

平成 28 年度指定
スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

第 4 年次



奈良県立青翔高等学校

はじめに

校長 駒沢 肇

平成16年4月、全国初の理数科単科高校として開校した本校は、当初から教育特区の認定を受け、専門科目の授業に実験・実習等を数多く取り入れ、興味・関心や技能を高め、探究する能力や問題解決力、科学的思考力の伸張を図ってきました。

平成23年度に文部科学省から第一期5年間のSSHの指定を受け、続いて平成28年度から第二期目の指定を受けています。今年度は第二期の4年目にあたり、学校設定科目「スーパー探究科学」をはじめとする特色あるカリキュラムを編成して、理数教育を充実・発展させるべく、生徒にとっても魅力ある様々な教育活動を展開し、推進しています。

本校は、SSH研究開発課題として、「科学のアトリエ - 奈良から世界へ翔る科学技術系グローバル人材育成プログラム -」を掲げ、「社会の変化に主体的に対応する柔軟性を有して、グローバルな視点とローカルな視点の双方から物事をとらえることができ、豊かな創造性による科学技術イノベーションをもたらす人材の育成」を目指しています。そして、その達成のために次の(1)~(3)の3つのプログラムを設定し、具体的な取組を進めています。

(1) 青翔スパイラルアップ・プログラム

自ら探究する力、伝え合う力の育成をめざす創造性を重視した発展・伸長型探究プログラム
関連科目:スーパー探究科学

(2) 青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム

世界に視野を広げ、国際社会で役立つ英語を使いこなせるコミュニケーション能力、情報発信能力の育成をめざす国際教育プログラム
関連科目:スーパーサイエンス英語、グローバル・コミュニケーション

(3) 青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム

体験を通して、知識と技能の確実な習得とその深化、総合化をめざす理数教育プログラム
関連科目等:スーパーアナライズ数学、スーパーロジック国語、青翔アラカルト・ワークショップ

これらの取組に対して、文部科学省の中間評価では、「研究開発のねらいを達成するには、助言を考慮し、一層努力をすることが必要と判断される」と評価をいただきました。そして、現時点での課題や今後の取組の方向性等についても助言をいただいたところです。今年度は、そのことを踏まえて改善を図りつつ、第2期5年間の成果をまとめ上げ、再申請の準備に、学校全体で取り組んでいます。

昨年5月には、「青翔の次の5年後を考える」ワーキング・グループを立ち上げ、本校がSSH研究開発を通して育成したい人材・生徒像を明確にして、事業の実施形態を再構築しようと議論を積み重ねています。過去2期10年間の取組を踏まえた上、更なる取組の充実・発展を考えているところです。

この実施報告書は、令和元年度における本校の取組の紹介とともに研究成果や課題等をまとめたものです。多くの方々にご覧いただき、ご批評やご助言を頂戴できれば幸甚に存じます。

本年度も、JST並びに運営指導委員の皆様をはじめ、連携をいただいた大学、企業の皆様方にご指導、ご支援を賜りました。厚くお礼申し上げます。

目 次

○ 令和元年度SSH研究開発実施報告(要約)……………	1
○ 令和元年度SSH研究開発の成果と課題……………	7
○ 写真で見る本校スーパーサイエンスハイスクールの取組……………	12
○ 本校スーパーサイエンスハイスクール事業図……………	16

実施報告書

第1章 研究開発の課題……………	17
------------------	----

第2章 研究開発の経緯……………	18
------------------	----

第3章 研究開発の内容

1. 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発	
(1) 課題研究に関する取組の概要……………	19
(2) 併設中学校での取組……………	20
(3) 学校設定科目「スーパー探究科学」＜1年＞……………	21
(4) 学校設定科目「スーパー探究科学」＜2年＞……………	23
(5) 学校設定科目「スーパー探究科学」＜3年＞……………	24
(6) 生徒発表会「サイエンス・ギャラリー」……………	25
(7) 生徒発表会「SSH探究科学研究発表会」……………	26
2. 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発	
(1) 学校設定科目「スーパーサイエンス英語」……………	27
(2) 学校設定科目「グローバル・コミュニケーション」……………	29
(3) 海外研修「SSHアメリカ合衆国研修」……………	30
(4) 海外研修「SSHタイ国研修」……………	31
3. 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発	
(1) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」……………	32
(2) 学校設定科目「スーパーロジック国語」……………	33
(3) 課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」……………	34
(4) SSH行事「科学講演会」……………	35
(5) SSH行事「女性研究者との座談会」……………	36
(6) SSH行事「夏期科学研修」……………	37

4. その他の研究開発	
(1) 地域との連携	38
(2) 大学・研究機関との連携	38
(4) 各種オリンピック・学会発表等	38
(3) SSHに関わる授業改善	39
第4章 実施の効果とその評価	
1. 研究課題への取組の評価とその方法	40
2. 生徒の意識調査の結果とその考察	41
3. 教員の意識調査の結果とその考察	43
4. 保護者の意識調査の結果とその考察	44
5. 生徒の進路状況とその考察	45
6. 卒業生への意識調査の結果とその考察	45
第5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	46
第6章 校内におけるSSH組織的推進体制	47
第7章 成果の発信・普及	
1. 科学部の活動	48
2. SSH委員会の活動	49
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性	50
資料編	
1. SSH運営指導委員会の記録	51
2. 令和元年度の教育課程表	53
3. 青翔SSH新聞	54
4. 新聞記事等	55
5. 探究科学テーマ一覧	56
6. アンケート用紙・ルーブリック等	56

奈良県立青翔高等学校	指定第 2 期目	28~02
------------	----------	-------

① 令和元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）

① 研究開発課題								
<p>科学のアトリエー奈良から世界へ翔る科学技術系グローバル人材育成プログラムー</p> <p>※ 研究開発課題に「アトリエ」としたのは、文化・芸術などの人類の遺産から、新しいものを生み出す（創造する）体験を、科学研究を通して実践させたいと考えるからである。</p>								
② 研究開発の概要								
<p>以下の3つの体験重視型教育プログラムを体系的に結びつけて推進する。</p> <p>(1) 自ら探究する力、伝え合う力の育成をめざす創造性を重視した発展・伸長型探究プログラム（青翔スパイラルアップ・プログラム）に係る学校設定科目「スーパー探究科学」とそれに関わる地域貢献のさらなる研究及び実践を行う。</p> <p>(2) 世界に視野を広げ、国際社会で役立つ英語を使いこなせるコミュニケーション能力、情報発信能力の育成をめざす国際教育プログラム（青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム）に係る新たな学校設定科目「スーパーサイエンス英語」及び「グローバル・コミュニケーション」の研究及び実践を行う。</p> <p>(3) 体験を通して、知識と技能の確実な習得と、その深化・総合化をめざす理数教育プログラム（青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム）に係る学校設定科目「スーパーアナライズ数学」及び「スーパーロジック国語」、課外活動プログラム「青翔アラカルト・ワークショップ」の研究と実践を行う。</p>								
③ 令和元年度実施規模								
<p>本校は、平成 16 年度に各学年 4 クラスの理数科単科高等学校として開校したが、平成 26 年度の併設青翔中学校の開校、平成 29 年度からの高等学校外部入学生徒の募集の停止により、本年度については、高等学校は併設中学校からの内部進学生徒のみの各学年 1 クラスとなっている。これら全ての生徒をSSHの主対象とし、「スーパー探究科学」をはじめとした5つのSSH関連学校設定科目を必修科目として設定している。また、併設中学校は、本年度は各学年 2 クラスとなっており、これらの生徒は主対象にはできないが、ほぼ全ての生徒が青翔高等学校へ内部進学することから、学校独自の時間である「青翔タイム」として高等学校のSSH関連学校設定科目につながる探究的な取組を実施するほか、SSH行事にも積極的に参加させている。下表に併設中学校を含む本校生徒の概要（令和 2 年 1 月末日現在）について示す。</p>								
学科・コース	1 年生		2 年生		3 年生		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
理数科	36	1	31	1	39	1	106	3
(備考) 高等学校の生徒全員をSSHの対象生徒とする。								
併設 青翔中学校	1 年生		2 年生		3 年生		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
	78	2	79	2	78	2	235	6
④ 研究開発内容								
○研究計画								
<p>本校では、以下のような流れにより、5年間の研究開発を実施している。本年度は第2期4年目にあたり、中間評価の結果もふまえた事業の改善を図った。</p>								
第1年次 (H28年度)	<p>(1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパー探究科学」の展開内容及び評価方法について教員への研修を実施したが、更なる研究と普及が必要であった。 ・独自テキスト「スーパー探究科学《基礎・基本編》」の改訂と普及については、改訂作業が長引いたため、第2年次への持ち越しとなった。 ・「スーパーアナライズ数学」や「スーパーサイエンス英語」との体系的な連携についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 							

	<ul style="list-style-type: none"> ・中学校「数学探究」「理科探究」について、指導計画と教材の研究及び開発、および「統計」との体系的な連携について研究開発を行った。 ・中学校「数学探究」「理科探究」と高等学校「スーパー探究科学」との体系的な接続の検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 (2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発について ・第1学年で新たに開講した「スーパーサイエンス英語」について、展開内容や教材の開発を行ったほか、ALTや外国人留学生等との連携について検証した。 ・中学校英語及び既存の「コミュニケーション英語Ⅰ」「英語表現Ⅰ」との体系的な連携についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・第2学年で次年度開講する「スーパーサイエンス英語」についての指導計画と内容の研究及び開発を進めた。 ・海外研修において、交流のみにとどまらず共同発表・共同研究を推進するための研究開発を行った。 ・タイの姉妹校への海外研修、アメリカ西海岸への海外研修の教育効果についての研究開発を行った。 (3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発について ・第1学年の「スーパーアナライズ数学」について、展開内容や教材の開発を行った。 ・情報系大学や測量専門学校と連携した講座の実施についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・中学校「統計」と高等学校「スーパーアナライズ数学」との体系的な接続について研究開発を行った。 ・第1期のSSコースのみに開講していた「スーパーアナライズ数学」(1単位)との違いを、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・中学校数学及び既存の「理数数学Ⅰ」との体系的な連携について研究開発を行った。 ・課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」について、講座内容、生徒の選択状況、外部講師との連携や外部施設の利用について、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより検証を行った。 (4) 上記以外の取組について ・Webページの内容や広報の在り方および成果の普及について研究開発を行った。 ・既存の行事に加え、他のSSH校との合同成果発表会「サイエンス・ギャラリー」等の新事業の実施と参加者へのアンケートによる検証を行った。 ・併設中学校入試動向と、それに伴い変化する内部進学生と高校入学生の数について県教委と連携しての検討を行った。
<p>第2年次 (H29年度)</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発について ・「スーパー探究科学」について、1年次に加えて、中学校「数学探究」「理科探究」「統計」との体系的な接続についての検証、内部進学生と高校入学生の指導内容についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・独自テキスト『スーパー探究科学《基礎・基本編》』『スーパー探究科学《研究・発展編》』の研究開発を行い、全国SSH校等に配布するなど、成果普及を行った。 ・「スーパー探究科学」や中学校「理科探究」「数学探究」について、評価方法とりわけルーブリックの活用について研究開発を継続する必要がある。 (2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発について ・第1学年の「スーパーサイエンス英語」について、1年次に加えて、中学校「英会話」との体系的な接続についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・第2学年の「スーパーサイエンス英語」について、展開内容や教材開発についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・JSPSフェローやALT等との連携の検証、理科及び数学教員と連携したイマージョン授業に関する研究開発を進めた。 ・第3学年で次年度開講する「グローバル・コミュニケーション」についての指導計画と内容の研究及び開発を進めた。 (3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発について ・第1学年の「スーパーアナライズ数学」について、1年次に加えて、中学校「統計」

	<p>との体系的な接続についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第2・3学年で次年度開講する「スーパーロジック国語」についての指導計画と教材等内容の研究及び開発を進めた。 ・「スーパーロジック国語」や「グローバル・コミュニケーション」と「スーパー探究科学」との連携について指導計画を検討した。 ・課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」について、1年次に加えて、生徒の選択講座と「スーパー探究科学」における研究テーマとの関連についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 <p>(4) 上記以外の取組については、1年次に準じた研究を実施した。次年度に向け、成果と課題をまとめた。</p>
第3年次 (H30年度)	<p>(1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパー探究科学」について、2年次に加えて、「グローバル・コミュニケーション」や「スーパーロジック国語」との体系的な連携についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 <p>(2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第3学年の「グローバル・コミュニケーション」について、展開内容や教材開発についての検証、JSPSフェローやALT等との連携の検証、理科及び数学科教員との連携に関する検証、海外の姉妹校との交流や共同研究についての検証を、それぞれ担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・「SSHアメリカ研修」において、海外の大学と共同で研究する短期海外科学研修プログラムについての検証を、生徒対象のアンケートにより行った。 <p>(3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパーロジック国語」について、展開内容や教材開発についての検証、「スーパー探究科学」との体系的な連携についての検証を、それぞれ担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 <p>(4) 上記以外の取組については、1、2年次に準じた研究を実施した。次年度に向け、成果と課題をまとめた。</p>
第4年次 (R1年度)	<p>(1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパー探究科学」を通して、生徒の主体性や創造性を育成するための方法についての研究とその検証を行った。 ・「スーパー探究科学」において、ルーブリックを用いた指導と評価の一体化についての研究と校内教職員への普及を行った。 ・生徒の研究成果の各種コンテストや各種学会ジュニアセッションでの発表数や受賞数の変化に関して検証を行った。 ・「スーパー探究科学」と中学校「数学探究」「理科探究」との体系的な接続についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・地元企業や研究機関との地域連携プロジェクトについての検証を行った。 <p>(2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパーサイエンス英語」と「グローバル・コミュニケーション」との体系的な接続についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・「スーパー探究科学」と連携して、生徒の研究成果を英語で口頭及びポスター発表を行うための方法についての研究とその検証を行った。 <p>(3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」と探究活動の効果的な繋がりについての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 ・「スーパーロジック国語」の効果の検証と他のSSH科目との科目横断的な連携についての検証を、担当教員への聞き取りや生徒対象のアンケートにより行った。 <p>(4) 上記以外の取組について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教務部と連携して、ルーブリック作成に関わる全教員対象の校内研修会を行い、「スーパー探究科学」「スーパーロジック国語」以外のSSH関連の学校設定科目においてもルーブリックを完成させた。 ・併設中学校から進学してきた生徒の進路実績に関して検証を行った。

第5年次 (R2年度)	<p>(1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパー探究科学」と他のSSH関連の学校設定科目、普通教科・科目等との体系的な連携についての検証の5年間のまとめ。 ・「スーパー探究科学」におけるテーマ設定方法と研究期間についての検証。 ・中高接続による6年間を通しての探究活動についての検証の5年間のまとめ。 ・地元企業や研究機関との地域連携プロジェクトについての検証。 <p>(2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・英語関連のSSH科目と探究活動との連携についての検証の5年間のまとめ。 ・国際共同研究や国際学会での発表数及びその内容の検証。 ・海外研修における研究成果の検証とその普及。 <p>(3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「スーパーアナライズ数学」「スーパーロジック国語」と探究活動との効果的な繋がりについての検証の5年間のまとめ。 <p>(4) 上記以外の取組について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒の進学実績を含めた第1期からの10年間の成果のまとめ。 ・一般科目を含むすべての科目におけるルーブリックの完成と学校全体での授業改善。 ・教育目的や教育効果を勘案した行事の精選。
----------------	---

○教育課程上の特例等特記すべき事項

(1) 必要となる教育課程の特例とその適用範囲

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
理数科	スーパー探究科学	2	総合的な学習の時間	1	第1学年
			情報	1	
	スーパー探究科学	2	総合的な学習の時間	2	第2学年
	スーパー探究科学	2	課題研究	2	第3学年
	スーパーアナライズ数学	2	情報	1	第1学年

(2) 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

学科・コース	開設する科目名	単位数	対象	備考
理数科	スーパーサイエンス英語	1	第1学年	必履修
		1	第2学年	必履修
	スーパーロジック国語	1	第2学年	必履修
	グローバル・コミュニケーション	1	第3学年	必履修

○令和元年度の教育課程の内容

「令和元年度の教育課程表」(資料編 53 ページ) 参照

以下の表に、SSH関連学校設定科目の目標と内容について記す。

科目名	対象・単位数	目標・内容
スーパー探究科学	第1学年・2単位 第2学年・2単位 第3学年・2単位	<p>目標：PDCAサイクルを重視した探究活動を通して、科学的思考力、問題解決能力、伝え合う力、表現力等を養う。</p> <p>内容：第1学年では問いの立て方や仮説の設定等の探究の基礎・基本を学習し、第2・3学年では班別に独自のテーマに沿った発展的な研究活動を実施する。</p>
スーパーサイエンス英語	第1学年・1単位 第2学年・1単位	<p>目標：科学に関する内容の学習を題材とし、英語への興味・関心を高めるとともに、そのコミュニケーション能力を高める。</p> <p>内容：科学的な英文を読み、その内容に対し適宜ディスカッションを行う。また、数学・理科のイメージ授業も取り入れる。</p>
グローバル・コミュニケーション	第3学年・1単位	<p>目標：生徒の探究活動の内容を題材とし、海外に向けて情報発信を行うことで、英語によるコミュニケーション能力を高める。</p> <p>内容：「スーパー探究科学」で取り組んだ内容を、英語で発表したり、英語で論文を作成したりする。</p>

スーパーアナライズ数学	第1学年・2単位	目標：生活と数学との関わりから数学に興味をもたせるとともに、統計などの手法を用いて数理科学的思考力を養う。 内容：実生活に役立つ確率や図形の学習を行う。また、教科「情報」の代替として、EXCEL等を用いたデータ処理について学ぶ。
スーパーロジック国語	第2学年・1単位	目標：体験したことや取り組んできたことを文章で表現する過程を通して、論理的思考力や伝え合う力を養う。 内容：パラグラフライティング等の技法を用いて、論理的でわかりやすい文章の作成法を学ぶ。

○具体的な研究事項・活動内容

学校設定科目や課外活動の一環として、また授業以外の行事として、本年度は以下の取組を実施した。

年月日(曜日)	内容	対象
R1. 5.15(水)	出前授業「探究活動の進め方」(立命館大学講師 蒲生諒太氏)	中学校全生徒
R1. 6. 4(火)	SA数学情報講座①(大阪工業大学准教授 杉山典正氏)	高校1年全生徒
R1. 6. 8(土)	科学講演会「ガスハイドレート」(大阪大学助教 菅原武氏)	中・高全生徒
R1. 6.17(月)	サイエンスGO企業訪問①<田村薬品工業株式会社>	高校1年全生徒
R1. 6.22(土)	青翔サイエンス・クエスト(小学生対象探究クイズコンテスト)	科学部他中高有志
R1. 7.28(日)	サイエンス・ギャラリー<大阪府立男女共同参画・青少年センター> ミニレクチャー「データサイエンス入門」(滋賀大学准教授 藤井孝之氏)	高校2・3年全生徒
R1. 8. 2(金) ~3(土)	夏期科学研修<高知大学海洋コアセンター、牧野植物園、北淡町震災記念館>	中・高希望者
R1. 8.19(月) ~20(火)	SS英語サマーキャンプ(県内理系ALT5名等)	高校2年全生徒
R1. 8.29(木)	SA数学プログラミング講座<大阪工業大学>	高校1年全生徒
R1. 9.30(月)	第1回SSH運営指導委員会(運営指導委員5名出席)	—
R1.10.20(日) ~26(土)	SSHアメリカ合衆国海外研修<シアトル・カスケディア大学、ボーイング社、フレッドハッチキンソン癌研究所等>	高校2年全生徒
R1.11.11(月)	サイエンスGO企業訪問①<株式会社タカトリ>	高校1年全生徒
R1.11.21(木)	SA数学情報講座①(大阪工業大学准教授 五丁龍志氏)	高校1年全生徒
R1.11.28(木)	SA数学スペシャルセミナー(近畿測量専門学校 石井裕介氏 他)	高校1年全生徒
R1.12.18(水) ~24(火)	SSHタイ国T-J SIF海外研修<プリンセスチュラボン・サイエンスハイスクール・ムクダハン校等>	高校2年2名
R2. 1.11(土)	女性研究者との座談会(龍谷大学博士研究員 神谷麻梨氏)	中・高希望者
R2. 1.21(火) ~27(月)	SSHタイ国姉妹校海外研修<プリンセスチュラボン・サイエンスハイスクール・ナコンシータンマラート校等>	高校2年4名
R2. 2. 7(火) ~13(月)	タイ姉妹校来校・交流(タイ教員3名、生徒8名)〔さくらサイエンスプランとして実施〕	—
R2. 2.11(火)	SS探究科学研究発表会<大和高田市さざんかホール>	中・高全生徒
R2. 2.11(火)	第2回SSH運営指導委員会(運営指導委員7名出席)	—
R2. 2.26(水)	星空観望会	中・高希望者
R2. 3.12(木)	理論物理学者による講演会(東京理科大学教授 山本貴博氏)	中・高希望者

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

今年度に行った主な研究成果の普及として、以下の5点が挙げられる。

- (1) 7月に生徒研究ポスター発表会「サイエンス・ギャラリー」を、2月に口頭及びポスター発表会「SS探究科学研究発表会」を実施し、保護者をはじめ学校関係者、地域住民を対象に生徒の探究活動の成果を発表した。
- (2) 6月の科学講演会の際に、参加保護者や学校関係者等を対象とした成果報告会を実施し、本校SSH事業の取組内容と成果について説明を行った。
- (3) 6月に、県内小学生を対象に探究クイズコンテスト「青翔サイエンス・クエスト」を実施したところ、83名の小学生の参加があり、小学生やその保護者・小学校教員等へ探究活動について

の成果普及が行えた。

- (4) 本年度は6回、科学部が近隣の幼稚園や小学校、科学館等を訪問し、出前実験等を行い、地域の子供たちの科学への興味・関心を高めるのに貢献している。
- (5) 日本理科教育学会第69回全国大会をはじめとして本年度に7回、本校教員がSSH事業の成果であるルーブリックと相互評価表を用いた評価について研究発表を行った。

○実施による成果とその評価

今年度の主な成果としては、以下の5点が挙げられる。

- (1) 学校設定科目「スーパー探究科学」において、生徒の興味・関心に基づいた班編成ができるように改善するとともに、評価基準を事前に提示し、指導と評価の一体化を図った。生徒のアンケート結果やルーブリックによる生徒の自己評価と教員による評価から、論理的思考力・創造力・表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力・協働する力といったコンピテンシーが身に付いたことが分かる。また、中学第3学年「理科探究」を含めた全ての学年で、ルーブリックを用いた生徒の自己評価及び相互評価を全面实施できた。この結果から、探究活動での学びを日常生活に汎化しようとする意欲の向上が認められた。
- (2) 学校設定科目「スーパーサイエンス英語」「グローバル・コミュニケーション」において、授業内でペアワークやグループワークを積極的に取り入れることにより、生徒の科学英語の発表力・語彙力・記述力などが、学年が上がるほど上昇することがアンケート結果から窺えた。また、海外研修では、国際的な視点への意識、探究活動への問題を理解する力も身に付いた。
- (3) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」において、生徒のアンケート結果を分析すると、情報収集力・情報分析力・論理的思考力が身に付いたことが分かる。学校設定科目「スーパーロジック国語」において、同じく、論理的思考力・コミュニケーション力・批判的思考力が身に付いたことが分かる。
- (4) 本年度の本校生徒の活動実績としては、日本植物生理学会等の学会高校生セッションに参加した生徒は延べ63名、各種科学オリンピック予選に参加した生徒は延べ367名（このうち地学オリンピックでは1名が本選出場）、科学の甲子園県予選では2位（ジュニアでも県2位）、日本学生科学賞奈良県審査では7年連続知事賞、6年連続学校賞（最多入賞数の学校に贈られる賞）であった。
- (5) 年度末の生徒に対する意識調査の結果を昨年度と比較すると、独創性、問題発見力、問題解決力、考える力がそれぞれ10%以上上昇した。また、全国SSH校の平均（平成30年度）と比較すると、すべての項目で上回っており、理科実験への興味、国際性については20%以上高いといった結果が出ている。本校が理数科単科高等学校であること、海外交流プログラムが効果的であることがその理由であると考えられる。

○実施上の課題と今後の取組

次年度は特に以下の4点について、重点的に取組を進める必要がある。

- (1) 本年度より、従来の中学3年生対象の「理科探究」「数学探究」に加え、中学1・2年生にも「総合的な学習の時間」の一環として基礎的な課題研究を実施した。その結果、グループで活動することで学びが深まることを見取れたが、新たな課題の発見と統計処理が課題であることがわかり、中学校段階での次年度以降の探究活動の方向性が模索できた。
- (2) 本校の探究指導の成果物である「スーパー探究科学参考資料《基礎・基本編》」「同《研究・発展編》」を作成して2年が経過した。この間に新たに開発した教材やルーブリックを普及させるため、本校のWebページを効果的に活用する必要を感じる。
- (3) 今年度までのところ、本校では多くの科目・行事について、成果の検証の方法としてアンケート分析を多用してきた。しかし、次年度以降は「スーパー探究科学」で実施しているように、ルーブリックを活用した分析を行う必要がある。また、進路指導部とタイアップしてジェネリックテストによる分析も推進したい。卒業後5年目の卒業生へのアンケートについては、実施方法の改善を検討したい。
- (4) 本校SSH事業も第2期4年目に入り、年間で実施しているSSH関連行事もかなり多くなった。しかし、各事業の実施目的や、それに対する効果を検証するとともに、生徒の疲弊防止と教員の働き方改革を考慮して、課外活動「青翔アラルト・ワークショップ(SAW)」について、来年度以降はその実施の時期や回数・内容について検討する必要を感じる。

②令和元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	(根拠となるデータ等は報告書本文に記載)																																					
<p>(1) 「青翔スパイラルアップ・プログラム<SSUP>」について 仮説：高等学校の全学年・全生徒に学校設定科目「スーパー探究科学」を開講するとともに中学校3年生に「理科探究」・「数学探究」を実施し、PDCAサイクルによるスパイラルアップ型探究活動を行い、成果を各種学会のジュニアセッションなどで発表すれば、情報収集力、情報分析力、論理的思考力、創造力、表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力、協働する力、科学倫理といったコンピテンシーを身に付け、地域に貢献できる生徒が育つ。</p> <p>a) 併設中学校での取組 今年度から、中学校第1学年と第2学年でも基礎的な課題研究を新たに実施した。第一学年の事前・事後意識調査の結果(第3章1.(2)表1参照)から、探究活動の過程を身に付け、探究活動での学びを日常生活へ汎化しようとする意欲の向上が示唆される。第3学年の事後アンケート項目のうち75%以上が肯定的回答であった項目(第3章1.(2)表2参照)から、探究活動の過程を学び、身に付けたと考えられる。</p> <p>b) 第1学年の「スーパー探究科学」の取組について 今年度より、生徒の興味・関心に基づいた班編成を実施した。また、評価基準を事前に示し、指導と評価の一体化を図った。その結果、主体的に学び、以下のデータから、情報収集力、情報分析力、論理的思考力、創造力、表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力、協働する力といったコンピテンシーを身に付けたことが示唆される。 実践開始前後で、意識調査を実施し、31項目中で有意に平均値が上昇した項目を示す(第3章1.(3)表3参照)。自由記述に対して共起ネットワーク分析(ユーザーローカル社)を実施した結果、実践途中の記述では、議論することで多面的な見方ができる、研究への理解の深まりを見取ることができた。実践終了後の記述では、社会貢献への意欲の高まり、探究の過程の重視、研究を自分ごとと捉えるなどを見取ることができた(第3章1.(3)参照)。 「研究の考察を記述する」を課題として考察を記述し、自己評価・相互評価の評価表に基づいて、自己評価・相互評価を実施した。自己評価については、1回目を提出時、2回目を再提出時として示す。提出時と再提出時の生徒のポイントの平均値の比較をt検定で行った。評価基準の1~3の全てにおいて有意にポイントが上昇した(第3章1.(3)表1参照)。また、提出時と再提出時のコメントをテキストマイニングツール(ユーザーローカル社)により、出現する語の傾向を見取った。その結果、提出時には正確な記述に関する語句が多い傾向、再提出時には考察を記述することに対して肯定的に受け止めた語句が多い傾向であった(第3章1.(3)参照)。後藤(2013)(第3章1.(3)表2参照)より、評価基準1~3は科学的リテラシーと関係していると知られているため、科学的リテラシーの向上が示唆される。</p> <p>c) 第2学年の「スーパー探究科学」の取組について 今年度から高校2年生で再度、テーマ選択の機会を与え、より主体的に探究活動に取り組むことができるように工夫した。また、評価基準を事前に示し、指導と評価の一体化を図った。 その結果、以下のデータから、同じ興味・関心をもった生徒同士が主体的に協同して研究に取り組み、論理的思考力、創造力、表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力、協働する力といったコンピテンシーを身に付けたと示唆される。事後の意識調査のうち昨年度より向上した項目を表1に示す。ポスター発表の評価基準「自分たちの研究の価値が説明できているか」と「ポスターは見やすいか」について、教員がポスターを4段階で評価した結果、2学期の平均点がそれぞれ1学期より4%と8%上昇した。(第3章1.(4)参照)</p> <p style="text-align: center;">表1 第2学年の「スーパー探究科学」昨年度から上昇した項目(%)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">質問番号</th> <th style="width: 60%;">質問項目</th> <th style="width: 15%;">第1学年時</th> <th style="width: 15%;">第2学年時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">ニ</td> <td>論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた</td> <td style="text-align: center;">84.4</td> <td style="text-align: center;">93.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ハ</td> <td>探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた</td> <td style="text-align: center;">71.9</td> <td style="text-align: center;">83.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>d) 第3学年の「スーパー探究科学」の取組について 継続研究により内容が深まる中で、大学や研究機関と連携して、より専門性の高い指導助言を受けることで意欲的に取り組めるように工夫した。その結果、以下のデータから、論理的思考力、表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力、協働する力といったコンピテンシーを身に付けたと示唆される。 表2に事後の意識調査において、肯定的に回答した割合が第2学年で減少し高3で向上した項目を示す。第3学年での研究の最終段階で研究発表や論文作成に取り組むなかで、困難を克服した成果と考えられる。(第3章1.(5)参照)</p> <p style="text-align: center;">表2 昨年度から上昇した項目(%)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">質問番号</th> <th style="width: 60%;">質問項目</th> <th style="width: 10%;">第1学年時</th> <th style="width: 10%;">第2学年時</th> <th style="width: 10%;">第3学年時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">イ</td> <td>科学への興味・関心が高まった</td> <td style="text-align: center;">73.0</td> <td style="text-align: center;">80.0</td> <td style="text-align: center;">81.1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ロ</td> <td>論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた</td> <td style="text-align: center;">70.3</td> <td style="text-align: center;">70.0</td> <td style="text-align: center;">75.7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ハ</td> <td>探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた</td> <td style="text-align: center;">75.7</td> <td style="text-align: center;">73.0</td> <td style="text-align: center;">78.4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ニ</td> <td>プレゼンテーションの技術が身についた</td> <td style="text-align: center;">94.6</td> <td style="text-align: center;">75.7</td> <td style="text-align: center;">86.5</td> </tr> </tbody> </table>		質問番号	質問項目	第1学年時	第2学年時	ニ	論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた	84.4	93.5	ハ	探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた	71.9	83.9	質問番号	質問項目	第1学年時	第2学年時	第3学年時	イ	科学への興味・関心が高まった	73.0	80.0	81.1	ロ	論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた	70.3	70.0	75.7	ハ	探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた	75.7	73.0	78.4	ニ	プレゼンテーションの技術が身についた	94.6	75.7	86.5
質問番号	質問項目	第1学年時	第2学年時																																			
ニ	論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた	84.4	93.5																																			
ハ	探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた	71.9	83.9																																			
質問番号	質問項目	第1学年時	第2学年時	第3学年時																																		
イ	科学への興味・関心が高まった	73.0	80.0	81.1																																		
ロ	論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた	70.3	70.0	75.7																																		
ハ	探究活動を通してコミュニケーション能力が身についた	75.7	73.0	78.4																																		
ニ	プレゼンテーションの技術が身についた	94.6	75.7	86.5																																		

e) 生徒発表会「サイエンス・ギャラリー」

白陵高等学校など他校5校と本校でポスター発表会を実施した。事後アンケートの抜粋を表3に示す。その結果、対話的に学ぶこと、自己評価・他者評価を実施するためには評価基準の理解が必要であり、自己評価・他者評価を通してポスター発表の評価基準を身に付けたこと、さらにその評価基準に基づいて研究を進め、発表すればよいという手段保有感を得たと考えられる。(第3章1.(6)参照)

表3 「サイエンス・ギャラリー」肯定的回答が80%以上の項目(抜粋)

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
チ	様々な参加者(大学の先生や大学院生)との交流は刺激になりましたか。	85
リ	評価することに意味や価値を感じましたか。	88
ヌ	ポスター作成、およびポスター発表をする際に何が大切かつかめましたか。	81

f) 生徒発表会「SS探究科学研究発表会」

中学校第1学年2班、第2学年5班の有志生徒もポスター発表を実施し、高等学校第2学年は全員が英語で研究発表をするなど、研究成果を全校で共有できた。事後アンケートの自由記述からは、伝える力を伸ばしたという意見が多かった。また事後アンケートの結果より、80%以上の生徒が「理科・数学に対する興味・関心が高まった」「表現力やコミュニケーション能力が身に付いた」と回答した。(第3章1.(7)参照)

g) 教員の資質向上

中学第1、2学年では、理科、数学科だけではなく、英語科、社会科と保健体育科の教員が探究活動の指導を実施した。主担当は理科であるが、事前・事後のアンケートの実施やMI理論を基にした班編成など、教員が一人一人の生徒の能力を事前に把握し、一人一人の生徒に適した指導方法で探究活動を実施できた。

中学第3学年から高等学校第3学年の全てで、「スーパー探究科学」におけるルーブリックを用いた生徒の自己評価及び相互評価を全面実施できた。理科教員全員と数学科教員3名がルーブリックに基づく指導を実践した。県内他校2校での実施例があり、本校の研究開発は教員の資質向上に資すると考えられる。(第3章1.(2)参照)

(2) 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム<SGCP>」について

仮説：高等学校で学校設定科目「スーパーサイエンス英語」、「グローバル・コミュニケーション」を開講するとともに、中学校全学年で「英会話」の時間を設けるほか、海外姉妹校などとの交流・共同研究を行うことで、科学英語に対する興味・関心が高く、科学英語による高いコミュニケーション能力や表現力を身に付けた生徒が育つ。

a) 第1学年及び第2学年対象の学校設定科目「スーパーサイエンス英語」

令和元年度の第1学年と第2学年の事後アンケート結果のうち、第2学年で肯定的回答の割合が75%以上の項目を表4に示す。第1学年より第2学年で肯定的回答が増えたため、科学英語の発表力、語彙力、記述力、質疑応答に対応する力がついたと考えられる。

(第3章2.(1)参照)

表4 「スーパーサイエンス英語」肯定的回答が75%以上の項目

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]	
		第1学年	第2学年
a	Did you improve your presentation skills?	69.4	93.5
b	Did you improve your understanding of scientific language?	72.2	77.4
d	Did you feel more confident in responding to questions?	58.3	77.4
f	Do you feel more confident in writing scientific content?	63.9	77.4

第1学年N=36 第2学年N=31

b) 第3学年対象の学校設定科目「グローバル・コミュニケーション」

事後アンケート結果のうち、肯定的回答の割合が80%以上の項目を表5に示す。「スーパー探究科学」の内容を題材に英語で発表する力と科学の視点で国際的な問題を理解する力がついたと考えられる。(第3章2.(2)参照)

表5 「グローバル・コミュニケーション」肯定的回答が80%以上の項目

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
1	科学英語の知識が深まった	87
2	SDGsへの科学技術の貢献に理解が深まった	85
3	英語プレゼンテーション力が高まった	84
4	世界の諸問題の解決への科学的な取組を英語で理解する力が向上した	80

N=39

c) 海外研修「SSHアメリカ合衆国海外研修」および「SSHタイ国研修」

「SSHアメリカ合衆国海外研修」と「SSHタイ国研修」の事後アンケートの結果をそれぞれ表6と表7に示す。国際的な視点への意識、科学英語の知識および探究活動の内容と意欲が向上した。(第3章2.(3)(4)参照)

表6 「SSHアメリカ合衆国海外研修」昨年度と今年度の肯定的回答の比較

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]	
		昨年度	今年度
1	国際的な視点への意識が高まりましたか	84	100
2	科学英語に関する知識が高まりましたか	84	100

昨年度 N=39 今年度 N=31

表7 「SSHタイ国研修」肯定的回答の割合(%)

質問項目	肯定的回答[%]	
	非常に高まった	やや高まった
研修の前後で、探究活動への意欲は高まりましたか。	50	50
研修の前後で、国際的な視点への意識は高まりましたか。	100	0
研究の内容は深まりましたか。	50	50
英語に関する興味は深まりましたか。	100	0
英語に関する知識は深まりましたか。	100	0

N=6

(3) 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム<SEL P>」について

仮説：第1期ではSSコースのみで1単位で開講していた学校設定科目「スーパーアナライズ数学」を、高等学校第1学年全生徒に2単位で開講するほか、中学校全学年で「統計」の時間を設け、生活に密着した体験重視型数理科学教材を開発すれば、コンピュータを活用した情報収集力、情報分析力、論理的思考力や表現力を身に付けた生徒がさらに多く育つ。また、高等学校及び中学校の生徒に、自らの興味・関心に応じて選択できる課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ（以下、SAWと表記）」を設定し、教科の枠を越えた体験プログラムを行えば、科学に興味・関心が高く、幅広い視野をもった生徒が育つ。

a) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」

事後アンケートの結果、肯定的回答が90%以上の項目は「コンピュータを活用した情報収集能力」「表計算ソフトを用いたデータ分析」「論理的思考力」であった。これらのことから、情報社会への参画に必要な意欲と論理的思考力が身に付いたと考えられる。（第3章3.(1)参照）

b) 学校設定科目「スーパーロジック国語」

事後アンケートの結果を表8に示す。この結果より、各自に必要な情報を精査し根拠を示して説明するなどの論理的思考力、コミュニケーション能力および批判的思考力を身に付けたと考えられる。（第3章3.(2)参照）

表8 「スーパーロジック国語」肯定的回答が80%以上の項目

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
1	書物の内容を読み取り要点をまとめ、工夫して発表できた。	86.7
2	情報や話題をもとに、自分の考えを深めることができた。	90
3	根拠を明確にし、論理的に表現する力が身についた。	80
4	発表を通してコミュニケーション能力が身についた。	80
6	発表をしっかりと聞いて論拠の妥当性を判断することができた。	93.3

N=30

c) 課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」

事後アンケートから全ての項目で肯定的回答は95%以上であった。生徒の興味・関心に応じた教科の枠を超えた体験活動を実施したことで、生徒の科学への興味・関心を高め、視野を広げたと考えられる。（第3章3.(3)参照）

d) SSH行事「科学講演会」、「女性研究者との座談会」、「夏期科学研修」

各行事の事後アンケートの全項目において、肯定的回答はそれぞれ70%以上、100%、80%以上であった。生徒の科学に対する興味・関心と知識が高まり、また自らの進路と将来の職業選択に対する考え方が深まったと考えられる。（第3章3.(4)(5)(6)参照）

(4) その他の研究開発

仮説：本校が理数教育の拠点として、保護者への啓発活動や地域への成果の普及活動を行うことで、家庭や地域の理科・数学に対する教育力が向上する。

a) 地域との連携

サイエンスGOでは、学校設定科目「スーパー探究科学」の一貫で、地元企業である田村薬品株式会社と株式会社タカトリへ伺い、工場を見学するとともに、医薬品や工業製品の製造や研究開発に関する講義を受けた。（第3章4.(1)参照）

b) 大学・研究機関との連携

学校設定科目「スーパー探究科学」などの指導・助言を中心に12の大学・研究機関と連携をした。探究活動では生徒の研究が進むことで、高性能の装置や設備を使用した解析が必要となり、学びの深まりが認められた。また、高校での学びが大学につながることを生徒が意識できた。（第3章4.(2)参照）

c) 各種オリンピック・学会発表等

表9に科学オリンピック等の参加者数、表10に論文コンテストでの受賞、表11に学会等への参加および表13に教員によるSSHに関わる研究発表を示す。教員による研究発表を実施した人数は平成29年度は延べ10名、平成30年度は延べ15名、今年度は延べ10名である。本校の教諭は29名であるため、SSH2期目指定以降で教員の資質の向上が認められる。（第3章4.(3)参照）

d) SSHにかかわる授業改善

学習指導要領を超えた発展的な取組を実施した科目とその方向性を表12に示す。SSHの取組を通じて、日常事象を扱うこと、高度な知識の理解、および探究的な学びを意識した授業改善を実施した。また、教科間連携では、国語総合（古典）と地理、地学と地元産業（地理）など教科融合の取組を実施した。（第3章4.(4)参照）

表9 令和元年度科学オリンピックの参加者数

大会名	予選参加[人]	本選出場[人]	受賞
地学オリンピック	15	1	
化学グランプリ	7		
数学オリンピック	7		
生物オリンピック	32		優秀賞1名 優良賞2名
日本情報オリンピックジュニア大会	306		

表 10 令和元年度論文コンテスト受賞

実施日	大会名	受賞
2019年11月8日	第63回日本学生科学賞奈良県審査	学校賞 知事賞 教育委員会賞 優秀賞3本 佳作2本
2019年11月	第16回中高校生南極北極科学コンテスト	奨励賞

表 11 令和元年度学会等の参加者数(抜粋)

実施日	大会名
2019年7月15日	第9回高校生天文活動発表会－天文高校生集まれ！！－
2020年3月17日	日本物理学会ジュニアセッション
2020年3月19日	第22回日本天文学会ジュニアセッション
2020年3月20～21日	つくばScienceEdge2020
2020年3月21日	日本植物生理学会
2020年3月29日	日本森林学会

表 12 授業改善の方向性

	日常事象からの発展	学習指導要領を超えた知識	探究的な学び
数学科	○		○
英語科		○	
理科	物理		○
	化学	○	
	生物		○
	地学	○	○

表 13 令和元年度教員によるSSHに関わる研究発表

実施日	研究発表
2019年6月9日	NPO法人五新線再生推進会議「第58次日本南極地域観測隊参加を通じた科学教育」講演
2019年9月22日	日本理科教育学会第69回全国大会口頭発表「ルーブリックと相互評価表を用いたSSH「探究科学」の評価について」
2019年10月9日	令和元年度マルチプルインテリジェンス理論に基づいた指導開発法における県内公開授業
2019年12月6日	東洋大学生命科学部食環境学科「教職実践演習」大学4年生対象 講師
2019年12月6日	東洋大学生命科学部食環境学科「理科指導法」大学3年生対象 講師
紙上发表	公益財団法人日本極地研究振興会「南極・北極から地球の未来を考えるESD学習プログラム」副読本『南極の空気はどれくらいきれいか～空気中の微粒子の量について考える～』
紙上发表	公益財団法人日本極地研究振興会『南極と北極の総合誌極地』109号「中学生が取り組んだ「昭和基地の大気中微生物の遺伝子解析」」
紙上发表	奈良県教育振興会『やまと』「学習意欲を高める探究科学の評価について」
紙上发表	ベネッセ教育総合研究所 View21. 高校版 2019(3), 42-45「改良」指導ツール ビフォーアフター 2年生2学期 ポートフォリオ」
紙上发表	奈良県教育研究所紀要「探究的な学習における脳科学を活かした教育実践」

e) 生徒の意識調査

「SSHの取組に参加したことで効果がありましたか」に対して、A～Fの全ての項目で、効果が得られたと回答した生徒の割合は全国平均より高かった(第4章2.参照)。設問「SSHの取組に参加したことで興味、姿勢、能力が向上しましたか」について、<大変向上した、やや向上した、もともと高かった>と回答した生徒の割合を全国平均と比較した(第4章2.参照)。その結果、全ての項目で全国平均を上回った。

f) 教員の意識調査

SSHの取組に参加したことで生徒につけることができた力について、教員が「大変向上した」と回答した割合を全国平均と比較し表14に示す。この結果、全ての項目で全国平均を上回った。また、「学習指導要領よりも発展的な内容」について「大変重視した37%、やや重視した57%」、「教科・科目を超えた教員の連携」について「大変重視した43%、やや重視した57%」となった。(第4章3.参照)

表 14 教員の意識調査「大変向上した」割合(%)

項目	本校	全国
興味・関心・意欲	67.7	41.8
学習に対する意欲	64.5	32.7
好奇心	64.5	36.6
学んだことを応用することへの興味	45.2	24.7
社会で科学技術を正しく用いる姿勢	29.0	15.6
協調性・リーダーシップ	58.1	40.7
独創性	38.7	17.2
問題発見力・気づき力	48.4	24.0
問題を解決する力	45.2	24.4
成果を発表し伝える力	80.6	61.5
国際性	58.1	22.5

g) 保護者の意識調査

「SSHに参加したことで、お子さんの科学技術に対する興味・関心・意欲は増したと思いますか」、「SSHの取組を行うことは学校の教育活動の充実や活性化に役立つと思いますか」についても、「とても思う」「そう思う」と肯定的にとらえる保護者は、第1学年から第3学年でそれぞれ70%以上から90%以上であった。(第4章4.参照)

h) 卒業生の意識調査

平成25、26年度卒業生への意識調査の結果、質問項目の全てで大学の友人や企業の同僚と比較して優位であった。特に、「他者より専門分野の知識が充実している」「他者より研究活動に意欲的である」に対しては7割以上が効果があったと回答した。(第4章6.参照)

② 研究開発の課題 (根拠となるデータ等は報告書本文に記載)

(1)「青翔スパイラルアップ・プログラム<SSUP>」について

a) 併設中学校での取組

第1学年意識調査において、「新しい知識を身に付けたい」は事前・事後で有意に平均値が低下した(第3章1.(2)表1)。これは、新しい知識をつけることにより、既存の知識を組み合わせると新発見ができると、探究活動を通じて学んだためと考えられる。第3学年で肯定的回答が50%未満の項目を第3章1.(2)表3に示す。探究活動の過程は身に付いたが、新たな課題の発見と統計処理が課題である。

b) 第1学年「スーパー探究科学」

実践修了後の1月に、4点満点中3点未満の項目を第3章1.(3)表4に示す。質問12、20、29は低いものの、実践を通して有意に上昇しているため、現在の取組を進めていくことで改善されると考えられる。しかし、質問31に関しては低いままであり、課題である。今後も生徒の興味・関心に基づく探究活動を展開し、探究活動と進路指導の一体化を目指す。(第3章1.(3)参照)

- c) 第2学年「スーパー探究科学」
事後アンケート「PDCAを重視し、探究活動をすすめることができた」への肯定的回答は74.2%であった。新規テーマとなったことで、PDCAサイクルを十分にまわせなかったことが要因と考えられる。しかし、生徒の興味・関心に応じた研究テーマとなっており、第3学年での発展が期待できる。(第3章1.(4)参照)
- d) 生徒発表会「サイエンス・ギャラリー」
事後アンケートで肯定的回答が60%以下の項目を表1に示す。これは講義内容が、データサイエンスであり、自然科学に対する興味・関心の向上につながりにくいテーマであったと考えられる。今後は講義内容に沿ったアンケートを作成する。
- e) 生徒発表会「SS探究科学研究発表会」
講評をいただいた大学の先生方からは、質問が少ないことを指摘していただいた。
- (2) 青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム<SGCP>について
- a) 学校設定科目「スーパーサイエンス英語」
事後アンケートで肯定的回答が70%以下の項目を表2に示す。自分自身の研究内容を説明する力が弱いことが分かる。他の英語科目とのさらなる連携と中高一貫を見通した指導を進めていく。
- b) 学校設定科目「グローバル・コミュニケーション」
事後アンケートで肯定的回答が70%以下の項目を表3に示す。自分自身の研究内容を説明する力が弱いことが分かる。今後は、生徒の自己評価・班間の相互評価についての方法を再考し、活動内容を工夫する。
- (3) 青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム<SELP>について
- a) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」
事後アンケートの結果、全ての項目で肯定的回答は80%以上であった。しかし、肯定的回答とした「身に付いた」「少し身に付いた」では、全ての項目で「少し身に付いた」が多い。そのため、事前・事後のアンケートを実施し、生徒の変容をより見取ることができるようにする。
- b) 学校設定科目「スーパーロジック国語」
事後アンケートで肯定的回答が80%以下の項目を表4に示す。

表1 「サイエンス・ギャラリー」事後アンケートで肯定的回答が60%以下の質問

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
ホ	参加したことで、自然科学への興味・関心が高まりましたか。	59

表2 「スーパーサイエンス英語」事後アンケートで肯定的回答が70%以下の質問

質問番号	質問項目	肯定的回答 [%]	
		第1学年	第2学年
c	Did you feel more confident in presenting your own topic?	66.7	67.7

第1学年N=36 第2学年N=31

表3 「グローバル・コミュニケーション」事後アンケートで肯定的回答が70%以下の質問

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
5	自分の考えを英語で表現する力が向上した	69

N=39

表4 「スーパーロジック国語」事後アンケートで肯定的回答が80%以下の質問

質問番号	質問項目	肯定的回答[%]
5	プレゼンテーションの技術が身についた。	76.7

N=30

- (4) その他の研究開発について
- a) SSHに関わる授業改善
日常事象を扱うこと、高度な知識の理解、および探究的な学びを意識した授業改善を実施した。しかし、授業の中で生徒が自己評価・相互評価を通じて自己の成長を認識し、学習意欲を向上させる取組などがあまり実施されていない。今後は生徒の質的変容を見取ることができる授業改善を進める。(第4章2.参照)
- b) 保護者の意識調査
特に効果があったと感じているSSHの取組のうち「科学系クラブ活動への参加」と回答した保護者は5名であり、科学系クラブの活性化が課題である。(第4章4.参照)
- c) 卒業生の意識調査
発表や研修などに主体的に参加することと報告書をうまく書くことに対して、否定的回答が肯定的回答より多く、課題である。後者は「スーパーロジック国語」の取組により改善すると考える。(第4章6.参照)

写真で見る本校スーパーサイエンスハイスクールの取組

1. スーパー探究科学

(令和元年5月15日)



高校3年生による出前授業
「探究活動の進め方」

2. スーパーアナライズ数学情報講座①

(令和元年6月4日)



大阪工業大学 准教授 杉山典正 氏
「情報と倫理」

3. 科学講演会

(令和元年6月8日)



大阪大学大学院 助教 菅原武 氏
「エネルギー問題とガスハイドレート」

4. 第1回 サイエンスGO

(令和元年6月17日)



田村薬品薬草園見学

5. サイエンスクエスト

(令和元年6月22日)



科学チャレンジコンテストの様子

6. サイエンスギャラリー

(令和元年7月28日)



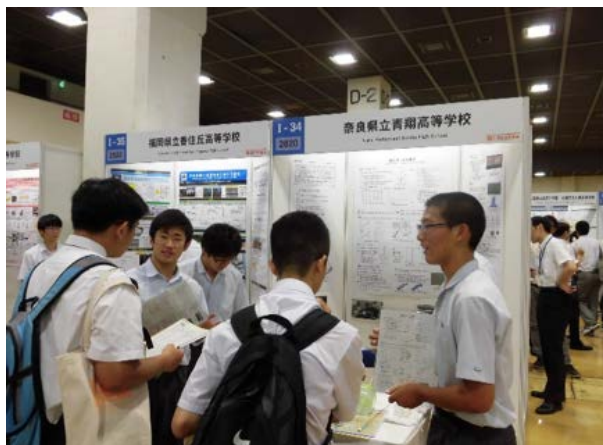
ポスター発表会の様子

7. 夏期科学研修
(令和元年8月2日～3日)



高知大学内見学の様子

8. SSH生徒研究発表会
(令和元年6月4日～8日)



9. SSEサマーキャンプ
(令和元年8月19日～20日)



科学英語を用いてのプレゼンテーション

10. スーパーアナライズ数学
プログラミング講座 (令和元年8月29日)



大阪工業大学枚方キャンパス 情報科学部

11. 京都大学への架け橋
(令和元年9月23日)



12. スーパーロジック国語
(令和元年9月30日)



ディベートの様子

13. SSHアメリカ合衆国海外研修
(令和元年10月20日～26日)



ワシントン湾湿地帯での研修

14. 日本学生科学賞 奈良県審査表彰式
(令和元年11月8日)



学校賞 知事賞 県教育委員会賞
優秀賞3班 佳作4班 を受賞

15. 科学の甲子園 奈良県大会
(令和元年11月10日)



準優勝に輝く

16. 第2回 サイエンスGO
(令和元年11月11日)



株式会社タカトリ

17. 青少年のための科学の祭典
(令和元年11月17日)



「遠心力で水を飛ばそう」の様子

18. SSHタイ国海外研修
(令和元年12月18日～24日)



ムクダハンでのポスター発表の様子

19. 女性研究者との座談会
(令和2年1月11日)



京都大学生態学研究センター協力研究員
神谷麻梨 氏

20. タイ姉妹校とのスカイプ交流
(令和2年1月14日)

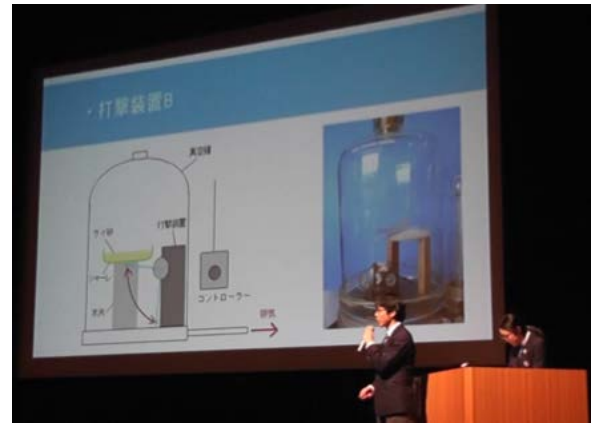


海外研修事前学習

21. SSHタイ国海外研修
(令和2年1月21日～27日)



22. SS探究科学研究発表会
(令和2年2月11日)



最優秀賞 高校2年1組物理班

23. SAW
(令和元年8月5日)



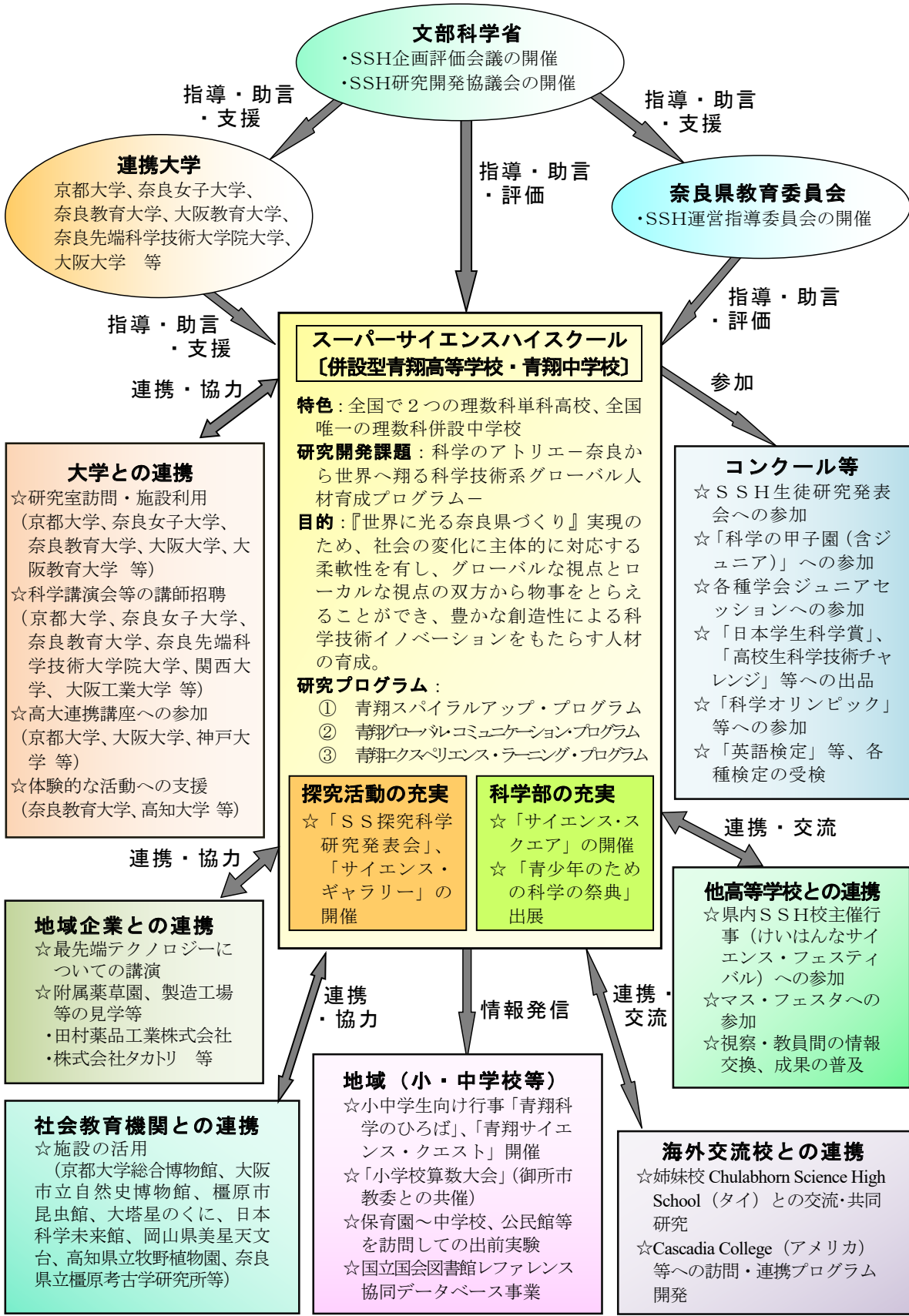
花王研修

(令和元年11月6日)



天文学入門
自作の天体望遠鏡で天体観測

奈良県立青翔中学校・高等学校 スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 事業図



第1章 研究開発の課題

1. 研究開発課題

科学のアトリエー奈良から世界へ翔る科学技術系グローバル人材育成プログラムー

※研究開発課題に「アトリエ」としたのは、文化・芸術などの人類の遺産から、新しいものを生み出す(創造する)体験を、科学研究を通して実践させたいと考えるからである。

2. 研究開発の目的・目標

(1) 目的

『世界に光る奈良県づくり』実現のため、社会の変化に主体的に対応する柔軟性を有し、グローバルな視点とローカルな視点の双方から物事をとらえることができ、豊かな創造性による科学技術イノベーションをもたらす人材を育成する。

(2) 目標

(1)の目的を達成するため、カリキュラムや教材の工夫、教科の枠を越えた教科間連携等の授業改善によって、中学生段階より協働学習の機会を定期的に設け、高等学校では各教科・科目及びSSH関連学校設定科目の有機的なつながりと地域貢献を重視した取組を行い、併設中学校を含む全ての生徒に科学技術系グローバル人材として必要なリテラシーとコンピテンシーとなる下記の力を身に付けさせる。成果の検証には、以下のリテラシーやコンピテンシーを測定する本校独自で作成したルーブリック、ジェネリックテストや生徒アンケート等を用いる。

○ リテラシー(情報収集力、情報分析力、論理的思考力、創造力、表現力)

○ コンピテンシー(コミュニケーション力、協働する力、科学倫理的判断力)

3. 研究開発の概要

以下の3つの体験重視型教育プログラムを体系的に結びつけて推進する。

- (1) 自ら探究する力、伝え合う力の育成をめざす創造性を重視した発展・伸長型探究プログラム(青翔スパイラルアップ・プログラム<SSUP>)に係る学校設定科目「スーパー探究科学」と、それに関わる地域貢献へのさらなる研究及び実践を行う。
- (2) 世界に視野を広げ、国際社会で役立つ英語を使いこなせるコミュニケーション力と情報発信力の育成をめざす国際教育プログラム(青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム<SGCP>)に係る新たな学校設定科目「スーパーサイエンス英語」及び「グローバル・コミュニケーション」の研究及び実践を行う。
- (3) 体験を通して、知識と技能の確実な習得と、その深化・総合化をめざす理数教育プログラム(青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム<SELP>)に係る学校設定科目「スーパーアナライズ数学」、「スーパーロジック国語」及び課外活動プログラム「青翔アラカルト・ワークショップ(SAW)」の研究と実践を行う。

4. 研究開発の実施規模

併設青翔中学校の開校とそれに伴う高等学校からの外部入学生募集の停止により、本年度については、高等学校は併設中学校からの内部進学生各学年1クラスとなっている。これら全ての生徒をSSHの主対象とし、学校設定科目「スーパー探究科学」(各学年2単位、計6単位)、「スーパーアナライズ数学」(第1学年2単位)、「スーパーサイエンス英語」(第1学年1単位、第2学年2単位)、「スーパーロジック国語」(第2学年1単位)、「グローバル・コミュニケーション」(第3学年1単位)を必修科目として設定した。

併設中学校は、本年度は各学年2クラスとなっており、これらの生徒は主対象ではないが、ほぼ全ての生徒が青翔高等学校へ内部進学することから、学校独自の時間である青翔タイムにおいて「統計」「英会話」「数学探究」「理科探究」を実施した。また、併設中学校の生徒は、「科学講演会」「SS探究科学研究発表会」「青翔アラカルト・ワークショップ(SAW)」にも参加した。

第2章 研究開発の経緯

本校は、全国初の理数科単科高等学校として平成16年4月に開校して以来、内閣府教育特区による学校設定科目「探究科学」等の創設や、大学との連携による研究発表会の開催等を通じて『世界に光る奈良県づくり』に貢献できる理数系人材の育成に努めてきた。平成23年度には、スーパーサイエンスハイスクールの研究指定を受け、今までの取組の成果をもとに新たな仮説に基づいた研究開発の取組を推進してきた。また、平成26年度には奈良県立青翔中学校が本校に併設され、英語・数学・理科に重点を置いたカリキュラムで授業を行っており、青翔中学校の生徒は高等学校のSSH行事にも参加している。平成28年度から開始したSSH第2期目では、第1章で述べた通り、「青翔スパイラルアップ・プログラム」、「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」、「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の3本柱に基づき、様々な研究開発事業を企画・推進している。以下に、今年度を実施または参加した主な事業を記す。

月	青翔スパイラルアップ・プログラム<SSUP>	青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム<SGCP>	青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム<SELPL>
4			
5	15日 出前授業「探究活動の進め方」(中学全)		
6			4日 SA数情報講座①(高1全) 8日 科学講演会(奈良県産業会館、中高全) 17日 サイエンスGO企業訪問①(田村薬品工業(株)、高1全) 22日 サイエンス・クエスト(中高有志)
7	15日 高校生天文活動発表会 28日 サイエンス・ギャラリー(大阪ドーンセンター、高2・3全)		14日 日本生物学オリンピック 15日 化学グランプリ 【SSH新聞発行①】
8	6-8日 SSH生徒研究発表会	19-20日 SSEサマーキャンプ(高2全)	1日 数学甲子園(大阪) 2-3日 夏期科学研修(高知大学他、中高希望者) 3-4日 WRO奈良大会 24日 科学の甲子園 Jr 県予選 29日 SA数プログラミング講座(大阪工業大学、高1全)
9	23日 京都大学への架け橋		
10		20-26日 SSHアメリカ合衆国海外研修(シアトル、高2全)	
11	2日 ねんぷなサイエンスフェスティバル 8日 日本学生科学賞 県審査 10日 南極北極ジュニアフォーラム		10日 科学の甲子園 県予選 11日 サイエンスGO企業訪問②((株)タカトリ、高1全) 17日 青少年のための科学の祭典 21日 SA数情報講座②(高1全) 28日 SA数スペシャルセミナー(高1全)
12	14日 女子生徒による科学研究発表会 関西大会	18-24日 SSHタイT-J SIF海外研修(ムクダハン、高2・2名)	15日 日本地学オリンピック 【SSH新聞発行②】
1		21-27日 SSHタイ姉妹校海外研修(ナコーンシータンマラート、高2・4名)	11日 女性研究者との座談会(中高希望者) 13日 日本数学オリンピック
2	11日 SS探究科学研究発表会(さざんかホール、中高全)	7-13日 タイ姉妹校来校・交流	26日 星空観望会(中高希望者)
3	17日 日本物理学会 Jr セッション 19日 日本天文学会 Jr セッション 20日 IBLユースカンファレンス 21日 日本植物生理学会高校生発表 29日 日本森林学会高校生発表		12日 理論物理学者による講演会 【SSH新聞発行③】

斜体文字の項目は、本校主催以外の事業を示している。

第3章 研究開発の内容

1. 「青翔スパイラルアップ・プログラム」の研究開発

(1) 課題研究に関する取組の概要

① 仮説

高等学校全学年で学校設定科目「スーパー探究科学」、併設中学校第3学年で「理科探究」・「数学探究」を開講し、PDCAサイクルによるスパイラルアップ型探究活動を行い、その成果を各種学会のジュニアセッション等で発表すれば、情報収集力、情報分析力、論理的思考力、創造力、表現力といったリテラシーと、コミュニケーション力、協働する力、科学倫理といったコンピテンシーを身に付け、地域に貢献できる生徒が育つ。

② 研究内容

本校開校当初からの探究活動に関する研究開発の成果を継承し、PDCAサイクルを重視し、教科間連携による体系的なスパイラルアップ型の探究プログラムの更なる研究及び実践を行う。課題研究を通して、生徒一人一人に実験操作の技能や科学的なものの見方や考え方、科学的に探究する方法を確実に身に付けさせるとともに、自ら探究する力、伝え合う力を育成する。また、実施において中高のカリキュラム接続の研究も行う。

③ 方法

(a) 本校3年間の課題研究カリキュラム

本校では、課題研究の中心となる学校設定科目「スーパー探究科学」を、第1学年から第3学年までの全生徒に各学年2単位、計6単位で履修させている(表1)。この単位数を捻出するために、表2に示すような教育課程の特例措置を講じた。また、表1の欄外に記したように、併設中学校においてもSSHの成果を活かし、探究活動を実施している。なお、これらの活動においては、本校教員が独自に作成した「スーパー探究科学参考資料《基礎・基本編》」(中学3年生～高校1年生対象)、「スーパー探究科学参考資料《研究・発展編》」(高校1年生～高校3年生対象)をテキストとして使用している。また、大学・研究機関でのデータ取得や指導・助言、学会ジュニアセッション等での発表準備など、この時間内で終了しない取組については、研究班ごとに生徒が放課後や長期休業中に自主的に時間を設定して研究活動に取り組んでいる。課題研究における主な連携大学としては、奈良教育大学、奈良女子大学、大阪教育大学があるが、詳細は38ページに掲載している。次ページから、併設中学校を含む課題研究について、学年ごとに指導方法の工夫や大学・研究機関との連携を含めた具体的な取組とその成果の検証について述べる。

表1 本校3年間を通じた課題研究に係るカリキュラム全体像

学科・コース	1年生		2年生		3年生		対象
	科目名	単位数	科目名	単位数	科目名	単位数	
理数科	スーパー探究科学	2	スーパー探究科学	2	スーパー探究科学	2	理数科全員

※併設中学校第3学年では、「理科探究」「数学探究」を年間各35時間実施するほか、本年度新たに中学校第1・2学年でも年間15時間程度の探究活動を開始した。

表2 必要となる教育課程の特例とその範囲

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
理数科 全生徒	スーパー探究科学	2	総合的な学習の時間	1	第1学年
			情報	1	
	スーパー探究科学	2	総合的な学習の時間	2	第2学年
	スーパー探究科学	2	課題研究	2	第3学年

※教科「情報」の残り1単位については、学校設定科目「スーパーアナライズ数学」を代替する。

(b) 学校設定科目「スーパー探究科学」の目標・内容(学習指導要領「理数探究」に準ずる)

目標:PDCAサイクルを重視した探究活動を通して、科学的思考力、問題解決能力、伝え合う力、表現力等を養う。

内容:第1学年では仮説の設定等の探究の基礎・基本を学習し、第2・3学年では班別に独自のテーマに沿った研究活動を実施する。

(2) 併設中学校での取組

① 方法

学年	活動内容	期待される効果	検証方法
第1学年 第2学年	1学期に週あたり1単位時間を探究科学として実施した。探究活動の過程を学ぶために、先輩の研究のデータをもとに、背景、目的、仮説、方法、結果のまとめ、考察を実施した。成果を文化祭でポスター発表した。	・探究活動への興味・関心の高まり ・計画を立てる力の育成	事前(5月)と事後(9月)意識調査実施。事後の自由記述実施。
第3学年	通年で、隔週2単位時間を探究科学として実施した。4人を1グループとし、テーマの選定から、実験、考察を行う。クラスでの発表会の後に学年代表2グループが高校生も含む全校の探究科学発表会にて発表した。	・コミュニケーション、プレゼンテーション能力の育成	1月に番号選択のアンケート実施。

② 検証

第1学年では全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙の理科に関する項目等を参考に作成した質問紙調査(31項目)を、実践開始前の5月と実践終了後の9月に実施し、生徒の変容を見取った。回答は「とてもそう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「まったくそう思わない」の中から選ぶ4件法とし、上述の順に4、3、2、1点と点数化して統計的な処理を行った。表1に実践の事前事後で有意差があった質問項目を示す。これらの結果から探究活動の過程を身に付けたこと、学習したことを汎化しようとする深い学びができたと考えられる。また、事後に「探究科学でポスター作成まで実施したことで、自分の学びに変化がありましたか」に対する自由記述を得た。この自由記述に対して共起ネットワーク分析(ユーザーローカル社)を実施したところ、「グループで活動することで、学びが深まった」ことを見取ることができた。第1・2学年の6グループが外部でのポスター発表を実施し、第1学年では第16回中高生南極北極科学コンテストで奨励賞を受賞した。これは本校では初めてであり、6年間を見通し、第一学年で探究活動の過程を学ぶ成果と考えられる。また、MI理論による班編制で実施したことで、一人一人の生徒の能力を事前に把握し、教員が一人一人の生徒に適した指導方法を意識したことも良い結果につながったと考えられる。第3学年の事後アンケート項目のうち80%以上が肯定的回答であった項目を表2に示す。表3には肯定的回答が50%未満の項目を示す。探究活動の過程は身に付いたが、新たな課題の発見と統計処理が課題である。

表1 第1学年事前と事後の質問紙調査の結果比較

質問番号	質問項目	事前平均値 ±標準偏差	事後平均値 ±標準偏差	t	有意確率 (両側)P値	N	
7	探究科学の時間に、先生にほめられるとうれしい。	3.03 ± 1.11	< 3.33 ± 0.75	1.990	*	0.048	78
8	探究科学の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている。	2.26 ± 1.04	< 2.99 ± 0.72	5.040	**	0.000	78
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	2.12 ± 1.01	< 2.76 ± 0.87	4.260	**	0.000	78
21	探究科学の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている。	2.23 ± 1.09	< 2.84 ± 0.76	4.020	**	0.000	78
23	新しい知識を身に付けたい。	3.79 ± 0.44	> 3.58 ± 0.61	-2.470	*	0.015	78
25	探究科学の授業で、観察や実験の結果をもとに考察している。	2.72 ± 1.18	< 3.33 ± 0.71	3.840	**	0.000	78
29	探究科学で学習したことを普通の生活の中で活用できないか考える	2.50 ± 1.10	< 2.76 ± 0.93	5.710	**	0.000	78

(*P<0.05 **P<0.01)

表2 第3学年事後の質問紙調査で肯定的回答が75%以上の項目

質問番号	質問項目	4	3	2	1
1	科学への興味・関心が高まった。	26.9	52.2	19.4	1.5
2	実験・観察などに積極的に取り組めた。	37.3	52.2	10.4	0
3	実験・観察等における基礎的・基本的な技能・器具の操作などが身についた。	28.4	138.8	10.4	0
4	論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身についた。	16.4	62.7	20.9	0
11	実験・観察における、安全に対する意識が向上した。	37.3	46.3	14.9	0
12	研究を進めるにあたって、グループで協力することができた。	53.7	37.3	7.5	1.5
4 そう思う 3 まあそう思う 2 あまりそう思わない 1 全くそう思わない		(N=67)			

表3 第3学年事後の質問紙調査で肯定的回答が50%以下の項目

質問番号	質問項目	4	3	2	1
10	次年度の探究活動で、取り組みたい実験・観察等ができた。	16.4	31.3	37.3	14.9
14	青翔タイムの統計で学んだことは、理科探究を進めるにあたり役に立った。	11.9	34.3	29.9	22.4
		(N=67)			

(3) 学校設定科目「スーパー探究科学」〈1年〉

① 方法

(a) 1年間の流れと評価方法

	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学期	<ul style="list-style-type: none"> 各生徒の興味・関心により、各自で先行研究を調査し、リサーチクエスチョン、研究手法、解決できていないこと、どのように社会貢献するかを考える。 調査結果をもとに、生徒が各自で興味・関心の近い生徒を探し、数学・物理・化学・生物・地学の5分野の仮グループに分かれる。 研究計画発表のルーブリックを事前に生徒に示す。 仮グループで研究計画を発表する。 研究計画発表をもとに生徒が自由に班を決定する。 実験・観察を開始する。 	<ul style="list-style-type: none"> 科学への興味・関心の高まり 問題発見力の向上 情報収集力の向上 社会貢献の意欲の向上 協働する力の向上 計画を立てる力の育成 ルーブリックを事前に示すことにより、指導と評価の一体化を図る 	<ul style="list-style-type: none"> 第一回意識調査の実施 リサーチクエスチョンなどのワークシート ノーベルノート(研究ノート)の分析 研究計画発表の自己評価・相互評価 研究に取り組む姿勢 第二回意識調査の実施
2 学期	<ul style="list-style-type: none"> 生徒自己評価用ルーブリックに基づき、毎時間、本時の目標と重点的に進める観点を、生徒と教員が話し合っ決めて決める。事後に本時の振り返りと課題を生徒が記述する。 口頭発表のルーブリックを事前に生徒に示す。 実験・観察等を進め、取得したデータを分析し、それに対し考察を行う。 「研究の考察を記述する」を課題として考察を記述し、生徒相互評価基準表に基づいて、自己評価・相互評価を実施する。 相互評価を踏まえて、考察を再度記述し、自己評価を実施する(11月)。 生徒の再記述に対して、教員の評価を実施する(11月)。 	<ul style="list-style-type: none"> 毎時間の目標設定を教員が確認することで、生徒が具体的に本時の計画を自発的にできる。 実験・観察等における基礎的・基本的技能の定着 安全意識の向上 班で考察を自己評価・相互評価することにより、各自の研究への手段保有感の向上と自己の成長を認識する。 科学的リテラシーの向上 各ルーブリックを事前に示すことにより、指導と評価の一体化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 研究に取り組む姿勢 毎時のルーブリックの自己評価と目標、課題の記述 ノーベルノート(研究ノート)の分析 考察の自己評価と相互評価 考察の自己評価と再記述の自己評価の分析 生徒の再記述の自己評価と教員の評価の比較分析 第三回意識調査の実施
3 学期	<ul style="list-style-type: none"> 実験・観察等を行い、再度考察を行う。 クラス内の発表会(1月)として、班ごとに口頭発表を実施する。 班で研究レポートを作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> PDCAサイクルの活用 コミュニケーション能力の育成 文章表現力の育成 	<ul style="list-style-type: none"> 発表会での生徒の自己評価及び相互評価 第四回意識調査の実施 各回の意識調査の分析

(b) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

指導と評価の一体化を図り、「生徒自己評価用ルーブリック」(資料編56ページ表1)、「研究計画発表ルーブリック」、「生徒相互評価基準表」(資料編57ページ表2)、「口頭発表ルーブリック」を作成し、事前に生徒に示した。「自己評価・相互評価の評価表」の作に当たっては、後藤(2013)の相互評価表の要素と記述例を参考にした。自己評価・相互評価の際には記述でコメントを書くように指示した。全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙の理科に関する項目や、児童生徒の自ら学ぶ意欲を測定するために櫻井茂男(2009)が設定した項目等を参考に作成した質問紙調査(31項目)を、実践開始前の4月、実践途中の7月と11月、実践終了後の1月に実施し生徒の変容を見取った。回答は「とてもそう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「まったくそう思わない」の中から選ぶ4件法とし、上述の順に4、3、2、1点と点数化して統計的な処理を行った。実践途中の7月と実践終了後の1月には、「自分たちで研究テーマを設定することに意味や価値を感じましたか」「自分たちで研究テーマを設定する際に何が大切かつかめましたか」の2項目と、「自分たちで研究テーマを設定し、発表をしたことで、自分の学びに変化がありましたか?具体的に記入してください」という自由記述を求める項目を追加した。

② 検証

(a) 考察の自己評価・相互評価と教員の評価

自己評価については、1回目を提出時、2回目を再提出時として示す。評価基準の提出時と再提出時の生徒のポイントの平均値の比較をt検定で行った。結果を表1に示す。表1より、評価基準の1～3(57ページ表2 生徒相互評価基準表参照)の全てで有意にポイントが上昇した。また、提出時と再提出時のコメントをテキストマイニングツール(ユーザーローカル社)により、出現する語の傾向を見取った。その結果、提出時には「キーワード」「参考文献」「書く」「詳しい」「長い」など、正確な記述に関する語句が多い傾向であった。再提出時には「書ける」「良い」など考察を記述することに対して肯定的に受け止めた語句が多い傾向であった。これらのことと表2より、生徒の科学的リテラシーが向上したと示唆される。

表1 自己評価ポイントの提出時と再提出時の結果の比較

	提出時 平均値 (標準偏差)		再提出時 平均値 (標準偏差)	有意確率 (両側)P値	t値	N
評価基準1	1.51 (0.86)	<	2.81 (0.39)	0.000 **	8.25	35
評価基準2	1.73 (0.86)	<	2.65 (0.48)	0.000 **	5.61	35
評価基準3	2.16 (0.58)	<	2.68 (0.57)	0.003 *	3.08	35

(*P<0.05 **P<0.01)

表2 科学的リテラシーの「能力」と評価基準との関係(後藤 2013)

科学的リテラシーとの関係	①科学的な疑問を認識すること	②現象を科学的に説明すること	③科学的な根拠を用いること	④道具をうまく使いこなすこと
評価基準	設問に対応している	内容が正しい	必要な根拠があがっている	文法的に正しく書かれている

(b) 意識調査の分析

表3に実践開始前後、31項目中で有意に平均値が上昇した項目を示す。自由記述に対して共起ネットワーク分析(ユーザーローカル社)を実施した結果、7月の記述では、議論することで多面的な見方ができる、研究への理解の深まりを見取ることができた。実践終了後の1月の記述では、社会貢献への意欲の高まり、探究の過程の重視、研究を自分ごとと捉えるなどを見取ることができた。表4に実践終了後の1月に、4点満点中3点未満の項目を示す。質問12、20、29は低いものの、実践を通して有意に上昇しているため、現在の取組を進めていくことで改善されると考えられる。しかし、質問31に関しては低いままであり、課題である。今後も生徒の興味・関心に基づく探究活動を展開し、探究活動と進路指導の一体化を目指す。

(c) 参考文献

後藤 頭一(2013)「高等学校化学実験における自己評価の効果に関する研究—相互評価表を活用して—」『理科教育学研究』第54巻・1号 一般社団法人 日本理科教育学会 pp.13-24
 櫻井茂男(2009)『自ら学ぶ意欲の心理学キャリア発達の視点を加えて』有斐閣

表3 第1回と第4回の質問紙調査の結果比較

質問番号	質問項目	第1回平均値 ±標準偏差		第4回平均値 ±標準偏差	t	有意確率 (両側)P値	N
2	探究科学で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つ。	2.89 ± 0.70	<	3.14 ± 0.59	2.172 *	0.037	35
12	探究科学は、日常生活に役に立つ。	2.25 ± 0.64	<	2.86 ± 0.72	4.410 **	0.000	35
16	今、探究科学は得意な方だ。	2.64 ± 0.75	<	3.14 ± 0.59	3.567 **	0.001	35
17	探究科学は、グループで研究するのが好きだ。	3.36 ± 0.63	<	3.63 ± 0.54	2.315 *	0.027	35
18	探究科学の授業で、自分の考えや考察を周りの人に説明したり発表したりしている。	3.00 ± 0.85	<	3.37 ± 0.68	2.240 *	0.032	35
20	探究科学は、一人で、研究するのが好きだ。	1.92 ± 0.86	<	2.37 ± 0.80	2.359 *	0.024	35
21	探究科学の授業で、観察や実験の進め方や考え方が間違っていないかを振り返って考えている。	2.72 ± 0.77	<	3.20 ± 0.62	3.311 **	0.002	35
23	新しい知識を身に付けたい。	3.25 ± 0.64	<	3.63 ± 0.48	3.217 **	0.003	35
29	探究科学で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える	2.39 ± 0.79	<	2.88 ± 0.76	3.720 **	0.001	35

(*P<0.05 **P<0.01)

表4 第4回の質問紙調査で3点未満の質問(4点満点)

質問番号	質問項目	第1回平均値 ±標準偏差		第4回平均値 ±標準偏差	t	有意確率 (両側)P値	N
12	探究科学は、日常生活に役に立つ。	2.25 ± 0.64	<	2.86 ± 0.72	4.410 **	0.000	35
20	探究科学は、一人で、研究するのが好きだ。	1.92 ± 0.86	<	2.37 ± 0.80	2.359 *	0.024	35
29	探究科学で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える	2.39 ± 0.79	<	2.88 ± 0.76	3.720 **	0.001	35
31	将来、理科や科学技術に関係する職業に就きたい	2.58 ± 0.98		2.82 ± 1.07	1.158	0.255	35

(*P<0.05 **P<0.01)

(4) 学校設定科目「スーパー探究科学」〈2年〉

① 方法

(a) 1年間の流れと評価方法

火曜日6・7限に開講した。在籍生徒31名全員が対象である。

	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学期	・各生徒の希望により、第1学年の研究テーマを継続あるいは新規に研究テーマを決定するかを選択する。 ・班ごとに研究発表用ポスターを作成する。(サイエンス・ギャラリーでの発表)	・主体性の育成 ・情報収集力の向上 ・PDCAサイクルの活用 ・実験・観察技能の定着 ・プレゼンテーション技術の習得	・ノーベルノート(研究ノート)の分析 ・研究に取り組む姿勢 ・ポスターの分析
2 学期	・実験・観察等を進め、取得したデータを分析し、それに対し考察を行う。 ・学年末の発表会に向けて、研究の成果を反映したポスターを作成する。	・論理的に考える力の育成 ・コミュニケーション能力の育成 ・文章表現力の育成	・ノーベルノートの分析 ・研究に取り組む姿勢 ・ポスターの分析
3 学期	・クラス内の発表会(1月)を実施する。(SS探究科学研究発表会で全班が発表) ・研究活動のまとめに取りかかる。(各種学会高校生セッションへの参加)	・プレゼンテーション能力の向上 ・コミュニケーション能力の育成 ・文章表現力の育成	・発表会での生徒の相互評価 ・事後アンケートの実施 ・各種学会への参加状況

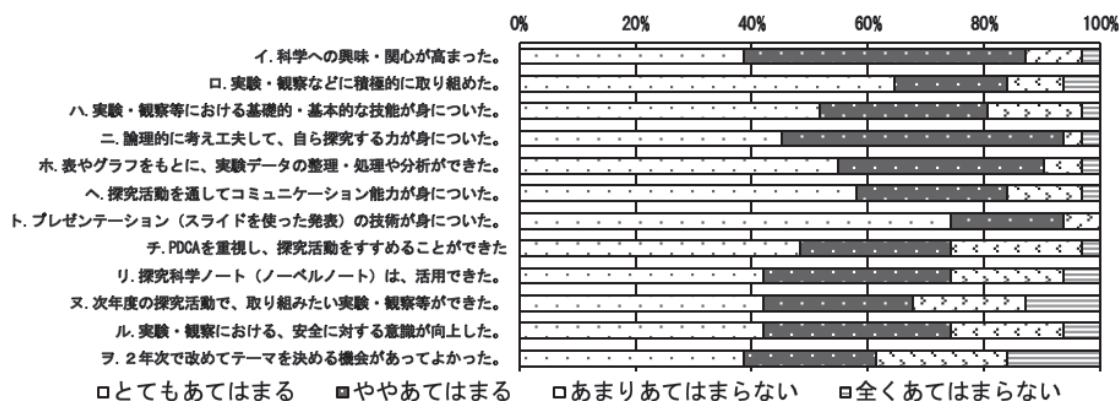
(b) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

今年度から高校2年生で再度、テーマ選択の機会を与え、より主体的に探究活動に取り組むことができるように工夫した。また、大学や研究機関と連携して高度な設備での実験観察を実施し、より専門性の高い指導助言を受けることで、生徒の科学に対する興味・関心を深めた。

② 検証

今年度からの取組である「ヲ.2年次で改めてテーマを決める機会があつてよかった」について、肯定的回答は61.3%となった。しかし、2年生から新規テーマを選んだ生徒(18名)に絞った場合、肯定的回答は88.9%と、ほとんどの生徒がテーマ選択の機会があつてよかったと感じている。さらに第1学年次と比較すると、「ニ.論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身に付いた」93.5%(第1学年次84.4%)、「ハ.探究活動を通してコミュニケーション能力が身に付いた」83.9%(同71.9%)が上昇している。このことから、同じ興味・関心をもった生徒同士が主体的に、協働して研究に取り組むことができたと推察でき、一定の成果が得られたと考えられる。一方、「チ.PDCAを重視し、探究活動をすすめることができた」は74.2%であった。新規テーマとなったことで、PDCAサイクルを十分にまわせなかったことが要因と考えられる。また、「①自分たちの研究の価値が説明できているか」「②ポスターは見やすいか」という評価項目について、教員がポスターを4段階で評価したところ、1学期から2学期にかけて平均点が①は4%、②は8%の上昇が見られた。文章表現力の育成に一定の効果が得られたと言える。

令和元年度 スーパー探究科学〈2年〉 事後アンケート(回答者数31名)



(5) 学校設定科目「スーパー探究科学」〈3年〉

① 方法

(a) 1年間の流れと評価方法

水曜日1・2限に開講した。在籍生徒39名全員が対象である。

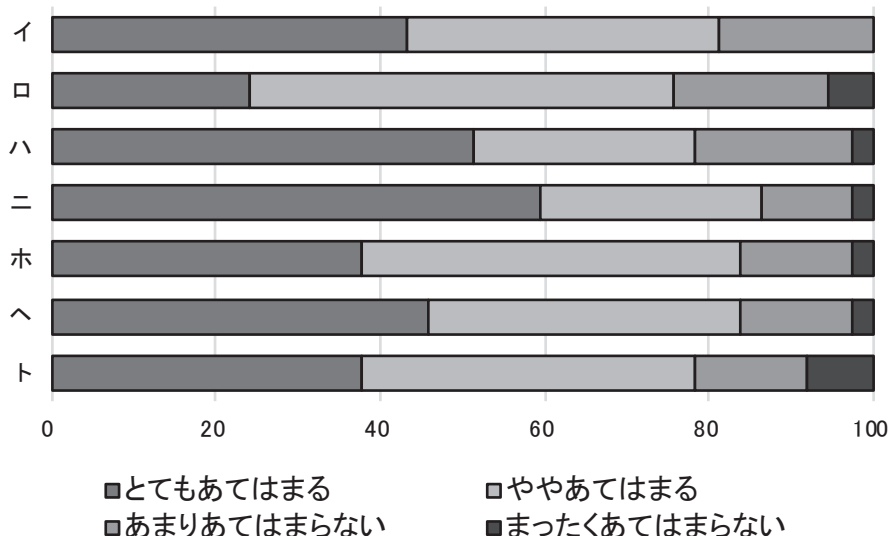
	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学期	・第2学年のテーマを継続して研究する。 ・研究発表用英語のポスターを作成する。 (サイエンス・ギャラリーで発表) ・高校1年生へ、「探究の進め方」に関するプレゼンテーションをする。	・主体性の育成 ・情報収集力の向上 ・PDCAサイクルの活用 ・実験・観察技能の定着 ・プレゼンテーション技術の習得	・ノーベルノート(研究ノート)の分析 ・研究に取り組む姿勢 ・ポスターの分析
2 学期	・研究をすすめるとともに、論文集を作成する。 ・SSH生徒研究発表会で発表する。(代表班) ・学生科学賞奈良県審査に出品する。	・論理的に考える力の育成 ・コミュニケーション能力の育成 ・文章表現力の育成	・ノーベルノートの分析 ・研究に取り組む姿勢 ・ポスターの分析
3 学期	・研究をすすめるとともに、SS探究科学研究発表会で下級生の研究に対してアドバイスを行う。	・プレゼンテーション能力の向上 ・コミュニケーション能力の育成	・発表会での生徒の活動の様子 ・事後アンケートの実施

(b) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

継続研究により内容が深まる中で、大学や研究機関と連携して、より専門性の高い指導助言を受けることで、研究のまとめとなる論文集の作成を意欲的に取り組めるようにした。

② 検証

「とてもあてはまる」「あてはまる」と答えた生徒の割合は、イ「科学への興味・関心が高まった」については、81.1%(2年次80.0%,1年次73.0%)、ロ「論理的に考え工夫して、自ら探究する力が身に付いた」については、75.7%(2年次70.0%,1年次70.3%)、ハ「コミュニケーション能力が身に付いた」については78.4%(2年次73.0%,1年次75.7%)、ニ「プレゼンテーションの技術が身に付いた」については86.5%(2年次75.7%,1年次94.6%)であった。ホ「実験・観察等における基礎的・基本的な技能(器具の操作など)が身に付いた」については83.8%、ヘ「表やグラフをもとに、実験データの整理・処理や分析ができた」については83.8%、ト「実験・観察における、安全に対する意識が向上した」については78.4%であった。イ～ニの結果から、高校2年生で減少していたアンケートの数値が高校3年生で向上していた。多くのグループが高校3年生での研究の最終段階で研究発表や論文作成に取り組む中で、困難を克服し、問題解決力や、論理的思考力、コミュニケーション能力、プレゼンテーション力を育むことができたものとする。



(6) 生徒発表会「サイエンス・ギャラリー」

① 仮説

ポスターを作成して発表することで情報分析力、表現力、プレゼンテーション能力が向上する。また、大学教員や大学院生から指導・助言を受けること、及び生徒同士の相互評価によって、対話的、主体的な深い学びをもたらすことができる。

② 研究内容

ポスター作成時、及び、発表時に以下の評価規準を示し、当日も同様の評価規準にもとづいて相互評価する。

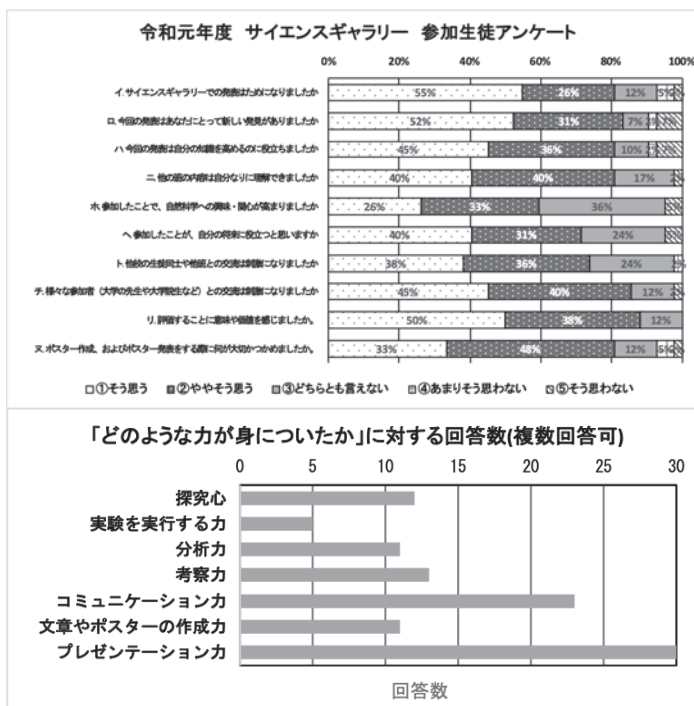
- ・自分たちの研究の価値を説明できているか。
- ・探究活動は論理的に行われているか。
- ・多角的な研究・議論が行われているか。
- ・ポスターは見やすいか。
- ・適切なデータ・議論が可視化されているか。
- ・聴衆に対して十分に働きかけているか。

③ 方法

- (a)実施日 令和元年7月28日
- (b)実施場所 大阪府立男女共同参画・青年センター(大阪市中央区)
- (c)参加校 白陵高等学校、ルネサンス大阪高等学校、西大和学園高等学校、奈良女子大付属中等教育学校、奈良県立奈良高等学校、奈良県立青翔中学校・高等学校
- (d)ポスター数 本校23(物理5、化学6、生物4、地学5、数学3)、他 参加校 11、合計34発表
- (e)内容・行程 ミニレクチャー「データサイエンス入門」
滋賀大学データサイエンス部 准教授 藤井孝之氏
生徒ポスター発表
藤井孝之氏と奈良教育大学大学院生2名、奈良女子大学大学院生3名、大阪教育大学大学院生1名、大阪大学大学院生1名、大阪大学大学院留学生2名による指導・助言

④ 検証

質問イ、ロ、ハで肯定的回答(①+②)が80%を超えている。これは、ポスターを作成することで自分たちの研究を振り返ることができ、発表することで新たな気づきを得られた生徒が多数いたことを示唆していると考えられる。また、質問チは肯定的な回答が85%となっており、大学の先生や大学院生から指導助言を得ることで、自分たちでは気付くことができなかった側面や、アプローチの方法を学ぶことができたとして多く生徒が感じたと言える。質問ト、リでは70%以上の肯定的回答が得られており、他校生を含めた高校生同士で評価し合うことで、伝える力、聞く力の両方が伸び、その結果コミュニケーション力が養われたと考えられる。「どのような力が身に付いたか」という問いに対しても、プレゼンテーション力やコミュニケーション力と答える生徒が多かった。以上のことから、仮説通りの効果が得られたと考えられる。一方、質問ホでは、肯定的な回答が60%程度に留まった。今年度の講義の内容から、自然科学に対する興味・関心の向上につながりやすかったと推察される。講義の内容に沿ったアンケートを作成すべきであると考えられる。



(7) 生徒発表会「SS探究科学研究発表会」

① 仮説

生徒たちは学校設定科目「スーパー探究科学」での探究活動を通し、表現力やコミュニケーション能力を培ってきた。全校生徒や保護者・学校関係者等の前で発表することにより、さらにそれらの能力が助長されるとともに、発表を聞く生徒の興味・関心を促したり、コミュニケーション能力を育成したりすることができる。

② 研究内容

学校設定科目「スーパー探究科学」で研究した内容についての口頭発表やポスター発表を行い、プレゼンテーション能力を高めるとともに、大学教授等に指導・助言を仰ぐことにより、今後の探究活動に活かす。タイの姉妹校生徒と教員を招待し、英語での研究発表を聴いたり、2年生は英語で発表することにより、国際的なコミュニケーション能力を育成する。

③ 方法

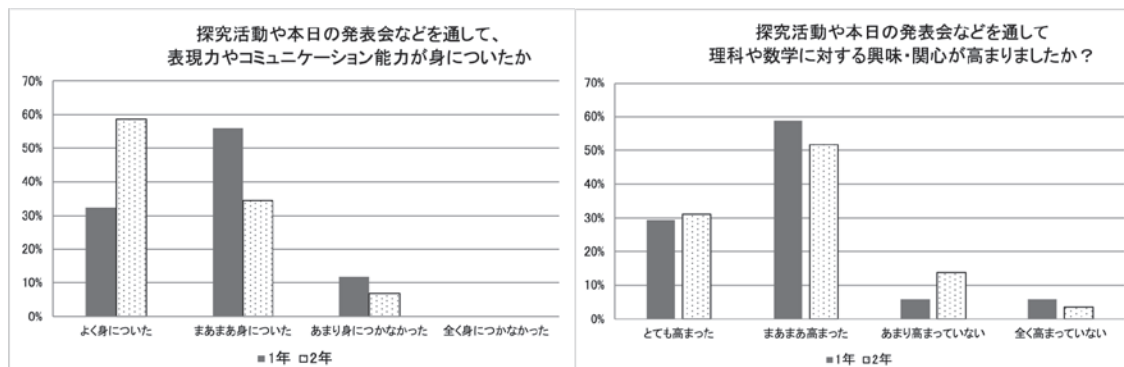
- (a) 実施日 令和2年2月11日(火) 12:30~16:15
- (b) 場所 大和高田市民会館(さざんかホール)
- (c) 講評 大阪大学大学院工学研究科 教授 大政 健史 氏
奈良女子大学大学院人間文化研究科 教授 小林 毅 氏
奈良女子大学理学部 教授 山内 茂雄 氏
- (d) 参加者 生徒 本校1・2学年及び青翔中学校全員 合計 302名
教育関係者(他SSH校・大学等)16名 保護者・一般 54名
- (e) 演題数 発表ポスター数:33、口頭発表数:13
- (f) 最優秀賞 2年P2班「打撃によって形成されるケイ砂層の表面模様について」
優秀賞 2年B1班「二上山におけるナラ枯れの被害について」
1年P2班「ドミノで解決！将棋倒し」

なお、口頭発表の評価規準については、以下の表に示す。

項目	
① 自分たちの探究(研究)の価値を説明できているか	[関心・意欲・態度]
② 聴衆に対して十分に働きかけているか	[関心・意欲・態度]
③ 探究は論理的に行われているか	[思考・判断・表現]
④ 多角的な研究・議論が行われているか	[思考・判断・表現]
⑤ 研究の目的に対応した内容を記載しているか	[思考・判断・表現]
⑥ スライドは見やすいか	[技能]
⑦ 事象を分析するための技能を活用しているか	[技能]
⑧ 適切なデータ・議論が可視化されているか	[知識・理解]
⑨ 研究の内容に対応した文献を調査し、それに基づいているか	[知識・理解]

④ 検証

検証は、アンケート結果や招聘した大学教授等の評価などをもとに行った。約80%の生徒が、コミュニケーション能力が身に付き、理科・数学への興味・関心が高まったと実感していることが分かった。また、2年生の表現力やコミュニケーション能力が身に付いたと答えた割合は、1年生の約2倍となっている。これは、1年間長く探究活動をおこない、より高い意欲を持つようになったとともに、それにともない経験と力がついてきている現れであると考えられる。同様に、生徒の感想からは専門的な用語や研究内容をどのように発表すれば聴衆に伝わるのかを学ぶことができたと同時に、これからそのスキルをさらに向上させたいという意欲的な意見が多かった。大学の先生方からは「しっかりと準備されていることがよく分かった。生徒たち自身の発想で、誰も結果を知らないようなテーマが多くて良かった。質問が少なかったのが残念。」などの講評をいただいた。



2. 「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」の研究開発

(1) 学校設定科目「スーパーサイエンス英語」

高校1年生と高校2年生全員を対象としている。現在の在籍生徒は2年生31名、1年生36名である。それぞれ週1時間の1単位として設定している。

① 仮説

学校設定科目「スーパーサイエンス英語」を開講し、海外姉妹校等との交流・共同研究を行うことで、英語に興味・関心が高く、英語による高いコミュニケーション能力や表現力を身に付けた生徒が育つ。

② 研究内容

これまでの研究実践結果の分析により、事前に用意した発表は日本語と同様に英語で行うことができるが、その場での質疑応答に対応する即興の英語コミュニケーション能力が不十分であるという課題が見つかった。その為、今年度は1年次から即興性の高い活動を毎時間行い、2年次の当初に質疑応答のフォーマットを紹介し、活動の中で練習を重ねられるように工夫した。加えて、サイエンス英語に特化したテーマを取り扱い、語彙の習得、論理的内容の発信力の育成を中心に据え、授業を行った。上記の仮説を検証するために定期的にパフォーマンステストを実施し、生徒の変容を観察した。また、年度末アンケートを実施し、英語によるコミュニケーション能力や表現力が身に付いたかどうかを検証した。

③ 方法

ア. 目標: 科学に関する内容の学習を通し、英語への興味・関心を高めるとともにそのコミュニケーション能力を高める。

イ. 内容: 科学英語の知識を増やし、それをを用いて数学・理科の内容を英語で扱い、「スーパー探究科学」での研究内容を英語で発表するとともに、即興での質疑応答を行う。

ウ. 本科目で使用したルーブリックを資料編57ページ表4に示す。

英語によるコミュニケーション力や表現力育成のために必要な項目として以下の6点を設定した。2年間の学習の流れを以下の様に組み立て、最終目標として、①「スーパー探究科学」の内容を英語でスライド及びポスターの両方で発表すること、②その場での英語での質疑応答に十分に対応できる英語力を身に付けていることの2点を設定した。

(a)発表に必要なプレゼンテーションスキルの向上

(b)サイエンスに関わった英語力の向上(語彙、特有の表現等)

(c)自分自身の研究内容の説明に必要な英語力

(d)即興の質疑応答に対応できる力

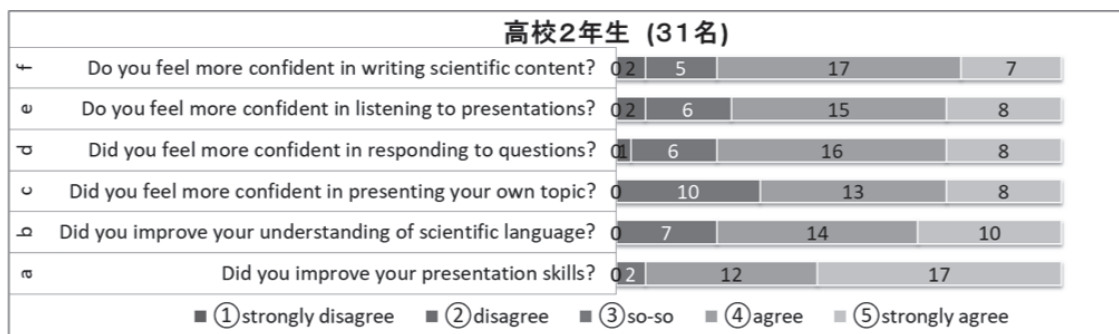
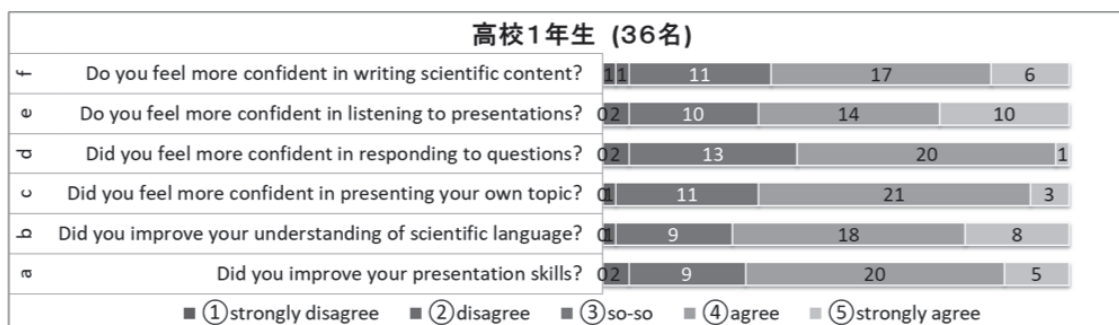
(e)他の発表を聞いて内容を理解できる力

(f)サイエンスに関わる内容を書く力(エッセイ、要約、発表原稿、スライド、ポスター等)

		活動内容	向上が期待できる力	評価方法
1年	1学期	・サイエンス英語 ・短いプレゼンテーション ・サイエンスに関する質問についての100語程度のJournal Writing	(b) (a),(b),(e) (b),(c),(f)	・定期考査による科学英語に関する知識の確認 ・パフォーマンステスト ・英語でのjournal
	2学期	・サイエンス英語での様々な表現活動(数学・理科等の専門用語、実験の説明、データの説明の仕方等) ・サイエンスに関するテーマを扱った100語程度の1-Paragraph Essay	(a),(b),(c),(e) (b),(c),(f)	・定期考査による科学英語の運用能力の確認 ・パフォーマンステスト ・英語でのessay
	3学期	・サイエンスに関するテーマを扱った100語程度の1-Paragraph Essay ・1-Paragraph essayのロジックを用いたグループプレゼンテーション ・1年間行ってきた探究活動についてのグループプレゼンテーション	(b),(c),(f) (a),(b),(c),(d),(e),(f) (a),(b),(c),(d),(e),(f) ・協働する能力	・英語でのessay ・パフォーマンステスト ・スライド、英語原稿 ・授業 & 発表の時の協力の様子 ・事後アンケートの実施

2年	1学期	<ul style="list-style-type: none"> 英語による質疑応答を含めたやり取り サイエンス関連の記事や論文をもとにしてのScience Methodを用いたプレゼンテーション サイエンスに関するテーマを扱った150語程度のjournal 1-Paragraph essay Summer Camp 	(a),(b),(c),(e) (a),(b),(c),(d),(e),(f) ,協働する能力 (b),(f) (a),(b),(c),(d),(e),(f)	<ul style="list-style-type: none"> パフォーマンステスト スライド、英語原稿 授業 & 発表の時の協力の様子 英語でのessay 活動の様子
	2学期	<ul style="list-style-type: none"> 即興での質疑応答を含む探究活動に関するプレゼンテーション アメリカ海外研修 英語での研究要旨作成 	(a),(b),(c),(d),(e),(f) (a),(b),(c),(d),(e) (f)	<ul style="list-style-type: none"> パフォーマンステスト 現地での活動の様子 定期考査による科学英語の運用能力の確認
	3学期	<ul style="list-style-type: none"> 英語での探究活動ポスター発表 研究内容に関するWriting活動 	(a),(b),(c),(d),(e),(f) (a),(f)	<ul style="list-style-type: none"> SS探究科学研究発表会 活動の様子 定期考査による科学英語の運用能力、表現力 事後アンケートの実施

④ 検証



アンケート結果では、1年生に比べ2年生の方が設定した6つの項目全てにおいて、「能力が向上した」と考えている生徒が多かった。このことより、科学英語を用いたコミュニケーション能力の育成における「スーパーサイエンス英語」のカリキュラムの有効性が実証されたといえる。具体的には、生徒自らが必要な場面において英語を使って表現する経験を多く持つことが能力向上につながっており、適切なタスクを発達段階に応じて設定し、経験と知識を積み上げていける指導計画を作成していくことで、より高い効果を生み出すことができると思われる。また、パフォーマンステストや授業観察から経験を積むにつれ、自ら進んで発話したり、より適切な表現を探したりする生徒の数が増え、興味・関心についても併せて向上していると、用いたルーブリック(資料編57ページ、表4)などから読み取れる。しかし、(c)の結果が示すように、高校2年生の時でもコミュニケーション能力に自信を持ってない生徒が20%近く存在しており、英語に対する根強い苦手意識を持っている可能性が高い。週1時間のサイエンス英語だけの改善は困難なため、他の英語科目との更なる連携と、中高6年間の指導を一貫して進めていく必要がある。

(2) 学校設定科目「グローバル・コミュニケーション」

① 仮説

高校3年生全員を対象として、学校設定科目「グローバルコミュニケーション」を開講し、生徒の探究活動の内容を題材とし、海外に向けて情報発信を行うことで、英語によるコミュニケーション能力が高まる。

② 研究内容

「スーパー探究科学」の研究内容を、英語で発表し論文を作成する。また、SDGsをテーマにした内容を英文で理解し、自分の考えを英語で表現する。

③ 方法

(a) 1年間の流れと評価方法

	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学期	・班ごとに英語のポスターを作成する。 ・英語での発表原稿を作成し、口頭発表と質疑応答の練習をする。 ・全員がサイエンスギャラリーでポスター発表をし、海外出身の研究員の講評を受ける。	・英語によるプレゼンテーション力の向上 ・協働性の育成 ・研究内容を世界に発信する意識の高揚	・英語ポスター ・口頭発表 ・定期考査による科学英語に関する知識の確認 ・協力して取り組む姿勢
2 学期	・SDGsをテーマにした英文を読み、科学による世界の諸問題の解決への貢献を考える。 ・科学分野に関する世界のニュースを聞き、科学の発展や課題を英語で考える。 ・世界の多様な課題についての自分の考えを英語で書いたり、口頭で発表したりする。	・情報や実験のデータを英語で理解する力の向上 ・科学分野による国際協力への意識の高揚 ・英語による即興での表現力の向上	・英語でのエッセイ ・リスニングテスト ・定期考査による科学的分野とSDGsに関連した内容の英文理解力と表現力の確認
3 学期	・科学的な分野の英文を読み、グラフや表から得た情報を含め、英語で要約する。 ・SDGsに関する世界の取組の英文を読み、自分の考えを英語で表現する。	・グローバルな視点で科学の発展を考える姿勢の育成	・英語の要約文、感想文 ・事後アンケートの実施

(b) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

- ・ 英語のポスター発表を通し、他校生との質疑応答による交流や、他国出身の大学院留学生からの講評により、研究の発展と英語プレゼン能力の向上に努める。
- ・ グローバルサイエンスリーダーの育成をテーマに、科学の視点からSDGsについて考える題材を選択し、英語で議論するコミュニケーション活動を多く取り入れる。
- ・ 本科目で使用したルーブリックを資料編57ページ表5に示す。

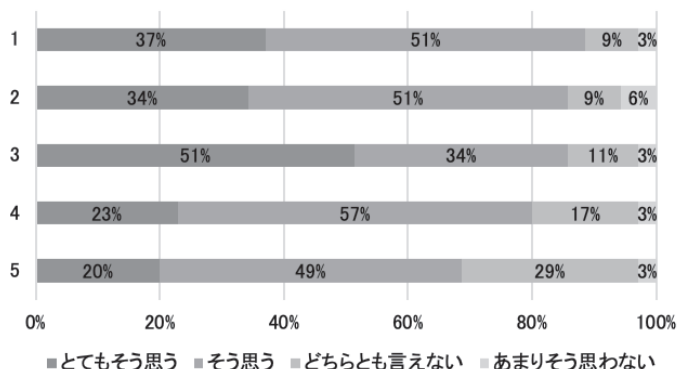
④ 検証

【質問項目】1 科学英語の知識が深まった、2 SDGsへの科学技術の貢献に対する理解が深まった、3 英語によるプレゼンテーション力が高まった、4 世界の諸問題の解決への科学的な取組を英語で理解する力が向上した、5 自分の考えを英語で表現する力が向上した。

上記アンケート結果から、科学と世界の諸問題について意欲的に考え、それらの話題を英語で理解する力や、研究内容を英語で発表する力が上がったと答える生徒はいずれも全体の約80%以上であった。実際に

に研究内容を英語でいきいきと伝え、他者の発表にもよく理解を示していた。「スーパー探究科学」との連携が、英語力の向上や科学の視点からものごとを地球規模で考える意識の向上につながったと考える。一方、自己の考えを英語で表現する力の向上を実感した生徒は70%に満たず、研究内容の質疑応答など即興のコミュニケーションに難を感じる生徒も見られた。自己評価や他者評価の方法を再考し、その目標達成のための活動内容に工夫が必要である。

グローバルコミュニケーションに関するアンケート
高校3年生 回答 35名分



(3) 海外研修「SSHアメリカ合衆国研修」

「スーパーサイエンス英語」で培った科学英語に関する知識や英語でのプレゼンテーション力を活かして「スーパー探究科学」で実施した研究内容を現地の研究者に英語で発信することで、英語でのコミュニケーション能力の向上を目指す。また、研究内容に直接フィードバックを受けることにより、探究に対する思考力・判断力の向上を目指す。さらに、現地で最先端の科学技術や研究に触れることにより、科学に対する興味・関心の向上を図る。

① 仮説

本校の「海外短期科学研修プログラム」の一つとして本研修を実施することで得た知識と経験を用いて、科学に対する興味・関心を高め、将来、世界を舞台に活躍するための資質の礎を築くことができる。また、海外で活躍する日本人研究者からの講義や最先端の科学技術研究を学ぶことで、グローバルな視点を持ち、国際社会で活躍する科学者になるために必要な国際人としての素養と英語によるコミュニケーション力を伸ばすことができる。

② 研究内容

プログラム開発協力校であるカスケディア大学とともに、科学に関わる内容でプレゼンテーション能力や興味・関心の向上に効果があると思われる内容を厳選し、5日間の中に配置した。研修内で必要とされる力を事前の教育活動で育成した。また現地では、協力校スタッフとともに研修中の様子を観察した。帰国後には事後アンケートを行いその効果を検証した。

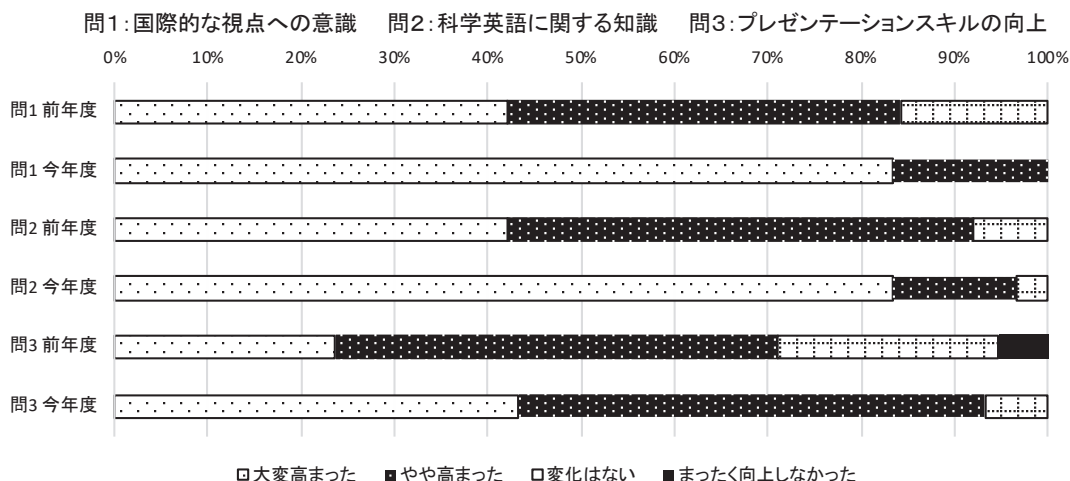
③ 方法

- (a) 日程・訪問先 令和元年10月20日～26日＜5泊7日＞アメリカ合衆国シアトル
- (b) 参加者 本校第2学年生徒 31名
- (c) 旅程

1日目	関西国際空港(集合)ーシアトル空港ーパーク自然史文化博物館ーカスケディア大学ーホームステイ(4泊)
2日目	フレッド・ハッチソン癌研究所訪問、日本人研究者による講義ーボーイング社エベレット工場班別研修フィールドワーク
3日目	カスケディア大学にて日本人研究者による講義・探究研究発表ー土壌環境学教授による英語講義ー湿地帯フィールドワーク
4日目	ワシントン大学シアトル校研究室訪問ーシアトル市内サイエンスツアー
5日目	カスケディア大学にてプレゼンテーションスキル講座ー研修内容についてのポスター発表会
6～7日目	シアトル空港ー関西国際空港(解散)

④ 検証

今回の研修に参加した生徒に行った事後アンケートの結果を示す。昨年度と比較し、国際的視点や英語に関する知識の向上において本研修の効果が認められた。また、科学英語を用いてのプレゼンテーション能力についても93%が向上したと回答した。



(4) 海外研修「SSHタイ国研修」

SSHタイ国研修は、学校設定科目「スーパー探究科学」を受講する高校2年生1クラス31名からの希望者のうち、これまでの研究テーマへの取組の状況や、研修に参加するにあたっての熱意、将来の進路希望などを総合的に考慮し、派遣生徒を選抜した。

① 仮説

SSHタイ国研修を実施することにより、生徒の英語でのコミュニケーション力やプレゼンテーション力が育成できる。

② 研究内容

SSHタイ国研修に参加する生徒は、中学3年生に実施した「理科探究」や、高校1年生と2年生で実施している「スーパー探究科学」や「スーパーサイエンス英語」に積極的に取り組んでいる。さらに、中学3年生で実施したシンガポール研修や高校2年生で実施したアメリカ研修にも参加している。アメリカ研修などでは、「スーパー探究科学」における研究内容を、英語を用いて発表している。本研修では、英語による研究内容の発表の経験を深めるとともに、他の生徒や研究者と英語で活発に議論を交わすことで、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のさらなる発展を期待できると考える。

③ 方法

選抜した生徒6名に対しては、高校2年生の7月頃からタイでの研究発表に向けての指導を行った。指導においては、専門的な内容については、理科の専門の教員があたり、英語の指導は、英語教員と英語を母国語とするALTがあたった。指導時間には、授業時間だけでなく、放課後の時間も当てた。指導は、パワーポイントやポスターを用いて、実際の発表を意識させて行い、質疑応答の練習も繰り返した。指導時間ごとに、振り返りを行い、問題点を意識させて、次の指導につなげた。下記に示す研修実施期間中も引率教員が生徒の意見を聞き、随時アドバイスをを行うとともに、事後のアンケートを行い、効果を検証した。

派遣先	ムクダハン(タイ国北部)	ナコンシータンマラート(タイ国南部)
実施内容	プリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール ムクダハン校で開催された Thailand-Japan Student ICT Fairに参加	プリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール ナコンシータンマラート校が実施する研究発表会に参加
派遣期間	2019年12月18日～24日(6泊7日)	2020年1月21日～27日(6泊7日)
派遣人数	生徒2名、引率教員1名	生徒4名、引率教員2名

④ 検証

参加生徒には、タイで行われたさまざまなプログラムに積極的に参加し、自ら英語でコミュニケーションをとる姿勢が認められた。事後のアンケートの結果の一部を以下に示す。参加生徒はすべての質問項目において、前向きな回答をした。これらの結果から、本研修の実施により仮説に示した生徒の「コミュニケーション力やプレゼンテーション力の育成」がなされたと考えられる。このことから本研修は、仮説の検証には適切かつ十分な方法であったと言える。

	かなり深まった	やや深まった	余り深まらなかった	全く深まらなかった
研究の内容は深まりましたか？	3	3	0	0
科学英語に関する興味は深まりましたか？	6	0	0	0

研修の前後で、各項目の意欲や意識は変化しましたか？	非常に高まった	やや高まった	かわらない	やや低下した	非常に低下した
探究活動への意欲	3	3	0	0	0
国際的な視点への意識	6	0	0	0	0

単位(人)

3. 「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の研究開発

(1) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」

【目標】 数学が自然を科学的に理解する際に道具として役立つことを理解し、探究的・体験的活動において、数学を積極的に活用しようとする態度を育てる。プログラミングや情報モラル・知的財産権などについて理解し、情報社会に主体的に参画しようとする態度を育てる。

【内容】 統計やプログラミング、情報モラルや測量についてコンピュータを活用し学習する。

【年間指導計画】 年間指導計画は、下記③(a)の表に示す。

【必要となる教育課程の特例とその範囲】

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
理数科	スーパーアナライズ数学	2	情報	1	第一学年

① 仮説

実習や体験、講演を通じて数学や情報の学習を行うことで、コンピュータを活用した情報収集力、情報分析力を身に付けることができる。

② 研究内容

数学Bの「確率分布と統計的な推測」の分野をコンピュータを活用しながら演習する。また、PythonやJavaScriptを用いてプログラミング学習を行う。

③ 方法

(a) 1年間の流れと評価方法

	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学 期	<ul style="list-style-type: none"> 表計算ソフトを用いたシミュレーションなどを通して二項分布や正規分布の特徴を理解する。 情報モラルの基礎についてグループ学習する。 PythonやJavaScriptについて学ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> 情報収集能力・分析能力 情報リテラシーの習得 問題解決過程でコンピュータを活用しようとする態度 	<ul style="list-style-type: none"> 定期考査による知識の確認 指定された条件を満たすプログラムの作成
2 学 期	<ul style="list-style-type: none"> 1学期に引き続きプログラミングを行い、課題に応じて自分でプログラムを作成する。 測量機器で2点の距離を測る実習を行う。 知的財産や発明についてグループワークで学ぶ。 	<ul style="list-style-type: none"> 日常生活の中で数学を役立てようとする態度 問題解決のための数学モデル化の技能 	<ul style="list-style-type: none"> 指定された条件を満たすプログラムの作成 講演の振り返りシート
3 学 期	<ul style="list-style-type: none"> アルゴリズムなどの論理的思考力に関する問題演習に取り組む。 デバッグなどのプログラミングの応用を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 問題解決の過程でプログラミングを活用する資質・能力 	<ul style="list-style-type: none"> 指定された条件を満たすプログラムの作成 問題課題

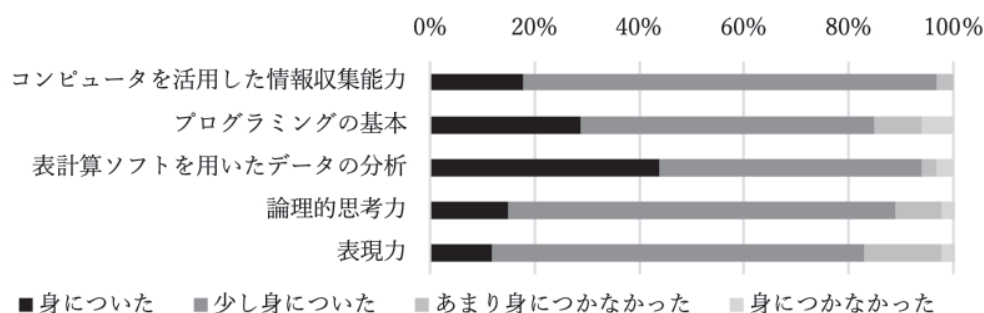
・本科目で使用したルーブリックを資料編57ページ表6に示す。

(b) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

- ・大学の訪問や講師を招くことで、より専門的な実習・講演を行った。
- ・測量の専門学校と連携して、実際に測量で使用する機材を用いて実習を行った。

④ 検証

下のグラフは、1月に1年生34名を対象に行ったアンケートの結果である。どの項目も肯定的な回答が80%を超えており、生徒はこれらの力がついたことを実感していると考えられる。一方で「身に付いた」より「少し身に付いた」と答えている割合がどの項目も高いことから、学習の効果をはっきりと認識できていない可能性が考えられる。学習の効果を生徒に実感させる仕組みが必要であると考えられる。また、「将来役立つ知識と思うか」という問いに対し、「統計」は91%、「プログラミング」は76%、「情報モラル」は97%が「そう思う」と回答しており、日常生活や自身の将来に、学んだ内容を結び付けて考えていることが分かった。数学や情報に基づいた技術が社会に役立っていることを認識させることで、これらの内容に興味を持つ生徒を育てることができたと感じた。



(2) 学校設定科目「スーパーロジック国語」

① 仮説

高校2年生1クラス31名全員を対象とする。体験や情報から課題を見つけ、自己の考えを文章表現する過程を通して、論理的思考力やコミュニケーション能力、さらにプレゼンテーションの技術を身に付けた生徒が育つ。

② 研究内容

各自で課題を設定し、体験や情報をもとに論理的にわかりやすく人に伝える方法を考える。

③ 方法

(a) 科目の目標

論理的な文章を書くことを通して、論理的思考力、表現力を身に付け、さらに意見を発表することを通して、コミュニケーション能力やプレゼンテーションの技術を育成する。

(b) 科目の内容

体験したことや調べた情報をもとに自分の考えを文章で表現する。それをグループ内での意見交流を経て、論理的でわかりやすい内容にして発表する。

(c) 1年間の流れと評価方法

	活動内容	期待される効果	評価方法
1 学期	<ul style="list-style-type: none"> ・書籍を1冊選び、要点をまとめる。 ・グループで書籍の紹介(ビブリオバトル)をし、互いに評価し合う。 ・グループの意見を参考に、書評POPを作成し、発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・読解力、要約力の向上 ・コミュニケーション能力の育成 ・情報収集能力の向上 ・創造力の育成 ・PDCAサイクルの活用 	<ul style="list-style-type: none"> ・書籍の要約内容の評価 ・作成した書評POP、発表内容の他者評価
2 学期	<ul style="list-style-type: none"> ・ディベートや集団討論について理解する。 ・論題について調べた情報を整理し、根拠を明確にしつつ論理を組み立てる。 ・相手側の主張を聞き、主張が明確か、客観的に論題を検証しているか判断する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報収集能力の向上 ・論理的思考力の向上 ・文章表現力の育成 ・コミュニケーション能力の育成 ・プレゼンテーション技術の習得 	<ul style="list-style-type: none"> ・発表に取り組む姿勢の評価 ・生徒の自己評価 ・聴衆による他者評価
3 学期	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の実績や経験を振り返り、自己PR文を書く。 ・志望する将来像についてまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自己分析力の育成 ・文章表現力の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒の自己評価 ・書く力の評価 ・事後アンケートの実施

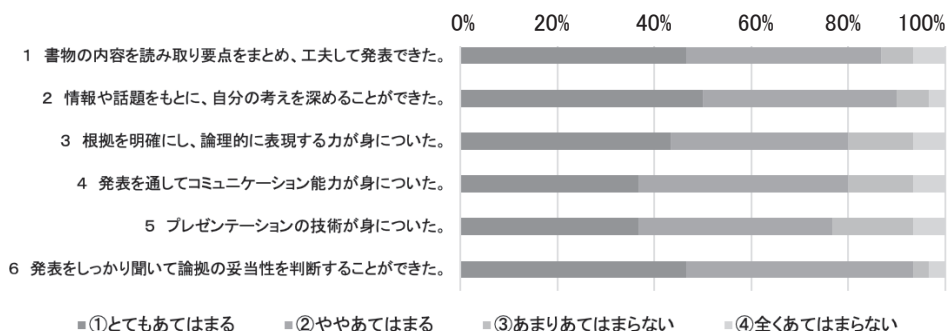
(d) 指導方法の工夫と大学・地域との連携等

- ・作成した書評POPについては生徒同士で評価をし、さらに中学1年生にも評価させた。
- ・企業や大学、教育委員会等外部の学識経験者を招いてディベートの公開授業を行い、指導助言をいただいた。

④ 検証

下のアンケート結果のように、肯定的回答(とてもあてはまる・ややあてはまる)を選んだ生徒は、「5 プレゼンテーションの技術が身に付いた」は、77%にとどまっているが、その他は80%を超えており、概ねこの設定科目の目的を達成したといえる。特にプレゼンテーションでは、他者と自己の双方の評価をすることで、「人の振り見て我が振り直せ」のごとく、技術の習得が有効的にできた。

高校2年「スーパーロジック国語」事後アンケート(2020.1.29実施、回答生徒数30名)



(3) 課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」

併設中学校生徒及び高校1年生と2年生の生徒を対象に、本校SSH2期目の柱である「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の事業の一環として、体験を重視した専門的または教科横断的な内容の講座を開設する。生徒は開設された講座の中から、自由に複数の講座を選択することができる。講座は、放課後や長期休業中に行われる。

① 仮説

自らの興味・関心に応じて選択できる課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」を実施し教科の枠を越えた体験プログラムを行えば、科学に興味・関心が強く、幅広い視野をもった生徒を育成することができる。

② 研究内容

併設中学校及び高校1・2年生の生徒は、科学に興味・関心を持つ生徒が多い。そこで、生徒が自分の興味・関心に応じて主体的に選択できる講座を多数開設する(下表)。また、教科横断的なものや、理系だけでなく文系やスポーツ系の講座も開設し、生徒の視野を広げる内容になるように努める。参加した生徒へのアンケートや感想、取組の様子などから、総合的な検証を行う。

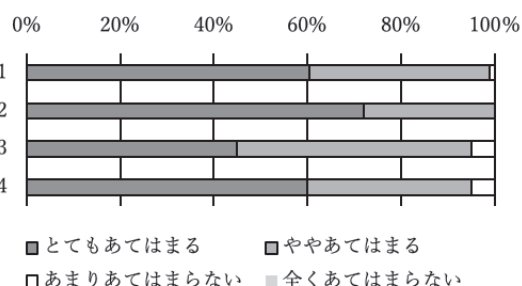
講座名	内容
日本の古典園芸植物(変化朝顔)を栽培しよう	変化朝顔の栽培を通じて、遺伝学を学ぼう。
高校への生物学	高校レベルの生物学を体験してみよう。
大学への生物学	生物オリンピックに参加しよう。
強いコンピュータ将棋・囲碁プログラムを作るための数学	将棋・囲碁においてコンピュータは劇的に強くなり、人間のトッププレイヤー以上の強さに達している。こうしたプログラムのために使われている数学を、大学の先生に紹介してもらおう。
里山学 ~青翔の森をつくる~	二上山の里山を舞台に、植生やそこに暮らす野生生物について学ぶ。また、里山の保全に実際に取り組む。
世界中の人に英語で学校紹介をしよう	あなたが書いた英語で青翔を世界に紹介してみませんか。
化学の活用法 ~花王株式会社の場合~	数々の化学製品を世に送り出している花王(株)の研究開発から工場生産、品質管理に至るまでの見学する。
分析体験スクール脳測定	近赤外光を利用して脳の活動状態を可視化する装置を用いて、脳機能計測を体験し、思考を司る前頭葉の活動変化をみる。
あなたの活動が世界の図書館を救う!	本の表紙画像を撮影し、国立国会図書館の図書データ収集に協力する。
事象をとらえる見方・考え方…芸術と科学の視点で…	芸術作品を、芸術としての見方によってとらえる方法と科学の見方ととらえる方法を比較して行う。
思考力を鍛える地学(地学オリンピックへの道)	知識だけでなく、思考力・判断力をつけて、地学オリンピック本選出場を目指す。
天体観測入門 Ver.2	自分で作った望遠鏡で月を観測する。
誰にでもできる護身術教室	日本拳法マスター(七段)が、日本古来の武術の技をベースに、身体力学や心理学等を応用したオリジナル護身術を伝授する。

③ 方法

平日の放課後、土日、長期休業中などに、各教員が趣向を凝らした講座や専門的な内容・教科横断的な内容で体験活動(実験・実習・工作・発表・意見交換等)を重視する講座を開講した。企業等とも連携し、講座を開講した。受講後に次に挙げる質問項目を含むアンケートを実施し、効果を検証した。【質問項目】1:講座に興味を持って参加できた。2:学んだ分野・内容への興味・関心が高まった。3:各講座に参加して、コミュニケーション能力が向上したと思う。4:学んだ内容を今後の生活や学習活動、研究活動等に活かすことができると思う。

④ 検証

参加生徒へのアンケート結果を、グラフに示す。すべての項目において、「とてもあてはまる」「あてはまる」と答えた生徒が、90%以上であった。生徒の感想の中には、「今までにない経験ができてよかった」「自分のあまり得意でない分野のものを受けることで、苦手な部分も理解することができた」など、この講座をきっかけに、新たな興味・関心を抱く生徒が多くいた。このことから、仮説については、この取組を通じて、一定の効果を上げることができると考えられる。一方、「もっと講座の数を増やしてほしい」などの意見もあった。実施する教員の多忙感を無くし、効率的に講座を開講できるような仕組みづくりが求められる。



(4) SSH行事「科学講演会」

① 仮説

第一線で活躍している研究者の講演を聴くことにより、生徒の科学に対する興味・関心が高まり、科学的な知識への理解が深まる。また、自らの進路や将来の職業選択に対する考えを深めることができる。

② 研究内容

科学講演会を実施する。生徒の様子や感想・アンケートにより、科学に対する興味・関心の高まりや、科学的な知識、自らの進路に対する考え方、研究者という職業への理解の深まりを検証する。

③ 方法

併設中学校と高校の全生徒を対象に実施した。

- ・日時 令和元年6月8日(土)9:00～12:00
- ・テーマ 「エネルギー問題とガスハイドレート ―燃える氷の不思議―」
- ・講師 大阪大学大学院基礎工学研究科 助教 菅原 武 氏
- ・概要

ガスハイドレートについて、講演があった。ガスハイドレートとはかご状に結合した水分子の中に、メタンなどのゲスト分子が包接されたものである。日本の近海にも天然ガスとして利用が期待できるメタンハイドレートが埋蔵されており、エネルギー資源としての活用が検討されている。そのため、この研究を進めることで、エネルギー資源問題だけでなく地球温暖化などの環境問題の解決にもつながる。このような基本的な内容から応用に至るまで、非常にわかりやすく、演示実験も交えながら講演して下さった。また、自身がどういった経緯で研究者になったのかを、学生時代からの生い立ちとともに紹介して下さったり、研究者としての生活や仕事の様子を、わかりやすくお話し下さった。

④ 検証

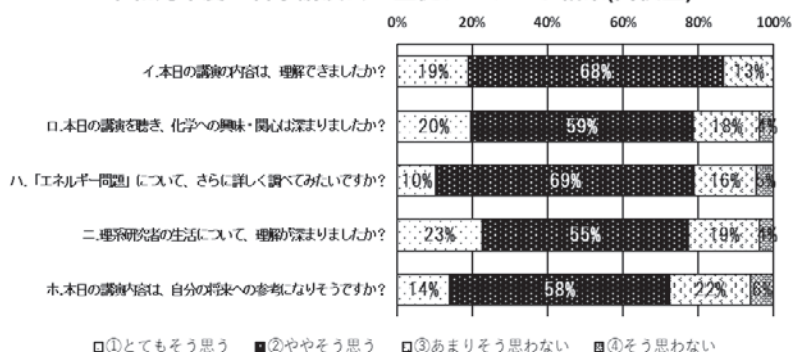
(a) アンケート結果

すべての質問において、70%以上の肯定的回答(①とてもそう思う+②ややそう思う)が得られた。イ～ハ.について、環境問題という生徒にとってなじみのある事象を切り口として話をしてくださったことや、演示実験があったことで、生徒が興味を持って講演を聴くことができたと考えられる。なお、中学生のアンケートでは質問イのみ、肯定的回答が60%に留まったことから、中学生には少し難しかったと思われる。また、ニ.及びホ.について、理系大学へ進学した際の具体的な様子をイメージすることができ、科学研究の魅力やそのおもしろさに気付く生徒が多かったことが読み取れる。以上のことから、狙い通りの効果があったと言える。

(b) 生徒の感想(一部)

- ・環境問題への対策が非常に重要であることは言うまでも無いが、あまり企業では研究されていないということなので、大学などでの研究がいかにか大事であるかを痛感した。
- ・ガスハイドレートというものが、資源の獲得以外にも運搬や貯蔵、化学反応の場など、様々な分野に応用される可能性がある、素晴らしい研究だと思った。
- ・科学の講演会と聞いていたが、研究者の生活、研究者になるためには、といった、普段聞くことができない話をしてくださって、良い意味で予想外だった。

令和元年度 科学講演会 生徒アンケート結果(高校生)



(5) SSH行事「女性研究者との座談会」

併設中学校生徒及び高校1年生と2年生のうち希望者と科学部の部員(合計20程度)を対象に、1時間程度の座談会を行う。

① 仮説

女性研究者から話を聴くことにより、科学・技術への興味・関心を一層深めるとともに、自らの進路や科学分野での女性の活躍について考える機会となる。

② 研究内容

科学の見識に触れる機会の多い本校の生徒たちであるが、研究者の進路選択の実際や研究生活について知る機会は少ない。そこで、本座談会を実施し、当日の参加生徒の様子や参加生徒のアンケートを検証することで、生徒の興味・関心の高まりや、自らの進路や科学分野での女性の活躍に対する理解を検証する。

③ 方法

日程:令和2年1月11日(土)13:00~14:00

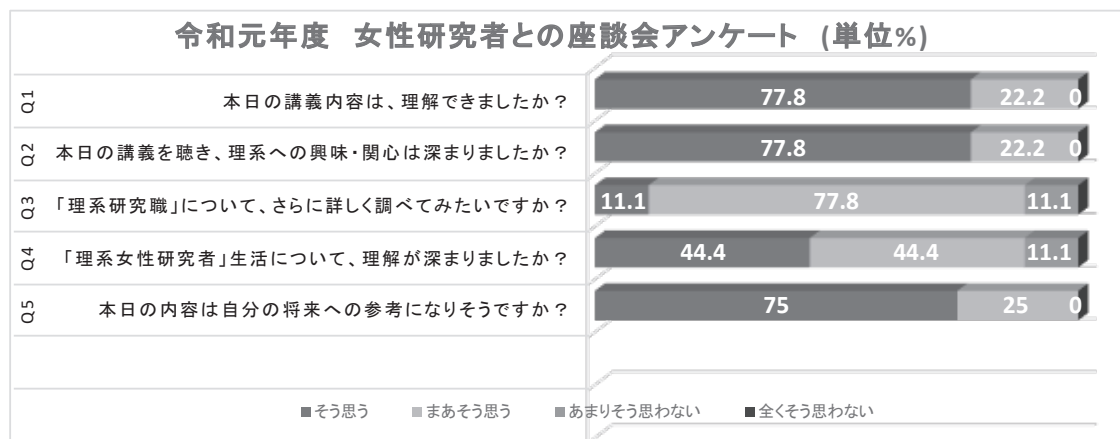
講師:京大大学生態学研究センター協力研究員 神谷麻梨 氏

内容:講師の現在の研究内容について、講師自身の中学、高校、大学および大学院時代を振り返って講話を頂いた。現在の研究テーマである植物-ウイルス間の相互作用についても、詳しく説明していただいた。先生は中学、高校時代に科学部の部員として、園児や児童に対しての科学教材の開発や実際に指導を行った経験があり、講話は研究だけでなく、科学教育や出前授業、発表の仕方についての内容が含まれた。その後、参加生徒との質疑応答を行い、活発な意見交換が行われた。

教育効果の評価は、当日の参加生徒の様子を観察、及び参加生徒へのアンケートにより行った。

④ 検証

以下にアンケート結果を示す。



Q2「本日の講義を聴き、理系への興味・関心は深まりましたか」、Q5「本日の内容は自分の将来への参考になりそうですか」について、肯定的な回答が多かったため、科学・技術への興味・関心を一層深めるとともに、自らの進路を考える機会となるという目的は達成されたと考える。またアンケートの自由記述で、大学生活をイメージできたので参加して良かったと答えた生徒が非常に多かった。研究に対して、堅苦しいイメージだったが、楽しそうに思うようになったと感想を述べている。実際の最先端の科学知識や研究内容を解説するだけでなく、大学生活について知る機会があると、理系の進学に対して前向きなイメージを持てるようである。また質疑応答では、小学生への出前授業や、人前で研究成果を発表するときの心構えについて活発に質問があった。研究そのものだけでなく、研究成果を表現したり、発表したり、共有することの楽しさや意義について学ぶ機会を、生徒に提供することの重要性を感じた。一方、Q3「理系研究職」について、さらに詳しく調べてみたいですか?」については「そう思う」の回答が少なかった。自ら主体的に進路について調べる姿勢を育むことが今後の課題である。

(6) SSH行事「夏期科学研修」

併設中学校生徒及び高校1年生と2年生の生徒のうち、希望者46名(応募者が定員を超えたので学年・性別を考慮して先着順に受け付けた)を対象に実施した。実施日時は令和元年8月2日(金)～3日(土)であった。

① 仮説

高知大学農林海洋科学部や海洋コア総合研究センターの見学を通して、最先端の生物学や海洋学に触れる機会をもつ。また高知県立牧野植物園や野島断層保存館(北淡震災記念公園内)を訪問し、見学や実習を行うことにより、フィールドワークの手法を学ぶ。これらの体験を通して、進学及び将来の職業選択の一助とすることができる。

② 研究内容

科学の見識には触れる機会の多い本校の生徒たちであるが、研究機関に実際に足を運び見学したり、研究者の話を聴いたり、現地でフィールドワークを行う機会は少ない。体験を通して、進学及び将来の職業選択の一助となったかどうかは、当日の参加生徒の様子の観察、及び参加生徒のアンケートより検証する。

③ 方法

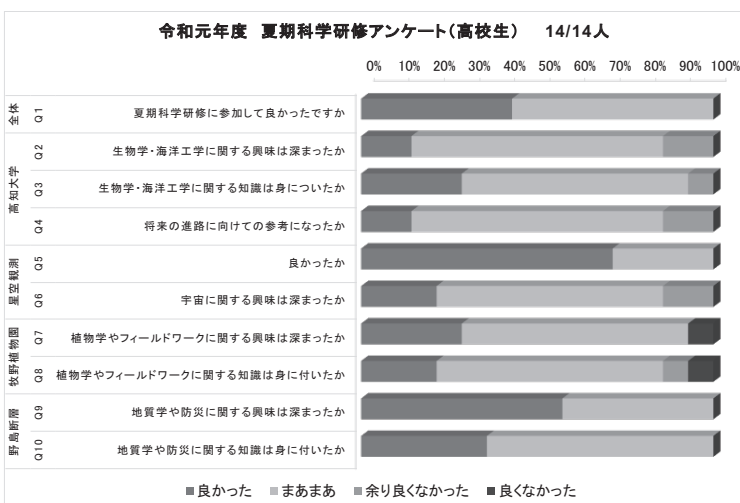
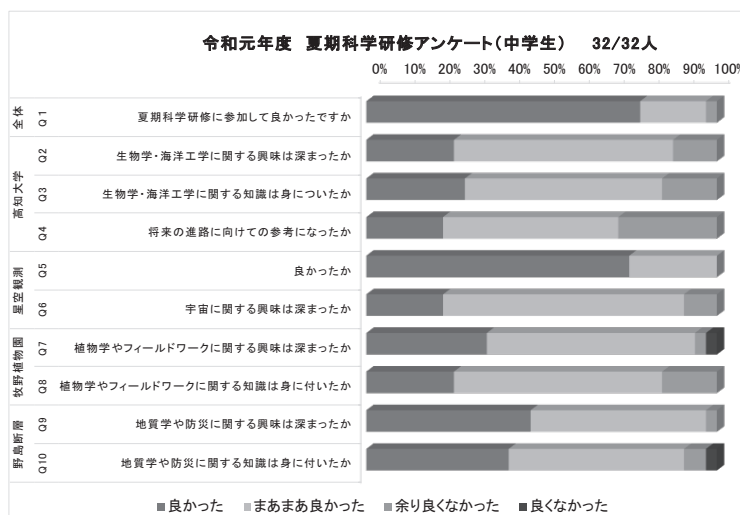
令和元年8月2日(金)～3日(土)に実施した。3名の教員が引率した。交通手段は全行程について貸切大型観光バスを利用した。8月2日(金)に国立大学法人高知大学農林海洋科学部、高知大学海洋コア総合研究センターおよび高知県立香北青少年の家を訪問した。8月3日(土)に高知県立牧野植物園と北淡震災記念公園野島断層保存館を訪問した。検証は後日にアンケートを配布し行った。

④ 検証

参加生徒全員に対して行ったアンケート結果を示す。参加生徒は中学生が32人、高校生が14人であった。

中学生と高校生ともにQ1「夏期科学研修に参加して良かったですか」について肯定的な回答が多かった。研究機関を訪れ、非日常の中で学校の異年齢の仲間と体験を共有したことによる印象が大きいのではないかと推測される。

また、Q5「星空観測は良かったか」について「良かった」と回答した生徒が中学生と高校生ともに群を抜いて多かった。星空観測は高知県立香北青少年の家で行った。生徒は、夜中まで学校の仲間と一緒に過ごし、星空を見上げるという体験を共有したことの感動が大きかったのではないだろうか。生徒同士のコミュニケーションが、科学に対する興味・関心を持つきっかけになったと考えられる。体験活動を通して自然に対する感動や、それを共感することの喜びを生徒が感じられたことが、夏期科学研修の大きな成果と考えられる。



4. その他の研究開発

(1) 地域との連携

① サイエンスGO

サイエンスGOは、学校設定科目「スーパー探究科学」に設けた、生徒に対して実施する講演、実験実習を行うものである。

(a) 研究内容

<p>[第1回 サイエンスGO] 日程 令和元年6月17日 場所 田村薬品株式会社 内容 講演及び薬草園の見学</p>	<p>田村薬品株式会社で、生薬を用いた製品の歴史や医薬品が販売にいたるまでの工程や、医薬品を製造するにあたっての注意点や研究に関する視点に関する講演を受講した。薬草園と製造ラインの工場見学については、研修内容が深まるように2班編成で実施した。</p>
<p>[第2回 サイエンスGO] 日程 令和元年11月11日 場所 株式会社タカトリ 内容 講演及び施設見学</p>	<p>株式会社タカトリで工場見学を実施した。企業の理念や戦略、時代の変化に応じてどのような研究開発が進められてきたかについての講演を受講した。</p>

(b) 検証(生徒の感想を一部抜粋)

- 研究者のみなさんが日々開発に取り組んでいると聞き、自分も何かの分野で少しでも手助けができれば良いなと強く感じた。
- 最も印象に残っているのは、多くの繊維を重ねて切る機械である。これを見たときに、こんな誰も思いつきそうなシンプルな機械が世界で役立っているのはすごいと思った。どちらの講演とも、終了後に行ったアンケートから、科学技術に対する興味・関心が高まったと答えた生徒は90%以上あった。

(2) 大学・研究機関との連携

本年度は下表に示すように、8つの大学、4つの研究機関と連携した。探究活動においては大学、研究機関で所有している研究設備を使用させて頂くことで、より高度な探究活動が可能となった。学校では使用できない高性能な装置や設備を使用し、専門性の高い指導を受ける中で、自分たちの研究を見つめ直し、さらに深めようとする姿が見られた。また、施設見学や講演を通して、最先端の研究内容や、研究に携わる方々の考え方や、研究者となったきっかけなどの話に触れ、卒業後の進路や将来の職業選択に思いを馳せている様子が認められた。参加した生徒の科学技術への興味・関心が高まったと考えられる。

令和元年度に連携した大学・研究機関とその概要

大学・研究機関名	科目・分野など	内容	参加生徒人数	対象
奈良県薬事研究センター	探究・化学	高速液体クロマトグラフィーを用いた定量分析、並びに指導助言	2	高2
奈良教育大学	探究・化学	電子顕微鏡を用いたTiO ₂ 電極の構造観察、並びに指導助言	3	高2
奈良教育大学	探究・物理	日本物理学会ジュニアセッション発表についての指導助言	6	高2
大阪教育大学	探究・地学	探究活動の内容及びポスター発表に対する指導助言	5	高2
岡山県美星天文台	探究・地学	探究活動における天体観測データの取得	8	高1
地球環境産業技術研究機構	探究科学	研究施設の見学及び研究に関する講義	39	高3
兵庫県立大学	探究科学	データサイエンスについての概説、大学見学	30	高2
大阪工業大学	SA数学	JavaScriptの解説・演習、研究室訪問	36	高1
京都大学	図書室文化講座	学校周辺の今昔の地図を見比べて地域の魅力を捉える講義、演習	28	中1～高3
同志社大学	SAW	図書情報学に関する講義、並びに図書室のデータベース作りの指導助言	10	中1～高1
奈良女子大学	SAW	強いコンピュータ将棋・囲碁プログラムをつくるための数学	21	中2～高2
高知大学	夏期科学研修	農林海洋学部の紹介、海洋コア研究センター施設見学と研究内容のガイダンス	46	中1～高2
高知県立牧野植物園	夏期科学研修	植物学研究者による講義、並びに施設内見学	46	中1～高2

(3) 各種オリンピック・学会発表等

① 科学オリンピックなどへの参加

- 地学オリンピック 15名 本選出場(高校1年生・1名) ・化学グランプリ2019 7名
- 数学オリンピック 7名 ・生物オリンピック2019 32名 優秀賞1名 優良賞2名
- 日本情報オリンピックジュニア大会 国際情報科学コンテスト「ビーバーチャレンジ 2019」235名(中学全体) 66名(高校1年生・高校2年生)

② 令和元年度の学会等での発表

- 日本物理学会ジュニアセッション:2020年3月17日 :名古屋大学 参加生徒:6名
- 第9回高校生天文活動発表会-天文高校生集まれ!! -:2019年7月15日:大阪教育大学 参加生徒:5名

- ・ 第22回日本天文学会ジュニアセッション:2020年3月19日 :筑波大学筑波キャンパス 参加生徒:5名
- ・ つくばScienceEdge2020:2020年3月20～21日 :つくば国際会議場 参加生徒:4名
- ・ 集まれ!!理系女子 女子生徒による科学研究発表会 関西大会:2019年12月14日:奈良女子大学 参加生徒:12名
- ・ 第4回IBLユースカンファレンス:2020年3月20日:すみのえ舞昆ホール 参加生徒:18名
- ・ 第61回日本植物生理学会高校生生物研究発表会:2020年3月21日:大阪大学 参加生徒:4名
- ・ 第131回日本森林学会高校生ポスター発表会:2020年3月29日:名古屋大学 参加生徒:4名

③ 論文コンテスト受賞作品

- ・ 第63回日本学生科学賞奈良県審査 2018年11月8日 学校賞 知事賞 教育委員会賞 優秀賞3本 佳作2本
- ・ 第16回中高生南極北極科学コンテスト 奨励賞

④ 教員による研究発表

- ・ 公益財団法人日本極地研究振興会「南極・北極から地球の未来を考えるESD学習プログラム」副読本『南極の空気はどれくらいきれいか～空気中の微粒子の量について考える～』執筆
- ・ 公益財団法人日本極地研究振興会『南極と北極の総合誌極地』109号「中学生が取り組んだ「昭和基地の大気中微生物の遺伝子解析」
- ・ 奈良県教育振興会『やまと』「学習意欲を高める探究科学の評価について」
- ・ NPO法人五新線再生推進会議「第58次日本南極地域観測隊参加を通じた科学教育」講演 2019年6月9日
- ・ 日本理科教育学会第69回全国大会口頭発表「ルーブリックと相互評価表を用いたSSH「探究科学」の評価について」 2019年9月22日
- ・ ベネッセ教育総合研究所 View21. 高校版 2019(3), 42-45 「改良! 指導ツール ビフォーアフター 2年生2学期 ポートフォリオ」
- ・ 東洋大学生命科学部食環境学科 「教職実践演習」大学4年生対象 「理科指導法」大学3年生対象 講師 2019年12月6日

(4) SSHに関わる授業改善

学習指導要領をこえた発展的な取組	
数学科	・中学3年生の数学において、日常事象について数学化し、自分で変数を設定して解決する課題に取り組んだ。中学1～3年生において、夏休みの自由研究で数学についての研究レポートを作成した。
英語科	・コミュニケーション英語Ⅲの授業で、英文読解の題材として大学レベルの科学英語や科学論文を取り扱った。
理科 地学科	・高校3年生理科演習(地学分野)の中で、転向力のはたらき方や宇宙の膨張について、グループに分かれて結果の予想と実験モデルの考案、検証、発表といった取組を行った。 ・中学校第2学年理科(地学分野)において、気象庁のWebにある過去の気象データを用い、グループに分かれて前線の通過や台風の接近時の風や気温等の変化について考察させ、結果を発表させた。
理科 化学科	・中学校理科(化学分野)において、3年生で原子の電子配置、イオン化傾向、中和におけるpHの変化や濃度・体積の関係等の高校内容を積極的に取り入れた。
理科 物理科	・物理の光の性質の指導において、実験・観察と考察を反復し、PDCAサイクルを繰り返し、探究活動を通して、コミュニケーション力や問題解決力の育成に重点をおいた授業を行った。
理科 生物科	・生物基礎(高校1年生)において、タマネギの鱗片葉の外側と内側からDNA抽出の実験をした。同じ質量のタマネギからのDNA収量は内側と外側で異なることを結果で確認した。なぜそうなるか班で考察し、その考察を検証する実験を考案した。 ・生物基礎(高校1年生)において、「暖かさの指数」から世界のバイオームを推測することの問題点を具体例をあげて考察した。これは教科書に掲載されている法則を鵜呑みにするのではなく、批判的思考を養う一例である。 ・生物基礎(高校1年生)において、実験後に考察を記述し、ルーブリックに基づいて、自己評価・他者評価を実施した。また、評価後に考察を再度記述し、自己評価した。これは自らの成長を認識し、他者からのアドバイスによって、手段保有感を高め、学習意欲の向上につながる発展的な取組である。
保健 体育科	グループに分かれてアクティブな休日の過ごし方についての調べ学習を行った。PCやタブレットを用いて自分たちで検索し、テーマを決定してまとめ、クラスでの発表をおこなった。 ダンス「青い風に吹かれて(Little Glee Monster)」を体育大会で披露した。見本動画を舞台スクリーンに投影し、再生スピードなどを変化させながら段階をつけて練習した。
教科間連携の取組事例	
国語科	・国語総合(古典)、古典B(高校2年生)の定期考査では、問題文に出てきた地名の場所を解答欄の地図に記入する問題や、問題文に関する絵巻に描かれた人物を答える問題等を出題した。
英語科	・英語表現Ⅱの授業で世界の科学分野のニュースに関する自分の感想や意見を英語で書き、口頭で発表する表現活動を取り入れた。
理科 地学科	・中学1年生で二上山博物館を訪問し、火山活動と地域の産業との関わりなど、社会科と関連する学習を行った。

第4章 実施の効果とその評価

1. 研究課題への取組の評価とその方法

本校では、研究開発課題に基づいた目指す生徒像の実現のため、「青翔スパイラルアップ・プログラム」、「青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム」及び「青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム」の3つのプログラムを体系的に結びつけた取組を推進している。これにより、生徒に「情報収集力」「情報分析力」「論理的思考力」「創造力」「表現力」「コミュニケーション力」「協働する力」「科学倫理的判断力」を身に付けさせるとともに、成果の普及を図っている。以下に、各プログラムにおける主な事業内容と具体的な評価の方法について述べる。

(1) 青翔スパイラルアップ・プログラム(SSUP)

事業内容	実施時期	検証方法	対象
SSH科目「スーパー探究科学」(中学「理科探究」「数学探究」を含む)	4月・1月	アンケート(選択式及び記述式)	中学3年生以上全生徒
	毎授業時	研究ノート(ノーベルノート)の記述、ループリックによる生徒の自己評価の分析	
	随時	学会・コンテストへの参加及び受賞状況	
生徒発表会「サイエンス・ギャラリー」「SS探究科学研究発表会」	終了後	アンケート(選択式及び記述式)	参加生徒全員
		口頭・ポスター発表の様子	保護者、他校生徒・教員等
		アンケート(選択式及び記述式)	

(2) 青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム(SGUP)

事業内容	実施時期	検証方法	対象
SSH科目「スーパーサイエンス英語」「グローバル・コミュニケーション」	1月	アンケート(選択式及び記述式)	高校生の全生徒
	毎授業時	ループリックによる生徒の自己評価の分析	
	7月・12月	ポスター発表の様子の分析	
海外研修、国内研修	終了後	アンケート(選択式及び記述式)	参加生徒全員

(3) 青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム(SELP)

事業内容	実施時期	検証方法	対象
SSH科目「スーパーアナライズ数学」	1月	アンケート(選択式及び記述式)	高校1年生の全生徒
	毎授業時	ループリックによる生徒の自己評価の分析	
	7月・12月・2月	発表ポスターや製作プログラム等の成果物の分析	
SSH科目「スーパーロジック国語」	1月	アンケート(選択式及び記述式)	高校2年生の全生徒
	毎授業時	ループリックによる生徒の自己評価の分析	
	7月・2月	ディベートの様子や論文等の成果物の分析	
課外活動「青翔アラカルト・ワークショップ」	随時	アンケート(選択式及び記述式)	参加生徒
その他SSH行事	終了後	アンケート(選択式及び記述式)	参加生徒

(4) その他及びSSH事業全般

事業内容	実施時期	検証方法	対象
地域での出前実験、小学生向けイベント等	随時	参加児童・保護者への聞き取り	科学部生徒 参加者
地元企業との連携	随時	指導・助言の聞き取り	企業担当者
大学・研究機関との連携	随時	指導・助言の聞き取り	大学教授等
生徒の進路状況	3月	進学先・学部学科等の調査	高校3年生の全生徒
卒業生への追跡調査	12月	卒業後5年目の卒業生へ現況と本校SSHプログラムの有用性の調査	卒業生
運営指導委員会	9月・2月	指導・助言の聞き取り	運営指導委員
SSH事業全般	1月	SSHに関する意識調査<本校独自様式>	中学3年生以上全生徒
		SSH意識調査<JST様式>	高等学校全生徒
	1月	SSH意識調査<JST様式>	全教職員
	12月	SSH意識調査<旧JST様式>	中学3年生以上保護者

2. 生徒の意識調査の結果とその考察

(1) 検証方法

1年生36名、2年生31名、3年生39名の3学年合計106名を対象に、アンケートを実施した。本年度から全学年が併設中学校からの内部進学生であり、中学在籍時からSSH事業に関連する様々な行事に参加している。よって、昨年度との比較については、昨年度の1・2年生の集計結果との比較を用いる。

(2) 結果と考察

① 設問「SSHの取組に参加したことで効果がありましたか」について

下記A～Fの項目について、効果が得られたと回答した生徒の割合を、各学年ごとに図1に示す。

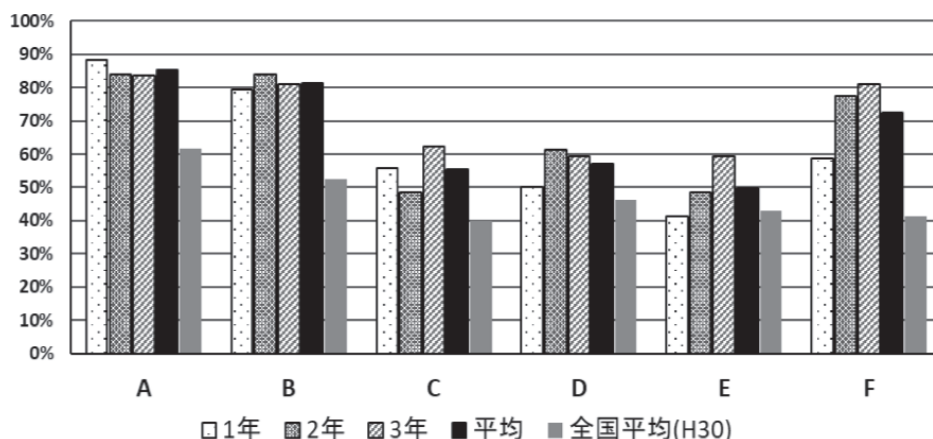


図1. SSHの取組に参加したことで効果が得られたと回答した生徒の割合

A: 理数の面白そうな取組に参加できる

B: 理数に関する能力やセンス向上に役立つ

C: 理学学部への進学に役立つ

D: 大学進学後の志望分野探しに役立つ

E: 将来の志望職種探しに役立つ

F: 国際性の向上に役立つ

A、Bについては各学年で大きな差は無く、いずれも80%を超えており、多くの生徒が効果が得られたと感じている。またC～Fについては、高学年ほど効果が得られたと回答しており、本校でのSSH事業によって科学への興味・関心、グローバル社会への対応力が着実に成長しているということが読み取れる。特にFについては、1、2年生で行われているスーパーサイエンス英語、3年生で行われているグローバルコミュニケーションといった授業活動や、2年生で実施されているアメリカ研修やタイ研修、タイ姉妹校との海外交流事業の成果を強く実感している様子が分かる。

本校3学年の平均と、全国平均(H30年度)を比較すると、A～Fすべての項目において高い効果が得られていると分かる。特に、Fについては31%高く、グローバル人材の育成が実現していると言える。一方で、C～Dについては、それぞれ16%、11%、7%高くなっており、将来の科学人材の育成という観点では、さらなる取組が必要になると考えられ、今後の注力していくべき項目である。主体的に科学探究や理数科目に取り組むための方策や、高校卒業後のステージをより具体的に示す進路指導の実施などが考えられる。

② 設問「SSHの取組に参加したことで興味、姿勢、能力が向上しましたか」について

図2は、図の左に示したアンケート項目に対して、「大変向上した」、「やや向上した」及び「もともと高かった」と回答した生徒の割合を示している。昨年度と比較すると、全体的に上昇している。特に10%以上向上した姿勢や能力としては、⑩独創性(14%↑)、⑪問題発見力(10%↑)、⑫問題解決力(11%↑)及び⑬考える力(11%↑)がある。大学と研究機関の見学や、研究者や他校の生徒との交流を通じて、自分の視野が広まったことで、オリジナリティに気付く力や、目の前にある課題をどうクリアするかをじっくりと考える力がついてきたことが窺える。

また、全国平均と比べると、①を除くすべての項目で、12%以上高い。特に、③理科実験への興味は23%高く、本校が理数科単科高校であることの特色が反映された結果だといえる。また⑯国際性については32%高く、これは前項①でも述べた通り、本校の海外交流プログラムが大変効果的なものであるといえる。

【アンケート項目】

- ① 未知の事柄への興味(好奇心)
- ② 科学技術、理科・数学の理論・原理への興味
- ③ 理科実験への興味
- ④ 観測や観察への興味
- ⑤ 学んだことを応用することへの興味
- ⑥ 社会で科学技術を正しく用いる姿勢
- ⑦ 自分から取組む姿勢(自主性、やる気、挑戦心)
- ⑧ 周囲と協力して取組む姿勢(協調性、リーダーシップ)
- ⑨ 粘り強く取組む姿勢
- ⑩ 独自のものを作り出そうとする姿勢(独創性)
- ⑪ 発見する力(問題発見力、気づく力)
- ⑫ 問題を解決する力
- ⑬ 真実を探って明らかにしたい気持ち(探究心)
- ⑭ 考える力(洞察力、発想力、論理力)
- ⑮ 成果を発表し伝える力(レポート作成、プレゼンテーション)
- ⑯ 国際性(英語による表現力、国際感覚)

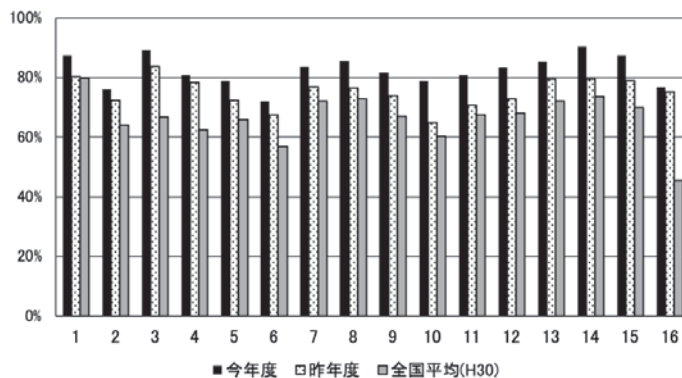


図2. 学習全般や科学技術、理数に対する興味、姿勢、能力の向上

③ 設問「SSHの取組に参加したことによって、専攻志望は変わりましたか」について

図3は「SSHの取組に参加する前に大学で専攻したいと考えていた分野はどれですか」について、本校の結果と、全国平均を棒グラフで示したものである。全国平均に比べると、文系の割合は低いが、本校が理数科単科高校であることを考慮する必要がある。図4は「SSHの取組に参加したことによって、志望専攻分野は変わりましたか」に、「変わった」と答えた生徒40名の、変更後の志望分野を示している。全国平均と比較すると、理系分野への志望が多い。このことから、本校のSSH事業は、理系を目指す生徒を増やすことができていると考えられる。一方で、アンケート結果を総合すると、1年間の本校のSSHに関する取組に参加した後も、志望専攻分野が決まっていない生徒が99人中12名いることがわかった。生徒の自己評価や相互評価を通じて自己の成長を認識させ、学習意欲を向上させる取組の促進が必要であると考えられる。

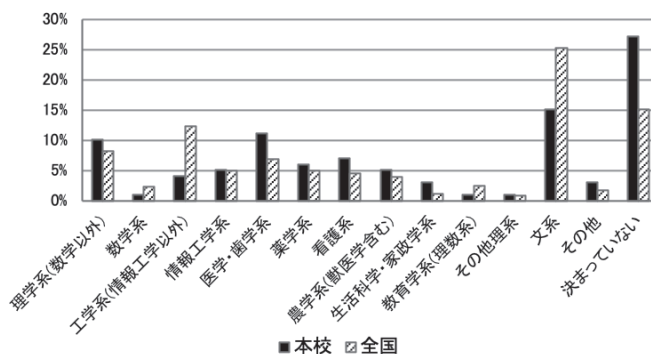


図3. SSH参加前の志望専攻分野(本校N=99)

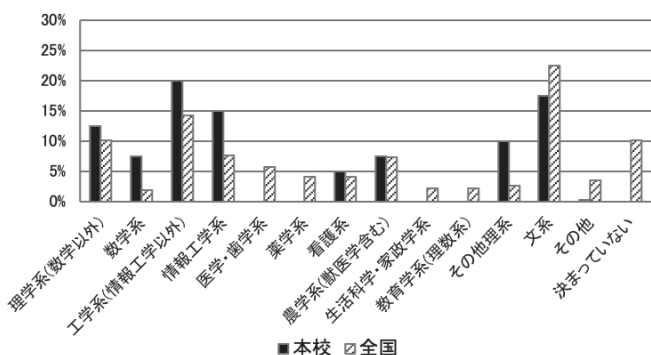
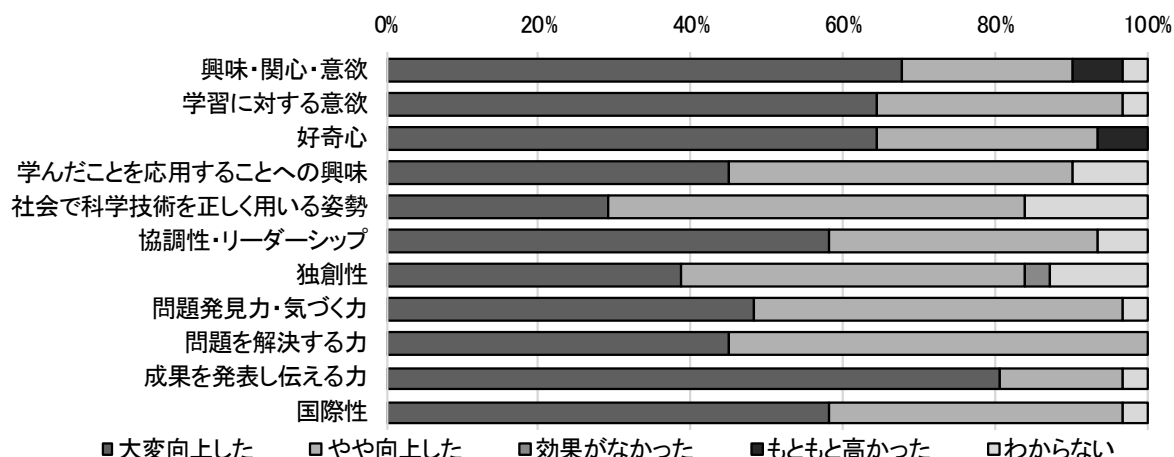


図4. SSH参加後の志望専攻分野(本校N=40)

3. 教員の意識調査の結果とその考察

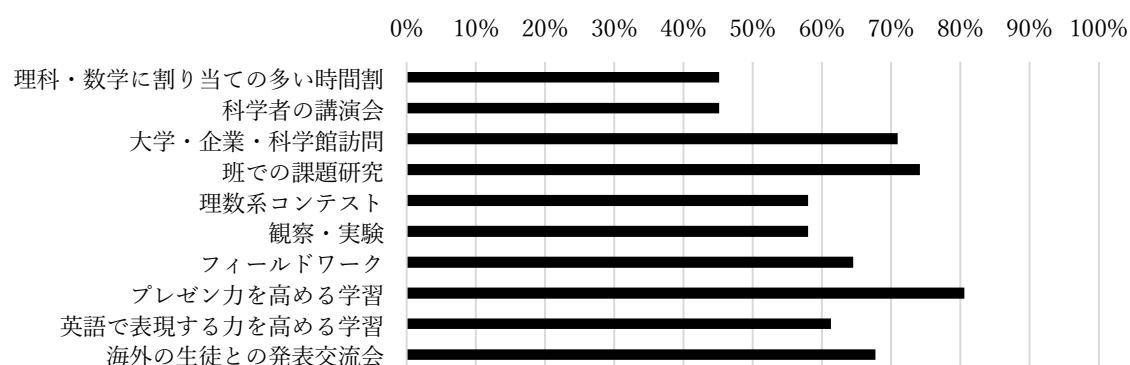
SSHの取組によって、教員がどのような力を生徒につけることができたと考えているかを、1月に実施したSSH意識調査〈教員用〉(31名が回答)の結果を用いて考察する。

(1) 教員が向上したと考える興味・姿勢・能力



SSH実施計画の仮説に関連する能力についてのアンケート結果を上に表示。上記の能力の中で「大変向上した」の割合が最も高いのは「成果を発表し伝える力」(81%)であった。また、この項目については昨年よりも10%近く上昇している。多くの場面で英語も使いながら発表する機会を設けていることが、この結果に繋がっていると考えられる。「向上した」の割合は、どの項目でも80%を上回っており成果を感じていることが分かる。一方で、「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」や「独創性」については「大変向上した」の割合が40%をきっており、他の力に比べて生徒が向上していない、もしくは教員が評価しにくい項目であると考えられる。これらの能力を教員が実感できるような評価方法を開発することが課題である。

(2) 教員が特に効果があったと思うSSHの取組



教員が効果があったと思う取組のうち、上位10項目を上記に示す。「プレゼン力を高める学習」が81%で最も効果があると考えられている。「大学・企業・科学館訪問」の割合は、昨年と比べると10%近く上昇しており、併設中学校からの様々な経験が活かされていると考えられる。(1)で示した結果からも、「成果を発表し伝える力」の育成は、本校教員が最も力を入れており、その成果が認められる取組であると考えられる。また、別の質問で「学習指導要領よりも発展的な内容」について「大変重視した」もしくは「やや重視した」と肯定的な回答をした教員が合わせて94%いた。さらに「教科・科目を超えた教員の連携」について、すべての教員が肯定的な回答をした。この結果からも、SSHの取組は効果を上げていると考えられる。

4. 保護者の意識調査の結果とその考察

(1) アンケート方法

対象は高校全学年3クラスの保護者である。生徒は全員併設中学校からの内部進学生であり、中学校在籍時から継続してSSH事業に関連するさまざまな行事に参加してきた。

(2) 結果と考察

①「SSHに参加したことで、お子さんの科学技術に対する興味・関心・意欲は増したと思いますか」について、3学年とも「大変増した」「やや増した」と肯定的にとらえる保護者が70%以上であった。全学年の保護者が生徒の中学生時代からSSH事業に関わり、年数が増えるごとにその内容の充実を実感していると考えられる。

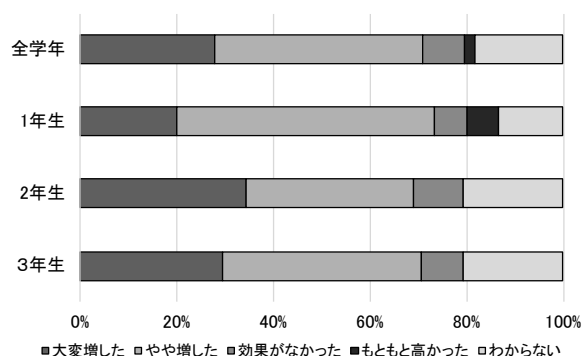


図1.「SSHに参加したことで、お子さんの科学技術に対する興味・関心・意欲は増したと思いますか」に対する回答

②「SSHの取組を行うことは学校の教育活動の充実や活性化に役立つと思いますか」についても、「すごく思う」「やや思う」と肯定的にとらえる保護者が、どの学年も75%に達している。興味・姿勢・能力の向上を問う他の質問項目では、特に協調性、発表力、国際性などを挙げる保護者が多く、生徒たちのSSH事業への積極的な取組が人間としての成長を促すと見ているからだと考えられる。

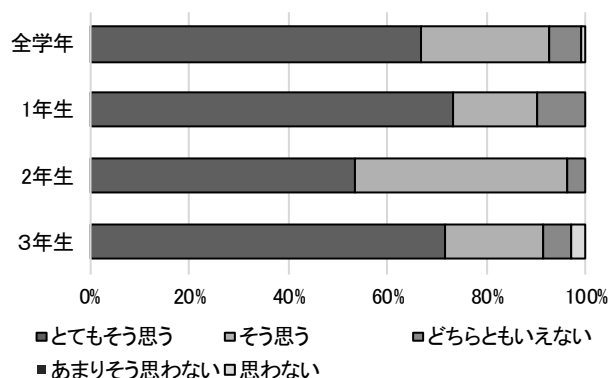


図2.「SSHの取組を行うことは学校の教育活動の充実や活性化に役立つと思いますか」に対する回答

③「特に効果があったと感じているSSHの取組はどれですか」(複数回答可)については大学、研究所、企業、科学館など外部施設の研修が多く、見学や講義が貴重な学習経験となつていことが分かる。また結果より、2、3学年で海外の大学・研究機関等の訪問が多く、特に高校2年生での秋のアメリカ合衆国研修が大変有意義であったことを示すと考えられる。

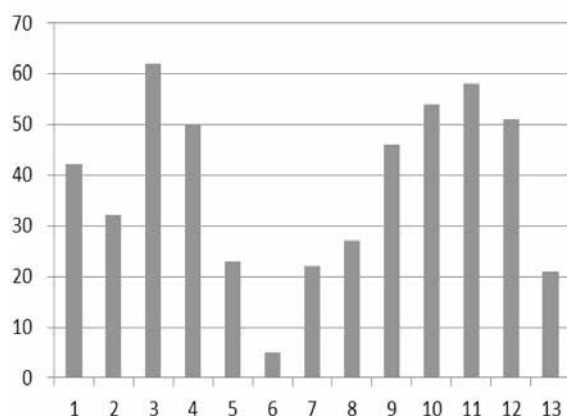


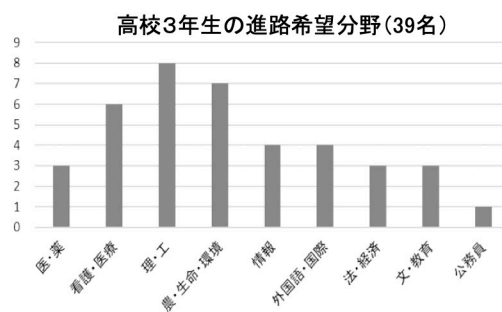
図3.「特に効果があったと感じているSSHの取組はどれですか」に対する回答(複数回答可:N=93)。縦軸(%)

【質問項目】1: 科学技術、理科・数学に割り当てが多い時間割、2: 科学者や技術者の特別講義・講演会(科学講演会)、3: 大学や研究所、企業、科学館等の見学・体験学習(夏期科学研修・サイエンスGO)、4: 個人や班で行うスーパー探究科学、5: 理数系コンテストへの参加(科学オリンピックなど)、6: 科学系クラブ活動への参加、7: フィールドワーク(野外活動)の実施(SAW)、8: 観察・実験の実施、9: 海外の生徒との発表交流会(タイ姉妹校との交流)、10: 海外の大学・研究機関等への訪問(アメリカ研修、タイ研修)、11: プレゼンテーションをする力を高める学習、12: 英語で表現する力を高める学習、13: 他的高校の生徒との発表交流会(学会、サイエンス・ギャラリーなど)

5. 生徒の進路状況とその考察

今年度の高校3年生は39名全員が併設中学校からの内部進学生である。中学校在籍時からSSH事業の体験学習や研修の経験が豊かであるため、科学分野の学習に興味・関心が高く、特に「スーパー探究科学」での研究にも熱心である。外部施設などでの研修が、さらに専門的な分野への主体的な学習につながり、科学オリンピックなど理数系コンテストへの参加により高いレベルの内容へと学習意欲を向上させた。

SSH事業が進路実現につながる一例としては、日本学生科学賞の奈良県審査で受賞した生徒や、日本物理学会ジュニアセッションで優秀賞を受賞した生徒などを中心に、研究内容の実績とそのプレゼンテーション能力を活かし、理学、環境学、看護を中心に国公立大学のAO入試や推薦入試で合格した生徒が5名いる。また、語学や国際関係学分野への進路希望者については、アメリカ合衆国への研修後にその選択をした生徒が多く、SSHの活動で培った協調性や、科学分野から国際協力への関心の高まりにより、世界に視野を広げるようになったと考えられる。1月時点での進路希望分野は右図の通りである。



6. 卒業生への意識調査の結果とその考察

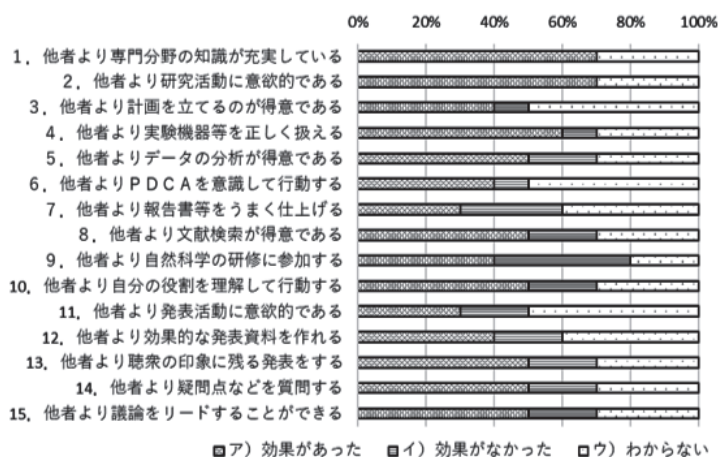
本校では昨年度より、本校を卒業して5年が経過した卒業生に対し、アンケート(兵庫県立神戸高等学校で実施されているものを参考に本校で作成したものを)を実施している。平成25年度及び平成26年度卒業生のうち返信があった10名(うち理系の大学院生2名、研究職・技術職に就いたもの4名)について、その結果を右図に示す。

回答を分析すると、本校の卒業生は、大学の友人や企業の同僚と比較して、1～15の項目

に対し概ね肯定的回答が多くあり、本校でのSSH事業に参加した効果があったといえる。特に、1及び2の項目では、70%の卒業生が「効果があった」と回答しており、SSHの取組が知識の獲得や意欲の醸成に役立っていると考えられる。反面、7、9及び11の項目については否定的回答の割合が大きく、本校の卒業生は発表や研修などに主体的に参加することにやや消極的であったり、報告書作成のスキルに自信がなかったりするようである。ただ、後者については、本校SSH第2期目に実施している論理的思考力や表現力を育成する学校設定科目「スーパーロジック国語」等の取組によって今後は次第に解消されるのではないかと考える。

今後の課題としては、アンケートの回収率が非常に低かったため、設問数や内容を回答しやすく変更したり、回答方法をWebからも受け付けたりするなど改善が必要である。

平成25・26年度卒業生(10名)への意識調査結果



第5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

昨年度のSSH中間評価において、本校は特に以下の3点について指摘をいただいた。本章では、それに対する今年度における改善点と、次年度に向けての更なる改善策について述べる。

1. 事業を実施すること自体が先行していて、目的に沿った生徒の変容をもたらす形での事業実施とはなっていないように見受けられるため、今後、学校がSSH事業を通して育成したい人材像を明確にし、事業の実施形態を改善することが望まれる。

(1) 今年度の改善点

この点について、SSH事業を通して「目指す生徒像」と「生徒に身に付けさせたい力」を明確にするため、「SSHの次の5年を考えるワーキンググループ(5WG)」や「SSHプロジェクト会議」において検討を重ねた。そして、SSH関連の学校設定科目やSSH行事の目的を確認し、その目的に沿った効果測定を行うためのアンケートやルーブリックを作成した。特に、ルーブリックについては、「スーパー探究科学」及び「スーパーロジック国語」以外の科目では不十分であったため、教務部と連携してルーブリック作成に関わる全教員対象の校内研修会を行い、SSH関連の学校設定科目のルーブリックを完成させた(資料編56～57ページ参照)。

(2) 次年度に向けての改善策

上記5WGの中で問題となった点の1つに、学校全体で抱える行事の多さがある。そこで、校長の主導の下、次年度は全ての校務分掌において、教育目的や教育効果を勘案した行事の精選を行うこととなった。SSH事業においても、その事業目的に適合した形の行事の再構築を予定している。また、SSH関連の学校設定科目以外の科目についても、ルーブリックを完成させて、学校全体での授業改善を図る予定である。

2. 課題研究が、教師の指導のしやすさを優先するあまり生徒の主体性や意欲を十分に尊重するものとはなっていないように見受けられるため、特にテーマ設定の部分で、生徒の主体性を十分に育むための改善が望まれる。

(1) 今年度の改善点

前年度までは、課題研究における分野や班の人数に制限を設けていたが、今年度はそれらを撤廃し、生徒が主体的に興味のある研究を行えるよう改善した。また、テーマ設定については、第1学年において、4月当初にまず各々の生徒にテーマを考えさせ、共通するテーマを考えさせた生徒同士が相談して班を編成することとした。また、7月にはテーマ発表会を実施し、発表を聞いて再度班を検討する機会を設けた。

(2) 次年度に向けての改善策

今年度の第1学年については、アンケート結果の分析からも分かるように、上記の方法が大変効果的であった。一般科目間の組織的かつ継続的な連携について研究を行いたい。

3. 課題研究を高校1年から3年までの3年間同じテーマでグループ研究を行うことの是非について、評価・検証していくことが望まれる。また、理系大学への入学者の割合が低調であり、事業実施の成果に課題がある。

(1) 今年度の改善点

3年間同じテーマでグループ研究を行うことの是非については、第2学年の4月の段階でテーマ及び班を変更する機会を設けたところ、約60%の生徒が新しいテーマで研究を行った。また、テーマを変えなかった班も、テーマ内で新たな課題を発見して研究に取り組んだ。

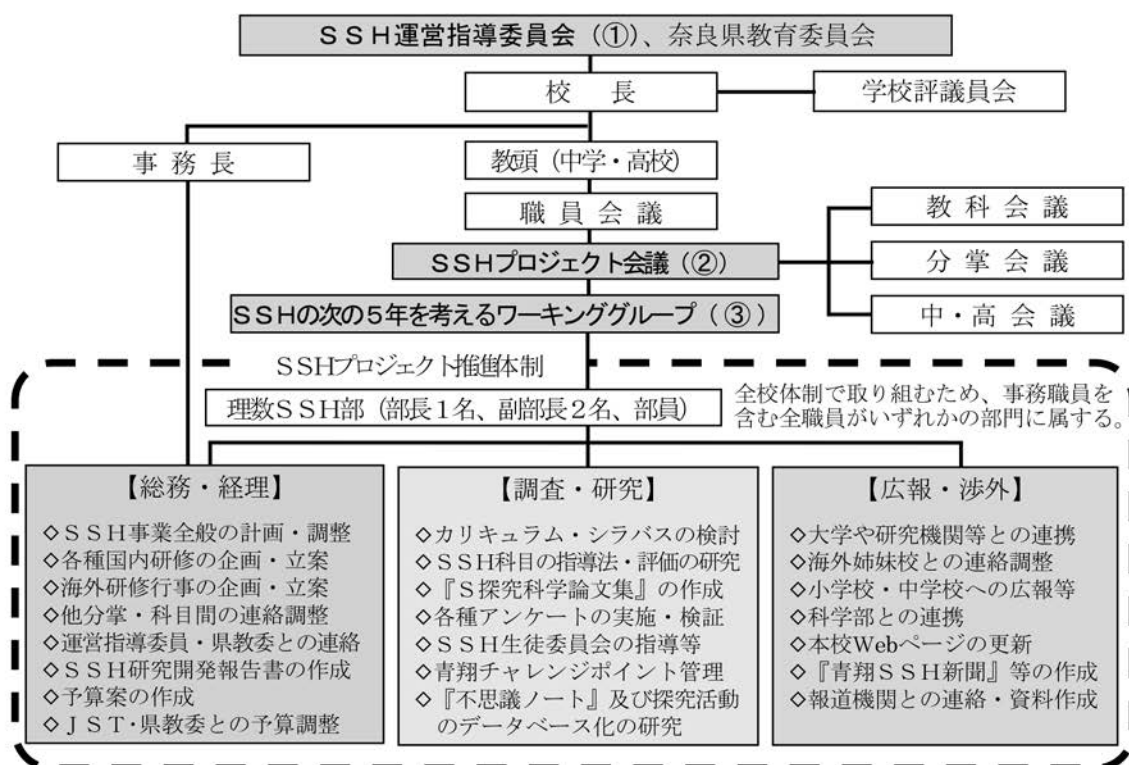
(2) 次年度に向けての改善策

途中でテーマを変更した生徒とそうでない生徒の力の変容の違いを分析する必要がある。進路実績については、今年度、併設中学校からの内部進学生39名のうち、AO入試や推薦入試で5名が国公立大学理系への合格を決めた。

第6章 校内におけるSSH組織的推進体制

本校では、SSH事業の目的を十二分に達成するため、学校長の主導のもと、事務職員を含む全職員が一丸となって事業推進に取り組んでいる。校内には、SSH研究開発の推進管理を行う「SSHプロジェクト会議」を設置し、SSH事業の円滑な運営のため「理数SSH部」が総務・経理、調査・研究、広報・渉外の役割を主に担っている。今年度から、SSHの第3期目に向けてこれまでの成果と課題を分析する小委員会として「SSHの次の5年を考えるワーキンググループ」が発足した。これらのメンバーは、教科・科目の枠にとらわれずに選出され、成果や課題を所属教科や分掌に持ち帰って検討する体制が整っているため、職員全体の理解や協力が得られやすくなっている。また、学識経験者や広く地域からの意見を聞くため、「SSH運営指導委員会」を年2回、「学校評議員会」を年1回、それぞれ開催している。

【奈良県立青翔中学校・青翔高等学校・SSH研究組織概念図】



① SSH運営指導委員会

運営指導委員 奈良教育大学元学長、奈良教育大学教授(2名)、奈良女子大学教授(4名)、京都大学教授、京都大学准教授、地元企業会長、本校元校長(現市町村教育長) 計11名

管理機関 奈良県教育委員会事務局学校教育課指導主事 1名

本校出席者 校長、教頭(中学・高校)、事務長、理数SSH部長、教務主任、進路指導主事、理数SSH副部長(2名) 計9名

② SSHプロジェクト会議

SSHにおける研究開発の方向性の検討やその推進状況の管理を行う会議である。

メンバー:校長、教頭(中学・高校)、事務長、理数SSH部長、理数SSH副部長2名、教務主任、進路指導主事、中学統括、高校統括、各教科主任6名 計17名

③ SSHの次の5年を考えるワーキンググループ

SSH第3期目に向けて、成果と課題を分析し、新たな方策を練る小委員会である。

メンバー:理数SSH副部長2名、教務副部長、進路指導副部長 計4名

オブザーバー:校長、教頭(中学・高校)、事務長、理数SSH部長 計5名

第7章 成果の発信・普及

1. 科学部の活動

(1) 科学部の活動の効果

科学部は、校内の生徒や、小学生や幼稚園児を含む地域の人々に、科学の不思議さや面白さを伝え、科学への興味・関心を持ってもらうことを目的として活動している。科学部に所属する生徒は普段の活動において、インターネットやさまざまな文献を検索するとともに、授業で学んだことを発展させるなどして、多くの人に興味を持ってもらえる演示実験を考案している。また、考案した実験を実際に行うことで、その科学原理を学んでいる。さらに、多くの人たちの前で考案した実験を行うために、それぞれの役割を分担し協力して準備を行うとともに、見学者の興味・関心を引き出し楽しみながら学んでもらうために、発表の仕方を練習するとともに、演示の仕方を工夫するなどしている。科学部の部員はこのような活動を通じて、自らの情報検索力や科学実験を行うために技術を身に付け、それを発表するためにプレゼンテーション力や協働する能力を身に付けている。また、科学部が以下に示すさまざまなイベントで演示実験をすることは、地域の人々が科学に興味・関心をもつ一助になっている。特に、保育園児や小学生にとって、自分たちと年齢が近い中学生や高校生が様々な実験機器を用いて科学実験を披露することは、科学を身近に感じ、科学に対して興味・関心を抱ききっかけになっている。実験を見学した保育園児や小学生からは、さまざまな質問が出るが、科学部部員たちはそれに対し、これまでに自らが学び考えた経験から、適切に答えることができることから、科学部の活動により、見学者である保育園児や小学生だけでなく、中学生や高校生の科学部員の、自ら学び考える能力の育成にもつながっていると考えられる。

(2) 科学部の活動内容とその概要

学校外のイベントなどで、演示実験を行なったものについて、以下にその概要を示す。

- (a) 「わくわくサイエンス2019」における演示実験
実施日・場所： 2019年8月4日・大和高田市 コスモスプラザ
主催団体： 大和高田市
対象： 主に小学校高学年 30名程度
実施内容： 液体窒素に関する演示実験を行う。
- (b) 御所市鴨神地区の夏祭りにおける演示実験
実施日・場所： 2019年8月11日・御所市防災センター
主催団体： 御所市佐味郷夏祭り実行委員会
対象： 地区の小学生及びその保護者 30名程度
実施内容： 液体窒素に関する演示実験を行う。
- (c) 夏休みこども博における演示実験
実施日・場所： 2019年8月12日・近鉄百貨店榎原店
主催団体： 近鉄百貨店
対象： 夏休みこども博を訪れた子供たち及びその保護者 200名程度
実施内容： 液体窒素に関する演示実験を行う。
- (d) 青少年のための科学の祭典 奈良大会
実施日・場所： 2019年11月17日・奈良女子大学
主催団体： 青少年のための科学の祭典 奈良大会実行委員会
対象： 会場を訪れた子供たち及びその保護者 100名程度
実施内容： 遠心力に関する簡単な実験装置の演示、及びその製作
- (e) 葛城市立當麻幼稚園にて科学実験
実施日・場所： 2019年12月16日・葛城市立當麻幼稚園
主催団体： 葛城市立當麻幼稚園保護者会
対象： 葛城市立當麻幼稚園の3歳から5歳の園児約30名とその保護者
実施内容： 液体窒素に関する演示実験を行う。
- (f) 「サイエンスフェスティバル」における演示実験
実施日・場所： 2020年3月20日・かしはら万葉ホール
主催団体： 榎原市
対象： 会場を訪れた子供たち及びその保護者
実施内容： モーターに関する演示実験及びその製作

2. SSH委員会の活動

SSH委員会は、SSH事業を推進するための生徒による組織である。全ての生徒にSSH事業を展開するため全クラスの代表によって構成される。様々なSSH事業を推進するために、生徒代表として活動を行った。

(1) 仮説

SSH委員会活動によって全校生徒がSSH事業を身近に感じ、主体性を培うことができる。また、サイエンスクエストにおける科学的な問題の作成やタイ姉妹校も参加するSS探究科学研究発表会における運営活動を通して、協働する力、コミュニケーション能力などのコンピテンシーを養うことができる。

(2) 研究内容

今年度の委員会活動は大きく分けると、サイエンスクエストとサイエンスギャラリー、SS探究科学研究発表会の運営である。この3つの活動に向けて、SSH委員会を年に8回実施した。

- ・ 第1回SSH委員会 ○委員長、副委員長の決定、○委員会活動について
- ・ 第2回SSH委員会 ○サイエンスクエストについて(概要説明、役割分担)
- ・ 第3回SSH委員会 ○サイエンスクエストについて(問題検討)
- ・ 第4回SSH委員会 ○サイエンスクエストについて(リハーサル)
- ・ 第5回SSH委員会 ○サイエンスギャラリーについて
- ・ 第6回SSH委員会 ○SS探究科学研究発表会について第1回(役割分担)
- ・ 第7回SSH委員会 ○SS探究科学研究発表会について第2回(要旨集と作業)
- ・ 第8回SSH委員会 ○SSH委員会活動最終アンケート

青翔サイエンスクエスト(6月22日(土))においては小学生がチームに分かれて理科を体験できる活動を考え、本番までに実験を繰り返しながら準備を行った。当日は司会や参加者の誘導、参加者のサポートなどの運営を行った。また、SS探究科学研究発表会(2月11日(火))においては、低学年は案内誘導等、高学年は日本語と英語を使用した司会進行など、全員が役割を担い、中心となって運営した。

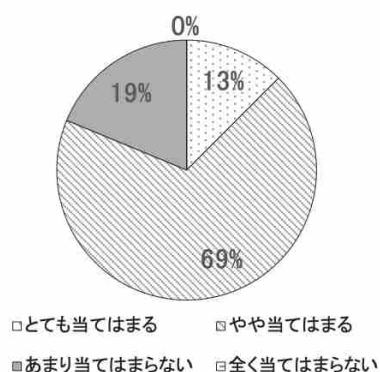
(3) 方法

SSH委員会活動に参加した生徒からアンケートを取り、その結果を検証する。

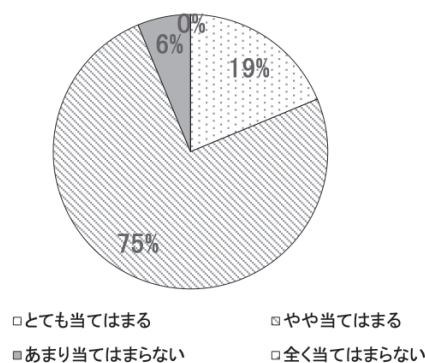
(4) 検証

下図に示すように、約80%の生徒が科学への興味・関心が高まり、約90%の生徒がコミュニケーション能力が身に付いたと答えた。また、活動を通して様々な経験ができ、達成感ややりがいを感じられた生徒も多く見られた。主な活動が少ない分、生徒の活動をどう充実させていくかが今後の課題である。

企画・運営を通して科学への興味・関心が高まったか



企画・運営を通して協働する力やコミュニケーション能力が身に付いたか



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性

1. 青翔スパイラルアップ・プログラム<SSUP>に関して

- (1) 学校設定科目「スーパー探究科学」において、第1学年では生徒の主体性をより高める取組を実施した。班内での考察の書き直しの際の各生徒の自己評価を分析すると、科学的リテラシーが向上していることがわかった。また、意識調査を年4回実施したことにより、生徒の研究への理解の深まりを見ることができた。今後はこの手法を他学年にも浸透させたい。
- (2) 本年度より、従来の中学3年生対象の「理科探究」「数学探究」に加え、中学1・2年生にも「総合的な学習の時間」の一環として基礎的な課題研究を実施した。その結果、グループで活動することで学びが深まることを見取れたが、新たな課題の発見と統計処理が課題であることがわかり、中学校段階での探究活動の方向性が模索できた。
- (3) 本校の探究指導の成果物である「スーパー探究科学参考資料《基礎・基本編》」「同《研究・発展編》」を作成して2年が経過した。この間、新たに開発した教材やルーブリックを普及させるため、本校のWebページを活用したい。

2. 青翔グローバル・コミュニケーション・プログラム<SGCP>に関して

- (1) 学校設定科目「スーパーサイエンス英語」「グローバルコミュニケーション」について、授業内でペアワークやグループワークを積極的に取り入れることにより、生徒の科学英語の発話力が向上した。今後は、さらなる発展を目指したい。
- (2) タイへの海外研修については、今年度は12月と1月の2回に分けて実施した。参加生徒対象のアンケートでは、いずれも成果があったことが窺えるが、参加体制や実施回数については、改善の必要を感じる。

3. 青翔エクスペリエンス・ラーニング・プログラム<SELP>に関して

- (1) 学校設定科目「スーパーアナライズ数学」については、数学と実生活の関りについて研究を行ってきたが、統計・プログラミング・知的財産権等は有益と考える生徒が多い反面、測量に対してはそう考えない生徒が多かった。学習内容について再検討を要する。
- (2) 学校設定科目「スーパーロジック国語」について、大学との連携を図るとともに、ディベートや集団討論を積極的に取り入れることで、情報をもとに考えを深めるとともに、その妥当性を判断する力が養われた。今後もこの形を継続したい。
- (3) 課外活動「青翔アラルト・ワークショップ(SAW)」については、今年度も多くの生徒が講座に参加した。しかし、教員の働き方改革を考慮して、来年度以降はその実施の時期や内容について検討する必要があると感じた。

4. その他の事項

- (1) 卒業後5年目の卒業生へのアンケートでは、回収率が2割に止まってしまった。来年度以降は、アンケートをインターネット経由にするなど、改善の必要がある。

過去5年間の生徒の活動実績の推移

	H27年度 (第1期5年次)	H28年度 (第2期1年次)	H29年度 (第2期2年次)	H30年度 (第2期3年次)	R1年度 (第2期4年次)
各種学会発表生徒数(延べ)	日仏生物学会、 日本地球惑星科学 連合大会等(72名)	日本物理学会、 日本天文学会等 (70名)	日本生化学会、 日本森林学会等 (86名)	日本物理学会、 日本天文学会等 (83名)	日本植物生理学会、つ くばScienceEdge等(63 名)
科学オリンピック 参加生徒数 (延べ)	94名	95名	100名	92名	367名
同予選通過等				生物(優良賞1) 地学(奨励賞1)	地学(予選通過1) 生物(優秀1、優良2)
科学の甲子園	—	—(Jr県2位)	—	—(Jr県3位)	県2位(Jr県2位)
日本学生科学賞 奈良県審査入賞 (作品数)	知事賞<1席> 県教育委員会賞 <2席> 優秀賞(4) 佳作(2) 学校賞	知事賞<1席> 県教育委員会賞 <2席> 商工会議所会長賞 <3席> 優秀賞(2) 佳作(2) 学校賞	知事賞<1席> 商工会議所会長賞 <3席> 優秀賞(3) 佳作(2) 学校賞	知事賞<1席> 優秀賞(3) 佳作(2) 学校賞	知事賞<1席> 県教育委員会賞 <2席> 優秀賞(3) 佳作(2) 学校賞
同中央審査		入選3等	入選2等		
国際交流参加生徒数(延べ)	16名	20名	20名	42名	37名

資料編

1. SSH運営指導委員会の記録

(1) 令和元年度第1回SSH運営指導委員会

日程:9月30日(月) 14:15 ~ 16:30

当日の出席者

【SSH運営指導委員】

長友 恒人 奈良教育大学元学長
中澤 隆 奈良女子大学理学部化学生物環境学科化学コース教授
春本 晃江 奈良女子大学理学部化学生物環境学科生物科学コース教授
田村 実 京都大学大学院理学研究科生物科学専攻教授
田村 恵昭 田村薬品工業株式会社代表取締役会長
田中 祐二 奈良県高市郡明日香村教育委員会教育長

【管理機関】

長田 真範 奈良県教育委員会事務局学校教育課指導主事

【青翔中学校・高等学校】

駒沢 肇 校長
香美 秀一 高校教頭 垣内 宏志 中学教頭
山田 隆文 理数SSH部長 松山 吉秀 教務主任
吉田 健 進路指導主事
井上 達也 理数SSH副部長 松川 慈 理数SSH副部長

内 容

○ 6限 授業見学 SSH科目「スーパーロジック国語」(高校2年生)

○ 7限～運営指導委員会

①本校より 「SSH中間ヒヤリング結果と第2期4年目の取組について」

②長田指導主事より

- ・ 青翔の頑張りが上手く伝わっていない印象だった。これまでの事業の分析をし、改善を進めていくことが求められる。
- ・ 理系大学への進学率の低迷については、今年度からは内部進学生が大学等へ進学する。実績が変わるのではと期待している。
- ・ 「京都大学への架け橋」事業では、院生がかなり専門的な質問をする場面で、他校以上に青翔高生はしっかりと内容を受け止め、立派な質疑応答ができています。教科を越えて論理性を磨いている成果が出ています。
- ・ 「サイエンスチームなら」の発表を見させてもらった。中学生の段階からサイエンスに対して興味・関心を持って取り組んでいることが素晴らしい。

③委員の先生方より指導助言

- ・ 主体性を引き出し、十分に育む改善を進めて欲しい。探究のテーマ設定についても学校としてできる限り生徒の意思を尊重できるような取組にすべきである。
- ・ 青翔中・高校の取組の評価にはマイナス面があるかもしれないが、いい面が多い。授業では生徒が明るく元気に発言している。とてもいい教育をされていると感じた。
- ・ 厳しい評価ということだが、頑張りが上手く伝わっていない。もっと上手く成果を広めることが大切。できているところをもっと強調して評価を上げてほしい。
- ・ 大変だと思うが、これからも3期目をとるために頑張ってもらいたい。先生方の熱意が生徒に伝わる。それが大切。先生方の熱意が生徒に伝われば生徒も燃えてくれる。
- ・ 地域の保護者からも青翔中・高校の名前をよく聞くようになった。確実に評価は上がっている。

(2) 令和元年度第2回SSH運営指導委員会

日程:2月11日(火・祝) 16:45 ~ 18:30

当日の出席者

【SSH運営指導委員】

長友 恒人 奈良教育大学元学長
和田 穰隆 奈良教育大学教育学部理科教育 教授
小林 毅 奈良女子大学大学院人間文化研究科 教授
中澤 隆 奈良女子大学理学部化学生物環境学科化学コース教授
山内 茂雄 奈良女子大学理学部数物科学科 教授
田村 実 京都大学大学院理学研究科生物科学専攻教授
田中 祐二 奈良県高市郡明日香村教育委員会教育長

【管理機関】

長田 真範 奈良県教育委員会事務局学校教育課指導主事

【青翔中学校・高等学校】

駒沢 肇 校長
香美 秀一 高校教頭 垣内 宏志 中学教頭
山田 隆文 理数SSH部長 松山 吉秀 教務主任
吉田 健 進路指導主事
井上 達也 理数SSH副部長 松川 慈 理数SSH副部長

内 容

- ①本校より 「中間審査を受けての第2期4年目の改善点について」
「SSH第3期申請の方向性について」
- ②長田指導主事より
 - ・ 1期目、2期目、3期目と審査基準が変わってきている。どういふところが求められているかをよく把握していくべき。文科省へどう伝えられるかが重要である。
- ③委員の先生方より指導助言
 - ・ SSH事業が始まってから確かに変わっている。生徒の変容を見せる工夫をするのは教員側の責任。ぜひ生徒の主体性を育み、生徒の心に火をつける取組を続けてほしい。
 - ・ 個人的に、青翔高校のこの9年間は非常に評価している。シンプルに仮説検証に取り組んでいる。3期目の方向性については新しい指導要領を鑑み、カリキュラムマネジメントは学校全体でやらなければならない。SSH事業というキーワードに結び付く6年間を通したカリキュラムの作成。そうすることで全体で3期目の目標に向かっていく。すばらしいプロジェクトになるはずである。
 - ・ 生徒の変容をみるというのは個々の生徒に寄り添いなさいということである。どこまで丁寧にみてやれるかが重要である。アピール、広報もより効果的に行う必要がある。10年先、20年先を見られたら良い。謎となる現象とどう出会わせるか、そのチャンスを作るのが青翔であり、教育者の役割。教師側が追及する姿勢を忘れずに、生徒に示せるか。がちがちに固めすぎず、余裕を織り込める工夫をする必要がある。
 - ・ 文科省のWebページを確認。人材育成について、必ず経済と絡んでくる。文科省がやりたい、やってほしいと思っていることをしっかりと読み解く必要がある。長期SSH校については、リーダーとしてやっていくことが求められている。
 - ・ 生徒の主体性は大事にしても関わらずSSH事業を通して理系大学への入学者数を増やそうとしない読み取られたか。疑問を持つためには基礎学力も必要。もっと徹底的に、サイエンスに取り組むために必要な学力を身に着けないといけない。

2. 令和元年度の教育課程表

教育課程表

令和元年度における中学校第1・2・3学年 及び 高等学校第1・2・3学年の教育課程表

青 翔 中 学 校				青 翔 高 等 学 校 (理 数 科)						
教 科	1 (2)	2 (2)	3 (2)	区分	学 科 ・ 類 型		理 数 科			
					教 科	単 位 数	1 (1)	2 (1)	3 (1)	
各 科	国 語 140 時間	(4)	(4)	(3)	国 語	国 語 総 合	4	5		
						国 語 表 現	3			
						現 代 文 A	2			
						現 代 文 B	4			
						古 典 A	2			
	社 会 105 時間	(3)	(3)	(4)	地 理 史	世 界 史 A	2	2		
						世 界 史 B	4			
						日 本 史 A	2			
						日 本 史 B	4			
						地 理 A	2			
保 健 体 育 105時間	(3)	(3)	(3)	公 民 教 育	現 代 社 会 倫 理	2	2	2		
					政 治 ・ 経 済	2				
					保 健 体 育	7~8				
					保 健 体 育	2				
					保 健 体 育	2				
音 楽 45時間	(1.3)	(1)	(1)	教 育 芸 術	音 楽 I	2	2			
					美 術 I	2				
					書 道 I	2				
					音 楽 II	2				
					美 術 II	2				
美 術 45時間	(1.3)	(1)	(1)	外 国 語	モ ン テ ン 語 基 礎	2	3	3		
					モ ン テ ン 語 I	3				
					モ ン テ ン 語 II	4				
					モ ン テ ン 語 III	4				
					英 語 表 現 I	2				
外 国 語 175 時間	(5)	(5)	(5)	家 庭 情 報 教 育	英 語 表 現 II	4	2	2	2・イ2	
					家 庭 基 礎	2				
					家 庭 総 合	4				
					生 活 デ ザ イン	4				
					社 会 と 情 報 情 報 の 科 学	2				
技 術 ・ 家 庭 70 時間	(2)	(2)	(1)	普 通 教 科 ・ 科 目 小 計	教 育 実 践 基 礎	1	18	19	15(16)・19(20)・23(24)	
					理 数 数 学 I	4~8				
					理 数 数 学 II	6~15				
					理 数 数 学 特 論	3~8				
					理 数 物 理	4~9				
数 学 175 時間	(5)	(4)	(5)	理 数	理 数 物 理 特 論	3~4	2	2		
					理 数 化 学	4~9				
					理 数 化 学 特 論	3~4				
					理 数 生 物	4~9				
					理 数 生 物 特 論	3~4				
理 科 140 時間	(4)	(5)	(5)	S S H	理 科 演 習	4~9	2	2	イ4 4	
					課 題 研 究	2~4				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー ア ナ ラ イ ズ 数 学	2				
					ス ー パ ー ア ナ ラ イ ズ 英 語	2				
道 徳 35時間	(1)	(1)	(1)	専 門 教 科 ・ 科 目 小 計	グ ロー ー ル の コ ミ ュ ニ ケ ー シ ョ ン	1	15	15	11・15・19	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	4				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
総 合 的 な 学 習 の 時 間 50時間	(1.4)	(2)	(2)	各 教 科 ・ 科 目 計	ス ー パ ー 探 究 科 学	2	33	34	34(35)	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
特 別 活 動 35時間	(1)	(1)	(1)	各 教 科 ・ 科 目 等 計	ス ー パ ー 探 究 科 学	2	34	34	34(35)	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
青 翔 T I M E 105時間	(3)	(3)	(3)	特 別 活 動	ス ー パ ー 探 究 科 学	2	1	1	1	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
合 計 1225時間	(35)	(35)	(35)	合 計	ス ー パ ー 探 究 科 学	2	35	35	35(36)	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
注	* 月 2 回 の 土 曜 授 業 (午 前 中 授 業) を 行 う 。			注	ス ー パ ー 探 究 科 学	2	1	1	1	
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				
					ス ー パ ー 探 究 科 学	2				

5. 探究科学テーマ一覧

科目	学年	テーマ	科目	学年	テーマ
数学	高校1年	ポーカールのストレートの確率を求めよう！	生物	中学3年	「3秒ルール」は正しいか？
		回り道あり道順問題			スマホの画面は便座よりも汚いのか？
	高校2年	日本の労働生産性の向上に向けて			二上山におけるナラ枯れについて
物理	高校3年	USJの混雑度について		環境の違いによる捕食者と被食者の関係	
		フィボナッチ数を与える式について		たんぱく質とヨーグルトの関係	
	中学3年	コロイド溶液における光の散乱		空気中の微生物	
		静止摩擦力と垂直抗力の関係	人が多いほど大気中の微生物が多い！？		
		輪ゴムの飛ばす角度と飛距離	青色光+UV-Aによるカイワレ大根への影響		
	高校1年	紙の弾性を調べる	青色光+UV-Aによるソバへの影響		
		ドミノで解決！将棋倒し	低カリウムのコマツナの水耕栽培方法		
		人が見たてる動物の感情	二上山におけるナラ枯れの被害について		
	高校2年	音による空気の壁について	イチゴ炭疽病菌の感染とチョウジによる病害の防除		
		打撃によって形成されるケイ砂層の表面模様について	カメムシの腸内細菌		
		障害物による波の変化	ジャンボタニシの食害を止める方法		
	高校3年	遠心力による吸水について	雪の結晶作りにおける代用品の使用		
鉛直振動による空気や水の吸い込みについて		地層の堅さと崩れやすさの関係			
飽くなきあく抜き		砂の粒と川の関係			
化学	中学3年	各社の黒ペンに入っているインクの色の違い	地学	中学3年	分光観測によるセIFAート銀河の分類
		電圧の高い薬品電池をつくる			系外惑星のトランジットと天気の関係
		落ちやすい色と落ちにくい色の違いを見つける		分光観測によるハービックAe/Be型星の分類	
	高校1年	銅の炎色反応		表面の色による小惑星の分類～BVR等級の違い～	
		リンゴの変色を防ぐ方法		銀河のダークマターの割合を測る	
		外来植物による草木染めと媒染剤の組み合わせ		ブラックホール連星SS433のジェットの特徴	
	高校2年	色素増感太陽電池の最適な作成方法の検討	トランジット観測における系外惑星の大きさの測定		
		メレンゲ作りに最適な攪拌翼の検討			
		災害時における水の浄化			
	高校3年	アセチルサリチル酸の安定性について			
		身近なものでpH指示薬をつくる			
		井戸水の濾過			

6. アンケート用紙・ルーブリック等

(1)「スーパー探究科学」について

「スーパー探究科学」の授業内で、次の2点を実施している。探究活動の評価を行うことで、生徒が自己の成長を認識し、学習意欲を高めることを目的としている。

- ① 毎回の授業でルーブリックに基づいて、目標を明確にし、探究活動に取り組む。
- ② 相互評価(または自己評価と他者評価)を取り入れることで、自己の具体的な学習の進展を認識し、具体的に何を学びとったかをとらえることができる。

実施方法① ルーブリックによる評価

1. 時間のはじめに「本時の目標」を、担当の先生と話し合い、具体的に記述する。
2. 表1の「知識及び技能」と「思考力、判断力、表現力等」の2観点から、「本時の目標」に合ったどちらか1つを選ぶ。
3. 時間の終わりに表1の「学びに向かう力、人間性等」を評価する。ノーベルノートの記述や、取組の様子などから判断する。
4. 「本日の探究を振り返って」は、その日の目標に対してどの程度達成できたか、その日にできたこと、気がついたことを記述する。また、2.で選んだ観点を1～3で自己評価する。

実施方法② 結果と考察のまとめの記述と相互評価

表1 生徒自己評価用ルーブリック

	学びに向かう力、人間性等
3	探究科学での学びを授業につながるものにしようとしている。
2	自分の研究内容について様々な視点から捉え、どのようなことに応用できるか考えようとしている。
1	自分の研究内容について考えようとしている。
	知識及び技能
3	研究内容について新しく学んだ知識を調べて実行できる
2	教員に指示された内容を理解し、実行できる。
1	先行研究同様、データを収集し、分析して、操作できる。
	思考力、判断力、表現力等
3	自ら調べて理解し、もの見方を輪かかせて、新しい発見をしたり、自ら新しい課題を設定したりして取り組むことができる。
2	自ら調べたり、教員にたずねたりして取り組むことができる。
1	教員の指示のもとに取り組むことができる。

本日の目標

本日の探究を振り返って

- 自己評価と他者評価を行う。まず、自己の班の研究を振り返り、結果と考察を記述する。
- 記述後、相互評価基準表(表2)を用いて評価する。(この評価基準表は後藤(2013)の相互評価表の要素と記述例を参考にしている。)表中の「」は、各班の研究テーマに合わせて、担当の先生がキーワードを設定し、各班の研究テーマに対応させて評価項目を設定する。評価ポイントの記入には表3を用いる。各項目ごとに4点を満点とし、小項目がうまく書けていない場合は減点とし、得点化する。まず、自分の結果と考察の記述を自己評価する。その際、必ずコメントを残す。次に、他の班員の結果と考察を評価基準表(表2)を用いて他者評価する。自己評価と他者評価を参考に、結果と考察を再記述する。
- 再度記述した文章を再度自己評価する。

表2 生徒相互評価基準表

項目	小項目	例
1. 設問に対応している (学習目的・学習内容理解) 4点	①研究の目的に対応した内容を記載しているか。1点	「 <input type="checkbox"/> 」が記述されていなければ減点 (記述の間違いは評価対象外)
	②必要なキーワードが含まれているか。関連のないことが含まれていないか。1点	「 <input type="checkbox"/> 」が含まれていなければ減点
	③自分の意見(感想・気持ち)が籠ざっていることはないか。1点	「～と思う」という記述は減点。「～となることから…と考えた」や「～となるのは、…だからである」はよい
2. 結論が示され、必要な根拠があがっている (考察記述の内容と発論の構造) 4点	①結論の説明に必要な具体的な事実や根拠があがっているか。1点	実験から得られた結果を整理して、根拠をあげていなければ減点 (実験結果の説明だけしか書かれていないのは減点)
	②「(結果)より、(結論)と考えた。その理由は(考察)だからである。」といった構造になっているか。1点	結論に対する説明になっていない場合は減点 参考文献など先行研究の内容にふれずに考察していたら減点
	③主張の内容が正しいか。1点	誤った内容を主張していたら減点 根拠等が誤っていたら減点
3. 文章の正しく書かれている 4点	①主語と述語の対応・熟字・脱字・助詞・接続語等の誤りはないか。1点	熟字・脱字等があれば減点
	②一つの文が長すぎたり、多くの情報を詰め込みすぎたり、文章量を与えられた枠を超えていることはないか。1点	一文100文字程度を超えている文章があれば減点(全ての文章の文字数をカウントする必要はない)。
	③読みにくくはないか。1点	字の上手、下手ではなく、人に見せる文字として書かれていないと判断できるものは減点

表3 生徒相互評価記入表

項目	小項目①	小項目②	小項目③	持ち点	小計	コメント
1. 設問に対応している	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		
2. 必要な根拠があがっている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		
3. 内容が正しい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1		
総計						点 / 12点

(2) その他の学校設定科目について

表4 スーパーサイエンス英語用ルーブリック

	(1)知識・技能	(2)思考・判断・表現	(3)主体的に学習に取り組む態度
A	英語の4技能について、実際のコミュニケーションや英語での発表(質疑応答)において科学英語を自ら進んで活用できる知識・技能を十分に身に付けている。	場面、目的、状況等に応じて、科学的な話題について自ら調べて新しい課題を設定して、英語での確に理解したり適切に伝え合ったりできる。	科学の背景知識に対する理解を深めて、多面的な見方をしながら自律的・主体的にコミュニケーションを図り、自分の将来に繋げようとしている。
B	英語の4技能について、実際のコミュニケーションや英語での発表(質疑応答)において科学英語を活用できる知識・技能を身に付けている。	場面、目的、状況等に応じて、科学的な話題について英語での確に理解したり適切に伝え合ったりできる。	科学の背景知識に対する理解を深めて、多面的な見方をして主体的にコミュニケーションを図ろうとしている。
C	英語の4技能について、実際のコミュニケーションや英語での発表(質疑応答)において科学英語を活用できる知識・技能が十分に身に付いていない。	場面、目的、状況等に応じて、科学的な話題について英語で理解したり伝え合ったりしている。	科学の背景知識に対する知識をもとに、コミュニケーションを図ろうとしている。

表5 グローバル・コミュニケーション用ルーブリック

	(1)知識・技能	(2)思考・判断・表現	(3)主体的に学習に取り組む態度
A	科学的話題に関して論理の構成や展開を工夫して、コミュニケーションにおいて活用できる知識や技能を十分に身に付けている。	科学的な話題について、知識技能を活用して論理の構成や展開を工夫して、相手を説得できるように適切に英語で伝え合うことができる。	科学の背景知識に対する理解を高めて、多面的な見方をしながら自律的・主体的にコミュニケーションを図り、自分の将来に繋げようとしている。
B	科学的話題に関して論理の構成や展開を工夫して、コミュニケーションにおいて活用できる知識や技能を身に付けている。	科学的な話題について、知識技能を活用して論理の構成や展開を工夫して適切に英語で伝え合うことができる。	科学の背景知識に対する理解を高めて、多面的な見方をもちに自律的・主体的にコミュニケーションを図ろうとしている。
C	科学的話題に関して論理の構成や展開を工夫して、コミュニケーションにおいて活用できる知識や技能が十分に身に付いていない。	科学的な話題について知識技能を活用して、論理の構成や展開を工夫して英語で表現している。	科学の背景知識に対する知識をもとに、コミュニケーションを図ろうとしている。

表6 スーパーアナライズ数学用ルーブリック

	(1)知識・技能	(2)思考・判断・表現	(3)主体的に学習に取り組む態度
A	統計・情報リテラシーの意義や役割および数理処理の理論を理解し、新しく学んだ知識を深めて実行できる。	統計・情報学の進展が社会に与える影響に関する課題を自ら発見し、科学的な根拠に基づき解決する力を身に付けている。	情報技術や数理処理を活用する力の向上を目指して自ら学び、科学の発展に主体的かつ協働的に取り組む態度を身につけ、学びを将来につながるものにしようとしている。
B	統計・情報リテラシーの意義や役割および数理処理の理論を理解し、新しく学んだ知識を深めて実行できる。	統計・情報学の進展が社会に与える影響に関する課題を、自ら調べたり、教員にたずねたりして、取り組むことができる。	情報技術や数理処理を活用する力の向上を目指して自ら学び、統計・情報学の発展に主体的かつ協働的に取り組む態度を身につけている。
C	統計・情報リテラシーについて、教員に指示された内容を理解し、実行できる。	統計・情報学の進展が社会に与える影響に関する課題に対して、教員の指示のもとに取り組むことができる。	情報技術や数理処理を活用する力の向上を目指して学ぼうとしている。

表紙写真について

表表紙は、令和元年12月18日～24日に実施した「SSHタイ国研修」の様子を中心に構成しています。

裏表紙のポスターは、令和元年8月7日～8日に神戸国際展示場で行われたスーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会で、本校の代表として発表した第3学年生徒が作成したものです。

文部科学省研究開発校
スーパーサイエンスハイスクール

研究開発実施報告書

平成28年度指定（第4年次）

2020（令和2）年3月11日 発行

発行者：奈良県立青翔高等学校
〒639-2200 奈良県御所市525番地
Tel：0745-62-3951 Fax：0745-62-6662

印刷：株式会社 JITSUGYO
〒630-8144 奈良市東九条町6-6
Tel：0742-62-3377 Fax：0742-50-2555

遠心力による吸水

奈良県立青翔高等学校

概要

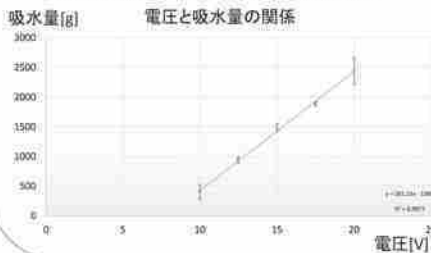
私たちはストローで簡単につくることができる「ぐるぐるウォーターポンプ」^[1]に興味をもち詳しく調べたところ、先行研究では、吸水量に関するデータが得られていないことを知った。このぐるぐるウォーターポンプ(以下ポンプM型とする)は、水の入ったストローを回転させたとき、水に遠心力が働き、この遠心力で水を吸い上げてストローの先から水を飛ばすしくみをもつ。また、このポンプは、海外でも実験されていることがわかった。^[2]私たちは、このポンプM型の実用化も視野に入れ、吸水量の変化を測定する実験を計画した。私たちはポンプM型にモーターを取り付け、ポンプM型の回転数による吸水量の変化を調べた。

実験1 吸水量の測定

目的 回転数に対するポンプM型の吸水量の変化を調べる。

仮説 ポンプM型に与える電圧を上げること、すなわちポンプM型の回転数を増やすことで、ポンプM型の吸水量は増えると考えた。

方法 ポンプM型を電源装置と接続し水中で30秒間回転させる。10.0Vから20.0Vまで2.50Vごとに4回ずつ行った。吸水量はのちに足した水の重さで測定した。



議論

水の遠心力について

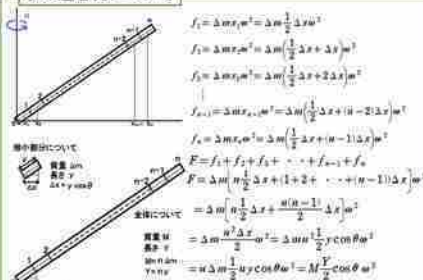


図1

管内の水柱に働く遠心力の斜面上向き成分

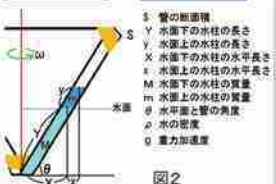


図2

$$(Y + y) \left(\frac{X+Y}{2} \right) \omega^2 \cos \theta = y g \sin \theta \quad \text{これより} \quad \omega = \sqrt{\frac{2y g \sin \theta}{(Y+y)(X+Y) \cos \theta}}$$

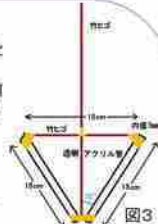
従って周期Tは $T = 2\pi \sqrt{\frac{(Y+y)(X+Y) \cos \theta}{2y g \sin \theta}}$ 式①

実験2 遠心力の測定

目的 周期を測定し、式①を検証すること

仮説 実験から得られたデータが理論式1条件値を代入した値と一致すれば理論式は正しいといえること。

方法 水面が1.0cm上がるように電圧、電流を調節し、ポンプM型が10回転する時間を測定、10で割って周期Tを求める。



測定回	10周期 [s]
1	4.00
2	3.98
3	3.97
4	4.06
5	4.00
6	3.96
7	3.94
8	3.92
9	4.00
10	3.92
平均	3.98

結果 実験から求めた周期Tの平均値 0.398±0.0041[s]となった。(誤差範囲は、標準偏差である。)

考察 次に示す周期の理論式(式①) $T = 2\pi \sqrt{\frac{(Y+y)(X+Y) \cos \theta}{2y g \sin \theta}}$ に条件値を代入すると $T \approx 0.40$ s が得られた。よって我々が示した理論式は正しいといえる。 図4

実験3 表面張力と汲み上がり

目的 表面張力が汲みあがりに影響を与えるか調べる。

仮説 水の表面張力は汲みあがりに影響を与える。

方法 5%、10%、15%、20%の食塩水を作る。
①ピュレットで各10滴ずつ垂らしその重さを量る。
②ポンプを回転させ水が出始めた電圧を測る。
その出始めの電圧で実験2と同様に周期・回転数を調く。

結果 濃度による、汲みあがりの回転数に大きな変化はみられなかった。

考察 我々の行った実験において、食塩水程度の表面張力では汲みあがりに影響はない。

観察 我々は水が右図5のように玉状になって飛び出していること観察していたがビデオで観察すると、図6のように水が連なって飛び出していることが分かった。このことから、水玉が発生しないため、水玉一つの表面張力が汲みあがりに影響するとは考えにくい。

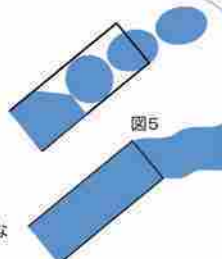


図5



図6

発見

実験3の観察から

ある高さまで汲みあがると、水の放水が始まらない程度の微小な遠心力が働く。

- 水の高さが微妙にあがる
- 半径が大きくなる
- 遠心力が大きくなる
- 水の高さが高くなる
- 半径が大きくなる

高さに関して水の汲みあがりがある臨界点が存在する。



図7

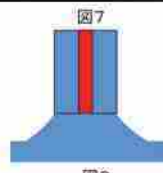


図8

我々はポンプが吸水する条件について、管の斜めの部分に水がないと、汲みあがらないものだと考えて実験を進めていた。しかし、ある時、ポンプを回転させ続けたところ、(電圧を一定にしたところ)くみ上げ始めてから、水面が次第に減るにもかかわらず、くみ上げは継続された。さらに、水面がポンプの吸水孔より下になったときは、水に張力が働いて、水がポンプに吸着していた。

応用 宇宙ポンプ

宇宙空間でスポイト等で吸いきれない量の液体を取り込むのに適していると考ええる。

- ①スポイトを用いて筒内に液体を導く。
- ②モーターを動かして液体を汲み上げる。液体はケースの中に貯める。

遠心力は重力に関係なくはたらく力であるので無重力状態でも吸水はおこる。

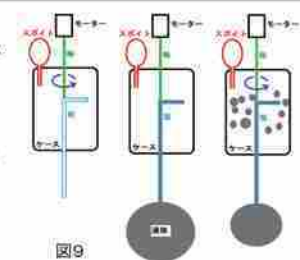


図9

研究のまとめ(わかったこと)

- ①吸水量は回転数に関して一次関数的に変化する。
- ②水の汲みあがりのはじめの電圧が存在する。
- ③自分たちで導いた理論式を検証できた。
- ④高さに関して汲みあがりのはじめの臨界点が存在すると思われる。
- ⑤汲みあがりでは水は連なって放水される。
- ⑥ポンプが一度吸水されると、水位が下がっても吸水される。

参考文献 [1] 技術教室 2月号No583④ 56頁から61頁

[2] ケンブリッジ大学 <https://www.thenakedscientists.com/get-naked/experiments/pumping-straw-centrifugal-pump>