



Colour and the Optical Properties of Materials

An Exploration of the Relationship between Light, the Optical
Properties of Materials and Colour

By Richard J. D. Tilley

John Wiley & Sons, 2011 (ISBN 978-0-470-74695-0)

色はわれわれの生活において最も重要な物理量のひとつである。本書は色の発生、物質との相互作用、応用技術について広く取り扱っていて、色に関する基本的な理解を深めるとともに、発色の背景にある物理的な原理、化学的な起因について系統立てて学ぶことができる。色は工業製品、医学・医療、芸術分野において欠くことができない要素であり、今後ますます重要になっていくと思われる。これらを包括した広範囲な視点で書かれた本書は、色について学ぶ際の教科書として貴重であるといえよう。

本書ではまず、光とはなにか、なぜ高温の物体は赤色や白色に輝くのか、というところから始まっている。光の波としての性質を波動として解説し、周波数や波長とスペクトルの概念について記述している。黒体輻射、およびフォトン概念を導入し、白熱光源とレーザーの違いを数式を用いて導出しているが、少ないページ数で説明しているので、予備的な知識なしではわかりにくいかもしれない。続いて、スペクトルと色の関係について視覚光学に基づき記述され、マンセル色度図、RGB 表色系などの表色方法、それを用いた加法混色および減法混色などの色の性質について解説がなされている。また、生理光学的な色の知覚などについても、ロドプシンサイクルを用いて簡単ではあるが触れられている。具体的な応用事例では電子ペーパーが挙げられ、透過型と反射型における鏡面反射光と散乱光についても解説がされていて興味深い。

続いて、物質との相互作用による分散、干渉、複屈折、散乱、回折によるスペクトル変化の視点から、色の発生についてまとめられている。プリズムの分散によるスペクトル色について光学的に記述され、見えない生物、虹、光ファイバー、メタマテリアルに至るまで幅広いトピックスが取り上げられており、興味深く読むことができる。また、薄膜による反射によって作られる干渉色では、単層、および多層膜について、数式を用いて解説されている。自然界の例としてモルフォ蝶などの生体構造色が挙げられている。複屈折に起因するスペクトル色を記述するにあたって、結晶光学の基礎知識が簡単に解説されている。軸性結晶の複屈折などによる発色、波長変換、その拡張で液晶の発色などがその物理的な背景とともに記述されて、温度計

への応用など身近な例と、結晶光学との橋渡しをしている。レイリー散乱やミー散乱による発色の項では、青空、夕焼け、青い目、ステンドグラス、宝石の色などといった具体例を用いて、単散乱および多重散乱にまで言及している。回折による分散も分光効果によって発色を伴う。スリット、回折格子による分光とともに、自然界にある乱雑構造による回折や、サブ波長構造による回折など、近年注目されている話題も盛り込んでいて興味深い。また、色と直接関係はないが、ホログラムについても原理や応用が述べられている。これらの記述は光学の専門家にとっては中途半端で物足りなく感じるころがなきにしもあらずだが、光学的な現象を色という視点で結びつけ、工業的応用の視点でまとめられているのは、入門者や色を実際に使っていく技術者にとっては新しい切り口であり、新鮮に感じられるであろう。

本書の後半は原子および分子による発色に関してで、化学的な記述が多くなる。顔料や染料など現在広く使われている塗料やインクなどの発色原理について、原子や分子のエネルギーレベルなどに基づき輝線スペクトルなどが丁寧に説明されている。種々のレーザーや、原子やイオンによる宝石、ガラスの発色、ホールバーニング効果についても解説されている。分子による吸収は一般には中赤外域であり色には関係がないと思われるが、純水や深海が青く見えるという事実はそれらの通倍の高調波による吸収で説明されている。蛍光による発色では、プラズマディスプレイをはじめ、CRT (cathode ray tube)、電界放出、電解発光ディスプレイなどへの応用例が示されている。金属、半導体、絶縁体による発色については、不純物、欠陥、カラーセンターなどについて述べられるとともに、発光ダイオード (LED)、半導体レーザー、有機エレクトロルミネセンス、量子井戸構造デバイス、太陽光発電セルなどと関連づけて解説されている。

本書は出版社より電子書籍としても販売されており、各章ごとにダウンロードが可能となっている。色に関する印刷本は上質の紙を使うので重くて持ち歩きが大変であるが、フルカラーの図を電子書籍で楽しむことができるのは便利である。
(筑波大学 伊藤雅英)