

## 第1分科会

高大連携を継続・発展させる意義と工夫

～夏期実習「地球環境と海の生態系」を通して～

〔報告者〕 鈴木 啓太（京都大学 フィールド科学教育研究センター 助教）

〔報告者〕 本藤 聡仁（京都府立西舞鶴高等学校 理数探究科 教諭）

〔コーディネーター〕 井上 実（京都府教育委員会 高校教育課 指導主事）

京都府立西舞鶴高等学校理数探究科は2006年の設置以来、京都大学フィールド科学教育研究センターの協力を得て、生徒が地域の環境と生物を調査することを通じた探究プログラム（夏期実習「地球環境と海の生態系」）を実施している。その活動報告を行うことで、理科の探究活動を通じて地域に根差した持続可能な社会の創り手を育てることについて協議する。また、高大連携を継続・発展させる意義と工夫についても報告し、協議したい。

### 概 略

本分科会では、京都大学フィールド科学教育研究センターと京都府立西舞鶴高等学校との夏期実習における取り組みと成果を紹介するとともに、その内容から「高大連携を継続・発展させる意義と工夫」について参加者からの質問に答える形式で協議した。西舞鶴高校は、2006年に理数探究科が設置されて以来、京都大学フィールド科学教育研究センターと連携して夏期実習を毎年実施している。この実習の大きな特徴は、生徒が暮らす地域の自然環境を対象とし、森と川と海の連続性を意識しつつ、事前学習から調査・分析、成果発表までの一連の探究過程を行うことである。

<内容>

- 1 報告者紹介
- 2 導入動画（5分）：西舞鶴高校の生徒の視点で夏期実習の内容をまとめたもの
- 3 報告①（30分）  
京都大学の鈴木氏より、大学の立場から主に実習の意義について報告いただいた。
  - ・舞鶴水産実験所について
  - ・実習を継続させるために必要な条件
  - ・実習を通して培ってほしいこと
  - ・西舞鶴高校の夏期実習の特徴と成果
- 4 質疑応答（10分）
- 5 報告②（30分）  
西舞鶴高校の本藤氏より、主に実習の内容について報告いただいた。
  - ・西舞鶴高校理数探究科の探究活動の概要
  - ・夏期実習の趣旨と概要

- ・生徒の活動の流れ
- ・探究活動のテーマ設定と個別最適化について
- ・活動の持続可能性について

## 6 質疑応答（全体を通して）

### 全体討論の内容

質疑応答において、コロナ禍で実習を行うことの難しさや工夫だけでなく、実体験によって生徒が成長していく様子についても報告があり、体験活動の重要性について参加者全体で改めて実感する機会となった。また、連携を継続することで、調査データが蓄積し、データペーパーとして発表するまでに至ったことは、継続した取り組みの大きな成果であると感じられた。

質疑応答の内容は、主に次のようなものであった。

- ・1年次の夏期実習が2年次の課題研究のテーマにつながるのか。  
→それぞれ独立した取り組みであるので無理につなげようとはしていないが、夏期実習で興味を持ったことを課題研究で取り組むことになれば、継続した活動となり望ましい。
- ・アフタースクールの活動の校内体制はどうか。  
→理数探究科の活動であるため学科長（本藤）が指導（伴走）をするのが基本だが、放課後の活動は基本的に生徒の自主性に任せている。
- ・テーマ設定の段階から大学の先生とやり取りしているのか。  
→テーマ設定の段階からはあまりない。活動が進めば大学の先生に助言を求める。
- ・バーチャルとリアルの体験で何が違うのか。また、最近の生徒は自然と触れ合う経験が少ないと言われるが、それは事実だろうか。  
→バーチャルにはその場の温度や匂いなど、さまざまな感覚を用いて感じる要素がないため実感に乏しくなる。自然と触れ合う経験については、舞鶴には自然の豊かさという地の利があるので、生徒の経験は豊富なのではないかと感じる。ただ、その体験を科学的な事象と結び付けるなど、生徒の認識を高める点については、教員の補助が必要ではないかと思う。

### 到達点と今後の課題

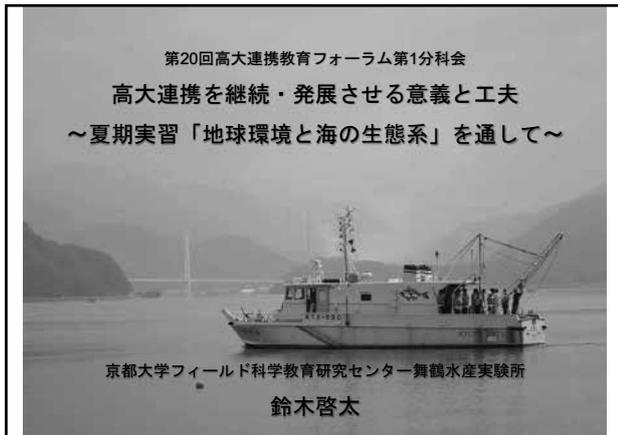
本報告の取り組みは、単発的な高大連携の取り組みではなく、高校・大学が一つの実習を通して、一連の探究の過程を生徒に体験させ、教科等横断的な思考力の土台をつくり、研究に必要な資質・能力の育成へとつなげることを目的とした継続的取り組みである。また、身近な自然を対象に、森と川と海の連続性を生徒に意識させながら実習を行うことで、体験から出発する疑問（問いや仮説）を生じさせ、生徒の主体的な活動を促してもいる。SSH校ではない学校が継続して大学と連携している本事例は、同様の取り組みを進めようとしている全国の高校にとって、大変

参考になるものではないか。今回の報告で資金面や日程等の工夫、継続することで得られるデータの重要性等に加え、とりわけ取り組みに関わる高校・大学双方の教員の熱意等を報告いただけたことは、全国の高校が探究活動を実施する上でのヒントともなり激励ともなった。

地理的に近いことも連携を継続させる要因ではあるが、リアルとオンラインをうまく活用することで地理的制限を克服し、今後はこのような連携が多くの学校で実施されることになればと思う。



スライド1



スライド2



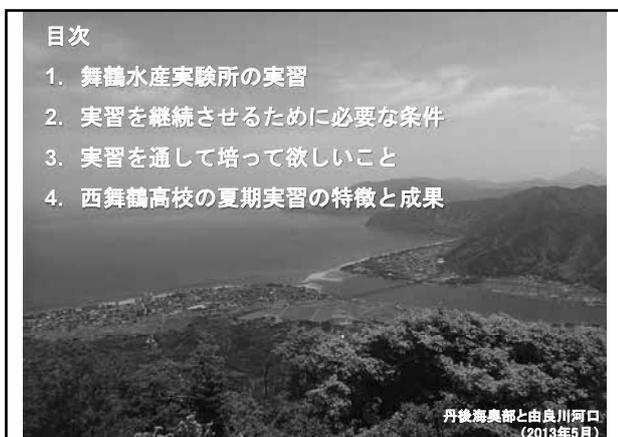
スライド3



スライド4



スライド5



スライド6



スライド7

**実習の種類と件数 (2022年度, 予定を含む)**

1. 大学生 (11件)
  - 1-1. 京大生 (7件)
    - ⇒ 全学共通科目 (4件), 農学部専門科目 (3件)
  - 1-2. 他大生 (9件)
    - 1-2-1. 全国公開実習 (6件) ← 実験所が主催
      - ⇒ 京大科目を公開 (5件), 他大生のみ (1件)
    - 1-2-2. 共同利用実習 (3件) ← 他大学が主催
      - ⇒ 近畿大学, 関西学院大学, 岐阜大学
2. 高校生 (2件)
  - ⇒ 西舞鶴高校, 京都教育大学附属高校

スライド8



スライド9



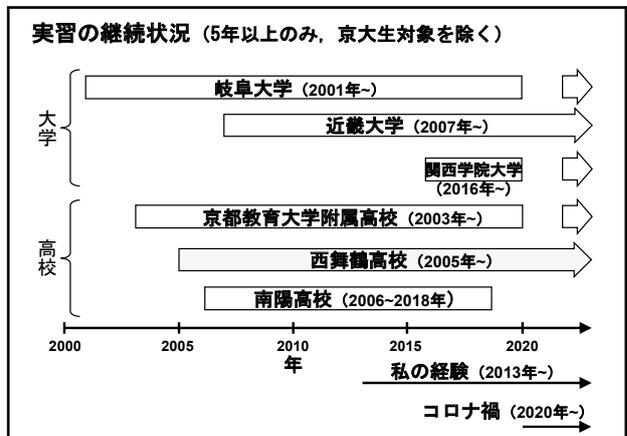
スライド10



スライド11



スライド12



スライド13

**実習継続の必要条件**

1. 熱意
  - ・学校の方針と担当者の意思の両方が重要
  - ・苦勞（事前準備やリスク管理）を厭わない
2. 予算
  - ・公的助成金（SSHやSPP）ばかりでなく、民間助成金も利用
  - ・予算規模に応じ、実施方法を見直す
3. 距離
  - ・近いほど、交通費や滞在費を節約できる
  - ・コロナ禍でも、感染対策をとりながら実施できる

スライド14

**野外調査の臨場感、オンラインで体験 京大が映像教材を一般公開**

毎日新聞オンライン記事 (2022年5月25日)



京都大学フィールド科学教育研究センター（京都市左京区）が、フィールドワーク（野外調査）をオンラインで体験できる映像教材を一般公開している。原生的な森林が残る丹生研究林（鹿野市）での環境保全活動や、舞鶴水産実習所（舞鶴市）の日本海産物調査などを参加者の目線で撮影し、現場の臨場感を味わえるのが特徴。「フィールドワークの魅力を多くの方々に感じてほしい」と期待している。【千原紀和】

京都大学の映像教材サイト



スライド15

**3. 実習を通して培って欲しいこと**



西舞鶴高校実習 (2014年7月)

スライド16

**最近の大学生に思うこと**

1. 発表・レポート
  - ・情報の収集・発信能力が高い
    - △画像・映像の活用
    - △Web情報への依存
    - ×コピペ・フェイクの危険性
    - ⇒情報の選択・分析の必要性
2. 研究
  - ・専門性が高い、費用がかかる
    - △結果・結論を出すのが早い
    - △効率性・経済性を優先する
    - ×独創性・客観性・発展性に欠ける
    - ⇒目標・動機の再認識、環境整備の必要性



スライド17

**環境DNA手法ー「バケツ1杯の水から…」ー**

環境（水、土壌など）に存在する生物由来のDNAから生態学的情報（在不在、生息密度、繁殖時期など）を得る手法

- 時空間的に高頻度な調査が可能
- 環境・生物を破壊・侵襲しない
- 分析手順の標準化により結果が安定
- △DNAの放出・移動・分解過程が複雑
- ×DNAから得られない情報が欠落
- ×分析費用が高額

- ・飼育実験や数値実験による検証
- ・従来手法との組み合わせ
- ・研究対象の選択

⇒手法のみならず、環境と生物を知る必要性



環境DNA学会HP

スライド18



高度な理論や技術ではなく、五感を通した実体験を出発点に、

- ・疑問や課題に気づく
- ・関連情報を参照して考える
- ・自分の考えを分かりやすく伝える

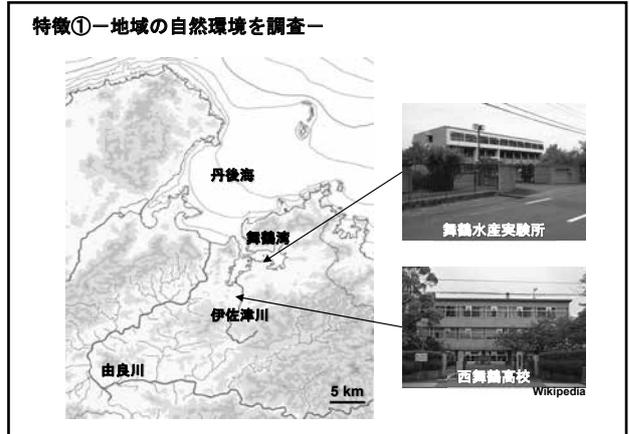
⇒知的活動の基本を培って欲しい

海洋系実習 (2021年8月)

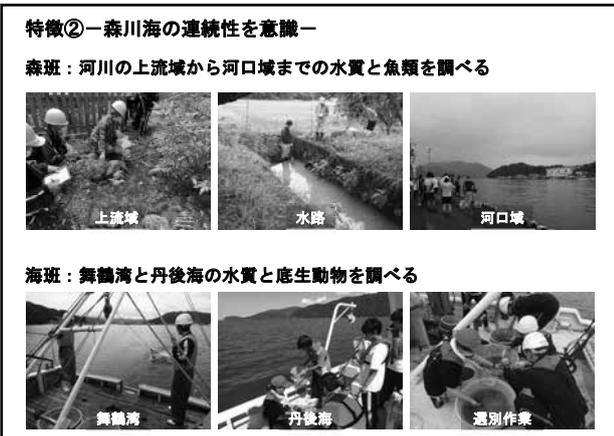
スライド 19



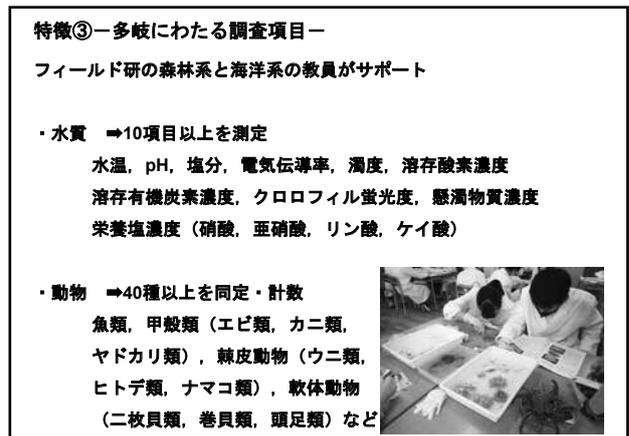
スライド 20



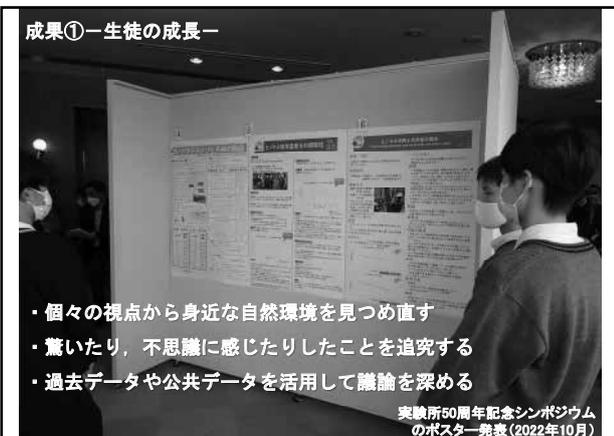
スライド 21



スライド 22



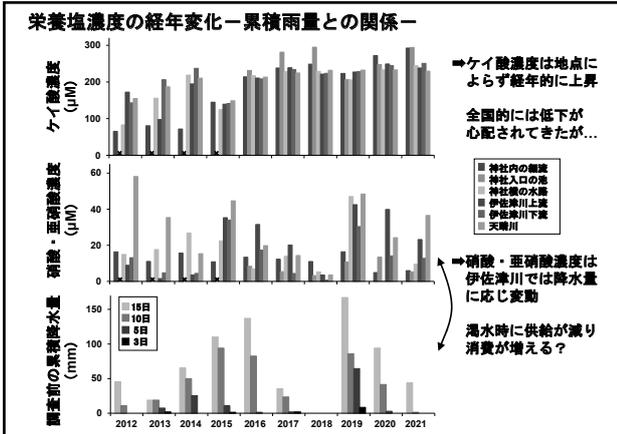
スライド 23



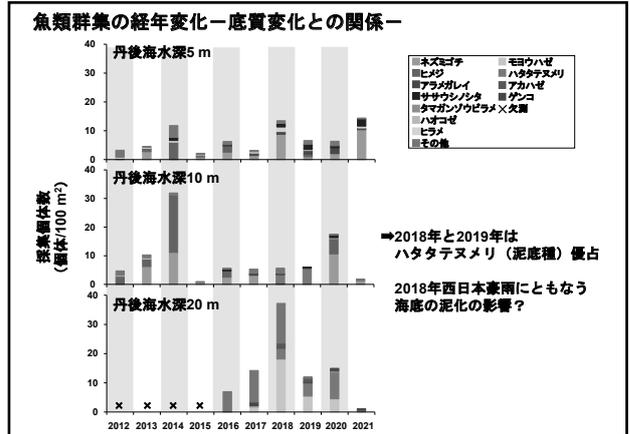
スライド 24



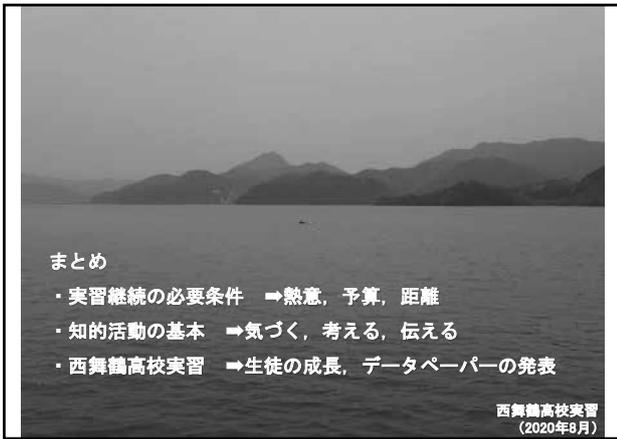
スライド 25



スライド 26



スライド 27



スライド 28

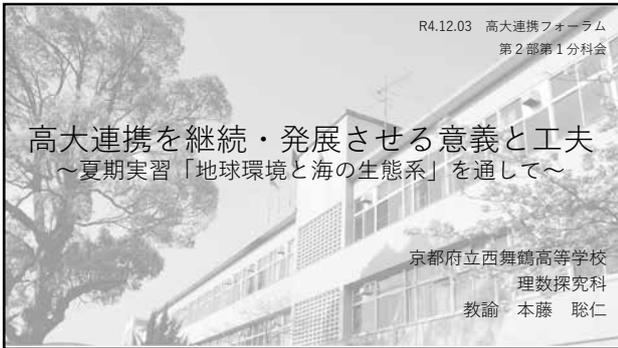


スライド1

R4.12.03 高大連携フォーラム  
第2部第1分科会

高大連携を継続・発展させる意義と工夫  
～夏期実習「地球環境と海の生態系」を通して～

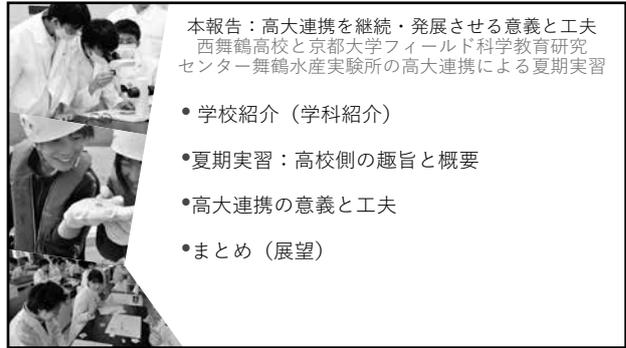
京都府立西舞鶴高等学校  
理数探究科  
教諭 本藤 聡仁



スライド2

本報告：高大連携を継続・発展させる意義と工夫  
西舞鶴高校と京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所の高大連携による夏期実習

- 学校紹介（学科紹介）
- 夏期実習：高校側の趣旨と概要
- 高大連携の意義と工夫
- まとめ（展望）



スライド3

**学校紹介**

- 2022年は本校の前身である「旧制舞鶴中学校」から創立100周年目
- 全校生徒約600人  
普通科4クラス  
理数探究科1クラス
- 「勉強も部活も全部」
- 「夢をかなえる場所がここにある」



**自己紹介**

- 本藤 聡仁（ほんとう あきひろ）
- 西舞鶴高校 勤務5年目
- 教諭 理科（生物）
- 理数探究科 学科長
- スマートスクール推進部 部長

※本校（京都府）のICT環境  
R4年度から京都府立高校でBYOD（BYAD）による一人一台学習用端末（iPad）



スライド4

平成23年高大連携フォーラム  
理科分科会資料

発表体験を通して得られるもの  
～高校段階における学会形式での研究発表体験～

京都府立西舞鶴高等学校 教諭 須貝 義和  
同志社大学生命医科学部 教授 太田 哲男

平成23年（2011年）  
本フォーラムにて  
本校理数探究科の発表



スライド5

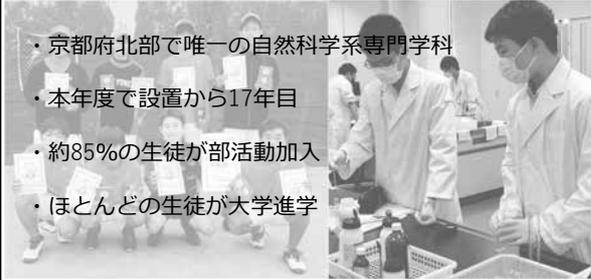
11年前の発表より

- 高校側の視点  
Active Learning すなわち「生徒自ら積極的に参加する授業」として発表会を位置づけ、日頃の受動的受講態度からの脱却を図りたい。
- 大学側の視点  
議論の仕方、論理的思考力の育成、統計の知識、データ分析力や自ら研究する能力の育成にもなろう。実験や発表にグループで取り組む場合は、「他者との協同」によって成果を出していく道筋についても学ぶに違いない。

スライド6

西舞鶴高等学校 理数探究科について

- 京都府北部で唯一の自然科学系専門学科
- 本年度で設置から17年目
- 約85%の生徒が部活動加入
- ほとんどの生徒が大学進学



スライド7

本校理数探究科の探究活動の概要

1年生		2年生	
夏期実習	サイエンスキャンプ	課題研究	
京都大学と連携	けいはんな学研都市など(1泊2日)	校内 週2時間	
森林・河川・舞鶴湾の環境調査・分析	企業・大学・研究所を訪問	班ごとにテーマ設定探究(高大・地域連携)	



スライド8

サイエンスキャンプ  
けいはんな学研都市の企業・大学で科学体験(1泊2日)



スライド9

課題研究  
2年生で毎週2時間自分たちの決めたテーマで研究



探究活動の成果を推薦入試等でも発揮

スライド10

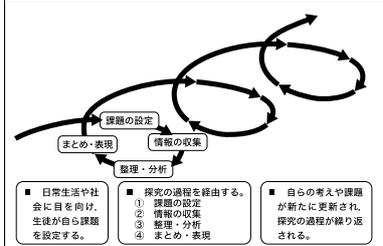
夏期実習：高校側の趣旨と概要

- 理数探究科生徒(40名程度)が1年次(6~10月)に実施  
→探究活動の基礎を習得する
- 地域の自然やSDGsの概念を学ぶ
- 教科・科目横断的な視点で思考する土台を作る



スライド11

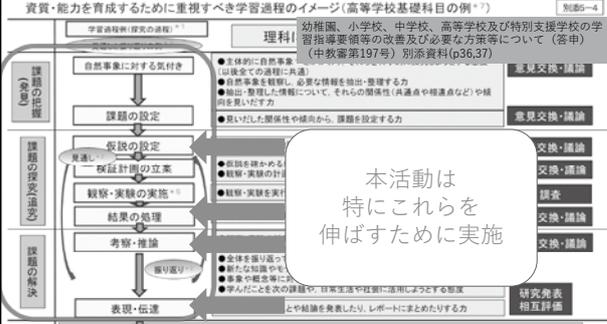
新学習指導要領のキーワードの1つ 「探究」  
探究における生徒の学習の姿



【総合的な探究の時間編】  
高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説

スライド12

資質・能力を育成するために重視すべき学習過程のイメージ(高等学校基礎科目の例\*)



本活動は特にこれらを伸ばすために実施

スライド 13

### 活動は主に理数探究基礎

1	理科 探究科 1学期	現代の国語	基礎文化	公民	理科数学 I	探究基礎物理	探究基礎生物	体育	音楽	英語コミュニケーション I	英語表現 I	L	S	キャリア教育	理数探究基礎
---	------------	-------	------	----	--------	--------	--------	----	----	---------------	--------	---	---	--------	--------

※探究基礎物理、探究基礎生物、LSE、情報解析は学校設定科目

・教科横断型の取り組みを目指し、  
数学、情報解析、物理基礎、生物基礎の授業とも連携

数学：データの分析（相関係数など）  
生物：生物の多様性と生態系

情報：ExcelやPower Point  
物理：グラフの読み取り

スライド 14

### 活動の流れ

対象：本校理数探究科 1年生

6月	事前学習（講師の先生方による講義）
7月下旬	2日間の実習（夏季休業中）
8月下旬	データ分析 発表準備
～9月	
10月頃	口頭発表会（平日2時間） 中学対象行事でのポスター発表

スライド 15

### 調査地点

水質調査  
12地点

底生生物調査  
6地点

魚類採取  
2地点

ヒノキ胸高直径測定  
1地点(16本)

● 底生生物調査  
○ 水質調査  
▲ 水質および底生生物調査

スライド 16

### 調査・分析実習内容

<p><b>森班</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒノキの胸高直径の測定</li> <li>・水質調査・採水 → 2日目にろ過し各種分析</li> <li>・河川の魚類採取（タモ網、刺し網） → 2日目に胃内容物の観察</li> </ul>	<p><b>海班</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・底生生物調査（桁網） → 2日目に種の同定</li> <li>・水質調査・採水</li> <li>・緑洋丸の操舵室見学</li> </ul>
--	---

**水質調査項目**  
 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、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)

スライド 17

### データ分析と考察・発表のテーマについて

<ul style="list-style-type: none"> <li>・テーマ設定（興味を持ったテーマごとに3～5人のグループを作成）</li> <li>・例年の大テーマ 「舞鶴湾と丹後海での水質の比較」 「舞鶴湾と丹後海での底生生物の比較」 「舞鶴湾における環境と植物プランクトンの経年変化」 「陸からの栄養塩供給と植物プランクトンの生産」 「陸と海の世界網構造」 「土地利用と河川水質との関係」</li> </ul>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <tr><th colspan="2">過去の生徒の発表テーマ</th></tr> <tr><td>ヒノキの成長と雪との関係</td><td></td></tr> <tr><td>西日本豪雨による水質の変化</td><td></td></tr> <tr><td>クロロフィル蛍光度と降水量の関係</td><td></td></tr> <tr><td>海と川の栄養塩類</td><td></td></tr> <tr><td>人間活動と水質の関係</td><td></td></tr> <tr><td>クモヒトデとヒメカノコアサリの関わり</td><td></td></tr> <tr><td>二枚貝の増減の関係性</td><td></td></tr> </table>	過去の生徒の発表テーマ		ヒノキの成長と雪との関係		西日本豪雨による水質の変化		クロロフィル蛍光度と降水量の関係		海と川の栄養塩類		人間活動と水質の関係		クモヒトデとヒメカノコアサリの関わり		二枚貝の増減の関係性	
過去の生徒の発表テーマ																	
ヒノキの成長と雪との関係																	
西日本豪雨による水質の変化																	
クロロフィル蛍光度と降水量の関係																	
海と川の栄養塩類																	
人間活動と水質の関係																	
クモヒトデとヒメカノコアサリの関わり																	
二枚貝の増減の関係性																	

スライド 18

### 教科書の順番を変更して学習

生物基礎「生物の多様性と生態系」を1学期に履修

		通常（教科書の順番）	本校
1学期	2学期	1学期	1学期
・生物の特徴	・ヒトの体内環境の維持	・生物の特徴	・生物の多様性と生態系
・遺伝子とのはたらき	・生物の多様性と生態系	・遺伝子とのはたらき	・ヒトの体内環境の維持
2学期	3学期	2学期	3学期
・ヒトの体内環境の維持	・生物の多様性と生態系	・ヒトの体内環境の維持	・生物の多様性と生態系

スライド 19

理数探究基礎をベースに他教科と横断した活動が目標

1	理科 探究科 1学期	現代の 国語	基礎文化	公民	理科数学1	探究基礎 物理	探究基礎 生物	体育	音楽	美術	英語 コミュニケーション ゲージタンク	英語 表現1	L S C	情報 科学	探究基礎 数学
---	------------------	-----------	------	----	-------	------------	------------	----	----	----	---------------------------	-----------	-------------	----------	------------

※探究基礎物理、探究基礎生物、LSE、情報科学は学校設定科目

- ・教科横断型の取り組みを目指し、  
数学、情報解析、物理基礎、生物基礎の授業とも連携

数学：データの分析（相関係数など）      情報：ExcelやPower Point  
生物：生物の多様性と生態系                物理：グラフの読み取り

スライド 20

探究活動の個別最適化について 工夫

8月22日～8月26日 班ごとの活動

振り返り動画

EXCEL分析方法

スライド 21

動画学習と個別対応 工夫

【基本操作】（動画学習）	【発展】（個別対応）
ファイル操作	ピボットテーブル集計
エクセルの基本操作	順位相関係数
データの構成の説明	相関行列
散布図作成	有意差検定
相関係数算出	

スライド 22

ICT活用により様々な活用が可能 工夫

スライド 23

活動の継続について（資金面） 工夫

文部科学省（平成18～26年）  
「サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト（SPP）」

科学技術振興機構（平成27～30年）  
「中高生の科学研究実践活動推進プログラム」

笹川平和財団海洋政策研究所・日本財団（平成31年～令和3年）  
「海洋教育パイオニアスクールプログラム単元開発部門」

公益財団法人中谷医工計測技術振興財団（令和4年）  
「科学教育振興助成」

スライド 24

地元地域を対象にした探究活動から得られるもの 意義

地域の研究施設を知る

地域を対象とした研究があることを知る(研究する)

地域からSDGsを意識する

(Ushio, et al. Nature. 2018)

スライド 25

探究の発表の場→主体的な学びの絶好の場 意義

**校内**

クラス内発表会（口頭発表）  
中3生対象オープンスクール（ポスター発表）

**校外**

全国海洋教育サミット（東京大学）  
京大森里海シンポジウム（京都大学）  
水産海洋学会日本海研究集会  
豊高アカデミア（豊岡高校SSH発表会）  
若狭高校環境フォーラム（若狭高校SSH発表会）

スライド 26

これまでの蓄積データを論文（データペーパー）として発表  
論文化するにあたり感じたこと、高校生に伝えたいこと 意義

野生生物と社会 データペーパー  
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  
本藤聡仁・鈴木啓太・中西麻美・山下 洋 2022年11月 受理 印刷中

論文としてまとめるまで

○全教科で培われるであろう資質・能力をフル活用

- ・理科の知識量と考察力、数学的な解析力（物理・化学・生物・地学・数学）
- ・関連論文を読む力、的確かつ興味を惹く表現で本文を作成する力（英語・国語）
- ・地理的な環境の把握（地理・歴史）
- ・見やすい地図やグラフをデザインする力（芸術・情報）
- ・フィールド調査やハードワークをこなせるだけの体力と自己マネジメント力（保健体育・家庭科）

○京都大学の先生方と協働して行うという一連の活動

- 大学の先生方の妥協せずに論文としてまとめ上げられる姿勢と勢い
- 科学的知見を公開することの使命感と責任感

スライド 27

継続した活動を行うことの利点

- ・データが蓄積される  
過年度の調査結果と比較可能
- ・(教育的な)手法が確立される  
過去の発表データを参考にして  
テーマを模索（指導）  
教員のスキルが向上

スライド 28

展望

- ・夏期実習の教育的効果・継続の重要性の発信
- ・高大連携、地域連携による探究学習により  
「社会に開かれた教育課程」を実践
- ・舞鶴の自然や環境に愛着を持ち、持続可能な  
社会に貢献できる人材の育成

スライド 29

最後に：高大連携を継続・発展させる意義と工夫

<p><b>高校生</b> 自分で</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・気づく</li> <li>・発見する</li> <li>・伝える</li> </ul>	<p><b>高校教員</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多くの教員が携わる</li> <li>・生徒と一緒に悩む</li> <li>・蓄積されたデータの価値を大切に</li> </ul>
---	--

**大学の先生**

- ・高校生や高校教員と議論していただく。
- ・時には「研究者にもわからないことがある」ことを伝えてもらえる。

スライド 30

謝辞

- ・京都大学フィールド科学教育研究センター  
鈴木啓太先生、中西麻美先生、山下洋先生、舞鶴水産実験所の皆様
- ・調査地区にお住まいの皆様
- ・過去の本校理数探究科の関係者・卒業生の皆様
- ・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）」
- ・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」
- ・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」
- ・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」