

発表のポイント(見所、聞き所)

ある曲をきっかけに「蜃気楼」という自然現象の発生に着目し、自然の神秘を人工的に発生させようとしたチーム。自由研究の題材になるようなテーマであり、順調に進むと思われていた研究は、一回目の実験から壁にぶち当たる。人工的に蜃気楼を発生させることの難しさを知った我々の、15回以上の実験を通してわかった発生条件を発表する。

背景

昨年、ある歌手が発売した「逃げ水」という曲に興味を持ち、逃げ水について調べたところ、蜃気楼の一種であることが分かった。「蜃気楼」という言葉は聞いたことがあるが実際に見たり、詳しい仕組みを知らなかったため、自分たちで発生させてみることにした。

蜃気楼の仕組み

蜃気楼は光が通過する空気や水での濃度が高い層と低い層の境目が、ある種の曲面を生じ、そこで光が屈折し像が浮き上がったたり伸びたりと変形することである。

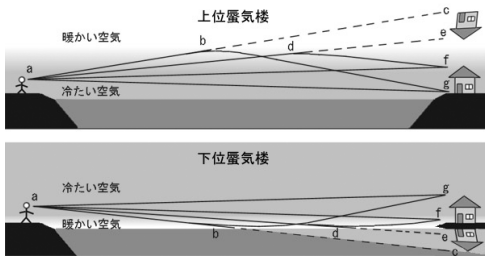


図1

実験①

水中で濃度差を作り蜃気楼を発生させる。

【材料】

水2L,食塩530g,台所用洗剤,水槽,紙,水2.5L,割りばし

【準備】

1. 飽和食塩水に洗剤を3滴加え上に紙をしく。
2. 水に洗剤3滴を加えたものを紙の上に静かに注いだ後紙を静かに抜き1日放置する。

【結果】

- ・水の真ん中の高さ(3cm)からレーザーを照射
→光の筋が下方へと屈折した(図2)
- ・水槽の片側に絵を置き、反対側から観察
→像が上方へ反転した上位蜃気楼が見えた(図3)

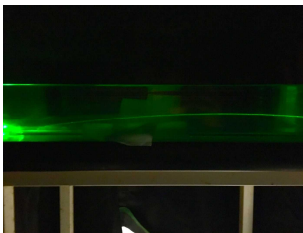


図2

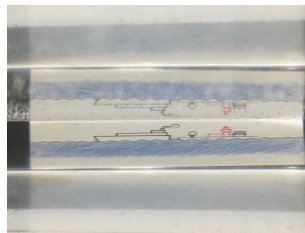


図3

【考察】

反転した像を確認することができたことから蜃気楼発生に十分な密度差が生じていると考えられる



**空気の密度差を同じにすれば
空気でも蜃気楼を発生させることが可能**

まとめ

自分たちで考えた実験装置では、蜃気楼を確認することができず失敗に終わった。しかし、成功例のある実験装置との比較で、人工的に蜃気楼を発生させるための条件を考えなおし、蜃気楼についてより理解を深めることができた。今回は上位蜃気楼しか観察することができなかったので、下位蜃気楼も発生させてみたいと思った。

実験②

実験①から求めた温度差以上を生じさせることを条件に、様々な蜃気楼を発生させる装置を考えた。

【材料】

電熱線1台,アルミバット2枚,ホーロバット1枚,プラスチックバット2枚,コンクリートブロック2個,ラップ,ダンボール,投げ込みヒーター,水,氷,食塩

【方法】

図4,5のような実験装置を作成し、装置を挟んで対象物から3mの地点で観察した。温度勾配ができていのかどうかは、サーモグラフィーを用いて確認する。

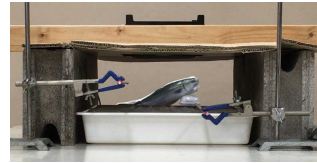


図4

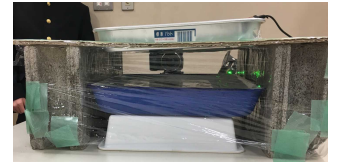


図5

【結果】

蜃気楼は発生しなかった。

【考察】

蜃気楼が確認されている装置を学校にあるもので再現したものと、自分たちの装置と比較し、蜃気楼発生に必要な条件を考えた。

【材料】

アルミバット2枚,コンクリートブック4個,ダンボール,投げ込みヒーター,水,サーキュレーター

【方法】

装置を密閉せずに2つつなげ、氷で装置内を冷やす代わりにサーキュレーターで弱風を通し続け、対象物から3mの地点で観察した。

【結果】

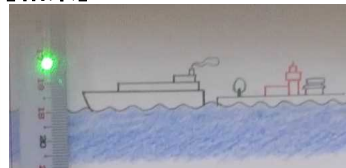


図6



図7

上に伸びた蜃気楼が確認された。

【考察】

- ・濃度差 → 一様に保たれていないとみられない
- ・装置、対象物、観察者の位置 → 観察者のいる地点で温度差がないとみられない
- ・観察者の視線 → 暖かい部分の直下でないともみられない

発表のポイント(見所、聞き所)

みなさんは太陽が二つある世界を想像したことがあるだろうか？また、それが地球にどのような影響を及ぼすのか想像したことがあるだろうか？
私たちは、そのような状況をシミュレーションすることで見てきた、温暖化が進んだ地球の未来について調べた。気温の上昇によって海面上昇が起こることはよく知られていることだと思うが、もし、そのような状況で津波が発生したとすれば、地球にはどれくらいの被害が生じるのだろうか。南海トラフ地震などが注目されている今こそ、将来起こり得るかもしれない状況を想定した。

動機と目的

映画『スター・ウォーズ』の主人公は、太陽が二つある星に住んでいる。もし、私たちの住むこの星にも太陽が二つ存在したとしたら、この地球の状態はどうなってしまうのだろうか。近年、問題視されている地球温暖化による海面上昇へのつながりから、どうすれば温暖化後の津波の被害を食い止めることができるのかを調べた。

まとめ

太陽が二つ存在する環境の下では、わずか1か月で海面が8.74m以上上昇する超温暖化が起きた。超温暖化が起きたときに津波が発生すると、5階建てのビルに相当する24.0mの堤防が必要とされた。

地球温暖化は私たちが普段当たり前になっている生活を一瞬で脅かす可能性があり、将来に向けての対策を急ぐ必要がある。

実験①

方法 気象シミュレーションソフト(名古屋大学開発“CRess”)を使用し、「太陽が一つの場合」「太陽が二つの場合」の気温変化を求めた。また、2つの気温の比較と気温上昇による海面上昇について考察した。(実際の地球での1年間の気温上昇を0.0073℃、1℃上昇した際の海面上昇を2.3mとする)

結果

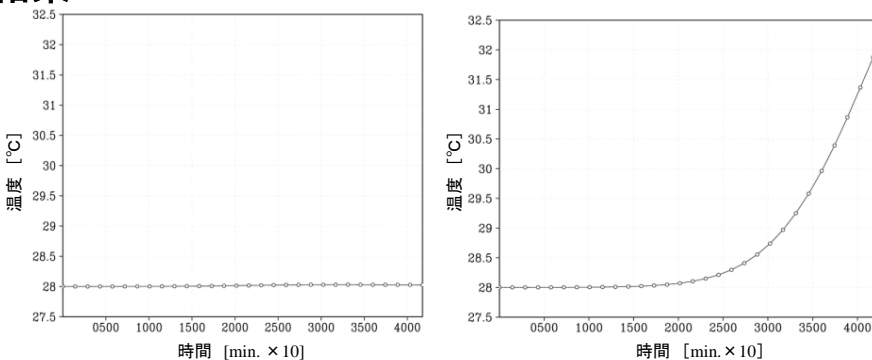


図1 太陽が一つの場合(左)と二つの場合(右)の温度と時間の関係

表1 太陽が2つの場合の地球における変化

経過日数	気温上昇[℃]	地球での年数	海面上昇[m]
3	0	0	0
6	0	0	0
9	0	0	0
12	0	0	0
15	0.1	13.7	0.23
18	0.3	41.1	0.69
21	0.4	54.8	0.92
24	0.6	82.2	1.38
27	0.9	123.3	2.07
30	1.5	205.5	3.45
1か月の合計	3.8	520.6	8.74

考察

・はじめは気温上昇しない⇒太陽から受ける熱<地球が放出する熱
・半月後気温は大きく上昇⇒太陽から受ける熱>地球が放出する熱
1か月経過すると、気温上昇により海面が8.74m上昇する。よって、標高が9.3mである三宮より南の地域は水没すると考えられる。

実験②

方法

水槽の中に平坦な土地と堤防を発泡スチロールで再現し、水を板で押して波を発生させる。通常時と超温暖化時(今回の実験では太陽が二つになってから21日後)のある地点での波の高さを測定した。また、それぞれの状況において、どの高さの堤防であれば津波を防ぐことができるのか考察した。
※通常時の水位は5.0cm、超温暖化時の水位は5.92cmとする。(縮尺は200分の1である)

結果

津波を防ぐことができた場合・・・○ 防ぐことができなかった場合・・・× と表す。

- ①通常時 発生した津波の高さは3.5cm
この時、津波と同じ高さの堤防(3.5cm)→×
津波の2.6倍の高さの堤防(9.0cm)→○
- ②超温暖化時 発生した津波の高さは5.0cm
この時、津波と同じ高さの堤防(5.0cm)→×
津波の2.4倍の高さの堤防(12.0cm)→○

考察

津波と同じ高さの堤防では、波が堤防を越えてしまい、津波を防ぐことはできなかったが、津波の約2.5倍の高さの堤防であれば、防ぐことができると分かる。
南海トラフ地震が実際に起きた場合、神戸港に来ると推測されている津波の高さは7.0mである。よって、超温暖化時において南海トラフ地震の対策に必要な堤防の高さは24.0mであると考えられる。

発表のポイント(見所、聞き所)

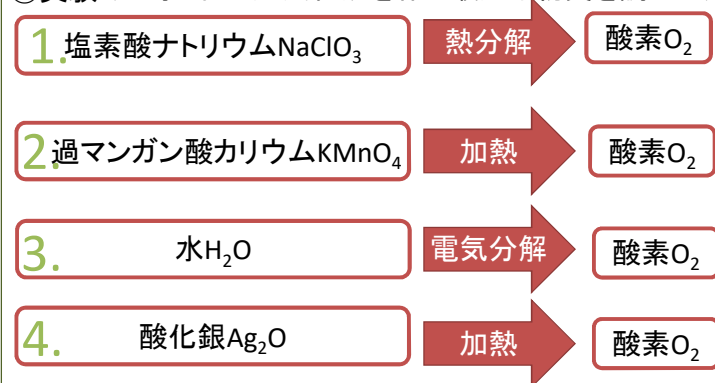
宇宙そのものに興味があった私たちは、今回の神高ゼミの活動にあたって、地球にいま最も近い環境である火星について調べ、話題になっている火星移住について自分たちなりにテーマを決めて調べてみました。

はじめに

地球温暖化、人口増加など様々な問題が指摘されている今日、地球が人類の生命維持のできない環境に変貌、資源等の枯渇に直面した場合、人類の宇宙進出等が考えられている。そこで今後の人類の宇宙との関わりに興味を持ち、生存拠点の拡大に関して有力視されている火星への移住について、考察してみた。

方法

①実験(地球と同じ大気組成を作る最適な物質を調べる)



②シミュレーション

名古屋大学で開発されたCReSSという気象ソフトを使って、火星の大気を2倍、50倍に厚くした場合の気温上昇についてのシミュレーションを行った。

まとめ

実験では、正確な数値は得られなかったが、最も効率の良いO₂とN₂の生成方法を割り出すことができた。しかし、シミュレーションからは、人類にとっての適温に達するまでに膨大な時間がかかってしまうという結果になり、火星移住は非常に厳しいものであることが分かった。今回の研究では、大気を厚くして人類にとって住みやすい環境を作る方法で考えたが、今後の技術の発展や新たな方法の発見次第で、火星移住は決して不可能なものではなく、十分に可能性のある計画となりうるだろう。

結果

①実験(理想気体下、有効数字3桁)※質量比: 1kgを基準とする。体積比: 1Lを基準とする。

単位(mol)	1	2	3	4	5	6	7	8
質量比	14.1	3.17	500	2.16	8.23	31.9	31.3	53.6
体積比	35.2	8.54	27.8	15.4	14.6	21.3	0.04	0.04

7: O₂ 単体
8: N₂ 単体

②シミュレーション

図1の場合は145日で約3°C、図2の場合は145日で約4°C上昇するとわかる。この値をある数式に代入して計算すると、図1の場合は最終的には約4°Cしか上昇しないと分かった。

ここで、火星の気圧が600Paから1200Paに変化し、気温は0°Cとした場合、火星大気の密度は0.33kg/m³大きくなる。火星大気の体積を4.0 × 10¹⁷ m³と推定すると、火星大気全体を2倍厚くするために必要な火星極地に存在するドライアイスの質量は1.32 × 10¹⁷ kgであり、“10tダンパー 1.32 × 10¹³台”分と同じである。

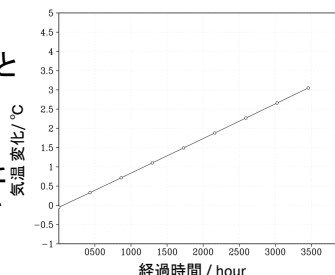


図1: 気温変化と経過時間の関係(2倍)

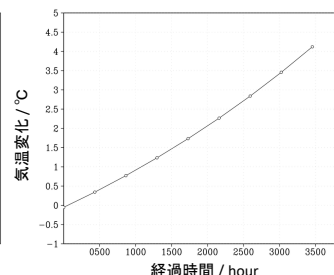


図2: 気温変化と経過時間の関係(50倍)

考察

①実験

質量一定の場合H₂O・N₂の組み合わせが最も効率がよく、体積の場合NaClO₃・NH₄NO₂の組み合わせがよいが、6. の実験“2NH₄NO₂ → N₂ + 2H₂O”でN₂と、分解されるH₂Oを用いて電気分解を行うのが最適だと考えられる。

②シミュレーション

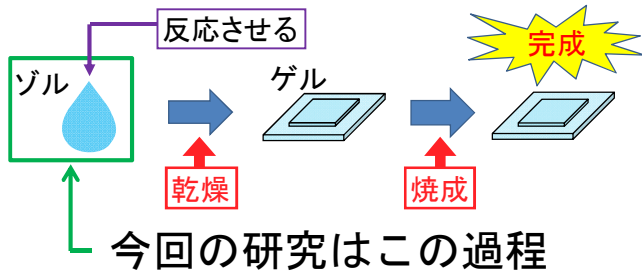
上空では大気が冷却されるため、かかる時間の差があまり出なかったと考えられる。また、結果を基に火星全体の大気の厚さを変化させる為に、火星極地にあるドライアイス気化させる方法を考えたが、計算によって現実的でないことが分かった。

発表のポイント(見所、聞き所)

私たちは、太陽光パネルなどに使われている透明導電膜を、高校の設備で安価に製作することを目標として実験を行ってきました。しかし、実験を行う過程で、ゾルゲル法において膜の原料となるゾルの調製が正確に行えていないことが明らかになりました。そこで今回は、ゾルの調製を正確に行うことを目的として、温度によるゾルの分散量の変化や、ゾルの粘度を測定しようと試みました。今回の研究では、身近にある物を使って還流装置を小型化し、また簡易的な落球式粘度計を自作することで、実験器具の低コスト化を達成することができたと考えています。

1. 導入

ゾルゲル法

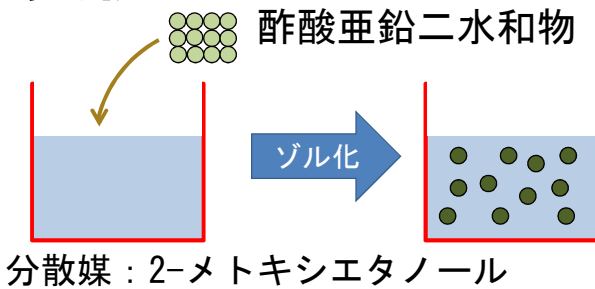


今回の研究はこの過程

2. 目的

最終的には、惑星探査機の太陽光パネルの部品、透明導電膜を製作することである。今回は、それに向けて原料となるゾルを低コストで調製することである。

3. 実験

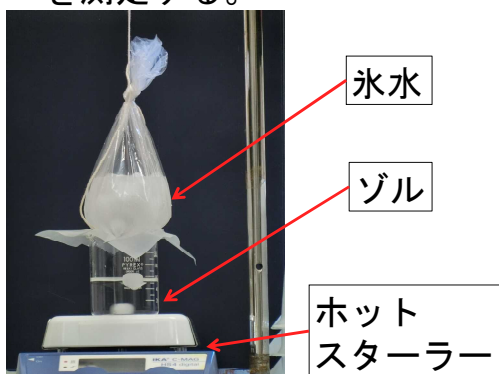


問題点: 分散しきらない

① 温度による分散量の違い

仮説: 温度を高くすると分散量も大きくなる。

方法: 室温と60℃で分散する限界の量を測定する。



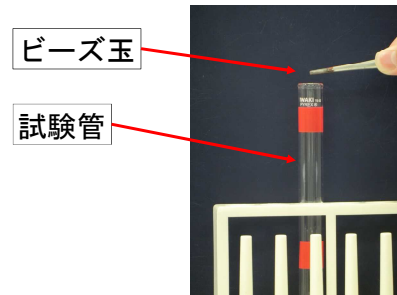
まとめ

温度による分散量の違いはあまり見られなかった。また、粘度の測定においても大きな違いは見られなかった。

② 粘度の測定

仮説: 分散し、反応が起こることで粘度が大きくなる。

方法: 落球式粘度計の簡易的なものを作成し、時間を測定する。



それぞれの目印の上端の距離で測定した。

4. 結果

① 温度による違い

室温 … 1.20 g
60℃ … 1.30 g

② 粘度の測定

水 … 0.40 秒
溶媒のみ … 0.46 秒
室温のもの … 0.44 秒
60℃のもの … 0.44 秒

5. 考察

① 温度が高い方がより多く分散するのではないかと考えたが、あまり大きな差は見られなかった。

② 仮説とは異なり、粘度は小さくなった。ビーズ玉の直径が不揃いであり、落下時間にばらつきが生じたと考えられる。

参考文献

- ・ 作花 済夫, ゾルゲル法の科学, アグネ承風社
- ・ 村山 正樹, 井上 幸司, 酸化亜鉛材料とゾルゲル法による低コスト透明導電膜の研究, 三重県科学技術センター工業研究部研究報告, 2008
- ・ JIS Z 8803:2011 液体の粘度測定法, <http://kikakurui.com/z8/Z8803-2011-01.html>

発表のポイント(見所、聞き所)

私たちは、モデルロケットと言うロケットを利用し、狙った距離に正確に落とす研究をした。日本モデルロケット協会の新海春彦さんにご指導をいただき、モデルロケットの従事者のライセンスを取得したうえで、今回は発射台から半径10mに着地させることを研究の目標とした。実験の結果、10mより大幅に遠くに落下したという結果になってしまったが、それは私たちが発射前に事前にシミュレーションした風速は地上付近の風速であり、実際にロケットが飛んだ高さの上空で吹いている風速が異なっていることが原因と考えられる。

1、序論

目的: ロケットを飛ばし落下地点を狙った所にすることを研究の目的とした。今回は発射台から10mのところに着地させることを課題として取り組んだ。

背景: ニュースでミサイルが話題になっているのを見て、モデルロケットでも目標の場所に着地させることができるのかということに興味を持ち、研究を始めた。

まとめ

今回の実験はモデルロケットというロケットを正確に狙った所に飛ばすところに落下させる研究をした。実験の結果、目標とした10mより大幅に大きく飛んでしまう結果となった。この失敗の原因は、私たちが計測した地上付近の風速よりも、ロケットが飛んだ上空での風が強く吹いていることであると考えられる。

2、研究対象と方法

モデルロケットというロケットを利用。
日本モデルロケット協会 新海 春彦さんにご指導いただいた。

- ①モデルロケットを組み立てる
- ②シミュレーションソフト「Open Rocket」を使い、10mに落とさせるための風速ごとの発射台の角度を計測(表1)
- ③発射会場を設営する
- ④発射会場で風速を計測し、発射台の角度を調整したうえで、モデルロケットを発射し発射台からの距離を計測する

表1 風速に対する発射台の垂直からの角度 (Open Rocketによるシミュレーション)

風速(m/s)	0	1	2
発射台の角度(°)	3.5	12.3	20



図1(左図) 飛距離の計測の様子
図2(右図) 発射台の角度調整の様子

4、結果

実験結果は下記の表2の通りとなった。1~4回目の全て、目標としたいずれにおいても10mから大幅に飛距離を伸ばしてしまう結果となった。1~4回目のいずれも現場で計測した風速は1mだったが、4回目のみ発射台の角度を最大の30°にして発射した。

表2 発射台からの距離(いずれも風速1m/s)

回数(回目)	1	2	3	4
発射台からの距離(m)	50以上	24.7	39	25

5、考察

今回の実験の失敗の原因として考えられるのは、上空と地上付近の風速の違いである。私たちが計測したのは地上付近の風速のみで実際上空まで飛んだときにより強い風が吹いていたと考えられるのでロケットがより遠くまで飛んでしまった。

今後の展望として、正確に飛ばすためにはロケットが飛ぶ高さまでの風向、風速を計測する必要がある。

その一例としては、気球のようなものに風速計を取り付けて飛ばし、計測した風速でシミュレーションをやり直す必要がある。今回利用したOpen Rocketでは、一点だけの風速でしかシミュレーションが出来ないので、シミュレーションソフト自体を作りなおす必要がある。

モデルロケット飛行の流れ

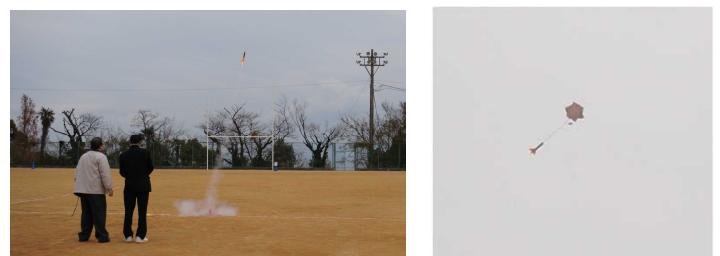
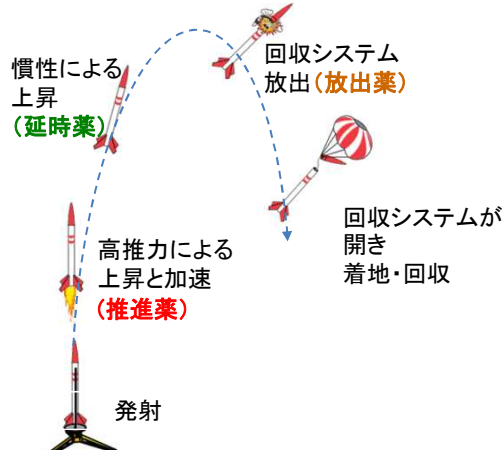


図3(左図) モデルロケット発射の様子
図4(右図) パラシュートが開いた様子