

## 目次

1	ローズ・ピアノの物理モデル	2
1.1	連立常微分方程式 . . . . .	2

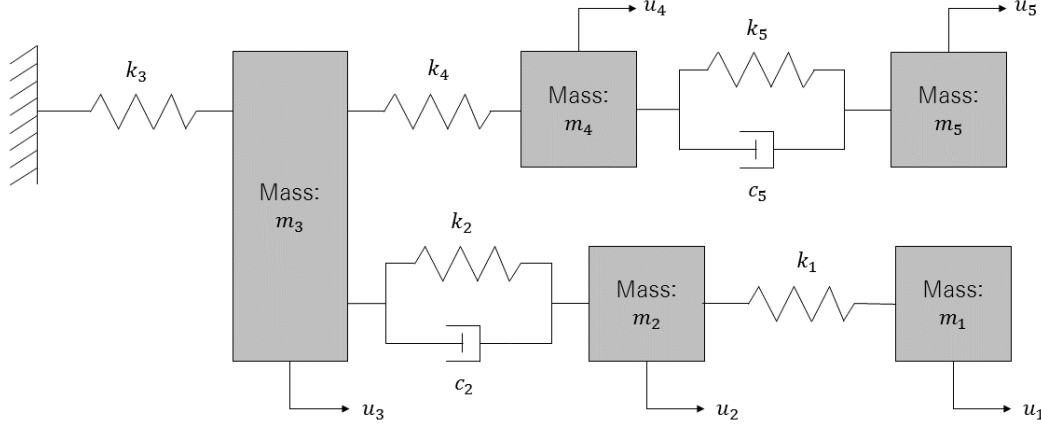


図 1 ローズピアノの簡易モデル

## 1 ローズ・ピアノの物理モデル

本章ではローズ・ピアノ振動体を簡略化した物理モデルを検討する．簡易モデルに使用するシステムモデルを図 1 に示す．

図はローズ・ピアノのシステムモデルである． $k$  はバネ定数， $m$  は質量， $u$  は変位， $c$  はダッシュポットである．なお， $k_5$  はねじりバネである．図中上部が Tonebar になり，図中下部が Tine に相当する．Tonebar と Tine をつないでいる Pole は  $m_4$  と  $m_3$  に相当する．

### 1.1 連立常微分方程式

主変数  $u$  に関する連立常微分方程式は，

$$M \frac{d^2 u}{dt^2} + B^T R B \frac{du}{dt} + B^T D B u = f \quad (1)$$

である． $M$  は質量マトリクス， $D$  はバネマトリクス， $R$  は減衰マトリクス， $B$  は係数行列である．

図 1 を運動方程式は，

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{u}_1 &+ k_1(u_1 - u_2) &= 0 \\ m_2 \ddot{u}_2 &+ c_2(\dot{u}_2 - \dot{u}_1) + k_2(u_2 - u_3) + k_1(u_2 - u_1) &= 0 \\ m_3 \ddot{u}_3 &+ c_2(\dot{u}_3 - \dot{u}_2) + k_2(u_3 - u_2) + k_3 u_3 &= 0 \\ m_4 \ddot{u}_4 &+ c_5(\dot{u}_4 - \dot{u}_5) + k_5(u_4 - u_5) + k_4(u_4 - u_3) &= 0 \\ m_5 \ddot{u}_5 &+ c_5(\dot{u}_5 - \dot{u}_4) + k_5(u_5 - u_4) &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

である．運動方程式より状態方程式は，

$$M = \begin{pmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_6 \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$D = \begin{pmatrix} k_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & k_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & k_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & k_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_6 \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_6 \end{pmatrix} \quad (5)$$

ただし,  $u_6$ ,  $m_6$ ,  $k_6$ ,  $c_6$  は完全固定なので 0 である.