

2.力学の概念

1. 力学とは

力学 = 物体の運動に関する学問

Mechanics is the science concerned with the effects of forces acting on objects.

物理学で単に力学といえば、普通ニュートン力学および剛体の力学を指す

2. 力学の分類

力学
Mechanics

流体力学

変形体の力学

剛体の力学

Rigid body mechanics

運動学

Kinematics

運動力学

Kinetics

静力学 Statics

動力学 Dynamics

3. バイオメカニクスにおけるアプローチ(1)

Kinematics キネマティクス (運動学)

動きの原因となる力とは関係なく、動き自体の四肢の形やその変化を研究する分野

扱う物理量は、並進および回転運動の**変位・速度・加速度**

身体運動を完全に記述するには、セグメントごとに重心について、矢状面・前額面・水平面の変位・並進速度・並進加速度・角度変位・角速度・角加速度の18変数が必要

3. バイオメカニクスにおけるアプローチ(2)

Kinetics キネティクス (運動力学)

「動きの原因となる力」を研究する分野

筋によって発揮される力を推定するのが目的



筋肉は神経刺激によって短縮し、この力が基になって動きが成立する。個々の筋は腱によって骨に付着しており、筋収縮は関節を介して骨の回転を起こし、時には抵抗をする。

キネティックな定量解析では、力・力学的(機械的)エネルギー・仕事・力積・モーメントやパワーといった変量に拡大することが可能

4. ニュートン力学での3つの基本的な概念

長さ Length: 大きさを定量的に示すための概念

時間 Time: 事象の流れに順位をつけるための概念

質量 Mass: 全ての物体が有する特性

量	記号	SI単位	省略形
Length (長さ)	l	meter	m
Time (時間)	t	second	s
Mass (質量)	m	kilogram	kg

- それぞれ独立であるため絶対的な概念
- その他重要な概念を定義するのに必要

4.質量

質量には二つの異なる定義があるが、互いに等価

慣性(inertia)を量的に表したものを慣性質量(inertial mass)



力の作用を受けない物体が、同じ運動状態を保持しようとする物体固有の性質

重量(weight) を使って測定した質量を重力質量(gravitational mass)



重力(gravity)の大きさ

$$\text{重量[N]} = \text{質量[kg]} \times \text{重力の加速度[m/ s}^2\text{]}$$

重力:地球上に静止している物体が地球から受ける力

5. ニュートンの運動の3法則

Sir Isaac Newton (1642-1727)



ニュートンの運動の3法則

慣性の法則

運動方程式(equation of motion)

作用・反作用の法則

身体の動きを理解する上で、ニュートンの運動の3法則が基礎となる

ニュートンの運動方程式が全て成り立つ座標系を**慣性系**(inertial system)という

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%94%BB%E5%83%8F:Isaac_Newton.jp

pgより

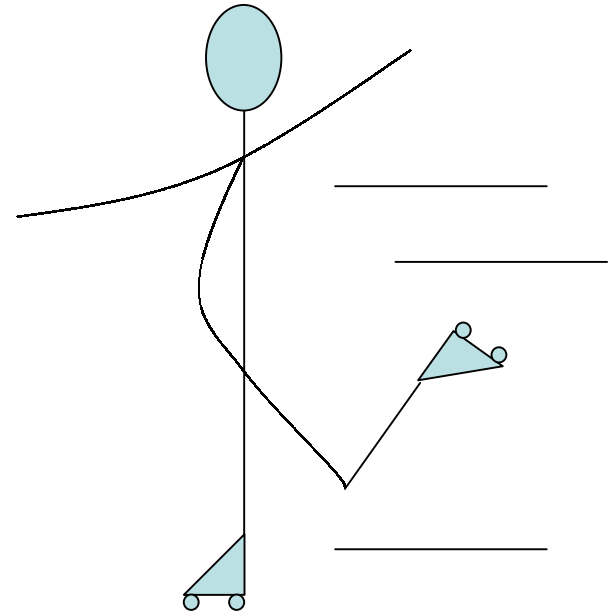
5. ニュートンの運動の法則 (1)

第1法則 (慣性の法則)

すべての質点(物体を質量だけ備えた点とみることはそれに加えられる力によってその状態が変化させられない限り、静止あるいは一直線上の等速運動の状態をつづける

(例外)

加速中の電車内に固定された座標系では、力を受けていない空き缶がひとりでに動きだすことがある。



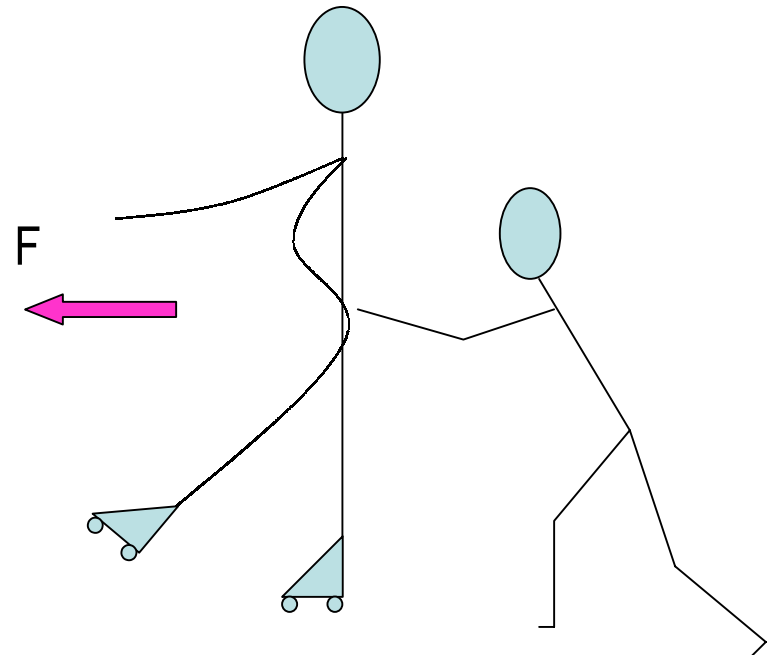
5. ニュートンの運動の法則 (2)

第2法則 (ニュートンの運動方程式)

質点の運動量(momentum=質量×速度)の変化は、加えられた力の方向(作用線方向)に沿って起こり、かつ、微小時間内における運動量の単位時間あたりの変化の大きさは、加えられた力の大きさに等しい

$$\sum F = ma$$

運動の方向や速度が変わる(加速・減速)のは、外部から何らかの力が作用するからである。この状態変化を起こす原因を力(force)と呼ぶ。



5. ニュートンの運動の法則 (3)

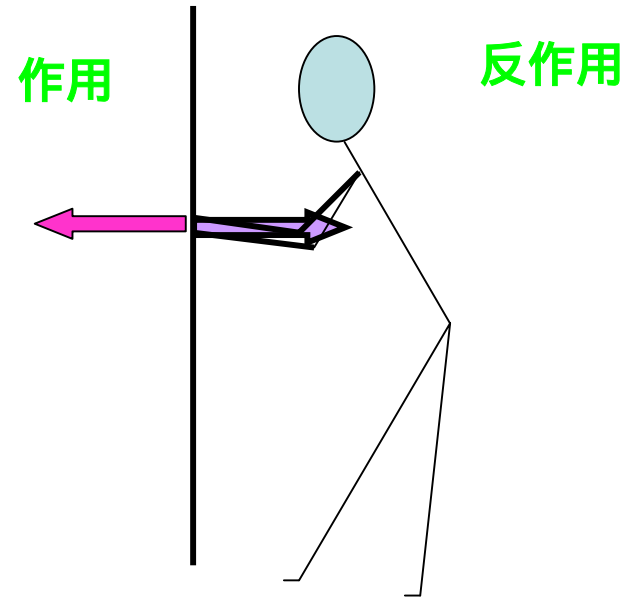
第3法則 (作用反作用の法則)

一つの物体が他の物体に力(作用(action))を及ぼすとき、常に後者もまた前者に対し力(反作用(reaction))を及ぼす

作用力と反作用力

- 大きさが等しい
- 向きが反対
- 同じ作用線

(ex) 1000Nの力で壁にあたれば、
1000Nの力で反対にはね飛ばされる。



6. 万有引力の法則

万有引力の法則(law of universal gravitation)

いかなる2つの質点の間にも、それらの質量 M, m の積に比例し、それらの間の距離 d の2乗に逆比例する引力が働く

$$F = G \frac{Mm}{d^2}$$

G:万有引力定数

$$G = 6.67259 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{s}^{-2} \text{kg}^{-1}$$

重力は、地球からの万有引力と地球の自転に起因する遠心力の合力

$$g = 9.8 \text{m} / \text{s}^2$$



表 1 4 SI の事乗数係数と対応する補助記号

事乗数係数	SI 冠詞	SI 記号
1,000,000,000 = 10^9	ギガ	G
1,000,000 = 10^6	メガ	M
1,000 = 10^3	キロ	k
100 = 10^2	ヘクト	h
10 = 10^1	デカ	da
.1 = 10^{-1}	デシ	d
.01 = 10^{-2}	センチ	c
.001 = 10^{-3}	ミリ	m
.000 001 = 10^{-6}	マイクロ	μ
.000 000 001 = 10^{-9}	ナノ	n
.000 000 000 001 = 10^{-12}	ピコ	p

表 1-5 単位の変換

長さ	1 centimeter (cm) = 0.01 meter (m) 1 inch (in) = 0.0254 m 1 foot (ft) = 0.3048 m 1 yard (yd) = 0.9144 m 1 mile = 1.609 m 1 angstrom (Å) = 10^{-10} m
時間	1 minute (min) = 60 second (s) 1 hour (h) = 3,600 s 1 day (d) = 86,400 s
質量	1 pound mass (lbm) = 0.4536 kilogram (kg) 1 slug = 14.59kg
力	1 kilogram force (kgf) = 9.807 Newton (N) 1 pound force (lbf) = 4.448N 1 dyne (dyn) = 10^{-5} N
圧力・応力	1 kg/m-s ² = 1N/m ² = 1 Pascal (Pa) 1 lbf/in ² (psi) = 6,896 Pa 1 lbf/ft ² (psf) = 992.966Pa 1 dyn/cm ² = 0.1 Pa
モーメント(トルク)	1 dyn-cm = 10^{-7} N-m 1 lbf-ft = 1.356N-m
仕事・エネルギー	1 kg-m ² /s ² = 1 N-m = 1 Joule (J) 1 dyn-cm = 1 erg = 10^{-7} J 1 lbf-ft = 1.356J
仕事率	1 kg-m ² /s ³ = 1 J/s = 1 Watt (W) 1 horsepower (hp) = 550 lbf-ft/s = 746 W
角度	1 degree (°) = $\pi / 180$ radian (rad) 1 revolution (rev) = 360° 1 rev = 2π rad = 6.283 rad
温度	°C = °K - 273.2 °C = 5 (°F - 32)/9

参考文献

Nihat Ozkaya, Margareta Nordin (1991).

FUNDAMENTALS OF BIOMECHANICS

嘉数侑昇、横井浩史(監訳). 『バイオメカニクス~生体力学の原理と応用~』, NTS, 2001.

深代千之・桜井伸二・平野裕一・阿江通良.(2000) 『スポーツバイオメカニクス』, 朝倉書店.

藤原邦男(1984). 『物理学序論としての力学』, 東京大学出版社.

ウィキペディア.

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%B8>