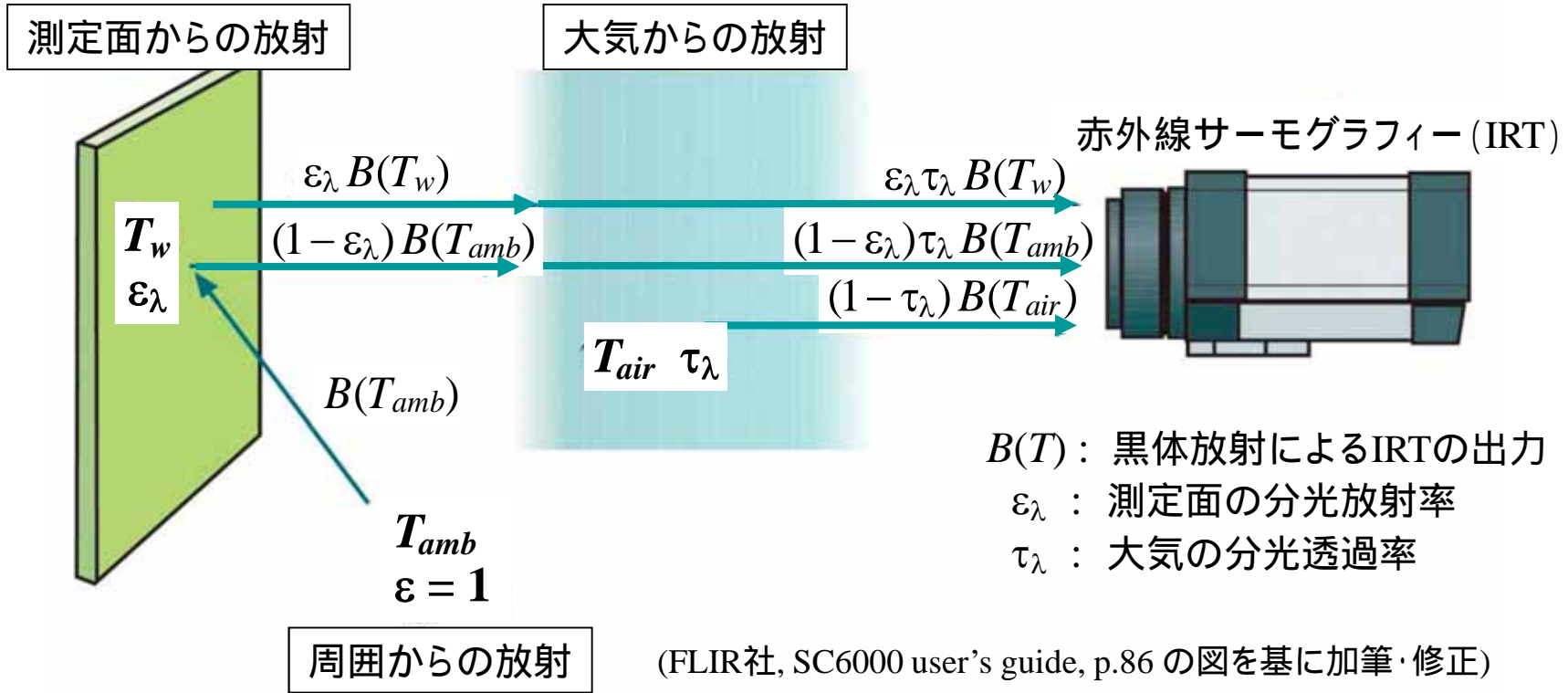


赤外線サーモグラフィの出力



赤外線サーモグラフィで検知される放射強度:

$$E = \epsilon_\lambda \tau_\lambda B(T_w) + (1 - \epsilon_\lambda)\tau_\lambda B(T_{amb}) + (1 - \tau_\lambda) B(T_{air})$$

測定面からの放射

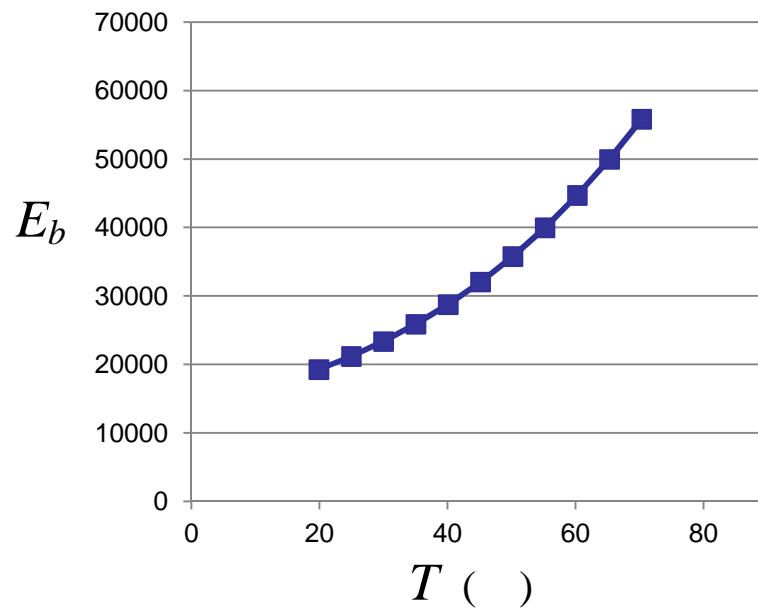
周囲からの放射
(測定面で反射)

大気からの放射

黒体放射による出力

黒体放射(温度 T) と IRT の出力 E_b の関係を3次式で近似

$$E_b = B(T) = a_3 T^3 + a_2 T^2 + a_1 T + a_0$$



$$\begin{aligned} a_3 &= 5.3149\text{E-}2 \\ a_2 &= 1.8654 \\ a_1 &= 2.2862\text{E}2 \\ a_0 &= 1.3524\text{E}4 \end{aligned}$$

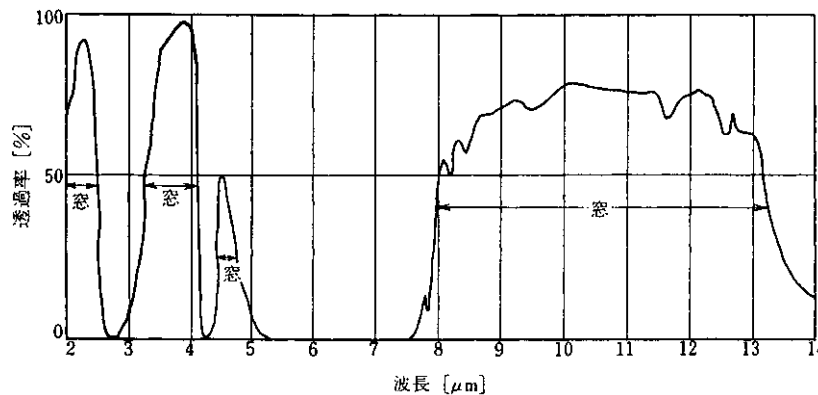
大気の影響

$$E = \varepsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} B(T_w) + (1 - \varepsilon_{\lambda}) \tau_{\lambda} B(T_{amb}) + (1 - \tau_{\lambda}) B(T_{air})$$

大気中の3原子分子(水蒸気, 二酸化炭素)による赤外線吸収

大気分光透過率:

$$\tau_{\lambda} = \tau_{\lambda}(\text{H}_2\text{O}) \times \tau_{\lambda}(\text{CO}_2)$$



大気分光透過率

(赤外線技術研究会編, 「赤外線工学」, p.83
気温15℃, 湿度70%, 距離2 km)

大気分光透過率 ($\lambda = 3 - 5 \mu\text{m}$ 帯)

(久野治義, 「赤外線工学」, p.58 ~ の表を基に計算,
気温25℃, 湿度70%)

距離	$\tau_{\lambda}(\text{H}_2\text{O})$	$\tau_{\lambda}(\text{CO}_2)$	τ_{λ}
1 m	0.995	0.999	0.994
2 m	0.991	0.997	0.988
5 m	0.977	0.993	0.971
10 m	0.956	0.987	0.943
100 m	0.693	0.921	0.638

測定面からの距離が1 m 以下であるため, 大気の影響は無視する ($\tau_{\lambda} = 1$ とする) .

$$\Rightarrow E = \varepsilon_{\lambda} B(T_w) + (1 - \varepsilon_{\lambda}) B(T_{amb})$$

周囲からの放射

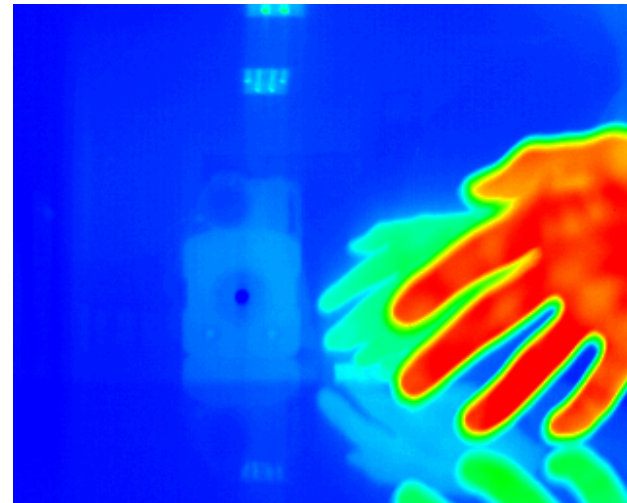
$$E = \varepsilon_{\lambda} B(T_w) + \underline{(1 - \varepsilon_{\lambda}) B(T_{amb})}$$

金属面は放射率 ε_{λ} が低いので、金属表面温度 T_w を正確に測定するには周囲からの放射を極力均一にする必要がある。

1. 乱反射が起こらないように、周囲壁面の放射率を1に近づける。
(黒ペイントを塗布)
2. 周囲壁面の温度 T_{amb} を均一にする。
(高温の放射源の除去 + 高熱伝導・高熱容量の壁面)
3. IRカメラを 20° 程度傾ける (自身の移り込みを防ぐ)



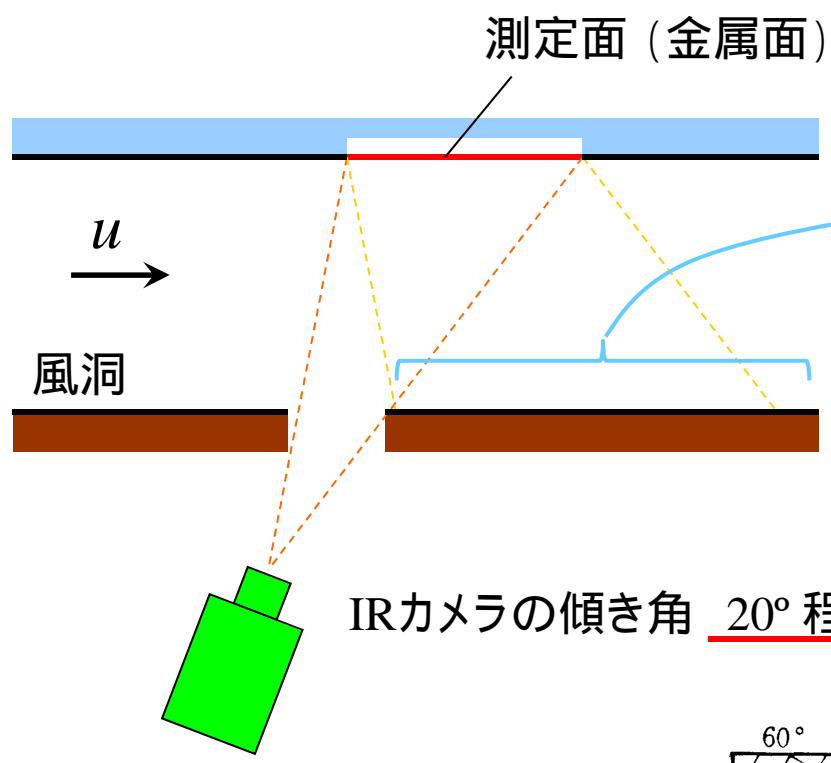
可視画像



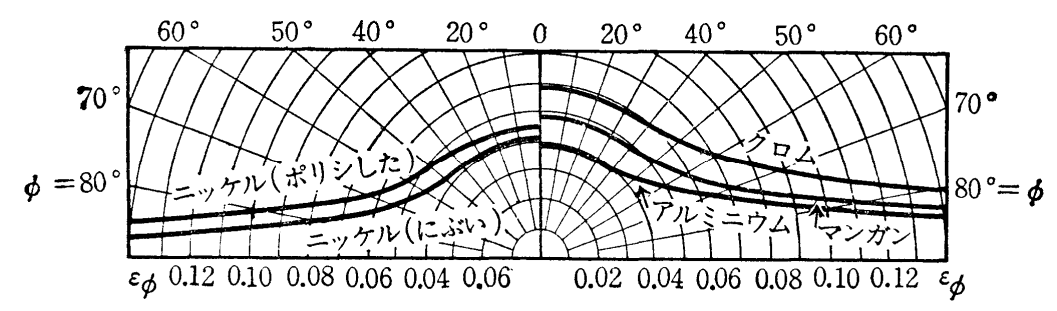
IR画像

乱反射の例

IRカメラと測定面の構成例



- この領域において、
- 1) 黒ペイントを塗布
 - 2) 壁温を均一化
 - 3) 壁温 T_{amb} を測定



金属の指向放射率 (放射面温度 約 150)

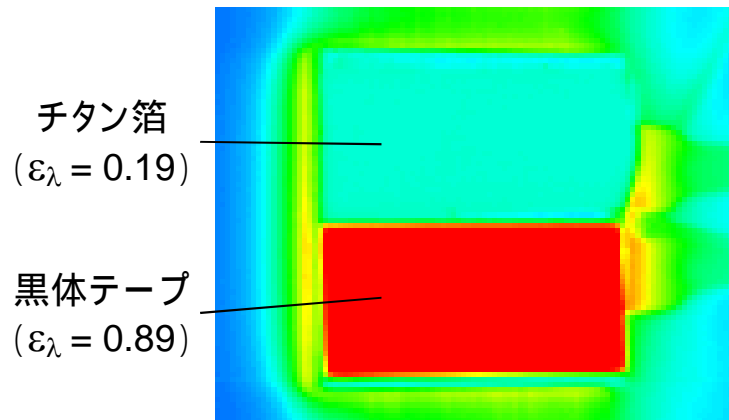
甲藤好郎 「伝熱概論」 より

分光放射率の評価

T_w , T_{amb} , E を測定し,

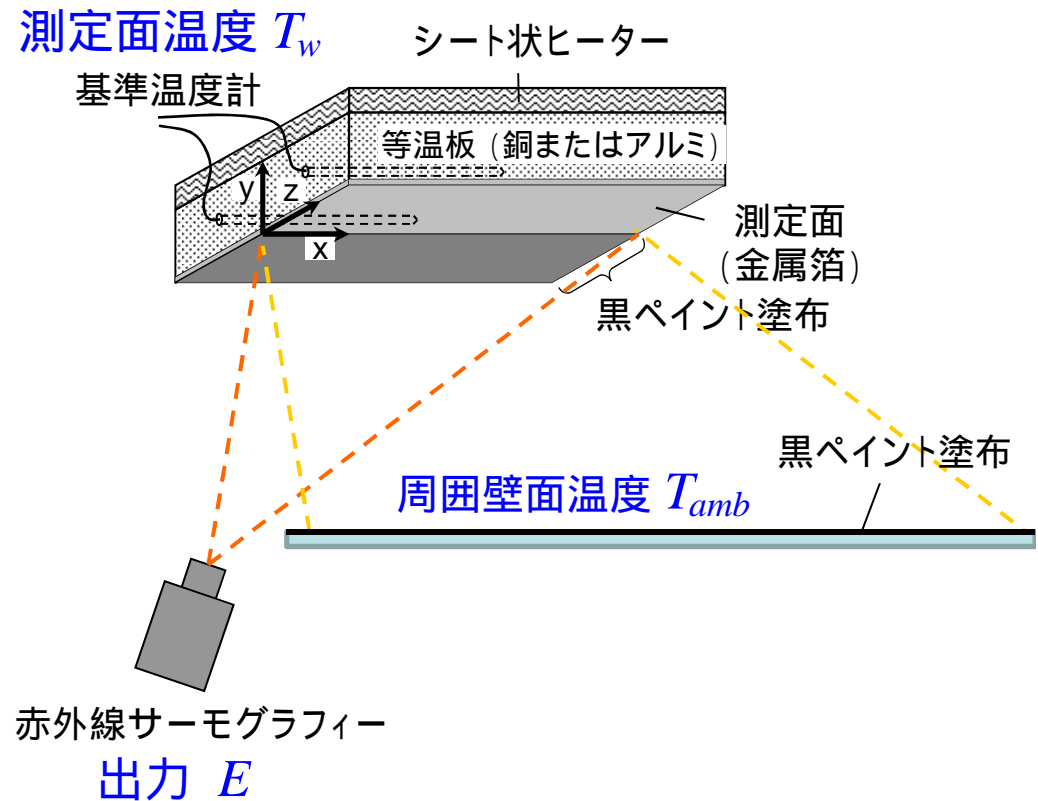
$$E = \varepsilon_\lambda B(T_w) + (1 - \varepsilon_\lambda) B(T_{amb})$$

から ε_λ を求める



熱画像の一例

$$E = \varepsilon_\lambda B(T_w) + (1 - \varepsilon_\lambda) B(T_{amb})$$

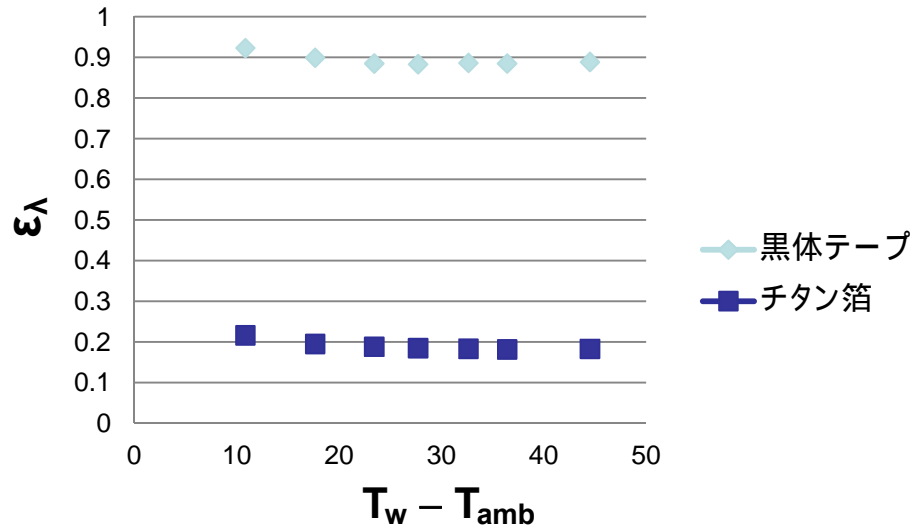


分光放射率評価の結果

$$E_{cal} = \epsilon_{\lambda} B(T_w) + (1 - \epsilon_{\lambda}) B(T_{amb})$$

表面温度 T_w (°C)	周囲温度 T_{amb} (°C)	$T_w - T_{amb}$ (°C)	IRT出力 E	E_{cal}	$ E - E_{cal} $	分光放射率 ϵ_{λ}
34.8	24.0	10.8	21938	21938	0	0.216
42.1	24.4	17.7	22818	22818	0	0.195
48.0	24.6	23.4	23628	23628	0	0.188
52.5	24.8	27.7	24327	24327	0	0.185
57.2	24.6	32.6	25023	25023	0	0.183
60.9	24.5	36.4	25631	25631	0	0.182
68.9	24.4	44.5	27295	27295	0	0.183

$E = E_{cal}$ となるように分光放射率 ϵ_{λ} を決定



$T_w - T_{amb} > 20$ であれば,
分光放射率 ϵ_{λ} が一定値に収束

$T_w - T_{amb} < 20$ では誤差が大きい?

誤差要因: $B(T)$, T_{amb} ?