

平成22年度春期 ロケット打上げ計画書

金星探査機（PLANET-C）／小型副衛星／
H-IIAロケット17号機（H-IIA・F17）

平成22年3月

三菱重工業株式会社
独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

目 次

1.	概要.....	- 1 -
1. 1	打上げ実施機関及び責任者	- 1 -
1. 2	打上げの目的	- 1 -
1. 3	ロケット及びペイロードの名称及び機数	- 2 -
1. 4	打上げの期間及び時間.....	- 2 -
1. 5	打上げ施設.....	- 2 -
2.	打上げ計画.....	- 3 -
2. 1	打上げ実施場所	- 3 -
2. 2	打上げの役割分担.....	- 3 -
2. 3	打上げの実施体制.....	- 5 -
2. 4	ロケットの飛行計画	- 8 -
2. 5	ロケットの主要諸元.....	- 8 -
2. 6	主衛星「金星探査機（PLANET-C）」の概要	- 8 -
2. 7	小型副衛星（ピギーバック衛星）の概要	- 9 -
2. 8	打上げに係る安全確保.....	- 9 -
2. 9	関係機関への打上げ情報の通報.....	- 10 -
3.	打上げ結果の報告等	- 10 -
【図リスト】		
図- 1	打上げ施設の配置図	- 11 -
図- 2	ロケットの飛行経路	- 13 -
図- 3	ロケットの形状（H2A202型）	- 15 -
図- 4	PLANET-C軌道上外観図.....	- 18 -
図- 5	各小型副衛星の概観および搭載図	- 19 -
図- 6	ロケット打上げ時の警戒区域.....	- 20 -
図- 7	ロケット落下物の落下予想区域.....	- 21 -
【表リスト】		
表- 1	ロケットの飛行計画	- 12 -
表- 2	ロケットの主要諸元	- 14 -
表- 3	PLANET-C衛星の主要諸元	- 16 -
表- 4	小型副衛星概要	- 19 -

1. 概要

独立行政法人宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という）は、平成22年度春期にH-IIAロケット17号機（H-IIA・F17）により金星探査機（以下、「PLANET-C」という）の打上げを行う。また、打上げ能力の余裕を活用して、小型副衛星（ピギーバック衛星）5基に対して、軌道投入の機会を提供する。

本計画書は、H-IIA・F17の打上げからロケット第2段/PLANET-Cの分離確認、及び小型副衛星への分離信号送出までを示すものである。

なお、本打上げは、三菱重工業株式会社（以下、「MHI」という）が提供する打上げ輸送サービスにより実施し、JAXAは打上安全監理に係る業務を実施する。

1. 1 打上げ実施機関及び責任者

(1) ロケット打上げ執行

(ア) 打上げ執行機関

MHI 取締役社長 大宮 英明
〒108-8215 東京都港区港南二丁目16番5号

(イ) 打上げ執行責任者

MHI 名古屋航空宇宙システム製作所
技監・技師長 前村 孝志

(2) 打上安全監理

(ア) 打上安全監理機関

JAXA 理事長 立川 敬二
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7丁目44番1号

(イ) 打上安全監理責任者

JAXA 鹿児島宇宙センター所長 坂爪 則夫

1. 2 打上げの目的

H-IIAロケットにより、主衛星 金星探査機「PLANET-C」を所定の軌道に投入する。また、打上げ能力の余裕を活用して、小型副衛星の軌道投入の機会を提供する。

1. 3 ロケット及びペイロードの名称及び機数

- ・ロケット：H-II Aロケット17号機 1機
 - ・ H-II A 202
 - ・ 4m径フェアリング
- ・ペイロード：主衛星：金星探査機（PLANET-C） 1基
 - 小型副衛星：小型ソーラー電力セイル実証機（IKAROS） 1基
 - 小型副衛星：UNITEC-1 1基
 - WASEDA-SAT2（注1） 1基
 - 大気水蒸気観測衛星（注1） 1基
 - “Negai☆”（注1） 1基

注1) J-POD (JAXA Picosatellite Orbital Deployer) に格納、搭載される。

1. 4 打上げの期間及び時間

ロケット機種	打上げ予定日	打上げ予定時刻 (日本標準時)	打上げ予備期間	海面落下時間帯 (打上げ後)
H-II Aロケット 17号機 (H-II A・F17)	平成22年 5月18日 (火)	6時44分14秒	平成22年 5月19日(水) ～ 6月3日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 固体ロケットブースタ 約6～10分後 ・ 衛星フェアリング 約11～26分後 ・ 第1段 約15～32分後

注；打上げ時刻は、打上げ日毎に設定する。

1. 5 打上げ施設

打上げに使用するJAXA及び支援を受ける関係機関の施設の配置を図-1に示す。

2. 打上げ計画

2. 1 打上げ実施場所

(1) JAXAの施設

(ア) 種子島宇宙センター

鹿児島県熊毛郡南種子町大字荃永

(イ) 小笠原追跡所

東京都小笠原村父島桑ノ木山

(ウ) クリスマスダウンレンジ局

キリバス共和国クリスマス島

(2) JAXA外の施設

(ア) ゴダードダウンレンジ局

米国宇宙航空局 (NASA) ゴダードスペースフライトセンター

2. 2 打上げの役割分担

本打上げにおけるJAXAとMHIとの主な役割分担は下記のとおりである。

(1) MHIの役割

JAXAからの打上げ輸送サービスの契約を受け、打上げ事業者として、ロケット打上げを執行し、主衛星PLANET-Cを所定の軌道に投入する。また、所定のタイミングで小型副衛星に対する分離信号を送出する。

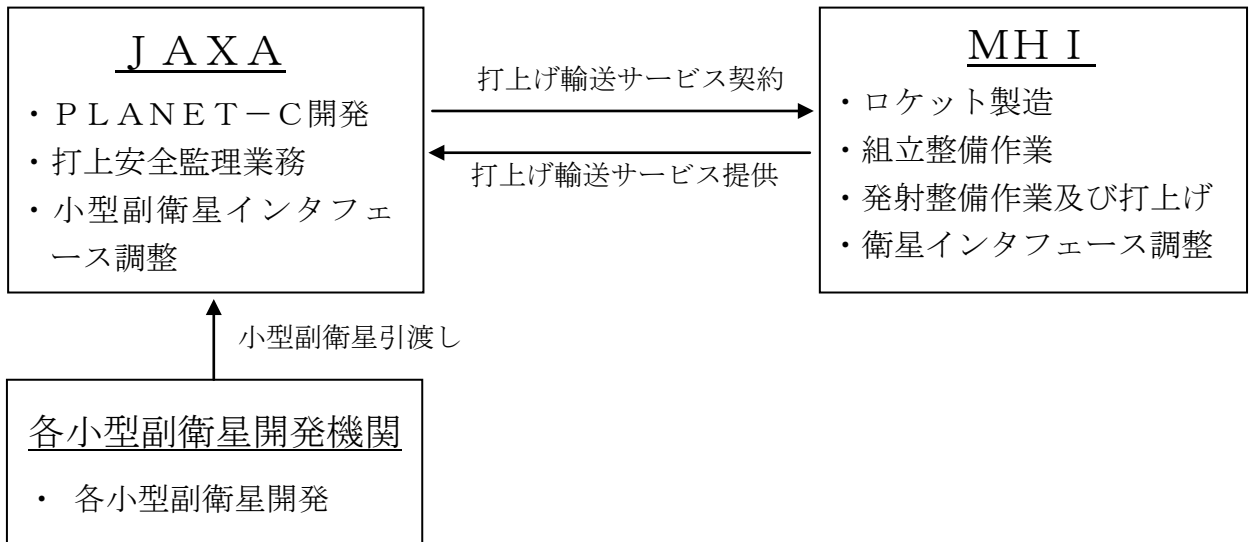
(2) JAXAの役割

主衛星PLANET-Cを開発し、PLANET-C、小型副衛星の打上げ輸送サービスをMHIに委託する。また、各小型副衛星の開発機関と小型副衛星／ロケットに係るインタフェース調整を実施する。

打上げに際しては、打上安全監理業務（地上安全確保業務、飛行安全確保業務及びY-Oカウントダウン時の総合指揮業務等）を実施する。最終的に、安全確保の観点から、MHIの打上げ執行可否の判断を行う。

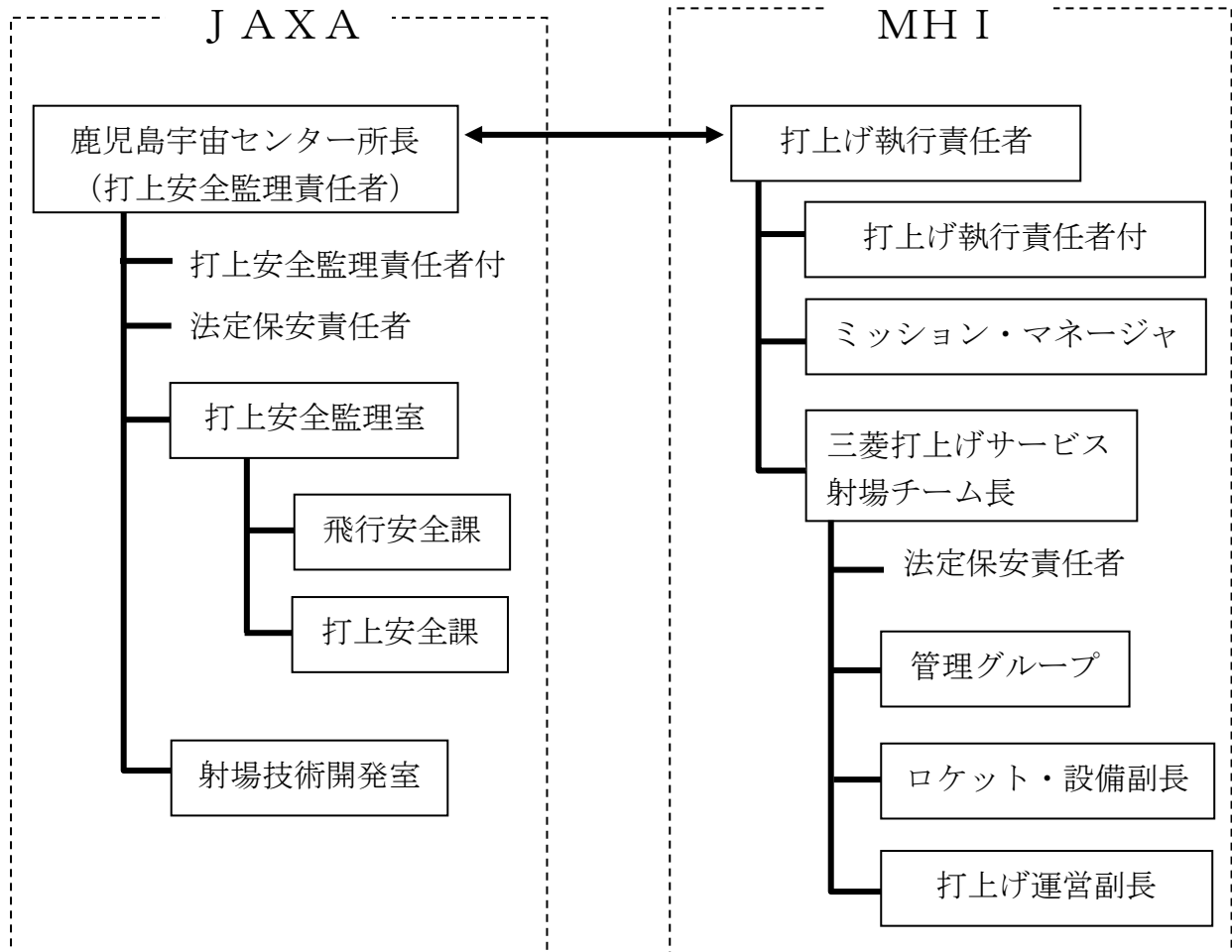
(3) 各小型副衛星の開発機関の役割

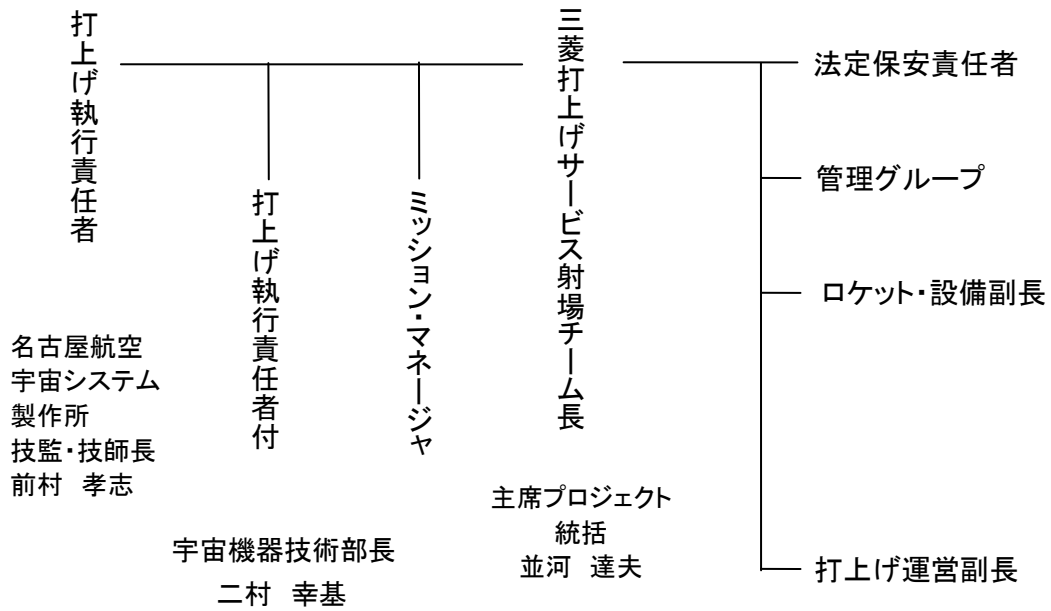
各小型副衛星を開発する。ロケット分離後の追跡管制及びデータ受信を含む運用を実施する。



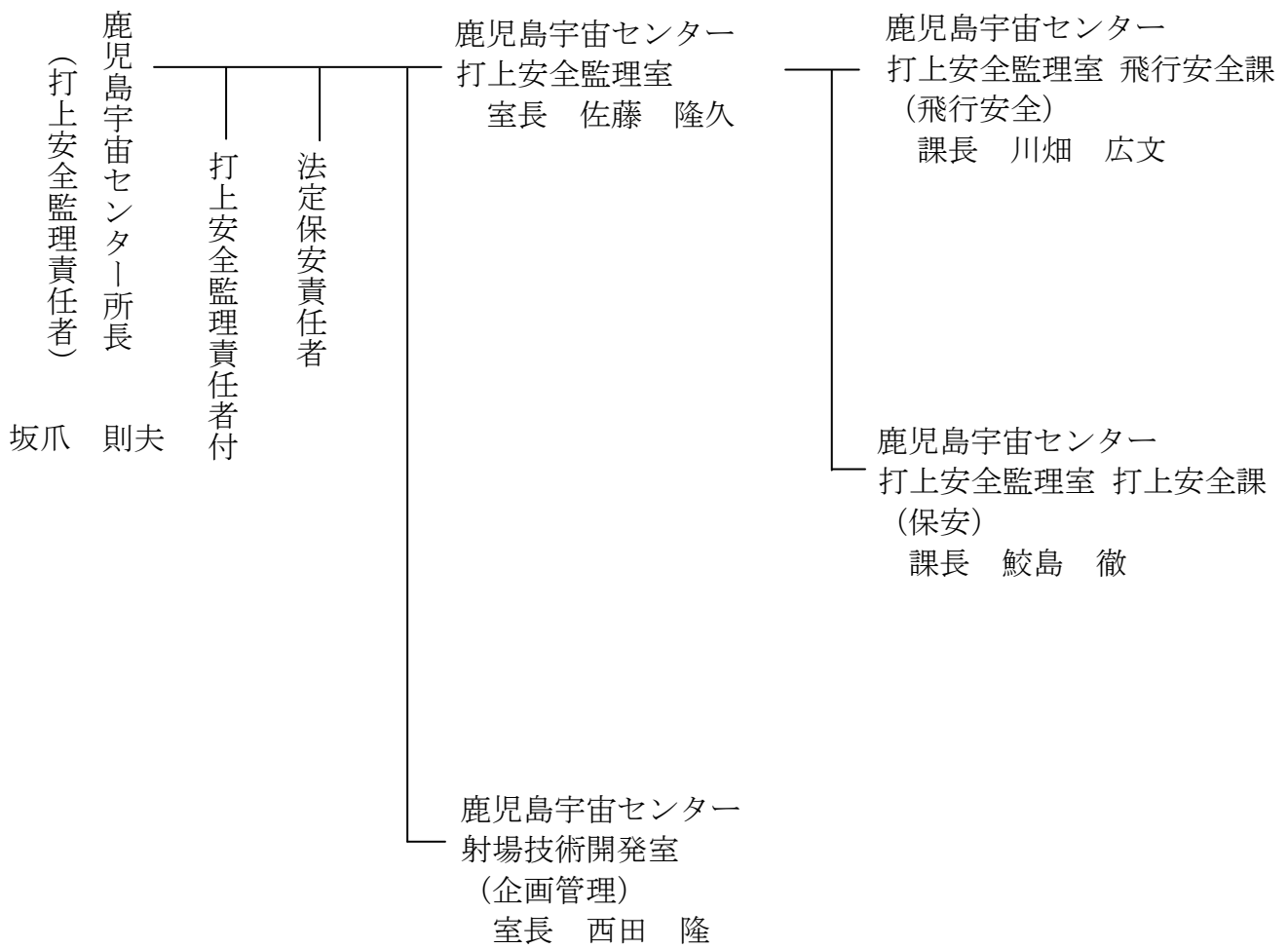
2.3 打上げの実施体制

下図に、打上げ時の全体体制を、次頁以降、MH I の打上げ執行体制、JAXA の打上安全監理体制を示す。





MH I 打上げ執行体制



J A X A 打上安全監理体制

2. 4 ロケットの飛行計画

H-II A・F17は、金星探査機（PLANET-C）、小型副衛星（ピギーバック衛星）5基を搭載し、種子島宇宙センター大型ロケット第1射点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93度へ向けた後、表-1に示す所定の飛行計画に従って太平洋上を飛行する。

固体ロケットブースタを打上げ約2分5秒後（以下、時間は打上げ後の経過時間を示す。）に、衛星フェアリングを約4分25秒後に分離し、約6分36秒後には第1段主エンジンの燃焼を停止し、約6分44秒後に第1段を分離する。

引き続き、約6分50秒後に第2段エンジン第1回目の燃焼を開始し、約11分37秒後に燃焼を停止して、高度約300km、軌道傾斜角30.0度の円軌道に投入し、J-POD搭載の小型副衛星3基（Negai☆”、WASEDA-SAT2、大気水蒸気観測衛星）を順次分離する。

その後（*）、ロケットは約23分16秒後に第2段エンジン第2回目の燃焼を開始し、約27分9秒後に燃焼を停止して、約28分12秒後に金星遷移軌道上でPLANET-Cを分離する。

さらに、ロケットは慣性飛行を続け、約36分32秒後にPAF900M、約43分27秒後にIKAROS、約48分37秒後にUNITEC-1を順次分離する。

上記の飛行計画終了後、第2段機体のコントロールドリエンリ等に対応するために、軌道上における第2段ロケット推進系の技術データの取得を行う。

ロケットの飛行計画を表-1に、また飛行経路を図-2に示す。

* 17号機は金星遷移軌道投入ミッションであり、打上げ日によりJ-POD搭載衛星分離後の飛行計画が異なるため、慣性飛行期間が最長となるケースを示す。

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-2及び図-3に示す。

2. 6 主衛星「金星探査機（PLANET-C）」の概要

PLANET-Cは金星大気を周回軌道から観測し、金星大気に関する謎を解明するとともに世界に先駆けて惑星気象学を確立することを目的としたプロジェクトである。

金星は、地球の公転軌道の内側を回る内惑星であり、太陽からの平均距離が地球に近いばかりでなく、直径や密度も地球とほぼ同じであることから、金星と地球は似た過程で形成されたと考えられている。しかし、これまでの探査によると金星の環境は地球とは大きく異なり大気主成分は二酸化炭素、惑星全体を濃硫酸の雲が覆っている。その雲の下では、大気が金星の自転速度よりもはるかに速い速度で西向きに循環している。

このような金星の大気に関する多くの謎を解明するため、PLANET-Cプロジェクトでは赤外線観測装置等を搭載した探査機により金星周回軌道上から観測を行い、高分解能の3次元気象データを取得する。

PLANET-C探査機の主要諸元を表-3に、軌道上外観図を図-4に示す。

2. 7 小型副衛星（ピギーバック衛星）の概要

小型副衛星は、民間企業、大学等が製作する小型衛星に対して容易かつ迅速な打上げ・運用機会を提供する仕組みを作り、我が国の宇宙開発利用の裾野を広げるとともに、小型衛星を利用した教育・人材育成への貢献を目的とし、打上げ能力の余裕を活用して打ち上げるものである。

各小型副衛星の概要を表－4に、概観および搭載図を図－5に示す。

なお、小型副衛星は、主衛星（PLANET-C）のミッションに対して影響を与えないことを前提とするものであり、主衛星の打上げに支障をきたす恐れがある場合には、JAXAの判断で搭載しないこともある。

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、宇宙開発委員会の策定する指針及びJAXAの人工衛星等打上げ基準、及び種子島宇宙センターにおける保安物等の取扱い等に係る射圏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. H-IIAロケット17号機（H-IIA・F17）打上げ当日は、図－6に示す区域の警戒を行う。

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、鹿児島県警察本部及び種子島警察署に協力を依頼する。

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及び鹿児島県に協力を依頼する。

エ. 射場上空の警戒については、国土交通省大阪航空局種子島空港出張所に必要な連絡を行う。

オ. 船舶に対しては、打上げ実施当日種子島宇宙センター内2カ所に黄旗を掲げ、発射30分前には赤旗に変更し、発射2分前には花火1発をあげて周知する。打上げ終了後には花火2発をあげ、赤旗を降ろす。

（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種子島空港出張所、航空交通管理センター並びに東京、福岡及び那覇の各航空交通管制部に対して、打上げの4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-6に示す海上の警戒区域及び図-7に示す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て依頼する。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。

3. 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、打上げ執行責任者、打上安全監理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。

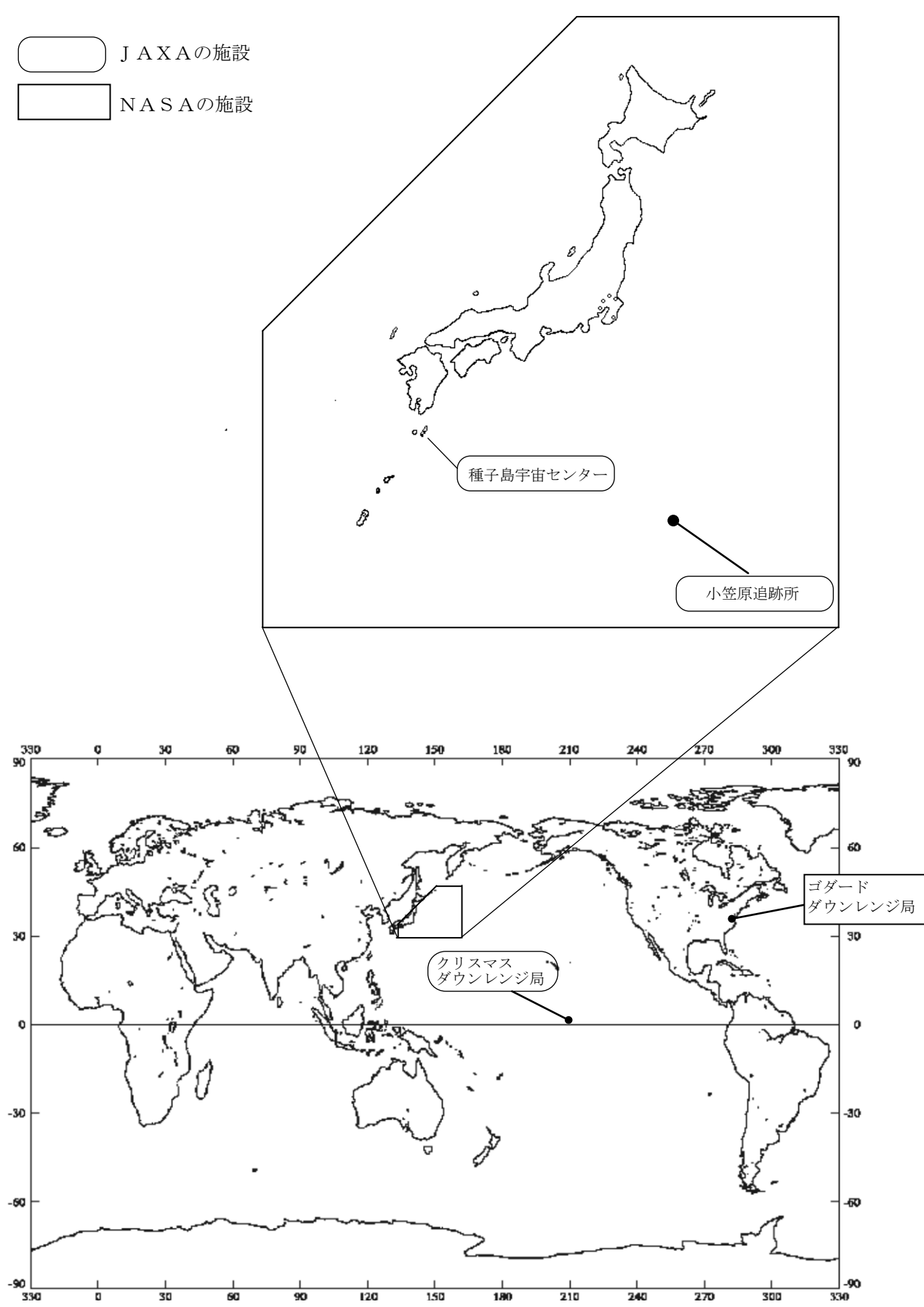


図-1 打上げ施設の配置図

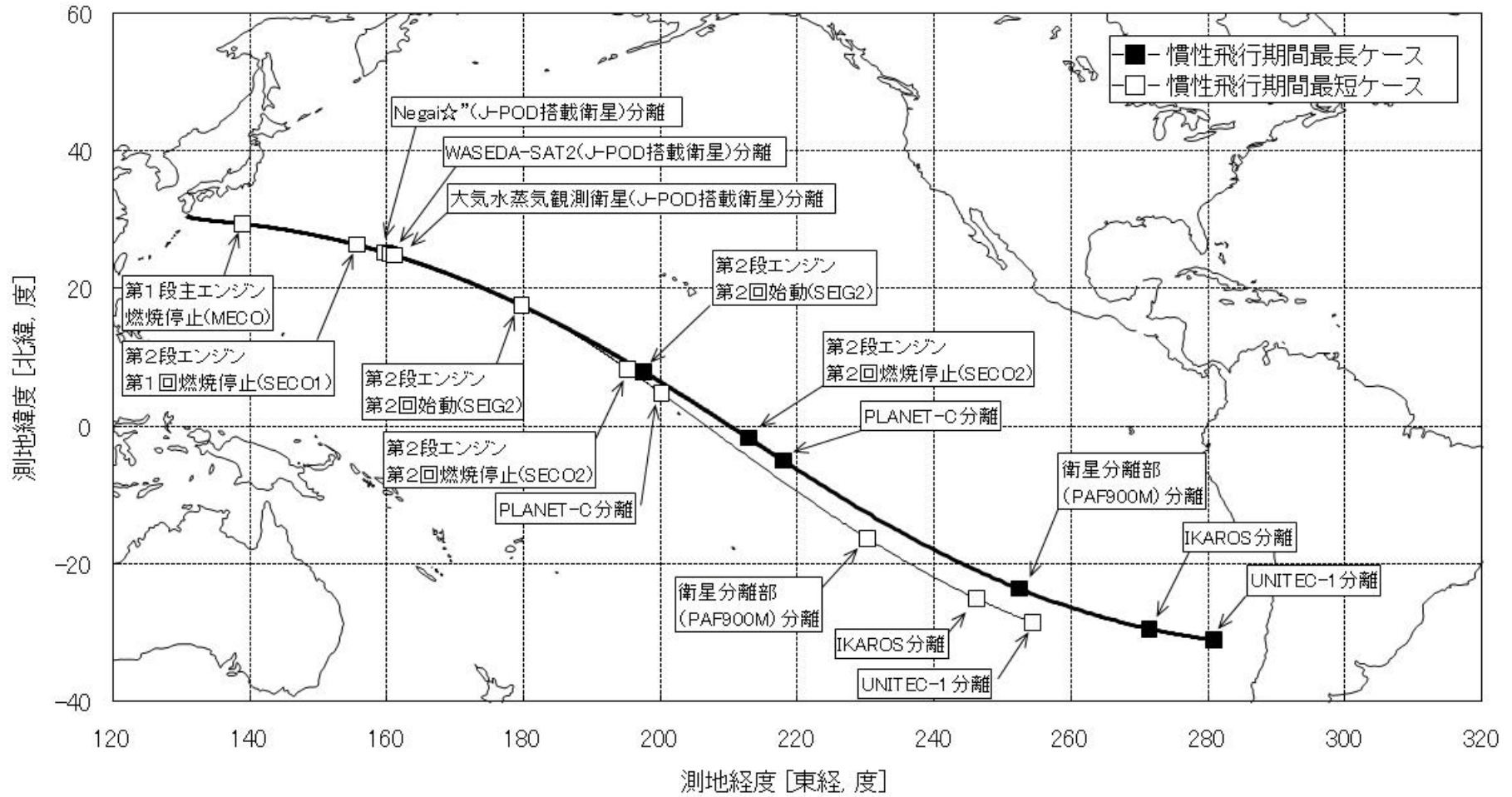
表-1 ロケットの飛行計画

事 象	打上げ後経過時間			高度	慣性速度
	時	分	秒	km	km/s
1 リフトオフ	0	0		0	0.4
2 固体ロケットブースタ 燃焼終了*	1	55		52	1.6
3 固体ロケットブースタ 分離**	2	5		60	1.6
4 衛星フェアリング分離	4	25		147	2.9
5 第1段主エンジン燃焼停止 (MECO)	6	36		217	5.5
6 第1段・第2段分離	6	44		223	5.5
7 第2段エンジン第1回始動 (SEIG1)	6	50		226	5.5
8 第2段エンジン第1回燃焼停止 (SEC01)	11	37		304	7.7
9 Negai☆” (J-POD 搭載衛星) 分離	12	39		304	7.7
10 WASEDA-SAT2 (J-POD 搭載衛星) 分離	12	49		304	7.7
11 大気水蒸気観測衛星 (J-POD 搭載衛星) 分離	12	59		304	7.7
＜慣性飛行期間最長ケース＞ (注)					
12 第2段エンジン第2回始動 (SEIG2)	23	16		299	7.7
13 第2段エンジン第2回燃焼停止 (SEC02)	27	9		330	11.7
14 P L A N E T - C 分離	28	12		407	11.7
15 衛星分離部 (P A F 9 0 0 M) 分離	36	32		2302	10.5
16 I K A R O S 分離	43	27		4787	9.5
17 U N I T E C - 1 分離	48	37		6812	8.9
＜慣性飛行期間最短ケース＞ (注)					
12 第2段エンジン第2回始動 (SEIG2)	17	59		302	7.7
13 第2段エンジン第2回燃焼停止 (SEC02)	21	51		374	11.6
14 P L A N E T - C 分離	22	55		478	11.5
15 衛星分離部 (P A F 9 0 0 M) 分離	31	15		2456	10.3
16 I K A R O S 分離	38	10		4909	9.3
17 U N I T E C - 1 分離	43	20		6889	8.7

※) 燃焼室圧最大値の2%時点

※※) スラスト・ストラット切断

注) 17号機は金星遷移軌道投入ミッションであり、打上げ日によりJ-POD搭載衛星分離後の飛行計画が異なることから、代表ケースとして慣性飛行期間最長ケースと慣性飛行期間最短ケースを示す。



注) 17号機は金星遷移軌道投入ミッションであり、打上げ日によりJ-POD搭載衛星分離後の飛行計画が異なることから、代表ケースとして慣性飛行期間最長ケースと慣性飛行期間最短ケースを示す。

図-2 ロケットの飛行経路

表-2 ロケットの主要諸元

全 段				
名称	H-IIAロケット17号機			
全長 (m)	53			
全備質量 (t)	289 (人工衛星の質量は含まず)			
誘導方式	慣性誘導方式			
各 段				
	第1段	固体ロケットブースタ	第2段	衛星 フェアリング
全長 (m)	37	15	11	12
外径 (m)	4.0	2.5	4.0	4.0
質量 (t)	114	153(2本分)	20	1.4
推進薬質量 (t)	101	132(2本分)	17	—
推力 (kN)	1,100*	4,525*	137*	—
燃焼時間 (s)	390	120	530	—
推進薬種類	液体水素/ 液体酸素	ポリブタジエン系 コンポジット 固体推進薬	液体水素/ 液体酸素	—
推進薬供給方式	ターボポンプ	—	ターボポンプ	—
比推力 (s)	440*	283.6*	448*	—
姿勢制御方式	ジンバル 補助エンジン	可動ノズル	ジンバル ガスジェット装置	—
主要搭載 電子装置	誘導制御系機器 テレメータ送信機	—	誘導制御系機器 レーダトランスポンダ テレメータ送信機 指令破壊装置	—

※真空中 固体ロケットブースタは最大推力で規定

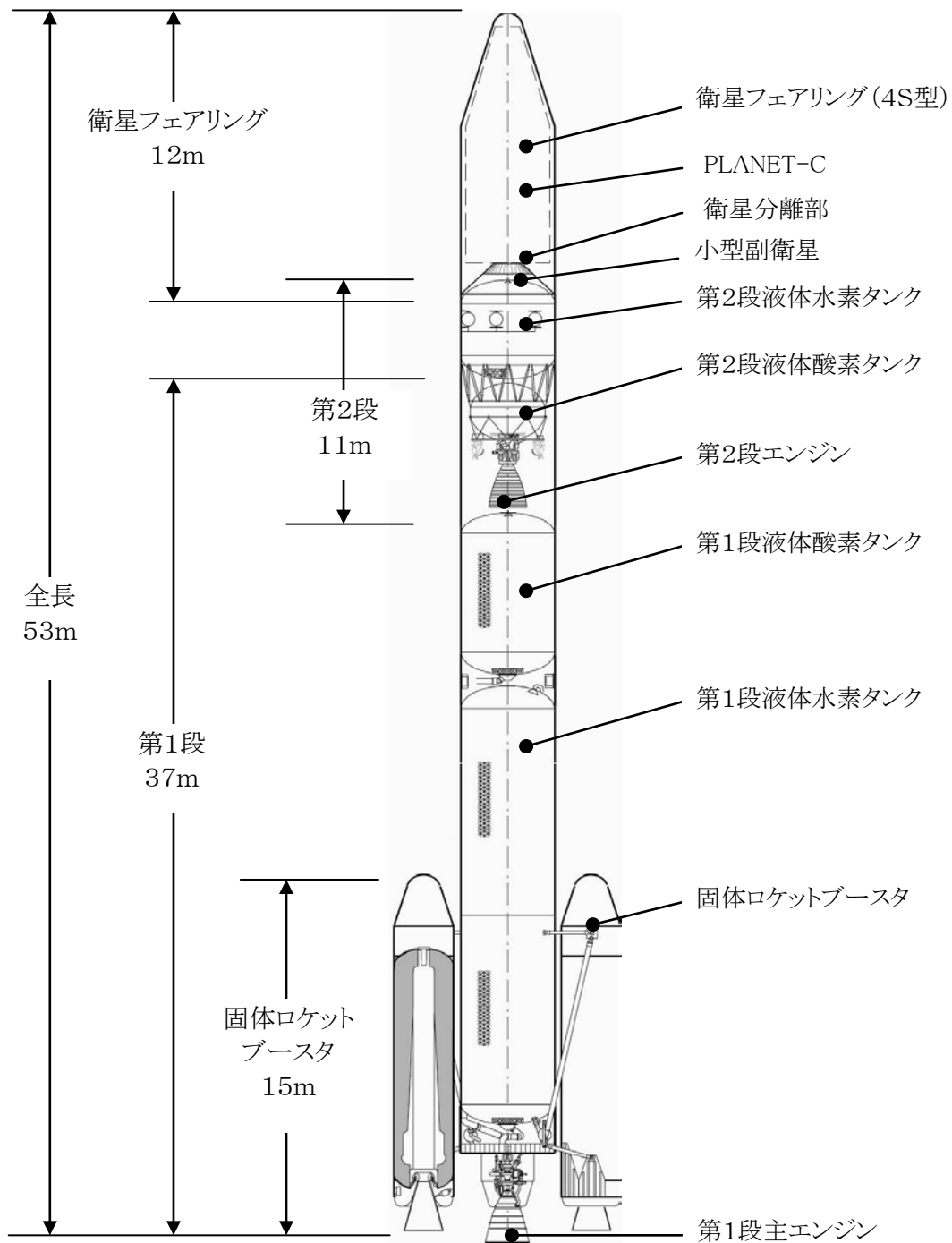


図-3 ロケットの形状 (H2A202型)

表-3 PLANET-C衛星の主要諸元 (1/2)

項目	諸元
名称	金星探査機 (PLANET-C)
目的	<p>惑星を取り巻く大気の運動のしくみを本格的に調べる世界初のミッションとして、金星の雲の下に隠された気象現象を、新開発の赤外線観測装置を用いて周回軌道から精密観測する。これにより、従来の気象学では説明できない金星の大気力学 (惑星規模の高速風など) のメカニズムを解明し、惑星における気象現象の包括的な理解を得る。</p>
システム構成	<p>① ミッション機器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1 μmカメラ (IR1) ・ 2 μmカメラ (IR2) ・ 中間赤外カメラ (LIR) ・ 紫外線イメージャ (UVI) ・ 雷・大気光カメラ (LAC) ・ 超安定発振器 (USO) ・ デジタルエレクトロニクス (DE) <p>② バス機器</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電源系 ・ 通信系 ・ データ処理系 ・ 姿勢軌道制御系 (AOCS) ・ 推進系 (RCS) ・ 点火系 (IG-BOX) ・ 構造系 ・ 熱制御系 ・ システム電気計装 (WHS)

表-3 PLANET-C衛星の主要諸元 (2/2)

項目	諸元
形状・寸法	2翼式太陽電池パドルを有する箱形 1040mm × 1450mm × 1400mm
予定軌道	種類 : 金星周回楕円軌道 近金点高度 : 300km 遠金点高度 : 約8万km 軌道周期 : 30時間 軌道傾斜角 : 172度
設計寿命	打上げ後4.5年
質量	打上げ時質量 : 約500kg
電力	発生電力 金星軌道にて約500W (ミッション終了時)
ミッション機器	1 μmカメラ (IR1) ○ 地表面から発せられて宇宙空間にまで漏れ出す赤外線をとらえて、地表面や低層の雲や水蒸気を観測し、活火山の検出もねらう。 波長0.90, 0.97, 1.01 μm、視野12度、画素数1024×1024、検出器Si-CSD/CCD
	2 μmカメラ (IR2) ○ 雲層よりも下の大気から発せられて宇宙空間にまで漏れ出す赤外線をとらえて、雲や一酸化炭素の分布やそれらの動きを観測する。地球出発から金星到着までの間に黄道光(惑星>間塵)の観測も行う。 波長1.65/1.735/2.02/2.26/2.32 μm、視野12度、画素数1040×1040、検出器PtSi-CSD/CCD
	中間赤外カメラ (LIR) ○ 雲が発する赤外線をとらえて、雲の温度分布とその変動を観測する。 波長10 μm、視野12度、画素数240×320、検出器uncooled bolometer。
	紫外線イメージャ (UVI) ○ 太陽紫外線が雲で散乱されるのをとらえて、雲頂にある二酸化硫黄などの微量大気成分を観測する。 波長283/365 nm、視野12度、画素数1024×1024、検出器Si-CCD。
	雷・大気光カメラ (LAC) ○ 雷放電にともなう発光や大気の化学的発光を観測する。 波長542.5/557.7/777.4 nm、視野16度、画素数8×8、検出器 multi-anode APD
	超安定発振器 (USO) 電波掩蔽観測のために搭載。探査機と地上の受信局を結ぶ電波が金星大気をかすめる機会を利用して大気の層構造を調べる。

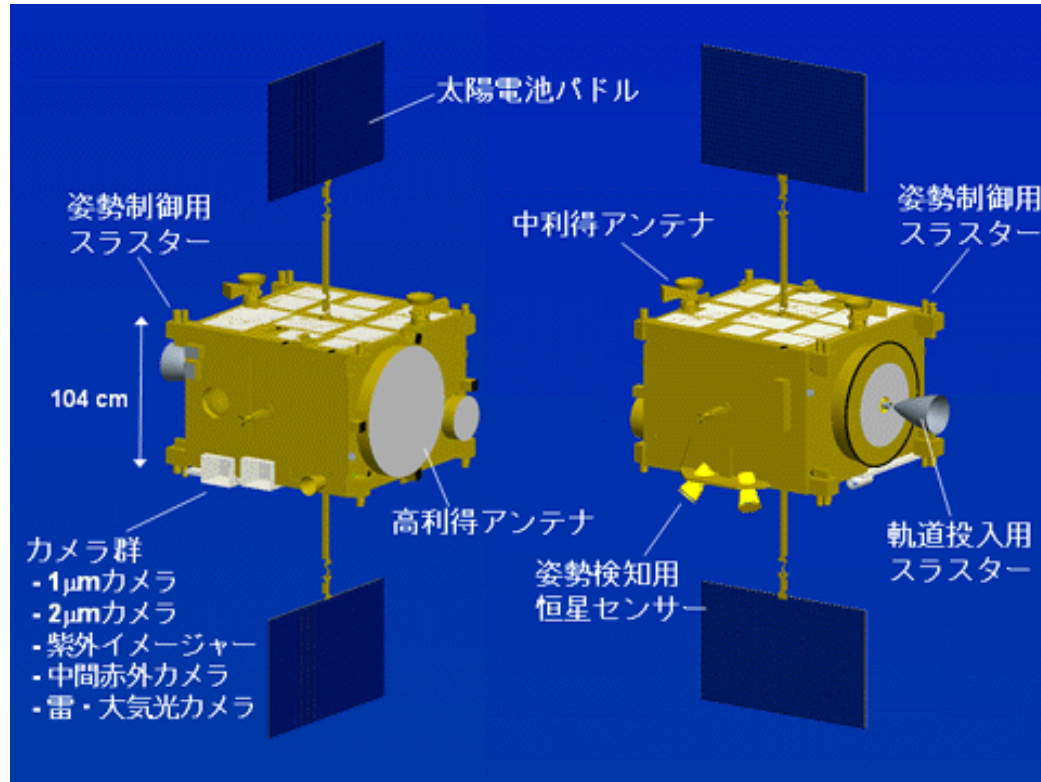


図-4 PLANET-C軌道上外観図

表-4 小型副衛星概要

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
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)	小型ソーラー電力セイル実証機 (IKAROS)	<ul style="list-style-type: none"> 大型膜面の展開・展張 薄膜太陽電池による発電 ソーラーセイルによる加速実証 ソーラーセイルによる航行技術の取得 	本体:直径 1.6 [m] X 高さ 1.0 [m] 膜面(展開後):14 [m] X 14 [m] 約 315 [kg]
大学宇宙工学コンソーシアム (UNISEC)	UNITEC-1	<ul style="list-style-type: none"> 大学開発の宇宙用コンピュータの軌道上実証を「誰が最後まで生き残るか」というコンペ形 アマチュア無線コミュニティと共同で深宇宙からの微弱な電波の受信・デコード技術実験 上記を通しての宇宙アウトリーチ 深宇宙での科学・工学ミッション(オプション) 	約 39 X 39 X 42 [cm] 約 26 [kg]
早稲田大学	WASEDA-SAT2	<ul style="list-style-type: none"> QRコードの撮影実験 学生などへの画像提供 パネル展開による姿勢安定 	約 10 X 10 X 10 [cm] 約 1.2 [kg]
鹿児島大学	大気水蒸気観測衛星 (KSAT)	<ul style="list-style-type: none"> 集中豪雨予測を目指した大気水蒸気分布観測実験 マイクロ派帯高速通信による地球動画撮影 超小型測位衛星のための通信基礎実験 	約 10 X 10 X 10 [cm] 約 1.5 [kg]
創価大学	Negai☆	<ul style="list-style-type: none"> 流れ星☆” に願いを - 子供の未来応援衛星 民生用FPGAを用いた先進情報処理システムの宇宙実証 	約 10 X 10 X 10 [cm] 約 1.0 [kg]

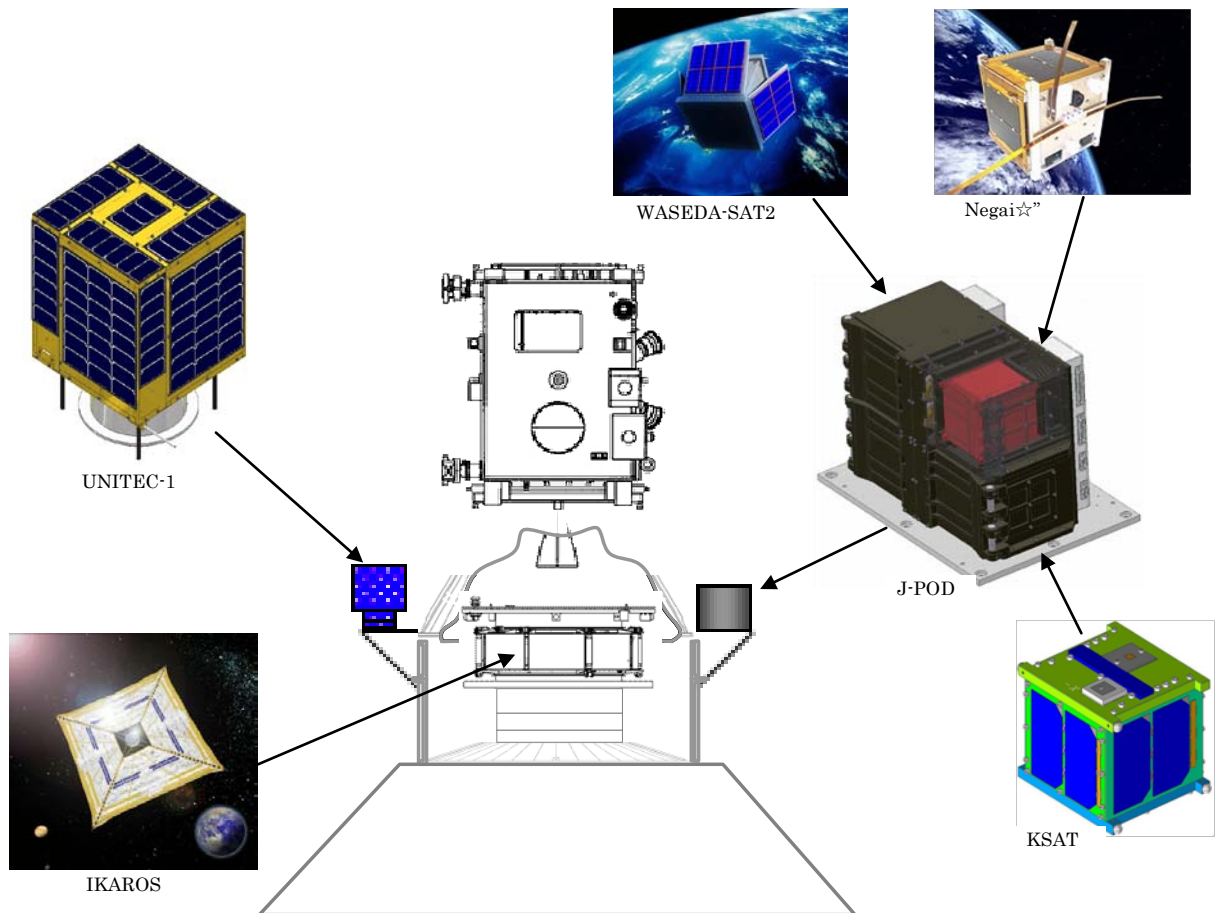
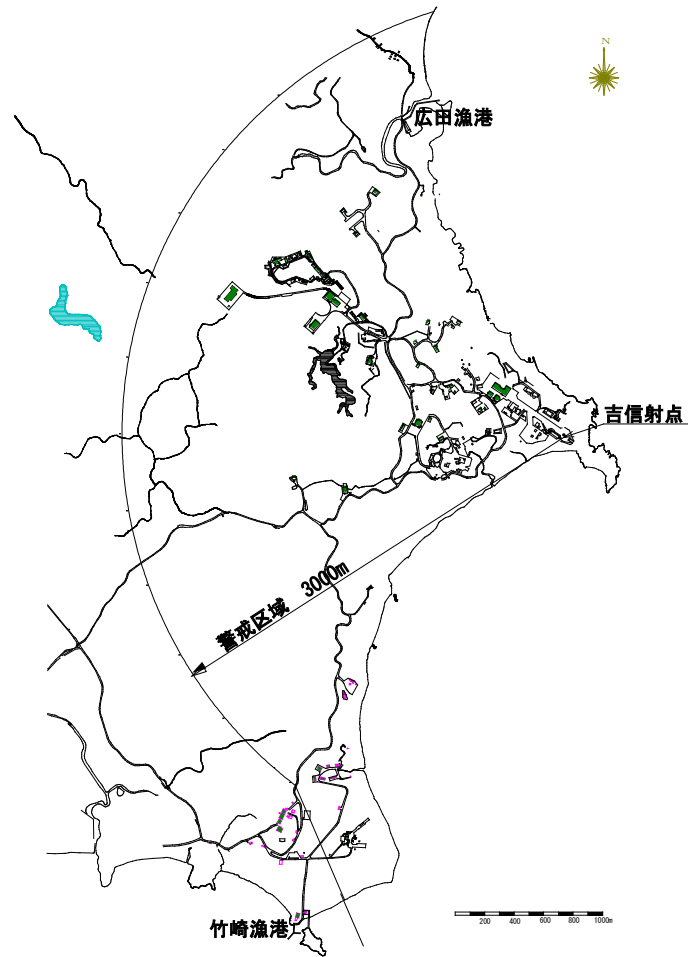
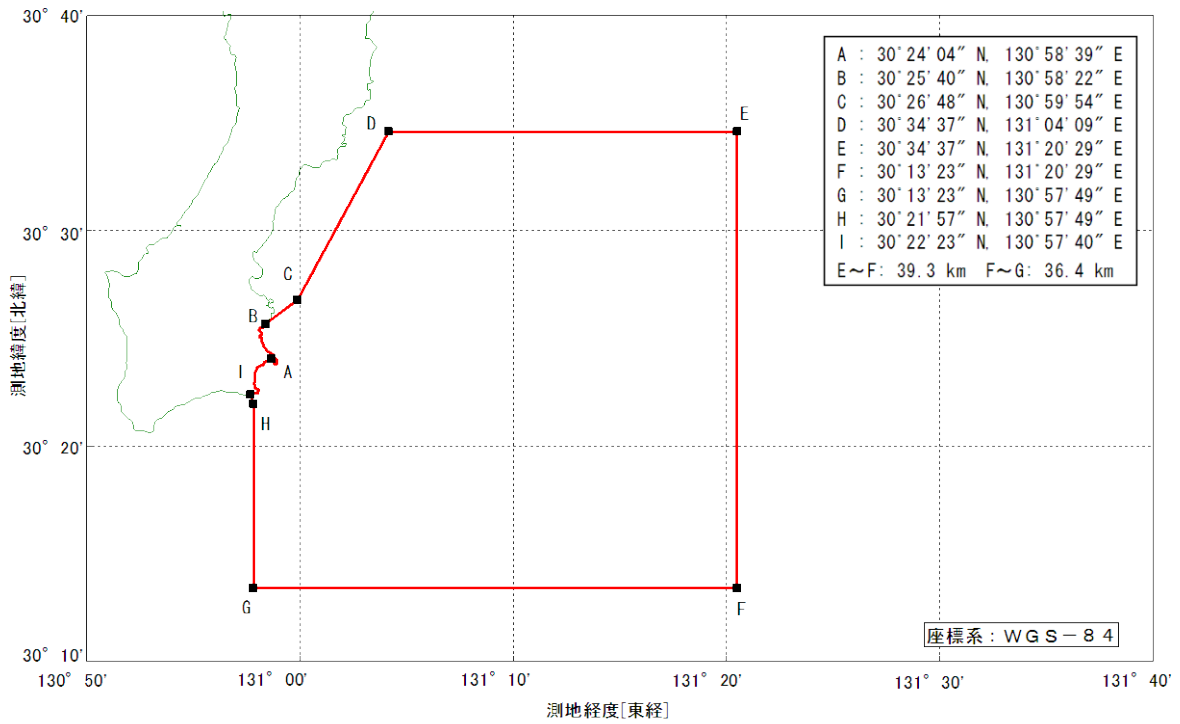


図-5 各小型副衛星の概観および搭載図



陸上警戒区域



海上警戒区域

図-6 ロケット打上げ時の警戒区域

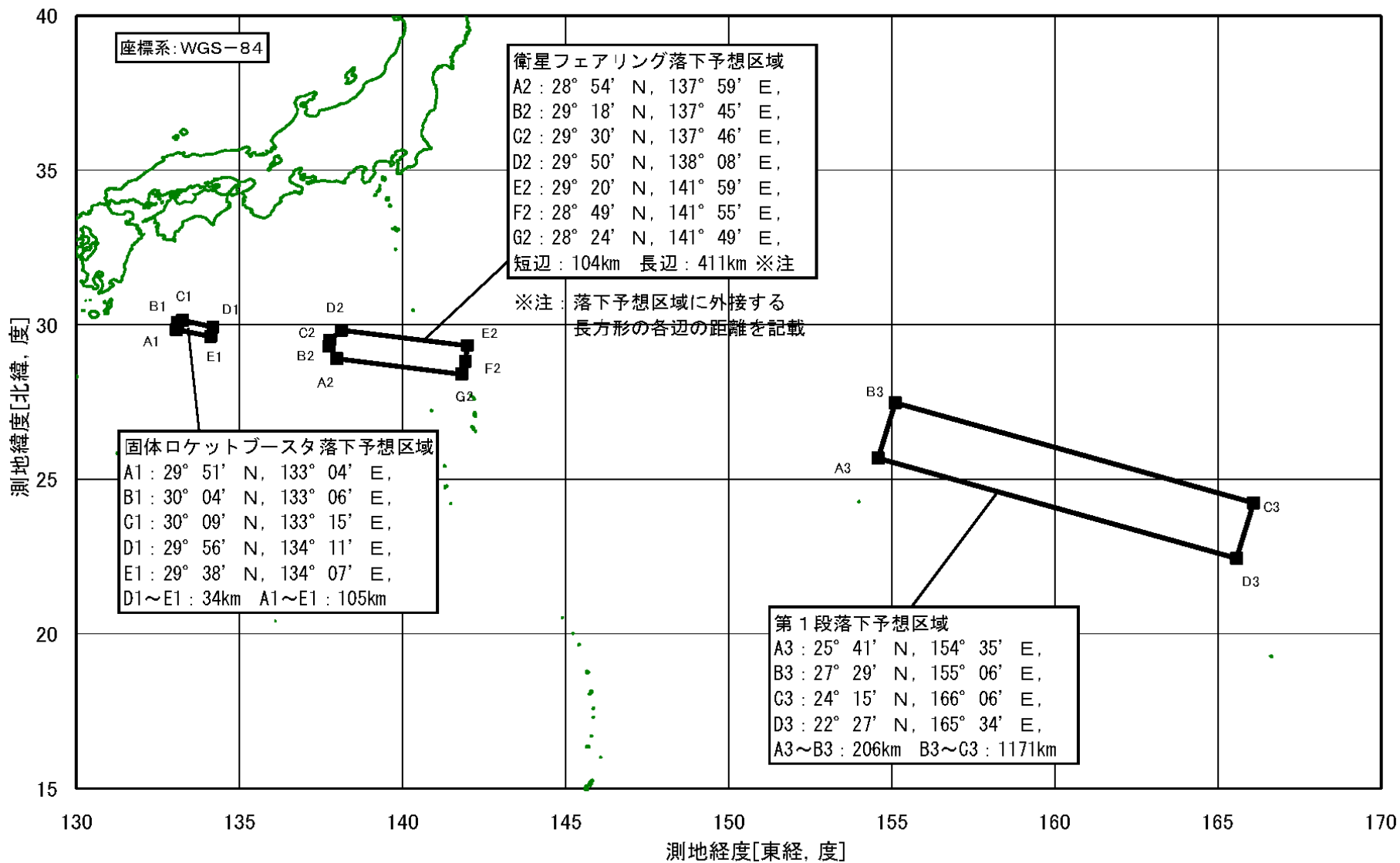


図-7 ロケット落下物の落下予想区域