

固体ふく射の分光研究 (第2報)*

— 塗装面の垂直単色ふく射率と垂直全ふく射率 —

金山 公夫**

馬場 弘**

(昭和46年3月31日受理)

A Spectroscopic Study of Emission from the Solids (Part 2)

— Monochromatic Emittance and Total Emittance of Surfaces Coated with Paints —

by Kimio KANAYAMA and Hiromu BABA

The normal monochromatic emittance of the surfaces coated with heat resistant paints, available on the market, and with paint used for a radiant heating system were measured by means of the Spectro-Radiometer (JASCO SR-3).

Spectral radiation energy was calculated by the spectrum analysis and the secret contents of the total emissive properties were spectroscopically exposed.

The total emittance obtained by numerical integration of the spectral radiation and the total emittance measured directly with thermocouple detector correspond each other at several temperatures. A proof is given that the experimental procedure is reliable.

1. ま え が き

最近の暖房装置、とくにふく射暖房装置の放熱面は、塗装を行なうことによりふく射率の増大を計り、ふく射による放熱を促進する方法がとられている¹⁾。一般に塗料のふく射率は大きい²⁾、塗料の種類、あらさまたは色などの表面性状および温度等によりふく射率が変化する。この報告では、市販されている数種の耐熱塗料およびふく射暖房塗料について、表面に直角方向のふく射を分光して単色ふく射率を測定することにより、各波長ごとのふく射エネルギー分布を算出し、全ふく射にあらわれた変化内容を分光学的に明らかにし、さらに分光ふく射を波長について数値積分して求めた全ふく射率と、直接測定によって得られた全ふく射率の比較を行なって、実験方法の信頼性を高めることを試みた。

2. 分光ふく射の解析方法

温度の異なった試料どおしのふく射エネルギーの比較を容易にするために、プランクのふく

* 日本機械学会第48期通常総会で講演(1971.4.4, 東京)

** 北見工業大学機械工学科

射関数を式(1)のように (λT) の関数として表わす³⁾。

$$E_{b\lambda}/(\sigma T^5) = C_1 \left\{ \sigma (\lambda T)^5 (e^{C_2/\lambda T} - 1) \right\} \quad (1)$$

ここで、 $E_{b\lambda}$: 波長 λ における黒体ふく射エネルギー (kcal/m²h μ)、 σ : ステファンボルツマン定数 4.88×10^{-8} (kcal/m²h²K⁴)、 T : 物体の温度 (°K)、 λ : 波長 (μ)、 $C_1 = 3.2179 \times 10^8$ (kcal/m²h)、 $C_2 = 1.4388 \times 10^4$ (μ° K) である。

いま、温度 T を固定しておき、 $E_{b\lambda}$ を $\lambda_1 T \rightarrow \lambda_2 T$ まで積分すると

$$\begin{aligned} E_{b(\lambda_1 T \rightarrow \lambda_2 T)} &= \frac{1}{T} \int_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} E_{b\lambda} d(\lambda T) = \frac{1}{T} \int_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} \frac{C_1 \sigma T^5}{\sigma (\lambda T)^5 (e^{C_2/\lambda T} - 1)} d(\lambda T) \\ &= \sigma T^4 \int_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} \frac{C_1}{\sigma (\lambda T)^5 (e^{C_2/\lambda T} - 1)} d(\lambda T) \\ \therefore \frac{E_{b(\lambda_1 T \rightarrow \lambda_2 T)}}{\sigma T^4} &= \int_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} \frac{E_{b\lambda}}{\sigma T^5} d(\lambda T) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。式(2)は各 (λT) にたいするふく射エネルギーに相当する値であり、その積分値は無次元となる。 $E_{b\lambda}/\sigma T^5$ を縦軸にとり (λT) を横軸にとって表わすことにより、温度が異なってもプランクのふく射関数は全く同一の大きさと形状になり、温度の異なる試料のふく射エネルギーの比較が容易になる利点がある。

式(2)の形を用いて単色ふく射率 ε_λ から全ふく射率 $\varepsilon(\lambda)$ を算出するには、つぎの式による。

$$\varepsilon(\lambda) = \sum_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} \varepsilon_\lambda \left(\frac{E_{b\lambda}}{\sigma T^5} \right) \Delta(\lambda T) \Big/ \sum_{\lambda_1 T}^{\lambda_2 T} \left(\frac{E_{b\lambda}}{\sigma T^5} \right) \Delta(\lambda T) \quad (3)$$

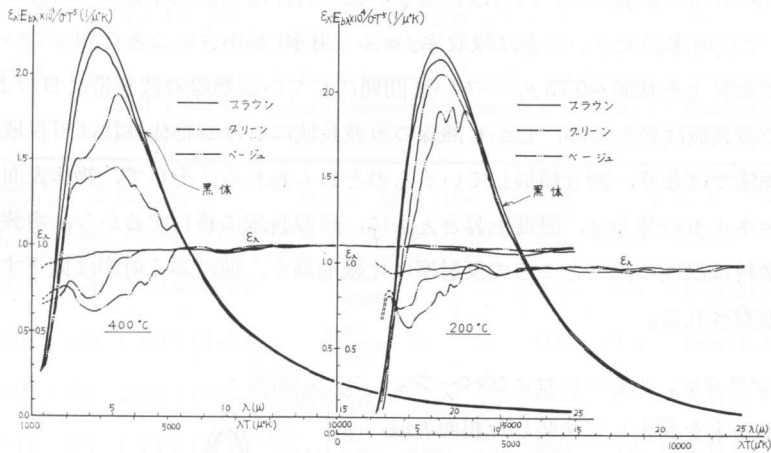
ここで、分光スペクトルからの読み取りは最初人力により $\Delta\lambda = 0.2 \mu$ ごとに $\lambda_1 = 1.0 \mu$ から $\lambda_2 = 25 \mu$ まで行なった。その後これらのデータ処理を自動化し、スペクトラムコンピュータ(日本電子JEC-5)のチャートリーダーにより記録紙から分光スペクトルを 0.1μ ごとに読みとってA-D変換した数値をコンピュータに入れ、式(2)および式(3)の演算を行ない、結果をテレタイプに印字させた。

3. 実験結果および検討

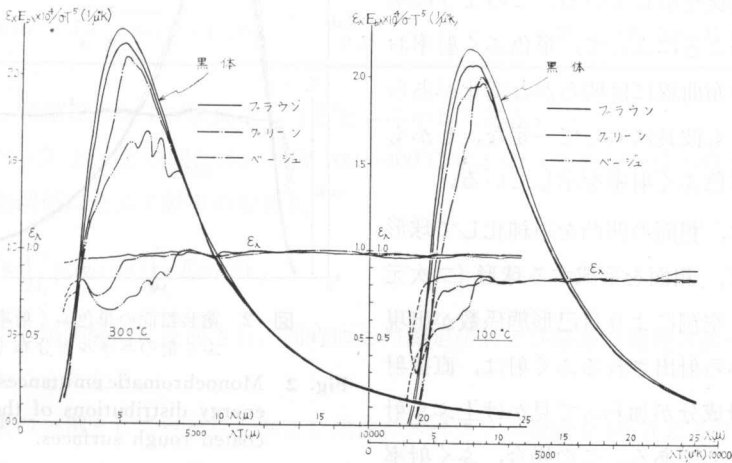
実験装置および方法は前報⁴⁾とほとんど同様である。試料は指向ふく射率の測定に供したものをそのまま使用した。垂直全ふく射率の直接測定に用いた検出器は、KBr(0~25 μ)窓つき真空熱電対型である。実験条件は、測定時の温度変動を試料温度 $\pm 1\%$ 以内、黒体温度 $\pm 0.5\%$ 以内におさえ、モノクロメータ温度21~25°C、室温20~21°C、湿度45~53%である。

3.1 塗装平面および塗装粗面の垂直単色ふく射率

図-1(a)および(b)には、ブラウン、グリーンおよびベージュの塗装平面の温度100°C、200°C、300°Cおよび400°Cにおける垂直単色ふく射率の測定値と、その値を式(1)にかけて算



(a) 400°C, 200°C



(b) 300°C, 100°C

図-1 塗装平面の単色ふく射率と分光ふく射のエネルギー分布

Fig. 1. Monochromatic emittances and energy distribution of spectral emittances of the with paint coated flat smooth surfaces.

出された各 (λT) ごとのふく射エネルギー分布を示している。

この結果によると、ブラウンは既に述べたように、垂直全ふく射率が各温度において非常に大きな値を示したのは、広い波長範囲にわたって単色ふく射率 ϵ_λ がほぼ一定の大きな値を有するためで、ブラウンは黒体に近い灰色体とみなしてよい。図には示していないが、ブラックおよびグレイ等の暗色塗料も同様な性質を有している。

グリーンおよびベージュなどの明色塗料の全ふく射率がブラウンのそれより低いのは、波長の短いところで単色ふく射率が小さくなり、したがってエネルギー分布曲線の山形が崩れて、黒体のそれとは異なった小さな形状となるため、この傾向は温度上昇とともに、とくにベージュにおいて著しくあらわれる。

われわれは日常の体験から、白っぽい明るい色の物体は可視光線をよく反射し反射率が高いこと、そして反射率が高いことは吸収率(=ふく射率)が小さいことを知っている。可視光線の波長帯はおおよそ $0.36 \sim 0.75 \mu$ 、一方いま問題にしている熱線の波長帯はおおよそ $2 \sim 25 \mu$ であり両者の波長域は異なるが、しかし熱線の短波長域における物体性状は可視域における性質に全然無関係ではなく、割合類似しているものとおもわれる。そして、物体表面から射出されるふく射エネルギーの分布は、温度上昇とともに、短波長域に移行するから、塗装平面においても明色の塗料は温度の高いところで反射率は比較的高く、逆にふく射率は低下する結果になったものと推察される。

図-2はブラウン、グリーンおよびベージュにアスベスト粉末を混入して塗装した粗面の温度 200°C における単色ふく射率およびふく射エネルギーの分布曲線を示している。このように塗装表面を粗にすることによって、単色ふく射率およびエネルギー分布曲線には明らかな変化があらわれ、各試料とも波長に対して一定な、しかも非常に大きな単色ふく射率を示している。

このことは、粗面の凹凸を単純化して球形とみなすならば、粗面を形成する球形(二次元的には円弧状)空洞により自己形態係数が出現し、その開口から射出されるふく射は、直接射出の成分に反射成分が加わって見かけ上ふく射率が増大したためである。この場合、ふく射率増加に関与する波長域は、ふく射の波長があらさのピッチに比べて小さければとくに問題はなく、したがってふく射率増加の余地のある短波長域でその効果が顕著にあらわれたものとおもわれる。

分光ふく射におけるこのような現象も、波長には無関係に、全ふく射の垂直ふく射率および指向ふく射率が平面の場合よりも円弧溝ランダム粗面において増大することを示した著者の解析結果⁵⁾あるいは Sparrow の理論⁶⁾から容易に説明できる。

以上の測定結果とその議論から、グリーンまたはベージュのような明色塗料であっても、表面を十分粗にすることにより、黒度の高い灰色体にすることができ、暖房装置の放熱面としてこれを利用することは極めて有効なことが明らかになった。

3.2 単色ふく射率から算出された全ふく射率と直接測定で得られた全ふく射率の比較

表-1には、塗装平面および粗面の分光スペクトルから求められた単色ふく射率を式(3)に代入して算出された全ふく射率 $\epsilon(\lambda)$ と、真空熱電対型検知器により直接測定された全ふく射

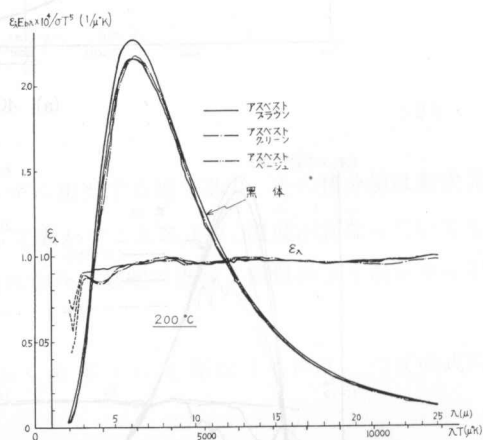


図-2 塗装粗面の単色ふく射率と分光ふく射のエネルギー分布 (200°C)

Fig. 2 Monochromatic emittances and spectral energy distributions of the with paint coated rough surfaces.

表一 塗装面の分光スペクトルから算出された全ふく射率 $\epsilon(\lambda)$ と直接測定された全ふく射率 ϵ 、塗膜厚さおよび表面あらさの比較

Table 1. Comparisons of Total Emittances Calculated from the Spectra and Total Emittances Directly Measured, as well as of Thickness and Surface Roughness of Coated Films.

塗料名	塗料のみ								アスベスト粉末混入 (48メッシュ通過)				
	塗膜厚さ (mm)	表面あらさ			垂直ふく射率 $\epsilon(\lambda)/\epsilon$				塗膜厚さ (mm)	表面あらさ			$\epsilon(\lambda)/\epsilon$ 200°C
		H_{max}	H_{Rms}	H_a	100°C	200°C	300°C	400°C		H_{max}	H_{Rms}	H_a	
ブラック	0.19	5.4	3.2-4.6	3.0-4.2	—	0.93 0.94	—	—	0.46	34.0	9.0-14.0	11.0-15.5	0.94 0.95
グレイ	0.07	3.5	1.3-1.5	1.1-1.4	—	0.96 0.97	—	—	0.41	31.0	13.0-14.0	12.0-13.0	0.97 0.98
ブラウン	0.09	5.4	2.2-2.4	2.0-2.2	0.93 0.95	0.97 0.95	0.97 0.96	0.96 0.95	0.30	28.0	9.0-15.0	7.2-13.5	0.96 0.97
グリーン	0.11	2.7	1.3-1.5	1.1-1.4	0.90 0.94	0.92 0.92	0.90 0.90	0.88 0.87	0.44	21.5	13.0-15.0	11.5-14.0	0.95 0.96
ベージュ	0.07	4.3	1.0-1.5	0.9-1.4	0.86 0.88	0.88 0.86	0.85 0.83	0.77 0.78	0.36	27.0	13.0-14.2	11.5-13.5	0.95 0.95
シルバ (II)	0.07	4.0	1.6-1.7	1.4-1.6	—	0.36 0.36	—	—	0.28	50.0	10.0-13.0	8.5-12.0	0.48 0.51

率 ϵ の値を、塗膜厚さおよび表面あらさとともに示してある。

各試料の $\epsilon(\lambda)$ と ϵ との間には、温度 100~400°C にわたって良い一致が得られ、この範囲では温度に無関係に全ふく射率の定義式

$$\epsilon = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \epsilon_\lambda E_{b\lambda} d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_{b\lambda} d\lambda} \quad (4)$$

が成立することが実験的に証明され、同時にこの測定法および結果の処理方法の妥当性の裏づけが得られたことになる。

分光結果の一例としてベージュおよび黒体のスペクトル線図を図-3 に示す。このスペクトル線図をチャートリーダーに読ませてコンピューターで処理した結果を表-2 に示す。

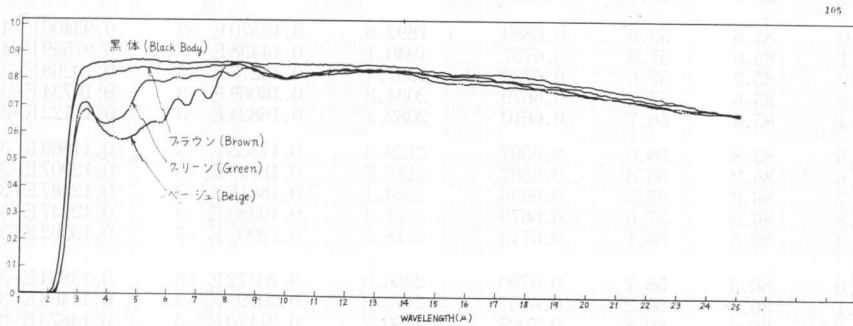


図-3 自記分光放射計 (SR-3) により記録された塗装平面の分光スペクトル

Fig. 3. Spectra on the with paint coated flat smooth surfaces, recorded with Autorecording Spectro-Radiometer (JASCO SR-3)

表一2 塗装平面 (ベージュ) の分光スペクトルをスペクトラムコンピュータ (JEC-5) にかけて単色ふく射率および分光ふく射エネルギーを計算した結果

Table 2. Results of Monochromatic Emittances and Spectral Radiation Energy, Computed with Spectrum Computer (JEOL JEC-5) from the with Beige Coated Flat Smooth Surface.

SPECIMEN: BEIGE						
TEMPERATURE: 473.2°K						
WAVELENGTH: 1~25 MICRON						
MIC	ORR	SPR	SPR/ORR	XIT	EBRT	ESRT
1.0	0.0	0.0	0.0000	473.1	0.17332E-10	0.0
1.1	0.0	0.0	0.0000	520.5	0.17075E-9	0.0
1.2	0.0	0.0	0.0000	567.8	0.11062E-8	0.0
1.3	0.0	0.0	0.0000	615.1	0.52062E-8	0.0
1.4	0.0	0.0	0.0000	662.4	0.19105E-7	0.0
1.5	0.0	0.0	0.0000	709.8	0.57566E-7	0.0
1.6	0.0	0.0	0.0000	757.1	0.14799E-6	0.0
1.7	0.0	0.0	0.0000	804.4	0.33425E-6	0.0
1.8	0.0	0.0	0.0000	851.7	0.67841E-6	0.0
1.9	0.0	0.0	0.0000	899.0	0.12595E-5	0.0
2.0	0.0	0.0	0.0000	946.4	0.21692E-5	0.0
2.1	1.0	0.0	0.0000	993.7	0.35056E-5	0.0
2.2	3.5	0.1	0.0312	1041.0	0.53650E-5	0.16765E-6
2.3	8.7	1.4	0.1645	1088.3	0.78346E-5	0.12892E-5
2.4	15.8	5.4	0.3426	1135.7	0.10985E-4	0.37642E-5
2.5	26.1	11.6	0.4468	1183.0	0.14868E-4	0.66432E-5
2.6	41.0	22.2	0.5420	1230.3	0.19509E-4	0.10574E-4
2.7	56.2	35.5	0.6324	1277.6	0.24911E-4	0.15754E-4
2.8	68.8	48.6	0.7064	1324.9	0.31052E-4	0.21936E-4
2.9	76.5	59.5	0.7779	1372.3	0.37889E-4	0.29475E-4
3.0	80.6	66.7	0.8278	1419.6	0.45361E-4	0.37551E-4
3.1	82.3	69.5	0.8448	1466.9	0.53392E-4	0.45106E-4
3.2	83.3	70.2	0.8426	1514.2	0.61895E-4	0.52157E-4
3.3	83.7	70.3	0.8395	1561.6	0.70777E-4	0.59419E-4
3.4	84.2	69.2	0.8219	1608.9	0.79941E-4	0.65704E-4
3.5	84.7	67.5	0.7968	1656.2	0.89291E-4	0.71152E-4
3.6	85.1	64.6	0.7597	1703.5	0.98731E-4	0.75015E-4
3.7	85.3	62.3	0.7304	1750.8	0.10817E-3	0.79016E-4
3.8	85.3	61.0	0.7148	1798.2	0.11753E-3	0.84016E-4
3.9	85.3	59.6	0.6992	1845.5	0.12673E-3	0.88612E-4
4.0	85.5	58.8	0.6883	1892.8	0.13570E-3	0.93406E-4
4.1	85.6	57.8	0.6757	1940.1	0.14438E-3	0.97569E-4
4.2	85.7	57.6	0.6722	1987.4	0.15273E-3	0.10268E-3
4.3	85.6	57.2	0.6679	2034.8	0.16069E-3	0.10734E-3
4.4	85.8	56.7	0.6610	2082.1	0.16824E-3	0.11122E-3
4.5	85.8	56.6	0.6597	2129.4	0.17535E-3	0.11569E-3
4.6	86.2	56.8	0.6597	2176.7	0.18199E-3	0.12007E-3
4.7	86.2	57.2	0.6636	2224.1	0.18815E-3	0.12487E-3
4.8	86.3	57.6	0.6679	2271.4	0.19383E-3	0.12947E-3
4.9	86.5	58.1	0.6713	2318.7	0.19902E-3	0.13362E-3
5.0	86.5	58.7	0.6790	2366.0	0.20372E-3	0.13834E-3
5.1	86.5	60.2	0.6957	2413.3	0.20795E-3	0.14468E-3
5.2	86.6	60.8	0.7025	2460.7	0.21170E-3	0.14873E-3
5.3	86.4	61.8	0.7159	2508.0	0.21498E-3	0.15391E-3
5.4	86.5	62.5	0.7227	2555.3	0.21783E-3	0.15743E-3
5.5	86.4	63.0	0.7287	2602.6	0.22024E-3	0.16051E-3
5.6	86.3	63.0	0.7297	2649.9	0.22224E-3	0.16217E-3
5.7	86.2	63.1	0.7319	2697.3	0.22385E-3	0.16384E-3
5.8	85.7	62.8	0.7331	2744.6	0.22507E-3	0.16501E-3
5.9	85.8	63.5	0.7399	2791.9	0.22595E-3	0.16719E-3

Table 2 (Continued 2)

MIC	ORR	SPR	SPR/ORR	XIT	EBRT	ESRT
6.0	85.7	65.3	0.7616	2839.2	0.22649 E -3	0.17250 E -3
6.1	85.3	67.8	0.7955	2886.6	0.22671 E -3	0.18036 E -3
6.2	85.4	69.8	0.8179	2933.9	0.22663 E -3	0.18537 E -3
6.3	85.6	71.3	0.8326	2981.2	0.22628 E -3	0.18842 E -3
6.4	85.4	71.6	0.8387	3028.5	0.22567 E -3	0.18928 E -3
6.5	85.3	71.1	0.8333	3075.8	0.22482 E -3	0.18735 E -3
6.6	85.2	69.6	0.8174	3123.2	0.22375 E -3	0.18291 E -3
6.7	85.2	69.5	0.8161	3170.5	0.22247 E -3	0.18158 E -3
6.8	85.3	70.4	0.8255	3217.8	0.22101 E -3	0.18245 E -3
6.9	85.3	73.2	0.8580	3265.1	0.21938 E -3	0.18824 E -3
7.0	85.5	74.8	0.8753	3312.4	0.21759 E -3	0.19046 E -3
7.1	85.5	74.9	0.8766	3359.8	0.21566 E -3	0.18905 E -3
7.2	85.5	74.3	0.8688	3407.1	0.21360 E -3	0.18558 E -3
7.3	85.6	72.9	0.8521	3454.4	0.21142 E -3	0.18016 E -3
7.4	85.6	71.9	0.8404	3501.7	0.20915 E -3	0.17578 E -3
7.5	85.5	72.5	0.8480	3549.1	0.20678 E -3	0.17536 E -3
7.6	85.6	74.8	0.8741	3596.4	0.20433 E -3	0.17862 E -3
7.7	85.6	78.2	0.9131	3643.7	0.20181 E -3	0.18427 E -3
7.8	85.6	80.5	0.9403	3691.0	0.19923 E -3	0.18734 E -3
7.9	85.6	82.7	0.9662	3738.3	0.19659 E -3	0.18996 E -3
8.0	85.9	84.3	0.9806	3785.7	0.19392 E -3	0.19016 E -3
8.1	85.9	84.5	0.9832	3833.0	0.19120 E -3	0.18799 E -3
8.2	85.7	85.2	0.9935	3880.3	0.18846 E -3	0.18724 E -3
8.3	85.6	85.2	0.9948	3927.6	0.18569 E -3	0.18473 E -3
8.4	85.6	85.4	0.9974	3974.9	0.18291 E -3	0.18244 E -3
8.5	85.6	85.5	0.9987	4022.3	0.18012 E -3	0.17988 E -3
8.6	85.6	85.4	0.9974	4069.6	0.17732 E -3	0.17686 E -3
8.7	85.5	85.3	0.9974	4116.9	0.17452 E -3	0.17406 E -3
8.8	85.3	85.1	0.9974	4164.2	0.17172 E -3	0.17127 E -3
8.9	85.3	84.3	0.9882	4211.6	0.16893 E -3	0.16695 E -3
9.0	85.3	84.1	0.9856	4258.9	0.16615 E -3	0.16377 E -3
9.1	85.2	83.8	0.9843	4306.2	0.16338 E -3	0.16083 E -3
9.2	84.8	83.6	0.9856	4353.5	0.16063 E -3	0.15832 E -3
9.3	84.8	83.2	0.9803	4400.8	0.15790 E -3	0.15480 E -3
9.4	85.2	82.4	0.9674	4448.2	0.15520 E -3	0.15014 E -3
9.5	85.2	81.5	0.9569	4495.5	0.15251 E -3	0.14595 E -3
9.6	85.2	81.2	0.9530	4542.8	0.14986 E -3	0.14282 E -3
9.7	84.9	80.8	0.9516	4590.1	0.14723 E -3	0.14011 E -3
9.8	84.9	80.6	0.9490	4637.4	0.14463 E -3	0.13725 E -3
9.9	84.8	80.2	0.9450	4684.8	0.14206 E -3	0.13425 E -3
10.0	84.6	79.8	0.9435	4732.1	0.13952 E -3	0.13165 E -3
10.1	84.8	79.7	0.9397	4779.4	0.13072 E -3	0.12877 E -3
10.2	85.1	79.8	0.9386	4826.7	0.13454 E -3	0.12629 E -3
10.3	85.1	79.6	0.9360	4874.0	0.13211 E -3	0.12366 E -3
10.4	84.9	79.8	0.9398	4921.4	0.12971 E -3	0.12191 E -3
10.5	84.8	80.1	0.9437	4968.7	0.12734 E -3	0.12018 E -3
10.6	84.8	80.1	0.9437	5016.0	0.12502 E -3	0.11798 E -3
10.7	84.8	80.5	0.9489	5063.3	0.12272 E -3	0.11646 E -3
10.8	84.8	80.6	0.9502	5110.7	0.12047 E -3	0.11448 E -3
10.9	84.9	80.8	0.9516	5158.0	0.11825 E -3	0.11253 E -3
11.0	84.8	80.9	0.9541	5205.3	0.11607 E -3	0.11075 E -3
11.1	84.9	80.8	0.9516	5252.6	0.11392 E -3	0.10841 E -3
11.2	84.9	80.9	0.9529	5299.9	0.11182 E -3	0.10655 E -3
11.3	84.9	81.2	0.9555	5347.3	0.10974 E -3	0.10487 E -3
11.4	84.9	81.3	0.9568	5394.6	0.10771 E -3	0.10306 E -3
11.5	84.9	81.3	0.9568	5441.9	0.10571 E -3	0.10115 E -3
11.6	84.9	81.5	0.9594	5489.2	0.10375 E -3	0.99550 E -4
11.7	84.7	81.6	0.9633	5536.5	0.10182 E -3	0.98091 E -4
11.8	84.6	81.6	0.9645	5583.9	0.99938 E -4	0.96397 E -4
11.9	84.6	81.6	0.9645	5631.2	0.98083 E -4	0.94607 E -4

Table 2 (Continued 3)

MIC	ORR	SPR	SPR/ORR	XIT	EBRT	ESRT
12.0	84.7	81.8	0.9659	5678.5	0.96262E-4	0.92982E-4
12.1	84.8	81.8	0.9646	5725.8	0.94476E-4	0.91137E-4
12.2	84.7	81.9	0.9672	5773.1	0.92724E-4	0.89686E-4
12.3	84.4	82.2	0.9736	5820.5	0.91006E-4	0.88611E-4
12.4	84.5	82.3	0.9737	5867.8	0.89320E-4	0.86973E-4
12.5	84.6	82.2	0.9711	5915.1	0.87668E-4	0.85136E-4
12.6	84.6	82.3	0.9724	5962.4	0.86047E-4	0.83676E-4
12.7	84.6	82.3	0.9724	6009.8	0.84458E-4	0.82131E-4
12.8	84.6	82.1	0.9698	6057.1	0.82901E-4	0.80398E-4
12.9	84.6	82.2	0.9711	6104.4	0.81374E-4	0.79024E-4
13.0	84.6	82.2	0.9711	6151.7	0.79877E-4	0.77571E-4
13.1	84.7	82.3	0.9711	6199.0	0.78410E-4	0.76149E-4
13.2	84.7	82.4	0.9724	6246.4	0.76972E-4	0.74854E-4
13.3	84.6	82.3	0.9724	6293.7	0.75563E-4	0.73481E-4
13.4	84.4	82.2	0.9736	6341.0	0.74182E-4	0.72230E-4
13.5	84.4	82.2	0.9736	6388.3	0.72829E-4	0.70913E-4
13.6	84.5	82.2	0.9724	6435.6	0.71503E-4	0.69530E-4
13.7	84.3	82.1	0.9736	6483.0	0.70204E-4	0.68354E-4
13.8	84.2	81.9	0.9736	6530.3	0.68930E-4	0.67112E-4
13.9	84.1	81.8	0.9735	6577.6	0.67683E-4	0.65895E-4
14.0	84.1	81.5	0.9696	6624.9	0.66460E-4	0.64441E-4
14.1	83.9	81.5	0.9709	6672.2	0.65263E-4	0.63363E-4
14.2	83.8	81.5	0.9721	6719.6	0.64089E-4	0.62307E-4
14.3	83.8	81.1	0.9668	6766.9	0.62936E-4	0.60855E-4
14.4	83.6	80.8	0.9668	6814.2	0.61813E-4	0.59761E-4
14.5	83.2	80.4	0.9666	6861.5	0.60709E-4	0.58683E-4
14.6	82.7	80.2	0.9691	6908.9	0.59628E-4	0.57787E-4
14.7	82.7	79.9	0.9664	6956.2	0.58568E-4	0.56603E-4
14.8	82.6	79.3	0.9596	7003.5	0.57530E-4	0.55210E-4
14.9	82.6	78.9	0.9556	7050.8	0.56513E-4	0.54006E-4
15.0	82.5	78.6	0.9528	7098.1	0.55516E-4	0.52901E-4
15.1	82.4	78.5	0.9528	7145.5	0.54539E-4	0.51967E-4
15.2	82.3	78.5	0.9541	7192.8	0.53583E-4	0.51124E-4
15.3	82.2	78.2	0.9513	7240.1	0.52645E-4	0.50084E-4
15.4	81.9	78.2	0.9539	7287.4	0.51726E-4	0.49343E-4
15.5	81.6	78.2	0.9578	7334.7	0.50826E-4	0.48682E-4
15.6	81.2	78.2	0.9630	7382.1	0.49944E-4	0.48099E-4
15.7	81.3	78.2	0.9617	7429.4	0.49080E-4	0.47202E-4
15.8	81.3	78.2	0.9617	7476.7	0.48233E-4	0.46388E-4
15.9	81.5	78.1	0.9577	7524.0	0.47403E-4	0.45401E-4
16.0	81.5	77.8	0.9550	7571.3	0.46589E-4	0.44495E-4
16.1	81.4	77.9	0.9577	7618.7	0.45792E-4	0.43855E-4
16.2	81.4	78.2	0.9604	7666.0	0.45011E-4	0.43230E-4
16.3	81.6	77.9	0.9551	7713.3	0.44245E-4	0.42258E-4
16.4	81.5	78.1	0.9577	7760.6	0.43494E-4	0.41657E-4
16.5	81.4	77.8	0.9563	7808.0	0.42759E-4	0.40892E-4
16.6	81.5	77.8	0.9550	7855.3	0.42038E-4	0.40148E-4
16.7	81.5	77.8	0.9550	7902.6	0.41331E-4	0.39472E-4
16.8	81.5	77.7	0.9536	7949.9	0.40638E-4	0.38755E-4
16.9	81.5	77.6	0.9523	7997.2	0.39959E-4	0.38053E-4
17.0	81.5	77.5	0.9509	8044.6	0.38293E-4	0.37366E-4
17.1	81.5	77.4	0.9495	8091.9	0.38640E-4	0.36692E-4
17.2	81.3	77.1	0.9480	8139.2	0.38000E-4	0.36027E-4
17.3	81.2	76.8	0.9466	8186.5	0.37372E-4	0.35378E-4
17.4	81.2	76.7	0.9452	8233.8	0.36757E-4	0.34746E-4
17.5	80.9	76.8	0.9492	8281.2	0.36154E-4	0.34319E-4
17.6	80.9	76.9	0.9506	8328.5	0.35562E-4	0.33806E-4
17.7	80.8	76.8	0.9505	8375.8	0.34982E-4	0.33252E-4
17.8	80.7	76.7	0.9504	8423.1	0.34413E-4	0.32709E-4
17.9	80.6	76.5	0.9490	8470.4	0.33855E-4	0.32130E-4

Table 2 (Continued 4)

MIC	ORR	SPR	SPR/ORR	XIT	EBRT	ESRT
18.0	80.6	76.5	0.9490	8517.8	0.33308E-4	0.31611E-4
18.1	80.3	76.5	0.9529	8565.1	0.32772E-4	0.31230E-4
18.2	80.4	76.4	0.9502	8612.4	0.32245E-4	0.30642E-4
18.3	80.1	76.5	0.9556	8659.7	0.31729E-4	0.30321E-4
18.4	79.8	76.5	0.9582	8707.1	0.31223E-4	0.29920E-4
18.5	79.8	76.4	0.9568	8754.4	0.30726E-4	0.29401E-4
18.6	79.8	76.4	0.9568	8801.7	0.30238E-4	0.28935E-4
18.7	79.3	76.3	0.9621	8849.0	0.29760E-4	0.28635E-4
18.8	78.9	76.4	0.9676	8896.3	0.29291E-4	0.28343E-4
18.9	78.8	76.4	0.9690	8943.7	0.28831E-4	0.27937E-4
19.0	78.6	76.2	0.9689	8991.0	0.28379E-4	0.27497E-4
19.1	78.3	76.4	0.9758	9038.3	0.27936E-4	0.27262E-4
19.2	78.2	75.9	0.9715	9085.6	0.27501E-4	0.26720E-4
19.3	78.1	75.8	0.9715	9132.9	0.27074E-4	0.26304E-4
19.4	77.9	75.7	0.9715	9180.3	0.26656E-4	0.25896E-4
19.5	77.6	75.3	0.9699	9227.6	0.26245E-4	0.25456E-4
19.6	77.4	75.2	0.9713	9274.9	0.25841E-4	0.25100E-4
19.7	77.5	74.8	0.9656	9322.2	0.25445E-4	0.24570E-4
19.8	77.3	74.5	0.9640	9369.5	0.25056E-4	0.24156E-4
19.9	77.3	74.3	0.9612	9416.9	0.24675E-4	0.23718E-4
20.0	77.1	74.1	0.9611	9464.2	0.24300E-4	0.23355E-4
20.1	76.9	73.8	0.9596	9511.5	0.23933E-4	0.22966E-4
20.2	77.2	73.6	0.9539	9558.8	0.23572E-4	0.22486E-4
20.3	76.7	73.6	0.9594	9606.2	0.23217E-4	0.22276E-4
20.4	76.3	73.5	0.9636	9653.5	0.22869E-4	0.22037E-4
20.5	76.3	73.2	0.9592	9700.8	0.22527E-4	0.21609E-4
20.6	75.9	72.8	0.9590	9748.1	0.22192E-4	0.21283E-4
20.7	75.7	72.7	0.9604	9795.4	0.21862E-4	0.20997E-4
20.8	75.6	72.6	0.9603	9842.8	0.21539E-4	0.20685E-4
20.9	75.5	72.5	0.9602	9890.1	0.21221E-4	0.20378E-4
21.0	75.2	72.5	0.9645	9937.4	0.20909E-4	0.20167E-4
21.1	74.9	72.4	0.9659	9984.7	0.20602E-4	0.19900E-4
21.2	74.7	72.2	0.9658	10032.0	0.20301E-4	0.19607E-4
21.3	74.8	71.8	0.9599	10079.4	0.20005E-4	0.19204E-4
21.4	74.6	71.7	0.9613	10126.7	0.19714E-4	0.18952E-4
21.5	74.5	71.6	0.9612	10174.0	0.19429E-4	0.18676E-4
21.6	74.2	71.5	0.9640	10221.3	0.19148E-4	0.18460E-4
21.7	73.9	71.2	0.9624	10268.6	0.18873E-4	0.18164E-4
21.8	73.8	71.1	0.9624	10316.0	0.18602E-4	0.17903E-4
21.9	73.7	70.8	0.9608	10363.0	0.18336E-4	0.17618E-4
22.0	73.5	70.6	0.9607	10410.6	0.18074E-4	0.17365E-4
22.1	73.2	70.4	0.9620	10457.9	0.17817E-4	0.17142E-4
22.2	72.9	70.2	0.9619	10505.3	0.17565E-4	0.16897E-4
22.3	72.6	70.1	0.9648	10552.6	0.17317E-4	0.16708E-4
22.4	72.6	69.7	0.9602	10599.9	0.17073E-4	0.16394E-4
22.5	72.5	69.6	0.9601	10647.2	0.16833E-4	0.16163E-4
22.6	71.9	69.5	0.9660	10694.5	0.16598E-4	0.16034E-4
22.7	71.6	69.3	0.9674	10741.9	0.16366E-4	0.15833E-4
22.8	71.6	69.2	0.9658	10789.2	0.16138E-4	0.15588E-4
22.9	71.6	68.9	0.9627	10836.5	0.15914E-4	0.15322E-4
23.0	71.2	68.5	0.9625	10883.8	0.15694E-4	0.15107E-4
23.1	70.9	68.4	0.9640	10931.1	0.15478E-4	0.14921E-4
23.2	70.8	68.4	0.9655	10978.5	0.15265E-4	0.14739E-4
23.3	70.5	68.4	0.9700	11025.8	0.15056E-4	0.14606E-4
23.4	70.2	68.3	0.9731	11073.1	0.14850E-4	0.14451E-4
23.5	69.9	68.3	0.9761	11120.4	0.14648E-4	0.14299E-4
23.6	69.6	67.9	0.9760	11167.8	0.14449E-4	0.14104E-4
23.7	69.2	67.8	0.9807	11215.1	0.14254E-4	0.13979E-4
23.8	68.9	67.7	0.9822	11262.4	0.14961E-4	0.13812E-4
23.9	68.9	67.5	0.9790	11309.7	0.13872E-4	0.13582E-4

Table 2 (Continued 5)

MIC	ORR	SPR	SPR/ORR	XIT	EBRT	ESRT
24.0	68.7	67.6	0.9838	11357.0	0.13686E-4	0.13465E-4
24.1	68.5	67.5	0.9854	11404.4	0.13503E-4	0.13306E-4
24.2	68.4	67.5	0.9870	11451.7	0.13323E-4	0.13150E-4
24.3	68.3	67.5	0.9886	11499.0	0.13146E-4	0.12996E-4
24.4	67.9	67.5	0.9934	11546.3	0.12972E-4	0.12887E-4
24.5	67.7	67.5	0.9967	11593.6	0.12800E-4	0.12758E-4
24.6	67.6	67.6	1.0000	11641.0	0.12632E-4	0.12632E-4
24.7	67.5	67.3	0.9967	11688.3	0.12466E-4	0.12425E-4
24.8	67.5	67.2	0.9950	11735.6	0.12302E-4	0.12242E-4
24.9	67.3	66.8	0.9934	11782.9	0.12142E-4	0.12062E-4
25.0	67.3	66.6	0.9901	11830.2	0.11984E-4	0.11865E-4
ES=0.87678E 0						

MIC: Wavelength (μ).

ORR: Reading Value of Spectra on Black Body.

SPR: Reading Value of Spectra on Specimen.

SPR/ORR: Ratio of SPR and ORR=Emittance of Specimen.

XIT: Product of Wavelength and Temperature. ($\mu^{\circ}\text{K}$)

EBRT: Spectral Radiation Energy of Black Body. ($1/\mu^{\circ}\text{K}$)

ESRT: Spectral Radiation Energy of Specimen. ($1/\mu^{\circ}\text{K}$)

ES: Total Emittance of Specimen at Region of Wavelength 1~25 μ .

4. む す び

前報⁷⁾において、塗装面を粗面にすることによって、たとえ明色塗料であっても垂直ふく射率および指向ふく射率などの全ふく射率は増大することが明らかになったが、さらにこの報告における分光の結果、つぎの事が明らかになった。

すなわち、塗装平面では短波長域で垂直単色ふく射率は比較的小さいが、粗面にすると短波長域のふく射率も増大し、全波長にわたって一様な大きな単色ふく射率を示し、ブラウン、グレイ、ブラックなどの暗色塗料はもとより、グリーン、ベージュなどの明色塗料においても黒度の高い灰色体となる。この性質はとくに温度の高い暖房放熱面においてふく射放熱量の増大をもたらし、放熱器特性の向上に役立つものとおもわれる。

文 献

- 1) 平嶋雅雄: 空気調和と冷凍, 7, 9, 15 (1967).
- 2) McAdams: Heat Transmission, 477 (1954), McGraw-Hill.
- 3) R. V. Dunkle: Trans. ASME., 76, 5, 549 (1954).
- 4) 金山公夫・馬場 弘: 第7回日本伝熱シンポジウム講演論文集, 301 (1970).
- 5) 金山公夫・馬場 弘: 第8回日本伝熱シンポジウム講演論文集, 265 (1971).
- 6) E. M. Sparrow: Trans. ASME., 84, Ser. C, 2, 188 (1962).
- 7) 金山公夫: 北見工大研報, 3, 1, 23 (1971).