

## 3次元変角光沢計による塗膜の光沢の視覚的感性評価技術

岩越 睦郎

## The Evaluate Technology of Luminous Sensitivity for Gloss of Paint Film with Goniophotometer

Muturo Iwakoshi

## 抄 録

工業製品の表面仕上げとして用いられる塗装・塗膜の反射光分布を光学的に測定して、光沢と人のもつ感性的評価との関連を検討した。3次元光沢計は、入射光の反射特性が全角度的に把握できることから人の物体表面素材に対する視覚的情報を的確に把握することができることが分かった。

## 1. はじめに

工業製品は、プラスチック、金属、木材等、さまざまな素材で作られているが、一般ユーザは、機能が同程度である製品に対しては、形、色、美観、素材で製品を評価することが多い。形、色、素材は、設計段階で検討できるが、美観に関しては種々の要素が含まれているため、表面の質感の視覚的評価が必要となる。感性的な評価を表すために使われる言葉として、ソフト感、透明感、ツヤ感、深味感、肉持ち感、高級感等があるが、これらの言葉は、製品表面の形態を見て心理的に感じる言葉として使用するが、これらのアピアランスを構成する所属性を光学的に測定し、製品表面の反射光分布特性と感性的要素の関連を究明していけば付加価値の高い高品質感のある製品化が可能となる。本研究では、工業製品の表面仕上げとして用いられる塗装・塗膜の反射光分布を光学的に測定して、人のもつ感性的評価との関連を検討したので報告する。

## 2. 実験方法

## 2.1 反射光分布の測定

反射光分布の光度の測定は3次元変角光沢計<sup>1)</sup>(GSP-1型、村上色彩技術研究所)を用いた。測定値の相対的評価を行うために、入射角 $45^\circ$ 、SENSITIVITY ADJ:950、HIGH VOLT ADJ:560、受光範囲を $-90^\circ \sim +90^\circ$ に固定して

測定を行った。図-1に3次元変角光沢計の装置概要を示す。

この装置は、入射角( $0^\circ \sim 90^\circ$ )からの反射光をあらゆる方向から測定することができる。光量と受光感度を一定にすることにより、サンプル間の相対的比較が可能である。

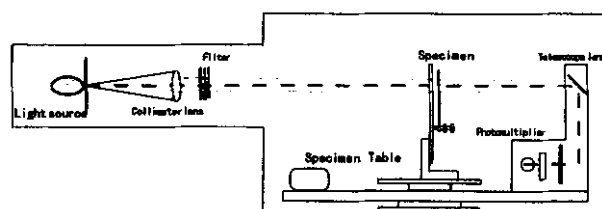


図1 3次元変角光沢計の装置概要

## 2.2 試験片

亜鉛メッキ鋼板{ $150 \times 70 \times 1$  (mm)}に、スプレーガン(W-61)を用いて試験片を作製した。使用した試験片は、電磁膜厚計(DUALSCOPE-Fischer、Kett社製)で、各定点(10点)を測定してその平均を塗膜厚が約 $30 \mu\text{m}$ のものを使用した。使用した塗料は一般市販品で、製品名と工程、使用塗料を表-1、表-2に示す。

なお、中塗り、上塗りに白色エナメルを用いたのは、メタリック、パール等の比較を行う上で、色素による影響を除くためである。フラットベースの添加はメーカー仕様のとおり、パールは、クリアに3% (w)の添加で使用した。

表-1 製品名

塗料	商品名	メーカー
プラサフ	SUプラサフ	関西ペイント
エナメル白	SPオート	久保孝ペイント
クリア	SPオート	久保孝ペイント
フラットベース	マルチ	久保孝ペイント
メタリック(H)	SPオート	久保孝ペイント
メタリック(中)	SPオート	久保孝ペイント
パール	リキッド(ライラック)	久保孝ペイント
ICSフラットクリア		斉藤塗料

コンパウンド仕上げに使用したコンパウンドを表-3に示す。

表-3 コンパウンド

コンパウンド	メーカー
細目	SANSAI KAKO
極細め	SANSAI KAKO
スーパーフィニッシュ	久保孝ペイント

コンパウンドは、脱脂綿を用いて行ったが、仕上げの度合いは、表面が均一に摩耗されていることを目視により確認した。

表-2 工程と使用塗料

工程	試験片	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
研磨		#600耐水ペーパー				
下塗り		SUプラサフ				
研磨		#600耐水ペーパー				
中塗り		エナメル白				
研磨		#1000耐水ペーパー				
上塗り		エナメル白	クリア	フラットクリア10	フラットクリア5	フラットクリア3
工程	試験片	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
研磨		#600耐水ペーパー				
下塗り		SUプラサフ				
研磨		#600耐水ペーパー				
中塗り		エナメル白				
研磨		#1000耐水ペーパー				
上塗り		フラットエナメル白	ICSフラットクリア	クリア(H)	クリア(中)	パール
仕上げ		クリア				

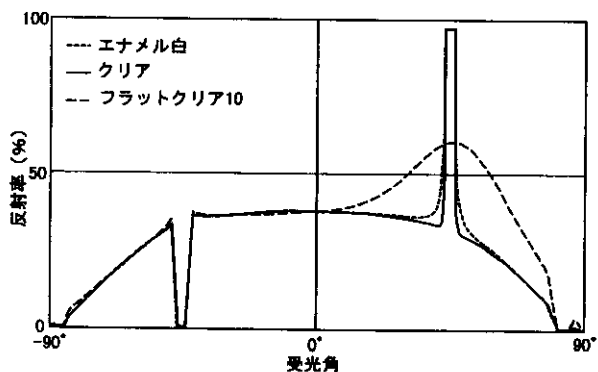


図2 エナメル白とクリア、フラットクリア10の反射光分布

3. 試験結果と考察

3.1 クリア、フラットの光沢

3次元変角光度計によるエナメル白(A)とエナメル白色にクリアとフラットクリア10を塗布した試験片の反射光分布を図-2に示す。

エナメル白(A)に比較してクリア塗布を施したクリア(B)は、拡散反射率<sup>2)</sup>においては明確な相違は現れなかったが、鏡面反射部分<sup>3)</sup>において鋭角な反射率の変化を示した。フラットクリア10(C)は、法線からの反射光プラス領域において拡散反射率がエナメル白(A)とクリア(B)の塗布のものに比べて広い領域において高くなって、鏡面反射部分の反射率も低くなっている。クリアの塗布は被塗物に対して鏡面仕上げ効果を発揮すると推測される。図-3に各種フラットクリアの艶消しの割合を変えたものを示す。

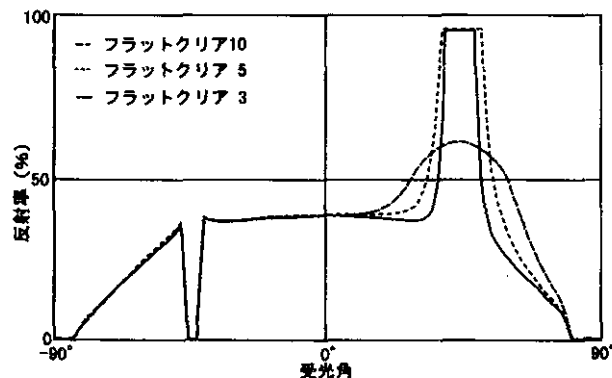


図3 各種フラットクリアの反射光分布

全消し(フラットクリア10)、5部消し(フラットクリア5)、3部消し(フラットクリア3)、と艶消しの度合いによって鏡面反射率は低くなり拡散反射率が高くなっている。フラットクリアの艶消しの度合いは光の分散効果をあげることが分かる。図-4にフラットエナメル白(F)とフラットクリア10の反射光分布を示す。

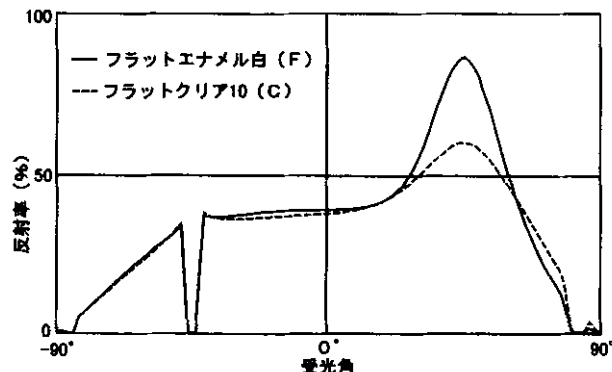


図4 フラットエナメル白とフラットクリア10の反射光分布

フラットクリア 10はフラットエナメル白に比較して鏡面反射率でも拡散反射率でも反射光マイナス領域からプラス60度領域まで反射率が低くなっている。しかし、プラス60度領域以上では、フラットクリア 10の方が反射率が高く、鏡面反射部分からの反射率の変化が少なくなっている。艶消しの効果は、クリア系の方が、視覚的に柔らかい効果を挙げやすいと推測される。

塗料による艶消しは、一般的にはベースになるエナメル、クリアに各種のフラットベースを混入して使用されるが、艶消しの効果は、混入されるフラットベース剤の種類によって違いがでてくる。フラットクリア 10は、金属塗装（自動車）に多く用いられているものである。ICSフラットクリアは木材塗装（白木用）に用いられているものである。図-5にそれらの反射光分布を示す。

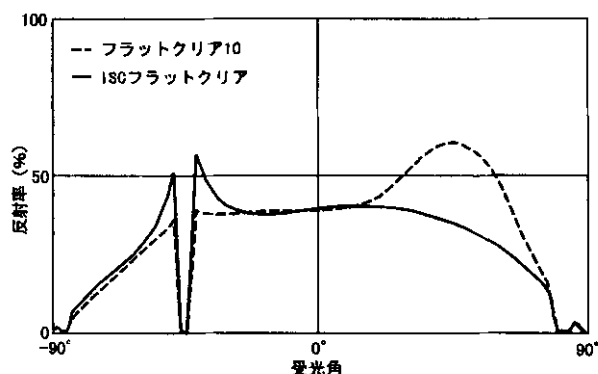


図5 フラットクリア10とICSフラットクリアの反射光分布

図-5に示すように、使用するフラットベース剤によって仕上がり感に違いがでる。木材塗装用のICSフラットクリアは、木材の自然な素材感を重視して開発されたものであるため、塗装による塗れ色感がない。又、塗布面に柔らかい印象を与えるとされている。このことは、反射光分布にも明確にでている。塗れ色感がないのは、反射光領域において反射光のピークが殆ど見あたらないことから推察される。柔らかい塗布感は、入射光領域にある拡散反射率が高くなっていることによると考えられる。

写真-1、2、3に、クリア (B)、ICSフラットクリア (G)、フラットエナメル10(C)の電子顕微鏡による表面性状の画像を示す。

画像は1,000倍の拡大であるが、クリアは、平滑で表面に凹凸は見受けられない。これに対し、フラットエナメル10とICSフラットクリアは、フラットベース材による凹凸が明確にでている。艶消し効果は、塗膜表面にできたフラットベース材による凹凸による光の拡散効果によって発生すると考えられる。フラットエナメル10とICSフラットクリアの反射光分布の相違は表面性状の違いによるものであろう。フラットクリアの山肌の性状に対しICSフラットクリアは、球形

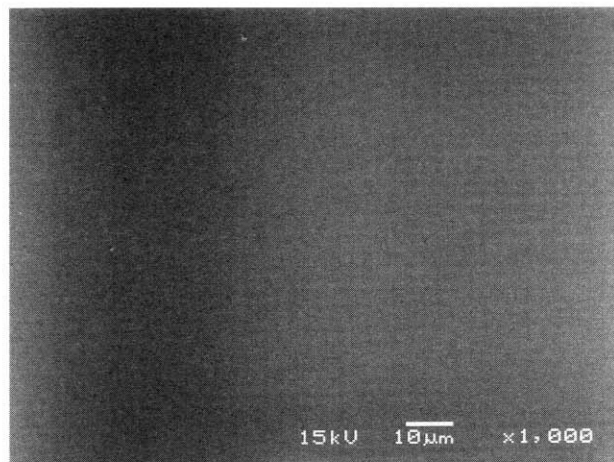


写真1 クリア (B) の電子顕微鏡画像 (1,000倍)

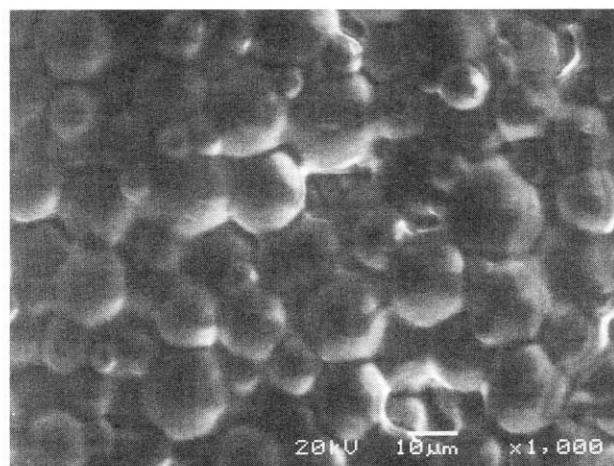


写真2 ICSフラットクリア (G) の電子顕微鏡画像 (1,000倍)

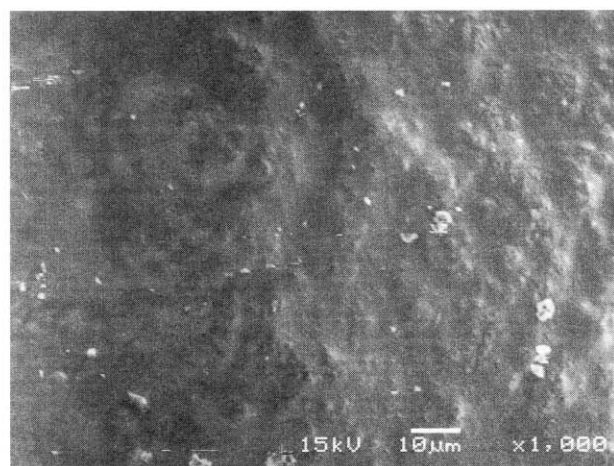


写真3 フラットエナメル (C) の電子顕微鏡画像 (1,000倍)

状の性状であることが分かる。ICS フラットクリアの入射光領域の拡散反射率が高くなっていて、塗装面に柔らかな質感を与えるのは、フラットベース剤として用いている球形（約 $10\mu\text{m}\phi$ ）のウレタンビーズが光の拡散効果を高めているからだと考えられる。

### 3.2 機械的研磨の光沢

製品への艶消し効果を付与する方法としては、フラット塗布による方法以外に、サンドブラスト、研磨布、コンパウンド等が一般的に行われている。これらの方法は表面を機械的に荒らすことにより光の拡散効果を上げる方法である。

図-6、にエナメル白(A)を耐水研磨紙で研磨後の反射光分布の測定結果を示す。

反射光は、研磨紙の番手の順になっている。荒い#600は反射光も低く、#1500は高くなっている。拡散反射率については、明確な相違はでなかった。

図-7にエナメル白(A)を研磨、コンパウンド仕上げした各工程における反射光分布の測定結果を示す。

#1,500による研磨からコンパウンドの細目、極細め、スーパーフィニッシュと工程を積むことにより、反射光はシャープに反射率は高くなっている。目視による判定でも、工程を積むことにより鏡面反射に近くなることが確認できる。反射光分布を見ても分かるように、鏡面反射に近づくことは、

拡散反射率が現象することであることが分かる。鏡面仕上げのレベルを上げることは、表面の平滑性を上げることでであると推察できる。

### 3.3 メタリック、パールの光沢

メタリック、パールは自動車、携帯電話等さまざまな工業製品の仕上げに用いられている。これらの塗料塗膜は光揮感<sup>4)</sup>が高いことで知られている。これらの塗料の反射光分布を図-8に示す。

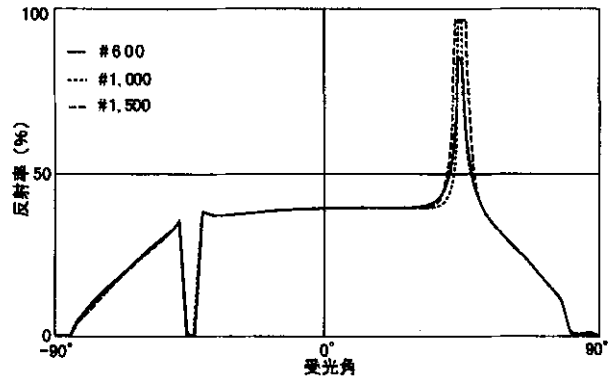


図8 メタリック、パールの反射光分布

メタリックの中でも、光揮感の高いハイスパークル(H)は、中荒め(I)に比べて拡散反射率が高く、鏡面反射部においては反射率が低いことが分かる。パール(J)は、拡散反射部においてはクリア(B)に近い反射率であるが、鏡面反射部では、メタリックに近く広範囲に反射率が少し高くなっている。パールの光揮感はメタリックに比べると低いと推測される。

以上のことから、クリア、フラット等塗装面の艶の情報を3次元光沢測定で行ったが、3次元光沢測定は、入射光の反射特性が全角度的に把握できることから、人の物体表面素材に対する視覚的情報を的確に把握できることが分かった。

## 4. まとめ

クリア、フラット、メタリック等の塗装・塗膜の反射光分布を3次元変角光沢計で測定して、人のもつ感性的評価との関連を検討した。結果をまとめると次のとおりである。

- ① フラットクリアの艶消しの度合いは光の分散効果をあげる。
- ② 艶消しの効果は、クリア系の方が、視覚的に柔らかい効果をあげ易い。
- ③ フラットベース剤の種類によって光の分散効果に違いがある。
- ④ 鏡面仕上げのレベルを上げることは、表面の平滑性を上げることである。

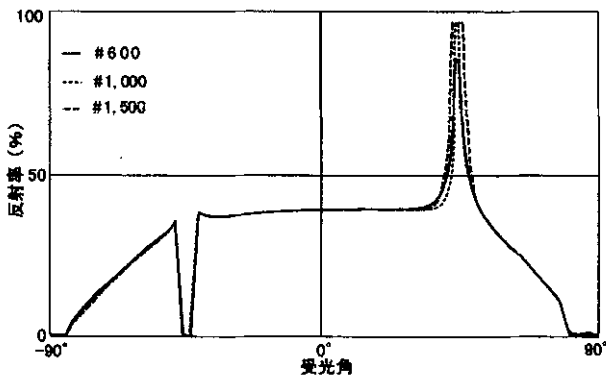


図6 エナメル白と研磨後の反射光分布

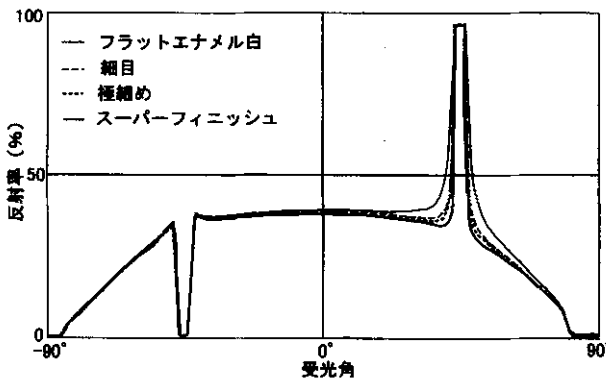


図7 エナメル白とコンパウンド後の反射光分布

- ⑤ 3次元光沢測色は、入射光の反射特性が全角度的に測定でき、人の物体表面素材に対する視覚的情報を的確に把握することができる。

#### 参考文献

- 1) 日本色彩学会編：色彩科学ハンドブック (P639)
- 2、3) 日本色彩学会編：色彩科学ハンドブック(P625-628)
- 4) 近藤暁弘：メタリックカラー塗膜の光学的測定方法、村上色彩技術研究所