

ホームランボールシミュレーションファイルについて

Microsoft Excel のマクロとグラフを利用して、差分法によるホームランボール（空気抵抗がある場合の斜方投射）のシミュレーションを作成しました。150m×60mの中のボールの運動を、様々な条件で再現することができます。Microsoft Excel の「マクロを有効」にしてご利用ください。

1 初期条件の数値入力について

淡黄色のセルに数値を入力して、シミュレーションの条件を変更することができます。

1-1 左側の表

ホームランボール シミュレーション

ボ ー ル		
質量 (kg)	0.141	
初期座標 (m)	X	Y
	0	0
初速度の向き (m)	Vx	Vy
	4	4
初速度の大きさ (m/s)	40	

測定時間 (s)	10
計算時間間隔	0.00001
ストロボ間隔	0.5
比例係数	0.01
重力加速度 (m/s)	9.8

フェンスの位置	120
フェンスの高さ	5
地面との反発係数	0.41
壁との反発係数	0.44

ボールの質量や初期座標、初速度の向きと大きさを示します。質量を変化させると、運動の様子が変わります。初速度の向きは初速度の大きさに影響を及ぼしません。

1-2 中央の表 1

ホームランボール シミュレーション						
ボ ー ル			測定時間 (s)	10	フェンスの位置	120
質量 (kg)	0.141		計算時間間隔	0.00001	フェンスの高さ	5
初期座標 (m)	X	Y	ストロボ間隔	0.5	地面との反発係数	0.41
	0	0				
初速度の向き (m)	Vx	Vy	比例係数	0.01	壁との反発係数	0.44
	4	4				
初速度の大きさ (m/s)	40		重力加速度 (m/s)	9.8		

シミュレーションの実行時間と、差分法で用いる微小時間を示します。計算時間間隔が小さい値であるほど、精密なシミュレーションが可能になります。ストロボ間隔は、ストロボ撮影のような表示をする際の撮影時間間隔を示します。最大100個まで表示できます。ボールの軌跡を示す際にご利用ください。なお、ストロボ

表示が必要ない場合は，入力欄に0を入力してください。

1－3 中央の表2

ホームランボール シミュレーション						
ボ ー ル			測定時間 (s)	10	フェンスの位置	120
質量 (kg)	0.141		計算時間間隔	0.00001	フェンスの高さ	5
初期座標 (m)	X	Y	ストロブ間隔	0.5	地面との反発係数	0.41
	0	0				
初速度の向き (m)	Vx	Vy	比例係数	0.01	壁との反発係数	0.44
	4	4				
初速度の大きさ (m/s)	40		重力加速度 (m/s ²)	9.8		

空気抵抗の比例係数と重力加速度を示します。比例係数を変化させると，運動の様子が変わります。重力加速度を変化させて，月や無重力での物体の運動を調べることもできます。

1－4 右側の表1

ホームランボール シミュレーション						
ボ ー ル			測定時間 (s)	10	フェンスの位置	120
質量 (kg)	0.141		計算時間間隔	0.00001	フェンスの高さ	5
初期座標 (m)	X	Y	ストロブ間隔	0.5	地面との反発係数	0.41
	0	0				
初速度の向き (m)	Vx	Vy	比例係数	0.01	壁との反発係数	0.44
	4	4				
初速度の大きさ (m/s)	40		重力加速度 (m/s ²)	9.8		

フェンス（赤）の位置と高さを示します。ボールはフェンスに当たるとはねかえります。

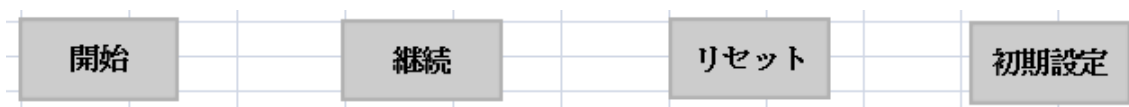
1－5 右側の表2

ホームランボール シミュレーション						
ボ ー ル			測定時間 (s)	10	フェンスの位置	120
質量 (kg)	0.141		計算時間間隔	0.00001	フェンスの高さ	5
初期座標 (m)	X	Y	ストロブ間隔	0.5	地面との反発係数	0.41
	0	0				
初速度の向き (m)	Vx	Vy	比例係数	0.01	壁との反発係数	0.44
	4	4				
初速度の大きさ (m/s)	40		重力加速度 (m/s ²)	9.8		

ボールと地面との反発係数と，ボールと壁との反発係数を示します。

2 動作ボタンについて

シミュレーションを実行するために4つのボタンが用意されています。



2-1 初期設定ボタン

初めて本ファイルを利用する際には、初期設定ボタンを押してください。ご利用環境に合わせて、シミュレーションの時間の進み方を調整します。設定にはおよそ1分～3分ほど（環境によってはそれ以上）の時間がかかります。画面左下に示される時間の欄が「1.00」になると設定作業は終了します。設定終了の際に、画面右下の表の一番右側にある「表示時間」欄に数値が自動的に入力されます。

時間	ボールの座標・速度		フェンス表示		打出角度表示		計算回数	表示時間
t	X	Y	X	Y	X	Y	1000000	60
0.00	0.000	0.000	120	0	0	0	表示間隔	負荷
	Vx	Vy	120	5	150	150	6000	1
	28.284	28.284						

初期設定後にファイルを上書き保存すれば、次回から初期設定を実行する必要はありません。もしくは、初期設定後の「表示時間」欄の数値を覚えておいて、次回起動後にその数値を「表示時間」欄に手入力すれば、初期設定を実行する必要はありません。

初期設定を実行しても、時間の進み方が遅いと感じる場合には、「表示時間」欄に現在表示されている数値よりも大きな数値を手入力してください。逆に、時間の進み方が早いと感じる場合には、「表示時間」欄の数値を小さい値に変更してください。

2-2 開始ボタン

数値をリセットし初期条件に戻した後、指定された時間の間、シミュレーションを実行します。

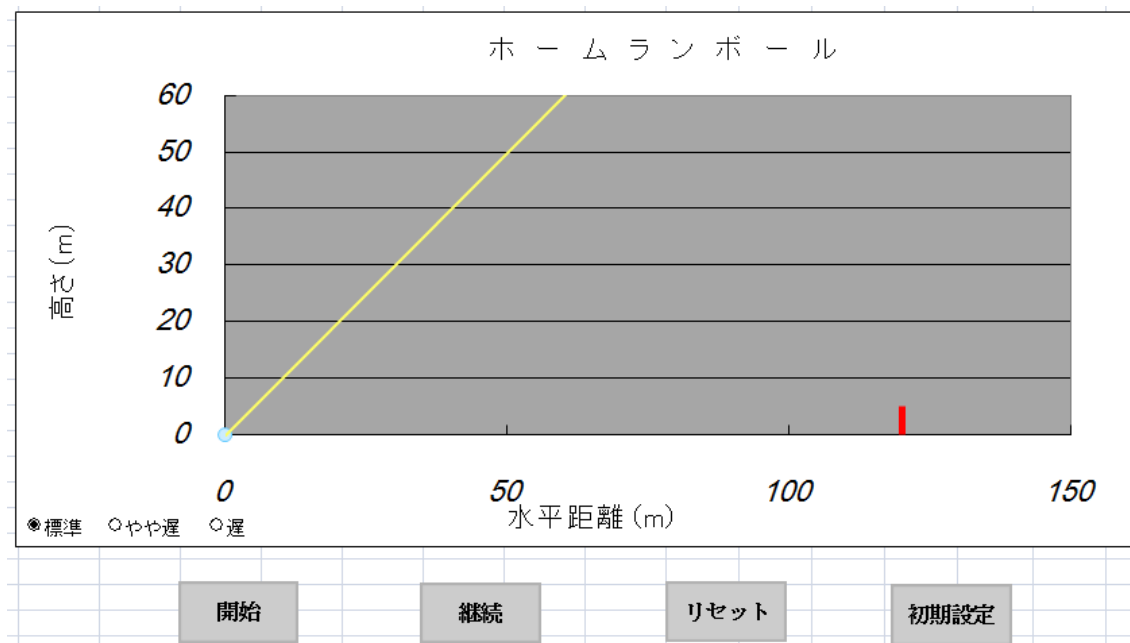
2-3 継続ボタン

指定された時間の間、継続してシミュレーションを実行します。ただし、継続ボタンを押す前のストロが表示は全て消えます。

2-4 リセットボタン

数値をリセットして初期条件に戻します。ボールは初期座標にセットされます。

3 画面表示について



青色のボールの斜方投射の様子が示されます。画面上の黄線は、ボールの初速度の方向を示します。

画面左下の「標準」、「やや遅」、「遅」は時間の流れを示します。「標準」は通常の時間の流れと同じで、「やや遅」はおよそ3倍の遅さ、「遅」は10倍の遅さになります。

4 その他の使用法

4-1 コマ送り

コマ送りの機能はありませんが、初期設定の時間を短くし、開始後、継続ボタンを連続して押すことで、コマ送りと同じ動作が可能です。

4－2 ステータスの利用

グラフの下に，ボールのステータス（座標，速度）を示す表があります。

リセットボタンを押した直後には，時刻 0 秒でのステータスが示されます。例えば，比例定数を 0 に設定すると，発射後から再び地面に着地するまでの時間や着地位置を事前に生徒に計算させて，結果をシミュレーションで確かめることができます。

4－3 自由落下・水平投射

ボールの初期座標や条件を変更することで，自由落下や水平投射の運動のストロボ表示ができます。

4－4 障害物

比例定数を 0 に設定して，フェンスの位置や高さを自由に変更することで，障害物がある場合の斜方投射の初速度と着地位置についての不等式を生徒に計算させて，結果をシミュレーションで確かめることができます。