$$f_1 = F_1 + f_2 = m_1 \dot{v}_{c1} + m_2 \dot{v}_{c2} + \begin{bmatrix} 0 \\ mg \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$n_1 = n_2 + p_1^* \times f_2 + (p_1^* + s_1) \times F_1 + N_1$$

$$= n_2 + \begin{bmatrix} l_1 c_1 \\ l_1 s_1 \\ 0 \end{bmatrix} \times \left(m_2 \dot{v}_{c2} + \begin{bmatrix} 0 \\ mg \\ 0 \end{bmatrix} \right) + \begin{bmatrix} \frac{1}{2} l_1 c_1 \\ \frac{1}{2} l_1 s_1 \\ 0 \end{bmatrix} \times m_1 \dot{v}_{c1} + N_1$$

$$= n_2 + \begin{bmatrix} l_1 c_1 \\ l_1 s_1 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} m_2 l_2 s_{12} (\theta_1'' + \theta_2'') - \frac{1}{2} m_2 l_2 c_{12} (\theta_1' + \theta_2')^2 - m_2 l_1 s_1 \theta_1'' - m_2 l_1 c_1 \theta_1'^2 \\ \frac{1}{2} m_2 l_2 c_{12} (\theta_1'' + \theta_2'') - \frac{1}{2} m_2 l_2 s_{12} (\theta_1' + \theta_2')^2 + m_2 l_1 c_1 \theta_1'' - m_2 l_1 s_1 \theta_1'^2 + (m_2 - m) g \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} \frac{1}{2} l_1 c_1 \\ \frac{1}{2} l_1 s_1 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} m_1 l_1 s_1 \theta_1'' - \frac{1}{2} m_1 l_1 c_1 \theta_1'^2 \\ \frac{1}{2} m_1 l_1 c_1 \theta_1'' - \frac{1}{2} m_1 l_1 s_1 \theta_1'^2 + mg \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{4} m_1 l_1^2 \theta_1'' \end{bmatrix}$$

$$\Gamma_1 = n_1^t \vec{z}_0 \qquad \vec{z}_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

在此系統裡，將 load m 以 -y 的方向的力 mg 取代，得 Γ_1, Γ_2 相同，
從方程式推導中可以看到 load m 由一個力 f_3 代表，
因此若從方程式回推系統的動態結構，並無法區別 f_3 是 load m，
或是 external force $-mg$。