

中学3年テーマ学習について

——理科研究プロジェクト——

筑波大学附属中・高等学校 理科

大谷 悦久・濱本 悟志・石川 秀樹・大道 明
梶山 正明・高橋 宏和・仲里 友一

中学3年テーマ学習について

——理科研究プロジェクト——

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

大谷 悦久・濱本 悟志・石川 秀樹
大道 明・梶山 正明・高橋 宏和
仲里 友一

1. はじめに

理科のテーマ学習の考え方には二つある。一つは中学3年間のまとめの的なもの、大げさに言えば卒論のようなものである。もう一つは、生徒の自主的な活動にある程度任せて、まとめはそれほど重視しないものである。前者を垂直的、後者を水平的と呼べるだろう。

ここで取り上げた化学分野と物理分野のテーマ学習では、化学分野が水平的であり物理分野が垂直的である。

授業の持ち時間の関係で、93年度は化学分野と地学分野の実践が行われたが、物理分野はプランだけを示した。

テーマ学習の考えから言えば、科目の分類は必ずしも望ましいことではないが、教師の専門性と言うことで、このように分類した。

また現実の生徒の様子から、垂直的、水平の方向も検討しつつ、中間的な方法や混合型も採用すべきだろう。

ともあれ「教師も生徒と一緒に楽しみながら」「とりあえず実践」と言う具合で、取り組んでいる。それは生徒に、知識や考え方を詰め込んだりの、上からの指導ではなく、教師が一定のリードはするが、生徒とともに実践していく、と言うのが取り組みの基本にある。

93年前期の化学選択生徒数17名（後期18名）、好みでグループを作らせたところ、3～4人のグループが5班できた。

中3テーマ学習全体の概要は参考資料に書いた。

2. 化学分野の実践

2-1. 小テーマ設定の観点

すべて、生徒が実験することを前提としてテーマを選んだ。小テーマの選定にあたっては、現象に興味を持てること、それぞれの生徒が何か学べることをもとに考えた。もちろん安全性に

も注意した。

2-2. 小テーマ

この分野での総合テーマは「身の回りの科学—化学—」(科学で遊ぼう)とした。また、93年度前期の小テーマは次のようなものである。()内は参考とした本、パンフなど)

①フェノールフタレインとフルオレセインの合成 (東京都理化教育研究会専門委員会発表—1990)

無水フタル酸とフェノールまたはレゾルシンと反応させると、前者からはフェノールフタレインが、後者からは蛍光染料フルオレセインが生成する。蛍光染料はブラックライトをあてると、光る。

②炭酸ロケット、水ロケット (東京都理化教育研究会専門委員会発表—1991)

ペットボトルにクエン酸と炭酸水素ナトリウムを入れ、水を加えると反応が起こり二酸化炭素がボトル内部にたまる。ゴム栓をすると内部の圧力が高まり、ゴム栓が外れると、中の水を噴出しながらかつて飛んで行く。

③カルメ焼き (市販のカルメ焼きの道具を使用)

④葉脈標本の作製 (図説 化学実験プロセス 黎明書房)

葉を水酸化ナトリウム水溶液で煮て、葉脈だけを取り出して染色する。

⑤熱気球 (東京都理化教育研究会専門委員会発表—1991)

ゴミ袋をいくつか組み合わせて、気球にし、携帯用ガスこんろから、熱を送り込み飛ばす。アルコールなどの燃料は使わない。

⑥液晶の飾りもの (日本教育新聞社)

ヒドロキシプロピルセルロースを水と練る。

⑦温度で色が変わるハンカチとあじさいスティック (93青少年のための科学の祭典資料 科学技術館)

塩化コバルトに配位する水分子の数が、温度により異なる。水分子の配位数によって色の変化が起こる。塩化コバルトのエタノール水溶液を、ガラス管につめてスティックにする。ガラス細工。

⑧青銅鏡の制作 (国府台高校 山本氏のプリント)

銅とスズの合金を作り、ステンレス板に流し、磨いて鏡を作る。

⑨ルミノールを使った化学発光 (93青少年のための科学の祭典資料 化学技術館)

ルミノールのアルカリ溶液を過酸化水素で発光させ、エオシンやローダミンで色をつける。

⑩墨流し・墨割り (教師と学生のための化学実験 日本化学会1989)

水の上に墨を流し、その模様を和紙に写し取る。

この他後期では、電気パン焼き、PVAからスライムの製作を行った。

大きなシャボン玉を行おうとしたが、教える側の練習が必要で、実行できなかった。

2-3. 小テーマについての反応

ここでは、小テーマについての生徒の反応を紹介する。おもに、前期のまとめのレポートからとったものである。生徒に一番興味を持ったもの、または印象に残ったものは何かと聞くと、ロケットと青銅鏡が一番多く、ついで気球になっている。なお、液晶は別に報告させた。

①フェノールフタレインとフルオレセインの合成。

最初の実験でもあり、生徒全員の感想文は肯定的だった。

②炭酸ロケット、水ロケット

(F君) まさかあそこまで飛ぶとは思ってもよらなかった。最初はペットボトルを上に向かって飛ばしたのだが、飛ばす前はせいぜい2階の窓くらいしか飛ばないだろうと思っていた。しかし、見事に3階建ての学校の屋上まで飛んでいき、そのまま視界から消え去った。その後誰かが、横に向かって飛ばし始めたのをきっかけにほぼ全員が横に向かってとばすことに心血を注ぎ始めた。ボトルを横にセットするのに時間がかかるために、最初は誰も炭酸ロケットは遣わず、空気入れを使う水ロケットを飛ばしていた。最終的には、両方飛ばしたが、どちらも20メートルは少なくとも飛んだ。

この炭酸ロケットと言うのは、化学反応を利用して飛ばすものだが、まさかそれほどの力があるとは考えもしなかった。うまくは言えないが、化学の本当の力を目せられたといったかんじである。

③カルメ焼き

「食べられる」というのは、とても楽しいらしい。何回も興味深く行っていた。ただ、バーナーがこぼれた砂糖でべたべたに汚れる。

カルメ焼き用のバーナーを別に用意した方がよい。

④葉脈標本の作成

(U君) 水酸化ナトリウム溶液を煮たときの気持ちの悪い臭いがまだ、何となく頭に残っている。一回目にやったときは、うまきいき3色に染色し今も定期入れにいれてしまっている。けれど二回目以後は、黒くなった溶液のままやったので、つい煮すぎてしまった。これ以外にも、興味を持った実験はたくさんあり、毎週木曜日の午後が楽しみとなった。前人気の高かった科目だけあり、よけいに受講できてよかった。

⑤熱気球

(M君) 熱気球作りはまず設計から始まった。話し合いにより、実際の気球に近いラグビーのボールのような形にすることとなった。そしてビニール袋を切り開き、所々に切り込みをいれ、それを利用して丸みをつけた。この方法は工夫した点に挙げられると思う。そしてセロハンテープでとめて完成した。

完成した気球を飛ばしてみると、風が強かったこともあり、糸が切れて屋上やロータリーまで飛んでいったこともあった。

自由に空を飛ぶことは昔から、人間の夢であると思う。熱気球は人間は乗ることはできないが、空を飛んでいる。それで僕は他の実験よりも、これに興味を持った。糸で操ることもできて面白かった。

また一人でやるには難しいことであり、狭い場所では適さないから、学校でしかできないことでもあり面白かった。

⑥液晶の飾りもの

(A君) ヒドロキシプロピルセルロース：水＝3グラム：7グラムとした。常温では、赤、紫、だいだい、緑、青、黄が見え、なかなかカラフルできれいである。低温にすると、紫色になる。高温にすると白くなってしまいもとに戻らない。

⑦温度で色が変わるハンカチとあじさいステイック

(T君) まず塩化コバルトのエタノール液を紫色にするのが難しかった。見る角度によっても少し違うように見えるし、ピーカーとガラス管でも微妙に違う。

また、ガラス管の先端をふさぐのに苦労した。はじめのうちは、書いてあるとおりにバーナーで加熱したのだが、ふさがり始めたと思って素焼きに押しつけても柔らかくなく、加熱を続けた。二つの管をくっつけてそれをひねりながら切り放したら、先端部分は曲模様となった。しかしこれは弱く、家に持って帰ったら折れていた。バーナーを使ってガラスを曲線にしたりして遊ぶのは面白い。また、やってみたい。ガラス細工が今までの実験で一番楽しく、印象的であった。

⑧青銅鏡の製作

(M君) 銀色のスズの粒と赤い銅分と炭素粉末を熱し、磨くことによって僕らをうつす鏡ができることに興味を持った。また性質がスズにも銅にもないものになってしまうというのも、面白い。どのように変わるのかを知りたいと思う。時間的余裕や専門的な用具がないため、テーマ学習の時でなければ、できない。

⑨ルミノールを使った化学発光

暗室でそれほど明るくなく光る程度だったので、生徒はあまり強い感動はなかった。実験方法に問題があったかも知れない。再検討の予定。

⑩墨流し・墨割り

墨液を使うと墨が下に沈んでしまいうまく模様ができない。練習が必要。市販のマーブリング用品ならカラーでできる。

2-4. 化学分野のまとめと反省

①人数も班の数も少ないので十分目が届く。

②教師も生徒と一緒に実験できて楽しい。教えると言うより、共にと言う感じ。

- ③生徒は生き生きと取り組む。作業は早い。
- ④実験を通してかなり高度な説明もしたが、結構ついてくると言う様子。
- ⑤日常生活に関連させなくても十分興味と関心を持つ。学校でしかできない実験を考えてもよい。
- ⑥テーマによっては、小学校などで行った生徒もいる。
- ⑦新しい実験を企画すると費用がかさみ、日常の予算では苦しくなる。
- ⑧生徒が何を学びとったかいまひとつつかみきれない。つかまなくてもよいかも知れないが。
- ⑨動きのあるもの、加熱の激しいもの（青銅鏡、ガラス細工）などが、印象に残る。
- ⑩天候（風雨）、季節によって左右される実験もある。

3. 物理分野『音の科学』の指導計画

3-1. 設定理由

普段の授業では、興味をそそられる自然現象が数多くあるにもかかわらず、時間的・金銭的制約があるため、既存の概念や知識の紹介で終わり、興味→現象（実験）の観察→分析→法則性の読み取り→現象の再評価と応用、という驚きや喜びを伴った過程を踏むことができないのが現実である。そこで、本来の科学の姿勢に立ち、さらに「生徒の研究姿勢の涵養」という中学3年生対象に新設された「テーマ学習」の精神を重視し、

- ①五感で受けた自然現象のなかで興味を持った現象を挙げる。
 - ②その現象をいろいろ工夫して分析し、その解明を楽しむ。
 - ③解明された結果をもとにその自然現象を見つめ直し、実生活への応用を楽しむ。
- の流れで授業を計画することになった。そこで「音」を取りあげた。その理由は、
- ・小さい時から楽器に親しんでいる生徒、オーディオ類に興味を持っている生徒が多い。
 - ・身の回りには、音の応用例（楽器、オーディオ製品など）が多く、研究対象が豊富である。
 - ・学校には、音楽の授業や音楽部用に多くの楽器が揃っている。
 - ・理科には、音を分析する装置（ストロボ、オシロスコープ等）が揃っている。
 - ・「音」は、分析結果と人の感覚（音量、音の高低、音色、声色、母音と子音など）とを対応させやすい教材である。
 - ・「音」は、学んだ知識を応用・発展（楽器の演奏法、楽器の製作、音楽理論など）させやすい教材である。

3-2. 指導計画

テーマ学習は、週1回2校時連続で半年間開講されるので、1回2時間計約12回の授業を念頭に置いて指導過程を計画することとした。

学 習 項 目	指 導 過 程	学 習 活 動
〈第1回〉 予備調査	音に関するプレテスト ①音や楽器に対する知識を問う ②音や楽器に関する疑問点を問う ③音や楽器に対する興味を問う	調査を通じて次点を明確にする ①現時点での知識 ②現時点での疑問点 ③解明したい内容（興味・関心）
〈第2回〉 なぜ音は聞えるの だろうか？	〈実験〉 ①ストロボスコープを使った発音体の振動の観察 ②音が空気を伝えることの検証 〈資料学習〉 ③音が聞こえる耳の構造 ④マイクとスピーカーの構造	音が聞えるためには必要な条件を知る。 ①発音体の振動 ②振動を伝える媒質（空気） ③受信機（マイク、耳）
〈第3回〉 音を見る	〈実験〉 ①オシロスコープによる音の波形の観察・撮影（雑音と楽音、音程の異なる音、楽器の音、人の声） ②音の波形の分析	音の波形と次の量との関係を理解する。 ①音量 ②音の高低 ③楽器の音色、人の声色
〈第4回〉 音の波長と音速の 測定	〈実験〉 ①音叉の音を異なる場所でマイクで拾い、その波形の違いより波長を測定 ②振動数と波長より音速を算出	波を表現する物理量の意味と関係を理解する。
〈第5回〉 発音体の観測1 （弦の振動）	〈実験〉 ①ストロボスコープを使った弦の振動の観察 ②ウェーブマシンでの波の反射の観察 〈考察〉 ③定常波としての弦の振動	弦の振動の様子を理解する。 ①振動が定常波であること。 ②振動が固有振動であること。 ③波形が固有振動の重ね合わされたものであること
〈第6回〉 発音体の観測2 （気柱内空気の振 動）	〈実験〉 ①開管楽器の管の長さと言の高低 ②閉管楽器の管の長さと言の高低 〈考察〉 ③たて波の表現 ④気柱内空気での定常波	気柱内空気の振動の様子を理解する。 ①開管楽器での固有振動 ②閉管楽器での固有振動
〈第7回〉 音の共鳴	〈実験〉 ①音叉の共鳴 ②弦の共鳴 ③気柱の共鳴 〈考察〉 ④固有振動と共鳴との関係 ⑤いろいろな楽器での共鳴の工夫	共鳴させる振動数が固有振動数に等しいことを理解する。 資料より、いろいろな楽器での共鳴の様子と工夫を理解する。
〈第8回〉 音楽への応用	〈資料学習〉 ①音階と振動数との関係、平均律 〈製作〉 ②試験管琴の製作	音階と振動数との関係を理解し、その知識をもとに簡単な楽器を製作する。
〈第9～11回〉 個人・グループ研 究	第1～8回の学習で学んだ内容をもとに、最も興味を持つ現象に焦点を絞り、個人あるいはグループで探究	独自にテーマを掲げ、科学的に探究する。 ・楽器の製作 ・ある楽器のメカニズムを探究 ・楽器の演奏法を分析 ・音作り
〈第12回〉 研究発表会	第9～11回での研究の成果の発表会	個人あるいはグループで、探究した内容を全体に発表する。その発表形式は自由。 ・模造紙を使って発表 ・製作した楽器の演奏

〈参考資料〉93年度前期テーマ学習の概要

教科	テーマ	選択人数
国語	宮沢賢治の童話を読む	14
社会	人権侵害との闘い	18
社会	東京を調べよう	14
数学	数学の本を読もう	15
理科	身の回りの科学－化学	17
理科	化石の世界	17
体育	体力・トレーニング論 学習	16
英語	コミュニケーション能力の向上	10

(注) 本報告は、93年度の「研究報告」に発表予定であったものを、都合により94年度の「研究報告」に発表するものである。