

理科教育における視聴覚教材の活用

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

石川 秀樹・大谷 悦久・大道 明・貝沼 喜兵
菊池 淳・高橋 宏和・濱本 悟志・福岡 久雄

理科教育における視聴覚教材の活用

筑波大学附属駒場中・高等学校 理科

石川 秀樹・大谷 悦久・大道 明・貝沼 喜兵
菊池 淳・高橋 宏和・濱本 悟志・福岡 久雄

I はじめに

理科教育の目的が自然現象や生命現象の理解である以上、現象の観察や再現（実験）に十分な時間を費し、生徒の興味を引き出すのが第一歩と言える。しかし、この不可欠な観察や実験も、学校やその近辺という限られた環境の下で、決められた時間割の枠内で、さらに実験室内の限られた設備と限られた予算内で実施されなければならない、常に空間的、時間的、施設的な制約を受けているのが現状である。視聴覚教材は、この点を補い、間接的にせよ生徒に多くの自然現象や生命現象を紹介し、理科への興味を促すのに有効な手段と言える。この視聴覚機器の中で、近年特に注目すべきものとして、教育用ビデオとパソコンが挙げられる。数多くの優秀な教育用ビデオテープの開発と普及により、従来の16ミリフィルムに代わって、手軽に映像を授業の中に盛り込めるようになった。また、パソコンとそのソフトの開発と普及により、教師や生徒が主体的に条件を設定して自然現象を再現するという、能動的学習が可能となった。このような各視聴覚機器の特性を考えて、現在本校では、物理と地学を中心に次のような視聴覚教材の活用がなされている。

- (1) 教室内では不可能な観察・実験を、映像を通して間接的に生徒に体験させる。
- (2) 簡単なプログラムを組み、パソコンを利用して自然現象のシミュレーションを行う。
- (3) 演示実験における測定器のデータ処理として、パソコンを使用し画面に表示する。

II 本校での視聴覚教材活用状況

本校の理科での視聴覚教材の活用状況を科目別にまとめると次のようになる。

(1) 物理

① 教育用ビデオの利用

1. メカニカルユニバース物理教育ビデオ16巻
力学、波動、熱、電磁気分野で利用
2. 「宇宙からの帰還」「宇宙への旅」
無重量状態での物理現象と宇宙飛行士の体験を力学の教材として利用

3. 「ポロロッカ」

アマゾン支流と銭唐江の逆流現象を波動教材として利用

4. 「核戦争後の地球」2巻（NHK）

核爆弾の恐ろしさを通して、平和の大切さを知る教材として利用

② シミュレーターとしてのパソコン活用

MSX用としてベーシックで以下のプログラムを作成し授業で活用

1. 力学分野

- ボールの初速，打ち上げ角と飛距離の関係
- 空気抵抗がある場合の放物運動
- スカイダイバーのX-Y，v-t グラフ
- 人工衛星や月ロケットの軌道
- 二次元衝突 など

2. 波動分野

- 横波，縦波の表示
- 重ね合わせの原理
- 水波の干渉
- 定常波
- ドップラー効果
- 単スリットや複スリットを通った光の強度分布のグラフ化
- 回折格子を通った光の強度分布のグラフ化

3. 電磁気分野

- 電気力線や等電位面の図示

③ 測定機器としてのパソコンの活用

センサーによる測定結果をインターフェースを介してパソコンで出力し，大型テレビ（28型）の画面に表示

1. 速度，加速度の測定に利用
2. 周期，周波数カウンターとして使用
3. 温度のデジタル表示
4. 電流・電圧のデジタル表示
5. X-Yレコーダとして使用（例 電流-電圧のグラフ作成）
6. オシロスコープとして使用（例 音声波形の直視）

尚，現在7号館にビデオプロジェクターが設置されたときのデモ用教材（動的グラフィックの例）として，波の進行状況，反射や定常波を直示するプログラムをパスカルを使って作成中

(2) 地学

① 16ミリフィルムの利用

中3, 高1を対象に, 岩石, 地震, 天体の分野で利用

② 教育用ビデオの利用

「プラネット・アース」-地球再発見の旅- (IBM)

③ シミュレーターとしてのパソコン活用

1. 天体の見かけの運動

天球と星の日周運動, 日周運動の観測 (北の空と南の空), 地球の公転と太陽の見かけの運動, 太陽の日周運動 (季節変化)

2. 地球と惑星の公転運動

順行と逆行, 会合周期, ケプラーの法則, 太陽系の惑星とその軌道

3. 恒星宇宙

年周視差, 星の年周視差と距離, 絶対等級, H-R図, 恒星の大きさ

4. 四季の星座

5. 等圧線と等高線

尚, ラップトップ型パーソナルコンピュータ (エプソンPC-286LE) にOHPを接続して, コンピュータによるシミュレーションをスクリーン上で展開する計画である。

III 視聴覚教材を活用した具体的授業展開例

1 高2 物理 展開例

以下の展開例は 1989年度1学期に高校2年生全員を対象としたものである。

1. 題材 力と運動 (大項目) いろいろな運動 (中項目) 落体の運動 (小項目)

教科書: 学校図書 高等学校理科I 物理・地学編 p28~p35

2. 授業時数 6時間 (週あたり2時間)

3. 授業形態 講義室 (講義・演示実験・ビデオ・シミュレーション) と実験室 (生徒実験) の併用

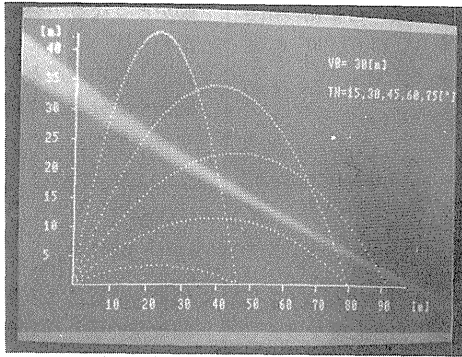
項目	展開事項	視聴覚教材の使用法	留意点
1. 自由落下	<p>① 真空中の落体の運動 (演示実験: 真空のガラス管内での落体の運動)</p> <p>② 自由落下の運動の分析 (演示実験: ポラロイドカメラを使ったストロボ撮影とその分析)</p>		<p>○落体の運動と物体の重さの関係について考えさせる。</p> <p>○写真をもとに $v-t$ グラフを作成させる。</p> <p>○自由落下の運動の特徴を確かめさせる。</p>

2. 歴史的経過	③ 地球各地の重力加速度 ① アリストテレスとガリレイの相違点 ② ガリレイの実験と思考実験	ビデオ鑑賞 「落体の法則」メカニカルユニバース物理教育ビデオ第9巻(注1)	○アリストテレスの誤りは何かを考えさせる。 ○実験とその考察の重要性をガリレイの行動を通して理解させる。
3. 投射体の運動	① 投射体の運動の観察 a. 演示実験1：ポラロイドカメラを使ったストロボ撮影 b. 演示実験2：打ち出された水滴のストロボスコープでの観察 ② 運動の分析 a. 初速度，打ち出し角度と物体の軌跡の関係 ○数学的算出 ○シミュレーション b. 空気中での投射体の運動	シミュレーション ○初速度 v_0 ，打ち出し角度 θ を入力 →軌道を画面に表示 ○初速度 v_0 を入力 →15°, 30°, 45°, 60°, 75°で打ち出された物体の軌道(注2) ○初速度，抵抗係数を入力 →15°, 30°, 45°, 60°, 75°で打ち出された物体の軌道(注3)	○実験の工夫の楽しさを感じさせる。 ○シミュレーションを通して，投射体の軌道の変化を感じさせる。 ○数式で得た結果とシミュレーションを比較させる。

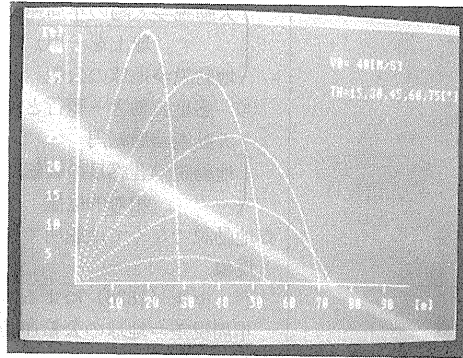
(注1) 「落体の法則」の内容

- 身近な空気中の落下運動の様子を紹介(飛び込みプールでの高飛び込み，木の葉の落下)
- 真空中の落下運動の様子を紹介
(コインと羽根の落下の様子，アポロ15号の宇宙飛行士の行った月での羽根とかなづちの落下)
- アリストテレスの考え方の矛盾を論理的に示すガリレイの思考実験の紹介
(重い物体と軽い物体を結びつけたものの落下の様子を思考)
- ガリレイの落下の理論を紹介(一定時間での落下距離の増加の様子)
- 遊園地での乗り物「Free Fall」の落下の様子を紹介と考察
(時刻と速さの関係，時刻と落下距離の関係)
- 重力場の理論を完成させたアインシュタインの紹介

(注2) 空気抵抗のない場合の放物運動の軌道を示した画面



(注3) 空気抵抗のある場合の放物運動の軌道を示した画面



2 中1 2分野 (地学) 展開例

以下の展開例は、1986年度及び1987年度に中学1年生(3学期)を対象として行われたものである。

1. 題材 宇宙とその中の地球(大項目)
 - Ⅲ 地球の運動と天体の動き(中項目)
 - 教科書: 学校図書 中学校理科2分野上 p96~p107
2. 授業時数 6時間(週あたり1時間)
3. 授業形態 ホーム・ルームにおける講義形式を主とする。(~~~~部はコンピュータシミュレーションの題目)

項目	展開事項	視聴覚教材の使用方法	留意点
1. 宇宙とは何か	中国: 紀元前2世紀頃の「江南子」による宇宙 ↓ 西 — コスモス(←キリスト教的世界) ↓ プトレマイオスの宇宙観 「天動説」 洋 — ユニバース(←アトミズム) ↓ コペルニクスの宇宙観 「地動説」		<ul style="list-style-type: none"> ○「宇」と「宙」の字の意味 ○背景にある世界観の違いを指摘する。
2. 天動説と地動説	(天動説⇒地球中心説(絶対化)) (地動説⇒太陽中心説(相対化)) ☆天動説と地動説による天体の動きの説明 ① 恒星の日周運動 (天動説⇒天球の回転) (地動説⇒地球の自転)	[パーソナルコンピュータPC-9801VMを用いたシミュレーション] ←観測点の緯度に北緯0°, 35°, 90°の3種類を入力する。	<ul style="list-style-type: none"> ○それぞれの緯度において天の北極, 天の赤道の位置がどうな

	<p>② 恒星の年周運動 (天動説⇒太陽の年周運動(天球上を一周) 地動説⇒地球の公転)</p> <p>③ 惑星の動き—順行と逆行 (天動説⇒周転円 地動説⇒各惑星の公転による相対的位置)</p> <p>☆地動説でなくては説明できない現象 ベッセル(1838)による<u>恒星の年周視差</u>=地球の公転運動の証拠</p> <p>○太陽の南中高度と気温との関係 →1日の変化と1年の変化 (地表の同面積の部分が受ける日射量)</p> <p>○季節による<u>星座の移り変わり</u> =太陽の年周運動=地球の公転</p> <p>○<u>順行と逆行</u>, 留 ○<u>惑星現象</u> (外惑星—衝と合 内惑星—外合と内合)</p> <p>☆内惑星や外惑星は, 地球とどのような位置関係にある時に観測しやすいかを考える。</p>	<p>←惑星の自転軸の傾きを0°, 23.5°, 90°に変えて入力する。</p> <p>←恒星の黄緯(0°, 45°, 90°)や距離を変えて入力する。</p> <p>←観測する月日や緯度を変えて入力する。</p> <p>←パソコンプラネタリウム</p> <p>←主に地球と火星を選び, それぞれの公転周期, 動きはじめの日, きざみの日数, 動かす年数を入力してみる。</p>	<p>るか, 恒星の日周運動がどうなるかを確かめる。</p> <p>○黄道と天の赤道との関係や春分点の位置を確かめる。</p> <p>○恒星の位置による年周視差の現われ方や, 恒星の距離による年周視差の大きさを確かめる。</p> <p>○昼夜の長さも求める。</p> <p>○両惑星の相対的な動きと天球上の位置を見比べ, どのような時に逆行が起こるかを確かめる。</p>
<p>3. <u>太陽の日周運動</u></p>			
<p>4. 太陽や恒星の年周運動</p>			
<p>5. 惑星の動き</p>			

☆シミュレーションのプログラムは「BASICによる天文」(弘原海清他, 共立出版)に掲載されたものを改良した。