

FTIRによる分光放射率測定

Spectral Emissivity Measurement by FTIR

地球温暖化の問題が深刻化する中で、CO₂削減が世界的な課題として注目されています。日常生活の中には、省エネを実践することが手近なCO₂削減への方策といえますが、工業製品や家庭電化製品の中で利用されている加熱装置、保温装置においては、遠赤外線放射材料を活用することが、省エネに貢献するものとしてその

効果が期待されています。また暖房器具や調理器具への応用は健康的にも好影響を与えるとして、今後も更なる応用開発が進められると思われます。ここでは、遠赤外線放射材料を評価するうえで基礎的なデータとなる分光放射率スペクトルについて、測定システムと測定例をご紹介します。

S. Takeuchi

分光放射率

Spectral Emissivity

放射率とは、「放射体の放射発散度とその放射体と同温度の黒体の放射発散度の比」として定義されます¹⁾。さらに、分光放射率とは、「放射率を各波長（波数または振動数）成分の関数として表したもの¹⁾」になります。

黒体とは、「すべての波長の放射を完全に吸収する仮想的な物体¹⁾」で、黒体から放射されるエネルギーは、波長と物体の温度の関数として表されることが、プランクの法則として知られています。Fig.1はプランクの式から求めた100, 200, 400, 600 の分光放射発散度です。

実際の測定に際しては、理想黒体に近いものとして黒体炉を用い、それを基準にした試料の放射率を測定します。

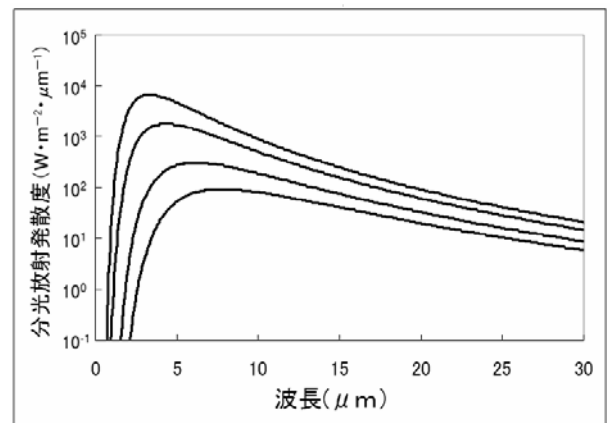


Fig.1 黒体の分光放射発散度
Radiant emittance of blackbody

分光放射率測定システム

Spectral Emissivity measurement system

日本工業規格のJIS R 1801²⁾には、FTIRによる分光放射率測定方法が記載されています。ここでは、FTIRを用いた放射率測定システムをご紹介します。分光放射率測定システムは、FTIR本体（IRPrestige-21）と黒体炉、試料加熱炉、温度コントローラーおよび付属光学系から構成されます。Fig.2はその外観写真です。

放射率測定の場合、FTIRの赤外光源をOFFにして、その代わりに外部の黒体炉、および試料加熱炉からの放射を測定できるようになっています。

このシステムでは試料室を用いた通常測定にも対応できます。



Fig.2 分光放射率測定システムの外観
Photograph of spectral emissivity measurement system

アルミナの放射率測定

Spectral Emissivity of Alumina Ceramics

厚さ1 mmのアルミナセラミックスの円板を450 に加熱して分光放射率を測定しました。黒体炉および試料の放射エネルギーの測定値を横軸波長表示で示したものがFig.3になります。分光放射率は両者の比をとったものでFig.4がその結果です。波長6 ~ 10 μmあたりで放射率が100 %に近いことがわかります。

ガラス板の放射率測定

Spectral Emissivity of Glass Plate

厚さ5 mmの板ガラスを300 で測定した分光放射率スペクトルをFig.5 (a) に示します。Fig.5の (b), (c) は同じ試料の反射スペクトルと透過スペクトルを示しています。

物体に入射した光はエネルギー保存の法則から全体のエネルギー量を1とすると下記のように表されます。

$$1 = \alpha + \rho + \tau$$

(α : 吸収率 ρ : 反射率 τ : 透過率)

不透明体では $\tau = 0$ で、温度平衡状態にあるとき放射率は吸収率と等しくなるため(キルヒホッフの法則), 放射率は1から反射率を引いた値となります($\epsilon = 1 - \rho$)

Fig.5の結果からこのガラスの透過スペクトルは4 μm以上の波長では透過率がほぼ0 %であり, $\tau = 1 - \rho$ となっています。このことから, Fig.5の放射率スペクトルが妥当なものであることがわかります。

Table 1 測定条件
Analytical Conditions

Resolution	: 8 cm ⁻¹
Accumulation	: 100
Detector	: DLATGS

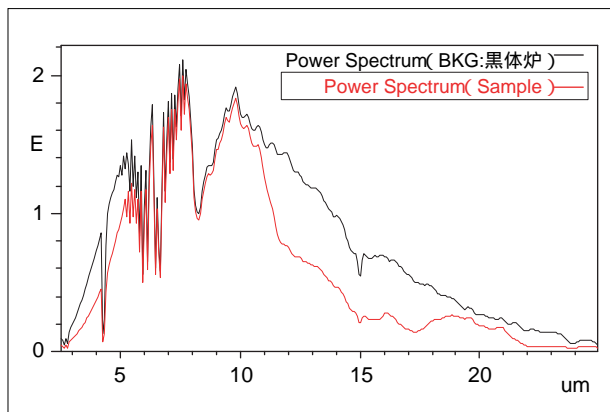


Fig.3 黒体炉および試料のパワースペクトル
Power spectra of blackbody furnace and sample

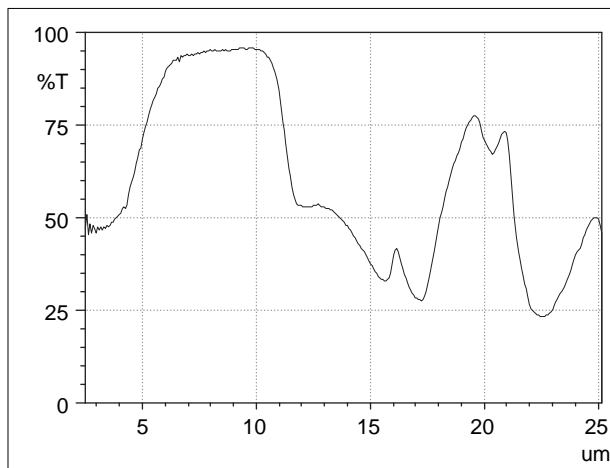


Fig.4 アルミナセラミックスの分光放射率スペクトル
Spectral emissivity of alumina ceramics

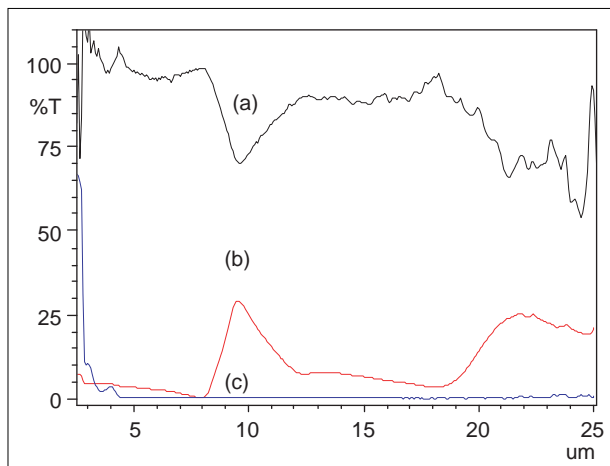


Fig.5 ガラス板の分光放射率スペクトル(a)と反射スペクトル(b), および透過率スペクトル(c)
Spectral emissivity of glass plate (a) and reflection spectrum (b), transmission spectrum (c)

【参考文献】

- 1) 日本工業規格 JISZ8117 遠赤外線用語
- 2) 日本工業規格 JISR1801 遠赤外ヒータに放射部材として用いられるセラミックスのFTIRによる分光放射率測定方法

A 改訂版発行：2010年8月
初版発行：2009年1月

島津製作所 分析計測事業部
応用技術部

島津分析コールセンター

- 0120-131691(携帯電話不可)
- 携帯電話専用番号(075)813-1691

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の会員制Web Solutions Navigatorで閲覧できます。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>
会員制Webの閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。