演習問題の略解

第１章

［１］(a) $\boldsymbol{F}_1=9/5\,\boldsymbol{i}-12/5\,\boldsymbol{j}$（$l=3/5, m=-4/5$）[N]，$\boldsymbol{F}_2=5/\sqrt{5}\,\boldsymbol{i}+5/2\sqrt{5}\,\boldsymbol{j}=\sqrt{5}\,\boldsymbol{i}+\sqrt{5}/2\,\boldsymbol{j}$（$l=2/\sqrt{5}, m=1/\sqrt{5}$）[N]，$\boldsymbol{F}_3=-1/\sqrt{2}\,\boldsymbol{i}+1/\sqrt{2}\,\boldsymbol{j}=-\sqrt{2}/2\,\boldsymbol{i}+\sqrt{2}/2\,\boldsymbol{j}$（$l=-1/\sqrt{2}, m=1/\sqrt{2}$）[N]　(b) $\boldsymbol{F}_1=-\sqrt{6}\,\boldsymbol{i}+\sqrt{6}/3\,\boldsymbol{j}-\sqrt{6}\boldsymbol{k}$（$l=-2/\sqrt{6}, m=1/\sqrt{6}, n=-1/\sqrt{6}$）[N]，$\boldsymbol{F}_2=4\sqrt{13}/13\,\boldsymbol{i}-6\sqrt{13}/13\boldsymbol{k}$（$l=2/\sqrt{13}, m=0, n=-3/\sqrt{13}$）[N]，$\boldsymbol{F}_3=\sqrt{2}\,\boldsymbol{j}-\sqrt{2}\boldsymbol{k}$（$l=0, m=1/\sqrt{2}, n=-1/\sqrt{2}$）[N]　［２］表参照　［３］$200\times9.8=1960$ [N]　［４］32.2[ft/s^2]＝386[in/s^2]　［５］表参照　［６］(a) $M_c=7\times0.35=2.45$[N･m] モーメントはハンドルの直径に比例するので同一のモーメントを得るためには直径が大きいほど加える力は小さくて済む．(b) O 点のモーメント $M_{\mathrm{O}}=-565$（$g=9.8\mathrm{m/s^2}$）　［７］A 点 30[kgf]，B 点 60[kgf]　［８］$T_c=73.5$[N]，$T_b=98.0$[N]，$T_a=122.5$[N]　［９］$T_{\mathrm{CD}}=46.0$[N]　［10］省略

［２］(a)

$\boldsymbol{F}_i$	$F_i=(\lvert\boldsymbol{F}_i\rvert)$	方向余弦		各軸方向の力	
		l_i	m_i	$X_i=lF_i$	$Y_i=m_iF_i$
$\boldsymbol{F}_1$	3	$3/\sqrt{10}$	$1/\sqrt{10}$	$9/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$
$\boldsymbol{F}_2$	3	$1/\sqrt{5}$	$-2/\sqrt{5}$	$3/\sqrt{5}$	$-6/\sqrt{5}$
$\boldsymbol{F}_3$	2	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-2/\sqrt{2}$	$2/\sqrt{2}$
Σ				$9/\sqrt{10}+3/\sqrt{5}-2/\sqrt{2}$	$3/\sqrt{10}-6/\sqrt{5}+2/\sqrt{2}$

［２］(b)

$\boldsymbol{F}_i$	$F_i=(\lvert\boldsymbol{F}_i\rvert)$	方向余弦			各軸方向の力		
		l_i	m_i	n_i	$X_i=lF_i$	$Y_i=m_iF_i$	$Z_i=n_iF_i$
$\boldsymbol{F}_1$	5	$7/\sqrt{67}$	$-3/\sqrt{67}$	$-3/\sqrt{67}$	$35/\sqrt{67}$	$-15/\sqrt{67}$	$-15/\sqrt{67}$
$\boldsymbol{F}_2$	3	$-2/\sqrt{13}$	$3/\sqrt{13}$	0	$-6/\sqrt{13}$	$9/\sqrt{13}$	0
$\boldsymbol{F}_3$	3	$1/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$3/\sqrt{3}$	$-3/\sqrt{3}$	$-3/\sqrt{3}$
Σ					$35/\sqrt{67}-6/\sqrt{13}+3/\sqrt{3}$	$-15/\sqrt{67}+9/\sqrt{13}-3/\sqrt{3}$	$-15/\sqrt{67}-3/\sqrt{3}$

［５］(a)

$\boldsymbol{F}_i$	$F_i=(\lvert\boldsymbol{F}_i\rvert)$	方向余弦		各軸方向の力		モーメントの腕		モーメント
		l_i	m_i	$X_i=lF_i$	$Y_i=m_iF_i$	x_i	y_i	$M_i=x_iY_i-y_iX_i$
$\boldsymbol{F}_1$	5	$1/\sqrt{10}$	$3/\sqrt{10}$	$5/\sqrt{10}$	$15/\sqrt{10}$	6	2	$80/\sqrt{10}$
$\boldsymbol{F}_2$	4	$1/\sqrt{5}$	$-2/\sqrt{5}$	$4/\sqrt{5}$	$-8/\sqrt{5}$	4	4	$-48/\sqrt{5}$
$\boldsymbol{F}_3$	1	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	$-1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	2	1	$3/\sqrt{2}$
Σ								$80/\sqrt{10}-48\sqrt{5}+3\sqrt{2}$

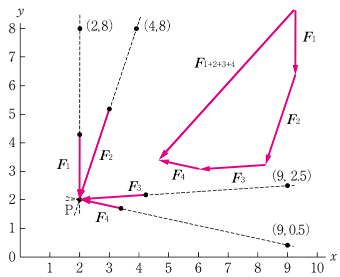
［５］(b)

$\boldsymbol{F}_i$	$F_i=(\lvert\boldsymbol{F}_i\rvert)$	方向余弦			各軸方向の力			モーメントの腕			モーメント		
		l_i	m_i	n_i	$X_i=lF_i$	$Y_i=m_iF_i$	$Z_i=n_iF_i$	x_i	y_i	z_i	$M_{xi}=y_iZ_i-z_iY_i$	$M_{yi}=z_iX_i-x_iZ_i$	$M_{zi}=x_iY_i-y_iX_i$
$\boldsymbol{F}_1$	3	$1/\sqrt{2}$	$1/\sqrt{2}$	0	$3/\sqrt{2}$	$3/\sqrt{2}$	0	4	4	4	$12/\sqrt{2}$	$12/\sqrt{2}$	0
$\boldsymbol{F}_2$	2	$-1/\sqrt{3}$	$-1/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$	$-2/\sqrt{3}$	$-2/\sqrt{3}$	$2/\sqrt{3}$	4	4	0	$8/\sqrt{2}$	$-8/\sqrt{2}$	$-16/\sqrt{3}$
$\boldsymbol{F}_3$	3	1	0	0	3	0	0	0	2	0	0	6	0
Σ											$20/\sqrt{2}$	$4/\sqrt{2}+6$	$-16/\sqrt{3}$

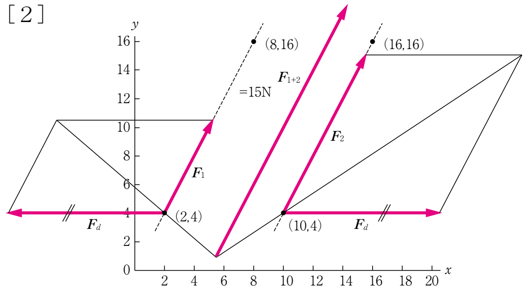
第２章

［１］①作図による方法→図参照　［２］図参照　［３］・［４］例題 2.1，例題 2.2 参照　［５］方向余弦 $\delta_l=(6\sqrt{37},1\sqrt{37})$，$\delta_m=(2\sqrt{29},5\sqrt{29})$，$F_l=\dfrac{1}{\triangle}\begin{vmatrix}3/\sqrt{2} & 2/\sqrt{29}\\ -3/\sqrt{2} & 5/\sqrt{29}\end{vmatrix}$，$F_m=\dfrac{1}{\triangle}\begin{vmatrix}6/\sqrt{37} & 3/\sqrt{2}\\ 1/\sqrt{37} & -3/\sqrt{2}\end{vmatrix}$，$\triangle=6\sqrt{37}\cdot5/\sqrt{29}-1/\sqrt{37}\cdot2/\sqrt{29}=28/\sqrt{1073}$　［６］$R_A=9/4, M_A=0$[N]　［７］$\boldsymbol{F}_O=(0,-500,-300)$[N]，$\boldsymbol{M}_O=(0,1200,-1000)$[N·m]　［８］$\boldsymbol{F}_O=(707,-3549)$[N]，$\boldsymbol{M}_O=-34450$[N·m]　［９］$\boldsymbol{F}_O=(0,50,0)$[N]，$\boldsymbol{M}_O=(383,456)$[N·m]　［10］合力 $\boldsymbol{R}=270\,\boldsymbol{i}$[kN]，$(y,z)=(-4.00,2.33)$[m]

［１］



［２］



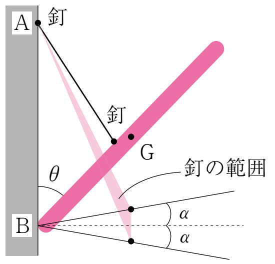
第３章

［１］(a) $R_A=-ql/8$，$M_A=0$，$R_B=-3ql/8$，$M_B=0$　(b) $R_A=-ql$，$M_A=ql^2/2$，$R_B=0$，$M_B=0$　(c) $R_A=-q_0l/2$，$M_A=0$，$R_B=0$，$M_B=q_0l^2/6$　［２］$x=49/9$，$y=28/9$　［３］省略　［４］$R_O=2q_0l/\pi$，$M_O=q_0l^2/\pi$　［５］$P_z=pR/(2t)$，$P_l=pR/(2t)$　［６］省略　［７］平均圧力 $P_{av}=14.72$[kPa]，$R=14.72\times3\times6=265$[kN]　［８］$C_x=1.21$[N]，$C_y=2.72$[N]　［９］$T_{max}=67.3$[kN]　［10］$P=5.22$[kN]（C 点から 0.285m の点が作用点）

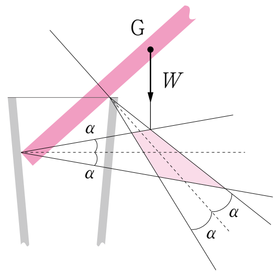
第４章

［１］① $\mu_s=\tan\alpha$　② $455/\sqrt{3}$N（垂直抗力 223N，摩擦力 $223/\sqrt{3}$N）　［２］① 445N　② $\mu=0.5$　［３］・［４］次頁の図参照　［５］0.535kN　［６］ブロック B のつりあい式：$P+50\times9.8\sin30^\circ-F_1-F_2=0$（$F_1$，$F_2$ は上下に作用する摩擦力），$P_{max}=93.8$[N]　［７］両ブロック間に作用する力を T（作用・反作用）としてつりあい式を立てる→つりあっていない．　［８］$m_0=6$[kg]　［９］省略　［10］十分大きすぎる．

［3］



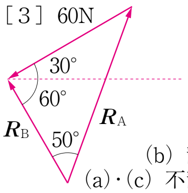
［4］



第5章

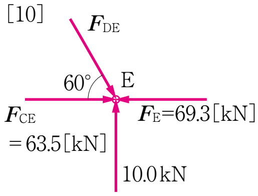
［1］(a) $s=5-3=2$（不静定） (b) $s=2-3=-1$：(不安定) (c) $s=3-3=0$（静定） (d) $s=4-3=1$（不静定） ［2］静定はり：(a) と (c)，不静定はり (b) と (d)．(a) $R_A=3P/4+3ql/32$, $M_A=0$, $R_B=P/4+5ql/32$, $M_B=0$ (b) $R_A=P+ql/3$, $M_A=Pl/4+5ql^2/32$, $R_B=0$, $M_B=0$ ［3］(b)→静定，(a)・不安定 (c)→ 不 静 定 ［4］$R_A=P_1+q_0l/6-P_2$, $M_A=-P_1l/3+7q_0l^2/54-2/3lP_2$ ［5］$M_A=-500$ [N·m]，$R_A=-212$[N]，$M_B=0$, $R_B=0$ ［6］$F_{AF}=424$[N]，$F_{BE}=424$[N] ［7］$A_x=-500$[N]，$A_y=-1066$[N]，$M_A=-7730$[N·m] ［8］$|\boldsymbol{F}_B|=F_B=190.2$[N] ［9］省略 ［10］節点法（method of joit）を用いると便利．$|\boldsymbol{F}_{DE}|=F_{DE}=11.6$[kN]

［3］



(b) 静定
(a)・(c) 不静定

［10］



第6章

［1］① $x=3B/4$, $y=5B/4$ ② $r=5B/[4\mu(1+2mg/\sqrt{\mu^2W^2+m^2g^2})]$ ［2］表参照 ［3］図参照 ［4］［5］［6］［7］省略 ［8］ステップ高さ $h_s=r-r\tan\theta=r\left(1-\dfrac{a/f-r}{b}\right)$，必要トルク：$T=r\sin\alpha\cdot R_R$ $H=a/\tan\alpha \rightarrow H-r=a/\tan\alpha-r=a/f-r$, $\tan\theta=\dfrac{H-r}{b}=\dfrac{a/f-r}{b}$ ［9］$x_s=\dfrac{g(l-2a)}{2ak}\left\{\left(\dfrac{m}{2}+M\right)l-\left(m+M\right)a\right\}$

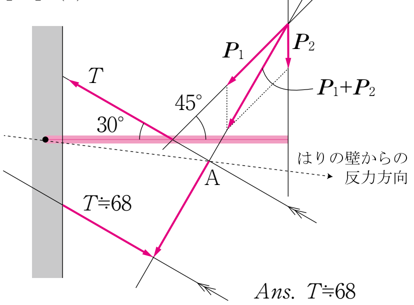
［10］$F_{Ax}-2.17$[kN]，$F_{Ay}=2.59$[N]，$|F_{BD}|=F_{BD}=3.34$[kN]（$l=1/\sqrt{2}$, $m=1/\sqrt{2}$） ［11］49N ［12］①静定 ②

$$X_A=\frac{[P\{2\sin(\alpha+\beta)-\sin\alpha\cdot\cos\alpha\}-mg\cos\alpha\cdot\cos\beta]}{2\sin(\alpha+\beta)},\quad Y_A=\frac{[mg\{2\sin(\alpha+\beta)-\cos\alpha\cdot\sin\beta\}-P\sin\alpha\cdot\sin\beta]}{2\sin(\alpha+\beta)}$$

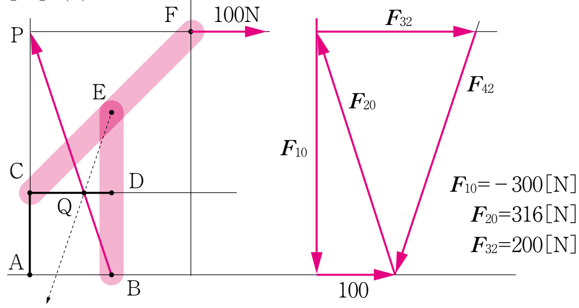
③ $P=14.8$[N] ［13］① $T_A=88.2$[N]，$T_B=88.2$[N]，$T_C=118$[N] ② $\boldsymbol{F}=400\,\boldsymbol{i}-693\boldsymbol{k}$ ［14］①物体の自由度 $D_f=3$，点Aの拘束度2，点Bの拘束度 $3-2=1\rightarrow 2$，4 ② $N_A=392(1-\tan\theta)=0\rightarrow\theta=\pi/4$ ［15］① $R_A=121$[kN]（前輪1輪），$R_B=173$[kN]（後輪1輪） ②省略 ③ $C_x=2.60$[kN]，$D_x=2.60$[kN]，

力 [N]	方向余弦		X_i	Y_i	着力点		モーメント
	$\cos\alpha_i$	$\cos\beta_i$			x_i	y_i	$x_iY_i-y_iX_i$
$F_1=2$	$\sqrt{2}/2$	$-\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}$	$-\sqrt{2}$	4	3	$-\sqrt{2}$
$F_2=1$	1	0	1	0	0	1	-1
$F_3=3$	$2\sqrt{5}/5$	$\sqrt{5}/5$	$6\sqrt{5}/5$	$3\sqrt{5}/5$	-3	0	$-9\sqrt{5}/5$
$F_4=2$	$-\sqrt{2}/2$	$-\sqrt{2}/2$	$-\sqrt{2}$	$-\sqrt{2}$	1	3	$2\sqrt{2}$
F			$1+6\sqrt{5}/5$	$-2\sqrt{2}+3\sqrt{5}/5$			$-1+3\sqrt{2}-9\sqrt{5}/5$

［３］(a)



［３］(b)



$D_y=249$[kN]　[16] $\boldsymbol{T}_{CD}=-400\,\boldsymbol{i}+88.9\,\boldsymbol{j}-267\boldsymbol{k}$[N], $\boldsymbol{T}_{CE}=-907\,\boldsymbol{i}+605\,\boldsymbol{j}$[N]　[17] $R_A=117$[N], $R_B=313$[N]　[18] (a) $R_A=10\sqrt{13}$[N], $R_B=20\sqrt{2}$[N]　(b) $R_A=15$[N], $R_B=15$[N], $T=15\sqrt{10}$[N]　[19] 省略　[20] $T_{max}=2$[kN]

第７章

［１］$v_{max}=-3.35$[m/s]　［２］$y=24.73$[m]　［３］$t=7$[s], $D=120$[m]　［４］$t=77.8$, $x=3036$[m]　［５］エレベーターの人の受ける加速度は重力加速度 $g=9.8$[m] と上昇加速度の逆向きの加速度の和 $a_{ta}=-9.8+\frac{1}{2}v_a t_a$[m/s²], $a_{tb}=-9.8$[m/s²]　［６］$\boldsymbol{a}_A=\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r})+\dot{\boldsymbol{\omega}}\times\boldsymbol{r}+2\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{v}_R+\boldsymbol{a}_R$($v_R$, $\boldsymbol{a}_R$ は回転座標における速度ベクトル，加速度ベクトル）$\boldsymbol{\omega}=20\boldsymbol{k}$, $\boldsymbol{r}=r\boldsymbol{i}$, $\dot{\boldsymbol{\omega}}=0$, $\boldsymbol{v}_R=\dot{r}\boldsymbol{i}$, $\boldsymbol{a}_R=\ddot{r}\boldsymbol{i}$, $\boldsymbol{a}_A=(-400r+\ddot{r})\boldsymbol{i}+40\dot{r}\boldsymbol{j}$（$r$ は質点の半径方向変位）［７］$T=27.6$[kN]　［８］$v_{1h}=0.00432$[km/h], $v_{100h}=0.432$[km/h]　［９］$\rho_B=163$[m]　[10] $v=38.7$[m/s]

第８章

［１］$v=v_0e^{(-2.16\times10^{-3})x}$　［２］$N=1790$[N]　［３］(a) $\boldsymbol{F}_b=-12.6\times10^{-10}\boldsymbol{i}$[N]　(b) $\boldsymbol{F}_a=-3.14\times10^{-11}\boldsymbol{i}$[N]　［４］$S=M\log\{(a+bv_0)/a\}/b$　［５］$\theta_0=60°$　［６］物体Ａは下方に動く．$T=96$[N], $a_A=1.45$[m/s²], $a_B=0.724$[m/s²]　［７］$T=2\pi\sqrt{\{(mg/k)+l\}/g}=2\pi\sqrt{l(1+mg/kl)/g}$　［８］$s=64.3$[m]　［９］省略　[10] (a) $P=4953$[N]　(b) $P=5527$[N]

第９章

［１］(a) $y_s=mg/(k_1+k_2)$　(b) $f=\omega/2\pi=2\pi\sqrt{(k_1+k_2)/m}$　［２］運動方程式 $Gm_1m_e/(R+h)^2=mv^2/(R+h)$, $v=R\sqrt{g/(R+h)}=7.72$[km/s]　［３］$\rho_0=73.6$[m], $\rho_T=47.8$[m]　［４］① 9.8[N]　② $v_1=2.29$[m/s], $h_1=0.232$[m]　③ $T_2=23.7$[N]　④ $h_3=0.265$[m]　［５］$F_A=170$[N], $F_B=1129$[N], $F_C=3408$[N]　［６］(a) 1m 下，4.43[m/s]　(b) 5.05[m]　［７］①省略　②運動方程式 $mR\ddot{\theta}=mg\sin\dot{\theta}$, $mR\theta^2=-N+mg\cos\theta$　③ $vdv=atds\to v^2=2gR\sin\theta\to v=\sqrt{2gR\sin\theta}$　④ $\theta=\pi/2$ で $v=r\omega$, $\omega=\sqrt{2gR}/r$　［８］$s=-1/2(g\sin\beta)\cdot t^2+\{x-x_0-(\dot{x})_0t\}\cos\beta+vt+s_0$, $\dot{s}=-g(\sin\beta)\cdot t+\{\dot{x}-(\dot{x}_0)_0\}\cos\beta+v$　［９］$m=(a+b)M/(g+b)$　[10] 略　[11] $\tan^{-1}(1/\mu_s)\leqq\theta\leqq\pi/2$　[12] ① $\ddot{s}=g\{\sin\alpha-(\mu_1m_1+\mu_2m_2)\cos\alpha/(m_1+m_2)\}$　② $T=0.511$[N]　[13] ① $0.634l$, $0.366l$　② $s=a\cosh\{\sqrt{(1+\sqrt{3})g/2l}\cdot t\}$　[14] $R=(M+m_1+m_2)g-(m_1\sin\theta_1-m_2\sin\theta_2)\beta=\{1-(m_1\sin\theta_1-m_2\sin\theta_2)\}^2/\{(m_1+m_2)(M_1+m_1+m_2)-(m_1\cos\theta_1+m_2\cos\theta_2)\}\times(M+m_1+m_2)g$

[15] $R=\rho gx+\rho v^2$　[16] $v-v_0=u\log\left\{\left(\frac{m_1+m_2+m_3+\mu_1+\mu_2+\mu_3}{m_1+m_2+m_3+\mu_2+\mu_3}\right)\cdot\left(\frac{m_2+m_3+\mu_2+\mu_3}{m_2+m_3+\mu_3}\right)\cdot\left(\frac{m_3+\mu_3}{m_3}\right)\right\}$

$-g(t_1+t'_1+t_2+t'_2+t_3)$　※ t_i：i 段ロケット燃料が消費される時間，t'_i：切り離しの時間　［17］速度 $v=m_0v_0/(m_0-\mu t)$，進行距離 $x=-m_0v_0\log(1-\mu t/m_0)/\mu$　［18］$a=g/(3\sqrt{3})$　［19］$r/r_1=1/(1-m\omega^2/k)$　［20］$\theta=\tan^{-1}(a/g)$，$P=(M+m)a$

第 10 章

［１］①$I_G=ml^2/12$，$I_A=ml^2/3$　②$I_G=m(a^2+b^2)/12$，$I_A=m(a^2/3+b^2/12)$　③$I_G=m(a^2+b^2)/18$，$I_A=m(a^2+3b^2)/18$　④$I_G=mr^2/2$，$I_A=mr^2/4$　［２］①$I_P=m(r^2/2+x^2)$　②$m(r^2/2+x^2)\ddot{\theta}=-mgx\sin\theta$　③$\omega=\sqrt{gx/(r^2/2+x^2)}$　④$x=r/\sqrt{2}$　［３］①$F_0=mg/2$，$F_P=mg/2$　②$I_G=ml^2/12$　③・④$I_0\ddot{\theta}=(ml/3)\ddot{x}_G=mgl/2$　⑤$x_G=3g/2$　⑥$mg/4$　［４］$a_1=\{m_1r_1(\sin\theta_1-\mu_1\cos\theta_1)-m_2r_2(\sin\theta_2+\mu_2\cos\theta_2)\}r_1g/(I+m_1r_1^2+m_2r_2^2)$　［５］省略　［６］$f=\sqrt{2g\sin\alpha/h}/2\pi$　［７］$a=14$[m/s^2]　［８］省略　［９］$v_{max}=830$[m/s]，$v_{min}=770$[m/s]　［10］$\boldsymbol{v}_D=d\omega\boldsymbol{i}$，$v_0=r\omega\boldsymbol{i}$，$\boldsymbol{v}_A=2r\omega\boldsymbol{i}$，$\boldsymbol{v}_B=r\omega\boldsymbol{i}+r\omega\boldsymbol{j}$　［11］①$t_1=2v_o/(7\mu g)$　②$5vo/7$　③$W=Mv_o^2/7$　④一定の中心速度：$x=5v_07$，および一定の角速度 $\theta=5v_0/(7r)$ で滑らずに転がり続ける．［12］$\boldsymbol{v}_A=27.8\boldsymbol{i}+27.8\boldsymbol{j}$[m/s]，$\boldsymbol{v}_B=47.5\boldsymbol{i}-19.6\boldsymbol{j}$[m/s]　［13］$\omega=\sqrt{g\cdot m(1+\cos\theta)/[a\{M+m(1-\cos\theta)\}]}$　［14］$R_2\geqq0$ で $\dfrac{MR_1}{M}=\dfrac{Mgl_2}{l_1+l_2-\mu h}$，$a=-\mu R_2/M=\mu gl_1/(l_1+l_2+\mu' h)$　［15］前輪 1 個に作用する摩擦力 $F_1=N(M+I_2/b_2)/\{2a\cdot(M+I_1/a^2+I_2/b^2)\}$　［16］時刻 t_1 で滑りが止まり，$\tan\alpha<3\mu$ のときは滑らずに転がり落ち，$3\mu<\tan\alpha$ のときは滑りながら転がり落ちる．$t_1=u_0/\{g(\sin\alpha+3\mu'\cos\alpha)\}$，$t_2=t_1+3u_1/(2g\sin\alpha)$　［17］$t=a\omega_0/\{g(\sin\alpha+3\mu'\cos\alpha)\}$　［18］①$\ddot{x}_G=4g/17$[m/s^2]，$\ddot{\theta}=4g/(17r)$[rad/s^2]，$\ddot{y}_G=8g/17$[m/s^2]　②$\ddot{x}_G=0.17g$[m/s^2]，$\ddot{\theta}=0.74g/r$ [rad/s^2]，$\ddot{y}_G=0.91g$[m/s^2]　［19］$a=5g/9$　［20］$\theta=\cos^{-1}(10/17)$ の位置　［21］省略　［22］①$\boldsymbol{\omega}=\boldsymbol{\omega}_x+\boldsymbol{\omega}_z=4\boldsymbol{i}+6.28\boldsymbol{k}$[rad/s]　②$\boldsymbol{a}=\dot{\boldsymbol{\omega}}=\dot{\boldsymbol{\omega}}_x+\dot{\boldsymbol{\omega}}_z$，$\dot{\boldsymbol{\omega}}_x=\boldsymbol{\omega}_z\times\boldsymbol{\omega}_x=6.28\boldsymbol{k}\times4\boldsymbol{i}=25.1\boldsymbol{j}$[rad/s^2]　∴ $\boldsymbol{a}=25.1\boldsymbol{j}$[rad/s^2]　③$\boldsymbol{v}=\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r}=-4.35\boldsymbol{i}-1.60\boldsymbol{j}+2.77\boldsymbol{k}$[m/s]　④$\boldsymbol{a}=\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r}+\boldsymbol{\omega}\times(\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{r})=\boldsymbol{a}\times\boldsymbol{r}+\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{v}=20.1\boldsymbol{i}-38.4\boldsymbol{j}-6.40\boldsymbol{k}$[m/s^2]　［23］(1) $I=3Ma^2/10$　(2) ①$|\boldsymbol{L}|=I\Omega=3M\Omega a^2/10$　②$|N|=3Mgh\sin\theta/4$　③$\boldsymbol{N}=\boldsymbol{\omega}\times\boldsymbol{L}$　④$T=4\pi\Omega a^2/(5gh)$

第 11 章

［１］$v=72.7$[km/h]　［２］$a=0.714$[m/s^2]　［３］①(a) $U_{AB}=WS\sin\alpha$　(b) $U_{AB}=WS\sin\alpha$　②(a) $U_{AB}=(W\sin\alpha+\mu W\cos\alpha)s$　(b) $U_{AB}=(W\sin\alpha+\mu W\tan10°\sin\alpha+\mu W\cos\alpha)s$　［４］$W=441,300$[N·m]$=441300$[J]　［５］運動エネルギー：$T_1=0$（静止），$T_2=\dfrac{1}{2}I_C\omega^2+\dfrac{1}{2}mv_C^2$　ポテンシャルエネルギー：$V_{1g}=mgy_c$，$V_{2g}=0$（重力），$V_{1e}=0$，$V_{2e}=\dfrac{1}{2}ky_A^2$（バネ）　エネルギー保存：$T_1+V_1=T_2+V_2$，$\omega=1.98$[rad/s]　［６］省略　［７］O 点の加速度：$\boldsymbol{a}_O=F/(3m)\boldsymbol{i}$，フレームの角加速度：$\ddot{\theta}=Fb/(3mr^2)\boldsymbol{k}$　［８］地面に固定した座標系：$PX=\dfrac{1}{2}m(X^2-v_0^2)$ → $W=Px+mv_0\dot{x}=\dfrac{1}{2}m\dot{x}^2+mv_0\dot{x}$　移動座標：$W_{rel}=Px=\dfrac{1}{2}m\dot{x}^2$　両者の差：$W-W_{rel}=mv_0\dot{x}$　［９］$\omega=(Mr_g^2+4mR^2)\omega_2/\{Mr_g^2+4m(R+l\sin\theta)^2\}$　［10］$U=1680$[lb·ft]

第 12 章

［１］3270[N]　［２］$H_{01}=rmv=2(r_1mr_1\omega_1)$ ※初期角運動量，$H_{02}=2(r_2mr_2\omega_2)$ ※最終角運動量，$\omega_2=4$[rad/s]　［３］$\boldsymbol{H}_0=-6.43\boldsymbol{k}$[kg·m^2/s]，$\boldsymbol{H}_0=-43.1\boldsymbol{k}$[N·m]　［４］①重りは，人と同じ高さで上昇する　②人が静かに上昇すると，重りは，はじめの高さのまま留まる　［５］$F_{av}=400$[kN]　［６］$e=(v_{B2}-v_{A2})/(v_{A1}-v_{B1})=0.225$，$\dfrac{1}{2}m_Av_{A1}^2+\dfrac{1}{2}m_Bv_{B1}^2+U_{12}=\dfrac{1}{2}m_Av_{A2}^2+\dfrac{1}{2}m_Bv_{B2}^2$ → $U_{12}=-3140$[N·m]　［７］省略　［８］$v_f=-ev_0$，$\phi=0$　［９］$v_{1x}=(m_1-m_2)V\cos\alpha/(m_1+m_2)$，$v_{1y}=\dot{V}\sin\alpha$　$v_{2x}=2m_1V\cos\alpha/(m_1+m_2)$，$v_{2y}=0$　［10］$x=41.7$[cm]