

3 授業実践

実践事例 3 物理基礎

指導計画

○単元名

「第 1 編 運動とエネルギー 第 1 章 運動の表し方」（新編 物理基礎 数研出版）

○単元の目標

日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解するとともに、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付ける。

○単元について

本単元では、物体の運動を変位、速度、加速度など諸物理量の正確な定義に基づき、主に等加速度直線運動について定量的かつ体系的に学習する。単元の後半では様々な等加速度直線運動をグラフや関係式で表現する。また、落体の運動を等加速度直線運動の 1 つとして学習する。

本単元で学習する変位や速度などは、物体の運動を表す基本的な物理量である。そのため、実験を通して時間や位置を測定し、データの解析を通して理解を深めることが重要である。また、測定した物体の運動を、変位－時間のグラフや速度－時間のグラフで表す方法は、運動の解析の基本的な手法として学習する重要性が高い。これらの学習を通し、日常に起こる物体の運動について観察、実験を通して物理学的に探究し、身近な物理的な事物・現象を物理学的に解釈しようとする態度を育成することをねらいとする。

○単元における工夫（思考力・判断力・表現力の育成を目指して）

- ・小テストに、「授業で分かったこと、分からなかったこと」を設問として入れ、表現させる機会を設ける。
- ・教科書に出てくる公式については、生徒に公式を導出させたり、具体的な数値を代入させたりするなどして、公式が持つ物理的な意味について考えさせるようにワークシートを作成する。
- ・問題演習の際は、2 名から 4 名のグループで考える時間を設定し、生徒同士でお互いの考えを交換しながら問題演習に取り組ませる。

○本時の目標

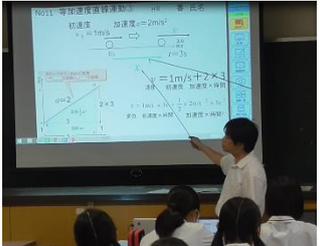
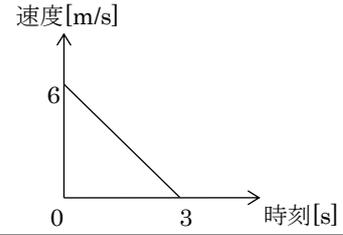
- ・加速度が負の場合の等加速度直線運動について、グラフや図などを用いて説明することができる。また、等加速度直線運動の様子について、グラフや式を用いて考えることができる。

○本時における工夫（思考力・判断力・表現力の育成を目指して）

- ・減速する運動の $v-t$ 図を見せ、この図がどのような運動を表しているかを個人で考えさせた後、4 人程度のグループで互いの意見を交換させ、学習用 PC で発表させる（手立て I）。
- ・斜面上方に初速度を与えた台車の運動を観察させ、初速度を与えてから元の場所に戻ってくるまでの運動の様子を $v-t$ 図に描かせる。その際はグループ内で意見交換を行い、黒板で発表させる（手立て II）。

授業の様子

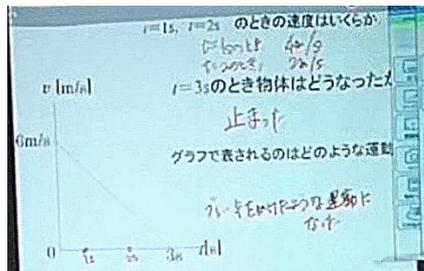
6/9時間目 () …評価：B…「おおむね満足できる」状況
A…「十分満足できる」状況

過程	学習活動 ☐…生徒のやり取り	教師の働き掛け (○)、評価規準 (◆) アクティブ・ラーニングの手法 (※)
導入	<ul style="list-style-type: none"> 等加速度運動の $v-t$ 図を思い出す。 グラフの傾きが加速度を表し、囲まれた面積が移動距離を表すこと、$v-t$ 図から関係式が導けることを確認する。 	<p>○前時の課題に記入された質問から代表的なものを選び、前時のスライドと関連付けて紹介した。</p>  <p>前時の確認の様子</p>
展開 1	<ul style="list-style-type: none"> 傾きが負の $v-t$ 図を見て、どんな運動を表しているのかを、図や文章で表現する。 <p>【思考力】</p> <p>このグラフで表される運動は、どんな運動か。</p> 	<p>(手立て I) 加速度が負の場合の運動について、$v-t$ 図から考えさせ、グループで議論させる。</p> <p>○考えやすくするために、次の設問を設定した。</p> <p>(1) 時刻が 1 秒、2 秒のときの速度はそれぞれいくらか。 (2) 時刻が 3 秒のとき、物体の運動はどのような状態か。 (3) このグラフで表される運動はどのような運動か。</p> <p>※Think-Pair-Share</p> <p>○関係式の説明では、加速度の符号が負になっただけであることを特に強調した。</p> <p>速さ 16m/s で進んでいた自動車が急ブレーキをかけて、一定の加速度で減速し、40m 進んで停止した。このときの加速度の向きと大きさを求めよ。</p>

<p>展 開 2</p>	<p>・斜面上における往復運動を観察する。</p>  <p>斜面上の台車の運動を観察している様子</p> <p>・観察した台車の運動の $v-t$ 図を描く。 【思考力・判断力・表現力】</p>	<p>○次のことを確認した。</p> <p>① 斜面を上がる向きを、正の向きとする。 ② 加速度の大きさと向きは一定。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>(手立てⅡ) 負の加速度による往復運動の $v-t$ 図を考えさせ、グループで議論させる。</p> </div>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p>斜面上方に初速度を与えた台車が元の位置に戻るまでの、$v-t$ 図の形はどうなるか。</p> </div>		
	<p>・$v-t$ 図について考えた根拠を基にグループで議論し、黒板で発表する。</p>  <p>黒板での発表の様子</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>生徒 1 : そうか、なるほど。 生徒 2 : 意味が分からない。 生徒 1 : 下がる時は、マイナスでしょ。上の向きが正の向きだから、上に上がるのならプラスだけど、下に下がるからマイナスの向きではないかな？ 生徒 2 : マイナスって何？ 生徒 1 : マイナスの速度ってことでしょ。 生徒 2 : 普通に速度は増えていくでしょ？ 生徒 3 : マイナスの方に増えていくってことかな？</p> </div> <p>・$v-t$ 図の終点を考える。 ・$v-t$ 図の面積から、往路の時間と復路の時間、初速度の大きさと元の位置に戻ったときの速さがそれぞれ同じであることを見いだす。</p>	<p>※Think-Pair-Share</p> <p>○生徒が黒板に描いた $v-t$ 図の多くが、運動の正方向を意識していないものであったので、運動の正方向を確認し、$v-t$ 図を再度考えさせ、修正させた。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>◆加速度が負の場合の等加速度運動を、グラフや式を用いて表し、説明している。 【思考・判断・表現】 (発表、ワークシート) B : 加速度が負の場合の等加速度運動を、$v-t$ 図で表している。 A : 加速度が負の場合の等加速度運動を $v-t$ 図で表し、そのグラフを基に数式や物理量を用いて物体の運動を説明している。</p> </div> <p>○直線で表される $v-t$ 図の終点を考えさせる。考えさせる際は、$v-t$ 図の面積が移動距離を表すことを基に、往路と復路の距離が等しいことに気付かせた。</p>
<p>ま と め</p>	<p>・本時のまとめを行う。</p>	

授業を振り返って

- 手立て I では、負の加速度の学習のため、減速する運動の $v-t$ 図から運動の様子を考えて議論する活動を行いました。 $v-t$ 図によって物体の運動を把握できるように、グラフを区切って値を読ませ、物体の運動がどのように変化しているかについて考えさせる設問を設定しました。生徒はグループ活動において、 $v-t$ 図から各時刻における速度を読み取って、時刻とともに減速することを確かめていたことが、ワークシートから見て取れました（資料 1）。



資料 1 生徒のワークシート

- 手立て II では、台車の運動を観察し、運動の様子を $v-t$ 図に描かせる活動を行いました。台車の速さは、斜面を上昇する間は減少し、斜面を下降する間は増加するため、生徒は正方向を意識しない速さのみに着目し、速度が正の値のみに存在するグラフ（図 1）を描くグループがほとんどでした（資料 2）。

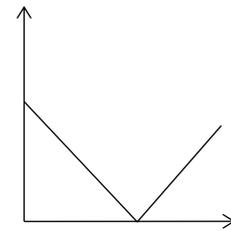


図 1 正方向を意識しないグラフ



資料 2 生徒が最初に描いたグラフ

これは、生徒が正方向を意識していない場合に起こりやすく、そのことに気付いた教師の「運動の正方向は斜面上方向である」という働き掛けにより、生徒は運動の方向を正負の符号で表すことの意味を考え、正しいグラフ（図 2）に修正することができました（資料 3）。

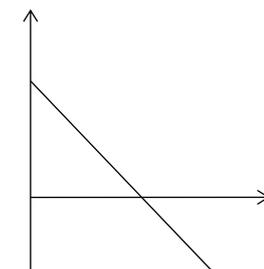
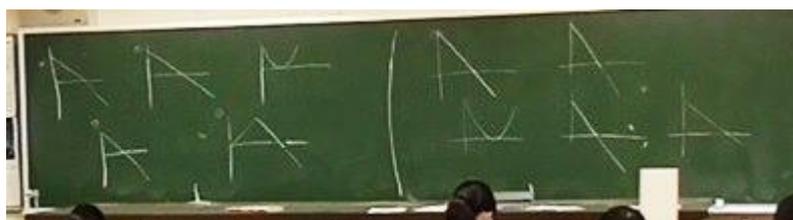


図 2 正方向を意識したグラフ



資料 3 生徒が修正したグラフ

単元計画

教科・科目・学年	理科・物理基礎・2年			
教科書	物理基礎(数研出版)			
単元	第1編 運動とエネルギー 第1章 運動の表し方			
単元の目標	日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解するとともに、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付ける。			
単元の評価規準	関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
	① 物体の運動に関心を持ち、意欲的に探究しようとしている。 ② 物体の運動について、式やグラフに表そうとしている。	③ 物体の運動について考察し、その結果を表現している。 ④ 物理量の正負に注意して物体の運動を考察し、その結果を表現している。	⑤ 運動の実験・観察を通して、決まった時間間隔で物体が移動した距離から速度の変化を調べている。	⑥ 物理量の定義について理解し、知識として身に付けている。 ⑦ 運動を表す公式の意味について理解している。
この単元で育成したい 主な思考力・判断力・ 表現力	<ul style="list-style-type: none"> ・速度・加速度を単位当たりの量として考える力 ・物体の運動を見て加速度の向きを判断する力 ・与えられた初速度と加速度の条件から、物体の運動を考える力 ・$v-t$図を使って等加速度運動の関係式を説明する力 			
授業の中で、育成したい思考力・判断力・表現力				
【1】	物理量の概念を通して物体の運動について考える力(思考力)			
【2】	単位から次元解析で物理量を評価する力(判断力)			
【3】	加速度を通して物体の運動を考える力(思考力)			
【4】	$v-t$ グラフから得られる情報を利用して、物体の運動を考える力(思考力)			
【5】	加速度の正負を判断して、物体の運動を考える力(思考力、判断力)			
【6】	落体の運動において、時間と速度と高さの関係を利用して運動を考える力(思考力)			
【7】	鉛直投げ上げの最高点について考える力(思考力)			

時	○学習内容 ・学習活動	育成したい思考力・判断力・表現力	評価規準 (評価方法等)
1	○速さと等速直線運動 ・速さの定義を理解する。 ・観察を通し、等速直線運動の概念を理解する。 ・グラフを利用して等速直線運動を考える。	【1】【2】	
2	○平均の速度と瞬間の速度 ・ベクトル量とスカラー量について理解する。 ・平均の速度を、変位を利用して求める。 ・瞬間の速度の概念を理解する。	【1】	①(ワークシート) ③(ワークシート) ⑤(ワークシート) ⑥(定期考査)
3	○速度の合成と相対速度 ・観察を通し、合成速度の概念を理解する。 ・合成速度の定義に基づき、様々な合成速度を求める。 ・観察を通し、相対速度の概念を理解する。 ・相対速度の定義に基づき、様々な相対速度を求める。	【1】	
4	○加速度 ・加速度の定義について理解する。 ・加速度の向きの表し方を理解する。		
5	○等加速度直線運動 ・観察を通し、等加速度直線運動の概念を理解する。 ・等加速度直線運動の公式を導出する。(☆) ・等加速度直線運動のグラフを描く。	【3】	②(ワークシート) ④(ワークシート) ⑤(ワークシート) ⑦(定期考査)
6 本時	○等加速度直線運動 ・等加速度直線運動の公式を利用する。 ・加速度が負の場合の運動について考える。(☆)	【4】【5】	
7	○自由落下 ・観察を通し、自由落下が等加速度直線運動であることを理解する。 ・自由落下の公式を導出する。(☆)	【6】	
8	○鉛直投げ下ろし ・鉛直投げ下ろしの公式を導出する。		②(ワークシート) ④(ワークシート) ⑤(ワークシート)
9	○鉛直投げ上げ ・鉛直投げ上げが等加速度直線運動であることを理解する。 ・鉛直投げ上げの公式を導出する。 ・物体が到達する最高点について理解する。(☆)	【5】【7】	⑦(定期考査)
(☆)アクティブ・ラーニングの視点を踏まえた学習活動			

高等学校（理科・物理基礎）学習指導案

1 単元名（教科書名）

「第1編 運動とエネルギー 第1章 運動の表し方」（物理基礎 数研出版）

2 単元について

(1) 教材観

本単元では、物体の運動を変位、速度、加速度など諸物理量の正確な定義に基づき、主に等加速度直線運動について定量的かつ体系的に学習する。単元の後半では様々な等加速度直線運動をグラフや関係式で表現する。また、落体の運動を等加速度直線運動の1つとして学習する。

本単元で学習する変位や速度などは、物体の運動を表す基本的な物理量である。そのため、実験を通して時間や位置を測定し、データの解析を通して理解を深めることが重要である。また、測定した物体の運動を、変位－時間のグラフや速度－時間のグラフで表す方法は、運動の解析の基本的な手法として学習する重要性が高い。これらの学習を通し、日常に起こる物体の運動について観察、実験を通して物理学的に探究し、身近な物理的な事物・現象を物理学的に解釈しようとする態度を育成することをねらいとする。

(2) 生徒観

本学級の生徒は日々の授業に真面目に取り組む生徒が多い。教師の説明には積極的に耳を傾け、指導によく従おうとする。等加速度直線運動は中学校で内容の一部を学んでいることもあり、定性的な議論はよく理解する。その一方で、文字を使った計算やグラフによる考察を苦手する者も見受けられ、学習内容の数学的な取り扱いには、手立てを必要とすると思われる。問題演習においては、ある程度解決の見通しが立ってくれば自分たちで解決しようとするが、教師の説明と問題との関連を見出せないと、グループ活動において何を友人に尋ねればよいのか戸惑う生徒も多い。また前時の等加速度直線運動の1回目の演習において、「どの関係式を、どういう理由で選ばなくてはいけないのかが分からない」という生徒の意見が多く見られた。

(3) 指導観

学習内容の難易度が高くなる場面においては、何をどのように学ぶかを明確にして、生徒の集中を高める必要がある。また等加速度運動の演習は2時間目であるが、前時においては生徒に戸惑いが見えた時点で、問題を図解したり、与えられた数値を物理量の記号で置き換えたりという指導を行った。それでも難しく感じる生徒もいたので、本時の問題演習においては、前時の内容の丁寧な振り返りや、前時と本時の学習内容の違いについての説明が必要になる。演習中の教師とのやりとりにおいて理解が深まる生徒もいたことから、授業内で生徒からの疑問を取り上げ、それに対応した説明を加えることで理解を深めさせたい。また展開についてはグラフから運動を考えさせたり、やや複雑な運動の $v-t$ 図を考えさせたりする発問によって、論理的な思考力を高めるようなグループ活動になるよう試みたい。

3 単元の目標

日常に起こる物体の運動を観察，実験などを通して探究し，それらの基本的な概念や法則を理解するとともに，運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付ける。

4 単元の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
① 物体の運動に関心を持ち，意欲的に探究しようとしている。 ② 物体の運動について，式やグラフに表そうとしている。	③ 物体の運動について考察し，その結果を表現している。 ④ 物理量の正負に注意して物体の運動を考察し，その結果を表現している。	⑤ 運動の実験・観察を通して，決まった時間間隔で物体が移動した距離から速度の変化を調べている。	⑥ 物理量の定義について理解し，知識として身に付けている。 ⑦ 運動を表す公式の意味について理解している。

5 単元の指導計画

速度・・・・・・・・・・（3時間）

加速度・・・・・・・・・・（本時3／3時間目）

落体の運動・・・・・・・・（3時間）

6 本時の目標

加速度が負の場合の等加速度直線運動について，グラフや図などを用いて説明することができる。また，等加速度直線運動の様子について，グラフや式を用いて考えることができる。

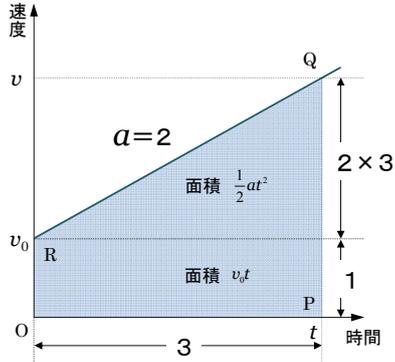
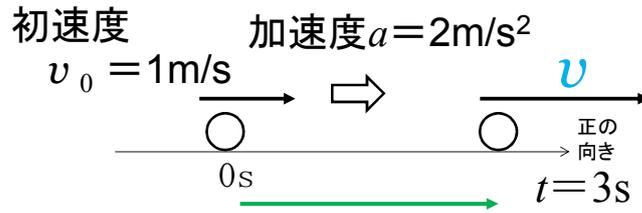
7 本時の評価規準

評価規準	評価の観点	評価の方法
加速度が負の場合の等加速度運動を，グラフや式を用いて表し説明することができる。	思考力・判断力・表現力	発表，ワークシート
「おおむね満足」	加速度が負の場合の等加速度運動を， $v-t$ 図で表すことができる。	
「十分満足」	加速度が負の場合の等加速度運動を $v-t$ 図で表し，そのグラフを基に数式や物理量を用いて物体の運動を説明することができる。	

8 本時の展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法等)
導入	<ul style="list-style-type: none"> 等加速度運動の $v-t$ 図を思い出す。 グラフの傾きが加速度を表し、囲まれた面積が移動距離を表すこと、$v-t$ 図から関係式が導けることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 前時の課題に記入された質問から代表的なものを選び、前時のスライドと関連付けて紹介する。 	
展開	<ul style="list-style-type: none"> 傾きが負の $v-t$ 図を見て、どのような運動を表しているのかを、図や文章で表現する。 日常生活内での運動を考える。 負の場合の関係式が、正の場合と変わらないことを確認する。 関係式を使って演習問題を解く。 	<ul style="list-style-type: none"> プレゼンテーションソフトのスライドにグループごとに考えを記入させ、スクリーンに選択表示する。 投影が上手くいかない場合には、紙に書かせて回収し、いくつかを発表する。 関係式の説明では、加速度の符号が負になっただけであることを特に強調する。 前時や課題の問題演習に戻り丁寧な振り返りを行う。 演習中の疑問はなるべくメモさせ、それを全体に紹介し、共有化を図る。 	
	<ul style="list-style-type: none"> 斜面上における往復運動を観察し、$v-t$ 図をグループでつくる。 グラフの概形を運動に結び付けて説明する。 $v-t$ 図の面積から、往路の時間と復路の時間、初速度の大きさと元の位置に戻ったときの速さがそれぞれ同じであることを見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 往復運動の間、加速度の大きさが同じであることを確認しておく。 プレゼンテーションソフトのスライドにグループごとに考えを記入させ、スクリーンに選択表示し、共有を図る。 投影が上手くいかない場合には、各グループで板書させる。 	【思考・判断・表現】④(発表・ワークシート)
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 確認テストを行い学習の振り返りを記入する。 		

等加速度直線運動



x

$$v = 1 + 2 \times 3$$

速度 初速度 加速度 × 時間

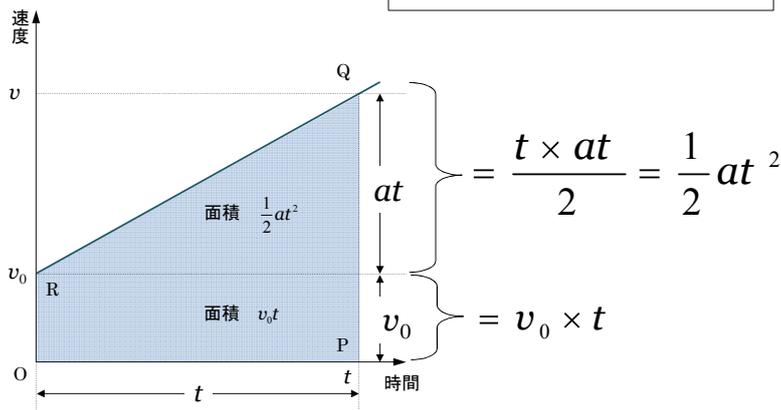
$$x = 1\text{m/s} \times 3\text{s} + \frac{1}{2} \times 2\text{m/s}^2 \times 3\text{s}^2$$

変位 初速度 × 時間 加速度 × 時間²

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$



$t=1\text{s}$, $t=2\text{s}$ のときの速度はいくらか.

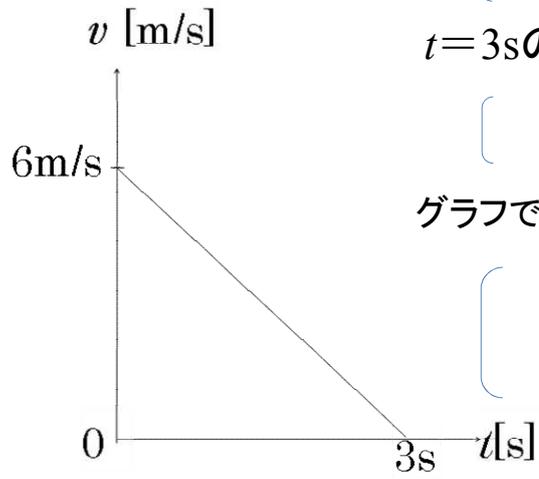
[]

$t=3\text{s}$ のとき物体はどうなったか.

[]

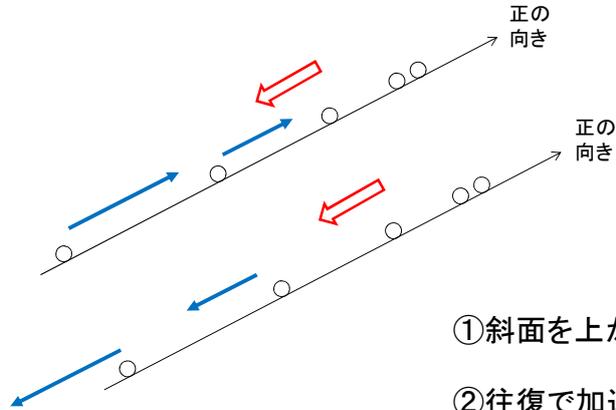
グラフで表されるのはどのような運動か

[]

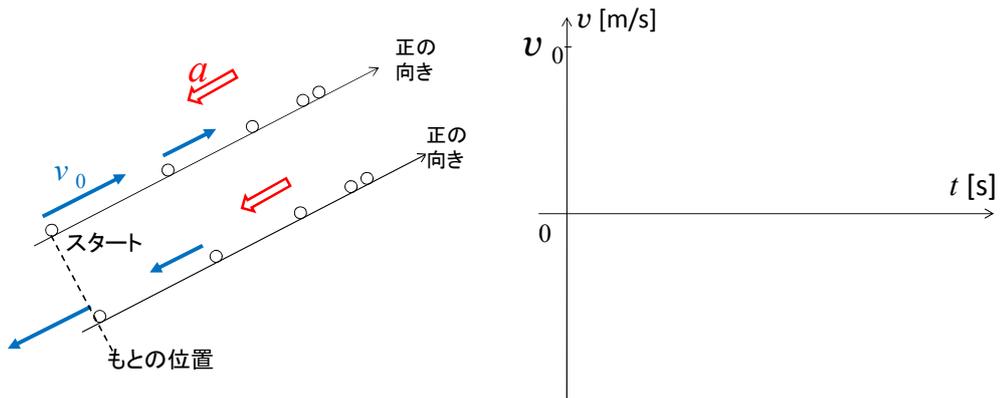


加速度が負の場合

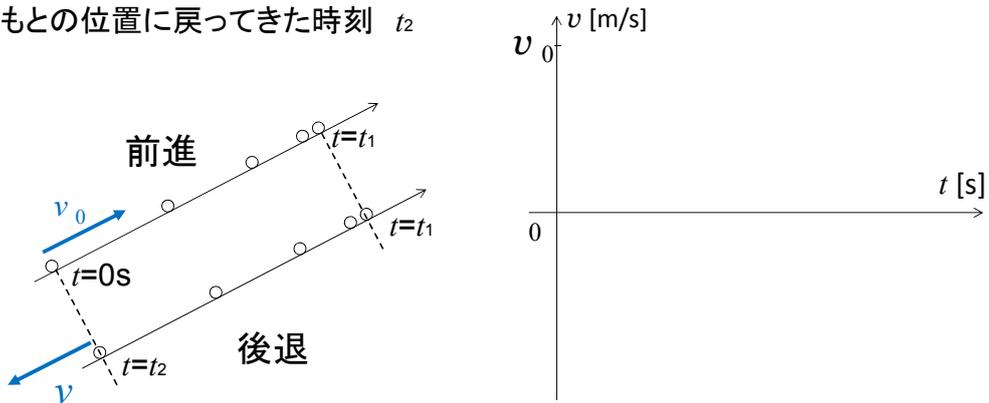
斜面における往復運動



初速度 v_0 でスタートし、もとの位置に戻るまでの $v-t$ 図の形はどうか。



スタートの時刻 $t=0\text{s}$
 最高点に達する時刻 t_1
 もとの位置に戻ってきた時刻 t_2



$v-t$ 図の性質より 前進と後退の移動距離に注目すると t_1 と t_2 をグラフの横軸に書きこむことができる.

① t_1 と t_2 をグラフの横軸の書きこもう.

② グラフより

$t=0\text{s}$ から t_1 までの時間と \longleftrightarrow t_1 から t_2 までの時間

スタートしたときの初速度 v_0 と \longleftrightarrow もとの位置にもどった速度の v

はそれぞれどのような関係だろうか. 理由とともに考えよう.

意識調査(事前)【物理】

()年()組()号 氏名()

授業をよりよくするためのアンケートに協力をお願いします。成績には入りませんので思ったまま回答してください。
a~d の選択肢がある質問は、回答欄に記号で答えてください。また、選択肢がない質問は回答欄に文章で答えてください。

質 問		選 択 肢	回 答 欄
1	物理の授業は好きですか。	a とても好き b どちらかというと好き c どちらかというと嫌い d 嫌い	
2	上の質問1で答えた理由を簡単に書いて下さい。		
3	物理は得意ですか。	a 得意 b どちらかというと得意 c どちらかというと不得意 d 不得意	
4	物理で分からないことがあったら、どのようにして解決することが一番多いですか。	a 先生に尋ねる b 友人に尋ねる c 塾や家庭教師の先生に尋ねる d 自分で調べる e そのままにしておく	
5	物理の授業の予習はしていますか。	a よくしている b 時々している c 指示があったときだけしている d 全くしない	
6	物理の授業の復習はしていますか。	a よくしている b 時々している c テスト前はしている d 全くしない	
7	物理の授業を受けているときまたは勉強しているとき、時間が経つのが早いと感じることはありますか。	a よくある b ときどきある c あまりない d 全くない	
8	上の質問7で a または b を回答した人は、どんなときに早いと感じますか。具体的に書いてください。複数でもかまいません。		
9	公式を覚える前に、公式が導かれた過程を考えるようにしていますか。	a いつもしている b ときどきしている c あまりしていない d 全くしていない	
10	物理において、友達と協力して問題を解いたことがありますか。	a よくある b ときどきある c あまりない d 全くない	
11	協力して問題を解いたことがある人は、1人で解くときと比べて、どうでしたか。		
12	物理で学んだことを、普段の生活の現象と結び付けて考えたりしますか。	a よく考える b 時々考える c あまり考えない d 全く考えない	
13	物理の授業で学んだことは、将来社会に出た時に役に立つと思いますか。	a とても役に立つと思う b 少しは役に立つと思う c あまり役に立たないと思う d 全く役に立たないと思う	
14	上の質問13で答えた理由を簡単に書いて下さい。		

裏にも質問があります。

評価問題

「時速200kmの新幹線に2時間30分乗ると、新幹線が進んだ距離はいくらか」という問題に対し、次の解答①と解答②が得られました。解答①と解答②の考え方の違いを説明してください。

解答①: 速さ×時間＝距離だから、 $200 \times 2.5 = 500$ よって500km。

解答②: 時速200kmなので、1時間で200km。だから、30分なら100km。
よって、2時間30分では $400 + 100 = 500$ km。

評価基準(B:「おおむね満足できる」状況、A:「十分満足できる」状況)

B: 解答①が公式を用いた解答であることを説明できるが、
解答②については説明ができない。

A: 公式を用いただけの解答①と、速さの概念から考えて答えた
解答②との違いを説明できる。