

# 二つの有機色素を用いた金属様光沢の混色

## Mixing Metallic Luster with Two Organic Dyes

山田勝実、矢島 仁  
Katsumi Yamada, Hitoshi Yajima

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1  
5-45-1 Iiyama-minami, Atsugi, Kanagawa 243-0297, Japan

### 概要

二つの色素を透明支持体の中に静電吸着により共存させ、それぞれの色素の光吸収による反射光が混ざり合いどのような金属様光沢の色調になるのかを検討した。検討の結果、単純に二つの色素の反射光が混色された金属様光沢にはならなかった。色素共存下の反射光には、それぞれの単独時の反射光にはない新たな波長の反射光が認められた。今後、任意色の金属様光沢を得るためには、支持体に共存させる色素の量的な関係や凝集状態を制御する必要がある。

### 1. はじめに

様々な物質には結合電子が存在し、それらの振動と入射光（電磁波）が共鳴して光吸収が起こる。光吸収の後には受け入れたエネルギーを二次光として放射する場合がある。一例としての反射光では、取り入れた光と放出する光が同じ波長（色）となる。本物の金属の反射（金属光沢）もこれと同様となる。例えば、鏡で自分を見たとき、実際の顔色と反射色が違っていたら大変なことになる。そういった意味では、私たちは物質に吸収された光と出てくる光が同じ波長になる現象を毎日見ている。

私たちが近年はじめた金属元素を用いない物質からの金属様光沢の研究も同じような現象に基づくものと言える。[1]一般的な塗料や繊維に染められている色素は、色素分子の間隔が空いている状態が多く、透過色（白色光から色素が吸収した光が取り除かれたもの）が利用されている。一方、私たちが行っている研究では、色素分子の間隔が全くないかなり小さい状態でのみ、金属様光沢（反射色：色素が吸収した光がそのまま返ってくる）が観察されることが明らかとなっている。これらの研究では色素を静電的に固定できる透明高分子シートを用いていたが、色素の間隔や色素の配向状態を変えられることが特徴である。[2] これまでに、色素が1種類でも、色素の固定条件

を変えることで異なる色調の金属様光沢を得ることに成功した。ここでは、二種類の色素を共存させた状態で、それぞれの色素の反射光が観察できるか、また二つの色素の反射光は単純に加算されたものになるかどうかについて検討した。

### 2. 色素を共存させたNafionシートの作製

クロロホルムにクリスタルバイオレット（CV）を溶解させて0.5 mol/LのCV溶液、エタノールにシアニン色素（CY）を溶解させて0.1 mol/LのCY溶液をそれぞれ調製して、これらを混合した。この混合色素溶液にNafion117シートを浸して、色素を静電的に固定化した。二種類の色素を導入したNafionシート（Nafion+CV+CY）を拡散透過・反射測定システムOP-TR/RF-GONIO-MNを用いて光源と検出の角度を30°で試料に白色光を照射し、正反射スペクトルを測定した。

### 3. 結果および考察

それぞれの色素を導入したNafionシート（Nafion+CV, Nafion+CY）および条件を変えてCVとCYを共存させたNafionシート（Nafion+CV+CY）の色調を

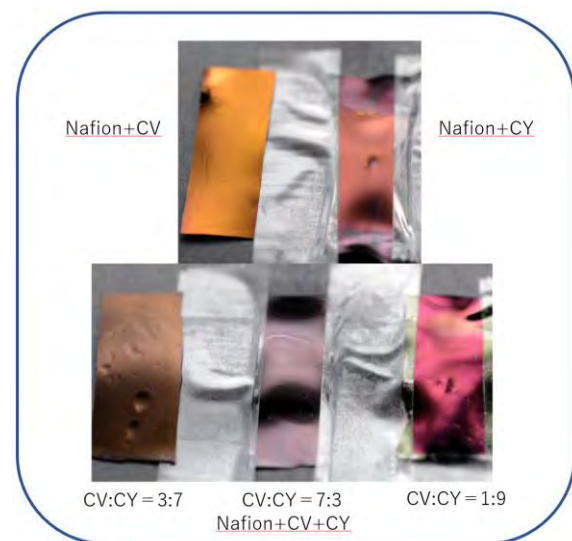


Fig.1. 各試料の色調

図1に示した。色素を共存させた試料から金属様光沢が得られたこと、単独時と混合時で色調が異なること、色素の混合条件によって色調が異なることが明らかとなった。図2に、それぞれの試料の反射スペクトルを示した。全てのNafion+CV+CYでは、Nafion+CYで認められた波長640 nmの反射極大が認められず、どちらの単独試料にも認められなかった波長700 nm付近の反射極大が認められた。Nafion+CV+CYでは混合溶液内のCVに対するCYの割合が多くなるに従い、Nafion+CVで認められた波長620 nmの反射極大は小さくなり、長波長側にシフトすることが明らかとなった。色素を共存させた試料で新たに観察された反射極大は、CYの凝集体の吸収に基づくものである。これらのことから、Nafionシート内部にCVが存在することで、単量体状態のCYは取り込まれにくいこと、それでもNafionシートに進入したCYは凝集体として残留していることが考えられる(図3)。

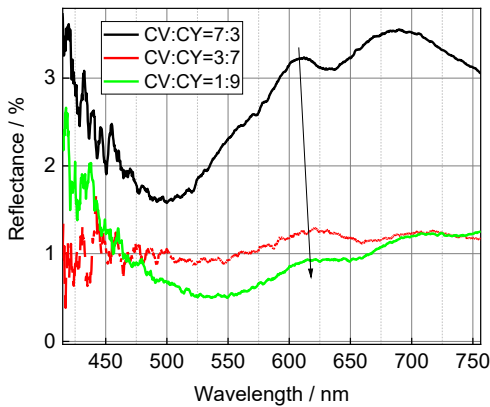


Fig.2. 色素の仕込み比率と得られた試料の反射スペクトル

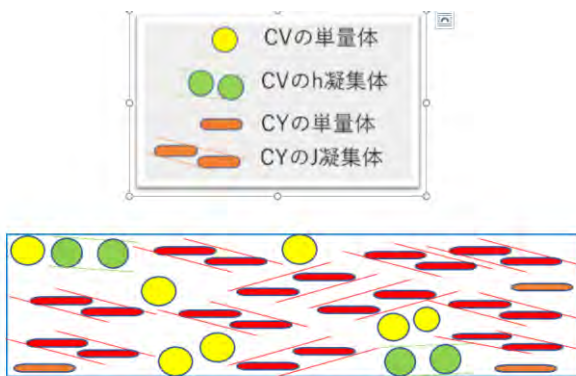


Fig.3. Nafionシートに取り込まれた各色素の状態を示した模式図

#### 4. まとめと課題

図4にそれぞれの色素が単独で存在する試料および色素が共存した状態での試料の反射の様子を模式化したものを示した。Nafion+CVでは、白色光のうち緑とオレンジ色の光が反射し、残りは屈折(シートに進入)した。Nafion+CYでは、白色光のうち赤みのオレンジ色の光が反射し、残りが屈折した。一方、Nafion+CV+CYでは、白色光のうち緑、オレンジ、赤みのオレンジ色の反射光に赤色の反射光が加わり、残りが屈折した。

このように色素共存下でもそれぞれの色素の金属様光沢が現れた。しかしながら、単独時には認められなかった凝集体の反射光が現れ、単純な反射光の混色にはならなかった。また、一方の色素の導入量を増やすことができず、混合溶液の仕込み比率を反射光の混色にうまく反映できなかったようである。今後は、色素分子の電荷密度のような静電的な観点から色素の選択を行い、導入量の制御を試みることでより精密な検討が行えるようになるものと考えられる。

#### 5. 参考文献

- [1] H. Yajima, et al., "Influence of Photo-illumination on Greenish Metallic Luster of Safflower Red Pigment Film" Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan., Vol. 28, No. 2, 18-22 (2018).
- [2] T. Kaki, K. Yamada, "Metallic Luster from Two Organic Pigments without Metallic Elements -Relationship between Molecular Orientation by Stretching and Polarization Reflection -" Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan., Vol. 31, No. 2, 5-8 (2021).
- [3] K. Yamada, T. Oda, "Mixing Metallic Luster with Organic Dyes" Bull. Soc. Photogr. Imag. Japan., Vol. 32, No. 2, 21-23 (2022).

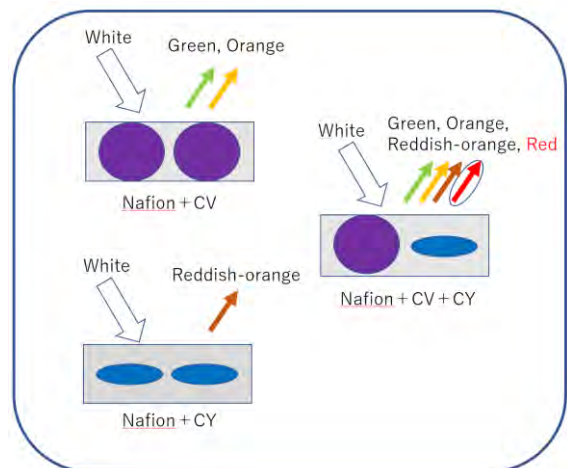


Fig.4. 各単独色素試料と共存試料の反射の模式図