

物理学実験 ～コンピュータ活用による実験結果の解析～

測定された実験結果を、コンピュータを用いてグラフ作成し、結果を解析する。作業手順はエクセルのバージョンが異なる場合があるので、注意すること。また、コンピュータが苦手な受講者もいるかもしれない。まずはやってみて、うまくいかなかったらインターネット検索をしたり、質問をしよう。

1. 表の作成

「エアートラックを用いた速度の測定」の結果を用いて、表を作成する。各自の記録したデータを用いて、以降の作業を行いなさい。

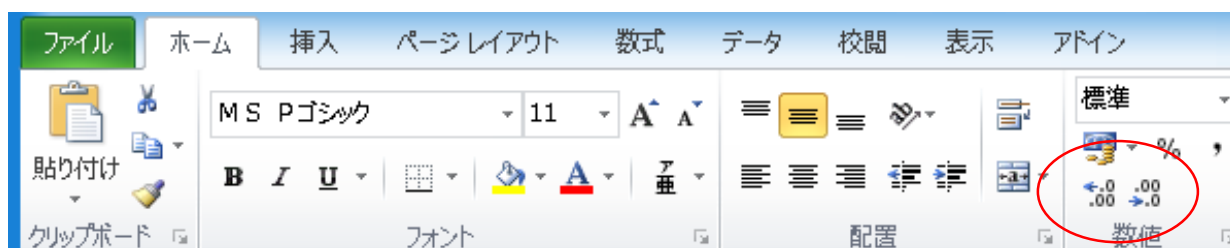
表 1. 滑走体の位置と平均通過時刻の関係

位置 d (m)	平均通過時刻 t (s)
0.40	0.79
0.80	1.51
1.20	2.36
1.60	3.07

Excel を起動させ、新規ワークシートを開く。ここではセル A3、B3 に測定データの物理量名(見出し)を、A4～A7 に位置、B4～B7 に平均通過時刻を入力する。まず、入力したデータの有効数字を修正する。修正するセル(ここではA4～A8)を**選択する**: A4 でマウスの左ボタンをドラッグしてA7までスワイプさせる。

	A	B	C
1			
2			
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)	
4	0.4	0.79	
5	0.8	1.51	
6	1.2	2.36	
7	1.6	3.07	
8			

「ホームー小数点以下の表示桁数を増やす、減らす」アイコンを用いて、有効数字を変更する。

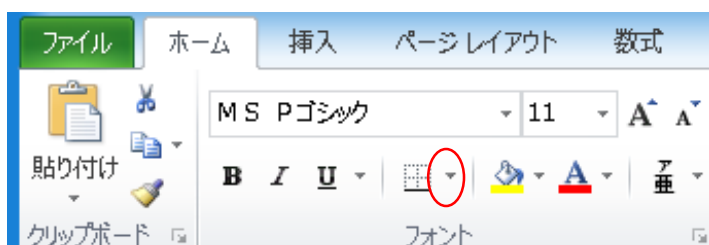


「位置」の有効数字を次のように 1/100 の位まで表示させる。同様に、「平均通過時刻」の有効数字を 1/100 の位まで表示させる。

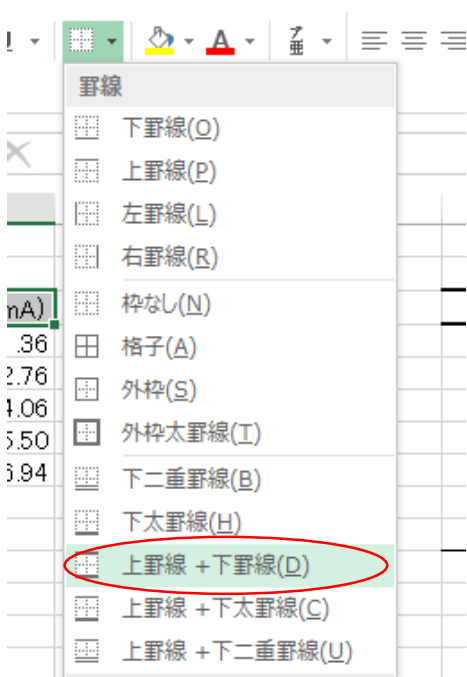
次に、表に罫線を引く。物理量名を入力したセルを選択する。

	A	B	C
1			
2			
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)	
4	0.40	0.79	
5	0.80	1.51	
6	1.20	2.36	
7	1.60	3.07	
8			

「ホーム-その他の罫線」アイコンのメニューを開く。

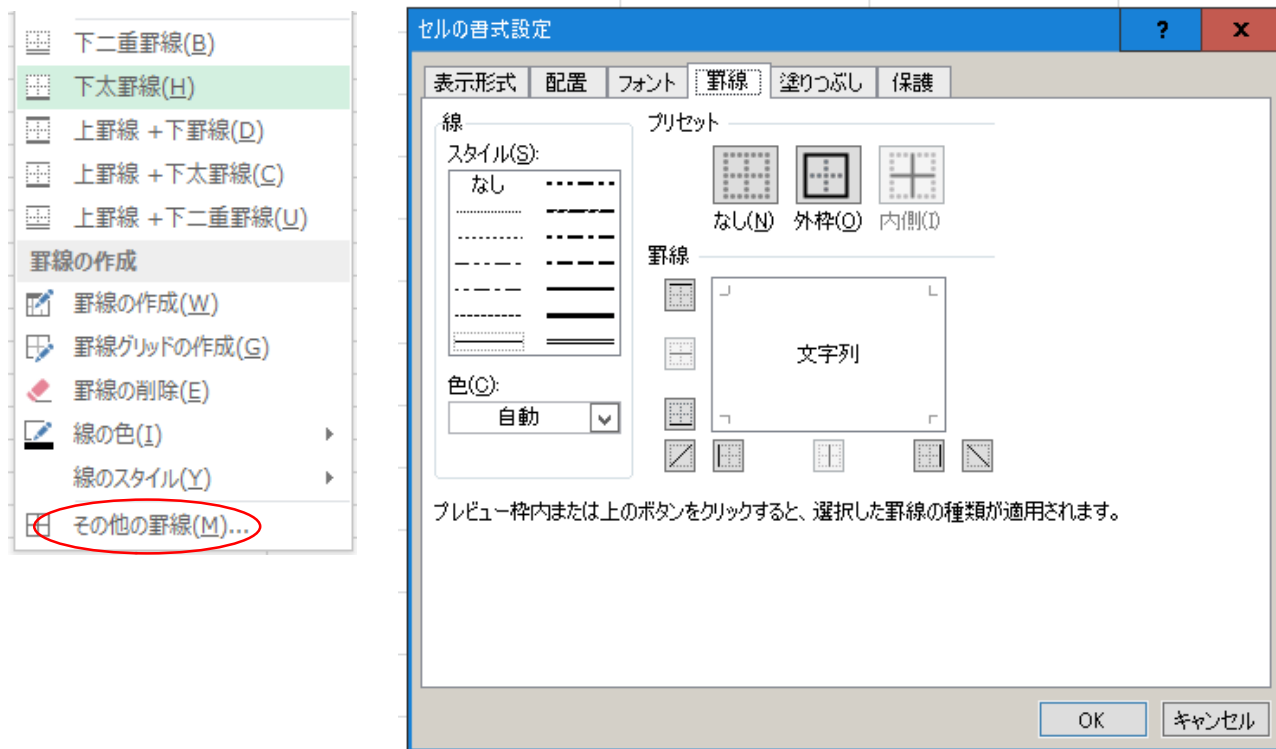


「上罫線-下罫線」を選択すると、次のように選択したセルの上下に罫線が引かれる。データの最下部(A7, B7)に下罫線を引き、表を完成させる。



	A	B	C
1			
2			
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)	
4	0.40	0.79	
5	0.80	1.51	
6	1.20	2.36	
7	1.60	3.07	
8			

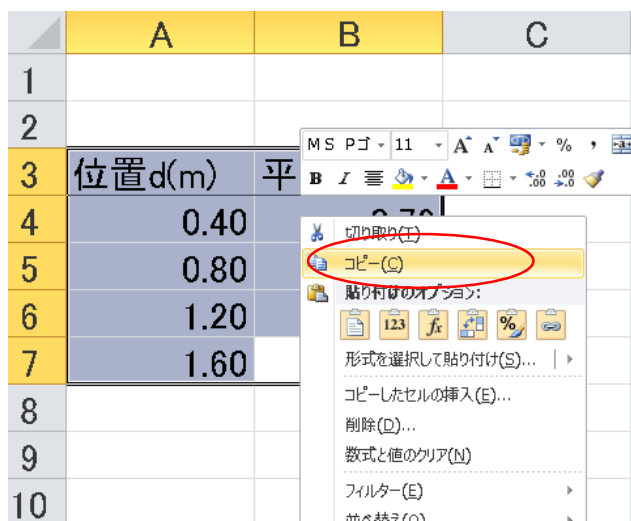
[参考] 「その他の罫線」をクリックすると、文字の表示形式や、文字の配置、より詳細な罫線が選択可能である。必要であれば、操作する。



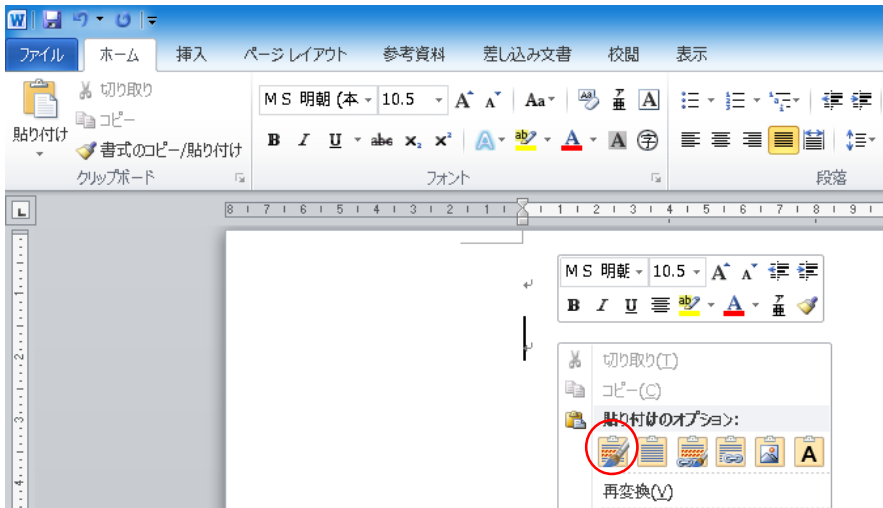
「ファイルー名前を付けて保存」で、excel データを保存する。



作成した表全体を選択し、マウスの右ボタンをクリックしてメニューを開き、コピーを選択する。



MS-Word を起動させる。表を張り付けたい位置で、マウスの右ボタンをクリックしてメニューを開き、貼り付けを選択する。



張り付けた表の上に、表のキャプション(タイトル)を入力する。

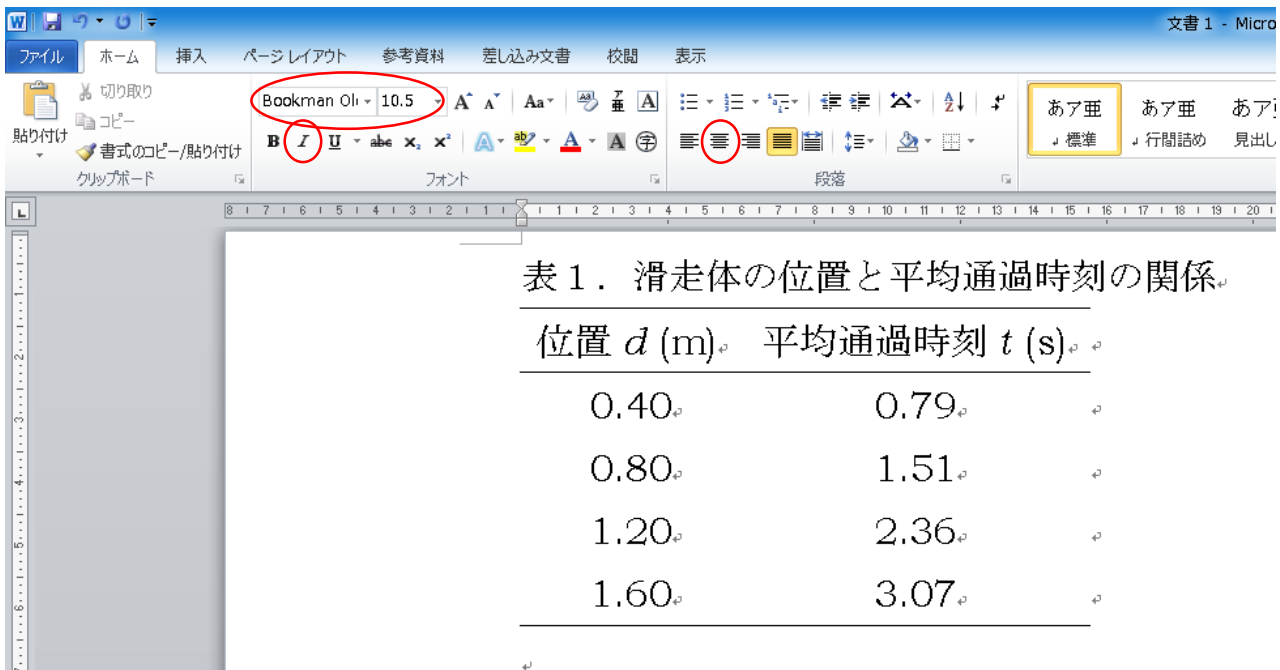
A screenshot of Microsoft Word showing a table with a caption. The caption is '表 1. 滑走体の位置と平均通過時刻の関係' and is positioned above the table. The table has two columns: '位置 d(m)' and '平均通過時刻 t(s)'. The data rows are: (0.40, 0.79), (0.80, 1.51), (1.20, 2.36), and (1.60, 3.07).

位置 d(m)	平均通過時刻 t(s)
0.40	0.79
0.80	1.51
1.20	2.36
1.60	3.07

次に、セルの大きさを調整する。列と列の間にマウスカursorを合わせ右にドラックする。位置が入力された左の列の大きさが調整できる。右の列の大きさも調整し、表を完成させる。

表 1. 滑走体の位置と平均通過時刻の関係。

位置 $d(m)$	平均通過時刻 $t(s)$
0.40	0.79
0.80	1.51
1.20	2.36
1.60	3.07



「ホームー書式アイコン」を用いて、書式を整える。ここでは、表の中央に文字をセンタリングし、日本語は MS P 明朝、物理量は Bookman Old Style の斜体、その他の半角文字は Bookman Old Style の立体的を選んだ。最後に「ファイルー名前を付けて保存」で、MS-Word データを保存する。

2. グラフの作成

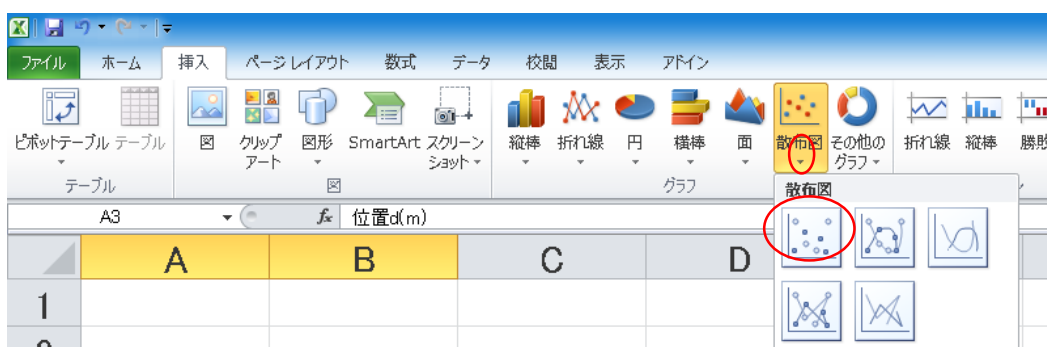
excel 上で、グラフの軸に選びたいデータのセル(ここでは A3~A7)を選択する:A3 でマウスの左ボタンをドラッグして、A7 までスワイプさせる。

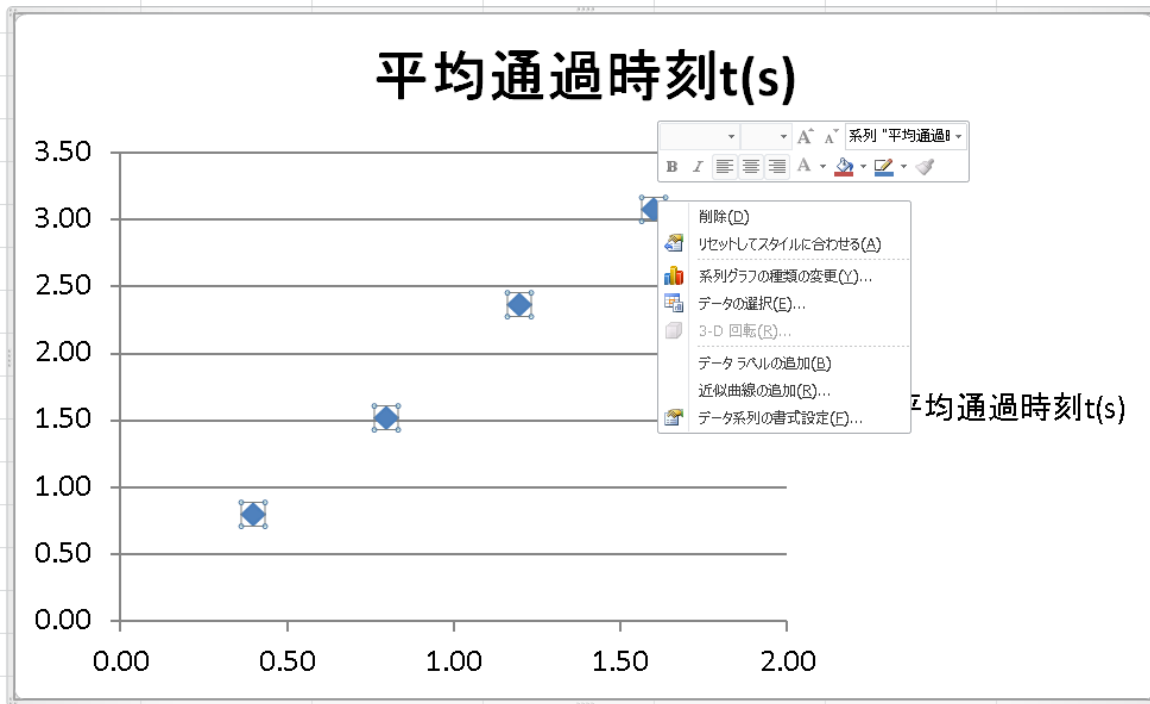
	A	B	C
1			
2			
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)	
4	0.40	0.79	
5	0.80	1.51	
6	1.20	2.36	
7	1.60	3.07	
8			

次にデータのセル(B3~B7)を選択する:A 列を選択した直後に、**ctrl キーを押しながら** B3 でマウスの左ボタンをドラッグして、B7 までスワイプさせる。

	A	B	C
1			
2			
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)	
4	0.40	0.79	
5	0.80	1.51	
6	1.20	2.36	
7	1.60	3.07	
8			

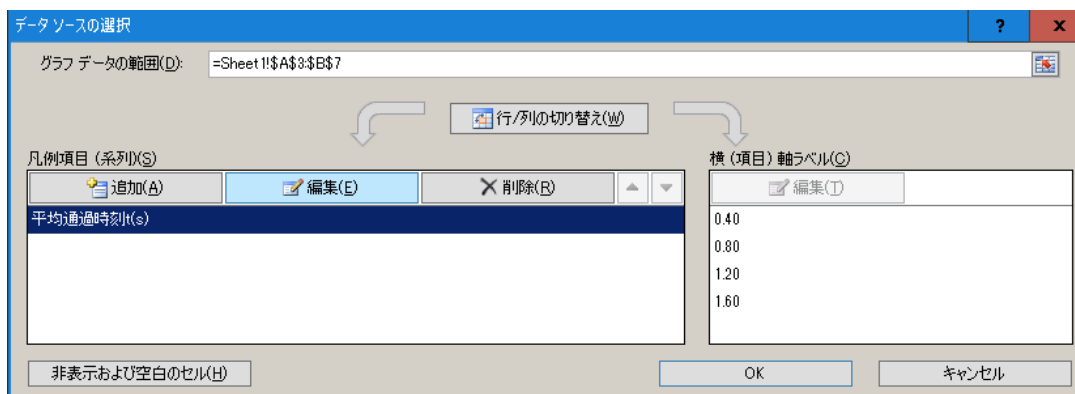
「挿入」タブ中の散布図アイコンのメニューを開く。散布図アイコンをクリックするとグラフが作成される。



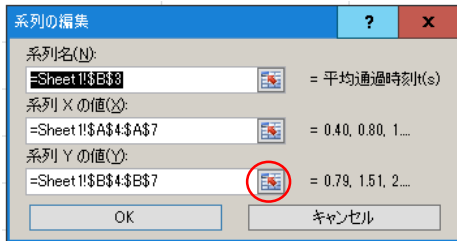


技術系のレポートでは、実験条件が表の左側、グラフの横軸に、その条件の結果として得られた値が表の右側、グラフの縦軸になる。しかし、通常エクセルでは、セルの左側に入力されたデータ(ここでは A 列)が横軸に、右側に入力されたデータ(B 列)が縦軸になる。ここでは横軸に平均通過時刻を、縦軸に位置をプロットしたいので、縦軸と横軸を入れ替える。*まず、以下の作業をやりまよう。上手くいかない、この作業が難しいと感じる場合には、A 列に時刻、B 列に位置のデータを作って、グラフを書いて良い。

グラフの点(プロット)上でマウスの右ボタンをクリックして、メニューを開き、「データの選択」を選択する。次の「データソースの選択ウィンドウ」が開かれる。

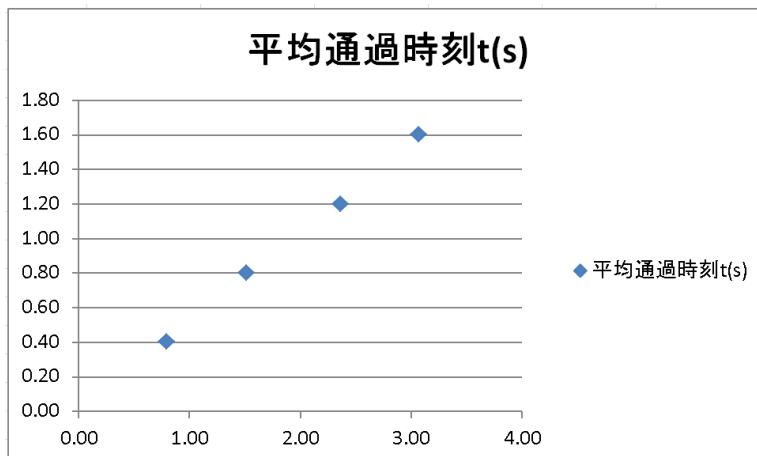
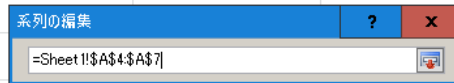


凡例項目(系列)の「編集」の上でマウスの左ボタンをクリックすると、次の「系列の編集メニュー」が開く。変更した系列のボタンを押す:ここでは「系列 Y の値」を変更する。

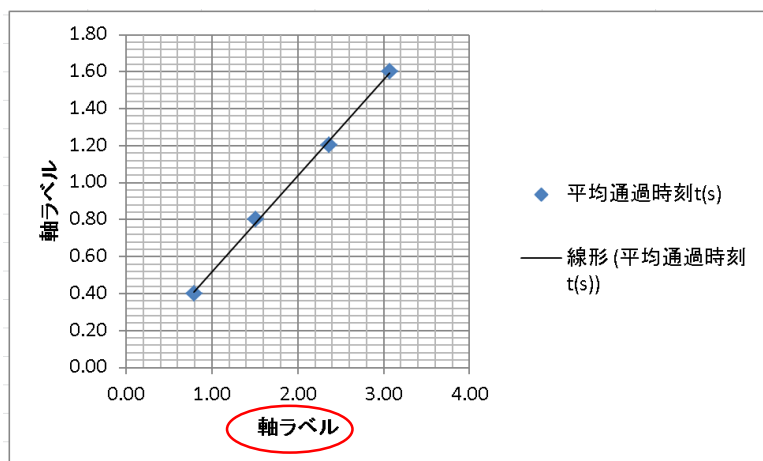


系列 Y に使用するセルの選択画面になるので、セル A4 から A7 までを選択する。同様に、系列 X をセル B4 から B7 までを選択すると、横軸が平均通過時刻、縦軸が位置のグラフに変更される。

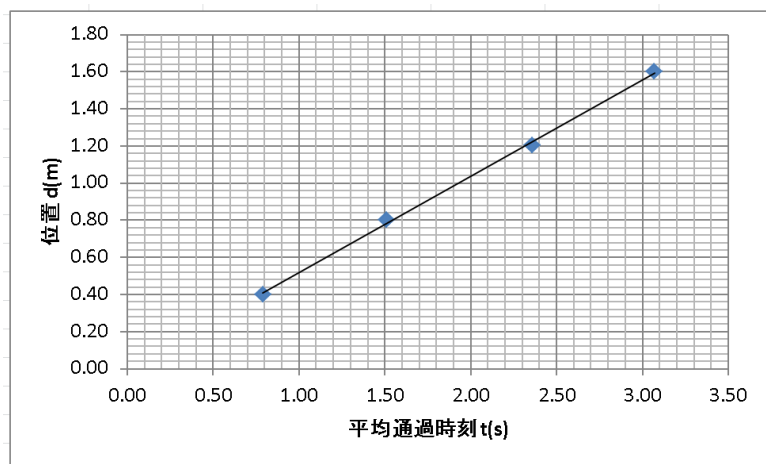
	A	B	C	D	E
1					
2					
3	位置d(m)	平均通過時刻t(s)			
4	0.40	0.79			
5	0.80	1.51			
6	1.20	2.36			
7	1.60	3.07			
8					



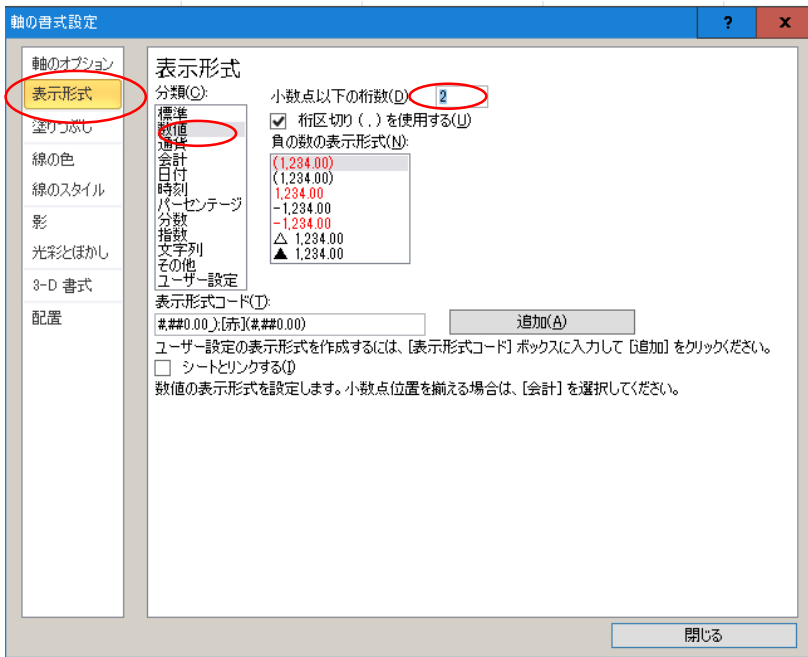
グラフ上でマウスを左クリックして、グラフを選択する。「グラフツール-デザイン」を選択し、クリックレイアウトのメニューを開く。必要なレイアウト(ここではレイアウト 3)を選択する。



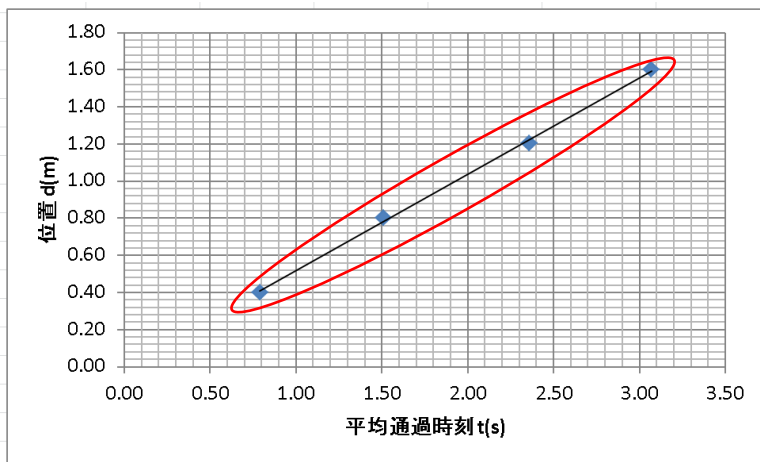
x 軸上の「軸ラベル」の上でダブルクリックし、軸ラベルを選択する。さらに、「軸ラベル」の上でクリックし、軸ラベル内にカーソルを表示させる。軸ラベルを「平均通過時刻 t(s)」に書き換える。同様に、y 軸の軸ラベルを「位置 d(m)」に変更する。グラフ右側の凡例は、不要なら、選択して削除する。



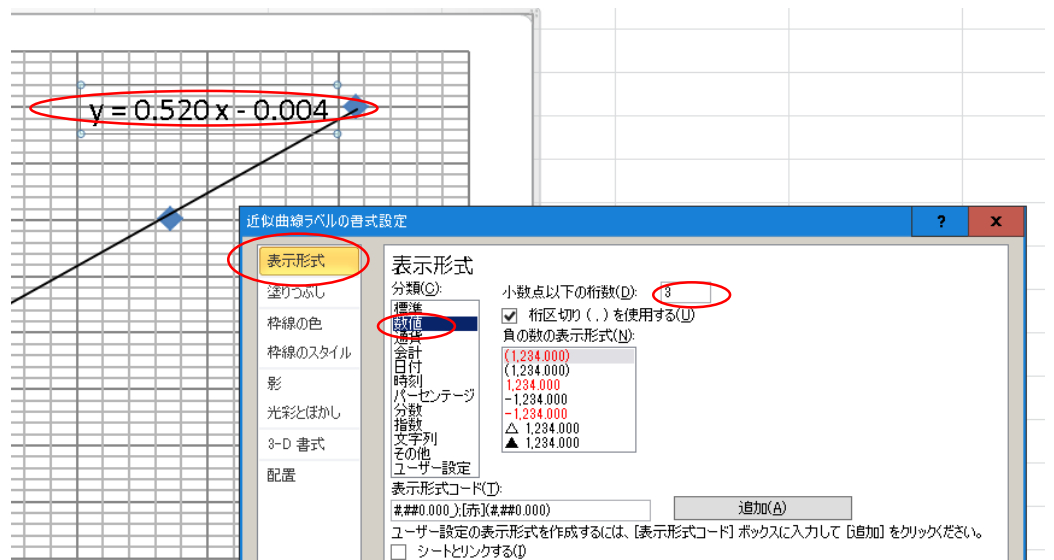
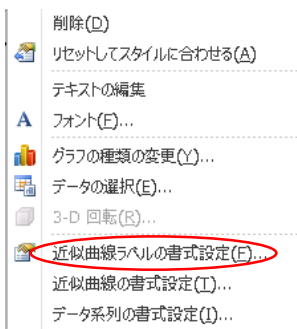
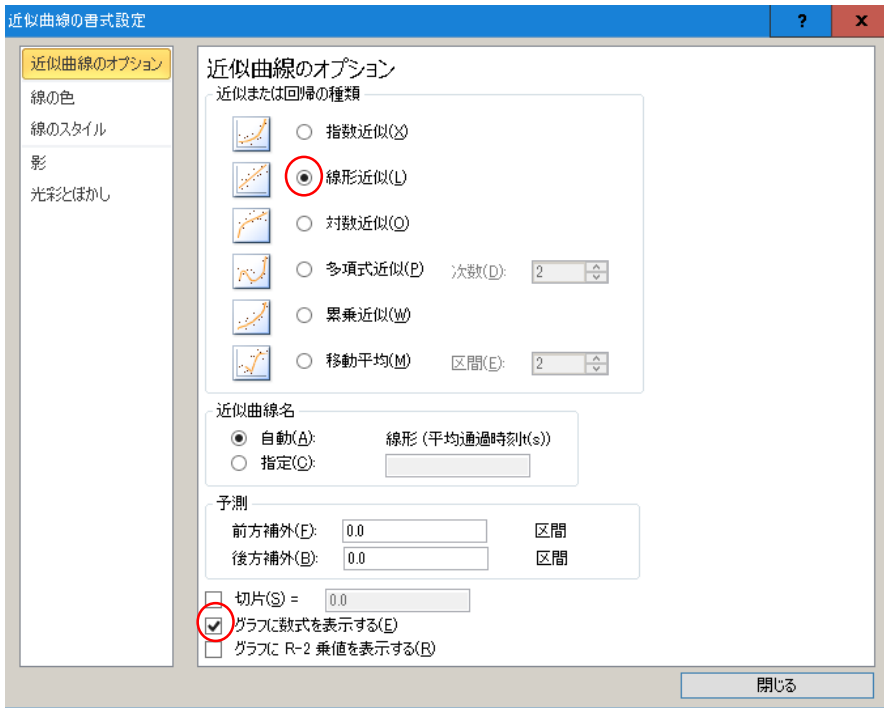
[参考] 縦軸、横軸の書式等(例えば有効桁数)を変えたい場合は、変えたい軸を選択した後に右クリックして、「軸の書式設定」を開く。表示形式で、小数点以下の表示桁数が修正できる。また「軸のオプション」では、軸の最小値、最大値、対数目盛等が変更できる。



プロット上に引かれた近似曲線(図の直線)上で右クリックし、「近似曲線の書式設定」を開く。



近似曲線の書式設定で、「グラフに数式を表示する」をチェックし、線形近似によって得られた実験曲線の関数をグラフ中に表示させる。



グラフの枠をクリックし、グラフを選択する。右クリックし、グラフをコピーする。Word 上に、グラフをペーストし、グラフのキャプション(タイトル)を入力する。

*物理学実験では、レポート用紙をホームページ上に準備している。ダウンロードして、そこにグラフを貼り付け、必要な文章を入力してレポートを完成させる。

1. ホームページから、レポート用紙をダウンロードする。



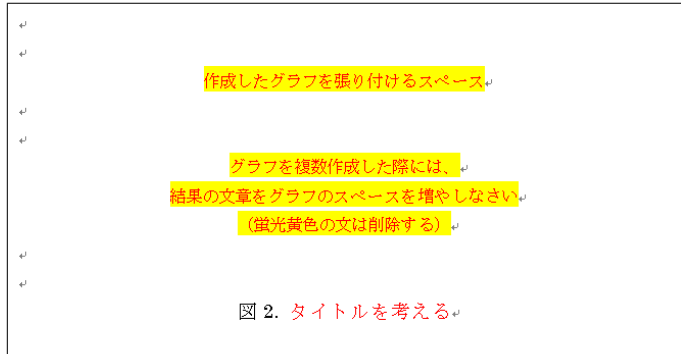
2. 表紙を記入する。班分けされていなければ、班番号は不要。

実験題目	エアートラックの実験(直線運動)		
学年		学科	
学生番号		班番号	
氏名			
実験日			
実験前			
天候	室温	湿度	
実験後			
天候	室温	湿度	

3. 作成したグラフをレポート用紙に貼り付ける。



図 1. 実験装置の配置図



グラフの傾き ?? 求めた結果を記入?? m/s

滑走体の初速度 ?? 求めた結果を記入?? m/s

グラフを張り付けたら、

- ・実験前の予想
 - ・実験結果から理解できた事象、予想と異なった事象
- を作文する。

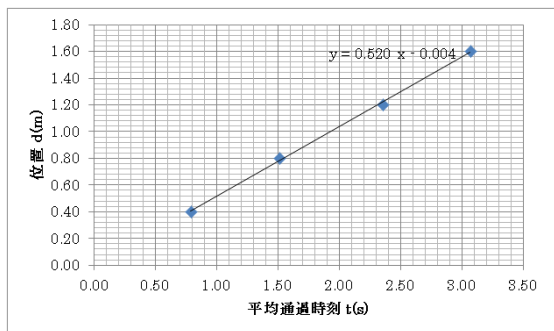


図 1 滑走体の位置と平均通過時刻の関係

実験前の予想

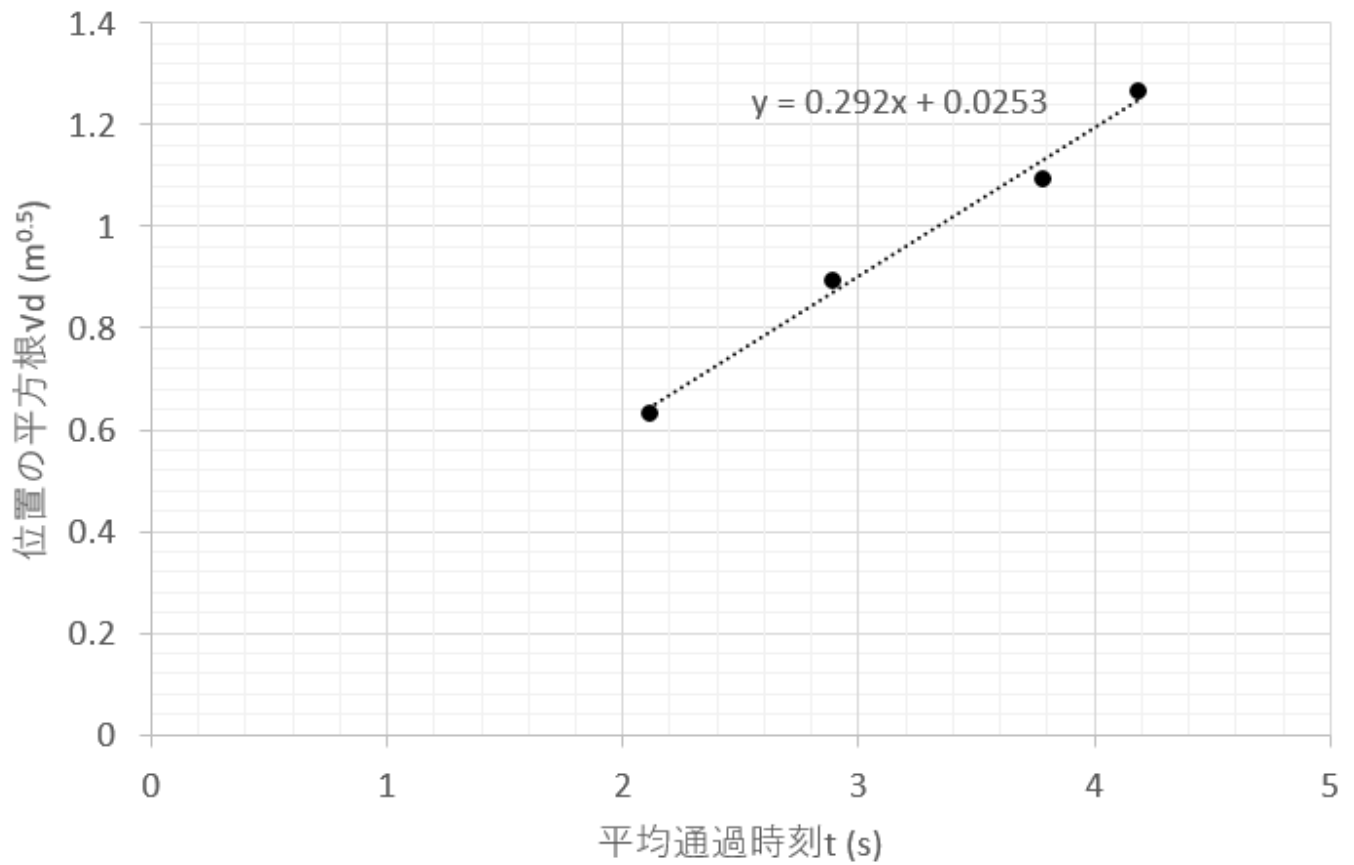
- ・等速直線運動する滑走体の $x-t$ グラフは、傾き一定の直線関係になる。
- ・ $x-t$ グラフの傾きは、滑走体の初速度になる。

実験結果から理解できた事象、予想と異なった事象

- ・ $x-t$ グラフは、一次関数 (傾き一定の直線関係) になった。
- ・ $x-t$ グラフの傾きから、滑走体の初速度は 0.52 m/s となった。
- ・ 実験前の予想と異なる結果は得られなかった。

4. ファイルを保存する。保存するファイル名は、1週目のレポートであれば、「1 週目 20・・学籍番号・・95 氏名」とすること。ファイルは再提出することもあるので、捨てない・無くさないこと。

注意:



等加速度運動のグラフでは、縦軸が \sqrt{d} ($m^{0.5}$) であるが、数式の入力は難しい。「るーと」と入力して変換した記号 $\sqrt{\quad}$ を用いても良いことにする。まずは、やれるところまで、やってみよう。