$ の温度が集熱系統に逆流しないように電動切換弁 $MV_1$ および電動遮断弁 $MV_i$ を設け、 $T_{t2} \geq T_{t1}$ で $TT_1$ をバイパスするようにしている。各住戸へは、蓄熱槽 $TT_2$ の水をポンプ $P_6$ で供給するが、自動調節弁 $MV_3$ により冷房時には $10^\circ\text{C}$ 、暖房時には $45^\circ\text{C}$ に調整されて送られる。

一方、給湯の加熱はクッションタンク $TT_1$ の温水をポンプ $P_3$ により太陽熱貯湯槽 $ST$ の中に設けられた加熱コイルに送り、給水を間接加熱することにより行われる。この時、 $ST$ 内の熱が逆に集熱系統に逃げないようにするため、 $TT_1$ の水温 $T_{t1}$ と $ST$ の水温 $T_{st}$ との温温差( $T_{t1}-T_{st}$ )が $2 \text{ deg}$ 以上あるときのみポンプ $P_3$ を運転する。ただし、 $ST$ 内の水温和 $T_{st}$ が給湯上限温度 $60^\circ\text{C}$ に達すると $P_3$ は停止する。 $ST$ 内の給水温度は、その日の日射量、冷暖房への太陽熱供給量、水温などにより到達温度が変わるが、住戸への給湯温度はほぼ $60^\circ\text{C}$ にコントロールする必要があること、および給湯温度の安定化の目的で $ST$ の後に補助加熱貯湯槽 $AT$ を設け、その内部に設けた加熱コイルに $180^\circ\text{C}$ の高温水を送って給湯温度を $60^\circ\text{C}$ 一定に維持する。

(b)要素機器諸元の設定 システム要素機器の諸元については、比較的負荷の高い特定日の日射量、冷暖房、給湯の負荷などから概算して一応の数値を定めた。しかし、年間シミュレーションすることにより、設定値とはやや異った容量の点で最良の結果が得られる可能性は多分にある。そこで、シミュレーションに当っては太陽熱の利用において大きな影響を与える集熱器枚数、クッションタンク容量、蓄熱槽容量を変更したシミュレーションも行うことにした。

#### 4.2 比較システム

システムAの経済性、省エネルギー性などを評価す

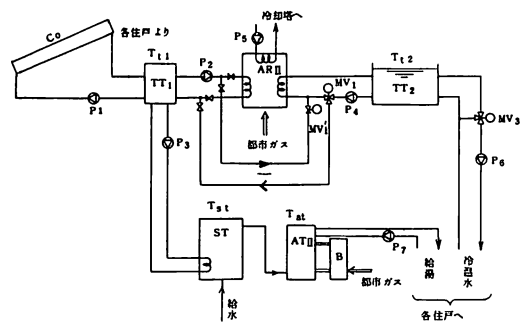


図-6 システムB(都市ガスによるバックアップ)の概略構成図

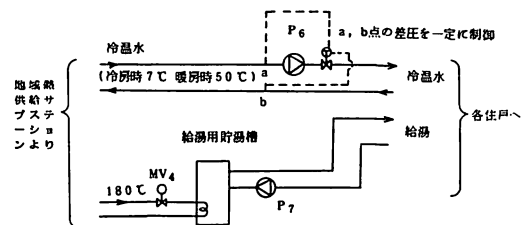


図-7 システムC(地域熱供給システム)の概略構成図

るため比較システムを設定する。

(a)システムB(都市ガスによるバックアップ) システムAの補助熱源を都市ガスとしたもので、冷暖房については二重効用吸収式冷凍機、つまり太陽熱では一重効用部の加熱を行い(加熱温度 $80^\circ\text{C}$ 以上、成績係数 $0.6$ )、都市ガスでは二重効用の高圧再熱器の加熱を行う(このときの成績係数はガス・ボイラの効率を $80\%$ とすると、ガス入熱量に対し $0.8 \times 1.05 = 0.84$ となる)。暖房時にはそのまま熱効率 $80\%$ のボイラとして働く。給湯に対する補助加熱としてはシステムAと同じ貯湯タンクに熱効率 $80\%$ のガス・ボイラを組み合わせる。図-6にシステムBの概略構成を示すが、太陽熱関係の制御条件をはじめ補助加熱の関与する条件も前記システムAの場合と同じである。

(b)システムC(地域冷暖房システム) 太陽熱を利用せず、地域供給の高温水、冷却水のみで冷暖房、給湯を行うシステムで集合配管以降は他のシステムと同じとする。また、給湯については、補助加熱貯湯槽以降システムAと同じとする。システムCの概略構成は図-7に示すとおりである。

#### 5. シミュレーション結果

ソーラーシステムは、運転条件および気象条件の変

表3 各システムの仕様

システム	仕様				
	補助加熱	集熱面積(m <sup>2</sup> )	クッションタンク容量(m <sup>3</sup> )	蓄熱槽容量(m <sup>3</sup> )	
A <sub>1</sub>	地域供給	1,152*	5	15	
A <sub>2</sub>			10	30	
A <sub>3</sub>	高温水	**	5	15	
A <sub>4</sub>			10	30	
B <sub>1</sub>	都市ガス	1,152*	5	15	
B <sub>2</sub>			10	30	
B <sub>3</sub>			**	5	15
B <sub>4</sub>			**	10	30

\* 24 m<sup>2</sup>/戸 × 48戸 \*\* 20 m<sup>2</sup>/戸 × 48戸

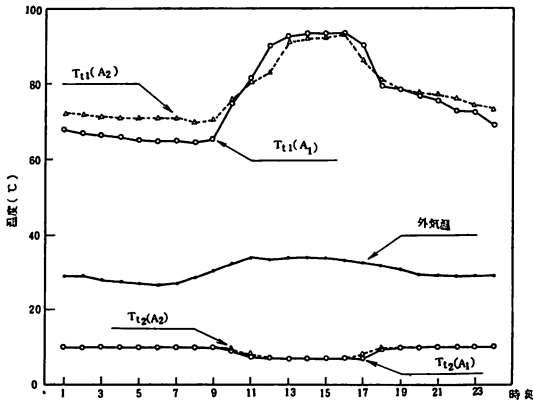


図-8 クッションタンクおよび蓄熱槽内温度変化 (8月10日)

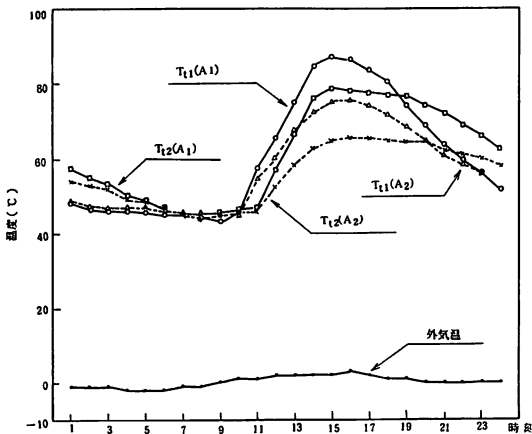


図-9 クッションタンクおよび蓄熱槽内温度変化 (2月3日)

化によりその特性が大きく変化する。そこで、標準的な気象条件のもとに一定の運転条件におけるシステムの各構成機器の動作特性を求め、さらにシステムの太

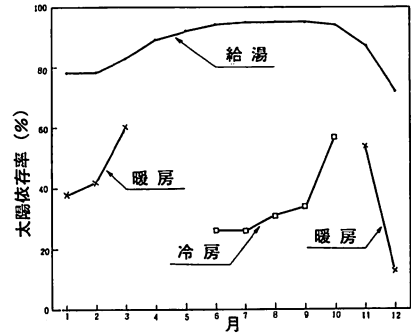


図-10 太陽依存率 (A<sub>1</sub>)

陽熱利用率などのエネルギー収支の推測を行うため、シミュレーションを行うことにした。シミュレーションには、汎用シミュレーション言語GASPIV (General Activity Simulation Program IV の略) を用いた<sup>3)</sup>。

各システムの仕様を表3に示す。シミュレーションプログラムの詳細については説明を省略する。

シミュレーション結果の一部を以下に示す。各システムの冷房期および暖房期の運転の一例としてシステムA<sub>1</sub> およびA<sub>2</sub> について、8月10日および2月3日の1日間のクッションタンクと蓄熱槽の温度変化ならびに外気温をそれぞれ図-8および図-9に示す。図-8より、8月10日は、9時前から20時近くまで気温が30°Cを越える暑い日となっている。クッションタンクT<sub>t1</sub>の温度T<sub>t1</sub>は、いずれのシステムにおいても、日中95°C近くまで上昇することが分る。夜間の補助加熱源による冷房時、蓄熱槽の温度T<sub>t2</sub>は上限の10°Cに張り付いており、太陽熱による冷房が始まると7°Cにまで下がり、昼間は下限の7°Cに張り付いたままで、夕方また10°Cにまで上がる。太陽熱冷房が行われている時間はシステムA<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>ではおよそ9時から19時すぎまでである。図-9より、2月3日は気温が朝方および夜間でマイナスになっており(平均気温0.3°C、最低気温マイナス1.7°C)、大きな暖房負荷を生じる日となっていることが分る。蓄熱槽の温度T<sub>t2</sub>は、システムA<sub>1</sub>では80°C近くまで上っており、A<sub>2</sub>では65°C前後まで上昇している。暖房時には補助熱源に頼るとT<sub>t2</sub>は45°Cの下限に張り付くことになるが、いずれのシステムにおいてもT<sub>t2</sub>が下限温度に近いのは、朝6時ないし7時前後の数時間だけで、冷房に比べ補助熱源に頼る割合が少ないことが分る。

図-10にシステムA<sub>1</sub>の冷房、暖房および給湯それぞれの太陽依存率の月ごとの変化を示す。図-10より、

表4 各システムの省エネルギー性の比較

項目		システム								システム C		
		システム A				システム B						
		1	2	3	4	1	2	3	4			
太陽熱利用量		Gcal/年	233.3	248.1	223.3	235.3	233.3	248.1	223.3	235.3	—	
太陽依存率	冷房	%	32.5	37.4	30.4	34.6	32.5	37.4	30.4	34.6	—	
	暖房	%	45.3	54.2	57.7	43.6	45.3	54.2	37.7	43.6	—	
	給湯	%	86.8	88.2	85.5	86.8	86.8	88.2	85.5	86.8	—	
	計	%	65.5	69.3	62.9	65.8	65.5	69.3	62.9	65.8	—	
補助熱量	D	Gcal/年	112.2	100.1	120.9	111.4	140.2	125.1	151.1	139.3	329.3	
	D'(一次エネルギー換算)	Gcal/年	124.5	111.1	134.2	123.7	140.2	125.1	151.1	139.3	410.3	
使用電力量	E	MWH/年	24.2	25.6	24.2	25.6	24.2	25.6	24.2	25.6		
	E' = 2.45 E	Gcal/年	59.3	62.7	59.3	62.7	59.3	62.7	59.3	62.7		
エネルギー消費量		D' + E'	Gcal/年	183.8	173.8	193.5	193.5	186.4	187.8	210.4	202.0	387.2
エネルギー消費節約量 (システムCとの差)		Gcal/年	203.4	213.4	193.7	200.8	187.7	199.4	176.8	185.2	0	
性能評価指数		K	2.11	2.23	2.00	2.08	1.94	2.06	1.84	1.92	1.00	

熱負荷量：329.6 Gcal/年(冷房：85.5 Gcal/年，暖房：60.0 Gcal/年，給湯：184.1 Gcal/年)

表5 各システムの経済性比較

(単位 百万円)

項目		システム								システム C	
		システム A				システム B					
		1	2	3	4	1	2	3	4		
施設備費		Pr	190.8	195.1	185.0	189.3	190.0	194.0	183.9	188.2	71.3
初年エネルギー費	熱源コスト		2.92	2.61	3.15	2.90	2.10	1.88	2.27	2.09	9.07
	電力費		0.424	0.448	0.424	0.448	0.424	0.448	0.424	0.448	—
	計	e	3.34	3.05	3.57	3.35	2.53	2.33	2.69	2.54	9.07
耐用年間経費	施設償却費	f = Pr × 0.1131	21.58	22.06	20.93	21.41	21.45	21.94	20.80	21.29	8.07
	維持管理費	g = Pr × 0.03043	5.81	5.94	5.63	5.76	5.78	5.90	5.60	5.73	2.17
	エネルギー費	h <sub>1</sub> = 1.6226e (r <sub>e</sub> = 0.08 のとき)	5.42	4.95	5.79	5.44	4.11	3.78	4.36	4.12	14.72
		h <sub>2</sub> = 1.8508e (r <sub>e</sub> = 0.10 のとき)	6.18	5.64	6.61	6.20	4.68	4.31	4.98	4.70	16.79
	年経費合計	r <sub>e</sub> = 8% / 年のとき	32.81	32.95	32.35	32.61	31.34	31.62	30.76	31.14	24.96
r <sub>e</sub> = 10% / 年のとき		33.57	33.64	33.17	33.37	31.91	32.15	31.38	31.72	27.03	

太陽依存率は大体の傾向として極端月を除くと給湯用が最も高く70～95%程度，次いで暖房用が20～60%程度となっており，冷房用が最も低く25～50%程度である。

## 6. ソーラーシステムの評価

### 6.1 省エネルギー性

表4に，各システムの年間の熱収支を示す。太陽依存率はシステム3に比べ1の方が，また4に比べ2の方が多。これは集熱器面積の大小による。またシステム1に比べると2の方が，3に比べると4の方がそれぞれ利用太陽熱量は多い。これは，クッションタンクと蓄熱槽の容量を大きくしたことにより，クッションタンクにより多くの熱量が貯えられ，さらにクッションタンクからより多くの熱量が蓄熱槽へ移送される

からである。

各システムの省エネルギー性の性能評価には，次式による性能評価指数Kを採用した。

$$K = \frac{\text{冷暖房・給湯負荷の1次エネルギー換算値}}{(\text{補助熱量} + \text{搬送動力}) \text{の1次エネルギー換算値}}$$

……………(1)

Kの値は大きければ大きいほど省エネルギー性が高いといえる。システムCのKの値は1となり，今の場合，省エネルギー性評価の基準となる。各システムのK値を算出した結果は表4に示すとおりである。表4において，対応するシステムA<sub>i</sub>とB<sub>i</sub>(i = 1～4)では補助加熱量の1次エネルギー換算値はシステムAの方がわずかに小さい。したがって，性能評価指数Kも，システムAの方がわずかに大きくなっており，システムAの方が省エネルギー性が高いということにな

っている。システムAの中ではケース2(システムA<sub>2</sub>)が最も省エネルギー性が高い。これは、コレクターおよび蓄熱槽などを大きくすると、ポンプ動力が少し増えるが利用太陽熱量が増え、太陽依存率が増加し、性能評価指数が向上するからである。しかし、設備費も増える。

## 6.2 経済性

ソーラーシステムは、太陽熱を利用しない方式に比べてエネルギー費が節約される。しかし、太陽熱を利用するためには太陽集熱装置や蓄熱槽などの余分な投資が必要となり、維持管理費などの増加もある。そこで、ここでは設備の耐用年間の均等年経費<sup>4)</sup>に基づいて各システムの経済性を比較する。算定にあたって必要となる各種諸元は次のように設定した。

- ・金利  $r = 0.08/\text{年}$
- ・設備の耐用年数  $n = 15\text{年}$
- ・耐用年経過後の残存価格 当初価格の10%
- ・物価上昇率  $s = 0.07/\text{年}$
- ・エネルギー価格上昇率  $r_e = \begin{cases} 0.08 \\ 0.10 \end{cases}$

電力料金は1 kWhあたり17.5円、都市ガス料金は15円/10<sup>3</sup> Kcalとした。また、地域冷暖房給湯用の熱媒体コストは高温水および温水が26.02円/Kcal、冷水が31.74円/Kcalとした<sup>1)</sup>。また、維持管理費は機器の補修費や人件費に充当するもので1年目は設備費の2%とした。2年目以降は物価上昇率と同じ率で増加していくものとした。エネルギー上昇率 $r_e$ は、簡単のため地域供給の熱媒体、電力および都市ガスすべてについて同じであると仮定した。

表5に各システムの耐用年間均等年経費を求めた結果を示す。表5から分るように、年経費合計はシステムCが最も安く、 $r_e$ が8%/年の場合24.96百万円となる。システムAの中ではA<sub>3</sub>が最も安く32.35百万円、システムBの中ではB<sub>3</sub>が最も安く30.76百万円である。しかし、太陽熱を利用するシステムA<sub>3</sub>およ

びB<sub>3</sub>は地域供給の熱を利用するシステムCに比べ年経費がかなり高く経済的には不利なシステムとなっていることが分る。このことはエネルギー費の上昇率 $r_e$ が10.0%/年と、高くなっても変わらない。したがって、ニュータウンのタウンハウスの冷暖房・給湯システムとしては地域供給の熱を利用する方が、太陽熱を利用するよりも経済的に有利となる。

## 7. あとがき

検討結果によると、経済性のよいA<sub>3</sub>およびB<sub>3</sub>のシステムの太陽熱依存率は年平均で冷房が30.4%、暖房が37.7%、給湯が85.5%で総平均では62.9%となり、62.9%のエネルギーが節約できることになる(A<sub>3</sub>とB<sub>3</sub>で同じ)。しかし、ソーラーシステムの経済性は、地域熱供給システムCに比べ、均等年経費で約23%、一戸あたりおよそ12.1万円(エネルギー費の上昇率が8%/年の場合)以上も高い。したがって、ソーラーシステムの採用は経済的なインセンティブが制度的に作り出されるかどうか、あるいは太陽熱依存によってある程度確保されるセキュリティをどう評価するにかかかってこよう。

本研究は、(財)大阪科学技術センターのもとに組織された省エネルギーシティの開発に関する研究プロジェクトの協力を得て行われたものである。ここに熱心な御協力をいただいた関係各位に衷心より御礼を申し上げる。

## 参 考 文 献

- 1) 都市トータルエネルギーシステム——ニューエアポータウンを対象とした実証的研究——大阪科学技術センター(昭56. 3)
- 2) 松尾他：空調設備の動的熱負荷計算入門、日本建築設備士協会(昭55. 3)
- 3) A. A. B Pritsker: The GASP IV Simulation Language, John Wiley & Sons(1974)
- 4) 干柱, 伏見: 経済性工学, p109, 日本能率協会(昭52)