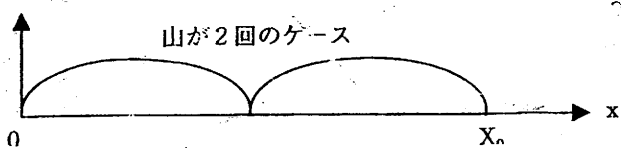


1. 地球から出発し、金星の極軌道を周回する衛星の軌道計画を考える。地球、金星ともに公転軌道は円軌道で黄道面上にあるとし、金星の赤道面も黄道面と一致とする。以下の質問に答えよ。ただし、地球、金星の軌道半径はそれぞれ $1 \text{ AU} (=1.496 \times 10^{11} \text{ m})$ 、 0.7233 AU 、重力定数 (μ) をそれぞれ $3.986 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ 、 $3.249 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ 、太陽の重力定数を $1.327 \times 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$ とする。地球、金星は球体とし、その半径をそれぞれ 6378 km 、 6052 km とする。[3]は「有効数字3桁で答えよ」を表す。

- 1) 地球からホーマン移行で金星にランデブーしたい。地球の重力圏脱出後の地球への相対速度 $V_{\infty 1}$ はいくらであるか。また、金星の重力圏に入る際の金星への相対速度 $V_{\infty 2}$ はいくらであるか。[3]
- 2) 地球周回のパーキング軌道 (高度 200 km) から加速して、その点が近地点になる双曲線軌道に投入することで1)の $V_{\infty 1}$ を獲得するとする。 ΔV_1 を求めよ。[3]
- 3) 金星へのフライトタイムはいくらであるか (日、時間まで)。
- 4) 2003年1月1日 00:00:00 (Universal time) で地球、金星が再接近したとする。2004年1月1日以降で、ホーマン移行のタイミングが来るのはいつか、早いものから2例あげよ。(Universal Time における何月何日まで計算せよ)
- 5) ホーマン軌道で金星に接近する際に、移行の途中で微小な軌道変更をして黄道面からずれることも可能とする。(そのために必要な微小 ΔV は加算しなくてもよいとして)、金星周回の極軌道 (円軌道、高度 400 km) に入れるための、最も ΔV の小さな軌道計画はどのようなものか? 図を書いて定性的に議論し、必要 ΔV を計算せよ。[3]
- 6) 上記の極軌道投入を以下のようにした場合に必要な ΔV を求め、5)の場合と比較せよ。[3]
 - ① ホーマン軌道 (黄道面上) から金星周回、赤道上の高度 400 km の円軌道に入れる。
 - ② そこから3インパルスのホーマン移行で最小 ΔV で高度 400 km の極円軌道に投入する。
- 7) もし、5)のような金星への接近軌道のあと、金星周回円軌道に投入する ΔV を与えなかったら、その後の衛星の軌道はどうなるか、図を書いて定性的に論じよ。

2. ヒルの運動方程式(CW equation)を利用したランデブー計画に関して以下の質問に答えよ。座標系は Orbital-frame とする。 $t=0$ に $(X_0, 0, 0)$ の位置に相対速度 \vec{v} でチェイサーがいるとし、原点にあるターゲット (円軌道、角速度 n) へのランデブーを計画したい。図のような「山」タイプの移行の繰り返しでターゲットへ接近することが ETS-VII の実験でも実施されたが、この方式を採用する。

- 1) 図中の山の回数を1回、ターゲットの軌道の半周期でランデブーする軌道を2インパルスで計画する。これは通常のCW誘導軌道の計算の仕方では解けないことを示せ。
- 2) しかし、CW式の解析解を利用すれば2インパルスでのランデブーが計画できる。必要な ΔV を求めよ。なお、 ΔV は z 軸方向に与えるものとする。(図を書いて ΔV の方向も示せ)
- 3) 1回の山に要する時間は常に軌道半周期とすると、繰り返し回数 (図の山の回数) と必要 ΔV の関係を式・図等を用いて定量的に考察せよ。
- 4) このようなランデブー方式は一般に安全で計画しやすいといわれている。なぜか? (3) をふまえて示せよ。



2445580
21 29 11 20 21 20 31 31
2003 2
28