１．物体の運動

１－０　運動の記述

「運動を記述するには、何の情報を問題にすれば良いか？」

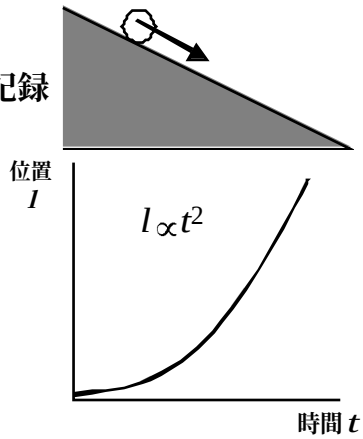
・　位置と時間

まず１台の自動車が１本の道路を走るといった１方向の運動を考える。

運動している物体の位置＝＞　スタート地点から進んだ距離

例）ガリレオの実験

斜面に大理石の玉を転がし、時間ごとの位置を記録した。



結果

進んだ距離は時間の２乗に比例する。

・　速度（ｐ５図１：速いものの比較表）

時間ごとの位置による運動の様子＝＞　時間に関する位置の変化の度合い

位置の変化率＝速度

速度の求め方

速度＝（進んだ距離：l）／（かかった時間：t）

例）１９９２年１０月に行われた「Ｆ１日本グランプリ決勝」では、ウイリアムズ・ルノーのナイジェル・マンセルが１周：5864mを1'40".646で走るファステストラップを記録した。

5864m＝5.864km

1'40".646＝0.02796時間

１周を走る速度＝5.864（km）／0.02796（時間）

＝時速209.7km

考察１）

しかし、Ｆ１マシンが209km/hを保ったままコースを１周するわけではないだろ

う。実際、鈴鹿サーキットでは130Rコーナー直前のストレートエンドで300㎞/h前後を記録し、その先のカシオトライアングルシケインでは50㎞/h程度にまで減速する。

「平均速度」：ある区間に対して定義される速度

「（瞬間）速度」：特定の場所、瞬間に対して定義される速度

考察２）

具体的に、瞬間における速度とはどうやって調べる事ができるだろうか？

＝＞　短い時間に限定して、その間に進んだ距離を調べる。

時間は短くする程良い。

（例えば、シケインを通過しているＦ１マシンに対して0.1秒の間に進んだ距離を記録すれば、瞬間的な速度に近い値を得ることができる。）

（瞬間）速度の求め方

１．速度＝（進んだ微少な距離：Δl）／（かかった微少な時間：Δt）

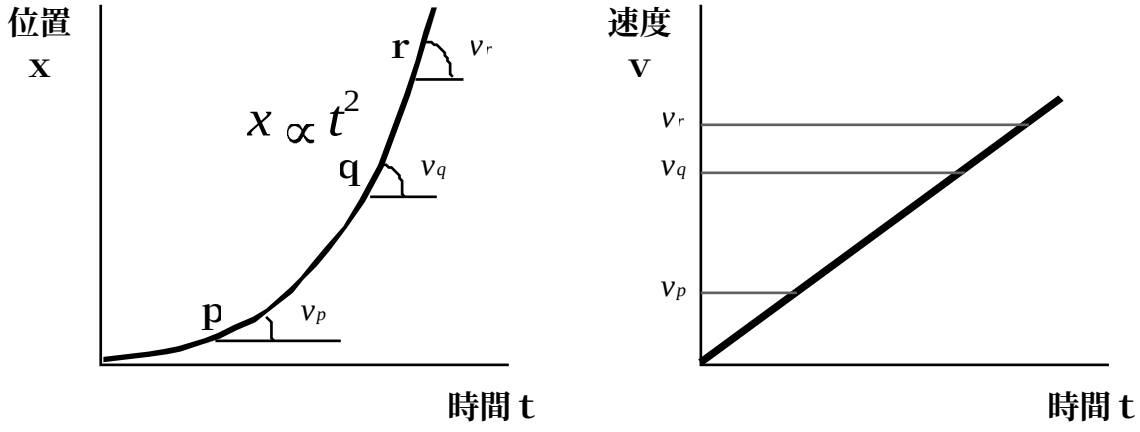
２．微少な時間をどんどん短くする＝＞　進んだ距離もどんどん短くなる

割り算の値は、より正確な（瞬間）速度を示す値へと近づいて行く。

＝＞　「微分学」

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta l}{\Delta t} \equiv \frac{dl}{dt}$$

例）ガリレオの実験で各瞬間速度を求めると時間的に一定の割合で増加することが判る。



瞬間速度は、位置・時間のグラフ上での曲線の傾きとして表される。

・　加速度

時間ごとの（瞬間）速度の様子＝＞　時間に関する速度の変化の度合い

速度の変化率＝加速度

加速度の計算

加速度＝｛（時刻１の速度）－（時刻２の速度）｝／（時刻１と時刻２の時間差）

例）ガリレオの実験に見られるような一定の割合で速度が変化する運動を「等加速度運動」という。

例）Ｆ１マシンの加速性能

0～100㎞/hの加速に要する時間

Ｆ１マシン；2.5秒，フェラーリＦ４０；4.56秒，ホンダ・レジェンド；8.7秒

加速度

Ｆ１マシン；27.8（m/s）／2.5（秒）＝11.1m/s²

フェラーリＦ４０；27.8（m/s）／4.56（秒）＝6.09m/s²

ホンダ・レジェンド；27.8（m/s）／8.7（秒）＝3.19m/s²

100㎞/h＝100×1000／(60×60)＝27.8m/s

・　ベクトルとしての速度・加速度

平面内や３次元空間での運動を記述する為には、位置、速度、加速度は単にその大きさを指定するだけでは済まない。

位置：距離、方角

速度・加速度：大きさ、方向

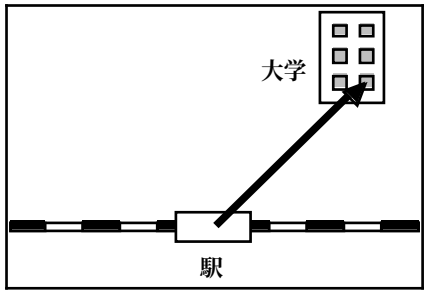
大きさと方向を指定する必要のある量：「ベクトル量」

大きさと方向を示す矢印：「ベクトル」

例）ベクトルのいろいろ

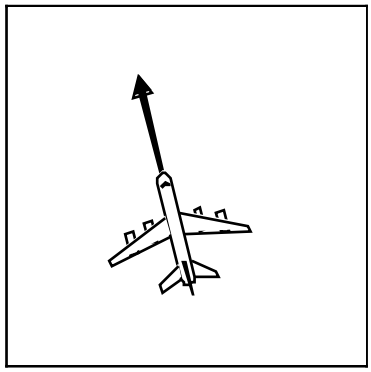
「位置ベクトル」

駅から見た大学の位置といったものも位置ベクトルで示すことができる。この時、矢印の長



さは駅から大学までの直線距離。

「速度ベクトル」

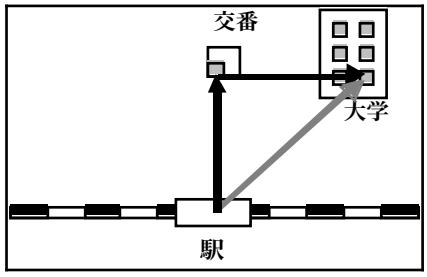


北北西へ進路をとれ！。飛行場を飛び立った旅客機は目的地へ向けて時速800㎞で飛行している。このような状況もベクトルで表現できる。この時、矢印の長さは旅客機の速度の大きさ。

例）ベクトルの足し算、引き算

ベクトルは数字と同様に足し算・引き算ができる。

「位置ベクトルの足し算」

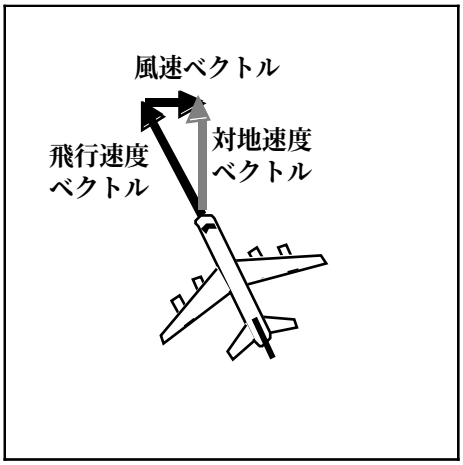


駅から大学へ行く道順は色々と考えられる。途中経由する目標を何にするかが道筋を決めていると言える。

（大学の位置ベクトル）＝

（駅から見た交番の位置ベクトル）＋（交番から見た大学の位置ベクトル）

「速度ベクトルの足し算」



旅客機が秒速100㎞のジェット気流中を北西に時速800㎞で進んでいたとする。この時、旅客機の地上に対する速度（対地速度）は、運動している空気中を北西に進んでいると考えて求めることができる。

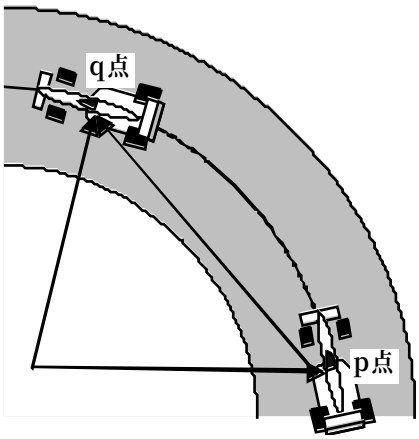
（対地速度ベクトル）＝

（飛行速度ベクトル）＋（風速ベクトル）

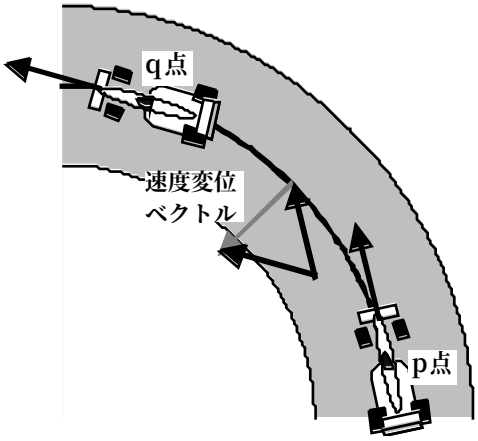
秒速100㎞＝時速360㎞

飛行機は風に流された結果、地面に対してほぼ真北に進むことになる。

「速度ベクトル：位置ベクトルの引き算」



「加速度ベクトル：速度ベクトルの引き算」



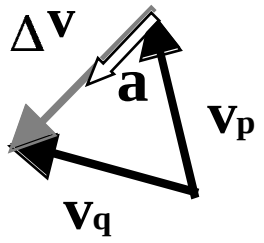
２次元的に運動している物体（コーナーを回っているＦ１マシン）の加速度の方向は、２地点ｐ，ｑの間の速度の変化ベクトルによって示すことができる。

（速度変化ベクトル）＝

（ｑ点での速度ベクトル）－（ｐ点での速度ベクトル）

考察）ある瞬間での正確な加速度を求めるにはどうすればよいか？

１．速度変位ベクトル（$\Delta\mathbf{v}$）を変位に要した時間（Δt）で割る。

２．ｐ点，ｑ点を可能な限り近づける。（測定時間を可能な限り短くする。）

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \equiv \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$