

H-IIロケット5号機による通信放送技術衛星(COMETS)の打上げ結果の評価について(宇宙開発委員会技術評価部会報告書概要)

平成11年5月19日
宇宙開発委員会
技術評価部会事務局

I 衛星の概要

1 目的

- ・高度移動体衛星通信、衛星間通信、高度衛星放送の新技術の開発、実験実証
- ・大型静止衛星の高性能化技術の開発、実験実証

2 特徴(図-1)

- ・三軸姿勢制御方式の静止衛星、静止軌道初期重量は約2トン
- ・2翼式展開収納型フレキシブル太陽電池パドル(展開時、各翼約3m×14m)
- ・2液式1700N統合型推進系
- ・Ka(21GHz)帯200W級、ミリ波(44GHz)帯20W級進行波管増幅器(TWTA)搭載

3 打上げ・軌道変更等経過(図-2)

- ①平成10年2月21日、H-IIロケット5号機は、打上げ後、第2段エンジン早期燃焼停止により、COMETSの静止トランスマート軌道への投入に失敗(遠地点高度約1900kmの低高度橈円軌道に投入)
- ②3月15日から5月30日にかけて、7回計約50分のアポジエンジン噴射により軌道変更(遠地点高度約18000kmの実験運用軌道に投入)
- ③6月11日から平成11年1月31日にかけて、初期機能確認、定常段階運用を実施

II 打上げ結果の分析等

1 四酸化二窒素(NTO)タンク温度テレメトリ異常

(1) NTOタンク温度テレメトリの概要(図-3)

温度センサは、NTOタンクのガス側と液側の2カ所に取り付けられ、タンク

圧力テレメトリと共に主としてタンク内のNTOの残量をモニタ。

(2) 異常の状況等

第1回軌道変更運用開始時に、NTOタンク上流の高圧パイロ弁を火工品点火により開とした直後、NTOタンク2温度センサ2(ガス側)の表示が+17°Cから-22°Cに変化。

(液側ポートでガス側のモニタが可能な状況だったこと、推進系全体は正常と判断できたことから、軌道変更運用を継続)

(3) 異常原因の推定

パイロ弁の開に伴いNTOタンクが加圧膨張し、タンク上に取り付けた温度センサー又はハーネスに衝撃が加わり断線。

(4) 今後の対策

- ・X線検査等による、内部リード細線の潜在的な断線の抽出
- ・配線において、充分なストレスリリーフを設けて実装

2 衛星間通信パイロット受信機(PILRX) テレメトリ異常

(1) PILRXテレメトリの概要(図-4)

PILRXは、実験用地上局からのパイロット基準信号を受信し、20MHz基準信号を生成。PILRX内部基準信号と受信信号の周波数差がループエラーとしてテレメトリに出力。

(2) 異常の状況

定常段階運用時に、PILRXのA系ループエラーテレメトリが、約+3MHzの一定値を示し、各中継器の出力信号も周波数が一定とならない掃引状態となつた。

(このため、PILRXをA系からB系に切り替えて通信実験を継続。)

(3) 異常原因の推定

安定化電源ICの故障により、-10V電源電圧が低下し、20MHz基準信号に異常が発生。

(4) 今後の対策

今後、衛星に搭載する安定化電源ICの品質管理、部品の検査の徹底。

3 静止軌道に投入されなかつたために生じたと推定される異常

(1) レート積分ジャイロ出力異常(図-5)

- ・3チャンネルのうち2チャンネルに出力が一定値となる異常が発生したが、

電源をON/OFFすることにより復帰。

- ・内部の積分回路が放射線に起因するノイズを受けて発振状態となり、その出力が後段のバンドパスフィルターにより遮断されたため、出力値として一定となったものと推定。

(2) テレメトリ・コマンドに関する異常(図-6)

- ・初期機能確認中、テレメトリ・コマンド入出力回路ON/OFFに係るフォトカプラに動作異常が発生。冗長系に切り替えることなどにより試験等を実施。
- ・投入された低軌道上で、設計値より著しく大量のプロトンを被爆し、フォトカプラの発光/受光素子が劣化し電流伝達比が低下したため、入出力回路に異常が発生したものと推定。

(3) 1Nスラスタ動作異常(図-7)

- ・第2回軌道変更後、1N 4Aスラスタ噴射パルス数が著しく増大したため、A系からB系に切り替えたところ、正常に復帰。
- ・低軌道に投入されたため、太陽捕捉モードによる姿勢制御を長時間続け、4Aスラスタの累積噴射回数が増大。結果、フィードチューブの温度が上昇し、その内で推薬が分解して、推力低下を生じた(サーマルチョーク現象を誘発した)ため、姿勢制御に要する噴射回数が急激に増大したものと推定。

4 頭著な成果

(1) 2液式1700N統合型推進系(図-8)

国際的にも技術的水準の高い1700N級の2液式推進系について、平成6年8月のETS-VIIにおける事故への対策を実現するとともに、調圧ブローダウン方式の採用、姿勢制御系との統合等により性能・搭載性の向上、軌道上デブリ発生の抑制を図って、宇宙実証に成功。技術的に着実な前進。

(2) 展開収納型フレキシブル太陽電池パドル(図-9)

国際的にも実績の少ない再収納機能のあるフレキシブル太陽電池パドルについて、過去のSFUの収納異常への対策を適切に実施し、軌道上で7回の展開収納を行い、展開収納に係る技術的な安定性が宇宙実証。打上げ前計画以上の技術的成果。

(3) 21GHz帯、44GHz帯TWT A(図-10)

21GHz帯における世界最高出力である200W級TWT A、世界的に数の少ないミリ波帯のTWT Aの宇宙実証に成功。技術的に大きな前進。

III 総合意見

- ・ COMETSは、投入された軌道が衛星の設計上考慮した放射線環境よりも厳しかったことなどから、衛星バス機器にいくつかの異常が生じたものの、いずれの異常についても原因の究明を行い、適切な処置をとったことから、橿円軌道において20項目以上の実験を実施。
- ・ 軌道変更においては、過去の衛星等の異常原因への対策を施して開発した大出力統合推進系の1700Nアポジエンジン機能、フレキシブル太陽電池パドルの収納展開機能を宇宙実証するとともに、橿円軌道における実験運用の範囲においては、21GHz帯200W級、44GHz帯20W級TWT Aの基本的性能を確認。
- ・ COMETについては、H-IIロケットによる静止トランステラード投入に失敗したため、所期の目的である静止軌道上での衛星通信・放送技術の実験・実証を行うことはできなかったものの、当初計画にない多数回の軌道変更を行い、可能な限りの実験を実施し、衛星バス機器及びミッション機器の重要な要素技術について基本的な機能性能を実証確認するなど一定の成果を上げたものと評価。

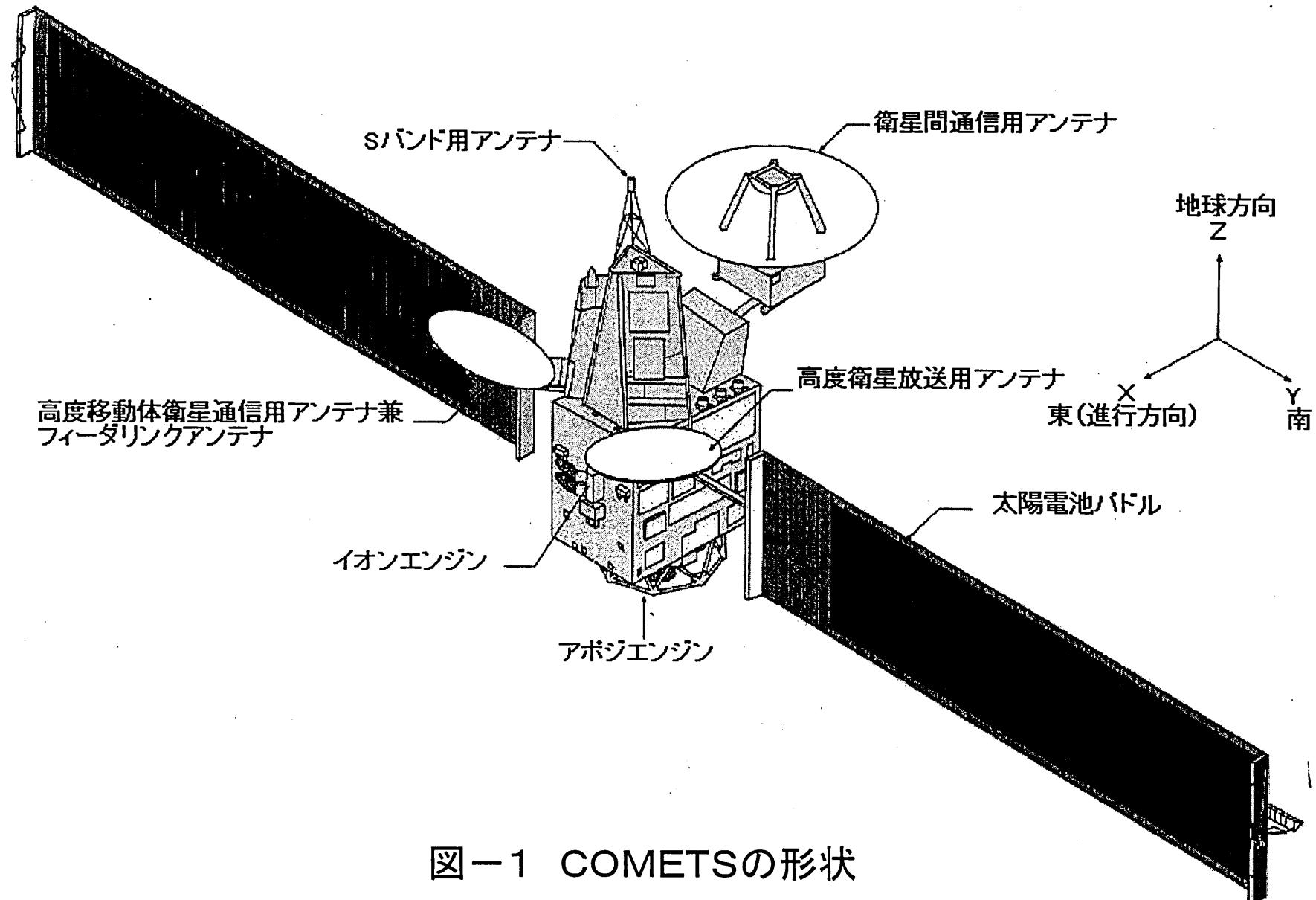


図-1 COMETSの形状

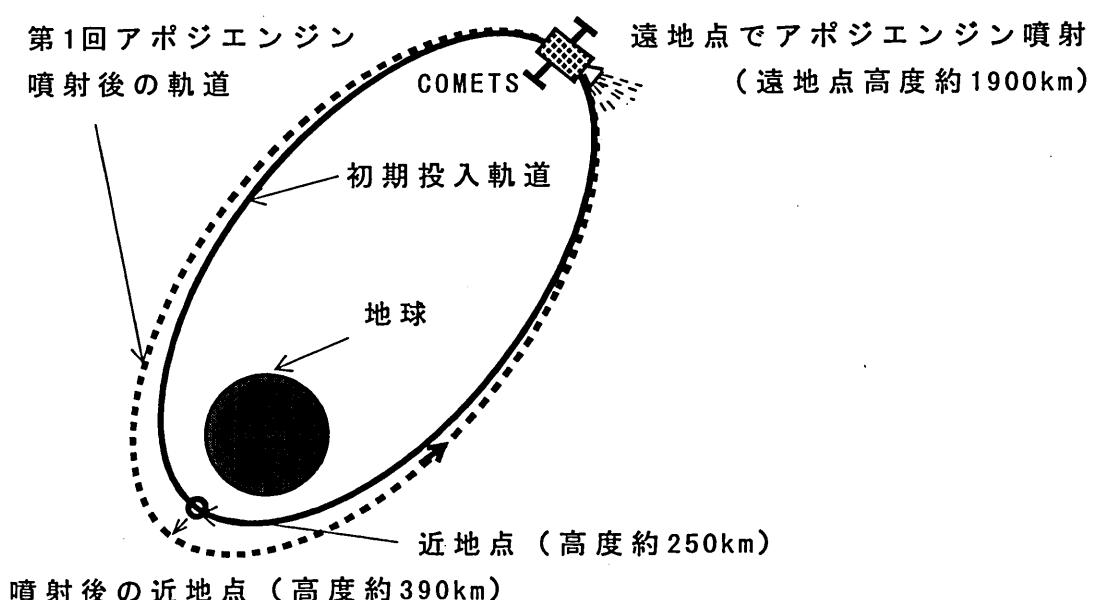
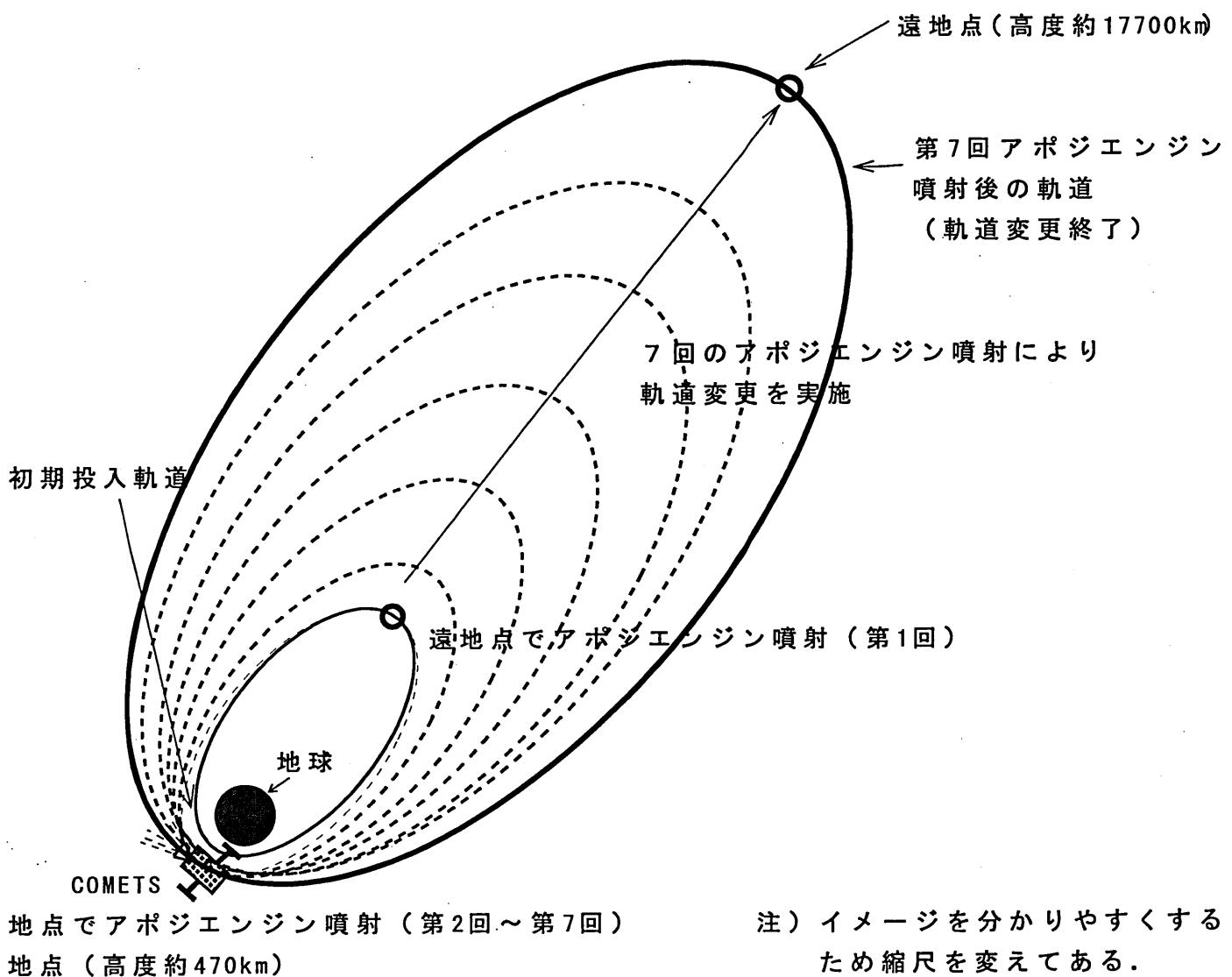
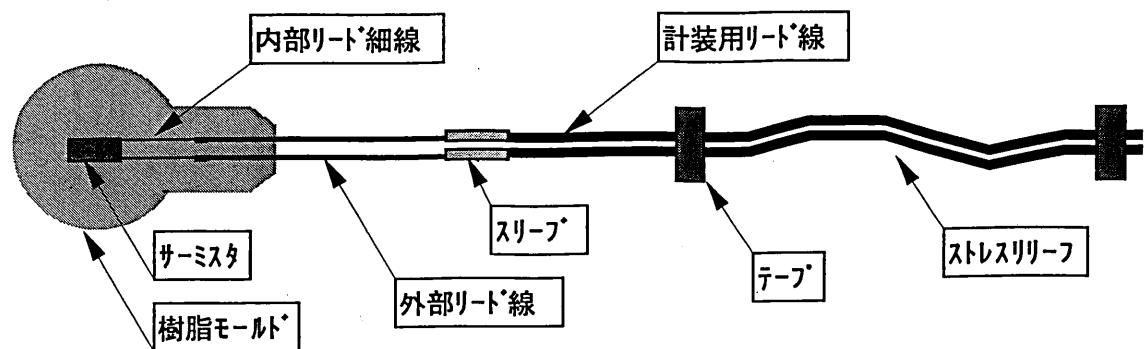


図-2 COMETSの軌道変更の概要



温度センサ実装概念図

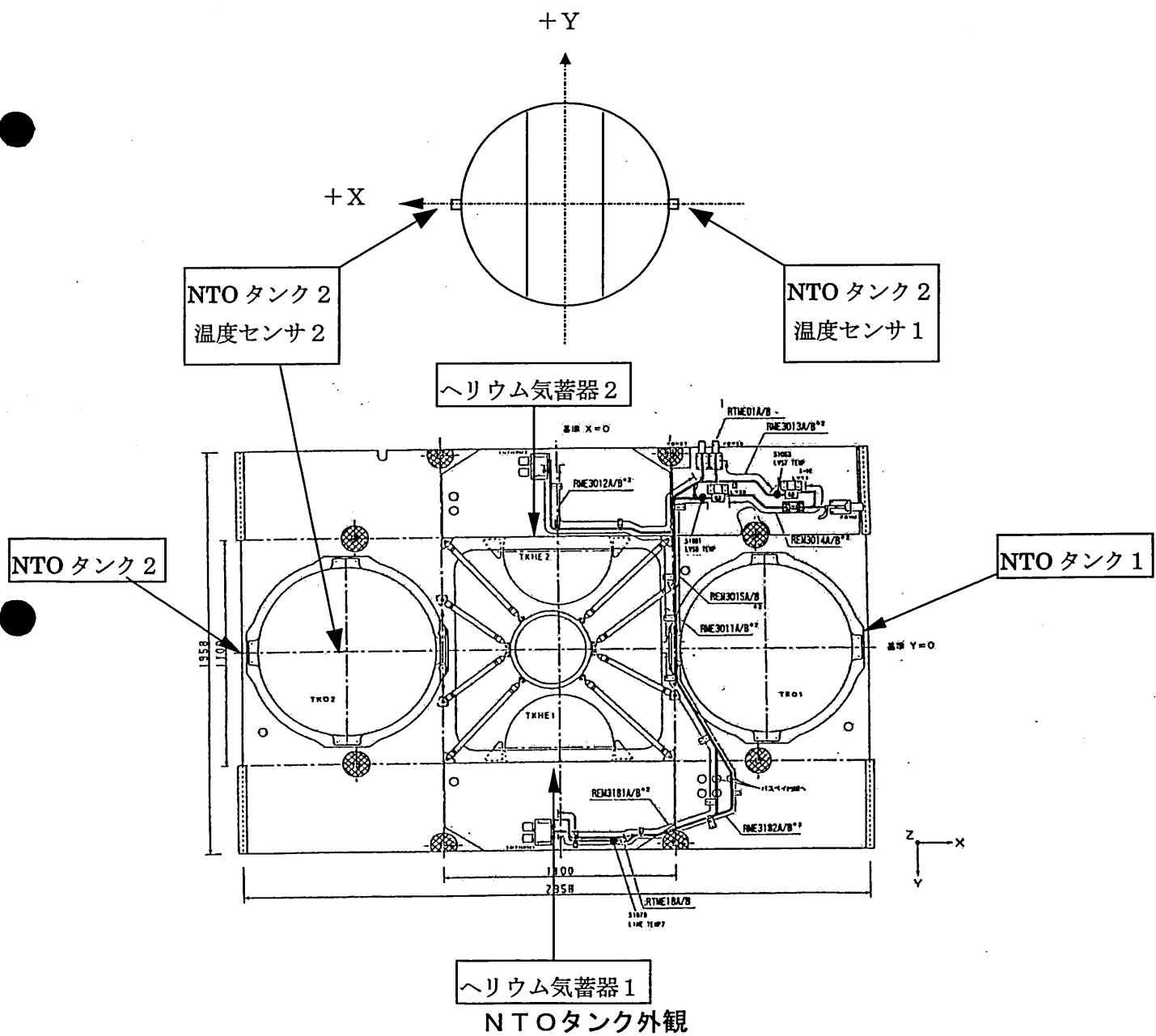


図-3 四酸化二窒素（NTO）タンク

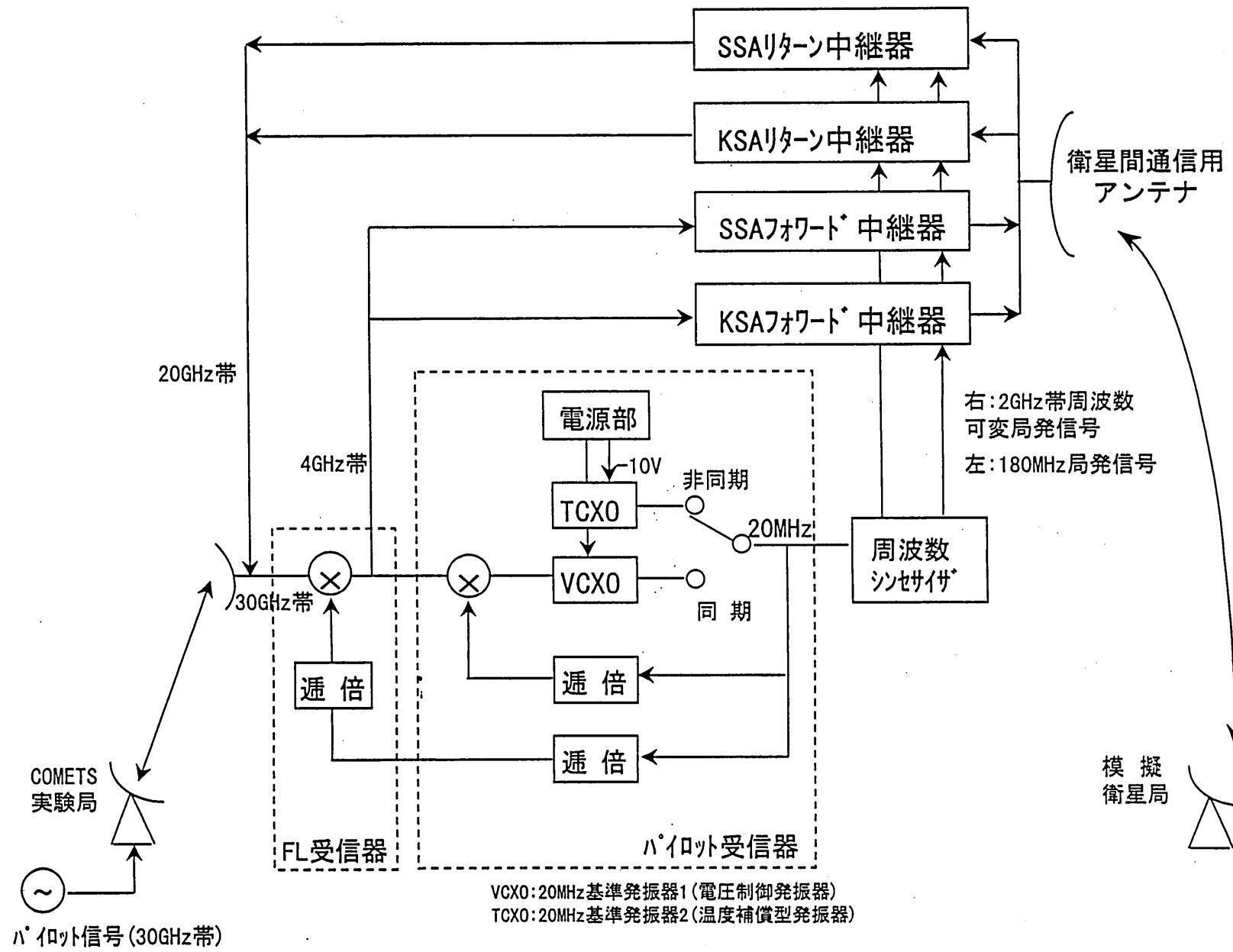


図-4 衛星間通信パイロット受信機（PILRX）の構成

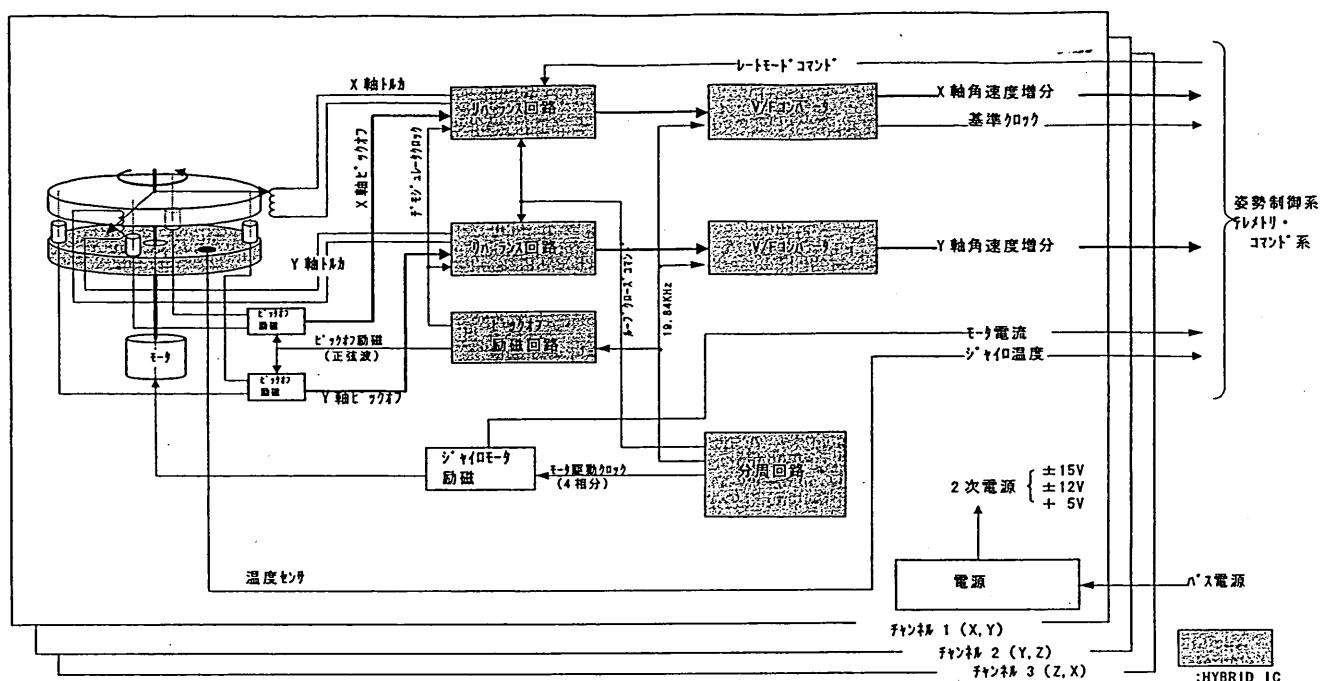


図-5A チャンネル当たりレート積分ジャイロ構成図

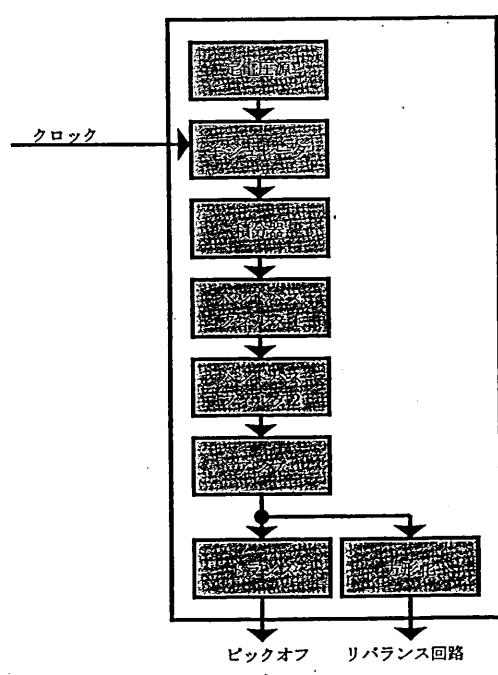


図-5B ピックオフ励磁回路内の回路構成

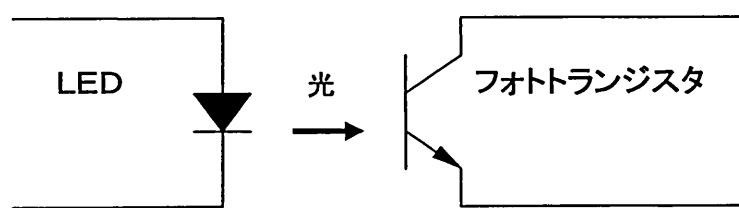
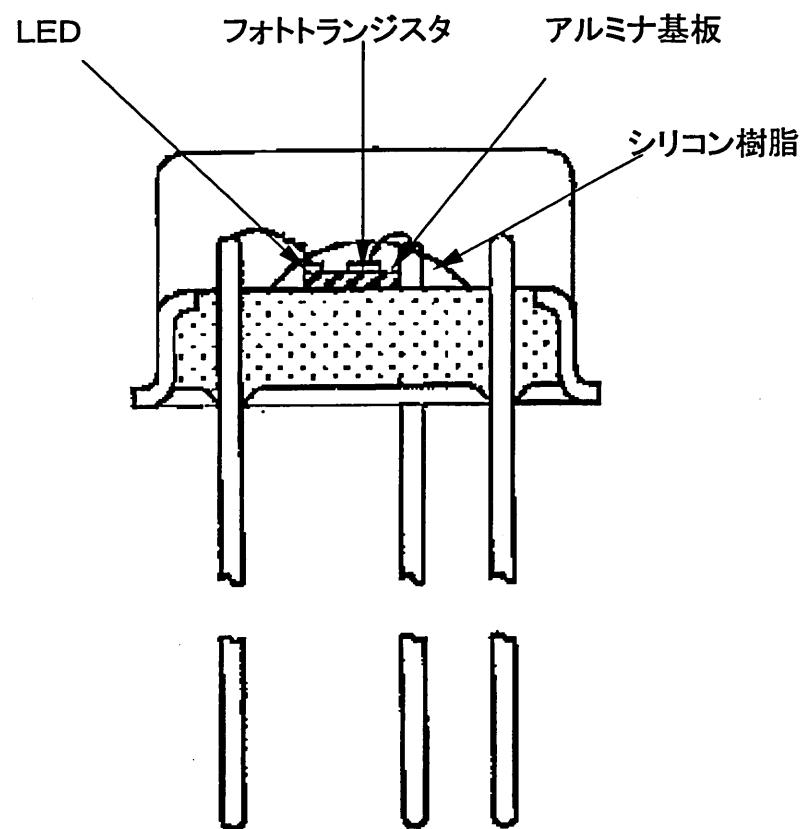


図-6 フォトカプラの構成

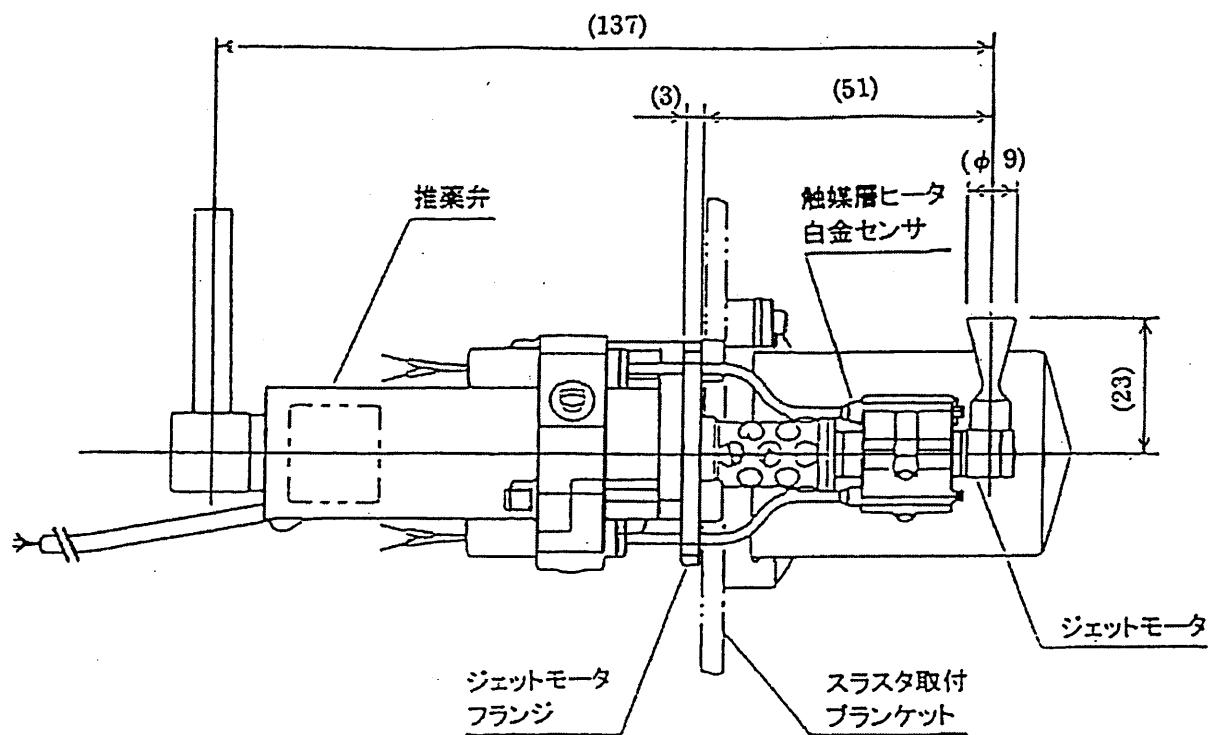


図-7A 1Nスラスタの構成

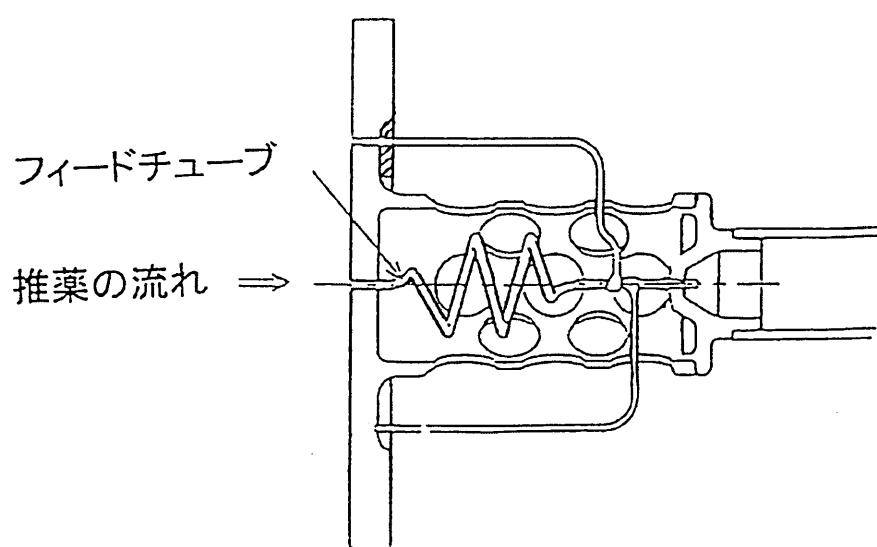


図-7B フィードチューブ部

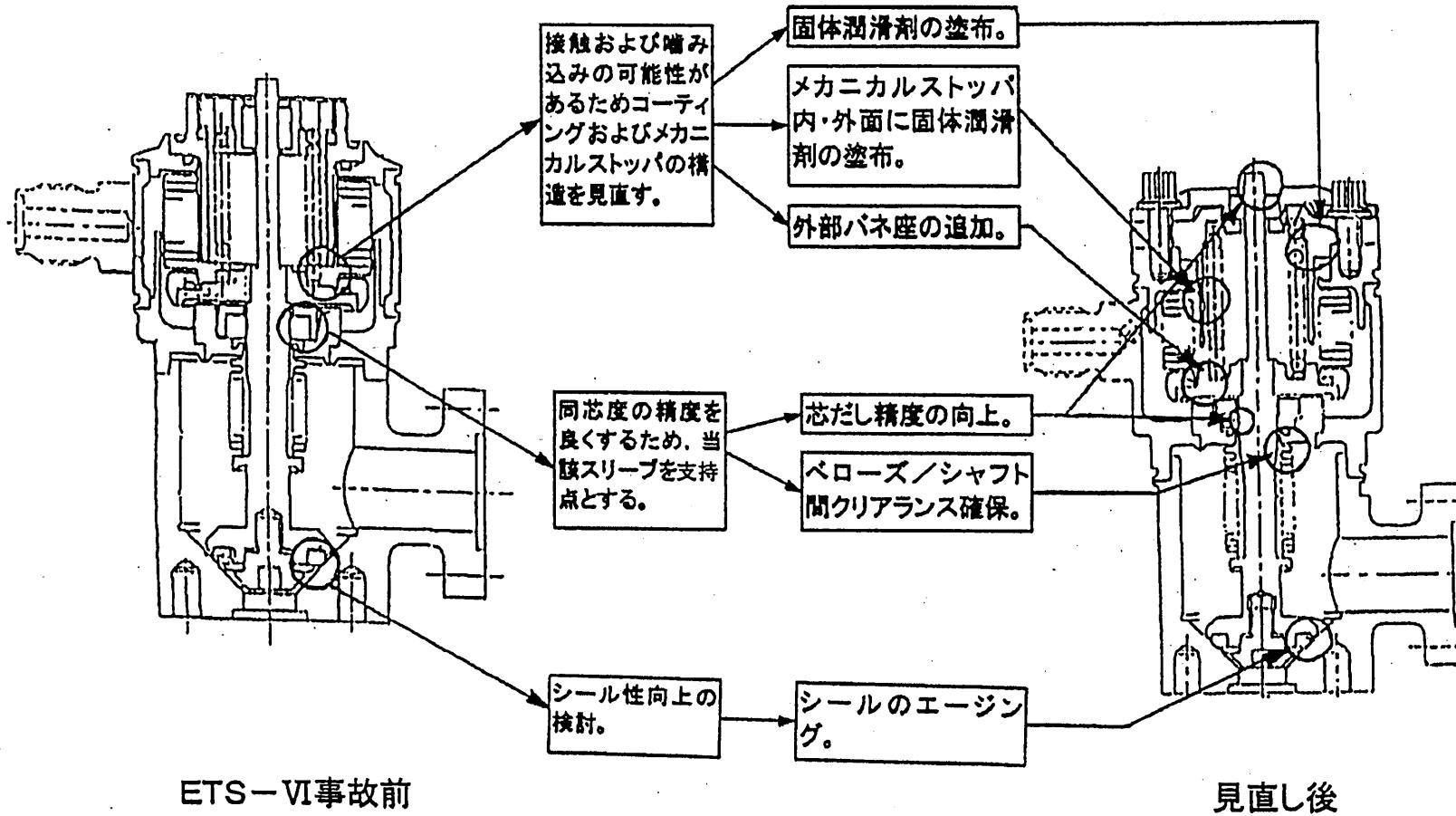


図-8 COMET S推薦弁改修内容

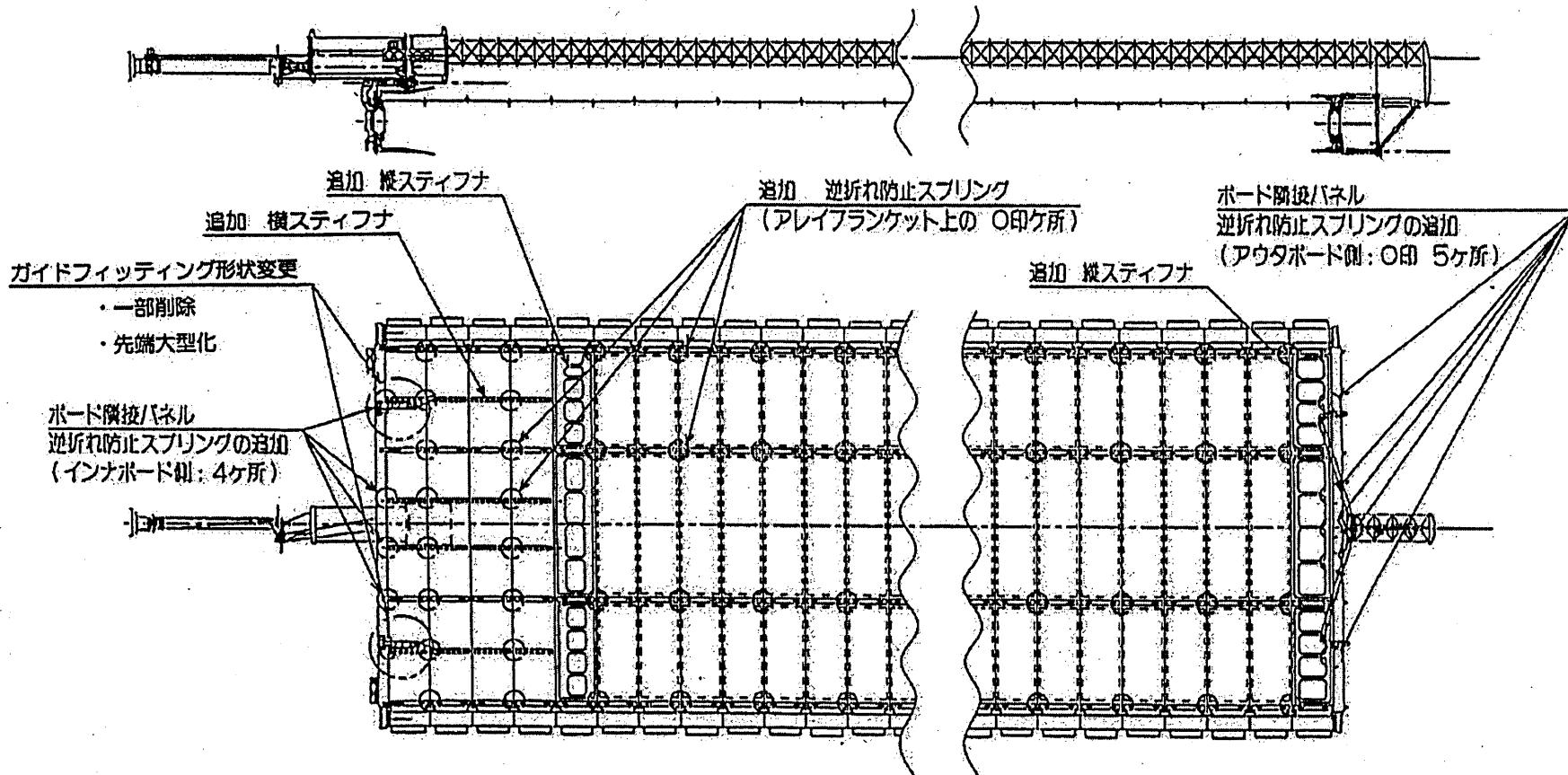


図-9 COMETS太陽電池パドル改修内容

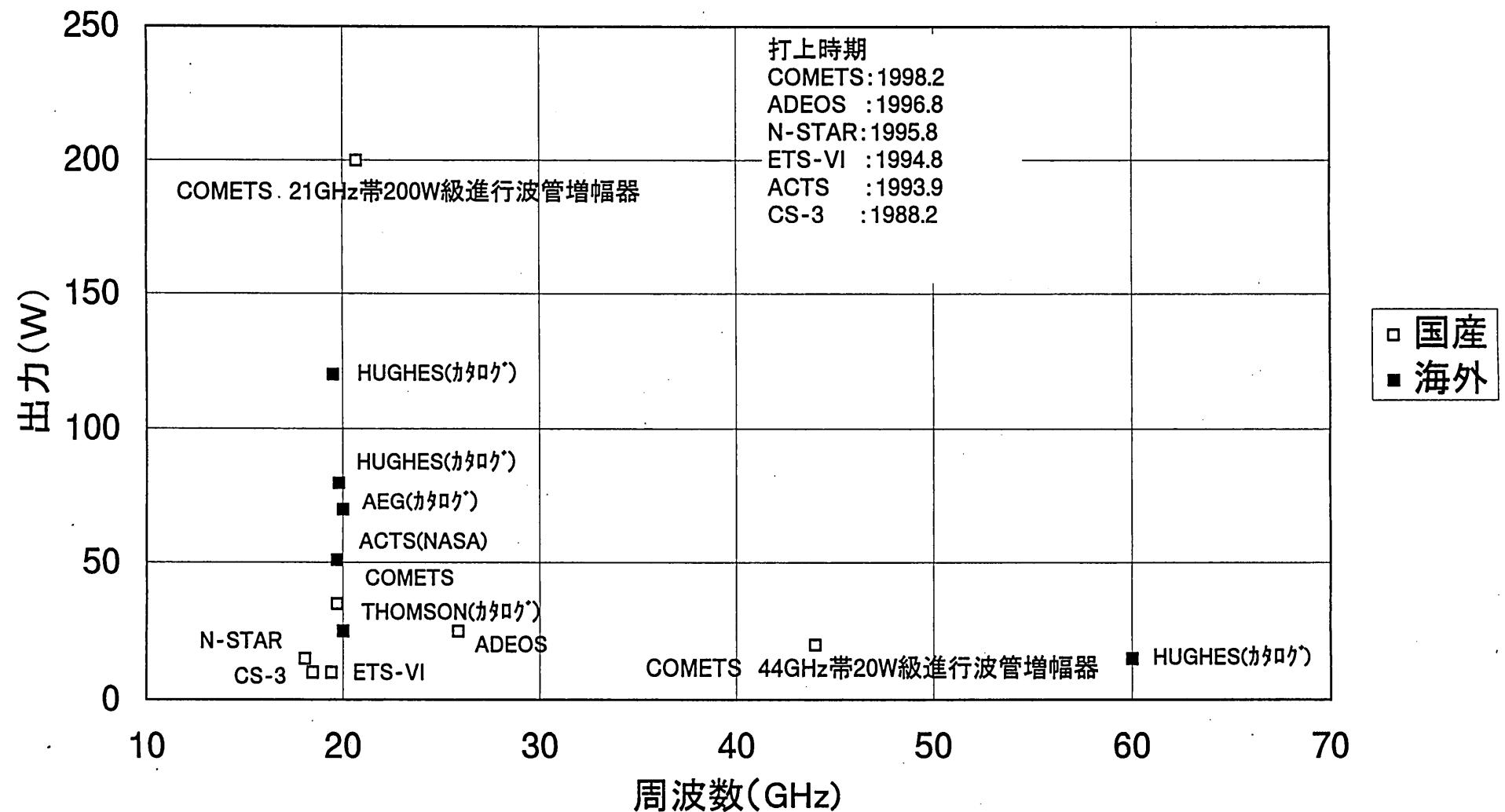


図-10 衛星搭載用進行波管増幅器の国際比較