

C-2 高等学校 理数科 ASE 2nd Stage (1年次後期)

【仮説】

「ASE 1st Stage」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「ASE 2nd Stage」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「ASE 1st Stage」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 ASE 2nd Stage (1年次後期) を実施した。ただし、研究テーマは基本 ASE 1st Stage で設定したものを継続し研究する。

3 成果と課題 (1年次後期)

2月18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(令和2年1月時点)とロードマップの一例(イメージ)を次ページに示す。

「ASE 1st Stage」から開始した課題研究は、SSH指定Ⅲ期目のプログラムと同様にスタートしている。また、併設中学校での課題研究のテーマを継続

授業名	回	残り	月	日	曜日	校時	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 2nd Stage	①	14	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)	全体会	第1編 第1章 第2編 第2章	研究テーマを見つける 発表する (聴く姿勢)	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「獨創性」に気づき、「研究すること」の意義を見出す。 ※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。(一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。)	
	②	13		22	木	⑥ ⑦	ガイダンス「研究する」の後、本研究開始 発展研究(本研究) 実験・観察・測定(1)	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		
	③	12		29	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(2)	各分野の教室	第1編 第2章	研究する		
	④	11	5	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(3)	各分野の教室					
	⑤	10	11月	12	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(4)	各分野の教室	第1編 第2章	研究する		
	⑥	9		19	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(5)	各分野の教室				
	⑦	8		26	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(6)	各分野の教室				
	⑧	7	12月	10	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(7)	各分野の教室	第1編 第2章	研究する		
	⑨	6		17	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(8)	各分野の教室				
	⑩	5		14	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(9)	各分野の教室				
	⑪	4	1月	20	水	⑤ ⑥ ⑦	課題研究校内発表会(2年生の発表へ参加) (1,2年次生シンポジウム③)	サイエンス館	第2編 第2章	発表する (聴く姿勢) →2年2/5合同発表会		※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、将来の科学研究リーダーとしての資質を身につける。
	⑫	3		21	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(10)	各分野の教室	第1編 第2章	研究する		
	⑬	2		28	木	⑥ ⑦	発展研究(本研究) 実験・観察・測定(11)	各分野の教室	第1編 第2章	研究する		
	⑭	1	2月	5	木	⑥ ⑦	思考力検査	第1 第2 生物 教室	含、発表準備 (中間報告書作成) (スライド作成)			※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。(一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。)
⑮	1	18		木	⑥ ⑦	中間発表(全グループ合同)	全体会	第2編 第2章	発表する			

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。

なお、「継承」の効果を高めるため、第Ⅲ期から、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（令和2年度は1月20日）に合わせ、1年次生と2年次生との間で「理数科シンポジウム」を実施している。Ⅳ期目では、「異世代協働力」を育成するために、このシンポジウムの回数を増やして3回とし、年度初め（春）と秋、1月に実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、春と秋を中止とし、1月に1回のみ「理数科シンポジウム③」として実施した。このシンポジウムの効果については次年度の「研究開発実施報告書」で報告する。

【理数科1年次生 研究テーマ一覧】

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

【ロードマップ】

「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。

次の図は、本年度の一例(イメージ)である。

令和2年度 理数科課題研究の研究計画書（ロードマップ第2回）

2020/9/10

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、いつまでに何をするのか(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: 化学 テーマ名: バナナの渋みを取る	輸入バナナの渋みを人為的に取る方法は何か ↓ 洗剤に使われている、アルコールによる洗剤がバナナにも応用できないか	①仮説の設定 洗剤と同じように、バナナも縮合型タンニン(アセトアルデヒドで別の物質に変え、渋みを消せるのではないか。 ②実験 (1)検査線を作成する。 (2)何も処理をしないバナナのタンニン量の変化を7日間測定する。 (3)バナナを炭酸ガス約90%で密閉し、タンニン量に影響を及ぼすか調べる。 (4)バナナにアルコール7%を吹きかけ、タンニン量に影響を及ぼすか調べる。 ※すべてのバナナにおいてその糖度を測定し、処理方法による違いをみる。 ③ 考察 炭酸ガスやアルコールによって渋みが取り除かれたか。 エチレンガス処理の代わりに自分たちが考察した処理方法を使い、鮮度が保たれたバナナにできるか。	4月 ASE 1st 5月 6月 7月 8月 9月 10月 ASE 2st 11月 12月 1月 (バナナ6本分のデータ獲得) 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 結論づけ・報告書作成 9月 発表	・エチレンガス処理前のバナナ ・没食子酸エチル ・酒石酸カリウムナトリウム ・硫酸第一鉄 ・リン酸水素二ナトリウム ・リン酸二水素カリウム ・アルコール ・二酸化炭素
概要: バナナの色、甘み、硬さを人為的に変える方法は知られているが、渋みの変え方については知られていない。そこで、バナナの渋みを人為的になくす方法を調べようと考えた。 また、現在国外から輸入されているバナナは、ほとんどがエチレンガス処理をされている。エチレンガス処理はバナナの成熟を促進させるが、他の野菜や果物の腐敗を遅延させず進めてしまう。そこで、エチレンガス処理に代わるバナナの処理方法を見つけることも調べようと考えた。				※2年の9月末が校内発表会です。 2年の夏(8月)には、結論づけから、報告書作成ができる研究計画が必要です。

※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)。

C-3 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」（第Ⅲ期科目）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）の計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、岡山大学大学院教育学研究科の稲田佳彦 教授を招聘して「論文講習会」を実施した。

2 内容・展開（2年次前期）

次のタイトルで、令和元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。9班を、物理、化学、生物の教員合計9名で担当した。

分野	研究テーマ	主な研究活動の場所
物理	揺れで発電！新しいエネルギーハーベスト	第2物理教室
	過冷却現象が起きる最高温度を調べる	
	泥団子の強度における水と砂の関係	
	クレーターの広がり方に関する研究	
化学	カゼインプラスチックでケースを作る！！	第1化学教室
	浸透速度に影響する因子の探究	
生物	プラナリア再生の条件	第2生物教室
	植物の成長における乳酸菌の最適量	
	四つ葉のクローバーができるまで	

3 令和2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。また、第Ⅲ期の成果であると考えている。

令和2年度のスケジュールは次のとおりである。

令和2年度 発展研究(後半：2年次前期)											
授業名	回	月	日	曜日	限	内容	教室	備考			
						対象：全員の生徒					
発展研究	①	準備	4月	15	水	6限 7限	教員紹介・TA紹介 →説明・研究計画 実験・観察・測定(1)	第2生物教室	※(仮)論文作成計画含む		
				22	水	6限 7限	理数科1～3年次 シンポジウム①	全体会	実施せず		
	②	5月	13	水	6限 7限	実験・観察・測定(2)	各分野の教室	→結論への方向性の観点で検証			
			27	水	6限 7限	実験・観察・測定(3)	各分野の教室				
	④	6月	3	水	6限 7限	実験・観察・測定(4)	各分野の教室				
			10	水	6限 7限	実験・観察・測定(5)	各分野の教室				
	⑥	7月	17	水	6限 7限	実験・観察・測定(6)	各分野の教室				
			24	水	6限 7限	実験・観察・測定(7)	各分野の教室				
	⑧	8月	1	水	6限 7限	実験・観察・測定(8)	各分野の教室				
			15	水	6限 7限	実験・観察・測定(9)	各分野の教室				
	⑩		22	水	6限 7限	第1回オープンスクール (1年生課題研究グループと協働) (1,2年次生シンポジウム②)	各分野の教室		実施せず		
						正規の授業なし	各分野の教室		有効活用		
	⑬	第2クール 論文作成	9月	9	水	6限 7限	第1回論文講習会 ★稲田先生		コンベンション	論文作成本格化 ↓ 論文素案 (報告書)完成 (9/25金_完全提出)	
				16	水	6限 7限	実験・観察・測定(11)		各分野の教室		
				23	水	6限	実験・観察・測定(12) 論文(報告書)完成		各分野の教室		
論文研究		10月	7	水	6限 7限	第1回課題研究校内発表会	第2生物教室		↓ 論文修正 (完成度の向上)		

C-4 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

SSH指定Ⅲ期目の理数科では、「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

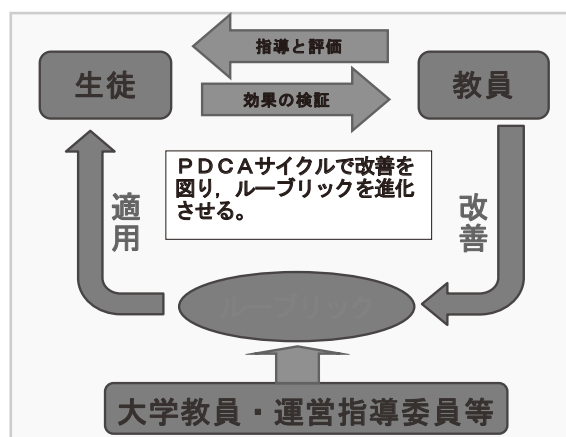
次ページのスケジュールにしたがって原則として水曜日の6・7限に実施した。

1月20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。

論文作成に先立ち、9月9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。

第Ⅲ期から「発表に関するルーブリック」を校内発表会（本年度は12月16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9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

第Ⅱ期に作成した論文評価のための「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、これまで論文の完成度を高めることができています。

第Ⅲ期に開発したグループでの「読み合わせを導入した論文のブラッシュアップ」を、第Ⅳ期では、できるだけ多くの班が実行できるように指導を行っている。

令和2年度には、日本学生科学賞に応募した作品のうちの1編が読売新聞社賞（岡山県審査）、奨励賞を受賞するなど受賞が継続しており、「論文研究」の授業と、本校が開発したルーブリックの成果が表れている。

なお、令和2年度は、新型コロナウイルス感染拡大のため、2月に実施予定であった著名な研究者による講演会を中止とした。

次に、令和2年度のスケジュールを示す。

令和2年度 論文研究(後半：2年次後期)									
授業名	回	月	日	曜日	限	内容	教室	備考	
						対象:全員の生徒			
論文研究	①	発表	10月	7	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 (または、第1 生物)	研究成果を 校内外に広く 評価してもらう
	②	第1クール/ 論文作成 & 実験 観察		21	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			28	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	11	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		18	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		25	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	12月	9	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		16	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)	生物第2教室	相互評価	
	⑨		23	水	6限 7限	論文 ポスター、スライド 作成(7)	各分野の教室	補充実験観察	
	⑩	1月	13	水	6限 7限	論文 ポスター、スライド 作成(8)	各分野の教室	補充実験観察	
	⑪		20	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) (1, 2年次生合同) (1, 2年次生シンポジウム③)	サイエンス館	スライド発表 ポスター発表	
	⑫	研究第2ク 完成 & ク ール 論文 完成	2月	3	水	6限 7限	論文の修正	各分野の教室	手直し 補充実験 発表練習
	⑬			4	木 (平日)	全日	理数科合同発表会	リモート開催	スライド発表
⑭	17			水	6限 7限	講演会: 講師未定	コンベンション ホール		
研究論文の提出		2月	17	水	17:00	研究論文の提出締め切り			

C-5 高等学校 AFPリサーチ・AFPエクспレッション（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、文学作品や芸術作品など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、エビデンスを基にして、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。本校ではSSH指定第Ⅱ期から、この手法を普通科（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て普通科課題研究（AFP）のカリキュラム開発を実施した。第Ⅱ期では、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（AFP）」と称して課題研究を行った。また、第Ⅲ期ではこれまでのAFPの趣旨とノウハウを引き継ぎ、学校設定教科「サイエンス」・科目「AFP研究」（2単位：2単位時間連続）及び「AFP実践」（1単位：火曜日7限）を設定して理科・数学（統計）の教員が主導して科学的・統計的な問題解決学習を行った。第Ⅳ期では、1年団の、特に人文系の教員にも深く関わってもらえるよう、カリキュラムを改善し、科目名を「AFPリサーチ」「AFPエクспレッション」として実施している。指導体制としては、両科目ともに1年団の全教員で指導を行い、統計を専門とする大学院生を非常勤講師として招聘して数値データの処理と解釈の高度化を図っている。

2 「AFPリサーチ」及び「AFPエクспレッション」の目標と内容

「AFP研究」及び「AFP実践」の目標と内容はそれぞれ次のとおりである。

○AFPリサーチ（水曜3・4限）

【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。

○AFPエクспレッション（火曜7限）

【目的】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。また、GⅢの「メタ認知力」とGⅣの「異分野統合力」を育成する。

【内容】「AFPリサーチ」との密接な連携を図り、「AFPリサーチ」での研究活動を各クラスに持ち帰り、発表と振り返りの時間を持つ。様々な分野の発表を聴くとともに、様々な分野の研究をしている生徒からの意見を聴くことにより、自己の研究を「メタ認知」し、今後の研究の方針を確かなものにする。

今年度実施したAFPリサーチ及びAFPエクспレッションの一連の指導の流れと概要は次のとおりである。また、研究テーマ一覧を「IV 関係資料」に掲載している。

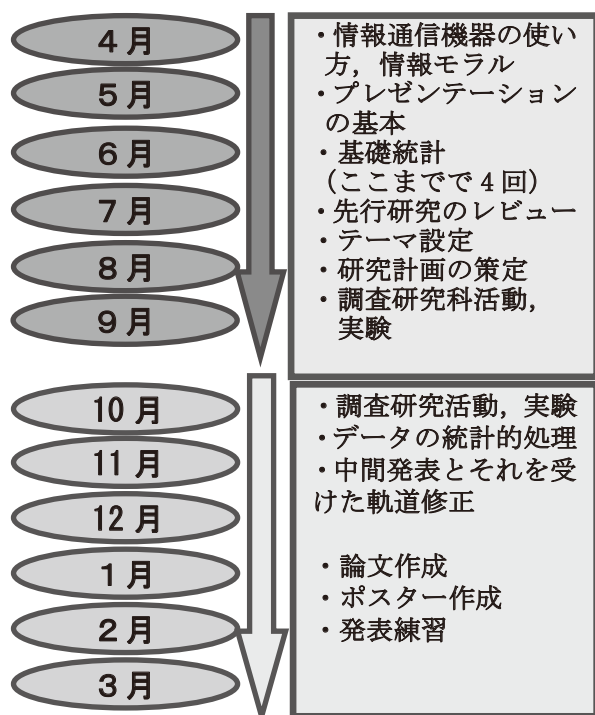
研究の内容

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、文学、芸術作品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。

「科学的・統計的な方法に基づく課題解決」とは

「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



2021年6月 予定
6・7限 普通科課題研究発表会

- ① 5人程度のグループを編成し、研究テーマを設定する
- ② 研究計画を策定する（必要に応じて担任や副担任、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デザイン
- ③ 「ロードマップ」の作成
「ロードマップ発表会」：各分野で
AFPエクスペリションの時間【7月下旬】
- ④ 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
- ⑤ データを整理し、統計的に処理して結果を導き出す
- ⑥ 中間発表会【10月下旬】必要に応じて軌道修正
- ⑦ ディスカッションにより、考察し結論を導く
- ⑧ 論文（2ページ）、ポスターを作成する
※「中間論文」の締め切り【12月20日ごろ】
※論文とポスターの最終締め切り【2月中旬】（年度末考査発表の日）
※「最終発表会」：各分野で
AFPエクスペリションの時間
【2月の最後の授業日7限】
- ⑨ 研究発表を行う 【2年次の6月の予定】
- ⑩ コンテスト等への応募、学会での発表
【1年次後期～3年次：希望者】

3 効果の検証

これまで、Ⅲ期目では「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」の三つの資質・能力（GⅢ）を育成するようカリキュラム開発を行った。その結果、概ね順調に育成できていることを確認することができた。第Ⅳ期では、これらに加え「課題追究力」「異分野統合力」「異世代共同力」の三つの力（GⅣ）をも育成するよう研究開発を継続している。

令和2年度、普通科課題研究の授業で、ねらい通りの効果が上がっているかどうかを検証するために、10月に実施した中間発表会（今年は「ロードマップ発表会」）において生徒が記述した他の発表を聴いての「コメントシート」と、2月に実施した「最終発表会」における「コメントシート」を比較した。その結果、「最終発表会」のコメントシートの質が向上していることを確認することができた。現在、ルーブリックを基にした採点作業を実施している。毎年度末に実施している質問紙調査の項目に、令和2年度（3月）は「他の分野の研究発表を聴いて参考になったことや得たことをできるだけ多く記述してください」を追加し、生徒の記述をテキストマイニングの手法（KH Coder）を用いて分析を行うことにしている。分析方法の詳細は、次のガイドブック（pp.4-5）を参照されたい。

・岡山県立倉敷天城高等学校「普通科課題研究ガイドブック —令和2（2020）年度版」（令和2年4月） http://www.amaki.okayama-c.ed.jp/wordpress/?page_id=9251

C-6 高等学校 普通科課題研究（2年次）

【仮説】

令和元年度の「AFP研究」「AFP実践」（第Ⅲ期の科目名）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

総合的な探究の時間（金曜日の7限）を用い，「Amaki Future Project」と題して行ったこの取り組みは，指定Ⅱ期目から引き続けて実施している。毎年6月初旬の6・7限に「普通科課題研究発表会」を実施しているが，令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から中止とした。代替措置として，「ポスター集」を作成し，7月の保護者会で配付した。年度末には「普通科2年次生課題研究論文集」を刊行することになっている。

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GⅢの三つの資質・能力である「インテイク力」「メタ認知力」「コミュニケーション力」である。自ら課題を見つけ出し，客観的な評価が可能な指標を設定した上で科学的な方法に基づいて課題を解決し，研究結果を第三者に分かりやすく説明するという一連の過程を通して，これらの三つの資質・能力を身に付けさせるとともに，令和2度（令和2年度）は，これらの加えGⅣの三つの力のうち「課題追究力」と「異分野統合力」を育成するための取組を行った。

テーマは，令和元年度（1年次のもの）と同一で，5クラスで合計41であった。次に，これらのテーマの中からいくつかを示す。

- 起き上がり小法師と重心（物理）
- グラスハーブの周波数と水の接触面積の関係（物理）
- バナナの日数によるpHと糖度の変化（化学）
- 植物に与えるストレスとビタミンCの含有量（化学）
- 紫外線と食塩による毛髪のダメージ（生物）
- 睡眠が記憶に及ぼす影響（統計）
- Jリーグの試合でどのようなプレイが勝利に貢献するか（統計）

3 実施の効果と今後の課題

これまで普通科課題研究で育成したい五つの能力は次の五つである。

「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」

これらの達成の度合いについては，第Ⅱ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Ⅲ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。

令和2年度には，これまでの普通科課題研究のカリキュラム開発の成果を基に，「普通科課題研究ガイドブック」と「普通科課題研究ガイドブック コーチング&アシスト」を作成し，本校Webページに掲載した。

D 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、第Ⅲ期から国語、地歴・公民を加えた4教科体制とし、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なっている。

2 内容

各教科・科目で、投げ込み教材を作成したり、ペアワーク・グループワークを取り入れたりするなどして実施した。次の表は、人文系の教科で令和2年度に実施した内容の一部である。

使用した教材は、校内サーバーの「クロスカリキュラム・アーカイブス」に保存し、全教員が共有できるようにしている。

教科	科目	単元（教材）	指導の内容
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	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、今後の科学の在り方に対する考えを深めさせる。
地歴・公民	現代社会	資源・エネルギー問題	「日本の『エネルギー・ミックス』について考察する」をテーマに、電力会社や資源エネルギー庁、主要国のデータを基に、定量的・多面的に考察する時間を設けた。変数として「S：安全性」，「E：安定供給・経済性・環境」の二つを導入し、発電方法別の長所・短所を考慮した上で定量化し、「S+3E」をバランスよく実現できることが大切だという認識を持たせた。これらのことを踏まえて日本における「エネルギー・ミックス」について考察させた。
英語	コミュニケーション英語Ⅰ	Lessen9 “10 billion”	食糧問題やSDGsを題材にし、英文の読解・要約【個人】→共有（様々な課題及び視点の共有）【グループ】→問いの設定、自分の考えを短いエッセイ（英語100語程度）で表現【個人】の流れで実践を行った。

3 効果の検証と課題

授業実施後に実施したアンケート調査の結果から、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、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 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、これまで課題研究の成果を海外（米国）で発表（英語）する取組を継続して実施してきた。この間、科学英語の指導のノウハウを蓄積することができたとともに、海外で活躍したいと考える意欲的な生徒たちが育ってきた。

SSH指定IV期目では、米国研修（NASA JPL：ジェット推進研究所）に加え、ドイツのギムナジウム（Georg Cantor Gymnasium）との科学交流を計画している。残念ながら、令和2年度は、現地へ渡航することができず、本校の学校案内や課題研究のポスター発表をインターネットを介して紹介する取組を実施した。具体的には、課題研究のタイトル「Application of dilatancy phenomenon to protectors：ダイラタンシー現象のプロテクターへの応用」について英語で発表した動画を作成し、Youtubeにアップするとともに、同校に視聴してもらった。

2 海外渡航の代替研修

これまで継続して取り組んできた「科学英語を学び、課題研究を英語で発表する」取組を継続するための様々な機会を設けた。

令和2年度は海外渡航の代替として、文部科学省のWWL（ワールド・ワイド・ラーニング）コンソーシアム構築支援事業のカリキュラム開発拠点校である岡山県立岡山操山高等学校の事業連携校として「2020年度全国高校生フォーラム」（12月20日）にSSH校の実践事例紹介校として依頼を受けて参加した（右の写真）。また、この事業の一環として、英語によるポスターを作成し、発表の動画を作成した。3月5日には、同校が主催する「未来航路課題研究発表会」に参加し、英語でのポスター発表を行う。



また、11月16日には、同事業として熊本県立熊本高等学校が主催する「台湾のIT（デジタル）大臣 オードリー・タン氏と高校生が『近未来の教育について考える』シンポジウム」に参加した。将来、IT関係に進学・就職を考えている生徒が参加し、よい影響を与えることができた。

さらに、SSHの米国研修などの取組が米国国務省にも認知され、同省が企画したSTEM教育を通じた女性リーダーの育成についてのオンラインシンポジウム（SUMMIT ON WOMEN'S LEADERSHIP IN STEM：2020年10月20日から23日まで）への参加のお誘いを駐大阪・神戸米国総領事館からいただき、本校のSSH担当教員が参加した。

3 研修の効果

課題研究を英語で発表することを経験した理科2年次生へのインタビューの結果、「科学を英語で表現する貴重な経験を得た。」との回答を得た。また、是非外国で発表し、外国の人たちと対面でコミュニケーションを図りたいという強い意欲を持つに至っている。

また、これまでの卒業生への追跡調査の結果、この研修を経験した卒業生の多くが留学生のサポートを行う担当となったり、企業の海外セクションで活躍したりしていることが明らかになっている。

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

中等教育の段階での科学英語の一連の実践を通して、海外に出て積極的に英語を使ってコミュニケーションを図りたいという態度を育成することにより、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ことをねらいとしている。

2 理科授業におけるPaReSK（パレスク）の取組

第Ⅱ期からこれまで、理科や課題研究の中でPaReSKの取組を実践してきた¹⁾。令和2年度もPaReSK授業実践を理科授業で行った。具体的には、理数科3年次の「理数物理」の授業において、なかなかイメージをつかむことが難しい「原子」の単元において、英語圏で作成された良質の動画（数分程度）を視聴することで理解の助けとした。動画の視聴に先立ち、「Photoelectric effect：光電効果」「Anode：陽極」「X-ray：X線」「Ionize：イオン化」などの専門用語を日本人教員が解説した。動画視聴後に、外国人教員（ネイティブスピーカー）が英語でさらなる解説を加えた。この取組は令和2年度に5回程度実施した。



外国人教員（エキスパート非常勤講師：岡山大学への教員研修留学生：フィリピン）

また、課題研究の時間には、県教委の「高校エキスパート活用事業」により配置された外国人教員の支援で、海外の論文の検索の手法を学ぶことができた。

3 PaReSK（パレスク）の効果について

一連の科学英語の取組により、キーワードや図表に着目して英文を読み解いていき、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が育成できていることが確認できている。

また、課題研究における先行研究のレビューとして海外の論文（英文）を調査する際、PaReSKの理念に基づき、図表やグラフ及びそれらのキャプションに着目して読み解いていくことが効率的、効果的であるとの認識を得ている¹⁾。

1) 仲達修一・白神陽一朗「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―」（2018）（https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssej/42/1/42_12/_article/-char/ja/）

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ことができる人材を育成することができる。また、これらの活動を通して地域のサイエンスマインドの醸成を図ることができる。

【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双方向の取組を通して、地域全体のサイエンスマインドを高め、将来科学技術の分野で活躍できる人材を発掘するとともに、生涯にわたって科学・技術に関心を持ち続けることのできる社会人・一般市民を育成することをねらいとした実践を行う。

2 小学校理科実験授業などの取組

令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、毎年実施している岡山市立興除小学校での出前講座を中止とした。毎年多くの児童が楽しみにしている企画をキャンセルすることは小学校側・高等学校側の双方にとって断腸の思いであったが、やむを得ないとの認識でご理解をいただいた。

3 今後の課題評価と課題

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。

今後、コロナ禍という厳しい現状においても実施できる方策を探り、安全策を検討して実施することが課題である。