

ゴルフボールの飛距離シミュレーション 2

4. 準備 (空気抵抗のない場合の軌道計算)

ここでは、ボールの軌道シミュレーションを行う準備として、空気抵抗が働かない場合を例にとりシミュレーション・プログラムの使い方や計算結果をグラフにする方法などを覚えよう。

4.1 シミュレーション・プログラムの実行

- (1) FD の「Golfball」フォルダを PC のデスクトップにコピーする。
- (2) 「Golfball」フォルダを開く。
- (3) 「Parab3」という名前の実行ファイルをダブルクリックすると、「MS-DOS プロンプト」が起動してプログラムの実行が始まる。
- (4) ここでは入力値として右のような値を用いる。四角内の下線を引いた値が入力データ。
- (5) データを入力したら、「Enter」キーを押す。これでシミュレーション・プログラムが実行される。
- (6) ウィンドウ上部に「終了」が表示されたら「閉じる」ボタンをクリックする。

単位質量当りの抵抗係数 $k/m : 0$
 投射角 (°) : 45
 初速度 (m/s) : 40
 出力ファイル名 : k0.dat

課題 4 . 手順にしたがってシミュレーションを実行してみよう。

4.2 データの読み込み

表計算アプリケーションソフト「Excel」を使ってボールの軌道をグラフにしてみよう。

- (1) Excel を起動。
- (2) 「ファイル」メニューの「開く」を選択し、データファイル「k0.dat」を指定する。
- (3) テキストファイルウィザードで「元のデータ形式」を「カンマやタブなどの... 区切られたデータ」をチェックし「次へ」をクリック。
- (4) 「区切り文字」の「スペース」を選択し、「次へ」をクリック。
- (5) 「完了」ボタンを押すとワークシートの A から C のセル内にデータが読み込まれる。A, B, C の各列には時刻とそのときのボールの x 座標, y 座標がそれぞれ読み込まれる。

4.3 グラフの作成

- (1) マウスを使って列 B と列 C の全セルを反転させる。(例えば、B と書かれたセルにカーソルを移動し、左ボタンを押したまま隣のセルまで移動する。)
- (2) ツールバーのグラフ・ウィザードをクリック。
- (3) 「グラフの種類」で「散布図」を選択し、さらに「形式」から「折れ線のマーカなし」を選択し、「次へ」ボタンをクリック。
- (4) ウィンドウ内にグラフが表示されるので、「次へ」ボタンをクリック。
- (5) 「凡例」と書かれたタグをクリックし、「凡例を表示する」のチェックをはずす。次に、「タイトルとラベル」タグを選択し、「x / 数値軸」に「x (m)」、 y / 数値軸」に「y (m)」と入力する。
- (6) 「次へ」ボタンをクリックし、次のウィンドウで「完了」ボタンを押すとワークシート内にボールの軌道を表すグラフが挿入される。



グラフ・ウィザード

4.4 グラフの成形

- (1) 挿入されたグラフの x 軸をクリックしマウスの右ボタンをクリック。
- (2) 出てきたメニューから「軸の書式設定」を選択し、「目盛」タグ内の「最大値」の右にある欄を「200」に設定する。
- (3) 以上が終わったら「OK」ボタンをクリックする。
- (4) 最後に、グラフの大きさや位置を整える。

課題 5 . 以上の手順にしたがって計算結果のグラフを作成してみよう。

5. 理論値との比較

空気抵抗がない ($k = 0.0$) 場合には運動方程式を直接解くことができる。そのとき、ボールの軌道は次のようになる。(高校の物理を思い出そう。)

$$y = x\left(\frac{v_0}{u_0} - \frac{g}{2u_0^2}x\right)$$

ここで、 (u_0, v_0) は初速度である。ここでは、すでに計算した結果が正しいことを以下の手順にしたがって確認してみる。例えば、 x の値を 25m 刻みで設定し、そのときの y の値を上式の式から計算する。その結果をシミュレーション結果と比較してみよう。

5.1 理論値の計算

- (1) 作成したグラフを選択して、メニューバーの「編集(E)」から「切り取り(T)」を選ぶ。(グラフの削除)
- (2) D 列の 1 番のセルから順に「0」から「200」までの数字を 25 おきに入力する。
- (3) E 1 のセルをマウスでクリックし、「=D1*(1-9.8*D1/40/40)」と入力し「Enter」キーを押す。このとき E1 セルに 0 が表示される。
- (4) E1 セルを選択し、メニューバーの「編集(E)」「コピー(C)」をクリックし、E2 から E9 までのセルに貼り付けると、それぞれのセルに計算値が表示される。

課題 6。(3)で入力した式「=D1*(1-9.8*D1/40/40)」の意味を考えてみよう。

5.2 グラフ出力

- (1) B 列から E 列までを選択し、「グラフ・ウィザード」をクリックする。
- (2) 「グラフの種類」から「散布図」、「形式」から「折れ線マーカあり」を選択し、「次へ」をクリック。
- (3) 「系列」を選んで「系列 2」と「系列 3」を削除した後、「追加」をクリックし、「x の値」として D1 から D9、「y の値」として E1 から E9 を指定し、「次へ」をクリック。
- (4) 「タイトルとラベル」で「x / 数値軸」に「x (m)」、「y / 数値軸」に「y (m)」と入力し、「凡例」で「凡例を表示する」のチェックをはずすし、「次へ」をクリック。
- (5) 「完了」をクリックし、グラフのサイズや位置を調整する。
- (6) 「x / 数値軸」の軸の書式設定を選び、「目盛」で「最大値」のチェックをはずし「200」を入力し「OK」をクリック。
- (7) データ系列の「系列 2」の書式設定を選び、「パターン」で「線」を「なし」、「マーカ」を「自動」に設定し、「OK」をクリック。

課題 7 .手順にしたがうと右のようなグラフが描けるはずですが、この図では、実線がシミュレーション結果、マーカが理論値を表しています。実際にグラフを作成してみよう。また、「飛距離」をボールが最初に落ちる地点までの距離とすると、今回の結果から飛距離は約 163 m となる。このことを確認しよう。

