

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

1 研究開発の課題

(1) 研究開発課題とねらい

「未知なるものに挑むUTO-LOGICで切り拓く探究活動の実践」を研究開発課題に、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」を創る授業の実践を進めることで、未知なるものに挑むUTO-LOGICを備え、グローバルに科学技術をリードする人材を育成することをねらいとする。

UTO-LOGICとは

- ・本校が定義した生徒に身につけさせたい力。
- ・LOGIC（論理性・客観性・グローバル・革新性・創造性）を駆使して、既成概念にとらわれることなく未知なるものに挑む態度を身に付けさせる。
- ・授業及び探究活動の評価指標ともなり、他に先駆けての宇土校ならではの取組が世界のモデルとなることを全校あげて目指す。

キー・コンピテンシー「LOGIC」

論理的に、客観的に、グローバルに思考せよ。その思考は革新的であれ、創造的であれ

Think Logically, Objectively and Globally. Be Innovative and Creative.

(2) 研究開発の目標

公立の併設型中高一貫教育校として、未知なるものに挑むUTO-LOGICを備え、グローバルに科学技術をリードする人材を育成するために、理数教育の教育課程と探究型授業を開発することを目標とする。理数教育の教育課程では、中学段階の数学・理科、学校設定科目「未来科学A・未来科学B」、「探究数学Ⅰ～Ⅲ」、「SS探究物理・SS探究化学・SS探生物」の開発に取り組む。探究型授業では、教科の枠を越える授業、探究の「問い」を創る授業の開発を進め、質の向上を重視した授業改革を図る。

(3) 研究開発の仮説

公立の併設型中高一貫教育校として、理数教育の教育課程を開発し、教科の枠を越える授業、探究の「問い」を創る授業を実践することによって、既成概念にとらわれることなく社会の問題を発見・解決し、新たな価値を創造する資質・能力を育てることができる。

(4) 研究開発の内容及び実践

数学・理科を中心に理数教育の教育課程を開発する。特に、教科の枠を越える授業、探究の「問い」を創る授業の開発を進め、質の向上を重視した授業改革を図った。必要に応じて中学職員、高校職員間の授業相互乗り入れ、異教科職員のTT（チームティーチング）を実施した。中学校段階及び高校段階で以下の1～4に取り組んだ。

1. 探究の「問い」を創る授業・教科の枠を越える授業

探究の「問い」から展開する授業を設計し、探究型授業を全教科で実施し、生徒の主体的・対話的かつ深い学びの充実を図る。全科目探究の「問い」一覧表を作成し、探究型授業を展開する「問い」の検証を図るとともに、教科間の連携を図る。2019年度、「SS探究物理」・「SS探究化学」・「SS探生物」の開講に向け、探究の「問い」を設定する授業設計、他教科とTTによる授業設計を進め、「数理融合教材開発」、「探究型授業実践」のために教科横断型授業の構築を図る。

2. 「未来科学A」「未来科学B」

中学3年次から高校1年次にかけて、「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行う。

3. 「探究数学Ⅰ」「探究数学Ⅱ」「探究数学Ⅲ」

高校1年に「探究数学Ⅰ」を、高校2年に「探究数学Ⅱ」を、高校3年に「探究数学Ⅲ」を設置し、数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅲ、数学A、数学Bの領域について、それぞれ関連性に考慮しながら内容を振り分け、幅広く学習する。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。

4. 中学段階における、数学・理科に関する教育課程の開発

中学段階における数学・理科の授業時数を、表.1及び表.2に示すように増加させ、高校内容の一部導入を含む学習配列の再編成に関する研究を継続する。実験や体験の充実とタブレット端末などをはじめとするICT教材の活用を力を入れる。中学、高校間で相互に授業を実施し、それぞれの生徒理解を深めるとともに、中高6年間及び高校3年間それぞれにおける有効な指導プログラムを作成する。

【表.1 各学年における数学・授業時数と増加数】

学年	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
2年	105時間	140時間	35時間	35時間
3年	140時間	175時間	35時間	70時間

【表.2 各学年における理科・授業時数と増加数】

学年	標準時数	宇土中学校	増加数	累計増加時間
1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

(5) 研究開発の実践の結果概要

1. 探究の「問い」を創る授業・教科の枠を越える授業

ロジックスーパープレゼンテーションに併せて実施した探究の「問い」を創る授業の公開授業や、授業参観者とのポスターセッションを実施したことによって、探究の「問い」を創る授業や教科の枠を越える授業の授業開発を推進することができた。「問い」の設定方法について教科を越えて意見交換する機会も増えてきており、教科の枠を超えた授業設計を行う視点の高まりと、主体的・対話的で深い学びを実現する授業改革の広がりを期待できる取組になっている。ART & ENGINEERING—架け橋プロジェクト—ペーパーブリッジコンテストなど、産・学・官連携し、教科の枠を越えた授業設計、主体的・対話的で深い学びのモデルを示すこともできた。

2. 「未来科学A」「未来科学B」

学校設定科目「未来科学A」「未来科学B」の設置によって、物理・化学・生物・地学の4領域の関連性に考慮して幅広く学習することができた。探究型実験及びレポート作成に取り組む未来科学Labの実践によって、探究テーマに即した実験計画力向上と科学研究論文形式IMRADの定着を図ることができた。

3. 「探究数学I」「探究数学II」「探究数学III」

6年間を通した学習配列の再編成によって、単元における関連性を考慮することができた。また、発展性を重視することができた。また、数理融合教材開発として、数学と物理の領域を融合した授業実践を図ることができた。また、課題研究で必要とされるデータサイエンスの視点を高める統計的手法の考え方や扱い方について、統計処理に関する授業実践を図ることができ、課題研究におけるデータ処理の内容を高めることができた。

4. 中学段階における、数学・理科に関する教育課程の開発

数学・理科の授業時数増加と学習配列の再編成によって、単元における中学教員と高校教員の相互乗り入れ授業を一層、充実させることができた。

2 研究開発の経緯

第1期開発型(H25～H29)では、科学を主導する人材を育成するために、中高一貫教育校として6年間を通した理数教育の開発を行った主な実践と課題をまとめたものを表.3に示す。5年間を通して、探究活動とアクティブラーニング型授業実践の取組から、「コンテンツベースからコンピテンシーベースへの転換」の授業改革の必要性が高まり、生徒の主体的・対話的でかつ深い学びを実現する「探究型授業」の展開を進める第2期実践型(H30～)に取り組んでいる段階である。

【表.3 第1期開発型における実践と重点課題の経緯】

第1年次	実践	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中学1年「理科」35 授業時間増加 ・ 学校設定科目「未来科学A・未来科学B」の設置 ・ 学校設定科目「探究数学I」の設置
	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 理科が好き、得意である生徒の割合が学年を進行するにつれて減少 ・ 中学段階と高校段階で扱う内容の重複や関連の低さ ・ 知識理解を重視した高校の授業展開
第2年次	実践	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中学2年「数学」35 授業時間増加 ・ 学校設定科目「探究数学II」の設置 ・ 「未来科学A・未来科学B」における探究型実験「未来科学Lab」実践 ・ 中学段階での発展的内容の学習として高校学習内容の一部移行
	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 課題研究に取り組むための資質を育てるための授業実践 ・ 中学段階と高校段階の学習内容の接続方法、指導方法
第3年次	実践	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中学3年「数学」35 授業時間増加 ・ 中学3年「理科」35 授業時間増加 ・ 学校設定科目「探究数学III」の設置 ・ 「探究数学II」における統計処理に関する授業実践
	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 科学的探究活動の基礎を築く授業実践 ・ 中学発展内容と高校学習内容の重複部分における指導方法
第4年次	実践	<ul style="list-style-type: none"> ・ 未来科学Labにおける科学研究論文形式IMRADの理解を深めるワークショップ ・ 探究数学による数理融合教材の開発 ・ 数学・理科における6年間を通した学習配列の再編成
	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教科横断型の学習が展開されるよう授業改革を進める数理融合教材の開発 ・ 探究型授業実践「コンテンツベースからコンピテンシーベースへの転換」
第5年次	実践	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国際バカロレアの指導の手引きを参考に「Unit Planner」を活用した授業 ・ 芸術と工学を融合させたペーパーブリッジコンテストを実践した美術の授業「Art&Engineering～架け橋プロジェクト～」
	課題	<p>「探究型授業」及び「教科横断型授業」を通して、探究の『問い』がある授業では主体的・対話的でかつ深い学びを実現することができているが、コンテンツベースの授業では知識習得に終始する受動的な学びとなり、なぜ学ぶのか、何を学ぶのか、学ぶ意義の理解が低く、学びに向かう姿勢に課題がある</p>

3 研究開発の内容

(1) 探究の「問い」を創る授業・教科の枠を越える授業

1. 仮 説

探究の「問い」を創る授業を展開することによって、生徒の学びを中心に据えた授業設計力、教科の枠を越えた視点を備えた授業設計力を高め、主体的、対話的で深い学びを実現する授業改革を全校体制で推進することができる。

2. 研究内容(検証方法)

探究の「問い」を創る授業や教科の枠を越える授業について、公開授業や研究授業、実践報告の内容を整理する。

3. 方法(検証内容)

1) 探究の「問い」を創る授業・7月公開授業

7月ロジックスーパープレゼンテーション(課題研究成果発表会)に併せ、探究の「問い」を創る授業公開を表.1に示す内容で実施する。

【表.1 教科(授業者)及び探究の「問い」一覧】

2年・物理(梶尾滝宏) 地面に置いてある地震計も地震といっしょに揺れたら、震度は測れないのではないかと?
Mission 1: 輪ゴムを直列・並列につないだときの、ゴムの本数とばね定数の関係は? 2: 物理の先生を輪ゴムで吊したとき、10cm振動させるために必要な輪ゴムの本数は? 3: おもりの揺れから時間を計れ! 必要な物理量とは何? 4: 上下に揺らしたおもりを、別の「揺れ」で止めるには?
2年・化学(早野仁朗) 気体の体積変化の法則を探究する ～測定手法・誤差の原因と対策・法則を導く工夫～ ねらい ・生徒の【気づき】【悩み】【他との差異】に教師の『問い』を段階的・階層的に与え、考え・理解が深まり、主体的・対話的な探究活動を深化・発展させる。 ・教師の『問い』と生徒の『考え・理解』を即時記録、発表することで、思考を共有し、自身の活動を科学的に「振り返ること」ができる。 ・誤差が生じた原因を考察することで、有効数字の大切さや自身の実験手法を振り返る
1年・未来科学 A(吉村早織) 分子の極性は目視できるのか? ねらい ・極性分子と無極性分子の性質の違いに着目し、その違いを確かめる観察・実験の手法を探究する。 ・分子の立体構造から、分子全体の極性を考察し、極性と溶解性の関係を微視的な視点で探究する。
2年・生物(後藤裕市) 真核生物は、どのようにして遺伝子発現を調節しているか? 授業のねらい 反転学習→探究の「問い」をつかむ→説明→ 探究の「問い」に挑む→探究の「問い」を創る QRコードにて視聴覚教材を提示したワークシートに家庭学習で取り組んだ生徒は、探究の「問い」をどのようにつかむのか? 教師の説明で見方・考え方をつかんだうえで、探究の「問い」にどのように挑むのか? 最後は、授業を通して探究の「問い」をどのように創るのか? 探究の「問い」から思考の流れをポートフォリオにし、振り返るワークシートを活用する。
3年・探究数学Ⅲ(井芹洋征) 一つの問題に対していろいろな切り口で挑もう ねらい 複素数平面の諸問題に対して、計算主流でアプローチするか、幾何的視点で取りかかるのか試行錯誤する

2) 探究の「問い」を創る授業・1月公開授業

1月ロジックスーパープレゼンテーション(研究成果発表会)に併せ、探究の「問い」を創る授業公開を表.2に示す内容で実施する。授業公開後、図.1に示すように、授業者がボードに指導案や授業関連資料、シラバス、生徒資料など授業実践に関連する資料を掲示して授業参観者とポスターセッション形式で情報交換をする授業研究会を実施する。

【表.2 教科(授業者)及び探究の「問い」一覧】

1年1組 英語表現 I (鬼塚加奈子) What is an "eco-tour"? Why is it needed?
1年2組 国語総合 (廣田哲史) 様々な故事成語は現在どのような意味に使われているか? ~ももとの意味と比較してみよう~
1年3組 探究数学 I (竹下勝明) 「接する」は、全て判別式で解けるのか?
1年4組 未来科学 A (早野仁朗) 酸塩基のキャッチボールの終わりを決められるか?
1年5組 家庭基礎 (皆越千賀子) それぞれ別の方法で入手したハーバリウムを転売してよいのか? ~メルカリへの扉~
1年6組 生物基礎 (橋口晃亮) 植物は生き抜くためにどのような戦略をとっているのか? ~陽葉と陰葉から読み解く~
2年1組2組 日本史 A(奥田和秀) なぜ日中戦争は全面戦争となっていたのか?
2年1組2組 地理 A (竹村英樹) 日本のコメの輸出額は、イニエスタ選手1人の年俸分? 日本のコメが飛躍的に需要を伸ばす余地はあるのか?
2年3組 探究科学 (本多栄喜) 海水はどのような動きをしているのか? ~海水の循環とその原因について~
2年4組 物理 (梶尾滝宏) 堤防や海岸線に打ち寄せる白波だけで水深を推測することは可能か?
2年4組 生物 (後藤裕市) ① 探究の問いをつかむ 「どのような能力をもつ細胞を幹細胞と称することができるのか?」 ② 探究の問いに挑む 「iPS細胞をどのようにして研究や医療に応用させることができるのか?」 ③ 探究の問いを創る 「幹細胞をキーワードにどのような研究テーマを立てることができるのか?」
2年5組 探究数学Ⅲ (金子隆博) 数学Ⅱで接線を求めたとき、どこが同じでどこが違うか?
2年6組 化学 (吉村早織) 化学反応速度のデータからみえるものはなにか?



【図.1 探究の「問い」を創る授業・授業研究会】

3)ART&ENGINEERING 架け橋プロジェクト

ペーパーブリッジコンテスト・中学美術・物理

中学3年美術の授業(単元:空間デザイン)で、熊本大学構造力学研究室、一般社団法人ツタワールドボクと連携して、表.3に示す計画で実施する。高校2年SSコース物理選択者は、物理的観点から橋の強度に関する構造の説明とプレゼンテーションの助言を中学生に行う。

20トン車の通過を想定した約2kgのおもりを支えるため、5人1組となり、ケント紙を用いた長さ30cmの1/100スケールのペーパーブリッジを完成させるを完成させる。材料は木工用ボンドとケント紙、たこ糸のみ。桁橋やトラス橋、アーチ橋、吊り橋の中から橋の種類を決める。「宇土市のJRの在来線と新幹線が並ぶ実在するショッピングモールの場所に橋を設置する」設定で、再開発した町の将来像をイメージしながら橋のデザインを考え、インフラの重要性や強度、自然環境や予算など様々なことを学ぶ。紙の重さに合わせて金額を設定し、デザインや強度、軽さと経費の関係など橋づくりに必要な知識を身に付けさせる。美的センスと工学的センスを引き出すペーパーブリッジコンテスト(耐荷実験)を実施し、総合的に評価して最優秀賞や部門賞を選ぶ。

マルチプルインテリジェンス理論(MI理論)を活用してグループ編制を行い、「6Hats」を活用して個々の役割を意識させる工夫をする。デジタルカメラやタブレットPCなどICT機器の活用により、制作過程の記録、評価を行う。

【表.3 架け橋プロジェクト指導計画】

日時	内容
9月21日	ガイダンス 美術と工学 災害とインフラの重要性
9月26日	力学実験
10月11日	デザインディスカッション
10月18日	構想発表, 作品制作①
10月24日	作品制作②
10月31日	作品制作③
11月7日	作品制作④
11月17日	ブリッジコンテスト

紙製の橋 強度、デザイン競う

熊本・宇土中 3年生が授業でコンテスト

熊本県宇土市の県立宇土中の3年生が美術の授業で14時間かけて作った紙製の橋の強さやデザインを競う「ペーパーブリッジコンテスト」が17日、同校であった。指導教で、昨年末に心筋梗塞で倒れて入院中の高西昭・熊本大准教授が初めて外出許可を得て出席を受けながら甲子で参観した。コンテストは身障な高西と美術をつなぐ授業のあり方を模索した同校の森内和久教諭が、高西さんに相談したことで2016年秋に始まった。コンテストまでの授業には毎回、高西さんが紹介した企業や国土交通省の技術者、大学院生らが出向いて助言、高西さん自身も頻りに授業に顔を出していた。ところが昨年12月10日に心筋梗塞で緊急入院、1年近く経たず今も入院中だが、この日初めて外出許可を得て監査スタッフ同伴の参観が実現した。

コンテストの課題は宇土市のJR在来線と新幹線を併走する場所に実在するショッピングモールと運動公園をつなぐ陸橋。生徒たちは5人1組の16班に分かれ、試行錯誤しながら100分の1スケールのオリジナルの橋(長さ30cm)をケント紙で作った。目標とする将来像と橋のデザインの間をプレゼンテーションした後、橋の中央部に鉄製のナットを横んでいく荷重テストなどをし、強度、デザイン、費用対効果、プレゼン力を行った。優勝テストではナットから手を放すことにはつとした鉄骨を浮かべていた。

高西さんはその様子に目を細めながら「今は気づいていないかもしれないが、美術、数学、理科などバラバラに学んでいるものが実はつながっていてそれぞれ重要なんだと、いつか気づくための種にこの経験がなってくればうれし」と感した。【福岡直正】



【図.2 毎日新聞 2018.11.18 朝刊】

4)未来の学校創造プロジェクト

「どこまで認める? どう活かす? ゲノム編集」

生物・保健・情報の教科横断型授業

生物「第3章 遺伝情報の発現 第3節 バイオテクノロジー」で、生命の設計図“DNA”の遺伝情報を書き換える技術「ゲノム編集」を題材に、表.4に示す学習活動を展開する。シャープマーケティングジャパン株式会社ビジネスソリューション社と連携、「STUDYNOTE 10」を活用する。図.3に示す「外見・体質・病気」の3ケースに関するゲノム編集の研究資料から、どのようなルールを設定するか?各グループの興味・関心に基づいて探究活動を深めていくことをねらいとする。STUDYNOTE 10の電子掲示板機能・ノート、コメント機能、アンケート機能を活用することによって、教員の声かけやグループ協議の過程での変容を可視化する。

【表.4 学習指導案】

過程	主な発問(T)予想される生徒の反応(C)
実施前	0 ゲノム編集について 東京大学医科学研究所監修アンケート実施
導入 5分	1 DNA塩基配列と遺伝子について (T) DNA塩基配列と遺伝子の関係を説明 アルコール耐性を決定する遺伝子ALDH2 I型II型の違いを塩基配列で確認
展開 15分	2 ゲノム編集の可否(社会の制度) Inquiry questions 1 探究の『問い』 「外見・体質・病気」の3ケースについて、 社会の制度としてゲノム編集を使って良いか? (C)探究の『問い』に取り組みSTUDYNOTE 10活用 1)個人の回答にもとづき、班の意見を決定する 2)「外見」「体質」「病気」の3ケースを4段階 区分した結果を電子掲示板に反映、提出する。 電子掲示板ノート機能活用、理由を記入する
展開 20分	3 ゲノム編集の原理について (T)説明「遺伝子組換えとゲノム編集の違い」 4 ゲノム編集の可否(自分の子ども) Inquiry questions 2 探究の『問い』 「外見・体質・病気」の研究資料について 自分の子どもに対してゲノム編集を使って良いか? (C)探究の『問い』に取り組み 「外見・体質・病気」の3ケースから1つに着目 (T)探究の『問い』への思考過程提示
まとめ 10分	5 ゲノム編集に関するルール Inquiry questions 3 探究の『問い』 「外見・体質・病気」の3ケースに関するゲノム編集の 研究資料から、どのようなルールを設定するか? (C)体細胞・生殖細胞の可否アンケート回答 STUDYNOTE 10・アンケート機能活用・掲示

Super Science High School 熊本県立宇土中学校・宇土高等学校

どこまで認める? どう活かす? ゲノム編集
Inquiry questions 0 「探究の問い」 模擬授業を実施するにあたって事前回答の御協力をお願いします。
あなたは「自分の身のからだ」に対して、ゲノム編集をどこまで認め、どう活かしますか? 1 班毎に「1」で記入
表の「自分の身のからだ」に対して、ゲノム編集をどこまで認め、どう活かしますか? 1 班毎に「1」で記入

カテゴリ	問い	1	2	3	4	5
外見	1 目を二重にする					
	2 両眼になっても目がデカデカ					
	3 好きな髪型・髪色にできる					
	4 身長を伸ばす					
	5 はげにくい					
体質	1 太りにくくなる					
	2 アレルギーを軽減しにくい					
	3 睡眠時間が2~3時間でも大丈夫					
	4 五臓に出壊できるほどの身体能力					
	5 12歳くらいまで元気に生きられる					
病気	1 5歳まで発症し致死性の高い病気の治療					
	2 生まれてすぐに死んでしまう病気の治療					
	3 定期的な通院が一生必要な病気の治療					
	4 風邪をひきにくい					
	5 健康に悪い生活をしなくても生活習慣病にかかりにくい					

【図.3 探究の『問い』 デジタルワークシート】

5)探究数学における探究の「問い」を創る授業

探究数学Ⅰ 単元「図形と方程式」で、探究課題『「接する」は、全て判別式で解けるのか?』を探究の「問い」に設定し、図形と方程式分野の円の方程式についての理解を深めることを目標に表.5 に示す学習指導案で展開する。「接する」という言葉は、判別式をすぐに連想させるが、2次曲線の場合、全てに対応できるわけではない理由を他分野の知識を用いて理解できるようにすることをねらいとする。

【表.5 学習指導案】

過程	内容
導入 5分	1 本時の目標の確認
展開 7分	2 円と直線が接する問題 $x^2 + y^2 = 1$ と $y = 2x + k$ が接するときの k の値を求めよ。
展開 8分	3 グラフから接するときの値の読み取り グラフから $x^2 + y^2 = 1$ と $y = x^2 + k$ が接するときの k の値を求めよ。
5分	連立した式の解は、何を表すか? 計算で $x^2 + y^2 = 1$ と $y = x^2 + k$ が接するときの k の値を求めよ。
展開 10分	接するときは、判別式で求められないか? どう考えたら、計算で k の値を全て求めることができるか?
展開 10分	4 探究課題を多角的・複眼的な視点でとらえる 放物線 $ay = x^2 - 5a \dots ①$ と円 $x^2 + y^2 = 16 \dots ②$ が2点で接するように定数 a の値を定めよ。 5 探究課題の整理
まとめ 5分	6 探究の「問い」を創る 自分ならどんな探究の問いを創るか?

探究数学Ⅲ 単元「微分法の応用」、研究課題「いろいろな曲線の接線の方程式」において、探究の「問い」に『人工衛星で「いとかわ」へ行こう!』を設定し、数学Ⅱで学んだ接線の方程式の求め方を用いて座標平面上における様々な曲線における接線の方程式を求めることができるようになることを目標に表.6 に示す学習指導案で展開する。

【表.6 学習指導案】

過程	内容
導入 15分	1 本時の目標の確認 いろいろな曲線の接線の方程式が求められる 討議 人工衛星に働く力は? ①地球の(万有)引力 ②飛翔体の推進力 討議 楕円軌道を離れて「いとかわ」行きたい地球の引力と同じベクトルの力をどこで加える? その見つけ方は? 曲線上の点で①接線の傾き②接点を通る接線の方程式を確認 曲線上の点 $(t, f(t))$ における接線の方程式 $y - f(t) = f'(t)(x - t)$
展開 30分	問題 例題 1 曲線 $y = \sqrt{x}$ 上の点 $(4, 2)$ における接線の方程式を求めよ。 練習 次の曲線上の点Aにおける接線の方程式を求めよ。 1 (2) $y = \tan x$, A(0, 0) 応用 曲線 $y = \log x$ について、次のような接線の方程式を求めよ。 1 (1) 傾きが e である (2) 原点を通る 練習 曲線 $y = e^x$ について、次のような接線の方程式を求めよ。 2 (2) 点 $(1, 0)$ を通る 例題 2 楕円 $\frac{x^2}{8} + \frac{y^2}{2} = 1$ 上の点 $(2, 1)$ における接線の方程式を求めよ。 練習 次の曲線上の点Aにおける接線の方程式を求めよ。 3 (2) 双曲線 $x^2 - y^2 = 1$, A($\sqrt{2}, -1$)

6)化学実験での探究の「問い」を創る授業

未来科学 A 単元「酸塩基」で、探究課題『酸塩基のキャッチボールの終わりを決められるか』を探究の「問い」に設定し、中和反応の定義や生成する塩の性質、水溶液中のイオンや分子の量的変化量的関係について探究することを目的に、表.7 に示す学習指導案で展開する。

【表.7 学習指導案】

過程	内容
導入 5分	中和反応について 探究の「問い」1 溶液中のイオン数と液性の推移はどうなっているか
展開1 10分	HClaq と NaOHaq, CH ₃ COOHaq と NaOHaq の中和反応の実験のモデルとグラフを書く
展開2 10分	中和点の微視的世界での考察(中和点≠中性) 探究の「問い」2 酸塩基のキャッチボールの終わりを決められるか
展開3 10分	溶液中の粒子数変化を可視化する手法の仮説 探究の「問い」3 キャッチボールの終わりはどのようにすれば知ることができるか
展開4 10分	手法の仮説、生徒発表 参考文献と生徒発表の比較
まとめ 5分	中和点に関する考えをまとめる

化学単元「化学反応の速さと平衡・反応速度を変える条件」において、「時計反応を観察し、溶液の濃度と反応に要する時間の関係を探る」ことを探究の「問い」に設定し、化学反応速度と溶液の濃度の関係について法則性を見出すこと、反応速度を決める要因や化学反応について考察することを目標に、図.4 に示すワークシートを用いて、以下の探究の「問い」1～3を通して思考を深める授業展開をする。

1. 反応時間は、溶液の濃度とどのような関係があるか。
2. 反応速度は、溶液の濃度とどのような関係があるか。
3. 観察結果や考察をもとに、反応速度を決める要因や化学反応のしくみについてまとめよう。

探究の問い 化学反応速度のデータから見えるものはなにか?

年 組 号 氏 名 _____

目的

- ・ 時計反応を観察し、溶液の濃度と反応に要する時間の関係を探る。
- ・ 化学反応速度と溶液の濃度の関係について、法則性を見出す。
- ・ 観察結果や考察をもとに、反応速度を決める要因や化学反応について考察する。

試薬

- ・ A液 (0.0500 mol/L ヨウ素酸カリウム KIO₃ 水溶液)
- ・ B液 (0.125 mol/L 亜硫酸水素ナトリウム NaHSO₃ 水溶液) (デンプン含む)

実験操作

(1) A液を5倍～1倍に薄め、0.01～0.05 mol/Lの KIO₃ 水溶液を調製する。それぞれ10 mLずつを試験管に入れる。

(2) B液を10倍に希釈する。これを20 mLずつ三角フラスコ(5個)に入れる。

(3) (1)に(2)を入れ、溶液を混合する。フラスコを軽く振り混ぜ、変化を観察する。(反応時間: 混合した瞬間に計測を開始する。変化が見られたら計測を終了する。)

【図.4 探究の『問い』ワークシート】

7)日本史：探究の「問い」を創る授業シラバス

カリキュラムマネジメントの視点で、生徒につけたい力を定義したうえで、毎授業、探究の「問い」と学習ポイントとつけたい力の評価をまとめた年間指導計画を表.8に示す。「なぜ？」の一步を重視し、その疑問を自ら探究・解明しようとする姿勢を大事にする授業実践する。

【表.8 日本史年間指導計画・探究の「問い」】

授業(単元)の主題探究テーマ	ポイント	①	②	③
列強はなぜ日本に開国を求めたのか?	歴史を動かす要因をとらえる	○		
開国により国内はどう変わったのか?	時代の変化を読み解く			○
幕末の政局はどのように転換したのか?	歴史の流れをとらえる	○		
大政奉還はどのような意図を持って行われたのか?	歴史の転換点を考察する		○	
新政府がめざした新たな国づくりはどのようなものか?	歴史の方向性を考察する		○	
改革はどのように進められていったか?武士をどうするか?	改革の本質をとらえる	○		
新政府は国内外の問題にどう対処したのか?	歴史事象を分析する			○
近代化はどのように進められていったのか?	歴史事象を分析する		○	
文明開化とはどのような変化だったのか?	変化の有り様をとらえる		○	
自由民権運動は日本の政治にどのような影響を与えたか?	歴史に与えた影響を考察する	○		
松方正義は近代日本経済の立役者か、民衆の敵か?	歴史に与えた影響を考察する			○
天皇は絶対君主か、最高機関か?	解釈し比較する			○
日本はなぜドイツを藩としたのか?	歴史の方向性を考察する	○		
初期議会の争点は何かだったのか?	歴史事象の本質をとらえる			○
日本はなぜ朝鮮に進出したのか?	疑問を深く洞察する	○		
日清戦争は国内の政治・経済にどのような変化をもたらしたか?	変化を読み解く	○		
日清戦争後、アジア情勢はどうに変わったのか?	世界史的視野でかかわりをとらえる			○
日露戦争は侵略戦争か、防衛戦争か?	根拠を持って解釈する			○
日露戦争後の国際関係はどのように変わったのか?	時代の変化を読み解く	○		
日本における産業革命はどのようなものであったのか?	歴史事象を分析する		○	
どのような近代思想や文学が芽生えたのか?	歴史事象を分析する		○	
西洋の科学や芸術は日本文化にどのような影響を与えたか?	歴史に与えた影響を考察する	○		
民衆はなぜ内閣を倒すことができたのか?	要因をとらえ事実を考察する	○		
第1次世界大戦に日本はかかわるべきであったのか?	洞察し分析し比較する		○	
第1次世界大戦後、世界はどう変わったのか?	世界史的視野でかかわりをとらえる	○		
世界的デモクラシーは日本にどのような影響を与えたか?	要因をとらえ事実を考察する	○		
大衆文化はどのようにして形成されたか?	要因をとらえ事実を考察する			○
日本経済はいかにして行き詰まったのか?	歴史事象を分析する		○	
なぜ協調外交は挫折したのか?	世界史的視野でかかわりをとらえる	○		
日本はなぜファシズム化したのか?	要因をとらえ事実を考察する			○
二・二六事件で日本はどう変わったのか?	歴史に与えた影響を分析、考察する		○	
なぜ日中戦争は全面戦争となっていたのか?	要因を多角的に考察する			○
日本は恐慌からどのように脱出したのか?	歴史事象を分析する		○	
北進か?南進か?第3の道はなかったのか?	歴史事象を分析する		○	
日米交渉はなぜ決裂したのか?	疑問を深く洞察する			○
アメリカはなぜ原爆を使用したのか?	根拠を持って解釈する			○
アメリカの占領政策はどのように進められたのか?	背景や事実を分析する	○		
日本国憲法はどのような経緯でつくられたのか?	要因をとらえ歴史事象を分析する			○
なぜ占領政策は転換されたのか?	歴史の転換点を考察する	○		
55年体制とは何か?	歴史事象をとらえ時代像を考察する			○
高度経済成長はどのようにして達成できたのか?	要因をとらえ歴史事象を分析する			○

- ①探究力・思考力：歴史事象に疑問を持ち、探究心を持って歴史事象や要因をとらえ、思考できる力
- ②読解力・分析力：史料・年表・地図・写真など諸資料から歴史事象を読み解き、分析できる力
- ③解釈力・表現力：歴史事象の様々な考え方を解釈し、根拠をもって自己の意見を説明・表現できる力

4. 検 証

探究の「問い」を創る授業や教科の枠を越える授業について、公開授業や研究授業、実践報告の内容を整理した結果を表.9に示す。ロジックスーパープレゼンテーションに併せて実施した探究の「問い」を創る授業公開後に行った授業参観者とのポスターセッションは、主体的・対話的で深い学びを実現する授業研究に取り組む県内外の多くの教職員等と情報交換する有意義な機会に位置づけることができた。「問い」の設定方法について教科を越えて意見交換する機会も増えてきており、教科の枠を超えた授業設計を行う視点の高まりと、主体的・対話的で深い学びを実現する授業改革の拡がりを期待できる取組になっている。また、身につけたい力を定義したうえで探究の「問い」を探究、解明する授業を展開する日本史の授業は、本校教職員研修でも実践例として提示され、コンテンツベースからコンピテンシーベースへの転換を進めるうえで参考になっていた。図.5に示すように、様々な教科・科目で、教科・科目の特性やねらいに応じた探究の「問い」を創る授業の実践を重ねている段階である。

ART & ENGINEERING 一 架け橋プロジェクト
 トーパーブリッジコンテストでは、30人を超える授業参観者が集まり、産・学・官連携し、教科の枠を越えた授業設計、主体的・対話的で深い学びのモデルを示すことができた。

【表.9 H30 授業視察・実践発表一覧】

日本史	独立行政法人教職員支援機構・授業視察	奥田和秀
生物	新たな学びに関する教員の資質能力向上のためのプロジェクト	後藤裕市
生物	JST 南地区主任調査員学校訪問・授業視察	後藤裕市
化学	教育センター及び初任者視察・研究授業	吉村早織
理数	探究の「問い」を創る授業・7月公開授業	P11 参照
生物	熊本県「教育の情報化」推進フォーラム・模擬授業	後藤裕市
化学	九州高等学校理科教育研究会・実践発表	早野仁朗
物理	熊本県教育課程研究協議会・実践発表	梶尾滝宏
化学	熊本県教育課程研究協議会・実践発表	早野仁朗
生物	熊本県教育課程研究協議会・実践発表	後藤裕市
日本史	熊本県立第一高等学校・学校訪問授業視察	奥田和秀
物理	熊本県立第一高等学校・学校訪問授業視察	梶尾滝宏
生物	熊本県立第一高等学校・学校訪問授業視察	後藤裕市
日本史	熊本県立人吉高等学校・学校訪問授業視察	奥田和秀
英語	沖縄県立名護高等学校・学校訪問授業視察	鬼塚加奈子
生物	沖縄県立名護高等学校・学校訪問授業視察	梶尾滝宏
全教科	探究の「問い」を創る授業・1月公開授業	P11 参照
物理	鹿児島県立鹿屋工業高等学校・授業視察	梶尾滝宏
物理	岡山県立一宮高等学校教職員研修・実践報告	梶尾滝宏



【図.5 探究の「問い」を創る授業展開例】

(2) 学校設定科目「未来科学A」「未来科学B」

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ながら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. 研究内容(検証方法)

表.1 に示すロジックルーブリックの5観点(L,O,G,I,C)の1段階(5段階評価)に着目して、未来科学Lab受講生徒(中進生)と非受講生徒(高進生)を対象に、未来科学Lab受講前後の変容の全体像を把握するため、各観点を選択的の回答方式(4段階:4が肯定的・1が否定的)で生徒自己評価した結果を各段階の割合と各質問の平均を得る。

【表.1 ロジックルーブリック1段階(2~5省略)】

観点	記述語
Logically (論理性)	説明の一般性 科学的論文形式IMRADに沿うレポート作成ができる
Objectively (客観性)	情報の正確性 参考文献の出典を明らかにしたレポート作成ができる
Globally (グローバル)	視野の広がり 興味・関心を未知領域で展開するレポート作成ができる
Innovative (革新性)	感覚の変化 自分の認識・感覚を変えるレポート作成ができる
Creative (創造性)	未知の創造 自分の既知と未知の区別があるレポート作成ができる

3. 方 法(検証内容)

「未来科学A」「未来科学B」

中学3年次から高校1年次にかけて、「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」を設置する。高校1年中進生において、「物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎」各2単位を0に削減し、「未来科学A」「未来科学B」各3単位の履修をもって、理科の基礎を付した科目の選択必履修を代替する。中高一貫教育校の特例(中学における先取り授業:年間70時間)と併せ、「物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎」各2単位の内容をすべて扱う。

未来科学Lab(探究型実験)

未来科学Labは土曜授業日1~2限2時間連続で、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実施する。未来科学Labの目的と意義に関するガイダンス資料を配付したうえで、表.3に示す指導方法と表.4に示す探究テーマで年間8回、実施する。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。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表.2に示す未来科学Labチェックリストで自己評価して提出する。提出されたレポートは、未来科学Labチェックリストを用いて教師評価も行う。



【表.2 未来科学Labチェックリスト】

【図.1 未来科学Labの様子】

		評価基準	5【秀】	3【優】	2【良】	1【可】	点数
実験前	1 基本事項	表紙・期限内提出・自己評価ができているか	すべてできている	1つ記載漏れがある	2つ記載漏れがある	3つ以上記載漏れがある	
	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	すべて記載されている	1つ記載ミスがある	2つ記載ミスがある	3つ以上記載ミスがある	
	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	仮説検証が実験の目的である	テーマに関連した目的である	実験目的を示そうと努めている	実験の目的が明確でない	
	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	実験に必要な原理が理解できている	原理をまとめることができている	原理をまとめることに努めている	実験内容と原理が一致していない	
	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	すべてまとめられ、再現性がある	1つ記載漏れがある	2つ記載漏れがある	3つ以上記載漏れがある	
	6 実験方法	実験手順を順序立てて配列することができるか	順序立てて配列され、再現性がある	実験を再現することができる	実験手順の配列に努めている	実験手順から実験の再現ができない	
実験中	7 結果1【関連性】	実験準備・方法と実験結果が関連しているか	実験方法と結果の関連性が高い	方法は正しいが、得た結果に誤りがある	方法は誤りがあるため結果が得られない	実験方法・結果にまとめられ、関連性がない	
	8 結果2【議論性】	実験結果が伝わり、考察対象が明確になるよう示されているか	結果が適切に伝えられ、論点が明確である	考察対象の論点が明確である	結果を伝えることに努めている	議論を深められない実験結果である	
	9 結果3【表現力】	数値や単位、写真や図、表、グラフなど結果が整理されているか	表記にミスがない	1つ表記ミスがある	2つ表記ミスがある	3つ以上表記ミスがある	
	10 考察1【関連性】	実験結果について原理をもとに考察することができるか	多角的な視点で考察がされている	原理をもとに結果の考察がされている	結果に関する考察に努めている	原理・結果から逸脱した考察である	
	11 考察2【議論性】	問題点の記載があり、改善策や展望が具体的に記載されているか	問題点の改善策、展望が具体的である	問題点の改善策がある	問題点の整理に努めている	問題点が曖昧で、改善や展望が伝わらない	
	12 考察3【表現力】	考察の論点が明確であり、伝わりやすい内容であるか	論点が明確で、伝わりやすい	考察の内容が伝わる	伝わりやすい表現に努めている	論点が曖昧で、伝わりにくい表現である	
	13 考察4【発展性】	実験の原理や結果・考察から今後の実験への展望や発展ができるか	原理・結果から展望が見受けられる	原理を欠くが、結果考察からの展望がある	結果・考察と展望の関連に努めている	今後の実験への展望や発展が見られない	
	14 結論	実験結果、考察を踏まえた結論をまとめることができているか	結果・考察を踏まえた結論をまとめている	結果を踏まえた結論である	結果を踏まえた結論に努めている	結論が曖昧で、まとまらない	
実験後	15 引 用	実験レポートに記載されている内容で引用文献が用いられているか	3つ以上参考文献が記載されている	2つ参考文献が記載されている	1つ参考文献が記載されている	参考文献が記載されていない	
	16 レイアウト	視覚的に見やすく、丁寧な実験レポートになっているか	視覚的に見やすく、丁寧で無駄がない	視覚的に見やすいレポートである	丁寧なレポート作成に努めている	視覚的に見えにくく、丁寧でない	
	17 目標達成	実験レポートの構成に関連性があり、実験目標が達成されているか	関連性があり、実験目標が達成されている	提示した実験目標は達成されている	構成に関連性と目標達成に努めている	構成に関連性がなく、目標達成されていない	
	18 表現力	文章表現が分かりやすく、伝わるものになっているか	科学的表現力が高く、無駄がない	表現がわかりやすく、伝わるものである	わかりやすい表現に努めている	文章表現が分かりにくく、伝わらない	
	19 実験技能	実験によって、基本的な実験技能を身につけることができたか	発展的な実験技能を身につけた	基本的な実験技能を身につけた	基本的な実験技能の獲得に努めた	基本的な実験技能が身につけていない	
	20 理解度	実験によって教科書と関連した知識を深めることができたか	教科書+αの知識を深めることができた	教科書と関連した知識を深めた	実験に関連した知識獲得に努めた	実験に関する知識獲得が見られない	

【表.3 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

【表.4 未来科学 Lab の探究テーマ】

1.身近な生物から DNA を抽出しよう
2.重力加速度を測るには？・標準誤差
3.岩石の密度の測定
4.分子模型演習/最も発泡する入浴剤の組成を探ろう
5.アミノ酸混合物の謎にせまる
6.おもりの振動に必要な輪ゴムは何本か？
7.プレートの移動方向と移動速度
8.岩塩からイオン半径を探究する

4. 検 証

中進生 78 人、高進生 158 人対象に、表.1 に示すロジックルーブリックの 5 観点(L,O,G,I,C)の 1 段階(5 段階評価)に着目して、未来科学 Lab 受講生徒(中進生)と非受講生徒(高進生)を対象に、未来科学 Lab 受講前後の変容の全体像を把握するため、各観点を選択的の回答方式(4 段階: 4 が肯定的・1 が否定的)で生徒自己評価した各段階の割合と各質問の平均を得た結果を表.5、表.6 に示す。1 学年全員が学校設定科目「ロジック」におけるロジックリサーチで科学論文形式 IMRAD を意識したレポート作成を行うが、未来科学 Lab を受講する中進生において、特に「科学的論文形式 IMRAD に沿うレポート作成ができる」の観点で変容が見られたことから、未来科学 Lab チェックリストを通してレポート作成する技能が定着していると考えられる。

【表.5 未来科学 Lab 受講生徒自己評価[割合(%)・4 段階平均]】

	L		O		G		I		C	
	事前	事後								
4	1	8	14	18	5	5	3	3	3	3
3	17	39	38	62	13	33	16	32	21	47
2	37	39	31	16	51	45	55	45	51	36
1	45	13	17	4	31	17	26	20	25	15
Ave	1.74	2.42	2.50	2.95	1.92	2.26	1.95	2.17	2.01	2.37
差	0.68		0.41		0.34		0.22		0.36	

【表.6 未来科学 Lab 非受講生徒自己評価[割合(%)・4 段階平均]】

	L		O		G		I		C	
	事前	事後								
4	0	3	2	7	1	5	2	4	1	5
3	8	22	13	41	13	19	15	25	17	22
2	35	44	38	33	41	46	48	48	36	41
1	56	31	47	19	44	31	35	23	46	32
Ave	1.52	1.96	1.70	2.36	1.72	1.97	1.83	2.10	1.73	1.99
差	0.44		0.66		0.25		0.27		0.26	

(3) 学校設定科目「探究数学Ⅰ」・「探究数学Ⅱ」・「探究数学Ⅲ」

1. 仮 説

特定の事物・現象について、物理学と数学のそれぞれの科目特性を活かした概念形成を図ることによって、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. 研究内容(検証方法)

数学に関する意識調査について、選択的の回答方式(4 段階: 4 が肯定的・1 が否定的)での回答結果を得る。また、プレ課題研究及び課題研究の研究結果に統計処理がなされ、データの正確性を高められているかを検証する。

3. 方 法(検証内容)

「探究数学Ⅰ」・「探究数学Ⅱ」・「探究数学Ⅲ」

高校 1 年に「探究数学Ⅰ」を、高校 2 年に「探究数学Ⅱ」を、高校 3 年に「探究数学Ⅲ」を設置し、数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅲ、数学 A、数学 B の領域について、それぞれ関連性に考慮しながら内容を振り分け、幅広く学習する。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。

高校 1 年中進生において、「数学Ⅰ」3 単位及び「数学 A」2 単位を 0 に削減し、学校設定科目「探究数学Ⅰ」5 単位をもって代替する。中高一貫教育校の特例(中学校における先取り授業)と併せ、「数学Ⅰ」3 単位及び「数学 A」2 単位の内容をすべて扱う。高校 2 年中進 S S コースにおいて、「数学Ⅱ」4 単位及び「数学 B」2 単位を 0 に削減し、学校設定科目「探究数学Ⅱ」6 単位をもって代替する。中高一貫教育校の特例(中学校における先取り授業)と併せ、「数学Ⅱ」4 単位及び「数学 B」2 単位の内容をすべて扱う。高校 3 年中進 S S コースにおいて、「数学Ⅲ」5 単位を 0 に削減し、学校設定科目「探究数学Ⅲ」7 単位をもって代替する。中高一貫教育校の特例(中学校における先取り授業)と併せ、「数学Ⅲ」5 単位の内容をすべて扱う。なお、一部内容の前後や組替など、より効果的な教授法を研究開発する。

数理融合教材開発

学校設定科目「探究数学」・「未来科学」において、特定の事物・現象に焦点を当てた数理融合教材を開発し、数学担当教員と物理担当教員がチームティーチング(TT)で授業実践した内容を表.1 に示す。物理担当教員が焦点を当てた事物・現象に数学担当教員が数学的論拠に基づいて思考・判断する態度を育てられる教材開発を進める。ロジックガイドブック(40 頁参照)も活用し、データサイエンスの視点を意識した探究活動の展開となるようにする。

【表.1 数理融合教材】

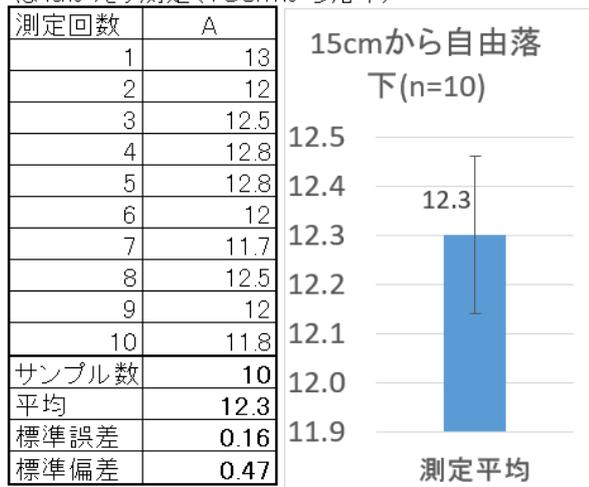
No	タイトル
1	三角関数「1mものさしと影の長さ」
2	仮説の意義「断熱容器での水温上昇」
3	誤差を知る「10秒の感覚」
4	信頼区間とは「スーパーボールの跳ね返り」

図.1に示すように「目をつぶってストップウォッチで10.00秒に挑戦」の課題(教材タイトル№3)に取り組み、ばらつきのあるデータを箱ひげ図を用いて数学的に思考・判断する能力の向上を図る。また、図.2に示すように「スーパーボールを静かに落とすときの、はねかえる高さの規則性を調べる」の課題(教材タイトル№4)に取り組み、信頼区間(その区間に平均がある確率)と標準誤差(平均値の標準偏差)に関して、数学的に概念や原理・法則の理解を図る。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
19									
20		箱ひげ図データ							
21		最大値	=QUARTILE(C\$4:C\$18,4)						
22		75%	=QUARTILE(C\$4:C\$18,3)						
23		中央値	=QUARTILE(C\$4:C\$18,2)						
24		25%	=QUARTILE(C\$4:C\$18,1)						
25		最小値	=QUARTILE(C\$4:C\$18,0)						
26									

【図.1 箱ひげ図(n=10)作成 Excel ファイル資料】

はねかえり測定(15cmから落下)



【図.2 標準誤差エラーバー(n=10)作成 Excel ファイル資料】

4. 検 証

数理融合教材で授業を受けた2年3年課題研究における研究データに統計処理がなされたか検証した結果を表.2に示す。三角関数、誤差、信頼区間について数理融合教材を通して、対象実験としてのコントロール設定、標本データの扱い方、データのまとめ方についてロジックガイドブックを通して学んだ結果、ばらつきのあるデータの扱い方に変容が見られ、誤差や信用区間を意識する研究が見受けられた。特に、母集団と標本の違い、標準偏差と標準誤差の違いに留意する課題研究が見られるようになった。

また、SS コース1年65人、2年66人、3

年65人、GS コース1年168人、2年169人対象に実施した数学に関する意識調査アンケートについて、選択的回答方式(4段階:4が肯定的・1が否定的)で回答した割合(%)及び平均を得た結果を以下に示す。探究数学を履修するSSコースで肯定的な回答が見受けられた。数学が好きである

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	46	47	35	31	36	24	13	17	6	10
3	38	39	37	38	41	46	46	35	28	31
2	16	10	24	23	21	22	35	32	54	39
1	0	5	4	8	2	8	6	16	12	19
Ave	3.21	3.27	2.80	2.92	3.15	2.86	2.60	2.53	2.26	2.33
差	0.07		0.12		-0.29		-0.07		0.06	

数学を勉強すると日常生活に役立つ

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	16	14	9	14	6	11	9	7	5	7
3	50	41	41	38	40	46	43	29	24	21
2	33	37	43	39	43	30	42	46	56	54
1	2	8	7	9	11	13	6	18	16	18
Ave	2.80	2.62	2.52	2.56	2.41	2.56	2.55	2.25	2.18	2.16
差	-0.18		0.04		0.15		-0.30		-0.02	

【表.2 統計処理が見られた課題研究テーマ】

テーマ	処 理
ウトウトタイムの効率化を目指して	ANOVA
白亜系二枚貝化石の成長に伴う形態的特徴	相関係数
振動スピーカーを用いたうなりの可視化の研究	標準誤差
「振り子式反発係数測定法」の研究	回帰分析
有明海のアカシュモクザメの年齢測定法の開発	散布図
ニホンイシガメの現状と対策	カイニ乗検定
昼寝「ウトウトタイム」をすることでジャグリングの回数が増える	標準誤差
細胞培養の技術を活用した細胞増殖の条件検証	T 検 定
安全領域の公式化	三角関数

モジュール	観 点	2年課題研究「SSH研究成果発表会」
0-4	Objectively (客観性)	研究の正当性 実験群とコントロールの違いを統計的に証明できる
データのまとめ方・扱い方 研究対象とした母集団もしくは標本のデータの傾向を「代表値」で示す。代表値の例を以下に示す。		
①平均	群(グループ)のデータの数値の平均値。	
②中央値	群(グループ)のデータの数値を大きさの順に並べたときに中央にくる値。	
③最頻値	群(グループ)のデータの数値で、最も頻度が高く観測できる値。	
データは代表値から大きい方、または小さい方に変動する(ばらつきがある)。変動の例を以下に示す		
①偏 差	群(グループ)のデータの数値の平均値と各データの数値との差。	
②標準偏差	Standard Deviation 群(グループ)のデータの数値がどのような変動(ばらつき)があるか推定する値 平均値±SD 研究では不偏標準偏差を用いて、母集団のばらつきを推定することが多い	
③標準誤差	Standard Error 平均値±SE 群(グループ)のデータの数値の平均値のありそうな範囲を推定する値 研究ではデータのばらつきでなく、母平均がどの範囲にあるか推定するために使用	
実験群と対照群(コントロール)の違いを統計的に証明する 研究対象として母集団が標本か把握したうえで、データを以下の手順で系統的に整理する		
①標準偏差の種類	母標準偏差 : 母集団のデータの変動(ばらつき)を示す値 母集団の傾向を知りたいが、扱うのは標本である...	母標準偏差 : 母集団のデータの変動(ばらつき)を示す値 不偏標準偏差 : 母集団のデータの変動(ばらつき)の推定値
②母標準偏差・標準標準偏差	母集団、標本で扱う数値	平 方 和 : 偏差(群の平均値と各データの数値との差)の合計 分 散 : 偏差(群の平均値と各データの数値との差)の平均 標準偏差 : 分散の平方根
③不偏標準偏差	自由度 n-1 を用いて標本から母集団のばらつきを推定	標 本 分 散 : 標本分散を自由度 n で割って得る 標 本 標準偏差 : 標本標準偏差を自由度 n で割って得る 母 分 散 : 標本分散を自由度 n-1 で割って推定する 母標準偏差 : 標本標準偏差を自由度 n-1 で割って推定する
④不偏標準偏差 平均値±SD	母集団のばらつきの表記は?	母集団のばらつきを推定する 平均値±SD : 母集団の 68% が存在することを期待される範囲 平均値±2SD : 母集団の 96% が存在することを期待される範囲
⑤標準誤差 平均値±SE	実験群と対照群に差は?	標本データの平均値がどの範囲にあるか推定 *標本平均の正規分布を標準正規分布に変換することで どのような母集団の分布でも標準正規分布で扱えるように *標準正規分布の母標準偏差を不偏標準偏差に置換することで t 分布を得ることができ、平均値の範囲を推定できるように
⑥パラメトリック検定と ノンパラメトリック検定	実験群と対照群の標本データに正規性があるか?	実験群と対照群の2群間を比較する際、 標本平均が正規分布であるか否かで検定方法が変わる パラメトリック検定 : 母集団の分布が正規分布と仮定した検定 ノンパラメトリック検定 : 母集団の分布に仮定がない検定

【図.3 ロジックガイドブック P.18 [O-4]】

4 実施の効果とその評価

(1)生徒・教職員・保護者への効果

『中高一貫教育校として、理数教育の教育課程を開発し、教科の枠を越える授業、探究の「問い」を創る授業の実践』の効果とその評価を検証するために、アンケートを実施した。

仮説 既成概念にとらわれることなく社会の問題を発見・解決し、新たな価値を創造する資質・能力を育てることができる

実施日 事前：H30年5月 事後：H31年1月
 対象 SSコース1年65人、2年66人、3年65人、GSコース1年168人、2年169人(有効回答)
 方法 選択的回答方式(4段階：4が肯定的・1が否定的)で仮説検証に関する質問の回答結果を各段階の割合と各質問の平均を求め、事前事後の差を得る。

結果 各コースの結果を下表に示す。

他教科を勉強するために数学が必要なだ

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	20	29	31	34	35	29	14	16	7	11
3	41	38	46	38	30	43	39	33	34	29
2	36	30	19	23	21	25	41	39	52	50
1	3	3	4	5	14	3	6	12	8	10
Ave	2.78	2.92	3.06	3.02	2.86	2.97	2.61	2.52	2.39	2.40
差	0.14		-0.04		0.11		-0.09		0.01	

他教科を勉強するために理科が必要なだ

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	16	21	31	34	46	59	11	7	4	7
3	33	41	35	34	29	23	27	25	20	19
2	39	32	28	27	14	15	49	46	63	57
1	13	6	6	5	11	3	14	23	13	18
Ave	2.52	2.76	2.93	2.98	3.10	3.38	2.34	2.15	2.16	2.14
差	0.24		0.05		0.28		-0.19		-0.02	

従来の枠組・構造を変えることができる

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後								
4	5	7	4	17	15	6	1	1	1	1
3	13	30	29	36	38	60	8	16	10	24
2	57	53	56	44	42	32	41	47	62	54
1	25	10	11	3	5	2	50	36	27	22
Ave	1.97	2.33	2.25	2.67	2.68	2.71	1.59	1.83	1.85	2.04
差	0.36		0.42		0.03		0.24		0.19	

新しい概念を見出すことができる

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後								
4	2	8	5	17	19	27	2	2	1	4
3	17	37	45	48	43	50	11	20	17	30
2	49	45	40	28	33	16	42	42	56	46
1	32	10	9	6	5	8	46	35	27	20
Ave	1.89	2.43	2.47	2.77	2.80	2.95	1.69	1.90	1.91	2.17
差	0.54		0.30		0.15		0.21		0.26	

既成概念にとらわれることなく社会の問題を発見・解決し、新たな価値を創造する資質・能力として、数学及び理科と他教科との関係をもつ力、従来の枠組みを変える、新しい概念を見出す力を検証した結果、SSコースの生徒約70%が肯定的な回答をした。また、既成概念を変える意識をもつ生徒の割合もSSコースで多

く見受けられた。探究の「問い」を創る授業を展開することによって、生徒の学びの姿勢に変容が起きていることが示された。

(2)学校経営への効果

理科・数学の職員を中心にSSH指定以降、様々な教育実践に取り組み、表.1に示す内容を実施するなど、その成果の普及を果たすことができている。全教科で『探究の「問い」を創る授業』を推進することによって、生徒の学びを中心に据えた、主体的・対話的で深い学びの実現を目指す授業改革を進めている。今年度は、表.1に示す以外にも県内外から探究の「問い」を創る授業を視察するために来校する教育関係者が増加し、授業改革を活性化させる一助となった。また、生徒評価アンケートでも以下のように約9割の生徒が、理数教育が充実している、探究型授業が充実していると肯定的な回答を示しており、授業のねらいや取組が生徒に伝わっている様子をうかがうことができた。

【表.1 主な実践発表、研究授業一覧】

年	内容	教員
H25	サイエンスリーダーズキャンプ山口大学	後藤裕市
	熊本県教育課程研究協議会・発表	山崎惟善
	県教育委員会学校訪問・研究授業	後藤裕市
H26	県立中学校教科研究協議会・研究授業	河野年美
	熊本県中学校理科授業研究大会・研究授業	河野年美
	熊本県教育研究会理化部会・実践報告 「教育の情報化」推進フォーラム・実践発表	早野仁朗 梶尾滝宏 高木久幸
H27	高等学校教育課程熊本県研究協議会理科部会	後藤裕市
	SSH冬の情報交換会第2分科会・司会	後藤裕市
	アクティブラーニング研修 上越教育大学：西川純 教授 協力	河野年美 廣田哲史
H28	サイエンスリーダーズキャンプ東京理科大学	早野仁朗
	熊本県教育課程研究協議会・実践発表	後藤裕市
	大分県高等学校教育研究会理科部会夏季研修会・実践発表	後藤裕市
	アクティブラーニング研修 熊本県立芥明高等学校・溝上広樹 教諭協力 「未来の学校」創造プロジェクト・研究授業	全職員 後藤裕市
H29	熊本県教育研究会理化部会・実践報告	早野仁朗
	サイエンスリーダーズキャンプフォローアップ企画山口大学	後藤裕市
	ベネッセ教育総合研究所・研究授業	後藤裕市
	熊本県「教育の情報化」推進フォーラム・模擬授業	後藤裕市
H30	熊本県教育研究会理化部会・実践報告	早野仁朗
	熊本県教育研究会理化部会・実践報告	梶尾滝宏
	SSH情報交換会第1分科会・ファシリテーター	後藤裕市
	熊本県理数教育指導者成講座 実践発表	後藤裕市
H30	独立行政法人教職員支援機構・授業視察 新たな学びに関する教員の資質能力向上のためのプロジェクト	奥田和秀 後藤裕市
	JST南地区主任調査員学校訪問・授業視察	後藤裕市
	教育センター及び初任者視察・研究授業	吉村早織
	探究の「問い」を創る授業・7月公開授業	P11参照
	熊本県「教育の情報化」推進フォーラム・模擬授業	後藤裕市
	九州高等学校理科教育研究会・実践発表	早野仁朗
	九州高等学校理科教育研究会・研究協議コーディネーター	後藤裕市
熊本県教育課程研究協議会・実践発表[物理]	梶尾滝宏	
熊本県教育課程研究協議会・実践発表[化学]	早野仁朗	
熊本県教育課程研究協議会・実践発表[生物]	後藤裕市	
全国高等学校文化連盟研究大会熊本大会・実践発表	梶尾滝宏	
探究の「問い」を創る授業・1月公開授業	P11参照	
岡山県立一宮高等学校職員研修・実践報告	梶尾滝宏	

理数系教育が充実している

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	65	58	61	77	53	22	52	41	34	39
3	33	37	37	22	38	63	46	51	57	50
2	2	5	0	0	7	13	2	7	9	10
1	0	0	2	2	2	2	0	2	0	0
Ave	3.63	3.53	3.57	3.73	3.46	3.06	3.51	3.30	3.25	3.30
差	-0.10		0.16		-0.40		-0.21		0.05	

探究型授業が充実している

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	59	65	61	78	46	37	46	46	35	46
3	33	29	31	19	29	57	50	41	52	42
2	8	6	6	2	14	5	4	10	12	10
1	0	0	2	2	11	2	1	2	1	2
Ave	3.51	3.58	3.52	3.73	3.10	3.29	3.41	3.30	3.21	3.31
差	0.07		0.21		0.19		-0.11		0.10	

理科が好きである

	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	46	39	35	41	36	21	13	8	6	7
3	38	48	37	42	41	56	46	34	28	29
2	16	13	24	13	21	21	35	43	54	51
1	0	0	4	5	2	3	6	15	12	13
Ave	3.30	3.26	3.04	3.19	3.11	2.94	2.65	2.35	2.28	2.31
差	-0.04		0.15		-0.18		-0.30		0.03	

理科を勉強すると日常生活に役立つ

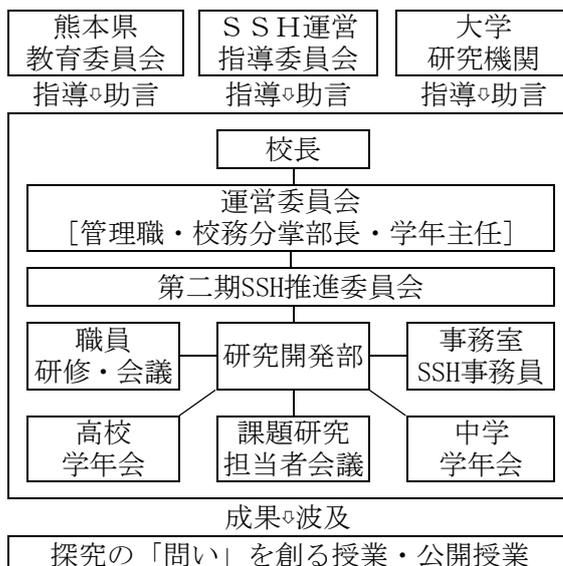
	1年SS		2年SS		3年SS		1年GS		2年GS	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
4	27	42	31	42	38	35	13	9	7	11
3	52	49	57	47	32	43	42	36	44	44
2	19	14	9	8	16	16	39	41	42	38
1	3	5	2	3	14	6	6	14	7	7
Ave	3.02	3.08	3.19	3.28	2.94	3.06	2.63	2.40	2.52	2.59
差	0.06		0.09		0.12		-0.23		0.07	

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・対応状況について

平成30年度実践型指定のため記載不要

5 校内におけるSSHの組織的推進体制

中高一貫教育校として、理数教育の教育課程を開発し、教科の枠を越える授業、探究の「問い」を創る授業の実践を進めるために以下に示す組織的推進体制を構築している。週時程に1時間会議を設定する「第二期SSH推進委員会」を設置して研究開発及び実践の方向性を議論する。「探究の「問い」を創る授業」を・公開授業「研究開発部会」に加え、「課題研究担当者ミーティング(会議)」として週時程に1時間会議を設定し、数学・理科の教員全員が出席して情報共有を図る。年2回実施するロジックスーパープレゼンテーションに併せて「探究の「問い」を創る授業・公開授業」を実施する。7月は理数教育に関する学校設定科目、1月は全教科対象に公開授業を実施することによって、主体的・対話的で深い学びを全校体制で推進する。



6 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

第1期SSH研究開発テーマI「中高一貫教育校として、6年間を通じた数学・理科に関する教育課程の開発」から、第2期SSH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」へと発展した第1年次に生じた課題1~5に焦点を当て、今後の研究開発を進めていくこととする。

1. 探究の「問い」を創る授業から探究テーマへの展開

探究の「問い」を創る授業を通して、教員、生徒から教科書や学習内容との関連性の高い「問い」を創ることができている。授業で創った探究の「問い」を一覧化することによって、1年ロジックリサーチ及びプレ課題研究におけるテーマ設定につなげる

2. 教科の枠を越える授業の推進

SS 探究化学, SS 探究物理, SS 探究生物

探究の「問い」を創る授業を通して、創ることができた探究の「問い」を一覧にしたシラバスを作成し、異なる教科科目間で同様の「問い」を見出すことによって、一つの事象を異なる視点で探究する授業を推進する。H31(2019年)開講するSS探究化学, SS探究物理, SS探究生物を中心に実践を進める。

3. データサイエンスに関する授業実践

高校2年3年対象に実施するSS課題研究において、探究活動に必要なデータサイエンスを扱う授業実践を進める。統計学について、統計処理に関する授業実践を図る。

4. ロジックルーブリックとロジックアセスメントの関係

ロジックルーブリックの各観点と段階に用いた記述語に基づいて作成する総合問題「ロジックアセスメント」から本校が定義した力、未知なるものに挑むUTO-LOGICを測る。