

0 ミッション概要

静止軌道の人工衛星を設計する

0.1 軌道

軌道傾斜角 0 度

東経 135 度上空 静止軌道 (半径 42160km の静止軌道)

0.2 寿命

7 年

0.3 ミッション機器

図 1-1 参照。搭載面要求として、アンテナ、アンテナタワーは地球指向面上とする

		重量 [kg]	使用電力 [W]	許容温度 [°C]
uplink	ø0.7m パラボラアンテナ (S バンド)	5	0	10-40
	ø1.5m パラボラアンテナ (Ka バンド)	23	0	10-40
downlink	ø0.8m パラボラアンテナ (S バンド)	6	0	10-40
	ø1.6m パラボラアンテナ (Ka バンド)	26	0	10-40
アンテナタワー		70	0	-45-65
Ka バンド中継機 (1380 × 700 × 200mm)		180	867	5-40
S バンド中継機 (700 × 700 × 200mm)		60	330	5-40

1 ΔV の見積もり

1.1 概要

種子島 (緯度 30 度) から半径 $R_{PO} = 6600km$ のパーキング軌道まで入れ、そこから半径 $R_{GEO} = 42160km$ の GEO へのトランスファ軌道へ入れる。トランスファ軌道に入るところまではロケットの責任とする。アポジ点で衛星搭載のキックモーターをふかす際に必要な ΔV を見積もる。

1.2 アポジ点での ΔV

以下近地点における諸元の添え字を P とし、遠地点における諸元の添え字を A とする。アポジ点でふかすキックモーターの ΔV を ΔV_A とし、GTO での速度 V_{GTO} を考える。ケプラー第二法則より、

$$R_{GEO}V_{GTOA} = R_{PO}V_{GTOP} \quad (1)$$

また、エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2}V_{GTOA}^2 - \frac{\mu}{R_{GEO}} = \frac{1}{2}V_{GTOP}^2 - \frac{\mu}{R_{PO}} \quad (2)$$

以上より,

$$\begin{aligned}
V_{GTOA} &= \sqrt{\frac{2\mu R_{PO}}{R_{GEO}(R_{PO} + R_{GEO})}} \\
&= \sqrt{\frac{2 \times 3.986 \times 10^{14} [m^3/s^2] \times 6600 \times 10^3 [m]}{42160 \times 10^3 [m] \times (6600 \times 10^3 [m] + 42160 \times 10^3 [m])}} \\
&= 1599.83... [m/s] \\
&\approx 1599.8 [m/s]
\end{aligned}$$

となる。また、GEO での速度 V_{GEO} は、

$$\begin{aligned}
V_{GEO} &= \sqrt{\frac{\mu}{R_{GEO}}} \\
&= \sqrt{\frac{3.986 \times 10^{14} [m^3/s^2]}{42160 \times 10^3 [m]}} \\
&= 3074.81... [m/s] \\
&\approx 3074.8 [m/s]
\end{aligned}$$

である。よって速度三角形より、

$$\Delta V_A = \sqrt{V_{GEO}^2 + V_{GTOA}^2 - 2V_{GEO}V_{GTOA} \cos 30^\circ} = 1869.14 [m/s] \approx 1869.1 [m/s] \quad (3)$$

となる。

1.3 軌道の維持に必要な ΔV

次に軌道の維持に必要な ΔV_K を求める。

軌道面と月軌道、黄道のなす角をそれぞれ α 、 γ とすると、月と太陽による軌道傾斜角方向のずれは、 $i = 0^\circ$ の静止軌道上で、

$$\begin{cases} \Delta V_{MOON} = 102.67 \cos \alpha \sin \alpha [m/s \cdot year] \approx 36.93 [m/s \cdot year] \\ \Delta V_{SUN} = 40.17 \cos \gamma \sin \gamma [m/s \cdot year] \approx 14.45 [m/s \cdot year] \end{cases} \quad (4)$$

となる。また衛星は安定点である東経 75 度、225 度に向かってドリフトしていく。今回の静止衛星は東経 135 度上に静止するので、東経 75 度に向かってドリフトする。これによるずれは、

$$\Delta V_D = 1.715 \sin\{2 \times (135 - 75)^\circ\} \approx 1.485 [m/s \cdot year] \quad (5)$$

である。よって衛星に必要な南北、東西方向の ΔV_K は、

$$\begin{cases} \Delta V_{NS} = 7 [year] \times (\Delta V_{MOON} + \Delta V_{SUN}) \approx 359.7 [m/s \cdot year] \\ \Delta V_{EW} = 7 [year] \times \Delta V_D \approx 10.40 [m/s \cdot year] \end{cases} \quad (6)$$