

集合住宅における自然エネルギー利用法に関する研究（その1）

——システム概要とその性能——

田中辰明 小宮英孝
渡辺真知子 原勝爾
(本社 集合住宅部)

Research and Development of Natural Energy Utilization for Multi-family Housing (Part 1)

——Experimental Unit and Contribution of Solar Energy to Room Temperatures——

Tatsuaki Tanaka Hidetaka Komiya
Machiko Watanabe Katsuji Hara

Abstract

Research and development of natural energy utilization for multi-family housing has been started as one of the 21st Century Apartment Projects supported by the Japanese Ministry of International Trade and Industry. In this report, the outline of an experimental unit which has a sunroom and heat transportation system from the south-side room to the north-side room, and so-called window collectors, which absorb solar energy in winter, but reflect solar radiation in summer is described. The results of experiments on the distribution of solar energy to room air are also reported.

概要

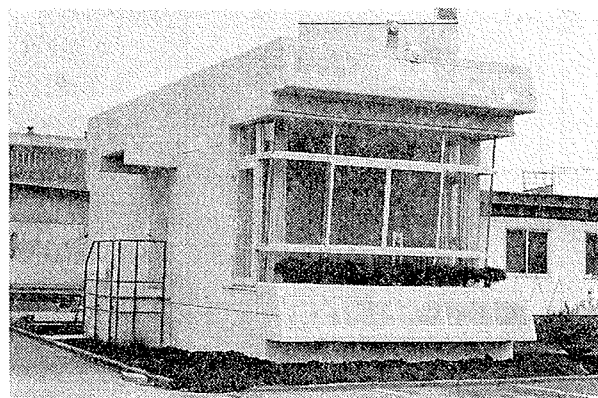
省エネルギーの立場から、集合住宅においても断熱・気密化とともに、太陽熱など自然エネルギーの有効利用により、エネルギー自給度を高める必要がある。これに対し、断熱・気密化する工法（製品）は確立されているが集合住宅の開口部にパッシブ的機能をもたせた部材は少ない。さらに集合住宅はもともと断熱・気密性が良いことから、余剰熱の問題が発生する。これに対し、蓄熱と熱移動が考えられるが、特に南北に長い住戸が多いことから、南北熱移動を行なうことによって総合熱効率が向上する。以上の観点から新しい集熱可能な開口部として、ウィンドウコレクター、サンルームを南北熱移動システムと合わせて提案し、研究開発するものである。

1. はじめに

この研究は、太陽エネルギーや自然エネルギーを有効に利用できるシステムを開発し、集合住宅のエネルギー自給度を向上させることを目的とするものである。ここでは、集合住宅の開口部において、冬季には太陽熱を集熱して室内に供給し、夏季には日射熱を外部に逃がす新しい装置として、ウィンドウコレクターとサンルームならびに南側の室の余剰熱を北側へ搬送するシステム概要および予備実験の結果について報告する。

2. 建物およびシステム概要

2.1. サンルーム



写真—1— サンルーム外観

本建物は、RC造1階建てで、南北に同一面積（14.4

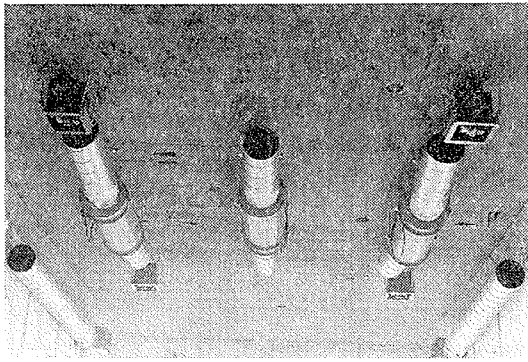
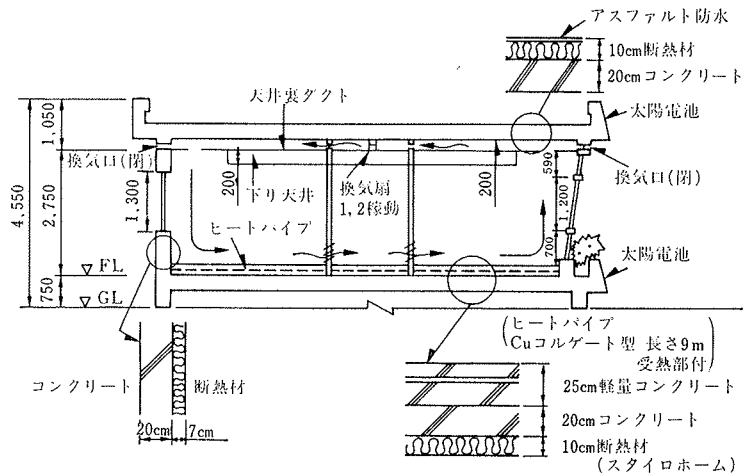
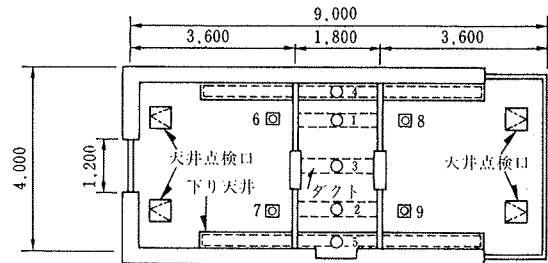


写真-2 移動用搬送ダクト

m²)の二室を配した延面積が36m²の規模のもので、実際の集合住宅の一部を想定して建設された。サンルームの外観および熱移動用搬送ダクトを取付けたところをそれぞれ写真-1, 2に示し、建物の断面図およびシステムの仕様を表-1に示す。南側の部室は、東・南・西の三面がガラス張りになっており、南ガラス面が5°傾斜している点、開閉可能面積が大きい点に特色がある。また、南面ファサードには太陽電池、フラワーボックスが一体化されている。南北熱移動は、表-1に示すように天井裏ダクト(H=20cm)内に設置された軸流交流ファン(1, 2, 3)3台と、下り天井ダクト(φ=20cm)内に設置された太陽電池駆動、軸流直流ファン(4, 5)2台で行なわれている。

2.2. ウィンドウコレクター

窓本来の機能(眺望, 採光, 換気)をあまり損なうことなく、太陽熱を集排熱できるものとして3種類のタイプ(A汎用引戸タイプ, B太陽電池ガラス集排熱タイプ, Cローコストシングルガラスタイプ)を技術研究所内回転実験室に設置した。回転実験室の外観を写真-3に、ウィンドウコレクター内観を写真-4に示すとともに、断面図およびシステムの仕様を表-2に示す。Aタイプは、モーター内臓型の二重窓ガラスで、ガラスの上下に開口部を設け温風集熱, 外部予熱, 外気排気, 排気排熱の4通りの操作ができるようにした。日射のコントロールとしては、二重ガラスの中間にベネシャンブラインドを取付け、ブラインドの表側は夏用に反射材を、裏側は冬用に撰択吸収材とした。内側サッシは障子にも交換できる。Bタイプは、内開きタイプのもので、上記のAタイプと同様4通りの集排熱システムが可能である。ここでは内側ガラスに取付けた太陽電池が、集排熱装置とともに直流モーターファンの駆動源となる。Cタイプは、はめ殺しシングルガラスとロールスクリーンを組合わせた比較的安価なウィンドウコレクターである。冬季は温風集熱, 夏季は日射を反射させるシステムで、ロールスク



	出力	入力	電圧
換気扇(1, 2, 3)	25W	55W	Ac100V
換気扇(4, 5)	12W	24.2W	Dc 24V
換気扇(6, 7, 8, 9)	25W	Ac100V	

(特注軸流ファン 直流モーター)

太陽電池; アモルファスシリコン 3.19m²

動作電圧	最大出力
25V	138.6W

窓開口部; 単層5mm厚ガラス, (外ブラインド)内側カーテン

*()内は61年度に実施

表-1 サンルーム断面図およびシステムの仕様

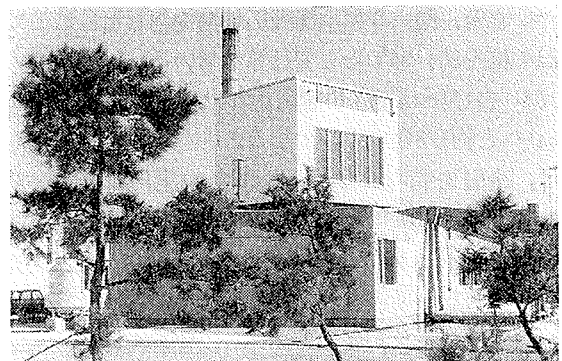


写真-3 回転実験室外観

リーンにはチタン合金製の布が使用されている。またロールスクリーンにはサイドにすき間がないように設計を行ない任意の位置で止まるようになっている。

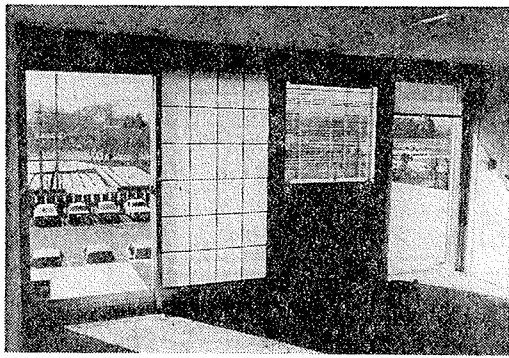
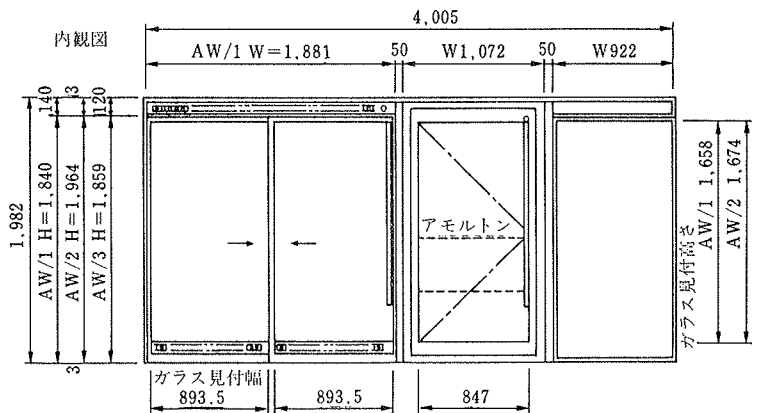


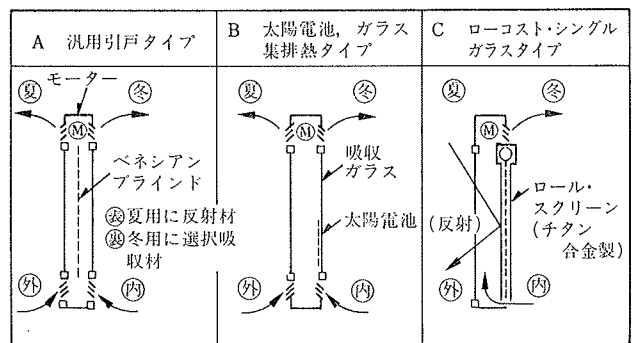
写真-4 ウィンドウコレクター内観



3. 性能予測と経済性の評価

3.1. 性能予測

この提案システムの性能を予測するために、図-1に示した南北に長い集合住宅（中間階）の暖房負荷を求めた。計算プログラムはHASPの一部を改良したものであり、運転時間は7時～24時、設定室温は20～21℃とし、気象データは東京標準年を用いている。この結果を図-2に示す。同図中上段は南側居室，中段は北側居室，下段は南側居室の余剰熱の50%を北側居室へ送ることができるとした場合の総合熱負荷を示している。ただし実線は通常仕様の外壁，開口部のケースを，破線は外壁に断熱を施し，開口部にはウィンドウコレクター，サンルーム，二重窓などを採用したケースを示す。なお，1/17は日射の多い日で，1/18は少ない日である。図に示されるように，南側居室で余った熱を北側居室へ送ることができれば，トータル熱負荷は大幅に減少することができる。さらに，外壁に断熱を施し，ウィンドウコレクターなどを開口部に設置すれば，その効果はさらに大きくすることができる。以上の点から，このシステムの特徴である窓部集熱，南北熱移動が効果的であることが示された。また，図-3に期間暖房負荷を示した。ここでは室温の幅を20～26℃として計算している。同図より一シーズン（11月～4月）の暖房負荷は3,413 Mcalから604 Mcalへと約1/5程度に減少することが示された。図-4には，冷房を行なわなかった場合の室内環境比較を示す。同図中，実線は通常仕様の外壁開口部で，換気回数1回/h程度のものであるが，南北熱移動を行なった場合と行なわない場合を示す。破線は外壁には断熱を施し開口部にはウィンドウコレクター，サンルーム，二重窓を採用した上で，自然換気（10回/hを仮定），南北熱移動を行なった場合である。同図より，日射遮蔽，自然換気を適切に行なえば，室温28℃以上の確率が10%程度（293 h≒12日），室温30℃以上の確率が0.24%程度（7h）と，どうにか冷房しなくても耐えられる環境が得られる。



窓の種類	A 汎用引戸タイプ	B 太陽電池，ガラス集排熱タイプ	C ローコスト・シングルガラスタイプ
窓の仕様	凸凹アルミ色凹面選択 吸収塗装仕上げ	同左	
ベネシアンブラインド			
ロールブラインド			外チタン色，内グレー色
交流100V ラインフローファン	ファンφ42.5×431 モーター50Hz 出力12.3W入力82.5W 2台		ファンφ42.5×431 モーター50Hz 出力12.3W入力82.5W 1台
直流24V ラインフローファン		ファンφ40×200 モーター出力2W 入力5.3W	
外 ガラス	6t普通透明	6t普通透明	6t普通透明
内 ガラス	5t普通透明	5t熱線吸収	

表-2 ウィンドウコレクター断面図およびシステムの仕様

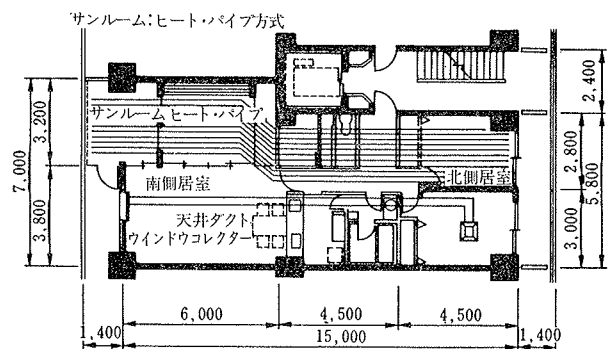


図-1 集合住宅の基本設計

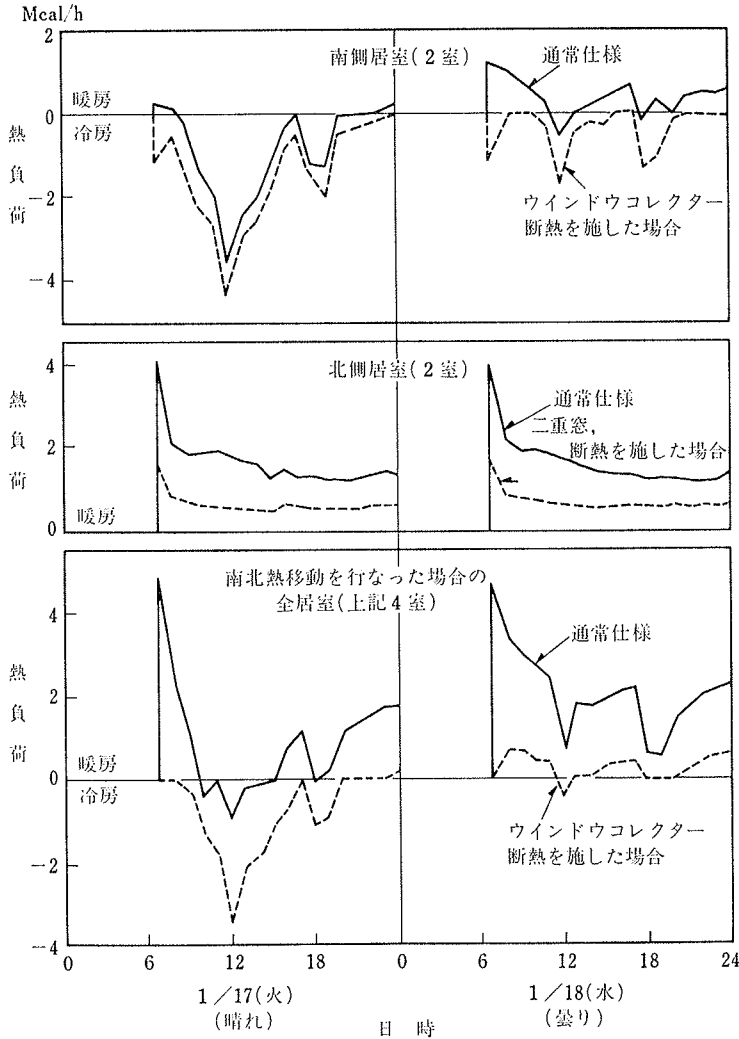


図-2 ウィンドコレクターと南北熱移動の効果

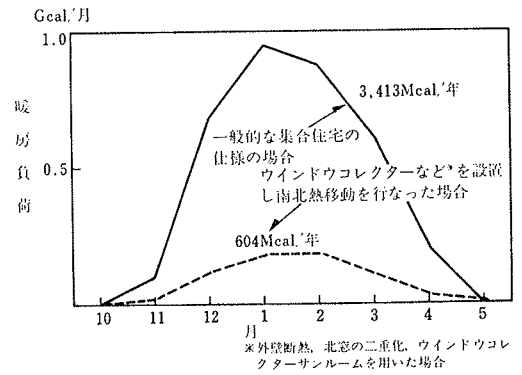


図-3 暖房負荷

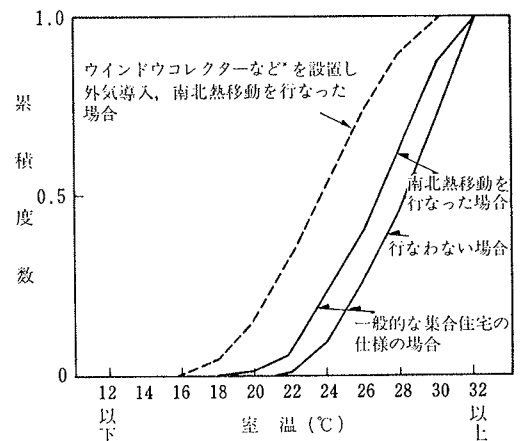


図-4 室内累積分布

3.2. 経済性の評価

図-3の暖房負荷減少効果からガスまたは灯油のF・F暖房機を想定したグレード別のランニングコスト減を求めると表-3となる。次に多量生産を前提としたイニシャル・コストの推測値を表-4に示す。これより、上記条件に対応した単純償却年数を求めると、イニシャル・コストが90万円の場合で20年、ヒートパイプなどを取入れると80年にもなる。以上の結果から、エネルギーの節約効果については、大いに期待できるがイニシャル・コスト増を考慮した経済性については必ずしも優れているとは言えない。しかし、このシステムの導入により、室内温熱環境の向上、遮音効果などの高付加価値化が期待できる。

4. 予備実験結果

表-1中に示されたサンルーム試験室で、南北熱移動を行なった場合と行なわない場合の室温変動、屋外垂直面日射量および熱移動量を図-5に示す。室内の温度測

	*	A	B	C
負荷減少(比)	1.0	×0.90	×0.75	×0.60
ガス(円)	48,000	43,200	36,000	28,800
灯油(円)	30,800	27,700	23,100	18,500

表-3 グレード別暖房ランニング・コスト

(1)ウィンドコレクター(ファン+ダクトを含む)	40万
(2)サンルーム	
④ファン+ダクトのみ	10万
(現状のサンルームがある場合)	
⑤ファン+ダクト+サッシ	40万
(サンルームのサッシ取付)	
⑥サッシ+ヒートパイプ	80万
(3)断熱, 気密, 窓の二重化(外壁, 北窓)	40万
(1)+(2)+(3) : 計 ④90万 ⑤120万 ⑥160万	

表-4 各部材のイニシャル・コスト

定は北側と南側居室の室中央に上, 中, 下, と3点設置した。図中の室内温度は3点の平均値を示している。熱移動量は, 北側の下りダクト吹出口温度と北側室内温度差にダクト吹出風量を剰じて算出し, 結果を同図中に示した。熱移動を行わないと, 晴天日には南側居室の室内温度は, ピーク時で26°Cに達しており, 日射量が少なくなるとともに北側居室の室内温度とはほぼ等しくなる。それに比べ北側居室の室内温度はほとんど変動せず13°C前後となっている。日中の南北室内温度差は, 10°C近くに達するが, ファンを稼働させると日中の南側室内温度は22°Cで北側室内温度は12°C~18°C以上に上昇する。この時の熱移動量は1時間当たり平均400 kcalで, これを集熱効率で評価すると15%となった。

5. おわりに

今後, 実測評価に基づき, システムの改良, 開発を行なっていく予定である。この研究は通産省生活産業局からの委託研究であり, 関係各位に深謝致します。

参考文献

- 1) 酒井, 他: 省エネルギー化を計った建築に関する研究 (その1~その9), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (昭和57~60)
- 2) 吉野, 他: 試験家屋を用いたパッシブソーラーシ

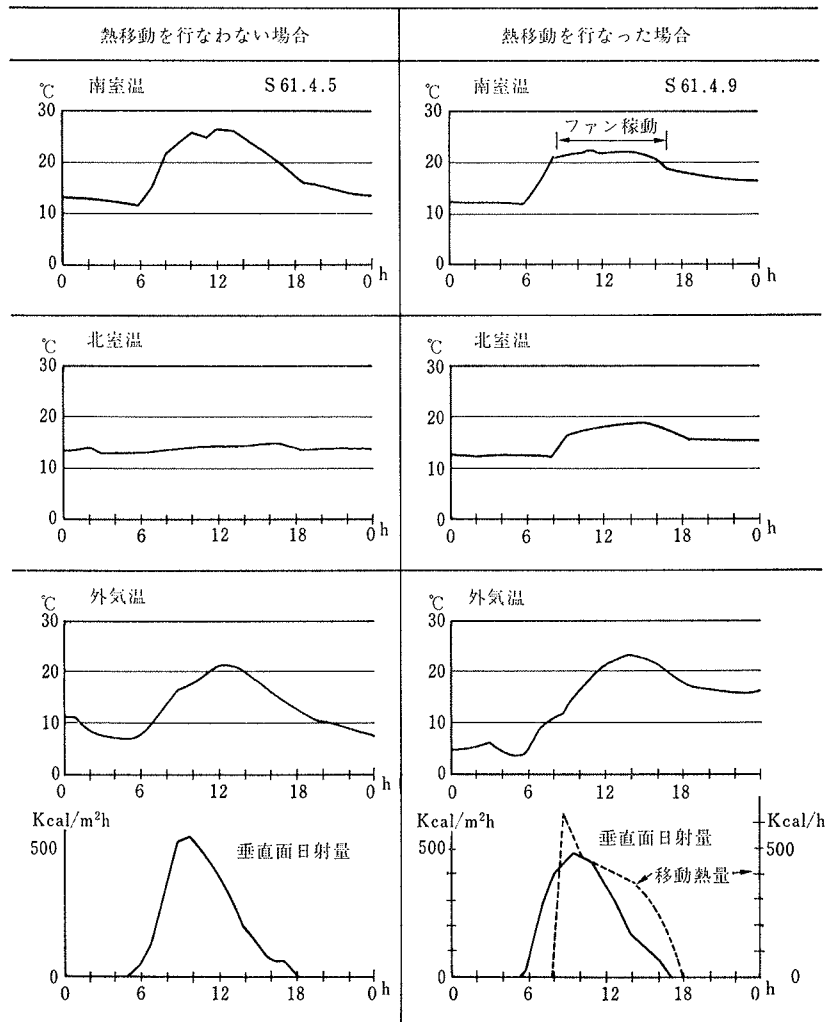


図-5 室内外温度変動, 屋外垂直日射量および熱移動量

テムの性能評価に関する研究 (その1~その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, (昭和56.9)