

委4-1-3

# M-Vロケット8号機（ASTRO-F）実験計画

平成18年2月

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

## 目次

1. 実験実施責任者	2
2. 実験主任	2
3. 実験場所	2
4. 実験期間	2
5. 実験要領	3
6. M-V-8号機の概要	4
第1図：M-V-8号機の概観図	5
第2図：M-V-8号機打上げシーケンス	6
第3図：M-V-8号機飛行経路	7, 8
7. ASTRO-Fの概要	9
第4図：ASTRO-Fの概観図	10
第5図：ASTRO-Fの軌道	11
8. サブペイロードの概要	12
第6図：CUTE-1.7+APDの概観図	13
第7図：ソーラーセイル膜面展開実験の概観図	13
第8図：ソーラーセイル展開状況	14
第9図：サブペイロード搭載位置	14
9. 打上げ体制及び打上げに係る安全確保	15
第10図：打上げ体制	16
第11図：警戒区域	17
10. 落下予想区域の設定	18
第12図：海上における落下予想区域	19, 20
第13図：落下予測点軌跡	21
11. 衛星運用と地上系概要	22
第14図：ASTRO-F運用管制系統図	22
12. 打上げ準備状況	23
第15図：打上げ準備スケジュール	23

## M-Vロケット8号機 (ASTRO-F) 実験計画概要

M-V-8号機の実験においては、第21号科学衛星「ASTRO-F」の打上げ実験を行う計画で、実験目的・ロケットの概要は以下のとおりである。

ロケット	投入軌道	全長 (m)	全質量 (ton)	衛星質量 (ton)	実験目的
M-V-8	太陽同期極軌道	31	140	0.95	赤外線天文衛星 ASTRO-F の打上げ実験

### 1. 打上げ実験実施責任者

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 理事 三戸 幸  
(〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7丁目44番1号)

### 2. 実験主任

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙基幹システム本部  
M-Vプロジェクトチーム プロジェクトマネージャ 森田泰弘

### 3. 実験場所

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 内之浦宇宙空間観測所  
(鹿児島県肝属郡肝付町南方 TEL(0994)31-6978(代))

### 4. 実験期間

ロケット打上げ実験の実施予定は次の期間とする。

ロケット	実験予定日	実験時間帯 *注	実験予備期間
M-V-8	平成18年2月21日	6時00分～7時00分 (日本時間)	2月22日～28日

\*注： 今後行うロケットの有人宇宙システムとの衝突防止に係る解析の結果を踏まえ、打上げ時刻を最終的に確定する。

## 5. 実験要領

- (1) 実験情報の船舶、航空機に対する通知は概略、次のとおり行われる。
  - ア. 一般航行船舶に対しては、海上保安庁からの水路通報、航行警報による。  
また、共同通信社（海上保安庁提供の航行警報を放送）を通じて行う。
  - イ. 漁船に対しては、関係漁業無線局からの無線通信による。
  - ウ. 航空機に対しては、国土交通省航空局からのノータムによる（航空法第99条の2第2項に基づく）。
- (2) 航空交通管理センター、鹿児島・成田・宮崎の各空港事務所、東京、福岡、那覇の各航空交通管制部及び鹿屋海上自衛隊には原則として実験の前々日に実験実施予定及び打上げ時刻を通報する。
- (3) 実験当日の陸上警戒については鹿児島県警察、海上警戒については鹿児島海上保安部、第十管区海上保安本部に協議・依頼し、その細目は打合せの上定める。  
また、航空については鹿児島空港事務所と連絡の上実験を行う。
- (4) 実験当日は、観測所内に黄旗を掲げる。打上げ30分前には赤旗を掲げると共にサイレンを鳴らす。打上げ3分前には花火1発を上げる。実験終了後は花火2発を上げ、赤旗を降ろす。  
  
宇宙航空研究開発機構としても、監視員を観測所内に配置して、陸上及び海上の警戒を行う。更に、海上に関しては、設置された海上監視レーダより警戒にあたる。実験中は警戒区域内に一般の人が立入らないように立札又は縄張りをする。
- (5) 実験に際しては、内之浦宇宙空間観測所と鹿児島海上保安部及び鹿児島空港事務所との間に海上警戒及び航空警戒の密接な連絡のため通信回線を宇宙航空研究開発機構が開設し連絡にあたる。
- (6) ロケット実験は、天候及び研究上の都合で延期することがある。延期の理由が天候によるときは、当日出来るだけ早く通知する。また、研究上の都合により延期するときは、不測の障害に基づく場合以外は前日中に通知する。

## 6. M-V-8号機の概要

M-V-8号機は、赤外線天文衛星「ASTRO-F」を打ち上げるために開発された全備質量約140トン、全長約31m、代表直径2.5mの3段式ロケットである。

M-V-8号機の概観を第1図に示すが、その基本構成は、平成17年7月に打上げに成功したM-V-6号機と同様である。

M-V-8号機は、質量約0.95トンのASTRO-Fを近地点高度約290km、遠地点高度約750km、軌道傾斜角約98度に投入する計画である。

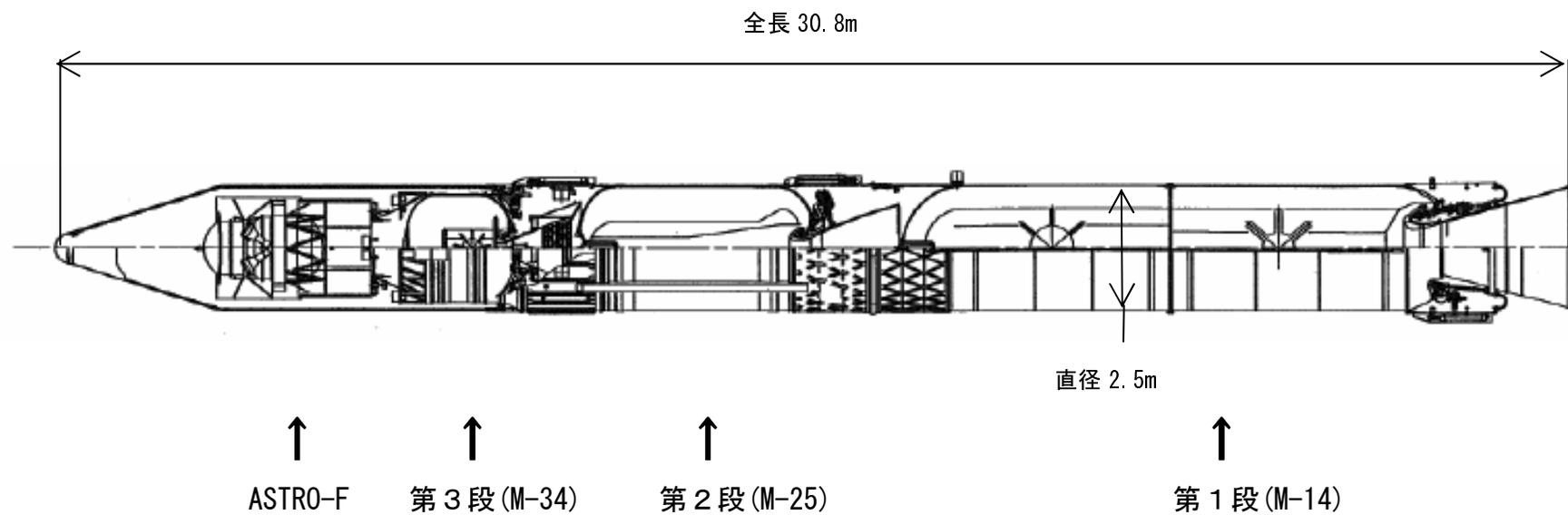
ロケットは、内之浦の新・旧精測レーダによりトラッキングするとともに、内之浦局及び増田局でテレメトリデータの取得を行う。第3段燃焼終了後、姿勢を反転し、打上げ後約519秒にASTRO-Fを分離する。

ロケットから分離したASTRO-Fは、搭載推進系によって高度約750kmの太陽同期極軌道に移行した後、観測を開始する。

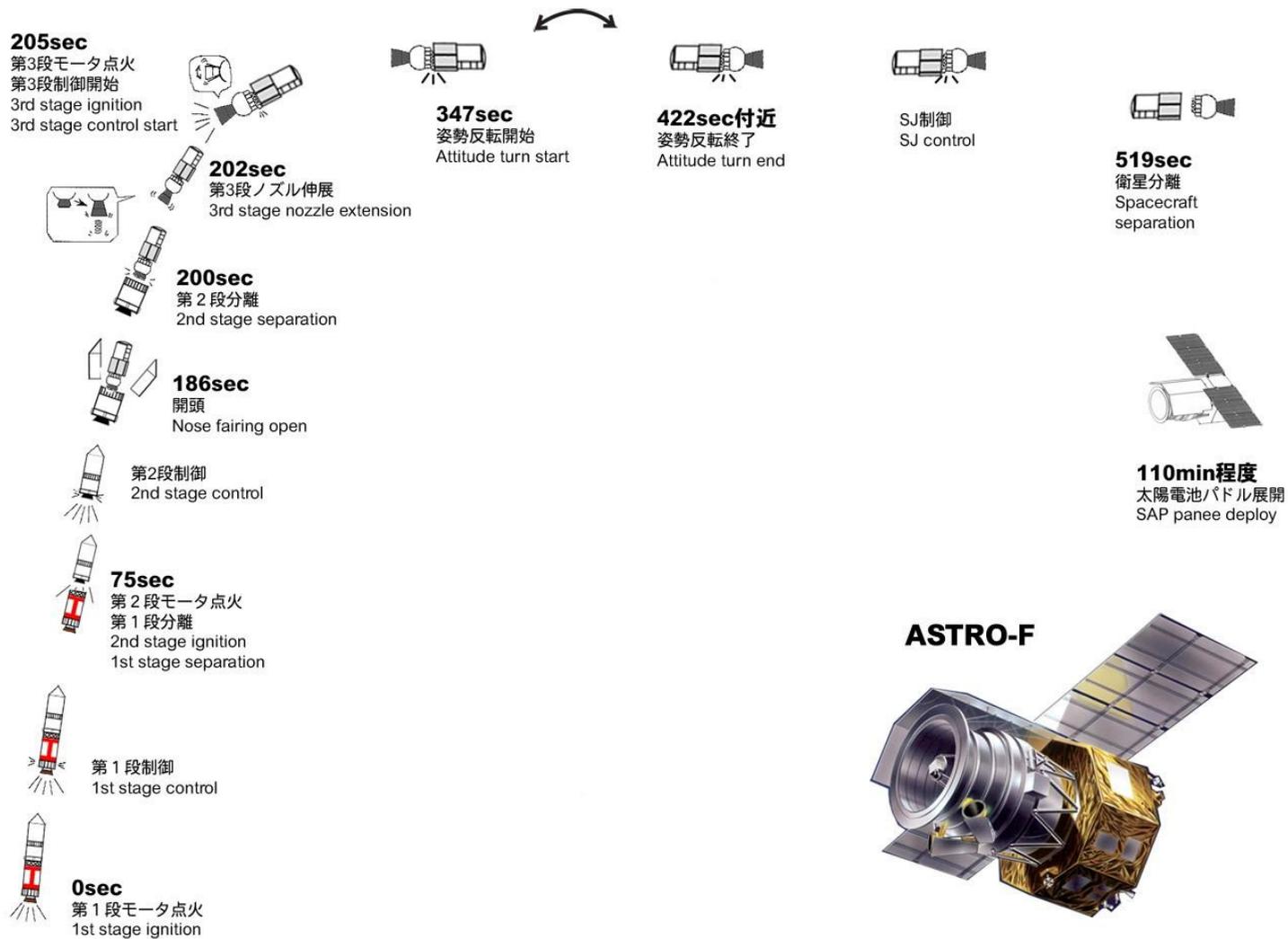
また、M-V-8号機には、バランスウェイトを有効活用して、2つのサブペイロードが搭載される。ASTRO-Fの分離後、サブペイロードである超小型衛星CUTE-1.7+APDを分離し、さらにソーラーセイル膜面展開実験を実施する計画である。

M-V-8号機の打上げシーケンスを第2図に、飛翔軌道を第3図に示す。

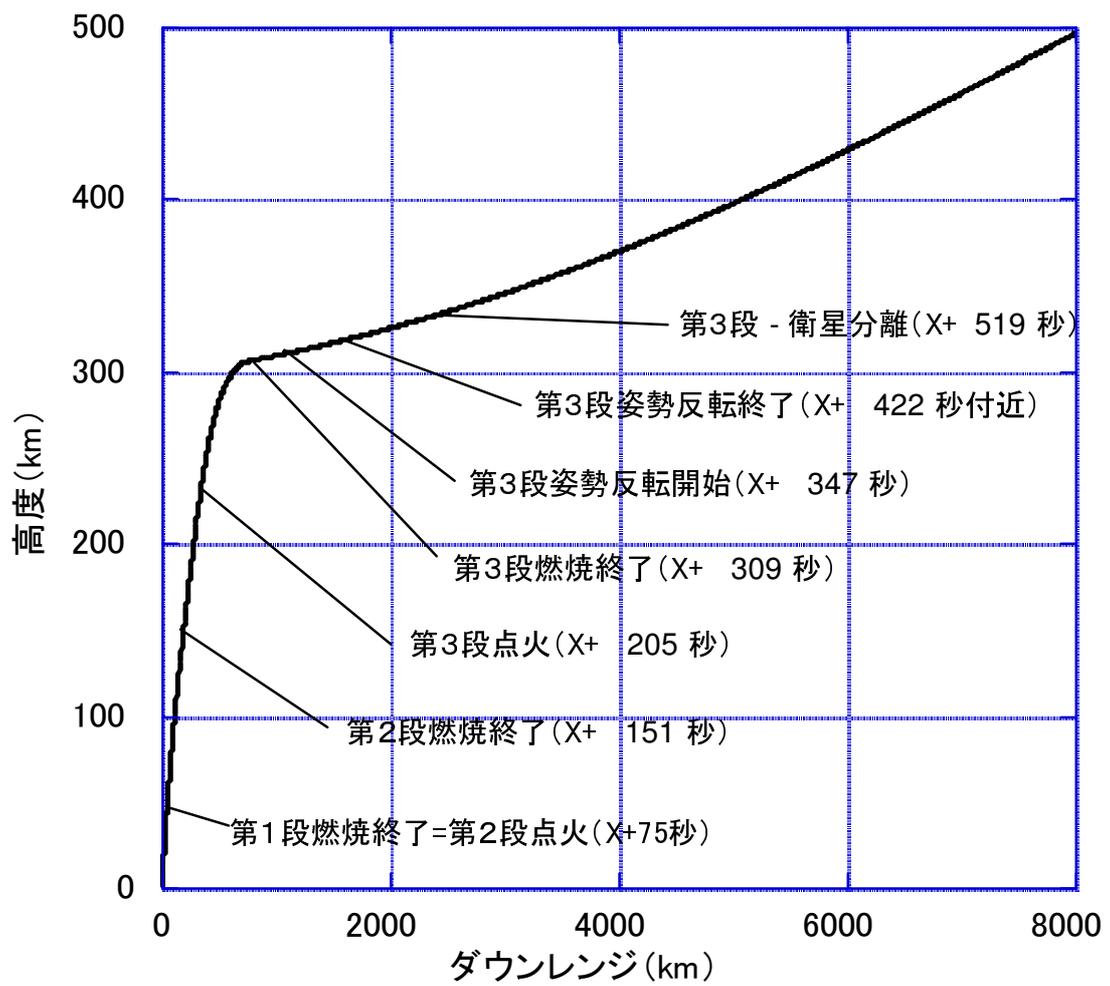
打上げ時間帯は、日本標準時 6:00-7:00 を予定している。



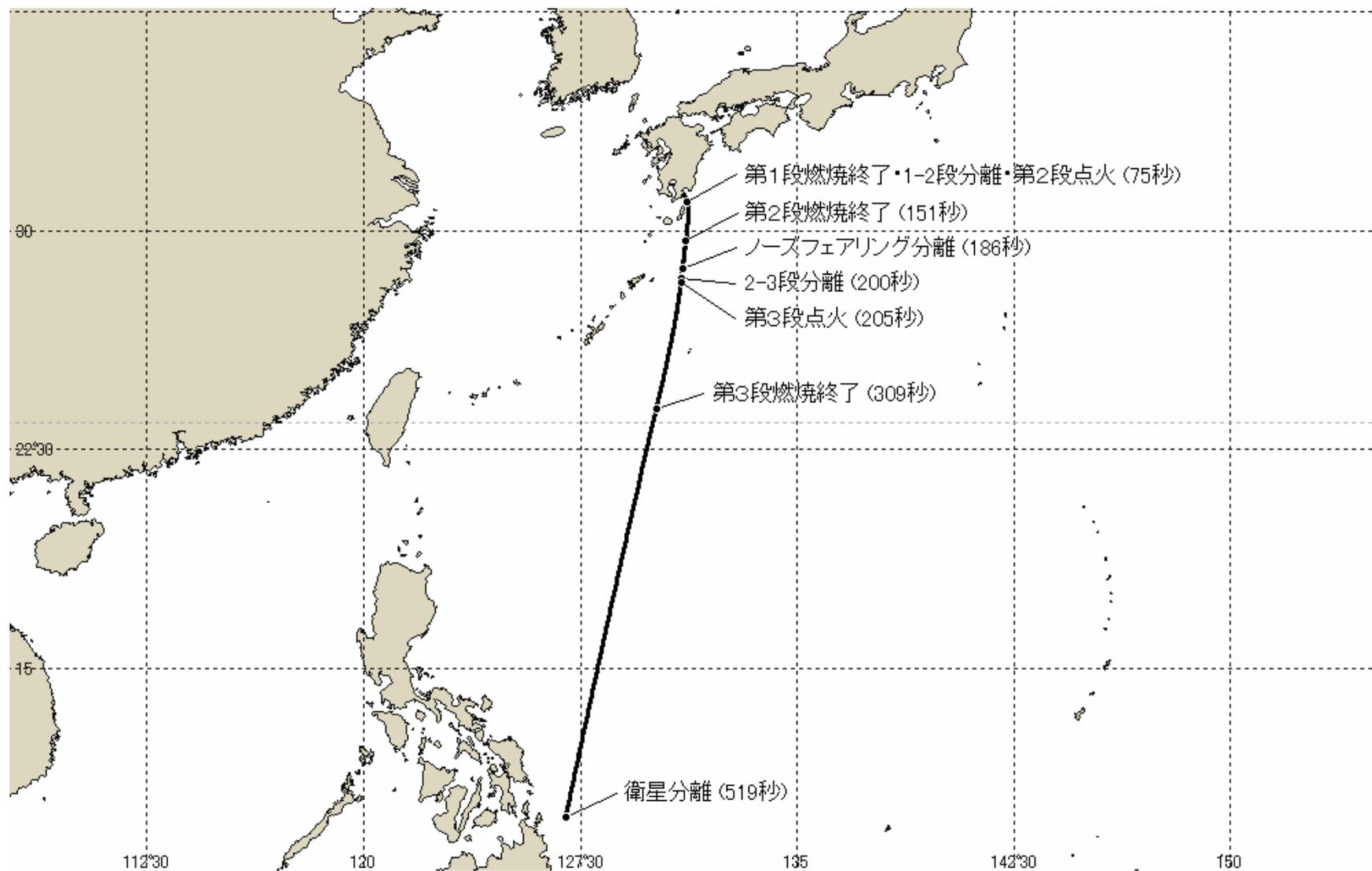
第1図 M-V-8号機の概観図



第2図 M-V-8号機打上げシーケンス



第3図 (1 / 2) M-V-8号機飛行経路



第3図 (2 / 2) M-V-8号機飛行経路

## 7. ASTRO-F衛星の概要

第21号科学衛星ASTRO-Fは、我国初の赤外線天文観測専用の衛星である。ASTRO-Fは、2ミクロンから180ミクロンにわたる広い波長域で、広い天域の赤外線サーベイを行う。特に6つの波長帯で行われる全天サーベイは、20年以上前にNASA等が打ち上げたIRAS衛星による赤外線天体カタログに替わり、現在の天文学の要求に合致した高い感度と角度分解能を持った新しいカタログに置き換えようとするもので、天文学で最重要の天体カタログとなる。

ASTRO-Fによる観測データは、太陽系内の天体から宇宙の果ての銀河まで、非常に多様な天体を含み、これらを用いて行われる主な研究テーマは、以下の様なものである。

- 1) 星の誕生と死： 暗黒星雲よりの星の形成過程と、赤色巨星から白色矮星に至る星の終末期の解明。
- 2) 惑星系の誕生： 生まれたての星の周りでの惑星系形成過程の解明。
- 3) 宇宙の星形成史： 宇宙初期における銀河の星形成活動と進化の解明

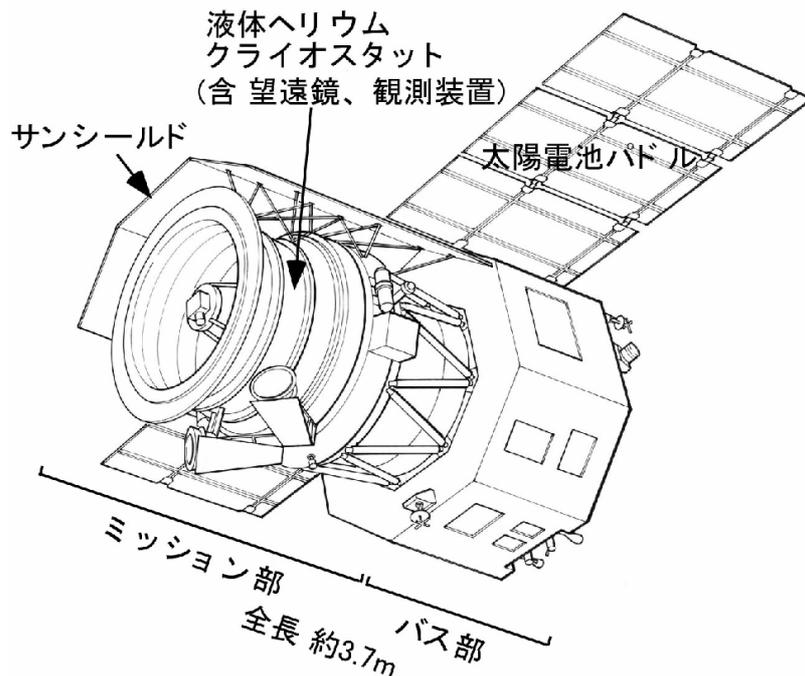
このような観測を達成するため、ASTRO-F衛星には、以下のような観測機器が搭載されている。

- 1) 液体ヘリウムクライオスタット (CRYO)。170リットルの液体ヘリウムとスターリングサイクル冷凍機を搭載し、望遠鏡と赤外線観測装置を絶対温度で2～6度の極低温に保持する。
- 2) 軽量冷却望遠鏡 (TLS)。新しい鏡材である炭化ケイ素を用いた、口径約70cmの反射望遠鏡。冷却することにより望遠鏡自身が放射する赤外線を低減している。
- 3) 赤外線カメラ (IRC)。21万画素、あるいは6万5千画素の検出器アレイを用い、波長2～26ミクロンで天体の赤外線画像を取得する撮像装置。3台のカメラから構成されており、視野は10分角。全天サーベイ時は検出器アレイの一部

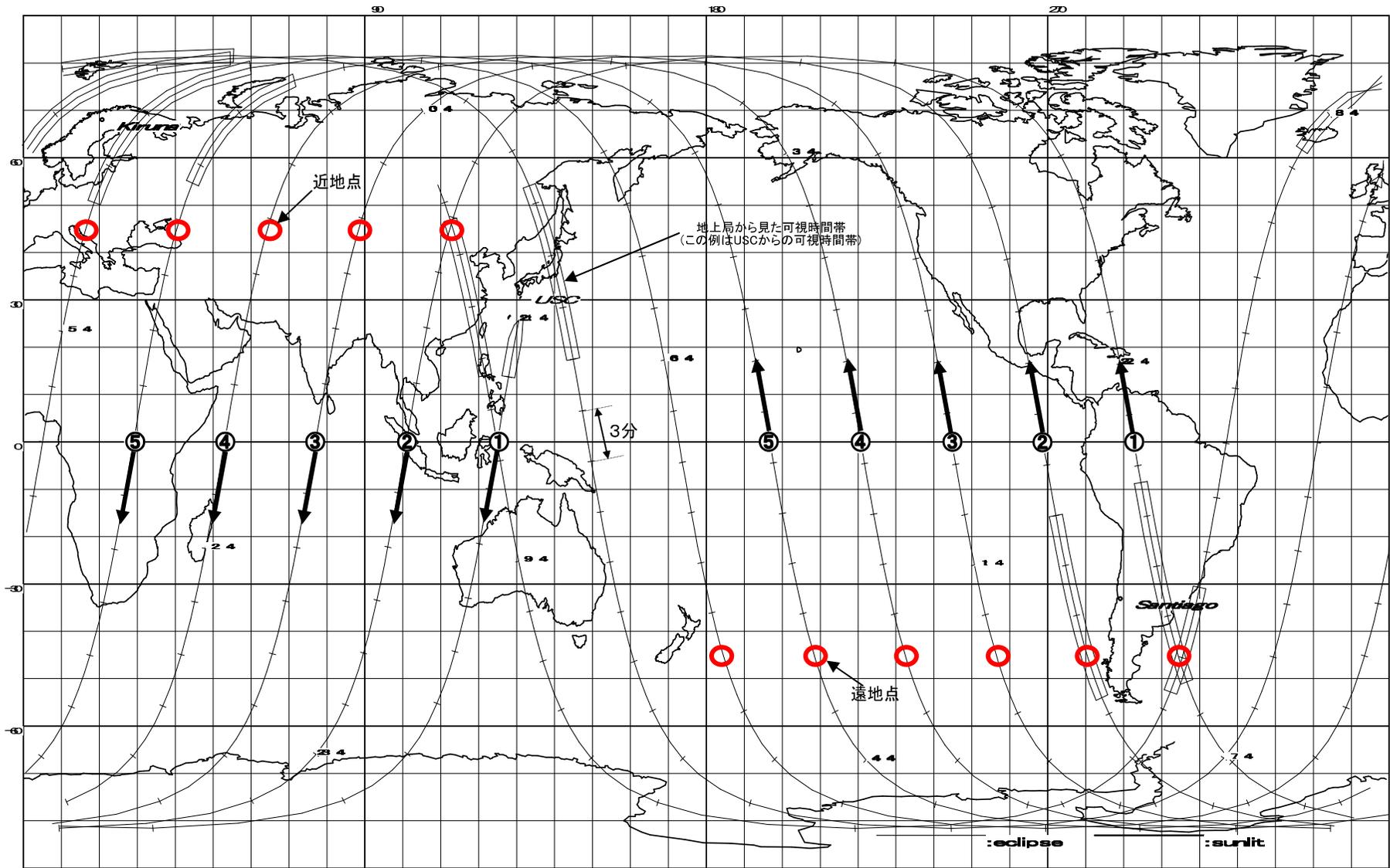
を使い、連続的に天球をスキャンする。分光機能も備えている。

- 4) 遠赤外線サーベイ装置 (FIS)。波長50～180ミクロンをカバーする4波長帯で天球を連続的にサーベイする装置。この波長帯では世界でも最先端の検出器アレイを搭載しており、望遠鏡を一点に指向して撮像や分光をすることも可能。

これらの観測装置は、JAXA、名古屋大学、東京大学、情報通信研究機構、国立天文台等の協力で開発された。また、データ処理ソフトウェア開発、データ受信、望遠鏡指向方向の決定は、JAXA、ESA、欧州の4つの大学、韓国ソウル大学の国際協力で実施される。ASTRO-F衛星外観を第4図に、打上げ時の初期軌道を第5図に示す。



第4図 ASTRO-Fの概観図 (軌道上での最終形状)



第5図 ASTRO-Fの初期軌道

## 8. サブペイロードの概要

M-Vロケットの余剰能力（バランスウェイト分）を活用して、次の2つの実験を実施する。

### 8. 1 超小型衛星 CUTE-1. 7+APD

本サブペイロード実験は東京工業大学が実施するものであり、超小型衛星CUTE-1. 7+APD及びその分離機構システムから構成される。ASTRO-F衛星の切り離し後、分離機構システムがロケットからの分離許可タイマ信号を受信し、保持していたCUTE-1. 7+APDを分離し、第3段ロケットと同じ軌道に投入される。CUTE-1. 7+APDは、東京工業大学松永研究室が開発し既に軌道投入されているCUTE-Iに続き開発した2世代目の超小型衛星である。

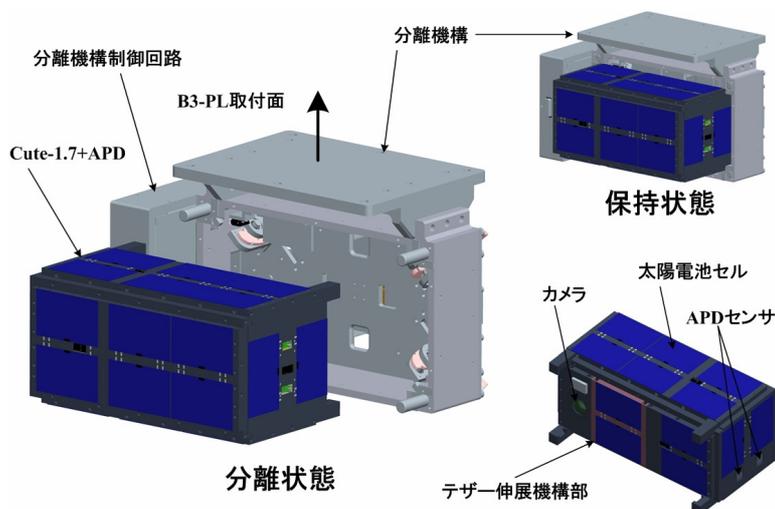
CUTE-1. 7+APDでは、放射線検出器（APD：Avalanche Photo Diode）の軌道上での初実証、3軸姿勢決定と磁気トルカを用いた超小型衛星の姿勢制御実験、等のミッション目的を有している。

なお、適用する分離機構システムは、CUTE-Iの分離及びM-V-6号機におけるサブペイロード実験（分離機構の分離機能実証）として実証済みである。

CUTE-1. 7+APDは軌道投入後、東京工業大学内に設置の地上局システムを用いて運用される。

CUTE-1. 7+APDの概観図を第6図に示す。

本サブペイロードは、M-V-8号機の第3段計器部に搭載される。



第6図 CUTE-1. 7+APDの概観図

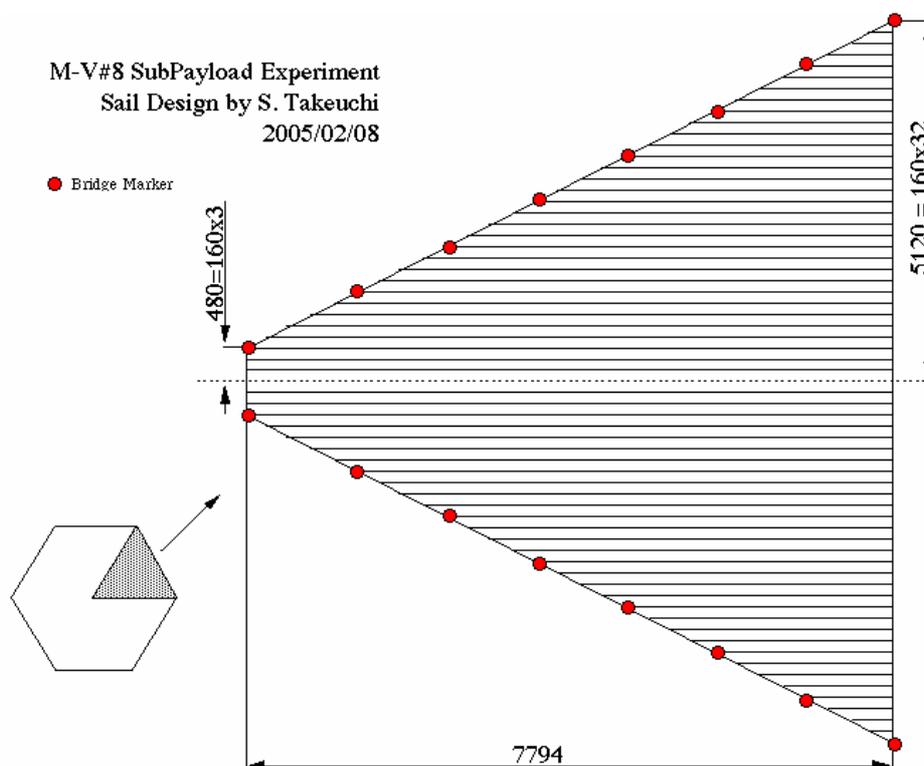
## 8. 2 ソーラーセイル膜面展開実験

本サブペイロード実験はJAXA宇宙科学研究本部が実施するものであり、主衛星ASTRO-F及びサブペイロードCUTE-1.7+APDの分離後に、軌道上で展開実験を実施する。ミッション目的は、目標直径20m級の扇子型ソーラーセイル膜面の展開実験及び、膜面展開途中における展開速度の制御実験、の2項目である。

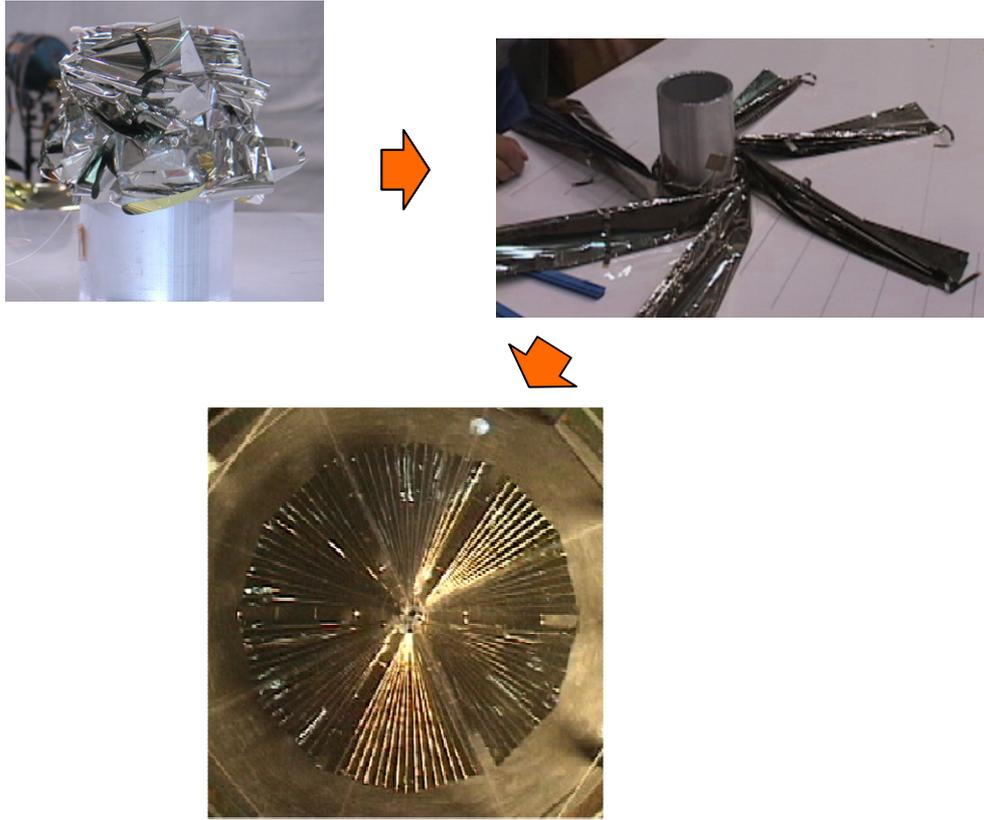
直径10mを超える遠心力展開型の膜面構造物を展開した例は世界でもなく（過去の最大例は、JAXA宇宙科学研究本部が観測ロケットS-310-34号機（平成16年8月9日実施）による実験で達成した直径10mセイル）、また展開時の展開速度の制御も過去に成功例は無い。これらは将来のソーラーセイル実用化に向けての技術課題であり、本実験により技術的に有用な知見が得られると考えている。

展開される膜面は扇子型セイルであり、第7図に示す様に対角が約20mの六角形状をしている。第8図にソーラーセイルの展開状況を示す。

本サブペイロードは、2台のカメラとともにM-V-8号機の第3段計器部に搭載される。



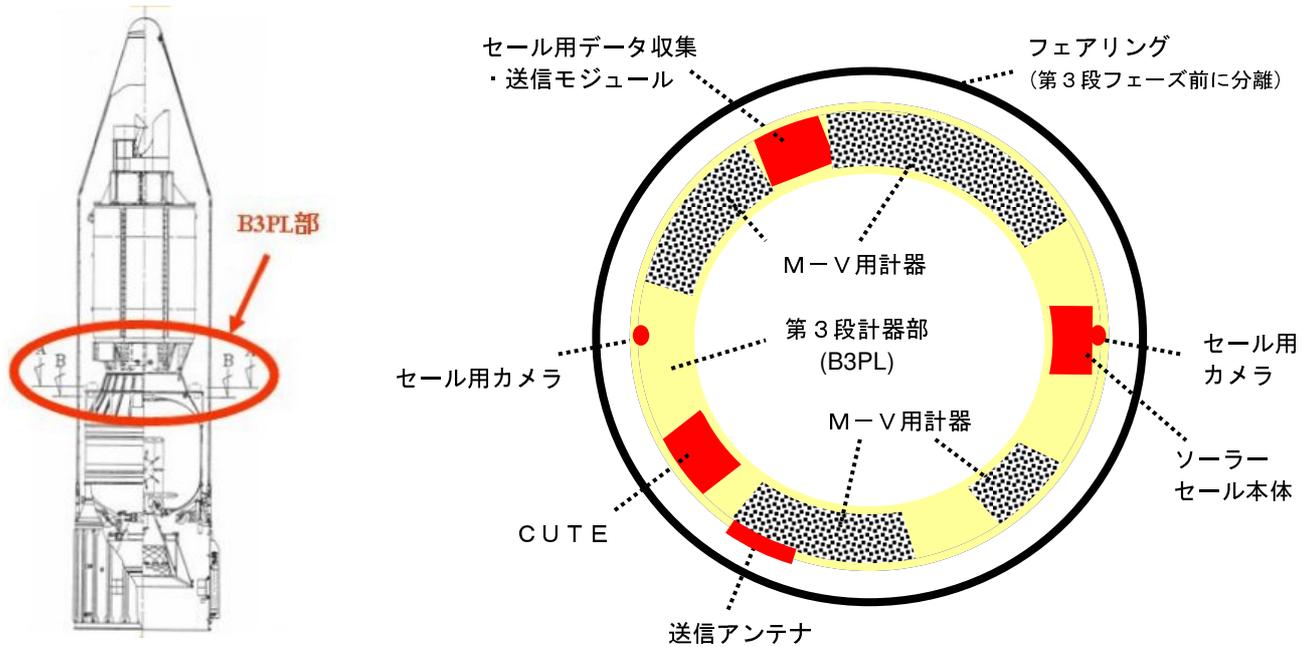
第7図 ソーラーセイル膜面展開実験 セイル平面形状概観図



第8図 ソーラーセイル展開状況

### 8. 3 サブペイロード搭載位置

第9図にサブペイロード搭載位置を示す。



第9図 サブペイロード搭載位置 (右図は搭載部を上から見た配置概要)

(注：第3段計器部の中央円内は衛星との結合面となっている)

## 9. 打上げ体制及び打上げに係る安全確保

M-V-8号機打上げ体制を第10図に示す。

打上げに際しては、「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」に沿って安全計画が作成され、それに沿って打上げに係る保安体制が採られる。

### 1) 打上整備作業に係る安全

打上げに係る作業の安全については、打上げに関連する法令の他、上記安全計画、射場・飛行運用安全基準、安全手帳に記述された規定に従って所要の措置を講ずる。

なお、打上げ準備作業中は、危険物の貯蔵及び取扱場所の周辺には関係者以外立入らないよう入場規制を行う。

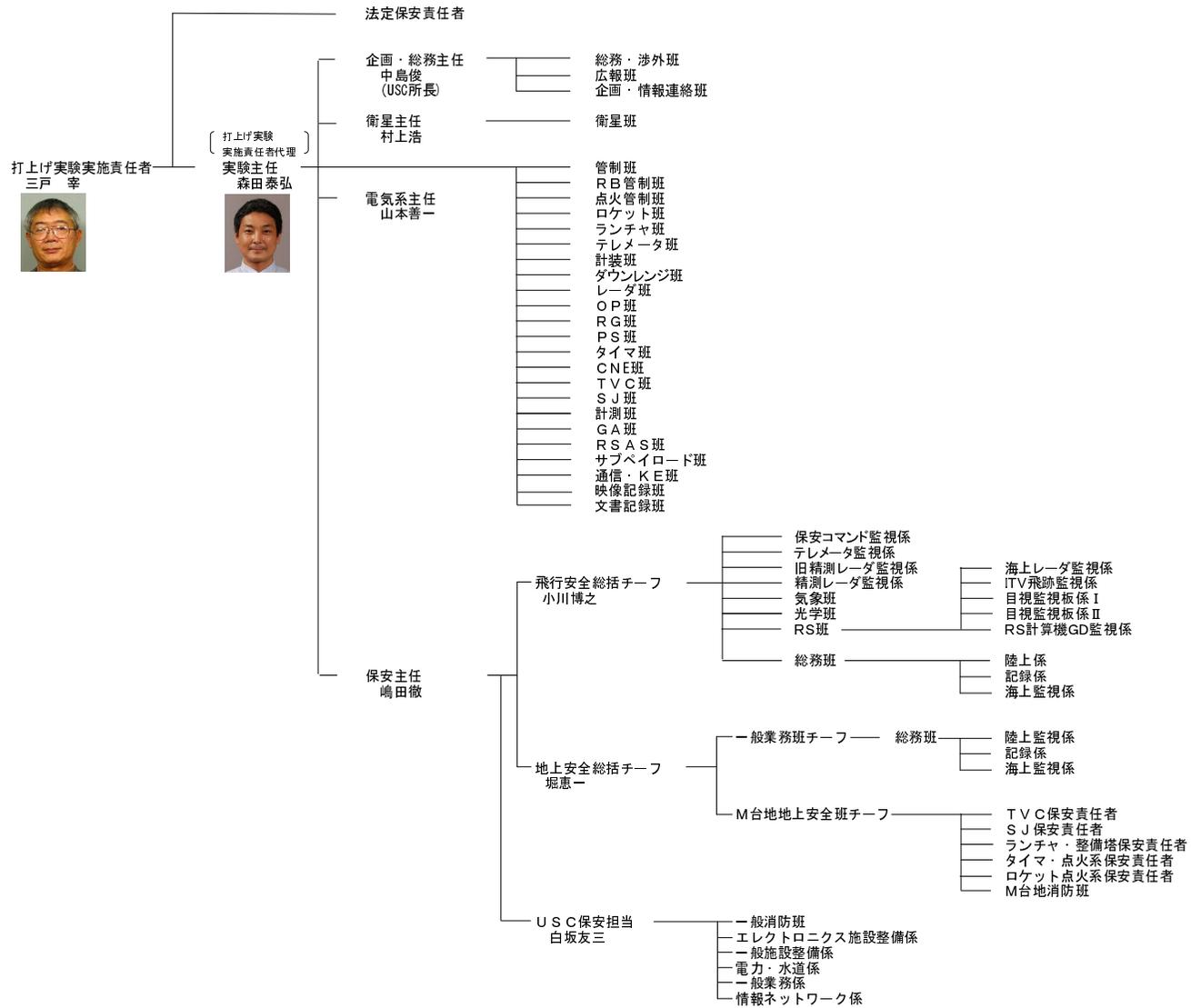
### 2) 観測所周辺住民への周知

観測所周辺の住民に対する安全確保については、地元説明会等によりロケット打上げ計画の周知を図り、警戒区域内に立入らないよう協力を求める。

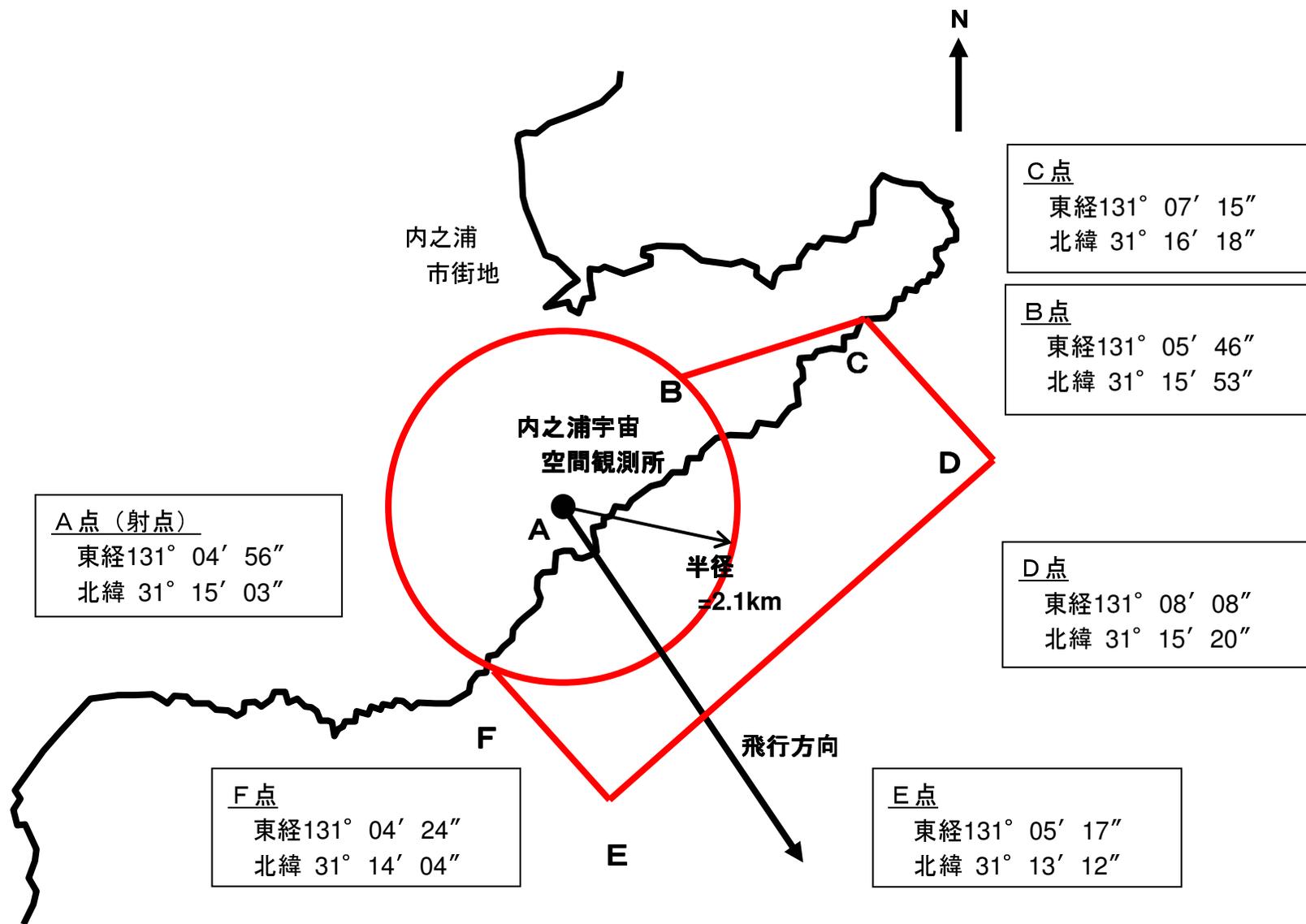
### 3) 打上げ当日の警戒

- a. M-V-8号機打上げ当日は、第11図に示す警戒区域内を設定する。
- b. 海上における警戒については、宇宙航空研究開発機構が海上監視レーダによる監視及び第十管区海上保安本部との相談に基づき警戒船による警戒を行う。
- c. 観測所上空の警戒については、国土交通省大阪航空局鹿児島空港事務所に協力を依頼するとともに必要な連絡を行う。又、鹿児島空港事務所には連絡員を派遣し、観測所と密接な連絡をとる。
- d. 船舶については、打上げ実施当日、観測所に黄旗を掲げ、発射30分前には赤旗に変更し、サイレンを鳴らす。発射する3分前には花火1発をあげる。打上げ終了後には花火2発をあげ、赤旗をおろす。

### 4) ロケットの飛行安全については、取得された各種データに基づきロケットの飛行状態を判断し、必要がある場合には所要の措置を講ずる。



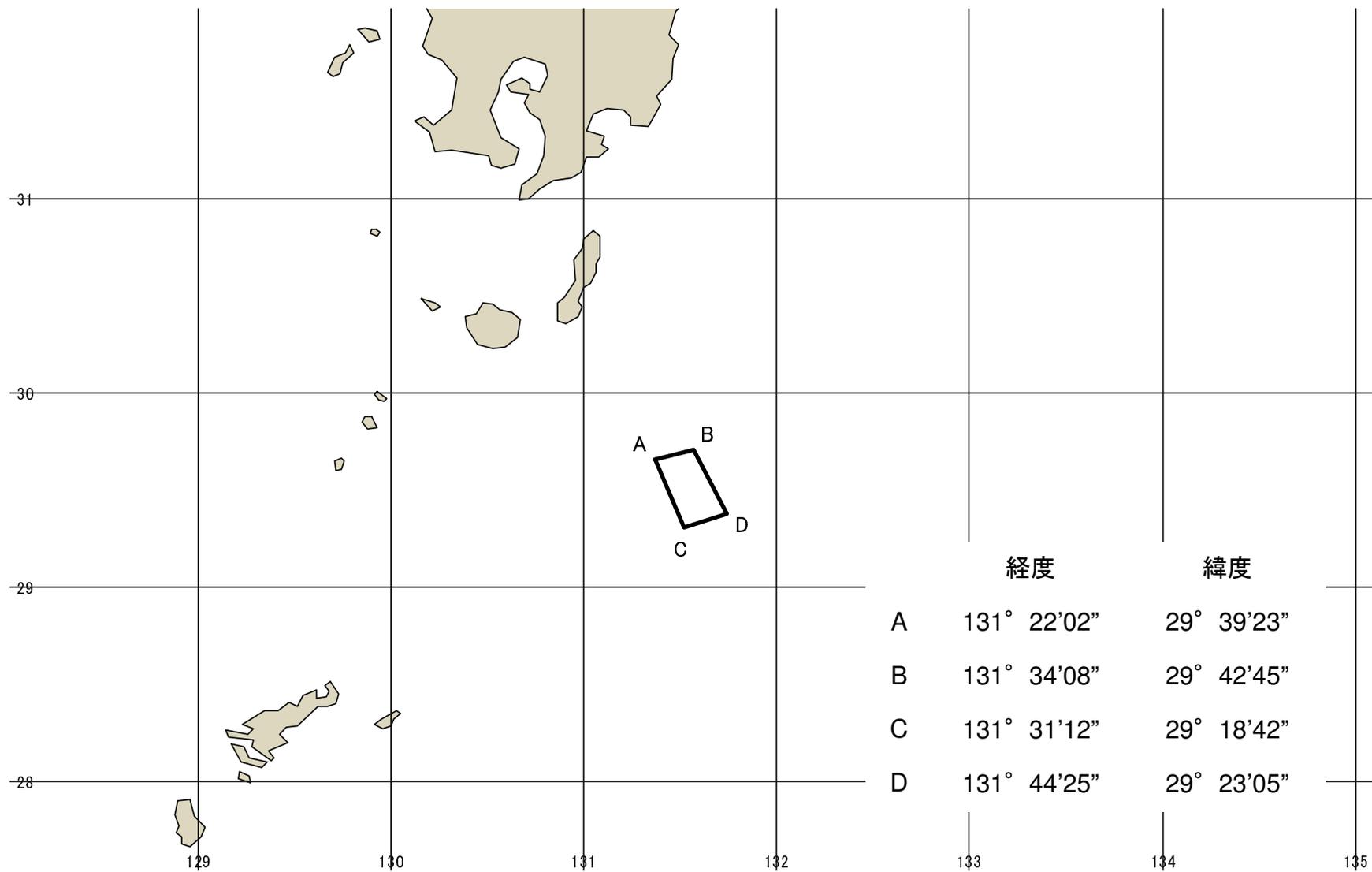
第10図 打上げ体制



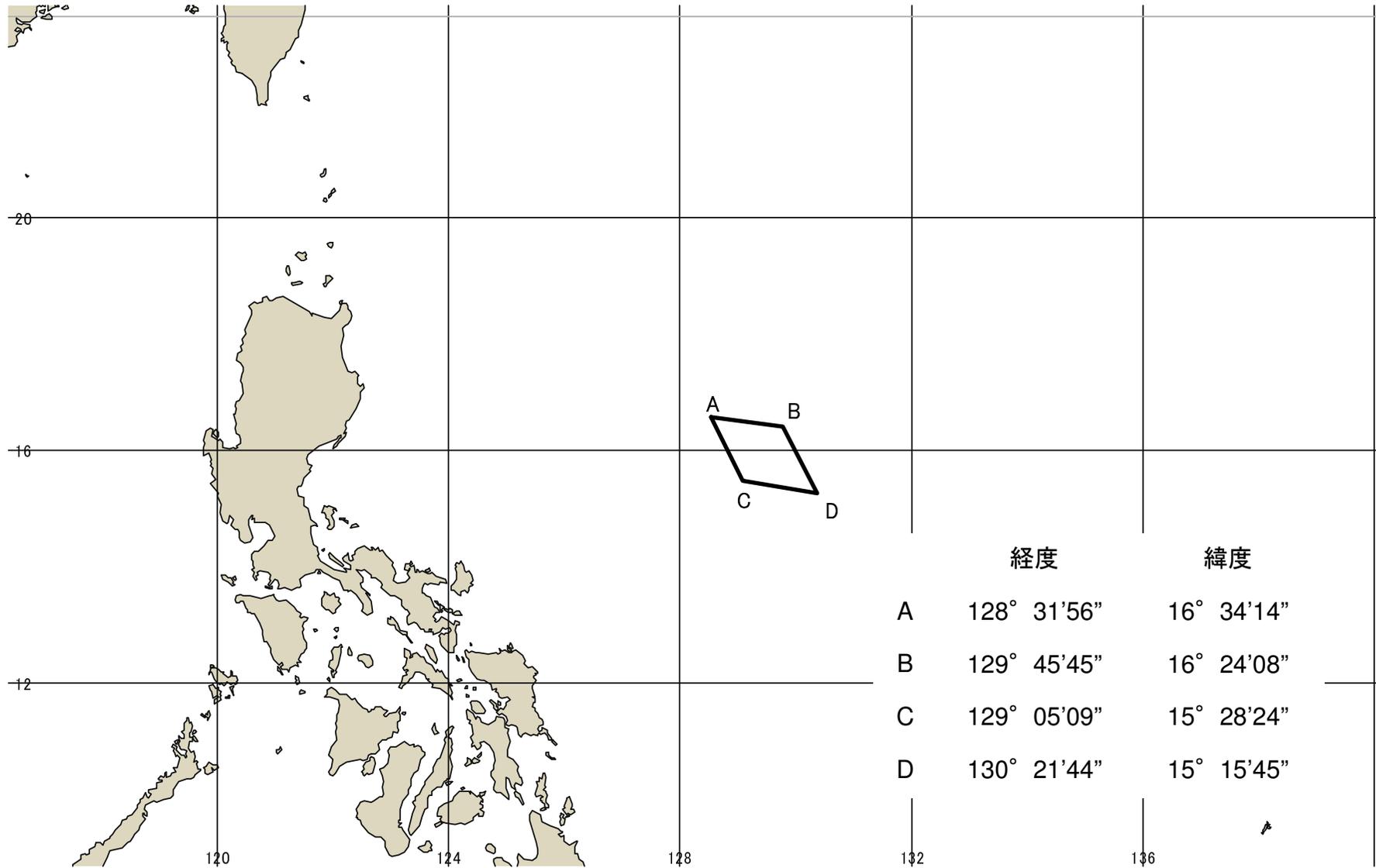
第 1 1 図 警戒区域 (陸上及び海上)

## 10. 落下予想区域の設定

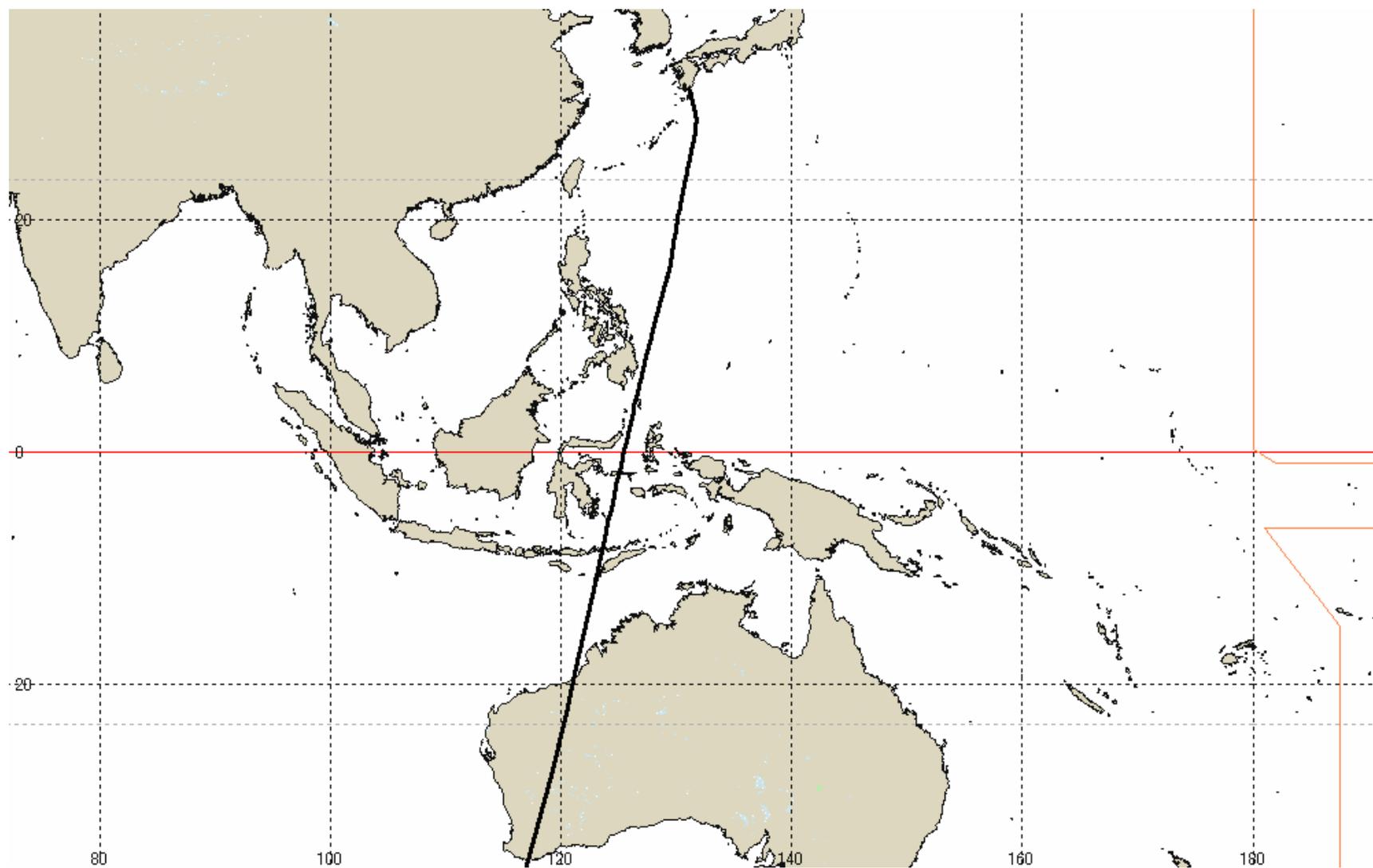
第1段、第2段及びノーズフェアリングは、燃焼終了後、第12図に示す海域に落下予定であるが、本海域に関しては、国土交通省航空局発行のノータム及び海上保安庁発行の水路通報により全世界の航空域及び船舶に周知される。また、ロケットが瞬時に推力停止した場合の落下点の軌跡を第13図に示す。



第12図 (1 / 2) 海上における落下予想区域 (第1段)



第12図 (2/2) 海上における落下予想区域 (第2段及びノーズフェアリング)



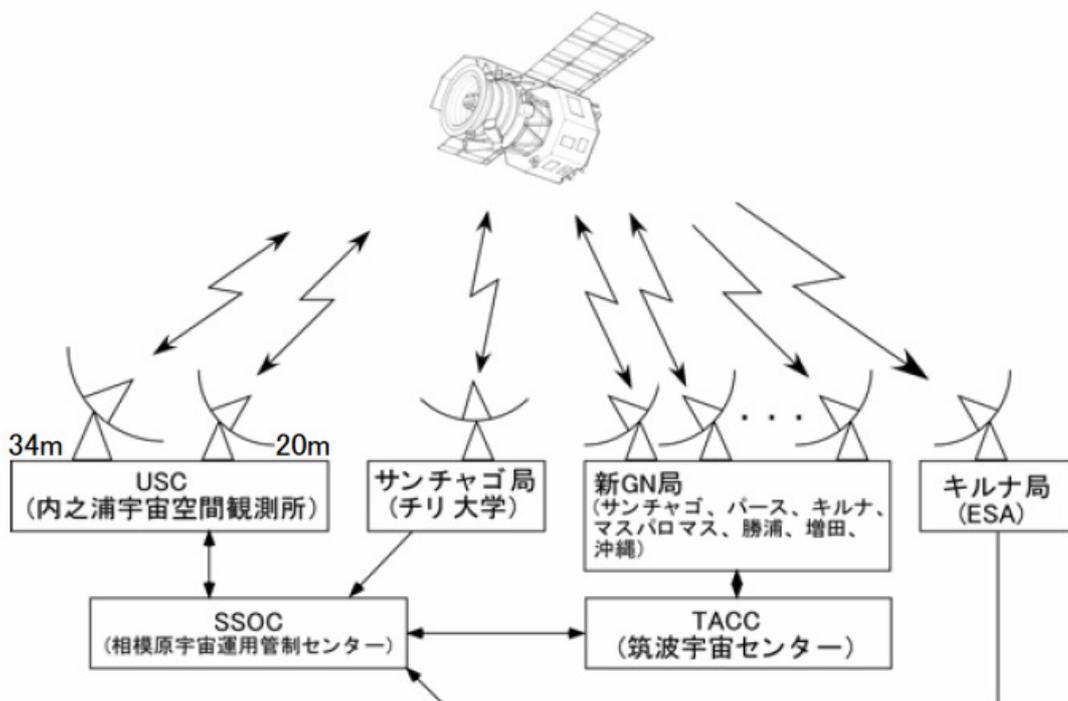
第 1 3 図 落下予測点軌跡

## 1 1. 衛星運用と地上系概要

A S T R O - F 衛星の地上系は、衛星と無線通信を行う地上局設備と、送信コマンドの作成、テレメトリ処理・表示を行う衛星運用設備とからなる。地上局設備としては、衛星運用の主体である内之浦宇宙空間観測所（U S C）の34m局、20m局、初期運用支援・軌道決定支援、緊急時支援を行う新GN局（サンチャゴ、パース、キルナ、マスパロマス、勝浦、増田、沖縄）、初期衛星捕捉支援を行うチリ大学サンチャゴ局、及び定常運用時に再生観測データ受信を行うE S Aキルナ局がある。新GN海外局では緊急時のコマンド運用も可能である。衛星運用設備は相模原宇宙運用管制センター（S S O C）にその機能があり、U S Cは一部その機能を有する。新GN局のテレメトリはS S O Cにリアルタイムで転送でき、リアルタイムで処理・表示することが可能である。

A S T R O - F 衛星の計法定常軌道は、高度約750km、軌道傾斜角約98度の昼夜境界線太陽同期軌道であり、地球を一日あたり約15周回する。運用主体であるU S Cでは約10分の通信時間帯が一日4～5回に限られる。この間に必要なコマンドを衛星に送信するとともに衛星の保守・観測データを取得する。通信時間帯以外のデータは衛星上のデータレコーダに記録され、U S C及びE S Aキルナ局で再生・送信される。

第14図に、A S T R O - F 衛星の運用管制システムを示す。



第14図 A S T R O - F 運用管制システム図

## 12. 打上げ準備状況

M-V-8号機打上げまでのスケジュールを第15図に示す。

平成17年 10月	11月	12月	平成18年 1月	2月
	10/29 ~ 11/13 第1組立 オペレーション ・第1段整備 ・第2段整備 ・ノーズフェアリング整備	11/29 ~ 12/28 第2組立オペレーション ・1/2段結合 ・第3段整備 ・頭胴部整備	衛星オペレーション 衛星整備 1/27 フライトオペレーション	実験期間 (打上げ) ・全段結合 ・打上げ

第15図 打上げ準備スケジュール