

機械知能工学科

工学総合演習Ⅱ・制御メカトロ

EP-01/Rev 17-1.0

第K01回

機械の運動と必要な動力

工学部 機械知能工学科

熊谷 正 朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室

RDE

今回の到達目標

○メカトロ計算に必要な動力の計算

◇メカトロの計算における

【動力[W]】の有用性を説明できる。

- ・メカトロのパワー部分の計算

◇動力の計算方法を説明できる。

- ・速度 × 力
- ・エネルギー ÷ 時間

◇動力の計算ができる。

- ・演習の時間

工学総合演習Ⅱ

○3分野の具体的数値を用いた計算

○材料力学:遠藤先生 × 5回

○機械力学:矢口先生 × 5回

○制御メカトロ:熊谷 × 5回

◇評価方法

- ・ 3分野の平均

- ・ 熊谷:平常点50点 定期試験50点

平常点: 25点:講義内プチテスト(毎回)

25点:宿題(1-4回;復習+予習)

工学総合演習Ⅱ：制御メカトロニクス

○内容の予定

- 動力の計算
- 電力の計算
- 増幅回路の計算
- 動作シーケンス
- ラプラス変換

◇各回

- ・その日の原理・式など：30分程度
- ・原理に基づく実際の計算：30分程度
- ※各自で解いた上で答え合わせ
- ・プチテスト：30分程度

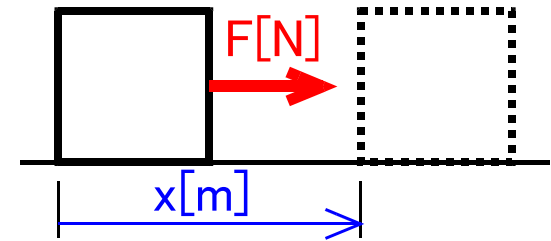
仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

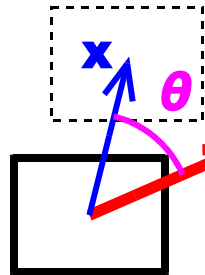
◇仕事(力学)

- ・ある力 $F[\text{N}]$ で $x[\text{m}]$ 移動するときの仕事

$$\rightarrow F x [\text{J}] \quad ※[\text{J}] = [\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}]$$



- ・ある力ベクトル $\mathbf{F}$ でベクトル $\mathbf{x}$ 移動



$$\rightarrow \mathbf{F} \cdot \mathbf{x} [\text{J}] \quad (\text{ベクトルの内積})$$

$$|\mathbf{F}| |\mathbf{x}| \cos \theta [\text{J}] \quad \theta \text{ はなす角}$$

※納得いかない例:

20[kg]のものを持って水平に100[m]歩いた $\rightarrow ? [\text{J}]$

仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

◇エネルギー(力学)

- ・仕事によって変化する
- ・運動エネルギー

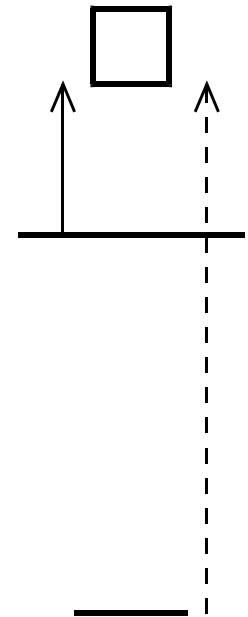
$$(1/2)mv^2 \rightarrow (1/2)\text{質量}[\text{kg}] \cdot \text{速度}^2$$

$$(1/2)I\omega^2 \rightarrow (1/2)\text{慣性モーメント} \cdot \text{角速度}^2$$

- ・位置エネルギー

$$mgh \rightarrow \text{質量} \cdot \text{重力加速度} \cdot \text{基準からの高さ}$$

$$(1/2)kx^2 \rightarrow (1/2)\text{ばね定数} \cdot \text{自然長からの変位}^2$$



仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

◇仕事率(物理) あるいは 動力(機械), power

・単位時間あたりの仕事 $[W]=[J/s]$

・「力×速度」でも計算できる

※(力×移動距離)÷時間＝力×(距離÷時間)

動力[W]＝力[N]×速度[m/s]

動力[W]＝トルク[Nm]×角速度[rad/s]

★単位重要★ ※rpm, rps = 回/min, /s

[rpm] → ÷60 → [rps] → ×2π → [rad/s]

仕事・仕事率・動力

○動力の使い道

◇メカの概略設計

- ・メカの効率が100%なら、動力はそのまま伝わる(減速すると力が増える)。
 - 最終的に必要な動作だけで見積可能
- ・モータの大きさの見積ができる([W]が仕様)

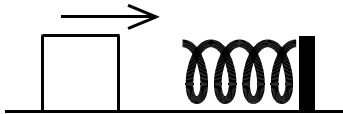
◇電力の検討

- ・モータの効率が100%ならば
モータに投入する電力＝出力される動力

仕事・仕事率・動力

○エネルギーの使い道（今回の話からそれる）

◇途中を除いた、力学的変化の検討
例)



- ・ 運動してくるものを止めるばね
- ・ 回生ブレーキしたときに出てくる
電気エネルギーの量（or 熱）
- ・ フライホイールに貯められる量
- ・ 途中の時間変化(加減速など)を解かずに、
結果の状態を計算できる。

メカトロにおける設計方針 (→4年ロボット開発工学)

○動力 → モータ・電力

1: メカの仕様を明確にする

- ・ 動き方 = 速度が定まる
- ・ かかる力を検討 → 重力、摩擦力、慣性力他

2: 動力[W]を計算する

3: モータの大きさを決める

4: モータの供給電圧、電流、電力が求まる

- ・ 制御装置の規模、電源(電池)の規模
- ・ 発熱の大きさ(次回)

動力計算の典型例

○重力に関するもの

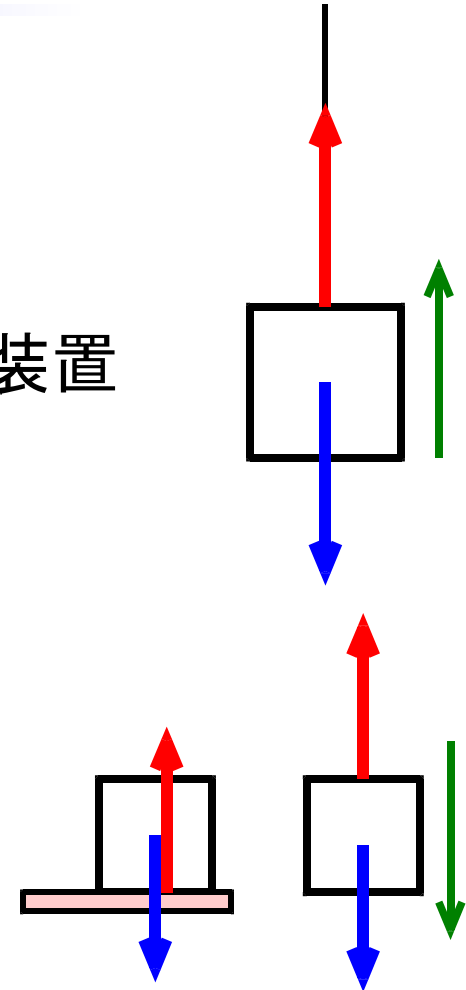
◇上下させる装置

- ・エレベータ、昇降機、搬送装置

◇かかる力

- ・ **重力** [N] = 質量[kg]
× 重力加速度 [9.8m/s^2]
- ・ **を支える駆動力**

◇速度: 別途指定 [m/s]



動力計算の典型例

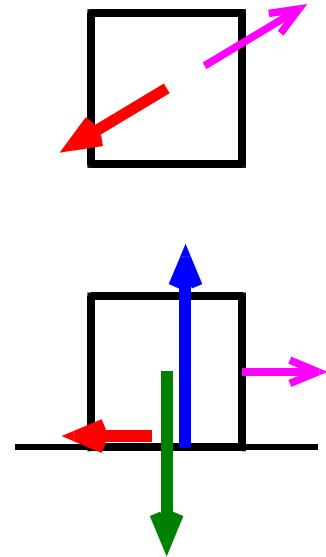
○抵抗に関するもの

◇摩擦抵抗：移動時に滑るもの

- ・ 転がり軸受け系のない摺動部
- ・ 台形ネジ（VSボールネジ）
- ・ 垂直抗力 $\times$ (静・動)摩擦係数
- ・ 動摩擦：一定の大きさ、速度の反対方向
- ・ 静摩擦：最大で上式、外力の反対方向

◇空気抵抗→流体力学

- ・ 速度の2乗、ものによって要考慮



動力計算の典型例

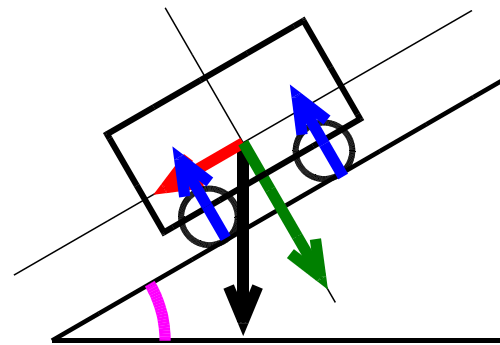
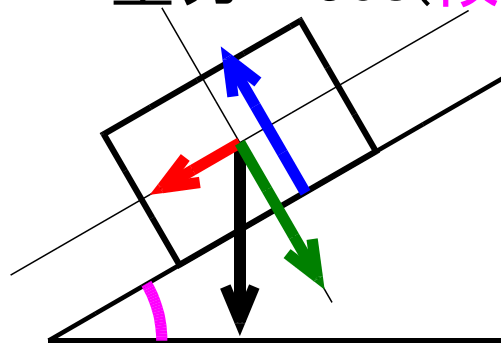
○斜面に関するもの

◇重力の斜面方向の成分

- ・ 重力 $\times \sin(\text{傾斜角})$
- ・ 移動車両を考えるとときには影響が大きい

◇重力による垂直抗力 → 摩擦等の計算

- ・ 重力 $\times \cos(\text{傾斜角})$



動力計算の典型例

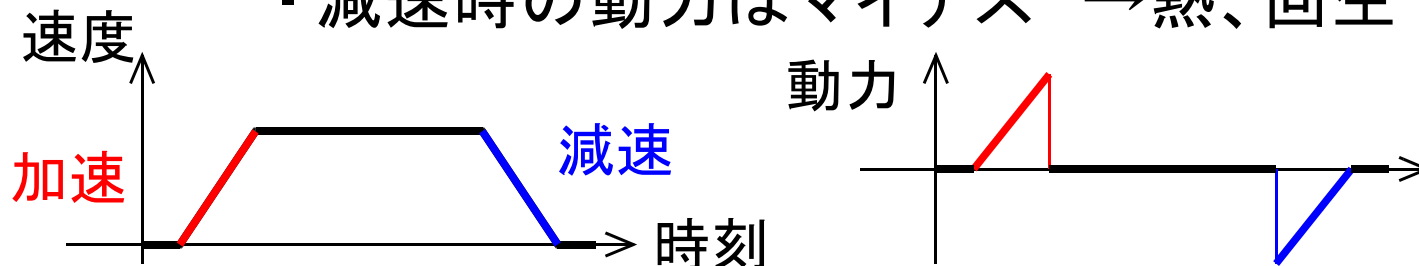
○慣性力

◇運動の加減速に必要な力

- ・ 慣性力[N] = 質量[kg] × 加速度[m/s²]
- ・ 回転: 慣性モーメント × 角加速度

◇動力 = 慣性力 × そのときの移動速度

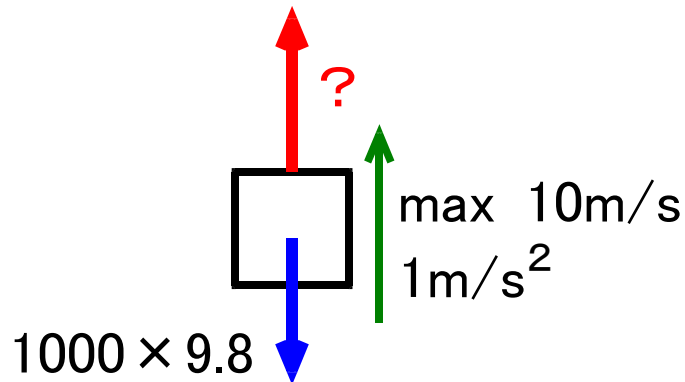
- ・ 速度があがると必要動力は増える。
- ・ 減速時の動力はマイナス → 熱、回生



演習問題（各自ノートに→答え合わせ）

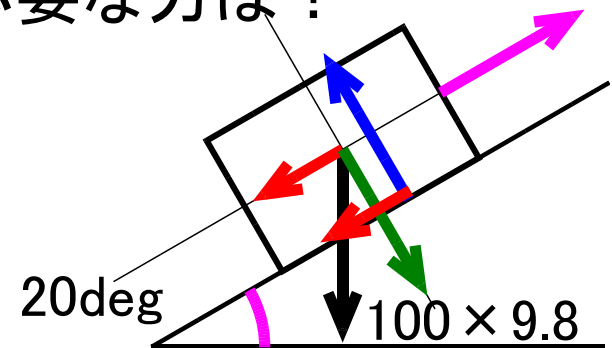
1: エレベータ

- 質量1000kgのかご
- 最高で10m/s
- 加速は 1m/s^2
- ◇必要な最大の動力は？



2: 斜面移動装置

- 質量100kgのものを
- 傾斜角20度の
- 摩擦係数0.2の
- 斜面で引き上げる
- ◇必要な力は？



演習問題(プチテスト)

○斜面を走る車両

- ・ 傾斜10度の坂を走行する車両がある。
- ・ 車両の質量は100[kg]
- ・ ころがり抵抗係数(車輪ものなどで、摩擦係数にあたる係数)は0.1
- ・ 最高速度 3[m/s]
- ・ 停止→最高速度、→停止の加減速は2[s]

◇必要な動力は最大で何[W]か。

- ・ 状況を示す図、途中経過、および結果