

理科、数学
ご担当の先生向け

「理数」の進め方ガイドブック

理論編



千葉県総合教育センター

令和3年3月

目 次



千葉県PRマスコットキャラクター
チーパくん

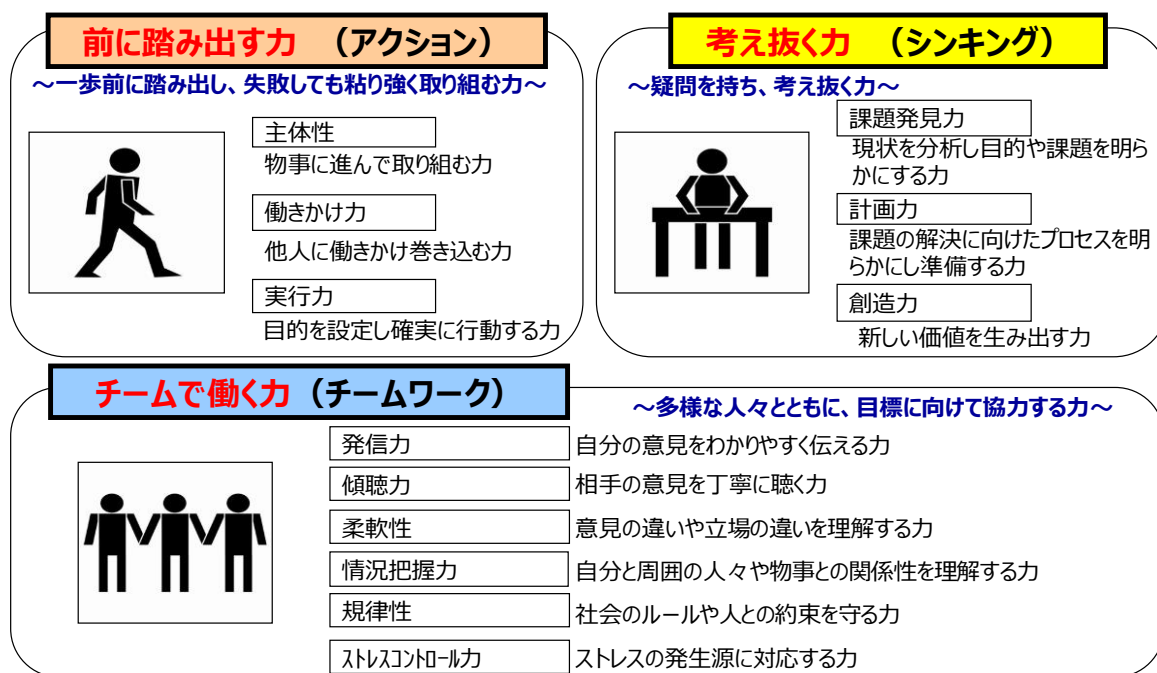
1	探究の学習の必要性 ～なぜ今、探究なのか～	1
2	授業の進め方	3
	全過程共通	4
	自然事象に対する気付き	5
	課題の設定	6
	仮説の設定	8
	検証計画の立案	9
	観察・実験の実施 結果の処理	10
	分析・考察・推論	11
	表現・伝達	12
3	年間計画の作成	14

1 探究の学習の必要性 ～なぜ今、探究なのか～

PISA2018、TIMSS2019 の調査から、「数学」及び「理科」について、我が国の生徒は諸外国に比べ、学力はトップレベルながら、学習への興味・関心・意欲について課題があることが示されています。また、これからの社会は、技術革新や情報化、グローバル化が進み、変化の先行きを見通すことが難しくなることが予想されます。このような背景から、これからの教育には、強い知的好奇心や自発的な研究態度、自ら課題を発見したり未知のものに挑戦したりする態度などの育成が求められています。

一方、下図は経済産業省が提唱する「社会人基礎力」について表したもので、職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な三つの能力と 12 の能力要素が示されています。

社会人基礎力とは

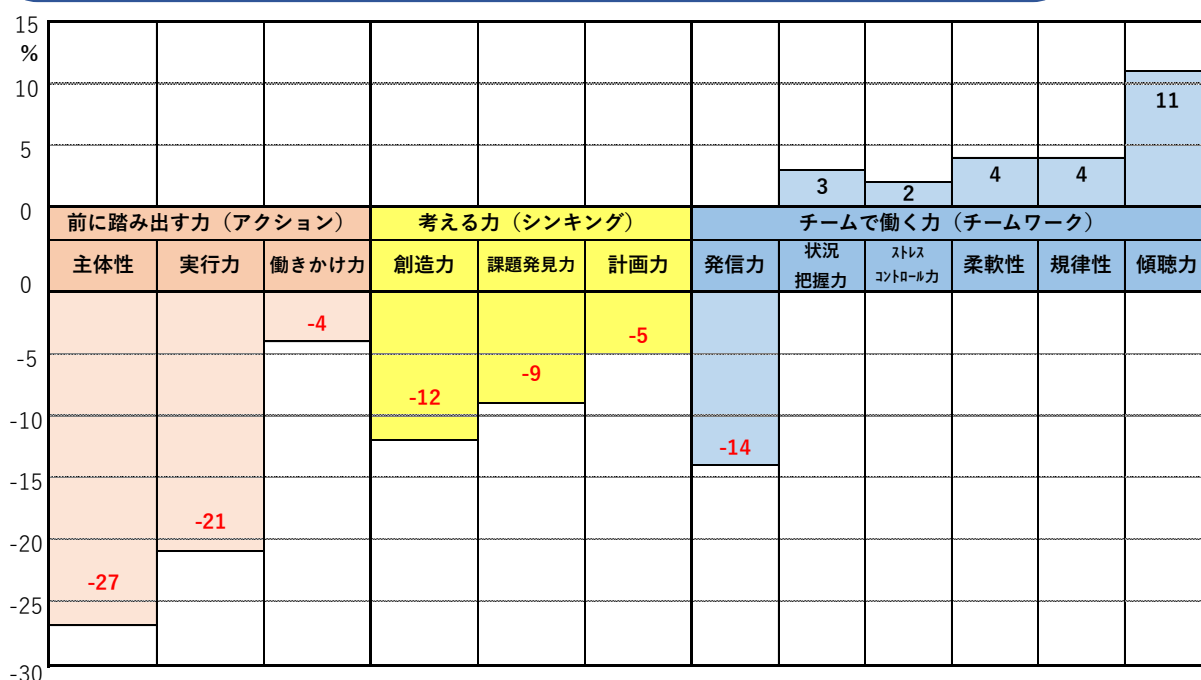


※「人生 100 年時代の社会人基礎力について」(平成 30 年 2 月 経済産業省) より

ここで、これら 12 の能力要素について「将来自分はどの能力要素が必要で」、「現在の自分にはどの能力要素が備わっているか」を、高校生を対象に意識調査した結果をグラフにしました(次ページ)。

グラフから分かるように、高校生は「傾聴力」や「規律性」などの『チームで働く力』はもっていると考えていますが、「主体性」や「実行力」などの『前に踏み出す力』や、『考える力』については、将来必要であると思いつつも、自分にはまだ十分に備わっていないと考えていることがわかります。

将来社会で働くにあたり、「必要だと思う能力」と「現在もっている能力」の差



＜グラフの補足＞

リクルート進学総研が実施した「高校生価値意識調査 2015<臨時版>」から引用。(調査対象は全国の進学希望の高校1年生～高校3年生1437名)

経済産業省が定義する「社会人12の基礎力」の項目に合わせ、「将来必要だと思う能力」と「現在もっている能力」を、高校生がそれぞれ上位三つずつ選んだ割合の結果を、能力要素ごとに百分率で表す。

さらに、「現在もっている能力 (%)」－「将来必要だと思う能力 (%)」の差分を、グラフにした。

現行の探究を重視する科目では、スーパーサイエンスハイスクール(SSH)などの理数に関する学科にて行われている「課題研究」や、普通科での「理科課題研究」、「数学活用」において、興味・関心・意欲の向上や思考力・判断力・表現力の向上、主体性や探究心の向上が見られるなど、探究的な学習の教育的有用性が広く認められています。

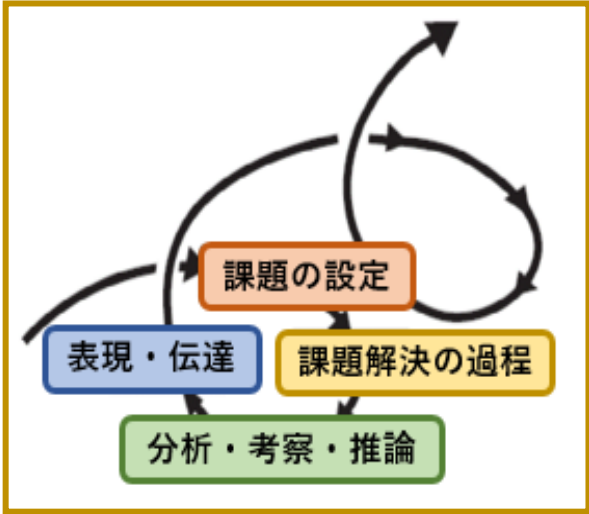
そして、今回の学習指導要領改訂により、新教科「理数」が新設されました。この教科は、様々な事象に関わり、数学的な見方・考え方や理科の見方・考え方を組み合わせるなどして働かせ、探究の過程を通して、課題を解決するために必要な資質・能力を育成することを目指しています。さらに、「理数」の科目の一つ「理数探究」の特徴は、「生徒自らが課題を設定した上で、主体的に探究の過程を遂行し、探究の成果などについて報告書を作成させるなど、課題を解決するために必要な資質・能力を育成すること」となっています。新教科「理数」は、まさに現在の教育上の課題を解決したり、次世代を担う子供たちに求められる資質・能力を育成したりするためにふさわしい教科ということができるのではないのでしょうか。

(※本冊子では混同を避けるため、教科としての理数科は「理数」、学科としての理数科は「理数に関する学科」と表しています。)

2 授業の進め方

「理数」の探究の過程は、「課題の設定」、
「課題解決の過程」、「分析・考察・推論」、
「表現・伝達」の四つがあります。この探究
の過程を進めることで、自ら様々な事象に向
き合って課題を設定し、粘り強く取り組み、
論理的に課題を解決し、他者に伝える力を養
います。

また、探究の過程は必ずしも直線的な階段
状の流れではなく、右図のように探究の過程
を繰り返しながら改善し、新たな課題を見い
だし、解決するという学習活動を繰り返して
いきます。



探究の過程をさらに下記のように分け、次ページ以降にそれぞれの学習過程での指導の
ポイントを示していますので、探究のそれぞれの過程の指導において、チェックリストと
ともにご活用ください。

探究の過程と学習内容

探究の過程		各過程の学習内容
課題の設定	自然事象に対する気付き 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。
課題解決の過程	仮説の設定 検証計画の立案 観察・実験・調査等の実施 結果の処理	数学的な手法や科学的な手法などを用いて、仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験・調査等、結果の処理などを行う。
分析・考察・推論		得られた結果を分析し、先行研究や理論なども考慮しながら考察し推論する。
表現・伝達		課題解決の過程と結果や成果などをまとめ、発表する。
次の探究の過程へ		新たな課題を見いだし、更なる問題の解決を始めるといった学習活動を発展的に繰り返す。探究の過程は必ずしも直線的な階段状の流れではなく、探究の過程を適宜振り返りながら改善していく。

2 授業の進め方

全過程共通	自然事象に対する 気付き	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	生活に関わるあらゆる事象と主体的に関わり、それらを科学的・数学的に探究しようとする態度 探究の過程を振り返って評価・改善しようとする態度						
留意点	探究では、新たな知見の有無や価値よりも、探究の過程における生徒の思考や態度を重視し、主体的に探究の過程全体をやり遂げることに指導の重点を置きます。また、探究の過程で議論したり検証したりすることは、生徒が自らの探究の価値を確認し、自信を持つことにもつながります。						
チェックリスト	1	生徒が自らの探究を振り返り、その価値を確認するとともに、自らの研究に対する自信をもてるようにしている。					
	2	生徒が粘り強く考え、行動し続けられるような支援をしている。					
	3	探究を進める段階で必要に応じて、批判的に振り返らせている。					
	4	生徒同士、生徒と教師との意見交換や議論の際、他者の指摘を受け入れられる柔軟性をもった態度や、建設的な態度で議論させている。					

探究の過程全体を通して育成する「学びに向かう力・人間性等」とは

○挑戦しようとする態度

- ①目標の設定
- ②ハードルの設定

○粘り強く取り組む態度

- ③教師の声かけ

○評価・改善しようとする態度

- ④振り返る機会の設定

○倫理的な態度

- ⑤活動の記録

全体としての取組

①目標を設定

生徒がどこに向かって学習するのか、目指すところを明確にして取り組むことができるようにする。

(例) 県立木更津高等学校の授業目標 年度初めオリエンテーション時に授業目標を提示

- ・着眼力 (必要な情報を探し、疑問や課題を発見できる力)
- ・問題解決力 (客観的な証拠をもとに問題を解決し、それをわかりやすく説明・表現する力)
- ・協働力 (他者と協力して活動し、他校の生徒や専門家と交流して理解を深める力)
- ・開拓力 (主体的に活動し、授業以外でも時間を有効に使い、努力する力)

②ハードルの設定

「主体的に」とは言っても待っていては進まない。締切を設けることでモチベーションをあげる。

- ・校内発表会の設定、校外発表会への参加

担当教師としての取組

③教師の声かけ

《SSH課題研究を担当している先生方の声》

- ・生徒と一緒に探究を進めていく。時間を共有することで、生徒のつまづきや悩みが分かる。
- ・分かっているにもすぐに答えずに生徒を待つ。
- ・先生自身が考える方向性も意識しながら指導にあたる。(「主体的に」という言葉のもとに生徒に任せていると面白い方向に行き過ぎてしまう。)
- ・新発見を求めなくてよい。「こんなことは分かっていること」や「やってもしょうがない」は禁句。モチベーションを下げないようにする。

④振り返る機会の設定

- ・グループ内での生徒同士、生徒と教師との議論、生徒個人と教師との議論の機会を設定する。
- ・授業ごとに実験ノートを提出させ、教師からフィードバックを行う。

⑤活動の記録 誠実に

- ・予想外の結果になったときに都合の悪いデータを除外することがないように、再現性や信頼性を確保するよう指導する。

2 授業の進め方

学習過程	自然事象に対する 気付き	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	見いだした関係性や傾向から課題を設定する力						
留意点	ここでは、探究の過程における課題の設定を行うための力を育成することがねらいです。このとき、生徒の興味・関心を尊重し、生徒自身が主体的に課題を設定できるような状況を設定するようにします。						
チェックリスト	1 先行研究や具体的な事例を複数検討させている。						
	2 教師や生徒との意見交換などを通して課題を明確にさせている。(研究テーマとしてふさわしいか)						
	3 身の回りの自然事象や社会事象に関心をもち、そこから問題意識を持って取り組ませている。						
	4 生徒自身が課題を主体的に設定できるように支援している。						
	5 設定しようとしている課題が校内設備で進めることができない場合は、校内でできるように課題を設定し直したり、学校外の設備の利用を考えたりしている。						

○課題探究の要！意味のある研究とするために慎重に！

○正確な基礎知識に基づいた研究にしましょう。

○様々な角度から課題を問い直し深めましょう。

大きなテーマからテーマを絞り込んでいく

取り組む課題を決める上で心がけること

- ・そのテーマは「問いかけ文」になるか
- ・その答えは、高校生の知識の範囲内では不明なものなのか
- ・解答の見通しが立つ課題か
- ・課題研究において実行可能なことか

酒井聡樹『これから研究を始める高校生と指導教員のために』共立出版2013

教科での見方・考え方から考えてみる

理科的な見方・考え方

自然の事物・現象を、質的・量的関係や時間的・空間的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。

数学的な見方・考え方

事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して論理的、統合的、発展的、体系的に考えること。

基礎的な知識を得る

インターネット
研究所・大学などのHP
信頼性の高い情報の選択

書籍・論文
図書室・図書館の利用
レファレンスサービスの活用
CiNii, Google scholarでの論文検索

予備実験
先行研究の追体験 解明の手掛かり

教師との意見交換
論点の整理

様々な観点から問い直してみる

(次頁 参照)

様々な観点から問い直してみる

1 様々な観点から、論題に対して質問をぶつけて、新たな論題や仮説を見つけていく。

信憑性について「本当に？」

⇒「海洋プラスチック汚染」は本当に生じているのか？

2 新たな論題や仮説が見つけれたら、再び同じように質問をぶつけ、さらなる論題や仮説を見つけていく。

「海洋プラスチック汚染」は本当に生じているのか？

⇒どこで？どのくらい？

3 新たな論題や仮説が見つからなければ、どのようなことを調べていけばいいアイデアを見つけていく。

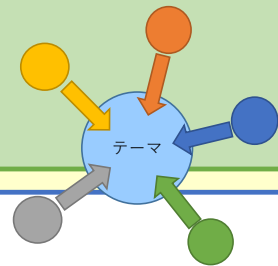
「海洋プラスチック汚染」は本当に生じているのか？

⇒根拠となるデータや論文を調べる。

※例) 「海洋プラスチック汚染」における論題の見つけ方

観点	ぶつける質問	取り出される論題
信憑性	本当に？	海洋プラスチック汚染は本当に生じているのか
定義	どういう意味？	そもそも「海洋プラスチック汚染」とは何か
時間	いつから？いつまで？	いつから海洋プラスチック汚染が始まったか
空間	どこで？	海洋プラスチック汚染はどこで起きているのか
主体	だれ？	誰が海洋プラスチック汚染を起こしたか
経緯	いかにして？	どのような過程で海洋プラスチック汚染は進んでいるか
様態	どのように？	海洋プラスチック汚染の現状はどうなっているのか
方法	どうやって？	どうやって海洋プラスチック汚染の存在を確かめたのか
因果	なぜ？	海洋プラスチック汚染の原因は何か
比較	他ではどうか	素材によって海洋プラスチック汚染の違いはあるか
特殊化	これについては？	国内での海洋プラスチック汚染はあるか
一般化	これだけか？	プラスチック以外の海洋汚染はあるか
限定	すべてそうなのか？	地球全体で海洋プラスチック汚染が起きているのか
当為	どうすべきか？	海洋プラスチック汚染にどう対応すべきか

戸田山和久『論文の教室』日本放送出版協会2012をもとに作成



生徒の興味・関心をもとに生活に関する疑問から課題を設定した例

・校舎の壁のひびわれが三叉になっている (生徒の発見)

この分かれ方は葉脈に似ている (教師の助言)

・葉脈は水を運ぶのに合理的な形をしているのではないだろうか？

問いかげ文になっているか

高校生の知識の範囲内では不明なものなのか

理科学的な見方・考え方

教科書では水を吸い上げる原理については載っている管が真空でないと水を吸い上げられない

→たくさんの枝分かれの途中で蒸散すると、吸い上げられないのではないかと

→道管は1本の管でないとならないのではないかと

数学的な見方・考え方

基礎的な知識を得る

書籍・論文 予備実験

先行研究調査

・葉脈形成の二つの仮説と数理モデル

・ひび割れ方向性を考慮した覆工コンクリートの健全評価法

予備実験 ・顕微鏡での観察

教師との意見交換

先行研究では道管の末梢部について議論していない

⇒ 茎から末梢部まで観察し、維管束の全体像を明らかにしてはどうか

解決の見通しが立つか

探究において実行可能か

研究テーマ

植物の維管束と肥大成長の関係を単位パイプモデルで考察する

〈指導のポイント〉

生徒の発見を大切に、発見した喜びを味わわせます。

新発見を求めなくてもかまいません。

研究のゴールに向かえるよう導いてあげます。

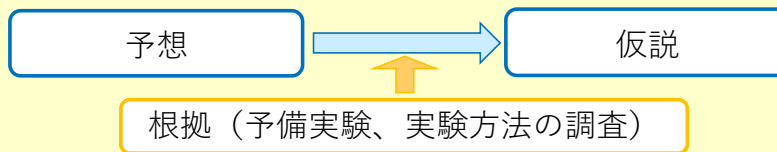
教師自身がテーマの精選ができるよう日頃から、広い知識を得ておきます。



2 授業の進め方

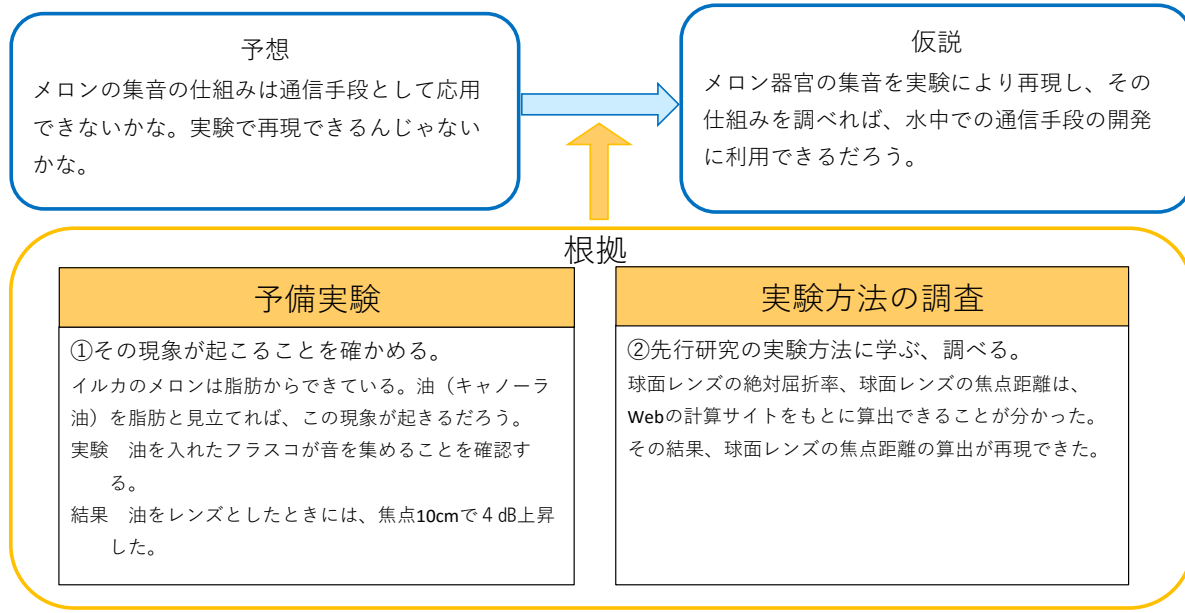
学習過程	自然事象に対する 気付き	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	見通しをもち、検証できる仮説を設定する力						
留意点	ここでは、既知の知識、経験、先行研究、予備調査の結果に基づいて、数学的な手法や科学的な手法などを用いて検証できる仮説を立てさせるようにします。解決のための手法は、教科・科目の枠を超えた様々な組合せがあることに留意し、指導する必要があります。						
リ ス テ ン グ	1 仮説が、数学的な手法や科学的な手法を用いて検証できるものか意識させている。						
	2 仮説が、与えられた条件（設定された時間、環境）の中で検証できるものか意識させている。						

○予想から仮説へ 根拠をもとに仮説を設定！



《研究テーマ》 集音レンズを用いた新たな通信機器の開発

目的 イルカのメロンという器官は集音レンズの役割を果たしている。この仕組みを調べ、水中での通信手段を開発する。



〈指導のポイント〉

予備実験や先行研究の調査を通して、仮説を設定するための根拠をもたせるようにします。

- ①最初の段階は、とにかくその現象を起こしてみる。その現象が本当に起きるのか確かめます。
必ず起きる現象か、特定の条件で起きる現象か、別の現象で説明できるものかを見極めます。
- ②同じ現象についての先行研究がある場合には、必ずその実験方法を調べます。
まず同じ方法で行い、同じ結果が得られることを確かめます。

可能であれば、複数の仮説を立てさせるようにします。

一つの仮説が外れた場合は、他の仮説を検証します。調査を行った中で新たな仮説が生まれたら、それを検証します。

学習過程	自然事象に対する 気付き	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	仮説を確かめるための観察・実験計画を立案する力 観察・実験の計画を評価・選択・決定する力						
留意点	ここでは、自分が疑問に思ったことを、観察、実験、調査などによって検証できる仮説にまとめ、その観察、実験、調査の方法や手順を正しく組み立てられる能力を育成することがねらいです。						
チェックリスト	1 仮説を検証するために、どのような観察、実験、調査等を行い、どのように分析を行うかなどの見通しをもたせている。						
	2 利用できる機材や材料、得られる情報、検証に要する時間などを把握させている。						
	3 立案に苦勞する場合は、教師や他の生徒との議論などを通して、研究の方向性を再検討したり、方法を工夫したりして、粘り強い取組をさせている。						

○仮説と検証のスパイラル（PDCAサイクル）

仮説を立て、それを検証するための実験を繰り返す！

●PDCAサイクルによる検証の例（県立木更津高等学校 令和元年度「探究KISARAZU-II」課題研究 CODと飲料水の腐敗度の関係より）

仮説を立てる P

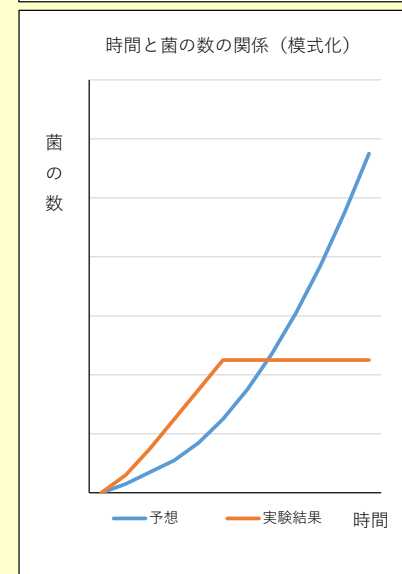
自動車内にしばらく放置した飲みかけのペットボトル飲料は、飲まない方がよいと言われる。これはなぜなのかについて調べていくことにする。なぜ、飲まない方がよいと言われるのか。“ペットボトル飲料内に唾液中の菌が繁殖し、指数関数的に増加していくため、腐敗が急速に進行するからであろう”という仮説を立てた。

再度、仮説設定をする P

指数関数的に増加することについては、最初の実験では示せなかったが、“条件を整理（イオン交換水での実施、データのとり方など）すれば、指数関数的な増加が確認できるであろう。”

実験を行う D

ペットボトル飲料内に唾液中の菌が指数関数的に増加していくことを確かめるには、飲料中のCODを測定することにより、数値化し評価できると考えた。
CODは学校内の実験機材、薬品で測定できそうである。
CODを測定した結果、指数関数的に増加しなかった。（右図）



結果の考察をする C

検証実験では、予想とは異なる結果となった。その原因を考察した。

- ・原因となる菌が少なかったのではないか。
- ・原因となる菌量の差があったのではないか。
- ・実験器具の点検、試薬の調整など実験操作上に問題があったのではないか。
- ・データにばらつきがあるので、データのとり方について検討する必要があるのではないか。

検証のための実験を考案する A

- ・市販されている天然水でなく、イオン交換水で実施すれば検証できるのではないか。
- ・実験器具や薬品、データのとり方を再度確認する必要があるのではないか。

〈指導のポイント〉

仮説を立てる（立て直す）時には、観察、実験、調査等の結果に基づき考察したことをもとにしたり、モデルをつくりシミュレーションを行ったりすることが効果的です。どんな実験を考案するかはアイディアと発想力が問われます。教師が生徒のアイディアと発想力を引き出すような対話をすることも効果的です。

2 授業の進め方

学習過程	自然事象に対する 気付き	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	観察・実験を実行する力 観察・実験の結果を処理する力						
留意点	ここでは、観察・実験器具の特徴や性質を理解して安全かつ正確に使用できる技術を身に付けさせることがねらいです。調査等に関しては、法則などを見いだすために必要なデータを収集する方法、サンプルの抽出方法などを身に付けさせるようにします。						
リ ス テ ク	1 測定操作を正確かつ精密に行わせている。						
	2 操作している条件以外の条件が揃っていたか検討させている。						
	3 観察、実験を行った際の環境や用いた器具等に関する情報も同時に記録しておき、データについて評価できるように指導している。						

○実験の基本を確認。実証性・客観性・再現性を意識した実験を！

○定性的から定量的へ

○実験したことの証を残す！実験ノートのルール決めを！

《色を数値化する》

例えば、色の変化を調べる実験では、どこで変化したのか判定する必要があります。しかし、色の変化の判定には個人差が生じてしまいます。そこで、変化した色をRGB値に変え数値化することで、客観的に判定することが出来ます。



左図では色がどこで変化したか分かりづらい。

右図のように数値化することで客観的に変化したと言える。

	0.0	0.5
5	69	72
	47	54
	25	20
10	77	135
	43	104
	61	53
15	44	115
	59	70
	72	102
	112	101

県立佐倉高等学校「ビスマス極板を用いた電気分解における色の変化と条件」

《記録することの意味》

実験ノートは失敗も含めて実際に得られたデータ、起こった現象を記録していくものです。測定値のほかに、自分の考えたことや思いついたこと、新しいアイデア、疑問に感じたことなども同時に記入します。

グループ研究の場合は、特にすべての班員が同じルールで記入することが必要です。研究ごとの実験ノートの書き方を決めます。

実験手順

実験結果

変更した理由も記録しておく。

失敗したデータを消すのではなく、原因を記録しておく。

県立木更津高等学校「糸電話の音の伝わり方」

《指導のポイント》

重要な変数（色、濃さ、明るさ、速さなど）を測定してうまく数値化すると、思わぬ関係や法則性が見えてきます。

課題研究ではわからないことに挑戦して実験をしていますので、予想通りになるとは限りません。予想に反した結果が新しい発見につながります。どんな結果もしっかりと記録に残しておきます。

学習過程	自然事象に対する 気づき	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	観察・実験の結果を分析・解釈する力 全体を振り返って推論したり改善策を考えたりする力 事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり獲得したりする力 学んだことを、次の課題や日常生活や社会に活用しようとする態度						
留意点	ここでは、得られたデータを分析し、傾向や法則性、特徴などを見いだして考察し推論することで、仮説を検証します。その際、科学的な根拠などを踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要があります。						
チェックリスト	1 科学的な根拠などを踏まえ、論理的な思考に基づいて考察・推論させている。						
	2 データの質と量が十分かどうか評価させている。(誤差の範囲、標本数、標本の抽出方法、標本の信頼度等)						
	3 もし、データの質と量が仮説を検証するために十分でないと判断された場合は、検証計画を立て直して観察、実験、調査等を再度行わせている。						

○適切なデータ処理を！ → 表やグラフの活用

グラフの種類

- ・円グラフ ・棒グラフ ・折れ線グラフ ・帯グラフ ・散布図
- ・ヒストグラム(度数分布図) ・レーダーチャート 等

※それぞれに特長があります。どのグラフを用いるのが適当か、目的を考えて選択します。

※軸の取り方や目盛りの取り方を工夫することによって、より分かりやすいグラフとなります。

※グラフに打った測定点をそのまま結んで"折れ線グラフ"としてしまうのはよくありません。一つ一つの測定値は、誤差を含んでいるからです。

散布図を活用して直線を引く方法、回帰直線で表す方法があります。

○科学的根拠をもった分析・考察・推論を！

データを適切に処理したのち、その結果を基に分析・考察・推論を行います。


- ・ある二つの変量にはどんな関係があるのか。(相関関係、因果関係)
- ・調べた現象について数式化やモデル化ができるか。(法則性、規則性につながる)

理科課題研究ガイドブック第3版より

<例>


アサリの形をしらべるために、A~Dの標本について殻高、殻長、殻幅を計測し、多くのデータを得た。(標本数は、A:245、B:251、C:99、D:178)

分析：散布図の作成



縦軸：殻高/殻長比 横軸：殻幅/殻長比
標本Aと標本Bで形に違いはあるのか？

ヒストグラム、正規確率プロットの作成



正規分布であることを確認できた！

考察・推論：遺伝的要因、環境的要因が関係しているのではないだろうか。

標本Aと標本Bの形には、有意差がある！

F検定、t検定により、平均値に有意差があるかを判断した。

県立木更津高等学校 令和元年度「探究KISARAZU-II」課題研究「千葉県南西部における約50万年間のアサリの形の違い」

<指導のポイント>

観察・実験・調査等で得られたデータには、誤差やばらつきがあることを考慮し、平均値や標準偏差、相関係数などの統計量やヒストグラム、散布図などを用いると分析しやすくなります。

2 授業の進め方

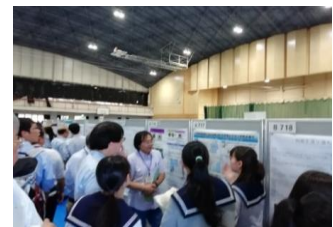
学習過程	自然事象に対する 気づき	課題の設定	仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施 結果の処理	分析・考察・推論	表現・伝達
理数における 資質・能力	考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力						
留意点	ここでは、探究した過程を整理する力や、探究の成果などを適切に表現する力を育成することなどがねらいです。また、他の発表から知識や研究の方法を自分たちの研究の参考にするということも目的の一つです。さらに、生徒に探究の達成感をもたせたり、自己の成長の過程を認識し、探究全体を自己評価できるようにしたりすることも重要です。						
チェックリスト	1 発表の際には、他者に対して、課題解決の過程と結果や成果などを分かりやすく説明させている。						
	2 発表について、様々な視点から探究の内容について評価や助言を受けるように指導している。						
	3 報告書には、設定した課題に対して、研究の目的、仮説、方法、結果、分析、考察、推論、新たな課題、参考文献等の要素が適宜含まれているか確認させている。						
	4 得られた結果と考察を区別させている。						
	5 自己の成長の過程を認識し、探究全体を自己評価させている。						

○発表：ポスター発表、口頭発表

発表の目的 → 研究成果を他の人に**伝える** 他人の**意見を聞く**

○ポスター発表では

- ・1枚のポスターの前で、聞きに来てくれた**相手とやり取りをしながら説明する**。
- ・延々と一方的な説明はよくない。原稿を読むのではなく、**聞き手の方を向いて、話ができる**とよい。**要点を押さえて、“ゆっくり・はっきり・簡潔に”**
- ・より効果的な発表にするために、**サンプルや模型の提示、要旨プリントの用意**もよい。



第13回 高校生理科研究発表会
ポスター発表

○口頭発表では

- ・パソコンのプレゼンテーションソフトなどを使って、大勢の聴衆の前で説明する。**リハーサルをしっかりと行い、制限時間を守る**ことが大事。
- ・よい姿勢で、聞き手を見て、ゆっくりと大きな声で、身振り手振りを交えて**語りかけるように話す**。
- ・表・グラフの説明は、**きっちり、ゆっくり**を心がける。(聞き手の理解する時間を考える。)

○両方共通

- ・きちんとした服装や態度は、マナーとして大事。自分の発表を聞いてもらうという感謝の気持ちとアドバイスをいただくという謙虚な姿勢で。

理科課題研究ガイドブック第3版より

<指導のポイント>

分かりやすいものにするということが最重要であり、客観的な視点をもって、作成したり発表練習したりできるよう、助言するとよいです。

○研究全体の自己評価

ルーブリックやアンケート調査などにより、生徒が探究を振り返って自己評価し、自分の成長を確認したり達成感をもったりできるようにします。

例えば、5月校内でのテーマ発表、9月千葉大学高校生理科研究発表会、3月校内発表会や千葉県課題研究発表会といった、節目の行事後にルーブリック等による評価を行うことで、改めて探究を進めていく上で目標をもつことができます。

※探究KISARAZU-II ルーブリック

<指導のポイント>

生徒には、達成段階を選択してチェックさせるだけでなく、その理由を記入させるようにします。教師も、認め、励ましたり、探究の方向性のヒントとなるようなコメントを書くようにします。

○報告書、論文、ポスター等の作成

基本的な構成

- ・探究の目的
- ・仮説
- ・方法
- ・結果
- ・分析
- ・考察
- ・推論
- ・新たな課題
- ・参考文献 等

※高等学校学習指導要領解説 理数編より

「要旨」では、結論を明確に、短い文でまとめます。

「はじめに」は、「何をやるのか」「どうしてやるのか」を明確に書きます。

「目的」では、どういう観点から、どういう方法で何について調べるのか明確にします。

「考察」では、得られたデータ、グラフの分析などをもとに、自分の考えを展開し、結論を導きます。考察は、論文の山場です。

「まとめ」では、結局この研究で何が明らかになったのか、課題になった事、今後の発展性について述べます。

エタノールによる雲の発生実験

実験1 ベットボトルを用いた雲の発生実験で、の発生にどのように関わっているのかを調べ、霧を変えて実験したところ、エタノールが霧の発生に水を凝結した(仮説A)、霧の発生に、霧を発生させた実験、霧度を発生させるもの霧がなかなかに霧を得るまでは遅らな...

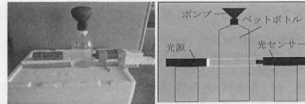
1 はじめに
ベットボトルに空気を押し込み急激に発生する。このとき、ベットボトルに少量発生することを知った。なぜエタノールを(2010)などで凝結したものは水ではなく、エタノールがどのように雲の発生

2 目的
ベットボトルによる雲の発生実験においているものが本質にエタノールの少

3 仮説
凝結と、そのまわりに凝結した液体の仮説を立てた。
仮説A エタノールが水の凝結核になっ
エタノールの濃度が凝結核となり、そ
仮説B エタノールが凝結している。
水蒸気による雲の発生同様、空気中の
わりにエタノールが凝結した。

4 実験装置
図2、3のように光源、ベットボトル、
に設置し、ボトル内に霧を発生させる。
度を測定し、それを比較することで、雲
った。霧が発生するときに、透過光の値
透過光の値の減少が大きいほど雲の発生量

使用した物
ポンプ、炭酸飲料用ベットボ
トル、小型ライト、光センサー、



光センサーの仕様
株式会社 島津理化 PS-2106
測定範囲: 0~26, 000lx
精度: フルスケールの±1以内

図3 雲の量の測定装置

図4 実験装置の図解

光センサー、ベットボトルの中心、ライトが一直線上にの時光センサーとベットボトルは固定し、ライトは電池式らるので位置を微調整できるようにした。上から段ボールされないようにした。なお、実験においてポンプを押す

「実験方法」は、他の人が実験を再現できるように書きます。

5 雲の発生実験

実験1

ベットボトルに入れる液体に関して、入れ方の違いによって雲の発生にどのような影響があるかを調査する。実験方法
水を入れる場合、エタノールを入れる場合、何も入れない場合の3種類を、それぞれ霧吹きで入れる場合、液体のままベットボトルの底に入れる場合の2通りの方法と組み合わせ、表1のように計9通りの実験を行った。

結果
表1より、エタノールが関与したものは、光の透過率が底の底を入れ、霧吹きでは何も入れなかった場合の光実験で、光の透過率に1.8%ほどの測定値のばらつきが見ら

表1 実験1における光の透過率 [%]

霧吹き	底に入れる液体		
	なし	水	エタノール
なし	35	26	0
水	31	23	7
エタノール	0	2	0

表2 底に入れる液体:水、霧吹き、なしの場合の測定値

実験回数(1)	実験回数(2)	光の透過率[%]

「結果」では、基本的に測定値は「表」として提示します。結論を主張し、読み手を納得させるのに十分な結果を示す必要があります。この際、都合のよいデータのみを記載し、不都合なデータを削除してしまわないように注意が必要です。



<指導のポイント>

ポスターは「見やすさ」が大事!

制作手順: 全体のレイアウト
→図・画像の選択
→余白に説明文

※何種類かのレイアウトを紹介する。論理構造とデザインを一致させるのがよいです。読み手の視線の流れを考慮します。

※文字は1m程度離れた場所からでも読めるような大きさ、説明文は明朝体よりゴシック体、重要な部分を色やフォント、枠などで強調します。

報告書: 県立木更津高等学校 探究KISARAZU-II 課題研究論文集より
「エタノールによる雲の発生実験」
ポスター: 県立佐倉高等学校 「アナタカラダニ類の行動と食性について」
※理科課題研究ガイドブック第3版より

3 年間計画の作成

標準単位数	理数探究基礎：1単位 理数探究：2～5単位		
履修上の注意	履修に順序はないが、探究の基礎を学ぶ「理数探究基礎」を履修した上で、「理数探究」を履修することが望ましい。		
	「理数探究基礎」で育成を目指す資質・能力を、総合的な探究の時間などで養うことができていると判断される場合には、「理数探究基礎」を履修せずに「理数探究」を履修することができる。		
	「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修により、総合的な探究の時間の履修と同様の効果が期待できる場合は、「理数探究基礎」又は「理数探究」の履修をもって、総合的な探究の時間の履修の一部又は全部に替えることができる。		
チェックリスト	1 授業の目標、探究の意義を理解させるために、オリエンテーションを設定している。		
	2 課題の設定にあたり、問題意識などをもたせるための体験活動や講演会などを設定している。		
	3 探究の質を高めるために、発表会などの探究の過程を振り返る機会を設定している。		
	4 教師や生徒同士の議論、専門家との意見交換を行う機会を設定している。		
理数科 年間計画 (案)			
月	第1学年 理数探究基礎 (1単位)	第2学年 理数探究 (2単位)	第3学年 理数探究 (1単位)
4	オリエンテーション	オリエンテーション 課題の設定	オリエンテーション 新たな課題の設定
5	〈問題意識の醸成〉 放課後や長期休業中の講座	理数探究テーマ発表会	3サイクル目
6		1サイクル目	
7	理数探究校内中間発表 (参観)	理数探究校内中間発表	理数探究校内中間発表
8	体験活動、講演会	体験活動、講演会	
9	千葉大学高校生理科研究発表会 (参観)	千葉大学高校生理科研究発表会	論文原稿作成
10	教師の設定したテーマから選択して探究学習	新たな課題の設定	
11		校外各種発表会等への参加	
12		2サイクル目	面談、アンケート、振り返り等
1			
2	理数探究基礎校内発表会		
3	理数探究校内発表 (参観)	理数探究校内発表	
3	千葉県課題研究発表会 (参観)	千葉県課題研究発表会	
備考	点線枠は参観		3年次は選択制など学校の実態に応じて

令和2年度 千葉県総合教育センター調査研究

「理数」の進め方ガイドブック 理論編

研究対象校 高等学校

研究領域 指導方法

研究協力校 県立木更津高等学校（令和元・2年度）
県立佐倉高等学校（令和元・2年度）
県立柏高等学校（令和2年度）
県立鎌ヶ谷西高等学校（令和2年度）

研究担当所員	カリキュラム開発部	部長	朝倉 真由美
	カリキュラム開発部	科学技術教育担当	
		主席研究指導主事	鈴木 康治
		研究指導主事	矢部 雅彦
		研究指導主事	長谷川 礼子
		研究指導主事	鈴木 啓督
		研究指導主事	渡部 智也
		研究指導主事	中村 典雅（主担当）
		研究指導主事	中川 航太（令和元年度主担当）

※本冊子は、令和元年度末にWebアップされた「理数」の進め方ガイドブック VER. 1.0 を、内容を一部改訂して「理数」の進め方ガイドブック理論編として、再掲するものである。

令和3年3月発行

【編集発行者】 千葉県総合教育センター
所長 櫻井 比呂樹

【編集兼発行所】 千葉県総合教育センター
〒 261-0014 千葉市美浜区若葉2丁目13番
TEL 043-276-1166 FAX 043-272-5128
URL <http://www.ice.or.jp/nc/>

【問 合 せ】 千葉県総合教育センター カリキュラム開発部
科学技術教育担当
TEL 043-276-1184 FAX 043-276-4095
E-mail sosekagaku@chiba-c.ed.jp



みんなで取り組む
千葉の教育
