

位置と時間の関係から求める速度



導入

「スピード」は、物体がどれくらいの速さで動いているかを表す言葉です。自動車が「時速60キロ」で走っている場合、その速さがスピードです。

一方、「速度」は、速さに加えて「向き」も含めた概念です。自転車が「時速15キロで北へ進む」といったように、「どの方向に、どれだけ速く動いているか」を表します。

では、直線上を走る車を思い浮かべてください。右に進んでいるときは「正の速度」、左に進んでいるときは「負の速度」と表すことができます。

このスマートトレインを直線レールの上で動かすとき、出発地点を「0cm（原点）」とします。そこから右に50cm進めば「+50cm」、左に50cm進めば「-50cm」となります。

その際、右に動いていれば正の速度、左に動いていれば負の速度となります。

しかし、何メートルも直線レールを並べるのは現実的ではありません。

そこで便利なのが「円のレール」を使う方法です（図1）。

図1では、スマートトレインは反時計回り（左回り）に進み、原点を何度も通っても、進んだ距離は増えていきます。逆に、時計回り（右回り）に動くと、距離は減っていくように記録されます。

このように円のレールを使えば、「無限に長い直線」をシミュレーションでき、位置や速度のプラスもマイナスも自由に表すことができます。

スナップについて

図1のスナップは、白・紫の順に色が並んでおり、一方向にしか反応しない仕組みになっています。

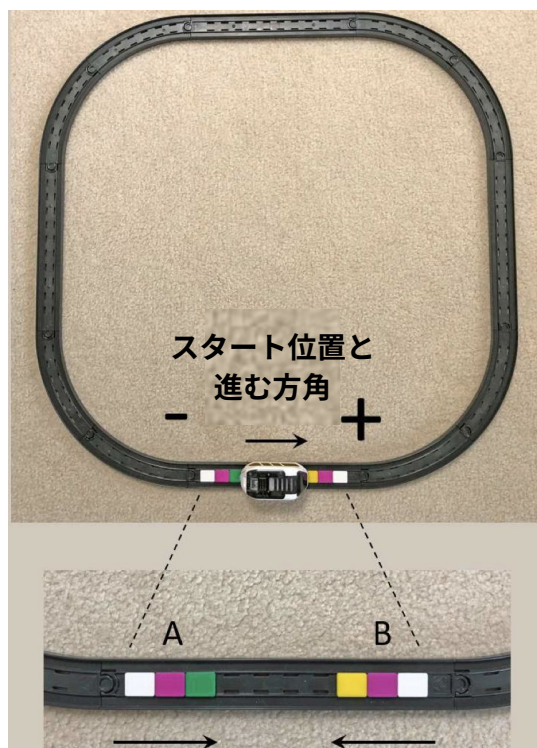
- ・スナップAは、前進（反時計回り）しているときだけ反応し、後退時は無視します。
- ・スナップBは、後退（時計回り）しているときだけ反応し、前進時は無視します。

このようにして、スマートトレインの進行方向（前進・後退）を制御しています。

また、このプログラムは5周ごとに進行方向が自動で切り替わるように設定されています。

実験を始める際には、スマートトレインを図1に示されたスタート位置と向きに合わせて配置してください。プログラムをスタートすると、Scratchが時間と位置のデータを自動的に記録します。

なお、1回の実験時間は約4～5分です。



直線：4本
曲線：8本

図1

目標

- スプレッドシートを使って、「位置」と「時間」の関係を表すグラフを作成する。
- スプレッドシートに、時間ごとの「瞬間速度」を計算するための列を追加する。
- 「速度」と「時間」の関係を表すグラフを作成する。
- Scratchプログラムで表示される「理論上の速度」と、計算して出た「実際の速度」を比較する。
※Scratchのリストには、「理論上の速度」の一覧が表示されます。

実験手順

- ① 図1のようにレールを組み立て、スナップを指定の位置に設置します（1本の直線レールに全て設置）。
- ② スマートトレインを、図1に示された位置（向き）に配置します。
- ③ サンプルScratchデータ「速度（位置と時間）.sb3」を読み込みます。
中身は複雑ですが、理解する必要はありません
- ④ Scratch画面の右上にある緑の旗マークをクリックして、プログラムを開始します。
- ⑤ 電車は約5分間動作します。また、5周ごとに速度が変化します。
- ⑥ プログラム終了後、Scratch画面右上にあるリストに集計されたデータが表示されます（図2を参照）。

実行中は（完了率）が表示され、残りのおおよその時間がわかります。

また、プログラムでは次の3つのリストが記録されます。

- 現在時刻：Scratch内部タイマーによって記録された現在の経過時間。
- 現在位置：スマートトレインの拡張機能の「距離」変数から取得。電車の走行距離がわかります。
- 理論上の速度：Scratchプログラムで計測された、理論上の速度です。

プログラム完了率 100		
現在時間	現在位置	理論上の速度
1 Time (s)	1 Positio...	1 Nomin...
2 0	2 0	2 60
3 4.587	3 220	3 60
4 8.349	4 434	4 60
5 12.114	5 661	5 60
6 15.873	6 885	6 60
7 19.833	7 1126	7 -30
8 27.721	8 888	8 -30
9 43.031	9 442	9 -30
+ 長さ 42 =	+ 長さ 42 =	+ 長さ 42 =

目データの分析手順

1. Scratchのリストをエクスポート

Scratch上で、各リストを右クリックしてデータをテキストファイルとして保存。その後スプレッドシートなどにコピーしてください。

2. グラフを作成しよう

スプレッドシートのA列、B列、D列にScratchからのデータを貼り付けて、「位置と時間の散布図」を作成します。

考察（グラフから読み取れること）

- スマートトレインはどのように動いていますか？
- いつ前進していますか？ どこでそれがわかりますか？
- いつ後退していますか？ どこでそれがわかりますか？
- グラフの各傾きの値は、何を意味していますか？
- 傾きが負（マイナス）ならどういう意味？
- 傾きが正（プラス）ならどういう意味？
- スマートトレイン原点より左（負）に動いたことはありますか？ どうやってわかりましたか？

	A	B	C	D
1	時間 (s)	位置 (cm)	実験速度 (cm/s)	理論上の速度 (cm/s)
2	0	0	$=(B3-B2)/(A3-A2)$	60
3	4.653	220	$=(B4-B3)/(A4-A3)$	60
4	8.414	444	$=(B5-B4)/(A5-A4)$	60
5	12.177	669	$=(B6-B5)/(A6-A5)$	60
6	15.938	883	$=(B7-B6)/(A7-A6)$	60
7	19.964	1134	$=(B8-B7)/(A8-A7)$	70

	A	B	C	D
1	時間 (s)	位置 (cm)	実験速度 (cm/s)	理論上の速度 (cm/s)
2	0	0	47.28132388	60
3	4.653	220	59.55862802	60
4	8.414	444	59.79271858	60
5	12.177	669	56.8997607	60
6	15.938	883	62.34475907	60
7	19.964	1134	71.20197392	70

3. 実験速度を求める列を追加

新たにC列を作り、速度 = Δ 位置 ÷ Δ 時間 ($v = \Delta d / \Delta t$) の式を使って、時間ごとの実験速度を求めます。最初の2つのデータ (A2、B2) を元にして式 (C1) を作成し、それをC列にコピーしていきます。

4. 速度のグラフを作ろう

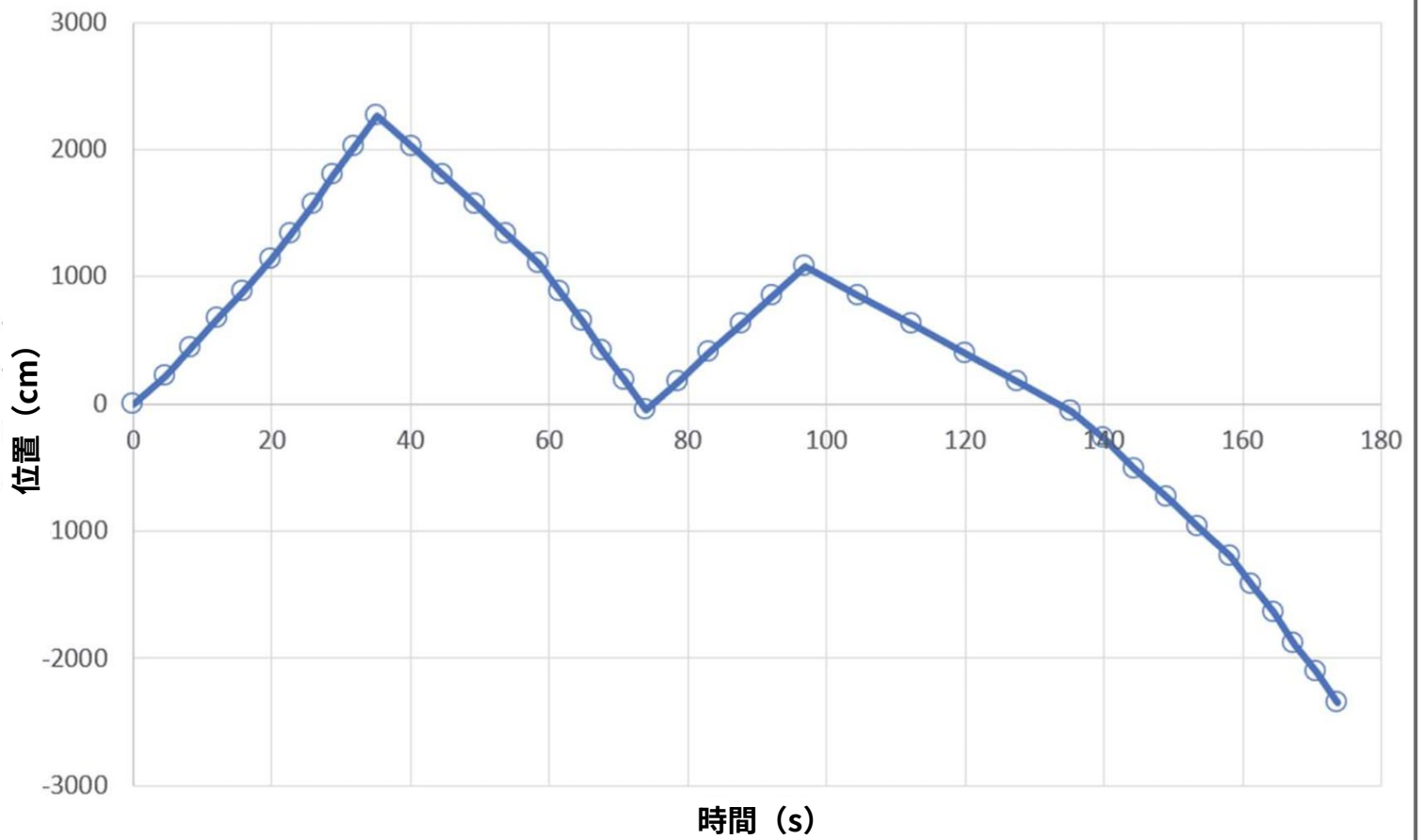
3.で作成した「実験速度」と、「理論上の速度」を比較する「速度と時間の散布図」を作成します。さらに深く考える

- スマートトレインの初速（スタート時の速度）は？
- 一番速かったときの速度と、その時の進行方向は？
- 進行方向が変わる瞬間の0を除き、一番遅かったときの速度と方向は？
- 実験速度と理論上の速度は、どのような関係がありますか？
- 実験速度と理論上の速度で、大きな差があったものはありますか？
- グラフのそれぞれの領域で、速度はどのように変化していますか？

5. まとめ

「位置 vs 時間グラフの傾き」と「速度」にはどのような関係があると言えますか？

位置と時間



速度と時間

