

とやま科学オリンピック2011(高校部門・物理)における蜃気楼の出題

富山県総合教育センター

研究主事 木下 正博

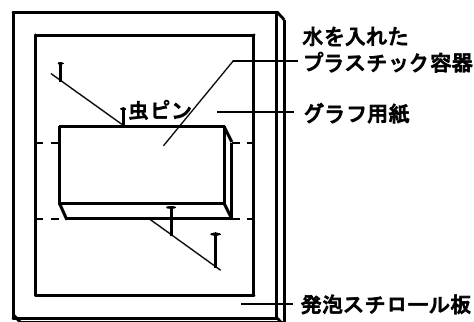
1. はじめに

富山県教育委員会では、児童生徒の科学的才能や論理的な思考力、問題解決能力など、様々な力や可能性を伸ばす機会として、2011年から「とやま科学オリンピック」を開催している(2010年はプレ大会を開催)。出題範囲は自然科学だけでなく、人文・社会科学にも広げ、広い分野での科学的なものの見方、考え方を育むことを目的としている。また、富山の自然や歴史などが題材として取り上げられているのが特色である。

第1回大会は、2011年11月20日(日)に富山中部高校及び富山大学で行われた。このうち、高校・物理部門(参加64人:32チーム)では、光の屈折率から砂糖水の濃度を調べ、蜃気楼を擬似的に作る問題が出された。以下にその概要について報告する。

2. 問題の概要 (問題文より抜粋 http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/3000/kj00010742-006-01.html)

- ①魚津は、蜃気楼(しんきろう)の見える街として、世界的に有名です。蜃気楼は、密度の異なる大気の中で光が屈折し、遠くに見える地上や水上の物体が伸びて見えたり、逆さまに見えたりする現象です。光は一般に、異なる媒質(物質)の境界面で屈折を起こします。そこで、次の実験装置(右図)を用いて、光が空気から水に入射するときの屈折率(以下、水の屈折率と記す)を考えてみましょう。



実験装置(屈折率測定)の概要

問題(40分…実験20分、レポート作成20分)

水の屈折率 n は、 $n = 1.33$ です。資料1を参考に水の屈折率 n が $n = 1.33$ であることを実験を行って検証しなさい。また、レポート1に該当内容をまとめなさい。

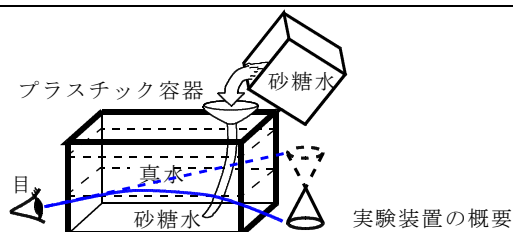
- ②富山県には、入善のジャンボスイカや呉羽の梨、魚津の加積りんごなどたくさんのおいしい果物があります。果物の甘さを測定する測定器の一つとして屈折糖度計があります。屈折糖度計は、果物に含まれる糖の濃度によって屈折率が異なることを利用したものです。そこで、砂糖水の濃度と空気に対する砂糖水の屈折率(以下、屈折率と記す)の関係を調べてみましょう。

問題(80分…実験60分、グラフ作成・レポート作成20分)

砂糖水の濃度と屈折率の関係を実験をもとに考察し、砂糖水Xの濃度を推測しなさい。また、レポート2に該当内容をまとめなさい。

- ③蜃気楼は、光が密度の異なる大気の中を通るとき屈折して起きる自然現象です(資料2参照)。実際の蜃気楼をビデオで見てください。今回は、空気の代わりに濃度の異なる2種類の溶液(水と砂糖水)を使って擬似的な蜃気楼を作ってみましょう。(※2層溶液の作り方をビデオで確認しましょう。)

実験装置の概要を右図に示します。



実験装置の概要

問題(50分…2層溶液の作製・写真撮影30分、レポート作成10分、写真評価10分)

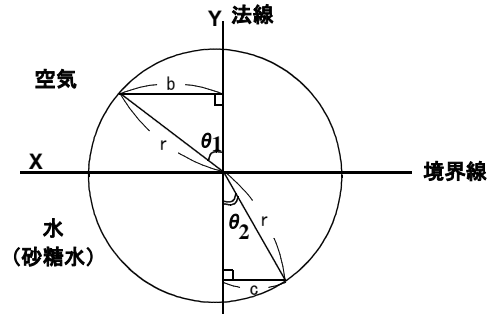
2層溶液を砂糖水と水で作製し、提示された蜃気楼写真とできるだけ同じ蜃気楼の写真を2層溶液を使ってデジタルカメラで撮影する。また、レポート3に該当する内容をまとめなさい。

※尚、写真の出来映えについては、全ての班の作品を印刷・展示し、参加者全員で評価します。

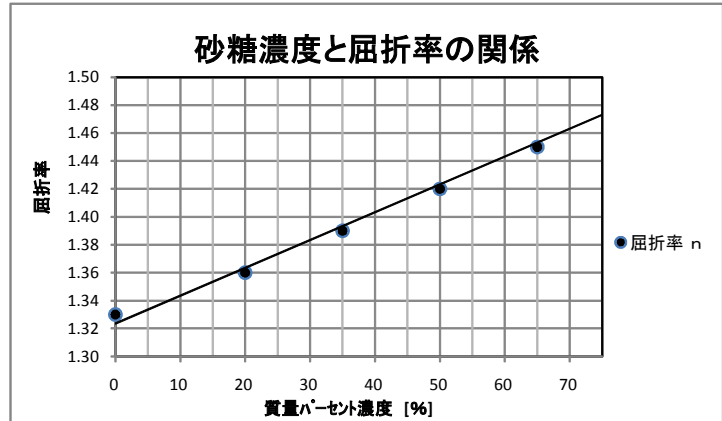
3. 解答と評価

(1) 砂糖水の濃度と屈折率の関係

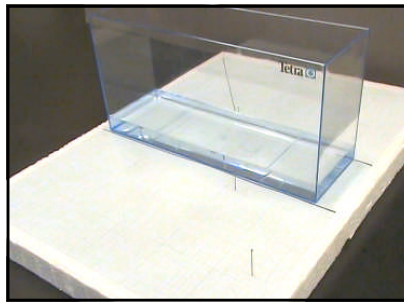
$$n_{12} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\frac{b}{r}}{\frac{c}{r}} = \frac{b}{c}$$



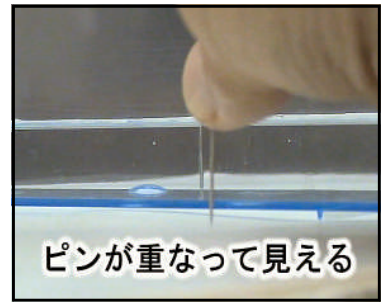
重量パーセント濃度 [%]	屈折率 n	平均値
0.0	1.33	1.33
	1.32	
	1.34	
20.0	1.35	1.36
	1.36	
	1.36	
35.0	1.39	1.39
	1.39	
	1.38	
50.0	1.41	1.42
	1.42	
	1.43	
65.0	1.45	1.45
	1.45	
	1.46	



大会の様子



実験装置

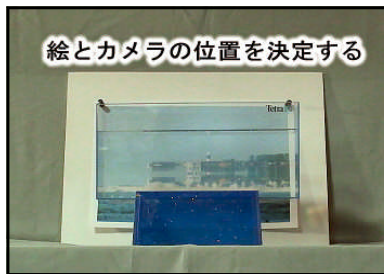


ピンを立て屈折率を求める

(2) 水槽を用いた蜃気楼実験



実 景



水槽越しに実景を設置



疑似蜃気楼

(3) 評価

これまで、砂糖水と真水を用いた蜃気楼実験はよく知られている。しかし、作って楽しむことに重点が置かれ、なかなか科学的思考を発展させるまでには至らなかった。本問題は、児童生徒に砂糖水の濃度と屈折率の関係について定量的に調べさせることで、蜃気楼を屈折による光学現象として捉えさせることができる。また、水槽での実験では、実際の風景(写真)を水槽越しに見ることで、本物と同じ変化の蜃気楼を再現させている。

これらのことから、本問題は地域の素晴らしい自然現象を、教材(地域教材)として活用できるレベルまで高めたものとする。各学校でも教材として是非、取り上げて頂きたい。