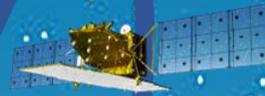
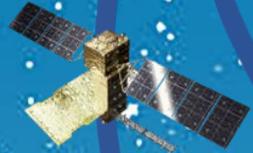




OPAソリューションパッケージ

*オービタルダイナミクスアプリケーション



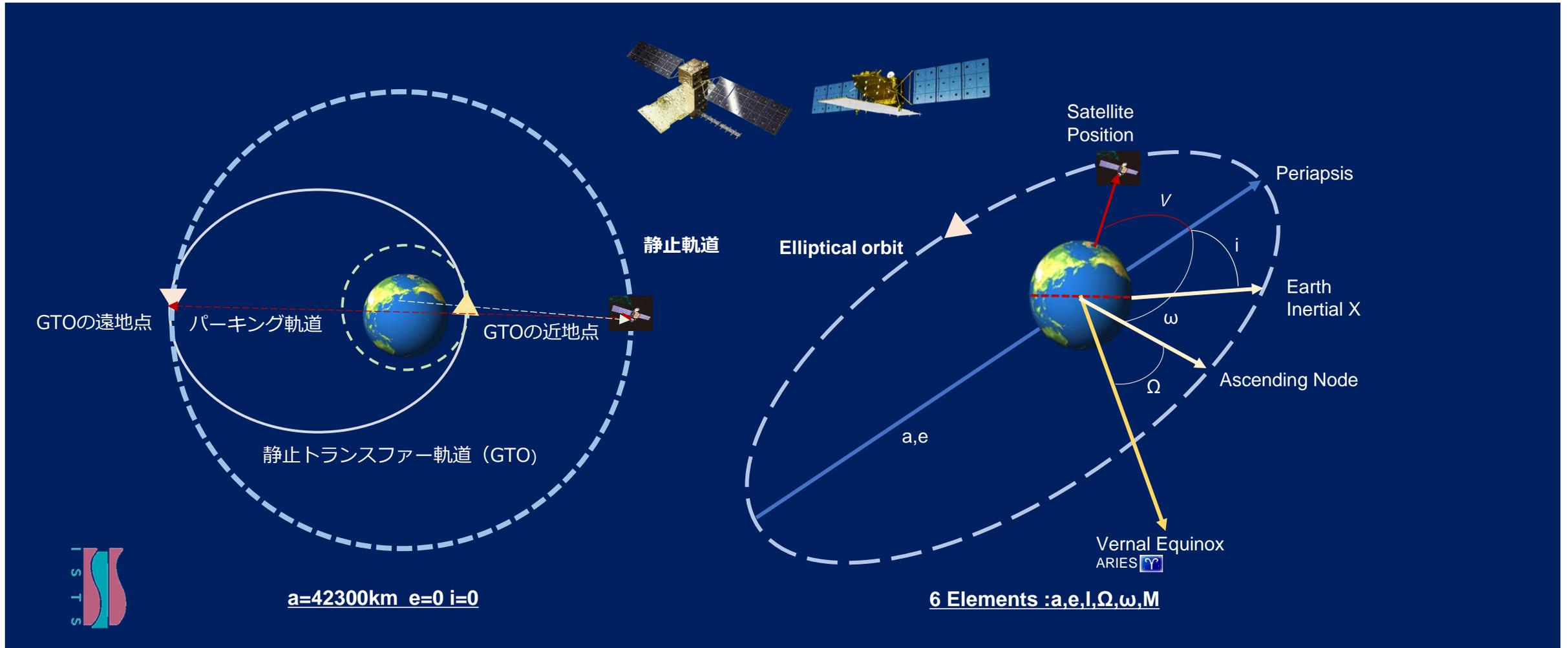
OPAシステム技術部

人工衛星の軌道理論に関する考察及び軌道運用と解析への応用

Geostationary Orbital Theory Study

And

Practical Application Research derived from Orbit Control Operation & Analysis



第1章 軌道力学の基本

- 1.1 ケプラーの法則
- 1.2 軌道6要素
- 1.3 2体問題
- 1.4 一般摂動法と特別摂動法
- 1.5 接触軌道要素と平均軌道要素

第2章 軌道決定とその運用

- 2.1 軌道決定の概要
- 2.2 観測モデルの計算
- 2.3 軌道改良 (O-C)
- 2.4 統計情報 (共分散行列)
- 2.5 統計情報解析
- 2.6 観測バイアスの推定
- 2.7 物理係数の推定
- 2.8 観測データに対する大気補正

第3章 摂動

- 3.1 摂動関数
- 3.2 摂動計算
 - ① J2項による永年摂動の計算
 - ② Non-Zonal項による永年摂動の計算
- 3.3 静止衛星の摂動メカニズム
 - ① 外力による軌道の変化
 - ② 月の引力による静止軌道の東西方向の軌道変化
 - ③ 摂動による静止軌道の南北方向の軌道変化

第4章 静止軌道の軌道保持

- 4.1 東西方向軌道保持の運用方式の検討
 - ① 離心率制御方式
 - ② ΔV 量概算
 - ③ 3-Part方式による運用
 - ④ n-Part方式の制御量と時期
 - ⑤ n-Part方式の制御量の分割
- 4.2 南北方向軌道保持の運用方式の検討
 - ① 制御量の最適化
 - ② 制御方法
 - ③ 全制御量

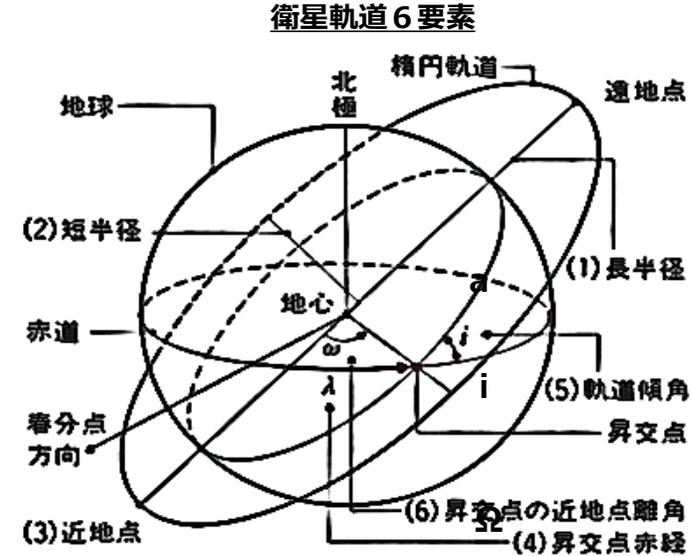
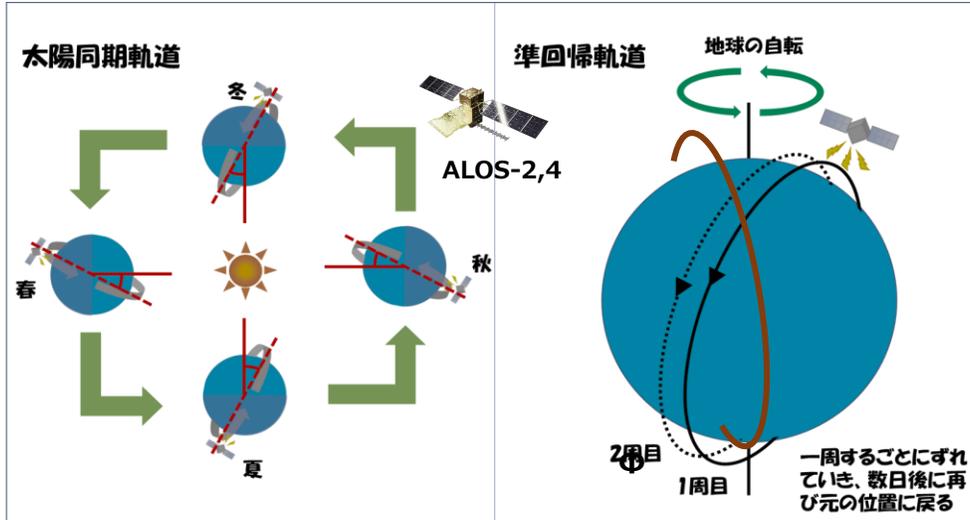
第5章 軌道制御解析

- 5.1 軌道制御評価方式
 - ① 東西方向
 - ② 南北方向
 - ③ 制御評価フロー



太陽同期準回帰軌道設計

太陽同期準回帰軌道は、衛星と太陽の位置関係が常に同じ軌道になるように飛行する太陽同期軌道と衛星が地球を一周するたびに観測する地域が少しずつずれていき、数日後に再び同じ場所の上空に戻ってくる準回帰軌道を合わせた軌道です。これにより、観測時の太陽の角度は常に同じになり、定期的な同じ地点を観測できるので地球観測衛星の軌道に採用されています。



太陽同期軌道条件 & 準回帰軌道条件

$$\frac{d\Omega}{dt} = -3/2 \sqrt{\mu/a^3} (R_E/a)^2 j_2 \cos i = N_E \quad \Phi = 2\pi M/MN + L = T(a, i) (\omega_E - \frac{d\Omega}{dt})$$

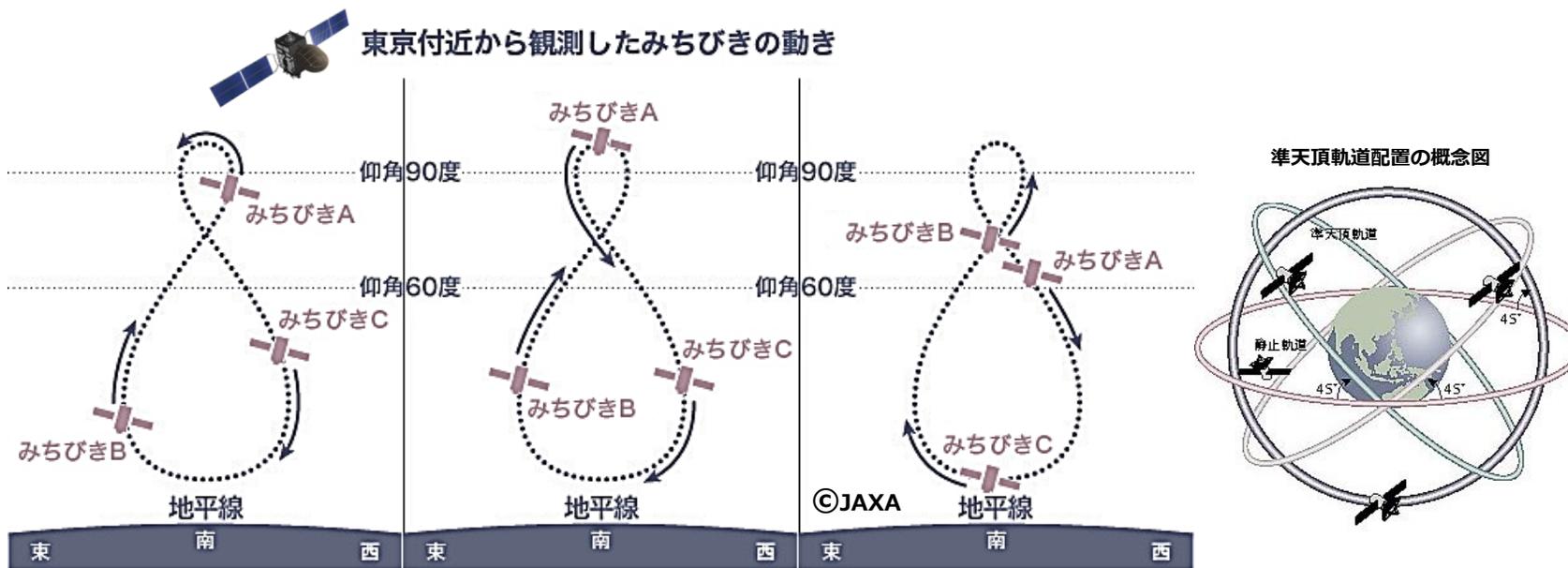
昇交点赤経 Ω の変化率が、地球の平均公転角速度 N_E 等しい時太陽同期軌道が実現する地球重力定数を μ 、軌道長半径を a 、地球赤道半径を R_E 、地球扁平による摂動項を j_2 、軌道傾斜角を i とする。

衛星が赤道上空を北から南へ通過する時の直下点経度を交点経度と呼ぶが、衛星1周あたりの交点経度のずれ ϕ (西方向が正)はほぼ、衛星の公転周期と地球の自転周期で決まる。 ϕ は、衛星の公転周期を T 、地球の自転速度を ω_E とすると、 $\phi = T(a, i) (\omega_E - d\Omega/dt)$ から得られる。

回帰日数を M 、1回帰に要する周回数を回帰周回数 X 、1日の周回数の四捨五人を H 周回数 N 、1日後の隣接軌道の飛び越し数を H 、移動数 L ($0 < L < M/2$)とすると、最終的には1回帰の間に、 X 個の交点経度を通過するため、交点経度差の最小単位(すなわち、赤道上の隣接軌道間隔)は、 $\phi/M = 2\pi/X$ となる。

対地同期軌道設計

静止衛星の軌道面を傾けたIGSO



GSOでは、衛星の公転周期と地球の自転周期が一致しているのみであり、軌道傾斜角・軌道離心率に関する制約はありません。

GSOでは、ある地点の上空に止まり続けることができるわけではありませんが、ある地点の上空近傍に止まり続けることができます。準天頂衛星「みちびき」が配備されている準天頂軌道は、このGSOの一種となります。

準天頂軌道は、軌道長半径約42,164km、軌道傾斜角約40deg (36~45deg)、離心率 0.075 ± 0.015 となる。北半球での軌道半径を長くしているため、ケプラーの3大法則に従い日本上空で天頂付近に差し掛かるときにはゆっくり移動するように見えます。

スペースデブリ軌道設計

スペースデブリの観測データから軌道決定(軌道6要素の推定)を行う。
軌道決定値をもとに軌道予報(軌道生成)を一定期間行う。
日本の人工衛星、ISSの軌道予報と比較して接近解析を行う。
観測計画を作成する。

