

## メタリック塗膜外観の数値化



東洋アルミニウム株式会社  
コアテクノロジーセンター  
研究開発室

瀬戸口俊一



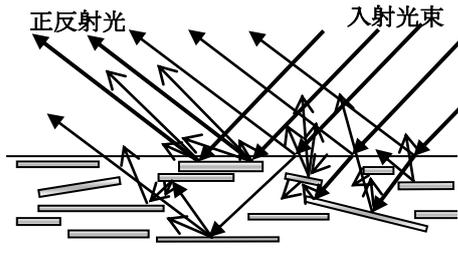
## 【1.はじめに】

近年、色彩設計の多様化から光輝材顔料を使用したメタリック塗料が多く開発され、その代表的な顔料としてアルミニウムフレーク顔料が挙げられる。アルミニウムフレーク顔料の種類も、より光輝性の強い仕上がりの得られる製品が次々に開発され、特徴のある外観設計に使用されている。

これらメタリック塗膜の特徴ある外観は観る角度によって反射光強度が変化する金属光沢感によるものであり、この外観は光輝感や方向性（フリップフロップ性）などといった尺度で表現されている。ところがこの外観を測色して数値的表現をする際は測定方法を工夫して複数の条件によるパラメーターで表現しない限り、視感と対応した定量値を得ることが難しい。本稿では一つの入射光に対して複数の観測点で得られる測色値を同時に扱う方法を述べる。

## 【2.メタリック感評価法の問題】

メタリック塗膜の外観は、「光輝感」、「明るさ」、「方向性」といった視覚的要素で表現されることが多い。「光輝感」とはメタリック塗膜に照射された入射光がアルミニウムフレークに代表される金属顔料からの正反射光によるものが主である。（図1）



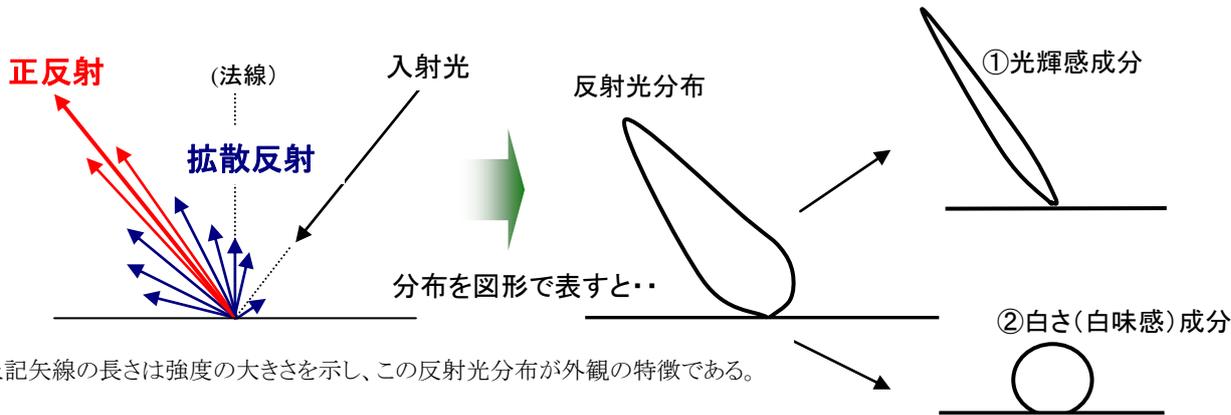
（図1）アルミニウムフレークによる反射モデル  
（塗膜断面）

「明るさ」とはメタリック塗膜の色彩を除いた明るさで、シルバーメタリック塗膜の場合は白さとして評価されている。また「方向性」とはメタリック塗膜に対する入射光及び観測点が変わったときの視感の変化度合であるが、一般に方向性の強いものは光輝感も強くなり正の相関がある。

これら光学的な視感の特徴は金属顔料に依存した性質が支配的であり、このような外観の定量的な評価を行うにあたっては色彩の要素を除いたシルバーメタリックの特徴を評価することがその基礎となる。

シルバーメタリックでは光輝感と、白さを伴った外観（白味感）で特徴づけられる。この数値化において光輝感については正反射光近傍（ハイライト）で立体角反射率を測定し、CIELABのL\*値を評価することによって視感と対応した数値を得ることができる。一方、白さの数値化については種々の方法が提案されているが、一定の手段で定義されていない。これはメタリック塗膜外観の大きな特徴が、観る角度によって明るさがダイナミックに変化する点にあり、シルバーの白さ（白味感）はソリッド塗膜における白色とは違って観測者の主観を伴う総合的な「見え」の情報であるからである。

白さ（白味感）は散乱光成分によって受ける情報であるから、散乱光成分の測定として例えば、-45度入射、塗膜試料法線方向で受光して得るL\*値を取り扱うことも多く検討されるであろう。しかし一般に光輝感が強くすなわち正反射近傍への反射強度が強い塗膜は法線方向では減衰し負の相関が強い。ここで負の相関があるということは、すでに測定可能な光輝感と対応した数値があればその情報を得る価値が少



(図2) 反射光分布から2つの特徴量(パラメーター)に分解する概念

ないことを意味する。更に外観が大きく違うものであってもこの条件では数値的な差として表れ難い。

白さとは試料法線方向からの1点観測によって受ける感覚量ではなく塗膜を多角度から総合的に評価した感覚量であるため、このような方法では視感と一致し難い。

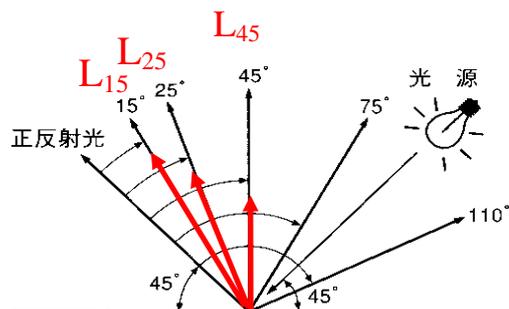
また拡散光成分の割合が多いからといって白さを感じるとも言えず、ある程度の全体の反射率がないとグレーと感じてしまう。このことから積分球を用いた反射率測定という手段も多く試みられよう。この場合光トラップを用いて正反射光と拡散反射光の分離に注意を要する。特に正反射光の測定では塗膜表面からの反射による鏡面反射光沢とメタリック顔料からの正反射光成分が重なっているため光輝感の評価が困難である。

光輝感と白さ(白味感)は独立したパラメーターであると考えべきであるが、どちらも明度情報から受ける感覚量であるから、ここでは塗膜の測色によって得られる明るさの情報をそれぞれの独立した情報へ分離することにより、それぞれ数値化しようとするものである。図2はこの概念を示したものであり、①と②の成分を意味する。

このためには図2の反射光分布を評価することで可能となるので、これをマルチアングル型の測色計を用いて数値化することができる。

### 【3.光輝性と白さの数値化】

ここではマルチアングル測色計として販売されているエクスライト社の MA-68 II を用いた手段を紹介する。



(図3) X-Rite MA-68 II の入射、受光角

MA-68 II は図3のように正反射光からのオフセット角 15° ~110° までの5つの受光角で測色値を得られるので、これら 5 角度の測定値によって反射光分布を評価できる。

①、②の成分への分解は 5 角度すべてを用いても良いが、実際には 15°、25°、45° の 3 条件の L\* 値の 3 つのデータ(上記 L<sub>15</sub>、L<sub>25</sub>、L<sub>45</sub>)があれば充分で、以下の計算によって得る。

#### ①光輝感成分

$$Z_1 = 0.908 L_{15} - 0.069 L_{25} - 0.412 L_{45}$$

#### ②白さ(白味感)成分

$$Z_2 = 0.149 L_{15} + 0.975 L_{25} + 0.166 L_{45}$$

この2つの成分は互いに直交するよう求めたものなので、この 2 軸で色の特徴を効率よく表現することができる。

なお、ここでは紙面の都合で上記式の導出過程は省略した。詳細は文献(1),(2)を参照されたい。

### 【文献】

- (1) 特許 第 4152786 号
- (2) 瀬戸口俊一：塗装工学,40[12]477(2005)