

# 昭和基地の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の検証報告



- 安部 剛 (銭高組)
- 石鍋 雄一郎 (日本大学)
- 半貫 敏夫 (日本大学)
- 永木 毅 (国立極地研究所)

## 2 研究背景

南極昭和基地(以下、昭和基地と呼ぶ)の主要エネルギー源は極寒冷地向け特別仕様の軽油である。年1回、南極観測船「しらせ」で観測隊員及び観測用資材と共に輸送するシステムだが、この燃料の占める割合は全物資量の約60%に相当する。

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、南極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、風力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。

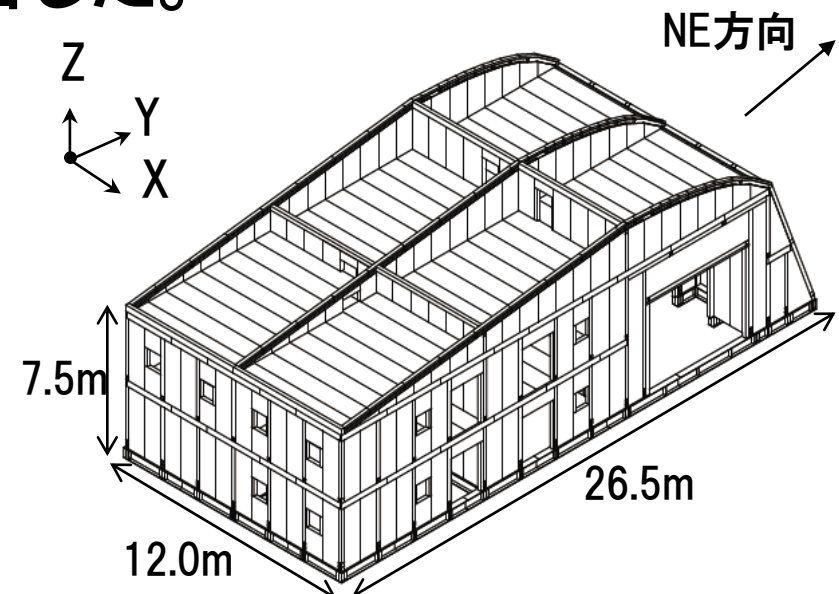
### 3 2016年度と2017年度の報告

2016年度の報告では、室内の温熱解析に必要なデータを整理した。また、建物各面の全天日射量と相当外気温度を報告した。

2017年度の報告では、自然エネルギー棟で採用した省エネ環境技術を紹介する共に、室内温熱解析を行い実測値との比較を報告した。



自然エネルギー棟



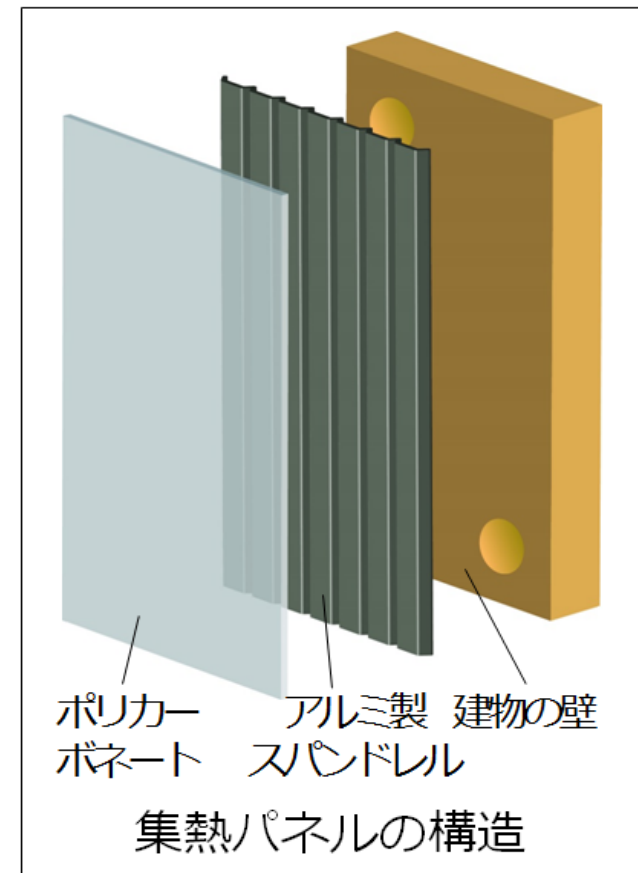
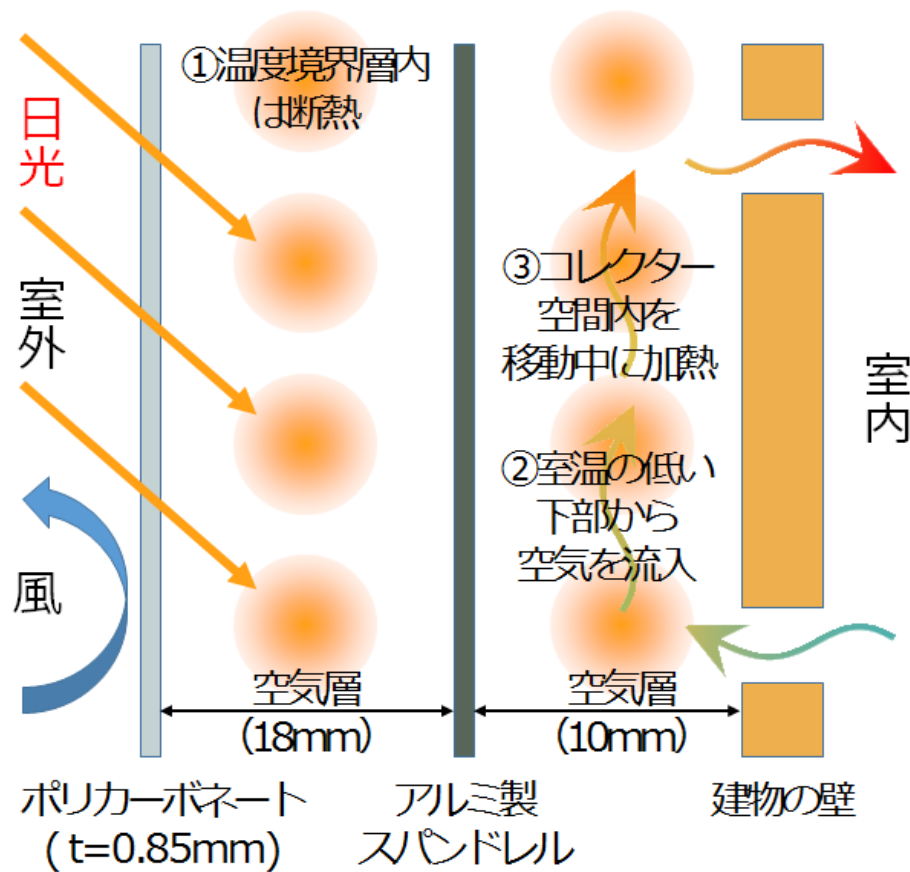
自然エネルギー棟のあくソメ

## 4 研究目的

本報では、気象データと実測した温度結果を用いて、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ついて検証したので報告する。

# 自然エネルギー棟で採用した集熱システム①

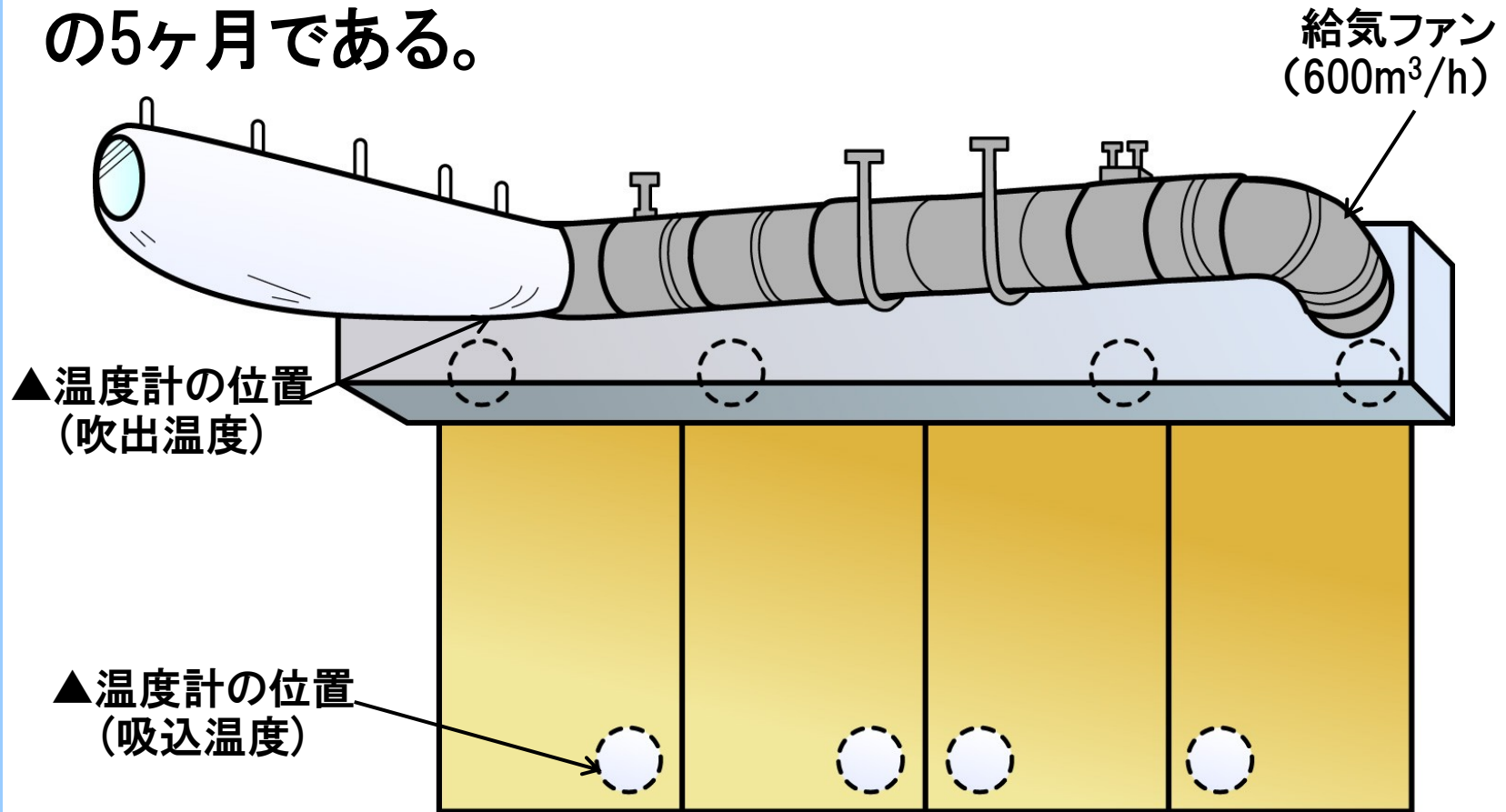
空気式太陽熱集熱パネル(北面外壁:24枚,71m<sup>2</sup>、西面外壁:48枚,136.6m<sup>2</sup>)が取り付けられている。



## 6 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、太陽熱で暖められた空気を室内に取り入れている。

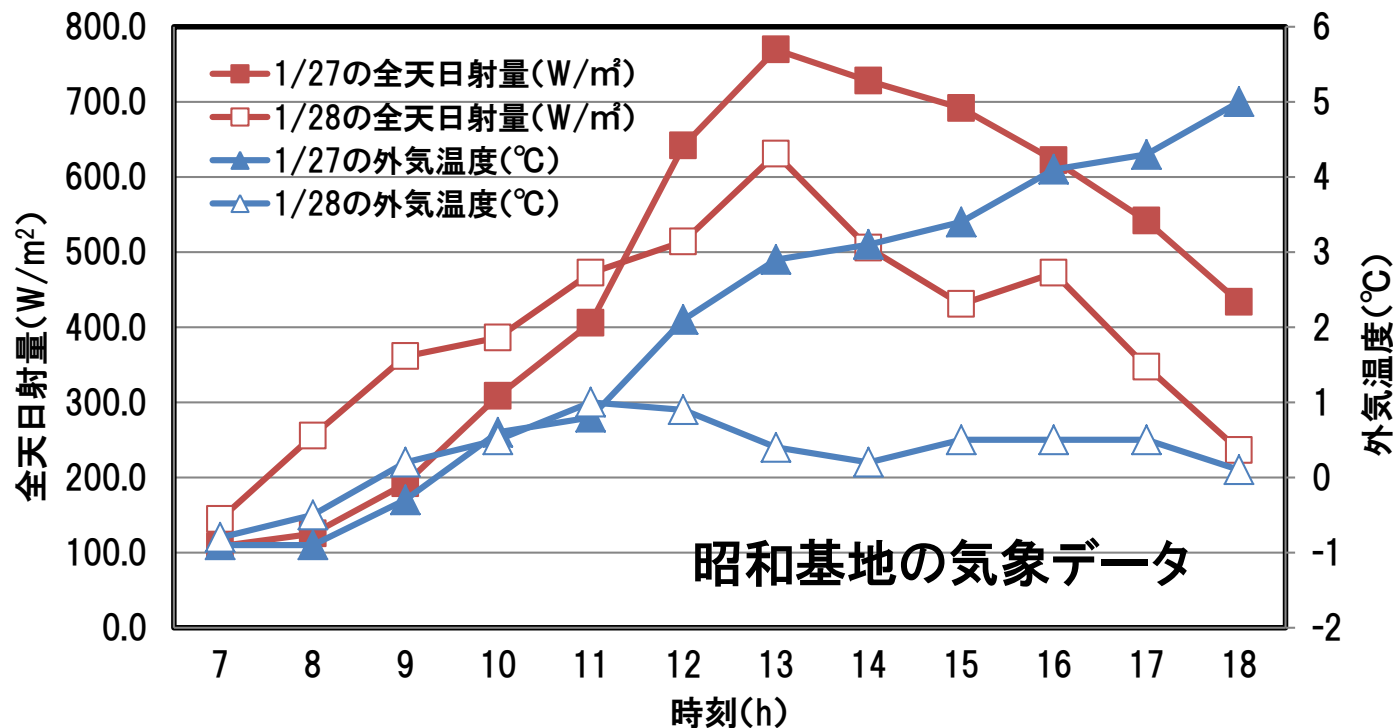
昭和基地で日射が期待できる時期は、10月～2月の5ヶ月である。



# 7 昭和基地の気象【全天日射量と外気温度】

2018年1月27日:天候は晴れ、7時～18時までの平均気温は $2.0^{\circ}\text{C}$ で、12時の全天日射量は、 $641.7\text{W}/\text{m}^2$ 。

2018年1月28日:天候は晴れ、7時～18時までの平均気温は $0.3^{\circ}\text{C}$ で、12時の全天日射量は、 $513.9\text{W}/\text{m}^2$ 。



## 8 昭和基地の気象【風向・風速】

2018年1月27日:7時～18時までの平均風速は3.8m/sで、主風向は南風向であった。

2018年1月28日:7時～18時までの平均風速は8.7m/sで、主風向は北東風向であった。

2018年1月27日	7時	8時	9時	10時	11時	12時
風速(m/s)	4.4	0.5	3.9	3	4.8	4.7
風向	北北東	北	南南東	南	南	南
	13時	14時	15時	16時	17時	18時
風速(m/s)	5	4.7	4.4	4.7	3.9	1.7
風向	南	南	南	南	南	南東
2018年1月28日	7時	8時	9時	10時	11時	12時
風速(m/s)	5.5	6.5	9.9	9.9	10.7	7.8
風向	北北東	北東	東北東	北東	東北東	北東
	13時	14時	15時	16時	17時	18時
風速(m/s)	8.4	8.2	10.4	9.3	9.1	8.9
風向	北東	北東	北東	北東	北東	北東

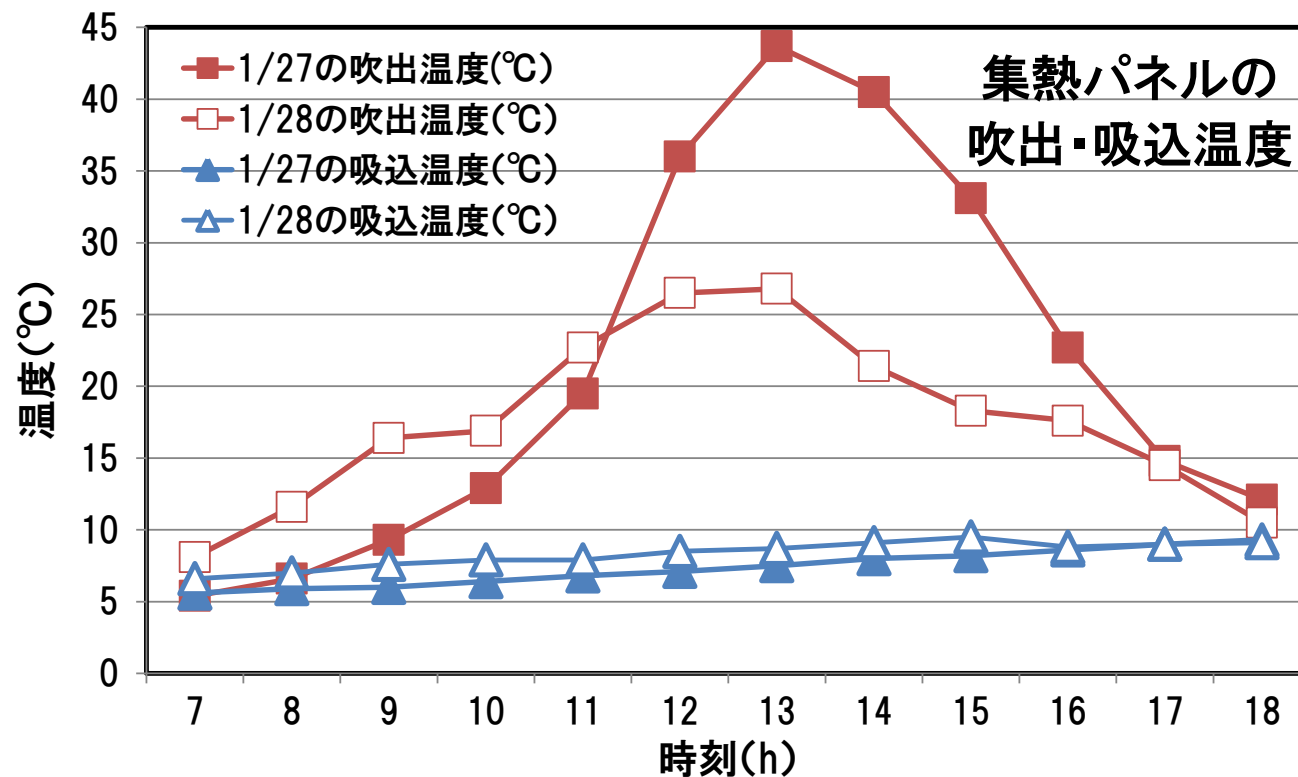


# 9 吹出・吸込温度の実測結果

## 【北面の太陽熱集熱パネルで温度実測】

2018年1月27日12時:吹出温度は $36^{\circ}\text{C}$ で、  
吸込温度は $7.1^{\circ}\text{C}$ 。

2018年1月28日12時:吹出温度は $26.5^{\circ}\text{C}$ で、  
吸込温度は $8.5^{\circ}\text{C}$ 。



## 10 太陽熱集熱効率と建物各面の全天日射量①

$$\text{集熱効率} = 0.34 \times \text{給気量} \times (\text{吹出温度} - \text{吸込温度}) / \{\text{全天日射量} \times \text{集熱面積}\}$$

## 各面の全天日射量(12時,快晴の場合)

	水平面	東面	西面	南面	北面
2018年1月27日 全天日射量(W/m <sup>2</sup> )	750.4	41.2	41.2	41.2	1095.2
2018年1月28日 全天日射量(W/m <sup>2</sup> )	745.4	41.2	41.2	41.2	1094.4

## 気象データに基づく各面の全天日射量(12時)

	水平面	東面	西面	南面	北面
2018年1月27日 全天日射量(W/m <sup>2</sup> )	641.7	35.3	35.3	35.3	936.6
2018年1月28日 全天日射量(W/m <sup>2</sup> )	513.9	28.4	28.4	28.4	754.5

## 11 太陽熱集熱効率と建物各面の全天日射量②

**【計算条件】**

空気式太陽熱集熱システムの面積： $12\text{m}^2$

ファン風量： $600\text{m}^3/\text{h}$

北面全天日射量(27日12時)： $936.6\text{W}/\text{m}^2$

北面全天日射量(28日12時)： $754.5\text{W}/\text{m}^2$

吹出温度－吸込温度の差(27日12時)： $28.9^\circ\text{C}$

吹出温度－吸込温度の差(28日12時)： $18^\circ\text{C}$

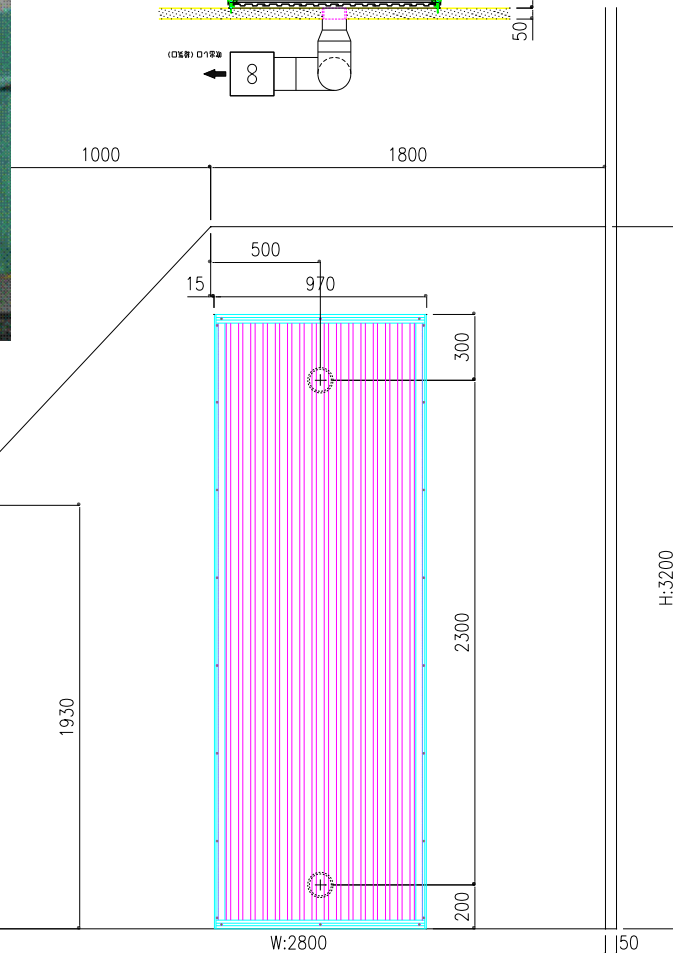
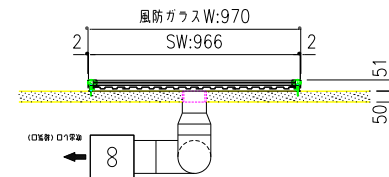
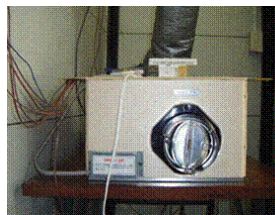
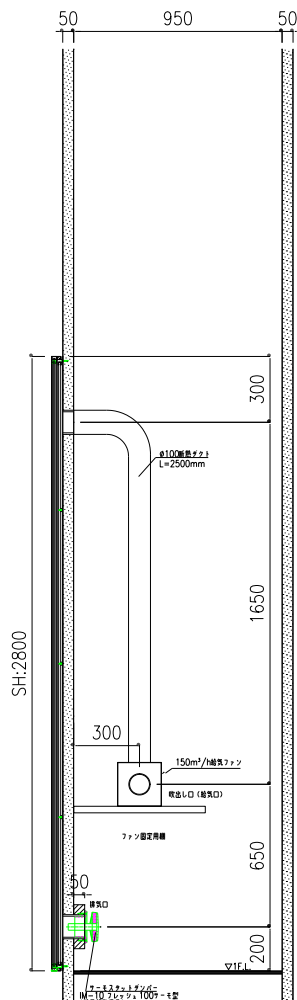
**【集熱効率の計算】**

集熱効率(27日12時)：0.52

集熱効率(28日12時)：0.41

# 12 太陽熱集熱パネルの実証実験①

実証実験の場所：北海道苫小牧市  
 集熱面積：2.72m<sup>2</sup>、ファン風量：90m<sup>3</sup>/h



(株)LIXILの田代氏より提供

## 13 太陽熱集熱パネルの実証実験②

## 太陽熱集熱パネルの集熱効率について

実証実験日：2009年3月8日 天気：晴れ

集熱時間	平均 外気温	平均 入口温度	平均 集熱温度	平均fan 集熱温度	出口-入口 $\Delta T$	fan-出口 $\Delta T$	壁面積算 日射量	照射積算 日射量	積算 集熱量	集熱効率	平均風速 (気象庁)
時	℃	℃	℃	℃	℃	℃	W/m <sup>2</sup>	W	W	-	m/s
06-07時	-2.8	-1.4	2.3	3.6	3.6	1.4	27	72	0	0.00	-
07-08時	-1.9	0.7	4.1	4.0	3.5	-0.1	76	206	0	0.00	-
08-09時	0.5	6.9	29.7	27.0	22.7	-2.7	717	1,950	623	0.32	5.36
09-10時	1.7	13.3	56.3	52.6	43.1	-3.7	906	2,463	1,121	0.46	4.74
10-11時	2.1	14.8	62.4	58.4	47.6	-4.0	885	2,408	1,217	0.51	4.83
11-12時	3.0	16.9	59.1	55.7	42.2	-3.4	788	2,142	1,089	0.51	2.75
12-13時	4.3	19.7	53.5	50.6	33.8	-2.8	665	1,810	887	0.49	4.70
13-14時	3.9	19.8	40.9	39.3	21.1	-1.6	516	1,402	575	0.41	5.64
14-15時	4.3	18.4	27.4	26.9	9.0	-0.5	334	909	256	0.28	6.49
15-16時	4.7	17.2	17.2	17.7	0.0	0.4	156	425	0	0.00	-
16-17時	3.7	15.5	10.8	11.6	-4.8	0.8	63	172	0	0.00	-
17-18時	1.5	9.0	10.9	12.7	1.9	1.7	7	18	0	0.00	-
06-18積算	-	-	-	-	-	-	5,139	13,978	5,769	0.41	-

## 14 考察

**【北海道苫小牧市での実証実験より】**

実証場所：北海道苫小牧市

実証日時：2009年3月8日

集熱パネルの向き：南向き

風速：4.4m/s、風向：西北西、外気温度：4.4℃

南面の全天日射量：726.5W/m<sup>2</sup>

集熱効率：0.5

**【考察】**

- ・2018年1月27日12時の集熱効率とは、苫小牧での実証実験と同程度。
- ・2018年1月28日12時の集熱効率は、風速や外気温度が苫小牧とは異なっているため、2割程低減したことが考えられる。

## 15 まとめ

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ついて、以下にまとめる。

①日射が期待される1月において、吹出・吸込温度の実測結果を整理した。

②気象データ(全天日射量)と実測した吹出・吸込温度を用いて、昭和基地での集熱効率を求めた。

③集熱効率は、日本と昭和基地での実測結果を比較すると同程度の結果が得られた。

ただし、昭和基地では、風速や外気温度の気象条件が、日本とは異なるため、集熱効率の低減をある程度見込む必要がある。

## 16 今後について

今回計測した1月の1週間という短い期間では、空気式太陽熱集熱システムの詳細な検証を行う事が出来ず、詳細な検証を行うためには、昭和基地で日射が期待できる10月～2月までの5カ月間連続して吹出・吸込温度の計測を継続して行っていく必要がある。

そのため今後は5カ月間連続して計測を実施すると共に、風速や外気温度などの気象条件との関係性を明確にしていく予定です。