

平成 30 年度 ロケット打上げ計画書

革新的衛星技術実証 1 号機/
イプシロンロケット 4 号機(ε-4)

平成 30 年 11 月
改訂 平成 31 年 1 月

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

目 次

1.	概要.....	- 2 -
1.1	打上げ実施機関.....	- 2 -
1.2	打上げの責任者.....	- 2 -
1.3	打上げの目的.....	- 2 -
1.4	ロケット及びペイロードの名称及び機数.....	- 2 -
1.5	打上げの期間及び時間.....	- 3 -
1.6	打上げ施設.....	- 3 -
2.	打上げ計画.....	- 3 -
2.1	打上げの実施場所.....	- 3 -
2.2	打上げの実施体制.....	- 3 -
2.3	イプシロンロケット4号機の概要.....	- 5 -
2.4	ロケットの飛行計画.....	- 5 -
2.5	ロケットの主要諸元.....	- 5 -
2.6	衛星「小型実証衛星1号機」の概要.....	- 5 -
2.7	超小型衛星およびキューブサットの概要.....	- 6 -
2.8	打上げに係る安全確保.....	- 6 -
2.9	関係機関への打上げ情報の通報.....	- 7 -
2.10	打上げ結果の報告等.....	- 7 -

【図リスト】

図-1	イプシロンロケット4号機打上げ管制隊組織.....	- 4 -
図-2	打上げ施設の配置図.....	- 8 -
図-3	ロケットの飛行経路.....	- 10 -
図-4	ロケットの形状(イプシロンロケット).....	- 12 -
図-5	小型実証衛星1号機 外観図.....	- 14 -
図-6	ロケット打上げ時の警戒区域(陸上警戒区域).....	- 17 -
図-7	ロケット打上げ時の警戒区域(海上警戒区域).....	- 18 -
図-8	ロケット打上げ時の警戒区域(上空警戒区域).....	- 19 -
図-9	ロケット落下物の落下予想区域.....	- 20 -

【表リスト】

表-1	打上げの期間及び時間.....	- 3 -
表-2	ロケットの飛行計画.....	- 9 -
表-3	ロケットの主要諸元.....	- 11 -
表-4	小型実証衛星1号機の主要諸元.....	- 13 -
表-5	超小型衛星の概要.....	- 15 -
表-6	キューブサットの概要.....	- 16 -

1. 概要

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下、「JAXA」という。)は、平成 30 年度にイプシロンロケット 4 号機により、革新的衛星技術実証 1 号機の打上げを行う。

本計画書は、イプシロンロケット 4 号機の打上げから衛星分離までを示すものである。

1.1 打上げ実施機関

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

理事長 山川 宏

〒182-8522 東京都調布市深大寺東町 7 丁目 44 番 1 号

1.2 打上げの責任者

(1) 打上げ実施責任者

理事 布野 泰 広

1.3 打上げの目的

イプシロンロケット 4 号機(以下、「ε-4」という。)により、革新的衛星技術実証 1 号機を所定の軌道に投入する。

1.4 ロケット及びペイロードの名称及び機数

・ロケット	: イプシロンロケット 4 号機	1 機
・衛星	: 革新的衛星技術実証 1 号機	
	小型実証衛星 1 号機(RAPIS-1)	1 基
	超小型衛星	3 基
	MicroDragon	1 基
	RISESAT	1 基
	ALE-1	1 基
	キューブサット	3 基
	OrigamiSat-1	1 基
	Aoba VELOX-IV	1 基
	NEXUS	1 基

1.5 打上げの期間及び時間

打上げの期間及び時間を表-1 に示す。

表-1 打上げの期間及び時間

ロケット 機種	打上げ 予定日 (日本標準時)	打上げ 予定時間帯 (日本標準時)	打上げ 予備期間	海面落下時間帯 (打上げ後)
イプシロンロケット 4号機 (ε-4)	平成31年 1月18日(金)	9時50分20秒 ～ 9時59分37秒	平成31年 1月19日(土) ～ 平成31年 2月28日(木)	・第1段及び 衛星フェアリング 約7分～24分後 ・第2段 約12分～28分後

1.6 打上げ施設

打上げに使用する JAXA の施設の配置を図-2 に示す。

2. 打上げ計画

2.1 打上げの実施場所

JAXA の施設

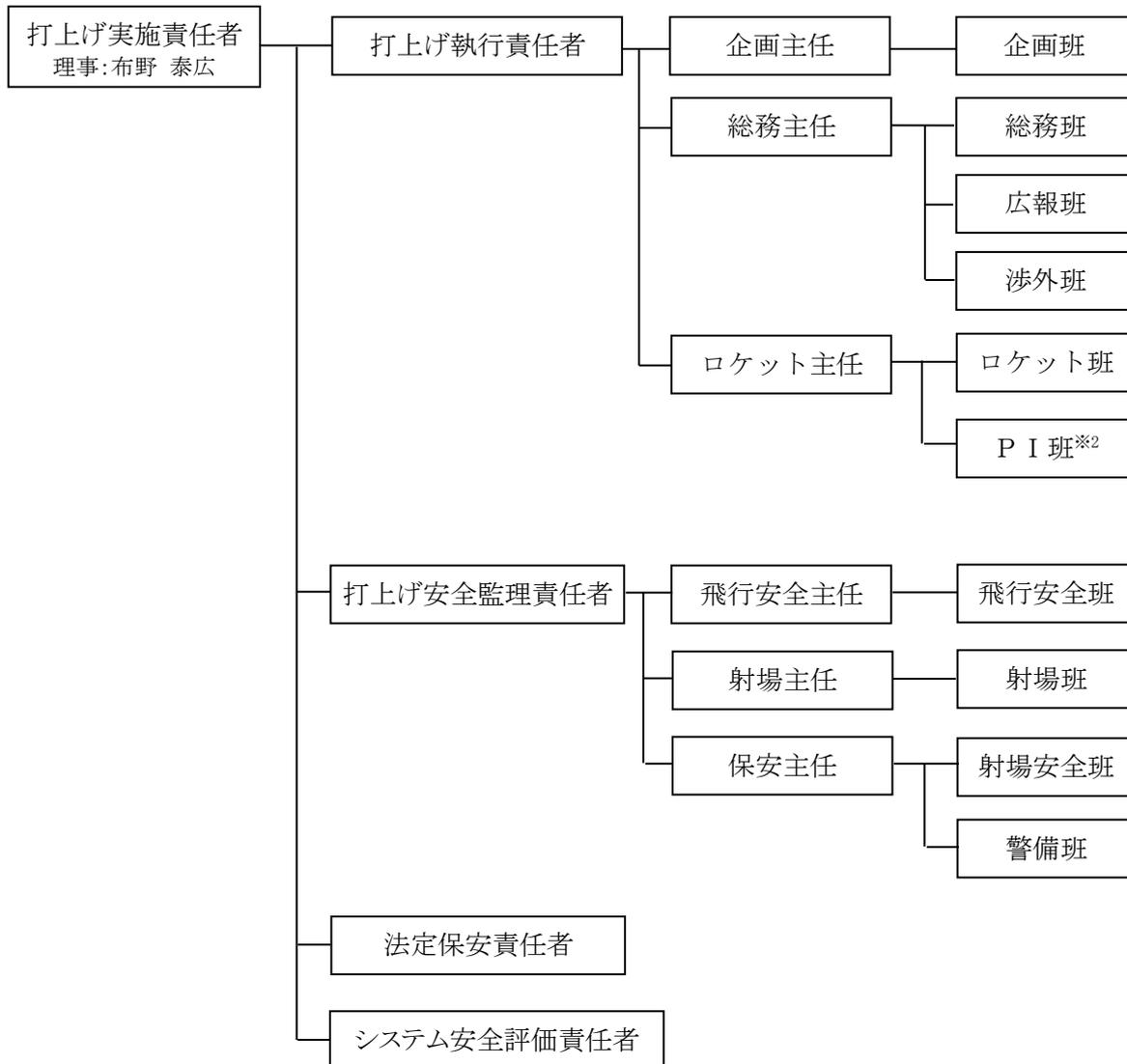
- ア. 内之浦宇宙空間観測所
鹿児島県肝属郡肝付町南方
- イ. 種子島宇宙センター
鹿児島県熊毛郡南種子町大字荃永
- ウ. ミンゲニューダウンレンジ局
オーストラリア連邦西オーストラリア州

JAXA 外の施設

- エ. 糸満ダウンレンジ局
沖縄県糸満市
- オ. サンチャゴダウンレンジ局
チリ共和国サンチャゴ市

2.2 打上げの実施体制

打上げ整備及びロケット打上げ並びに革新的衛星技術実証 1号機の軌道投入の業務を確実かつ円滑に行うため、図-1 に示す打上げ実施責任者を長とする打上げ管制隊を編成する。



※1 品質管理の独立評価については JAXA の定常組織 (信頼性統括、S&MA 総括および安全・信頼性推進部) が担当する

※2 PI班:ペイロードインタフェース(Payload Interface)班の略

図-1 イプシロンロケット 4 号機打上げ管制隊組織 ※1

2.3 イプシロンロケット4号機の概要

イプシロンロケットは、M-V ロケット及び H-II A ロケットで培った技術を最大限に活用して開発した3段式固体ロケットであり、4号機では、第3段の上に衛星の軌道投入精度を高めるため小型液体推進系(PBS:Post Boost Stage)を搭載する。

ε-4 では、小型液体推進系(PBS)に加え、新たに開発した複数衛星搭載構造(ESMS:Epsilon Satellite Mount Structure)およびキューブサット放出装置(E-SSOD:Epsilon Small Satellite Orbital Deployer)を搭載し、小型実証衛星1号機、3基の超小型衛星、3基のキューブサットの計7基から構成される革新的衛星技術実証1号機の打上げを行う。

2.4 ロケットの飛行計画

ε-4 は、革新的衛星技術実証1号機を搭載し、内之浦宇宙空間観測所M台地より打ち上げられる。

ロケットは、打上げ後まもなく機体のピッチ面を方位角121.4度へ向けた後、表-2に示す所定の飛行計画に従って太平洋上を飛行する。

第1段を打上げ約2分41秒後(以下、時間は打上げ後の経過時間を示す。)に、第2段を約6分30秒後に、第3段を約9分54秒後に分離する。

引き続き、約14分39秒後から約19分39秒後まで、及び約43分17秒から約49分49秒まで小型液体推進系(PBS)の燃焼を行い、約51分55秒後に高度約500km、軌道傾斜角97.24度の太陽同期軌道で小型実証衛星1号機を分離する。

小型実証衛星1号機を分離後、ロケットは飛行を続け、約1時間3分20秒から約1時間10分00秒までに超小型衛星及びキューブサットに対し分離信号を送出する。

ロケットの飛行計画を表-2に、飛行経路を図-3に示す。

2.5 ロケットの主要諸元

ロケットの主要諸元及び形状を表-3及び図-4に示す。

2.6 衛星「小型実証衛星1号機」の概要

小型実証衛星1号機(RAPIS-1:RAPid Innovative payload demonstration Satellite 1)は、公募により選定された7つの部品・機器の実証テーマを軌道上で実証する。実証テーマ提案者からの要求を受けて衛星の運用を行い、実証機器の実験データおよび実験実施時の環境データを提供する。衛星は、部品・機器の実証のための「ミッション系」と人工衛星としての機能を維持する「バス系」から構成されるが、革新的、かつ目的も様々なミッションが同じ衛星に搭載されることを考慮し、可能な限りミッション系とバス系を独立にするよう設計していることが特徴である。また、本衛星は株式会社アクセルスペースが開発・製造・運用を担当しており、JAXAとして初めてベンチャー企業へ衛星の開発・製造・運用を委託して、開発する衛星である。

小型実証衛星1号機の主要諸元及び形状を表-4及び図-5に示す。

2.7 超小型衛星およびキューブサットの概要

革新的衛星技術実証プログラムの公募により選定された3つの超小型衛星(MicroDragon, RISESAT, ALE-1)と3つのキューブサット(OrigamiSat-1, Aoba VELOX-IV, NEXUS)から構成され、それぞれ、衛星産業の国際競争力の獲得・強化、宇宙利用拡大、新たなイノベーション創出、宇宙産業のビジネス創出並びに人材育成促進を目的に、各提案者が軌道上実証を行う。それぞれの衛星の主要諸元及び形状を表-5、表-6に示す。

なお、超小型衛星およびキューブサットについて、ロケットへの引渡し遅延や不具合等の問題が発生し、打上げ時期に影響を与える場合には、ダミー等に変更して打ち上げることがある。

2.8 打上げに係る安全確保

(1) 射場整備作業の安全

射場整備作業の安全については、打上げに関連する法令の他、JAXAの鹿児島宇宙センターにおける保安物等の取扱い等に係る鹿児島宇宙センターにおける打上げ等に関する安全管理規程等の規程・規則・基準に従って所要の措置を講ずる。

なお、打上げ整備作業中は、危険物等の貯蔵及び取扱場所の周辺には関係者以外立ち入らないよう人員規制を行い、入退場管理を行う。

(2) 射場周辺の住民への周知

射場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、警戒区域内に立ち入らないよう協力を求める。

(3) 打上げ当日の警戒

- ア. ε-4 打上げ当日は、図-6 に示す陸上警戒区域、図-7 に示す海上警戒区域、図-6 並びに図-7 及び高度 18km 通過域を包含した図-8 に示す上空警戒区域の警戒を行う。
- イ. 陸上における警戒については、JAXA が警戒区域の人員規制等を行うとともに、肝付町及び鹿児島県警察に協力を依頼する。
- ウ. 海上における警戒については、JAXA が海上監視レーダ等による監視及び警戒船による警戒を行うとともに、第十管区海上保安本部、鹿児島県及び宮崎県に協力を依頼する。
- エ. 射場上空の警戒については、航空局に対して必要な連絡を行うと共に、打上げ時刻における航空機の進入を、陸上に配置した警戒員、海上に配置した警戒船及び航空機により監視を行う。

(4) ロケットの飛行安全

発射後の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。

2.9 関係機関への打上げ情報の通報

(1) ロケット打上げの実施の有無に係る連絡等

- ア. ロケット打上げの実施については、打上げ前々日の 15 時までには決定し、別に定める関係機関にファックス等にて連絡する。
- イ. 天候その他の理由により打上げを延期する場合は、関係機関に速やかにその旨及び変更後の打上げ日について連絡する。
- ウ. 航空情報センター、大阪航空局鹿児島空港事務所及び宮崎空港事務所、航空交通管理センター並びに東京、福岡及び神戸の各航空交通管制部に対して、打上げの 5 日前、2 日前、打上げ時刻の 6 時間前、2 時間前及び 30 分前に通報するとともに打上げ直後にも通報する。

(2) 船舶の航行安全のための事前通報及び打上げ情報の周知

- ア. 図-7 に示すロケット打上げにおける海上の警戒区域、及び図-9 に示すロケット打上げにおける落下物の落下予想区域について周知を図るため、水路通報が発行されるよう事前に海上保安庁海洋情報部に依頼をする。
- イ. 一般航行船舶に対しては、水路通報の他、無線航行警報及び共同通信社の船舶放送(海上保安庁提供の航行警報)により打上げ情報の周知を図る。
- ウ. 漁船に対しては、漁業無線局からの無線通信及び共同通信社の船舶放送(海上保安庁提供の航行警報)により、打上げ情報の周知を図る。

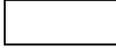
(3) 航空機の航行安全のための事前通報及び打上げ情報の周知

航空機の航行安全については、国土交通省からの航空路誌補足版及びノータムによる。このため、ロケットの打上げに係る情報について、国土交通省航空局より航空路誌補足版としてあらかじめ発せられるよう、航空法第 99 条の 2 及びこれに関連する規定に基づいた依頼をする。なお、ノータム発行に必要な情報については、これに加えて航空情報センターにも通報する。

2.10 打上げ結果の報告等

(1) 打上げの結果等については、文部科学省等に速やかに通知するとともに、打上げ実施責任者等から報道関係者に発表を行う。

(2) 報道関係者に対し、安全確保に留意しつつ取材の便宜を図る。

-  JAXA の施設
-  スウェーデン宇宙公社(SSC)の施設
-  PASCO の施設

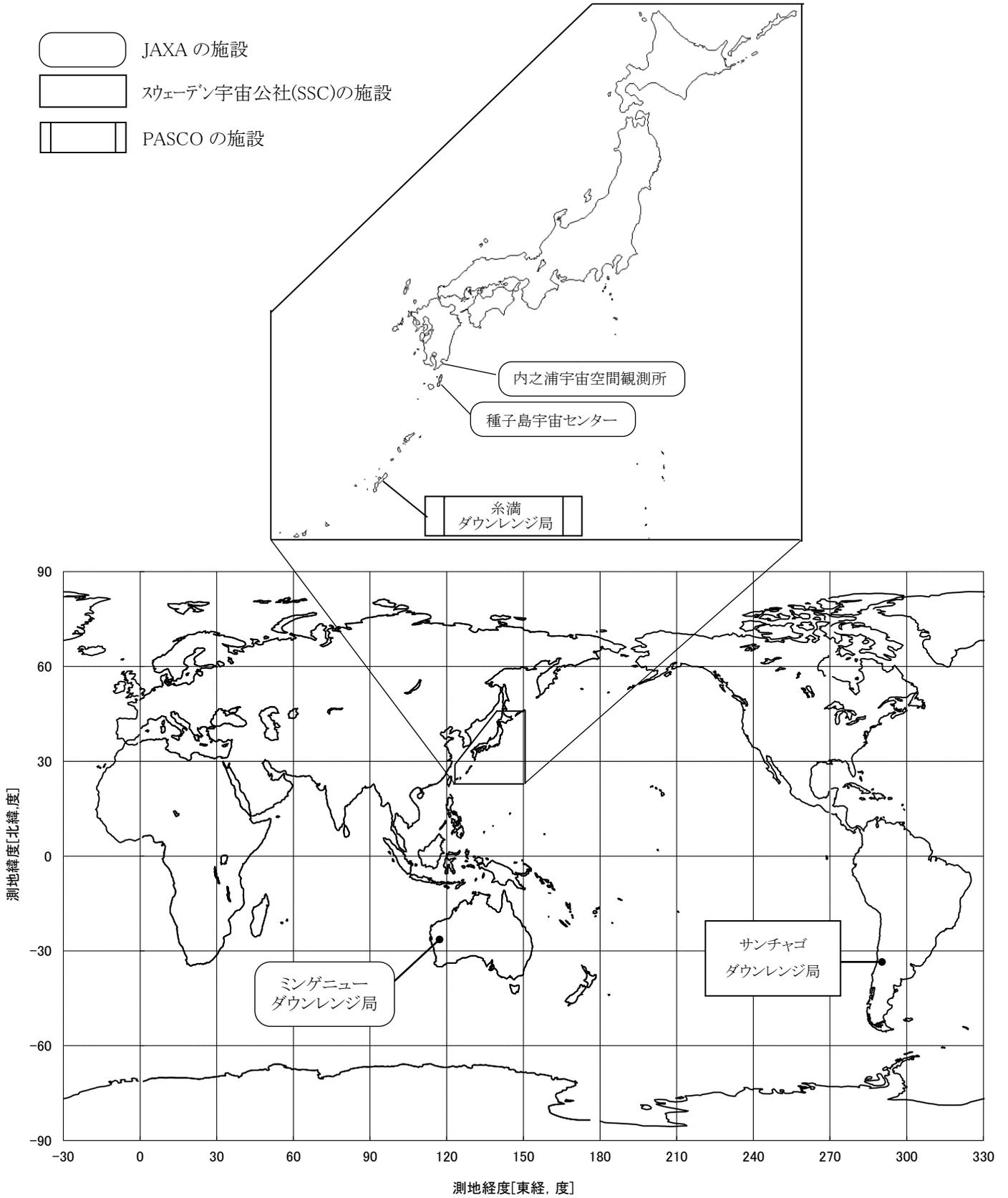


図-2 打上げ施設の配置図

表-2 ロケットの飛行計画

事象	打上後経過時間				高度	慣性速度
	時	分	秒	経過秒	km	km/s
(1) リフトオフ	0	0	0	0	0	0.4
(2) 第1段 燃焼終了*	1	48		108	74	2.3
(3) 衛星フェアリング分離	2	31		151	123	2.1
(4) 第1段・第2段分離	2	41		161	132	2.0
(5) 第2段 燃焼開始	2	45		165	136	2.0
(6) 第2段 燃焼終了*	4	54		294	217	4.8
(7) 第2段・第3段分離	6	30		390	243	4.7
(8) 第3段 燃焼開始	6	34		394	243	4.7
(9) 第3段 燃焼終了*	8	2		482	235	7.9
(10) 第3段・PBS**分離	9	54		594	240	7.9
(11) 第1回 PBS 燃焼開始	14	39		879	271	7.8
(12) 第1回 PBS 燃焼停止	19	39		1179	317	7.8
(13) 第2回 PBS 燃焼開始	43	17		2597	512	7.5
(14) 第2回 PBS 燃焼停止	49	49		2989	516	7.6
(15) 小型実証衛星1号機分離	51	55		3115	514	7.6
(16) 第3回 PBS 燃焼開始	1	1	11	3671	509	7.6
(17) 第3回 PBS 燃焼停止	1	1	28	3688	509	7.6
(18) RISESAT 分離	1	3	20	3800	510	7.6
(19) 第4回 PBS 燃焼開始	1	3	43	3823	510	7.6
(20) 第4回 PBS 燃焼停止	1	3	46	3826	510	7.6
(21) MicroDragon 分離	1	5	0	3900	511	7.6
(22) 第5回 PBS 燃焼開始	1	5	24	3924	511	7.6
(23) 第5回 PBS 燃焼停止	1	5	26	3926	511	7.6
(24) OrigamiSat-1 分離	1	6	40	4000	512	7.6
(25) 第6回 PBS 燃焼開始	1	7	4	4024	513	7.6
(26) 第6回 PBS 燃焼停止	1	7	6	4026	513	7.6
(27) NEXUS および Aoba VELOX-IV 分離	1	8	20	4100	514	7.6
(28) 第7回 PBS 燃焼開始	1	8	43	4123	515	7.6
(29) 第7回 PBS 燃焼停止	1	8	47	4127	515	7.6
(30) ALE-1 分離	1	10	0	4200	516	7.6

*)燃焼室圧力最大値の5%時点

***)PBS(Post Boost Stage):小型液体推進系

ε -4

- 10 -

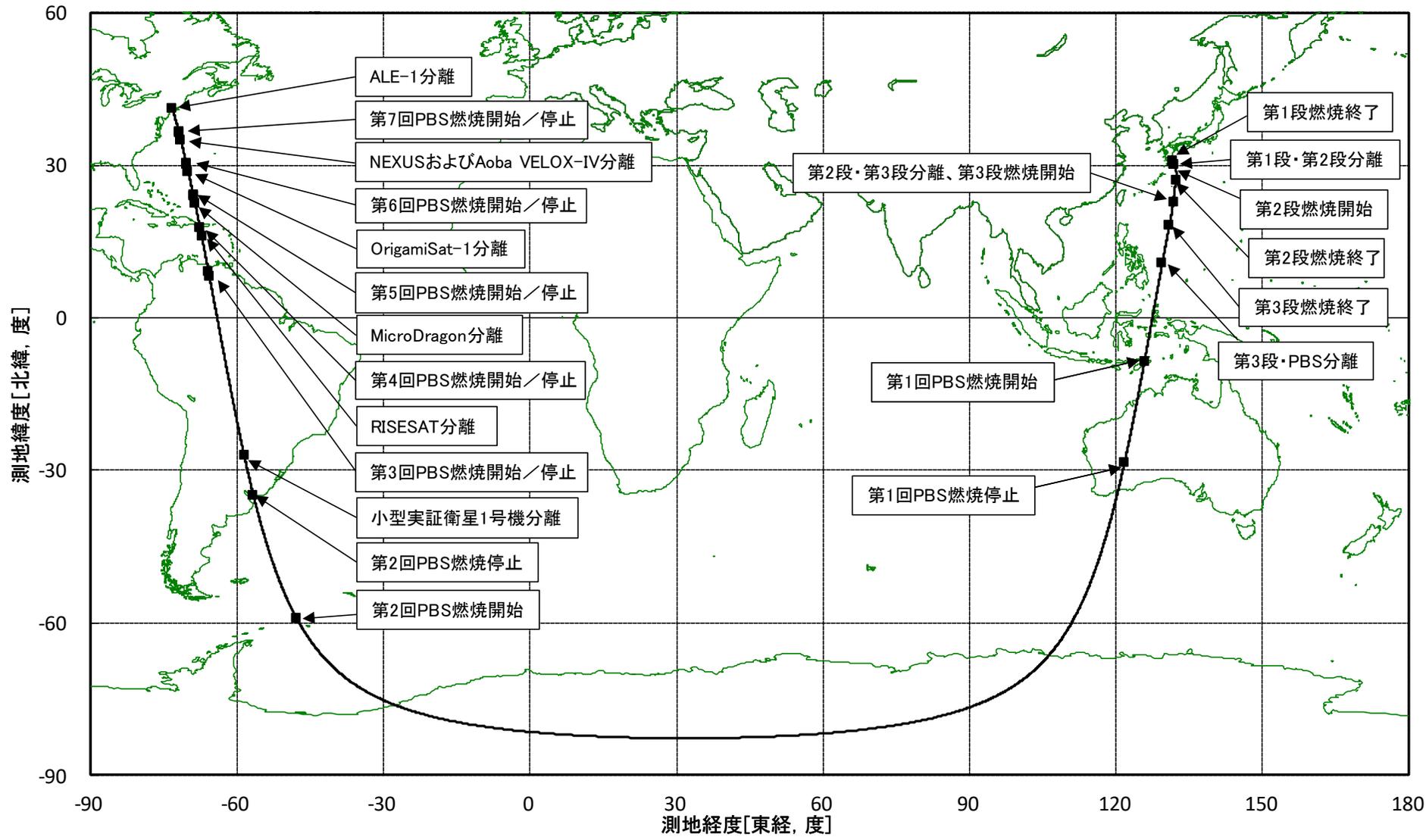


図-3 ロケットの飛行経路

表-3 ロケットの主要諸元

全 段					
名称	イプシロンロケット 4号機				
全長(m)	26.0				
全備質量(t)	95.7(ペイロードの質量は含まず)				
誘導方式	慣性誘導方式				
各 段					
	1 段モータ	2 段モータ	3 段モータ	小型 ^{※3} 液体推進系	フェアリング
全長(m)	11.7	4.0	2.2	2.8	9.6
外径(m)	2.6	2.6	1.4	2.0	2.6
質量(t)	74.5	17.1	2.8	0.6	0.7 ^{※1}
推進薬質量(t)	66.0	15.0	2.5	0.1	—
推力 ^{※2} (kN)	2350	446	100	0.2	—
燃焼時間(s)	108	129	88	721	—
推進薬種類	コンポジット 推進薬	コンポジット 推進薬	コンポジット 推進薬	ヒドラジン	—
推進薬供給方式	固体推進薬	固体推進薬	固体推進薬	調圧方式	—
比推力 ^{※2} (s)	284	295	299	231	—
姿勢制御方式	3 軸姿勢制御 (TVC/SMSJ)	3 軸姿勢制御 (TVC/RCS)	スピン方式	3 軸姿勢制御 (スラスト)	—
主要搭載 電子装置	レートジャイロ パッケージ 横加速度計測装置	第2段ハード ウェアI/F装置 データ収集装置 電波航法機器	誘導制御計算機 慣性センサユニット データ収集装置 テレメータ送信機		—

※1:フェアリング投棄分の質量

※2:真空中 固体モータは最大推力で規定

※3:複数衛星搭載構造を含む

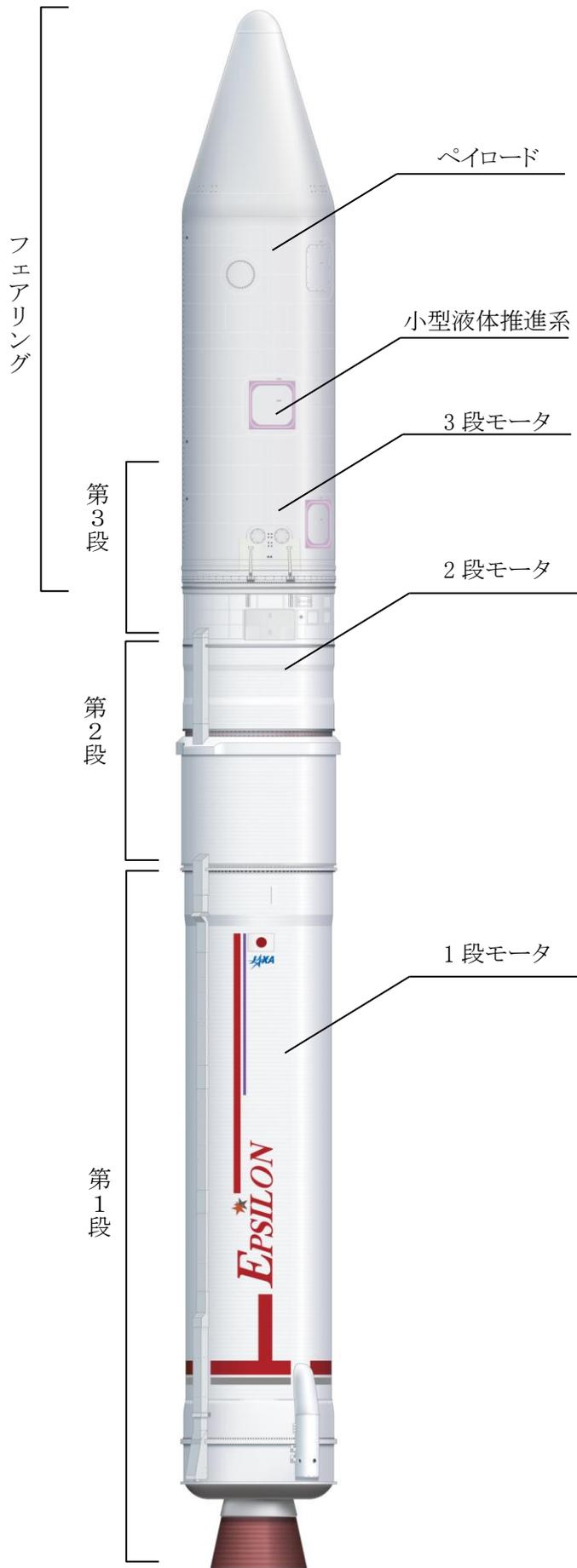
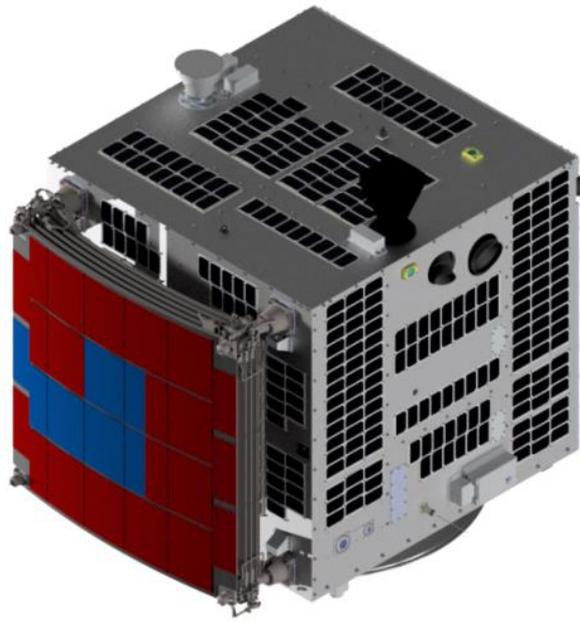


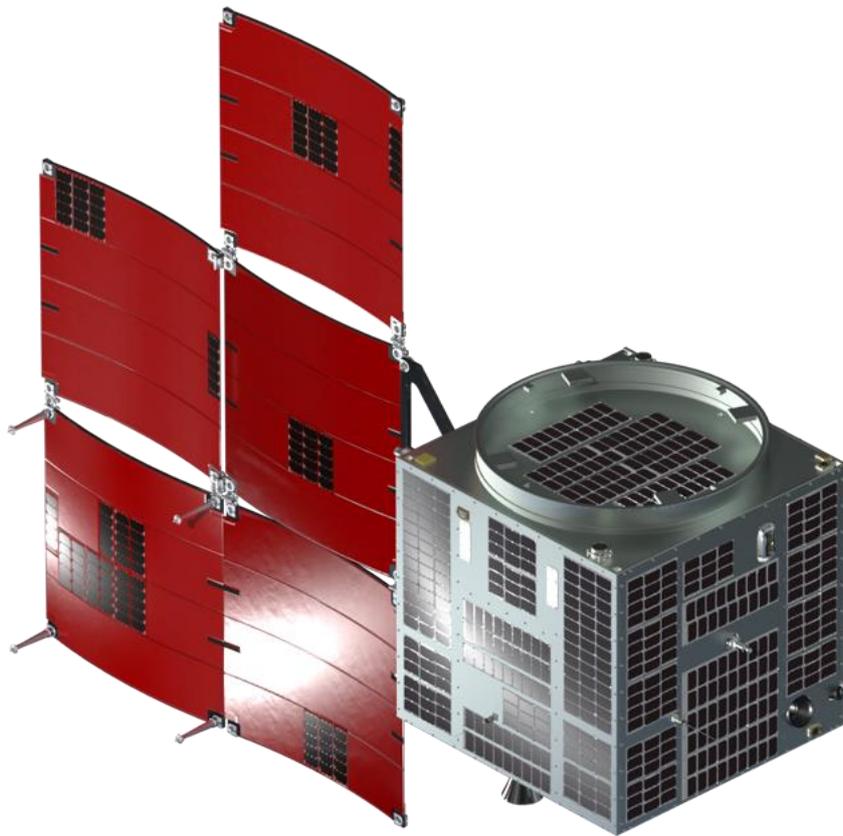
図-4 ロケットの形状(イプシロンロケット)

表-4 小型実証衛星 1 号機の主要諸元

項目	諸元
名称	小型実証衛星 1 号機 (RAPIS-1)
概要	<p>JAXA は、革新的衛星技術実証プログラムにより、超小型の人工衛星を活用した新たな知見の獲得・蓄積、将来ミッションプロジェクトの創出、宇宙システムの基幹部品や新規要素技術の軌道上実証実験などのための機会を提供している。</p> <p>1 号機である小型実証衛星 1 号機 (RAPIS-1 : RAPid Innovative payload demonstration Satellite 1) では、公募により選定された 7 つの部品・機器の実証テーマを軌道上で実証する。</p> <p>実証テーマ提案者からの要求を受けて衛星の運用を行い、実証機器の実験データおよび実験実施時の環境データを提供する。衛星は、革新的、かつ目的も様々なミッションが同じ衛星に搭載されることを考慮し、可能な限りミッション系とバス系を独立にするよう設計している。</p> <p>また、本衛星は株式会社アクセルスペースが開発・製造・運用を担当しており、JAXA として初めてベンチャー企業へ衛星の開発・製造・運用を委託して、開発する衛星である。</p>
構造	<p>サイズ: 約 1m×1m×1m</p> <p>重量: 最大 200kg</p> <p>発生電力: バス系 約 100W、ミッション系 約 100W</p>
予定軌道 (運用時)	<p>種類: 太陽同期軌道</p> <p>軌道高度: 約 500km</p> <p>軌道傾斜角: 約 97.24 度</p> <p>周期: 約 95 分</p>
ミッション機器	<ul style="list-style-type: none"> ・革新的 FPGA (NBFPGA: Nano-Bridge Field Programmable Gate Array) ・X バンド高速通信機 (HXTX: High data rate X-band Transmitter) / X バンド中利得アンテナ (XMGA: X-band Middle Gain Antenna) ・グリーンプロペラント推進系 (GPRCS: Green Propellant Reaction Control System) ・粒子エネルギー spektrometa (SPM: Space Particle Monitor) ・革新的地球センサ・スタートラッカー (DLAS: Deep Learning Attitude Sensor) ・軽量太陽電池パドル (TMSAP: Thin Membrane Solar Array Paddle) ・超小型・省電力 GNSS 受信機 (Fireant: Miniature Spaceborne GNSS Receiver)
ミッション期間	約 1 年



(ロケット収納時)



(軌道上)

図-5 小型実証衛星 1 号機 外観図

表-5 超小型衛星の概要

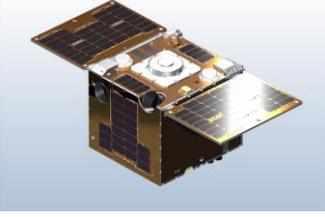
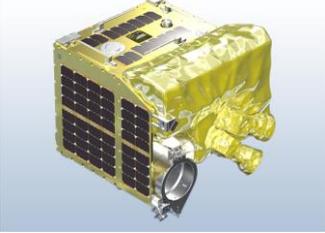
No.	衛星の 開発機関	衛星の名称	衛星のミッション内容	質量・寸法	外観
1	慶應義塾 大学	マイクロドラゴン (MicroDragon)	海外新興国への衛星開発教育支援により衛星利用および 海外市場を拡大するための地球観測マイクロ衛星 ・海色リモートセンシング ・エアロゾル偏光リモートセンシング ・ほどよしバスからの改良点(FOG等)の軌道上検証 ・帯電防止用ATOコーティングの性能劣化特性測定	サイズ: 50×50×50cm 質量: 50kg	
2	東北大学	ライズサット (RISAT)	高空間分解能スペクトル撮像技術の確立による新規地球 環境計測及び農林水産鉱業市場の開拓と海外衛星利用 市場の拡大 ・高分解能マルチスペクトルカメラ(HPT) ・衛星バスシステム(姿勢制御系)の動作性能実証	サイズ: 50×50×50cm 質量: 60kg	
3	株式会社 ALE	エールワン (ALE-1)	流星源と放出装置を用いた人工流れ星の実現可能性と市 場性の検証 ・人工流れ星の素となる流星源を衛星軌道上から指定の時 刻・角度・速度で放出して大気圏に突入させ、地上から人 工流れ星を観測 ・人工流れ星の発生を、地上におけるイベント等に合わせ て実施し、演出要素等として利用可能かどうかを検証 ・理工学の活性化・発展と、宇宙を利用した新しいビジネス の開拓を同時に実現	サイズ: 60×60×80cm 質量: 68kg	

表-6 キューブサットの概要

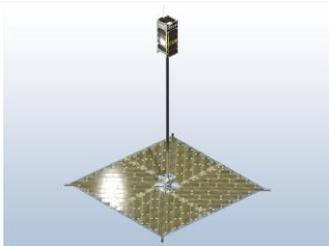
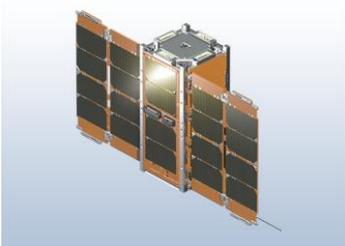
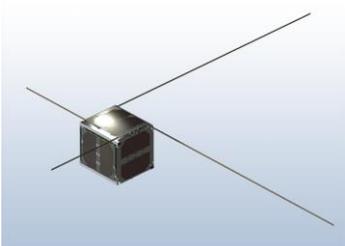
No.	衛星の 開発機関	衛星の名称	衛星のミッション内容	質量・寸法	外観
1	東京工業 大学	オリガミサット (OrigamiSat-1)	3U キューブサットによる高機能展開膜構造物の宇宙実証 <ul style="list-style-type: none"> ・ブーム・膜複合構造による「高機能展開膜構造」の宇宙実証 ・2U+1U サイズの「実験プラットフォーム」構築と宇宙実証 ・5.8GHz アマチュア無線による高速ダウンリンクと UHF 膜上アンテナ受信 	サイズ: 10×34×10cm 質量: 4kg	
2	九州工業 大学	アオバベロックスフ ォー(Aoba VELOX-IV)	ルーナーホライズングロー撮影を目指した、パルスプラズ マスラスタによるキューブサットの姿勢・軌道制御と高感度 カメラの実証 <ul style="list-style-type: none"> ・パルスプラズマスラスタ(PPT)によるモーメントダンピング ・PPT による軌道制御 ・高感度カメラでの地球縁の超高層大気発光現象撮影等 	サイズ: 10×10×20cm 質量: 3kg	
3	日本大学	ネクサス(NEXUS)	次世代アマチュア衛星通信技術の実証 既存のアマチュア衛星より高速な衛星通信や操作可能な カメラを提供し、アマチュア無線家によるキューブサット開 発、衛星通信を促進することで、衛星搭載部品産業、衛 星通信用地上機器産業等、衛星関連産業の発展を促す	サイズ: 10×10×10cm 質量: 1kg	



図-6 ロケット打上げ時の警戒区域(陸上警戒区域)

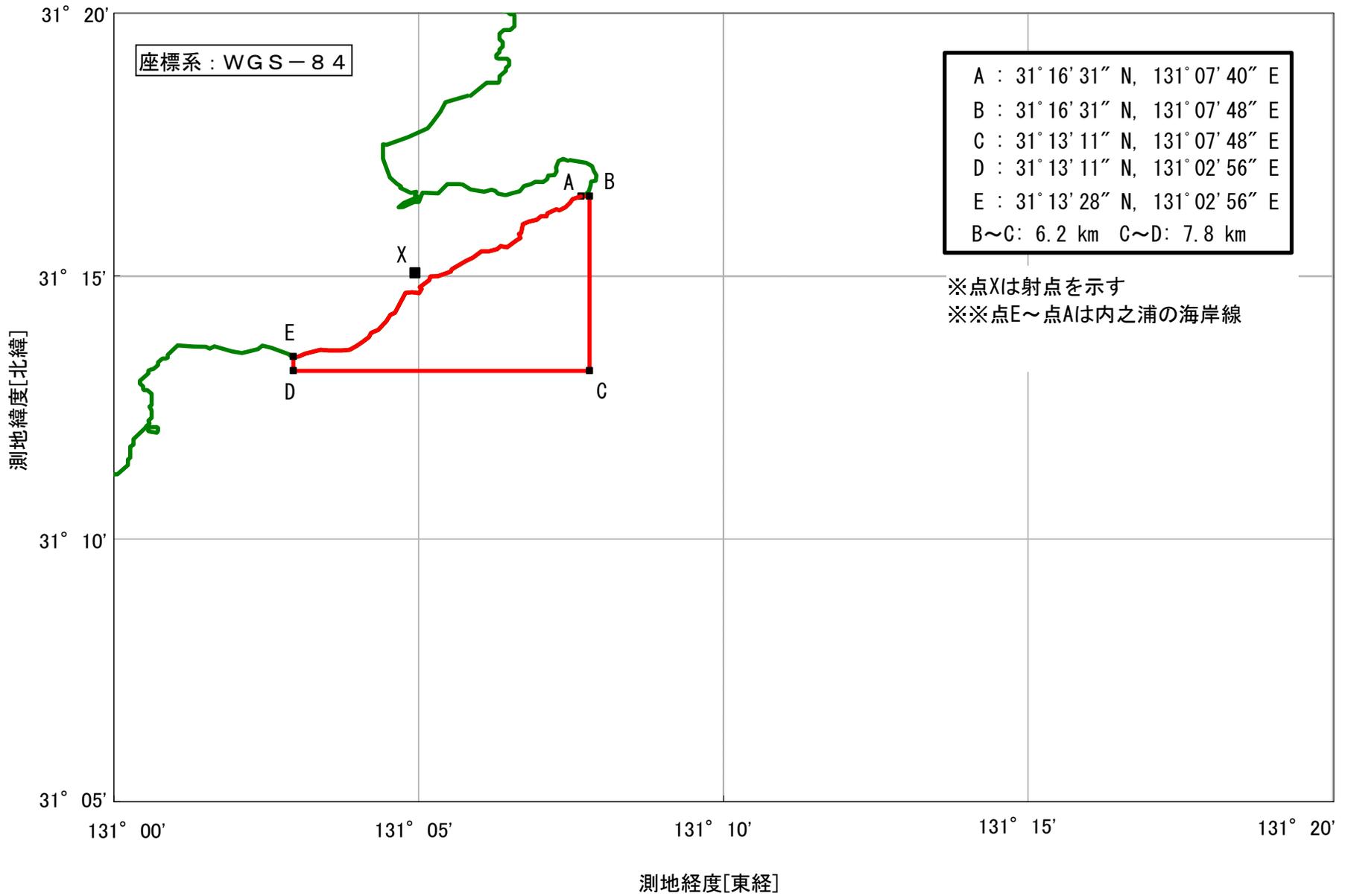


図-7 ロケット打上げ時の警戒区域(海上警戒区域)

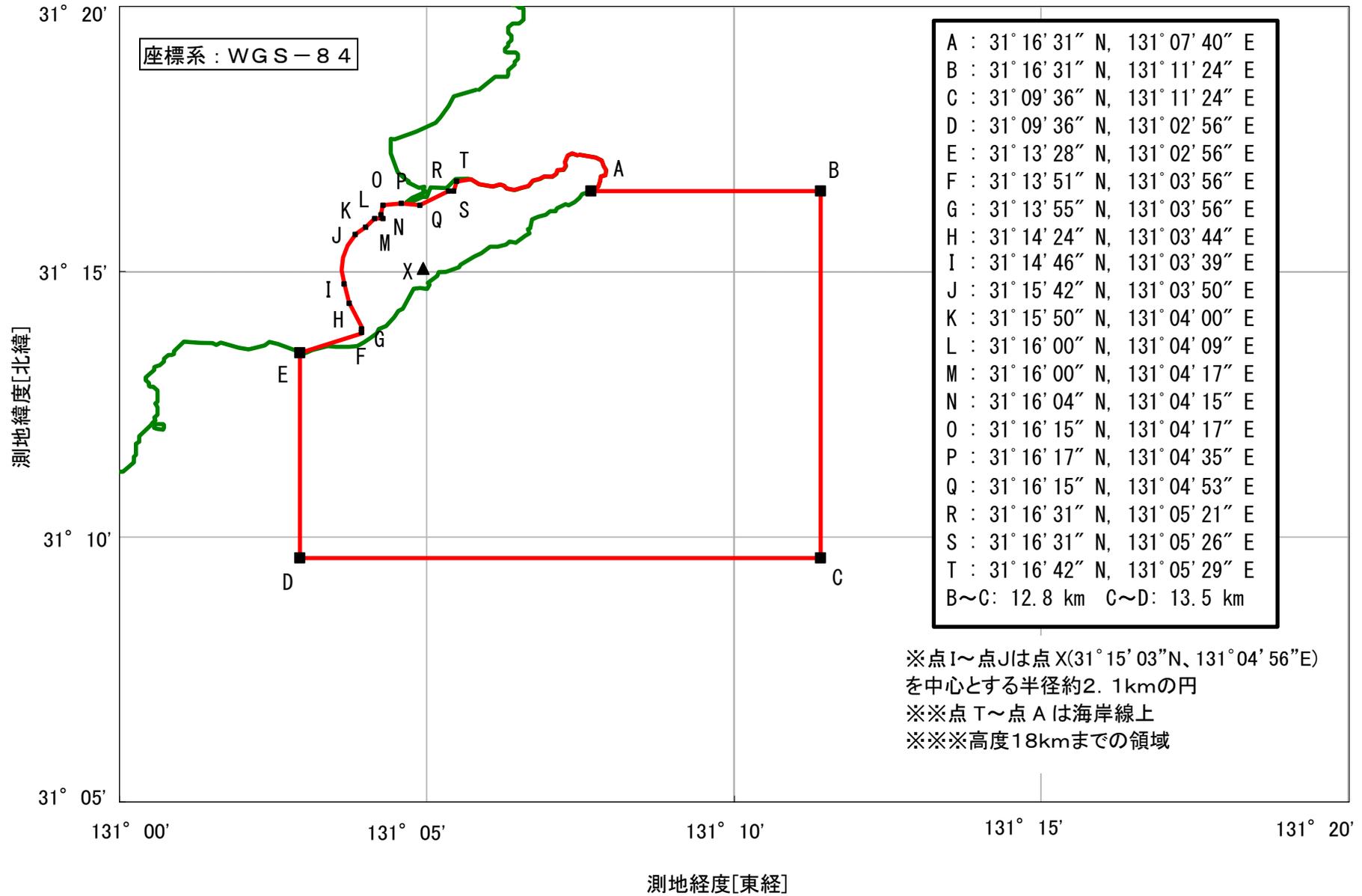


図-8 ロケット打上げ時の警戒区域(上空警戒区域)

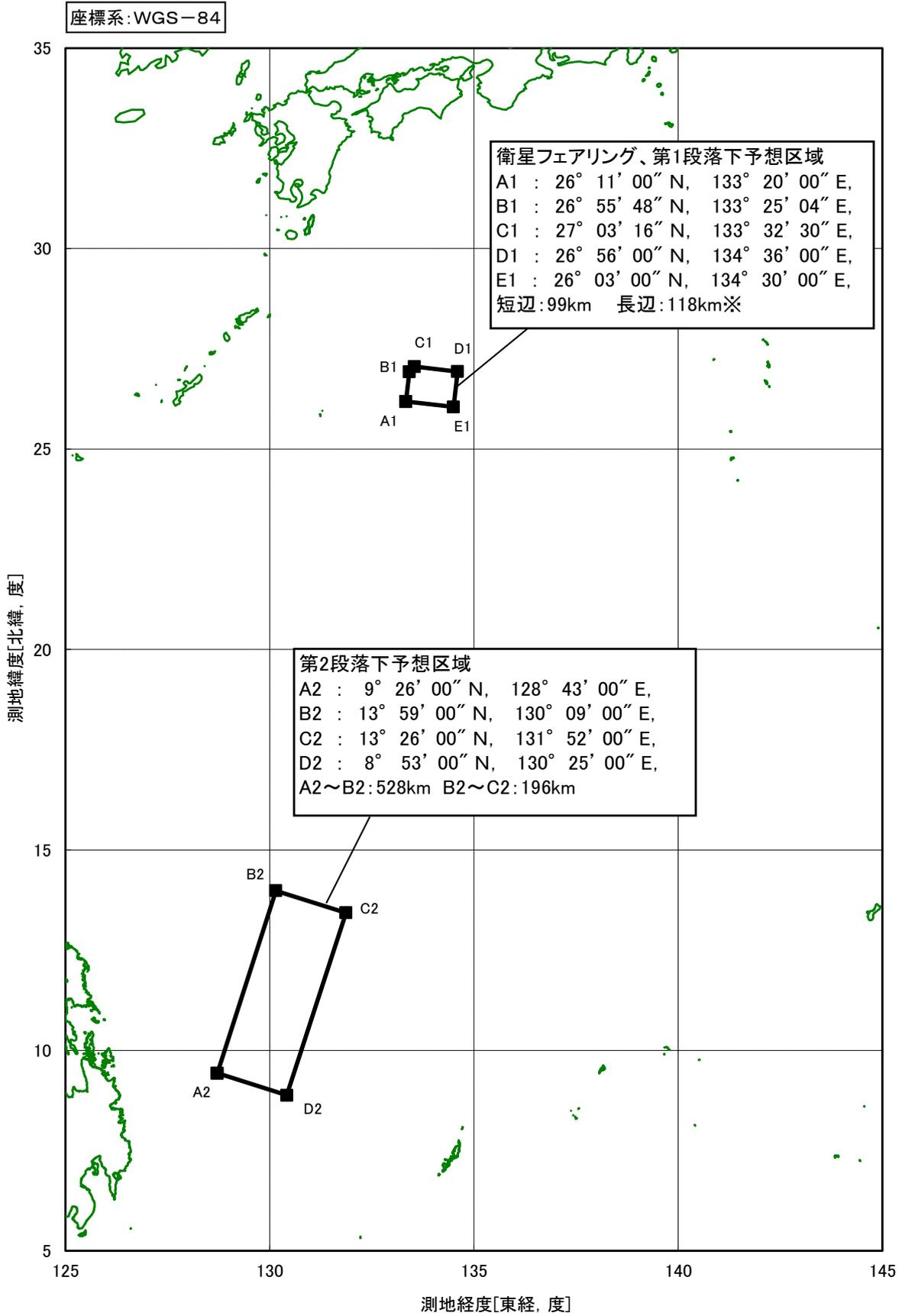


図-9 ロケット落下物の落下予想区域