

理 科

本校における理科Ⅱの実施計画

鈴木 一悠 松井 一幸

1. はじめに

今年、新教育課程が発足して3年目になり、新課程による展開で、高1から高3まで満たされたことになる。新課程発足にあたっては、本校に於いても、カリキュラムの検討が様々な角度からなされてきた。現在では、一応定着してきた感がある。

理科に於いては、理科Ⅰをどう展開するか、さらにそれに続く物化生地を選択制にした場合、どのように組み合わせるのか、また理科Ⅱはどのような内容で、どんな生徒を対象にするのか、等々様々な問題があったが、度重なる理科会での検討の末、現在本校では新課程におけるやり方が一応定着している。

本校に於ける理科のカリキュラムの高1から高3までの展開の仕方を、図-1に示す。

理科Ⅰは、高1で、4単位で行ない、全員必修である。授業は、教師2人で持ち、物理、地学分野と化学、生物分野に分けて担当している。年度毎に教師はローテーションしている。

高2では、物化生地は選択とし、4単位展開としている。しかし、受講者の多い化・生は、2展開にする必要があり、4単位と2単位の授業を開講している。理系の生徒は、2科目選択できるが、合計6単位の組み合わせで受講しなければならない。その結果、物・地の同時選択はできなくなってしまった。一方、文系の生徒は、4単位の授業を自由に1科目選択できる。

ところで、新課程における理系コース、文系コースの意味あい、旧課程と比べてはっきりしたものではない。本校においては、授業の内容は全く同じものであるからである。

高3では、物化生地は同じく選択制であるが、2年時の4単位と2単位の授業の裏返しが行なわれる。4単位であったものは2単位に、2単位であったものは4単位になる。標準単位数は4単位であるが、2年間で6単位で修得できるようになっている。従って、ゆとりのある展開になっているといえよう。

理科Ⅱは、高3の文系の生徒を対象にし、高2で、物化生地4単位のうち、どれかひとつを受講してきた生徒を対象とし、選択制になっている。

これまで、カリキュラムの展開の仕方を述べてきた

が、次に、新課程は旧課程と比較して、実践面でどのような問題点を持っているのか本校での実情を概観することにしよう。

まず、理科Ⅰであるが、最大の問題点は、4単位展開による授業時間数の不足である。1年で教えるには4単位は余りにも少ない。理科Ⅰは、量の点から言っても、物化生地の内容が多岐にわたっており、その内容をじっくりと解るまで教えるのは大変困難となっている。理科Ⅰの理念には共感するところも大きいですが、果たして、時間的ゆとりのもとに、その精神を与えることができるかということかなり難しいと言わざるを得ない。多分に、詰め込み教育化する危険な側面を持っている。内容をより厳選していく必要がある。

一方、高2からの選択物化生地については、2年間で6単位で取得ということもあり、かなりの余裕を持って展開できるようになった。物化生地を選択制にしたことに問題は無いとは言えないが、旧課程のⅠ、Ⅱの展開と比べて、生徒にとってもゆとりがでてくるのではないだろうか。

しかし、選択理科を教えている立場から見ると新課程には、大きな問題が存在するように思われる。それは、「理科Ⅰは何の為に存在しているのか」という、実際的な問題にぶつかるからである。

例えば、選択物理について考えてみよう。選択物理の場合、その基礎は理科Ⅰの物理分野であり、この理解が後の重要なポイントになる。これまでの2年間にわたる本校の実情を考える時、果たして生徒は、高1の段階で将来重要な基礎的学力を身につけられるのかという強い疑問を感じる。これは、教え方といった理科Ⅰを担当している教師の責任に帰着できない構造的な問題を含んでいるように思われる。

理科Ⅰは内容が余りにも分散しており、しかも単位数が少ないという中で、生徒がじっくり学べるシステムになっていないことが実際面的問題点としてあげられるのではないだろうか。数学的基礎力の充実面から見ても、高1段階で、物理的概念を十分に理解しうるレベルに達しているといえるであろうか。

選択物理を始める高2の最初の約1ヶ月は、毎年理科Ⅰの復習にあてることにしている。物理を選択する生徒に対しても、理科Ⅰ分野の基礎力の弱さに嘆くの

が実情であるから、他の選択しない生徒にとっては、**理科Ⅰ**は、何の役に立つのだろうと頭をかかえる次第である。

以上が、実際に**理科Ⅰ**、**選択物理**を担当しての素直な感想である。本校の生徒の学力面での質は多様である。**理科Ⅰ**の出されてきた背景のひとつに、高校進学率の増大、それに伴う生徒の多様化があげられているが、理科教育の理念である「観察や実験を通して基本的な科学概念の形成と科学の方法を習得させる。」という目標達成の為に、これからもより一層の努力が必要である。生徒の理解度に合わせて、思いきった試みをしてゆかねばならない。

さて、今年度は、新教育課程の完成年度ということもあって、新たに**理科Ⅱ**を開講することになった。図-1に示すように、受講者はわずか6人である。新設科目ということもあり、特別に会議で認めてもらい、開講することになった。

開講に当っては、初年度ということもあり、鈴木と松井の2人で担当することにした。**理科教育**のあるべき姿を模索する覚悟で臨んでいる次第であるが、本校**理科Ⅱ**の理念や具体的計画に移る前に、ここで、学習指導要領による高等学校理科の目標について触れてみたい。

2. 高等学校理科の目標と本校理科Ⅱの理念

高等学校の学習指導要領には、理科の目標として、次のようなことが設定されている。

「観察、実験などを通して、自然を探究する能力と態度を育てるとともに、自然の事物、現象についての基本的な科学概念の理解を深め、科学的な自然観を育てる。」

理科Ⅰの目標

自然界にみられる物体の運動、物質の変化、進化及び平衡について観察、実験などを行い、原理・法則を理解させるとともに、自然と人間生活との関係を認識させる。

なお、これに加えて、生徒の実態にあった指導展開が可能であるとしている。

物理の目標

自然の事物・現象のうち、力と運動、波動、電気と磁気及び原子について観察、実験などを行い、原理・法則を理解させ、物理学的に考察する能力と態度を育てる。

化学の目標

自然の事物・現象のうち、物質の化学的性質、物質の状態及び化学反応について観察、実験などを行い、原理・法則を理解させ、化学的に考察する能力と態度

を育てる。

生物の目標

自然の事物・現象のうち、生物体の形成、生体とエネルギー、恒常性と調節及び生物の集団について観察実験などを行い、原理・法則を理解させ、生物学的に考察する能力と態度を育てる。

地学の目標

自然の事物、現象のうち、地球の構成、地球の歴史及び宇宙の構成について観察、実験などを行い、原理・法則を理解させ、地学的に考察する能力と態度を育てる。

理科Ⅱの目標

自然界にみられる事物、現象や科学の歴史的事例などについて課題を設け、それらの探究を通して科学の方法を習得させ、問題解決の能力を養う。

以上、学習指導要領から、理科全般にわたる目標を引用した。これは、日頃理科教育を実践するにあたって、その目標を再認識すると同時に、その妥当性を吟味し、これから述べようとする本校**理科Ⅱ**の理念と実施計画が、これらとどのようにかかわってゆくかを明らかにしたいからである。

本校理科Ⅱの理念

現行の理科教育で、教えなければならない内容は、広範囲にわたっている。このため、日々の授業においては、次々と新しいテーマに移らねばならない。この為、ひとつのテーマをじっくり考えたり、自然そのものに触れたりする余裕はない状況である。結果だけを与えがちな現在の理科教育を少しでも補う意味で**理科Ⅱ**を活用したい。

1つのテーマにたっぷりと時間をかけ、テーマは主として実験実習や下調べが主になるものを選び、生徒が自分の頭で考え、自分の体と目で自然に触れる機会をつくるようにしたい。受身的な授業でなく、自然科学に興味、関心を持ち、積極的に物事を解決してゆく学習態度を育成できる場としたい。

初年度は試行という実験の意味で、文系の生徒を対象にしたが、教育効果が期待できれば、将来必修に近い形で、全生徒を対象にすることも考えている。

我々の理想は指導要領の**理科Ⅱ**の目標と矛盾してはいないが、より本校の実情にあった理科教育のあり方を模索する意味で、**理科Ⅱ**を把えたい。

3. 理科Ⅱの実施計画

新設科目ということもあり、受講者は少なかった。生徒6人の内訳は、男子4人、女子2人である。これらの生徒は全員高1時に**理科Ⅰ**を修得している。高2

時においては、化学選択者3名、地学選択者2名、生物選択者1名である。図2-a, b参照。

開講にあたっては、生徒からも意見を聞き、テーマの希望を述べさせた。生徒からの要望は、

- イ. 理科Ⅰの復習を取り入れて欲しい。
- ロ. 野外で行う授業を取り入れて欲しい。
- ハ. 中和滴定の理論と実験を取り入れて欲しい。

といったものが主であった。生徒も理科Ⅱは自分のやりたい事が追求できる科目と捉えていたようである。

4月初めの段階で鈴木・松井でいろいろ検討したが、指導教官側としては、次のテーマで実施してゆくことに決めた。

① 科学史

ニュートンやケプラーについて学び、我々が現在持っている運動論や宇宙論の認識に到るまでの過程をふり返る。

② 水溶液の化学分析や中和滴定

身近かな水溶液に含まれている成分を分析し、微量成分の持つ意味について考察する。

また酸やアルカリについての意味・役割を調べ、中和についての意味も考察する。

③ 天気図

天気図が読めること、書けること、更に天気が変わることの裏に何かがあるかを探る。

④ 測定・測量

基本的な物理量である長さ、時間、質量などの測定は、どのようにされるのかを振り返ってみる。

戸外へ出て、音速なども測定する。

⑤ 電子計算機の簡単な仕組み

計算機が計算できる仕組みの基本を考える。

⑥ 名古屋周辺の水系と地質構造

流路と地質構造の関連を調べる。

⑦ 伊勢湾の海底地形

伊勢湾海底に、伊勢湾に注いでいる河川の延長が見い出されないかを探り、見い出される場合、その意味を考える。

⑧ 自由テーマ

生徒自身にテーマを設定させる。

以上のテーマは、青写真的な計画であり、決定ではない。変更になる場合も出てくるであろう。

鈴木と松井の専門は、それぞれ、地学・物理分野であるために、物理地学の内容にかたより気味であるが、⑧の自由テーマなどを通して、生徒の希望を取り入れカバーしてゆきたい。

また、⑥、⑦のテーマのように地域性を活かした身近かなテーマも理科Ⅱでは重視したいと考えている。

4. 実践報告—科学史・ニュートン—

今年度も1ヶ月半程経過し、理科Ⅱの授業も10回位実施した。①のテーマで、ニュートンについて授業を展開してきたので、内容の実践報告をしたい。

科学史——ニュートン研究——

- (1) まず、N.ホーンソン著の *Biographical Stories* に掲載されている“Sir Isaac Newton”を英語で輪読した。今年の理科Ⅱの受講者は文系であるので、英語の勉強も兼ねて、ニュートンの伝記を読んだが、生徒は英語に大分苦勞したように見えた。
- (2) 輪読が終ると感想を述べあった。ニュートンの考え方・行動を評価する高校生らしい前向きな感想が目立った。
- (3) ニュートンの年譜²⁾を研究。感想を述べ合う。
- (4) 「1666年(24才)に、ニュートンは、月について重力の逆自乗則を検証」と年譜にある。この意味を、研究課題とする。プリンキピア³⁾, p. 424の命題3, 定理3を参考にさせ、調べさせる。月の落下現象を考察する。月と地球間の距離は地球半径の60倍ということ、また、月は1分間に5m落下していることを生徒は知る。
- (5) 理科Ⅰの運動の法則を復習しながら、逆自乗則を検証する。ニュートンの推論を鈴木が解説する。(参考資料参照)
- (6) これまでの理科Ⅱの授業の感想文を書かせる。

以上のような形で、現在まで理科Ⅱを展開してきたのであるが、(6)で行った、授業に対する生徒の感想を、3名分だけ、そのまま書いてみよう。

生徒1(男子)

今までに気にもとめなかったようなことが授業でいろいろ出てきて、とまどうことが多い。

けど、今日やった月のやつは、ボンヤリとだけれどわかった。ニュートンもケプラーも名前だけしか知らなかったのにだんだんわかってきた。

少しずつ興味ももてるようになったけど、ノートの上だけの実験の他に、これからは、実際にいろいろと自分でやってみたい。

理科Ⅱというのがなんとなくわかってきた気がする。

生徒2(男子)

最初に英語を訳すのが面倒だったが、ニュートンのことが、今までよりは、はるかに分るようになったのでよかった。今回の授業内容は説明を聞いてまあまあ理解できた。

たった6人しか生徒がいないので少し寂しい気がする。

る。教科書を使わない授業の方が面白くていい。

生徒3 (女子)

理科の授業でまさか英語をやるとは思わなかったの
で、びっくりしました。

ニュートンについての日本語で書かれた文章を読む
よりは、ニュートンについて自分なりにいろいろと想像
できる点はよかったと思うけど、英語は苦手だから
もうやりたくありません。

物理と地学の範囲だけでなく、化学や生物に関連し
たこともやって欲しい。

5 おわりに

以上記したように生徒の反応には、理科Ⅱに対する
戸惑いが見られる。感想文を読んだり、授業中の態度
からするとまだまだ消極的で受身的である。今後は、

内容をより検討し、生徒により興味を湧かせられるよ
うにしてゆきたい。

理科Ⅱの指導は、教師サイドから言えば、思ってい
たより楽しいし、教師同志が学習し合えるのは大変勉
強になる。生徒諸君にとっても、この時間を、受講者
が直接に参加できる楽しいものによりしていきたいと
考えている。

生徒が問題意識を持ち、主体的に解決してゆく態度
が生みだせるような授業を展開したい。

参 考 文 献

- 1) 高等学校学習指導要領解説：理科編，昭和54年
5月，文部省
- 2) 島尾永康著：ニュートン，岩波新書
- 3) ニュートン：自然哲学の数学的諸原理，中央公論
社，世界の名著26巻

学 年	高 1		高 2						高 3						
単 位	4 単 位		4 単 位			2 単 位			2 単 位				4 単 位		
科 目	理科Ⅰ (物地)(化生)		物	化	生	地	化	生	物	化	生	地	理科Ⅱ	化	生
教 官 名	松井	高橋	松井	安井	三橋	鈴木	安井	三橋	松井	安井	三竹橋上	鈴木	鈴木木井	安井	三竹橋上
男子数	65	65	32	11	11	12	36	8	37	8	8	12	4	34	6
女子数	70	70	3	23	28	14	5	16	3	31	27	5	2	3	20
全体数	135	135	35	34	39	26	41	24	40	39	35	17	6	37	26
選択条件	全員必修		選 択 理系 2科目：文系 1科目						選 択 理系 2科目：文系 1科目						

図-1 昭和59年度 新課程理科カリキュラムと生徒数

注) 理科Ⅱは文系で別枠

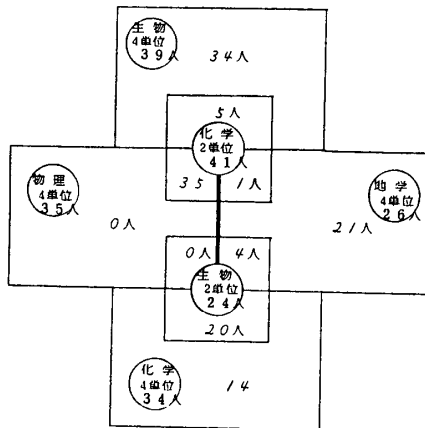


図2a 昭和59年度高2理科選択状況

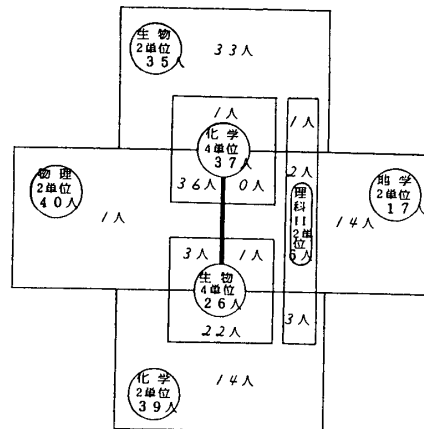
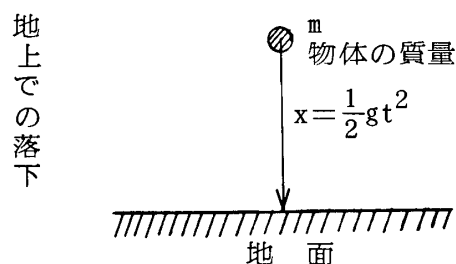
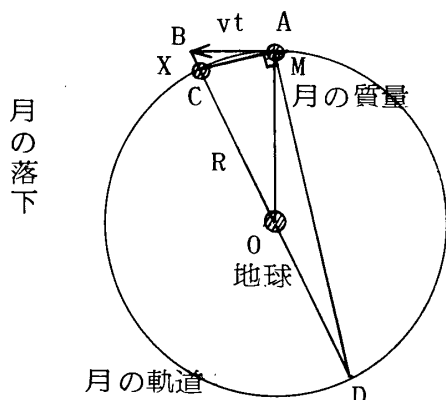


図2b 昭和59年度高3理科選択状況

理科II メモ

ニュートンの月の落下による万有引力の逆自乗則の検証について



月は円軌道上を回り続けるためには、t秒後には、BからCへ、Xだけ落下していなければならない。

図において、 $\triangle ABC \sim \triangle ABD$ である。故に

$$vt : X = (2R + X) : vt$$

一方、 $2R + X \approx 2R$ と近似できるから、上式より

$$X = \frac{1}{2} \left(\frac{v^2}{R} \right) t^2 \quad \dots (1)$$

が成り立つ。

これと、等加速度運動の公式 $X = \frac{1}{2} at^2$ と比較すると、 $a = \frac{v^2}{R}$ となり、向心加速度の公式を得る。

$R = 3.8 \times 10^8 \text{ m}$, $v = 2\pi R / 27.3 \text{ 日} = 1.0 \times 10^3 \text{ m/s}$ であるから、

$$a = \frac{v^2}{R} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad \dots (2)$$

となる。一方、地上での重力加速度 g は、

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad \dots (3)$$

落下距離は、 $x = \frac{1}{2} gt^2 \quad \dots (4)$

ところで、(1)、(2)を用いると、月は1分間に、 $X = 4.9 \text{ m}$ 落下していることになる。(3)、(4)を用いると、地上では、物体は1秒間に、 $x = 4.9 \text{ m}$ 落下する。これは、奇妙にも同じ値になる！ $T = 1 \text{ 分} = 60 \text{ 秒}$, $t = 1 \text{ 秒}$ とすると、

$$\frac{1}{2} a T^2 = \frac{1}{2} g t^2 \quad \dots (5)$$

が成り立つ。

さて、月での万有引力を F とすると、運動の法則より $F = Ma$ が成り立つ。ここに、 M は月の質量である。一方、万有引力は月の質量に比例するから、 $F = MF(R)$ と書ける。 $F(R)$ は、距離に依存する因子である。これらより、 $a = F(R)$ を得る。

同様に、地上の物体 m にはたらく重力(万有引力)を f とすると、 $f = mg = mF(r)$ を得る。ここに、 $F(r)$ は、万有引力の距離に依存する部分で、地球表面上での値である。これより、 $g = F(r)$ を得る。 r は、地球半径である。

以上の式と (5) より、

$$\frac{F(R)}{F(r)} = \frac{a}{g} = \frac{t^2}{T^2} = \frac{(1 \text{ s})^2}{(60 \text{ s})^2} = \frac{(r)^2}{(60r)^2} = \frac{r^2}{R^2} = \frac{1}{\frac{R^2}{r^2}}$$

を得る。後半の式変形においては、ニュートンは、地球-月間の距離 R が、地球半径 r の約 60 倍に等しいことを知っていたので、 $R = 60r$ を用いた。

このようにして、ニュートンは、月の運動を詳しく検討することにより、万有引力の逆自乗則がこの場合にもあてはまることを確認したように思われる。