

# 赤外線カメラを用いた各種材料の放射率等評価

齋藤研究室 1416210 佐々木 純志

## 1. 背景と目的

熱の伝わり方には、伝導・対流・放射の3つがある。住宅の屋根や外壁に使われる断熱材では、これまで熱伝導と対流が重視されてきたが、近年は放射に関わる伝熱の重要性が見直されてきている。

放熱器あるいは遮熱特性の評価のためには、用いられる材料の放射率あるいは反射率のデータが不可欠である。これらは波長の関数であり、この場合必要な値は、常温約 300 K の黒体放射スペクトルのピーク波長である約 10  $\mu\text{m}$  という赤外域のデータであり、十分なデータがあるとはいえない。

よって、本研究では赤外線カメラを用いて、各種材料の波長 10  $\mu\text{m}$  付近の放射率等を実験的に評価することを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2.1. 測定原理

一般に、次式が成り立つ。

$$\text{反射率} + \text{透過率} + \text{放射率(吸収率)} = 1$$

吸収のある材料に十分な厚みがある場合、透過率は 0 と仮定でき、反射率 = 1 - 放射率となる。また、黒体テープを材料に貼ると放射率がほぼ 100% になり、正確な表面温度を測定できる。

温度  $T$  の黒体の放射発散度を  $W(T)$  と表すと、 $W(T) = \sigma T^4$ 、 $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

赤外線カメラを用いた放射率測定において次式が成り立つ。

$$\varepsilon W(T_o) + (1 - \varepsilon) W(T_a) = W(X) \quad (1)$$

$T_o$  は黒体テープが貼ってある材料の温度、 $T_a$  は室内温度、 $X$  は見かけ上の温度、 $\varepsilon$  は放射率である。したがって、

$$\varepsilon = (W(X) - W(T_a)) / (W(T_o) - W(T_a)) \quad (2)$$

### 2.2. 実験方法

1. 各種材料を発熱体としてのソーラーパネルに貼り付ける。
2. 各種材料の一部分に黒体テープを貼り付ける。
3. ソーラーパネルに 1 時間、一定の電流を流して加熱する。
4. 各種材料の黒体テープの貼られている部分と貼られていない部分の各温度お

よび室温を赤外線カメラで計測し、(2)式より放射率を求める。

定義から、 $0 \leq \varepsilon \leq 1$  であるので、万一  $\varepsilon < 0$  となった場合は  $\varepsilon = 0$ 、 $\varepsilon > 1$  となった場合は  $\varepsilon = 1$  とした。

### 2.3. 測定対象

本研究では、塗装屋根材鋼板、調湿シート等建築材料を中心とした次の試料の放射率を測定した。

表 1 測定対象

名称	仕様
アモルファス Si ソーラーパネル	10W 型番:CN-SM-013
ラミパック SD-W	遮熱シート
SOLITEX UD	屋根用透湿防水シート
INTELLO	高性能調湿気密シート
Baubio-T	ゾノトライト系珪酸カルシウムボード
WP ネオマット	高反射率塗装ガルバリウム鋼板屋根材
WP タフロン 30	厚膜 3 コートフッ素樹脂塗装ガルバリウム鋼板屋根材
NSC 耐摩カラー	ガラス繊維配合親水化塗装ガルバリウム鋼板
NSC 耐摩フロン	ガラス繊維配合強化フッ素樹脂塗装ガルバリウム鋼板
NSC フロン	フッ素樹脂塗装ガルバリウム鋼板
SM ルーフ	石粒付鋼板屋根材

### 2.4. 実験器材

実験で使用した器材は以下の通りである。

表 2 実験器材

名称	型式・仕様
赤外線カメラ	Avio Neo Thermo TVS-600
黒体テープ	放射率 0.95
ソーラーパネル	測定対象のソーラーパネルと同一
電源	GW Instek PSW 80-27

### 3. 結果と考察

実験の結果を表3に示す。各測定は3回繰り返し、 $1\sigma$ はその標準偏差である。結果の要点は以下の通りである。

- すべての試料について、発熱体としてのソーラーパネルへの印加電力、その結果としての温度を変えて、放射率を測定した結果、一部食い違いが認められた。(2)式より室温と試料温度が近いと分母、分子とも桁落ちが生じうるため、室温との温度差が大きい方が不確かさが小さいと考えられる。
- ラミパック SD-Wのみ低放射率であり、ほかの試料は高放射率であった。

### 4. 結論

- 赤外線カメラを用いて、建築材料等の波長  $10\ \mu\text{m}$  近傍における放射率を測定することが出来た。
- アルミシートの遮熱シートであるラミパック SD-W は、低放射率であり、期待通り赤外線に対する反射率が高いこと

が確認できた。

- Si ソーラーパネルは1に近い高放射率であった。
- 可変調湿シート INTELLO は1に近い高放射率であった。
- 塗装屋根材鋼板は、放射率の小さい金属のガルバリウムをベースとしているものの、どれも塗装により高放射率となっていることがわかった。

### 5. 参考文献

- 森戸亮介『各種材料の放射率評価』  
□ (2013年度齋藤研卒業研究論文)
- 赤外線、黒体、放射率について | ジャパンセンサー株式会社  
<http://www.japansensor.co.jp/products/thermo/more-about>
- \*\*遮熱原理とメカニズム\*\*日本の厚い夏対策-ペイントプロ  
<http://paintpro.co.jp/hm/syanetu/syanetu3.htm>

表3 測定結果

名称	電流 1.6A(⇒電力約 46.7W)					電流 1.2A(⇒電力約 34.0W)				
	Ta (°C)	To (°C)	X (°C)	$\epsilon$	$1\sigma$	Ta (°C)	To (°C)	X (°C)	$\epsilon$	$1\sigma$
ソーラーパネル	25.5	40.0	39.8	0.99	0.019	24.7	34.1	32.3	0.80	0.022
ラミパック SD-W	26.3	34.9	26.7	0.05	0.076	24.2	31.4	24.7	0.07	0.020
SOLITEX UD	26.4	41.7	40.5	0.92	0.009	24.2	36.3	34.8	0.87	0.030
INTELLO	27.5	42.5	42.4	0.99	0.012	24.2	36.2	36.4	1.00	0.027
Baubio-T	25.3	35.7	35.9	1.00	0.006	24.7	31.9	32.0	1.00	0.063
WP ネオマット	25.1	37.9	37.5	0.97	0.006	24.7	34.5	34.2	0.97	0.007
WP タフロン 30	23.8	35.7	35.8	1.00	0.019	24.7	35.1	35.0	0.99	0.030
NSC 耐摩カラー	23.5	36.1	36.1	1.00	0.008	24.7	35.1	34.9	0.98	0.024
NSC 耐摩フロン	24.8	37.7	37.7	1.00	0.005	24.7	35.8	36.2	1.00	0.017
NSC フロン	25.0	38.4	38.3	0.99	0.021	24.7	36.1	35.9	0.98	0.009
SM ルーフ	24.2	37.9	37.9	1.00	0.004	24.7	35.4	36.1	1.00	0.061