



GLiS サイエンス×探究II

令和4年度

課題研究論文集



兵庫県立伊丹高等学校 76回生 (第2学年)

76回生「GLiSサイエンス×探究II」研究論文集 目次

1	物理「圧電素子による発電効率の向上に関する研究」	2
2	物理「太陽電池の発電効率向上策」	6
3	化学「みかんの皮を救いたい！」	11
4	化学「樟脳を用いた虫よけの作成について」	14
5	生物「アメリカザリガニの効果的な捕獲器について」	19
6	生物「アメリカザリガニの活用法」	23
7	地学「紀淡海峡における津波の増幅について」	27
8	地学「地盤の内部構造と強度の関係性」	33
9	地学「自転車での”あれ”を無くす!?	
	~水はねから背中を守る~	38
10	数学「開放度理論と奇数マス理論からみた勝率と最善手」	43
11	数学「ドロポーカーの限定条件下における確率」	48

圧電素子による発電効率の向上に関する研究

兵庫県立伊丹高等学校 2年 物理 1 1班

1.はじめに

近年、地球温暖化の影響による様々な異常気象が世界各国で頻発し、地球温暖化が年々深刻化している。それに伴いカーボンニュートラルや再生可能エネルギーなど、エネルギーに関する関心が非常に高まりつつある。そこで、私たちは電気エネルギーに着目し、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスを発生させない発電方法はないか調べたところ、圧力を加えるだけで電流が流れる圧電素子に関する記事を見つけた。

そして、これに関する先行研究を調べると、主に以下の2点が課題であることが分かった。

- (1) 1つ1つの発電量が少なく、発電効率が悪い
- (2) 耐久性が乏しく、壊れやすい

本研究では(1)に着目し、**圧電素子の発電効率を向上**させるにはどのような工夫ができるかを考えた。また本研究で開発した多段圧電素子の実用化についても研究を行った。

2.研究方法

2.1 圧電素子の構造について

今回使用した圧電素子は、Amazonで「uxcell ピエゾディスク プラス製 35mm ピエゾピックアッププレート径 ピエゾセンサー CBG ギター対応 10個入り」を購入した。圧電素子は、圧電体を2枚の電極で挟んだ構造になっている。(写真1・図1)



写真1 使用した圧電素子



図1 圧電素子の構造

2.2 圧電素子の発電量

圧電素子1つを検流計に繋ぎ、圧電素子の圧電体中央部分を上から指で押し込んだ。そのときに流れる電流を10回測定した。圧電素子の発電量が非常に少ないため電流計ではなく検流計を用いた。(写真2)

次に、圧電素子4つを直列に繋ぎ、4つ同時に力を加えて電流量を10回測定した。続いて、圧電素子を指で押すのではなく、圧電素子を湾曲させるように力を加え、電流量を10回測定した。(写真3・図2)

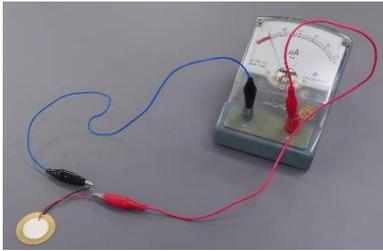


写真2 圧電素子1つの測定

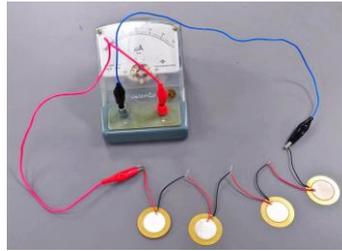


写真3 圧電素子4つの直列つなぎの測定

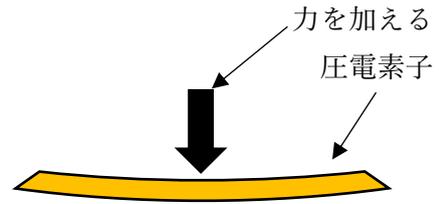


図2 圧電素子を湾曲させる

2.3 多段圧電素子の作成

圧電素子1つの発電量が少ないので、重ねることで小さい面積で多くの圧電素子を設置することができると考えたため作成した。私たちはプラバンを用いた。

作成方法は、押すだけで湾曲させるためにプラバンに穴を開け、プラバン→圧電素子→…の順で重ねた。また、これだと隙間があるためプラバンを小さく切り突起を付けた。今回は3段重ねの物を作成した。(写真4・図3)

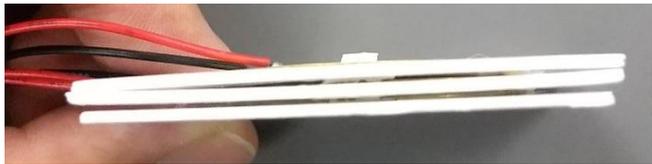


写真4 多段圧電素子の写真

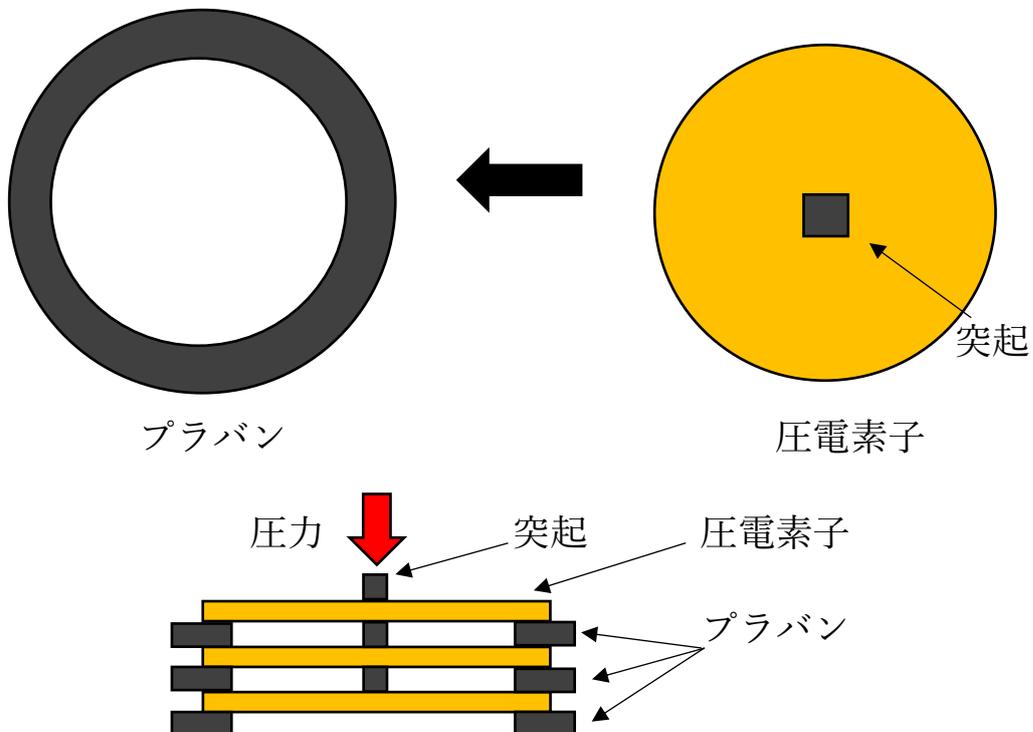


図3 多段圧電素子の構造

2.4 多段圧電素子の発電量

多段圧電素子1つを検流計に繋ぎ、多段圧電素子の1番上の突起を上から指で押し込んだ。そのときに流れる電流を10回測定した。(写真5)

次に、多段圧電素子2つを直列につなぎ、2つ同時に力を加えて電流量を10回測定した。また、並列につなぎ同じ様に測定した。(写真6・7)

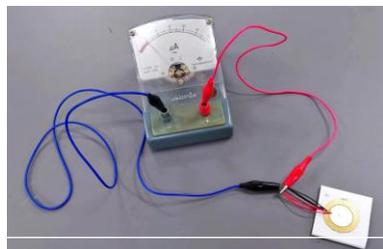


写真5 多段圧電素子1つ

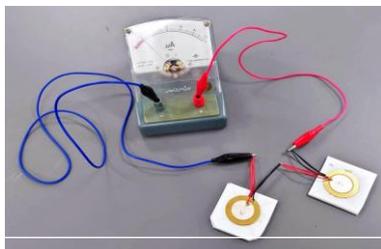


写真6 多段圧電素子直列

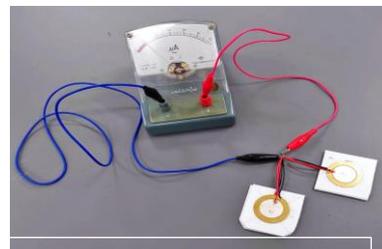


写真7 多段圧電素子並列

2.5 圧電素子の耐久力

圧電素子の耐久力を調べるため、圧電素子1つと多段圧電素子1つを何度も押し、何回で発電できなくなるかを確認した。

2.6 多段圧電素子の実用化

多段圧電素子を実際に活用するために、LEDが光るかとスマートフォンを充電できるかを調べた。ただし、スマートフォンを充電できるかを調べるときは圧力を大きくするためと、実際に使うことを想定し、多段圧電素子を靴の中の拇指球と踵の位置に入れて行った。(写真8・9)

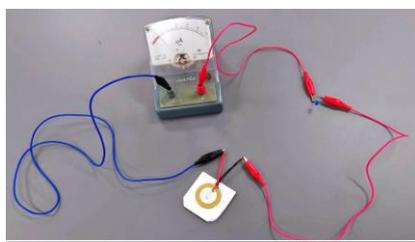


写真8 LEDが光るか



写真9 多段圧電素子を靴の中に設置

3.結果・考察

表1 圧電素子の発電量について

圧電素子	1つ	4つ直列	1つ湾曲
電流量(μA)	約8	約8	約30

表2 多段圧電素子の発電量について

	1つ	2つ直列	2つ並列
電流量(μA)	約55	約55	約88

表3 圧電素子の耐久力について

	圧電素子	多段圧電素子
回数	約 260	約 150

表4 多段圧電素子の実用化について

	LED	スマートフォン
成功 or 失敗	成功	失敗

考察として、圧電素子の発電効率を向上させるために湾曲させ、多段圧電素子を作成するという工夫をした。この工夫は、結果から**効果的である**と考えられる。しかし、無理やり湾曲させたため、耐久力に課題が残った。

次に、圧電素子の実用化については、結果から LED を光らせられる程の発電量はあるが、まだまだ少ないため**実用化は難しい**と考えられる。

4.今後の展望

当初の目標である圧電素子による発電の効率化は多段構造化や湾曲させることによって達成することができたが、実際の発電方法として運用するには発電していただける時間や電流が足りず、実用化は厳しそうである。しかし、コンデンサに充電することが可能ならば発電方法としての活路を見出だすことができるかもしれない。エネルギー問題の解決が叫ばれる現代での新たな発電方法を確立すべく、耐久力、発電量の向上や、実用的な発電方法を模索していきたいと思う。

5.参考文献

- 1) 圧電素子を用いた発電床の発電量評価
<https://gakuen-hachioji.jp/wp-content/uploads/P006.pdf>
- 2) 身の回りにある圧電効果 -力で電気を生み出す仕掛け-
<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/089>
- 3) 圧電素子への力の加え方と電圧の関係について
https://www.iee.jp/assets/pes/pdf/award/student/H28_3.pdf

太陽電池の発電効率向上策

兵庫県立伊丹高等学校 2 年 物理 1 2 班

1 はじめに

1. 1 太陽光発電の課題

近年、太陽光発電への関心が高まっていると考えられる。その根拠として、2025年4月から東京都が全国初となる新築戸建て住宅への太陽光パネル設置義務化を決定したことや太陽光発電を用いた発電量が年々上昇していることなどがある。

しかし、太陽光発電には、次の(1)～(5)のような多くの課題や問題点があることを知った。

- (1) 発電設備の開発が地域の自然環境に悪影響を及ぼす。
- (2) 太陽光パネルやパワーコンディショナーは高価である。
- (3) 太陽光パネルの寿命は20～30年、パワーコンディショナーの寿命は10年～15年であり、維持費がかかる。
- (4) 太陽光パネルは種類によるが鉛やセレン、カドミウムなどの有害物質が含まれていて、適切に処分しなければ有害物質の拡散・流出につながる。
- (5) 家の屋根に太陽光パネルを設置すると家の耐震性が落ちる。

1. 2 先行研究

一般的に太陽光に垂直、つまり南向きに約 30° で太陽光パネルを設置すると、多量の光を捉えることが出来るため得られる電力は大きいことが知られている。

また、2015年に福島県立会津学鳳高等学校 SSH 探究部が行った実験より、太陽光パネルの温度が上昇すると発電効率が落ちること、太陽光パネルの裏側に水流を流すことにより発電効率が向上することが分かっている。

1. 3 研究目的

発電効率を上げられれば、太陽光パネルの大きさを小さくでき、太陽光発電が抱える問題を少しでも解消できるのではないかと考え、研究を始めた。

本研究では先行研究にある、光量と太陽光パネルの温度が発電効率に影響を及ぼすことが実際に正しいのかを検証した。また、鏡で集光し光量を増やしたときに角度をいくらにすればもっとも発電量が増加するかについても実験を行った。

2 研究方法

2. 1 準備物について

太陽光パネル、電圧計、抵抗器、温度計、銅線、照明、アルミホイル、ダンボール、お湯、容器、はんだごて

2. 2 実験手順について

2. 2. 1 太陽光パネルの電圧について（実験0）

写真1のように、太陽光パネル、電圧計、抵抗器を銅線で直列につなぎ、太陽光パネルの真上から照明を当て、電圧を5回測定した。このとき、実験ごとに光の大きさが異なるないように、毎回同じ場所で室内の電気は消し、カーテンを閉め切った状態で実験を行った。

電圧計の15V端子に繋ぐと振れが小さく目盛りが読みづらく、3V端子に繋ぐと針が振り切ってしまったため、抵抗器（1Ω）を回路に組み込み、3V端子につないで実験を行った。

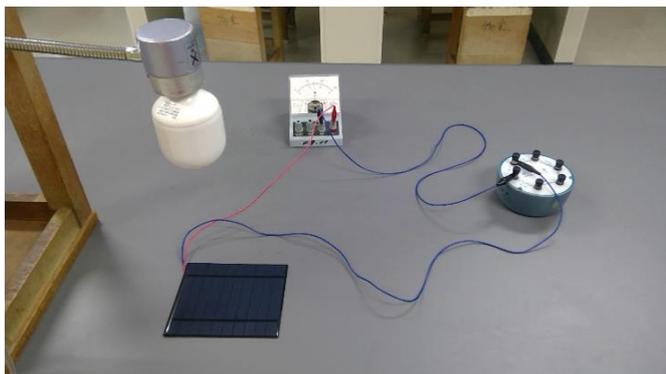


写真1 実験0における回路

2. 2. 2 光量と発電量の関係について（実験1）

光の大きさと発電量の関係を調べた。

実験0と同様の回路を組み、そこへ写真2のようなアルミホイルと段ボールで作成した鏡を太陽光パネルの両サイドに設置した。鏡と床のなす角度を30°から90°まで10°刻みで変化させ、そのときの電圧をそれぞれ5回ずつ測定した。



写真2 実験1（50°）の様子

2. 2. 3 太陽光パネルの温度と発電量の関係について（実験2）

太陽光パネルが熱を持つと発電量が少なくなるのかを調べた。

太陽光パネルを50°C前後のお湯に浸してから実験0と同様の回路を組み、5回電圧を測定した。このとき銅線と太陽光パネルのつなぎ目部分がお湯に浸からないよう気を付けた。

※ 初めは100°Cのお湯に太陽光パネルを浸したが、パネルが壊れてしまったため、50°C前後のお湯を用いた。

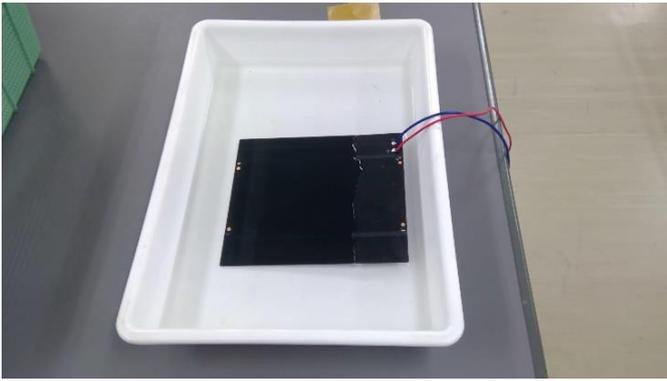


写真3 実験2の様子

2. 2. 4 太陽光パネルの放熱と発電量の関係について（実験3）

太陽光パネルの熱を逃がすと発電量が多くなるかを調べた。

太陽光パネルを外気にさらして低温にしてから、実験0と同様の回路を組み5回電圧を測定した。今回は実験を行った時期が冬だということもあり、水より外気の方が太陽光パネルをより冷やすことができたため、水は用いなかった。

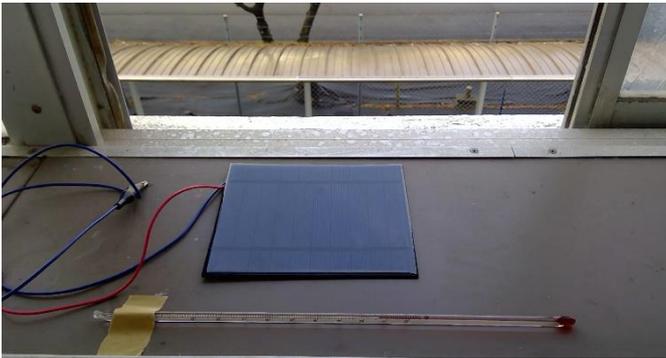


写真4 実験3の様子

3 結果考察

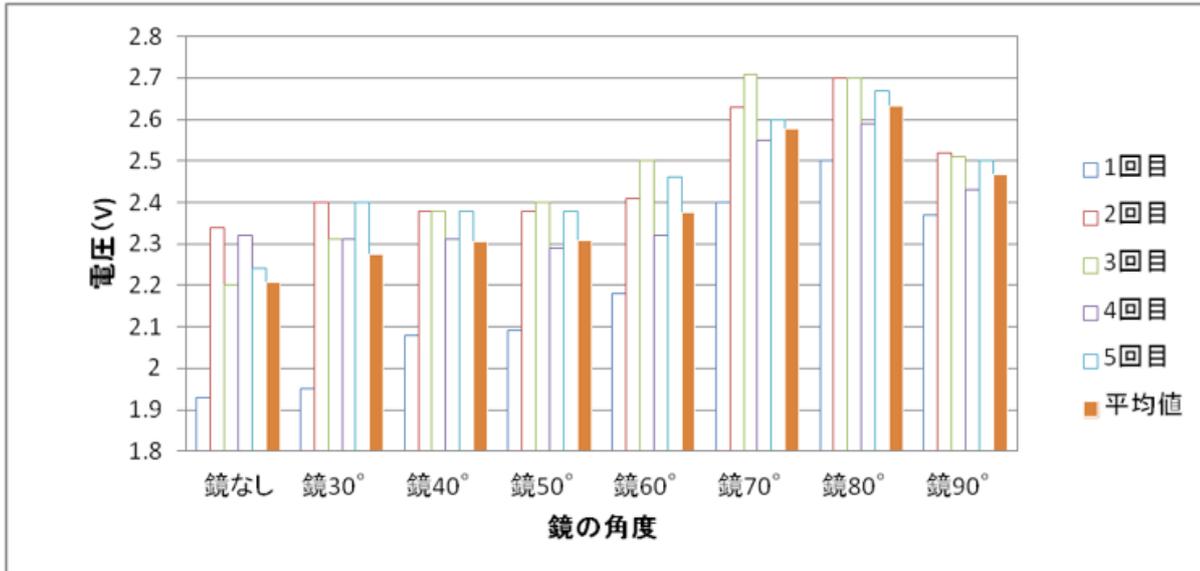
3. 1 実験1の結果と考察

表1から、80度付近で最も発電したことが読み取れる。このことから、集光すればするほど電圧あがることが分かった。

表1 実験1の結果

回数 (回目)	実験0 (V)	鏡 30° (V)	鏡 40° (V)	鏡 50° (V)	鏡 60° (V)	鏡 70° (V)	鏡 80° (V)	鏡 90° (V)
1	1.93	1.95	2.08	2.09	2.18	2.40	2.50	2.37
2	2.34	2.40	2.38	2.38	2.41	2.63	2.70	2.52
3	2.20	2.31	2.38	2.40	2.50	2.71	2.70	2.51
4	2.32	2.31	2.31	2.29	2.32	2.55	2.59	2.43
5	2.24	2.40	2.38	2.38	2.46	2.60	2.67	2.50
平均値	2.21	2.27	2.31	2.31	2.37	2.58	2.63	2.47

グラフ1 実験1の結果



3. 2 実験2の結果と考察

表2から、太陽光パネルを温めると発電量が少なくなることが分かった。

表2 実験2の結果と実験0との比較

回数 (回目)	実験0		実験2		実験0と実験2の差	
	室温 (°C)	起電力 (V)	湯温 (°C)	起電力 (V)	温度差 (°C)	起電力差 (V)
1	17.0	1.90	54.2	0.98	+37.2	-0.92
2	15.4	1.90	42.6	1.20	+37.2	-0.70
3	17.0	2.75	42.6	2.69	+35.6	-0.06
4	15.0	2.70	50.5	2.63	+35.5	-0.07
5	15.9	2.70	45.4	2.53	+30.4	-0.17

3. 3 実験3の結果と考察

表3から、太陽光パネルを冷やすと発電量が多くなることが分かった。

表3 実験3の結果と実験0との比較

回数 (回目)	実験0		実験3		実験0と実験3の差	
	室温 (°C)	起電力 (V)	外気の温度 (°C)	起電力 (V)	温度差 (°C)	起電力差 (V)
1	20.7	2.12	17.4	2.10	-3.30	-0.02
2	19.0	0.58	15.4	1.82	-3.60	+1.24
3	15.0	2.70	2.10	2.80	-12.9	+0.10
4	16.4	2.75	6.80	2.78	-9.60	+0.03
5	16.2	3.00	5.50	3.00	-10.7	±0.00

4 結論と今後の展望

4. 1 結論

太陽光パネルを用いた発電において、光量が多いほど発電量が多く、鏡を用いて集光した場合、鏡を約80°の傾きに設定したときに最も発電量が多くなることが分かった。また、太陽光パネルを冷やすほど、発電量が増加した。

よって、先行研究の結果は正しいことが分かった。

4. 2 今後の展望

本研究では先行研究の結果は正しいのかを確認すること以上のことができなかったため、今回行った実験（鏡と外気）を組み合わせたい。また、実用化するためにはいかにして光を集め、太陽光パネルを冷やすのか、検討する必要がある。

今後もSDGsの目標7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」の達成に向き合っていく必要があると感じた。



5 参考文献・引用文献

- 1) 福島県立会津学鳳高校-「みらいぶ」
[福島県立会津学鳳高校 - 「みらいぶ」 高校生サイト \(milive.jp\)](https://milive.jp)
- 2) SDGs って何だろう?-日本ユニセフ協会
<https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/about/>

みかんの皮を救いたい！

化学ゼミ 21 班

1 要旨

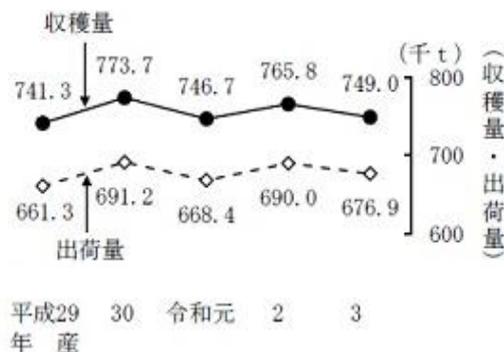
みかんの皮には天然のリモネンが含まれている。人工合成されたリモネンは市販の洗剤やテープ跡剥がしに利用されている。しかし、この天然のリモネンが含まれているみかんの皮をたいていの人は捨ててしまっている。このみかんの皮に含まれるリモネンはどれほど利用ができるのかを検討した。

2 はじめに

●研究背景

私たちはみかんを食べたあと、みかんの皮を捨ててしまっている。また、下のグラフ 1 より平成 29 年から令和 3 年までのみかんの平均の収穫量は約 75 万 5 3 0 0 トンである。みかんの果肉部と皮の比率はおよそ 80 : 20 なので年間約 15 万トンものみかんの皮が捨てられていることがわかる。

以上のことからこのみかんの皮は再利用できるのかを研究することに決めた。



グラフ 1 全国のみかんの収穫量

●研究目的

みかんの皮に含まれているリモネンは再利用できるのかを検証する。

●研究意義

何気なく捨ててしまっているみかんの皮の再利用することで、ゴミを減らし、少しでも環境を良くしていくことができる。市販の洗剤など買う量を減らし、経済的な負担を軽減することができる。

3 先行研究

リモネンは柑橘類に含まれる代表的な単環式のモノテルペンであり、リモネンは発泡スチロールや風船などのゴム製品を溶かすことができる。

4 研究手法

みかんの皮、リモネン（純度 99.9%）、中性洗剤を用いてフローリングシートにしょうゆをたらして乾燥させたもの、油性マジック、テープ跡の家庭によくある擬似的な汚れをつけた。

みかんの皮、リモネン（純度 99.9%）、中性洗剤の落ちやすさの比較を行った。

これらを用いた理由はみかんの皮に含まれるリモネンと純度の高いリモネンでは差があるのかを調べた。また、アルカリ洗剤、酸性洗剤はそれぞれ汚れによって落としやすさが変わってしまうので、汚れによって差が出ないように中性洗剤を用いた。

5 実験方法

フローリングシートにしょうゆをたらし、乾燥させる、油性マジックを塗る、テープ跡はガムテープを張って剥がすだけではつかなかったので、ホットプレートで1分間加熱し、ガムテープがフローリングシートにつきやすいようにした。(図1)

純リモネン、中性洗剤はトイレトペーパーに染み込ませフローリングシートを2分間擦って汚れを落とした。みかんの皮はそのまま2分間擦り続けた。



図1 左 しょうゆ 中央 油性マジック 右 テープ跡

6 実験結果

油性マジックはリモネンはよく落ち、みかんの皮は薄く残り、洗剤は落ちなかった。しょうゆ、テープ跡は落ちやすさに差がなかった。(図2) (表1)



図2 2分間擦った後

表1 2分間擦った後の結果

	リモネン	みかんの皮	洗剤
油性マジック	よく落ちた	薄く残った	落ちない
しょうゆ	よく落ちた	よく落ちた	よく落ちた
テープ跡	よく落ちた	よく落ちた	よく落ちた

7 考察

油性マジックの汚れの落ち方からリモネンは油性の汚れを落とせることがわかった。洗剤（界面活性剤）は親油基と親水基どちらも持っているので、油性、水性どちらの汚れにも強いのではないかと考える。また、リモネンは構造式から親水基を持たず、親油基を多く持つので油污れには界面活性剤よりも強いのではないかと考える。しかし、親水基を持たないので水垢などの水性の汚れには弱いのではないかと考えられる。

8 結論

リモネンはみかんに含まれている物質のため、みかんに対してアレルギーがないのであれば、手荒れもしづらく、ニオイも柑橘の香りで使用後は爽やかな香りだった。これらの点からみかんの皮に含まれるリモネンは使用用途に応じて十分利用できることがわかった。

9 今後の展望と課題

今回はみかんの皮を剥いてすぐに実験したが、家庭ではすでに捨ててしまっているみかんの皮を再利用することが多くなると思うので、乾燥してしまったみかんの皮は使えるのか、また乾燥したみかんの皮を水に浸すと元と同じような効果が得られるのかななどを研究したい。

汚れの種類が少なかったため、水性の汚れである水垢などでも実験するとよかった。

フローリングシート表面に小さな凹凸があったので、差が出ないような素材にすべきだった。

リモネンと中性洗剤はトイレトペーパーに染み込ませみかんの皮はそのまま擦ったので擦り方に差が出てしまったので、みかんの皮の絞り汁をトイレトペーパーに染み込ませ実験するべきだった。

時間制限を設けて擦ったので、擦る回数に差が出てしまった。なので、回数を決めて擦るべきだった。

10 参考文献

令和3年産みかんの結果面積、収穫量及び出荷量-農林水産省

https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/sakkyou_kajyu/mikan/r3/index.html

樟脳を用いた虫よけの作成について

化学ゼミ 22 班

1. 要旨

本校の弓道部員の活動場所では蚊の被害が多いため、楠の樟脳という成分を用いた安価な虫よけを作成し、抽出液には効果があったものの見た目や保存力に問題があり、クリーム状にした。それらの問題は解決したものの他に塗りやすさや楠特有の臭いが残るといった結果となった。また本研究ではクリーム状の虫よけの蚊に対する効果を確認できていないため今後の実験で確認し、より実用的な虫よけの作成を検討していきたい。

2. 研究背景

本校の弓道部の活動場所に蚊が多く発生し被害が大きい。しかし、そのことに対する対策はされていない。そこで、蚊の被害を減少させることができる虫よけを、校内の植物を用いて作成するためにこの実験を行った。

3. 研究意義

蚊の嫌う成分を用いた虫よけを作成し、本校の弓道部員の蚊による被害を減少させ、部活動に集中できるような環境づくりに繋げることができるようにする。また、市販の虫よけには神経障害や皮膚炎を起す可能性のあるディートという成分が含まれている。より多くの人々が安心して使用することができるように、安全性を高め、持ち運びやすさや塗りやすさ、見た目や、身近なものでの作成を重視し、安価な虫よけにするとともに、正規品と同様の効果を発揮することを目標とした。

4. 先行研究

蚊の餌となるのは花の蜜や草の汁、砂糖水などで、人血を吸う蚊は雌のみ。また、蚊の成虫の寿命は約三十日で秋ごろに活発に活動するようになる。蚊は樟脳という成分を含んでいる楠を嫌う。よって楠には防虫効果があり、樟脳は楠の葉全体に含まれている。合成樟脳と言われる人工的に作られた樟脳よりも天然の樟脳の方が人体への健康被害が少ないことが分かった。楠に限らず、植物に含まれているクロロフィルには強力な抗酸化作用があり肌に良いため、天然の楠から作成する虫よけは安全性が高いと考えられた。

5. 研究手法

先行研究で樟脳が虫よけの成分として効果があることが分かったが、人工的に合成した樟脳ではなく、手作業で抽出した樟脳にも虫よけの効果があるのかを明らかにする。しかしこの手法ではろ過を行っているため抽出液にどれほど樟脳の成分が含まれているかは測定できない。

6. リサーチクエスション

手作業で抽出した樟脳には虫よけの効果があるのか。

7. 仮説

精密な機械で抽出する樟脳と同じように手作業で抽出した樟脳にも虫よけの効果を発揮すると考える。

8.実験方法

実験A 水で抽出した樟脳の効果確かめた

本校では楠の近くにメタセコイアが自生しており、楠と同じ環境で育ったと考えられるため、楠の対照実験としてメタセコイアを使用した。また、メタセコイアの葉は楠の葉と比べて細い形状のため、抽出液を作成した際に楠の葉よりも多く葉を使用した。

本校にいた蚊を実験対象にし、手作業で抽出した樟脳が蚊に効果があるのかどうかを調べた。

A-1 虫よけの作成

〔準備物〕

- ・楠の葉 5枚程度
- ・水 20mL
- ・メタセコイアの葉 10枚程度
- ・乳棒
- ・漏斗
- ・乳鉢
- ・濾紙
- ・ペットボトル

楠とメタセコイアを校内で採取し、それぞれの葉を乳鉢と乳棒を使ってすりつぶした。その後、水を加えて濾過をした(図1)。



図1 楠(左)、メタセコイア(右)

A-2 屋外で樟脳の効果確かめた

被験者の腕に何も塗らない箇所楠の抽出液を塗った箇所メタセコイアの抽出液を塗った箇所を用意した。学校の築山に15分入り、それぞれどれだけ蚊に噛まれた箇所があるか数えた。

A-3 樟脳の効果確かめた

ビニール袋を用意し、その中に楠の抽出液を染み込ませたティッシュと、メタセコイアの抽出液を染み込ませたティッシュ、蚊を二匹入れた(図2)。二匹の蚊がどちらのティッシュに蚊が寄り付くかを調べた。



図2 実験の様子(左)、蚊を捕まえた様子(右)

9.実験結果

A-2 実験結果は下の表1のとおりになった。

	何もなし	メタセコイア	楠
15分後	4か所	3か所	0か所

表1 蚊に刺された数

この実験から楠の抽出液を塗った箇所は被害を受けず、今回作成した抽出液のように既製品で使用されている高価なエタノールを水で代用しても、蚊に対する防虫効果があるという実験結果になった。これにより安価な虫よけを作成することができた。またエタノールは防虫効果と関係がないことが分かった。

A-3 実験結果

蚊は楠の抽出液にもメタセコイアの抽出液にも寄り付かなかった。

10.考察

これらの実験から楠の抽出液は、蚊が嫌うにおいを発生させているのではないかと考えた。しかし実験A-2で近くに楠の抽出液を塗っている部分があったにも関わらず、何も塗らなかった箇所や、メタセコイアの抽出液を塗った箇所は蚊の被害を受けたことから、臭いが全て影響しているのではなく、抽出液の中に含まれる樟腦の成分自体が蚊を寄り付けなくするのではないのかと思われた。また実験A-3の結果から、ビニール袋のサイズが小さく蚊が自由に移動できる空間を十分に確保することができなかったことが原因だと考えられた。

今回作成した虫よけが、液体であり肌に馴染む前に流れてしまったことや、液体が緑色であるため見た目に忌避感を感じたこと、そして冷蔵庫で保存していたのに約1週間でカビが発生してしまったことがあり、より実用的な虫よけを作るためにクリーム状にしてみたら改善されるのではないかという結果になった。よって、追加で抽出液をクリーム状にする実験を行った。

11.実験方法

実験B 実用的な虫よけの作成

クリーム状にするために、ワセリンと片栗粉を使って実験を行った。

〔準備物〕

- ・楠の抽出液 30mL (水 30mL と楠の葉 10 枚程度)
- ・ビーカー 2 個
- ・片栗粉 7.5 g
- ・薬さじ 2 本
- ・ワセリン 7.5 g
- ・ホットプレート 1 台

ビーカーに片栗粉 7.5 g とワセリン 7.5 g をそれぞれ楠の抽出液 15mL と混ぜ合わせた。ホットプレートを 100°C に設定し、混合物を混ぜながら固まるまで加熱した (図 3)。



図3 加熱時の様子(左)、加熱後のワセリン(真ん中)、加熱後の片栗粉(右)

12.実験結果

ワセリンは、抽出液とうまく混ざらず分離してしまった。それに対して片栗粉は、抽出液とうまく混ざり固めることができた。

どちらがより実用的か実際に塗って調べてみると、ワセリンは肌に馴染みやすくはあるものの、べたつきが残ってしまい塗り心地があまりよくなかった(図4)。片栗粉は保湿性が低く、こすると剥がれてきてしまった。またどちらも楠の臭いが残ってしまった。しかし、作成したクリームの色が既製品のクリームと変わらない色になった。



図4 ワセリン(左)、片栗粉(右)

13.考察

実験Bでワセリンは分離したことから少量の抽出液しか含んでおらず、虫よけとしての効果はあまり期待できないと考えられた。

片栗粉が肌に馴染まなかったのは加熱のし過ぎが原因だと思われる。しかし加熱してオレンジ色からクリーム色に変化したことにより、課題の一つだった見た目の忌避感はなくなった。

この実験から、ワセリンとうまく混ざらなかったことや、片栗粉の保湿性が低かったことなどが課題として挙げられたが、ホットプレートでの加熱の際の温度や加熱時間が関係していたのではないかと考えた。今回は、短時間で固められるように100°Cに設定したが、低温で長時間加熱すると、固まり方や粘度が変わったのではないかと感じた。

14.結論

本研究より、市販の虫よけに含まれるエタノールを使用していない分安価で、楠と水、片栗粉のみを必要とすることで成分上、人体に優しい虫よけを作ることができた。また、クリーム状にしたことでの見た目の忌避感は無くなり、保存性も向上した。しかし、塗りにくさや肌への馴染みやすさ、そしてワセリンと片栗粉のクリームは両者とも楠特有の臭いがあるという課題が残り、完成品とするまでにはまだまだ改善が必要である結果となった。

15.今後の展望

本研究では、作成した抽出液をクリーム状にする実験を行った際に、蚊の活動時期を過ぎてしまっていたため、蚊がどのような反応を示すかは確認できていない。そのため今後は、それらの蚊に対する効果を確認することと、塗り心地や馴染みやすさの課題を解決するためにさらなる実験を重ねていくとともに、置くだけで防虫効果のあるものやストラップ型のようなより便利で使いやすい形の物の作成で、より多くの人が使用したいと思えるような実験を検討していきたい。

16.参考文献

- ・緑のパワー【クロロフィル】で毎日元気 | 知らなきゃ損！10の美容・健康効果 | Suraly(スラリ)
- ・【樟脳(しょうのう)】知っていますか？天然防虫剤を使うメリット - モノ見リョク 生活雑貨 (monomiryoku.com)
- ・蚊について | 飼育室 de インタビュー | アース害虫駆除なんでも事典 (earth.jp)
- ・【2022年】虫除けスプレーのおすすめ“最強”ランキング！成分で効果は違う？ | YAMA HACK[ヤマハック]

アメリカザリガニの効果的な捕獲器について

生物ゼミ 31 班

1 要旨

アメリカザリガニの習性を調べ、効果的な捕獲器をつくる

2 はじめに

特定外来生物の1種のアメリカザリガニは、現在日本各地で大繁殖し、日本の生物多様性に多大な影響を及ぼしている。目的はこれを駆除するのに役立つ効果的な捕獲器を考案することである。現在普及している網型の捕獲器はよく獲れるが、深い池などでしか使えない物がほとんどである。そこで、水深の浅いところでも使えるものをめざした。

3 先行研究

アメリカザリガニには暗いところ、狭いところを好む習性がある。また、現在ザリガニ捕獲に使われる捕獲器として、カニ籠やそれらを改造して自動給餌機能をつけたもの、暗室と餌を入れる部分に分けたものなどがある。

4 リサーチクエスチョン1

アメリカザリガニは隙間に入ろうとする習性が知られているが、どのような大きさの隙間を好むのか。

5 実験1

●仮説

アメリカザリガニは自身の体と近い大きさの隙間を好む。

●研究手法

水槽(外寸 H=360mm, W=590mm, D=290mm)に竹筒を設置し、水槽底面と竹筒との隙間を5段階の広さに変えて各々の隙間に1匹アメリカザリガニを放ち、3分間行動を観察する。

●結果

表1 個体サイズと隙間の大きさの関係

個体サイズ \ 隙間の大きさ		3mm	6mm	9mm	12mm	15mm	
22mm	予想	×	×	×	×	×	
	結果	△	△	△	○	○	○…入る
17mm	予想	×	×	×	×	×	×
	結果	△	△	×	○	○	×
15mm	15	×	×	×	×	○	
	結果	△	△	△	△	○	△…入ろうとするが 入れない
11mm	予想	×	×	×	○	○	
	結果	△	△	×	○	○	



写真 1-1 水槽を上から見た写真

竹の下にザリガニが潜り込んでいる様子



写真 2～5 隙間が 12mm または 15mm の実験結果

観察した結果、おおよそ個体の大きさに関わらず 12 mm 以上の隙間に入る様子がみられた。仮説は否定された。

●考察

すべての個体で、ある大きさ以上の隙間に入る傾向がみられた。体より大きい、または小さい隙間にも入るので、アメリカザリガニは個体の大きさに関わらず高さ 12 mm 以上の隙間を好むと考えられる。

6 リサーチクエスチョン 2

アメリカザリガニは隙間の大きさを視覚で認識しているのか、触覚で認識しているのか。

7 実験 2

●仮説

触角を動かす様子がよく見られるので認識は触覚を優先している。

●研究手法

光を遮る植木鉢片と透明なペットボトルを使い、触角を切除した 2 個体、目を切除した 2 個体、未処理の 2 個体について調べる。

●実験方法

植木鉢片、ペットボトルともにトンネル型で最大の間隙の高さは20mmとした。

植木鉢片、ペットボトルいずれかを水槽の端に設置し、それぞれ水槽にアメリカザリガニを1匹放ち、行動観察した。

●結果

結果は表の通り。それぞれの枠に観察した結果を記した。

表2 実験2の結果

	触覚なし	目なし	未処理
植木鉢	入ろうとした。しかし狭くて入れないので出た。その後壁伝いに歩く。気づいてもいない？	植木のそばまで行くと触覚で気づいたようだが、入っていない。	大：入らない。 小：入らない。端に行こうとしている。認識している？
ペットボトル	入らない。 気づいてもいないように見える。	入らない。	入らない。

●考察

「触覚なし」はペットボトルには入らず植木鉢に入った。これに対して「目なし」は、どちらにも入らなかった。この結果から、触覚がなくても目があれば自分の隠れる場所は見つけられると考えられる。

6 結論・考案した捕獲器

実験1,2からザリガニの間隙を好み、触覚より目を頼る性質が確かめられた。

ここから図のような捕獲器を考案する。作り方は以下の通りである。

竹を半分に割ったものを並べて縄ではしご状に縛り、両端も縛って円筒のような形にする。その2つの底面に網を取り付け、1つの面にはさらに光を遮るために黒いビニールシートをかぶせる。

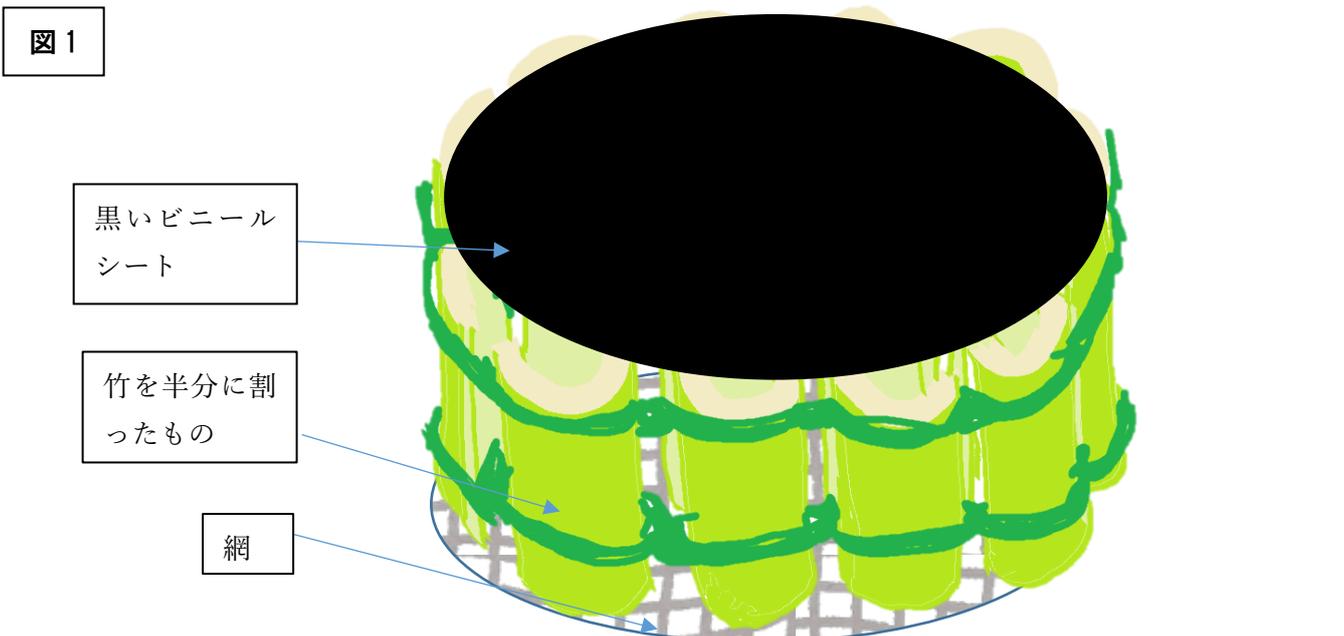


図2（水槽に設置したようす）



9 今後の展望

本研究で考案した捕獲器を水槽に浸けザリガニの行動観察を行った所、期待通りに5匹のアメリカザリガニは直ぐに捕獲器に入った。

この捕獲器を改善するため、実施した実験と制作した捕獲器について再検討する。

- ① 実験1,2で用いたアメリカザリガニの個体数が少なく、正確な実験結果が得られていないおそれがある。→個体数を増やした実験を行いたい。
- ② 実験2では触角や目を切除した影響でアメリカザリガニの行動に影響を与えてしまったと考えられる。→例えば「暗くて広い」「暗くて狭い」「明るくて広い」「明るくて狭い」の4条件を設定して行動観察し再検証したい。
- ③ 捕獲器が完成したのがアメリカザリガニの活性が落ちる冬の時期であったため、実際にアメリカザリガニの生息する池などでの実験が行えていないので活性の上がる春以降に追加実験を行いたい。

8 参考文献

- ・牛見 悠奈, 白石 理佳, 中田 和義「好適なサイズの人口巣穴を用いた外来種アメリカザリガニの駆除効果」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ece/18/2/18_139/_article/-char/ja/
- ・白石 理佳, 牛見 悠奈, 中田 和義「外来種アメリカザリガニの駆除に用いる籠と使用餌」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/ece/18/2/18_115/_article/-char/ja/
- ・環境省ページ https://www.env.go.jp/nature/amezari_info.html
- ・「アメリカザリガニ防除への取り組み」 https://youtu.be/NFuPN3V8Z_w
- ・[アメリカザリガニ対策の手引き](#)（環境省）
- ・ブリタニカ国際大百科事典

また、南中学校生徒1名とご家族にアメリカザリガニを、伊丹市みどり自然課に竹を分けていただいた。

アメリカザリガニの活用法

生物ゼミ 3 2 班

1 要旨

捕獲したアメリカザリガニを日常的に使うものに作り変えることができれば、特定外来種の個体数を減らすと同時に私たちの生活も豊かになるのではないかと考え、殻の利用方法を考え、チョーク作りに挑戦しました。

2 はじめに

近年、日本では外来種の多くが日本の固有種の存在を脅かしている。その中から私たちはアメリカザリガニに注目し、浅瀬でも効果的な捕獲器を考え始めました。それと同時に捕獲したアメリカザリガニをどうするかと検討し、私たちはザリガニの殻に着目し殻をチョークに作り変えることはできないかと考えました。その際、特別な薬品を使わず、入手しやすい日用品でチョークつくることを考えました。

3 先行研究

卵の殻は、チョークを作る原料になる。
ザリガニの殻は、卵の殻と成分が八割近く同じである。

4 研究手法

「卵の殻でチョークを作ることができる」ということを参考に、ザリガニの殻でもチョークを作れるかを研究した。

5 リサーチクエスション

ザリガニの殻でチョークを作ることにはできるのか。

6 実験方法

<材料> 小麦粉 50g、ザリガニの殻 100g、水 50ml
<使用する器具> すり鉢、割りばし、テープ、チョークの型(画用紙)
(コーヒーミルなど粉々にできる道具)

<手順>

- ① 乾燥させたザリガニの殻を粉々に砕く。すり鉢を使って粉末状になるまですり潰す。
- ② 小麦粉と水を加える。全体が下記の写真のように固形状になるまで混ぜ合わせる。
- ③ プラスチックで円筒状の型枠を作りそれを半円筒状に開くように成形した。
その中に②を薬さじなどで詰め、円筒状に戻して更に割り箸で押し詰めた。
- ④ 詰めたものを一日常温で置いて完成品とした。



写真1 (右上) 手順① (左上) 手順②
(右下) 手順③ (左下) 手順④

7 結論

- ・ザリガニの殻の色がそのまま移っているため茶色の色褪せたチョークができた。
- ・完成したチョークは書こうとすると強度不足ですぐ折れるだけでなく、黒板に書き傷が残るものになった。既製品とは程遠いものとなった。

8 追加実験

殻を漂白して色をとせるか？

白色に近づける為に必要な漂白剤の割合はどのくらいか？

これらを明らかにする目的で以下の実験に取り組んだ。

<材料・器具> 水 50ml、漂白剤、200ml ビーカー4つ、駒込ピペット

<方法> ①ビーカー4つに 50ml の水と解凍後身を取り除いたザリガニの殻を適量入れる。

②ビーカーに漂白剤を 0.5ml、1.0ml、1.5ml、2.0ml 入れて対照実験を行う。

③二週間後、色の変化を確認した。

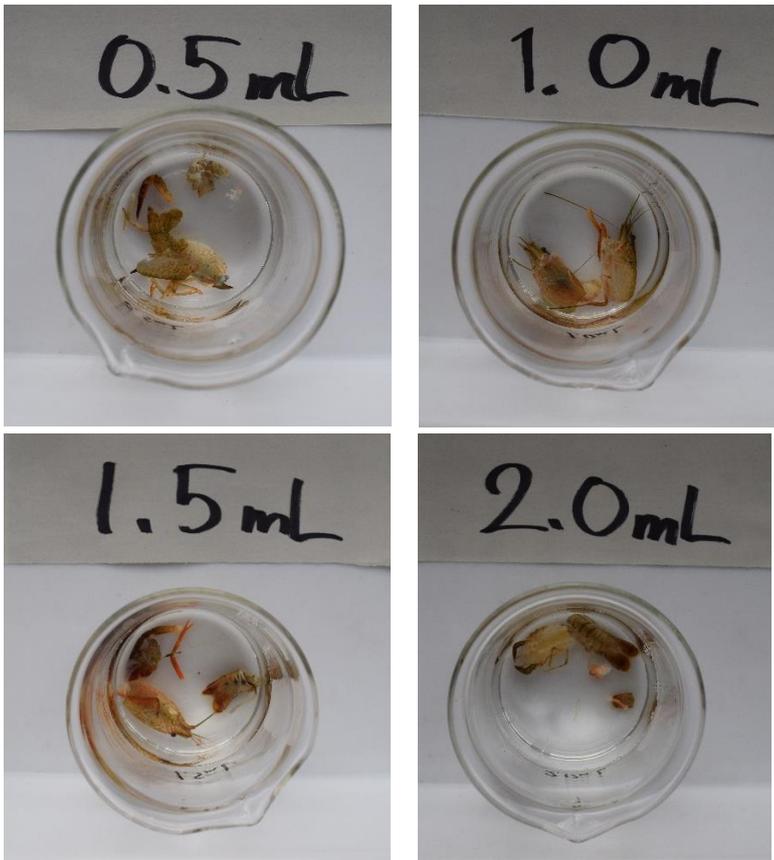


写真2 実験結果 (写真中の数量は加えた漂白剤の体積〔mL〕)

表1 漂白剤の量と変化の様子

漂白剤の量	変化の様子
0.5ml	変化はほとんど見られなかった。
1.0ml	色が抜けていて白くなっていた。
1.5ml	色が抜けていて白くなっていた。
2.0ml	色は抜けたが水が濁った。



写真3 実験結果

漂白剤の濃度が最も濃い2.0 ml が最も白く漂白されると予想したが、
 上の結果から水50 ml に1.0~1.5ml の漂白剤で最も色が抜けることが分かった。

9 考察

チョーク作りの参考にした方法の中で卵の殻をザリガニの殻に置き換えて行ったが、少しの成分の違いが実験の失敗につながったと思う。チョーク作りの際に調べた通りに卵の殻でもチョークを作っていれば、失敗の原因が成分の違いによるものか、製作の不慣れさによるものだったのか、についてもアプローチできたのではないかと悔やまれる。チョークの作り方についても他にも多くの方法があったと思うが何1つ試すことができなかったことも同様である。今後の研究に期待したい。

10 今後の展望

時間の関係で漂白した殻を使って再度チョークを作り直すことが出来なかったことを残念に思うが、追加実験で殻をもっと白くする調整方法の端緒がつかめたことは収穫であると思う。しかし既製品に近づけるために「強度を改善する課題」、更にチョークの色のバリエーションを広げる問題も残ってしまいました。またチョークを黒板以外の場所でも使える素材として、チョークの形状を生かした活用法も模索していければと思う。

11 協力していただいた方々

伊丹市みどり自然課

伊丹市立南中学校1年生徒とそのご家族

12 参考文献

<https://jiyukenyu-online.s-goodidea.jp/2021/06/17/nichinoken-kanto3/>

<https://www.forth.go.jp/moreinfo/topics/2017/04121122.html>

紀淡海峡における津波の増幅について

地学ゼミ 41班

1 要旨

南海地震が発生すると、大阪湾に津波が到達し、阪神地域も津波の被害を受ける可能性がある。しかし、津波の大阪湾への侵入口である紀淡海峡は東西に狭く、水深は深いという特徴的な地形をしている。そこで、紀淡海峡における津波の増幅・減衰について調べるため地形モデルを用いたアナログモデル実験を行った。実験結果から津波は紀淡海峡南側の通過直前に波高が高くなり、通過後波高が低くなるが明らかとなった。

2 はじめに(序論)

阪神地区の人々は、阪神淡路大震災についての震災教育を受けてきたが、津波についての情報はあまり身近ではなく、十分な知識があるとは言えない状況である。しかし、南海地震の発生に伴う津波により阪神地区も被害を受ける可能性がある。近畿地方南岸沖を震源とする南海地震が発生させる津波は紀伊水道を北上し、紀淡海峡を通過して大阪湾に侵入する。この際に、通過する紀淡海峡が東西に狭く、水深は深いという特徴的な地形をしていることがわかった。そこで、阪神地域における津波被害の可能性を明らかにするため、紀淡海峡の地形が津波に与える影響についての調査が必要であると考えた。

3 先行研究

一般的に津波の速さは推進に比例し、浅瀬になるほど波高が高くなることが知られている。また、山田ら(2004)によると、津波のパワーは紀淡海峡を通過するとき約20%から55%低減するとされている。大阪湾周辺の海底地形図(国土交通省)によると、津波の大阪湾の入り口である紀淡海峡は東西に狭くなっていて、かつ水深は深くなっている。

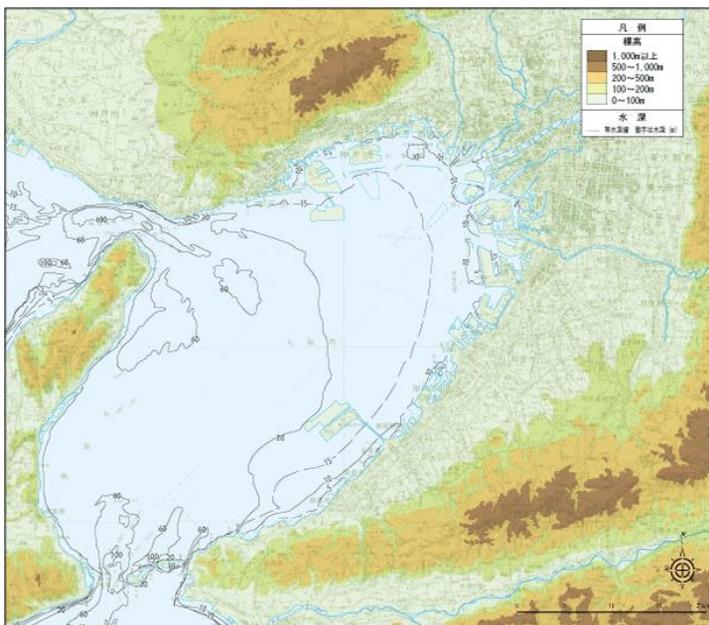


図1 大阪湾の海底地形図
(国土地理院による)

4 仮説

北に向かって徐々に狭くなる紀淡海峡の地形の影響により、津波の波高が高くなって津波の勢いが強くなると考え、紀淡海峡周辺の沿岸部での津波被害が大きくなると予想する。

そして波高が高くなる地域の沿岸では津波による侵食被害が発生するのではないかと考える。

5 研究手法

紀伊水道から大阪湾にかけての海底地形を精密に再現したアナログ地形モデルを作成し、モデルを水で満たして、津波に見立てた波を発生させる。波の動きを撮影し、波の高さや速さの変化を撮影したスローモーション動画（300fps）から読み取る。



図2 モデル実験装置

6 実験方法

①地形モデルの作成

深さ 10m を厚さ 1mm の厚紙とする。深さ 10m 毎に厚紙を地形に沿ったものを重ね、パテとラッカーで防水し、大阪湾の海底地形を 10000 分の 1 の相似比(深さ)で再現した実験装置を制作する。

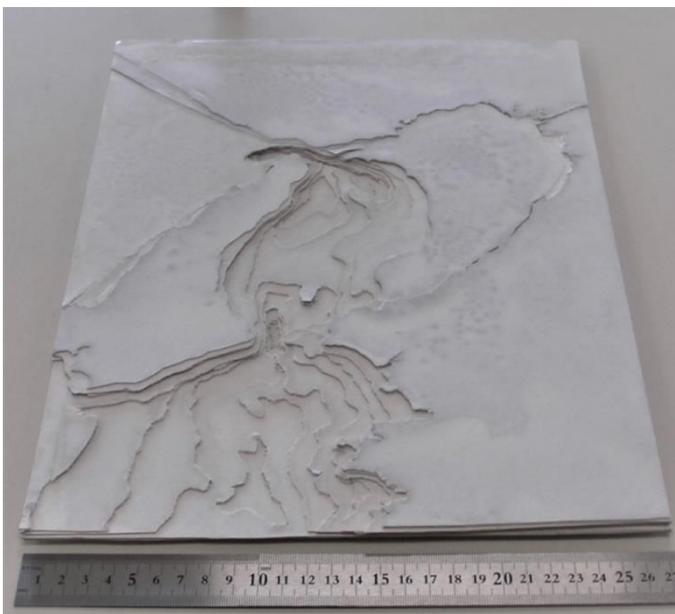


図3 大阪湾を 10000 分の 1 の相似比(深さ)で再現した実験装置

② 実験操作

地形モデル（100cm×45 cm×5 cm）を水槽に入れて水を張り、波を起こす。波の起こし方は、気象庁気象科学館の津波シミュレーターを参考に、板状のもので水を押す。このとき、隙間があると水が漏れて体積に変化がでてしまい、波の動きに変化が起きる可能性があるため注意する。本来、津波は長周期波（数十分）かつ複合波であるが、本モデル実験では津波を海底地震断層の跳ね上がりにより海水が上方へ持ち上がることによって発生する単独波（パルス波）と見なした。また、実験装置上部、及び側方から、スローモーション撮影により実験結果を記録した。

6 実験結果

実験結果は以下の通り。



図 4-1 実験結果（側面） 7.49：紀伊水道 波高は 2 mm程度

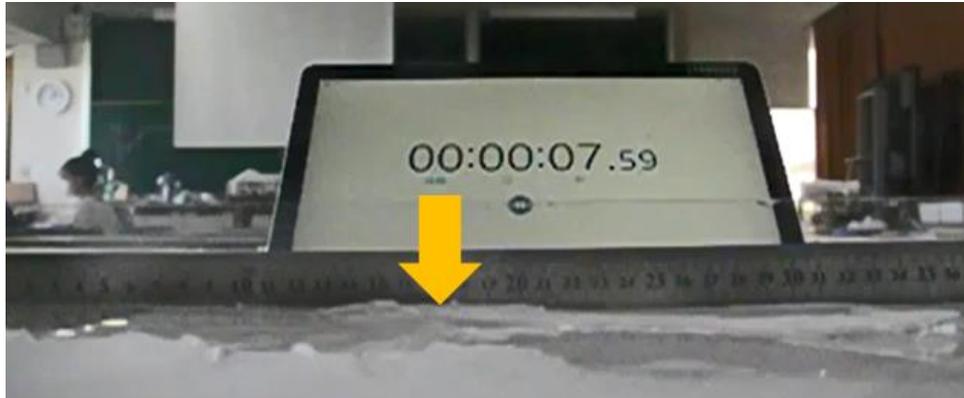


図 4-2 実験結果（側面） 7.59：紀淡海峡到達 波高は 3 mm程度



図 4-3 実験結果（側面） 7.85：紀淡海峡通過後 波高は 1 mm程度



図 5-1 (左) 実験結果 (平面) 7.49 : 波面は直線状ではっきりしている

図 5-2 (右) 実験結果 (平面) 7.85 : 波面は直線状で沿岸部は速度が小さい

モデル実験により、津波は紀淡海峡通過前後で次のように変化することが分かった。

- ① 紀淡海峡手前で一時的に波高は高くなったが、紀淡海峡を超えると波高は低くなった。
- ② 直線状の波面はほとんど崩れることなく明石、神戸地域まで届いていた。
- ③ 沿岸部で速度は小さくなった。特に、大阪湾東方への津波の伝播は非常に弱く、ほとんど確認できなかった。

8 考察

紀淡海峡を通過する時に波高が一時的に高くなることに着目し、その周辺の土地への影響を調べた。

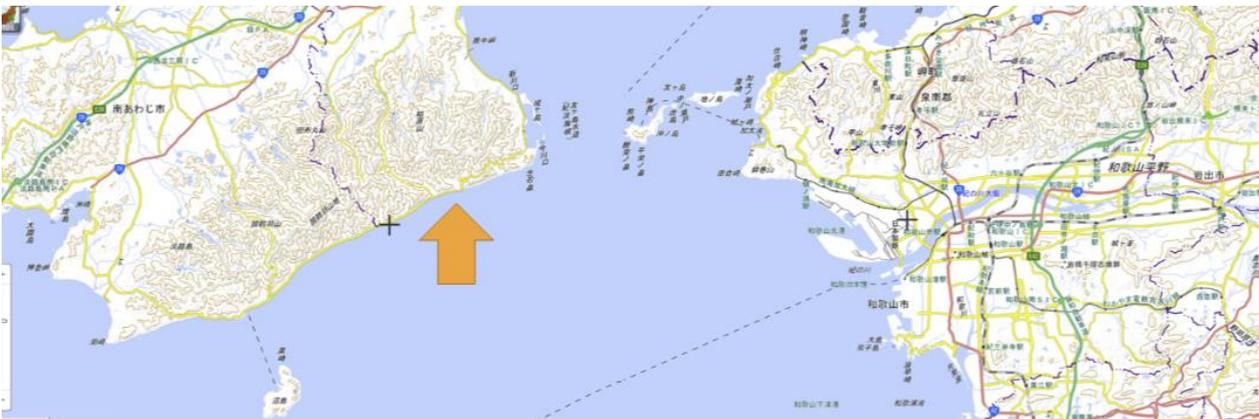


図 6 紀淡海峡付近の地域の地形図 (国土地理院)

図 6 の地形図より、淡路島の太平洋側の海岸線は直線状でかつ海岸に向けて傾斜している。また図 7 は図 6 の↑で示された場所の写真である。南に面した海岸線の地形がまるで何かにえぐられたかのように急傾斜していることが確認できる。図 8 で示すように南海地震は歴史的に繰り返し起きており、発生した津波は紀淡海峡を通過する直前に増幅し、周辺の土地を複数回にわたって激しく侵食した可能性があると考えられる。



図7 淡路島灘地区の写真（侵食され、急傾斜している）

年代	南海トラフで繰り返し起きた地震
684年	白鳳(天武)地震
887年	仁和地震
1096年	永長東海地震
1099年	康和南海地震
1361年	正平(康安)東海地震
1361年	正平(康安)南海地震
1498年	明応地震
1605年	慶長地震
1707年	宝永地震
1854年	安政東海地震
1854年	安政南海地震
1944年	昭和東南海地震
1946年	昭和南海地震

図8 過去に起きた南海地震（NHK）

9 結論

- ①紀淡海峡のような狭い海峡を津波が通過するとき、海峡に面した手前の地域で波高が高くなる。南海地震によって発生した津波により、淡路島南東沿岸部で被害が大きくなる可能性がある。
- ②紀淡海峡通過後、津波の波高は低くなるものの、直線状に進むことが明らかとなった。南海地震による津波は、大阪湾侵入後、明石市や神戸市をそのまま直撃する恐れがあり、大阪や阪神地域に比べリスクは高いと考える。

10 今後の展望

- ① 発表を行った際に、透明な水での実験だと波の流れが見づらいという意見が多数あったので、水に色をつけて実験を行い、波の流れを分かりやすくすることにより、実験の精度を高めたい。
- ② 波の発生方法を本来の津波の発生の仕組みに近づけ、より精度の高い実験を行う。また今回の実験で使用したものよりスケールの大きい地形モデルを製作する。
- ③ 今回の実験では紀伊水道を北上し、大阪湾に侵入する津波の進行の様子と紀淡海峡周辺の土地への影響を明らかにすることができた。この結果から阪神地域の南海トラフ地震による津波への対策を検討していきたい。

11 参考文献

吉田和郎, 村上仁士, 上月康則, 大谷寛, 宮本大輔 (2004) : 瀬戸内海への津波伝播に及ぼす紀淡・鳴門・豊予海峡の影響、

海岸工学論文集、第 51 巻土木学会、286-290

GSI HOME PAGE-国土地理院（国土交通省）

<https://www.gsi.go.jp>

大阪湾環境データベース（国土交通省近畿地方整備局）

http://kouwan.pa.kkr.mlit.go.jp/kankydb/data/gaikyo/suishin/b1_03suishin.aspx

気象庁 | 気象科学館の展示 (jma.go.jp)

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/kagakukan/exhibition.html>

NHK ニュース | 1 からわかる！南海トラフ巨大地震死者は最悪 32 万人?! いったいなぜ?

https://www3.nhk.or.jp/news/special/news_seminar/jiji/jiji100/

論鶴羽山ー山のこもれび

<http://surounayamasanpo.web.fc2.com/15/0131yuduru/0131yuduru.html>

地盤の内部構造と強度の関係性

地学ゼミ 42 班

1 要旨

地震により発生する地割れの被害を軽減するという目的で、地震を再現することができる装置「じしん君」(ナリカ製)を用い、作った地盤のモデルに地震を起こす。その結果を実際の地震時の地割れの写真と比較する(地盤の中にはネットを構造物として埋め込み、その有無が地盤の強度にどう影響を与えるかを調べる)と、地盤の中に何らかの構造物が埋め込まれている方が、地割れが起こりづらいということがわかった。

2 はじめに

① 研究背景

令和4年、春の時期に日本周辺で震度3~5程度の少し大きめの地震が繰り返し起こった。もともと日本は島国で、地震大国と呼ばれているように、地震による被害を受けやすい国である。そして、地震により発生する地割れは道路や建物に大きな被害を及ぼすということから、地割れが発生しにくい地盤の構造を明らかにする必要があると考えた。

② 研究意義

地震により発生する地割れの被害を軽減するため、揺れに強く、割れにくい地盤の構造について検討し、減災への取り組みに活かす。

3 先行研究

地盤の強度について調べていると「地震の時は竹藪に逃げろ」という言い伝えがある(<http://www.taketora.co.jp>)ことがわかった。ここでは竹藪という植生を1つの構造物の例として扱うこととする。竹藪の根は薄く広く張り、それが地面をしっかりと保持する役割を持つ。一方で、竹藪は育ちすぎると密集して根が弱る(<http://www.taketora.co.jp>)との調査報告がある。そこで、竹藪に限らず、地下に存在する構造物が地盤の強度を高めるかどうかを調べることにした。

4 研究手法

砂と水を使って地盤モデルを作成し、地震の揺れを再現することができる装置「じしん君」(図1・(株)ナリカ製)を用いて模擬地震を起こす。それによってモデルに生じた地割れと実際の地震によって生じた地割れを比較する。



図 1-1 模擬地震発生装置「じしん君」(ナリカ製)



図 1-2 「じしん君」操作パネル

5 リサーチクエスションと仮説

何らかの構造物が埋め込まれると、地盤を強くする効果があるのではないか。

6 実験方法

①準備物

標準砂 (平均粒径 $300\mu\text{m}$)・水・炭酸カルシウム・「じしん君」(ナリカ製)(図 1-1、図 1-2)

②実験準備

本実験では、水を加えた標準砂を使って地盤モデルを作成する。

天然の地盤と比較して、モデルの挙動が妥当であるかどうかを検討するため、以下の予備実験を行った。

●予備実験

地盤モデルのサイズ、材質を変えて実験し、出来る限り天然に近い条件を見つける。

●予備実験結果とモデル条件の決定

・モデルサイズについて

大きすぎるとすぐ崩れてしまい、小さすぎると逆に崩れることがなく全体が動いてしまうことがわかった。そこで今回は、地盤モデルのサイズを $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 20\text{mm}$ とした。

・モデルの材質について

当初は砂：水 = 5 : 2 で進めていたが、地盤の液状化が発生し、モデルは流動して亀裂は生じなかった。そこで砂：水 = 5 : 1 で実験したところ、実際の地盤の挙動に近い結果(図 2)となった。そこで今回は、より天然の条件に近い、砂：水 = 5 : 1 で砂と水を混合した物質をモデルの材質とする。

③本実験

地盤モデルのサイズを図 3 に示す。

・モデル α をネット無し、モデル b をネット有りとし、亀裂の入り方の違いを観察する。

・同じ震度強度、同じ継続時間の結果をそれぞれ比較し、モデルに生じた亀裂を観察する。

(亀裂がわかりやすいように、細粒の炭酸カルシウム粉末で表面をコーティングする。また、震度の強度は 1～最大 10 までを段階的に、そして、縦揺れと横揺れを同時に与えていくものとする。)



図2 地盤モデルの材質について (予備実験) (左) 失敗(液状化) 砂:水=5:1 (右) 成功 砂:水=5:1

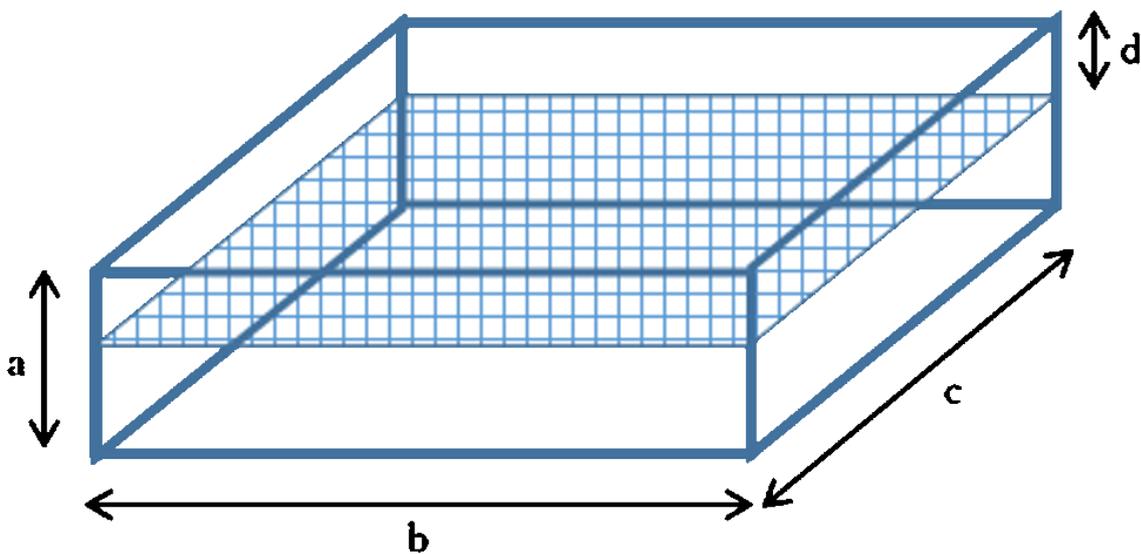


図3 適当な地盤モデルのサイズ (材質は標準砂+水)

$$a = 20\text{mm} \quad b = 150\text{mm} \quad c = 150\text{mm} \quad d = 10\text{mm}$$

7 実験結果

実験結果を図4～図5に示す。図4は振動強度7のときの地盤モデルの様子である。図4において、モデルaでは亀裂が見られたが、モデルbでは全く見られなかった。さらに強度を高めていくと、振動強度が10の段階である図5において、モデルaは分裂し、完全に崩壊したが、モデルbでは亀裂が見られただけで、モデルの崩壊には至らなかった。次に、天然の地震による図6において、道路の下の土壌中に構造物はなく、大きく地割れが生じている。モデルaと分裂の仕方に類似点が見られる。図7において、樹々の間に地割れは起こっているが、樹木が蜜に生えている場所に地割れは生じていない。樹木の根には、モデルbのように地下の構造物と同じ効果があるのではないかと推測する。

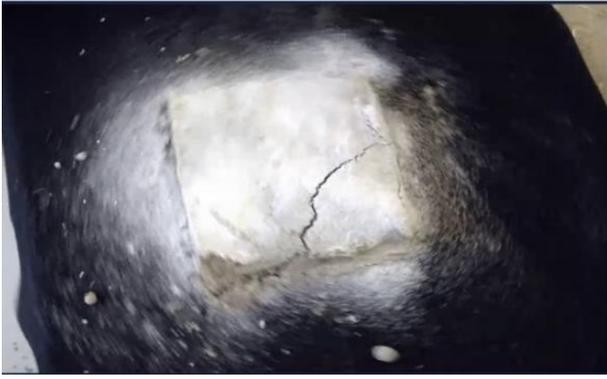


図 4-1 モデル a(ネット無し)



図 4-2 モデル a(ネット有り)



図 6 構造物が地盤の中に無いとき(地震による実際の地割れとモデル a の比較)



図 7 構造物が地盤の中に有るとき(地震による実際の地割れとモデル b の比較)

8 考察

根であろうとネットであろうと、何らかの構造物が地盤の中に埋め込まれている土地では、地割れは起こりづらいと考えられる。根が張る竹藪は何もない場所に比べ、地割れが生じにくいことがわかった。しかし、先行研究でもあったように、根には成長するうちに弱っていくという性質がある。そこから考えると、成長することがなく、腐ることもない人工物を埋め込むことが、地盤を強くするために有効であると考えられる。

9 結論と今後の展望

ネットは地盤を強くし、地割れによる被害を軽減する効果が期待できる。
今後はネット以外の人工物を埋めた時の地盤の強度について調査し、強い地盤であるための最適な条件を提案する。

10 参考文献

- ・地震発生時「竹やぶに逃げる」は安全とは限らない-ウェザーニュース(weathernews.jp)
- ・「地震の時は竹やぶに逃げろ」竹は昔から竹であり、現在も竹である。-竹虎四代目がゆく！(taketora.co.jp)
- ・ <https://carwatch.impress.co.jp/docs/news/523328.html>
- ・ <https://karapala.com/archives/51954302.html>

自転車での”あれ”を無くす！？～水はねから背中を守る～

地学ゼミ 43 班

【概要】

自転車が路面の水たまりを通過すると、運転者や周囲の人達へ水はね被害を及ぼすことがある。一方で、ロードバイクやクロスバイクと呼ばれる自転車は、デザインや機能上の問題により、防水カバーが付いていないものが主流である。そこで本研究は、自転車による水はね被害を効果的に抑制し、かつコンパクトで軽量の防水カバーの開発を目的とした。研究手法は、まず市販されているスタンダードな防水カバーをクロスバイク型の自転車の後輪に取り付け、単位時間あたりの水はね量、水はね範囲を測定し、タイヤの回転速度との関係を明らかにする。次にこの結果をもとに、水はね防止能力を高め、かつスタイリッシュで軽量の防水カバーを制作し、提案する。

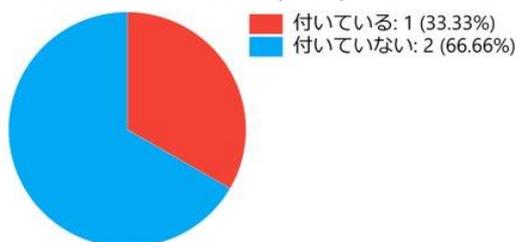
【研究背景】

ロードバイクやクロスバイクと呼ばれる種類の自転車には、そのスタイリッシュな外観を保つ為や自転車自体の軽量化の為に、泥除け（以下”カバー”とする）が付いていないことが多い。そのため、自転車が路面の水たまりを通過した際に運転手自身の背中に水はね被害を及ぼす可能性がある。そこで私たちは、スタイリッシュで軽量かつ機能性に優れたカバーを作ることができないかと考えた。

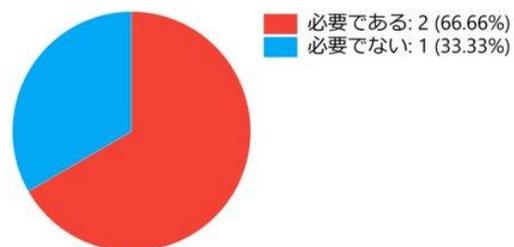
【予備調査】

まずカバーの需要を調べる為に、クロスバイクの使用者(本校教員)にアンケートを実施した。

持っている自転車にフェンダー(泥除け)は付いていますか？



クロスバイクにフェンダーは必要だと思いますか？



カバーが付いていないと回答した人は「購入したときに付いていなかったから」「付けるとスタイルが悪くなるから」「自転車にあうデザインのものが見つからないから」という理由を挙げている。またカバーが付いていると回答した人は後から付けたとのことだった。アンケート結果によるとカバーを付けていないが必要だと考えている人が存在することから、デザイン性を高めることが需要につながると考えられる。

【先行研究】

① プールにタイヤが水面 1cm ほど浸かっている状態の自転車のタイヤを回す実験によると、フル泥除け（シティサイクルのようなタイヤを覆う形のカバー）をつけた場合は背中ほとんど濡れることが無いが、クロスバイク用のカバーだと背中一面濡れる。また、1 2 km/h 以下で走ると背中汚れない。(BRI-CHAN)とされている。

② タイヤの一番上から離脱した水滴は、タイヤの回転によって与えられた速度にタイヤ自体（自転車全体）に 前進する速度が加わって 2 倍の速さで前方に飛ぶことが知られている。またクロスバイクのタイヤの空気圧は高く、断面は円に近いことから水は、最も回転半径が大きくなる中央から飛ぶことが予想される。

【仮説】

以上より、背中への水はねについては、背中への水はねの生じる速度ではタイヤの回転が速く、水はねは特定の場所に集中するので、防水カバーの面積は小さくできるのではないか。

【実験装置】

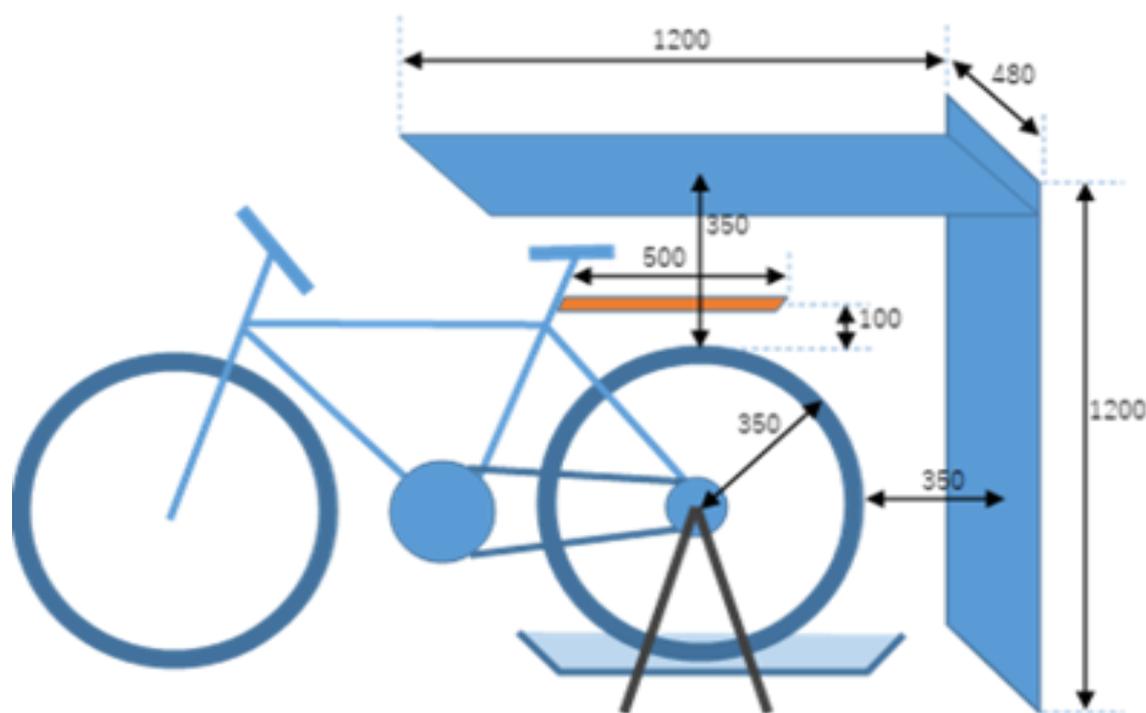


図1 実験装置のサイズ (単位は mm)

①準備物

- ・クロスバイク
- ・炭酸カルシウムの粉末を混ぜた水
- ・市販のポリプロピレンのカバー (500mm×45mm)
- ・トレー
- ・速度計
- ・色画用紙 (10km/h は青、15km/h は緑、20km/h は紫と速度ごとに色分け)

②実験装置準備

水はねが乾いた後に記録紙に白く残り、水はね量が測定しやすくなるため、炭酸カルシウムの粉末を混ぜた水を用いる。

・炭酸カルシウムの粉末を混ぜた水をトレーに入れ、タイヤが 1cmほど浸かるように後輪の下に設置する。記録用の色画用紙を後輪の後方 350mmと上方 350mmの板に貼り付ける。

【実験方法】

- ① 後輪をまた別の板で覆いながらタイヤを回し、測定したい速度になったところで3秒間板を開放し、単位時間当たりの水はね量と範囲を測定する。
- ② 回転速度を10km/h、15km/h、20km/hとし、各速度でカバーの有無を変化させて繰り返し実験する。
- ③ 色画用紙に付いた水はね(炭酸カルシウム水溶液)の密度を記録し、起こる条件や範囲を調べる。
- ④ 実験の様子をビデオ撮影し、カバーや水はねの様子を観察する。

【実験結果】

図1に自転車後方の水撥ねについての結果を示す。図1の上が天井側、下が地面側で、左からA:10km/h、B:15km/h、C:20km/hの記録である。後方の記録はカバーの有無にかかわらずほとんど変化が見られなかったため、2回分の平均値を出している(同じレベルの場合、薄い色の方が0.5値が大きい。)記録紙の中央(L-Rの境界線)は、自転車の車輪の回転面を延長したラインを表す。

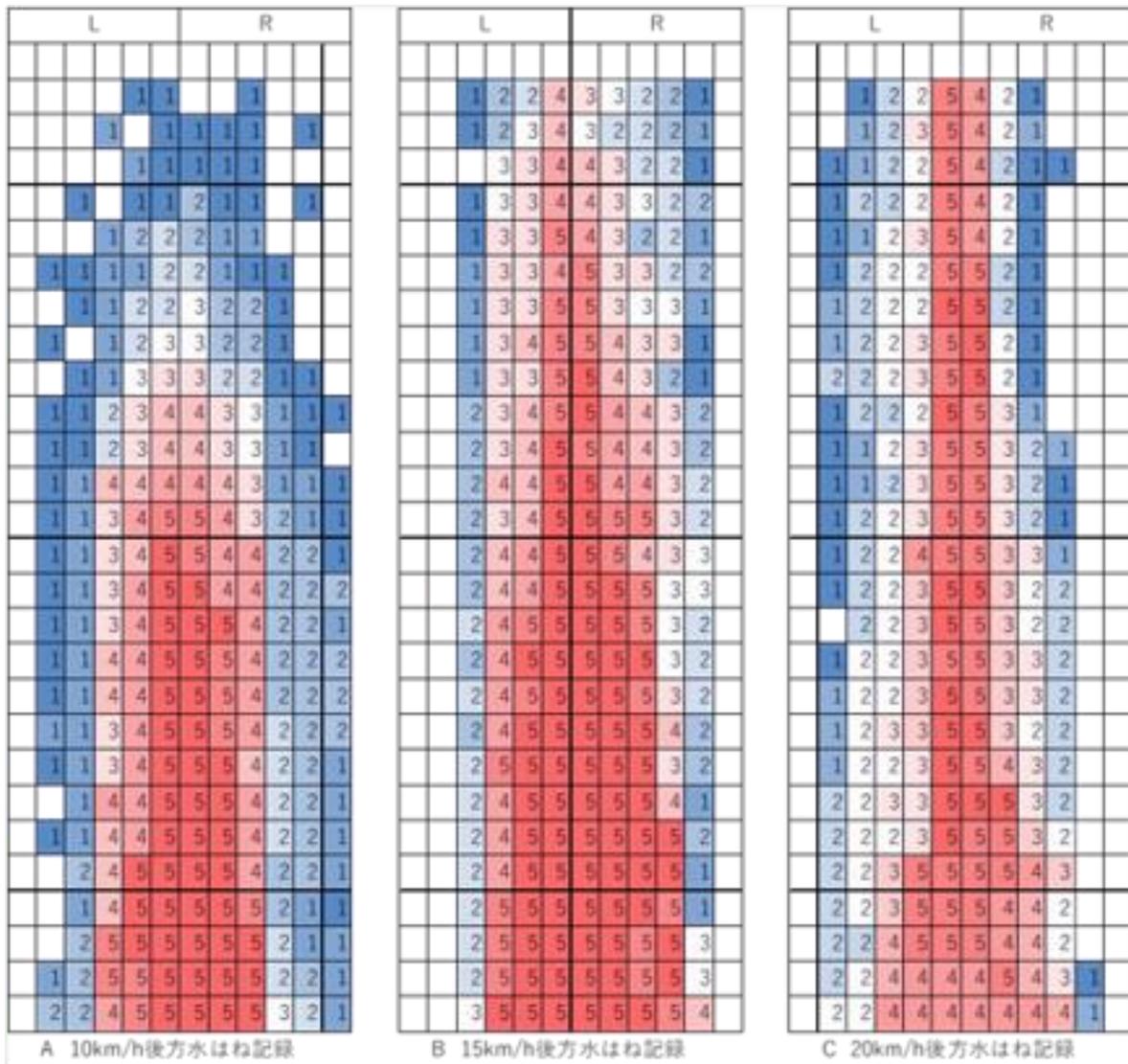


図1 各回転速度の水はね記録(後方)
※1マスは縦4cm×横3cm

[水はね密度レベル]

- | | | |
|--------------------|----------------|----------------|
| 5:完全に水浸し | 4:一部水浸し | 3:水玉密度大(10個以上) |
| 2:水玉密度小(4個以上10個未満) | 1:水玉ごく少数(3個以下) | |

10km/h と 15km/h を比べると 10km/h の方が下側に密度レベル 5 が集中しており、20km/h になるにつれて中央に細長く、密度レベル 5 が縦に延びるような形になった。

この結果から、水はねは速度が速ければ速いほど水は上に飛ぶとわかる。

図 2 に自転車上方への水撥ねについての記録を示す。図 2 の上がハンドル側、下が後輪側となる。また、左から、D:15km/h カバー無、E:15km/h カバー有、F:20km/h カバー無、G:20km/h:カバー有の記録である。

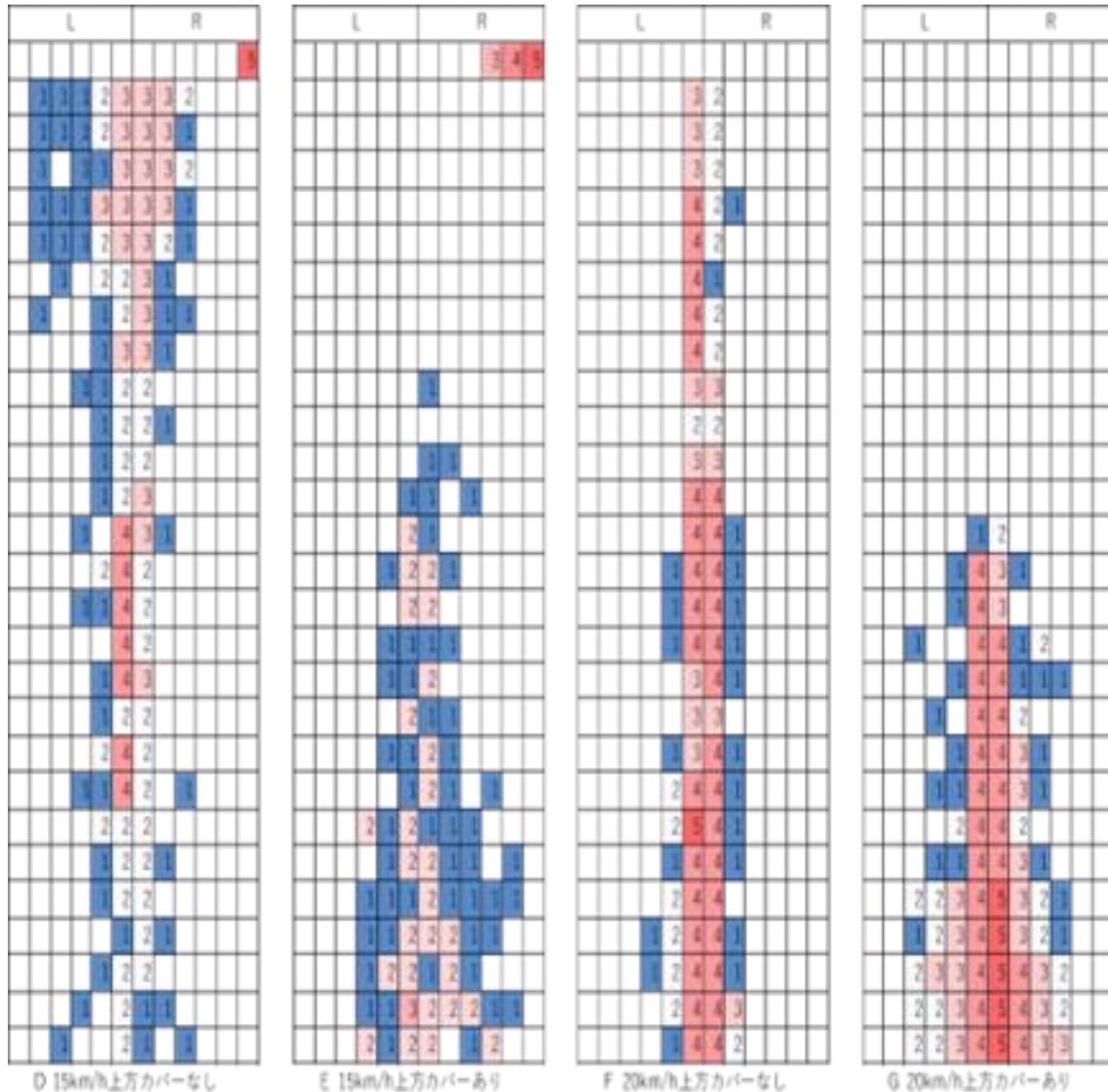


図 2 各回転速度の水はね記録（上方） ※水はね密度レベルについては図 1 と同様

※ 1 マスは縦 4cm × 横 3cm

15km/h と 20km/h を比較すると 20km/h のほうが中央に向けて細長くなっており、4 や 3 が縦に延びる形となった。

また、カバーの有無を比較すると、カバーをつけることによって上半分の水はねが少なくなった。以上より、水はねによる背中への被害は、15km/h 以上になると発生するが、その速度では水はねは、車輪の回転面の延長上のごく長細い領域に限定されていることが分かった。

【考察】

カバーをつける事によって水はねを少なくできた上方の上部分は横からも水がはみ出していないことから、カバーは今回使った市販のものよりも細くできるのではないかと考えられる。

【今後の展望】

今後の展望としては、ポリプロピレンよりも質量の小さい物質を使って、今回使ったカバーよりも小さく型を取り、カバーのモデルを製作する。例えば、幅を45mm、30mm、20mm、10mmで比較し、その際、どの程度の軽量化につながるかなどを調べたいと考えている。

水はね防止能力を高め、今回行った実験をもう一度行い、性能を検証したうえで提案したいと考えている。

また、後方案への水はね実験の結果から、前輪からの水はねによって足元が濡れることも予測されるので、今後自転車の前輪による水はね被害についても調べてみたいと考えている。

【参考文献】

初夏の水あそび!? 泥除けの性能を大きさに比較してみた - BRI-CHAN

泥はねと速度 | 自転車操業日記 - 楽天ブログ (rakuten.co.jp)

開放度理論と奇数マス理論からみた勝率と最善手

数学ゼミ 5 1 班

1 要旨

本研究はオセロにおける最善手を導く方法として、「開放度理論」および「奇数マス理論」の存在を知った。この 2 つの理論がオセロの勝率を上げるのに適しているか、またこの理論が戦った場合どちらの勝率が高く、最善手として理想的なのか考えた。

2 研究背景

東京おもちゃショーにおいて、株式会社メガハウス「3D 立体オセロ」が大賞を受賞した。それにより、オセロが注目されている。オセロに興味を持った私たちは、オセロについて詳しく調べることにした。その中で、オセロの最善手を導く方法として、「開放度理論」と「奇数マス理論」の存在を知った。この理論をコンピューターソフトと対戦した場合(以下「対 CPU」とする)どのような勝率が得られるか気になり本研究を行うに至った。

3 先行研究

1. 開放度理論

開放度理論とは、村上八段と宮崎四段が初心者のために中盤の考え方を定量的に分かりやすく示した理論である。この理論では約 7 割から 8 割の確率で中盤の最善手を見つけ出すことができる。ある手を打ったときに返した石の 8 方向周りにいくつの空きマスがあるかで定義されており、この数が少ない方が有利であるという理論である。

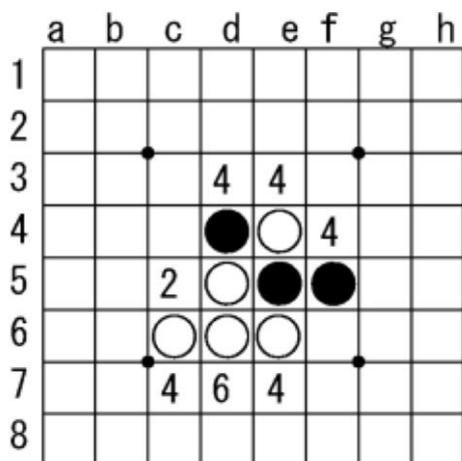


図 1 : 開放度理論について

図 1 の場合で開放度理論を考えてみる。次の手が黒であり、c5 に石を置くと d5 の白石が裏返る。このとき d5 の周りには c4 と c5 の 2 マスの空きがあるので開放度は 2 となる。d7 に置いた場合は、d5 と d6 が裏返り、d5 の周りには 2 マス、d6 の周りには 4 マスあるので開放度は 6 になる。以上より、最善手は c5 である。この最善手を選び続けたとき、開放度の総合計が少ないほど差枚数が多く勝利することができる。

2. 奇数マス理論

前提として、盤面を最後に自分の番で埋めることができる後攻がオセロでは有利である。奇数マス理論は偶数個空いているマスの塊を作り、相手にその偶数個のマスを打たせることで勝率を上げる理論である。

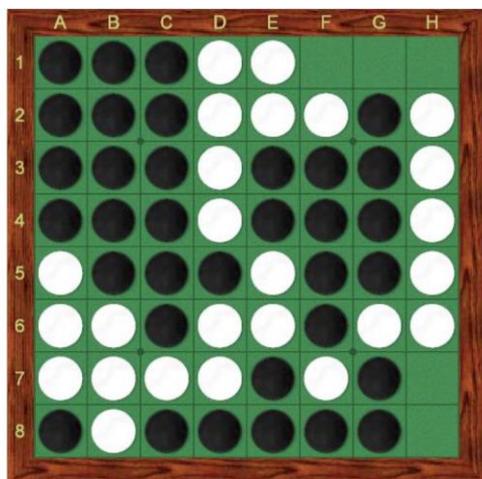


図 2：奇数マス理論について

図 2 の場合 F1, G1, H1 のマスは 3 であり奇数である。H7, H8 のマスは偶数である。この場合、奇数のマスに置けば次の手は偶数に置くしかできなくなり、必然的に次の手は奇数に置くことができる。よって、相手に偶数マスを取らせることで、最後に自分の手が回ってくる。よって後攻であれば、打つ手が増えるので、奇数マス理論は後攻が有利であることが分かる。

4 研究手法

本研究は班員に開放度理論を打つ場合と、奇数マス理論を打つ場合に分かれ対 CPU と実践を行った。開放度理論の場合、差枚数と開放度の総合計を求めた。奇数マス理論の場合、先攻の勝率、後攻の勝率をそれぞれ求めた。開放度理論と奇数マス理論それぞれの理論で通常の打ち方に対して有効であるか考えた。

5 リサーチクエスチョン

1. リサーチクエスチョン

開放度理論と奇数マス理論は対 CPU においてどの程度有効であるか。また、開放度理論と奇数マス理論ではどちらがオセロに有効か。

2. 仮説

開放度理論と奇数マス理論はともに対 CPU に対して有効であると考え。また、開放度理論と奇数マス理論では、最善手の取り方の容易さを考えた場合、奇数マス理論が容易であると推測する。よって、奇数マス理論が有効であると考え。

6 実験方法

実験 1. 開放度理論対 CPU の実践を行い、差枚数および開放度の総合計を計測する。

実験 2. 奇数マス理論対 CPU の実践を行い、先攻での勝率、後攻での勝率を計測する。

実験 3. 開放度理論対奇数マス理論を行い、開放度理論からみた勝率、差枚数および開放度の合計を計測する。また、奇数マス理論からみた先攻の勝率、後攻の勝率を計測する。

7 実験結果

1. 開放度理論対 CPU

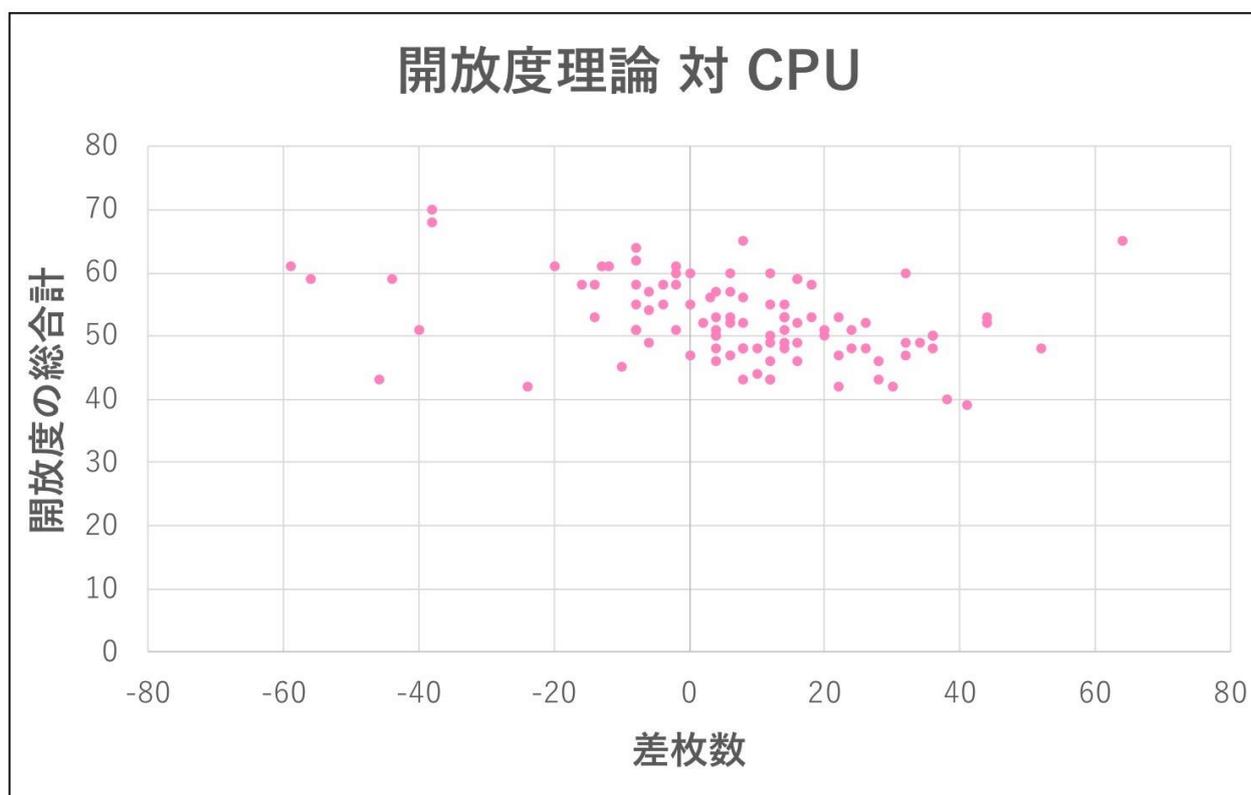


図 3：開放度理論対 CPU

図 3 において、開放度理論対 CPU の差枚数と開放度の総合計を散布図にした。この散布図から分かることは、右下の値は差枚数が多く、開放度の総合計が少ない。これは対 CPU において開放度が有効であることを示している。また、左上の値は差枚数が少なく、開放度が多い。これは開放度が有効でないことを示している。以上より、負の相関があれば開放度理論は対 CPU において信頼性があることが言える。実践結果において開放度理論の勝率は 67%であった。これは勝率として対 CPU において有効であることが分かる。さらに図 3 の散布図から相関係数は $r = -0.45$ であった。よって負の相関が得られるため、開放度理論の信頼度は高く、対 CPU において有効な手であることが分かる。

2. 奇数マス理論対 CPU

対 CPU	勝ち	負け	引き分け	勝率
奇数マス理論先攻	19	30	1	38%
奇数マス理論後攻	35	14	1	70%
奇数マス理論合算	54	44	2	54%

実験 2 では奇数マス理論を用いて、先攻で 50 戦、後攻で 50 戦行った。その 100 戦での勝率は 54% であり、対 CPU において有効である結果は得られなかった。しかし、後攻に絞った場合、勝率は 70% であった。これは理論通り、奇数マス理論が後攻において有効であることを示している。よって、奇数マス理論は対 CPU に対して、後攻の場合有効である。

3. 開放度理論対奇数マス理論

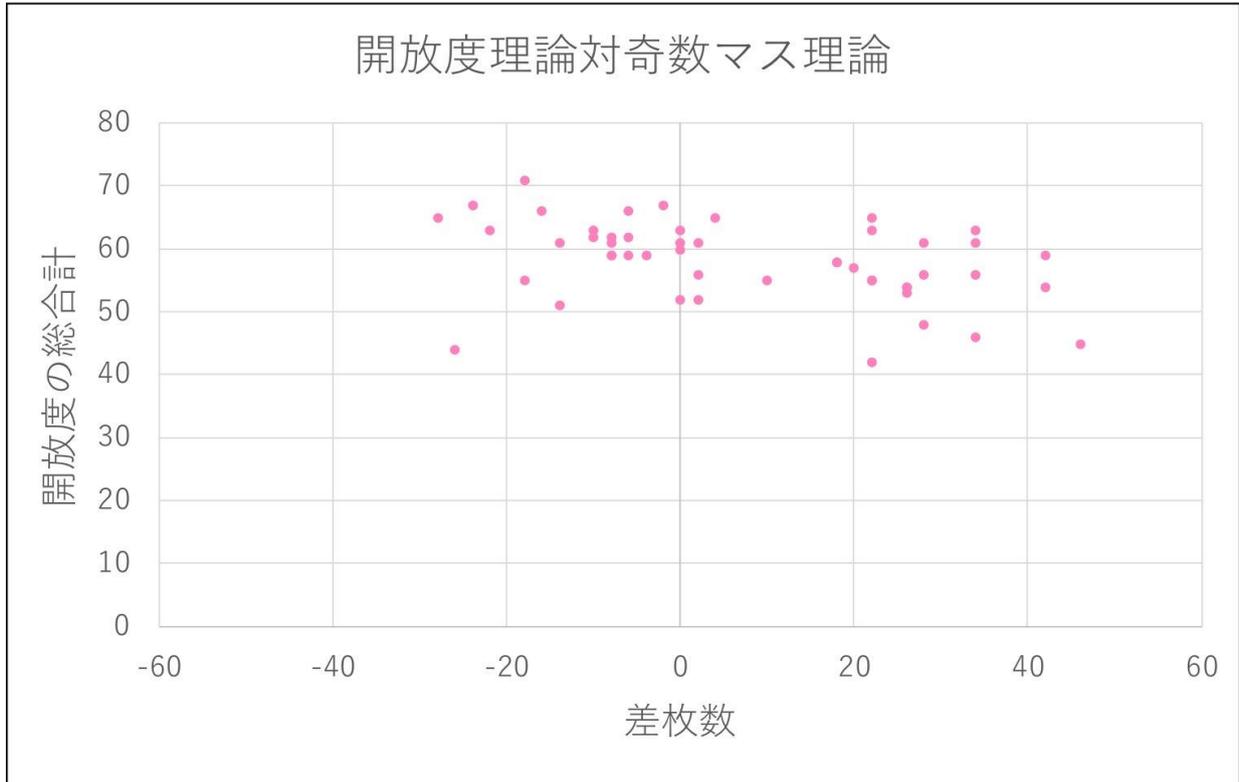


図 4：開放度理論対奇数マス理論

図 4 は開放度理論からみた結果である。対奇数マス理論に対して勝率は 52% であった。勝率は奇数マス理論において少し有効であることが分かる。図 4 の散布図において、相関係数は $r = -0.41$ であった。これは対 CPU の結果より弱い負の相関であった。

対 CPU	勝ち	負け	引き分け	勝率
奇数マス理論先攻	10	13	2	40%
奇数マス理論後攻	11	12	2	44%
奇数マス理論合算	21	25	4	42%

上記の表は奇数マス理論からみた、対開放度理論における先攻と後攻の勝率である。先攻と後攻ともに勝率は 50% 以下であり、開放度理論に対して有効な手であるとは言えなかった。また、後攻に絞った結果であっても、対開放度理論において有効であるとは言えなかった。以上より、開放度理論と奇数マス理論では、開放度理論の方が有効であることが分かった。

8 考察

実験結果より、開放度理論および奇数マス理論は対 CPU において勝率は 50% 以上であり有効であるが、特に奇数マス理論においては理論通り後攻において 70% の勝率があり、有効な手であることがわかった。また、開放度理論対奇数マス理論において開放度理論の勝率が高く、奇数マス理論からみても対 CPU における結果より悪く、開放度理論の有効性がより高いことが分かった。以上より、開放度理論がオセロにおける有効な手であることが分かる。

9 今後の展望

本研究は、対人戦が用いられる場面があった。これは感情によって結果が左右されることが考えられる。よって、全ての場合によって CPU 同士の実践が得られれば、望ましい結果が得られると考えられる。また、対人により実践の時間が膨大であり、思う以上に実践回数が得られなかった。その要因も結果に影響していると考えられる。以上より、実践回数を増やすことでさらに精度の高い結果が得られると考える。発展として、通常の打ち方はアプリが存在するが、自分たちで開放度理論を用いたオセロのプログラミングが組めれば、より精度の高い結果が得られるであると考えられる。今後も本研究を継続して行いたい。

10 参考文献

- ・ <http://karench.link/Wordpress/othello/> 「奇数マス理論について」
- ・ <http://www.gifu-nct.ac.up/elec/sotsuron/niwa/node19.html> 「開放度理論について」

ドローポーカーの限定条件下における確率

数学ゼミ 52 班

1 要旨

この研究はトランプのドローポーカーゲーム（以下「ポーカー」とする）における計算上の確率（以下「理論値」とする）と実践に基づいた確率（以下「実測値」とする）が近似するのかが調べた。なおポーカーには様々なルールがあるが、ドローポーカーに限定し、さらに一定の条件に絞って研究を行った。

2 はじめに（序論）

研究背景

ポーカーにおける理論値は容易に算出できる。今回条件を絞った理論値と実測値が近似するかと疑問を抱き、今回の実験に至った。

研究目的

様々なルールがあるポーカーにおいて、理論値はそれぞれに算出されている。今回ルールが容易なドローポーカーの理論値と統計値が近似出来た場合、その他のルールでも同様に理論値と実測値は近似できると考えられる。それを利用し、ポーカーゲームを行う際、理論値に基づいて、優位にゲームを進められると考えた。

3 先行研究（基礎）

ドローポーカーとは

最初に 5 枚のカードが各々に配られ、そのうち何枚かを交換することによって、役を完成させることを目指すゲーム。

今回の検証で使う役（弱い順）	
ワンペア	5 枚のうち 2 枚が同じ数字の状態
ツーペア	ワンペアが 2 組ある状態
スリーカード	5 枚のうち 3 枚が同じ数字の状態
フルハウス	ワンペアとスリーカードが 1 組ずつある状態
4 カード	5 枚のうち 4 枚が同じ数字の状態

最初に手札が 5 枚配られたとき、役ができている確率	
ワンペア	約 43%
ツーペア	約 2%
スリーカード	約 1%
役なし	約 4%

4 研究手法

ポーカーの限定条件下における理論値を求め、統計を取って実測値を確かめる。なお、実測値は乱数生成アプリを使用する。

5 リサーチクエスチョン

ポーカーの勝率（強い役を出す）を上げるためには、どのような手札の交換が必要か。

6 実験方法

1. ポーカーの各限定条件下を設定し、理論値を求める。
2. 各限定条件における実践を行い、実測値を求める。その際、各条件で 2500 回ずつ行うものとする。
3. 理論値と実測値の結果を比較・検証する。

注 1. 今回算出する理論値は相手の手札など見えていないカードはすべて山札にあるものとする。

注 2. 実測値は前述の通り乱数生成アプリを使用する。今回の検証にトランプの模様は関係がないため、同じ数字の区別はしないものとする。

注 3. 以下に本実験の限定条件を示す。

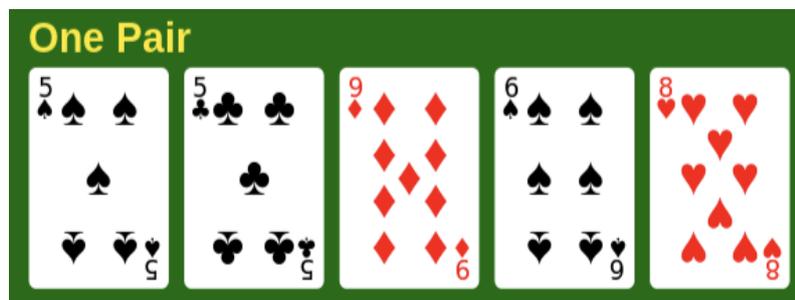


図 1：限定条件 1

図 1 のような最初の手札が配られた時点でワンペアがそろっている状態を限定条件 1 とし、この状態からワンペア以外の三枚を交換する場合を限定条件 1α とする。また、限定条件 1 の状態からワンペアと 6.8.9 のうち一枚残して 2 枚交換する場合を限定条件 1β とする。

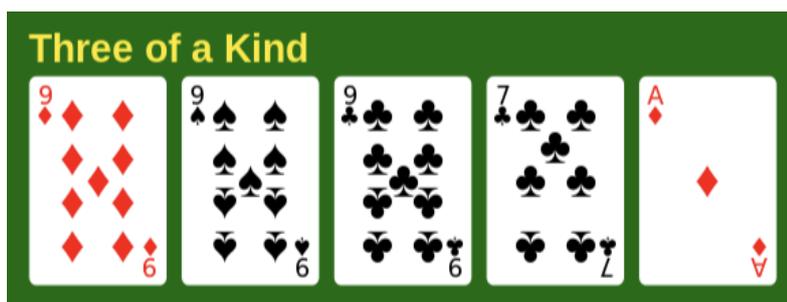


図 2：限定条件 2

図2のような最初の手札が配られた時点でスリーカードがそろっている状態を限定条件2とし、この状態からスリーカード以外の2枚を交換する場合を限定条件 2γ とする。また、限定条件2の状態からスリーカードと7.1のうち1枚残して交換する場合を限定条件 2δ とする。

7 実験結果

1. 限定条件1

限定条件1 α の理論値 (小数第3位を四捨五入)		限定条件1 α の実測値 (小数第3位を四捨五入)		
フォーカード	0.28%	フォーカード	3回	0.12%
フルハウス	1.02%	フルハウス	23回	0.92%
スリーカード	11.47%	スリーカード	290回	11.60%
ツーペア	15.99%	ツーペア	395回	15.80%
ワンペア	71.25%	ワンペア	1789回	71.56%

限定条件1 α の理論値算出方法

- ・3枚交換のとき、全ての通りは ${}_{47}C_3=16215$ 通りである。
- ・ワンペアからフォーカードとなるには、図1より手札から5のカードが残り、さらに2枚5のカードが入る。残りの1枚が45通りあるので、45通り。
- ・ワンペアからフルハウスとなるとき、1つ目の場合として、3枚のうち5が一枚入り、ワンペアをひとつ引く場合である。図1の場合6,8,9のカードは山札に3枚ずつしか残っていないので、6,8,9のワンペアは ${}_3C_2 \times 3=9$ 通りである。5,6,8,9のカード以外は山札に4枚ずつ残っているので、5,6,8,9のカード以外のワンペアは ${}_4C_2 \times 9=54$ 通りである。よって、 $9+54=63$ 通りである。5のカードは山札に残り二枚あるので、 $63 \times 2=126$ 通りである。2つ目の場合として、5のカードを1枚も引かず山札からスリーカードを引いた場合は、6,8,9のカードからスリーカードを引くには、それぞれ1通りなので $1 \times 3=3$ 通りである。5,6,8,9のカード以外でスリーカードを引いた場合は5,6,8,9のカード以外は山札に4枚ずつ残っているので、5,6,8,9のカード以外でスリーカードは ${}_4C_3 \times 9=36$ 通りである。よって、 $3+36=39$ 通りである。2つの場合より、 $126+39=165$ 通りである。
- ・ワンペアからスリーカードになるには、図1より手札から5のカードが残り、さらに1枚5のカードが入る。5以外の2枚の数字は何でもよいが、フルハウス、4カードの場合は引く必要がある。5は山札に2枚で残りの山札は46枚なので、 $2 \times {}_{46}C_2=2070$ 通りである。この2070通りから4カードとフルハウスの通りを引く必要があるので、 $2070-45-165=1860$ 通りである。
- ・ワンペアからツーペアとなるとき、1つ目の場合として、6,8,9のいずれかが2枚入り、残りの一枚が5,6,8,9以外を引く場合である。図1の場合6,8,9のカードは山札に3枚ずつしか残っていないので、6,8,9のワンペアは ${}_3C_2 \times 3=9$ 通りである。残りの1枚は山札にある5,6,8,9以外の42枚である。よって、 $9 \times 42=378$ 通りである。2つ目の場合として、引いたワンペアが6,8,9以外で、残りの1枚が5以外の場合である。5,6,8,9のカード以外は山札に4枚ずつ残っているので、5,6,8,9のカード以外のワンペアは ${}_4C_2 \times 9=54$ 通りである。残りの1枚は山札にある5と引いたワンペア以外の41枚である。よって、 $41 \times 54=2214$ 通りである。2つ目の場合より、 $378+2214=2592$ 通りである。

限定条件 1 β の理論値 (小数第 3 位を四捨五入)	
フォーカード	0.09%
フルハウス	0.83%
スリーカード	7.77%
ツーペア	17.21%
ワンペア	72.99%

限定条件 1 β の実測値 (小数第 3 位を四捨五入)		
フォーカード	1 回	0.04%
フルハウス	24 回	0.96%
スリーカード	195 回	7.80%
ツーペア	420 回	16.80%
ワンペア	1860 回	74.40%

限定条件 1 β の理論値算出方法

- ・2枚交換のとき、全ての通りは ${}_{47}C_2=1081$ 通りである。
- ・ワンペアからフォーカードとなるには、図 1 の 5 以外の 2 枚を交換し入るカードが 2 枚とも 5 の場合である。2枚 5 のカードを引くのは山札に 5 は 2 枚しか残っていないので 1 通りである。
- ・ワンペアからフルハウスとなるとき、1つ目の場合として、5 と交換していない 5 でないカード (以下これを「6」とする) を 1 枚ずつ引く場合である。5 は山札に 2 枚残っていて、6 は 3 枚残っているので、 $2 \times 3=6$ 通りである。2つ目の場合として、6 を 2 枚引く場合である。6 は山札に 3 枚残っているので、 ${}_{3}C_2=3$ 通りである。2つの場合より、 $6+3=9$ 通りである。
- ・ワンペアからスリーカードとなるには、5 を 1 枚引いてかつ、残りの 1 枚で 5,6 以外を引くときである。5 は山札に 2 枚あり、5,6 以外のカードは山札に 42 枚なので、 $2 \times 42=84$ 通りである。
- ・ワンペアからツーペアになるには、1つ目の場合として、6 一枚引いてかつ、残りの 1 枚で 5,6 以外のカードを引く場合である。6 は山札に 3 枚あり、5,6 以外のカードは山札に 42 枚あるので、 $3 \times 42=126$ 通りである。2つ目の場合として、6 以外のカードでワンペアを引く場合である。8,9 は山札に 3 枚あるので、 ${}_{3}C_2 \times 2=6$ 通りである。5,6,8,9 以外の数字はそれぞれ 4 枚山札に残っているので、 ${}_{4}C_2 \times 9=54$ 通りである。よって、 $6+54=60$ 通りである。2つの場合より、 $126+60=186$ 通りである。

2. 限定条件 2

限定条件 2 γ の理論値 (小数第 3 位を四捨五入)	
フォーカード	4.26%
フルハウス	6.11%
スリーカード	89.64%

限定条件 2 γ の実測値 (小数第 3 位を四捨五入)		
フォーカード	103 回	4.12%
フルハウス	158 回	6.32%
スリーカード	2239 回	89.60%

限定条件 2 γ の理論値算出方法

- ・2枚交換のとき、全ての通りは ${}_{47}C_2=1081$ 通りである。
- ・スリーカードからフォーカードとなるには、図 2 より 9 のカードが残り、1 枚の 9 のカードとそれ以外の数字のカードを引く場合である。山札に残っている 9 を引いてあと一枚は何でもよいので、46 通りである。
- ・スリーカードからフルハウスになるには、9 以外の数字でワンペアを引く場合である。7,1 は山札に 3 枚残っているので ${}_{3}C_2 \times 2=6$ 通りである。残りの数字は山札に 4 枚残っているので、 ${}_{4}C_2 \times 10=60$ 通りである。よって、 $6+60=66$ 通りである。

限定条件 2 δ の理論値 (小数第 3 位を四捨五入)	
フォーカード	2.13%
フルハウス	6.38%
スリーカード	91.49%

限定条件 2 δ の実測値 (小数第 3 位を四捨五入)		
フォーカード	55 回	2.20%
フルハウス	147 回	5.88%
スリーカード	2298 回	91.92%

限定条件 2 δ の理論値算出方法

- ・ 1 枚交換のとき、全ての通りは 47 通りである。
- ・ スリーカードからフォーカードとなるには、9 を引く場合である。よって、1 通りである。
- ・ スリーカードからフルハウスとなるには、交換した数字を引く場合なので、3 通りである。

8 結論と考察

本実験で行った限定条件の理論値と実測値は近似されていることがわかった。この結果より、その他の条件下においても理論値は実践において信頼できる値である。本実験の条件下においては、限定条件 1 では、フォーカード、フルハウス、スリーカードの場合、 1α は入れ替えが多いため、実測値でも 1β に比べ確率は高い。しかし、ツーペアに限り、1 枚を固定する 1β の方が確率は高かった。以上より、ワンペアが揃った場合は、残りの 3 枚を交換する方が最善手であることがわかる。これは限定条件 2 でも同様の考察ができる。役が出来上がっている場合、そこから強い役を完成させるためには、残りのカードを多く交換する場合が最善手であることがわかった。

9 今後の展望

本実験により分かったことはポーカーゲームでは理論値が信頼できるゲームである。その後さらに強い役を作るためには今回の条件以外にも試す必要がある。さらにドローポーカーゲームではジョーカーを入れるルールも存在し、その場合ジョーカーの扱いによって確率が変動すると考えられる。そこに注目し、ポーカーゲームの面白さや確率の変動の違いについて考えていきたい。

10 参考文献

- ・ <https://raq-hiphop.com/poker-hands/> 「ポーカーのルール：役一覧、強さ順、出現確率の解説」
- ・ <https://note.com/casimaru/n/ncdf4e32897e3> 「5 分でわかる、ドローポーカー」



令和4年度 76回生

GLiS サイエンス×探究II

課題研究 研究論文集

発行月 令和5年3月

発行者 兵庫県立伊丹高等学校 GLiS 類型

住所 〒664-0012 兵庫県伊丹市緑ヶ丘7丁目31-1

電話 072-782-2065

FAX 072-782-3349



