

イプシロンロケット3号機の打上げに係る 飛行安全計画

平成29年8月

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構

まえがき

本計画は、「人工衛星等打上げ基準」第4条に基づき、打上げに係る安全計画について定めるものであり、同第3条に従い宇宙開発利用部会の調査審議を受けるものである。

目次

1. 全般	1
1.1 飛行安全の目的	1
1.2 飛行安全の実施範囲	1
1.3 関連法規等	2
1.3.1 法令	2
1.3.2 宇宙開発利用部会 基準	2
1.3.3 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 規程・要領等	2
2. 飛行経路の安全性	3
2.1 飛行経路	3
2.2 落下予想区域と海上警戒区域及び陸上警戒区域	3
2.3 落下予測点軌跡	3
2.4 地上局の電波リンク	3
2.5 軌道上のロケット機体等の処置	4
2.6 軌道上の有人宇宙物体に対する安全対策	4
3. 飛行安全管理	12
3.1 飛行安全システム	12
3.1.1 システムの概要	12
3.1.2 飛行安全情報の流れ	12
3.1.3 ロケットの飛行を中断すべき条件	12
3.2 落下限界線の設定	13
3.2.1 内之浦周辺の落下限界線	13
3.2.2 内之浦周辺以外の落下限界線	13
4. 航空機及び船舶に対する通報	16
4.1 航空機に対する通報	16
4.2 船舶に対する通報	16
5. 飛行安全組織及び業務	16
6. 安全教育・訓練	16
6.1 安全教育	16
6.2 飛行安全管理訓練	17
6.3 飛行中断時の情報連絡訓練	17
7. ロケット飛行中断後の対策及び措置	17
7.1 射点近傍での飛行中断	17
7.2 射点近傍以外での飛行中断	17

図表目次

表 1	イプシロンロケット3号機の飛行計画概要.....	5
図 1	イプシロンロケット3号機の飛行経路概要（機体現在位置）.....	6
図 2	投棄物の落下予想区域.....	7
図 3	落下予想区域と航空路.....	8
図 4-1	海上警戒区域.....	9
図 4-2	上空警戒区域.....	10
図 5	ロケットの落下予測点 ^(注) 軌跡と3 σ 分散範囲.....	11
図 6	飛行安全システム概念図.....	14
図 7	射点周辺の落下限界線.....	15
図 8	打上げ管制隊編成図.....	18
図 9	飛行安全関連組織.....	19
図 10	現地事故対策本部の構成.....	20
図 11	安全に関わる重大な事故発生時の事故対策本部の構成.....	21

1. 全般

JAXAは、イプシロンロケット3号機及び高性能小型レーダ衛星(ASNARO-2)(以下「ASNARO-2」という。)の打上げに係る業務を行うに当たって、飛行安全確保業務を行うものとする。本計画書は「イプシロンロケット3号機の打上げに係る飛行安全計画」を定めたものである。

1.1 飛行安全の目的

飛行安全は、地上より打上げられたロケットの燃え殻、投棄物、故障した機体、もしくはその破片等が落下する際、落下点または落下途中において人命または財産に対し被害を与える可能性を最小限にとどめ、公共安全を確保することを目的とする。

1.2 飛行安全の実施範囲

上記の目的を達成するために、ロケットの打上げに際して実施すべき飛行安全の作業範囲は以下の通りである。

- (1) 設定されたロケットの飛行経路が、上記目的に照らして適当であることを確認すること。
- (2) ロケットの燃え殻、及び投棄物の落下予想区域に関連し、必要に応じて国内外に事前通報を行うこと。
- (3) リフトオフより2/3段分離確認までを飛行安全管理期間とし、この期間中、ロケットが設定された飛行経路に沿って飛行しているか否かを判定し、その経路を外れて落下予測域^(注)が地表に危害を与えるおそれが生じた場合は、災害を最小限に抑えるための措置を講じること。また、このために必要な準備作業を行うこと。

(注) ロケットの落下予測域とは、ロケットの飛行を中断した場合に、落下物の衝突、飛行中の爆発に伴う爆風、固体推進薬破片の地上落下時の二次爆発及び二次破片の飛散、並びに搭載推進薬の流出及び拡散等により危害が及ぶおそれのある範囲。

1.3 関連法規等

1.3.1 法令

国内法令等には、飛行安全という用語はなく、また、特にその内容を直接規定する条文はない。航空機及び船舶に対する通報に関しては「航空法」等に基づき実施する。国際的には「宇宙物体により引き起こされる損害についての国際的責任に関する条約」があり、ロケット打上げ国の損害賠償に関する義務が明文化されている。日本は本条約に1983年6月に加入した。上記の飛行安全の目的及び実施範囲は本条約の主旨に沿っている。

1.3.2 宇宙開発利用部会 基準

(1) ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準

(平成28年6月14日 宇宙開発利用部会)

1.3.3 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 規程・要領等

(1) 安全管理規程 (規程第16-2号 平成28年8月29日改訂版)

(2) 人工衛星等打上げ基準 (規程第15-37号 平成27年7月28日改訂版)

(3) 人工衛星等打上げ用ロケットの飛行安全に関する基本要領

(JERG-1-011B 平成29年4月6日改訂版)

(4) 飛行安全解析要求書 (KQE-14720B)

(5) イプシロンロケット3号機打上げ管制隊の編成について

(第一宇宙技術部門長決定第29-2号)

2. 飛行経路の安全性

2.1 飛行経路

ロケットの飛行計画を表 1 に、飛行経路を図 1 に示す。

2.2 落下予想区域と海上警戒区域及び陸上警戒区域

ロケットが正常に飛行した場合の落下物としては衛星フェアリング、第 1 段機体及び第 2 段機体がある。図 2 にこれらの落下予想区域を示す。また、これらの落下予想区域を航空路図の上を示すと図 3 のとおりである。衛星フェアリング、第 1 段機体及び第 2 段機体の落下予想区域については航空機の安全航行のため、第 4 章に記す通報の手続きを確実にを行い安全を確保する。

また、打上げ直後の飛行中断に伴う破片の落下分散を解析し、ロケットの落下破片が船舶に当たるおそれのある海域を図 4-1 のように海上警戒区域として、射点を含む周辺の陸地において、落下予測域を収めることができる適切な範囲を陸上警戒区域として設定する。また、図 4-2 のように、海上警戒区域、並びに陸上警戒区域、及び高度 18km 通過域を包含した区域を上空警戒区域として設定する。

なお、落下予想区域及び両警戒区域について、第 4 章に記す方法によって、航空機及び船舶に対し周知を図る。

2.3 落下予測点軌跡

ロケットの落下予測点軌跡及び 3 σ 分散範囲を図 5 に示す。3 σ 分散飛行経路を飛行中のロケットが推力を停止したと想定した場合の落下域は、人口稠密地域から可能な限り離れて通過するよう飛行経路が設定されている。また、万一ロケットが異常を生じた場合に災害を最小にとどめられるように飛行安全管理を実施する。その方法については第 3 章に述べる。

2.4 地上局の電波リンク

イプシロンロケット 3 号機の打上げでは、打上げから 2/3 段分離確認まで飛行安全管理を実施するため、その期間の電波リンク確保に必要な追尾局（レーダ、テレメータ）、及びコマンド局を使用する。

2.5 軌道上のロケット機体等の処置

ミッション終了後のロケット第3段機体及びポストブーストステージ（PBS）機体が残留燃料等のため軌道上で破壊、爆発等に至った場合、大量の宇宙デブリ破片の発生が想定される。また、衛星分離機構を作動させる際、軌道上に火工品の破片等が放出される可能性がある。イプシロンロケットではこれらを防止する処置として以下を考慮している。

- （1） PBS機体が推薬タンク内圧上昇により破壊することを防止する目的で、ミッション終了後、PBS推進系についてはヒドラジンの排出シーケンスを実施する。また、PBS推進系の気蓄器内の残留ガスについては、入熱による温度上昇を考慮しても到達圧力が気蓄器の破壊圧以下であるため気蓄器が破壊することはない。
- （2） 搭載されている電池については、内部圧力上昇により破壊することを防止する目的で、内部圧力が規定以上に上昇した場合には、ベントできる機能を有している。
- （3） 3段/PBS分離機構、衛星分離機構はマルマンバンド方式であり、作動時に破片等を放出しない方式を採用している。

2.6 軌道上の有人宇宙物体に対する安全対策

ロケットの打上げに際しては、軌道上において活動する者の生命の安全を確保するため、打上げ実施後に軌道上の有人宇宙物体がロケットの軌道投入段及びその分離物からの安全を確保するための対応が可能と考えられるまでの間を考慮した干渉解析を実施し、当該有人宇宙物体との衝突を回避する打上げ時刻を設定する。

表1 イプシロンロケット3号機の飛行計画概要

事象		打上後経過時間(秒)	距離(km)	高度(km)	慣性速度(km/s)
(1)	1段点火	0	0	0	0.4
(2)	1段燃烧終了 ^(※)	108	63	74	2.3
(3)	衛星フェアリング分離	151	131	123	2.1
(4)	1/2段分離	161	147	132	2.0
(5)	2段点火	165	153	135	2.0
(6)	2段燃烧終了 ^(※)	294	481	215	4.8
(7)	スピンモータ点火	370	822	241	4.7
(8)	スピンモータ燃烧終了 ^(※)	375	844	241	4.7
(9)	2/3段分離	390	913	242	4.7
(10)	3段点火	394	931	242	4.7
(11)	3段燃烧終了 ^(※)	482	1435	234	7.9
(12)	3段/PBS分離	594	2286	240	7.9
(13)	第1回PBS燃烧開始	871	4389	269	7.8
(14)	第1回PBS燃烧停止	1187	6766	317	7.8
(15)	第2回PBS燃烧開始	2584	16817	511	7.5
(16)	第2回PBS燃烧停止	3011	19196	516	7.6
(17)	衛星分離 ^(※※)	3155	18751	513	7.6

(※) 燃烧室圧力最大値の5%時点。

(※※) 衛星分離時間は機体・衛星特性の実測値をもとに最終決定されるため参考値。

(※※※) I 二 I は飛行安全管制期間。飛行安全管制終了時刻は打上げ後390秒後。

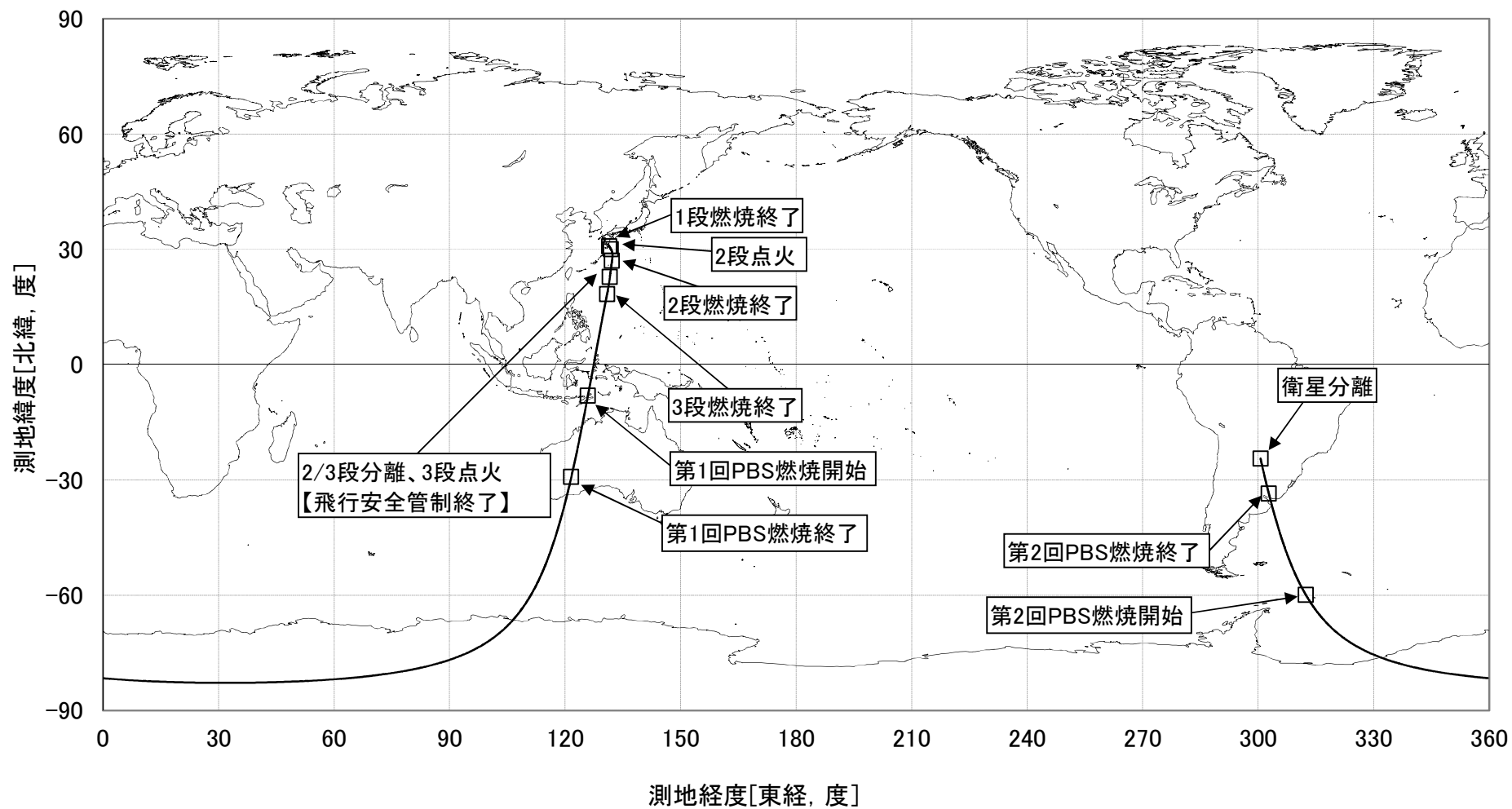
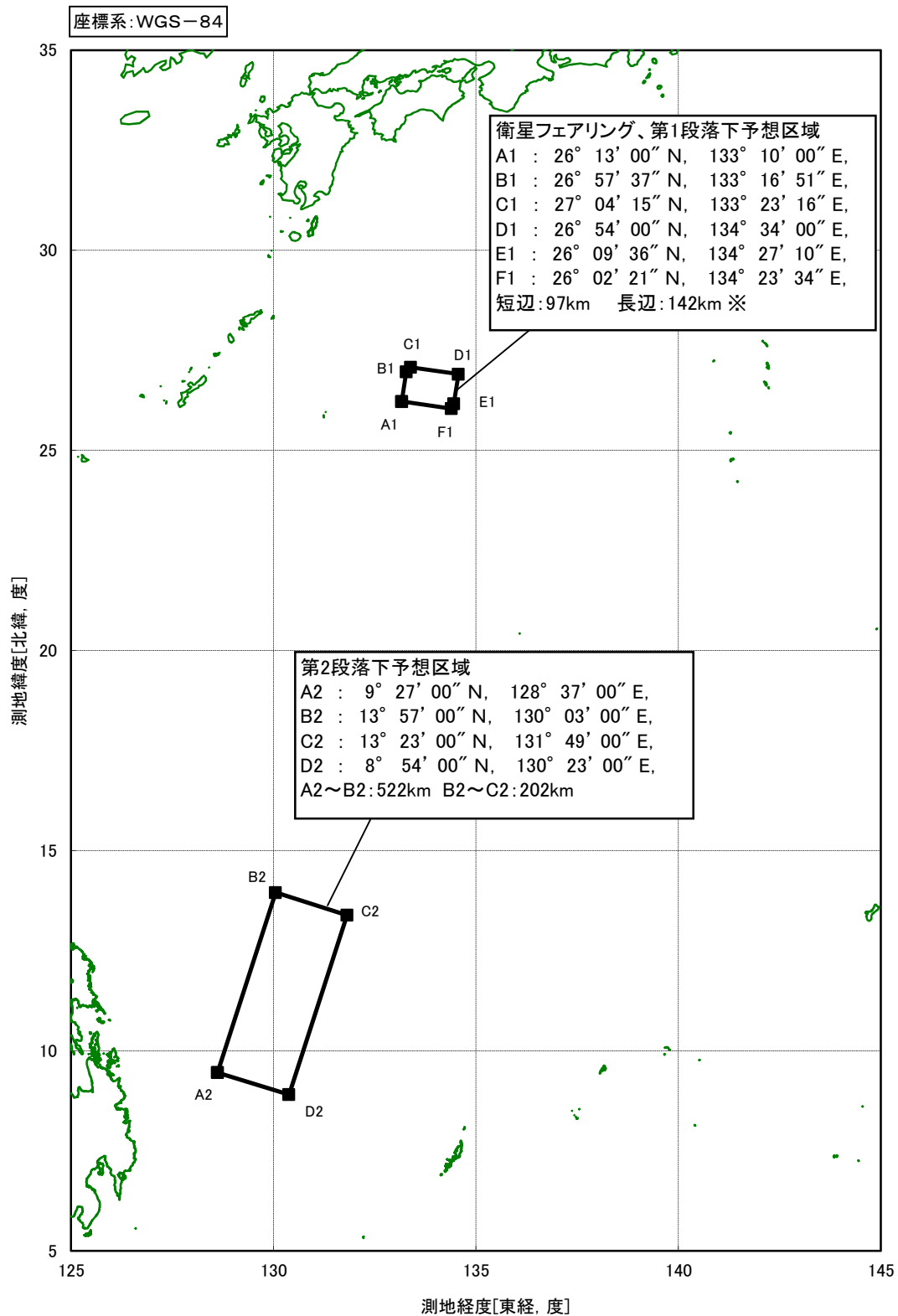


図1 イプシロンロケット3号機の飛行経路概要（機体現在位置）



※落下予想区域に外接する長方形の各辺の距離

図2 投棄物の落下予想区域

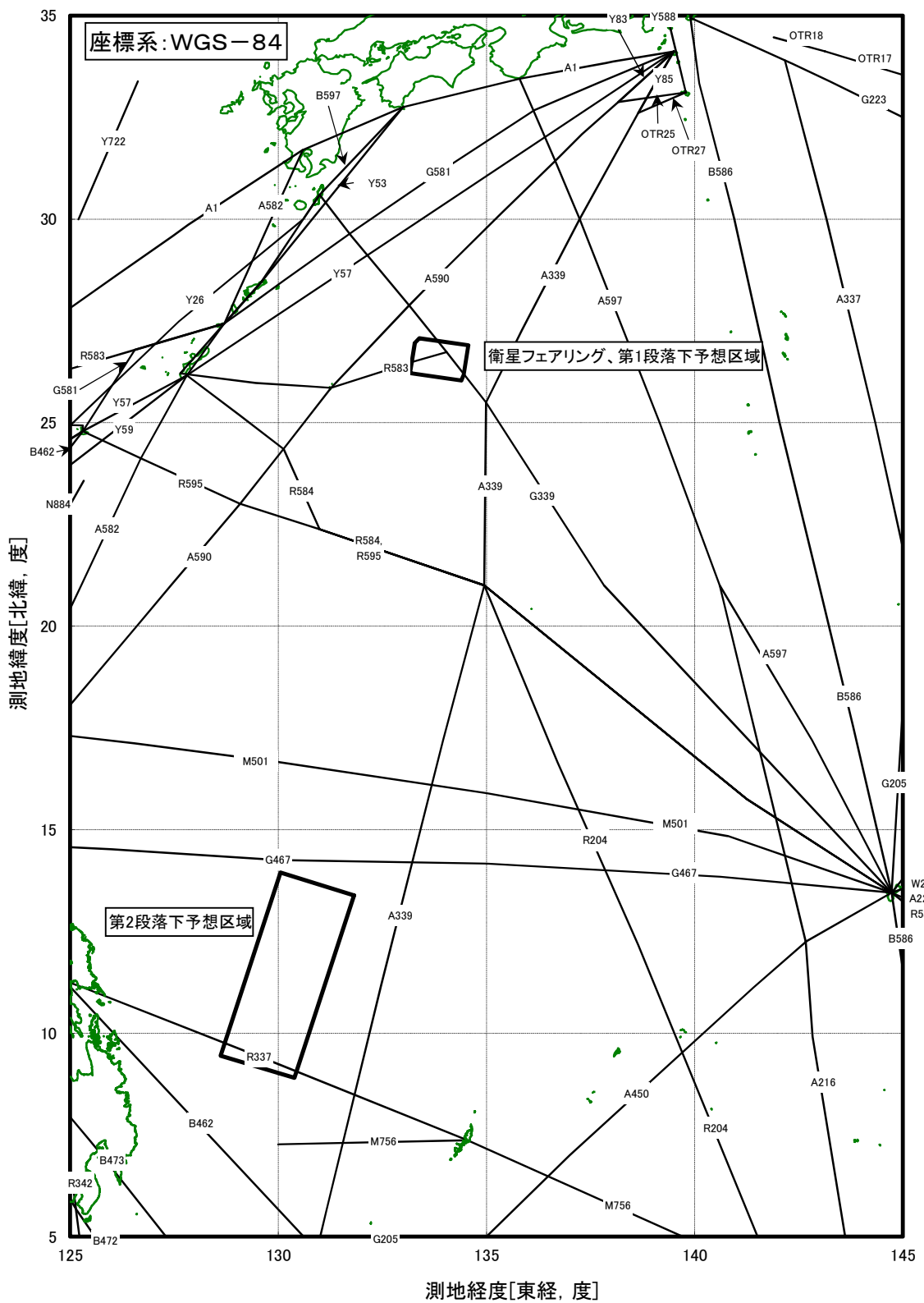


図3 落下予想区域と航空路

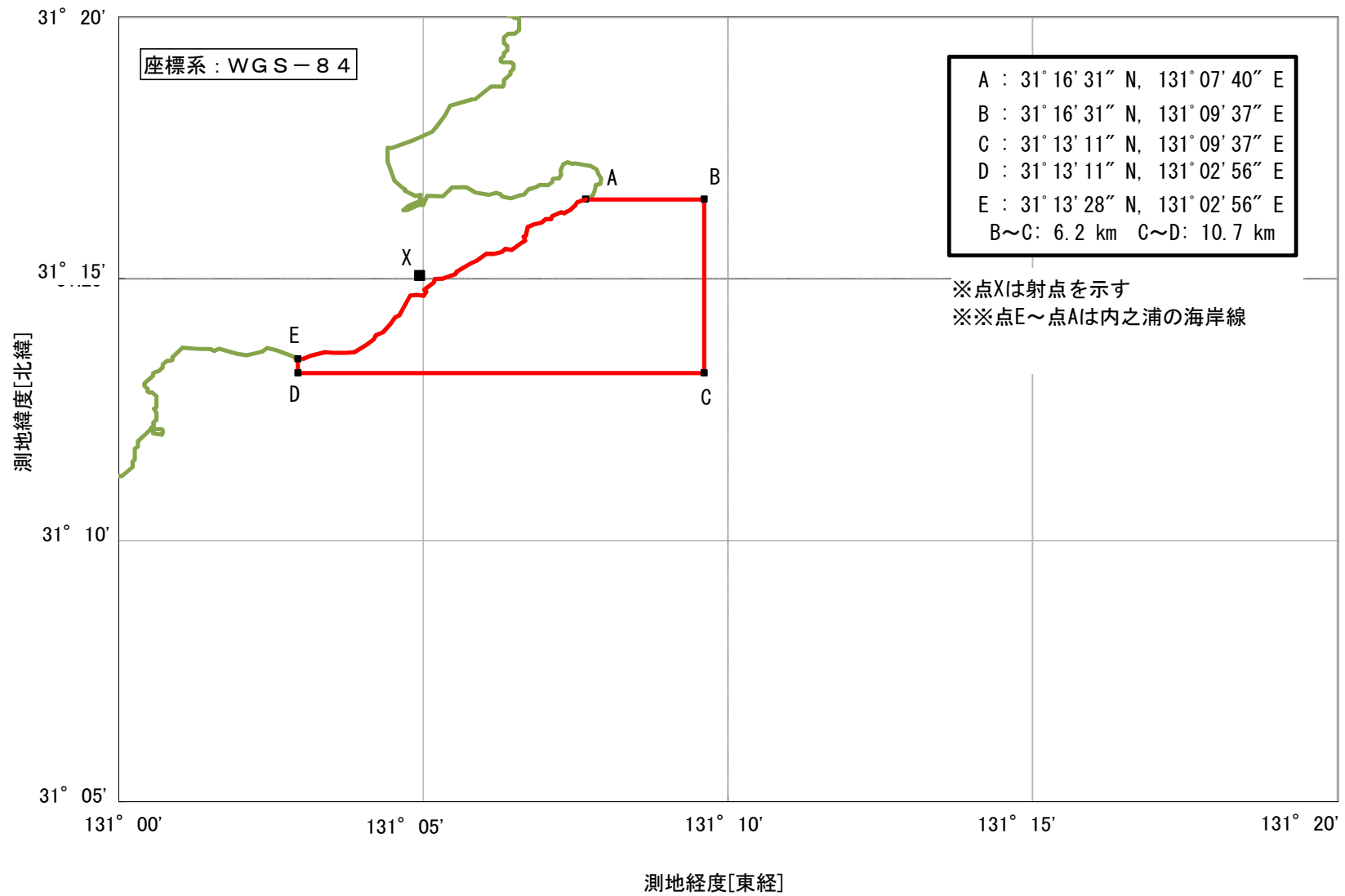


図4-1 海上警戒区域

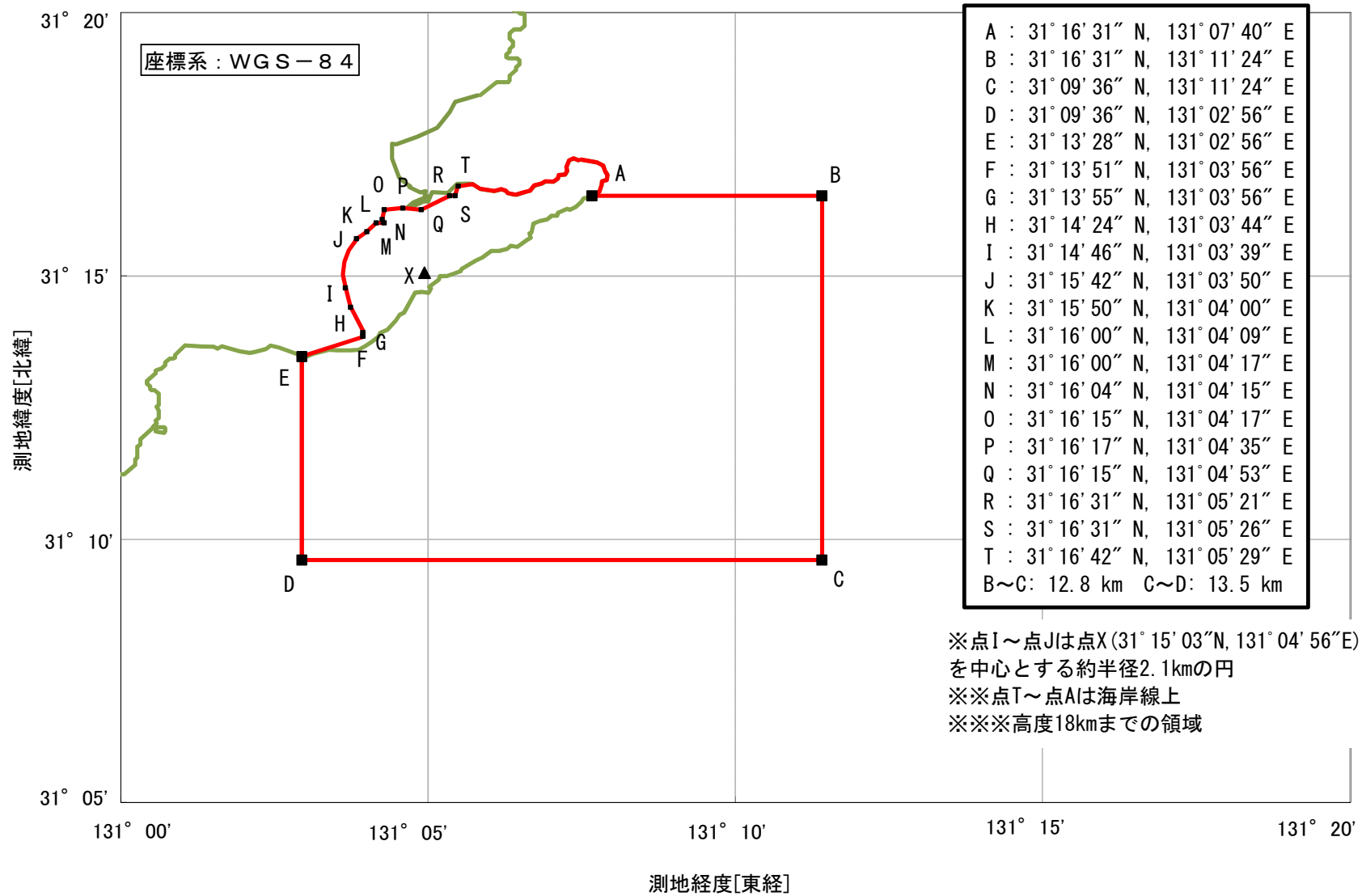


図4-2 上空警戒区域

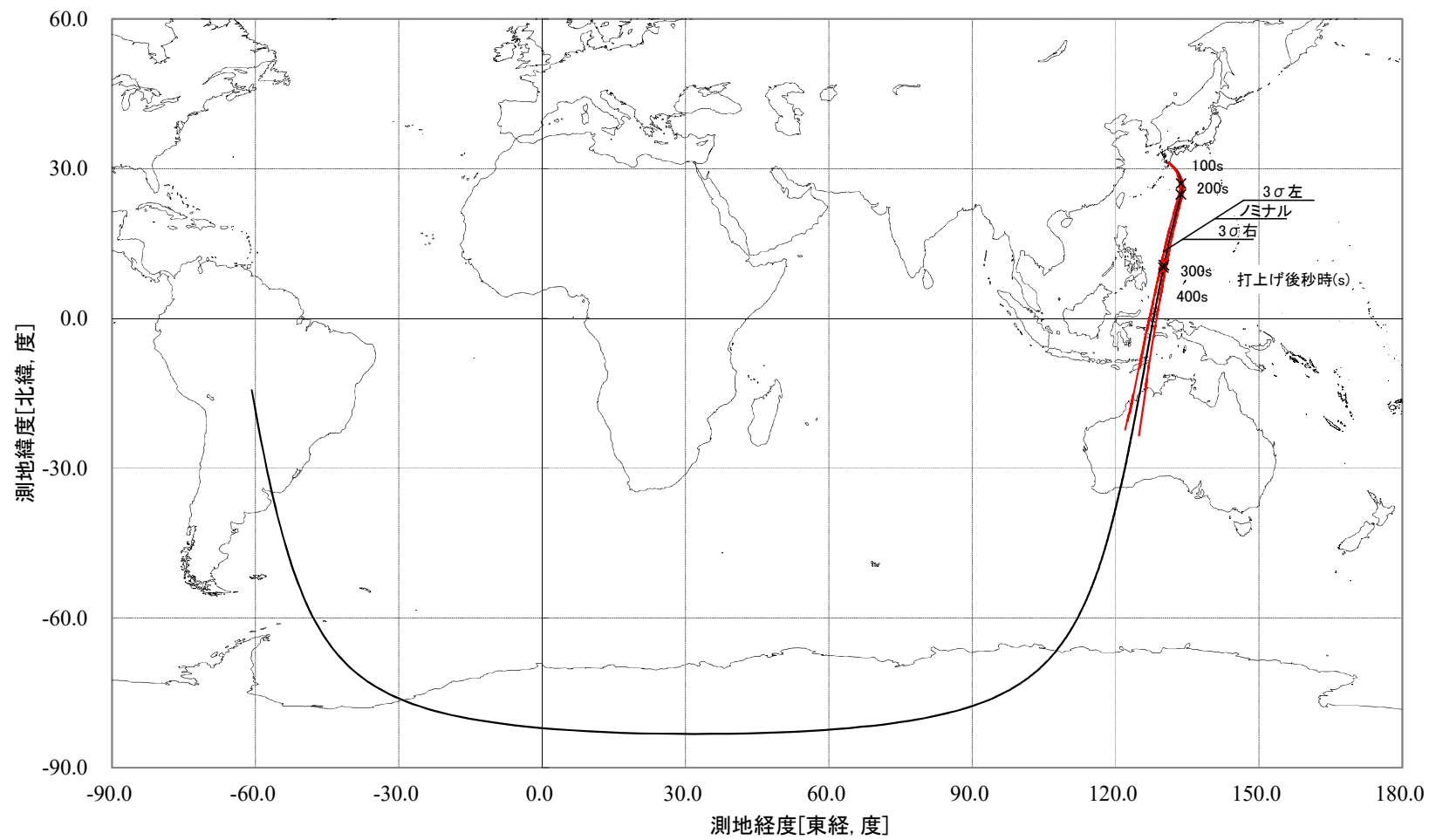


図5 ロケットの落下予測点^(注)軌跡と3σ分散範囲

(注) 落下予測点：ある時点でロケットの飛行を中断した場合の、ロケットの落下予測点

3. 飛行安全管理

3.1 飛行安全システム

3.1.1 システムの概要

飛行安全システムの概念図を図6に示す。

3.1.2 飛行安全情報の流れ

地上システムによる飛行安全情報等の流れは以下の通りである。

飛行安全管理に使用する設備等は種子島宇宙センター等に設置されている。

飛行安全管理には、レーダ・光学情報及びテレメータ情報を用いる。これらの情報を飛行安全計算機により処理して得られるロケットの経路情報及びモータ燃焼圧、ロケット姿勢等のテレメータ情報を監視画面に表示する。また、射点近傍では、あわせてITV及び光学設備による画像を飛行安全管理に用いる。

飛行中断の処置が必要な場合は、飛行安全主任の指揮のもと、コマンド局から飛行中断指令を送信する。

3.1.3 ロケットの飛行を中断すべき条件

次のいずれかの場合に該当する時は、安全を確保するためロケットに装備した装置を作動させることにより、ロケットの推力飛行を中断する。

- (1) ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するとき。ただし、正常飛行範囲を飛行するロケットの落下予測域が落下限界線を通過する場合には、その直前までの飛行状況を十分監視して、正常であることを条件として、飛行中断条件の適用を見合わせる。
- (2) ロケットの落下予測域の監視が不可能となり、ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあると判断されるとき。
- (3) ロケットの飛行中断機能が喪失する可能性が生じ、かつ、ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあると判断されるとき。
- (4) その他、ロケットの飛行続行により安全確保上支障が生じるおそれがあると判断されるとき。

(注) ロケットの落下予測域とは、ロケットの飛行を中断した場合に、落下物の衝突、飛行中の爆発に伴う爆風、固体推進薬破片の地上落下時の二次爆発及び二次破片の飛散、並びに搭載推進薬の流出及び拡散等により危害が及ぶおそれのある範囲。

3.2 落下限界線の設定

ロケットの推力飛行を中断した場合の落下破片、飛行中の爆発に伴う爆風、固体推進薬破片の地上落下時の二次爆発の爆風及び二次破片の飛散、並びに搭載推進薬の流出及び拡散による被害を防止することを目的として、以下に定める落下限界線を設定する。

3.2.1 内之浦周辺の落下限界線

内之浦周辺の落下限界線は以下のように設定する（詳細は図7を参照）。

- (1) 射点周辺の落下限界線は、射点を中心とした約半径2.1km及び海岸線とする。

3.2.2 内之浦周辺以外の落下限界線

内之浦周辺以外の落下限界線は以下のように設定する。

- (1) 原則として陸地の海岸線から30kmの線を落下限界線とする。
- (2) 飛行経路のクロスレンジ方向に陸地がない場合には、飛行安全管理の運用を考慮して(1)において設定した落下限界線を飛行経路に沿ってつなぐこととし、つないだ線についても落下限界線とする。
- (3) 正常飛行時のロケットの落下予測域が陸地を長秒時にわたって通過する場合には、当該の陸地の人口稠密な地域の手前に落下限界線を設定する。

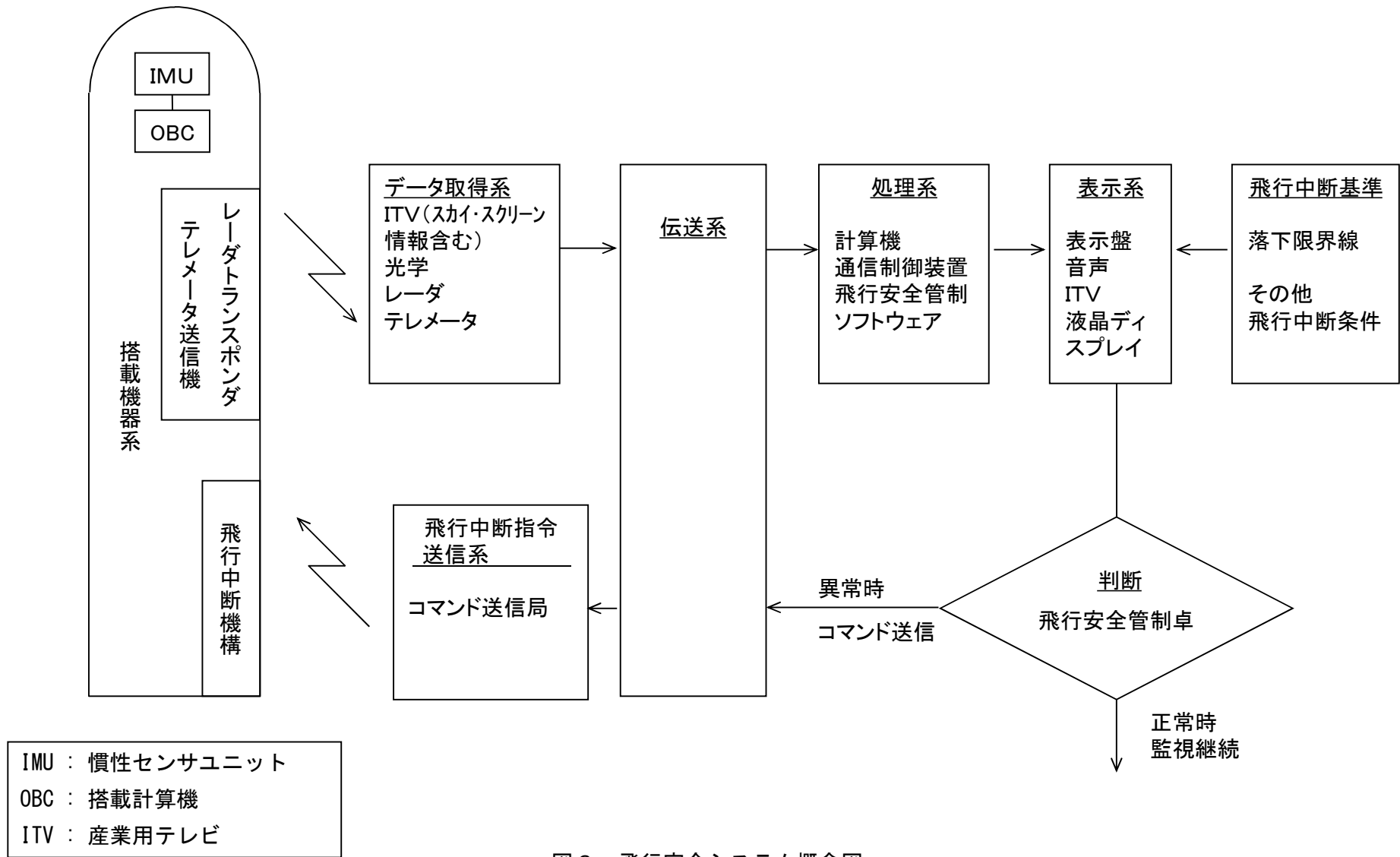


図6 飛行安全システム概念図

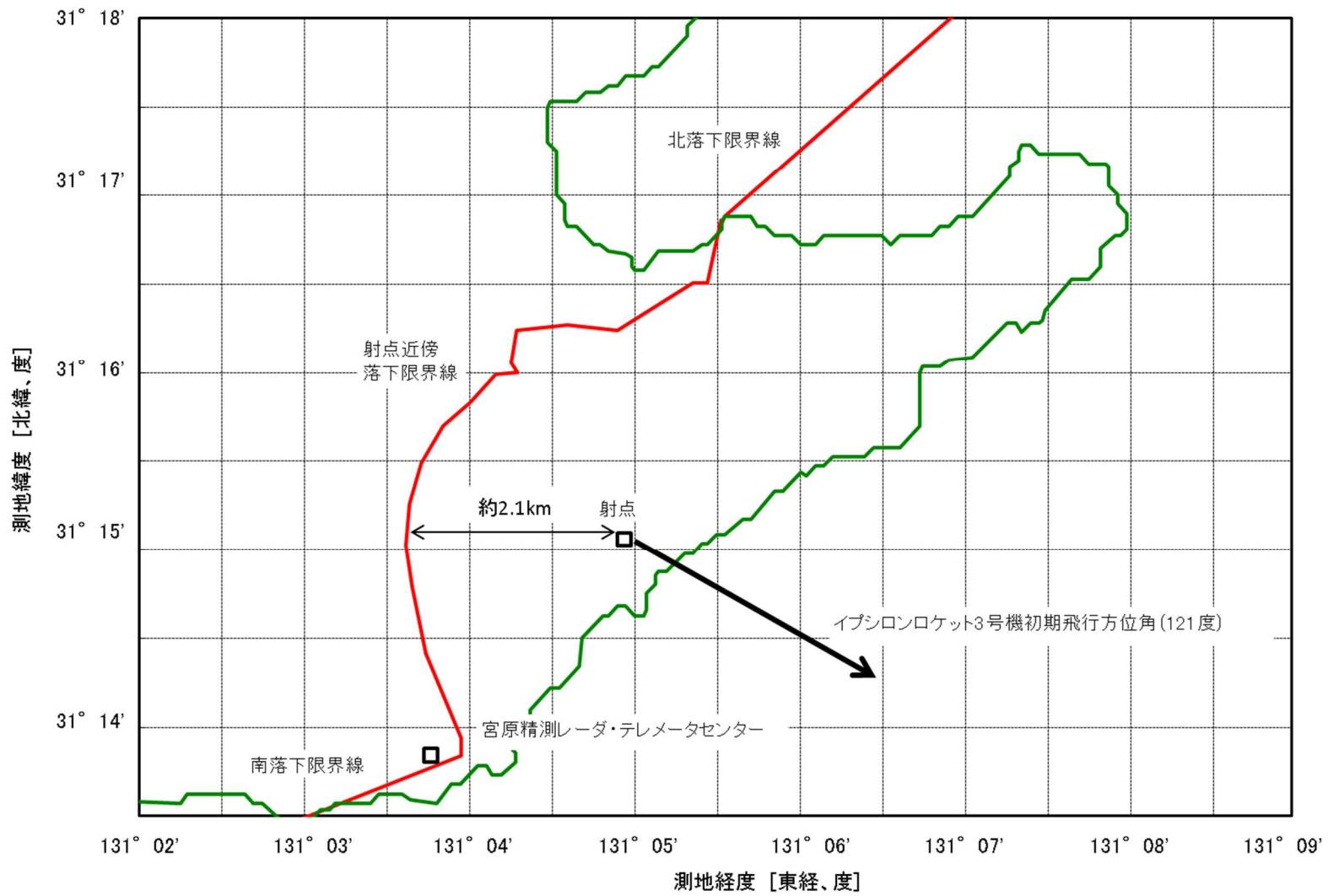


図7 射点周辺の落下限界線

4. 航空機及び船舶に対する通報

航空機及び船舶に対する安全のための通報に関して、JAXAが措置すべき事項は次のとおりである。

4.1 航空機に対する通報

JAXAは航空法第99条の2、及びこれに関連する規程に基づき、ロケット打上げ実施の判断を事前に国土交通大臣に通報するとともに、打上げ直前までの打上げ時刻の変更等について情報を通報する。通報先は、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、福岡及び那覇の各航空交通管制部である。

4.2 船舶に対する通報

海上保安庁法及びこれに関連する規定に基づき、海上保安庁は船舶交通の安全のために必要な事項の通報に関することを掌握する。JAXAはこれに従いロケットの打上げを行うに際して打上げを行う旨、事前に海上保安庁に通報し、船舶への周知を依頼する。また、JAXAはロケット打上げ事項に変更があった場合、速やかに海上保安庁に通報する。

5. 飛行安全組織及び業務

打上げ作業の実施に当たっては、JAXAの役職員によって打上げ管制隊（図8）が編成され、飛行安全管理に関連する責任者として飛行安全主任が置かれる。打上げ管制隊のうち飛行安全に関する部分を図9に示す。飛行安全管理に直接関係する飛行安全主任、飛行安全班および射場主任については業務内容も示す。

また、打上げ実施責任者の下、システム安全評価責任者を置き、射場整備作業に係るシステム安全評価を行う。

6. 安全教育・訓練

打上げに先立つ期間には、故障の発生を想定した訓練等、飛行安全の確保に必要な安全教育を実施する。

6.1 安全教育

ロケット打上げに係る飛行安全管理業務を円滑、且つ確実に実施するため、JAXA及び契約会社の飛行安全班員を対象として、業務の実施に必要な飛行安全知識、運用手順、飛行中断時の処置手順等について、「飛行安全班実施計画書」及び「飛行安全班作業手順書」等をテキストとして安全教育を実施する。

6.2 飛行安全管制訓練

飛行安全主任および飛行安全班員が、ロケットの飛行安全管制中に発生しうる種々の異常事態に際して、適切且つ迅速な報告・判断が行えるよう以下に示す内容の飛行安全管制訓練を実施する。

- (1) 正常飛行ケース及び判断の容易な異常ケースに対する対応訓練
- (2) 地上設備系異常又はロケット系異常ケースに対する対応訓練
- (3) 地上設備系及びロケット系双方異常ケースに対する対応訓練
- (4) 過去の実機データを用いた訓練

6.3 飛行中断時の情報連絡訓練

飛行中のロケットに異常が発生し飛行中断措置を実施した場合のロケット等落下物の落下予想区域等の情報連絡が迅速に行えるよう速報訓練を実施する。

7. ロケット飛行中断後の対策及び措置

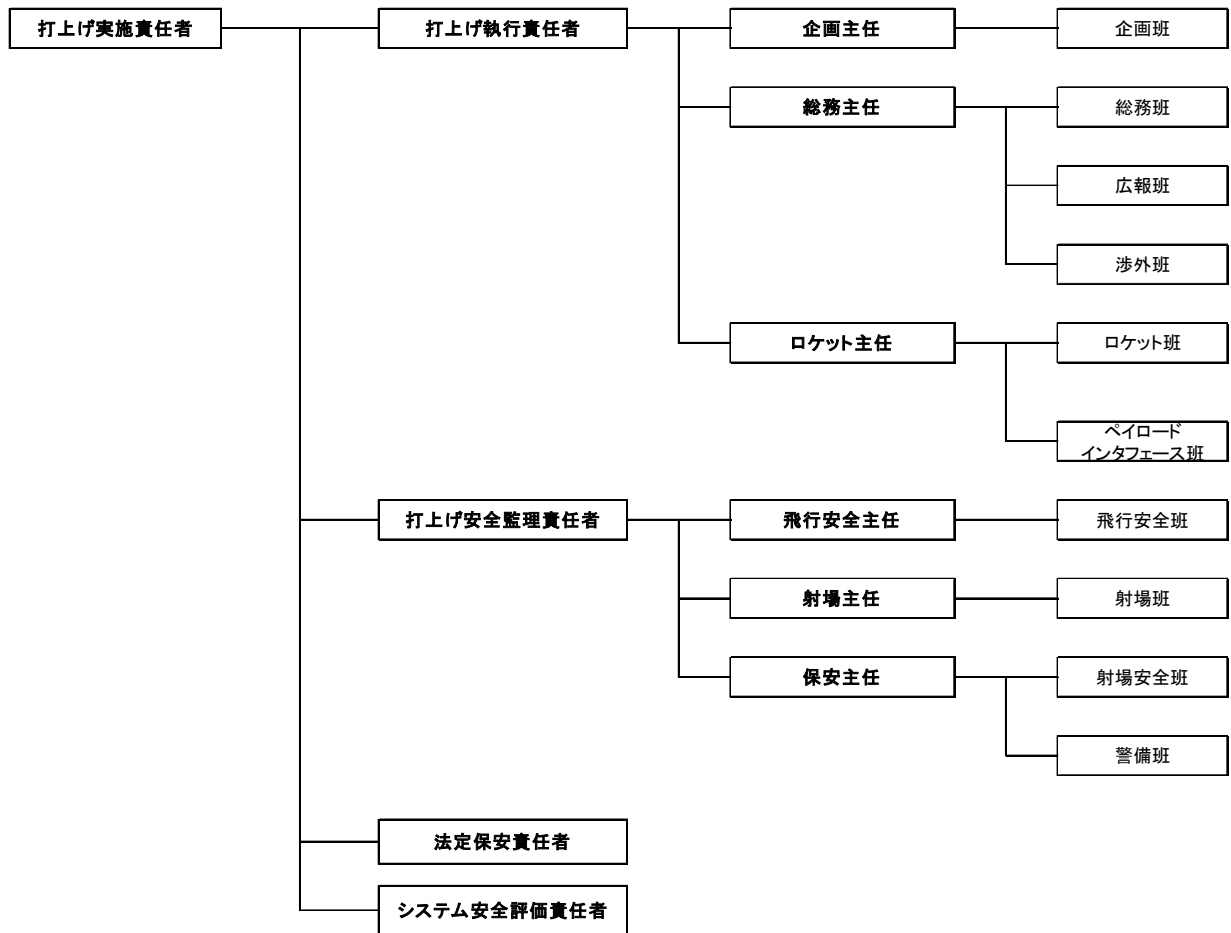
打上げ後、飛行中断等によりロケットが地表に落下した場合には、あらかじめ定められた規程（1.3.3項（1））に従って被害状況の把握に努め、必要な措置を講じる。

7.1 射点近傍での飛行中断

ロケットが打上げ直後に地表に落下した場合には、打上げ実施責任者は警戒体制を宣言し、直ちに放送、電話等により射場内外に周知徹底を図る。事故及び災害の状況に応じ、現地事故対策本部（図10）、事故対策本部（図11）を設置し、必要な措置を講じる。

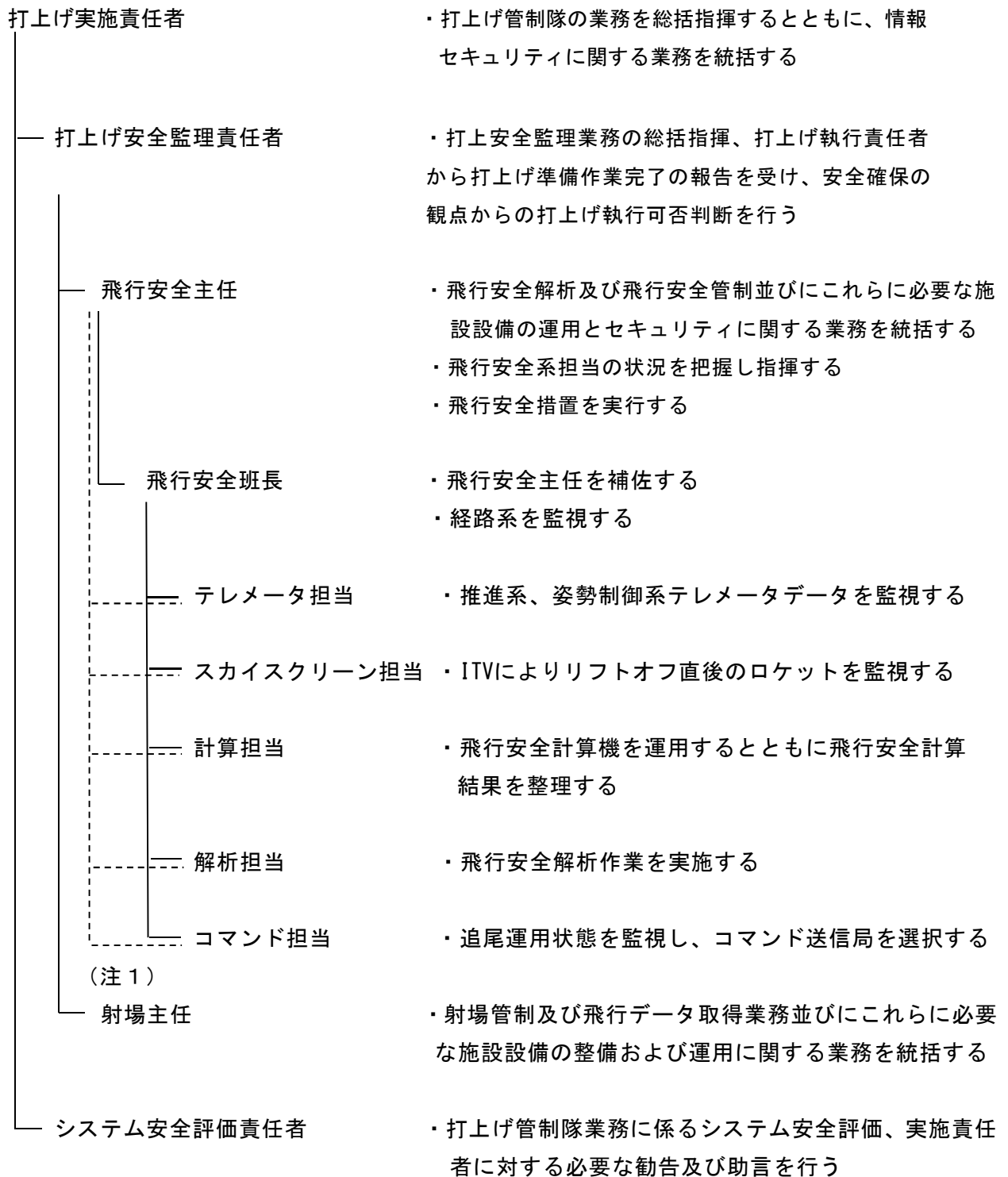
7.2 射点近傍以外での飛行中断

ロケットがダウンレンジで地表に落下した場合には、事故及び災害の状況に応じ、本会社に事故対策本部を設置し、外部関係機関との連絡等、必要な措置を講じる。ロケット飛散物の範囲が国内の場合は、関係省庁及び地方公共団体等外部関係機関に緊急通報するとともに、被害状況の把握に努める。また、外部関係機関からの要請に応じて、救援等災害対策に必要な情報の提供、職員派遣等所要の協力を行う。ロケット飛散物の範囲が公海または外国及びその周辺に及ぶ場合には関係省庁に通報し、主務官庁に対して外務省及び国際連合への通報を依頼するとともに被害状況の把握に努める。また、国際連合または外国政府からの要請に応じて救援等災害対策に必要な情報の提供、職員の派遣等所要の協力を行う。



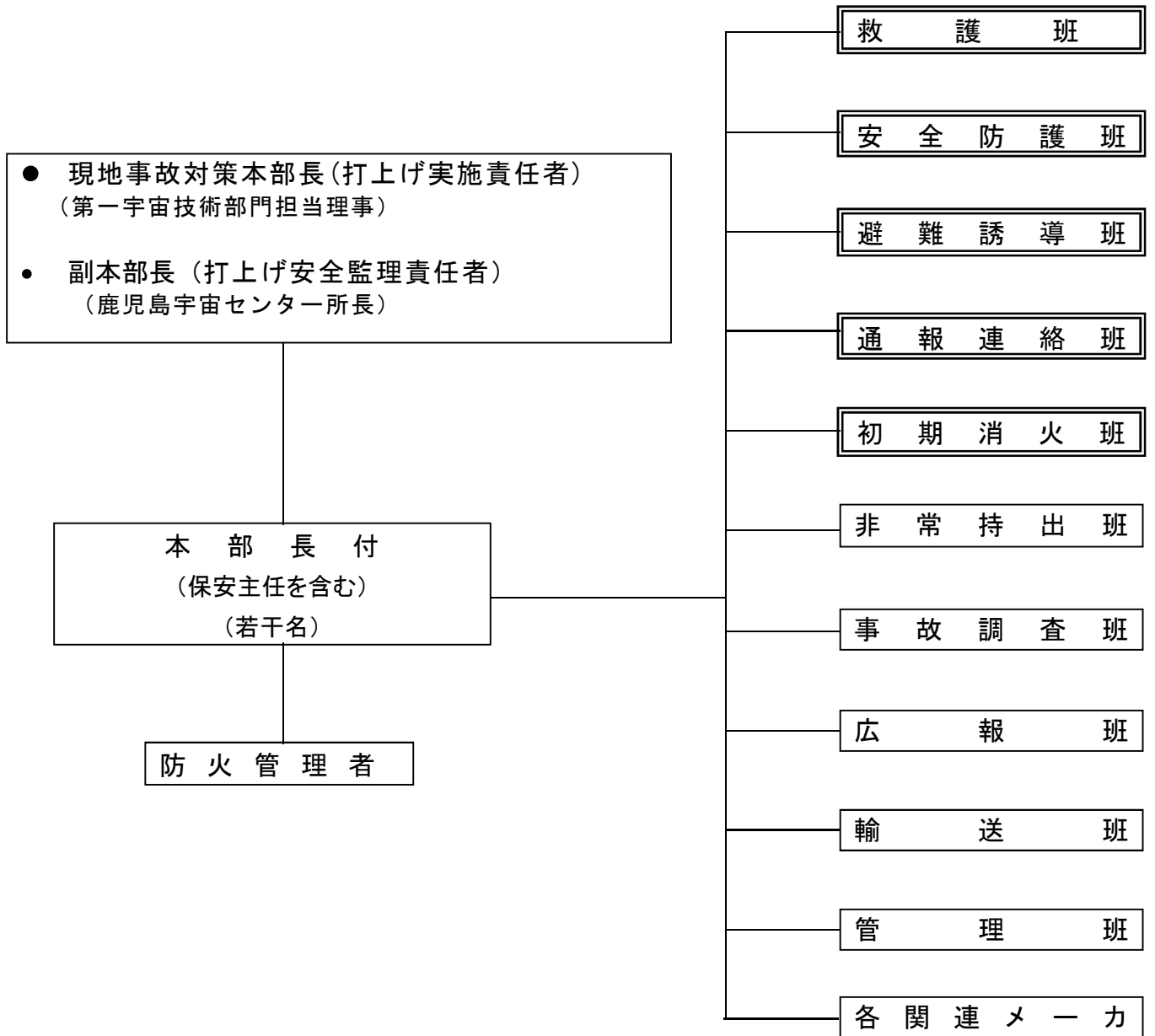
注) 品質管理の独立評価についてはJAXAの定常組織(信頼性統括、S&MA総括および安全・信頼性推進部)が担当する。

図8 打上げ管制隊編成図



(注1) 飛行安全管制作業については、飛行安全主任と各担当の間で直接指示・報告を行う。

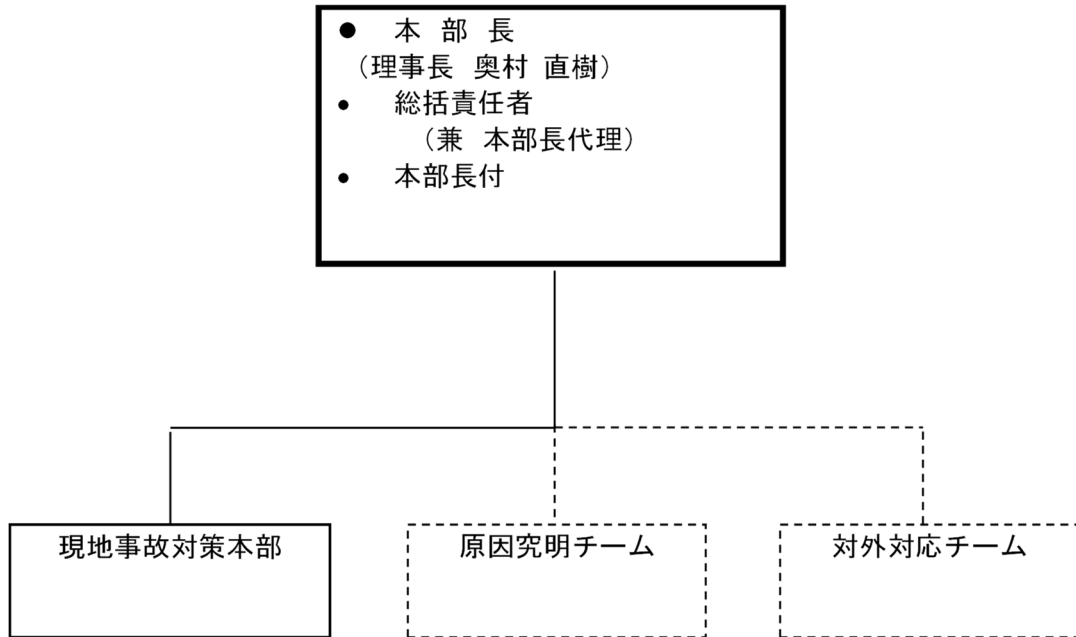
図9 飛行安全関連組織



- (注1) 救護班、安全防護班、避難誘導班、消火班、及び通報連絡班は、自衛消防隊の編成で構成する。
- (注2) 各関連メーカは緊急時の体制を明確にし、事前にJAXAに届出を行う。
- (注3) 現地事故対策本部長が必要と認めた場合は、適宜組織及び業務分担を改編する。

図10 現地事故対策本部の構成

JAXA事故対策本部



(注1) 安全確保に関わる組織を実線で示す。

図11 安全に関わる重大な事故発生時の事故対策本部の構成

「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準」に対する
イプシロンロケット3号機の地上安全計画・飛行安全計画の評価結果

平成29年8月21日

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

改訂履歴

符号	改訂日付	改訂箇所	改訂理由

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>I 目的、適用</p> <p>1 目的 この基準は、宇宙開発利用部会における、ロケットによる人工衛星等の打上げ及び再突入機の再突入に係る安全評価のための調査審議の効率化・円滑化、透明性の確保を図り、もって射場周辺等における、人命・財産の安全を確保するための対策の適切化、理解の増進、ロケット打上げ及び再突入機の再突入の円滑化に資することを目的とする。</p> <p>(注)再突入機とは、制御して大気圏へ再突入して着地(含着水)する宇宙機をいう。</p> <p>2 適用の範囲等 この基準は、II以下に示すとおり、個々のロケットによる人工衛星等の打上げ及び再突入機の再突入に係る ① 保安及び防御対策 ②地上安全対策、③ 飛行安全対策、④安全管理体制に関して適用する。</p> <p>宇宙開発利用部会は、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)が実施するロケット打上げ及び再突入機の再突入に係る業務において、この基準が示すII以下の要件に基づき、適切な対策が講じられているかについて、安全評価のための調査審議を行うものとする。</p> <p>また、JAXAが委託に応じてロケット打上げ及び再突入機の再突入に係る業務を行うときは、JAXAは、委託者及びその関係者が実施する作業については、この基準が示すII以下の要件に基づき、適切な対策が講じられているかについて、安全評価を実施するものとする。宇宙開発利用部会は、打上げ等の委託者及びその関係者が実施する作業に関して、JAXAが実施する安全評価に基づき、安全評価のための調査審議を行うものとする。</p> <p>なお、本基準の適用等に当たり必要となる詳細な事項は、宇宙開発利用部会において定めるものとする。</p> <p>II 保安及び防御対策 ロケットによる打上げに際し、その整備作業段階から打上げ目的が達成されるまでの間に、ある意図によるまたは結果として破壊・妨害行為のおそれがある場合、適切な対策を講ずること。</p> <p>III 地上安全対策 ロケットの打上げに際し、射場及びその周辺における人命、財産の安全を確保するため、ロケットの推進薬等の射場における取扱いから、打上げ後の後処置作業終了までの一連の作業について、以下に示すとおり、各々の作業内容に即した適切な安全対策をとることが必要である。</p>	<p>国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下「機構」という。)が実施する、イプシロンロケット3号機による高性能小型レーダ衛星(ASNARO-2)の打上げに係る ①保安及び防御対策、②地上安全対策、③飛行安全対策、④安全管理体制に関して調査審議を受ける。</p> <p>打上げ作業期間中の保安物の取扱い施設及び貯蔵所、並びに打上げに係る情報等の保管場所を含む射場の保安及び防御について適切な対策を講じている。</p>	<p>7.6</p>	

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>1 ロケットの推進薬等の射場における取扱いに係る安全対策 射場における推進薬等（火薬類、高圧ガス及び危険物等）の取扱いの安全を確保するため、次の対策をとること。</p> <p>① 進薬等の取扱いに際しての静電気発生防止</p> <p>② 推進薬等の取扱いに際しての保護具の着用</p> <p>③ ロケット、人工衛星等への高圧ガスの充填・加圧作業における遠隔操作又は防護設備の使用</p> <p>④ 推進薬等の取扱い施設に関する防犯警報装置による常時監視及び夜間巡視</p> <p>⑤ 推進薬等の取扱い施設への発火性物品の持込み規制等</p> <p>⑥ その他安全を確保するため必要な対策</p>	<p>危険作業前に静電気の除去を行い、作業中は静電気を発生する資材の使用を禁止する。また、作業場所の湿度が下限値以下に下がった場合は作業を中止する。</p> <p>保護具は使用前点検を行った後、確実に着用する。</p> <p>所定の圧力以上の高圧ガスの充填・加圧作業は遠隔操作で行う。機体側で操作を行う場合は、人員を制限し、所定の保護具、器具及び防護設備を使用する。</p> <p>保安物の取扱施設への出入りの制限、防犯警報装置の設置と常時監視、夜間・休日の警備員による巡視及び打上げ整備期間中の射場における24時間体制の警戒と周辺巡視を行う。</p> <p>保安物の存在する区域内への発火性物品の持込禁止と射場内における指定場所以外での喫煙を禁止する。</p> <p>爆発性危険雰囲気区域での非防爆電気機器の使用及びフラッシュ撮影及び携帯電話の使用を規制する。</p> <p>電波放射時の危険区域への立入禁止及び人員の有無を事前に確認する。</p> <p>酸欠防止対策及びヒドラジンの常時環境モニターを行う。</p> <p>保安用計測器類の校正管理及び施設設備の機能点検、夜間・休日における緊急連絡体制を整備する。</p> <p>危険物が万一流出した場合、作業者に退避方向を知らせるとともに、近隣道路の通行規制の要否の判断を行い、また、大量の流出があった場合に備えて、作業者の退避誘導を行うために必要な、吹き流しあるいは風向風速計による風向監視を行う。</p> <p>打上げ後の後処置を射場整備作業の安全対策に準じて行う。</p>	<p>7.1.3(3) 7.1.5(4)</p> <p>7.1.3(4)、7.1.4(4) 7.1.5(3)</p> <p>7.1.4(2)</p> <p>5.2 7.6</p> <p>7.1.1(8)</p> <p>7.1.1(9)</p> <p>7.1.2</p> <p>7.1.1(7)、7.1.4(5) 7.1.5(7)</p> <p>7.1.1(5)、7.3</p> <p>7.1.5(5)</p> <p>7.2(4)</p>	

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>2 警戒区域の設定 ロケットの打上げに係る作業期間中の各段階に応じて、以下のとおり、射場周辺の状況を踏まえて、警戒区域を設定して関係者以外の立入規制を行うこと。なお、以下に記載のない推進薬等を搭載する場合には、別途適切な換算率を使用し所要の距離を算出すること。</p> <p>(1) 整備作業期間における警戒区域 ロケット組立時等の各段階について、事故等の影響を最小限にするため、警戒区域は、少なくとも、次の式により計算した保安距離R又は表1による保安距離を半径とし、作業地点を中心とする円内とする。 (計算式等省略)</p> <p>(2) 打上げ時における警戒区域 打上げ時における警戒区域は、少なくとも、次の地上安全に係る警戒区域及びIV1(2)ア飛行安全に係る警戒区域のうち、いずれかに含まれる区域のすべてとする。 地上安全に係る警戒区域は、少なくとも、爆風、飛散物、ファイアボールによる放射熱等について、次の(A)、(B)及び(C)によりそれぞれ計算した保安距離R、D及びFのうち、最も大きいものを半径とし、射点を中心とする円内とする。(計算式等省略)</p> <p>3 航空機及び船舶に対する事前通報 打上げ作業期間中の航空機及び船舶の航行の安全を確保するため、次の手段等により、適切な時期に必要な情報が的確に通報されるように措置すること。①ノータム ②水路通報</p> <p>4 作業の停止 打上げ作業期間中において、必要な場合は作業の停止を行うことを含め安全上の措置を講じること。</p>	<p>保安物の種類と量、作業の危険度に応じた警戒区域を設定し、関係者以外の人員の立入を禁止する。</p> <p>計算の結果、飛散物による保安距離1270mが最大となるが、飛行中断時の破片飛散範囲を考慮して、射点近傍の落下限界線内(陸域)を陸上警戒区域として設定し、所要の警戒を行う。 また、打上げに伴うロケット等の落下物に対する安全対策、液体推進薬流出拡散に対する対策並びに航空機、船舶の安全確保のため、落下予想区域、海上警戒区域及び上空警戒区域を設定し、関係機関への通報及び警戒等所要の措置を講じる。</p> <p>ロケットの打上げ、海上警戒区域、落下予想区域等について関係機関へ通報する。</p> <p>安全上支障が生じた時又は生ずるおそれがある時は、打上げ実施責任者又は保安主任は、作業の停止を指令する。 また、作業中断または打上げ延期の場合の逆行作業は、安全の配慮をした逆行スケジュールと手順書に従って実施する。</p>	<p>7.4.1 資料27-2-2 別添 P.7 図3</p> <p>添付図3</p> <p>7.4.2</p> <p>7.4.3 添付図6 添付図7</p> <p>7.5</p> <p>7.2</p>	<p>2.2 添付図4 添付図5</p> <p>4</p>

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イブシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>5 防災対策</p> <p>(1) 防災設備等 射場における災害防止のため、次の防災設備及び危険物処理設備を設置し、防災計画を作成すること。</p> <p>① 警報装置 ② 防火・消防設備 ③ ヒドラジン等廃液処理設備 ④ その他災害防止のため必要な設備</p> <p>また、火災やガスの検知、防犯警報等の情報を集中して常時モニターするとともに、防火、消防、防護設備については、危険作業の実施に先立ち十分な点検を行うこと。</p> <p>(2) 荒天等の対策 荒天、襲雷、地震等について警報が発令された場合は、対策を実施の上速やかに退避すること。 次の場合には推進薬の取扱い等危険作業を行わないこと。</p> <p>① 台風警戒報が発令された場合 ② 雷警戒報が発令された場合</p> <p>また、警報解除後には被害調査、安全確認、設備の点検を十分行うこと。</p> <p>IV 飛行安全対策 ロケットによる人工衛星等の打上げに伴い発生する落下物等及びロケットの飛行、及び再突入機の再突入飛行に対する安全対策、並びに航空機及び船舶の安全確保について、以下に示すとおり、適切な方策を講じることが必要である。</p> <p>1 打上げ時の落下物等に対する安全対策 ロケットによる人工衛星等の打上げに伴い発生する落下物等に対する安全を確保するため、飛行計画の策定に際しては次について十分に安全確保を配慮した設定とすること。</p> <p>(1) 正常飛行時のロケット落下物に対する安全対策 ロケット燃え殻等、正常飛行時にロケットから分離投下される物体について、落下予想区域が可能な限り陸地及びその周辺海域にないこと。</p>	<p>危険状態検知の手段を確立、防火・消防設備の設置及び保安物関連施設の安全対策を実施し、防災計画を作成する。また、各種検知器、防犯警報装置については集中して常時モニタを行うと共に、危険作業に先立ち、関係施設設備の機能性能点検を行う。</p> <p>荒天時、襲雷時等は作業制限あるいは作業を停止する。作業再開時は設備等の点検と安全確認を行う。また、地震発生時及び津波警報発令時は、状況に応じて作業を停止する。作業再開時は設備等の点検及び被害調査と安全確認を行う。</p> <p>ロケットが正常に飛行した場合の落下物としては、衛星フェアリング、第1段機体および第2段機体がある。これらの落下物の落下予想区域は陸地およびその周辺海域から充分離れて設定されている。</p>	<p>5.2、5.3、6 7.1.1(5) 7.1.4(3) 7.1.5(2)(6)(7) 7.3(1)</p> <p>7.1.1(10) 7.1.1(11)</p>	<p>2.2 添付図6(再) 添付図7(再)</p>

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イブシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>(2)ロケットが推力停止した場合の落下物に対する安全対策</p> <p>ア 飛行安全に係る警戒区域の設定 射場及びその周辺において、次について適切な対応が可能となるよう、飛行安全に係る警戒区域を設定して、警戒を行うこと。</p> <p>(ア)射場の周辺における次による被害の発生を防止しうること</p> <p>①落下物の衝突 ②飛行中に爆発する場合における爆風 ③固体推進薬が落下し地面等に衝突するとき爆発(二次爆発)するおそれがある場合における、二次爆発による爆風及び二次破片飛散</p> <p>(イ)さらに、射場周辺の海域に関しては、発射直後の飛行中断に伴う破片の落下分散を評価し、破片の落下による船舶等の被害を可能な限り防止すること。</p> <p>イ 飛行経路の設定 推力飛行中のロケットが突然推力停止の状態に陥った場合に予測される落下点の軌跡(落下予測点軌跡)の分散域については、人口稠密地域から可能な限り離れて通過するよう飛行経路を設定すること。</p>	<p>以下のように落下限界線を設定し、その内部を警戒区域とする。</p> <p>(1) 射点周辺の落下限界線は、射点を中心とした約半径2.1km及び海岸線とする。</p> <p>また、落下限界線に①～③の包絡域または④が接した場合は、推力飛行を中断することにより被害の発生を防止する。</p> <p>① ロケットの推力飛行を中断した場合の破片落下 ② 飛行中の爆発に伴う爆風 ③ 固体推進薬破片の地上落下時の二次爆発の爆風および二次破片の飛散範囲 ④ ロケットの推力飛行を中断した場合に落下した機体から流出する搭載推進薬の流出・拡散範囲</p> <p>射点近傍において船舶被害を防止するための海上警戒区域を設定し、その中に船舶が立ち入らないように海上監視レーダ及び自動船舶識別装置(AIS)及び海上監視カメラによる監視を行うほか、船舶による警戒を行う。</p> <p>正常な飛行経路を飛行中のロケットが突然推力停止した場合に予測される落下点の軌跡は、人口稠密地域から可能な限り離れるように飛行経路を設定した。</p>	<p>7.4.2(1)(3)</p>	<p>3.2.1 添付図4(再)</p> <p>3.1.3</p> <p>2.2 添付図5-1 (再)</p> <p>2.1.2.3 添付図8 添付図9</p>

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イブシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>2 打上げ時の状態監視、飛行中断等の安全対策 ロケットが故障した場合の落下物に対する安全を確保するため、次の手段等により、飛行中の状態監視を行い、必要な場合には飛行の中断が安全に行えるよう措置すること。</p> <p>(1) 飛行中の状態監視</p> <p>①光学設備 ②ITV ③レーダ ④テレメータ</p> <p>(2) 飛行中断</p> <p>ア 安全の確保のために設定するロケットの飛行を中断した場合に危害を及ぼしてはならない限度を示す線(落下限界線)の設定</p> <p>イ 次のいずれかの場合に該当するとき、ロケットの推力飛行を中断すること</p> <p>①ロケット及びその破片の落下予測域が落下限界線と接触するとき。ただし、正常飛行範囲を飛行するロケットの落下予測域が落下限界線を通過する場合には、その直前までの飛行状況を十分監視して、正常であることを条件として、上記の飛行中断の適用が見合わされる。 ②ロケットの落下予測域の監視が不可能となり、ロケット及びその破片の落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあるとき。 ③ロケットの飛行中断機能が喪失する可能性が生じ、かつ、ロケット及びその破片の落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあるとき ④その他、ロケットの推力飛行の続行により安全確保上支障が生じるおそれがあると判断されるとき</p>	<p>ロケットの飛行状況の監視には、4局以上の各レーダ情報、および2局以上の各テレメータ受信局からのテレメータ情報を用いる。また、射点近傍では、併せてITV及び光学設備から得られる画像を飛行安全管理に用いる。</p> <p>ロケットの落下予測域の許容限界を示す落下限界線を設定。</p> <p>次のいずれかの場合に該当するときは、安全を確保するため、ロケットに装備した装置を作動させることにより、ロケットの推力飛行を中断する。 ①ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するとき。ただし、正常飛行範囲を飛行するロケットの落下予測域が落下限界線を通過する場合には、その直前までの飛行状況を十分監視して、正常であることを条件として、上記の飛行中断の適用を見合わせる。 ②ロケットの落下予測域の監視が不可能となり、ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあると判断されるとき。 ③ロケットの飛行中断機能が喪失する可能性が生じ、かつ、ロケットの落下予測域が落下限界線と接触するおそれがあると判断されるとき。 ④その他、ロケットの飛行続行により安全確保上支障が生じるおそれがあると判断されるとき。</p> <p>(注) ロケットの落下予測域とは、ロケットの飛行を中断した場合に、落下物の衝突、飛行中の爆発に伴う爆風、固体推進薬破片の地上落下時の二次爆発および二次破片の飛散ならびに搭載推進薬の流出および拡散等により危害が及ぶおそれのある範囲。</p>		<p>2.4 3.1.2 資料27-2-3_別添P.1 図1 P.2 図2 P.3 図3</p> <p>3.2 資料27-2-3_別添P.4 図4 P.5 図5</p> <p>3.1.3</p>

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
(3) 地上とロケットの間において安全上必要なデータ取得、コマンド送受のための電波リンクの確保	イプシロンロケット3号機の打上げでは、2/3段分離までの間の飛行安全管制のための情報取得源として、4局以上のレーダ及び光学設備と2局以上のテレメータを使用する。コマンドは2局以上のうちから最も電波リンクの良い局を選択して用いており、2/3段分離まで必要な電波リンクを確保している。		2.4 資料27-2-3 別添 P.1 図1 (再) P.2 図2 (再) P.3 図3 (再)
3 再突入機の再突入飛行の安全対策	N A (再突入飛行は該当なし)		
4 航空機及び船舶に対する事前通報 ロケット打上げ及び再突入機の再突入飛行に際して、航空機及び船舶の航行の安全を確保するため、打上げ前及び再突入飛行前の適切な時期に必要な情報が的確に通報されるように措置すること。	航空機及び船舶の航行の安全を確保するため、ロケットの打上げ、海上警戒区域、落下予想区域について関係方面に通報する。	7.5	4
5 軌道上デブリの発生の抑制 軌道上デブリ(軌道上における不要な人工物体)となるものの発生については、次のとおり対策をとるほか、設計段階から合理的に可能な限り抑制するように考慮すること。			
(1) 軌道投入段の破壊・破片拡散防止			
①ロケットの軌道投入段について、指令破壊用火工品の誤動作防止措置をとること。	N A (軌道投入段は指令破壊機能を有さない)		
②液体ロケットについて、可能な限り残留推進薬、残留ガスを排出するとともに、排出が完了しない場合にも破壊することがないように、内圧上昇に対して安全弁の設置等の措置を講じること。	PBS機体が推進タンク内圧上昇により破壊することを防止する目的で、ミッション終了後、PBS推進系についてはヒドラジンの排出シーケンスを実施する。また、PBS推進系の気蓄器内の残留ガスについては、入熱による温度上昇を考慮しても到達圧力が気蓄器の破壊圧以下であるため気蓄器が破壊することはない。搭載されている電池については、内部圧力上昇により破壊することを防止する目的で、内部圧力が規定以上に上昇した場合には、ベントできる機能を有している。		2.5
(2) 分離機構等			
ロケットの段間分離機構、ロケット・衛星間分離機構、衛星の展開部品については可能な限り破片等を放出しないように配慮すること。	PBS/3段分離機構、衛星分離機構はマルマンバンド方式であり、作動時に破片等を放出しない方式を採用している。		2.5

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>6 軌道上の国際宇宙ステーション (ISS) 及び ISS への有人宇宙船に対する安全対策 ロケットの打上げに際しては、軌道上において活動する者の生命の安全を確保するため、打上げ実施後に軌道上の ISS 及び ISS への有人宇宙船 (以下合わせて「有人宇宙船」という。) がロケットの軌道投入段及びその分離物からの安全を確保するための対応が可能と考えられるまでの間、当該有人宇宙船との衝突を回避する打上げ時刻を設定すること。</p> <p>V 安全管理体制 地上安全対策、飛行安全対策を確実に遂行するため、以下のとおり、適切な体制が整備されていること。なお、JAXAが委託に応じてロケットの打上げ及び再突入機の再突入に係る業務を行うときは、委託者及びその関係者が実施する作業並びにJAXAとの責任分担を明確にするとともに、JAXAにおいて委託者及びその関係者を含めた安全管理体制を確立すること。</p> <p>1 安全組織及び業務 専ら安全確保に責任を有する組織を整備し、これが緊密な通信手段により有機的に機能するように措置すること。 また、安全上のあらゆる問題点について、打上げ及び再突入飛行の責任者まで報告される体制を確立すること。</p> <p>2 安全教育訓練の実施 ロケットの打上げ及び再突入機の再突入飛行作業に携わる者への安全教育・訓練を実施するとともに、安全確保に係る事項の周知徹底を図ること。</p>	<p>ロケットの打上げに際しては、軌道上において活動する者の生命の安全を確保するため、打上げ実施後に軌道上のISS及びISSへの有人宇宙船(以下合わせて「有人宇宙船」という。)がロケットの軌道投入段及びその分離物からの安全を確保するための対応が可能と考えられるまでの間を考慮した干渉解析を実施し、当該有人宇宙船との衝突を回避する打上げ時刻を設定する。</p> <p>打上げ作業に直接従事する役職員をもって打上管制隊を編成し、打上げ実施責任者のもとにシステム安全評価責任者、飛行安全主任、保安主任、射場主任をおく。また安全確保等の問題については緊密な通信手段等により、打上げ実施責任者まで報告される体制をとる。</p> <p>打上げに先立つ期間には、安全教育および事故の発生を想定した訓練を行う。</p>	<p>2.6</p> <p>8 添付図10</p> <p>8</p> <p>9</p>	<p>2.6</p> <p>5 添付図10</p> <p>5</p> <p>6</p>

ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準	イプシロンロケット3号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>3 緊急事態への対応 打上げ作業期間中に事故が発生した場合等の緊急事態等に的確に即応するための体制を確立すること。</p> <p>VI その他安全対策実施に当たっての留意事項 個々のロケットの打上げ及び再突入機の再突入飛行に係る安全対策実施に当たっては、関係法令を遵守する他、手順書等に基づき安全を確認しつつ実施するとともに、過去におけるロケットの打上げ及び再突入機の再突入の経験等と打上げ及び再突入に関する最新の技術的知見を十分に踏まえて必要な措置をとり、安全確保のため万全を期すること。</p>	<p>打上げ作業期間中の緊急事態等に即応するために、自衛消防隊、現地事故対策本部等の体制を確立している。 打上げ後、飛行中断等によりロケットが地表に落下した場合には、予め定められた規定に従って被害状況の把握に努め、必要な処置を講じる。</p> <p>打上げの実施に際しては、関連する国内法令及び機構の規程、基準、要領書等を遵守すると共に、所要の安全対策を実施し安全確保を図る。</p>	<p>10</p> <p>3 7.1.1(1) 7.1.2(3) 7.1.3(7) 7.1.4(8) 7.1.5(8)</p>	<p>7</p> <p>1.3</p>

【評価結論】

地上安全計画及び飛行安全計画について J A X A 安全審査委員会(平成29年8月8日実施)にて安全評価を行った結果、全ての項目について安全基準：「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準」(平成28年6月14日改定)に適合していると判断する。

打上安全評価確認会(平成 29 年 7 月 27 日)

打上安全評価ユニット ユニット長が議長を務め、議長および議長が指名する評価員が評価を実施する。結果は、附議内容について、了承された。

第一宇宙技術部門会議 輸送分科会(平成 29 年 8 月 2 日)

第一宇宙技術部門 部門長が議長を務め、議長および基幹職を中心とする構成員が審議する。結果は、附議内容について、了承された。

安全審査委員会(平成 29 年 8 月 8 日)

副理事長が議長を務め、役員を中心とする構成員が審査する。結果は、附議内容について、了承された。

「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全対策の評価基準」に対する
イプシロンロケット3号機の地上安全計画・飛行安全計画の評価結果

添付図

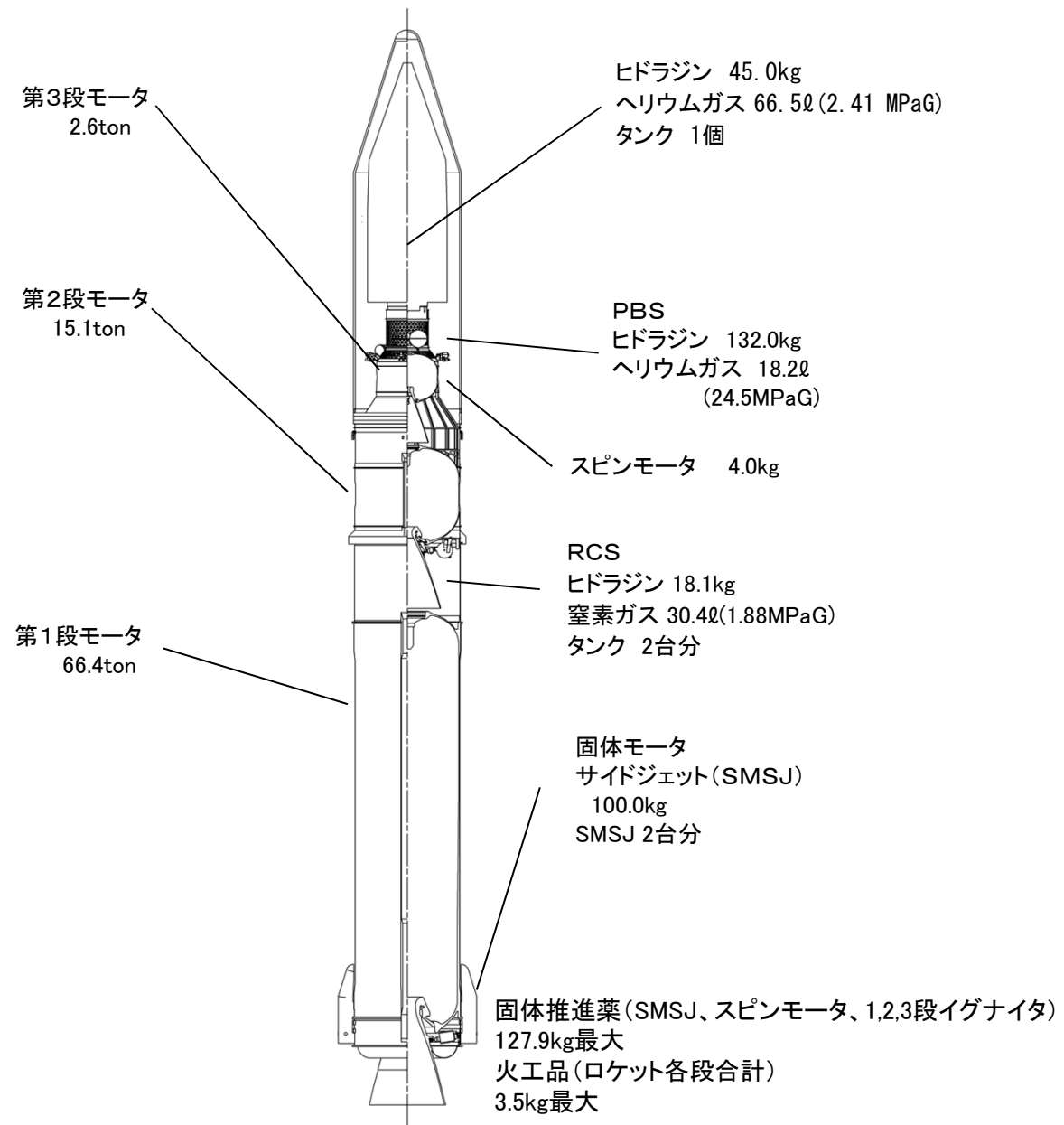
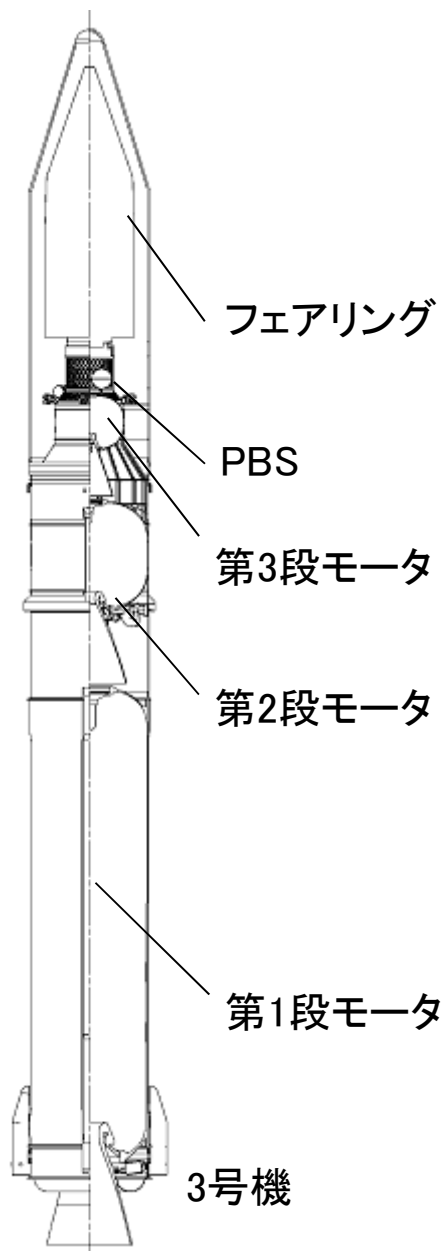


図1:ロケット等搭載用保安物



項目	諸元
機体形態	オプション形態
投入軌道	太陽同期準回帰軌道
ペイロード	高性能小型レーダ衛星 (ASNARO-2)
解析対象期間	11月～2月
誤差源	空力特性、質量特性、推進系特性、 加速度計/ジャイロセンサ特性、 風のばらつき等

図2: 主要解析条件

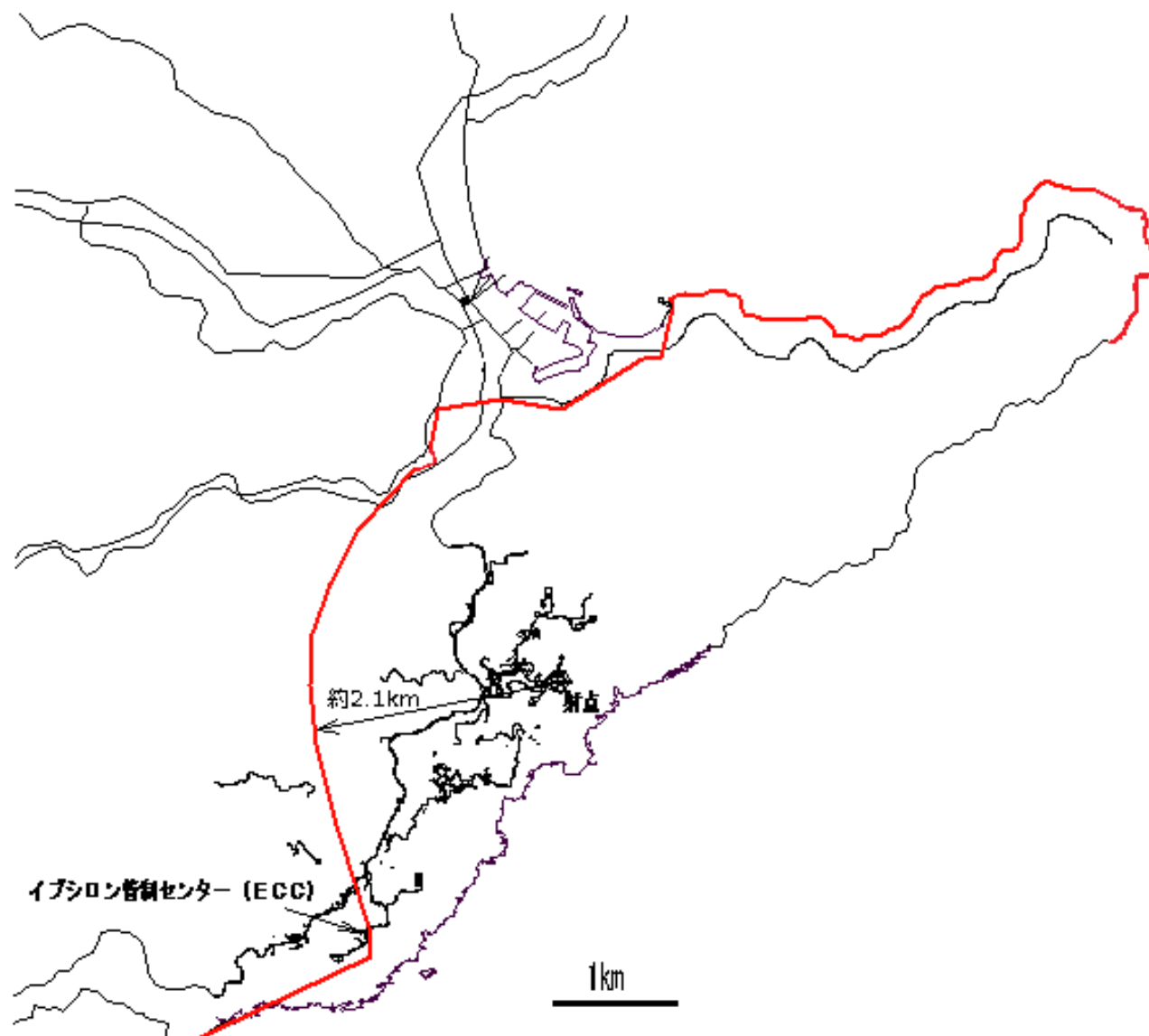


図3: 陸上警戒区域

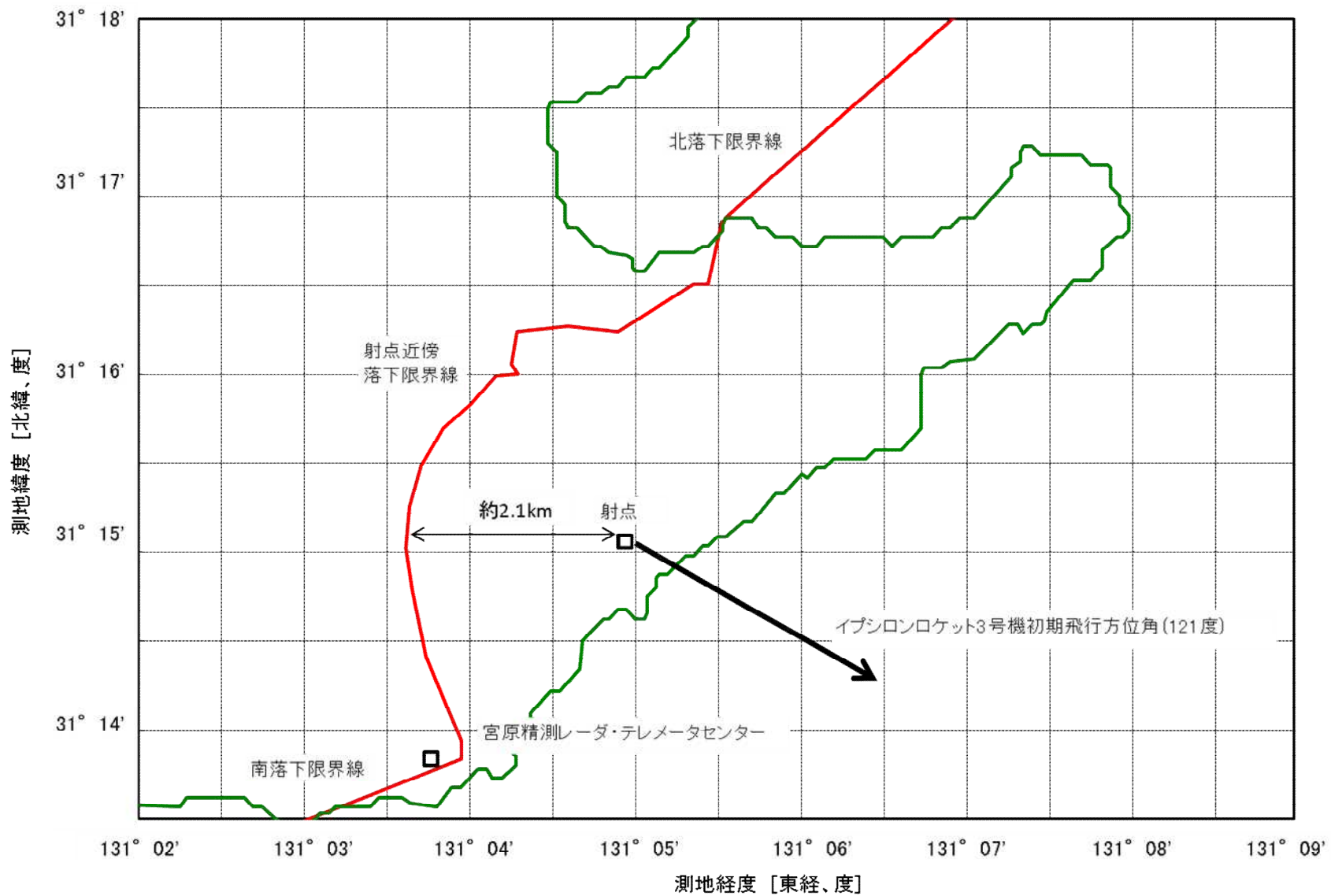


図4: 射点近傍の落下限界線

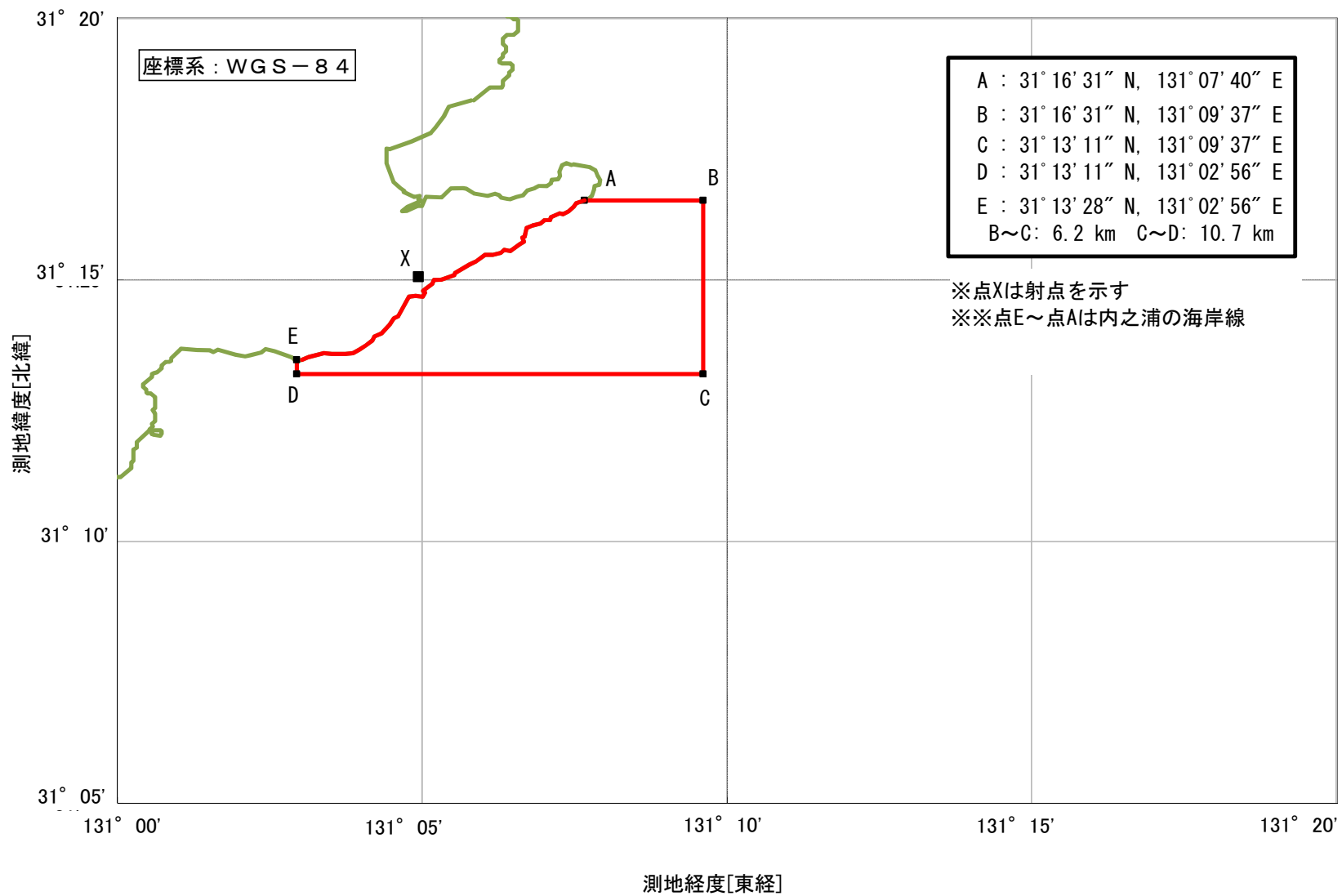


図5-1:海上警戒区域

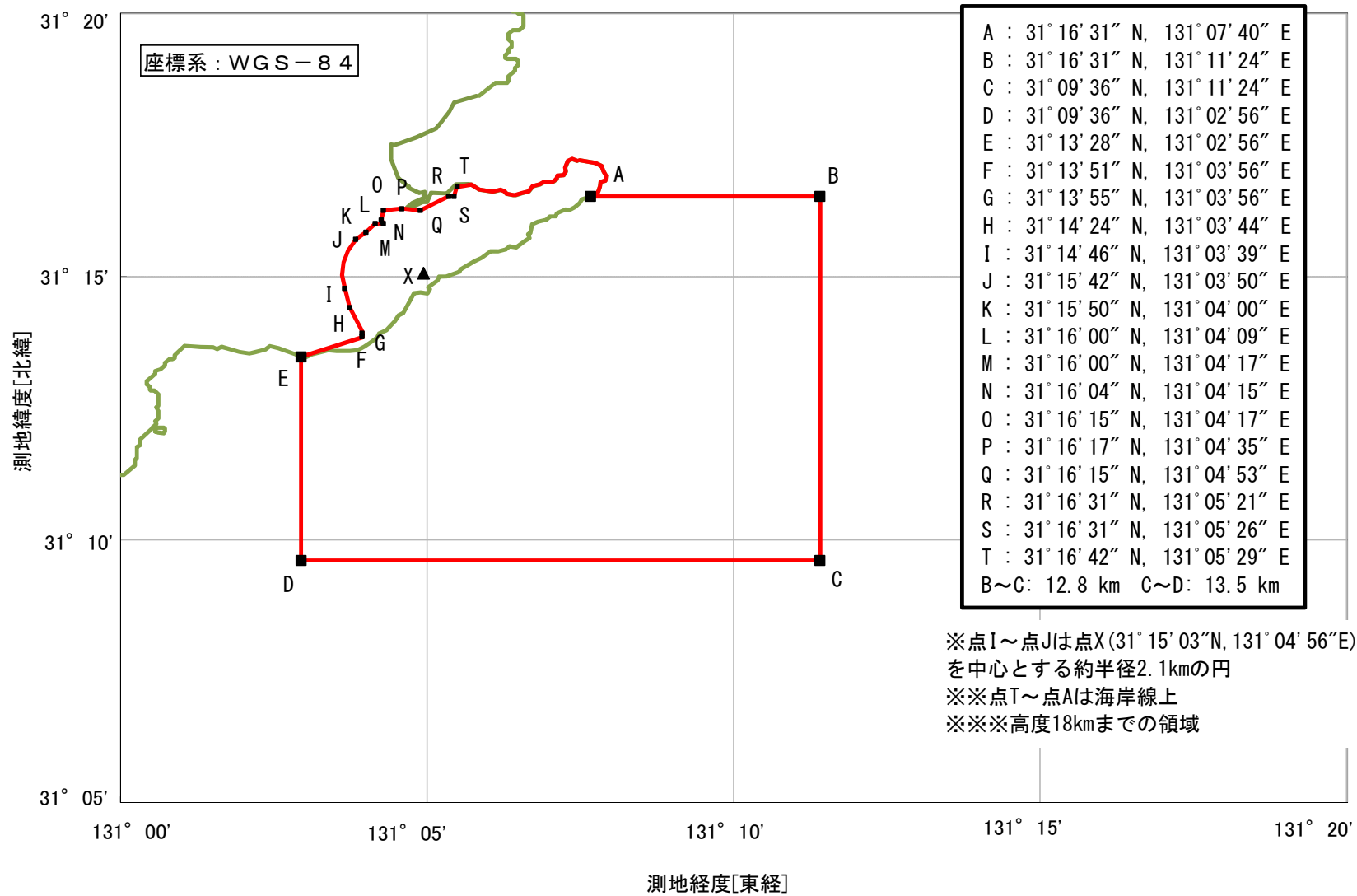
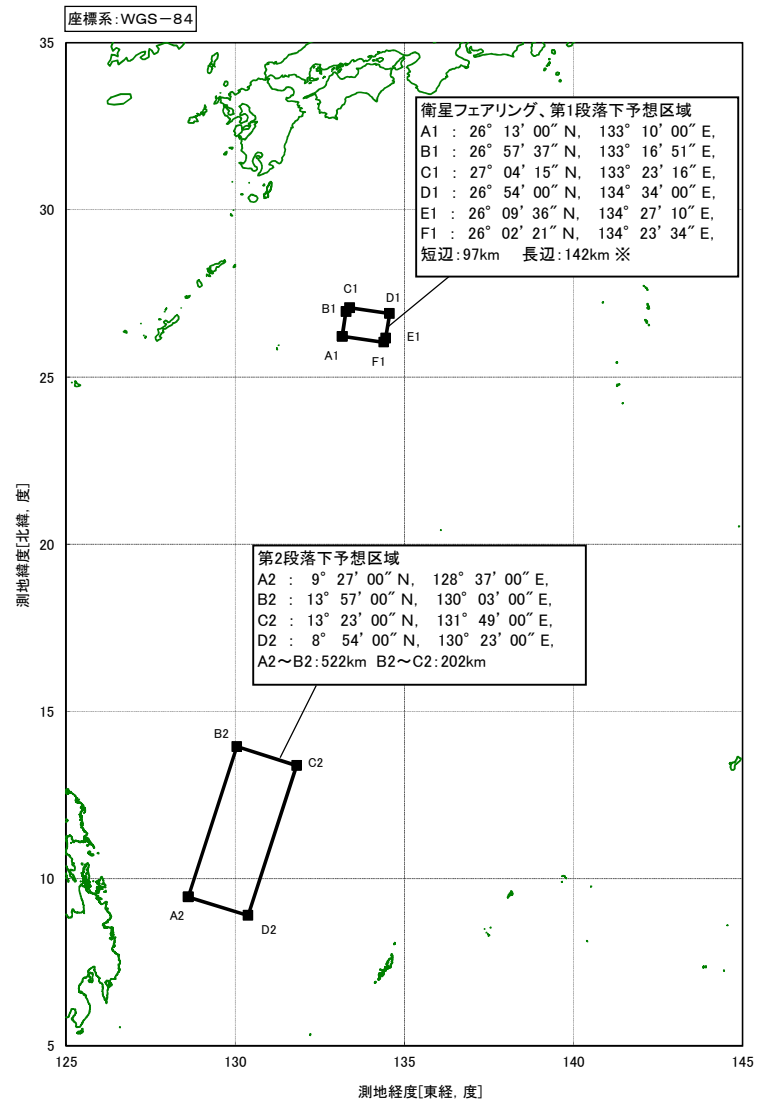


図5-2: 上空警戒区域



※落下予想区域に外接する長方形の各辺の距離

図6: 落下予想区域

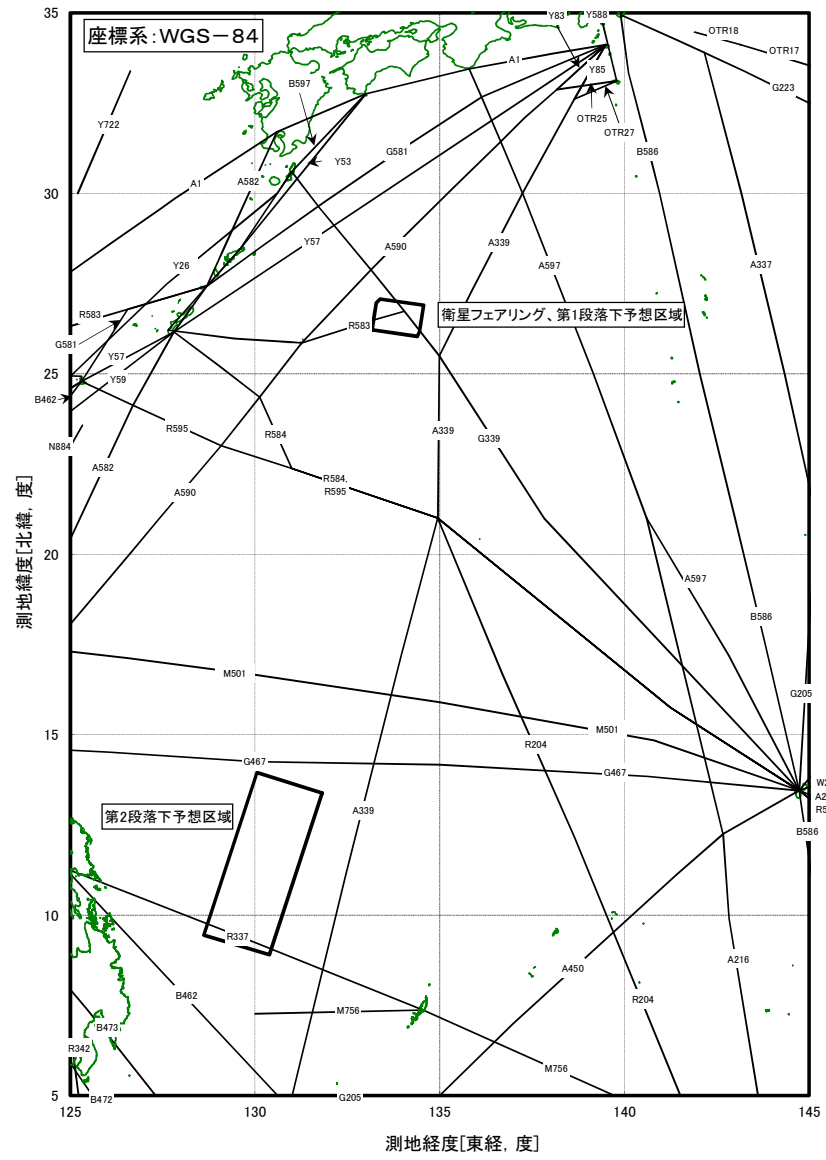
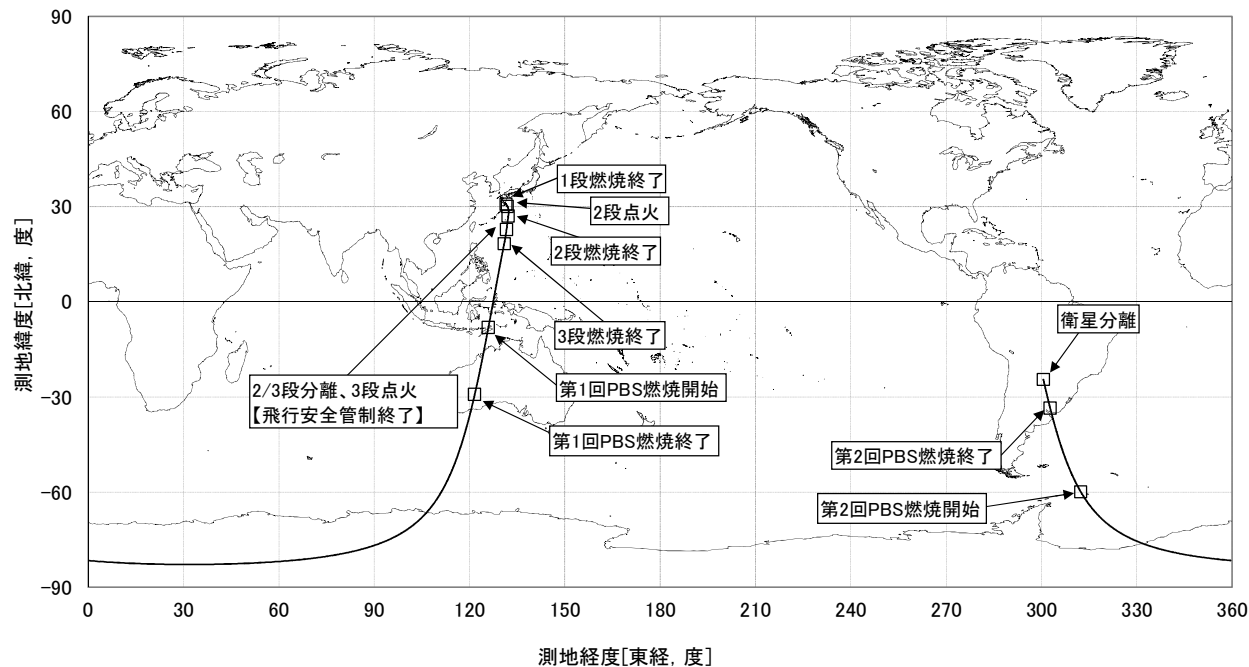


図7: 落下予想区域と航空路



事象	打上後経過時間 (秒)	距離 (km)	高度 (km)	慣性速度 (km/s)
(1) 1段点火	0	0	0	0.4
(2) 1段燃焼終了 ^(※)	108	63	74	2.3
(3) 衛星フェアリング分離	151	131	123	2.1
(4) 1/2段分離	161	147	132	2.0
(5) 2段点火	165	153	135	2.0
(6) 2段燃焼終了 ^(※)	294	481	215	4.8
(7) スピンモータ点火	370	822	241	4.7
(8) スピンモータ燃焼終了 ^(※)	375	844	241	4.7
(9) 2/3段分離	390	913	242	4.7
(10) 3段点火	394	931	242	4.7
(11) 3段燃焼終了 ^(※)	482	1435	234	7.9
(12) 3段/PBS分離	594	2286	240	7.9
(13) 第1回PBS燃焼開始	871	4389	269	7.8
(14) 第1回PBS燃焼停止	1187	6766	317	7.8
(15) 第2回PBS燃焼開始	2584	16817	511	7.5
(16) 第2回PBS燃焼停止	3011	19196	516	7.6
(17) 衛星分離 ^(※※)	3155	18751	513	7.6

(※) 燃焼室圧力最大値の5%時点。

(※※) 衛星分離時間は機体・衛星特性の実測値をもとに最終決定されるため参考値。

(※※※) 1. 2. 1 は飛行安全管理期間。飛行安全管理終了時刻は打上げ後390秒後。

飛行安全管理
終了時刻：390秒

図8: 飛行経路及びシーケンス・オブ・イベント

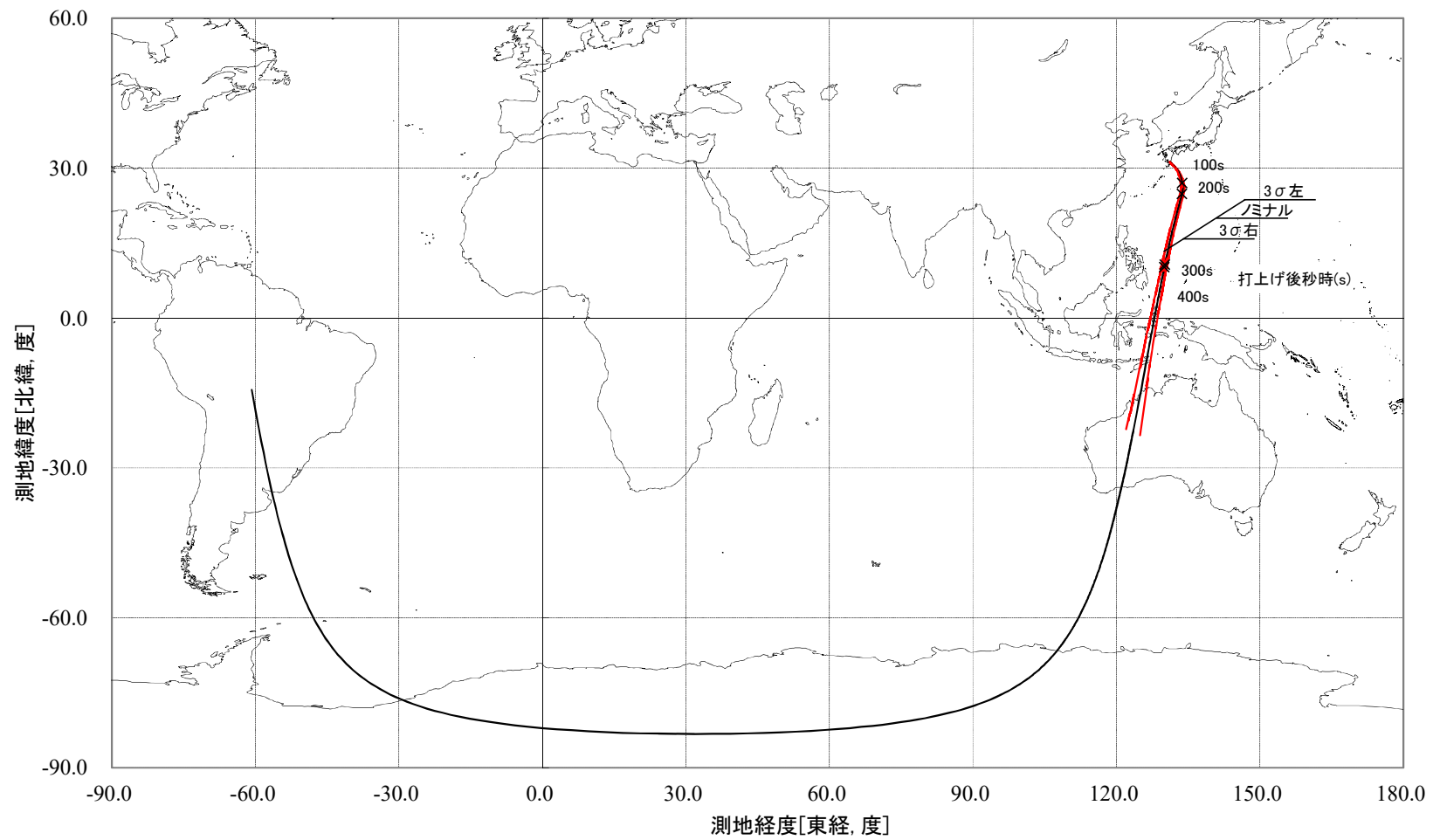
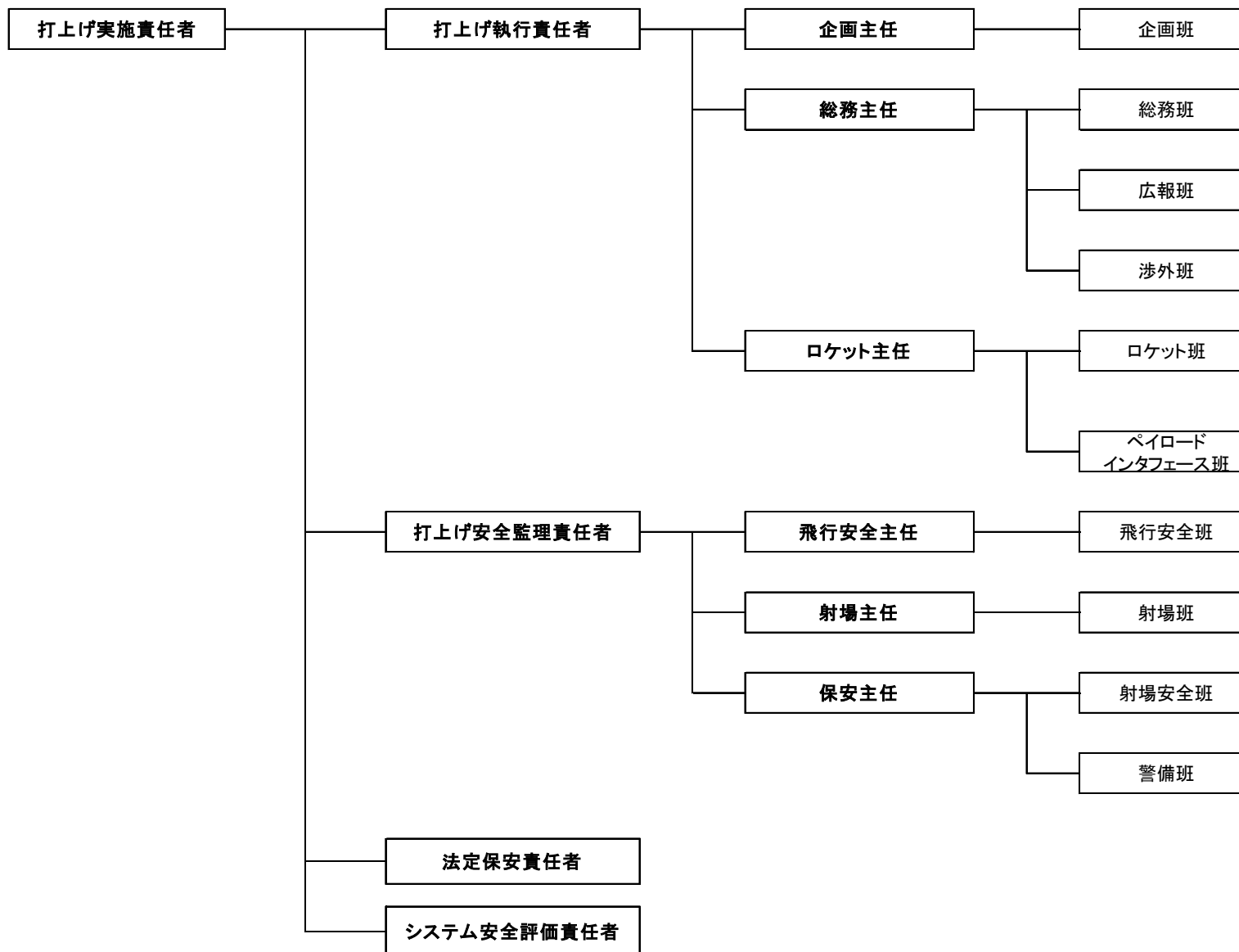


図9: ロケットの落下予測点^(注)軌跡と3σ分散範囲

(注) 落下予測点: ある時点でロケットの飛行を中断した場合の、ロケットの落下予測点



注) 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。

図10: 打上げ管制隊編成図