

干渉パール顔料の物理光学

Christoph SCHMIDT*・佐々木富美子**†

*Merck KGaA パフォーマンスマテリアルズ顔料・機能性材料事業部 意匠性顔料研究開発部

Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt, Germany

**メルク(株)パフォーマンスマテリアルズ顔料・機能性材料事業本部 意匠性顔料研究開発部

福島県いわき市泉町黒須野字江越51-15 (〒971-8184)

† Corresponding Author, E-mail: fumiko.sasaki@merckgroup.com

(2016年6月1日受付, 2016年7月2日受理)

要 旨

薄膜の基本的な光学特性の物理的背景について解説する。ここで解説されている内容は、実際にマイカ系意匠性顔料に応用されており、反射スペクトルおよび $L^*a^*b^*$ 曲線をコンピューターで計算するときに必要な。さらに統計的手法を計算に取り入れ、マイカ系顔料のユニークな特性をわかりやすく説明する。

キーワード：パール顔料, 薄膜, 光学特性, 測色, 反射, 物理学, 統計学

1. はじめに

近年パール顔料は、日常生活の多くの分野で高い支持を得ている。たとえば、自動車のメタリック塗装、プラスチック製品および化粧品の処方などが挙げられる¹⁻³⁾。製造者およびユーザーは、パール顔料の取り扱いで多くの経験を積まれてきたが、パール顔料の光学特性による多くの特徴については、部分的しか理解されていない。これまでパール顔料の光学特性における物理的背景について、多くの出版物の議論のテーマになっており、その内容は、“理想的な”薄膜の光学特性⁴⁻⁸⁾と、アプリケーション媒体中のパール顔料が、肉眼で見える状態で測定する方法と特性評価⁸⁻¹¹⁾が主となっていた。

本講座では、理論計算にてアプリケーションの状態をシミュレーションすることで、二つの考え方を関連づける。初めに干渉現象と、薄膜およびシンプルな多層構造における最も重要な特性を説明する。さらに統計的計算を導入することにより、

個々の顔料粒子が集まった状態の検証まで広める。

2. 干渉とは？

白色光の光線が薄板、もしくは可視光近辺 (400~700 nm) 付近の厚みの薄膜に入射すると、異なる観測角度で色が検知される。これらの色彩効果は、薄板における光の干渉が作り出したものである。このとき入射光線は、薄板の上下の境界の反射によって単一光線に分割される (図-1)。分解したこれらの光線は、薄板の多重層反射により、異なる振幅および位相角を示す。これらの光は再合成し、このときの光強度の増減は、異なる位相と視野角により起こる。このようなコヒーレント光が分割、再合成する現象を干渉と言う (干渉はいくつかある中の色の発生プロセスの一つ)¹³⁾。干渉色は日常生活でよく見られる現象で、石鹸膜の色、水上のオイル膜、CDディスクまたはガラスフレーム上のニュートンリング等が挙げられる。さらに柔らかな光沢有する貝や鮮やかな色調の蝶や昆虫、鳥の羽もすべて薄膜の多層構造の干渉効果によって発現したものである^{14,15)}。

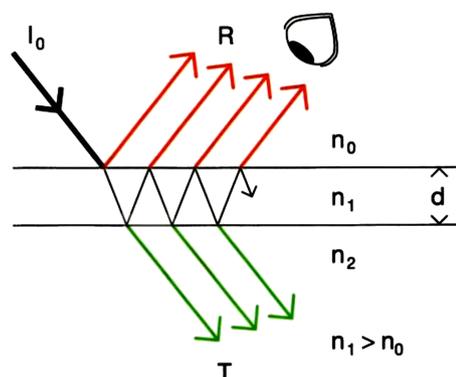


図-1 薄膜における光の干渉現象



〔氏名〕 クリストフ シュミット
〔現職〕 Merck KGaA パフォーマンスマテリアルズ顔料・機能性材料事業部意匠性顔料研究開発部 シニアサイエンティスト
〔趣味〕 サッカー、オートバイ、ハンディクラフト
〔経歴〕 1990年ルートヴィヒ・マクシミリアン・大学ミュンヘンにて理学博士を取得。同年Merck KGaA入社。研究開発部に所属し、新規意匠性顔料の研究開発、スケールアップを担当。



〔氏名〕 ささき ふみこ
〔現職〕 メルク(株)パフォーマンスマテリアルズ顔料・機能性材料事業部意匠性顔料研究開発部 シニアスペシャリスト
〔趣味〕 トレーニング、スノーボード、旅行
〔経歴〕 2001年日本大学大学院理工学研究科博士前期課程終了。同年メルク(株)入社。研究開発部に所属し、自動車用、工業品用、化粧品用の新製品開発を担当し、数多くの新規意匠性顔料、機能性顔料を提供してきた。2014年より現職。