

## 広域観測手法の検討状況

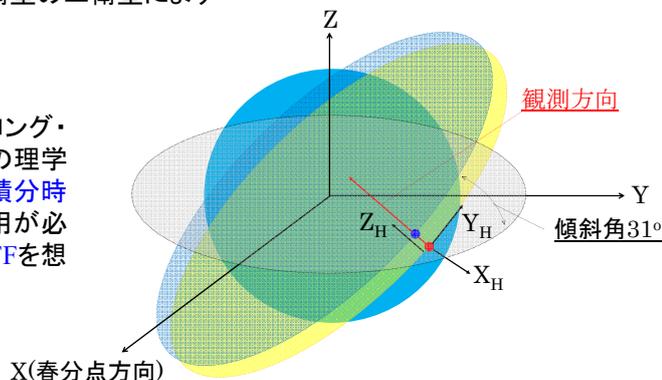
池永敏憲, 歌島昌由, 河野功, 石井信明(JAXA), 常深博(阪大理), FFASTチーム

### FFAST軌道概要

FFASTは、相対距離12 mで編隊飛行(FF)する、検出器(D)衛星とミラー(M)衛星の二衛星により構成される硬X線望遠鏡システムである。

➡ **高精度の相対位置制御が必須。要求精度=12 m ± 5 cm**

相対距離一定となる相対軌道としては、相対円軌道(レコード盤軌道)やアロング・トラック軌道があるが、それらの軌道は保持 $\Delta V$ 量は小さいものの、FFASTの理学観測目標:「①積分時間1800秒以上の領域を100平方度以上、または、②積分時間1000秒以上の領域を300平方度以上」を満たすためには、長期間の運用が必要となる。そのため、本検討では観測方向を慣性系で指定する、慣性指向FFを想定し、FF保持シミュレーションを実施した。



### FF制御則概要

二つの予測時刻における偏差、及び $\Delta V$ 量の二乗和を最小化することで最適な $\Delta V$ ベクトルを得る[K.C.Howell, 1993]

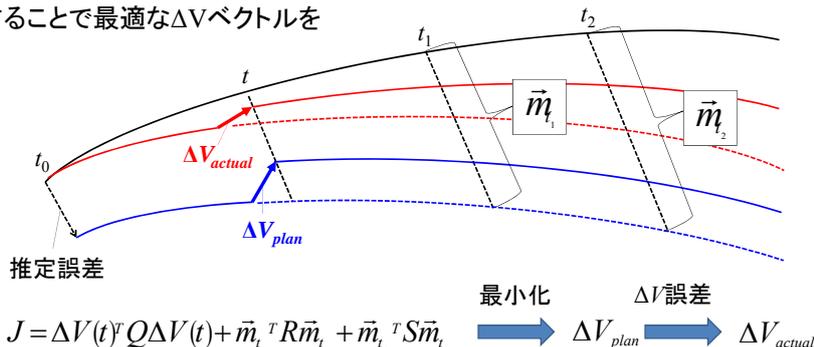
・基準軌道: Hill座標系において次の角速度を持つ円軌道

$$\omega_{ref} = (1+k) \sqrt{\frac{\mu_e}{a_M^3}}$$

$\mu_e$ : 地球重力定数  
 $a_M$ : M衛星軌道長半径  
 $k$ : 係数

・真の軌道: Chaserの真の軌道

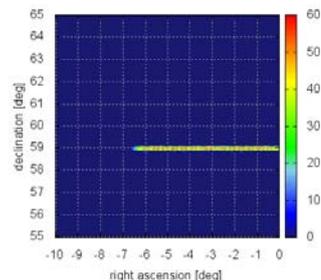
・推定軌道: FINE計測値に基づきEKFにより推定される軌道



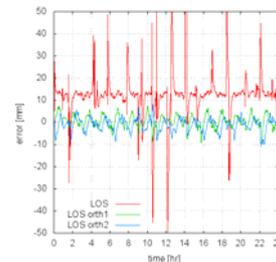
### 慣性指向FFシミュレーション

1) 観測方向を軌道面法線方向に固定した場合

$J_2$ 項によるnodal regressionにより、約6.4 deg/dayの速さで観測方向が変化する(図 a-1参照)。望遠鏡視野幅を0.2 degとすると、**1日当りの観測領域は1.28 deg<sup>2</sup>/day**、**視野当りの積算時間は2700秒**となる。FF保持に必要な**1日当りの $\Delta V$ 量は1.34 m/s/day**であり、これは二体の場合に必要な $\Delta V$ 量とほとんど変わらない。相対距離の保持精度は満足している(図 b-1参照)。観測期間を60日間と設定すると、**総観測領域は約77 deg<sup>2</sup>**となるが、**この値は観測要求を満たしていない**。



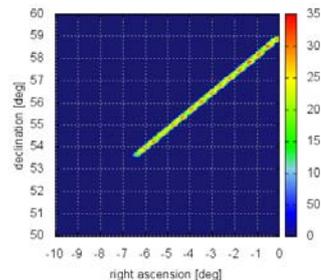
a-1) 観測領域(法線方向固定)



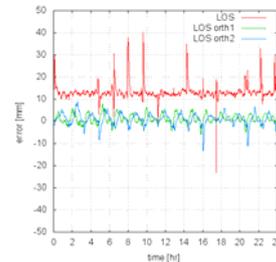
b-1) LOS, LOS直交方向誤差 (法線方向固定)

2) 観測方向を制御した場合

1)の結果を基に、FFASTの観測要求を満たすよう、観測方向を変化させることを考える。要求②を満たすためには、観測方向を25 deg/dayで変化させる必要がある。この場合、視野当りの積分時間は700秒程度となり、要求②を満たすことは困難である。一方、要求①の場合、8.3 deg/dayで変化させれば、積分時間は約2000秒であり、達成の可能性がある。シミュレーションの結果、60日間観測における**総観測領域は152 deg<sup>2</sup>**、**積分時間は1930秒**(図a-2参照)となり、**要求①は満たすことができる**。消費推進薬量は23.7 kgであり、FFAST搭載量内である。



a-2) 観測領域(法線方向制御)



b-2) LOS, LOS直交方向誤差 (法線方向制御)