



| | |
|------------|---|
| Title | 実験・観察へのコンピューター利用について：(6)小人数のための教育方法の開発：支援装置FITによる自由落下運動の実験と授業への展開 |
| Author(s) | 矢作，裕；高橋，和幸 |
| Citation | 僻地教育研究，52：83-90 |
| Issue Date | 1998-03 |
| URL | http://s-ir.sap.hokkyodai.ac.jp/dspace/handle/123456789/1599 |
| Rights | 本文ファイルはNIIから提供されたものである |

実験・観察へのコンピューター利用について

(6) 小人数のための教育方法の開発 支援装置 FIT による自由落下運動の実験と授業への展開

矢作 裕 (北海道教育大学釧路校) ・高橋 和幸 (釧路市立北中学校)

On the Computer Techniques for Educational Experiments and Observations

(6) An experiment of a falling body

Hiroshi Yahagi, Kazuyuki Takahashi

目次

1. はじめに
2. コンピューターと時間計測
3. 自由落下と単振り子の運動
4. FIT の力学実験への利用
5. 授業への展開
6. おわりに

1. はじめに

コンピューターシミュレーション

科学は実験にその根拠をおいて、体系的に認識された知識である。したがって、精緻なコンピューターソフトによって、どれほど実験内容がリアルに表現されたとしても、それは物質に関する体系的認識のための補助的な道具の位置をしめるにすぎない。たとえば中学校で学習する「アルキメデスの原理」の理解には水中にもものをおし沈めるための手応えの意識的な体験が必須である。画像による仮想の体験は豊かな科学教育の実践とよぶことはできない。特に低学年の一見簡単に見える原理も五感によって学習内容を意識的に体験を欠かすことができない。よく計画され、周到に準備された実験をともなう授業は、実験者の自然な参加をうながし学習内容の理解を深めることになる。実験を省いて、キイ操作によるみ、電圧の概念の形成を試みることは間違った方法である。物理系の理科の実験であれば、自然の物理量をコンピューターにとりこんで利用を図る必要がある。

FIT

汎用性が高く、簡単な構造をもち、とりあつかいの容易なインターフェースとしての FIT は、これまで力学のテーマを除いて行われてきた。すなわち理科の授業のうち、(1)音の高さと振動、(2)水の温度上昇、(3)抵抗の合成、(4)中和滴定、などの実験に利用されたが、もっともコンピューター利用に関係が深いと思われる力学の分野のテーマをあえてとりあげてをしなかった。これまでのテーマの選択にあたっては、中学校の理科の教科書を慎重に検討して、コンピューターの利用が、これまでの方法よりも優れた点があると考えられるときにはじめてテーマとしてとりあげることとしてきた。すなわち、中学校の力学の分野の実験的な領域となれば、等速直線運動か自由落下運動ということになるだろう。ところが、この分野では「打点タイマー」という優れた機器が実験装置として活躍している。またそればかりでなく、たとえこの装置を利用しない優れた方法があったとしても、高校入試との関係でこれに触れざるを得ないという事情もあった。

コンピューターを利用するにあたっては、それが「ものさし」、「はかり」とならんで基本的な測定器である「とけい」の機能と記録機能をもつという著しい特徴を示す必要があるであろう。

それは単に時計の機能を示すだけではなく、その利用を直接的に示す必要がある。さきの打点タイマーの存在を十分に意識したうえで、その素材として、コンピューターを時計として機能させるとともに、ストップウォッチ機能をもたせて、それを自由落下運動の計測にとりあげるのが適当であろうと考えた。力学の分野では、高

校や大学でも、落下運動や振り子の問題がかならずといっていくくらいとりあげられる。どの学校にも、あちこちに充分使ったとはいえないコンピューターが眠っている。それらがわずか数行のプログラムによって、すべてのコンピューターが一斉に特徴あるストップウォッチとして機能し、強力な道具、しかも時計というなじみ深いものに姿を変えること自体が、有効なコンピューター教育のひとつとして有用であろう。

2. コンピューターと時間計測

コンピューターの動作速度をきめているのは、それからクロック周波数を得ている水晶片である。つまりコンピューターは本質的に時計が動作の中心となっている。FITはある一連のプログラムがあれば、それを繰り返す処理速度は機種が決まればほとんど一定であることを利用して時間測定を行っている。このためのプログラムは、BASICといわれるコンピューター初期のプログラム言語によって書かれていて、一般にはほとんど使用されなくなってきた。しかし、学校教育で使用されていることもあり、器械としてのコンピューターや、プログラムの教育という観点から、この言語は重要な意味をもっている。このBASICプログラムの使えるコンピューターは、つぎのような簡単なプログラムによって、簡単にストップウォッチに変身する。しかも付加するプログラムによって、さらに記録機能などをもたせることさえできる。図1はもっとも簡単なストップウォッチの機能をもつプログラムである。runのキでスタートして、0キで停止する。この動作によって、コンピューターの速度に依存する数字が画面上に表示される。この数字は時間経過に依存しているが、時間を直接しめてはいない。時間測定を行うには、表示されている数値の経過時間への換算が必要である。この時間の校正は、操作は簡単であるが、後にふれるように自然観にかかわる大きな問題を内容としている。このストップウォッチは、マウスが使えるコンピュータならば、通常のストップウォッチと同様の感覚で、一層使い勝手のよいものとなる。

```
100 locate 10,10 : print n: n=n+1
110 if inkey$="0 " then end
120 goto 100
```

図1 原理的なストップウォッチの例

時計の正確さ

時計の正しさは、それによって自然現象をどれだけ、正確に予見できるかによって決まる。このことから、時

計の時間あわせを振り子の周期的運動や落下運動を根拠として行うことは、本質的な行為である。おんさや水晶振動子、振り子（まさに時計）天体の運行、セシウム137の原子の振動、によって作られる時間の刻みを「採火」するのと同じ意味で、運動を正しく記述しうるかどうかが、時計の校正の根拠とするのは正当である。校正されていない時計があったとして、振り子によって時計を校正に使う論拠はそこにある。振り子は1/100, 1/1000秒などの校正には使えない。振り子をもとに、振り子の運動の解析、太陽の運動によって合わせた時計によって太陽を観測する。このことから、落下運動や単振り子の運動を正しく記述できることによって、道具としての時計の正しさが保証される。それによって太陽の動きなどの自然の周期的運動の記述にかなうように変化を記録する道具として、時計が手もとに正しい周期的な運動のあとをたどることができるようになった。物理学はわれわれを取り巻く物質世界を記述する。物理学はまた物質の世界が見せるさまざまなふるまいの小さな「事件」のあいだにどんな関係があるかを探っていく、それを根本にさかのぼって説明をしようとする。物理学の基本的な仕事の理解には、実験や観察を欠かすことができない。

3. 自由落下と単振り子の運動

運動状態を変えるのは力である。運動を理解するには、さまざまな物体の運動状態の変化と力との関係を知る必要がある。運動状態と力との関係を示しているのが、運動の法則である。身近に見られる力学現象で、最も普遍的な力は万有引力のあらわれである重力である。いろいろな運動を調べる基礎として重力（万有引力）をとりあげる意味はここにある。重力のはたらく空間の運動の卓近な例として落体の運動や放物運動、そして衛星や惑星の運動がある。このような運動のなかで、典型的な運動として、等加速度運動、等速円運動が取り扱われ、もう一つの典型的な運動として単振動を扱うことになる。単振動は、身近によく見られる実験であるが、原子や分子の熱振動や波動を理解するために、教材としてきわめて重要な位置をしめている。

以下にのべる方法によれば、実験を通じて操作もやさしく、満足のいく結果で、重力空間内の典型的な運動、自由落下運動と単振動について深く理解することができる。慣性の法則は、打点タイマーという優れた教具によって実験ができる。運動の不滅性を象徴するこの実験は、物体に外から力が働かなければ物体の運動量は運動エネルギー変らないから、運動量の保存法則やエネルギー原理も不滅性のあらわれであると考えられる。さらに物体系と外界との間に熱や仕事の出入りがなけれ

ば、物体系のエネルギーはかわらないというエネルギー保存則は、運動の不滅性のもっとも一般的なあらわれといえる。このように運動の不滅性は力学だけではなく、全ての自然科学を理解する基礎としてきわめて大切なものであるが、物質の不滅性にくらべてその重要性に関心がうすい。この二つの現象は、単に初歩の物理学の格好の素材としての意味のほかに、ガリレオ・ガリレイが注目し、歴史にのこる重要な発見の跡をたどるという点で、中学や高校の物理の分野のどの段階でも重視されている。したがって、物理に関するどの教科書を開いても、この二つの項目が目次や索引にないなどということは、ありえないことである。

この物理学を離れても、誰にとっても身近な自然現象をその実験方法と観点に、新たな観点から教育の素材として、取り上げてみたい。

物理教育に関わったことのある人なら、だれでも運動の法則の魅力を明快に伝えたいと思い、その教育方法や実験装置に思いをめぐらせた経験をもったことがあるにちがいない。原理的には「ものさし」と「とけい」によ

って明示されるはずの、この内容も1時間ほどの時間内に、数十人を対象に印象深く、伝えるのは容易ではない。しかし、多くの優れた工夫たとえば、物体とともに運動する紙テープに一定時間間隔で、打点する装置などの傑作も誕生し効果的な授業が可能となっている。運動についての教育上の問題には時代を超えて新鮮さを保つ内容が潜んでいる。そこには汲みつくせない教育上の源流がある。このようななかであえて単振り子と自由落下運動は、重力をめぐるもっとも基礎的で重要なテーマをとりあげるのとは以下のような背景があるからである。

4. FITの力学実験への利用

これまでのFITは、開発当初から抵抗、コンデンサーによって発振回路を構成し、抵抗変化による発振周期をコンピューターによって、マウス端子からとりこむ方式によっていた。FITの利用の範囲が拡大されるにつれ、当初のモデルに付加すべき回路もはっきりしてきた。一種類の入力装置にさまざまな機能をもたせる方向もある

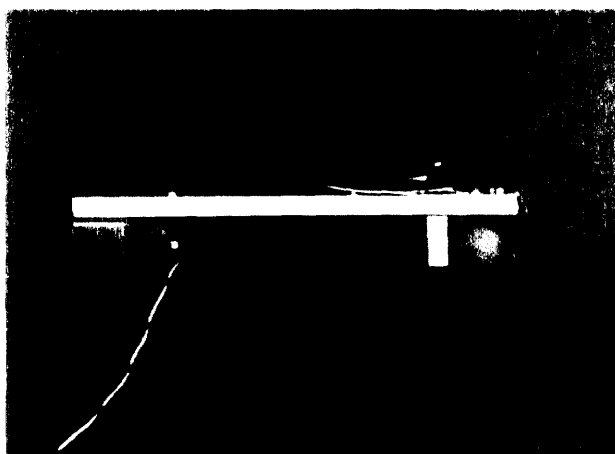


写真1 ボールの自由落下開始を検出する装置



写真2 スイッチ部分の拡大したもの



写真3 ボールの着地の検出台

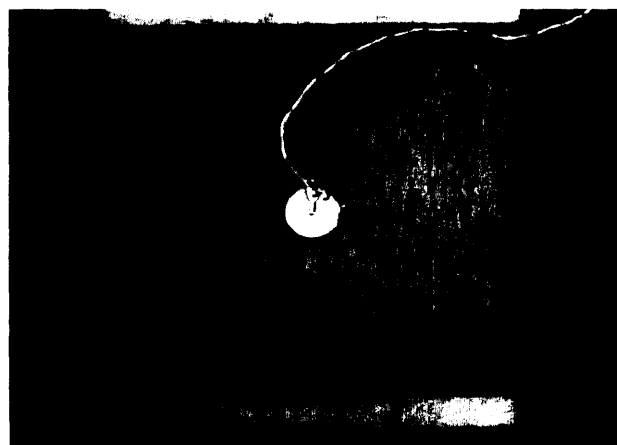


写真4 ボール着地の検出センサー

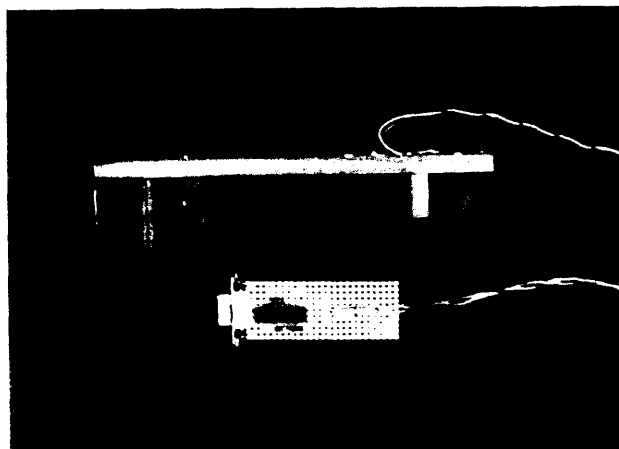


写真5 落下開始検出装置とあたらしいFIT

が、もともと簡素な構造をしているので、そのようなものを数種類を用意して使い分ける方法もある。ここでは、使用する回路がことのほか簡単であることから、専用のものを別に用意することとした。

自由落下時間の測定

写真1の装置の構造が示すように、落下させる物体は直径2cmの金属球（マウス内にあるボールを利用）この金属球を異なった高さからくりかえし自由落下させ、落下に要する時間を直接測定しようというものである。これはスイッチがついていて、ボールの落下開始信号をとりだすことができる。写真2は落下して着地を検出する台である。落下開始は、金属球をはさんでいる金属片をスイッチとして、メモリーにリセット信号を送り計時開始信号とする。写真2は、写真1の拡大したものである。ボールの着地の検出は、写真3、4のように、落下地点に置いた板の裏に衝撃センサーを張り付けてある。衝撃センサーとしては、安価で自ら確実に電圧を発生するセラミックスピーカーを利用している。CMOS型のデジタルICによる1ビットのメモリー回路が構成されている（写真5、6）。図2は、この落下運動の計測用ストップウォッチのプログラムである。基本プログラムに数行の表示用のプログラムが追加されている。時間についての数字だけが表示される簡単なものとなっている。図3は、実際に自由落下させたときの、時間校正前の数値と時計として校正したときの値をグラフ化したものである。図の横軸は時間に相当する数値N（白丸）、時間校正をしたもの（黒丸）を、縦軸は落下の高さを表わしている。時間軸が1単位、2単位、3単位の長さに対応して、落下距離がそれぞれ1、4、9となっていて2次関数となっていることがわかる。図4は、実測による落下時間と、運動方程式から予想されるそれとをグラフ表示したものである。コンピュータプログラムの処理速度

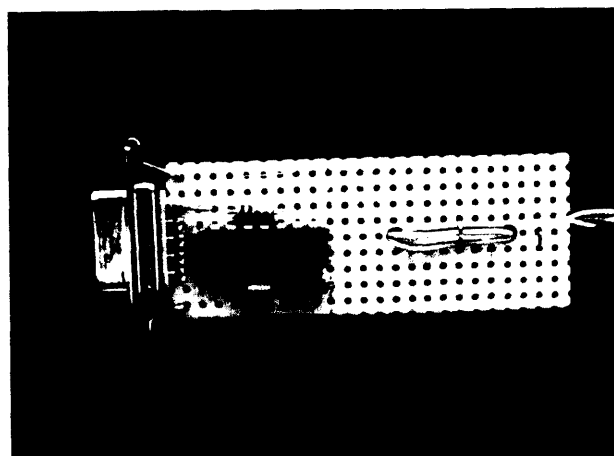


写真6 あたらしいFIT（機能試験用）

```

150 LINE(0,0)-(639,399),4,BF:N=-1
160 IF MOUSE(2,2)=1 THEN 160
170 N=N+1;IF MOUSE(2,2)=0 THEN 170
180 T=INT(N*.80893-.00449)/1000;LOCATE 24,20
190 CLS:COLOR 1;LOCATE 24,20
200 PRINT T,N,INT(4900*T^2)/10:N=-1
210 LINE(0,0)-(639,399),2,BF
220 FOR I=0 TO 50000:I:NEXT I:BEEP:CLS 3:GOTO 150
    
```

図2 落下時間測定用プログラム

による計時の正当性を示すものとも、また時間の校正をする手段を与えるものとなっている。すなわち、校正はこの直線が45度になるように数値Nを決定することに相当する。このように、時間測定の仕組みはいたって簡潔である。写真3はボールの落下装置の写真、写真4は落下したボールを受ける台である。この台の下に、セラミックスピーカーが張り付けられていて、それが衝撃センサーの役割をして、衝撃による電圧の発生を検出して落下を知る。写真5、6は、入力用基板である。

5. 授業への展開

(1) 授業のねらい

本単元は、「力のはたらき」を受けて、物体にはたらく力と運動の関係をとらえさせる。力の相互関係と、慣性の法則を理解させ、自由落下や斜面に沿った落下運動における力と速さの変わり方の関係を定性的に見いだせることをねらっている。

落下運動の特性を理解させる学習内容は、過去40年有余年、中学3年に位置付けられてきた。

この落下運動の学習指導にあたっては、多くの教師は、教科書の「ストロボ写真」を使って説明をしたり、記録タイマーを使って紙テープに打点する方法等をとって

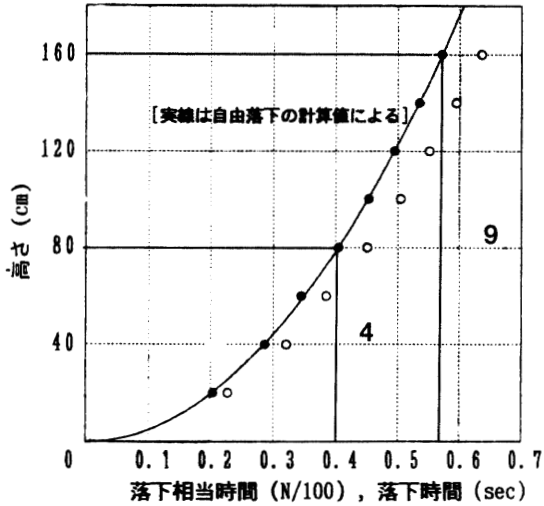


図3 測定結果-1

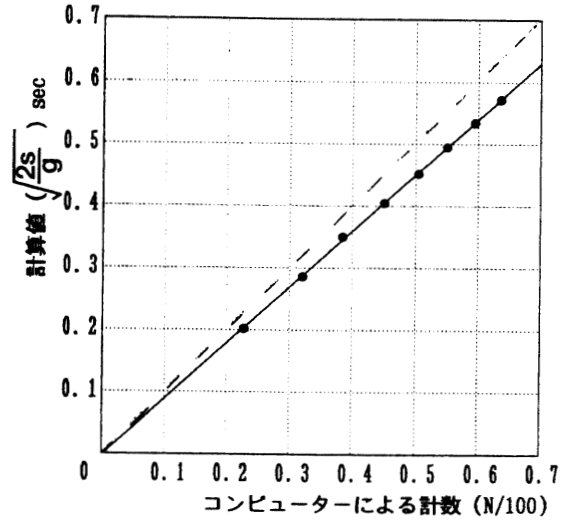


図4 測定結果-2

る。いずれも記録された資料から速度の変化を間接的に求めていることになる。

そこで、コンピューターを使用することによって、運動する物体の速度の変化を直接、画面に数値で表示させ、「落下距離と時間」の関係をとらえさせた。

(2) 実験学習

従来の実験学習は、記録タイマーで、記録テープに打点を記録し、「打点の数と距離」から、物体が落下する速さは、時間とどのような関係になっているかをとらえさせる。さらに、これをもとに、物体の落下距離と時間との関係をグラフ化し考察を加えることになっている。授業を進める中でいつも苦慮するのが、「落下距離と時間」との関係について、記録されたデータよりグラフ化し、関係について考察を加えるのであるが、グラフ化がむずかしいことと「質量差による落下距離と時間」の関係についてもとらえにくい。

そこで、これらの点をクリアするために「コンピューター利用」を考えてみた。

実験の手順

- ①マウス端子とFITの差し変えをする。
- ②落下の高さを設定（0～80cmの高さで測定）
- ③スイッチ付き落下装置（写真7）を鉄製スタンドに設置。
- ④落下受け皿を真下に設定。（写真8）
- ⑤高さを変えて（10cm間隔で）落下時間を測定する。
- ⑥測定結果をもとに、グラフ化する。
- ⑦結果をもとに、「落下距離と時間」の関係について考察を加える。

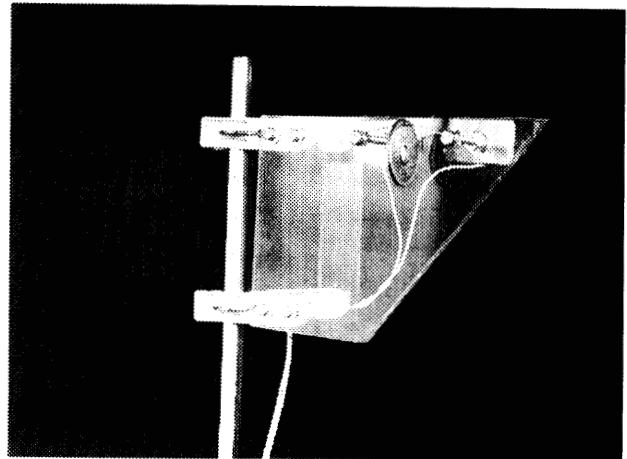


写真7 落下装置

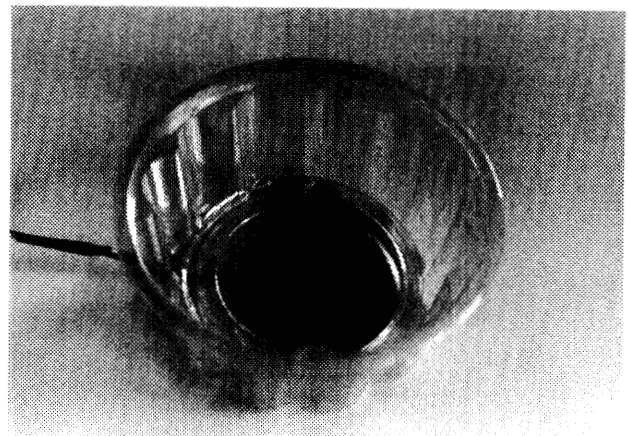


写真8 落下受け皿

○実験の取り組み

実験開始30分程で、落下時間の測定がおわり、その後、すぐにグラフ化の作業に入ることができた。なお、「質量差による、落下時間と落下距離」との関係についての測定は、測定の早いグループにひきつづきとりくませ、遅いグループは、出来なかったところもある。(測定結果については、表1を参照のこと。)

この装置は、一定の高さから物体を落下させ、受皿にとりつけられているセンサーで、落下の速さをコンピューターが読みとる。装置の仕組みについては説明をしてあるが、何人かの生徒は意味することがわからず実験していたが、何回かやっている中で、高さが増えることによる、その値のちがいがから、落下にかかる時間を測定しているということ(ストップウォッチの役目)に気づいた。

操作上で、スイッチに落下の物体をセットする時、要領を得なかったために、エラーが多かった。説明を受け何度か試みるうちに、エラーもなくなり、その後の、測定を続けることができた。

装置の使い方のミスによるエラーが生じ、最初から、取り直しをしたグループでも、授業終了時にはデータ取りが終了し、グラフ化に入ることができた。

この実験は短時間で実験可能な内容である。なお、画面表示は、下記の写真のようになる。

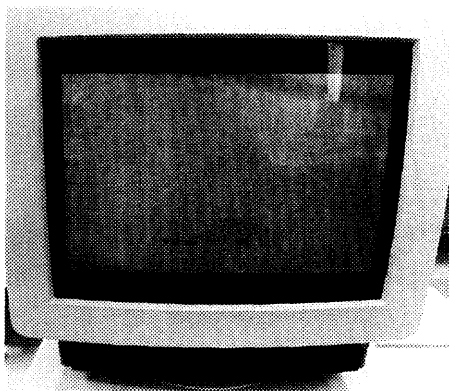


写真10 表示される数値

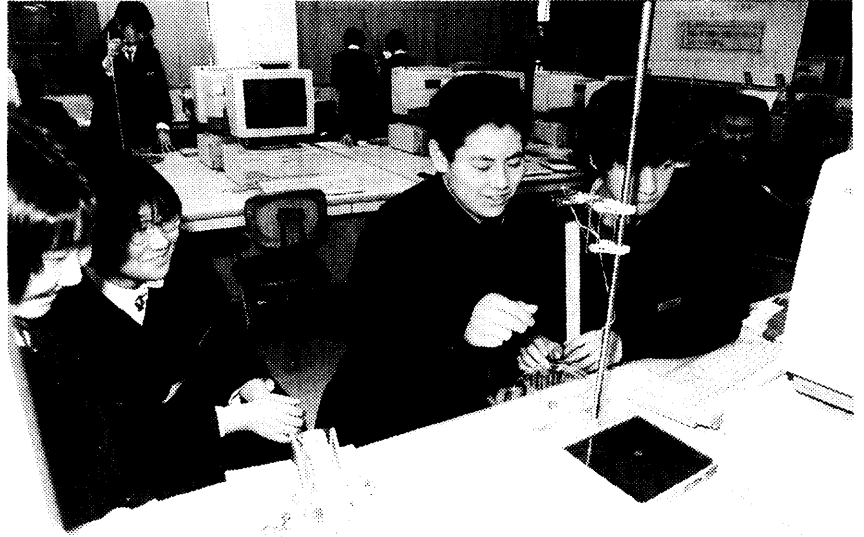


写真9 実験にとりくむ生徒

(3) 本時の展開

3. 本時の目標
 ・落下運動の記録から落下時間を読み取らせ、「落下距離と時間」のグラフを作成させる。
 ・落下運動では落下距離の変化とともに急激に速さが変化することを理解させる。

4. 本時の展開

| | 生徒の活動 | 教師の援助 | 難 | 留意点 |
|---------|--|--|---|--|
| 学習課題の把握 | <ul style="list-style-type: none"> ・本時の学習課題を確認する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・本時の課題を提示する。 | 全 | <ul style="list-style-type: none"> ・黒板に提示 |
| 課題の追求 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験内容の確認 ・それぞれの高さから物体を落下させ、それぞれの落下時間を測定する。 ・測定結果から、落下距離と時間の関係をグラフ化する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・パソコンを使い落下距離の変化による、それぞれの落下時間を測定し、グラフ化しよう。 | | |
| 課題の考察 | <ul style="list-style-type: none"> ・班ごとに手順に従って実験を行う ・マウスとF I Tの交換をする。 ・落下の高さを設定する。 ・スイッチ付き落下部を鉄製スタンドに設定する。 ・落下受け部を真下に設定する。 ・高さを変えて落下時間を測定する。 ・測定結果をもとに、グラフ化する。 ・結果をもとに、考察を加える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・手順の補足をして実験に入るよう指示する。 ・落下させるときは、一気に落下させる。 ・何度か落下させ、同じ値の数値をとる。 ・グラフ化させる。 | 班 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験上の注意点を喚起させる。 ・測定値の取り方に留意が必要。 ・誤差に留意させる。 ・考察のまとめ。 |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> ・結果の考察と発表 ・画面上のグラフからどんなことが言えるか考察をくわえる。 ・発表する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・結果の考察と発表の準備を指示する。 ・各ごと発表させる。 | 班 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験カードに記入する。 |
| まとめ | <ul style="list-style-type: none"> ・本時のまとめをする。 ・次時の課題について理解する。 ・自己評価する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果をまとめ、次時の学習する内容について予告する。 | 全 | <ul style="list-style-type: none"> ・自己評価 ・形成的評価 |

図5

(4) 実験結果

測定結果をもとにグラフ化すると、「落下時間と落下距離」との関係は、「落下距離が大きくなるにつれて、

急に大きくなることに気付いた。中には「落下距離は、時間の2乗に比例する」とまとめた生徒もいた。さらに、落下距離と時間の関係は、「質量に関係しない」ということも実験結果から考察することができた。

実験カード

物体の落下
3年1組 氏名 [城之内 順]

実験5 落下する物体の運動を調べる。
(1)それぞれの高さから物体を落下させ、それぞれの落下時間を求めなさい。

| | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 高さ (cm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| 落下時間 5円 | 0.14 | 0.20 | 0.24 | 0.27 | 0.32 | 0.35 | 0.36 | 0.39 |
| 落下時間 10円 | 0.14 | 0.19 | 0.24 | 0.26 | 0.30 | 0.34 | 0.35 | 0.38 |

(2)測定結果を元に、落下距離と落下時間の関係のグラフを書きなさい。

(3)グラフから距離は、時間とともにどのように変化していますか。

物体の落下距離は、時間とともに急に大きくなる。
その関係は質量に関係ない

表1 生徒の実験カード

(5) 授業の反省と今後の課題

自己評価の集計結果、「結果の記録やグラフの意味」がよく理解できた生徒は、76%、測定結果の放物線の意味することがとらえることができたようだ。

さらに、落下時間と落下距離の関係と質量のちがいによる落下時間と落下距離の関係についても7割以上の生徒が理解できた。

自己評価より「感想」を拾ってみると、下記

— 自己評価の集計 —

落下運動 3年1組 氏名 []

今日の授業を反省し、次の1～8の項目についてA、B、Cに○を付けなさい。
(A:良くできた B:普通 C:良くできなかった)

- 今日の実験の目的がはっきりしていましたか。 A-2.4 B-1.0 C-0
- 結果の記録やグラフの意味が分かりましたか。 A-2.6 B-1.8 C-0
- 協力して、進んで実験に取り組みましたか。 A-2.8 B-1.5 C-1
- 準備がしっかりできましたか。 A-2.6 B-1.8 C-0
- コンピュータを使った実験学習は満足できる内容でしたか。 A-2.3 B-1.8 C-0
- 自分の考えを発表できましたか。 A-1.2 B-1.5 C-7
- 話し合いに積極的に参加できましたか。 A-1.9 B-1.9 C-2
- コンピュータの使い方はどうでしたか。 A-2.2 B-1.0 C-2
- 落下時間は落下距離の変化とどのような関係関係になっているの分かりましたか。 A-2.5 B-1.8 C-1

表2 自己評価集計表

のようにまとめてくれた。その中で、質量のちがいによる時間と距離の関係については、全部の班にやらせるべきであったと反省した。

今後の課題として、

- ①画面表示が測定した数値の表示のみであるが、グラフ化ができるとうよい。
- ②エラーのでないスイッチ（落下物を取り付ける部分）の工夫をする必要がある。
- ③落下実験の方法に慣れるために、前時に手段を身につけさせる時間が必要である。

6. おわりに

コンピューターの通信機能が強化されて、数ヶ月ごとに、つぎつぎにモデルチェンジがくりかえされている。その結果、供給総量が増加し、それにつれて、いよいよ装置がごみ処理問題の対象となるほどに問題化されるようになってきている。このことを、コンピューターがごみ寸前の状態と表現して、それをこれまで何度となく指摘してきた。

コンピューターが道具として有用ならば、その基本的な機能を利用すれば、その使い方によって、相当の期間にわたって相応の有効性を発揮するはずとの観点から、これまで学校での理科の有用な道具として利用するための提案をし続けてきた。そして、「コンピューターを10年は古くさせない方法を」と主張しその実験用の機器とともに、実践例を示してきた。

この論文では、物体の自由落下運動をその対象としている。コンピューターは電子機械であるから、その初期では物理系の人たちが関心を示し、それを利用することが多かった。そのせいもあって、教育におけるコンピューターの利用は、初期には時間測定に、したがって時計機能を中心にして利用されることが多かった。しかし、実際の利用にあたっては、ADコンバーターなどの高価で複雑な電子回路基板をコンピューターにとりつけて、結果的には教師のモデル実験の演示にとどまるような利用法にとどまっているのが実情であった。この利用の形態は現在もひきつがれている。

感想

コンピュータを使った実験は初めてでしたが、うまく使えたと、全員で行えたので良かったです。とても楽しかったので、またやってみたいです。

今回の実験で、落下距離と時間の関係について、全部の班にやらせるべきであったと反省した。

コンピュータを使った実験は初めてでしたが、うまく使えたと、全員で行えたので良かったです。とても楽しかったので、またやってみたいです。

(3) 落下距離は時間とともに急に大きくなる。その関係は質量に関係ない。

表3 生徒の感想文 (抜粋)

この論文の基本的な考えは、生徒が中心となって一般的な道具としてコンピューターを利用するという考えにたっている。そこで、コンピューターの台数のゆるすかぎり、ばあいによっては全員が各自実験を行うことができるように考えて、その実践例を提示してきた。「物体の運動」をとりあげるときも同様である。テーマを選定するさいに、コンピューターが物理系のものがあつかう機器との印象をさけるためにも、それ以外の分野に優先して、その実践法を示しつつきてきた。また、力学の分野については、歴史のある分野ということもあって、すぐれた機器と方法とが多く用意されている。コンピューターを使用して、それらの方法を超越するような効果があってはじめてコンピューターを実験に用いることの意味がある。このような理由から、第6番目の論文に自由落下運動が選定されることとなった。以下に、この装置の開発の趣旨を要約して掲げておくことにする。

全員が実験できる

生徒実験は全員に体験させるのでなければ、その意味の多くを失うことになる。実験の授業の最大の特徴は、生徒や学生の参加を積極的にながすことにある。

簡単な実験装置

これまでにFITとともに用いてきた実験装置はきわめて簡単なものばかりである。すべての生徒が実験を手がけるためには、多くのセットが用意されなければならない。また、基本的な法則をよく理解させるためには、問題の焦点を絞って複雑な実験をさけ、できるだけ単純な装置によって、簡素な実験を行えばよい。精巧で高価な装置を用いることは、教育効果を高めることにはならない。ところが、簡単で効果的な装置は、みかけの簡単さとは反対に、その考案は容易ではない。しかし、このような装置が考案されれば、教育方法や装置や補助的要員に係る経済的問題とを同時に解決するとになる。

楽しい実験

「みじかにある確かな世界」を楽しく、科学の手法で味わうことをねらいとしている。具体的には教具として「すぐれたおもちゃ」をつくることにある。

恵まれた環境

教育の環境は、日本の恵まれた高度技術の環境と切り離されていて、半導体の進歩の恩恵に浴していない。

以上のような考えを基本に今後も、コンピューター利用について提案を続けていきたい。なお、現在これまでのコンピューター利用の内容の「てびき」書を準備して

いてその編集作業が進行している。

この論文は、目次の見出し、1, 2, 3, 6を矢作が、5を高橋が担当して執筆にあたった。

文献・参考資料

- (1) 矢作 裕, 実験・観察へのコンピューター利用について(1), 僻地教育研究, No.47, 133-140. 1993
- (2) 矢作 裕・酒井源樹・高橋和幸・大崎治樹・五十里一路, 実験・観察へのコンピューター利用について(2), 僻地教育研究, No.48, 65-75. 1994
- (3) 矢作 裕・酒井源樹・高橋和幸・細川文良, 実験・観察へのコンピューター利用について(3), 僻地教育研究, No.48, 2, pp. 63-70. 1995
- (4) 教育出版 新版 中学理科 1. 分野上77-97運動とエネルギー 1996
- (5) 矢作 裕 あたらしい基礎物理学実験の試み物理教育研究(日本物理学会北海道支部) No.21, 23-27, 1993
- (6) 高橋和幸 コンピューターによる実験学習 北海道教育大学釧路校物理学教室・FIT研究会 47~57, 1997