

富士未来学Ⅳ

－ミニ探究（物理・化学）

ミニ探究（物理・化学）のできるようになること

「富士未来学（理数探究）」の目標を理解し、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程をとおして、課題を解決するために必要な資質・能力を身に付けることができる。ミニ探究（物理・化学）に挑戦することをとおして、物理領域または化学領域に関することから疑問を感じ、疑問から問いを立てることができる。

ミニ探究（物理・化学）で学ぶこと

数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程をとおして、課題を解決する方法を学ぶ。物理領域や化学領域に関することから疑問を感じ、疑問から問いを立てる方法を学ぶ。

月 日 ()

東京都立富士高等学校

東京都立富士高等学校附属中学校



高校1年 組 番 氏名



ミニ探究（物理・化学）①

ルーブリックを見返しながら、自己の到達度を確認し、改善を図りましょう。

育成したい資質・能力	グランドデザインの観点	評価の観点	評価の対象	高度に達成されている	達成されている	一部に課題あり	自己評価	教員による評価
				A	B	C		
理数的発見力	仮説説明	思考・判断・表現	5の記述	5において、熱が逃げていく原理から仮説を設定し、仮説を科学的に検証する計画を立案している。			A	

1 「富士未来学（理数探究）」の目標とは

本校では「富士未来学（理数探究）」を合計5単位、全生徒が履修します。富士未来学Ⅳでは、研究課題の設定から研究計画の立案までを行います。課題研究では研究課題の設定が非常に大切です。研究課題を考える前に、「理数探究」の目標を再確認しましょう。高等学校学習指導要領解説理数編では次のように書かれています。

様々な事象に関わり、**数学的な見方・考え方**や**理科の見方・考え方**を組み合わせるなどして働かせ、**探究の過程**をとおして、課題を解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 対象とする事象について探究するために必要な知識及び技能を身に付けるようにする。
- (2) 多角的、複合的に事象を捉え、数学や理科などに関する課題を設定して探究し、課題を解決する力を養うとともに創造的な力を高める。
- (3) 様々な事象や課題に主体的に向き合い、粘り強く考え行動し、課題の解決や新たな価値の創造に向けて積極的に挑戦しようとする態度、探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度及び倫理的な態度を養う。

「様々な事象に関わり」は、生徒が主体的に問題を見いだすために不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切である。「理数探究」の対象としては自然科学だけではなく、社会科学や人文科学、芸術やスポーツ、生活に関するものなどあらゆるものが考えられる。

「数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ」は、事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的、体系的に考えることや、自然の事物・現象を質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えることを組み合わせるなどして働かせることを示している。

（文部科学省、2018、高等学校学習指導要領解説理数編）



また、内容の取扱いの項目では、アからオまでのの中から一つ以上の課題を設定するように書かれており、例が示されています。

ア 自然事象や社会的事象に関することについて

・振り子の運動に関する探究

剛体振り子や連成振り子を作成してそれらの運動を映像で記録して分析し、その仕組みについて探究する。

・成分物質の抽出・単離の手法を活用した探究

茶からカフェインを抽出し再結晶等で精製したり、柑橘類のクエン酸やビタミンCなどを容量分析により定量化したりして、天然物の成分と種の分類や個体の生育条件の違いとの関連等について探究する。

・光合成速度に関する探究

光の波長などの違いによる植物の光合成速度の違いについて探究する。

・コンピュータウイルスの拡散過程に関する探究

微分・積分を利用して、コンピュータウイルスの拡散過程をモデル化し、数理的に探究する。

イ 先端科学や学際的領域に関することについて

・楽器の音の鳴り方に関する探究

楽器やグラスハープなどの構造と発する音の高さについて高速度カメラで振動を感知する実験を行い、その仕組みなどについて探究する。

・銅樹のフラクタル成長の規則性に関する探究

銅樹を一定の条件の下で同時に多数成長させたときに現れる規則性を数学的に表現し探究する。

・DNA による品種判定に関する探究

イネの各品種から DNA を抽出し、それを用いてイネの品種判別を行う方法について探究する。

ウ 自然環境に関することについて

・身近な環境を活用した発電に関する探究

学校の近隣地域の自然環境に適した小型の風力発電装置や水力発電装置を作成し、その発電効率の向上を目指して探究する。

・地域の自然環境と人間生活の影響についての探究

河川や湖沼水の硬度、プランクトン相、pH、化学的酸素要求量、陰イオン系界面活性剤濃度等や、大気中の二酸化窒素・浮遊粒子状物質濃度等を継続的に測定し、人間生活が自然環境に及ぼす影響を探究する。

・水質浄化に関する探究

カーボンファイバーなどのろ過材や活性汚泥などを用いて、水質を浄化する仕組みや浄化のための条件を汚濁物質との関係も含めて探究する。

・地域気象に関する探究

気温・湿度センサなどを高密度に設置することにより、ヒートアイランド現象や山谷風など、その地域固有の気象現象を調査する。

エ 科学技術に関することについて

・空気による揚力や抵抗力に関する探究

風洞装置を作って空気の流れを制御し、飛行機の翼の模型に加わる揚力や、自動車の模型に加わる抵抗力などを測定する方法を探究する。

・高分子化合物、染料、指示薬、洗剤などの合成に関する探究

ナイロンやポリメタクリル酸メチルなどの高分子化合物からなる合成繊維、プラスチック、アゾ染料などの合成染料、フェノールフタレインやメチルオレンジなどの酸塩基指示薬、洗剤などを合成し、それらの性質について探究する。

・新たな DNA 抽出方法に関する探究

純粋な DNA をより多く抽出するために有効な生物材料や抽出方法について探究する。

オ 数的事象に関することについて

・べき a^b に関する探究

べきについて、多面的に考察し新たな性質を考える。例えば 0^0 の値は x^x の極限として計算できるかを探究する。さらに、 a^b について、 b が複素数であるときにどのように計算できるかを探究する。

・金平糖の角の形成過程の数理モデルに関する探究

金平糖を作る過程でできる角の形成過程を数理モデルで再現し、そのメカニズムを探究する。

（文部科学省、2018、高等学校学習指導要領解説理数編）



2 「富士未来学（理数探究）」における課題の設定

「自然や社会の様々な事象に関わり、そこから数学や理科などに関する課題を設定する。」

「富士未来学」における課題は、書籍やインターネットなどの情報によって解決できるものではなく、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程をとおして解決できる課題とします。これは、調査（調べ学習）ではなく、調査の先にある探究の過程を通して解決できる課題を設定することを意味しています。

3 ミニ探究（物理・化学）とは

ミニ探究（物理・化学）の授業では、物理領域または化学領域の問いから仮説を設定し、実験を通して探究の過程を体験します。

第1回 「富士未来学Ⅳ」

月 日（ ） 限 仮説を立て、実験の計画を立てる。

第2回 「 」

月 日（ ） 限 グループで実験をする。

第3回 「富士未来学Ⅳ」

月 日（ ） 限 実験の結果をまとめ、発表をする。

4 ミニ探究（物理・化学）のテーマ

物理チャレンジ2022の実験課題として出題されたテーマに取り組んでみましょう。

実験課題テーマ：『お湯の冷め方を調べ、そのしくみを考えてみよう』

【主催者コメント】

まず、紙コップにお湯 200 mL を入れ、70℃になってから、温度の時間に対する変化を測定しましょう（この結果をグラフに描いてください）。次に、温度が下がるしくみを考えるために、紙コップにふたをしたり、容器の種類をかえたりするなど条件を変えて実験しましょう。ただし、すべての実験でお湯の量は 200 mL、温度は 70℃から測定してください。



5 実験計画の作成

（１）原理を考える

物質の温度は熱量（エネルギー）によって決まります。自然では温度の高い方から低い方へ移っていくので、室温より高いお湯から熱が周りに逃げていき、お湯の温度が低くなります。液体から熱が逃げていく過程にはどのようなものがあるか、インターネット等を用いて調べてみましょう。

（２）実験計画を立てる

冬の寒い日に、水筒に入れた熱いお茶をできるだけ冷めないようにしたり、熱いものを食べるのになるべく早く冷ましたりということもあるでしょう。お湯の冷め方をコントロールする実験を考え、実際に試してみましょう。特定の実験条件を設定して、200mL、70℃のお湯を容器に入れ、温度計にてお湯の温度の時間変化を記録します。結果をグラフに表してみましょう。

対照実験を行う必要があります。グループで分担して実験を行う計画を立てましょう。

①（１）で調べた熱が逃げていく過程のどれに着目するかを決めましょう。

②仮説を設定しましょう。

「○○であれば△△となる。」という形式で、予想される結論を示しましょう。

独立変数と従属変数が何にあたるかについても、明確にしましょう。



③実験方法を決めましょう。

お湯は電気ポットで90℃程度に沸かしたものを提供します。

使用することができる器具は以下のとおりです。

紙コップ（275 mL）、ふた付き耐熱紙コップ（270 mL）、
ふた付きクリアカップ（480 mL）、ビーカー（200 mL）、メスシリンダー、
アルミホイル、ラップフィルム、かきまぜ棒、軍手、デジタル温度計（最大2台）、
スタンド（最大2台）

40分間で完結する実験を計画しましょう。

この講座でどのような力が身に付いたか、ループリックで振り返りをしましょう。

引用文献

- (1) 東京都立富士高等学校・東京都立富士高等学校附属中学校（2021）『令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施計画書【開発型・実践型】』
- (2) 馬場正昭（2022）『高大連携授業（物理）講義資料』
- (3) 文部科学省（2018）『高等学校学習指導要領解説理数編』, p.29, pp.35-37



ミニ探究（物理・化学）②

ルーブリックを見返しながら、自己の到達度を確認し、改善を図りましょう。

育成したい資質・能力	グランドデザインの観点	評価の観点	評価の対象	高度に達成されている	達成されている	一部に課題あり	自己評価	教員による評価
				A	B	C		
理数的解決力	計画実践	思考・判断・表現	実験	立案した計画を基に粘り強く実験を行い、得られた結果から考察したことを踏まえて結論を導いている。			A	

6 実験条件

実験日 年 月 日（ ） 限 : ~ :

室 温 ℃

湿 度 %

7 共同実験者

8 仮説



9 実験の記録



1 0 結果

1 1 考察

1 2 結論



1 3 次回に向けて

（１）結果のまとめ

次回の富士未来学Ⅳの時間内での作業時間は、15分ほどです。次回の授業までに、以下の内容に取り組んでおきましょう。富士未来学Ⅳの授業内では、同じグループの人との意見交換や、作成してきた発表資料の修正を行います。

グループごとに行った実験を、各自で3枚程度のスライドにプレゼンテーションソフトでまとめます。

富士未来学Ⅳテキストの「ポスターセッション」のページを参照しましょう。

〔プレゼンテーションソフトでまとめる項目〕

①仮説 ②方法 ③結果 ④考察 ⑤結論 ⑥引用文献

（２）発表について

実験を行ったメンバーとは異なるメンバーでグループ（6班編成）を作り、1人3分で発表と質疑応答を行います。

この講座でどのような力が身に付いたか、ループリックで振り返りをしましょう。

引用文献

- (1) 東京都立富士高等学校・東京都立富士高等学校附属中学校（2021）『令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施計画書【開発型・実践型】』



ミニ探究（物理・化学）③

ルーブリックを見返しながら、自己の到達度を確認し、改善を図りましょう。

育成したい資質・能力	グランドデザインの観点	評価の観点	評価の対象	高度に達成されている	達成されている	一部に課題あり	自己評価	教員による評価
				A	B	C		
理数的解決力	結論伝達	思考・判断・表現	発表	必要な項目をプレゼンテーションソフトでまとめ、分かりやすく発表している。また、他者の発表に対して、実験の内容に関する質問を積極的に行っている。			A	

1 4 発表

（１）結果のまとめ

グループごとに行った実験を、各自で３枚程度のスライドにプレゼンテーションソフトでまとめます。

富士未来学Ⅳテキストの「ポスターセッション」のページを参照しましょう。

〔プレゼンテーションソフトでまとめること〕

①仮説 ②方法 ③結果 ④考察 ⑤結論 ⑥引用文献

（２）発表

実験を行ったメンバーとは異なるメンバーでグループ（６班編成）を作り、１人３分で発表と質疑応答を行います。質問者側は、仮説を立証する実験になっているか、結果から結論の流れが正しいか、などに着目して質問しましょう。



1 5 今後の課題研究に向けて

①実験してみたい領域を選び、○で囲みましょう。

物理

化学

生物

地学

②①で選んだ領域について、どのような実験ができるかを記述しましょう。

この講座でどのような力が身に付いたか、ループリックで振り返りをしましょう。

引用文献

- (1) 東京都立富士高等学校・東京都立富士高等学校附属中学校（2021）『令和3年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施計画書【開発型・実践型】』