

通信放送技術衛星「かけはし」(COMETS)の
第2回軌道変更の結果及び今後の予定について

平成10年3月25日
宇宙開発事業団

1. 概要

通信放送技術衛星「かけはし」について、平成10年3月20日に第2回軌道変更のためのアポジエンジン噴射を実施したので報告する。

2. 軌道変更の目的

約8回の軌道変更により、遠地点高度約17,700km、近地点高度約500kmの2日9周回の準回帰軌道に投入することを目指している。今回の第2回軌道変更以降は、遠地点高度を上げることを目的としており、したがってアポジエンジン噴射は、近地点で行う必要がある。近地点付近では、衛星の移動速度が速く地上との通信リンクは短時間しか確保できず、アポジエンジン噴射を確実にを行うのに困難が伴う。このため、今回の第2回軌道変更は、今後行うアポジエンジン噴射に備えて試験噴射を行うことを目的として実施した。

3. 軌道変更作業の状況

海外局の支援を受けながら準備作業を進めた。アポジエンジン噴射時は、NASDA地上局との短時間の通信リンクの間に実施した。結果は、良好であった。

アポジエンジン噴射開始時刻：平成10年3月20日 2時24分
(日本標準時)

アポジエンジン噴射時間：5分間

支援を受けた海外局：

NASA局： ゴールドストーン(米国西海岸)、キャンベラ(豪東海岸)
マドリッド(スペイン)

ESA局： クールー(南米ギアナ)、パース(豪西海岸)

CNES局： クールー(南米ギアナ)、
ハートビーショク(南アフリカ)

チリ大学局： サンチャゴ(南米チリ)

なお、NASDAの沖縄、増田、勝浦の各宇宙通信所が参加した。

4. 軌道変更の状況

5分間のアポジエンジン噴射により、ほぼ目標通りの軌道に投入できた。

	軌道変更前	軌道変更後	目標値(軌道変更後)
遠地点高度	約1862km	約2492km	(約2493km)
近地点高度	約390km	約394km	(約397km)
軌道傾斜角	約30度	約30度	(約30度)
周期	約108分	約115分	(約115分)

5. 軌道変更時のアポジ推進系の性能

軌道変更時のアポジ推進系の性能は、予測値に近く良好であった。

(図1. 参照)

		予測値
推 力	約 1 6 8 3 N	(約 1 6 9 7 N)
比 推 力	約 3 2 2 秒	(約 3 2 2 秒)
使用推進薬量	約 1 6 0 k g	(約 1 6 2 k g)
燃 焼 圧	約 8. 4 k g / c m ² a	(約 8. 5 k g / c m ² a)

6. 軌道変更前後の衛星の状況

(1) 各機器の状況

アポジエンジン噴射後、再び太陽捕捉モードに戻して運用しているが、本項(3)に記述の、1 Nスラストの噴射回数の異常を除き、衛星の状態は正常である。

(2) 発生電力の状況

軌道変更前後における発生電力の状況に変化は無く、正常である。

(図2. 参照)

(3) 推進系の状況

ア) 1 Nスラストの噴射回数等による寿命について

1 Nスラスト NO. 4 (マイナスピッチ制御用) について、3月24日午前7時5分(クールー局可視)に、噴射回数がこれまでの20倍程度多くなっていたため、冗長系への切り替えを行った。噴射回数増加の原因究明を進めている。

1 Nスラストの寿命は、噴射回数、噴射時間等により制限があり、このまま推移すると5月末頃には制限回数を超える可能性がある。(図3. 参照) このため、衛星の姿勢制御方法を変更することを予定している。(別紙参照)

イ) 燃料(N₂H₄)の消費量

今回の第2回軌道変更後も、変更前とほぼ同じで、1日あたり燃料を約1.1 kg消費している。(図4. 参照) このままでは、通信実験可能期間が大幅に短縮されることから、先に計画した通り12月まで通信実験を行うため、前記ア)と同様、衛星の姿勢制御方法を変更することを予定している。(別紙参照)

7. 今後の軌道変更予定について

これまで実施した2回の軌道変更の結果等を反映して、第3回目以降の軌道変更を行う予定である。第3回軌道変更は、5月初旬に行い、5月末頃までには合計約8回実施し、必要な軌道変更作業を完了する予定である。第2回と第3回の軌道変更の間隔が約1年半あるのは、通信実験を開始する時期(夏から秋)に遠地点が北半球に来るようにするためで、これを推進薬を用いず最短期間で到達するには、遠地点方向の変化率が大きい低い軌道で衛星を周回させることが最も効率的であることによる。

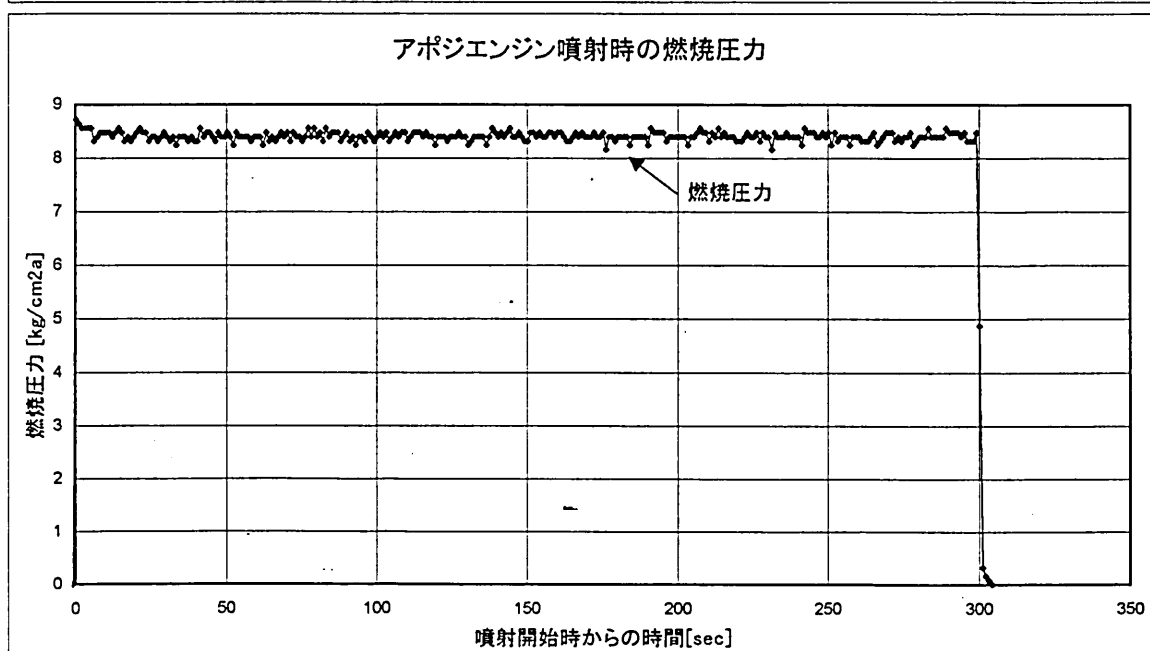
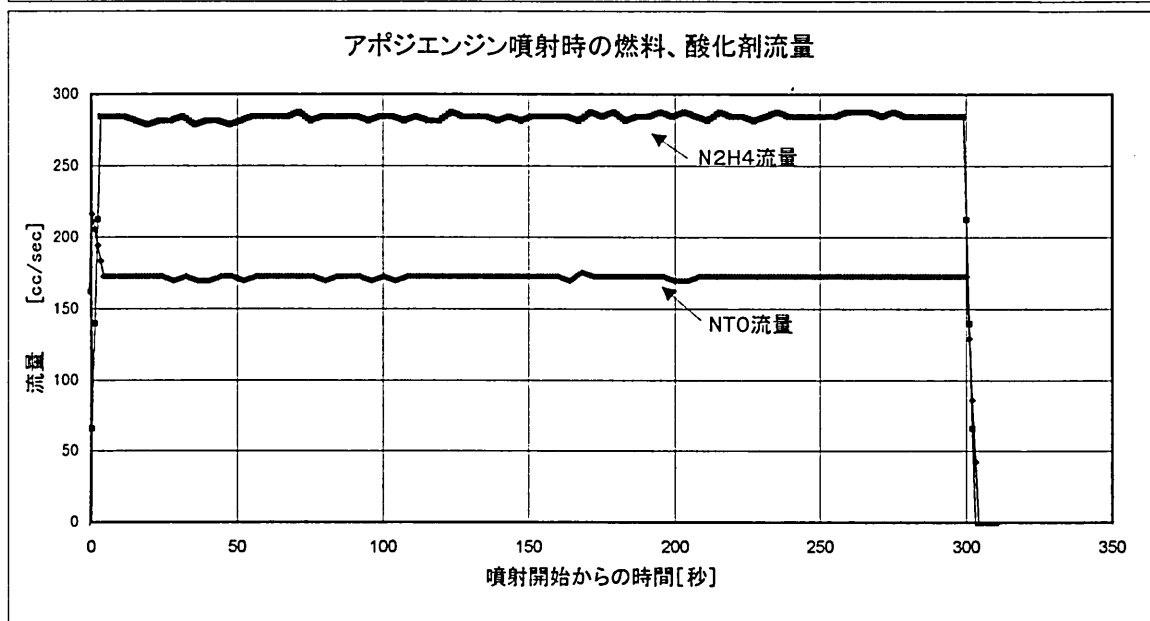
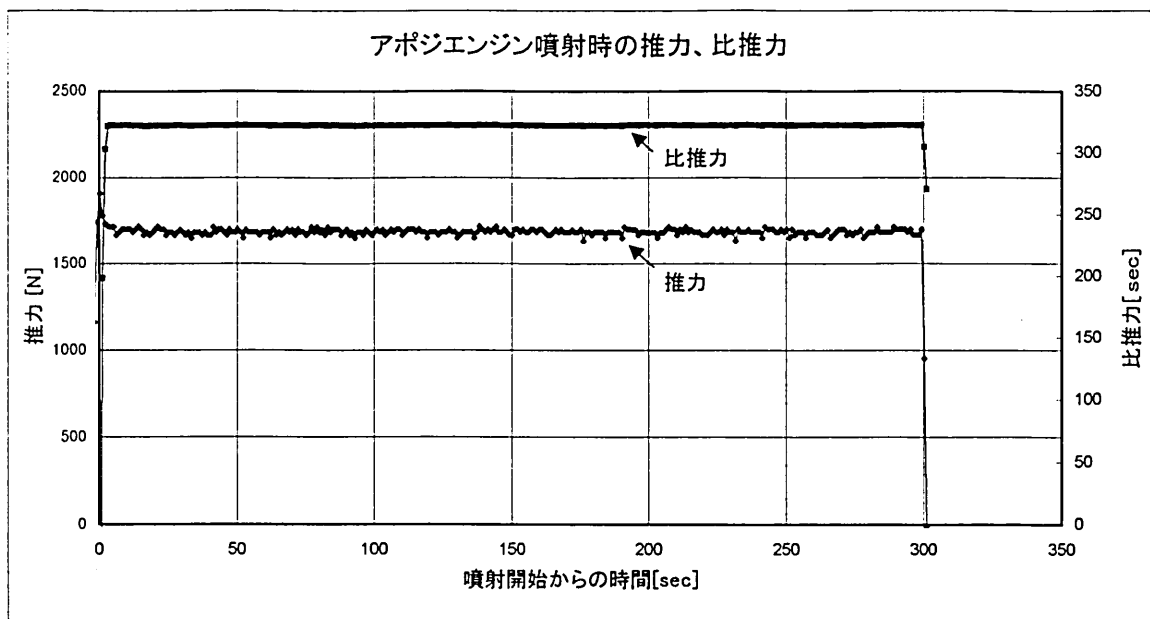


図1. 「かけはし」第2回AEFアポジ推進系性能

図 2. 「かけはし」メインアレイ発生電力の推移
打ち上げ後から第 2 回 AEF 終了まで

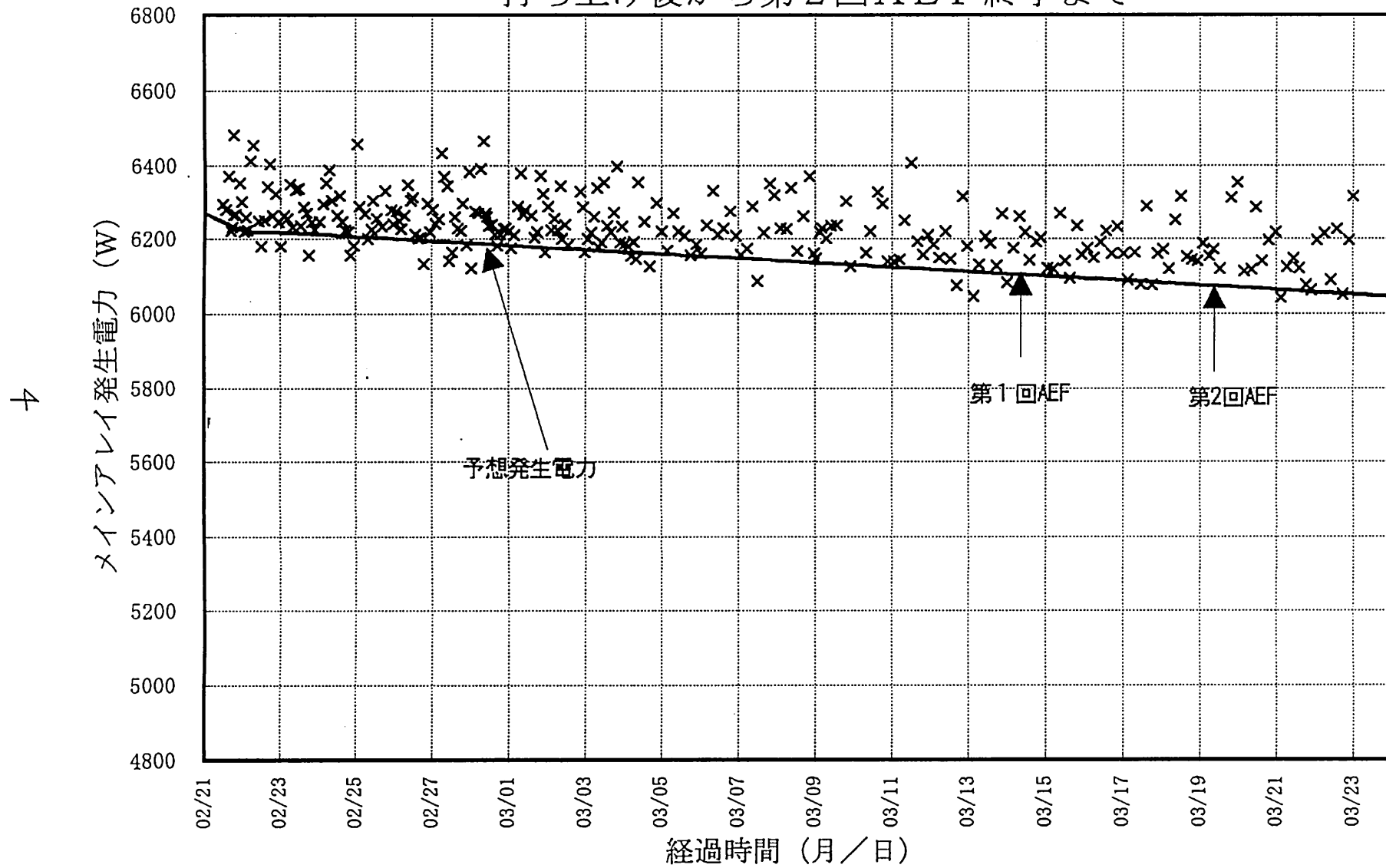


図3. 「かけはし」 1 Nスラスト噴射回数

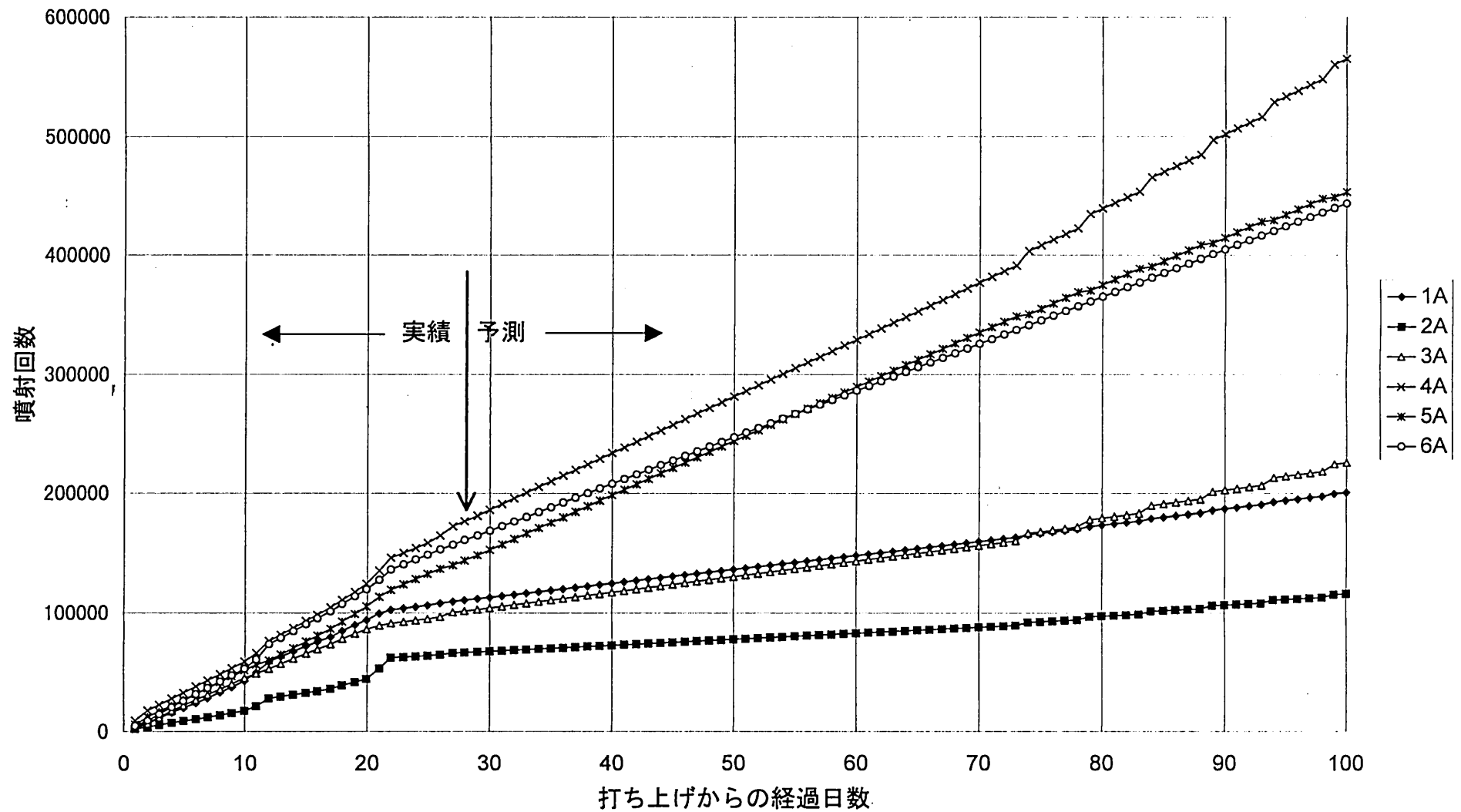
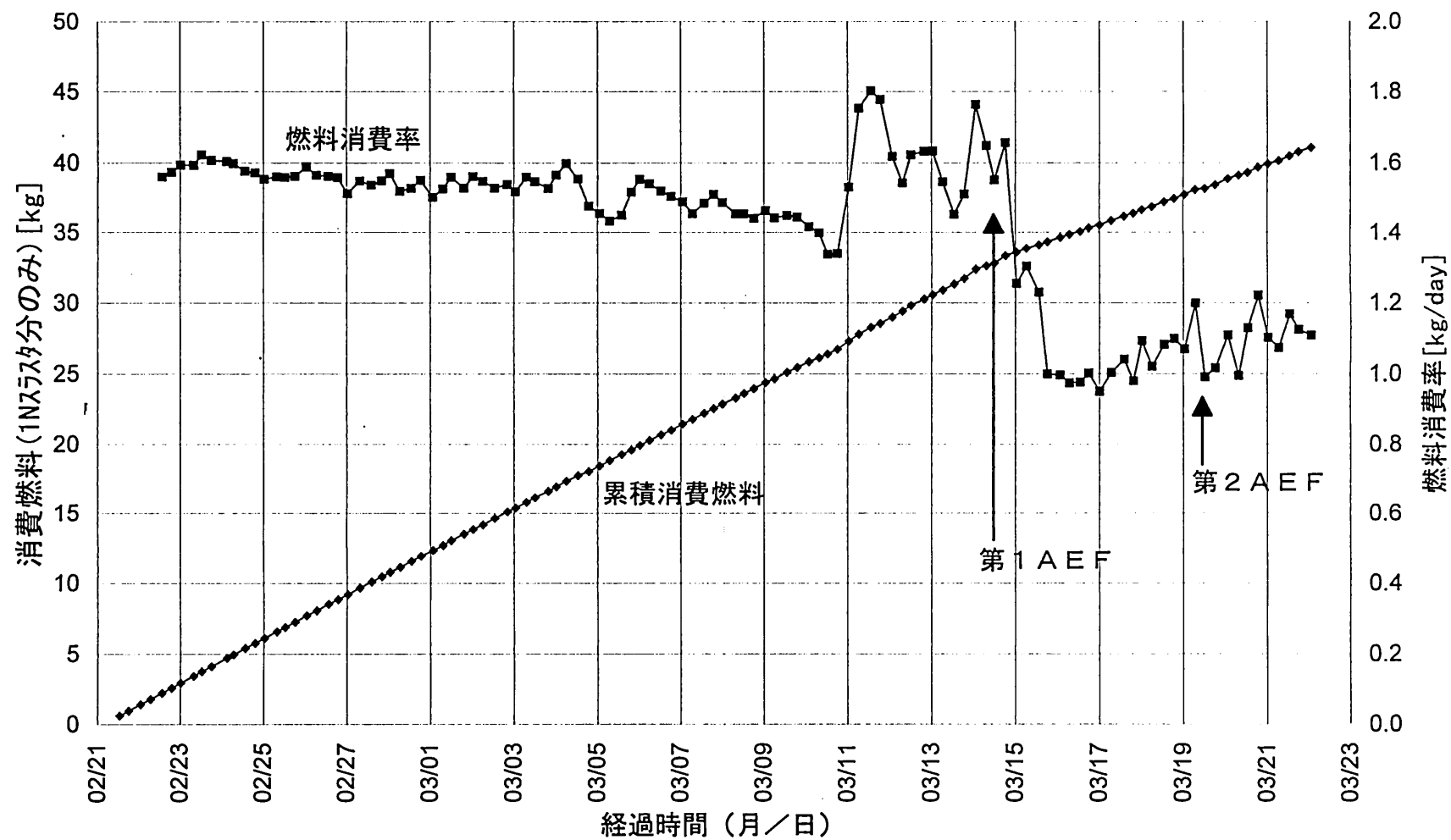


図4. 「かけはし」 1 Nスラストの燃料消費率



「かけはし」の運用寿命に係る1 Nスラストの噴射回数および燃料消費量低減のための対策の実施について

1. 状況

(1) 1 Nスラストの噴射回数について

軌道上での噴射回数は、3月22日時点で17万回を越えているものがあり、このまま推移するとスラストによっては、5月末頃に設計寿命を越えることが予測されるため、対策が必要である。

(2) 燃料消費量について

現状のモードで運用を続けた場合、軌道変更が終了する5月末で残燃料は約70 kgと推定され、7月末には燃料が枯渇するおそれがある。計画通りに12月まで通信実験に必要な姿勢制御を実施するためには、可能な限り早期に燃料消費を低減するための対策をとる必要がある。

2. 対策内容

現在の軌道におけるスラスト噴射状況の分析結果（大気抵抗、慣性乗積、重力傾度の影響度）から、衛星の回転を止め、衛星のY軸を軌道面に垂直にさせる様に姿勢バイアスがかかることにより、燃料消費量をほぼ半減させることが可能であり、噴射回数も噴射時間幅の選択によっては低減させることが可能である判断した。（添付図参照）

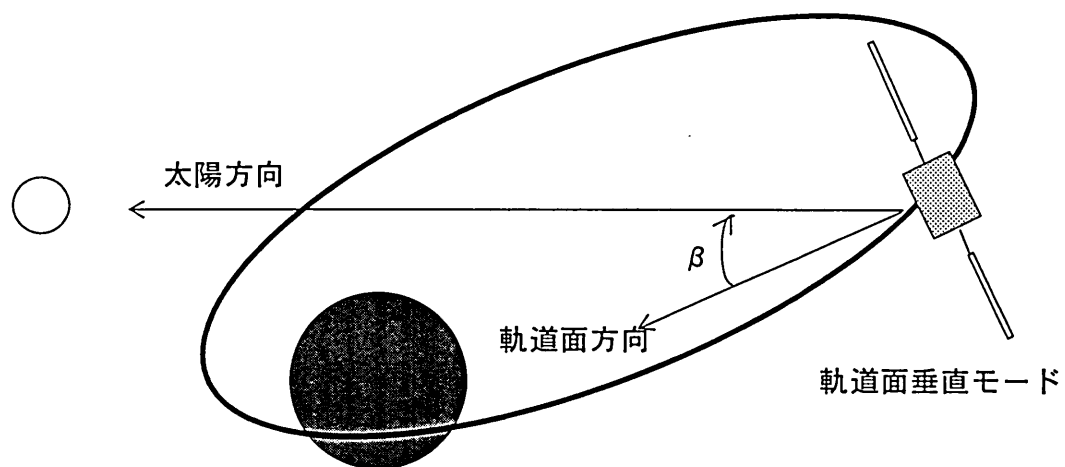
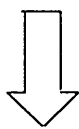
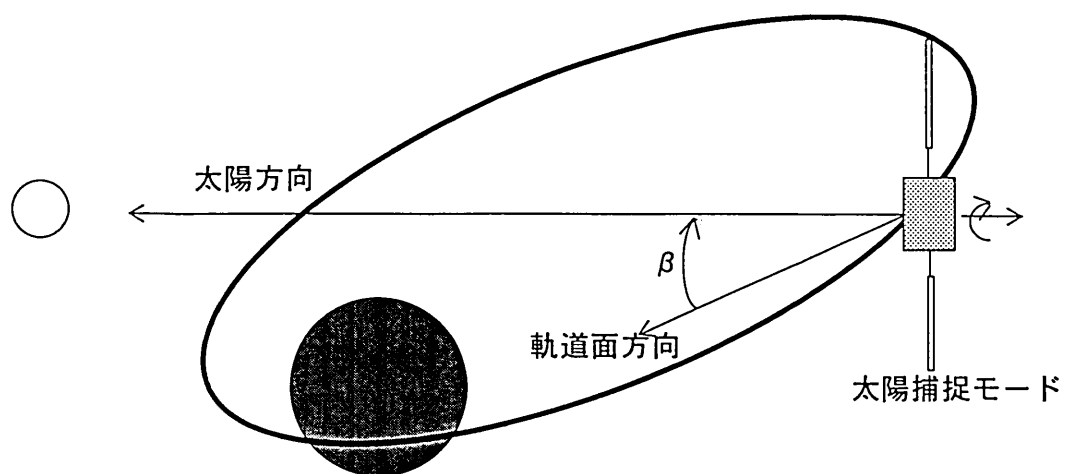
また、上記姿勢においてスラスト制御からホイール制御に移行することにより、さらなる削減が可能であるが、現軌道でホイールを使用するには、軌道上再プログラミングが必要であり、4月上旬を目処に、制御ロジックの検討およびシミュレーションによる確認作業を進めている。

3. 対策実施におけるリスク等への対応

本対策を実施するに当たっては、安全待機モードである太陽捕捉モードから移行することになるため、衛星の姿勢、電力、温度状況をモニタし、異常が発見された場合はコマンドにより姿勢バイアスをリセットすることとする。それでも状況が改善しない場合はコマンドにより太陽捕捉モードへ復帰させる。

4. 今後の予定

- (1) 3月26日以降、スラスト制御によるY軸軌道面垂直モードへ移行することとする。
- (2) 数日間、姿勢バイアス角度の変更運用を行うとともに、衛星状態のモニタを行い、評価を行う。問題がなければ本運用を続行する。
- (3) ホイール制御のための再プログラムが完成次第、再プログラムをコマンドにより衛星へ送信し、ホイール制御へ移行する。（4月上旬に移行予定）
- (4) ホイール制御における衛星のモニタを行い、結果を評価する。問題がなければ本運用を次回軌道変更運用まで続行する。



添付図 推薬低減のための衛星姿勢の概念