

文部科学省研究開発学校

# 研究開発実施報告書

平成 24 年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 第 5 年次

## 研究開発課題

「科学的な知の体系」の習得と、国際的な視野や高度な倫理観の涵養を通して、「持続可能な社会」を先導する人材の育成を図る教育課程の研究開発

平成 28 年度指定 スーパーサイエンスハイスクール(科学技術人材育成重点校)

## 研究開発課題

ESD の視点と国際性を備えた科学技術人材の育成、及び人材育成に向けた指導者の養成

平成 29 年 3 月

広島大学附属高等学校

〒734-0005 広島市南区翠一丁目 1 番 1 号

TEL 082-251-0192

## はじめに

本校は、平成 15 年度のスーパーサイエンスハイスクール (SSH) 指定以来、平成 19 年度からの第 2 期 5 年間、平成 24 年度からの第 3 期 5 年間と、3 期足かけ 14 年にわたる SSH 指定を受けて参りました。

第 1 期では、将来の先端研究を担うための基礎的能力を有する生徒の育成に向けた研究開発に取り組みました。第 2 期では第 1 期の成果と課題を踏まえ、また、ユネスコスクールとしての本校の使命に鑑みて人材育成の基盤を Education for Sustainable Development (以下「ESD」) に求め、地球的規模で思考し「持続可能な開発」に創造的に取り組み行動する科学者・技術者の育成を目指す教育課程の研究開発を推進しました。

第 3 期では、第 2 期の教育課程開発の成果を整理し構造化して、『科学的な知の体系』の習得と、国際的視野や高度な倫理観の涵養を通して、『持続可能な社会』を先導する人材の育成を図る教育課程の研究開発」を研究課題としました。その柱は次の二つです。

I カリキュラムの開発：①科学的な知の体系，②国際的な視野，③高度な倫理観を基本構成要素とした教育課程の策定

II カリキュラムの実践：「統合的意志決定能力」「課題発見／課題解決力」の形成開発、実践した科目には、①先端科学各分野の研究者を招いて行う「フロンティアサイエンス講義」、②研究者から研究技法を体験的に学ぶ「先端研究実習」、③最先端を誇る研究施設を見学し研修を深める「サイエンスプロジェクトツアー」、④高等学校第 2 学年から 2 年間をかけて自分たちで設定した研究テーマについて行う「課題研究」などのほか、学校設定科目「現象数理解析」「科学英語表現」や「ESD 研究」があります。

先端的な開発を担う科学技術人材育成から、ESD を組み込んだ科学技術人材育成カリキュラムの開発、そして、その整備、構造化、実践的検証へ。本報告書は、こうした 14 年に及ぶ本校 SSH 研究の現在をご提示するものです。事業内容の詳細として、生徒たちの「課題研究」については『SSH 課題研究論文集 12』(2016. 11) を、海外研修については『海外研修実施報告書』(2017. 3) を発行しましたので、併せご覧ください。

最後になりましたが、『研究開発実施報告書』を刊行するにあたり、これまでのご指導・ご支援いただいた関係各位に、あらためての感謝を申し上げます。

本校では、本年度、次なる研究課題となる「開発カリキュラムの汎用的展開(本校全生徒および各高等学校)」を実現する教育課程を策定し、来年度に実施の予定です。ついでには、今後とも引き続きご助言、ご指導を賜りますようお願い申し上げます。

平成 29 年 3 月

広島大学附属高等学校  
校長 竹村 信治

## 目 次

### 【平成24年度指定 基礎枠（第5年次）】

研究開発実施報告（要約）	1
研究開発の成果と課題	5
第1章 5年間を通じた取組の概要	9
第2章 研究開発の課題	14
第3章 研究開発の経緯	16
第4章 研究開発の内容	
第1節 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発	19
第2節 国際的視野を育むプログラムの開発	50
第3節 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発	56
第4節 地域との連携、普及活動	75
第5章 実施の効果とその評価	76
第6章 SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況	85
第7章 校内におけるSSHの組織的推進体制	85
第8章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	87
第9章 関係資料	
第1節 課題研究テーマ一覧	89
第2節 平成28年度SSH事業（第5年次）への運営指導委員・研究協力委員による評価	90
第3節 運営指導委員会	93
第4節 教育課程表	96

### 【平成28年度指定 科学技術人材育成重点枠（②海外連携）】

研究開発実施報告（要約）	97
研究開発の成果と課題	99
第1章 研究開発テーマ	101
第2章 研究開発の経緯	102
第3章 研究開発の内容	
第1節 ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修	104
第2節 韓国海外研修	108
第3節 タイ訪日研修	112
第4章 実施の評価、成果と課題及び成果の普及	116
第5章 関係資料	120

## ①平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

<b>① 研究開発課題</b>	「科学的な知の体系」の習得と、国際的視野や高度な倫理観の涵養を通して、「持続可能な社会」を先導する人材の育成を図る教育課程の研究開発
<b>② 研究開発の概要</b>	「持続可能な社会」を先導する科学者・技術者を育成するための研究開発を実施する。国際的視野と高度な倫理観を備え、「科学的な知の体系」を習得する教育課程、教育方法を研究開発し、得られた成果を広く普及させるための方策を整える。そのために次のア～ウの研究開発を行う。 ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発 イ 国際的視野を育むプログラムの開発 ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラムの開発
<b>③ 平成 28 年度実施規模</b>	全校生徒（生徒数約 600 人）を対象とする。高等学校第 2, 3 学年には SS コース（約 40 人×2 クラス）を設置し、当該コースにおいては理数系に重点を置いた教育課程を編成する。また、併設の附属中学校（生徒数約 360 人）との連携も行う。
<b>④ 研究開発内容</b>	<p><b>○研究計画</b></p> <p><b>ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発</b>  (ア) 科学への興味・関心高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発  (イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発  (ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発</p> <p><b>イ 国際的視野を育むプログラムの開発</b>  (エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発  (オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発</p> <p><b>ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラムの開発</b>  (カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発  (キ) 「持続可能な社会」を先導する人材を育成する ESD 内容・方法の開発</p> <p><b>○1 年次</b>  ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」, 「研究室訪問学習」, 「先端研究実習」, 「サイエンスプロジェクトツアー」についてはこれまでの取組から得られた成果と課題を精査し、計画、実施する。  (イ) 「科学知の探究 I」では、数学科、理科の 5 年計画に従って実施する。特に、基礎・基本に関する学習内容と指導方法について計画、試行する。  (ウ) 「科学知の探究 II」及び学校設定科目「現象数理解析」では、各教科、担当教科が作成した 5 年計画に従って実施する。「課題研究」は教育課程に位置付け実施する。  イ (エ) 「海外語学研修」は、実施内容を精査し、計画、実施する。  (オ) 学校設定科目「科学英語表現」では、5 年計画を作成し、素材を収集、精選し、計画、試行する。  ウ (カ) 「科学と倫理」では、特設 LHR の年間計画の作成、外部講師の選定、授業計画、試行を行う。「倫理の探究」では、各教科による 5 年計画に従って実施する。特に素材収集、精選を行う。  (キ) 「ESD 研究」では、これまでの成果と課題を踏まえ、各教科の特性に応じた学習内容・方法を計画し、実施する。「ESD 海外研修」では、海外と連携した ESD 教材の内容開発を計画し、実施の可能性を検討する。「ESD 汎論」では、各教科の 5 年計画に従って実施する。</p> <p><b>○2 年次</b>  ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」, 「研究室訪問学習」, 「先端研究実習」, 「サイエンスプロジェクトツアー」については科学の先端性、多様性に注意し内容の精選を行う。  (イ) 「科学知の探究 I」では、数学科、理科の 5 年計画に従って実施する。特に、基礎・基本に関する学習内容と指導方法について、第 1 年次の試行の成果と課題を踏まえ、計画、実施する。  (ウ) 「科学知の探究 II」, 学校設定科目「現象数理解析」では、各教科、担当教科が作成した 5 年計画に従って実施する。「課題研究」は教育課程に位置付け実施する。  イ (エ) 「海外語学研修」は、実施内容を評価、検討し、計画、実施する。  (オ) 学校設定科目「科学英語表現」は、5 年計画に従って実施する。  ウ (カ) 「科学と倫理」では、特設 LHR の年間計画を立て、実施する。「倫理の探究」では、各教科が作成した 5 年計画に従って実施する。  (キ) 「ESD 研究」では、第 1 年次の成果と課題を踏まえ、各教科の特性に応じた学習内容・方法に検討を加え実施する。「ESD 海外研修」では、海外と連携した ESD 教材の内容開発を計画し、実施する。「ESD 汎論」では、各教科の 5 年計画に従って実施する。</p>

### ○3年次

ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」, 「研究室訪問学習」, 「先端研究実習」, 「サイエンスプロジェクトツアー」についてはそれぞれの事業のねらいと内容の関連に注意し, 計画, 実施する。

(イ) 「科学知の探究Ⅰ」では, 第1, 2年次の成果と課題を踏まえ, 計画, 実施, 分析を行う。

(ウ) 「科学知の探究Ⅱ」, 学校設定科目「現象数理解析」では, 各教科, 担当教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。「課題研究」は教育課程に位置付け実施し, 評価する。

イ (エ) 「海外語学研修」は, 実施内容を計画, 実施し, 内容の分析を行う。

(オ) 学校設定科目「科学英語表現」は, 5ヵ年計画に従って実施し, 中間評価を行う。

ウ (カ) 「科学と倫理」では, これまでの成果と課題を踏まえ, 計画, 実施, 分析を行う。「倫理の探究」では, 各教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。

(キ) 「ESD 研究」では第1, 2年次の成果と課題を踏まえ, 各教科の特性に応じた学習内容・方法を検討, 実施すると同時に, 中間評価を行う。「ESD 海外研修」では, 海外と連携したESD教材の内容開発を計画し, 実施すると同時に, 内容の妥当性を検討する。「ESD 汎論」では, 各教科の5ヵ年計画に従って実施し, 内容の分析を行う。

### ○4年次

ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」, 「研究室訪問学習」, 「先端研究実習」, 「サイエンスプロジェクトツアー」についてはそれぞれの事業のねらいと内容の関連を改良し, 計画, 実施する。

(イ) 「科学知の探究Ⅰ」では, 数学科, 理科の5ヵ年計画に従って実施するとともに, 第3年次の中間評価を踏まえ, 計画, 実施する。

(ウ) 「科学知の探究Ⅱ」, 学校設定科目「現象数理解析」では, 各教科, 担当教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。「課題研究」は教育課程に位置付け実施する。

イ (エ) 「海外語学研修」は, 成果と課題に基づき計画, 実施する。

(オ) 学校設定科目「科学英語表現」は, 前年までの課題を踏まえ5ヵ年計画に従って実施する。

ウ (カ) 「科学と倫理」では, 特設LHRの年間計画を行い, 第3年次までの成果と課題を踏まえ, 実施する。「倫理の探究」では, 各教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。

(キ) 「ESD 研究」では, 第3年次までの成果と課題を踏まえ, 各教科の特性を統合した学習内容を検討し, 実施する。

「ESD 海外研修」では, 海外と連携したESD教材の内容を精選し, 実施する。「ESD 汎論」では, 各教科の5ヵ年計画に従って実施する。

### ○5年次

ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」, 「研究室訪問学習」, 「先端研究実習」, 「サイエンスプロジェクトツアー」についてはそれぞれの事業を実施し, 成果と課題を明らかにする。

(イ) 「科学知の探究Ⅰ」では, 数学科, 理科の5ヵ年計画に従って実施するとともに内容をまとめ, 成果と課題を明らかにする。

(ウ) 「科学知の探究Ⅱ」, 学校設定科目「現象数理解析」では, 各教科, 担当教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。「課題研究」は教育課程に位置付け実施し, 成果と課題を明らかにする。

イ (エ) 「海外語学研修」は, 計画, 実施し, 成果と課題をまとめる。

(オ) 学校設定科目「科学英語表現」は, 前年までの課題を踏まえ5ヵ年計画に従って実施する。

ウ (カ) 「科学と倫理」では, 特設LHRの年間計画を行い, 実施, 評価を行う。「倫理の探究」では, 各教科が作成した5ヵ年計画に従って実施する。

(キ) 「ESD 研究」では, 各教科の特性を統合した学習内容に基づいて実施し, 成果と課題を明らかにする。「ESD 海外研修」では, 5ヵ年で開発した海外と連携したESD教材をまとめる。「ESD 汎論」では, 各教科の5ヵ年計画に従って実施する。

### ○教育課程上の特例等特記すべき事項

平成24年度入学生の第2学年SSコースに対し「情報C」1単位を減じ, 学校設定科目「現象数理解析」を実施する。また, 平成25年度以降の入学生の第2学年SSコースに対し「社会と情報」1単位を減じ, その代替措置として学校設定科目「現象数理解析」を実施する。この特例は学習指導要領の変更に伴う措置であって, 学校設定科目を実施するために必要である。さらに, 平成24年度以降の入学生の第2学年SSコースに対し「保健」1単位を減じ, 学校設定科目「科学英語表現」1単位を実施する。「保健」1単位の代替措置として総合的な学習の時間において「ESD 研究」1単位を実施する。この特例は「持続可能な社会」の実現に向けて, 特に社会生活と健康に関わる内容を総合的に学習するために必要である。

### ○平成28年度の教育課程の内容

平成27年度入学生の第2学年SSコースに対し, 総合的な学習の時間1単位を用いて「課題研究」1単位を実施した。また, 平成27年度入学生の第2学年SSコースに対し, 学校設定科目「現象数理解析」1単位及び学校設定科目「科学英語表現」1単位を実施した。さらに, 平成27年度入学生の第2学年全体に対し, 総合的な学習の時間1単位を用いて「ESD 研究」1単位を実施した。これらの変更は本校の研究開発の課題として示した「科学的な知の体系」の習得, 国際的視野の育成, 高度な倫理観の涵養と「持続可能な社会」を先導する人材の育成をより効果的に実施するために必要な措置である。

### ○具体的な研究事項・活動内容

ア (ア) 「フロンティアサイエンス講義」は, 5領域 (物理・化学・生物・地学・数学) について大学からの研究者を招請

し、実施した。「研究室訪問学習」は、広島大学及び東京大学にて高等学校第1学年希望者を対象に実施した。「先端研究実習」は、第2学年 SS コースを対象に5領域（物理・化学・生物・地学・数学）について実施した。物理・化学・生物・数学は広島大学にて、地学は広島市元宇品にてフィールドワークを中心に実施した。「サイエンスプロジェクトツアー」は、第2学年 SS コースを対象に、理化学研究所（播磨事業所・神戸事業所・計算科学研究機構）、兵庫県立大学（高度産業科学技術研究所）、神戸大学（六甲台キャンパス・統合研究拠点）において2泊3日で実施した。講義・実習だけでなく、宿泊先での事前学習や研修のまとめも実施した。

（イ）「科学知の探究Ⅰ」は、数学科、理科が通常の授業内で、課題学習（数学）や実験・パフォーマンス課題（理科）を組み入れ、課題解決を通して基礎的・基本的内容の理解を図るための実践を行った。

（ウ）「科学知の探究Ⅱ」は、全教科が5ヵ年計画に従って通常の授業内で実施した。学校設定科目「現象数理解析」は、第2学年 SS コースを対象に5ヵ年計画に従って実施した。また、ルーブリックに基づく評価を実施した。「課題研究」は、第2、3学年の SS コース生徒が2人以上のグループで研究に取り組み、年3回の校内発表会（日本語・英語によるポスター発表）のほか、各種科学コンテストや学会等で成果を発表した。また、評価規準・ルーブリックによる生徒自己評価及び教員評価を実施した。

イ（エ）「海外語学研修」は、第1学年希望者を対象に、オーストラリア・イギリスで実施した。現地校との連携やホームステイ先での環境対策についての聞き取り調査及び事前学習・英文レポート作成を実施した。

（オ）学校設定科目「科学英語表現」は、第2学年 SS コースを対象に学習素材を収集、精選し、ALT とのチーム・ティーチングによる授業及び外部講師による特別講義や英語合宿を実施した。また、ルーブリックに基づく評価を実施した。

ウ（カ）「科学と倫理」は、第1、2学年を対象に2人の外部講師を招請し、全体講演を2回実施した。「倫理の探究」は、全教科が5ヵ年計画に従って通常の授業内で実施した。地理歴史科・公民科、理科では「科学と倫理」の全体講演と関連付けた授業実践を行い、事前・事後学習として位置付けた。

（キ）「ESD 研究」は、第2学年を対象に複数教員によるリレー形式の授業、ディベート及び実習（フィールドワーク）を行った。「ESD 汎論」は、全教科が5ヵ年計画に従って通常の授業内で実施した。「ESD 海外研修」は、「韓国海外研修」と「韓国訪日研修」を、第2学年 SS コースを対象に実施した。7年目となる韓国の天安中央高等学校と連携して ESD と関連付けた「植物工場」をテーマに物理・化学・生物領域での共同科学授業モデルを開発、実施した。7月下旬には韓国を訪問し、1月には韓国からの訪日を受け入れ、両国において実施した。

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

#### 1 各プログラムによる成果

##### ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

「フロンティアサイエンス講義」及び「研究室訪問学習」では、5ヵ年を通して概ね7～8割の生徒から肯定的な回答が得られ、科学への興味・関心を高めることができた。また、「自身の進路を考える上で参考になったか」では肯定的回答がほぼ9割を示し、キャリア意識の向上にも影響を及ぼしたことが確認できた。「先端研究実習」及び「サイエンスプロジェクトツアー」では、どちらのプログラムも5ヵ年を通してほぼ全員が肯定的に回答し、研修による効果が確認できた。

「科学知の探究Ⅰ」では、課題学習やパフォーマンス課題などを通じて、基礎的・基本的な内容や科学のプロセスについての理解が深まるとともに、科学的な思考の深まりが窺えたことにより、一定の成果が得られた。

「課題研究」では、ルーブリックを作成し、生徒への提示、生徒自己評価、教員評価を実施した。評価規準として示した6つの資質・能力（「科学的な思考力」、「科学的な判断力」、「科学的な表現力」、「科学的な問題発見能力」、「科学的な問題解決能力」、「統合的意志決定能力」）について、第2学年研究開始時と比較して第3学年研究終了時には、生徒自己評価と教員評価ともにすべて上昇傾向にあることが明らかになった。また、平成28年度第3学年 SS コース生徒の自己評価から、6つの資質・能力それぞれの伸長に対する各プログラムの効果を確認することができた。学校設定科目「現象数理解析」では、5ヵ年の研究開発を通して、学習内容の精選とともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。「科学知の探究Ⅱ」では、各教科の特色を活かした科学的な思考力、判断力、表現力などの資質・能力育成のための効果的な実践が蓄積された。

##### イ 国際的視野を育むプログラムの開発

「海外語学研修」では、環境対策に対する各国の姿勢や対策での相違点が明らかになり、価値観の違いに気付き、異文化理解への姿勢が高まった。

学校設定科目「科学英語表現」では、5ヵ年の研究開発を通して、学習内容の精選、外部講師の活用や英語合宿を実施するとともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。また、評価の結果として、生徒の「論理的に思考し議論する能力」、「コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力」、「集団で協同学習を進めていく力」などの育成については概ね達成できていることが明らかになった。

##### ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

「科学と倫理」では、3本の柱を設定し、第1の柱→第2の柱→第3の柱→第1の柱という順でおおよそスパイラルに展開し、互いに関連付けるという学習方法を開発した。その結果、生徒は8割程度が肯定的回答を示した。「倫理の探究」では、各教科の特色を活かした単元開発を行った。地理歴史科・公民科、理科では「科学と倫理」の事前・事後学習としての授業実践も行い、「科学と倫理」との連携を図ることができた。

「ESD 研究」では、「瀬戸内海」をテーマとして、複数教科の教員によるリレー形式の授業、ディベート、定期テストの実施、評価体系の構築などに取り組み、教科横断型のカリキュラム（SSH 型 ESD 教育課程）として完成させた。ディベートでは、「ESD 海外研修」に組み込んだ第2学年 SS コースの生徒や重点卒業生に参加した生徒が科学的な根拠に基づいて発言したり、多面的な視点でディベートを牽引したりするなど、各プログラムの相乗効果が確認できた。「ESD 汎論」では、各

教科の学習指導要領に準拠してESD教材を開発し類型化することにより、「ESD研究」のルーブリック体系化への示唆を得ることができた。「ESD海外研修」では、韓国海外研修・訪日研修を実施した。ESDをテーマに共同科学授業モデルを構築し、韓国の生徒と共同して課題解決に取り組みました。課題解決においては「科学英語表現」で身に付けた英語でのプレゼンテーションスキルの応用、コミュニケーション能力の活用による韓国の生徒との徹底的な議論がなされ、この結果、持続可能な社会の構築において避けては通ることのできない地球規模の課題に対して、科学的な根拠に基づいて、韓国の生徒と共同して統合的意志決定を図りながら、解決策を提案することができた。

## 2 生徒への効果

第2、第3学年SSコース生徒を対象とした調査の結果から、5カ年で開発、実施したプログラムが「課題研究」における生徒の活動や資質・能力の伸長に効果的に作用していることが明らかになった。

全学年生徒を対象とした「科学についての知識」に関する調査の結果から、全学年で昨年度と比較して有意差があるほどの上昇がみられ、SSHの各プログラムの取組により、「科学についての知識」が定着していることが明らかになった。

全学年生徒を対象とした質問紙法による意識調査の結果から、SSコースの生徒が、同一学年の一般コースの生徒と比較して「①科学に対する自己効力感」、「②科学の学習方法」、「③科学を学習する価値」、「④科学に関わる職業への関心」の全てにおいて肯定的回答の割合が高い結果が得られた。また、もともと肯定的回答の割合が高いSSコース生徒がその高い状態を第3学年においても維持していた。さらに、平成24年度生との比較においても、SSコースについては、科学に対する自己効力感の高まりや科学の学習方法の定着について、有意差があるほどの上昇がみられた。

PISA調査から抜粋した「科学についてのあなたの考え」の調査の結果では、多くの項目でSSコースと一般コースで差がなく、いずれも高い平均値であった。また、平成24年度生との比較においても、一般コースは、科学の学習方法の定着、科学を学習する価値の認識や科学に関わる職業への関心について、有意差があるほどの上昇がみられた。

全学年生徒を対象としたPISA調査課題による数学的・科学的リテラシーの調査の結果から、今年度は、SSコース生徒だけでなく、一般コース生徒の科学的リテラシーが伸長されているという成果を得ることができた。また、平成24年度と今年度の科学的リテラシーの平均点比較において、SSコースについては有意差がなく、一般コースと比較して高い状態を維持していることが明らかになった。一方、一般コースについてはどの学年も大きく上昇しており、5年前と比較して一般コース生徒の科学的リテラシーが伸長されていることが明らかになった。

## 3 教職員への効果

教職員を対象とした意識調査の結果から、全ての設問項目で肯定的回答が70%以上に達した。また、昨年度と比較して、3つの設問項目で肯定的回答の割合が10%以上上昇した。さらに、中間評価の指摘事項である「教員自身が自分の教科の観点からどのような意識変化があったのか」について、今年度は、SSH事業の取組を通じた「授業改善」についての調査を実施した。その結果、全ての教員が、SSHの各プログラムでの指導経験を経て、自身の課題を抽出し、授業改善に向けた取組を行っており、SSHの取組が授業改善に対して正に働いていることが明らかになった。

## ○実施上の課題と今後の取組

### ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

「先端研究実習」及び「サイエンスプロジェクトツアー」については、引き続き内容の精選を図る。「フロンティアサイエンス講義」については、事前・事後学習の内容、方法、教育課程への位置付けを含めた運用を再検討する。「研究室訪問学習」については、高大接続に関わる取組を推進するため、「先端研究実習」と併せてプログラムの在り方を再検討する。

「科学知の探究Ⅰ」及び「科学知の探究Ⅱ」については、「課題研究」との接続を明確にするため、「倫理の探究」と併せて、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

「課題研究」については、上述したように、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行うことで、SSコース生徒の「課題研究」の更なる高度化を図る。また、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。学校設定科目「現象数理解析」については、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

### イ 国際的視野を育むプログラムの開発

「海外語学研修」については、引き続き事前・事後学習の充実を図るとともに、プログラムを再検討する。

「科学英語表現」については、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

### ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

「科学と倫理」については、第1学年での「課題研究」との接続を目的とした授業に、これまで蓄積された成果を活用することを含めて、その運用を再検討する。「倫理の探究」については、上述したように、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

「ESD研究」については、科学とESDの関係をより具現化するために、「ESD研究」と「課題研究」のそれぞれの成果を統合し、上述したように、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。「ESD汎論」については、「ESD研究」の成果をふまえ、全教科で「グローバル社会」を先導する人材の育成に向けた「アクティブ・ラーニング」の視点からのカリキュラム開発を行う。「ESD海外研修」については、「課題研究」との接続を明確にするるとともに、「グローバル社会」を先導する人材の育成を目的として、「ESD研究」及び「ESD汎論」の成果、あるいは重点枠事業の成果をふまえ、両国生徒の協働による定常的な「課題研究」の実施を検討する。

## ②平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

## ① 研究開発の成果

## 1 各プログラムによる成果（第 4 章にデータを含め詳述）

## ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

## (ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発（第 4 章第 1 節 p. 19～）

「フロンティアサイエンス講義（主に第 1 学年対象）」、「研究室訪問学習（第 1 学年対象）」、「先端研究実習（第 2 学年 SS コース対象）」、「サイエンスプロジェクトツアー（第 2 学年 SS コース対象）」という 4 つのプログラムを開発、実施した。また、「科学（数学）に対する興味・関心が高まっている」、「日常の学習活動や、課題研究の取組に生かされている」、「進路選択や将来のキャリア（職業）について考える際に役立てられている」の 3 点について、その効果を検証した。「フロンティアサイエンス講義」及び「研究室訪問学習」では、5 年を通じて概ね 7～8 割の生徒から肯定的な回答が得られ、科学への興味・関心を高めることができた。また、「自身の進路を考える上で参考になったか」では肯定的回答がほぼ 9 割を示し、キャリア意識の向上にも影響を及ぼしたことが確認できた。「先端研究実習」及び「サイエンスプロジェクトツアー」では、どちらのプログラムも 5 年を通してほぼ全員が肯定的に回答し、研修による効果が確認できた。

## (イ) 科学的基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発（第 4 章第 1 節 p. 26～）

「科学知の探究 I（全学年対象）」として、数学科と理科において通常の授業内で実践するプログラムの開発、実施に取り組んできた。5 年の取組の結果、課題学習やパフォーマンス課題などを通じて、基礎的・基本的な内容や科学のプロセスについての理解が深まるとともに、科学的な思考の深まりが窺えたことにより、一定の成果が得られた。

## (ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発（第 4 章第 1 節 p. 34～）

「課題研究（第 2、3 学年 SS コース対象）」、学校設定科目「現象数理解析（第 2 学年 SS コース対象）」、「科学知の探究 II（全学年対象）」という 3 つのプログラムを開発、実施してきた。

「課題研究」の運用にあたって、第 2 学年は教育課程に位置付け、週 1 時間で実施した。第 3 学年は時間割に週 1 時間の活動日を設定し、実施した。表 1 に 5 年の主な成果を示した。また、2 年間の指導計画を完成させるとともに、「課題研究」を通じて育成すべき 6 つの資質・能力（科学的な思考力、科学的な判断力、科学的な表現力、科学的な問題発見能力、科学的な問題解決能力、統合的意志決定能力）を定義し、それに則した評価規準及びルーブリックを開発した。そして、ルーブリックに基づく生徒自己評価、教員評価を実施した。その成果として、6 つの資質・能力全てについて、第 2 学年研究開始時と比較して第 3 学年研究終了時には、生徒自己評価と教員評価ともに全て上昇傾向にあることが明らかになった。さらに、表 2 に示すように、第 2、第 3 学年 SS コース生徒を対象に、6 つの資質・能力の伸長にそれぞれ効果があったプログラムについての調査を行った。その結果、「先端研究実習」などの集中型プログラム、学校設定科目である「現象数理解析」や「科学英語表現」をはじめとして、多くのプログラムが資質・能力の向上に貢献していることが明らかになった。

表 1. 5 年の「課題研究」の成果（各種コンテストの審査結果）

コンテスト名	審査結果
日本学生科学賞	H24, 26 入選 2 等, H25 旭化成賞, H27 学校賞
高校生科学技術チャレンジ (JSEC)	H24 最終審査進出, H26 最終審査進出 (優等賞)
スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会	H24 ポスター発表賞, H26 審査委員長賞
MIMS 現象数理解析研究発表会 (明治大学)	H24 最優秀賞, H24, 26, 27 優秀賞
科学の芽賞 (筑波大学)	H24, 25 科学の芽賞
神奈川大学全国高等学校理科・科学論文大賞	H24, 28 努力賞, H24 団体奨励賞
テクノアイディアコンテスト テクノ愛 2016	H28 高校の部 奨励賞
全国高等学校総合文化祭 自然科学部門	H25, 28 奨励賞
塩野直道記念算数・数学の自由研究作品コンクール	H25 最優秀賞, H25, 26 奨励賞
日本動物学会高校生ポスター発表	H25 最優秀賞, H24, 27, 28 優秀賞
日本物理学会ジュニアセッション	H24 優秀賞, H26 優等賞, H27 奨励賞
広島県科学賞	H25~27 学校賞, H24, 25 特選, H26, 27 特選×2, H28 準特選×2

表2. 「課題研究」における資質・能力の伸長とプログラムの効果（平成28年度第3学年）

評価項目	プログラム	FS 講義	先端研 究実習	SP ツアー	日頃の 授業	現象数 理解析	科学英 語表現	科学と 倫理	ESD 海 外研修	ESD 研究
I. 科学的な思考力		○	○	○	○	○			○	
II. 科学的な判断力		○		○					○	
III. 科学的な表現力						○	○		○	
IV. 科学的な問題発見能力		○	○	○	○	○		○	○	○
V. 科学的な問題解決能力			○		○	○			○	
VI. 統合的意志決定能力		○	○	○	○	○		○	○	○

○の付け方：評価項目ごとに下位項目が2～5個あり、生徒には下位項目ごとにプログラムの効果を探した。「効果ありと答えた生徒数の合計」÷「下位項目数」＝平均値とし、平均値が10人以上（SSコース生徒のおよそ4分の1以上）に○を付した。

学校設定科目「現象数理解析（第2学年SSコース対象）」では、5カ年の研究開発を通して、学習内容の精選とともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。「科学知の探究II」では、各教科の特色を活かした科学的な思考力、判断力、表現力などの資質・能力育成のための効果的な実践が蓄積されたとともに、教員の指導改善が促進された。

## イ 国際的視野を育むプログラムの開発

### （エ）異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発（第4章第2節 p.50）

「海外語学研修（第1学年希望者）」では、環境対策に対する各国の姿勢や対策での相違点が明らかになり、価値観の違いに気づき、異文化理解への姿勢が高まった。

### （オ）国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発（第4章第2節 p.50～）

学校設定科目「科学英語表現（第2学年SSコース対象）」は、5カ年の研究開発を通して、学習内容の精選、外部講師の活用や英語合宿を実施するとともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。また、評価の結果として、生徒の「論理的に思考し議論する能力」、「コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力」、「集団で協同学習を進めていく力」などの育成については概ね達成できていることが明らかになった。

## ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

### （カ）高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発（第4章第3節 p.56～）

「科学と倫理（第1、2学年対象）」では、5カ年を通じた内容の精選を行い、3本の柱を設定し、第1の柱→第2の柱→第3の柱→第1の柱という順でおおよそスパイラルに展開し、互いに関連付けるという学習方法を開発した。その結果、生徒は8割程度が肯定的回答を示した。また、「倫理の探究」を活用した事前・事後学習を充実させたことにより、生徒の倫理観の涵養や統合的意志決定能力を伸長させるためのプログラムとして一定の成果を得た。「倫理の探究（全学年対象）」では、各教科の特色を活かした単元開発を行うとともに、教員の指導改善が促進された。また、「科学と倫理」の事前・事後学習としての授業実践も行い、「科学と倫理」との連携を図ることができた。

### （キ）「持続可能な社会」を先導する人材を育成するESD内容・方法の開発（第4章第3節 p.63～）

「ESD研究（第2学年対象）」では、「瀬戸内海」をテーマとして、複数教科の教員によるリレー形式の授業、ディベート、定期テストの実施、評価体系の構築などに取り組み、教科横断型のカリキュラム（SSH型ESD教育課程）として完成させた。ディベートでは、「ESD海外研修」に取り組んだ第2学年SSコースの生徒や重点枠事業に参加した生徒が科学的な根拠に基づいて発言したり、多面的な視点でディベートを牽引したりするなど、各プログラムの相乗効果が確認できた。また、中間評価での指摘事項である「ESDとSSHの関係をわかりやすく整理する必要がある」ことに関しては、SSH型ESD教育課程として「SSHにおいてESDを行う意義」を、「科学とESDには『相互批判』的な機能が存在する。また、科学の振興と持続可能な開発には、様々な関係が成り立ち、『相互批判』という関係は、それらの中で最も両者を発展させる関係である。

さらに、両者の視点を同時に活用することで統合的意志決定が行える」として定義付けすることができた。「ESD汎論（全学年対象）」では、全教科での5カ年を通じた内容・方法・評価の工夫・改善により、単元及び教材開発としての成果を得たとともに、教員の指導改善が促進された。「ESD海外研修（第2学年SSコース対象）」では、「韓国海外研修・訪日研修」の両方において、5カ年を通じて、ESDをテーマに共同科学授業モデルを開発、実施し、韓国の生徒と共同して課題解決に取り組ませた。課題解決においては「科学英語表現」で身に付けた英語でのプレゼンテーションスキルの応用、コミュニケーション能力の活用による韓国の生徒との徹底的な議論が実施され、この結果、持続可能な社会の構築において避けては通ることのできない地球規模の課題に対して、科学的な根拠に基づいて、韓国の生徒と共同して統合的意志決定を図りながら、解決策を提案することができた。

## 2 地域との連携、普及活動（第4章第4節 p.75）

5カ年を通じて、「広島県立西条農業高等学校への訪問・交流事業」や「広島県立広島国泰寺高等学校主催の課題研究発表会」などへの参加による地域連携に継続して取り組んだ。また、年2回の成果報告会を開催し、SSコース生徒による「課題研究」のポスター発表と事業報告、SSコース卒業生による講演・在校生との対談などを実施した。事業報告では、教員による成果報告並びに生徒による研修の成果報告を行うとともに、実施プログラムに関するポスター展示も行った。「課題研究」のポスター発表では、県内SSH校及び重点枠の連携校も参加し、日本語・英語の両方での発表を行った。これらの内容に加えて、今年度は「科学知の探究Ⅰ」や学校設定科目「科学英語表現」の公開授業及び研究協議を実施した。また、「ESD海外研修」や重点枠事業を通じた国際連携の進め方についての協議会を実施した。これらの取組により、本校生徒（中学生を含む）、保護者、SSH関係者、教育関係者のみならず、卒業生への普及にも広く努めた。上記以外にも、文化祭や公開研究会を利用し、SSH事業の成果や課題研究をポスターにまとめ、地域及び県内外教育関係者への普及にも取り組んだ。また、毎年、広島県高等学校教育研究・実践合同発表会で本校SSH事業の取組を発表した。さらには、本校ウェブページへのSSH事業の成果の掲載、「課題研究論文集」、「SSHパンフレット（日本語版、英語版）」、「海外研修実施報告書（日本語版、英語版）」の作成と関係者への配布、第2学年SSコース生徒による「SSH通信」の作成などを行った。

## 3 生徒への効果（第5章にデータを含め詳述）

研究のねらいが達成されたかどうかについて、前述のプログラムごとの分析や表2に示したプログラムの効果の検証に加えて、「科学についての知識」に関する調査、質問紙法による意識調査、PISA調査課題によって検証した。

### （1）「科学についての知識」の定着（自由記述による調査）（第5章 p.77～）

生徒が「科学」をどのように理解しているか、設問を設定し、評価規準に従って採点した。全学年で昨年度と比較して有意差があるほどの上昇がみられ、各プログラムの取組により「科学についての知識」が定着していることが明らかになった。

### （2）情意面での変容（質問紙法による意識調査）（第5章 p.78～）

質問紙法での質問は、大別すると「①科学に対する自己効力感」、「②科学の学習方法」、「③科学を学習する価値」、「④科学に関わる職業への関心」から構成されている。①～④すべての質問で肯定的回答の割合が高い結果が得られた。また、もともと肯定的回答の割合が高いSSコース生徒がその高い状態を第3学年においても維持していた。また、平成24年度生との比較においても、SSコースについては、科学に対する自己効力感の高まりや科学の学習方法の定着について、有意差があるほどの上昇がみられた。さらに、PISA調査から抜粋した「科学についてのあなたの考え」の調査の結果では、多くの項目でSSコースと一般コースで差がなく、いずれも高い平均値であった。平成24年度生との比較においても、一般コースは、科学の学習方法の定着、科学を学習する価値の認識や科学に関わる職業への関心について、有意差があるほどの上昇がみられた。情意面においてもSSH事業の効果を確認することができた。

### （3）数学的・科学的リテラシーの伸長（PISA調査課題）（第5章 p.82～）

今年度は、SSコース生徒だけでなく、一般コース生徒の科学的リテラシーが伸長されているという成果を得ることができた。また、平成24年度と今年度の科学的リテラシーの平均点比較において、SSコースについては有意差がなく、一般コースと比較して高い状態を維持していることが明らかになった。一方、一般コースについてはどの学年も大きく上昇しており、5年前と比較して一般生徒の科学的リテラシーが伸長されていることが明らかになった。

## 4 保護者への効果（第5章 p.83）

SSコースの保護者（回収率88%）を対象とした意識調査の結果から、全ての設問について、昨年度と大きな差がみられず、SSH事業に対する理解と成果に対する高い評価が得られた。また、「国際性の向上」については、昨年度から肯定的回答の割合が10%以上も上昇した。「科学英語表現」や「ESD海外研修」の取組の効果が高いことが明らかになった。

## 5 教職員への効果（第5章 p.83～）

教職員を対象とした意識調査の結果から、全ての設問項目で肯定的回答が70%以上に達した。また、昨年度と比較して、3つの設問項目で肯定的回答の割合が10%以上上昇した。さらに、中間評価の指摘事項である「教員自身が自分の教科の観点からどのような意識変化があったのか」について、今年度は、SSH事業の取組を通じた「授業改善」についての調査を実施した。その結果、全ての教員が、SSHの各プログラムでの指導経験を経て、自身の課題を抽出し、授業改善に向けた取組を行っており、SSHの取組が授業改善に対して正に働いていることが明らかになった。

## 6 運営指導委員による評価（第9章第2節 p.90～）

運営指導委員ならびに研究協力委員による各プログラムの評価を①「よく達成されている」、②「やや達成されている」、③「やや達成されていない」、④「達成されていない」の4段階で実施した。今年度は全28項目中19項目について①の評価、残り9項目について②の評価を受け、昨年度と比較して①が5項目増加した。特に、「『科学的な知の体系』を習得する教育内容・方法の開発」及び「課題研究」の取組については、5カ年を通じて最も高い評価となった。

## ② 研究開発の課題

### ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

#### ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発

「先端研究実習」・「サイエンスプロジェクトツアー」については、引き続き内容の精選を図る。

「フロンティアサイエンス講義」については、事前・事後学習の内容、方法、教育課程への位置付けを含めた運用を再検討する。

「研究室訪問学習」については、高大接続に関わる取組を推進するため、「先端研究実習」と併せてプログラムの在り方を再検討する。

#### イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発

「科学知の探究Ⅰ」については、「課題研究」との接続を明確にするため、「倫理の探究」と併せて、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

#### ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発

「課題研究」については、5ヵ年を通じて、2年間の指導計画の作成、評価体系の構築、関連するプログラムの開発も含めて、汎用的なカリキュラムとして完成できた。今後は、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行うことで、SSコース生徒の「課題研究」の更なる高度化を図る。また、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。

学校設定科目「現象数理解析」については、5ヵ年を通じて、内容・方法・評価を一体化し、統合的な判断などを育成することが可能な理数融合型カリキュラムとして完成できた。今後は、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

「科学知の探究Ⅱ」については、「課題研究」との接続を明確にするため、「科学知の探究Ⅰ」及び「倫理の探究」と併せて、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

### イ 国際的視野を育むプログラムの開発

#### エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発

「海外語学研修」については、引き続き事前・事後学習の充実を図るとともに、現地でのサイエンスフェスティバルへの参加を含めて、プログラムを再検討する。

#### オ) 国際舞台上で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発

「科学英語表現」については、5ヵ年を通じて、内容・方法・評価を一体化し、グローバル人材の育成に向けた汎用的なカリキュラムとして完成できた。今後は、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

### ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

#### カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発

「科学と倫理」については、第1学年での「課題研究」との接続を目的とした授業に、これまでの成果を活用することを含めて、その運用を再検討する。

「倫理の探究」については、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

#### キ) 「持続可能な社会」を先導する人材を育成するESD内容・方法の開発

「ESD研究」については、SSH型ESD教育課程として「科学とESDの関係」を定義付けすることができたため、その定義をより具現化するために、「ESD研究」と「課題研究」のそれぞれの成果を統合し、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。

「ESD汎論」については、「課題研究」や「ESD海外研修」との接続を明確にするために、その成果を踏まえて「グローバル社会」を先導する人材の育成に向けた「アクティブ・ラーニング」の視点からのカリキュラム開発に、全教科で取り組む。

「ESD海外研修」については、「課題研究」との接続を明確にするとともに、「グローバル社会」を先導する人材の育成を目的として、「ESD研究」及び「ESD汎論」の成果、あるいは重点事業の成果を踏まえ、両国生徒の協働による定常的な「課題研究」の実施を検討する。

## 第1章 5年間を通じた取組の概要

### 1 研究の仮説

「持続可能な社会」を先導する科学者・技術者を育成するための研究開発を実施する。また、国際的視野と高度な倫理観を備え、「科学的な知の体系」を習得する教育課程、教育方法を研究開発し、得られた成果を広く普及させるための方策を整える。そのために次のア～ウの研究開発を行う。

- ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発
  - イ 国際的視野を育むプログラムの開発
  - ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラムの開発
- 上記ア～ウを研究開発、実施することにより、次に示すような生徒が育成される。
- 科学の基礎的・基本的な内容を十分理解した生徒が育成される。
  - 知を統合し、論理的な思考に基づいて判断し、行動する能力を有した生徒が育成される。
  - 豊かな創造力と高度な倫理観を持ち、「持続可能な社会」を実現するために先導的な役割を担う態度を有した生徒が育成される。

### 2 研究の実践

研究の仮説に基づき、上記のア～ウの下位項目（ア）～（キ）の研究開発を行った。

#### ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

##### （ア）科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発

###### （1）フロンティアサイエンス講義

科学への興味・関心を高めることを目的として、先端科学に携わる研究者を招いて特別講義を実施した。高等学校第1学年、第2学年SSコース、中学校第3学年を対象に、年間5回程度を、特別時間割を組んで実施した。5ヵ年の実施概要（「テーマ」（講師の当時の所属））を以下に示す。

H24	①「真空と宇宙」（独立行政法人高エネルギー加速器研究機構）、②「気象予測」（神戸大学）、③「バイオテクノロジー」（住友林業株式会社）、④「渋滞学」（東京大学）、⑤「放射能と放射線」（広島大学）
H25	①「地震学」（気象庁）、②「地球外生命体」（広島大学）、③「宇宙」（独立行政法人高エネルギー加速器研究機構）、④「フォトリソリズム」（広島大学）、⑤「数学と人体」（岡山大学）
H26	①「位相幾何学的グラフ理論」・「科学者」（横浜国立大学）、②「放射光と物質」（広島大学）、③「放射光と分子・生命」（広島大学）、④「放射光と地球内部構造」（広島大学）、⑤「昆虫の世界」（神戸大学）
H27	①「医療と統計」（広島大学）、②「生態系サービス（森と海のつながり）」（広島大学）、③「X線ガンマ線と宇宙」（広島大学）
H28	①「Visual Proofs」（青山学院大学）、②「金属錯体化学」（広島大学）、③「トポロジカル新物質」（広島大学）、④「土砂災害と防災」（広島大学）、⑤「寄生虫と生態系」（神戸大学）

###### （2）研究室訪問学習

生徒のキャリア意識を高めることを目的として、広島大学などにおいて希望する研究室を訪問し、授業体験や施設見学などを通じて、様々な科学研究の現場に触れる取組を実施した。高等学校第1学年の希望者を対象として、夏季休業中に実施した。

###### （3）先端研究実習

課題研究に必要な基礎的知識・技能の習得と研究者の思考や態度を学ぶことを目的として、広島大学と連携して実験・実習を実施した。高等学校第2学年SSコース、第1学年の希望者を対象に、年間5講座程度を、夏季休業中などに実施した。5ヵ年の実施概要（講座名（実施場所）・参加生徒人数）を以下に示す。

講座名	H24	H25	H26	H27	H28
数理科学実験（広島大学理学部）	11人	10人	6人	10人	9人
ナノデバイスシステム基礎実験（広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所）	11人	10人	13人	10人	12人
基礎有機化学実験（H24～27）・基礎化学実験（H28）（広島大学理学部）	10人	9人	10人	12人	8人
生物学実験（広島大学生物生産学部）	6人	6人	10人	6人	12人
地学実習（広島市元宇品）	—	9人	6人	10人	7人

###### （4）サイエンスプロジェクトツアー

日本の最先端科学を学ぶ機会を通じて、科学に対する幅広い見方や考え方を養うとともに、生徒のキャリア

ア意識を高めることを目的として、2泊3日の国内研修を実施した。高等学校第2学年SSコースを対象に、9月中旬に兵庫県内（佐用町，神戸市）で実施した。5ヵ年の実施概要（研修先（研修内容）を以下に示す。

H24	①独立行政法人理化学研究所播磨（講義，施設見学，グループ別体験実習），②特定非営利法人国際レスキューシステム研究機構（講義，体験実習），③独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構（講義，施設見学），④神戸大学統合研究拠点（講義，体験実習），⑤神戸大学都市安全研究センター（講義，実験，ワークショップ）
H25	①独立行政法人理化学研究所播磨（講義，施設見学，グループ別体験実習），②独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構（講義，施設見学），③神戸大学統合研究拠点（講義，体験実習），④独立行政法人理化学研究所発生・再生科学総合研究センター（講義，施設見学），⑤神戸大学工学部（講義，施設見学，課題研究指導），⑥神戸大学都市安全研究センター（グループ別体験実習，研究室訪問，施設見学）
H26	①独立行政法人理化学研究所播磨（講義，施設見学，グループ別体験実習），②独立行政法人理化学研究所計算科学研究機構（講義，施設見学），③神戸大学統合研究拠点（講義，体験実習），④神戸大学理学部（講義，大学院生との交流，課題研究指導），⑤神戸大学都市安全研究センター（グループ別体験実習，研究室訪問，施設見学）
H27	①国立研究開発法人理化学研究所播磨（講義，施設見学），②国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構（講義，施設見学），③神戸大学統合研究拠点（体験実習），④国立研究開発法人理化学研究所多細胞システム形成研究センター（講義，施設見学），⑤神戸大学都市安全研究センター（グループ別体験実習，研究室訪問，施設見学）
H28	①国立研究開発法人理化学研究所播磨（講義，施設見学），②兵庫県立大学高度産業科学技術研究所（講義，施設見学，体験実習），③国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究機構（講義，施設見学），④神戸大学統合研究拠点（体験実習），⑤国立研究開発法人理化学研究所多細胞システム形成研究センター（講義），⑥神戸大学都市安全研究センター（グループ別体験実習，研究室訪問，施設見学）

(イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発

(1) 科学知の探究 I

科学の基礎的・基本的内容を理解し，発展的な学習や創造性を養うことを目的として，数学科，理科において実施した。主に高等学校第1学年を対象として，5ヵ年計画に沿って，通常の授業で実施した。全ての生徒が科学の基礎・基本を習得し，第2学年での課題研究及び「ESD 研究」へ活用していくことを念頭に，内容・方法・評価の工夫・改善を行い，年間指導計画（第4章第1節 p. 29 及び p. 33）を作成した。

(ウ) 科学的な思考，判断，表現，及び問題発見，問題解決，統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発

(1) 課題研究

自ら設定した研究課題に主体的に取り組み，問題発見・問題解決を行う過程を通じて，将来先端研究を担っていくための基礎的資質や科学的な探究能力を養うことを目的として，第2学年及び第3学年 SS コースを対象に実施した。第2学年では，年間3回の発表会を実施するとともに，大学・研究機関・企業との連携，他校との研究交流，プレゼンテーションやコミュニケーションに関する特別講座などを実施した。第3学年では，研究活動を継続し，各種学会・発表会・コンテストなどに参加するとともに，論文作成指導を行い，研究論文を作成した。また，課題研究で育成すべき資質・能力に則して評価規準・ルーブリックを策定（第4章第1節 p. 36~37）し，定期的な生徒自己評価・教員評価（第4章第1節 p. 38）を行うことにより，教員の指導改善に努めた。5ヵ年の各種学会・発表会・コンテストなどへの参加状況と結果を以下に示す。

名称	H24	H25	H26	H27	H28
日本学生科学賞	入選2等	旭化成賞	入選2等・入選3等	学校賞	—
高校生科学技術チャレンジ (JSEC)	最終審査進出	—	最終審査進出	—	—
SSH 生徒研究発表会	ポスター発表賞	(参加)	審査委員長賞	(参加)	(参加)
全国高等学校総合文化祭 (自然科学部門)	—	奨励賞	(参加)	—	奨励賞
日本動物学会高校生ポスター発表	優秀賞	最優秀賞	—	優秀賞	優秀賞
MIMS 現象数理解析研究発表会	最優秀賞・優秀賞	(参加)	優秀賞	優秀賞	最優秀賞
日本物理学会ジュニアセッション	優秀賞	(参加)	優等賞	奨励賞	(参加)
筑波大学・科学の芽賞	最優秀賞	最優秀賞	—	努力賞	—
広島県科学賞	特選・準特選	学校賞・特選・準特選	学校賞・特選(2)・準特選	学校賞・特選(2)・準特選	準特選(2)

(2) 学校設定科目「現象数理解析」

第2期（平成19~23年度）で実施した学校設定科目「数理解析」の成果と課題をふまえ，「現象」にどのようにアプローチするかという考え方そのものに踏み込んだ新たなカリキュラムの開発を目的として，第2学年SSコースを対象に開設，実施した。5ヵ年の研究開発を通じて，現象をモデル化して数学的に表現して

解析に利用する、「数理モデリング」の理論と手法の習得させるための内容・方法・評価の工夫・改善を行い、統合的な判断などを育成することが可能な理数融合型カリキュラム（第4章第1節 p.40～41）を作成した。

(3) 科学知の探究Ⅱ

「科学的な知の体系」の習得に求められる、思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力の育成を目的として、全教科が通常の授業で実施した。各教科の5ヵ年計画に沿って、それぞれ内容・方法・評価の工夫・改善を行い、育成すべき資質・能力の伸長に必要な教育内容・方法の要素を抽出した（第4章第1節 p.43～49）。

イ 国際的視野を育むプログラムの開発

(エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発

(1) 海外語学研修

異文化に柔軟に対応し、他者と共生する能力の育成を図ることを目的として、高等学校第1学年の希望者を対象に、春季休業中に実施した。現地の高校や施設での語学研修プログラムを通じて、異文化を体験すると同時に、環境保全についての聞き取り調査など、地球環境問題に対する意識を高める取組も行った。

(オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発

(1) 学校設定科目「科学英語表現」

第2期（平成19～23年度）で実施した学校設定科目「サイエンスコミュニケーション」の成果と課題をふまえ、国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成を図るための新たなカリキュラムの開発を目的として、第2学年SSコースを対象に開設、実施した。5ヵ年の研究開発を通じて、英語の科学論文・文献を用いた活用・表現方法や、科学的な内容のプレゼンテーションに関わる技能などを習得させるための内容・方法・評価の工夫・改善を行った。また、外部講師による特別セミナーや英語合宿を実施するとともに、ルーブリックの作成とそれに基づく生徒評価（第4章第2節 p.51）などを実施し、グローバル人材を育成することが可能なカリキュラム（第4章第2節 p.53）を作成した。5ヵ年の外部講師による特別セミナーなどの実施概要（講座（講師・指導者））を以下に示す。

H24	①科学英語表現特別セミナー（広島大学教員、広島大学留学生）、②英語合宿（有限会社インスパイア副代表、広島大学教員、広島大学留学生）、③サイエンスダイアログ（大阪大学教員）
H25	①プレゼンテーション特別講義（第1回）（有限会社インスパイア副代表）、②プレゼンテーション特別講義（第2回）（有限会社インスパイア副代表）、③サイエンスダイアログ（広島大学教員）、④英語合宿（広島大学教員、広島大学大学院生・留学生）
H26	①プレゼンテーション特別講義（第1回）（有限会社インスパイア副代表）、②プレゼンテーション特別講義（第2回）（有限会社インスパイア副代表）、③サイエンスダイアログ（島根大学教員）、④英語合宿（獨協大学・東洋大学教員、広島大学教員、広島大学留学生）
H27	①プレゼンテーション特別講義（有限会社インスパイア副代表）、②アカデミックライティングワークショップ（公益財団法人放射線影響研究所事務局広報出版室室長）、③英語合宿（公益財団法人放射線影響研究所事務局広報出版室室長、広島大学教員、広島大学留学生）
H28	①プレゼンテーション特別講義（第1回）（有限会社インスパイア副代表）、②プレゼンテーション特別講義（第2回）（有限会社インスパイア副代表）、③アカデミックライティングワークショップ（公益財団法人放射線影響研究所事務局広報出版室室長）、④英語合宿（公益財団法人放射線影響研究所事務局広報出版室室長、広島大学教員、広島大学留学生）

ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

(カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発

(1) 科学と倫理

科学と倫理の関係を考察することを通して、自らの生き方や考え方について思慮し、高度な倫理観を獲得することを目的として、主に高等学校第1、第2学年生徒を対象として、外部講師による講演を中心とした特別授業を実施した。生徒の統合的意志決定能力の育成に係わって3本の柱（第4章第3節 p.56）を設定し、第1の柱→第2の柱→第3の柱→第1の柱という順でおおよそスパイラルに展開し、互いに関連付けるといふ学習方法を開発した。また、後述の「倫理の探究」において講演テーマに係わる事前・事後学習を実施した。5ヵ年の実施概要（「テーマ」（講師の当時の所属））を以下に示す。

H24	①「科学技術とは何か」（東京大学）、②「科学・倫理・幸福」（東京大学）
H25	③「科学技術と倫理」（東北大学）、④「倫理的判断・決断」（獨協医科大学）
H26	⑤「科学者と科学史」（広島大学）、⑥「研究不正とは何か」（広島大学）・「生命科学研究と倫理的問題」（広島大学）

H27	⑦「『自然科学』における論理性的の限界」(獨協医科大学)・「国際問題としての原発・原爆と科学者の働き」(京都大学), ⑧「科学技術をよく考える」(東北大学)
H28	⑨「脳科学はどこまで人間の心に接近できるか?」(広島大学), ⑩「『悪』の脳科学」(名古屋大学)

(2) 倫理の探究

科学と倫理に関係した学習について、各教科の特色に応じた学習内容・方法などの開発を目的として、全教科が通常の授業で実施した。各教科の5ヵ年計画に沿って、それぞれ内容・方法・評価の工夫・改善を行い、育成すべき資質・能力の伸長に必要な教育内容・方法の要素を抽出した(第4章第3節 p. 59~62)。

(キ)「持続可能な社会」を先導する人材を育成するESD内容・方法の開発

(1) 「ESD研究」

持続可能な社会を先導する人材に求められる「多面的なものの見方」を培い、「自分なりの視点を持ち行動する態度」を養うことを目的として、高等学校第2学年全員を対象として実施した。5ヵ年の研究開発を通じて、「瀬戸内海」というESDテーマに基づく複数教科の教員によるリレー形式の授業、ディベート、実習、評価方法についてそれぞれ工夫・改善を行い、教科横断型のカリキュラム(SSH型ESD教育課程)(第4章第3節 p. 63, p. 65)を作成した。

(2) ESD汎論

ESDに関係した学習について、各教科の特色に応じた学習内容・方法などの開発を目的として、全教科が通常の授業で実施した。各教科の5ヵ年計画に沿って、それぞれ内容・方法・評価の工夫・改善を行い、育成すべき資質・能力の伸長に必要な教育内容・方法の要素を抽出した(第4章第3節 p. 67~70)。

(3) ESD海外研修

環境問題や資源・エネルギー問題などの諸課題を、地球的規模で総合的に考えることができる能力を養うことを目的として、第2学年SSコース生徒を対象として実施した。5ヵ年の研究開発を通じて、韓国の天安中央高等学校及び大学、研究機関、企業などとの連携により、「韓国海外研修」及び「韓国訪日研修」を企画、実施した。年度ごとにESDテーマを設定し、日本・韓国の共同科学授業モデル(第4章第3節 p. 72~73)を開発した。5ヵ年で開発した共同科学授業モデルの概要(ESDテーマ・共同科学授業の内容)を以下に示す。

年度	ESDテーマ	共同科学授業の内容
H24	再生可能エネルギー	(海外)「ブランク定数の測定」, 「電池の製作」 (訪日)「バイオエタノールの生成」, 「スターリングエンジン装置における熱効率」
H25	食品トレイ	(海外)「ヤング率の測定」, 「プラスチック・発泡スチロールに関する実験」 (訪日)「発泡スチロールと厚紙の熱伝導率の測定」, 「ポリスチレンの合成, 分解, 再合成」
H26	太陽エネルギー	(海外)「太陽電池によって生み出される最大電力と太陽の熱エネルギーの測定」, 「酸化チタンの光電極による水の電気分解と得られた水素の体積に基づく効率の測定」 (訪日)「燃料電池の発電効率とその有効性」, 「色素増感型太陽電池の製作と電圧・電流の測定」, 「光合成における発生酸素量の測定, 光合成色素の抽出」
H27	水素エネルギー	(海外)「直流モーターのエネルギー変換効率の測定」, 「太陽電池を用いた水の電気分解, 水素燃料電池の熱効率の測定」 (訪日)「水素の発生方法と発生効率の測定」, 「直流モーターのエネルギー効率の測定」
H28	植物工場	(海外)「高輝度LEDの光源としての性能の測定」, 「植物中及び土中のイオン濃度の測定」, 「光合成によるデンプン量の測定」 (訪日)「光の波長の違いによる植物の成長及びイオン吸収量の違い」, 「二酸化炭素濃度と光合成量との関係」

### 3 研究の評価

ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

(ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発

「フロンティアサイエンス講義」及び「研究室訪問学習」では、5ヵ年を通して概ね7~8割の生徒から肯定的な回答が得られ、科学への興味・関心を高めることができた。また、「自身の進路を考える上で参考になったか」では肯定的回答がほぼ9割を示し、キャリア意識の向上にも影響を及ぼしたことが確認できた。「先端研究実習」及び「サイエンスプロジェクトツアー」では、どちらのプログラムも5ヵ年を通してほぼ全員が肯定的に回答し、研修による効果が確認できた。

(イ) 科学的基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発

「科学知の探究I」では、課題学習やパフォーマンス課題などを通じて、基礎的・基本的な内容や科学のプロセスについての理解が深まるとともに、科学的な思考の深まりが窺えたことにより、一定の成果が得られた。

(ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発

「課題研究」では、ルーブリックを作成し、生徒への提示、生徒自己評価、教員評価を実施した。評価

項目である「科学的な思考力」、「科学的な判断力」、「科学的な表現力」、「科学的な問題発見能力」、「科学的な問題解決能力」、「統合的意志決定能力」について、第2学年研究開始時と比較して第3学年研究終了時には、生徒自己評価と教員評価ともにすべて上昇傾向にあることが明らかになった。また、平成28年度第3学年SSコース生徒の自己評価から、各評価項目に示した資質・能力とそれらの伸長に効果があったプログラムとの関係について、下表のような結果が得られ、各プログラムの効果が確認できた。

評価項目	プログラム	FS 講義	先端研 究実習	SP ツアー	日頃の 授業	現象数 理解析	科学英 語表現	科学と 倫理	ESD海 外研修	ESD 研究
I. 科学的な思考力		○	○	○	○	○			○	
II. 科学的な判断力		○		○					○	
III. 科学的な表現力						○	○		○	
IV. 科学的な問題発見能力		○	○	○	○	○		○	○	○
V. 科学的な問題解決能力			○		○	○			○	
VI. 統合的意志決定能力		○	○	○	○	○		○	○	○

○の付け方：評価項目ごとに下位項目が2～5個あり、生徒には下位項目ごとにプログラムの効果を尋ねた。  
 $\text{「効果ありと答えた生徒数の合計」} \div \text{「下位項目数」} = \text{平均値とし、平均値が10人以上（SSコース生徒のおよそ4分の1以上）に○を付した。}$

学校設定科目「現象数理解析」では、5カ年の研究開発を通して、学習内容の精選とともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。また、「科学知の探究Ⅱ」では、各教科の特色を活かした科学的な思考力、判断力、表現力などの資質・能力育成のための効果的な実践が蓄積された。

#### イ 国際的視野を育むプログラムの開発

##### (エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発

「海外語学研修」では、環境対策に対する各国の姿勢や対策での相違点が明らかになり、価値観の違いに気付き、異文化理解への姿勢が高まった。

##### (オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発

学校設定科目「科学英語表現」では、5カ年の研究開発を通して、学習内容の精選、外部講師の活用や英語合宿を実施するとともに、ルーブリックの作成とそれに基づく評価体系を構築し、カリキュラムを完成させた。また、評価の結果として、生徒の「論理的に思考し議論する能力」、「コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力」、「集団で協同学習を進めていく力」などの育成については概ね達成できていることが明らかになった。

#### ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

##### (カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発

「科学と倫理」では、3本の柱を設定し、第1の柱→第2の柱→第3の柱→第1の柱という順でおおよそスパイラルに展開し、互いに関連付けるという学習方法を開発した。その結果、生徒は8割程度が肯定的回答を示した。また、「倫理の探究」では、各教科の特色を活かした単元開発を行った。地理歴史科や公民科、理科では「科学と倫理」の事前・事後学習としての授業実践も行い、「科学と倫理」との連携を図ることができた。

##### (キ) 「持続可能な社会」を先導する人材を育成するESD内容・方法の開発

「ESD研究」では、「瀬戸内海」をテーマとして、複数教科の教員によるリレー形式の授業、ディベート、定期テストの実施、評価体系の構築などに取り組み、教科横断型のカリキュラム（SSH型ESD教育課程）として完成させた。ディベートでは、「ESD海外研修」に取り組んだ第2学年SSコースの生徒や重点卒業生に参加した生徒が科学的な根拠に基づいて発言したり、多面的な視点でディベートを牽引したりするなど、各プログラムの相乗効果が確認できた。「ESD汎論」では、各教科の学習指導要領に準拠してESD教材を開発し類型化することにより、「ESD研究」のルーブリック体系化への示唆を得ることができた。「ESD海外研修」では、韓国海外研修・訪日研修を実施した。ESDをテーマに共同科学授業モデルを構築し、韓国の生徒と共同して課題解決に取り組ませた。課題解決においては「科学英語表現」で身に付けた英語でのプレゼンテーションスキルの応用、コミュニケーション能力の活用による韓国の生徒との徹底的な議論がなされ、この結果、持続可能な社会の構築において避けては通ることのできない地球規模の課題に対して、科学的な根拠に基づいて、韓国の生徒と共同して統合的意志決定を図りながら、解決策を提案することができた。

## 第2章 研究開発の課題

### 1 学校の概要

本校は、各学年5クラスであり、全校生徒を対象にSSH事業を実施している。なお、第2、3学年ではスーパーサイエンスコース(SSコース)1クラスを設置し、当該コースにおいては理数系に重点を置いた教育課程を編成している(表中の( )が生徒数・学級数で普通科の内数)。また、併設の附属中学校(各学年3クラス)との連携も行っている。

課程	学科	第1学年		第2学年		第3学年		計	
		生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
全日制	普通科(SSコース)	205	5	205 (34)	5 (1)	206 (42)	5 (1)	616 (76)	15 (2)
計		205	5	205	5	206	5	616	15

### 2 研究開発課題

「科学的な知の体系」の習得と、国際的視野や高度な倫理観の涵養を通して、「持続可能な社会」を先導する人材の育成を図る教育課程の研究開発

### 3 研究仮説

国際的視野と高度な倫理観を備え、「持続可能な社会」を先導する科学者・技術者を育成する基盤としてESDを行い、「科学的な知の体系」を習得する教育課程、教育方法を研究開発、実施することにより、

- 科学の基礎的・基本的な内容を十分理解した生徒が育成される。
- 知を統合し、論理的な思考に基づいて判断し、行動する能力を持つことができる。
- 豊かな創造力と高度な倫理観を持ち、「持続可能な社会」を実現するために先導的な役割を担う態度が育成される。

### 4 研究開発の内容

研究開発課題ならびに研究仮説を達成するために、表1に示した目標ア～ウを設定し、項目(ア)～(キ)に基づく各種プログラムを構築し、それらの実践を行っている。表2に各プログラムの今年度の実施概要を示している。

表1：目標及びその下位項目と各プログラム

目標	項目	プログラム
ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発	(ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発	フロンティアサイエンス講義、研究室訪問学習、先端研究実習、サイエンスプロジェクトツアー
	(イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発	科学知の探究I
	(ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発	課題研究、学校設定科目「現象数理解析」、科学知の探究II
イ 国際的視野を育むプログラムの開発	(エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発	海外語学研修
	(オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発	学校設定科目「科学英語表現」
ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発	(カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発	科学と倫理、倫理の探究
	(キ) 「持続可能な社会」を先導する人材を育成するESDに関する内容・方法の開発	ESD研究、ESD汎論、ESD海外研修

表2：各プログラム概要

項目	プログラム	概要	対象
(ア)	フロンティアサイエンス講義	先端科学に携わる研究者を招いて年5回(数学、物理、化学、生物、地学)の特別講義を実施した。	第1、2学年 中学校3年生
	研究室訪問学習	広島大学などにおいて希望する研究室を訪問した。	第1学年
	先端研究実習	研究者や大学院生の指導の下、実際の先端的な研究を少人数で直接体験することを通して、研究者の思考や態度を学ぶプログラムを5講座(数学、物理、化学、生物、地学)実施した。	第2学年SSコース
	サイエンスプロジェクトツアー	日本の世界最先端科学を学ぶため、理化学研究所(播磨、計算科学研究機構、ODB)、兵庫県立大学(高度産業科学技術研究所)、神戸大学(統合研究拠点、都市安全研究センター)での研修を2泊3日で実施した。	第2学年SSコース

(イ)	科学知の探究 I	数学と理科において基礎的・基本的な内容の理解の充実を図る教育内容・方法を開発し、通常の授業内で実施した。	中学校・高等学校 全生徒
(ウ)	課題研究	第2学年は9研究(物理4, 化学2, 生物1, 数学2), 第3学年は3年度に引き続いて12研究(物理2, 化学2, 生物1, 地学1, 数学6)に取り組んだ。第2学年では1年間の継続した研究と校内・校外での発表会に参加し、成果発表を行った。第3学年では研究の継続、論文作成、校外での発表、各種コンテストへの応募などを行った。	第2, 3学年 SS コース
	学校設定科目 「現象数理解析」	「現象」をモデル化し、数学的に表現し、科学的な判断力や統合的意志決定能力を養うために、数理モデリングの手法を習得させ、環境問題や社会問題について考察させた。	第2学年SS コース
	科学知の探究II	科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力の育成のための学習内容・方法などを、各教科の特性に応じて全教科で開発し、通常の授業内で実施した。	中学校・高等学校 全生徒
(エ)	学校設定科目 「科学英語表現」	国際舞台で活躍できる科学者に必要な英語能力の育成が目標であり、平常の授業に加え、外部講師による特別講義3回、英語合宿を実施した。他のプログラムである韓国海外・訪日研修、課題研究との相乗効果も図った。	第2学年SS コース
(オ)	海外語学研修	春季休業中にイギリスもしくはオーストラリアでのホームステイ及び現地の高校や施設で語学研修プログラムを実施した。	第1学年希望者
(カ)	科学と倫理	外部講師による特別講義を2回、そのための事前・事後学習を実施した。	第1, 2学年
	倫理の探究	各教科の特性に応じて科学と倫理に関係した学習内容・方法などを全教科で開発し、通常の授業内で実施した。	中学校・高等学校 全生徒
(キ)	ESD 海外研修	連携校である韓国の天安中央高等学校と今年度で連続7年目となる韓国海外研修・韓国訪日研修を実施した。「植物工場」をテーマに物理・化学・生物領域での共同科学授業モデルを開発、実施した。	第2学年SS コース
	ESD 研究	持続可能な社会の形成にむけて多様な観点から思考し判断する能力を養うため、「瀬戸内海」をキーワードに複数教科によるリレー形式の授業、ディベート、校外での干潟実習を実施した。	第2学年
	ESD 汎論	各教科の特性に応じてESDに関係した学習内容・方法などを全教科で開発し、通常の授業内で実施した。	中学校・高等学校 全生徒

表2の対象が示す通り SS コースのみのプログラムの一方で、「ESD 研究」のように第2学年全員対象のものや「科学知の探究 II」のように全教科が全学年を対象に実施するものもある。第3期 SSH においては、第1, 2期における成果と課題に基づき、生徒全員・教員全員が取り組む学校全体としての SSH 事業となるよう各プログラムを構築し、図1の概念図が示す通り、互いのプログラムを連関させている。例えば、第1学年の「フロンティアサイエンス講義」を通して科学への興味・関心を高め、「科学知の探究 I」で基礎・基本を身に付け、第2学年の「課題研究」の基礎固めを行う。「先端研究実習」では「課題研究」に必要な高度な知識やスキルを身に付ける。「科学英語表現」では英語での発表方法やコミュニケーションスキルを身に付け、「課題研究」の成果発表や「ESD 海外研修」での現地高校生との共同プログラムにおいて活用する。さらに「ESD 海外研修」や「ESD 研究」では、持続可能な社会の構築のために不可避な課題への意志決定を行うために、目標Aのプログラムを通して身に付けた科学的な知識、科学的根拠に依拠した考え方、さらにそこに目標ウの「ESD 汎論」、「科学と倫理」や「倫理の探究」で獲得したESDの視点や倫理的・社会的側面を加えて、統合的に意志決定する能力を育成することをねらいとしている。こうした互いに連関するプログラムの相乗効果により、「国際的視野」と「高度な倫理観」を備え、かつ「科学的な知の体系」を習得した科学的な見方・考え方を基盤に統合的に意志決定し、「持続可能な社会」を先導する科学者・技術者を育成することをねらいとしている。

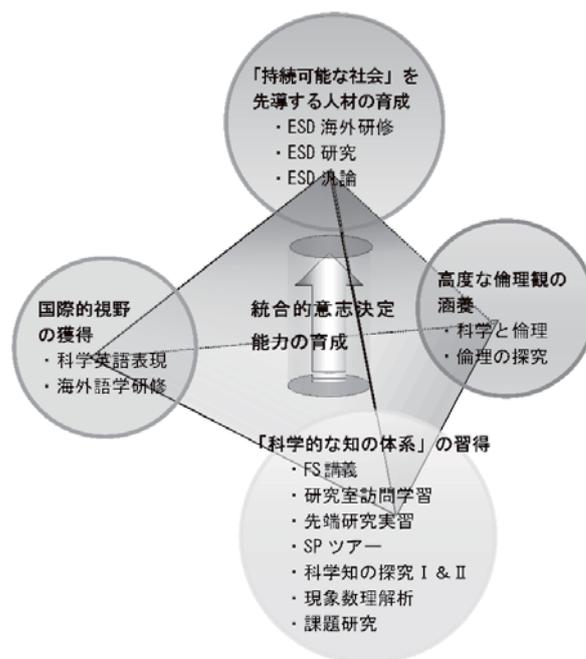


図1 : SSH 概念図

## 第3章 研究開発の経緯

### 1 研究プログラムの実施

#### 1) フロンティアサイエンス講義

- 平成 28. 6. 1 (水) 「一目でわかる証明 -Visual Proofs-」 青山学院大学理工学部・教授 西山 享 先生  
平成 28. 7. 4 (月) 「学問への誘い -金属錯体化学の魅力-」 広島大学大学院理学研究科・教授 水田 勉 先生  
平成 28. 9. 12 (月) 「スピン分解光電子分光でさぐるトポロジカル新物質」  
広島大学放射光科学研究センター・准教授 奥田 太一 先生  
平成 28. 10. 17 (月) 「近年の土砂災害の特徴と防災のための課題」  
広島大学大学院総合科学研究科・教授 海堀 正博 先生  
平成 28. 11. 4 (金) 「森と川をつなぐ細い糸」 神戸大学大学院理学研究科・准教授 佐藤 拓哉 先生

#### 2) 先端研究実習

- 平成 28. 6. 4 (土) 「自然の中に潜む数理 (数理科学実験)」 広島大学大学院理学研究科  
平成 28. 6. 11 (土) 「広島市元宇品における野外観察 -岩石と地形発達を中心に- (地学実習)」 広島市元宇品  
平成 28. 6. 25 (土) 「光刺激に対する網膜と脳の反応 -網膜電図と脳波- (生物学実験)」  
広島大学大学院生物圏科学研究科  
平成 28. 7. 16 (土) 「太陽電池の試作と測定 (ナノデバイス・システム基礎実験)」  
広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所  
平成 28. 7. 16 (土) 「X線回折装置によるショ糖の構造分析 (基礎化学実験)」 広島大学大学院理学研究科

#### 3) 研究室訪問学習

- 平成 28. 8. 3 (水) ~4 (木) 東京大学訪問  
平成 28. 8. 18 (木) 広島大学訪問

#### 4) サイエンスプロジェクトツアー

- 平成 28. 8. 29 (月) 事前学習  
平成 28. 9. 14 (水) ・理化学研究所 (Spring-8・SACLA, 計算科学研究機構 (京コンピュータ), CDB)  
~16 (金) ・兵庫県立大学 (高度産業科学技術研究所 (ニュースバル放射光施設))  
・神戸大学 (統合研究拠点, 都市安全研究センター)

#### 5) 課題研究 (校内での取組)

##### 【第2学年SSコース】

- 平成 28. 3 月 課題設定についての事前ガイダンス  
平成 28. 4. 11 (月) 全体・分野別ガイダンス, テーマ希望調査, グループ決定, テーマの決定  
平成 28. 6. 18 (土) 課題研究発表会 (文化祭でのポスター展示)  
平成 28. 10. 15 (土) 中学校・高等学校教育研究大会にてポスター掲示, 研究作品展示  
平成 28. 11. 26 (土) 事業成果報告会 (課題研究中間発表会)  
平成 29. 2. 23 (木) SSHの日 (課題研究最終発表会)

##### 【第3学年SSコース】

- 平成 28. 4. 11 (月) 論文作成ガイダンス  
平成 28. 4 月~10 月 研究の継続, 最終論文提出, 各種学会・発表会・コンテストへの参加  
平成 28. 6. 18 (土) 課題研究発表会 (文化祭でのポスター展示)

#### 6) 生徒による各種学会・発表会・コンテストへの参加と結果

##### 【第2学年】

- 平成 28. 11. 5 (土) 第19回中学生・高校生科学シンポジウム (主催: 広島大学理学部・大学院理学研究科) 参加, 口頭発表「効率的な被災者の探索方法 -ランダムウォークに着目して-」科学研究奨励賞, ポスター発表「繰り返しによる演算の定義とその性質」科学研究奨励賞  
平成 28. 11. 12 (土) 平成 28 年度広島県高等学校生徒理科研究発表会 (広島) (主催: 広島県高等学校自然科学連盟) 参加, ポスター発表 (「課題研究」科学研究7グループ)  
平成 28. 12. 10 (土) 平成 28 年度広島県高等学校生徒理科研究発表会オーラル発表会 (広島) (主催: 広島県高等学校自然科学連盟) 参加, 口頭発表「靴に付いた土の落とし方」優秀賞, 「ゼブラフィッシュの学習と記憶」優秀賞  
平成 29. 1. 28 (土) 平成 28 年度第3回広島県科学セミナー (広島) (主催: 広島県教育委員会) に参加, ポスター発表「卵白の泡立ちの研究」最優秀賞

平成 29. 3. 18 (土) 日本物理学会第 13 回 Jr. セッション (大阪) (主催: 日本物理学会) 参加, ポスター発表「コーンスープの中のコーンの動き」

#### 【第3学年】

平成 28. 7. 30 (土) 第 40 回全国高等学校総合文化祭 (自然科学部門) (広島) (主催: 公益社団法人全国高等学校文化連盟) 参加, 口頭発表「籠の構造と強度について」奨励賞, ポスター発表「広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成」

平成 28. 8. 10 (水) 平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 (神戸) (主催: 文部科学省・国立研究開発法人科学技術振興機構) 参加, ポスター発表「タンパク質の音楽の数理的解析」

平成 28. 8. 26 (金) マス・フェスタ (全国数学生徒研究発表会) (京都) (主催: 大阪府立大手前高等学校) 参加, 口頭発表・ポスター発表「ルービックキューブの最適解法の探究」

平成 28. 10. 8 (土) 日本地学教育学会第 70 回徳島大会 (徳島) (主催: 日本地学教育学会) 参加, ポスター発表「広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成」最優秀賞

平成 28. 10. 9 (日) 第 6 回高校生による MIMS 現象数理学研究発表会 (東京) (主催: 明治大学) 参加, 口頭発表「傾斜がモジホコリに及ぼす影響に関する数学的考察」最優秀賞

平成 28. 11. 19 (土) 日本動物学会第 87 回沖縄大会 (沖縄) (主催: 日本動物学会) 参加, ポスター発表「サカナは恐怖をどのように感じているのか〜ゼブラフィッシュの恐怖情動のパターン分析〜」優秀賞

平成 28. 11. 19 (土) 第 60 回広島県科学賞 (主催: 広島県, 広島県教育委員会, 広島県科学賞委員会), 「籠の構造と強度について」準特選, 「サカナは恐怖をどのように感じているのか」準特選

平成 28. 11. 23 (水) テクノアイディアコンテスト テクノ愛 2016 最終審査 (主催: 公益財団法人京都技術科学センター テクノ愛実行委員会) 参加, 口頭発表「カキ殻を用いた遮熱塗料の開発」奨励賞

平成 28. 12. 9 (金) 第 15 回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞 (主催: 神奈川大学), 「広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成プロセスの解明」努力賞

平成 29. 3. 25 (金) 第 3 回武蔵野大学数理工学コンテスト (主催: 武蔵野大学), 「トンボの翅にはなぜボロノイ構造が現れるのか」最優秀賞, 「統計を利用した小説文の分析ー芥川賞と直木賞の特徴ー」奨励賞

#### 7) 学校設定科目「科学英語表現」

平成 28. 7. 21 (木) 第 1 回プレゼンテーション特別講義 (講師: ヴィアヘラー 幸代 先生 (有限会社インスパイア・副代表))

平成 28. 11. 24 (木) 第 1 回アカデミックライティング講座 (講師: ジェフリー・ハート 先生 (公益財団法人放射線影響研究所・事務局広報出版室・室長))

平成 28. 12. 1 (木) 第 2 回プレゼンテーション特別講義 (講師: ヴィアヘラー 幸代 先生)

平成 29. 1. 27 (金) 英語合宿 ( (財) 広島市未来都市創造財団 広島市国際青年会館)

指導者: 恒松 直美 先生 (広島大学国際センター国際教育部門・准教授),

ジェフリー・ハート 先生, 広島大学留学生, ラング教育センターALT, 本校教諭

#### 8) 本校主催のSSH報告会, 発表会などによる普及活動

平成 28. 6. 18 (土) 課題研究ポスター発表及び本校 SSH の取組 (文化祭でのポスター展示)

平成 28. 11. 26 (土) 事業成果報告会 (課題研究中間発表会, 公開授業, SSH 事業報告, SS コース卒業生講演, 卒業生との交流会, 国際連携の進め方についての協議会) 安田女子中学・高等学校: ポスター発表に参加, 広島県立西条農業高等学校: ポスター展示

平成 29. 2. 23 (木) 「SSH の日」(課題研究発表会, SSH 事業報告, SS コース卒業生講演, 卒業生との交流会) 安田女子中学・高等学校, 広島県立西条農業高等学校, 広島県立広島国泰寺高等学校, プリンセスチュラポーン・サイエンスハイスクール・ムクダハン (タイ): ポスター発表に参加

#### 9) 「科学と倫理」の取組

平成 28. 7~29. 2 事前学習・事後学習

平成 28. 9. 23 (金) 「脳科学はどこまで人間の心に接近できるか? -心脳同一性説の検討-」  
広島大学大学院文学研究科・教授 松井 富美男 先生

平成 28. 11. 9 (水) 「『悪』の脳科学」名古屋大学大学院環境学研究科・教授 大平 英樹 先生

#### 10) ESDに関する国内外の取組

##### 【国内】

第 4~6 回 OECD 広島創生イノベーションスクール (主催: 広島県教育委員会) 4 名参加

第4回：平成28.4.30（土）～5.1（日），第5回：平成28.9.17（土）～18（日），第6回：平成28.12.25（日）～27（火），  
グローバルスクール in ハワイ：平成28.7.28（木）～8.5（金）

#### 【国外】

平成28.6.28（火） 第1回韓国海外研修事前学習（講師：朴 大王 先生（広島修道大学・教授））  
平成28.7.19（火） 第2回韓国海外研修事前学習（講師：藤原 隆範（本校教諭））  
平成28.7.25（月）～28（木） ESD韓国海外研修（韓国 天安市）天安中央高等学校訪問  
平成29.1.10（火）～11（水） ESD韓国訪日研修（広島）天安中央高等学校来校

#### 11) 他校事業への生徒間連携

平成28.6.23（木） 広島県立西条農業高等学校との交流事業（課題研究の口頭発表「カキ殻の有効活用」，「トンボの翅とボロノイ図の関係について」）  
平成29.2.20（月） 広島県立広島国泰寺高等学校主催「課題研究発表会」において課題研究のポスター展示（「サカナは恐怖をどのように感じているのか」，「広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成」）

#### 12) 教員の交流会，研究発表会などへの参加，発表

平成28.7.1（金）～2（土） 中国地区SSH校担当者交流会（主催：岡山県立倉敷天城高等学校）にて口頭発表  
平成28.8.26（金） 平成28年度SSH支援事業に関する事務処理研修会（海外研修）（大阪）にて口頭発表  
平成29.1.27（金） 平成28年度広島県高等学校教育研究・実践合同発表会（主催：広島県教育委員会）にてSSH事業に関するポスター発表

#### 2 SSH調査・分析（生徒，保護者，教職員への調査を実施し，データ整理及び分析を行っている。）

平成28.4.8（金） 第1学年対象SSH教育調査  
平成28.7.15（金） 第1回SSH教育調査（全学年対象）：PISA調査課題，「科学についての知識」に関する調査  
平成28.12.16（金） 第2回SSH教育調査（全学年対象）：質問紙による意識調査，「科学についての知識」に関する調査  
平成28.12月 SSH意識調査（保護者，全教員対象），SSH指導改善に関する調査（全教員対象）  
平成29.1月～2月 SSH運営指導委員・研究協力委員による評価・講評

#### 3 SSH校内研究推進委員会

平成28.4.12（火）第1回 ・第3期SSH第5年次の概要 ・予算の執行  
平成28.8.23（火）第2回 ・運営指導委員との連携（評価規準など） ・実施内容の概要（成果と課題）  
・今後の予定 ・SSH研究開発実施報告書執筆要領  
平成28.12.13（火）第3回 ・今年度の成果と課題 ・来年度の計画 ・H29年度基礎枠・重点枠申請  
※SSH校内研究推進委員会の下部組織である「ワーキンググループ」は会議をほぼ毎週実施

#### 4 SSH運営指導委員会

平成28.5.11（水）第1回 ・第3期第5年次SSH事業全体説明 ・SSH事業に関する質疑，応答  
平成29.2.23（木）第2回 ・今年度のSSH事業報告 ・運営指導委員による評価，講評  
・来年度のSSH事業（基礎枠・重点枠申請） ・SSH事業に関する質疑，応答

#### 5 運営指導委員・教員による研究報告・論文発表など

梶山 耕成（本校教諭），“ESD practice through global approach-7-year practices of developing science lesson modules and fostering integrated decision making ability-”，GIFT-Geosciences Information for Teachers (EGU; European Geosciences Union); Poster session, 平成28.4.19.

平松 敦史（本校教諭），「水素エネルギーを題材とした高等学校理科の授業開発-ESDコンピテンシーとしての意思決定能力の育成をめざして-」，日本理科教育学会第66回全国大会（信州大学教育学部），平成28.8.6.

杉田 泰一（本校教諭），「高等学校理科『課題研究』における深成岩を扱った野外観察の試み」，日本地学教育学会第70回全国大会（徳島大会），平成28.10.5・6.

#### 6 平成29年度 高等学校第2学年SSコースの希望調査，選考について

平成29.1.10（火） SSコース希望者本調査  
平成29.1.16（月） 選考委員委嘱（副校長，教務部長，生徒部長，研究部長，SSコース担任，学校設定科目担当者）  
平成29.1.26（木） 第1回選考委員会（選考方針・日程などの決定）  
平成29.1.30（月） 第1学年にSSコース募集日程，小論文実施日などを連絡，教室掲示  
平成29.2.8（水） 第1回SSコース希望生徒への説明会  
平成29.2.13（月） 小論文実施（小論文課題：なぜ，あなたはSSコースを希望しますか。その理由を600字程度でできるだけ具体的に述べてください。）  
平成29.2.16（木） 第2回選考委員会（SSコース生徒の決定）  
平成29.3.6（月） 選考結果通知

※（選考基準）小論文の評価及び平常の学習状況などを総合的に審議して決定する。

## 第4章 研究開発の内容

### 第1節 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

#### (ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発

##### 1 研究仮説

先端的な研究を行っている研究者によるフロンティアサイエンス講義、研究室訪問学習、先端研究実習、サイエンスプロジェクトツアーなど、SSH 事業全体との関連性をより重視した取組を行うことにより、生徒の科学分野に対する興味・関心が高まり、理系研究者育成のための高大接続やキャリア教育としての効果が得られる。

##### 2 研究内容・方法

名称	研究内容・方法
フロンティアサイエンス講義	第1学年生徒、第2学年SSコース生徒を対象に、先端科学に携わる研究者を招請し、講義や実習を実施する。研究者が行っている最先端の研究やトピックスに基づく内容を扱うことにより、科学に対する興味・関心を喚起し、高大接続を意識した基礎的な資質を養うことをねらいとする。また、課題研究との関係性を考慮する。
研究室訪問学習	第1学年生徒を対象に、広島大学などにおいて希望する研究室を訪問し、大学教員や大学院生との対話を通して、様々な科学研究の現場に触れ、キャリア意識が高まることをねらいとする。得られた成果について、様々な機会を利用して生徒間で情報を共有する。
先端研究実習	第2学年SSコース生徒を対象に、研究者や大学院生の指導のもと、先端的な研究を直接体験することを通して、研究者の思考や態度を学ぶ機会とする。自然科学の各分野における知識・技能を研究者から直接学ぶとともに、研究者のキャリア意識に触れ、指導者も含めた高大接続の意識を高める。また、課題研究との関連性を考慮する。
サイエンスプロジェクトツアー	第2学年SSコース生徒を対象に、日本及び世界の最先端の研究施設などを訪問する。最先端の研究やトピックスに基づく内容についての研修を行い、科学への幅広い見方や考え方を養う。また少人数に分かれた講義、実験などを実施し、学習内容を生徒間で発表し合うことを通して、研修で得られた知見の共有やプレゼンテーション能力の育成を図る。

##### 3 検証・成果と課題

###### 1) 評価規準1「科学（数学）に関する興味・関心が高まっている」について

###### (1) 検証

「フロンティアサイエンス講義」（第1学年生徒、第2学年SSコース生徒対象）では、講義によって肯定的回答の割合に差が見られるものの、どの講義も過半数を超える生徒が肯定的に回答している。全講義の平均値は、第1学年生徒74%（昨年度71%）、第2学年SSコース生徒85%（昨年度83%）である。肯定的回答の割合がやや低い講義については、講義内容の理解度も低く、昨年度と同じ傾向がみられる。全講義後に実施した事後調査において、「難しい内容があったが、新しいことに対する興味がひらけた」とした回答が見られ、各講義において理解が難しくても、全講義を通して興味・関心が高まった生徒もいた。「研究室訪問学習」（第1学年生徒対象）では、訪問人数が多かった上位3学部は、理学部、医学部、工学部であった。医学部、薬学部、教育学部への訪問が多かった一昨年度及び昨年度と比べ、理学部、工学部の訪問人数が増加しており、科学（数学）に関する興味・関心の高まりがみられる。「先端研究実習」及び「サイエンスプロジェクトツアー」（第2学年SSコース生徒対象）では、どちらも肯定的回答の割合は100%である。

以上のことから、各プログラムを通して、科学（数学）に関する興味・関心は高まっていると考えられ、評価規準1について「よく達成されている」と判断した。

###### (2) 成果と課題

昨年度までの取組から、科学（数学）に関する興味・関心を高めるためには、講義内容や実習内容の理解を高める必要性が示唆された。今年度は「フロンティアサイエンス講義」において、生徒の学習状況、各教科・科目の中心を成す概念、持続可能な社会の形成との関連などに応じて内容を見直し、「講義設定の意図」を明確に設定した。また、講義内容を理解する一助にするための事前学習を検討し、数学または理科に関する授業において、教師の解説、体験、調べ学習といった様々な方法によって実施した。しかしながら、講義内容によっては理解が難しかったという回答が寄せられ、一方で、難しいから興味・関心が湧くという回答もある。「先端研究実習」や「サイエンスプロジェクトツアー」では、難しい内容を扱っているにもかかわらず、生徒の理解度は高く、興味・関心に関する肯定的回答が高い。これは事前学習を十分に行った効果だと考えられる。このことから、「フロンテ

「フロンティアサイエンス講義」において、科学（数学）に関する興味・関心を高めるためには、安易に講義内容を生徒にわかりやすい内容に変更するのではなく、事前学習の内容、方法、教育課程への位置付けを含めた運用を再検討することによって充実させることが必要である。

## 2) 評価規準2「日常の学習活動や、課題研究の取組に生かされている」について

### (1) 検証

「日常の学習活動に生かされている」について、「フロンティアサイエンス講義」の全講義における肯定的回答の割合（平均値）は第1学年生徒73%（昨年度56%）、第2学年SSコース生徒64%（昨年度69%）であった。回答理由を分析すると、講義内容を直接的に生かす観点に基づいて回答した生徒、汎用的に生かす観点に基づいて回答した生徒に分かれ、第1学年は後者、第2学年は前者の観点に基づいて回答した生徒が多かった。全講義後の事後調査において、「どの分野を学ぶにしても科学の総合的な知識が必要とされる」というように科学的な知の体系化の必要性に気付き、日常の学習活動に生かすことができる回答も見られた。「先端研究実習」では肯定的回答の割合は91%（昨年度94%）、「サイエンスプロジェクトツアー」では93%（昨年度100%）であった。

「課題研究に生かされている」ことについて（第2学年SSコース生徒のみ）、「フロンティアサイエンス講義」の全講義における肯定的回答の割合（平均値）は63%（昨年度68%）、「先端研究実習」では89%（昨年度89%）、「サイエンスプロジェクトツアー」では84%（昨年度95%）であった。回答理由には「観察→仮説→検証（→論文）を繰り返して研究を進めることが重要だとわかった」などの探究の過程に関する記述、「アプローチの仕方がたくさんあり、自分の研究を正しく理解する必要がある」、「データの正確性の大切さ、自分の研究を発信することの責任の重さを知った」などの研究倫理を含めた研究者の思考や態度に関する記述もみられた。

以上のことから、各プログラムは、日常の学習活動や、課題研究の取組に生かされていると考えられ、評価規準2について「よく達成されている」と判断した。

### (2) 成果と課題

「日常の学習活動に生かされている」について、第1学年の生徒を中心に肯定的回答の割合が大幅に増加し、講義で学んだことを汎用的に日常の学習活動に生かそうとする質の高まりもみられた。その要因としては、講義数を5講座（昨年度3講座）に増加させたことに加え、第1学年を中心に数学や理科の授業において事後学習を行った効果だと考えられる。第2学年SSコースについては、数学の授業はSSコース単独学級、理科の授業は他学級と混合の選択制で実施しているため、理科の授業において事後学習を扱うことはできていない。SSコースの生徒を対象とした事後学習の場を確保することが必要である。

「課題研究に生かされている」ことについて、「先端研究実習」において肯定的回答の割合が高い要因としては、生徒個々の興味・関心や課題研究に応じた選択、さらに、今年度は課題研究の評価ルーブリックを基に、課題研究を進めていくために必要な資質・能力を育成する観点からの内容の質的改善を図ったためだと考えられる。

## 3) 評価規準3「進路選択や将来のキャリア（職業）について考える際に役立てられている」について

### (1) 検証

「フロンティアサイエンス講義」の全講義における肯定的回答の割合（平均値）は第1学年生徒77%（昨年度54%）、第2学年SSコース生徒64%（昨年度69%）であった。全講義後の事後調査において、「文系を選択するつもりだったが、講義を聞いて興味深いものばかりだったので文理選択に迷う」といった直近の文理選択への影響、「将来を決める上でもっと深くまで調べ、どんな分野・研究があるかを知っておかなければならない」といった進路選択の視点の獲得、「理系志望で『ものづくり』ばかりを考えていたが、もっと根本的な研究も楽しそうだった」といった興味・関心の高揚など、本講義が、文系・理系を問わず、進路選択や将来のキャリア意識に影響を与えていた。「先端研究実習」では肯定的回答の割合が84%（昨年度78%）、「サイエンスプロジェクトツアー」では100%（昨年度98%）であった。「研究室訪問学習」では、全項目について肯定的回答の割合が90%を超えていた。特に、進路選択や将来のキャリア意識の形成に関わる項目については、「内容に興味をもち、より深く学びたい」93%（昨年度81%）、「自身の進路を考える上で参考になった」97%（昨年度89%）であった。

以上のことから、各プログラムは、進路選択や将来のキャリア（職業）について考える際に役立てられていると考えられ、評価規準3について「よく達成されている」と判断した。

### (2) 成果と課題

今年度の「研究室訪問学習」は、「フロンティアサイエンス講義」を2講座（昨年度1講座）実施後に行ったこと、事前指導を充実させたことなどにより、各生徒に大学の主体が研究であること、進路選択の当事者としての意識をもたせた訪問ができた。また、本校卒業生との交流の機会を多くもつことで、情報の幅をさらに広げ、大学生の姿を思い描くことができた。理系研究者育成のための高大接続としてのプログラムを構築することができた。今後は、長期スパンでみた場合のキャリア（職業）意識を喚起し続けるプログラムを模索したい。

## 4 各プログラムの実践報告（今年度の実践）

### 1) フロンティアサイエンス講義（対象：第1学年，第2学年SSコース）

#### （1）昨年度の課題・今年度の改善点

昨年度の主な課題	今年度の主な改善点
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常の学習活動の取組に学びを生かすことが不十分だった。</li> <li>・ 年3回の講義では全領域を網羅できず，進路選択や将来のキャリアについて考えるためには不十分であった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生徒の学習状況などに応じて，内容の精選や事前・事後学習を設定して工夫する。</li> <li>・ 年5回の講義を行う。</li> </ul>

#### （2）概要

実施日	演題（対象）	講師	概要
6/1 (水)	【数学領域】 「目でわかる証明 - Visual Proofs-」(高1, 高2SSコース)	西山 享 先生 (青山学院大学理工学部・教授)	<p>ア. 講義設定の意図：視覚的な考察を通して，既習の事項の理解を一層深め，今後授業で学習する内容や発展的な話題についての興味・関心を高める。</p> <p>イ. 事前学習：聴講の際に必要な用語や記号について学習した。</p> <p>ウ. 講義：三平方の定理や数列の和など初等幾何学や整数の性質・組合せ論を例に，目で見てわかる定理や公式の証明を紹介していただいた。また，デザルグの定理など空間の図形を平面に射影することで平面幾何の定理が簡単に理解できるような例についても，描画ソフトを用いて解説していただいた。</p> <p>エ. 事後学習：数学Aにおける「オイラーの多面体定理」について，平面図形に帰着して証明する方法を学習し，本講義の見方・考え方を振り返った。</p>
7/4 (月)	【化学領域】 「学問への誘い - 金属錯体化学の魅力-」(高1, 高2SSコース)	水田 勉 先生 (広島大学大学院理学研究科・教授)	<p>ア. 講義設定の意図：金属錯体の構造や命名法の理解に止まらず，将来的に持続可能な社会を築くために有用な触媒としての開発とその利用を学ぶ。</p> <p>イ. 事前学習：ヘムやクロロフィルのように生体内において重要な働きをもつものから有機物質の不斉合成に欠かせない触媒まで，金属錯体の性質や構造及びその利用について学習した。</p> <p>ウ. 講義：次世代のエネルギー物質として水素は重要である。貴金属の白金を電極として，水から水素を発生させている。生体内では鉄イオンからなる金属錯体が水素イオンを還元している。この生体内の鉄錯体を模倣した金属錯体を合成し，水素を効率よく発生させる研究について解説していただいた。</p> <p>エ. 事後学習：受講の振り返り（記述）を行った。</p>
9/12 (月)	【物理領域】 「スピン分解光電子分光でさぐるトポロジカル新物質」(高1, 高2SSコース)	奥田 太一 先生 (広島大学放射光科学研究センター・准教授)	<p>ア. 講義設定の意図：高校理科で学習した内容が，どのように大学での研究につながっているのかを示し，今後の学習への関心・意欲を高める。</p> <p>イ. 事前学習：ワークシートに取り組ませた。内容は，講師と事前に打ち合わせたキーワードについて，既習事項の再確認，未習事項の解説であった。</p> <p>ウ. 講義：固体中の電子の状態（エネルギー，運動量，スピン）を観測することにより物質に現れる様々な性質の起源を知ることができること，固体内部は絶縁体であるが表面だけは金属になり，その金属的な表面の電子だけが磁石の様な性質をもつトポロジカル物質について説明していただいた。さらに奥田先生の研究テーマである新しいスピン分解光電子分光装置の開発と，それを利用したトポロジカル物質の研究について解説していただいた。</p> <p>エ. 事後学習：受講の振り返り（記述）を行った。</p>
10/17 (月)	【地学領域】 「近年の土砂災害の特徴と防災のための課題」(中3, 高1, 高2SSコース)	海堀 正博 先生 (広島大学大学院総合科学研究科・教授)	<p>ア. 講義設定の意図：防災・減災をESDの視点で理解させるとともに，野外観察を伴う研究，学際的研究があることに気付かせる。</p> <p>イ. 事前学習：広島市内に分布する花崗岩類と真砂土の観察，各生徒の自宅付近の防災マップから起こりうる災害の把握を行った。</p> <p>ウ. 講義：広島県で多発する土砂移動現象と災害について，事例や様々な視点のデータを基に解説していただいた。また，災害から命を守るためには，科学技術の発展と同時に，一人一人が身近な自然の変化に気付く感性をもつことが大切なことを教わった。</p> <p>エ. 事後学習：生徒アンケートの記述のうち，講義設定の意図を反映しているものを抜粋してまとめたものを全対象生徒へ配布し，フィードバックした。</p>
11/4 (金)	【生物領域】 「森と川をつなぐ細い糸」(中3, 高1, 高2SSコース)	佐藤 拓哉 先生 (神戸大学大学院理学研究科・准教授)	<p>ア. 講義設定の意図：生物多様性の意義と重要性を科学的な根拠に基づいて理解させるとともに，科学的な探究方法に関する基礎的知識を習得させる。</p> <p>イ. 事前学習：講義内容の導入として，寄生虫が生態系の中で果たす役割についての学習を行うとともに，群集生態学についての調べ学習を行った。</p> <p>ウ. 講義：ハリガネムシによる宿主の行動操作を通じて，森と川の生態系がどのようにつながり，河川の生物群集や生態系の機能を維持しているのかについて，講師自身の科学的な問題発見・問題解決のプロセスをふまえて詳細に解説していただいた。また，大学での学び，群集生態学の特徴，研究者・科学者としてのグローバルな研究活動についても紹介していただいた。</p> <p>エ. 事後学習：生物基礎「生態系とその保全」の単元において，食物連鎖などの種間相互作用について学習し，本講義の見方・考え方を振り返った。</p>

#### （3）事後調査①（各講義で実施）

【設問項目】設問5は，第2学年SSコースのみの回答である。

設問	項目
1	この講義の内容は理解できましたか。
2	この講義を聴講して，科学（数学）に対する興味・関心は以前よりも高まりましたか。
3	この講義を聴講して，科学（数学）に対する新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。
4	この講義の内容あるいは講師（研究者）の考え方を聴講して，日常の授業・学習活動に生かせると思いましたか。以下の①～④を選択した理由もあわせて書いてください。
5	この講義の内容あるいは講師（研究者）の考え方を聴講して，課題研究の取組に生かせると思いましたか。以下の①～④を選択した理由もあわせて書いてください。
6	この講義の専門的内容あるいは講師（研究者）の考え方を聴講して，進路選択や将来のキャリアについて考える際の参考になりましたか。以下の①～④を選択した理由もあわせて書いてください。
7	この講義を聴講して，特に印象に残ったこと，疑問や関心をもったことは何ですか。
【凡例】① 全くそう思う ② どちらかといえばそう思う ③ どちらかといえばそう思わない ④ 全くそう思わない	

【設問1～6の回答結果】各質問の上段が第1学年生徒，下段が第2学年SSコース生徒を示す。

領域	数学	化学	物理	地学	生物	平均 (%)
結果 (①+②)	1	62 79	27 41	22 47	95 97	設問 本年 61 65
	2	82 91	63 76	55 75	78 88	1 72 87
	3	91 94	68 81	69 90	85 95	2 74 71
	4	85 91	56 71	52 56	87 88	3 85 83
	5	75 84	41 55	47 66	76 79	4 82 78
	6	64 67	71 86	66 86	68 68	5 89 81
						6 73 56
						77 54
						64 69

【設問4～6の回答理由(抜粋)】

設問	生徒の記述内容
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>難しい問題に直面したとき、ついつい同じ方法を何度も繰り返してしまいがちだが、発想を転換させることは大きなヒントになることがわかったから。</li> <li>教科書に示されている内容がわかるまでの過程にも目を向けたいと思ったから。</li> <li>物事について広い視野から環境との関係を捉えることは、とても新しく、また重要な考え方だと思ったから。</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>異なる観点から考えることで新たにわかることがあるかもしれないから。</li> <li>観察→仮説→検証(→論文)を繰り返して研究を進めることが重要だとわかったから。</li> <li>研究の内容を人の生活や社会にどう活かすかについての意識の高さを感じたから。</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>他人がしていないことをするという考え方は将来活かせると思った。</li> <li>室内の実験ばかりでなく、フィールドワークを通して様々な発見と活動ができる分野もあることがわかった。</li> </ul>

(4) 事後調査② (2016年12月実施：全ての講義を終えて)

設問	生徒の記述内容(抜粋)
科目選択などの進路選択で、フロンティアサイエンス講義の内容がどのように影響したか、あるいは、その講義でどのようなことを学んだかを記述してください。	<ul style="list-style-type: none"> <li>難しい内容が多かったが、新しいことに対する興味がひらけた。もっと勉強すれば理解しやすくなると思うので、学習を頑張りたい。</li> <li>研究者とはどんなものかわかった。どの講義でも通じて言えることは、どの分野を学ぶにしても科学的総合的な知識が必要とされること、ある分野の知識だけでも進めることはできるかもしれないが、その研究の幅は限られて興味深い考察は生まれにくいことがわかった。</li> <li>文系を選択するつもりだったが、講義を聞いて興味深いものばかりだったので文理選択に迷う。</li> <li>同じ理系でも様々な分野があり、人によって目のつけどころが違っていった。将来を決める上でもっと深くまで調べ、どんな分野・研究があるかを知っておかなければならないと思った。</li> <li>理系志望で「ものづくり」ばかりを考えていたが、もっと根本的な研究も楽しそうだった。</li> </ul>

2) 研究室訪問学習(対象：第1学年)

(1) 昨年度の課題・今年度の改善点

昨年度主な課題	今年度の主な改善点
<ul style="list-style-type: none"> <li>参加する生徒の目的意識や意欲に差があった。</li> <li>学生からの話をもっと聞きたいという要望があった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>名称を「東京キャンパスツアー」から「東京キャンパス研修」に変更するとともに、事前指導でその意義を十分に説明してガイダンス機能を充実させる。</li> <li>卒業生によるキャンパス案内を追加し、できる限り卒業生と交流できる機会を設ける。</li> </ul>

(2) 概要

①東京キャンパス研修

8月3日(水)、4日(木)、第1学年の希望生徒94人を対象に実施した。日中は、本校卒業生で東京大学へ進学した学生の案内を受けながら東京大学のオープンキャンパスに参加した。夜は、宿泊ホテル近くの会議室で、首都圏の大学(東京大学、東京工業大学、早稲田大学、中央大学)へ進学した卒業生と懇談会を行った。

②広島大学オープンキャンパス

8月18日(木)に、第1学年の希望生徒75人を対象に実施した。参加を希望する生徒は、事前に各自が参加を希望する学部を確認し、当日の行動ルートを各自で決めさせた。例年を大幅に上回る生徒が参加した。

③ ①、②に参加できない生徒は、各自でオープンキャンパスに参加することを夏季休業中の課題とした。

①～③いずれにも共通する事前・事後のワークシートを配布し、各担任へ提出させ、適宜指導の参考とした。

(3) 事後調査 設問1～5の結果は回答①+②の割合を示し、[ ]内は昨年度の結果である。

設問	項目	結果 (%)	設問6 どの学部を訪問しましたか(複数回答)
1	内容について満足していますか。	94 [87]	総合科学部 20人, 教育学部 32人, 文学部 20人, 法学部 26人, 経済学部 20人, 理学部 74人, 工学部 52人, 生物生産学部(農学・水産系) 34人, 医学部 60人, 歯学部 9人, 薬学部 32人, 他 21人
2	新しい知識を得ることができましたか。	96 [94]	
3	新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。	91 [85]	
4	内容に興味をもち、より深く学びたいと思いましたか。	93 [81]	
5	自身の進路を考える上で参考になりましたか	97 [89]	

【凡例】① 全くそう思う ② どちらかといえばそう思う ③ どちらかといえばそう思わない ④ 全くそう思わない

設問7 感想

- 自分が興味のある学部に進学された先輩に直接お話を聞き、より確かな情報を得られた。
- 進もうと思っていた進路について実際にその学部で研究されている方の話を聞いて新たなことを知り、進路選択の幅が広がった。
- 内容を聞いてみると思っていたこととは違って、進路を考えやすくなった。自分が学びたいと思った学部を見つけることができた。
- 一緒に参加した人と進路について話し合うことができたのでよかった。

### 3) 先端研究実習 (対象: 第2学年 SS コース)

#### (1) 昨年度の課題・今年度の改善点

昨年度の主な課題	今年度の主な改善点
・課題研究との関連付けをより一層図る。	・課題研究の内容のほか、課題研究を進めていく上で必要になる資質・能力育成の観点も含めて関連付けを行う。

#### (2) 概要

実施日	テーマ	指導者	概要
6/4 (土)	【数理科学実験】 「自然の中に潜む数 理」	小林 亮 先生 (広島大学大学院理 学研究科・教授)	<b>ア. 課題研究との関連:</b> 生徒が課題研究に取り組むにあたっては、研究の対象や方法を模索し、考察を深めていくことが必要である。本実習は、具体的な自然現象について数学的に考察を行う活動を通して、課題研究に取り組む際の基本的なものの見方や考え方を養う体験型の学習となることを意図している。 <b>イ. 内容:</b> 事前学習では、フィボナッチ数列と連分数について学んだ。植物の葉の並び方には様々な規則性があり、特にらせん葉序と呼ばれるケースでは、フィボナッチ数列が随所で顔を出す。これを実際の植物で確認し、植物とフィボナッチ数列という不思議な取り合わせが、なぜ現れるのかを考えた。黄金比と連分数展開をキーワードに、コンピュータを活用しながら学習を行った。
6/11 (土)	【地学実習】 「広島市元宇品にお ける野外観察-岩石 と地形発達を中心 に-」	吉富 健一 先生 (広島大学大学院教 育学研究科・准教授) 満島 裕直 先生 (アース・ミュージア ム元宇品 自然観察ガ イドの会)	<b>ア. 課題研究との関連:</b> 生徒が自然に直接触れてデータを収集する観点から野外観察を行うことが大切である。野外観察のための基礎的知識・技能、条件制御ができない状況で得られたデータの地学的な分析・解釈のアプローチを学ぶことを意図している。 <b>イ. 内容:</b> 事前学習として、野外観察を行うために必要な知識・技能を学んだ。当日は、講師の先生方の講話を交えながら、野外観察、結果処理・考察を行った。野外観察では、グループに分かれて、岩石の種類や分布、断層や岩体の構造などを調べた。その後、学校において、グループごとに、結果を1枚のルートマップにまとめ、層序、断層や岩体の構造と地形発達の関係などについて考察し、発表を行った。
6/25 (土)	【生物学実験】 「光刺激に対する網 膜と脳の反応-網膜 電図と脳波-」	吉田 将之 先生 (広島大学大学院生 物圏科学研究科・准教 授)	<b>ア. 課題研究との関連:</b> 課題研究において生物を対象とした研究を進めていく際の基礎的・基本的な研究手法を学び、生物学的なものの見方や考え方を養うための一助とすることを意図している。また、動物実験の意義や配慮事項などについても学ぶ。 <b>イ. 内容:</b> 事前学習として、眼球の構造及び神経細胞における刺激の伝導と伝達について学んだ。当日は、2グループに分かれてキンギョに光刺激を与えたときの網膜の反応と、それに続く脳の反応を電気生理学的に測定し、それぞれ網膜電図、脳波を記録した。光の強さや、光刺激を与える頻度を変えるなどして、網膜-脳による感覚情報処理の性質を観察し、その結果についてディスカッションを行った。
7/16 (土)	【ナノデバイス・シ ステム基礎実験】 「太陽電池の試作と 測定」	横山 新 先生 (広島大学ナノデバイ ス・バイオ融合科学研 究所・教授) 田部井 哲夫 先生 (同・特任准教授) 佐藤 且 先生 岡田 和志 先生 山田 真司 先生 (同・研究員)	<b>ア. 課題研究との関連:</b> 太陽電池の特性を調べる実習を通して、実験結果の処理方法、考察の仕方などを具体的に学ぶことを意図している。また電流回路の配線や測定機器の操作は、課題研究においても役立つのである。さらに、指導者との対話によって研究に対する姿勢を学ぶ。 <b>イ. 内容:</b> 午前中は半導体や太陽電池に関する講義後、クリーンルームの見学を行った。クリーンルームでは半導体素子の製作過程について学んだ。午後からは、横山教授が開発された太陽電池の製作を行った。受光面積と電子を取り込む配線のバランスを考えながら、ウエハ上に電極を形成した。次に製作した素子を用いて「電流-電圧特性」「電流と照度」「変換効率」の3種の基礎実験を4グループに分かれて行い、実験結果の処理及び考察を行った。
7/16 (土)	【基礎化学実験】 「X線回折装置による ショ糖の構造分析」	水田 勉 先生 (広島大学大学院理 学研究科・教授)	<b>ア. 課題研究との関連:</b> 物質の性質や構造、反応機構などについて考察する化学領域の研究手法の基礎を学ぶことを意図している。具体的には、化学物質の合成、機器分析、構造決定という一連の流れを体験し、物質の構造を特定することで、物質の融点などの物理的性質や反応性などの化学的性質が議論できることを学び、課題研究においてこのような視点から考察できる力を養う一助とする。 <b>イ. 内容:</b> X線回折による物質の構造決定の原理について講義を聴講した後、再結晶を利用して純度の高いショ糖の結晶を析出させ、X線回折によってショ糖分子の3次元構造を決定した。得られたショ糖の分子構造から原子間の結合距離や電子密度を調べ、原子の性質に基づいて分子内の極性の偏りや反応性について考察した。

#### (3) 事後調査

##### 【設問項目】

設問	項目
1	この実習の内容は理解できましたか。
2	この実習を聴講して、科学(数学)に対する興味・関心は以前よりも高まりましたか。
3	この実習を聴講して、科学(数学)に対する新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。
4	この実習の内容あるいは講師(研究者)の考え方を聴講して、日常の授業・学習活動に生かせると思いましたか。以下の①~④を選択した理由もあわせて書いてください。
5	この実習の内容あるいは講師(研究者)の考え方を聴講して、課題研究の取組に生かせると思いましたか。以下の①~④を選択した理由もあわせて書いてください。
6	この実習の専門的内容あるいは講師(研究者)の考え方を聴講して、進路選択や将来のキャリアについて考える際の参考になりましたか。以下の①~④を選択した理由もあわせて書いてください。
7	研究者が語られた「研究者に必要な資質」あるいは「研究者の倫理観」についてまとめてください。
8	この実習を通して、特に印象に残ったこと、疑問や関心をもったことは何ですか。
【凡例】	①全くそう思う ②どちらかといえばそう思う ③どちらかといえばそう思わない ④全くそう思わない

【設問 1～6 の回答結果】

領域	数理学実験	地学実習	生物学実験	ナノデバイス・システム 基礎実験	基礎化学実験	平均 (%)			
結果 (①+②)						設問 本年 昨年			
	1	100	100	100	100	1	97	97	
	2	100	100	100	100	100	2	100	100
	3	100	100	100	100	100	3	100	100
	4	100	100	100	100	100	4	91	94
	5	89	100	100	55	100	5	89	89
	6	44	89	82	74	100	6	84	78

【設問 4～6 の回答理由 (抜粋)】

設問	生徒の記述内容
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィボナッチ数列、黄金比、まつぼっくりなど、異なるものを結びつけて考える方法が活かせると考えたから。</li> <li>・どこに数列が潜んでいるかとかに興味をもったり、日常生活で探せたりできるようになったらより数学が好きになれると思ったから。</li> <li>・どこまで踏み込めるかはわからないが、身の回りの数理現象がこれによりさらに身近に感じられたから。</li> <li>・教科書で簡単に説明されていることが、突き詰ると今回のような実験になることを体験できたから。</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィボナッチ数列、黄金比、連分数展開、ルーファ数列はどのような考えにも応用できる汎用性の高いものと思われるから。</li> <li>・今後、データ処理・考察の際にマセマティカを扱う技術は役に立つと思うから。</li> <li>・数列のグラフなど研究のまとめや考察に応用できそうなものがあったから。</li> <li>・常に「姿勢」を大切に、少しずつでも諦めず、知りたいことを追い求めることの必要性を学んだから。</li> <li>・データの正確性の大切さ、自分の研究を発信することの責任の重さを知ったから。</li> <li>・ルーティンを決めて計画的に実験をすすめることが基本だという話に納得したから。</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数学とその他の分野との関わりを知ることができた。</li> <li>・生物に興味があるので、大学ではこういうことを学ぶのだな、と共感できた。</li> <li>・興味を引かれる内容だったが、自分の興味分野(物理)が変わるほどではなかった。</li> <li>・数学は面白いけど、やはり仕事にはしたくないから。知識として知っていたら人生が楽しくなると思った。</li> </ul>

【設問 7・8 の回答結果 (抜粋)】

設問	生徒の記述内容
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ある物事についてどこまでもそれを探究し続けること。様々な考え方もつこと。物事を「不思議だ、面白い」と思える力が必要である。</li> <li>・地道に教えていく気力。数字や文字に対しての愛。不思議と思えること。面白いことを見つける力。</li> <li>・身近なものについて疑問をもち調べようと思うことや、色々な視点から物を見る必要があると思った。物事を面白いがる能力もっている。</li> <li>・「生物実験は、生物の命を犠牲にして行うことでもあるから、その実験からどれだけ多くのことを学ぼうと努力するかが大切である」という考え方は、研究テーマにかかわらず大事だと思った。</li> <li>・どれだけ歩いてどれだけ計測データを蓄積しても真実は見えないことはないけれど、より正確になるために根気強く続けることが大事である。</li> <li>・実際に見てわかることから、わからないことを考察することは大切だ。</li> <li>・自分の研究が世に出ることに責任をもち、ねつ造するくらいなら、もう一度はじめからやり直す、言える気持ち。</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フィボナッチ数列を現象数理解析で習ったときに、どこで見られる(使う)のかわからなかったが、このプログラムを通して、自然界の色々なところで見られることがわかった。とても興味深いと思った。</li> <li>・自然界の現象をモデル化して数理的な手法で考察することがとても楽しかった。フラクタル構造や連分数展開には興味をもった。</li> <li>・研究が生命の犠牲のもとに成り立っている現実や、それに即して得られる物事の重みを体験できて素晴らしかった。</li> <li>・大学では女性の研究者であっても特別視されていないことを知った。将来、大学院への進学を悩むと思うが、安心材料が増えたのでよかった。</li> </ul>

4) サイエンスプロジェクトツアー (対象: 第2学年 SS コース)

(1) 昨年度の課題・今年度の改善点

昨年度の主な課題	今年度の主な改善点
・大学及び研究機関との連携を一層強化する。	・施設の見学だけでなく、その施設を活用した研究について研究者から聴講する機会をより一層確保する。

(2) 概要

実施日	研修地	指導	概要
9/14 (水)	理化学研究所 播磨 (佐用町)	池邊 政昭 先生 (エンジニアリング部門 エンジニアリングチーム) 大和田 成起 先生 (XFEL 研究開発部門 SCSS 試験加速器利用チーム・特別研究員)	世界最高性能を誇る大型放射光施設 (SPring-8) と X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設 (SACLA) の概要説明を受けた後、SPring-8 内部のビームライン・研究ハッチの様子、SACLA の加速器棟の内部の様子などを見学した。 見学後、講義「SACLA が拓く 21 世紀の X 線科学」において、X 線の基礎的性質と応用や SACLA の成果について、また研究者という仕事について説明していただいた。
	兵庫県立大学 高度産業科学 技術研究所 (上郡町)	宮本 修治 先生 (兵庫県立大学高度産業科学技術研究所・教授)	午後からは講義「新しい光、放射光と錬金術」を聴講した。事前に学習しておいた光についてのレポート発表を交えながらガンマ線の利用について説明していただいた。その後、2つのグループに分かれてニュースパル放射光施設の見学と実習をそれぞれ行った。施設見学では電子蓄積リングなどを、詳しく説明していただきながら見学することができた。また、体験実習では高感度ガンマ線検出器による測定を行った。
	宿泊先	グループ別 事前学習プレゼンテーション発表	

9/15 (木)	理化学研究所 計算科学研究 機構	大谷 英之 先生 (理化学研究所総合防災・減災研究ユニット・ 特別研究員)	京についての概要、開発の経緯や今後の展望につ いての説明を受けた後、講義「地震シミュレーションと 都市モデル」において、科学と行政の橋渡しになるよ うに京を利用した高度なシミュレーションを行っ たり、データを分析・統合し次世代ハザードマップを作 成したりしていることを説明していただいた。
	神戸大学 統合研究拠点	森下 浩二 先生 (神戸大学計算科学教育センター・助教) 八木 学 先生 (理化学研究所計算科学研究機構・特別研究 員)	理化学研究所 計算科学研究機構から徒歩で移動を し、神戸大学計算科学教育センターを訪問した。先生 方のご指導のもと、国内最大級の立体可視化装置「 $\pi$ - CAVE」によるシミュレーションを体験した。シミュレ ーションの映像では物体の動きの一つ一つに意味や 根拠があることについて説明していただいた。
	理化学研究所 神戸事業所	泉 奈都子 サイエンスコミュニケーター (理化学研究所多細胞システム形成研究セン ター) 高橋 涼香 サイエンスコミュニケーター (理化学研究所ライフサイエンス技術基盤研 究センター生命機能的イメージング部門)	理化学研究所のサイエンスコミュニケーターによ る講義を聴講した。講義「体のなりたちを理解し、再 生医療に応用する」においては、実際にショウジョウ バエを観察し、その寄生を例に様々な生物の研究が人 に生かされていくことやiPS細胞の研究成果としての 網膜再生医療について説明していただいた。次に講義 「身体の中を観る：画像を使った研究の最前線」にお いては、PETを利用することにより、がんの早期発見 や認知症などその他の医療における成果について説 明していただいた。
	宿泊先	グループ別 事後学習プレゼンテーション発表	
9/16 (金)	神戸大学 六甲台キャン パス	大石 哲 先生 (都市安全研究センター・センター長兼教授) 岩田 健太郎 先生 (同センター・教授、大学院医学研究科・教 授、医学部付属病院感染症内科診療科長兼国 際診療部長) 長尾 毅 先生 (同センター・副センター長兼教授) 廣瀬 仁 先生 (同センター・准教授) 滝口 哲也 先生 (同センター・准教授)	神戸大学では、まず4つのグループに分かれ、それ ぞれ「感染症」、「地震」、「GPS」、「音」をテーマにした 講義及び体験実習に参加した。講義後の質疑・応答で は、どのグループも事前学習での内容を生かした発言 が多くみられた。体験実習では大学の施設を利用した 観察や見学などを行った。 グループ別の講義・体験実習の後、大石先生が開発 された世界最小・最軽量の気象観測用レーダーを見学 させていただき、最先端の気象情報の取得方法につ いて説明していただいた。 神戸大学での研修を通して、このツアーで研修して きたSPring-8や京、 $\pi$ -CAVEなどつながりがあるこ とがわかり、研究のつながり、深さ、幅広さを認識す ることができた。

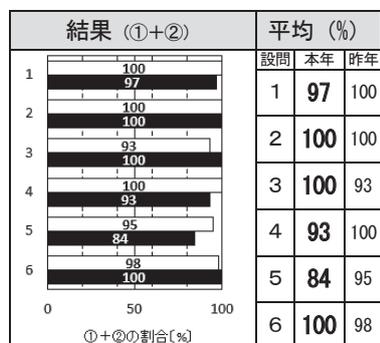
(3) 事後調査

【設問項目】 上述の先端研究実習と同じである。

【設問1～6の回答結果】

【設問4～6の回答理由(抜粋)】

「3日間の研修全体を通して」のものである。



設問	生徒の記述内容
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>見学した施設の中には、日常的に学習している内容を応用したものが多くあり、実際の研究や社会との繋がりを感ぜられた。</li> <li>授業で学習している数理の延長を見られてやる気が湧いた。</li> <li>とても専門的な内容だったが、意外と身近なところに科学が応用されていることがわかった。</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>アプローチの仕方がたくさんあり、自分の研究を正しく理解する必要がある。</li> <li>サイエンスコミュニケーターの方のプレゼンテーションが良かった。</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>可能性を広げる上で、いろんな分野の話が聞けてよかった。</li> <li>医者、研究者、サイエンスコミュニケーターなど科学に関わる職業の多様性を知る事ができ、大学の雰囲気も少しわかった。</li> </ul>

【設問7・8の回答結果(抜粋)】

設問	生徒の記述内容
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>探究心、常に最先端を突き進むという気持ち。誰かの役に立とうとする思い。</li> <li>自分の専門分野だけでなく、他の分野の知識も得ておくこと。また、失敗から学び、きちんと発表すること。</li> <li>研究だけでなく、他の研究者と関わりを広げられるコミュニケーション力、プレゼン力、英語力。</li> <li>生物分野などはES細胞など倫理的な課題が求められる。</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>細分化していったサイエンスが、高度化するにつれて再び一つの大きなまとまりになりつつあるように感じた。わからなかったところを少しずつ解決しながら、文・理問わず広い学びが求められる環境の方面に進みたい。</li> <li>「可視化」というテーマで最先端の研究施設を巡り、それぞれの施設同士の繋がりが連携をすごく感じた。過去も、現在も、未来も科学は色々な分野や人達が協力して進んでいると思った。</li> <li>あっという間に3日間が過ぎた。自分にとって、一番楽しかったのはホテルでのプレゼンテーション活動だった。どれだけ理解しているかが明確になり、自分のプレゼンテーションを講義と同じくらい工夫するよい機会だと思った。</li> <li>全てのプログラムが面白く内容の濃いものだった。理論や施設・研究について知るだけでなく、今後の生活に生かせそうな進路の話、考え方など得るものが多くあった貴重な機会になった。実際に先端技術に触れることでいろいろな分野への視野、興味が広がった。学校では決して学べないことを学べた3日間だった。</li> </ul>

## (イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発

### 1 研究仮説

基礎的・基本的内容を理解し、発展的な学習や創造性を養う指導につなげていく教育内容・方法を開発、実施することにより、科学的な思考、判断、表現などの諸能力を獲得していくと同時に、創造力を養うことができる。

### 2 研究内容・方法

名称	研究内容・方法
科学知の探究 I	全学年を対象に、数学科と理科において、基礎的・基本的な内容の理解の充実を図る授業を開発する。学習内容の精選を行ったり、新たな実験・観察などを系統的に取り入れたりすることによって、内容の定着が図られるように工夫するなど、効果的な学習内容、方法の開発を行う。

全ての生徒が、科学の基礎・基本を習得し、そこで身に付けた素養を第2学年での「課題研究」あるいは「ESD研究」へと活用していくことをねらいとした第1学年「数学 I」・「数学 A」及び「生物基礎」・「化学基礎」（必修）の実践を項目4において報告する。

### 3 検証・成果と課題

#### 1) 評価規準1「科学の基礎的・基本的な内容を理解している」について

##### (1) 検証

数学科においては、「科学の基礎的・基本的な内容の理解」を、数学科の観点「数学的な見方や考え方」、「数学的な技能」と関連付けて捉え、実践を行った。例えば、数学 I の「データの分析」の学習では、どの生徒も、ハウレンソウの小売価格調査のデータから四分位数を求めてデータの様子を箱ひげ図に表し、複数の箱ひげ図を比較してそれぞれのデータの分布の特徴を読み取ることができていた。このことから、箱ひげ図の表し方やその利用について理解できていることが確認できた。

理科においては、「科学の基礎的・基本的な内容の理解」を、科学的な思考力や判断力の基礎と捉えて実践を行った。例えば、化学基礎「酸と塩基」の学習では、酸と金属の反応に関する実験結果の考察場面において、どの生徒も、反応の要因であるオキシニウムイオンの存在に着目して考察を深め、未習の電離度の概念を導き出していた。このことから、酸に関する基礎的・基本的な内容を理解できていることが確認できた。生物基礎「生物の体内環境」の学習では、どの生徒も、既習内容を基に様々な動物の酸素解離曲線を適切に考察することができていた。このことから、既習内容を理解できていることが確認できた。

以上のことから、科学の基礎的・基本的な内容を理解できていると考えられ、評価規準1について「よく達成されている」と判断した。

##### (2) 成果と課題

数学科、理科のいずれにおいても、「科学の基礎的・基本的な内容の理解」について、既習内容を知識として単に再生できるか否かではなく、文脈の中で既習内容を適切に適用する場面を設定することで、既習内容の理解の状況や程度を確かめることができた。また、このような場面を通して、既習内容の理解の確認だけではなく、新たな概念の獲得につながる取組も行われ、基礎的・基本的な内容の理解の充実を図る授業を展開することができた。

#### 2) 評価規準2「科学の方法を理解し、科学的な思考をすることができる」について

##### (1) 検証

数学科においては、「科学の方法を理解し、科学的な思考をすること」を、数学科の観点「数学的な見方・考え方」と関連付けて捉え、実践を行った。例えば、数学 I の「データの分析」の学習では、箱ひげ図に現れるデータの分布の特徴を読み取って、その特徴が表す事象について多くの生徒が根拠を挙げながら考察することができていた。ただし、一部の生徒において、特徴の読み取りが表面的で、特徴が示す背景を考察することに課題が残った。このことから、おおよそ「数学的な見方・考え方」の育成に資する結果を確認することができたものの、背景となる事象と対比させながらデータの分布の特徴を数学的に深く考察させることについて工夫を要する。

理科においては、「科学の方法を理解し、科学的な思考をすること」を、課題研究の評価規準「科学的な思考力」、「科学的な問題発見能力」、「科学的な問題解決能力」、「統合的意志決定能力」と関連付けて捉え、実践を行った。例えば、化学基礎「酸と塩基」の学習では、既習内容を基に、問題解決のための実証可能な仮説を立て、検証するための方法を提案することができていた。このことから、「科学的な思考力」や「科学的な問題解決能力」の育成に資する結果を確認することができた。生物基礎「生物の体内環境」の学習では、ジグソー活動やクロストー

クを通して各エキスパート課題の内容を統合し、色素タンパク質の体内における働きについて考察することができていた。このことから、「科学的な問題解決能力」や「統合的意志決定能力」の育成に資する結果を確認することができた。

以上のことから、科学の方法を理解し、科学的な思考をすることが概ねできているが、思考を深める点において改善の余地があるため、評価規準2について「やや達成されている」と判断した。

## (2) 成果と課題

数学科、理科のいずれにおいても、科学の方法を課題解決の文脈の中に位置付け、思考を促した。具体的には、事象の原因や要因を探るための教材（題材）を開発し、体験的に科学の方法を習得したり、科学の方法を通して思考を促したりすることができた。また、開発した教材（題材）として、複数の原因や要因が考えられる場面を設定したり、複数の既習内容を活用しなければ課題解決に導けない場面を設定したりすることによって、授業場面では、収束的思考や拡散的思考が促され、統合的意志決定能力の素地を培うことができた。しかし、拡散的思考については、その意義を生徒に認識させることはできたものの、課題解決に向けて生徒自らが新たな視点や情報を獲得して思考を適切に拡散することについては難しく、今後の課題である。

## 3) 評価規準3「科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方をすることができる」について

### (1) 検証

数学科においては、「科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方をすること」を、数学科の観点「関心・意欲・態度」、「数学的な見方・考え方」、「数学的な技能」と関連付けて捉え、実践を行った。例えば、数学Ⅰの「データの分析」の学習では、全てのグループにおいて、ホウレンソウの価格の分布に対する自分達の考察結果について根拠を示して発表ボードを作成し、さらに、お互いの気付きの中から必要なものを判断、編集し、合意に至る過程が実現されていた。また、その過程において、一面的に考察を進めるのではなく、科学的なものの見方や考え方の大切さや批判的に考察に臨む態度について考える機会をもつことができた。このことから「関心・意欲・態度」、「数学的な見方・考え方」の育成に資する結果の確認、並びに批判的検証に基づく統合的意志決定が促されたことを確認することができた。

理科においては、「科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方をすること」を、課題研究の評価規準「科学的な思考力」、「科学的な表現力」、「科学的な問題発見能力」、「科学的な問題解決能力」、「統合的意志決定能力」と関連付けて捉え、実践を行った。例えば、化学基礎「酸と塩基」の学習では、実際には見えない化学種の様子をモデル化して強酸と弱酸の違いを可視化することで、課題解決に向けた思考のツールとして機能させることができていた。このことから、「科学的な表現力」の育成に資する結果を確認することができた。生物基礎「生物の体内環境」の学習では、エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークという3段階に渡って他者と意見を交換・共有する過程を重ねることで、ほぼ全員が色素タンパク質の性質とその働きについて科学的事実の裏付けを基に記述することができるようになった。また、多様な観点から考察を深めることの意義について、生徒自ら気付くことができた。さらに、恒常性についての興味・関心が高まったり、新たな疑問を持ったりした生徒もおり、科学的なものの見方や考え方が科学的な態度に影響を与えている様子も窺うことができた。このようなことから、「科学的な問題解決能力」や「統合的意志決定能力」の育成に資する結果を確認することができた。

以上のことから、科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方をできていていると考えられ、評価規準3について「よく達成されている」と判断した。

### (2) 成果と課題

「数学Ⅰ」、「数学A」、「化学基礎」、「生物基礎」などにおいて、「科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方を育成する教育内容・方法を一体的に整理したカリキュラムを提案することができた。また、この整理と併せて、統合的意志決定能力を育成する教育内容・方法についても検討することができた。

数学科においては、各単元において課題学習を開発し、年間指導計画に示した。課題学習の位置付けは、「日頃の授業で学習した内容を活用して課題の解決に取り組むことはもちろんのこと、得られた結果について考察を深めたり、考察した内容を発表するためにグループでまとめたりする過程で話し合いを行い、それが正しいことなのかどうかを判断するとともに、判断の根拠を明確にして他の人にもわかるように表現することなど、思考力、判断力、表現力、コミュニケーション力を伸ばすための活動」であり、批判的検証に基づく統合的意志決定につながるものとして開発した。理科においては、探究の過程における「科学的な態度や表現をする」ことを重視し、課題研究の評価規準との関連も考慮しながら基礎的・基本的な内容の習得に不可欠な観察・実験を整理し、年間指導計画に示した。また、授業の主体である生徒の視点から授業方略を見直し、探究活動の流れをベースにししながら「内化と外化の往還を取り入れた」授業展開を検討した。特に「知識構成型ジグソー法」を導入することで統合的意志決定能力の育成につながることを示唆を得た。

## 4 「科学知の探究Ⅰ」実践報告

### 1) 数学科「数学Ⅰ」, 「数学A」(対象: 第1学年)

#### (1) 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	基礎的・基本的内容の充実を目指した授業の構成原理の展開と実践
第2年次	数学的な思考に基づいた合理的判断能力を育成するための教材の開発と授業実践(1)
第3年次	数学的な思考に基づいた合理的判断能力を育成するための教材の開発と授業実践(2)
第4年次	数学的に思考, 判断した内容を伝達する能力を育成するための授業構成に関する研究
第5年次	批判的検証に基づく統合的意志決定能力の育成に向けた授業の構成と検証

#### (2) 概要

##### ①過去4年間の概要

第1年次は, 高等学校数学における基礎的・基本的概念を抽出し, 授業を通してそれらを定着させるための授業構成の方法に関して研究を行った。学習内容の系統性や発展性を考慮して問題解決の場面を設定し, 授業では場面に応じて小集団活動を取り入れた実践を行った。学習内容を, 中学校数学の4領域「数と式」, 「図形」, 「関数」, 「資料の活用」に分類することで, 中学校と高等学校の学習内容の系統を明確に記述することができ, それぞれの単元で内容の関連性を重視した学習指導の実現につなげることができた。第2年次は, 数学的思考に基づいた合理的判断能力を育成するための教材の開発と授業実践を行った。開発した教材が, 合理的判断能力を育成するものになっているか否かについて, 授業前, 授業後の検討会で議論した。開発した教材は, 「数学Ⅰ」の課題学習の時間に扱うものが多くなった。生徒のワークシートなどへの記述や授業観察者からの感想などから定性的な結果による評価はできたが, さらに有効性のエビデンスとしての定量的データが必要であるという課題が残った。第3年次は, 開発した教材による授業実践を通して, 生徒の思考がどの程度深まったのかを検討した。思考の深まりは, 授業者の発問や他の生徒の発言によって促される側面ももつため, 発問や授業展開の工夫という視点からも授業評価を行った。授業後のアンケート調査やインタビュー調査を実施することで, 開発した教材の有効性を示す定量的データと定性的データを得ることができた。第4年次は, 数学的な表現に関する技能の習得とその読み取りに着目して授業構成を検討した。これは情報通信の発達によって増大したビッグデータから有用な情報に着目して整理し, 判断する際に必要な資質・能力であるといえる。

##### ②今年度の実践例

第4年次までの実践で, 基礎的・基本的な内容を定着させ, 数学的な思考に基づいた合理的判断能力や, 思考, 判断した内容を表現する力の育成に向けた授業の構成については一定の成果を得ることができた。それを踏まえて, 第5年次では批判的検証に基づく統合的意志決定能力の育成に向けた授業の構成を試みた。

具体的には, 数学Ⅰ「データの分析」の「データの散らばりと四分位範囲」における課題学習(2時間)で, 平成23年~平成27年の5つの都市のハウレンソウの小売価格調査のデータを使って, 10のグループにわかれて都市ごと, または年ごとの箱ひげ図を作ってデータを比較し, その特徴から推測される事柄についてまとめ, 発表する活動を行った。生徒は, まず自分達に割り当てられたデータを基に箱ひげ図を作成し, それを持ち寄って1枚の図に表した上で, データの分布の特徴やそこから推測される事柄について考察を行った。さらに, お互いの気付きを話し合っグループとしての意見をまとめ, 発表ボードを作成し発表を行った。この学習活動を通して, お互いの意見を擦り合わせ, まとめあげるという統合的な意志決定の過程を経ることができたと考えられる。

##### (3) 検証

どのグループもデータの特徴を正しく読み取り, それを根拠にして自分達が考察した内容を発表することができた。冬場的那覇や夏場の長野のハウレンソウの価格が安いことから, ハウレンソウは涼しい気候に適した作物であるとの分析は, データから正しい事柄を分析できた好例である。その一方で, 年々価格が上がっていることを地球温暖化に結びつけるのは, 流通の事情やハウレンソウの需給についての視点を欠き, 一面的に見過ぎた例といえる。これらのことを踏まえて, 科学的なものの見方や考え方の大切さや批判的に考察に臨む態度について考える機会をもつことができた。

また, 授業後のワークシートの分析から, 統合的な意志決定の過程については, どのグループにおいても複数の気付きに対する取捨選択が行われており, 意見の擦り合わせと合意の下で学習活動が展開されていたことが確認できた。

##### (4) 成果と課題

評価規準	成果と課題
科学的基礎的・基本的な内容を理解している。	四分位数を求め, データの分布の様子を箱ひげ図に表すことができた。また, 複数の箱ひげ図を比較することで, それぞれのデータの分布の特徴を読み取ることができた。

科学の方法を理解し、科学的な思考をすることができる。	箱ひげ図に現れるデータの分布の特徴を読み取り、その特徴が表す事柄について根拠も挙げながら考察することができた。ただし、特徴の読み取りについては、表面的な特徴の読み取りだけで終わる生徒もあり、その特徴が示す背景についても考察を行う態度の育成が課題である。
科学的な態度や表現を通して、科学的なものの見方や考え方をすることができる。	読み取ったデータの分布の特徴から予想される事柄について、グループにおける話し合いを通して考察を深めることができた。また、データが示す内容から得た予想が本当に正しいことなのか、それとも他にも理由があることなのかを批判的に考えることの大切さを知ることができた。

### (5) 5年間のまとめ

5年間の研究開発を通して、基礎的・基本的内容に対する知識・理解を深め、合理的な思考に基づいて判断する力を伸ばす学習活動を行うことについて、一定の成果を挙げることができたと考えられる。その学習活動の中心は日頃の授業での取組であるが、大きな役割を果たしたのは、年間指導計画に適切に位置付けられた課題学習への取組である。そこでは、日頃の授業で学習した内容を活用して課題の解決に取り組むことはもちろんのこと、得られた結果について考察を深めたり、考察した内容を発表するためにグループでまとめたりする過程で話し合いを行い、それが正しいことなのかどうかを判断するとともに、判断の根拠を明確にして他の人にもわかるように表現することなど、思考力、判断力、表現力、コミュニケーション力を伸ばすための活動に取り組むことができた。このような実践を重ねていくことが、本研究の目指す「批判的検証に基づく統合的意志決定の育成」につながるものであると確信している。

実際、第3年次におけるあるクラスでの課題学習の授業では、36人中32人の生徒が自力あるいは周囲と相談して課題を解決していることが確認されており、基礎的・基本的な学習内容が定着していると判断できる。アンケートでは、課題について「しっかり考えることができた」または「ややしっかり考えることができた」と答える生徒が36人中28人いることから、思考を深める活動ができたと判断できる。また、5年次の課題学習では、10グループの全てがハウレンソウの価格の分布に対する自分達の考察結果について根拠を示して発表ボードを作成しており、加えて、お互いの気付きの中から必要なものを判断し、編集し、それでよいと合意に至る過程が実現されていることが確認されている。こうした活動の積み重ねが、本研究の目指す能力の伸張を促すと考えられる。

今後、これらの知見をもとに授業の構成や教材研究に関する枠組みをさらに精緻化することで、高校2年や3年での学習指導への利用も可能となることが期待される。したがって、今後も「科学知の探究Ⅰ」の理念を実現すべく、授業の構成や教材の開発に取り組んでいく必要がある。なお、下記の表は、「科学知の探究Ⅰ」を意識して今年度実施した高校1年の「数学Ⅰ」、「数学A」における課題学習の例である。

#### 【年間指導計画「数学Ⅰ」第1学年対象（抜粋）】

単元	項目	実施内容（課題学習）
数と式	集合と命題	日常の表現と命題の真偽
2次関数	2次関数とグラフ	売り上げを最大にする価格設定
図形と計量	三角形への応用	円に内接する四角形の面積
データの分析	データの散らばりと四分位範囲	ハウレンソウの価格分布の比較
	データの相関	収集したデータの相関の考察

#### 【年間指導計画「数学A」第1学年対象（抜粋）】

単元	項目	実施内容（課題学習）
場合の数と確率	確率	検査の精度と陽性・陰性の割合（条件付き確率）
図形の性質	平面図形	長方形を正方形に並べ替えるための分割
	空間図形	形相図とオイラーの多面体定理 正12面体の体積
整数の性質	約数と倍数	余りの数の性質と演算

## 2) 理科「化学基礎」「生物基礎」(対象：第1学年)

### (1) 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の研究(1)
第2年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の研究(2)
第3年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の評価方法の研究
第4年次	各科目に共通する基礎的・基本的内容の抽出及び各科目のカリキュラム作成
第5年次	基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略とその評価方法及び理科として生徒が学ぶべき基礎的・基本的内容の提案

### (2) 概要

#### ①過去4年間の概要

第1年次には、各科目における科学の基礎的・基本的な内容を抽出し、それらの学びを深めるために生徒の主体的な活動に基づく探究活動を開発した。

第2年次には、第1年次の成果を基に、抽出された科学の基礎的・基本的な内容の精選、さらなる探究活動の開発を行い、カリキュラムに位置付けて実施した。また、既習の知識・技能を活用させることによって、その知識・技能がより一層習得され、科学的な概念も深まることを明らかにした。さらに、実践の結果から、可視化教材を用いることにより、生徒の基礎的・基本的な内容の理解が促されるだけでなく、内容の理解をより深化させるためには、既習の知識を活用しながら各自が可視化情報を分析・解釈し、他者と議論しながら情報を修正していく活動が有効であることがわかった。

第3年次には、科学的な思考の場面で協同学習の有用性が明らかになるなど、3年間の研究推進によって基礎的・基本的内容の理解の充実を図る実践を積み重ねることができた。一方で、第3年次の目標であった評価方法の研究が不十分であり、第4年次以降の課題となった。他にも課題として、基礎的・基本的な理解の定着に向けて、「どの文脈で、どんな知識・技能を、どのように活用するのか」という課題解決における文脈を明確にした授業づくりの一層の推進が不可欠であることが挙げられた。

第4年次では、課題であった文脈に沿った授業づくりの一つとして、単元における観察、実験の位置付けを再構成し、単元内で習得した知識などが活用されていることが実感できるよう改善を図った。さらに、生徒が習得した基礎的・基本的な内容を具体的な課題解決の場面で活用し、一層の定着を図るために「パフォーマンス課題」を取り入れた授業づくりを行うとともに、生徒の活動や成果物に対する評価に取り組むなど、第4年次の課題であった評価方法の研究を進めた。

#### ②今年度の実践例

第4年次までに基礎的・基本的な内容の抽出、それらを定着させるための授業方略の構築、適切な観察、実験を組み込んだカリキュラム開発など一定の成果が得られた。そこで、第5年次は授業の主体である生徒の視点から改めて授業方略を見直し、生徒の主体的な学びを促進し、基礎的・基本的な内容の一層の充実を図るために、アクティブ・ラーニングを取り入れた実践を行った。また、第4年次までの課題であった第2学年で実施する「課題研究」の評価規準との関連についても取り組んだ。ここでは、第2学年につながる第1学年で履修する「化学基礎」と「生物基礎」における実践の一例を示す。

#### 化学基礎

本校の理科では、アクティブ・ラーニングについては、溝上慎一(京都大学)の学術的な定義である「一方的な知識伝達型講義を聴くという(受動的)学習を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表するなどの活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う。」に依拠し、「内化と外化の往還を取り入れた」授業実践として取り組んでいる。「内化」とは知識の理解と獲得、「外化」とは知識を活用するプロセスで行うパフォーマンス(書く・話す・発表するなど)と捉えており、例えば、ここに示した実践例では次のようになる。濃硫酸・酢酸の実験に取り組む(外化)→マグネシウムと反応しないという酸の性質とは異なる結果から、なぜそうなるのか、その解決のために既習内容に立ち返る(内化)→わからないことがあれば教え合い・学び合う(外化)→考察1への解答を示す(外化)→再び実験に取り組む(外化)→考察1と実験結果を整合させる(内化)→考察2に取り組み、理解を深める(内化)→・・・である。また、主体的・協働的な生徒同士の学び合いが成立するよう、一つの方略として、西川純(上越教育大学)の、課題ができていないかを生徒同士が確認できる名札を使用する方法を導入している。できた生徒は名札の色が変わるため、できていない生徒は色が変わった(できた)生徒のところへ聞きに行き、反対にできた生徒はできていない生徒のところへ教えに行くことで、生徒同士で学び合いを深めることが可能となる。さらに、生徒の主体的・協働的な学びを推進するために、これまでの5年間の研究開発を通して化学では単元ごとにサブテキストを作成し

た。サブテキストの表紙にはその単元の目標と自己評価のための評価基準を示した。また、サブテキストの内容構成は、その単元を構成する小单元ごとに、知識→それらを活用して取り組む課題・実験→まとめ、となっており、サブテキストを活用して、生徒は課題解決・実験活動を日頃より主体的・協働的に行っている。

学習内容	学習活動	指導上の留意点・評価
導入	実験1：濃硫酸と酢酸（氷酢酸）にマグネシウムリボンを入れる。 結果1：ともにほとんど反応しない。 考察1：なぜ、反応しなかったのか。どのようなことを行えば、反応するのか。なぜそのように考えたのか。	○濃硫酸と酢酸の取り扱いに注意させる。 ○安全メガネの着用を徹底する。 ○考察ができた班からスマートボード上の名前を黄色にする。 ○オキシニウムイオンの生成について理解している。【知識・理解】
展開1	実験2：希釈した硫酸と酢酸で実験を行う。 結果2：ともに反応するが、硫酸の方が反応が激しい。 考察2：なぜ、硫酸の方が反応が激しかったのか。	○電離度について理解している。【知識・理解】
展開2	考察3：水溶液中において電離度の違いはどのように表すことができるのか、化学式で示せ。	○ホワイトボードに考察3の解答を書き、黒板に貼る。
終結	考察3の解決	○水溶液中での酸の強弱について、化学式を用いて表している。【思考・判断・表現】

### 生物基礎

単元「生物の体内環境」では、「体内環境」・「体内環境の維持の仕組み」・「免疫」の各内容を扱い、生物には体内環境を維持する仕組みがあることを理解すること、その多様性と共通性について認識することが必要である。生徒の興味・関心は高い単元ながらも、実験・観察を行うには制約が多く、知識の羅列になりがちな単元でもある。そこで、本単元では、生徒の主体的な学びを促進し、基礎的・基本的内容の一層の充実を図るため、東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構（CoREF）の開発した「知識構成型ジグソー法」を取り入れた、課題解決における文脈を明確にした授業づくりを行った。

ここでは、酸素解離曲線を用いて色素タンパク質の働きを考察する実践例を挙げる。本実践の目標としては、既習事項を基にエキスパート活動によって得られた様々な動物の酸素解離曲線に関する知識を、ジグソー活動を通じて協働的に統合し、動物における酸素供給のしくみに関する基本的な知識の定着を図るとともに、多様な生息環境に適応した色素タンパク質の性質について考察することである。授業展開（配当時間：2時間）は、以下に示す通りである（①～③が第1時、④～⑥が第2時）。

- ①主課題「ヘモグロビンとの違いを基に、ミオグロビンの性質について考察しなさい」に個人で取り組む（内化）
- ②エキスパート課題で色素タンパク質の性質と働きに関する課題に個人で取り組む（内化）
- ③エキスパートグループで意見交換を行い、理解を深める（外化）
- ④ジグソー活動を行い、わからないことがあれば教え合い・学び合う（外化）
- ⑤クロストークで他グループに自分たちのグループの意見を発表する（外化）
- ⑥各個人で主課題に再度取り組み、理解を深める（内化）

また、第2時についての詳細は以下の通りである。

学習内容	学習活動	指導上の留意点・評価
導入	・本時の流れについて説明する	○エキスパートグループで着席するよう、事前に指示しておく。
展開1	・前時の活動内容の振り返りを行う 各エキスパートグループで、前時のエキスパート活動の内容を再確認する	○エキスパート活動の内容が説明できる。【思考・判断・表現】
展開2	・ジグソー活動 ① 課題の予想の共有 ② エキスパート課題の共有 ③ 本時の課題についての考察 ④ クロストーク用にグループの意見をまとめ、発表者を決める。	○ジグソー活動の座席に移動する。 ○生徒からの質問には基本的に答えない。 ○机間指導を行い、議論の進んでいないグループには活動を促し、近くのグループと交流させる。 ○エキスパート活動の内容を統合し、課題に対する考察ができています。【思考・判断・表現】
展開3	・クロストーク	○ホワイトボードシートを使って発表させる。 ○1班1分を目安とする。 ○他グループの発表を聞き、自分の意見を適宜修正することができる。【思考・判断・表現】
終結	・本時の学習内容について各自でまとめる。	○これまでの活動内容を統合し、自分の言葉で課題のまとめができる。【思考・判断・表現】 ○早くまとめられた生徒には、「質問・意見」欄を記入させる。

### (3) 検証

#### 化学基礎

本実践のねらいは、実験結果をもとに、「考察1：既習の知識を活用して考察し、反応させるための実験を提案すること」、「考察2：未習の知識についても生徒同士の主体的な学び合いによって理解すること」、「考察3：現象を可視化すること」である。これら3つの考察は、後述の(4)成果と課題に示した「科学知の探究I」の評価規準に沿ったものであり、考察1は②に、考察2は①に、考察3は③に対応している。①～③の評価規準の成果と課題に示した通り、本実践のねらいは概ね達成できたと判断できる。なお、授業時間内では展開2の考察3の提示までしかできず、次時に持ち越しとなった。

#### 生物基礎

本実践の評価規準は、「エキスパート活動及びジグソー活動を基に、酸素解離曲線に関する基本的な理解及び、多様な生息環境に適応した色素タンパク質の性質に関する考察ができています。」である。ワークシートの内容を基に、前々時までの学習内容（酸素解離曲線の特徴）や、前時のエキスパート活動の内容を踏まえた内容になっているかどうか、ジグソー活動及びクロストークで導き出された結論を記述できているかどうかを確認した。分析の結果、活動①では、記述した内容が不十分・不正確であったり、全く記述することができなかつたりした生徒が多くいたが、活動⑥では、「ヘモグロビンは酸素を組織に運搬し、解離する」、「ミオグロビンは酸素を貯蔵し、激しい運動などによって急激に酸素消費量が増大した場合に酸素を解離する」ことの両方またはいずれかについて言及されたものが95%を占めていた。したがって、本実践の目標は概ね達成できたと判断できる。

### (4) 成果と課題

上述した実践について、「科学知の探究I」の評価規準に基づいて成果と課題を示す。また、昨年度までの課題であった「課題研究」の評価規準（科学的な思考力、科学的な判断力、科学的な表現力、科学的な問題発見能力、科学的な問題解決能力、統合的意志決定能力）と「科学知の探究I」との関連についても示す。

#### 化学基礎

評価規準	成果と課題	課題研究との関連
①科学の基礎的・基本的な内容を理解している。	未習の電離度ではあったが、生徒同士による主体的・協働的な学びにより理解されていることが、サブテキストの記述から確認することができた。	直結する評価規準はないが、基礎・基本の理解は、科学的な思考力や判断力の基礎である。
②科学の方法を理解し、科学的な思考をすることができる。	酸が電離してオキソニウムイオンが生じるためには、水が必要であるという既習の知識を活用した科学的な思考をして、水を加えるという科学の方法を提案できた。一方で、考察1に時間がかかったクラスがあった。考察1では3つの問いかけが同時になされており、どれから取り組むべきか混乱を招いたと思われる。まずは、実験結果という文脈に即した「なぜ反応しなかったのか」という問いのみを考えさせ、結論がでた時点で次の問いという流れにすべきであった。	考察の結論を出すための生徒同士の議論などから、科学的な思考力、科学的な問題解決能力、統合的意志決定能力と関連付けられる。
③科学的な態度や表現を通して、科学的なものの方や考え方をすることができる。	水溶液中の化学種の様子を、強酸・弱酸それぞれにおいて的確に表現することができた。実際には見えないものをモデル化し、可視化することは、原子レベルでは決して正確に表現したものではないが、思考を助ける重要な表現である。	モデル化という観点から、科学的な表現力と関連付けられる。

#### 生物基礎

評価規準	成果と課題	課題研究との関連
①科学の基礎的・基本的な内容を理解している。	ヘモグロビンの酸素運搬能力が、CO <sub>2</sub> 分圧、pH、温度など様々な条件に依存して変化するという既習内容を活用し、エキスパート活動（母体と胎児の酸素解離曲線、ラクダとリャマの酸素解離曲線、ミミズとゴカイの酸素解離曲線）のそれぞれについて正しく考察できていたことから、基礎的・基本的な内容について十分理解していたと判断できる。課題としては、エキスパート活動において、エキスパート課題の難易度に差がないように、内容を適正に吟味する必要がある。	直結する評価規準はないが、基礎・基本の理解は、科学的な思考力や判断力の基礎である。
②科学の方法を理解し、科学的な思考をすることができる。	酸素ヘモグロビンと酸素ミオグロビンの酸素解離曲線のグラフの形状が異なることの意味について、各エキスパート課題の内容を統合することで考え、各色素タンパク質の体内における働きについて考察することができた。各自の考えについてジグソー活動やクロストークを通じて共有することで、自分の考えをよりブラッシュアップし、科学的に記述することができた。	ジグソー活動やクロストークにおける生徒同士の議論などから、科学的な思考力、科学的な問題解決能力、統合的意志決定能力と関連付けられる。
③科学的な態度や表現を通して、科学的な	ワークシートの分析より、1回目の課題の取組では内容が不十分であったり、まったく記述することができなかつたりした生徒もいたが、2回目の取組では、ほぼ全員が色素タンパク質の性質とその働	エキスパート活動、ジグソー活動、クロストークと3段階に渡って他者と意見を交

<b>もの見方や考え方をすることができる。</b>	きについて科学的事実の裏付けを基に記述できていた。生徒の感想から、自分一人では解答が難しい問いでも、他者と複数の情報を共有することで、より理解が深まり、自分が気付かなかった観点から考察することができたという意見が多く得られた。また、本時の活動を通じて、生命現象の巧妙さに改めて感心した生徒が多くおり、恒常性についての興味・関心がより高まったことで、他の動物の酸素解離曲線がどうなっているのか、生息環境によって酸素運搬能力がどのように変化するかなど、新たな疑問をもつ生徒も複数いた。	換・共有することで、一人では解答が難しい問いでも、他者と複数の情報を共有し、より理解を深め、多様な観点から考察が可能となる。科学的な思考力、科学的な表現力、統合的意志決定能力と関連付けられる。
---------------------------	--	--

**(5) 5年間のまとめ**

5年間の研究開発を通して、基礎的・基本的知識の理解→実験（基礎的・基本的技能の習得）→実験結果に基づく既習の知識を活用した考察→考察の表現→理解深化のための新たな課題提示という構造化と、それを実践するための協調学習やアクティブ・ラーニングの導入、パフォーマンス課題やポートフォリオ評価、文脈に沿った観察・実験の開発を行い、目標であった基礎的・基本的内容の理解の充実を図るための授業方略や評価方法を実践、検証することができた。その一例として、基礎的・基本的内容の習得に不可欠な観察・実験と第1学年で履修する「化学基礎」「生物基礎」の単元との関係を示したものを下表として示す。

こうした成果を提案することができる一方で、物理と地学は第2学年からの履修であり、同様に第2学年から取り組む「課題研究」と並行して、物理と地学の基礎的・基本的内容の習得となるため、「課題研究」との連携という点では課題が残った。来年度からは、第1学年で履修する「化学基礎」と「生物基礎」において物理や地学領域を取り入れた融合内容を実施するなど、課題の解決の一助となりうる教材開発を進める。

**【年間指導計画「化学基礎」第1学年対象（抜粋）】**

単元名（密林館「化学基礎」より）		実施内容
物質の状態	物質の状態	硫酸銅水溶液の蒸留（演示）、ヘキサンによるヨウ素の抽出（演示）、ヨウ素の昇華（演示）、ペーパークロマトグラフィー（演示）、茶葉からカフェインの抽出とTLCによる同定（生徒実験）、炎色反応（生徒実験）、硫黄の同素体（生徒実験）、リンの同素体（演示）
	物質の構成粒子	分光器を用いたスペクトル観察（生徒実験）、放射線の検出（演示）
物質の構成	化学結合	ナトリウムと塩素の反応（演示）、硝酸ナトリウムの融解による電気伝導（演示）、銅の錯イオンの生成（生徒実験）、水の極性の確認（生徒実験）、金属原子の最密充填モデルの作成（生徒実験）、氷の分子モデルの作成（生徒実験）
	物質の質量と化学反応式	物質の質量とモルの関係（生徒実験）、モル濃度溶液の調製（生徒実験）、水溶液の密度（生徒実験）、モル体積の算出（生徒実験）、イオン同士の反応による沈殿生成（生徒実験）、炭酸水素ナトリウムの熱分解（生徒実験）、炭酸カルシウムと塩酸の反応（生徒実験）
物質の変化	酸と塩基	強酸と弱酸の反応（生徒実験）、水溶液の濃度とpH及び電離度の関係（生徒実験）、中和滴定による食酢の濃度決定（生徒実験）、滴定曲線の作成（生徒実験）、塩の加水分解（生徒実験）
	酸化還元反応	水素による酸化銅の還元（演示実験）、酸化銅によるメタノールの酸化（生徒実験）、金属のイオン化傾向（生徒実験）、さまざまな酸化還元反応（生徒実験）

**【年間指導計画「生物基礎」第1学年対象（抜粋）】**

単元名（第一学習社「生物基礎」より）		実施内容
生物の特徴	生物の多様性と共通性	顕微鏡の使い方（生徒実験）、マイクロメーターの使い方（生徒実験）、葉緑体の大きさの測定（パフォーマンス課題）
	細胞とエネルギー	酵素のはたらきとその性質（知識構成型ジグソー法）、さまざまな酵素反応（生徒実験）
遺伝子とその働き	遺伝現象と遺伝子	DNAの抽出（生徒実験）
	遺伝情報の複製と分配	体細胞分裂の観察（パフォーマンス課題）
	遺伝情報とタンパク質の合成	唾腺染色体の観察（生徒実験）
生物の体内環境	体液とその働き	血球の観察（生徒実験）、心臓・肝臓・腎臓の観察（生徒実験）、酸素解離曲線（知識構成型ジグソー法）
	生体防御	免疫システム（知識構成型ジグソー法）
	体内環境の維持のしくみ	自律神経の働き（生徒実験）、自律神経系と内分泌系の相互作用（パフォーマンス課題）
バイオームの多様性と分布	生物の多様性とバイオーム	分光器を用いた吸収スペクトルの観察（生徒実験）
	バイオームの形成過程	野外観察（長期休暇課題）
	バイオームとその分布	各バイオームの代表的な植物種の観察（生徒実験）、温かさの指数とバイオーム（知識構成型ジグソー法）
生態系とその保全	生態系	土壌動物の観察（生徒実験）
	生態系のバランスと保全	菌根菌の観察（生徒実験）、外来生物と生態系（知識構成型ジグソー法）
	生態系の保全	生態系の保全（知識構成型ジグソー法）

## (ウ) 科学的な思考, 判断, 表現, 及び問題発見, 問題解決, 統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発

### 1 研究仮説

科学的な思考, 判断, 表現などの育成を図るとともに, 科学的に探究する方法を習得し, 得られた知識や内容に基づき統合的に判断することを通して, 自ら進んで意志決定をするための態度を身につける力(統合的意志決定能力(Integrated Decision Making))を養うことによって, 問題を自ら発見し, 探究することの重要性や必要性を認識し, 自ら積極的に問題に関わろうとする態度を育成することができる。

### 2 研究内容・方法

名称	研究内容・方法
課題研究	第1学年希望者, 第2学年 SS コース生徒, 第3学年 SS コース生徒を対象に, 生徒の自主的な研究態度の育成, 情報収集・活用能力の育成, 科学の基礎的能力の伸張を図ると同時に, 創造性が育まれていく過程を実感させる。自ら決めたテーマに従い4人程度のグループに分かれて約1年半の期間, 課題研究を進める。主に数学科, 理科が担当する。
現象数理解析	第2学年 SS コース生徒を対象に, 学校設定科目として設置し, 「現象」にどのようなアプローチするかという考え方そのものに踏み込んで, 「現象」をモデル化し, 数学的に表現し解析にすといった数理モデリングの手法を学習し, 自然現象の解析を行う。数学科が担当する。
科学知の探究Ⅱ	全生徒を対象に, 全教科において, 「科学的な知の体系」の習得に求められる思考, 判断, 表現及び問題発見, 問題解決, 統合的意志決定能力の育成のための新たな学習内容, 方法を開発する。

「課題研究」, 「現象数理解析」, 「科学知の探究Ⅱ」の実践を項目4において報告する。ただし, 数学科, 英語科では「科学知の探究Ⅱ」の研究内容を学校設定科目「現象数理解析」と「科学英語表現」においても実施しているため, 「科学知の探究Ⅱ」においては数学科, 英語科を除いて報告する。

### 3 検証・成果と課題

「課題研究」については, 第2学年 SS コース生徒及び第3学年 SS コース生徒のいずれにおいても継続的に形成的評価を行っているが, 本検証では研究を終えた第3学年 SS コース生徒の最終評価を対象として記述する。

#### 1) 評価規準1「基礎的, 基本的な内容の理解を基盤とした科学的な思考, 判断, 表現ができる」について

##### (1) 検証

「課題研究」では, 評価規準「科学的な思考力」, 「科学的な判断力」, 「科学的な表現力」に係る全11項目のうち, 生徒自己評価(4点満点)の平均点が3点以上であった項目は10項目あった。3点未満の項目はⅡーア(先行研究)のみである。これは, 本学年の研究については, 先行研究の少ない独自性のあるテーマを設定することが多かったためだと考えられる。教員評価(2点満点)の平均点は1.8~2.0点で高水準であった。

「現象数理解析」では, 生物の生存戦略の考察において, ほぼ全ての生徒が「数学的な解析の視点を理解して, 事象を数学的に考察すること」ができた。

「科学知の探究Ⅱ」では, 「議論をさせるなかで, 生徒は科学的な知識を獲得し, 科学的にものを考えていく方法論を習得することができた」(地理歴史科・公民科), 「他のチームを観察することで問題を自ら発見して, 課題解決に向け論理的な思考に基づいて判断し, 次への活動へ生かすことができた」(保健体育科), 「表現手段としての作図法が必要であり, なおかつ正確でなければならないことに気付き, 完成した作品を鑑賞し合って, お互いのよさを認め合えた」(芸術科), 「コンピュータでのプログラムによる計測・制御と生活の結びつきを科学的な知見とともに考えさせることができた」(技術・家庭科)などの結果を得ることができた。

以上のことから, 基礎的, 基本的な内容の理解を基盤とした科学的な思考, 判断, 表現ができていると考えられ, 評価規準1について「よく達成されている」と判断した。

##### (2) 成果と課題

基礎的, 基本的な内容の理解を, 知識を単に再生するためだけではなく, 思考, 判断, 表現の手立てのための理解として捉え, 各プログラムにおいて教育内容・方法を検討して授業改善へつなげた。また, 「表現の枠組みが思考の枠組みとなる場合も考えられ, 論理的な表現の育成は思考の促進と両輪でなされていくべきものである」

(国語科)のように, 思考, 判断, 表現を別々の資質・能力として育成するのではなく, 相互還流的に育成する実践を行い, その有効性を確認した。「課題研究」では, 一連の研究過程の中で思考, 判断, 表現を相互還流的に扱う場面が多く, 「科学的な思考力」, 「科学的な判断力」, 「科学的な表現力」のいずれにおいても高水準かつバランスよく育成できていることを示す結果が得られた。

## 2) 評価規準2「自ら課題を発見し、解決する方法を見出し、見出した方法にもとづいて課題解決を行うことができる」について

### (1) 検証

「課題研究」では、評価規準「科学的な問題発見能力」、「科学的な問題解決能力」に係る全7項目の全てにおいて、生徒自己評価の平均点は3点以上であった。また、教員評価の平均点は5項目において1.8～2.0点、「科学的な問題発見能力」に関するIV-イ（自然・科学技術を理解する態度）は1.7点、IV-ウ（実証可能な仮説の設定）は1.6点であった。

「現象数理解析」では、生物の生存戦略の考察において、9割の生徒が「事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出すこと」ができていた。

「科学知の探究Ⅱ」では、「各班の実験計画案の共有と相互評価を通し、どの班もよりよい方法に修正を行って実験に臨むことができた」（理科）、「要因を考え、新たに目標設定をし直し、実行という流れで進めることができた」（保健体育科）、「『すでに生じている課題や問題』よりも、製作中に起こり得る、もしくは起こることが予想される『未知の課題や問題』の発見・解決に導く授業開発を進め、他者の意図を汲み取りながら、問題を発見・解決する学習過程を開発することができた」（技術・家庭科）などの結果を得ることができた。

以上のことから、自ら課題を発見し、解決する方法を見出し、見出した方法にもとづいて課題解決を行うことができていると考えられ、評価規準2について「よく達成されている」と判断した。

### (2) 成果と課題

教師がファシリテーターとしての役割を果たすとともに、課題を工夫したり、生徒同士の相互評価を活用したりすることなどによって、質の高い課題の発見を促し、生徒が主体的に課題解決を図る取組を行うことができた。このような取組は、単元計画や年間計画を綿密に作成し、一連の学習の中で意図的に課題の発見を促して解決させる場面を盛り込むによって可能になることがわかった。生徒の主体性を重視すれば自ずと課題や解決方法は多岐に渡る。今後の検討課題は、限られた時間と学習環境下における生徒の主体性の確保である。

## 3) 評価規準3「得られた知識や内容にもとづいて統合的に判断し、意志決定することができる」について

### (1) 検証

「課題研究」では、評価規準「統合的意志決定能力」に係る全2項目において、生徒自己評価の平均点は全項目とも3点以上、教員評価の平均点はいずれも1.8点であった。VI-ア（研究の意義）は、昨年の第3学年SSコースの生徒に対して行った教員評価（1.4点）よりも大きく上昇し改善がみられた。実際、昨年度と比べて、課題研究論文集に収録されている論文中には、その研究の意義に触れた記述が増加している。

「現象数理解析」では、今年度、評価規準に対する評価基準（A～C）を定め、統合的に判断したり記述したりできている状態をAとして設定した。生物の生存戦略の考察において、数学的な考察を適切に行っている生徒は9割に及ぶが、「様々な場面を想定しながら統合的に考察すること」、「新たな課題を見出し、それにつながる様々な要因を統合的に考察すること」は、いずれにおいても2割の生徒にとどまった。

「科学知の探究Ⅱ」では、「一人一人のもつ情報や知識、技能が合わさることにより、合意形成がなされていた」（国語科）、「討論やそれをもとに意志決定を行うとき、エビデンスを明確にすることが大切であり、そこから論理的に帰結させて見解を述べることの重要性を、生徒の中に認識として定着させることができた」（地理歴史科・公民科）、「教科・科目横断的に既習内容を活用することによって、『正解のない』問いに対して他者と協同して意志決定を行うことの重要性を認識することができた」（理科）、「他者の分析方法や他者の視点を考えることにより、情報を多角的に見ることができた」（情報科）などの結果を得ることができた。一方、統合的な判断や意志決定の結果の質（条件に応じた最適解が得られているかなど）については検討の余地が残された。

各プログラムにおいて、得られた知識や内容に基づいて統合的に判断し、意志決定するための教育内容・方法については整理されてきた。しかし、統合的な判断や意志決定の結果に対する質については、検討の余地が残されていると考えられる。以上のことから、評価規準3について「やや達成されている」と判断した。

### (2) 成果と課題

数理モデリングの理論と手法の習得を目指した「現象数理解析」において、内容・方法・評価を一体化し、統合的な判断などを育成することが可能な理数融合型カリキュラムを開発した。この開発のプロセスやその視点は、他教科・科目において統合的な判断などを育成する教育内容・方法を再検討のために活用できるものとする。

各プログラムを通して、統合的に判断し、意志決定する力を育成するために必要な教育内容・方法の要素を抽出するとともに、これらの力の育成にアクティブ・ラーニング型の学習が有効であることの示唆を得た。一方、何をもって統合的であるのかを明確にして評価すること、統合的に判断し、意志決定した結果の質を高めることに課題が残った。今後、これらの課題を踏まえて各教科・科目の取組を精緻化する必要がある。

## 4 各プログラムの実践報告

### 1) 「課題研究」(対象：第2学年 SS コース (1 単位), 第3学年 SS コース)

#### (1) 研究仮説

生徒が自ら設定した研究課題に対して主体的に取り組み、積極的に発表する機会を与えることによって、将来先端研究を担っていくための基礎的資質や能力が養われるとともに、自主的な学習態度、情報の収集・活用能力の育成、基礎的な科学概念の理解とそれらの関連性の把握、コミュニケーション能力や英語を含めたプレゼンテーション能力などが向上する。

#### (2) 今年度の実践

研究テーマを生徒自ら設定して、第2学年は9研究(内訳：物理4, 化学2, 生物1, 数学2)に、第3学年は昨年度から継続してきた12研究(内訳：物理2, 化学2, 生物1, 地学1, 数学6)に取り組んだ。(今年度の研究テーマは第9章第1節 p. 89 を参照のこと。)

また、昨年度の実践を通して明らかになった課題や検討事項に対して、今年度実施した改善に向けての取組を次に示す。

昨年度の課題・検討事項	今年度の改善事項(対象学年)
<ul style="list-style-type: none"> <li>課題研究評価規準(表1)「結果の科学的意義や社会的意義について考えること」(統合的意志決定能力)について、生徒自己評価・教員評価ともにやや低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事前にテーマを検討させ、研究の動機や意義、持続可能な社会の形成との関わりを考えさせた。(2年)</li> <li>発表準備や論文の作成を通して、自らの研究の意義を問う指導を行った。(2年・3年)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>研究不正の防止に向けた取組の一環として、課題研究論文における出典の記載方法について一層の改善を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>課題研究論文における引用文献と参考文献を明確に区別して記載させ、出典の書き方をより詳細なものに改めた。(3年)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>第3学年に設定した教育課程外の課題研究必須時間での活動を通して、第2学年生徒の研究力の育成を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>第2学年 SS コース生が研究の様子を知り次年度の見通しをもつことも設定の目的であることを周知した。(3年)</li> </ul>

#### (3) 評価方法・結果

##### ① 評価方法

第2学年、第3学年とも生徒自己評価と教員評価を実施した。

生徒自己評価は、表1に示す評価規準の各項目について、「よく達成されている(4点)」「やや達成されている(3点)」「やや達成されていない(2点)」「達成されていない(1点)」として定期的に自己評価させ、毎回平均値を求めた。第3学年の結果(過去4年間の12月における自己評価の変化、平成28年度第3学年生徒の2年間における自己評価の変化)は図1に、第2学年の結果(過去3年間の12月における自己評価の変化、平成28年度第2学年生徒の1年間における自己評価の変化)は図2に示した。なお、現在の回答方法による自己評価は第3学年が平成25年度から、第2学年が平成26年度から実施したため、過去のデータとしてまとめた年数が学年によって異なっている。

教員評価の実施は2年目である。昨年度は表1に示す評価規準の各項目について基準を設定し、実際に評価を行って検証した。前回の報告では一部の基準のみにとどめたため、今年度は完成した基準の全体を表2に示す。この基準は、本校が今まで継続して取り組んできた課題研究における生徒の実態などを踏まえて設定したもので、生徒の主体性を重視している。この基準を基に「評価A(2点)」「評価B(1点)」「評価C(0点)」として評価し、実施ごとに平均値を求めた。第3学年の結果(過去2年間の第3学年・12月における教員評価の変化、平成28年度第3学年生徒の2年間における教員評価の変化)は図1に、第2学年の結果(過去2年間の第2学年・12月における教員評価の変化、平成28年度第2学年生徒の1年間における教員評価の変化)は図2に示した。

表1：評価規準

<b>I 科学的な思考力</b>	<b>IV 科学的な問題発見能力</b>
ア 仮説に基づいて、研究を構想・計画することができた。	ア 自然や科学技術に対して興味・関心が高まった。
イ 研究の位置付け・必要性を論じることができた。	イ 自然や科学技術を理解しようとする態度が身についた。
ウ 結果の再現性を考察することができた。	ウ 問題について科学的に実証可能な仮説を立てることができた。
<b>II 科学的な判断力</b>	<b>V 科学的な問題解決能力</b>
ア 適切な先行研究を見つめることができた。	ア 積極的に行動できた。
イ 他者の研究成果を科学的に評価することができた。	イ 結果に影響する新たな要因を見つめることができた。
ウ 自分の研究成果を科学的に評価することができた。	ウ 研究推進のための作業を継続する忍耐力が身に付いた。
<b>III 科学的な表現力</b>	エ 新たな研究手法を工夫することができた。
ア 問題や動機を説明することができた。	<b>VI 統合的意志決定能力</b>
イ 問題を科学的文章として記述することができた。	ア 結果の科学的意義や社会的意義を考えることができた。
ウ 仮説を論理的に表現することができた。	イ 結果に基づいて意志決定することができた。
エ 研究経過と結果について説明することができた。	
オ 研究経過と結果について科学的文章として記述することができた。	

表2：教員評価用基準

I 科学的な思考力			
	評価A	評価B	評価C
ア	期待される結果についての見通しをもちながら、仮説の検証が可能な研究を自ら構想したり計画したりすることができた。	仮説の検証が可能な研究を自ら構想したり、計画したりすることができた。	評価Bを満たさなかった。
イ	先行研究を理解し、解決すべき問題は何であるかを明確にし、研究の位置付けや必要性を論じることができた。	先行研究を理解し、研究の位置付けを自ら考え、論じることができた。	評価Bを満たさなかった。
ウ	科学的な手法を用いて再現性について自ら考察し、今後の研究の方向性を見いだすことができた。	科学的な手法を用いて再現性について自ら考察することができた。	評価Bを満たさなかった。
II 科学的な判断力			
	評価A	評価B	評価C
ア	研究目的と関連した先行研究を自ら見つけ、今後の研究計画に活かすことができた。	研究目的と関連した先行研究を自ら見つけることができた。	評価Bを満たさなかった。
イ	他者の研究成果について、研究目的や方法を理解した上で、批判的に考察し、今後の研究の方向性について提案することができた。	他者の研究成果について、研究目的や方法を理解した上で、批判的に考察し、評価することができた。	評価Bを満たさなかった。
ウ	自分の研究成果について、得られた実験結果や観察結果に基づき、批判的に考察し、今後の研究の方向性を見出すことができた。	自分の研究成果について、得られた実験結果や観察結果に基づき、批判的に考察することができた。	評価Bを満たさなかった。
III 科学的な表現力			
	評価A	評価B	評価C
ア	問題や動機を明確にし、研究目的と関連付けた説明をすることができた。	問題や動機を説明することができた。	評価Bを満たさなかった。
イ	問題について、なぜその問題を解明する必要があるのか、動機や先行研究との関連を明確にした上で、科学的文章として述べる事ができた。	問題を科学的文章として記述することができた。	評価Bを満たさなかった。
ウ	仮説について、先行研究との関係やなぜその仮説を立てる必要があったのか、その必要性も含めて論理的に表現することができた。	仮説を論理的に表現することができた。	評価Bを満たさなかった。
エ	研究経過と結果及び今後の研究の方向性について説明することができた。	研究経過と結果について説明することができた。	評価Bを満たさなかった。
オ	研究経過と結果について、今後の研究の方向性も含めて筋道を立てながら記述することができた。	研究経過と結果について、科学的文章として記述することができた。	評価Bを満たさなかった。
IV 科学的な問題発見能力			
	評価A	評価B	評価C
ア	自然や科学技術に対する興味・関心が高まり、研究について自らの考えを深めることができた。	自然や科学技術に対して興味・関心が高まった。	評価Bを満たさなかった。
イ	自然や科学技術について自ら進んで理解しようとする態度が身に付き、新たな問題を見出すことができた。	自然現象や科学技術について自ら進んで理解しようとする態度が身についた。	評価Bを満たさなかった。
ウ	問題解決のために、科学的に実証可能な仮説を立て、これまでの研究成果を踏まえて、具体的な研究計画を立案することができた。	問題解決のために、科学的に実証可能な仮説を立てることができた。	評価Bを満たさなかった。
V 科学的な問題解決能力			
	評価A	評価B	評価C
ア	グループにおける自分の役割を理解し、自ら進んで研究推進のための具体的な提案や行動を行うことができた。	グループにおける自分の役割を理解し、積極的に研究活動に取り組むことができた。	評価Bを満たさなかった。
イ	結果を分析し、結果に影響を与える要因を見出し、その要因に基づき実験を計画することができた。	結果を分析し、結果に影響を与える要因を自ら見出すことができた。	評価Bを満たさなかった。
ウ	研究推進のための作業を継続して取り組む忍耐力を身に付け、実験・観察に正確に取り組む姿が見られた。	研究推進のための作業を継続して取り組む忍耐力が身に付いた。	評価Bを満たさなかった。
エ	問題の解決に向けて、原因を踏まえた新たな研究手法を自ら考案し、得られる結果を予測した上で、更なる工夫を重ねることができた。	問題の解決に向けて、原因を踏まえた新たな研究手法を自ら考案することができた。	評価Bを満たさなかった。
VI 統合的意志決定能力			
	評価A	評価B	評価C
ア	研究成果の科学的意義や社会的意義を理解し、研究成果の科学的意義と社会的意義とのつながりやひろがりについて多面的、統合的に自ら考えることができた。	研究成果の科学的意義や社会的意義について、自ら考えることができた。	評価Bを満たさなかった。
イ	研究成果を批判的に捉え、新たな問題を見出し、仮説を立て、仮説の検証のための実験計画を立案するなど、課題研究推進のための適切な方向性について自ら意志決定することができた。	研究成果を批判的に捉え、新たな問題を見出し、次に何をすべきか自ら意志決定することができた。	評価Bを満たさなかった。

破線部分は、評価Bと比べたときの主な違いを示す。

②評価結果

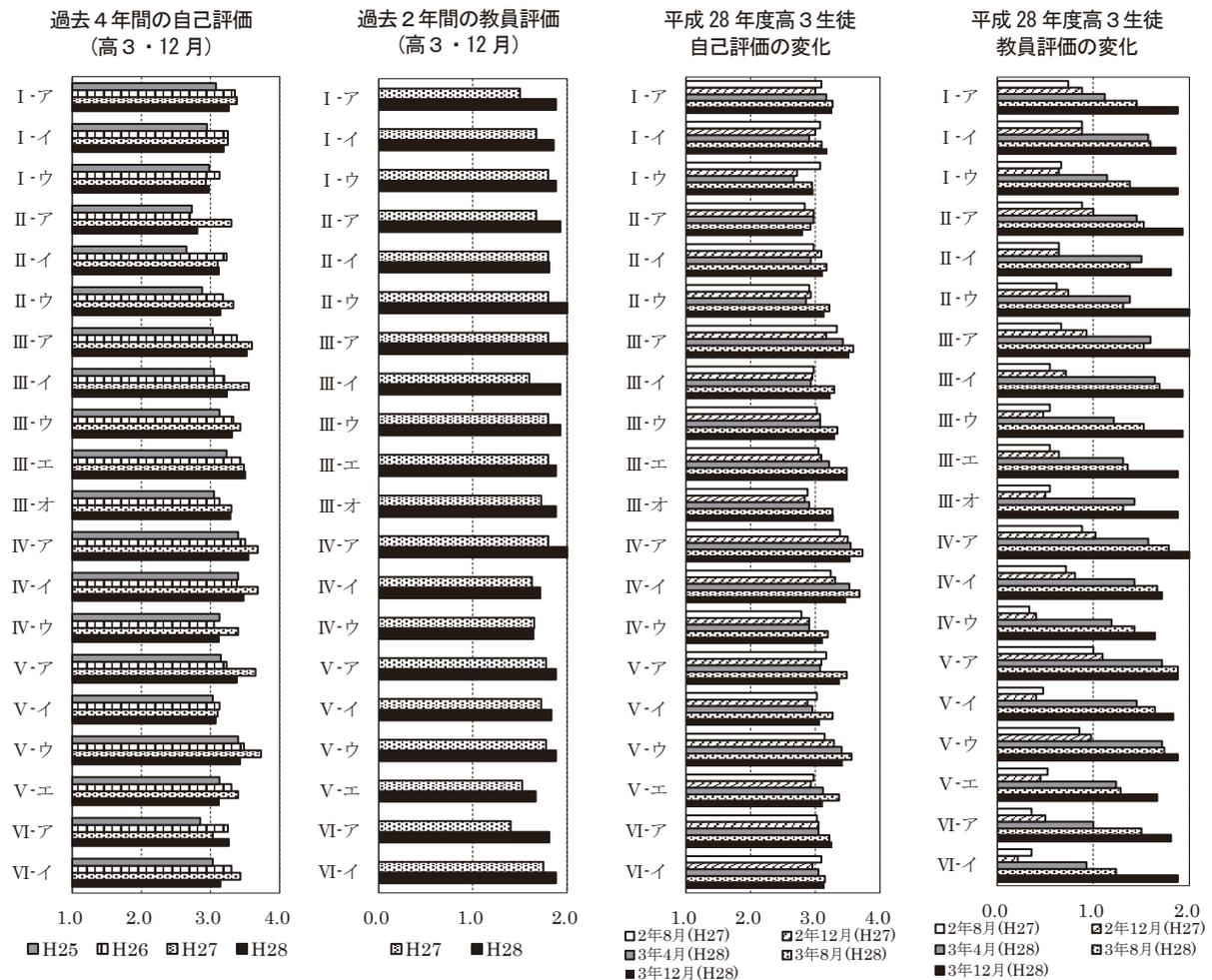


図1：第3学年の生徒自己評価・教員評価の変化

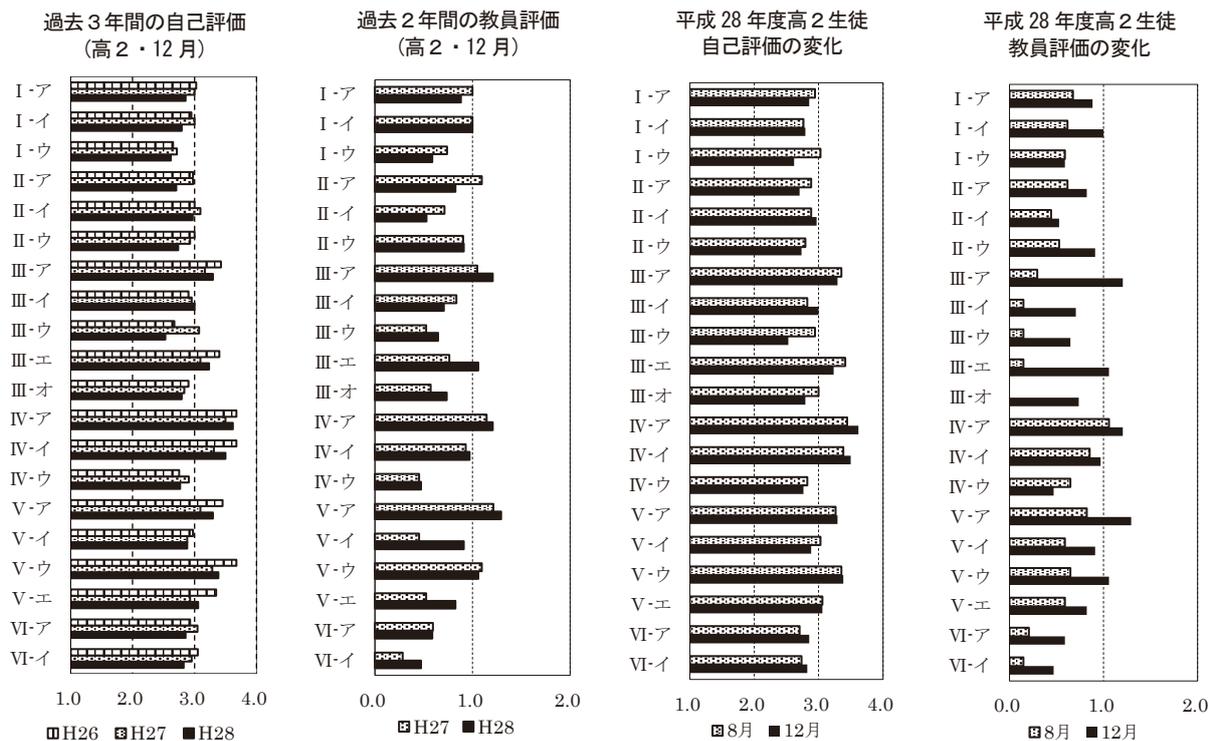


図2：第2学年の生徒自己評価・教員評価の変化

(4) 成果と課題

まず課題研究の取組が終了した現第3学年生徒について報告する。図1のように生徒自己評価・教員評価とも研究を行う態度や必要な資質・能力が第2学年8月時点と比べて全体的に上昇傾向にあり、一定程度の成果を収めていると考えられる。特に生徒自己評価では、表現力や研究を推進する力に関わるⅢの全項目、Ⅳーア、Ⅳーイ、Ⅴーア、Ⅴーウが上昇した。これらの上昇の背景には、論文の構成や出典の記載方法に関する複数回の指導、及び「科学英語表現」の授業におけるプレゼンテーションや英文作成の効果に加え、研究のまとめの段階で意義を検証するといった指導の積み重ねの成果だと考えられる。課題研究終了後の振り返り（自由記述）では表現力や忍耐力が身に付いたという記述が特に多く、ⅢやⅤーウの上昇との関連が見られた。進路については、理学部、工学部、農学部などに進学して科学に携わる研究を希望する生徒だけでなく、医学部・薬学部の志望者の中に研究医や創薬の研究を志す生徒も複数現れた。そのような進学意識を持った生徒の中には、自らの研究経験に加えて「ESD 研究」などの持続可能な社会の形成について学習したことをきっかけとして挙げた者もいた。なお、第3学年8月に最高値となった後、12月に減少した項目が15項目に及ぶが、Ⅱーア以外の12月の評価点はいずれも3.0以上あり、過去3年間の12月調査と比べても変化は小さく、誤差の範囲と考えられる。

現第2学年生徒は、図2のように教員評価は上昇しているものの、12月の生徒自己評価は8月と比べて伸びが鈍く減少した項目もある。現第3学年生徒が第2学年のときにも同様の傾向があった（図1）が、過去2年間の12月の生徒自己評価と比較しても全体的にやや低い。研究が計画通りに進んでいないと感じている生徒が少なくないという現状がある。研究の進捗状況に応じた指導の継続が必要である。

このように、これまで蓄積してきた指導に加え、科学研究の遂行に関わる諸能力の育成では、生徒自己評価・教員評価も有効であり、汎用性をもつ段階まで開発されつつある。この中で、「統合的意志決定能力」の育成については、運営指導委員・研究協力委員から、その重要性の認識は5年間の取組の中で大いに高まったが、獲得は十分とまでは言えない（第9章第2節 p.90）と指摘されている。現第2学年生徒がテーマを検討する段階で行った取組のように、総合的意志決定能力を具体的に実感できるような方策を今後も検討して実施し、幅広い能力の伸長を図っていききたい。

(5) 学会・コンテストなどの参加・受賞歴

①学会・コンテストなどの参加による発表

期日	発表会・学会の名称	場所	期日	発表会・学会の名称	場所
6月18日(土)	文化祭でのポスター展示	本校	11月19日(土)	日本動物学会第87回沖縄大会	沖縄タイムスビル
7月30日(土)～8月1日(月)	第40回全国高等学校総合文化祭自然科学部門	広島大学	11月23日(水)	“テクノ愛2016” コンテスト	京都大学
8月10日(水)～11日(木)	平成28年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会	神戸国際展示場	11月26日(土)	「SSH事業成果報告会」課題研究中間発表会	本校
8月26日(金)～27日(土)	平成28年度マス・フェスタ(全国数学生徒研究発表会)	京都大学	12月10日(土)	広島県高等学校生徒理科研究発表会オーラル発表	広島市立大学
10月8日(土)	日本地学教育学会第70回徳島大会ジュニアセッション	四国大学	1月28日(土)	平成28年度第3回広島県科学セミナー	広島市立大学
10月9日(日)	第6回高校生によるMIMS現象数理学研究発表会	明治大学	2月20日(月)	平成28年度広島県立広島国泰寺高等学校課題研究成果発表会	広島国泰寺高等学校
11月5日(土)	第19回中学生・高校生科学シンポジウム	広島大学	2月23日(木)	「SSHの日」課題研究発表会	本校
11月12日(土)	平成28年度広島県高等学校生徒理科研究発表会ポスター発表	広島市立大学	3月18日(土)	日本物理学会第13回Jr.セッション	大阪大学

②受賞歴一覧 (平成29年1月末現在)

コンテスト名	研究題目	受賞した賞
第60回広島県科学賞	籠の構造と強度について	準特選
第40回全国高等学校総合文化祭自然科学部門	サカナは恐怖をどのように感じているのか	準特選
日本動物学会第87回沖縄大会	籠の構造と強度について	奨励賞
日本地学教育学会第70回徳島大会ジュニアセッション	サカナは恐怖をどのように感じているのか～ゼブラフィッシュの恐怖情動のパターン分析～	優秀賞
第6回高校生によるMIMS現象数理学研究発表会	広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成	最優秀賞
“テクノ愛2016” コンテスト	傾斜がモジホコリに及ぼす影響に関する数学的考察	最優秀賞
第15回神奈川大学全国高校生理科・科学論文賞大賞	カキ殻を用いた遮熱塗料の開発	奨励賞
第19回中学生・高校生科学シンポジウム	広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成プロセスの解明	努力賞
平成28年度広島県高等学校生徒理科研究発表会	加法・乗法を別の演算で表す方法	科学研究奨励賞
平成28年度第3回広島県科学セミナー	効率的な被災者の探索方法	科学研究奨励賞
第3回武蔵野大学数理工学コンテスト	ゼブラフィッシュの学習と記憶	優秀賞
	靴についた土の落とし方	優秀賞
	卵白の泡立ちの研究	最優秀賞
	トンボの翅にはなぜボロノイ構造が現れるのか	最優秀賞
	統計を利用した小説文の分析ー茶川賞と直木賞の特徴ー	奨励賞

## 2) 学校設定科目「現象数理解析」(対象：第2学年SSコース(1単位))

### (1) 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	数理モデリングの理論と手法の習得を図る授業内容の開発
第2年次	数理モデリングの理論と手法の習得を図る授業内容の実践(1)
第3年次	数理モデリングの理論と手法の習得を図る授業内容の実践(2)
第4年次	数理的な視点を養う授業内容の研究
第5年次	数理的な視点を活用する態度を育てる授業内容の研究

### (2) 過去4年間の概要

「現象数理解析」は、第1期、第2期のSSH事業で開発した学校設定科目「数理解析」のカリキュラムを基に、主として数理モデリングの理論と手法の習得を目指して開発を行った。第1年次は、物理現象を題材とした教材を開発・実施した。他の教科・科目との連携を意識し、実験→モデル化という手順で授業を展開することで、より物理と数学との関わりを感じられるようにした。第2年次は、科学的判断の基準となる事実を導くための数学的手法を習得させ、習得状況をレポートで検証した。さらに、あたかも合理的に感じられる社会的判断に対して数学的手法から導かれた事実を根拠として、その社会的判断を批判的に捉え、妥当性を問いつける場面を授業の中で設定し、レポートの中で詳しく議論させた。第3年次は、より実践的な考察の場面を設定するために学期末レポート課題において複数の意見が出る問いを設定し、小グループでの考察・発表の機会を充実させた。第4年次は、前年度の実践を踏まえ、「グループ発表による意見交流が議論の具体性を増す」という仮説を立て検証を行った。その結果、ある問題について議論する際に仮定の妥当性に立ち戻ること、生徒が自らの立場を明確にして問題を議論するようになった。この経験が、課題研究において、生徒が仮定の妥当性を吟味しようとする姿勢を養い、自ら問題を設定・解決する際の視点を得ることにつながると考える。

### (3) 今年度の実践例

#### ①実践内容(概要)

「科学的な判断力」や「統合的意志決定能力」を養うために、数理モデリングの手法を習得させ、環境問題や社会問題について考察させた。達成状況はレポート課題で評価した。第3年次、第4年次の実践より、単元ごとのレポート課題において複数の意見が出る問いを設定し、小グループで発表させている。昨年度は、発表の機会を経るごとに、具体的な場面を設定してより進んだ議論を展開する生徒が増加していったことから、単元ごとに小グループでの意見交流の場を設定し、その後レポート課題に取り組みさせた。このレポート課題への取組を基に、「科学的な判断力」や「統合的意志決定能力」がどのように培われたかを考察した。

#### 【現象数理解析シラバス・評価】

学習目標：現実の事象に潜む法則性を探り、その法則性を数学的に表現して解析するために、数理モデリングを中心とした数学的な手法を身に付けさせる。また、それらの手法を現実の事象の解析に活用する態度を育てる。

評価の観点：

- ア. いろいろな事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出すことができる。(関心・意欲・態度)
- イ. 数学的な解析の視点を理解して、事象を数理的に考察することができる。(数学的な見方・考え方)
- ウ. 事象を抽象化するなどの方法によって、数学的に記述することができる。(技能・表現)
- エ. 数理モデリングの手法を理解することができる。(知識・理解)

開設単位：1単位

学期	学習項目	学習内容	評価の観点・方法
1学期	第1章 数理モデリングの手法 1. 現象と数理モデル ・現象と漸化式 2. 数理モデリングの手法 ・マルサス方程式とロジスティック方程式 ・ロジスティック方程式の利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ハノイの塔の最短手やウサギの増え方(フィボナッチ数列)などを例に、漸化式を用いて現象を表す基本的な手法を学ぶ。</li> <li>・指数的個体数増殖を表現する漸化式モデルを導出した後、そのモデルを批判的に考察する。</li> <li>・伝染病の感染者の増加について仮想実験を行い、感染者の推移を記録する。その推移を記述する数理モデルとしてロジスティック方程式を導出する。</li> <li>・ロジスティック方程式を用いた生物の生存戦略の考察を行う。※1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数理モデリングを用いた現象の考察を通して、その手法の理解を深め、有用性を理解する(レポート課題、グループ発表、議論)。</li> </ul>

2 学期	第2章 自然現象と数理モデリング ・マグロの個体数の減少について ・ロトカ＝ヴォルテラ方程式 ・ロトカ＝ヴォルテラ方程式の利用	・マグロの個体数の周期的変動を学習する。 ・個体数の周期的変動を表現するモデルとしてロトカ＝ヴォルテラ方程式を学習する。 ・ロトカ＝ヴォルテラ方程式を用いた稚魚放流に対する批判的考察を行う。	・自然現象を題材に、数理モデリングの手法を用いて、現象の考察ができるようにする(レポート課題、グループ発表、議論)。
3 学期	社会現象と数理モデリング ・交通渋滞の原因 ・セルオートマトンモデル ・セルオートマトンモデルを利用した交通渋滞の解消	・交通渋滞の再現実験を行い、渋滞を引き起こす自動車の動きの特徴について考える。 ・交通渋滞を記述する数理モデルとして、セルオートマトンモデルを学習する。 ・セルオートマトンモデルの再現性を検証した後、渋滞を解消する方法についてモデルを用いて考察する。※2	・数理モデリングなどの手法を用いて、社会現象に潜む数学的な規則性を解析し、多様な現象の考察に利用できるようにする(レポート課題)。

本科目は「社会と情報」1単位を減じその代替として設置されている。表内の※1、※2において以下の内容に相当する学習を行った。

※1 情報機器を用いてデータの処理を適切に行い、データを加工して他者にわかりやすく伝える手法を習得させる。

※2 情報発信の際のあるべき姿勢を養うために、科学的根拠をもとに物事を説明する活動を行い、望ましい情報社会の在り方について理解させる。

## ②成果と課題

生徒の評価に関し、評価の観点に従い、次の表のような評価基準を設定した。

ア. いろいろな事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出すことができる。(関心・意欲・態度)	
A	いろいろな事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出し、統合的に判断できる。
B	いろいろな事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出すことができる。
C	いろいろな事象を数理的に考察することで、新たな課題を見出そうとしている。
イ. 数学的な解析の視点を理解して、事象を数理的に考察することができる。(数学的な見方・考え方)	
A	数学的な解析の視点を理解して、事象を数理的に考察し、統合的に判断できる。
B	数学的な解析の視点を理解して、事象を数理的に考察することができる。
C	数学的な解析の視点を理解して、事象を数理的に考察しようとしている。
ウ. 事象を抽象化するなどの方法によって、数学的に記述することができる。(技能・表現)	
A	事象を抽象化するなどの方法によって、数学的に、かつ、統合的に記述することができる。
B	事象を抽象化するなどの方法によって、数学的に記述することができる。
C	事象を抽象化するなどの方法によって、数学的に記述しようとしている。
エ. 数理モデリングの手法を理解することができる。(知識・理解)	
A	数理モデリングの手法を理解し、現実場面とモデルを対応させて説明することができる。
B	数理モデリングの手法を理解することができる。
C	数理モデリングの手法を理解しようとしている。

この評価基準について、第1章「数理モデリングの手法」のレポート課題をもとに具体的に検証する。

ここでは、次のような課題を与え、個人、そしてグループで考えさせた。

**課題** ロジスティック方程式  $a_{n+1} = a_n + r_0 \cdot a_n \left(1 - \frac{a_n}{K}\right)$ ,  $a_1 = a$  において、

- (1)  $a$ ,  $r_0$ ,  $K$ の値が大きくなることは現実的にはどのような意味をもつか。
- (2)  $r_0$ が大きいことは生物にとってどのようなメリットがあると考えられるか。実際の現象において様々な場面を想定しながら述べよ。
- (3) いま、 $r_0$ と $K$ の値のどちらかを大きくすることができるものとする。どちらを選ぶほうが「有利である」と考えられるか。

設問(1)では、パラメータの意味付けを問い、評価項目エについて評価する。設問(2)では、数値変化と数

式を対応させ、その様子を数学的に記述し、この現象が現実ではどのような場面に対応するか考えさせ、評価項目イ、ウについて評価する。設問(3)では、オープンエンドな問題に対し、「どちらを選ぶほうが『有利である』と考えられるか」について、これまでの考察をふまえて、さらに新たな課題の発見につながる考察ができるように設定し、評価項目アを評価した。以下、設問ごとに具体的に評価する。

設問(1)では、8割以上の生徒がそれぞれの値の意味を捉えるBレベルに達しており、さらに、そのうち、1割の生徒が、例えば、 $r_0$ の値が大きくなることについて、

- ・病原体の感染力が強くなる。生物が繁殖しやすい。

と答え、また、 $K$ の値が大きくなることについては

- ・エサが増える、または、天敵が増える。

と現実的な意味をふまえて答えるAレベルに達していた。設問(2)では、 $r_0$ 、 $K$ の値について、

- ・ $r_0$ が大きいと、短期間で生物の数が増える。
- ・ $K$ が大きいと、生物の個体数の最大値が大きくなる。

などと、ほぼ全ての生徒がメリットについて正しく記述しておりBレベルに達していた。そのうち、2割の生徒が、

- ・ $r_0$ が大きい場合、生物の増加スピードが速くなることによって、生物が土地に根付きやすくなる。ただし、 $r_0$ が一定量を超えると、個体数が増加した後に減少するのを繰り返すため、 $r_0$ は一定量までは増加したほうがよいが、一定量を超えたら一定量に戻るのがよい。
- ・ $K$ が大きいことは、個体数の上限が大きいことを表す。したがって、もし何らかの要因で個体数が減ったとしても、もともとの個体数が多いため、個体群全体が受ける攻撃は、相対的にみて小さくなるというメリットがある。

と、「様々な場面を想定しながら」統合的に考察ができており、Aレベルに達していると考えられる。設問(3)では、1割の生徒が $a$ 、 $r_0$ 、 $K$ の値のみから「有利である」と判断しており、これはBレベルに達しておらず、事象の観察だけに終始しているCレベルのままであると評価する。また、7割の生徒が、

- ・ $K$ が大きいほうが有利である。 $r_0$ が大きく、繁殖のスピードが速くても個体数を増やせばよい。ただ、天敵が多い状況などでは、 $r_0$ が大きくなると絶滅する可能性もある。

と、数値変化だけでなく、新たな課題につながる考察ができているBレベルに達していた。さらに、残りの2割の生徒が、

- ・ $K$ が大きいほうが有利であると考え。環境許容量が人口の増加を止めているのであって、それをできる限り止めないためには、 $K$ を大きくする必要がある。しかし、 $K$ を増やすことは、環境破壊につながるのではないかという懸念もある。そうすることで、生態系も崩れる可能性がある。
- ・ $r_0$ を大きくするほうが有利であると考え。 $r_0$ の大きい個体群が、周囲の環境の変化などによって、個体数が大きく減っても、最低限の個体数さえ生き延びることができれば、すぐにもとの個体数を取り戻せる。一方で $K$ の大きい個体群が、大きく個体数を減らすことはないものの、万一そのような事態が起きた場合、もとの個体数を取り戻すのは容易ではなく、個体群として致命的な被害を受けてしまう。したがって、大規模な個体数の現象に対し、より強いのは $r_0$ の大きい個体群のほうであり、そのほうが自然界を生き延びる上では有利であると考え。

と、新たな課題を見出し、それにつながる様々な要因を統合的に考察することができており、Aレベルに達していると考えられる。このように学習後のレポート課題において、4つの観点に従った課題を設定することで生徒の学習達成状況を評価できると考えられる。特に、レポート課題を精査すると、個人での考察後、小グループで意見交換させた後の記述のほうが、高いレベルの記述が多く見受けられた。グループ活動の前に個人でしっかりと自分の意見をまとめさせ、それをもとにグループにおいて意見を交換し、さらに、自分の考えを反省するという活動が、より統合的に現象を考察する手立てになると考えられる。

#### (4) 5年間のまとめ

「現象数理解析」では、現実事象を数学の世界にモデル化し、数学的に処理した結果を、もとの事象に戻して考察させる学習を行った。この5年間の成果により、学習内容と評価の観点、方法、評価基準について、プロトタイプの開発ができたと考え。しかし、数理モデリングにおいて最も重要なのは、現実事象を「どのように」モデル化するかである。この学習プログラムでは、モデル化する方法を固定し、その方法を用いて事象の考察を行った。この「どのように」の部分は、課題研究に繋がる学習要素でもある。今後の課題としては、生徒自らがモデル化する手法を選び、複数の手法を用いて考察できるような課題を開発することである。この課題設定により、手法の妥当性を検証することができ、より高次の統合的な思考力が育成できると考える。

### 3) 科学知の探究Ⅱ (対象：全学年)

#### (1) 国語科

##### ①5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	科学的な思考と表現の育成 (1)
第2年次	科学的な思考と表現の育成 (2)
第3年次	科学的な思考と表現の育成 (3)
第4年次	論理的な表現の育成 (1)
第5年次	論理的な表現の育成 (2)

##### ②過去4年間の概要

過去4年間のテーマは「原子力発電所の存続」「死刑制度の存続」「成人年齢18才に引き上げ」といった今日的なものや比較的長くテーマとしてとられてきたものを、教師から提示した。日常的に触れる機会がある問題に腰を据えて取り組んだり、今までに考えたことがなかったような内容を知ることができたりした。思考するだけでなく、その適切な表現の仕方を模索することで、知識や分析・解釈を表現にまで昇華させることができた。

一方で、カリキュラム上でどこにどのように位置付け、運用するかという課題が挙がる。教科書を読み進める基本的な授業カリキュラムにおいて、時間を割くことが難しく、準備不足でディベートや小論文に臨むこととなった。生徒たちもそれを自覚しており、準備が充実していればより充実した活動になったと思われる。また、教科書だけでなく、様々な情報ツールを駆使して情報を収集するところから、充実させていく必要がある。

これらのことを踏まえて、「論題を教員から提示するもの」と「生徒たちで決定するもの」との2つについて計画的に準備をできるように、単元の時間配当を改善したい。また、その準備の段階や論理的な表現に際して、国語科以外の教員の協力を求め、内容の充実にも努めることで、5年目のまとめへとつなげたいと考えた。

##### ③今年度の実践例

###### ア. 対象学年・科目・題材

第2学年・現代文B・ディベートをしよう／小論文を書こう

###### イ. 実践内容(概要)

「病と科学」(柳澤圭子)を読み、科学についての見識を深める。そこから、社会問題からディベートの論題を決定し、グループに分かれて、ディベートを実施する。その後、小論文を書き、相互評価を行う。

###### ウ. 評価

学習の流れの中で、思考が深まり、表現の仕方が工夫されているか、授業方法の有効性と問題を抽出するかどうか、といったことを、観察、資料収集・準備物の評価、小論文相互評価によって行う。

###### エ. 成果と課題

テーマは例えば「科学研究者として防衛省から研究費をもらうか否か」「原子力発電所を再稼働すべきか、中止すべきか」「消費税を10%にするべきか、現状維持か」といったような内容である。また準備に際しては、主に地理歴史科・公民科や数学科の教員と連携をとり、内容だけでなく論理の展開などにも話を進めながら、指導を行った。例年にあったような内容が不十分であったという感覚や、時間が足りないといったものはなかった。

一方で、教員の介入や、選んだテーマに対する意欲の違いなどから、ディベートに積極的に参加できていない生徒もいた。そうした生徒たちも、内容はある程度把握できているため、小論文はまとめることができた。しかし、参加できていない生徒が科学的な思考を自律して行うことができたのか、またそうした思考を論理的に表現する力がついたのか、という課題もみられた。

##### ④5年間のまとめ

生徒個々の関心・意欲・態度は差があるものの、グループでの活動によって、一つの事柄について内容や表現をまとめていくことを経験させ、一人一人のもつ情報や知識、技能が合わさることにより、合意形成がなされていった。そして、その統合的意志決定の過程を踏んだ学習過程において、表現への意欲を喚起し、さらに思考の促進や充実を目指した学びの過程を構築することができた。しかし、生徒個々の関心・意欲・態度に差がある中で、グループ活動による高次のパフォーマンスの育成については、今回の研究からは十分に措置できなかった。

また、取り扱った内容は、教科の枠組みを超えたものもあったため、複数の教員で指導に当たる場面もあった。それぞれの分野・領域を専門とする教員が指導に当たることで、思考は深まり、課題が解決されたり、より高次の課題へと進んでいったりすることができた。科学的な思考には複数教科の視点からの指導が有効であることを確認することができた。さらに、表現する際に、思考が促進されているため、表現が充実することも窺えた。加えて、表現の枠組みが思考の枠組みとなる場合もあった。このようなことから、論理的な表現の育成は思考の促進と両輪でなされていくべきものであると考える。

## (2) 地理歴史科・公民科

### ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	科学的な問題発見と思考能力の育成(1)
第2年次	科学的な問題発見と思考能力の育成(2)
第3年次	科学的な判断力と問題解決能力の育成(1)
第4年次	科学的な判断力と問題解決能力の育成(2)
第5年次	社会的意志決定能力の育成

### ② 過去4年間の概要

世界自然遺産の登録を受けた小笠原諸島に、空港を開設するかどうかという問題を、地理歴史科・公民科の立場から問題設定を行い、科学的な知識や科学的な思考方法を踏まえて問題解決・意志決定することの重要性を、段階的に課題を与え、トレーニングをさせながら認識させてきた。

### ③ 今年度の実践例

#### ア. 対象学年・科目・題材

第2学年・総合的な学習の時間・小笠原空港開設問題を考える

#### イ. 実践内容(概要)

第1次:『世界遺産を教える』→「ユネスコの世界遺産が生まれた背景は?」「世界遺産条約とは?」「世界自然遺産・世界文化遺産・世界複合遺産の違いは?」「世界遺産登録の手順は?」「世界遺産登録の要件は?」「日本が世界遺産条約に批准したのはなぜ?」「日本にある世界遺産は、どのような要件を満たして登録されたのか?」「今後、登録が予想される日本の世界遺産は?」

第2次:『世界遺産で教える①』→「小笠原諸島はどこにあるの? どうやって行くの?」「小笠原諸島を発見したのは?いつから日本の領土に?」「戦前、小笠原諸島はどのように開発された?」「第二次世界大戦によって小笠原諸島はどうなった?」「戦後、小笠原諸島はどのように開発された?」

第3次:『世界遺産で教える②』→「小笠原諸島の自然環境(地形・気候・植生など)は?」「小笠原諸島は、どのような経緯で、どのような要件を満たして、世界自然遺産に登録されたのか?」「小笠原諸島は、世界自然遺産に登録されたあと、どのような変化があったか?」

第4次:『世界遺産で考える』→「小笠原空港建設問題で建設支持派の理由は?」「小笠原空港建設問題で建設反対派の理由は?」「小笠原村の主張は?」「東京都の主張は?」「環境省の主張は?」「生物学会の主張は?」「ユネスコパリ本部の主張は?」「小笠原空港開設問題について、考えられる合理的な解決方法は何か?」「あなたは、小笠原空港開設問題にどのような結論を出す?」「その結論の根拠は?」「自分の考えと反対の人に、どのように反論する?」

#### ウ. 評価

問題1(知識)「世界遺産の3つのカテゴリーを、特色と違いがよくわかるように説明せよ。」

問題2(理解)「1970年代初頭に、ユネスコの世界遺産が生まれた歴史的背景を説明せよ。」

問題3(思考・判断)「小笠原に空港を開設すべきであるという主張の、主な理由を説明せよ。」

問題4(思考・判断)「小笠原に空港を開設すべきでないという主張の、主な理由を説明せよ。」

問題5(意志決定)「小笠原空港開設問題について、考えられる合理的な解決方法を説明せよ。」

#### エ. 成果と課題

世界遺産を通して「持続可能な社会」を考えるという、地理歴史科・公民科の学習課題の中から、世界自然遺産の小笠原諸島を取り上げた。「進化の実験場」とよばれ多くの固有種が存在する小笠原諸島に空港を開設すべきかどうかを議論させる中で、生徒は科学的な知識を獲得し、科学的にものを考えていく方法論を習得することができた。ただ、議論の過程で集団学習の手法をとったため、個人の意見を述べたり、個人の意見で論じ合ったりする場面が少なく、個の意見を集団の意見にまとめる、議論しながら高め合うことに、課題が残った。

### ④ 5年間のまとめ

小笠原空港建設によるメリット(経済効果)とデメリット(環境破壊)を、比較・検討して意志決定を行わせたが、その前提として、どのようなデータを集めるべきか、集めたデータを比較して何を重視して意志決定を行うべきか、これらの優先順位の設定に時間をかけた。意志決定を、科学的根拠と科学的な思考方法に基づいて行わせようとしたものである。討論やそれをもとに意志決定を行うとき、エビデンスを明確にすることが大切であり、そこから論理的に帰結させて見解を述べることの重要性を、生徒の中に認識として定着させることができた。

「知識の質」や「知識の習得のさせ方」について、常に吟味し、授業の中で、生徒と教師が「科学的なせめぎあい」をしながら授業を展開させていくことが重要であると、教師は理解した。

### (3) 理科

#### ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の研究(1)
第2年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の研究(2)
第3年次	各科目における基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略の評価方法の研究
第4年次	各科目に共通する基礎的・基本的内容の抽出及び各科目のカリキュラム作成
第5年次	基礎的・基本的内容の理解の充実を図る授業方略とその評価方法及び理解として生徒が学ぶべき基礎的・基本的内容の提案

#### ② 過去4年間の概要

第1年次は、各科目において、科学の基礎的・基本的な内容を抽出して探究活動を開発した。第2年次は、課題解決を行う協調学習や、得られた情報を共同で活用するなどの活動を行った。第3年次は、課題解決における文脈を明確にした授業を行い、科学的な思考力・判断力・表現力の育成、統合的意志決定能力の育成に資することを確認した。第4年次は、パフォーマンス課題を取り入れた授業を検討し、理科としての基礎的・基本的内容を抽出し、各科目の年間計画の見直しを試みた。第5年次は、第4年次の取組に評価を加えた研究を行う。

#### ③ 今年度の実践例(1)

ア. 対象学年・科目・単元／第2学年・物理基礎・運動の法則

イ. 実践内容(概要)／運動の法則(第2法則)について、実験計画の作成、実験、考察を行った。

ウ. 評価／立案した実験計画の発表、相互評価を行った。各班の案の共有と相互評価を通し、どの班も実験計画の修正を行い、実験に臨んだ。実験結果の考察においても活発な意見交換が行われた。

エ. 成果と課題／ルーブリックの提示によって班内の討議が活発になり、相互評価の明確化とともに生徒と教員の評価のずれも減少した。探究活動では、既習の知識の活用、疑問や葛藤が共有できる課題設定が重要である。

#### ④ 今年度の実践例(2)

ア. 対象学年・科目・単元／第2学年・化学・気体の性質

イ. 実践内容(概要)／ボイルの法則を検証する実験を通して、大気圧を求める探究活動を実施した。

ウ. 評価／通常化学領域では行わない力のつり合いと力の合成及び圧力と力の関係について考察し、大気圧を求めることができた。

エ. 成果と課題／成果物より、思考力と日常への興味を同時に高めることができたと考えられる。

#### ⑤ 今年度の実践例(3)

ア. 対象学年・科目・単元／第2学年・生物・遺伝情報の発現(バイオテクノロジー)

イ. 実践内容(概要)／ヒトの遺伝子組換えをテーマにしたSF映画を視聴し、その中で扱われている技術についてこれまでの既習内容を基にそのメリット・デメリットを考察し、ヒトにおけるバイオテクノロジーの導入について議論を行った。

ウ. 評価／ほとんどの生徒が既習内容を活用して自分の意見を明確にし、他者との議論を通じてバイオテクノロジーのメリット・デメリットについて多様な視点から考察を深めることができていた。

エ. 成果と課題／教科・科目横断的に既習内容を活用することによって、「正解のない」問いに対して他者と協同して意志決定を行うことの重要性を認識することができた。

#### ⑥ 今年度の実践例(4)

ア. 対象学年・科目・単元／第2学年・地学基礎・地球の形と大きさ

イ. 実践内容(概要)／5地域の地形図を基に地球全周を求め、各値や赤道の全周と比較させ、結果だけでなく、データの取り方や処理の方法も含めた様々な視点で地球の形が球であるか否かを検討する探究活動を行った。

ウ. 評価／約7割の生徒が複数の視点から地球の形を適切に考察し、結論を導くことができた。

エ. 成果と課題／複数の視点から検証しないと結論を適切に導けない課題を設定することで、探究の過程全体を振り返ったり、再測定を自ら行ったりする姿が見られ、統合的に判断することができた。

#### ⑦ 5年間のまとめ

科学的な思考、判断、表現を育む授業、また、問題発見、問題解決の能力の育成を図る授業方略を各科目で計画、実践、評価した。協調学習をベースに、パフォーマンス課題をルーブリック形式で生徒に提示し、課題解決を行う探究活動を実践した。その結果、仮説の設定、データ分析・考察の場面において議論が深まった、言語活動が充実した、生徒から問いが生まれ自己効力感が高まった、実験で得られた情報を他の実験結果に活用することができたなどの成果を得た。また、統合的意志決定能力を育成する授業方略の研究では、意志決定させる課題や場面を設定すること、自ら問いを解決しようとする態度を育成することなどが重要であることがわかった。

#### (4) 保健体育科

##### ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	「合理的な生活行動」について科学的な思考の育成
第2年次	「健康的な生活行動」について科学的な思考の育成
第3年次	「合理的・健康的な生活行動」について科学的な思考、判断、表現の育成
第4年次	自己の生活行動における問題を発見する力を養う教材開発
第5年次	自己の生活行動における統合的意志決定を促す授業の創造

##### ② 過去4年間の概要

授業実践ではスポーツの特性を理解するとともに身体構造を理解し、効果的な身体操作やその運動が身体に与える影響について、科学的に探究することを通して実際に自分で試しながら理論的に考え、合理的な身体操作の獲得や科学的な思考の育成を図った。得られた知識や内容を統合的に判断しようとする姿勢がみられるようになり、集団的活動での相互観察や記録を参考にした分析を通して、自らの課題を発見し、運動課題の解決に向けて積極的に活動が行われつつある。今年度は、スポーツとの関わり方の多様性を理解し、得られた知識や内容に基づいて自分たちの技能に合わせたルール作りや戦術決めなど意志決定しながら、学習を進めていく実践を行った。

##### ③ 今年度の実践例

###### ア. 対象学年・科目・単元

第2学年・体育（選択授業）・サッカー

###### イ. 実践内容（概要）

自己の生活行動における統合的意志決定を促す授業の創造をテーマとして、よりよい自己を目指しスポーツとの関わり方の多様性を理解し、得られた知識や内容に基づいて統合的に判断し、意志決定することができるよう実践を行った。状況が刻々と変化するサッカーのゲームでは、一人一人が周りを見て状況を認識し、そこでの判断や決断が必要となる。ゲーム場面で「何を行うべきか」を適切に判断するには、周囲の状況、ボールの位置、スペースはどこにあるのか、ゴールとの位置関係などを把握し、次のプレーを選択することとなる。授業ではグループ戦術に主眼をおき、攻撃において数的優位やオープンスペースを有効利用することに着目し、目的をもってプレーすることを目指した。グループ戦術をはっきりさせることによって、ゲームを評価する観点が明確になり、グループの課題を把握しやすくなる。その手立てとして他チームによるゲームの観察記録を行った。1つは、ボールの動きを記録し、もう1つはパスがチーム内でまわっているかを記録することで、ゲームの様相やプレーへの関わり方を分析し、課題を明らかにしながら、解決に向けて、自分たちのグループに合った戦術を決めたりルールを設定したりと、意志決定しながら学習を進めていった。

###### ウ. 評価

全体の体育の授業の取組を通して、スポーツを積極的に実践しているかを評価規準に挙げた。今回のサッカーの授業での評価規準は次の通りである。

- ・サッカーの特性を理解するとともに、基本的な個人技術やグループ戦術を習得し、ゲームの中で活かすことができる。
- ・個人やグループの課題を的確に分析し、課題解決に向けて工夫することができる。

###### エ. 成果と課題

他チームによるゲームの観察記録からそれぞれグループの課題を把握することができ、また他のチームを観察することでも問題を自ら発見して、課題解決に向け論理的な思考に基づいて判断し、次への活動へ活かすことができている。自分たちがゲームをしている時は、客観的にどう動いているかわからないため、試合後に他チームからの観察記録を見て、コートを広く使えていないことが明確になったという意見や、パスが全然つながっていないことがわかったなど多くの気づきが挙げられ、その要因を考え、新たに目標設定をし直し、実行という流れで進めることができた。今後の課題としては、知を統合し、論理的な思考に基づいて判断し、行動する能力を身につけるために、課題発見していく場の設定や方法を工夫し、積極的にスポーツを実践していくことが挙げられる。

##### ④ 5年間のまとめ

5年間の取組を通して、スポーツ科学の基礎的・基本的内容を理解し、科学的な思考力、判断力、表現力を身に付けるためには、生徒の能力や実態に合った学習課題を設定する必要があると実感することができた。アクティブ・ラーニングを進めていくためにも、それが学習の課題であると生徒が理解し、課題解決のために取り組む姿勢が必要であり、また生徒自らが課題を発見し、解決に向けて知を統合し、論理的な思考に基づいて判断し、行動する能力をつけていくために継続的な取組をしていきたい。

## (5) 芸術科

### ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	各科目における科学的視点を包含した教材の精査
第2年次	各科目における科学的視点を包含した教材研究
第3年次	各科目における科学的視点を包含した授業方法の研究
第4年次	各科目における科学的視点を包含した授業についての評価研究
第5年次	科学的視点からの各科目の発展的授業の確立

### ② 過去4年間の概要

音楽科では、音楽科における科学的視点を、リズム、メロディ、音高、テクスチャなどの音楽の要素の面から音楽について考えることと捉え、研究を重ねてきた。鑑賞、歌唱や器楽などの表現、創作など、年度ごとに対象学年や学習領域を変えながら実践し、一定の成果を得てきている。

美術科では、「夢のある自分の部屋～透視図法を使った空間表現～」について教材研究を行い、2年次において一点透視図法が最適な作図法であるという結論を得た。その後、理想の空間を自由に構想するということが概ね達成できたが、正しい作図法で描くと正しく見えない場合の美術的な視点と科学的な視点との兼ね合いについて課題が検出された。美術科では、美術的な視点を優先する指導を行った。

### ③ 今年度の実践例(1)

#### ア. 対象学年・科目・題材

第1学年・音楽科・いろいろな「魔王」の比較鑑賞

#### イ. 実践内容(概要)

今年度は「魔王」を教材に、音楽の要素の中から特に“声色”や“テンポの変化”に着目していろいろな「魔王」の演奏を比較鑑賞することと、アクティブ・ラーニングの視点を取り入れることを考えて学習指導にあたった。比較鑑賞のための音源として、4種類の「魔王」を聴かせた。

#### ウ. 評価(評価方法)

- ・複数の「魔王」の演奏を鑑賞することに関心をもち、学習に主体的に取り組むとともに、他者の意見を聞いて学習をさらに深めようとしている。(観察・ワークシート)
- ・複数の「魔王」の演奏を、音色やテンポの緩急の違いに着目して聴き、それぞれの特徴について自分の言葉で説明できる。(観察・ワークシート)

#### エ. 成果と課題

生徒の発表やワークシートの記述内容を通して、本題目の目標は概ね達成できた。グループ間の意見交流については、「自分だけでは気付かないことを、他の友達の意見から気付くことができた」という記述も多くみられたことから、アクティブ・ラーニングが統合的意志決定能力の育成に有効に働いたと評価することができる。課題は、指導計画内でアクティブ・ラーニングを実施する際の時間配分である。

### ④ 今年度の実践例(2)

#### ア. 対象学年・科目・題材

第2学年・美術科・夢のある自分の部屋～透視図法を使った空間表現～

#### イ. 実践内容(概要)

斜投影図法、等角投影図法、一点透視図法、二点透視図法を指導した後、一点透視図法を用いて「夢のある自分の部屋」を表現する。

#### ウ. 評価(評価方法)

- ・発想や構想の能力、夢のある空間が演出できる。(作品・アイデアスケッチ)
- ・創造的な技能、自分の描いた構想を一点透視図法で正しく作図できる。(作品・ワークシート)

#### エ. 成果と課題

限られた空間をどのように自分なりに工夫し演出するかについて考え、表現活動を行わせた。そのためには、表現手段としての作図法が必要であり、なおかつ正確でなければならない。このことに気づき、完成した作品を鑑賞し合っ、お互いのよさを認め合えたことは成果である。課題は、正しい作図法による科学的な視点と美術的な視点とを理解した上で判断し、選択できる力の育成である。

### ⑤ 5年間のまとめ

音楽科では、多様な学習領域において、また美術科では一つの題材に集中して、年度ごとに課題を解決しながら取組を深めることができた。科学的な視点と芸術的な視点を踏まえた上での統合的意志決定能力の育成は、音楽科、美術科に共通して今後の課題となる。

## (6) 技術・家庭科

### ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	「未来の家庭生活を切り拓く科学技術の世界」について科学的な思考の育成(1)
第2年次	「未来の家庭生活を切り拓く科学技術の世界」について科学的な思考の育成(2)
第3年次	「未来の家庭生活を切り拓く科学技術の世界」について科学的な思考、判断、表現の育成
第4年次	「未来の家庭生活を切り拓く科学技術の世界」について問題を発見する力を養う教材開発
第5年次	「未来の家庭生活を切り拓く科学技術の世界」について統合的意志決定を促す授業の創造

### ② 過去4年間の概要

技術・家庭科では主に技術分野においてプログラミングの授業を実践し、科学的な思考力、判断力、表現力の育成を図ってきた。プログラミング的思考という言葉にもあるように、自分が意図する一連の動きをデジタルな世界で表現し、どのように改善すればより意図した活動に近づくのか、といった論理的な思考の育成について様々な教材を開発・利用しながら取り組んできた。本年度は他者の視点を加えながら、統合的意志決定を促す授業開発に取り組んでいる。

### ③ 今年度の実践例

#### ア. 対象学年・科目・題材

第3学年・技術分野・D情報に関する技術「プログラミンによる動的コンテンツの制作」

#### イ. 実践内容(概要)

学習指導要領では、プログラムによる計測・制御の指導要領に関して、課題解決のために処理の手順を考えさせることに重点を置くことが示されている。そこで、課題解決的思考を導くための手法を検討してきた。授業では、「他者のイメージを具体化するためにはどうしたらよいだろうか?」という本質的な問いを設定し、他者が企画したコンテンツを設計・制作する学習活動を取り入れている。実際のコンテンツ制作現場と同様に企画者と制作者を分けることで、企画者の意図を汲み取りながら制作に生かす学習活動が展開できると考えた。

本題材では、Web上でのリクエストに応じて、部分的または全体的にコンテンツを生成する「動的コンテンツ」を疑似的に制作させる。すなわち、ユーザーのリクエスト(クリックやカーソル操作など)に応じて、出力結果(展開)が変わるコンテンツを制作することを条件としている。また、企画者が対象者や内容を検討した構想から制作者が設計・制作した動的コンテンツを企画者が評価する学習活動を行う。実際に、企画者の意見を制作者が聞くことで、企画していた作品との違いを検討し、他者のイメージをより具体化することを目的としている。

#### ウ. 評価

##### 【パフォーマンス課題】

あなたは、デジタルコンテンツ制作会社の社員です。ここでは、日夜プログラムを作成し、コンテンツを制作しています。あなたは、コンピュータを利用している人々に、操作をすることで結果が変わるユニークなコンテンツを制作してください。なお、コンテンツは企画者の思いや考えを汲み取りながら、企画書に沿って制作することとします。

##### 【評価規準】

- ・技術によってアイデアを具体化する表現方法について考えることができる。
- ・使いやすいコンテンツをプログラムによって表現することができる。

#### エ. 成果と課題

プログラムを作成するために必要な知識や技能については生徒の自己評価についても9割以上の生徒が理解できたと回答した。授業後の学習評価においても他者の企画を制作に生かす過程で既習の知識や技能を用いることが概ねできていたことが確認できた。また、授業実践によって生徒ワークシートの記述からもアニメーション制作によって、プログラムによるアニメーション制作が主体的な学習活動の中で実施できたと言える。さらに、計測と制御の関連性がアニメーションを通して視覚的に理解することができ、コンピュータでのプログラムによる計測・制御と生活の結びつきを科学的な知見とともに考えさせることができた。

### ④ 5年間のまとめ

科学的な思考力・判断力・表現力を育成する過程で、研究当初は「問題解決能力」の育成に力を入れてきた。技術的な問題解決を技術の応用、深化によって行う学習活動を展開し、特にプログラミング教育においては、ロボットなどの実物を動かすことで、意図した動きとの相違を確かめながら試行錯誤する学習活動を進めていった。研究を進めるに当たり、「すでに生じている課題や問題」よりも、製作中に起こり得る、もしくは起こることが予想される「未知の課題や問題」の発見・解決に導く授業開発を進め、本年度は他者の意図を汲み取りながら、問題を発見・解決する学習過程を開発することができた。

## (7) 情報科

## ① 5年間の研究テーマ

年次	研究テーマ
第1年次	情報の科学的な世界について科学的な思考の育成(1)
第2年次	情報の科学的な世界について科学的な思考の育成(2)
第3年次	情報の科学的な世界について科学的な思考, 判断, 表現の育成
第4年次	情報の科学的な世界について問題を発見・解決する力を養う教材開発
第5年次	情報の科学的な世界について情報を科学的な視点から深化させることを促す授業の創造

## ② 過去4年間の概要

情報科では、情報社会の問題解決やコミュニケーションツールとしての情報の在り方、またネットワークでやり取りされるデータについて科学的な知識や概念をもとに、論理的に思考する態度の育成を図り、情報社会に必要な資質・能力の育成を図ってきた。

## ③ 今年度の実践例

## ア. 対象学年・科目・題材

第1学年・社会と情報・広告のターゲットを考えよう

## イ. 実践内容(概要)

高等学校情報科では社会における情報をテーマに、情報活用能力の育成に力を入れている。授業では、情報を収集し、分析し、表現する学習活動を様々な場面で情報機器を利用し、円滑に進められるよう課題を設定している。本単元では、情報が身の回りに溢れている情報社会の中で、テレビやインターネットなどメディアから発信される広告について分析することを目的としている。見たことのある広告について対象や目的、表現方法や意図など様々な観点から考察することにより、学習した「情報」や「メディア」についての知識から総合的に判断し、まとめる際の意志決定につながる学習活動を実践した。

## ウ. 評価

時間	小題材名	学習活動に即した評価規準
1	情報とメディアについて知ろう	情報やメディアの特徴について知る。
2	信頼できる情報について考えよう	情報の伝わり方について知り、信憑性のある情報について考えることができる。
3	メディアの役割を知ろう	情報のやりとりにおける基本的な考え方を知る。
4	広告を分析しよう	メディアの特性を理解し、目的と対象を考えた情報の表現を分析できる。
5		
6	分析した広告をまとめよう	情報をわかりやすく表現し効果的に伝達するために、情報機器や素材を選択し利用できる。
7		
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>自分の考えを発表しよう</li> <li>他者の発表を聞いて、学習を振り返ろう</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メディアの特性を生かし、情報機器を活用して分析した結果を発表できる。</li> <li>メディアの特性を理解し、目的と対象を考えた情報の表現を考えることができる。</li> </ul>
9		

## エ. 成果と課題

単元の核となる発表の学習活動(8・9時間目)において、評価基準 A「他者の発表内容と比較しながら自身の発表を振り返り、情報の表現について考えている。」、評価基準 B「自身の発表を振り返り、情報の表現について考えている。」、評価基準 C「自身の発表について十分に振り返られていない。」と設定し、学習評価を行った。その結果、各クラスとも8割以上がA基準を満たしており、他の発表を踏まえた上で、情報の発信の仕方について振り返ることができた。また、発表に際しては数値データをグラフや表で表し、客観的なデータに基づく分析結果を述べる生徒が多く見られた。一方で、2割の生徒は情報を観点ごとに分析することに課題があり、他者の発表の視点を捉えられないなど、情報活用能力に課題が見られた。

## ④ 5年間のまとめ

情報活用能力を具体的な場面で効果的に実践するために、生徒には情報の活用について事前に学習をさせた。著作権などの権利に関することから画像などのデータの発信についての科学的な知識の習得をさせた上で実践を行うことで、単に「調べて」「発信する」のではなく、どのように発信すればよいかという表現にこだわらせることができたと考える。また、他者の分析方法や他者の視点を考えることにより、情報を多角的に見ることができたのではないかと考える。「情報」や「メディア」について知るだけの学習活動にならず、知識を活用したアクティブ・ラーニング型の学習活動が展開できたと考える。

## 第2節 国際的視野を育むプログラムの開発

### (エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発

#### 1 研究仮説

海外語学研修プログラムの開発と実施を通して、幅広い視野と寛容な姿勢を培うことで異文化理解を深め、周囲の状況に対応することで、他と共生する能力を育成することができる。

#### 2 研究内容・方法

春季休業中に実施している海外研修において、英語学習、異文化体験のほか、環境学習にも視点をおいたプログラムを開発する。ホームステイ先で環境対策についての聞き取り調査をさせることを基本とし、可能であれば環境学習の授業に参加または観察させる。

#### 3 検証・成果と課題

##### 1) 評価規準

- ① 言葉の壁を越えてディスカッションする力を育成している。
- ② 英語によるコミュニケーション能力を育成している。
- ③ コミュニケーションの文化的相違に気づき、多文化共生の問題を理解する力を育成している。
- ④ 多国籍の科学者・技術者とコミュニケーションする能力を育成している。

##### 2) 検証・成果と課題

平成27年度実施(平成26年度企画)の研修は、オーストラリア研修1グループとイギリス研修2グループの実施となった。両国の家庭における環境問題への取組や自然との共生に対する姿勢を聞き取る中で、多くの生徒が日本との共通点や相違点に気付いていた。とりわけ今回は家庭レベルでの取組にとどまらず、滞在先の地域を注意深く観察し、地域全体、国全体の取組についても述べている生徒が多くいた(評価規準①・②・③)。また、異文化の日常を体験することで、歴史や文化、王室と皇室、税制度などについて類似点と相違点を見だし、学ぶべき点は積極的に受容しておこうとする姿勢が見られた(評価規準②・③)。評価規準④に関しては、多国籍の科学者・技術者との交流の場を設定することは難しいが、個人レベルにおける環境問題などに関する意見交換は達成されているため、総合的に「やや達成されている」と評価した。次年度は滞在地域でサイエンスフェスティバルが催されることがわかっている。可能であればプログラムの1つとして組み込みたい。

### (オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした 学習内容・方法・プログラムの開発

#### 1 研究仮説

特に理数分野における英語による表現の習得とプレゼンテーション技術の習得をねらいとしたプログラムを開発、実施することで、国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力を育成することができる。

#### 2 研究内容・方法

学校設定科目「科学英語表現」(第2学年SSコース対象、1単位、英語母語話者とのTT)、1泊2日の英語合宿、及び外部講師による講義・ワークショップを実施し、国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成を目標としたプログラムを開発する。「ESD海外研修」、及び「SSHの日」における課題研究の成果発表とも関連付け、相乗効果を図りながら、以下にあげる3点を中心に構成する。

- ① プレゼンテーション技術: 英語発表に関する知識をテキストと付属DVD、及びプリント資料を用いて行う。同時に習得した知識を用いながら段階的な発表演習を行い、発表技術を身に付けさせる。
- ② 英文講読: 「ESD海外研修」で扱うテーマ(今年度は「植物工場」)などに関連する英文記事などを読み、さらにその内容について発表を行い、理解を深める。
- ③ アカデミックライティング: 外部講師の講義を中心に、論文の英語タイトル及びアブストラクトの書き方について講義・演習を行う。最終的には課題研究論文集のタイトルとアブストラクトを英語で作成する。

### 3 検証・成果と課題

#### 1) 検証

プログラムの効果を検証するため、以下の観点で生徒の評価を行った。

##### 「科学英語表現」生徒評価規準

ア 科学的 content に関するコミュニケーションへの関心・意欲・態度			
科学的な内容について積極的に英語で議論しようとしている。	A	科学的な内容について、積極的に英語で議論し内容を深めようとしている。	行動観察
	B	科学的な内容について、積極的に英語で議論しようとしている。	
	C	科学的な内容について、英語で議論しようとしている。	
イ 科学的 content に関する外国語表現の能力			
科学的な内容について、聞き手を理解しながらわかりやすく発表することができる。	A	科学的な内容について、論理的に整理し、聞き手にわかりやすく英語で発表している。	パフォーマンス
	B	科学的な内容について、論理展開や聞き手を意識しながら英語で発表している。	
	C	科学的な内容について英語で発表している。	
ウ 科学的 content に関する外国語理解の能力			
科学的 content について英語で読んだり聞いたりし、理解することができる。	A	科学的 content について英語で読んだり聞いたりし、これまでの知識と合わせて理解を深めることができる。	レポート・テスト
	B	科学的 content について英語で読んだり聞いたりし、理解することができる。	
	C	科学的 content について英語で読んだり聞いたりし、その概要を理解することができる。	
エ プレゼンテーションに関する知識・理解			
効果的なプレゼンテーションの方法についての知識がある。	A	効果的なプレゼンテーションの方法について十分な知識がある。	テスト
	B	効果的なプレゼンテーションの方法について知識がある。	
	C	効果的なプレゼンテーションの方法についての知識が不十分である。	
オ 国際的視野・態度			
文化の多様性や文化的相違点・類似点に気づき柔軟に対応し話しかけようとしている。	A	文化の多様性や相違点・類似点に気づき、柔軟に対応して積極的に話しかけようとしている。	行動観察・レポート
	B	文化の多様性や文化的相違点・類似点に気づき、柔軟に対応して話しかけようとしている。	
	C	文化的な多様性に気づき、柔軟に対応しようとしている。	

観点アについては「英語合宿」、「ESD 海外研修」などにおける行動観察によって、全ての生徒が A のレベルに達していると評価した。

観点イについては、11月に行った「植物工場」に関する英文を用いた発表によって、授業者が個人について評価した(表1)。さらに、1月28日に実施した全生徒9チームの課題研究英語ポスター発表において、英語母語話者(ALT)2人及び本校の英語教諭2人により、評価を行った(表2)。

表1

A	24
B	9
C	1

単位は(人)

表2

A	8
B	1
C	0

単位は(チーム)

11月ではまだ十分なレベルに達していないとされた生徒たちも1月には改善が見られ、全ての生徒がAもしくはBのレベルに達していると評価した。

観点ウについては、レポート、行動観察、テストによる評価を行った。韓国訪日研修における事後調査(対象31人)で、英語による講義が「理解できた」という生徒が34人中30人、ディスカッションに「参加できた」という生徒が34人中28人であった。さらに外部講師による講義の理解度(別表4-B)とテスト結果を踏まえ、全ての生徒がAもしくはBのレベルに達していると評価した。

観点エについてテストの結果は表3の通りであった。不十分であるとされた1人について、得点できなかった部分は主に英語理解に関わる部分であり、発表技術についての知識については習得できていたため、全ての生徒がプレゼンテーションについて一定以上の知識を身に着けたと評価した。

表3

A	24
B	9
C	1

単位は(人)

観点オについては海外の高校生や大学生との交流における行動観察・レポートで評価した。全ての生徒が関わった「ESD 海外研修」や「英語合宿」における留学生との交流における行動観察・レポートから、全ての生徒が積極的に交流しようとする姿勢が見られ、AまたはBのレベルに達していると評価した。

#### 2) 成果と課題

##### (1) 評価規準1「論理的に思考し議論する能力を育成している」について

生徒評価観点イ、ウ、エの結果から、上記の規準は「ほぼ達成されている」と評価した。昨年度より「アカデミックライティング講座」を実施し、年度末アンケートにおける「英語全般への影響」に関する項目で、「論理的構造に気をつけるようになった」という回答が一昨年度の約87%から91%に増加した(別表5-A)。また科学英語の特徴を学び、課題研究内容を英語で表現することにより、あらためて発表の際の論理性の重要性に気付く生徒もいた。そのことは課題研究論文の英文アブストラクト作成時に特に顕著に窺えた。課題としては高度な内容について論理的に思考し議論するには相当の時間をかける必要があり、現プログラムではその保証が十分に

できていないことが挙げられる。

## (2) 評価規準2「コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力を育成している」について

全ての生徒評価観点から総合的に「よく達成されている」と評価した。海外の生徒、大学生、研究者との交流の機会を複数回もつことで、生徒たちのコミュニケーションに対する意欲が高まっている。特に「ESD 海外研修」において韓国の生徒と夏、冬2回交流することにより、夏にはやや消極的だった生徒がそれを反省し、冬には事前にはしっかりと準備を行い、積極的な交流を図っている。

プレゼンテーション技術については科学英語表現の授業でその技術を細分化し繰り返し練習を行った。そのことで自らの発表を振り返り課題を発見できる力が付き、さらなる技術の向上へとつながっている。課題研究発表など内容が高度になると、それを英語にするだけで精一杯になりがちであるが、「SSH の日」の聞き手（中学3年生、タイから訪日している同年代の高校生）を意識することで、英語表現やポスターの配置、論理性など、総合的な「伝わりやすさ」を考える必要性を感じていることが、生徒アンケートから窺えた（別表5-A, B）。

課題は全体的なプレゼンテーションの練習量の少なさである。例年に比べ12月の段階でプレゼンテーションに対する不安を感じている生徒が34人中26人いた。技術を習得していてもそれを生かした成功体験が少ないために自信につながっていない。プログラムの内容を充実させると同時に、その内容の深化のための時間を確保する必要がある。

## (3) 評価規準3「集団で協同学習を進めていく力を育成している」について

生徒評価観点A, 才から「よく達成されている」と評価した。授業で複数回行った発表練習は協同学習の形態で行い、チームで情報を共有し議論することで内容の深化を図った。12月に行った授業アンケートでは、チームで行うプレゼンテーションの在り方の授業が最も役に立つと回答している生徒が34人中11人おり、自由記述形式の感想では、多くの生徒がそのような形式で行う授業に対し「楽しい」など肯定的な態度を示していた。

## 4 学校設定科目「科学英語表現」実践報告（対象：第2学年SSコース（1単位））

### 1) 目標

- ① 科学的内容について海外の生徒と意見交換ができる。
- ② 課題研究について英語で発表ができる。
- ③ 英語で書かれた科学的内容について理解できる。

### 2) 年間指導計画（別表1）

授業は「ESD 海外研修」や「SSH の日」の日程を考慮しながら生徒が効率よく学ぶことができるよう、段階的な発表技術の習得を目指した。

### 3) 英語合宿（別表2及び別表3）

科学英語授業の一環として1月に英語合宿（1泊2日）を行い、特別講師による講義・演習やポスター発表練習などに集中して取り組ませた。今年度は感染症予防のため宿泊を行わず、2日間に分けての実施となったが、今年度からの取組として、外部講師による「異文化理解講座」を実施することができ、また全チームが課題研究のポスター発表を行うことができた。ポスター発表については全ての生徒が技術の向上を実感し、8割を超える生徒が、これまでの学習を反映することができたと感じていた（別表3）。しかしながら、質問を予想して十分に準備することができず、質疑応答の技術が高まったと感じた生徒が6割に満たなかったことは課題である。昨年度までは11月末に行っていた英語合宿であるが、「SSH の日」の発表に近いほうが研究発表内容も進んでいるということで1月末に実施した。生徒たちは英語合宿で留学生や指導者から受けたアドバイス、そしてポスター発表の反省を生かして「SSH の日」における英語ポスター発表に取り組むことができた。

### 4) 特別講師による講義・ワークショップと事後アンケート（別表4）

今年度は年5回の特別講師による講義・ワークショップを行った。アンケート結果から生徒たちは積極的に講義・ワークショップに取り組み、技術を得たと感じている。「ESD 海外研修」の事後アンケート調査においても、これらの特別講義の効果について言及されている。また講師と密に連携し、日常の授業と特別講義の内容を関連させて相乗効果を図ることができた。

### 5) 授業アンケート（別表5）

「英語全般への波及効果」「プレゼンテーション技術全般についての評価」「科学英語表現で役に立ったと思う項目」などを中心に調査した。授業アンケートにおいても、日常の授業と特別講義の内容を関連させて相乗効果を図ることができたことなどが確認できた。

別表1：年間指導計画

月	課	言語材料	目標・内容及び評価の観点
4月	プレゼンテーションの基本知識 (講義・演習6時間)	Introducing yourself (PG) プリント資料 Effective visuals (SS)	プレゼンテーションにおける Physical message の基本を理解する。
5月		プリント資料	効果的視覚資料の原理を理解し、都市比較をテーマとするプレゼンテーションで効果的に提示することができる。
6月		Introducing Japan (PG) プリント資料	「情報伝達」+「説得」のプレゼンテーションを効果的なスライドを用いて行うことができる。
	プレゼンテーションに必要な表現 (講義・演習3時間)	The Body (SS)	プレゼンテーションでよく用いる表現を身につけ、まとまりのある発表ができる。
7月	Review of the work (演習3時間)	(特別セミナー)	1学期間に学習したことを総合して用いることができる。
(期末考査：テスト、パフォーマンス評価)			
8月	科学英語表現の基礎学習 (講義・演習4時間)	グラフの説明(PG)	グラフの説明や論理的な展開などの表現を理解し用いることができる。
9月			
10月	科学的内容の文献講読 (講義2時間)	理科系論文(プリント資料)	関連教科と合同で、課題研究に関わる英語文献を読み、基本的な語彙や表現を理解する。
	プレゼンテーション演習 (演習2時間)	(プリント配布)	文献講読で読んだ内容について、ポスターなど利用しながら、事実と意見を分けて説明することができる。
11月	アカデミックライティング1 (講義1時間)	(特別セミナー)	科学英語表現の特徴について理解する。
12月	プレゼンテーションにおける質疑応答 (演習3時間)	(特別セミナー)	ポスター発表で質疑応答することができる。
(2学期末：レポート、パフォーマンス評価)			
1月	英文アブストラクトの表現 (講義・演習3時間)	(特別セミナー)	科学英語の特徴を理解し、課題研究についてアブストラクトを書くことができる。
	異文化理解講座 (講義・演習2時間)		異文化間コミュニケーションについて理解する。
2月	ポスター発表(演習5時間)	(英語合宿)	課題研究について英語でポスターなどを用いながら聞き手にわかりやすく伝えることができる。
3月	まとめ、総合評価(1時間)		これまでの学習を振り返り、総合的に用いることができる。
(学年末テスト；レポート、パフォーマンス評価)			

SS: David Harrison & Charles LeBeau (2009) *Speaking of Speech*. MACMILLAN

PG: Noboru Matsuoka, Takashi Tachino, Hiroko Miyake (2014) *Presentations to Go* (CENGAGE Learning)

別表2：英語合宿概要

平成29年1月27日(金)
<p><b>【第2回 アカデミックライティング講座】</b>            講師：Jeffrey L. Hart 先生(公益財団法人放射線影響研究所事務局 広報出版室・室長)            概要：英文アブストラクト作成に関する講義・演習</p>
<p><b>【異文化理解講座】</b>            講師：広島大学国際センター国際教育部門・准教授 恒松 直美 先生            TA：広島大学短期交換留学プログラム・留学生(3人)            概要：異文化理解をテーマとした講義及びワークショップ</p>
<p><b>【ポスター発表準備】</b>            指導助言：広島大学国際センター国際教育部門・准教授 恒松 直美 先生，            広島大学短期交換留学プログラム・留学生(3人)，            広島大学附属高等学校・教諭(数学科1人，理科1人，英語科1人)</p>
平成29年1月28日(土)
<p><b>【ポスター発表】</b>            評価者：Severn Ringland 先生，Lucas Denton 先生(ラング教育センター)，            広島大学附属高等学校・教諭(英語科2人)            概要：課題研究のポスター発表，相互評価及び教師による評価・フィードバック</p>

別表3：英語合宿事後アンケート結果（ポスター発表に関して）

項目	とてもそう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
グループで協力して取り組んだ。	15	10	1	1
これまでの授業やワークショップの内容を反映することができた。	10	13	5	0
聞き手に分かりやすく伝えることができた。	4	12	10	2
プレゼンテーションに対する理解が深まった。	12	16	0	0
プレゼンテーション技術が高まった。	8	18	2	0
質疑応答の技術が高まった。	5	11	11	0

単位は（人）

別表4：特別講師による特別講座とそのアンケート結果

## A 特別講座一覧

<b>① 第1回 英語プレゼンテーション特別講座</b>
講師：ヴィアヘラー 幸代 先生（有限会社 インスパイア・副代表） 実施日：平成28年7月21日（木）9:30～12:30 内容：ポスタープレゼンテーションのための発表技術について
<b>② 第1回 アカデミックライティング講座</b>
講師：Jeffrey L. Hart 先生（公益財団法人 放射線影響研究所事務局 広報出版室・室長） 実施日：平成28年11月24日（木）9:40～10:40 内容：科学英語の特徴について - 論文タイトルの書き方
<b>③ 第2回 英語プレゼンテーション特別講座</b>
講師：ヴィアヘラー 幸代 先生（有限会社 インスパイア・副代表） 実施日：平成28年12月1日（木）11:00～14:30 内容：ポスタープレゼンテーションにおける質疑応答の技術について
<b>④ 第2回 アカデミックライティング講座（英語合宿にて実施）</b>
講師：Jeffrey L. Hart 先生（公益財団法人 放射線影響研究所事務局 広報出版室・室長） 実施日：平成29年1月27日（金）10:00～12:00 内容：科学英語表現の特徴－アブストラクトの書き方
<b>⑤ 異文化理解講座（英語合宿にて実施）</b>
講師：恒松 直美 先生（広島大学国際センター国際教育部門・准教授） TA：広島大学短期交換留学プログラム留学生（3人） 実施日：平成29年1月27日（金）14:00～16:30 内容：異文化理解に関する講義及びワークショップ

## B 特別講座事後アンケート

項目	とてもそう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	そう思わない
① 内容は理解できたか。	24	8	0	0
ポスター発表の技術を得ることができたか。	21	9	2	0
内容に興味をもち、より深く学びたいと思うか。	19	11	2	0
② 内容は理解できたか。	17	16	0	0
科学英語ライティングの技術を得ることができたと思うか。	12	20	1	0
内容に興味をもち、より深く学びたいと思うか。	21	11	1	0
③ 内容は理解できたか。	21	11	1	0
ポスター発表の技術を得ることができたと思うか。	15	16	2	0
内容に興味をもち、より深く学びたいと思うか。	19	9	4	1
④ このような講座をまた受けてみたいか。	19	9	0	0
科学英語ライティングの技術を得ることができたか。	17	11	0	0
内容に興味をもち、より深く学びたいと思うか。	15	13	0	0
⑤ 講義内容は理解できたか。	7	16	3	0
積極的にグループワークに参加できたか。	14	11	1	0
意見を述べ合い合意形成することができたか。	13	10	3	0
プレゼンテーションによって考えを深めることができたか。	11	14	1	0

単位は（人）

別表5 生徒による授業評価（平成29年2月24日（金）実施，回答数32人）

A 英語全般への波及効果

項目	とてもそう思う	そう思う	あまりそう思わない	そう思わない
英文を読む・聞くと、プレゼンテーションに使える表現を意識するようになった。	11	14	7	0
英文を読む・聞くと、相手に伝えるためにどのような工夫がされているか意識するようになった。	13	13	6	0
英文を読む・聞くと、批判的に読む必要もあることが理解できた。	12	17	3	0
英語を聞くと、イントネーションや強調など相手に伝えるための工夫を意識するようになった。	20	8	4	0
英語を聞くと、相手が強調したいことを考えてきくようになった。	14	18	0	0
英語を書くとき、相手にわかりやすい表現を意識するようになった。	18	11	3	0
英語を書くとき、論理的な構造になるよう意識するようになった。	14	15	3	0
英語を話すとき、発音やリズムに気をつけるようになった。	20	10	2	0
英語を話すとき、声の大きさに気をつけるようになった。	21	6	5	0
英語を話すとき、アイコンタクトやジェスチャーなどを意識するようになった。	25	5	2	0
英語を話すとき、全体で強調したいところを相手にどのように伝えるか意識するようになった。	18	12	2	0

単位は（人）

B プレゼンテーション技術全般についての評価

項目	とてもそう思う	そう思う	あまりそう思わない	そう思わない
意欲的に活動することができた。	21	9	2	0
論理的な発表の構造が理解できた。	15	14	3	0
グラフや図の説明のしかたが理解できた。	15	17	0	0
原稿を書く際に、聞き手にわかりやすいことを意識した。	16	15	1	0
ポスターの効果的な使い方について理解できた。	15	13	4	0
プレゼンテーションを行うときにどのようなことに注意すればよいか理解できた。	18	13	1	0

単位は（人）

C 科学英語表現で役に立ったと思う項目（複数回答）

項目	人数
プレゼンテーションに必要な表現（つなぎ、イントロなど）を学習したこと	27
Posture, Gesture, Eye-contact について練習したこと	25
Voice Inflection の練習をしたこと	25
ヴィアヘラー先生のセミナーを受講したこと	25
アカデミックライティングの講座を受講したこと	25
合宿の反省を基に、もう一度課題研究ポスターを英語で作成したこと	19
合宿で課題研究の英語発表に集中して取り組んだこと	18
SSHの日に、英語で1分アピールをしたこと	18
Speaking of Speech・Presentation to go のビデオを見て学習したこと	17
課題研究の英文アブストラクトを書いたこと	17
合宿で留学生と交流したこと	12

単位は（人）

D 生徒の感想（抜粋）

- ・英語で論理的にわかりやすく伝えられるようになったと思う。
- ・プレゼンテーションを生かすには練習が足りない。
- ・今まで知らなかった英語の構造、表現方法などが理解でき、さらなるスキルアップへとつながった。
- ・発表の流れや英語でどのようにすればよいか学ぶことができてよかった。
- ・これから社会に出て必要となる力を身に付けることができた。
- ・プレゼンテーションの準備が効率的にできるようになった。
- ・どうすれば聞き手が興味をもち、わかりやすくなるのか実践形式で学ぶことができ、日本語の場合でも役に立つと感じた。
- ・アブストラクトなども先生の添削のおかげで自分の書き方の悪い部分が見えるようになった。
- ・今までやったことのない事ばかりで楽しかったし、少しは成長できたかと思えるようになった。
- ・科学英語表現では発展的内容を扱うので自然と英語を勉強するようになった。
- ・英語の力がプレゼンだけではなく日常会話なども含め伸びたと思えるようになった。

## 第3節 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

### (力) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発

#### 1 研究仮説

科学と倫理の関係について主題的に問い考察する特別授業を設定することによって、各教科の中においても、倫理を探究することが容易になり、生徒の統合的意志決定能力の育成につながる。

本領域においては「統合的意志決定能力」を以下のように考える。

第3期 SSH 実施報告書ならびに第2期 SSH・5年次報告書が、第2期 SSH 事業における ESD の取組を振り返った際の2つの表現「科学・技術と社会との関わりの認識」ならびに「多様性を活かすような合意形成を可能にするような力」を、「統合的意志決定能力」という概念は反映したものと解釈し、また「多様性を活かすような合意形成」を「正しい合意形成」と捉えなおす。その上で、統合的意志決定能力は、先の認識を踏まえ、先の合意形成を可能にするような力であると考えられる。

#### 2 研究内容・方法

##### 1) 科学と倫理

外部講師を中心に特別授業を設定する。探究の目標として、以下の3本の柱を設定する。

##### 第1の柱

- ① 「何のための、また誰のための科学・技術か」という問いへの答えを探究する。
- ② 「統合的意志決定能力」とは何であるのかを特に科学が社会と関わる合意形成の場面で探究する。  
特別講義の講師として、主に「科学技術社会論」の研究者を想定している。

##### 第2の柱

- ① 「科学的合理性」に対する「社会的合理性」。社会的合理性の内容を構成するものの中心にあるものとして倫理を捉え、「高度な倫理観」・「思慮」が合意形成に反映することを目指す。例えば、
  - (a) 合意形成の中心の論点としての公正・公平、つまり正義論。
  - (b) 技術的に可能だが許されるのか？という問い。権利と義務、責任。
- ② 2つの合理性の見極め。科学的知の方法論はどこまで可能か？それ以外の知の可能性はあるのか？  
特別講義の講師として、主に哲学・倫理学の研究者を想定している。

##### 第3の柱

特定の科学者個人における具体的な「科学と倫理」の問題を扱う。第1と第2の柱が学術として一般的に語られるのに対して、自らの経験として語られる。第1と第2の柱が社会的な合意形成を志向するのに対し、集団の中で合意形成が困難な場面で、個人としてどうするかという問題に係わる。合意形成に関わらずかつ統合的意志決定能力であるものの可能性が探究される。

以上の3本の柱のテーマはお互いに関連し、各年度内、または次年度にまたがる形で、第1の柱→第2（または第3）の柱→第3（または第2）の柱→第1の柱…という順でおおよそスパイラルに展開する。また各年度の講演のテーマに、事前・事後の学習として、「倫理の探究」として可能な教科が同調性をもつことを要請する。

##### 2) 倫理の探究

各教科におけるそれぞれの目標の設定と同時に、可能な限り「科学と倫理」の中で設定されたテーマにリンクする目標を設定する。

#### 3 検証・成果と課題

##### 1) 検証

特別授業として「科学と倫理」を設定し、昨年度までに通算8回実施した。先に示した3本柱が有機的に関連するように設定した。毎年各2回、2年間で4回のうちに、必ず第1～第3の柱が入るようにした。生徒の側から言えば、第1学年と第2学年で講演に参加するので、全員必ず3本の柱に触れることになる。3本の各柱が相互に有機的に関連するためには、講演内容そのものに関連性が無ければならず、その関連性を考慮して前後の講演予定者を選定し、講演者の専門研究が一連の講演間で相互に適合するとともに、各講演それぞれの専門研究が繋がりの中で活きるように全体構成を工夫した。講演予定者との交渉過程において、当方の趣旨が十分に伝わるように留意した。

平成24年度～平成25年度で第1サイクル、平成26年度～平成27年度で第2サイクルとした。第1サイクル

では、福島原発事故を境として顕わになった科学技術と社会の関係を巡る問題が、社会学、倫理学、科学哲学、そして現場の科学者それぞれの立場から語られた。第2サイクルには、2種類の問題領域を組み込んだ。一つは研究不正の問題、もう一つは人間が産み出した科学・技術が社会の中で逆に人間に不幸をもたらす結果になった問題状況である。前者については、「STAP 細胞」問題で顕わになったと思われる科学者の研究不正の問題が、科学技術史家と現場の細胞生物学者の立場から語られた。後者については、原爆開発と原爆導入の背景並びにそれらが孕む問題が、科学史家並びに現場の科学者（放射線衛生学）による協働講演として語られた。そしてこの2種類の講演内容から生徒の中に惹起されるだろうと期待したのは、「そもそも科学的とはどういうことなのか？」「科学とは本来何なのか？」という本質的な問いである。その問いへの応答となることを期待して科学哲学の研究者による講演を最後に設定した。

年度	通底テーマ	回	講師	演題	柱種別	入学年度		
H24	第1サイクル 倫理や社会から科学を考える	第1回	藤垣 裕子 先生（東京大学大学院総合文化研究科・教授）・科学技術社会論	「科学技術とは何か～私たちにできること～」	第1の柱	1	2	
		第2回	川本 隆史 先生（東京大学大学院教育学研究科・教授）[現在 ICU]・倫理学特に正義論	「科学・倫理・幸福—ロールズの『正義論』の方法を手掛かりに—」	第2の柱	1	2	
H25		第3回	直江 清隆 先生（東北大学大学院文学研究科・教授）・科学哲学	「科学技術と倫理 未来に向けた倫理とは」	第2の柱		2	3
		第4回	木村 真三 先生（獨協医科大学国際疫学研究科・准教授）・放射線衛生学	「倫理的判断・決断—誰のための研究なのか?—」	第3の柱		2	3
H26	第2サイクル 科学とは本来何なのか （不正や原爆、原爆から考える）	第5回	隠岐 さや香 先生（広島大学大学院総合科学研究科・准教授）[現在名古屋大学大学院経済学研究科・教授]・科学技術史	「科学者と『まちがった理論』の科学史」	第1の柱			3 4
		第6回 （協働講演）	隠岐 さや香 先生（同上）	「STAP 細胞問題から何を考えるか」（全体演題）	第1の柱			3 4
佐藤 明子 先生（広島大学大学院総合科学研究科・准教授）・細胞生物学			「生命科学研究と倫理的問題」	第3の柱			3 4	
H27		第7回 （協働講演）	木村 真三 先生（同上）	科学者と歴史家の視点から考える原爆・原爆（全体演題）	第3の柱			4 5
	樋口 敏広 先生（京都大学白眉センター・助教）[現在ジョージタウン大学・助教（USA）]・科学史、環境史、国際政治学		「『自然科学』における論理性の限界～福島、チェルノブイリ、広島・長崎に共通するもの～」	第1の柱			4 5	
	直江 清隆 先生（同上）		「科学技術をよく考える」	第2の柱			4 5	

\*表中の入学年度の列内の数字は、受講した生徒の入学年度の略。1は平成23年度入学生、2は平成24年度入学生、以下同様。

講演内容相互に有機的関連性をもたせることによる生徒の問題意識喚起という教育効果は、昨年度までの8回で十分に確認された。その方法としての上掲の3本柱の組み合わせについては、科学と倫理の関係の本質に即して適切であった。ただし当初第1の柱として、おおよそ想定していたのは狭義の社会学者であったが、実施過程においてさらに、歴史家も含めることとした。

当初設定した研究仮説は昨年度までで確認されたと思われるため、今年度については、新たに別の観点で2つの講演を企画した。昨年度までは、倫理的観点・社会的観点から科学を捉えることを主眼としていた。今年度は、逆に科学の立場から倫理的テーマについてどこまで切り込めるのかという観点で企画した。つまりこれまでとは方向性を逆にして、科学と倫理の関係を考察する可能性を試みた。その具体的領域として、脳科学を取り上げた。後に示すように、この領域には、これまで満たし切れていない知的な潜在需要があることが確認された。

年度	通底テーマ	回	講師	演題	専門領域相互の関係	入学年度
H28	特別サイクル 人間性とは何か （倫理を巡る）	第9回	松井 富美男 先生（広島大学大学院文学研究科・教授）、哲学・倫理学	「脳科学はどこまで人間の心に接近できるか?—心脳同一性説の検討—」	哲学・倫理学から脳科学を考える	5 6
		第10回	大平 英樹 先生（名古屋大学大学院環境学研究科・教授）、心理学・脳科学	「『悪』の脳科学」	心理学・脳科学から倫理を考える	5 6

「科学と倫理」において異なる専門の研究者同士が連携する講演の在り方は、公民科以外の教科も「倫理の探究」として倫理的視点を導入する場合に、生徒の違和感を除く効果があったと思われる。各教科の「倫理の探究」に対するスタンスに関して、次のように分類可能であることが確認できた。

「倫理の探究」における教科としてのスタンスの特徴	教科の分類
「科学と倫理」と問題意識を共有すると考えられる教科	理科、地理歴史科・公民科
「科学と倫理」に関する内容を教材にすることが可能な教科	英語科
倫理的問題における意志決定の方法に関わると考えられる教科	国語（ディベート）、数学（統計）
当該教科特有の倫理的テーマがあると考えられる教科	保健体育科、芸術科、技術・家庭科、情報科

## 2) 成果と課題

「科学と倫理」に関しては、この5年間で次の諸点が成果として確認された。①科学や科学技術を、倫理的観点で取り上げることで、文系志望の生徒も、科学に問題意識をもち、興味・関心を高めることができ、さらに理系志望者と文系志望者の間で同一テーマについて議論する可能性が開ける。②多様な専門領域の研究が同一の中心テーマを巡って有機的に関連することで、現代社会の問題の核心により接近できる。③多様で分離したままだった各教科の内容を、生徒自身が有機的に結合させる機会とすることができる。④第1サイクルが各講演前後で専門領域同士の有機的関連性をもたせる工夫をしたのに対し、第2サイクルは、時間的前後の関連性に加え、同時に協働する工夫をした。有機的関連性について一層効果があった。他方、次の諸点が課題である。④専門領域相互の有機的関連性のもたせかたについては、特に上掲の3本柱以外の可能性について更に探究の余地がある。⑤講演の成果を生徒に定着させる工夫が制度的には不十分であった。

各教科の「倫理の探究」に関しては、次の諸点が成果として確認された。⑤どの教科も、それぞれの特徴を活かして、倫理的観点を導入することは可能である。他方、次の課題があった。⑥「倫理の探究」という観点で、いくつかの教科担当者が協働して参加する形態が国語科中心のディベートで試みられたとはいえ、未だ不十分であった。以上のことから、各評価規準について、次の通り評価した。

評価規準1「個別科学の専門性を越える問題が現代社会にあることに気づき、科学の専門的知識と社会の関係について考察できる」については、「よく達成されている」と判断した。

評価規準2「科学の個別分野の現場において出会う具体的な倫理的問題について知り、考察できる」については、「よく達成されている」と判断した。

評価規準3「科学的な専門知識を持つ者は社会とどう関わるべきかを考察するとともに、社会的な合意形成の前提に科学的な専門知識が必要とされる場合、一般の市民はどう関わるべきかを考察できる」については、「やや達成されている」と判断した。

## 4 実践報告

### 1) 科学と倫理 (対象：第1学年、第2学年)

「科学と倫理」の企画が昨年度まで扱ってきたテーマは、原発や原爆、再生医療、遺伝子操作における生命倫理、研究不正を巡るものであり、それらを通じて、倫理問題・社会問題として科学を生徒たちに考えさせることをねらった。そのために招請した研究者は、哲学・倫理学、社会学、歴史学、そして現場の科学者であった。今年度は、当企画が従来扱ってこなくて、しかも科学と倫理の関係を考える上で重大なテーマだと思われる、人間性そのものに焦点を合わせた。文系学問とされる哲学・倫理学が、古典思想を踏まえつつ、しかも科学の時代においてどこまで有効性を発揮できるか(第9回)。他方自然科学は、従来文系学問に委ねていたこの問題領域に、現在どこまで踏み込もうとしているのか(第10回)。人間性、人格、心、これらについて、哲学・倫理学と脳科学・心理学の専門家が、それぞれの立場から、研究・考察を述べることで、生徒が自己の内面を見つめるとともに人間性そのものについて考察を深める契機となるように設定した。

#### (1) 特別講義1 (通算第9回)

テーマ 脳科学はどこまで人間の心に接近できるか?—心脳同一性説の検討—

日時 平成28年9月23日(金) 6・7限(14:20~16:10)

講師 松井 富美男 先生(広島大学大学院文学研究科・教授)

対象 高等学校第1学年、第2学年全員

#### 概要

近年ますます急速に進む脳研究を哲学的に吟味するため、自我・自己の問題に焦点をあて、より長いスパンの歴史的文脈の中で、脳と心の関係を巡る思想を振り返りつつ検討するという形態をとって講演がなされた。養老孟司氏の『唯脳論』が導入として取り上げられた。「今日脳科学の進歩は著しく、遺伝子や分子レベルから認知レベルまで大きな広がりを見せている。これにより奇病、難病、認知障害の治療、あるいは人類進化の解明などが可能になると期待されている。そして将来脳のメカニズムが完全に明らかになったとき、脳の側から人間の心も説明できるようになるかもしれない。心言語を脳言語に置き換えるこの立場は、心脳同一説とも呼ばれる。そのとき何が起ころのだろうか? 薬品などで脳を制御することで一人一人の個性も作り出せるのだろうか? あえてSF的な言い方をすれば、脳を完全に制御できれば、だれもが小説家になれるのだろうか? この問いは唐突のように見えるが、「人間とは何か」という哲学問題を考えるきっかけにもなる。」(松井先生)



松井先生による講義の様子

【事後調査の内容・結果】

設問	項目	①	②	③	④
1	この講義を受けて内容は理解できましたか。	15%	54%	25%	6%
2	この講義は満足の得られるものでしたか。	26%	51%	19%	3%
3	この講義を受けて新しくわかったことがありましたか。	43%	46%	8%	3%
4	この講義内容に興味をもち、より深く学びたいと思いますか。	22%	35%	32%	10%
凡例：① <b>そう思う</b> ② <b>どちらかといえばそう思う</b> ③ <b>どちらかといえばそう思わない</b> ④ <b>そう思わない</b> 。					
5. 印象に残ったことは何ですか ・脳と心について考えることは、自分の中にあるというよりも自分そのものなのに、こんなにも難解になるということ。 ・心理学と哲学の違いを理解できた。心理学は科学的要素があり、「一般化」を目指す学問で追求は難しいことがわかった。 ・物があるから私が見ているのか、私があるから私が見えるのかという議論を発端とした「唯脳論」と「唯心論」それぞれの論述が興味深かった。1つの絵でも見方によって色々な見え方ができるという説明では、人間の脳の不思議さに興味湧いた。科学的なことと心理的なことをリンクさせた視点でわかる人間の脳の面白さを知ることができて楽しかった。					
6. 疑問に思ったことは何ですか ・医学的な面以外から、脳の研究があるということに関心をもった。 ・唯脳論の脳は世界の産物で、哲学は脳の産物であるという内容が面白く、関心をもった。哲学の奥深さがすごいと思った。 ・第三者としての「私」は別の「私」ではなく他人、つまり誰も多重人格であるとはならないのが疑問に思った。そうなる表に出てくる一般的な「多重人格者」とはどのような存在なのか気になった。思考実験2について、情報を組み込まれるという経験をもつ脳Aと自らの情報を組み込んだ経験をもつ人間Bのこの2つの経験は同じものと言えるのか。また、「組み込まれた」と自覚している脳Aの経験と自らの経験（人間B）は同じと言えるのか。					

(2) 特別講義2 (通算第10回)

テーマ 「悪」の脳科学

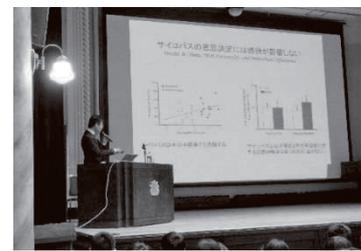
日時 平成28年11月9日(水) 6・7限(14:20~16:10)

講師 大平 英樹 先生(名古屋大学大学院環境学研究所・教授)

対象 高等学校第1学年, 第2学年全員

概要

第10回は、科学は、従来文系学問に委ねていた善と悪という問題領域に、現在どこまで踏み込もうとしているのかという観点で、設定した。科学は、あくまでも具体的事象を精緻に観察しデータを蓄積することで、認識を深めるはずである。そのための具体的事象として、近年話題になることが多い「サイコパシー」が、脳科学・心理学の専門家によって取り上げられた。「サイコパシーは高い利己性と衝動性をもち、犯罪などの反社会的行為のリスクが高いと考えられている性格特性である。他者へ共感を示し互いに協力し合うのが人間という種の特徴であるのに、なぜサイコパシーのような個人が存在するのかは、謎であった。最近の脳科学における研究により、サイコパシーは感情や他者の心を推測する脳領域に不全があり、そのために自己利益だけに関心をもつことが明らかになってきた。この講義では、サイコパシーに代表される人間の『悪』の側面に科学的なメスを入れることで、人間の姿を再考し、人間を理解する一助となることを期待した。」(大平先生)



大平先生による講義の様子

【事後調査の内容・結果】

設問	項目	①	②	③	④
1	この講義を受けて内容は理解できましたか。	62%	35%	2%	1%
2	この講義は満足の得られるものでしたか。	71%	26%	2%	1%
3	この講義を受けて新しくわかったことがありましたか。	78%	21%	1%	0%
4	この講義内容に興味をもち、より深く学びたいと思いますか。	53%	36%	9%	2%
凡例：① <b>そう思う</b> ② <b>どちらかといえばそう思う</b> ③ <b>どちらかといえばそう思わない</b> ④ <b>そう思わない</b> 。					
5. 印象に残ったことは何ですか ・脳の特定の分野の大きさが遺伝するということが、一番の衝撃だった。性善説の考え方に関わってくる面白い話だと思った。 ・脳の部位によって、活動や働きが異なることは知っていたが、欲望や快感をつかさどる扁桃体の働きかたを知る事で、サイコパスの傾向がわかること。 ・サイコパシーの興味深さとその実態。最初は曖昧に、ちょっと異常で怖い人ぐらいにしか思っていなかったが、脳の構造からサイコパスにせまる今回の講演は面白かった。また学部ごとに傾向があるというのも印象に残った。					
6. 疑問に思ったことは何ですか ・心理学は非常に奥が深く、面白いものだとわかった。なぜこのようなサイコパスが現れるのか?と疑問に思ったけれど、それは遺伝にも関係していると知り、おどろいた。 ・扁桃体の話の際、自分は忘れていても扁桃体が記憶していて恐怖感情につながるということだった。私は恐怖症なので、一体何があつたのか気になった。 ・サイコパス犯罪者への量刑について、非常に興味深いと思う。また、社会の構造の中でサイコパスが一定の割合で維持されている論理も面白いと思った。自分の中で良心や徳とは何であるのか、考察してみたい。					

2) 倫理の探究 (対象：全学年)

(1) 国語科

①過去4年間の概要

4年間とも、第2学年でディベートを実施した。論題は「小笠原空港建設は是非か」「クローン人間の是非」「電気自動車は環境に良いと言えるか否か」「日本における炭素税導入の是非」「TPP 法案に合意するか否か」な

ど、科学的な視点をもったもの、時事的な問題など多岐にわたった。クラスで2回はディベートマッチを行い、それを踏まえて小論文を書く流れを踏襲した。

## ②今年度の実践例

第2学年でディベートを実施し、小論文を書き、生徒同士で相互評価するという流れだった。論題としては、「原子力発電所を再稼働すべきか否か」「消費税を10%にすべきか、現状維持か」「安保法は必要か不要か」「日本国憲法の改正は必要か不要か」「科学研究者として防衛省から研究費をもらうか否か」などから各クラス2つの論題を選び、ディベートを行った。その後、小論文を書き、相互評価を行った。

## ③5年間のまとめ

倫理の点から科学の発展にむけて問題意識をもち、論題について考えることができるようになったことが成果である。一方で、自分の意見の醸成につながる時間の指導方法や時間の確保が課題として残った。

### (2) 地理歴史科・公民科

#### ①過去4年間の概要

「科学と倫理」の事前・事後学習として、第1学年「現代社会」では講演内容との関連を考慮して、組み立てることが多かった。科学技術社会論、水俣問題、原発事故、STAP細胞問題、原爆の歴史、正義論などを科目の単元に関連付けた。また第3学年「科学と現代社会」(総合的な学習の時間)では、「科学と倫理」の講演内容や最近の社会における科学問題を事例として取り上げた上で、科学哲学や生命倫理の紹介でまとめとした。

#### ②今年度の実践例

第1学年「現代社会」では、「科学と倫理」の講演内容に関連させて、できるだけ脳科学に言及した。特に倫理部門で、ギリシア哲学での徳を取り上げるとき、講演内容で扱われた感情(たとえば恐怖の感情)と関連付けて考えさせた。第3学年「科学と現代社会」(総合的な学習の時間)では、特に時事的な問題として、オリンピックにおけるドーピング問題も取り上げた。

#### ③5年間のまとめ

現代社会の課題として科学・技術を扱う視点は、ますます欠かせなくなっている。その場合、公民科倫理としても他教科・他科目との連携を図ることは意義があること、その場としてSSHの企画として組み込む意義があることが5年間の取組を通じて確認できた。

### (3) 数学科

#### ①過去4年間の概要

これまでの取組では、授業の様々な場面において数学を用いて論理的に思考・判断し、その有用性を感じ取らせるような学習を行うとともに、表面的な議論だけで得られた結果を根拠とした拙速な判断の危険性についても特別講義などを通して学習してきた。さらに、考察内容をもとに集団で発表し議論することを通して、個々の価値観をすり合わせて判断の妥当性を検証し、合意形成することの重要性を感じさせる取組を行った。

#### ②今年度の実践例

第1学年「数学I」の「データの分析」の単元において、社会に実在するデータ(野菜の値段)を分析するのに適した表現を工夫し、社会の仕組みや背景などに関する知識と関連付けながら考察し議論する活動を行った。得られた数値から直ちに判断できる内容と、あくまで推測の域を出ず、さらなる考察が必要な事柄とに区別して議論する中で、多面的な分析の必要性とその表現様式のもつ長所と短所について理解を深めることができた。

#### ③5年間のまとめ

数学科では、日々の授業とSSHのプログラムを効果的に関連付けながら、論理的な思考力や判断力の育成を図ってきた。これらの取組の中で、自分の考えを他者と共有し合意形成するために表現方法を工夫したり、多面的に物事を考察することの重要性について理解したりすることができた。一方で、得られた数値の表面的な考察で判断を行うことの危険性について理解し、正しい倫理観のもとで数学を社会に積極的に活用する態度の育成につなげることができた。

### (4) 理科

#### ①過去4年間の概要

科学技術と社会との関係に注目する視点や、科学に携わる場合における倫理的態度の育成は、第3期SSHにおいて重要な柱の一つである。理科では、こうした視点や倫理的態度における資質・能力の育成が重要であり、環境問題及び科学が環境や人々の生活に及ぼす影響について、これらをグローバルな視点で捉える必要性やその解決に向けて多面的なものの考え方の重要性を認識するための教育を各科目の学習に取り入れて実践してきた。

#### ②今年度の実践例

第2学年「物理基礎」において、エネルギー概念の獲得、特に生活と直接結びついており、かつ時機を得た学

習内容として電気エネルギーを取り上げた。発電の仕組みや電気エネルギーと力学的エネルギーの交換の仕組みなどを示した後、電気を得る方法としてどのようなものがあるかグループで話し合わせ、その後再生可能エネルギーや化石燃料、あるいは原子力を用いた発電などについて、それらの特徴を各グループで調査したり、この課題について関係する実験を行ったりした。それぞれが社会活動や人々の生活においてどのような関係性があるか、また、こうした問題を考える上で異なる意見や考え方に対してどのような倫理的な観点が重要か話し合わせ、そうした視点から改めて討議させた。これらの活動に基づいて自分なりの判断を行わせ発表し合った。

### ③5年間のまとめ

各科目でそれぞれ科学と倫理に関する教材を開発、実践し、評価を行った。原子力や生命倫理の問題など、一つあるいは普遍の回答を示すことが困難な課題に対して、様々な視点、例えば地政学的な問題を踏まえた上で改めて捉え直す必要があることに関して、生徒は真剣に自分の問題として考えることができた。5年間に渡る「科学と倫理」の研究開発において、異なる立場や視点をもつ講師の講義を聴くことによって、生徒たちは実際の社会で、また個人の活動において、理科で学習する内容はただそれらが他の教科に対して独立し単独にあるものではなく、倫理的な基底があってはじめて意味が生まれることを理解する機会となったことが、事後アンケートの結果などから明らかになった。

#### (5) 保健体育科

##### ①過去4年間の概要

第1年次は「スポーツに関する倫理的な問題」を抽出して、事例を数多く収集し分類整理するための文献調査を行った。第2年次は近代オリンピックに着目し、開催年・都市、参加国数、選手数などを提示して何が読み取れるかを問題提示した。第3・4年次は、第1・2年次に加えてオリンピックの女性参加数・商業主義などの提示とアンプティサッカーのビデオ視聴など、倫理に関する情報提供と問題提示を行った。

##### ②今年度の実践例

中学校第3学年総合的な学習の時間「スポーツ文化を通じた国際理解」では、オリンピック誕生とパラリンピックの映像を視聴して倫理に関する問題提示を行った。高等学校第3学年の体育では、サウンドテーブルテニスを紹介して実施し、高等学校第2学年の保健では、車いす操作体験を実施した。「国際理解」の事後アンケートでは、「スポーツ文化について考えを深めることができた」が83%、「今までと違う視点から捉えることができた」が77%と、肯定的に捉えた生徒が多かった。保健では、学校のバリアに気付いた生徒が多数いた。

##### ③5年間のまとめ

生徒に提供する倫理に関する情報や課題を増やしていくことにより、生徒の懐疑的・批判的なものの見方が広がってきた。スポーツは誰もが平等であることが大原則であり、5年間の継続によって、スポーツの本質を問うことが倫理の探究につながる、という考え方を指導者間で共有できたことが最大の成果と考える。

#### (6) 芸術科

##### ①過去4年間の概要

音楽科の学習活動は、「集団活動」が基本の形態となっている。活動を通して「他者理解」を深め「自己肯定感」を養うことを目標として「基礎基本」の定着を土台としつつ、演奏の質的向上を図ってきた。

美術科では、「現代美術について、情報メディアやテクノロジーを活用する能力を育成する教材を開発し、実施する。」という計画に基づき、第1学年生徒にミクストメディアや彫刻を制作する活動に取り組みさせた。

##### ②今年度の実践例

音楽科では、自分自身や自分の属する集団の演奏を客観的に分析しながら具体的な練習課題を発見する、という取組を進めた。美術科では、第1学年において、粘土による『空創動物』の制作を行った。生育環境や天敵などを想定して体の特徴が形成されているという視点をもたせ、豊かな発想力で制作させ、焼成した。

##### ③5年間のまとめ

音楽科の視点において、特に自己が確立する前段階の思春期においては、「他者を認め」「他者から認められる」体験が欠かせないと考える。活動の中で「課題解決を成し遂げた達成感」を味わわせるよう心がけ、一定の定着を見ることができた。美術科では、直接的に情報メディアやテクノロジーを活用することはできなかったが、今まで生徒が行ってきた絵の具や粘土によるいわゆる写実的な表現から離れ、自らの意図する考えや感情を表現しようとする工夫や態度が育成された。

#### (7) 英語科

##### ①過去4年間の概要

英語科における「倫理の涵養」を特に「科学と倫理」の関係における倫理観の涵養と捉え、自然科学分野の内容に関して書かれた英語の題材を通して、科学における①生命の尊重、②規範の遵守、③公衆への奉仕について

考えさせることをねらいとした。使用教科書で扱われている自然科学分野の題材の中から上記のねらいの達成に適した題材の抽出を行い、それらを用いて生徒の倫理観を涵養していくにはどのように授業を進めていくべきか、その方法の開発、検討を行った。

## ②今年度の実践例

上記目標を達成するために、第1学年では、植物工場を題材として都市化、食糧問題、エネルギー問題を扱い、持続可能な社会に向けて生態系へのかかわり方を考えさせた。第2学年では、環境問題の解決への手がかりとして Biomimetics（生体模倣科学）を紹介し、自然から謙虚に学ぶ必要性について考えさせた。第3学年では、読解副教材を用いて科学技術の発展とその功罪について考えさせた。各学年について生徒たちは熱心に教材を読み、その内容について主体的に考えていた。第3学年では、最終的に各自の考えを表現させたが、科学研究の社会貢献について自分の事として捉え、表現しようとしていた。

## ③5年間のまとめ

5年間の取組を通し、「倫理の涵養」の視点からの教材研究・開発を行ってきた。それらを通して、より深く題材と関わらせ、自らの体験や考えと照らし合わせながら考えさせる授業展開を行うことができた。さらにディスカッションや発表を通し、統合的意志決定へのプロセスに関わらせることが今後の課題である。

### （8）技術・家庭科

#### ①過去4年間の概要

「少子高齢化」、「環境問題」、「グローバル化への対応」や「家族の問題」など現代社会に係わる課題をテーマとし、生活課題や生活の裏側に潜んでいる問題について考えるような教材を構築してきた。5ヵ年計画では、問題解決にむけて消費行動の再考、討議を通した意志決定を到達目標とする。

#### ②今年度の実践例

第1学年「家庭基礎」において、「チョコレートから見えてきたもの」と題し、原料のカカオは、発展途上国の人々によって生産され、その生産現場では劣悪な労働条件、苛酷な環境で働かされていることを題材に倫理的な消費生活について学習を行った。世界で起きている現実について問題を投げかけることで、自ら課題を発見し、生活を多面的に考え、倫理や公正さというものに思考を深めていく力を養うことができた。

#### ③5年間のまとめ

5年間の取組から、あふれるモノの中で生活をしている中で、モノの背景にある文化や科学技術を理解した上で、「なぜそうなっているのか」、「どのように社会・世界と関わっていくか」を考えた消費行動が課題であるという示唆を得ることができた。自由記述からは生徒の変容を数値化する評価に至っていないが、今後も消費の裏側に潜んでいる問題に着目し、生産現場から消費されるまでの過程において環境や人権、社会貢献に配慮する生活のあり方について考え、豊かな社会の創造を実現できるよう授業改善に取り組みたい。

### （9）情報科

#### ①過去4年間の概要

「テレビCMの分析」「広告の分析」「生活の中の情報システム」「情報社会の未来像」をテーマとし、情報社会へ参画する場合の責任や義務、態度に関する内容へと発展するような教材を構築してきた。5ヵ年計画では、問題解決や討議を通した意志決定を到達目標とし、情報社会もルールや法律によって成り立っていること、情報に関する法律の内容を理解した上でそれらを遵守する態度を育成する教材開発を構築してきた。

#### ②今年度の実践例

第2学年「社会と情報」において、「サイバー犯罪とセキュリティ対策」の単元で、不正アクセスやマルウェアと呼ばれる不正プログラムへの技術的対策の具体例を知り、パソコンやネットワークシステムの安全性を高める情報セキュリティの重要性について考えさせる学習を行った。情報社会における身の回りの問題を解決するため、情報に関する科学的な見方や考え方を活かすとともに情報モラルを踏まえて、思考を深め、適切に判断し表現していく力を養うことができた。

#### ③5年間のまとめ

5年間の取組から、情報社会を生きていく中で、氾濫する情報を無批判に受け入れず、批判的な精神をもつこと、どのようにクリティカルシンキングをしていくかが課題であるという示唆を得ることができた。思考なしに情報を鵜呑みにして無批判に利用することになるとそこには倫理観が入り込む余地はないだろう。自由記述から数値化するに至らず、生徒の変容が客観的に評価できていないが、公序良俗に反することなく豊かな社会の創造を実現できるよう授業改善に取り組みたい。

## (キ)「持続可能な社会」を先導する人材を育成する ESD 内容・方法の開発

### 1 研究仮説

学習指導要領に準拠した ESD の授業開発と、本校 SSH がねらいとする ESD の授業開発を行い、生徒の学習効果や教員の自己評価について分析することにより、「持続可能な社会」を先導する人材育成を目的とした教育課程改革の方略が明らかになる。

### 2 研究内容・方法

本領域の研究内容は、ESD 教育課程を SSH で行う意義のあるものに改革する方略である。研究方法は、授業、実習、ディベートなどの学習を開発し、その成果をプレ・ポストテスト、総合問題、ポスター発表などの分析により明らかにする方法を採用した。特に、統合的意志決定能力の評価は ESD 研究の総合問題において行う。

### 3 検証・成果と課題

#### 1) 検証

本領域の5年間の取組を振り返り、研究の方略として再構成したものが表1である。第1～3年次までは、学習指導要領の枠を越えて多様な授業や実習を統合する ESD 教育課程を開発し、第3年次に統合的意志決定学習を完成させた。3年間の小括では、SSH において ESD を行う意義、すなわち本校の SSH 教育課程における科学と ESD の関係を明らかにする必要性を確認した。第4～5年次はその意義を生徒の学習に基づいて明確にするため、評価研究に取り組んだ。また、隣接領域との連関については、第3年次までは、「科学と倫理」や「国際的視野の育成」の活用を教員が総合問題で評価し、第4～5年次は課題研究を生徒が ESD の視点から自己評価を行った。

表1：研究方略と研究内容

研究方略	研究内容		
	ESD 研究・ESD 汎論	ESD 海外研修	隣接領域との連関
開発研究	<b>【教科統合型 ESD 教育課程の開発】</b> 第1年次：ESD 授業・実習の開発 第2年次：ESD 授業・実習の統合 コアテーマ「瀬戸内海」による連携 第3年次：統合的意志決定学習の完成 ディベート・総合学習の実施	国際交流を通じた科学的探究授業開発 第1年次 バイオエタノール 第2年次 食品トレイ 第3年次 太陽エネルギー	第3年次 総合問題において、「科学と倫理」「国際的視野の育成」の学習内容の活用を総合問題で評価する。
小括	科学と ESD の関係を明確にする必要性を確認		
評価研究	<b>【SSH 型 ESD 教育課程の開発】</b> 科学的思考・判断を活用した批判的 ESD 学習 第4年次：科学的な思考・判断の分析 第5年次：価値に基づく思考・判断の分析	第4年次 水素エネルギー 第5年次 植物工場	第4・5年次 「課題研究」を ESD の視点から批判的に考察する。
総括	科学と ESD が相互批判的な視点として機能し得ることを確認		

#### (検証1)「ESD 研究」:

##### 教科統合型 ESD 教育課程の開発

「持続可能な社会」の形成を目標として教科を統合した ESD 教育課程は、第3年次に統合的意志決定学習の開発により完成した。総合問題では、自己の意志決定について、複数の視点から説明と反駁を行い、議論を先導する能力を「統合的意志決定能力」として測ることができた。第5年次には、44%の生徒が対立意見に反駁し、自己の意見を複数の視点に基づき説明できていた。その主な要因は、一つ一つの視点を形成する ESD 授業が、ルーブリック評価（後掲表3）において平均して水準Ⅳが30%、水準Ⅲが48%と高水準に達していたことにあると考える。

##### SSH 型 ESD 教育課程の開発

その複数の視点を統合し先導する際に、科学的思考・判断がどのように機能するかを分析し、有効性を高める研究が、第4～5年次の SSH 型 ESD 教育課程の研究である。統合的意志決定学習を、ESD 海外研修と同様の評価基準で評価した場合、水準Ⅳは4%であったが、水準Ⅲは69%であった。

## 科学と ESD の関係

5年間の統合的意志決定学習の分析を通して、科学と ESD には相互批判的な機能があることを確認できた。例えば、漁獲量減少の原因を水質総量規制とする考え方に対し、漸化式を活用し科学的に批判する意志決定（第3年次）、「第1次産業を守る」という価値により科学的思考・判断を批判する意志決定（第5年次：後掲図1）を見ることができた。

〔検証2〕「ESD 汎論」：ESD 汎論では、各教科の学習指導要領に準拠して継続的に ESD 教材開発に取り組み、5年間で合計45の ESD 授業を開発した。第2学年の ESD 研究との関連を内容・方法のいずれかで示すことで、SSH型 ESD 教育課程を全学年のカリキュラムとして改革する方略を示すことができた。

〔検証3〕「ESD 海外研修」：ESD 海外研修は第2学年 SS コースを対象に科学者に求められる問題解決力の育成を目指し、持続可能性に係わるテーマを科学的に探究する授業開発に取り組んだ。従来の科学技術の成果を持続可能性の視点から批判的に学習することができた。

## 2) 成果と課題

### (1) 第5年次の成果と課題

今年度の課題は次の2点であった。1点目は、ルーブリックの活用による生徒及び教員の成長を示すことである。ルーブリックは上位の水準に達する生徒が多く（後掲表4）、上位の生徒の学びには教員が学ぶこともあった（後掲表6）。2点目は、「SSH型 ESD 教育課程」として、領域全体の統合を進めることである。第4・5年次に、科学的思考・判断の学習を重視した際、ESD が重視する価値の教育が弱くなった。国連人間開発指数（UN/HID）など、価値を数値化して学習に組み込むなどの工夫が必要と考える。

### (2) 第3期 SSH（5年間）の成果と課題

#### ①成果

##### (ア) 研究方略の明示

その方略は、授業、実習、ディベート、総合問題から成る統合的意志決定学習を完成させる「開発研究」と、その学習効果についてルーブリックを活用して検証を行う「評価研究」の2段階で構成することである。それは、まず科学と ESD の関係を教員が学び、学習の可能性を広げた上で、生徒に学ばせるためである。

##### (イ) SSH型 ESD 教育課程の明示

「SSH型 ESD 教育課程」の意義を表1に示した。その意義は、「科学と ESD を『互いを批判する視点』」として、教育課程を構成することである。科学の振興と持続可能な開発には、様々な関係が成り立つ。「相互批判」という関係は、それらの中で最も両者を発展させる関係であり、SSHの教育課程に最もふさわしいものとする。

#### ②課題

5年間の継続研究の中で「生徒の学びに教員が学ぶ」というサイクルが生まれた。今後、本校の科学教育や ESD においては、この原理を有効性について、「アクティブ・ラーニング」の視点から研究を行うことが求められる。科学の振興も、ESD も、次世代の主体的に学ぶ力の支援が必要である点は共通しており、次期学習指導要領への移行を機会にさらなる研究に努めたい。

## 5 「保健」の代替科目措置

第2学年 SS コースは、科目「保健」の時間を1単位減じ、総合的な学習の時間として「ESD 研究」に充当した。保健の学習内容を保障するため、持続可能な社会、社会的弱者への配慮、環境汚染、食の安全などのテーマを教育課程に組み込み、学習指導要領「保健体育」における「(3) 社会生活と健康」の「ア 環境と健康」「イ 環境と食品の保健」を中心に学習内容を保障した。

## 6 ESD 研究（対象：第2学年（1単位））

### 1) 教育課程の概要

教育課程の概要を表2、授業のルーブリックとその結果を表3に示した。ESD 研究は、第2学年生徒を対象に、毎週火曜日4限に実施した。授業は表2の①～⑤の授業を担当者が各クラス3時間ずつ担当した。「きれいな海から豊かな海へ」という瀬戸内海が直面する課題について、各教科が内容面か方法面のいずれかに重点を置き授業を実施した。実習は、8月に広島大学大学院生物圏科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーション及びハチ干潟（竹原市）で、講義の聴講、干潟での生物観察を実施した。11月から12月にかけて、授業と実習を総合してディベートを行い、水質総量規制の是非について意志決定を行う総合問題を実施した。

表2：平成28年度「ESD研究」の教育課程

	4～10月	11～12月
授業	①「持続可能な開発を考える」－世界遺産・小笠原諸島を事例として－	ディベート 論題「広島湾の水質総量規制は緩和すべきである。是か非か。」
	②「水質汚濁について考える」－CODから水質を見る－	
	③「瀬戸内海の未来を数学で考える」－相関関係から瀬戸内海を見る－	
	④「水質汚染と生物多様性について考える」－きれいになるとはどういうことか－	
	⑤「瀬戸内海の開発について考える」－干潟から何が見えるか？－	
実習	「干潟や藻場の保全について考える」(竹原ステーション・干潟実習) 講義：「生物多様性の危機－我々は何をなすべきか－」講師：大塚 攻 先生 (広島大学)	
試験	前期試験：授業①②③ 後期試験：授業④⑤及び総合問題 (ディベート論題に関する意志決定)	

表3：ESD 授業及び総合問題のルーブリック

評価規準1：地域の学習を通して、持続可能な社会に向けた課題を見出すことができる。		評価規準2：自ら見出した課題の解決に向けて、多様な観点から思考・判断することができる。	
内容型：持続可能性を志向した水準化		方法型：科学的思考・判断を志向した水準化	
授業①「持続可能な開発を考える」(地理歴史科)		授業②「水質汚濁について考える」(理科)	
IV 20	環境保全と経済効果の両面から、事実に基づく明確な根拠をもち意志決定を行っている。	IV 15	水質汚濁について科学的に理解し、科学的根拠に基づいて考察している。
III 38	環境保全と経済効果の両面から、意志決定を行っている。	III 67	水質汚濁について科学的に理解し、身近な問題として捉えることができている。
II 27	環境保全と経済効果の双方を比較・吟味し、意志決定の必要性を理解できている。	II 13	水質汚濁について科学的に理解している。
I 15	環境保全、または経済効果のいずれかの立場に基づき、意見を述べている。	I 5	水質汚濁について理解しようと努めている。
授業③「瀬戸内海の開発を考える」(地理歴史科)		授業④「瀬戸内海の未来を数学で考える」(数学科)	
IV 34	干潟造成について、国際的、倫理的、科学的に学習を進展させ提案している。	IV 35	水質データを統計的に分析し、因果関係に基づいて相関関係を考察している。
III 54	干潟造成について、その問題構造を理解し、自らの考えを提案している。	III 47	水質データを統計的に分析し、相関関係を考察している。
II 12	干潟造成について、その功罪を理解し、自らの考えを提案している。	II 15	水質データをグラフ、図を用いて分析している。
I 1	干潟造成について、自らの考えを提案している。	I 3	水質データについて理解しようと努めている。
<b>総合型：持続可能性及び科学的思考・判断を志向した水準化</b>			
授業⑤「水質汚染と生物多様性について考える」(理科)		総合問題「広島湾の水質総量規制の是非」	
IV 45	水質汚染と生物多様性の関係を科学的に理解し、のぞましい水質環境について科学的に学習を進展させ、提案している。	IV 4	データや事実関係の確定、説明やその根拠付けにおいて、科学的な思考や判断を行っている。
III 35	水質汚染と生物多様性の関係を科学的に理解し、のぞましい水質環境について提案している。	III 69	説明やその根拠付けにおいて、科学的な思考や判断を行っている。
II 15	水質汚染と生物多様性の関係を科学的に理解している。	II 25	説明やその根拠付けにおいて、科学的な知識や着眼点が含まれている。
I 5	水質汚染と生物多様性の関係を理解しようと努めている。	I 3	説明やその根拠付けにおいて、科学的な知識や着眼点が含まれていない。

左列I～IVはIVを最高とした水準、その下の数値は全体に占める割合(%)を示す

表4：総合問題における統合性の水準化

水準	評価基準	1組	2組	3組	4組	5組	合計	割合
IV	対立意見を反駁し、複数の視点を統合した意志決定	25	18	17	12	13	85	44%
III	反駁は行わず、複数の視点を統合した意志決定	7	9	10	9	8	43	22%
II	対立意見を反駁し、1つの視点による意志決定	6	11	6	20	17	60	31%
I	反駁は行わず、1つの視点による意志決定	4	1	0	0	2	7	4%

割合以外の単位は(人)

## 2) 統合的意志決定能力育成の成果と課題

第5年次の総合問題の解答には、新たに2点の特徴が見られた。その解答例を図1に示し、説明する。

1点目は、事実の確定に科学的裏付けを必要と考えている点である。ディベートにおいて様々な「事実」が出されたため、調べ学習を十分に行い、より科学的に説明力の高い調査資料によって事実を確定している。

2点目は、価値を根拠にした意志決定である。今年度は授業①において、WCED(環境と開発に関する世界委員会)の「持続可能な開発」理念が「世界経済構造の転換」を目指し、特に「貧しい人々への配慮」を課題としたことを解説した。「第1次産業を守る」という価値を根拠とした解答が0名から8名に増加した一因と考える。

統合的意志決定能力の育成という観点から5年間を振り返ると、最高水準に達する生徒が大幅に増加した。授業①～⑤を根拠にして説明を行う生徒が、より授業内容を理解できた効果と考える。ただし、科学的思考・判断の機能については、表3の総合問題にあるように水準Ⅳは4%で、水準Ⅲが69%と最も多かった。水準Ⅳの育成には、自ら科学的事実の確定を行い、より確かな数値を根拠に、授業内容を活用している解答が見られた。水準Ⅳを増やすには、「アクティブ・ラーニング」の支援が課題となると考える。

また、表4を見ると、ディベートの進め方が統合性の水準に影響を与えると考えられる。4、5組では対立点に関する論戦が深まったが、その中で自己の意志決定の根拠付けを多角的に行うよう支援する課題が残った。

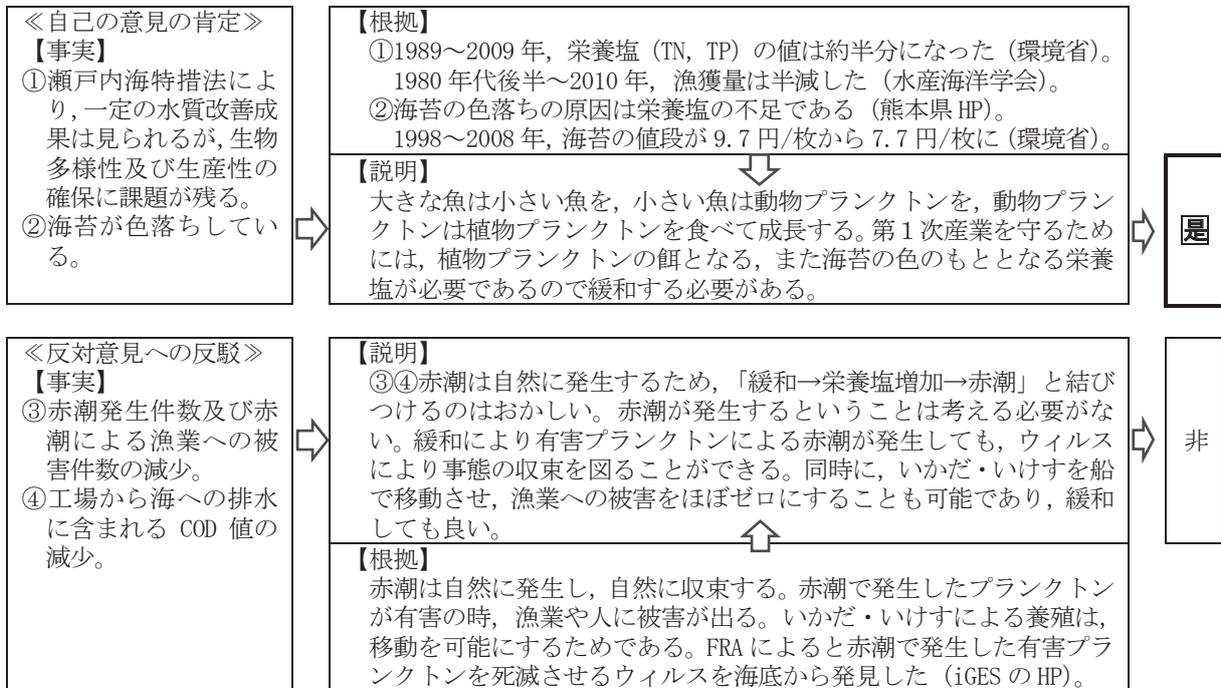


図1：総合問題における統合的意志決定の評価例（一般コース生徒の解答）  
（図は、トゥールミン図式を参照して作成した総合問題の解答欄を再現した。）

### 3) ESD 実習の成果と課題

第2年次から第5年次まで実習を行った。7コースを開発し、地域の課題を見出せるように支援した。成果は2点ある。まず1点目は、総合問題で実習の学習内容や経験が活用されたことである。例えば、干潟や藻場の保全により水質を改善する(実習①)、水質より水温を問題視する(実習③)、島嶼部の生活や漁業の実情に重きを置く(実習②⑥)、地産地消を優先する(実習④⑤)などの考え方が解答に活用されていた。2点目は、実習が真正なESDの学びとなったことである。特に実習①では、講師の研究に学び、さらに干潟を守るための社会活動にも学ぶことができた。第5年次の干潟実習では、生徒が主体的に予習を行い、講義で地球が第6の絶滅期にあることを科学的なデータや事例で学んだ後に、カブトガニをはじめ希少な生物を発見する経験を積むことができた。

課題は、実習の活用である。実習①のように科学の内容をフィールドで五感を使って学ぶ実習は、科学地理オリンピックと同様にフィールドで実施する評価問題として開発できる、という示唆を得た。

表5：ESD 実習（①は、第2～5年次、その他は第2～4年次に実施した。）

<p>評価規準2 地域の学習を通して、持続可能な社会に向けた課題を見出すことができる。</p> <p>①「干潟や藻場の保全について考える」(干潟に関する講義・干潟実習) ②「瀬戸内地域の地域医療を考える」(医師によるケーススタディ) ③「エネルギーと海洋環境保全を考える」(広島ガス工場見学) ④「瀬戸内海の食材を調理する」(本校教諭による調理実習) ⑤「フェアトレードについて考える」(店長と研究者の講義・実習) ⑥「島嶼部地域の生活について考える」(倉橋島の企業・密柑山見学) ⑦「自由研究」(授業を発展させたレポート)</p>	 <p>干潟実習：カブトガニの観察</p>
--	--

#### 4) 教員の自己評価

最後に、教員の自己評価を示す。教科の枠を超えて開発した ESD 授業では、生徒から出された水準Ⅳの解答に、教員が学ぶことも多くあった。表 6 に示したような「生徒の学びに教員が学ぶ」というサイクルが、「SSH 型 ESD 教育課程」の評価研究を進める上での推進力となると考える。

表 6：水準Ⅳの生徒の学びと教員の学び

生徒の学びと教員の学び	
授業①	(生徒の学び) 小笠原空港開設問題を、今の問題として捉えるだけでなく、過去・現在・未来と時系列の中に正しく位置付け、解決方法を提示した答案が見られた。(教員の学び) 「持続可能な開発」は、今の問題を、遠い将来に生きる人々の立場に立って時間を超えて考えさせ、違う地理的空間にいる人々のことも考えさせる必要があり、そのためのベースとなる歴史的地理的認識の育成が肝要であると実感した。
授業②	(生徒の学び) 実験結果をもとに科学的に理解を深めるだけでなく、水質汚濁解決のために、個人として実施可能な提案することができ、身近な問題として認識することができていた。(教員の学び) 実験結果から水質を判断する過程は高等学校理科で育成を目指す思考力などの育成に直結していると実感でき、科学的根拠に基づいて結果を解釈する教材の開発が重要であるとわかった。
授業③	(生徒の学び) 天然干潟と造成干潟を対比する提案が多い中、造成干潟が場所を選べる点を評価し、最大限に生かすことを訴える提案が見られた。(教員の学び) 「持続可能な開発」は、何がベストの方法かを考えさせるだけではなく、様々な方法についてベストな状態を考え続けることが大切だと実感した。
授業④	(生徒の学び) 与えられたデータを推移図や散布図を用いて分析し、相関関係の有無やその程度を記述できていた。さらに、それらの特徴をより詳しく調べるためにはどのようなデータが必要かを考察することができていた。(教員の学び) 数学の閉じた内容ではなく、「持続可能な開発」という文脈下での相関分析・因果推論は、科学的思考の必要性を実感させるための手立てとして有効であることを学んだ。
授業⑤	(生徒の学び) のぞましい水質環境について、単純に「きれいな」・「豊かな」のどちらかを意志決定する意見が多い中で、その地域や環境に応じて「豊かな」を批判的あるいは多面的に解釈する必要があるという意見、また、COD 値 (授業②) や干潟の保全 (授業③) と関連付けた批判的あるいは統合的な意見などが見られた。(教員の学び) ESD の資質・能力の 1 つとされている「形成能力」の育成のためには、「科学から」批判的に、「科学を」批判的に捉える経験が必要であると実感した。

## 7 「ESD 汎論」実践報告 (対象：全学年)

ESD 汎論では、5 年間にわたり学習指導要領の範囲内で ESD 授業の開発を行ってきた。ここでは、本年度の実践と 5 年間のまとめを示す。

### 1) 国語科

#### ①過去 4 年間の概要

本教科では、「日本の四季」(栗田勇)・「魔術化する科学技術」(若林幹夫)・「人類による環境への影響」(鷲谷いずみ)といった評論文を中心に、筆者の考えを読み取り、筆者の提示する問題について自分のことと関わらせて考える授業を構築してきた。5 ヶ年計画では、読み取りの中で、筆者の提示する問題の元にある近代の合理主義に気付かせ、それに対する自分の意見を交流させた。

#### ②今年度の実践例 (ア. 対象学年・科目・単元, イ. 実践内容 (概要), ウ. 評価, エ. 成果と課題)

ア. 第 2 学年・現代文 B・『である』ことと『する』こと (丸山真男) イ. 近代社会では、「である」価値ではなく「する」価値が重要視されるようになったが、近代日本では価値の倒錯が起こっているという主旨の文章を読み、現代社会ではどうかという点について自分の考えを書かせ、交流させる。ウ・エ. 現代の社会の中で、生徒が将来、仕事を行っていく上で求められる価値について考えさせることは、意義があったと考えられる。

#### ③5 年間のまとめ

5 年間の取組から、教材の読み取りで近代の合理主義に気付かせるところまでは学習を進めることができたが、それに対する自分の意見を交流させる学習は、時間の制限もあり、不十分になってしまった。今後は、他の文章との重ね読みを行ったり、グループ学習を取り入れたりすることで、多様なものの見方・考え方を広げていく工夫を行い、さらに生徒自身の評価を組み込み、授業改善に努めたい。

### 2) 地理歴史科・公民科

#### ①過去 4 年間の概要

本教科では、「全球凍結」「土壌汚染」「近現代史における環境問題」「海洋汚染」など、地理や世界史を中心に、従来の教材を ESD の教材として再構築してきた。5 ヶ年計画では、問題解決や討議を通じた意志決定を到達目標とし、内容開発、方法開発、評価規準・基準開発の順に研究を深めてきた。

#### ②今年度の実践例 (ア. 対象学年・科目・単元, イ. 実践内容 (概要), ウ. 評価, エ. 成果と課題)

ア. 第 2 学年・地理 A・「海岸地形と開発」イ. 韓国西岸における河口干潟や流域圏の開発について、干潟、流域圏、韓国全土と空間スケールが拡大すると、「持続可能な開発」という考え方が「干潟保全」から「グリーン

成長」へと変容している現状を提示し、その是非について議論させた。ウ・エ. 空間スケールを超えた話し合いを求める意見が多く、社会的立場を決め模範的に話し合う学習に発展させることが可能であると考えた。

### ③5年間のまとめ

問題解決や討議を通じた意志決定については、十分に時間を割くことはできなかった。SSH での5年間の取組から、空間や時間のスケールが変われば「持続可能性」の解釈が変わる、という重要な示唆を得ることができた。今後は、生徒が「持続可能性」という語をどのように活用したかという視点で、ESD 授業の評価を行い、授業改善に取り組みたい。

## 3) 数学科

### ①過去4年間の概要

本教科では、「アリの餌さがし」「比較優位の原理」「マルコフ連鎖と経済モデル」「複利計算とローン返済」などを題材とし、数学的考察を通して問題解決活動を行う授業実践を重ねた。5ヵ年計画では、数学カリキュラムに位置付けられる学習内容・学習方法を、ESD の視点から開発することを目標として研究を行ってきた。

### ②今年度の実践例 (ア. 対象学年・科目・単元, イ. 実践内容 (概要), ウ. 評価, エ. 成果と課題)

ア. 第2学年・数学Ⅱ・「不等式の表す領域」 イ. 化学触媒の作用と副作用のデータから変数を見出し、それらを不等式や座標平面上の領域として表現する活動を通して、副作用を最小に抑えつつ、望まれる結果を得るための方法を考察させた。ウ・エ. 有機物による水質汚濁という、ESD 研究とも関連する題材を扱ったため、数学を用いて持続可能性に関連する課題を考えることができると実感できている生徒が多くいた (事後アンケートでは88%が実感できたと回答)。

### ③5年間のまとめ

持続可能性を数学的に考察するための様々な教材の開発と、それを用いた授業及び授業評価を通して、高等学校数学の応用によって自然現象や社会現象を記述・分析する実践を蓄積することができた。この5ヵ年では「持続可能性の視点から数学の教材開発を行うことは、現実的な事象を数学化する活動や数学的に表現する活動など、数学科の本質に関わる活動を授業で展開することにつながる」という示唆を得たことが大きな成果である。

## 4) 理科

### ①過去4年間の概要

本教科では、「エネルギー変換効率」「物質とリサイクル」「バイオームの多様性と分布」「広島県の土石流災害」などを題材とし、ESD 研究との連携を意識しながら、生徒の思考を活性化させる授業開発を行った。地球環境を制御している様々な要因を理解し、それらに人間の活動がどう影響しているかを考えさせる授業を実践した。5ヵ年計画では、エネルギーや自然を題材に、ESD に関わる学習内容と授業方略を研究してきた。

### ②今年度の実践例 (ア. 対象学年・科目・単元, イ. 実践内容 (概要), ウ. 評価, エ. 成果と課題)

ア. 第3学年・化学・「反応速度」 イ. 化学工業における触媒の関わりについて、アルコール飲料や調味料などの食品、医薬品の生産において、身近に存在する微生物の働きを利用したバイオリクターなどのバイオマスを導入し、持続可能な開発を実現しようとする取組について考えさせた。ウ・エ. バイオリクターを導入することによって、長時間安定かつ連続して繰り返し反応を行うことができる、反応物から容易に触媒を分離できる、などの利点があることに気付かせることができた。

### ③5年間のまとめ

物理・化学・生物・地学の各科目で、探究活動の単元開発を行うことができた。また、教科の目標に沿った学習内容・学習活動を実践し、年間指導計画に位置付けることができた。一方、各科目間の学習内容と関連をもたせた教材の開発については、化学と環境問題及びバイオマス資源との関連など、一部の科目での実践にとどまった。次年度以降は、さらに多くの科目間で連携し、生徒の思考に広がりをもたせるような授業方略の開発を進める必要がある。

## 5) 保健体育科

### ①過去4年間の概要

本教科では、「オリンピック・パラリンピック」「ワールドカップ」「WBC」など、世界レベルで開催される様々なスポーツ大会をキーワードに、スポーツ自体はもちろん、それに関連する政治や歴史的背景などをスポーツ文化と捉えて教材化を試みてきた。5ヵ年計画では、個々の興味・関心を尊重しながらスポーツ文化に積極的に関わる人材の育成を目指してきた。

### ②今年度の実践例 (ア. 対象学年・科目・単元, イ. 実践内容 (概要), ウ. 評価, エ. 成果と課題)

ア. 中学校第3学年・総合的な学習「スポーツ文化を通じた国際理解」 イ. リオデジャネイロオリンピック・パラリンピックで活躍する日本人選手の紹介や2020年に開催される東京オリンピック・パラリンピックに向

けた様々な取組や行政の動きなどについて紹介した。ウ. 各自が強く関心をもったスポーツにまつわる出来事について調査し、レポートにまとめた。

### ③5年間のまとめ

オリンピック・パラリンピックに限らず様々なスポーツの世界で自分達と同世代の選手が活躍しており、スポーツに関する関心は年々高まってきている。生徒の懐疑的・批判的なものの見方や捉え方も広がってきているが、これらを全体場で発表する時間が確保できていない。他者への発信も重要な学習課題と捉え、生徒同士で情報の共有化を図る場を設定することが今後の課題である。

## 6) 芸術科

### ①過去4年間の概要

音楽では、「異文化理解」と「自国の文化の理解」の流れで授業を展開した。その中で、「ヒロシマと音楽」と題し、佐藤真作曲組曲「土の歌」の鑑賞と合唱活動を行った。美術では、「日本と西洋の空間表現」について透視図法や絵巻物を題材に鑑賞活動のみでなく、表現活動も交えながら、自国の伝統文化と西洋の文化の違いを理解させるべく、ESDの題材開発に努めてきた。

### ②今年度の実践例（ア. 対象学年・科目・単元，イ. 実践内容（概要），ウ. 評価，エ. 成果と課題）

ア. 中学校第2学年・音楽科・「世界の民族音楽」、中学校第2学年・美術科・「夢のある自分の部屋」イ. 音楽：実習を通して音楽の仕組みを学習した。美術：透視図法を用いた空間表現、信貴山縁起絵巻の空間表現・時間表現について学習した。ウ. 音楽：地域文化と音楽との関わりの学習。美術：空間表現・時間表現の理解。エ. 成果. 音楽：異文化理解と尊重。自国文化と周辺地域（特にアジア圏の国々）との関連性の学習。美術：自国の伝統再認識。課題. 音楽：自国文化の理解。美術：他の文化圏の理解。

### ③5年間のまとめ

音楽：自国文化としての音楽を扱い、他国との関連性について学習を深めたが、アジア音楽との類似点と関連性について特化するにとどまった。今後は日本の地域文化と音楽との関連性の詳細を扱い、その他の国々もグローバルな視点をもって実践を進めたい。美術：空間表現・時間表現は国や地域により、時代によって様々な表現方法があり、現在自分たちが理解しているもののみが正当なものではないという異文化理解に貢献する題材開発ができた。

## 7) 英語科

### ①過去4年間の概要

本教科では、①「英文の暗唱による内容理解と表現を定着させる活動」、②「理解した英文を自分の言葉で再生する活動」、③「エッセイコンテストを利用した意見文の指導」、④「体験に基づいて自分の考えを英語で発表する活動」など、教材の内容理解から、自らの考えを英語で発信する力の教科に重点を置いてきた。5ヵ年計画では、発信力を強化する活動を、内容面においても他教科との連携の可能性を検討しながら研究を深めてきた。

### ②今年度の実践例（ア. 対象学年・科目・単元，イ. 実践内容（概要），ウ. 評価，エ. 成果と課題）

ア. 第2学年・英語表現Ⅱ・「パラグラフ・ライティング」・「エッセイライティング」イ. これまでに学んだことを踏まえ、英文で環境問題について意見文を書かせた。テーマには学校指定科目の1つであるESD研究で扱ったトピックと関連したもの（森の役割）を選んだ。ウ・エ. 論理的でわかりやすい英文を書くために必要な、「英文の論の展開に関する知識」と「テーマに関する知識」とを結びつけることがある程度達成できた。

### ③5年間のまとめ

5年間を通じ、内容理解中心の授業から、表現と表現方法を学びながら、自らの考えを実際に発信する授業へとつなげてきた。それに伴い、授業内容もプレゼンテーションやグループ活動など、英語を使用させる場を具体的に意識させるものへと少しずつ変化している。今後は他教科との連携を今まで以上に意識し、他教科から得られた知識を生かし、英語での発表へとつなげる、教科の垣根を越えた授業展開を目指していきたい。

## 8) 技術・家庭科

### ①過去4年間の概要

本教科では、「ユネスコ無形文化遺産」「食品ロス」「地産地消」「チョコレートの原料カカオの収穫」「ファストファッション」「小型家電リサイクル」「衣生活から地球の未来を考える」をテーマとし、5ヵ年計画では、現代の生活課題や生活の裏側に潜んでいる問題について考え、一人一人の消費行動の改善、問題解決に向けて討議を通じた意志決定を到達目標とし、多様なものの見方・考え方を育成する教材開発を深めてきた。

### ②今年度の実践例（ア. 対象学年・科目・単元，イ. 実践内容（概要），ウ. 評価，エ. 成果と課題）

ア. 第2学年・総合文化科学・食文化の伝承 イ. 調理実習「伝えていきたいわが家の味」から地産地消、食文化の伝承、食と農への理解を促し、日本の農業の在り方についても考えさせた。ウ・エ. 「私たちはどのような

食文化を継承すべきなのか」食文化の継承，創造にむけて主体的に適切な判断や行動ができる力を養いたい。

### ③5年間のまとめ

5年間を通じて、「持続可能な社会の形成に参画する」という観点から自らの消費行動と他者との関わりを意識させるための取組を行った。合理的で快適な暮らしや利便性を疑い、本当に必要なものを再考することを通して、多様なものの見方・考え方が育成されるとともに、現代に生きる人間としての在り方や生き方についての考察を深めることができるという示唆を得ることができた。授業改善により、自由記述からは「買い換える文化」から「引き継ぐ文化」へとパラダイム転換につながっていることが窺えるが、この生徒の意識の変化を実生活に活かすことができているかが課題である。

## 9) 情報科

### ①過去4年間の概要

本教科では、「テレビCMの分析」「広告の分析」「生活の中の情報システム」「情報社会の未来像」をテーマとし、情報を伝え合う手段、情報を読み取ること、情報をつくること、情報をやり取りすることについてのESD教材を構築してきた。5ヵ年計画では、問題解決や討議を通じた意志決定を到達目標とし、人、もの、社会、技術とのかかわり方について問題意識をもち、多様なものの見方・考え方を育成する教材開発を深めてきた。

### ②今年度の実践例（ア. 対象学年・科目・単元，イ. 実践内容（概要），ウ. 評価，エ. 成果と課題）

ア. 第2学年・社会と情報・情報社会における情報システム イ. 災害などで通信ネットワークが使えなくなると情報システムにも重大な影響が及ぶ現状を示し、情報システムが私たちの生活を支えていること、及びその影響や問題点について考えさせた。ウ・エ. 情報社会の一員として、主体的に適切な判断や行動ができる力を養いたい。

### ③5年間のまとめ

5年間の取組から、「持続可能な社会の形成に参画する」という観点から現代社会の課題を探究する活動を通して、多様なものの見方・考え方が育成されるとともに、現代に生きる人間としての在り方や生き方について考察を深めることができるという示唆を得ることができた。しかし、生徒の意識の変化をより具体的に捉えるための質問紙の工夫が必要であった。

## 8 課題研究とESDの関係（平成28年4月・平成29年2月実施）

中間評価において指摘されたSSHとESDの関係の明確化について、生徒自身においても「課題研究」での科学的な研究内容がESDとどのように関連付けられるのか、自問することは、科学とESDの関係を意識できるよい機会となる。「課題研究」とESDがどのように関係付けられるのか、今年度は、課題研究開始前（研究グループ決定前）の4月と、課題研究開始から半年ほど経過した2月にそれぞれ考察させた。その結果、昨年度と同様、SSHプログラムを積み重ねた2月の方がESDの視点で研究内容を分析できるようになっていた。各研究テーマと2月の考察を下表に示す。

領域	研究テーマ	ESDの視点（2月の考察から）
物理	マイクロバブルの発生と応用	マイクロバブルを用いることにより汚染水を浄化することができる。
物理	コーンスープの中のコーンの動き	コーンを1粒も残さないことで生ゴミを減らすことになり、缶をリサイクルしやすくなる。身の回りにあるもので実験を進めていくことは、環境に優しい知恵のつまった生活を推進することにつながる。
物理	靴についた土の落とし方	靴についた土を屋内に入る前に落とすことにより、室内環境をきれいに保つことができる。
物理	最適なまつ毛の方法	まつ毛は、目にゴミが入るのを防ぐ働きをしているため、その最適な角度を明らかにすることで、フィルターや医療用のまつ毛の開発に活用できる。
化学	卵白の泡立ちについての研究	添加物や保存方法を変えることで、より高品質なメレンゲを作成できれば、社会や家庭生活などでの応用が期待できる。
化学	シールの最適な剥離方法	資源と時間を無駄に使わずシールを剥がすことができれば、身の回りの生活だけでなく、医療や工業の専門分野においても貢献できる。
生物	ゼブラフィッシュの学習と記憶の減衰	ゼブラフィッシュ（魚類）とヒトでは脳の基本構造が同一であるため、将来的なヒトの記憶についての研究や人工知能（AI）の開発などに貢献できる。
数学	効率的な被災者の探索方法	災害時の救命や社会の復旧という点において、持続可能な社会を支援できる。
数学	加法・乗法を別の演算で表す方法	基礎研究であるが、この分野の研究が広がりを見せたり、変質させたりすることによって「持続可能な社会」との強い関連が現れる可能性がある。

## 9 海外理数教育重点校との連携による「ESD 海外研修」(対象：第2学年 SS コース)

### 1) ESD 海外研修のねらい

海外研修のねらいは、次の①～③である。これらのねらいを達成するために、ESD に関連付けたテーマを設定し、ESD 科学授業モデルを構築してきた。

#### ① ESD の視点

地球的規模で生じている諸問題について、海外の高校生と定期的に連携し、科学的な調査・研究を行うことを通して、ESD の視点で思考・判断することの意義と重要性を認識させる。

#### ② 国際的視野に基づく問題発見力、問題解決力

海外に赴き、現地の高校生と共同して科学的な調査・研究を行うことを通して、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養う。

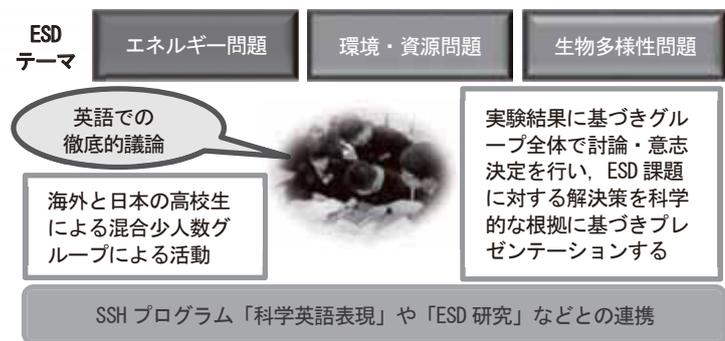
#### ③ 英語力の向上

海外の生徒と徹底的に議論する活動を通して、英語によるコミュニケーション力及びプレゼンテーション力の向上を図る。

### 2) ESD 海外研修の概念図

右図が概念図である。エネルギー問題、環境問題、資源問題、生物多様性問題など地球的規模で解決すべき喫緊の課題を素材に時機にあったテーマを年度ごとに選定する。

また、学校設定科目「科学英語表現(第2学年 SS コース対象)」や「ESD 研究(第2学年全員対象)」との連携も行う。



### 3) ESD 科学授業モデル

#### (1) ESD 科学授業モデルの目的

- ・ ESD に関連する科学的内容を扱う。
- ・ 生徒自らが ESD に関連した問題を見だし、科学的な根拠に基づいて判断し、自分の意見を主張し、表現する能力を育成する。
- ・ 海外の高校生との交流を通して異文化理解を深め、地球的規模で思考し、行動できる人材を育成する。
- ・ 統合的に判断し意志決定する能力(統合的意志決定能力)を育成する。

#### (2) ESD 科学授業モデルの流れ

ESD テーマ決定→課題の設定→事前学習→実験→実験結果の分析・考察→調査→議論→課題に対する提案の作成→発表→質疑応答→振り返り→まとめ→成果報告

### 4) 韓国海外研修・訪日研修

#### (1) 1年間の流れ

上述の海外研修のねらいや ESD 科学授業モデルの目的に沿って、韓国の理数教育重点校である天安中央高等学校と7年間にわたり韓国海外研修と韓国訪日研修を実施してきた。1年間のスケジュールは次のようになる。

#### ○事前学習(7月初旬～下旬の放課後及び夏季休業中に実施)

プレゼンテーション特別講義	学校設定科目「科学英語表現」の一環として実施する。英語での発表技能の向上をねらいとして、外部講師を招請して実施する。
韓国を学ぶ特別講義	韓国の文化、挨拶やお礼などの簡単な韓国語、家庭での基本的なマナーや習慣などを身につけることをねらいとして、外部講師を招請して実施する。
韓国の歴史を学ぶ特別講義	本校世界史教諭による。
科学授業に関する特別講義	科学授業で用いる未習の専門的な知識の学習を、研修で用いる英語の実験テキストを活用して実施する。本校理科教諭による。

#### ○韓国海外研修(7月下旬～8月初旬の夏季休業中に実施。3泊4日)

第1日目	移動日(広島→仁川→天安)、開講式、アイスブレイク
第2日目	事前調査、科学実験、ホームステイ
第3日目	科学実験、実験結果の分析・考察、議論、まとめ、発表、事後調査、閉講式
第4日目	移動日(天安→仁川→広島)

#### ○韓国訪日研修(1月初旬～中旬に実施。1泊2日)

第1日目	開講式、事前調査、科学実験、ホームステイ
第2日目	実験結果の分析・考察、議論、まとめ、発表、事後調査、閉講式

○成果報告会での研修報告

課題研究中間発表会 (11月中旬)	課題研究中間発表会のプログラムの一部として第2学年 SS コースの生徒が韓国海外研修やサイエンスプロジェクトツアーなどの報告を行う。
SSHの日(2月下旬)	SSHの日のプログラムの一部として第2学年 SS コースの生徒が韓国訪日研修の報告を行う。

(2) これまでに開発した授業モデルの概要

年度	韓国海外研修	韓国訪日研修
H22	物理領域「LED電球は環境にやさしい!？」 化学領域「バイオディーゼル」 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・化学領域は外部講師による講義を実施 ・両領域とも口頭発表	化学領域「鉄を化学する」 ・化学領域のみでの実施 ・JFEスチール(製鉄所)視察研修を実施 ・外部講師による講義を実施 ・グループごとの議論とまとめのみ(発表なし)
	物理領域「家庭の消費電力を太陽電池で賄うには?」 化学領域「バイオディーゼル」 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・化学領域は外部講師による講義を実施 ・MEMC(シリコンウエハー製造工場)視察研修を実施(太陽電池と関連付けて) ・物理領域は口頭発表 ・化学領域はポスター発表	物理領域「風力発電を利用する」 化学領域「鉄を化学する」 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・マツダミュージアム視察研修を実施(鉄の身近な利用例である自動車と関連付けて) ・物理領域は口頭発表 ・化学領域はポスター発表
H24	物理領域「プランク定数の測定」 化学領域「化学電池」 ・現代自動車工場視察研修を実施 ・韓国天安中央高等学校教員主導による実施 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・物理領域は外部講師による講義を実施 ・両領域とも口頭発表	生物領域「酵母利用によるバイオエタノールの生成」 化学領域「バイオエタノールの蒸留と生成」 物理領域「スターリングエンジンの熱効率」 ・バイオエタノールを共通テーマに3領域別々に実施 ・生徒はいずれか1つの領域のみを選択して実施 ・ストーリーをもたせて実施(生物で生成したバイオエタノールを化学で蒸留し、得られたバイオエタノールを物理で使用) ・発表では、領域別ではなく、3領域の生徒を混合し、発表用グループを新たに作り、3領域の情報を共有させて、全員の前で口頭発表
	共通テーマ「食品トレイを科学する」 平成25年度より韓国海外研修と韓国訪日研修で取り扱うESDテーマを同一のものとし、海外・訪日を連動させ、一つのプログラムとして実施	
H25	物理領域「垂直方向にはたらく『たわみ』を測定(ヤング率)し、他の材質である厚紙などと比較」 化学領域「ポリスチレンなどのプラスチック素材の化学的特性、食品トレイの溶解と再生成」 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施 ・両領域とも口頭発表 ・両領域から代表グループを1つ選び、全体で発表	物理領域「発泡スチロールと他の材質の熱伝導率を測定・比較し、断熱効果について考察」 化学領域「ポリスチレンの合成、発泡スチロールの分解と再合成」 ・物理領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施 ・発表では、領域別ではなく、両領域の生徒を混合し、発表用グループを新たに作り、両領域の情報を共有させて、全員の前で口頭発表
	共通テーマ「太陽エネルギーを科学する」	
H26	物理・地学領域「太陽電池によって生み出される最大電力、太陽の熱エネルギーの測定」 化学領域「酸化チタンの光電極による水の電気分解、得られた水素の体積に基づく効率の測定」 ・物理・地学領域、化学領域を別々に実施 ・生徒はどちらかみの領域を選択して実施 ・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施 ・両領域とも口頭発表 ・両領域から代表グループを1つ選び、全体で発表	物理領域「水素型燃料電池の実験を行い、得られたデータに基づく燃料電池の発電効率の決定」 化学領域「色素増感型太陽電池の製作、電圧・電流の測定」 生物領域「光合成における発生酸素量の測定、光合成色素の抽出」 ・3領域を別々に実施 ・生徒はいずれか1つの領域のみを選択して実施 ・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施 ・発表では、3領域の生徒を混合し、発表用グループを新たに作り、3領域の情報を共有させて、タブレット端末で発表資料を作成し、口頭発表
	共通テーマ「水素エネルギーを科学する」	
H27	物理領域「モーターの変換効率の測定」 化学領域「燃料電池の効率の測定」	物理領域「モーターの効率の測定」 化学領域「酸化チタンによる水素発生効率の測定」

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理領域、化学領域を別々に実施</li> <li>・生徒はどちらかのみ領域を選択して実施</li> <li>・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施</li> <li>・発表では、両領域の生徒を混合し、発表用グループを新たに作り、両領域の情報を共有させて、ポスターを作成し、ポスター発表</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理領域、化学領域を別々に実施</li> <li>・生徒はどちらかのみ領域を選択して実施</li> <li>・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施</li> <li>・発表では、両領域の生徒を混合し、発表用グループを新たに作り、両領域の情報を共有させて、ポスターを作成し、ポスター発表</li> <li>・タブレット端末を情報検索機器として活用</li> </ul>
	共通テーマ「植物工場を科学する」	
H28	物理領域「LEDの光源としての性能を測定する実験」 化学領域「土中及び植物中のイオン濃度の測定、異なる環境下での光合成量の観察」	生物領域「二酸化炭素濃度と光合成量との関係」 「LEDの色の違いによる植物の生長の違い」 「LEDの色の違いによるイオン吸収量の違い」
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物理領域、化学領域を別々に実施</li> <li>・生徒は2グループに分かれ、2日間かけて両領域を実施</li> <li>・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施</li> <li>・発表では、グループごとにポスター発表</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒は2グループに分かれて、3種類全ての実験を実施</li> <li>・全員を対象に外部講師を招請し、講義を実施</li> <li>・ポスター発表</li> </ul>

### 5) 5年間のまとめ

第2期 SSH から数えて7年間にわたって ESD 海外研修を韓国の天安中央高等学校などと連携して実施してきた。ESD 海外研修のねらいである「①ESD の視点」「②国際的視野に基づく問題発見力、問題解決力」「③英語力の向上」の達成のために上述のような科学授業プログラムを実施し、実践を重ねるたびに3つのねらいの達成の度合いは高くなった。そして、毎年、成果と課題を明確にし、課題解決のために、新たな ESD テーマを設定し、それと関連付けた新たな実験教材の開発、新たな実施形態の考案などに取り組んできた。初めは、物理領域・化学領域を別々に行っていたものを、共通テーマで実施し、さらには海外・訪日研修を、1年間を通した1つのプログラムと捉えなおし、1年間の共通 ESD テーマの設定へと変化させた。これにより、ESD テーマに関する理解の深まりが窺えた。実施形態も物理・化学などを別々に実施していたものを、発表の際には混成グループとし、実験結果や考察を共有した上で発表資料を作成させた。今年度は全ての実験を実施できるよう工夫し、ESD テーマについてより深い理解を図った。その結果、ESD 課題解決の提案が、全ての実験結果を考慮した上での科学的な根拠に基づいたものとなっており、これまでの課題であった実験結果の活用の不十分さが解消された。発表形態もプレゼンテーションソフトを用いた口頭発表からポスター発表へと変え、ローテーションを組み、全ての生徒が全ての発表を聞けるようにした。これにより、発表者と聴き手が少人数同士となり、質疑応答の機会が増え、議論が深まるとともに、単純に発表の機会が増えることとなり、英語力の向上を図ることができた。こうした7年間の取組の結果、海外研修において、そのねらいを達成するためには、次のような形態が望ましいと提案する。

- ① 海外研修・訪日研修両方を実施し、互いにとっての相手国現地において研修を行い、相手国理解に努める。
- ② 海外研修・訪日研修共通の ESD テーマを設定し、ESD テーマについての理解を深めさせる。
- ③ ESD テーマを多面的に捉えさせるため、取り上げる実験は複数とし、可能な限り特定の領域に偏らないよう工夫するとともに、限られた研修日程の中で全ての実験に取り組むことができるよう計画する。
- ④ 発表形態はポスター発表とし、ポスター発表に対する生徒による相互評価の評価規準は事前に提示しておく、評価規準を理解させた上で、ポスターを作成させる。
- ⑤ 事前学習を充実させるとともに、年間を通して実施する SSH プログラムと関連付けて相乗効果が図れるよう工夫する。本校の場合は学校設定科目「科学英語表現」における発表の仕方や「ESD 研究」におけるディベートでの根拠に基づく議論の進め方などと関連付けている。

また、課題としては次のようなことが挙げられる。

- ① 生徒が主体的に取り組むことができる ESD テーマとして何を選定するべきか。
- ② ESD テーマに沿った実験や課題となっているか。
- ③ 生物・地学領域の実験が少ないとともに、理科以外の領域が全く関与していない。

### 6) 今年度の韓国海外研修・韓国訪日研修の実施概要

#### ○研修の目的

統合的意志決定能力を有し、持続可能な社会を先導する科学技術系人材の育成のために、地球的規模の問題として捉える必要のある環境問題や資源・エネルギー問題などの ESD と関連付けた共同科学授業モデルを開発し、韓国天安中央高等学校（科学教育重点校）及び関係研究機関と連携した海外生徒との交流事業である「SSH 韓国海外研修（基礎枠）」を実施する。今年度は、ESD と関連付けたテーマとして「植物工場」をキーワードに共同科学プログラムを実施し、天安中央高等学校の生徒と共同でプログラムに取り組むことを通して、生徒の農業に関

わる問題を自分自身と関連付けて意志決定する能力を高めるとともに、英語のコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力の向上を図り、一層の国際性の育成を目指す。

○事前学習（6月28日，7月19日，7月21日）

6月28日（火）放課後	特別講義「韓国の文化、伝統、言語、生活習慣を学ぶ」（講師：朴 大王 先生（広島修道大学商学部・教授））
7月19日（火）放課後	本校教諭による「韓国の歴史」及び「ESD 科学授業に関する物理・化学内容の学習」
7月21日（木） 夏季休業中	学校設定科目「科学英語表現」と連携：ワークショップ「英語によるプレゼンテーションの基本的な技術の習得」（講師：ヴィアヘラー幸代 先生（有限会社インスパイア・副代表））

○韓国海外研修（7月25日～28日）

生徒は本校第2学年SSコース34人（男子20人，女子14人）と天安中央高校第2学年30人（男子30人）が，教員は本校5人（副校長1人，教諭4人），天安中央高校10人（校長・教頭各1人，教諭8人）が参加した。また，指導者として藤井 浩樹 先生（岡山大学大学院教育学研究科・教授）が同行した。

7月25日（月）	移動日（広島→仁川→牙山）
7月26日（火）	○開講式 ○藤井先生による講義 ○事前調査 ○物理領域と化学領域に分かれて実験 ○実験結果の分析・まとめ・考察 Aグループは物理領域，Bグループは化学領域（1班は本校1～2人と天安1～2人で構成）
7月27日（水）	○物理領域と化学領域に分かれて実験 ○実験結果の分析・まとめ・考察 ○議論 ○ポスター作成 ○発表 ○事後調査 ○閉講式 Aグループは化学領域，Bグループは物理領域
7月28日（木）	移動日（仁川→広島）

○韓国訪日研修（1月10日～11日）

生徒は本校第2学年SSコース34人（男子20人，女子14人）と天安中央高校第1学年15人，第2学年15人計30人（男子30人）が，教員は本校11人（校長1人，副校長2人，教諭8人），天安中央高校6人（教頭1人，教諭5人）が参加した。また，指導者として藤井 浩樹 先生（岡山大学大学院教育学研究科・教授），TAとして川上 真 さん（岡山大学大学院教育学研究科博士課程前期1年）が参加した。

1月10日（火）	○開講式・歓迎会（本校第1学年も参加） ○藤井先生による講義 ○事前調査 ○2グループに分かれて実験 ○実験結果の分析・まとめ
1月11日（水）	○実験結果の考察 ○議論 ○ポスター作成 ○発表 ○閉講式 ○事後調査

○成果と課題

前頁の5）5年間のまとめで記したように，今年度はAとBの2つのグループに分かれるものの，各グループが全ての実験に取り組めるように，研修全体のタイムテーブルや実験内容を工夫した。その結果，「ESDの観点から理想的な植物工場とはどのようなものか」に対して，実験結果を根拠にポスターを作成していた。例えば，右図のポスターは，実験結果より，赤と青の混合LEDのときに，カイワレ大根の生長度合いが最も大きかったので，2つのLEDを用意するよりは，全ての光の波長を含む白のLEDを1つ用意して植物工場での光源として使用することを提案している。また，CO<sub>2</sub>濃度も高い方がよいので，CO<sub>2</sub>を効率的に得られる高速道路の下に植物工場を設置してはどうかという創造的なアイデアを提案している。他にも下記の生徒の感想にあるように，ポスター発表は全ての班の発表が聞けるようにスケジュールを組んでおり，理想的な植物工場について全ての生徒がお互いの提案を共有することで，新しい考え方を知る機会ともなり，視野の広がりが確認できるなど，海外研修のねらいは達成されている。課題は時間である。飛行機の発着時間など，年度によって変更される，どうしても臨機応変に対応できない限られた時間の中で，最大限の効果が得られる研修となるようESDテーマ，実験内容，発表の方法，全体のレイアウトの工夫が毎年の課題である。



生徒が作成したポスター

前頁の5）5年間のまとめで記したように，今年度はAとBの2つのグループに分かれるものの，各グループが全ての実験に取り組めるように，研修全体のタイムテーブルや実験内容を工夫した。その結果，「ESDの観点から理想的な植物工場とはどのようなものか」に対して，実験結果を根拠にポスターを作成していた。例えば，右図のポスターは，実験結果より，赤と青の混合LEDのときに，カイワレ大根の生長度合いが最も大きかったので，2つのLEDを用意するよりは，全ての光の波長を含む白のLEDを1つ用意して植物工場での光源として使用することを提案している。また，CO<sub>2</sub>濃度も高い方がよいので，CO<sub>2</sub>を効率的に得られる高速道路の下に植物工場を設置してはどうかという創造的なアイデアを提案している。他にも下記の生徒の感想にあるように，ポスター発表は全ての班の発表が聞けるようにスケジュールを組んでおり，理想的な植物工場について全ての生徒がお互いの提案を共有することで，新しい考え方を知る機会ともなり，視野の広がりが確認できるなど，海外研修のねらいは達成されている。課題は時間である。飛行機の発着時間など，年度によって変更される，どうしても臨機応変に対応できない限られた時間の中で，最大限の効果が得られる研修となるようESDテーマ，実験内容，発表の方法，全体のレイアウトの工夫が毎年の課題である。

○生徒の感想より（抜粋）

- ・複数の実験のデータから考察するのはとても難しいことだったが，グループのメンバーで話し合っって最終的に理想的な植物工場を提案することができた。僕たちの班が提案した内容で他の班と大きく違っていたのは，植物が若いときは種子の中に含まれるデンプンで成長することができるため，LEDをつけずに電力の消費を抑えることができるというものだ。各班がそれぞれの実験データに基づいて考察をし，それぞれの理想の植物工場を提案し，他の班と共有できたのでとても面白かった。
- ・昨年の夏，SSHプログラムでせっかく韓国に行かせていただいたのにもかかわらず，私は大した予習や英会話の練習をしていなかった。それゆえ，実際に実験やディスカッションをしたとき，言いたいことや伝えたいことが英語に変換できなくて韓国の生徒さんにとても申し訳なく思ったし，お金もかかっているのにこのプログラムを自分のものにできなかったことが何よりも悔しかった。だから，この冬のプログラムは自分のものとして，実験の資料をしっかりと読み込んで，実験に使えるような英単語や熟語，英会話の練習をした。その甲斐もあって，今回のこの冬のプログラムでは，実験，ディスカッション，ポスター作成，発表，どれもうまくできたと思う。また，今回は韓国の生徒さんがホームステイに来るということで，せっかくなら広島の文化に触れてもらいたいと思い，夕食は家で韓国の生徒さんと一緒にお好み焼きをつくって食べた。一緒によい思い出をつくることができよかった。

## 第4節 地域との連携、普及活動

### 1 目的

地域や県内 SSH 校（広島県立西条農業高等学校、安田女子中学・高等学校）、SSH 連携校（広島県立広島国泰寺高等学校）との合同発表会などの交流を通じて、本校 SSH 事業で得られた成果を普及させることを目的としている。また、県内 SSH 校、SSH 連携校とのネットワークの構築を行うことで、教員が相互に研鑽を図り、取組を一層充実させていく。

### 2 実施概要

事業名	実施日	参加生徒	概要
広島県立西条農業高等学校との交流事業	平成 28 年 6/22 (水)	高等学校第 2 学年 SS コース 34 人、高等学校第 3 学年 SS コース 6 人	体験授業では、7つの学科でそれぞれ講座に分かれて実習に参加した。園芸科での草花、果樹、野菜に関する実習、畜産科での馬の性質や行動特性についての実習、生活科でのビタミン C の検出実験、農業機械科でのアーク溶接とガス切断の実習、緑地土木科での有角透視図の描き方の実習、生物工学科での植物培養に関する実習、食品科学科でのタンパク質の定量実習など普段体験することのない経験ができた。課題研究の発表では、本校からは 2 グループが発表を行い、西条農業高等学校からは、27 グループがポスター発表を行った。ディスカッションでは、「限りある水資源について考えよう！～私たちがすべきこと～」をテーマに、グループに分かれて意見交流を行い、そのアイデアを発表した。
平成 28 年度広島大学附属高等学校 SSH 事業成果報告会	平成 28 年 11/26 (土)	中学校第 3 学年全員、高等学校第 1 学年全員、高等学校第 2 学年 SS コース 34 人	午前には、SSH 事業と関連する科目の公開授業（数学 I、化学基礎、生物基礎、科学英語表現）を行った。また重点枠の事業の報告も併せて行った。その後、SSH 事業成果報告、生徒による SSH 事業紹介（西条農業との交流事業、韓国海外研修、SP ツアー）を行った。午後は、第 2 学年 SS コース生徒が、課題研究の成果をポスターで発表した。最後に SS コース卒業生、研究協力委員による課題研究講評をいただいた。
平成 28 年度広島県立広島国泰寺高等学校「課題研究成果発表会」への本校生徒の参加	平成 29 年 2/20 (月)	高等学校第 2 学年 SS コース 7 人	課題研究では、本校からは 2 グループがポスター展示を行い、本校の生徒 7 人は、参加校のポスター発表での議論に参加した。テーマ設定、研究の進め方についてだけでなく、どのように発表して自分たちの研究をアピールするかという点で多くを学んだ。ポスターの作り方にも学校間で特徴の違いがあることを知った。
平成 28 年度「SSH の日」（事業成果報告会ならびに課題研究最終発表会）	平成 29 年 2/23 (木)	中学校第 3 学年全員、高等学校第 1 学年全員、高等学校第 2 学年 SS コース 34 人、安田女子中学・高等学校生徒、広島県立広島国泰寺高等学校生徒、広島県立西条農業高等学校生徒、タイ国・プリンセスチュラボン・サイエンスハイスクール・ムクダハン生徒	午前には、第 3 期の SSH 事業の報告ならびに第 2 学年 SS コース生徒による韓国訪日研修、本校の第 1、第 2 学年の生徒とタイの生徒によるタイ訪日研修（重点枠）の活動成果報告を行った。生徒の発表では、プログラムの説明の後に、参加して何を学び、感じたのかが述べられた。また、SS コース卒業生（北海道大学大学院博士課程後期）による講演を行い、当時の課題研究の思い出、SS コースに入って良かったと思うこと、現在大学院で取り組んでいる研究内容などについて語っていただいた。課題研究で出会った「持続可能性」というキーワードが現在の研究の根幹にあることが強調された。午後は、第 2 学年 SS コース生徒が、1 年間の課題研究の成果をポスターで発表した。発表前には、内容の紹介として、参加者全員に研究概要を英語で述べた。今年度も日本語と英語のポスターを準備し、聞き手に応じてそれらを活用して内容を紹介した。発表後は指導助言の先生や参加者から専門的な指導・助言をいただいた。SS コース卒業生は、交流会にて在校生からの質問に答えていただいた。

### 3 成果と課題

他校との交流を通して、第 2 学年 SS コースの生徒は、他校の課題研究について知り、テーマ設定、分析、発表の方法を学んだ。定期的に発表の機会を得たことで、それぞれの研究を整理することができた。プレゼンテーションの技能も大いに成長した。しかし発表の機会が増えることで準備などに時間がかかり、研究を進める時間の確保が難しいという課題も出てきた。1 年間の行事を見据えて、スケジュールの見直しを図ることが今後の課題である。中学校第 3 学年、高等学校第 1 学年の生徒を SSH 事業に参加させることは、先の学習に対する憧れをもたせるとともに、SS コースに入りたいという明確な意志をもたせるために重要であり、継続して行うことが必要である。指導する教員は、他校の教員との交流を通して、指導内容と指導方法を共有し、再構築できた。どのように指導すればよいかという方法論を共有したといえる。

## 第5章 実施の効果とその評価

### 1 生徒への効果①：資質・能力の伸長とプログラムの効果（第2学年・第3学年 SS コース実施）

#### 1) 概要

5 ヶ年で開発、実施したプログラムが、生徒の資質・能力の伸長にどのように影響しているのかを調べるため、第2学年及び第3学年 SS コース生徒を対象に調査を行った。調査は平成 28 年 8 月と 12 月に実施し、「課題研究」の評価規準に示されている資質・能力の伸長にそれぞれどのプログラムが影響したかを選択させた。なお、選択項目として示したプログラムは次の通りである。①FS 講義、②先端研究実習、③SP ツアー、④各教科の通常授業、⑤「現象数理解析」、⑥「科学英語表現」、⑦科学と倫理、⑧ESD 海外研修、⑨ESD 研究

#### 2) 結果

平成 28 年 12 月調査の結果を表 1 に示す。項目①～⑨は上記の各プログラムを示し、表中の数字は人数を示している。また、上段の人数は第2学年、下段の人数は第3学年である。なお、選択した人数が全生徒の 30%以上であれば\*を、50%以上であれば\*\*を付している。

表 1：「課題研究」における資質・能力の伸長とプログラムの効果

I. 科学的な思考力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	仮説に基づいて、研究を構想・計画することができた。	7	16*	10	15*	18**	3	1	8	15*
		14*	16*	13	14*	24**	6	1	13	8
イ	研究の位置付け・必要性を論じることができた。	15*	17**	22**	4	7	7	6	7	12*
		17*	14*	15*	9	13	6	10	6	10
ウ	結果の再現性を考察することができた。	7	12*	13*	13*	18**	6	6	9	5
		9	14*	10	7	18*	2	5	12	9
II. 科学的な判断力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	適切な先行研究を見つけることができた。	8	10	9	9	5	5	4	1	1
		9	10	6	7	5	1	2	3	3
イ	他者の研究成果を科学的に評価することができた。	19**	18**	22**	11	8	5	10	5	6
		17*	11	18*	9	11	12	8	20*	8
ウ	自分の研究成果を科学的に評価することができた。	7	11	10	13*	14*	5	7	10	9
		7	6	7	12	7	8	5	10	4
III. 科学的な表現力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	問題や動機を説明することができた。	11	11	14*	15*	11	17**	3	13*	8
		8	10	8	12	16*	17*	2	11	5
イ	問題を科学的文章として記述することができた。	8	10	10	14*	14*	15*	3	12*	9
		7	9	7	8	14*	18*	2	9	7
ウ	仮説を論理的に表現することができた。	7	9	13*	17**	15*	15*	3	11	10
		5	10	6	8	21**	16*	2	10	4
エ	研究経過と結果について説明することができた。	9	13*	12*	17**	15*	16*	2	14*	11
		5	7	8	8	19*	17*	1	16*	5
オ	研究経過と結果について科学的文章として記述することができた。	9	13*	14*	16*	14*	16*	4	12*	9
		4	6	6	9	17*	16*	2	13	4
IV. 科学的な問題発見能力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	自然や科学技術に対して興味・関心が高まった。	30**	30**	31**	14*	20**	9	20**	20**	17**
		31**	29**	32**	12	26**	9	12	27**	14*
イ	自然や科学技術を理解しようとする態度が身についた。	26**	25**	25**	9	20**	4	14*	14*	16*
		22**	25**	27**	14*	25**	8	9	19*	12
ウ	問題について科学的に実証可能な仮説を立てることができた。	13*	12*	13*	16*	12*	4	5	11	14*
		13	12	9	16*	16*	7	3	17*	4
V. 科学的な問題解決能力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	積極的に行動できた。	7	14*	18**	17**	3	9	1	24**	7
		6	15*	17*	14*	15*	14*	2	27**	7
イ	結果に影響する新たな要因を見つけることができた。	12*	11	12*	18**	14*	4	2	10	13*
		5	10	4	9	20*	2	1	5	6
ウ	研究推進のための作業を継続する忍耐力が身に付いた。	5	4	8	19**	10	5	3	6	6
		4	9	5	19*	13	4	2	8	2
エ	新たな研究手法を工夫することができた。	11	13*	14*	15*	9	1	3	8	7
		6	13	6	9	12	1	1	6	3
VI. 統合的意志決定能力		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
ア	結果の科学的意義や社会的意義を考えることができた。	21**	14*	20**	11	11	3	19**	17**	20**
		22**	19*	23**	9	16*	6	17*	17*	13
イ	結果に基づいて意志決定することができた。	14*	11	13*	15*	13*	3	11	16*	16*
		11	12	13	13	13	6	13	15*	8

### 3) 検証

表1の結果から、①FS講義、②先端研究実習、③SPツアーの集中型プログラムと学校設定科目である⑤「現象数理解析」は、I～VIの全ての資質・能力の伸長に影響していることがわかる。また、学校設定科目である⑥「科学英語表現」は、III「科学的な表現力」の伸長に大きく影響していることがわかる。さらに、⑦科学と倫理、⑧ESD海外研修、⑨ESD研究は、IV「科学的な問題発見能力」、V「科学的な問題解決能力」、VI「統合的な意志決定能力」の伸長に大きく影響していることがわかる。これらのSSHプログラムに加えて、④各教科の通常授業もI～VIの全ての資質・能力の伸長に影響していることがわかり、特に、V「科学的な問題解決能力」での値が高くなっている。

### 4) 評価

生徒による自己評価ではあるが、5ヵ年で開発、実施したプログラムが「課題研究」における生徒の活動や資質・能力の伸長に効果的に作用していることが明らかになった。また、全教科・全学年で取り組む「科学知の探究」・「ESD汎論」・「倫理の探究」などの実施も、生徒の「科学的な問題解決能力」の伸長に効果的に作用していることが明らかになった。一方で、II「科学的な判断力」のA「先行研究」など、プログラムの影響が低い項目もあり、各プログラムの内容・評価方法の見直しが求められる。

## 2 生徒への効果②：「科学についての知識」の定着（全学年実施）

### 1) 概要

学校全体でのSSHの取組の効果として、生徒が「科学についての知識 (knowledge about science)」をどれだけ習得しているかを検証するための調査を実施した。調査は、全学年生徒を対象に行い、平成28年7月と12月に実施した。なお、調査は全て自由記述式とした。調査内容は次の通りである。

【設問1】「科学とは？」と問われたら、どのように説明しますか。箇条書きにして、あなたの考えをできるだけたくさん挙げて書いて下さい。  
 【設問2】「科学的に考える」とは、どのようなことですか。箇条書きにして、あなたの考えをできるだけたくさん挙げて書いて下さい。

評価は、表2に示すように、設問ごとの評価規準とルーブリックを設定し、2・1・0の3段階で点数化した。

表2：設問ごとの評価規準とルーブリック（キーワードに下線を引いてある）

	評価規準	ルーブリック
設問1	①科学は、 <u>知の体系と発見のプロセス</u> である。 ②科学は、 <u>誰も知らないことを理解したり、明らかにしたりする</u> といった <u>刺激的なもの</u> である。 ③科学によって <u>生み出された知識は役に立つ</u> 。 ④科学は、 <u>ある発見が新たな疑問や予測を生み出すという継続性</u> をもつ。 ⑤科学は、 <u>地球的規模での人類の努力</u> であり、 <u>誰もがそのプロセスに参加</u> できる。	2: ①～⑤のうち、2つ以上について説明している。 1: ①～⑤のうち、1つについて説明している。 0: ①～⑤のいずれについても説明できていない。
設問2	①様々な現象を科学的知識・概念を使って説明したり、証明したりする。 ②科学的なデータを理解する： <u>必要に応じてデータを選択・操作</u> したり、あるいは <u>法則性を発見</u> したりする。 ③科学的な論拠をもって、様々な現象や問題を「 <u>解釈</u> 」する： <u>課題を見つけ、仮説を立てて（筋道を通して考え）検証する（得られた結論を事実</u> に即して <u>確かめる</u> ）ことや、 <u>様々な科学的な論拠を理解し、それを背景として自分の考えを主張</u> したりする。 ④ <u>創造的で批判的な思考活動</u> である（ <u>適切な規準や根拠に基づく論理的で偏りのない思考</u> である）。	2: ①～④のうち、2つ以上について説明している。 1: ①～④のうち、1つについて説明している。 0: ①～④のいずれについても説明できていない。

なお、評価規準及びルーブリックの作成における引用・参考文献は以下の通りである。

- \*カリフォルニア大学バークレー校Webページ「Understanding Science-how science really works」(<http://undsci.berkeley.edu/index.php>)
- \*経済協力開発機構(OECD)・国立教育政策研究所(2010)、「PISA2009調査—評価の枠組み、OECD生徒の学習到達度調査」, 明石書店, pp.163-191.
- \*越野省三ほか(2008)、「PISA型科学的思考力育成をめざした理科カリキュラムづくり」, 奈良女子大学附属中等教育学部研究紀要, Vol.48, pp.73-78.

### 2) 結果

次頁の図1及び図2のグラフは、今年度の各回の設問ごとの平均点を、第1学年(1全)、第2学年一般コース(2般)、第2学年SSコース(2SS)、第3学年一般コース(3般)、第3学年SSコース(3SS)に分けて示したものである。また、図3及び図4のグラフは、平成27年12月調査の結果と平成28年12月調査の設問ごとの平均点を比較し、第1学年(1全)、第2学年一般コース(2般)、第2学年SSコース(2SS)、第3学年一般コース(3般)、第3学年SSコース(3SS)に分けて示したものである。なお、図1及び図2では平成28年7月と12月の平均点の比較、図3及び図4では平成28年12月と平成27年12月の平均点の比較において、Wilcoxonの順位和検定(マン・ホイットニーのU検定)による有意水準が $p < 0.05$ であったものには、↑を付している。

### 3) 検証

図1及び図2の結果から、第2学年・第3学年ともにSSが一般に比べて高い値を示しており、その高い状態を維持している。これは、「課題研究」を含めたSSコース対象によるプログラムの効果と考えている。また、第3

学年SSコースについては、設問1において、7月から12月にかけて有意水準 $p < 0.05$ の上昇があり、「課題研究」における研究論文作成の成果と捉えている。一方、図3及び図4の結果から、全学年において、平成28年度生の平均点が有意水準 $p < 0.01$ で上昇している。図2に示すように、平成28年12月の結果では、SSと一般の差が縮まっており、一般の生徒も「科学についての知識」を適切に習得していると言える。これは、第2学年での「ESD研究」の効果とともに、全教科・全学年で取り組む「科学知の探究」における授業改善の効果と捉えている。

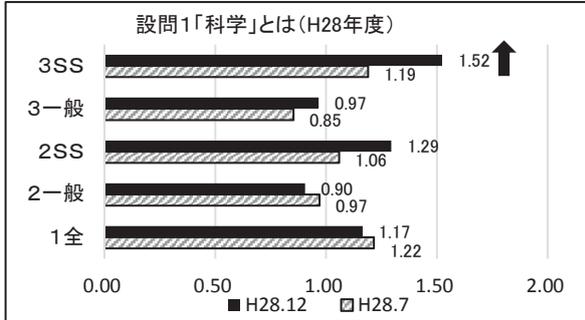


図1：設問1の平均点（平成28年度）

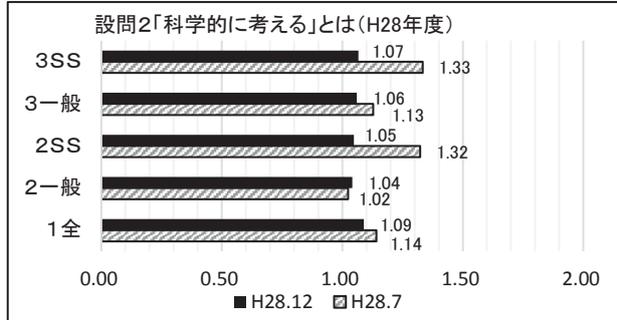


図2：設問2の平均点（平成28年度）

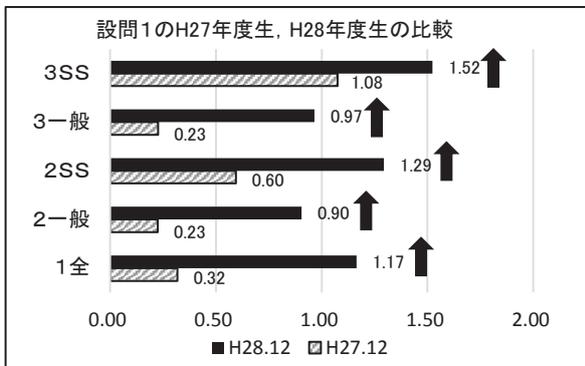


図3：設問1の平均点比較（平成28, 27年度）

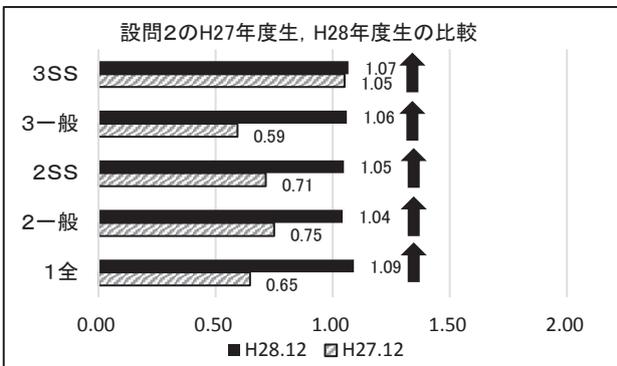


図4：設問2の平均点比較（平成28, 27年度）

#### 4) 評価

昨年度からの実施であるが、昨年度の課題であった設問内容を見直して実施した。上記の3)で述べたように、昨年度から全学年において、有意差があるほどの上昇がみられ、SSHの各プログラムの取組により、「科学についての知識」が定着していることが明らかになった。表2に示す評価規準を全教員で共有し、通常の授業内容として扱うことにより、更なる定着を図り、SSコースと一般コースそれぞれの水準を上昇させていく必要がある。

### 3 生徒への効果③：情意面での変容（全学年実施）

#### 1) 概要

第2期より継続している質問紙法による意識調査の結果をもとに、生徒への情意面の効果について記す。今年度は平成28年4月に第1学年全員、12月に全学年生徒を対象に実施した。調査に使用した質問項目は、下のAとBの論文からの引用もしくはそれらを参考にして作成しており、大別して「①科学に対する自己効力感」、「②科学の学習方法」、「③科学を学習する価値」、「④科学に関わる職業への関心」から構成されている。また、PISA調査課題の「科学についてのあなたの考えについて」からも引用して実施した。

- A Hsiao-Lin Tuan, Chi-Chin Chin and Shyang-HorngShieh. (2005). *The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. International Journal of Science Education*, 27, 639-654.
- B Jayne E. Stake and Kenneth R. Mares. (2001). *Science Enrichment Programs for Gifted High Girls and Boys: Predictors of Program Impact on Science Confidence and Motivation. Journal of Research in Science Teaching*, 38, 1065-1088.

#### 2) 結果及び検証

後述の各表中の数値は、選択肢である「とてもそう思う(2)、そう思う(1)、どちらともいえない(0)、そう思わない(-1)、全くそう思わない(-2)」に対して、( )内の数値を当てはめ、平均値を算出したものである。各表に示した3つの数値は、右上の表で示した調査時のもので、入学以降の各学年生徒の変容を示す。また、上段と中段を比較して、有意水準が $p < 0.01$ であったものには\*\*、 $0.01 < p < 0.05$ であったものには\*を付している。さらに、有意差がある場合に、上昇していれば↑を、下降していれば↓を付している。

	3年	2年	1年
上段	平成28年12月	平成28年12月	平成28年12月
中段	平成27年12月	平成27年12月	平成28年4月
下段	平成26年12月	—	—

後述の各表中の数値は、選択肢である「とてもそう思う(2)、そう思う(1)、どちらともいえない(0)、そう思わない(-1)、全くそう思わない(-2)」に対して、( )内の数値を当てはめ、平均値を算出したものである。各表に示した3つの数値は、右上の表で示した調査時のもので、入学以降の各学年生徒の変容を示す。また、上段と中段を比較して、有意水準が $p < 0.01$ であったものには\*\*、 $0.01 < p < 0.05$ であったものには\*を付している。さらに、有意差がある場合に、上昇していれば↑を、下降していれば↓を付している。

## (1) 表3 「①科学に対する自己効力感」について

3年SSと3年一般、2年SSと2年一般を比較すると、ともに全ての質問項目でSSの平均値が高く、SSコースの方が「科学に対する自己効力感」が高いと言える。特に、3年SSは、過年度比較でも高い自己効力感を維持していることがわかる。一方で、2年SS・一般ともに1年のときと比較して平均値の低下がみられる。また、1年でも6項目で平均値の低下がみられる。これは、昨年度と同様、学習内容の難化が原因であると考えられる。

表3：①科学に対する自己効力感（※印を付した質問項目(2, 4~7)は、逆項目である)

質問項目	3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年	
1	科学の内容が難しくても易しくてもそのこととは関係なく、私は科学の内容を理解できる自信がある。	0.52 0.29 0.68	-0.26 -0.46 -0.24	↓-0.35* 0.21 -	-0.42 -0.39 -	↓-0.31** -0.05 -
2※	私は難しい科学の考え方を理解する自信がない。	-0.50 -0.45 -0.75	0.21 0.14 0.02	-0.03 -0.25 -	0.21 0.28 -	↓0.25* -0.03 -
3	私は科学のテストでよい点を取る自信がある。	0.38 0.05 0.70	-0.35 -0.42 -0.30	0.03 0.39 -	-0.38 -0.29 -	↓-0.28* -0.10 -
4※	どんなに努力したとしても、私は科学を習得することはできない。	-1.24 -1.33 -1.50	-0.53 -0.76 -0.90	-1.41 -1.36 -	↓-0.68* -0.95 -	↓-0.85** -1.22 -
5※	科学の学習があまりにも難しいとき、私はあきらめるか簡単などころだけをしてしまう。	-0.67 -0.57 -0.98	0.14 0.08 -0.15	-0.29 -0.66 -	0.02 -0.16 -	-0.34 -0.51 -
6※	科学の学習をしているとき、自分で考えるよりは他の人に答えを聞いてしまう。	-0.64 -0.64 -0.93	-0.11 -0.13 -0.22	-0.47 -0.53 -	-0.14 -0.32 -	↓-0.30** -0.64 -
7※	科学の内容が難しいと感じたとき、私はその内容を学習する努力をやめてしまう。	-0.88 -0.95 -1.28	-0.24 -0.34 -0.61	-1.09 -1.21 -	↓-0.43* -0.64 -	↓-0.63* -0.94 -

## (2) 表4 「②科学の学習方法」について

3年SSと3年一般、2年SSと2年一般を比較すると、ともに全ての質問項目でSSの平均値が高く、SSコースの方が「科学の学習方法」への肯定的意識が高いと言える。また、3年SSと2年SSともに、過年度比較でも高い肯定的意識を維持していることがわかる。さらに、3年SSは質問項目11の過年度比較、1年は質問項目10と11の年度中の比較において、有意水準 $p<0.05$ の上昇がみられる。3年SSについては「課題研究」の取組の成果、1年については通常の授業におけるアクティブ・ラーニングの視点からの授業改善の成果と捉えている。

表4：②科学の学習方法

質問項目	3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年	
8	新しい科学の考え方を学習するとき、私はその考え方を理解しようと努力する。	1.10 1.17 1.60	0.56 0.71 0.95	1.29 1.30 -	0.87 0.96 -	0.99 1.16 -
9	新しい科学の考え方を学習するとき、私はこれまでの経験とその考え方を関連付けて学習する。	1.19 1.12 1.30	0.52 0.49 0.61	1.00 1.00 -	0.55 0.58 -	0.64 0.66 -
10	ある科学の考え方が理解できないとき、私はその考え方と関係のある資料を見つけようとする。	0.88 0.81 0.93	0.36 0.30 0.48	0.38 0.42 -	0.18 0.27 -	↑0.75* 0.53 -
11	ある科学の考え方が理解できないとき、私は正しく理解するために先生や他の生徒と議論を交わす。	↑1.07* 0.64 1.13	0.10 0.07 0.36	0.68 0.70 -	0.30 0.35 -	↑0.76** 0.42 -
12	学習の過程ではこれまでに学習した科学の考え方を相互に関連付けようと試みる。	1.17 1.05 1.33	0.43 0.29 0.51	0.82 1.06 -	0.47 0.49 -	0.69 0.68 -
13	間違えたときは、なぜそうなったのか明らかになりしようと努力する。	1.26 1.24 1.45	0.67 0.59 0.76	1.09 1.24 -	0.77 0.95 -	1.05 1.01 -
14	理解できない科学の考え方に会ったときは、その考え方と関係のあることについて勉強をする。	0.90 0.69 0.98	0.39 0.22 0.40	0.74 0.73 -	0.16 0.20 -	0.56 0.44 -
15	学習している新しい科学の考え方が、これまでに理解していたことと食い違うとき、なぜそうなったのか理解しようと努力する。	1.19 1.12 1.38	0.73 0.61 0.74	1.15 1.21 -	0.68 0.79 -	0.93 1.00 -

## (3) 表5 「③科学を学習する価値」について

3年SSと3年一般、2年SSと2年一般を比較すると、ともに全ての質問項目でSSの平均値が高く、SSコースの方が「科学を学習する価値」を理解していると言える。また、3年SSは、過年度比較でも高い肯定的意識を維持していることがわかる。これらは、「課題研究」の取組の影響が大きいと捉えている。さらに、1年は質問項目

目 18 で有意水準  $p < 0.05$  の上昇がみられる。これは、「科学知の探究 I」での授業改善の成果と捉えている。

表 5 : ③科学を学習する価値について

質問項目		3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年
16	日常生活で科学を使うことができるので、科学を学習することは重要であると思っている。	1.19	0.52	0.82	0.48	0.67
		1.17	0.44	0.88	0.43	0.67
		1.33	0.59	-	-	-
17	科学は私の思考に刺激を与えてくれるので、科学を学習することは重要であると思っている。	1.19	0.40	0.97	0.21	0.50
		1.19	0.31	1.03	0.35	0.53
		1.48	0.56	-	-	-
18	科学では、問題を解決するための方法を学習することが重要であると思っている。	1.14	0.54	1.12	0.65	↑0.83*
		0.90	0.52	0.82	0.74	0.57
		1.08	0.68	-	-	-
19	科学では、探究活動に取り組むことが重要であると思っている。	1.05	0.78	1.18	0.71	1.07
		1.19	0.58	1.52	0.75	0.94
		1.33	0.79	-	-	-
20	科学を学習するときは、自分自身の好奇心を満足させる機会をもつことが重要であると思っている。	1.17	0.77	1.18	0.80	1.05
		1.43	0.71	1.58	0.86	0.91
		1.33	0.81	-	-	-

(4) 表 6 「④科学に関わる職業への関心」について

3年SSと3年一般、2年SSと2年一般を比較すると、ともに全ての質問項目でSSの平均値が高く、SSコースの方が「科学に関わる職業への関心」が高いと言える。また、3年SSは、過年度比較でも高い肯定的意識を維持していることがわかる。SSコースでの取組がキャリア意識の高揚につながっていると捉えている。

表 6 : ④科学に関わる職業への関心

質問項目		3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年
21	私は将来、科学に関係するようなことに携わっていきたくと考えている。	1.07	-0.14	0.71	-0.13	-0.03
		0.81	-0.40	0.82	-0.14	-0.12
		1.25	-0.01	-	-	-
22	私は科学に関する職業に対して良い感情をもっている。	1.07	0.45	0.76	0.52	0.76
		1.14	0.44	0.94	0.56	0.76
		1.45	0.78	-	-	-
23	私は科学に関する職業に興味をもっている。	1.12	0.03	0.91	0.08	0.23
		0.95	-0.10	0.94	0.02	0.15
		1.50	0.17	-	-	-
24	私は将来、科学に関係する職業に就きたいと考えている。	0.98	-0.26	0.74	-0.23	-0.22
		0.71	-0.38	0.84	-0.35	-0.22
		1.15	-0.14	-	-	-

(5) 表 7 「科学についてのあなたの考えについて」について (PISA 調査から抜粋した設問)

質問項目①, ②, ④, ⑦, ⑨, ⑩については、SSと一般で差がなく、いずれも高い平均値を示している。これらの項目は、上記2の「科学についての知識」に相当するものであり、上述したように、第2学年での「ESD 研究」の効果とともに、全教科・全学年で取り組む「科学知の探究」における授業改善の効果と捉えている。また、1年は入学時と比較して、質問項目②, ③, ⑧で有意水準  $p < 0.05$  の上昇がみられる。これは、「科学知の探究 I」での授業改善の成果と捉えている。一方、質問項目⑥, ⑧, ⑪については、3年・2年ともにSSの平均値が高くなっている。これは、昨年度と同様、SSコース生徒が「課題研究」などの特化したプログラムに取り組み、科学に触れる機会が多いこと、ほぼ全員が理系進学を志していることが原因であると捉えている。

表 7 : 「科学についてのあなたの考えについて」

質問項目		3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年
①	科学技術の進歩は、通常人々の生活条件を向上させる	1.31	1.21	1.38	1.20	1.46
		1.40	1.37	1.19	1.34	1.50
		1.43	1.37	-	-	-
②	科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である	1.52	1.13	1.50	1.14	↑1.37*
		1.50	1.23	1.45	1.30	1.23
		1.43	1.32	-	-	-
③	科学の考え方の中には、他の人々とどう関わるかを知るのに役立つものがある	↓1.05**	↑0.72*	0.59	0.55	↑0.72**
		1.52	0.47	0.48	0.55	0.44
		0.82	0.23	-	-	-
④	科学技術の進歩は、通常、経済の発展に役立つ	↑1.26*	1.11	1.38	1.08	1.32
		0.88	1.22	1.33	1.24	1.31
		1.23	1.26	-	-	-
⑤	科学は、生活の中でだれにも大切だ	1.07	0.72	0.76	0.69	0.97
		1.31	0.89	0.97	0.83	0.95
		1.10	0.78	-	-	-
⑥	大人になったら科学を様々な場面で役立てたい	1.24	0.82	1.12	0.66	0.79
		1.07	0.65	1.21	0.66	0.75
		1.33	0.58	-	-	-

⑦	科学は社会にとって有用なものである	1.31	1.19	1.50	1.17	1.44
		1.19	1.24	1.39	1.26	1.33
		1.60	1.28	-	-	-
⑧	科学は、私にとって身近なものである	1.38	0.94	1.32	0.87	↑1.00*
		1.41	1.00	1.27	0.94	0.85
		1.33	0.84	-	-	-
⑨	科学は、自分の身の回りのことを理解するのに役立つものだと思う	1.33	1.19	1.32	0.98	1.20
		1.21	1.06	1.18	1.01	1.14
		1.43	1.05	-	-	-
⑩	科学技術の進歩は、通常社会に利益をもたらす	1.29	1.05	1.26	1.20	1.31
		1.43	1.21	1.33	1.25	1.33
		1.35	1.31	-	-	-
⑪	学校を卒業したら、科学を利用する機会がたくさんあるだろう	1.33	0.74	1.06	0.45	0.64
		1.45	0.65	0.79	0.59	0.64
		1.13	0.28	-	-	-

(6) 表8「質問紙法による意識調査」の平成24年度(第1年次)と平成28年度(第5年次)の比較

第3期5カ年の初年度(平成24年度)の3年生と最終年度である今年度の3年生の結果を比較し、表8に示した。平成24年度と平成28年度の結果と比較して、SSでは0.3以上、一般では0.2以上の差がみられる場合、有意水準 $p<0.05$ 程度の差があるとして、↑を付している。

SSの比較では、「①科学に対する自己効力感」で1項目、「②科学の学習方法」で2項目の上昇がみられるが、全体として、平成24年度・平成28年度ともに高い平均値を示している。これは、「課題研究」をはじめとしたSSコースの取組が、5カ年を通じて継続して生徒の意識変容に大きく影響していると捉えている。一方、一般では、「②科学の学習方法」で4項目、「③科学を学習する価値」で2項目、「④科学に関わる職業への関心」で2項目の上昇がみられる。②・③については、「科学知の探究Ⅰ」におけるパフォーマンス課題や課題学習の実施、「科学知の探究Ⅱ」や「ESD研究」における問題発見・問題解決活動の実施など、授業改善の効果と捉えている。また、④については、学年全体の理系進学希望者が増加していることが原因と考えている。

表8:「質問紙法による意識調査」の平成24年度(第1年次)と平成28年度(第5年次)の比較

①科学に対する自己効力感 ※質問2, 4~7は逆転項目		H24		H28	
		3SS	3一般	3SS	3一般
1	科学の内容を理解できる自信がある。	0.17	-0.28	↑0.52	-0.26
2※	難しい科学の考え方を理解する自信がない。	-0.67	-0.04	-0.50	0.21
3	科学のテストでよい点を取る自信がある。	0.29	-0.25	0.38	-0.35
4※	科学を習得することはできない。	-1.23	-0.67	-1.24	-0.53
5※	科学の学習があまりにも難しいとき、あきらめるか簡単などころだけをしてしまう。	-0.74	-0.02	-0.67	0.14
6※	科学の学習をしているとき、自分で考えるよりは他の人に答えを聞いてしまう。	-0.67	-0.20	-0.64	-0.11
7※	科学の内容が難しいと感じたとき、その内容を学習する努力をやめてしまう。	-1.05	-0.41	-0.88	-0.24
②科学の学習方法		H24		H28	
		3SS	3一般	3SS	3一般
8	新しい科学の考え方を学習するとき、その考え方を理解しようと努力する。	1.15	0.62	1.10	0.56
9	新しい科学の考え方を学習するとき、これまでの経験とその考え方を関連付けて学習する。	0.85	0.29	↑1.19	↑0.52
10	ある科学の考え方が理解できないとき、その考え方と関係のある資料を見つけようとする。	0.50	0.15	↑0.88	↑0.36
11	ある科学の考え方が理解できないとき、正しく理解するために先生や他の生徒と議論を交わす。	0.81	0.09	1.07	0.10
12	学習の過程ではこれまでに学習した科学の考え方を相互に関連付けようとする。	1.00	0.32	1.17	0.43
13	間違えたときは、なぜそうなったのか明らかにしようと努力する。	1.10	0.67	1.26	0.67
14	理解できない科学の考え方に会ったときは、その考え方と関係のあることについて勉強をする。	0.76	0.14	0.90	↑0.39
15	学習している新しい科学の考え方が、これまでに理解していたことと食い違うとき、なぜそうなのか理解しようと努力する。	1.00	0.48	1.19	↑0.73
③科学を学習する価値		H24		H28	
		3SS	3一般	3SS	3一般
16	日常生活で科学を使うことができるので、科学を学習することは重要である。	1.17	0.51	1.19	0.52
17	科学は思考に刺激を与えてくれるので、科学を学習することは重要である。	1.10	0.23	1.19	0.40
18	科学では、問題を解決するための方法を学習することが重要である。	1.12	0.39	1.14	0.54
19	科学では、探究活動に取り組むことが重要である。	1.26	0.47	1.05	↑0.78
20	科学を学習するときは、自分自身の好奇心を満足させる機会をもつことが重要である。	1.17	0.52	1.17	↑0.77
④科学に関わる職業への関心		H24		H28	
		3SS	3一般	3SS	3一般
21	将来、科学に関係するようなことに携わっていきたい。	0.98	-0.32	1.07	-0.14
22	科学に関する職業に対して良い感情をもっている。	1.07	0.39	1.07	0.45
23	科学に関する職業に興味をもっている。	1.12	-0.24	1.12	↑0.03
24	将来、科学に関係する職業に就きたい。	0.86	-0.52	0.98	↑-0.26

### 3) 評価

2) の(1)～(4)では、3年SS、2年SSともに、同一学年の一般と比較して「①科学に対する自己効力感」、「②科学の学習方法」、「③科学を学習する価値」、「④科学に関わる職業への関心」の全てにおいて肯定的回答の割合が高い結果が得られた。また、もともと肯定的回答の割合が高いSSコース生徒がその高い状態を3年においても維持していた。これについては、SSコースに特化した「課題研究」・「ESD海外研修」・「学校設定科目」などの取組が大きく影響していると言える。さらに、(6)の平成24年度生との比較においても、SSは、科学に対する自己効力感の高まりや科学の学習方法の定着について、有意差があるほどの上昇がみられた。これについては、「課題研究」をはじめとした各プログラムの改善・発展が生徒の変容にも十分反映されている証拠としたい。

2) の(5)については、多くの項目でSSと一般で差がなく、いずれも高い平均値であった。また、(6)の平成24年度生との比較においても、一般は、科学の学習方法の定着、科学を学習する価値の認識や科学に関わる職業への関心について、有意差があるほどの上昇がみられた。これについては、「科学知の探究」などをはじめとする通常の授業での授業改善とそれに伴う教師の指導力向上が生徒の変容にも十分反映されている証拠としたい。

## 4 生徒への効果④：数学的・科学的リテラシーの伸長（全学年実施）

### 1) 概要

第2期より継続しているPISA調査課題の結果をもとに、生徒への効果について記す。PISAの数学的・科学的リテラシーから正答率が低いものを選定し、7月に実施している。今年度も、過去3年間で実施していないもの、記述式であること、数学が用いられる状況が「科学的」であることという規準に基づいて選定した。

### 2) 結果

今年度の結果を表9に示している。表中の値は正答率を表す。ただし、○を付した問いは部分正答が存在するため、正答率は(完全正答×1+部分正答×0.5)である。また、\*を付した問いは予備調査問題のため、日本及びOECDの正答率は不明である。

表9：PISA調査課題の正答率（平成28年度）

設問		3年SS	3年一般	2年SS	2年一般	1年	日本	OECD
数学	○盗難事件	86.9	68.9	79.4	76.0	67.4	25	26
	○大陸の面積	82.1	68.5	76.5	72.9	72.6	23	19
科学	○オゾン①	81.0	60.6	86.8	73.7	73.4	34	28
	○オゾン②	83.3	80.1	82.4	82.5	81.2	60	35
	健康上のリスク①*	97.6	91.0	97.1	90.6	97.5	-	-
	健康上のリスク②*	71.4	63.5	79.4	74.7	80.2	-	-

### 3) 検証

日本及びOECDの正答率が低い**数学の2題と科学（オゾン①）**の1題については、SSの正答率が一般の正答率を大きく上回っている。**数学の2題は「関連付けクラスターの能力」、科学（オゾン①）は「証拠やデータから導き出した妥当な結論を伝達する能力」**を測る問いであり、学校設定科目「現象数理解析」や「課題研究」などのSSコースに特化したプログラムの効果と捉えている。一方で、**科学の3題**については、全学年で正答率が高く、SSと一般の大きな差がみられなかった。**オゾン②は「科学的証拠やデータを批判的に評価できる能力」、健康上のリスク①・②はそれぞれ「科学的な証拠を用いる能力」・「科学的な疑問を認識する能力」**を測る問いであり、「科学知の探究」における授業改善や「ESD研究」におけるESDの視点からの科学の批判及び科学の視点からのESDの批判といった経験が大きく影響していると言える。

### 4) 評価

今年度は、SSコース生徒だけでなく、一般生徒の科学的リテラシーが伸長されているという成果を得ることができた。また、第3期5カ年の初年度（平成24年度）と最終年度である今年度の科学的リテラシーの平均点を比較し、図5に示した。両者の比較において、有意水準 $p<0.01$ の差がみられたものに↑を付している。図5の結果から、SSについては有意差がなく、一般と比較して高い状態を維持していることがわかる。一方、一般についてはどの学年も大きく上昇しており、5年前と比較して一般生徒の科学的リテラシーが伸長されていることがわかる。上記3の情意面での

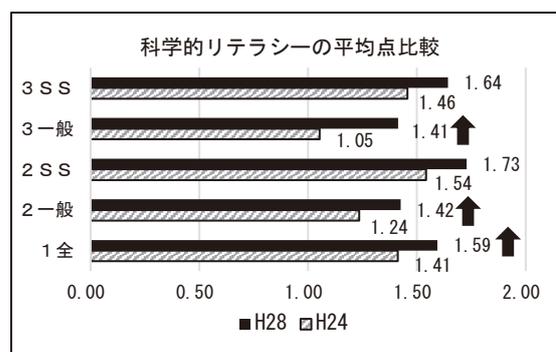


図5：科学的リテラシーの平均点比較（H28，H24）

変容と同様に、5ヵ年の取組において、「科学知の探究」などをはじめとする通常の授業での授業改善とそれに伴う教師の指導力向上が生徒の変容にも十分反映されていると言える。

## 5 保護者への効果

### 1) 概要

今年度もSSコースの保護者(回収率88%)を対象とした意識調査(平成25年度科学技術振興機構が実施したSSH意識調査を使用)を実施した。その結果を表10に示す。なお、昨年度と比較して、10%以上の差が見られる場合は、↑を付している。

### 2) 結果及び検証

表10の結果から、「意識していた」・「効果があった」のそれぞれについて、(1)～(5)の設問項目では、昨年度と大きな差がみられず、SSH事業に対する理解と成果に対する高い評価が得られていると捉えている。また、(6)の「意識していた」については、昨年度から10%以上の上昇がみられた。学校設定科目「科学英語表現」や「ESD海外研修」の取組に対する期待の表れであると捉えている。

### 3) 評価

今年度も概ね良好な結果が得られた。特に、(6)の設問については、保護者の記述において「(韓国訪日研修の際)ホームステイを受け入れ、相手国生徒との交流を目的として、相手国へのネガティブな印象がなくなった」という意見もあり、SSH事業における国際性育成の取組が保護者のグローバルマインドにも影響していることが明らかになった。一方で、生徒のキャリアに関係した(3)～(5)の設問は、他の設問に比べて「意識していた」・「効果があった」のそれぞれについて60～70%程度に留まっており、高大接続の取組の推進が求められる。

表10: SSコース保護者対象の意識調査の結果

設問	意識していた	効果があった
(1) 理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)	98.5% (96.1%) (95.0%)	95.5% (94.8%) (94.9%)
(2) 理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	89.6% (85.7%) (80.0%)	89.4% (87.0%) (76.3%)
(3) 理系学部への進学に役立つ(役立った)	61.2% (66.2%) (67.5%)	70.1% (68.8%) (69.4%)
(4) 大学進学後の志望分野探しに役立つ(役立った)	64.2% (67.5%) (57.5%)	61.2% (68.8%) (67.6%)
(5) 将来の志望職種探しに役立つ(役立った)	64.2% (64.9%) (55.0%)	61.2% (62.2%) (61.1%)
(6) 国際性の向上に役立つ(役立った)	↑89.6% (79.2%) (76.9%)	91.0% (90.9%) (97.3%)

中段の( )内はH28年12月、下段の( )内はH27年12月の調査結果

## 6 教職員への効果

### 1) 概要

今年度も教職員対象のSSH意識調査(平成25年度科学技術振興機構が実施したSSH意識調査を使用)を実施した。その結果を表11に示す。なお、昨年度と比較して、10%以上の差が見られる場合は、↑を付している。

### 2) 結果及び検証

表11の結果から、全ての設問項目で「まったくその通り」・「ややその通り」を合計した肯定的回答が70%以上に達している。また、昨年度と比較して、(1)、(2)、(4)の計3つの設問項目で「まったくその通り」の割合が10%以上上昇している。第4年次の課題を改善することにより、教職員の「SSH事業が生徒、教員(授業改善)、学校運営などへ好影響を与えている」という認識が更に高まっていると言える。

### 3) 評価

中間評価において指摘を受けた「教員自身が自分の教科の観点からどのような意識変化があったのか」について、昨年度から教職員に対して自由記述式の調査を行っている。今年度は、SSH事業の取組を通じた「授業改善」につ

表11: 教職員対象の意識調査の結果

設問	まったくその通り	ややその通り
(1) SSHの取組により、学校の科学技術、理科・数学に関する先進的な取組が充実した	↑83.6% (69.2%)	12.7% (25.0%)
(2) SSHの取組において、学習指導要領よりも発展的な内容について重視した	↑54.7% (40.4%)	41.5% (55.8%)
(3) SSHの取組において、教科・科目を越えた教員の連携を重視した	46.3% (36.5%)	42.6% (50.0%)
(4) SSHの取組により、生徒の科学技術に対する興味・関心・意欲は増した	↑74.5% (61.5%)	21.8% (34.6%)
(5) SSHの取組により、生徒の日々の学習に対する意欲は増した	47.3% (50.0%)	38.2% (42.3%)
(6) 生徒の理系学部への進学意欲によい影響を与える	52.7% (52.9%) (68.8%)	43.6% (47.1%) (29.2%)
(7) 新しい理数のカリキュラムや教育方法を開発する上で役立つ	45.5% (49.0%) (45.8%)	38.2% (39.2%) (27.1%)
(8) 教員の指導力の向上に役立つ	47.3% (43.1%) (41.7%)	41.8% (47.1%) (41.7%)
(9) 教員間の協力関係の構築や新しい取組の実施など学校運営の改善・強化に役立つ	29.1% (31.4%) (27.1%)	43.6% (45.1%) (39.6%)
(10) 学校外の機関との連携関係を築き、連携による教育活動を進めるうえで有効だ	56.4% (54.9%) (45.8%)	34.5% (41.2%) (39.6%)
(11) 地域の人々に学校の教育方針や取組を理解してもらう上で良い影響を与える	43.6% (39.2%) (31.3%)	34.5% (45.1%) (41.7%)
(12) 将来の科学技術関係人材の育成に役立つ	67.3% (60.8%) (60.4%)	29.1% (37.3%) (37.5%)

2段目の( )内はH28年12月、3段目の( )内はH27年12月の調査結果

いての調査を実施した。その結果（自由記述の内容の抜粋）を表 12 に示す。この結果から、SSH の各プログラムでの指導経験を経て、自身の課題を抽出し、授業改善に向けた取組を行っていることが明らかになった。また、表 11 の結果と関連して、全ての教員の記述から、SSH の取組が授業改善に対して正に働いていることが明らかになった。このような教員自身の意識の変容による授業改善の結果が、上記 1～4 で示した生徒への効果につながっていると捉えたい。

表 12：SSH 事業の取組を通じた「授業改善」についての調査結果

教科	自由記述の内容（抜粋）
国語	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学びの質を深めるアクティブ・ラーニングにおいて、授業者としてあるべきファシリテートとはどのようなものなのか、生徒の学びの変容を生徒自身が認識・実感できるようにするためにはどのようにしたらいいのか、また、評価についてはどのような方法がありうるのかといった自身の課題を明確化できた。</li> <li>・「ESD 研究」を通じて、科学的な論題について教師自身が学習しておく必要性を感じた。</li> </ul>
地歴 公民	<ul style="list-style-type: none"> <li>・教員の職能形成の観点からいえば、生徒たちの力を借りながら、「現象数理解析」や干潟などの実習の結果を日頃の授業で活用し、科学的な視点を活用することで多面的な見方を生徒から引き出し、評価する方略を少しずつ身につけることができるようになった。</li> <li>・「科学知の探究」を通じて、科学的な思考や方法論とは何かを具体的に考えることができた。「科学と倫理」を通じて、理系と文系の相互理解の重要性、異なる専門領域について理解することの重要性を考えるようになった。</li> </ul>
数学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題研究における生徒の活動の様子を参考にして、数学の授業の中で、話し合う時間をとるようになった。生徒間の話し合いには授業者からの説明を聞くのとは異なる効果があることがわかった。また、条件を変えて考えることが、議論を深めるための方略であることがわかった。これは授業での発問に利用することができると感じた。</li> <li>・「ESD 汎論」を通じて、教材を社会問題と絡めて持続可能性の観点から捉え直すきっかけとなった。数学の中にも、そのような話題に繋がられる教材があることを発見する機会となった。</li> <li>・SS コースに進むことを視野に入れている中学生や高校生に対して、課題研究に関連する内容など、発展的な内容を授業で取り上げるようになった。そのために自分自身も教材研究に積極的に取り組むように心がけたことで、授業のための引き出しの数を増やすことができた。</li> </ul>
理科	<ul style="list-style-type: none"> <li>・科学観の変遷という視点から倫理的な内容を取り入れた授業を計画して行った。課題研究を進めるために必要な知識・技能、資質・能力という観点から通常の授業における探究活動を充実させた。また、グローバルマインドを育成するため、積極的に授業に英語による教材を取り入れるようになった。</li> <li>・先端的な内容とは何かということにアンテナを張るようになった。課題研究を意識した授業を行うようになった。特に実験スキル（器具の取り扱い、片づけの仕方など）に関する指導に力を入れている。</li> <li>・評価研究としてパフォーマンス課題を取り入れた探究活動を行い、生徒の評価と授業者の評価について研究することができるなど、有意義な教育活動ができた。</li> <li>・課題研究はアクティブ・ラーニングが起こっている状態であり、思考力・判断力が培われる有効な場面であると考えている。通常の授業の中でも、探究的に取り組むことのできる課題設定を増やしている。</li> </ul>
保健 体育	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの授業でも、理にかなった身体操作について試行錯誤し探究させるように仕向けてきているが、運動力学的内容をより意識して教材研究を行うようになった。</li> </ul>
芸術	<ul style="list-style-type: none"> <li>・授業の中で、グループ内やグループ相互間の意見交流の場を、状況に応じて設定することを考えるようになった。</li> </ul>
家庭	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生活者としての視点から物事を捉える実践を、よりグローバルな視点で物事を捉える実践へと授業方略を工夫した。「ESD 研究」を実施するにあたり、海外で資料収集を行うなどして、授業に活かせるように努力した。</li> </ul>
英語	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プレゼンテーションを意識して、特有の表現、方法について意識するようになったとともに、生徒にも機会があるごとに伝えるようにした。生徒間の協働を意識した授業展開を心がけるようになった。</li> <li>・論理展開のわかりやすさを意識した英文の書き方に注意を向けさせることを重視するようになった。</li> <li>・英文の書き方を指導する際、テーマとして科学や ESD に関するものを取り上げるようになった。また、英文を読む指導と書く指導を、表現し伝えることと絡めて指導するように意識するようになった。</li> </ul>
情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題研究などで生徒から相談を受けることを通して、新たな教材開発のヒントを得たり、作業を円滑に行うための器具などを開発できたりと新たな発見があった。</li> </ul>

## 7 学校体制への効果

第 3 期の指定より、プログラムごとに責任教員（チーフ）を決めるとともに、運営指導委員及び研究協力委員にも担当プログラムを割り当て、プログラムの推進と評価に携わる体制を整えており、教員と運営指導委員が密に連携し SSH 事業に取り組んでいる。また、全教科で取り組む「科学知の探究Ⅱ」や「科学と倫理」、「ESD 汎論」及び教科横断型の「ESD 研究」など、全教員が直接関わるプログラムを開発し、全教員が取り組む体制を確立した。さらに、第 3 期の最終年度となる今年度は、プログラム間での教員の連携を強化し、プログラム同士の相乗効果を高めるために、学校全体としての SSH 事業の一層の体制づくりに努めた。上記の 1～6 において、生徒、保護者、教職員のそれぞれについて、SSH 事業の取組による正の変容がみられたことから、学校全体としての SSH 事業の体制が強化されたものと考えている。引き続き、SSH 事業で育成すべき生徒像や資質・能力を学校全体で共有し、その実施、検証、評価に関して自己点検を行っていくことが求められる。

## 第6章 SSH中間評価において指摘を受けた事項のこれまでの改善・対応状況

### 1 SSH中間評価での指摘事項

- (1) ESDの研究が中心となっており、SSH事業の特色が明確になっていない。ESDとSSHの関係をわかりやすく整理する必要がある。
- (2) 態度形成の評価が中心であり、態度が身に付くまでの資質・能力の評価がない。また、自己評価が基本になっており評価が不十分である。更に、3つの柱で研究が進められているが、「科学的な知の体系」、「国際的視野」について、具体的な評価項目がないことについては改善の必要がある。
- (3) 教員向けの調査がないが、例えば、教員自身が自分の教科の観点からどのような意識変化があったかを調査することも考えられる。

### 2 これまでの改善・対応状況

- (1) 本校のSSH教育課程における「科学」と「ESD」の関係、すなわち「SSHにおいてESDを行う意義」を、生徒の学習に基づいて明確にするため、評価研究に取り組んだ(第4章第3節 p.63)。また、生徒に対しては「課題研究」の研究内容についてESDの視点で捉えなおさせ、生徒自身が「科学」と「ESD」の関係を明確化するための取組を実施した(第4章第3節 p.70)。その成果として、「SSH型ESD教育課程」(第4章第3節 p.63の表1, p.65の表2, 表3, 表4)を完成させた。また、「SSHにおいてESDを行う意義」を、「科学とESDには『相互批判』的な機能が存在する。また、科学の振興と持続可能な開発には、様々な関係が成り立ち、『相互批判』という関係は、それらの中で最も両者を発展させる関係である。さらに、両者の視点を同時に活用することで統合的意志決定が行える」として定義付けすることができた。さらに、「ESD研究」や「ESD海外研修」などのプログラムが、生徒の「科学的な問題発見能力」・「科学的な問題解決能力」・「統合的意志決定能力」の伸長と「科学についての知識」の定着に大きく影響していることも明らかになった(第5章 p.76~78)。
- (2) 「科学的な知の体系」については、「課題研究」(第4章第1節 p.36~)及び学校設定科目「現象数理解析」(第4章第1節 p.40~)において、育成すべき資質・能力に則した評価規準とルーブリックを完成させ、年間を通じたパフォーマンス評価を行った。その結果、生徒の資質・能力に関して、年間を通じた一定の伸長をみることができた。特に、「現象数理解析」は、内容・方法・評価を一体化し、理数融合型カリキュラムとして完成させた。「科学知の探究Ⅰ」(第4章第1節 p.28~)では、「課題研究」の評価規準に則した内容・方法・評価の改善を行うとともに、生徒のパフォーマンス評価に基づく検証を行うなど、一定の成果を得ることができた。「科学知の探究Ⅱ」(第4章第1節 p.43~)では、「課題研究」の評価規準に則した内容・方法・評価の改善を行ったが、生徒のパフォーマンス評価に関しては引き続き改善に努める。  
「国際的視野」については、学校設定科目「科学英語表現」(第4章第2節 p.50~)において、育成すべき資質・能力に則した評価規準とルーブリックを完成させ、年間を通じたパフォーマンス評価を行った。その結果、生徒の資質・能力に関して、年間を通じた一定の伸長をみることができた。また、内容・方法・評価を一体化し、グローバル人材育成のための汎用的なカリキュラムとして完成させた。
- (3) 全教員にSSH意識調査及び「授業改善」に関する調査を行った(第5章 p.83~84)。全ての教員の記述から、SSHの各プログラムでの指導経験を経て、自身の課題を抽出し、授業改善に向けた取組を行っていることが分かり、SSHの取組が「授業改善」に対して正に働いていることが明らかになった。また、教員自身の意識変容による授業改善の結果が、生徒への効果(第5章 p.76~83)につながっていると捉えている。

## 第7章 校内におけるSSHの組織的推進体制

SSHの組織的推進のため、1の研究開発組織の概要で示した①~⑦の委員などを設置し、2の各委員会の役割で示した委員会を開催している。なお、3のSSH研究組織構成図では、科学技術人材育成重点枠の組織構成図も併記している。

### 1 研究開発組織の概要

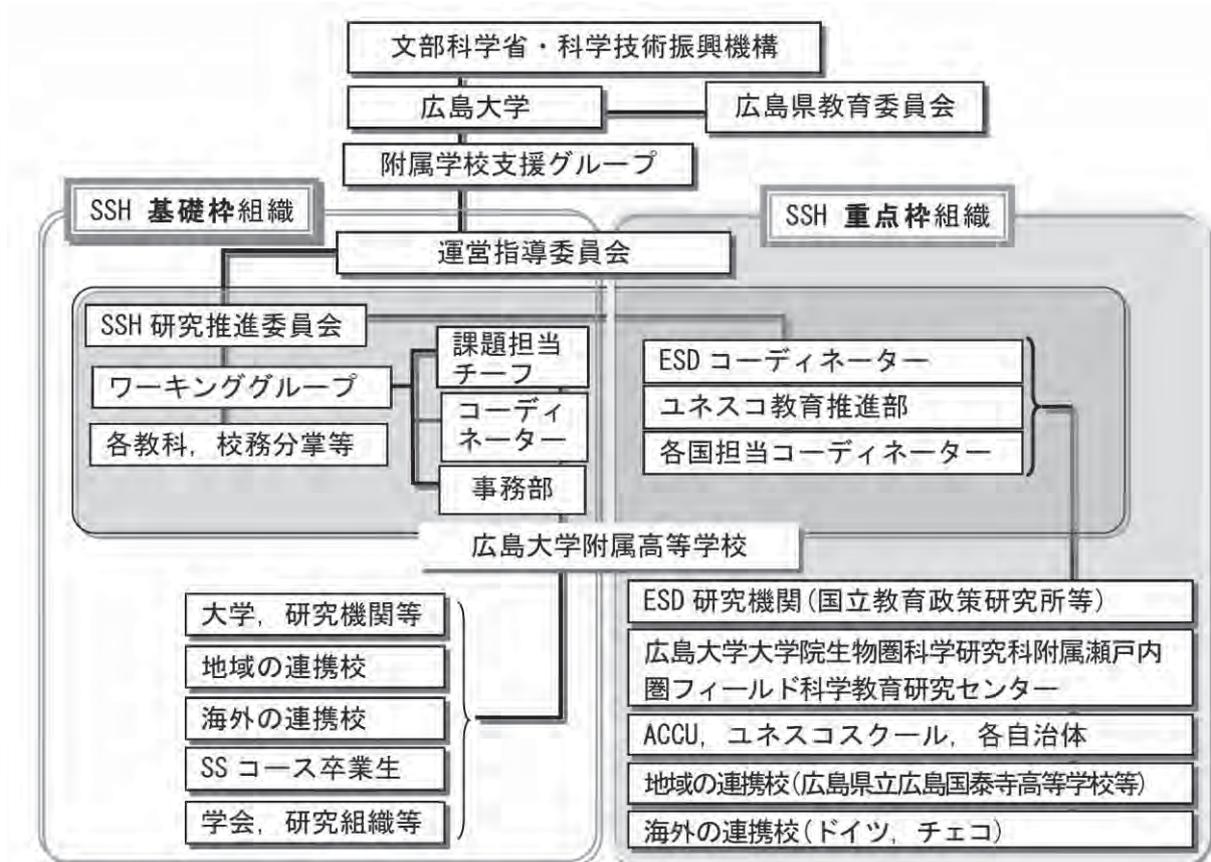
①	運営指導委員	運営指導委員は、各研究課題、項目ごとに本校教員と連携を取りながら、指導、助言、評価を行う。特に評価については課題ごとのSSH研究推進委員のチーフ(以下、「課題担当チーフ」と綿密に連携し、実施する。
②	SSH研究推進委員	SSH研究推進委員の構成員は、校長(委員長)、副校長の他、各教科主任、研究部長、ユネスコ教育推進部長、高2・高3SSコース担任、課題担当チーフにより構成する。校長・副校長はSSH事業全体への指導・助言、各部長・委員長・課題担当チーフは事業計画、実施内容などの報告、各教科主任は事業内容に関する質問、意見などを通して全体の把握と当該教科の各教職員へ伝達・調整を行う。

③	ワーキンググループ	校長、副校長、研究部長、ユネスコ教育推進部長、課題担当チーフ、高2SSコース担任により構成する。SSH事業について改善、立案、計画し、校内の調整を図り、SSH研究推進委員会、職員会議などに報告、提案する。
④	課題担当チーフ	それぞれの課題ごとに1人ないし2人の担当チーフを置き、コーディネーターと連携を取りながら、内容の計画、実施、分析を行う。併せて、運営指導委員、及び研究協力委員（広島大学教員）と連携を取り、指導、助言、評価を得る。
⑤	コーディネーター	SSH事業における実施内容ごとに配置する。大学、研究機関などと連携を取り、内容の実施が円滑に行われるよう調整し、必要に応じて事前指導や事後指導を行う。
⑥	各教科会、校務分掌	各教科会で、教育課程開発、小単元開発を行う。該当教科は学校設定科目開発を行う。研究開発課題に基づいて評価規準を設定し、研究計画に基づいて内容の見直しやその実践研究を行う。該当する校務分掌は、SSHの趣旨とねらいに沿った学校行事を計画し、実施する。
⑦	事務部（附属学校支援グループ）	関係文書作成、経理、物品管理などの事務処理を行い研究開発の支援を行う。

## 2 各委員会の役割

①	運営指導委員会	本校SSH事業の進捗状況を関係委員相互で共有し、指導、助言を与えると同時に、各事業について評価し、成果と課題を明らかにし、それらの結果を校長に提言する。なお、当委員会には、SSH研究推進委員が同席する。
②	SSH研究推進委員会	本委員会は、SSHワーキンググループで立案された内容について検討、修正などを行い、SSH事業内容を決定する。

## 3 SSH研究組織構成図



## 4 成果

第3期の指定より、プログラムごとに課題担当チーフを決めるとともに、運営指導委員及び研究協力委員にも各委員の専門性を活かして担当するプログラムを分担してもらい、年2回の定例の運営指導委員会の他に、各課題担当チーフと連携を図り、専門的見地から具体的な指導及び評価を行ってきた。このように、プログラムの推進と評価に携わる体制を整えたことで、教員と運営指導委員の連携が強化され、プログラムの改善に効果が得られている。また、SSH研究推進委員の構成員として全教科の教科主任を配置することで、教科会において事業内容に関する理解の浸透を高めている。教科会は毎週行い、教科主体のプログラムについて適宜改善がなされるとともに、SSHに関する疑義などについてもすぐにワーキンググループに提言され、情報の共有速度を高め、問題解決に短時間で取り組めるよう工夫している。このように全校で組織的に推進する体制を整えている。

## 第8章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

### 1 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向

#### ア 「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発

##### ア) 科学への興味・関心を高め、高大接続の意識を養うプログラムの開発

「フロンティアサイエンス講義」・「先端研究実習」・「サイエンスプロジェクトツアー」については、5ヵ年を通じて「課題研究」の評価規準として示した資質・能力の伸長に一定の効果が現れたため、引き続き内容の精選を図る。特に、「フロンティアサイエンス講義」については、事前・事後学習の内容、方法、教育課程への位置付けを含めた運用を再検討する。

「研究室訪問学習」については、「課題研究」との接続が明確でなく、また、高大接続としての効果は低い。今後は、高大接続に関わる取組を一層推進するため、「先端研究実習」も含めたSSHにおける大学との連携プログラムの在り方について再検討する。

##### イ) 科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発

「科学知の探究Ⅰ」については、5ヵ年を通じた内容・方法・評価の工夫・改善により、科学の基礎・基本の習得には一定の成果が得られたが、「課題研究」との接続が明確でない。今後は、「科学知の探究Ⅱ」や「倫理の探究」で蓄積された成果とあわせて、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

##### ウ) 科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発

「課題研究」については、5ヵ年を通じて、第2学年からの2年間の指導計画を完成させるとともに、育成すべき資質・能力に則した評価規準・ルーブリックを作成し、生徒自己評価や教員評価などの評価体系を構築した。これにより、科学的な問題発見・問題解決能力や統合的意志決定能力など、生徒の資質・能力の伸長に一定の効果が現れ、教員の指導改善も促進された。関連するプログラムの開発も含めて、SSコース生徒を対象とした「課題研究」については、汎用的なカリキュラムを完成できたため、今後は、上述したように、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行うことで、SSコース生徒の「課題研究」の更なる高度化を図る。また、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。

学校設定科目「現象数理解析」については、5ヵ年を通じて、内容・方法・評価を一体化し、その工夫・改善により、統合的な判断などを育成することが可能な理数融合型カリキュラムとして完成させた。今後は、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

「科学知の探究Ⅱ」については、全教科での5ヵ年を通じた内容・方法・評価の工夫・改善により、単元及び教材開発としての成果を得たとともに、教員の指導改善が促進されたが、「科学知の探究Ⅰ」と同様に「課題研究」との接続が明確でない。上述したように、今後は「科学知の探究Ⅰ」や「倫理の探究」で蓄積された成果とあわせて、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

#### イ 国際的視野を育むプログラムの開発

##### エ) 異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発

「海外語学研修」については、引き続き事前・事後学習の充実を図るとともに、現地でのサイエンスフェスティバルへの参加を含めて、プログラムを再検討する。

##### オ) 国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発

「科学英語表現」については、5ヵ年を通じて、内容・方法・評価を一体化し、その工夫・改善により、グローバル人材の育成に向けた汎用的なカリキュラムとして完成させた。今後は、「課題研究」との接続をより明確にするため、第2学年全体での実施の検討も含めて、内容の精選、指導方法の改善を行い、新たなカリキュラムを開発する。

#### ウ 高度な倫理観を涵養し、「持続可能な社会」を先導するためのカリキュラム開発

##### カ) 高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発

「科学と倫理」については、5ヵ年を通じた内容の精選を行い、「倫理の探究」を活用した事前・事後

学習を充実させたことにより、生徒の倫理観の涵養や統合的意志決定能力を伸長させるためのプログラムとして一定の成果を得たが、「課題研究」との接続が明確でない。今後は、第1学年での「課題研究」との接続を目的とした授業に、これまで蓄積された成果を活用することを含めて、その運用を再検討する。

「倫理の探究」については、全教科での5ヵ年を通じた内容・方法・評価の工夫・改善により、単元及び教材開発としての成果を得たとともに、教員の指導改善が促進されたが、「科学知の探究Ⅰ・Ⅱ」と同様に「課題研究」との接続が明確でない。上述したように、今後は、第1学年において「課題研究」との接続を目的とした授業を教育課程に位置付け、新たなカリキュラム開発を行う。

#### キ) 「持続可能な社会」を先導する人材を育成する ESD 内容・方法の開発

「ESD研究」については、5ヵ年を通じて、内容・方法・評価を一体化し、その工夫・改善により、統合的意志決定能力を育成することが可能な教科横断型カリキュラム(SSH型ESD教育課程)として完成させた。また、中間評価での指摘事項である「ESDとSSHの関係をわかりやすく整理する必要がある」ことに関しては、SSH型ESD教育課程として「SSHにおいてESDを行う意義」を、「科学とESDには『相互批判』的な機能が存在する。また、科学の振興と持続可能な開発には、様々な関係が成り立ち、『相互批判』という関係は、それらの中で最も両者を発展させる関係である。さらに、両者の視点を同時に活用することで統合的意志決定が行える」として定義付けすることができた。今後は、上記の定義をより具現化し、「ESD研究」と「課題研究」のそれぞれの成果を統合し、上述したように、一般コース生徒を対象とした「課題研究」の実施の検討も含めて、生徒全体へのSSH事業の展開を一層進める。

「ESD汎論」については、全教科での5ヵ年を通じた内容・方法・評価の工夫・改善により、単元及び教材開発としての成果を得たとともに、教員の指導改善が促進されたが、「課題研究」や「ESD海外研修」との接続が明確でない。「ESD研究」の成果をふまえ、今後は、「グローバル社会」を先導する人材の育成に向けた「アクティブ・ラーニング」の視点からのカリキュラム開発に、全教科で取り組む必要がある。

「ESD海外研修」については、5ヵ年を通じて、韓国の天安中央高等学校と連携して、ESDテーマに基づく共同科学授業モデルを開発し、科学的な問題発見・問題解決能力や統合的意志決定能力などの伸長を促す教材を蓄積してきた。今後は、「課題研究」との接続を明確にするとともに、「グローバル社会」を先導する人材の育成を目的として、「ESD研究」及び「ESD汎論」の成果、あるいは重点卒業生の成果をふまえ、両国生徒の協働による定常的な「課題研究」の実施を検討する。

## 2 成果の普及

5ヵ年を通して、年2回の成果報告会を実施し、成果の普及に努めてきた。年2回の実施内容はともに、SSコース生徒による「課題研究」のポスター発表と事業報告、SSコース卒業生による講演・在校生との対談であった。事業報告では、教員による成果報告並びに生徒による研修の成果報告を行うとともに、実施プログラムに関するポスター展示も行った。課題研究のポスター発表では、県内SSH校及び重点卒の連携校も参加し、日本語・英語の両方での発表を行った。研究協力委員である広島大学教員の指導・助言を得るとともに、広島大学の留学生、SSコース卒業生である大学生や大学院生からも指導・助言を受けた。これらの内容に加えて、第5年次にあたる今年度は、「課題研究」を支援するプログラムである「科学知の探究Ⅰ」や学校設定科目「科学英語表現」の5ヵ年の成果を普及する目的で、公開授業及び研究協議を実施した。また、「ESD海外研修」や重点卒業生における海外連携の成果を普及する目的で、国際連携や科学技術人材育成の進め方についての協議会を実施した。さらには、現在、日本学術振興会特別研究員の指定を受けているSSコースの卒業生を招請し、自身のキャリアに対する本校の研究開発(「持続可能な社会」を先導する人材の育成)の効果について講話いただく機会を得ることができた。これらの取組により、本校生徒(中学生を含む)、保護者、SSH関係者、教育関係者のみならず、卒業生への普及にも広く努めた。

上記以外にも、文化祭や公開研究会を利用し、SSH事業の成果や課題研究をポスターにまとめ、地域の方々や県内外教育関係者への普及にも取り組んだ。また、毎年、広島県高等学校教育研究・実践合同発表会で本校SSH事業の取組を発表している。さらには、県内SSH校との交流事業や県内SSH校主催の研究発表会への参加や学会での発表、本校ウェブページへのSSH事業の成果の掲載、「SSHパンフレット(日本語版、英語版)」の作成と関係者への配布、第2学年SSコース生徒による「SSH通信」の作成などを行ってきた。

5ヵ年を通じた成果の普及における課題は、「地域のモデル校」としてSSH事業の成果を地域へ還元すること、そして「教育実習校」として今後のSSH事業を担う指導者(教員)を養成することである。これまでの成果を継承し、引き続き成果の普及を図るとともに、上記の課題を解決する方策を整えていきたい。

## 第9章 関係資料

### 第1節 課題研究テーマ一覧

平成24～27年度は第3学年SSコースのみ、平成28年度は第2学年・第3学年SSコースのテーマを記す。

#### 【平成24年度】

物理	「重力に逆らう水!?—サイフォン現象の謎を解き明かす—」
化学	「マイクロ波を用いたらせん形分子モデルによる旋光現象」, 「さまざまな錆の除去方法の探究」
生物	「エバヤマザクラの組織培養」, 「ゼブラフィッシュの物体接近時における逃避行動と恐怖・ストレス行動について—視覚による刺激と薬物の影響からその心理を探る—」
地学	「ハビタブルプラネット～知的生命が存在する惑星の条件～」
数学	「魚のうろこの配列の数理モデリング」, 「データ検索におけるアルゴリズムの構築」, 「平面充填～充填凸五角形のルーツを探る～」, 「立体イリュージョンの数理」

#### 【平成25年度】

物理	「効率よく風を送るうちわ」, 「こすれてできる毛玉の研究」, 「指紋の役割～ページが突然めくれなくなるのはなぜか～」
化学	「さまざまな条件下における銀樹の生成についての研究」, 「溶液中における銅イオンの配位子とその構造についての研究」
生物	「口腔内を守る乳酸菌」, 「酵母に関する研究」, 「ゼブラフィッシュの採餌行動における記憶と学習」
数学	「ゲームを数学する～新しいゲームの作成と奥深さの表現～」, 「ペットボトルロケットの数学的考察」, 「野球の最適打順の数学的考察」

#### 【平成26年度】

物理	「ヴァイオリンの弓になぜ松脂を塗るのか」, 「筒を覗くと見える不思議な模様」
化学	「準安定状態の溶液に衝撃を与えたときに生じる結晶についての研究」, 「ユウグレナの培養及び油脂の抽出」
生物	「新しい植物乳酸菌の探索」
地学	「地震の防災・減災に関する基礎研究」, 「広島県における土石流災害の傾向と対策に関する基礎研究」
数学	「金平糖の形の数理モデリング」, 「体育祭の準備に全員が参加することの是非を問う」, 「最適なくもの巣の形とは?—獲物の捕獲率に関する数学的考察—」, 「統計を用いた商品企画—中高生が好むシャープペンシルの提案に向けて—」

#### 【平成27年度】

物理	「3次元空間を充填する泡の立体構造」, 「収束型静電レンズを用いた慣性静電閉じ込め装置の開発」, 「箒に本気を出させるには～最適な使用条件の物理的考察～」
化学	「クロロフィルの安定した抽出方法の開発」, 「電気分解によるオゾンの発生」, 「油脂の加熱処理がリパーゼによる油脂の加水分解反応に及ぼす影響」, 「冷凍ドリンクの解凍時の濃度変化について」
生物	「ゼブラフィッシュの警報物質の効果と恐怖条件付け」
数学	「コード進行の数理解析」, 「避難における数学的シミュレーション」

#### 【平成28年度】

第2学年SSコース	
物理	「コーンスープの中のコーンの動き」, 「マイクロバブルの発生」, 「靴についた土の落とし方」, 「目にゴミが入りにくい最適なまつ毛とは」
化学	「卵白の泡立ちについての研究」, 「シールの最適剥離方法」
生物	「ゼブラフィッシュの学習と記憶の減衰」
数学	「効率的な被災者の探索方法」, 「加法・乗法を別の演算で表す方法」
第3学年SSコース	
物理	「マイクロバブル発生に適した条件の解明と攪拌法によるマイクロバブル発生法におけるイオン効果の解明」, 「籠の構造と強度について」
化学	「金属線を用いた化学振動」, 「カキ殻の有効活用～効率的な水質浄化条件の検証と遮熱塗料の開発～」
生物	「サカナは恐怖をどのように感じているのか」
地学	「広島市似島に分布する広島花崗岩類の形成プロセスの解明」
数学	「傾斜がモジホコリに及ぼす影響に関する数学的考察」, 「野球における最適な守備シフトの考察」, 「統計を利用した小説文の分析—芥川賞と直木賞の特徴—」, 「タンパク質の音楽の数理解析」, 「ルービックキューブの最適解法の探究」, 「トンボの翅にはなぜボロノイ構造が現れるのか」

## 第2節 平成28年度SSH事業（第5年次）への運営指導委員・研究協力委員による評価

評価は、4段階（①よく達成されている、②やや達成されている、③やや達成されていない、④全く達成されていない）で行っていただいた。表中の①や②はその評価段階を示している。（ ）内は昨年度の評価を示す。

目標	ア「科学的な知の体系」を習得する教育内容・方法の開発	
	評価規準	運営指導委員 坪井 俊郎 先生による評価・講評（抜粋）
<b>項目（ア）科学への興味・関心を高め、将来のキャリア意識を高めるプログラムの開発</b>		
1. 科学に対する興味・関心が高まっている	①(①)	事前学習、動機づけなどの効果により、どのプログラムのアンケート結果にも肯定的な回答割合が高い。講義、視察などによって得られる効果を生徒が直接的にも、間接的にも受け止めることができている。また、事後学習の実施効果も見られる。事前学習指導や卒業生との交流機会を多く設けるなどしたことから、どのプログラムのアンケート結果にも肯定的な回答が高い。
2. 日常の学習活動や、課題研究での取り組みに生かされている	①(①)	
3. 将来を見通したキャリア意識が高まっている	①(①)	
<b>項目（イ）科学の基礎的・基本的内容の理解の充実を図る教育内容・方法の開発</b>		
1. 科学の基礎的、基本的な内容を理解している	①(①)	数学、理科ともに基礎的、基本的な内容を理解していることのエビデンスがきちんと示されている。(2)に関して理科においてはよく達成していると評価できるが、数学では一部データの読み取り方が表面的な捉え方しかできていない事例が見受けられる。数学、理科ともに他の視点とも関連付けながら評価され、かつ適切なエビデンスが示されている。
2. 科学の方法や、科学的な思考をすることができる	②(②)	
3. 科学的な態度や、表現を通して、科学的なものの見方や考え方をすることができる	①(②)	
<b>項目（ウ）科学的な思考、判断、表現、及び問題発見、問題解決、統合的意志決定能力を育てる教育内容・方法の開発</b>		
1. 基礎的、基本的な内容の理解を基盤とした科学的な思考、判断、表現ができる	①(①)	各教科プログラムにおいて生徒自ら課題発見・解決、更にはグループ内あるいはグループ間の相互作用による質の高い課題への展開を図っている事例が多く見られる。「課題研究」への取組は、統合的意志決定能力を育成していく上で大きなウエイトを占めている。生徒・教員の自己評価は高く、また、課題研究論文の内容も充実してきている。一方、「現象数理解析」では、数学的な考察はほとんどの生徒ができていたが、生物が生存していく上で起きるいろいろな場面までを想定して考察した生徒の割合が少ない。今後の意志決定能力の質的な充実への期待を込めて「②やや達成されている」とした
2. 自ら課題を発見し、解決する方法を見だし、見いだした方法にもとづいて課題解決を行うことができる	①(②)	
3. 得られた知識や内容にもとづいて統合的に判断し、意志決定することができる	②(③)	
<b>課題研究</b>		<b>研究協力委員 西森 拓 先生、前原 俊信 先生、吉田 将之 先生による評価・講評（抜粋）</b>
1. 科学的な思考力 ①仮説に基づいて、研究を構想・計画することができる ②行っている活動の研究における位置付け・必要性を論じられる ③結果の再現性を考察することができる	①(①)	仮説に基づき、自主的に研究の構想と観察・実験などを遂行している。研究の位置付けを理解した上で、研究の必要性を論じることができている。結果の再現性の考察にやや難があるが、昨年度よりも向上しており、本基準に関して十分なレベルに達している。
2. 科学的な判断力 ①適切な先行研究を見つけられる ②他者の研究成果を科学的に評価することができる ③自分の研究成果を科学的に評価することができる	①(①)	先行研究例の少ない独自のテーマ設定が多いにもかかわらず、文献探索についての指導が適切に行われるとともに、関連研究を調査する努力により、課題研究に関連した科学的な判断力が十分なレベルで身に付いている。
3. 科学的な表現力 ①疑問や動機を説明することができる ②疑問を科学的な文章として記述できる ③仮説を論理的に表現できる ④研究経過、結果について説明することができる ⑤研究経過、結果について科学的な文章として記述できる	①(①)	研究の動機を説明し、文章としても記述できている。研究内容を発信するための表現力は十分育成されている。科学論文の書き方についての指導がなされたことに加え、コンテストへの応募を通じた表現力の向上があった。高い科学的表現力が獲得されたと言える。
4. 科学的な問題発見能力 ①自然や科学技術に対して興味・関心がある ②自然現象や科学技術を理解しようとする態度が身に付いている ③疑問を科学的に実証可能な仮説にすることができる	①(②)	高い興味・関心をもって課題に取り組むことが重要という理解が浸透している。生徒自身、実証可能な仮説を立てることに自信がないが、経験を積むことによって実感しながらその力を身に付けることができよう。本項目に関する態度は十分に育成されていると言える。
5. 科学的な問題解決能力 ①積極的に行動できる ②結果に影響する新たな要因を見つけることができる ③単純な作業を継続する忍耐力がある ④新たな研究手法を工夫することができる	①(②)	粘り強く課題に取り組んだことで、積極性・忍耐力については十分育成されている。また豊かな発想や工夫を研究に取り入れている。結果に影響する新たな要因を発見するためには、時間をかけた考察や試行錯誤が必要である。時間的制約も鑑みると、十分な科学的問題解決能力が身に付いていると言える。
6. 統合的意志決定能力 ①結果の科学的意義や社会的意義を考えられる ②結果に基づいて意志決定できる	②(②)	研究の科学的意義や結果に基づく意志決定の重要性は十分に理解され、様々な機会を意識されている。社会的意義についても考察を深めることができている。ただし、これらを統合的に捉えた意志決定能力という点では未だ獲得が十分とは言えない。総合的意志決定能力とは何かを具体的に実感できるような方策を探る必要もあろう。

目標 イ 国際的視野を育むプログラムの開発		
評価規準		研究協力委員 恒松 直美 先生による評価・講評（抜粋）
<b>項目（エ）異文化に対する理解を深め、他と共生する能力を育むプログラムの開発</b>		
1. 国際的なコミュニケーション能力の育成に関する評価 ①言葉の壁を超えてディスカッションする力をつけられるものであるか ②英語によるコミュニケーション能力を習得できるものであるか ③コミュニケーションの文化的相違に気づき、多文化共生の問題を理解するものであるか ④多国籍の科学者・技術者とコミュニケーションする能力を育むものであるか	②(②)	現地と日本の食文化や生活習慣の違いを比較的視点から見たり、歴史の授業での学びと現地での観察と照らし合わせたりするなど、研修によって文化・生活についてより深く考察する場をもっている。環境問題や自然保護についても言及するなど現場体験から重要な学びを得ている。新しく実施した英語による異文化セミナーでは、大学レベルの英語による講義に挑戦する場をもった。合宿に3人の広島大学HUSA交換留学生も参加し、かなりレベルの高い挑戦となったが、生徒が真剣に理解しようと努力する姿が見られた。異文化コミュニケーションの少しの指導とヒント及びその実践が、生徒が勇気を出すきっかけとなることを感じた。
2. グローバルな視点からの科学的知識及び学際的アプローチについての認識に関する評価 ①グローバルな視点を育成できているか ②科学へのアプローチの文化的相違について認識し、自国の科学技術の在り方を問い直すものであるか ③近代科学についての新しい議論やパラダイムなどへの興味を喚起するものであるか	②(②)	科学のパラダイムの議論や文化的相違の分析はまだ未到達の領域であるが、オリジナルな問いを立て、考察し、皆で協力して結果を出そうとしている努力は評価できる。毎年留学生を英語合宿に連れて行っている中で、研究しているテーマに関する留学生の知見や留学生の国における施策について質問してみるなど、異文化圏の人がもつ視点や見解について問う力を養うことができれば研究にも生かせるのではと思う。
<b>項目（オ）国際舞台で活躍できる科学者に必要なコミュニケーション能力の育成をめざした学習内容・方法・プログラムの開発</b>		
1. 論理的に思考し議論する能力の育成に関する評価 ①科学的なテーマについて、生徒が自ら問題を見出し、解決方法を表現したり発信したりする力を育むプログラムであるか ②科学的根拠に基づき、論理的に議論する能力を育むものであるか ③自然科学的・社会的な多面的な思考能力を育成しているか ④資料の収集能力と適切な使用方法についての理解を促進するものであるか	②(②)	英文を懐疑的視点から読む試みなどを通じ、その難しさと同時に必要性にも気付くとともに論理的思考の重要性を生徒が認識している。英語合宿で大学教員と留学生に研究内容について質問され回答に試行錯誤する体験などから、論理的思考の重要性を考える場もっていたと考えられる。自ら問題設定を行い、資料を収集して考察し、論点を整理しプレゼンテーション資料をまとめていることは評価に値する。論理的思考やグループによる成果の分析をうまく提示し議論する力をつけることが求められるが、そのためには回数を重ねた訓練を要する。特に英語による論理的思考の提示はまだハードルが高いことが英語合宿でのプレゼンテーションでも窺えた。
2. コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力の育成に関する評価 ①英語で論理的に発表する力を育んでいるか ②科学的表現を英訳する力を習得できるものであるか ③プレゼンテーションに必要な英語の表現について学べているか ④他者に説明する力をつけられるものであるか、⑤他者にわかりやすく伝えるための方法について考え工夫する力をつけられるものであるか ⑥聞き手の興味をひきつけるための発表方法（発表の工夫・声量・話し方・聴衆に向かって話す重要性）について学べるものであるか	①(①)	「科学英語表現」の授業の年間計画は、科学的内容に関する外国語表現など充実した内容である。プレゼンテーション指導では、Speech message, Visual message, Physical message に分類した評価を行うなど分かりやすく指導されている。ポスター発表などの実践を通じて力が向上できるよう綿密な指導計画が練られ、プレゼンテーションの基本知識や表現力を身に付けるためのワークショップが継続して行われていることは評価できる。生徒の感想から、楽しみつつ将来的に役立つプレゼンテーション力を向上させていることの実感が窺える。英語合宿で挑戦したグループワークとプレゼンテーションでは、短時間に意見をまとめて発表する貴重な体験もあった。今後の目標として、要点を論理的に整理し、グループで協力して発表内容をまとめる訓練や、特に英語で質疑応答を理解し回答できる力を付けることが挙げられる。
3. 集団で協同学習を進めていく力の育成に関する評価 ①自分の意見を主張できる能力を育成しているか ②多様な意見について論理的に議論を進め、まとめていく能力を身につけられるものであるか ③集団・グループで協同学習を行い、まとめる能力を身につけられるものであるか ④生徒が創造力を育み、発揮できる場を創れているか	①(①)	グループで協力して研究成果をまとめて発表できていることは評価できる。研究発表の練習の際、支援のために観察しようとしている留学生や大学教員に自ら話しかけ質問をする態度が本年度1年以上よりも多く見られた。自分の意見を説明し、それに助言を求める力も協同学習を集団で進める力の一つである。想像力を発揮して研究を進め、グループの協働作業により協力して成果をまとめていることは評価できる。
目標 ウ 高度な倫理観を涵養し、持続可能な社会を先導するためのカリキュラム開発		
評価規準		研究協力委員 衛藤 吉則 先生による評価・講評（抜粋）
<b>項目（カ）高度な倫理観を涵養する学習内容・方法の開発</b>		
1. 個別科学の専門性を越える問題が現代社会にあることに気づき、科学の専門的知識と社会の関係について考察できる	①(①)	特別講義1について、89%の生徒が新しい知見を得たとアンケートに答え、「脳言語だけで人間のすべてを解説できないが、心的言語では完全なる共有ができないというパラドクスがおもしろい」「科学と哲学は一見関係のない学問だが、一つに結びついて『人間とは何か』という深い疑問を2つの面から問いかけている。とても新鮮でよく考えさせられました」と回答していることは評価規準を満たす学びであったことを示す。

2. 科学の個別分野の現場において出会う具体的な倫理的問題について知り、考察できる	①(①)	特別講義2では、生徒たちのアンケートからはこの講義への高い関心と新たな知の発見が理解できる(90%前後の高い肯定的評価)。また、サイコパスの有利な面も語られ、人間存在やその倫理の多様性が意義をもって考察できたものと思われる。
3. 科学的な専門知識を持つ者は社会とどう関わらべきかを考察するとともに、社会的な合意形成の前提に科学的な専門知識が必要とされる場合、一般の市民はどう関わるべきかを考察できる	②(②)	社会的な合意形成の前提として、私たちが科学的な専門知識を学び、判断の材料とすることは重要である。今回の2つの講義を通して、生徒たちは、社会問題の原因を科学的に見る観点を心得て(「欲望や快感を司る扁桃体の働きを知ることによってサイコパスの傾向が分かる」「犯罪が脳の感情や衝動の問題だと分かった」)、さらにそうした科学理解に「倫理」の視点を加えることで、科学への謙虚な姿勢(「科学の暴走を止める」)や、脳科学と倫理・心理との関係を理解することができるようになった(「心と脳の重ね書き」という見方が面白い)。ただ、こうした学びの体験を知の判断形成へと具体的にいかにつなげていくのかという点についてはさらなる取組が期待される。
<b>項目(キ) 持続可能な社会を先導する人材を育成するESDに関する内容・方法の開発</b>		
<b>ESD 研究, ESD 汎論</b>		<b>研究協力委員 由井 義通 先生による評価・講評(抜粋)</b>
1. 持続可能な社会の形成に関して、自己の価値観やその位置づけを認識できる	②(②)	関連する多様な立場からの多面的な見方・価値観について、もう少し多様性があったほうが良かったのではと思われる。いろいろな立場からの情報収集を行うことで、単に環境第一主義ではなく、社会の持続性には環境と経済などのバランスが重要という価値観を認識できたら良かった。
2. 持続可能な社会の形成に向けたコミュニケーションにおいて、科学的な見方・考え方を有効に活用できる	①(②)	科学的な見方・考え方を活用したコミュニケーションについては、素晴らしいプレゼンテーションなどを見ると達成されたと判断する。ただし、発表だけではなく科学的な見方・考え方を活用した英語によるディベートについては、課題と思われる。この項目はコミュニケーション能力の育成に関するものではないが、各教科のESDの取組の中で、社会の持続性を可能とさせるために必要と考えるコミュニケーション能力とは何か、各教科で育成する能力・思考力を具体的に明示しているか(例示すると、芸術科での異文化理解ではどのようなコミュニケーション能力を育成するのか、地歴科・公民科での環境教育では、科学的な見方・考え方を育成してどのようなコミュニケーション能力を育成することが課題なのか、など)。
<b>ESD 海外研修(韓国研修)</b>		<b>運営指導委員 藤井 浩樹 先生による評価・講評(抜粋)</b>
1. ESDの視点 ①ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることができる	①(①)	韓国海外・訪日研修では、植物工場を題材にして、ESDの視点に立った高等学校理科の授業モデルが開発された。生徒は授業を通して、科学、社会、経済、環境のそれぞれの視点を総合しながら、植物工場の今後の在り方について判断していた。多様で多面的な課題である植物工場の今後の在り方について、生徒はESDの視点から自ら思考・判断していること、また、そうした思考・判断の意義や重要性を認識していることが窺えた。
2. 国際的視野に基づく問題発見、問題解決力 ①地域固有の諸課題を地球規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養うことができる	②(②)	質問紙調査の回答には、植物工場の在り方についての問題を、単に地域の問題としてではなく、地球規模の問題として捉えるものも見られた。問題を発見する力や解決する力を身に付けたと言える。しかし、得られた内容を活用する力については、課題が残った。得られた内容を活用するには、科学、社会、経済、環境のそれぞれの視点から、物事を複眼的に捉えることが求められるが、生徒の回答はこの点において十分達成しているとは言えないものも見られた。今後の改善が期待される。
②海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養うことができる	①(①)	韓国海外・訪日研修での授業では、日韓の生徒の混成グループが作られた。そして、物理、化学、生物の実験や発表準備の場面において、議論する機会が設けられた。多くのグループで活発な議論が見られた。また、グループごとの発表では、全ての生徒が分担して発表していた。英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力は、年々、飛躍的に向上している。これは普段の「科学英語表現」の授業の成果であると考えられる。また、一昨年度から導入されたタブレット端末の活用、ならびに昨年度から導入されたポスターセッション形式での発表は、議論を活性化させる上で大変有効であったと考えられる。

### 第3節 運営指導委員会

本校の運営指導委員及び研究協力委員は下表の通りである。

表1：運営指導委員

名前	所属	職名
卜部 匡司	広島市立大学国際学部	准教授
江種 浩文	公益社団法人中国地方総合研究センター地域経済研究部	主任研究員
坪井 俊郎	中国電力株式会社エネルギア総合研究所	企画・統括部長
朴 大王	広島修道大学商学部	教授
藤井 浩樹	岡山大学大学院教育学研究科	教授
吉村 薫	広島県教育委員会	高校教育指導課長

表2：研究協力委員

名前	所属	職名
衛藤 吉則	広島大学大学院文学研究科	准教授
恒松 直美	広島大学国際センター・国際教育部門	准教授
西森 拓	広島大学大学院理学研究科	教授
前原 俊信	広島工業大学環境学部	教授
由井 義通	広島大学大学院教育学研究科	教授
吉田 将之	広島大学大学院生物圏科学研究科	准教授

運営指導委員・研究協力委員及び校内の組織であるSSH研究推進委員会とSSHワーキンググループ(図1中ではWGと略記)が図1に示したサイクルで互いに連携し、SSH事業の検証及び評価を実施している。

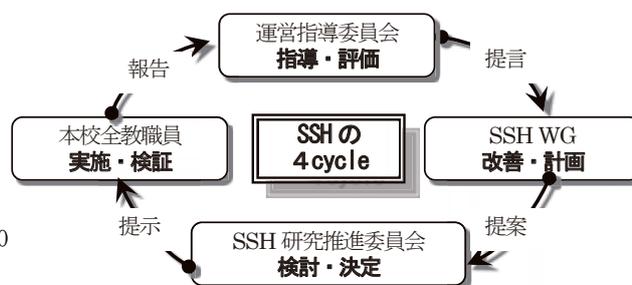


図1：SSH事業の検証サイクル

#### 第1回 運営指導委員会

1. 日時 平成28年5月11日(水) 16:40～18:00
2. 場所 広島大学附属高等学校 大会議室
3. 出席者

運営指導委員：卜部匡司, 江種浩文, 坪井俊郎, 朴大王, 藤井浩樹, 吉村薫

研究協力委員：衛藤吉則, 恒松直美, 西森拓, 由井義通, 吉田将之

本校関係職員：竹村信治(委員長, 校長), 三藤義郎(副委員長, 副校長), 砂原徹(副校長), 井上純一, 伊藤直哉, 梶山耕成, 杉田泰一, 高田悟, 橋本三嗣, 平松敦史, 森脇政泰, 山田佳代子, 三根直美, 藤原隆範, 井上芳文, 世羅晶子, 増井知世子, 山岡大基, 日浦美智代, 具志堅加奈, 瀬戸口茂久

#### 4. コメント及び質疑応答(抜粋)

坪井：フロンティアサイエンス講義の事後アンケートの結果を見たが、文系で興味のない生徒は「面白くない」、「楽しくない」などの否定的回答に陥っている。「内容は分からなくても講師の先生が言ったことで何か感じることがあれば肯定的回答をする」など、事前に回答の仕方を指導してからアンケートを実施すると、肯定的回答の割合が上昇するのではないか。

井上：一昨年度から、なぜそのように回答したのかの理由も記入するようにさせている。文系の生徒でも「進路選択の上では、自分にとってプラスになったところがある」などの回答が得られているが、引き続き改善に努めたい。

西森：課題研究発表会でも研究のレベルが非常に高く感心したが、その中で一つ気になったことがある。非常に良い発表をしている中で、「良い音楽を聴かせると植物がよく育つ」などと発言する生徒がいた。「科学的」に証明されたものを受け入れていくことが大事で、あるかもしれないことを認めるのではなく、「サイエンスとは何か」という基本的な約束事が生徒に伝われば良いと思う。否定はできないことを事実として受け入れるのではなく、肯定できる証明されたことを科学として受け入れる。そういった基本姿勢を教えることが、非常に重要であるという感じがした。

西森：今の大学生は、リファレンスを整備せずに書く傾向があり、論文作成は非常に難しい。高校生の時に、その入り口だけでもできれば素晴らしいと思う。3年生SSコースに対して行っている論文指導は、どのような枠組みで行っているのか、どのように論文をまとめているのか。

杉田：3年生の4月のガイダンスにおいて、論文を書くという意識付けをし、論文とはこういったもので、こういったことが必要なのだと伝え、残りの数ヶ月の研究計画について研究グループでしっかり話をするように、と指導している。その後は、各グループの担当教員が指導している。8月末に、担当教員の許可が下りた論文を提出するようになっている。その間に、生徒と担当教員との間で何回もやりとりを行って、ある程度精選したものが上がってくるという手順になっている。

由井：「論文とレポートの違い」、「論文の書き方」というプレゼンテーションを広島大学の図書館で準備していて、大学1年生のオリエンテーション用のプレゼンテーションができています。それを活用すれば、練習問題も多くあり、課題も色々あって、それらをこなしながら90分で書くという授業もできると思う。

恒松：毎年、英語合宿に参加させてもらい、留学生をゲストのように温かく迎えてもらい、和やかに関わらせてもらっているが、一つ思うのが、多文化共生のコミュニティ作りの問題である。せっかく私が大学で短期交換留学生40人を担当しているので、高校生が飾ってない本当の姿の留学生と関わる場を少しでも良いから作ってあげたい。合宿が広島であるので、留学生を連れてくるには3人が限界で難しい部分があるが、1時間でも30分でも良いのでそういった場面を作りたいと思う。

藤井：「統合的意志決定能力」に係わって、重点枠事業のドイツ・チェコの研修で、最終日に現地でミニ国際会議を行うのはすごく良いアイデアだ。クリエイティブな発想が進むためには、シチュエーション、つまり、どのように環境を設定するか、という教師側のお膳立てが大事だと思う。意志決定をする場面づくりや他者との交流をどのように設定するか、教材をどうするかなど、これまでの成果を整理してプラスアルファの環境設定をしたほうが良いと思う。

江種：「統合的意志決定能力」について、研究成果の科学的意義と社会的意義を両方理解するとすると、文系の考え方も入れていくほうが良いと思う。例えば、課題研究などの取組において、グルーピングをするときに、理系の生徒だけでなく文系の生徒を混ぜてみるとかをやってみてはどうか。文系と一口で言っても、歴史が得意な生徒もいればロジックが得意な生徒もいるので、それぞれの切り口でもって、理系が考えている新しい科学・技術が社会でどのように波及していくかとか、そういうメカニズムを考えさせてみてはどうか。文系の生徒も理系の人と話をすることが自分にとって非常に有益になるということ、高校生の時に学ばせてあげて、そういう機会を与えていくだけでも十分意義があると思う。

卜部：科学者は「科学が大事だから」ではなく、「面白いから」「面白い発見をしたから」科学に取り組んでいると考えれば、テーマが面白ければ、そこから想像するのではないかな。また、広がり・繋がりがあるからこそ、国際交流をする意味と面白さがあると思う。同じ科学の法則でもどこに面白さを感じるかは文化によって違うと考えれば、なぜそれが面白いのかといったディスカッションそのものが異文化交流であり、広がり・繋がりがないと、その面白さに気がつかないはずである。なぜ面白いかを突き詰めていけば、そういうものが見えてくる可能性があると思う。

吉田：「統合的意志決定能力」の評価は難しいと思うが、統合的意志決定に関して高い能力をもっているというモデルはあるのか。評価をする時に、何らかのモデルがあって、その人が統合的意志決定能力を発揮する時に、個別の能力としてどういうものから構成されているのかが分からないと、どうやってレベルを見ていくのが難しいと思う。先生方がある特定の人物をモデルにできれば、少しは楽になると思う。

由井：それぞれの目標に関しては、「〇〇することができる」能力を明確にすれば、細かくチェックできると思う。成果については、国際学会で発表するなど、積極的にアピールした方が良いと思う。

藤井：これまでのESDの研究開発で、テーマ自体が持続可能性に関わるような面白い取組は色々やっている。では、その活動自体を持続可能な形で継続するにはどうしたらよいかという側面で見ると、貴校の場合は、生徒を育てる組織として、あるいは先生方の活動が持続するような形で継続されているという事に大きな意味があると思う。今年度は5年目の節目なので、報告書などでモデルとまではいなくても、生徒と同時に先生方の持続可能性という面でもこういう課題があり、こうやって克服してきたところを示していけば良いと思う。

朴：「統合的意志決定能力」については、具体的な評価項目が目標(ウ)の項目力)とク)にしかないのはもったいない気がする。実際問題として、単一の評価規準だけで評価するのは難しい。今年度が5年目の節目という事であれば、報告書では「統合的意志決定能力」を総合的に評価する頁を設定するなどの工夫をした方がわかりやすい。

朴：重点枠の韓国海外研修(ムンサンスヤク高校の連携)について、今年度は新しく重点枠に採択されて、昨年度の訪日研修と何か違いはあるか。

平松：大きく変わることはないが、11月の10日から14日の間で訪問する予定にしている。水資源や干潟など、水環境をテーマとして実施したいということでムンサンスヤク高校へ伝えた。ムンサンスヤク高校も、元々干潟と水環境などを研究テーマとして学習しているので、そういうことで交流ができれば良い。実際に、仁川の近くや江華島周辺で研修をしたことがあるので、それを発展させた内容にしようという話になっている。

吉村：評価に関しては、よく研究されており、非常に細かい所まで完成されている。広島県もコンピテンシーを重視して取り組んでいるので、参考になっている。今後も引き続き連携させていただければと思う。重点枠の取組について、広島県立広島国泰寺高校との連携とあるが、どういう形で広島国泰寺高校の生徒が参加できるのかを教えて欲しい。

梶山：広島国泰寺高校には、韓国は訪問するので、生徒2~3人程度の参加になるかもしれないが、教員1名も引率として同行してもらえないかとお願いした。また、タイは訪日するので、本校に広島国泰寺高校の生徒、教員に来ていただくのは可能かどうか、検討していただくようお願いした。共通言語が英語になるので、英語に関する指導はするが、その場で上手く話せるかどうかというよりも、とにかく会って話をする方が学んでいくことが多いと思う。事前学習は当然必要なので、本校に来ていただけるのであれば、本校の生徒と一緒に勉強する機会を持ちたいと思う。

衛藤：「科学と倫理」に関して、科学の暴走に対して倫理学が歯止めとなるような取組は大切なことである。科学自体が単視眼的で、事実領域に固執するために見通しがきかなくなったり、短いスパンでのことになったりという弊害を起こしている。そういう中で、自然科学という従来のハードサイエンスだけではなくて、より幅広い科学のあり方が展開している。それは宇宙物理学でも、神経生理学でも、社会学分野でもそうであるし、科学における柔軟な思考のあり方が、反証も大事だが、一回性においても検証され始めているという構造を見ていく必要があると思う。

## 第2回 運営指導委員会

1. 日時 平成29年2月23日(木) 15:40~17:40

2. 場所 広島大学附属高等学校 大会議室

3. 出席者

運営指導委員：卜部匡司，江種浩文，坪井俊郎，朴大王

研究協力委員：恒松直美，前原俊信，吉田将之

本校関係職員：竹村信治(委員長，校長)，三藤義郎(副委員長，副校長)，砂原徹(副校長)，井上純一，伊藤直哉，梶山耕成，杉田泰一，高田悟，橋本三嗣，平松敦史，森脇政泰，山田佳代子，三根直美，藤原隆範，井上芳文，世羅晶子，増井知世子，山岡大基，日浦美智代，具志堅加奈，瀬戸口茂久

### 4. コメント(抜粋)

坪井：(「科学的な知の体系の習得」の評価について) 事業成果報告会でこちらを訪問させていただいた時に、数学の授業を見学した。ハウレンソウの価格調査のデータを比較し、その特徴から推測される事柄についてまとめるという内容だったが、期待するところは「多面的」だと思う。多面的に考えるためには、ヒントというか考えるきっかけがないと次の展開に進まないと思う。自分の立場に置き換えて考えると「これについて何か思うことを述べよ」と言われたら、ある一点のことしか考えないと思うので、正解に結びつくようなヒントばかりではなく、例えば、ヒントにならないようなものも少し入っていれば、それをもって生徒が何か頭を巡らすと思う。その辺りの工夫を期待したい。

坪井：(「科学的な知の体系の習得」の評価について) 「課題研究」は、統合的意志決定を行う上で一番の要という位置付けだと思っている。私がこちらに訪問して実際の課題研究の発表を見させていただいている範囲では、十分達成していると評価して良いのではないかと思う。

吉田：(「課題研究」の評価について) 「課題研究」の評価項目については、ほとんどが「よく達成されている」と思う。今日も課題研究の発表会を見たが、生徒の成長が著しいと実感している。ただ、「統合的意志決定能力」については、生徒の評価も比較的高く、教員の評価も上がっているので少し迷ったが、評価するほうの難しさというものを加味すると、「やや達成されている」という結論に至った。

恒松：(「国際的な視野の獲得」の評価について) 今年度から「英語合宿」での新しい試みとして、オールイングリッシュで「異文化理解セミナー」というものをさせていただいた。思ったよりも生徒の反応が良く、私が思っているよりも理解度は高かったのではないかと正直驚いている。その後、生徒のプレゼンテーションの手伝いをした時に、生徒の反応が今までとすごく違っていて、私に対しても積極的に話しかけてきてくれた。ほんの少しのことでこんなに変わるのには正直驚きであると同時に、私も学ばせていただいた。コミュニケーションのスキルについても、スキルだけではなく、慣れというか人間として接する場を作っていくことが大切なのだと気付かせていただいた。

卜部：(重点枠「ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修」の評価について) 当初は、3カ国の生徒が一同に会して、しかも3カ国を舞台に実施するという、こんなドリームプロジェクトはないだろうと期待して参加した。簡潔に述べると、問題は多かったかもしれないが、最初としては上手くいったのではないかというのが評価である。評価規準の1「ESDの視点で自ら思考し…」については、「持続可能な社会」や具体的テーマに関する認識はしっかりコミットしていると思う。2①「地域固有の諸課題を地球規模で捉え…」については、3カ国の価値観が違う中で良くやっとなと感じている。色々なコミュニケーション上の不具合が実際にあったが、不具合があったことそのものが良い経験になったという意味で、それでも何とか乗り越えようとして生徒は取り組んでいたと思う。2②「海外の生徒と徹底的に議論することによって…」については、生徒はホームステイ先で、かなりこのプロジェクトの内容に関してディスカッションしていたようである。したがって、「宣言」という形でまとめるフォーマルなディスカッションだけでなく、インフォーマルなディスカッションも含めて評価すると、非常に良くできているのではないかと思う。

江種：(重点枠「ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修」の評価について) 結論から言うと、十分合格点に達することができるレベルであったと認識している。メインイベントは、やはり3カ国のワークショップを実施したという事で、これは日本とチェコ、日本とドイツというように2カ国だけではなく、軸を1つ増やすだけで色々なことが分かってくる。私が一番印象に残っているのは、例えば、原発に対する認識が、ドイツは「脱原発」、チェコはかつての日本と同じように「原発は必要で、その上で再生可能エネルギーを増やしていく」というスタンスを取っている。これは両極の意見である。その両極の意見に対して日本はどういう立ち位置を取るべきか、つまり原発事故を経験した日本だからこそ、それぞれの国策あるいはそれぞれの国の制度が持っている意見に対して、一言も二言も言えることができたのではないかと。望むべくはそこまでやってほしかった。恐らく社会に出れば、そういう局面はたくさん経験するだろうし、それぞれの意見の良い所と悪い所をきちっと認識しながら自分の意見を主張していくところまでできれば良かったが、少なくともそういう機会を経験できたということだけでも重要な機会であったと認識している。

朴：(重点枠「韓国海外研修」の評価について) 2年前の重点枠事業の評価だったと思うが、その時は私が一番厳しい評価をしたことを覚えている。その時と比べると、今回はとても積極的な意見が多かったという印象である。以前は、韓国人の学生と「どう接すれば良いかわからない」とか、目の前にいても「どう声をかけて良いかわからない」といった意見が多かったと思うが、今回はそういうことよりも「どうすればこれを上手くやっつけていけるか」とか、「日が経つにつれて英語が聞き取れるようになって、英語でのコミュニケーション能力が向上して良かった」とか、非常に前向きな意見が多かったと思う。それらを全て考慮した上で「よく達成されている」と思う。

## 第4節 教育課程表

広島大学附属高等学校 平成28年度教育課程表

教科	科目	標準	I 年				II 年		II 年SS		III 年 (SSコースを含む)	
			必修				必修		必修		必修	選択
国語	国語総合	4	4									
	国語表現	3										
	現代文A	2										
	現代文B	4			2		2		2			
	古典A	2								0~3		
歴史	世界史A	2	2									
	世界史B	4								4		
	日本史A	2			②		②					
	日本史B	4								4		
	地理A	2			②		②				0~8	
公民	現代社会	2	2									
	倫理	2								2		
	政治・経済	2			2		2			2		
数学	数学I	3	3									
	数学II	4		4		4						
	数学III	5			4		4			7		
	数学A	2	2							2	0~7	
	数学B	2		2		2				2		
	数学活用	2										
理科	科学と人間生活	2										
	物理基礎	2			2		2			1		
	物理	4		2		2				3		
	化学基礎	2	2							1		
	化学	4			2	2	2	2		3	0~6	
	生物基礎	2	2							1		
	生物	4		2		2				3		
	地学基礎	2			2		2			1		
	地学	4		2		2				3		
	理科課題研究	1										
保健	体育	7~8	2		3		3		3			
	保健	2	1		1							
芸術	音楽I	2	2		2		2					
	音楽II	2			2		2					
	音楽III	2								2		
	美術I	2	2									
	美術II	2		2		2						
	美術III	2								2		
	工芸I	2									0~2	
	工芸II	2										
	工芸III	2										
	書道I	2	2									
	書道II	2			2		2					
外国語	コミュニケーション英語基礎	2										
	コミュニケーション英語I	3	3									
	コミュニケーション英語II	4			3		3					
	コミュニケーション英語III	4							4			
	英語表現I	2	2									
	英語表現II	4			2		2		2			
家庭	英語会話	2										
	家庭基礎	2	2									
	家庭総合	4										
情報	生活デザイン	4										
	社会と情報	2	1		1							
SSH	情報の科学	2										
	現象数理解析	1					1				※1	
SSH	科学英語表現	1					1				※2	
	科学英語表現	1					1				※2	
小計			30		29		29		13	13~17		
ホームルーム活動			1		1		1			1		
総合的な学習の時間			1		2		2			1	※3	
合計			32		32		32		28	28~32		

○は必修選択科目

※1：SSH研究開発にともなって設置する学校設定科目。ただし、教科「情報」の科目「社会と情報」2単位のうち1単位を減じて、これに当てる。

※2：SSH研究開発にともなって設置する学校設定科目。ただし、教科「保健体育」の科目「保健」2単位のうち1単位を減じて、これに当てる。

※3：総合的な学習の時間に関して

① I年（平成28年度入学生）においては、「伝統文化理解」として1単位相当を実施する。

② II年（平成27年度入学生）一般コースにおいては、「ESD研究」として1単位相当を、「総合文化科学」として1単位相当を実施する。

③ II年（平成27年度入学生）SSコースにおいては、「課題研究」として1単位相当を、「ESD研究」として1単位相当を実施する。

④ III年（平成26年度入学生）においては、「科学と現代社会」として1単位相当を実施する。

平成 28 年度指定スーパーサイエンスハイスクール

科学技術人材育成重点枠【②海外連携】

## ⑤平成28年度科学技術人材育成重点枠実施報告（【②海外連携】）（要約）

<b>① 研究開発のテーマ</b>	ESDの視点と国際性を備えた科学技術人材の育成、及び人材育成に向けた指導者の養成			
<b>② 研究開発の概要</b>	<p><b>1) 各国との連携の成果を統合させる取組</b></p> <p>(1) ドイツとチェコの研修では3カ国生徒による合同研修を実施した。ドイツとチェコへの訪問研修の日程を揃え、前半は各国で研修を行い、後半はチェコのレドニチェ及びオーストリアのウィーンにて、ドイツ・チェコ・日本の生徒が一堂に会し、合同研修を実施した。研修のメインテーマをエネルギーとし、ドイツでは再生可能エネルギーを中心に、チェコではバイオエネルギーを中心に、各国での事前研究、ドイツ・チェコ各国現地での研修を実施し、それらの成果に基づいて、持続可能な社会構築のためにこれからのエネルギー社会はどうあるべきかという課題について、国を越えて提案を行った。</p> <p>(2) 韓国とタイの研修ではメインテーマを水とし、韓国は韓国現地での研修を、タイは訪日研修を実施した。タイ訪日研修期間中に、韓国海外研修に参加した生徒がタイ訪日研修のまとめに参加し、韓国海外研修で取り組んだ研究の成果を発表し、タイの生徒とタイ訪日研修に参加している本校の生徒と一緒に、それまでの研修の成果に基づいて、持続可能な社会の構築のためにこれからの水環境保全にどう取り組むべきか、科学の役割は何かということについて議論した。</p> <p>(3) 本校主催の「SSH事業成果報告会」や「SSHの日」において成果報告を実施した。各研修に参加した生徒には成果報告までの過程を通して研修内容を振り返らせ、研修テーマに対する理解をさらに深めさせるとともに、全校生徒には成果報告によって4カ国各国の研修について統合的に理解を深めさせた。</p> <p><b>2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上</b></p> <p>基礎枠で実施している「科学英語表現」や「ESD研究」、「ESD汎論」との相乗効果を図った。</p> <p><b>3) 教職員志望学生、及び現職教職員指導者養成、並びに普及活動</b></p> <p>(1) 年3回の教育実習において、教職員志望学生にSSH事業への理解を深める普及活動を行った。</p> <p>(2) 本校主催の「SSH事業成果報告会」と「SSHの日」において成果報告を実施した。</p> <p>(3) 韓国海外研修については、広島県立広島国泰寺高等学校と連携して実施し、生徒及び教員が本校の研修に参加することによって、研修内容や研修方法など本校の研究開発の成果を共有した。</p>			
<b>③ 平成28年度実施規模</b>	<p>高等学校第1、2学年約400人の中から、重点枠事業の趣旨を理解し、意欲と実践力をもった生徒40人を選抜し事業に参加させた。また、連携校である広島県立広島国泰寺高等学校の生徒にも参加を呼びかけ、生徒2人及び教員1人が研修に参加した。また、派遣生徒は中学校も含めた本校約520人の前で発表し、全校で成果を共有した。</p>			
<b>④ 研究開発内容</b>	○具体的な研究事項・活動内容			
<b>1) 各国との連携の成果を統合させる取組における海外連携国及び実施内容</b>				
連携国	ドイツ(訪問)	チェコ(訪問)	韓国(訪問)	タイ(訪日)
連携校	ギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアー	ギムナジウム・イン・ヴィシユコフ	ムンサンスラク高等学校	プリンセスチュラポーン・サイエンスハイスクール・ムクダハン
実施時期	10月1日(土)～9日(日)		11月10日(木)～13日(日)	
実施テーマ	再生可能エネルギー(ドイツ)及びバイオエネルギー(チェコ)による将来のエネルギーの在り方について		水環境(水質、干潟・湿地、生物多様性など)の保全について	
生徒数(本校 - 連携国)	ドイツ:(本校10 - ドイツ15) チェコ:(本校10 - チェコ10)		本校8、広島国泰寺2 - 韓国18	

## 2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上

- (1) 「科学英語表現」においてこれまでに開発、実施してきた英語によるプレゼンテーション技術を活用し、現地で行う研究成果の発表や成果報告会等での発表の練習を実施した。また、アカデミックライティングを活用し、英語でのポスター作成を行った。
- (2) 「ESD研究」のメインテーマは「瀬戸内海」であり、水がテーマである韓国海外研修やタイ訪日研修には化学・生物領域での水質調査や干潟実習などの実践を取り入れ、生徒の理解を深化させるとともに基礎枠・重点枠両方での実践によるプログラムの改善へと結びつけた。
- (3) 「ESD汎論」では、関連する教科が重点枠のESDテーマと関連付けた単元開発を行った。例えば、地理での「韓国西岸における河口干潟や流域圏の開発について」、物理での「エネルギー変換効率」、化学での「バイオリクターなどのバイオマス」、数学での「有機物による水質汚濁」などである。

## 3) 教職員志望学生、及び現職教育員指導者養成、並びに普及活動

- (1) 教育実習では、オリエンテーションでの説明や期間中の諸活動を通して、海外連携の在り方を含めたSSH事業全般についての普及活動を行った。
- (2) 本校主催の「SSH 事業成果報告会」と「SSH の日」において生徒による各研修の成果報告を行い、本校生徒や保護者のほか、SSH 関係教職員、県内外教職員などへの普及活動を推進した。また、「SSH 事業成果報告会」においては「国際連携や科学技術人材育成の進め方」についての協議会を開催した。

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

1) 「ESD の視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識する」ことについては、事前・事後学習を含め多様な研修を通して、問題を焦点化したり具体化したりするなど、一層深く多面的に学んでいることが分かった。

2) 「地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養う」ことについては、「調べた内容を社会の関わりの中で具体的に活かすことは考えもしなかった」、「両国を繋げるための幅広い知識が必要だ」、「経済活動と自然保護といった対立しがちな立場でも共に成り立っていかなければ、持続可能な社会はできない」といった問題意識をもつことができていたことが分かった。

3) 「海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養う」ことについては、意思疎通できたことの感動を味わう一方で、自分の意見をより正確に伝える、または相手の意見を正しく理解することが必要であると認識していることが分かった。生徒は、コミュニケーション力の重要性を認識することを通して、より一層語学力を伸張させるきっかけを得ることができた。

### ○実施上の課題と今後の取組

#### 1) 複数国との合同研修を発展、深化させる必要がある

平成 25、26 年度の重点枠では、ドイツ、チェコ、タイ、韓国の各国と日本が共同で取り組む ESD に係わる研究・調査を開発、実施した。そこでは各国との 1 対 1 対応というプログラム構造であった。この成果を拡大させるべく、平成 28 年度ではチェコ研修とドイツ研修を統合させた取組を行った。この成果は十分あったものの、海外でのワークショップの実施においては施設・設備の不備があるなどの課題が散見された。さらに、生徒はどのような考えに基づいて自分の考えを統合させるかアンケート調査した結果、日本の生徒はドイツ、チェコの生徒と比べ、「社会的正義」や「学校の学習内容」と関連付けた生徒が少ないことが明らかになった。今後の海外連携におけるカリキュラム開発では、より広い視野で考える力を育成するために、事前学習の充実とともに既存の学習活動を改善する必要がある。

#### 2) 指導者育成プログラムの充実が求められる

本校は教育実習による教員養成研究、及び実践校としての使命を担っている。この教員養成において、今後教職員をめざす多くの大学生や大学院生などに対して、本校が これまでの SSH 重点枠事業において開発したカリキュラムなどを活用し研修を行うことは、将来のグローバル化に対応した人材を育成するための中心的な役割を担う指導者を養成する上で重要な意義があり、組織的、計画的に実施する必要がある。

## ⑥平成28年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題（【②海外連携】）

## ① 研究開発の成果

## 1) 各国との連携の成果を統合させる取組の成果

(1) ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることができる

各国の研修内容についての事前・事後調査から生徒の変容を比較した。その結果、生徒は様々な環境問題について、フィールドワーク、関連企業や教育機関、行政機関への聞き取り調査、また言語や文化、教育環境など、異なる環境に触れるなどの経験を重ねるといった活動を通して、問題を分析的に捉え、具体的な諸活動に関連付けて考察するなど、一層多面的で具体的に学び、問題の多相性を認識することができるようになることが分かった。

(2) 地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養うことができる

研修についての生徒のレポート分析の結果、「両国を繋げるための幅広い知識が必要だ」、「経済活動と自然保護といった対立しがちな立場でも共に成り立っていかねば、持続可能な社会はできない」といった問題意識をもつことができていることが分かった。

(3) 海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養うことができる

事前学習における英語での発表準備・練習やインターネットTV(スカイプ)による連携校との交流などを通して、英語によるコミュニケーション力やプレゼンテーション力を高め、研修においては海外の生徒と議論する多くの機会を設定した。研修に参加した多くの生徒は、議論する中で意思疎通できたことの感動を味わう一方で、自分の意見をより正確に伝える、または相手の意見を正しく理解することが必要であると認識していることが分かった。生徒は、このようなコミュニケーション力の重要性を認識することを通して、より一層語学力を伸張させる必要性を強く意識するようになった。また、事後学習においては英語での成果報告やレポート作成に取り組みせ、英語力の向上を図った。

## 2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上の成果

(1) 「科学英語表現」においてこれまでに開発、実施してきた英語によるプレゼンテーション技術を活用し、現地でいう研究成果の発表や成果報告会などでの発表の練習を実施した。また、アカデミックライティングを活用し、英語でのポスター作成を行った。

(2) 「ESD 研究」のメインテーマは「瀬戸内海」であり、水がテーマである韓国海外研修やタイ訪日研修には、化学・生物領域での水質調査や干潟実習などの実践を取り入れ、生徒の理解深化とともに基礎枠・重点枠両方での実践によるプログラムの改善へと結びつけた。

(3) 「ESD 汎論」では、関連する教科が重点枠のESDテーマと関連付けた単元開発を行った。例えば、地理での「韓国西岸における河口干潟や流域圏の開発について」、物理での「エネルギー変換効率」、化学での「バイオリクターなどのバイオマス」、数学での「有機物による水質汚濁」などである。

## 3) 教職員志望学生、及び現職教職員指導者養成、並びに普及活動の成果

(1) 年3回の教育実習を活用し、オリエンテーションでの説明や期間中の諸活動を通して、海外連携の在り方を含めたSSH事業全般についての普及活動を行った。

(2) 本校主催の「SSH事業成果報告会(平成28年11月実施)」と「SSHの日(平成29年2月実施)」において生徒による各研修の成果報告を行い、本校生徒や保護者のほか、SSH関係教職員、県内外の教職員などへの普及活動を推進した。また、「SSH事業成果報告会」においては「国際連携や科学技術人材育成の進め方」についての協議会を開催した。

(3) 韓国海外研修については、広島県立広島国泰寺高等学校の生徒及び教員が本校の研修に参加することに

よって、研修内容や研修方法など本校の研究開発の成果を共有した。

(4) 平成 28 年度 SSH 事業事務処理研修会（海外研修）（平成 28 年 8 月）での事例発表を行う機会を得て、成果の普及に努めた。

#### **4) 「統合的意志決定能力」の育成について**

統合的意志決定能力の育成は、基礎枠及び重点枠において研究開発目標として位置付けてきた。特に重点枠では、本年度のドイツ・チェコ・オーストリア海外研修において現地（チェコ、オーストリア）での 3 カ国合同のワークショップを実施した。生徒への事後アンケート調査の結果から、80%の生徒が「意志決定することができた」と考えていることが示され、一定の成果を得ることができた。

#### **5) 4 年間（平成 25 年度～平成 28 年度）を通じた成果**

平成 25、26 年度に 2 年間の重点枠指定を受け、ドイツ、チェコ、タイ、韓国の 4 カ国との海外連携プログラムを開始した。平成 27 年度も 4 カ国と継続して連携し、平成 28 年度の 1 年間の重点枠指定では、それまでの 3 年間のプログラムを発展させた。4 年間を通してのねらいとして次の (1)～(3) を掲げ、連携プログラムを実施した。

##### **(1) 定常的な海外連携による共同調査研究・発表・フィールドワークの実施**

4 年間の取組の結果、①日本と連携国の両国において、ESD の視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることのできる共通テーマを設定する、②共通テーマについて各国の現状に即して事前研究を進める、③インターネット TV（スカイプ）などで連携国と定期的に交流し、研究の振り返りを行う、④連携国の現地もしくは訪日での研修を実施する、⑤研修のまとめと成果の普及を通して研修全体の振り返りを行う、という一連の流れを構築することで、定常的な海外連携が推進され、そのことによって、生徒に対する一定の成果を得ることができた。

##### **(2) 開発する教育内容の深化・発展を図る**

基礎枠のプログラムとの相乗効果の強化を図った。特に、関連の深い「科学英語表現」、「ESD 研究」、「ESD 汎論」において開発した内容を重点枠に取り入れ、重点枠での連携プログラムの内容の深化・発展を図ると同時に、重点枠での成果を基礎枠にフィードバックさせた。また、広島大学などの大学機関、ESD に関わる研究機関、テーマと関連する専門研究機関、自治体やユネスコスクールなどと幅広く連携し、教育内容の深化・発展を図るとともに、多方面にわたって連携可能な各種機関を開拓した。

##### **(3) 組織的・継続的な教職員指導者育成、及び普及活動の成果**

広島県科学オリンピック開催事業第 1 回広島県科学セミナーでの講義（平成 26 年度）や広島県高等学校教育研究・実践合同発表会（毎年実施）での発表、及び本校主催の年 2 回の成果報告会において普及活動を行った。また、教育実習での普及活動や広島大学大学院生を対象にした指導者養成研修などを実施し、指導者育成に努めた。さらに、広島県立広島国泰寺高等学校（平成 14～27 年度 SSH 校）とは、ドイツ・チェコ・韓国の各海外研修に、合計で 12 人の生徒と 3 人の教員が参加し、研修内容や方法の共有を図った。

## **② 研究開発の課題**

### **1) 関係国との連携強化、並びに内容の精選と改良を行う必要がある**

連携校との密接な連携強化と実施方法の見直し、並びにカリキュラム内容の精選と改良が必要である。また、カリキュラムを課題研究や通常の授業といった内容と関連付ける取組を継続的に実施する必要がある。

### **2) 複数国との合同研修を発展、深化させる必要がある**

本年度は従来の各国との 1 対 1 対応の連携事業から、チェコ研修とドイツ研修を統合させた取組など、複数国合同による連携事業を行った。この成果は十分あったものの、今後の海外連携におけるカリキュラム開発では、より広い視野で考える力を育成するために、事前学習の充実及び既存の学習活動の改善が必要である。

### **3) 指導者育成プログラムの充実が求められる**

本校は教育実習による教員養成研究、及び実践校としての使命を担っている。この教員養成において、今後教職員を目指す多くの大学生、大学院生などに対して本校がこれまで蓄積してきた SSH 重点枠事業で開発したカリキュラムなどを活用し研修を行うことは、将来のグローバル化に対応した人材を育成するための中心的な役割を担う指導者を養成する上で重要な意義があり、組織的、計画的に実施する必要がある。

## 第1章 研究開発テーマ

### 1 研究開発課題

ESDの視点と国際性を備えた科学技術人材の育成、及び人材育成に向けた指導者の養成

### 2 研究仮説

- (1) ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることができる。
- (2) 地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養うことができる。
- (3) 海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養うことができる。

### 3 研究開発の内容

#### 1) 各国との連携の成果を統合させる取組

(1) 平成25、26年度の重点枠及び平成27年度の訪日プログラムにおいて開発したドイツ、チェコ、タイ、韓国との連携プログラムを発展させた。共同調査・研究テーマはESDに基づき設定した。課題である国ごとの「点」での取組を「線」として拡張し、アジアは「水」を、ヨーロッパは「エネルギー」を共通テーマとして、各国が結びつき「線」からさらに「面」へと発展させることが大きなねらいである。

水問題は、アジア地域での経済的発展を妨げる主原因の一つであり、同地域において持続可能な開発を行うためには水資源の管理や水環境の整備は不可欠である。平成25、26年度の重点枠ならびに平成27年度の訪日プログラムにおける韓国での干潟、タイでの水を通して得た知見をさらに発展させ、統合させた。

エネルギーは原子力エネルギー、及び再生可能エネルギーに焦点化する。ドイツとは再生可能エネルギーに関する多面的なカリキュラムを開発する。チェコは伝統的にバイオテクノロジー研究が盛んであり、バイオマスエネルギーに関する多面的なカリキュラムを開発する。平成25、26年度の重点枠及び平成27年度の訪日プログラムにおけるドイツでのエネルギー、チェコでのバイオマスを通して得た知見をさらに発展させ、喫緊の課題であるエネルギー問題について生徒全員で議論する場面を設定し、生徒自らが意志決定するための機会を提供した。

- (2) 各国生徒による共同調査研究では、インターネットTV（スカイプ）などを用いて定常的な交流を図った。
- (3) 本年度の訪問・訪日実施：（ ）内の数字は合同派遣生徒数

連携国	ドイツ	チェコ	韓国	タイ
連携校	ギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアー	ギムナジウム・イン・ヴィシユコフ	ムンサンスラク高等学校	プリンセスチュラポーレン・サイエンスハイスクール・ムクダハン
実施形態（生徒数）	訪問（10）	訪問（10）	訪問（10）*	訪日（10）

\* 広島県立広島国泰寺高等学校生徒2人を含む。

#### 2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上

基礎枠で実施している「科学英語表現」や「ESD研究」、「ESD汎論」との相乗効果を図った。

「科学英語表現」においてこれまでに開発、実施してきた英語によるプレゼンテーション技術を活用し、現地で行う研究成果の発表や成果報告会などでの発表の練習を実施した。また、アカデミックライティングを活用し、英語でのポスター作成を行った。

「ESD研究」のメインテーマは「瀬戸内海」であり、水がテーマである韓国海外研修やタイ訪日研修には化学・生物領域での水質調査や干潟実習などを取り入れた。

「ESD汎論」では、関連する教科が重点枠のESDテーマと関連付けた単元開発を行った。

#### 3) 教職員志望学生、及び現職教職員指導者養成、並びに普及活動

教育実習（年3回）を活用し、オリエンテーションにおいて海外連携の在り方を含めSSH事業全般についての普及活動を行った。

本校主催の「SSH事業成果報告会」と「SSHの日」において生徒による各研修の成果報告を行い、本校生徒や保護者のほか、SSH関係教職員、県内外教職員などへの普及活動を推進した。また、「SSH事業成果報告会」においては「国際連携や科学技術人材育成の進め方」についての協議会を開催した。

韓国海外研修については、広島県立広島国泰寺高等学校と連携して実施し、生徒及び教員が本校の研修に参加することによって、研修内容や研修方法など本校の研究開発の成果を共有した。

## 第2章 研究開発の経緯

### 1 研究プログラムの実施

#### 1) 各国との連携の成果を統合させる取組

##### (1) ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修

- ① 連携校 ドイツ：ギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアー（マインツ市）  
チェコ：ギムナジウム・イン・ヴィシュコフ（ヴィシュコフ市）
- ② 参加数 連携校生徒 20 人（教員 7 人），本校生徒 20 人（教員 3 人），本校運営指導委員 2 人
- ③ 日程（A：ドイツ研修グループ，B：チェコ研修グループ，C：A・B 合同研修）
  - 10月1日（土） C：移動日（広島→羽田），前泊
  - 10月2日（日） A：移動（羽田→フランクフルト→バードクライツナッハ），ホームステイ  
B：移動（羽田→フランクフルト→ウィーン→ヴィシュコフ），ホテル泊
  - 10月3日（月） A：開講式，各ホームステイ先で自主研修  
B：開講式，研究成果発表交流，モラヴィア民俗歴史資料館・水族館見学
  - 10月4日（火） A：研究成果発表交流，バードクライツナッハ市庁舎訪問・市長へのインタビュー，  
フューアフィールドエネルギーパーク（EGF）訪問・研修  
B：南モラヴィア州庁舎訪問・研修，メンデル大学訪問・研修
  - 10月5日（水） A：移動（バードクライツナッハ→レドニチュエ），ホテル泊  
B：バイオガス精製工場見学，移動（ヴィシュコフ→レドニチュエ），ホテル泊
  - 10月6日（木） C：メンデル大学訪問（レドニチュエ市内），合同ワークショップ
  - 10月7日（金） C：移動（レドニチュエ→ウィーン），ウィーン大学・自然史博物館見学
  - 10月8日（土）～9日（日） 移動（ウィーン→広島）

##### (2) 韓国海外研修

- ① 連携校 韓国：ムンサムスラク高等学校（坡州市）
- ② 参加数 連携校生徒 18 人（教員 5 人），本校生徒 8 人（教員 2 人），広島県立広島国泰寺高等学校生徒 2 人（教員 1 人）
- ③ 日程
  - 11月10日（木） 移動（広島→仁川→坡州），開講式
  - 11月11日（金） 研究成果発表交流，講義（講師：The Biodiversity Foundation, Kim Sanha 先生），  
水質調査，まとめ
  - 11月12日（土） フィールドワーク（講師：The Biodiversity Foundation, Ahn Jaeha 先生，共同  
研究者 1 人），フィールドワークのまとめ・発表
  - 11月13日（日） 研修のまとめ・発表，閉講式，記念撮影，移動（坡州→仁川→広島）

##### (3) タイ訪日研修

- ① 連携校 タイ：プリンセスチュラボーン・サイエンスハイスクール・ムクダハン（ムクダハン市）
- ② 参加数 連携校生徒 9 人（教員 4 人），本校生徒 10 人（教員 3 人）
- ③ 日程
  - 2月19日（日） 移動日（タイ→福岡→広島）
  - 2月20日（月） フィールドワーク（宮島）
  - 2月21日（火） 県立広島大学訪問・講義・実験，フィールドワーク（県民の森）
  - 2月22日（水） 重点枠韓国グループとテーマ討論，研修のまとめ
  - 2月23日（木） 本校「SSHの日」にてプレゼンテーション発表，ポスターセッション
  - 2月24日（金） 移動日（広島→福岡→タイ）

#### 2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上

基礎枠で実施している「科学英語表現」や「ESD 研究」，「ESD 汎論」との相乗効果を強化した。

- (1) 「科学英語表現」では，これまでに開発，実施してきた英語によるプレゼンテーション技術を活用し，現地で行う研究成果の発表や成果報告会などでの発表練習を実施した。また，アカデミックライティングを活用し，英語でのポスター作成を行った。
- (2) 「ESD 研究」のメインテーマは「瀬戸内海」であり，水がテーマである韓国海外やタイ訪日研修には化学・生物領域での水質調査や干潟実習などを取り入れ，生徒の理解を深化させるとともに基礎枠・重点枠両方での実践によるプログラムの改善へと結びつけた。

(3) 「ESD 汎論」では、関連する教科が重点枠のESDテーマと関連付けた単元開発を行った。例えば、地理での「韓国西岸における河口干潟や流域圏の開発について」、物理での「エネルギー変換効率」、化学での「バイオリアクターなどのバイオマス」、数学での「有機物による水質汚濁」などである。

### 3) 教職員志望学生、及び現職教育員指導者養成、並びに普及活動

(1) 年3回の教育実習を活用し、オリエンテーションにおいて海外連携の在り方及びSSH事業全般について普及活動を行った。

(2) 本校主催の成果報告会の「SSH事業成果報告会(平成28年11月)」と「SSHの日(平成29年2月)」において生徒による各研修の成果報告を行い、本校生徒や保護者のほか、SSH関係教職員、県内外教職員などへの普及活動を推進した。また、「SSH事業成果報告会」においては「国際連携や科学技術人材育成の進め方」についての協議会を実施した。

(3) 韓国海外研修については、広島県立広島国泰寺高等学校と連携して実施し、生徒及び教員が本校の研修に参加することによって、研修内容や研修方法など本校の研究開発の成果を共有した。韓国現地での研修のみならず、研修に関連する事前・事後学習及び干潟実習への参加、及び本校主催の「SSH事業成果報告会」と「SSHの日」における成果報告も実施した。

## 2 参加生徒の選考

ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修と韓国海外研修への各派遣生徒、及びタイ訪日研修への参加生徒の選考にあたっての基本的なガイドラインを定め、実施した。

### 1) 基本的な考え方

- (1) SSコース生徒のみならず、全校生徒(特に第1, 2学年)に国際交流の機会を提供する取組であること
- (2) 学習成績が優秀であることよりも、本研修(ESDプログラム)に対して興味・関心が高く、日常生活態度が良好であるなど、本校生徒代表としての自覚と責任感があること
- (3) 今後、本校のESD(及びユネスコスクール)に係わる教育活動を先導する人材になることが期待できる人物であること

### 2) 選考の手順

(1) 希望生徒に作文を課す。

#### ① ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修

【課題1】「Sustainable Societyを構築するためには、Renewable Energyの活用が重要である」という判断の根拠となる価値観や倫理観にはどのようなものがあるとあなたは考えますか。それらを簡潔に説明しなさい(600字程度)。

【課題2】What does this overseas project mean to your future? Explain with detailed examples.

#### ② タイ訪日研修

【課題1】Sustainable Societyを実現させるためには、どのような見方や考え方が重要であるとあなたは考えますか。具体的な例を示し簡潔に説明しなさい(600字程度)。

【課題2】What does this overseas project mean to your future? Explain with detailed examples.

なお、韓国海外研修は、希望生徒を募集したところ参加人数に充足したので選考を課していない。

(2) 各希望生徒の学級担任は、次の評価の観点に基づいて希望生徒の評価を行う。

【観点1】学校生活(授業態度、生活態度(欠席、遅刻など)、掃除、学校行事への参加など)、

【観点2】公共心、 【観点3】公平性、 【観点4】コミュニケーション能力、

【観点5】意欲・好奇心、 【観点6】チームワーク力、 【観点7】リーダー性

(3) (1)、(2)の結果を用いて、高1, 2学年会議で「第1候補」「第2候補」を決定し、候補者票を作成する。

(4) (3)の候補者票、その他の資料から、重点枠選考委員会にて生徒を総合的に判断し、各研修に参加する生徒を決定する。

### 3) 選考に漏れた生徒への対応

選考に漏れた生徒は、別の海外研修への参加希望を妨げない。

### 4) 選考された生徒について

高等学校第1学年で選考されたことを来年度SSコース選考の選考基準として扱わない。

## 第3章 研究開発の内容

### 第1節 ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修

エネルギーをメインテーマとして、チェコではバイオエネルギー、ドイツでは再生可能エネルギーについてそれぞれフィールドワークを行った。日本、チェコ、ドイツの3カ国の生徒が一堂に集まり、事前学習の内容や、チェコ、ドイツで行ったフィールドワークでの成果などに基づいて、国際的な視野をもって問題を見だし解決する能力や、統合的に意志決定できる能力、さらには英語によるコミュニケーション能力の育成をねらいとした。

#### 1 事前学習

- ① 6月28日(火) 研修の概要説明, 役割分担決め
- ② 7月4日(月) 各役割分担による事前学習内容の確認
- ③ 8月25日(木) 事前学習内容の発表確認
- ④ 9月8日(木) 事前学習内容の検証・指導
- ⑤ 9月26日(月) 各国の文化・教育制度の学習及びドイツ語・チェコ語の簡単な挨拶などの学習  
講師 ドイツ: 卜部 匡司 先生 (広島市立大学国際学部・准教授)  
チェコ: 江種 浩文 先生 (中国地方総合研究センター地域経済研究部・主任研究員)

#### 2 実施内容

##### 1) 連携校

ドイツ: ギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアー (Gymnasium an der Stadtmauer)

チェコ: ギムナジウム・イン・ヴィシユコフ (Gymnázium a SOŠZE Vyskov)

##### 2) 参加数と内訳

- ① 生徒 本校 ドイツ: 第2学年4人 (男子1人, 女子3人), 第1学年6人 (男子1人, 女子5人)  
チェコ: 第2学年5人 (女子5人), 第1学年5人 (女子5人)  
連携校 ドイツ: 10人 (男子3人, 女子7人)  
チェコ: 10人 (男子5人, 女子5人)
- ② 教員 本校 3人 (ドイツ: 樋口 洋仁 チェコ: 梶山 耕成, 五井 千穂)  
連携校 ドイツ: 4人 チェコ: 3人

- ③ コーディネーター (本校運営指導委員) 2人 (卜部 匡司, 江種 浩文)

- 3) 実施期間 平成28年10月1日(土)~10月9日(日), 7泊9日

##### 4) 日程

10月	ドイツグループの実施内容	チェコグループの実施内容
1 土	広島駅-広島空港-羽田空港, ホテル泊	
2 日	羽田空港-フランクフルト空港-バードクライツナッハ市	羽田空港-フランクフルト空港-ウィーン市-ヴィシユコフ市
3 月	バードクライツナッハ市内など自主研修	学校訪問・開講式, プレゼンテーション, モラヴィア民俗歴史資料館・水族館見学
4 火	学校訪問・開講式, バードクライツナッハ市庁舎訪問, フュアーフィールドエネルギーパーク (EGF) 訪問・研修	南モラヴィア州庁舎訪問, メンデル博物館見学, メンデル大学訪問・研修
5 水	バードクライツナッハ市-レドニチェ市	バイオガス精製工場訪問・研修, ヴィシユコフ市-レドニチェ市
6 木	メンデル大学訪問, 3カ国合同ワークショップ	
7 金	レドニチェ市-ウィーン市, ウィーン大学・自然史博物館見学, 学校間連携調印式	
8 土	ウィーン市-市内研修, ウィーン空港-フランクフルト空港-羽田空港	
9 日	羽田空港-広島空港-広島駅	

##### 5) 実施内容詳細

###### 第1日目 (10月1日(土)) ○広島から東京へ移動

広島駅集合の後, 広島空港へ借上バスで移動し, 羽田空港着後, 近隣のホテルで前泊した。

###### 第2日目 (10月2日(日)) ○日本からドイツ及びチェコへ移動

羽田空港からフランクフルト空港へ到着後, ドイツグループは借上バスでバードクライツナッハ市へ移動し, ホームステイ泊, チェコグループはウィーン空港を経由して, 借上バスでヴィシユコフ市へ移動し, 市内のホテル

ルに宿泊した。

### 第3日目 (10月3日 (月))

#### [ドイツグループ] ○ホストファミリーとの自主研修

この日はドイツ統一記念日で、ドイツ国内の官公庁などは休日であった。そのため、自主研修とし、各ホームステイ先でそれぞれ過ごした。

#### [チェコグループ] ○開講式、事前学習のプレゼンテーション、モラヴィア民俗歴史資料館・水族館見学

ホテルから連携校であるギムナジウム・イン・ヴィシユコフへ徒歩で移動後、開講式を行った。連携校出身の上院議員 Barek 氏も参加し、温かいもてなしを受けた。その後、事前に準備していた両国の紹介プレゼンテーションを行った後、植物の構造やエネルギー消費についての授業を日本とチェコ合同で実施した。昼食後、9世紀頃スラブ民族が移動し定住する過程で、自然とどのように共存していったかを学習する場所として、モラヴィア民俗歴史資料館、水族館を見学した。水生動物の生態やそれらの捕獲技術などを見学することができた。



モラヴィア民族歴史資料館内の水族館

### 第4日目 (10月4日 (火))

#### [ドイツグループ] ○ギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアーでの研修、市庁舎・風力発電所見学

バードクライツナッハ市中心部にある連携校であるギムナジウム・アン・デア・シュタットマウアーを訪問し、日・独の再生可能エネルギーの現在について各国の生徒がプレゼンテーションを行った。また、ソーラーパネルの発電効率に関する実験を行い、実験結果についてディスカッションを行った。その後、同市庁舎にて市長代理と記念品の贈呈及び懇談を行った。午後はフェアフィールドエネルギーパーク (EGF) へ移動し、担当者から風力発電に関する講義を受け、実際に風車内を見学した。



発電効率の合同生徒実験

#### [チェコグループ] ○南モラヴィア州庁舎訪問、メンデル博物館見学、大学訪問でのラボ研修

早朝にヴィシユコフ市を出発し、ブルノ市にある南モラヴィア州庁舎を訪問し、州議会議長との懇談を行った。ビールやワインといった伝統的な醸造技術を活用した産業の育成とともに、近隣国との産業、交通、エネルギー資源の現状と将来性について話を伺い、生徒との質疑応答を行った。その後、メンデル博物館を見学し、植物のDNA抽出実験を体験した。午後は、メンデル大学に移動し、収穫後の農作物から出る有機物をコンポストとして利用するための工夫や、排出ガスや生成物の成分分析などの実験室を見学した。さらに、トラクターなどを用いてバイオエネルギーの効率を検証する施設を見学した。



南モラヴィア州庁舎訪問

### 第5日目 (10月5日 (水))

#### [ドイツグループ] ○バードクライツナッハ市からレドニチェ市へ移動

バードクライツナッハ市を後にし、アウトバーンを借上バスで移動し、およそ12時間かけてレドニチェ市に到着した。

#### [チェコグループ] ○バイオガス精製工場訪問・研修、レドニチェ市へ移動

午前は、バイオガス精製工場訪問・研修を行った。主に家庭やレストランなどから排出される食物主体の廃棄物を用いたメタンガスの生成・分離・輸送、メタンガスによる発電のプロセスなどについて学習した。午後は、借上バスでレドニチェ市まで移動し、ドイツ研修グループと合流した。



バイオガス精製工場研修

### 第6日目 (10月6日 (木))

#### ○レドニチェ市、メンデル大学構内施設にて、3カ国合同ワークショップ

「30年後、私たちはどのようなエネルギー社会に住んでいきたいですか。そのエネルギー社会を描いてみよう。」という課題に答えるために、ファシリテーター (日本2人、ドイツ・チェコ各1人、計3人) の司会、進行によるワークショップを行った。それぞれの国の事前調査したデータや、研修で学習した事例などを用いて情報を共有した後、全ての生徒が意見を統合し、生徒による「宣言」を作成し、発表した。その後、レドニチェ市内にある世界遺産・レドニチェ城を見学した。夕食後、3カ国生徒による学校紹介、



3カ国合同生徒ワークショップ

レクリエーションを行い、親睦を深めた。

### 第7日目 (10月7日(金)) ○ウィーン市へ移動, ウィーン大学自然史博物館研修, 学校間連携調印式

生徒、引率教員ら総勢50人で借上バスによりウィーン市へ移動し、午前にはウィーン大学の見学を行った。学位授与などのセレモニーホール、数百人が物音一つたてず勉学に励んでいる図書室、19世紀から20世紀にかけて活躍した哲学者・科学者などの彫像の並んだ回廊など、学問の厚みを目の当たりにする機会となった。午後はウィーン自然史博物館を見学した。世界各地から収集された鉱物、化石、隕石、動植物などのコレクションはまさに圧巻であった。その後、同博物館カフェを会場に、広島大学副理事(附属学校担当)の松浦伸和氏を招請し、ドイツ、チェコ、広島大学附属学校の学校間提携書調印式を行った。



調印式

### 第8日目 (10月8日(土)) ○ウィーン市内研修, 帰国

午前には連携国のバディと共に市内研修を実施した。午後は、借上バスでウィーン空港まで移動し、フランクフルト空港経由で羽田空港へ移動した。機内泊。

### 第9日目 (10月9日(日)) ○帰国

午後、羽田空港に到着し、広島空港行に乗り換えた。借上バスで広島駅に向かい、ほぼ予定時刻に到着した。

## 3 事後学習

- ① 10月13日(木) 事後アンケート
- ② 11月10日(木) 江種浩文先生による講義, ドイツ・チェコの歴史, 研修のまとめ
- ③ 11月17日(木) プレゼンテーションの準備と検証
- ④ 11月26日(土) SSH事業成果報告会で研修の成果の口頭発表(英語)及びポスター発表(英語)

## 4 成果と課題

第3期SSH基礎枠で示した「統合的意志決定能力」の育成について、事後アンケートの結果から、本校の生徒については80%、ドイツ、チェコの生徒については全員が「できた」あるいは「ほぼできた」と回答しており、一定の成果を得た。その一方、統合化する場合に考慮した視点は国ごとに異なっており、特に日本の生徒は、「社会的正義」や「学校の学習内容」と関連付けていないことが分かった。今後はより広い視野で考える力を身に付けることが課題である。

また、本校の生徒については、研修を通して英語によるコミュニケーション能力を向上させることができた。今後は、こうした研修を発展的に継続することが課題である。

## 5 事後アンケート (第5章関係資料の1に詳述)

### 1) 自己評価

#### (1) 研修の満足度

設問	項目	日本(20)					ドイツ(10)					チェコ(8)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	この研修に参加して満足していますか。	19	0	0	1	0	2	8	0	0	0	8	0	0	0	0
2	この研修に参加して新しい知識を得ることができましたか。	17	3	0	0	0	3	6	1	0	0	3	5	0	0	0
3	この研修に参加して新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。	17	3	0	0	0	1	6	3	0	0	2	4	2	0	0
【凡例】 ①大変よく当てはまる ②やや当てはまる ③どちらともいえない ④やや当てはまらない ⑤全く当てはまらない																

単位は(人)

#### (2) 研修後の変容

設問	項目	日本(20)					ドイツ(10)					チェコ(8)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	研修前よりもエネルギーについての知識・理解は深まりましたか。	14	4	1	1	0	1	6	3	0	0	2	6	0	0	0

2	「持続可能な社会とはどのような社会か？」という問いに対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	4	9	4	2	1	1	5	3	1	0	0	2	5	1	0
3	「再生可能エネルギー技術とその研究は、持続可能な社会を支える基盤技術となりうるものである」ことについて、あなたはどのように考えていますか。	12	8	0	0	0	5	3	2	0	0	1	5	2	0	0
4	「持続可能な社会をつくっていく上で、ドイツ、チェコ、日本が共通して取り組むべき課題」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	7	8	3	2	0	1	3	4	0	0	1	5	1	1	0
凡例 1 ①深まった ②やや深まった ③どちらともいえない ④やや深まらなかった ⑤深まらなかった 2 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった 3 ①全くその通りだと思う ②ややその通りだと思う ③どちらともいえない ④あまりそう思わない ⑤全くそう思わない 4 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった																

単位は（人）、設問4はドイツ生徒2人が無記入

### (3) 統合的意志決定 (Integrated Decision Making) について

あなたは、統合的に意志決定（様々な要因を考慮して考えをまとめ、最終的に自分の意見とすること）することができましたか。

選択肢	日本	ドイツ	チェコ
①大変よく当てはまる	35%	13%	63%
②やや当てはまる	45%	88%	38%
③どちらともいえない	20%	0%	0%
④やや当てはまらない	0%	0%	0%
⑤全く当てはまらない	0%	0%	0%

### 2) 生徒によるエネルギー宣言

課題 「30年後、私たちはどのようなエネルギー社会に住んでいきたいですか。そのエネルギー社会を描いてみよう。」

#### Declaration

There is no correct answer for the energy society because there might be a lot of mixtures. Maybe this is one solution:

We think every country should just use renewable energy, but it is up to the country's government how much renewable energy they should use. But at this moment it is not possible because the technologies are not as developed as we need them. Due to natural disasters there is no future for nuclear energy power plants in Japan. They can't use biomass power generation either because there is no space for growing the energetic crops. However, they could use waste. Instead of nuclear power generation they should use renewable energy as much as possible. For example, there are lots of volcanos in Japan so they could be able to use geothermal energy.

On the other hand in Czech Republic, there is no potential for the natural disasters to happen, so the nuclear power plants are perfectly safe. Czech Republic does not have a sea so there is no opportunity for the usage of hydraulic power generation. In the countryside, there are local producers of energetic crops and waste, so the biomass power generation is really efficient. So the biogas stations and biomass power plants could cover the needs of the countryside.

There is no potential for natural disasters in Germany, however they have the money and space for green energy. There could be a lot of wind power plants, geothermal energy and there is a program for hydraulic power generation to develop. This could be future for Germany because the difference between the sea levels is really high.

Our opinion is to help countries which can't use certain type of the energy internationally. We also have to share our knowledge and money with other countries. We have to do this in the terms of ecology.

## 第2節 韓国海外研修（重点枠）

本研修では水、干潟、生物多様性など、水環境と関わりの深い内容をESDテーマとして設定した。日本及び韓国それぞれにおける事前学習、現地での日本の生徒と韓国の生徒と協働しての実験やフィールドワーク、研究交流、専門家による講義などを通して得られた成果をもとに、科学的な視点に立脚した持続可能な社会における水環境保全のための将来像を提案することがねらいである。また、この研修によって、生徒の科学的な思考力、判断力、表現力を養い、国際的な視野をもって問題を見いだし解決する能力を養うとともに、英語によるコミュニケーション力を育成することもねらいとした。

### 1 事前学習

#### 1) 調べ学習

「水環境（水質・干潟・生物多様性）について」、「ESDについて」、「韓国の歴史・文化について」の3点について、夏季休業中に個人で調べ学習を行わせ、レポートを提出させた。

#### 2) 合同事前学習

下記の通り、連携校である広島県立広島国泰寺高等学校と合同で、本校を会場に4回実施した。

- ① 第1回 9月8日（木） 16:30～18:00      ② 第2回 9月29日（木） 16:30～18:00
- ③ 第3回 10月27日（木） 16:30～18:00      ④ 第4回 11月7日（月） 16:30～18:00

事前アンケート、研修の概要の説明、夏季休業中の調べ学習に基づく学習、各校での研究成果の発表、発表準備、発表練習、干潟実習の事前学習、韓国語及び韓国文化の学習などを行った。

#### 3) 干潟実習

韓国海外研修における現地でのプログラムの1つとしてフィールドワークを実施するため、身近な瀬戸内海沿岸地域の干潟での実習を実施した。干潟や生物多様性に関する理解を深めるとともに、調べ学習だけではなく実体験を通して、改めて持続可能な社会の形成に向けて地域の課題としての干潟・生物多様性を捉え直すことをねらいとした。概要は下記の通りである。

- ① 日時 10月1日（土） 13:00～18:30
- ② 場所 広島県竹原市竹原町（通称：ハチ干潟）
- ③ 引率兼指導 井上 純一、平松 敦史（本校教諭）、森原 勝（広島国泰寺高等学校教諭）



干潟実習の様子

#### 4) 事前研究

大きく分けて次の3つの事前研究を行った。下記の①と②は本校が、③については広島国泰寺高等学校が、各校において放課後の時間などに実施した。

##### ① 水質調査

水質を化学的に調べるいくつかの手法のうち、「DO測定（ウィンクラー法）」、「COD測定（過マンガン酸カリウムによる酸化）」、「リン酸イオン濃度測定（モリブデンブルー法による比色定量法）」の3つを用いて実施した。



DO測定

##### ② 干潟調査

夏季休業中の調べ学習や干潟実習などを通して得られた内容を中心にして、干潟の役割、日本における干潟や生物多様性に関する現状などについて整理し直し、韓国現地において発表するための資料作りを行った。

##### ③ 水噴流

広島国泰寺高等学校の参加生徒2人は、課題研究として水噴流の研究に取り組んでいる。水噴流の力によって水の表面に浮かぶゴミや油などを除去するなどの研究成果について発表資料を作成した。

## 2 実施内容

1) 連携校 韓国：ムンサンスラク高等学校（Munsan Sueok High School）

### 2) 参加人数と内訳

- ① 生徒 本校：第2学年5人（男子2人、女子3人）、第1学年3人（女子3人）  
広島国泰寺高等学校：第1学年2人（男子2人）  
ムンサンスラク高等学校：第2学年9人（男子1人、女子8人）、第1学年9人（男子5人、女子4人）
- ② 教員 本校：2人（平松 敦史、井上 純一）、広島国泰寺高等学校：1人（森原 勝）  
ムンサンスラク高等学校：5人（教頭1人、教諭4人）

3) 実施期間 平成28年11月10日(木)～11月13日(日), 3泊4日

4) 日程

月日(曜)	場所	現地時刻	実施内容
11月10日(木)	広島駅 広島空港 仁川空港 ムンサンスラク高等学校	8:25 9:30, 11:30 13:10 15:40～17:00	集合・点呼, 広島駅発(リムジンバス) 広島空港着・搭乗・出国手続き, 広島空港発 仁川空港着, 入国手続き, 仁川空港発(借上バス) ムンサンスラク高等学校着 ○開講式
11月11日(金)	ムンサンスラク高等学校	9:00～13:00  13:00～14:20 14:20～17:00	○両国による研究成果の発表 ○Kim Sanha先生(The Biodiversity Foundation, Managing Director)による講義 昼食休憩 ○Baik Gwang Woon先生(ムンサンスラク高等学校・化学教諭)及びJack先生(ALT)による水に関する講義・実験・実習・まとめ
11月12日(土)	馬井(Ma-jeong) (ムンサンスラク高等学校近郊)  ムンサンスラク高等学校	9:40～13:20  13:20～14:30 14:30～17:00	○Ahn Jaeha先生(The Biodiversity Foundation Researcher)及び共同研究者1人による講義・フィールドワーク指導, フィールドワーク 馬井発, 移動及び昼食休憩 ムンサンスラク高等学校着 ○フィールドワークのまとめ・発表 ○2日目の水に関する講義・実験のまとめ
11月13日(日)	ムンサンスラク高等学校  仁川空港 福岡空港 博多駅 広島駅	9:00～12:20  12:20～15:00 15:00, 18:15 19:30 21:08 22:12	○研修のまとめ, 意見交流, ポスター作成・発表 ○閉講式, 記念撮影 ムンサンスラク高等学校発(借上バス)・昼食休憩 仁川空港着, 仁川空港発 福岡空港着, 博多駅へ移動 博多駅発 広島駅着・解散

5) 実施内容詳細

第1日目(11月10日(木))

開講式を行った。第2学年の生徒のうち2人は、昨年度ムンサンスラク高等学校が訪日した際の研修プログラムに参加しており、ムンサンスラク高等学校の生徒の数人とは1年ぶりの再会となった。

第2日目(11月11日(金))

ムンサンスラク高等学校から「リサイクル資源」「再生可能エネルギー」「湿地の生態系」「水質汚染」に関する4つの研究についての発表が行われた。本校からは「水質調査」と「干潟」の2つの研究、広島国泰寺高等学校からは「水噴流」の研究についての発表を行った。発表後、質疑応答を行った。

続いて、Kim先生による湿地を中心とした水環境に関わる講義(湿地の現状や科学的役割, 湿地に生息する生物への影響, 生息する生物など)が行われた。

午後からは、5グループ(1グループ: 日本生徒2人+韓国生徒3～4人)

に分かれ、ムンサンスラク高等学校のBaik先生(化学)とJack先生(カナダ人のALT)による水に関する講義と実験が行われた。まず、Jack先生から、水環境の講義(世界の状況, 使用できる水の量, 韓国の抱える水問題など)が行われた。続いて、Baik先生とJack先生とのTTによる水質調査(ミネラルウォーターと学校近隣の河川水を用いて, COD・DO・pHの測定, 大腸菌検査, 塩化物イオンの有無)が行われ、調査結果をもとに、どちらの水がミネラルウォーターか、学校近隣の河川水かを判断した。次に、ワークシートを用いて、「水保全のために重要なことを一人3つ挙げ、それらについてのグループ内での討議」、「実験結果に基づく環境マップの作成(実験結果からどのような環境から得られた水なのか、推測し、環境の様子を絵として描く)」、「水資源もしくは環境保全を訴える4コマ漫画の作成」、「コンセプトマップの作成(中心キーワードは「環境と生物多様性の保全」、チームのメンバーと一緒に考え、協力して完成させる)」を行った。すべてを完成するには時間が足りず、一部は翌日にもち越した。最後に、実験結果やワークシートに関するBaik先生からの質問に答える形でまとめを行った。



本校研究報告



Kim先生の講義



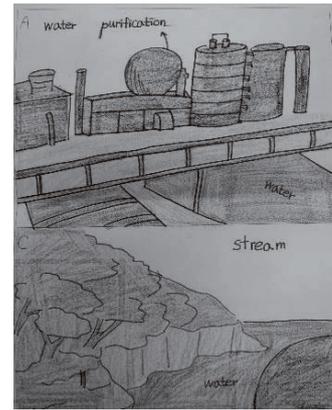
実験



ワークシートの作成

### 第3日目 (11月12日 (土))

学校からバスでおよそ20分程度離れたところにある馬井 (Ma-jeong) という場所でフィールドワークを行った。Ahn 先生と共同研究者の方による湿地とフィールドワークに関する講義が行われた。講義の後、2つのグループに分かれて、一方のグループは、2m×2mのエリアを切り取り、そのエリアの観察とスケッチを行い、続いてそのエリアに生息する生物の観察と採取を行った。さらに、植物や落葉などについても詳細に記録した。もう一方のグループは主に生物を探し、発見するたびにスケッチし、さらに図鑑と照らし合わせて生物の特定を行った。各グループ1時間程度行った後、入れ替えて実施した。採取した生物は、フィールドワーク後に持ち寄り、Ahn 先生からの解説を聴きながら、ルーペなどを用いて詳細に観察した。学校へ戻り、フィールドワークのまとめと発表、前日のワークシート作成の続きを行った。



作成した環境マップ



Ahn先生らによる講義



フィールドワーク

### 第4日目 (11月13日 (日))

2日目、3日目の研修と各校の事前研究を踏まえて、研修のテーマである「水環境」の保全のための将来像について、ポスターを作成した。2日目の化学実験の5グループで取り組み、発表を行った。



ポスター作成



発表の様子

## 3 事後学習

### 1) 合同事後学習

連携校である広島国泰寺高等学校と合同で本校にて4回実施した。

- ① 第1回：11月17日 (木) 16:30~18:00
- ② 第2回：12月5日 (月) 17:00~18:30
- ③ 第3回：2月13日 (月) 17:00~18:30
- ④ 第4回：2月20日 (月) 17:00~18:30

事後アンケート、研修のまとめ、「SSH成果報告会」などでの発表準備・練習、「SSHの日」のポスター作成、タイ訪日研修への参加の打ち合わせなどを行った。

### 2) タイ訪日研修への参加

重点枠事業で実施するタイ訪日研修の一部に参加した。重点枠事業で連携したチェコ・ドイツが「エネルギー」を共通のESDテーマとして国を越えて連携したことと同様に、タイと韓国は「水」が共通のESDテーマであるため、タイ・韓国・日本の3カ国での「水」に関する連携を行った。

#### ① 研修のまとめ (2月22日 (水))

タイ訪日研修のまとめを行う時間に参加し、韓国海外研修で発表した研究内容や研修の成果を報告するとともに、「水」に関する課題解決のための意見交流を行った。

#### ② SSHの日 (2月23日 (木))

「SSHの日」の課題研究ポスター発表会に参加し、韓国海外研修で発表した研究成果をポスターで発表し、タイの生徒と意見交流を行った。

### 3) 成果報告会での発表

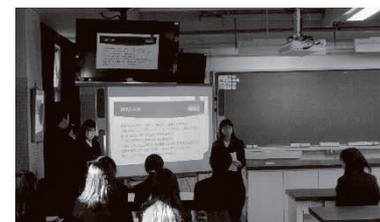
研修成果の普及及び本校生徒への還元を目的に、次の2つの成果報告会で研修の成果について発表した。

#### ① SSH成果報告会 (11月26日 (土))

校外からの参加者と本校生徒それぞれを対象として別々に成果報告を行った。広島国泰寺高等学校の参加生徒2人も発表を行った。

#### ② SSHの日 (2月23日 (木))

韓国研修のまとめと水質調査の研究に関するポスターを英語で作成した。水質調査の研究については、「SSHの日」の課題研究ポスター発表会で発表した。また、広島国泰寺高等学校の参加生徒2人も参加し、水噴流の研究成果についてポスター発表を行った。



校外からの参加者の前で

## 4 成果と課題

研修のねらいは、大きく分けて以下の①～④の4つである。

### ① ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させる

事後アンケートからは、研修を通して知識や理解の深まりを実感していた。また、持続可能な社会について、「考えがあまり変化しなかった」と回答した生徒もその理由を問う自由記述では「今回の研修は水環境についての持続可能な社会ということだったが、水自体や、水から発展する生態系などを守ることが必要であり、そのことについては韓国の生徒の意見と同じであったから」と記しており、韓国の生徒との意見交流を通して、持続可能な社会について再認識できていることがわかった。作成したワークシートやポスターなどからも、ESDの意義と重要性を十分に認識していることが窺えた。

### ② 地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養う

事後アンケートの「研修を通して、あなた自身が興味・関心あるいは疑問をもち、今後の学習テーマとして取り組みたいと思ったことはどんなことですか」への回答として、例えば「人間がきれいとする水道水と他の生物がきれいとする自然界の水の共通点や相違点などを知りたい。さらに、お互いがよりよく共生していくため、また、人間のより容易な水資源確保のため、例えば、塩素消毒以外の手段で、自然の水を人間の飲める水に近づける方法を探してみたいと思った」、「もっと他の国の意見も聞きたいと思いました。視野を広げることでたくさんの可能性がみえてくることをこの研修で体感した」があった。研修を通して水に関わる新しい課題を見だし、それを解決するための提案やグローバルな視点での可能性について言及しており、ねらいは「概ね達成された」と判断している。

### ③ 海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養う

事前学習における英語での発表練習などを通してプレゼンテーション力を高めるとともに、現地では2日目の化学実験のワークシート作成と Baik 先生への回答、3日目のフィールドワークのまとめと発表、4日目の研修のまとめと発表のように、日本と韓国の生徒が議論する場面や発表する場面を1日に1回は取り入れ、英語を実践的に活用する機会を設定した。生徒の感想では「私は英語が上手ではなかったため韓国の生徒の英語力の高さに驚き、不安でいっぱいだったが、日が経つにつれて英語をしっかりと聞き取れるようになり、また英語での返答も前より上達した。英語でのコミュニケーション能力が向上し良かった。」と記されていることから、ねらいは「達成された」と判断している。

### ④ 課題解決において統合的に意志決定できる力を養う

SSH 基礎枠でのねらいとして「統合的に意志決定能力」の育成があり、基礎枠の発展型である重点枠においても、その育成に努めた。事後アンケートの「統合的に意志決定することができたか」については、日本・韓国ともに全員が「大変よく当てはまる」もしくは「ややあてはまる」と肯定的に回答したことより、一定の成果が得られたと判断している。

研修のねらいである①～④の達成状況から、総合的に判断して、研修のねらいは「概ね達成されている」と判断した。課題は英語力である。特に、Kim 先生の講義が十分に聞き取れず、内容理解が不十分になったため、自分の考えを統合化するときに参考にした生徒数は韓国の生徒が7人であったのに対し、日本の生徒は0人であった。

## 5 事後アンケート（データは第5章関係資料の2に詳述）

### 生徒の感想（抜粋）

日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・この研修は私にとって、とても新鮮で有意義なものだった。ESD テーマが水・干潟・生物多様性など水環境についてだったが、韓国の生徒とこのテーマについて、フィールドワークを行ったりしてよい意見交流ができたと思う。また水環境について多くの新しいことを学び、持続可能な社会についても、深く考えることができた。</li> <li>・数えきれないほどたくさんのことを学びました。肌で触れて感じるような感覚の体験がたくさんできました。旅行目的ではなく、将来の持続可能な社会を実現させるために学ぶといった大変大きな使命をもって行きましたが、私は自分の殻を破り、その大きな目標を果たすことが少しでもできたと思っています。自分が変わったなと実感できるのは、物事を考える上でとても重要なことに気付けたからです。今までも、何回か「広い視野をもって物事を考えなさい」と言われてきて、他の人の意見に耳を傾けるようにしていました。しかしそれでは、持続可能な社会を目指すために一つになろうとしている世界においては甘いなと感じました。国同士で価値観が違うことに気付き、もっと世界に目を向けて、その国の固定概念を積極的に壊していくような姿勢でないと、世界がまとまらなくなり、持続可能な社会の実現が困難ではないかと思いました。</li> </ul>
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラム前よりは習得できた点が多いのはもちろんのこと、短時間で外国の友達と分からないことを一緒に調べ、配慮し、お互い説明し、討論していく過程で、また新しい経験ができた。体をはって感じた時間なので、ずっと忘れないだろう。</li> </ul>

### 第3節 タイ訪日研修

今年度の訪日研修では、昨年度の「タイ訪問研修」で行った、王室が開発とともに在来種の保存に取り組んでいる地域でのフィールドワークなども引き継ぎ、水そのものだけではなく、水に関わって生物多様性や水源の維持、社会との関わりなどにも視野を広げることを目標とした。そのために歴史的に希少な自然が残されてきた宮島（厳島）の弥山原生林周辺でのフィールドワーク、県立広島大学大学院生命システム科学専攻の水質に関する研究室訪問と講演、現在の水環境維持の取組の一つである林野庁水源の森に指定されている比婆山でのフィールドワークを実施した。フィールドワーク、研究室訪問、講演などは訪日研修前半に実施し、後半では得られた成果に基づいて、科学的な視点に立脚した持続可能な社会の将来像を提案し、訪日研修中に行われる本校の課題研究発表会において、日本・タイ両国生徒による英語でのプレゼンテーションを行った。この研修によって、生徒の科学的な思考力、判断力、表現力を養い、国際的な視野をもって問題を見いだし解決する能力を養うとともに、英語によるコミュニケーション力を育成することをねらいとした。

#### 1 事前学習

##### ① 12月1日（木）

本校にて、これまでのタイとの交流で行ってきた研修内容（研究テーマや活動の実際、学習した内容である水文学や科学技術社会論の概要等）について、本校の阿部哲久教諭（公民科）による講義が行われた。

##### ② 12月16日（金）

広島大学大学院国際協力研究科・准教授の牧貴愛先生によるタイの歴史や文化の特徴、タイの教育制度についての講義が行われた。また、簡易なタイ語での話し方や語彙についても指導を受けた。

##### ③ 1月12日（木）

タイの生徒とインターネットTV（スカイプ）で交流を行い、自己紹介と事前学習の情報交換などを行った。

##### ④ 1月24日（火）・1月26日（木）

24日に2回目のインターネットTV（スカイプ）での交流に向けて訪日研修の予定を伝えるスライドを作成し、英語で伝える練習などの準備を行った。26日にタイの生徒とインターネットTV（スカイプ）で交流し、相手校の生徒の科学研究についての発表を聞くとともに、訪日研修の日程や内容についてプレゼンテーションを行った。

##### ⑤ 2月8日（水）

本校で、重点枠韓国海外研修に参加した生徒から、水質調査についての研究発表を聞きDOの調査について学んだ後、本校の平松敦史教諭（理科）からCOD及びDOの測定について講義を受け、学校近隣の河川（京橋川）などの水質を調べる実験を行った。

##### ⑥ 2月9日（木）

タイの生徒とインターネットTV（スカイプ）で交流を行い、前回の相手校の発表について英語で質疑応答を行った。また、本校生徒も課題研究の内容についてプレゼンテーションを行い、質疑応答を行った。



牧 准教授による講義

#### 2 実施内容

1) 連携校 タイ：プリンセスチュラボーン・サイエンスハイスクール・ムクダハン  
(Princess Chulabhorn Science High School Mukdahan)

##### 2) 参加数と内訳

① 生徒 本校：第2学年3人（女子3人）、第1学年7人（男子1人、女子6人）

連携校：第2学年3人（女子3人）、第1学年6人（男子4人、女子2人）

② 教員 本校：3人（阿部 哲久、富野 雅嗣、渡辺 俊一朗）

連携校：4人（Prakart Ontam, Meenarad Wongsanae, Pornphithak Khonhan, Sakkarin Konman）

3) 実施期間 平成29年2月19日（日）～2月24日（金）、5泊6日

##### 4) 日程

2月		実施内容
19	日	タイ生徒・教員が広島に到着、ホテル泊
20	月	宮島（厳島）訪問・フィールドワーク・講義
21	火	県立広島大学訪問・講義・実験、県民の森訪問・講義・フィールドワーク

22	水	本校訪問，開講式，研修のまとめ・プレゼンテーション作成，授業参加，重点枠韓国海外研修グループとテーマ討論，
23	木	「SSHの日」でのプレゼンテーション・ポスターセッション，閉講式
24	金	タイ生徒・教員が広島を出発・帰国

## 5) 実施内容詳細

### 第1日目（2月19日（日））○タイ生徒・教員が広島へ

タイの生徒・教員が約2日をかけて15時ごろ広島へ到着し，市内のホテルで宿泊した。

### 第2日目（2月20日（月））○宮島でのフィールドワーク・講義

ホテルに集合後，借上バスとフェリーで宮島に移動し，午前は要害山周辺で，午後は厳島神社や紅葉谷公園周辺の弥山原生林で，広島大学大学院理学研究科（附属宮島自然植物実験所）・准教授の坪田博美先生の指導を受けながらフィールドワークを行った。弥山原生林などの原生林が，過去に人の手が入っていないという意味ではなく，植生の遷移が進んで極相に至ったものであることや，鹿が食べることで植生が影響を受けていること，植物の中には人の生活と関わって見られなくなったり定着したりするものがそれぞれあること，ミヤジマトンボのような希少種であっても人の手で孵して増やす取組には自然とは異なる人為的な淘汰が行われる危険性があることなどを，現地の植物や植生を観察しながら学んだ。フィールドワークの後，宮島公民館においてフィールドワークで得られた知見について，坪田先生の講義を受けた。フィールドワークは一部英語を用いるとともに，日本語を本校生徒がタイ生徒に英訳して伝える形で行った。



弥山原生林でのフィールドワーク

### 第3日目（2月21日（火））

#### ○県立広島大学での講義と実験

県立広島大学庄原キャンパスへ借上バスで移動し，県立広島大学大学院生命システム科学専攻・准教授の内藤佳奈子先生から水質に関する講義を受け，その後実験を行った。講義では，窒素やリンよりも遙かに微量にしか水中に含まれない鉄の濃度が赤潮やアオコの発生に大きく関わっていることや，微量の金属をコントロールすることで海苔の白化を防いだり，アサリの生産量を増やしたりすることができること，様々な植物プランクトンやそれぞれの環境によって微量な金属の影響も大きく異なることなどを学んだ。講義を受けた後，実際に雪と池の水，お茶などに含まれるごく微量の鉄の溶容量を測定する実験を行った。講義は日本語と英語を併せて行われた。



含まれる鉄の量を調べる実験

#### ○県民の森での講義・フィールドワーク

借上バスで庄原市にある「県民の森」へ移動し，本校の阿部教諭による講義を受け，フィールドワークを行った。午前の講義の中でも示された，美しさを環境の価値とする考え方やグリーンツーリズムの意義について，美しい景観やレジャーを楽しむ人々の存在を通じて考えた。



県民の森でのフィールドワーク

### 第4日目（2月22日（水））

#### ○研修のまとめとプレゼンテーションの作成

本校にて開講式を行った後，2日間の校外での研修の成果をまとめ，5日目のプログラムである本校「SSHの日」での，タイ訪日研修のプレゼンテーションを作成した。事前学習，1日目，2日目の3グループに分かれて英語でスライドと発表原稿を作成した。その際，午後のテーマ討論を踏まえて，グループごとに「環境」や「科学の役割」に関わる研修の視点からまとめを行った。



プレゼンテーションの作成

#### ○化学の授業への参加

4限目には，本校の高等学校第1学年の化学の授業に参加した。教員による指示は英語で行った。

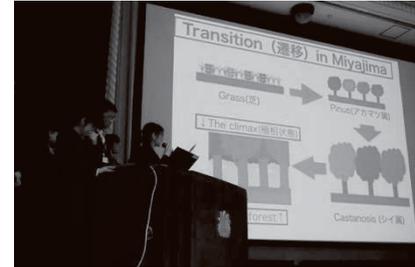
#### ○重点枠韓国海外研修グループとの合同テーマ討論

午後の5限から7限には，重点枠韓国海外研修グループとの合同テーマ討論を行った。韓国グループは，タイ

と同じく「水、生物多様性」をテーマに研修を実施しており、まず韓国グループから水質についての研究と韓国海外研修の成果についてのプレゼンテーションを受けた。その上で、科学的な考え方をすることの意義や、実際の環境問題をどう捉えるかという視点がタイグループと共通していることを確認した。その後、2日目の坪田先生の講義と3日目の県民の森での体験などから「環境の中にある物はすべて相互に関連している」、「自然の大きなメカニズムが存在する」、「環境を人の生活と切り離すのは困難」、「環境は人間の主観にもとづくもの」という環境に関わる4つの視点を、3日目の内藤先生の講義と実験からは「科学とは直感を越えて現象を明らかにするためのもの」、「科学は環境を改変し人間にとっての問題を解決することができるもの」という2つの視点を抽出し、「守るべき環境とは何か」、「科学の役割は何か」という2つの問いを設定してグループ討論を行った。ジグソー法を用いて、午前そのままの活動で「環境」、「科学」のテーマを扱った生徒がそれぞれ混在するようにグループを構成した。討論はすべて英語で行った。



韓国グループとの合同テーマ討論



全体会でのプレゼンテーション

### 第5日目（2月23日（木））

#### ○「SSHの日」でのプレゼンテーション

本校「SSHの日」の全体会において、来校者、中学校第3学年全員、高等学校第1学年全員及び第2学年SSコースの生徒を対象に、2日間の校外研修及び韓国グループと行った討論の内容について口頭発表を行った。発表者はタイの生徒と日本の生徒がともに担当し、発表はすべて英語で行った。

#### ○タイの生徒によるポスターセッション

SSコースの課題研究発表会において、タイの生徒が事前に行ってきた科学研究についてのポスター発表を行った。発表は英語で行われたため日本の生徒が中学生に伝えるためのサポートを行った。



ポスターセッション

### 第6日目（2月24日（金））○タイ生徒・教員が帰国

タイの生徒・教員が早朝に広島を出発し、午前中に福岡空港を発つ飛行機で帰国した。

## 3 事後学習

- ① 2月24日（金） 事後アンケート
- ② 2月28日（火） 研修のまとめ

## 4 成果と課題

事後アンケートの結果から、自己評価は非常に高く、全員が研修の意義を実感していたことが分かる。また、水質や環境についての理解の深まりについても肯定的回答が多く、自由記述でも知識・理解の深まりを通じて科学的な見方・考え方を獲得したことを窺わせる回答が見られた。持続可能な社会に対する理解についても同様であった。第3期SSH基礎枠事業で示した「統合的意志決定能力」の育成に関わって、タイ訪日研修では科学者と社会の関わりを考えさせることでその育成を意図してきたが、5事後アンケート※1、※2の比較から、科学的な問題との関わりだけではない社会的な意志決定への科学者の関与についての視点を新たに獲得できたことが分かる。自由記述からも「科学者は実験をするだけでなく、その結果や考察をふまえた科学者の視点から考えを伝えるところまでを必要があると感じた。」、「以前、科学は問題解決をすれば良いと考えていたが、科学者は一般の人々に科学的な目線から環境問題を説明して知ってもらい人々と共に考えてもらうようにしたほうが良い。」など、科学者の役割について多面的に考えることができたことが窺える。また、「2人の先生（坪田先生と内藤先生）の考えは少し違うところもあり、科学者は環境問題解決への絶対的な正解を教えてくれるわけではなく、それぞれの立場が、私たちが考える上でのヒントをくれる存在なのだと思います。」など、市民の立場から科学を理解することの意義に言及した回答も見られ、科学者の立場、市民の立場いずれにおいても科学の役割について考えを深めることができたと考えられる。今後、タイ訪日研修を通じて獲得した視点をさらに継続して深めさせるプログラムを構築することが課題である。

## 5 事後アンケート

### 1) 自己評価

#### (1) 研修の満足度

項目	①	②	③	④	⑤
この研修に参加して満足していますか。	9	0	0	0	0
この研修に参加して新しい知識を得ることができましたか。	9	0	0	0	0
この研修に参加して新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。	9	0	0	0	0
凡例 ①大変よく当てはまる ②やや当てはまる ③どちらともいえない ④やや当てはまらない ⑤全く当てはまらない					

単位 (人) (参加生徒 10 人のうち 1 人が欠席したため合計は 9 人となっている)

#### (2) 研修後の変容

項目	①	②	③	④	⑤
研修前よりも水質・環境についての知識・理解は深まりましたか。	6	3	0	0	0
「持続可能な社会とはどのような社会か？」という問いに対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	1	5	2	1	0
「生物多様性」に対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	1	6	1	1	0
「持続可能な社会を支える上での水環境への取組とその研究の意義」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	2	4	0	2	1
「環境をめぐる問題に対して科学者がどのような役割を果たせるか？」という問いに対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。※1	1	3	2	3	0
「社会的な意思決定が必要な環境の問題に対して科学者がどのような役割を果たせるか？」という問いに対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。※2	1	5	3	0	0
「持続可能な社会をつくっていく上で、タイと日本が共通して取り組むべき課題」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	0	4	0	4	1
「持続可能な社会をつくっていく上で、タイの人たちに伝えるべきこと」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	3	1	2	3	0
凡例 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった					

単位 (人)

### 2) 自由記述

#### (1) 知識・理解の深まり、科学的な見方・考え方の獲得に関わるもの

- ・ どうしてこの場所にはこの植物が生えていて、どうしてこの場所にはないのか？ということの全てに理由があり、それら一つ一つがまた人間の生活に関わっているのだと思った。
- ・ 今まで ESD の授業で学習して赤潮やアオコに T-P, T-N が影響を与えていると知っていたが、本当に微量の鉄などが影響していることをつきとめられたのは科学の進歩の結果ではないかと思う。今まで見てなかった視点から改めて問題の原因を捉える必要を感じた。

#### (2) 持続可能な社会、生物多様性に対する考え方に関わるもの

- ・ 持続可能な社会とは主に人間についてだと思っていたが、すべての生物についても考えなければならないと考ええるようになった。
- ・ 生物多様性とは様々な生物が住んでいるだけではなく、同時にそれらが互いに共生できる状況まで含むのではないかと思う。また持続可能な社会にも密接に関連していると思う。

#### (3) 科学者の役割、市民と科学者の関係性、統合的意志決定力に関わるもの

- ・ 以前は、科学は問題解決をすれば良いと考えていたが、科学者は一般の人々に科学的な目線から環境問題を説明して知ってもらい人々と共に考えてもらうようにしたほうが良い。
- ・ 二人の先生の考えは少し違うところもあり、科学者は環境問題解決への絶対的な正解を教えてくれるわけではなく、それぞれの立場が、私たちが考える上でのヒントをくれる存在なのだった。
- ・ 時として人は問題やその要因について十分理解しきれていないものだと感じた。科学者は実験をするだけでなく、その結果や考察を踏まえた科学者の視点から考えを伝えることまで行う必要があると感じた。

#### (4) 主体的・協働的な学び、グローバルな協力の意義への気づきに関わるもの

- ・ 以前はタイに技術を教えると考えていたが、今回のように共通の問題についてディスカッションして共に協力して行うことが大切だと思った。もっと英語で自分の意見を正確に伝えられるようになりたい。

## 第4章 実施の評価、成果と課題及び成果の普及

### 1 運営指導委員による評価

評価は、4段階（①よく達成されている、②やや達成されている、③やや達成されていない、④全く達成されていない）で行っていただいた。表中の①や②はその評価段階を示している。

項目1：ESDの視点			
評価規準（1）ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることができた。			
項目2：国際的視野に基づく問題発見、問題解決力			
評価規準（1）地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養うことができた。			
評価規準（2）海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養うことができた。			
項目・評価規準	評価	講評	
ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修（ドイツグループ）：運営指導委員 卜部 匡司 先生による評価・講評			
1	(1)	②	ESDの視点で自ら思考し、判断するための学びを展開できており、個別具体的なテーマや内容に関する学習は大変充実している。ただ、「持続可能な社会とはどのような社会か」について、自分なりの意味付けや認識をするまでには、まだ工夫の余地がある。
2	(1)	①	ドイツ、チェコとの対比の中で、わが国のエネルギー問題について地球的規模で考えることができています。それぞれの国の事情によってエネルギー政策が大きく異なり、その優先課題も様々であることを実感できたことが今後の学びに大きくつながっていくものと考えられる。
	(2)	①	ホームステイやディスカッションを通して海外の生徒と生活をともにし、その中で十分に議論を積み重ね、最終的に一つの「宣言」をまとめることができた点は、大いに評価できる。
ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修（チェコグループ）：運営指導委員 江種 浩文 先生による評価・講評			
1	(1)	②	今回の研修では、日本・チェコ・ドイツの3カ国による合同ワークショップに向けた準備の過程で、生徒が「持続可能性」の必要性・重要性を自ら考え、再認識する機会を設定することができたと考えている。つまり、「持続可能な社会がなぜ必要なのか」について、参考文献などを通じて情報をかみ砕き、時間をかけて自らの考え方の基礎を築くことで、エネルギー問題へのアプローチに有益な自身の価値観とすることができたように感じた。確かに、テーマ設定の広範さや必要な知識・情報のレベルの高さなど、高校生にとってハードルは高かったように思うが、こうした価値観が実際のところ3カ国に共通しており（脱化石資源・脱原発、低炭素社会、温暖化防止など）、国は違っても人々の考え方の底流にあるということを学ぶ経験を得ることができたのは大きい。できれば、その共有した「持続可能な社会に対する価値観」と、各国が抱える現状の問題点とを結びつけることで、それぞれが状況によって当面何を優先・取捨選択すべきか、あるいは国際連携でより良い解決策を見いだせないか、といった観点での思考・議論まで辿り着いてほしかったが、今回はワークショップそのものの時間的制約があったため、今後の継続的努力に期待したい。
2	(1)	②	今回のワークショップでは、原発に対してチェコとドイツがそれぞれの国策を反映した両極の意見（ドイツ：即・脱原発、チェコ：原発に依存しながらの再生可能エネルギー拡大）をぶつけ合っていたが、日本の生徒はそれらに関するメリット・デメリットを客観的に認識し、日本の現状と比較した考察ができていたように思う。欲を言えば、日本の生徒には、両国の意見と自身の意見を交えて調整を図るところまで試みて欲しかった。つまり、チェコとドイツの意見にはそれぞれメリット・デメリットがあるが、原発事故を経験した日本の生徒だからこそ、両国の意見への理解をベースとしながら問題点を指摘し、第三の道を探ることができたのではないかと。また、自らの意見を調整軸にして両国の意見をまとめ上げ、現状からどのように打開を図るか、そして共通に理想とする将来の社会に向けてどのようにアプローチを図るかを3カ国で模索できたのではないかと。これらも今後への期待としたい。
2	(2)	②	前半（チェコと日本との2カ国によるプログラム）では、当初の予想以上に打ち解けたコミュニケーションができていたように感じた。これは、生徒同士による事前のスカイプやメールを通じた直接のやりとりや、日本・チェコ両国の教員スタッフのケア、これまでの経験の積み

			重ねによる効果が大いと考えられ、英語能力面でも心理面でも英語のみでコミュニケーションを取る最初のハードルは確実に低くなっていた。チェコの教員からも、この点は高い評価を得ることができている。ただし、後半（チェコ、ドイツ、日本の3カ国によるプログラム）では、自らの意見を主張したり、相手の意見を傾聴したりするだけでなく、自身の考えを軸にした調整を図るという役割も経験してほしい。実際に社会に出ればそうした場面は多くあり、日本が国際的な議論で調整役を担うことへの期待もある。英語能力そのものを磨くことへの実感とともに、そうした役割の必要性を感じ取ってもらうことで、3カ国でのワークショップという難しいプログラムを設定した意義を見出すことができるように思う。
<b>韓国海外研修：運営指導委員 朴 大王 先生による評価・講評</b>			
1	(1)	①	水・干潟・生物多様性など水環境について、韓国の生徒と意見交流やフィールドワークを行う中で、多くのことを学習し、持続可能な社会についても深く考える体験ができたことなど、環境問題に関する考え方の変化が見られたのは評価に値する。
2	(1)	①	「国同士で価値観が違うことに気付き、もっと世界に目を向けていかなければ、持続可能な社会の実現が困難ではないか」、「もっと他の国の意見も聞きたいし、視野を広げることで皆さんの可能性が見えてくることを体感した」などの意見があり、研修のねらいが達成できたのは評価に値する。
	(2)	①	英語によるコミュニケーション力を養うため、韓国の生徒とのコミュニケーションの機会を増やし、英語力の向上に努めたことは評価できる。生徒から「日が経つにつれて英語をしっかりと聞き取れるようになり、英語でのコミュニケーション能力が向上し良かった」という意見からもその成果が窺える。
<b>タイ訪日研修：運営指導委員 卜部 匡司 先生による評価・講評</b>			
1	(1)	②	全員が研修の意義を実感しており、水質や環境に関する理解を通じて科学的な見方や考え方を養うことができている点は大変すばらしい。しかも、科学的な思考力だけでなく、社会的な意志決定に科学者がどう関わるべきなのか、また市民として科学にどう関わるのかについても生徒に考えさせている点は、ESDの視点に通じるものがある。生徒の感想に見られるように、人間のみならず全ての生き物が豊かに暮らすという共通のゴールに向かって各国との連携の道があることに気付く生徒もいる一方で、それはあくまで人間の主観であって、それがはたして自然の立場からすると望ましいことなのかどうかと考える生徒もいる。こうした相反する考え方について、今後さらに相互にじっくり議論すれば、よりESDの視点で思考できるようになるであろう。
2	(1)	①	海外の生徒とのフィールド調査や協働学習を通して地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、従来よりもスケールの大きな視点に立って問題を把握し、その解決案を科学的思考に基づいて提案する。この一連のトレーニングがしっかりできている。しかも、生徒は自然というのはとてもスケールが大きく、予想以上にもっと長い目で考える必要があること、またそう考えるように努めても、時として人は問題やその要因について十分理解しきれないと感じている。まさにこの事実気付いたからこそ、生徒は地球的規模で捉えることの難しさやその学習の意義が認識できたと言える。
	(2)	①	タイ（や一部は韓国）との協働学習をはじめ、その準備の段階からほとんど英語を用いて学習が行われている。ニュアンスまで正確に伝わるかが分からない環境で英語でのコミュニケーションに不便さを感じつつも、きちんと意思疎通ができている。そして最終的に成果をまとめてプレゼンテーションしており、その準備も含めてコミュニケーション力やプレゼンテーション力が高まっていると言える。

## 2 研究開発の成果と課題、及び成果の普及

### 1) 成果とその普及

#### (1) 各国との連携の成果を統合させる取組の成果

平成 25、26 年度に 2 年間の重点枠指定を受け、ドイツ、チェコ、タイ、韓国の 4 カ国との海外連携プログラムを開始した。平成 27 年度も 4 カ国と継続して連携し、平成 28 年度の 1 年間の重点枠指定では、それまでの 3 年間のプログラムを発展させた。課題である、国ごとの「点」での取組を「線」として拡張し、アジアは「水」を、

ヨーロッパは「エネルギー」を共通テーマとして、各国が結びつき「線」からさらに「面」へと発展させることをねらいとして、統合させる取組を実施した結果、次のような成果が得られた。

① ESDの視点で自ら思考し、判断することの意義と重要性を認識させることができる

各国の研修内容についての事前・事後調査から生徒の変容を比較した。その結果、生徒は様々な環境問題について、フィールドワーク、関連企業や教育機関、行政機関への聞き取り調査、また言語や文化、教育環境などの異なる環境に触れる経験を通して、問題を分析的に捉え、具体的な諸活動に関連付けて考察するなど、一層多面的で具体的に学び、問題の多相性を認識することができるようになることが分かった。

② 地域固有の諸課題を地球的規模で捉え、問題を発見する力や解決する力、また得られた内容を活用する力を養うことができる

各国の研修についての生徒のレポートを分析すると、「調べた内容を社会の関わりの中で具体的に活かすことは考えもしなかった」、「両国を繋げるための幅広い知識が必要だ」、「経済活動と自然保護といった対立しがちな立場でも共に成り立っていかねば、持続可能な社会はできない」といった問題意識をもつことができていたことが分かった。

③ 海外の生徒と徹底的に議論することによって、英語によるコミュニケーション力、プレゼンテーション力を養うことができる

事前学習における英語での発表準備・練習やインターネットTV（スカイプ）による連携校との交流などを通して英語によるコミュニケーション力やプレゼンテーション力を高め、研修においては海外の生徒と議論する多くの機会を設定した。研修に参加した多くの生徒は、意思疎通できたことの感動を味わう一方で、自分の意見をより正確に伝える、または相手の意見を正しく理解することが必要であると認識していることが分かった。生徒は、このようなコミュニケーション力の重要性を認識することを通して、より一層語学力を伸張させる必要性を強く意識するようになった。また、事後学習においては英語での成果報告やレポート作成に取り組ませ、英語力の向上を図った。

(2) 基礎枠との一層の相乗効果の向上の成果

「科学英語表現」において、これまでに開発、実施してきた英語によるプレゼンテーション技術を活用し、現地で行う研究成果の発表や成果報告会などでの発表の練習を実施した。また、アカデミックライティングを活用し、英語でのポスター作成を行った。「ESD研究」のメインテーマは「瀬戸内海」であり、水がテーマである韓国海外研修やタイ訪日研修には化学・生物領域での水質調査や干潟実習などを取り入れ、生徒の理解を深化させるとともに基礎枠・重点枠両方での実践によるプログラムの改善へと結びつけた。「ESD汎論」では、関連する教科が重点枠のESDテーマと関連付けた単元開発を行った。例えば、地理での「韓国西岸における河口干潟や流域圏の開発について」、物理での「エネルギー変換効率」、化学での「バイオリクターなどのバイオマス」、数学での「有機物による水質汚濁」などである。

(3) 教職員志望学生、及び現職教職員指導者養成、並びに普及活動の成果

教職員志望学生に対しては、年3回の教育実習を活用し、オリエンテーションでの説明や期間中の諸活動を通して、海外連携の在り方を含めたSSH事業全般についての普及活動を行った。本校主催の「SSH事業成果報告会」と「SSHの日」において生徒による各研修の成果報告を行い、本校生徒や保護者のほか、SSH関係教職員、県内外教職員などへの普及活動を推進した。また、「SSH事業成果報告会」においては「国際連携や科学技術人材育成の進め方」についての協議会を開催した。さらに韓国海外研修は、広島県立広島国泰寺高等学校と連携して実施し、生徒及び教員が本校の研修に参加することによって、研修内容や研修方法など本校の研究開発の成果を共有した。その他、平成28年度SSH事業事務処理研修会（海外研修）での事例発表などを通じて、成果の普及に努めた。

(4) 統合的意志決定能力の育成について

統合的意志決定能力の育成は、基礎枠及び重点枠において研究開発目標として位置付けてきた。特に最終年度である本年度は、重点枠で実施したドイツ・チェコ・オーストリア海外研修において、日本生徒20人、各国それぞれ10人、総勢40人の高校生による3カ国合同のワークショップを実施した。3カ国の生徒への事後アンケート調査において、質問項目：「あなたは、統合的に意志決定（様々な要因を考慮して考えをまとめ最終的に自分の意見とする

選択肢	日本	ドイツ	チェコ
大変よく当てはまる	35%	13%	63%
やや当てはまる	45%	88%	38%
どちらともいえない	20%	0%	0%
やや当てはまらない	0%	0%	0%
全く当てはまらない	0%	0%	0%

こと)ができましたか」の結果をまとめたものが上表である。意志決定することができたと考えた生徒(「大変よく当てはまる」「やや当てはまる」を合わせた比率)は、日本で80%であった。この結果から、本研修では統合的に意志決定することができたと考えられる。

#### (5) 4年間を通じた成果

上述の1)の(1)で示したように4ヵ国との連携は4年間(平成25年度～平成28年度)に及ぶ。4年間を通してのねらいとして次の①～③を掲げ、連携プログラムを実施した。

- ① 定常的な海外連携による共同調査研究・発表・フィールドワークの実施
- ② 開発する教育内容の深化・発展を図る
- ③ 組織的・継続的な教職員指導者育成、及び普及活動の成果

①に関して、連携開始当初は、どの連携国とも教員同士の情報交換がメール、使用言語が英語という環境のため、連携及び研修の意図が正確に伝わらない場面もあった。また、研修においては、従前から国際交流で実施されてきた歴史や文化体験といった研修とは異なり、ESDに係わる環境問題、資源・エネルギー問題などのテーマをSSHの趣旨である科学技術の視点から学習させることを目的としたため、連携国とのテーマに対する共通理解が図れず、事前・事後学習、連携国生徒と共同で実施する実験やフィールドワークといった活動の内容が、研修テーマと十分一致しないなどの課題が見られた。4年間の定常的な取組を通じて、教員同士のコミュニケーションが改善され、研修テーマに対する共通理解が図られるようになったとともに、実施するプログラムの内容が精選、統合され、有機的につながった研修を計画、実施することが可能になった。

②に関して、本校のSSH運営指導委員であるト部匡司先生(広島市立大学)、江種浩文先生(中国地方総合研究センター)、朴大王先生(広島修道大学)をはじめ、多数の外部講師の指導・助言、評価を受け、内容の深化、発展が進み、毎年新たなプログラムを開発することが可能となった。特に、評価の面では、基礎枠でデザインした運営指導委員からの直接評価体制が十分機能した点が重要である。

③に関して、4年間の取組を通じて、学校全体による重点校事業の推進体制が構築できた。特に、生徒の事前・事後学習及び研修中の活動に対する英語科教員の指導体制を確立できたことは、生徒の英語によるコミュニケーション力の向上に非常に効果的であった。また、このことにより、最終2年間では、「海外研修実施報告書」を日本語版と英語版で発刊することが可能になった。その他、各国の連携事業を教職員全体で進める体制を確立できた点は、今後の本校の海外連携事業の推進において重要な礎となった。さらに、教育実習生への訪日研修参加、公立学校の現職教員の本校海外研修への参加や紹介など、普及活動も進展しつつある。

## 2) 今後の課題

### (1) 連携校との連携を強化し、実施内容の精選と改良に努める

研修実施にあたって、学校全体による重点校事業の推進体制を構築し、密な連携に努めた結果、連携校との信頼関係を築くことができたことは大きな成果である。一方、継続していくためには、研修内容の開発や財政的な問題が重要である。これらの諸問題を解決するために、連携校との一層の連携強化と実施方法の見直し、並びにカリキュラム内容の精選と改良が必要である。カリキュラムを既存の学習活動、例えば、課題研究や通常の授業といった内容と関連付けることも考えられる。今後もこうした取組の改良を継続的に実施する必要がある。

### (2) 複数国との合同研修を発展、深化させる必要がある

平成25、26年度の重点校では、ドイツ、チェコ、韓国、タイの各国と日本とが共同で取り組むESDに係わる研究・調査を開発、実施した。そこでは各国との1対1対応というプログラム構造であった。この成果を拡大させるべく、平成28年度ではドイツとチェコを統合させた取組を行った。この成果は十分あったものの、海外でのワークショップの実施においては施設・設備の不備があるなどの課題が散見された。さらに、生徒はどのような考えに基づいて自分の考えを統合させるかアンケート調査した結果、日本の生徒はドイツ、チェコの生徒と比べ、「社会的正義」や「学校の学習内容」と関連付けた生徒が少ないことが明らかになった。今後の海外連携におけるカリキュラム開発では、より広い視野で考える力を育成するために、事前学習の充実とともに既存の学習活動を改善する必要がある。

### (3) 指導者育成プログラムの充実が求められる

本校は教育実習による教員養成研究、及び実践校としての使命を担っている。この教員養成において、今後教職員をめざす多くの大学生や大学院生などに対して、本校がこれまでのSSH重点校事業において開発したカリキュラムなどを活用し研修を行うことは、将来のグローバル化に対応した人材を育成するための中心的な役割を担う指導者を養成する上で重要な意義があり、組織的、計画的に実施する必要がある。

## 第5章 関係資料

### 1 ドイツ・チェコ・オーストリア海外研修（第3章第1節） 事後アンケート（詳細）

#### 1) 研修の満足度

項目	質問内容	日本 (20)					チェコ (8)					ドイツ (10)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	この研修に参加して満足していますか。	19	0	0	1	0	8	0	0	0	0	2	8	0	0	0
2	この研修に参加して新しい知識を得ることができましたか。	17	3	0	0	0	3	5	0	0	0	3	6	1	0	0
3	この研修に参加して新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。	17	3	0	0	0	2	4	2	0	0	1	6	3	0	0

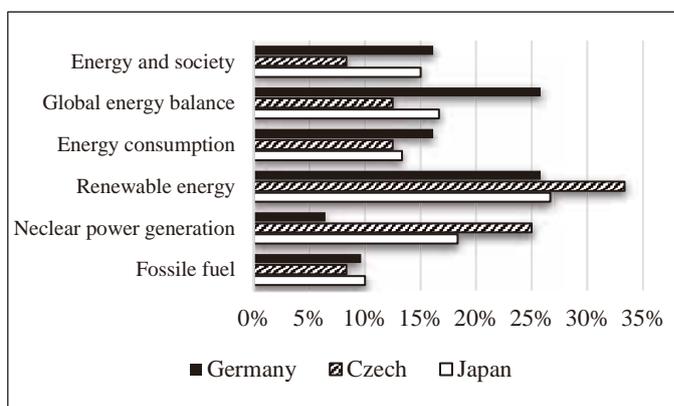
凡例 ①大変よく当てまる ②やや当てはまる ③どちらともいえない ④やや当てはまらない ⑤全く当てはまらない

#### 2) 今回の研修の内容と、研修を終えた現在のあなたの考えについて答えて下さい。

項目	質問内容	日本 (20)					チェコ (8)					ドイツ (10)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	研修前よりもエネルギーについての知識・理解は深まりましたか。	14	4	1	1	0	2	6	0	0	0	1	6	3	0	0
2	「持続可能な社会とはどのような社会か？」という問いに対して、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	4	9	4	2	1	0	2	5	1	0	1	5	3	1	0
3	「再生可能エネルギー技術とその研究は、持続可能な社会を支える基盤技術となりうるものである」ことについて、あなたはどのように考えていますか。	12	8	0	0	0	1	5	2	0	0	5	3	2	0	0
4	「持続可能な社会をつくっていく上で、チェコ、ドイツ、日本が共通して取り組むべき課題」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	7	8	3	2	0	1	5	1	1	0	1	3	4	0	0

凡例  
 1 ①深まった ②やや深まった ③どちらともいえない ④やや深まらなかった ⑤深まらなかった  
 2 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった  
 3 ①全くその通りだと思う ②ややその通りだと思う ③どちらともいえない ④あまりそう思わない ⑤全くそう思わない  
 4 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった

#### 3) 課題 「30年後、私たちはどのようなエネルギー社会に住んでいきたいですか。そのエネルギー社会を描いてみよう。」について、課題を考える際、どのような点を重視しましたか。



Category	Group number and Contents
Energy production	1; 石炭, 石油, 天然ガスを用いた火力発電や水力発電
	2; 原子力発電
	3; 太陽, 風力, バイオ, 地熱, 潮力発電など
Energy consumption	4; 個人, 家庭, 地域セクターのエネルギー効率化
Global energy valance	5; 世界規模でのエネルギーバランスの在り方
Energy and society	6; エネルギー政策決定の在り方

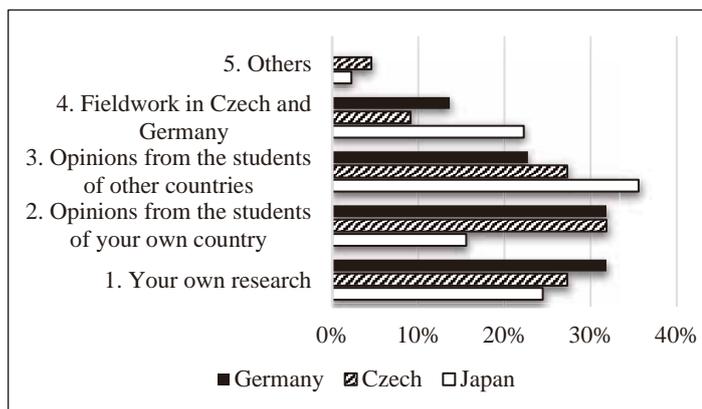
#### 4) 統合的意志決定 (Integrated Decision Making) について

(1) あなたは、統合的に意志決定 (様々な要因を考慮して考えをまとめ、最終的に自分の意見とすること) することができましたか。

凡例	日本	チェコ	ドイツ
① 大変よく当てはまる	35%	63%	13%
② やや当てはまる	45%	38%	88%
③ どちらともいえない	20%	0%	0%
④ やや当てはまらない	0%	0%	0%
⑤ 全く当てはまらない	0%	0%	0%

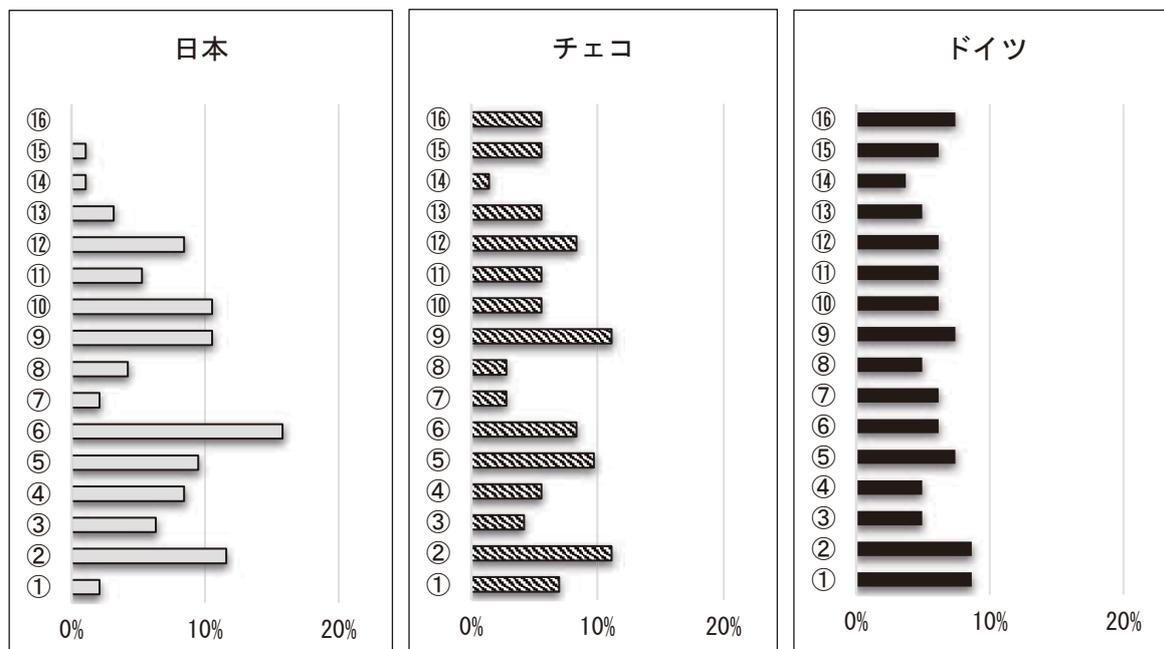
(2) 統合化するとき、何を参考にしましたか (複数可)。

- ① 自分で調査した内容
- ② 自国の生徒の意見
- ③ 他国の生徒の意見
- ④ ドイツ・チェコでのフィールドワーク
- ⑤ その他



(3) 統合化するとき、どのような考えを重視しましたか (複数可)。

- ① 平和や人権、格差の是正など社会的正義
- ② 国際的な協力
- ③ 自国の利益
- ④ 経済的な豊かさや発展
- ⑤ 社会の安定や安全
- ⑥ 持続可能な社会の実現
- ⑦ 快適で便利な生活
- ⑧ 伝統的な価値観
- ⑨ 科学・技術の発展
- ⑩ 相手の立場や心情
- ⑪ 自分の意見や心情
- ⑫ 客観的なデータ
- ⑬ 書籍、TV、インターネットなどの情報
- ⑭ 親の意見
- ⑮ 学校の学習内容
- ⑯ 教師の意見



## 2 韓国海外研修（第3章第2節） 事後アンケート（詳細）

### 1) 研修の満足度

項目	質問内容	日本(10)					韓国(18)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	この研修に参加して満足していますか。	10	0	0	0	0	16	2	0	0	0
2	この研修に参加して新しい知識を得ることができましたか。	7	3	0	0	0	13	5	0	0	0
3	この研修に参加して新しいものの見方や考え方を学ぶことができましたか。	5	5	0	0	0	11	7	0	0	0

凡例 ①大変よく当てはまる ②やや当てはまる ③どちらともいえない ④やや当てはまらない ⑤全く当てはまらない

### 2) 今回の研修の内容と、研修を終えた現在のあなたの考えについて答えて下さい。

項目	質問内容	日本(10)					韓国(18)				
		①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
1	研修前よりも水についての知識・理解は深まりましたか。	6	4	0	0	0	10	6	2	0	0
2	研修前よりも干潟や湿地についての知識・理解は深まりましたか。	6	4	0	0	0	9	6	2	1	0
3	研修前よりも生物多様性についての知識・理解は深まりましたか。	6	3	1	0	0	9	7	1	1	0
4	「持続可能な社会とはどのような社会か？」という問いに対して研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	2	6	1	1	0	1	12	3	2	0
5	「水環境（水質、干潟、生物多様性など）の保全に関する取組や技術およびその研究は、持続可能な社会を支える基盤となりうるものである」ことについて、あなたはどのように考えていますか	10	0	0	0	0	7	9	2	0	0
6	「持続可能な社会を構築する上で、韓国と日本が共通して取り組むべき課題」について、研修前のあなたの考えから変化はありましたか。	0	5	4	1	0	8	6	4	0	0

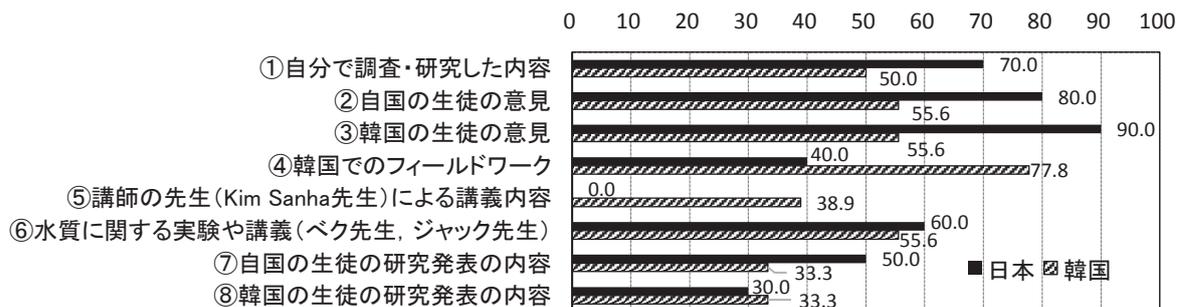
凡例  
 1～3 ①深まった ②やや深まった ③どちらともいえない ④やや深まらなかった ⑤深まらなかった  
 4 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった  
 5 ①全くその通りだと思う ②ややその通りだと思う ③どちらともいえない ④あまりそう思わない ⑤全くそう思わない  
 6 ①考えが大きく変化した ②考えがやや変化した ③どちらともいえない ④考えはあまり変化しなかった ⑤考えは全く変化しなかった

### 3) 統合的意志決定（Integrated Decision Making）について

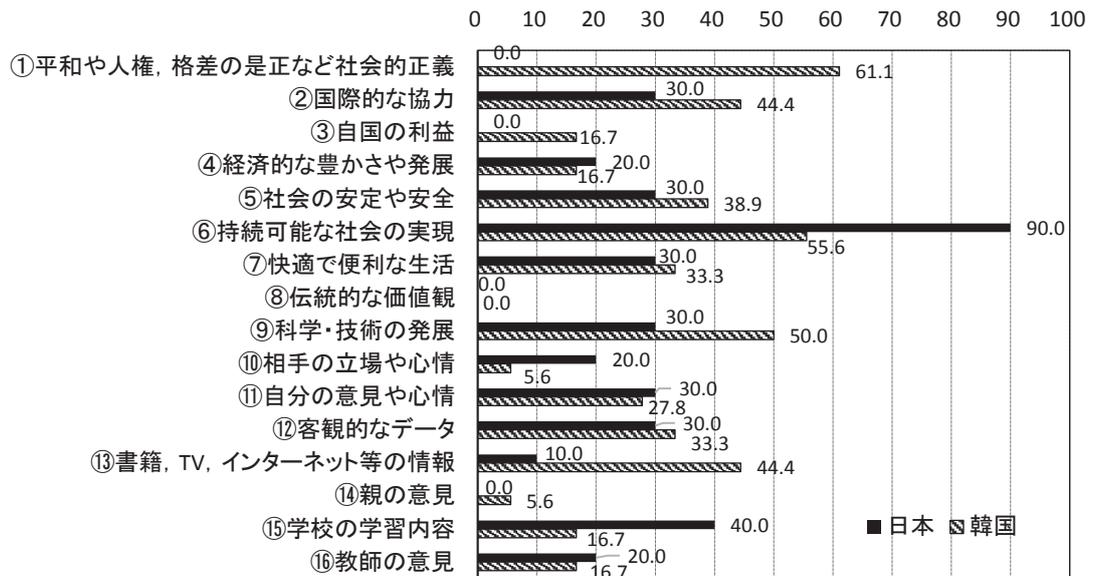
(1) あなたは、統合的に意志決定（様々な要因を考慮して考えをまとめ、最終的に自分の意見とすること）することができましたか。

凡例	日本(10)	韓国(18)
① 大変よく当てはまる	4	5
② やや当てはまる	6	13
③ どちらともいえない	0	0
④ やや当てはまらない	0	0
⑤ 全く当てはまらない	0	0

(2) 統合化するとき何を参考にしましたか（複数回答可）。



(3) 統合化するとき、どのような考えを重視しましたか（複数回答可）。



### 3 タイ訪日研修（第3章第3節） 韓国交流グループとの合同討論用資料

タイ・韓国海外交流グループ合同ディスカッション

1. タイ訪日研修のふりかえり

○坪田先生のお話から

A 環境の中にある物はすべて相互に関連している  
 鹿の食が植生に影響を与えている  
 鹿の食が外来種を防いでいる  
 猿の導入で鹿の行動範囲が広がると植物が食べられてしまう

B 自然の大きなメカニズムが存在する  
 森林は遷移して極相にいたる  
 原生林とは自然な極相の状態  
 昔のまま残っているという意味では無い  
 宮島も江戸期には伐採され赤松林であった  
 その後数百年人の影響が少なく原生林となった  
 現在広島のような都市の近くに原生林があるのは希有  
 ミヤジマトンゴを水族館で孵化させて山に戻しているが人為による淘汰が混ざっている  
 はずであり問題もある

C 環境を人の生活と切り離すのは困難  
 ハイノキが残っているのは人が切らなかったから  
 宮島にヤダクがあるのは武器にするため  
 桜や紅葉は観光のために植えた  
 猿の導入で鹿の行動範囲が広がると植物が食べられてしまう  
 世界遺産登録で外来種は増えている

○内藤先生のお話から

D 環境の変化は微妙な物質の変化などが複雑に関わっている  
 播磨灘の海苔の白化の原因は植物プランクトンとの競合、微量の鉄の変化でおこる  
 豊後水道の赤潮の原因も微量の鉄と関係がある  
 リンやチッソだけを見るのではなくごく微量の金属などが大きな影響を持っていることを知らなくてはならない  
 ため池のアオコも微量の元素などの影響がある  
 植物プランクトンは多様であり原因も影響も様々である

E 原因を知ることによって環境変化の予測が出来たり、改善出来る可能性がある  
 大野浦のアサリへのキレートマリン（スラグ加工物）の効果

○県民の森での体験から

F 環境意識を高め、自然環境維持への理解を進めるには公園化も有効  
 県民の森は水源の森として維持されている

G 美観は環境の価値の一部である  
 私たちは自然を楽しむ

2. 答えの無い大きな問い

お二人の研究者から話を聞き、直感や経験知とは異なる科学の世界から見えてきたものがあるはず。  
 その上で、研究を通じて示して下さった問いについて考えてみましょう。（先生方は答えや価値判断（何が良いか悪いか）を示されていません）  
 あなたはどう考えますか？

① 守るべき「環境」とは何か  
 A 「環境」とは相互の関連性のことである  
 B 「環境」とは自然の大きなメカニズムのことである  
 C 「環境」とは人間の生活を含むものである  
 G 「環境」とは人間の主観にもとづくものである

② 「科学」の役割は何か  
 D 「科学」とは直感を越えて現象を明らかにするものでありそれ以上は目指さないべき  
 E 「環境」を改変し人間にとっての問題を解決することができるものでありそれを目指すべき

ワークシートに記入してから、意見交換をしてみましょう。

文部科学省研究開発学校

## 研究開発実施報告書

平成 24 年度指定 スーパーサイエンスハイスクール 第 5 年次

平成 28 年度指定 スーパーサイエンスハイスクール (科学技術人材育成重点校)

平成 29 (2017) 年 3 月 21 日 発行

編集・発行 広島大学附属高等学校

〒734-0005 広島市南区翠一丁目 1 番 1 号

電 話 082-251-0192

F A X 082-252-0725

e-mail conf-fuhs@ml.hiroshima-u.ac.jp

印刷 (株) 中本本店