

I <プラレールで数学しよう 基本編> 7月改訂版

<一次関数の利用>総合的学習の時間と連携して

☆ 1次関数の利用として、2 駅間をプラレールの模型車両（以下 車両）を走らせ、すれ違う位置を予測する。

車両の走行状態を観察・実験・実習を通して求め、ダイヤグラムの作成と1次関数として式で表すことで数学的に解決する事を試みる。

学習内容・生徒の活動の、『』内は教師のことば（発問、反応）、「」は生徒の質問・反応等である。

留意点の略号 評価の観点に対応

知：知識、技：技能、思：思考、判：判断、表：表現、姿：取り組む姿勢

I <プラレールで数学しよう 基本編>

本時の指導

☆車両の走行状態を観察・実験を通してダイヤグラムを作成して、車両のすれ違う時間と位置を求める。

課題・発問	学習内容・生徒の活動	指導上の留意点・評価
<p>第1次 『これまで一次関数について学習してきましたね。この考え方が日常生活でどのような場面でいかされているか見てみましょう』 『次の2時間では日本における鉄道がもたらした様々な影響についてグループで活動し調べてまとめて、発表してもらいます。』</p>		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>課題提示 日常生活における鉄道を利用するときの時刻表について提示する。 駅にあるもの、市販されているもの、鉄道関係者が使用しているダイヤグラム（列車運行図表）を提示し、それぞれの表現の特徴を理解する。</p> </div> <p>『テキストを見てください』<それぞれの時刻表をパワーポイントに取り込んだものを提示></p> <p>例1 『例1を見てください。駅においてある時刻表(図1)ですね。ホームにも同じような形式で表示されています。』（実物を書画カメラで提示）</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>『どのように表されていますか。左の縦に並んだ白抜きの数字は何を表していますか』 「何時かが書いてある」</p> </div> </div> <p>図1</p> <p>『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ますか。』 「その時間の何分に電車が発車するかの時刻が分かるようになっていきます。」「数字の上に行先の印が書かれています」 『これを見ると、どのような情報が読み取れますか』 「その駅を発車する時刻」「どこ行きか」</p>	<p>課題をとらえようとしている（姿）</p> <p>日常生活と関連づけている（知・技）</p> <p>表現の特徴を理解している（知）</p>

例2 『例2を見てください。』(図2) (実物を書画カメラで提示)

図2

『これは本屋さんでも売られている時刻表です。どのような表現になっているか見てみましょう。どのように読み取れば良いでしょう。』『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。』『図3は図2から必要な情報を抜き出した資料です。左

表現の特徴を理解している(知)

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																
品川	発																
新横浜	発																
小田原	発	600	611	618		606	613	623	620	626	630			633	643		
熱海	発	615				613		623	627	634	637			640	651		
三島	発					625		634	639	646	649			652	702		
新富士	発									704				708			
静岡	発	640												717	727		
掛川	発	607	641											703	741		
浜松	発	621												714	754		
豊橋	発	645															
三河安城	発	700															
名古屋	発	710	724	728	734	742			638					717	756		
岐阜羽島	発	712	725	729	735		744	737	657					732	811		
米原	発	723						752	710					749			
京都	発	736						800	725	759				806	845		
新大阪	発	737						803	738					825	903		
西明石	発	756	759	802	808		819	822	756	803	820	813		839	915	823	
姫路	発	757	800	803	809		820	823	827	852	840	916	849	846	824		
相生	発	810	812	816	822		833	836	840	906	853	930	903	936	900		
岡山	発													950	913		
新倉敷	発	814	818	824	835	835	839	842	855								918
福山	発	829	832	837	848	848	852	855	908					905	914		931
三原	発	845							918	927				918	927		948
東広島	発	858							944					944			1007
広島	発	916	904	909	923	923	954	927	938					1003			1008
	発	917	905	910	924	924	955	928	939					1004			1048
	発	933							1008	1021							1025
	発																1047
	発	956	941	949	959	959	1035	1003	1014					1031	1043		1048
	発													1032	1044		

側①の欄にはどのような情報が書かれていますか。』

『駅名です』
『②の欄にはどのような情報が書かれているか』

『その駅を発車するのか駅に着くのか書かれている』

『そうですね』
『どのような情報が読み取れるか考えてみましょう。』

図3

『③のように縦に並んでいる数字何を表していますか』

『ある列車が起点から終点まで走る様子』

『時刻の数字の書き方が特別なようです』『3桁か4桁の数字です』

『読み取りの方法が分かりますか』

『640とあったら6時40分のことです』

『縦に書かれているのはどんな意味がありますか』

『たとえばのぞみ3号が東京駅6時に発車して広島駅に着くまでのそれぞれの駅を発車する時刻がわかります。』

『そうですね。他に読み取れる情報はありますか』

『後から来た電車が追い越すかどうかはわかります。』

『たとえばひかり401号は8時14分に新大阪を発車して岡山に9時16分に着きますが、のぞみ1号、3号は、後から発車して岡山には先に着きます。どこかで追い越しています』

『よく読み取れましたね。』

『他にはどうですか』

<発言を促す>

例3 ダイヤグラム(列車運行図表) 図4を提示

『例3にあるような経験を里奈さんはしました。』(実物を書画カメラ

表現の特徴を理解して

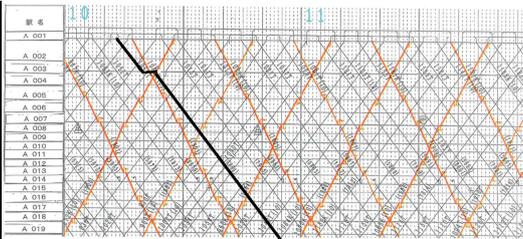


図 4

のです。ここではダイヤグラムと呼んでいきましょう。列車の運行の様子が一目で分かるように表したものです。どのように表現されているかみてください。』

(1) どのような表現になっているか考えてみましょう。

『左の①の欄の縦には何が書かれていますか』

「駅名」

『②の欄の縦には何が書かれていますか』

『一番上に横に並んでいる数字 10,11 は何を表していますか。』

「10 時、11 時を表しています」「縦の線は 1 分ごとに引かれている」

『斜めの線は何を表していますか。どのような線ですか』

「電車の動き」「駅と駅間の電車の様子は直線で表されている」「直線がつながっている」「水平なところもあります。」

<発言を促す>

「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しています。」

「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」。

(2) 『どのような情報が読み取れるか考えてみましょう』

『ある駅を通る時刻はどのようにしてわかりますか』

「斜めの線と横の線の交点をみればその電車がある駅を通る時刻がわかります。」

「その時刻に走っている全部の電車の様子がわかる。」

「後から来た電車が前の電車が駅で止まっているときに追い越したり、走りながらすれ違ったりする場所もわかる。」

「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ことがわかります。」

『他に読み取れることはありますか』

<発言を促す>

「見てぱっとわからないから今までの数字で表されているのよりはわかりにくいです」

『そうですね。でも、私たちが鉄道を使うときの情報は全部これで読み取れます。』

<基本的にはダイヤグラムを読み取れば列車の運行はすべてわかることを伝える>

(3) 『一次関数との関連はどのように考えられますか』

で提示)

『これも時刻表ですが見たことありますか』

「ありません」「あります」

『これは駅員さんが持っているもので、列車運行図表とかダイヤグラムとよばれているも

る(知)

読み取りができる(技)

<p>『ダイヤグラムと一次関数を関連づけて考えられますか。』 「電車の動きが直線で表せるので、x と y の一次式で表せることができます。」</p>	
<p>＜ダイヤグラムの利用＞ 『これまでいろいろな時刻表の表し方をみてきましたが、里奈さんはダイヤグラムは列車の運行が一目で分かるので便利だと思いました。そこでダイヤグラムを使って、家にあるプラレールですれ違いの位置と時間を求められると考えました。プラレールで車両の動きを観察して本当にすれ違いの位置と時間がわかるか実際にレールを敷いてチャレンジして見ようと思いました。 これから皆さんには、里奈さんにかわって、プラレールを使って観察実験をしてもらいます。2 つの車両がすれ違う位置と時間を、ダイヤグラムを使うなどで求めてみましょう。』</p>	<p>現実の問題を数学化しモデル化できる（思・表）</p>
<p>15分</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>展開課題演示 プラレールの車両の動きを観察する。 車両がすれ違う例を提示する。</p> </div>	<p>自分の課題として取り組み、作成する(技)</p>
<p>＜プラレールに車両を走らせる＞ ＜観察、実験＞ 生徒用机3脚を並べ、キットのレールを組み立て、レールの両端に駅を設置し、2つの駅から同時に発車するときのすれ違いの位置と時間がどのようなになるかを演示。車両の先頭に付いている付せんが触れた時を観察する。 目視では難しいことも見せる</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>展開課題提示</p> <p>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。</p> <p>②車両の動きを計測して得られたデータをもとにダイヤグラムをかき、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。</p> <p>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。</p> <p>④結果を考察して、ダイヤグラムを使って求めるよさについて、考えてみよう。</p> </div>	<p>課題解決に、計画的に取り組める（思・判）</p>

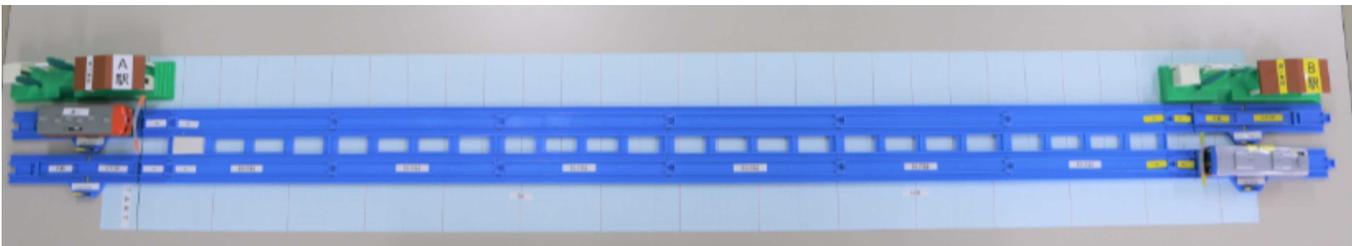
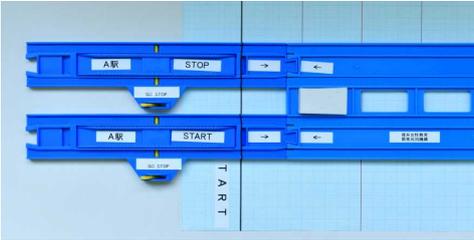


図 5

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>

<p>〈小グループによる活動〉</p> <p>『それではこれからレールと車両のセットを配付するので、グループでこの課題に取り組んでください。』</p> <p>『レールセットを組み立てて、3つの実習をしてください。』</p> <p>〈配付時の注意〉</p> <p>(レールを見せながら)『線路の組み立て方は、机を3脚つなげて図5のようにGO-STOPがかかれて黄色いストッパーがついているレール(ストップレール)を両端に付けて、すれ違いができるように複線レールを使って組み立ててください。』</p> <p>『駅やレールの配置は上のようなイメージになります。』</p> <p>『実験セットをとりに来てください。』</p> <p>実験セット 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教員が指導)</p> <p>〈配付後の注意〉</p> <p>『車両が走る距離は、車両の先頭がストップレールの黒い線の位置からもう一方の黒い線の位置までです。』</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験セットを配付し、課題に取り組む。 ・必要な用具も配付 	<p>主体性を持ちながらも協働して対話的に解決し、振り返り深い学びができる。(姿)</p> <p>分析を行うことが出来る(思・判)</p>
<p>25分 〈数学的活動〉 〈予想される生徒の活動〉</p> <p>〈観察・実験〉〈開始〉</p> <p>『次の3通りの方法で、それぞれすれ違う位置と時間を求めてください。』</p> <p>実習(1) 実際に車両を走らせて実験の観測を行う。</p> <p>実習(2) 時間のデータをとってダイヤグラムを作る。</p> <p>実習(3) 実習(2)のデータから一次関数の考え方を使って式で解決する。』</p> <p>『テキスト6ページを参考に、はじめに方眼紙を敷いてその上に実</p>	

験用レールを設置してください。』



図 8



図 9

セットの組み立て方

- ①机 3 脚の上に方眼紙を敷く
- ②方眼紙の「START」の線がA駅のストップレールの黒い線を合わせておく。(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に引いてある黒い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」の位置にしておく。
- ④レールを固定する：レールの位置が決まったら、1つめのレール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、方眼紙に付いているマジックテープに付け固定する。(図 9)

- ⑤それぞれの車両の先頭に、右側に出るように付せんを付ける

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！！

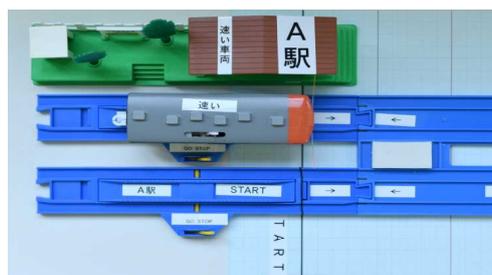


図 10



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 種の車両は同時に発車する。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。

『ストップウォッチで計測したり、レールの下に敷いた方眼紙にマー

実験からモデル化が出来る(思・判)

・数学的活動イ：数学を利用する活動を理解する(思・判)

クを付けて求めてください。結果をテキストに記録してください。』

＜実験継続＞

【これまでの実験で位置と時間が求められなかったグループへ衝突させることをアドバイスする。衝突場面を設定し、位置と時間を測る。『すれ違うとは、同じレールを向かい合って走らせたときにはどのような場面になるか考えて実験してみてください。』】

＜実験一時中断＞・実際にすれ違う場面を見なくても位置と時間を求める方法を考える

『**実習(1)**では実際に車両の動きから観察しましたが、どうすれば実際に見なくてもすれ違う位置と時間は「ここだ！」と言えるでしょうか。これまで学習してきたダイヤグラムや一次関数を使って、その位置と時間を求めることを考えてみましょう。**実習(2)(3)**を参考に求めてください。時間を測るときには、(示しながら) B 駅にこの金属のストッパーを、ストップレールの黒い線に合わせて車両止めにしてください。』

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。

＜実験再開＞以下必要に応じて助言

実習(2) ダイヤグラムを作ってすれ違う位置と時間を求めよう。

・それぞれの車両が走る時間を測る。赤文字はそれぞれの実測値に

『ダイヤグラムを作るためには、この実験で車両が走る時間を求めます。』

『時間を測るときは、スタートの指示する人はストップウォッチを持っている人です。』金属のストッパーが動かないようにする。

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 11)。

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に！！ (図 12) (車両の走る距離を約137cmに合わせるため)



図 11



図 12

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

身の回りの生活での数学の活かされ方を考える。(姿)

データを収集しダイヤグラムを作成できる(技)

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

『時間は小数第一位まで四捨五入で求めてください。』 **実習(2) 1 ⑤**

- ・得られたデータをもとに解決方法を検討する
- ・走行状態のモデル化。速さが一定であるからグラフは直線になる
- ・一次関数の考え方を適用する。
- ・車両の走行状態をダイヤグラムに表す

2. ダイヤグラムの作成

『2種類の車両が走る時間が測れたら、記録用方眼を使ってダイヤグラムをかいてみましょう。』 **実習(2) 2 ⑥**

『速い車両がA駅からB駅まで、遅い車両がB駅からA駅まで走る様子をダイヤグラムで表します。距離はA駅から測ります。』（数値は下記解決例参照）

（A駅を発車して約 3.0 秒で 137.6 cm に到着する直線 $(0, 0)$ と $(3.0, 137.6)$ を結ぶ直線と、B駅を発車して約 5.0 秒で x 軸に到着する直線 $(0, 137.6)$ と $(5.0, 0)$ を結ぶ直線を引く。）

『このダイヤグラムでは、すれ違う時間と位置が、直線の交点として読み取れます。』

- ・ダイヤグラムからすれ違う位置と発車してからの時間を求める。

（交点の座標を読み取る） **実習(2) 2 ⑦**

『結果をテキストに記録してください』

実習(3) 一次関数の考え方をを使ってすれ違う位置と時間を予測しよう。

- ・2台の車両の走行状態を、式で表す

『**実習(2)**のデータをもとにそれぞれの車両の動きを、時間を x (秒)、A駅からの距離 y (cm) として、式で表してみましょう』 **実習(3) ①**

《補足》【それぞれの直線の傾きが、 x の係数になる。切片はB駅から発車する車両は 137.6 にとる】（解決例参照）

・式で表したものから、連立二元一次方程式として解いて、数値解を求める。 **実習(3) ②**

- ・数値解とダイヤグラムから求めた交点の座標とを比較
- ・数値解を元に最終実験で確認

『結果をテキストに記録してください』

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。

『これまで求めたすれ違いが起こると予測したA駅からの位置に、方眼紙の目盛りを使って START の線に平行に直線を引きます。最終実験として、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てください。』

『3通りの結果から、ダイヤグラムを作って予測するよさを話し合ってください。』

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ヤグラムが描け、すれ違う位置と時間を視覚的に見ることができる。」

車両の走行を直線で表せる事を理解している（知、技）
走行状態をダイヤグラムで表せる（技）

直線を x, y の1次式で表し、交点を連立方程式の解として理解できる（知、表）

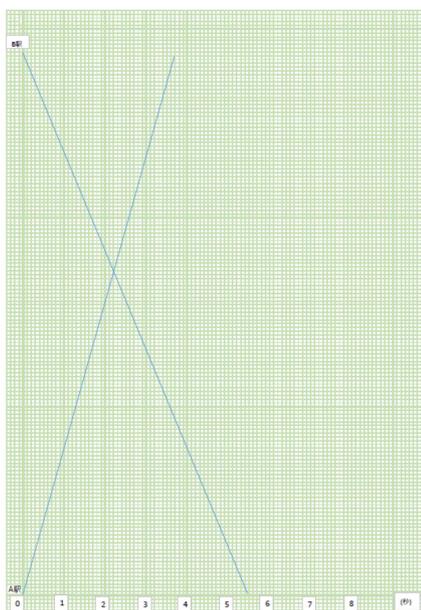
<予測して観察することで、観測も分かり易くなる>

☆『皆さんどうでしょうか。この実験観察を通して、プラレールの車両の動きの特徴を捉え、ダイヤグラムを書いて分析をしました。実際の鉄道も基本的には同じように必要なデータ、駅間の距離、列車の速さや時間などを集め、ダイヤグラムをかくことで列車の運行をコントロールして安全に運行されています。今日の実験では2つの駅の間だけで考えましたが、これを路線全体で作ることで、列車の運行が一目でわかります。』

『関数だけでなく、数学で学んだことが、日常の生活のどこかの場面で活用できないか、どのように使われているか機会を見つけては考えてみてください。』

・結果を考察する→記録用紙に記入して提出

<解決例>



実習(1)

グループで役割分担を決め、実際に車両を走らせ、すれ違う位置を測定する。車両の発車位置は、車両の先頭を黒い線の位置に置いて観察する。すれ違いを分かり易くするために車両の先頭には付せんを付けてある。付せんが触れ合った時をすれ違ったときとする。

実習(2) データを収集

・車両が走る時間を測る (以下赤字は1例)

先頭どうしの距離 (黒い線の距離)
(137.6 cm)

① A 駅を速い車両が発車して、先頭が B 駅の黒い線に着くまでにかかった時間 (金属のストッパーを利用) 約 3.0 秒

② B 駅を遅い車両が発車して、先頭が A 駅の黒い線に着くまでにかかった時間 約 5.0 秒

③①②のデータから方眼紙にダイヤグラムをつくる

④ダイヤグラムから交点の座標を読み取ると (1.9, 85.7) から約 1.9 秒後に A 駅から 85.7 cm のところ

実習(3) 解は電卓を用いて計算. 小数第一位まで求める

① 速い車両が A 駅を発車してからの時間 (x 秒) と距離 (y cm)

$$y=45.9x$$

遅い車両が B 駅を発車してからの時間 (x 秒) と A 駅からの距離 (y cm)

$$y=-27.5x+137.6$$

②①を連立方程式として解いて (1.87, 85.8)

この結果から発車して約 1.9 秒後、A 駅から約 85.8 cm のところと予測する

40 分<考察>

・結果を考察する

・式の傾きの絶対値が車両の秒速を表すことを理解している。(知)

実習(4)3通りの方法で予測した位置と時間を比較し考察する。

観察から読み取ったものにほぼ一致していることを確認。

よさ：2 駅間の距離と駅間を走るのにかかる時間がわかればダイヤグラムが作れ、すれ違いの位置と時間を予測することができる。

《参考資料》(1)での観察と(2)(3)の数値が大きくずれた場合の考察。

45分

〈発表〉2グループ程度

- ・解決に至る過程をまとめ発表する

(書画カメラ等の利用)

〈クラス内での発表〉

設定した課題、課題の解決で予測したこと、やってみて分かったことを発表する。

50分

II 総合的な学習の時間としての探究活動

第2次	<総合的な学習と連携>	課題を設定し、計画的に取り組める(思・判)
<p>総合的課題の提示</p> <p>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。</p> <p><活動> 50分</p> <p><主体的・対話的で深い学びへ> 参考図書、ネットワーク検索、実地調査などを行い、グループで活動をする</p>		
	<p>これまで行ってきた、総合的な学習の時間で培われた探究活動を行う</p> <p>進め方の例</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	主体的・対話的に課題に取り組む(姿)
	<p>まとめ方の例</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 	表現を工夫してまとめる(表)

Ⅲ 総合的な学習の時間としての発表活動

第3次		
課題提示	各グループで取り組んできた内容を、5分程度で発表する (プレゼンテーションの工夫)	自分たちの言葉で工夫し表現できるか(表)
各5分	各グループにおける発表と質疑 グループでの発表活動例 発表内容の資料・プレゼンテーションのスライド等を使用する。 司会進行は生徒による	
必要に応じて指導者のアドバイス・コメント	質疑・応答の時間の確保	他者の発表について、理解しようとする(姿)