

2022年4月20日  
若狭高校海洋科学科

# 課題研究例

# 課題研究の段階

(1) 課題設定

(2) 実験・調査

(3) 発表 (他の人の意見を聞く/学会・コンペティション)

(4) 論文作成

(一例)

廃棄物であるカキ殻でpH改善の試み

# 背景

- ・カキ養殖業者が大量のカキ殻を廃棄するのに困窮
- ・環境水の酸性化が問題

酸性雨：淡水系の酸性化

二酸化炭素増加：1750年代～現在までに全表面海洋のpHは  
平均で0.1低下

環境水の酸性化が問題なのはなぜ？

# 海洋酸性化の問題点

影響を受ける生物

影響

植物プランクトン  
サンゴ  
貝類  
甲殻類

海水中の炭酸カルシウム飽和度が減少し、殻の形成不全など



成長・繁殖抑制  
生態系の乱れ

# カキ殻の効果について

- ・水質浄化
- ・底質改善
- ・ミネラル分の補充
- ・汚染物質や有害物質を吸着
- ・pH調節機能

# 目的

- ・カキ殻がpHを上昇させる条件を実験室で確かめる。

# 実験①カキ殻量によるpHの変化

## 方法

- ①蒸留水100 mLに酢酸50  $\mu$ Lを加えて酸性化
- ②酸性化した蒸留水にカキ殻0～10 g添加
- ③マグネティックスターラーで攪拌
- ④pHメーターで5分後にpH値を測定



図2 pH測定の様子



## 結果①

- ・カキ殻を加えるとpH値は上昇した。0.5 gを超えると上昇率は鈍化

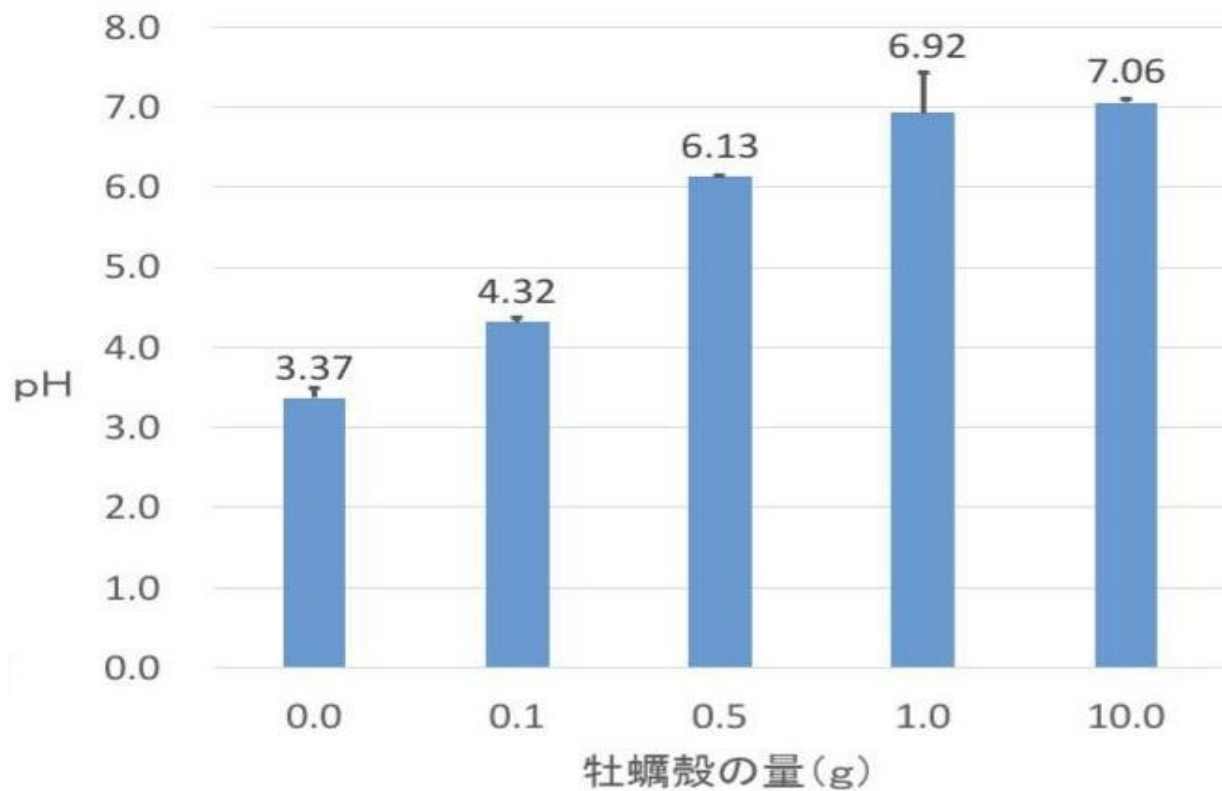


図4 カキ殻量によるpHの変化（蒸留水）

# 実験② 経時経過によるpHの変化

## 方法

- ①蒸留水、ろ過海水に二酸化炭素を5分間加えて酸性化
- ②酸性化した蒸留水、ろ過海水にカキ殻を0.5 g添加
- ③マグネティックスターラーで攪拌
- ④pHメーターで0～20分にpH値を測定



図3 酸性化の様子

## 結果②

- ・カキ殻投入により明らかにpH値は高くなった

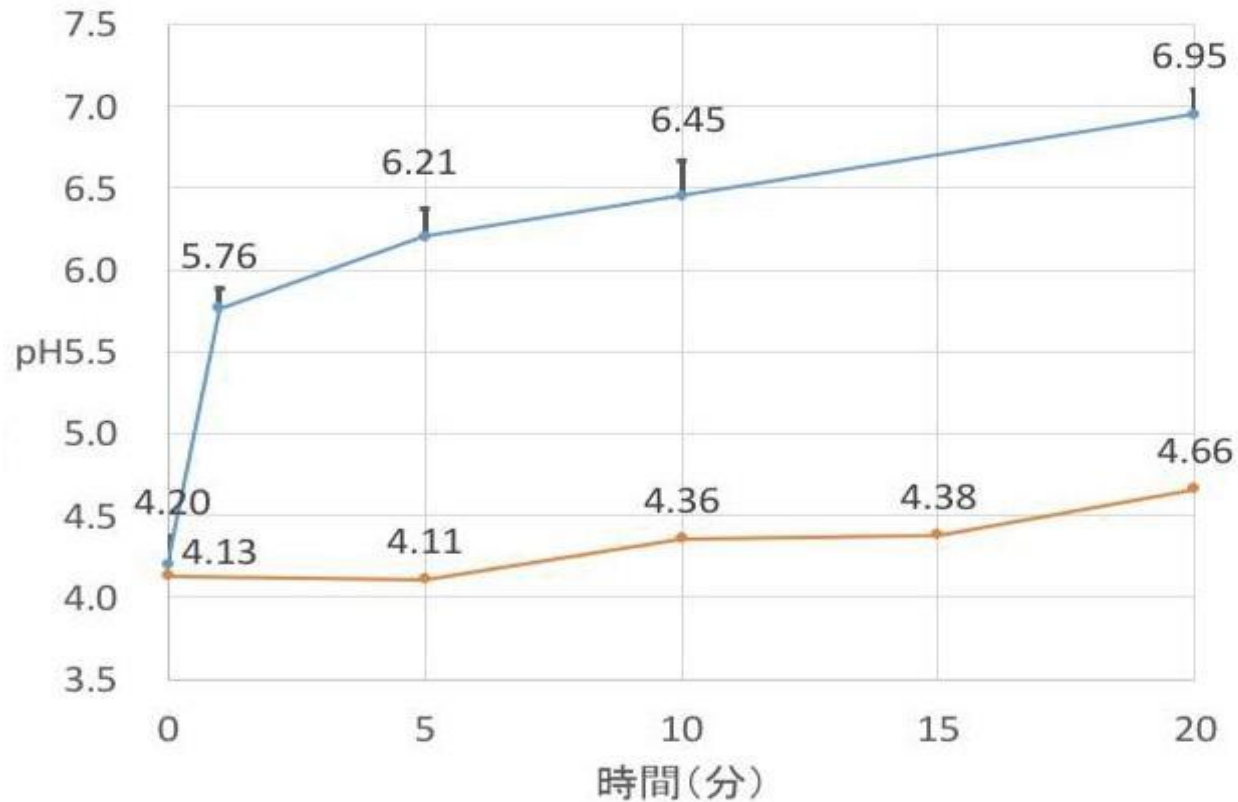


図5 時間経過によるpHの変化(蒸留水)

### 結果③

・カキ殻投入によりpHは高くなったが、蒸留水よりも緩やかに上昇

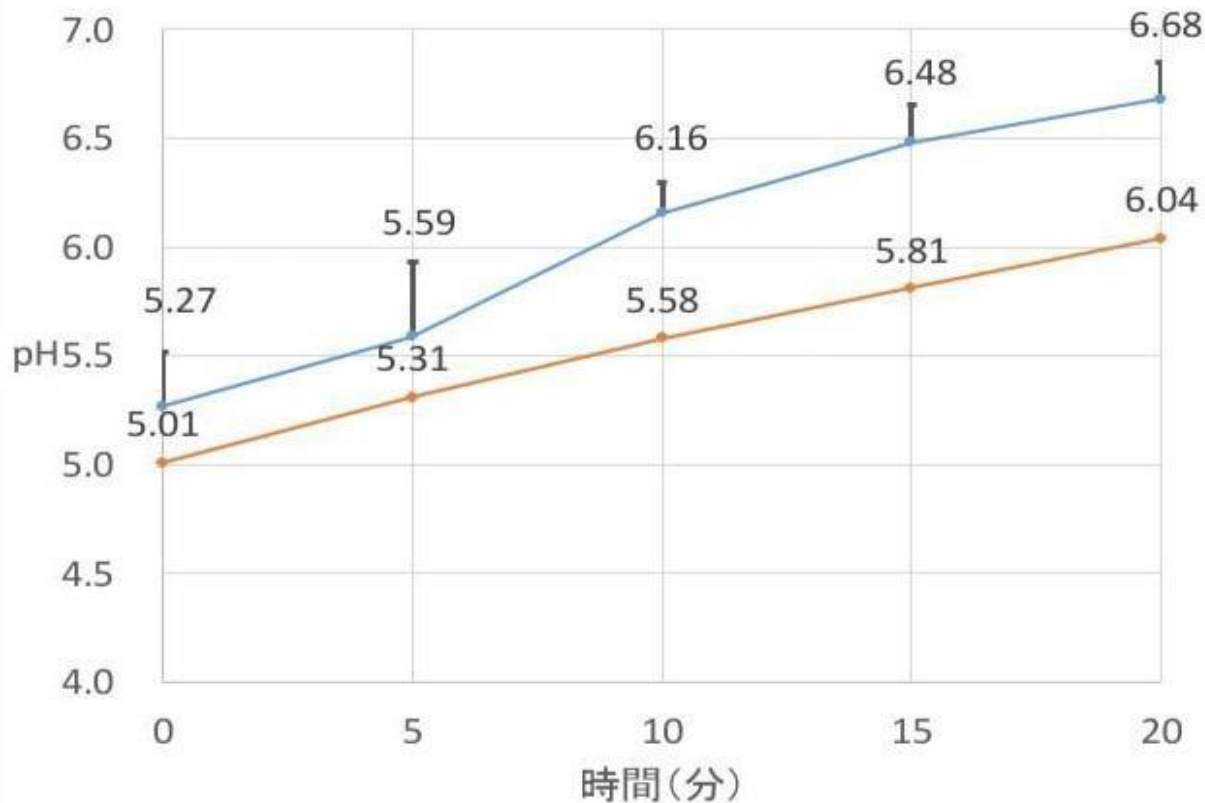


図6 時間経過によるpHの変化(ろ過海水)

# 実験③ カキ殻粉ペレットの作製

## 方法

- ① 実験用篩を目合の大きい順に重ね、図1のカキ殻粉末を加えて振盪
- ② 注射器の筒先側の外筒を切断して水、カキ殻粉末、水酸化マグネシウムの混合物を添加
- ③ 外筒の両端から押し子を挿入して、圧力をかけたのち上から押出し
- ④ カキ殻ペレットを2週間程度乾燥
- ⑤ 強度を高めるために、砂利固め材に浸透



図4カキ殻粉ペレット

# まとめ

- ・カキ殻粉末量を変化させた実験の結果、pHは7付近まで上昇した。
- ・時間経過による実験の結果、蒸留水では1分後にpH4.2からpH5.76まで急激に上昇、その後pH7付近まで上昇した。
- ・ろ過海水では蒸留水と比較してpHの上昇は緩やかであった。また、カキ殻を添加しない海水でもpHの上昇が見られた。

# 考察

- ・実験では、酸性水100 mLに0.5 gのカキ殻を加えた。例として 100tの海水があるとすると、500 kgのカキ殻を撒く必要がある と考えられる。
- ・カキ殻粉ペレットを多孔質素材を用いて固化し、ペレットが水 に触れる表面積を大きくする。そのために素材と固化方法を検討する。
- ・ペレットのpH調節機能の効果をいかに持続し続けるか検討し、 養殖場の酸性化を改善するのに利用したいと考えた。

# 参考文献

- ・国土交通省 気象庁 酸性雨に関する基礎的な知識  
[https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/acid/info\\_acid.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/env/acid/info_acid.html)
- ・国立環境研究所 地球環境センター 「ココが知りたい地球温暖化」  
[https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/qa\\_index-j.html](https://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/qa_index-j.html)
- ・国立研究開発法人 国立環境研究所 「日本でも河川・湖沼の酸性化が起こるのか」  
<https://www.nies.go.jp/kanko/news/8/8-3/8-3-08.html>
- ・平成25年3月 岡山県 「カキ殻を利用した総合的な底質改良技術ガイドライン」  
<https://www.pref.okayama.jp/page/338186.html>
- ・フジクリーン工業株式会社 「水の話 FUJI CLEAN NEWS NO.147 特集牡蠣」  
<https://www.fujiclean.co.jp/fujiclean/story/vol50/index.html>
- ・株式会社フジタ(Fujita Corporation)「カキ殻を利用した閉鎖性水域浄化技術」  
[https://www.fujita.co.jp/solution-and-technology/detail/post\\_44.html](https://www.fujita.co.jp/solution-and-technology/detail/post_44.html)
- ・海の豊かさを守ろう 「海洋酸性化は海の多様性にどんな影響を与える？」  
[https://gooddo.jp/magazine/sdgs\\_2030/life\\_below\\_water\\_sdgs/7231/](https://gooddo.jp/magazine/sdgs_2030/life_below_water_sdgs/7231/)



# 課題研究の段階

(1) 課題設定

(2) 実験・調査

(3) 発表 (他の人の意見を聞く/学会・コンペティション)

(4) 論文作成

Project 「好き」を知ろう  
プロジェクト

Subject  
サブジェクト

From Page No.

伝統文化の継承  
(例 放生祭)

小浜市の伝統産業  
について

小浜市の歴史や文化  
について

みかん

果物

トキ (モンブラン)

Project  
プロジェクト

Subject  
サブジェクト

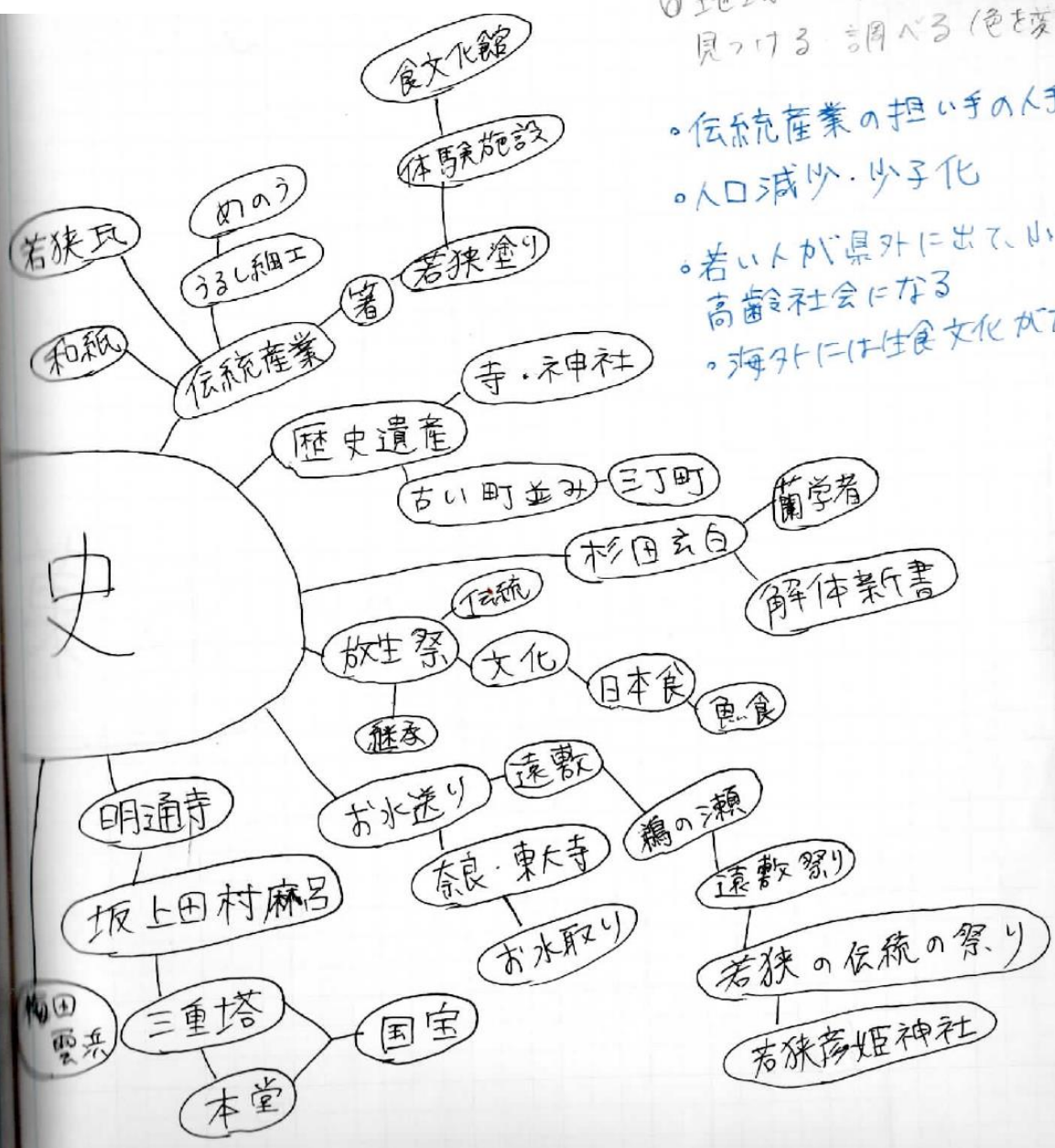
From Page No.

音楽 (J-POP)

音楽

小説

# 地域・世界の課題を見つける, 調べる



① 地域・世界の課題と  
見つける 調べる (色を覚える)

- ・伝統産業の担い手の人手不足
- ・人口減少・少子化
- ・若い人が県外に出て、小浜が  
高齢社会になる
- ・海外には生食文化がない

- 生まれてから今日までの経験
- そんな経験にどう反応したか
- 実体験ではない学びの総体

<今日の発表で気になったもの>

・海ぶどうの養殖から商品化に向けて

<理由>

・研究では海ぶどうが一番成長することが分かったが、商品化は出来ていないとおっしゃっていたので、石をどのように利用したらよいかを考えて海ぶどうを商品化させてみたいと思った。しかし、小浜では海ぶどうを養殖しているところがないが、沖縄のように小浜にも海ぶどうの養殖が広まってほしいと思った。

・海洋プラスチックの再利用

<理由>

・今、海洋プラスチックが問題となっていて、海洋プラスチックと若狭塗箸を組み合わせた発表が面白かったから。また、箸は毎日使うもので、私たちの身近にあるものなので、その箸を使えば海洋プラスチック問題の深刻さに気づけると思ったから。この発表を聞いて、何かを自分達で作るのはとても大変なことだと思った。

・極上宇宙食魚青缶

<理由>

・私たちの先輩が宇宙で魚青缶を食べられるように改良を重ねて開発した魚青缶に興味をもち、しかし、スポーンが刺さりにくい、魚肉が硬いなどの課題があり、酸を加えたら柔らかくなるかと考えられているので、中ずを使って食べやすいようにしたいと思った。

# テーマ設定

-話し合いを経て一番やりたいこと-

・自然環境が生物にどのような影響を及ぼしているか知りたくて、マイクロプラスチックの研究はたくさんの方が行っているのに、マイクロプラスチック以外(例:地球温暖化)のもので生物に悪影響があるものを調べたくて、また、先輩が調査していないような生物も調査したいです。

## <背景>

・海が環境が悪いのは知っているけれど、何の環境で海が環境が悪くなっているのか知らなかったため、調べたいと思った。

・地球温暖化…ガス(=二酸化炭素)の影響が大きい(産業革命以降、化石燃料の使用が激しく結果大気中の二酸化炭素の濃度も増加している)

・SDG5…2015年9月の国連サミットで採択されたもの(海の豊かさを守ろう)  
(国連加盟193か国が2016年から2030年の15年間で達成するために掲げた目標)

↓  
海洋と海洋資源を持続可能な開発に向けて保全し、持続可能な形で利用する

# テーマ設定

動機

自然環境が生物にどのような影響を及ぼしているか知りたい。

先輩が調査していない対象で生物に悪影響があるものを調べたい。

新規性

調べてみたら

・海の環境を悪化させているものは何か？

地球温暖化(二酸化炭素の増加)の影響が大きい。

研究対象は？



<地球温暖化>  
・生物にどのような影響を及ぼしているか

<テーマ>-3人-

・生物にどのような影響を及ぼしているか(例クラゲなど)

<参考>

-海の生き物を守るフォーラム 2020「地球温暖化と海の生き物の未来-

・海水温が上昇すると、回遊魚の回遊ルートが北側に片寄り北偏や、産卵時期の早期化などが懸念される

<温暖化の影響>

・サクラが青森で、クイなど、従来の魚獲(漁業)→いそめたいわけではない)

# 多くの資料を調べた!

・クロマグロ(例 クロマグロの研究をしないわけではない)は太平洋の広大な海を回遊するため、体温調節の機能があるが、温暖化による水温上昇で海水温による体温のオーバーヒートにつながり、回遊ができなくなる可能性もある

・産卵に適した水温じゃないと、産卵が行われないか、稚魚の成長が極めて悪くなると考えられ、水温上昇は将来の資源量を減少させる

資料: 持続可能な水産養殖用飼料の開発に関する研究

ア2 栽培魚類

飼料・餌料G | 増養殖研究所養殖システム研究センター

<資料から>

・海水魚のブリは、同様の無魚粉飼料を配合飼料する最初の40-50日は成長するが、それ以降は摂餌が低減し成長しないことが報告された

・淡水魚のニジマスでは、植物性飼料原料や動物性飼料原料を配合し魚粉を全く使用しない無魚粉飼料を用いても、魚粉主体飼料と同様の成長を示すことが報告された

・ニジマスのような淡水魚とブリのような海水魚で、「何が異なるのか」と多くの研究者が研究した結果、ブリのような海水魚では、必須アミノ酸の一つであるメチオニンと栄養素のタウリンに代謝できないことがわかった。

(魚の小型化を止めよう)

-話を聞いて-

・ホシダワラ → <sup>アカエツ</sup>小浜に多い

・海藻の種類に適したものの

・サバ減少 → <sup>養殖漁業センター</sup>海水温に

・いそやけ問題

→ いそやけは3と3に海藻

・環境に合った海藻を

・いそやけ問題 → 小浜湾

造成

丘なもので実験 →

飼いやすい(養殖魚)

・海藻のありなしと酸素の

(資料から分かったこと)

・小型化している可能性

-ほか-

・ふくい水産振興センター

・若狭小浜ホセセンター

・イボニシ

<海洋酸性化>

・海洋酸性化に ~~よ~~よ、海

・炭酸カルシウムの殻の形成

信頼できる資料を使った。

- ・海の生き物を守るフォーラム2020「地球温暖化と海の生き物の未来」
- ・持続可能な水産養殖用飼料の開発に関する研究
- ・浜の活力再生プラン
- ・地球温暖化と藻場：日本海を中心としたアカモク分布の変化
- ・福井の水産研究シンポジウム
- ・ふくい水産振興センター
- ・若狭小浜お魚センター

# この時点での研究案

---

## 海藻による地球温暖化防止策

---

山口まみ 新田夏



地球温暖化防止策

- ・温暖化が魚の小型化に影響しているかを調べる
- ・海藻が温暖化防止にどのくらいの効果があるのかを知る

### 背景

現在、世界規模で問題になっている地球温暖化問題。海藻は、地球温暖化防止に役立つと考えられている。そこで私たちの身近な海に生えている海藻で、水温上昇を解決したいと考えた。温暖化は、私たちの生活に大きな影響を与えている。特に、漁業では温暖化の影響で、魚が違う海域で獲れるなどの変化が起こっている。また、魚の小型化も温暖化による影響だと考えられている。この魚の小型化は海水温上昇と酸素の減少が関係していると考えられている。しかし、まだ分かっていないことがたくさんあるため、自分たちで確かめたいと考えた。

### 実験方法・手順

- ①まず、小浜湾にいる魚で地球温暖化の影響を受けていると思われる魚を見つける。
  - ②小浜湾にどれぐらいの海藻があるのかや海藻の種類を調べる。
  - ③高水温でも耐えられる海藻を見つけ、その海藻を小浜湾に持ってくる。
  - ④パターン1水槽内にその魚と海藻を入れ、海水の溶存酸素量や魚の体長などを調べる。
  - ④パターン2養殖されている魚が地球温暖化の影響を受けて小型化していれば、その養殖場に海藻を生やして、海水の溶存酸素量や成長の度合いを調べる。
- 本当に海水温の上昇と酸素の減少が魚の小型化に繋がっているのかをこの実験で調べたい。また、海藻の力で魚の小型化を少しでも抑えることができるのかも調べたい。

実はこの時までには、別の生物についても調べていた。

## イボニシ



<https://cakes.mu/posts/31501>

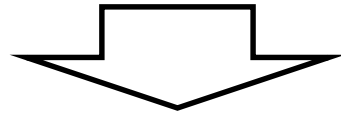
海洋酸性化により、炭酸カルシウムの殻の形成が難しくなる。

## カキ養殖業者への聞き取り調査

10項目の質問の中で, , , ,

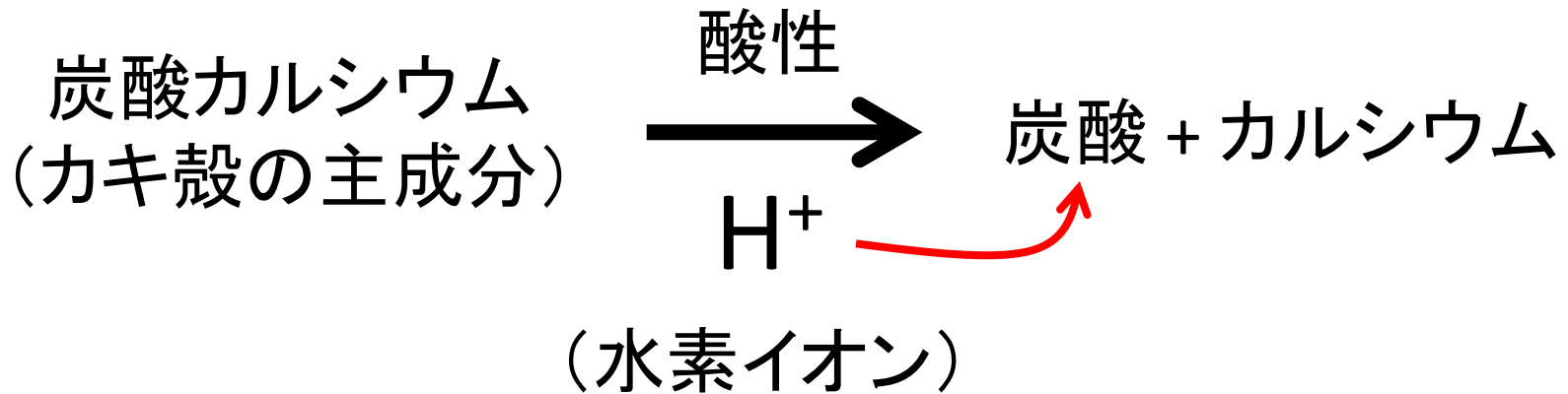
Q. 困っていることは何ですか？

A. カキ殻の処分困っている。



カキ殻を使って酸性化を防止できないだろうか？

# 化学的根拠



カキ殻は水素イオンを吸収してpHを上昇

# 課題研究の段階

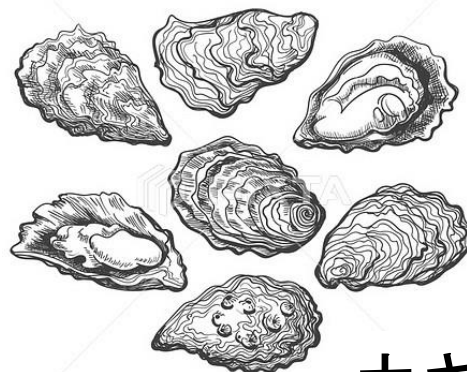
(1) 課題設定

**(2) 実験・調査**

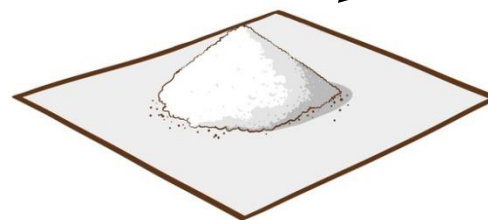
(3) 発表 (他の人の意見を聞く/学会・コンペティション)

(4) 論文作成

カキ殻粉末でpHを上昇させる  
条件を探る。

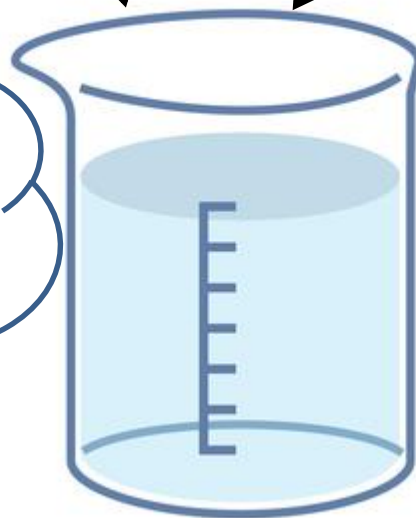


カキ殻



酸性物質  
(二酸化炭素など)

量は？  
時間は？  
海水or淡水？



pHメーター



- 結果を予測



- 予想外の結果
- 実験や調査の不備

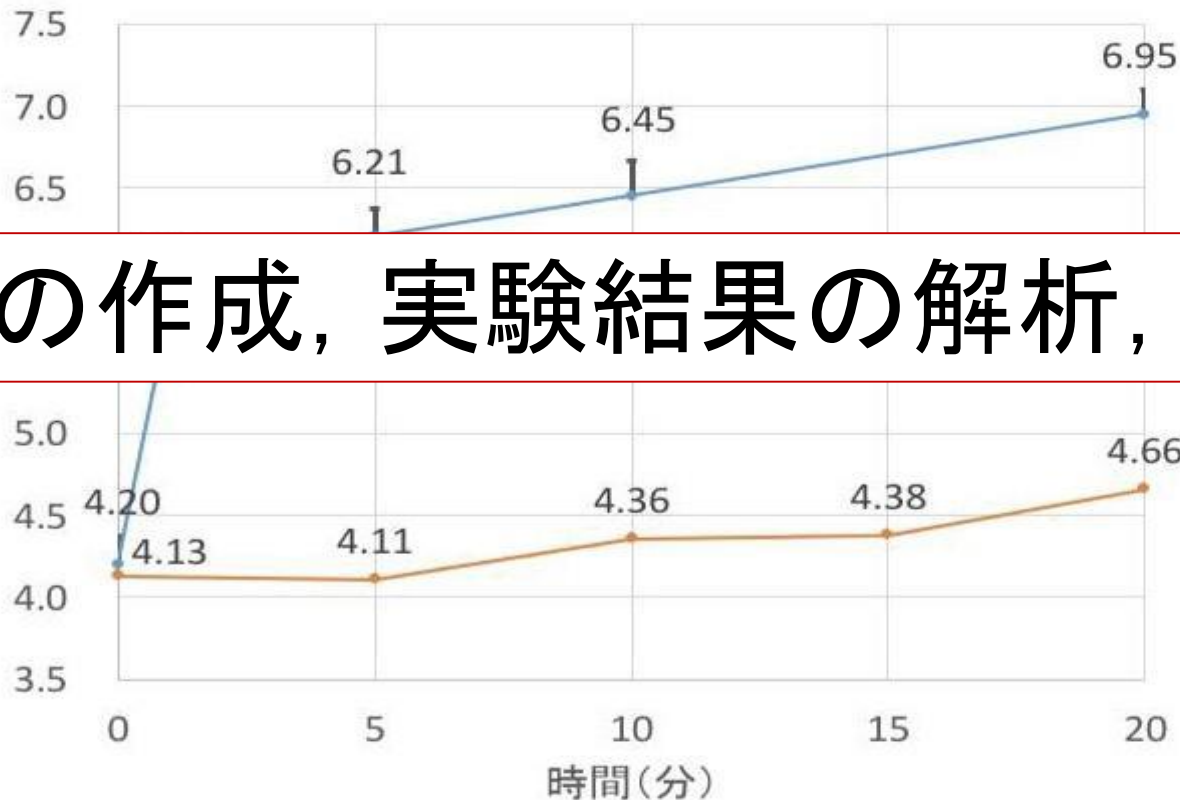


- 再予測, 改善



## 結果②

- ・カキ殻投入により明らかにpH値は高くなった



図表の作成, 実験結果の解析, 考察

図5 時間経過によるpHの変化(蒸留水)

# 課題研究の段階

(1) 課題設定

(2) 実験・調査

(3) 発表 (他の人の意見を聞く/学会・コンペティション)

(4) 論文作成

事項

場所

形態

途中経過の検討

探求会議(2回)

計画書など

口頭発表

研修  
学内発表会  
コンペティション  
学会

ポスター  
スライド

論文作成

論文集

論文

(研究を文章で表現, 研究の最終形態。)