

# 玉掛け技能講習資料

力学編

SAMPLE

# INDEX

1	力	1 0	運動と速度
2	力の三要素	1 1 - 1	加速度
3 - 1	力の合成	1 1 - 2	加速度 (事例)
3 - 2	力の合成 (力の平行四辺形の法則)	1 2	慣性と慣性力
3 - 3	力の合成 (一直線上に作用するとき)	1 3	遠心力と求心力
4	力の分解	1 4 - 1	摩擦力
5 - 1	力のモーメント	1 4 - 2	摩擦力 (静止摩擦係数・動摩擦係数)
5 - 2	力のモーメント (移動式クレーンのモーメント)	1 4 - 3	摩擦力 (すべり摩擦力・ころがり摩擦力)
6 - 1	力のつりあい	1 5 - 1	滑車装置 (定滑車)
6 - 2	力のつりあい (1点に作用する力のつりあい)	1 5 - 2	滑車装置 (動滑車)
6 - 3	力のつりあい (作用・反作用)	1 5 - 3	滑車装置 (組み合わせ滑車)
6 - 4	力のつりあい (平行力のつりあい)	1 6 - 1	荷重の種類 (力の向きによる分類)
6 - 5	力のつりあい (平行力計算演習)	1 6 - 2	荷重の種類 (荷重にかかる速度による分類)
6 - 6	力のつりあい (平行力・逆比の関係)	1 6 - 3	荷重の種類 (その他の分類)
7 - 1	質量と比重 (質量)	1 7	荷重と応力
7 - 2	質量と比重 (体積と質量)		
7 - 3	質量と比重 (比重)		
7 - 4	質量と比重 (単位体積の物体の質量)		
7 - 5	質量と比重 (体積算出の簡略式)		
7 - 6	質量と比重 (質量の算出 - 例題)		
8 - 1	重心		
8 - 2	重心 (重心の求め方)		
8 - 3	重心 (実作業での重心の求め方)		
9	物体の安定		

終了

使用許諾条件について

力とは、  
 静止している物体を動かす  
 動いている物体の速度を変える  
 運動を止める  
 物体を変形させる  
 などの作用をいう

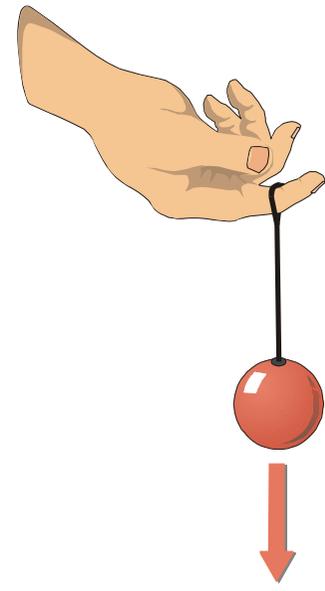
静止物体を動かす



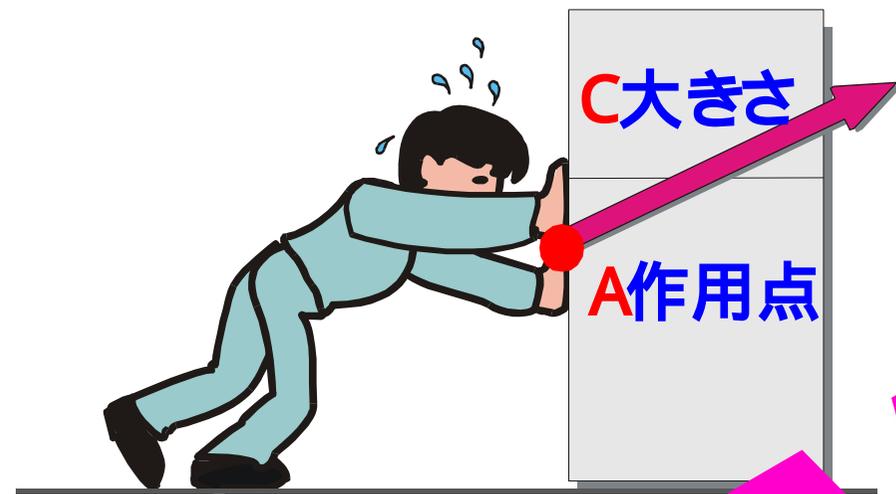
動いている物体の速度を変える・止める

物体を変形させる

力が作用すると手に感じる

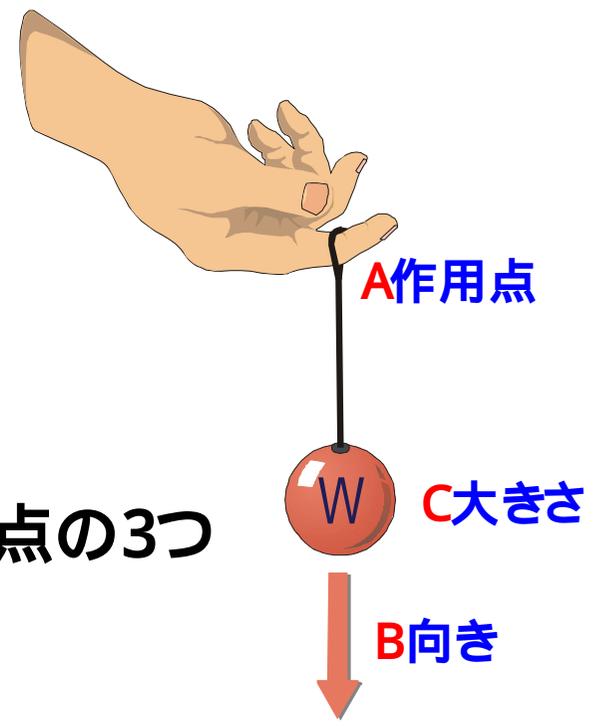


力学 2 力の三要素



- A : 力の作用点
- B : 力の向き
- C : 力の大きさ (矢印長さ)

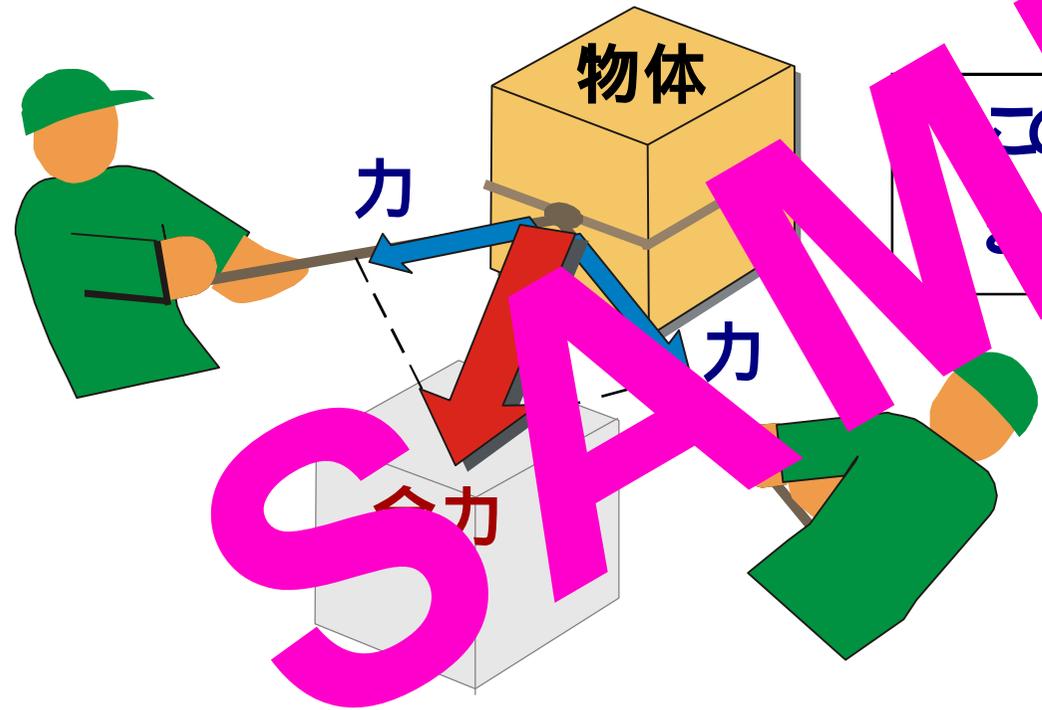
力はAを作用点として  
 A B方向 (の向き) と  
 A B作用点 (の大きさ) で  
 表し、物体に与える力を示す



力には必ず、力の大きさ、力の向き、力の作用点の3つの要素があり、これを力の3要素という

### 1つの物体に2つ以上の力が作用するとき

2つ以上の力を、それらの力と同じ働きをする1つの力に代換することができる



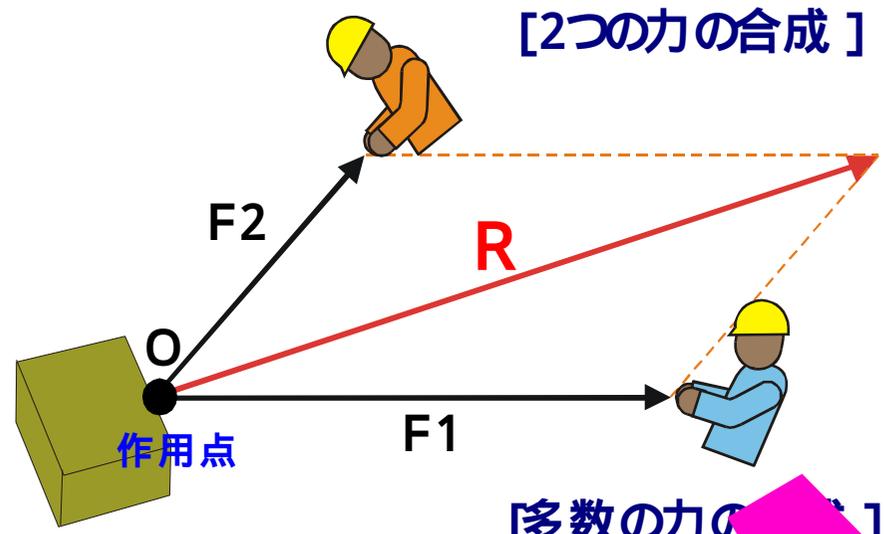
この代換することを合成とい  
とめられた力を、合力という

SAMPLE

力学 3-2 力の合成 (力の平行四辺形の法則)

1点 (作用点O) に作用する力の合成

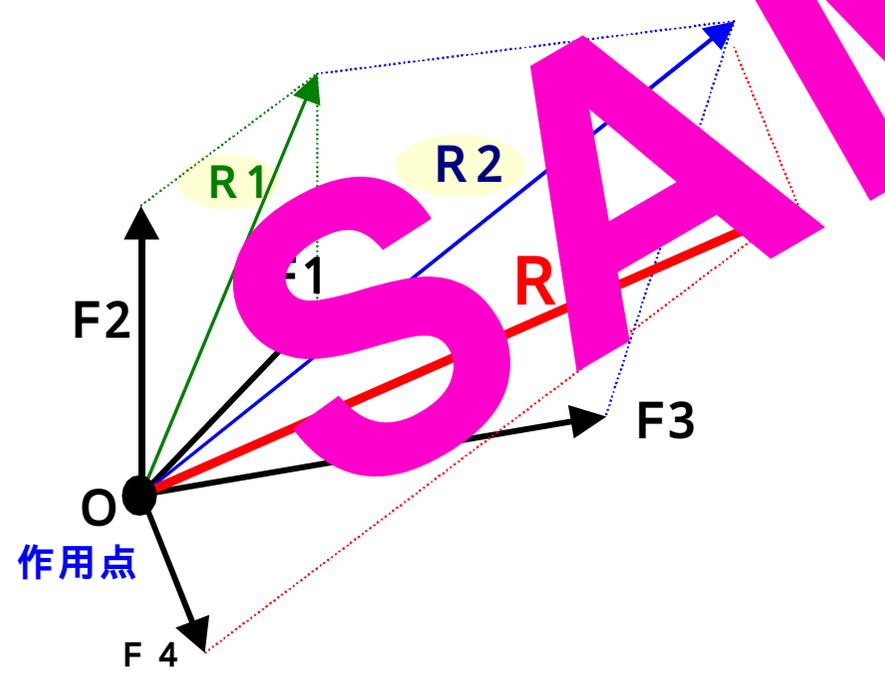
[2つの力の合成]



O点に作用する2つの力F1とF2の合力はR

力の平行四辺形の法則で求まる

[多数の力の合成]



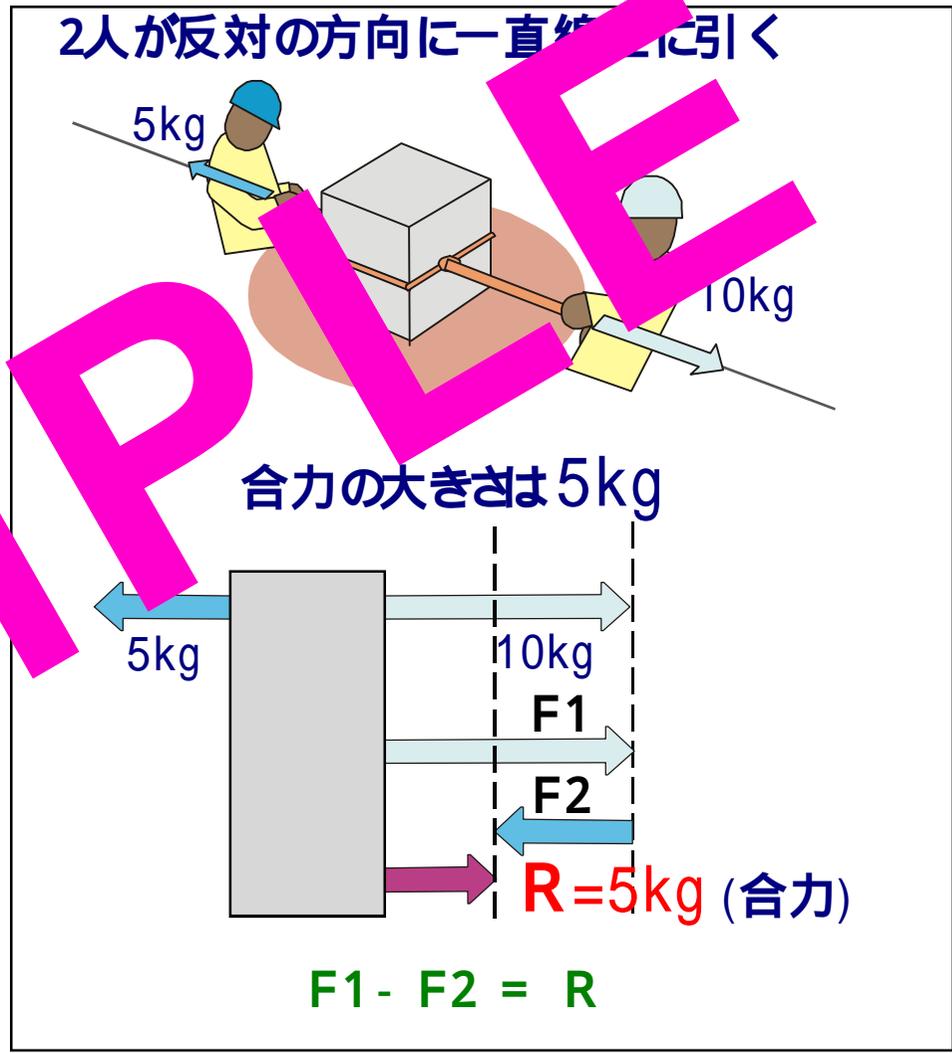
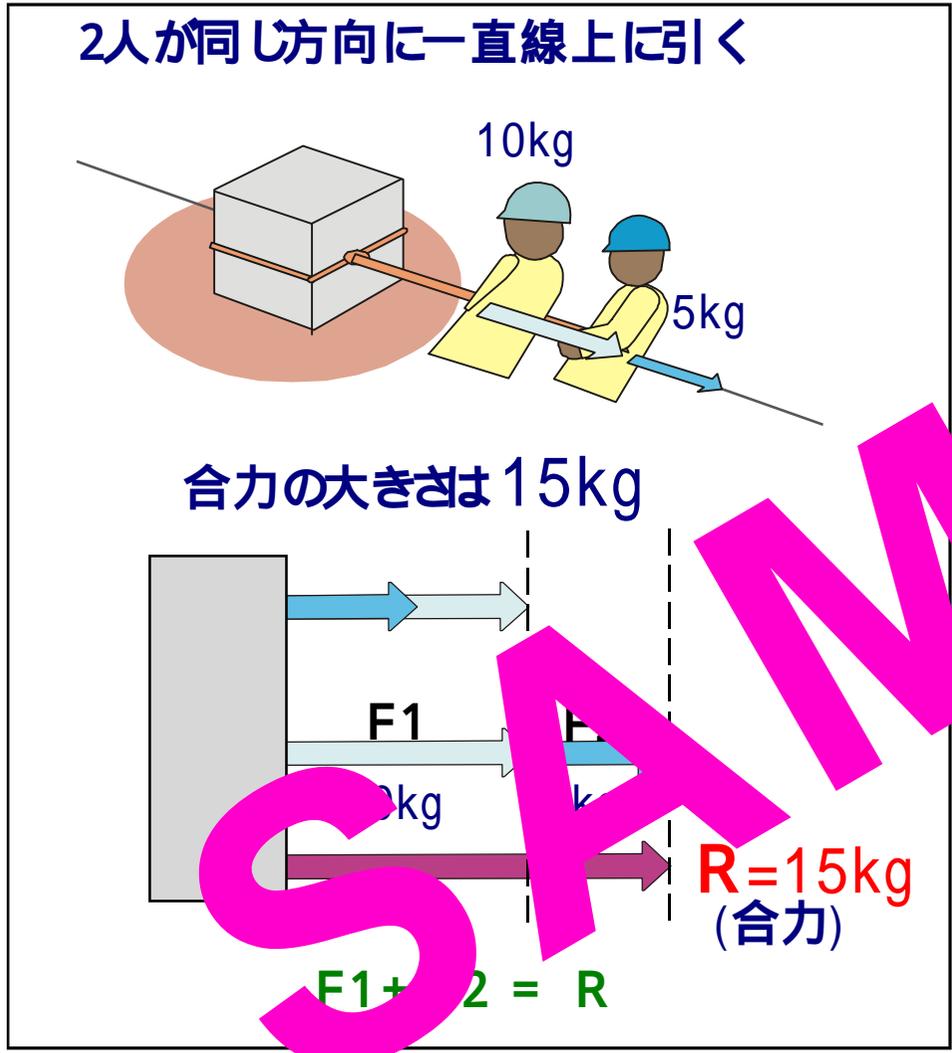
F1 F2 F3 F4 の合成方法

- 1) F1 とF2 の合力 R1 を求める
- 2) R1 とF3 の合力 R2 を求める
- 3) R2 とF4 の合力 R を求める

Rが合成した力 (合力) です

力学 3-3 力の合成 (一直線上に作用するとき)

一直線上の点に作用する2つの力の合成



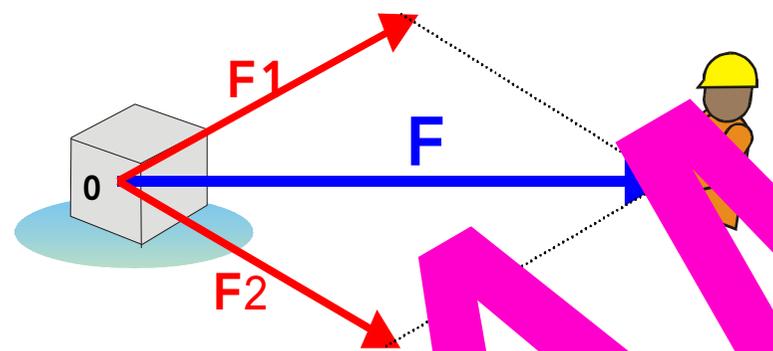
2つの力が一直線上に作用する時は、

合力の大きさはそれらの和または差で示される

# 力の分解

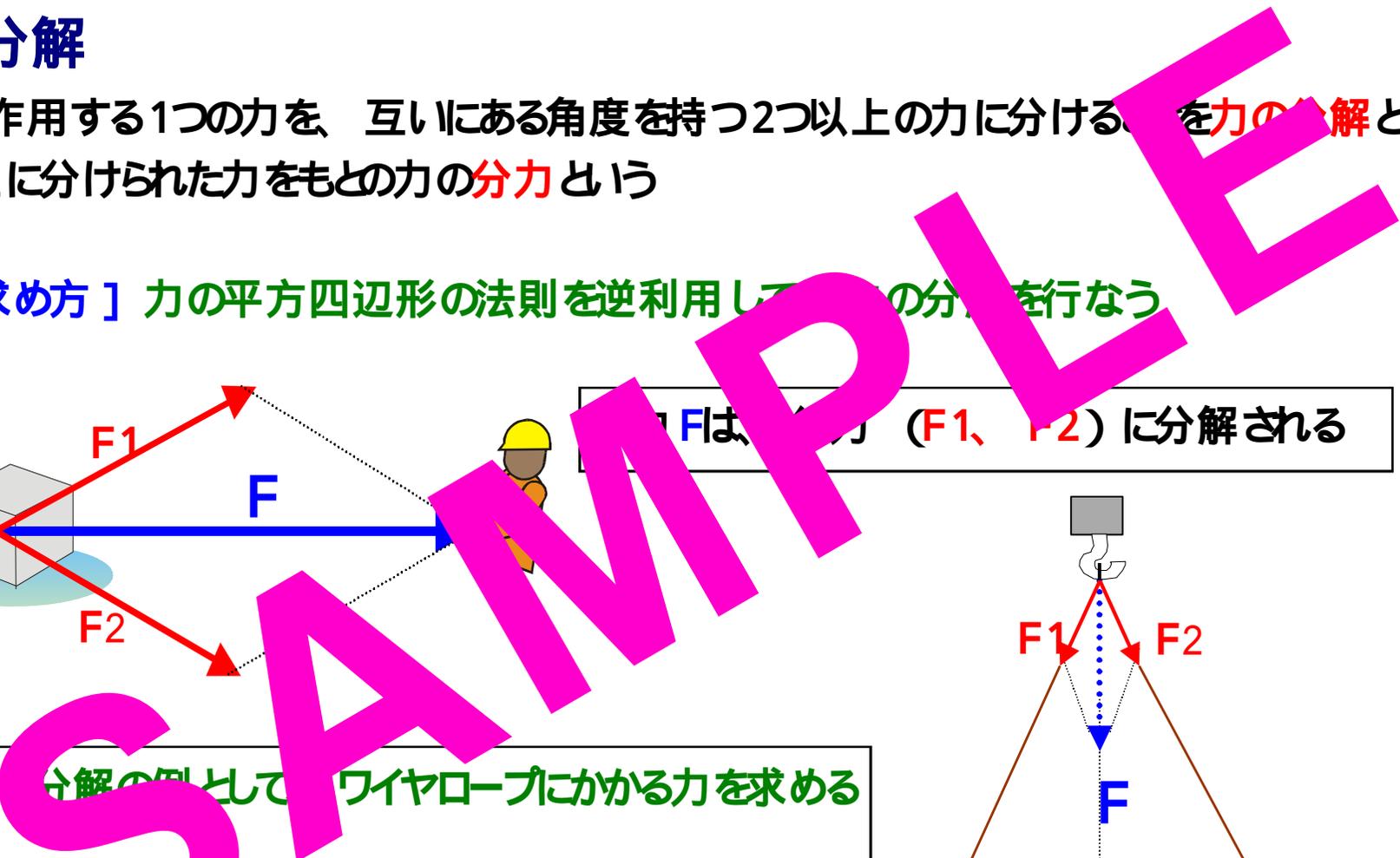
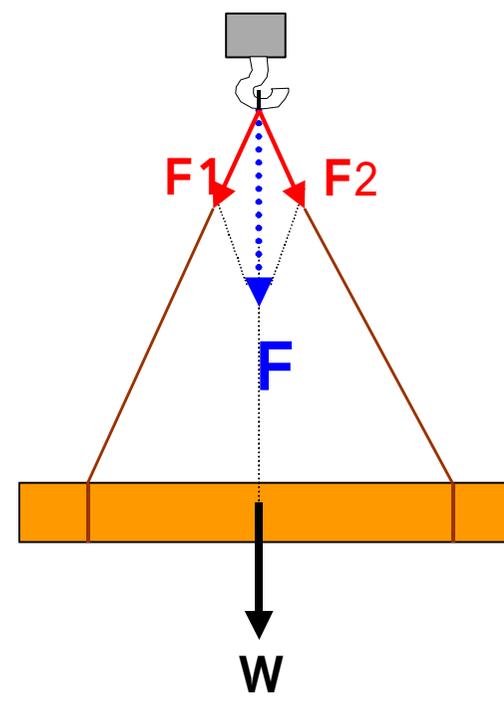
物体に作用する1つの力を、互いにある角度を持つ2つ以上の力に分けることを力の分解という  
2つ以上に分けられた力をもとの力の分力という

【分力の求め方】力の平方四辺形（平行四辺形）の法則を逆利用して力の分解を行なう



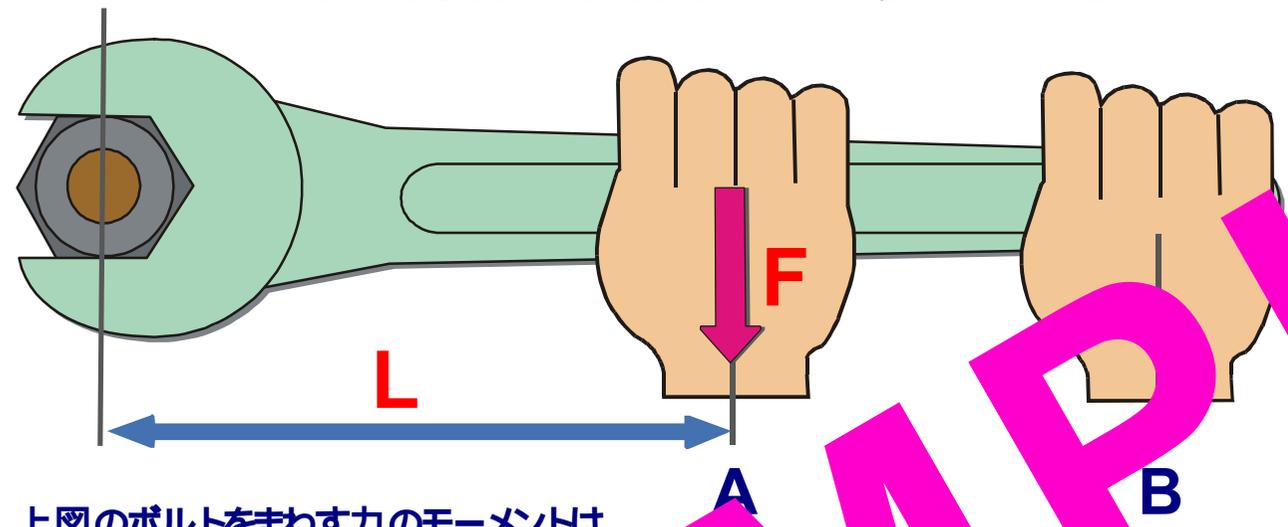
力  $F$  は、分力  $(F1, F2)$  に分解される

力の分解の例として、ワイヤロープにかかる力を求める  
つり荷荷重 ( $W$ ) 相当する力 ( $F$ ) が2本のワイヤロープで支えているので、各ワイヤロープにかかる荷重は力の分解から分力  $F1$  と  $F2$  で求めることができる。



力学 5-1 力のモーメント

力が物体を回転させようとする働きを力のモーメントという



上図のボルトをまわす力のモーメントは

力のモーメント (M) = 力 (F) X ボルト中心から握り位置までの長さ (L)

レンチでボルトを締めたり緩めたりする場合、A位置よりB位置を握った方が力のモーメントが大きくなる。モーメントには時計方向に回転させるモーメント (+) と反時計方向に回転させるモーメント (-) がある。

モーメントの計算は

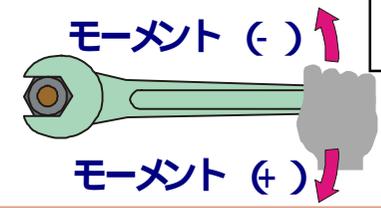
$$M = F (N) \times L (cm)$$

単位はN・cm (ニュートンセンチメートル) であらわす。

力 (N)、長さ (m) の単位では N・m

力 (kN)、長さ (m) の単位では kN・m

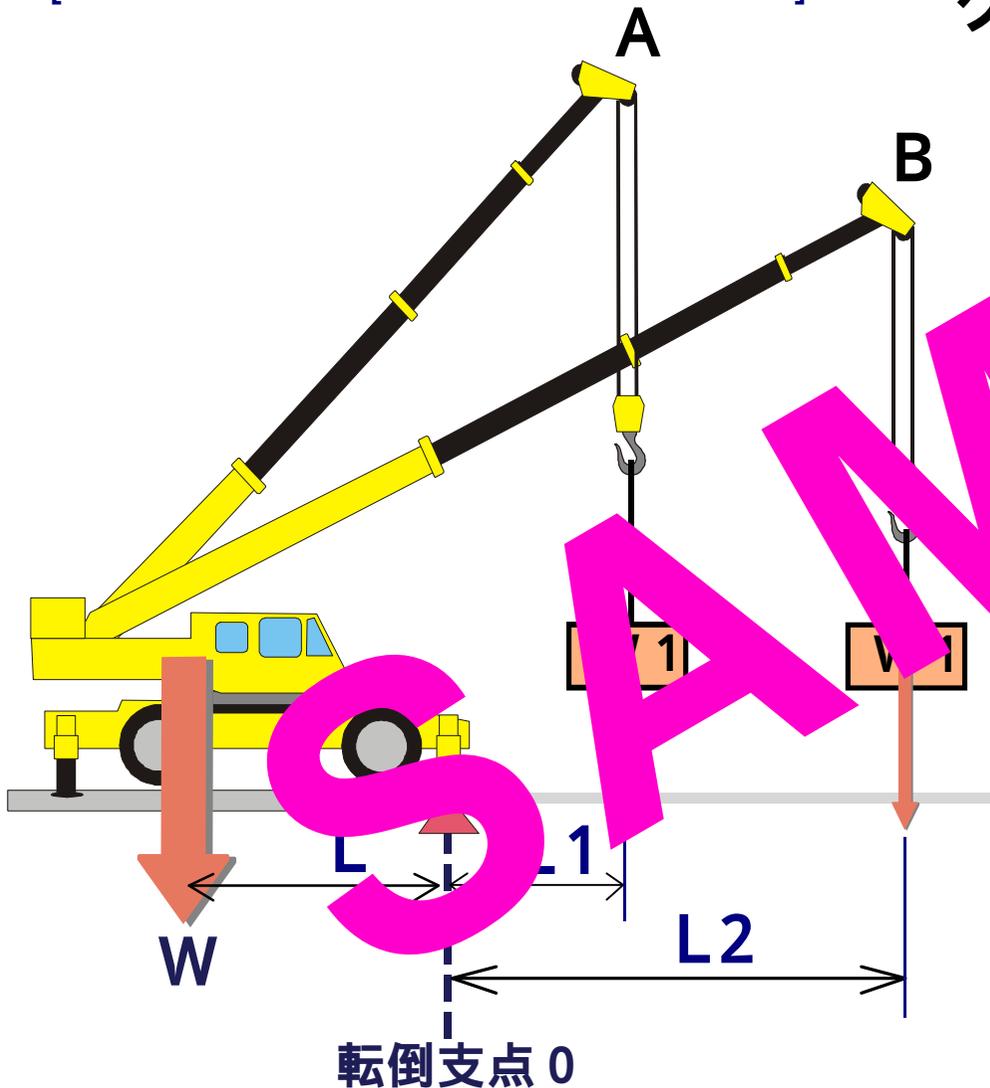
であらわす。





## 移動式クレーンでの力のモーメント

[転倒支点 O に対してのモーメント比較]



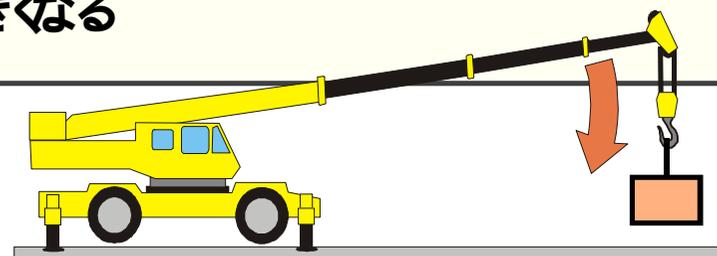
クレーン本体のモーメント  $(M) = W \times L$

ジブA点でのモーメント  $(M_A) = L1 \times W1$

ジブB点でのモーメント  $(M_B) = L2 \times W1$

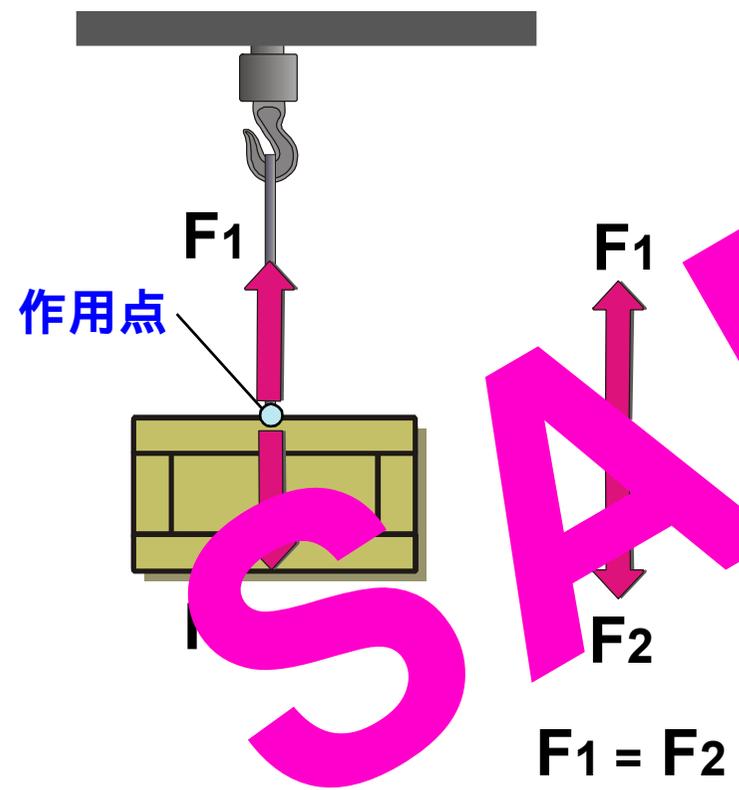
クレーン本体のモーメント  $M$  (安定モーメント) に対して、ジブA点、B点のモーメント  $M_A$ 、 $M_B$  (転倒モーメント) が小さければ転倒はしない  
 $M > M_A$ 、 $M > M_B$

作業半径を大きくすると (ジブを倒す) モーメントの腕の長さが大きくなり、荷の質量が同じであっても、移動式クレーンを転倒させようとする転倒モーメントは大きくなる



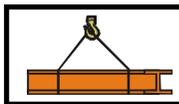
# 力のつりあい

1つの物体にいくつかの力が働いているのに、その物体が動かないとき、それらの力はつりあっている。

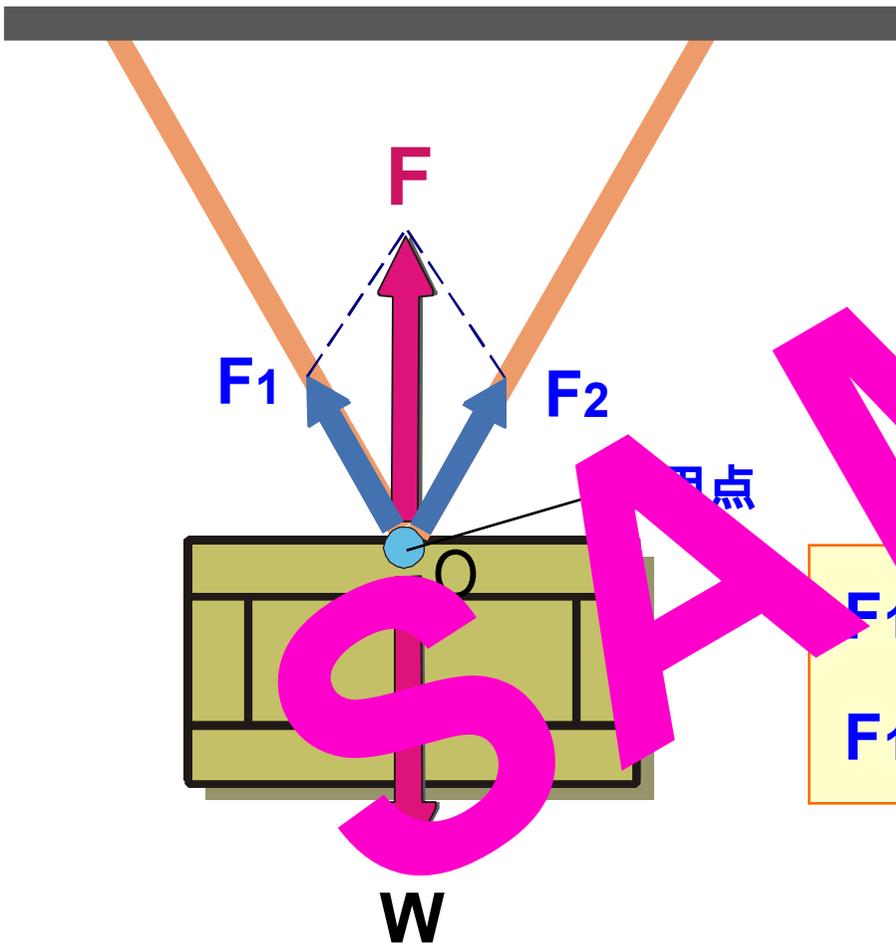


荷物をロープで吊った状態で、荷物が止まっている（静止している）状態を考えます。

ロープには、荷物の重さ  $F_2$ （重力）と同じ力で荷物を上向きに引っ張る力  $F_1$  がかかり、この2つの力はつりあっています。



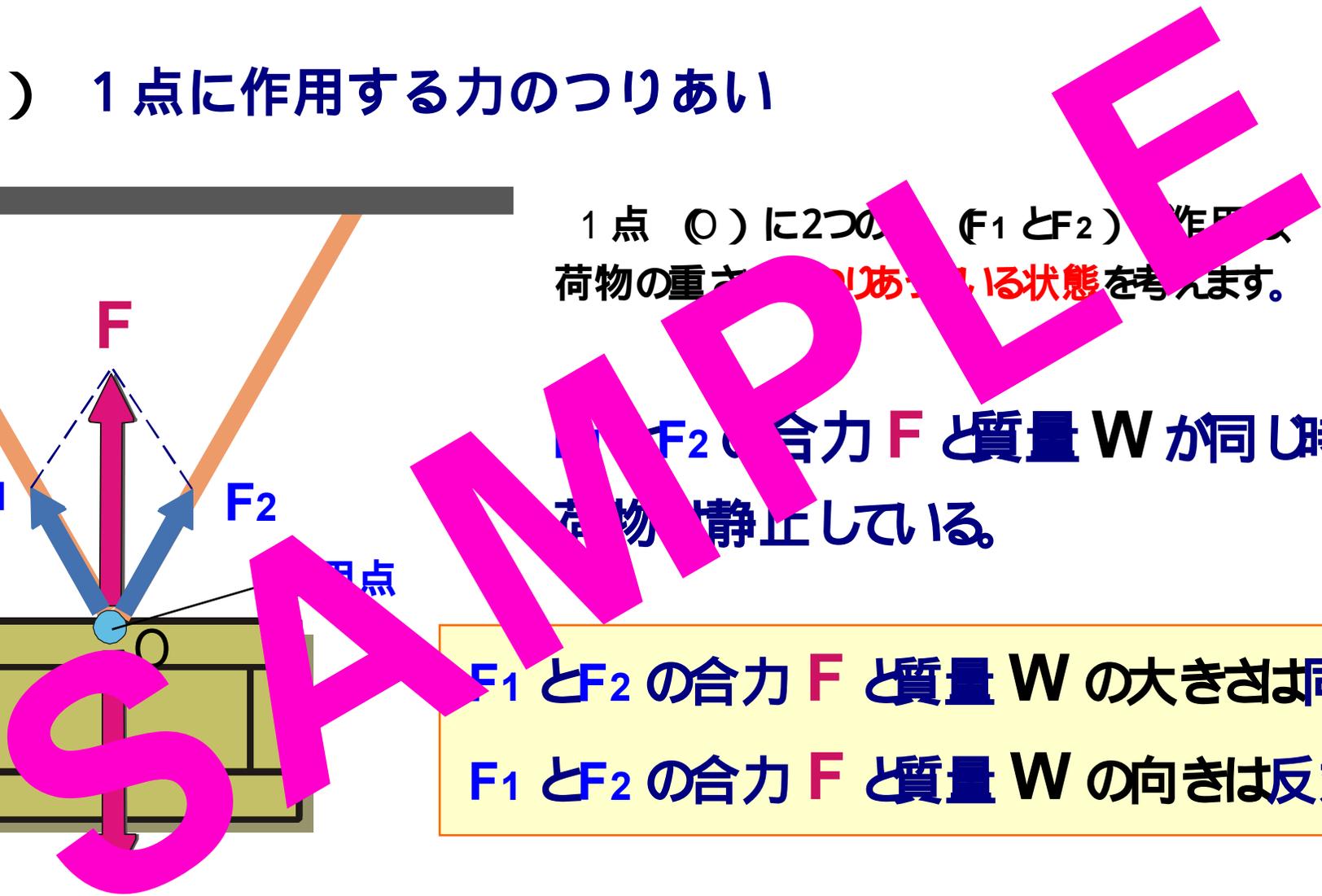
### (1) 1点に作用する力のつりあい



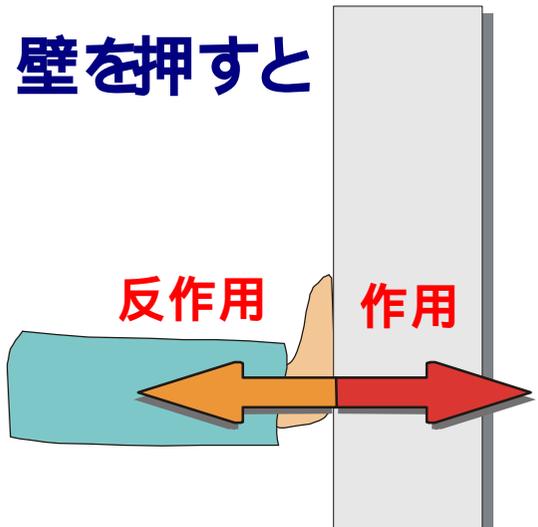
1点 (O) に2つの力 ( $F_1$  と  $F_2$ ) が作用し、荷物の重さ  $W$  とつりあっている状態を考えます。

$F_1$  と  $F_2$  の合力  $F$  と質量  $W$  が同じ時、荷物は静止している。

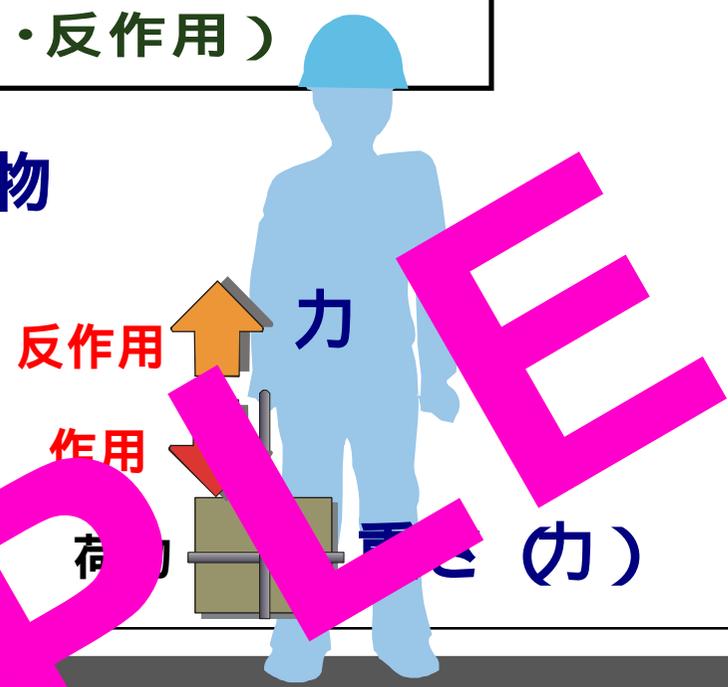
$F_1$  と  $F_2$  の合力  $F$  と質量  $W$  の大きさは同じ  
 $F_1$  と  $F_2$  の合力  $F$  と質量  $W$  の向きは反対



力学 6-3 力のつりあい (作用・反作用)



手に持った荷物



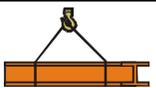
壁は押される力を受けます。  
 また、手には壁からの力を感じます。  
 これは壁が手に力を加えているからです。

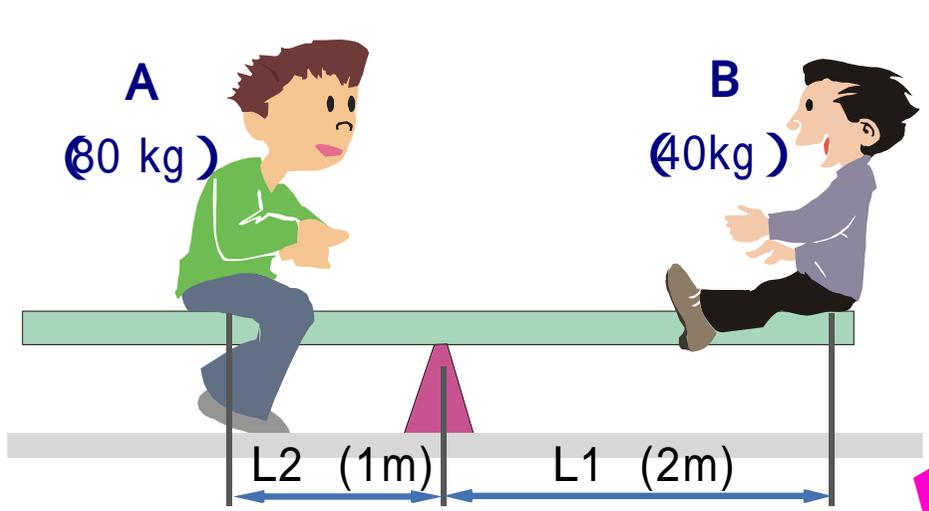
人が荷物を持って静止しています。  
 荷物は重さで下向きの力を加えています。  
 また、人は荷物の重さと反対方向に同じ力を出して支えています。

2つの物体が力を及ぼし合うとき、一方が相手に力を及ぼすと、必ず相手は力を及ぼし返します。  
 一方が相手に力を及ぼすだけということはありません。  
 このように2つの物体が力を及ぼし合うとき、一方を「作用」と呼び、もう一方を「反作用」と呼びます。

作用と反作用は、  
 同じ直線上で作用し、  
 大きさは等しく、  
 向きが反対



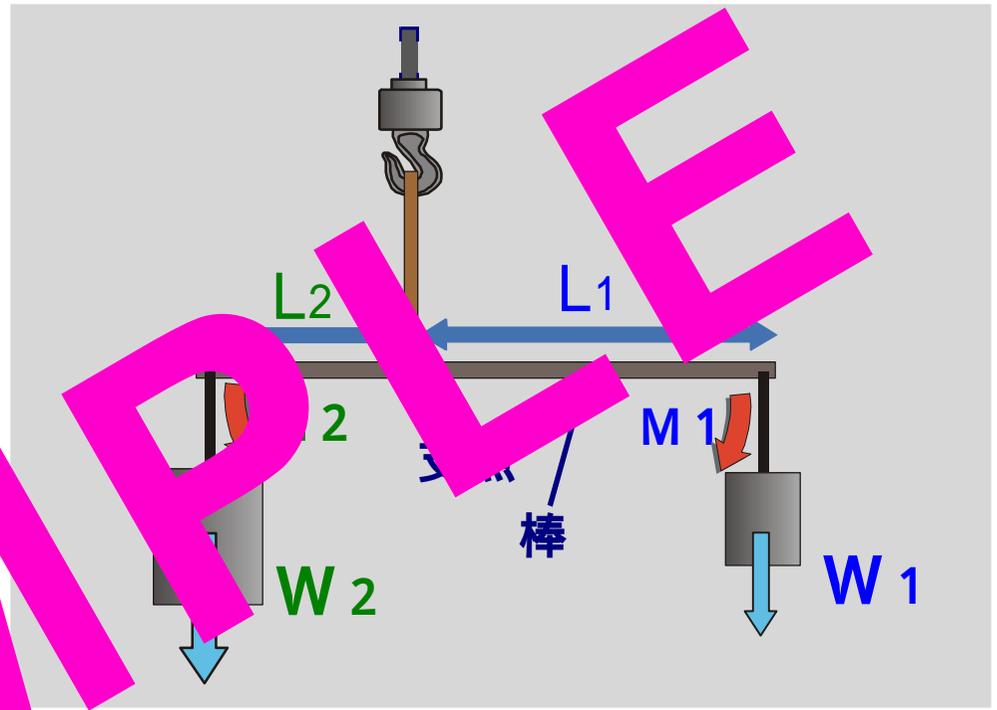
 力学 6-4 力のつりあい (平行力のつりあい)



上のシーソーがバランスしている例をモーメントで表すと

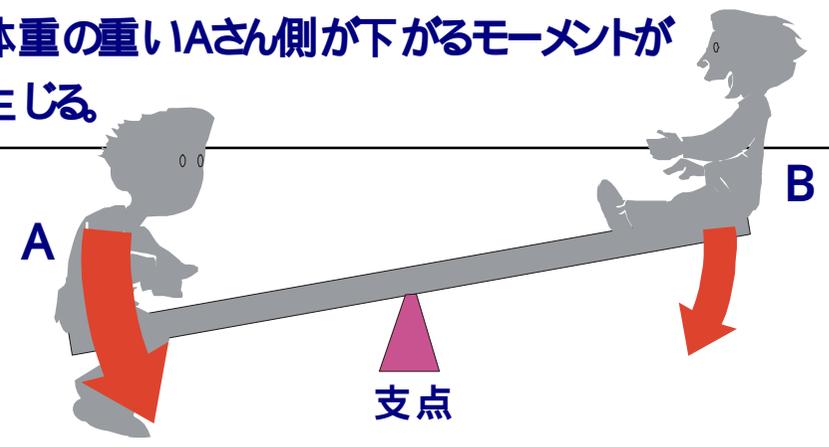
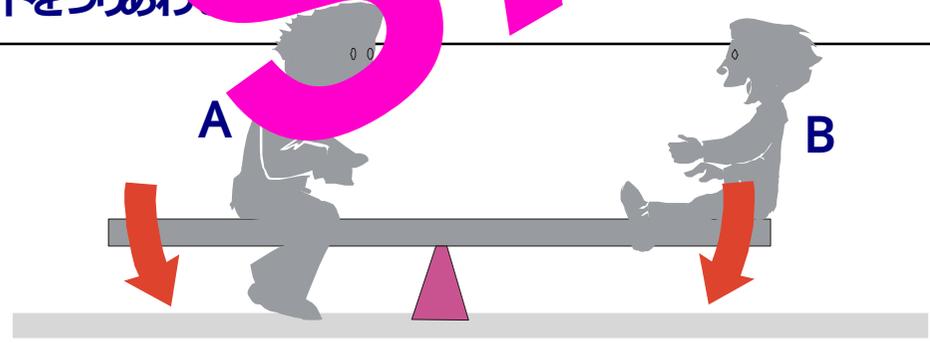
$$A \times L2 = B \times L1$$

$$(80 \times 1 = 40 \times 2)$$

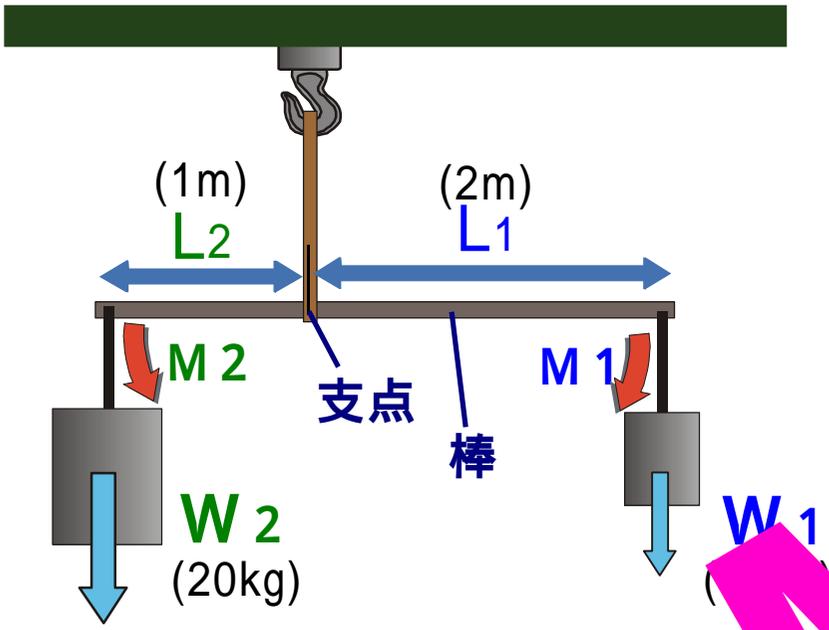


平行力をつりあわせるには、回転軸を中心とした  
モーメントと反対側のモーメントを同じにして、モーメントをつりあわせる。

AさんとBさんが支点から同じ距離に座った場合は、  
体重の重いAさん側が下がるモーメントが生じる。



力学 6-5 力のつりあい - 平行力 計算演習



荷を吊った棒を平行に保つには  
 支点を中心に、左右に回転し、とする力のモーメント  
 (M1・M2) を同じにする。

右回りのモーメント M1 = 9.8 x W1 x L1  
 左回りのモーメント M2 = 9.8 x W2 x L2

平行力がついている状態では  $9.8 \times W_1 \times L_1 = 9.8 \times W_2 \times L_2$

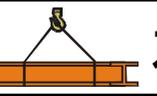
長さLの棒で、W1・W2の荷を吊る場合、どの位置で吊るとつりあうかを計算で求める

$$L \times \frac{W_2 \times L}{W_1 + W_2} = \frac{20 \times 3}{10 + 20} = 2 \text{ (m)} \quad L_1 \text{ の長さ2mに支点を置くつりあう}$$

左端にW20kgの荷を吊った長さLの棒を上記支点で吊った場合、右端にどれだけの重さの荷を吊れば  
 つりあうかを計算で求める

$$W_1 = \frac{L_2}{L} \times (W_1 + W_2) = \frac{1}{3} \times (10 + 20) = 10 \text{ kg}$$

力学 6-6 力のつりあい - 平行力 逆比の関係



つあっている天びんのつりあい長さ  
 $L_1 \cdot L_2$  を求める

つあっている天びんのつりあい荷重  
 $W_1 \cdot W_2$  を求める

$$L_1 = \frac{W_2}{W_1 + W_2} \times L = 2 \text{ (m)}$$

$$L_2 = \frac{W_1 \times L}{W_1 + W_2} = 1 \text{ (m)}$$

支点を中心とした相手側の荷重と、天びんの全長の積を総荷重で割る

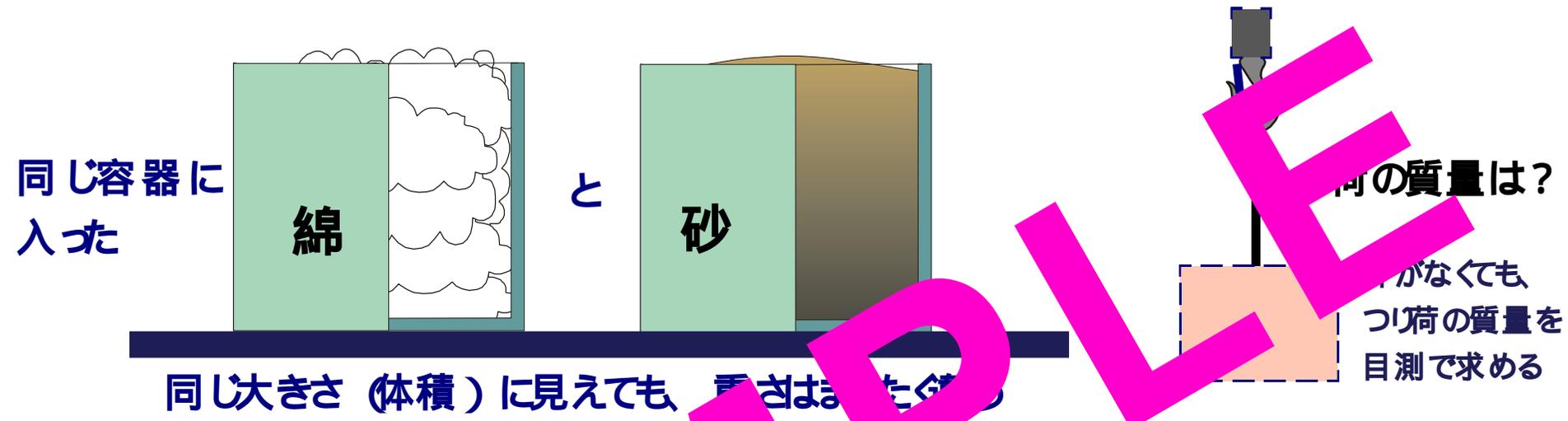
$$W_1 = \frac{L_2}{L} \times (W_1 + W_2) = 10 \text{ (kg)}$$

$$W_2 = \frac{L_1}{L} \times (W_1 + W_2) = 20 \text{ (kg)}$$

支点を中心とした相手側の長さ、総荷重の積を天びんの全長で割る

逆比の関係

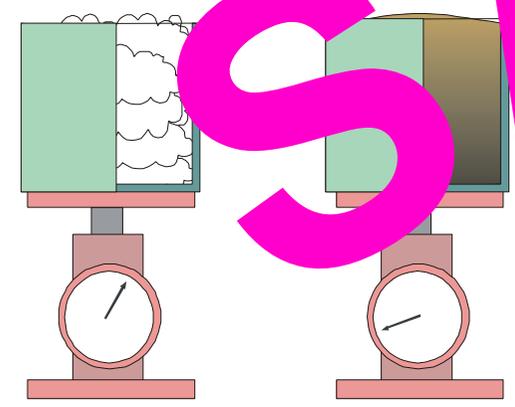
力学 7-1 質量と比重 - 質量



### 1. 質量

物体の重さ <b>重量</b>	物体の固有属性 <b>質量</b>
--------------------	----------------------

質量は物体に働く**重力**により変わる  
 \* 重力の状態は、通常、地球上での変動はないと  
 考えてよい



**物体の質量 = 単位体積あたりの質量 × 物体の体積**

**質量単位は、 kg (キログラム) または t (トン) で表示する。**

物体の質量は、同じ体積でも物質により異なる。



同梱のCD-ROM(以下「本CD-ROM」という)を開封される前に、下記の契約内容(以下「本契約内容」という)を必ずお読みください。お客様は本契約内容に同意いただいた場合のみ、本CD-ROMを使用いただくことが出来ます。本CD-ROMを開封された場合には、本契約を同意いただいたものとみなし、本契約が成立します。もし、本契約内容に同意いただけない場合には、ご購入30日以内に限り、代金返還に対応しますので、ご購入先又は有限会社ヒロテック(以下「ヒロテック」という)までご連絡ください。

### 使用許諾

ヒロテックは、本教材の使用者が次の範囲で本CD-ROMを使用されることを許諾します。

- 本CD-ROMを日本国内において1台のコンピュータ上で使用すること
- 本CD-ROMに収録されているすべてのデータ(以下「本データ」という)を閲覧すること

### 禁止事項

ヒロテックは、本教材の使用者が以下の行為をすることを禁止します。

- 本CD-ROMを同時に複数のコンピュータで使用すること。(ネットワークによる利用を含みます)
- 本CD-ROMを日本国外で使用すること
- 本CD-ROMの複製または本CD-ROMを他の記録媒体(ハードディスクを含む)に複製すること
- 本データを閲覧以外の目的に利用すること
- 本データを営利目的で紙媒体に印刷し販売すること
- 本CD-ROMの内容の一部または全部をヒロテックに無断でインターネット上に掲載することまたは第三者に貸与・譲渡・販売すること

### 著作権の帰属

本教材ならびに付属する取り扱い説明書等のソフトウェアの著作権は、ヒロテックに帰属しています。

### 免責事由

本CD-ROMに収録されている本データと実際のデータまたは事実とに相違がある場合も、ヒロテックは責任を負いません。本CD-ROMに収録されている本データは、ヒロテックの都合により予告なく変更する場合があります。ヒロテックはいかなる場合でも、本CD-ROMのご使用によって、あるいは本CD-ROMの瑕疵・誤謬によって、生じたいかなる損害(逸失利益、プログラムやデータの損失、PCの破損等)に対しても責任を負いません。

### 保証

本CD-ROMに物理的瑕疵があることを発見された場合は、ご購入後30日間に限り、正常な製品と無償で交換させていただきますので、すみやかに購入先にご連絡ください。ヒロテックは、本条に定める以外の保証はいたしません。

### 契約の解除

お客様が本契約書の条項及び条件に違反した場合、ヒロテックはただちに本契約を解除することが出来ます。この場合、またお客様自身が本契約を解除しようとする場合は、お客様は本CD-ROMに含まれる全ての本データを破棄しなければなりません。なお、本契約成立後は、本CD-ROMの購入代金は一切返還いたしません。

### 契約期間

本契約は、お客様が本CD-ROMのパッケージを開封されたときから発行し、お客様またはヒロテックがこの契約を解除するときまで有効とします。

本契約書について不明な点がございましたら、ヒロテック宛に書面にてご連絡いただきますようお願い申し上げます。

有限会社ヒロテック

〒350-1103

埼玉県川越市電ヶ関東5-27-22

遠山ビル1F

TEL:049-231-3266 FAX:049-233-3120

URL <http://www.hirotech.jp/>