

## 【立てかけた定規の角度と支える力・ソフト Varnier の使い方】

組	番
---	---

### 目的

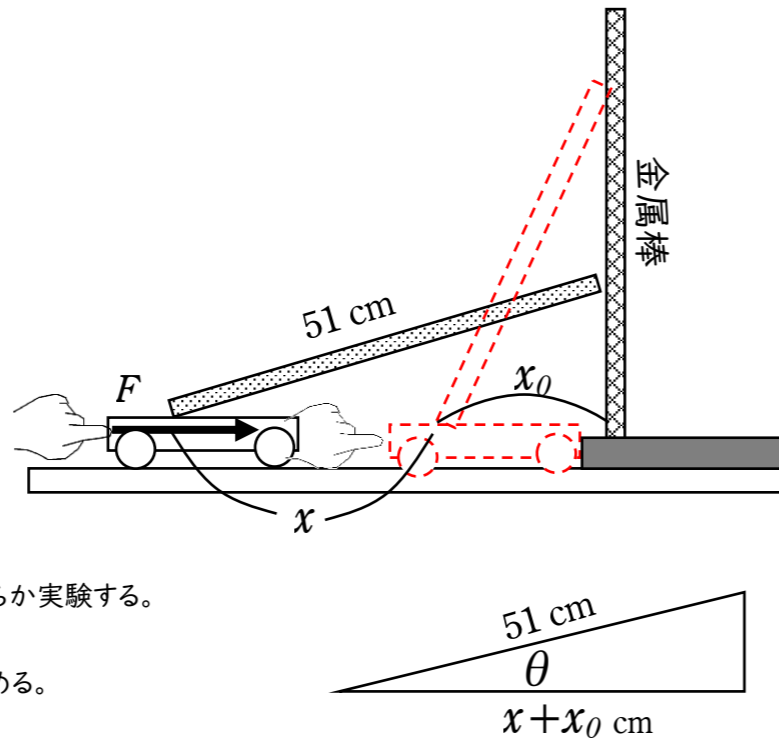
実験スタンドの摩擦のある金属棒に長さ 51cm のプラスチック定規が立てかけてある。定規の下端はふつう床に接し、床からの垂直抗力と摩擦力で支えられている。ここでは支えるために必要な摩擦力の大きさを測定するため、定規を台車に乗せ、台車を水平に支える力を測定する。

### 装置

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

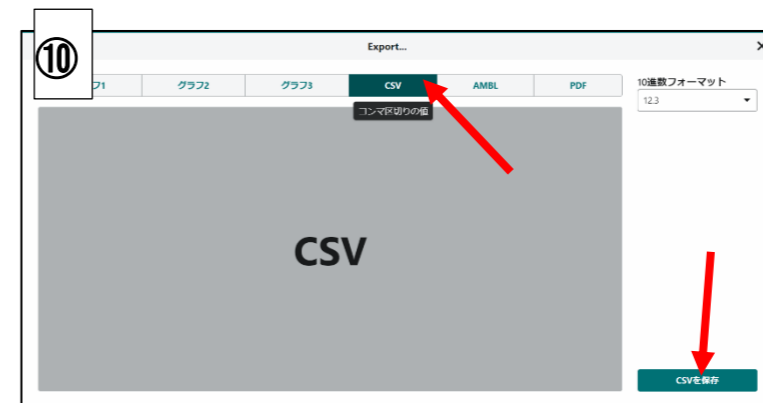
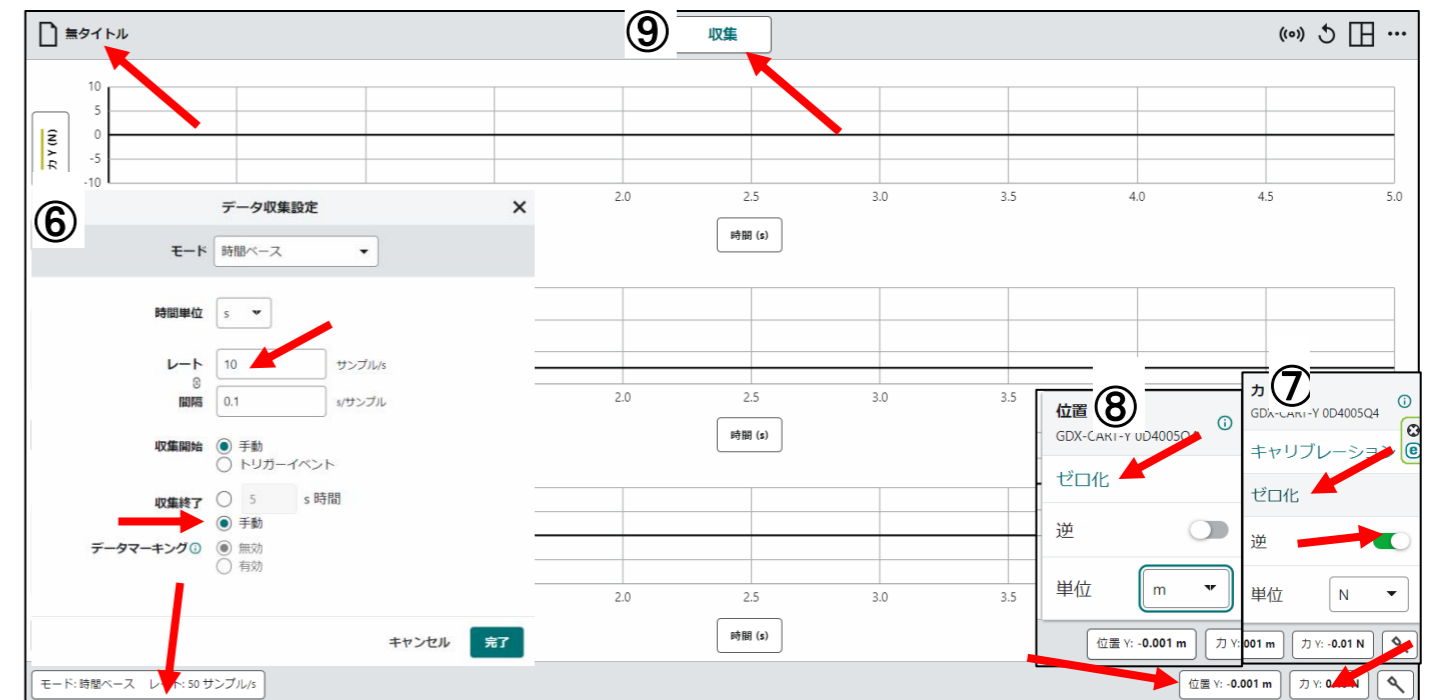
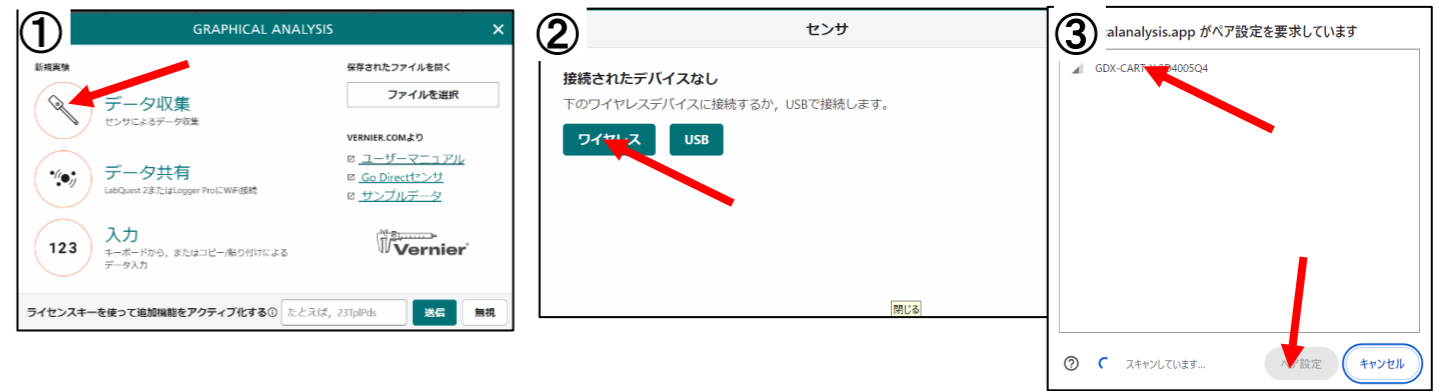
定規の下端が  $x+x_0$  cm 金属棒から離れているとき、定規が倒れないように下端を水平方向に押す力  $F$  がいくらか実験する。



角度  $\theta$  は右図より  $\cos \theta = ((x+x_0) / 0.51)$  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。(  $x_0$  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】
8. 定規で図の  $x_0$  を測定する。  $x_0 =$   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)



## データ処理

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①、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②。

(注意:ファイルが開くまで時間がかかるので待つ)

3. 速度と加速度の列を消去する③。

4. カの左側の列の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

$$=degrees(acos((x_0+B2)/0.51))$$

$x_0$  は実験方法 8 で測定した数値

B2 は図の  $X$  に相当する

degrees はラジアン単位の度を°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  $\theta$  が小さくなると水平に支える力はどのようなになるか。

## 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  $\cos^{-1} \theta$  と書く。

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  $60^\circ$  か  $300^\circ$  なので、0 から  $180$  度まで表示、と決められている。

