

実験を通して自然を科学的に観る力をつけよう！

科学実験 (普通科総合選択制学校設定科目)の紹介

大阪府立日根野高等学校 岩橋豊彦・生島道子・池田厚子・井出利一郎
・面家喜彦・川越孝一・黒坂 峻・中島圭章・宮野昭秀

1. はじめに

本校は1987年に普通科高校として創立され、2002年度に普通科総合選択制に改編、5つのエリア(進路選択コース)が設けられた。実験のおもしろさを通して科学の方法を学ぼうという「科学実験(2単位)」を、2003年度2学年の理数科学探究エリア(理科系)必修の学校設定科目として開講した。さらにエネルギーと地球環境の分野でも教材・実験を充実させたくエネルギー教育実践校((財)社会経済生産性本部・エネルギー環境教育情報センター)に応募し、助成を受けている。2004年度に3学年文科系で、多くの実験を通して地球環境を学ぼうという「環境科学(2単位)」を自由選択の学校設定科目として開講した。科学実験・環境科学の両科目は生徒実験に重点を置いており、担当する教員も大きな意気込みを持って教材を準備し、試行錯誤の中で授業を進めた。今回、「科学実験」のねらいやこれまでの実施状況を紹介する。

2. 科学実験のねらいと取り組み

(1) ねらい

普通科総合選択制改編にあたっての現状把握は、『中学校で「分からないから理科嫌いになった」という生徒が多い中で、理科系を選択したという生徒が必ずしも理科系の科目に興味関心がある・成績が良いから、選択したというものでもない』、『現学習指導要領で、中学校では学習せずに高校へ棚上げされたことからは、高校でも授業時数の減少で十分な時間をかけられず、理解到達が難しいものもある』というものであった。

本校は関西国際空港の南東近隣に位置しており、大阪府の第9学区に属し、ほとんどの生徒が進学する。理科のスタッフが抱いた願いは、

- ① 実験を通して『理科への興味・関心を高め、理解を深め、理科の科目の学習目標を達成させる』。
- ② 生徒の進路希望を実現すべく、学力を保証する。
- ③ 日々の生活に役立つ基本的な知識・科学的思考

力を持たせる。新聞の記事やテレビ・ラジオのニュース等からの最新の情報が理解できるレベルの読解力をつけ、正しい情報を判別し、風評で左右されない確かな判断ができるように思考力を高め、実行できる能力を育てる。

④ 省エネ・省資源・環境保護へ進む世界で、「何をすべきなのか」を考え、行動できるような高校生の成長を手伝い、社会から学校への要請に応える。

(2) 取り組みの姿勢

① 生徒1～2名編成の実験を多く実施し、何もせずに見ているだけの生徒が出ないようにする。実験のおもしろさに気付かせて積極的に取り組み、失敗をも成果の一つとして自己評価できるようにしたい。

② 生徒実験のテーマとしては、生徒の身近にあるものも選んだ。小・中学校で学習することがらや実験するものでも、より発展させた内容でとらえ、わからないままで済ませることのないようにし、地震災害や環境問題などタイムリーなものも選んだ。スタッフも物理・化学・生物・地学の専門性を活かしてテーマごとに担当した。

③ 2時間連続に設定した科目の長所を活かして、講義から生徒実験へつないだり、連続して実験にあてるなど、生徒に考える余裕と理解できた達成感を持てるように努めた。手作りの『科学実験』テキスト(図1)は各教員が執筆分担し、テキストの表紙デザインや挿絵の一部は美術選択の生徒に作成してもらった。テキストは校内で印刷し、製本は履修した生徒が手伝った。

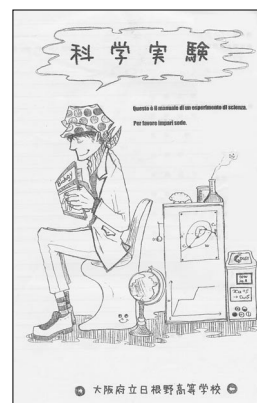


図1 『科学実験』

らず実施できるシステムが充実してきたのが幸いで

ある。

⑤ 自作の実験器具を使うように努めた。材料を購入して製作した安価な手作り器具の方が、テーマに合った実験ができて、高価な市販品よりも生徒に好評である。

3. 科学実験の授業実践

2003年度は43名が理数科学探究エリアを選択し、21名が物理IB、22名が生物IBを履修した。2004年度は58名が理数科学探究エリアを選択し、24名が物理I、34名が生物Iを履修した。授業時間は見学や観察で校外に出ることもあり、延長が予想されるので5・6時限に設定してもらった。授業と実験は複数の教員で指導することを基本方針とし、専門科目以外の科目の指導にもあたった。2004年度の実施内容を表1に示す。実験中の授業風景をデジタルカメラで撮り、解説の文章を入れて印刷し、「科学実験ニュース」「エネルギー環境教育ニュース」として、各HR教室や理科の教室に掲示した。本校のホームページ(<http://www.osaka-c.ed.jp/hineno/>)にも同様の記事を載せて紹介した。生徒達の反応は、自分たちも「ニュースに載せてほしい」と希望したり友達や先輩が登場しているので、ニュースを身近に感じたようだ。教員間でも理科の試みに注目し好評を得た。授業実践の数例を以下に紹介する。

(1) 春の野草観察(図2)

デジタルカメラで撮影した野草の画像を編集して生徒人数分の図鑑を作り、本校東南側の池の堰堤斜面や近くの休耕田で野草観察、スケッチした。

(2) ガラス細工(図3)

ガスバーナーの扱いも含めて、簡単なガラス細工(ガラス管を切る・封じる・曲げる・伸ばす・膨らます)をマスターすることで基礎的な能力も身に付き、化学分野の実験も楽しく参加できる。

(3) 物質に親しむシリーズ[エステル、水素、アンモニア、塩素の実験]

理科系を目指すものとして当然認識しておくべきこれらの物質を、言葉でしか知らない生徒が増えてきているので、実際に生成させ、それらの性質を調べる簡単な実験を行った。実施前は、「中学校までに学習してきているから興味・関心が少なくなるのでは？」と懸念されたが、実施すると器具の使い方・簡単な操作・操作の意義を知らない生徒がほとん

表1 2004年度「科学実験」(2単位)実施内容

回数	テーマ【担当教員】内容
1	ガイダックスと顕微鏡の基本操作【生島】ツバキ・ホウセンカの切片標本を観察し、顕微鏡の操作方法を理解する。
2	春の野草観察【中島】(本文3(1)参照)
3	エステル【川越】(本文3(3)参照)
4	ホバークラフト組立【面家】(本文3(4)参照)
5	ホバークラフト運転【面家】(本文3(4)参照)
6	細胞の観察【生島】タマネギ・カナダモ・汗口・毛髪細胞観察とスケッチの要領、切片の作り方を習得
7	土壌動物の観察【中島】生態系の中で大きな役割を果たしている土壌中の小動物をツルグレン装置を使って採集し観察する。
8	岩石の比重測定【岩橋】浮力の原理を使って種々の岩石標本を比重を測定し、地球内部の密度分布やマイグマタイトを考察する。
9	大阪ガス科学館の出前授業・実験：液体窒素を使った演示実験、燃料電池、超伝導マイグマタイトの実験
10	水素の実験【川越】(本文3(3)参照)
11	断層のモデル実験【岩橋】プレートテクトニクス・海溝型巨大地震逆断層の解説、小麦粉・コーナ粉・きな粉でミニ逆断層(大阪教育大学附属高校 岡本義雄教諭考案)を作るとの実験、できた断層を画像にする。
12	アンモニア【川越】(本文3(3)参照)
13	風が吹くしくみモデル実験【岩橋】湯入りペットボトルと水を通り容器に入れて発生する対流現象を練等の煙で確認、海陸風、季節風のしくみを考察。
14	近畿大学出前授業：遠伝子工学(本文3(7)②参照)
15	塩素の実験【川越】(本文3(3)参照)
16	地震DVDと液化化モデル実験【岩橋】(本文3(5)参照)
17	原子力の話と見学説明【黒坂】原子核反応と核燃料サイクルに関する講義
18	原子燃料工業態取事業所見学(本文3(8)参照)
19	振り子の実験その1【黒坂】正確に周期を測定するテクニックを学びつつ、振り子の物理性を確認する
20	年代測定モデル実験【岩橋】(財)放射線利用振興協会提供のビデオ「原子の熱戦で年代を測る」上映、マイコンを使って半減期を求める
21	ガラス細工【井出】(本文3(2)参照)
22	放射線量測定【岩橋】(本文3(6)参照)
23	日本原子力文化振興財団出前実験(放射線実習セミナー)放射線の解説講義と書籍製作実習(本文3(7)③参照)
24	津波モデル実験【岩橋】(本文3(5)参照)
25	メッキ実験【井出】電気分解の応用として銅線細工に銀メッキを実施、メッキが身近なところで使われていることを体験
26	振り子の実験その2【黒坂】単振り子の周期が振り子の長さの平方根に比例することを確かめる
27	写真の実験・現像【井出】銀の化合物の種々の化学反応を利用して写真ができることを体験
28	断熱変化と雲の発生モデル実験【岩橋】丸底フラスコを使った断熱圧縮・膨張実験とペットボトルで雲(霧)の発生実験



図2 春の野草観察

どで、ゆとり教育で育った彼らの知識の浅さに驚かされた。

(4) ホバークラフト(図4)

廃品の掃除機モーター・古チューブ・角材・合板を用いて教員が半完成まで準備し、生徒が製作完成した。100V家庭用コンセントからコードをつないで走行するものと、12V自動車用バッテリー8個を搭載して直列につないで自走できるものがある。生徒



図3 ガラス細工

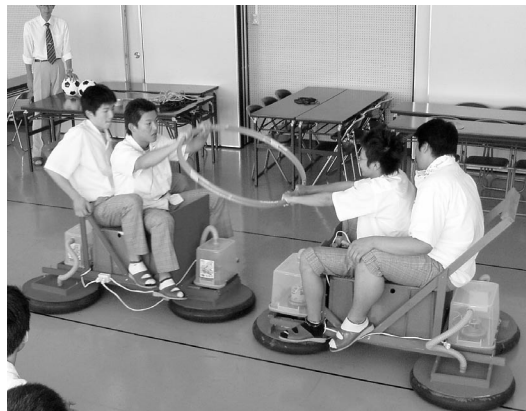


図4 ホバークラフト



図5 地震・地盤災害と津波のモデル実験

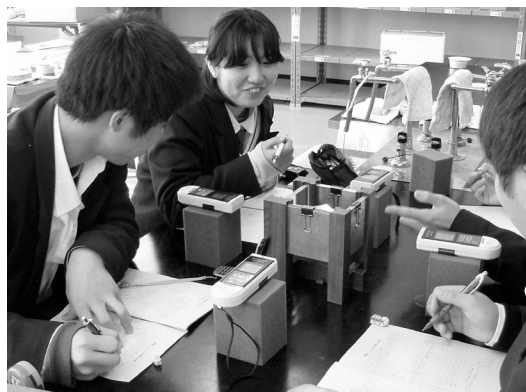


図6 はかるくん

が乗って運転し、運動の法則を検証できる。作る喜びと体験する楽しさで生徒には好評であった。ホバークラフトを使った実験は、教育情報(2003.10.15)と日本教育新聞(2003.10.24)に紹介された。

(5) 地震・地盤災害と津波のモデル実験(図5)

兵庫県南部地震の特集番組(NHK,1995)を編集したDVDを上映し、地震と断層のしくみやゆれの大きさを解説した。地盤の液化現象をモデル実験して調べた。インド洋大津波や北海道南西沖地震の津波の報道番組を編集したDVDを上映し、津波のしくみや性質を解説した。教室内に合板と農業用ポリシートで浅い水槽を作り、津波をモデル実験して調べた。これは数研出版発行の旧課程教科書「改訂版高等学校地学IB」で紹介されている実験を基にして改良したものであるが、生徒達の関心は高かった。

(6)「はかるくん」(図6)

(財)放射線計測協会から貸出を受けた測定器を使ってβ線・γ線放射線量測定。実験テキストは文部科学省・同協会発行のものを基にして、本校用の一部加筆修正した。

(7) 出前実験・講義

①大阪ガス科学館(2003・2004年度、中田洋太郎氏)

②近畿大学生物理工学部(2004年度、太田喜元先生)「遺伝子工学に何が出来るか」:分子生物学の基礎から遺伝子工学の技術で植物の品種改良(害虫、乾燥、病気への耐性)さらにはワクチンの効果を持つ植物へと応用が考えられる最先端の研究現場、を紹介。

③(財)日本原子力文化振興財団の放射線セミナー(2003年度 京大、宇根 博信先生、2004年度 京大、高橋知之先生、名大、山本章夫先生、同財団、掛布智久氏);放射線・原子力の解説。ポリ容器で霧箱を作り、アルコール蒸気で飽和させ、ドライアイスで冷却して、線源からでるα線飛跡を観察。

(8) 見学

原子燃料工業熊取事業所(2003・2004年度)本校から徒歩で15分の所にあり、原子力発電所で使われる原子燃料の組立生産施設内見学と技術スタッフによる講義。

4. 感想

(1) 生徒の感想

これまで2年間、実験内容についてのアンケート調査を学年末に採っている。個々の生徒の感想文は省略する。2004年度の集計結果を表2に示す。

(2) 生徒の感想に対する教員側の分析

感覚的でおもしろさがすぐ得られる実験は人気も高い。基本的な法則や単位・有効数字に関する講義、じっくり時間をかけて観察・スケッチする作業、説明をよく読んで注意深く慎重な作業を必要とする実験は不評である。その根底にあるものは、話を聞く・理解する、実験に取り組み・観察するという集中力・粘り強さに欠けている生徒の実態であろう。全国的に生徒の基礎的な能力不足が指摘されており、国語力の低下、計算力貧弱という理科以前のところでつまづいている生徒が増えているという。そのような実態の中で、気が向かないことやじっくりと考えて答えを出すことは避けてこられたし、ひたすらオモシロイものを追いかけてきた者達には、実験すら「遊び」でないと興味がもてないようである。

(3) 教員側の感想

①生徒1～2名編成の実験に取り組み、積極的に授業・実験に参加し、実験が好きになった生徒もかなり増えた。しかし、説明や注意をしっかりと聞かず、正しく理解できずに、失敗を重ねて、実験が嫌いになった生徒も出てきた。個々の生徒を比較すると、そのレベルの高低差が大きくなり、生徒の2極分化が明瞭になったと感じる。

②生徒実験のテーマについては、できるだけ身近なもの・小中学校で既習のもの・タイムリーなものを選んだつもりで、ほぼ所期の目標に達したと思う。しかし、前述のようにテーマ・内容に関して、教員と生徒間の意識のずれも感じられたし、担当する教員の負担感が増した。新しい実験メニューを準備して実践したが、毎日が実験の準備・片づけ・レポート評価に追われているようで疲れ、落ち着いて授業を練る時間が不足し、見切り発車の実験になったものもある。

③原子力・放射線関連の分野で、多くの知識・情報を得て、五感による認識など貴重な体験をした。これまで気付かなかったことや、難しそうに避けていた事象も取り組んで理解しようという姿勢が育ち始めたと思える。ニュースでの事件報道やクイズ番組などの話の中で、授業や実験と関係したことが入ってくることも興味関心が深まる原因である。

う。基本的な知識・科学的思考力を持ち、的確な判断ができ、その判断に基づいて行動できる入り口についたと言える。

表2 「科学実験」(2004)授業・実験などについてのアンケート結果

分野	回	内容	内容が良かった (おもしろかった ものを4つ選ぶ)			内容が悪かった (おもしろくなかつ た)ものを4つ選ぶ		
			生物	物理	合計	生物	物理	合計
物理	4・5	ホバークラフト	12	16	28	7	3	10
	17	原子力の話と見学説明	0	0	0	10	3	13
	19・26	振り子の実験	0	0	0	2	3	5
化学	3	エスカル	1	0	1	1	2	3
	10	水素の実験	0	0	0	1	0	1
	12	アンモニア	0	0	0	1	0	1
	15	塩酸の実験	0	0	0	7	0	7
	21	ガラス細工	28	20	48	0	0	0
	25	メッキ実験	19	12	31	0	0	0
	27	写真の実験・現像	18	12	30	0	0	0
生物	1	顕微鏡の基本操作	0	0	0	5	10	15
	2	春の野草観察	9	3	12	5	2	7
	6	細胞の観察	0	0	0	0	2	2
	7	土壌動物の観察	2	0	2	5	7	12
地学	8	岩石の比重測定	0	0	0	15	9	24
	11	断層のモデル実験	2	0	2	5	4	9
	13	風が吹くしくみモデル実験	2	0	2	3	0	3
	16	地震DVDと液化化モデル実験	4	1	5	2	6	8
	20	年代測定モデル実験	2	1	3	4	4	8
	22	放射線量測定	7	0	7	4	3	7
	24	津波モデル実験	7	3	10	4	3	7
出前 実験 見学	9	大阪ガス科学館の出前実験	3	6	9	0	0	0
	14	近畿大学出前授業	2	—	2	8	—	8
	18	原子燃料工業熊取事業所見学	7	3	10	0	0	0
23	日本原子力文化振興財団の放射線セミナー	10	5	15	0	1	1	

5. 今後に向けて

基礎的な能力不足は今後も続くので、教科を越えた総合的な対応策を検討していく必要がある。理科としては、

①進度や実験回数にこだわらず、時間をかけて実験を丁寧に実施し、実験のレポートのまとめの時間を確保する。レポートが完成し、目標に達成できた生徒には、参考図書などで発展的な取り組みを紹介する。到達度が不十分な生徒には目標に到達できるように丁寧な指導を行う。

②実験の意欲の高まりは教員側も手応えを感じる。器具の扱いやデータ処理・考察などの基本的な能力をさらに高めるには、教員側もあきらめずにできるだけ時間をかけ丁寧に指導する必要がある。

③科学実験は理科系の科目として開講されたが、多数を占める文科系の生徒にも、実験のおもしろさを通して理科に興味を持ってもらおう、地球に関心を持ってもらおうという環境科学も2004年度から開講している。本校ではこれら2科目が車の両輪で、教材の共通化、開発を図り、いっそう充実させていきたいと願っている。