令和５年９月８日

受験生各位

国立大学法人東京農工大学
工学府長　中村　暢文

令和５年度東京農工大学工学府博士前期課程入学試験における
出題ミスと対応措置に関するお知らせについて

令和５年８月 17 日(木)に実施しました工学府博士前期課程入学試験のうち、機械システム工学専攻の「専門科目」の入試問題・大問２の問題において、出題ミスがございました。

出題した専門科目の大問 2、小問［4］においては、問題文の文中で行列Ａを与え、この行列Ａに対して、受験生が回答する際の補助として、行列Ａの２乗(A^2)を示しましたが、このＡの２乗(A^2)の行列を誤って記載していました。
そのため、当該小問［4］は問題として成立しておらず、解答できない問題となりました。

この出題ミスに対して、受験生が不利にならないように取り扱いを検討し、不公平が生じないよう、この問題について、全員正解とすることといたしました。
今後の再発防止に万全を期すると共に、心からお詫び申し上げます。

(出題ミスの内容)
機械システム工学専攻・「専門科目」大問２・小問４

(正)
$$\boldsymbol{A}^2 = \begin{bmatrix} a & b & 0 & 0 \\ c & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & b \\ 0 & 0 & c & d \end{bmatrix}$$

(誤)
$$\boldsymbol{A}^2 = \begin{bmatrix} a & b & 0 & 0 \\ c & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(問題文全体は次項)

整理番号
6

2023 年度 10 月・2024 年度 4 月入学　東京農工大学工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

機械システム工学専攻

受験番号	MC－

2

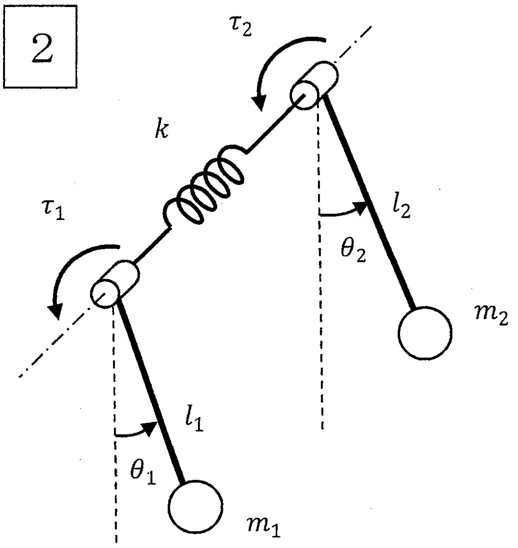

図 2 － 1

図２－１のようにねじりばねで連結された２つのレバーの先端にそれぞれ質点が取り付けられた系を考える．レバーは剛体で質量は無視でき，一点鎖線で示す軸を中心に回転運動する．破線で示す鉛直下向きからの角度を図のように θ_1，θ_2，レバー先端の質量を m_1，m_2，レバー間のねじりばね定数を k とする．レバーの長さは l_1，l_2 とする．レバーにはそれぞれ外力として，トルクτ_1，τ_2 が作用している．この系には散逸はないとする．重力加速度を g とする．

[１] 系のエネルギを求める．
(1-1) 系の運動エネルギ T を求めよ．
(1-2) 系のポテンシャルエネルギ U を求めよ．

[２] T，U を用いてラグランジュ関数 $L = T - U$ を考える．
(2-1)ラグランジュ関数 L から，ラグランジュの方程式 $\dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\dfrac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_i}\right) - \dfrac{\partial L}{\partial \theta_i} = \tau_i$ を用いて，質点m_1，m_2 に関する運動方程式を求めよ．
(2-2) θ_1，θ_2 は微小として，運動方程式を線形化せよ．

[３] 質点が取り付けられたレバー1 と 2 に対して，おなじ制御トルク入力 $\dfrac{\tau_1}{m_1 l_1^2} = \dfrac{\tau_2}{m_2 l_2^2} = u$ を作用させる場合を考える．状態変数を $\boldsymbol{x} = [\theta_1 \quad \theta_2 \quad \theta_3 \quad \theta_4]^{\mathrm{T}}$ として，運動方程式から１入力の状態方程式 $\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{b}u$ を作成せよ． ただし， $\dot{\theta}_1 = \theta_3$，$\dot{\theta}_2 = \theta_4$ とする．

[４] 問[３] で求めたようなシステムの可制御性について考える．ここでは $\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ a & b & 0 & 0 \\ c & d & 0 & 0 \end{bmatrix}$，$\boldsymbol{b} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ とする．このとき $\boldsymbol{A}^2 = \begin{bmatrix} a & b & 0 & 0 \\ c & d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$，$\boldsymbol{A}^3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & a & b \\ 0 & 0 & c & d \\ a^2 + bc & ab + bd & 0 & 0 \\ ac + dc & bc + d^2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ である．
(4-1) 可制御性行列 $\boldsymbol{U}_c = [\boldsymbol{b} \quad \boldsymbol{A}\boldsymbol{b} \quad \boldsymbol{A}^2\boldsymbol{b} \quad \boldsymbol{A}^3\boldsymbol{b}\ ]$ を，a, b, c, d および必要な数値を用いて求めよ．
(4-2) $\boldsymbol{U}_c$ がフルランクであれば，システムは可制御であり，すべての状態変数を制御できる．$\boldsymbol{U}_c$ のランクをもとめよ．必要であれば，a, b, c, d の値を用いて場合分けせよ．
(4-3) システムが可制御ではなくなる場合，つまり $\boldsymbol{U}_c$ がフルランクにならないのは，[３] の解の式においては，m_1，m_2，l_1，l_2 がどのような条件のときか．必要なものを用いて示せ．