

自然エネルギー棟に設置した空気式太陽熱集熱システムにおける集熱量と気象環境の関係



- 安部 剛 (銭高組)
- 半貫 敏夫 (日本大学)
- 田代 達一郎 (LIXIL)
- 永木 毅 (国立極地研究所)

2 実証実験における検証項目

①北面・西面に設置した空気式太陽熱集熱システムに入射した日射量、室内温度・湿度、集熱板温度、集熱ダクト内温度の結果及び集熱量を示す。

⇒2019年度発表済み(第16回設営シンポジウム)

②西面パネルの太陽熱集熱効率(以下、集熱効率と呼ぶ)を検証する。

⇒2019年度発表済み(第16回設営シンポジウム)

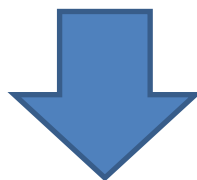
③西面パネル【F-7】での集熱量と気象環境の関係を検証する。

⇒2021年度発表(第17回設営シンポジウム)

3 研究背景

昭和基地の主要エネルギー源は、極寒冷地仕様の軽油(JIS特3号)である。

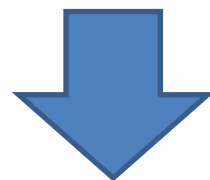
この燃料の重量は、観測隊の全輸送物資量の約60%を占める。



昭和基地沖の海氷状況によっては「しらせ」が接岸出来ないこともあり、観測に必要なエネルギー源の安定的な備蓄・供給のためには、太陽光等の再生可能エネルギーの積極的な導入が求められている。

4 空気式太陽熱集熱システムの現状

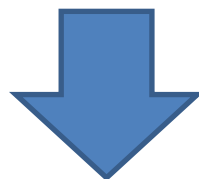
太陽熱を直接的に利用する手法は、一般的に太陽熱集熱効率が40～60%と言われ、太陽光発電のエネルギー変換効率15～20%より高い。



そこで給湯や暖房等にバランス良く利用することで、効率よく省エネ効果を発揮することが可能となる。

5 空気式太陽熱集熱システムの課題

集熱システムは、液体式と空気式の2種類があり、液体式の場合、配管の劣化等による液体が漏れるといった不具合が発生するリスクが高いと言ったデメリットがある。



空気式の場合は、液体が漏れるといった現象が無くメンテナンス性にも優れている等の利点が多い。



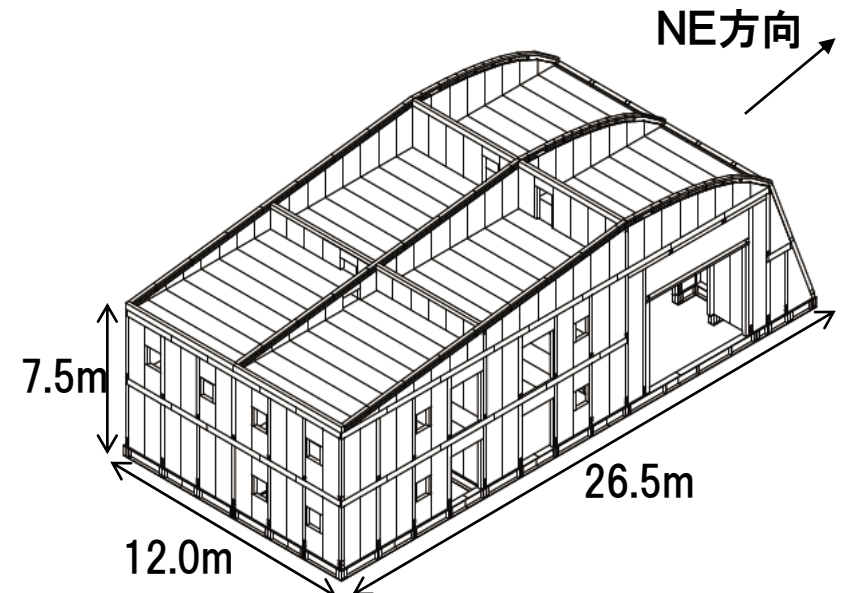
しかしながら、極寒冷地での空気式太陽熱利用システムの使用実績はまだ少なく、集熱システムの性能等の基本的なデータの蓄積が望まれている。

6 研究目的

昭和基地に新たに建設した「自然エネルギー棟」に採用した空気式太陽熱集熱システムで得られた集熱量と気象環境の関係を検証したので報告する。



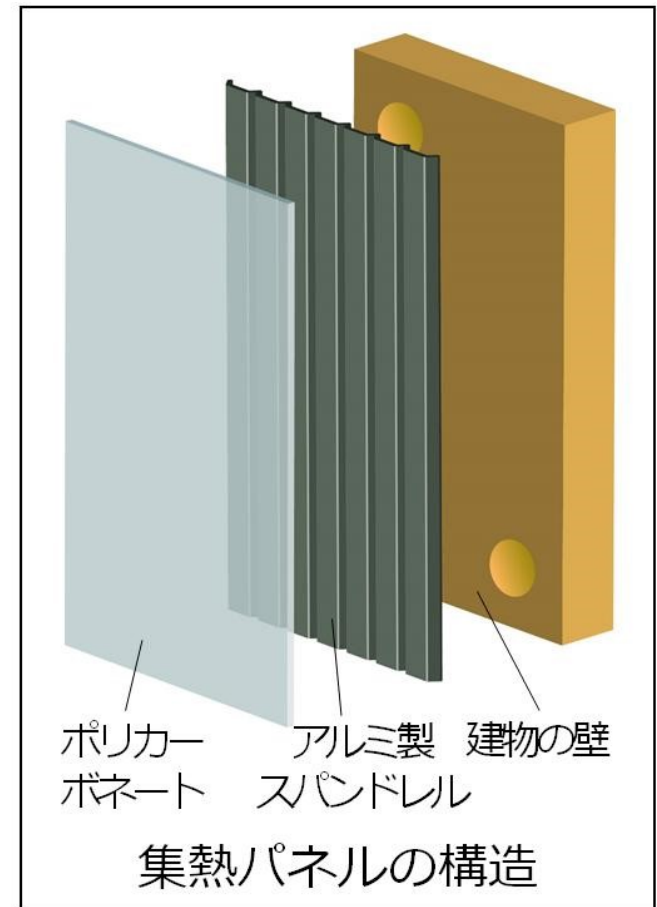
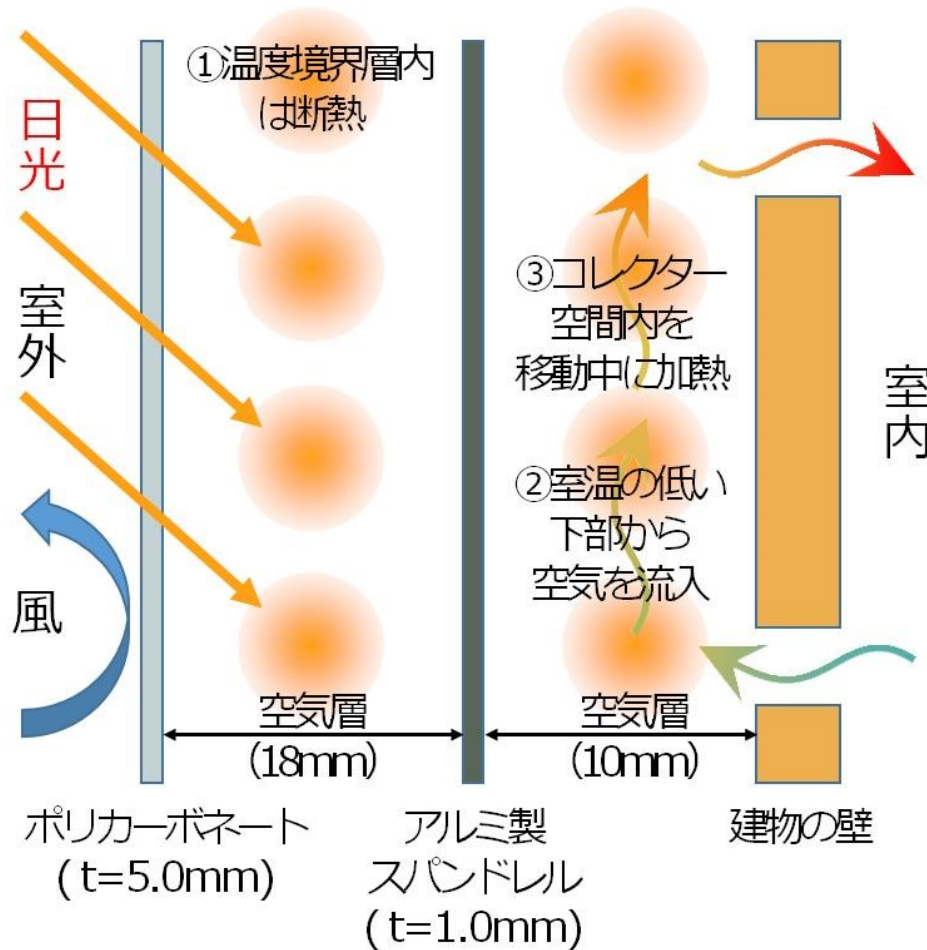
自然エネルギー棟



自然エネルギー棟のあくソメ

7 自然エネルギー棟で採用した集熱システム①

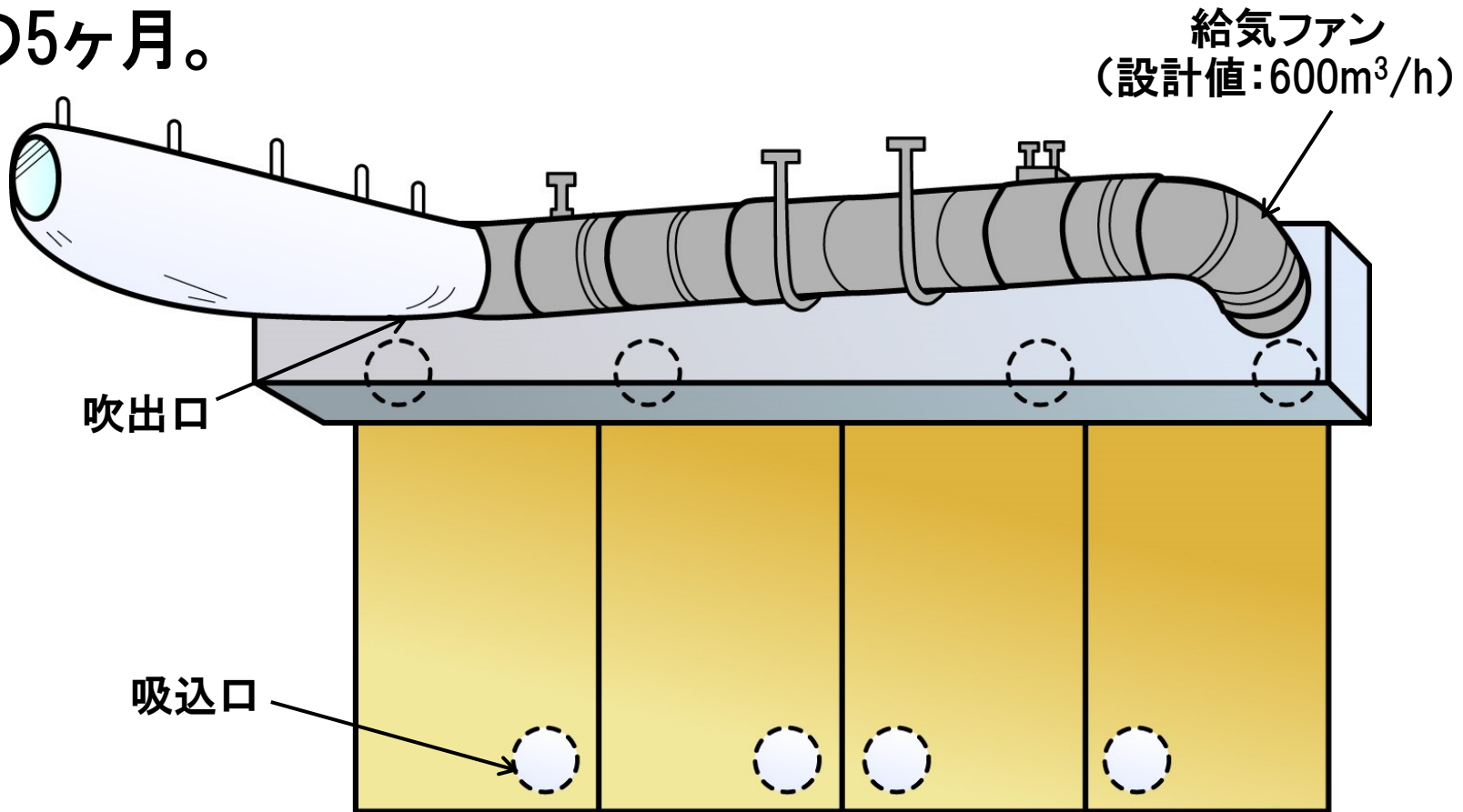
空気式太陽熱集熱パネル(北面外壁:24枚,71m²、
西面外壁:48枚,136.6m²)を採用。



8 自然エネルギー棟で採用した集熱システム②

4枚のパネルを1ユニットとして、太陽熱で暖まった空気を室内に取り入れている。

昭和基地で日射が期待できる時期は、10月～2月の5ヶ月。



9 実証実験の概要

計測は、2016年2月24日(水)～2017年1月31日(火)までの約1年間実施。

日射計、室内温・湿度計、集熱板の温度計、ダクト内の温度計、ダクト内の風速計を用いて、日射量、温度・湿度、集熱板の温度、ダクト内の温度、風速を1分間隔で自動計測。

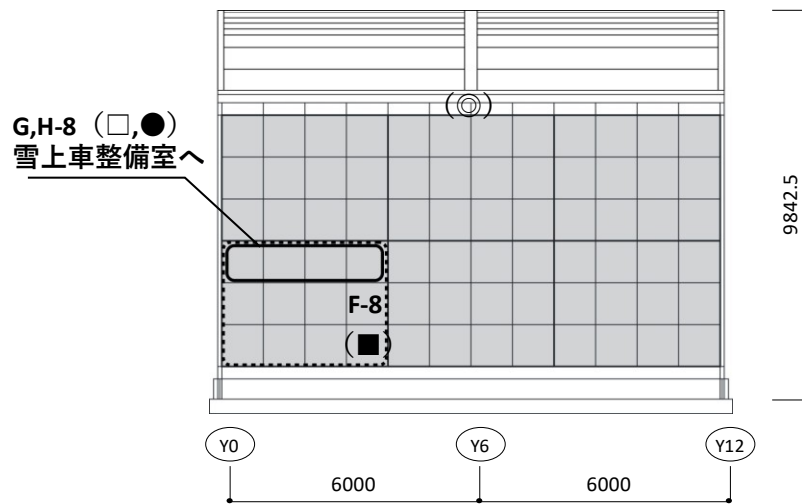
但し、北面に設置した日射計は、2016年6月28日以降、西面の日射計は、2016年10月30日以降、南極特有のブリザードによる影響で故障・欠測。

10 計測機器の概要

測定項目	測定装置	型番	測定点	マーク	測定方法
日射量	日射計	CMP-3	2	◎	1分間隔
室内温度湿度	温湿度計	HF-433WBD2X1XX	5	▲	1分間隔
集熱板温度	T型熱電対	T-CC	8	■	1分間隔
ダクト内温度	T型熱電対	T-CC	8	□	1分間隔
ダクト内風量	微風速計プローブ	0962-00	8	●	1分間隔

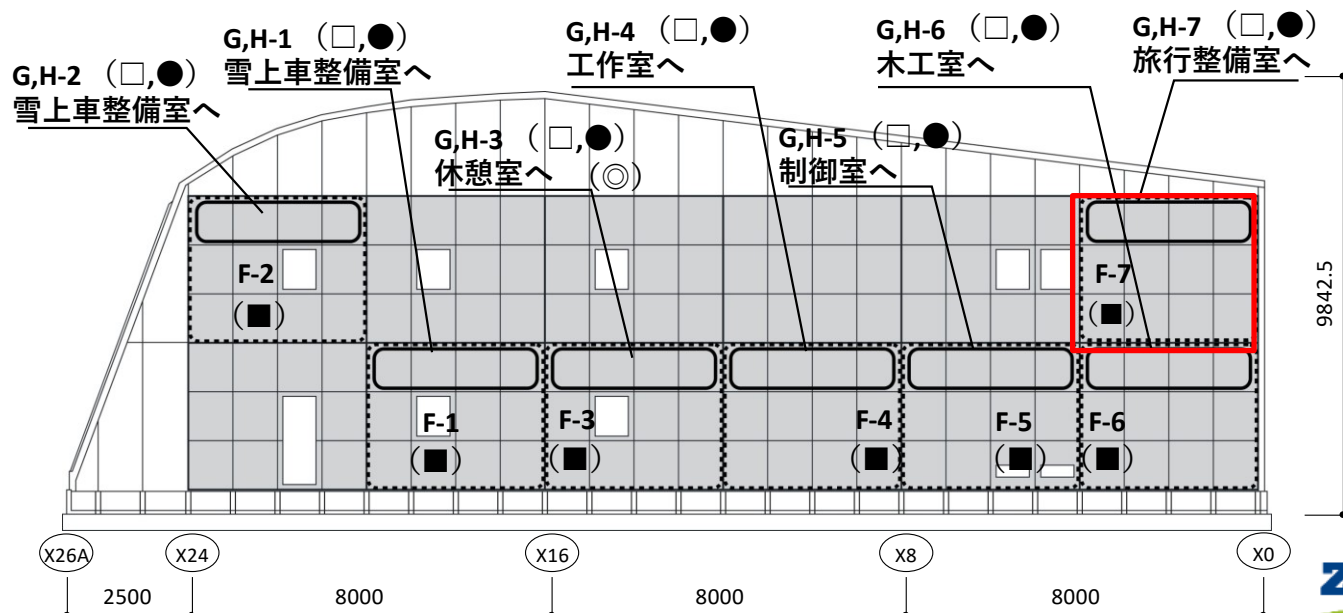
11 計測位置、マーク及び集熱ダクトの配送先

F : 集熱板の温度
 G : ダクト内の温度
 H : ダクト内の風速



←北立面図

↓西面立面図



12 集熱量と気象環境の関係

風速・風向、日照時間、外気温度、天候、全天日射量等の気象条件で、集熱量がどの程度の影響を受けるかを明確にする必要がある。なお、建物周辺の気象情報は、気象庁が公開している気象データ(風速、外気温度、日照時間等)を用いた。

集熱量の検証では、旅行準備室の給気ファンH-7のみが作動していたため、12月30日(金)までのデータを追加した。この追加集熱量は、日最大集熱量とした。以降、非暖房時(他の暖房機器を止めた時)におけるF-7パネルの集熱量を検証した。

13 集熱量①

集熱量は式(1)により求めた。

$$Q = A_D \times V_D \times 3600 \times C_p \times \gamma \times (T_D - T_R) \quad \text{式(1)}$$

A_D :ダクト断面積(m^2)

V_D :ダクト内風速(m/s)

Q :集熱量(W)

C_p :空気比熱= $0.28(W/(kg \cdot K))$

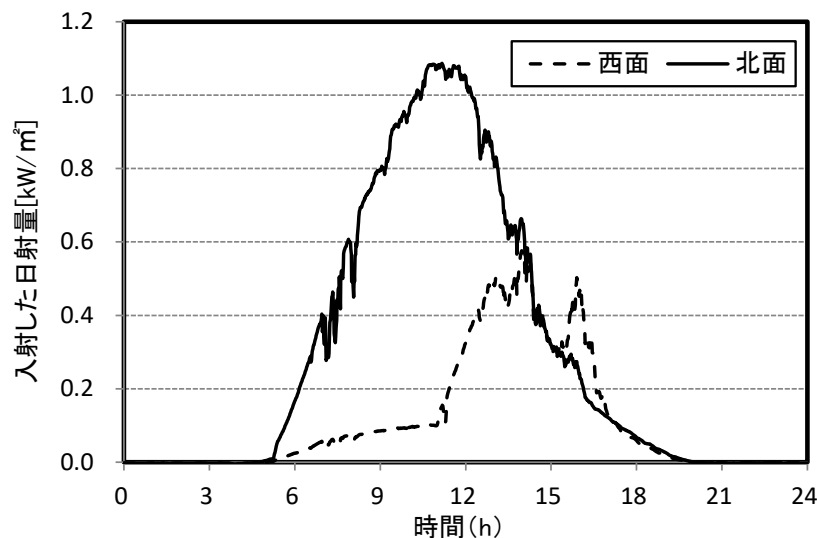
T_D :集熱ダクト内温度($^{\circ}C$)

T_R :室内温度($^{\circ}C$)

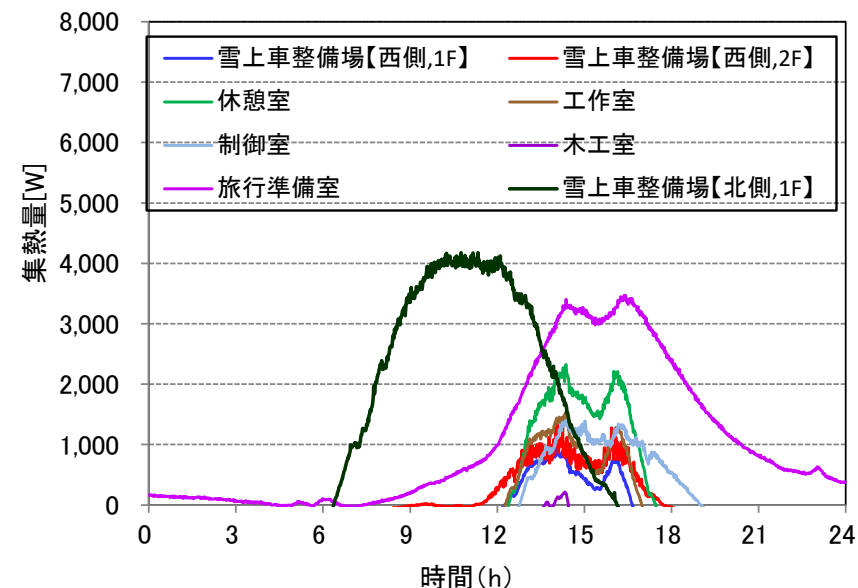
γ :空気の比重量(kg/m^3)= $341.5/(273+T_D)$

14 集熱量②

北・西壁面集熱パネルに入射したピーク日射量の時間帯は、北・西壁面集熱パネルのピーク集熱量Qの時間帯と一致した。



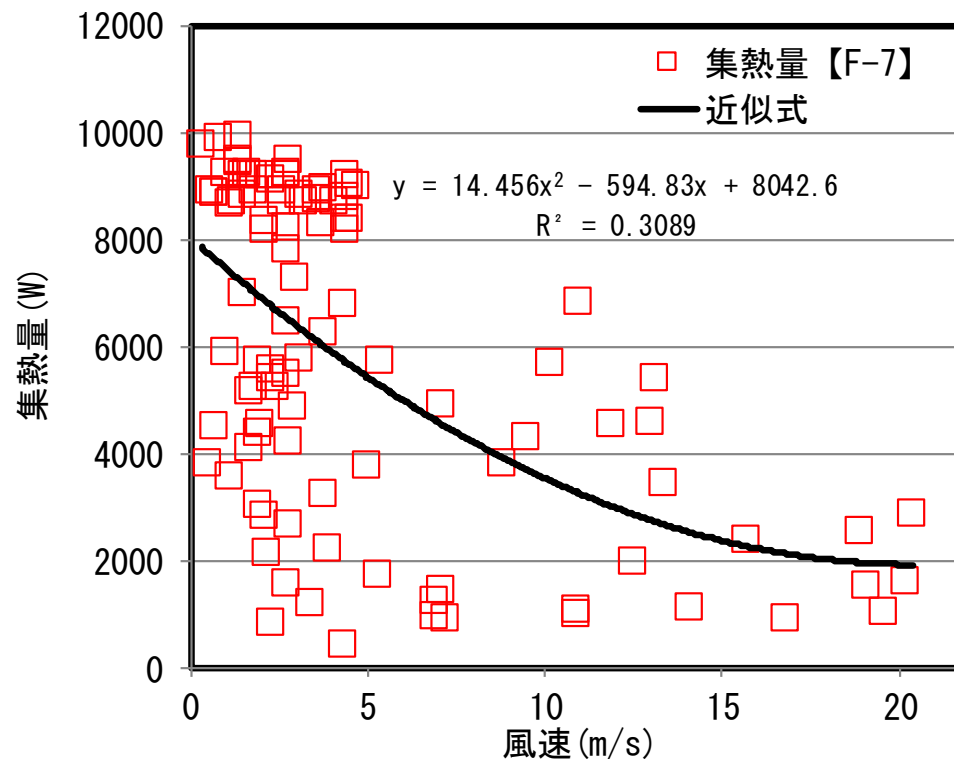
北面・西面に入射した日射量
2016年2月27日(土)



集熱量と時間
2016年2月27日(土)

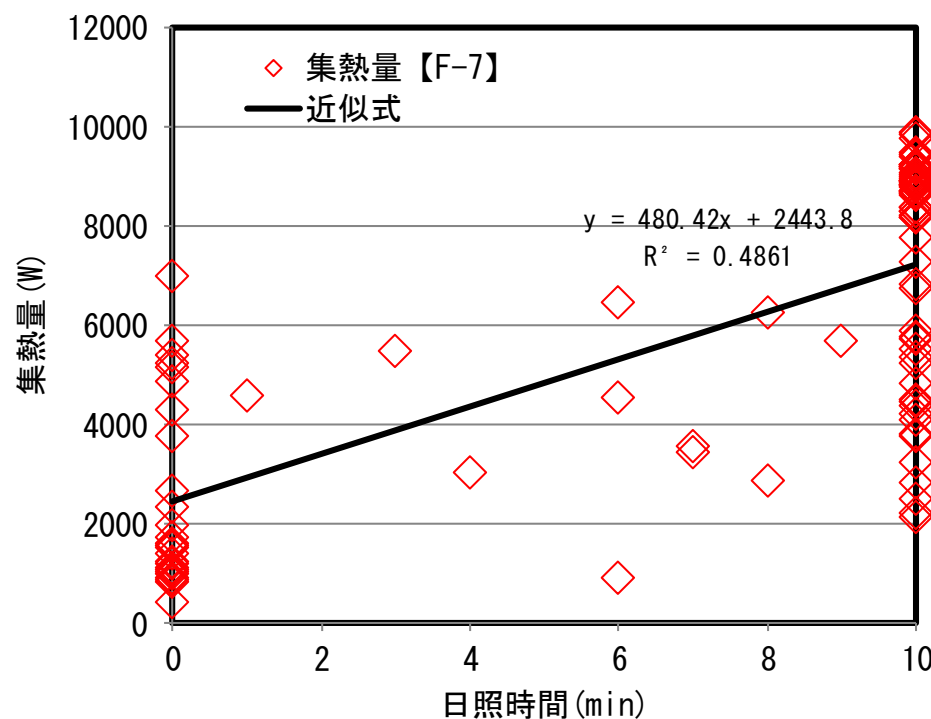
15 集熱量と風速の関係

風速が大きくなるほど、パネルの集熱量は低下する傾向にあるが、風速が20m/sを超えても3,000W程度の集熱量が得られることもある。また、風速5m/s以内であれば、8,000～10,000W程度の集熱量が得られている。



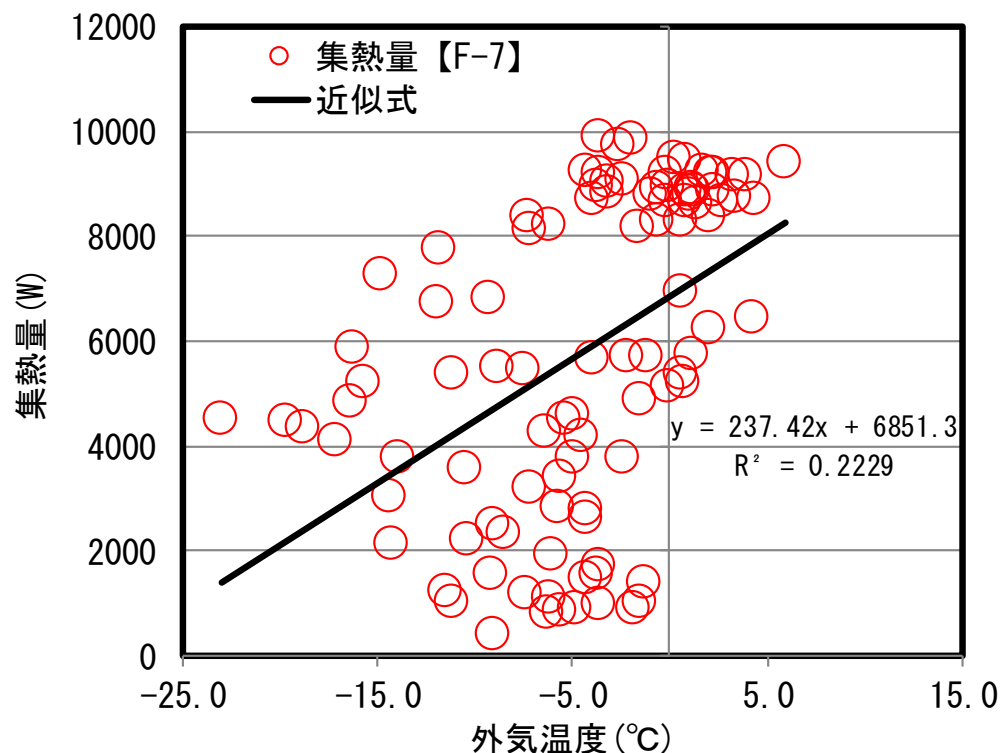
16 集熱量と日照時間の関係

日照時間0分で最大で7,000W近い集熱量が得られたり、日照時間10分でも2,000W程度の集熱量しか得られない場合もある。理由は、日最大集熱量は1分毎の記録であり、日照時間は10分毎の記録であるため、時間帯によっては、若干のズレが生じて蓄積した集熱量が増減することがあるためである。



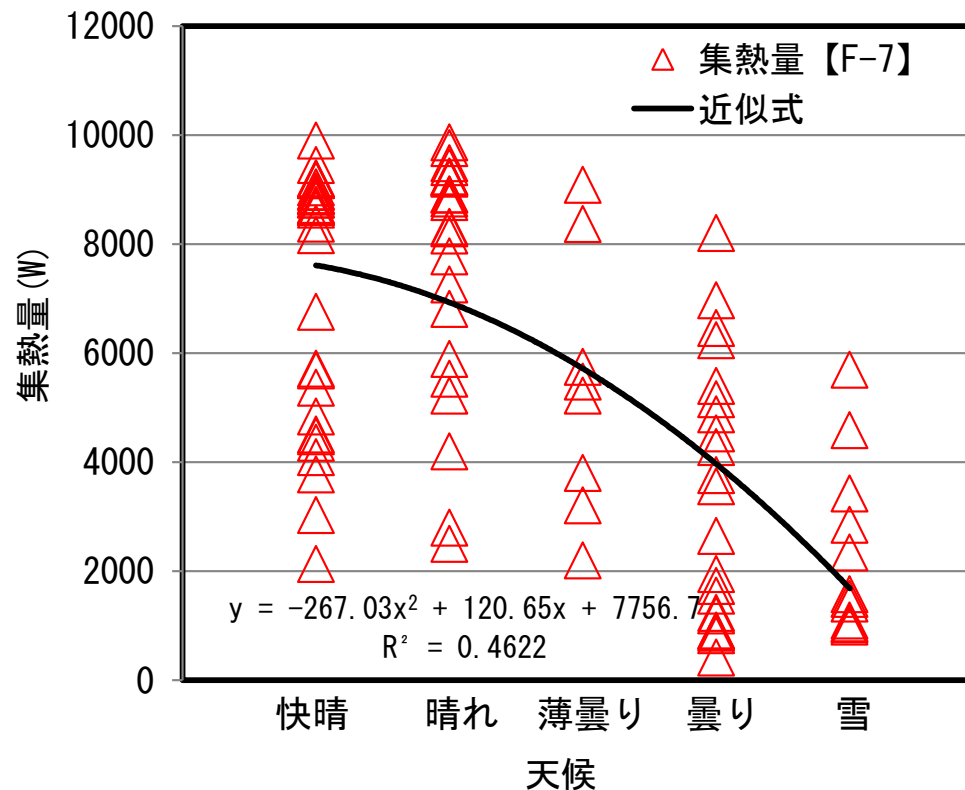
17 集熱量と外気温度の関係

外気温度が低下するほど、パネルの集熱量も低下する傾向がある。しかし、外気温度が -20°C 以下でも、 $4,000\text{W}$ 近くの集熱量を得ている。外気温度が -5.0°C ～ $+5.0^{\circ}\text{C}$ の間であれば、 $8,000\sim 10,000\text{W}$ 近くの集熱量が得られる場合もあった。



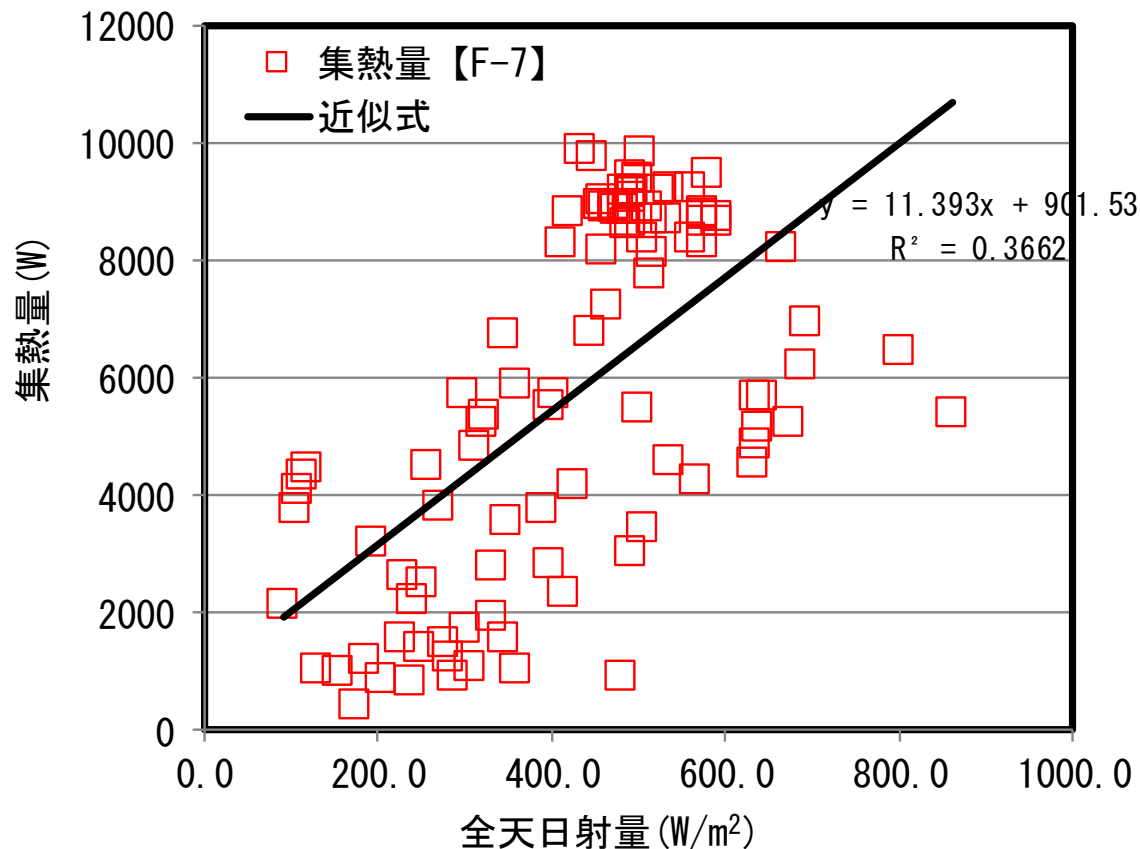
18 集熱量と天候の関係

快晴、晴れ、薄曇りの集熱量は、最大10,000W、最小2,000Wの間に分布しておりほぼ同等であると考えられる。しかし、雪になると、集熱量は最大で6,000W近くに低下する。



19 集熱量と全天日射量の関係

全天日射量が上昇するほど、パネルの集熱量も上昇する傾向がある。全天日射量が400～600W/m²程度あれば、8,000～10,000W近い集熱量が得られている。



20 まとめ・今後について

西面F-7パネルの集熱量は、風速、日照時間、外気温度、天候、全天日射量等に影響されるが、集熱量8,000～10,000Wが確保できた。

気象条件は、風速:0～5m/s、日照時間:10分、外気温度:-5～+5°C、天候:快晴～薄曇り、全天日射量:400～600W/m²であった。

今後については、継続してデータ蓄積・分析を行い、集熱量と気象環境の関係をより明確にしていく予定である。