

# スマートトレインとScratchで学ぶ円周率（ $\pi$ ）



## 導入

円周率「 $\pi$ 」は、円の円周と直径の比として定義され、3.14や22/7といった近似値が用いられてきました。スマートトレインを使って「 $\pi$ 」を探究して、中高生の数学の学習に活かしましょう。

今回は、サンプルScratchプログラムを使って実験を行い、円周率の近似値を求めます。さらに、自分たちが求めた値の誤差率を計算し、その誤差の原因についてクリティカルシンキングを用いて考察します。この学習は、STEM教育に役立つ内容です。

## 円周率を求めるための式

この学習では、定規は使わず、スマートトレインが走行した時間データを用いて $\pi$ の近似値を求めます。生徒が測定する「時間データ」は以下の2つです

- ・  $T_c$ ：スマートトレインが曲線レールでできた円を1周する時間
- ・  $T_d$ ：intelinoがその円と同じ直径の直線レールを1本分進む時間

円周率 $\pi$ は、定義により「円周（C）÷ 直径（D）」で求められます。スマートトレインの速度が曲線レールでも直線レールでも一定であれば、走行距離は時間に比例します。つまり、 $C/D = T_c/T_d$  の関係が成り立ち、 $\pi \doteq T_c \div T_d$  という形で求めることができます。

## 誤差率（%エラー）の計算

実験で求めた $\pi$ の値と、本来の $\pi$ （3.14...）との差から、誤差率を以下の式で計算します：

$$\text{誤差率（\%）} = |\text{実験値} - \text{理論値}| \div \text{理論値} \times 100$$

## 考察

最後に、生徒たちは得られた結果について、誤差が生じた原因について話し合い、どこに誤差の要因があったのかを考察します。

## 実験の準備（直線）

図1はこの実験の線路の配置方法です。

サンプルScratchファイル「[直線の走行時間.sb3](#)」を読み込み、スマートトレインを直線線路のスタート位置において、図の矢印の向きに進むようにセットしましょう。

①と②のスナップは、円の線路の直径に相当する距離「D」分を離して配置します。

- ・ ①（白・紫・黄）は、「Scratchのタイマーを0にする」機能で、ストップウォッチの役割です。
- ・ ②（白・紫・青）は、「Scratchの経過時間を取得する」機能で、ストップウォッチを止める役割です。

ここで記録される時間が、先ほどの（ $T_d$ ）に相当します。

③と④のスナップは、円の直線部分の外側に配置します。

- ・ ③（白・紫・赤）は、スマートトレインを後退する役割を果たします。
- ・ ④（白・紫・緑）は、スマートトレインを前進する役割を果たします。

この③と④の区間で、スマートトレインが往復します。

⑤と⑥のスナップは、③④のさらに外側に配置します。

- ・ ⑤⑥（白・紫・赤または緑）は、バックアップの役割を果たします。

スマートトレインが、まれにスナップを認識しないことがあるため、③④の補助として設置します。

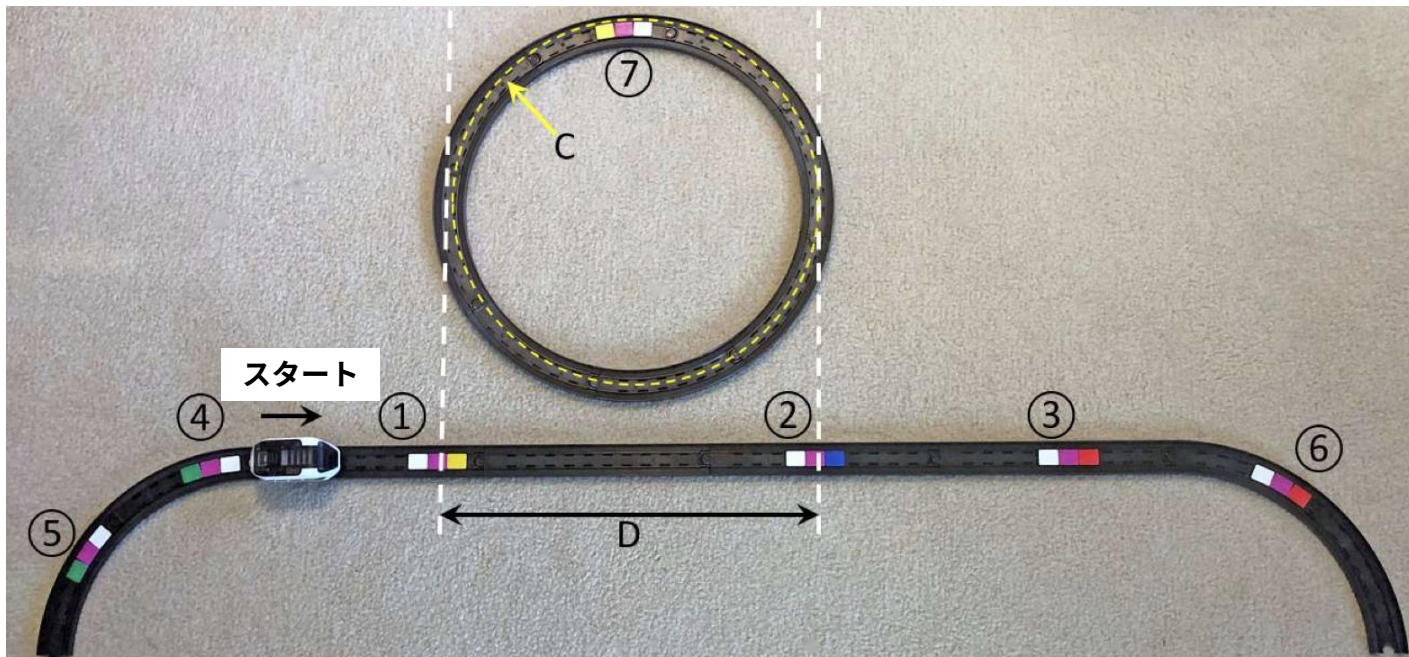


図1

## 実験の準備（円）

次は、サンプルScratchファイル「**円の走行時間.sb3**」を読み込み、スマートトレインを円の線路の上「C」において、反時計回りに進むように準備しましょう。

スナップ⑦は、1周にかかる時間（ $T_c$ ）を記録するために使います。

『覚えておきましょう：今回の実験でのデータを使い、円周率 $\pi \div T_c \div T_d$ で近似値を求めます！』

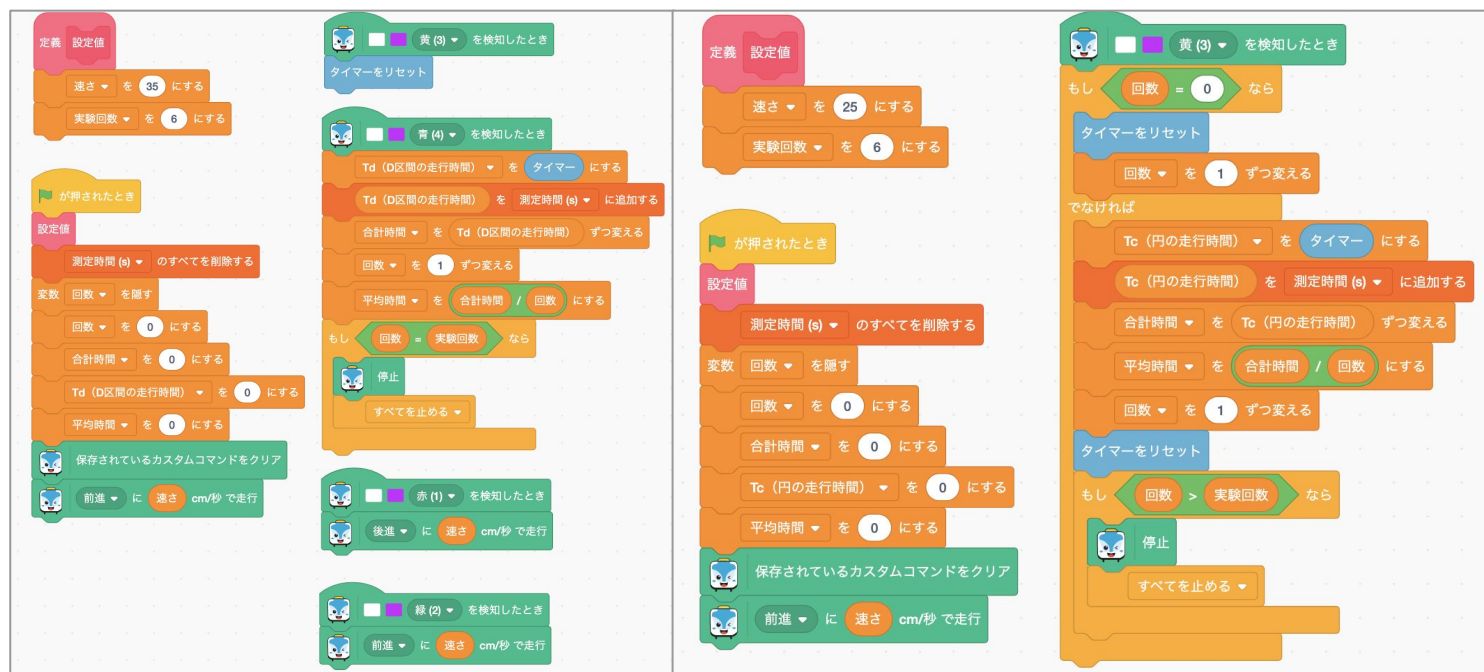
## Scratchプログラムについて

図2は、左側が「直線の走行時間.sb3」、右側が「円の走行時間.sb3」のScratchプログラムです。情報系の生徒は、それぞれのブロックの役割を理解しながらコードの確認を行うとよいでしょう。数学の生徒は、「設定値」のみを確認すれば十分です。

「設定値」においては、2つの値を自由に決めます。

- ・スマートトレインの速さ（画像は35 cm/s）
- ・実験回数（画像は6回）

なお、走行速度は30～40 cm/sの範囲がおすすめです。



直線の走行時間

図2

円の走行時間

計測データの分析

図3は、2つのScratchプログラムそれぞれから得られたデータ（例）を示しています。  
速さは37.5 cm/s、実験回数は6回に設定しています。

画面の左上には、生徒が設定した「速さ」と「試行回数」が表示されます  
右上には、6回目の直線走行時間（Td）と円周走行時間（Tc）が表示されており、  
左下には、6回分のそれぞれの測定時間の結果が表示されています。  
また、6回分すべての合計時間と、その平均時間も表示されています。

この平均値を使って円周率πの近似値を計算すると、  
**Tc / Td = 3.3498 / 1.0667 = 3.14**  
となり、非常に良い結果が得られました。

ただし、毎回うまくいくとは限らないため、誤差が生じた原因について仮説を立てることも需要です。  
たとえば、以下のような点が考えられます。

- ・スマートトレインの「設定された速度」と「実際の速度」は常に一致しているのか？
- ・円の直径として考えたD区間の幅は、円の「外径」「内径」「中間の値」のどれにすべきか？



図3