

第15号科学衛星（ASTRO-D）の
打上げ結果の評価について（報告）

（案）

平成5年12月

宇宙開発委員会技術評価部会

第15号科学衛星（ASTRO-D）の打上げ結果の評価について

平成5年12月8日
宇宙開発委員会技術評価部会

宇宙開発委員会技術評価部会は、平成5年2月20日に文部省宇宙科学研究所が行った、M-3SIIロケットによる第15号科学衛星（ASTRO-D）の打上げの結果を評価するために必要な技術的事項について、平成5年11月12日以来、調査審議を行ってきたが、このたびその結果をとりまとめたので報告する。

M-3S II ロケットによる第15号科学衛星 (ASTRO-D) の打上げ

目 次

1. 打上げの概要	1
(1) 目的	1
(2) M-3S II ロケットの概要	1
(3) 第15号科学衛星 (ASTRO-D) の概要	1
(4) 打上げの経過及び結果	3
2. 打上げの経過及び結果の分析	4
3. 総合意見	5

M-3S II ロケットによる第15号科学衛星 (ASTRO-D) の打上げ

1. 打上げの概要

(1) 目的

今回の打上げは、M-3S II ロケットにより第15号科学衛星 (ASTRO-D) を打上げ、高度550~650kmの略円軌道に投入することにより、宇宙最深部の新たな探査と、多種多様なX線天体の精密観測を、日米協力により行うことを目的としたものである。

(2) M-3S II ロケットの概要

M-3S II ロケットは、全長27.8m、最大直径1.6m、発射時の総重量62トンの3段式固体ロケットで、その形状及び主要諸元は、それぞれ図1、2及び表1に示すとおりである。

第1段は、M-13モータ (固体)、尾翼、尾翼収納筒、推力方向制御 (TV C) 装置、ロール制御用固体モータ (SMRC) 装置、2本の補助ブースタ等で構成されている。

第2段は、M-23モータ (固体)、TV C装置、スピンモータの機能を兼ねるサイドジェット装置、ノーズフェアリング等で構成されている。

第3段は、M-3Bモータ (固体) 等で構成されており、その上部にASTRO-Dが搭載されている。

(3) 第15号科学衛星 (ASTRO-D) の概要

ASTRO-Dは、内円直径1.2mの正八角柱形の本体に、1.8m×0.5mの太陽電池パネルが6枚取り付けられた三軸姿勢制御方式の衛星であり、打上げ時の重量は約420kgである。衛星の高さは、フェアリング収納時は約2.8mであるが、軌道投入後光学ベンチ及びサンシェードを伸展し、最終的には約4.7mとなる。ASTRO-Dの形状、システム構成及び主要諸元は、それぞれ図3、図4及び表2に示すとおりである。

衛星の姿勢は、慣性基準装置、星姿勢系、非スピン型太陽姿勢系を用いて検出され、観測方向を変えるために姿勢を変化させる場合には、4台のリアクションホイールの角運動量の分布を変化させる。

ASTRO-Dに搭載されたX線反射望遠鏡4台(図5)は、0.5 KeVから10 KeVまでの広いエネルギー範囲にわたって大きな有効面積を持つものであり、これによって世界で初めて3~10 KeVのエネルギー範囲のX線像を得ることが可能となった。また、従来の軌道上X線望遠鏡をはるかにしのぐ感度を有しており、宇宙X線背景輻射についてもより詳細な観測が可能となる。この望遠鏡は以下のX線反射鏡と、焦点面検出器が、伸展式光学ベンチにより結合されたものである。

(7) X線反射鏡(XRT)

薄い鏡面基板を多数枚使用することにより、与えられた口径に対する有効面積を大きくできる多重薄板型であり、焦点距離は3.5 m、角分解能は約3分(角)である。これは、日米国際協力により設計製作された。

(1) 焦点面検出器

X線反射鏡の焦点面には、宇宙X線の分光観測のため2種類の撮像型X線検出器が各2台ずつ設置された。またこれらは撮像型であり、個々のX線入射位置も検出できるため、入射角がランダムな宇宙線等の高エネルギー粒子によるバックグラウンドノイズを高い効率で除去できる。

(a) 撮像型蛍光比例計数管(GIS)

CCDカメラに比べて検出効率が高いため、広帯域でのX線スペクトルの観測が可能であり、従来と比べて約2倍の優れたエネルギー分解能を有する。

(b) X線CCDカメラ(SIS)

6 keVで2%のエネルギー分解能でX線スペクトル像を観測することにより、超高温ガスの温度、電離度、元素組成等を詳細に調べることができ、また天体の運動に起因するドップラー効果も精度よく測定できる。この装置は、日米国際協力により設計製作された。

(7) 伸展式光学ベンチ(EOB)

長焦点望遠鏡を軌道上で伸展する機構で、炭素繊維でできたトラス構造

により、伸展後のまわりの温度変化に対して望遠鏡の必要な光学精度を確保できる(図6参照)。

(4) 打上げの経過及び結果

今回の打上げは、当初2月12日に予定されていたが、M-3SIIロケットの第2段二次噴射推力方向制御(TVC)装置の電磁弁からの噴射液の漏洩と、それによる周辺回路の汚染のため、当該部品を良品と交換する必要があると、その結果2月20日に延期された。

発射時刻 : 平成5年2月20日 11時00分
打上げ場所 : 文部省宇宙科学研究所 鹿児島宇宙空間観測所
発射方位角 : 95度
発射時の天候 : 晴、東の風5 m/s、気温10度

各段ロケットの燃焼及び飛行は正常で、第1段及び第2段推力方向制御及び第3段打出し前のヒドラジンジェットによる姿勢制御も順調に行われた。

第3段は、発射後421秒、高度539 kmにおいて点火され、燃焼は正常で、スピン数毎秒2.2回でASTRO-Dを略円軌道に投入した。

また、衛星と第3段の分離は発射後558秒に行われ、軌道に投入されたASTRO-Dは、「あすか」(飛鳥、ASCA)と命名された。

ASTRO-Dの軌道計算値と実測値は次表のとおりであり、よく一致している。

(第3段燃焼終了時の接触軌道要素)

項目	計画値	実測値
近地点高度(km)	536	525
遠地点高度(km)	656	622
軌道傾斜角(度)	31.1	31.1
周期(分)	96.6	96.1

計画値 : 質量特性調整後の衛星重量の確定値等に基づいて決定された最終的な計算値。

実測値 : 追跡管制所のレンジングによる実測データから算出した軌道。

衛星は、発射後568秒後にヨーヨーデスピナにより、回転速度を毎秒約2回転から毎分約8回転にした後、磁気スピン制御系により毎分約1回転に低減した。更にリアクションホイールによりフラットスピン状態にした後、太陽電池パドルを展開した。

その後、精密姿勢制御系をはじめとする各種機器が正常に機能することが確認され、光学ベンチの伸展が正常に行われた。また、X線検出器についても順次試験が行われ、動作が正常であることが確認された。

なお、衛星からのデータについては、前回の第14号科学衛星(SOLAR-A)「ようこう」の打上げに引き続き、宮崎県の宮崎医科大学のダウンレンジ局で受信したデータを地上回線を介して鹿児島宇宙空間観測所に伝送しており、前回同様正常なデータが得られた。

2. 打上げの経過及び結果の分析

M-3SIIロケットによるASTRO-Dの打上げについては、打上げ前の検査において、ロケットの第2段TV C装置の電磁弁からの噴射液の漏洩及びこれによる周辺回路の汚染が発見されたが、当該部品を交換して8日後の2月20日に打ち上げられ、衛星は計画どおりの軌道に投入された。

ミッション機器をはじめとする衛星各部は、軌道上で順調に機能しており、所期の目的は達成されたものと考えられる。

なお第2段TV C装置の電磁弁からの噴射液の漏洩については、ロケット組立段階において、洗浄用のフレオンの代わりに今回から「代替フロン」を使用したところ、電磁弁に使用されているOリングの一部が変形したことによるものと判明した。これについては、Oリングの材質変更により解決されており、今後の打上げに影響がないものと考えられる。

3. 総合意見

M-3SIIロケット7号機による第15号科学衛星(ASTRO-D)の打上げについては、ASTRO-Dの略円軌道への投入に成功し、搭載機器も正常に動作していることから、所期の目的を達成したものと考えられる。

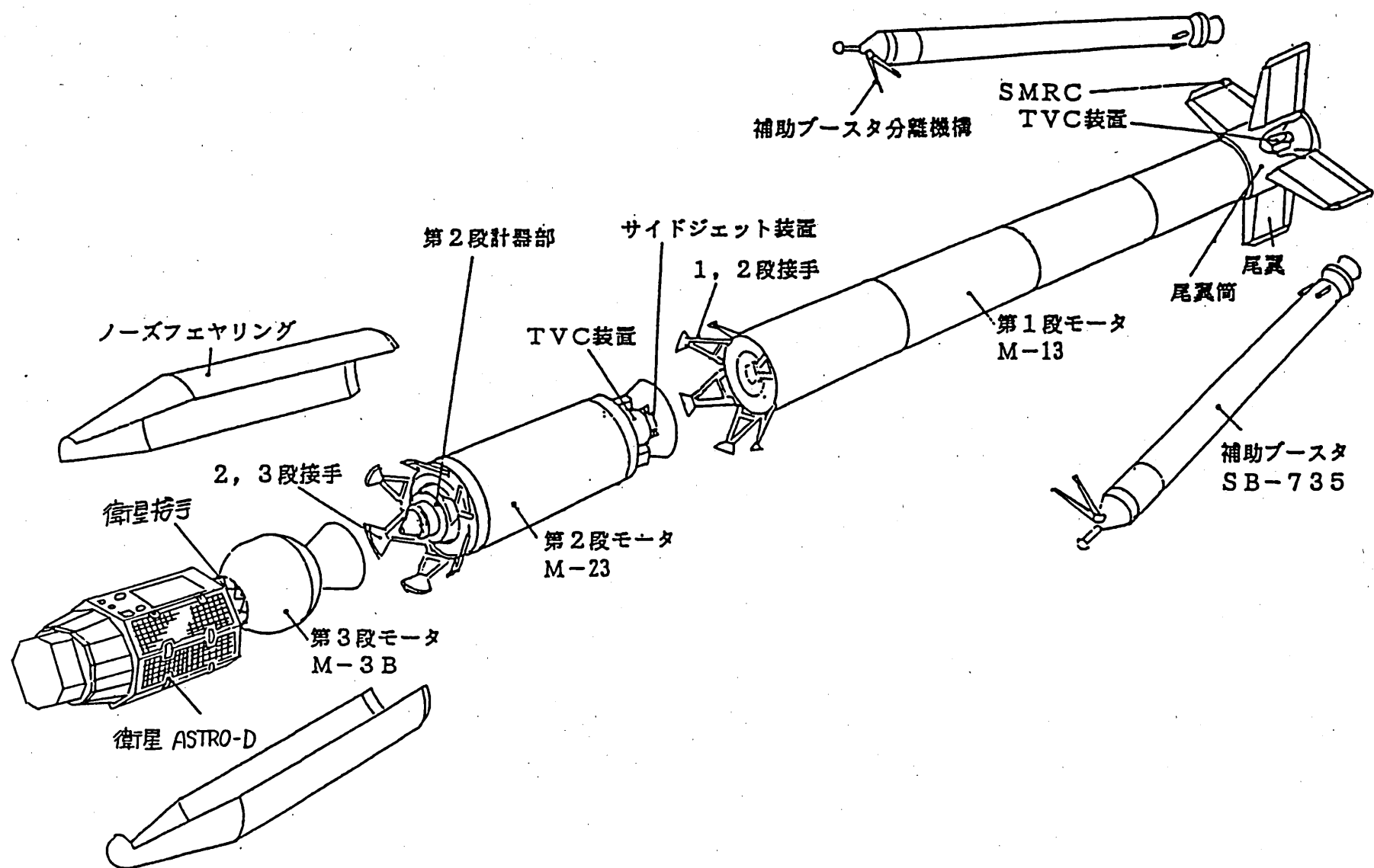


図1 M-3 S II-7 外観図

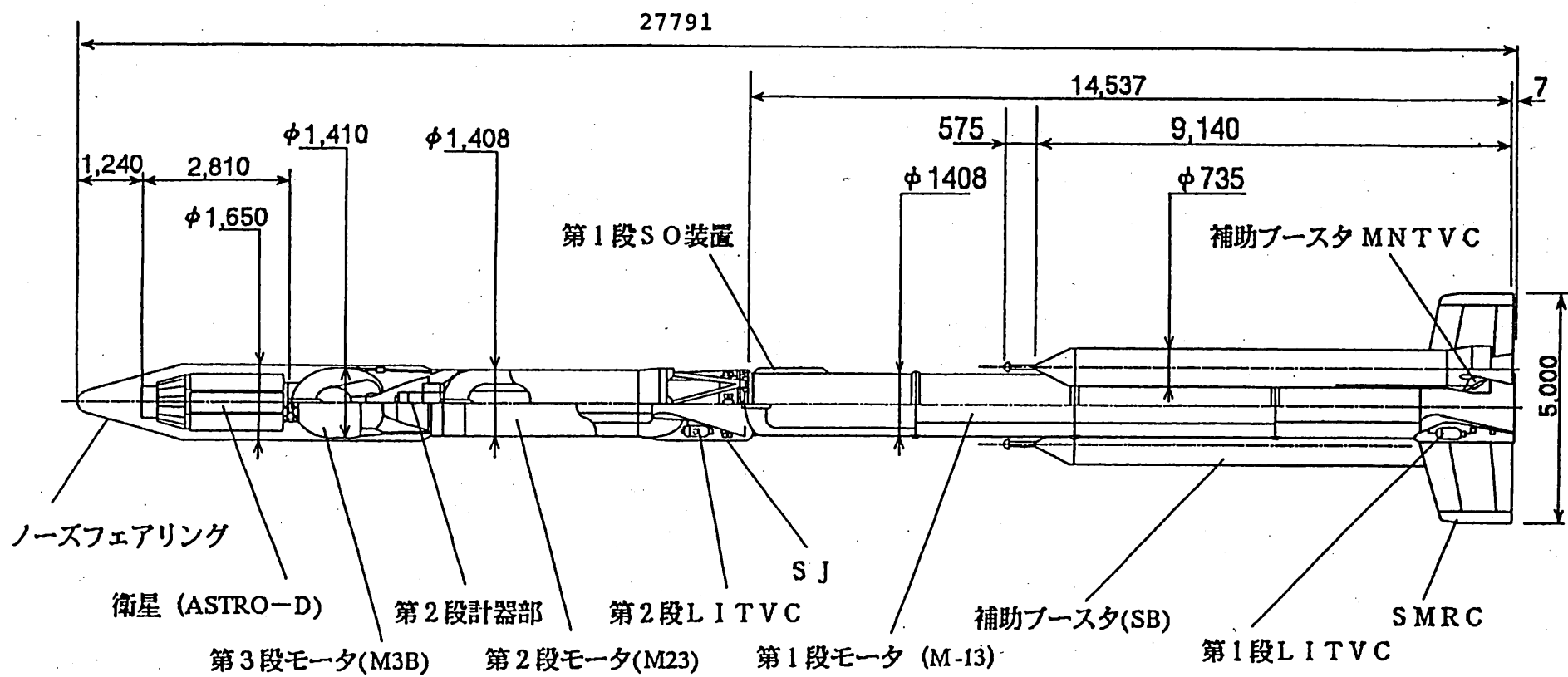


図2 M-3 S II-7 号機概要寸法図

表1 M-3SII-7号機の主要諸元

	1 段目	2 段目	3 段目*
全 長 (m)	14.75	6.19	6.85
直 径 (m)	1.41	1.41	1.65
各段重量 (t)	34.5 10.2 (SB) 44.7	12.98	0.42 (SA) 3.60 4.02
推進薬重量 (t)	27.1 8.0 (SB) 35.1	10.3	3.30
平均推力 [真空値] (t)	129 67 (SB) 196	53.4	13.5

SB 補助ブースタ

SA 衛星

* 衛星、ノーズフェアリング等を含む

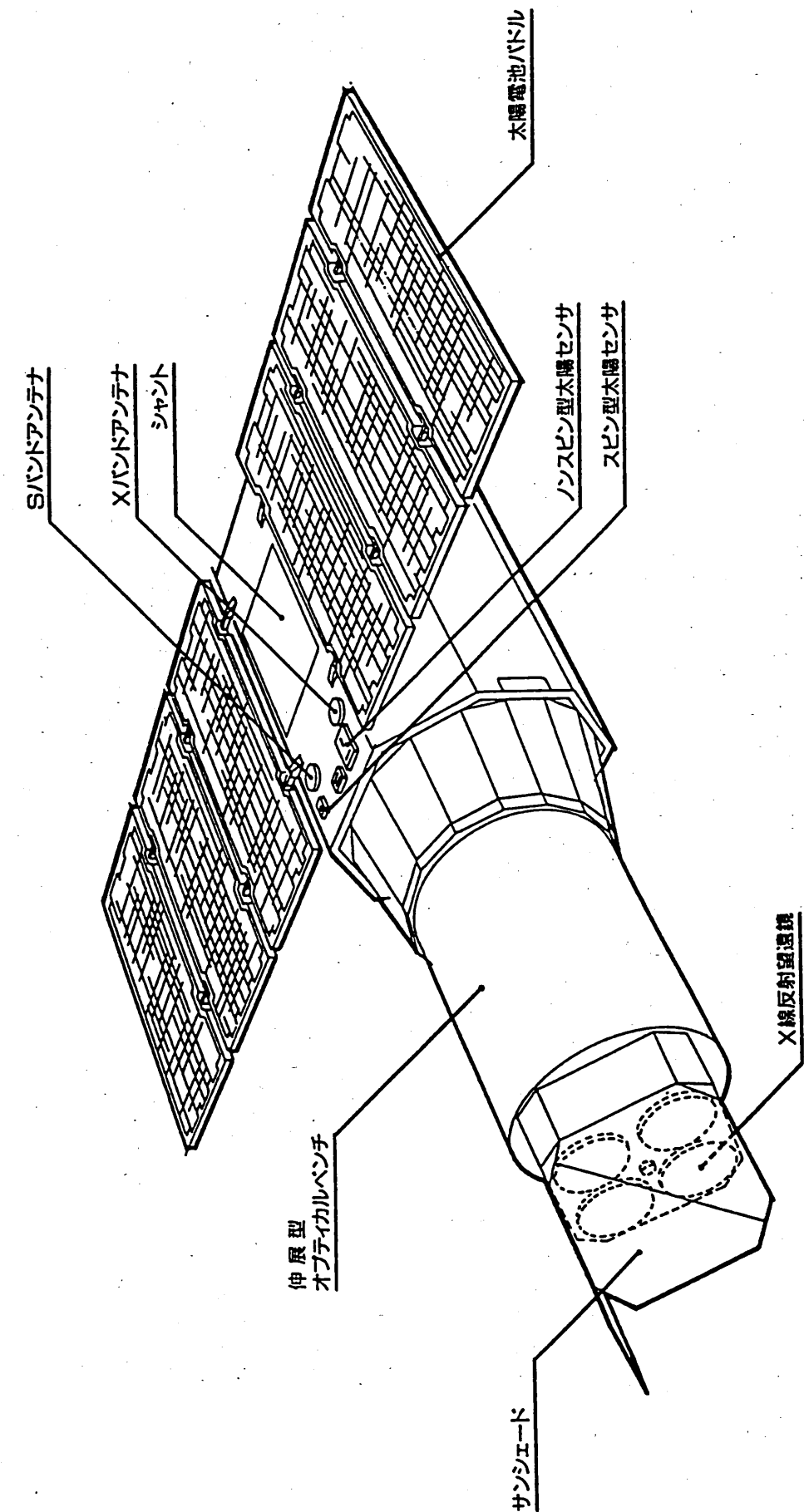


図3 ASTRO-D概観図

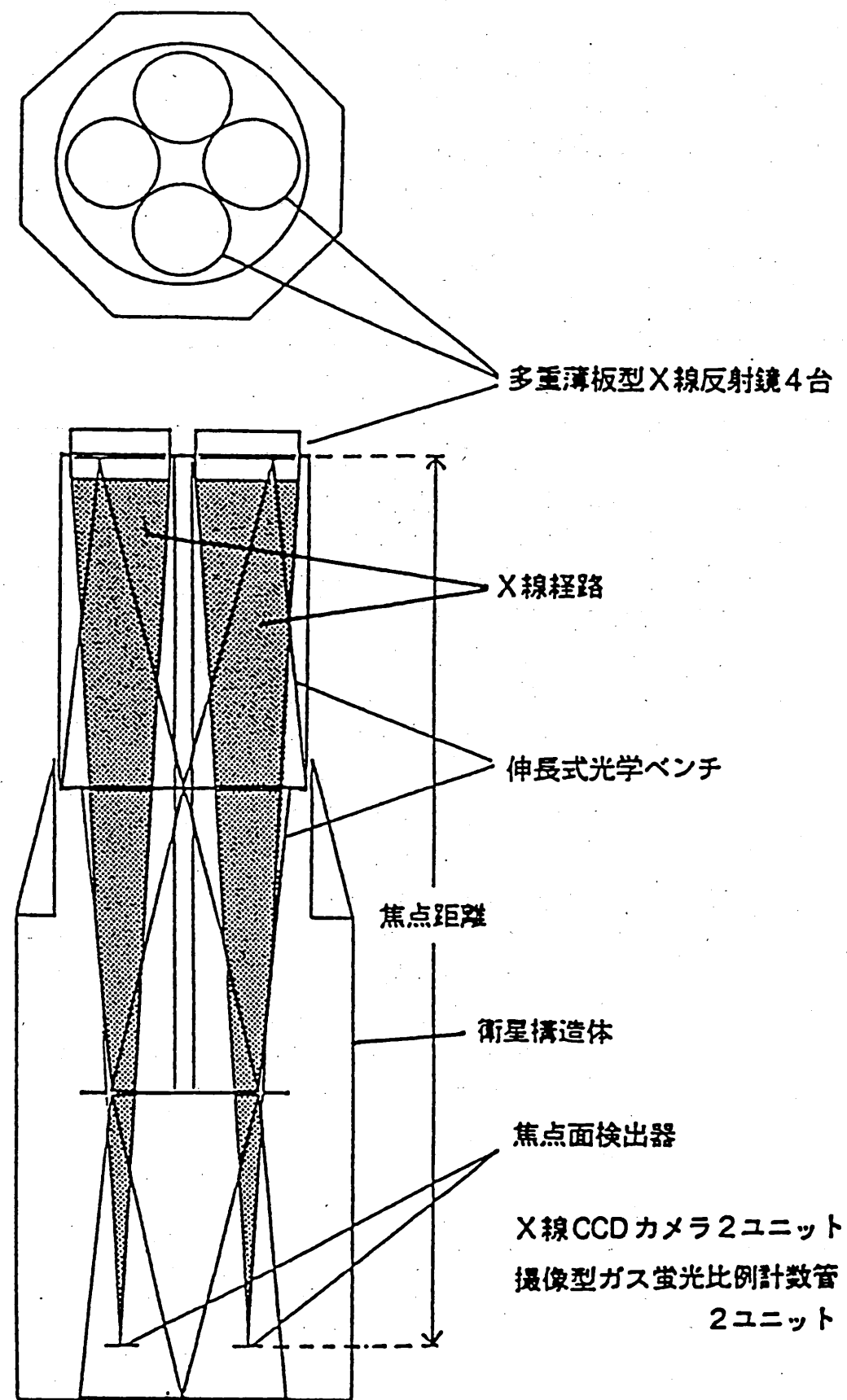


図5 ASTRO-DのX線望遠鏡の模式図

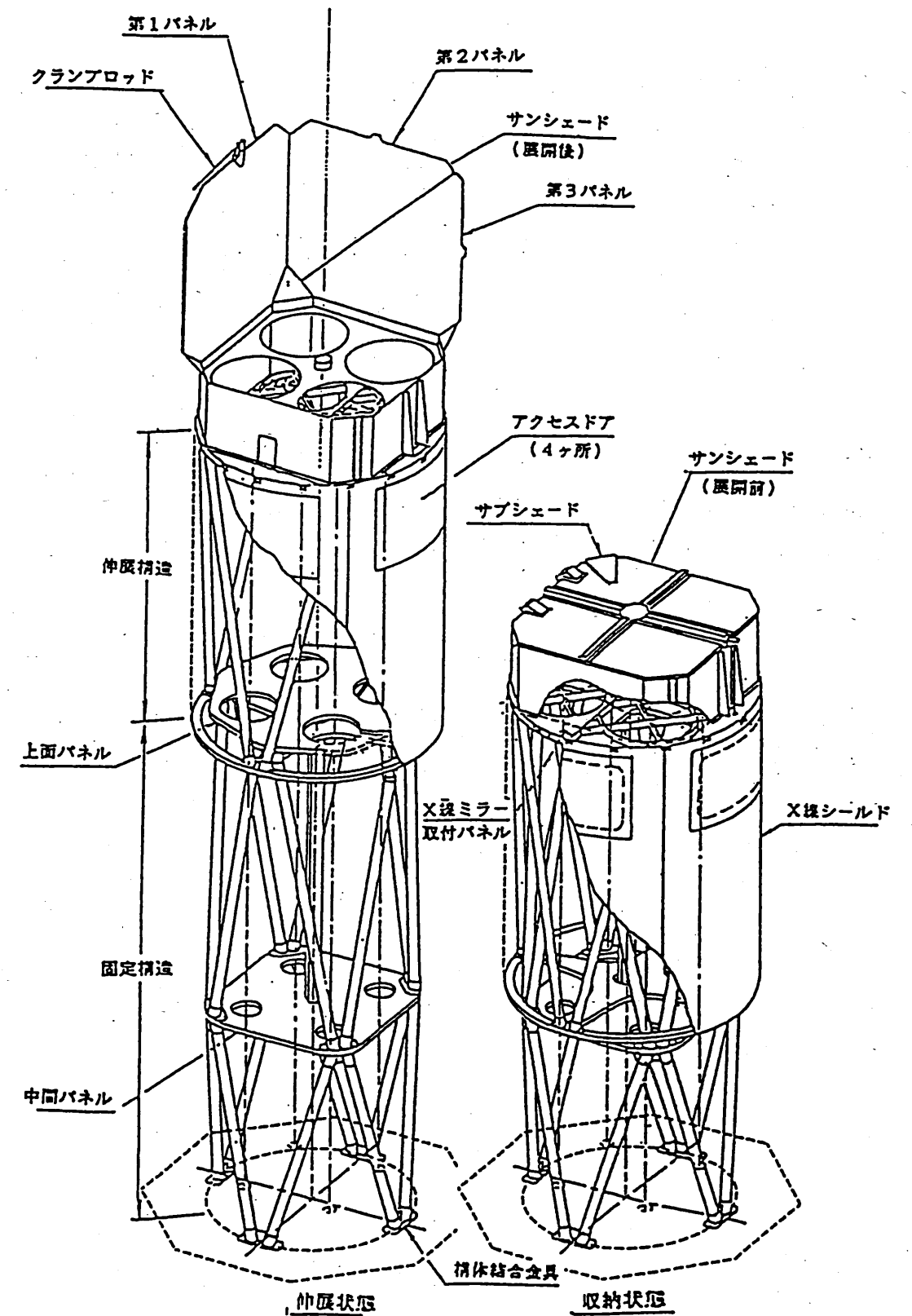


図6 伸展式光学ベンチ

第15号科学衛星（ASTRO-D）の打上げ結果の評価に関する審議について

平成5年11月10日
宇宙開発委員会決定

1. 平成5年2月20日に文部省宇宙科学研究所が行ったM-3SIIロケットによる第15号科学衛星（ASTRO-D）の打上げの結果を評価するために調査審議を行うものとする。
2. このため、評価に必要な技術的事項について、技術評価部会において調査審議を行うものとする。この調査審議は、平成5年12月末までに終えることを目途とする。

宇宙開発委員会技術評価部会構成員

（部会長）

前田 弘

関西大学工学部教授

（部会長代理）

鈴木 昭夫

前科学技術庁航空宇宙技術研究所角田支所長

石沢 禎弘

宇宙開発事業団理事

※上杉 邦憲

文部省宇宙科学研究所教授

久保田弘敏

東京大学工学部教授

五代 富文

宇宙開発事業団理事

小林 康德

筑波大学構造工学系教授

田辺 徹

東京大学工学部教授

垂井 康夫

早稲田大学理工学研究科客員教授

手代木 扶

郵政省通信総合研究所電磁波技術部長

中島 厚

科学技術庁航空宇宙技術研究所宇宙研究グループ

第12研究グループグループリーダー

西島 敏

科学技術庁金属材料技術研究所損傷機構研究部長

野中 保雄

東京理科大学工学部教授

原島 文雄

東京大学生産技術研究所長

※廣澤 春任

文部省宇宙科学研究所教授

安永 啓一

日本放送協会技術局技術開発センターニューメディア部長

※印の専門委員は、今回の調査審議には、説明者として参加した。