

物1

クラドニ図形の研究

鹿児島高校2年 藤崎 夕加里

1. クラドニ図形とは

平面のものを音で振動させると現れる図形のことである。例えば平面のものであれば鉄板や木の板、アルミホイルでもクラドニ図形を現すことは可能で、平面のものを中心あるいは下から特定の周波数の音を出して振動させることでクラドニ図形は現れる。

2. 研究の動機

高校に入学してクラドニ図形の原理を初めて聞いたとき、図形が現れたときの板はどういった振動をしているのだろうかと疑問に思い、段階的に研究を進めることにした。まず、振幅が最大にふれたときの振動の強弱を計測した。次に、現れたクラドニ図形上の定点とそれ以外の地点との位相差を調べた。今回は、始めに行った実験をより発展させようと考え、振動板の各地点の短時間ごとの振幅、すなわち時間的変位を調べようと考えた。

3. 研究内容・研究方法

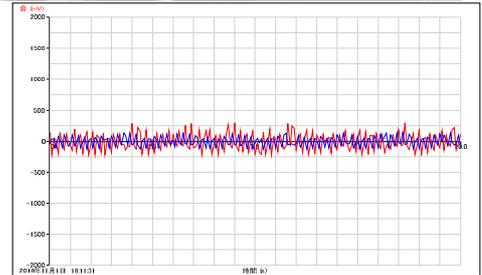
振動板上に石英の粉をふりかけ、板を振動させてクラドニ図形を作る。そこで現れた図形の線上のある1点を振動の基準として、これをIとする。Iを常に固定し、別の格子点の振動状態をもう一つのイーゼーセンス音センサーで計測し、パソコンで波形を読み取って実験を行った。この時、振動板とイーゼーセンス音センサーとの間隔は1.0 cmと定め、また、外部の音を拾わないようにイーゼーセンス音センサーのマイク部分の穴を1つだけ残し、テープでふさいだ。格子点は14 cm×14 cmの振動板を1 cm×1 cmに区切ったものである。対角線上にとった、スピーカーの付いている中点を除いた計26個の点における振動の状態、そして振幅を調べた。なお、1280Hzで現れる図形で実験した。



4. 実験結果

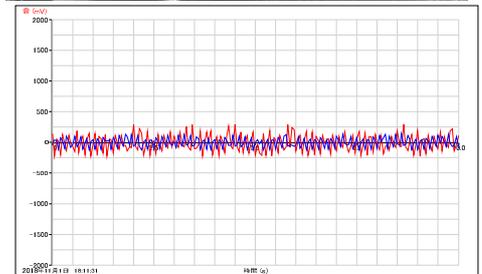
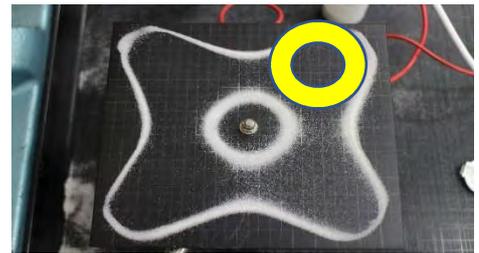
青線は定点、赤線は比較対象の点である。

① 定点と角



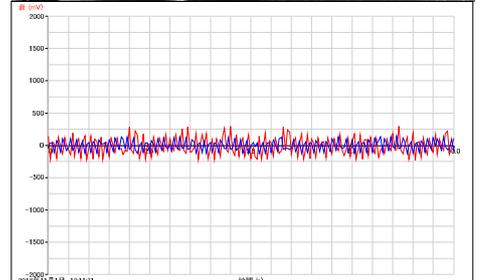
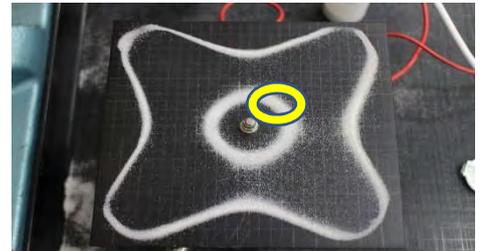
•逆位相の関係になり、定点よりも振幅が大きくなった。

② 定点と2つの図形の間



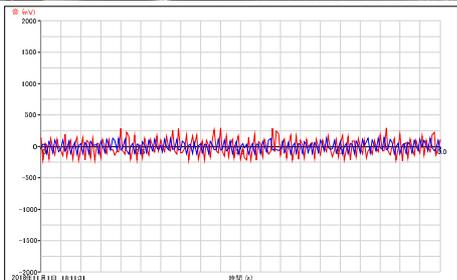
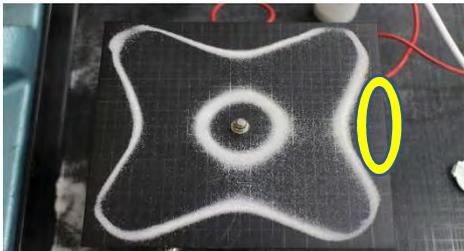
•逆位相の関係になり、定点よりも振幅が大きくなった。

③ 定点と内側の図形の線上



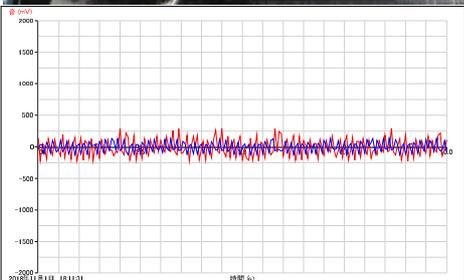
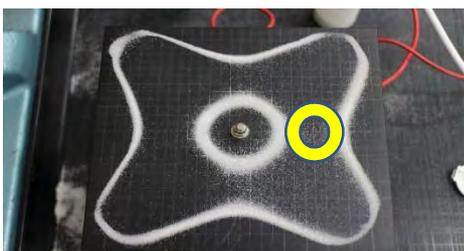
- ・逆位相の関係になり、定点よりも振幅が大きくなった。

④ 定点と端



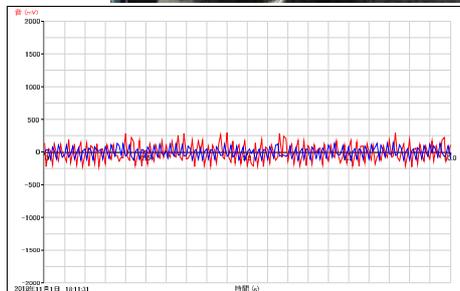
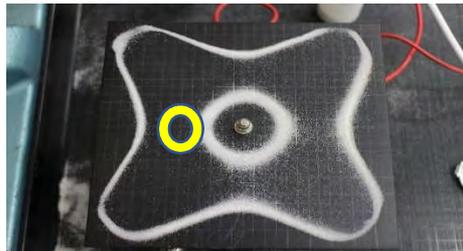
- ・逆位相の関係になり、定点よりも振幅が大きくなった。

⑤ 定点と2つの図形の間



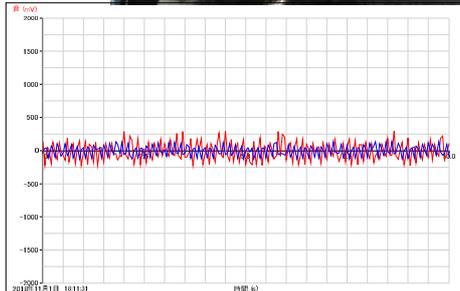
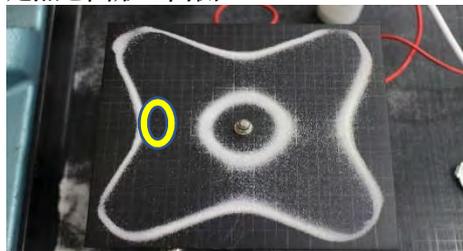
- ・逆位相の関係になり、急に振幅が大きくなりふれるところが見られた。

⑥ 定点と内側の図形の線上



- ・逆位相の関係になり、定点よりも振幅が大きくなった。

⑦ 定点と図形の内側



- ・逆位相の関係になり、定点との振幅の差が最も大きくなった。

5. まとめ

どの地点でも逆位相の関係になり、矛盾が生じた。よく見ると、波そのものが大きく波線を描いているように見えた。

6. 今後の展望

矛盾の原因を探り、振動の様子を $1/8T$ ごとに立体化させたい。また、1280Hz の図形だけでなく、他の図形でも研究することで、振動の仕方の核心に迫りたい。

大豆の膨張による力

鹿児島中央高等学校
福井来未 水口凜太郎

Abstract:

大豆は水を含ませると膨張することが分かっている。本研究では、大豆に水を含ませて様々な条件で重りを乗せ、どのような変化があるか調べた。

1. Introduction:

石の割れ目に大豆を詰めて水を加え、膨張させることで石を割ったという話を聞いたことがある。大豆の膨張はどれほどの力を持っているのかと疑問を抱いたことから実験を始めた。大豆の水による膨張について調べたところ、大豆の膨張率について調べた論文を見つけた。その論文を読むと、膨張率や膨張した豆の形や大きさの変化などが記されていたものの、ものを持ち上げたり破壊したりする力については記述がなかった。大豆が水を吸収して膨張する際に、どれくらいの大きさの力がどのように働いているのかを調べてみることにした。

2. Experiment:

大豆に水を含ませて膨らませたとき、重りをどのくらい持ち上げるのかを調べる。

- ①500ml ビーカーに100.1g の大豆を入れる。この時、ビーカーの底から測った大豆の高さは3.2cm であった。
→これをビーカーA とおく
- ②ビーカーA に150ml の水を入れた小さめのビーカー176.7g を重りとして乗せる。
- ③次に、ビーカーA のように500ml ビーカーに100.1g の大豆を入れた。この時、ビーカーの底から測った大豆の高さは3.2cm であった。→これをビーカーB とおく。
- ④ビーカーB に300ml の水を入れた小さめのビーカー448.0g を重りとして乗せる。
- ⑤ビーカーA とB に140ml の水を入れて大豆が膨らんだ時小さめのビーカーがどのくらい持ち上がったかを調べる。

3. Results:

1日目 上記の実験を行う。

2日目 ビーカーA は6.9cm になり3.7cm 上昇した。ビーカーB は7.3cm になり4.1cm 上昇した。

よって大豆がした仕事は、 $W(\text{仕事})=mgh(\text{質量}\times\text{重力加速度}\times\text{高さ})$ より、

ビーカーA → $W = 64J$ ビーカーB → $W = 1.8 \times 10^2 J$

ビーカーの水を大豆がすべて吸収していたため、両方に水を200ml 追加した。

3日目 ビーカーA は変わらず6.9cm のままで、ビーカーB は7.1cm になり0.2cm 縮んでいた。

両方の加えた水はあまり減っておらず、ビーカーB の底の方の豆が割れていた。

4. Discussion:

水を含ませると大豆が膨張し、仕事をする事が確認できた。また、450g 程度の重りではあまり膨張する力への妨げにはならなかった。水を追加する前と後を比較すると、変化が少なかった。水が減っていないこともあり、大豆が吸収できる水の量は限界があると考えられる。ビーカーB では底の方の大豆が割れていたことから、重りの重さに大豆が耐え切れなくなったのではないかと考えられる。実際に大豆は柔らかくなっていた。

このことから、大豆の重りを持ち上げる力が最も大きくなるのは実験開始から二日以内だと考える。

5. Conclusion:

大豆を膨張させ、重りを持ち上げることができた。今後の展望としては、今回得られた結果をもとに、重りの重さをより大きくするなど条件を変えて、大豆の仕事の最大値を求めたいと思う。

6. Reference:

Richard L. Urasa, Shun-ichiro TANAKA, Fumihiko TANAKA and Kazuo MORITA

“Soybean Moisture Absorption Properties and their Related Size Changes by Imaging-3D size changes-”

J.SASJ, Vol.31, 171~178(2000)

7. Keyword

大豆, 水, 膨張

物3

グリーンフラッシュの謎に迫る。 ～狭い隙間を通過する光は緑色に輝く～

鹿児島県立国分高等学校 サイエンス部 2年物理班
片野坂祐 宮下真樹 篠原あみ 林麗美 飯干一心

あらまし

グリーンフラッシュは、太陽が地平線や海面に出入りするときに、太陽の縁が一瞬だけ緑色に輝く現象のことをいう。鹿児島で撮影されたグリーンフラッシュの動画から発生場所を特定し発生状況を知ることができた。この動画のデータをもとに「太陽光が2つの層の間の狭い隙間を通過するとき、上下の境界面で反射を繰り返すと緑色だが強調されてみえる」である。この仮説をもとに実験装置を組み立て、狭い隙間の条件が整うと白色光が緑色に輝くことが分かった。その実験結果をもとに、回折と反射を組み合わせた新しいグリーンフラッシュの理論とモデルを提案する。

1 動機と目的

先輩方の「グリーンフラッシュの発生機構」の研究論文を読み、太陽が地平線や海面に出入りするときに、希に太陽の縁が一瞬だけ緑色に輝く現象があることを知った。動画や画像や動画をみて一般に説明されている「見かけの太陽の分散やレイリー散乱」とは別の原因があるのではないかと考えて研究を始めた。

2 研究方法

鹿児島で撮影されたグリーンフラッシュの動画から発生場所や状況を知ることができた。これによって、発生のおきみについて「太陽光が2つの層の間の狭い隙間を通過するとき、上下の面の境で反射を繰り返すことで緑色光が発生する。」という仮説をたてることができた。(図1)

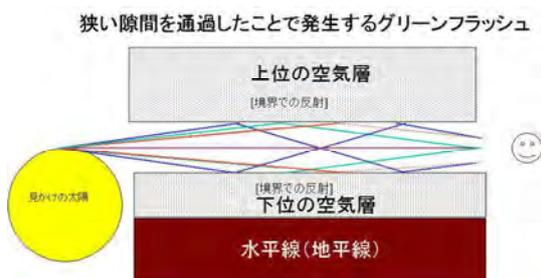


図1 上下の空気層の隙間で反射を繰り返すことで緑色光が発生するモデル。

3 研究内容と結果

(1) 鹿児島大学工学部大塚作一先生の撮影されたグリーンフラッシュの動画を使って発生場所までの距離と空気層の厚さを計算した。その結果、緑色光が見える空気層の厚さは、輝北天球館の建物と比較することでおおよそ10mであることが分かった。また、地図データからカメラとの直線距離

が28kmであることも分かった。(図2)

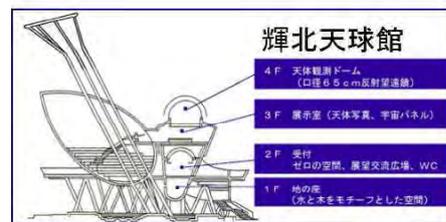
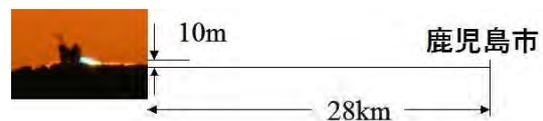


図2 緑光光が発生している空気層の厚さはおよそ10m、距離は28kmである。

(2) LEDをスマートフォンの保護ガラスの隙間を通して観察すると緑色光が見えた。(図3)

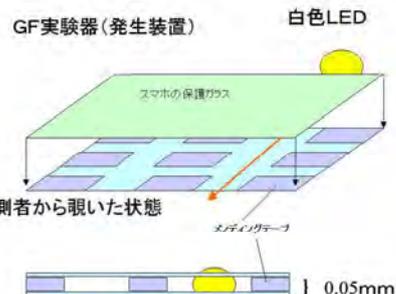


図3 ガラスの隙間から緑色光発生

(3) LED を水飴とやし油の間の薄い水の層を通すと緑色光が見えた。(図4)

装置を横から見た図



図4 密度（屈折率）の異なる2つの液体の隙間の層に見られる緑色光（GF）
上：液体のようす。下左（装置全体）
下右：中央の層にGFが発生

(4) LED をいろいろな材質の隙間を通して観察した。万華鏡用の鏡で明るい緑色光（GF）が見えた。(図5)

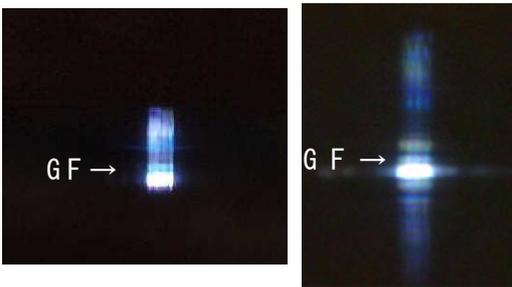


図5 グレーの紙（左）と鏡（右）の緑色光。中央の明るい光は光源

(5) 太陽光を分解して、スペクトルを逆向きに重ねて加色混合した。青と赤を重ねるとマゼンタ色になった。(図6)



3 考察

実験の結果、仮説の通りに狭い隙間に白色光を通すと緑色光を発生させることができた。2 (2)の実験をもとに、緑色光の発生が、反射による鏡像であるとして干渉条件を計算してみた。(図7)

光源を0として、中心からの鏡像の数を

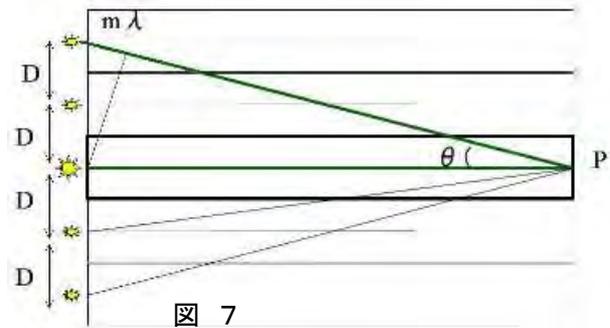
n 回、強め合う条件を光路差が $m\lambda$ で最小 $m=1$ とする。ただし、図7の θ を使って、

$$n D \tan \theta = \lambda \quad \text{①}$$

θ は小さいので $\tan \theta = D/L$ とおける。

$$n = \lambda L/D^2 \quad \text{②}$$

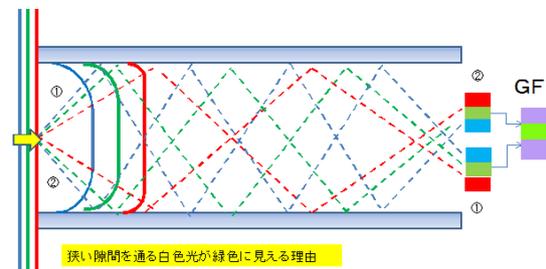
②式に $\lambda = 5.5 \times 10^{-7} \text{ m}$, $L = 0.135 \text{ m}$
 $D = 5.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ を代入すると、 $n=2.97$ となり、3回以上反射しないと干渉条件を満たす光路差に達しないことになる。



5 結論とまとめ

これまで一般に知られているグリーンフラッシュの理論に加えて「狭い隙間を通過する反射光」を考慮して緑色光の発生を説明できる可能性があることが分かった。

今回の研究成果として、図8の緑色光の発生理論とモデルを提案する。



- 狭い隙間を通る白色光が緑色に見える理由
- (1) 隙間や障害物に対して波長が大きいほど回折が起こりやすい。
 - (2) 境界面での回折光の反射位置が波長で異なる。
 - (3) 入射角が違ふことで青・緑・赤の光線は異なる経路をとる。
 - (4) 反射のたびに青と赤の順番が入れ替わる。
 - (5) 隙間の出口で①、②の加色混合が起こり、緑色が強く輝く

6 今後の課題

現実のグリーンフラッシュをこのモデルで説明できるか検証していきたい。

7 謝辞

鹿児島大学の大家先生にグリーンフラッシュの動画の提供と御指導をいただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

7 参考文献

8 ウィキペディア日本語版 グリーンフラッシュ <https://ja.wikipedia.org/wiki>

紙面の都合上、他の参考文献については、別途記載させていただくことにした。

物4 ひとりで動くキャップの謎に迫る！
～キャップに作用している力とは？～

鹿児島県立曾於高等学校 科学部

2年 小倉伍晟 岡留志歩 杉本李音

1 動機と目的

キャップ（以後キャップと表現する）を水に浮かべると浮く。これはキャップを水の中に沈めても上に浮いてくることから浮力が関係していることがわかる。しかし、ガラスコップに浮かせたまま観察を続けると、キャップはひとりでに容器の縁の方に向かって動き出す。そこで本研究ではガラスコップでキャップが縁へ移動する要因について研究した。

2 実験①

キャップを浮かべる容器の種類を変え実験を行った。使用した容器は、ガラスコップと紙コップとプラスチックコップの3種類である。

紙コップとプラスチックコップに浮かせたときのキャップは、ガラスコップに入れたときの動きとは異なり、コップの中央に移動した。

今回使用した3種類の容器に入っている水の様子をよく観察すると、容器の縁の水の様子がガラスコップは盛り上がっているのに対して、紙コップとプラスチックコップの縁は水が下がっていることに気付いた。

3 実験②

ガラスコップの水が満タンでないとき水はガラスコップの縁が高くなるのに対して、満タンのとき水は中央の方が高くなる。

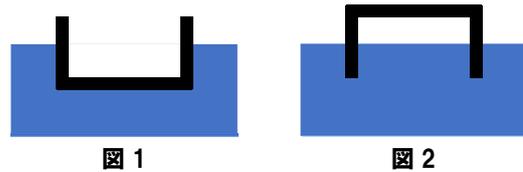
そこで、水が満タンのときのキャップの動きが変化するかを観察した。すると、キャップはガラスコップの縁ではなく中央に移動した。

このことから、キャップを水に浮かべると必ず水位が高い方に移動することが分かった。

4 実験③

キャップを水に浮かせるときのキャップを浮か

せる向きを変えた。(図1・2参照)



このとき、図1,2ともにキャップがガラスコップの縁に動くことは変わらなかった。

これらのことから、側面に力がはたらくことによりキャップは移動していることが分かった。

5 実験④

キャップの側面の様子を観察すると水は側面に対しては盛り上がっていた。(図3)

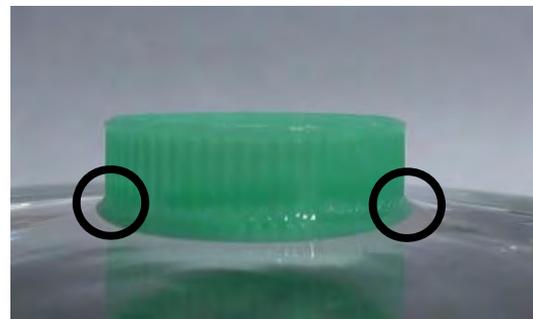


図3

このことが移動することの原因なのではないかと思ひ、防水スプレーを用いて側面の水が盛り上がらないようにし、同様の実験をした。(図4)

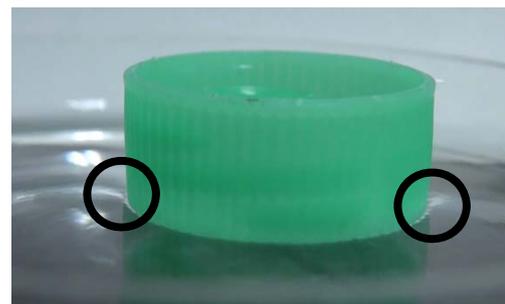


図4

すると容器の中央、つまり水位の低い方へと移動した。

以上のことよりキャップがひとりでに移動しているのは、キャップの側面の水の盛り上がりが必要因であることが分かった。

池田学園池田高等学校 S S H課題研究 物理班②
木本敦士 日高七海 田中花音 雪丸和真 松木田凱斗

1. 研究の目的

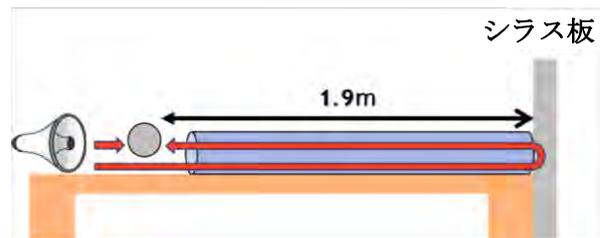
私たちはこれまで、火山灰やシラスなどの火山砕屑物を用いた防音性の高い防音壁をつくることを目的に研究してきた。そして、昨年はシラスを用いたモルタルの吸音性について調べ、特に高い周波数の音に対しては、シラスの多孔質な構造が防音に効果的であるのではないかと結論に至った。今年、シラス自体の吸音性を測定し、防音に最適なシラスの活用方法を調べている。

2. 研究の仮説

シラスは多孔質なので、その構造により、シラス自体に吸音効果があるのではないかと考えた。

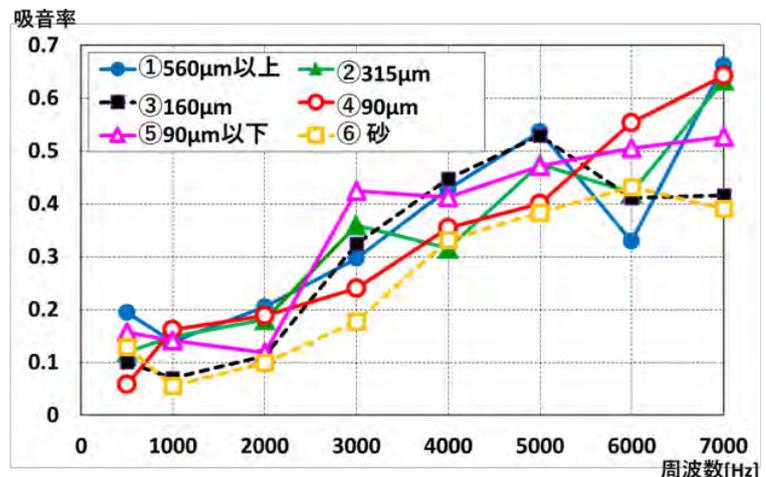
3. 研究の方法

木の板に両面テープを張り付け、ふるいにかけてシラスを表面に貼り付けてシラスの板を作成する。その板に音を反射させて、直接音と反射音を同時に記録する。そして、直接音の音圧と反射音の音圧を測定し、吸音率を計算し吸音性を調べる。



4. 実験結果

500Hz から 7000Hz の周波数におけるシラスの吸音率を粒径ごとに右図にまとめた。比較対象として砂の吸音率も示した。吸音率の値が大きいものは吸音性が高いことを表す。



5. 考察

実験結果から、全体的には、砂と比べるとシラスの吸音性は良いといえそうである。特に、粒径の小さなシラスでは、高い周波数の音で吸音効果が大きくなった。これは、「シラスを用いたモルタルは、特に高い音に対して吸音効果がある。」という昨年の研究と一致した。防音壁などにシラスを用いる場合は、粒径が $160\mu\text{m}$ 未満の粒径の小さなシラスを使用すると良いと考えられる。また、人が不快に感じる音は高い周波数の音を含むことが多いといわれていることから、有効性もあるといえる。

セルロイドロケットの改良 —昨年度の課題の改良、発展—

鹿児島県立加治木高校 科学工学研究部 ロケット班
2年 川村一生 1年 甲斐愛華 新福陽奈 中馬海晴 寺原涼介 餅原憲斗

1. 動機と目的

昨年に続き、身近な材料を用いて手軽に飛ばせるセルロイドロケットを確実に飛ばせるように改良・実験を行ってきた。その中で出てきた課題を解決、改良をすべく今年も飛翔実験を行った。

2. セルロイドロケットとは

セルロイド・・・ニトロセルロースと樟脳などから合成される合成樹脂。90℃以上になると軟化。170℃以上になると自然発火する。

セルロイドロケット・・・セルロイドで作られたピンポン玉を燃料として、アルミホイル、竹串を材料とするロケットである。アルミホイルの上端と左端に折り目をつけ、燃料であるセルロイドのチップを置き、その下を竹串（ランチャ）で塞ぎ、アルミホイルを巻き、先端部をねじった構造となっている。完成した機体を上下角 35 度に設定し、燃料が入った部分を加熱、燃焼によって発生したガスを噴き出すことで反動を得て、飛翔する。

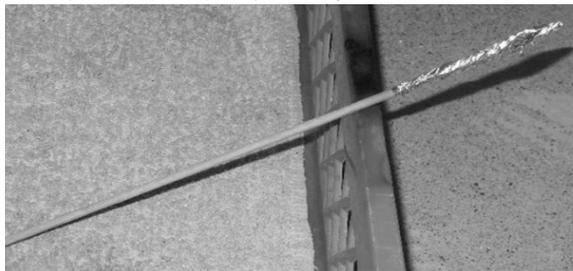


図1 機体が完成した様子

3. 実験、結果

(1) μ -VI型

セルロイドが燃焼するための空間があると、より酸素との結合がしやすくなり飛距離が伸びるのではないかと考えた。そこで、燃料下部に空間を設ける場合と設けない場合で比較実験をおこなった。

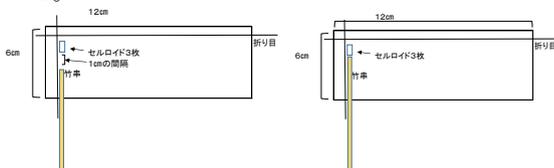


図2

(2) μ -VII型

機体を軽量化すれば飛距離が伸びるのではないかと考え、アルミホイルを 6 cm×6 cm に変更し比較実験を行った。

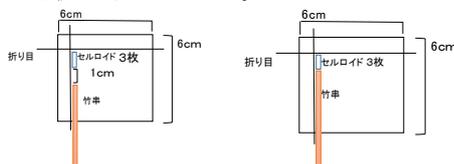


図3

結果①

(1) μ -VI型、(2) μ -VII型より
燃焼室の空間と飛翔の関係(セルロイドチップ3枚)
燃焼空間有(空有) 燃焼空間なし(空無)

VI(12×6)		VII(6×6)			
	空有	空無		空有	空無
飛翔率	66%	62%	飛翔率	40%	61%
飛距離(m)	348.3	274.6	飛距離(m)	373.3	307.1

表1

どちらの型も燃焼空間を設けたほうが飛距離は伸びた。VI型では飛翔率に大差がなかったがVII型では21%も変わっていた。

(3) μ -VIII型

アルミの寸法を変えることで飛翔率に変化が生じるのかと考え α 型(12 cm×3 cm)と β 型(6cm×4 cm)で実験を行った。また、VII型までの結果と作りやすさを優先し、飛翔率をより伸ばすために燃料下部に空間を空けない作り方で今後実験をすることにした。

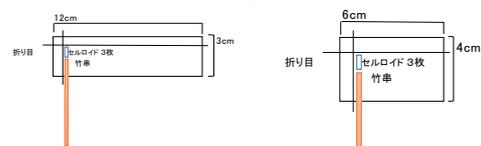


図4

結果②

(1) μ -VI型、(2) μ -VII型、(3) μ -VIII型より
アルミホイルの大きさと飛翔の関係 (セルロイドチップ3枚)

	VI 12×3	VII 6×6	VIII 12×6	VIII 6×4
飛翔率	62%	61%	96%	88%
飛距離	274.6	307.1	256.6	298.6

表2

機体の全長が短いほど飛翔率が伸びており、アルミの一边の差が小さいほど飛距離が伸びている。

(4) μ -IX型

VIII型の結果から、飛翔率はこれ以上の上昇は見込めないため飛距離をより伸ばすことを目標とした。またVIII型の飛翔時の様子を見ると軌道が低かった。これはセルロイドにより重心が機体前方に偏っているからだ予想した。このことからセルロイドの枚数を減らすことで、より飛翔するのではと考え、セルロイドチップを3枚から2枚に減らし実験を行った。

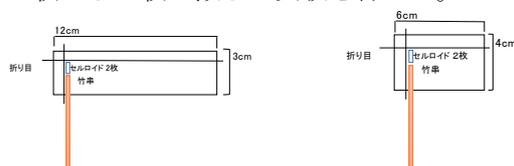


図5

(5) μ -X型

IX型と対比するためにVIII型のセルロイドチップの枚数を4枚に増やして実験を行った。

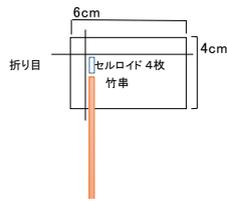


図 6

結果③

(3) μ -VIII型、(4) μ -IX型、(5) μ -X型よりセルロイドチップ（燃料）の枚数と飛翔の関係（12×3）

	2枚	3枚
飛翔率	90%	96%
飛距離(m)	259.5	256.6

表 3

(6×4)

	2枚	3枚	4枚
飛翔率	89%	88%	76%
飛距離(m)	289.1	298.6	337.2

表 4

(6×4)の機体ではセルロイドチップが2枚、3枚のときは飛翔率、平均飛距離に大差が見られなかった。しかし4枚にすると平均飛距離は伸びたが、飛翔率が大幅に下がった。また(12×3)の機体では、セルロイドチップを2枚から3枚にすると飛翔率は6%伸びたが、平均飛距離に大差はなかった。

型番	平均飛距離	試行数	成功数	飛翔率(%)
μ -VI α	348.3	50	33	66
μ -VI β	274.6	50	31	62
μ -VII α	373.3	100	40	40
μ -VII β	307.1	100	61	61
μ -VIII α	256.6	100	96	96
μ -VIII β	298.6	100	88	88
μ -IX α	259.5	126	114	90
μ -IX β	289.1	126	112	89
μ -X	337.2	106	82	76

表 5 各型結果

4.考察

① 確実に飛翔させ、飛距離を伸ばすには

飛翔しなかったロケットを観察してみると

- ・アルミの締めが弱く、点火時機体から燃焼ガスが漏れていた
- ・燃焼室が破裂した

このような事が多くの機体で見られた。よって確実に、より飛距離を伸ばすためには燃焼ガスの漏れを防ぐために機体先端部とノズル部分をきつくねじり、セルロイドの爆破に耐えるためにアルミを二重にする、ということを実行すべきだと考えられる。

結果より、飛翔率を伸ばすためには、機体とランチャである竹串との接地面積を減らすことで飛翔時

の抵抗を減らし飛翔しやすくするために機体の全長を短くし、機体の破裂を防ぐためにセルロイドチップの枚数を3枚以下にすることが重要だと考えられる。

また、飛距離をより伸ばすには、爆破力を高めるために燃料下部に燃焼空間を設ける、セルロイドの爆破時の圧力を高めるためにセルロイドチップの枚数を増やす、結果②よりアルミの縦横の比を1:1に近づけるなどの工夫が必要だと考えられる。また、表6より飛翔率が伸びると平均飛距離が下がり、飛翔率が下がると平均飛距離が伸びると考えられる。

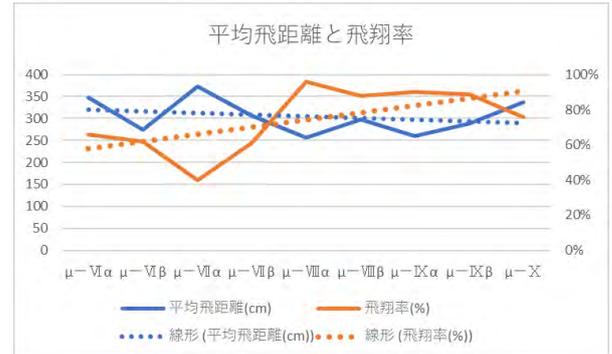


表 6

②湿度と飛翔率の関係について

表7から、飛翔率が高い機体だと湿度の変化に影響を受けずに飛翔するようになるが、飛翔率が低い機体では湿度が70~80%の間だと飛翔率が高くなるが、その範囲を越えると低くなると考えられる。

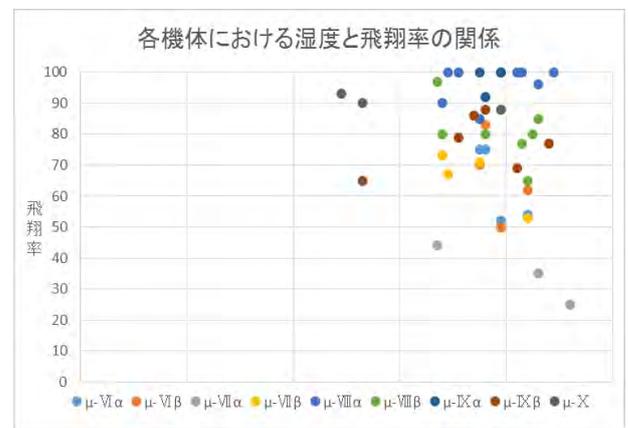


表 7

5.今後の課題

- ・飛翔率と飛距離を共に伸ばす
- ・飛距離を安定させる

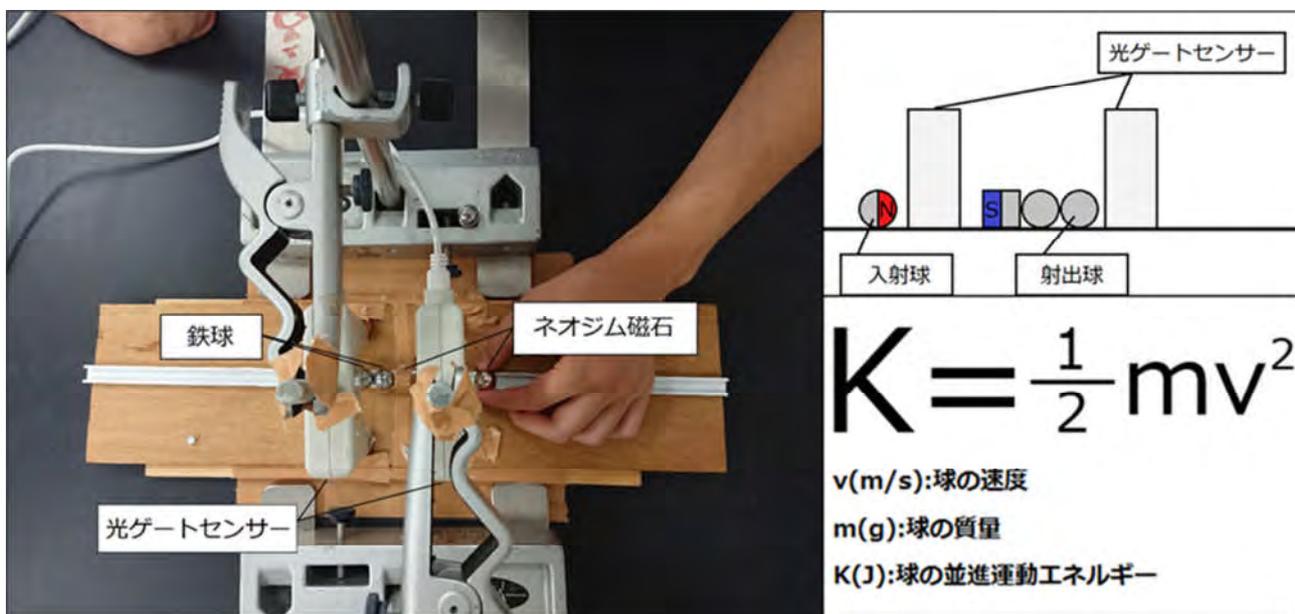
6.参考文献

- ・はじめての宇宙工学 鈴木弘一 森北出版株式会社
- ・セルロイド - Wikipedia
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%BB%E3%83%AB%E3%83%AD%E3%82%A4%E3%83%89>
- ・celluroid-rocket セルロイド燃焼ロケット
<http://www.kob-sc.uh-oh.jp/experiment/rocket/celluroid-rocket>

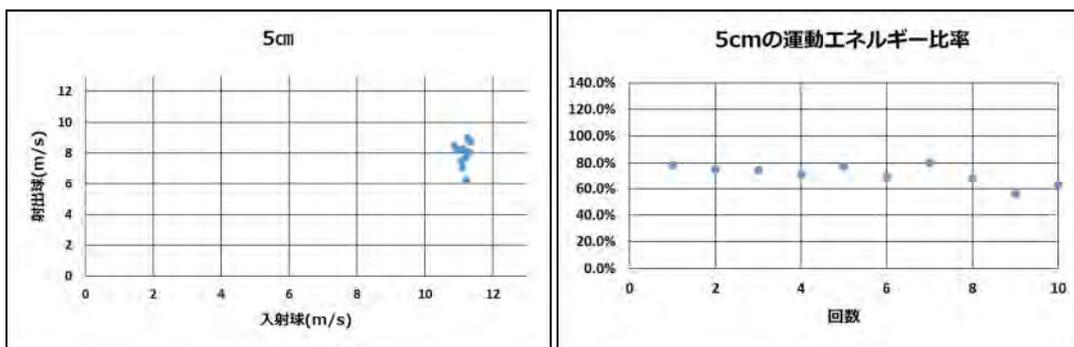
物7 入射球にネオジム磁石球を用いたガウス加速器の加速メカニズムの解析 その一
 鹿児島高校 2年 高原弘祐 別府宏大

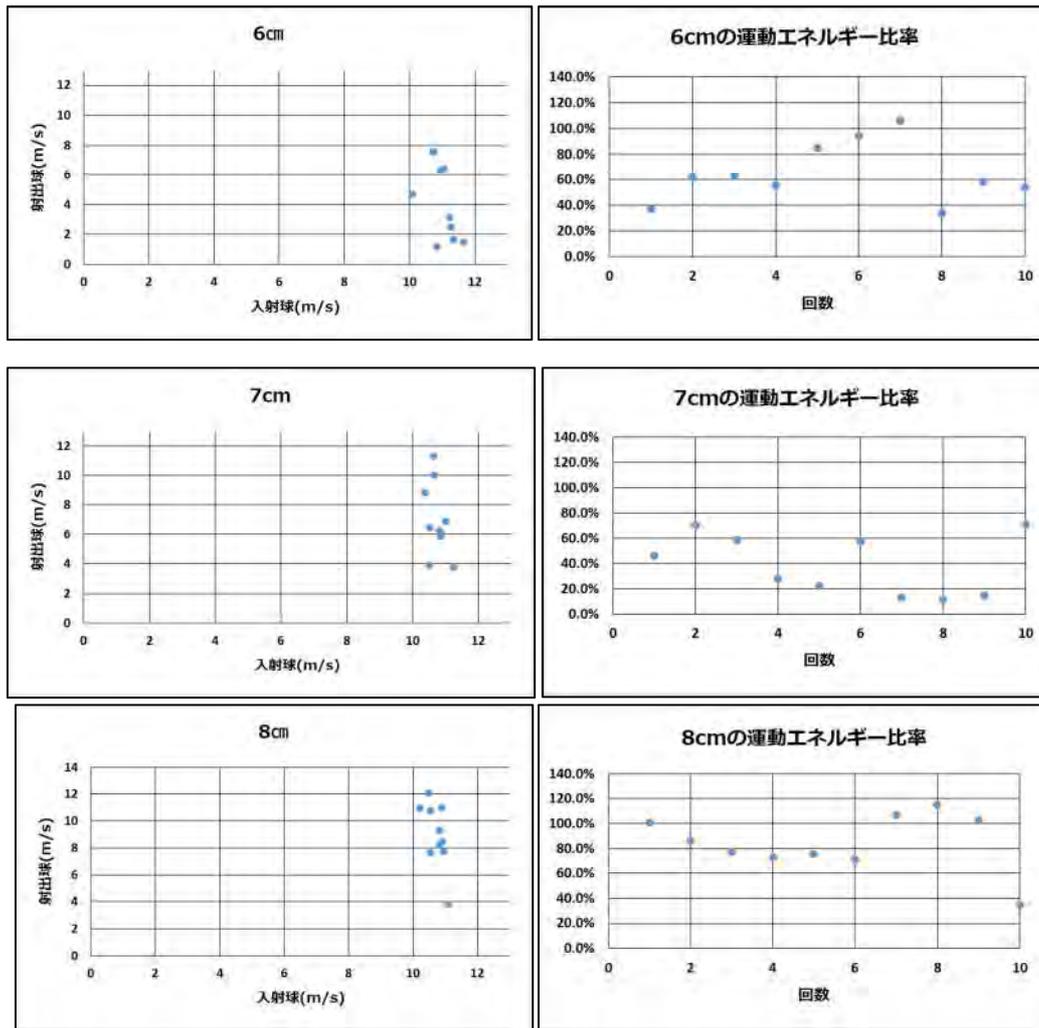
目的 以前の実験では鉄球を入射球に用いたガウス加速器と入射球にネオジム磁石を用いた加速器を磁界の変化の大きさから比べていたが、入射球にネオジム磁石を用いたガウス加速器の加速メカニズムに興味を持ち、入射球に鉄球を用いたガウス加速器の加速メカニズムについての先行研究*1を参考に加速器にかかわる力学的エネルギーを測定、分析することを目的にこの実験を行っている。
 その1では射出球と入射球の運動エネルギーを計測することを目的とした。

実験方法 下図のような器具を用いた。回転の方向が一定になるように下にはカーテンレールを用いた。加速器内のネオジム磁石はコピー用紙を小さく切ったものを重ねて接着したもので高さを調節し、ガムテープで補強した。また、速度計として光ゲートセンサー（株式会社ナリカ製）を用いて衝突した瞬間の入射球の速度と発射した瞬間の射出球の速度を計測した。装置から5・6・7・8cm離れた地点から指で磁石球を離し衝突させた。それぞれの距離で計10回ずつ計測し、それぞれの運動エネルギーをもとめた。また、入射球のエネルギーが射出球にどれくらい伝わったかの比率を求めた。



結果 結果は以下のグラフのようになった。実験を行う前の段階では球は加速する（入射速度<射出速度）ので運動エネルギーの大きさについても（入射球のエネルギー<射出球のエネルギー）と予想していた、実験器具のテストの段階ではどの距離でもほとんどが加速をしていた。しかし、データ計測時はほとんどが減速していたが、8cmの時だけ加速が見られ、運動エネルギー比率が100%を超えたものがあった。





考察 上記のように予想と反して減速の結果がでた原因として考えられるのは2つある。まず1つは射出球も加速器内のネオジム磁石からの磁力の仕事を受けているということだ。この仕事によって加速器の近くでは射出速度は小さくなっているのではないかとと思われる。もう1つは加速器内のネオジム磁石の固定が甘かったということだ。衝突の様子をスローモーションカメラで撮影し確認してみると磁石が固定の根元からたわんでいることがわかった。これにより衝突時のエネルギーが損失し、減速につながったと思われる。また、加速器内の磁石にくっついた入射球をはがす時は磁力の強い磁石同士なので強い力を必要とした。この時に毎度固定が緩むのだとしたらテスト時とデータ計測時で異なる値が出るのも納得がいく。

この課題を克服するために新たな器具を組み立てる必要があると感じた。まず加速器内の磁石はレールの溝にはめ込めるような専用のケースのようなものを自作し、そのケースごと接着することで、磁石が動いて固定が緩むことを防げる。指で入射球を離すときも誤差はかならずあるのでそれも洗濯バサミのような器具を自作して取り付けたい。また、速度計もやや固定が不十分なので固定を強化する方法を考える必要がある。

器具の改良が十分に終わり次第、今回と同じものに加え加速機構の分析に必要な要素を計測していきたい。

参考文献

*1 牧原義一、杉本佳隆：ガウス加速器における仕事とエネルギーの測定、三重大学教育学部研究紀要 (2012)

南條拓希 他：ガウス加速器のメカニズムとエネルギー解析、兵庫県立豊岡高等学校 生物・自然科学部

1. 揚力型風車の動作原理

揚力型風車は、初めに抗力を受けて回転を始めるが、回転数が上がるにつれて揚力が働き、風速より速く回転する。そのためパワーは大きいがトルクが小さいという特長をもつ。

2. 研究の仮説

我々は、揚力型の発電効率を改善するには、初めに受ける抗力を大きくすればいいと考えた。抗力が大きくなればトルクが大きくなり、発電量が増えるのではないかという仮説を立てた。

3. 研究方法

- ①参考文献1で見つけた翼の形を標準型とし、それをもとに抗力を大きくする改良型をいくつか考え、作成する。
- ②発電量と回転数、及び抗力を測定する。

4. 作成した翼の種類

①標準型…参考文献1で見つけた翼の形で、きれいな流線型をしている。



②改良型1（外枠型）…アルミニウムの板で外枠のみ成形し、揚力を維持しながら、内側に受ける抗力を最大化しようと考えた。



③改良型2（内窪型）…標準型の内側に窪みを作り、内側に受ける抗力を大きくしようと考えた。



④改良型3（湾曲型）…標準型の全体を湾曲させ、内側に受ける抗力を大きくしようと考えた。



⑤改良型4（外溝型）…標準型の外側に3本の溝を掘り、外側に受ける抗力を大きくしようと考えた。

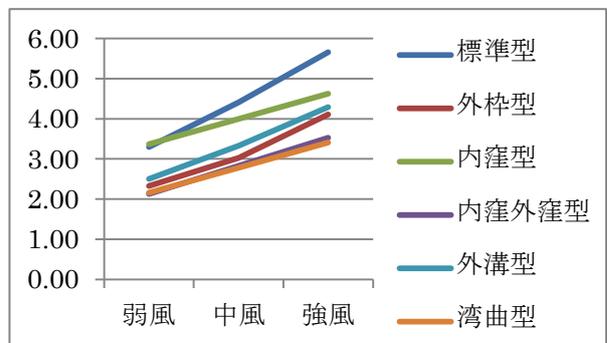


⑥改良型5（内窪外窪型）…改良型2（内窪型）の外側を削り、内外の両側の抗力を大きくしようと考えた。



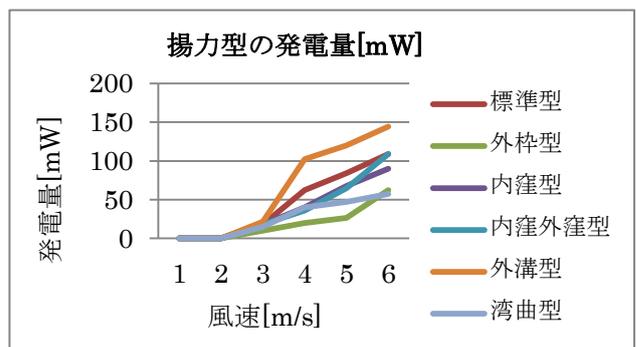
5. 結果（発電量と回転数の比較）

①回転数の比較



回転数は、標準型が一番速く、湾曲型が一番遅かった。

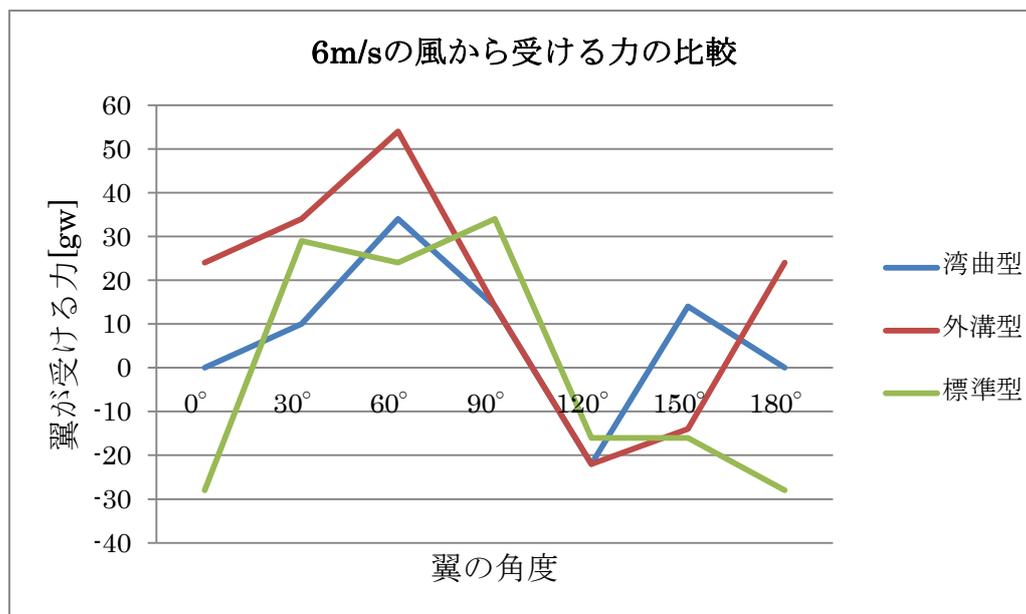
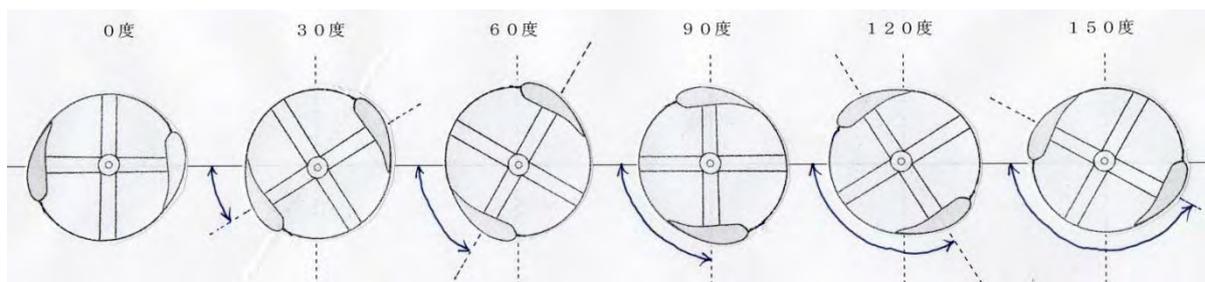
②発電量の比較



発電量は、外溝型が最も大きく、標準型の約 1.4 倍の大きさになった。他の改良型では標準型を越える発電量は得られなかった。

③抗力の比較

下図のように翼の角度によって抗力は変化するので、30度ごとに抗力を測定し、グラフに表すことにした。風速が小さいと抗力も小さく、比較がむずかしいので、この時の風速は 6m/s とした。



6. 考察

①上の結果より標準型では、角度によって抗力が負になる、つまり回転の向きと反対向きに力が働くことがあるが、外溝型では、溝の受ける力によりそれが改善され、発電量の向上につながったと考えられる。

②湾曲型が、回転速度、発電量ともに小さかったのは、抗力は働いているが、回転の向きに働く揚力が少なくなった事が原因だと考えられる。

7. 参考文献

- ①「垂直軸型ベルシオン式風力発電」鈴木政彦，谷口英人 2007.11 グローバルエネルギー
- ②「わかりやすい風力発電」西方正司，甲斐隆章 オーム社

振動させたシャボン玉表面の観察

鹿児島中央高等学校

川宿田 賢人 木下 誠祥 牧 拓澄 柳田 海志

固有振動の節を可視化すると、クラドニ図形と呼ばれる幾何学的な模様が現れる。本研究では、シャボン玉表面にもクラドニ図形を発生させることができると予想し、シャボン玉に振動を加えた。すると、シャボン玉表面にクラドニ図形ではなく節や渦が観測された。本研究は周波数と渦の関係について調べたものである。

1. 研究の背景と目的

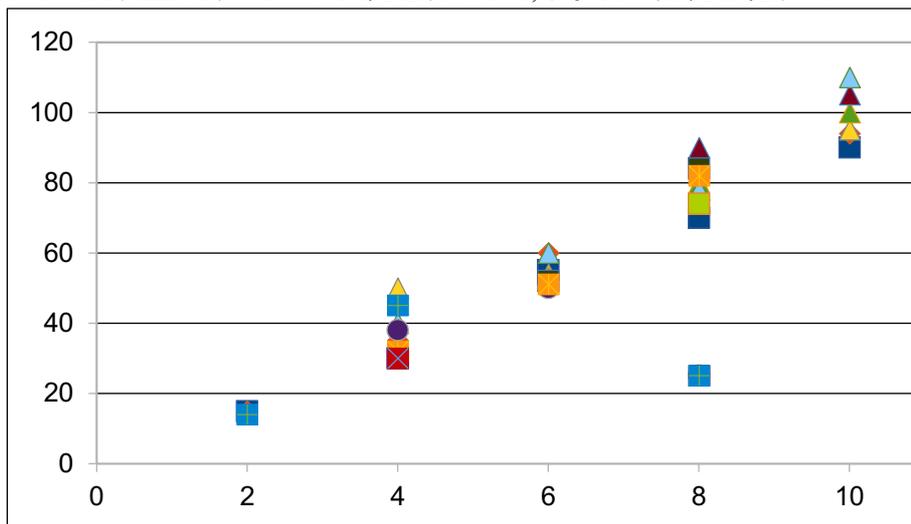
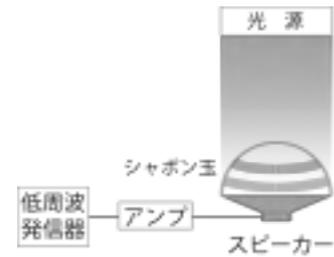
様々な物体に振動を加えたときにできる固有振動の節を可視化すると、クラドニ図形と呼ばれる幾何学的な模様が現れることが知られている。シャボン玉を振動させると、固有振動による節が模様として現れるのではないかと思い研究を始めた。固有振動による節が模様として現れるなら、シャボン玉表面に現れる干渉縞がどのように変化するかを調べるのが目的である。

2. 仮説

共振する振動数では、振動数を大きくすると腹の数が増える。

3. 方法と結果

右図のように低周波発信機から出力した信号をアンプで増幅してスピーカーに出力する。スピーカーの上にラップフィルムを敷いてそのうえに半径4cmの円を描いた紙を敷きその上にシャボン玉を作って観察する。光源としては実験室外部からの自然光を利用して、干渉縞の変化を観察した。



4. 考察

10～110Hzの範囲において、シャボン玉表面に観測される腹の数は基本約20Hzおきに増加し、常に奇数個存在していると思われる。また、渦との関係性は今のところ観測されていない。

5. 結論

シャボン玉表面において節と腹の数は、振動数が増加すると定期的に2個ずつ増加している。

6. 今後の展望

今後は、シャボン玉表面にできる渦について調べていくと共に、今回の実験の20Hz付近で観測された腹が例外的に多かった原因も調べていきたい。

7. 参考文献

- Convection and Emergence of Isolated Vortices in Soap Bubbles
- 坂上公博, 日本音響学会誌 65 6, (2009), 337

7. キーワード

シャボン玉, 共振, 節と腹