

蜃気楼の理論的分析および空気中における再現実験

大原遼人 中央大学附属高校

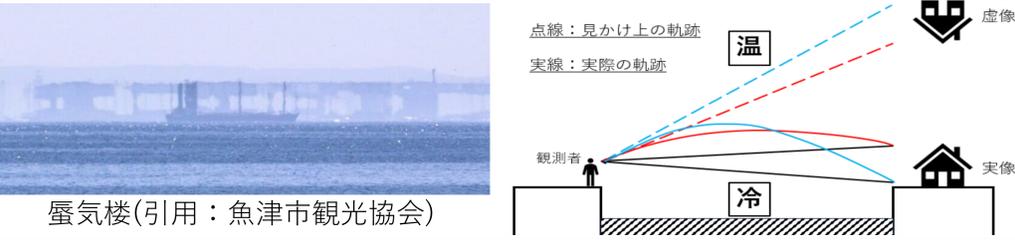
Theoretical Analysis and Reproduction of Mirage in Air
Haruto Ohara Chuo University Senior High School

J-P-10

先行研究

これまでに光跡の数値計算は行われてきたが、蜃気楼を用いた気温の算出は実用的な方法が確立されていない。

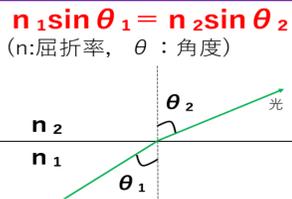
研究概要・目的



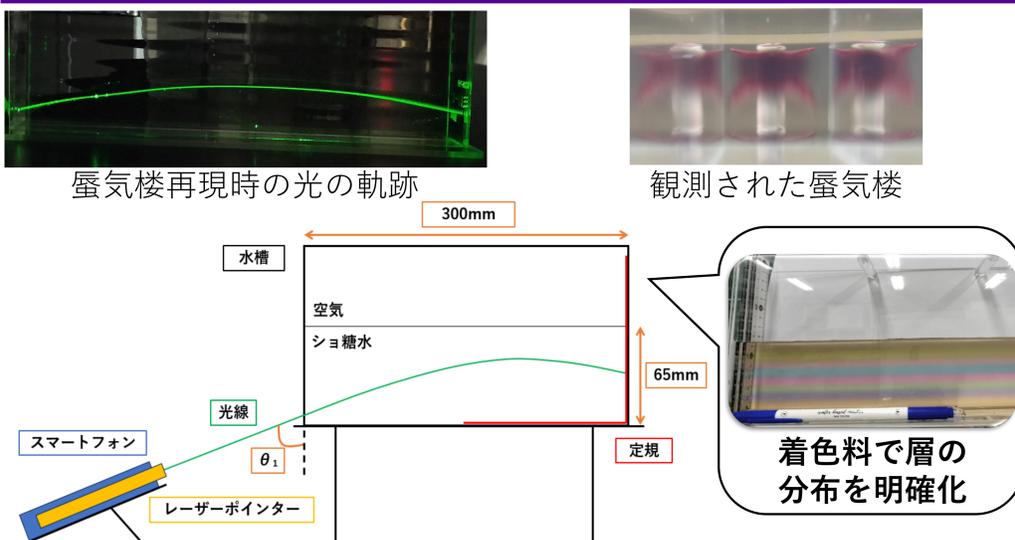
蜃気楼とは光の屈折に起因する大気光学現象である。本研究では蜃気楼を利用した、大気中の鉛直気温分布の推定を目的とし、蜃気楼の再現およびExcel上での気温推定プログラムの作成を行った。

光跡の数値計算：方法

ある区間を10万層に分割し、その区間のみ屈折率が等差的な変化をしている（その区間外は屈折率一定）と仮定。右図に示した法則を利用。



溶液を用いた再現

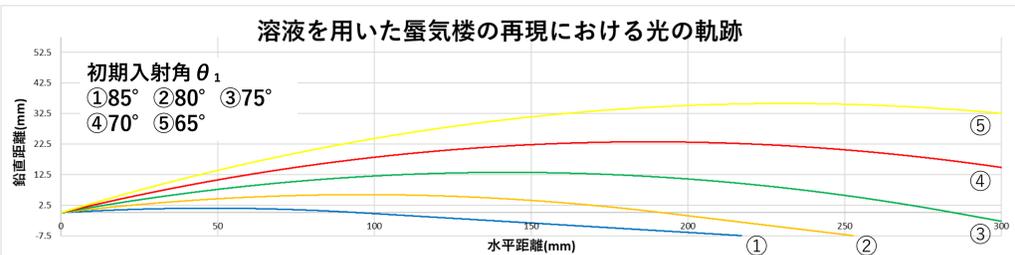


[溶液の作成]

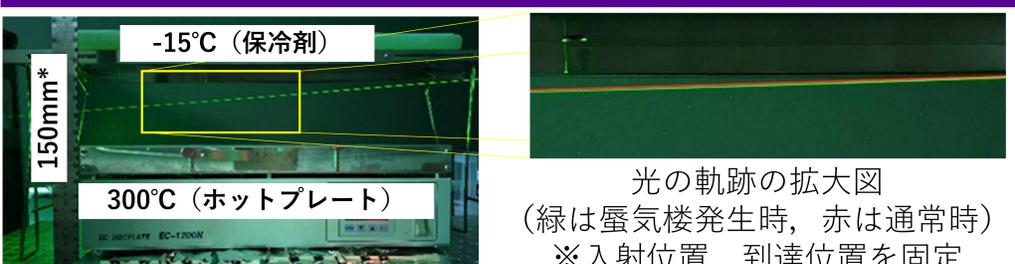
屈折率が等差となるように8つのシヨ糖水溶液を作成（質量パーセント濃度：0～50%，屈折率：1.33～1.42）注射器を使用し、低濃度から水槽の底に静かに入れる。

[光の軌跡の測定]

レーザーポインターの光(550 nm)を最下層から入れる。光の入射する高さを固定し、入射角を変える。



空気中における再現①

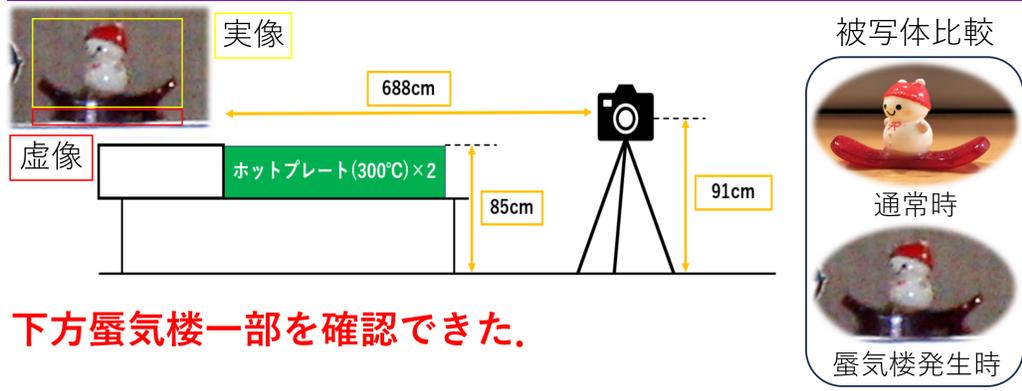


*保冷剤～ホットプレートの距離

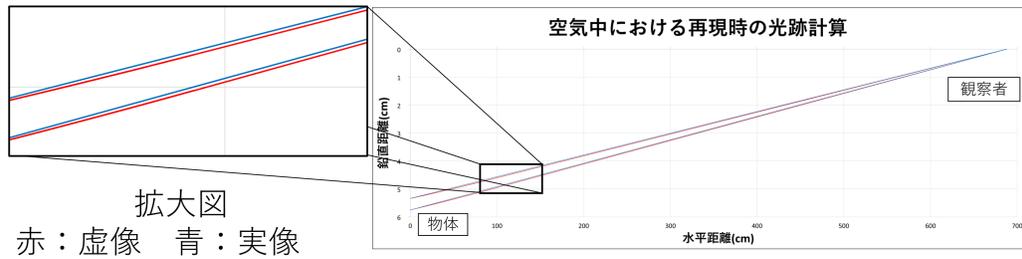
線香の煙を利用し、蜃気楼発生時の光跡を可視化

緑線と赤線のズレより蜃気楼が発生したといえる。

空気中における再現②



下方蜃気楼一部を確認できた。



鉛直気温分布の推定

観測者から撮った写真内の被写体の蜃気楼、実像からの推定を仮定する。

[推定方法]

- Excelのソルバー機能（GRG非線形解析）を使用
- 下図に表された定数と観測データが一致することを条件とし、変数を推定する

[推定結果]

赤: 変数(θ_3, T_1)
青: 定数($\ell, h_1, h_2, h_3, h_4, \theta_1, \theta_2, T_2$)
緑: 光跡(太線)

(1) 求値: T_1
➤ マルチスタート 不使用
結果: 成功

変数増加 ↓

(2) 求値: h_1, T_1
➤ マルチスタート 不使用
結果: 失敗
↓
➤ マルチスタート 使用
結果: 失敗

マルチスタート不使用: 複雑関数非対応, 近似値表示
マルチスタート使用: 複雑関数対応, 近似値非表示

➔ 複雑関数対応かつ近似値表示の解析が必要

結論・今後の展望

蜃気楼の再現と理論的光跡計算の比較から光跡計算の正確化を行った。その計算を利用し、鉛直気温分布の推定を行った。一定条件の元での気温推定を実現した。変数として扱える値が少なく、実用性の低さが課題であるため、今後は他のプログラムシステムを利用した、解析方法の改善が必要である。

参考文献・謝辞

木下正博. 富山湾における蜃気楼の研究とその教材化. 富山大学院教育学研究科, 平成12年度
清水嘉彦・秋元義明・谷村吉久・松本弘一・岡本病人. 20°C～60°Cにおけるエドレンの式の実験的検討. 平成4年
本研究において、田島丈年先生・三輪貴信先生(中央大学附属高等学校教員)をはじめとして多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。厚く御礼申し上げます。