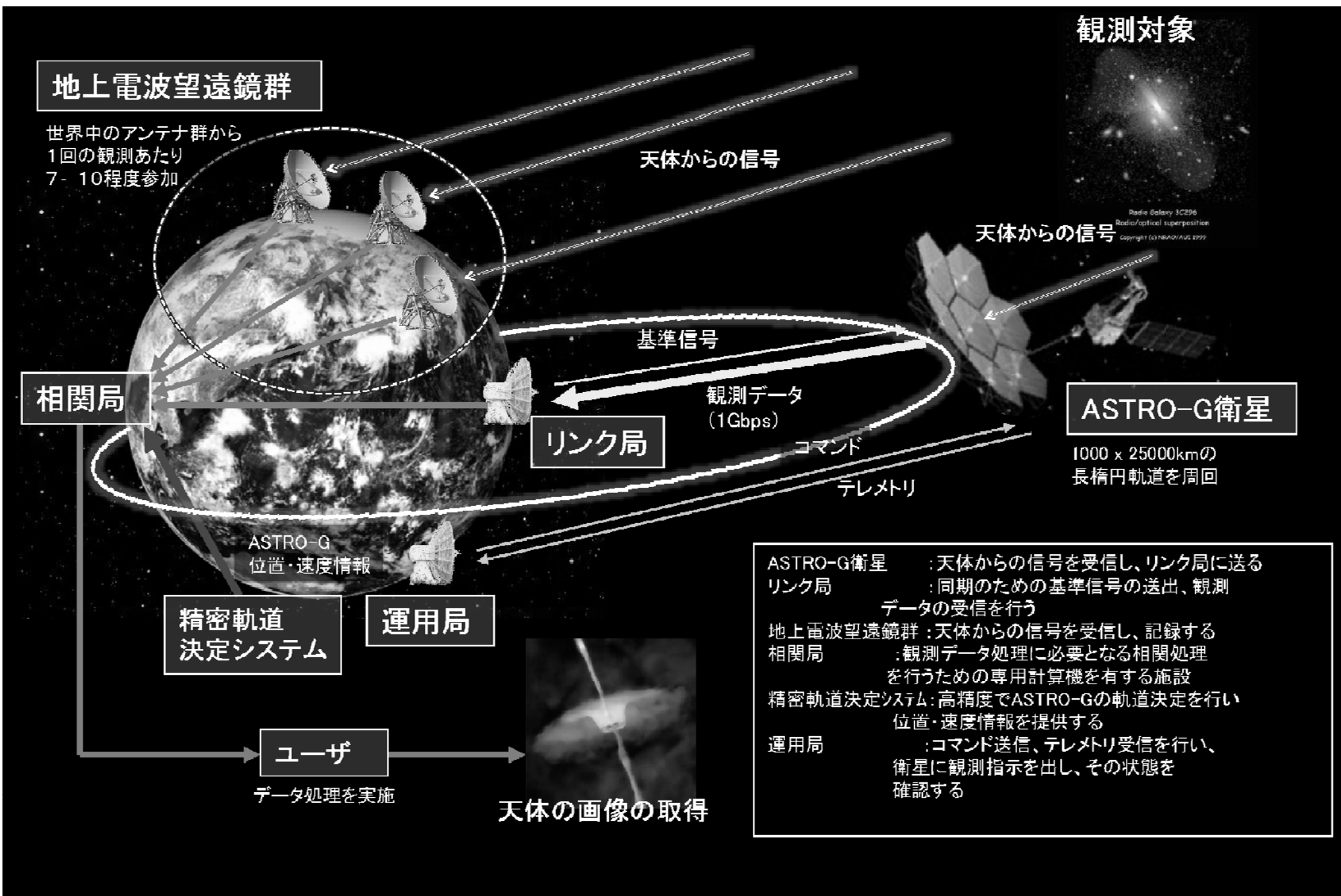
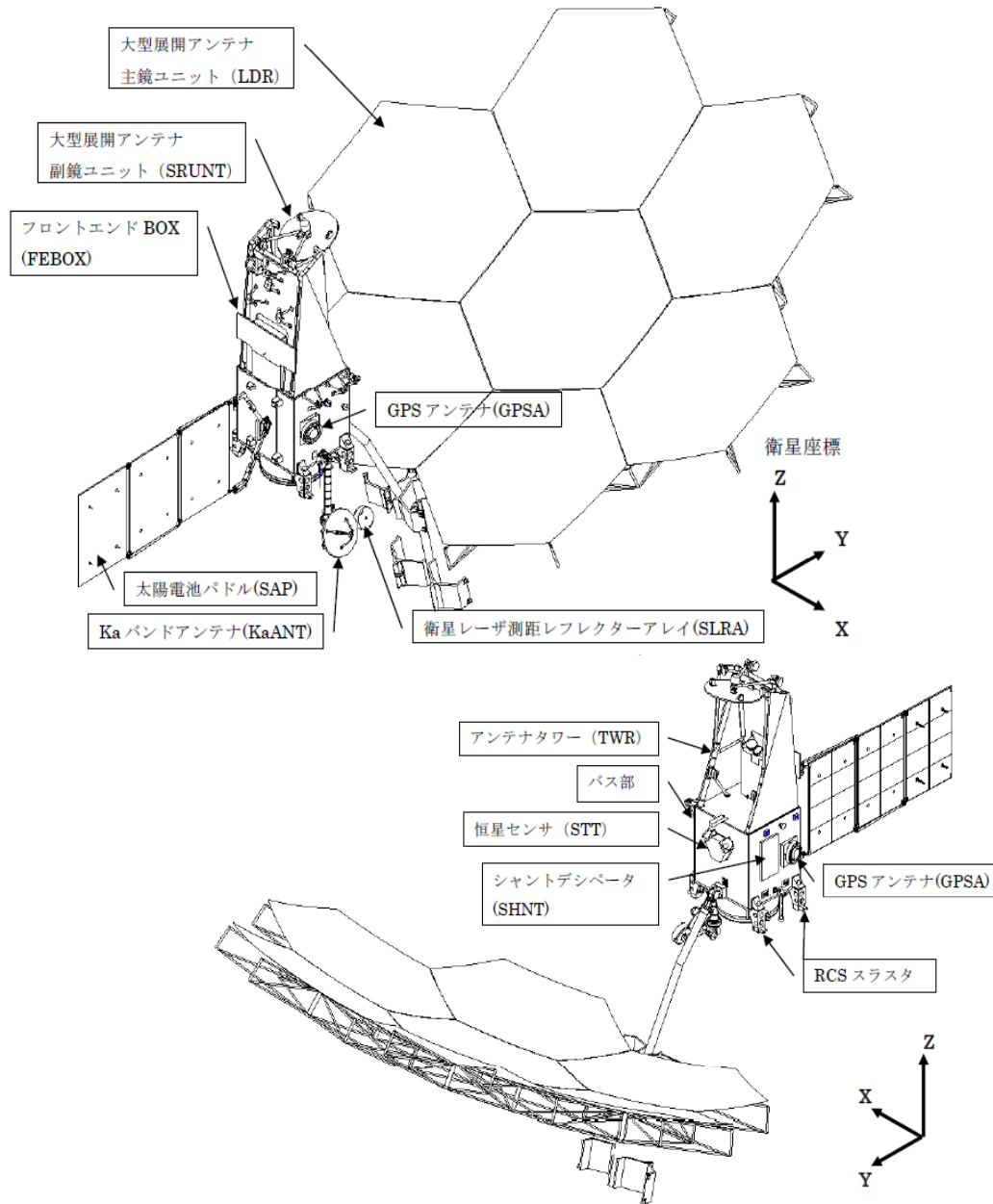


1.2 システム概要 (1)システムの全体構成



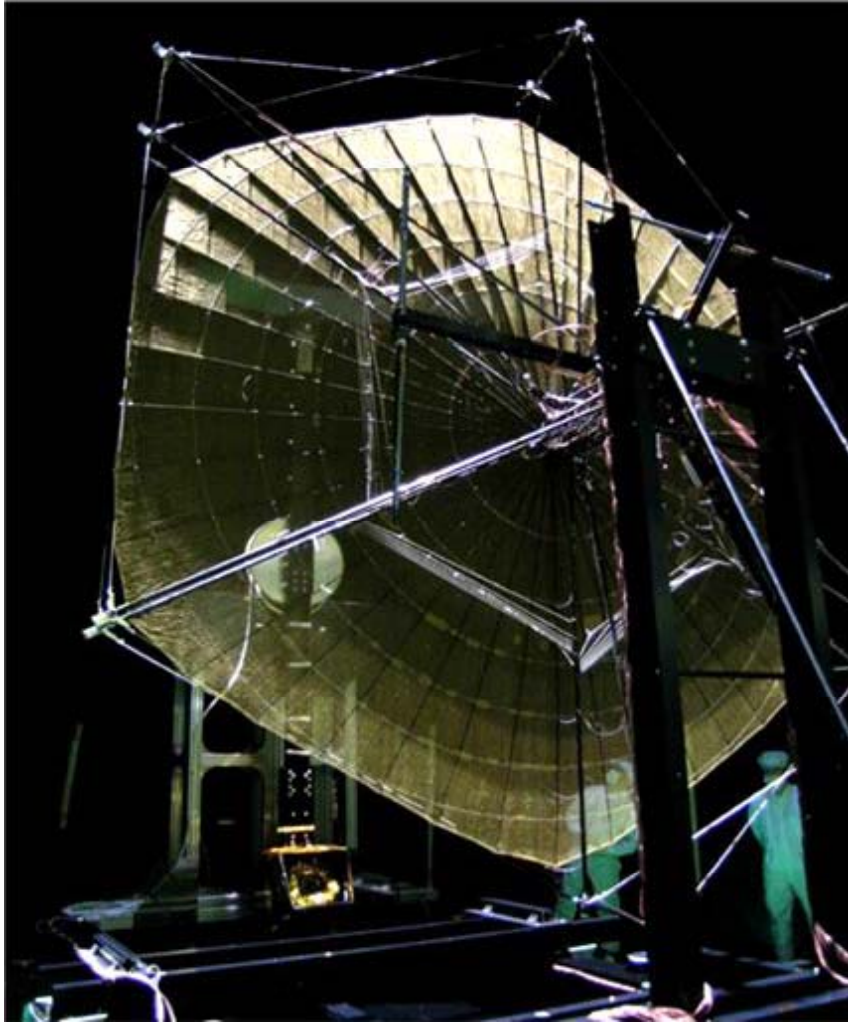
1.2 システム概要 (2)ASTRO-G衛星の概要

主要諸元



アンテナ	口径9.6m相当の高精度9m展開アンテナ
観測系受信帯域	8GHz帯, 22GHz帯, 43GHz帯
データ伝送速度	(ミッション系) 1 Gbps
観測軌道	遠地点高度25000km, 近地点高度1,000km 軌道傾斜角31degの楕円軌道
外形寸法	2m(X) × 18.1m(Y) × 9.7m(Z) (軌道上展開形状)
衛星質量	約1200kg (推進薬含む)
発生電力(EOL)	約1400W
ロケット	H-IIAロケット
目標寿命	3年

1.2 システム概要 (3)大型展開アンテナの概要

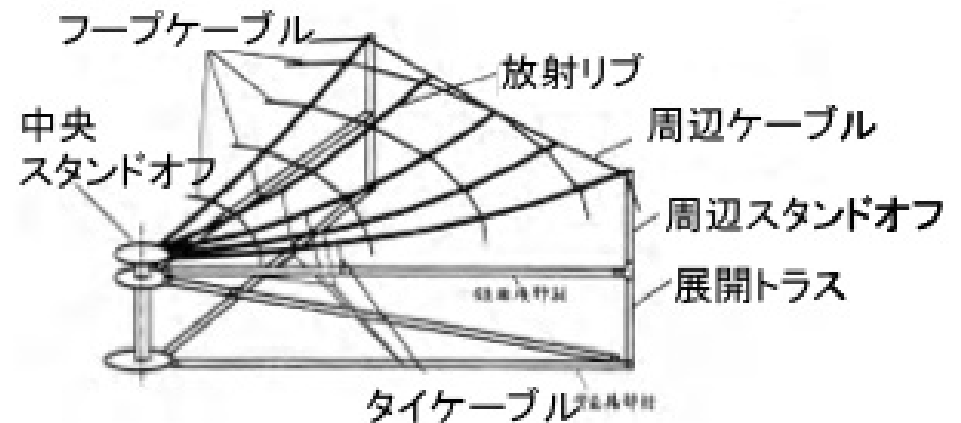
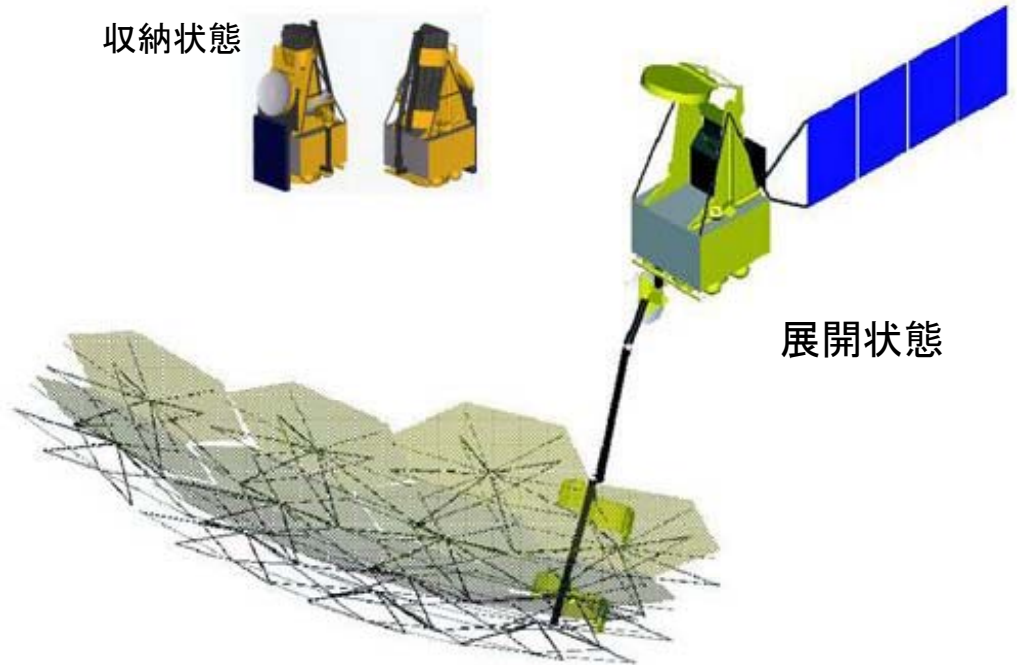


展開アンテナ主鏡 1 モジュールEM。裏面からみた構造。
(熱真空試験時)

収納状態



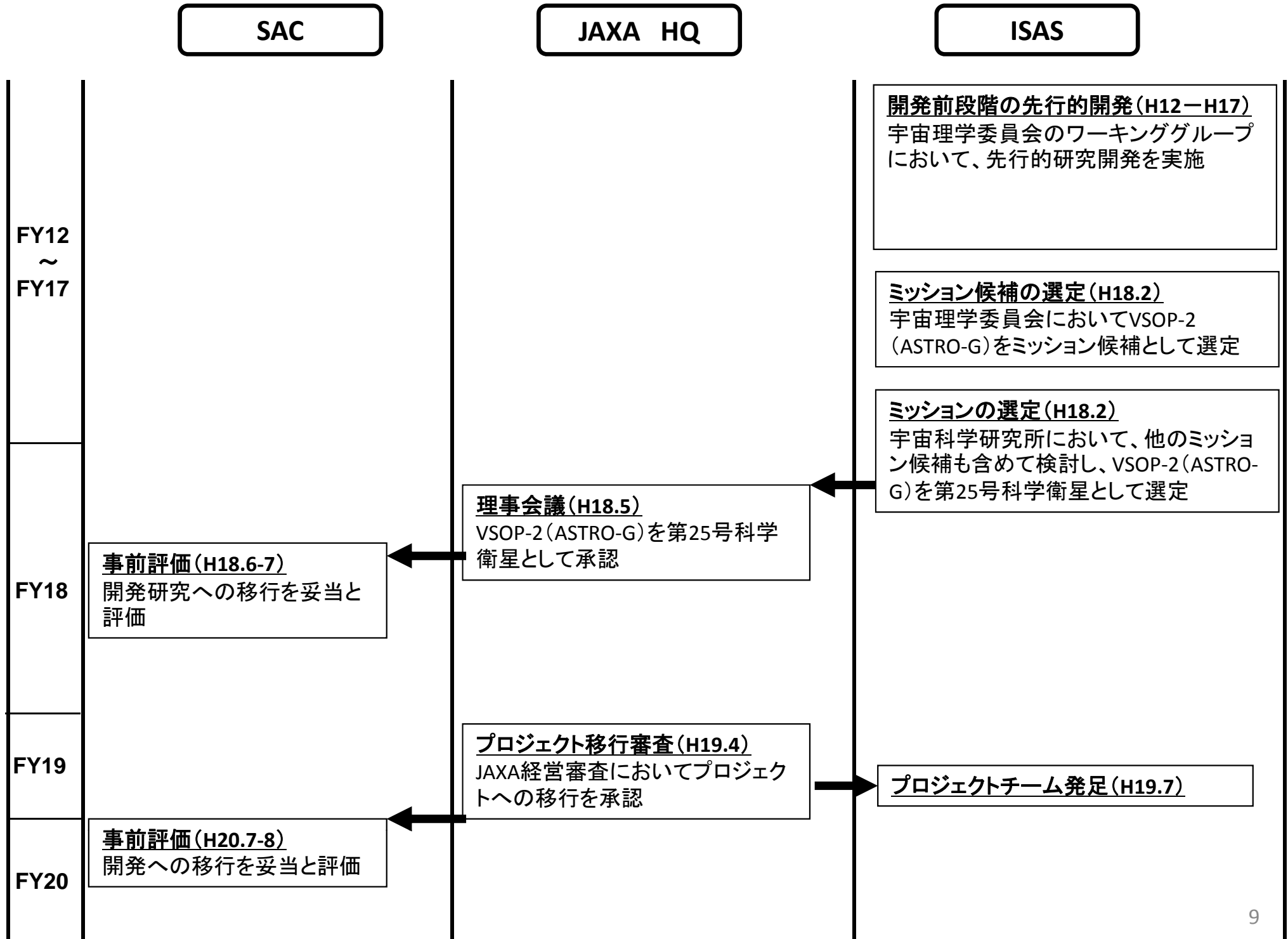
展開状態



放射リブ／フープケーブル方式

2. プロジェクトの経緯

2.1 ASTRO-Gプロジェクトの先行的研究開発から開発移行までの経緯



2.1.1 開発方針(1/2)

- ASTRO-G は、電波観測について世界初を目指す挑戦的な取り組みを行い、これに必要な新規技術については、地上試験や解析等により信頼性を確保する。
 - 電波望遠鏡の性能を決める重要な要素については、従来の技術を基本に更に挑戦的な技術課題に取り組む。
 - ◆アンテナ鏡面技術
 - ◆広帯域データサンプリング、データ伝送
 - ◆センチメートルレベルの軌道決定
 - ◆高速マヌーバ機能
- 既存技術をできるだけ活用し、信頼性を確保するとともに低コスト化を図る。
 - ◆「はるか」の成果を最大限利用
 - ◆技術試験衛星Ⅷ型(ETS-VIII)の大型アンテナ展開技術の成果を最大限利用
 - ◆「すざく」「あかり」等の成果を導入した冷凍機の搭載

2.1.1 開発方針(2/2)

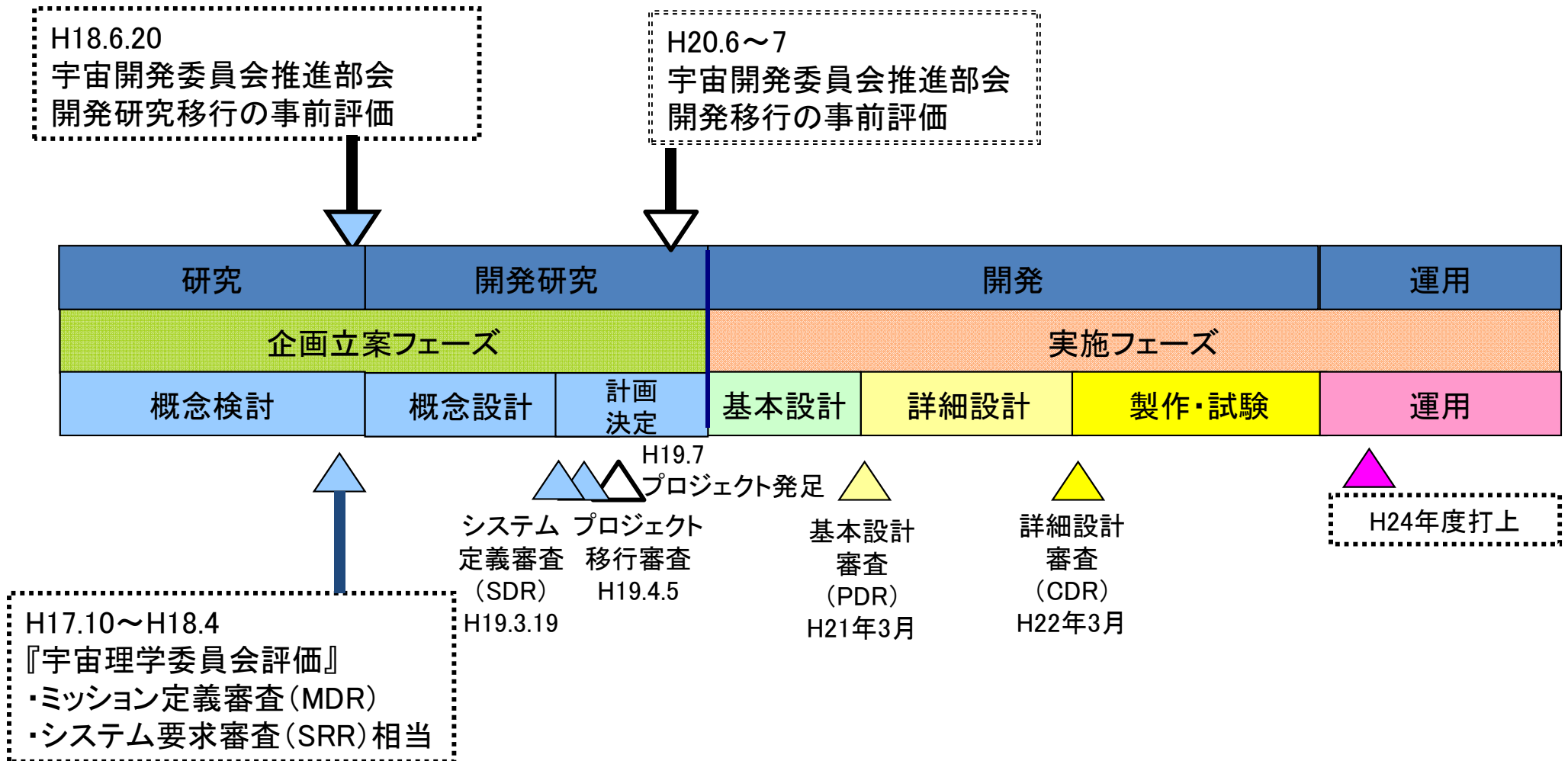
一方で、衛星の開発における信頼性の確保に努めるため、「衛星の信頼性を向上するための今後の対策について」(平成17年3月18日 宇宙開発委員会推進部会)に基づき、以下の方針を採用している。

1. 衛星バス部、および、観測機器の一部については既存技術を十分に活用し、低コスト化と信頼性向上を図る。
2. 新規開発技術については、重点的に資源を配分し、十分な地上試験および解析等のフロントローディングの実施により、信頼性を確保する。
3. 国内外の不具合情報等の設計・評価手法への適用、および、全体のシステムの中での機器の重要度、技術成熟度、開発の困難さに応じた冗長化方針により、低コスト化を図りつつ、ミッション喪失につながるリスクを低減する。
4. JAXA内本部間協力により幅広い専門家・技術者が開発することで確実な開発を行う。また、衛星の開発の各段階において実施する設計確認会において、プロジェクト外の専門家や有識者によるレビューを実施する。
5. 衛星開発においては、コスト効果を含めた大局的な信頼性管理、リスク管理を計画・設計・製造・運用等の全ての段階において継続的に実施する。

2.1.2 研究段階における先行的開発

- 開発段階に移行する前段階の研究として、平成12年度～17年度にかけて以下の試作試験等を実施。(LUNAR-Aの教訓(参考3参照)を踏まえた活動)
 - 展開アンテナの試作試験(スケールモデル及びフルスケールモデル(BBM)の試作により、要求精度を満たす鏡面調整手法及び鏡面測定手法を実証)
 - 高速データ伝送技術の実証(1Gbpsでの広帯域データ伝送を実現する変復調方式の検討)
 - フロントエンド部のキー要素の先行試作(円偏波分離器、MMIC HEMTデバイスの試作評価)
 - 高速姿勢マヌーバ技術の基礎検討(制御アルゴリズムの検討、試験用CMGによる基本制御特性実験)
- これらの先行開発の結果、技術的見通しが得られたと判断し、開発に移行した。(参考4参照)
- この際、大型展開アンテナに関する以下の項目については、ETS-VIII開発時に得られたデータ等を参考に鏡面精度への直接的な影響が少ないものと判断し、実体モデル等を使った検証は開発移行後に実施することとしていた。
 - アンテナ展開非再現性の評価
 - 熱真空環境におけるアンテナ熱歪みの評価
 - 材料特性の経年変化・放射線試験等

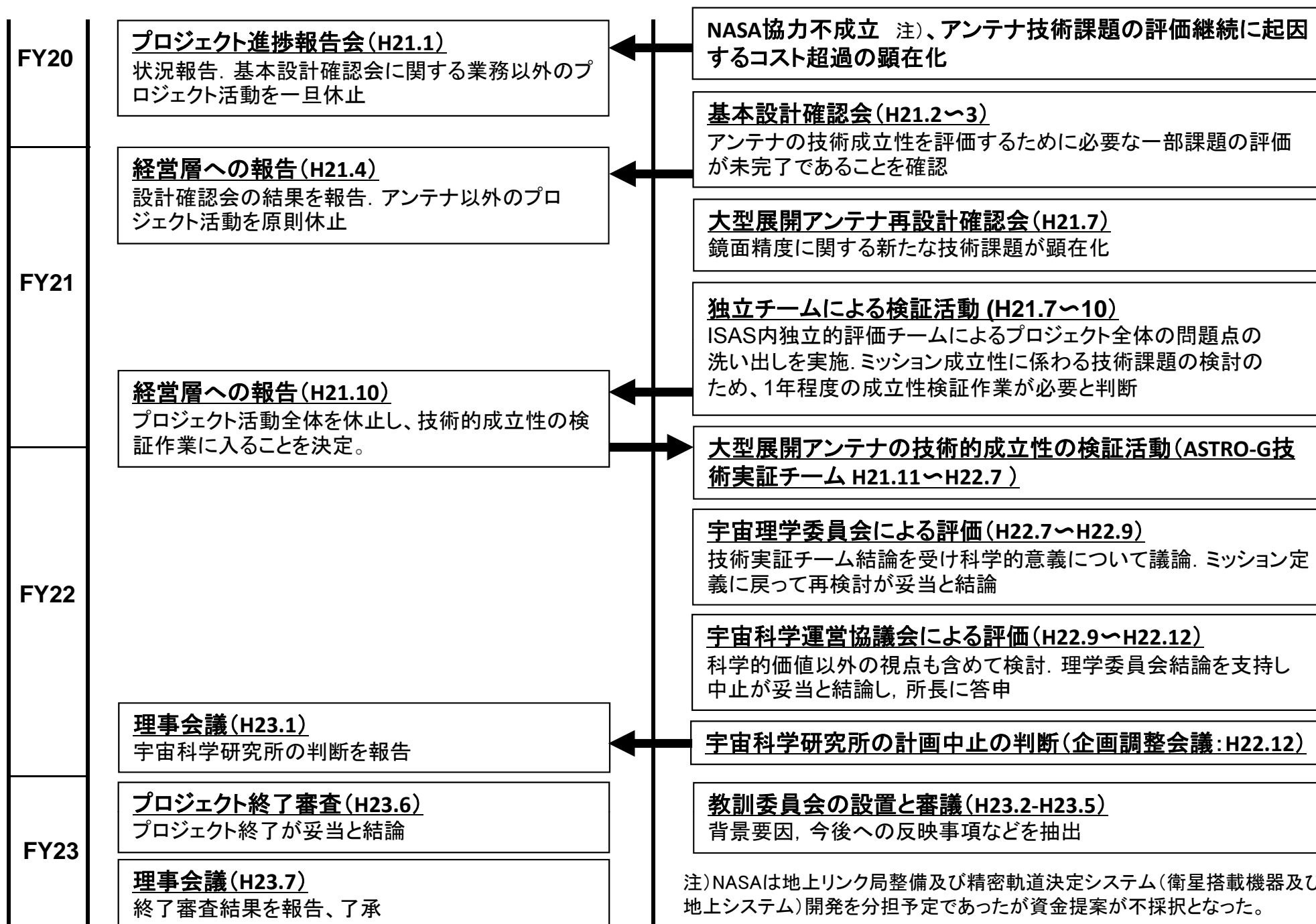
2.1.3 開発スケジュール(当初予定)



2.2 ASTRO-Gプロジェクトにおける課題の顕在化から中止判断までの経緯

JAXA HQ

ISAS



注)NASAは地上リンク局整備及び精密軌道決定システム(衛星搭載機器及び地上システム)開発を分担予定であったが資金提案が不採択となった。

2.2.1 顕在化した技術課題とその検証

➤ 大型展開アンテナの技術課題

開発移行時の計画に従って速やかに試験モデル(EM)を用いた検証を行った結果、下記に示す技術課題が顕在化し、観測要求上必要な大型展開アンテナの鏡面精度(0.4mm rms)(参考5参照)達成が困難となった。このため、プロジェクトを一旦休止し、再開判断に必要な対策を立てて検証を行った。

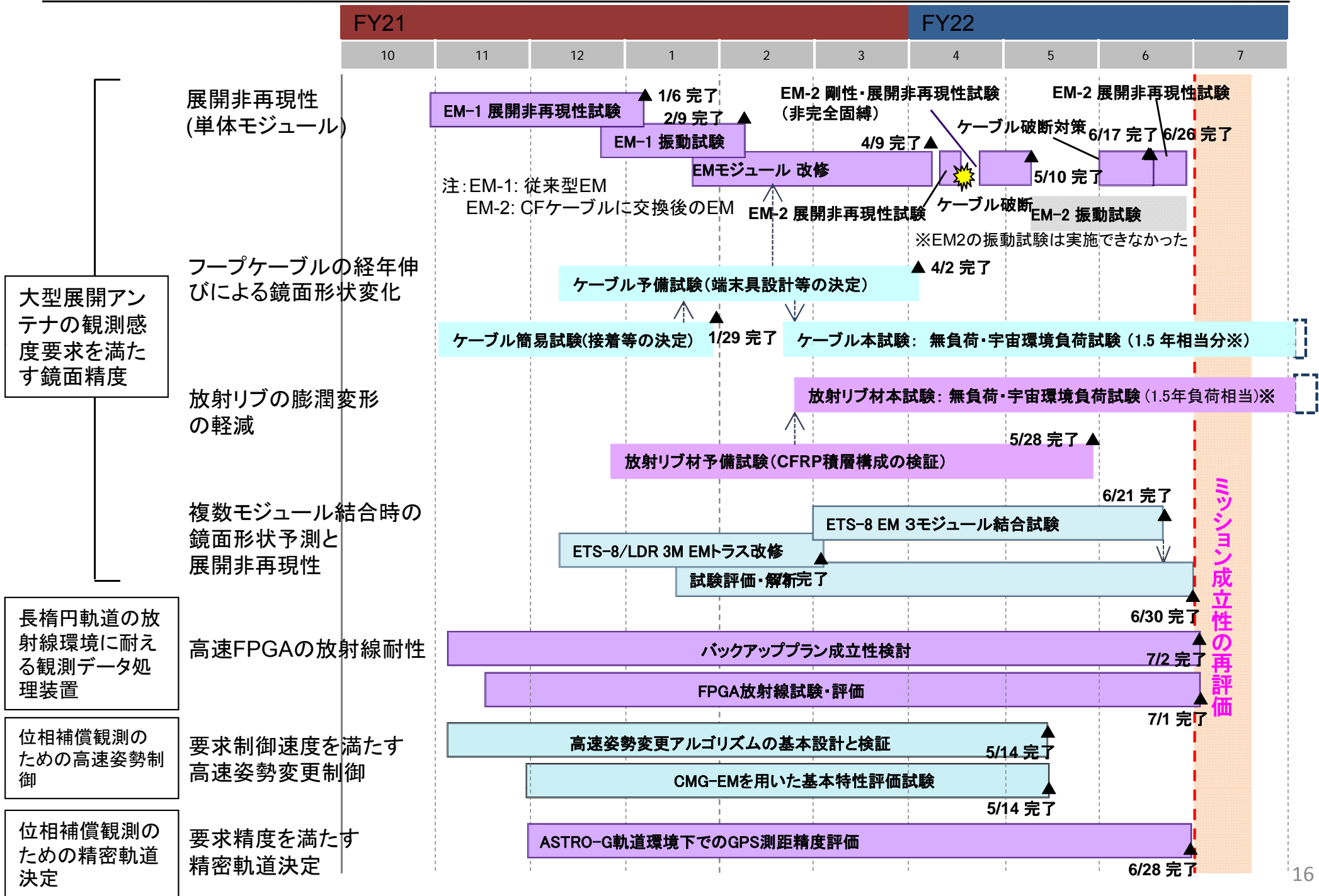
技術課題	推定要因	対策	検証計画
展開非再現性 (単体モジュール)	フープケーブル材質および端部処理に起因する初期伸び。	フープケーブルの材質変更(撚り有から撚り無へ、長さ変化の小さな材料へ)。フープケーブルの端部処理変更(ループ+かしめから、金具への接着に)。	EM 1 モジュールのケーブルを交換し、収納・展開試験による展開非再現性の実証
フープケーブルの経年伸びによる鏡面形状変化	フープケーブル材質および端部処理に起因する経年的な伸び。		材料試験、要素試験(熱・機械特性、耐宇宙環境試験など)によるケーブル性能の実証
放射リブの膨潤変形(の軽減)	放射リブの大きな脱湿変形	放射リブ材を膨潤変形の小さなポリシアネート系レジンを用いたCFRPIに変更。	要素試験(熱・機械的特性、脱湿変形、耐宇宙環境試験)による性能の実証
複数モジュール結合時の鏡面形状予測と展開非再現性	モジュールの初期形状誤差とモジュール結合部遊びに起因する鏡面変形量は地上では7モジュール結合状態で測定できない。解析モデルによる予測が必須。	ETS-VIII大型展開アンテナEM 3モジュールを用いた結合試験で、解析モデルを検証	ETS-VIII 大型展開アンテナEMを改修し、ASTRO-Gの条件に適合した3モジュール結合試験、展開再現性試験を実施し、結合モデルと試験結果との整合性を実証

➤ その他の課題

その他、開発段階において計画していたリスク低減作業のうち、宇宙科学研究所の独立レビューチーム、および、JAXAチーフエンジニアオフィスの評価により、優先度が高いと結論された以下の項目について、プロジェクト再開判断前にリスク最小化の処置を行うこととした。

- 高速データ処理部の放射線耐性
- 要求制御速度・精度を満たす安定な高速姿勢変更制御
- 要求精度を満たす精密軌道決定

2.2.2 技術検証の実績



2.2.3 大型展開アンテナ技術課題に係る検証結果

- フープケーブルの材質変更による鏡面精度の向上
 - 展開非再現性に寄与するヒステリシス性能、経年変化に寄与するクリープ性能に優れた「撚りなしCFケーブル+ヒンジ金具への接着」の開発。
 - 最外周の3つのフープケーブル交換により、展開非再現性は約1/3に改善。
 - ヒンジ部の影響と推測される展開非再現性の変化については、対策の有無を含め、今後検討の必要。
 - フープケーブルの経年変化に対する寄与も軽減。
 - 新たに開発したCFケーブルの末端処理の接着端部に構造的な弱点。
 - 一次対策で展開非再現性試験は実施できたが、強度試験および、打ち上げ振動の展開再現性への影響については、不確定な要素が残った。
- 放射リブの膨潤変形の改善
 - ポリシアネート系CFRPを試作・評価、脱湿が鏡面精度劣化に十分寄与しない事を確認。
- モジュール間結合評価の妥当性の確認
 - ETS-VIII EMを借用し、3モジュール結合試験を実施。評価数学モデルは結合誤差変形モード、展開再現性を再現する。結合誤差変形の実測との相違を鏡面評価に反映。
 - 実機設計への反映も抽出できた。しかし、最終的に実機による同等の試験が必須。



これらの技術実証により、ミッション期間の半分に当たる打上げ1.5年後まで鏡面誤差1.0mm rmsを実現できる見通しが得られたが、サイエンス要求を満たす鏡面精度0.4mm rmsの達成は困難との結論に至った。

2.2.4 サイエンス面からのASTRO-Gミッション再評価結果

- 技術実証の結果、大型展開アンテナの鏡面精度について当初の要求値 (0.4mm rms) の実現が困難であり、1.0mm rmsを技術的な目標にせざるを得ないことが明らかとなった。
- これを受け、ミッション提案時にサイエンスの意義価値の評価を行った宇宙理学委員会において、1.0mm rmsを新仕様とする場合のサイエンスの価値について再評価を行った結果、以下の結論に至った。
 - 降着円盤の撮像を中心とする超大質量ブラックホールの研究については、43GHz帯での観測性能の大幅な低下によりこの周波数での観測がほぼ不可能となり、ASTRO-Gに期待された大切な能力の一部が失われた(フルサクセス2)a))
 - また、0.4mm rmsの鏡面精度が達成された場合でもエクストラサクセス相当であった大質量ブラックホール撮像、重力マイクロレンズを利用したブラックホールの質量と分布、ブラックホール連星の軌道運動については、1.0mm rmsとなったことで可能性が極端に小さくなり、大きな成果が期待された科学ミッションとしての魅力が大きく減じられた(エクストラサクセス2)4))
 - ジェットの研究やレーザー観測については、22GHz帯での観測が大きな成果をあげると考えられるため鏡面精度の低下の影響は他と比べて比較的小さいが(フルサクセス2)b)c))、43GHzのSiOレーザー放射の観測については、観測可能天体数が大きく減少する。(フルサクセス2)d))
 - これらのことから、ASTRO-Gは提案されたミッション目的の重要な部分が達成困難となる。一つのプロジェクトから得られる科学成果を最大にするという観点から、プロジェクトを一旦中止し、ミッション定義に戻って見直すべきである。

ASTRO-Gプロジェクトのサクセスクライテリアと再評価結果

	開発移行時のサクセスクライテリア	実証後の再評価結果
ミニマム サクセス	衛星と地上の電波望遠鏡群を用いてスペースVLBI観測網を構成し、8GHz, 22GHz, 43GHzのいずれかで「はるか」を上回る空間分解能での観測を100観測以上行い、科学的なデータを取得する。	○
フルサク セス	<p>1) 打上げ後3年以内に300観測以上行う。</p> <p>2) 上記の観測を通じて、以下の観測成果を得る。</p> <p>a) 43GHz帯によるスペースVLBI観測を行い、人類史上最高の約40マイクロ秒角の空間分解能且つ、最小検出輝度温度10億度以下でブラックホールに肉迫した領域の直接撮像を実現する。</p> <p>b) ブラックホール近傍から噴出するジェットの高円偏波観測を70マイクロ秒角以上の高分解能で行い、ジェットの「超根元」の磁場の構造の解明に資するデータを取得する。偏波観測の性能は、最小検出可能偏波率5%以下、偏波角精度10度以下とする。</p> <p>c) 8, 22, 43GHzの多周波スペクトル観測を行い、ジェットの「超根元」の電子のエネルギー分布を取得する。</p> <p>d) 22GHzの水メーザ、もしくは43GHzのSiOメーザ放射を観測し、星形成領域における3次元的なガス運動を20マイクロ秒角以下の絶対位置精度で検出する。</p>	<p>○</p> <p>× 43GHzでの観測性能の大幅低下により観測が困難</p> <p>○ 22GHz帯観測で成果が期待されるため影響は小さい</p> <p>○(水メーザ)、×(SiOメーザ) 22GHz水メーザ観測は可能だが、43GHzのSiOメーザ観測は困難</p>

ASTRO-Gプロジェクトのサクセスクライテリアと再評価結果(続き)

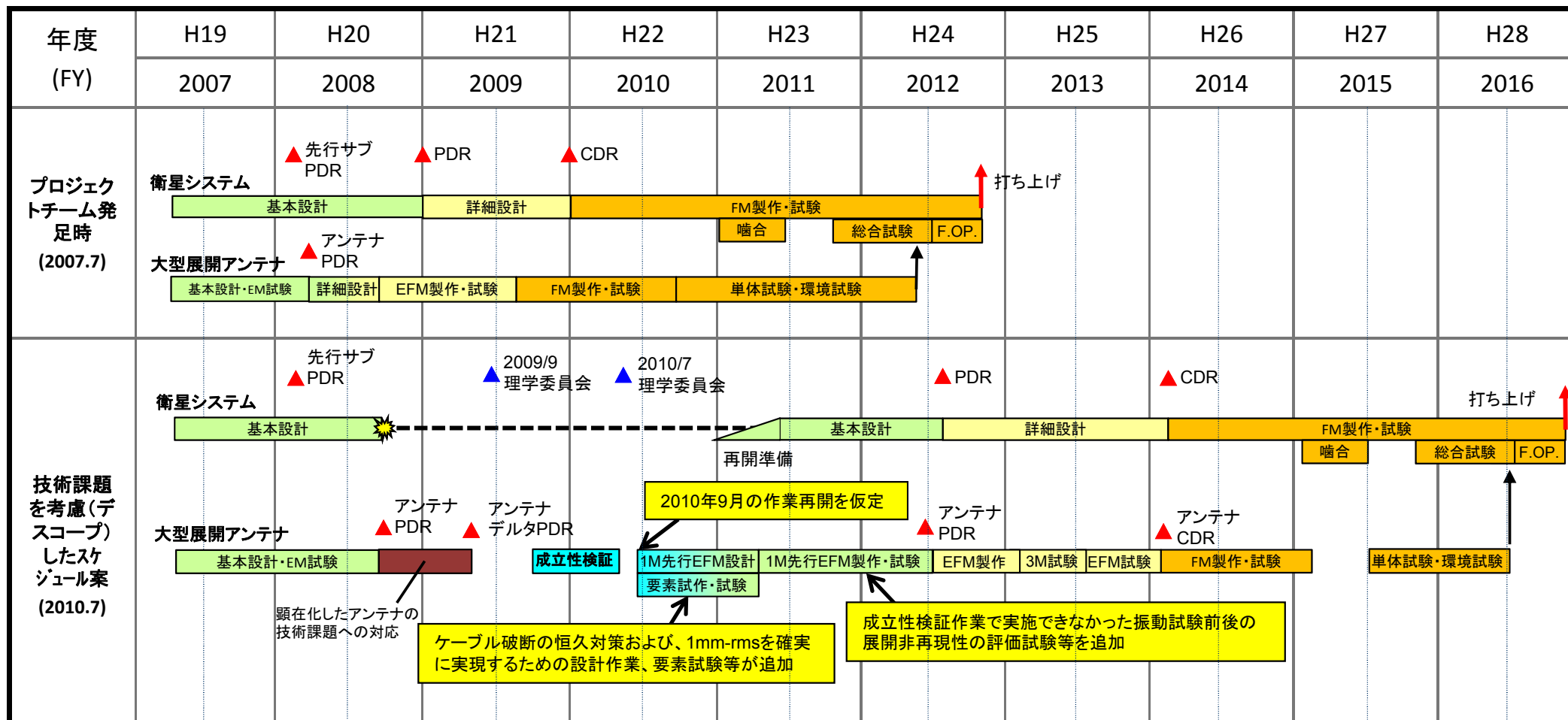
	開発移行時のサクセスクライテリア	実証後の再評価結果
エクストラ サクセス	<p>以下の項目のうち1つ以上を達成すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 想定寿命3年を超えて観測を繰り返して行い、時間変化の少ない天体の運動を検出する。 2) 相対論的強重力場の証拠となるブラックホールによる影(ブラックホール・シルエット)を観測する。 3) 星形成領域のフレアによる電波放射領域の構造を撮像する。 4) 観測周波数帯域における世界最高の空間分解能、「はるか」を上回る検出感度を駆使し、他のシステムでは観測し得ない天体現象の観測を実現し、従来考えられていなかった新しい現象を発見し、活動銀河などの天文学上の研究の動向におおきな変化をもたらす。 	<p>2)4)について、達成可能性が極めて小さくなった</p>

2.2.5 検証結果に基づくスケジュール・資金への影響評価

- プロジェクト移行時は、打上げ年度として平成24年度、必要資金140億円(ロケット、観測事業費除く)をベースラインとして設定。
- 平成22年7月 成立性検証の結果を受けて再検討した結果、技術実証によって達成可能とされた範囲(サイエンスの重要な部分が達成不能)にデスコープした場合であっても、打上げは最速で平成28年度(この時点で即座に再開する場合)、必要資金は232億円となる見込みとなった。

2.2.5(1) スケジュールの見直し結果

平成22年7月時点



2.2.5(2) 資金の見直し結果

平成22年7月時点

(単位:億円)

	プロジェクト移行時の見込み	成立性検証後の見込み ^(注2)
ASTRO-Gプロジェクト全体 ^(注1)	140	232
衛星バス	57	73
ミッション(アンテナなど)	45	105
その他(地上設備等)	38	49
成立性検証	—	8

(注1)打上げに係る経費及び観測事業費を除く経費

(注2)技術実証によって達成可能とされた範囲(サイエンスの重要な部分が達成不能)で実施する場合の資金見込み

2.2.6 中止判断に至るプロセス(1)

1. 課題発生後の対応

(1) 平成21年1月: 設計確認に関する業務以外のプロジェクト活動を一旦休止

- 3機関統合後に発生した一連の不具合及びLUNAR-Aプロジェクト中止の教訓を踏まえて四半期毎に実施されているプロジェクト進捗報告会において、ASTRO-Gプロジェクトより以下の要因で資金超過が見込まれることを経営層に報告。
 - ◆当初予定していたNASAとの協力(地上局)が不成立になったこと
 - ◆大型アンテナの技術課題対応が必要なこと
- これを受け、JAXAとして同年2月～3月に実施予定の設計確認に関する業務以外のプロジェクト活動の一旦休止。

(2) 平成21年4月: 大型展開アンテナの開発作業以外を原則休止

- 同年2-3月に実施した基本設計確認会において、大型展開アンテナについて、この時点で評価すべき課題の評価が未完了であることを確認。設計確認会を再度実施することとした。
- これを受け、経営層に対して状況を報告し、JAXAとして大型展開アンテナの再基本設計確認会に向けた開発作業以外は原則休止とした。

(3) 平成21年10月: プロジェクト活動全体を休止

- 同年7月の大型展開アンテナ再基本設計確認会及び並行して行われた独立的評価チームによるアンテナ以外の問題洗い出しの結果、ミッション成立性に係わる技術課題の検討のため、1年程度の成立性検証作業が必要と判断
- これを受け、経営層に対して状況を報告し、JAXAとしてプロジェクト活動全体を休止。成立性確認作業に入ることを決定。

2.2.6 中止判断に至るプロセス(2)

2. 宇宙科学研究所の判断に至るプロセス

(1) 平成22年7月～9月 宇宙理学委員会 (結論要点は[参考6]を参照)

- 技術実証チームの報告を受け、宇宙理学委員会はASTRO-Gプロジェクトの現状について、科学的価値等の観点から評価を行い、平成22年9月、下記の結論を宇宙科学研究所長に報告した。
 - 技術実証チームの検証結果で達成可能とされた鏡面精度では、サイエンスの重要な部分が達成できない。
 - この精度で達成できるものにデスコープしても当初の2倍の資金・期間が必要であり宇宙科学全体の予算を圧迫する恐れがある。
 - プロジェクト提示の開発体制見直し・強化案についても未だ不十分である。
 - 従って、このままプロジェクトを継続させず、ミッション定義に戻って再考することが適当である。

(2) 平成22年9月～12月 宇宙科学運営協議会 (結論要点は[参考7]を参照)

- 宇宙科学研究所長は宇宙理学委員会の評価結果を踏まえた上でより総合的な評価に基づいたASTRO-Gプロジェクトのとりべき処置について宇宙科学運営協議会に諮問した。
- その結果、平成22年12月10日、同協議会の結論としても宇宙理学委員会の評価結果を妥当とし、プロジェクトを継続せずミッション定義に立ち戻って再検討することを答申した。
 - 運営協議会は内部10名、外部11名で構成
 - また、分科会メンバは下記の通り

土屋教授(同志社大/座長)

小山名誉教授(京都大)

藤井副総長(名古屋大)

山本教授(北海道大)

桜井副台長(国立天文台)

村上名誉教授(筑波大)

中村教授(宇宙研)

牧島教授(東京大)

大村教授(京都大)

芝井教授(大阪大)

稲谷教授(宇宙研)

藤本教授(宇宙研)

満田教授(宇宙研)

<オブザーバー>

井口准教授(国立天文台)、小野田所長他

2.2.6 中止判断に至るプロセス(3)

2. 宇宙科学研究所の判断に至るプロセス(続き)

(3) 平成22年12月 宇宙科学研究所企画調整会議

- 宇宙理学委員会評価及び宇宙科学運営協議会の答申を踏まえ、平成22年12月15日、宇宙科学研究所企画調整会議において、宇宙科学研究所として以下の判断を行った。
 - ASTRO-Gプロジェクトを中止することが妥当と判断する。
 - なお、ASTRO-Gプロジェクトが目指した観測の学術的意義は高いと考えられるので、電波天文グループからの新たなミッション提案を期待する。

(4) 平成23年1月 理事会議

- 宇宙科学研究所の判断を理事会議にて報告。
- プロジェクトの中止に向けた準備を開始することを了承した。

2.2.6 中止判断に至るプロセス(4)

3. 平成23年7月 プロジェクト終了審査

(1) 目的

宇宙科学研究所からのASTRO-Gプロジェクト中止の提案を受け、経営的視点から以下を審査し、機構としてのプロジェクト実施結果の確定、今後の事業計画の確認を行う。

- プロジェクト結果及び、プロジェクトに対する経営判断結果の総括・評価
- もたらされた成果および継承すべき教訓等の抽出・確認

(2) 審査項目

- プロジェクト目標が達成できなかった理由及び問題点
- プロジェクト運営に対する経営判断の適切性
- 将来有用となる十分な技術成果が得られたか
- 機構横断的に継承すべき教訓・知見等が識別されたか。人材育成が適切かつ有効に行われたか
- プロジェクトを終了する準備が整っているか

(3) 審査結果

ASTRO-Gプロジェクトを中止することが妥当

プロジェクトを中止する方向で宇宙開発委員会に評価を提案すること

4. 平成23年7月 理事会議

プロジェクト終了審査結果を了承

3.今後の対応策

3.1 ASTRO-Gプロジェクトの今後について

(1) 開発移行後の状況の変化

- ミッション達成の中核技術である大型展開アンテナの鏡面精度について、開発移行後に実施した試験等により、技術課題が顕在化した。
- プロジェクト活動を一旦休止して技術実証を行ったところ、当初のミッション要求である0.4mm rmsを実現することが困難であることがわかった(p17)。

(2) プロジェクトの目的、目標、開発計画に照らした検証結果

- 現在の技術で実現可能なアンテナ鏡面精度(1.0mm rms)では、目標としたサイエンスの重要な部分が達成できない(P18)。
- 例え実現可能な範囲にサイエンス目標をデスコープしても、コストおよびスケジュールの大幅な超過が見込まれる(p21)。

(3) 今後の方策

- 上述の検証結果を踏まえ、現時点でミッションを達成できないことが明らかとなったため、実施主体である宇宙科学研究所がプロジェクトを中止する意思を固めた(p25,26)。
- これを受けてプロジェクト終了審査(経営審査)を行い、プロジェクトの中止が妥当と判断し、JAXAとしてプロジェクトを中止する方向で宇宙開発委員会に評価を提案することとなった(p27)。
- このため、この提案について宇宙開発委員会で評価をいただきたい。

3.1 ASTRO-Gプロジェクトの今後について

(4) プロジェクト中止の影響

① 今後の電波天文分野への影響

- 電波天文分野の今後については、ASTRO-Gプロジェクトが目指した観測の学術的意義は高く、日本が優位性を持ち得る宇宙からの電波天文分野での観測・研究が停滞することは大変残念。コミュニティからの新たなミッション提案を期待する。

② 協力機関への影響

- ASTRO-Gプロジェクトの協力相手方機関等に対し、プロジェクト状況とその経緯を報告、理解を得ている

③ 契約、資産等への影響

- 契約相手方との間で契約終了に係る調整を終え、清算手続きの準備ができている
- 納入品の最大限の利活用及び技術成果の共有を進めている

4. 成否の要因に対する分析と 今後への反映事項

4.1 要因分析と反映事項検討の経緯

- ASTRO-Gの中止から教訓を得るため、「ASTRO-G計画教訓委員会」^(注)を設置。以下の観点で提言を得た。(別紙参照)
 - 1) 技術的チャレンジの観点
 - 2) 資金マネジメントの観点
 - 3) 宇宙科学ならではのマネジメントの観点
 - 4) マネジメント全般の観点
- プロジェクト終了審査において、これらの経緯を踏まえ、プロジェクト目標を達成できなかった要因の評価及びJAXAの今後のプロジェクトへの改善事項を取りまとめた。(4.2項)
- 更に、4.2項に示した今後の改善事項を受けて、特に宇宙科学ミッションについて、その特性を考慮して具体的改善事項を取りまとめた。(4.3項)

(注)ASTRO-G計画教訓委員会:宇宙科学研究所長の外部諮問委員会。

委員長:戸田勸(早稲田大学特任教授)

委員 :土屋和雄(同志社大学理工学部教授)

富岡健治(JAXA技術参与)

鈴木章夫(東京海上日動火災保険株式会社顧問)

山根一眞(ノンフィクション作家、獨協大学経済学部特任教授)

4.2 成否の要因に対する分析と今後への反映事項

(1) 技術難度への認識と対応

技術開発要素のうち、ETS-VIIIの大型展開アンテナ技術を踏襲し鏡面精度向上を図ることについては、プロジェクト移行前からその難度を認識し、LUNAR-Aの教訓を踏まえて事前検証を重点的に行う計画であった。

実際にも、開発移行前に5年間にわたる試作試験等の研究によって技術的見通しを得るとともに、開発移行後速やかに実体モデル等を使った検証を行ったが、結果的に当初想定した時間・資金の下での課題解決には到らなかった。現在得られた知見を持って見れば、技術見通しに甘さがあったといわざるを得ない。

難易度の高い挑戦的な技術については、研究段階では想定できなかった技術課題がその後に顕在化するリスクを排除できないため、開発段階での検証計画やリスクが顕在化した場合の具体的対応策等を、実現性の確保により重点を置いて計画すべきであった。

【今後のJAXAプロジェクトにおける改善事項】

ミッション立上げにあたっては、打上げ年度や資金の制約があったとしても、実現性をより確保するため、技術課題の精査・成立性検証(十分実施して解決の見通しが得られたか等)、資金計画やリスク管理計画を十分検討する。

その際、ミッション達成への影響度の高い新規技術に対しては、代替案の有無に応じたリスク解消計画を立案し、特に代替の困難なミッションクリティカルな課題の峻別とそれへの対応策を予め用意するなどの対応を行う。

4.2 成否の要因に対する分析と今後への反映事項

(2) 先行的開発の強化

アンテナ鏡面精度の確保や展開再現性の確認については、ミッション提案者も早期検証すべき課題と認識していた。研究段階でスケールモデルや実寸モデルの試作試験を行った結果、開発移行段階における技術見通しは得られたと判断し、最終性能に係わる展開再現性や熱ひずみ、経年劣化等に対する評価は開発移行後速やかに実施する計画とした。

その背後には研究段階で投入できる資金の不足とともに、競争環境の中、プロジェクト化を急ぐ意識があったことが確認された。

【今後のJAXAプロジェクトにおける改善事項】

難易度の高い技術を採用する場合は成立性を見極めるため、研究やプロジェクト前段階の先行的開発を強化することが重要であり、そのためには相応の資金が必要である。

このため、重点研究の制度の活用、プリプロジェクト段階の充実等、本格的な開発に移行する前段階にクリティカル技術の成立性検証作業に集中していくこと等の方策をミッションの性格や技術の難易度、ミッション達成への影響度等を総合的に勘案して実施する。