

えっ！？島が浮いてる？～浮島現象を科学する6～

熊本県立宇土高等学校 科学部地学班
2年 米田直人 村上聖真 吉田大暉 西川幸輝

1年 堀田舞衣 西田流花 橋本直大 徳丸幸樹

1 浮島現象とは？

上冷下暖の空気層があるときに光の屈折が生じ、遠くにある景色がまるで浮いて見える現象である。

～発生原理 ホイヘンスの原理～（屈折の仕組み）

屈折には速さが関係しており、媒質の違いにより、境界面で光は速さの遅いのほうへ屈折する。

・光速は大気密度差により変化する

・海面付近では、気温勾配が大きい。

気温の低い上空へ、上向きに屈折する。

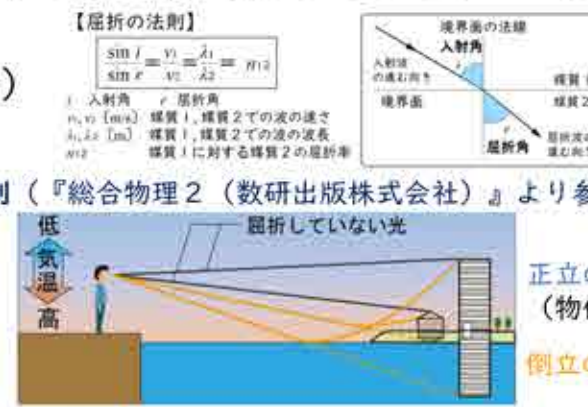


図 蜃気楼（下位蜃気楼）の説明（『総合物理2（数研出版株式会社）』より参考）

2 これまでの研究内容

①浮島観測 ②逃げ水の観測 ③逆転層の存在確認④砂糖水、金属板の再現実験
・昨年度、浮島の発生条件は、**（1）気温と海水温の温度差が大きい、（2）観測点の高さが低い、（3）適切な距離（約10km）である、**ことが必要であることが分かった。

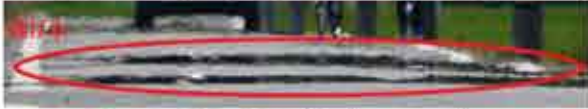


図 逃げ水（2020/08/30 11:32）



図 逆転層（2021/11/28 6:51）



図 金属板を用いた再現実験

3 研究の目的

すでに部活の先輩方が観測により浮島の発生と観測条件について考察されていた。今回は以下の3つを目的とする。

- ①再現実験、観測から、発生条件が浮島現象に与える影響を調べる。
- ②シミュレーションにより野外で観測される浮島現象の光路を可視化し、科学的に浮島現象が見える仕組みを説明する。
- ③シミュレーションを用いて、風が浮島現象に与える影響について解明する。

4 発生条件が与える影響の比較

気温と海水温の温度差と観測点の高さのどちらが浮島に与える影響が大きいかについて、再現実験、野外観測を用いて調べた。

（1）再現実験

①方法

以下の道具を用いてヒーターで空気を加熱する浮島再現装置を製作する。
・シリコンパバーヒーター・温度調節器・対象・カメラ
＜シリコンパバーヒーターを使う理由＞
これまで金属板とガスバーナーを用いて再現が行われていたが、バーナーで加熱されている場所は高温になるが他の場所はあまり温まらず、温度のムラが生じていた。
シリコンパバーヒーターを使うことで全体を均等に加熱することができ、さらに温度調節器で自由に温度を変えて実験を行うことができる利点がある。

上 サーマカメラで見た加熱したシリコンパバーヒーター
図 下 サーマカメラで見た加熱した金属板

オリジナルの浮島再現装置を用いて、ヒーターの温度、観測点の高さによる浮き具合（反転した観測対象の目盛の個数）の違いを調べた。



図 浮島（下位蜃気楼）の再現実験

図 再現実験での観測対象

図 浮島再現装置に用いたカメラ（左）と実験の具体的な内容

（2）結果

①ヒーターの温度

ヒーターの温度[℃]	浮き具合[個分]
17	0
27	0
37	2
47	3.5
57	4.0
67	5.1
77	6.0
87	7.0
97	6.8

②観測点の高さ

観測点の高さ[mm]	浮き具合[個分]
0	5.1
2	3.8
4	2.2
6	1.4
8	1.2
10	0.4
20	0
30	0

図 再現した浮島現象

（3）まとめ

①ヒーターの温度

- ・ヒーターの温度が高くなるほど浮いて見える。
- ・しかし、限界があり、高すぎると対象が揺らぎ見えづらくなる。

②観測点の高さ

- ・観測点が低くなるほど浮いて見える。
- ・温度差が大きくても、観測点の高さが高ければ浮島を見ることはできない。

（4）観測での確認

（1）方法

- ①場所 宇城市不知火町永尾神社
- ②観測地点 永尾海岸 観望所
- ③観測方向 大島方面

（2）結果

温度差：4.0℃ 浮き具合 小
潮位：353cm

図 温度差が大きい時の浮島
(23/12/25 7:50 気温5.8℃ 海水温9.8℃)

温度差：0.9℃ 浮き具合 大
潮位：394cm

図 観測点の高さが低い(潮位が高い)時の浮島
(24/02/10 9:45 気温9.8℃ 海水温10.7℃)



図 観測場所の位置



図 観測の様子



図 観測地点
(地理院地図より引用・加筆)

実際の観測でも、**観測点の高さが高ければ、**温度差が大きいでも浮き具合が小さくなる。
⇒浮島現象には**気温と海水温の温度差よりも観測点の高さの方が与える影響が大きい。**

（5）光の屈折する範囲

観測点の高さが異なる状態で再現装置のヒーターをずらした時の浮き具合を調べた。

- 条件：・観測点の高さ・・・0mm、6mm
- ・動かすヒーター・・・図の①～⑧のヒーター

カメラ

対象物



（6）結果

図 装置の模式図

動かしたヒーター	浮き具合[個分]	動かしたヒーター	浮き具合[個分]
①	2.8	①	2.8
②	4.6	②	3.8
③	1.6	③	2.6
④	1.6	④	3.2
⑤	3.6	⑤	2.6
⑥	3.0	⑥	2.8
⑦	5.2	⑦	3.0
⑧	4.4	⑧	2.6

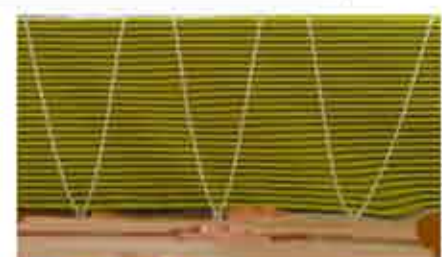


図 何も動かしていないとき（6mm）



図 ②を動かしたとき（6mm）

- ①下位蜃気楼の発生には、**対象付近の気温差**が重要である。
- ②観測点の高さが高くなると**光が屈折する位置が対象側に近づく。**

（1）浮島の発生原理

・方法

ヒーターの温度によるヒーター上の気温の鉛直分布を調べる。

ヒーター上の気温を1mの高さまで計測した。
誤差を小さくするために三か所測って平均を求める。

（2）結果

ヒーターの温度が高くなると、気温変化する空気層の厚さが厚くなった。

温度変化による密度差で光は屈折するため、蜃気楼が発生する。



図 ヒーター上の気温計測の様子

図 ヒーターの気温の鉛直分布

5 シミュレーションによる光路の可視化

浮島の写真をよく見てみると・・・

- ① 高さ0m付近の地面の部分が見えなくなっている。
- ② 地面近くの見える部分が下に反転している。



図 島が浮いているように見える（海岸から観測 2021/08/05 6:00）

⇒**反転の幅**が大きいほうが、よい浮いているように見える。
⇒**対象物の高さ**によって見え方が異なる。（②見えない、①見える、②反転して2つに見える）
＜シミュレーションを用いた説明＞

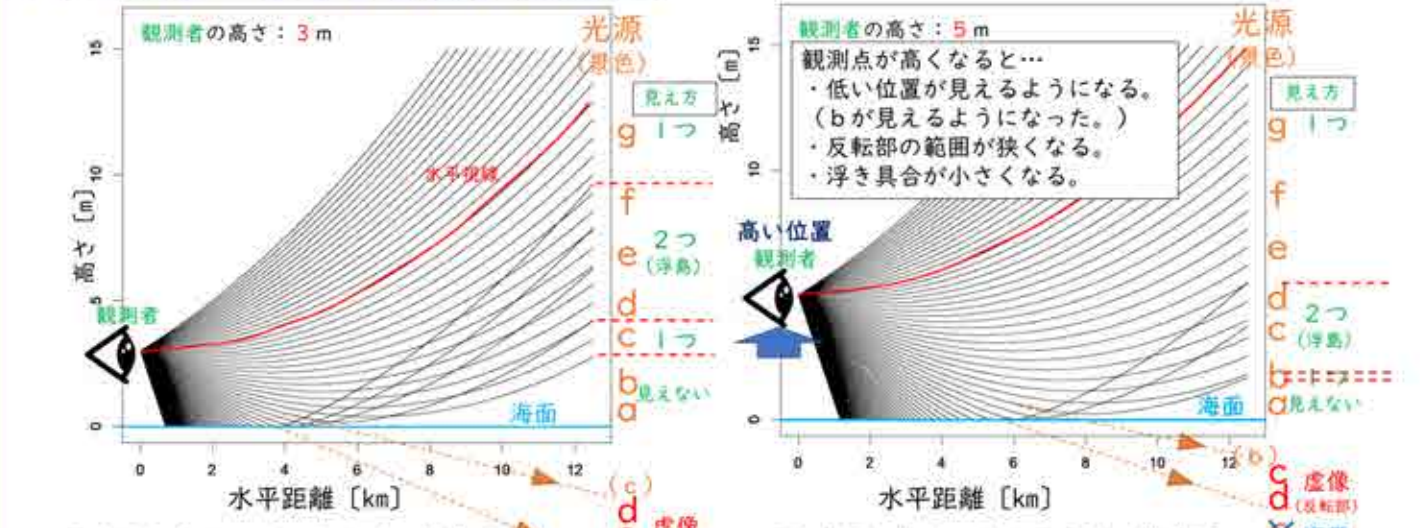


図 光源の高さによる見え方の模式図（観測点の高さは3m）

図 光源の高さによる見え方の模式図（観測点の高さは5m）

⇒**光源の高さ**により、見え方（光源数）が異なる。

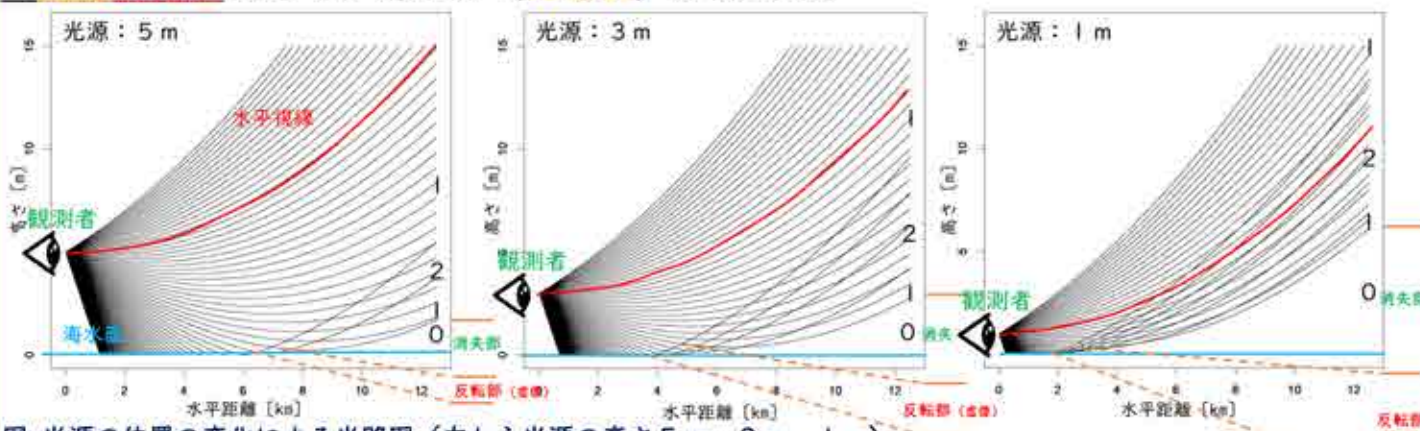


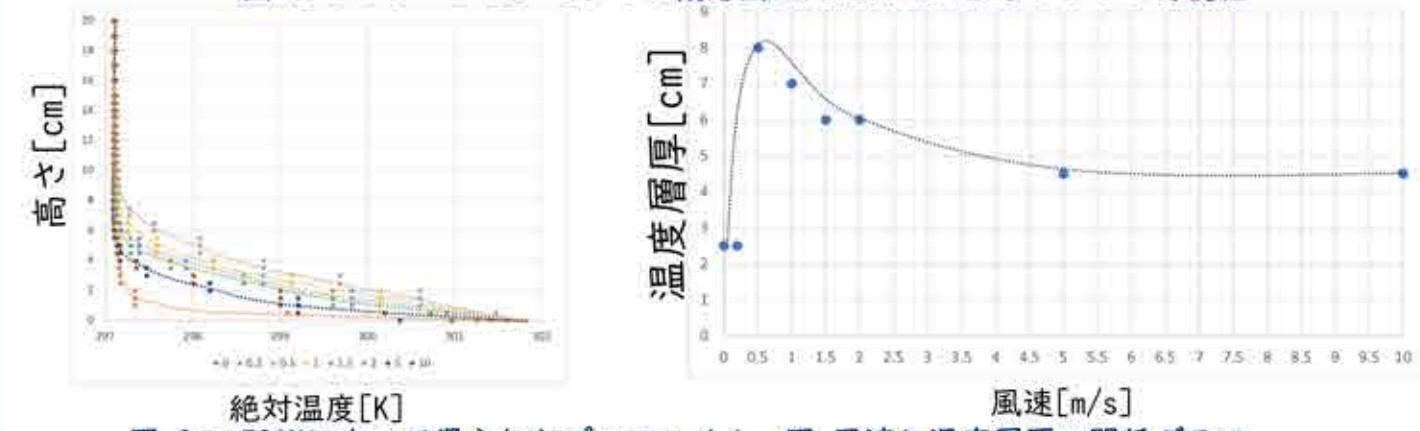
図 光源の位置の変化による光路図（左から光源の高さ5m、3m、1m）

観測点の位置が低いほど、**消失部、反転部は拡大する。よって、より島が浮いて見える。**

6 風による影響

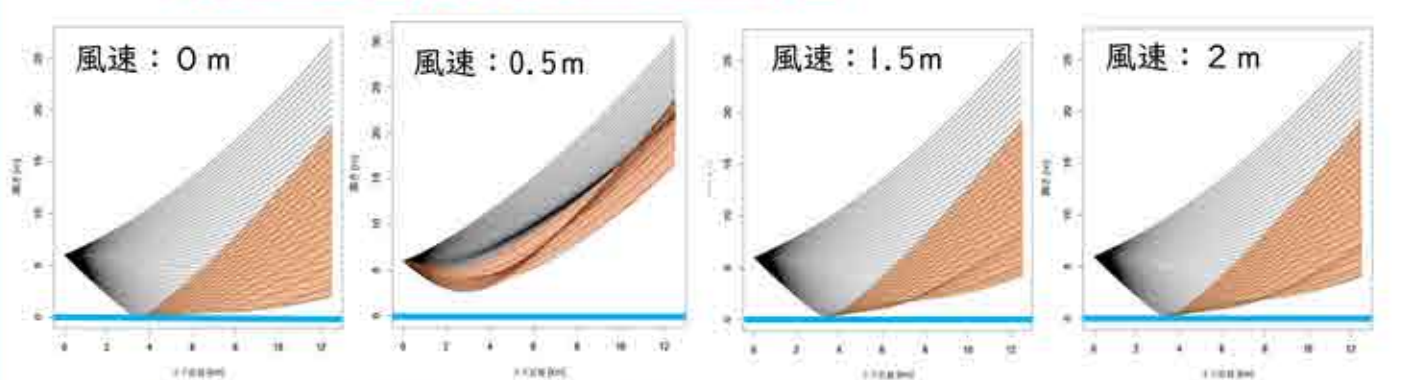
（1）シミュレーション方法

浮島の発生に風がどのような影響を及ぼすのかを調べるためにシミュレーションを行った。フリーの流体解析ソフトOpen FOAMで作成したシミュレーションモデルを用いて、異なる風速の風を吹かせた時、温度層がどのような影響を受けるのか調べる。



（2）結果

得られた温度プロファイルは次のようになった。さらに、温度の小数点第二位切り捨てた値が気温と同じ24.1℃になった時収束点とし高さをプロットした。グラフから**風速0.5m/s**で収束点が一番高いことが分かった。また、風速3m/sより大きいと温度層の厚さがほとんど変化しなくなったことから、**風が蜃気楼に与える影響はほとんどない**ことが分かった。



風速約0.5m/sの風（微風）を海上に吹かせたとき、温度層の厚さと蜃気楼の浮き具合が最大となる。また、**風による影響はほとんどない**ことが分かった。

6 まとめ・今後の展望・謝辞・参考文献

- 海水温と気温の温度差より**観測点の高さ**の方が与える影響が大きいことが分かった。
- 下位蜃気楼の発生には、**対象付近の気温差**が重要であり、観測点の高さが高くなると**光が屈折する位置が対象側に近づく**。
- 風が与える影響は、**風速約0.5m/sの風**を海上に吹かせた時に、温度層の厚さと蜃気楼の浮き具合が最大となるが、全体的には風による影響はほとんどないことが分かった。

- 視程による影響を明らかにする
- 一日の中の海水温の変動を明らかにする

本校教諭の本多先生をはじめ多くの皆様に多大なるご指導、ご助言を頂きました、深く感謝申し上げます。

- 公益財団法人 中谷匠工計測技術振興財団
- 一般財団法人 WNI 気象文化創造センター「高校・高専『観測機器コンテスト』
- 株式会社グローバル・クラウドファンディングおよびご支援いただいた皆様
- ◆ 川谷秀明、北村祐二、柴田清孝（2020、下位蜃気楼の光路計算マダガスカルで見つかった蜃気楼）
- ◆ 気象庁
- ◆ 国土地理院
- ◆ 熊本県水産研究センター
- ◆ 総合物理2（数研出版株式会社）
- ◆ 蜃気楼を操ろう（秋田県立横手高等学校）
- ◆ 蜃気楼のすべて！（日本蜃気楼協議会）