

平成27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3年次



武道場 登録有形文化財 第33-0160号 文化庁



平成30年3月

岡山県立倉敷天城高等学校

岡山県立倉敷天城高等学校

〒710-0132 岡山県倉敷市藤戸町天城269番地

TEL 086-428-1251 FAX 086-428-1253

URL <http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/>

e-mail amaki@pref.okayama.jp (学校代表)

amaki-ssh@pref.okayama.jp (SSH)

はじめに

校長 中塚多聞

本校が第3期のSSH校に指定されて、早いもので今年度で3年目を迎えました。今年度も種々の取組を所期の計画に従い、円滑に推進することができました。これもひとえに、文部科学省初等中等局教育課程課、同省科学技術・学術政策局人材政策課、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）、管理機関である岡山県教育庁高校教育課、運営指導委員の諸先生をはじめとする皆様方のご指導、ご支援のおかげです。この場をお借りして、心からお礼申し上げます。

今年度もSSHの取組を通じて、さまざまな成果を得ることができました。その中で、外部のコンテスト等への入賞ということであれば、化学グランプリで銅賞を得た生徒が1名あり、宿願であった「科学の甲子園」にも初の出場を果たすことができました。「天城塾」「サイエンス部」をはじめとする、生徒の主体的な取組と教職員の指導が相まって、「優れた才能を持った生徒の育成」が着実になされていることの現れとして、大変うれしいことです。

さて、昨年11月には、大学入学共通テストの試行が行われ、その姿が具体的になりました。また、新学習指導要領は今年度中に公示される予定で、次第にその中身が明確になってきています。いずれも、高等学校の教育を通じて、培うべき資質・能力がいかなるものであるかを明らかにしています。すなわち、変化の大きなこれからの時代により一層求められる資質・能力とは何かが示されています。

本校では、第3期のSSHの研究を通じて、研究開発課題である「科学の世界をグローバルに牽引する『サイエンスクリエイター』の育成」を図っています。「サイエンスクリエイター」の持つべき資質・能力として、インテイク力、メタ認知力、コミュニケーション力を設定し、本校としてそれぞれの力を詳しく定義しています。先ほど述べた高等学校教育とそれを取り巻く大きな動きが、これからの時代に求められる資質・能力の育成をねらったものであり、それが本校で求める資質・能力と大きく重なり合っていることを大変心強く思い、われわれの考えに自信を深めているところです。

昨年末には、SSHの中間評価ヒアリングがありました。この中での質疑応答を通じて、本校のこれまでの取組の方向性が正しいということを確認することができました。同時に、これまでの取組の持つ意味を改めて確認できたことも多くあります。それは、例えば、学力のモデルを明確にすることの重要性、ロードマップ評価をはじめとする評価の研究と活用の必要性、課題研究の指導プロセスをはじめとする研究成果のまとめと速やかな発信・共有の有効性といったことがらです。

来年度は、SSHの取組もいよいよ4年目を迎え、後半に入ります。中間評価ヒアリングでの質疑を通じて示唆されたことを具体化し、改善に活かすとともに、本年度までの取組の蓄積を活かして、当初の計画に従い、教育実践を積み重ね、さらに磨きをかけていく所存です。関係の皆様には、本冊子をご覧になってお気づきの点をぜひお知らせください。今後の取り組みの充実にはぜひ活かして参ります。同時に、本校の取り組みの充実、改善のために、これまで以上のご指導、ご支援をお願いして、巻頭のごあいさつといたします。

目 次

I	平成29年度SSH研究開発実施報告（要約）	
	別紙様式1-1	1
II	平成29年度SSH研究開発の成果と課題	
	別紙様式2-1	5
III	報 告	
第1章	研究開発の課題	9
第2章	研究開発の経緯	10
第3章	研究開発の内容	
	第1節 カリキュラム開発	
	A 併設中学校「サイエンス」の取組	12
	B CASEをベースとしたカリキュラム開発	16
	C 高等学校 理数科創生研究(1年次前期)	19
	D 高等学校 理数科発展研究(1年次後期)	22
	E 高等学校 理数科発展研究(2年次前期)	24
	F 高等学校 理数科論文研究(2年次後期)	26
	G 高等学校 AFP研究・AFP実践(1年次)	28
	H 高等学校 普通科課題研究(2年次)	30
	I クロスカリキュラム(1年次)	31
	第2節 国際性の育成	
	A 高等学校 米国外短期研修	33
	B 英語が使える科学技術系人材の育成	35
	第3節 人材育成・地域の理数教育の拠点としての取組	
	A 科学ボランティア活動	38
	B 理数科校外研修(蒜山研修)	40
	C スーパーサイエンスセミナー	41
	D サイエンス部の活動	42
	E 学会等での研究発表	43
	F 科学技術コンテスト等へ向けた取組	45
第4章	実施の効果とその評価	47
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	48
第6章	校内におけるSSHの組織的推進体制	50
第7章	研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	51
IV	関係資料	52

I 平成29年度SSH研究開発実施報告（要約）

別紙様式1—1

岡山県立倉敷天城高等学校	指定第3期目	27~31
--------------	--------	-------

①平成29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）

<p>① 研究開発課題</p>	<p>研究開発課題名を「科学の世界をグローバルに牽引する『サイエンスクリエイター』の育成」とし、新たな「知」を創造し、グローバルに活躍できる科学技術系人材「サイエンスクリエイター」を育成することを目的に研究開発を行う。</p> <p>「サイエンスクリエイター」が備えるべき資質・能力を次の三つに整理し、定義する。これらの資質・能力を伸張させるための取組を実施する。</p> <p>①「インテイク力」 身の回りの自然事象や素材などに興味を持ち、研究対象として価値あるものを拾い出すとともに、課題を設定し課題解決までの道筋をデザインできる力</p> <p>②「メタ認知力」 課題解決に当たり、独創的な発想と論理的な思考力を持って研究を推進するとともに、研究の途中で定期的に振り返りを行うことにより研究のプロセスを客観視し、検証・改善、軌道修正を行うことのできる力</p> <p>③「コミュニケーション力」 科学研究の成果を他者に分かりやすく説明する力、他者からの質問に対して的確な回答を返すことのできる力に加えて、他者の研究発表を傾聴し、議論することで理解を深めようとする力</p>
<p>② 研究開発の概要</p>	<p>主に、次の八項目の取組を充実させ、上述した三つの資質・能力の伸張を図る。</p> <p>①中高6か年の接続と生徒主体の活動の充実による課題研究の質の向上 ②国際科学技術オリンピックなどを旨とする「天城塾」の一層の充実 ③国際性を育成するための海外短期研修、英語での科学実験授業 ④「科学の甲子園」「同ジュニア」への出場と高度な研究を目指すサイエンス部の活性化 ⑤パフォーマンステストやルーブリックの開発など、大学と連携した学習評価についての研究 ⑥岡山大学と連携したハイレベルな研究力の育成と国際科学技術オリンピックを目指す取組 ⑦クロスカリキュラムについての研究開発 ⑧「ロードマップ評価」によるメタ認知力の育成</p> <p>さらに、研究成果の普及を促進するために、公開授業を行ったり、岡山SSH連絡協議会を活用したりするなどして成果の還元・普及を図る。また、小・中学校などとも連携し、地域の理数教育の拠点校としての役割を担う。</p>
<p>③ 平成29年度実施規模</p>	<p>高等学校の各学年普通科5クラス・理数科1クラスの計18クラス及び併設中学校の各学年3クラスの計9クラスの合計27クラスの全校生徒1080名を対象とする。</p> <p>併設中学校については、選択教科「サイエンス」により科学的思考力や問題解決能力の一層の伸長を図り、高等学校の課題研究への円滑な接続と高度化を目指すために研究開発の対象とする。</p>
<p>④ 研究開発内容</p>	<p>○研究計画</p> <p>(1) 1年目（平成27年度）</p> <p>ア 課題研究に係るカリキュラム 併設中学校の学校設定科目「サイエンス」でのCASEプログラムを引き続き実施し、国際性の育成のための英語による授業なども実施する。 今期で新たに創設する高校理数科1年次での「創生研究」「発展研究」及び普通科1年次での「AFP実践」「AFP研究」の研究開発を行う。 「創生研究」では、観察・実験の方法や研究の進め方を学ぶとともに、生徒の主体的なグループ活動による先行研究のレビューや課題設定を行う。また、数学、物理、化学、生物などの各分野において、有効な指導方法を研究する。「発展研究」では、実際の研究活動を行う中で、定期的に振り返りと軌道修正のための「ロードマップ評価」を行うことでメタ認知力を高めていく。 「AFP研究」では、情報機器活用、情報モラル、基礎統計などの基礎を学んだ後、グループに分かれてそれぞれ課題設定を行い、研究活動を実施する。最終的には、論文・ポスターを作成し、発表練習を行う。 「AFP実践」では、「AFP研究」と緊密に連携し、実践的なグループ活動や発表練習やコミュニケーションの活動を行う。「AFP研究論文集」を刊行する。</p> <p>イ クロスカリキュラム「サイエンスタイム」 「科学技術と人間社会」という共通のテーマを設定し、高校1年次生全員を対象として試行する。国語、地理歴史、公民、理科、英語の各教科において、科学技術と人間社会のかかわりについて深く追究し、理解を深めるカリキュラムを研究する。各教科において、科学を題材にした英語教材、科学倫理、科学が歴史や現代社会に与えた影響などの補助教材を理数系の教員と協働で開発する。</p> <p>ウ 「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」 「スーパーサイエンスセミナー」については、大学や企業と連携して実験を含む高度なセミナーや実習体験を含む研究所訪問等を行う。特に3期目では、科学技術の様々な分野で、より多様な講師を招聘する。 「天城塾」については、GSCや県内の研究機関などとの連携を強化する。また、理科だけでなく対象科目を数学などに広げ、微分積分などについてのテキストを作成する。 「スーパーサイエンスセミナー」と「天城塾」との有機的な連携について研究する。</p> <p>エ サイエンス部</p>

「E→SAC Project」では、観察力を高めるために、海岸実習や野外観察などのフィールドワークを充実させる。また、自作ロボットの開発などものづくりにも取り組む。さらに、研究者を招いてのセミナーを実施したり、大学の研究室を訪問したりするなどして、高度な科学技術への興味・関心を高める。

中高の連携を強化し、「科学の甲子園」「科学の甲子園ジュニア」を目指す。

深まりのある高度な研究活動を行い、部報「クラブサイエンス」を創刊する。

オ 国際性の育成

高校2年次での海外短期研修を引き続き実施し、事前学習「Pre バーストリー」、事後学習「After バーストリー」のプログラムを確立する。現地での交流の方法を深化させるとともに、全校への成果の還元を図る。

「科学英語実験講座」として、併設中学校第3学年及び高校理数科1年次で、岡山大学の教授の指導により、同大学への留学生と連携した授業を実施する。

科学英語読解メソッドP a R e S Kの理念に基づき、英語圏で使われている科学の教科書を補助教材として使いながら理科の授業を行う取組を充実させる。

外国人教員を活用し、課題研究、サイエンス部、理科の授業など、学校の教育活動の様々な機会をとらえて生徒との英語でのコミュニケーションを図り、積極的に英語を使おうとする態度を育成する。英語でのポスター発表練習を効果的に実施するために、音声面での指導と評価についての研究を行う。

英語の論文・ポスターを作成する際の英語運用能力を向上させるために、「科学英語で使う動詞の活用事例」を作成する。

カ 地域の理数教育の拠点としての取組

中学生を対象とした実験講座「サイエンスライブ」を地域の小学生にも拡大し実施する。また、2期目に引き続き小学校への出前講座や倉敷科学センターでの「Jr.サイエンスインタープリター」活動、「青少年のための科学の祭典 倉敷大会」への出展などを通して地域に貢献する。

開発した教材や教育方法による公開授業を実施し、教員研修を通して研究成果の普及を図る。

キ 学習評価についての研究

「ロードマップ評価」、パフォーマンス評価、ルーブリックを活用した学習評価について先進的な事例などを参考に研究開発を実施する。「ロードマップ評価」については、効果的な実施時期と頻度について検討を加えるとともに、回を重ねるごとに内容と質がどのように高まっているか点検を行うことでその効果を検証する。

ダイナミック・アセスメントについての研究を行う。

(2) 2年目(平成28年度)

ア 課題研究に係るカリキュラム

理数科の「創生研究」「発展研究」と普通科の「AFP実践」「AFP研究」について、前年度の反省を踏まえて充実・改善を図る。「創生研究」については、1年目で作成した分野別指導資料「創生研究」を作成する。また、「発展研究」については、分野ごとに指導方法を研究する。「論文研究」については、ルーブリックを活用して論文の完成度を高める。英語を含むポスター作成や、研究発表の練習を行う。

イ クロスカリキュラム「サイエンスタイム」

前年度の試行を踏まえ、年間25講座程度の「サイエンスタイム」を実施する。

ウ 「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

前年度の活動を継続するとともに、これまでに蓄積してきた内容について、教材を含め、他校の参考となるような形でのまとめに着手する。

エ サイエンス部

前年度の活動を継続し、「科学の甲子園」への出場をめざした取組を充実させる。また、「フィールドワークハンドブック」を作成する。

オ 国際性の育成

海外短期研修の事前学習「Pre バーストリー」、事後学習「After バーストリー」の改善を図るとともにP a R e S Kの実践、外国人教員の活用方法の工夫を引き続き実施する。

カ 地域の理数教育の拠点としての取組

前年度の活動を継続し、「サイエンスライブ」の改善を図る。また、「スーパーサイエンスセミナー」を近隣の中学校や高校にも開放する。

キ 学習評価についての研究

前年に引き続き、学習評価についての研究を進める。また、「ロードマップ評価」の充実・改善を図る。

(3) 3年目(平成29年度)

ア 課題研究に係るカリキュラム

高校の学校設定教科「サイエンス」の各科目の成果と課題を基にして充実・改善を図るとともに、これらの研究開発の成果を発信するための分野別指導資料「発展研究」を作成する。「論文研究」について、分野ごとに指導方法を検証する。また、AFP研究の実践事例をまとめる。

イ クロスカリキュラム「サイエンスタイム」

前年度の成果と課題を踏まえて充実・改善を図るとともに、大学、研究機関などの外部の専門家を招いて検証する。

ウ 「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

前年度の活動を継続するとともに、「天城塾」の教材や学習方法をまとめたテキストを作成する。岡山大学のグローバルサイエンスキャンパスとの連携について検証し、充実・改善を図る。

エ サイエンス部

「E→SAC Project」を完成させ、生徒の実態に合わせた柔軟な修正を行う。また、生徒の主体的な活動の充実を図るため、これまで生徒が講師として活動した小学校出前講座や「サイエンスライブ」での実験をまとめた「高校生による面白実験集」を作成する。

オ 国際性の育成

前年度の活動を継続するとともに「物理 英語定義集」を作成する。また、これまでの英語ポスター作成や英語によるプレゼンテーションのノウハウをまとめる。NASAでの研修を実施す

る。

カ 地域の理数教育の拠点としての取組

前年度までの活動を継続するとともに、県内外の関係者を対象とした成果発表会を実施する。また、授業公開や研修会などを積極的に実施する。

キ 学習評価についての研究

前年に引き続き、学習評価についての研究を進める。また、「ロードマップ評価」の総括を行い、普及を図る。

(4) 4年目(平成30年度)

ア 課題研究に係るカリキュラム

分野別指導資料「論文研究」、「AFP研究」を作成する。

イ クロスカリキュラム「サイエンスタイム」

前年度までの取組を継続するとともに、これまでの成果や教材をまとめ、普及を図る。

ウ 「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

前年度の活動を継続するとともに、教材や学習方法をまとめて普及を図る。

エ サイエンス部

前年度までの活動を継続するとともに、「E→SAC Project」の検証を行う。

オ 国際性の育成

これまでの活動を継続するとともに、「英語ポスター作成・発表の手引き」を作成する。

カ 地域の理数教育の拠点としての取組

サイエンス部で作成した「高校生による面白実験集」を活用し、地域貢献活動を充実させる。

また、3年目の活動を継続する。

キ 学習評価についての研究

前年度に引き続き、研究を進めるとともに、成果の普及を図る。

(5) 5年目(平成31年度)

ア 課題研究に係るカリキュラム

学校設定教科「サイエンス」の研究成果物を活用し、公開授業等を実施して研究成果の普及を図る。

イ クロスカリキュラム「サイエンスタイム」

今期の研究成果をまとめた資料を作成し、教員研修や公開授業を実施してその普及を図る。

ウ 「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

GSCとの連携について総括を行うとともに、教材や学習方法の普及を目指した活動を実施する。

エ サイエンス部

「E→SAC Project」の成果をまとめ、「サイエンス部収録」を刊行する。

オ 国際性の育成

前年度までの活動を引き続き実施するとともに、研究成果物を活用した公開授業を実施し、成果の普及に努める。

カ 地域の理数教育の拠点としての取組

前年度までの活動を継続する。

キ 学習評価についての研究

「ロードマップ評価」、パフォーマンス評価、ルーブリックを活用した学習評価やダイナミック・アセスメントについて研究成果をまとめる。研究成果物を活用した教員研修や岡山SSH連絡協議会などを通して成果の普及を図る。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

26年度の入学生については、理数科1年次で、「社会と情報」(2単位)を減じ、教科「理数」・学校設定科目「課題研究基礎」(1単位)、理数科2年次で、教科「理数」・学校設定科目「課題研究Ⅱ」(1単位)を開設する。また、「総合的な学習の時間」(1単位)を減じ、理数科2年次で、教科「理数」・学校設定科目「課題研究Ⅱ」(1単位)を開設する。

平成27年度以降の入学生については、次のとおりとする。

【理数科】

□「社会と情報」(2単位)、「総合的な学習の時間」(1単位)、「課題研究」(2単位)を減じて、次の科目に含めて実施する。

〈学校設定教科「サイエンス」学校設定科目「創生研究」(1年次1単位)〉

〈学校設定教科「サイエンス」学校設定科目「発展研究」(1・2年次各1単位)〉

〈学校設定教科「サイエンス」学校設定科目「論文研究」(2年次2単位)〉

【普通科】

□「総合的な学習の時間」(1単位)を減じて、次の科目に含めて実施する。

〈学校設定教科「サイエンス」学校設定科目「AFP実践」(1年次1単位)〉

□「社会と情報」(2単位)を減じて、次の科目に含めて実施する。

〈学校設定教科「サイエンス」学校設定科目「AFP研究」(1年次2単位)〉

○平成29年度の教育課程の内容

併設中学校の科学教育プログラムとの効果的な接続を図るため、学校設定教科「サイエンス」を設定し、理数科・普通科ともに1年次の早期より課題研究を開始する。理数科では生徒が主体的・協働的に高め合う活動を重視するとともに、テーマ設定の指導の充実や大学との連携による「ロードマップ評価」の導入により内容の高度化を図る。

平成28年度理数科入学の2年次において、数学・理科・情報を融合した特色ある科目である学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」(前期)及び「論文研究」(後期)を実施する。普通科においては、総合的な学習の時間(火曜日の7限)において同教科・科目「AFP研究」「同実践」で昨年度に取組んだ研究成果について、発表練習を行うとともに、論文の完成度を高める取組を実施する。6月に「普通科課題研究発表会」を開催するとともに、年度内に「普通科課題研究論文集」を刊行する。

平成27年度入学の3年次においては、1年次からの課題研究の一連の流れを「サイエンスリレー」と称し、その集大成として、課題研究の成果を学会や各種発表会、コンテストなどに応募することで発信する。また、英語での研究発表や、コミュニケーション能力の育成を図る。

○具体的な研究事項・活動内容

①併設中学校の選択教科「サイエンス」

中学校の生徒を対象に、第1学年後期～第2学年の生徒を対象に、英国で開発された科学的思考力を段階的に高めるプログラム「CASE」を実施する。

②学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」(理数科1年次の前期)

観察・実験の方法や研究の進め方を学ぶとともに、先行研究のレビューや課題設定を行う。

③学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」(理数科1年次の後期・2年次の前期)

数学、物理、化学、生物、地学及び環境などの分野において、自ら設定したテーマについて、グループで研究を進める。

④学校設定教科「サイエンス」・科目「論文研究」(理数科2年次の後期)

これまで課題研究で取り組んできたことを論文にまとめ、ルーブリックを活用するなどして、その完成度を高めるための取組を実施する。

⑤学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」(普通科1年次：通年)

普通科1年次生を対象に、情報機器活用、情報モラル、基礎統計などの基礎を学んだ後、グループに分かれてそれぞれ課題設定を行い、研究活動を実施する。論文・ポスターを作成する。

⑥学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP実践」(普通科1年次：通年)

「AFP研究」と緊密に連携し、実践的なグループ活動や発表練習を行う。

⑦「AFP発表研究」及び総合的な学習の時間(普通科2年次)

普通科2年次生が昨年1年間取り組んできた課題研究の成果発表会を6月に実施するとともに、総合的な学習の時間を「Amaki Future Project」とし、論文の完成度を高める取組を実施する。

⑧クロスカリキュラム

「科学技術と人間社会」という共通のテーマを設定し、国語、地理歴史、公民、理科、英語の各教科において、高校1年次生全員を対象として実施する。研究成果を全教員で共有するために、「クロスカリキュラム・アーカイブス」をサーバーに設ける。

⑨「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

大学や企業と連携して実験を含む高度なセミナーや実習体験を含む研究所訪問等を行う。「天城塾」については、GSCや県内の研究機関などとの連携を強化する。

⑩サイエンス部

「E→SAC Project」野外観察などのフィールドワークを充実させる。また、研究者を招いてのセミナーを実施したり、大学の研究室を訪問したりするなどして、高度な科学技術への興味・関心を高める。中高の連携を強化し、「科学の甲子園」「科学の甲子園ジュニア」を目指す。

⑪国際性の育成

高校2年次生10名を対象に米国海外短期研修を実施し、科学交流を行う。岡山大学の教授の指導により、同大学への留学生と連携した「科学英語実験講座」の授業などを実施する。

⑫地域の理科教育の拠点としての取組

近隣の小学校等への出張講義や「科学の祭典 倉敷大会」等への参加を積極的に行う。

⑬研究発表会の開催及び講演会、学会、交流会等への参加、SSH先進校への視察

併設中学校「サイエンス」における「課題研究」の成果発表会及び高等学校(理数科・普通科)の課題研究発表会を本校で開催する他、科学技術コンテスト等へ積極的に出向き、交流を図る。

⑭運営指導委員会の開催

運営指導委員会には、企画立案の段階から具体的な指導助言等を受け、研究開発の改善を図る。

⑮成果の公表・普及

成果の普及に関して、これまでの研究開発の成果をまとめて印刷製本し、県内外の関係機関や高等学校に配付する。これらの研究成果物を活用した公開授業を実施する。本校 Web ページで研究開発の成果を発信する。

⑯事業の評価

SSH意識調査(JSTが毎年実施)、学校自己評価アンケート(生徒・保護者・教員を対象に毎年12月に実施)を基に検討し改善を図る。学習評価についての研究を行う。

⑰報告書の作成

個々の事業のねらいや目的、内容、検証結果や効果が明確で分かりやすくなるよう編集する。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

本年度は、SSH指定3期目の3年目に当たり、昨年度実施した学校設定教科・「サイエンス」の各科目(理数科・普通科の1年次)の充実を図るとともに、これまでの研究成果についての検証を行った。その結果、SSH研究開発を通して育成したい資質・能力が概ね順調に育成できているであろうとする結論を得た。また、これまで取り組んできた研究成果の普及を促進するために、公開授業を実施したり、指導資料等の成果物を Web ページに掲載した。国際科学技術オリンピックを目指す「天城塾」の取組の成果として、本年度は「化学グランプリ」において高校生1名が「銅賞」を受賞した。また、「科学の甲子園」に向けたサイエンス部を中心とした取組においても、これまでの成果が表れ、県大会に出場した2チームのうちの1チームが全国大会に出場することになった。

学習評価の研究について、本校独自の「評価研究のためのフレームワーク『評価の4W1H』」・「ロードマップ評価」・パフォーマンステスト「ロードマップテスト」について8月に高松市で開催された日本科学教育学会の年会において本校SSH担当者が研究発表を行い、研究成果の普及を図った。

○実施上の課題と今後の取組

来年度についても、学校設定教科・「サイエンス」の各科目のカリキュラム開発を継続し、改善を図ることとしている。並行してこれまでの研究成果の普及を図るため、学会での研究発表や学会誌への研究論文の投稿を積極的に行う。

Ⅱ 平成29年度SSH研究開発の成果と課題

別紙様式2—1

岡山県立倉敷天城高等学校	指定第3期目	27～31
--------------	--------	-------

②平成29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

<p>① 研究開発の成果</p> <p>本年度はSSH指定3期の3年目に当たり、新たに設定し、昨年度実施した学校設定教科「サイエンス」の各科目（理数科「創生研究」「発展研究」[1年次]・普通科「AFP研究」「AFP実践」[1年次]）の充実・発展を図るとともに、これまでの研究成果についての検証を行った。</p> <p>研究開発の中心となる学校設定教科「サイエンス」の各科目について、教育課程上、次のように位置づけている。</p> <p>【理数科】1クラス</p> <ul style="list-style-type: none">・「創生研究」1年次の前期に2単位時間連続（1単位）・「発展研究」1年次の後期に2単位時間連続（1単位） 2年次の前期に2単位時間連続（1単位）：合計2単位・「論文研究」2年次の後期に2単位時間連続（1単位）・課外に1単位を実施：合計2単位 <p>【普通科】5クラス</p> <ul style="list-style-type: none">・「AFP研究」1年次に通年で2単位時間連続（2単位）・「AFP実践」1年次に通年で全クラス毎週金曜日の7限に実施（1単位） <p>これらの学校設定教科の各科目に加えて、理数科・普通科ともに総合的な学習の時間を活用して探究活動に関する活動を実施している。</p> <p>国際性の育成については本校が平成24年に策定した「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」及び、平成28年5月に倉敷市で開催された「G7倉敷教育大臣会合」に合わせて策定した「英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画」の理念の下、科学英語の公開授業を実施したり、米国海外短期研修を実施して課題研究の成果を英語で発表したりするなどの取組を行った。</p> <p>国際科学技術オリンピックを目指す「天城塾」の取組では、本年度は「化学グランプリ」で高校生1名が銅賞を受賞した。また、サイエンス部を中心とする「科学の甲子園」「同 ジュニア」を目指す取組についても、昨年に引き続いて充実させる方向で取り組んだ結果、高校生は県予選に出場した2チームのうちの1チームが「総合第1位」となり、平成30年3月にさいたま市で開催される全国大会に出場することになった。</p> <p>課題研究を中心とする「学習評価」の研究については、本校独自の「評価研究のためのフレームワーク『評価の4W1H』」・「ロードマップ評価」・パフォーマンステスト「ロードマップテスト」について本年度（平成29年度）に高松市で開催された日本科学教育学会の年会で研究発表を行い、研究成果の普及を図った。</p> <p>上述の一連の事業に加え、広報・普及に関連した事業として、これまでの研究成果を発信し、普及を促進するための公開授業や指導資料等のWebページでの発信、地域のサイエンスマインドを醸成するための「理科出前授業」「親子おもしろ実験教室」「天城スプリング・サイエンスフェスタ」などの取組についても充実を図った。本年度は、新たに生徒が作成した「天城塾」のテキスト「物理オリンピックのための物理数学－微分積分・ベクトル解析・電磁気学－」を作成し、本校Webページに掲載した。</p> <p>次に、個々の事業の概要とその成果について記述する。各事業の詳細と根拠となるデータについては、本文中に記載している。</p> <p>1 カリキュラム開発</p> <p>(1) 併設中学校での取組とCASEの取組</p> <p>併設中学校では、選択教科「サイエンス」を設け、英国で開発された科学的思考力を段階的に高めるプログラムであるCASE（Cognitive Acceleration through Science Education）の30プログラムについて、英語の原本及び日本語に翻訳したテキスト「Thinking Science（Philip Adeyら著作）」を用いて実施している。このプログラムにより、科学的認識力を高めている。実施期間は、中学校第1学年後期（10月）から中学校第2学年までのおよそ1.5年間である。また、中</p>
--

学校3学年では一人1テーマでの課題研究を行い、卒業時には論文にまとめて発表を行っている。課題研究のポスターを英語で作成し、外部の発表会等で積極的に発表している中学生も多く見られる。

なお、この「認知的加速」は科学以外の教科でも可能であることを Philip Adey 氏は述べている。本年度も指定2期目から引き続き、「CASEをベースとしたカリキュラム開発」として、高等学校保健体育科においてタブレットPCを活用した授業の研究を行った。

(2) 理数科課題研究

高等学校理数科の課題研究では、学校設定教科「サイエンス」を設け、1年次に科目「創生研究」を実施し、身の回りの自然事象や素材などに興味を持ち、研究対象として価値あるものを拾い出すとともに、課題を設定し課題解決までの道筋をデザインする活動を通して「インテイク力」を育成する取組を行った。「創生研究」に続いて、1年次後期から2年次前期の1年間をかけて実施する科目「発展研究」のカリキュラム開発を行った。本年度は、生徒向けのガイドブックを改訂して「理数科課題研究ガイドブックー平成29(2017)年度版ー」を作成するとともに、教員向けの指導資料「理数科課題研究ガイドブックー平成29(2017)年度版ー 指導資料理数科マニュアル」を作成した。生徒向けのガイドブックは、Web ページにアップロードするとともに、岡山SSH連絡協議会などの研修会への参加者や学校視察に来校した他校の高校関係者などにも配付している

本校では「進化するルーブリックをコアとした指導と評価の一体化」を理念として掲げ、生徒と教員がルーブリックを共有することで効果を高めている。また、作成したルーブリックは大学の教員をはじめ、様々な立場の方からの助言をいただき、常に改善を図り進化させている。

ルーブリックを活用することにより、教員の指導力向上にも寄与している。

(3) 普通科課題研究

高等学校普通科の課題研究では、普通科1年次生を対象にした学校設定科目「サイエンス」の二つの科目「AFP研究」「AFP実践」のカリキュラム開発を行った。「AFP研究」では、情報機器活用、情報モラル、基礎統計などの基礎を学んだ後、グループに分かれてそれぞれ課題設定を行い、研究活動を実施した。年度末には、論文・ポスターを作成し、発表練習を行う。「AFP研究」と緊密に連携し、実践的なグループ活動や発表練習やコミュニケーションの活動を行った。

今年度は、新たにAFP研究の時間の最後10分間で各班の取組の成果(失敗も含む)を発表する1分間スピーチを実施した。このことにより、担当する4名の教員が各班の進捗状況を確認することができ、的確な指導・助言を与えることができた。また、生徒間で各班の研究内容を共有することができた。

平成29年度の2年次生については、指定2期目と同様に総合的な学習の時間を「AFP(Amaki Future Project)」として実施し、6月6日(火)に課題研究発表会を実施した。また、昨年度に作成した論文の完成度を高めるための取組をこの時間を活用して実施し、「普通科課題研究論文集」を作成した。

なお、特に普通科で身に付けさせたい能力は、科学的・統計的な問題解決方法の習得である。年度末に実施している振り返りの自己評価アンケート(5項目からなる)で、SSH指定2期目で最も低かった項目「科学的な方法に基づいて課題を解決する能力」について、平成25年度(2期目)で、この能力が身に付いたと自己評価する生徒が56.1%であったものが、平成27年度(3期目の1年目)には、67.6%に、平成28年度(3期目の2年目)には85.0%と年々上昇傾向にある。このことから、普通科課題研究のカリキュラム開発が順調に推移しているものと考えている。

(4) クロスカリキュラム

「科学技術と人間社会」という共通のテーマを設定し、高校1年次生全員を対象として実施している。国語、地理歴史、公民、理科、英語の各教科において、科学技術と人間社会のかかわりについて深く追究し、理解を深めるカリキュラムを研究している。各教科において、科学を題材にした英語教材、科学倫理、科学が歴史や現代社会に与えた影響などの補助教材を理数系の教員と協働で開発し、各教科(科目)で年間数時間ずつ実施している。

これまで取り組んできた内容、教材を整理し、「クロスカリキュラム・アーカイブス」としてサーバー上に保存して全教員が閲覧できるようにする取組を平成28年度に開始した。このことにより、各教員が、様々な教科・科目を字義通り「クロス」した取組を行い、授業力向上が実現

できることを期待している。

2 国際性の育成についての取組

(1) 米国海外短期研修

平成29年10月31日から11月5日にかけて4泊6日の日程で米国海外短期研修を実施した。現地では、NASAで課題研究の成果を英語で発表して指導・助言をいただき、日本人科学者との交流を実施した。また、Caltech（カリフォルニア工科大学）の地震学研究所を訪問して米国の地震学についての講義を受けたり、博物館を訪問して学芸員から説明を受けたりするなどの研修を行った。

(2) 英語が使える科学技術系人材の育成のための「戦略構想」及び「行動計画」に基づく取組

平成24年度には、「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」を策定し、「タイトルや図表などのキャプションに記載されている専門用語などをキーワードとし、パラグラフごとの大意をつかみながら本文を読み解いていく英文読解の方法」を科学英語読解メソッド PaReSK（パレスク：Paragraph Reading for Science with Key Words）と命名し、ネイティブ講師とのティーム・ティーチングにより中高の理科の授業において実践している。本年度も本校が平成26年に作成した「物理基礎 英語定義集」を活用した授業を実施するとともに、一部を公開した。

平成29年12月13日（水）には オクラホマ州でのシェールガスと地震についての TIME 誌の記事（November 7, 2016付け）を基に、エネルギー開発についてのポジティブな面とネガティブな面について英語で議論を深める公開授業を行った。

これらの取組に加え、併設中学校第3学年及び高校理数科1年次生を対象として、岡山大学の教授による指導の下、同大学への留学生と連携した、英語による科学実験を行っている。

課題研究、サイエンス部、国際科学技術オリンピックを目指す「天城塾」でのディスカッション、理科の授業など、学校の教育活動の様々な機会をとらえて英語でのコミュニケーションを図る取組を実施している。これらの一連の取組により、失敗を恐れず、積極的に英語を使おうとする態度が育成されつつある。また、平成28年12月に実施した本校卒業生への追跡調査で、「高校時代にあればよかった（あるべき）と思われる授業」を自由記述で挙げてもらった結果、英語でのディスカッションや会話を挙げた卒業生が多かった。このことから、本校の戦略構想の理念は有効であると考えている。

3 科学技術系人材の育成に向けた取組

「スーパーサイエンスセミナー」として、全校生徒を対象として著名な研究者による講演会を実施したり、希望者を対象として体験的な学習や研究機関などの訪問を実施したりしている。この取組により、中学生、高校生ともに先端的な科学への興味・関心や普段の学習へのモチベーションの高まりがみられている。

「国際科学技術オリンピック」を目指す取組「天城塾」を放課後を中心として実施している。この「天城塾」では、意欲の高い中学生・高校生20名程度を対象に、「全国物理コンテスト 物理チャレンジ」に向け、「University Physics」（英語圏で使われている物理の教科書）を使った学習会や実験レポート課題の作成を行っている。また、本校外国人教員を交えた英語でのディスカッションも取り入れている。昨年度（平成28年度）からは、この取組が化学・生物にも広がっており、今年度（平成29年度）は「化学グランプリ」において高校生1名が「銅賞」を受賞した。なお、平成24年に開設した「天城塾」の取組は、開設当初は教員主導で指導を行っていたが、近年では高校生をリーダーとする自主的な取組へと成長している。平成29年3月には「天城塾」で活用している、生徒が作成したテキストを整理し、「物理オリンピックのための物理数学－微分積分・ベクトル解析・電磁気学－」として刊行・公開した。

また、サイエンス部を中心とする「科学の甲子園」「同 ジュニア」を目指す取組についても、昨年に引き続いて充実させる方向で取り組んだ結果、管理機関である岡山県教育委員会が主催している「サイエンスチャレンジ岡山2017 兼 第7回科学の甲子園全国大会 岡山県予選」において、出場した2チームのうちの1チームが「総合第1位」となり、全国大会に出場することになった。

また、課題研究系コンテストの主な成果として、平成29年度の読売新聞主催の「日本学生科学賞」に理数科3年次生が行った課題研究の成果を出品したところ、岡山県審査で優秀賞を受賞した天文班の作品が中央審査に送られた。

4 学習評価についての研究

本校が考案し、提唱している「評価研究のためのフレームワーク『評価の4W1H』」に基づき、課題研究の「どのタイミング」で、「何を目的に」、「何を対象に」、「誰が」、「どのような評価」を行えば有効かについての研究を行っている。本年度（平成29年度）は、これに加え、本校独自の「ロードマップ評価」・パフォーマンステスト「ロードマップテスト」について、日本科学教育学会の年会で研究発表を行った。「ロードマップ評価」とは、教員と生徒が協働で課題研究の計画・プロセスの全容を把握することのできる1枚のペーパー（本校では「ロードマップ」と呼んでいる）を作成し、課題研究の要所所で研究活動を振り返り、ディスカッションを行って研究計画の進捗状況を確認し、必要に応じて修正していくという取組（評価）方法である。この評価は年間数回行っている。また、この評価方法は、近年英国などに見られる「Assessment as learning（学習としての評価）」に当たるものと考えている。この「ロードマップ評価」は生徒のメタ認知力を高める効果があることを確認することができた。また、「ロードマップ評価」は、課題研究を初めて担当する教員の指導力向上にも役立つものであることが、本校で課題研究を経験した若手教員への質問紙調査及びインタビュー（平成28年度に実施）で明らかになっている。

ベネッセ教育総合研究所の協力を得て、同研究所の「批判的思考力テスト」と本校が平成28年度に開発したパフォーマンステスト「ロードマップテスト」との関係から見えてきた傾向と合わせ、教育改革に関連した欧州（OECD）、米国（Partnership for 21st Century Learning）、東南アジアの算数・数学の共通カリキュラム（SEA-BES）、日本の「21世紀型能力」の四つの資料を基に、本校独自の学力の「独楽モデル」を作成している。これについての説明を、6月に山口県宇部市で開催された中国地区SSH校担当者交流会と12月に文部科学省で行われた中間評価ヒアリングにおいて実施した。

5 地域の理数教育の拠点としての取組

近隣の小学校への出前講座（小学校理科実験授業）を毎年行っている。これらの取組は、本校の生徒が教師役となり、小学生や一般の方を対象に実験講習を行うものである。理科実験授業については、平成25年度から岡山市立興除小学校に加え、倉敷市立天城小学校でも実施しており、小学校の児童はもとより先生からも好評を得ている。指定3期目に入った一昨年度（平成27年度）から、これらに加え、岡山市立御南中学校での理科実験教室と本校で実施する「親子おもしろ実験教室」を開催し、地域のサイエンスマインドの醸成を図っている。「親子おもしろ実験教室」では、地域住民や小学生に参加を呼び掛けたところ、本年度は120名（昨年度は100名）の参加があり、年々増加傾向にある。

6 地域の企業等との連携

地元企業の研究開発部門の研究員を運営指導委員に委嘱して指導を仰いだり、同社で研究職を歴任したOBを非常勤講師として招いて課題研究の指導に当たったりしていただいている。これらの取組により、課題研究における研究の進め方や用いる試薬の選択方法、培養における管理方法など、具体的に適切な指導が得られている。また、教員にとっても、先端企業の研究や製品開発における高度で専門性の高い手法を学んだり課題研究の指導方法に対する示唆を得られたりするなど貴重な機会となっており、本校の課題研究を進める上で大きな効果を上げている。

② 研究開発の課題

○カリキュラム開発

指定3期目で新たに設定した学校設定教科「サイエンス」の各科目のカリキュラム開発については、理数科・普通科ともに概ね順調に達成できたと考えている。

来年度以降の課題としては、理数科課題研究では、物理・化学・生物・数学の各分野別のガイドブックを作成することが挙げられる。理数科課題研究全体の進め方についてのガイドブックは既に作成しているが、各分野固有の留意点などについて詳しく解説したガイドブックが求められている。

また、普通科課題研究においては、これまでに蓄積してきた「事例集」「ルーブリック」「論文の書き方」などの資料を整理し、テキストを作成することが挙げられる。

○科学技術系人材の育成

国際科学技術オリンピックを目指す「天城塾」の取組をいかに継続・発展させて行くかということが挙げられる。後輩たちにどう伝え、継続させていくか考えていく必要がある。また、「科学の甲子園」「同 ジュニア」を目指す取組も、本年度は高校生チームが全国大会進出となったが、併設中学校の生徒とともに、全国大会に出場できるよう取組を強化することが必要である。

Ⅲ 実施報告

第1章 研究開発の課題

本章は、「平成29年度スーパーサイエンスハイスクール研究実施計画書」に記載されている研究開発の目的・目標、研究開発の概要に基づき、本年度の実践結果の概要を記述する。研究開発の具体的な内容と実践及びその結果については、第3章において詳述する。

1 目的と目標

新たな「知」を創造し、グローバルに活躍できる科学技術系人材「サイエンスクリエイター」を育成することを目的とする。また、「サイエンスクリエイター」に必要な「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」を育成することを目標に、2期目の成果と課題を踏まえた新たな研究開発を行う。

2 実践及び実践結果の概要

①併設中学校の選択教科「サイエンス」

中学校の生徒を対象に、第1学年後期～第2学年の生徒を対象に、英国で開発された科学的思考力を段階的に高めるプログラム「CASE」を実施した。第3学年で一人1テーマの課題研究を実施した。

②学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」

理数科1年次において、中学校との接続を意識し、テーマ設定に向けた取組を実施した。

③学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」

理数科1年次及び2年次において、本格的な研究活動を実施した。年2回程度の「ロードマップ評価」を実施した。

④学校設定教科「サイエンス」・科目「論文研究」

「発展研究」で作成した論文の完成度を高めるために、追実験や追調査、読み合わせなどの活動を行ったり、ポスターを作成し、外部で研究発表を行った。

⑤学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」

普通科1年次において、自ら課題を設定し、実験や調査活動を行い、結果をまとめて考察し、論文・ポスターを作成するという科学的・統計的な課題解決学習を行った。

⑥学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP実践」

普通科1年次の金曜日7限の時間に、「AFP研究」と連携し、テーマ設定の話し合いや、研究計画発表会、研究成果発表会を各HR単位で実施した。

⑦「AFP発表研究」及び総合的な学習の時間

普通科2年次の火曜日7限の時間に、前年度の「AFP研究」で作成した論文の修正を行い、論文集を作成した。また、6月には「普通科課題研究発表会」を開催した。

⑧クロスカリキュラム

1年次生全員を対象に、「科学技術と人間社会」のテーマで国語、地歴・公民、英語、理科の各教科において、年間5単位時間程度の「サイエンスタイム」を実施し、評価を行った。

⑨「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」

著名な科学者を招聘した講演会や講演講師を囲む座談会を実施した。また、科学技術オリンピックへ向けた学習会やセミナーを生徒が主体となって実施した。

⑩サイエンス部

サイエンス部を中心にした取組を強化した結果、「科学の甲子園」の岡山県予選において、出場した2チームのうちの一つが「総合第1位」となり、全国大会へ出場することになった。

⑪国際性の育成

PaReSK（パレスク）の理念に基づく理科授業の公開授業や、米国NASA研修及び岡山大学の協力による事前研修を実施した。

⑫地域の理科教育の拠点としての取組

「親子おもしろ実験教室」や近隣の小学校や中学校へ出向いて実施する理科実験教室を理数科・サイエンス部の生徒が主体となり計画し、実施した。

⑬研究発表会の開催及び講演会、学会、交流会等への参加、SSH先進校への視察

岡山SSH連絡協議会、中国地区SSH校担当者交流会、日本科学教育学会の年会などで研究発表を行い、関係者と協議を行うことで研究に対する様々な示唆を得た。

⑭運営指導委員会の開催

10月と12月の2回実施し、これまでの研究報告を行い、指導助言を得た。

⑮成果の公表・普及

理数科・普通科の課題研究のガイドブックや事例集、ルーブリックなど学習評価に関する資料、「物理基礎 英語定義集」などの科学英語に関する資料、生徒が作成した「天城塾」のテキストなどの研究成果物を本校のWebページで公開している。また、学会での発表や論文の投稿を行った。

⑯事業の評価

中間評価ヒアリングに向けて、これまでの研究の成果と課題を整理した。また、自己評価や中間評価ヒアリングを受けて、今後の研究開発の方向性について協議を行った。

⑰報告書の作成

これまでの研究成果が分かりやすく伝わるよう、また、他校や教育関係者の参考となり得るような編集を心掛けた。

第2章 研究開発の経緯

研究テーマ	研究開発の状況
①併設中学校の選択教科「サイエンス」	<ul style="list-style-type: none"> ・CASEプログラムの実施“Thinking Science”（Philip Adey ら著作）をテキストにして、中学校第1学年後期（10月）から中学校第2学年までのおよそ1.5年間で実施 ・岡山大学大学院教育学研究科 喜多雅一教授，教員研修留学生3名等による「英語で学習する化学実験」講座（11/14・15，中学校サイエンス館，中学校第3学年の生徒全員） ・東京大学大学院農学生命科学研究科 飯田俊彰 准教授による生物分野授業「中学校での課題研究が高校，大学，大学院での研究につながる」（11/20・21，中学校サイエンス館，中学校第2学年の生徒全員・岐阜聖徳学園大学教育学部教授 川上紳一 教授による地学分野授業「活断層のしくみについて実験を通して学ぶ」（1/24・25，中学校サイエンス館，中学校第1学年の生徒全員）
②学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」：理数科1年次	<ul style="list-style-type: none"> ・ガイダンス（4/13）・課題研究（中学校時のテーマによる）ポスターセッションを通じた新たな研究のテーマの設定とグループ（仮）づくり（4/20・27）・研究開始（ロードマップの作成）（5/11）・研究活動（5/25，6/1・8・15・22・29）・岡山大学大学院教育学研究科の稲田佳彦教授による「論文講習会」【ルーブリック：公開授業】（7/12）・7/13・20（科学英語実験プログラム）・蒜山研修の準備・テーマ設定へ向けた報告書・スライド作成（9/14）・本研究選考のための中間発表会（9/21）・本研究選考（9/28）
③学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」：理数科1年次	<ul style="list-style-type: none"> ・本研究による研究活動（10/5・19・26，11/2・9・16・30，12/14・21）・「ロードマップ評価」によるロードマップの確認と修正・研究活動（1/11・18）・理数科2年次生の課題研究発表会への参加（1/31）・中間発表会（2/1）・研究活動（2/8）・「ロードマップ評価」によるロードマップの確認と修正
「発展研究」：理数科2年次	<ul style="list-style-type: none"> ・教員紹介及び「ロードマップ評価」による研究の進捗状況と計画の確認（4/12）・研究活動（4/19から9/20までの12回）・この間，岡山大学大学院教育学研究科の稲田佳彦教授による「論文講習会」【ルーブリック：公開授業】（7/12）と第1回課題研究校内発表会へ向けた準備を行う
④学校設定教科「サイエンス」・科目「論文研究」	<ul style="list-style-type: none"> ・第1回課題研究校内発表会（10/4）・追実験及び論文の加筆と修正並びに課題研究発表会及び岡山県理数科理数系コース合同発表会に向けた準備（1/24まで）・課題研究発表会（1/24）・岡山県理数科理数系コース合同発表会に向けた準備・岡山県理数科理数系コース合同発表会（2/3）・課題研究まとめの講演会：東京大学大学院理学系研究科 塩見美喜子 教授（生化学，細胞生物学）による科学講演会（1/31）・最終論文の作成と片付け（2/7）
⑤学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」	<ul style="list-style-type: none"> ・情報機器や情報通信ネットワークの活用，情報モラル，著作権，情報機器を活用した先行研究のレビューと分析，基礎統計などについての学習（4月，5月）・研究テーマの設定（6月）・実験や調査などの研究活動（7月，10月）・中間発表会【入力変数と出力変数の確認】（10月下旬）・研究活動，中間論文の作成（11月，12月），論文及びポスターの作成（1月，2月）
⑥学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP実践」	<ul style="list-style-type: none"> ・ガイダンス，研究テーマの設定に向けた事例紹介，グループ（仮）づくり（4月，5月）・先行研究のレビューとテーマ設定，調査研究活動（6月，7月）・研究計画発表会（7/21）・調査研究活動（9月，10月）・中間発表会に向けた準備（10月）・中間論文の作成（11月，12月）・論文講習会【ルーブリックによる論文の書き方講習】（1/初旬）・論文及びポスターの作成，発表練習（1月，2月）・最終発表会（2/9）
⑦「AFP発表研究」及び総合的な学習の時間	<p>普通科2年次生が昨年度の「AFP研究」「AFP実践」で行った課題研究についての「普通科課題研究発表会」を6月6日（火）の6限と7限に実施した。火曜日の7限を活用して，この発表会の準備と論文の完成度を高めるための取組を行った。発表会の終了後は論文の修正を行った。</p>
⑧クロスカリキュラム	<p>1年次生全員を対象に，国語，地理歴史・公民，英語，理科の通常の授業の中で，「サイエンスタイム」（各教科5単位時間程度）を設け，「科学技術と人間社会」に対する多面的，総合的な判断力と思考力を養うための取組を実施した。（9月から3月）</p>
⑨「スーパーサイエンスセミナー」「天城塾」	<ul style="list-style-type: none"> 【スーパーサイエンスセミナー】・KOBE スーパーサイエンスツアー（8/9）・岐阜聖徳学園大学教育学部教授 川上紳一 教授を囲むサイエンスサロン（11/20）・東京大学大学院農学生命科学研究科 飯田俊彰 准教授を囲むサイエンスサロン（1/24）・岡山県環境保護センターにおける「フィールド調査実習」・東京大学大学院理学系研究科 塩見美喜子 教授による

	講演会及びサイエンスサロン「集まれ！天城のリケジョ～女性科学者との交流会～」(1/31) 【天城塾】・物理チャレンジ実験レポート課題へ向けた取組(4月から6月)・物理チャレンジ第1チャレンジ, 日本生物学オリンピックに向けたゼミナール(6月から7月)
⑩サイエンス部	・研究活動(通年)・文化祭での研究発表に向けた準備(8月)・「科学の甲子園」及び「同ジュニア」に向けた取組(9月, 10月)・「親子おもしろ実験教室」へ向けた準備(11月, 12月)・「天城スプリングサイエンスフェスタ」の運営(3/3)
⑪国際性の育成	・米国海外短期研修【2年次生10名及び教員2名】(10/29から11/7) ・同研修への派遣生徒の選抜試験(H28年3/25)・同研修の事前研修【岡山大学教育学部の教授と留学生による指導】(7/17, 24, 9/11)・同研修の事後研修【「天城スプリングサイエンスフェスタ」での発表】(3/4) ・PaReSK [パレスク] 物理授業(11/30)
⑫地域の理科教育の拠点としての取組	・岡山市立興除小学校での理科実験教室(7/31)・倉敷市立天城小学校での理科実験教室(10/27)・岡山市立御南中学校での理科実験教室(11/11)・親子おもしろ実験教室(12/16)
⑬研究発表会の開催及び講演会, 学会, 交流会等への参加, SSH先進校への視察	【教員】・岡山SSH連絡協議会の開催(9/21, 12/20:本校)・同連絡協議会への参加(津山高:6/19・12/16, 一宮高:7/13・12/19, 玉島高:7/18・1/16)・中国地区SSH校担当者交流会(6/30・7/1:山口県宇部市)への参加と研究発表・SSH冬の情報交換会及び研修会への参加(12/25・26:法政大学) 【生徒及び引率教員:学会等の課題研究系のコンテスト】・2017年度日本物理学会第13回Jr.セッション(3/18:大阪大学)・中国四国地区生物系三学会合同大会愛媛大会高校生ポスター発表(5/13:高知大学)・SSH生徒研究発表会(8/9・10)・第19回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会(岡山大会)(8/10・11:岡山大学・集まれ!理系女子第9回女子生徒による科学研究発表交流会(10/28:学習院大学)・集まれ!科学への挑戦者(1/21:岡山大学)・第15回高大連携理数科教育研究会・第18回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会(2/3, 岡山大学) 【生徒及び引率教員:コンテスト】・全国物理コンテスト「物理チャレンジ」(第1チャレンジ:7/9本校, 第2チャレンジ:8/19から22岡山県)・化学グランプリ(7/17:岡山大学, 二次選考:8/18から19筑波大学)・日本生物学オリンピック(7/16:岡山大学, 本選8/19から22広島大学)・サイエンスチャレンジ岡山2017兼第7回科学の甲子園全国大会岡山県予選(11/18:総社市の吉備路アリーナ)・科学オリンピックへの道岡山物理コンテスト2017(10/14:岡山大学)・第7回科学の甲子園全国大会(3/16から3/19:さいたま市)
⑭運営指導委員会の開催	・第1回運営指導委員会(9/21):今年度のこれまでの成果, 理数科の取組, 中学校の取組について説明を行い, 指導助言を得た。 ・第2回運営指導委員会(12/20):本年度の成果と課題, 理数科及び併設中学校の取組を説明し, 指導助言を得た。課題研究の高度化について協議した。
⑮成果の公表・普及	・理数科課題研究の公開授業を行った・Webページにこれまでに本校が作成した成果物の一覧をアップロードするとともに, 天城塾のテキスト「物理オリンピックのための物理数学ー微分積分・ベクトル解析・電磁気学ー」を追加した。 ・SSH主担当者が日本科学教育学会の年会において学習評価についての研究発表を行った。
⑯事業の評価	・これまでの研究開発の中間評価に資するための資料を作成した・12月に文部科学省で実施された中間評価ヒアリングにおいて, 4名の評価者からいただいた多くの質問事項をまとめ, 運営指導委員会で提示して指導助言を仰ぐとともに, 今後の研究開発の在り方, 方向性について協議を行った。
⑰報告書の作成	・SSH指定3期目の3年目に当たり, これまでの取組の理念と内容, 成果と課題がわかりやすくなるよう編集を行っている。 ・平成29年12月14日に文部科学省で実施された中間評価ヒアリングにおいて4名の評価者からいただいた質問事項等をまとめ, これらのことを踏まえた記述となるように編集を行っている。

第3章 研究開発の内容

第1節 カリキュラム開発

A 併設中学校「サイエンス」の取組

【仮説】

中学校段階から「科学的思考力を段階的に高める取組（CASE）」を実施し、課題研究を行うことにより、科学への高い関心と強い学習意欲を持った生徒を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 CASEとは

CASEは、スイスの心理学者ピアジェとベラルーシ（旧ソビエト連邦）の心理学者ヴィゴツキーの理論を基に、イギリスのキングスカレッジ（Department of Education King's College London）のフィリップ・アディ（Philip Adey）らによって開発された「思考力を段階的に高めるプロジェクト」である。

本校では、中学校第1学年後期（10月）から始め、中学校第2学年終了までのおよそ1.5年間で、30テーマの授業を行っている。学習の進め方は、小倉康氏（元国立教育政策研究所総括研究官）や笠潤平氏（香川大学教授）、谷口和成氏（京都教育大学准教授）らの指導を受け実践している。全国でも数校が取り組んでいるが、多くは部分的な取り組みになっている。本校では、すべての単元を実践している。

2 CASEの視点を取り入れた教材開発

選択教科「サイエンス」では、第1学年で“博物館連携授業「サイエンスインタープリターをめざそう！」”として、プレゼンテーション実習を行っている。今年度は中部大学 井上徳之 教授を招聘し、科学プレゼンテーション研修を行った後、川崎現代医学博物館にて実習を行った。また第1学年後期から第2学年末までの1.5年間でCASEプログラムである「Thinking Science（全30プログラム）」に取り組んでいる。これに続く第3学年においては、一人1テーマで1年間サイエンス「課題研究」に取り組んでおり、年度末の3月第1土曜日には発表会を開催している。

一昨年度から、国の次世代型教育推進センターから、アクティブ・ラーニングの「実践フィールド校」の指定を受けており、CASEの視点を取り入れた授業方法を開発している。研究協議を重ねる中で、科学的思考力や論理的に考えたり表現したりする力を育成するための授業方法が開発されつつある。特に理論的思考のシェーマ（枠組み）として、変数、比例性、形式的モデル及び複合変数に重点を置き、具体的準備から認知的な葛藤場面の展開とディスカッション、メタ認知、ブリッジングという流れは、平成27年度全国学力学習調査解説資料における「理科の活用」と一致する。

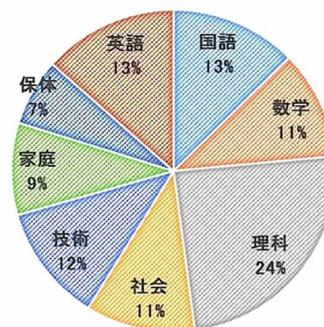
さらに本校が命名し、提唱している科学英語読解メソッドPaReSK（パレスク）の理念に基づき、CASEプログラムや理科授業などを一部英語で行うことに加え、課題研究の論文・ポスターの作成やプレゼンテーションを英語で行うなどの実践的な研究開発を行っている。PaReSKについては本章第2節で詳述する。

毎年多くの視察を受け入れており、アクティブ・ラーニングの研究開発と合わせて本校での研究成果を多くの学校へ広く普及させる取組も行っている。

3 中学校サイエンス「課題研究」

(1) ねらい

中高一貫教育の特色を活かし、課題研究全体の流れを経験させる「プレ課題研究」として、中学校選択教科「サイエンス」の「課題研究」が設定されて9年目を迎えた。高等学校での課題研究をより充実させるという科目設定当初のねらいに加え、激しく変化する社会を生き抜く力として求められる「21世紀型能力・学力」を育成することが挙げられる。そして、これらの力を身に付けさせるための「究極のアクティブラーニング」として「課題研究」を位置付けている。課題解決に当たっては、各教科で学んだ幅広い知識や見方・考え方、そこから生まれた高い興味・関心、「サイエンス」のCASEプログラムで身に付けた科学的思考力を活用するスキル、「総合的な学習の時間」で実施している「グローバル」で身に付けた言語スキル、「AMAKI学」で実践した文献調査やプレゼンテーションスキル等を融合させる。また、指導者や研究ゼミ仲間とのディスカッションを通して社会性やコミュニケーション力を高めていく。このような経験を通してねらいを達成させたいと考えている。



課題研究の教科との関連

(2) 内容・展開

第3学年において、一人1テーマを原則として課題研究を行う。指導は「サイエンス」「グローバル」の授業で行うが、休憩時間や放課後、休業日などその他の時間も利用している。生徒は国語・数学・社会・英語・理科・保健体育・技術／家庭科の7つのゼミに分かれ、さらに各ゼミ内で担当指導者ごとに分かれる。これらはすべて希望調査によって分けることにしている。

最終的な成果発表として、全員が課題研究論文集を制作し、課題研究発表会でポスター発表を行う。また、希望者はステージ発表も行う。これらの成果は、倉敷市内及び隣接市町の小中学校や県立中学校及び関係各所、保護者にも紹介・公開している。

【サイエンス課題研究発表会】（「天城スプリング・サイエンスフェスタ2017」中学校の部）
日時・場所：平成30年3月3日（土） 岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館
内容・形式：生徒による「サイエンス課題研究」のステージ発表及びポスター発表
ねらい：「サイエンス課題研究」の成果を発表することにより、研究内容を他者に伝える体験をさせる。また、研究発表会に参加することで、次年度の研究に対する意欲を向上させる。

(3) 成果

平成29年度は、「天城スプリング・サイエンスフェスタ2017」の中学校の部として「サイエンス課題研究発表会」を平成30年3月3日（土）に開催する。午前中はポスター発表（全員）、午後は10テーマ（希望者を募り事前に選考）でステージ発表を行う。準備は第2学年と第3



昨年度の会場の様子

学年の生徒実行委員会を中心に行っている。また、英語で論文を書き発表する生徒もあり、中学校3か年で得た知識やスキルを最大限発揮しようとするモチベーションの高いものになっている。

4 中学校「サイエンス」プロトタイプ

SSH研究開発プログラム「サイエンス」プロトタイプは、中学校理科及びサイエンスにおいて学習意欲の喚起と学力向上を目的に実施している。

中学校理科では、毎年各学年で専門家、研究者あるいは大学教授等を招聘し、講演会や特別授業を行っている。この取り組みは、「本物に触れる」ことをキーワードに、国際的に活躍している研究者から直接お話をさせていただく実践である。本年度の取組は次の表のとおりである。

右の図は、「天城スプリング・サイエンスフェスタ」において生徒が発表したポスターの一例である。



テーマ	放射線の医学的利用	
講師	川崎医療短期大学 放射線技術科 北山彰准 准教授	
授業	理科・サイエンス	
実施日	平成 29 年 8 月 22 日 (火) 10:40~12:30 2 年 C 組 平成 29 年 8 月 23 日 (水) 8:40~10:30 2 年 A 組 10:40~12:30 2 年 B 組	
対象	岡山県立倉敷天城中学校 2 年生 (120 人)	
実施場所	岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館 ラボ 1	
テーマ	英語による化学実験：「光音響効果についての探究実験 Inquiry experiments on photo acoustic effect」	
講師	岡山大学大学院 教育学研究科 喜多雅一 教授	
授業	理科	
実施日	平成 29 年 11 月 14 日 (火) 10:30~12:10 3 年 A 組 12:55~14:35 3 年 C 組 平成 29 年 11 月 16 日 (木) 10:30~12:10 3 年 B 組	
対象	岡山県立倉敷天城中学校 3 年生 (119 人)	
実施場所	岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館 ラボ 2	
共同授業者	Yakubu Abdallah (岡山大学大学院 博士課程 1 年) Dawn T. Crisolago (岡山大学大学院 教員研修留学生) Jumaidail Awal (岡山大学大学院 教員研修留学生) Sieng Thavy (岡山大学大学院 教員研修留学生)	
テーマ	「中学校での課題研究が高校、大学、大学院での研究につながる」	
講師	東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 水利環境工学研究室 飯田俊彰 准教授	
授業	理科・サイエンス	

実施日	平成 29 年 11 月 20 日 (月) 12:55~14:35 2 年 C 組 平成 29 年 11 月 21 日 (火) 8:40~10:30 2 年 B 組 10:40~12:10 2 年 A 組	
対象 実施場所	岡山県立倉敷天城中学校 2 年生 (120 人) 岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館 ラボ 1	
テーマ	化石について実験を通じて学ぶ	
講師 授業 実施日	岐阜聖徳学園大学教育学部理科専修 川上 紳一 教授 理科・サイエンス 平成 30 年 1 月 24 日 (水) 12:55~14:35 1 年 A 組 平成 30 年 1 月 25 日 (木) 8:40~10:30 1 年 C 組 10:30~12:10 1 年 B 組	
対象 実施場所	岡山県立倉敷天城中学校 1 年生 3 クラス (120 人) 岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館 ラボ 2	
テーマ	女性研究者によるキャリア講演	
講師 授業 実施日	東京大学大学院理学系研究科 生物科学専攻 塩見美喜子 教授 理科・サイエンス 平成 30 年 2 月 1 日 (水) 8:40~10:30	
対象 実施場所	岡山県立倉敷天城中学校 1, 2 年生 (240 人) 岡山県立倉敷天城中学校 サイエンス館 ラボ 1	

5 理科・サイエンスの取組の成果

併設中学校では、校外で開催されるコンテストやコンクールなどに積極的に参加し、サイエンスや理科、P a R e S K の成果を発表している。今年度の成果は次のとおりである。

コンテスト・コンクール名	主催者	応募学年	応募タイトル	入賞等
マリンチャレンジプログラム 2017	リバネス	3 年	海水の固形成分を定量する～水の循環を数値化する～	中四国地区認定プログラム
第 3 回かはく科学研究発表会	愛媛県総合博物館	高校 1 年次 (中 3 での 研究内容)	①銅と酸素の化合比を理論値に近づける実験方法の提案～なぜ 4 : 1 にならないのか～ ②水溶液の濃度と浮力の関係	奨励賞
集まれ！科学への挑戦者	科学 Try アングル岡山	3 年	①より多くのミドリムシを培養する方法 ②タマネギの根を用いた体細胞分裂の観察 ③花粉管の伸長を授業時間内に観察可能にするための条件 ④加法魔法陣を参考にした乗法魔法陣の作成	奨励賞 優秀賞 優秀賞
サイエンスキャッスル 2017 関西大会	リバネス	2 年 1 名 3 年 5 名	①アルミニウムイオンとキュウリの成長の関係 ②海水の固形分量の変化から水の環境を考察する ③花粉管の伸長を授業時間内に観察可能にするための条件 ④究極の飛ば吹きゴマを求めて 2017	奨励賞
H29 児島地区科学研究発表会	倉敷市理科教育研究会	3 年	海水の固形成分を定量する～水の循環を数値化する～	優秀賞
第 67 回岡山県児童生徒科学発表会	岡山県理科教育研究会	3 年	海水の固形成分を定量する～水の循環を数値化する～	奨励賞
雨活アイデアコンテスト 2017	特定非営利活動法人雨水市民の会・ライオン株式会社	3 年	降水による海水の塩分濃度の変化	佳作
岡山物理コンテスト 2017	岡山県教育委員会	3 年 4 名 2 年 1 名 1 年 6 名		チャレンジ賞 (3 年 2 名)
第 20 回日本水大賞	日本水大賞委員会 国土交通省	3 年	海水の固形成分を定量することで地域の水環境を知る研究	3 月中旬発表

B CASEをベースとしたカリキュラム開発

【仮説】

理科だけでなく、様々な教科・科目においてCASEの理念（六つの要素）を取り入れた授業を実施することで科学的思考力や科学的に判断することのできる力，社会で科学技術を正しく用いる姿勢を育成ことができる。

【研究内容・方法・検証】

1 開発に当たっての基本的な考え方

CASE (Cognitive Acceleration through Science Education) とは「科学教育による認知的加速」で，科学的な事象を題材にして認識力を段階的に高めていくプログラムである。その特徴を次の三つにまとめることができる。なお，CA (Cognitive Acceleration) については，科学的な事象以外のものを題材にしても可能であることを Philip Adey 氏は述べている¹⁾。

- 11歳から14歳までの生徒を対象とした教育活動
- ピアジェとヴィゴツキーの理論を基に，イギリスの King's College London の Philip Adey らによって開発された「思考力を段階的に高めるプロジェクト」
- まとまったカリキュラムではなく，ほぼ2週間に一度，正規の科学の活動に置き換わる活動

併設中学校では，“Thinking Science” (Philip Adey ら著作) をテキストにして，中学校第1学年後期(10月)から中学校第2学年までのおよそ1.5年間で実施している²⁾。この授業では，「変わるものは何か？(変数)」「2つの変数(変数)」「つり合いを保つ(反比例性)」「回るコイン(確率)」「化学反応を説明する(形式的モデル)」など，合計30のプログラムを実施し，科学的思考力を段階的に高めている。

CASEをベースとしたカリキュラム開発については，その対象を他教科にも広げており，これまでに，平成24年度と26年度に中学校社会科歴史的分野で，平成25年度には高等学校保健体育科において実践的な研究を行ってきた。これらの成果を受け，本年度は，高等学校日本史と高等学校保健体育科において実践的な研究を行った。

本研究に当たっては，次に示した六つの柱のうち，できるだけ多くの要素を取り入れて授業をデザインすることを心掛けている。Six Pillars (六つの柱) と示された六つの要素は次のとおりである³⁾。

- ・ Schema theory (思考のための一般的な様式) →変数，比例，反比例など
- ・ Concrete Preparation (具体物の準備) →具体的な教材・教具の準備
- ・ Cognitive Conflict (認知的葛藤) →認知的葛藤場面を意図的・計画的に仕組む
- ・ Social construction (議論などを通じた知の構築) →生徒同士の議論や教師からの働きかけ
- ・ Metacognition (メタ認知) →振り返り
- ・ Bridging (橋渡し) →獲得した知識・技能を他の文脈で活かす

1) 小倉康(国立教育政策研究所)「英国における科学的探究能力育成のカリキュラムに関する調査」(平成16年2月)

2) Philip Adey, Michael Shayer and Carolyn Yates. (2001) *Thinking Science*: Nelson Thornes

3) Michael Shayer, and Philip Adey. (2002) *Learning Intelligence*: Open University Press

2 高等学校日本史での取組

本校併設中学校社会科の歴史的分野におけるCASEをベースとした授業研究の成果を踏まえ、平成28年度から高等学校地理歴史科の日本史での研究開発を行っている。平成28年12月21日の中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善及び必要な方策等について」「第2章 各教科・科目等の内容の見直し」「2. 社会、地理歴史、公民」において、「主体的に社会の形成に参画しようとする態度や、資料から読み取った情報を基にして社会的事象の特色や意味などについて比較したり関連付けたり多面的・多角的に考察したりして表現する力の育成が不十分であることが指摘されている。」との指摘がなされている。これを受け、本校では、課題研究を通して身に付けさせたい「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」の三つの力を地理歴史科においても育成することにより、この課題を克服できるのではないかと仮説を設定して実証的な研究を行うことにした。具体的には、日本における歴史事象を理解するためには、様々な資料を取捨選択して必要事項を読み解き（インテイク）、東アジア全体あるいは世界における日本の立場を俯瞰（メタ認知）することが不可欠である。また、このような能力を育成するためにはコミュニケーション（ディスカッション）が有効であろうということが、本校SSH研究開発によって明らかになっている。このようなことを踏まえ、日本史の授業において次の課題を設定し、互いに議論を深めながら論述していくという授業をデザインし、実践を行った。

(1) 授業を実践した単元と課題

単元：古代日本の外交と東アジア世界

課題：5世紀の「倭の五王」の時期、推古朝の時期、律令国家の時期の日本（倭）の外交政策の特徴は何か。

(2) 授業の展開

まず、上記の3つの時期の外交政策に関する資料を教員が示し、教科書に書いている程度の基本事項を説明した。そして3つの時期の外交政策の特徴を班ごとに話し合うように指示した。続いて生徒同士が議論を深めながら、課題について考察を行い、その結果を文章化していった。班の代表生徒が課題についての発表を行ったのち、その比較検討をしていき、最後に教員が東アジアの中国を中心とした冊封体制の中で日本の外交政策をとらえることの重要性を確認した。

(3) 成果と課題

授業後、質問紙調査を行ったところ、95%の生徒がこの授業が有意義であり、日本の歴史事象を理解するのに効果があったと回答した。また、教科書では別々の箇所に述べられている3つの時期の外交政策を、東アジアの冊封体制を背景に、一度の授業で考察することでより深い理解ができたと言った生徒が多かった。

これらのことから、歴史資料を読み解き、必要事項をインテイクできる「インテイク力」と歴史事象を高い視点から認識できる「メタ認知力」を身に付けさせることができたのではないかと考えている。

今後の課題としては、この授業スタイルを別の単元でも実施するに当たり、授業進度とのかね合いの中で、いかにしてこのような授業時間を確保するかが挙げられる。生徒同士の議論・発表の時間を限られた授業時間のなかで確保するためにも、授業全体の効率的な進め方も同時に考えて、工夫・改善をしていかなければならない課題であろう。

3 高等学校保健体育科での取組

平成25年度に開始したタブレットPCを活用した体育授業の研究をさらに深化させるため、平成27年度に新しく導入した機器を加え計9台のタブレットPCを使い、「科学的思考に基づく新しい学びへの取組 ―活力ある未来の生活を創造するための体育授業―」と題して研究を深め、実践を行っている。「高等学校学習指導要領解説 保健体育編・体育編」(文部科学省、平成21年2月)の「目標」には、「運動の合理的、計画的な実践を通して、生涯にわたって豊かなスポーツライフを継続する資質や能力を育てる」と記載されている。将来の日本の科学技術を支える人材あるいは市民としてとして、健康の保持、増進を図ることはもとより、豊かなスポーツライフを継続し、地域社会にも貢献し得る人材を育成したいと考え、体育研究を行っている。研究に当たっては、タブレットPCを活用することにより、前項で記述した六つの要素のうちの、**Social construction** (議論などを通じた知の構築)、**Metacognition** (メタ認知)、**Bridging** (橋渡し)の三つが実現できると考え、授業をデザインしている。タブレットPCを活用することで、自らのフォームを再生し、振り返り、同一の画面を見ながら互いに議論したり教え合ったりすることで科学的(実証性、再現性、客観性が担保されている方法)な授業が展開できると考えている。

(1) 本校生徒を取り巻く社会の状況と現状

急速な少子高齢化、健康寿命の延長などに見られる社会情勢や健康課題を踏まえ、昨年度から継続して「活力ある未来の生活を創造する力」の育成を目指した。これを実現するための大きな要素が「人と関わり、伝え、つながっていく力」であると考え、1年次の保健体育科の目標として「関わる・伝える・つながる」を設定し、**Social construction** (議論などを通じた知の構築)に重点を置く研究を行うことにした。そのための効果的なツール(テクノロジー)としてタブレットPCを活用した。

(2) 授業実践

研究及び実践の対象は1年次生(240人)で、12月の第1週にオリエンテーションを実施し、本研究による体育授業の意義や機器の使用法などについての説明を行った後、「器械体操」「陸上競技」「ダンス」から1種目を選択させた。各種目を3班ずつの編制とし、各班に1台ずつタブレットPC(計9台)を用意した。アプリケーションソフトウェア**CoachMyVideo・ReplayCam**を用いて動作を撮影し、仲間と議論を重ねながら、正しいフォームの獲得のために修正等を行った。



(3) 成果と課題

タブレットPCを活用し自己のフォームを確認することで、客観的に分析することが可能になり、効率的な技能の習得が実現できた。また、模範的な動作の動画と、自己のフォームを比較し、仲間と議論したりアドバイスをしたりする姿が多く見られた。このことから、本研究において、科学技術(テクノロジー)を技能の習得場面で効率的、効果的に活用することにより、仲間と関わり、伝え、つながっていく力を身に付けることができたのではないかと考える。



C 高等学校 理数科創生研究（1年次前期）

【仮説】

具体的な研究活動を通して科学的認知力の向上や課題設定の方法，問題解決方法を身に付けさせることにより，主体的な科学研究活動を行う能力と態度を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 教育課程上の位置付けとねらい

本校理数科では、「社会と情報」（2単位）及び「課題研究」（2単位）並びに「総合的な学習の時間」（1単位）を減じ，1年次で，学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」（1単位）及び「発展研究」（1単位），2年次で，学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」（1単位）及び「論文研究」（2単位）を開設している。「創生研究」は，1年次後期から2年次前期までの1年間で実施する「発展研究」をより充実させるために，1年次前期（2単位時間連続）で実施する学校設定科目である。内容としては，研究活動を本科目から開始し，活動の中で，研究グループ内外の「学び合い」を基盤とし，課題研究に必要な学習活動を展開しながら，「発展研究」と一体化できるプログラムを開発し実施している。開発に当たっては，情報通信ネットワークを効果的に活用するためのスキルの習得や，コンピュータを活用したプレゼンテーション，科学的な課題解決の方法についての学習を盛り込むことにしている。また，併設中学校からの進学にも配慮し，グループ形成の手法や中高接続の観点も取り入れている。CASEの要素を取り入れてSSH指定2期目で開発した「課題発見型実験プログラム」は，本科目内の研究活動に組み込む形で取り入れている。

2 「創生研究」のスケジュールと主な内容

本年度実施した「創生研究」の主な内容とスケジュールは，次のとおりである。

① コンピュータの活用

研究活動に必要な情報確保の手段としてのコンピュータ活用に関して，情報社会に参加する適切なネチケット（情報モラル）を身に付けさせ，セキュリティーについて学習させる。また，プレゼンテーションソフトウェアの基本操作を習得させる。

② 科学的思考力（科学的認知力）の養成

○研究グループの形成：CASEの要素を取り入れた「話し合い，学び合い」により，科学的思考と問題解決の方法を身に付けさせる。

○研究リーダー意識の育成：倉敷天城中学校で実施・完結した課題研究を客観的に見直し問題点や発展させるべき内容を発見させ，グループメンバーに知らせる。

③ 科学的課題の解決法の養成（課題研究の方法）

各研究課題において，「ロードマップ（研究計画）」を用いて，課題を解決するための研究の進め方を，仮説，実証計画（実験計画），結果の検証，修正，実証，仮説の検証，結論の順に研究過程を具体的にイメージ化し，これを基に各研究プロセスを検討させる。また，定期的に進捗状況を発表しながら，自己評価（「ロードマップ評価」）を行い，改善点について修正を加えさせる。

④ プレゼンテーションの基礎

研究成果（進捗状況）の発表について，発表内容と効果的な発表スタイルについて具体的な各研究内容について資料（スライドなど）を作成し，発表させる。また，他の研究発表への客観的な評価を自己の研究の批判的評価と修正にフィードバックさせる。

⑤ 「発展研究」のテーマ決定，修正のための承認

発表を通して、生徒、担当教員を交えてディスカッションを行いながら後期から始まる「発展研究」へのテーマの継続が可能かどうかを検討する。必要に応じてテーマの変更や研究の方向性について軌道修正を行う。

平成29年度創生研究の実践の流れ（1年次前期）

授業名	回	累積	月	日	曜日	限	内容・テーマ	教室	ガイドブック 重点項目		各段階の目標等
							対象: 全員の生徒				
創生研究	①	1	4月	13	木	⑥ ⑦	ガイダンス&「課題研究とは」	全体会	使い方 序編 第1章	課題研究の意味と意義 課題研究の進め方	課題研究の実践活動を行う中で、グループ討議により、科学的研究のための思考やスキルを体感的に修得する。 この段階での課題研究のテーマは仮設定とするが、実践活動を行いながら、変更や修正を加えた後、発展研究における本格的「研究」へ継続する。 ※科学研究を行うためには、より多くの知識や情報が必要であることを「話し合い」の中で気づき、その知識や情報を吸収できる思考と実践（→インテイクカ）を身につける。
	②	2		20	木	⑥ ⑦	課題研究ポスターセッション ↓ 研究のテーマ決め についての話し合い ↓ 仮グループづくり ↓ 仮テーマ設定	全体会	序編 第2章 第1編 第1章	話し合うこと 考えること 確かめること 研究テーマを見つける	
	③	3		27	木	⑥ ⑦					
	④	4	5月	11	木	⑥ ⑦	課題研究開始 (研究計画) (=ロードマップ作成)	全体会	序編 情報モラル 第1編 第1章 第1編 第2章	情報と情報モラル 研究テーマを見つける 研究する	
	⑤	5		25	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(1)	各分野の教室			
	⑥	6	6月	1	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(2)	各分野の教室			
	⑦	7		8	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(3)	各分野の教室			
	⑧	8		15	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(4)	各分野の教室	第1編 第1章 第1編 第2章	研究テーマを見つける 研究する	
	⑨	9		22	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(5)	各分野の教室			
	⑩	10		29	木	⑥ ⑦	課題研究(創生)(6)	各分野の教室			
	⑪	11		7月	13	木	⑥ ⑦	科学英語実験プログラム①	全体会	※7月12日(水) 論文講習会 (2年次生へ合流)	
	⑫	12	20		木	② ③	科学英語実験プログラム②	全体会	※7月中蘆山研修の説明 (科学英語実験Pと調整)		
			8月		校外研修(→蘆山8/3~5)、夏季休業						
⑬	13	9月	14	木	⑥	課題研究(創生)(7) (見極め)	各分野の教室	第1編 第1章 第1編 第2章	研究テーマを見つける 研究する	※創生研究の最終段階において、10テーマ程度への選考(絞り込み)を行う。 (研究テーマとして適正であることを判断する。)	
					⑦	発表準備 (簡易報告書作成) (スライド作成)					
⑭	14	9月	21	木	⑥	本研究選考のための中間発表 (全グループ合同) ★福田先生	全体会	第2編 第1章 第2編 第2章	論文を書く 発表する (簡易的に説明)		
					⑦						
①	1	9月	28	木	⑥ ⑦	本研究グループ選考 (グループ討議と全員協議)	全体会	第1編 第1章	研究テーマを見つける		

3 指導体制と研究テーマ

本年度は、物理、化学、生物、数学・情報の合計11名の教員で次の9班の指導に当たった。次の表の研究テーマは、平成29年9月時点でのものである。

分野	研究テーマ
物理	垂直軸型マグナス風力発電の発電効率の向上
	摩擦ルミネセンス ～ガムテープを用いて～
	水中飛行機 ～水中を飛ぶ飛行機～
	海上の有効活用
化学	クモの巣の成分と接着の仕組み
	ハードルテクノロジーの活用による乳酸菌の一般細菌に対する抑制効果
生物	ホバリング
	ゴーヤ液の糖度変化と防腐効果
数学・情報	目の錯覚の数式と新たな図

4 「理数科課題研究ガイドブック」の活用及び「アクティビティ評価」の実施

課題研究をどう進めていくかなどの学習内容についての指導は、「ガイドブック」を用いて研究活動を実践する中で行う。また、課題研究の活動評価を「ガイドブック」の指導内容に応じた評価観点で行う個人の活動状況を教員が評価する「アクティビティ評価」を試行している。

本年度は、教員向けの「理数科課題研究ガイドブック —平成29（2017）年度版— 指導資料」を作成した。



理数科課題研究ガイドブック
指導資料（表紙）

アクティビティ評価		1 話し合いの評価（CASEの観点ではない）					
評価項目 (ガイドブックの学習内容による)		評価5～1をつける(個々の生徒を客観評価)					
		研究グループのメンバー氏名					
		備考(評価の基準) ※標準基準：3 (評価基準に達している) (4:とてもよい, 5:非常に素晴らしい)					
知識 理解 の評価	1 話し合いの意義や必要性が理解できている。						
	2 話し合いの場での役割の意味が理解できている。						
	3 話し合いの流れが理解できている。						
活動 の 評価 - 関心 意欲	1 話し合いに積極的、能動的に参加している。						
	2 話し合いのテーマに則した意見、発言をしている。						
	3 本時の話し合いをまとめることに積極的に寄与した。						
総合 的 評価	1 活動全体のアクティビティ(総合的な能動性を評価)						
	平均点	0	0	0	0	0	0

「アクティビティ評価」で活用する「アクティブ・アセスメントシート」の一例（イメージ）

5 検証

本設定科目「創生研究」を、1年次後期から始まる「発展研究」と一体の「課題研究」と捉え、「創生研究」終了時及び2年次の「発展研究」終了時（いずれも10月）において、次の観点で評価を行う。

- 「創生研究」から「発展研究」の課題研究の流れの確立
- 課題研究の質的向上（アクティビティ評価、ルーブリックを活用した評価による）
- 科学的思考力の伸長（ベネッセ教育総合研究所が本校を含む高等学校・大学などと連携・協力して開発中の「批判的思考力テスト」による事前・事後の変化）
- 本校が開発したパフォーマンステスト「ロードマップテスト」（このテストについては平成28年度の研究開発実施報告書で詳述している）

D 高等学校 理数科発展研究（1年次後期）

【仮説】

「創生研究」において設定した科学及び数学に関する課題について、その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技能の深化、総合化を図ることで、問題解決の能力や自主的、創造的な学習態度を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい（1年次後期）

学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」は、理数科1年次の生徒を対象とし、自ら設定したテーマについて、自主的、主体的に研究を行うために後期に1単位（2単位時間連続）で設定した科目である。特に、前期で実施した「創生研究」において設定した課題（テーマ）の解決に向けて観察、実験などをデザインし、検証データを蓄積することに重点を置く。なお、本科目は、次年度の2年次(前期1単位)において継続実施する。

2 内容・展開（1年次後期）

次の日程で発展研究（1年次後期）を実施した。ただし、研究テーマは創生研究で設定したものを継続し研究する。

平成29年度発展研究（1年次後期）の実践の流れ

授業名	回	累積	月	日	曜日	校時	内容・テーマ	教室	ガイドブック 重点項目				
							対象: 全員の生徒		第1編 第1章 第1編 第2章	研究テーマを見つける 研究する			
1年次発展研究	①	15	9月	28	木	⑥ ⑦	本研究グループ選考 (グループ討議と全員協議) ガイダンス「研究する」 の後、本研究開始	全体会	第1編 第1章 第1編 第2章	研究テーマを見つける 研究する	創生研究からの研究 テーマを継続研究を 行う中で、科学的研 究の洞察的(先を見 通した)プロトコルを修 得する。また、研究 テーマにおける「独創 性」に気づき、「研究 すること」の意義を見 い出す。 ※本段階の最終段階 では、自分たちの研 究内容を客観的評価 の場におき、研究テ ーマの適正や研究方 法の妥当性を主張する。 (→研究成果アピール のための表現力養成 の基本的考え方と方 法を学習する。) ※グループ研究にお ける話し合いや活動 を通して、メンバー個 々の責任と役割を認識 するとともに、将来の 科学研究者としての 資質を身につける。		
	②	16	10月	5	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(1)	各分野 の教室	第1編 第2章	研究する			
	③	17		19	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(2) ★福田先生	各分野 の教室					
	④	18		26	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(3)	各分野 の教室					
	⑤	19	11月	2	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(4)	各分野 の教室					
	⑥	20		9	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(5)	各分野 の教室					
	⑦	21		16	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(6)	各分野 の教室					
	⑧	22		30	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(7)	各分野 の教室					
	⑨	23	12月	14	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(8)	各分野 の教室					
	⑩	24		21	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(9)	各分野 の教室					
	⑪	25	1月	11	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(10)	各分野 の教室					
	⑫	26		18	木	⑥ ⑦	発表準備 (中間報告書作成) (スライド作成)	各分野 の教室				第2編 第1章 第2編 第2章	論文を書く 発表する
	⑬	27		31	水	⑥ ⑦	課題研究校内発表会 (2年生の発表へ参加)	サイエ ンス館				第2編 第2章	発表する (聴く姿勢) →2年2/3合同発表会
	⑭	28	2月	1	木	⑥ ⑦	発表準備 (中間報告書作成) (スライド作成)	各分野 の教室				第2編 第1章 第2編 第2章	論文を書く 発表する
	⑮	29		8	木	⑥ ⑦	中間発表(全グループ合同) ★福田先生	全体会				第2編 第2章	発表する

3 成果と課題（1年次後期）

最終日の2月8日に中間発表会を開催した。各グループ（全9グループ）が5～6枚のスライドを作成し、5分間の発表の後、2分間程度の質疑・応答を行った。同時にロードマップ評価（研究の進捗状況についての自己評価）を行った。本年度の各グループの研究テーマ（平成30年1月時点）とロードマップの一例（イメージ）を次に示す。

分野	研究テーマ
物理	室内で副虹を再現する
	表面張力の測定 ～コップを使って～
	紙飛行機を空中と水中で飛ばした場合の軌道の違い
	自転車が行進中に倒れない理由
化学	卵白の添加によるデンプン糊の接着強度の向上を探る
	クロロゲン酸の化学的性質を用いて食品中からクロロゲン酸を検出する
生物	プラナリアの分裂が促進される条件と記憶の有無
	ゴーヤ抽出液の抗菌効果
数学	目の錯覚の現象と絵画の謎

「ロードマップ」は、研究課題、研究概念、研究の流れ(チャート)、ロードマップ、必要なもの(物品、事象)・備考の5列からなっており、研究の進捗状況の把握が容易になるよう、1枚のペーパーにこれらの五つの項目をまとめたものである。この取組は、研究計画を綿密に立てていく中で研究テーマの妥当性を客観的に評価し、修正・変更を加えながら適正化していくものである。

平成29年度 理数科課題研究の研究計画書（ロードマップ第3回）

2018/01/18

研究課題	研究概念(図)	研究の流れ(チャート)	ロードマップ	必要なもの(物品、事象)・備考
研究テーマに対する、動機や仮説、研究目的(目標)の設定	この研究で明らかにしようとすることは何か(ブラックボックス)	どのような流れで結論にたどり着くのか	研究の流れについて、いつまでに何をやるのか(完成までの計画)	何がなければその過程が進行できないのか
分野: 生物 テーマ名: ゴーヤ抽出液の抗菌効果 概要: ゴーヤ絞り液を長期間冷蔵保存しても変化が認められないことからゴーヤには抗菌効果があると考え、液体培地で大腸菌を繁殖させ、どれだけ阻害されているかを調べる。	ゴーヤには抗菌効果がある!!! ・お弁当に使う抗菌用「わさびシート」の代用 ・他の植物の葉に塗布し、病気の予防に。 	①テーマ設定 ゴーヤ液には抗菌効果があるということを確認する。 ②仮説 長期間冷蔵保存していたが、変化が認められないことからゴーヤには抗菌効果があるのではないかと推察。 ③検証・実験計画 (1) ゴーヤ液が大腸菌の増殖を抑制する効果をもつことを検証 (2) 実験結果の整理 →大腸菌のコロニー数 ・増加→抗菌効果がない ・または非常に弱い ・変化なし→抗菌効果があるが、弱い ・減少→抗菌効果、殺菌効果がある (3) 検討 結果をもとに抗菌効果があるかどうかを考える。 ④結論づけ 大腸菌のコロニー数の増加が抑えられたので、仮説は正しい。	4月 創生研究 テーマ決め 5月 6月 7月 テーマ決定 ゴーヤの花を探る 8月 ゴーヤ収穫 ゴーヤ液作成 9月 糖度とpHを調べる 10月 ゴーヤ液滅菌 実験準備 (予備実験1: ゴーヤ液のみ) 11月 実験開始 1回目→希釈率失敗 2回目→データ有り 3回目→日数失敗 4回目→データ有り サイエンスキャッスル関西大会 1月 予備実験2 2月 予備実験の結果に応じて 1回目 実験・分析 3月 2年生 2回目 実験・分析 4月 4月までの結果まとめ 5月 6月 追加実験 7月 校内のゴーヤで実験 (完熟ゴーヤ有り) 8月 発表準備 9月	●ゴーヤ ・学校で収穫 ・購入 ●大腸菌 ○ゴーヤ抽出液の作製のため使用 ・ミキサー ・濾斗 ・遠心分離機 ・ろ紙 ・オートクレーブ用の機械 ○大腸菌の培養のため使用 ・クリンベンチ ・ビベットマン ・振盪培養の機械 ・エッペンドロフチューブ ・シャーレ ・恒温器 ・コンラージ棒 ・ガスバーナー ○培地作製のため使用 ・ビーカー ・LB溶液

※研究計画を綿密に立てていく中で研究テーマの妥当性を客観的に評価し、修正・変更を加えながら適正化していくこと（ロードマップ評価）。

「創生研究」から開始した課題研究は、SSH指定2期目のプログラムに比べ、約半年早くスタートしている。また、併設中学校での課題研究のテーマを継続しているグループもある。進捗状況は、グループごとに様々であるが、研究内容に対する科学的思考力の向上や研究活動に対する意欲の高まりが見られる。平成28年度の秋に実施したパフォーマンステスト「ロードマップテスト」の結果、当該科目による1年次の秋から2年次の秋までの1年間の取組によって「創造的思考力」が身に付くであろうという結論が出ている（平成28年度の研究開発実施報告書参照）。

なお、「継承」の効果を高めるため、一昨年度（平成27年度）から、年次を超えた研究スキルの継続性の構築を目指し、2年次生課題研究成果発表会（今年度は1月24日）において、1年次生と2年次生との間で「理数科研究交流会」を実施している。

E 高等学校 理数科発展研究（2年次前期）

【仮説】

1年次後期から始まる「発展研究」で実施した研究テーマを引き継ぎ、さらに深化させる。「ロードマップ評価」により、これまでの研究を振り返り、必要に応じて研究計画を修正し研究のさらなる深化を目指す。これらの取組により、研究を俯瞰するメタ認知力、課題解決能力や自発的、創造的な学習態度を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

学校設定教科「サイエンス」・科目「発展研究」は、理数科1年次の生徒を対象とし、自ら設定したテーマについて、自主的、主体的に研究を行うために後期に1単位（2単位時間連続）で実施し、2年次の前期に同じく1単位（2単位時間連続）で継続実施する。特に、1年次で設定した課題（テーマ）の解決に向けてこれまでの研究活動を振り返り、観察、実験方法などを必要に応じて修正し、検証データを蓄積することに重点を置く。自ら設定したテーマについて、自主的、主体的に研究を行い、科学的に探究する課題解決能力を育成するために、1年次（後期1単位）と2年次（前期1単位）において計2単位で設定している。

1年次では特に、理科および数学に関する事象について課題を設定し、課題解決に向けて実験・観察などをデザインすることに重点を置く。2年次では実験・観察を軌道に乗せ、データの収集と処理、考察、研究のまとめに重点を置いて実施する。

本年度は、前年度の1年次後期（1単位：週2単位時間）から引き続き、理数科2年次の生徒を対象に、1単位で実施した。2年次の後期で設定している学校設定教科「サイエンス」・科目「論文研究」にスムーズに接続できるよう、平成27年度まで秋に実施していた「論文講習会」の実施日を早め、本年度も7月に実施した。

2 内容・展開（2年次前期）

次のタイトルで、昨年度（平成28年度）の後期からスタートした研究を継続し、半年間取り組んだ。8班を、物理、化学、生物、地学、数学、情報の教員合計12名で担当した。

分野	研究テーマ	主な研究活動の場所
物理	・どこでも発電	第2物理教室
	・空気中での2球の落下運動	
	・回転球と無回転球の着水時の空気の巻き込まれ方の違いの解明	
化学	・デンプンに含まれるアミロペクチンの含有率の比較方法	第1化学教室
	・果実に含まれるタンパク質分解酵素群の効果	
生物	・オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段	第2生物教室
	・線虫に対する対抗植物の誘引作用および殺虫作用の定量法	
数学 情報	・高校生による災害時における心理と行動の特性尺度の作成	

3 今年度の成果

「発展研究」（2年次前期）では、「論文研究」での論文作成（研究発表）を視野に研究意識の向上を図り、実験・実習に集中的に取り組むことができている。特に、ロードマップやルーブリックの観点評価は、研究グループ全体のみならず、メンバー個々の研究意識の向上につながり、実証データに基づく論証や、適正な実験・観察の具体的方法・研究の進め方をより高いレベルで身に付けることができた。「発展研究」の活動により、当初の目標とした科学研究の思考・手法や技術の養成・修得は十分達成できたと考えている。これらの資質や能力は、平成26年度に実施した卒業生への追跡調査から明らかになっているとおり、卒業後の科学的研究活動に十分役立つスキルと考えられる。

平成29年度 発展研究(後半：2年次前期) <スケジュール表>

回	月日(曜)・限	行事等	内容	教室	備考	
①	準備	12日(水)	6限	教員紹介・TA紹介 →説明・研究計画	第2生物教室	※(仮)論文作成計画 含む
			7限			
②	4月	19日(水)	6限	実験・観察・測定(2)	各分野の教室	
7限						
③			26日(水)			
7限						
④	5月	10日(水)	6限	実験・観察・測定(4)	各分野の教室	
7限						
⑤			24日(水)			
7限						
⑥	6月	31日(水)	6限	実験・観察・測定(6)	各分野の教室	
7限						
⑦			7日(水)			
7限						
⑧	6月	14日(水)	6限	実験・観察・測定(8)	各分野の教室	
7限						
⑨			28日(水)			6限
7限						
⑩	7月	12日(水)	6限	第1回論文講習会(予定) (1年次生が合流) ★稲田先生	コンベンションホール	→結論づけ
7限						
⑪	7月	19日(水)	2限	実験・観察・測定(11)	各分野の教室	
3限			授業(AM)			
	8月	正規の授業なし			各分野の教室	有効活用
⑫	9月	13日(水)	6限	実験・観察・測定(12) 論文(報告書)作成	各分野の教室	↓ 論文作成本格化 ↓ 論文素案 (報告書)完成 (10/30完全提出)
⑬			7限			
	9月	20日(水)	6限	実験・観察・測定(13) 論文(報告書)完成	各分野の教室	
			7限			
論文研究	10月	4日(水)	6限	第1回 課題研究校内発表会	コンベンション	↓ 論文修正 (完成度の向上)
			7限			

担当教員：物理3名，化学3名，生物2名，数学2名，科学英語(物理，化学)2名の合計12名

F 高等学校 理数科論文研究（2年次後期）

【仮説】

課題研究の成果に基づき、自分の考えを適切にまとめ、表現、説明できる能力及び、論理に裏付けられた議論ができる能力を育成することにより、研究成果を世界に発信できる人材を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 教育課程上の位置付けとねらい

本校理数科では、「社会と情報」（2単位）及び「総合的な学習の時間」（1単位）並びに「課題研究」（2単位）を減じ、1年次で、学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」（1単位）と同教科・科目「発展研究」（1単位）、2年次で「発展研究」（1単位）と同教科・科目「論文研究」（2単位）を開設している。2年次後期に実施する「論文研究」は、1.5年間にわたって取り組んできた課題研究の成果である論文の完成度を高めたり、研究の成果を発信するための効果的なポスターやプレゼンテーションの作成技術を習得したりするために設定した科目である。校内の課題研究発表会や外部での発表会において専門家や研究者から得た指導助言を基に、追実験や再調査等を行い、論文の完成度を高める取組を行っている。

これらの取組を通して情報通信機器の高度な活用方法や、効果的なプレゼンテーションの方法を習得させるとともに、様々なコンテストなどにも積極的に参加し、研究者や同世代の高校生との交流を通して科学研究に必要なコミュニケーション能力の育成も図ることとしている。

2 「論文研究」のスケジュールと概要

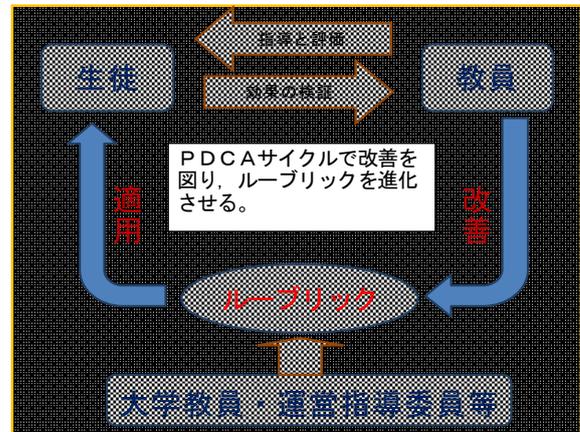
次ページのスケジュール表にしたがって原則として水曜日の6・7限に実施した。

1月24日（水）には課題研究発表会を実施し、生徒相互の活発な意見交換や他校の教員から様々なアドバイスや指導助言をいただいた。

論文作成に先だち、7月12日（水）には、岡山大学大学院教育学研究科 稲田佳彦 教授から、本研究で作成したルーブリックを基に、科学論文の書き方、ポイントについての講義をいただいた。この講義を受け、教員と生徒で、論文のどこをどう改善すべきかを話し合う時間を確保している。

平成25年度から「発表に関するルーブリック」を校内発表会（本年度は12月20日に実施）で活用している。このルーブリックは、「Speech」「Visual」「Delivery」の三つの大項目からなる合計九つの評価指標と4段階の尺度からなっている。概ね妥当な評価ができていると考えている。

次の表は、合計17項目からなる論文評価のためのルーブリックのうちの1項目を示したものである。



		十分(4)	おおむね十分(3)	やや不十分(2)	不十分(1)
I 探究プロセスに関するルーブリック	① 研究課題を決めるまでの道筋がはっきりと示されている	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられており、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が根拠を基に明確に記述されている。	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられており、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が示されている。	どのような事象に興味を持ったかが明確に述べられているが、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が曖昧であったり、解決できそうな高いレベルの課題が設定されている。	どのような事象に興味を持ったかが述べられているが、課題設定にあたり、これらの事象と課題との間の因果関係や関連性が示されていない。

3 成果

平成24年度から、教員の指導力向上と生徒の論文作成能力の向上を目的に平成23年度に作成した、論文を評価するための「ルーブリック」を改善しながら活用している。このルーブリックの活用によって、平成23年度の「研究開発実施報告書」で詳述しているとおおり、効果的な論文作成指導を行うことができている。

「発展研究」から「論文研究」へのスムーズな移行を図るため、SSH指定第2期で、秋に実施していた「論文講習会」の実施時期を早め、昨年度同様7月に実施した。来年度以降の課題として、ルーブリックの改訂が挙げられる。

「論文研究」の研究開発の成果として、昨年度（平成28年度）にグループでの「読み合わせを導入した論文のブラッシュアップ」を導入した班が今年度（平成29年度）の読売新聞社主催の日本学生科学賞で優秀賞（岡山県審査）を受賞し、中央審査に送られるなどしたことが挙げられる。

平成29年度 論文研究(後半：2年次後期) <スケジュール表>

回		月日(曜)・限	行事等	内容	教室	備考	
①	発表	4日(水) 6限 7限		第1回 課題研究校内発表会 (研究活動の終了報告)	コンベンション ホール	研究成果を 校外に広く 評価してもらう	
②	第1 ク ル / 論 文 案 作 成 & 実 験 観 察	10月 18日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(1)	各分野の教室	補充実験観察	
③		25日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(2)	各分野の教室	補充実験観察	
④		11月 8日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(3)	各分野の教室	補充実験観察	
⑤		15日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(4)	各分野の教室	補充実験観察	
⑥		22日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(5)	各分野の教室	補充実験観察	
⑦		29日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 作成(6)	各分野の教室	補充実験観察	
⑧		12月 13日(水) 6限 7限		論文 ポスター、スライド 完成へ	各分野の教室	補充実験観察	
⑨		20日(水) 6限 7限		第2回 課題研究校内発表会 (研究論文中間発表兼、理数科合同発表会ステ ージ発表選考、第2回SSH運営指導委員会)	コンベンション ホール	相互評価	
⑩		1月	10日(水) 6限 7限		論文の修正(2)	コンベンション ホール	手直し 補充実験 発表練習
⑪			17日(水) 2限 3限		論文の修正(3)	各分野の教室	手直し 補充実験 発表練習
⑫			24日(水) 5限 6限 7限		第3回 課題研究校内発表会 (論文完成最終発表) +理数科交流会	サイエンス館	スライド発表 ポスター発表
⑬		論文 完成	31日(水) 6限 7限		講演会： 東京大学大学院 塩見美喜子氏 (予定) (遺伝子)	コンベンション ホール	
⑭		2月	3日(土) 6限 7限		理数科合同発表会	岡山大学	スライド発表 ポスター発表
⑮			7日(水) 6限 7限		課題研究を振り返って (提出論文の修正など講演会以外の別メ ニューに変わります)	第2生物教室 各分野の教室	課題研究の まとめ
研究論文 の完成		2月	28日(水) 17:00		研究論文の提出締め切り		

担当教員：物理3名，化学3名，生物2名，数学2名，科学英語(物理，化学)2名の合計12名

G 高等学校 A F P 研究・A F P 実践（1年次）

【仮説】

普通科において学校設定教科「サイエンス」を実施することにより、身の回りの自然現象や社会現象をサイエンスの視点(科学的・統計的な視点)で分析できる能力を育成することができる。また、将来、感覚的なものや感性的なものをサイエンスの視点で捉えることのできる分析力を持つとともに、よりよい社会へ向けての改善案を提示できる一般社会人を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 研究の要旨

将来、大学や大学院に進学したり、実社会に出て活躍したりするとき、研究内容やプロジェクトの内容についての科学的な説明を要求される機会が増えている。また、感覚的なものや感性的なものを統計に基づいた数値データとともに提示することで、より説得力のあるプレゼンテーションを行うことができることも多い。本校理数科における課題研究では、研究成果を科学的に説明するスキルを育成する指導方法の蓄積がある。指定2期目では、この指導方法を普通科(特に文系にも)にも適用することで、科学的論理性と科学研究の手法を学校全体に普及させることを目標とし、普通科2年次の火曜日7限の総合的な学習の時間を「Amaki Future Project (A F P)」と称して課題研究を行った。指定3期目では、これまでのA F Pの趣旨とノウハウを引き継ぎ、開始時期を早めて1年次の取組とし、「社会と情報」「総合的な学習の時間」の合計3単位を減じ、学校設定教科「サイエンス」・科目「A F P 研究」(2単位：2単位時間連続)及び「A F P 実践」(1単位：金曜日7限)を立ち上げた。指導体制としては、「A F P 研究」では、普通科5クラスの各クラスの指導に物理・化学・生物・情報(数学)の4人の教員が協働で当たり、「A F P 実践」では各クラスの副担任が「A F P 研究」担当の教員と連携をとりながら実施している。

2 「A F P 研究」及び「A F P 実践」の目標と内容

「A F P 研究」及び「A F P 実践」の目標と内容はそれぞれ次のとおりである。

○A F P 研究(週2単位時間連続)

【目的】科学や技術に関する基礎的な知識・技能を身に付け、客観的なデータから物事を分析する能力を養う。また、情報モラルや情報機器活用能力の育成を図る。

【内容】情報モラルの学習や情報機器を活用して先行研究の調査を行う。自ら課題を設定し、観察、実験、調査を行い、論文、ポスターを作成する。

○A F P 実践(毎週金曜日の7限)

【目的】理数に関する課題解決学習を通して、プレゼンテーション能力やコミュニケーション力の育成を図る。

【内容】「A F P 研究」との連携を図り、課題研究に必要な先行研究のレビューを行うとともに、研究、発表の準備を行う。

今年度実施したA F P 研究及びA F P 実践の一連の指導の流れと概要は次のとおりである。次に示した概要は、A F P 研究に当たり、年度当初に生徒に説明した内容である。

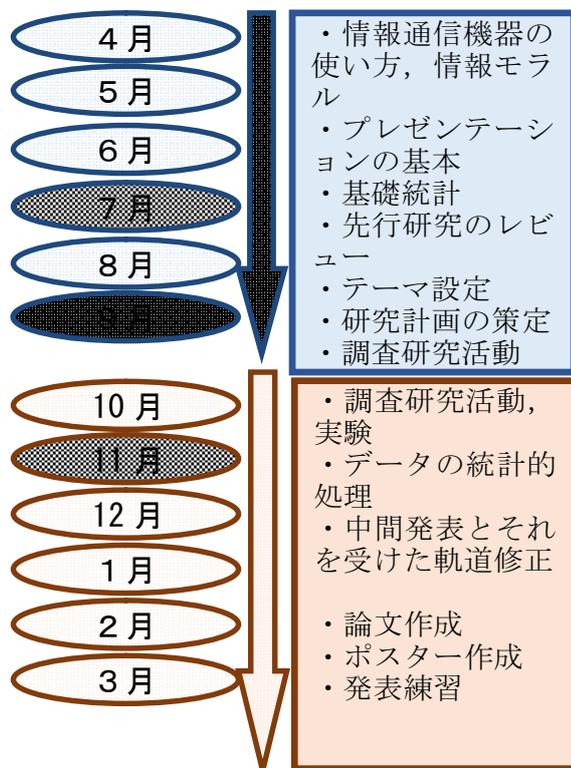
また、研究テーマ一覧を「IV 関係資料」に掲載している。

研究の内容

各班で課題を設定し、科学的、統計的な方法に基づいて課題を解決する。内容については、身近な自然現象や社会現象などを中心に課題を設定する。課題解決へ向けての確かな見通しがある場合は「仮説」を設定してもかまわない。課題解決のプロセスを、根拠に基づいて論理的に一貫性のある形にまとめ、発表する。各班で課題を設定し、科学的、統計的な方法に基づいて課題を解決する。

「実証性」と「客観性」が担保された解決方法。設定した課題が自然科学の場合は、これらに加えて「再現性」が担保される必要がある。客観的な評価が可能な指標（入力変数と出力変数）を設定し、実証的なデータを用いて一貫性のある論理を展開し、課題を解決する。データの処理と解釈については統計的な手法を用いる。

研究のプロセス



- ① 1クラス8班（5人程度のグループ）のグループと研究テーマを設定する
- ② 研究計画を策定する（必要に応じて副担任及びアドバイザーの助言を得る）
 - ・先行研究の調査
 - ・評価可能な指標（入力変数と出力変数）の設定
 - ・課題解決までのプロセスを設計
- ③ 調査研究活動を行う
 - ・アンケート調査
 - ・実験（理科室が使用可）
 - ・聞き取り調査
 - ・文献調査
- ④ データを整理し、統計的に処理して結果を導き出す
- ⑤ 結論を導く
- ⑥ 論文（2ページ）、ポスターを作成する
 - ※論文とポスターの1次締め切り
【2月9日（金）：年度末考査時間割発表の日】
 - ※論文とポスターの最終締め切り
【3月20日（火）：終業式】
- ⑦ 研究発表を行う 【2年次の6月の予定】
- ⑧ コンテスト等への応募、学会での発表
【2年次～3年次：希望者】

2018年6月5日（火）予定
6・7限 普通科課題研究発表会

3 効果の検証

これまで、本校では普通科課題研究を通して「①課題発見力」「②評価指標（入力変数と出力変数）を設定する力」「③課題解決力」「④論理的に一貫性のある形で表現する能力」「⑤他者にわかりやすく説明するためのコミュニケーション力」の五つの資質・能力を育成することを目指してきた。現在、今期で新たに設定した学校設定教科「サイエンス」により、これらの能力の育成がどの程度達成されたか、また、SSH指定3期で設定した「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」がどの程度身についたかについての検証作業を行っているところである。この検証結果を次年度の改善に向けて生かしていくことにしている。なお、本年度（平成29年度）は、サイエンスキャスル2017関西大会で研究発表を行った普通科1年次生が「優秀ポスター賞」を受賞するなどの成果が出始めている。

H 高等学校 普通科課題研究（2年次）

【仮説】

昨年1年間「AFP研究」「AFP実践」で取り組んできた課題研究の成果を発表したり，論文の完成度を高めたりする活動を通して，コミュニケーション力や論文作成能力を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 研究の要旨

総合的な学習の時間（火曜日の7限）を用い，「Amaki Future Project」と題して行ったこの取り組みは，指定2期目から引き続いて実施している。6月6日（火）の6・7限に実施した「普通科課題研究発表会」に向け，年次団を中心に発表練習と準備に当たった。発表会後は，1年次で作成した論文の完成度を高める取組を行い，12月には「普通科2年次生課題研究論文集」を刊行することができた。

2 研究の構想と実際

この取組を通して育成したい能力は「①身近な社会現象や自然事象，科学技術などへ興味・関心を持ち，自ら課題を見つける能力」「②課題解決のために，客観的な評価が可能な指標を設定する能力」「③科学的な方法に基づいて課題を解決する力」「④課題解決のプロセスを根拠に基づいて論理的に一貫性のある形で表現する能力」「⑤自らの研究成果を他者にわかりやすく説明するためのコミュニケーション力」の五つである。

本年度のテーマ数は，5クラスで合計39であった。次に，これらのテーマの中からいくつかを示す。全テーマの一覧表を「IV 関係資料」に掲載している。

○泡ってどうすれば長持ちするの？（物理） ○ワイングラス内の水量とその時に出る音の変化の関係（物理） ○果物は冷やすと甘く感じる！？（化学） ○一般的に用いられる乾燥剤の除湿効率（化学） ○プラナリアの有害物質に対する学習能力の有無を調べる（生物） ○糖度の違いによる腐敗の変化（生物：中国四国地区生物系三学会合同大会で「奨励賞」受賞）
○百マス計算における集中力の持続について（統計）

3 実施の効果と今後の課題

前項で示した育成したい五つの能力の達成の度合いについては，SSH指定2期目で最も評価の低かった項目である「③科学的な問題解決能力」の肯定的な割合は，平成26年度には56.1%であったが，指定3期目の初年度である平成27年度には，67.6%，平成28年度には85.0%と大きな伸びを示している。「⑤コミュニケーション能力」（平成26年度の79.1%から平成27年度には94.6%に増加）についても大きな伸びを示しており，普通科課題研究のカリキュラムにおける改善の効果が顕著に表れている。さらに本年度（平成29年度）の中国四国地区生物系三学会合同大会において，普通科2年次生が課題研究の成果の発表を行い，「奨励賞」を受賞するなどの成果が出始めている。

また，指定2期目では，「普通科課題研究発表会」への保護者の参加者数は20名前後で推移していたが，指定3期目の取組の最初となる平成28年度の発表会では40名の参加があり，大幅に増加している。このことから，普通科の保護者についても本校課題研究に対する関心が高まっているものと考えている。

今後の課題としては，これまでに蓄積してきた普通科課題研究に関する資料を収集・整理し，テキストを作成することが挙げられる。

I クロスカリキュラム（1年次）

【仮説】

数学・理科だけでなく、国語、地理歴史・公民、英語などにおいても科学技術を題材とした学習を行うことにより、「科学」を多面的、多角的に捉えることのできる「メタ認知力」を高めることができ、このことが「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」の育成につながる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

グローバル社会を迎え、変化の激しい時代に対応するために教科横断的な力の育成が求められている。OECDの「Global competency for an inclusive world」においても「Interdisciplinary knowledge」がこれからの時代に求められる「Knowledge」の柱の一つに位置付けられている。既に本校では英語と理科の間でのクロスカリキュラムの実績があるが、平成27年度から規模を拡大して研究を行っている。理数系の教科間、科目間でのクロスカリキュラムにとどまらず、理数系の教員と人文系の教科の教員が協働して教材を開発する。本校で行うクロスカリキュラムを「サイエンスタイム」と称し、普通科・理数科の1年次生全員を対象として実施する。具体的には、国語、地歴・公民、理科、英語それぞれの教科の立場、視点からのアプローチを行い、生徒に多角的、複眼的に学習させることによって、「科学技術と人間社会」に対する多面的、総合的な判断力と思考力を養う。

なお、この取組は各教科・科目のシラバスの中に毎年度記載することにして、次の表に各教科・科目でのテーマを示す。

教科	内容
国語	科学技術の功罪について
地歴・公民	科学が歴史や現代社会に与えた影響
理科	科学倫理・科学が人間生活に与えている影響
英語	科学を題材にした英語読解

2 内容

各教科・科目で、前項の表にあるテーマに即した教材を開発し、「サイエンスタイム」を実施した。次に、普通科で実施した（予定を含む）計64時間の具体的な実施内容と実施月を示した一覧表から、国語と地理歴史の2教科を示す。

教科	科目	単元（教材）	時数	指導の内容	実施月
国語	国語総合（現代文）	評論 三 「魔術化する科学技術」 若林幹夫	5	本来は、限定的な知であるはずの科学や技術が、現代社会においては、すべての問題を理解・解決できる「魔術」のように捕らえられてしまう危険性を指摘する評論を読み、今後の科学のあり方に対する考えを深めさせる。	11月
		* 投げ込み教材 「動的平衡の回復」 福岡伸一	5	「動的平衡」という概念から環境と生命の関係を解説しつつ、「本当の意味で環境を考えること」とは何かを論じた評論を読み、今日の科学的営為の問題点や今後の課題について自分の考えを深めさせる。	2月
地理歴史	世界史A	科学革命と啓蒙思想	2	17～18世紀の西欧社会における科学革命が新たな生活文化の確立や自然法・啓蒙思想の発達を促したことを理解し、科学技術の発達が人間社会に与える影響の大きさについて考察させる。	11月
		産業革命	3	産業革命がその後の社会に与えた影響と変化について考察し、ここから始まる近代社会の特質について理解を深めさせる。	4月
		第一次世界大戦	2	19世紀末からの輸送手段の発達や第2次産業革命による大量生産の開始、第一次世界大戦で投入された新兵器、大戦後に普及したラジオ放送	1月

			などについて学び、技術革新のもつ明暗両面について考察させる。	
		地球規模の課題	2	核兵器問題、資源・環境問題などグローバル化が進む現代社会において、科学技術と人間社会との関わりについて考察し、課題解決のために何ができるか、何をすべきかを考えさせる。
				2月

3 効果の検証と課題

各教科・科目の「サイエンスタイム」実施の後、次に示す自己評価アンケートを実施している。

<p>科学技術が私たち人類の生活を豊かで便利にしている反面、東日本大震災での原子力発電所の過酷事故で代表されるように、負の側面があることも事実です。</p> <p>そこで、本年度は国語、地歴・公民、英語、理科の授業の中で、「科学技術と人間社会」について、多面的、総合的に考えてもらう「サイエンスタイム」を、「科学技術」を題材に各数時間ずつ実施し、科学技術の功罪、科学技術が環境に与える影響、科学技術の発達と歴史・人類に与えた影響、資源・エネルギーなどについての学習を行っています。</p> <p>今回、()科で実施した()についての授業を振り返り、次の質問に答えてください。数値で答える問には、回答欄の□に4から1の数字を記入してください。</p> <p>来年度以降の授業改善に役立てていくことにしているので、協力をお願いします。</p> <p>問1 この授業を受けて、これまでに比べてあなたの「科学技術と人間社会」に対する認識が深まりましたか。</p> <p>問2 この授業を受けて、これからも科学技術と社会、人間とのかかわりなどについて興味・関心を持って考えたり調べたりしたいという意欲が高まりましたか。</p> <p>問3 この授業のうちから、特に印象に残った二つを挙げ、良かったこと、認識が変わったこと、新たな発見、感想、授業への提案、もっと取り上げてほしい内容などを自由に記述してください。</p>
--

平成28年度に国語、物理、化学、生物の教科・科目で実施したアンケート調査の結果を次に示す。対象生徒数は述べ183名である。

	問1 %	問2 %
肯定的回答	85.3	78.1
否定的回答	14.7	21.9

約85%の生徒が、これらの授業を受けて、「科学技術と人間社会」に対する認識が深まったとしている。

評論「動的平衡の回復」を扱った国語の授業では、テーマに関連した新聞記事や著者が新聞で連載しているコラムの記事を補助教材として使いながら「科学技術と人間社会」についての認識を深めていった。この授業の後で実施したアンケート調査の自由記述（問3）では、次のような記述が見られた。

- ・環境問題について改めて考え直すよい機会だったと思う。
- ・国語の授業で科学の内容をするのは新鮮だった。理科の先生と一緒に授業をしてもいいと思う。
- ・科学的に普段考えている問題を、国語的視点から読み解くのが面白いと思った。
- ・この国語の授業はとても面白かったので、英語などでもぜひやってほしい。

これらのことから、多くの生徒は「サイエンスタイム」を好意的に受け止めており、効果があったものと考えている。今後も継続して実施していくことにしている。

課題としては、各教科・科目で実施した「サイエンスタイム」の教材を蓄積し、データベース化し、全教員の閲覧を可能とする「クロスカリキュラム・アーカイブス」の充実と、人文系の教員と理系教員とのティームティーチングの拡大が挙げられる。

第2節 国際性の育成

A 高等学校 米国海外短期研修

【仮説】

海外短期研修を経験することで、将来、国際的な舞台上で活躍したいという意欲が高まるとともに、そのために必要な語学力やコミュニケーション能力が高まる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

国際的視野を持って活躍できる人材を育成することを目的として、本校は、平成18年2月にミズーリ州カンザスシティにあるバーストール校(The Barstow School:ザ・バーストールスクール)との間で教育連携姉妹校の締結を行い、生徒及び教職員の交流を行ってきた。この「米国バーストール校海外短期研修」では、米国での学校生活やフィールドワーク及び家庭生活等の体験を通して、米国の自然、科学技術、文化、生活、習慣等について学ぶことができた。昨年度(平成28年度)で、11回目の訪問となり、この間、英語でのプレゼンテーションの指導のノウハウなどを蓄積してきた。今年度(平成29年度)からは、米国カリフォルニア州ロサンゼルス市の郊外にあるNASA JPL(ジェット推進研究所)を中心とした研修に切り替えることになった。

この研修の目的は日米両国の科学技術についての興味・関心を高めるとともに、英語を使ったプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力の育成をも視野に入れている。これらの目的を達成するために、本校での課題研究の成果を英語で発表し、現地の科学者などとの質疑応答を通して研究内容の高度化を図る取組を実施している。

現地での研修がより効果的なものになるよう、この研修への参加者に対して6月～10月の期間、大学や本校において事前研修を行っている。事前研修は、「①国際理解」と「②英語でのプレゼンテーション能力育成のための特別なプログラム」の2本立てで構成している。国際理解は、派遣生徒とその保護者に対して心構えを持たせることや現地での生活に必要な基礎的知識を習得させることを目標としている。また、英語でのプレゼンテーション能力育成のための特別なプログラムとして、近隣の大学との連携を図り、研修を行っている。

2 事前研修の日程

本年度は次の日程で、英語実験プログラム、ポスター英語添削、ポスター発表練習、国際理解研修会を実施した。

月	日	曜日	内容	場所	備考
6	随時		課題研究等を題材としたポスターを作成する	各自、自宅等	
7	16	日	英語実験プログラム	岡山大学教育学部の理科研究室	9:00～ 12:30
7	23	日	英語実験プログラム	岡山大学教育学部の理科研究室	9:00～ 12:30
9	24	日	ポスター発表練習	岡山大学教育学部の理科研究室	9:00～ 12:30
7	26	水	旅行者による保護者説明会 パスポート、ESTAの取得等 (オープンスクールの日の午後)	倉敷天城高校 第1物理教室	16:00～ 17:00

○ 上記日程に加えて7月から10月にかけて、原則として通常の授業(補習)日の月曜日と水曜日に本校の外国人非常勤講師(エキスパート)、ALTによるポスター英語添削及び発表練習、天文学や地震学についての学習会を行った。

3 現地での研修

4泊6日で実施した現地での研修の概要は次のとおりである。10月31日（火）に日本を立ち、11月5日（日）に帰国した。NASA JPLに加え、Caltech 地震学研究所やカリフォルニア・アカデミー・オブ・サイエンス、UCLAなどの科学館や大学を訪問した。

(1) NASAでのシンポジウム

ア 目的

課題研究で取り組んでいることを英語で発表することにより、英語でのプレゼンテーション力とコミュニケーション力の更なる向上を図る。また、質疑応答を通して課題研究の内容の高度化を図る。さらに、世界最先端の地球惑星科学の研究に触れ、現地の科学者、米国で活躍する日本人科学者との交流を通して将来の進学、就職先として海外の研究機関をも視野に入れることを目的とする。



イ 内容・結果

11月3日に、シンポジウムを開催していただいた。現地の出席者として、Principal Scientist を務める日本人科学者と工学部門の日本人研究者、Public Engagement Office のスタッフの3名にお世話いただいた。午前のシンポジウムでは、日本人研究者お二人の講演に続き、参加生徒3名が課題研究で取り組んでいることについてプレゼンテーションを行った。午後のシンポジウムでは、土星探査機カッシーニご担当のお二人の研究者による講演に続き、4名の生徒が課題研究の発表を行った。本校の生徒は、緊張していたが、次第に慣れていき、これまでの研修の成果を存分に発揮してくれた。また、多くの質問を寄せていただき、適切に答えることができた。事前研修が十分にできていたので生徒は自信をもって発表し、質疑応答もしっかりとできていた。現地の研究者からは、「時間を掛けて素晴らしい研究を行っている」との励ましの言葉をいただいた。

(2) Caltech 地震学研究所での講義

ア 目的

Caltech（カリフォルニア工科大学）の研究機関での講義により、地球科学の先端的な知見を得る。

イ 内容・結果

研究所の地震プログラムのマネージャーから、米国の地震、カリフォルニア州の地震、Early Warning System についての講義を受けた。

生徒への質問紙調査の結果、Early Warning System については、日本の方が進んでいるとのお話を聞いて、日本の研究に自信を持つことができたとの回答が複数得られている。

4 研修の効果

平成23年度の「研究開発実施報告書」での詳細な報告のとおり、事前・事後のアンケート調査の結果、本研修に参加した生徒には、次のような変容が見られることが明らかになっている。

○自国の歴史や文化、自分の住む地域の自然や文化を相手に伝えることについて自信が付くとともに、英語でのプレゼンテーションや会話にも抵抗感が少なくなる。また、英語の学習や、国際的な舞台で仕事をして活躍したいという意欲が高まる。

また、平成26年度に実施した卒業生への追跡調査の結果、このプログラムを経験した生徒の多くは、研究室の留学生のとりまとめ役として活躍したり企業の国際部門で働いたりするなど、国際的な部署で活躍していることが分かった。これらのことから、仮説として設定したことが概ね達成できていると考えている。

B 英語が使える科学技術系人材の育成

【仮説】

本校が策定した「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」及び「同 行動計画」の理念に基づく取組により、失敗を恐れず積極的に英語でコミュニケーションを図ろうとする態度を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

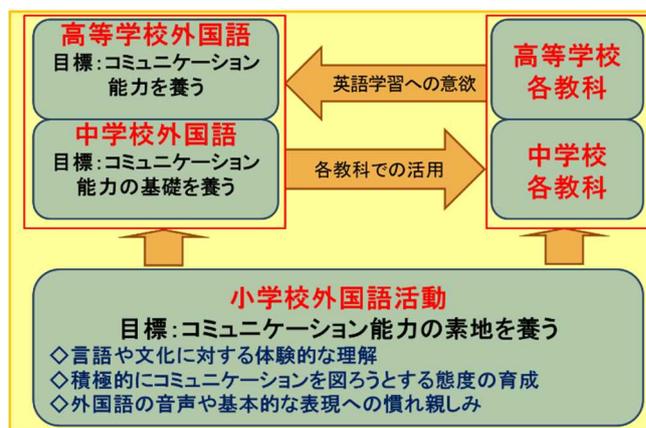
1 ねらい

平成24年度に本校において「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」を策定し、併設中学校及び高等学校において様々な実践を行った結果、仮説どおりの成果が上がりつつある。平成28年度には、5月に倉敷市で開催された「G7倉敷教育大臣会合」に合わせ、これまでの取組の成果をまとめるとともに、効果的な指導法を明文化してより一層の指導の充実を図ることを目的とし、「英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画」を策定した。

政策研究大学院大学名誉教授の黒川（2018）は、「現在、世界の研究の中心は米国であり、その引力は強大だ。」とした上で、この十数年における米国の PhD 取得者数を国別に挙げている。「台湾から約 700 人、韓国は約 1300 人、中国は 4 千～5 千人、インドは 2 千人強なのに、日本は 300 人弱から 200 人を切り始めている。」とし、危機感を募らせている。この原因を明治以来の大学の講座制（「家元制度に閉じこもる大学の体質」）にあるとし、「優秀な研究者を養成するために、一人でも多くの俊才を大学院生として欧米、そして新興アジアの一流大学へ留学させよう。世界は日本の若者を待っている。若者を世界へ解き放ち、独立した研究者の第一歩を歩ませるのだ。」と呼びかけている¹⁾。本校では、科学英語の一連の実践を、進学、就職先として海外の大学や研究機関へも目を向けさせる中等教育の段階での取組と位置づけている。

2 英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想

平成24年度に本校では、「英語が使える科学技術系人材の育成のための戦略構想」を策定し、具体策を検討した上で実践に着手している。次の図は本校が考えている構想図である。趣旨としては、「広く言語教育として、国語をはじめとした学校におけるすべての教育活動と積極的に結び付けることが大切である」「新しいものへ挑戦する気持ちや失敗を恐れない雰囲気を作り出す」とした小学校外国語活動の精神を、中学校及び高等学校にも拡張しようというものである。同年度から、理科を中心に、少しずつでも英語を取り入れる授業を試みている。この取り組みは、外国人教員の協力によりスムーズに実施されている。なお、平成29年3月に小学校の新たな学習指導要領が公示されたが、この精神は現在も引き継いで実施している。



3 P a R e S K (パレスク) の取組

前項で述べた戦略構想を具現化する上で、将来国際的に活躍できる科学者・技術者にとって必要な英語力とは何かについて整理する必要がある。この結果、本校が考えたメソッドが、「科学英語読解メソッドP a R e S K」(Paragraph Reading for Science with Key Words)である。平成24年度から、本校併設中学校及び高等学校の理科の授業の一部にこのメソッドを取り入れた試みを行っている。

(1) 理念とその背景

国際的に活躍できる科学者として必要な能力の一つに英語の論文を読んだり、科学に関する幅広い知識を英語の資料から得たりすることが挙げられる。大量の情報にアクセス可能な現代では、逐語訳ではなく、専門用語などのキーワードに着目してパラグラフごとの大意を読み取っていくことが必要である。また、PaReSKは、PISA調査を実施しているOECDが定義するリーディングリテラシー“Reading Literacy is understanding, using, reflecting on and engaging with written texts, in order to achieve one’s goals, to develop one’s knowledge and potential, and to participate in society.”（PISA 2009 Assessment Framework Key Competencies in Reading, Mathematics and Science より）も参考している。リーディングリテラシーの以前の定義から、今回“engaging with”が新たに付け加わっている。この“engaging with”は、読みへの興味や意欲など、態度面の特徴を表している。PaReSKでは、写真や図表などの非連続テキスト（non continuous text）と、読みへの興味や意欲（engaging with written texts）に重点を置いている。

なお、このメソッドの「読解」は、OECDが定義するリーディングリテラシー（Access and Retrieve, Integrate and Interpret, Reflect and Evaluate）に Describe and Express を加えて拡張した概念とする。

(2) PaReSKの定義

PaReSKの定義は、次に示したとおりで、授業では教員が専門用語や科学独自の表現方法などを詳しく解説した後で英文を読み解いていき、サイエンスの内容を理解させている。実践に当たっては、「キーワード2つか3つの発音練習から始めてみましょう。」と垣根を低く下げて呼びかけを行っている。精神としては、小学校外国語活動のものを引き継ぎ、「訳さないでいいよ。間違えてもいいよ。図表にあるキーワードに着目すれば意味が分かるよ。」などとして実践を行っている。

タイトル、図や写真などのキャプションに記載されている専門用語などをキーワードとし、パラグラフごとの大意をつかみながら読み解いていく読解法。

(3) PaReSKの実践

① PaReSKの理念に基づく「理数物理」の授業

毎週水曜日の5限の理数科1年次の「理数物理」の授業において、本校が平成26年7月に作成した「物理基礎 英語定義集」を活用した授業を実践している²⁾（今年度は年間10回程度実施した）。12月13日（水）の5限には、米国オクラホマ州で近年多発している地震についての英文の記事を補助教材として用い、科学技術の功罪について英語でディスカッションを行ったり発表をしたりする取組についての授業を公開した。

② 併設中学校「サイエンス」の授業

併設中学校の選択教科「サイエンス」の授業では、「Thinking Science」（PhilipAdey 著：Nelson thornes）の原版と日本語訳をテキストとして用いたCASEの授業を実施した。

4 英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画

(1) 育成したい力

これまでの指導方法と成果を整理し、本校SSH指定3期目で育成したい三つの資質・能力「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」に対応する形で、平成28年度に、新たに次の三つの力を定め、行動指針を策定し実践を積み重ねている。なお、この「行動計画」の詳細は本校のWebページにアップし公開している³⁾。

I 必要となるサイエンスの用語・文法（語のつながり）を抽出し、インテイクする力の育成
 II サイエンスに関連した現象や原理・法則などを、2言語で理解することによるメタ認知力の育成
 III サイエンスの世界における英語による双方向のコミュニケーション力の育成

(2) 三つの力を育成する「場」と行動指針

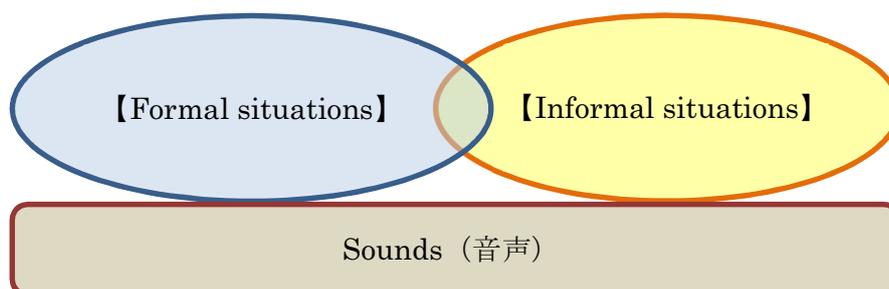
科学技術の分野で英語を使う場面を想定し、前項で示した三つの力を育成する「場」を次のように Formal situations と Informal situations の二つに整理した。

【Formal situations】 (正確さが求められる)

- 1 Writing reports
- 2 Making posters
- 3 Giving presentations

【Informal situations】 (コミュニケーションの積極性が求められる)

- 1 Discussing science topics with others
- 2 Attending science classes
- 3 Performing experiments using English
- 4 Common English phrases used in the science laboratories
- 5 Talking about Japanese history and culture



これらに加え、本校の科学英語の学習の場面においては、 Sounds (音声) を重視し、次の行動指針を定め、実践を行っている。

Formal situations と Informal situations の二つの場の中で、音声をも重視した指導を行い、文化教養としての英語とコミュニケーションのツールとしての英語をバランスよく身に付けさせる。

5 本年度の取組の成果

平成28年度に策定した「英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画」に基づき、これまでの科学英語に関する指導のノウハウをまとめた「中学生・高校生のための科学英語プレゼンテーションの手引き」を活用して米国海外短期研修の事前研修を実施した⁴⁾。その結果、冊子化することによって見通しを持ったプレゼンテーションの作成と練習が可能となり、NASA JPL (ジェット推進研究所) で行ったシンポジウムでの課題研究の発表に対し、同研究所の科学者からお褒めの言葉と励ましの言葉をいただくことができた。

今年度は、これまでの本校での科学英語の取組の成果を全国に普及させるため、「中等教育における科学英語の実践的研究 ―倉敷天城中学校・高等学校での実践を通して―」と題した論文を日本科学教育学会の学会誌(2018年6月発刊予定)に投稿し、査読・審査を経て、採録されることが12月11日に決定した。

- 1) 黒川清「科学技術で未来を描け 下：俊才を海外一流大へ タテ社会から脱却」『教育 [学ぶ 磨く 育てる]』(「日本経済新聞」2018年1月15日付け)
- 2) 岡山県立倉敷天城高等学校「物理基礎 英語定義集」(2014)
(http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2014/PaReSK/PhysicsDefinitions_2015.pdf)
- 3) 岡山県立倉敷天城高等学校「英語が使える科学技術系人材の育成のための行動計画」(2016)
(http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2015/00A_ssh2016/Koudou_2016.pdf)
- 4) 岡山県立倉敷天城高等学校「中学生・高校生のための科学英語プレゼンテーションの手引き」(2016)
(http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2015/00A_ssh2016/presentations_2016_07.pdf)

第3節 人材育成・地域の理数教育の拠点としての取組

A 科学ボランティア活動

【仮説】

生徒が講師となって地域の小学校や行事などで科学ボランティアを行うことにより、科学技術を分かりやすく伝える人材を育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

生徒自身が理科の演示実験や、小学生や一般の方を対象にした実験の指導をすることにより、コミュニケーション能力とプレゼンテーション能力の向上を図る。また、実験を指導するための事前準備を通して、実験内容とそれに関連した科学の原理・法則について深く学ぶ。

科学の面白さや奥深さを小学生や一般の方に伝えるこのような取組を通して、「科学技術インタープリター」（科学技術と社会の中間に立って、双方のコミュニケーションを活性化してくれる人材*）としての素地を養う。

*東京大学が定義したもの

2 小学校理科実験授業

(1) 内容・展開

ア 参加生徒

理数科1年次：男子8名，女子2名の計10名

イ 概要

この取組は、生徒が小学生を対象に理科の実験授業を行うものである。授業テーマは、本年度は発泡スチロール球をストローや送風機，ドライヤーで浮かせる実験を行った。また、小学生に読んで欲しい本の紹介も行った。

ウ 事前学習・準備

実験を行うために必要な器具や材料，操作について詳細に調べた。その後，危険回避のために，小学生にとって困難な操作，予測される反応などを検討し，予備実験を行った。実施直前には簡単なリハーサルを行った。リハーサルでは，小学生が理解しやすいような話し方や提示のし方を工夫させた。

エ 日時・会場・参加者

実施日時 平成29年7月31日(月) 9:30～11:00

実施場所 岡山市立興除小学校

参加者 小学校低学年から高学年の児童30名

オ その他

当日は，地元紙の山陽新聞社から記者が来校し，理科実験教室の取材が行われた。本校生徒と小学校児童がインタビューを受け，朝刊の記事となった。

(2) 生徒の活動と様子

事前学習・準備では、小学生が理解しやすい説明の仕方や、実験をよりスムーズに行うための工夫を自主的に行っていた。

授業当日は、小学生と積極的な交流を図るとともに、同じ作業を隣で行うことにより、小学生にとって分かりやすい説明をすることができた。また、授業の中では相手の反応を見ながら適切に対応することができた。実験中の机間指導を本校生徒全員で行い、安全面などにも配慮した。年齢の違う子供達に理科を教えるという、本校生徒にとって普段はできない貴重な経験となった。



3 中学校理科実験授業（エッグドロップコンテスト）

○ 内容・展開

ア 参加生徒

理数科1年次：男子8名，3年女子1名の計9名

イ 概要

「エッグドロップコンテスト」とは、卵を箱に入れ高いところから箱を落として、どう工夫すれば割らずに落下させるかを競うものである。

まず始めに、本校生徒が中学生を対象に「エッグドロップコンテスト」の演示実験を行った。卵を入れる箱を工夫して、落ちた後の卵の様子や落ちる時間などが評価され、ポイントが決定する。高校生はあくまでも補助役となり、中学生をグループに分けてどうすれば卵を割らずに落とすことができるかディスカッションを行った上でコンテストを実施した。



ウ 日時・会場

実施日 平成29年11月11日（土）

実施場所 岡山市立御南中学校

参加者 同 中学校の生徒30名

4 評価と課題

過年度に、小学校理科実験授業に参加した生徒を対象に実施した質問紙調査の結果から、次の効果があることが明らかになっている。

- ・他者に物事を伝えることの難しさと楽しさが学べる。
- ・小学生に理解しやすく伝えるためには、本校の生徒同士でも十分な意思の疎通が必要である。
- ・事前準備を通し、既習の知識へのさらなる理解も深まる。

今後の研究発表などに向けた生徒の課題として、相手に合わせて表現を変えたり説明の仕方を変えたりする、相手の立場に立脚したコミュニケーション力やプレゼンテーション能力をさらに高める必要性が挙げられる。

B 理数科校外研修（蒜山研修）

【仮説】

フィールドワークを中心とする活動を実施することにより、科学に関する興味・関心、理解、科学研究の手法をより広い視点で育成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

(1) この研修では、学習のフィールドを、教室から豊かな自然に満ちた蒜山山系に拡大し、フィールド活動に必要な観察法を習得し、観察、実験のテーマに広がりをもたせる。また、岡山大学惑星物質研究所での講演・実習・見学を通して、身近な事象の中に科学や科学技術に関連が深いテーマが存在することに気づかせる。

(2) 観察、実験によって得られたことを、チームでまとめ、発表する機会を研修中に設ける。これらの体験や活動により、知識の広がりや深化を自己認識することができる。

2泊3日の研修を通して、生徒同士が研究活動などの中で活発な議論を展開することにより、科学的なコミュニケーション力が育成され、研究に対する新たな発想が生まれることが期待できる。

2 内容・展開

(1) 日程

実施日	平成29年8月3日(木)～8月5日(土)
研修場所	(1) 岡山大学惑星物質研究所 (鳥取県東伯郡三朝町山田 827) (2) 烏ヶ山登山道(鏡ヶ成)周辺 (鳥取県日野郡江府町御机字鏡ヶ成) (3) 岡山理科大学蒜山学舎 (岡山県真庭市蒜山上福田)
参加者	理数科40名 引率教員9名
研修項目	8月3日(木) ・岡山大学惑星物質研究所 所内見学 隕石についての講義 ・物理講座：大気圧について
	8月4日(金) ・化学講座：水に含まれる塩素量を調べよう ・数学講座：Microsoft Excelによる統計処理 ・フィールドワーク(植生調査)：烏ヶ山登山道 ・研修内容のまとめと発表資料作成
	8月5日(土) ・研修成果発表会 ・自己評価、相互評価、研修の反省会

(3) 評価と課題

蒜山周辺の特性を活かし、大学や研究機関と連携し、高度な研究活動に触れること、体験することに主眼をおき、指導面においても、研究機関や大学の教授が直接当たった。平成27年度の「研究開発実施報告書」で詳述しているとおり、生徒への事前事後評価の結果、すべての項目でポイントの増加が認められている。また、①「校外研修（蒜山研修）は今後の学習に役立つと思う。」、②「校外研修（蒜山研修）は今後の自分の進路を考える上で、ヒントになると思う。」③「今回の研修を終えて、科学に対する興味・関心が高まった。」の3項目について高評価が得られていることから、本研修は生徒の研究への意欲向上と、実験・実習の技能向上に非常に有用であると考えて継続実施している。

C スーパーサイエンスセミナー

【仮説】

先端的な研究を行っている研究者を招聘した講演会や研究室訪問を実施することにより、科学・技術に関する興味・関心や学習意欲を高めることができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

先端的な研究が行われている大学，研究機関の研究室や科学館，博物館を訪問したり研究者，技術者による講演会や講習会に参加したりすることで最新の知見を得て，科学・技術に関する興味・関心を高めるとともに学習意欲の向上を図る。また，キャリア教育の視点から，様々な学問分野や職業・職種についての理解を深めることで，自己の適性を考えさせる契機とする。

2 内容

本年度の実施日，訪問場所，概要，参加者数等は次のとおりである。

実施日・訪問場所等	概要	参加者数
OKOBE スーパーサイエンスツアー 平成29年8月9日（水） 神戸国際展示場	文部科学省主催の「SSH生徒研究発表会」に参加し，国内外の高校生の研究発表を聴き，研究についての交流を行った。	高校生15名，中学生12名
○飯田俊彰先生を囲んで 平成29年11月20日（月） 本校サイエンス館	東京大学大学院農学生命科学研究所 准教授 飯田俊彰先生に「農業生産のための水利用」の研究のお話をいただいた後，質疑応答を行った。また，課題研究の進め方についての助言を受けた。	中学生20名，高校生3名
○理数科交流会 パネルディスカッション 平成30年1月24日（水） 本校サイエンス館	岐阜聖徳学園大学教育学部 教授 川上紳一先生と理数科1年と2年の代表生徒がパネリストになって，「課題研究は役に立つのか」をテーマに議論を交わした。	理数科1年40名，理数科2年40名，保護者8名
○フィールド調査実習 平成30年1月27日（土） 岡山県自然保護センター	岡山県自然保護センターの所員から，フィールドにおける動植物の観察方法や生態学的な調査方法についての講義を受け，実際にセンター内のフィールドに出て実践的な学習を行った。	サイエンス部を中心とする高校生8名
○塩見美喜子先生を囲んで 平成30年1月31日（水） 本校コンベンションホール 本校サイエンス館	東京大学大学院理学系研究科 教授 塩見美喜子先生から「小さなRNAは今日も大忙し～遺伝子のON/OFFスイッチングの仕組み～」と題して理数科2年次生を対象に講演をいただいた。講演の後，質疑応答を行った。また，放課後，希望者を対象に「集まれ！天城のリケジョ～女性科学者との交流会～」を開催した。	理数科2年40名 【交流会】 中学生41名，高校生8名

3 効果の検証と課題

平成24年度の研究開発実施報告書で報告したとおり，この取組により，中学生・高校生ともに普段の学習へのモチベーションが高まることが明らかになっており，継続して実施している。

今年度は大学の教員にパネルディスカッションに入ってもらい，課題研究の意義について生徒を交えてディスカッションをしていただくという企画を行った。課題研究を通してこれからの時代に必要となる資質・能力を身に付けることができることはもちろんのこと，「人間の魅力」を高めることができるというお話をいただき，課題研究の意義を再確認できる有意義な時間を生徒・保護者・教員とともに共有することができた。

D サイエンス部の活動

【仮説】

研究活動や地域での科学に関する啓発活動を通して科学研究の方法を身に付けるとともに地域に貢献し、一般市民のサイエンスマインドを醸成することができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

中高のサイエンス部の連携を図り、科学についての研究活動や理科実験教室などの地域での啓発活動を行うことにより、部員の科学研究のスキルの向上を図るとともに、地域全体のサイエンスマインドの醸成を図ることを目的とする。

また、日々の活動の中で「科学の甲子園」、「同ジュニア」を目指す取組と、高度な科学研究を目指す取組を強化している。

2 各活動

サイエンス部は班ごとにテーマを設定して放課後や長期休業中の時間を活用して研究活動を行っている。また、県内外の学会での発表会にも積極的に参加している。

地域のサイエンスマインドの醸成を図るため、「親子おもしろ実験教室」や「天城スプリング・サイエンスフェスタ」を主催するなど、啓発活動にも取り組んでいる。また、平成27年度から地元を流れる倉敷川の水質調査も行い、COD（化学的酸素要求量）等のデータを継続して測定している。

(1) コンテストへの参加

「科学の甲子園 全国大会」岡山県予選を兼ねた「サイエンスチャレンジ岡山」には毎年2チームが参加している。本年度は1チーム（2年生チーム）が総合優勝、1チームが総合4位（1年生チーム）という結果であった。総合優勝した2年生チームは、3月に埼玉県で行われる科学の甲子園に出場する。



(2) 高度な研究活動

サイエンス部では、体験的な研究活動に加え、放課後、毎日、物理班、化学班、生物班に分かれて研究活動を行っている。顧問の教員に加え、大学教員などの専門家のアドバイスもいただきながら、高度な研究を目指して活動している。



親子おもしろ実験教室
(本校サイエンス館)

(3) 科学イベントの主催

平成29年12月16日（土）に、地域の小学生や保護者を対象にして「親子おもしろ実験教室」を主催した。本校としては昨年に引き続いて3年目の実施である。また、平成30年3月3日（土）には、サイエンス部の1年間の研究成果を発表する場として「天城スプリング・サイエンスフェスタ」を主催する。

3 本年度の成果と課題

本年度の主な成果としては、「科学の甲子園」の県予選で「総合第1位」となったことが挙げられる。今後の課題としては、中学生、高校生ともに「科学の甲子園」及び「同ジュニア」への出場を継続するための目指す取組の強化が挙げられる。中学生、高校生の同時出場を目指したい。

E 学会等での研究発表

【仮説】

各学会でのジュニアセッションなどの研究発表会（課題研究系コンテスト）に積極的に参加し、発表を行ったり科学者や同世代の高校生などと交流したりすることにより、将来科学技術を支える人材としてのモチベーションを高めることができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

本校では、課題研究の一連の取組を「サイエンスリレー」と称し、3年次ではその総まとめとして、これまでに課題研究で取り組んできた成果を各学会のジュニアセッションや各種コンテストで発表し、研究者などから様々なアドバイスをいただいたり交流を行ったりする取組を実施している。さらに読売新聞社主催の「日本学生科学賞」などにも積極的に応募している。2年次及びサイエンス部においても積極的に研究発表を行い、研究のより一層の深化を図っている。

また、2年次においては、論文研究の一環として、論文の完成度を高めたりポスターを作成したりする取組を行うとともに、秋から冬にかけて主に県内や近県での研究発表会やコンテストに参加している。これらの発表会等でいただいた指導・助言を基に、再実験や再調査を行い、論文やポスターの完成度を高めている。

このような取組を通して、プレゼンテーション能力やコミュニケーション力の伸長を図るとともに、多くの研究者や高校生との交流を通して将来、我が国の科学技術を支える人材としてのモチベーションを高めることを目的としている。なお、他者の研究発表をもしっかりと傾聴し、積極的に質問を投げ掛けることで理解を深めようとする態度もこのような実践的な場を通して育成していくことにしている。

2 高等学校生徒の研究発表と成果

本年度に本校高等学校の生徒が参加した学会・発表会等と、その成果を記す。表の「1R」は理数科1年次、「2R」は理数科2年次、「3R」は理数科3年次をそれぞれ示す。また、「普1」「普2」はそれぞれ普通科1年次と2年次を示す。本年度は、延べ39（昨年33、一昨年31）のグループの161名（昨年133名、一昨年131名）が学会等での研究発表を行った。

学会・コンテスト名	主催者	場所	応募年次組	応募タイトル	入賞等
2017年度 日本物理学会 第13回 Jr.セッション	一般社団法人 日本物理学会	大阪大学豊 中キャンパ ス	2R 3R	①どこでも発電 ～圧電素子を用いた全天候型発電装置の開発を目指して～ ②熱音響冷却装置の製作と冷却原理の考察	入賞無し
中国四国地区生物系三 学会合同大会(高知大 会) 高校生ポスター発表	日本動物学会中国四国支 部、 中国四国植物学会、 日本生態学会中国四国地 区	高知大学 朝倉キャン パス	3R 普2	①酵母菌を包み胃を通過させる ②植物の負傷時における植物性乳酸菌の一般細菌に対する抑制効果 ③プラナリアの自切頻度に短期間の温度上昇が与える影響 ④糖度の違いによる腐敗の変化（普2） ⑤プラナリアの学習能力の有無の調査	④奨励賞

平成29年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会	文部科学省, 国立研究開発法人科学技術振興機構	神戸国際展示場	3 R	①NaCl 溶液-Cu 電極濃淡電池での起電力発生の原因	入賞なし
第19回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会(岡山大会)	中国・四国・九州地区理数科高等学校長会	岡山大学	3 R	①メートルブリッジを用いた黒鉛複合体の電気抵抗の温度係数測定	入賞なし
日本学生科学賞	読売新聞社	書類審査	3 R	①熱音響冷却装置の製作と冷却原理の考察 ②メートルブリッジを用いた黒鉛複合体の電気抵抗の温度係数測定 ③不規則銀河 Arp147 の見かけの等級の差(B-V)の分布を可視化する ④NaCl 溶液-Cu 電極濃淡電池での起電力発生の原因 ⑤酵母菌を包み、胃を通過させる ⑥植物の負傷時における植物性乳酸菌の一般細菌に対する抑制効果 ⑦プラナリアの自切頻度に短期間の温度上昇が与える影響 ⑧感染症の流行シミュレーション ⑨人間の判断を用いた本文解析による標的型メールの識別精度向上	③が優秀賞(中央審査へ) ①と⑦ 奨励賞
第15回 高校生科学技術チャレンジ JSEC 2017	朝日新聞社	書類審査	2 R	①どこでも発電	予備審査通過
集まれ! 理系女子第9回 女子生徒による科学研究発表交流会	ノートルダム清心学園 清心女子高等学校	学習院大学	サイエンス部 普2	①鉄細菌の生成物が植物の成長に及ぼす影響 ②糖度の違いによる腐敗の変化(普2)	①と② 奨励賞
サイエンスキャッスル関西大会 2017	教育応援プロジェクト サイエンスキャッスル実行委員会	大阪明星学園中学校高等学校	1 R 普1	①雑音の中でも聞き取りやすい音の特徴を探る(普1) ②酸化実験で用いる銅粉の保存方法の提案(普1) ③ゼーベック素子と太陽光パネルを用いた発電の高効率化(普1) ④ゴーヤの糖度と防腐効果 ⑤どこでも発電	①優秀ポスター賞 ④同志社大学 科学するガールズ賞
集まれ! 科学への挑戦者	科学 Try アングル岡山	岡山大学	2 R サイエンス部 普1	①オオキンケイギクの繁殖原因と抑制手段 ②微生物がつくる酸化鉄が植物に与える影響 ③酸化実験で用いる銅粉の保存方法の提案	①と② 奨励賞
第15回高大連携理数科教育研究会・第18回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会	岡山県教育委員会, 岡山県高等学校長協会理数部会	岡山大学	2 R	①どこでも発電 ②空気中での2球の落下運動 ③回転球と無回転球の着水時の気泡の巻き込まれ方の違いを解明する ④デンプンに含まれるアミロペクチンの含有量の比較 ⑤果実に含まれるタンパク質分解酵素群の効果 ⑥オオキンケイギクの繁殖要因と制御手段 ⑦線虫に対する対抗植物の誘引作用及び殺虫作用の定量法 ⑧高校生による災害時における心理と行動の特性尺度の作成	8本すべてがポスター発表を行う ①と⑥はステージ発表も行う ⑥優秀賞

F 科学技術コンテスト等へ向けた取組

【仮説】

各種科学技術コンテスト等へ向けた取組を通して科学研究へのモチベーションが高まるとともに、主体性と協調性、コミュニケーション力を身に付けることができる。

【研究内容・方法・検証】

1 ねらい

国際科学技術オリンピックや「科学の甲子園」につながる科学技術コンテスト等に参加することで、科学に関する更なる興味・関心を高めるとともに学習意欲の高揚を図ることを目的とする。また、理科・数学等の良問に挑戦したり、チームで実験課題やレポート作成に取り組んだりすることを通して、科学研究におけるチームワークの大切さや自主的な学びの大切さを自覚させる。

2 本年度の取組と成果

本年度の主な成果としては、「科学の甲子園全国大会」の岡山県予選に、本校から2チームが参加し、1チームが総合第1位となり、平成30年3月にさいたま市で開催される全国大会に出場することが決まった。

また、平成24年度に始めた「天城塾」のこれまでの取組の成果が現れ、「第13回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2017」において高校生1名が第2チャレンジに進出した。「化学グランプリ2017」においては、二次選考に進出した高校生1名が「銅賞」を受賞した。また、「日本生物学オリンピック」などにも積極的に参加しており、物理を中心に始めた「天城塾」の取組が、化学、生物へと広がりを見せている。

本年度の成果の詳細は次の表のとおりである。

コンテスト名	主催者	第1次参加者	第2次もしくは本選参加者	入賞等
第13回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2017	特定非営利活動法人 物理オリンピック日本委員会 (Japan Physics Olympiad, JPhO)	10	1	—
化学グランプリ2017	「夢・化学-21」委員会、公益社団法人日本化学会	7	1	銅賞1
日本生物学オリンピック2017	国際生物学オリンピック日本委員会 (JBO)	3	0	—
科学オリンピックへの道 岡山物理コンテスト2017	岡山県教育委員会	5	4 (合宿へ参加)	優秀賞2, チャレンジ賞1
サイエンスチャレンジ岡山2017 兼 第7回科学の甲子園全国大会 岡山県予選	岡山県教育委員会	高16 (2チーム)	【チーム名】 ①天城5/5 ②倉敷アマキの驚愕	① 「総合 第1位」 ② 「総合 第4位」
第7回科学の甲子園全国大会	国立研究開発法人 科学技術振興機構	高8	【チーム名】 ①天城5/5	① 未定

3 国際科学技術オリンピックを目指す「天城塾」の取組

平成24年の3月（春休み）に併設中学校の生徒3名を対象に教員主導で始めたゼミ形式の「天城塾」は、平成28年度には中学生・高校生合わせて延べ約20名が参加しており、放課後や長期休業中を利用して、自主的に実験レポート課題や理論問題コンテストに向けての学習に取り組んでいる。この「天城塾」は、純粋に学問の素晴らしさを伝えることを理念とし、現在では生徒たちがリーダーを中心に自主的に活動しており、文字通り「アクティブ・ラーニング (AL)」が実現している。

(1) 研究テーマと仮説の設定

「天城塾」を研究対象とする研究テーマを「異年齢集団による科学研究活動を通じた主体性と協調性の育成」とし、「天城塾の活動により、科学研究に必要な主体性と協調性、コミュニケーション力を身に付けさせることができるであろう」という仮説を設定した上で研究開発を行っている。仮説を設定する上での根拠として、国立教育政策研究所生徒指導研究センターが平成23

年6月に刊行している「子どもの社会性が育つ『異年齢の交流活動』 - 活動実施の考え方から教師用活動案まで-」を参考とし、教員主導から生徒主導の活動へと転換した。この冊子では、「効果をあげる『交流活動』三つのポイント」が次のように示されている（一部を掲載）。

ポイント 1	「関わる喜び」が獲得できる活動を設定しているか	・子供たちが楽しいと感じられる活動を中心に構成する。 ・教師が「やらせたい」「やってほしい」活動ではなく、子供たちが進んで「やりたい」と思う活動を設定する。
ポイント 2	年長者が主体的に取り組める活動になっているか	・リードする年長者が主体的に企画して取り組めるように、十分な準備の時間を確保する。
ポイント 3	全教職員が「交流活動」で子供が育つメカニズムを正しく理解し、適切な対応ができる仕組みになっているか	・子供自らに「関わり合う喜び」を感じとらせることがねらいである。 ・年少者は、年長者のしてくれたことに感謝し、自分もあんな年長者になりたいとあこがれの気持ちをもつことが成長につながる。

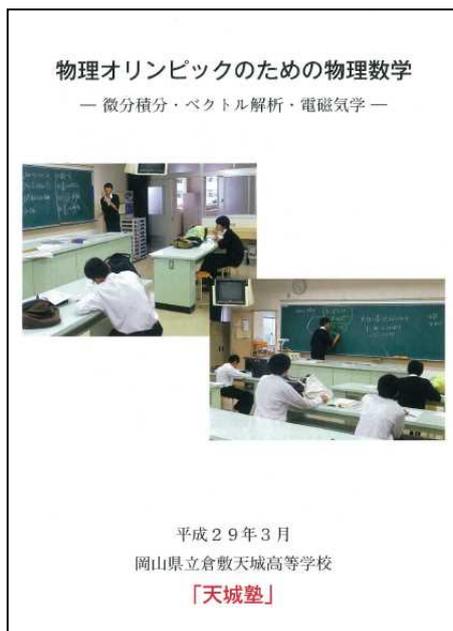
ポイント1及び2については、国内コンテストでメダルを獲得した高校生がリーダーとなり、自ら教材を作成し、塾生に伝授している。また、塾生たちはリーダーの指導に従い、あこがれ（ポイント3）と尊敬の念を持って学習している。また、多くの塾生には「理科教室にすれば仲間たちが待っていて楽しい活動ができる」という様子がうかがえる。以上のことから、生徒指導研究センターが示した三つのポイントが実現できており、成果を上げることができていると考えている。なお、「天城塾」を運営する教員の役割（ポイント3）は、「スケジュールの管理」「活動場所の確保」「教材の準備」の三つである。

(2) 成果と今後の課題

「天城塾」の成果として、主体性と協調性を身に付けることができていることが、平成27年度の「全国物理コンテスト」で銅賞を受賞した本校生徒が岡山県教育委員会の広報誌「教育時報」（2016年5月）に寄稿した次の文章（一部を抜粋）によって明らかになっている。

私はこの経験で“真の学び”を体験できたのだと思います。すなわち、シラバスに沿った勉強をするのではなく、自分の学びたいことについて、図書館で専門書を借りて解き、仲間と議論を深め合う、という学びです。そういう学びは楽しいし、本来の学問の姿だと思うのです。

今年度（平成29年度）は、国内コンテストでメダルを獲得した生徒が作成した微分積分とベクトル解析の手書きの教材を印刷製本し、「天城塾」で活用するとともに、本校 Web ページにもアップロードした。右の図は、「物理オリンピックのための物理数学 - 微分積分・ベクトル解析・電磁気学 -」の表紙と内容の一部を示している。



※ $\text{div } \vec{A} = 0$ ならば、 \vec{A} はベクトルポテンシャルをもつ。同様に、 $\text{rot } \vec{A} = 0$ ならば \vec{A} はスカラーポテンシャルをもつ。このことは逆も成り立つ。（重要）

6. ラプラスアン

★ラプラスアンの定義
① スカラー場に作用するラプラスアン

$$\Delta \phi = \nabla \cdot (\nabla \phi) = \nabla \cdot \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \vec{e}_1 + \frac{\partial \phi}{\partial y} \vec{e}_2 + \frac{\partial \phi}{\partial z} \vec{e}_3 \right)$$
 アラビア数字で表す

$$\Delta \phi = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2}$$
 ② ベクトル場に作用するラプラスアン

$$\Delta \vec{A} = \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \vec{A}}{\partial z^2}$$
 ※ラプラスアン Δ は、 ∇^2 (ラプラシアン) と書く。
 [例9] $\Delta(x^2y^2z^2) = \nabla \cdot (2xy^2z^2, 2x^2yz^2, 2x^2y^2z)$
 $= 2y^2z^2 + 2x^2z^2 + 2x^2y^2$
 $\nabla^2(x, y^2, z^2)$
 $= \frac{\partial}{\partial x}(1, 0, 0) + \frac{\partial}{\partial y}(0, 2y, 0) + \frac{\partial}{\partial z}(0, 0, 3z)$
 $= (0, 0, 0) + (0, 2, 0) + (0, 0, 3)$
 $= (0, 2, 3)$
 [例10] (1) $\Delta(x^2 \sin z)$
 (2) $\nabla^2(\log xyz)$
 (3) $\nabla^2 \left(\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}} \right)$
 (4) $\Delta \left(\frac{xz}{y}, \frac{yz}{x}, \frac{xy}{z} \right)$
 (5) $\nabla^2 \left(\frac{1}{\sqrt{y^2+z^2}}, \frac{1}{\sqrt{x^2+z^2}}, \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}} \right)$
 [例11] z 成分だけ求めて、あとの y, z 成分は対称性をつかう
 ★rot の rot を ∇ で表す公式

$$\nabla \times (\nabla \times \vec{A}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{A}) - \Delta \vec{A}$$
 (1) 上のことを証明せよ。（ z 成分のみでよい）
 (2) $\nabla \times \{ \nabla \times (x^2y^2z^2, xy^2z, xyz^2) \}$ [例12]
 (3) $\nabla \times \{ \nabla \times (yz^2, xz^2, xy^2) \}$ を利用（ラプラスアンの物理への応用）
 電解や電磁のない真空中では、電磁 \vec{B} について次のことが成り立つ。

$$\Delta \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad (c: \text{光速})$$
 ※実際にはこの状況が少しおかしい
 さて、ある電場 \vec{E} について $\text{div } \vec{E} = 0, \text{rot } \vec{E} = (3z, 4x, -2x)$ であり立つとき、時刻 t における $\vec{B}[N/C]$ を t, z で表せ。ただし、 $t=0$ において $\vec{B} = \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = 0$ とする。（初め条件）
 7. 場の演算のまとめ
 次の () にベクトル or スカラーを入れる。
 ・grad は () 場から () 場をつくる。
 ・div は () 場から () 場をつくる。
 ・rot は () 場から () 場をつくる。→空間限定
 ・ Δ はスカラー場に作用して () 場を、ベクトル場では () 場をつくる。
 ・ $\vec{A} = -\nabla S$ のとき、 S を \vec{A} の () ポテンシャルという。
 ※このような \vec{A} を $\nabla^2 A = 0$ 状態であるという。

III マクスウェル方程式から入る電磁気

0. 数学的な前置き
マクスウェル方程式を理解するには、ベクトル解析の知識が必要である。ここではそれらを紹介するが、大切なのは意味(イメージ)を理解することであり、具体的な計算方法は省略する。 ※詳細は「ベクトル解析を2時間で」参照
 ★微分に関する演算
 ① 勾配 grad ϕ or $\nabla \phi$ 大学では、ベクトルは太字でなく、太字で表す。
 ② 発散 div \vec{A} or $\nabla \cdot \vec{A}$ 例) $\text{div } \vec{A} = A$
 ③ 回転 rot \vec{A} or $\nabla \times \vec{A}$
 ★積分に関する演算：結果はすべてスカラー!!
 ① 体積分→空間を微小領域に分けて、足し合わせる。要するに、普通の積分と一様で微分が体積だけ！

$$\iiint_V \nabla \cdot \vec{A} \, dV = \iint_{\partial V} \vec{A} \cdot d\vec{S}$$
 ※対象はスカラー場である。(以下の2つはベクトル)
 ② 面積分→ベクトル場の、面に垂直な成分だけ足し合わせる。この成分を足す

$$\iint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \iint_S A_n \, dS$$
 ※要するに、微小面積 dS を考えて、その面積に等しく面に垂直なベクトル $d\vec{S}$ とベクトル場の内積をとって足し合わせる。よって、 $\int \vec{A} \cdot d\vec{S}$ と表す。
 ③ 線積分→ベクトル場の、線に沿う成分だけ足し合わせる。この成分を足す

$$\int_C \vec{A} \cdot d\vec{r} = \int_C A_{\parallel} \, ds$$
 ※要するに、面積分るときと同様、今度は線の微小部分 $d\vec{r}$ を大きさとし、線に沿う向きベクトル $d\vec{r}$ とベクトル場の内積をとって足し合わせる。よって、 $\int \vec{A} \cdot d\vec{r}$ と表す。特に、閉曲線ぐるぐる1周線積分するときは、 $\oint \vec{A} \cdot d\vec{r}$ と表す。
 ※面積分はどちらの面を正にするか、線積分は線をどちら方向に沿って積分するかで正負がある。
 ※いずれにしても、普通の積分同様、値が一度であれば、積分した方向が結果に拘ららない。
 [例13] $\iiint_V \nabla^2 \phi \, dV = \iint_{\partial V} \nabla \phi \cdot d\vec{S}$ を立方体の電場 $V(0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1)$ で体積分する。

$$\iiint_V \nabla^2 \phi \, dV = \iint_{\partial V} \nabla \phi \cdot d\vec{S} \rightarrow \text{左以外定義は}$$

$$= \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial x} \right]_{x=1} dx dz - \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial x} \right]_{x=0} dx dz + \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial y} \right]_{y=1} dx dz - \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial y} \right]_{y=0} dx dz + \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial z} \right]_{z=1} dx dy - \int_0^1 \int_0^1 \left[\frac{\partial \phi}{\partial z} \right]_{z=0} dx dy$$

【URL】 http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/SSH_2017/amaki_jyuku/AmakiJuku2017.pdf

第4章 実施の効果とその評価

平成27年度からSSHの3期目の指定を受け、研究開発課題名を「科学の世界をグローバルに牽引する『サイエンスクリエイター』の育成」とし、新たな「知」を創造し、グローバルに活躍できる科学技術系人材「サイエンスクリエイター」を育成することを目的に研究開発を行ってきた。

「サイエンスクリエイター」が備えるべき資質・能力を次の三つに整理し、定義した上で、これらの資質・能力を伸張させるためのカリキュラム開発を行っている。

①「インテイク力」

身の回りの自然事象や素材などに興味を持ち、研究対象として価値あるものを拾い出すとともに、課題を設定し課題解決までの道筋をデザインできる力

②「メタ認知力」

課題解決に当たり、独創的な発想と論理的な思考力を持って研究を推進するとともに、研究の途中で定期的に振り返りを行うことにより研究のプロセスを客観視し、検証・改善、軌道修正を行うことのできる力

③「コミュニケーション力」

科学研究の成果を他者に分かりやすく説明する力、他者からの質問に対して的確な回答を返すことのできる力に加えて、他者の研究発表を傾聴し、議論することで理解を深めようとする力

本章では、今年度の取組の効果とその評価、検証方法について記述する。

1 本年度の主な成果

本年度の大きな成果として、科学の甲子園全国大会への出場と、普通科課題研究の充実の二つが挙げられる。

サイエンス部を中心とした「科学の甲子園」を目指すこれまでの取組の成果が表れ、本年度（平成29年度）は平成30年3月にさいたま市で開催される「科学の甲子園全国大会」へ出場することになった。来年度以降の課題として、中・高同時出場の実現が挙げられる。

平成27年度から始めた普通科課題研究（学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」及び「AFP実践」）の顕著な成果が平成29年度から表れ始めている。今年度は普通科2年次生が前年度に取り組んだ課題研究の成果を中国四国地区生物系三学会合同大会で発表し、「奨励賞」を受賞した。また、普通科1年次生が研究発表を行ったサイエンスキャスル2017関西大会では、「優秀ポスター賞」を受賞した。普通科課題研究の発表を学会のジュニアセッション等の外部のコンテストで行ったのは、今年度が初めてで、入賞することができたのも今年度が初めてとなる。

2 教員の変容についての調査研究

昨年度（平成28年度）に引き続き、今年度（平成29年度）も若手教員への質問紙調査とインタビューを行った。本校では、OJT（On The Job Training）で課題研究の指導法の研修を行っている。長年の経験から、この方法が課題研究の指導の力量アップに適していると考えている。質問紙調査では、指導にどのような不安があり、どのように解消していったか、また何がきっかけで自信につながったなどについての質問項目を設けて分析を行っている。

国立教育政策研究所の関連機関である全国教育研究所連盟が編集した「学校力が上がる 教師力が伸びる」(2007, 教育新聞社)の「第2節 自律的な学校経営を実現するために」(p.165)において、研修の充実に当たって、次の三つが課題となるとの記述がある。

- 研修体系の確立と研修ニーズの把握
- 研修内容の充実
- 研修の効果測定

今後、質問紙調査の内容を詳細に分析し、初めて課題研究の指導を経験する教員のための研修ニーズを的確に把握した上で、OJTを実施し、その効果の測定方法を検討することにより、一層OJTが充実することを目指すことにしている。

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

平成29年12月14日(木)に文部科学省で行われた中間評価ヒアリングでは、4名の評価員から様々な質問を受けた。そのほとんどは、昨年度の研究開発実施報告書や自己評価表の補足説明となった。

評価員から「理数科課題研究の教員向けの資料『理数科課題研究ガイドブック 指導資料』は学校のWebページにアップしているか」との質問を受けた。今後、準備ができ次第できるだけ早くアップする予定にしている。また、本校独自の学力モデル「独楽モデル」に関心を持っていただき、ご質問をいただいた。今後、論文にまとめ、学会誌などに投稿する予定にしている。次に、この「独楽モデル」について詳述する。

平成28年度に、本校が開発したパフォーマンステスト「ロードマップテスト」とベネッセ教育総合研究所が開発している「批判的思考力テスト」の二つのテストの結果から見てきた傾向を基に、本校が育成したい三つの資質・能力「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」と、国内外の教育の世界で広く重要視され、一般に使われている「クリティカル・シンキング(批判的思考力)」「メタ認知力」などとの関係を明らかにするための基礎資料とするために、次に挙げた欧州・米国・東南アジア・日本の四つの国内外の教育改革に関連した資料を比較検討し、「資質・能力」について整理した。

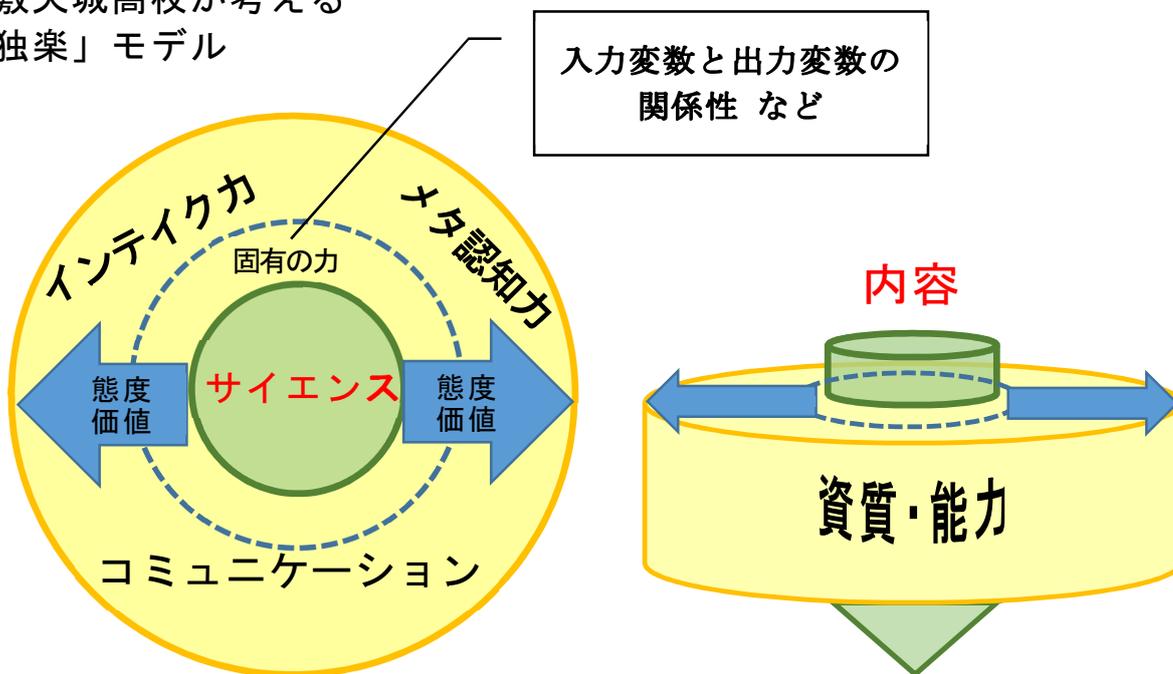
- ①OECD「Global competency for an inclusive world」(欧州)
- ②P21 Partnership for 21st Century Learning(米国)
- ③SEA-BES Common Core Regional Learning Standards in Mathematics Framework for the 21st Century(東南アジア)
- ④21世紀型能力(国立教育政策研究所)

これら四つの資料を比較検討した結果、④の日本の資料(21世紀型能力)を除き、欧州・米国・東南アジアの三つの資料がともに、「資質・能力」と「内容(Contents)」,これらに加えて「価値・態度」をしっかりと結びつけた形で提案がなされている。特に、①の欧州の資料(OECD)では育成したい資質・能力と教科の内容(Contents)的なものが「Strongly interrelated」と表現されている。また、②の米国のP21(Partnership for 21st Century Learning)においても、「Combined」と表現されている。

この結果を基に、本校で「汎用的な力と固有の内容・力の関係(3層構造)」を表現した「独楽モデル」を作成した。次の図はこのモデルの概念図である。教科あるいは専門の領域などの「内容」をコアにして、領域固有の資質・能力、汎用的な資質・能力の順に同心円状に配置した。教員の立場としては、この独楽をできるだけ早く安定にそして大き

く外側に向けて育っていくよう、支援していく立場と考えている。この「独楽モデル」は、日本の伝統的な玩具である「独楽」をモチーフにしている。

倉敷天城高校が考える 「独楽」モデル



続いて、本校が育成したい研究対象として定義した様々なものを取り込む「インテイクカ」、研究を俯瞰できる「メタ認知力」、「コミュニケーション力」と「クリティカル・シンキング」「創造的思考力 (Creative thinking)」の関係について考察し、概念図に表した。また、二つのテストの結果と本校がこれまでに取り組んできた課題研究の経験から、本校独自の「クリティカル・シンキング」を定義した。

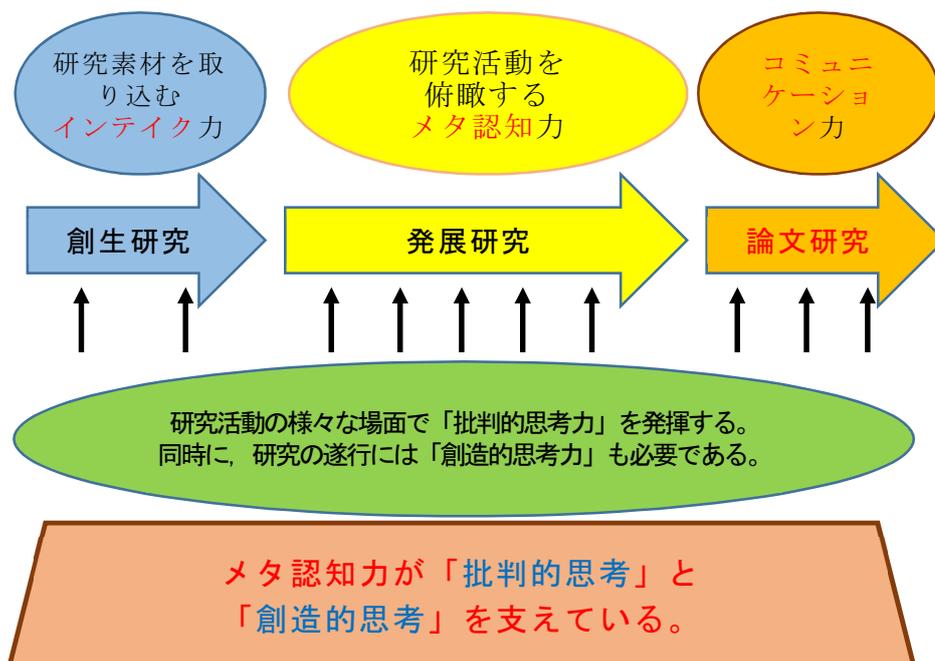
参考にした教育改革に関連した四つの資料を比較検討した結果、本校の課題研究の理念と最も親和性が高いものが米国のものであることが分かった。②の米国の P21 (Partnership for 21st Century Learning) では、伝統的な 3 Rs に加え、4 Cs として Critical thinking and problem solving, Communications, information, and media literacy, Collaboration, teamwork, and leadership, Creativity and innovation の四つを定め、このような創造的なスキルを身に付ける上で、現実の問題を解決するための挑戦的なプロジェクトをデザインし、問題解決に当たることが効果的な方法の一つであるとしている。また、4 Cs のうちの「クリティカル・シンキング」と「創造的思考」がセットになっている。

本校では、これを参考に、「クリティカル・シンキング」について独自の定義を定めるとともに、次の図のような課題研究に関する「学力モデル」を考えた。

【倉敷天城高校が考えるクリティカル・シンキング】

将来に影響を及ぼすであろう重要な局面において意思決定を迫られたとき、様々な情報を収集し、適切な判断基準に照らして多角的・多面的に吟味した上で、正確な状況把握を行い、ここでの意思決定が将来に及ぼすであろう影響をシミュレートしながら最適な決定を下すこと。

倉敷天城高校が考える課題研究に関する「学力モデル」



第6章 校内におけるSSHの組織的推進体制

平成25年度に「SSH企画推進室」を分掌に位置付けて以来、組織的かつ機動的に対応できるようにしている。

広報活動やWebページの企画・管理は総務課で、近隣の小学校などとの連絡・調整は生徒課で、スーパーサイエンスセミナーの企画運営は進路指導課で、県立図書館との連携による課題研究の支援は図書課で、学校設定科目等の研究は教育課程委員会で、海外短期研修については国際交流委員会などで各部署で業務を担当しており、学校全体の取組としている。

普通科課題研究では、年次団の教員全員で当たっている。また、アドバイザーとして芸術科の教員など、他学年の教員にも応援を仰ぐことができる仕組み（全校アドバイザー制度）を構築している。

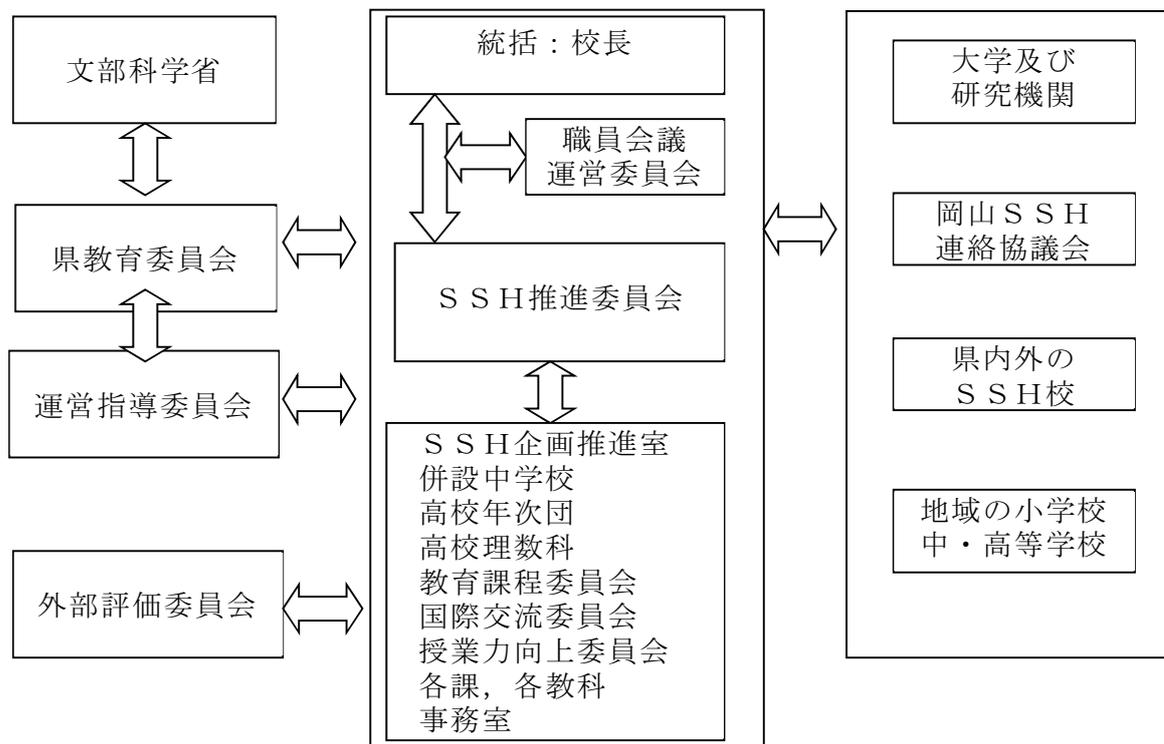
SSH全体のプログラムを考え原案を作って検討し、実行に移すための「SSH推進委員会」を組織している。SSHの業務は学校全体で協力・分担して行う。副校長・教頭のうちの1名が統括する。次に当該委員会の構成を示す。

構成員	主な業務内容
副校長（教頭）	事業全体の企画
SSH主任	事業全体の連絡調整，予算計画立案
総務課長	広報活動，地域連携
理数科長	理数科の取組の企画，理数科課題研究の連絡調整
教務課長	教育課程，年間行事計画
生徒課長	近隣小中学校との連携事業についての連絡調整
進路指導課長	キャリア教育の推進，岡山大学GSCとの連絡調整
保健厚生課長	ライフスキル教育の企画

図書課長	県立図書館などとの連携による課題研究の支援
教科主任	教育課程，クロスカリキュラムについての企画・立案
学年主任	キャリア教育の推進，普通科課題研究の連絡調整
教育課程委員長	教育課程，学校設定教科・科目について管理機関との連絡調整
国際交流委員長	海外派遣全般の取組と連絡調整
授業力向上委員長	授業改善に係る取組，「主体的・対話的で深い学び」についての研究，クロスカリキュラムについての教科間の連絡・調整
併設中学校担当者	併設中学校における研究開発の企画立案
事務経理担当者	予算執行に係る事務処理・外部委員会との連絡調整

【組織図】

岡山県立倉敷天城高等学校SSH研究開発組織図



第7章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

これまでのSSH指定2期10年間にわたる研究の成果の普及を促進するため、指定3期目では公開授業に特に力を入れて取り組んでいる。公開授業の実施に当たっては、国立教育政策研究所の関連機関である全国教育研究所連盟が編集した「学校力が上がる 教師力が伸びる」（2007，教育新聞社）の中で、「第3節 教育センター等が行う研修の充実」「研修モデルⅠ センター・学校融合型」（p.222）として分類されているモデルを参考に、参加者が「参観者」にとどまることなく、「参加者・授業構成者」となるよう特に意を用いている。全国の学校から毎年多くの視察を受け入れており、課題研究の授業に参加してもらうことで「来てよかった」と喜ばれている。

また、「岡山SSH連絡協議会」や「中国地区SSH校担当者交流会」，日本科学教育学会で発表を行うなどして積極的に成果の普及に努めている。また，本校SSHの様々な取組を発信するために，研究成果物を掲載するなど，Webページの充実にも取り組んでいる。これらの取組は来年度以降も継続して取り組んでいく。

来年度以降の課題として、「課題研究の指導のための教員の力量形成」に焦点を当てた研究が挙げられる。これまでに実施した生徒による自己評価アンケートの記述や若手教員へのインタビューなどを整理し，教員研修の在り方についての提言を行う予定である。

IV 関係資料

本章では次の資料を掲載する。

資料1 運営指導委員会の記録

資料2 普通科課題研究テーマ一覧

資料3 教育課程表

○第1回 平成29年9月21日(木)

12:30~17:00

1 開会行事

研究成果の報告

- ・天城塾の5年間を振り返って
- ・自己評価アンケート「IMC-Assessment」とパフォーマンステスト「ロードマップテスト」から見えてくる傾向
- ・理数科から
- ・中学校から

2 理数科1年次生 課題研究中間発表会

(学校設定教科「サイエンス」・科目「創生研究」:6・7限)

3 研究協議Ⅰ(岡山SSH連絡協議会)

4 研究協議Ⅱ(運営指導委員会)

○運営指導委員からの助言

【天城】は本校からの回答

- ・併設中学校と高校でプレゼンの連携はあるのか。

【天城】あまりない。

- ・もったいない。1つの型だけではなく、いろいろなものを見せた方がよい。

- ・併設中学校のプレゼンはどんな感じか。

【天城】発表経験を通してスキルアップしている。

- ・やる気をどう測定するか。

【天城】確立はしていないが、経験を通してメタ認知力が身につく、やる気がアップしているように思う。

- ・ロードマップ評価は有効だと思っていたが、生徒を支援しているのか。

- ・グループで文献や先行研究を読みまくとテーマが出てくるかもしれない。そのような取組が必要である。セミナー形式はどうか。

- ・やりたいことと原理が結びついていない。手助けが必要になってくる。そこを大学教授に相談してみたらどうか。

- ・高校生をこの場に呼んできて話をするとよいのではないか。サイエンスにはディスカッションが大切である。

- ・観察時間は十分か、必要な情報を整理したか、関係性を見いだそうとしたか、どう改善したら課題設定がうまくいくかなどについて考えることが必要である。面白いと思うことを見だし、体験させて欲しい。

○第2回 平成29年12月20日(水)

13:00~17:00

1 開会行事

研究成果の報告

- ・米国海外研修の報告
- ・理数科から
- ・中学校から

2 理数科1年次生 課題研究発表会

(学校設定教科「サイエンス」・科目「論文研究」:6・7限)

3 研究協議Ⅰ(岡山SSH連絡協議会)

4 研究協議Ⅱ(運営指導委員会)

○運営指導委員からの助言

- ・今回の発表で、面白いものを見つけているなどと思った。この先、深めるための時間を確保できるかどうかの問題であるが、今のこの状態を半年前にもってくることはできないものであろうか。

【天城】締め切りを設定すると頑張り始める生徒もいる。

- ・夏休みのあたりで、途中の経過発表会を持ってないか。方向性を修正出来ると思う。

【天城】その通りである。毎回その日の成果(失敗を含む)を発表させる取組もしている。

【天城】時間ごとの方針を定めてはいるが、そのあたり改善の余地がある。どうコーチングするかが課題である。

- ・知識の定着がまだまだのように思う。高校生が中学生に教える機会はないか。結果が分かっている実験から分からないものへチャレンジしていくことが必要ではないか。測定の手法についても、例えば「光学」に詳しい先生がいればその先生に聞くなど外部の知恵を入れることも考えるとよい。

- ・プレゼンの仕方はよくできていたが、独りよがりな説明も見受けられた。リハーサルが必要ではないか。

- ・先行研究をレビューして自分なりのアプロ

一ちをしている。他校の課題研究なども含めて論文集などの資料を閲覧できるようにしているのか。

【天城】中学校では閲覧可能である。「AFP研究」が始まると高校生も見に来ている。データベース化を考えている。キーワード検索の構想もある。

【天城】理数科集録は理数科1年次の最初に配布している。

- ・テーマ設定の際、外部から様々な分野の専門家（大学教員など）が入ってディスカッションをしながら決めていく方が面白いと思う。データの信頼性を高める指導も必要である。2回しかやっていないのはよくない。誤差の考察をしっかりとすべきである。
- ・天城高校の先行研究を発展させているものもあった。他校のテーマを発展させるのもよいと思う。
- ・テーマ設定の苦労は分かるが、時間をかけすぎると実験をする時間が少なくなる。そのバランスが難しい。データから結論を導き、考察し、新たな仮説を立てる。ここをクリアするとサイエンス力が高まる。また、研究発表会などで、質問されたときの対応がうまく出来るようになればうれしい。

【天城】ご指摘いただいたことは、正に本校が育成したい「コミュニケーション力」に該当する部分である。

・プレゼンにおいて質疑応答は大切なので、練習の時間をとってよいのではないか。

・教員研修は定期的に設けているか。

【天城】過去に実施していたこともあるが、現在はOJTで実施している。

・理科と数学が合同で指導の仕方を定めた方がよい。悩んでいるところから、テーマ設定についての研修をするとよいのでは。集团的にレベルを上げていくことが大切である。上手くいった事例研究なども考えられる。

・結果までもっていくには教師による途中の介入が必要である。生徒に達成感を味わわせるため、重点を置いた部分や、工夫したことなどが適切に発表できるように指導してほしい。

・2年間で何ができるようになったかという生徒の実感があるのか。その成果を発表し、そのために行った教師の取組なども含めてまとめるとよいのではないか。

【天城】明示的に表現できない何かを感じるが、まとめる方法を考えていきたい。

【平成29年度運営指導委員】

氏名	所属	職名
石川 謙	東京工業大学物質理工学院	准教授
稲田 佳彦	岡山大学大学院教育学研究科	教授
喜多 雅一	岡山大学大学院教育学研究科	教授
猿田 祐嗣	国立教育政策研究所 教育課程研究センター基礎研究部	部長
高橋 裕一郎	岡山大学異分野基礎科学研究所	教授
中村 修治	株式会社林原 研究開発本部	研究員
平野 博之	岡山理科大学工学部	工学部長・教授
馬 渕 直	株式会社ベネッセコーポレーション ベネッセ教育総合研究所 VIEW 21 編集部	総括責任者
味野 道信	岡山大学グローバル人材育成院(GDP)	教授
笠 潤平	香川大学教育学部	教授

資料2 普通科課題研究テーマ一覧

※理科科課題研究のテーマは、「Ⅲ 報告」の「第3章」「第1節」に記載している。

平成29年度 普通科1年次生 学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」「AFP実践」研究テーマ一覧

1組1班	コンデンサーでLEDを点灯させるのは可能か	4組1班	ダイラタンシーが発現する水と片栗粉の混合比の範囲
2班	雑音の中でも聞き取りやすい音の特徴を探る	2班	日焼け止めの種類による紫外線遮蔽率の違い
3班	球の回転と落下加速度との関係	3班	食器用洗剤の濃度と水中シャボン玉のできやすさとの関係を調べる
4班	紙飛行機がよく飛ぶ条件	4班	野菜の浮き沈み
5班	円錐の落下における空気抵抗	5班	乳酸発酵の適切な条件
6班	日焼け止めのタイプの違いによる部活に合った日焼け止めを提案する	6班	微生物繁殖状態から校内美化を考える
7班	バナナの変色を画像処理し数値化する	7班	食前と食後では集中力に違いがあるか
8班	生地弾力性をあげるためには	8班	—
2組1班	耳介の有無が集音機能に与える影響	5組1班	グラスハープにおける振動数の変化の依存性について
2班	多様な液体を用いて屈折率の違いを調べる	2班	炎色反応
3班	ガーニーラップの空力特性	3班	酸化実験で用いる銅粉の保存方法の提案
4班	異質ラバー粒高による球質の変化	4班	食糧廃棄物によるバイオエタノールの生成
5班	葉の形状と落下	5班	外国人との上手なコミュニケーションの取り方
6班	綺麗なミョウバンの結晶を作る	6班	早島町はなぜ平成の大合併の波に呑み込まれなかったのか
7班	炭酸水に物質を加えた時のpHの変化	7班	日本のキャラクターにはどんな比が使用されているのか
8班	最も第一印象の良い表情を提案する	8班	—
3組1班	ゼーベック素子と太陽光パネルを用いた発電の高効率化		
2班	マグヌス効果におけるボールの運動の研究		
3班	りんごの変色の防ぎ方		
4班	異なる条件下における琥珀糖の結晶化速度の違い		
5班	調味料の防腐効果を調べる		
6班	音楽と血圧の関係		
7班	天城高校生徒のパーソナルスペースを調べる		
8班	Wi-Fiスポットが都道府県の観光客数に与える影響を調べ観光客を増やす案を提示する		

平成29年度 普通科2年次生 「総合的な学習の時間」研究テーマ一覧（前年度の普通科1年次と同一のテーマ）

物理01P	泡ってどうすれば長持ちするの？	21C	団子の柔らかさを保つためには
02P	ノートの表紙の色	生物22B	プラナリアの有害物質に対する学習能力の有無を調べる
03P	耳介の地表からの高さと言圧の関係についてモデルを用いて調べる	23B	糖度の違いによる腐敗の変化
04P	ワイングラス内の水量とその時に出る音の変化の関係	24B	DNA抽出における効果的な条件
05P	ゴム鉄砲の威力を調べる	25B	ミドリムシの油分吸収
06P	密度比による物体を重ねて落とす実験	26B	イシクラゲで塩化セシウムを除染する
07P	音色の特徴をスペクトルから探る	27B	ピーマンを美味しく食べるには
08P	すつとびボールを高く跳ばそう！	28B	豆乳を用いた乳酸発酵
09P	安全に逃げよう！	数学29M	ストレス解消法！～ストレスを解消させるのに効果的なのは?!～
10C	溶けにくいアイスを作る	30M	5因子モデルによる性格分析と第一印象との関係性
11C	果物は冷やすと甘く感じる！？	31M	P&N ～特性5因子論における主観的充実感の分析～
12C	身近にあるもので安全な保冷剤をつくる	32M	百マス計算における集中力の持続について
13C	焼きみかんが流通している理由を探る	33M	発達段階における嘘のつき方の変化
14C	乳化作用を利用して洗剤の洗浄力を比較する	34M	人はどのような音楽でリラックスできるのか
15C	最硬のグミ	35M	色による温度の感じ方
16C	一般的に用いられる乾燥剤の除湿効率	36M	色による重さの感じ方の違い
17C	納豆の力	37M	自撮りで性格診断?! ～ビッグファイブにおける性格と写真の写り方の傾向の関係性～
18C	還元剤による塩素の減少量の比較	38M	若者の言葉遣いと性格の関係性
19C	アルギン酸ゲルの膜の強度	39M	幼少期の環境と現在の性格の関係性
20C	ヨーグルトやマヨネーズの添加によるホットケーキの厚みの変化	40M	警告音による人の処理能力の変化

平成29年度入学生 教育課程編成表 【普通科】

Table with columns for subject, course name, and credit hours across various subjects like Japanese, English, Math, Science, and Physical Education.

【理数科】

Table for the Science and Mathematics course, detailing subjects like English, Math, Science, and Physical Education with credit hours.

備考) 卒業に必要な修得単位数(74)単位 在学中の履修可能単位数(102)単位
1 *印のついた教科、科目は学校設定教科または学校設定科目。

平成 29 年度 教育課程編成表

岡山県立倉敷天城中学校

学校教育目標	1 科学的思考力と創造力を身に付け、21世紀の社会を各分野で主体的に担っていくことができる生徒の育成			指導の重点	1 学力の向上					
	2 幅広い知識と国際的な感覚を身に付け、国際社会で活躍できる知的バランスのとれた生徒の育成				2 科学的思考力・創造力の伸長と主体性の育成					
	3 豊かな人間性を持ち、自分を律し他を尊重しながら個性を伸長する意欲ある生徒の育成				3 国際社会に生きるための教養と行動力の育成					
	4 豊かな人間性の育成				4 豊かな人間性の育成					
年間授業日数				授業時数の配当						
学年	1	2	3	特別 学校 行事	区分	学年	1	2	3	
日数	198	199	195		儀式的行事		5(4.5)	6(5.4)	5(4.5)	
授業時数の配当					学芸的行事		17(15.3)	17(15.3)	17(15.3)	
区分	学年	1	2		3	健康安全・体育的行事		13(11.7)	11(9.9)	11(9.9)
必修 教科	国語	175.5(157.5)	175.5(157.5)		195(175)	旅行・集団宿泊的行事		14(12.6)	14(12.6)	28(25.2)
	社会	136.5(122.5)	136.5(122.5)		156(140)	勤労生産・奉仕的行事		2(1.8)	37(33.3)	2(1.8)
	数学	175.5(157.5)	195(175)		195(175)	計		51(45.9)	85(76.5)	63(56.7)
	理科	136.5(122.5)	156(140)		156(140)	1日の時程表	その他学校の教育活動に関する事項			
	音楽	58.5(52.5)	39(35)		39(35)	(通常)	①2学期制の導入 前期4月～9月、後期10月～3月とし 前期19週、後期20週で授業時数を算定。 前期と後期で時間割を編成する。 ②45分授業の導入 45分×7限の授業を週に4日の割合で 行うことを原則とするが、1学年前期の開 始時期は、7校時を入れない暫定時間割と し、担任などとの面談を計画する。 ③「サイエンス」の設定 選択教科として「サイエンス」を設定し、 科学的なものの見方や考え方を身に付ける ことに重点をおいて活動する。 ④総合的な学習の時間の設定 「グローバル」と「AMAKI学」に分け、 「グローバル」では国際社会で活躍できる ように対話したり発表したりする言語能力 (コミュニケーションスキル、プレゼンテ ーション能力)の育成、「AMAKI学」では 身近な生活から日本社会さらには国際社会 へと関心の対象を広げていく中で、課題解 決能力の育成と進路適性の発見に重点をお いて活動する。 ⑤学校行事・生徒会活動・部活動の設定 活動内容により、中高合同で行うものと 中学校単独で計画し行うものを設定する。			
	美術	58.5(52.5)	39(35)		39(35)	8:20 朝の会				
	保健体育	117(105)	117(105)	117(105)	8:25 朝の読書					
	技術・家庭	78(70)	78(70)	39(35)	8:40 1校時					
外国語	175.5(157.5)	195(175)	195(175)	9:25 2校時						
選択 教科	国語				9:35 2校時					
	国語(書写)				10:20 3校時					
	社会				10:30 3校時					
	数学				11:15 4校時					
	理科				11:25 4校時					
	音楽				12:10 昼食 休憩					
	美術				12:55 5校時					
	保健体育				13:40 6校時					
	技術・家庭				13:50 6校時					
	外国語				14:35 7校時					
サイエンス	39(35)	39(35)	39(35)	14:45 7校時						
道徳	39(35)	39(35)	39(35)	15:30 清掃						
総合的な学習の時間	グローバル	39(35)	39(35)	39(35)	15:35 清掃					
	AMAKI学	39(35)	39(35)	39(35)	15:45 帰りの会					
特別 活動	学級活動	39(35)	39(35)	39(35)	15:50 帰りの会					
	生徒会活動	(14(12.6))	(14(12.6))	(14(12.6))	16:00 最終下校					
総授業時数 [生徒会活動の時数を除く]	1306.5 (1172.5)	1326 (1190)	1326 (1190)							