

平成30年度 ロケット打上げ計画書

温室効果ガス観測技術衛星2号機「いぶき2号」(GOSAT-2) /
KhalifaSat / 小型副衛星 /
H-IIAロケット40号機 (H-IIA・F40)

平成30年8月

三菱重工業株式会社

国立研究開発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	- 1 -
1.4 打上げの期間及び時間	- 2 -
2. 打上げ計画	- 3 -
2.1 打上げの場所及び関連施設	- 3 -
2.2 打上げの役割分担	- 5 -
2.3 打上げの実施体制	- 6 -
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 温室効果ガス観測技術衛星 2号「いぶき 2号」(GOSAT-2)の概要	- 8 -
2.7 観測衛星 KhalifaSat の概要	- 8 -
2.8 小型副衛星(ピギーバック衛星)の概要	- 8 -
2.9 打上げに係る安全確保	- 9 -
2.10 関係機関への打上げ情報の通報	- 9 -
2.11 打上げ結果の報告等	- 10 -
【図リスト】	
図-1 打上げの場所及び関連施設の配置図	- 4 -
図-2 打上げ時の全体体制	- 6 -
図-3 MHI 打上げ執行体制	- 7 -
図-4 JAXA 打上安全監理体制	- 7 -
図-5 ロケットの飛行経路	- 12 -
図-6 ロケットの形状(H2A202型)	- 14 -
図-7 温室効果ガス観測技術衛星 2号「いぶき 2号」(GOSAT-2) 軌道上外観図	- 15 -
図-8 観測衛星 KhalifaSat 軌道上外観図	- 17 -
図-9 ロケット打上げ時の警戒区域(陸上警戒区域)	- 21 -
図-10 ロケット打上げ時の警戒区域(海上警戒区域)	- 22 -
図-11 ロケット打上げ時の警戒区域(上空警戒区域)	- 23 -
図-12 ロケット落下物の落下予想区域	- 24 -
【表リスト】	
表-1 打上げの期間及び時間	- 2 -
表-2 ロケットの飛行計画	- 11 -
表-3 ロケットの主要諸元	- 13 -
表-4 温室効果ガス観測技術衛星 2号「いぶき 2号」(GOSAT-2)の主要諸元	- 16 -
表-5 観測衛星 KhalifaSat の主要諸元	- 18 -
表-6 小型副衛星の概要	- 19 -

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、H-II Aロケット40号機(以下、「H-II A・F40」という)により温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)(以下、「いぶき2号」という)及びアラブ首長国連邦(UAE)のドバイ政府機関であるMBRSC(The Mohammed Bin Rashid Space Centre)(以下、「MBRSC」という)の観測衛星KhalifaSat(以下、「KhalifaSat」という)の打上げを行う。

なお、打上げ能力の余裕を活用して、超小型衛星(以下、「小型副衛星」という)5基に対して、軌道投入の機会を提供する。

本計画書は、H-II Aロケット40号機の打上げからロケット第2段/「いぶき2号」及び「KhalifaSat」の分離確認、小型副衛星の分離信号送出までを示すものである。

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。

(GOSAT-2は、Greenhouse gases Observing SATellite-2の略)

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 宮 永 俊 一

〒108-8215 東京都港区港南二丁目16番5号

イ. 打上執行責任者

MHI 執行役員フェロー

防衛・宇宙セグメント 技師長 二 村 幸 基

(2) 打上安全監理

ア. 打上安全監理機関

JAXA 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

イ. 打上安全監理責任者

JAXA 鹿児島宇宙センター所長 藤 田 猛

1.2 打上げの目的

H-II A・F40により、「いぶき2号」及び「KhalifaSat」を所定の軌道に投入する。

なお、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40号機

1機

・H2A202型

・4m径フェアリング(4/4D-LC型)

・ペイロード:

- ・主衛星 : 温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2) 1基
- ・主衛星 : 観測衛星 (KhalifaSat) 1基
- ・小型副衛星 : DIWATA-2B 1基
 - プロイテレス衛星2号機 1基
 - 地球低軌道環境観測衛星「てんこう」 1基
 - Stars-AO 1基
 - AUTcube2 1基

1.4 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	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)
H-II Aロケット 40号機 (H-II A・F40)	平成30年 10月29日(月)	13時08分00秒 ～ 13時20分00秒	平成30年 10月30日(火) ～ 平成30年 11月30日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・固体ロケットブースタ 約5～9分後 ・衛星フェアリング 約11～25分後 ・第1段 約16～32分後

2. 打上げ計画

2.1 打上げの場所及び関連施設

(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. 内之浦宇宙空間観測所

鹿児島県肝属郡肝付町南方

ウ. グアムダウンレンジ局

アメリカ合衆国グアム島

打上げの場所及び関連施設の配置図を図-1に示す。



JAXA の施設

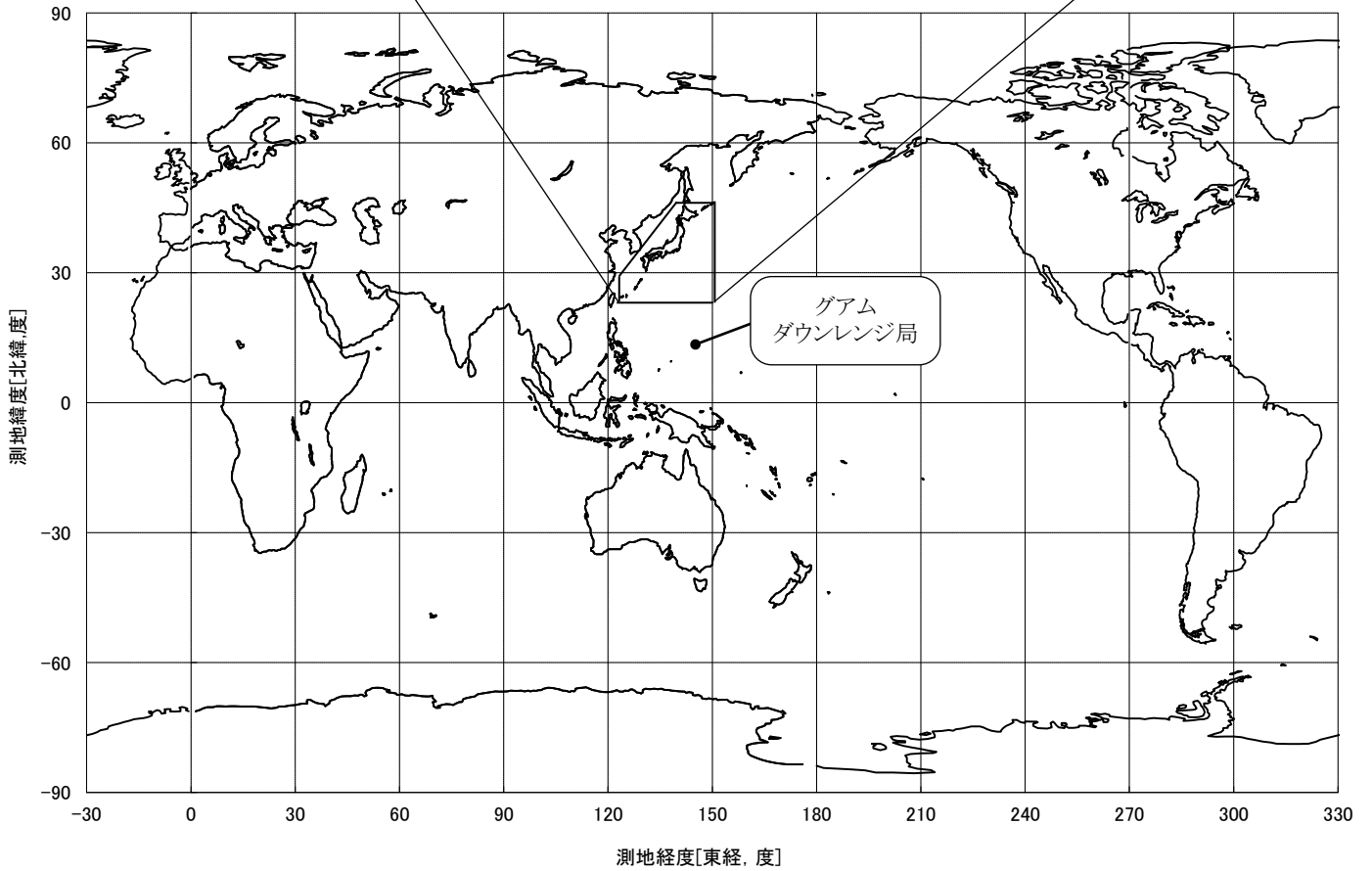


図-1 打上げの場所及び関連施設の配置図

2.2 打上げの役割分担

本打上げにおける各機関の役割分担は下記のとおりである。

(1) MHIの役割

JAXA 及び MBRSC 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、「いぶき2号」及び「KhalifaSat」を所定の軌道に投入する。

(2) JAXAの役割

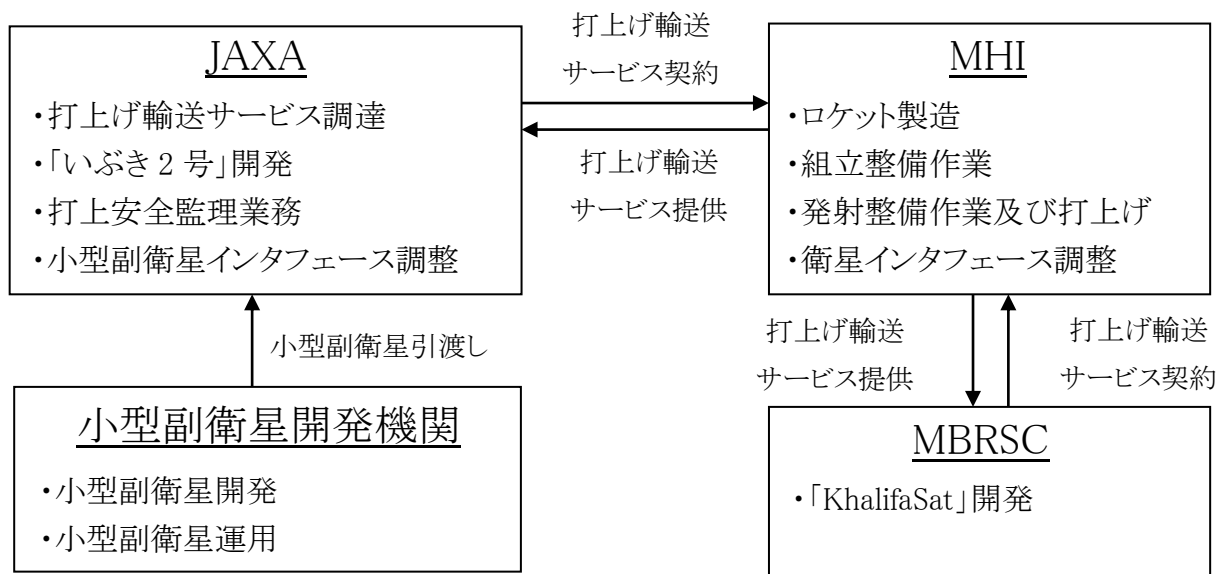
「いぶき2号」を開発し、「いぶき2号」の打上げ輸送サービスを MHI に委託する。また、各小型副衛星開発に関し、小型副衛星／ロケットに係るインタフェース調整及び小型副衛星の安全審査を実施し、その打上げを MHI に委託する。

打上げに際して、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-0 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) 小型副衛星開発機関の役割

各小型副衛星開発機関が、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

打上げ時の全体体制を図-2に、MHIの打上げ執行体制を図-3、JAXAの打上安全監理体制を図-4に示す。

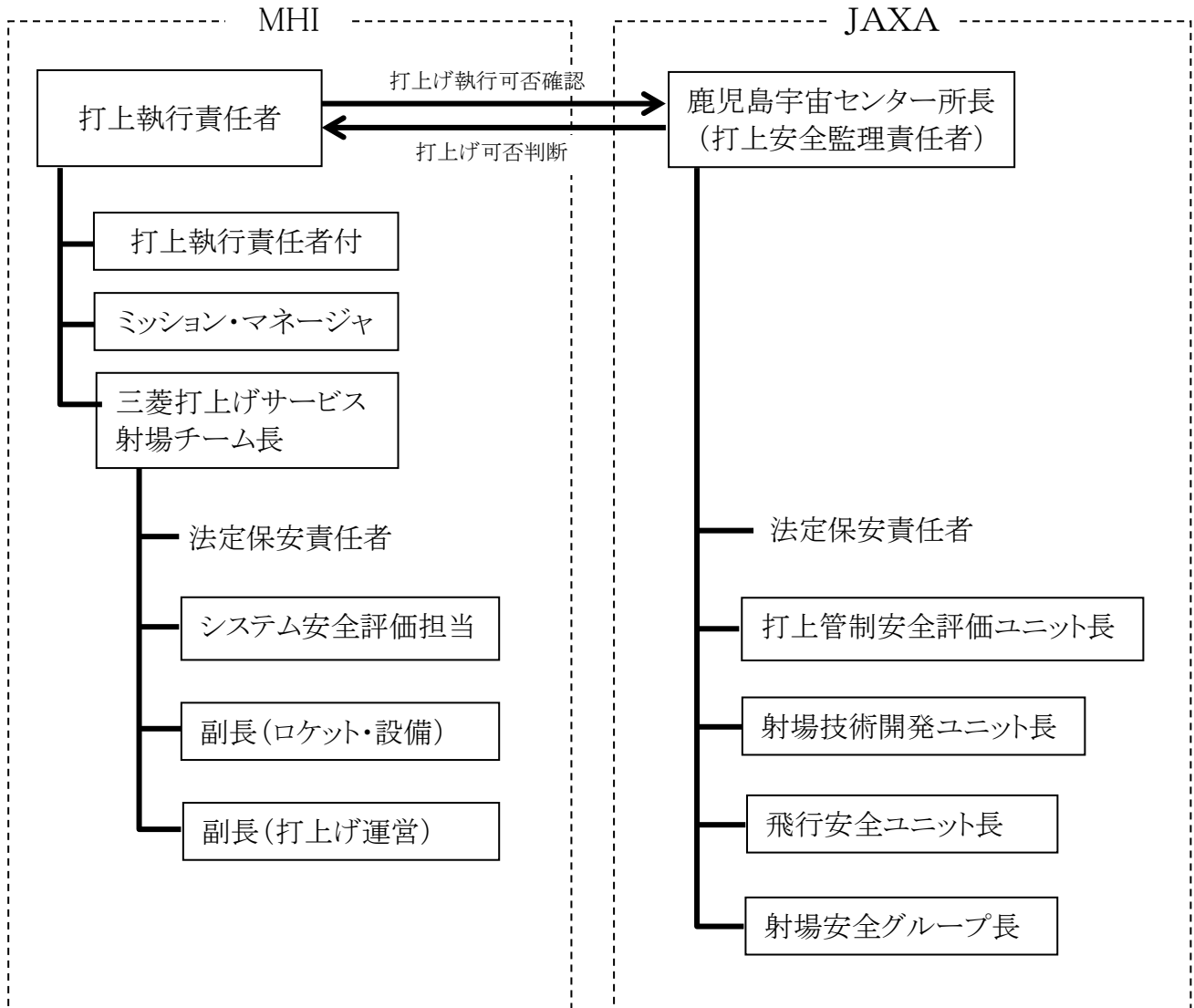
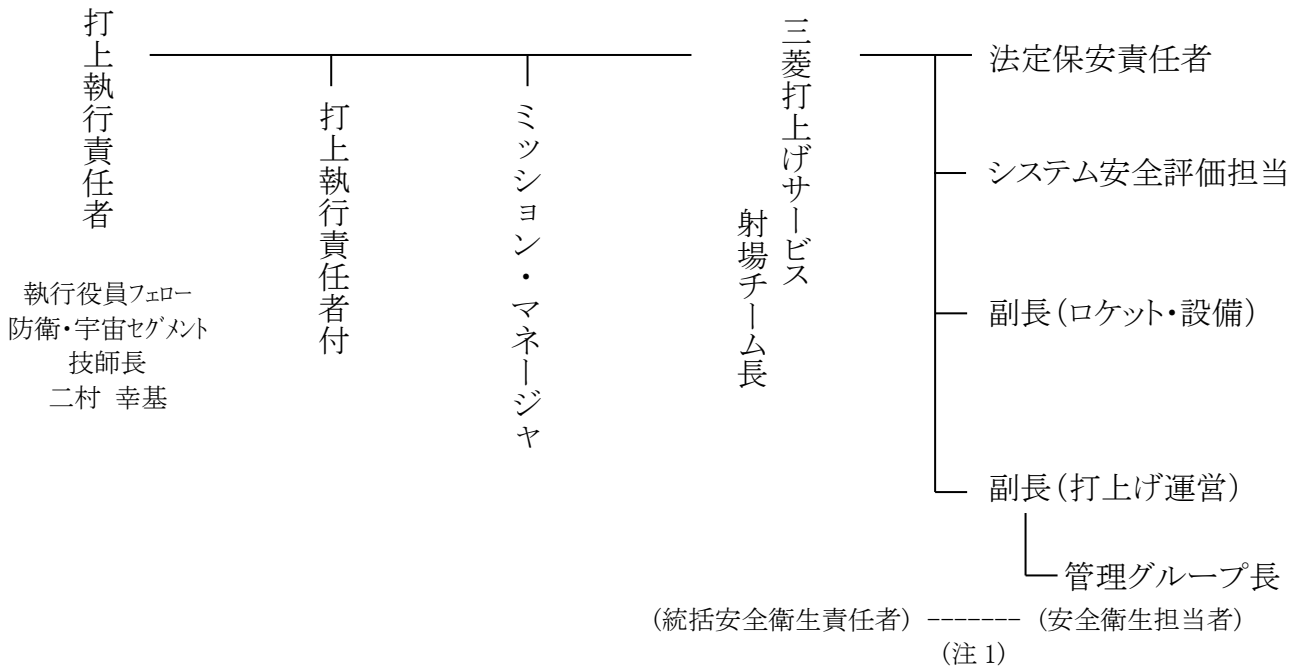


図-2 打上げ時の全体体制



(注1)安全に関しては、統括安全衛生責任者と安全衛生担当者との間で直接指示・報告を行う。

図-3 MHI 打上げ執行体制

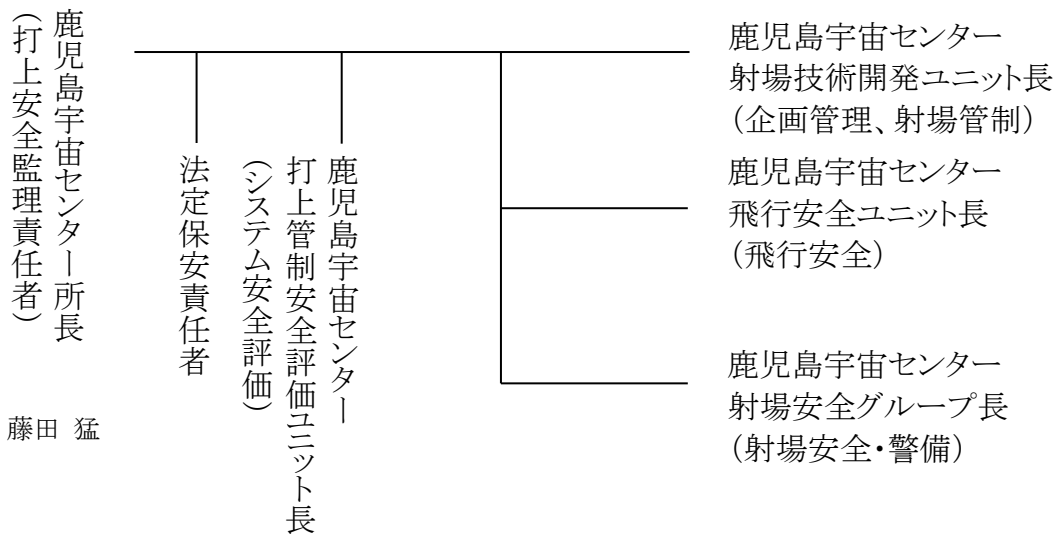


図-4 JAXA 打上安全監理体制

2.4 ロケットの飛行計画

H-II A・F40は、「いぶき2号」及び「KhalifaSat」、小型副衛星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106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。

打上げ約1分48秒後に固体ロケットブースタの燃焼を終了し、約2分6秒後(以下、時間は打上げ後の経過時間を示す。)に分離する。上部衛星フェアリングを約4分20秒後に分離し、約6分38秒後には第1段主エンジンの燃焼を停止し、約6分46秒後に第1段を分離する。

引き続き、約6分55秒後に第2段エンジンの燃焼が開始され、約15分26秒後に燃焼を停止し、約16分16秒後に高度約613km、軌道傾斜角97.84度の太陽同期準回帰軌道上で「いぶき2号」を分離する。その後、約19分56秒後に下部衛星フェアリングを分離し、約24分21秒後に近地点高度約595km、遠地点高度約613km、軌道傾斜角97.82度の太陽同期準回帰軌道上で「KhalifaSat」を分離する。なお、「KhalifaSat」分離時は地上局から不可視範囲を飛行中のため、地球周回後の地上局可視範囲にて記録データを再生して分離を確認する。

「KhalifaSat」を分離後、ロケットは慣性飛行を続け、約33分20秒から約51分00秒までに小型副衛星分離機構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、また飛行経路を図-5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-6に示す。

2.6 温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)の概要

「いぶき2号」は、JAXA、環境省、国立環境研究所の3機関の共同プロジェクトである。宇宙から温室効果ガスの濃度分布を観測することにより、温室効果ガス吸収排出状況の把握など、温暖化防止の国際的な取り組みに貢献することを目的として平成20年度に打ち上げられた「いぶき」のミッションを引き継ぎ、より高性能な観測センサを搭載して温室効果ガスの観測を行う。

「いぶき2号」の主要諸元及び形状を表-4及び図-7に示す。

2.7 観測衛星 KhalifaSat の概要

「KhalifaSat」は、アラブ首長国連邦のドバイ政府機関であるMBRSCが開発し、2009年と2013年にそれぞれ打ち上げられたDubaiSat-1、同-2に続く3基目の衛星である。前2基で蓄積したノウハウをベースに開発した初の国産衛星であり、本衛星の開発・打上げプロジェクトは国家の重要な事業と位置付けられているものである。

「KhalifaSat」の主要諸元及び形状を表-5及び図-8に示す。

2.8 小型副衛星(ピギーバック衛星)の概要

小型副衛星は、打上げ能力の余裕を活用して打ち上げる衛星であり、小型副衛星(有償制度・無償制度)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、無償制度においては小型副衛星を利用した教育・人材育成への貢献を目的とする。

なお、小型副衛星は主衛星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。

各小型副衛星の概要を表-6に示す。

2.9 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、宇宙開発利用部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-II A・F40 打上げ当日は、図-9 に示す陸上警戒区域、図-10 に示す海上警戒区域、図-9 並びに図-10 及び高度 18km 通過域を包含した図-11 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、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、JAXA が配置した陸上及び海上の警戒要員が目視により行う。

(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。

2.10 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、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 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-10 に示す海上の警戒区域及び図-12 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。

2.11 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、打上げ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。

表-2 ロケットの飛行計画

事 象	打上げ後経過時間			高度 km	慣性速度 km/s
	時	分	秒		
(1) リフトオフ	0	0	0	0	0.4
(2) 固体ロケットブースタ燃焼終了※	1	48		42	1.6
(3) 固体ロケットブースタ分離※※	2	6		54	1.6
(4) 上部衛星フェアリング分離	4	20		131	2.1
(5) 第1段主エンジン燃焼停止(MECO)	6	38		271	3.4
(6) 第1段・第2段分離	6	46		283	3.4
(7) 第2段エンジン推力立上がり(SELI)	6	55		297	3.4
(8) 第2段エンジン燃焼停止(SECO)	15	26		613	7.5
(9) 「いぶき2号」分離	16	16		613	7.6
(10) 下部衛星フェアリング分離(アダプタ部)	19	51		613	7.5
(11) 下部衛星フェアリング分離(シリンダ部)	19	56		613	7.5
(12) 「KhalifaSat」分離	24	21		616	7.5
(13) 地球低軌道環境観測衛星「てんこう」分離	33	20		623	7.5
(14) プロイテレス衛星2号機分離	38	20		624	7.5
(15) DIWATA-2B 分離	43	20		621	7.5
(16) Stars-AO 分離	48	20		614	7.6
(17) AUTcube2 分離	51	0		610	7.6

※)燃焼室圧最大値の10%時点

※※)スラスト・ストラット切断

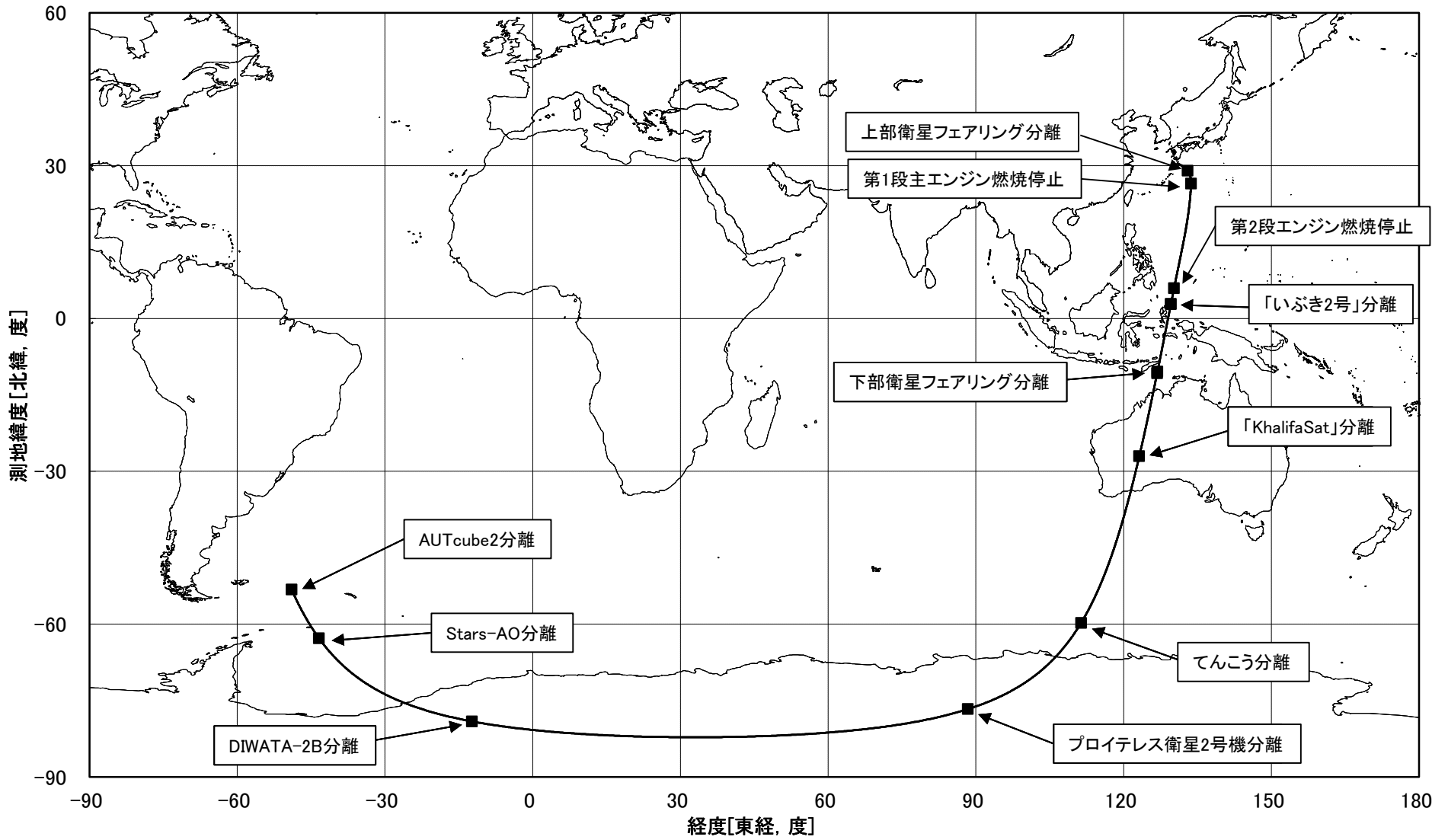


図-5 ロケットの飛行経路

表-3 ロケットの主要諸元

全 段				
名称	H-IIA ロケット(H2A202 型)			
全長(m)	57			
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 (長秒時燃焼モータ)	第2段 (高度化仕様)	衛星フェアリング (4/4D-LC 型)
全長(m)	37	15	11	16
外径(m)	4.0	2.5	4.0	4.1
質量(t)	114	153(2 本分)	20	1.9
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	116	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 電波航法機器 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

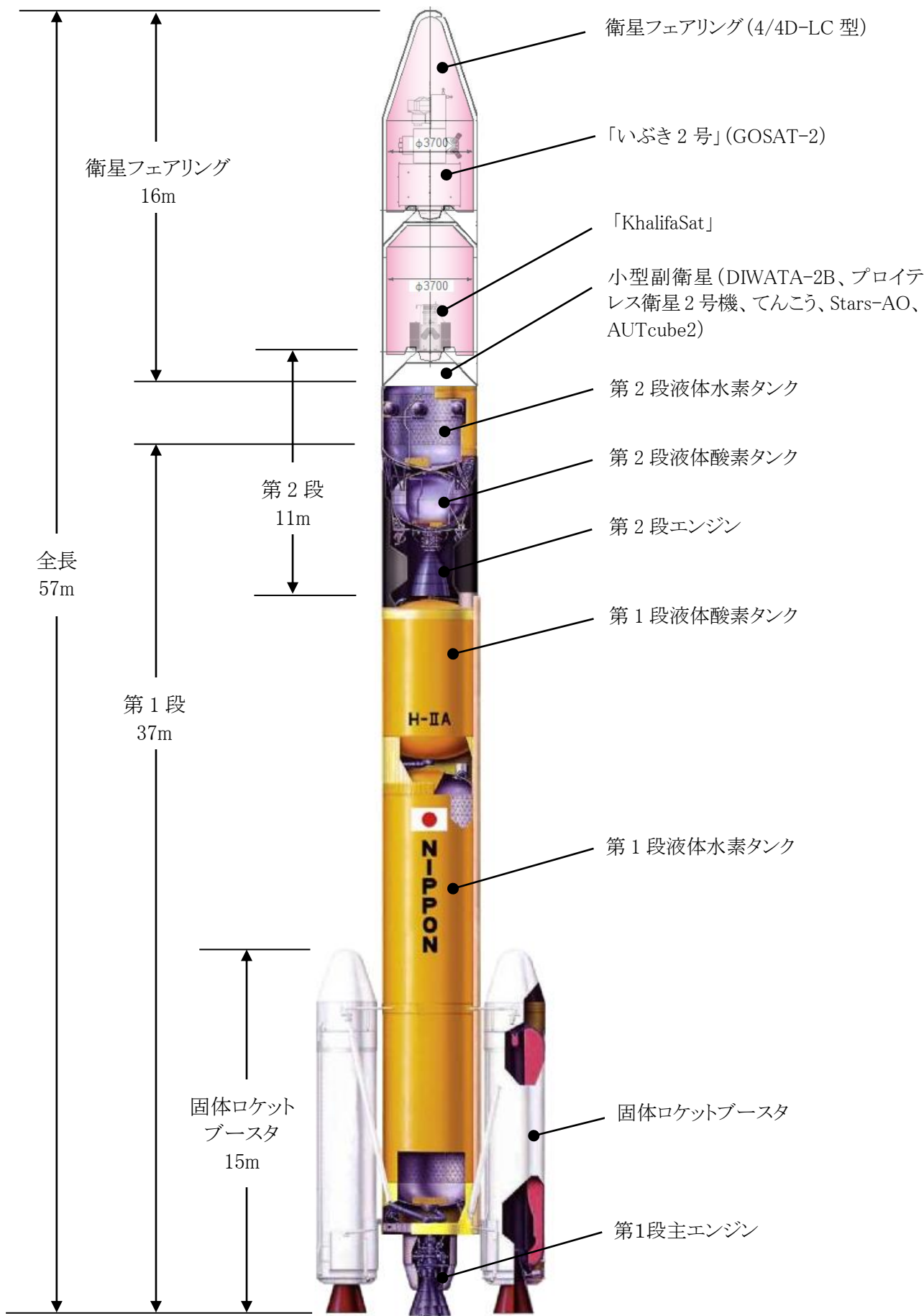


図-6 ロケットの形状 (H2A202 型)

温室効果ガス観測センサ 2 型
(TANSO-FTS-2)

太陽電池パドル

太陽電池パドル

雲・エアロゾルセンサ 2 型
(TANSO-CAI-2)

図-7 温室効果ガス観測技術衛星 2 号「いぶき 2 号」(GOSAT-2) 軌道上外観図

表-4 温室効果ガス観測技術衛星 2号「いぶき 2号」(GOSAT-2)の主要諸元

項 目	諸 元
名称	温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)
目的	「いぶき2号」(GOSAT-2)は、「いぶき」ミッションを引き継ぎ、主たる温室効果ガスの濃度分布、吸収排出量のより高い精度での算出・推定を行い、 <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動予測精度の向上への寄与 ・地球システムの変化の早期検出への寄与 ・人為的な温室効果ガス排出の削減状況や自然吸収源の変動状況の把握への寄与 により環境行政に貢献する。
予定軌道	種類 : 太陽同期準回帰軌道 軌道高度 : 約 613km 軌道傾斜角 : 約 97.84度 降交点通過地方太陽時 : 13時00分±15分 周期 : 約 97分
設計寿命	5年以上(目標7年)
質量	打上げ時質量 約1800kg
寸法	2翼式太陽電池パドルを有する箱型 収納時: 高さ 約 5.3m × 幅 約 2.7m × 奥行 約 2.8m (太陽電池パドル両翼端間 : 約 16.5m)
電力	約 5,000W (軌道上 5年後の発生電力)
ミッション機器	<ul style="list-style-type: none"> ・温室効果ガス観測センサ 2型(TANSO-FTS-2) ・雲・エアロソルセンサ 2型(TANSO-CAI-2)

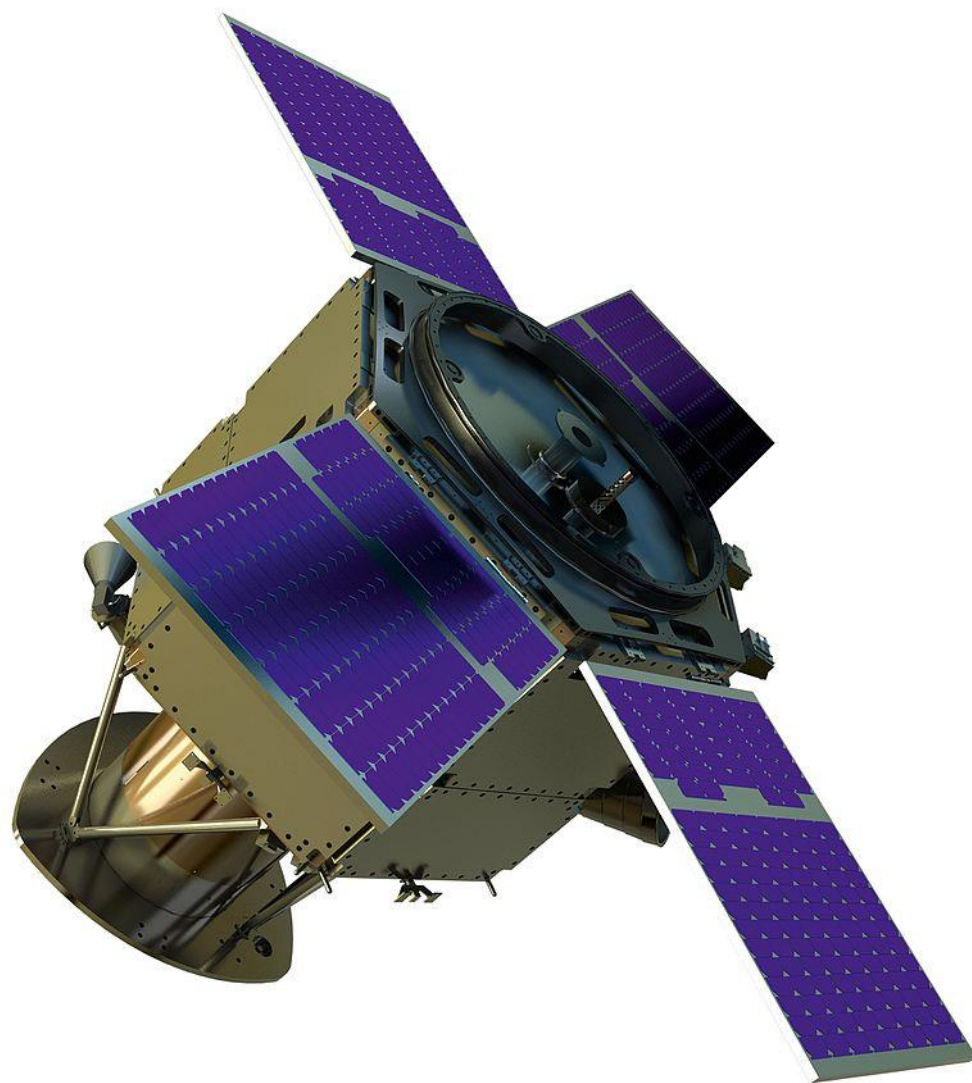


図-8 観測衛星 KhalifaSat 軌道上外観図

表-5 観測衛星 KhalifaSat の主要諸元

項目	諸元
名称	観測衛星KhalifaSat
目的	アラブ首長国連邦のドバイ政府機関であるMBRSCが、他国企業の協力により開発・打上げ済みのDubaiSat-1、同-2で蓄積したノウハウをベースに開発した初の国産衛星で、国家の重要な事業と位置づけられた開発・打上げプロジェクト。
設計寿命	5年
質量	打上げ時質量 約330kg
発生電力	450W (EOL)
搭載センサ分解能	約 0.7m

表-6 小型副衛星の概要 (1/2)


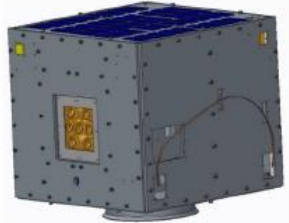

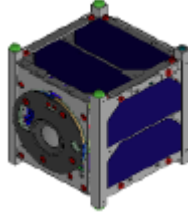
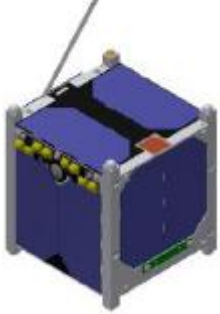
No.	衛星の 開発機関	衛星の名称	衛星のミッション内容	質量・寸法	外観
1	東北大学	DIWATA-2B	フィリピン国内の天然資源モニタリングおよび災害監視を実施する	サイズ: 約 500×500×500 [mm] 質量: 約 55.9[kg]	
2	大阪工業大学	プロイテレス衛星 2号機	自立航行能力(パルスプラズマスラスタ)を検証する	サイズ: 約 500×500×480 [mm] 質量: 約 45.0 [kg]	
3	九州工業大学	地球低軌道 環境観測衛星 「てんこう」	<p>【地球低軌道環境の観測】 地球低軌道に存在する様々なエネルギーレベルの放射線環境や磁束密度を測定する</p> <p>【先進材料の宇宙環境劣化具合の観測】 各種炭素繊維熱可塑樹脂CFRTPを搭載し、宇宙環境下における劣化状況を観測し、将来の宇宙開発に利用できることを実証する</p> <p>【社会・世界貢献】 GNSSレシーバ、原子時計およびウルトラキャパシタ(電気二重層コンデンサ)など民生品が軌道上で運用できることを実証する</p>	サイズ: 約 493×488×494 [mm] 質量: 約 23.0[kg]	

表-6 小型副衛星の概要(2/2)

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
4	静岡大学	Stars-AO	<p>【天体観測】 超高感度カメラを搭載し、地上と同コスト・同頻度での天体写真撮影を実現する</p> <p>【高速無線】 超小型衛星と一般アマチュア無線局との通信を高速化・大容量化する技術を目指す</p>	サイズ: 約 106×100×122 [mm] 質量: 約 1.4[kg] (J-POD 搭載)	
5	愛知工科大学	AUTcube2	<p>【目で見える人工の星】 衛星に搭載した高光度LEDの点滅を直接目でとらえ、その点滅のしかたによりメッセージを伝える</p> <p>【720度宇宙撮影】 衛星の対向する二面に取り付けた魚眼レンズを使い、衛星の全方位を撮影して地上に送る実験を行う</p> <p>【超低電力通信実験】 1mW以下の送信電力の送信機により、地上へのデータ伝送を行う</p> <p>【宇宙電磁環境調査】 地上と衛星間および衛星と衛星間での通信を行う周波数について、背景電波のレベルを測定する。</p>	サイズ: 約 111×111×122 [mm] 質量: 約 1.6[kg] (J-POD 搭載)	

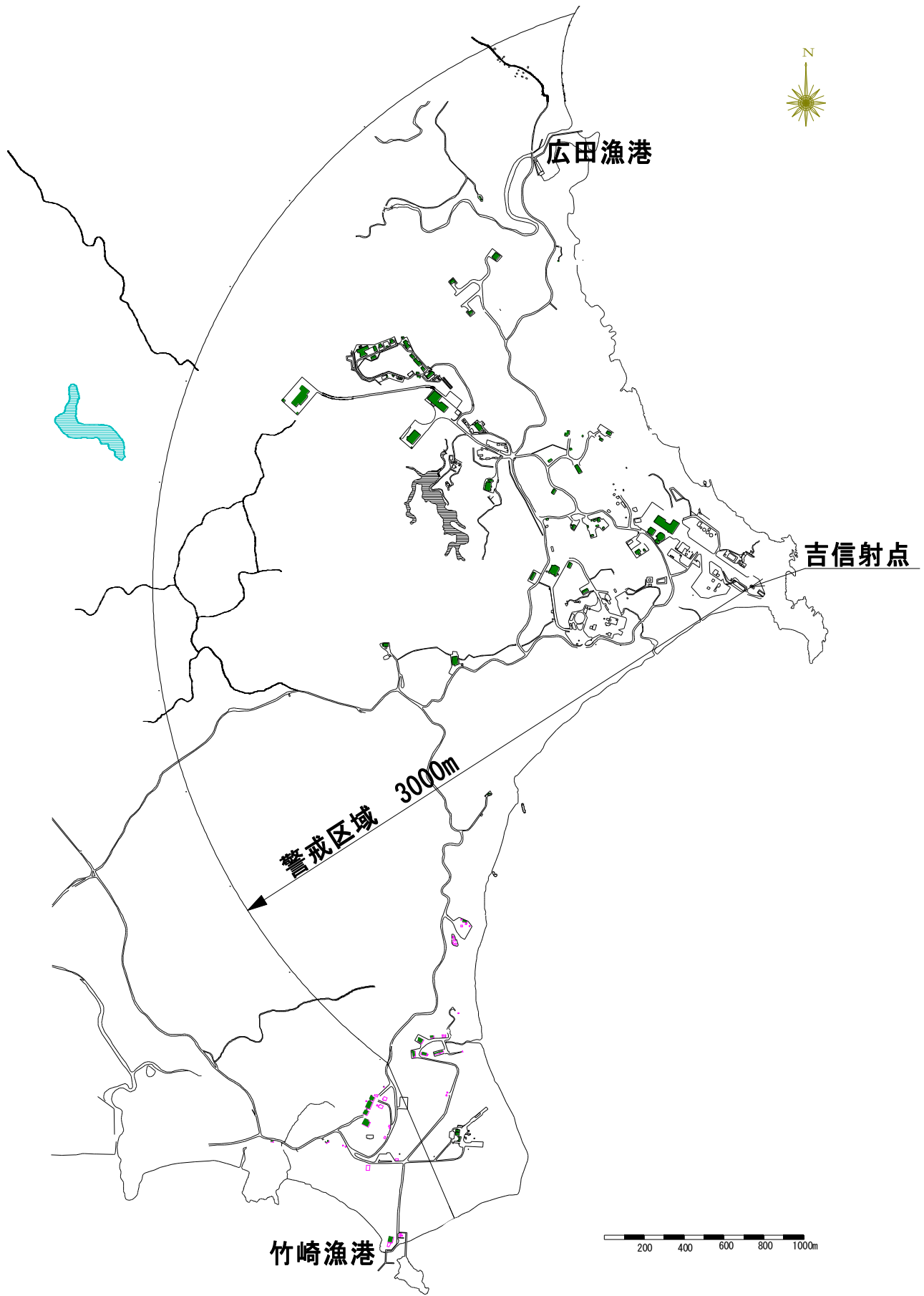


図-9 ロケット打上げ時の警戒区域(陸上警戒区域)

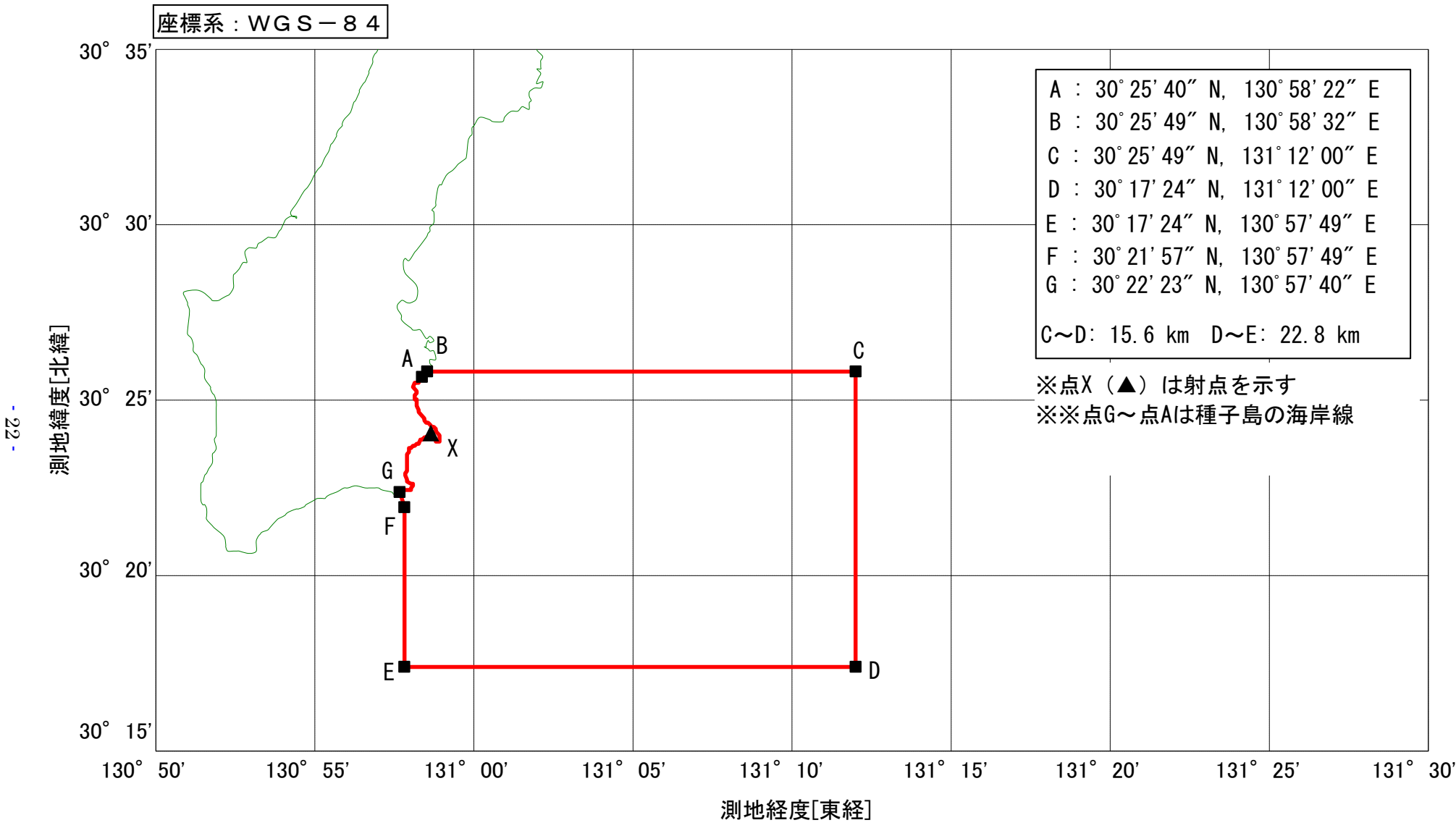


図-10 ロケット打上げ時の警戒区域(海上警戒区域)

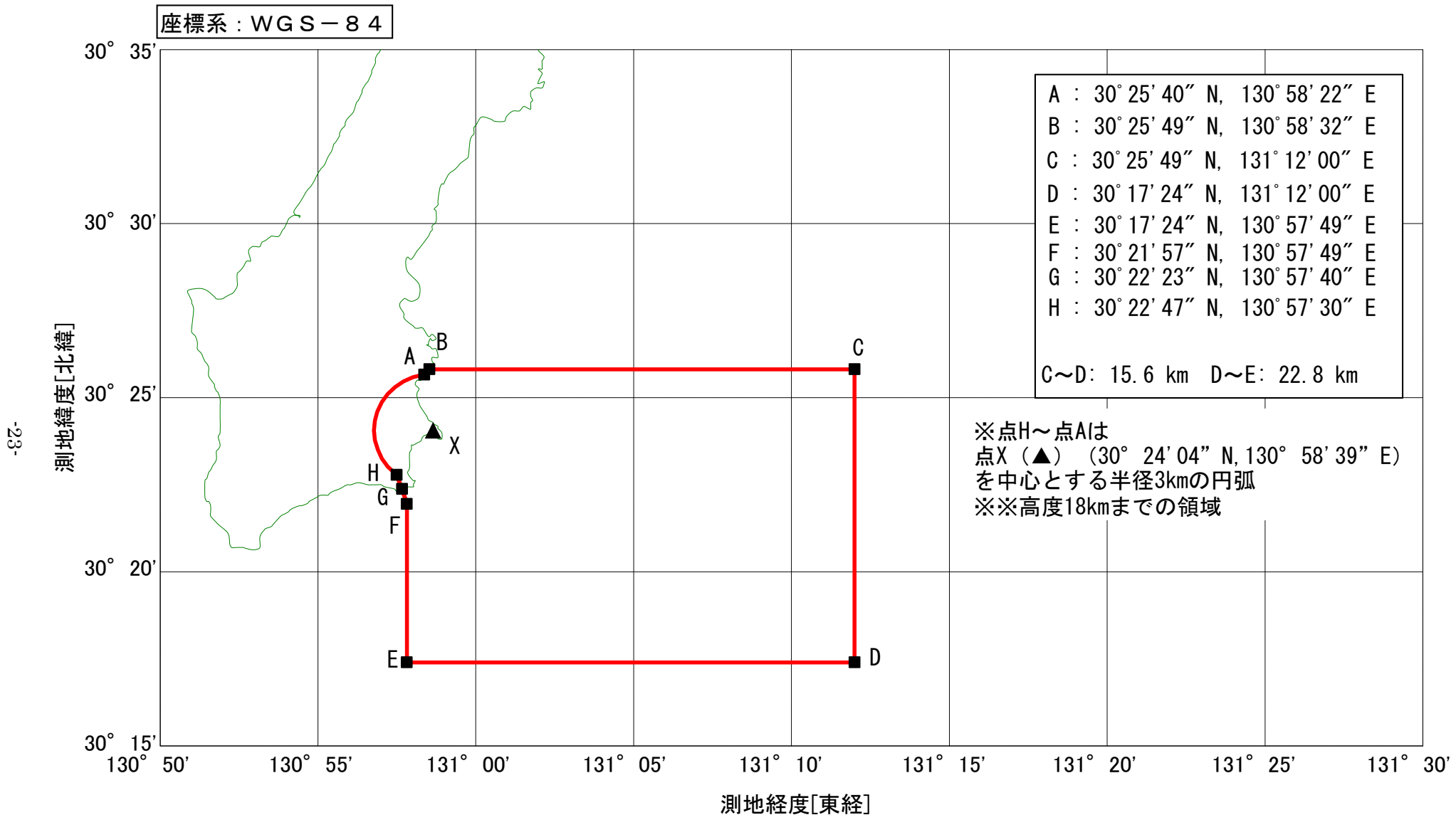
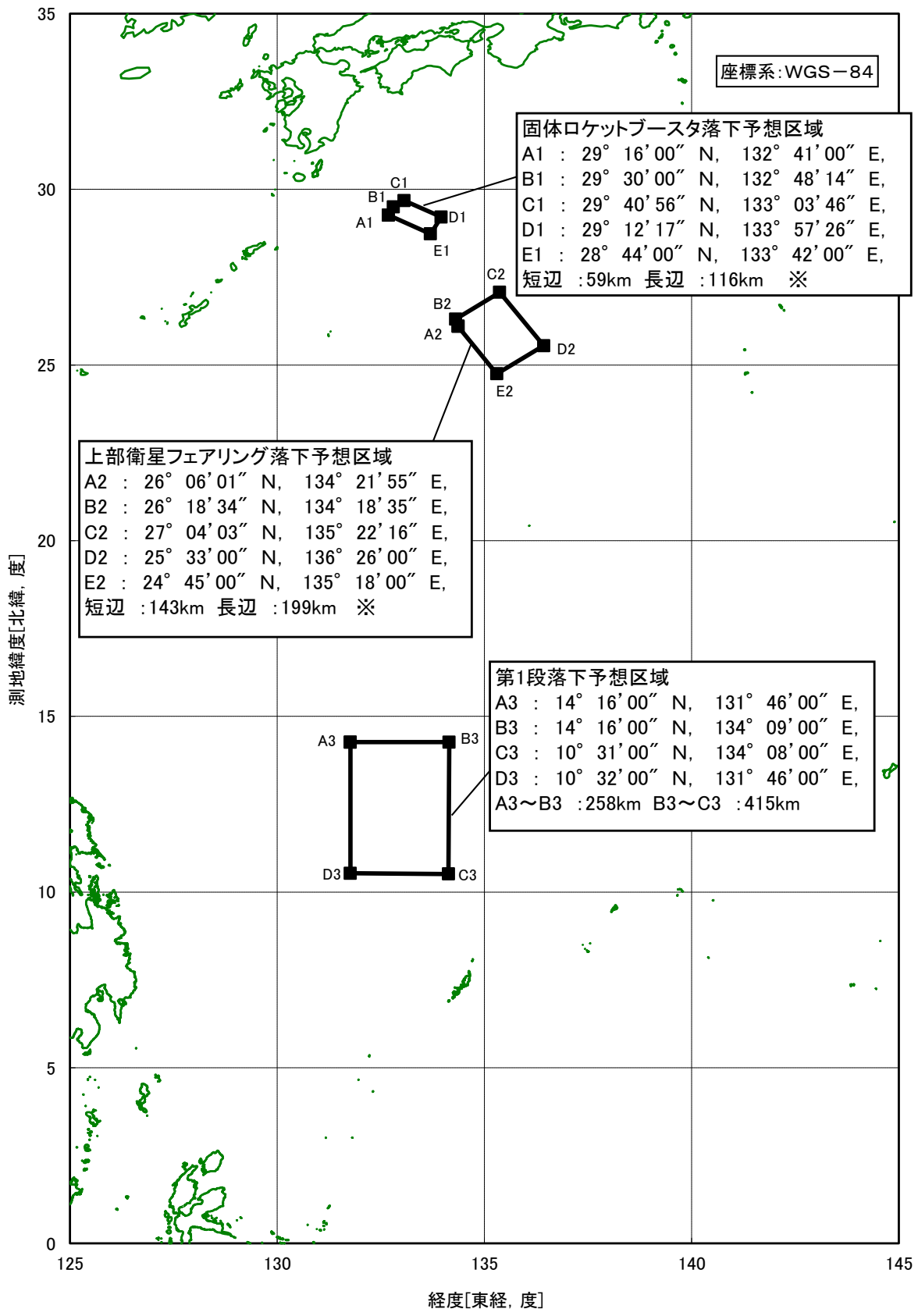


図-11 ロケット打上げ時の警戒区域(上空警戒区域)



※落下予想区域に外接する長方形の各辺の距離

図-12 ロケット落下物の落下予想区域