

# 1Dモデリングセミナーの トピックスの一例

# 第1回

## 様々な現象を統一的に表現する考え方及び方法

|                               | 電気                          | 流れ                                   | 熱                           | 振動                              |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| ポテンシャル変数                      | $V$ : 電圧                    | $p$ : 圧力                             | $T$ : 温度                    | $v$ : 速度                        |
| フロー変数                         | $i$ : 電流                    | $q$ : 体積流量                           | $Q$ : 熱量                    | $F$ : 力                         |
| 散逸要素                          | $R$ : 抵抗                    | $R$ : 流路抵抗                           | $G$ : 熱コンダクタンス              | $c$ : 減衰                        |
| キャパシティブ要素                     | $C$ : キャパシタンス               | $K/V$ : 容量                           | $C$ : 熱容量                   | $m$ : 質量                        |
| インダクティブ要素                     | $L$ : インダクタンス               | $\rho l/A$ : 慣性                      |                             | $k$ : ばね                        |
| ポテンシャル変数、<br>フロー変数と<br>各要素の関係 | $V = Ri$                    | $p = Rq q $                          | $T = \frac{1}{G}Q$          | $v = \frac{1}{c}F$              |
|                               | $V = \frac{1}{C} \int i dt$ | $p = \frac{K}{V} \int q dt$          | $T = \frac{1}{C} \int Q dt$ | $v = \frac{1}{m} \int F dt$     |
|                               | $V = L \frac{di}{dt}$       | $p = \frac{\rho l}{A} \frac{dq}{dt}$ |                             | $v = \frac{1}{k} \frac{dF}{dt}$ |

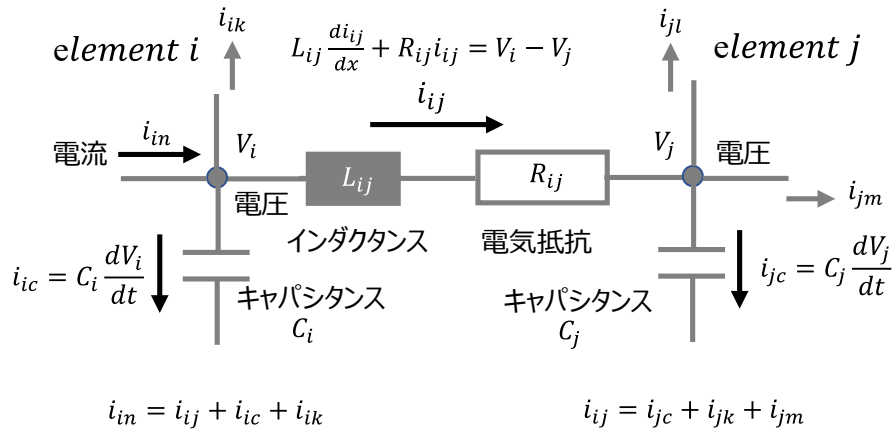
表記法



# 第1回

## 電気

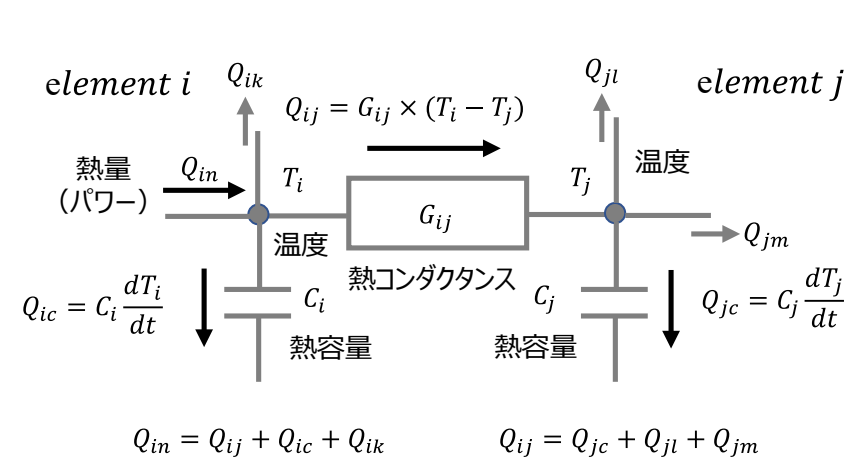
$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int i dt = V(t)$$



この図は全体の一部 (要素*i, j*) を表現している

## 熱

$$\frac{1}{C} Q + \frac{1}{c} \int Q dt = \Delta T(t)$$

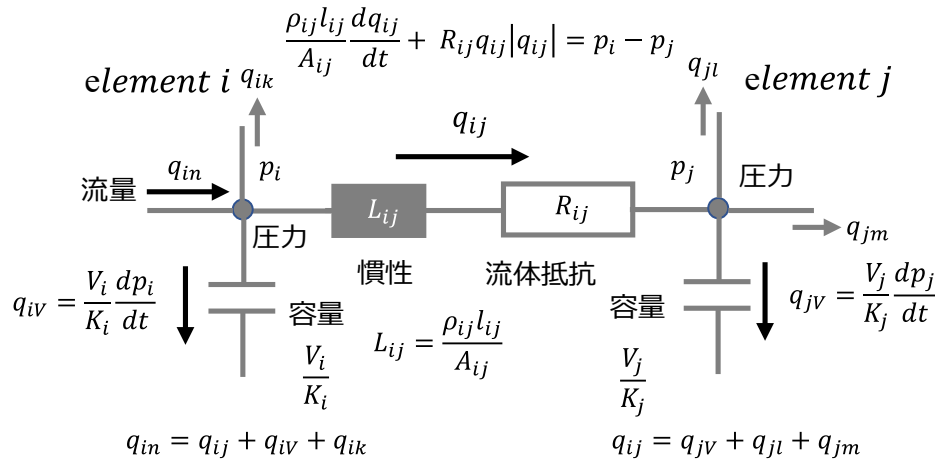


この図は全体の一部 (要素*i, j*) を表現している

## 前頁の考え方で表現した例

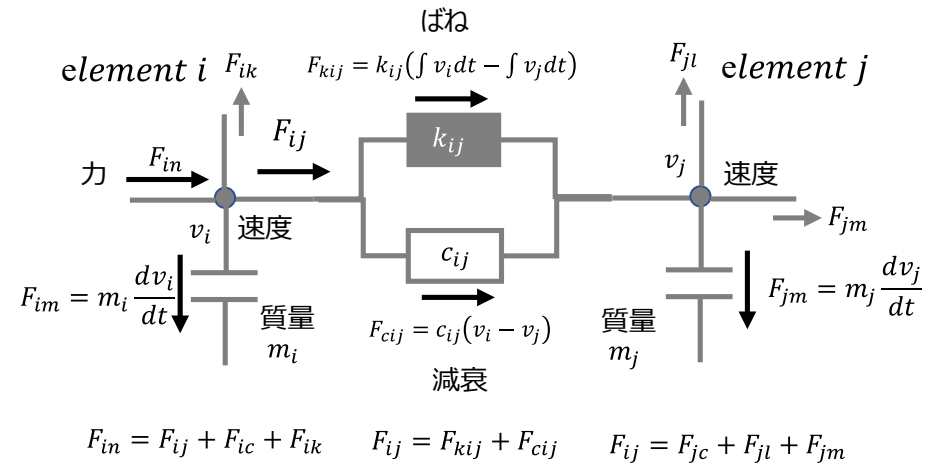
## 流れ

$$\frac{\rho l}{A} \frac{dq}{dt} + Rq|q| + \frac{K}{V} \int q dt = p(t)$$



この図は全体の一部 (要素*i, j*) を表現している

## 振動



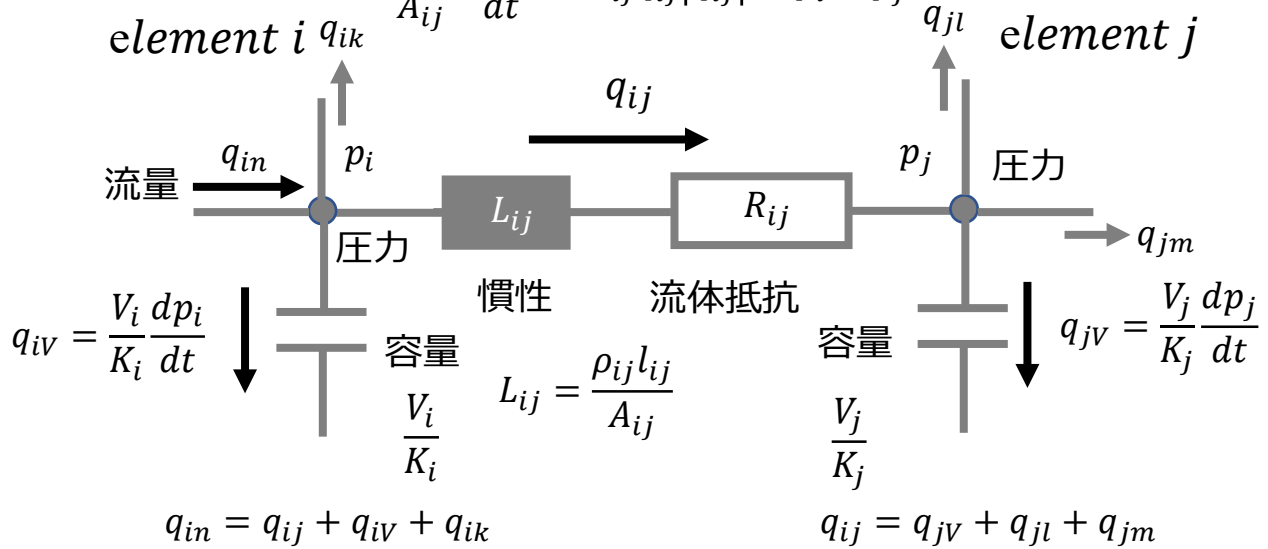
この図は全体の一部 (要素*i, j*) を表現している

# 第2回

基本的な関係式は共通であるが、個別の現象ごとに定式化が異なってきて、さらに、各要素の定義も現象に依存する  
 ～流れの場合～

$$\frac{\rho l}{A} \frac{dq}{dt} + Rq|q| + \frac{K}{V} \int q dt = p(t)$$

$$\frac{\rho_{ij} l_{ij}}{A_{ij}} \frac{dq_{ij}}{dt} + R_{ij} q_{ij} |q_{ij}| = p_i - p_j$$



流体抵抗  $\left\{ \begin{array}{l} \text{摩擦による損失} \\ \text{速度変化による損失} \end{array} \right.$

摩擦による損失  $R_f \equiv \lambda \frac{\rho l}{2dA^2}$

速度変化による損失  $R_e \equiv \frac{\zeta \gamma}{2gA^2}$

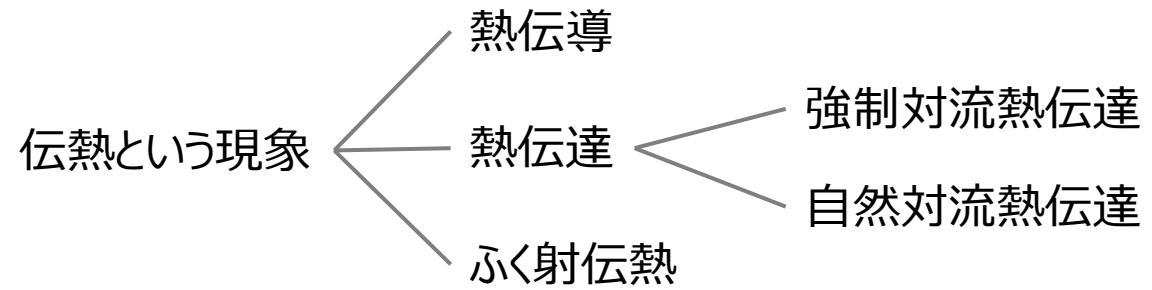
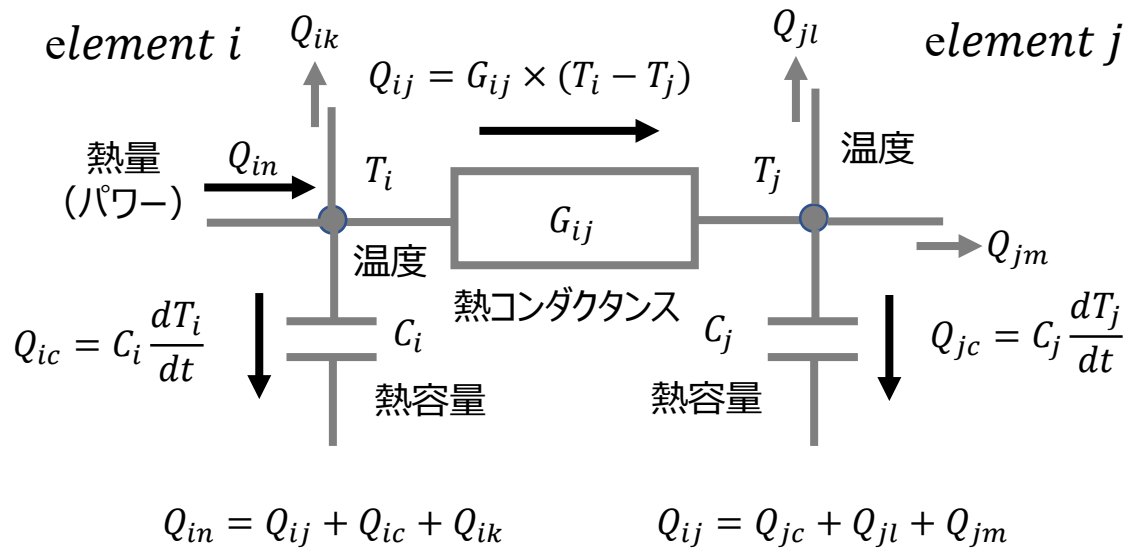
$\lambda, \zeta$  は  $Re$  数に依存

入力ファン（ポンプ）は別途固有の表現

# 第2回

基本的な関係式は共通であるが、個別の現象ごとに定式化が異なっていて、さらに、各要素の定義も現象に依存する  
 ～熱の場合～

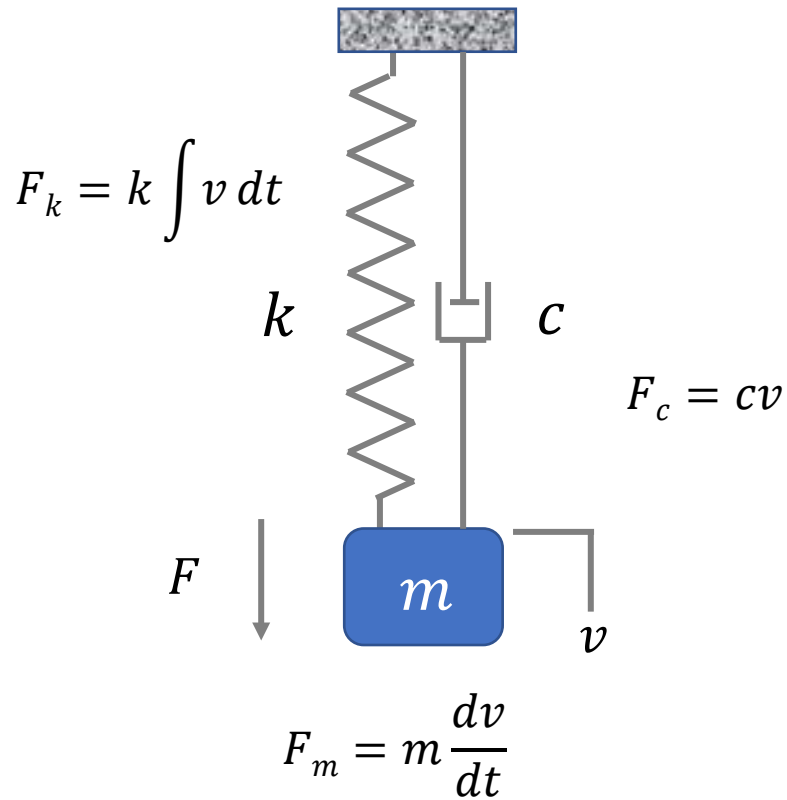
$$\frac{1}{G} Q + \frac{1}{C} \int Q dt = \Delta T(t)$$



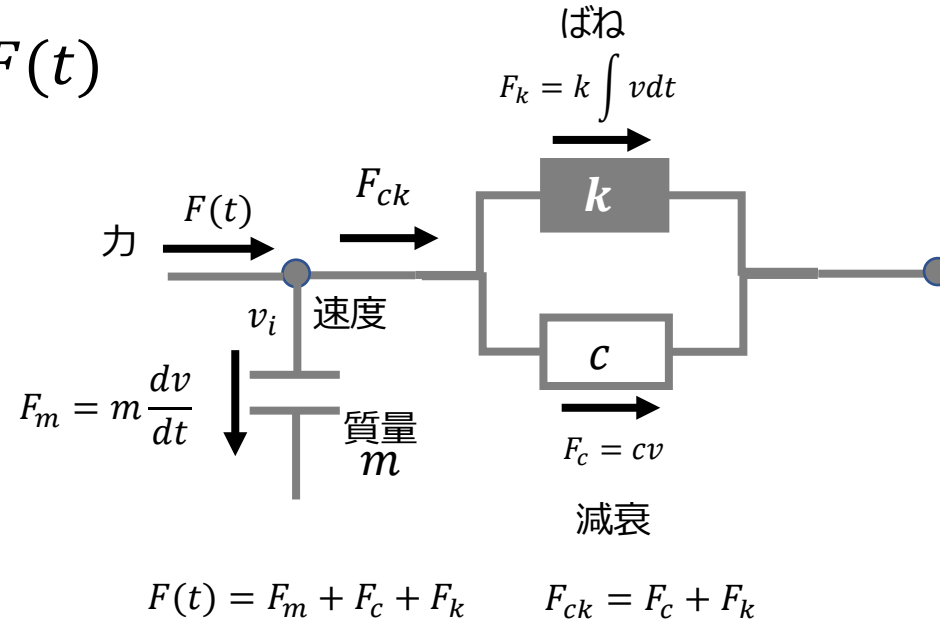
|                                      |                                  |  |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|
| 熱伝導                                  | 熱伝達                              | ふく射伝熱                                    |
| $Q_{ij} = G_{ij} \times (T_i - T_j)$ |                                  | $Q_{ij} = G_{ij} \times (T_i^4 - T_j^4)$ |
| 強制対流熱伝達                              | $Nu = \alpha Re^\beta Pr^\gamma$ |  |
| 自然対流熱伝達                              | $Nu = \alpha Gr^\beta Pr^\gamma$ |  |

# 機械（振動）の様々な表現

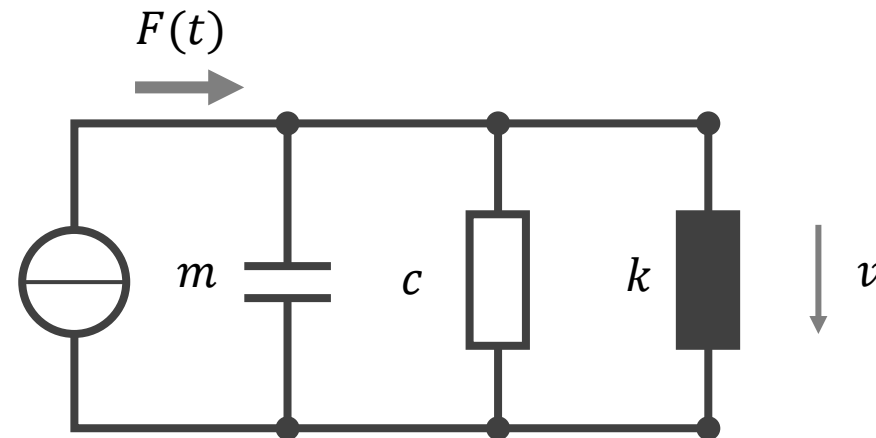
$$m \frac{dv}{dt} + cv + k \int v dt = F(t)$$



(a) 通常の表現



(b) フローでの表現



(c) 電気回路表現

# 第3回

## パワーフローで考える音振動問題

パワーの連続の条件（電流則）から

$$P_{in} = P_{ij} + P_{ic} + P_{ik},$$

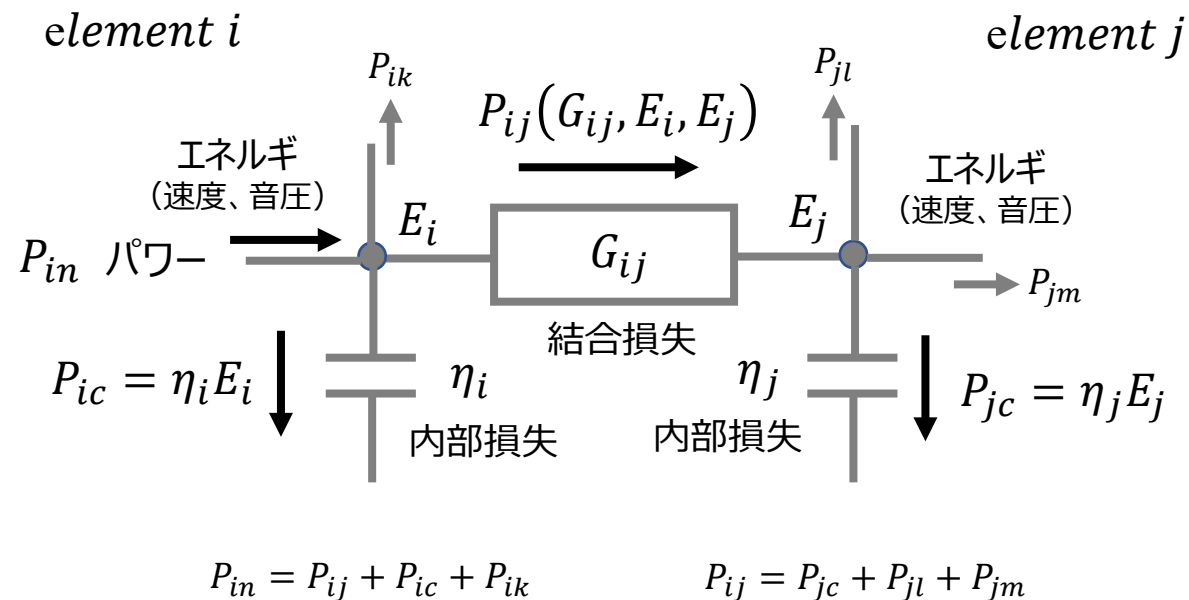
$$P_{ij} = P_{jc} + P_{jl} + P_{jm}$$

各要素のパワー（フロー）とエネルギー（ポテンシャル）の関係（電圧則）から

$$P_{ic} = \eta_i E_i,$$

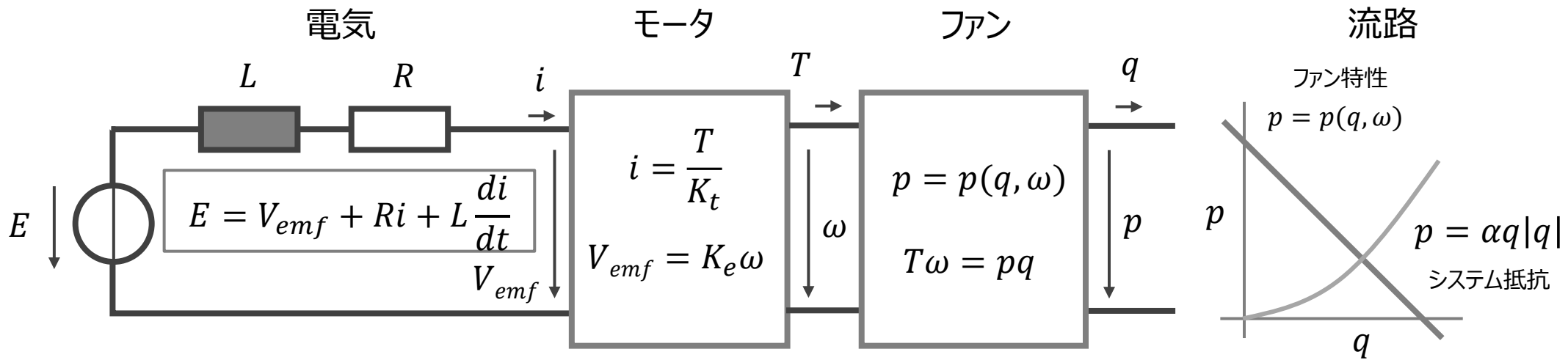
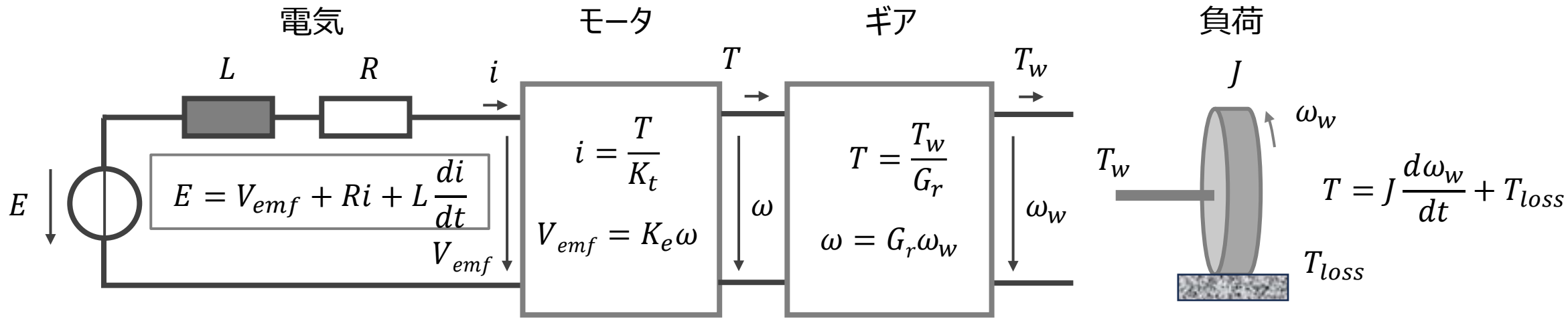
$$P_{ij} = P_{ij}(G_{ij}, E_i, E_j),$$

$$P_{jc} = \eta_j E_j$$



この図は全体の一部（要素 $i, j$ ）を表現している

# 第4回





# 第4回

## 静力学

力学の原理 (General Principles) 1

力のベクトル表現 (Force Vectors) 2

質点のつり合い (Equilibrium of a Particle) 3

力系の合力 (Force System Resultants) 4

剛体のつり合い (Equilibrium of a Rigid Body) 5

構造解析 (Structural Analysis) 6

内力 (Internal Forces) 7

摩擦 (Friction) 8

重心 (Center of Gravity and Centroid) 9

慣性モーメント (Moments of Inertia) 10

仮想仕事 (Virtual Work) 11

## 動力学

質点の運動学 (Kinematics of a Particle) 12

質点の運動力学:力と加速度 (Kinetics of a Particle: Force and Acceleration) 13

質点の運動力学:仕事とエネルギー (Kinetics of a Particle: Work and Energy) 14

質点の運動力学:外力と運動量 (Kinetics of a Particle: Impulse and Momentum) 15

剛体の面内運動学 (Planar Kinematics of a Rigid Body) 16

剛体の面内運動力学:力と加速度  
(Planar Kinetics of a Rigid Body : Force and Acceleration) 17

剛体の面内運動力学:仕事とエネルギー  
(Planar Kinetics of a Rigid Body : Work and Energy) 18

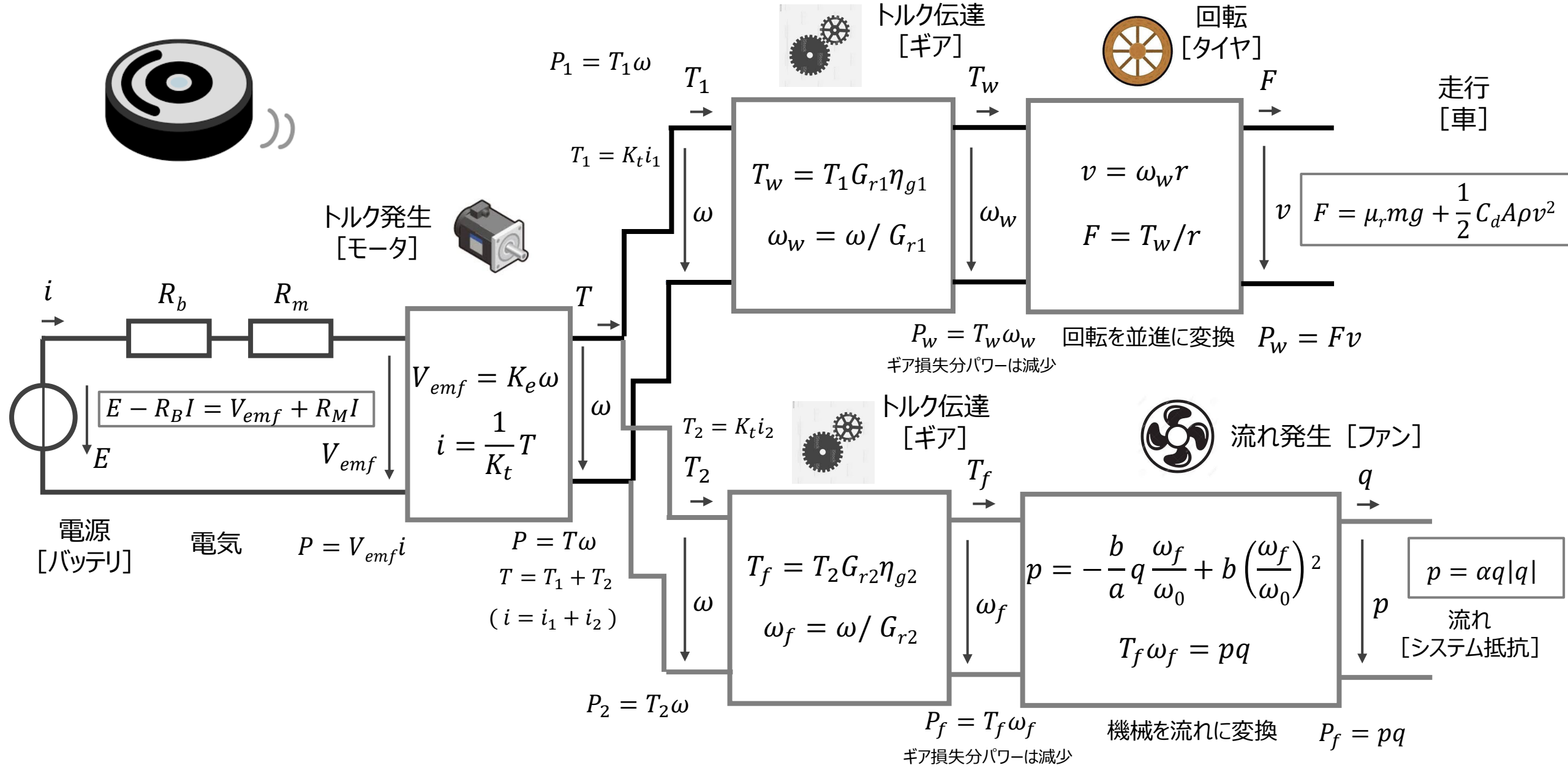
剛体の面内運動力学:外力と運動量  
(Planar Kinetics of a Rigid Body : Impulse and Momentum) 19

振動 (Vibration) 22

当日の講義にご期待ください

# 第6回

## ロボットクリーナのモデル



# 第6回

## ひとと空調機器の連成モデル

