

タブレットを用いた実験後処理の効率化

岐阜県立恵那南高等学校 小栗 優来

1 研究のねらい

生徒実験において、実験操作や測定よりも実験後の処理に時間がかかってしまうことがよくある。計算処理やグラフ作成に時間を費やすと、考察時間が十分に得られず、授業の重点がぼけてしまうという弊害がある。そこで、実験後の処理をプリントではなく、あらかじめ教員が作成した Excel シートに入力する形で行えば時間が節約できるのではないかと考えた。その一方で、実験後の処理自体も生徒に身に付けさせたい技術であり、原理の理解を促すためにも重要な工程であるが、Excel 上で処理を進めるとそれが身に付かない懸念がある。したがって本研究では、複数の生徒実験を通して、プリントを用いた処理から段階的に Excel シートに移行し、実験の理解度と効率を両立できるように試みた。

なお、パソコンは生徒個々に貸与されている surface go を使用した。

2 実践した内容

2年次生の物理基礎の授業で本実践を行い、進学系列の5名が参加した。以下のように生徒実験を行い、段階的に実験処理法を変化させた。

実験① 重力加速度の測定（2時間）

実験プリント（岐阜県高等学校理化教育研究会）を用いた、手計算による処理。

実験② ばね定数の測定（2時間）

Excel シートを用いた計算処理。関数やグラフを生徒が作成する。

実験③ 運動の法則の検証（2時間）

Excel シートを用いた計算処理。シートを教員が準備し、生徒は数値を入力するのみ。

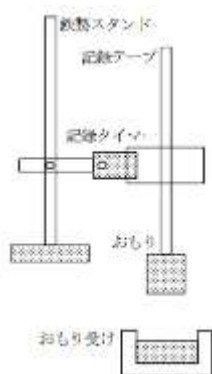
上記の実験はいずれも以下の手順で実験後処理を行う。

値の測定 → 散布図の作成 → 近似直線を引く → 近似曲線の傾きを求める

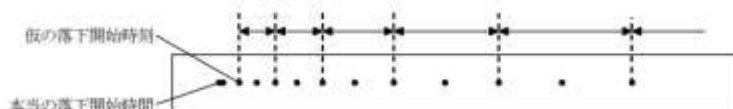
したがって、以前の実験で行った処理を同じように適用しながら Excel に移行することができる。

実験① 重力加速度の測定（2時間）

記録タイマーを用いて、記録テープの打点から速度を求め、 $v-t$ グラフを作成する。 $v-t$ グラフに描く近似直線は、実験者の裁量にゆだねられるため、同じ測定値を用いても計算結果は異なってくる。



実験① 図1

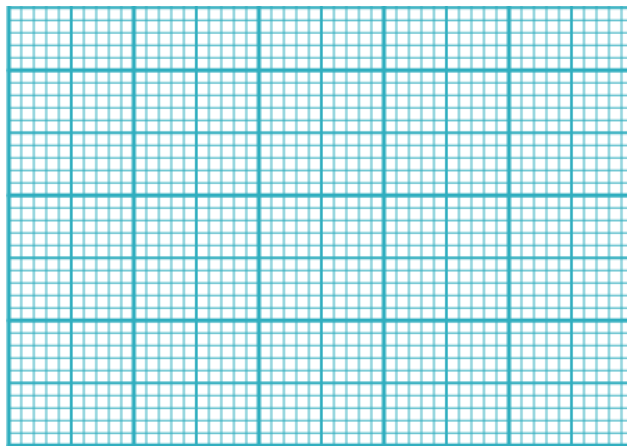


実験① 図2

実験① 結果と考察 (岐阜県高等学校理化教育研究会 物理基礎の実験より)

テ ー プ	記 号	おもりの 質量[g]	時刻 t [s]									加 速 度 [m/s ²]
A	×		変位 l [cm]									
			速度 v [cm/s]									
B	○		変位 l [cm]									
			速度 v [cm/s]									
C	△		変位 l [cm]									
			速度 v [cm/s]									

$v-t$ グラフ



1. $v-t$ グラフの形から、落下運動はどのような運動であるといえるか。

2. おもりの質量と $v-t$ グラフの傾きの間にはどのような関係があるか。

3. グラフの線上にできるだけ離れた2点を取り、グラフの傾きを計算して加速度を求め、表に記入せよ。

平均の加速度.....[m/s²]

4. 重力加速度の標準値 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ と実験から求めた加速度より相対誤差を求め、その原因を考えよ。

.....

.....

感想・反省

月 日 ()	気温 ℃	年 組 番 名前	関心・意欲	1	2	3	4
班	共同実験者 名 前		思考・表現	1	2	3	4
			実験の技能	1	2	3	4
			知識・理解	1	2	3	4

実験② ばね定数の測定（2時間）

ばねにおもりを吊るしていき、おもりの個数とばねの伸びを記録する。Excel を用いて弾性力とばねの伸びのグラフを作成し、その近似直線の傾きを求めた。実際には、グラフを作成しなくても SLOPE 関数を用いて傾きを求めることができるが、実験①との対応をわかりやすくするため、この手順を採用した。

生徒は Excel の基本的な操作には慣れていたため、グラフの系列の指定や近似直線の表示などの発展的な操作のみ助言を行った。

実験② 生徒の作成したシート

	A	B	C	D
1	ばね定数の測定			
2				
3	おもり 1 個の質量 (kg)		重力加速度 (m/s ²)	
4	0.01		9.8	
5				
6	おもりの個数 (個)	おもりの質量 (kg)	弾性力 (N)	ばねの伸び (m)
7	1	0.01	0.098	0.005
8	2	0.02	0.196	0.015
9	3	0.03	0.294	0.025
10	4	0.04	0.392	0.035
11	5	0.05	0.49	0.040
12	6	0.06	0.588	0.050
13	7	0.07	0.686	0.060
14	8	0.08	0.784	0.070
15	9	0.09	0.882	0.075
16	10	0.1	0.98	0.085
17				
18			ばね定数 (N/m)	
19			11.119	
20				
21	弾性力とばねの伸び			
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				

実験③ 運動の法則の検証（2時間）

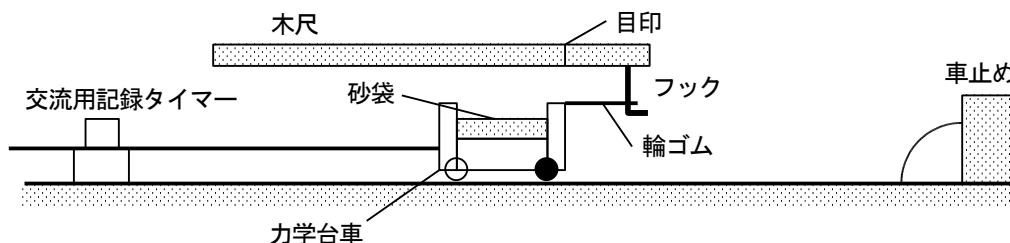
実験③では、以下の2点を確認する。

（1）物体に加わる力と加速度が比例の関係にあること。

（2）物体の質量と加速度が反比例の関係にあること。

本来ならば測定と処理に4時間ほど必要だが、あらかじめExcelシートを準備しておくことで時間短縮を図った。生徒は測定値を入力するだけでグラフが得られるので、考察に注力することができる。

測定自体は実験①と同じように記録タイマーを用いて、 $v-t$ グラフを作成する。



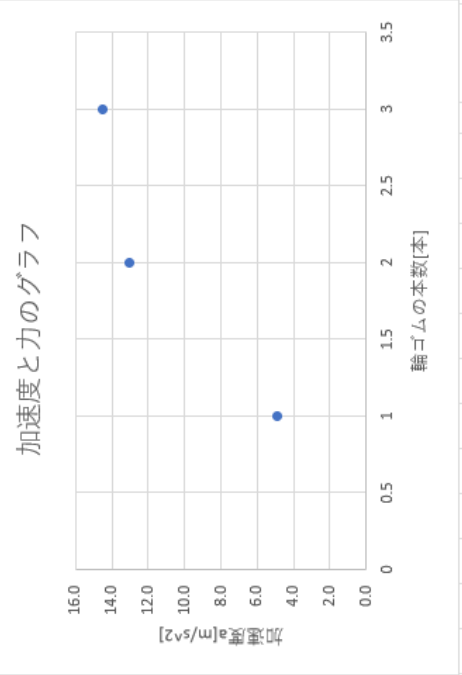
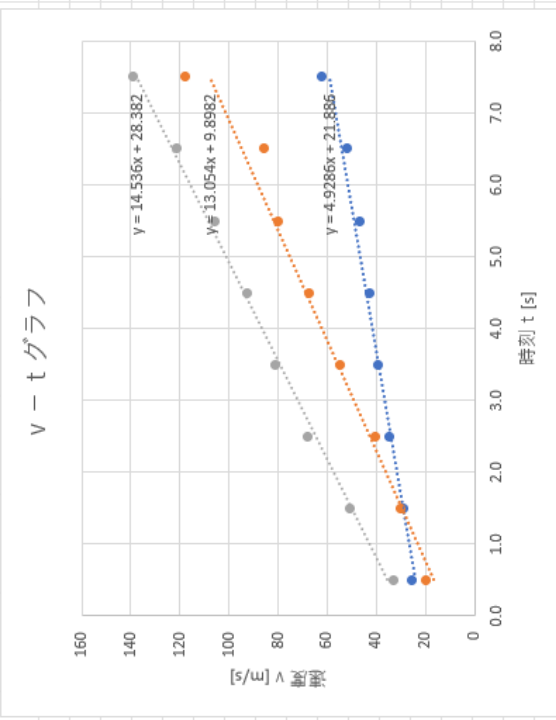
実験③ 図1



実験③ 生徒の様子

実験③ 入力シート

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB											
1	実験：運動の法則 (1)																																						
2	目的：物体に加えた力と加速度の関係を調べる。																																						
3																																							
4	実験① 輪ゴム 1 [本]																																						
5	時刻 t [s]	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80																		加速度 a [cm/s ²]	4.9										
6	変位 ϕ [cm]	2.56	2.90	3.48	3.91	4.27	4.70	5.21	6.25																														
7	速度 v [cm/s]	26	29	35	39	43	47	52	63																														
8																																							
9	実験② 輪ゴム 2 [本]																																						
10	時刻 t [s]	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80																		加速度 a [cm/s ²]	13.1										
11	変位 ϕ [cm]	2.0	3.0	4.05	5.5	6.8	8.0	8.59	11.8																														
12	速度 v [cm/s]	20	30	41	55	68	80	86	118																														
13																																							
14	実験③ 輪ゴム 3 [本]																																						
15	時刻 t [s]	0	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80																		加速度 a [cm/s ²]	14.5										
16	変位 ϕ [cm]	3.29	5.090	6.81	8.11	9.27	10.6	12.15	13.9																														
17	速度 v [cm/s]	33	51	68	81	93	106	122	139																														
18																																							
19																																							
20	ゴムの本数 [本]																																						
21	加速度 a [cm/s ²]	4.9	13.1	14.5																																			



ゴムの本数 [本]	1	2	3
加速度 a [cm/s ²]	4.9	13.1	14.5

4.9

3 実践中および実践後の生徒の変容

実験②と実験③の実施後に生徒対象のアンケートを行った。

実験②

	そう思う	どちらでもない	そう思わない
(1) 授業の内容をしっかりと理解することができた。	4	0	0
(2) エクセルを使って実験処理するのは難しかった。	2	2	0
(3) エクセルを使って実験するのは今後に役立つと思う。	4	0	0
(4) 今後の実験もプリントではなくパソコンで実験したい。	2	2	0
感想 ・IT化が進む世の中でPCは必要な技術になってきています。今回使ってみて、とてもいいと思いました。PCを使って情報をまとめたほうが時間短縮できていいと思いました。 ・一つ一つ計算するのは時間がかかるけど、エクセルを使うと一瞬でわかるし、パソコンの使い方も復習できるから良いと思った。 ・今まではグラフや計算をすべて手で書いていたが、それをすべてパソコン上でできたのでいつもの実験処理よりも楽しかった。使い方がわからなくてうまくいかないことがあるので、使い方も勉強した方が良いと思った。 ・パソコンを使ってする授業は楽しくてわかりやすかった。生活の中でもエクセルをもっと使って、より良く扱えるようになりたいと思った。			

実験③

	そう思う	どちらでもない	そう思わない
(1) 授業の内容をしっかりと理解することができた。	5	0	0
(2) エクセルを使って実験処理するのは難しかった。	2	3	0
(3) エクセルを使って実験するのは今後に役立つと思う。	5	0	0
(4) エクセルシートは自分で作成したほうが良い。	0	4	1
感想 ・手こずったところがいくつかあったが、紙にグラフを書くよりもエクセルを使った方が楽なので、今後も使った方が良いと思った。 ・エクセルを使ってわかりやすくまとめられてよかった。 ・ネットワークが悪いから改善してほしい。ゴムを3本使うのが難しくて時間がかかった。 ・エクセルを使っての実験は2回目だったので前回よりスムーズにできてよかった。			

結果から、以下の分析ができる。

- ・実験②・③ともにExcelを利用した場合でも授業の内容を理解したという実感が得られた。
- ・シートの有無に関わらずExcelの操作を難しいと感じる生徒が多い。
- ・Excelが今後の生活や勉強に役立つという実感を引き出すことができた。
- ・質問(4)でどちらでもないが多かったことについて後日質問した。シートを用意してもらうのは楽で良いが、自分の力で処理していないという罪悪感があるということだった。

4 研究のまとめ

本実践の狙いである計算処理の効率化については、おおむね達成できた。例年は運動の法則の実験を4時間かけて行うか省略していたが、今年は2時間で完了できた。実験後の考察に時間を割くこともできたため、理解度を確保することにもつながった。さらに、タブレットを使った授業では生徒のモチベーションが高く、楽しく実験が進められたという副次効果もあった。

課題点として、Excelの扱いに慣れていない生徒がいる場合は、その指導に時間がとられる場合があるということだ。情報系の授業とコラボレーションして教えるという手段も考えられる。今後も実践を重ねて良い方法を探っていきたい。