



② グラフの軸の値の工夫

物理量間の定量的な関係を明確に示すために、2年次での測定では2つの量について

$y = \frac{1}{x^2}$  や  $y = x^2$ 、 $y = \sqrt{x}$  の関係が予想される結果の場合は、グラフの縦—横 軸を  $y-x$  に限定することなく、 $y-x^2$  や  $y^2-x$  とすることで直線のグラフを書かせ、その予想が確かなものであると確認させるような構成とした。

実践例1：「水平投射の実験」

図3の様に鉄球をレールから水平に発射し、カーボン紙にあてて方眼紙に記録する。記録用の方眼紙の水平位置をずらしながら、同じ速さで鉄球を発射し、水平距離と落下距離をグラフにまとめた。図4のグラフ1にはおおよそ2次関数とみられるグラフが描かれ、グラフ2では横軸を(水平距離)<sup>2</sup>  $x^2$  とすることで、直線のグラフが得られる想定である。

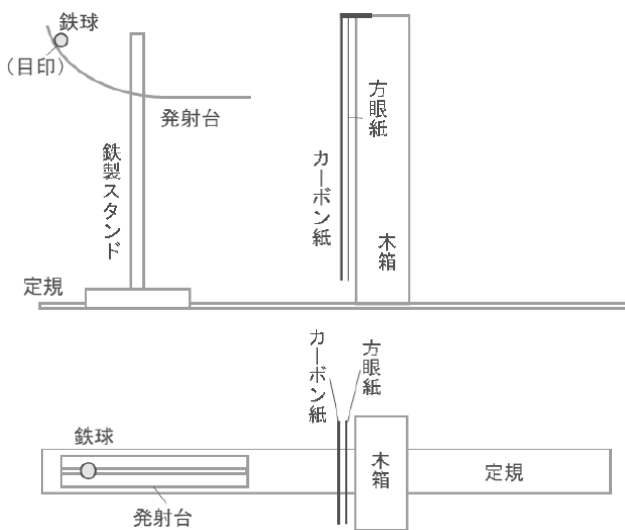


図3 水平投射の実験概要図(横から/上方から)

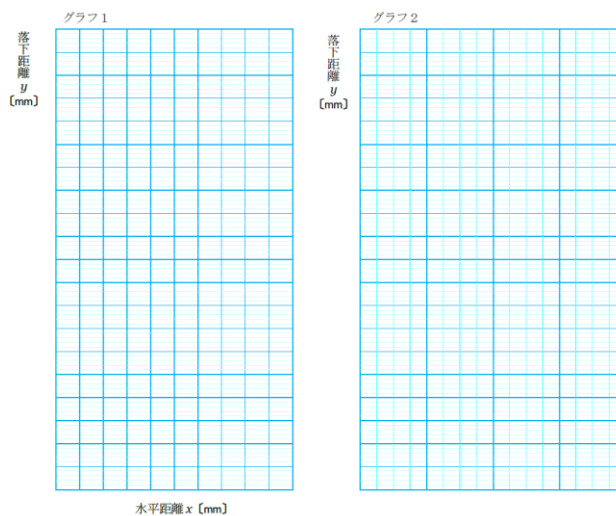


図4 水平投射で記載させたグラフ

実践例2：「等速円運動の実験」

「実験教材 ー理科実験書データー 研究開発講座(高 理科実験教材開発)成果物 物理基礎・物理の実験シート 物理の実験 05.円運動(1)」の実験について行った。向心力をおもりの数として数え、角速度との関係を見出させた。今回は値を指示し、直線のグラフを書かせた。実際には周期を測定し、角速度を算出させた。

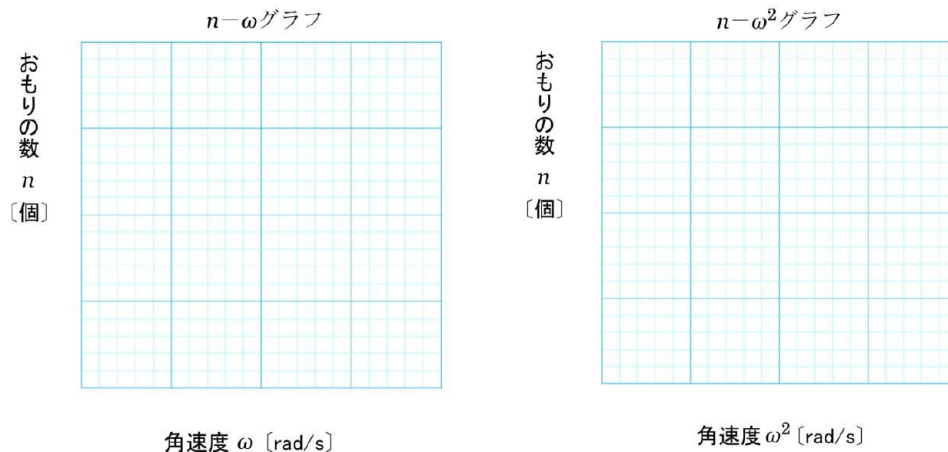


図5 おもりの数(向心力)と角速度の関係

実践例3：「ばね振り子の実験」

図6のようなおもりを用い、質量を3通り×振幅を2通り の計6通りで単振動の周期を測定させて図7の表に記録させた。その後、図8のようにグラフにまとめさせた。このとき、周期と振幅の関係においては、6通り全て記録させるため、プロットの図形を工夫させて、関係の読み取りが容易となるように考察させた。今回の実践例の趣旨とはずれるが、これもまた探究活動に必要な力である。図8については、中央のグラフで周期と質量の関係（周期は質量の平方根に比例する）について考察させた後、それが正しいかを確認させるために用いた。図7の最も右にある欄は、その時に用いた。

縦軸を周期、横軸を質量の平方根として確認する場合は、電卓を用いて質量の平方根を計算して表7右欄に記入し、図8でグラフを作成、(0,0)を通る直線となることを確認する。また、縦軸を周期の2乗、横軸を質量として確認する場合は、周期の2乗の値を計算して表7右欄に記入し、図8でグラフを作成、(0,0)を通る直線となることを確認する。

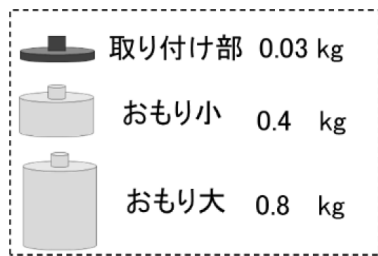


図6 おもりの種類

おもりの種類	振幅 A	10回の振動に要する時間 10T [s]			周期 T [s]
		1	2	3 (適宜)	
取り付け部+小 ( kg)	4.0 cm	-----	-----	-----	-----
	8.0 cm				
取り付け部+大 ( kg)	4.0 cm				
	8.0 cm				
取り付け部+大+小 ( kg)	4.0 cm				
	8.0 cm				

図7 単振動の実験記録表



図8 単振動の実験記録グラフ

デジタル採点システムの利用

指導と評価の一体化の観点から、実験のうち幾つかを評価対象として取り扱った。実験プリントに採点基準を記載したものを模範解答として取り込み、統一した基準で採点を行った。各部分を最大2点で加点し、合計点でその回の実験を3観点でA～Cの評価をした。

「ばね振り子の特性」実験における評価項目例

知識・技能	実験で気を付けること、有効数字や最小目盛りを考慮した数値の読み取り・記録
思考・判断・表現	グラフの記載、ばね定数の算出方法、周期と振幅・質量の関係
主体的に学習に取り組む態度	仮説設定・知識の確認、反省・感想、自己評価、共同実験者の記載、誤差計算と要因の考察、誤差の少ない観察手法

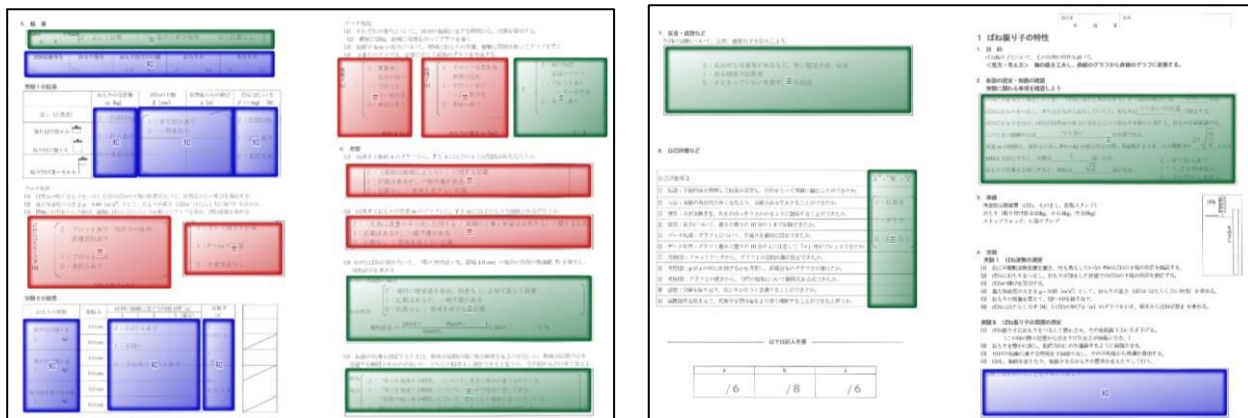


図9 デジタル採点システムの採点設定画面(観点)

### 3 実践中および実践後の生徒の変容

#### ① 浮力の実験

1年次生の浮力の実験については、中学3年生の教科書で浮力の性質を学んできたこともあり、多くの生徒が「浮力は水中の物体の体積によって変わるはずだから……」と予想を立てて実験を行った。しかし、その知識をもとに結果を考察する生徒もおり、「体積と浮力が関係しているから……」という考察の文章もあった。そのため、今回の目標の1つであった多様な実験条件の結果を比較し、考察することが十分にできていたとは言い難い。

#### ② グラフの値の工夫

2年次生については、3回の実験において、曲線のグラフから比例関係を予想し、確認するといった操作を行わせた。この過程で、①、②については教員の指示に従ってグラフを作成したが、3回目の鉛直ばね振り子については教員が全体に指示するよりも先に適切に軸の量を設定し、比例関係のグラフを作成する生徒も現れた。

### 4 研究のまとめ

学習指導要領の変遷から、中学校でも探究の過程を踏まえた実験が多く行われている。また、学習内容も増え、物理基礎の学習内容を先行して「発展」として取り上げられている分野もある。今回の浮力の実験が、あまり生徒のためにならなかったようであった。今まで以上に生徒が何を学んでおり、何を知らないのかを確認した生徒の実態に合わせた授業実践が必要あるということを実感した。

また、共通テスト対策の問題集等を指導のために取り組んでいると、対照実験の結果の考察として適切なものを選ぶ問や、今回のような軸の物理量の組み合わせを複数パターン選ぶ問、今年度の問題の様に比例関係を示すグラフはどれかという問に出会う。したがって、今回の実践内容は高校理科で身に付けてほしい内容であり、加えて入試というわかりやすい目標にも生かせるものであると思われる。