

演示実験に向けた砂糖水の旋光度予測における溶液温度の影響

Possible influences of temperatures of sugared water on predictions of rotary power for improved experiment demonstrations

千歳科学技術大学¹ ○(M1)徳光聖茄, 長谷川誠*

Chitose Institute of Science and Technology °Seika Tokumitsu, Makoto Hasegawa*

E-mail: hasegawa@photon.chitose.ac.jp

1. はじめに

旋光現象を用いた演示の有用性向上の目的で、著者らは砂糖（スクロース）溶液を用いた演示実験における透過光強度変化の予測や白色光透過色変化の再現などを行ってきた。その確認実験の際に溶液の温度管理が容易ではないため、これまでの旋光度の予測では溶液温度の影響の可能性は考慮に入れていなかった¹⁻²⁾。今回は、再現される透過色に溶液温度の影響が生じ得るかについて、検討を行った。

2. 透過色変化の再現方法

砂糖溶液の比旋光度と温度の関係は以下の式で表される³⁾。

$$\alpha_D^t = \alpha_D^{20} \{1 - 0.00037(t - 20)\} \quad (1)$$

$$(14 \leq t \leq 30)$$

α_D^{20} は溶液温度 20°Cにおける NaD 線(589nm)の比旋光度、 t は任意の温度(°C)、 α は温度 t における比旋光度を示す。(1)式を用いて任意の温度における NaD 線での比旋光度を求め、その比旋光度を(2)式へ代入し、任意の波長及び任意の溶液濃度における旋光度へ変換した²⁾。

$$\phi = \frac{N}{\lambda^2} \cdot \frac{\alpha_D^t M \pi \lambda_D^2}{1800 N_A} \quad (2)$$

N は単位体積あたりの分子数、 λ は波長、 λ_D は NaD 線の波長、 M はモル数、 N_A はアボガドロ数である。(2)式で得られた旋光度とジョーンズマトリクス⁴⁾を用いて、透過光強度変化を算出した。実験系として図1の様に水槽中の砂糖溶液に白色 LED(青色 LED+黄色蛍光体)の

光を照射し、偏光板 P1,P2 間距離を増加させながら透過色を観察する系を想定した。(3)式はこの構成を表すジョーンズマトリクスである。

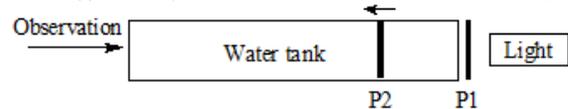


図1 想定した実験系の概念図

$$E_o = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\phi z) & \sin(\phi z) \\ -\sin(\phi z) & \cos(\phi z) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$= \sin(\phi z)$$

数値解析ソフト MatLab を用い、溶液濃度 73wt%にて 380~780nm の間の各波長における透過光強度を算出し、一定範囲に色としてプロットして、図2に示す透過色再現図を作成した。図は右から左へ偏光板間の距離を増加させてある。これより、温度が 10°C以上変化しても、視認され得る透過色変化はほぼ同一である。

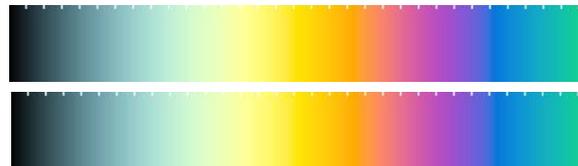


図2 透過色変化予測図(上段:14°C 下段:30°C)

3. まとめ

砂糖溶液の旋光現象を利用した演示実験で、溶液温度の影響はほぼ無いと考えられる。

参考文献:(1)徳光, 長谷川:応用物理教育, Vol.41, No.2,pp.79-85(2017-12) (2)S.Tokumitsu, M.Hasegawa, European Journal of Physics 投稿中 (3) Handbook of Chemistry and Physics, 42nd Edition, p.3019 (The Chemical Rubber Co., Ohio, U.S.A) (4) 工藤恵栄:分光の基礎と方法, pp.275-321 (オーム社 1985)