

# 理 科

## わかりやすさを追求する中・高における理科指導の実践

松 井 一 幸

### 1. はじめに

近年理科嫌いが増えているといわれる。本来理科は自然と直接かかわりあう科目で、親しみが湧くはずのものである。それが何故理科嫌い、理科離れを生み出すのであろうか。その大きな理由として、次のようなことがあげられるように思う。

- ①幼児期から直接自然に接する機会が、以前に比べると減ってきた。  
(体験不足)
- ②物質が豊になり生活が便利になった影響で、自然に無関心でいても余り危機感が無い。  
(現状肯定)
- ③生活における興味が多様化しいろいろな誘惑も増え教科学習以外のことにも心が移る。  
(誘惑増加)
- ④知識を与えられ過ぎて、現象理解に対する興味・関心、意欲が湧いてこない。  
(知的満腹)
- ⑤各教科学習でいろいろなことを与えようとするあまり、生徒は1つの疑問にじっくりと問題意識を持って取り組むことができず、学習が空回りしている。  
(消化不良)
- ⑥自然現象に不思議さを覚え、理解しようとしても、分からぬことが多い、評価はペーパーテストで測られることが殆んどで、やる気が減退する。  
(知育偏重)

日頃生徒を指導している中で、教師自身が感じる最も大きな「理科嫌い、学習離れ、落ちこぼれ、落ちこぼしを作っている要因」は、多教科にわたる学習内容の多さであろう。それからくる相対的な取り組む時間の不足が理解不足を生み、落ちこぼれ生徒を大量に発生させているのではなかろうか。

超特急的に知識を詰め込んでゆく、日本の教育過密ダイヤは、大部分の生徒を置き去りにした知識偏重の教育を生みだしてきており、じっくりと腰を据えた学ぶ面白さを犠牲にしてしまっている感じが強い。しかし、こういった教育の成果は、日本人の知的水準を全体的に著しく高め、国際競争にうち勝つ原動力となってきたのも事実である。(文献1)

しかし、学ぶ喜び、面白さを理解でき、真に応用、工夫できる力を果たして育成しているであろうか。一部の優秀な人間を養成するために奉仕する教育ではな

く、全ての生徒に、その能力に応じた行き届いた教育が考えられ、実践されるべき時代にきている。

さて、ここで留意したいのは、いわゆる成績の良くできる生徒においても理科は面白くないと思っている生徒が以外にいるということである。しかし、逆に成績のできない生徒にも理科が楽しくてしようがないといった者もいる。教師にとって大切なのは生徒の将来性を育てることである。興味や面白みの持てないところに真の将来性が期待できるはずがない。教育においては、この興味をいかに持たせ、維持し育て上げるかが重要なことと思われる。ここでは、この問題に焦点を絞って実践的に述べてみたい。

授業で大切なことは、教材が生徒の精神にいきいきと働きかけ、思考させる側面を持つようにすることである。そのためには、学習内容、教材、進行ペースが生徒の発達段階に合致した適切なものでなくてはならない。とりわけそのことを局論すると、全員が分かる授業の展開がポイントとなってくるのではないだろうか。このためには指導のテクニック、工夫が強く要求される。

このような中で、我々は理科の授業を日常的におしすめるに当たって、「分かりやすさの追求」というテーマを掲げ、中・高にわたる教科指導の在り方、及び実践の研究に取り組んでいる。

6年前の高校新教育課程が発足するにあたって、選択理科Ⅱにおける、興味・関心をはぐくむ授業の在り方「立ち止まり効果」の実践的研究を手始め(文献3)として、理科Ⅰ(文献2, 4)や、中学理科の授業において、いろいろな工夫を積み重ねてきた。

結果的には、実験・観察の重視や、教材配列の並び替えが実践的研究課題となったが、これらの結果を中間的に報告したい。

### 2. 中学における実践

本校は中学校(各学年2クラス)と高等学校(各学年3クラス)が併設されている。教科指導は、中・高とも同一の教官が分担して、中高に偏らずに教えている。クラス数が少ないと、高校理科の実験数が中学に比べると比較的少ないので、4教室ある実験室はゆとりがあるくらい十分に利用できる状態である。中学

理科は実験を中心に学習が展開されるように教科書が編成されているが、実験を中心に日頃の授業が展開できるためには、実験室の利用がどの程度可能かに大きく左右されるであろう。とくにクラス数の多い学校では実験がやりたくても出来ない場合がある。その点本校はまずまずの環境である。

実験や観察をやろうとすると、事前準備やプリントの作成、点検、事後指導、等がありなかなか大変である。それと、いくら重要で面白いと思われる実験でも、生徒に学ぼうとする学習意欲がなければ、教師が苦労するわりには生徒は単なる遊びに終わってしまうことにもなりかねない。また、実験をやれば生徒の理科に対する興味が増加し、眞の学力がつくかというとそうでもない。実験・観察の重視を出発点としながらも学習意欲、知的興味をいかに日常的にはぐくむかが重要な課題であると思える。

ここでは、単なる報告になってしまふが、これまでの授業実践の中から、生徒を指導するにあたっての大切な事柄や、生徒に強いインパクトを与えた教科内容について、項目毎にその要点、留意点をまとめてみたい。

なお、この研究は本校理科グループ5人全員の実践のまとめであり、昭和62年度東部地区中学校教育課程運営改善講座（文部省主催：昭和62年6月24、25日、於山形県天童市）において、本校の研究結果要旨の資料として提出したものである。

## 第1分野

### a) 物理的分野

#### 1年 力

- 電気の力のところではプラスチックのシートで服をこすり、水道の水が曲がることを体験させると、静電気について生徒は強い関心を持つ。
- 厚紙2枚とセロハンテープ、輪ゴムでつくる飛び上がるおもちゃの製作は簡単であるが、飛び上がる原理を考えさせることは、眞の実力、思考力を鍛えることになる。
- 力の大きさを測るには、物体の変形を利用することが手段であるが、教科書のように針金の曲がり方を用いるよりも、つるまきばねの伸びを用いて実験させる方が、生徒の理解は容易であると思われる。
- 重さと質量の区別は力の後半で初めて出てくるが、出来るなら中1の初めから区別して指導した方がよい。
- 力の合成の法則の確認は、3つのばねばかりを用いて、生徒実験で個々に確認させることができる。
- 浮力の理解は、上下の面に働く圧力の差から生じることをよく理解させる。実験も大切であるが本質的

理解が必要なところである。

- 浮沈子は技術的に面白い教材で、動作原理の考察も力の本質的理解が必要とされるため難しいが、生徒にとっては興味が湧く。

#### 2年 電 流

- 電流計、電圧計、電池、電熱線、等の入った回路の学習においては、実習は是非とも欠かすことのできないものである。回路図を正しく読みとることや、組み立てられることは、後の学習の基本になってくる。生徒に理解の早い遅いの違いが出てくるが、回路に親しめるようにじっくり取り組むべきところである。
- クルックス管を操作するときは、高圧が必要なことから、危険が伴う。事前に操作方法（誘導コイル）を心得ておく必要がある。
- 交流回路における電力を調べる実験においては、單に電圧と電流の実効値の積が電力の実効値にならないから、指導するときは注意を要する。

#### 3年 運動とエネルギー

- 簡単な永久磁石作製装置を作ることにより、磁化の意味や、磁石は切っても磁石になることを、簡単に演示して親しませることができる。利用も広い。
- 簡単なコイルや磁石を用いてモーターを一人一人に作らせ、回る原理をレポートに書かせ提出させることは、生徒の能力による個別指導という点からみても重要な教材である。回れば感動するし、原理を考える意欲も充分にできる。
- 運動の分野では自由落下の放電タイマーによる打点解析を一人一人に義務づけている。v-tグラフが直線になり理解が容易。
- エネルギーのところでは、仕事の原理は理解させ易いが、力学的エネルギー保存の法則の定量的な本質的理解は困難である。

### b) 化学的分野

#### 1年 物質とその変化

- ガスバーナー、上皿てんびん、メスシリンドー、等の器具について、班体制や個別指導で、正しく使えるように徹底する。
- ガスバーナーやガスレンジ、水道の蛇口、等のネジを含むものは閉める、開けるのに共通した方向があるから、きちんと関連させて指導をする。
- 教科書に載っている化学実験は殆ど実施しているがプリントの準備や後片付けの指導、防災、等については、きめの細かい指導が低学年の化学指導には要求される。また実験のグループ分けは、定学年では

## わかりやすさを追求する中・高における理科指導の実践

仲よしグループでやりたい、等の甘えが見られる。

### 2年 物質と分子・原子

- ・演示実験で済ませることもあるが、生徒を2人程度の班に分け、あくまで生徒実験を主体にして取り組んでいる。実験に意味を持たせるためには、事前、事後指導は大切な事柄である。
- ・融点や沸点の違いによる物質の区別は単体の場合は比較的簡単であるが、混合物になると加熱や冷却の温度変化曲線の定量的な理解は、中2レベルではなかなか難しい。

### 3年 化学変化とイオン

- ・電解質溶液の電気分解は、イオンや物質の成り立ちを理解する上でも重要な実験である。生徒実験を通じて経験させることは欠かせない。
- ・生徒にとって、酸、アルカリ水溶液に対する指示薬の反応は、感動を伴う変化である。演示実験ではなく、生徒個人個人の直接体験が重要である。実験なしに結果を暗記させるのは無味感想であり、生きた理科教育であるとは言えない。
- ・指示薬にはBTB溶液の他にも見近な赤キャベツ液や、なす液、花びらの色素液、等が使えることを発展として示す。
- ・金属が酸、アルカリの両方に溶ける（例えば塩酸や水酸化ナトリウムにアルミニウムを加える）という事実は簡単に見せられても、後者の説明は中学生レベルでは極めて難しい。
- ・中和反応と電流というところでは、NaOHとHClを用いて、電流変化を考えさせるのも面白い。

## 第2分野

### c) 生物的分野

#### 1年 生物の種類と生活

- ・本校の生徒の居住分布はかなり広域（名古屋市内全域）にわたっているため、タンポポの分布などを調べさせ、発表させるには好都合である。また、自然も比較的多いことや、東山動、植物園にも近いことから、観察、体験を通しての指導は比較的容易である。しかし、バッタやザリガニを直接取ってきて調べるようなことは不可能に近い。
- ・顕微鏡は、一人一人が十分に使いこなせるよう指導を徹底している。
- ・池の中の小動物の顕微鏡観察は、学校の中庭にある池を利用して、色々実際に観察、調査させている。

#### 2年 生物のからだのしくみ

- ・動植物の細胞や、根・茎・葉のつくり、等の観察は

顕微鏡を2人に1台の割合で使用させ、観察を徹底している。

- ・バッタや大豆の呼吸は事前準備がしっかりしていないと取り組めないので、カットする時が多い。やってもうまいかないことが多い。教科書を読んで考えさせる場合が多いが、うまくいかない実験も、それが何故かを考えさせることは、かなりの意味を持つことになる。本当は教師はこれを怠ってはいけないのだが。
- ・消化酵素の働きのところで、だ液を用いる実験は、生徒もかなり興味を持つようである。
- ・カエルの解剖は、生物専門の教師が担当した時はやるが、それ以外の時は色々な理由で取り止めになる場合が多い。もし、やるとすれば、授業を2時間連続にし、カエルの命を最大限有効に利用する必要がある。生徒は解剖に対して、必ずしもやる気を持つことは限らない。遊び半分でやることだけは避けたいことである。

### 3年 生物どうしのつながり

- ・中3においては、教科書に書いてある実験を丁寧に実施する程度で、オリジナルな実験に発展させていく。
- ・魚の産む卵の数は、非常に多い。スケトウダラの卵巣1袋に含まれる卵の数を見積もるにはどうしたらいいかを考えさせ、生徒が思いついた方法で測定、概算させてみた。密度の考え方や、有効数字などに発展でき、面白い学習効果があった。

## d) 地学的分野

### 1年 地球と宇宙

- ・太陽の動きについては、名古屋でも問題なく生徒実習で取り組めるが、星の観察になると名古屋地区ではかなりやりにくく。
- ・名古屋ではせいぜい2等星くらいの明るさまでが見える限度で、星座や星の色、明るさの観察はかなり困難である。特定の限られた星でのみ可能となるだけで、自然の神秘を感じとらせる夜空のスケールの広さ、凄さは残念ながら期待できない。
- ・中2の林間学校（飛騨乗鞍）や、中3の修学旅行（高山、金沢）で、星観察ができればよいが、その他のイベントや天候等の問題もあり難しい。
- ・地球の自転や公転については、模型やビデオ教材があり視聴覚的機器を用いて興味を増すことができる。

### 2年 天気の変化

- ・本校には百葉箱が設置されてないことにより、定状的な気象観測が出来ず、一考の余地がある。

- ・湿度、気温の測定は授業と関連させて、短期に行わせているのみである。
- ・夏休みを利用して新聞の天気図を切りとらせ、ノートにはり、天気の変化が感じとれるように指導している。
- ・ラジオ放送による気象通報を利用して天気図が作れるよう一人一人個々に実習させている。

### 3年 地かくとその変動

- ・学校近辺の平和公園で、野外学習としての地層観察を行ってきたが、最近工事によりいい地層の出ていた場所が無残にもとりこわされた（献体の塔建設のため……市の事業）。まだ平和公園近くには亜炭の層が見える場所があり、地層の野外実習も可能であるが、こうした場所は少なくなって行きそうである。
- ・名古屋の特性を生かした地形の観察・実習も可能であり、計画中である。
- ・岩石の標本は豊があるので、実習は3名程度の班に分かれて詳しい観察が可能である。

### e) 総合的分野

#### 人間と自然

・カール・セーガンの「コスモス」や、プラネット・アース、地球大紀行というような、自然と人間を取り上げたドキュメント番組が近年豊富に放映されている。これらのビデオ番組を鑑賞されることにより生徒一人一人に自然の偉大さ、人間と自然の調和を考えさせることができるのである。総合学習的に授業を展開することができる。学年の最後で十分な時間がないのが残念であるが、本来の理科教育のあるべき姿としても、知識、理解と、それに伴う評価を離れたレベルで、このような内容の授業を展開していくことが必要であろう。ゆとりの時間と運動させて鑑賞させたこともある。

### f) これからの課題

中学理科の取り扱う教材は、教師レベルでみると、自然のいろいろな現象の本質に見事にせまるものが多い。中には現象としては簡単なものでも、定量的理解となると、なかなか難しいものがある。教師にとって教材研究を深めれば、底がないくらい発展してゆく場合もある。しかし、そのようなものも、現象としては実験で簡単に示して見せることが可能である。実験で実際に事実を見せ、考えさせることは是非とも必要である。

生徒が理科に興味を持つためには、「面白い現象が起こるんだなあ」という不思議さや、また現象を見る際にその背後にある「何故そうなるのか」といった疑

問を感じとる心が必要である。また、学習することによって、自然現象が「そんな風に理解できるのか」といった感動を伴うことが必要である。

このような心の働きが、生徒自身の自発的な態度によってもたらされるなら、これは教育の理想的な結果であろう。中等教育における生徒の発達段階においては、教師自身の指導力で、一步でもこの姿に近づくよう適切な指導が必要である。

一人一人の生徒の心に働きかけ、自発的に学習に取り組めるような工夫を日々実践してゆきたい。

上に各单元毎にまとめた項目は、このような観点から授業を行ってきたこれまでの実践の上に立つ、指導上の要点や協調したいポイントである。本校での理科指導の中から生まれてきたものであり、メモ的にとどめておく次第である。より詳しい説明が必要と思われるが、個々の指導の細部にわたる内容については別の機会に譲りたい。

## 3. 高等学校における実践

### 理科 I (物理・地学分野) の指導

#### a) はじめに

昨年度の紀要（文献2）において、筆者は理科I指導の新しいあり方を展開した。それは物理、地学分野に限定されたものではあるが、それまでの2年間にわたる実践の反省の上に立つ改善法であり、理科Iの総合理科としての視点をより鮮明に出しながら、生徒の理解を重視することを基本とするものであった。

ここでは、この方法による実践で、より具体的にどのような指導を行い、どのような効果を生徒に与えたのかを報告したい。

#### b) 新しい展開

議論を分かりやすく展開するために、文献1の第2章で述べた新しい展開の視点と教材の流れを、再びここで述べることから始める。

#### ※展開の視点

1. 生徒にとって身近で理解しやすい「地球」をテーマに取り上げ、地理的、歴史的分野にまである程度踏み込んで、我々の住む地球がどのように認識されてきたかを学ぶ。
2. 身近な物体の運動を調べ、自然界に起る物体の運動様式（運動の法則、因果律）について学ぶ。
3. 運動の法則や、エネルギー概念をもとに、地球を舞台として起る自然現象を、方向性も含めて、総合理科的に学ぶ。
4. 自然と人間とのかかわりについて学び、自然と人間の調和について考える。

## わかりやすさを追求する中・高における理科指導の実践

※展開の流れ	計画段階	実施結果
[1] 地球の構造（4月～6月）	[4月～7月]	
①地球の形と大きさ	…… 発見の歴史	
②地球の構造	…… 気圏・水圏・地球内部	
③地殻をつくる物質	…… 岩石・鉱物	
④地球の運動	…… 自転・公転	

[2] 物体の運動（7月～10月）	[9月～11月]
①速度・加速度	…… 運動の記述
②落体の運動	…… 運動の解析
③力	…… 運動・変形の原因
④運動の法則	…… 運度の因果律
⑤いろいろな運動	…… 摩擦力・重力下での運動
[3] エネルギー（11月～12月）	[12月～1月]
①力学的エネルギー	…… 仕事と力学的エネルギー
②力学的エネルギー保存の法則	…… 運動の新しい見方
③熱とエネルギー	…… 熱現象とエネルギー
④エネルギーの移り変わりとエネルギー保存の法則	
⑤熱現象の不可逆性と方向性	…… 現象の方向性

[4] 地球の環境と変化（1月～2月）	[3月]
①太陽の放射エネルギー	…… 放射の内容
②地球の熱収支	…… 全体の熱収支
③大気と水の流れ	…… エネルギーの大循環
④地球の変化	…… プレートテクトニクス
[5] 人間と自然	(3月)
①科学の発達	…… 科学と人間
②人間生活と資源・エネルギー	…… 自然の利用
③人間生活と環境	…… 自然との調和

以上が新しい授業での展開の流れである。見た目には教材配列の並びかえに過ぎないように思えるが、高1生徒の学力レベルや、総合理科的な側面を十分出せるように配慮したつもりである。（文献2参照）

### c) 終えての感想

1年を終わった感想としては、次のようなことが結論づけられる。

- ①物理分野から始めずに、地球という身近なテーマから入ったことは、生徒にとってなじみ易かった。
- ②理科Iの単位数が4単位であり、物理・地学分野に割り当てられる単位数は半分の2単位である。この授業時間数で全体をくまなく教えることは、なかなか難しい。教えるテンポの緩急をかなりつける必要

がある。中学と重複する岩石や鉱物のところの実習は不要であったかも知れない。このため[4]、[5]をはしまわざるを得なかった。

③地球の形や運動については、科学史的に詳しく展開したことは良いと思われる。

④物理分野は計画より少し遅れた2学期から入ったがやはり速度や力、エネルギーの分野になると、生徒の能力差による概念の理解や数学的形式に対する理解、演算力の差が目立った。しかし、4月当初から始める時と比べると、理解はスムーズであるように思えるが、物理的分野は内容が堅いせいか最初から難しいと思いつく、敬遠気味な生徒が出る。

⑤運動方程式検証の実験は、その意味、使い方について、かなり丁寧に説明したが、応用できるまで身についた者は限られてくるようだ。エネルギー保存の概念も深い意味で理解し、応用できる者は限られてしまう。ブランコが何故こげるかといったことを、力学的エネルギー保存の法則と矛盾しないかと問い合わせても、不思議だから考えてみようという前向き生徒は少ない。何か問題があるらしい、どんなふうに解決されるか聞こうという受け身の生徒が多い。

⑥時間数の関係で物理分野のあとの地学分野は十分な授業ができなかった。NHKの地球大紀行がたまたまテレビで始まったので、授業でVTRを2回程度見せた。生徒は興味を持って見る者もいたが、遊びくらいいにしかとらえず、残念ながらい加減な態度の生徒もみうけられた。あのような素晴らしい番組でさえ真剣に見ようとしている生徒を見ると空しい気がしてくるが、このような生徒にたとえ強制的に見せることができたとしても、このほうが教師の自己満足に過ぎないだろう。こういった生徒にいかに理科の面白さを伝えていくかが教育の課題であろう。

⑦夏休みの課題としてブルー・バックスの自然科学書を読んで、感想文を書くことを義務づけた。教師から推薦した図書は、竹内均の「地球とはなにか」と新羅一郎の「新しい物理学」である。生徒の7割までが前者で、2割が後者、残りの1割は自分で見付けた書物で感想文を提出した。全感想文の2割位が立派な骨のあるものであった。紙面の関係でここにその例を掲載することはできない。学年末評定には感想文の評価を1割程度の重みとして加えた。感想文を読んでいると、生徒は授業で擱めないいろいろなことを考え、吸収している。読書は本来授業外で生徒が自動的に行う知的作業なのである。読書離れが進んでいると言われる今日、教師が課題を設定してやることも大いに必要なことと思われる。

d) 今後の課題

新しいやり方で理科Iを展開した生徒は2年生になり物理・化学・生物・地学の中から、自分の意志で選択した科目を、理系は2科目、文系は1科目学習している。筆者はその中の物理選択者を36名教えている。昨年と違うところは理科I物理分野の4月当初の復習時間が例年の半分近くで終わったということである。このことの是非はすぐには結論できないが、少なくとも理科Iと選択物理のつながりがスムーズになったこととして一応評価できると思われる。

アンケートを生徒個人にとり、生徒の声を一人一人聞いた訳ではないので緻密なことは言えないが、新しい展開の方法は、それ以前の方法と比較してベターで教え易いと結論できる。今年度は残念ながら理科Iは担当していない。新しい方法が本当に教育的であるか否かは1年の実践だけでは分からぬが、また機会があれば試みてみたい。

e) さいごに

雑誌「パリティ」を読んでいると、高校や文系大学又は大学教養課程における物理教育の在り方が論議されその難しさや、教育に対する提言がなされている。

その中でも近角氏は、(1)良い教育をするには教師自身の研究する姿勢が肝要である、(2)難しいレベルで完璧な説明を目指せないでも、教師の自然現象に対する積極的説明、問題提起が必要である、(3)指導要領にとらわれない自由な発想が必要である、等核心的な主張を文献1でされている。

このようなことが実行できる教師は、本当の意味の実力の持ち主であろう。受験体制に混乱されることなく、真の理科の力を身に付けることを考え、教育を実践してゆきたいものである。教師には学問や教育に対

する情熱が必要である。しかし、現実には、受験指導や、担任、校務分掌、部活動の仕事に追われ、情熱を理科や物理のみに注げる度合いは何分の一かになってしまい、そのエネルギーが減退してしまうのも事実である。物理だけに情熱を傾けられないところが、大学の教師との大きな違いである。しかし、泣き言を言えばきりがないから、できる限り時間を有効に使い、努力するほかはないであろう。

さて、理科Iも共通一次の受験科目から消え、生まれた当時の理念を生かした指導が現在なされている学校は非常に少ないので現状であろう。理念がいくら崇高でも、実践するに当たっては多くの問題が出てくるからである。なし崩し的に旧課程的やり方に戻るのは簡単であるが、理科Iの理念を実践的に追求するのはまだまだ価値のあることだと思う。様々なところで理科Iを活用しようとする動きもある。（文献5）

今後も指導内容やカリキュラムの見直しを積極的に進めていくことが必要であるが、いろいろな試みを取り入れて実践できる範囲で、学校独自の実践を行うことが必要であろう。その意味において微力な実践であるが、筆者の記録のためにも報告した次第である。

## 参考文献

- 1) 近角聰信：パリティ Vol.2 No.2 P.72 (1987)
- 2) 松井一幸：本校紀要第31集 P.76 (1986)
- 3) 鈴木、松井：本校紀要第29集 P.58 (1984)  
本校紀要第30集 P.102 (1985)
- 4) 松井一幸：理科の教育 Vol.36 No.2 P.34  
(1987)
- 5) 石藤健一：理科の教育 Vol.36 No.6 P.30  
(1987)