

運動の表し方

北海道当別高等学校 石川真尚

生徒の登下校での所要時間と距離から平均の速さを求める授業を紹介する。物理基礎のはじめに扱われる「運動の表し方」は、生徒にとって高校物理の印象を左右する意味で大切にしたい。多様な多くの生徒が履修すると考えられるため、身近な素材で親しみを持たせつつ、中学校までの復習と今後の学習への発展を意図した。

キーワード 速さ, 単位の換算, 有効数字

1. 授業の概要

本稿で紹介する授業は、自宅から学校までの交通手段ごとに、所要時間と移動距離からその交通手段での平均の速さを求めるというものである。生徒は自分の生活を題材とした内容には興味を持つようで、筆者は2校で実践したが、ともに生徒は意欲的に取り組んでいる。なお、物理基礎では直線運動を中心に扱うので、その導入として扱うのが適切と考える。

登下校で使う道路や鉄道は一直線でないが、ここではひとまず経路を直線に引き延ばしたと仮想して考えることにする。速さを求めたり単位を換算したりする計算力が不十分な生徒には、繰り返し練習する機会としたい。これらの計算に習熟している生徒には、自宅と学校の位置を一枚に納められる地図を用意し、自宅から学校までの変位について平均の速度を計算させて、図1のプリントで求めた登校経路に沿った平均の速さと比較させるのもよい。

4 単位科目の物理で学習する平面での速度に関すること、つまり位置ベクトルと変位ベクトル、速度ベクトルについての準備的な扱いができる。

2. 実習の方法

手順1 図1のプリントを用いて、「交通手段」とその出発および到着の「時刻」を記録させておく。

手順2 「距離」は地図やインターネットでの調査によって数値を記入させる。

手順3 手順1で記入した「時刻」から、その交通手段での所要時間と次の交通手段までの待ち合わせなどの時間を求めさせる。

手順4 「距離」と「時間」から、その平均の速さを求め、「速さ」に記入させる。

手順5 自宅から学校までをとおした「時間」と「距離」、登校全体での平均の速さを求め「速さ」に記入させる。

「交通手段」は徒歩、自転車、自家用車、バス、鉄道など様々である。中には、徒歩のみのように単一の場合もあり得るが、そのままでは計算量が他の生徒と大きな差が出て指導しづらいならば、モデルケースを与えて計算量を調整してもよい。

平成24年度から実施される学習指導要領では、コンピュータや情報通信ネットワークなどの積極的かつ適切な活用を求めている。自宅から学校までの経路を調べるために、インターネットの地図検索サービスや交通機関案内サービスを利用することが考えられる。状況が許せば活用したい。この場合、情報化社会におけるデータの信憑性や精度についての指導ができる。

3. 授業の進め方

前時にプリントを配布して、登校時の所要時間を計り、可能であればその移動距離も測っておくことを指示しておく（手順1）。各交通手段での所要時間は、分単位で求めさせておく（手順3）。

本授業で地図を配布し、各交通手段での距離を求めさせる。これらを合計して自宅から学校までの距離も求めさせる。距離はkmで求めても、mにそろえておく（手順2）。

必要に応じて平均の速さ、単位の換算、有効数字の扱いを説明したうえで、計算させる。（手順4、5）

（有効数字の扱い例）

生徒 時刻はどこまで正確に計るのですか。

先生 今回は1分単位で記録しましょう。

生徒 距離はどうでしょうか。

先生 地図やインターネットで調べるときの距離はどこまで正確な値か、考えてみましょう。—中略—今回は0.1kmつまり100m単位で結構です。

生徒 速さを求める計算で、割り切れないときはどこま

題名を入れてください。

で計算したらよいのですか。

先生 まずは、小数第1位まで表してみましょう。

生徒 小数第2位で四捨五入するんですね。

先生 そうです。何となく正確な値に感じられますね。

でも、果たして信頼できる答えでしょうか。

生徒 ……

先生 求める値が、どこまで信用できると考えてよいのかを示す方法として、有効数字という考えがあります。たとえば、「自宅-A駅」の時間と距離の値で、正しいと考えることができる数字の上に✓印を付けましょう。時間、距離ともに1ケタしか正しそにありません。これを有効ケタといいます。掛け算や割り算の場合、求めた答えも有効ケタは1ケタと考えます。「A駅-B駅」の場合は時間が2ケタ、距離が3ケタの有効ケタです。この場合は求めた答えは有効ケタの少ない方、つまり2ケタと考えます。

登校中は途中で移動していない待ち時間のあることが多い。待ち時間は、一つの区間内では所要時間に含めて考える。区間と区間の間では所要時間から除外する。

「自宅-学校」の全体を通した平均の速さを求める際には、それらを含めた時間を使って求める。

「平均の速さ」は、はじめに[m/分(min)]で求めてから[m/s]に換算する。余裕があれば[km/h]を求めるのもよい。鉄道、徒歩など交通手段により速さをイメージしやすい単位は何かを生徒に考察させることもできる。しかし、物理の学習ではMKSA単位系が中心なので最後には[m/s]で求めておきたい。

4. まとめ

所要時間と移動距離から平均の速さを求めることは小・中学校で学習している内容ではある。しかし、日常生活を素材とする登下校での平均の速さを求める実習は、計算問題としては馴染みがあって垣根が低く、また、日常的な感覚を物理的な扱いへ導入する役割を担わせることのできる教材である。また、重点の置き方次第で、理解力のある生徒にも、丁寧に指導する必要のある生徒にも、それぞれに合った達成目標を設定することが可能である。

図1 生徒配布プリント 記入例は斜体にしてある。✓印は本文参照。

物理基礎		通学手段と速さ			年 組()氏名			
場所	交通手段	出発時刻	到着時刻	時間	距離	速さの計算	有効ケタ	速さ
自宅	徒歩	発	6:15	5分	(0.5 km)	$500 \div 5 = 100$ (100 m/分)	1ケタ	1×10^2 m/分
		着	6:20		(500 m)	$500 \div (5 \times 60) = 1.66\cdots$ (1.7 m/s)		2 m/s
A駅	JR	発	6:24	15分	(12.1 km)	$12100 \div 15 = 806.66\cdots$ (806.7 m/分)	2ケタ	8.1×10^2 m/分
		着	6:39		(12100 m)	$12100 \div (15 \times 60) = 13.44\cdots$ (13.4 m/s)		1.3×10 m/s
B駅	JR	発	6:44	41分	(25.9 km)	$25900 \div 41 = 631.70731\cdots$ (631.7 m/分)	2ケタ	6.3×10^2 m/分
		着	7:25		(25900 m)	$25900 \div (41 \times 60) = 10.528\cdots$ (10.5 m/s)		1.1×10 m/s
C駅	徒歩	発	7:30	15分	(1.2 km)	$1200 \div 15 = 80$ (80 m/分)	2ケタ	8.0×10 m/分
		着	7:45		(1200 m)	$1200 \div (15 \times 60) = 1.33\cdots$ (1.3 m/s)		1.3 m/s
D高校		発	:	分	(km)	(m/分)		
		着	:	分	(m)			
		発	:	分	(km)	(m/分)		
		着	:	分	(m)	(m/s)		
トータル	自宅~D高校			90分	(39.7 km) (39700 m)	$39700 \div 90 = 441.11\cdots$ (441.1 m/分) $39700 \div (90 \times 60) = 7.3518\cdots$ (7.4 m/s)	2ケタ	4.4×10^2 m/分 7.4 m/s