

本校における理科Ⅱの実施

鈴木一悠・松井一幸

はじめに

前報（紀要第29集）で理科Ⅱの実実施計画と実践報告の一部を記した。今回は実践報告の残りの部分と、目標はどの程度達成されたか——1年間の評価を記したい。

1 1学期の報告——科学史をテーマとする授業の報告

ニュートンを取上げたあと、次にケプラーに進んだ。ケプラーが火星の軌道を探索してゆく過程なかんずくその方法論は実に素晴らしく、受講者にぜひ探索の跡を辿って貰いたいと考えたからである。内容については別稿に記したので、そちらを見て戴きたい（本紀要「ケプラーによる火星軌道の研究」）。担当者が講義する形で、あるいは全体で討論する形で、あるいは受講者に作業をして貰う形で進んでいった。「コペルニクスによる地動説」のあたりでは、偶々教育実習の期間中で教生諸君も討論に加わり内容を深めてくれた。しかし授業の展開は全体としては、受講者自身の作業を重視して進められた。これは無論、理科Ⅱ全体の目標に掲げていた「受講者の直接参加」を実現するためであり、ケプラーの研究の跡を追体験して貰うためでもあった。ケプラーが火星の軌道を探索するのに衝の位置の火星を足がかりにしたのに倣って、我々も衝の位置の火星を問題にしたのであるが、「ケプラーによる太陽系の研究」を始めた頃ちょうど火星が衝になり（'84. 5. 11）、この時の火星を取上げた。データを担当者自身で作るのは骨の折れる仕事であったが、授業内容を少しでも身近かなものにできたと思う。さて受講者の反応であるが、肝心の作業はとんと捗らず、また受講する顔色は冴えないものであった。受講者は内容を十分に理解できず、したがってまた担当者の意図した目的も十分に達成されないものであった。文系の諸君に提供する内容としては難しかったようだ。

2 2学期の報告——自由テーマによる授業の報告

受講者が「直接参加する」活気ある授業にするた

め、科学史を切上げたあと、実施当初に立てたテーマの最後のものである「自由テーマ」に移った。具体化したのは9月に入ってからである。テーマの決定、用意すべき器具試薬などの調査、グループ分けの決定などに2週間を要し、下旬から実践に入ることができた。グループ分けおよびテーマは、男子グループ（4名）——「電池の製作と原理の研究」、女子グループ（2名）——「飲料水の化学分析」ということになった。いずれも実験を主にするテーマである。この年、偶々11月初に本校の主催する研究発表があり、その中で行われる公開授業として理科Ⅱ受講者に「自由テーマ」による実験報告をして貰うことにした。このことの影響もあったと思われるが、両グループとも大変な積極性を見せてくれた。男子グループは松井が、女子グループは鈴木が担当した。

(1)男子グループ

電池の発達の道程上にある基本的な電池である、ヴォルタ電池、ダニエル電池、重クロム酸電池、乾電池の4つについて、どういう構造をしているのか、どうして豆球に接続したとき豆球が灯くのか（電圧を産み出すことができるのか）という最も素朴な疑問を解き自分自身を納得させるというテーマであった。4人の1人1人が1つずつの電池の担当者になり進めていった。男子グループの作った各電池の基本的な構造と実験した内容とを簡単に記すと次のようになる。

ヴォルタ電池

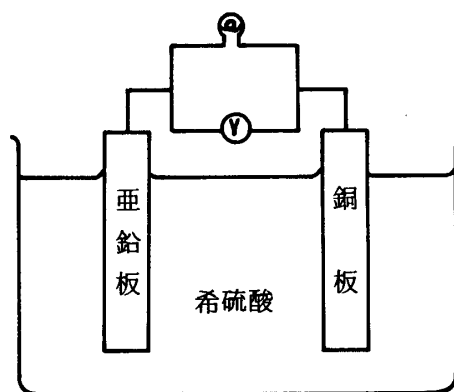


図1

1. 上図で電圧および点灯時間の測定
2. 消極剤（過酸化水素水）を加えたときの効果
3. 銅板を熱し表面を酸化してから用いたときの効果
4. 亜鉛板をアルミニウム板に替えたときの効果
5. 電解液に塩酸を用いたときの効果

ダニエル電池

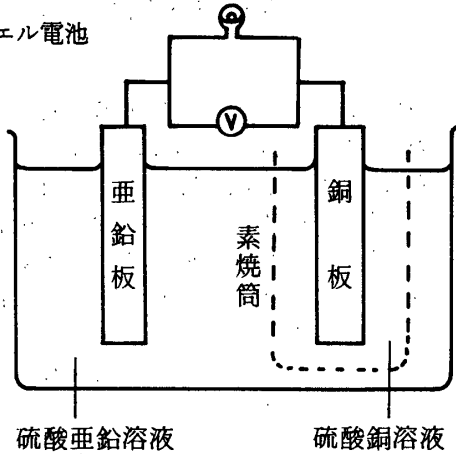
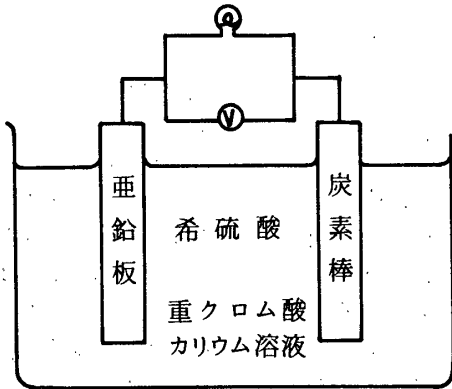


図2

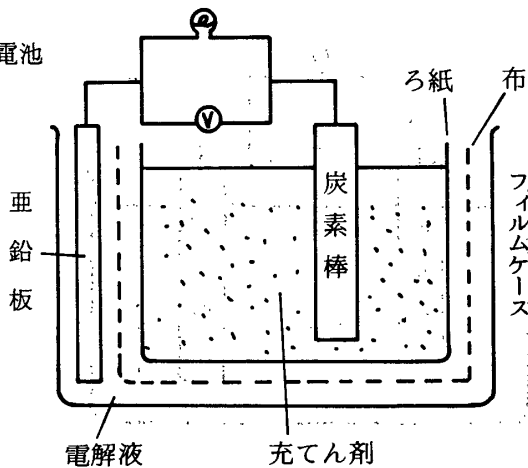
1. 上図で電圧および点灯状況を調べた（点灯せず）
2. 硫酸亜鉛溶液を希硫酸に替えて実験した（点灯）

重クロム酸電池



上図で電圧と点灯状況を調べた

乾電池



電解液は澱粉糊、塩化アンモニウム、水から成っており、充填剤は黒鉛、二酸化マンガン、塩化アンモニウムから成っている。

最初に本物の乾電池を分解して構造を調べた。次いで上図のように乾電池を再生し、電圧と点灯状況を調べた。

(2)女子グループ

女子グループの選んだ「飲料水の化学分析」は、彼女の一人が4月当初理科Ⅱの中でしてみたいと希望していた中和滴定の理論と実験に近いものであった。

検水として用いたものは

1. 学校で使用している水道水
2. 学校で使用しているウォーター・クーラーの水
3. 家庭（名古屋市内）で使用している水道水

である。1の水と2の水とが違うのは、前者は水道水とは言っても井戸水を汲み上げて用いているからである。いずれも彼女らが選定したものである。次に検査項目は

1. 塩化物イオンの含有量
2. アンモニア性窒素の含有量
3. 硝酸性窒素の含有量
4. 亜硝酸性窒素の含有量
5. 有機物の含有量
6. 鉄分の含有量

1と5は定量測定、他は呈色状況から判断する定性測定であった。ここで問題になったことは

1. 定量測定の場合、それまで消えていた沈澱が消えなくなる、あるいは、それまで現れていなかった色が現れて消えなくなる時点の決定によって含有量を算出するのであるが、この時点の判断が難しいこと
2. 呈色によって含有量を測定する場合でも、検水に試薬を投じたあとどの時点の呈色を見るかが問題であること

であった。理論と実際との関係を考えさせられる体験であった。

10月末までの実施の中で出てきた疑問点の追実験を公開授業のあとに行い2学期を終った。行った追実験は男子グループでは

1. ヴォルタ電池、ダニエル電池で銅板を炭素棒に取替え、反対に重クロム酸電池、乾電池では炭素棒を銅板に取替えると、それぞれ電池の働きはどう変わるかの調査

（これによって前者の電池群で銅板を用い、後者の電池群で炭素棒を用いていることの必然性あるいは意味のある程度知ることができた）

2. ダニエル電池で素焼筒をセロファンに取替えた場合の調査

女子グループでは

1. 硝酸性窒素の検出、亜硝酸性窒素の検出の項目について試薬投入後の呈色の、時間の経過による変化の再調査
2. 有機物の検出の項目について、測定の前段階である当量点に関する理論値と実際との照合と、有機物含有量の再測定

であった。

3 3学期の報告

2学期末に行った疑問点の追実験の報告をグループごとに報告したあと、1年間を振り返って感想を述べ合うことから始めて、得たものは何であったか、4月当初に期待したことはできたかなどの討論をし、またそれを文章に認めて貰って1年間を終った。

4 評価

1年間を振り返り、目標はどの程度達成されたか評価をしてみたい。4月当初に立てた目標は、要約すれば、1. 受講者の直接参加——自然に直かに触れること、2. 物理、化学、……といった科目間さらには教科間の壁を取除いた総合性の追求であった。またこういう目標を追求することによって、受講者の学習意欲を取戻し、学校生活を生き生きしたものにする事ができはせぬか、その可能性をさぐることであった。さて結果はどうであったか。前述のように、科学史を取上げたところは担当者の一人相撲に終わったようだ。しかし自由テーマに移ってからの生徒諸君の反応は、これは評価に値すると思う。わずか6名で1クラス分の施設・器具を用いることができ、また理科助手さんの積極的な援助を得ることができたという好条件があったという点を除いても、やはり評価してよいと思う。授業は第4限および、違う曜日の第5限にあったのであるが、女子グループが実験を昼休みにまで延長し、また昼休みから始めていたのを何度も見かけたし、第6限後に継続していたこともあった。男子グループでは、実に簡単な装置なのだが電池を自分達の手で組立ててみて、豆球に接続したときに明りが灯くというのは素朴な感動を与えるものらしく、彼らは大喜びであった。今回のようにテーマを自分で選ぶことができ、小グループで実験でき、施設・器具を存分に使うことのできる場合には、生徒諸君はまだまだ理科の学習に没入できる素地を失っていないことを知ることができたのは大きな収穫だと思う。しかし今回のような条件は、高等学校ではあまりにも特殊な条件であるし、また一回だけの経験であるので、今回はそうで

あったと考えるのに留めた方がよいと思う。

次に受講者の中の3名について、書いてくれた文章を載せたい。

ちょっと人数が少なすぎて淋しかった。小人数だったからあのような授業ができたと思うが、人数が少なすぎて意見を言うのが恥しかった。それから授業の内容が高度すぎた。

理科Ⅱを選択する人が少なかった理由を考えてみると、まず、何を勉強するのかよく分らなかったこと、政経や倫理を選択した方が現代社会の勉強に役立つこと、文系の人の選択だったので理科に興味を持っている人が少なかったから、などが考えられます。もし再来年に理科Ⅱの授業を行うのなら、2年生の時の選択科目の中に理科Ⅱを組むと選択する人が増えるはずですが。3年生になるとやっぱり受験のことを第一に考えてしまいます。でも高校3年間の授業の中で一番印象深いし、いろんな考え方が学べ、選択してよかったと思います。(男子)

この一年「理科Ⅱ」を週2時間ではあるが受けてきた。最初は英文を読まされて困ったこともあった。「理科Ⅱ」でどうして英文を読まなくてはいけないのか。ニュートンの伝記ぐらい日本語でもと思ったが、大学では外国の本を読まなければいけないから、そのための心使いだったのかも知れないと思っている。

ニュートンの次にケプラーを勉強することになった。地球や火星の軌道の決定、この作業は難業であったと思う。その後のケプラーの法則について知ったが、それを説明しなさいと言われてもできない。

二学期になり研究発表があった。実験ができるということで、いささか喜んだ僕等だったが何か引かかるものがあったようにも思える。発表ということなのかも知れない。しかし終ってみれば何もなかったようにも思える。

「理科Ⅱ」の授業は一つのことだけではなく、多くの理科をすることにあると思う。「理科Ⅰ」でやれなかったところ、生徒の興味を十分に引きつける各分野での実験、時には外に出て自然に親しむなど、このことができなかったのは研究発表や、我々の発言があまりにも少なすぎたためだと思う。

(男子)

一年間理科Ⅱの授業を受けてみて一番反省すべき点は、もっと言いたいことをはっきりと言わなければいけなかったということです。折角人数も少なくて、一人一人の意見をみんなできっとりと考える機会が与えられていたのですから……。

次に、授業の初めに私のやりたいと思っていた、

化学分野の実験ができたのは、とても楽しかったし、いい経験になったと思っています。

プリント通りに実験をしているのに、結果が合わずにいらしたり、なぜそのような結果になるのかという疑問が多く出ても、なかなかその疑問に対する答えを見つけ出せなくて困ったこともしばしばでした。

しかし今振り返ってみると、ただ紙面に書かれていることを鵜呑みにして勉強するのではなく、いろいろと考えながら進めていく授業も一味違ってよかったと思います。

この授業での経験が大学へ行ってからも、大変役に立つだろうと思っています。(女子)

担当者の得た成果はいろいろある。

第一に教科書の功罪をよく知ることができたこと。科学史を取上げていた頃は毎時間毎時間が、大げさに言えば、創造であった。教科書をほとんど用いないため授業内容を自分で作っておいては授業に臨むのであった。週2時間の進度が用意できる限度であった。しんどい毎日であった。しかしそこには、教科書を用いる場合に経験する以上の発見があり、緊迫感があった。教科書を用いる場合には、これとちょうど裏返しなのが言えると思う。

第二に教育の原点(あるべき形)は小人数にあることを知り得たこと。今回の理科Ⅱで行った授業の展開は、6名という小人数だからこそできたという面が大部分であったと思う。1クラス45人の大所帯では、科学史のところでしたような細かい議論は到底できないし、自由テーマのところでは、そもそも自由テーマを取上げること自体成り立たないと思う。ましてグループごとの疑問点の討論とか再実験とかは不可

能だろう。また小所帯の良さは、担当者が話し口調で授業を展開できることである。小人数であるべきことは考えてみれば当り前のことであるが、45人に慣れてきた者には発見であった。

第三に担当者にとっても理科Ⅱの目標の第一に掲げた立ち止まり効果のあったこと(目標の第一というのは、取上げるテーマを絞って受講者がじっくりそのテーマに取り組む、直かに自然に触れる、というものであった)。電池の改良の歴史は突き詰めれば、電池のどの部分の改良の歴史であったのか、極を構成している金属が電解液の中に溶け出すメカニズムは一体何なのかにか何かの考察を加える機会が与えられたし、また水質実験の実際に触れる機会も与えられた。急いで進めなければならない不断の授業では得難い体験であった。

おわりに

昭和60年度が始まったが、本年度は理科Ⅱは開講されていない。受講希望者が少なすぎ開講を認められなかったからだ。内容のPR不足があったのかも知れないし、3年生が受験に重きをおいて科目の選択をしたためかも知れない。理科Ⅱがなくなり、4月当初ほっとすると同時に淋しい気持を味わった。ほっとする気持は、毎時間教材を用意するしんどさから解放された安心感であり、淋しい気持の方は、毎時間教材を用意する時に味わう創造や発見の喜び、緊迫感を失ったという淋しさであり、また小所帯の静かさ、親近感を失った淋しさであった。わずか1年の経験であったが、実に貴重な体験をすることができた。いろいろ考え合わせると、理科Ⅱの授業は生徒諸君にとっても担当者にとっても有益である。ぜひ再開したい。