

# 92

## 太陽熱・排熱利用暖冷房換気給湯システム (OMX) の研究開発

会員 ○相曾 一浩 (OM ソーラー)

会員 盧 炫佑 (OM ソーラー)

Development of Solar Space Heating, Cooling, Ventilation and Hot Water Supply System with a Unit-integrated Heat Pump and Roof-integrated PVT Panels (OMX)

Kazuhiro AISO\*, Hyunwoo ROH\*

\* OM Solar, Inc.

4601 Murakushi-cho, Nishi-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka, 431-1207, JAPAN  
FAX:+81-53-488-1556, E-mail:aiso@omsolar.jp

### ABSTRACT

This report describes the development of a whole-house air conditioning and domestic hot water supply system utilizing solar thermal energy and heat pump technology. The developed system solves the double facility problem of a solar thermal system and also has the ventilation function of total heat exchange. In addition to these, this system can perform high efficiency operation in which the hot water storage operation is performed by using the exhaust heat during the cooling operation of the heat pump. As a simulation result, this system can reduce the annual electricity consumption for heating, cooling, ventilation and hot water supply in the model house by 54%.

キーワード: 太陽光発電機能付き集熱器、全館空調、冷房貯湯同時運転、太陽熱利用システム、LCCM

Keywords : PVT, Whole-house air conditioning, Simultaneous operation of cooling and hot water storage, Solar thermal system, LCCM

### 1. はじめに

筆者らはこれまで空気集熱式床暖房給湯システム普及につとめて太陽熱利用住宅を長らく普及してきた。しかし、当該システムは暖房システムとしては省エネ性・快適性ともに極めて優れているが、天気の悪いときや冷房に対しては別の暖冷房システムが必要になっていた。また、集熱しているときは換気システムとして有効だが、夜間や夏期は別の換気システムが

必要になることを指摘されていた。

さらに給湯システムにおいても雨天や曇天のときに補助ボイラーなどの補助熱源が必要になり、従来の空気集熱式床暖房給湯システムでは補助システムが必要で二重設備になるのが大きな課題であった。

一方、従来住宅の暖冷房給湯設備では個別空調設備の居室分のエアコン(室内機・室外機)が必要で屋外に5台~6台の室外ユニットや貯湯槽(エコキュート使用時)などが必要となり室内外の景観を悪化させるだけでなく、都市部などの狭い敷地では設置スペースが取れない問題や隣地との騒音問題などのトラブルの原因になっていた。

そこで太陽熱の省エネ性を活かしながら、二重設備の課題と従来設備の問題点も解決することを目標に太陽熱とヒートポンプを融合し、一体化した新たなシステムを開発した。さらに空調と全熱交換換気を一体に構成することでダクト設備や施工を軽減した。本報では、本システムの概要や動作・制御方法、システムの性能や省エネ効果を報告する。

### 2. システム概要

本システムは図1に示すように室内ユニット、室外ユニット、貯湯ユニット、リモコンなどから構成されている。

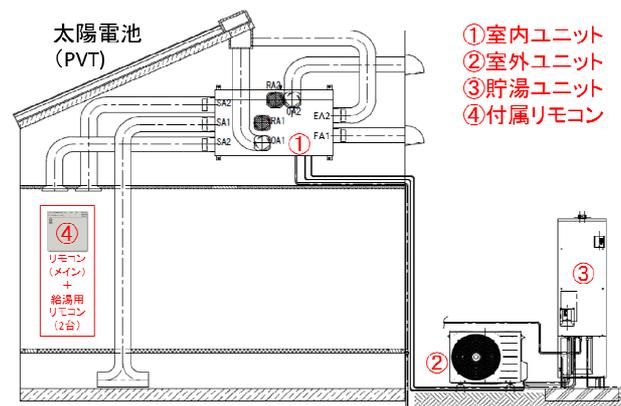


図.1 システムの略構成図

太陽熱や夜間放射冷却の取込みは太陽光発電機能付集熱器(以下 PVT)から行き、室内ユニットのファンにより屋内の床下に吹出され屋内全体に行き渡り、室内ユニットの排気ファンで屋外に排出される。

室内向けのファンは3台あり、1台は床下、2台は1階と2階の居室の空調用吹出口につながっている。

暖房時は集熱があればPVTから、集熱のない場合は外気取込口から吸気して室内ユニット内の全熱交換器で室内排気と熱交換してからヒートポンプ熱源により加熱して床暖房を行う。

冷房時の昼間は外気取込口から吸気して室内ユニット内の全熱交換器で室内排気と熱交換してからヒートポンプ熱源により冷却して冷房を行なう。室内排気はPVTを逆流させて排気しPVTの冷却を行いPVTの温度上昇による発電効率低下を抑制する。夜間はPVTでの放射冷却が予想できれば、PVTから吸気し床下に吹出し室温を低下させる。冷却が不足する場合は必要に応じてヒートポンプ冷房を補助させる。

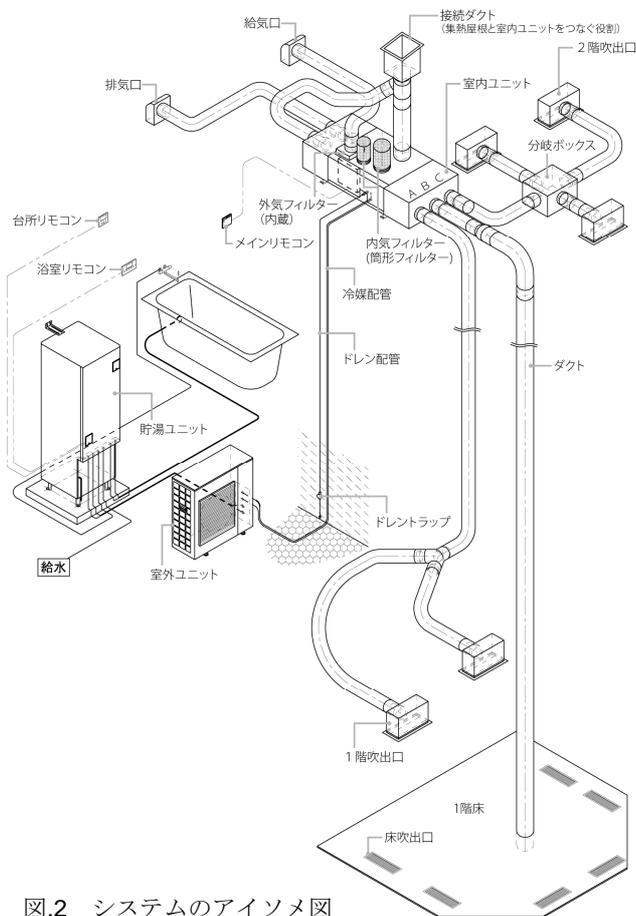


図2 システムのアイソメ図

図2に開発システムの各構成部品とダクト、配管、配置構成などを具体的に示した。空気式床暖房、全館

暖冷房、1種全熱交換換気、ヒートポンプ給湯システムが一体的に構成されているので、設備機器やダクト、配管などが節約される。また、建築プランがシンプルかつオープンであれば、ダクトはさらに節約できる。

本システムの室外ユニットは暖冷房のほか、ヒートポンプ給湯器の機能もあり、この機能を使って、冷房時は冷房排熱を湯沸しに使うことができるため、冷房給湯モードではシステム効率が約2倍になる。

### 3. システムの動作

#### 3.1 冬の昼間の運転(晴れ)

日射のある冬は、従来通り PVT の軒先から外気を吸込んで PVT 裏面で温度上昇させて室内ユニットで床下に空気を送って全館床暖房を行う。日射が少ないときは PVT を通る空気を少なめにして温度を上げるとともに室内循環空気を混合してヒートポンプ加熱をして床暖房して負荷に対応する。設定温度を超えても集熱があるときは集熱暖房のみで室温を一定まで上げて、12 時過ぎからは集熱暖房しながらヒートポンプ給湯を行い給湯負荷に対応する。(図3)

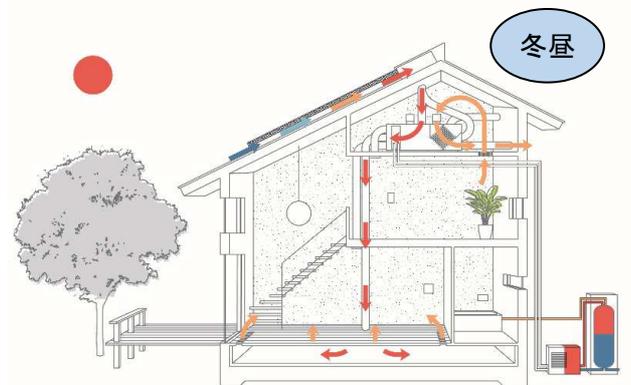


図3 冬の昼間の運転

#### 3.2 冬の夜間または曇天日の運転

夜間や日射の無いときは外気吸気口から外気を吸

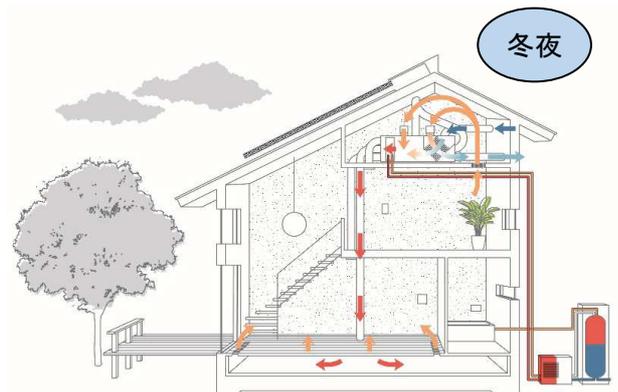


図4 冬の夜間の運転

込んで室内の空気と全熱交換して換気負荷を軽減した空気をヒートポンプ加熱して床下へ送風して全館床暖房を行う。(図4)

### 3.3 夏の昼間の運転

夏は外気吸気口から外気を吸込んで室内の空気と全熱交換して換気負荷を軽減した空気をヒートポンプ冷却して各室を冷房する。沸き上げ要求があるときは同時に冷房しながら冷房排熱でお湯を沸かす。また、換気排熱はPVTの裏面を通して排気し、PVの発電効率を向上させるのに使う。(図5)



図.5 夏の昼間の運転

### 3.4 夏の夜間の運転

夏の夜間はPVT裏面を通して放射冷却された空気を室内に入れて(ガラス付集熱面に比べて放射冷却効果が大きい)、快適温度を維持する。できるだけ自然エネルギーだけで快適室温を保つ。放射冷却だけで設定温度にならない場合はヒートポンプバックアップにより冷房を付加する。(図6)



図.6 夏の夜間の運転

### 3.5 運転制御方法

本システムは太陽集熱や放射冷却利用、全熱交換換気、ヒートポンプ暖冷房、ヒートポンプ貯湯などの動作を組合わせて最適に制御するため、「おまかせ運転」

モードを用意している。本システムが外気温や室温、設定温度、貯湯ユニットの沸き上げ要求などを総合して複数のモードから最適運転を選択する。

さらに、居住者の温冷感や生活リズムを時間ごとの温度設定に反映する「温度リズム」モードを用意して、生活リズムに合せた温度の自由設定が可能になっている。

年間の温度設定も、快適温度範囲で太陽熱や放射冷却を優先的に活用する省エネ運転を行なうことで、システムの年間消費電力最少化を行なっている。

具体的には暖房では設定温度以下では太陽集熱+ヒートポンプ暖房を行い、設定温度に達すると太陽集熱のみで暖房を行い太陽集熱による温度上昇を許す。

夏は冷房設定まではヒートポンプ冷房+PVTへの逆流送風を行い設定温度でヒートポンプOFFになる。夜間になるとPVTを通して放射冷却空気を入れて室温を快適状態に維持する。朝方に冷えすぎる場合、夜間取入を停止する。

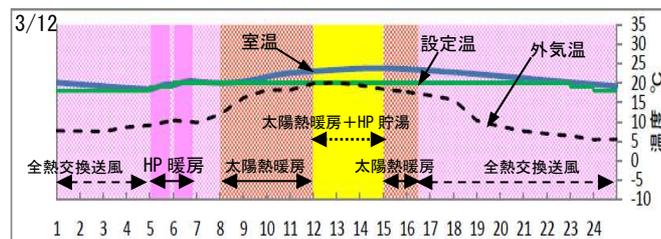


図7 3月の運転遷移シミュレーション結果

図7は本システムの3月12日における運転遷移のシミュレーション(東京)である。外気温が5℃以下に冷えていたが夜間は前日からゆっくり温度低下して18℃以上をキープしている。その後、朝5時～設定温度が1時間に1℃ずつ上がっている時間帯にヒートポンプ暖房が2時間程度入って20℃に上げるとヒートポンプが止まり8時から太陽集熱暖房に入っている。12時から15時の3時間は太陽集熱しながらヒートポンプ貯湯を行なっている。このときの外気温は15℃を超えていて、比較すると同じ日の一般エコキュートが運転する時間である午前3時から6時ごろの5℃に比べて10℃程度高いので沸き上げCOPが高いと考えられる。また、20時に入浴するとすれば沸き上げ終了から5時間で入浴することになり10時間程度貯湯槽からの熱損失を抑制できる。

その後16:30頃まで太陽集熱を行なって、換気モードで夜まで20℃をキープしている。このように真

冬と真夏以外は自然エネルギーを使ってヒートポンプの運転を最小限になるように制御する。

図8は8月5日の運転遷移シミュレーション(東京)である。朝方7時頃までは放射冷却を使った外気取込みで室温を25℃以下に維持し、7時以降全熱交換換気送風を行い11時過ぎからヒートポンプ冷房に入る。12時から冷房貯湯運転を2時間半行なっている。外気温が35℃を越える中、その後ヒートポンプ冷房運転で室温を27℃に維持している。外気温の低下とともに負荷が減った時間から再びヒートポンプを止め、送風運転となり、20:30頃からは放射冷却運転を行なって室温を26℃以下まで下げている。

冷房貯湯運転や冷房送風運転、放射冷却運転を中心に室温を快適範囲に維持している。このように自然エネルギーや高効率運転により省エネで快適環境を維持するのが本システムの特徴である。

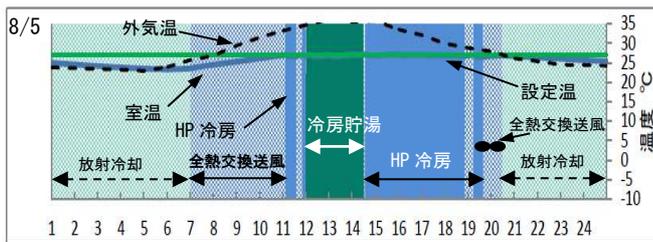


図8 8月の運転遷移シミュレーション結果

#### 4. システムの性能と省エネ効果

本システムの性能及び省エネ効果を確認するため、図9～11に示した条件で、シミュレーション検討を行った。同じ計算モデルの住宅で同条件の空調給湯換気を行ったときの年間消費電力を比較した結果、図12に示すように本システムによる年間電力削減量は54%となった。家電を入れた総年間消費電力は5,125kWhで、発電容量6.1kWのPVTの予想発電量7,053kWhにより1,928kWhが余剰電力と予想され、これにより年間1トン程度のCO2排出量の削減となる。これによって、図13のようにLCCMが43年で達成可能となる。

#### 5. まとめ

本開発により以下のことが達成できた。

- ①太陽熱と放射冷却、太陽光発電、空気熱を組み合わせ、一つのシステムにして太陽熱利用システムの二重設備問題を解決した。
- ②太陽熱、放射冷却などの自然エネルギーを優先活用する、快適かつ省エネのシステムが開発できた。

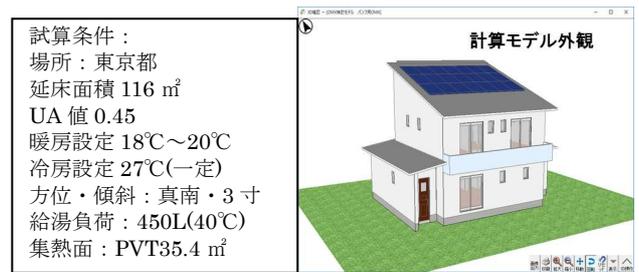


図9 シミュレーション条件と建物外観



図10 計算モデル住宅の平面(OMX)



図11 計算モデル住宅の平面(一般)

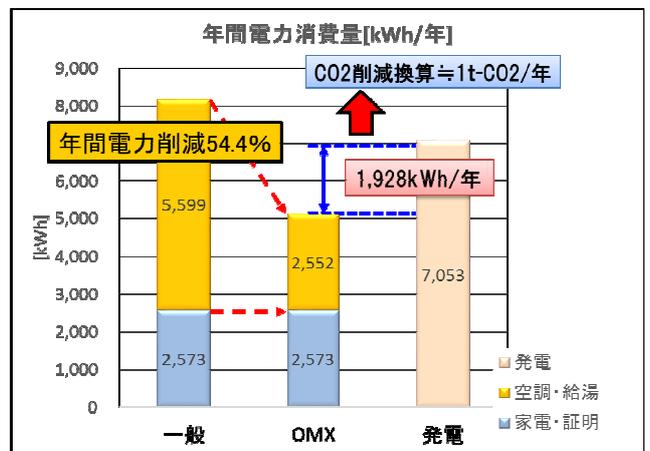


図12 一般とOMXの年間消費電力比較

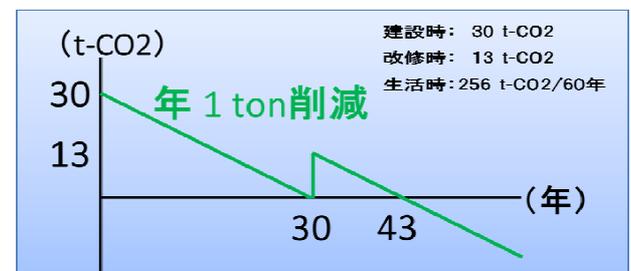


図13 OMXのLCCM検討

③全館連続空調を想定したシミュレーション検討では、OMXが空調・給湯において一般(個別エアコン空調)より50%以上の省エネ効果があり、短期間でLCCMが達成できた。