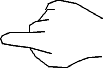
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 組 | 番 |  |

**【立てかけた定規の角度と支える力・ソフトVarnierの使い方】**

**目的**

　実験スタンドの摩擦のある金属棒に長さ51cmのプラスチック定規が立てかけてある。定規の下端はふつう床に接し、床からの垂直抗力と摩擦力で支えられている。ここでは支えるために必要な摩擦力の大きさを測定するため、定規を台車に乗せ、台車を水平に支える力を測定する。

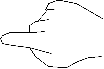
51 cm



*x*

*F*

*x0*



金属棒

**装置**



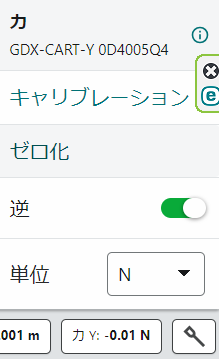
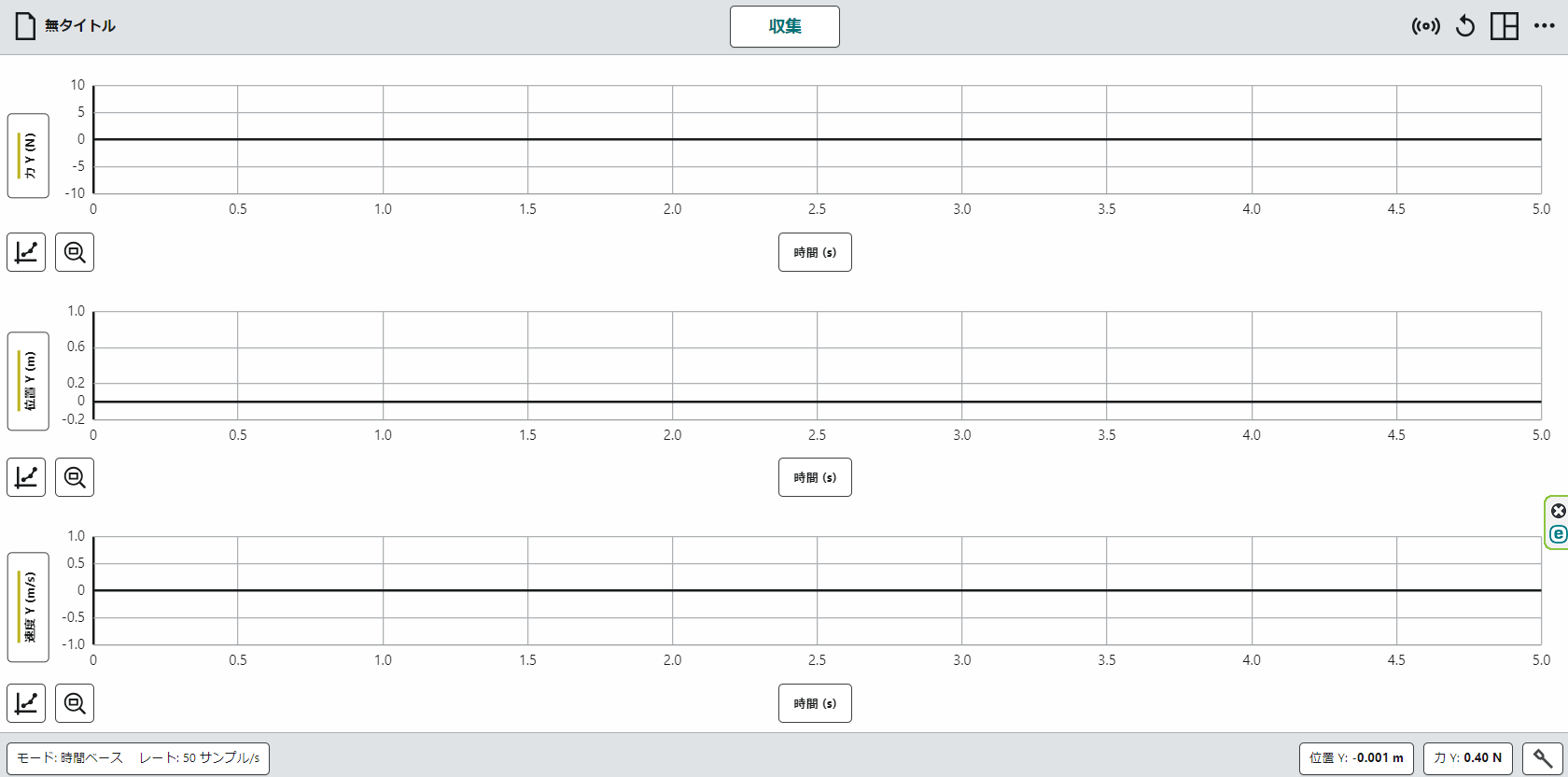
**⑤**

**④**

　カートセンサー(位置センサと力センサ内蔵)(GoDirect)、実験台、実験スタンド、51ｃｍ定規

**実験内容**

定規の下端が*x+x0* cm金属棒から離れているとき、定規が倒れないように下端を水平方向に押す力*F*がいくらか実験する。



**⑥**

**⑦**

**⑧**

**⑨**

51 cm

*x+x0* cm

θ

角度θは右図よりcosθ＝((*x+x0*)*/* 0.51*)* から求める。

**実験方法**

1．定規の重さを量る　　　　　 kg

2．机の上に実験スタンドを置き、金属棒が端になる側で実験する。（*x0*を小さくして*x*の測定範囲を広げたい）

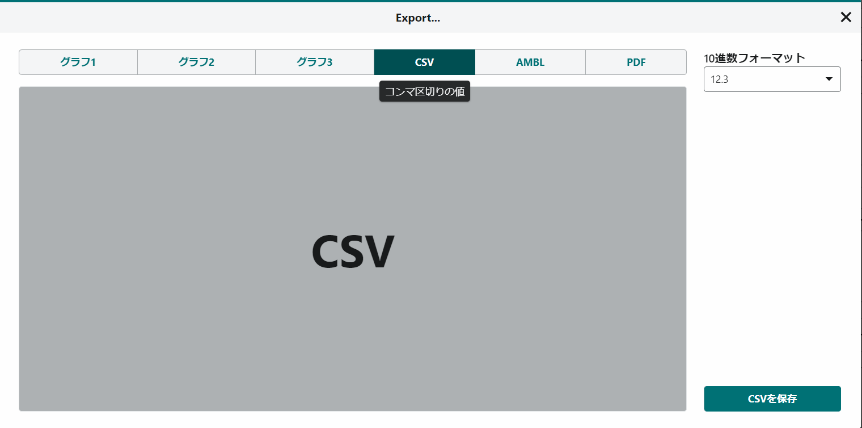
3．google chromeでhttps://graphicalanalysis.app/を立ち上げ**データ収集**を選び①、**ワイヤレス**を選択し②、自分のカートセンサーを**ペリング**して③、**センサチャンネル**を選び④ 、[**力センサ]**にもチェックを入れ⑤完了する【右頁】

4．ソフトの画面左下の**レート**をクリックして、レートを**10サンプル**、収集終了を**●手動**にチェックする⑥【右頁】

5．ソフトの画面右下の**力**をクリックして、**[逆]**をONにして**[ゼロ化]**を押す（カートに触れていないこと）⑦。【右頁】

6．カートを**図の点々の位置までカートを押し込んで**ソフトの画面右下の**位置**をクリックして、**[ゼロ化]**を押す⑧。【右頁】

7. ソフトの画面上中央の**[収集]**を押してデータ取得を開始し、カートを押さえている手を**ゆっくり**下げながら定規が水平に近づき、あと10cmで水平になるまで下がったら、再びソフトの**[ストップ]**を押してデータ収集を停止する⑨。【右頁】



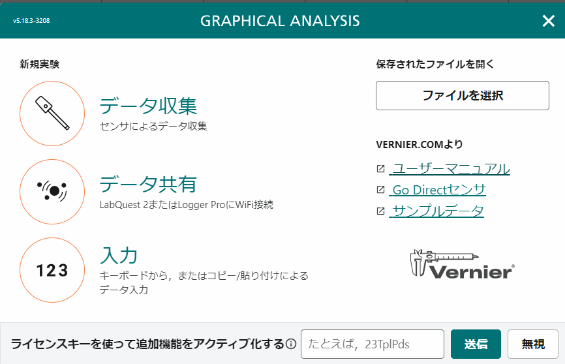
**⑩**

8.　定規で図の*x0*を測定する。*x0*　＝　　　　　 m 　　例　21ｃｍ＝0．21ｍ

9．ソフトの画面左上の**[無タイトル]**をクリックして**[エクスポート]**を選ぶ

10．[**CSV]**を選択してCSVを**保存**する⑩。これはダウンロードフォルダにcsv-export.csvというファイル名で落ちる。

11．ソフトを閉じる。（カートセンサとのペアリングをきって他の人に譲る）

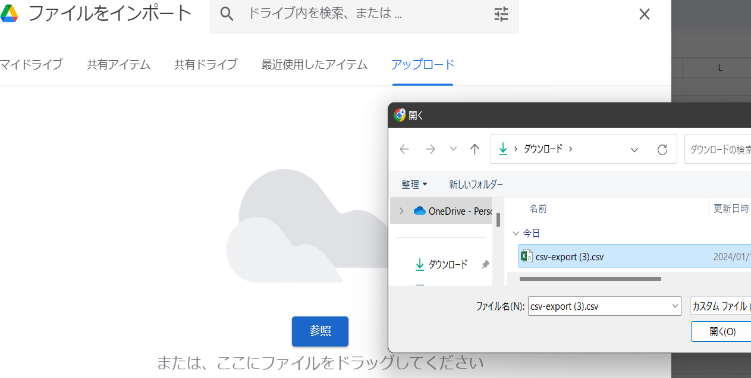


**②**

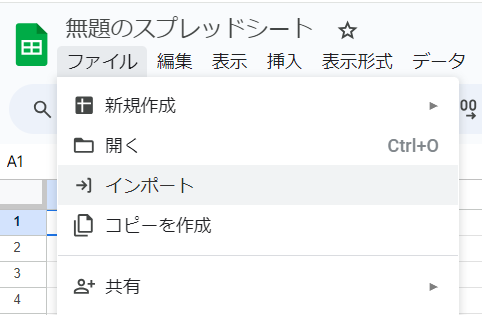
**①**

**③**

**データ処理**



**⑫**



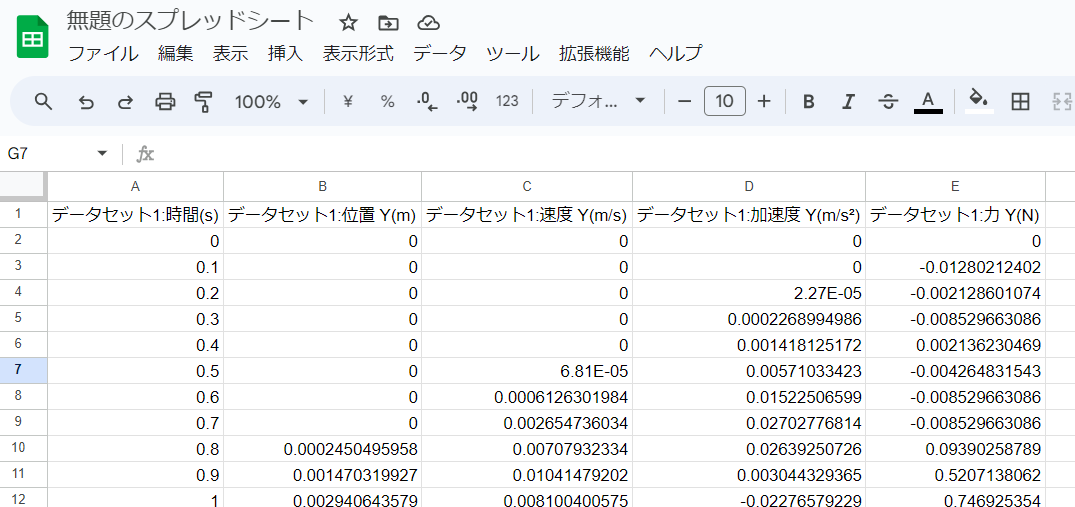
**⑪**

1．空白のgoogle**スプレッドシート**を開く

（エクセルだと項目名が文字化けする65001:Unicode(UTF-8)。又は、単位から項目はわかるので書き直してもいい）

2．**ファイル**から**インポート**を選び⑪、**アップロード**を選びダウンロードフォルダにあるcsv-exportを開く⑫。

（注意：ファイルが開くまで時間がかかるので待つ）



**⑬**

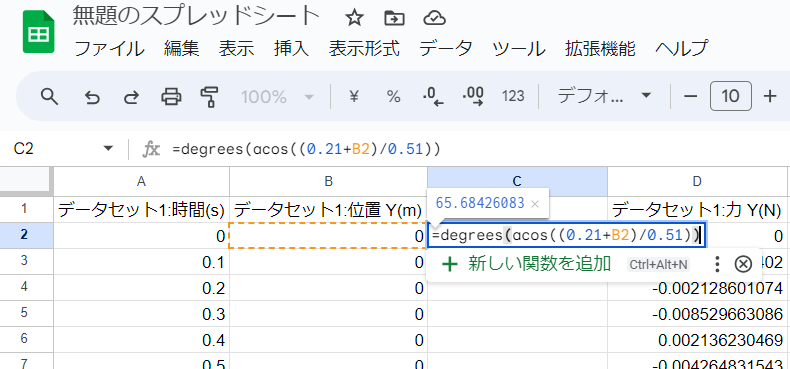
3．速度と加速度の列を消去する⑬。

4．力の左側の列の１行目C1に（空いてなければ一列挿入する）項目名「角度[度]」を書き、2行目C2は

**↓イコールも半角英数字で打つ**

＝degrees(acos((*x0*+B2)/0.51))

*x0*は実験方法8で測定した数値



*x0*は実験方法8で測定した値

B2は図の*x*に相当する

degreesはラジアンの単位を°の単位に直す

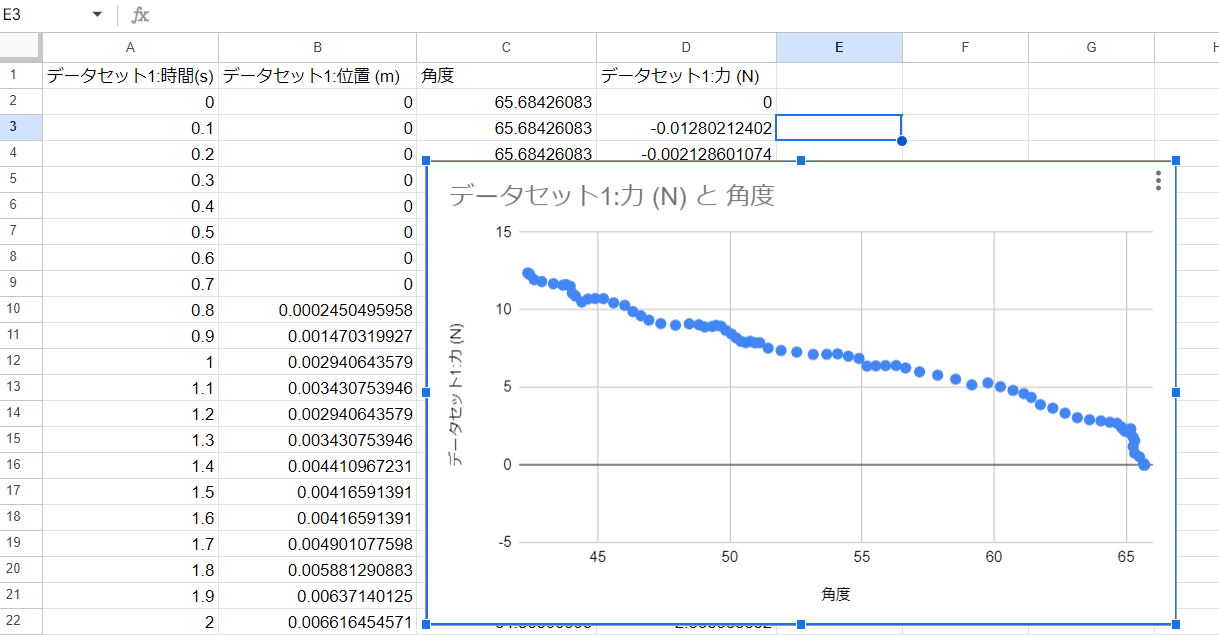
acosはcosの逆関数で、斜辺と底辺の長さの比から角度を求められる（便利）

5．C2をC3以下にコピーする

6．C列とD列を選んで、**挿入**メニューから**グラフ**を選んで、**散布図**にする。

7．スプレッドシートにファイル名(クラス氏名)をつけて教員に共有して、メール添付で教員に送信して提出する。

**考察**角度θが小さくなると水平に支える力はどのようになるか。



このグラフとはかなり異なる

|  |
| --- |
|  |

**参考**

acosはエクセルや他のソフトでも同様に使える関数で、三角関数の逆関数である。asin、atanなどもある。

数学的には通常arccos（アークコサインと読む）などと書きaはその頭文字を取ったもの。他にもcos-1θとも書く。

ただし、三角関数の逆関数は多価関数なのでacosなら０．５は６０°か３００°なので、0から180度まで表示、と決められている。