

第1回授業 レポート課題 別紙のレポート課題を提出する。

提出〆切：答案用紙を、次週の水曜日(13:00)までに提出。返却しないので必要ならコピーする。

提出場所：D0308(原科)研究室前のレポート提出用の木箱

第2回 ベクトルの基礎事項と力：テキスト第1, 22章

1. 授業の進行：テキスト第1章, 第23章とこのプリントを合わせて理解を深める

- (1) 力の認識：机やドアを色々な方向に押したり引いたりしてみよ。力は「強さ(数値で表せるはず)」と「向き」を兼ね備えていることが実感できるはず。テキストp.1やp.6の図のように力を図示する際には矢印で描き表す。
- (2) 力の矢印を描く上での三つの注意点(第1章p.1) :
- (a) 作用点に矢印の始点を置く(矢印の終点を置く場合もある)
 - (b) 力が働く向きに矢印を描く
 - (c) 矢印の長さで力の強さを表す
- (3) 前回の実験から分かったこと：力の合成や分解は、平行四辺形の法則で考えられる。テキスト第1章(p.1)に、力の合成と分解を平行四辺形で考えることがまとめてある。
- (4) 力を扱うのに適した数学：向きと大きさを持つもの(矢印で図示できるもの)で、かつ合成や分解が平行四辺形の法則に従うものは何でも(力に限らず物体の位置や速度、加速度も)数学のベクトルの具体例として考えられることが知られている。

そこで今回の授業の目的は、ベクトルの基礎事項を身に付けることである。

次回以降の数回の授業は、力をベクトルとして使いこなせるようになることを目的にする。

- (5) ベクトルを表す記号(第23章p.91)：テキストではベクトルを太字 $\mathbf{F}$ で表しているが、プリントでは矢印付き記号 $\vec{F}$ で表す。(太字だと、印刷が上手くいかないと、通常の文字と区別が付かない恐れがある。)
- (6) 学習者が身に付けるべき姿勢：力などベクトルで表されるものは図(矢印)として認識するのが最も素直でよい。しかし、テキストの文章の中に矢印の図を描くのは大変なので、便宜的に矢印付き記号 $\vec{F}$ や太字 $\mathbf{F}$ を使っているのである。つまり、ベクトルを扱う学習者は、ベクトルの記号($\vec{F}$ や $\mathbf{F}$ など)を見たら即座に矢印をイメージしなければならない！

力のベクトルであれば、項目(2)の3条件に注意して描かれる矢印をイメージしなければならない。ベクトルという数学を利用する学習者にとって、どれだけ図を適切に扱えるかは重要なポイントである。力(や位置、速度、加速度)などのベクトルを扱うときには必ず図を描こう(図をイメージしよう)！！

- (7) ベクトルの表し方<成分>：p.91の図のようにxy軸を描けば、ベクトルの成分を考えることができる。ベクトルは成分の組み合わせ(平面ベクトルなら2つの成分、空間ベクトルなら3つの成分) $\vec{F} = (F_x, F_y)$ で表されるが、この成分の組み合わせ(つまりベクトル)が示すのは矢印の図である。成分の組み合わせから、ベクトルの矢印の向きと長さを再現(作図)できることが、ベクトルを扱う上で非常に重要である。
- なお、力のベクトルを扱う際には、p.91のような成分の図には次の注意点を忘れてはいけない。

注意：力の作用点が座標の原点でない場合は、力のベクトル $\vec{F}$ の矢印を(向きと長さを変えずに)平行移動して、矢印の始点を原点に置く。そして、矢印の終点の位置の座標 (F_x, F_y) を読み取れば、その座標が力の成分である。また、力のベクトル $\vec{F}$ は成分を使って、 $\vec{F} = (F_x, F_y)$ と書き表す。

- (8) 演習1：テキスト問題演習1の問題1-3(p.4)に、上の項目(7)の注意を確認しながら取り組む。

- (9) ベクトルの大きさ(p.85)：ベクトルの矢印の長さを「ベクトルの大きさ」と言う。

力のベクトル $\vec{F} = (F_x, F_y)$ の大きさ $F = |\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ は、力の強さである。テキストp.1にあるが、力の強さの単位は $[N] = [kg \cdot m/s^2]$ (ニュートン)である。また、力のxy成分も同じ単位 $[N]$ をもつ。(なぜこんな複雑な単位かという理由は、テキスト第5章の運動方程式を扱う際に説明する。)

注意：ベクトルの大きさは必ず正の値(かゼロ)である。一方、ベクトルの成分は、項目(7)の注意で述べたように(ベクトルの始点を原点に置くように平行移動した場合の)ベクトルの終点の座標なので、ベクトルの成分は正の値にも負の値にも(ゼロにも)なり得る。

- (10) ベクトルのスカラー倍・逆ベクトル・ゼロベクトル (p.91~92): テキストの説明を, ベクトルの矢印の図 (と座標軸) を描いて必ず確認する。
- (11) 単位ベクトル (p.91): 大きさが1 のベクトルのこと。テキスト p.91 には, あるベクトル $\vec{a} = (a_x, a_y)$ と同じ向きの単位ベクトル $\vec{n}$ の成分が説明されている。(やや難)
- (12) ベクトルの和・差 (p.91): これがベクトルの「平行四辺形の法則」である! 例えばテキスト p.91 のベクトル和 $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ の図は, 二つの力 $\vec{a}$ と $\vec{b}$ が同時に働いた場合の合力 $\vec{c}$ の向きと大きさを求める作図になっている。
 テキスト第1章 p.1 の「力の合成」の図も平行四辺形の法則になっている。また, 前回の実験でも, 2本のばねが加える力の合力 (n 本のボルトの重力の逆の力) は, それぞれのばねの力を平行四辺形の法則で合成した力であったことも, 改めて確認せよ!
 成分を用いたベクトルの和, 差の計算方法も確認せよ。
- (13) 力のつり合い (p.2): 物体に複数の力が働いているにも関わらず「物体が静止し続ける (あるいは速度一定のまま移動し続ける)」場合には, 合力 (全ての力のベクトルとしての和) がゼロベクトルになることが実験的に知られている。
 (この実験事実は, テキスト第5章を扱う際に, 慣性の法則としてまとめる。)
 注意: 力がつり合わない場合 (合力がゼロベクトルでない場合), 物体は速度が変化 (速くなったり遅くなったり運動の向きが変わったり) するような運動を行う。これを加速運動という。加速運動は, テキスト第5, 6章の運動方程式を扱う授業で詳しく考える。

* 授業プリントでは, 単位の記号には (ベクトルや成分の記号との区別を明確にするため) カッコをつけて [m], [kg], [s], [N], [kg·m/s], [N·m], [kg·m/s²], [kg·m²/s²], [N/m], [m/s], [m/s²] のように表す。 (豆知識: JIS 規格の表記では, 2 [N] ではなく, カッコを付けずに 2 N の方が正式)

2. 演習

- (14) 演習 2: ● p.93 の問題 23-1 と同じ図をノートに描いて,
 (1) $\vec{a} + \vec{b}$ を図示せよ。(2) $\vec{a} + 2\vec{b}$ を図示せよ。(3) $\vec{a} - \vec{b}$ を図示せよ。
 ● 下の図 (ノートに行く場合は似た図を描く) のベクトル $\vec{F}$ を破線の方角に分解せよ。



- 2つの力 $\vec{F}_1 = (3, 2)$ [N], $\vec{F}_2 = (1, -4)$ [N] が物体上の原点 O に働いている。
 (1) $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ を図示せよ。(2) $\vec{F}_1$ の大きさ (強さ) を求めよ。
 (3) 2つの力の合力 $\vec{F}$ を求めよ。(4) 合力 $\vec{F}$ を図示せよ。
 xy軸をノートに描いて, 1 目盛り 1 [N] として作図せよ。
 (時間があれば, 例題 1.1, 例題 1.2 にも取り組み。)

補足 1: 例題 1.1 で登場する「質点」とは「十分小さな物体」という意味である。小さいので大きさを無視して, テキストの図には点として描かれている。

補足 2:

もしも例題 1.1 の設定が,

「大きさを無視できない物体 (機械の部品など) の異なる 3 点に力 $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ が加わっている」であれば, 項目(7) の注意点と同様なことを考慮して力の合成を考えなければならない。この場合, テキストの図は, 3つの力 $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ の矢印を (向きと長さを変えずに) 平行移動して, 同一点に始点を置いた図である。(さらに, その点を原点とし, $\vec{F}_1$ の方向が x軸だとして, xy座標を決めたと考えればよい。) なお, この合力 $\vec{F}$ の作用点をどこにおくべきかについては, いくつかの考え方がある。とりあえず物体の「重心」 (または中心) としておこう。