

科目名：機械力学 [1/3]

(問題[1]、[2]は別々の答案用紙に解答すること)

[1] 図 1-1 に示すように、ジェットエンジンは吸気口から空気を吸入・圧縮した後、燃料と混合して燃焼させ、燃焼ガスを大気中に高速で噴出することにより推力を得る。今、静止状態のジェットエンジンに対して、大気密度を ρ 、吸気口面積を A_{IN} 、吸気口から流入する空気の質量流量（単位時間に流れる空気の質量）を m 、空気の吸入により発生する吸気口前方の圧力（静圧）低下を ΔP_{IN} 、空燃比（ジェットエンジン燃焼時における燃料の質量流量に対する空気の質量流量の比）を λ 、燃焼ガスの速度を V_{EXH} とする。

- (1) 吸気口前方での圧力（静圧）低下 ΔP_{IN} がジェットエンジンに及ぼす力 F_A を求めよ。
- (2) 空気吸入速度 V_{IN} を求めよ。
- (3) 吸入空気がジェットエンジンに及ぼす力 F_B を求めよ。
- (4) 燃焼ガスによる推力 F_C を求めよ。

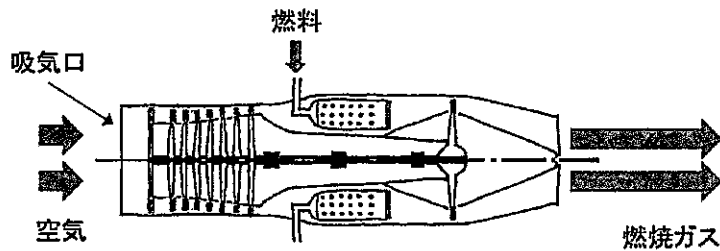


図 1-1 ジェットエンジン

今、図 1-2 に示すように、このジェットエンジンを機体軸に対して平行に装備し、ノズルにより排気方向を可変できる垂直離着陸機（質量 M ）がある。 F_A 、 F_B 、 F_C を用いて以下の問いに答えよ。

- (5) この機体が水平に保ちながら垂直に上昇するノズル角度 ϕ を求めよ。ただし重力加速度を g とし、ノズル角度は機体軸を基準とする。
- (6) 垂直上昇の加速度を求めよ。

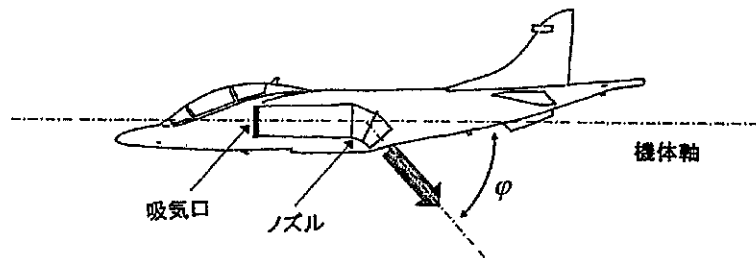


図 1-2 垂直離着陸機

科目名：機械力学 [2/3]

離陸後、この垂直離着陸機が図 1-3 のようにレーダーサイトの真上を通過する直線経路を飛行した。その際、レーダーサイトから垂直離着陸機までの距離 r と水平からの仰角 θ を計測した ($\theta < 90^\circ$)。計測値の1階および2階時間微分($\dot{r}, \dot{\theta}, \ddot{r}, \ddot{\theta}$)が既知であるとして以下の問いに答えよ。

- (7) 垂直離着陸機の世界度 V を求めよ。
- (8) 垂直離着陸機の世界度 α を求めよ。
- (9) 垂直離着陸機の上昇角度 β を求めよ。

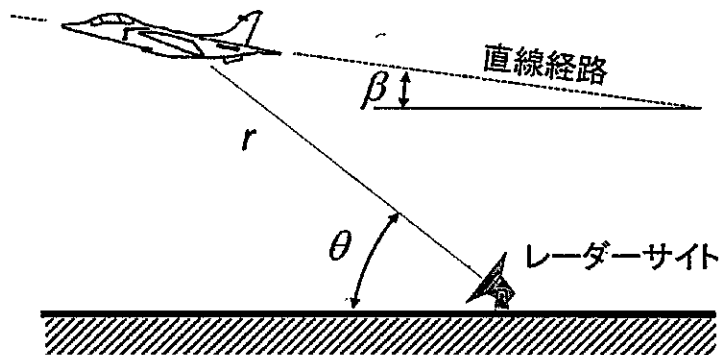


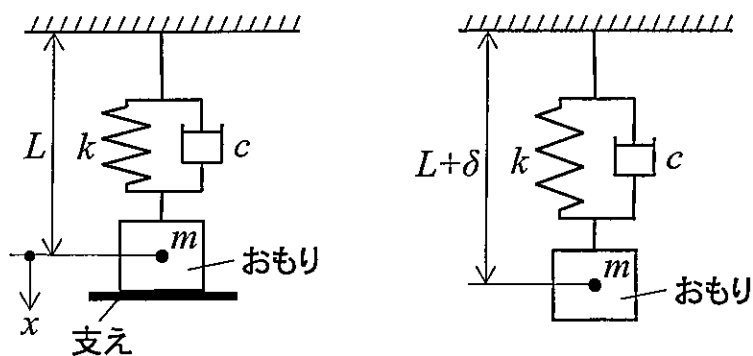
図 1-3 レーダーによる追跡

科目名：機械力学 [3/3]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること。)

[2] 図2に示すように、質量 m のおもりがばねとダンパによって天井から吊り下げられている。ばねに力が作用しない状態における天井とおもりの重心との間の距離は L である。静止した状態から時刻 $t=0$ でおもりの支えが外され、十分な時間が経過した後にはばねの静たわみ（伸び）は δ となった。ばね定数を k 、粘性減衰係数を c とするとき、以下の問いに答えよ。支えが外される前のおもりの位置を $x=0$ とし、 x は下向きを正とする。また、重力加速度は g とする。

- (1) 図2の振動系で支えが外された後の状態を表す運動方程式を示せ。
- (2) 不足減衰（減衰比 $\zeta < 1$ ）の場合におけるおもりの変位 x を表す式を示せ。また、そのときの固有角振動数 ω_n と減衰固有角振動数 ω_d を示せ。
- (3) 時間が十分に経過したのちの静たわみ δ が mg/k になることを証明せよ。
- (4) 支えを外した後に生じるおもりの変位 x の最大値 x_p と静たわみ δ との関係について考える。静たわみ δ に対する変位 x の最大値 x_p の比が最大になる粘性減衰係数 c の値と、そのときの δ と x_p の比を示せ。



(a) 初期状態 (b) 十分な時間が経過した後

図2 1自由度振動系

(5) 以下の4つの単語の英訳を示せ。

- ・初期条件
- ・粘性減衰係数
- ・調和振動
- ・振幅