

研究テーマ	研究開発の状況
⑩サイエンス部	○通年：研究活動 ○通年：岡山県から委託を受けた水質調査 ○8月：文化祭での研究発表に向けた準備 ○11～12月：「親子おもしろ実験教室」へ向けた準備（本年度はテキストづくり） ○2月：「天城スプリング サイエンス フェスタ」の運営
⑪国際性の育成	○10月：下旬から11月初旬にかけて実施予定：米国海外短期研修（本年度は中止） ○11月：WWL（ワールド・ワイド・ラーニング）にSSH校として協力依頼により「全国高校生フォーラム」に参加 ○2月：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】 ○通年：PaReSK [パレスク] 物理授業
⑫地域の理科教育の拠点としての取組	○7月：岡山市立興除小学校での理科実験教室（本年度は中止） ○10月：倉敷市立天城小学校での理科実験教室（本年度は中止） ○11月：青少年のための科学の祭典倉敷大会（本年度は中止） ○12月：親子おもしろ実験教室（本年度は中止）
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	<p><b>【教員】</b> ○7, 10月：岡山SSH連絡協議会への参加（津山高校） ○7月：中国地区SSH校担当者交流会（島根県で開催予定であったが中止）の参加と研究発表 ○12月：SSH冬の情報交換会及び研修会への参加（オンライン）</p> <p><b>【生徒及び引率教員：学会等の課題研究系のコンテスト】</b> ○5月：中国四国地区生物系三学会合同大会（香川大会）高校生ポスター発表（本年度は中止） ○5月：第59回日本生体医工学会（岡山市：オンライン） ○8月：SSH生徒研究発表会（オンライン） ○8月：第22回中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会（大分大会：紙上参加） ○10月：集まれ！理系女子第12回 女子生徒による科学研究発表web交流会（オンライン） ○2月：第18回高大連携理数科教育研究会・第21回岡山県理数科理数系コース課題研究合同発表会（オンライン） ○3月：2020年度 日本物理学会第16回 Jr.セッション（名古屋大学で開催予定であったが中止、紙上参加）</p> <p><b>【生徒及び引率教員：コンテスト】</b> ○7月：全国物理コンテスト「物理チャレンジ」（第1チャレンジ：オンライン） ○7月：日本生物学オリンピック（オンライン） ○10月：科学オリンピックへの道 岡山物理コンテスト2020（岡山大学） ○11月：サイエンスチャレンジ岡山2020 兼 第10回科学の甲子園全国大会 岡山県予選（岡山大学清水記念体育館）</p>
⑭運営指導委員会の開催	○11月：第1回運営指導委員会（紙上）：SSH指定4期目採択に関わる文部科学省からの指摘事項に対する指導助言を得た。 ○1月：第2回運営指導委員会（県外委員のみオンライン）：理数科課題研究校内発表会へ参加していただき、指導助言を得た。課題研究のオンラインによる指導・助言について協議した。
⑮成果の公表・普及	○「普通科課題研究ガイドブック」「同 コーチング&アシスト」など、これまでに本校が作成した成果物の一覧をWeb ページにアップロードし、成果の普及を図っている。 ○岡山SSH連絡協議会において本校の指定4期目について説明を行った。 ○本年度オンラインで開催されたSSH情報交換会において、本校のSSH主担当者がSSH事業の評価についての発表を行い、第2ラウンドへ選出された。説明に使用したプレゼンテーションのスライドを国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）に提供した。 ○フィリピンから岡山大学に留学している教員研修留学生（本年度本校エキスパート非常勤講師）に対し、本校SSHの研究成果物等を提供したり、SSH主担当者へのインタビューに応じたりするなどして研究成果の共有を図った。この成果に基づき、留学生が本校とフィリピンの課題研究のカリキュラムの比較を行い、論文（英文）としてまとめた。
⑯事業の評価	○これまでの15年間にわたるSSH指定の成果を検証するために、卒業生への追跡調査を行った。次年度に、この調査結果を分析し、運営指導委員会に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う。また、本校の「学校評議委員会」にも提示し、今後のSSHの在り方について助言を得る予定である。
⑰報告書の作成	○SSH第IV期校として、これまで以上に研究成果の普及に重点を置き、多くの学校の参考となるよう執筆と編集に務めている。

## 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、課題研究を含め様々な教材開発を行うことにより、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の取組

CASE（Cognitive Acceleration through Science Education）プロジェクトは、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・アデイ（Philip Adey）らによって開発された「科学教育を通じて生徒の認知能力の向上を促進するプロジェクト」である。

学習を進めるにあたっては、プロジェクトで開発された教材「Thinking Science」を使用している。教材には、ねらいや詳細な授業プランが示されているティーチャーズガイドやワークシートが授業ごとに用意されており、それに沿って授業を行っている。

全国でも数校が取り組んでいるが、多くは部分的な取組になっている。本校では、中学校第1学年から始め、中学校第2学年の12月まで、全30テーマ（比例と反比例、密度による浮き沈みなど）のうち、ほぼすべての単元を実践している。これらの取組（特に「入力変数」と「出力変数」の考え方）を第3学年での課題研究と高等学校における課題研究へとつないでいく。

#### 2 教材開発

##### (1) 博物館連携授業

第1学年の総合学習「AMAKI 学」におけるプレゼンテーション研修の実践の場として、選択教科「サイエンス」の授業内で川崎医科大学現代医学教育博物館と連携し「サイエンスインタープリターを目指そう」を行っている。また、プレゼンテーション研修の準備として、プレゼンテーションの型や4つのスキル「ポスチャー」「ジェスチャー」「アイコンタクト」「ボイス」を実践的に獲得していく授業を行っている。ここで、課題研究に必要なコミュニケーション力を養うことにしている。

##### (2) 主体的・対話的で深い学びに向かう授業

独立行政法人教職員支援機構による「実践フィールド校」として、主体的・対話的で深い学びの実現のための研究指定は終了したが、引き続きSSH研究開発の一環として授業開発を行っている。公開授業や研究協議を重ねることで、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という「CASEの視点」を取り入れた授業方法を継続して開発している。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

れで、高等学校におけるGⅢの三つの資質・能力、GⅣの三つの力の素地を養うことにしている。

### (3) その他

本校が命名し、提唱している科学英語読解メソッドP a R e S K (パレスク) の理念に基づき、C A S E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。P a R e S Kについては本章第2節で詳述する。また、毎年積極的に視察を受け入れ、本校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」

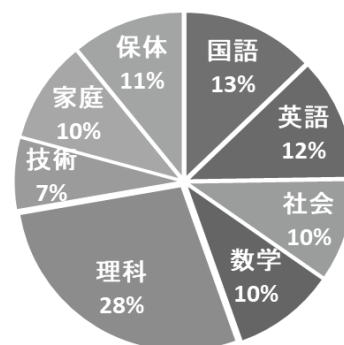
### (1) ねらい

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10年を越えた。高等学校での課題研究をより充実させるという設定当初のねらいだけでなく、激しく変化する社会を生き抜く力として求められるGⅢの三つの資質・能力やGⅣの三つの力を育成することも新たなねらいとしている。そして、これらの力を身に付けさせるため、また中学校3年間の学習の集大成として「課題研究」を位置付けて取り組んでいる。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C A S E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。

### (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。生徒は希望調査によって国語・社会・数学・英語・理科・保健体育・技術・家庭科の8つの教科に分けられ、さらに教科内で担当指導者ごとに振り分けられる。個々の生徒の指導については、併設中学校全教員でゼミ形式によって行っている。

最終的な成果の発表として、研究についての論文（一人4ページ程度）を書き、学年でとりまとめて課題研究論文集を作成するとともに、校内課題研究発表会にてポスター発表を行う。これらは生徒全員が行うが、希望者はステージでの研究発表を行う。この発表は、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機関、保護者にも案内・公開している。



課題研究の教科との関連

### (3) 成果

令和2年度は、「天城スプリング・サイエンスフェスタ 2020」の中学校の部として「サイエンス課題研究発表会」を令和3年2月28日（日）に開催した。

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大防止のため、他校との交流を行うことはできなかつ

た。午前中はポスター発表，午後は事前に希望者を募り選考を行ったテーマでステージ発表を行う。論文やポスターを英語で作成し発表する生徒もおり，中学校3年間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。

事後には，自己評価シート（次の表を参照）に基づいて，4件法で自己評価を行う。第Ⅲ期の22項目における平均点が75.6（88満点）であり，1項目の平均が3.4点（4点満点）であった。これら

らの結果より最終的には達成感や満足感を味わうことができ，かつ，自分の研究の過程や取組に課題を感じることができているなど，課題研究のねらいも達成できていると考える。

以下の表に，自己評価シートの評価項目を示す。

表 「課題研究 自己評価シート」の評価項目

テーマ	テーマとなる題材は，中学校の各教科で学んだことや，自分が興味をもった内容や深めたいと考えたものになった（することができた）。
	テーマを決めるにあたって，先行研究や仮説のもととなる情報を集めたり，関連する題材や広がりを考えたりすることができた。
	テーマを決めるにあたって，ゼミの先生や仲間，その他課題研究担当の先生などとディスカッションを十分に重ねた。
	テーマ発表会に向けて，自分の研究テーマを理解し，新しい視点や他の意見をもらうための準備を十分に行った。
	テーマを決めることが，研究へのモチベーションやパッション，内容の深さなど，課題研究で最も大切なことであることが理解できた。
研究	研究の方法や手順，研究を進めていく計画を各期日を基準に立てて行うことができた。
	研究の成果や結果など，研究の過程をノートやファイルなどに残していった。
	研究の成果や結果，問題点が生じるたびに，ゼミの先生へ報告し，次の研究の計画修正や結果の処理などを行った。
	中間報告会に向けて，自分の研究に誇りを持ち，新しい視点や他の意見をもらうための準備を十分に行った。
	研究を進めていくことためには，計画性，ディスカッション，行動力などが必要であることが理解できた。
論文	研究論文の基本構成（序論・本論・結論）を理解し，本校の論文体裁に従って書き上げることができた。
	提出期限までの日数や添削してもらう時間などを考慮して，計画的に作成に取りかかることができた。
	最高の論文にしようと再読，添削，修正を何度も重ねた。
	論文を作成する上で，グローバルで学習したパラグラフライティングや言語スキルを十分に生かすことが必要であることが理解できた。
ポスター・プレゼン	ポスターやスライドのデザインは伝わりやすさを基本に作成した。
	必要な情報や研究結果を伝える工夫はサイエンスの授業で学んだことを十分に生かすことが必要であることが理解できた。
	自分の研究に自信と誇りを持ち，楽しんでプレゼンテーションすることができた。
	大学発表やコンテストなどに積極的に参加したり，クリティカルな意見を聞いたりする，表現力を磨くことができた。
その他	課題研究に1年間取り組んで，達成感を感じ，やり遂げる力が身についた。
	課題研究を1年間取り組んで，自分の力で1つのテーマや課題に対して，知識やスキルを使って，深く学ぶ力，解決する力がついた。
	課題研究を通して，計画力，行動力，判断力，表現力，思考力などの経験値が上がった。
	中学校の課題研究で得た経験値は，高校 AFP 研究や理数科課題研究を行う上で生かせる，もしくは生かしたいと考える。




発表の様子

#### 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。この取組は「本物に触れる」ことをキーワードに，研究者の方から直接お話をしていただく機会である。未実施も含め，令和2年度に予定されていた取組は次の表のとおり

りである。

テーマ 講師 共同授業者 授業 実施日 対象	英語による化学実験：「実験の結果を根拠をもって予想する」（オンライン実施） 岡山大学大学院教育学研究科 喜多 雅一 教授 Leo Peter Dacumos （岡山大学大学院 教員研修留学生） 理科 令和2年11月17日（火） 11月19日（木） 岡山県立倉敷天城中学校 3年生（120人）	
テーマ 講師 授業 実施日 対象	「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」（オンライン実施） 岩手大学農学部 飯田俊彰 教授 理科・サイエンス 令和2年11月25日（水） 10:30～12:10 岡山県立倉敷天城中学校 2年生（120人）	
テーマ 実施日	放射線の医学的利用 新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止	
テーマ 実施日	理科特別授業地学実験 新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止	
テーマ 実施日	女性研究者によるキャリア講演 新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止	

## 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、PaReSKの成果を発表している。令和2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
日本学生科学賞	読売新聞社	3年	①換気に適した窓の開け方の提案 ②ハツカダイコンの成長に最適な色	県知事賞 奨励賞
「科学の芽」賞	筑波大学	3年	①換気に適した窓の開け方の提案 ②ハツカダイコンの成長に最適な色	なし
R2 児島地区科学研究発表会	倉敷市理科教育研究会	3年3名	①加熱によるアントシアニンの減少を糖で抑制する ②換気に適した窓の開け方の提案 ③遺伝の授業におけるファストプランツの有用性を検討する	優秀賞（県大会へ推薦） 県大会へ推薦
第70回岡山県児童生徒科学研究発表会	岡山県理科教育研究会	3年	①加熱によるアントシアニンの減少を糖で抑制する ②換気に適した窓の開け方の提案	「賞」 「賞」
生まれ！理系女子 第12回女子生徒による科学研究発表web交流会 ーオンラインで広がる全国リケジョネットワークー	ノートルダム清心学園清心中学校清心女子高等学校	3年4名	①加熱によるアントシアニンの減少を糖で抑制する ②遺伝の授業におけるファストプランツの有用性を検討する ③カカオによる乳酸菌の増殖 ④学校内の放射性物質量を計測した際の傾向	奨励賞 奨励賞 奨励賞 奨励賞
岡山物理コンテスト2020	岡山県教育委員会	1年2名 2年9名 3年17名	—	セミナーへ招待 2年1名 3年1名
科学の甲子園ジュニアエキシビジョン大会	科学技術振興機構	2年12名	—	—

毎年、併設中学校生徒の一部は、中・高等学校の生徒を対象とする課題研究系のコンテスト等に参加し、多くの賞を受賞している。これらの一連の取組により、サイエンスへのモチベーションが高い生徒が高校に進学してきていると考えている。

## 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することができる。

### 【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。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<sup>1)</sup>。

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<sup>2)</sup>。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年度から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。これまでの成果を踏まえ、本年度は、高等学校地理と高等学校保健体育科(ダンス)において実践的な研究を行った。理科・数学以外の教科におけるこの取組により、各教科における授業改善を目指すとともに、SSH校として社会の様々な分野において「社会で科学技術を正しく用いる姿勢」を持つ人材を育成していくことにしている。

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<sup>3)</sup>。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Schema theory (思考のための一般的な様式) →変数, 比例, 反比例など</li><li>• Concrete Preparation (具体物の準備) →具体的な教材・教具の準備</li><li>• 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</li><li>• 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</li><li>• Metacognition (メタ認知) →振り返り</li><li>• Bridging (橋渡し) →獲得した知識・技能を他の文脈で活かす</li></ul> |
|---|

この取組においては、第Ⅲ期で設定した三つの「資質・能力」(GⅢ)のうちの特に「メタ認知力」を育成することを主眼としており、第Ⅳ期で新たに設定した「力」(GⅣ)をも意識し、これらをできるだけ多く含む授業をデザインし、実践を重ねていくことにしている。

- 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 高等学校地理での取組と効果の検証

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。」との記述が見られる。これを解決するために、本校では、CASEの基本的な考え方を引き継ぎ、GⅢの「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いう仮説を設定して実証的な研究を行っている。令和2年度は、平成28・29年度の日本史、平成30年度の地理、令和元年度の世界史での実践研究の成果（当該年度の本校「研究開発実施報告書」参照）を踏まえ、GⅢの三つの資質・能力地理での実践を試みた。具体的には、地理的な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）、関連した歴史や周辺の事象をも視野に入れて全体を俯瞰（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、これまでの本校SSH研究開発によって明らかになっている。このことを踏まえ、今回は、地理授業で「異分野統合力」（GⅣの力の一つ）を育成するための地理授業をデザインした。具体的には、後述する課題を設定した上で、互いに議論を深めながら論述していくというスタイルで授業を行った。今回の授業実践では、内容の「Deepな理解（深い理解）」にとどまらず、発展途上国の地域における新たなBOP（Base of the Economic Pyramid）層へのビジネスを先進国の企業がどのように展開していくか生徒自身が「考案・創発」することを試みた。

### (1) 授業を実践した単元と課題及び対象生徒

単元：人口問題（発展途上国の人口問題）、現代世界の諸地域（アジア、アフリカ）

課題：世界の諸地域における課題を理解し、発展途上国の人々の生活における課題に注目し、その地域の貧困層の人々の生活を改善するためのビジネスを提案する。

対象：理数科3年次生 地理選択者39名

### (2) 授業の展開

まず授業の冒頭で、発展途上国の人口爆発の要因、食料問題が生じたり生活環境が悪化したりする中での人々の生活について考えさせた。生徒からの意見として、「モノカルチャー経済の国では子どもは労働力として必要である。」「衛生環境の改善や医療の普及に伴い、乳児死亡率が低下し、人口増加につながっている。」「緑の革命が普及した地域とそうでない地域では、食料の生産性において格差が見られる。」「先進国は、ODAなどの援助を通じて発展途上国への支援をしていくことが大切である。」など様々な意見が挙げられた。

次に、生徒から出てきた世界の諸地域における課題の中から、その地域の貧困層の生活を改善するためのビジネスについて考えさせ、班内で意見交換を行った。その後、各生徒が興味のある地域を一つだけ選び、その地域が抱える課題を改善するためのビジネスをどう実現するかについて発表させることにした。発表までの取組として、企業が実際にどのようなプロジェクトを行っているか調べ、ビジネス案を考えさせることにした。ビジネス案には、妥当性（発展途上国の課題を理解し、貧困層の生活水準の向上や社会の発展に貢献しているか）、実現性（ビジネスとして成立し、企業側に利

益をもたらすか)、持続性(現地の産業として今後も継続して経営できるか)の三つの視点を意識して取り組むよう促した。なお、この三つの視点を、発表の際の評価基準とすることにした。

### (3) 成果と課題

今回の学習は、「地理」だけでなく、様々な教科の知識や技能を応用して課題を解決する実践となった。発表後に39名の生徒を対象に、アンケート調査を行ったところ、マラリアなど衛生環境や病気については「保健」、干し飯については「家庭」、安全な水の供給(ろ過やヒ素の還元)については「化学」、昆虫食については「生物」、地域の歴史や政治(貧困問題、アフリカの民族問題、持続可能な開発)については「現代社会」、論理づけて調べることについては「課題研究」など、様々な教科・科目での取組を今回の実践に活かすことができたという趣旨の記述が多く見られた。また、企業の取組だけでなく、大学で行われているSDGsに関する研究について調べていくうちに、将来の自分の進路とのつながりや大学での研究について関心を深めることができたという意見も多かった。



これらのことから、関連する様々な資料を読み解きながら議論を深める(コミュニケーション力)中で、必要事項をインテイクできる「インテイク力」と地理的事象を様々な視点から認識・俯瞰できる「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。また、様々な教科・科目で学習した内容を関連づけながら課題を解決していく「異分野統合力」も身に付けさせることができたと考えている。

今回の授業実践を通して、班での活動や発表を通じた生徒同士のコミュニケーションの有効性や、資料の読み取りや時事的な内容を含むディスカッションを通じた活動の質の向上を改めて実感し確認することができた。

今後の課題としては、限られた時間の中でこのような形態での授業を実践するために、さらなる教材の工夫や、授業改善を継続していくことが挙げられる。

### 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これまで継続して実施してきた。第Ⅲ期からGⅢの三つの資質・能力の育成を目指し「科学的思考に基づく新しい学びへの取組ー活力ある未来の生活を創造するための体育授業ー」と題して研究を深め、実践を行っている。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、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)な授業を展開することができた。

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。また、GⅣの「異分野統合力」も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。



## C-0 高等学校 課題研究のカリキュラム

### 【仮説】

学校設定教科「サイエンス」を設け、理数科・普通科のそれぞれの特性に応じた各科目を設定することで、「サイエンスエミネンター」として必要とされる資質・能力及び力を身に付けた人材を育成することができる。

### 【研究内容・方法・検証】

#### 1 教育課程編成上の位置付け

本校（理数科・普通科）では、表1に示したように、学校設定教科「サイエンス」を設け、理数科では「ASE 1st Stage」「ASE 2nd Stage」「ASE 3rd Stage」の3科目を設定して課題研究を実施している。普通科においては、第Ⅱ期に2年次の「総合的な学習の時間」で実施していた **Amaki Future Project (AFP)** を引き継いで、学校設定教科「サイエンス」に「AFPリサーチ」と「AFPエクスペリメンテーション」の2科目を設けて課題研究を実施している。理数科・普通科ともに3年間の取組としており、3年次では「サイエンスリレー」と称し、各学会のジュニアセッションなど、外部での発表に積極的に参加している。

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情報モラルと研究倫理、基礎統計、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としており、これらの取組を通して代替科目である「社会と情報」及び「総合的な探究の時間」の目標をも達成できるよう留意している（表2）。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。各科目の詳細については、後述（C-1からC-6）する。

表1 学校設定教科「サイエンス」の各科目（5科目）等

学科・コース	1年次		2年次		3年次	
	科目名	単位数	科目名	単位数	科目名	単位
理数科 1クラス (全生徒)	(前期) 「ASE 1st Stage」 木曜6・7限	1	(前期) 「ASE 2nd Stage」 水曜6・7限	1	「サイエンスリレー」 (外部での研究発表)  課外での活動	
	(後期) 「ASE 2nd Stage」 木曜6・7限	1	(後期) 「ASE 3rd Stage」 水曜6・7限 及び 課外で1単位	2		
普通科 5クラス (全生徒)	(通年) 「AFPリサーチ」 水曜3・4限	2	「AFP発表」 (総合的な探究の時間) 金曜7限	1		
	(通年) 「AFPエクスペリメンテーション」 火曜7限	1				

表2 学校設定教科「サイエンス」の各科目と代替される科目との対応表

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替される科目名	単位数	対象
理数科	ASE 1st Stage	1	社会と情報（2単位） 総合的な探究の時間 （1単位） 課題研究（2単位）	5	1年次（前期）
理数科	ASE 2nd Stage	2			1年次（後期） 2年次（前期）
理数科	ASE 3rd Stage	2			2年次（後期）
普通科	AFPリサーチ	2	社会と情報	2	1年次
普通科	AFPエクスペリメンテーション	1	総合的な探究の時間	1	1年次

## 2 教員の指導力向上のための取組

これまで、理数科生徒向けの指導資料「理数科課題研究ガイドブック」、教員向けの授業の進め方についての指導資料「理数科課題研究ガイドブック 指導資料」を作成し、授業で活用するとともに Web ページ等で公開している。これらに加えて第Ⅲ期では、教員が課題研究を指導するための手引き書となる「理数科課題研究ガイドブック コーチング&アシスト」を、第Ⅳ期では「普通科課題研究ガイドブック」及び「普通科課題研究ガイドブック コーチング&アシスト」を活用している。これらのガイドブックは、課題研究の各場面で教員が参照し、同一の分野の複数の教員で指導方針（コーチング&アシスト）を協議する際に活用している。ガイドブックの作成にも複数の教員が関わっており、作成・活用を通して教員の力量の向上が図られている。

ベテラン教員から若手教員に指導のノウハウがスムーズに継承できるよう、課題研究をはじめ、探究的な授業を指導する教員の指導力向上に関する取組を行っている。現在、課題研究の終了15分前に実施する振り返りの時間での生徒の発表に対し、教員がコメントを返している。このコメント（指導言・評価言）を記録する活動を続けており、「サイエンス・オーラルヒストリー」と名付けている。この記録を分析し、課題設定・研究活動・論文作成など、時系列、あるいは指導場面ごとに整理している。この成果を、上述した理数科・普通科の各ガイドブックに反映させている。

## 3 効果の検証について

令和2年度には、普通科課題研究の「授業の質」（授業そのものの効果）を測定するために、毎年普通科1年次の年度末に実施している質問紙調査の自由記述の項目「AFPに取り組んでよかったと思うことをできるだけ多く記述して下さい。」に対する回答を「テキストマイニング」の手法で分析した。分析にはKH Coder というソフトウェアを使用した。その結果、「共起ネットワーク」と呼ばれる次の図から、学校設定教科「サイエンス」のねらいが十分に達成できているであろうという結果が得られた。

この図1から、中心部には「授業の本質」とも言える「研究活動を通して知識や技能を身に付け、達成感を味わうことができる」ことが確認できた。また、「本質」を同心円状に取り囲むように「内容」や「方法」が配置されている。

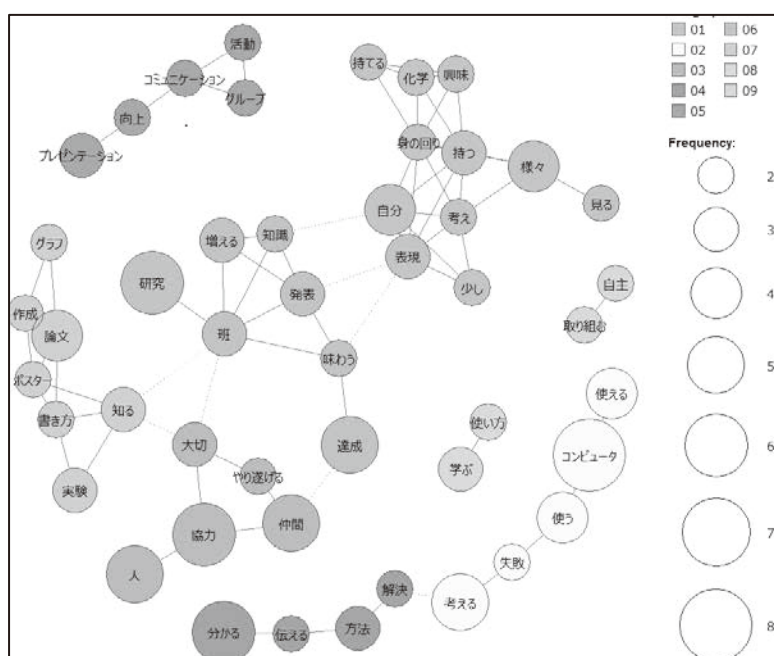


図1 共起ネットワーク  
（令和2年2月に実施：34名，記述数58文）

### 【共起ネットワークから読み取れる本校普通科課題研究の特徴】

興味を持った身の回りの事象を対象に、仲間と協力しながら実験や調査などの研究活動を行い、研究結果を論文やポスターにまとめる。この過程で達成感を味わうことができる。また、この授業ではコンピュータを活用して論文を書いたりプレゼンテーションを行ったりすることもあり、ICT活用能力やコミュニケーション力を身に付けることもできる。

さらに、「課題追究力」を育成するためには、課題研究に取り組む「意欲」が必須であると考え、同じ質問紙調査で「AFPに取り組む過程で、『やる気が出た（意欲が高まった）瞬間』がどのようなときか、そのきっかけについても触れて、できるだけ多く記述してください。」という自由記述の質問項目を設けた。次の表3は得られた回答を一覧表にしたものである。また、図2はこの結果を基に、KH Coder を用いて作成した共起ネットワークである。

表3 自由記述の回答（34件）

皆で協力できたとき	予想が当たったとき
自分のやることがはっきりしていて、他の皆もやろうと一致団結したとき	実験が成功したとき
友達と励まし合いながら論文やポスターをつくったとき	結果が上手く出たとき
実験の興味がわいたとき	装置が完成したとき
実験が楽しい	実験装置ができたとき、これからが本番だと思ったとき
論文が完成したとき	実験結果が出て、上手くいったとき
論文やポスターが完成したとき	仮説通りの結果が出たとき
論文やポスターを作成しているとき	実験結果が出たとき
良いアイデアが浮かんだとき	予想に近い結果がでたとき
試行錯誤のとき	計画通りできたとき
良い案が浮かんだとき	締め切りが迫ったとき
他の班の良い発表を聴くことができたとき	研究が進んだとき
班の人が頑張っているところを見たとき	結果を出したいという一心で頑張れた
結果をグラフにして関係性を読み取るとき	実験の見通しができたとき
結果を基に、関係性について話し合うとき	良い結果が出たとき
実験結果が数値として表れたとき	結果が数値で出たとき
データがとれてグラフに関係性が見えたとき	目標を達成できたとき

これらのことから、何らかの数値データや分析などの結果が得られたときにモチベーションが高まることが分かる。また、様々なアイデアを考えたり、たとえ実験が失敗しても、解決策を考えたり試行錯誤したりすることでもモチベーションが高まることが分かる。他の班の研究を知ったり、研究の成果がまとまって論文やポスターが完成したりしたときもモチベーションが高まるようである。

この研究結果から、我々教員は、生徒たちの研究の進捗状況をしつかり把握した上で、生徒とのディスカッションを通して様々な選択肢を提示しモチベーションを上げていくことが大切だということが

明らかになった。この成果を教員向けの指導資料「普通科課題研究ガイドブック コーチング&アシスト」の作成に反映させ、本校のWeb ページに掲載した。

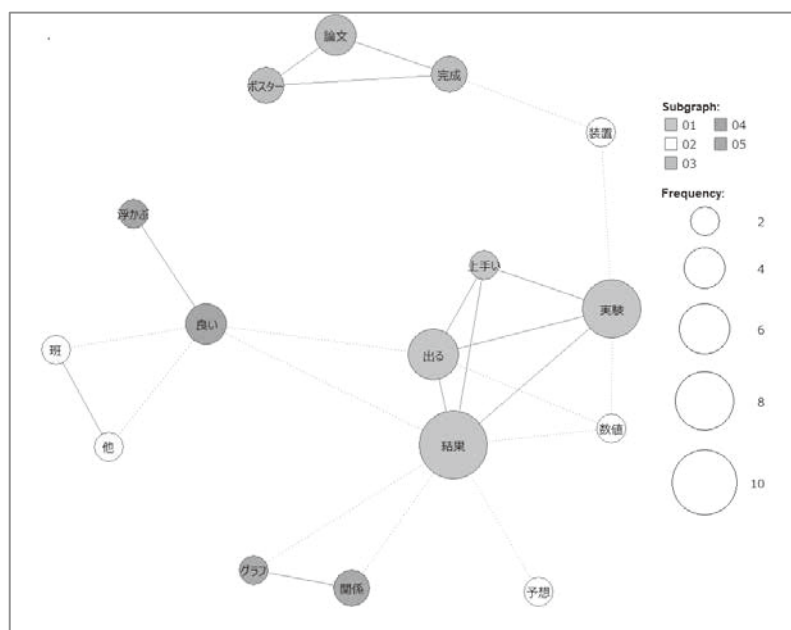


図2 共起ネットワーク（モチベーションが高まったとき）  
KH Coder Ver.3 を利用

- ・「普通科課題研究ガイドブック」（[http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/wordpress/?page\\_id=9251](http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/wordpress/?page_id=9251)）
- ・「普通科課題研究ガイドブック コーチング&アシスト」（<http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/wordpress/wp-content/uploads/2020/04/guide.pdf>）

## C-1 高等学校 理数科 ASE 1st Stage (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

この科目の内容としては、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、「ASE 2nd Stage」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。先行研究のレビューや試行錯誤による予備実験により、主に「インテイク力」と「課題追究力」を育成することになっている。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。前項「B」で示しているCASEの要素を取り入れてSSH指定Ⅱ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 「ASE 1st Stage」のスケジュールと主な内容

本年度実施した「ASE 1st Stage」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ットチケット（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 「ASE 2nd Stage」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「ASE 2nd Stage」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。

※新型コロナウイルスの影響で「第1回シンポジウム」、例年行っている「英語で理数」などは中止している。また、例年1泊2日で行っている蒜山研修は海岸研修として海辺の生き物のフィールドワークと物理・化学のラボ講座に変更した。

### 3 指導体制と研究テーマ

令和2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、令和2年10月時点でのものである。

### 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&アシスト — 令和元(2020)年度版 — 指導資料」を使用している。

### 5 検証

「ASE 1st Stage」終了時及び2年次の「ASE 2nd Stage」終了時(いずれも10月)において、次の観点で評価を行う。

- 「ASE 1st Stage」から「ASE 2nd Stage」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, ループリクを活用した評価による)
- 科学的思考力の伸長(「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」

授業名	回数	月	日	曜日	限	内容・テーマ	教室	ガイドブック		各段階の目標等
						対象:全員の生徒		重点項目		
ASE 1st Stage	①	15	4月	16	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	課題研究の意味と興議 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(インテイク力)を身につける。  ※ASE1ステージの最終段階において、10テーマ程度への選考を行う。(研究テーマとして適正であることを判断する。)
	拡大①			22	水	⑥ ⑦ 理数科1~3年次シンポジウム①	全体会	理数科1、2年で後期に放課後行うように検討中		
	②	14		4	木	⑥ ⑦ 課題研究ポスターセッション	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	13	6月	11	木	⑥ ⑦ 研究のテーマ決めに についての話し合い				
	④	12		18	木	⑥ ⑦ 仮グループづくり				
	⑤	11		25	木	⑥ ⑦ 仮テーマ設定				
	⑥	10	7月	16	木	⑥ ⑦ 課題研究開始 (研究計画) (=ロードマップ作成)				
	⑦	9		30	木	⑤ ⑥ ⑦ 物理、化学ラボ	各分野 の教室	この日は5時間目より初めて蒔山研修の代替としての物理と化学のラボを行う		
	⑧	8	8月	1	土		校外	校外で生物のフィールドワークを行う		
	⑨	6		10	木	⑥ ⑦ 課題研究(ASE1st(1))	各分野 の教室			
	⑩	5	9月	17	木	⑥ ⑦ 課題研究(ASE1st(2))	各分野 の教室			
	⑪	4		24	木	⑥ ⑦ 課題研究(ASE1st(3))	各分野 の教室			
拡大②			22	水	② ③ 第1回オープンスクール (1、2年次生シンポジウム②)	全体会 各分野 の教室	中止			
⑫	3		1	木	⑥ ⑦ 発表準備 (簡易報告書作成) (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 (簡易的に説明)		
2nd Stage ①		10月	8	木	⑥ ⑦ 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1編 第1章	研究テーマを見つける		
担当教員	物理		仲達、藤井、小田						備考	特になし
	化学		経原、奥志							
	生物		江口、浅原、小林優							
	数学・情報		高島、西山、竹原							

表 令和2年度の研究テーマ

分野	研究テーマ
物理	光の色とソーラーパネルの発電効率の関係
	電磁波の距離減衰
	紛粒体の安定性
化学	固体燃料の研究
	紙の劣化について。
	バナナの渋みをとる
生物	アリの生態について
	プラナリアの学習能力の引き継ぎについて
数学・情報	虚数世界の階乗について