

速度の合成， 相対速度

北海道札幌平岡高等学校 大坂厚志

物体の運動の速さと向きについて，中学校で学習していることについて確認しながら，変位や速度などの物体の運動の基本的な表し方について理解させ，物体の運動を変位－時間，速度－時間のグラフで表す方法を扱う。また，同一直線上を等速直線運動している物体の合成速度や相対速度についても扱う。

キーワード 速度の合成 グラフ 相対速度

1. 授業の進め方

中学校で既習済みの第1分野「(5) 運動とエネルギー」で物体の運動の速さと向きについて，発問等で確認しながら①ベクトルとスカラーの説明，②一直線線上の速度の合成，③相対速度について説明をする。

①については，ベクトル量として記号の表し方を含めて説明をする。例として， v_1 ， v_2 などである。②については，例として「動く歩道」や「エスカレーター」の話を取り上げ，相対速度の説明を加える。生徒の理解度を測りながら具体的な問題を提示し，考えさせる。

2. 演示実験の方法

2. 1 相対速度の演示のための準備

黒板やプリントだけではなく，模型などを用いた演示を加えると，生徒の興味関心を喚起するのに効果的であると思われる。相対速度の説明として，CD にフィルムケースを両面テープで貼り付けたものを2つ用意する(図1)。フィルムケースには小さな穴をおけておき，その中に砕いたドライアイスを少量入れる。

また，CD ホバークラフトの移動の演示のためのまっすぐで，滑らかな板(ステージ)も必要である。2つのCD ホバークラフトを用意し，デモンストレーションをしながら相対速度を計算させる。

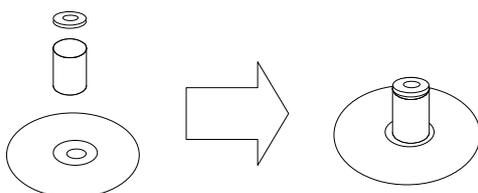


図1 CD ホバークラフト

2. 2 相対速度の演示の方法

あらかじめ教室の東西南北の方向を調べておき，まっすぐで滑らかな板(ステージ)を南北方向か東西方向に置き，2つのCD ホバークラフトを移動させ，以下の2つの場合について演示する。

(1) 2つのCD ホバークラフトが一直線上を同じ向きに移動する場合

(2) 2つのCD ホバークラフトが一直線上を反対向きに移動する場合

相対速度は，一直線上のみを扱う。

3. 授業展開例

CD ホバークラフトを用いた授業の展開例をあげる。一般に，普通教室の窓は南向き，黒板は西，教室の後ろは東向きである。よって，黒板に平行に板を置くと南北方向になる。生徒の側から見やすいように黒板と平行に置き(南北方向)，廊下側(北)－窓側(南)において演示する。

相対速度の演示として，一直線上同じ向きで，①近づく場合，②遠ざかる場合，一直線上反対向きで，③近づく場合，④遠ざかる場合の4通りある。

2つのCD ホバークラフトを上記①～④の場合を演示し，それぞれに関する問題を生徒に発問しながら答えさせていく。

<相対速度を求めさせる問題>

(1) ①1つめのCD ホバークラフトに，2つめのCD ホバークラフトが追いつく場合。

1つめのCD ホバークラフトを窓側から廊下側へ移

動させる。これは、南から北へ移動させることを意味する。その後、2 つめのホバークラフトを同じように移動させるが、少し速めに移動させ、追いつかせるようにする。

教師：「2 つめの CD ホバークラフトは、1 つめの CD ホバークラフトに追いつこうとしています。2 つめの CD ホバークラフトから見ると、1 つめの CD ホバークラフトは、どちらに進んでいるように見えますか。」

生徒：「やっぱり、進んでいるのは廊下側へだから、北向きです。」

教師：「そう思うかもしれませんが、それは、君が外から見ているからそう思うんです。もし、君がその CD ホバークラフトに乗っているとしたら、どうでしょう、もちろんイメージとしてですよ、本当に乗れるわけはありませんが。」

生徒：「2 つめの CD ホバークラフトが、1 つめの先行している CD ホバークラフトに追いつくということは、1 秒ごとに近づいてくることになります。2 つめの CD ホバークラフトに自分が乗っているとしたら、自分は北へ進んでいるのに、その自分に近づいてくるように見えると思いますので、南向きです。」

教師：「そう、それが正解です。相対速度とは自分を中心に考えるということで、自分の速さを無いものと考えることなんです。」

教師：「では、問題です。1 つめの CD ホバークラフトが北向きに 0.2m/s で先行しています。2 つめの CD ホバークラフトを北向き 0.3m/s で後から追いかけます (図 2)。」

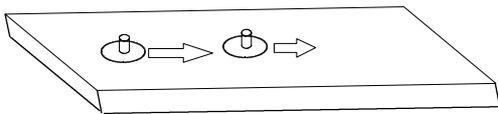


図 2 追いかける相対速度

教師：「1 秒あたり、どれだけの距離、どちら向きに近づいてくるように見えますか。」

生徒：「1 秒あたり、1 つめの CD ホバークラフトは、0.2m 進み、2 つめの CD ホバークラフトは、0.3m 進むので、1 秒あたり、0.1m ずつ近づいていきます。つまり、速さの差は $0.3\text{m/s} - 0.2\text{m/s} = 0.1\text{m/s}$ となります。1 秒あたり、0.1m/s の速さで近づいていきます。向きは、2 つめの CD ホバークラフトから見ると進行方向から逆向きに近づいてくるように見えます。つまり、進行方向 (北向き) の逆向き (南向き) と見えます。」

教師：「正解。良くできました。2 つの CD ホバークラフトとも一直線上の運動ということで、向きとして速さに符号を与えてこの計算について考えてみよう。」

教師：「君たちから見て右向き、北向きを”正”の向きとしましょう。すると、先ほどの例で説明すると、1 つめの CD ホバークラフトは、 $v_1 = +0.2\text{m/s}$ 、2 つめの CD ホバークラフトは、 $v_2 = +0.3\text{m/s}$ と表されます。相対速度は、自分 (観測者) の速さを無かったものとしてみる訳だから、1 つめの CD ホバークラフトの速さから 2 つめの CD ホバークラフトの速さを引いてみましょう。

$$\text{相対速度 } v = v_2 - v_1$$

ですから、どうなりますか。」

生徒：「 $(+0.2\text{m/s}) - (+0.3\text{m/s}) = (-0.1\text{m/s})$ となって、負となったので、進行方向の逆向き、つまり、南向きとなり、0.1m/s もあっています。」

教師：「その通りです。相対速度とは、自分 (観測者) の速度は無かったものとして考えるので差し引いて速度を求めるのです。この公式は、2 つの物体が一直線上同じ向きで、追いつく場合、離れる場合、一直線上反対向きで近づく場合、遠ざかる場合、いずれの場合でも成り立つのです。本当かどうか、確かめてみましょう。」

以上は、実際の授業を想定したもので、生徒の理解度によっては、あらかじめ板にメモリを振っておき、より具体的な相対速度の計算問題を出题することも必要である。また、既習事項の定着を計るということから、相対速度の確かめの部分について課題にすることも必要であると思われる。

物体の運動については、生徒に具体的なイメージをうまく伝えることができるかが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編
平成 21 年 12 月
- 2) 実教出版 高校物理基礎 教科書
平成 23 年 3 月 30 日検定済