

指導ガイド

ロボットの動作を特定しよう！

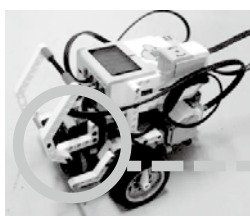
1. 指導対象 中学3年生～

2. 指導時間 2時間

3. 数学内容 関数

4. 指導にあたって

本教材では、ロボットの動作とグラフの関連づけを意識している。ロボット（図1）は、前進、後退、その場で左右に回転が可能である。また、ロボットの前方には「超音波センサー」を装着し、ロボットが動作している間、距離のデータを測定し続ける。「超音波センサー」を用いると、ロボットから壁までの距離を測定・収集することができる。今回は、150 cm 四方の壁で囲んだ場所で、ロボットを制御する（図2）。



ロボット



超音波センサー

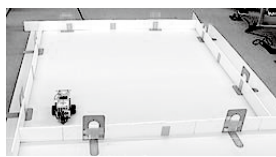


図2 ロボットを制御する場所

図1

問題Aは、ロボットの動作からグラフを予測する問題である。ここでは、ロボットが前進しているときや停止しているとき、また、回転しているときの時間経過に伴う距離の値の変化を読み取り、その変化を表現する。特に、回転しているときの距離の値の変化は、一次関数にならないことに注意する。

問題Bは、グラフからロボットの動作を予測する問題である。ここでは、グラフから、時間経過に伴う距離の値の変化を読み取り、その変化を図で表現する。また、**問題B**の正答は1つとは限らないことに注意する。

ロボットの動作からグラフを予測しよう！

150 cm 四方の壁で囲んだ場所で、ロボットが動作しています。ロボットは、図 1 のように、前方の壁から 130 cm 離れた場所から 5 秒間かけて 100 cm 前進しています。このとき、ロボットから前方の壁までの距離の値は減少し続けるため、時間と距離の関係は表 1 のようになります。

また、表 1 を用いて、横軸が時間で縦軸が距離のグラフをかくと図 2 のようになります。

表 1 ロボットから前方の壁までの距離の値

時間 (秒)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
距離 (cm)	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30

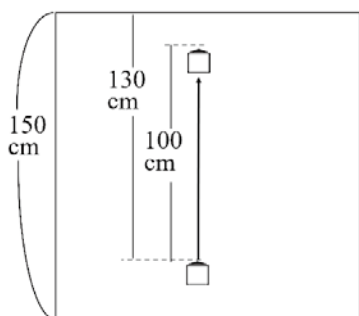
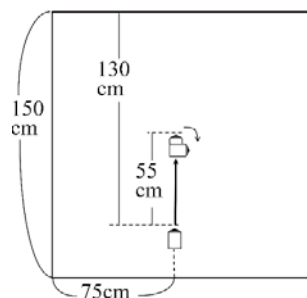


図 1 ロボットの動作



図 2 ロボットが前進したときのグラフ

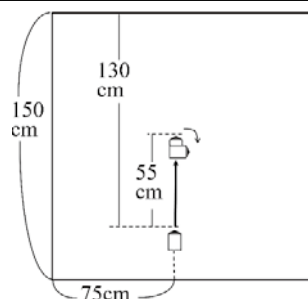
問題 A ロボットは、左の壁から 75 cm、前方の壁から 130 cm の場所から動き始めます。ロボットは、まず前方に 55 cm 進んで停止しました。その後、ゆっくりと右に 90°回転して停止しました。このときのロボットから前方の壁までの距離の変化を、グラフで表してみよう。



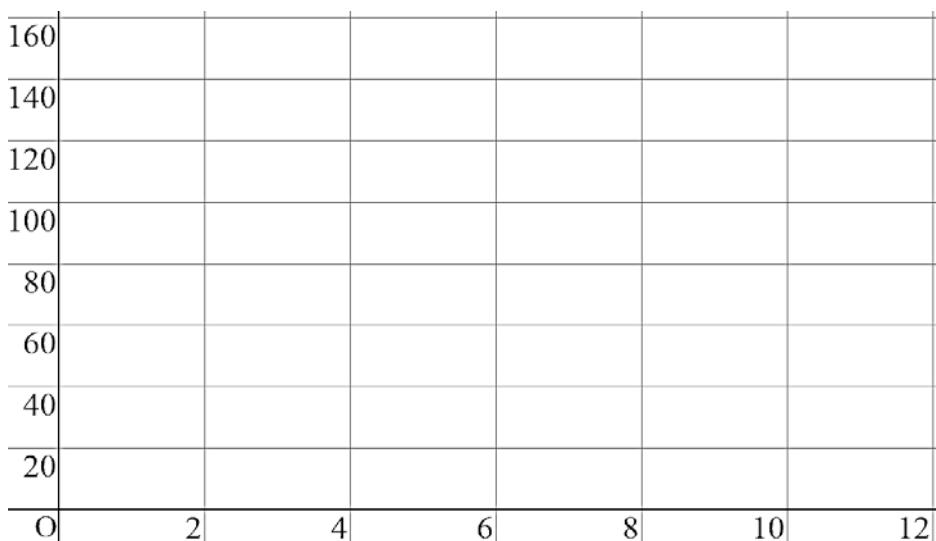
- 1 (条件整理) 条件を整理して、必要な仮定を設定しよう。

ロボットの動作からグラフをかこう！

問題 A ロボットは、左の壁から 75 cm、前方の壁から 130 cm の場所から動き始めます。ロボットは、まず前方に 55 cm 進んで停止しました。その後、ゆっくりと右に 90°回転して停止しました。このときのロボットから前方の壁までの距離の変化を、グラフで表してみよう。



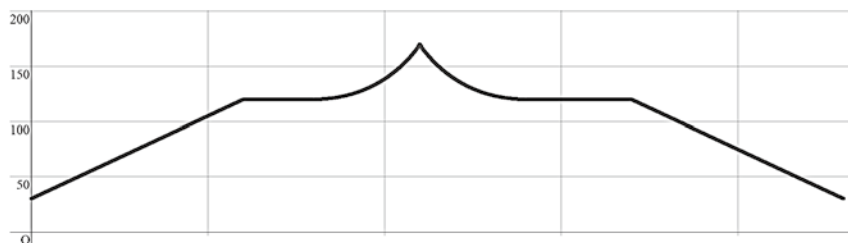
[2] (解決) ロボットの動作から、横軸が時間で縦軸が距離のグラフをかいてみよう。



[3] (ふり返り) グラフをより正確にかくには、他にどのような情報が必要でしょうか。

グラフからロボットの動作を特定しよう！

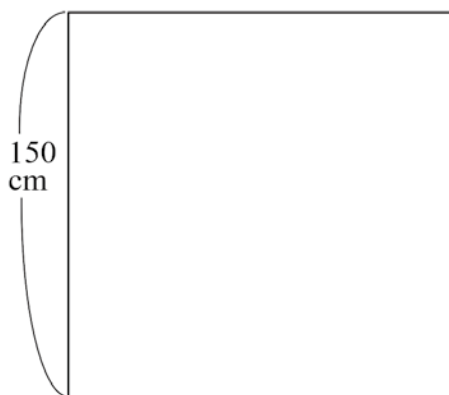
問題B 下のグラフは、あるロボットの動作を表しています。このロボットの動作はどのような動作か予測し、図示しよう。



[4] (条件整理) 条件を整理して、必要な仮定を設定しよう。

[5] (解決) グラフから、下の枠内にロボットの動作をかいてみよう。

[6] (ふり返し) より正確にロボットの動作を予測するには、他にどのような情報が必要でしょうか。



(感想)

() 組 () 番 名前 ()

ロボットの動作からグラフを予測しよう！

150 cm 四方の壁で囲んだ場所で、ロボットが動作しています。ロボットは、図 1 のように、前方の壁から 130 cm 離れた場所から 5 秒間かけて 100 cm 前進しています。このとき、ロボットから前方の壁までの距離の値は減少し続けるため、時間と距離の関係は表 1 のようになります。

また、表 1 を用いて、横軸が時間で縦軸が距離のグラフをかくと図 2 のようになります。

表 1 ロボットから前方の壁までの距離の値

時間 (秒)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
距離 (cm)	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30

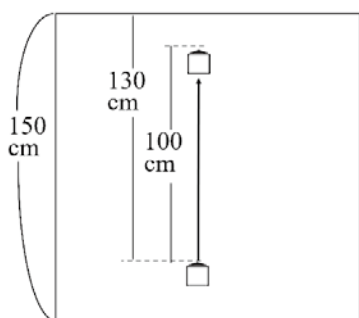
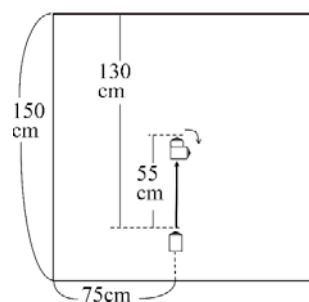


図 1 ロボットの動作



図 2 ロボットが前進したときのグラフ

問題 A ロボットは、左の壁から 75 cm、前方の壁から 130 cm の場所から動き始めます。ロボットは、まず前方に 55 cm 進んで停止しました。その後、ゆっくりと右に 90°回転して停止しました。このときのロボットから前方の壁までの距離の変化を、グラフで表してみよう。



1 (条件整理) 条件を整理して、必要な仮定をしよう。

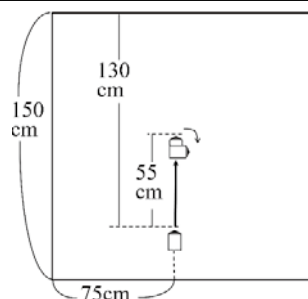
<解>

- ・ロボットが前進した後の前方の壁までの距離はどれくらいか
- ・ロボットが回転して、壁の角を向いているときの距離はどれくらいか
- ・ロボットが 90°回転したときの壁までの距離はどれくらいか
- ・ロボットが前進、停止、回転しているときの時間はどれくらいか
- ・ロボットが進む速さは一定とみなす。

など

ロボットの動作からグラフを描こう！

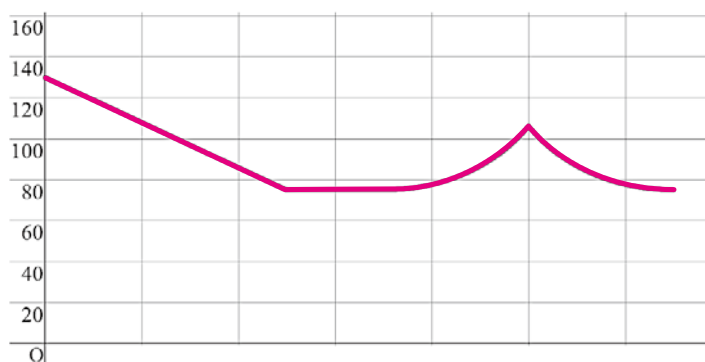
問題 A ロボットは、左の壁から 75 cm、前方の壁から 130 cm の場所から動き始めます。ロボットは、まず前方に 55 cm 進んで停止しました。その後、ゆっくりと右に 90°回転して停止しました。このときのロボットから前方の壁までの距離の変化を、グラフで表してみよう。



2 (解決) ロボットの動作から、横軸が時間で縦軸が距離のグラフをかいてみよう。

<解>

ロボットは、130 cm の場所から 55 cm 前進したから、距離の値は 130 から 75 へ減少し続ける。ロボットが停止しているときは、距離の値は一定である。ロボットが停止した場所は、動作する場所の中央である。また、停止した場所から壁の角までの距離は $75\sqrt{2}$ cm である。ロボットが 90°回転するとき、壁の角に向かって回転している間、距離の値は 75 から $75\sqrt{2}$ へ増加し続ける。一方、ロボットが、壁の角を向いた状態から壁に正対するように回転している間、距離の値は $75\sqrt{2}$ から 75 へ減少し続ける。よって、下のようなグラフになる。



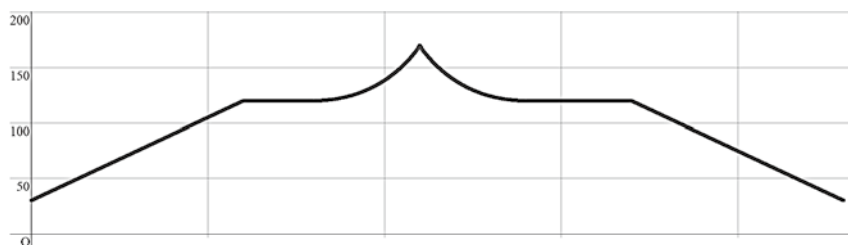
3 (ふり返り) グラフをより正確に描くには、他にどのような情報が必要だろうか。

<解>

- ・ロボットが前進、停止、回転しているときの正確な時間
- ・ロボットが回転しているときの、距離の値の変化
- など

グラフからロボットの動作を特定しよう！

問題B 下のグラフは、あるロボットの動作を表しています。このロボットの動作はどのような動作か予測し、図示しよう。



④（条件整理） 条件を整理して、必要な仮定を設定しよう。

<解>

- ・ロボットが動作を始めた場所はどこか
- ・150 cm 四方の壁で囲んだ場所で動作しているはずなのに、距離が 150cm を超えている部分がある。距離が 150 cm を超えるときは、どのような場合か
- ・ロボットの動作していた時間はどれくらいか
(ロボットの動作を図示するためには、必ずしも必要な条件ではない。)

⑤（解決） グラフから、下の枠内に
ロボットの動作をかいて
みよう。

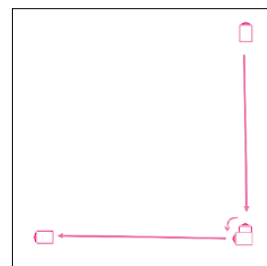
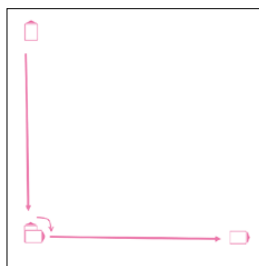
<解>

まず、距離の値が増加しているから、ロボットは前方の壁から後退している。次に、距離の値が一定であるから、ロボットは停止している。そして、距離の値が徐々に増加した後、徐々に減少して元の距離の値に戻っているから、ロボットは動作した場所の対角線上で 90°回転している。さらに、距離の値が減少しているから、ロボットは壁に向かって前進している。また、右の2つの正答例のように、これらの条件を満たす動作は複数存在する。

⑥（ふり返り） より正確にロボットの動作を予測するには、他にどのような情報が必要でしょうか。

<解>

- ・ロボットが動作を始めた場所
- ・ロボットの動作していた時間
- ・より細かいグラフの目盛り
など



等

(感想)

参考資料

ロボットが、制御する場所の中央で、壁に正対した状態から 90° 回転するとき、壁の角に向かって回転している間、距離は増加し続ける。ロボットが回転する角度を θ 、壁までの距離を y とすると、正対した状態のときの距離が 75 であるから $y = \frac{75}{\cos \theta}$ ……① とおくことができる。回転した時間を x とおき、3 秒間で 45° 回転したと仮定すると、 $\theta = 15x$ ……② となる。①と②より、

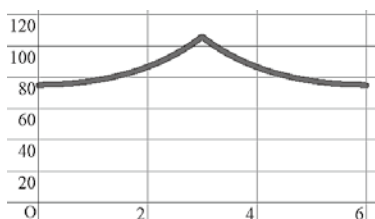
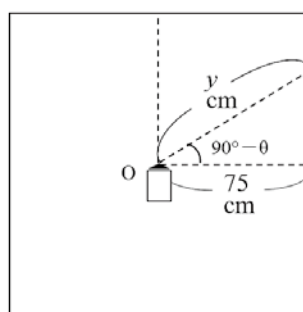
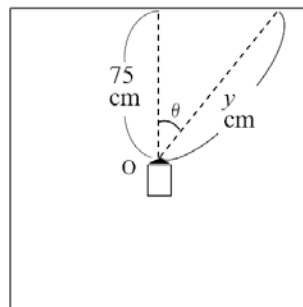
$$y = \frac{75}{\cos 15x} \quad (0 \leq x \leq 3) \cdots \cdots ③$$

を導くことができる。

また、ロボットが、壁の角を向いた状態から壁に正対するように回転している間、距離は減少し続ける。このとき、 $y = \frac{75}{\cos(90^\circ - \theta)}$ とおくことができる。3 秒間で回転したと仮定すると、

$$y = \frac{75}{\cos(90^\circ - 15x)} \quad (3 \leq x \leq 6) \cdots \cdots ④$$

を導くことができ、③と④よりグラフは右の図のようになる。



引用・参考文献

塚原康介・松寄昭雄（2014）「教具レゴを用いた実験・観察型アプローチによる数学授業設計－教育版レゴ®マインドストーム®EV3 によるデータロギング－」『日本科学教育学会第 38 回年会論文集』 pp.573-574

塚原康介・松寄昭雄（2016）「ロボットの動作とグラフの関連づけを意識したモデリング調査の結果報告－教育版レゴ®マインドストーム®EV3 のデータロギング機能とグラフ関数電卓のトレース機能に着目して－」『日本科学教育学会研究会研究報告』 vol.31 No.4, pp.61-66

Tsukahara, K., & Matsuzaki, A. (2017). A study of evaluation for modelling on the premise of using ICTs: Focus on function of LEGO ® MINDSTORMS ® EV3 and graphing calculator, *International Journal of Research on Mathematics and Science Education* , 5, 11-18.

() 組 () 番 名前 ()
