

太陽電池付熱交換器を用いたヒートポンプ

ハイブリッドパネルの実験結果

A Heat Pump Utilizing a Heat Exchanger with Solar Cells

Results of Experiments on a Hybrid Panel

(電気利用技術研究所 未利用エネルギーG)

地球環境問題が世界的に注目される中で、自然エネルギーの有効利用が望まれている。本研究では、太陽光と太陽熱を同時に利用するために太陽電池付熱交換器（ハイブリッドパネル）を用いたヒートポンプを試作し、性能試験を実施した。その結果、太陽熱の補助により、暖房及び給湯運転時に成績係数が向上した。また、熱を利用することで、太陽電池モジュールが冷却されるため発電効率が向上することを確認した。今後はシステムの実証試験を行う。

(Electrotechnology Applications Research and Development Center, Unused Energy Group)

While global environmental problems are being recognized worldwide recently, the effective utilization of natural energy has been given the foremost urgency. In order to simultaneously utilize both sun light and its thermal energy, a prototype heat pump using a heat exchanger with built-in solar cells (a hybrid panel) was fabricated through our research, and tested as to its performance. With this, we verified that the coefficient of performance has been improved during heating or hot water supply. As well, we also verified that the electrical generation efficiency was improved because the solar cells are cooled by the utilization of the heat received from the sun. Field tests are planned in the future.

1 研究の背景

エネルギー有効利用のため、太陽エネルギーの利用が期待されており、太陽光発電が導入されつつある。また、住宅ではエネルギー消費の60%以上が熱エネルギーであるため太陽熱の利用も重要である。

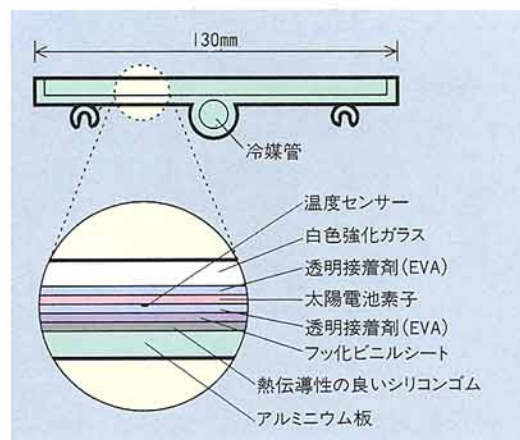
一方、太陽電池は変換効率が10%程度であり、大部分の太陽エネルギーは熱となって外気に放出されてしまう。また、太陽電池素子は温度が上昇するほど変換効率が低下する性質があり、真夏の素子温度が60℃以上になる時には太陽電池の変換効率は定格より10~20%低下する。ところが、パネル温度上昇による効率低下防止に関して有効な対策は施されていない。

これらの理由により、①太陽熱の補助によるヒートポンプ成績係数（以下COP）の向上、②太陽電池の冷却による発電効率の向上、③設置面積の省スペースと美観の向上をねらいとし、太陽光と太陽熱を同時に利用できるハイブリッドパネル（以下HBパネル）を試作し、試験を行った。

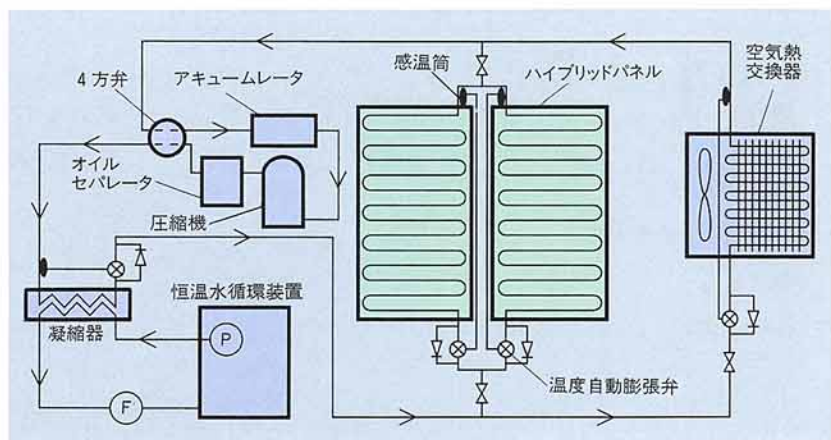
2 太陽光・熱ハイブリッドヒートポンプシステム

第1図に試作したHBパネルの断面図を示す。パネル熱交換器はW130mm×L1080mmのアルミニウム板に内径8.3mmの冷媒管が通っている。太陽電池モジュールは熱伝導率の高いシリコンゴムの接着剤によりアルミパネル表面に固定されている。これが28枚集まってHBパネルユニットとなっており、面積は3.93㎡である。

実験装置を第2図に示す。ヒートポンプシステムは蒸発器として前述のHBパネルと空気熱源用熱交換器（600Wの圧縮機用室外機）を選択できるようにしている。HBパネルはソーラ実験棟の屋根と平行に24°の傾斜をつけて30cm持ち上げて設置してある。（第3図）冷媒にはR22を、圧縮機は定格400Wのロータリ式を用いた。凝縮器には恒温槽より40℃一定の温水を5.5L/minで循環させ、温度上昇の測定によりヒートポンプの熱出力を算出した。COPは凝縮器の熱出力を圧縮機の消費電力で割ったものとした。



第1図 ハイブリッドパネル断面図



第2図 実験装置図

3 ヒートポンプ特性

冬の暖房運転の結果を第4図に、比較として一般の室外機（空気熱交換器）の結果を第5図に示す。外気温度が10℃程度で日射量の多い時刻のCOPはHBパネルで4、空気熱交換器で2.6となり約50%向上している。日射の無い時はほぼ同じ程度のCOPとなった。夏の給湯運転の結果を第6図に示す。COPは正午頃には5.5に達し、夜間でも3を維持している。これらの結果により太陽エネルギーをヒートポンプの熱源として有効に利用していることが解った。

4 太陽電池の素子温度と変換効率

HBパネルによる太陽電池の冷却効果を確認するために、太陽電池の素子温度の測定値と、その時の変換効率を第7図に示す。HBパネルを蒸発器として使用していない時は、パネルは冷却されないため、外気温度より35℃上昇してしまい、変換効率は8%まで低下する。この温度上昇は通常のコモジュールとほぼ等しい。また、HBパネルが蒸発器として利用されている時は、素子温度が最高でも外気温度より5℃上昇するに留まるため、変換効率は定格値を維持し9.5%となる。

5 エネルギーバランス

第8図にエネルギー収支を示す。大気からの熱入力と電気入力（給湯エネルギー）に変換されるとすれば、太陽エネルギーは約65%が熱と電気に変換されたと考えられる。また、このシステムでは太陽電池の発電電力は圧縮機の消費電力を下回っているが、裏面にフィンのあるHBパネルを利用すれば、発電電力を増加させることができる。

6 まとめ

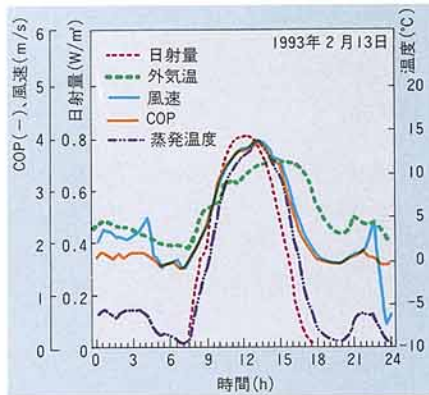
HBパネルを試作し、ヒートポンプの蒸発器として試験した結果、COPは空気熱交換器に比べて50%向上した（冬期）。また、太陽電池をこのシステムで冷却した場合、最高で18%変換効率が向上し、太陽エネルギーを効率的に利用できた。

7 今後の展開

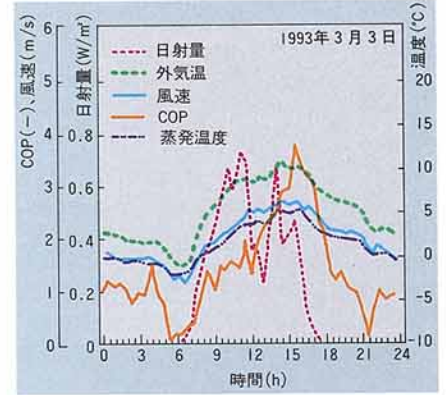
今後はHBパネルの小型ユニット化、圧縮機容量に対するパネル面積の最適化、実証試験による省エネルギー性の評価を行い、あわせて冷房運転、裏面にフィンのあるHBパネルの評価を行う。



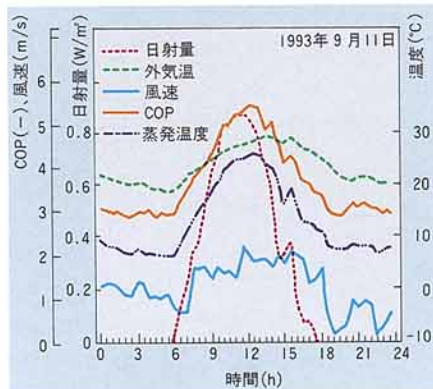
第3図 パネル外観写真



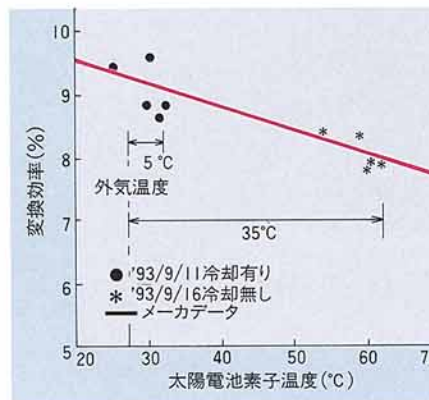
第4図 暖房運転（ハイブリッドパネル）



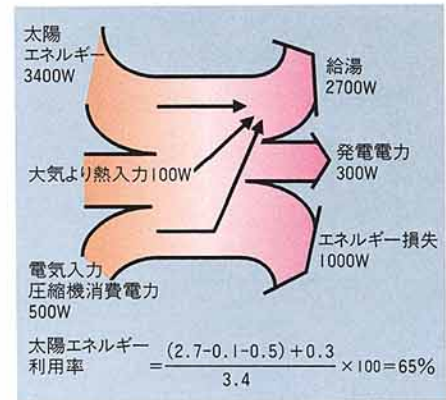
第5図 暖房運転（空気熱源）



第6図 給湯運転（ハイブリッドパネル）



第7図 太陽電池変換効率



第8図 入出力エネルギー