機械応用力学の担当する講義項目

- 材料力学
- 機械力学
- トライボロジー
- 関連する実験，実習
- 海洋電子機械工学ゼミナール（機械応用力学）

機械の設計

① 性能をどうするか
② 強度，耐久性
③ 効率
④ 安全性
⑤ 制御
⑥ 製作費
⑦ その他

←基礎知識

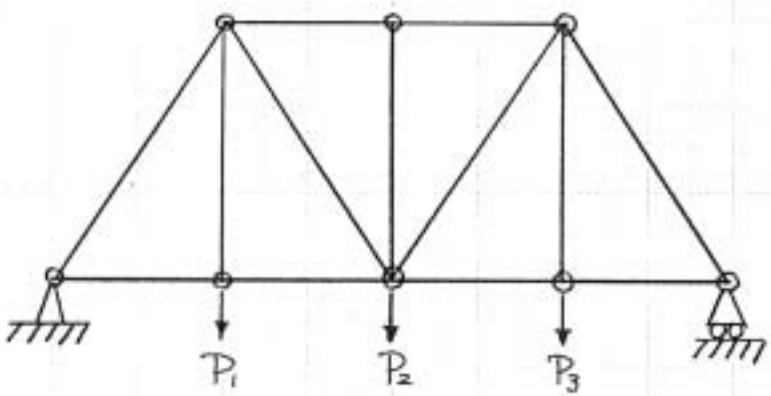
- 材料力学，機械力学
- トライボロジー，機械材料
- 熱力学，流体力学
- 設計製図
- 電気，電子，制御
- 化学

材料力学

機械（構造物）に発生する変形，応力を把握し，その強度を調べる学問

外部作用 ⟶ 機械の形状，寸法，材質 ⟶ 変形，応力 ⟷ 材料強度

(I)　　f(I)　　(0)



- 負荷
  - 外力（時間的変化）
    - 静荷重
    - 変動荷重（繰返し荷重）
    - 衝撃荷重
  - 物体力（慣性力，遠心力）
  - 温度変化
  - 物理，化学作用

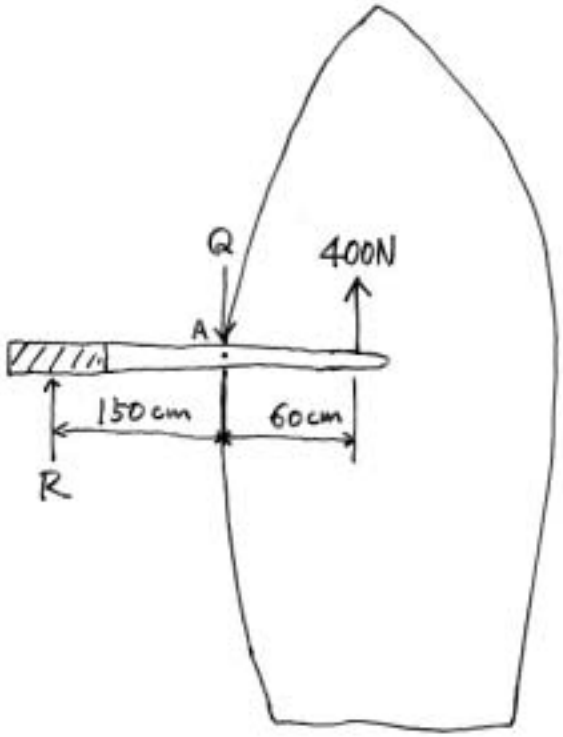
外部作用(負荷)の種類

力

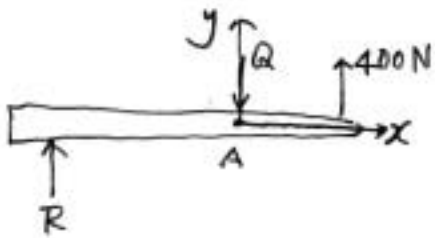
- 既知力
- 未知力

力の３要素（大きさ，方向，作用点）
を仮定して記入

自由物体図の作成



水からの力 R ?
カッター側面 A にかかる力 Q ?



自由物体図

y方向の力のつり合い

$400 + R + (-Q) = 0$

A点におけるモーメントのつり合い

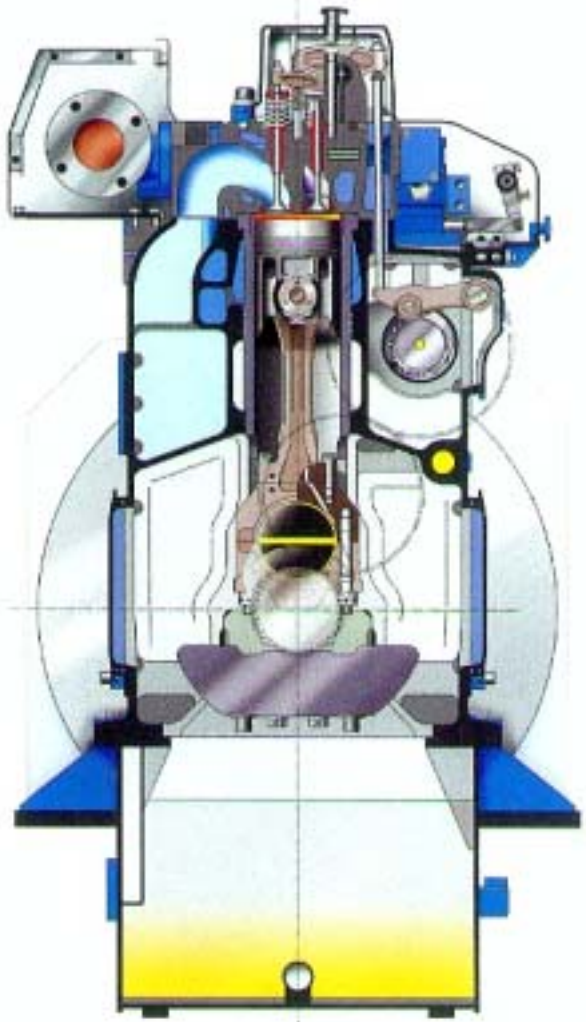
$-60 \times 400 + 150R = 0 \longrightarrow R = 160N$

$Q = 400 + R = 560N$

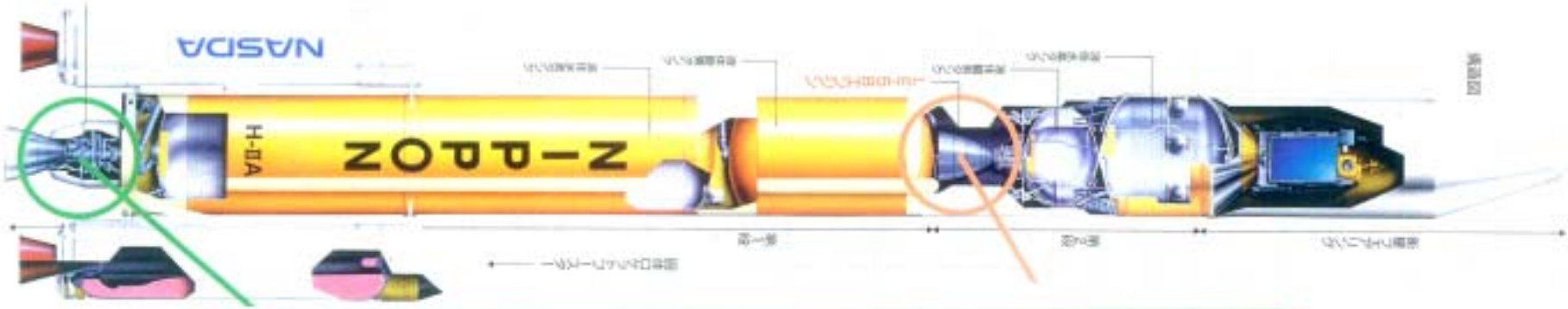
主題と目標

トライボロジーは，「相対運動を行いながら相互作用を及ぼし合う表面およびそれに関連する実際問題の科学技術」である．トライボロジーの役割は，一つは摩擦を減らすこと，もう一つは摩擦面の損傷を防ぐことである．摩擦を減らすことにより，無駄に失われるエネルギーを減らすことができる．摩擦面の損傷は，機械の耐久性を支配する重要な因子である．トライボロジー特性を向上し，耐久性を上げることにより，機器取り替え費用の低減，メンテナンスコストの低減，設備の稼働率の向上を図ることができる．また，原子力発電所や航空機における摩擦面の故障は致命的な故障につながるため，十分な耐久性と信頼性が要求される．

この授業では，表面と接触，境界潤滑，混合潤滑，流体潤滑の概要を理解すること，摩擦面の損傷とその特徴を理解すること，潤滑油の種類とその特徴を理解することを目標とする．

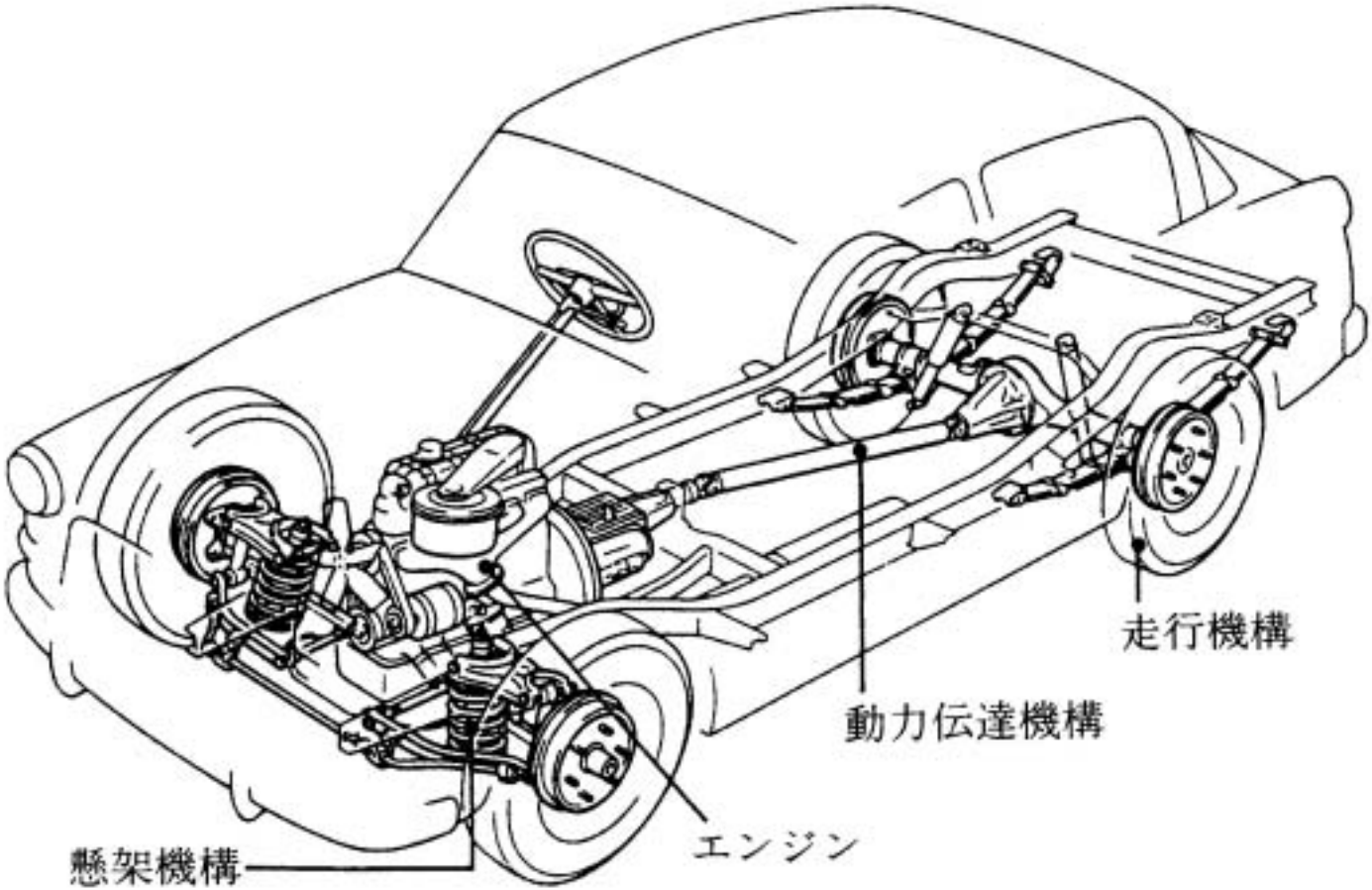


ディーゼルエンジン



供給系総合試験設備

H-ⅡAロケット第1段メインエンジン「LE-7A」の液水ターボポンプの開発試験を行っています。このターボポンプは、主燃焼器へ1秒間に約530リットル（ドラム缶2.5本分）の液体水素（−253℃）を送り込みます。タービン部分（写真右側）は、1秒間に約800回転します。軸馬力は、約27,000馬力（F-1エンジンが35台分）にもなります。



自動車の基本構造(FR 車)

トライボロジー

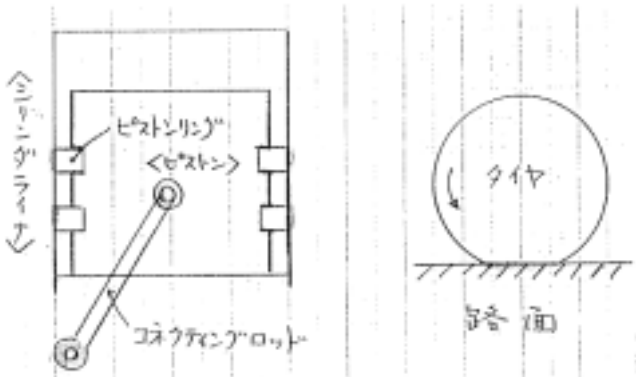
相対運動をして相互に影響し合う表面，およびそれに関連する科学と技術

具体的には

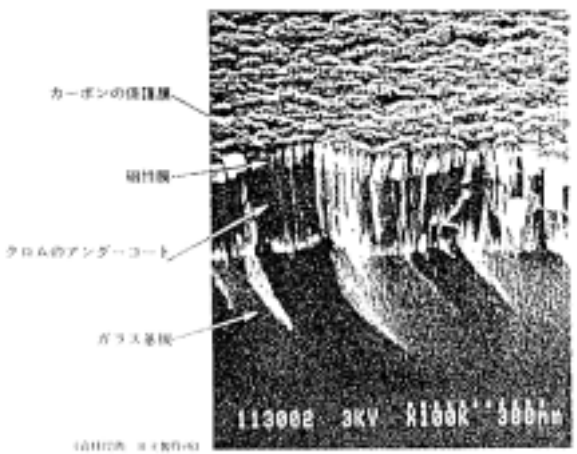
摩擦，摩耗，潤滑，軸受設計，機械装置の保守管理や信頼性の向上などを対象とする．

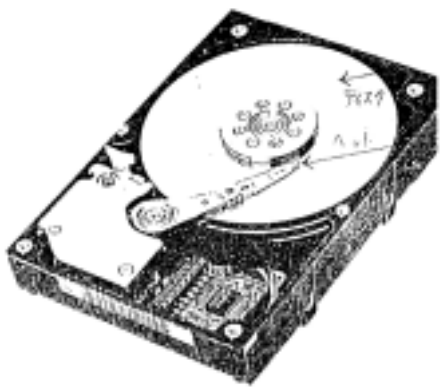
例

車の摺動部



ハードディスク

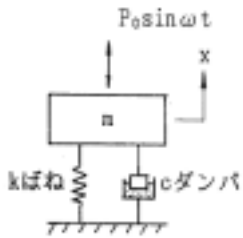




機 械 力 学

機械の運動と力の関係をニュートンの運動法則に基づく力学により調べる学問

① 振動



運動方程式：

自由振動

$$m\frac{d^2x}{dt^2}+c\frac{dx}{dt}+kx=0$$

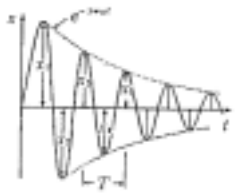
強制振動

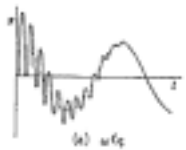
$$m\frac{d^2x}{dt^2}+c\frac{dx}{dt}+kx=P_0\sin\omega t$$

慣性力　減衰力　ばね力

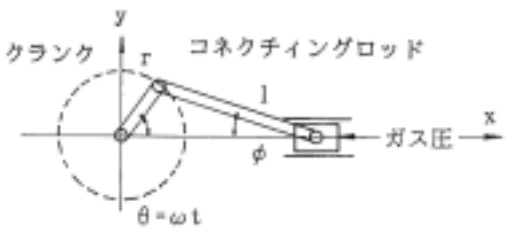
ダンパ

床や車体への振動の伝播





② 往復機械に作用する力



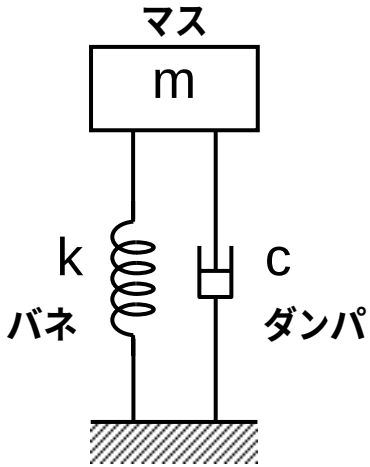
ピストン位置　$x=r\cos\theta+l\cos\phi$

速度　$\dfrac{dx}{dt}=\cdots$

加速度　$\dfrac{d^2x}{dt^2}=\cdots$

③ 回転機械の不釣り合い

不釣り合い



1自由度の
マス＆バネ＆ダンパ
のモデル

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$ （自由振動）

（慣性力）　（ダンパ力）　（バネ力）

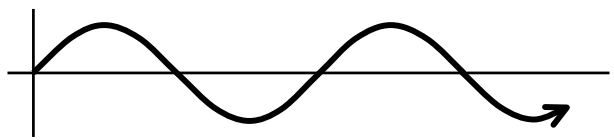
⇒ 微分方程式を解く

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t$$ （強制振動）

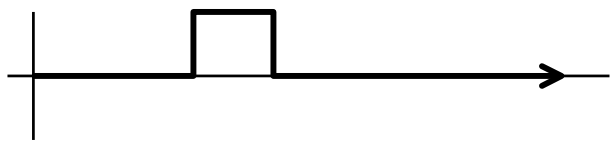
入力関数（外部から入力される力：励振力）

必要な知識として・・・

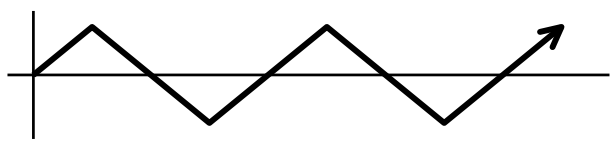
① 正弦波 → Sin 関数を使う



② 衝撃力 → ラプラス変換を使う

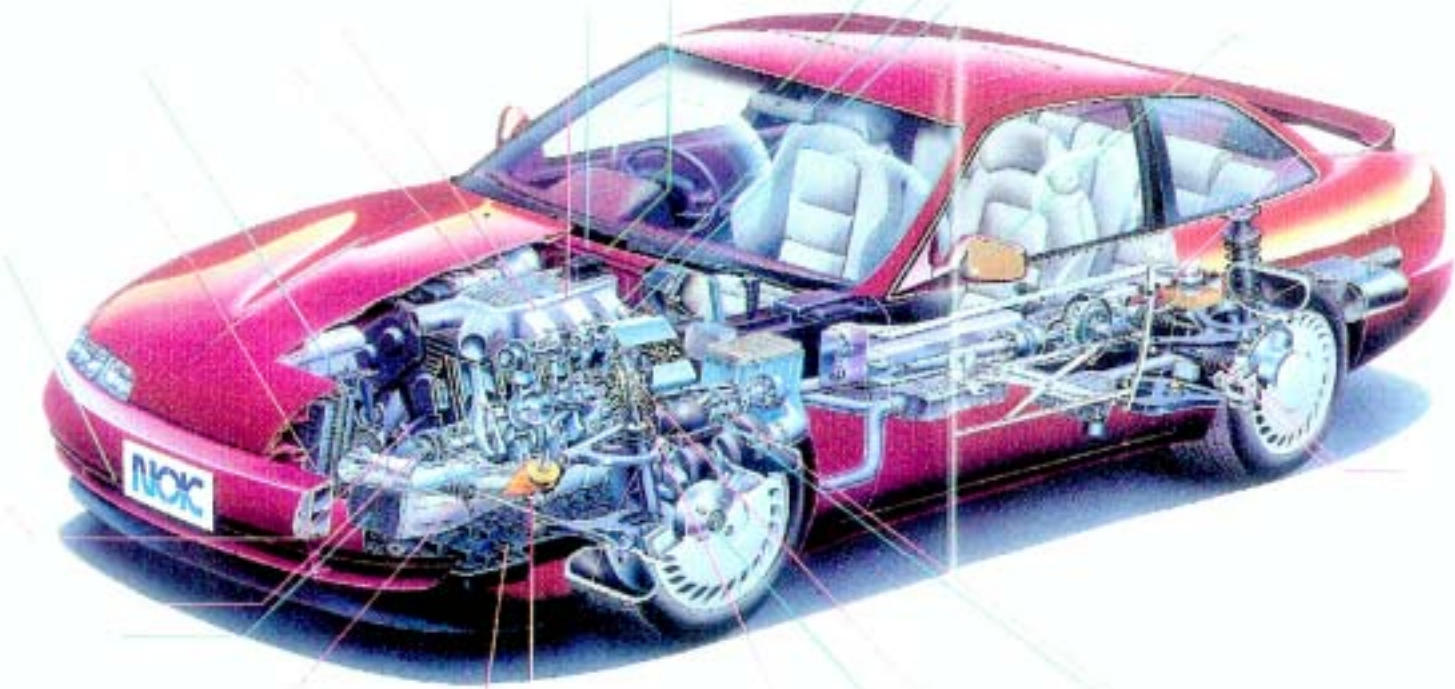


③ 周期関数 → フーリエ変換を使う



※多自由度系（複数のマス＆バネ＆ダンパを扱う）の場合、
行列計算 となる

サスペンション

エンジンダンパ

マス＆バネ＆ダンパの例