

-データ集-

各種素材の遠赤外線放射率の特徴

環境・機能材料科 山口 典男

要 約

各種材料の遠赤外線放射率を測定し、素材毎の放射率データについてまとめた。金属は放射率が約10%以下の素材が多い。また、セラミックスやプラスチックなどの放射率は80~90%と高い値を示す。このように、身の回りの材料の大半は遠赤外線放射率が高いことが確認された。また、同じ材料であっても表面状態によりその値が変動することや、色による影響はほとんどないことが明らかとなった。

キーワード：遠赤外線、放射率、材料

1. はじめに

遠赤外線は可視光やX線などと同じ電磁波の一種であり、その波長が約 $3\mu\text{m}$ ~ 1mm と定義されている^{1,2)}。遠赤外線は途中の空間を温めることなく、対象物を直接加熱することができ、過去には自動車の塗膜の乾燥などに用いられた経緯があり、現在でも省エネ技術として注目されている。

遠赤外線放射(輻射)の特性を示す物性値として、「放射率」と「放射量」がある。放射率は、放射材を加熱した際に、熱を遠赤外線として放出する能力を示す値であり0~100%の値を示し、数 10°C ~ 200°C の範囲において温度による著しい影響はない。一方、放射量は、実際に放射されるエネルギー量に相当する値であり、温度により著しく影響を受け、絶対温度^{*1)}の4乗に比例して増大する。材料の選択においては放射率がひとつの目安となるが、使用に際しては放射量、すなわち、使用温度にも十分考慮する必要がある。さらには、被加熱物との距離が長くなると、被加熱物への遠赤外線到達量が減少したり、被加熱物の特性により遠赤外線の吸収のしやすさが異なったりするなど、被加熱物への影響について放射率以外の条件も非常に重要となる。使用条件が全く同じである場合に限り、放射

率による議論や推定も可能となる。

窯業技術センターでは研究等を通じ各種素材の放射率を測定しデータの蓄積がある。そこで、本報告では、遠赤外線放射材への正しい理解を深めることを目的とし、各種素材の遠赤外線放射率データを紹介する。

2. 各種素材の放射率

測定には、日本電子製JIR-E500を用い、各試料を $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ に加熱し測定した。これまで測定したデータを金属類、セラミックス類、プラスチック類、木質類に分類し、それぞれの代表的な素材の放射率曲線^{*2)}を図1~4に示す。また、表1に積分波長範囲を $3.33\sim 20\mu\text{m}$ として計算した積分放射率^{*3)}を示す。

金属の積分放射率は概ね10%以下であり、セラミックスなどの他の素材と比べると非常に低いことが分かる(図1、表1)。また、アルミニウム合金において、光沢面の積分放射率は約4%であるのに対し、紙やすりで傷をつけた面では約10%となり、同じ素材であっても放射率が変化することが分かる(表1)。このように、遠赤外線放射率は、素材の違いだけでなく、表面状態も影響を及ぼす。

表1 各種素材の遠赤外線放射率

素 材		表面温度 (℃)	積分放射率 (%)	備 考
金属類	アルミニウム合金 (光沢)	90.9	3.6	表面に錆なし
	アルミニウム合金 (傷あり)	91.3	10.4	紙やすりで表面を研磨
	銅	91.9	<1	光沢面
	ステンレス	91.8	7.5	SUS430、光沢面
セラミックス類	陶磁器	44.5	87.7	一般的な石灰釉
	セメント	44.3	92.7	普通ポルトランドセメントの固化体
	石膏	53.2	83.0	固化体
	ガラス	90.3	88.1	ソーダ石灰ガラス
プラスチック類	ポリエチレンテレフタレート (PET)	53.8	91.7	ペットボトルの素材などで使用
	ポリプロピレン (PP)	42.8	86.0	容器などをはじめとした日用品等で 広く使用されている
	アクリル樹脂 (透明)	51.4	92.2	
	アクリル樹脂 (黒)	51.0	90.6	
木質類	ベニヤ板	41.6	84.1	
	炭	45.2	79.8	市販されている一般的な炭
	紙	44.1	84.6	一般的なコピー用紙

セラミックス類、プラスチック類、木質類は、概ね80%以上の高い積分放射率を示している(表1)。セラミックス類では、セメント固化体がどの波長においても90%付近の値を示しており(図2)、積分放射率は90%以上である。また、陶磁器は、積分放射率が約87%と高いものの、9 μ m付近で約60%まで低下するなど波長依存性が高い素材である(図2)。

プラスチック類では、ペットボトルなどの素材であるポリエチレンテレフタレート(PET)は、セメント固化体と似ており、どの波長でも高い放射率を示し、積分放射率も90%以上である。弁当箱など日用品などでよく使われているポリプロピレン(PP)は、16 μ m付近で放射率の低下があるものの、積分放射率は約86%と高い値となっている(表1, 図3)。

透明なアクリル樹脂と黒のアクリル樹脂の積分放射率を表1に示している。透明が約92%で、黒色が約91%とほぼ同じ値を示すことが分かる。一般的に黒色が遠赤外線を放射しやすいと思われるが、

色は遠赤外線放射率にほとんど関係がないことが分かる。

木質類においても、ベニヤ板、木炭、紙など状態に関係なく、約80%の積分放射率を示している(表1, 図4)。一般的に遠赤外線を出しやすいと認識されている木炭は、セメント固化体やPET樹脂などと比べると10%ほど低い値を示している。木炭の場合使用する温度が500℃以上となり、非常に高温であるため、放射量は劇的に増加し、遠赤外線を出しやすいイメージとなっている。このように素材の放射率と放射量を混同しないようにする必要がある。陶磁器などにおいては釉薬組成の違いにより、釉中に生成する化合物の種類が異なることで放射率が変化する³⁾。また、同じ名称のプラスチックでも、放射率の値が異なることがある。また、金属類でも説明したように、素材の表面の状態により放射率が異なることから、本報告で示した放射率はその素材の一例であることに注意していただきたい。

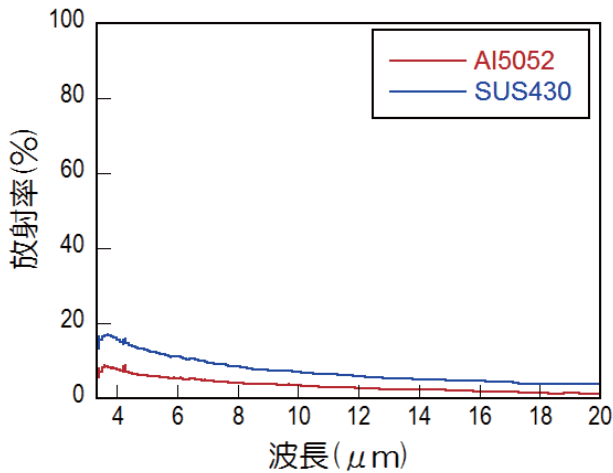


図1 金属の放射率曲線

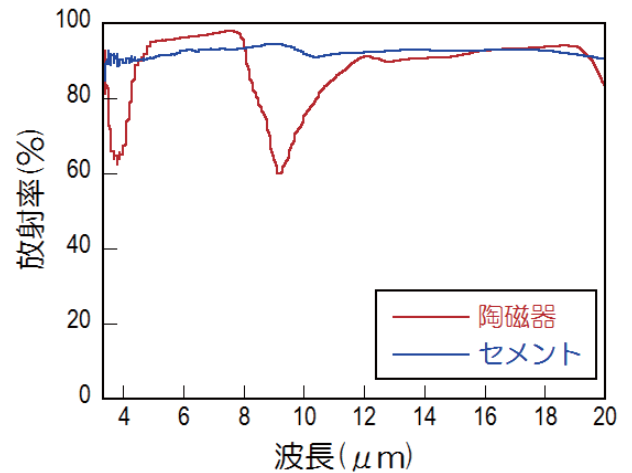


図2 セラミックスの放射率曲線

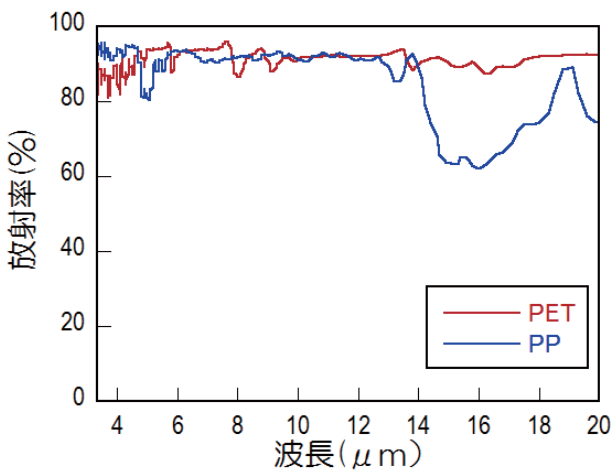


図3 プラスチックの放射率曲線

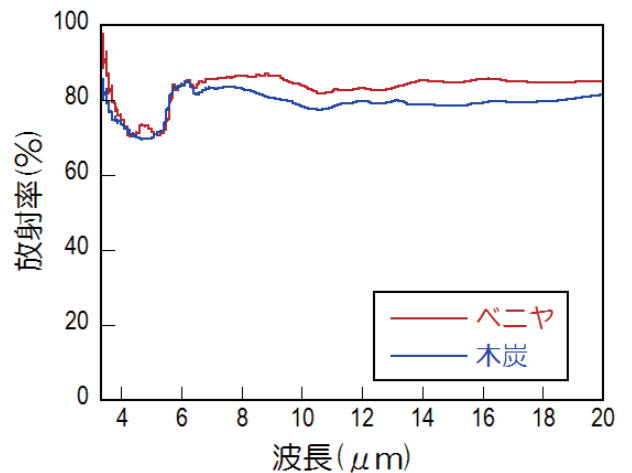


図4 木質素材の放射率曲線

3. まとめ

一般的に金属(非酸化面)は放射率が低く、セラミックスやプラスチックは放射率が高いものが多い。茶碗、セメント、ペットボトル、木材など身近な素材でも、遠赤外線を放射できる能力がある。放射量を多くしたい場合、高い温度で使用することが望ましいが、プラスチックのような燃える素材を高い温度で使用することはできない。このように使用環境に応じた素材の選定は必要である。また、身の回りにある素材の大半が遠赤外線を放射していることから、特定の物からの放射の影響を明確にすることは難しいことが多いので注意する必要がある。

注 釈

※1 摂氏温度に273.15を足した値であり、単位はK(ケルビン)で表示される。

- ※2 波長に対して、遠赤外線の放射率をグラフにしたもの(図1~4)。波長により放射率の高低があり、波長依存性を示すことが多い。
- ※3 放射率を数値として表現する際に用いられ、対象とする波長範囲を指定し、その範囲で積分した放射エネルギーと黒体のそれとの比を取った値である(正確ではないが、その波長範囲における平均的な意味合いである)。

参考文献

- 1) 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター：
<http://www.jeh-center.org/farred.html>
- 2) 一般社団法人 遠赤外線協会：
<http://www.enseki.or.jp/ippo.php>
- 3) 山口典男、高松宏行、長崎県窯業技術センター研究報告、55、pp.27-29(2007)。