

## 光の干渉を用いたシャボン玉の膜厚の測定方法と教材化

○松村敬治, 塩野正明

MATSUMURA Keiji, SHIONO Masaaki

西南学院大学人間科学部

【キーワード】 高校物理, 光の干渉, 教材開発, 理科実験, 界面活性剤

**1 はじめに** シャボン玉が美しいと感じる理由の一つに, 透き通った薄い膜が虹色に輝いて見えることが挙げられる。この輝く虹色は, シャボン玉膜の内側と外側の表面で光が反射するときに起きる干渉によるものであるが, シャボン玉の膜の厚さに関する重要な情報も与えてくれる。先の論文<sup>1,2)</sup>ではシャボン玉膜(石鹼膜)の干渉スペクトルの測定から, シャボン玉の膜ができてから割れるまでの20分間に, 膜の厚さが3 μmから0.4 μmに変化していることを報告した。そこでの測定は, 一般の紫外可視分光器を使った極めて単純なものであったが, 測定中にシャボン玉の膜厚が変動して干渉次数が定まらないという問題が残っていた。今回, マルチチャンネル型分光器で測定系を構築することにより, 測定時間を10万分の1に短縮することに成功し, 干渉次数の問題を解決すると共に高校物理の教材に提供できるような干渉スペクトルを測定することができた。

**2 方法** 光が厚さ $d$ のシャボン玉膜(石鹼膜)を透過するとき起きる干渉について考える。この場合, 膜をそのまま透過する光と, 膜の出口側と入り口側で2回反射して透過する光の間の干渉になる。そのとき, 2つの光の間の経路差は $2d$ となるので, 干渉縞は光の波長 $\lambda$ が次の関係を満たすときに明るくなる。

$$\text{経路差} = 2d = \frac{\lambda}{n} m \quad (1)$$

ここで,  $n$ は膜の屈折率である。 $m$ は干渉次数で,  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ で示される整数値をとる。干渉スペクトルを測定して, 干渉次数が決まれば, (1)式から膜厚 $d$ が決定できる。

**3 測定および結果** 測定装置は200 nmから1050 nmの波長領域を高速で動作するオーシャンオプティクス社製のマルチチャンネル

型分光器 USB2000+XR1 を中心に構築した。図1の下段に, シャボン玉の膜(石鹼膜)ができてから10秒後に測定された干渉スペクトルを示す。縦軸は透過率(%), 横軸は波長(nm)である。図1の上段にはシミュレーションにより得られた干渉スペクトルと干渉次数を実測スペクトルと対比して示す。両者は良く一致しており今回の測定が妥当であることがわかる。屈折率を $n = 1.34$ と仮定すると, シャボン玉の膜厚は,  $d = 2.19 \mu\text{m}$ となった。

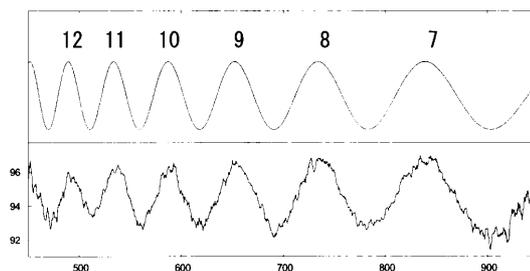


図1: シャボン玉膜に対して測定した干渉スペクトル(下)とそのシミュレーションスペクトル(上)

**4 まとめ** 本研究において, 高速の分光システムを構築することにより, シャボン玉膜に対してテキスト教材として提供できるような干渉スペクトルが測定できるようになった。得られたスペクトルは干渉次数が正確に決まるので, シミュレーションでのスペクトルの再現や膜厚の精密決定が可能になった。

**参考文献** 1) 松村敬治ほか (2010)「可視分光によるシャボン玉の膜の厚さの測定」西南学院大学人間科学論集 5巻2号 pp.13-33

2) 松村敬治ほか (2010)「シャボン玉の測定の教材化」日本理科教育学会全国大会発表論文集 8号 p.412

**謝辞** 本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業, 基盤研究 C (課題番号 23501037) の助成を受けて行ったものである。