

継続した環境調査に基づくデータサイエンス入門
～地元の森川海から生徒自身が取得したデータの利活用～

京都府立西舞鶴高等学校
教諭 本藤 聡仁

1 研究の主題

- (1) 科目名・時間数：理数探究基礎（2単位）
- (2) 授業の対象となる学年：高校1学年（理数探究科）
- (3) 授業の実施時期：6月～10月

2 研究のねらい

(1) 授業のねらいと目標

生徒たち自身で環境データを取得し、フィールドで体感したリアルな感覚と数値データを結びつけて思考を広げることで、ひらめきや好奇心を育むことをねらいとする。そして自由な発想のもとに分析・考察・発表を行うことで、生態系について数理・データサイエンスの観点から理解が深まることを目標としている。また、得られた成果を周辺地域に発信していくことで、生徒たちの主体性をさらに喚起し、生きたデータを分析・発信しようとする資質と態度を育成することを目指している。そして高校卒業後、「フィールドとデータをつないで考えられるデータサイエンティスト」として活躍するための思考力・判断力・表現力の基礎を身に着けさせることが本活動の目的である。

目標達成のための評価については、本校理数探究科の3年間で身につけたい力を示したルーブリック「西舞鶴高校 理数探究科 Achievement sheet」（添付資料：図6）に基づいて、以下の項目を身につけさせたい力として取り上げる。なお、○は知識・技能を、●は思考・判断・表現力を示す。

【科学的に探究する力について】

- 身近な事象・現象に科学的な興味・疑問を持つことができる。
- 定量と定性の違いを理解し、仮説実証のための変数を設定することができる。

【情報活用能力について】

- 知りたい情報を整理し、効果的なツールを選んで情報収集することができる。

○独立変数と従属変数の意味を理解し、簡易的なグラフ・表を作成することができる。

○代表値の意味を理解し、活用することができる。

○エクセルを用いてグラフ・表を作成することができる。

●情報の信ぴょう性を判断し、オープンデータ、論文など学術的な情報を活用することができる。

●パワーポイントを利用し、写真などを活用して見やすいスライドを作成することができる。

【他者と協働する力について】

○科学的な事象・現象について、適切な言葉を用いて客観的な説明ができる。

●原稿を見ず、聴衆を前に内容を理解して相手に聞きやすく発表できる。

(2) 授業の展開

6月の事前学習において、外部講師（京都大学フィールド科学教育研究センター）による調査実習および舞鶴の自然についての講義に加え、地元地域の自然を対象としたデータサイエンスに関わる論文（Ushio, et al(2018)）について学ぶ。これにより生徒は地元地域の環境データを対象としたデータサイエンスの可能性について学習する。

夏季休業中（7月下旬）に2日間の調査実習（添付資料：図1）を終え、テーマとグループ（3～5人）を決定する。

2学期の授業（9月～10月、10時間）では教員による活動概要の説明の後、主に生徒たちが主体となって活動を行う。生徒たちは班ごとに、予め教員が準備した動画による学習や、データ分析の切り口について試行錯誤しながら表計算ソフトを扱い、対象となるテーマについて分析を進めていく。（添付資料：図2、3）

教員はテーマ設定やデータ分析において行き詰まったり、発展的な内容に踏み込みこんだりする生徒の個別対応に多くの時間を使う。

以下表1に生徒が身につけるスキルと概念について、表2に過去の活動時における生徒の発表タイトルを示した。

表1：生徒に身に付けさせるスキルと概念について

分類	項目
基本スキル/概念 (動画による学習)	ファイル操作
	エクセルの基本操作
	データの構成の説明

	散布図等グラフ作成
	相関係数（ピアソン）算出
発展スキル/概念 （個別対応による指導）	クロス集計（Excel ピボットテーブル使用）
	順位相関係数（Spearman）
	相関行列（ヒートマップ）（Python 使用）
	有意差検定（相関係数、T 検定、カイ二乗検定）

表2：過去の活動時における生徒の発表タイトル

班	タイトル
森班	ヒノキの成長と 雪との関係
	クロロフィル蛍光度と降水量の関係
	人間活動と水質の関係
森班・海班	海と川の栄養塩類
海班	二枚貝の増減の関係性
	西日本豪雨による水質の変化
	クモヒトデとヒメカノコアサリとの関わり

作成したスライドとポスターを用いて10月下旬に複数回の発表会を行う。口頭発表会（2時間）では外部講師による指導・助言を求め、各班が着目した変数とその分析手法について、データサイエンスの観点、生態学の観点など多面的な振り返りを行う。また、生徒同士が相互に質問できるクラス内交流会（1時間）や、中学生対象のオープンスクールにおいても活動報告会を行い、他者にわかりやすく解説する技能・表現力の向上も期待する。（添付資料：図4、5）

3 研究内容・授業指導の実際

(1)授業で使用する教材

【分析時に必要なオープンデータ】

気象庁：<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

環境省花粉観測システム（はなこさん）：<http://kafun.taiki.go.jp/>

eMAFF 農地ナビ：<https://map.maff.go.jp/SelectPrefecture>

【本取組についてまとめた論文（蓄積された過去のデータソース）】

本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（2022） 2006～2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集と流入河川の水質 「野生生物と社会」学会印刷中（査読あり）

【地元地域の自然を対象としたデータサイエンスに関わる論文】

Masayuki Ushio, Chih-Hao Hsieh, Reiji Masuda, Ethan R Deyle, Hao Ye, Chun-Wei Chang, George Sugihara, Michio Kondoh, Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community, Nature 554(7692) 360-363 (2018)

(2)評価の方法

【教員による評価】

作成されたポスター・スライドと発表に対して本校の探究活動のループブックである「西舞鶴高校 理数探究科 Achievement Sheet」（添付資料：図6）に基づいて各教員が評価を行う。

【生徒同士による相互評価】

口頭発表時にアンケートフォームを用いて生徒同士の相互評価を行う。そのフィードバックを生徒による自己評価にも用いる。

【生徒による自己評価】

「西舞鶴高校 理数探究科 Achievement Sheet」（添付資料：図6）に基づいて、生徒自身の自己評価を行わせる。

(3)授業実践で工夫した特筆すべき点

本活動の最大の特徴は、本校で継続して行っている環境調査を題材にしたデータ分析を行った点である。自分たちの住む地域を対象に、自分たちの取得したデータで分析を行ったことで、データへの愛着がわき、同時に数値と自然環

境のイメージが関連付けられながら分析が進むことで、授業へのモチベーションが大きく高まった。そのために、教材として地元地域を対象とした研究の中で国際誌に掲載された論文（魚類生態学とデータサイエンスの融合分野）を用いたり、過去のデータを論文化した信憑性のある情報源を用いたりした。

また、それぞれの生徒のモチベーションや情報活用能力の向上につながるような工夫を行った。具体的には学習の個別最適化を図るために、Excelによるデータ分析などの実演動画をYouTubeに公開することで、最低限のスキルをオンデマンド型で習得することができるしくみを構築したことが挙げられる。その結果、授業では個別対応に多くの時間を充てることで、苦手な生徒への丁寧なフォローによりデータを扱うことへの苦手意識がなくなった生徒が一定数見られた。さらに、発展的な内容を深く学びたい生徒の個別対応により、生徒自身の疑問に即した分析プロセスを指導することができた。さらに、各種オープンデータの利活用も促し、データソースの信憑性や異なるデータソースの紐付け、さらには自分たちのデータとの統合なども行わせることで、多種類のデータを扱う技能の向上にもつながる指導を行った。

活動終了後には、様々な評価とフィードバックを行うことで、活動中の自己に対するメタ認知を促し、自己調整力を促すよう指導した。

(4)生徒の反応

生徒自身が生活する地域の環境を対象としたことから環境やデータ分析に対する主体性が向上したと認識する生徒が多く見られた。以下表3に生徒の感想を以下に示す。

表3：生徒の感想（抜粋）

記入時期	感想
調査後	実習を終えて湾内と沖など場所によっていろいろな違いがあり、舞鶴はとても自然に近いのだなと思った。だから自然を守っていかなければならないと思った。今回の実習で得た結果を発表する場をより良いものにしたい。
	今回、実際に実習をしてみてデータはどのような過程でできているのかを知ることができたし、データを作ることの難しさを感じることができました。この経験をもとに今後の高校生活に役立てていきたいです。また、データを集めるために、様々な方法と器具を使ったので、そのことを忘れないようにしたいです。

	<p>実際に自分たちでデータを集め、調査することでより大きな学びとなりました。特に船で調査した時は先生方に細かく「この時はこうする」「これはどうゆう機械で」と教えていただけて過ごした時間の一分一秒全てが貴重な時間でした。分析では先生方に何度も助けていただいて自分で種類分けすることができた時は、心の底から達成感を感じました。この経験をもとにデータをまとめていきまし、将来の進路にも活かしたいです。</p>
データ分析・ 発表後	<p>仮説を立てて、Excelで散布図を作成したりしていく中で、試してみるのをためらわずに行うことで、データをどのように処理するか考える力がついた。</p>
	<p>はじめはExcelの使い方がいまいちわからなかったけどデータまとめをしているうちにある程度使えるようになったし、グラフから読み取ったことをもとに仮説を立てているうちに新たな疑問が生まれたりしてとても楽しかった。地域の自然に触れ合いながら、本格的な調査ができて楽しかった。</p>
	<p>資料作りでは、過去のデータも用いて、自分の気になるテーマで探究ができた。テーマ決めにとっても苦労したけれど、現状を絡めた発表内容にできて良かった。これまで先輩たちがやってきたことの積み重ねで得られたデータなどを使ったグラフとかで綺麗に相関が出たり新しい発見ができたりするところが面白いし楽しかった。</p>

(5)実践された授業に関しての今後の課題・改善のアイデア

GIGA スクール構想により小中学生の時点でタブレットを日常的に使用する世代が今後も入学してくることにより、視覚的な教材や動画などの学習を抵抗感なく行う生徒が入学してくることが予想される一方で、加工されていないデータから自分たちが知りたい情報を抽出したり、PCによる分析を行ったりすることを苦手とする生徒が増加する可能性がある。したがって、生徒の実態をこれまで以上に把握した状態での授業展開をする必要がある。中学校段階でのデータ分析のスキルや概念理解についてより詳細に把握することでさらに効率的に授業を進めることが可能であると考え。また、データ分析の実演動画については、より多くの動画を作成して個別対応に充てる時間を増やしていきたい。さらに教員間の情報共有と指導力向上のために、授業内容を共有する機会を設けることも重要であると考えている。

4 参考文献

【分析時に必要なオープンデータ】

気象庁(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) 2022年9月3日確認。

環境省花粉観測システム（はなこさん）(<http://kafun.taiki.go.jp/>) 2022年9月10日確認。

eMAFF 農地ナビ(<https://map.maff.go.jp/SelectPrefecture>) 2022年9月5日確認。

【本取組についてまとめた論文】

本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（印刷中） 2006-2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集と流入河川の水質 「野生生物と社会」学会（査読あり）

【地元地域の自然を対象としたデータサイエンスに関わる論文】

Masayuki Ushio, Chih-Hao Hsieh, Reiji Masuda, Ethan R Deyle, Hao Ye, Chun-Wei Chang, George Sugihara, Michio Kondoh, Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community, *Nature* 554(7692) 360-363 (2018)

5 謝辞

本活動を行うにあたり指導していただいた京都大学フィールド科学教育研究センターの鈴木啓太先生、中西麻美先生、甲斐嘉晃先生、邊見由美先生、山下洋先生、小倉良仁船長、志賀生実様、舞鶴水産実験所の皆様、調査地域の皆様に深く感謝いたします。また、本活動へ経済的な援助をしていただきました文部科学省「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（SPP）」（平成18-26年）、科学技術振興機構「中高生の科学研究実践活動推進プログラム」（平成27-30年）、笹川平和財団海洋政策研究所・日本財団「海洋教育パイオニアスクールプログラム単元開発部門」（平成31年-令和3年）、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団「科学教育振興助成」（令和4年）に謝意を表します。

2022年度
統計・データサイエンス力向上のための

授業に係る優秀事例

添付資料

京都府立西舞鶴高等学校

本藤 聡仁

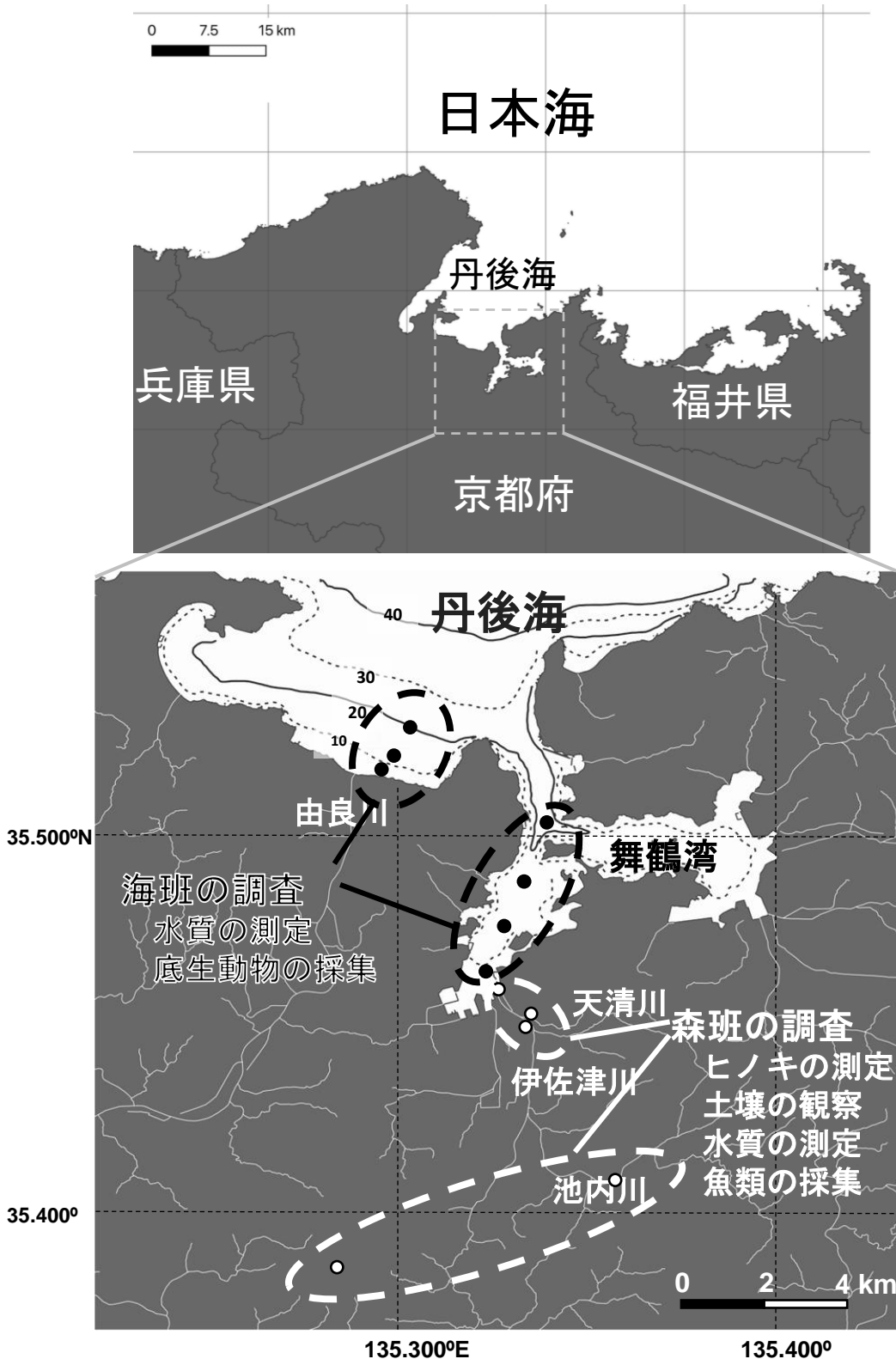
目次

1	データ収集のための高大連携夏期実習の地図と調査の写真	3
2	本取組についてまとめた論文のデータ（抜粋） 本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（印刷中） 2006-2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集と流入河川の水質 「野生生物と社会」学会（査読あり）	5
3	授業の展開で用いる教材（YouTube）の概要（抜粋）	7
4	データ分析と考察結果を用いた発表会の様子	8
5	生徒の作成したポスター事例	9
6	評価などに用いるループリック	10

1 データ収集のための高大連携夏期実習の地図と調査の写真

(1) 調査地点と項目

水質調査について、現場で水温(°C)、pH、塩分(PSU)、電気伝導率(EC)(mS/m)、濁度(FTU)、溶存酸素(mg/L)、溶存有機炭素(DOC)(mg/L)、クロロフィル蛍光度)を測定した。また、試水の分析により懸濁物質(SS)(mg/L)、亜硝酸(μM)、硝酸(μM)、硝酸・亜硝酸(μM)、ケイ酸(μM)、リン酸(μM)を測定した。
(本藤ほか(印刷中)を一部改変)



1 データ収集のための高大連携夏期実習の地図と調査の写真

(2) 西舞鶴高校の実習調査の風景

- A : ヒノキの胸高直径の測定
 - B : たも網・刺網による河川の魚類採集
 - C : 調査用小型底曳網による底生動物の採集
 - D : 水質測定用の海水の採取
- (本藤ほか (印刷中) を一部改変)



2 【本取組についてまとめた論文のデータ（抜粋）

本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（印刷中）

2006-2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集
と流入河川の水質
「野生生物と社会」学会（査読あり）

(1) 底生動物のデータベース（総採取個体数56086(約200種)）

年	場所	地点	水深(m)	和名	学名	科名	目名	綱名	採集個体数	採集個体数/100m ²
2012	西湾奥	W01	8	マヒトデ	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ科	マヒトデ目	ヒトデ綱	8	2.62
2012	西湾奥	W01	8	ヒメジ	<i>Upeneus japonicus</i>	ヒメジ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.33
2012	西湾奥	W01	8	ハゼ類		ハゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.33
2012	西湾奥	W01	8	アキアミ	<i>Acetes japonicus</i>	サクラエビ科	十脚目	軟甲綱	30	9.83
2012	西湾奥	W01	8	トビヌメリ	<i>Repomucenus beniteguri</i>	ネズツボ科	スズキ目	硬骨魚綱	10	3.28
2012	西湾奥	W01	8	イワガキ	<i>Magallana nippona</i>	イタボガキ科	カキ目	二枚貝綱	2	0.66
2012	西湾奥	W01	8	コモチジャコ	<i>Amblychaeturichthys scistiuis</i>	ハゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	9	2.95
2012	西湾奥	W01	8	モヨウハゼ	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	ハゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	17	5.57
2012	西湾奥	W01	8	ニセモミジガイ	<i>Ctenopleura fisheri</i>	モミジガイ科	モミジガイ目	ヒトデ綱	1	0.33
2012	西湾奥	W01	8	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger triconcephalus</i>	ハゼ科	スズキ目	条鰭類	1	0.33
2012	西湾中	W02	10	ヒラフネガイ	<i>Ergaea walshi</i>	カリバガサガイ科		腹足綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	ツノナゴコシ	<i>Leucosia anatum</i>	コブシガニ科	十脚目	軟甲綱	12	4.22
2012	西湾中	W02	10	巻貝類				腹足綱	6	2.11
2012	西湾中	W02	10	ヤカドツノガイ	<i>Dentalium octangulatum</i>	ゾウゲツノガイ科	ツノガイ目	掘足綱	12	4.22
2012	西湾中	W02	10	ゼンマイゴカリ	<i>Spiropagurus spiriger</i>	ホンヤドカリ科	十脚目	軟甲綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	チゴトリガイ	<i>Fulvia hungerfordi</i>	ザルガイ科	ザルガイ目	二枚貝綱	76	26.73
2012	西湾中	W02	10	モミジガイ	<i>Astropecten scoparius</i>	モミジガイ科	モミジガイ目	ヒトデ綱	2	0.7
2012	西湾中	W02	10	チヂミマメハマグリ	<i>Costellipitar chordatus</i>	マルスダレガイ科	マルスダレガイ目	二枚貝綱	12	4.22
2012	西湾中	W02	10	ハタタテヌメリ	<i>Repomucenus valenciennesi</i>	ネズツボ科	スズキ目	硬骨魚綱	12	4.22
2012	西湾中	W02	10	スベスベエビ	<i>Batpenaeopsis tenella</i>	クルマエビ科	十脚目	軟甲綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	クモヒトデ類				蛇尾綱	29	10.2
2012	西湾中	W02	10	マルスダレガイ類		マルスダレガイ科		二枚貝綱	6	2.11
2012	西湾中	W02	10	トカゲゴチ	<i>Inegocia japonica</i>	コチ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	コブシガニ類		コブシガニ科	十脚目	軟甲綱	15	5.28
2012	西湾中	W02	10	アキアミ	<i>Acetes japonicus</i>	サクラエビ科	十脚目	軟甲綱	3	1.06
2012	西湾中	W02	10	ウミケムシ	<i>Chloeia flava</i>	ウミケムシ科	ウミケムシ目	多毛綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	コモチジャコ	<i>Amblychaeturichthys scistiuis</i>	ハゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	テッポウエビ類		テッポウエビ科	十脚目	軟甲綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	ヨシエビ	<i>Metapenaeus ensis</i>	クルマエビ科	十脚目	軟甲綱	3	1.06
2012	西湾中	W02	10	モヨウハゼ	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	ハゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	14	4.92
2012	西湾中	W02	10	ヒメジ	<i>Upeneus japonicus</i>	ヒメジ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	ワタリガニ類		ワタリガニ科	十脚目	軟甲綱	1	0.35
2012	西湾中	W02	10	イヨスダレ	<i>Paratapes undulatus</i>	マルスダレガイ科	マルスダレガイ目	二枚貝綱	14	4.92
2012	西湾中	W02	10	ウミエラ類		ウミエラ科	ウミエラ目	花虫綱	2	0.7
2012	丹後海5m	K01	5	カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	カワハギ科	フグ目	硬骨魚綱	9	1.71
2012	丹後海5m	K01	5	モミジガイ	<i>Astropecten scoparius</i>	モミジガイ科	モミジガイ目	ヒトデ綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	コウイカ	<i>Sepia esculenta</i>	コウイカ科	コウイカ目	頭足綱	1	0.19
2012	丹後海5m	K01	5	サケツノガイ	<i>Fustularia nipponica</i>	サケツノガイ科	ツノガイ目	掘足綱	1	0.19
2012	丹後海5m	K01	5	ヤカドツノガイ	<i>Dentalium octangulatum</i>	ゾウゲツノガイ科	ツノガイ目	掘足綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	コブシガニ類		コブシガニ科	十脚目	軟甲綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ科	カレイ目	硬骨魚綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	クロウシノシタ	<i>Paraplagusia japonica</i>	ウシノシタ科	カレイ目	硬骨魚綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	カナダマン類		カナダマン科	十脚目	軟甲綱	1	0.19
2012	丹後海5m	K01	5	クモヒトデ類				蛇尾綱	19	3.62
2012	丹後海5m	K01	5	アキアミ	<i>Acetes japonicus</i>	サクラエビ科	十脚目	軟甲綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	オキエソ	<i>Trachinocephalus trachinus</i>	エン科	ヒメ目	硬骨魚綱	1	0.19
2012	丹後海5m	K01	5	ヒメジ	<i>Upeneus japonicus</i>	ヒメジ科	スズキ目	硬骨魚綱	2	0.38
2012	丹後海5m	K01	5	トカゲゴチ	<i>Inegocia japonica</i>	コチ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.19
2012	丹後海5m	K01	5	二枚貝類				二枚貝綱	54	10.28
2012	丹後海10m	K02	10	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ科	カレイ目	硬骨魚綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	カワハギ	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	カワハギ科	フグ目	硬骨魚綱	5	1.12
2012	丹後海10m	K02	10	ヒメジ	<i>Upeneus japonicus</i>	ヒメジ科	スズキ目	硬骨魚綱	12	2.7
2012	丹後海10m	K02	10	多毛類				多毛綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	ヘラムシ類		ヘラムシ科	等脚目	軟甲綱	2	0.45
2012	丹後海10m	K02	10	ハタタテヌメリ	<i>Repomucenus valenciennesi</i>	ネズツボ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	クモヒトデ類				蛇尾綱	2	0.45
2012	丹後海10m	K02	10	マヒトデ	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ科	マヒトデ目	ヒトデ綱	2	0.45
2012	丹後海10m	K02	10	モミジガイ	<i>Astropecten scoparius</i>	モミジガイ科	モミジガイ目	ヒトデ綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	コナガニシ	<i>Fusinus perplexus</i>	イトマキボラ科		腹足綱	3	0.67
2012	丹後海10m	K02	10	オキエソ	<i>Trachinocephalus trachinus</i>	エン科	ヒメ目	硬骨魚綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	ヨツハモガニ	<i>Pugettia quadridens</i>	モガニ科	十脚目	軟甲綱	2	0.45
2012	丹後海10m	K02	10	ウミウシ類				腹足綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	ハオコゼ	<i>Paracentropogon rubripinnis</i>	ハオコゼ科	スズキ目	硬骨魚綱	1	0.22
2012	丹後海10m	K02	10	アカエビ類	<i>Metapenaeopsis</i>	クルマエビ科	十脚目	軟甲綱	1	0.22
2013	西湾奥	W01	5	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ科	カレイ目	硬骨魚綱	2	0.72
2013	西湾奥	W01	5	マヒトデ	<i>Asterias amurensis</i>	マヒトデ科	マヒトデ目	ヒトデ綱	405	146.01

以下省略

2 【本取組についてまとめた論文のデータ（抜粋）

本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋（印刷中）

2006-2021年夏季の京都府舞鶴湾・丹後海の底生動物群集

と流入河川の水質

「野生生物と社会」学会（査読あり）

(2) 河川・海の水質データベース（データ数1587個）

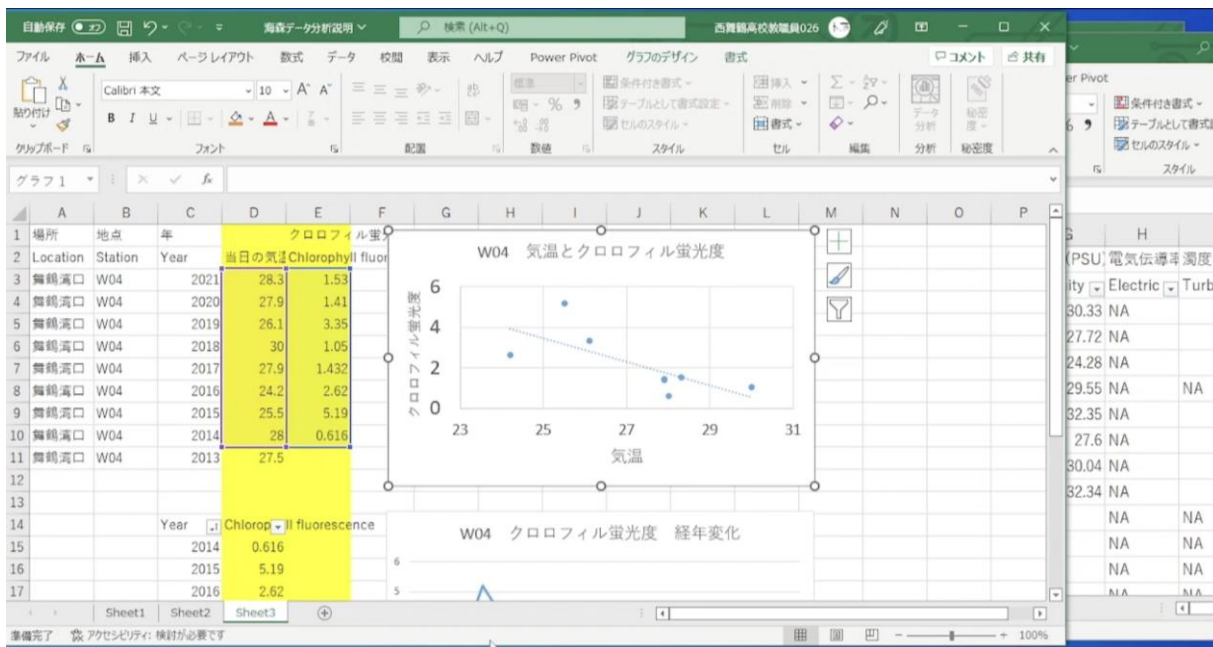
年	場所	地点	水温(°C)	pH	塩分(PSU)	導率 (EC)	濁度(FTU)	浮遊酸素(mg/L)	有機炭素(DOC)	コロフィアル	窒素物質 (SS)(mg)	亜硝酸(μM)	硝酸(μM)	亜・亜硝酸(μM)	ケイ酸(μM)	リン酸(μM)
2021	舞鶴湾口	W04	29.35	8.29	30.33	NA	0.89	8.5	1.9	1.53	2.5	0	0	0	5.75	0
2021	西湾中	W02	29.94	8.27	30.17	NA	0.88	8.72	1.87	2.68	9.3	0.04	0	0.04	4.77	0.05
2021	西湾奥	W01	28.88	8.21	31.05	NA	1.44	8.77	1.71	2	3.8	0.04	0.11	0.14	5.18	0
2021	丹後海5m	K01	30.5	8.22	27.13	NA	0.66	7.6	2.81	1.53	2.9	0.07	0.64	0.71	23.03	0.05
2021	用水路（神社下）	J03	24.6	7.37	NA	8	NA	7.7	1.57	NA	18.8	0.21	9.29	9.5	244.22	1.71
2021	神社入口	J02	19.6	7.23	NA	8.77	nd	5.2	1.05	nd	6.5	0.07	5.25	5.32	294.11	0.69
2021	神社の森	J01	20.3	7.5	NA	6.23	nd	8.11	0.97	nd	3.6	0.07	5.89	5.96	292.47	0.77
2021	伊佐津川河口底層	I04	27.6	8.02	31.3	NA	3.5	5.9	2.42	2.4	46	0.25	2.57	2.82	44.86	0.05
2021	伊佐津川河口表層	I04	30.2	7.99	22	NA	8.6	6.3	1.77	2.9	7.4	0.21	5.14	5.36	94.11	0.1
2021	天清川	I03	30.3	9.21	NA	25.1	nd	11.16	2.53	nd	1.1	0.36	36.14	36.5	229.39	4.96
2021	伊佐津川	I02	29.3	7.9	NA	14.92	nd	8.35	1.07	nd	0.9	0.14	12.61	12.75	250.73	0.19
2021	池内川(観水施設)	I01	25.3	7.64	NA	13.2	0.05	7.59	0.84	0	0.7	0.14	23.04	23.18	238.07	0.13
2020	舞鶴湾口	W04	28.87	8.3	27.72	NA	1.15	9.23	1.48	1.41	4.3	0	0	0	12.71	0
2020	西湾中	W02	27.82	8.29	29.54	NA	1	8.64	1.5	1.52	4.4	0.07	0	0.07	12.28	0.03
2020	西湾奥	W01	27	8.28	30.04	NA	1.24	9.18	1.52	2.59	3.5	0.14	3.71	3.86	72.16	0
2020	丹後海5m	K01	26.84	8.18	31.91	NA	0.28	7.24	1.22	0.42	4.4	0.14	4.93	5.07	54.47	0
2020	用水路（神社下）	J03	24.4	7.4	NA	8.23	NA	8.62	1.54	NA	4.2	0.21	0	0.21	233.14	1.68
2020	神社入口	J02	19.1	7	NA	7.73	nd	9.03	0.22	nd	4.74	0.07	13.36	13.43	247.67	0.06
2020	神社の森	J01	15.3	6.45	NA	5.75	nd	8.94	0.83	nd	7.1	0.07	4.86	4.93	272.02	0.32
2020	伊佐津川河口底層	I04	26.17	8.11	31.4	NA	11.7	5.18	2.44	1.94	17.86	0.21	1.5	1.71	21.72	0.03
2020	伊佐津川河口表層	I04	28.3	8	14.11	1480	1.21	8.37	1.18	1.45	2.4	0.21	11.07	11.29	189.43	0.39
2020	天清川	I03	28.8	9.08	NA	22.2	1.49	10.33	1.89	2.11	1.8	0.43	23.79	24.21	232.82	5.49
2020	伊佐津川	I02	27.1	8.76	NA	13.36	9.07	9.32	0.81	3.94	2.15	0.29	13.86	14.14	244.5	0.13
2020	池内川(観水施設)	I01	24.3	7.88	NA	12.77	4.24	7.88	0.7	3.77	0.7	0.14	39.71	39.86	249.09	0.06
2019	舞鶴湾口	W04	25.47	8.13	24.28	NA	1.06	8.23	1.38	3.35	5.3	0	0.29	0.29	13.31	0
2019	西湾中	W02	23.89	7.81	25.91	NA	1.15	7.24	1.25	2.87	4.7	0.14	2.64	2.79	25.03	0
2019	西湾奥	W01	23.59	7.75	28.7	NA	3.76	6.51	1.4	3.24	8.7	0.43	4.29	4.71	40.83	0.13
2019	丹後海5m	K01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2019	用水路（神社下）公民館側	J03	22.4	6.83	NA	7.78	60.45	8.5	2.77	4.7	28.8	0.36	46.64	47	205.62	4.46
2019	神社入口	J02	17.2	6.64	NA	5.59	nd	8.21	3.91	nd	10.6	0.14	10.57	10.71	206.27	0.29
2019	神社の森	J01	13.7	6.54	NA	4.94	nd	8.95	0.35	nd	2.1	0.07	16.36	16.43	232.21	0.06
2019	伊佐津川河口底層	I04	23.5	7.8	33	NA	10.5	4.28	1.55	1.64	14.7	0.29	5.43	5.71	48.77	0.26
2019	伊佐津川河口表層	I04	24.7	8.01	8.2	1492	6.51	8.02	1.45	2.24	9	0.29	22.21	22.5	166.46	0.61
2019	天清川	I03	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.88	NA	10.2	0.29	48.14	48.43	232.29	2.97
2019	伊佐津川	I02	24	7.42	NA	11.58	10.91	9.01	1.37	1.9	10.6	0.43	29.93	30.36	228.02	0.45
2019	池内川(観水施設)	I01	22.04	7.07	NA	10.96	5.78	8.42	1.15	1.48	2.7	0.14	42.36	42.5	227.23	0.19
2018	舞鶴湾口	W04	29.65	8.3	29.55	NA	NA	8.49	1.67	1.05	5	0	0.36	0.36	4.17	0
2018	西湾中	W02	29.53	8.35	29.78	NA	NA	9.22	1.77	1.55	5.2	0	0.29	0.29	2.6	0
2018	西湾奥	W01	28.09	8.28	30.21	NA	NA	9.2	1.69	3.38	5	0.07	0.36	0.43	5.91	0
2018	丹後海5m	K01	29.81	8.24	28.95	NA	NA	7.64	1.65	0.97	3.1	0	0.36	0.36	17.52	0
2018	用水路（神社下）公民館側	J03	27.5	6.91	NA	8.24	NA	6.86	1.61	NA	18	0.21	5.07	5.29	228.94	1.58
2018	神社入口	J02	20.5	6.62	NA	8.73	nd	7.32	0.98	nd	4.4	0.07	3.14	3.21	294.77	0.58
2018	神社の森	J01	14.7	6.21	NA	5.43	nd	8.05	0.58	nd	20.8	0.14	10.86	11	248.49	0.03
2018	伊佐津川河口底層	I04	nd	nd	20.8	4560	NA	NA	1.79	4.7	35.25	0.14	1	1.14	9.68	0
2018	伊佐津川河口表層	I04	31.3	7.91	12.7	2350	NA	NA	1.44	3.8	3.6	0.07	0.36	0.43	119.65	0
2018	天清川	I03	32.4	8.87	NA	25.5	NA	NA	2.22	3.6	2	0.57	3	3.57	231.93	2.36
2018	伊佐津川	I02	32.2	8.48	NA	15.24	NA	NA	1.11	1.7	1.8	0.07	0.64	0.71	223.42	0.03
2018	池内川(観水施設)	I01	27.2	8.11	NA	14.06	NA	NA	1.05	2.5	8.8	0.14	3.43	3.57	221.29	0.03
2017	舞鶴湾口	W04	29.27	8.26	32.35	NA	0.66	7.86	1.77	1.432	2.8	0.17	0	0.17	6.55	0
2017	西湾中	W02	27.93	8.19	32.69	NA	0.63	7.4	1.68	0.7	4.44	0.16	0	0.16	10.61	0.01
2017	西湾奥	W01	27.83	8.12	31.83	NA	1.1	6.82	2.08	1.86	4.6	0.46	0.83	1.29	20.15	0.01
2017	丹後海5m	K01	27.52	8.26	30.73	NA	0.76	7.42	1.56	2.31	5.5	0.13	0	0.13	19.72	0.02
2017	用水路（神社下）	J03	27.7	7.68	NA	10.93	NA	8.9	2.12	NA	11	0.24	13.68	13.92	228.05	2.82
2017	神社入口	J02	21.5	7.48	NA	9.52	nd	7.32	1.69	nd	15.88	0.06	5.35	5.41	281.12	0.61
2017	神社の森	J01	14.3	6.78	NA	6.45	nd	8.99	0.51	nd	13.2	0.02	12.28	12.3	238.06	0.05
2017	伊佐津川河口表層	I04	28.6	8.1	31.4	NA	1.6	6.34	2.13	5.3	25	0.26	1.8	2.06	27.33	0.52
2017	伊佐津川河口底層	I04	27.7	8.11	32.7	NA	9.9	5	1.72	2.7	8	0.29	2.43	2.72	16.38	0.22
2017	天清川	I03	30.5	8.56	NA	33.4	29.1	7.9	4.63	11.9	5.65	0.34	13.99	14.33	224.46	6.78
2017	伊佐津川	I02	29.2	9.1	NA	15.92	10.6	8.8	1.52	3.1	2.9	0.17	4.21	4.38	233.95	0.21
2017	池内川(観水施設)	I01	25.8	7.52	NA	14.25	4.3	7.4	1.1	2.2	1.7	0.06	20.08	20.14	238.71	0.37
2016	舞鶴湾口	W04	26.94	NA	27.6	NA	3.67	8.31	1.38	2.62	4.7	0.13	0	0.13	17.11	0.01
2016	西湾中	W02	28.49	NA	27.25	NA	1.26	9.58	3.79	4.04	8.9	0.14	0	0.13	14.97	0.01
2016	西湾奥	W01	27.9	NA	24.83	NA	1.48	8.79	3.68	4.22	4.8	0.2	2.31	2.51	41.55	0.02
2016	丹後海5m	K01	27.5	NA	25.46	NA	1.15	8.18	0.86	2.37	3.7	0.15	2.09	2.24	37.12	0.01
2016	用水路（神社下）	J03	20.7	7.35	NA	7.58	NA	9.19	2.1	NA	2.1	0.22	6.67	6.89	216.83	1.16
2016	神社入口	J02	17.1	6.92	NA	6.93	nd	8.74	0.66	nd	4.2	0.07	8.26	8.33	231.48	0.31
2016	神社の森	J01	14.18	6.04	NA	5.76	nd	8.67	0.4	nd	0.6	0.04	13.36	13.4	213.91	0.14
2016	伊佐津川河口底層	I04	27.64	8.2	30.22	NA	11.15	5.07	1.18	2.12	6.5	0.13	1.88	2.24	26	0.76

以下省略

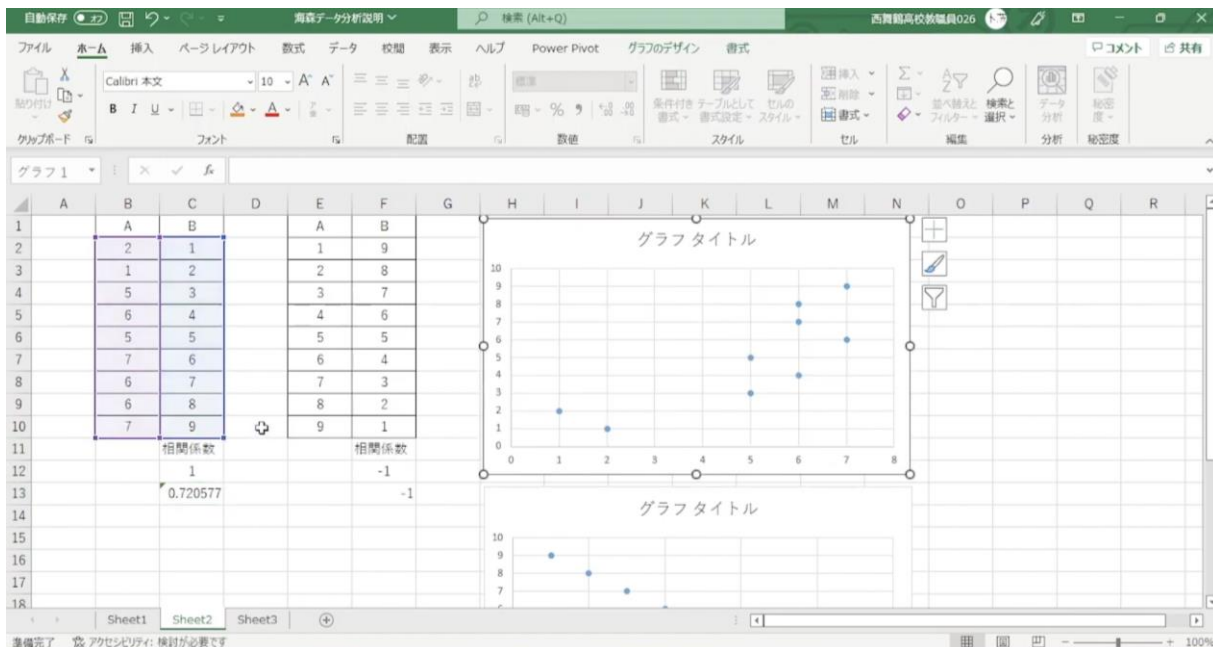
3 授業の展開で用いる教材 (YouTube) の概要 (抜粋)

(1) 【基本的なスキル習得と概念理解 (動画による学習)】

- ・ 散布図等グラフ作成



- ・ 相関係数 (ピアソン) 算出



4 データ分析と考察結果を用いた発表会の様子

西舞鶴高校の実習調査の風景

A：外部講師を招いたクラス内での口頭発表会

B：オープンスクール時に中学生を交えたポスター発表会



5 生徒の作成したポスター事例

コブシガニ科の個体数の推移

活動内容

- 1日目 舞鶴湾西湾と神崎沖における野外実習
- 2日目 実験所における分析実習



用語説明

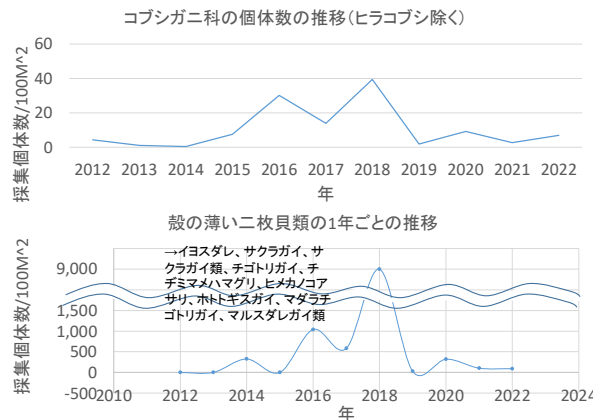
～コブシガニ科の生き物とは～

甲はとても硬く、体は半球状、もしくは球状。体から短い歩脚と長い鉗脚(かんきやく)がでており、横ではなく、縦に歩く。小型の種が多い。多くの種が潮下帯に分布し、食用に利用されることもないため、生態に関する研究はほとんどされていない。



動機

コブシガニ科の1年ごとの推移



⇒それぞれのデータにおいて2016年と2018年に個体数が増加しているという共通点が見られる

「博多湾の砂質干潟で観察されたマメコブシガニの食性」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/benthos/68/0/68_37/_pdf

コブシガニ科であるマメコブシとからの薄い二枚貝類は捕食・被食の関係にあることが分かる

仮説

コブシガニ科の推移には、殻のうすい二枚貝類が影響している

検証方法 スピアマンの順位相関係数を用いた解析を行う

表1	データ1	データ2	データ3	データ4	データ5
A	2	6	9	14	5
B	1	5	100	10	4

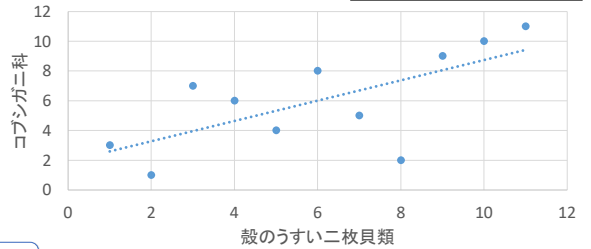
～例～
表1ではデータ3のBが他と大きく外れた数になるため、結果に信ぴょう性がない

表2	データ1	データ2	データ3	データ4	データ5
A	1	3	4	5	2
B	1	3	5	4	2

1番小さい数値から1, 2, 3...と順に並べる順位相関を用いてデータを分析する。

これを用いてグラフを作成すると...

相関係数 0.681818



考察

コブシガニ科の生物とからの薄い二枚貝類には相関がみられた。

このことから

以下の2つの可能性を考えた。

①網にいっしょにかかってしまった説

コブシガニ科とからの薄い二枚貝類には実際に捕食・被食の関係にあり、からのうすい二枚貝類のコロニー(群れ)に集まっていたコブシガニ科の生物がまとめて網にかかってしまった。

②個体数の増減にかかわる環境的な要因が2種ともに近い説
コブシガニ科とからの薄い二枚貝類は捕食・被食の関係にないが、それぞれが繁殖するために必要な環境要因が近いいため、相関が出た。

・ヒラコブシについて

今回、ヒラコブシは明らかに他のコブシガニ科の生物と個体数の推移の様子が異なったため検証の対象から省いた。

推移の様子が異なった理由として私達は2つの原因を考えた



①繁殖方法の違い

グラフの通り、ヒラコブシは急激な増減を繰り返している
↓
ヒラコブシの繁殖方法は他のコブシガニ科と違い、小卵多産型という繁殖方法である可能性がある

②ヒラコブシは殻の薄い二枚貝類と捕食・被食関係にない

ポスター上にあるヒラコブシの推移のグラフと殻の薄い二枚貝類の推移のグラフを比較すると・・・
→増減のタイミングが大きく異なり、ヒラコブシが殻の薄い二枚貝類を捕食しているとは考えにくい

まとめ

コブシガニ科の生き物と殻の薄い二枚貝類には「捕食・被食の関係がある」、もしくは「個体数の増減に関わる環境要因が近い」といえる可能性が高い。

参考文献

「博多湾の砂質干潟で観察されたマメコブシガニの食性」
https://www.jstage.jst.go.jp/article/benthos/68/0/68_37/_pdf

謝辞

京都大学フィールド科学教育研究センターの先生方には調査、分析、考察において多くの御助言と御指導をいただきました。感謝いたします。

6 評価などに用いるルーブリック

西舞鶴高校 理数探究科 Achievement sheet

このシートについて:理数探究科の3年間の活動で身につける力を俯瞰するために用いる。
各取組でターゲットとなるセルを設定し、生徒・教員が各活動の達成目標の明確化や、振り返りの指標に用いる。

理数探究科の活動の目標

- ・観察、実習、実験を通じて自然現象に対する見方・考え方を広げるとともに、「科学的に探究する力」を育成する。
- ・情報を適切に扱い、データの分析、プレゼンテーション資料の作成を行う「情報活用能力」を育成する。
- ・科学に関する対話・議論・発表・グループ活動を通じて、考えを深め、発信する「他者と協働する力」を育成する。

以下は、本授業(継続した環境調査に基づくデータサイエンス入門～地元の森川海から生徒自身取得したデータの利活用～)のターゲットとなるセルを網掛けしたものです

難易度	科学的に探究する力			情報活用能力		他者と協働する力	
	A	B	C	D	E	F	
	興味・課題設定 実験設計	考察	情報収集・処理・分析	資料作成	グループ学習 質問・対話・議論	発表・表現	
1	身近な事象・現象に科学的な興味・疑問を持つことができる。	実験等を通じて、自己の考え方や振る舞いに対する省察を行うことができる。	知りたい情報を整理し、効果的なツールを選んで情報収集することができる。	独立変数と従属変数の意味を理解し、簡易的なグラフ・表を作成することができる。	科学的な知見や発表について、SWTHIに基づいた質問ができる。	科学的な事象・現象について、適切な言葉を用いて客観的な説明ができる。	
2	定量と定性の違いを理解し、仮説実証のための変数を設定することができる。	現象を深く観察・比較し多面的な見方・考え方ができる。	代表値の意味を理解し、活用することができる。	エクセルを用いてグラフ・表を作成することができる。	グループ活動で自分の意見を出したり、他人の発言を傾聴したりすることができ	原稿を問わず、聴衆を前に内容を理解して相手に聞きやすく発表できる。	
3	科学的な探究課題を設定し、目的を明示し、仮説を立てることができ	論理的思考・批判的思考により考えを明確化することができる。	情報の信ぴょう性を判断し、オープンデータ、論文など学術的な情報を活用することができる。	パワーポイントを利用し、写真などを活用して見やすいスライドを作成することができる。	グループ内で議論し、1つの意見としてまとめることができる。	既知と未知を区別した発表・表現をすることができる。	
4	対照実験により条件を制御し、仮説を実証する実験を考案できる。	科学的なプロセスに沿って、実験の妥当性や有効性について考えることができる。	データに対して統計的仮説検定を行い、その意味を理解できる。	科学のレポートの書き方を理解し、作成することができる。	グループ内で情報を共有しながら効率的な役割分担を行い、活動を進めることができる。	グループ内で論拠をもとに自分の考えを発表できる。	
5	自ら課題を設定し、仮説を立て、実験系を組み立てることができる。	実験結果から新たな原理や概念を導き出し、考案できる。	実験結果やグラフを解釈し、仮説の妥当性を考えることができる。	わかりやすいポスターやスライドを作成することができる。	科学的な用語を用いて実験や研究の目的や意義、展望についての対話・議論ができる。	聴衆の特性を理解したうえで、発表・応答ができる。	