

研究開発テーマ I

中高一貫教育校として、理数教育に関する教育課程の開発及び教科の枠を越え、探究の「問い」を創る授業の実践

研究開発の時間的経過（1年間の流れ）

(1) 6年間を通じた数学・理科の学習配列、時間的経過(1年間の流れ)

	数学	物理	化学	生物	地学
中学1年	体系数学1代数編 ・正の数と負の数 ・式の計算 ・方程式、不等式 ・1次関数、資料活用	身近な物理現象 ・光と音 ・力と圧力	物質のすがた ・物質のすがた ・水溶液 ・状態変化	植物の生活と種類 ・生物の観察 ・植物の体のつくりと働き ・植物の仲間	大地の変化 ・火山と地震 ・地層の重なりと大地の変動
中学2年	体系数学1幾何編 ・平面、空間図形 ・図形と合同 ・三角形と四角形 体系数学2代数編 ・式の計算、平方根 ・2次方程式、関数	電流とその利用 ・電流 ・電流と磁界	化学変化と原子・分子 ・物質の成り立ち ・化学変化 ・化学変化と物質の質量 ・化学変化と熱の出入り	動物の生活と生物の進化 ・生物と細胞 ・動物の体のつくりと働き ・動物の仲間 ・生物の変遷と進化	気象のしくみと天気の変化 ・気象観測 ・天気の変化 ・日本の気象
中学3年	体系数学2代数編 ・確率と標本調査 体系数学2幾何編 ・図形と相似 ・線分の比と計量・円 ・三平方の定理 体系数学3数式・関数編 ・数と式 ・複素数と方程式 ・2次関数とグラフ	運動とエネルギー ・運動の規則性 ・力学的エネルギー	化学変化とイオン ・水溶液とイオン ・酸、アルカリとイオン	生命の連続性 ・生物の成長と増え方 ・遺伝の規則性と遺伝子	地球と宇宙 ・太陽系と銀河系 ・天体の動きと地球の自転、公転
		未来科学A		未来科学B	
		物体の運動とエネルギー ・物理で使う数学 ・運動の表し方	物質の構成 ・物質の構成粒子 ・物質と化学結合	生物と遺伝子 ・生物の特徴 ・遺伝子とその働き	宇宙における地球 ・宇宙の構成 ・惑星としての地球
未来科学 Lab 中学3年及び高校1年で実施。チェックリスト活用によるレポート提出					
高校1年	探究数学I 体系数学3数式・関数編 ・図形と式 ・三角比、三角関数 体系数学3論理・確率編 ・集合と論理 ・確率、データの分析 ・式と証明 ・整数の性質 体系数学4 ・指数関数、対数関数	物体の運動とエネルギー ・速度、加速度 ・様々な力とその働き 力学的エネルギー 様々な物理現象とエネルギーの利用 ・熱 ・波 ・電気と磁気 ・エネルギーとその利用	未来科学A 物質の変化 ・物質質量と化学反応式 ・化学反応 ・酸、塩基 ・酸化、還元	未来科学B 生物の体内環境の維持 ・体液と恒常性 ・生体防御 ・自律神経とホルモン 生物の多様性と生態系 ・植生の多様性と分布 ・生態系とその保全	変動する地球 ・活動する地球 ・移り変わる地球 ・大気と海洋 ・地球の環境
高校2年	探究数学II 体系数学4 ・微分法・積分法 ・数列 ・ベクトル 体系数学5 ・複素数平面 ・式と曲線 ・関数 ・極限 ・微分法とその応用	SS探究物理 様々な運動 ・平面内の運動と剛体のつり合い ・運動量 ・円運動と単振動 ・万有引力 ・気体分子の運動 波 ・波の伝わり方 ・音・光	SS探究化学 物質の状態と平衡 ・物質の状態と変化 ・溶液と平衡 物質の変化と平衡 ・化学反応とエネルギー ・化学反応と化学平衡 無機物質の性質と利用 ・無機物質 ・無機物質と人間生活	SS探究生物 生態と環境 ・個体群と生物群集 ・生態系 生命現象と物質 ・細胞と分子 ・代謝 ・遺伝情報の発現 生殖と発生 ・有性生殖 ・動物、植物の発生	SS課題研究で地学分野に関連したテーマ設定することによって、専門地学に関連した内容を希望生徒は探究活動を通して学ぶ
高校3年	探究数学III 体系数学5 ・積分法とその応用 ・確率分布と統計	電気と磁気 ・電気と電流 ・電流と磁界 原子 ・電子と光 ・原子と原子核	有機化合物の性質と利用 ・有機化合物 ・有機化合物と人間生活 高分子化合物の性質と利用 ・高分子化合物	生物の環境応答 ・動物の反応と行動 ・植物の環境応答 生物の進化と系統 ・生物の進化の仕組み ・生物の系統	

(2) 教育課程の編成・実施(教科・科目の教育内容の構成, 対象学年, 単位数, 実施規模)

学科・コース	開設する教科・科目等		代替される教科・科目等		対象
	教科・科目名	単位数	教科・科目名	単位数	
普通科 中進コース	未来科学A	3	化学基礎 物理基礎	2 2	中学3年・第1学年(2年間で4単位相当)
	未来科学B	3	生物基礎 地学基礎	2 2	中学3年・第1学年(2年間で4単位相当)
普通科 中進SSコース	探究数学I	5	数学I 数学A	3 2	第1学年
	探究数学II	6	数学II 数学B	4 2	第2学年
	探究数学III	7	数学III 数学B	5 2	第3学年
普通科 中進SSコース 高進SSコース	S S探究物理	7	物理	7	第2学年(3単位)・第3学年(4単位) *SS探究物理, SS探究生物のいずれかを選択
	S S探究化学	7	化学	7	
	S S探生物	7	生物	7	

(3) 中学段階における数学・授業時数と増加数

数学	標準時数	宇土中学校	増加数	累計増加時間	理科	標準時数	宇土中学校	増加数	累計増加時間
1年	140時間	140時間	0時間	0時間	1年	105時間	140時間	35時間	35時間
2年	105時間	140時間	35時間	35時間	2年	140時間	140時間	0時間	35時間
3年	140時間	175時間	35時間	70時間	3年	140時間	175時間	35時間	70時間

研究開発テーマ	研究内容	探究の「問い」を創る授業 教科の枠を越える授業	対象	中1 中2 中3 高1 高2 高3
I 探究の「問い」を創る授業			単位	すべての授業

1. 仮説

探究の「問い」を創る授業⁽⁶⁾を実践することによって、生徒が主体的、対話的で深い学びに向かい、学問への興味・関心を高め、未知なるものに挑むUTO-LOGIC⁽¹⁾を高めることができる。また、教員は、探究の「問い」を創る授業、生徒の学びを中心に据えた授業設計を通して、学際的視点での探究型授業実践及び教科横断型教材開発を進めることができる。

2. 研究開発内容・方法

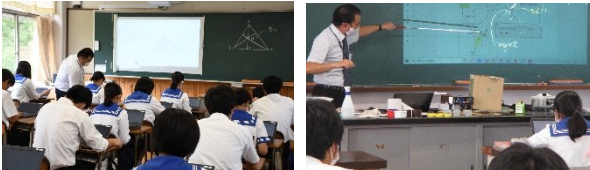
①概要

探究の「問い」を創る授業⁽⁶⁾は、教員の「問い」から始まり、生徒が学習内容を探究的に学び、授業から創られた「問い」を探究活動に展開していく授業である。職員研修や3人1組教科の枠を越える授業研究⁽³⁶⁾、公開授業、授業実践発表会を通して、探究の「問い」の設定と提示方法、生徒の活動と思考の深まりに着目した授業研究や、教科横断型教材開発を進める。探究の「問い」を創る授業では、シラバスや教員の「問い」、生徒が授業を通して創った「問い」を一覧にし、ロジックリサーチにおけるミニ課題研究で提示し、授業に関連した探究を展開する。

②内容・方法

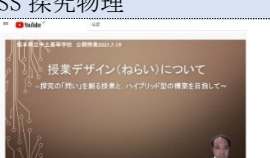
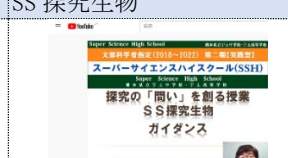
7月探究の「問い」を創る授業・公開授業

7月探究の「問い」を創る授業の公開授業を実施し、教員間の相互授業参観(図.1)に加え、SS探究物理とSS探究生物の授業を同時配信型で学校外にも公開する(表.1)事前に授業のねらいをガイダンス動画で配信し、教員の「問い」や動きが教室全体、生徒の活動にどのように影響しているかに留意して授業見学をしてもらう。



【図.1 7月同時配信型公開授業・ガイダンス動画】

【表.1 7月同時配信型公開授業・ガイダンス動画】

SS 探究物理	SS 探究生物
 <p>授業デザイン(ねらい)について 探究の「問い」を創る授業と、ハイフレックス型の構築を目指して</p> <p>探究の大問い ISS内の無重量状態で使う体重計は、重力下や、斜面でも使えるのか? 探究の問い 実体振り子と単振り子、周期が長いのはどっち?</p>	 <p>スーパーサイエンスハイスクール(SSH) 探究の「問い」を創る授業 SS 探究生物 ガイダンス</p> <p>探究の「問い」をつかむ なぜ呼吸によって、1分子のグルコースから最大38分子のATPが合成されるのか 探究の「問い」に挑む 開発する栄養ドリンクに含めたい成分を1つ挙げ、効能をどうアピールするか?</p>

職員研修(探究・ハイフレックス型授業・観点別評価)

6月職員研修では、探究の「問い」を創る授業における学習管理システム(Google classroom)と関連機能の活用事例の報告を各教科5分程度リレートーク形式で実施する。8月職員研修では、新型コロナウイルス感染拡大防止対策を講じた分散登校への対応として、クラスの生徒の半数を登校、半数をオンラインに分け、同じ授業を対面授業とオンライン授業の双方で受講できるハイフレックス型授業の実施方法を研修する(図.2)。11月職員研修では、観点別評価を実施するにあたって、探究の「問い」の設定と提示方法、ルーブリック作成の考え方、シラバス作成、デジタルポートフォリオと評価の視点を共有する。



【図.2 ハイフレックス型授業に関する職員研修】

3月探究の「問い」を創る授業・実践発表会

3月探究の「問い」を創る授業の実践発表会を実施し、各教科の「問い」を設定する視点や授業で「問い」を深める過程、評価の実際について教員間の相互理解を深めるとともに、学校関係者に取組の成果を普及する(表.2)。

【表.2 探究の「問い」を創る授業・実践発表会の内容】

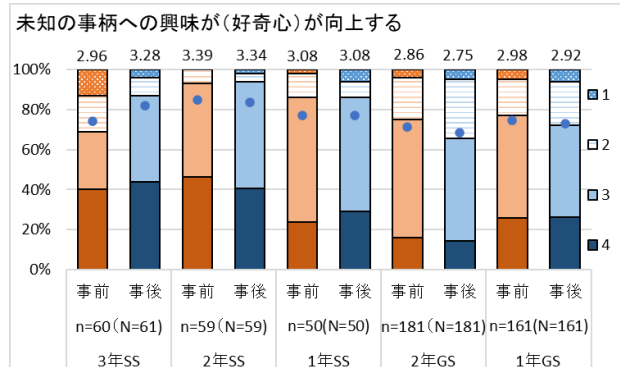
開会	発表1	発表2	発表3	発表4	発表5	発表6
探究の「問い」を創る授業の概要説明	探究の「問い」を軸にした授業・評価デザイン ～授業で創る「問い」を探究につなぐ～ 理科(生物):後藤裕司 研究開発部長	取り組みやすい探究型授業と観点別評価の試案 地歴公民(日本史):奥田和秀 教務主任	画像や図表を基に、生徒に探究の「問い」を投げかけ、生徒に「問い」を見出させ創らせる 地歴公民(地理):永吉与志一 GS研究主任	「学びの質」を高めるためリアクションも大事にした「Miro」による物理授業 理科(物理):梶尾滝宏 スーパーティーチャー	美術と他教科および外部資源とのコラボに係るメディアウムの役割とその親和性について 芸術(美術):森内和久 総務図書情報部長	データサイエンスの基本 ～ビッグデータ時代に重要となる判断する力～ 探究教学(数学):水口雅人 SSH研究主任

探究の「問い」の一覧(データベース)

探究の「問い」を創る授業のシラバスや教員の「問い」、SSH指定以降の探究活動のテーマ、授業を通して生徒が創った「問い」をGoogle formで集約したものを探究の「問い」の一覧とし、一部を独自開発教材ロジックガイドブック第二版に掲載する。

3. 検証

SSH意識調査、質問項目「未知の事柄への興味(好奇心)が向上する」について、単数回答法、間隔尺度(強制選択尺度[4件法, 4:肯定])の各段階の割合と平均を求め、事前事後の差を得た結果(詳細は④関係資料)、全体で7割、特にSSコースで8割超の肯定的回答を得ることができ、3年SSコースで変容が顕著であった。職員研修や公開授業、実践発表会の機会を通して、探究の「問い」を創る授業をどのように各教科が展開しているのか事例の共有を図ることができた。また、3人1組教科の枠を越える授業研究⁽³⁶⁾を通して、教科横断型教材の開発を着実に進めることができ、すべての教科で探究型授業の実践事例を重ねることができている。



研究開発テーマ	研究内容	学校設定科目 「未来科学A」「未来科学B」	対象	中1	中2	中3	高1	高2	高3
I 探究の「問い」を創る授業			単位			2	6		

学校設定科目「未来科学A・未来科学B」目標

【中高一貫教育校の教育課程の特例（中学3年における先取り授業：年間70時間）により、中学3年から高校1年にかけて、物理基礎2単位、化学基礎2単位、生物基礎2単位、地学基礎2単位と代替】

自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを目指す。

【知識・技能】自然と人間生活の関わり及び科学技術と人間生活の関わりについて理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験に関する技能を身に付ける。

【思考・判断・表現】観察、実験などを行い、人間生活と関連付けて科学的に探究する力を養う。

【主体的に学習に取り組む態度】自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、科学に対する興味・関心を高める。

1. 仮説

「物理基礎」「化学基礎」「生物基礎」「地学基礎」の4領域を含む学校設定科目「未来科学A」「未来科学B」を通して、4領域の関連性に考慮し、幅広く学習しながら未来科学Lab（探究型実験）を実施することによって、科学論文形式IMRADを意識したレポートができる。

2. 研究開発内容・方法

①概要

中学3年から高校1年にかけて、「物理基礎」「化学基礎」「生物基礎」「地学基礎」4領域を含む学校設定科目「未来科学A」「未来科学B」⁽⁸⁾を設置し、4領域について関連性に考慮して幅広く学習する。また、未来科学Lab⁽⁹⁾と称した技術習得実験と未知探究実験の中間に位置する探究型実験を2時間連続で行う。

②年間指導計画(1年間の学習の流れ)・開発教材

第3章 実施報告書 テーマI「研究開発の時間的経過」参照
第4章 関係資料「5開発独自教材一覧」参照

③評価方法

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
評価	診断的	形成的	総括的		形成的			総括的		形成的		総括的
内容	基礎確認テスト・定期考査・ポートフォリオ・実験レポート・ワークシート・協働的学習の取組											

④内容・方法

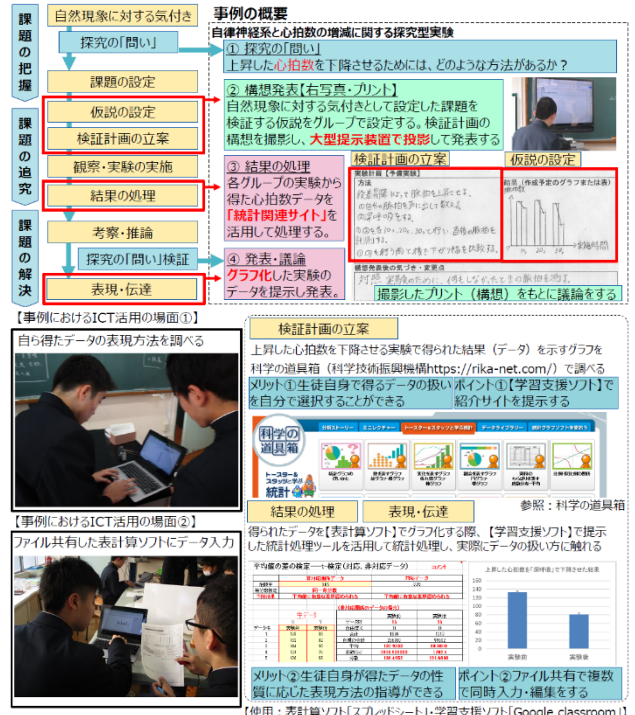
未来科学Labの目的と意義に関するガイダンスを実施したうえで、事前事後指導を含めた指導方法で実施する(表.1)。物理、化学、生物、地学それぞれの領域で探究テーマを提示し、探究テーマにもとづいた実験計画を立案し、生徒がそれぞれ実験方法及び実験対象を準備する(図.1)。薬品及び実験器具は生徒からのオーダーシートを受け教員が準備する。実験後はレポートにまとめ、未来科学Labチェックリスト(図.2)で自己評価して提出する。教師評価を行った後にフィードバックする。

【表.1 未来科学Labの指導内容】

時期	指導内容
実施前	【授業】ガイダンス
2週前	【教員】探究テーマ提示
	【生徒】実験テーマに即した実験計画
1週前	【生徒】必要な薬品・器具の依頼
	【教員】薬品・器具の調整
当日	【授業】未来科学Lab(2時間連続)
1週後	【生徒】レポート提出
2週後	【授業】レポート作成講座

評価基準		
1	基本事項	表紙・期限内提出・自己評価ができているか
2	フォーマット	目的・原理・準備・方法・結果・考察・結論が記載されているか
3	目的	実験テーマに沿った明確な実験の目的をもつことができているか
4	原理	実験に必要な原理を理解し、まとめることができているか
5	実験準備	実験に必要な機器や薬品、試料をまとめることができているか
6	実験方法	実験手順を順序立てて配列することができ、再現性があるか

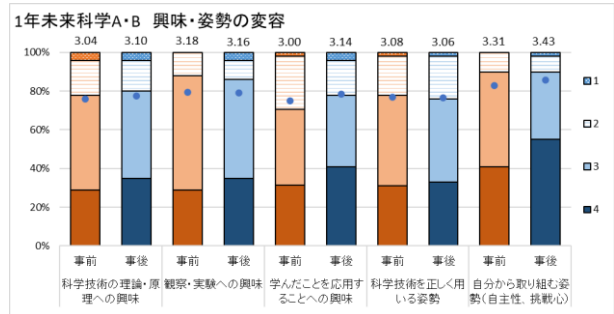
【図.1 未来科学Labチェックリストの一部】



【図.3 未来科学Lab(自律神経と心拍数の増減)の流れ】

3. 検証

SSH意識調査、質問5項目について、単数回答法、間隔尺度(強制選択尺度[4件法, 4:肯定])の各段階の割合と平均を求め、事前事後の差を得た結果(詳細は④関係資料)、4領域の関連性に考慮した幅広い学習と未来科学Labの実施によって、「科学技術の理論・原理への興味」や「学んだことを応用することへの興味」、「自主性、挑戦心」で変容が確認できた。「観察・実験への興味」が8割超の肯定的回答を得ることができ、1年SSコースで変容が顕著であった。自主性、挑戦心をもった観察・実験を通して、理論・原理を学び、応用する探究型授業の展開が有効であり、様々な題材で未来科学Labの実験テーマを今後、開発していくことが有効と考えられる。



研究開発テーマ	研究内容	学校設定科目	対象	中1	中2	中3	高1	高2	高3
I 探究の「問い」を創る授業	「探究数学Ⅰ」・「探究数学Ⅱ」・「探究数学Ⅲ」		単位				5	6	7

学校設定科目「探究数学Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」目標

【中学3年間70授業時間増加, 数学Ⅰ3単位, 数学A2単位, 数学Ⅱ3単位, 数学B4単位, 数学Ⅲ6単位と代替】

数学的な見方や考え方の良さを認識させ, それらを積極的に活用する態度を育てる。教材を通して, 数学における基本的な概念や原理・法則の理解を深め, 体系的に組み立てていく。また, 数学の考え方を通して, 事象を数学的に考察し処理する能力を育てる。

1. 仮説

特定の事物・現象について, 数学の教科特性を活かした概念形成を図ることによって, 数学の有用感を高めることができる。また, 探究活動で扱う事物・現象に関するデータを整理する視点を養い, 統計処理の手法を身につけることができる。

2. 研究開発内容・方法

①概要

高校1年に「探究数学Ⅰ」, 高校2年に「探究数学Ⅱ」, 高校3年に「探究数学Ⅲ」を設置し, 探究数学Ⅰでは数学Ⅰ, 数学A, 探究数学Ⅱでは数学Ⅱ, 数学B, 探究数学Ⅲでは数学Ⅲの領域の関連性に考慮しながら内容を振り分け, 幅広く学習する。

②年間指導計画(1年間の学習の流れ)・開発教材

第3章 実施報告書 テーマⅠ「研究開発の時間的経過」参照

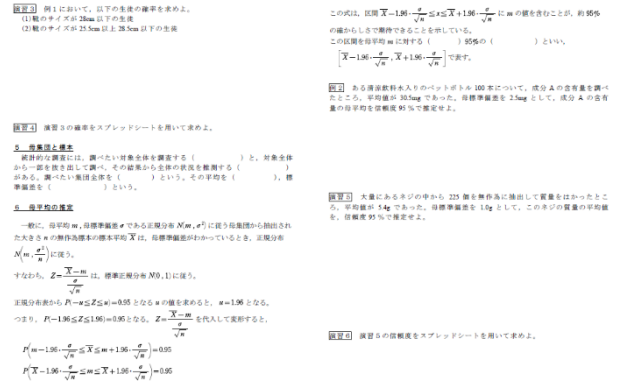
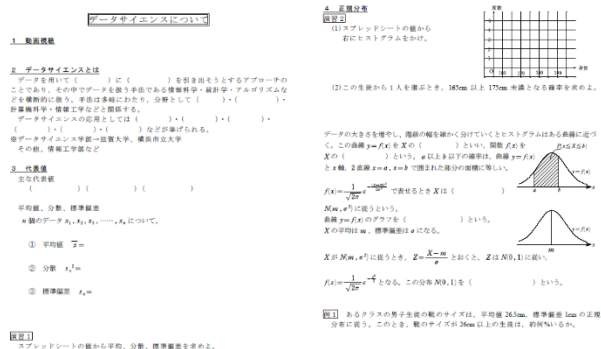
③評価方法

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
評価	診断的	形成的	総括的		形成的		総括的	形成的	総括的			
内容	基礎確認テスト・定期考査・問題演習・ワークシート											

④内容・方法

授業では探究の「問い」をまずつかみ, それに生徒自らが挑み, その内容について解き, 解いた内容を他の生徒に伝えることを順番で構成することを基本とする。

特に, 探究活動で必要となるデータサイエンスの視点として, 確率分布と統計的な推測や場合の数と確率の内容を重点的に行う。生徒が実験した課題研究から特にデータを用いて考察してある研究(ドローンのホバリング時と接地状態の音の周波数と大きさを計測値)をピックアップし, そのデータをどのように分析すればよいのかをお互いに話し合わせ, その後「正規分布」「母集団の標本」「母平均の推定」に関して理解を深める(図.1)。その後の課題研究で扱う事物・現象に関してより深く, 客観的にデータの扱い方ができるようにする(図.2)。また, 授業や定期考査等を通じて, 日常生活と数学の関連を題材にした問題を出題し(図.3), 数学が普段の生活とどのように関わりを持っているのかを認識させ, そのうえで数学的思考力を高める。



太郎さんと花子さんはドラえもんの道具「バイバイン」について話し合っている。これを読んで, 以下の問いに答えよ。

太郎: 指数対数の授業の初めにM先生はバイバインについて話されたけど, 結局栗まんじゅうはどのくらい地球を覆いつくすのかな。
花子: 面白そうね。計算してみようよ。
太郎: 覆いつくすということは表面積で考えないだよな。栗まんじゅうを球体と考えると, 半径は2cmくらいかな。
花子: すると栗まんじゅうの表面積は(ア)π(cm²)ね。
太郎: 地球の半径は, 書物で調べると約6000kmと書いてある。じゃあ地球の表面積は(イ)×10^(ロ)×π(cm²)だね。
花子: じゃあ地球の表面を覆いつくす栗まんじゅうの個数は(エ)×10^(カ)(個)になる訳ね。
太郎: 1個の栗まんじゅうが5分ごとに2倍になるから, 5x分後に地球を覆いつくすとすると(キ) > (エ)×10^(カ) という不等式が成り立つのか。
花子: これを解けば良いよね。常用対数表を使って, 計算してみようよ。

(1) (ア)~(キ)に当てはまる数値もしくは式を入れよ。ただし, 1 ≤ (イ) < 10, 1 ≤ (エ) < 10 とする。

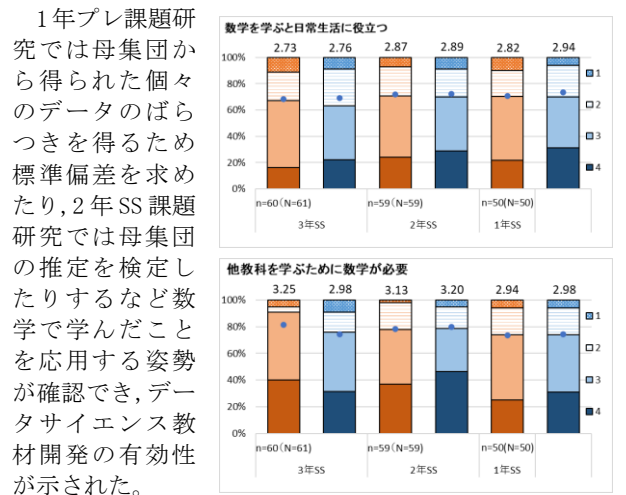
(ア)	(イ)	(ロ)	(エ)
(カ)	(キ)	(ク)	

(2) 太郎と花子はどのようにして(キ)分後を出したのか, 途中計算をかい。

【図.3 日常生活と数学の関連を題材にした問題】

3. 検証

「数学の有用性」, 「他教科を学ぶための数学」の質問項目について, 単数回答法, 間隔尺度(強制選択尺度[4件法, 4:肯定])の各段階の割合と平均を求め, 事前事後の差を得た結果(詳細は④関係資料), 日常生活と数学の関連を題材にした作問やデータサイエンスの視点の開発教材によって, 他教科を学ぶために数学が必要とSSコース全体で7割超の肯定的回答を得ることができた。



研究開発テーマ	研究内容	学校設定科目「SS探究化学」 「SS探究物理」・「SS探究生物」	対象	中1	中2	中3	高1	高2	高3
I 探究の「問い」を創る授業			単位					6	8

学校設定科目「SS探究化学」目標

【2年次化学3単位・3年次化学4単位と代替】

化学的な事物・現象に対する探究心を高め、理科の見方・考え方を働かせ、目的意識をもって観察・実験などを行い、化学的に探究する能力と態度を身につける。また、化学の基本的な概念や原理・法則を理解し、科学的な自然観を身につけ、科学技術の在り方について意思決定するために必要な、科学的な見方や考え方を身につける。さらに、化学的な事象・現象に対して探究の「問い」を学際的視点で創ることができる態度を育成する。

学校設定科目「SS探究物理」目標

【2年次物理3単位・3年次物理4単位と代替・選択】

物理的な事物・現象に対する探究心を高め、理科の見方・考え方を働かせ、目的意識をもって観察・実験などを行い、物理的に探究する資質・能力を身につける。また、物理学の基本的な概念や原理・法則を理解し、科学的な自然観を身につけ、科学技術の在り方について意思決定するために必要な、科学的な見方や考え方を身につける。さらに、物理的な事象・現象に対して探究の「問い」を学際的視点で創ることができる態度を育成する。

学校設定科目「SS探究生物」目標

【2年次生物3単位・3年次生物4単位と代替・選択】

生物や生物現象に対する探究心を高め、理科の見方・考え方を働かせ、目的意識をもって観察・実験などを行い、生物的に探究する能力と態度を身につける。また、生物学の基本的な概念や原理・法則を理解し、科学的な自然観を身につけ、科学技術の在り方について意思決定するために必要な、科学的な見方や考え方を身につける。さらに、生物や生物現象に対して探究の「問い」を学際的視点で創ることができる態度を育成する。

1. 仮説

生徒が設定した1年ロジックリサーチ及びプレ課題研究、2年SS課題研究及びGS課題研究のテーマを参照して、「SS探究物理」・「SS探究化学」・「SS探究生物」の授業の探究の「問い」を設定する授業設計をすることによって、教科の枠を超えた授業設計を行う視点が高まり、主体的・対話的で深い学びを実現する授業改革を展開することができる。また、数理融合教材開発、探究型授業実践を通じた教科横断型授業の構築を図ることができる。

2. 研究開発内容・方法

①概要

探究的な学習の過程、課題の設定、情報の収集、整理・分析、まとめ・表現を単元ごとに展開できるように、探究の「問い」を“つかむ”，“挑む”，“創る”の3つの「問い」で構成した探究の「問い」を創る授業を実践する。

②年間指導計画(1年間の学習の流れ)・開発教材

第3章 実施報告書 テーマI「研究開発の時間的経過」参照
第4章 関係資料「5開発独自教材一覧」参照

③評価方法

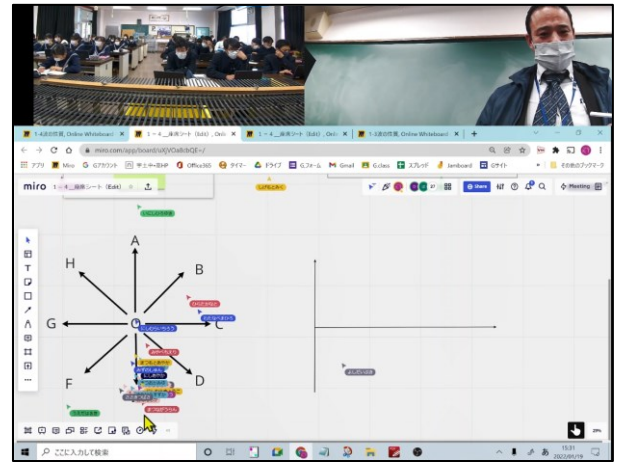
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
評価	診断的	形成的		総合的		形成的		総合的	形成的		総合的	
内容	基礎確認テスト・定期考査・ポートフォリオ・実験レポート・ワークシート・協働的学習の取組											

観点別評価として、「知識・技能」は考査、実験、探究の「問い」をつかむへの取組、「思考・判断・表現」は考査、実験、探究の「問い」に挑むへの取組、「主体的に学習に取り組む態度」は探究の「問い」を創るへの取組を主な対象とし、探究の過程が可視化できるように Google classroom 及び共有ドライブでデジタルポートフォリオをして教員と生徒が成果物を共有できるようにする。

④内容・方法

学校設定科目「SS探究物理」

協働学習アプリ Miro を用いて生徒の学びを深める探究の「問い」を創る授業を実践する。1人1台端末 Chromebook を使い、生徒も教師も1枚のボードを共有することができる Miro (図.1) で授業を行う。探究の「問い」(Mission) を解決しながら、大問いを解き明かしていく授業の展開とする。生徒のリアクションを可視化することができるため、授業を進めながら学びの質を高めることができる(図.2)。探究の「問い」の設定は、単元の本質をつかむことを意識し、かつ、「問い」の系統性を持たせるため、「大問い」と「Mission」を関連付け(表.1)、定期考査では探究の過程を意識した出題をする(図.3)。



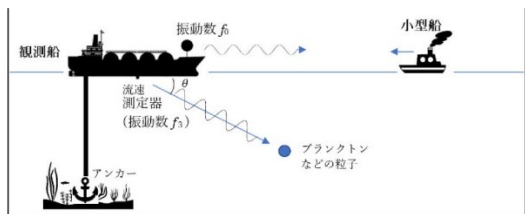
【図.1 協働学習アプリ Miro で授業を進める様子】



【図.2 学習協働アプリ Miro で生徒の取組を可視化】

【表.1 探究の「問い」の例(教員提示)】

「物理」単元：音波
探究の大問い「移動するトラックの上でオーケストラを演奏すると、どうなる？」
①探究の「問い」(Mission1)：2つのスピーカーから、同じ振動数、または違う振動数を出した。どのように聞こえる？
②探究の「問い」(Mission2)：ドップラーおんさを壁に向かって動かした。どこにいてもうなりは聞こえるか？
③探究の「問い」(Mission3)：音を発しながら円運動する音源から届く音とは？
Miro のコメント機能でつくった生徒の「問い」
・観測者がトンネルの入口で静止しているとして救急車がトンネルに入ったときのサイレンの聞こえ方はどうなるのか
・移動する光源から発せられた光は周波数が変わり色が変わる？
・波源や観測者の速度が波動の伝わる速度を超えてしまったら何が起きるか。
・人の上空を通過するヘリから届く音の振動数と、音が全反射して聞こえなくなる角度とは？



流速測定器を搭載し、アンカーを下ろして海面上に静止している観測船がある。この測定器は、ブランクtonなどの粒子によって反射されるときに生じる振動数の違いを捉えることで、海水の動きを計測することができる。ブランクtonは水平方向に移動しているものとする。空気中をすすむ音波の速さ V 、海中をすすむ超音波の速さ V' は一定として、以下の問いに答えよ。

- (1) 静止している観測船から、速さ v_0 でまっすぐ向かっていく小型船に向けて振動数 f_0 の音波を t_0 秒間発した。このときの波数を求めよ。
- (2) (1) のとき、小型船に届く振動数を f_1 、小型船から跳ね返って観測船にもどってくる振動数を f_2 とする。 f_0 、 f_1 、 f_2 の大きさの関係を等号不等号 (=, <, >) で表せ。
- (3) (1) のとき、小型船に届く観測時間 t が $\frac{10}{11} t_0$ 秒であった。このとき、小型船の速さを、 V を用いて表せ。ただし、 $ft = k$ (一定) が成り立ち、 f は t に反比例することを利用してよい。
- (4) 流速測定器を用い、図のように水平面に対して角度 θ の向きに、振動数 f_0 の超音波を発したところ、ブランクtonに反射して観測船に届いた振動数は、 f_0 より小さく、ブランクtonの速さは v であることがわかった。ブランクtonに届く振動数 f_1 はいくらであると予想されるか。 v 、 V' 、 f_0 を用いて表せ。
- (5) アンカーを揚げ、観測船がある速さで走りながら、(4) と同様の測定を行ったところ、ブランクtonに反射して観測船に届いた振動数 f_2 は、 f_1 と一致した。どのようなことが考えられるか、説明せよ。

【図.3 SS 探究物理定期考査問題】

学校設定科目「SS 探究化学」

年間指導計画において、単元毎に大きな問いを提示し、学びの中で新たな問いを生徒自らがもてるように、授業ごとに小さな問いを出していく。物質などの性質は、教科書だけでは知識の暗記に留まらないように、実験から得られた結果から考察し、新たな問い探究実験(表.2)に挑む展開で構成する。教科横断型教材開発として、家庭科「食生活の安全と衛生」と化学「酸化還元」の内容をふまえた食品添加物に関する授業を行う。3種類の商品(ウインナー)の袋に表示されている原材料から食品添加物が含まれる種類を比較し、添加物の種類と価格の関係性の考察、食品中の発色剤の効果の実験を行う(表.3)。

【表.2 金属イオンの定性分析～未知なる物質をつきとめろ～】

展開	内容
実験方法	金属イオンの反応性の実験で得られた知識を駆使して5種類の金属イオンを含む溶液の判定をおこなうための方法を考える。硝酸銀水溶液、硝酸カルシウム水溶液、硫酸マグネシウム水溶液、塩化バリウム水溶液、酢酸鉛水溶液
実験立案	立案した方法で行う。必要な器具類があれば追加
実験問い	実験で用いた金属イオンの組合せ以外で定性分析しようとしたらどんな物質を用いるとよいか。

【表.3 教科横断型授業の実践】

問い①「ウインナーを買うときに選ぶ理由は？」
 問い②「おいしいの基準とは？」
 Mission1: A・B・Cでおもしろいに見えるのは？
 Mission2: A・B・Cのうちおもしろかったのは？

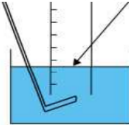
問い③「商品の値段と原材料の関係性は？」
 問い④「食品添加物と上手な付き合い方とは？」

化学・SS 探究化学
 気体の分子量を求めると、気体の正体を突き止められるのか？

【目的】
 未知の気体を用いて、温度、圧力、体積、質量を測定し、分子量を求め、その気体の分子が何であるかを調べる。

【準備】
 ガスボンベ ストロウ メスシリンダー 水槽 電卓 電子天秤

- 【方法】
- (1) 実験室の温度、大気圧を測定する。(教室後方にある気圧計の値をよむ)
 - (2) 水槽に水を入れる。
 - (3) メスシリンダーを水槽に入れ、完全に浸る状態にする。容器内には水で充满させる。
 - (4) ガスボンベのふたを外した状態で、質量を測定する。
 - (5) ガスボンベにビニールホース付きプッシュボタンを取り付けて、水上置換でガスを100mLメスシリンダーに集める。



※捕集するときに、気体が逃げないように注意する。
 ※100mLを超えないように捕集する。
 ※左図のように液面とメスシリンダー内の液面が等しい高さになったところを目盛りを読み取る。

- (6) ガスボンベのビニールホース付きプッシュボタンを外し、質量を測定する。



【図.4 気体の分子量と種類, 実験の様子】

学校設定科目「SS 探究生物」

SS 探究生物は、Unit Planner (国際バカロレア指導の手引き参照) をシラバスとして作成し、探究の過程と評価視点を組み入れた『探究の「問い」授業を創る授業』を実践する。3つの観点からなる探究の「問い」(表.4)を授業で扱い、探究の「問い」に生徒が協働的に取り組んだ内容を観点別評価する授業デザインを構築する(図.5)。Google classroom を学習管理システムとして、授業に関連する教材共有や生徒の成果物をポートフォリオに活用できるようにする(図.6)。生物的な見方、考え方や概念理解の定着を図る動画(図.7)や基本事項確認問題への取組はe-Learningで、探究の「問い」への協働的な学びは授業で行うブレンディッド・ラーニングを実践する。

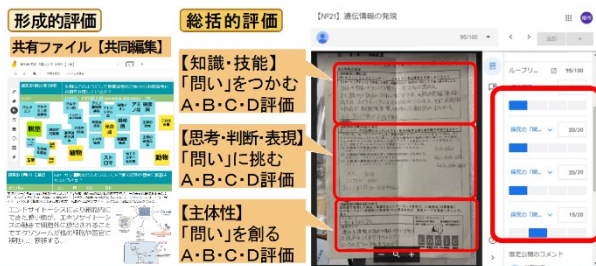
探究の「問い」を記載したシラバス及び生徒が創った探究テーマは Google form (図.8)・スプレッドシートで共有し、探究の「問い」の一覧(データベース)にする。探究の「問い」のデータベースはロジックリサーチ⁽¹³⁾でのミニ課題研究⁽¹⁴⁾やブレ課題研究⁽¹⁵⁾、SS 課題研究⁽¹⁶⁾のテーマ設定につなげられるようにする。

探究の「問い」を創る授業の実践として、第2章代謝「異化」の単元では、糖代謝と代謝産物・酵素、補酵素の関係に着目させうえて、オリジナル栄養ドリンクを作成するために含めたい成分を探究する授業を行う(図.9)。実際に清涼飲料水、医薬部外品、医薬品の3種類の栄養ドリンクの成分の違いから効能について思考する。

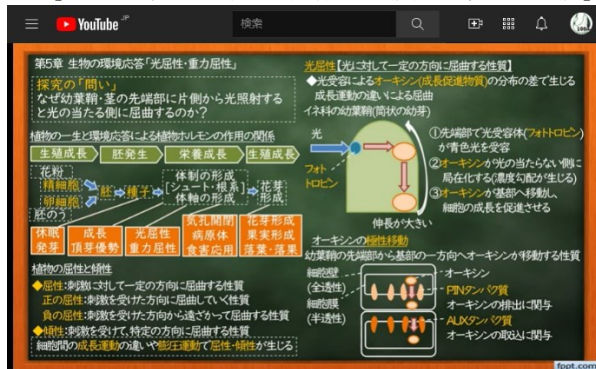
【表.4 探究の「問い」の観点とねらい】

問いをつかむ	知識・技能	見方・考え方、概念の整理 要約整理して全体像をつかむ
問いに挑む	思考・判断 表現	見方・考え方をを用いて実験、 研究資料、論文等を探究する
問いを創る	主体的に学習に 取り組む態度	授業内容から「問い」を創り、 授業や探究テーマにつなげる

【図.5 探究の「問い」を創る授業の展開と評価】



【図.6 協働的な学び（形成的評価）と観点別評価】

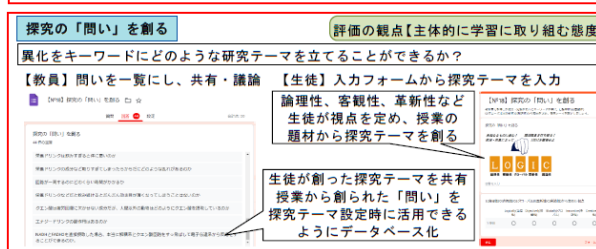
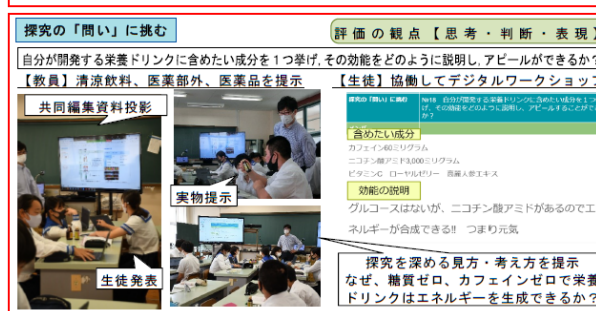


【図.7 Google classroom/Youtube 限定公開動画】



【図.8 SS 探生物・探究の「問い」データベース】

学習内容の1つの小項目で探究の「問い」をつかむ、挑む、創る、3つの観点で提示し、学習支援ソフト（Google classroom）を活用して、生徒の学びの可視化を図ることで、「問い」と「観点別評価」を一体化させた探究の過程を展開する授業の実践ができる



【図.9 SS 探生物・探究の「問い」を創る授業例】

3. 検証

SSH 意識調査、質問 5 項目及び「理科の有用性」、「他教科を学ぶための理科」の質問項目について、単数回答法、間隔尺度（強制選択尺度[4 件法, 4: 肯定]）の各段階の割合と平均を求め、事前事後の差を得た結果（詳細は④関係資料）、「理科の有用性」で 8 割超の肯定的回答が得られた反面、「他教科を学ぶための理科」では 6 割程度であったことから、理科的な視点で他教科を学ぶ教科横断型授業の実践や学際的領域の教材開発が必要であると考えられる。探究の「問い」を通して、理論や原理を理解したうえで、学んだことを応用し、自ら探究の「問い」を創る流れを他教科での学びでも活用することができるように、日常生活に着目した教材開発に加え、他教科の題材を理科的な見方・考え方で学ぶ教材開発ができるように 3 人 1 組教科の枠を越える授業研究⁽³⁶⁾の充実を図る必要がある。また、生徒が創った探究の「問い」の一覧（データベース）の活用は、「課題発見力・気づく力」や「独創性」を高めるうえで有効であると考えられる。理科領域で扱う題材が他教科で扱われている題材がないか、シラバスや探究の「問い」の一覧から把握し、探究の「問い」から様々な教科を学んでいく機会や教材提示方法を開発していくことが重要であると考えられる。

