

プラレールで数学しよう!

< 1次関数の利用 >



「プラレールで数学しよう」学習事項

I 一次関数の利用 …… 1

身の回りにある時刻表から、その特徴を知り、プラレールを用いて車両の動きを観察・実験を通し、ダイヤグラムを作って車両のすれ違いの様子を予測しよう。

II 総合的な学習と連携して探究活動 …… 9

明治以降、鉄道が日本にもたらした様々な影響について幅広く考えて、発表できるようにまとめよう。

III 総合的な学習と連携して発表活動 …… 10

IIで取り組んだことを、発表しよう。

<基本編学習資料>

里奈さんは、鉄道を使うことが多いので、調べてみると時刻表にはいろいろな表し方があることが分かりました。いろいろな時刻表から読み取れる情報を考えてみよう。

例1 駅やホームでよく見る表し方は、図1のようなものです。

この表し方だと、どんな時に使うと便利かと考えてみました。

駅を発車する時刻がすぐに分かったり、その電車の行き先が分かり易いと思いました。

他にどのような情報が分かるか考えてみました。

知りたいけれどわからないこともありました。

どのような特徴があるか、考えてみよう。

平成29年1月21日改正		平日	平成29年1月21日改正		平日
時	新宿・荻窪方面		時	池袋方面	
5	05	13 19 30 39 46 52 58	5	00	20 31 39 45 50 56 59
6	04	10 16 22 27 31 36 41 46 50 54 57	6	05	11 18 21 24 30 35 40 43 46 50 55 58
7	01	05 08 11 14 16 19 22 25 27 30 32 34 36 39 41 43 45 48 50 52 54 56 58	7	01	04 06 09 12 15 17 20 22 24 26 28 31 33 35 37 40 42 44 46 48 50 52 53 56
8	00	02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48	8	01	03 05 07 09 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 57
9	00	02 04 06 08 11 13 16 19 22 24 27 30 33 37 40 43 47 50 53 56 59	9	00	02 04 09 11 13 15 20 22 26 29 33 35 39 43 45 48 50 55 58
10	02	05 08 11 14 18 21 25 29 33 37 41 45 49 53 57	10	00	03 08 11 16 18 24 26 31 35 39 43 47 51 55 59
11	01	05 09 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53 57	11	03	07 11 15 19 23 27 31 35 39 43 47 51 55 59
12	01	05 09 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53 57	12	03	07 11 15 19 23 27 31 35 39 43 47 51 55 59
13	01	05 09 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49 53 57	13	03	07 11 15 19 23 27 31 35 39 43 47 51 55 59
14	01	05 09 13 17 21 25 29 34 37 41 45 49 53 57	14	03	07 11 15 19 23 27 32 35 39 43 47 51 55 59
15	01	05 09 13 17 21 25 29 33 36 39 42 45 48 51 54 57	15	03	07 11 15 19 23 26 28 31 35 38 40 43 47 50 53 56 59
16	00	03 06 09 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 41 44 46 48 51 53 56 58	16	02	05 08 11 14 17 20 23 25 28 31 33 36 38 40 43 45 48 50 53 55 57
17	01	03 05 08 10 13 15 17 20 22 25 27 30 32 34 37 39 42 44 46 49 51 54 56 59	17	00	02 05 07 09 12 14 17 19 22 24 27 29 31 34 36 38 41 43 46 48 51 53 55 58
18	01	03 06 08 11 13 15 18 20 23 25 28 30 32 35 37 40 42 44 47 49 52 54 57 59	18	00	03 05 07 10 12 15 17 20 22 24 27 29 32 34 36 39 41 44 46 49 51 53 56 58
19	01	04 06 09 13 16 18 21 25 28 30 33 37 40 42 45 49 52 55 59	19	01	03 05 08 10 13 15 18 20 22 25 27 30 32 34 37 39 42 44 47 49 51 54 56 59
20	02	04 07 11 14 17 20 25 29 33 37 41 43 47 50 53 57	20	01	03 06 09 12 15 18 21 25 27 30 33 37 39 42 45 49 53 57
21	01	05 09 13 18 22 27 32 35 39 43 46 51 55	21	01	05 08 11 15 19 23 28 31 35 38 43 48 53 58
22	00	04 09 14 18 22 27 31 36 41 46 51 56	22	03	07 12 17 21 26 30 35 39 44 49 53 57
23	00	05 08 13 18 22 27 32 37 44 51	23	02	06 11 16 21 26 31 37 43 49 55
0	00	09	0	01	09 17 26 35

図1 駅においてある時刻表

(1) この時刻表はどのような表し方をしているか特徴を考えよう。

表の一番左の縦に並んだ白抜き数字は何を表しているか。

1 時間毎の数字が書かれている。

表のそれぞれの行に横に並んでいる数字は何を表しているか。

左に書かれている時間の中で電車が発車する時刻が書かれている。数字の上には行き先などの情報も書かれている。右下の四角い枠に凡例（はんれい）が書かれている。

(2) このような表し方の時刻表からはどのような情報が読み取れるか

時刻表が書かれている駅を、何時何分にどこ行きの電車が発車することがわかる。

例2 里奈さんが本屋さんで売っている時刻表を開くと図2のように表されていました。数字の表し方に特徴があることが分かりました。この表し方だと図1の時刻表では分からない情報も読み取ることができることが分かりました。

図3は図2をもとに情報をまとめたものです。どのような特徴があるか、考えてみよう。

(1) この時刻表はどのような表し方をしているか特徴を考えよう。

左側の①の欄にはどのような情報が書かれているか

駅名が書かれている。

左側の②の欄にはどのような情報が書かれているか。

発車するか付くかが書かれている。

図2 市販されている時刻表

列車名	こだま	ひかり	のぞみ	のぞみ	みずほ	のぞみ	ひかり	のぞみ	こだま	のぞみ	ひかり	のぞみ	さくら	こだま	こだま	のぞみ	さくら
	601	401	1	3	701	5	403	7	603	9	405	11	501	605	607	13	503
東京	発					606		616		620	626	630			633	643	
品川	発					613		623		627	634	637			640	651	
新横浜	発	600	611	618		625		634		639	646	649			652	702	
小田原	発	615									704				708		
熱海	発														717		
三島	発													651	727		
新富士	発													703	741		
静岡	着	640												714	754		
掛川	発	607	641						638					717	756		
浜松	発	621							657					732	811		
豊橋	発	632							710					749	827		
三河安城	発	645							725		759			806	845		
名古屋	着	700							738					825	903		
岐阜羽島	着	710	724	728	734	742		751	749	801	818	811		839	915	823	
米原	着	712	725	729	735	744	737	752	756	803	820	813		846		824	
京都	着	723					747		812		834			858			
新大阪	着	736					800		827		848			912			
新神戸	着	737					803		831		854			914			
西明石	着	756	759	802	808		819	822	826	851	838	914	848	934		858	
相生	着	757	800	803	809		820	823	827	852	840	916	849	936		900	
岡山	着	810	812	816	822		833	836	840	906	853	930	903	950		913	
新倉敷	着		814	818	824	835	835	839	842		855	905	914				918
福山	着		829	832	837	848	848	852	855		908	918	927				
新尾道	着		845					905									
三原	着		858			904		916					944				
東広島	着							939									
広島	着		916	904	909	923	923	954	927	938	950	1003					1007
	着		917	905	910	924	924	955	928	939	951	1004					1008
	着			933				1012				1008	1021				1025
	着																
	着																
	着		956	941	949	959	959	1035	1003	1014	1031	1043					1047
	着			942	950	1000	1000		1004			1032	1044				1048

図3 図2に書かれている主な情報

① ② ③

(2) どのような情報が読み取れるか考えよう。

③のように縦に並んでいる数字は何を表しているか。

駅の発車時刻が書かれている。駅によっては着く時刻が書かれている。

③に書かれている数字はどのように読み取るか。

時刻の書き方が特別。ひかり401号は新横浜駅を発車する時刻が「600」とかかかれている。「6時のこと」
 その他例 列車ごとに駅を通る時刻が分かるようになっている。

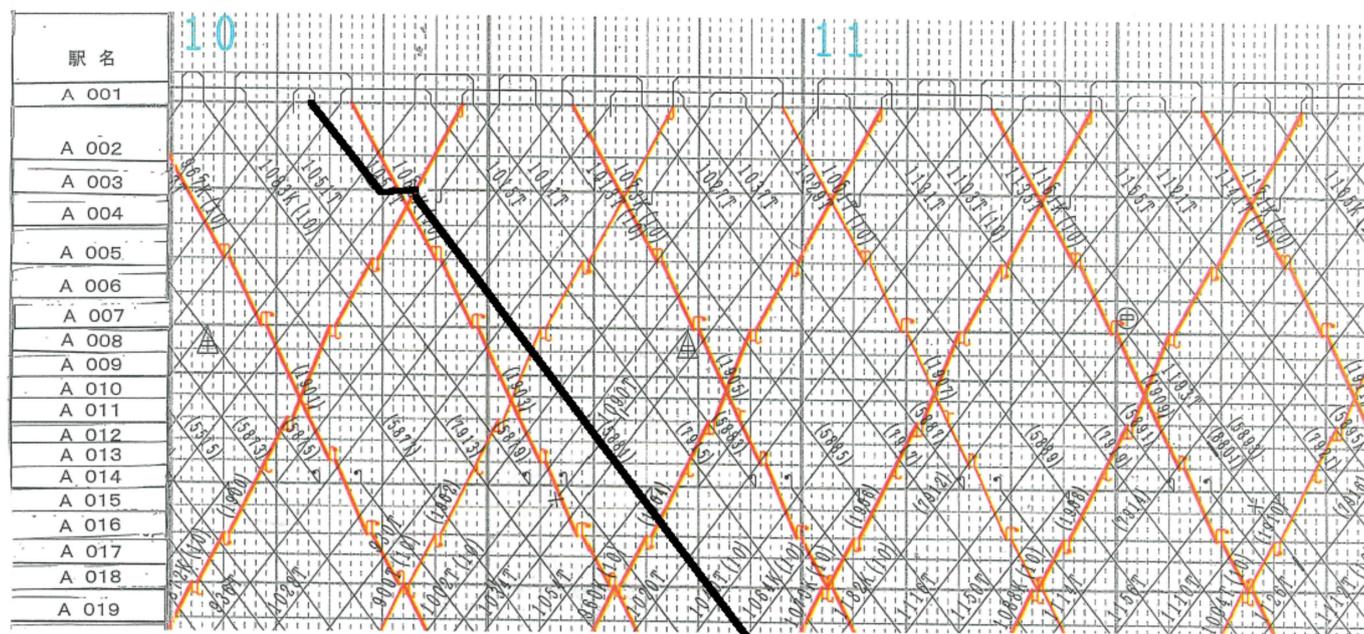
後から発車した列車が追い越すことも分かる。どこからどこに行く列車かが分かる。

その列車の始発駅と終点の駅が分かる。大きな駅では停車している時間も分かる。
 新横浜駅を6時11分、6時18分に発車したのぞみは、8時に発車したひかりを広島駅に着くまでにどこかで追い越している。

例3 里奈さんが駅で駅員さんに、自分が行きたい駅に、後から来る急行電車の方が先に着くかどうかを聞いたら、図3（資料p.11参照）のようなものを見て、教えてくれました。

調べてみると、これはダイヤグラム（列車運行図表）といって、電車の動きが詳しく分かる図だと知りました。横軸には時刻が、縦軸には駅の位置と距離が書かれていました。電車の動きはいろいろな直線の組み合わせで表されているようでした。

どのような特徴があるか考えてみましょう。



↑ ① 図4 ダイヤグラム（列車運行図表）

①

(1) どのような表現になっているか考えてみよう。

左の①の欄の縦には何が書かれているか。

駅名

一番上に横に並んでいる数字（10, 11）は何を表しているか。

10時, 11時を表している。

斜めの線は何を表しているか。どのような線か。

電車の動きを表している。駅と駅の間電車の動きは直線で表されている。

直線の傾きの符号が反対で交わっているものはそこですれ違うことを表している。

傾きの符号が同じものは同じ方向に走っていることを表し、交点は追い越しを表す。

(2) どのような情報が読み取れるか考えてみよう。

ある駅を通る時刻は、どのようにして分かるか。

斜めの線と横の線の交点をみればその電車を通る駅の時刻がわかる。

なれないとわかりにくい。

例えば A001 駅を 10 時 17 分に出た電車は上から 2 つ目の A003 駅で止まっている電車を追い越す事がわかる。

上にある駅から発車する電車と、下にある駅から発車する電車の両方の様子がわかる。

その時刻に走っている全部の電車の様子がわかる。

(3) 一次関数との関連はどのように考えられるか。

駅と駅の間電車の動きが直線で表せると、一次式で表すことができる。

<ダイアグラムの利用>

里奈さんは、ダイアグラムや一次関数の考え方を使えば、家にあるプラレールの車両がすれ違う位置と時間を求められると考えました。

里奈さんに代わって、皆さんでプラレールを使った次のような実験や観察をして実際に求めてみましょう。

<プラレールで車両の動きを計測して、考えてみましょう>

- [課題] ①プラレールですれ違いのできる線路（複線と言います）を組み立てて、2種（速い及び遅い）の車両がA駅とB駅から同時に発車した時に、2種の車両がすれ違う位置と発車してすれ違うまでの時間を、実験して計測しよう。
- ②車両の動きを計測して得られたデータをもとにダイアグラムをかき、2種の車両がすれ違う位置と発車してすれ違うまでの時間を求めよう。
- ③1次関数の考え方を利用して、2種の車両がすれ違う位置と発車してすれ違うまでの時間を求めよう。
- ④結果を考察して、ダイアグラムを使って求めるよさについて、考えてみよう。

<実験で使うプラレール全体図>

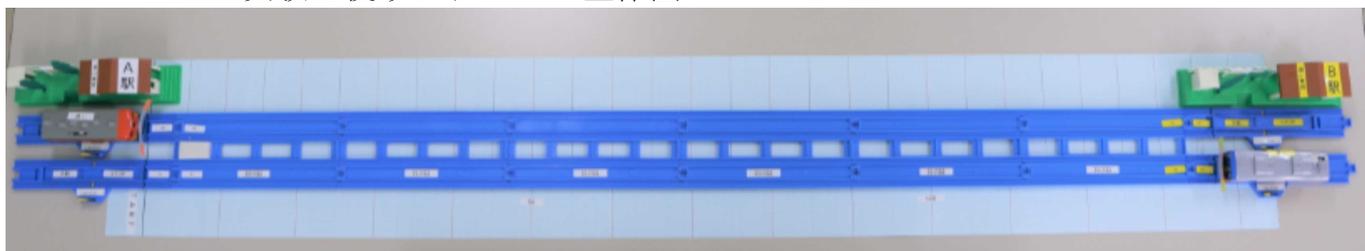


図 5

各 部 品	
<p>ストップレール (黄色のつまみがある。なお、写真は2本のストップレールが平行に並んでいる様子。)</p> <p>図 6</p>	<p>複線用レール (レールが2本、左右に並んで結合されている)</p> <p>図 7</p>

実習キット 方眼紙（スタート線、固定用マジックテープ付き）ストップレール4本、複線用レール6本、レール固定用消しゴム、駅2つ、車両2両（遅い・速いの2種）、金属ストッパー1個、電卓、ストップウォッチ1台（ストップウォッチの使い方は先生に聞いてください）

<実験> 実習キットを使って、4人グループで次のように実験・観察をしてみよう。

グループのメンバー _____

役割分担例 スタートの指示とすれ違ったときの時間計測：1名，すれ違う位置を見てマークをする人：1名，2種の車両をスタートさせる人それぞれ1名

セットの組み立て方

- ① 方眼紙を敷く
- ② 方眼紙の「START」の線に、A駅のストップレールの黒い線を合わせて、置く。(図8)
- ③ 複線レールを組み立てて、ストップレールとつなげる。方眼紙の長い辺に平行な黒い直線にレール全体を合わせる。ストップレールのレバーはすべて「STOP」の位置に。
- ④ レールを固定する：レールの位置が決まったら、A駅から1つめのレールの間の枠にあわせて固定用消しゴム（マジックテープの付いている面を下にする）をはめて、方眼紙に付いているマジックテープと合わせる。(図9)
- ⑤ 車両の先頭部に、すれ違いが分かるように右側で触れ合うように付せんを付ける。



図 8



図 9

実習(1) すれ違う位置と時間を計測しよう

実験方法

- ① 車両を置く：A駅には速い車両(図10)、B駅には遅い車両を置く(図11)。「START」のシールが張られたレールの上に置く。このとき、車両の先頭を黒い線に合わせることに！！

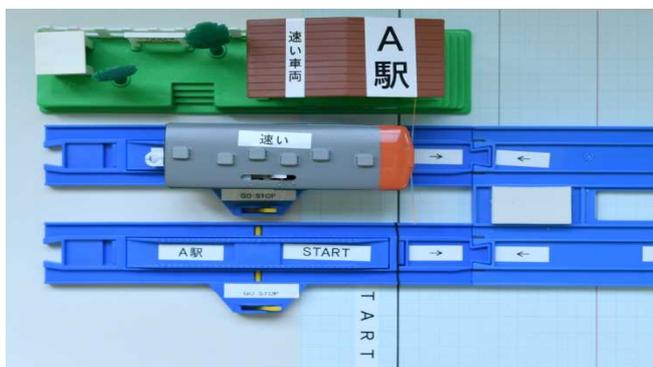


図 10

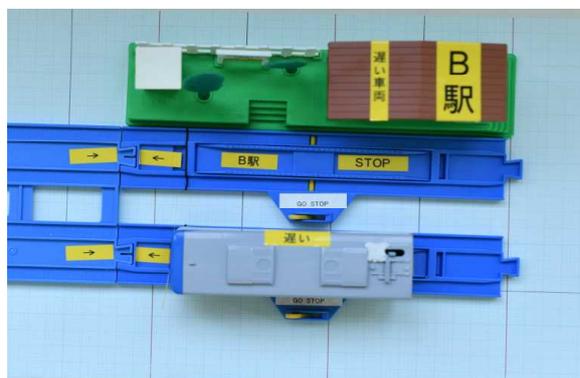


図 11

- ② A・B 両駅の「ストップレバー」(黄色のレバー)を、同時に「GO」の方に倒す。する

と、2種の電車は同時に発車する。発車したと同時に、ストップウォッチのスタートボタンを押す。(スタートの合図はストップウォッチの人がする)

- ③ すれ違う位置と時間の両方を計測する。2種の車両の前端に付いている付せんが触れ合った瞬間とその位置を、「すれ違う時間」及び「すれ違う位置」とする。すれ違った瞬間に、ストップウォッチのストップボタンを押す(すれ違うまでの時間の計測)。すれ違う位置がはっきりわかったら、その位置を方眼紙にマークする。すれ違う位置までの距離(A駅からの距離)を計測する。

すれ違う位置：実測値 cm 発車してからすれ違うまでの時間：実測値 秒

車両の置き方は、次の実習(2)と(3)も実習(1)と同じとします。

実習(2) ダイアグラムを作ってすれ違う位置と時間を求めよう。

実習(1)の観察ではすれ違う位置と時間をはっきり確認することは難しい。データをとってダイアグラムを作ることで、これを予測してみよう。なお、車両が走る距離は、A,B両駅に貼られた黒い線の間(約137cm)です。

1. 実験方法

- ① 実習(1)①と同じように車両を置く。
② ③で走らせる速い車両を止めるための「車両止め」を、B駅に置く(図12)。このとき、車両止めの端を、レールの黒い線に合わせること!!(図13)(車両の走る距離を約137cmに合わせるため)



図 12



図 13

かかる時間の計測

- ③ A駅の「ストップレバー」(黄色のレバー)を、「GO」の方に倒す。すると、速い車両は走り始める。発車したと同時に、ストップウォッチのスタートボタンを押す。
④ 速い車両が、車両止めに衝突した瞬間に、ストップウォッチのストップボタンを押す。→速い車両がA駅からB駅までの約137cmを走るためにかかる時間を計測できる(小数第一位まで求める)。
⑤ 遅い車両(B駅からA駅まで走る)でも、①から④までの方法で時間を計測する

速い車両：A駅からB駅までの走行時間 約 3.0 秒

遅い車両：B駅からA駅までの走行時間 約 5.0 秒

2. ダイアグラムの作成

- ⑥ ④と⑤で得られたデータから、速い車両がA駅からB駅まで、遅い車両がB駅からA駅まで走る様子を、10ページの記録用方眼紙にダイアグラムで表す。
- ⑦ 2種車両がすれ違う位置と（A駅からの距離）と、発車してからすれ違うまでの時間を、ダイアグラムから求める。

直線の交点の座標(1.9, 85.7)から

すれ違う位置：A駅から約85.7cm 発車してからすれ違うまでの時間：約1.9秒

実習(3)一次関数の考え方を使ってすれ違う位置と時間を予測しよう。

- ① 発車してからの時間を x (秒)として、A駅からの距離を y (cm)として、それぞれの車両の動きを、式で表してみよう。（*例ではAB間は137.6cm）

速い車両がA駅を発車してからの時間と距離 $y=45.9x$ ($137.6 \div 3.0 = 45.86$)

遅い車両がB駅を発車してからの時間とA駅からの距離 $y=-27.5x+137.6$ *
($137.6 \div 5.0=27.5$)

- ② ①の式から、2種の車両がすれ違う位置（A駅からの距離）と発車してからすれ違うまでの時間を求める（小数第一位まで求める）。

①を連立方程式として解いて(1.87, 85.8)。

これから発車して約1.9秒後にA駅から約85.8cmのところですれ違う

すれ違う位置：A駅から約85.8cm 発車してからすれ違うまでの時間：約1.9秒

<記録> それぞれの結果を下の表に記入して、比べてみよう

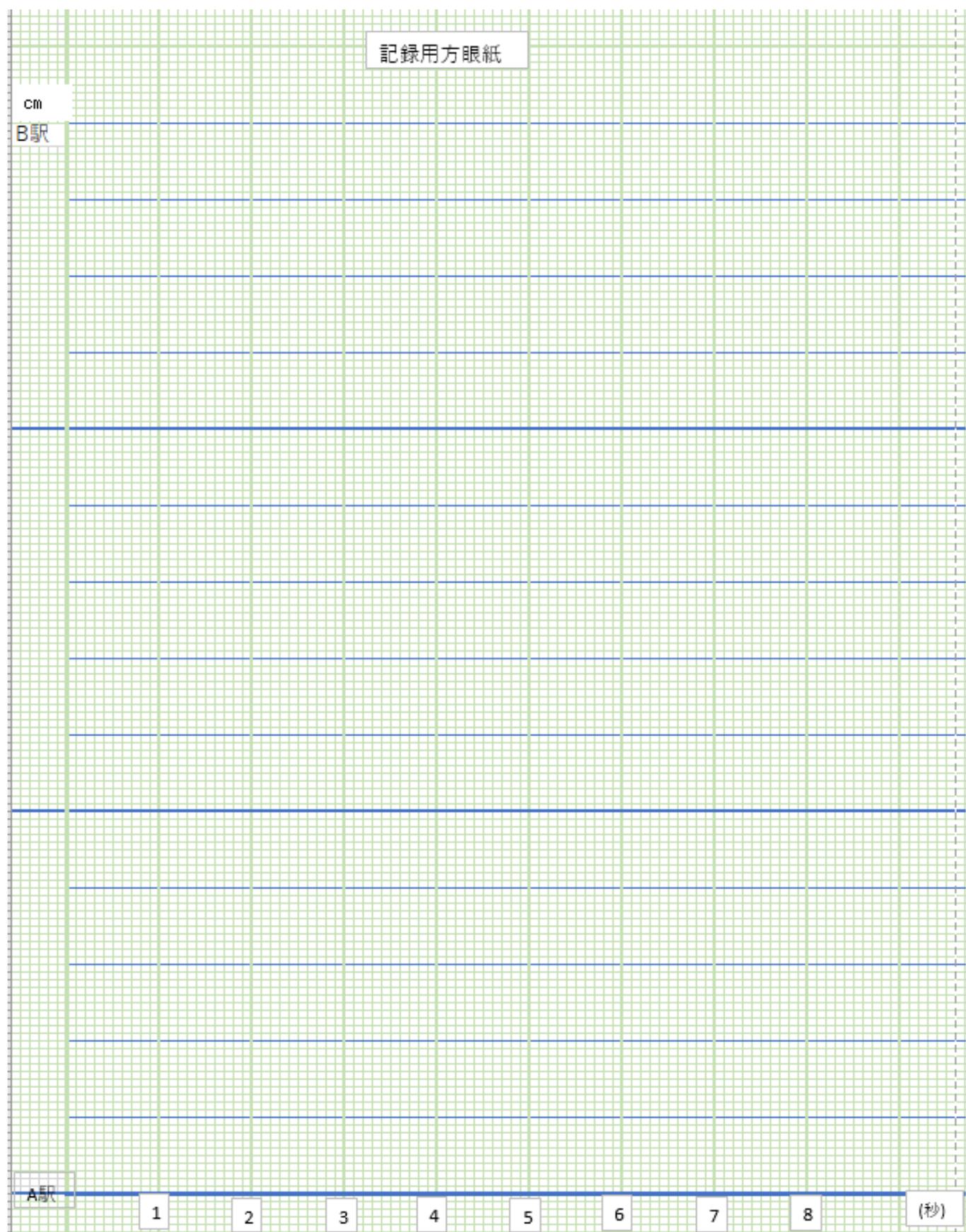
	実習(1)の実験で計測したもの	実習(2)ダイアグラムから予測したもの	実習(3)連立方程式から予測したもの
すれ違う位置 (A駅からの距離)(cm)		85.7 cm	85.8 cm
発車してからすれ違う時間(秒)		1.9 秒	1.9 秒

実習(4) A駅からのすれ違う位置の予測結果3つを方眼紙に書き込んでA,B両駅から走らせてみよう。

プラレールが敷いてある方眼紙に、上の3つの記録で得られた、すれ違いが起こると予測したA駅からの位置に、STARTの線に平行になるように3つの直線を引く。もう一度A,B両駅から同時に発車させて、すれ違いの実験をして観察しよう。3通りの結果から、ダイアグラムを作って予測するよさを話し合ってみよう。

例：発車する駅を決めると距離が決まるから、それぞれの車両が駅間を走るのにかかる時間がわかればダイアグラムが描け、すれ違う位置と時間を視覚的に見ることができる。

記録用方眼紙



Ⅱ [総合的な学習の課題] <探究活動>

これまでは、時刻表について一次関数の利用として取り組んできたが、1872年に日本で初めて鉄道が新橋・横浜間で運行されてから約150年。特に江戸時代末や明治時代からの鉄道の黎明期における歴史や、現代の鉄道の役割や・課題、未来の鉄道などについて、グループでテーマを設定し、調査しまとめて発表しましょう。

進め方の例

1. テーマを決める
2. 資料の収集方法の計画をたてる
3. 資料を集め、整理して分析しよう
4. 自分の考えを整理してまとめよう

まとめ方の例

1. テーマ・動機
2. 調べた方法・調べたこと
3. わかったこと
わからなかったこと
4. 感想やもっと調べたいことなど
5. 参考文献など

Ⅲ. [総合的な学習] <発表活動> グループ内発表・クラス内発表 (項目例)

Ⅱで探究した内容をグループやクラスで発表しよう

<発表活動の例>

- ・進行役や発表者を決めます

発表を聞いて次のような項目についてまとめよう。

- ・発表テーマ
- ・発表内容
- ・発表方法で工夫していたこと
- ・発表を聞いての感想

発表を聞いての話し合いをしよう。

お茶の水女子大学
理系女性教育開発共同機構
2018.7