

タマムシの持つ多層膜構造とその屈折率決定

阪大生命機能 吉岡伸也、木下修一

Structural color of the jewel beetle:

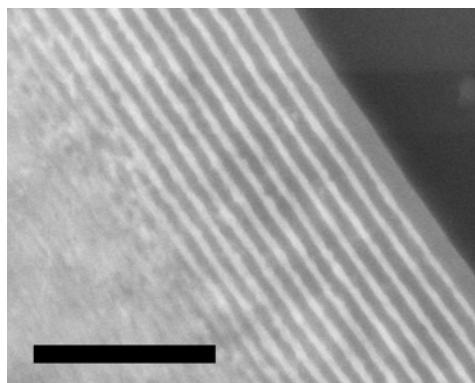
determination of the refractive index of the multilayer structure

Osaka University S. Yoshioka and S. Kinoshita

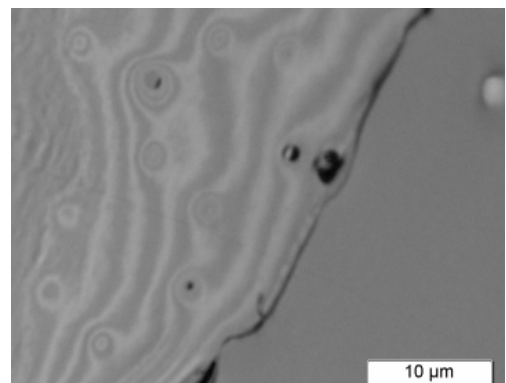
金属のような輝きを持つタマムシ（ヤマトタマムシ、*Chrysochroa fulgidissima*）の表面付近には、下図（左）に示すような多層膜構造が存在する[1]。一層の厚さは光の波長の数分の1程度（およそ 100nm）であるため、各界面で反射された光が多層膜干渉を起こし、緑色の光を波長選択的に反射するのが、タマムシの輝きの物理的な起源であると考えられる。しかし、人工的に成膜された誘電体多層膜ミラーとは異なり、タマムシの場合には膜構造を形成する材質をはっきりと特定することができない。そのため、光学特性に大きく影響する屈折率の値が、未だに決定されていない。しかも、電子密度が高い層にはメラニン色素が含まれているため、屈折率の虚部を無視することもできない。

今回我々は、膜構造に沿った方向で超薄切片（厚さ 70nm 程度）を切り出し、顕微分光法を用いて多層膜構造の屈折率を決定することを試みた。下図（右）は準備した切片の光学顕微鏡写真である。切片の面は、膜構造に対して完全には平行ではないため、多層膜構造は空間的に引き伸ばされて、数 μm 程度の長周期の縞模様のように見える。この切片に顕微分光法を適用し、各層において透過・反射スペクトルを定量的に測定した。測定はドライと油浸の対物レンズを用いて行い、得られたスペ

クトルを矛盾なく再現するように複素屈折率を決定した。この決定方法の妥当性と屈折率の分散について議論する。



ヤマトタマムシの翅鞘の透過型電子顕微鏡写真。黒線：1.5 μm



多層膜構造（前額断）の光学顕微鏡写真 白線：10 μm

[1]T. Hariyama *et al.*: The leaf beetle, the jewel beetle, and the damselfly; insects with a multilayered show case, pp. 165 in *Structural colors in biological systems- principles and applications*, Osaka Univ. Press (2005).