

この実験では、バウンドするボールの高さの変化について調べます。

イントロダクション

ゴムのボールが硬い面の上をバウンドする場合、はねかえる高さは最初の高さよりも低くなります。これは、ボールが面に衝突するときにエネルギーを失うことが原因です。

一般に、ボールがバウンドするときに、連続した2回のバウンドのはねかえる高さの比は一定になります。すなわちボールがバウンドするたびに、はねかえる高さは前の高さの一定の割合になります。この比は反発係数 p と呼ばれます。結果的には、はねかえるボールの高さは、バウンドするたびに指数関数的に減少します。数学的に表すと、次のようになります。

$$y = y_0 p^n$$

ここで、 y_0 ：最初の高さ、 y ： n 回バウンドしたときのはねかえる高さ です。

この実験では、バウンドするボールの動きを距離センサーで調べます。そして、ボールの高さとバウンド回数との関係を表す数学的モデルを求めます。

必要な装置

- ✓ CBL (できれば、電源アダプターを使用します。)
- ✓ 接続ケーブルのついた電卓
- ✓ TI CBR™ (Calculator-Based Ranger™) または Vernier CBL 距離センサー (MD-CBL)
- ✓ スタンド、クランプ
- ✓ ラケットボール (小さなゴムボール)
- ✓ 硬い、水平な面
- ✓ TI-GGRAPH LINK (オプション)

プログラム

プログラム BOUNCE を電卓にダウンロードして使用します。

装置の設定手順

図1にしたがって、次の手順で装置を設定します。

- ① CBL と電卓それぞれの底部にある入出力口を接続ケーブルでつなぎます。ケーブルの端をきっちり押し込んでください。
- ② 距離センサーを CBL の左側にある SONIC チャンネルに接続します。
- ③ 図1のように、距離センサーをクランプでスタンドに固定します。距離センサーが水平に固定されていて、硬い、水平な面を向いていることを確認します。
- ④ CBL と電卓の電源を入れます。

これで、CBL が電卓からの命令を受け取ることができます。

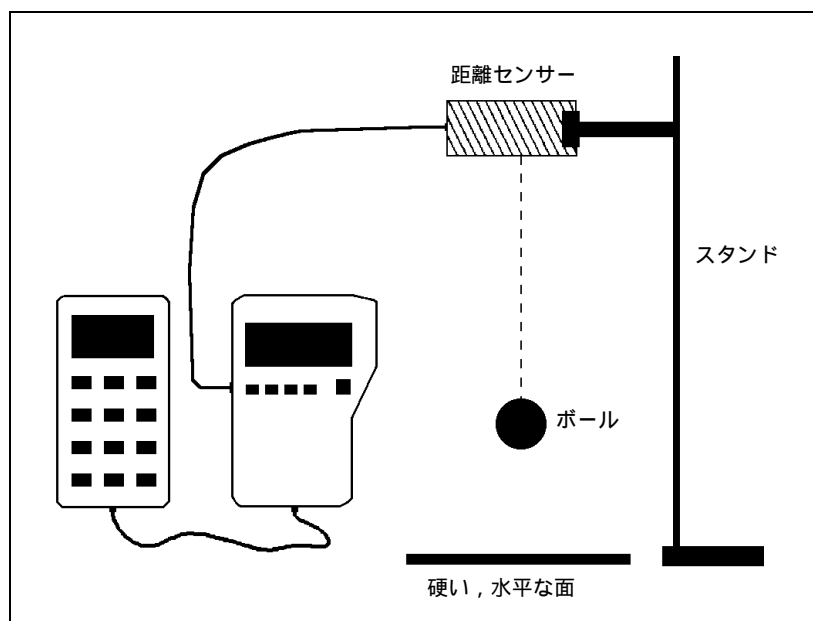


図 1 : 装置の設定

実験手順

- ① CBL の電源が入っていることを確認して、電卓でプログラム BOUNCE をスタートします (「PRESS ENTER TO START COLLECTING DATA.」というメッセージが表示されたところでいったん停止します)。
- ② センサーから最低50cmは離して、ボールを持ちます。準備が整ったら、電卓の **[ENTER]** を押してスタートします。
- ③ 距離センサーのジィジィという音が始まったら、ボールを落して、センサーの真下でバウンドさせます。距離 (単位: メートル) は L₄ に、時間 (単位: 秒) は L₂ に記録されます。

Note : ボールがセンサーの検出可能な範囲から外れてしまう場合には、ボールがバウンドする面が水平かどうかをチェックしてから実験を再開します。

- ④ グラフは、図2のようなになるはずですが。満足できる結果が得られたら、グラフを PIC 変数に格納します。あとで TI-GRAPH LINK を使って印刷できます。

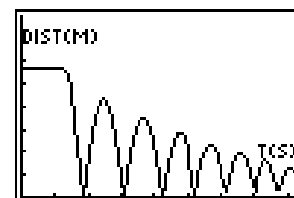


図 2 :
バウンドするボールの
高さ - 時間

- ⑤ [2nd] [DRAW] 3を押して、画面上に水平線を表示します。矢印キーを使って、その直線を上下に動かして、ボールを落とした位置に対応する点に合わせます。そこに表示された y の値が、ボールの最初の位置となります。実験ノートに表を作成し、バウンド回数(0)のところにその値を記録します。
- ⑥ 水平線を動かして、ボールが1回バウンドしてはねかえる高さに対応する点に合わせます。そこに表示された y の値を実験ノートに表にして、バウンド回数(1)として記録します。
- ⑦ ⑥を繰り返して、最低6個のデータを集めます。毎回、水平線をボールがバウンドしてはねかえる高さに対応する点に合わせます。

分析と結論

Note : 以下のステップ3, 4, 5の統計機能の利用方法については、ガイドブック「CBL System Compatible Calculators」の「Performing Data Analysis (データ分析)」を参照してください。

1. この実験の PIC 変数の値を、TI-GRAPH LINK を使って印刷して、実験ノートに貼ってください。印刷の際に、適切な目盛りと座標軸名をつけます。
2. [STAT]を押して、[EDIT]を選択します。矢印キーを使って、カーソルを L₁ と L₂ の表の先頭におき、[CLEAR] [ENTER]と押して、既存のデータを消去します。実験ノートに作った表をもとに、バウンド回数のデータを L₁ に、はねかえる高さを L₂ に入力してください。
3. STAT PLOT を指定し、L₁ と L₂ のデータを散布図 (□のマーク) にしてください。
4. 電卓で、L₁ と L₂ に対して指数回帰分析 (ExpReg) を実行します。回帰方程式と相関係数を実験ノートに記録してください。
 - この回帰方程式はイントロダクションで説明した、はねかえる高さとバウンド回数との関係を表す数学的モデルに一致しますか。
 - ボールがバウンドするたびに、はねかえる高さは何パーセントずつ減少しますか。
5. 回帰方程式を「Y=」画面に入力して、散布図と回帰曲線を同時に表示します。TI-GRAPH LINK を使って印刷し、実験ノートに貼ってください。

本実験を少なくともあと2回は繰り返し、実験条件や結果をすべて実験ノートに記録します。そのうちの1回は、ボールを落とす高さを変えます。ボールの最初の高さは、どの程度、反発係数に影響するか説明してください。また、テニスボールやバスケットボールなど、別の種類のボールを使って実験してください。反発係数に影響を及ぼすと思われる物理的要因をあげてください。