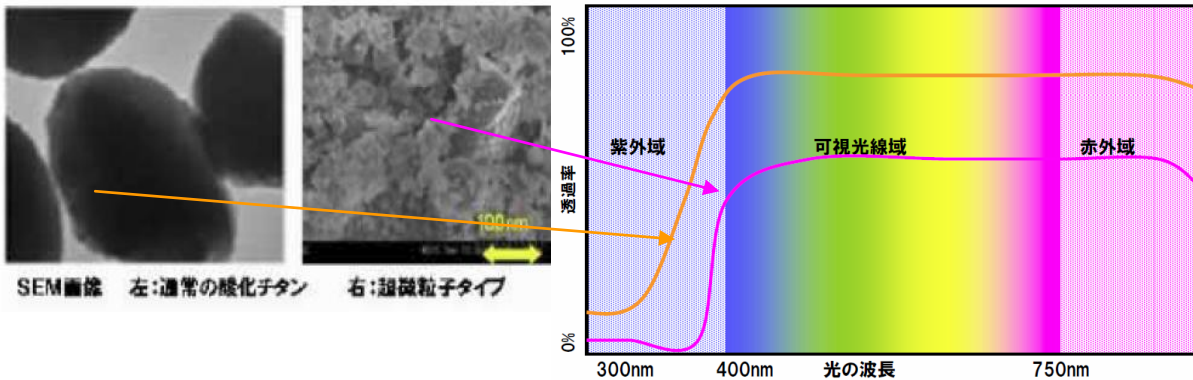
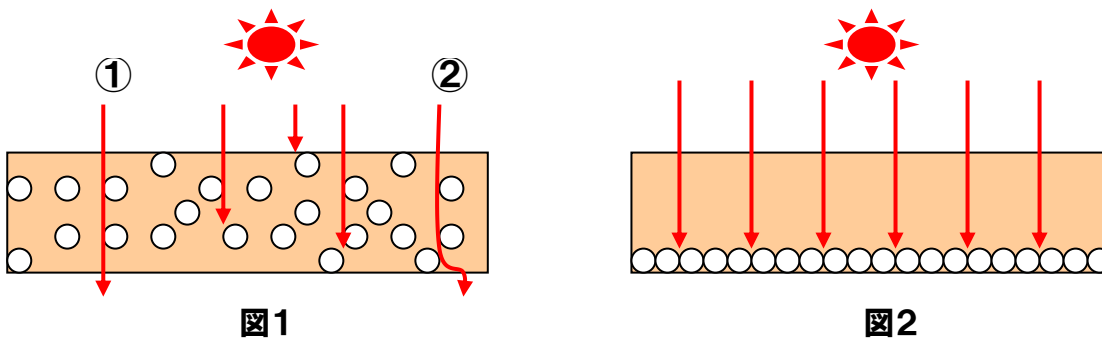


# 波長と顔料粒子径の関係



一般に、顔料の粒子径は小さくなればなるほど透明性が高くなり、またUVカット効率が高くなるとされています。酸化チタンの場合、白色顔料に用いられる大粒の(一次)粒子径は 300nm 前後ですが化粧品のUV遮蔽剤に採用される超微粒子酸化チタンの(一次)粒子径は 10nm 前後と、極端に小さくなっています。なぜ、粒子径が小さくなるとUV光は遮蔽して可視光を通すようになるかという説明は、実は「光は波長が短くなると曲がりにくくなる」という現象を使ってかんたんにできます。

白色を例にしますが、十分に下地を隠蔽するまでの塗布量はほぼ250g/m<sup>2</sup>です。不揮発60wt%顔料濃度40wt%を仮定しますと酸化チタンの付着量は60g/m<sup>2</sup>になります。もし仮に、酸化チタンが1層だけで表面にきれいに並んだとしたら(図2)1.3g/m<sup>2</sup>しか必要ではありませんので、残りの58.7g/m<sup>2</sup>は無駄な過剰分ということになります。酸化チタン1.3g/m<sup>2</sup>は塗料5.4g/m<sup>2</sup>に相当しますから実際にはそんな微量の塗布量では表面はスケスケの状態になります。



では、なぜ実際には250g/m<sup>2</sup>もの塗布量が必要なのでしょう。顔料の重なりの際から突き抜けてくる光もちろんあります。(①)が実際には曲がってくる光(②)を1層だけでは防ぎきれないことによります。「光が曲がる!」という嘘のように聞こえますが事実で、回折という専門用語もあります。(・・・高校の物理で習いましたね!)光の曲がりやすさは波長に依存して「波長が短いほど曲がりにくく、波長が長いほど曲がりやすい」といえます。

上の論理をつかうと「顔料の粒子径が小さくなるほどUV光は遮蔽して可視光を通すようになる」という表現は、実は「可視光がスカスカ通るほど透けている膜でもUV光は遮蔽している」という現象にむしろ近い

ことがわかります。

図を使って簡単にご説明しますと、粒子径のごく小さな顔料が分散されている場合は、あくまでも直進しようとするUV光つまり③は顔料に当たって遮蔽されますが直進性のゆるやかな可視光④はその小さな粒子の裏側に回りこめますから結局、膜を突き抜けることが可能になります。(透明性が出ます)これが図3の状態です。

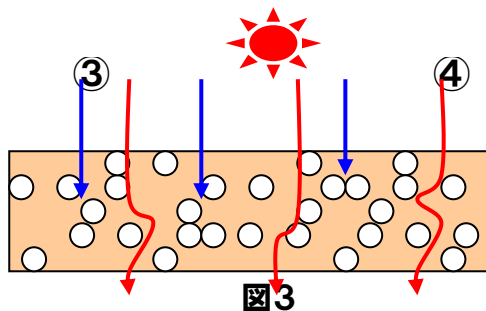


図3

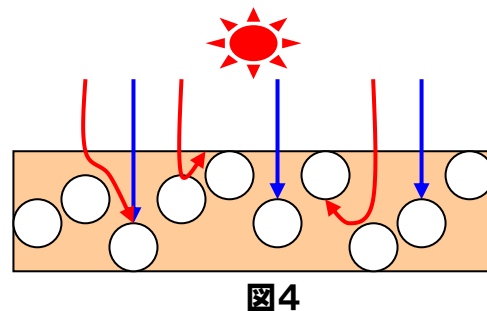


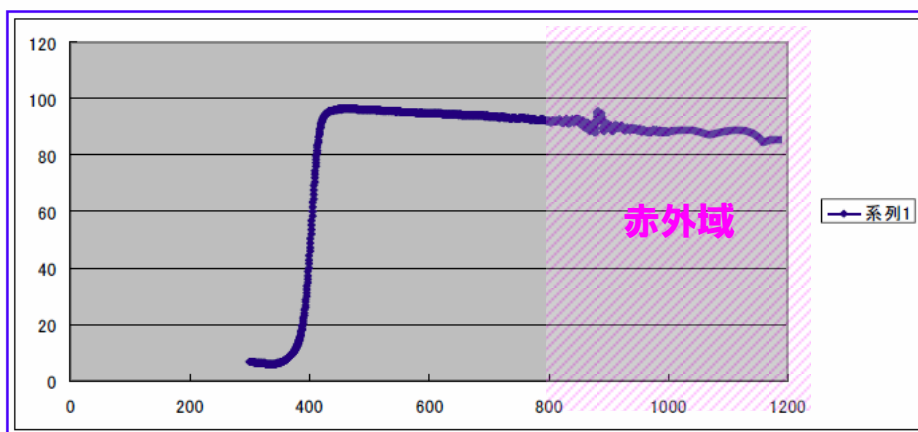
図4

顔料の粒子径が大きくなると、少々曲がったところで、その大きな顔料の裏側には回りこめませんから紫外線と同じく可視光線も遮蔽されることになります。

赤外線は可視光線よりさらに波長が長いのでこれを演繹的に展開すると、可視光線と赤外線の間にも当てはめることが可能です。

つまり、「**粒子径の大きな酸化チタンがより赤外線を遮蔽(反射)しやすい**」ということになります。実際に商品化されている遮熱塗料の中には、それに近い説明をしているものも散見されます。

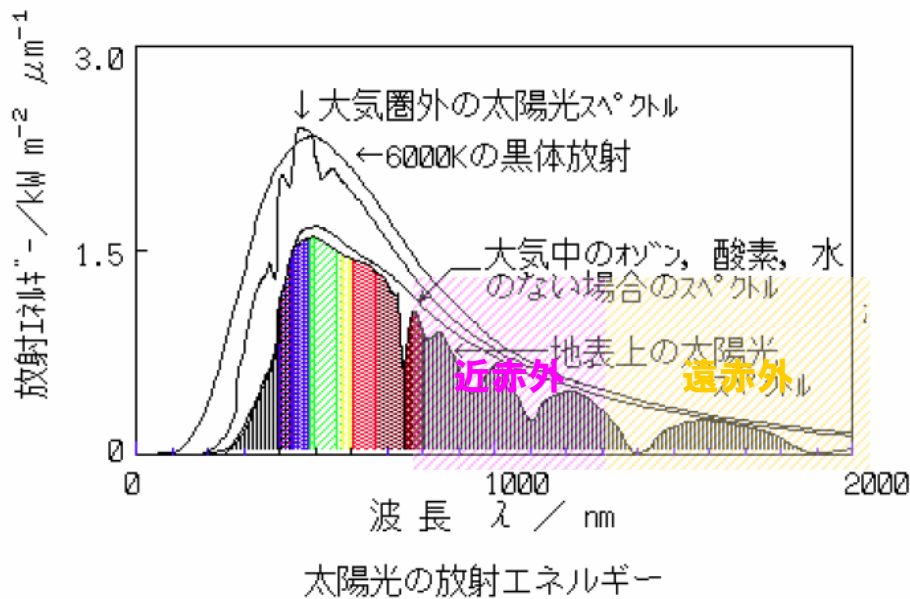
ではデータとしてはどうなのでしょう？？？



これは、ごく一般的な市販白色塗料の反射スペクトルです。赤外域では波長1200nm までのいわゆる近赤外線をほぼ90%以上反射していることがわかります。つまり、超微粒子酸化チタンでみられた「UV 光は遮蔽しているが可視光線はスカスカ通している」と同じような現象である「**可視光線は遮蔽しているが(近)赤外線はスカスカ通している**」ような現象は、少なくともこの塗装仕様を準拠する限り生じていないことがわかります。

「1200nm以上の長波長である遠赤外線はどうなっているかわからないじゃないか!？」と指摘される向きもいらっしゃるでしょう。「遠赤外線は物質の奥まで届く」という現象(・・・半ば都市伝説ですが)もその波

長の長さに起因しています。が、その議論は無意味です。  
地上に降り注ぐ太陽光のスペクトルを見てみましょう……



1200nm(…実体としては1300nmですが)より長波長、つまりグラフの右側黄色斜線域の赤外線はそもそも降り注ぐ量が少ないのですが、加えてそのエネルギーも薄いのです。

光のエネルギーは $E=h\nu$ という式が有名ですが( $h$ :プランク定数、 $\nu$ :波数) $\nu$ は $c/\lambda$ つまり光速 $c$ を波長 $\lambda$ で割り算したものです。何を言いたいのか、は明白でして「光のエネルギーは波長に逆比例するので、あんまり波長の長い光(遠赤外線)はエネルギーが低く、物を暖める効果も低い」ということです。遠赤外線は、必死に浴びせかけてもサツマイモをふかす程度の加熱がやっとです。

※厳密には4000nm以上の超長波長を遠赤外と呼称しますが、相対的な「波長が長い・短い」を表現するためにここでは便宜的に1300nm以上を遠赤外と呼びました。

## 結論

- 1) 顔料の粒子径が小さいほど波長の長い光はそれを透過する傾向がある
- 2) しかし、通常の粒子径の顔料ではその効果は可視光域から近赤外域では明確ではない
- 3) 白色では、通常塗料と遮熱塗料の赤外線反射効率は原理的に差を出しにくい