

空気式壁面太陽集熱システムに関する研究 — その2：裏面吸い込み方式の集熱特性実験 —

会員 ○ 駒野清治 (EOM株式会社)
 荏原幸久 (EOM株式会社)

Study on air type wall surface solar heat collection system -- 2nd report : Heat collection quality experiment of back sucking system --

Seiji KOMANO*, Yukihisa EBARA*
*: EOM Corporation
158-1 Nagatsuru-cho, Higashi-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka, 435-0031, JAPAN
Fax: +81-53-464-8971, E-mail: koma@sunQeom.com

ABSTRACT

Previous 1st paper reported the surface sucking system which was developed (thin ventilation layer) concerning heat collection quality experiment. This 2nd paper reports concerning the heat collection quality experiment which keeps adding new back sucking system. Feature of new structure is to be able to close airtight glass lower adiabatic air layer in case of glass equipped specification.

キーワード：太陽集熱，空気式，換気
Keywords：Solar heat collection, Air system, Ventilation

1. 研究目的

エネルギー問題や地球温暖化防止に貢献できる太陽熱利用技術の研究開発と普及が目的である。そのひとつとして研究蓄積が少ない空気式壁面太陽集熱システムに着目し、実用的な研究を行っている。

第1報¹⁾では、外気を直接吸い込む空気式太陽集熱方式について多様な構造の比較実験を行った。新規開発した集熱構造「図1：表面吸込・極薄通気層」の集熱性能が、従来の構造より概ね優位であることを確認した。そのときの課題は、集熱性能向上と風による性能低下を抑えるための集熱ガラスを取り付けた場合に、表面吸い込みの集熱構造のためにガラス下の空気層が通気層となり、ガラス下に侵入するホコリが溜まってしまふことであった。そこで、この第2報では、ガラス下の空気層を密閉構造にできる集熱構造「図2：裏面吸込・極薄通気層」を新規開発し、比較実験を行ったので報告する。

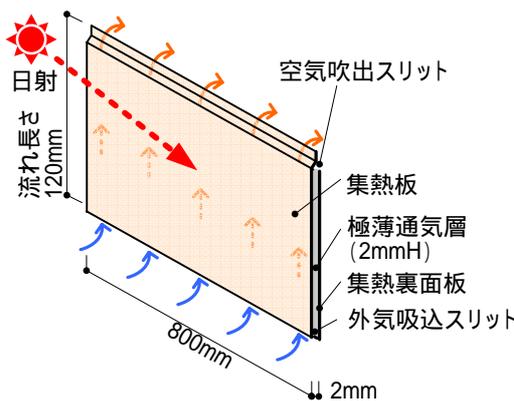


図1 a. 表面吸込・極薄通気層 集熱板

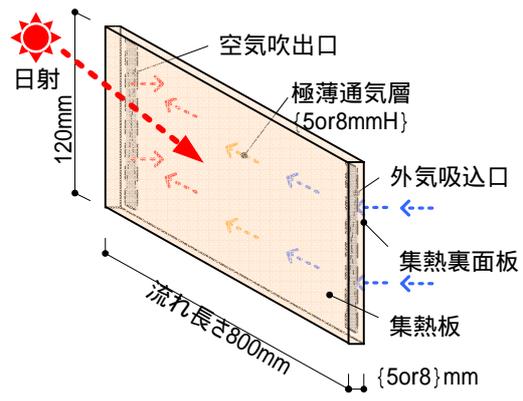


図2 a. 裏面吸込・極薄通気層 集熱板

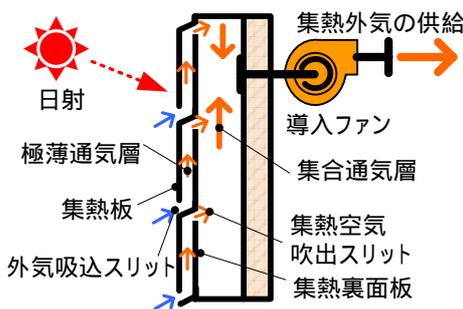


図1 b. 表面吸込・極薄通気層 集熱換気システム

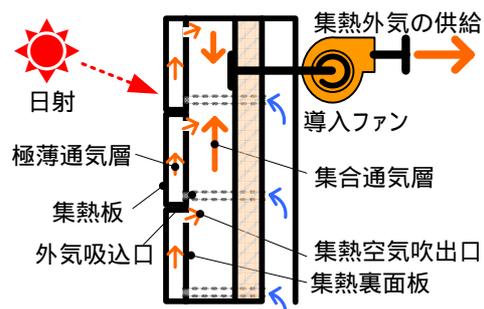


図2 b. 裏面吸込・極薄通気層 集熱換気システム

2. 新規開発した集熱構造

図2 aに新規開発した集熱板を示す。外気を裏面から吸い込み、極薄通気層で集熱し、集熱板から吹き出した集熱空気を集合して室内に供給する流れである。今回実験した極薄通気層の厚さは5mm・8mmの2段階で、実用的な通気抵抗から選定した。図2 bは裏面吸込システムの模式図である。実際の試験体は、外気吸込側および空気吹出側にヘッダーダクトを設けて、15連結の集熱板を並列に接続している。このような裏面吸込の集熱板構造にすることで、集熱ガラスを設けた場合に断熱空気層を密閉できる。また、集熱板への入口空気がヘッダーダクト経由なので、入口空気を外気の他に室内空気を選択できるなどシステムの展開が広がる。

3. 実験概要

集熱特性の比較実験の場所は、静岡県浜松市当敷地内で、写真1のように南側は15mの空地、周囲は1～2階建物で、朝～14時に試験体が日影になることはない。表1に実大試験体の仕様を示す。新規開発した裏面吸込構造はガラス付きで通気層厚さ2段階の"A"・"B"、同様でガラスなしの"D"、第1報で開発した表面吸込構造は"E"でガラスなしタイプのみ、従来方式はシンプルな平板片流れの"C"・"F"。集熱板の表面仕上げは黒色塗装で同じ条件と

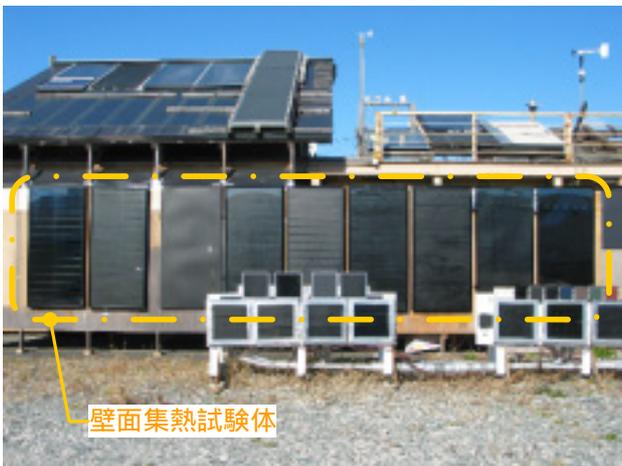


写真1. 集熱実験全景 (2007年1月)

し、集熱構造による違いを比較実験した。

実験風量は、ダクト内空気温度 20 ± 5 のとき、ダクト 100の5点平均風速により調整し、実験期間中は一定の質量流量で運転しているものとした。従って、空気温度に伴う体積流量の変動は、質量流量一定の上で変化すると便宜上想定している。

4. 集熱実験結果

図3 a～dに実験風量別 $\{20, 30, 40, 60\} \text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ の経時変化を示す。この図は晴天で日射量の変動が小さく、風が弱いなど気象条件の近いデータを選んだ。図中の括弧内の温度は図示した時間帯10～14時の平均値である。各外気温は概ね10 前後。日射量は風量 $60 \text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ が少し大きい。集熱温度は風量が増えるとともに低下する。例えば、集熱温度が最も高い試験体"A(G裏5H)"は、風量 $20 \text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ で58、風量30で53、風量40で47、風量60で38。集熱構造の違いによる集熱温度の順序は、4段階の風量で同じであった。なお、風量 $60 \text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ における"E(表2H)"と"C(G側30H)"の逆転は平均0.1 の差で誤差範囲と考えられる。

図4 a～dに集熱特性として日射量と集熱温度上昇(外気温 - 集熱温度)の関係を示す。この図は晴天で日射量の変動が比較的小さい気象条件で8:30～14:00のデータを選び、日射量の変動が大きい時間帯のデータは削除した。晴天日を選んだためと思われるが、風の強いときのデータは含まれなかった。ただし、図3経時変化のデータより風が少し強めのデータが含まれる。集熱温度上昇は風量が増えるとともに低下する傾向は経時変化と同様である。集熱構造の違いによる集熱温度上昇の順序は図3経時変化と同様に、1ヶ所の小さな逆転を除いて4段階の風量で同じであった。この状況から比較的安定した実験データが得られたと考えている。ところで、風量 $60 \text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ における"E(表2H)"と"C(G側30H)"の逆転はあるが、風の強い条件のデータを含

表1. 実大試験体の仕様

試験体		集熱ガラス		集熱板					外気吸い込み		集熱通気層	
記号	略名	ガラス	空気層	仕上げ	材質	寸法	枚数	流れ方向	方式	吸込幅	高さ	長さ
A	G裏5H	4mm	密閉・15mmH	黒色塗装	鉄板0.4t	120・800mm	15	横	裏面吸込	120mm	5mm	800mm
B	G裏8H	4mm	密閉・15mmH	黒色塗装	鉄板0.4t	120・800mm	15	横	裏面吸込	120mm	8mm	800mm
C	G側30H	4mm	密閉・15mmH	黒色塗装	鉄板0.4t	860・1800mm	1	下から上	側面吸込	800mm	30mm	1800mm
D	裏8H	なし	なし	黒色塗装	鉄板0.4t	120・800mm	15	横	裏面吸込	120mm	8mm	800mm
E	表2H	なし	なし	黒色塗装	鉄板0.4t	120・800mm	15	下から上	表面吸込	800mm	2mm	120mm
F	側30H	なし	なし	黒色塗装	鉄板0.4t	860・1800mm	1	下から上	側面吸込	860mm	30mm	1800mm

[集熱器寸法]A～E:1800・840mm, F:1800・900mm [有効集熱寸法]A～E:1760・800mm, F:1750・850mm

[集熱器断熱材]ウレタンフォーム15t [設置角度]90°(垂直) [設置方位]0°(真南)

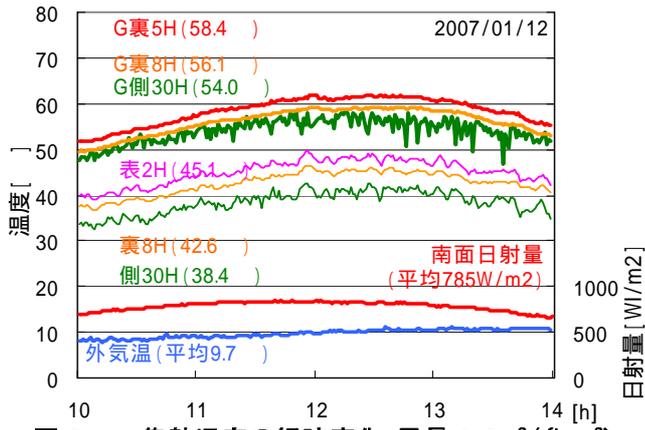


図3 a. 集熱温度の経時変化_風量 2.0m³/(h·m²)

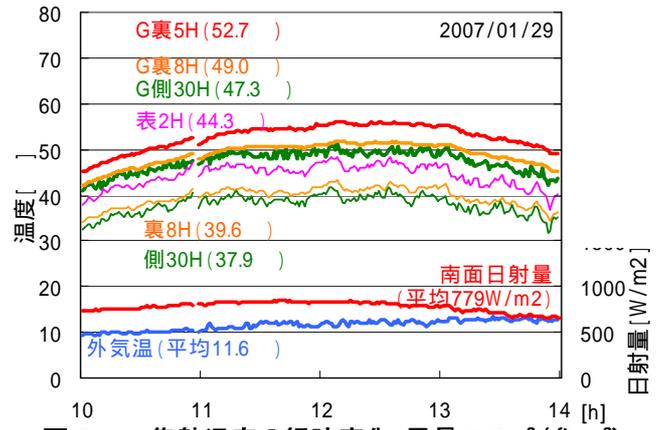


図3 b. 集熱温度の経時変化_風量 3.0m³/(h·m²)

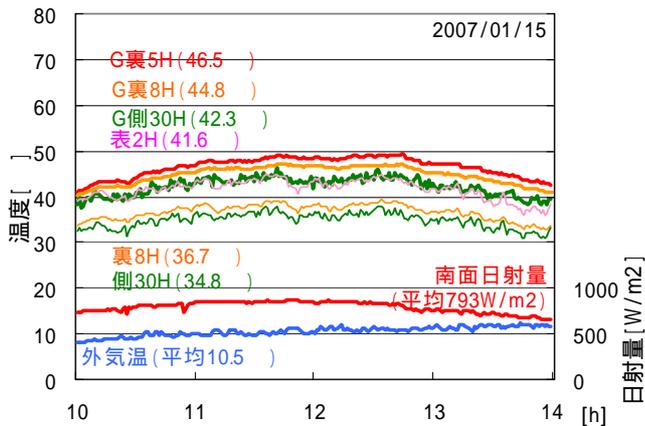


図3 c. 集熱温度の経時変化_風量 4.0m³/(h·m²)

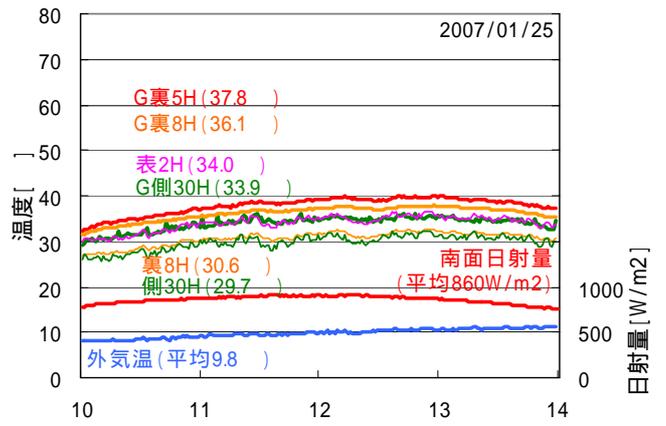


図3 d. 集熱温度の経時変化_風量 6.0m³/(h·m²)

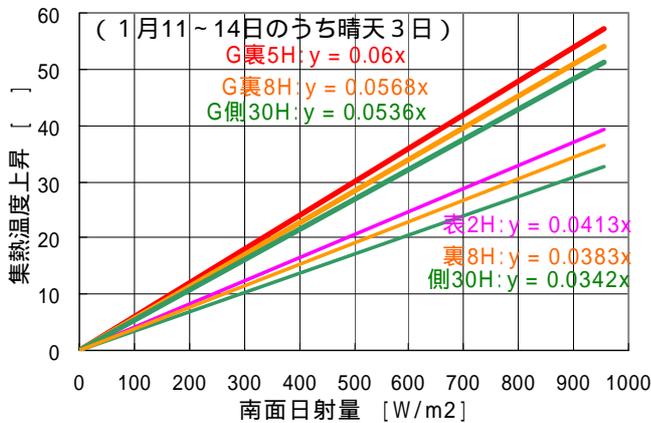


図4 a. 集熱温度特性_風量 2.0m³/(h·m²)

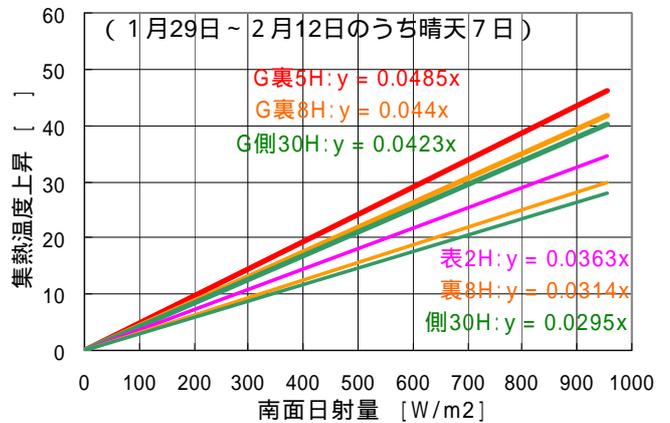


図4 b. 集熱温度特性_風量 3.0m³/(h·m²)

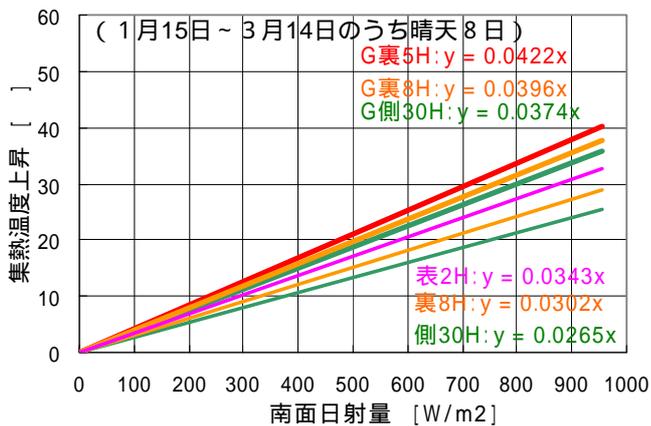


図4 c. 集熱温度特性_風量 4.0m³/(h·m²)

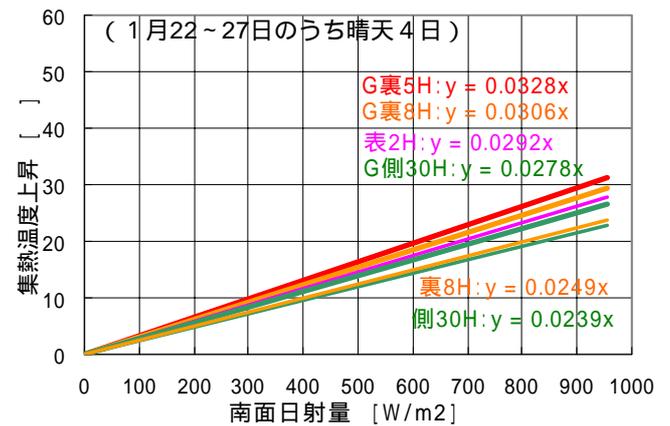


図4 d. 集熱温度特性_風量 6.0m³/(h·m²)

表2. 集熱効率一覧

試験体		集熱効率 [%]							
		短時間(晴天・風弱い)				晴天数日間(晴天・風少し変動あり)			
記号	略名	風量 [m ³ /(h・m ²)]				風量 [m ³ /(h・m ²)]			
		20	30	40	60	20	30	40	60
A	G裏5H	42%	53%	61%	66%	35%	42%	49%	57%
B	G裏8H	40%	49%	58%	62%	33%	38%	46%	53%
C	G側30H	38%	46%	54%	57%	31%	37%	43%	48%
D	裏8H	28%	36%	45%	49%	22%	27%	35%	43%
E	表2H	30%	42%	53%	57%	24%	32%	40%	51%
F	側30H	25%	34%	41%	47%	20%	26%	31%	42%

[補足]

”短時間”は、図3経時変化のデータ：対象時間は10:00～14:00、太陽方位角 ±30°。

”晴天数日間”は、図4集熱温度特性のデータ：対象時間は8:30～14:00、南中±4時間を選択しようとしたが、朝の温度急上昇中および隣家の日影がかかる14時以降は削除。

んだ場合は、この逆転はなくなると考えられる。ここで思うことは、屋外実験により性能比較する場合、同じ試験体について風量を数段階に設定するなど試験日が異なると、近い気象条件を選ぶとき、どうしても風の弱いときのデータになることである。風が強いときは、日射も変動することが多く、装置の熱容量による時間遅れの大きい温度変動では瞬時データによる評価ができなくなるためである。ひとつ考えられることは人工的に一定風速の風を試験体に当てることである。このことは今後の検討課題である。

5. 集熱効率による考察

表2に集熱効率一覧を示す。ここでは単純な集熱効率によって実験データを代表する¹⁾。左覧の短時間は図3経時変化(10:00～14:00)のデータから求めた集熱効率。右覧の晴天数日間は図4集熱温度特性(8:30～14:00)のデータから求めた集熱効率。従って、データを比較した傾向は図3および図4の考察と同様である。

短時間と晴天数日間を比べると、晴天数日間の集熱効率が低下している。この理由は、データの条件が広がっているためと考えられる。ひとつは、弱いながら風の影響が出ていること。ひとつは、朝方、日射量とともに集熱温度が上昇中のデータを含んでいること。装置の熱容量により温度上昇中は集熱温度が遅れて上昇温度が小さめになる。ひとつは、データの時間帯で10:00を8:30に広げたことにより日射入射角の浅いデータが含まれること。なお、朝方のデータを含めてプロットして、曲がり出したデータを削除した時間帯が8:30以前である。もうひとつは、概ね晴天ではあるが日射変動を含む気象条件(日射変動部分のデータは削除して解析)であり、天空に雲および水蒸気の多いことが影響し

ていることも考えられる。今後は、JISの太陽集熱器(水式)に関する屋外試験条件である、集熱器単体で入射角30°以内、タンク一体型で南中±4時間(計8時間)などの資料なども参考して、空気式における屋外試験条件ならびに性能表示の方法について、今一度考え方を研究し整理することが必要である。まだ試験条件や測定精度に甘いところがあるので暫定ではあるが、表2の集熱効率は短時間が入射角30°以内、晴天数日間は南中±4時間に対応することと考えている。

[補足 1] 全外気方式では、一般的に使われる集熱効率特性図(状態変数(τ÷日射量)と集熱効率の関係)で特性を表現しにくい。循環方式のように、集熱器の直列接続や蓄熱槽の温度上昇という入口温度の上昇がないために、全外気方式のτの変化が小さいためである。

6. まとめ

新規開発した裏面吸込・極薄通気層構造の集熱板により、集熱ガラス下の空気層を密閉にすることが可能となり、第1報で課題としたガラス下空気層のホコリ溜まりを改善した。この裏面吸込構造の集熱方式を中心に比較実験し、比較的安定した実験データが得られ、集熱特性を把握した。

今後は、実験条件をより広く検討し、より実用的な資料を収集していきたい。たとえば、風の影響、日影の影響などである。一方で測定精度の把握または向上についても一考できればと思っている。

【謝辞】本研究における実験において、矢崎総業(株)環境システム開発センター/浅井俊二氏・相曾一浩氏から、試験体材料の一部を提供していただくとともに、有益なアドバイスをいただいた。

【参考文献】1) 駒野清治・荏原幸久：空気式壁面太陽集熱システムに関する研究、太陽/風力エネルギー講演論文集、2006年10月