

教科「理数（理数探究基礎）」における ICT 活用の取り組み 2

岐山高等学校 竹中 諒

1 研究のねらい

平成 30 年告示の学習指導要領では新教科「理数科」が新設された。以下本稿では、教育課程における専門学科「理数科」と区別するために、教科「理数科」を「教科理数」と表記する。

昨年度の実践報告では理数科 1 年生が履修している「教科理数」の理数探究基礎（1 単位）における前期実施プログラムである物理及び化学分野の「実験観察基礎」の内容について、ICT 活用を中心に報告した。

現在、本校の理数探究基礎では大きく以下の 4 つのプログラムを、理科と数学科で連携して実施している。

- 4～6 月 ①実験観察基礎 (物理・化学分野)
- 7～8 月 ②野外実習・ポスター制作 (生物・地学分野)
- 9～12 月 ③科学トレーニング (数学・理科全般)
- 1～2 月 ④データ分析講座 (数学分野)

これらの内容は、理数科 1 年生が履修している「理数物理」及び「理数化学」，「理数数学」を相互補完する役割を果たしており，2，3 年生で履修する理数探究（各 1 単位）と繋がっている。

今回は，③科学トレーニングについて，全体構成と運営形態，特に地学分野の内容について紹介すると共に，タブレットなど ICT 機器の活用と生徒の変容について報告する。

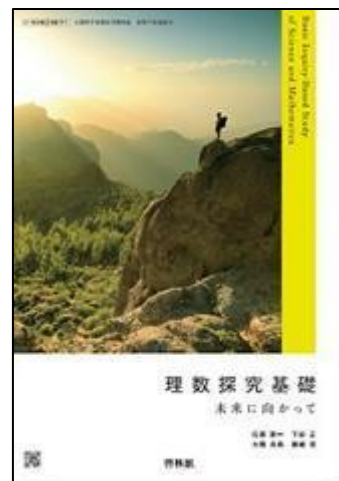


図 1 理数探究基礎の教科書
(本校で今年度採用した版)

2 実践した内容

(1) 科学トレーニングの全体構成と運営形態

科学トレーニングは，2，3 年生に向けて，教員が設定した身の回りの自然や科学技術に関する研究テーマについて，タブレット端末など ICT 機器を活用したポスター制作・発表までを含めた「ミニ課題研究」という位置づけで実施している。教員提示テーマ（表 1）からの選択，発表がポスターセッション形式，実施期間が考査を挟んで実質 3 カ月弱であること以外は，3 年生で行う「課題研究」と同様である。

今年度は表 2 の日程で理科・数学 10 名の教員が指導に当たった（詳細は添付資料参照）。

なお，理数探究基礎の授業時数に加えて「情報 I」の「問題解決とその方法」単元における問題の明確化，情報の収集，情報の整理・分析，解決案の判断，実施・評価の手順に沿って考える場として，4 時間分を振り替えて計 17 時間（発表会を除く）で実施している。

表 1 令和 5 年度の科学トレーニング研究テーマ

	研究テーマ
1	重力加速度の大きさを精度よく測定するには？（物理）
2	ゴムの弾性力を測定してみよう！（物理）
3	オリジナルカイロをつくろう（化学）
4	割れないシャボン玉をつくる（化学）
5	植物ホルモン：エチレンの魔力（生物）
6	酵素を失活させるには～季節のフルーツゼリーをつくろう～（生物）
7	砂山を高くするためにどうすればよいか（地学）
8	クレーターを深くするためにどうすればよいか（地学）

* 数学テーマは割愛

表2 令和5年度の科学トレーニングの日程

9月13日	水	6限	全体オリエンテーション
9月27日	水	6限	各テーマに分かれて仮説の設定、実施計画（1時間×2回）
10月11日	水	6限	
10月18日	水	5・6限	
10月25日	水	5・6限	実験・観察および考察（2時間×5回） ※ 作業の進み具合でポスター制作に移行
11月1日	水	5・6限	
11月8日	水	5・6限	
11月15日	水	5・6限	
11月22日	水	5・6限	
12月6日	水	5・6限	ポスター制作および発表練習（2時間×2回）
12月9日	土		ポスター発表会（保護者を含めて外部公開）

（2）地学分野の実施内容

筆者が担当する地学分野では、「砂山を高くするために、どうすればよいか？」と「クレーターを深くするために、どうすればよいか？」という2つの研究テーマを提示した。

砂山を例に説明する。コップ1杯の砂（実際には材質は任意）を使って「〇〇すると山が高くなるのではないか」という仮説を2人で設定し、教員と実験計画について相談することから活動が本格的に始まる。全体オリエンテーション時に、「仮説－検証－考察」の流れを説明するが、最初の授業段階では多くの生徒が課題と仮説を混同したり、データ比較が不可能または困難な仮説を提案してくる。

例えば「水を加えると高くなる」という仮説は、一見もっともらしく実験によって検証可能な仮説に感じられるが、加える前の砂に含まれる水分量など実験室の温度・湿度環境に左右されるため、実際には様々な条件設定が必要である。このような諸条件の統一のためには、粒度や材質などの検討のための複数の予備実験を行わなければならないことが予想される。教員はこのようナリスクを伝えた上で、生徒たちが実験方法を決定し、結果をもとに随時条件を変更してさらに実験を進めることとなる。

生徒たちにとって、このように自分たちで適した実験方法を計画・決定することは小中学校までの理科の実験ではほとんど未経験である。教員を交えた議論を時間をかけて行うことで、2、3年生で自分たちが課題設定を行う際の基礎となる力を養っている。

もちろん、教員側も結果を見通すことはできないため、これらの試行錯誤は教員にとっても苦労が多い。再現性・検証可能性といった要素を説明しながら、生徒と共に計画を立てても、実験を進める中で思いがけない壁に当たることもしばしばである。「探究を進める中で常に振り返り、必要に応じて前に戻る」という作業は、生徒にとってはそれまでの労力が否定されるように感じて抵抗感を示すことが多い。生徒に対して丁寧に「仮説－検証－考察」が確実に進んでいることを伝え、励ましていく伴走者のような役割が求められていると感じる。

（3）実験・考察場面でのネットワークも含めたICT機器の活用

前述のように、「仮説－検証－考察」を進める中で、生徒タブレットが配備されていなかった従来の授業形態では、各班の実験状況について把握することが難しく、ポスター作成段階でも紙媒体で提出された原稿を、放課後等の課外で添削・返却することが多かった。

現在、生徒タブレット配備に伴い、manabaや校内ネットワークによるレポート提出など授業内及び生徒－教員相互が任意の時間に状況把握が可能となっている。これにより、「仮説－検証－考察」のサイクルを短時間で試行的に行い、結果の見通しが持てた段階で測定数を増やしてデータの信頼性を高める、といった取り組みも可能となっている。また今後、タブレットに連動した測定機器などの整備によって、検証困難だった実験も可能になってくると思われる。

3 実践中および実践後の生徒の変容

今年度は12月の土曜日に保護者を含めて外部公開する形でポスター発表会を行い、表3のような4段階のルーブリックを用いて、Formsによるアンケート機能を活用した相互評価を行った。

表3 発表会での相互評価ルーブリック

発表評価項目		評 価			
		4	3	2	1
①	ポスター内容 → 仮説・検証の流れ	発表者が立てた仮説・アプローチに関して 数式や図表が効果的に使われ、見るべきポイントが自然と伝わってきた 。考察や結論にも説得力があった。	発表者が立てた仮説・アプローチに関して数式や図表が使われ、 方法・結果から考察や結論に至る研究の流れについて説明 がなされていた。	発表者が立てた仮説・アプローチに関して説明があったが、どのような方法・結果から結論に至ったのか説明が不十分だった。	発表者がどのような仮説・アプローチを立てたのかが曖昧で、方法・結果・考察から結論に至る説明が不十分だった。
②	発表技術 → 質疑応答を含む	聞き手の反応を見ながら 、ポスターを効果的に使って発表している。	聞き手を意識しながら、ポスターをもとに研究内容を伝えようとしている 。	ところどころ内容につまったり、ポスターを確認しながら内容を伝えるなど、聞き手への意識が薄い。	原稿やポスターを逐一確認しながら話している。聞き手への意識も薄い。
③	スピーチ	適切な声量や話すスピードで、 説得力のある発表 である。	声量や話すスピードが適切 である。	声量や話すスピードに適切でない部分がある。	声量や話すスピードが適切でない。

Formsによるアンケート集約で発表会后、ペアの自己評価に加えて参観者からの評価を生徒個々がすみやかに確認することができ、客観的な振り返りに繋がっている。

なお、評価については上記の振り返り時に入力する以下のレポートを加味して行っている。

科学トレーニングを終えて以下の3点について回答しなさい。

(1) どのような課題・テーマのもと観察・実験等を行ったのか。

→ ポスターの【仮説】【実験概要】を参考にすること

(2) 上記観察・実験等の結果から、どのような【考察】が得られたのか。

→ ポスターの【結果】【考察】を参考にすること

(3) 10月からの科学トレーニングを通して、【どのようなことを学んだのか】。

→ 12/9に聴講した他班の内容などから学んだことも含めて良い。

4 研究のまとめ

本校理数科1年生の「理数探究基礎」の実践について、「科学トレーニング」を中心にICT機器を活用した探究の過程について紹介した。生徒タブレットなどのICT機器や校内ネットワークによる状況把握、アンケート集約による客観的な振り返りなど、実験・考察場面での活用が進んでいる。その一方で、探究における「仮説－検証－考察」の流れを考えると、その前半部分の仮説と検証方法の立案については、ICT活用によってできた余裕の中でより一層時間をかけ、伴走者としての役割を果たすことが求められていると感じている。

教科として観点別学習評価のさらなる整備・改訂など、理科・数学・情報の各科が連携して取り組まなければならない課題は多いが、校内の自然科学分野の探究的な学びを担う中心的科目として一層の充実に努めていきたい。