

H-ⅡA ロケット 40 号機の打上げに係る
安全対策について
(調査審議結果)

平成 30 年 8 月 2 日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会

目 次

1. 概要

2. 調査審議の方法

3. 調査審議の結果

参考 1 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 委員名簿

参考 2 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会 委員名簿

付録 1 H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る地上安全計画

付録 2 H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る飛行安全計画

付録 3 「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
H-IIA ロケット 40 号機の地上安全計画・飛行安全計画の評価結果

1. 概要

H-IIA ロケット 40 号機による温室効果ガス観測技術衛星 2 号機 (GOSAT-2) 及び観測衛星「KhalifaSat」並びに小型衛星の打上げが予定されている。この打上げに当たっては、三菱重工業株式会社 (以下「MHI」という。) がロケット打上げを執行し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (以下「JAXA」という。) が打上安全監理業務を実施する。

JAXA は、この打上げに当たって行う安全確保に係る業務の計画を、以下の文書に定めた。

- ・ H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る地上安全計画
- ・ H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る地上安全計画 別添[※]
- ・ H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る飛行安全計画
- ・ H-IIA ロケット 40 号機の打上げに係る飛行安全計画 別添[※]

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 (以下「宇宙開発利用部会」という。) では、上記の文書に定められた安全確保に係る業務の計画の妥当性について、調査審議を行った。本報告書は、その調査審議の結果を取りまとめたものである。

2. 調査審議の方法

宇宙開発利用部会及び宇宙開発利用部会が設置した調査・安全小委員会は、「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 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会)」 (以下「評価基準」という。) に基づいて、JAXA が策定した飛行安全計画及び地上安全計画の内容の妥当性について、以下の日程で一部非公開[※]にて調査審議を行った。

- ・ 平成 30 年 7 月 20 日 調査・安全小委員会 (第 32 回)
- ・ 平成 30 年 8 月 2 日 宇宙開発利用部会 (第 43 回)

調査・安全小委員会は、JAXA から示された資料について調査審議を行った。宇宙開発利用部会は、調査・安全小委員会における調査審議結果について報告を受けた上で、調査審議を行った。

※ ロケット打上げに係る施設・設備等に機微な情報が含まれることから、「宇宙開発利用部会運営規則」 (平成 29 年 5 月 9 日 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙開発利用部会決定) の第 3 条に従い、非公開で審議を行った。

3. 調査審議の結果

H-IIA ロケット 40 号機の打上げにおいて定めた地上安全計画及び飛行安全計画は、評価基準に規定する保安及び防御対策、地上安全対策、飛行安全対策、安全管理体制の各要件を満たしており、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を適切に講じる計画となっているという観点から、妥当であると判断する。

(参考 1)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 宇宙開発利用部会 委員名簿

(五十音順)

(委員)

部会長代理	青木 節子	慶應義塾大学大学院法務研究科教授
部会長	白石 隆	公立大学法人熊本県立大学理事長

(臨時委員)

井川 陽次郎	読売新聞東京本社論説委員
芝井 広	大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻教授
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究センター教授
白井 恭一	慶應義塾大学大学院法学研究科講師(非常勤)/元東京海上日動火災保険株式会社航空保険部部長
高橋 德行	トヨタ海運株式会社代表取締役社長
高藪 縁	東京大学大気海洋研究所教授
永原 裕子	日本学術振興会学術システム研究センター副所長/東京工業大学地球生命研究所フェロー
林田 佐智子	奈良女子大学大学院自然科学系教授
藤井 良一	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 機構長
松尾 亜紀子	慶應義塾大学理工学部教授
安岡 善文	東京大学名誉教授
油井 亀美也	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構有人宇宙技術部門宇宙飛行士運用技術ユニット宇宙飛行士グループ長
横山 広美	東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構教授
吉田 和哉	東北大学大学院工学研究科教授
米本 浩一	九州工業大学大学院工学研究院教授

(参考2)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会 委員名簿

(五十音順)

	飯 田	光 明	国立研究開発法人産業技術総合研究所安全科学研究部 門客員研究員
	門 脇	直 人	国立研究開発法人情報通信研究機構理事
主査代理	木 村	真 一	東京理科大学工学部電気電子情報工学科教授
	中 西	美 和	慶應義塾大学工学部准教授
	野 口	和 彦	横浜国立大学リスク共生社会創造センター センター長 /大学院環境情報研究院教授
	古 橋	智 久	東海旅客鉄道株式会社執行役員安全対策部長
	馬 嶋	秀 行	鹿児島大学大学院医歯学総合研究科教授
	松 尾	亜紀子	慶應義塾大学工学部教授
主査	渡 邊	篤太郎	元独立行政法人宇宙航空研究開発機構執行役

H-II Aロケット40号機の打上げに係る
地上安全計画

平成30年7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。

40号機は三菱重工業株式会社（MHI）がロケット打上げを執行し、宇宙航空研究開発機構（JAXA）は打上安全監理に係る業務を行う。

目 次

1. 総 則	1 頁
2. 地上安全の目的及び範囲	1 頁
3. 関連法規、社内規程、基準、要領等	1 頁
3. 1 国内法令等	1 頁
3. 2 社内規程、基準等	1 頁
4. 搭載用保安物	3 頁
5. 保安物貯蔵取扱施設設備	3 頁
5. 1 保安物	3 頁
5. 2 防災施設設備	3 頁
5. 3 施設設備の安全対策	3 頁
6. 地上安全管制施設設備	4 頁
7. 安全対策	4 頁
7. 1 射場整備作業の安全	4 頁
7. 2 発射整備作業の安全	8 頁
7. 3 その他の安全対策	9 頁
7. 4 警戒区域の設定及び運用管理	9 頁
7. 5 船舶及び航空機に対する通報	11 頁
7. 6 射場の保安及び防御対策	11 頁
7. 7 液体推進薬流出拡散に対する対策	11 頁
8. 地上安全組織及び業務	12 頁
9. 安全教育・訓練	12 頁
9. 1 一般安全教育	12 頁
9. 2 作業別安全教育訓練	12 頁
9. 3 総合防災訓練	13 頁
9. 4 海上警戒訓練	13 頁
10. 事故等発生時の対策及び措置	13 頁
10. 1 警戒体制の発動	13 頁
10. 2 事故等発生時の緊急措置	13 頁
11. 射点爆発に対する保安距離の算定	13 頁

表 リ ス ト

表－１	ロケット等搭載用保安物リスト	－ － － － －	14頁
-----	----------------	-----------	-----

図 リ ス ト

図－１	H－ⅡAロケット搭載用保安物概要	－ － － － －	15頁
図－２	打上げ時の陸上警戒区域	－ － － － －	16頁
図－３	海上警戒区域	－ － － － －	17頁
図－４	上空警戒区域	－ － － － －	18頁
図－５	ガス拡散に係る通報連絡範囲	－ － － － －	19頁
図－６	MHI 打上げ執行体制	－ － － － －	20頁
図－７	JAXA 打上安全監理体制	－ － － － －	21頁
図－８	地上安全組織及び業務	－ － － － －	22頁
図－９	自衛消防隊の組織	－ － － － －	23頁
図－１０	現地事故対策本部の構成	－ － － － －	24頁
図－１１	安全に係る重大な事故発生時の事故対策本部の構成	－ － － － －	25頁
別紙－１	－ － － － －	－ － － － －	26頁

1. 総 則

宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」という。）は、H-IIAロケット40号機、温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)及び観測衛星KhalifaSat 並びに小型副衛星（以下「ペイロード」という。）の打上げに係る業務を行うに当たって、安全確保に係る業務を行うものとする。本計画は「H-IIAロケット40号機の打上げに係る地上安全計画」を定めたものである。

2. 地上安全の目的及び範囲

地上安全の目的は、次に掲げる打上げ業務について、所要の安全施策を実施することにより、事故及び災害（以下「事故等」という。）を未然に防止し、また万一事故等が発生した場合においても、人命、財産に対する被害を最小限にとどめ、公共安全を確保することである。

- (1) 射場における保安物の取扱い及び貯蔵の安全
- (2) ロケット及びペイロードの整備、組立、カウントダウン、後処置作業の安全
- (3) 打上げ時の射場及びその周辺、海上警戒区域並びにこれらの上空の安全
- (4) 射場における保安及び防御対策

3. 関連法規、社内規程、基準、要領等

地上安全計画の実施に関する国内法令及びJAXAが定める規程、基準及び要領は次のとおりである。規程については最新版を適用するものとする。

3.1 国内法令等

- ① 火薬類取締法（昭和25年法律第149号）
- ② 高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）
- ③ 消防法（昭和23年法律第186号）
- ④ 毒物及び劇物取締法（昭和25年法律第303号）
- ⑤ 労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）
- ⑥ 電気事業法（昭和39年法律第170号）
- ⑦ 電波法（昭和25年法律第131号）
- ⑧ 船舶安全法（昭和8年法律第11号）
- ⑨ 航空法（昭和27年法律第231号）
- ⑩ 大気汚染防止法（昭和43年法律第97号）
- ⑪ 水質汚濁防止法（昭和45年法律第138号）
- ⑫ 騒音規制法（昭和43年法律第98号）
- ⑬ 安全1-1-8 H-IIAロケット3号機による人工衛星の打上げに係る打上げ事故時の液体推進薬の流出・拡散についての安全対策
（平成14年 宇宙開発委員会 安全部会（第1回））
- ⑭ 安全1-2 衛星搭載推進薬のガス拡散予測の見直しについて
（平成17年 宇宙開発委員会 安全部会（第1回））
- ⑮ その他関連政令・規則等
- ⑯ 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）

3.2 社内規程、基準等

(1) 規 程

- ① 安全管理規程（平成16年 1月 9日、規程第16-2号）
- ② 防火管理規程（平成15年10月 1日、規程第15-54号）
- ③ 人工衛星等打上げ基準（平成15年10月 1日、規程第15-37号）

- ④ 鹿児島宇宙センター射圏安全管理規程（平成17年 2月15日、規程第17-4号）
- ⑤ 鹿児島宇宙センター射圏安全管理規程実施細則（平成17年2月15日、宇宙基幹システム本部鹿児島宇宙センター所長・安全・信頼性管理部長通達第17-1号）
- ⑥ 種子島宇宙センター高圧ガス危害予防規程（平成15年10月 1日、規程第15-60号）
- ⑦ 種子島宇宙センター高圧ガス（冷凍）危害予防規程（平成15年10月 1日、規程第15-61号）
- ⑧ 種子島宇宙センター電気工作物保安規程（平成15年10月 1日、規程第15-63号）
- ⑨ 種子島宇宙センター危険物危害予防規程（平成15年10月 1日、規程第15-64号）

（2）基準

- ① 射場運用安全技術基準（JERG-1-007）
- ② 宇宙用高圧ガス機器技術基準（JERG-0-001）
- ③ 火薬類取扱基準（JERG-0-004）
- ④ 水素ガス取扱基準（JERG-0-005）
- ⑤ 重油取扱基準（JERG-0-006）
- ⑥ ヒドラジン（N₂H₄）取扱基準（JERG-0-007）
- ⑦ モノメチルヒドラジン（CH₃NHNH₂）取扱基準（JERG-0-008）
- ⑧ 四酸化二窒素取扱基準（JERG-0-009）
- ⑨ イソプロピルアルコール取扱基準（JERG-0-010）
- ⑩ 液化酸素取扱基準（JERG-0-011）
- ⑪ 液化窒素取扱基準（JERG-0-012）
- ⑫ 液化水素取扱基準（JERG-0-013）
- ⑬ 一般危険作業安全基準（JERG-0-014）
- ⑭ ロケットシステム開発安全技術基準（JERG-1-006）
- ⑮ ロケットペイロード安全標準（JMR-002）

（3）要領

- ① 鹿児島宇宙センターにおける事故等発生時の処置要領（KEN-07032）
- ② H-II Aロケットの打上げに係る射場内人員規制の基準（ロケット系作業）（KEN-15016）
- ③ H-II Aロケット40号機の打上げに係る射場内人員規制の基準（ペイロード系作業）温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)（KEL-18014）
- ④ H-II Aロケット40号機の打上げに係る射場内人員規制の基準（ペイロード系作業）観測衛星 KhalifaSat（KEL-18015）
- ⑤ H-II Aロケット40号機の打上げに係る射場内人員規制の基準（ペイロード系作業）小型副衛星（KEL-18025）
- ⑥ H-II Aロケット40号機 海上警戒等実施要領（KEL-18024）
- ⑦ 平成30年度ロケット打上げ警備業務実施要求書（KEN-18001）
- ⑧ 鹿児島宇宙センターにおけるロケット打上げ及び工事等に伴う安全心得（KEN-08003）
- ⑨ 鹿児島宇宙センター（TNSC）入退場システム用IDカード発行管理及び作業者名簿登録要領（KEN-12004）
- ⑩ 鹿児島宇宙センター消防計画（KEX-06066）
- ⑪ 鹿児島宇宙センターにおける信号、標識等の制定（KEX-06082）
- ⑫ 鹿児島宇宙センター気象防災基準（KEX-04105）
- ⑬ 鹿児島宇宙センター安全教育実施基準（KEN-06032）
- ⑭ 有害推進薬漏洩時の接近可否判断及び接近手順に対する安全要求（KQD-05001）

4. 搭載用保安物

H-ⅡAロケット及び搭載されるペイロード用保安物の火薬類、高圧ガス及び危険物等の概要を表-1及び図-1に示す。保安物としては、火薬類、高圧ガス、危険物及び毒物が存在する。

- (1) 固体ロケットブースタ(SRB-A)、分離モータの固体推進薬、火工品及びトーチ用火工品は、火薬類取締法に定める火薬類である。
- (2) 第1段、第2段用液化酸素(L₂O)、液化水素(LH₂)、ヘリウムガス(GHe)及びペイロードに搭載されるヘリウムガスは、高圧ガス保安法に定める高圧ガスである。
- (3) 第2段ガスジェット用ヒドラジン(N₂H₄)及びペイロード用ヒドラジンと第1段エンジン駆動用の作動油は、消防法に定める危険物に該当する。
また、ヒドラジンは「毒物及び劇物取締法」で毒物にも指定されている。

5. 保安物貯蔵取扱施設設備

5.1 保安物

搭載用保安物の他、機体パージ、配管パージ及び水素ガス処理等に使用する液化窒素(LN₂)、窒素ガス(GN₂)、ヘリウムガス並びに酸素ガス(GO₂)、LPGは、高圧ガス保安法に定める高圧ガスである。

また、配管等洗浄用イソプロピルアルコール(IPA)及び自家発電用重油は、消防法に定める危険物である。

5.2 防災施設設備

危険状態検出のための装置として、危険物及び高圧ガスを貯蔵または取扱う各建屋には火災報知器、火災検知器、ガス検知装置等が、火薬類を貯蔵または取扱う各建屋には火災報知器、火災検知器、防犯警報装置等があり、これらの情報を常時監視することができる。

また、射場内には火災及び爆発の発生並びに有害物の拡散に備えて各種防火・消防施設設備がある。

その他、雷の接近を検知する襲雷予報装置、落雷を表示する閃絡表示器がある。

5.3 施設設備の安全対策

施設設備に対する主な安全対策は、以下のとおりである。

- (1) 第1、第2、第3、第4火薬庫、点火薬庫、吉信液化水素貯蔵供給所、吉信液化酸素貯蔵供給所、吉信高圧ガス貯蔵供給所、ヒドラジン取扱所等保安物の貯蔵取扱いに係わる施設設備については、法定要求の他、JAXAの安全基準に合致するように設置している。
- (2) 機体タンクへの充填、排出、打上げ時に発生する水素ガス(GH₂)を安全に処理するための設備として、水素ガス処理設備を設けている。
- (3) 第2段ガスジェット及びペイロード用ヒドラジンは、毒性を有するので、ヒドラジン充填装置等を扱う吉信大型ロケット整備組立棟8階(第2段ガスジェット用)及び衛星フェアリング組立棟には可搬型の換気装置が設置できるようになっている。
また、これらの取扱い場所にはヒドラジン等廃液の排液槽、作業要員数の呼吸装置等及び洗身洗眼装置を設けている。
- (4) LH₂及びGHeの貯蔵取扱い設備の周辺の所定範囲並びに吉信大型ロケット第1射点の半径31mの範囲を水素ガス危険区域として電気関係設備は水素防爆タイプのもの、あるいは与圧室内設置としている。
- (5) 危険物の貯蔵取扱い設備周辺の所定範囲を可燃性ガス危険区域として、電気関係設備は防爆タイプのもの、あるいは与圧室内設置としている。

また、液化酸素及び酸素ガスの取扱い設備の周辺の所定範囲についても同様としている。
(6) 火薬類の貯蔵並びに取扱い場所の所定範囲を危険区域とし、電気関係設備は防爆タイプのものとしている。

(7) 静電気による事故等の発生のおそれのある吉信液化水素貯蔵供給所、吉信大型ロケット第1射点、吉信大型ロケット整備組立棟、衛星フェアリング組立棟、固体ロケット組立棟等の施設設備、装置はすべて接地され、入口付近には人体の静電気を除去するための除電板を備え付けている。

また、落雷による被害を防止するため、火薬類の取扱いを行う固体ロケット組立棟、貯蔵する第1・第2・第3・第4火薬庫及び点火薬庫には、架空地線方式の独立避雷装置を設け、衛星フェアリング組立棟、吉信大型ロケット整備組立棟、吉信大型ロケット第1射点には突針型避雷装置を設けている。

(8) 万一流出した場合、水質を汚濁するおそれのあるヒドラジン、IPA等については、排水槽に溜めた後、ドラム缶に回収し、専門会社へ処理を依頼している。

(9) 保安物の取扱い作業中の危険状態を表示する信号及び標識灯を射場内各要所に設けている。

6. 地上安全管制施設設備

地上安全管制施設設備の概要は、以下のとおりである。

なお、地上安全管制施設設備について「別添 表-1」に、地上安全管制系統図を「別添 図-1」に示す。

(1) 安全管制室

総合防災監視所内の安全管制室は、射場全域、海上警戒区域並びにこれらの空域の監視及び安全状況の監視に係る機能を有している。保安主任卓もこの中に設置されており、ロケット打上げ作業の緊急停止機能を有している。

(2) 射場安全管制卓

竹崎指令管制棟の射場安全管制卓は、打上げ時に使用する卓であり、総合防災監視所の安全管制室と同等の機能及びロケット打上げ作業の緊急停止機能を有している。緊急停止機能は、安全管制室の保安主任卓と切替方式となっている。

(3) 射点安全卓

吉信大型ロケット発射管制棟の射点安全卓はロケット等の組立、整備からカウントダウン及び後処置までの射点区域における安全状況の監視及びロケット打上げ作業の緊急停止機能等を有している。

(4) 海上監視所

吉信大型ロケット整備組立棟及び北海上監視所は、総合防災監視所からの遠隔操作による海上監視機能を有している。

また、第三光学観測所は、海上警戒に係る監視機能を有している。

7. 安全対策

7. 1 射場整備作業の安全

JAXAは、MH I（打上げ執行）から提出された安全管理計画書及び衛星プロジェクトから提示されたシステム安全プログラム計画書の妥当性の確認を行い、射場整備作業の安全確保を行う。

7. 1. 1 危険作業全般

固体ロケット組立棟、衛星フェアリング組立棟、吉信大型ロケット整備組立棟等における火薬類、高圧ガス、危険物取扱い作業等の実施に当たっての共通の安全対策は次のとおりである。

なお、危険作業フローについて「別添 図-2」に示す。

(1) 作業手順書のチェックと射点安全要員の立合い

射場整備作業期間中の保安物の取扱い作業は、各種保安物の取扱基準等の安全要求に基づいて作成した作業手順書に従って実施する。射点安全要員は予め危険作業の手順をチェックし、安全上特に配慮を必要とする保安物の取扱い作業については、消防車、救急搬送車、救護員を配置し、かつ射点安全要員が立合い安全を確認しつつ作業を行う。

また、危険作業については、作業前ミーティングには射点安全要員が出席し、当該作業の作業手順の確認と安全上の遵守事項の教育を行い、作業後ミーティングにて不安全事項の有無の確認を行う。不安全事項があった場合は、その内容と是正処置を射場安全部門に報告する。

(2) 危険作業時の立入規制

危険作業実施時には、立入規制区域を設け、関係者以外の立入を禁止する。

(3) 法定手続き

法定手続きが必要なものについては、許可又は届出が受理されたことを確認し、作業を実施する。

(4) 法定保安責任者

保安物の取扱いについては、法定保安責任者の監督の下に安全責任者が立合い、安全を確認の上作業を実施する。

(5) 施設設備の機能点検

危険作業の実施に先立ち、チェックリストにより、関係施設設備の機能点検を行い、これらが正常に作動することを確認する。

(6) 一般危険作業

フォークリフト、クレーン、玉掛、高所作業及び重量物運搬作業の安全については、「一般危険作業安全基準」を遵守して行うとともに、法に定められたクレーン、フォークリフト及び玉掛作業は、法定有資格者が行う。

(7) 酸素欠乏

特に、タンク内及び密閉空間内作業をする場合は、酸素濃度計で安全を監視する。

(8) 発火性物品の持込禁止

保安物の存在する区域内には、マッチ、ライター、グラインダー、溶接機、バッテリー等の発火性物品の持込を禁止する。

また、射場内は原則として屋外禁煙とし、許可された喫煙場所以外における喫煙を禁止する。

(9) 非防爆電気機器の使用及びフラッシュ撮影の禁止

液化水素、液化酸素貯蔵タンク周辺等の爆発性危険雰囲気区域、その他指定する場所又は区域での非防爆写真用照明を含む非防爆電気機器の使用を規制するとともに許可された機器以外でのフラッシュ撮影及び携帯電話の使用を禁止する。

(10) 荒天時の注意

台風、強風、大雨及び襲雷時の場合は、屋外作業は行わない。保安物の取扱い等危険作業実施中に「台風警戒報」、「大雨警戒報」及び「雷警戒報」が発令された場合は、作業を停止し所定の荒天対策を実施の上、作業等者は安全な場所に退避する。

「台風警戒報」、「大雨警戒報」及び「雷警戒報」解除後、又は強風通過後は、状況によりロケット、ペイロード、施設設備等の点検及び被害調査を実施し、安全を確認後平常作業に復帰する。

(11) 津波警報発令及び地震発生時の注意

「津波警報」が発令された場合又は「地震」が発生した場合には、鹿児島宇宙センター

気象防災基準に基づき作業を停止し、応急の措置を講じ、作業者等は安全な場所に退避する。

津波及び地震発生後に作業を再開する場合には、予めロケット、パイロード、施設設備等を充分点検し、安全を確認する。

(12) 服 装

作業者は危険作業を行う場合は、それぞれ所定の保安帽、特殊作業衣、安全靴等を着用する。

また、作業別に特に指定された者は所定の腕章を装着する。

7.1.2 電波機器の取扱い

無線設備の操作及び電波放射時には次の安全対策を講ずる。

(1) 電波放射時の立入禁止

人体に対する電波放射の危険区域にはその旨表示するとともに、人員の立入を禁止する。

(2) 放射前の安全確認

電波の放射に際しては、人体及びロケット等に危害を与えぬよう電波の放射方向、危険区域に人員が入っていないことを確認する。

(3) 取扱基準の遵守

以上の他、無線設備の操作及び電波放射時の安全については、「電波法」及び「電波法施行規則」を遵守して行う。

7.1.3 火薬類の取扱い

固体ロケットブースタ、分離モータ及び火工品等の火薬類の取扱いについては次の安全対策を講ずる。

(1) 立入規制

火薬類取扱い作業中は、「火気厳禁」、「立入禁止」の標識を立て、黄色回転警告灯を点灯させて関係者に周知させるとともに、関係者以外の作業場所内への立入を禁止する。

(2) 火工品試験装置の機能点検

火工品の導通・絶縁抵抗測定装置は、専用のもを使用するとともに、機能試験を行い、これが正常に作動することを確認する。

(3) 静電気対策

火薬類の取扱い作業は、静電気除去板への触手及び固体ロケットブースタ、台車、床等の接地を行った上で開始する。関係する作業者は、全て帯電防止防災作業衣と静電靴を着用し、火薬類に触れる際には、リストスタット又はレッグスタットを着用する。

また、帯電性のプラスチック、ビニールシート等は火薬類取扱い時の使用を禁止する。

なお、作業中相対湿度が40%以下に低下した場合には、作業を一時中断し、湿度回復後に再開する。

(4) 保護具の着用

必要に応じ導電性・耐火性作業衣、安全靴及び保護面等の使用前点検を行った後、これらを確実に着用する。

(5) 電波放射及び大電流を必要とする機器の制限

火工品結線及び機体アーミング作業中は、搭載電波機器及び地上設備からの電波放射並びに当該作業施設内の大電流を必要とする機器（エレベータ、昇降床等）の使用を禁止する。

また、原則として機体及びパイロード系の電源は断とする。

(6) クレーン操作

クレーンで火薬類の吊上げ、吊下げを行う場合は、操作前にストレイ電圧の測定を行ない、異常がないことを確認する。

(7) 取扱基準の遵守

以上の他、火薬類取扱いの安全については、「火薬類取扱基準」を遵守して行う。

7.1.4 高圧ガスの取扱い

LOX、LH₂、LN₂、GH₂、GN₂、GHe、GOX、LPG等高圧ガスの取扱いについては、次の安全対策を講ずる。

(1) 立入規制

高圧ガス取扱い作業中は、「火気厳禁」、「立入禁止」の標識を立て黄色回転警告灯を点灯させて関係者に周知させるとともに、関係者以外の作業場所内への立入を禁止する。

(2) 高圧ガスの充填・加圧作業

搭載タンクへの所定圧力以上の充填・加圧作業は遠隔操作により行う。

なお、機側操作を行う場合は、特定の人員が所定の保護具、器具及び防護設備を使用して安全を確認しつつ行う。

(3) ガス検知装置等の機能点検

作業開始前にガス検知装置、消火設備、強制換気装置等の機能点検を行い、これらが正常に作動することを確認する。

(4) 保護具の着用

必要に応じ特殊作業衣、革手袋、安全靴及び保護面等の使用前点検を行った後、これらを確実に着用する。

(5) 酸欠防止

機体内又は室内での窒素ガス漏洩等による酸欠のおそれのある作業は、酸素濃度計及び酸欠警報器を使用して安全確認の上、強制換気装置を設置し酸欠防止対策を講じる。

(6) 火災、爆発防止

LH₂、GH₂の取扱い作業に当たっては、燃焼あるいは爆発の可能性があるため、水素ガス測定器を使用して漏洩のないことを確認するとともに、LH₂、GH₂の取扱い作業を行う付近への着火源となる非防爆電気機器の持込み及び使用を禁止する。

また、LH₂、GH₂の貯蔵、移送及び充填に関しては、タンク、配管内でLH₂、GH₂と空気との接触を避けるため、予め不活性ガスでパージする。なお、極低温ではパージ用ガスとしてGHeを使用する。

(7) 静電気対策

高圧ガスの取扱い作業は、静電気除去板への触手及び使用設備、配管等の接地を行った後開始する。特にLH₂、GH₂の取扱い作業は、水素作業用の帯電防止防災作業衣及び静電靴を着用する。

また、帯電性のプラスチック、ビニールシート等の使用を禁止する。

なお、作業中相対湿度が40%以下に低下した場合には、作業を一時中断し、湿度回復後に再開する。

(8) 取扱基準の遵守

以上の他、高圧ガス取扱いの安全については、「種子島宇宙センター高圧ガス危害予防規程」による他、それぞれの取扱基準を遵守して行う。

(9) その他

LPGの取扱い作業についてはLH₂、GH₂の取扱い作業に準ずる。

7.1.5 危険物及び毒物の取扱い

危険物及び毒物は、それぞれ可燃性、毒性、腐食性等があり、ロケットへの充填並びにその他の取扱いについては、次の安全対策を講ずる。

(1) 立入規制

危険物取扱い作業中は、「火気厳禁」、「立入禁止」の標識、さらにヒドラジンの取扱い時には「毒物取扱中」の標識を立て黄色回転警告灯を点灯させて関係者に周知させるとともに、関係者以外の立入を禁止する。

(2) ガス検知装置、洗身洗眼装置等の機能点検

作業開始前に、ガス検知装置、洗身洗眼装置、呼吸装置、強制換気装置等の機能点検を行い、これらが正常に作動することを確認する。

(3) 保護具の着用

必要に応じ特殊作業衣、ゴム長靴、ゴム手袋、呼吸装置等の使用前点検を行った後、これらを着用する。

(4) 静電気対策

可燃性液体を移送する場合の静電気対策は、火薬類の取扱いに準ずる。

(5) 風向の監視

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う。

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。

(6) 廃液の処理

衛星フェアリング組立棟におけるヒドラジン並びに吉信大型ロケット整備組立棟8階におけるヒドラジン取扱い時の流出等による低濃度廃液水、及びドラム缶に回収した配管、タンク、充填装置の高濃度廃液は、専門会社へ処理の依頼を行う。

(7) 環境モニタ

ヒドラジンの取扱い作業中、又は保管されている環境下での作業中は、ヒドラジン濃度測定器により常時環境モニタを行ない、安全を確認する。

(8) 取扱基準の遵守

以上の他、危険物の取扱いの安全については、「種子島宇宙センター危険物危害予防規程」による他、それぞれの取扱基準を遵守する。

7.1.6 保安物の射場内運搬

保安物の射場内運搬に当っては、予め場内放送により通行規制の周知を図るとともに、所定の道路を用い、保安責任者の管理・監督の下、射場安全グループ長は要所に警戒員を配置して所要の保安距離を確保し、所定のスピードで走行して安全を確保する。

7.2 発射整備作業の安全

射場整備作業スケジュールに従って、組立、整備の完了したペイロード、ロケットは、Y-3日から最終の発射整備作業に入る。Y-3以降の発射整備作業の安全対策は次のとおりである。

(1) Y-3以降の作業の安全

Y-3日からY-0日までの作業は、予め設定したタイムスケジュールに従って進める。タイムスケジュール進行に従い、第2段ガスジェット用ヒドラジンが充填され、ロケットに点火用等火工品が結線されるに伴って危険度は増大する。従って、各作業とも熟練した特定の作業者が、手順書に従い安全を確認しつつ行い、その状況は射点安全卓、総合防災

監視設備において常時監視する。

(2) 打上げ作業の停止

打上げ作業は、保安主任卓、総合防災監視設備、射点安全卓において常時監視しており、「鹿児島宇宙センター射圏安全管理規程」第22条に定める「安全上支障が生じ又は生ずるおそれがあるとき等」は、打上安全監理責任者（安全に係る事項について緊急の場合は射場安全グループ長）は打上げ等に係る業務の全部又は一部の停止を指令し、事故等の発生及びその拡大防止を図る。

(3) 逆行作業

緊急停止等によって作業を中断し、打上げを延期する場合には、火工品結線解除、燃料、酸化剤の排出作業等は、特に安全上の配慮をした逆行スケジュール、手順書に従って実施する。

(4) 後処置作業の安全

ロケット打上げ後の燃料、酸化剤供給配管内残留液の抜取り等の作業は、「7.1 射場整備作業の安全」に準じて実施する。

7.3 その他の安全対策

(1) 計器類の点検整備

保安用計測器の校正管理を行い、常に良好な状態に保つよう点検整備を行う。

(2) 情報連絡の記録

安全に係わる状況の正確な把握を行うため、安全上の指示、情報、連絡及びそれらに対する措置の記録を十分に行う。

(3) 交通安全

特殊車両、作業用車両の運転者の指定、速度制限、一旦停止等の交通標識及び表示板を整備し交通安全の徹底を図る。

(4) 夜間、休日における緊急連絡体制

打上げ作業期間中の夜間、休日における緊急連絡に備え、種子島宇宙センター警備員を含む緊急連絡体制を整備する。

(5) その他

打上げに係わる仮設物の設置、運用については、安全の徹底を図る。

7.4 警戒区域の設定及び運用管理

JAXAは「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」に基づき、射場整備作業の各段階に応じて警戒区域を設定する。

7.4.1 射場整備作業期間中の警戒区域と運用管理

(1) 警戒区域

射場整備作業期間の警戒区域は、保安物を中心として「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」に従った保安距離以上の半径をもつ円（作業規制区域）を包含する範囲とする。

なお、整備作業期間中の作業規制区域については「別添 表-2」及び「別添 図-3」に示す。

(2) 陸上警戒区域の運用管理

上記により設定された警戒区域は、射場安全グループ長が、指定又は許可した者以外の立入禁止区域であり、必要により警備員を配置して警戒を行う。射場整備作業の各段階に応じた警戒区域の設定時期は、次のとおりである。

- ①衛星フェアリング組立棟における射場整備作業期間
火工品取扱い作業中。
ヒドラジン取扱い作業中。
- ②液体燃料取扱所における射場整備作業期間
液体推進薬取扱い作業中。
- ③吉信大型ロケット整備組立棟における射場整備作業期間
固体ロケットブースタ、第1段、第2段、及びペイロードが搬入された以降の射点へロケットが移動するまでの作業を実施する期間。
- ④吉信第1射点における射場整備作業期間
吉信大型ロケット第1射点に機体が移動された後、打上げ前陸上警戒開始までの作業期間。

(3) 海上警戒区域の運用管理

本期間中の海上警戒区域については、JAXAが海浜部に立札による表示を行うとともに、地元協力会に本区域に立ち入らないよう協力を求める。

7.4.2 ロケット打上げ時の警戒区域と運用管理

(1) 警戒区域

ロケット打上げ時の陸上警戒区域を図-2に、海上警戒区域を図-3に、また、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の上空警戒区域を図-4に示す。

(2) 陸上警戒区域と運用管理

ロケット打上げ時の警戒区域は、ロケット打上げ時において万一爆発事故を起こした場合に爆風、飛散物等による人命、財産の被害を防止するために予め一般人の立入規制を行う区域とし、JAXAは吉信大型ロケット第1射点を中心とした半径3.0kmを警戒区域として設定する。

- ①JAXAは射場内要所に警戒員を配置して警戒を行う。
- ②JAXAは警戒区域境界において一般人は本区域内へ立ち入らないよう協力を求めるとともに、本区域の警戒について立札、ポスターによる表示を宇都浦、竹崎、広田、上中地区、種子島空港、西之表港、島間港等に行い人員規制の徹底を図る。
また、警戒区域周辺地域の警備については、要所に警戒員を配置するとともに、警戒区域内の巡回監視の徹底を図る。更に、鹿児島県警察本部、種子島警察署及び地元協力会に協力を依頼する。
- ③射点警戒員は、 LH_2 及び LOX 充填準備段階以降、作業の進捗状況に合わせ随時周辺へ移動し所定の警戒に当る。
- ④JAXAは本区域内の地主には、必要時間、当該区域内に立ち入らないよう協力を求める。
- ⑤本区域内の国有林及び町有地については、屋久島森林管理署及び南種子町の協力を得てJAXAが人員規制を行う。
- ⑥JAXAは打上げ時の総員退避の時間帯については、指定された作業者が指定された施設で作業を行い、その他の者は警戒区域外に退避させる運用管理を行い、警戒区域内の安全確保に万全を期する。

(3) 海上警戒区域と運用管理

海上警戒区域(図-3)においては、打上げ時刻に支障を及ぼすおそれのある船舶の航行及び操業を規制する。

なお、海上警戒区域の警戒については、射場に設置した海上監視レーダ、自動船舶識別

装置（AIS）及び夜間監視カメラ等を使用するとともに、海上保安庁第十管区海上保安本部（巡視船）、鹿児島県（漁業指導取締船）及び宮崎県（漁業取締船）に依頼する他、JAXAにおいても傭船による警戒を行い、海上警戒区域における船舶の状況を把握し、必要に応じてJAXA又は上記巡視船等による退避勧告等の措置を講ずる。

（４）上空警戒区域と運用管理

上空警戒区域（図－４）については、JAXAが要所に配置した陸上並びに海上の警戒員が監視する。

7. 5 船舶及び航空機に対する通報

（１）船舶に係る通報

打上げ当日の海上警戒区域（図－３）の船舶の航行規制を行うため、JAXAは事前に海上保安庁に対して打上げを行う旨の通知をし、船舶への周知を依頼する。

また、ロケットカレンダーを作成し、関係する県漁業協同組合連合会及び各漁業協同組合に提供し、情報の周知を図る。

なお、ロケット打上げ時刻に変更が生じた場合、速やかに海上保安庁等関係機関に通知する。

（２）航空機に係る通報

JAXAは、航空法第99条の2及びこれに関連する規定に基づき、ロケット打上げ実施の計画について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。

連絡先は、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である。

7. 6 射場の保安及び防御対策

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対策は次のとおりである。

（１）固体ロケット等の保安物の取扱い施設及び貯蔵所は、各々の周辺にフェンス等を設置している。

（２）ロケット、ペイロード及び保安物等の取扱い施設では、入退場管理システムによる作業員以外の者の入場禁止を行うと共に、作業終了後、出入口の施錠を確認する。

また、防犯警報装置により常時監視するとともに、夜間及び休日には種子島宇宙センターの警備員による巡視を行う。

（３）射点周辺については24時間体制の警戒及び周辺巡視を行う。

また、入退場管理システムによりあらかじめ名簿を提出し、許可された者以外の関連建屋への入場を禁止する。

（４）打上げ関連建屋は、許可された後、入退場管理システムに登録された者以外の入場を禁止する。

（５）打上げに係る保安上重要なデータ及び情報については、許可された者以外のアクセスができないよう、ネットワークシステムを含めて、適切な対策を講じる。

7. 7 液体推進薬流出拡散に対する対策

打上げ時の飛行中断時等においてペイロード搭載推進薬が推進薬タンク等から流出し、蒸発して拡散するおそれがあり、これに対し以下の対策を講じる。

（１）整備作業開始前に、流出時のガスの拡散範囲を予測する。

（２）事故発生時には、拡散予測範囲内の人に対して屋内待避等の連絡等を行う。

また、海上における通報連絡範囲内の船舶等に対しても船室内への退避及びエリア外への避難の連絡を行う。

(3) 通報連絡については、事前に地元説明会等により周知を図り協力を求める。

また、通報連絡体制については、JAXAの体制化のほか、南種子町役場における防災無線及び町の広報車等での通報連絡の体制化について協力依頼を行う。

通報連絡範囲を図-5及び「別添 図-4」に示す。

8. 地上安全組織及び業務

MHIは、打上げ輸送サービスとして打上げ執行体制を編成し、打上げ執行責任者の下、打上げ作業の実施を行う。打上げ作業の実施に当たっては、MHIは、関係法令やJAXAの安全要求を満足する安全管理計画書を作成し、JAXAの確認を受けた上で、作業安全を確保する。

これに対してJAXAは、MHIの実施する危険作業については、手順書の承認、作業に当たっての立入規制、陸・海・空の警戒監視等を実施する。

JAXAは打上安全監理業務として打上安全監理体制を編成し、打上安全監理責任者の下、地上安全を確保する。地上安全の確保に当たっては、射場及びその周辺の安全確保、セキュリティ確保並びにこれらに必要な施設設備の整備及び運用に関する業務を統括する射場安全グループ長を置く。射場安全グループ長は、MHI安全担当との連携を密にし安全確保に努めることとする。

また、打上安全監理責任者の下、打上管制安全評価ユニット長を置き、射場整備作業に係るシステム安全評価を行う。

MHI打上げ執行体制を図-6、JAXA打上安全監理体制を図-7、地上安全組織及び業務を図-8に示す。

9. 安全教育・訓練

鹿児島宇宙センター安全教育実施基準に従い、射場安全グループ長が承認したJAXA、MHI及び契約会社の講師が、射場整備作業に従事する全ての作業者を対象として、JAXA、MHI及び契約会社において、以下に示す一般安全教育及び作業別安全教育等に区分して行い、作業の安全確保を図る。

9. 1 一般安全教育

射場整備作業の安全確保に資するため、JAXA、MHI及び契約会社は、射場整備作業に従事する全作業者を対象として、作業の実施に必要な安全知識、作業安全に関する一般的注意事項、保安物に関する注意、事故処理手順等について「鹿児島宇宙センターにおけるロケット打上げ及び工事等に伴う安全心得」等をテキストとして、種子島宇宙センター並びに各会社において安全教育を実施する。

9. 2 作業別安全教育訓練

JAXA、MHI及び契約会社は保安物の取扱い及び危険作業を行う作業者を対象として、作業開始前に保安物取扱い並びに危険作業時の作業安全基準、保護具の使用法、想定事故のケーススタディ、作業着手前の安全注意事項等の作業別安全教育訓練を実施する。

また、JAXA、MHI及び契約会社は連携して、作業で想定される事故に対して避難方法、人員救助、酸素マスク等の保護具の使用法等に関する訓練を実施する。

9. 3 総合防災訓練

JAXAは万一の重大な事故等に備えて、現地事故対策本部が迅速かつ的確に運営できるよう、外部関係機関を含めた総合防災訓練を実施する。

9. 4 海上警戒訓練

JAXAは警戒に当たる要員の習熟度を考慮し、必要に応じて、打上げ時の海上警戒を想定して、船舶、レーダ等を使用し、海上警戒、通信連絡、退避勧告等の訓練を行う。

10. 事故等発生時の対策及び措置

打上げ作業期間において、重大な事故等が発生した場合又は発生のおそれがある場合は、あらかじめ定める要領に従って必要な措置を講じ、被害を最小限にとどめることとする。

10. 1 警戒体制の発動

打上安全監理責任者は重大な事故等が予測されるときは、警戒体制を宣言し、直ちに放送、電話等により射場内に周知徹底を図るとともに、関係者に必要な措置をとらせる。

10. 2 事故等発生時の緊急措置

- (1) 事故等が発生した場合は、その発見者は直ちにその状況を警察署、消防署及び総合防災監視所(射場安全グループ長等)に通報するとともに、状況に応じて必要な処置を講ずる。
- (2) 打上安全監理責任者は、直ちに自衛消防隊等を現地に急行させ、事故等の状況把握、初期消火、危険物等の緊急防災処置、立入り制限、人員の安全確認等の緊急処置を講ずる。
- (3) 打上安全監理責任者は、事故等の状況により、現地事故対策本部を設置し事故処理等の指揮に当たる。ただし、ロケット打上げ執行作業に伴う緊急処置等については、MHIと連携して必要な措置を講ずることとし、MHIはJAXAの指示に従うものとする。
- (4) 打上安全監理責任者は、事故等の状況により、地方公共団体等外部関係機関(緊急連絡先を予め定める。)に緊急連絡し応援を要請する。
- (5) ロケット打上げ執行作業における安全に係る重大な事故等が発生した場合は、JAXAが事故対策本部を設置し、MHIからの協力を受けて必要な措置を講ずる
自衛消防隊の組織を図-9、現地事故対策本部の構成を図-10、安全に係る重大な事故発生時の事故対策本部の構成を図-11に示す。

11. 射点爆発に対する保安距離の算定

H-II Aロケット40号機の射点爆発に対する保安距離の算定結果を別紙-1に示す。

表-1 ロケット等搭載用保安物リスト

(火薬類、高圧ガス及び危険物)

名称	使用箇所		ロケット等搭載量	法令上の種類等
固体推進薬	固体ロケットブースター(SRB-A)		132.8t ^{*1)}	火薬類
	分離モータ等		103.2kg ^{*2)}	
火工品	ロケット各段、SRB-A等 ^{*3)}		11.1kg	
液化水素	1段LH ₂ タンク		15.7t ^{*4)}	高圧ガス
	2段LH ₂ タンク		3.1t ^{*4)}	
液化酸素	1段LO ₂ タンク		87.1t ^{*4)}	
	2段LO ₂ タンク		14.1t ^{*4)}	
ヘリウム	1段気蓄器	常温	84ℓ×3個 (30.8MPaG) ^{*5)}	
	2段気蓄器	常温	84ℓ×1個 (30.8MPaG) ^{*5)}	
		極低温	85.5ℓ×3個 (13.0MPaG) ^{*5)}	
	ペイロード (いぶき2号)	常温	566.1ℓ (1.91MPaA)	
危険物等 ^{*6)}	ペイロード 2段ガスジェット		408kg	危険物第4類 第2石油類等毒物
作動油	1段エンジン部		84ℓ×1個	危険物第4類 第3石油類

(注) ロケット等に搭載する主な保安物は上記のとおりであり、注釈のない搭載量の数量は標準値。

*1) SRB-A 2本合計(最大)

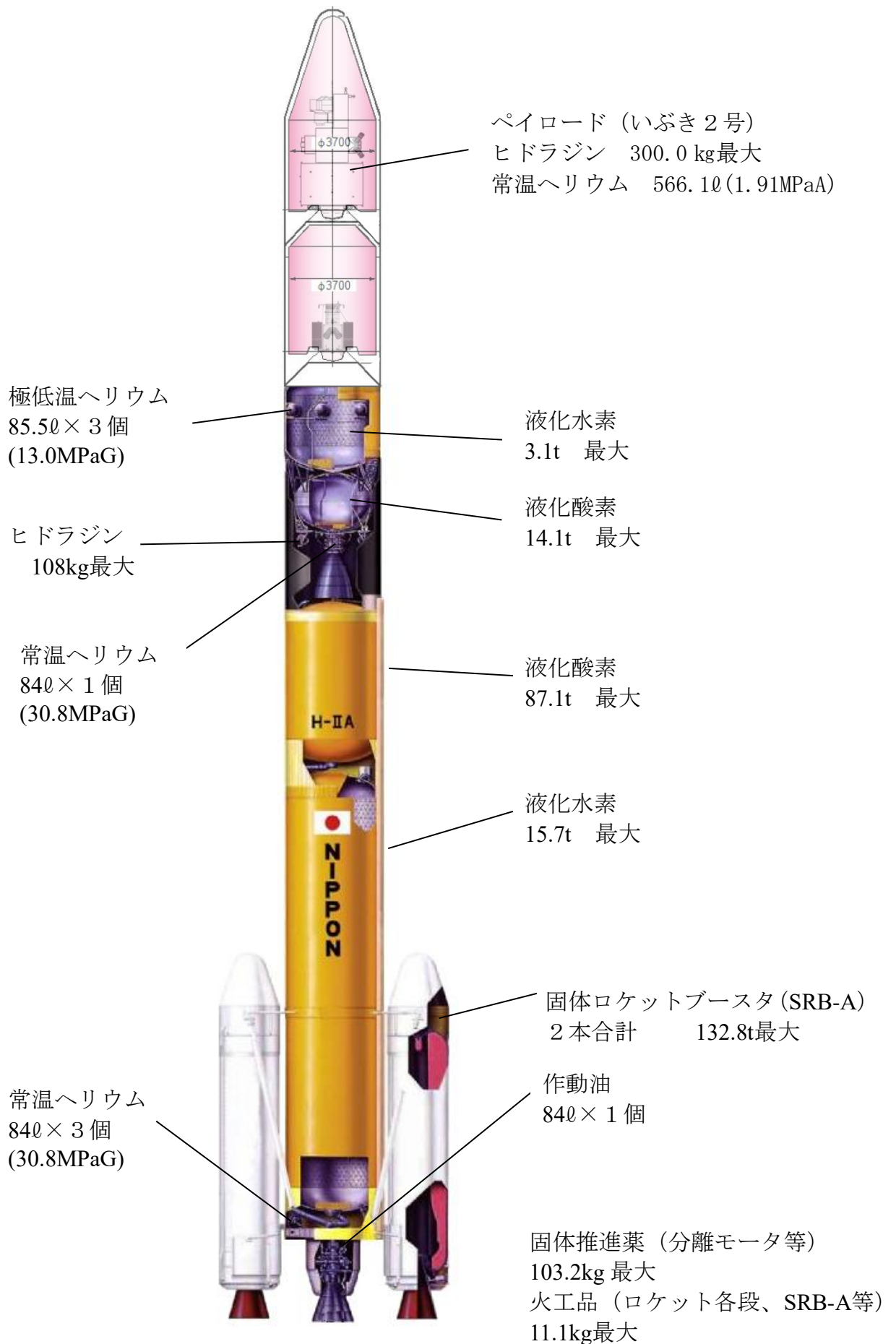
*2) 分離モータ、イグナイタの合計

*3) ペイロード分離部、フェアリング、ペイロードの火工品を含む

*4) 液化水素、液化酸素は最大値

*5) 圧力はMEOP(最大予想使用圧力)

*6) ヒドラジン(2段ガスジェット及びペイロード)の合計(最大)



図一 H-II Aロケット搭載用保安物概要 (火薬類、高圧ガス及び危険物)

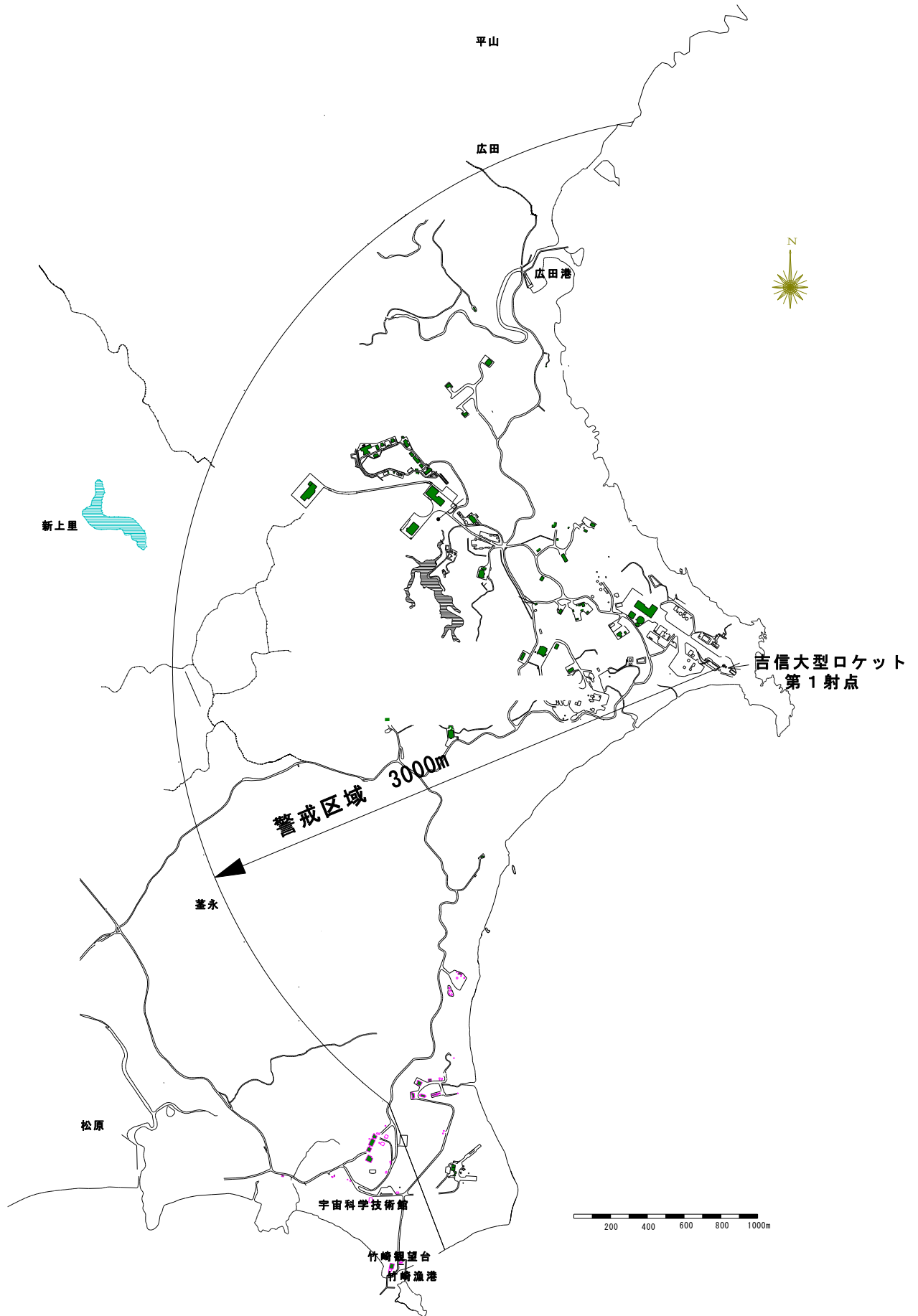


図-2 打上げ時の陸上警戒区域

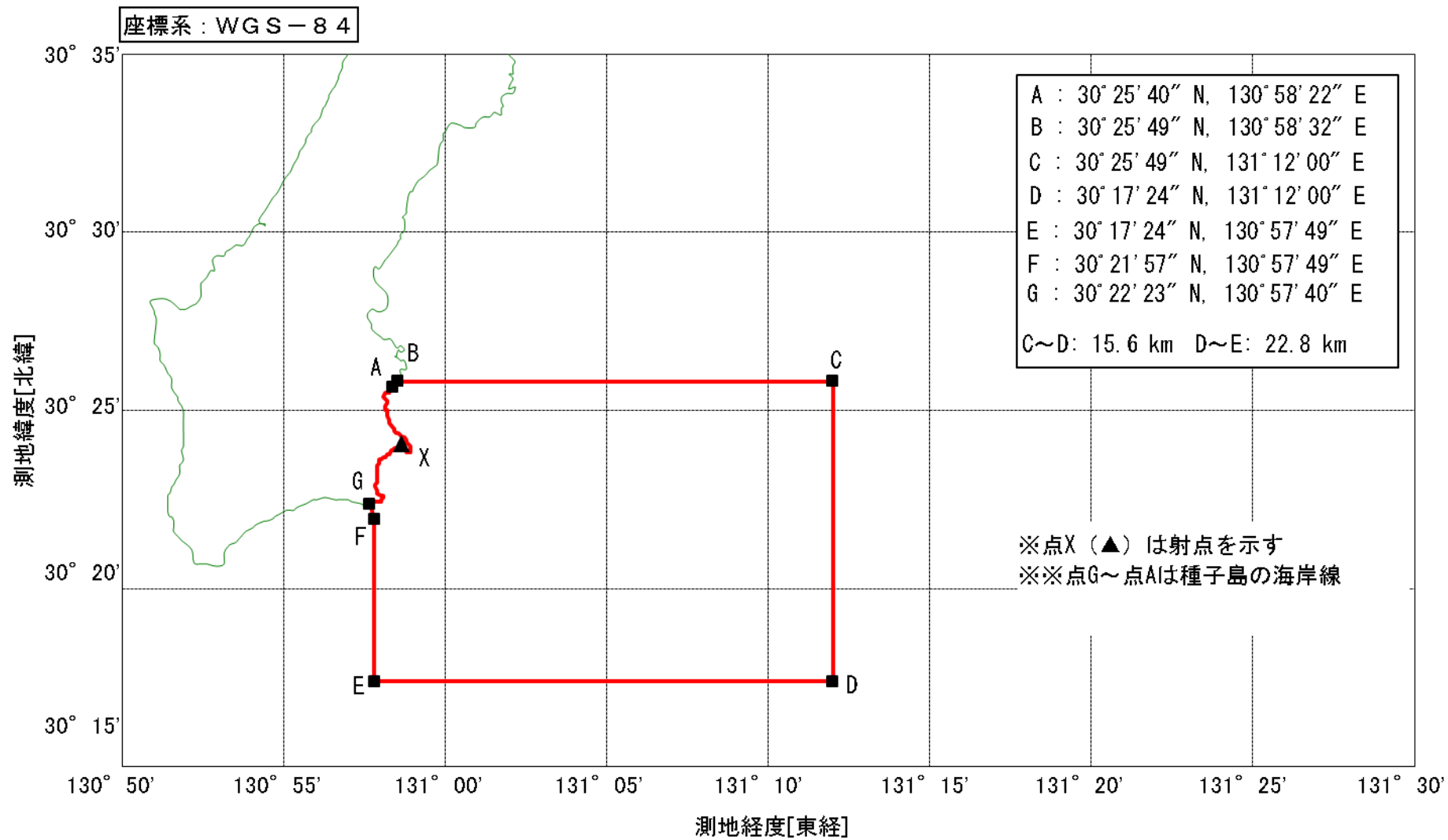


図-3 海上警戒区域

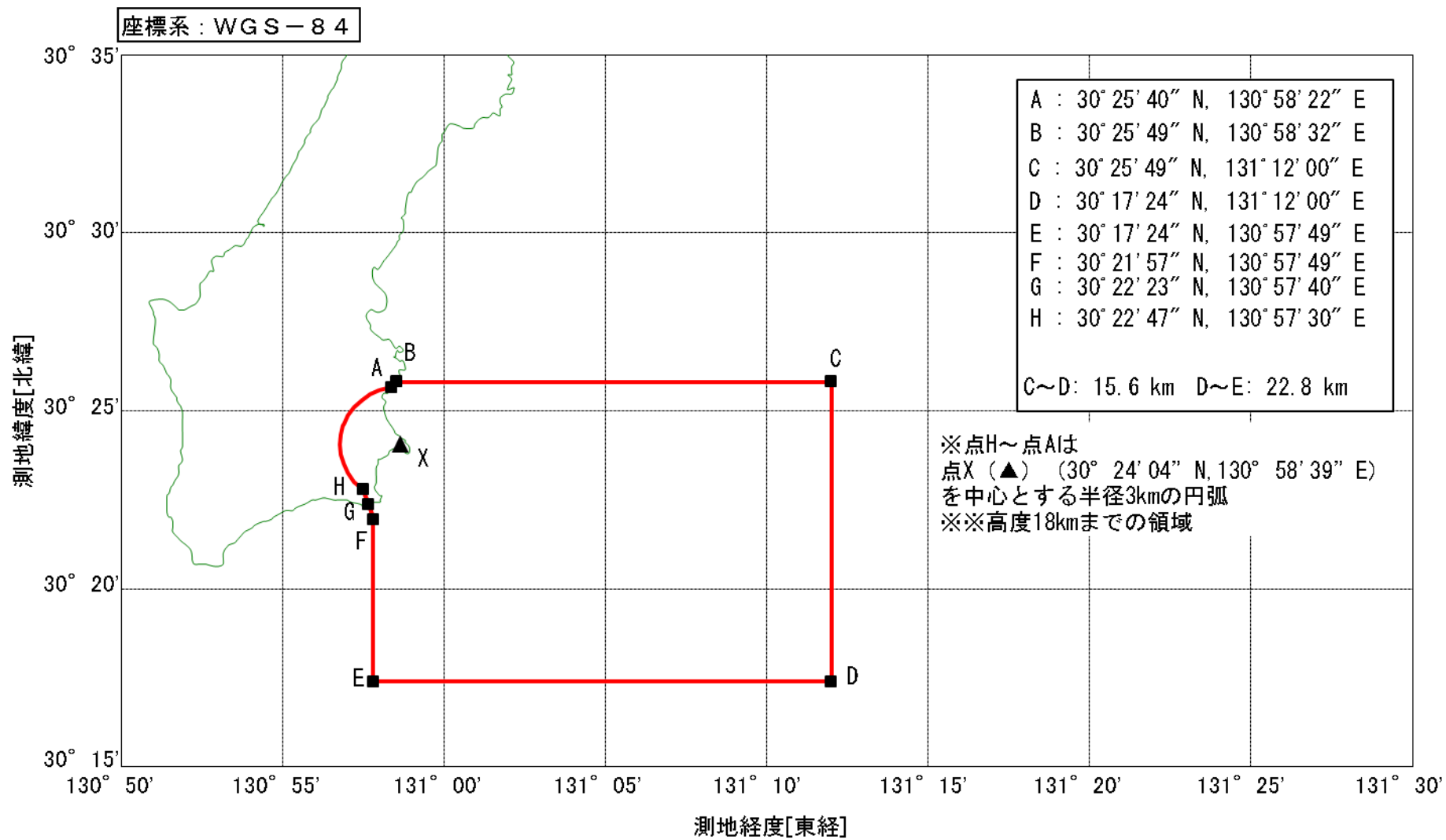


図-4 上空警戒区域

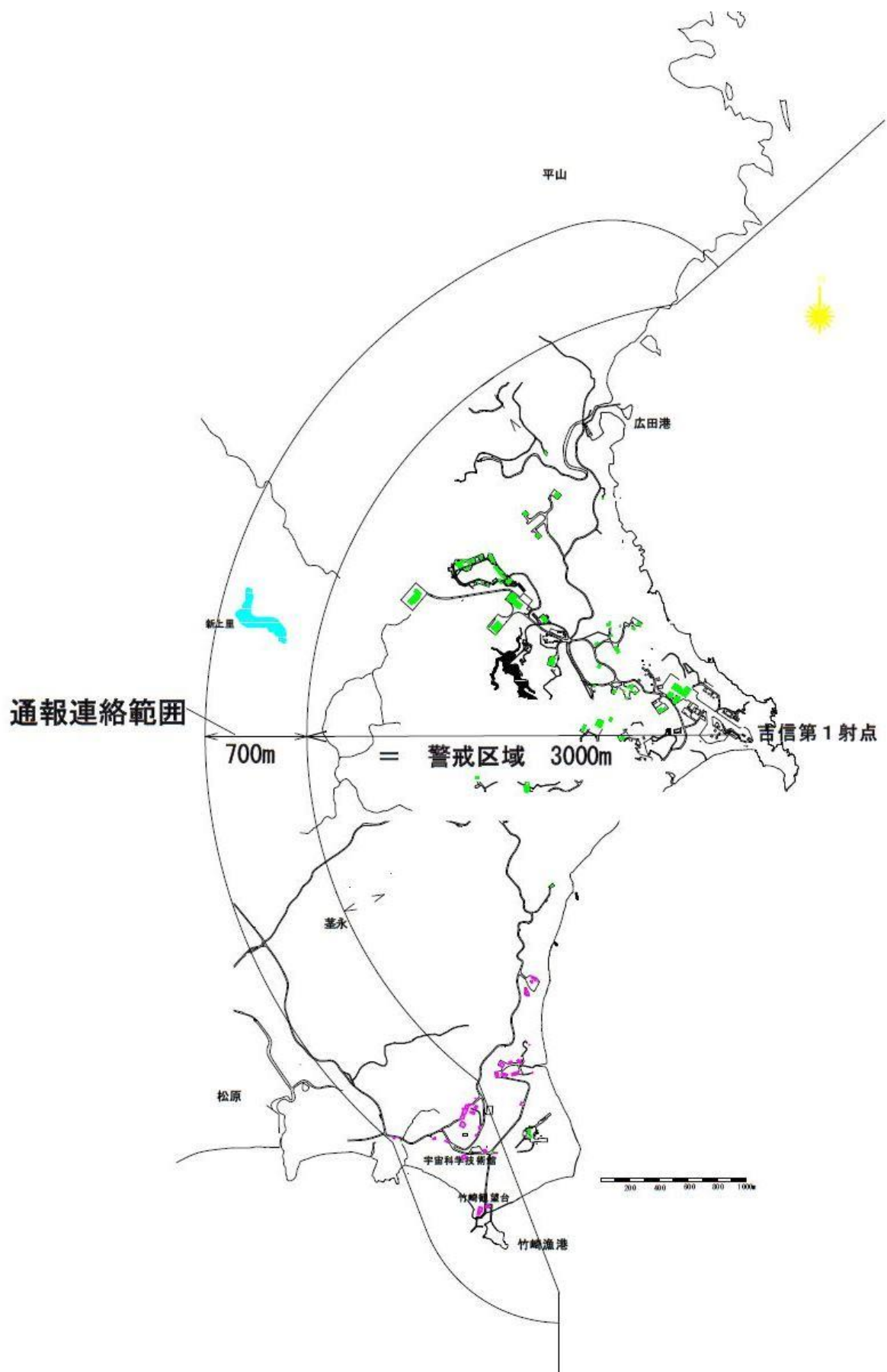
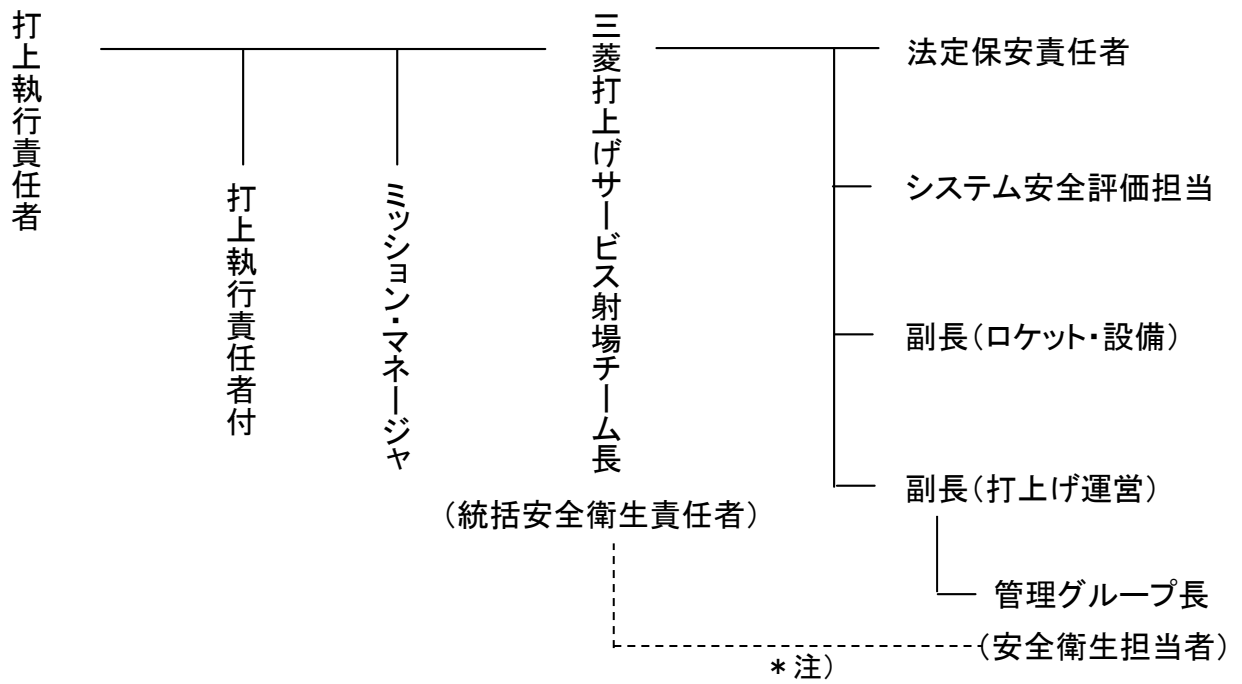


図-5 ガス拡散に係る通報連絡範囲



* 注) 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-6 MHI 打上げ執行体制

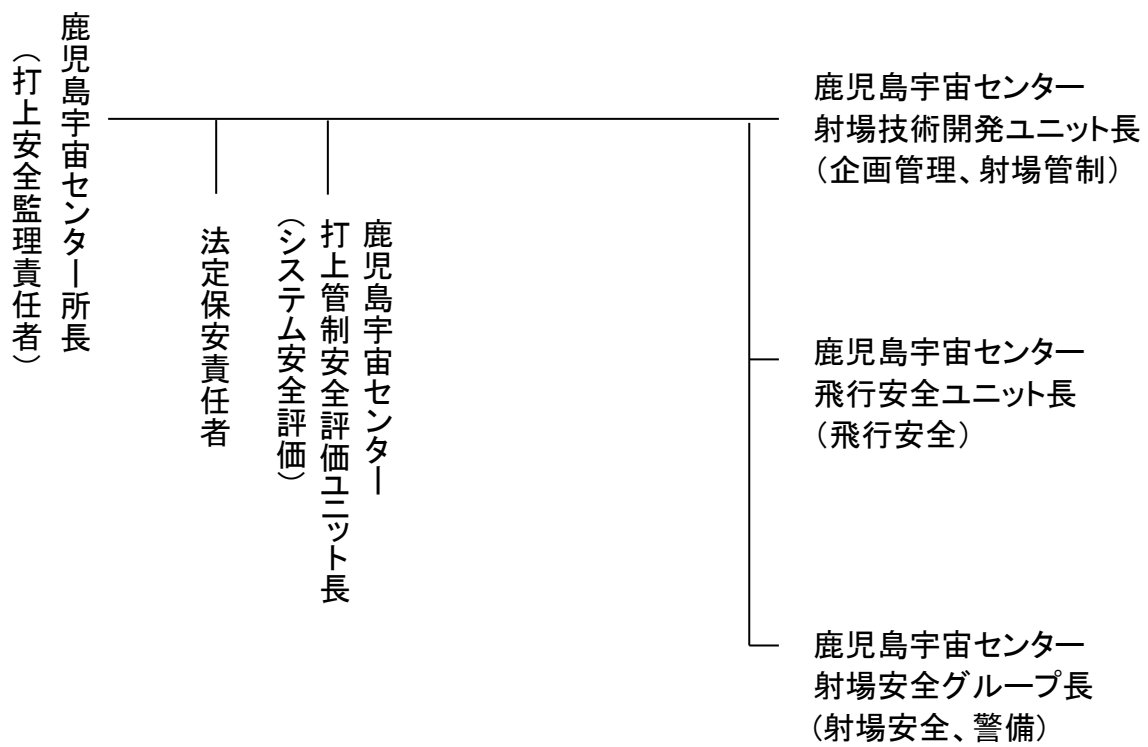


図-7 JAXA 打上安全監理体制

(地上安全の組織)

(業務)

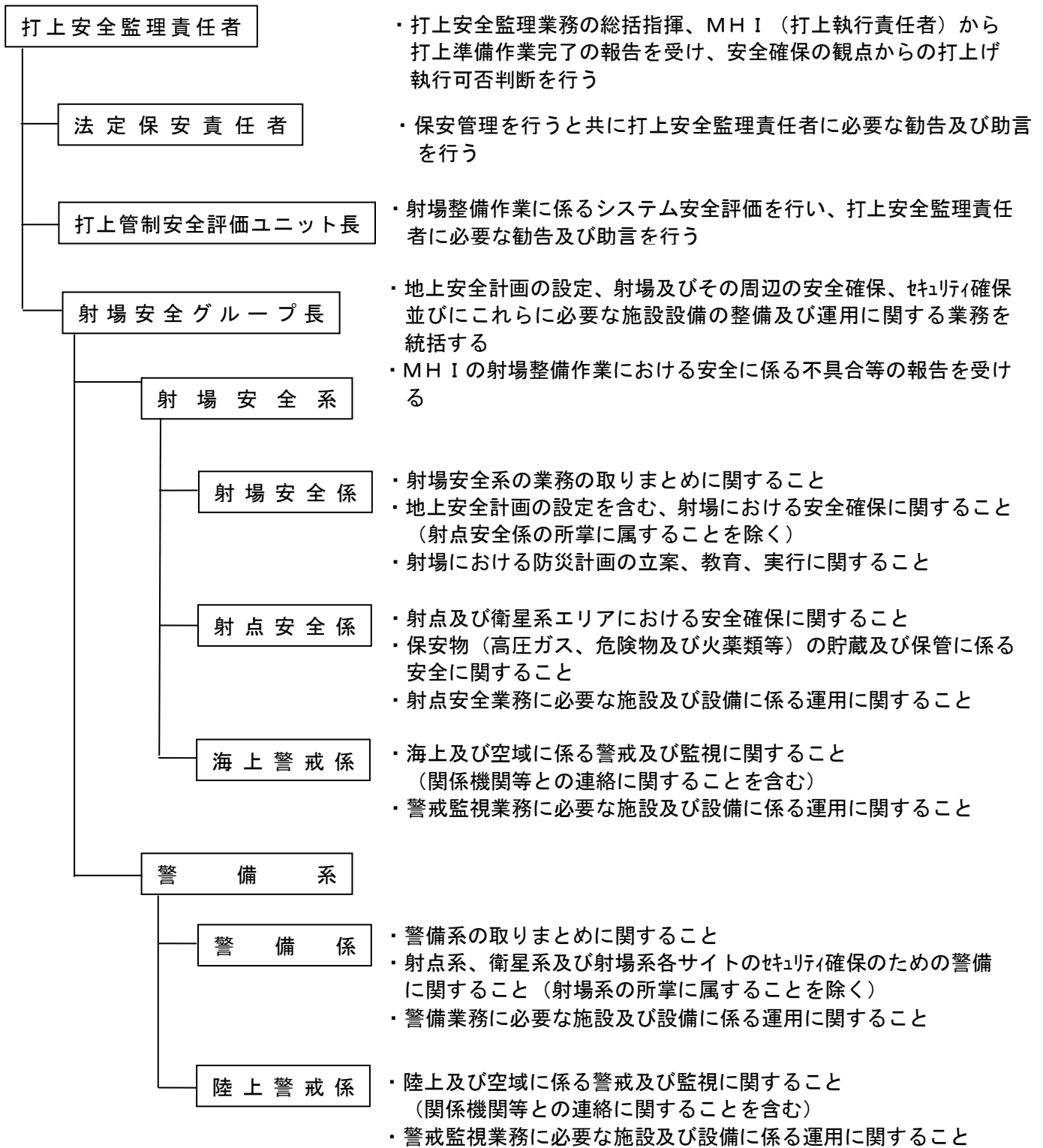
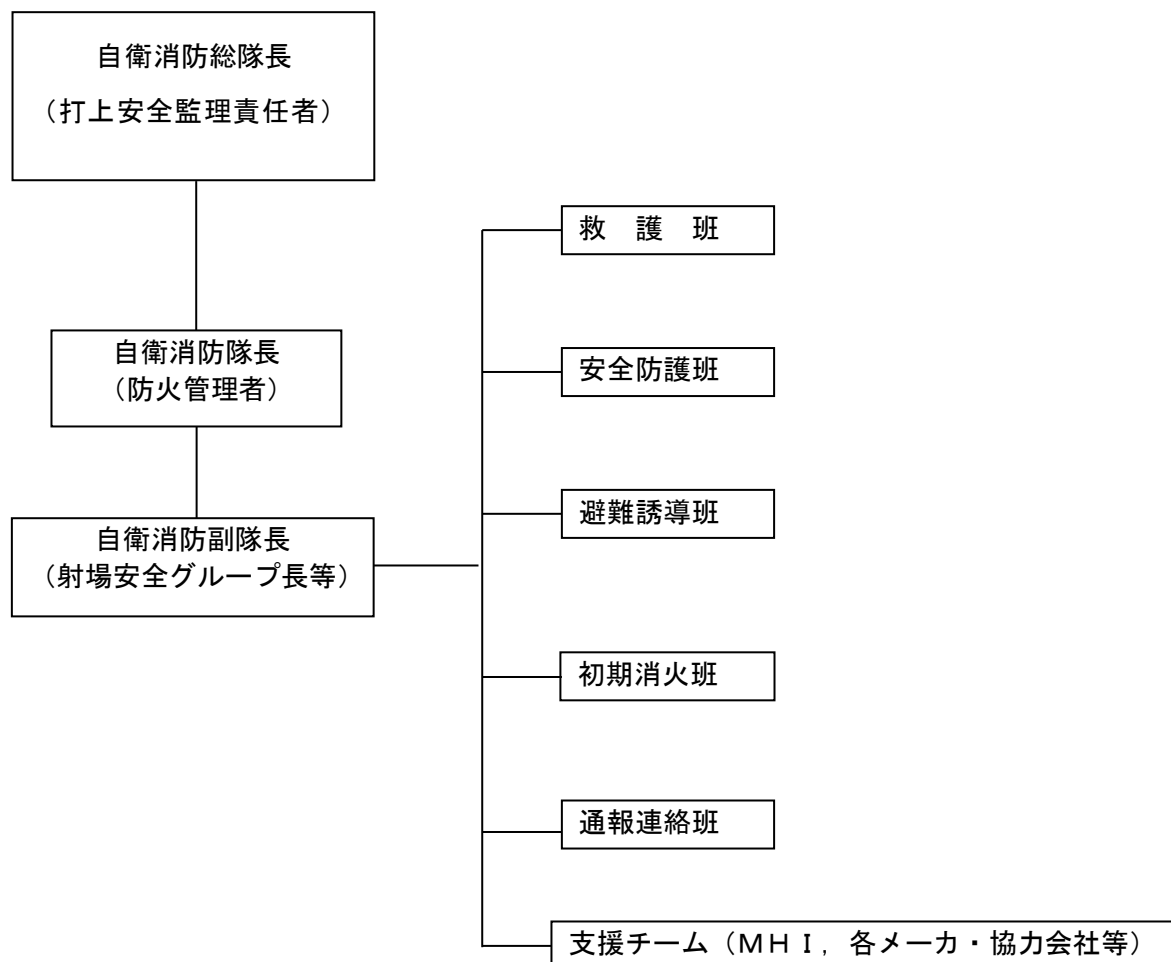
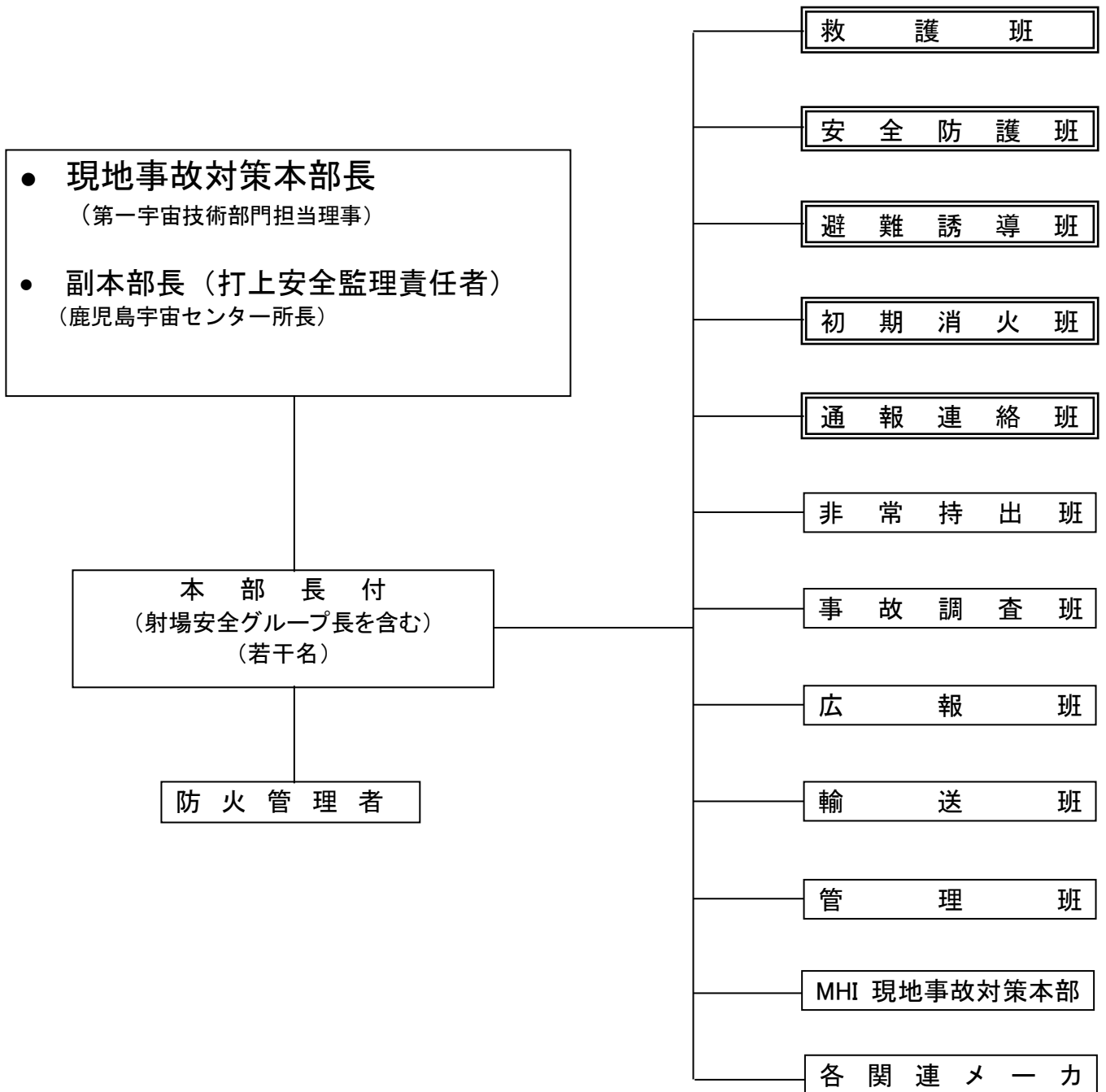


図-8 地上安全組織及び業務



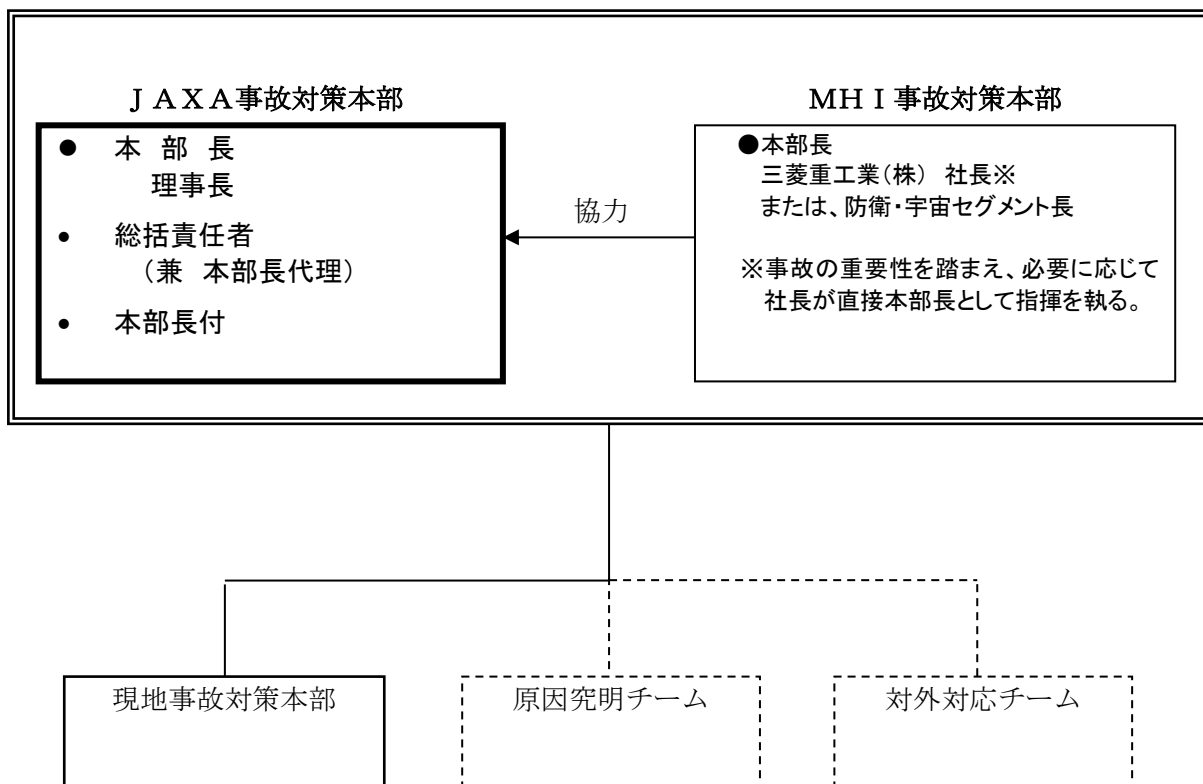
- (注1) 各班の業務分担は、「鹿児島宇宙センター消防計画」に定めるところによる。
- (注2) 安全防護班は、射点危険区域の火災時に出動し、ガス検知、その他消火作業の保安を行う。また、支援チームは、状況により出動し応急の非常持ち出し、その他の支援に当る。
- (注3) 消防隊長が必要と認めた場合は、適宜組織及び業務分担を改編する。
- (注4) 緊急時の関係各メーカーの体制を明確にしておく。

図-9 自衛消防隊の組織



- (注1) 救護班、安全防護班、避難誘導班、初期消火班、及び通報連絡班は、自衛消防隊の編成で構成する。
- (注2) MHI 現地事故対策本部の体制は、MHI 安全管理計画書に規定される。
- (注3) 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4) 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



(注1) 安全確保に関わる組織を実線で示す。

図-1.1 安全に係る重大な事故発生時の事故対策本部の構成

別紙－ 1

1. 目的

H－II A ロケット 40号機の射点爆発に対する保安距離を算定する。

2. 関連文書

(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」

H28. 6. 14 宇宙開発利用部会

3. 保安距離算定方針

H－II A ロケット 40号機の打上げ時に射点爆発事故が発生した場合について、関連文書(1)に基づいた計算方法により、爆風、飛散物及びファイアボールによる放射熱に対する保安距離をそれぞれ計算し、これらのなかで最大の距離を保安距離とする。なお、推進薬量については、米国基準 Explosives Safety Standards (AFMAN91-201)で示される ILD: Intraline Distance 内の全推進薬量を合算する。

4. 要因別保安距離計算方法

固体ロケットと LOX/LH2 ロケットを組み合わせたロケットの打上げ時の射点事故を想定し、爆風、飛散物、ファイアボールによる放射熱について、それぞれの保安距離計算方法を以下に示す。

なお、計算は、全段が同時に爆発するという影響度が最も大きい状態を想定して行った。

4. 1 爆風に対する保安距離

爆風に対する保安距離を求めるために、H－II A ロケット 40号機の固体推進薬、液体推進薬等の質量を元に、それぞれの TNT 換算質量を求める。

それぞれの推進薬等の爆風圧基準の換算率は以下のとおりである。

固体推進薬	$T_{eo} = 0.05$
火工品	$T_{eo} = 1$
ヒドラジン類/NTO	$T_{eo} = 0.1$
LOX/LH2	$T_{eo} = 6.7 / W_p^{1/3}$

ここで、

W_p : 推進薬等質量 (kg)

LOX/LH2 の換算率は、第1段、第2段を別々に計算するものとする。

爆風圧基準の推進薬等換算質量 W_{eo} (kg) は、

$$W_{eo} = T_{eo} \times W_p$$

で求める。

爆風に対する保安距離 R(m) は、以下の式による。

$$R = (74 / \Delta P^{1/1.41}) \times (\sum W_{eo})^{1/3} \quad (1)$$

ここで、 ΔP は基準爆風圧 (kPa) を表し、以下により定められる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= 1.379 && (I \leq 140 \text{ Pa} \cdot \text{s}) \\ \Delta P &= 1.379 \times (140 / I)^{0.24} && (140 < I < 400 \text{ Pa} \cdot \text{s}) \\ \Delta P &= 1.073 && (I \geq 400 \text{ Pa} \cdot \text{s}) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

インパルス I (Pa · s) は、以下の 2 式から求まる。

$$I = (\sum W_{ei})^{1/3} \times 367 \times Z^{\{-1.08 + 0.0072 \times \ln(Z)\}} \quad (3)$$

$$Z = R / (\sum W_{ei})^{1/3} \quad (4)$$

ここで、 W_{ei} (kg) は、インパルス計算のための換算質量を表し、以下で定義される。

$$W_{ei} = T_{ei} \times W_p$$

換算率 T_{ei} は以下による。

固体推進薬	$T_{ei} = 0.05$
火工品	$T_{ei} = 1$
ヒドラジン類 / NTO	$T_{ei} = 0.1$
LOX / LH ₂	$T_{ei} = 7.8 / W_p^{1/3}$

LOX / LH₂ の換算率は、第 1 段、第 2 段を別々に計算するものとする。

式 (4) を式 (3) に代入し、式 (1)、(2)、(3) の連立方程式を解くことにより保安距離 R 、インパルス I 及び基準爆風圧 ΔP を求めることができる。

実際の計算は、式 (1)、(2) 及び (3) を反復計算により収束させて R 、 I 及び ΔP を同時に数値計算で求める。

4. 2 飛散物に対する保安距離

飛散物に対する保安距離は、推進薬等の種類により以下の 2 つのケースに分けて計算を行う。

(1) 固体推進薬及び火工品の場合、並びに固体推進薬等と液体推進薬が共存する場合

$$D = 117 \times W_p^{0.21}$$

ここで、

D : 保安距離 (m)

W_p : 推進薬等質量の合計 (kg)

(2) 液体推進薬のみの場合

$$D = 59 \times W_p^{0.21}$$

ここで、D及び W_p の意味は、上記(1)項と同じである。

4.3 ファイアボールによる放射熱に対する保安距離

(1) 固体推進薬及び火工品の場合

ファイアボールの放射強度を $I_s(W/m^2)$ 、ファイアボールの持続時間を $t_s(s)$ 、保安距離をF(m)とすると、Eisenbergらによる第一度の火傷を生じない限界の放射強度は、以下の式で与えられる。

$$I_s = 2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65} / F^2 \quad (5)$$

$$t_s = 0.258 \times W_{efs}^{0.349} \quad (6)$$

$$t_s \times I_s^{1.15} = 550000 \quad (7)$$

ここで、 W_{efs} は推進薬等の換算質量を表し、以下により定められる。

$$W_{efs} = \sum T_{efs} \times W_p$$

固体推進薬 $T_{efs} = 0.05$

火工品 $T_{efs} = 1$

式(5)、(6)、(7)よりFは以下の式で求まる。

$$F = 9.1901 \times W_{efs}^{0.47674}$$

また、NASA基準によれば、(5)式で $I_s = 12560$ として求めたFを放射熱に対する保安距離としている。

Eisenbergらの基準による保安距離とNASAの基準による保安距離の両方を求め、大きい方の値を放射熱に対する保安距離とする。

(2) 液体推進薬の場合

ファイアボールの放射強度を $I_l(W/m^2)$ 、ファイアボールの持続時間を $t_l(s)$ 、保安距離をF(m)とすると、Eisenbergらによる第一度の火傷を生じない限界の放射強度は、以下の式で与えられる。

$$I_l = 8.58 \times 10^6 \times A \times W_p^{2/3} / F^2 \quad (8)$$

$$t_l = 1.82 \times W_p^{1/6} \quad (9)$$

$$t_l \times I_l^{1.15} = 550000 \quad (10)$$

ここで、係数Aは

ヒドラジン/NTOのみ、あるいは

ヒドラジン/NTOとLOX/LH2が共存する場合 $A = 1$

固体推進薬及び他の推進薬がなく、

LOX/LH₂ のみの場合

$$A = 0.85$$

であり、 W_p は、推進薬質量 (kg) を表す。

式 (8)、(9) 及び (10) より F は以下の式で求まる。

$$F = 12.134 \times A^{1/2} \times W_p^{0.4058}$$

また、NASA 基準によれば、(8) 式で $I_1 = 12560$ として求めた F を放射熱に対する保安距離としている。

Eisenberg らの基準による保安距離と NASA の基準による保安距離の両方を求め、大きい方の値を放射熱に対する保安距離とする。

(3) 固体推進薬等及び液体推進薬が共存する場合

上記 (1) 項及び (2) 項で求めたとの関係により以下のケース別に計算する。

(a) $t_l \geq t_s$ の場合

式 (5)、(6)、(8)、(9) 及び

$$t_s \times (I_l + I_s)^{1.15} + (t_l - t_s) \times I_l^{1.15} = 550000$$

により

$$F = \left[\{ t_s \times (8.58 \times 10^6 \times W_p^{2/3} + 2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65})^{1.15} + (t_l - t_s) \times (8.58 \times 10^6 \times W_p^{2/3})^{1.15} \} / 550000 \right]^{1/2.3}$$

で計算した F と、式 (5)、(6)、(8)、(9) 及び

$$I_l + I_s = 12560$$

により

$$F = (2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65} + 8.58 \times 10^6 \times W_p^{2/3})^{0.5} / 112.07$$

で計算した F のうち、大きい方の値を放射熱に対する保安距離とする。

(b) $t_l < t_s$ の場合

式 (5)、(6)、(8)、(9) 及び

$$t_l \times (I_s + I_l)^{1.15} + (t_s - t_l) \times I_s^{1.15} = 550000$$

により

$$F = \left[\{ t_l \times (2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65} + 8.58 \times 10^6 \times W_p^{2/3})^{1.15} + (t_s - t_l) \times (2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65})^{1.15} \} / 550000 \right]^{1/2.3}$$

で計算した F と、式 (5)、(6)、(8)、(9) 及び

$$I_l + I_s = 12560$$

により

$$F = (2.69 \times 10^7 \times W_{efs}^{0.65} + 8.58 \times 10^6 \times W_p^{2/3})^{0.5} / 112.07$$

で計算したFのうち、大きい方の値を放射熱に対する保安距離とする。

5. H-II A ロケット40号機搭載の推進薬等

H-II A ロケット40号機に搭載する、固体推進薬、液体推進薬等の種類と質量を別紙表-1に示す。

6. 計算結果

(1) 爆風に対する保安距離

4. 1項により、インパルス計算用TNT換算質量29012kgによる爆風のインパルスは158.4Pa・sであり、基準爆風圧は1.338kPaとなる。また、爆風に対する保安距離計算用TNT換算質量は25865kgであり、先の基準爆風圧に基づき、爆風に対する保安距離は、1780mとなる。

(2) 飛散物に対する保安距離

4. 2項により推進薬等質量を用いて計算した結果、推進薬等質量合計は253323kgで、飛散物に対する保安距離は、1596mとなった。

(3) ファイアボールによる放射熱に対する保安距離

4. 3項により推進薬等質量を用いて計算した結果、固体推進薬及び火工品の換算質量は6657kg、液体推進薬等の換算質量は120408kgと求められ、保安距離は、Eisenbergらの基準で1516m、NASA基準で1524mとなったため、大きい方の1524mをファイアボールによる放射熱に対する保安距離とする。

(4) 保安距離のまとめ

各保安距離の計算結果は、爆風 1780(m) > 飛散物 1596(m) > ファイアボールによる放射熱 1524(m)となった。

これより、打上げ時の射点爆発に対して必要な保安距離は、1780mとする。

別紙表-1 H-II A ロケット40号機搭載の推進薬等質量

名 称	使 用 箇 所	ロケット等搭載量	備 考
固体推進薬	固体ロケットブースター(SRB-A)	132.8 t	2本合計(最大値)
	SRB-A分離モータ等*1)	103.2 kg	SRB-A2本分合計
火工品	SRB-A	7.4 kg	
	1段/2段	3.3 kg	
	ペイロード分離部/ フェアリング	0.4 kg	
液化水素	1段LH ₂ タンク	15.7 t	最大値
	2段LH ₂ タンク	3.1 t	最大値
液化酸素	1段LOXタンク	87.1 t	最大値
	2段LOXタンク	14.1 t	最大値
危険物等*2)	ペイロード、 2段ガスジェット	408 kg	最大値

* 1) 分離モータ、イグナイタの合計

2) ヒドラジン(2段ガスジェット及びペイロード)の合計

H-IIAロケット40号機の打上げに係る
飛行安全計画

平成30年7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。

40号機は三菱重工業株式会社（以下、「MHI」という。）が打上げ事業者としてロケット打上げを執行し、宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」という。）は打上安全監理に係る業務を行う。

また、MHIは飛行安全解析を実施して、飛行安全適合性報告書等をJAXAに提出し、JAXAが評価・確認を行う。JAXAは確認結果に基づき飛行安全計画を制定し、飛行安全運用を実施する。

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 落下予想区域と警戒区域	3
2.3 落下予測点軌跡	3
2.4 地上局との電波リンク	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	13
3.1 飛行安全システム	13
3.1.1 システムの概要	13
3.1.2 飛行安全情報の流れ	13
3.1.3 ロケットの飛行を中断すべき条件	13
3.2 落下限界線の設定	14
3.2.1 種子島周辺の落下限界線	14
3.2.2 種子島周辺以外の落下限界線	14
4. 航空機及び船舶に対する通報	17
4.1 航空機に対する通報	17
4.2 船舶に対する通報	17
5. 飛行安全組織及び業務	18
6. 安全教育・訓練	18
6.1 安全教育	18
6.2 飛行安全管理訓練	18
6.3 飛行中断時の情報連絡訓練	18
7. ロケット飛行中断後の対策及び措置	19
7.1 射点近傍での飛行中断	19
7.2 射点近傍以外での飛行中断	19

図表目次

表 1	H-IIAロケット40号機の飛行計画概要	5
図 1	H-IIAロケット40号機の飛行経路概要(機体現在位置)(1/2)	6
図 2	H-IIAロケット40号機の飛行経路概要(機体現在位置)(2/2)	7
図 3	投棄物の落下予想区域	8
図 4	落下予想区域と航空路	9
図 5	海上警戒区域	10
図 6	上空警戒区域	11
図 7	ロケットの落下予測点 ^(注) 軌跡と3 σ 分散範囲	12
図 8	飛行安全システム概念図	15
図 9	射点周辺の落下限界線	16
図 10	MHI 打上げ執行体制	20
図 11	JAXA 打上安全監理体制	21
図 12	飛行安全関連組織	22
図 13	現地事故対策本部の構成	23
図 14	安全に関わる重大な事故発生時の事故対策本部の構成	24

1. 全般

JAXAは、H-IIAロケット40号機、温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(GOSAT-2)及び観測衛星「KhalifaSat」並びに小型副衛星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「H-IIAロケット40号機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) ロケットの打上げ時に飛行安全管理を実施すること。すなわち、リフトオフより地球周回軌道投入直前の南米海岸到達時まで、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。
- (3) 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。

(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
求 (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-14720D)

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、図2に示す。

2.2 落下予想区域と警戒区域

ロケットが正常に飛行した場合の落下物としては、2本の固体ロケットブースタ、上部衛星フェアリング及び第1段機体がある。図3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に示すと図4のとおりである。固体ロケットブースタ、上部衛星フェアリング及び第1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実行し安全を確保する。

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5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6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7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制を実施する。その方法については第3章に述べる。

2.4 地上局との電波リンク

H-IIAロケット40号機の打上げでは、打上げから第2段ロケット軌道投入直前まで飛行安全管制を実施するため、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

衛星以外の軌道投入物体としては、ロケット第2段機体、下部フェアリング（アダプタ部およびシリンダ部）がある。このうち、ミッション終了後のロケット第2段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、衛星の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。H-IIA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) 第2段機体の地球周回軌道投入後、保安用コマンド受信装置の電源遮断を行い、飛行中断用火工品の誤作動を防止する。なお、火工品は太陽輻射加熱によって誤爆しない設計となっている。
- (2) 第2段機体が推薬タンクの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に残留推進薬の排出を行う。また、排出が完了しなかった場合にも、推薬タンクは内圧上昇に対する安全弁または吹出し弁を備えているので破壊することはない。
- (3) ミッション終了後、常温ヘリウム気蓄器内の残留ガスは機械式調圧弁よりリークする。極低温ヘリウム気蓄器内の残留ガスについては安全弁を有する液体酸素タンク内に排出するとともに、極低温ヘリウム気蓄器自身も機械式の安全弁を有している。
- (4) 第2段に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。
- (5) 衛星分離機構はマルマンバンド方式またはスプリング方式であり、作動時に破片等を放出しないよう配慮した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 H-IIAロケット40号機の飛行計画概要

事 象	打上後経過時間			距離 km	高度 km	慣性速度 km/s
	時	分	秒			
(1) リフトオフ	0	0	0	0	0	0.4
(2) 固体ロケットブースタ 燃烧終了*	1	55		42	47	1.6
(3) 固体ロケットブースタ 分離**	2	6		53	54	1.6
(4) 上部衛星フェアリング分離	4	20		248	131	2.1
(5) 第1段主エンジン燃烧停止 (MECO)	6	38		510	271	3.4
(6) 第1段・第2段分離	6	46		530	283	3.4
(7) 第2段エンジン第1回燃烧始動(SEIG1)	6	52		545	292	3.4
(8) 第2段エンジン第1回燃烧停止(SECO1)	15	26		2710	613	7.5
(9) 「いぶぎ2号」分離	16	16		3056	613	7.6
(10) 下部衛星フェアリング分離(アダプタ部)	19	51		4540	613	7.5
(11) 下部衛星フェアリング分離(シリンダ部)	19	56		4574	613	7.5
(12) 「KhalifaSat」分離	24	21		6410	616	7.5
(13) てんこう分離	33	20		10145	623	7.5
(14) プロイテレス衛星2号機分離	38	20		12225	624	7.5
(15) DIWATA-2B分離	43	20		14305	621	7.5
(16) JPOD搭載衛星1分離	48	20		16379	614	7.6
(17) JPOD搭載衛星2分離	51	0		17471	610	7.6
(18) 第2段エンジン第2回アイドル・モード 燃烧開始(SEIG2)	1	45	20	1861	596	7.6
(19) 第2段エンジン第2回燃烧終了(SET OE2)	1	47	42	2349	593	7.6

*) 燃烧室圧最大値の2%時点

**) スラスト・ストラット 切断

***) **■ ■ ■**は飛行安全管理期間。飛行安全管理終了時刻は打上げ後913秒。

****) KhalifaSat分離後、小型副衛星(13)～(17)を順次放出する。

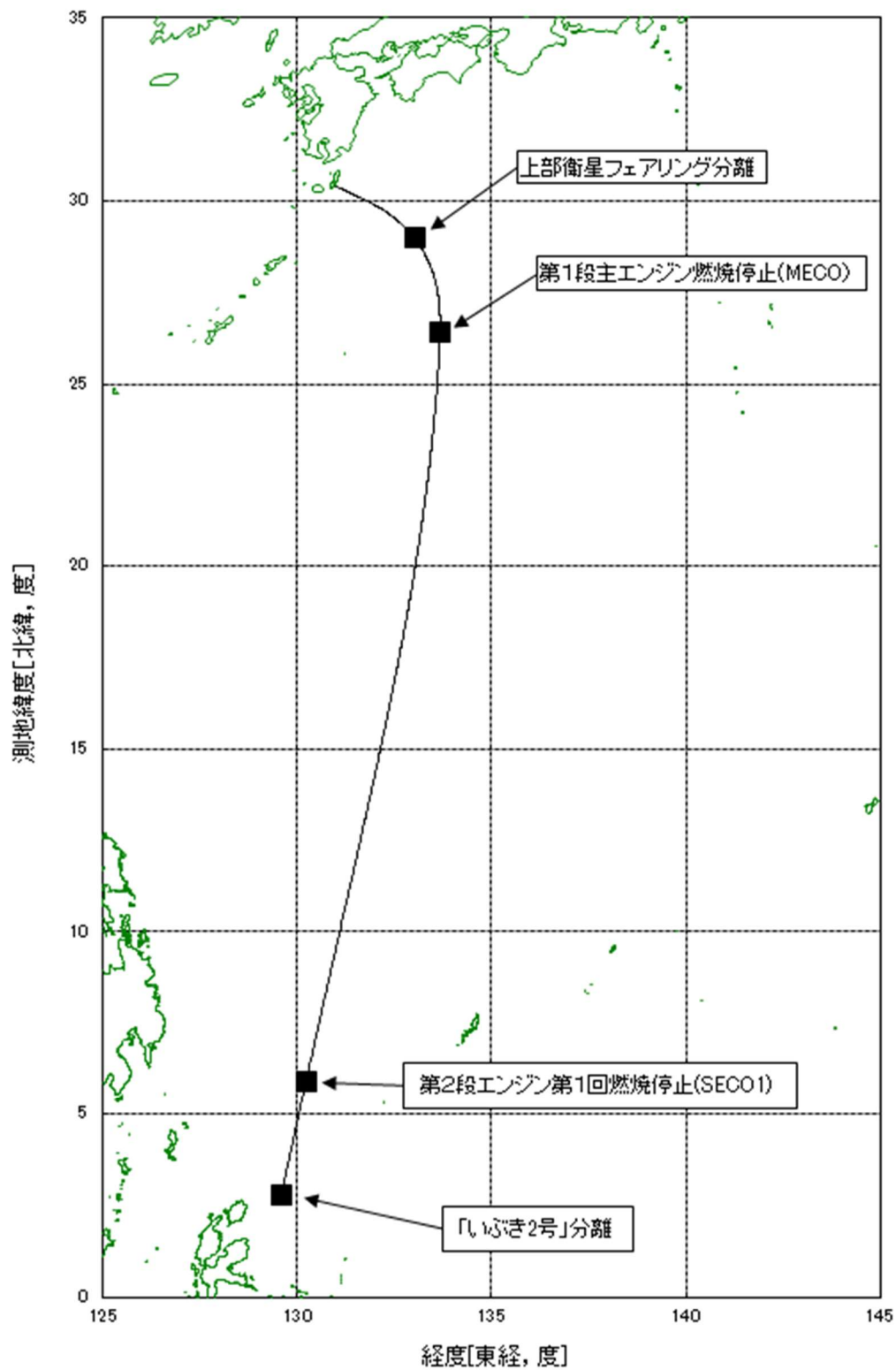


図1 H-IIAロケット40号機の飛行経路概要(機体現在位置)(1/2)

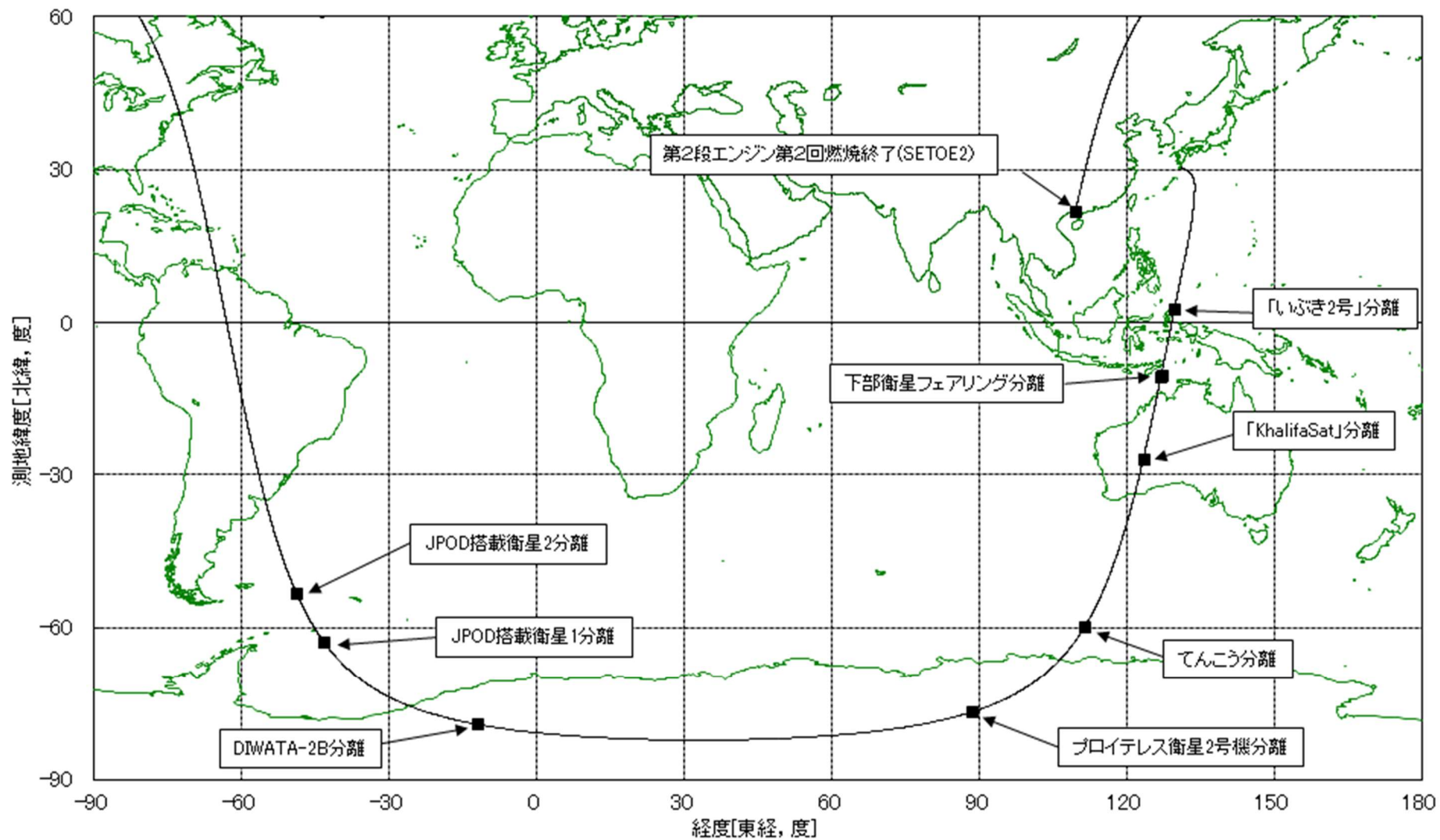
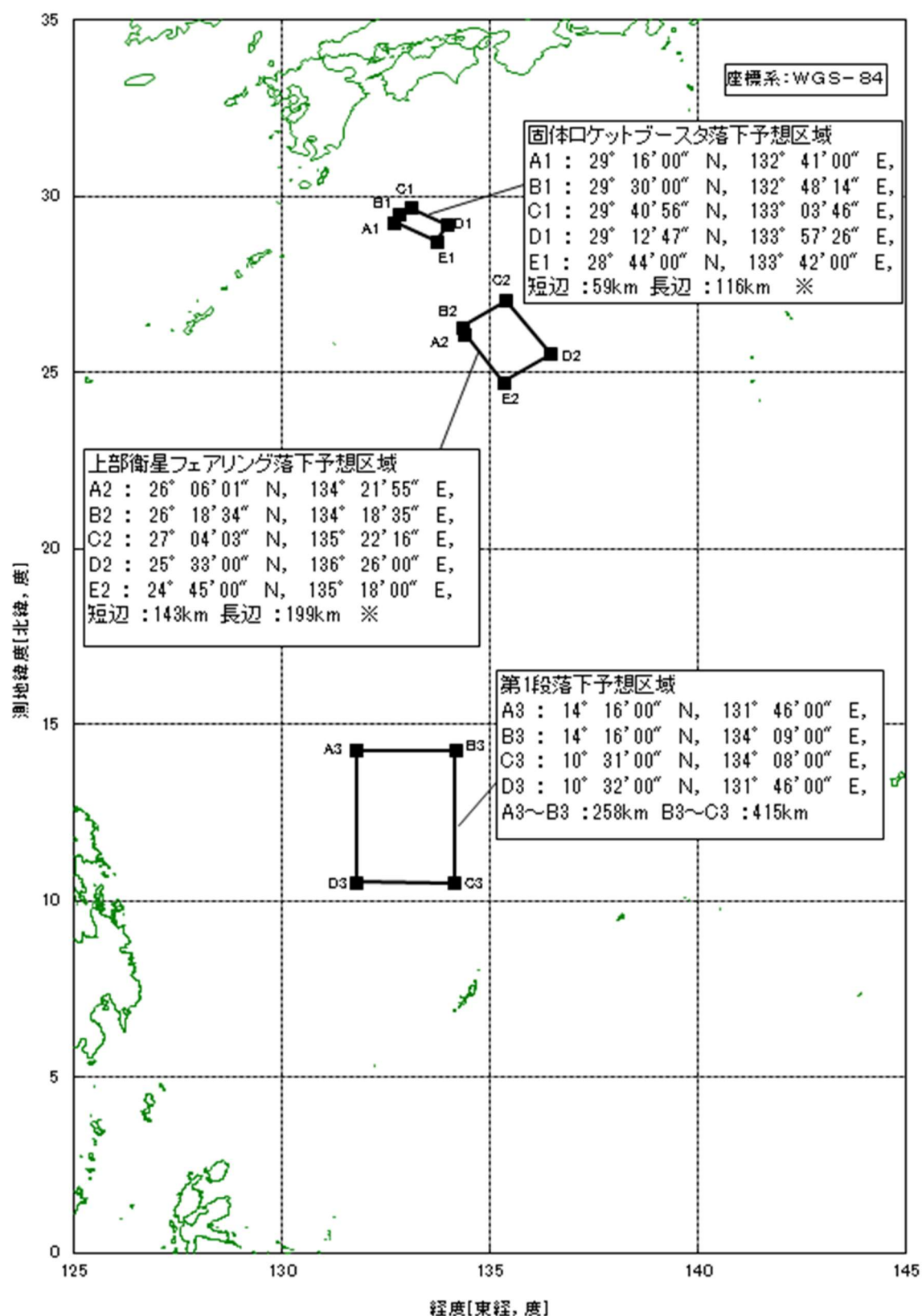


図2 H-IIAロケット40号機の飛行経路概要(機体現在位置)(2/2)



※落下予想区域に外接する長方形の各辺の距離

図3 投棄物の落下予想区域

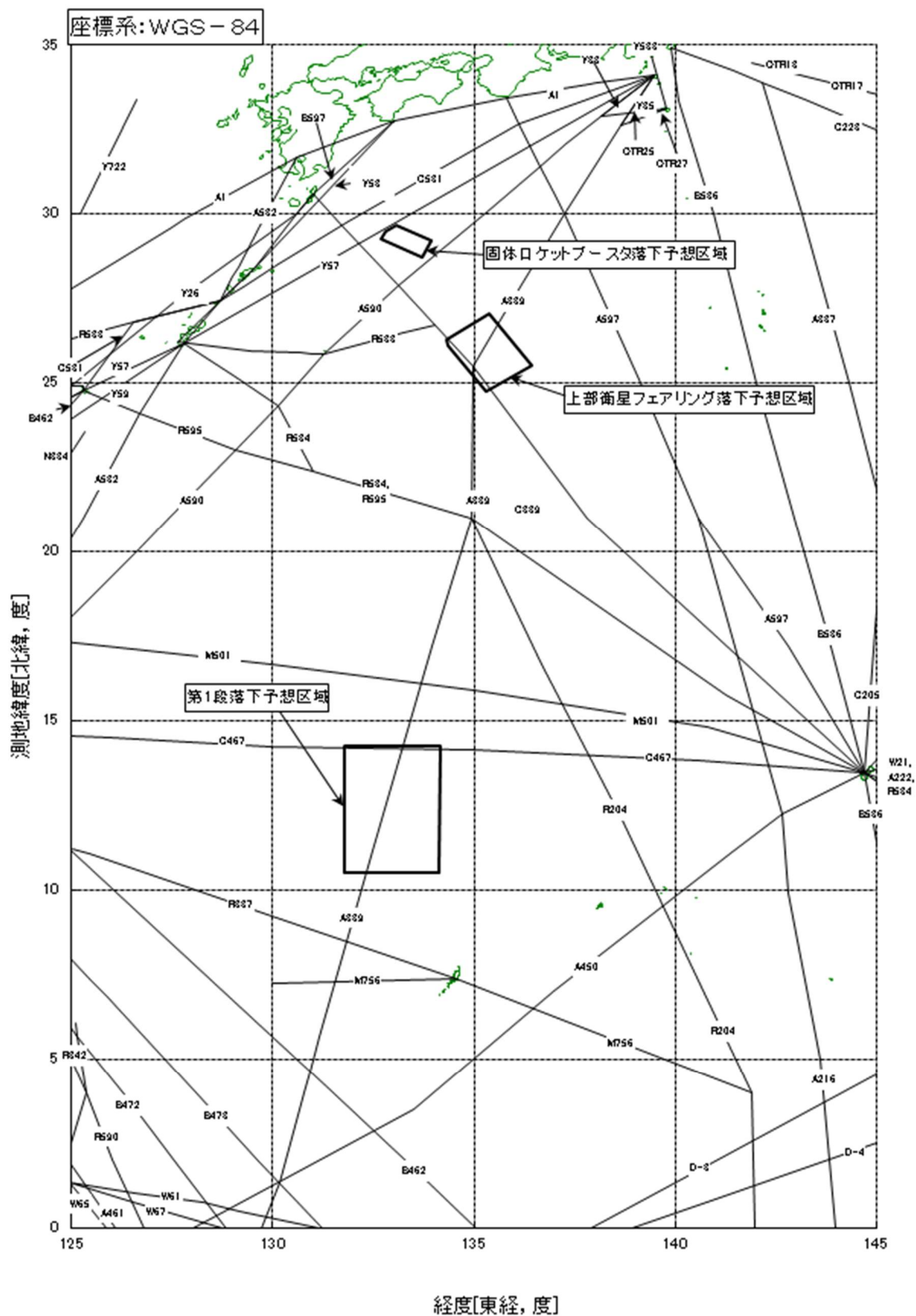


図4 落下予想区域と航空路

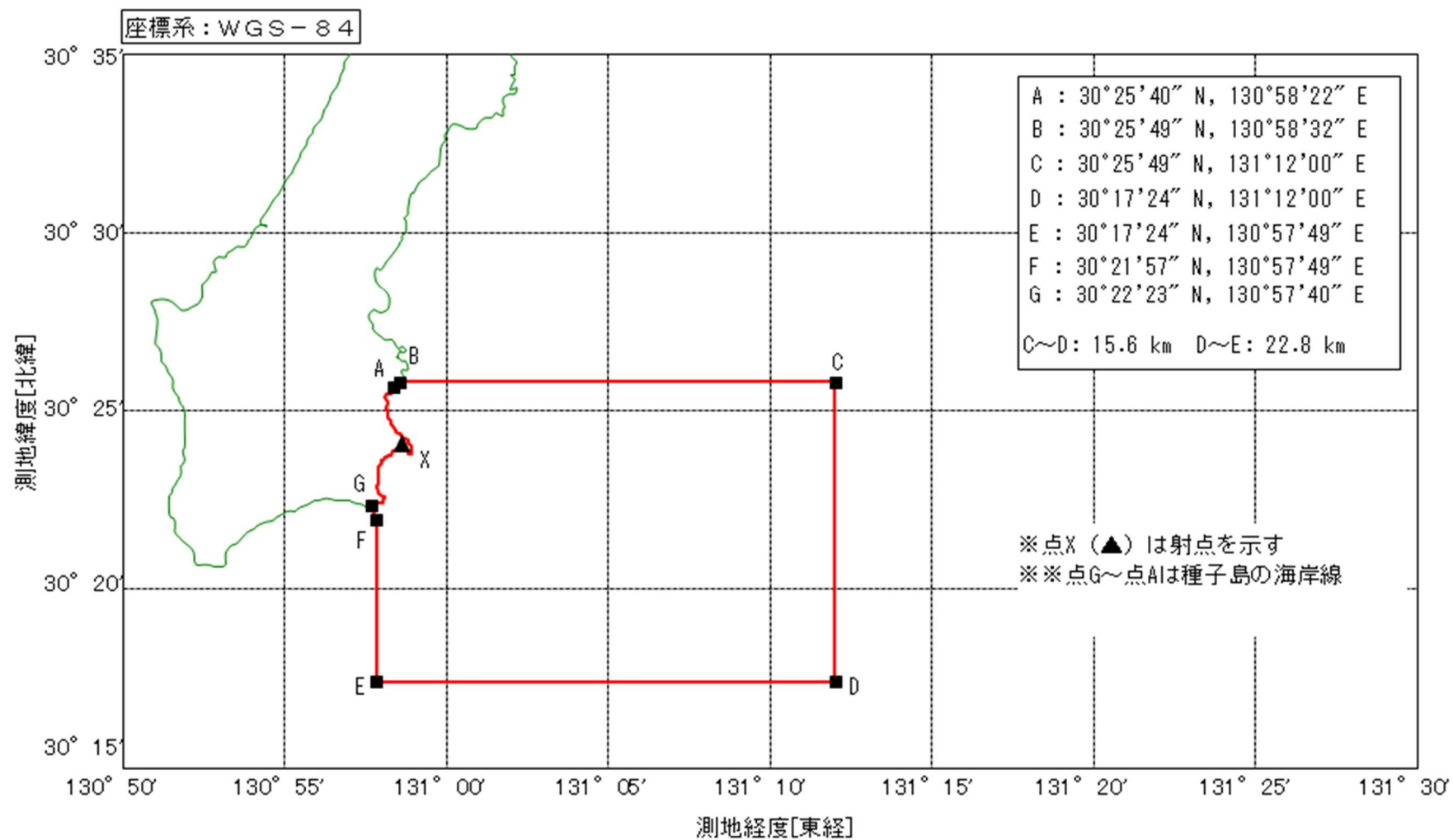


図5 海上警戒区域

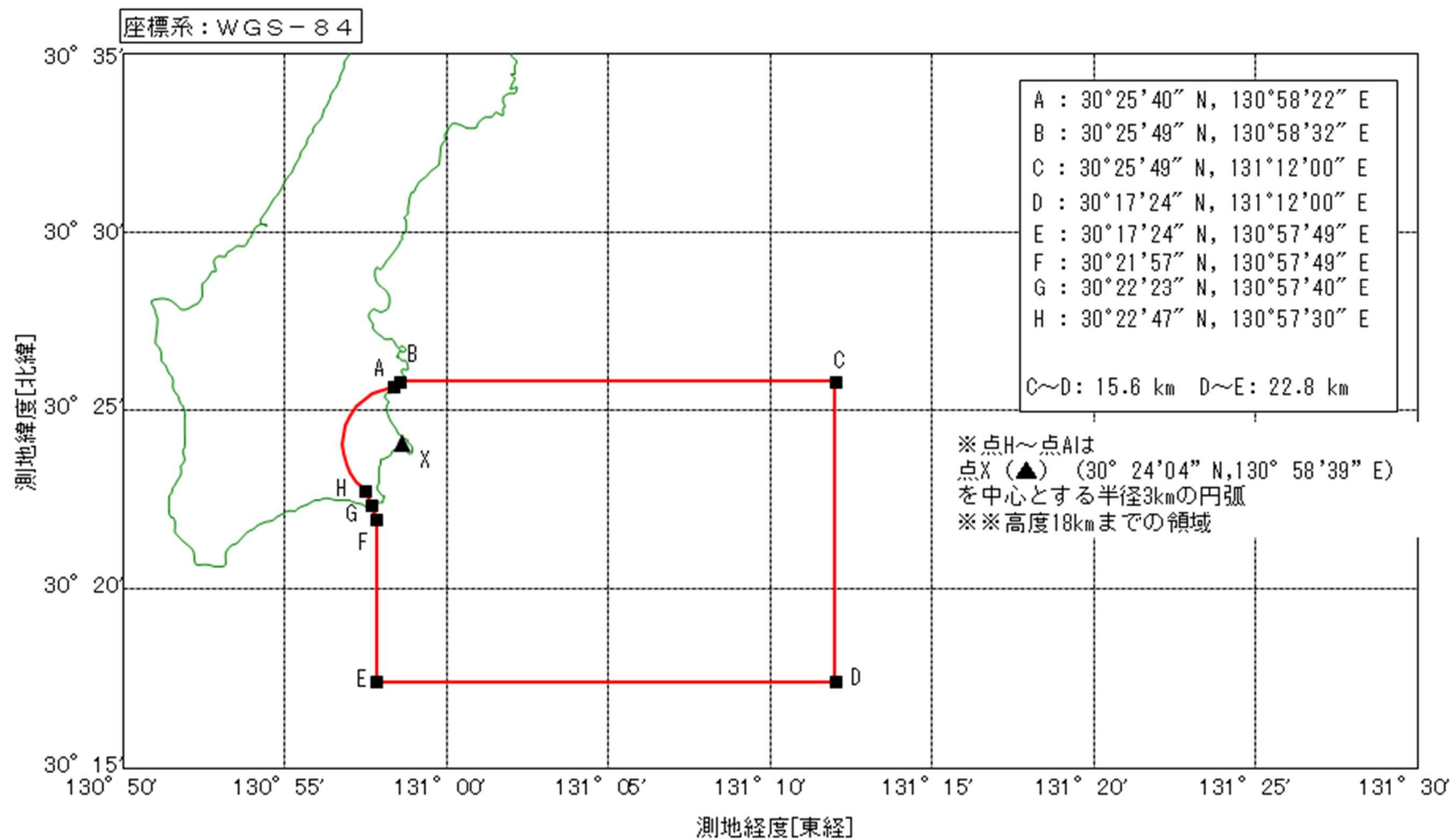


図6 上空警戒区域

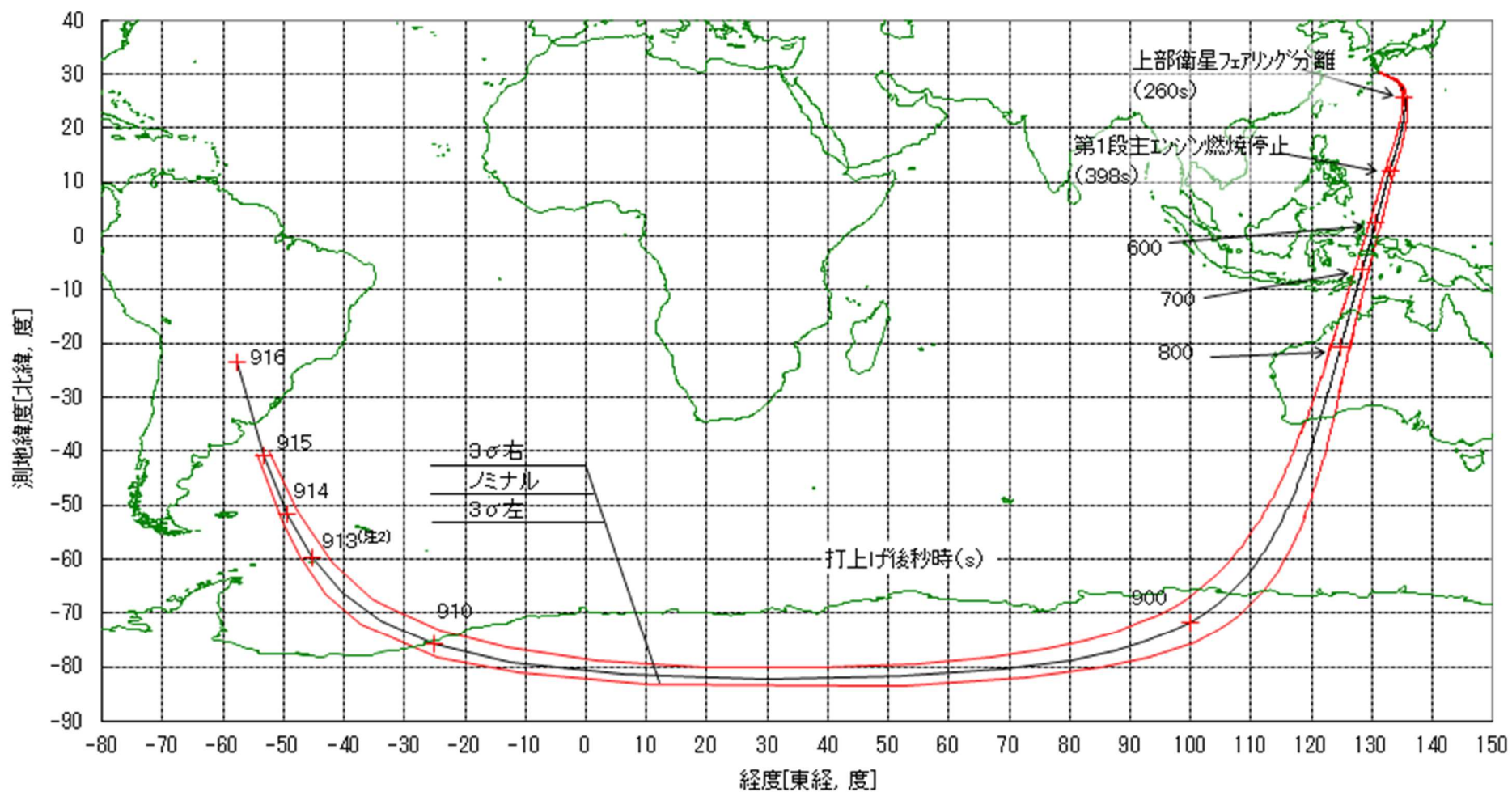


図7 ロケットの落下予測点^(注1)軌跡と3σ分散範囲

(注1) 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2) 飛行安全管理終了時刻（落下予測域が地球周回軌道投入直前の南米海岸に到達する時点）

3. 飛行安全管制

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8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。

飛行安全管制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。

飛行安全管制には、レーダ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エンジン燃焼圧、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制に用いる。

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

(注) 飛行中断指令を受信する保安用コマンド受信装置は第2段にのみ搭載されている。そのため、第1段、固体ロケットブースタは予定より早期に分離する不具合に対処するために、自動破壊機能を備えている。

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 種子島周辺の落下限界線

種子島周辺の落下限界線は以下のように設定する（詳細は図9を参照）。

- (1) 射点周辺の落下限界線は、陸上警戒区域とその区域外との境界線とする。また、竹崎地区以南については、種子島宇宙センター管理棟の東側と観望台の東側を結ぶ線を落下限界線とする。
- (2) 広田集落より北の海岸線については、海岸線から3kmの点を結んだ線を落下限界線とする。

3.2.2 種子島周辺以外の落下限界線

種子島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。

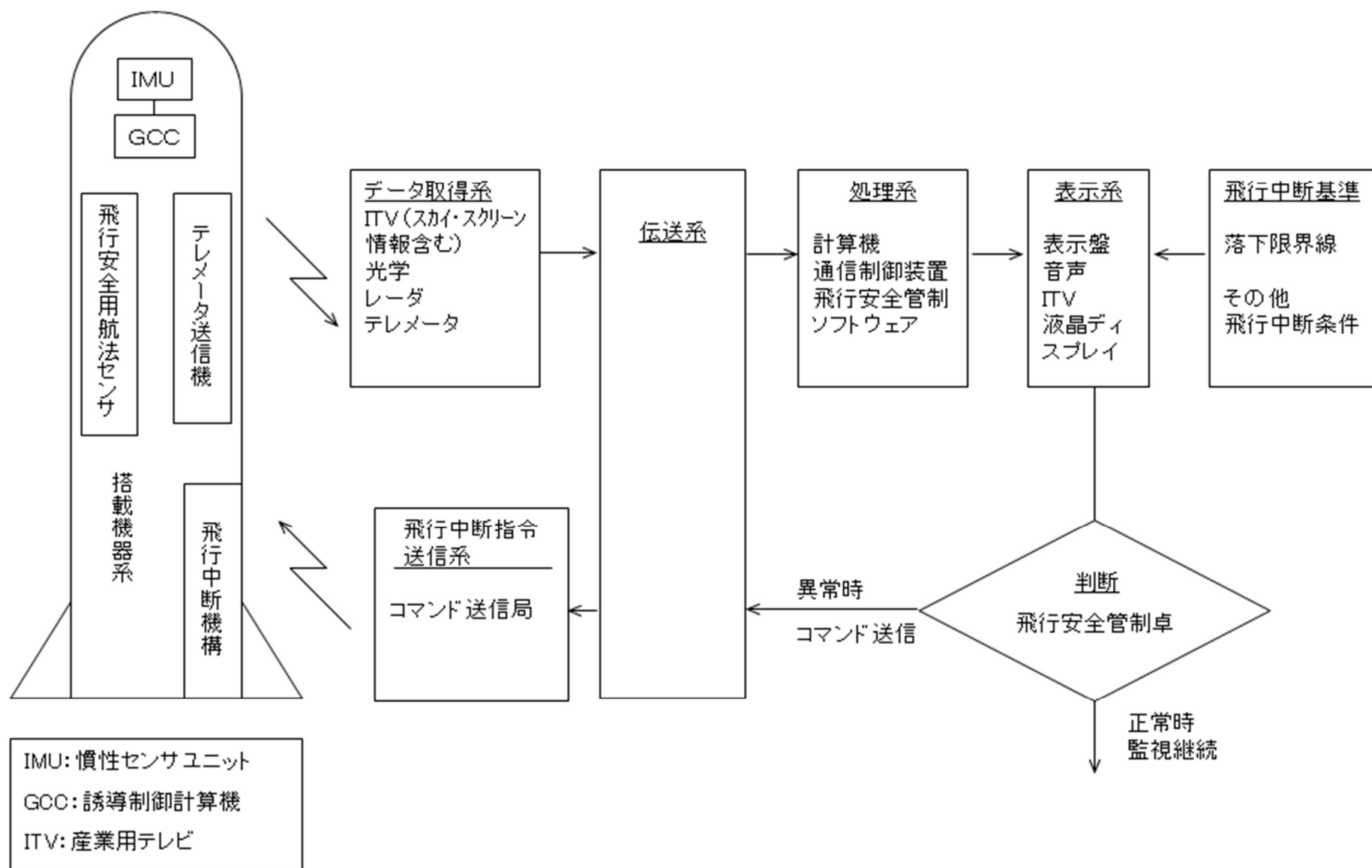


図8 飛行安全システム概念図

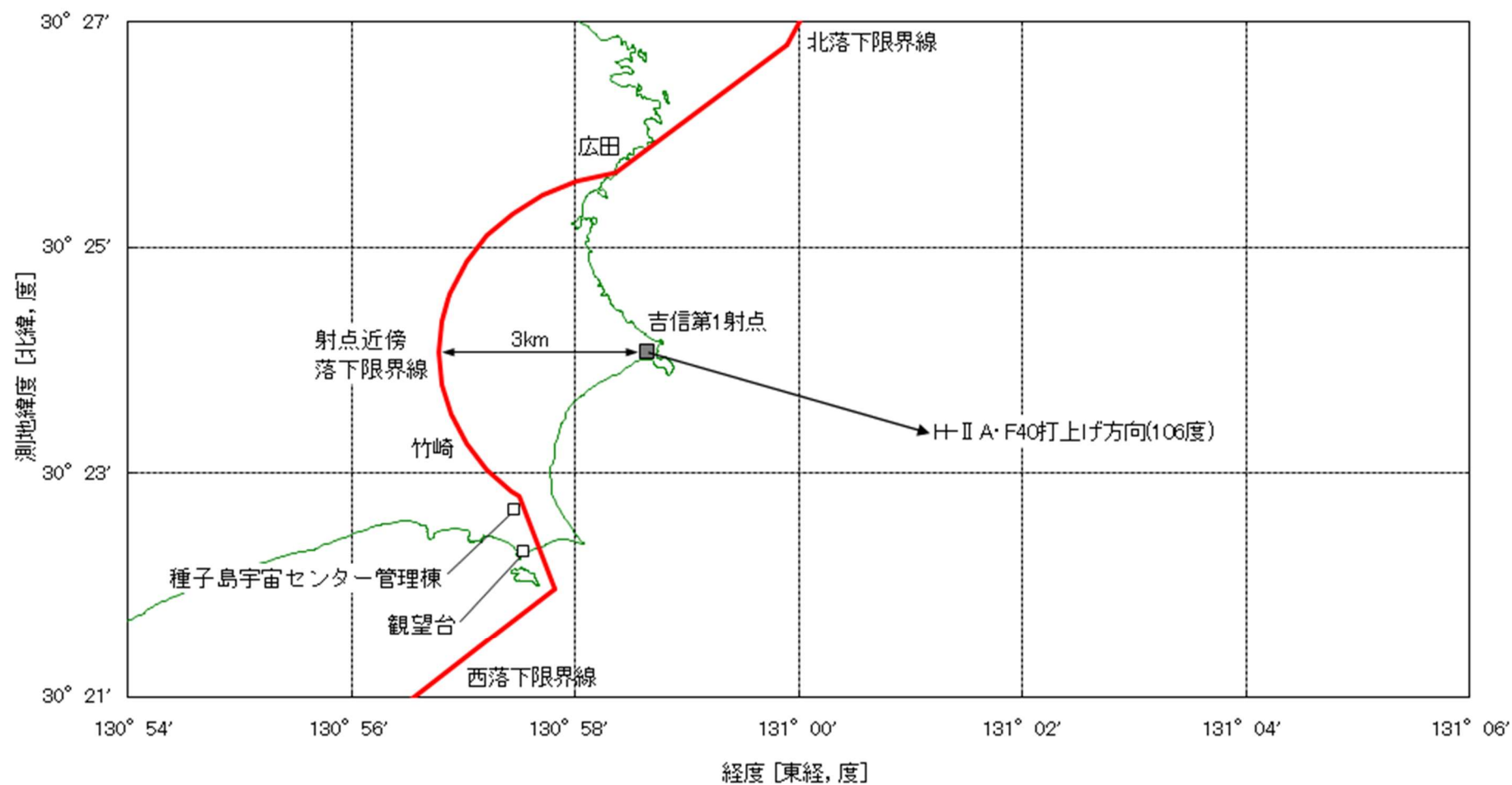


図9 射点周辺の落下限界線

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、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、MHI が打上輸送サービスとして打上執行責任者の下で打上げ執行作業の実施を行う（図10）。

JAXA の打上安全監理組織は、打上げの安全を統括する打上安全監理責任者の下に飛行安全管制に関連する責任者として飛行安全ユニット長等（図11）がおかれる。飛行安全管制に直接関係する飛行安全ユニット及び射場技術開発ユニットについては業務内容も示す（図12）。

また、打上安全監理責任者の下、打上管制安全評価ユニット長を置き、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制業務を円滑、且つ確実に実施するため、JAXA 及び契約会社の飛行安全系担当を対象として、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、「飛行安全系実施計画書」及び「飛行安全系作業手順書」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

飛行安全ユニット長、管制リーダ及び飛行安全系担当が、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

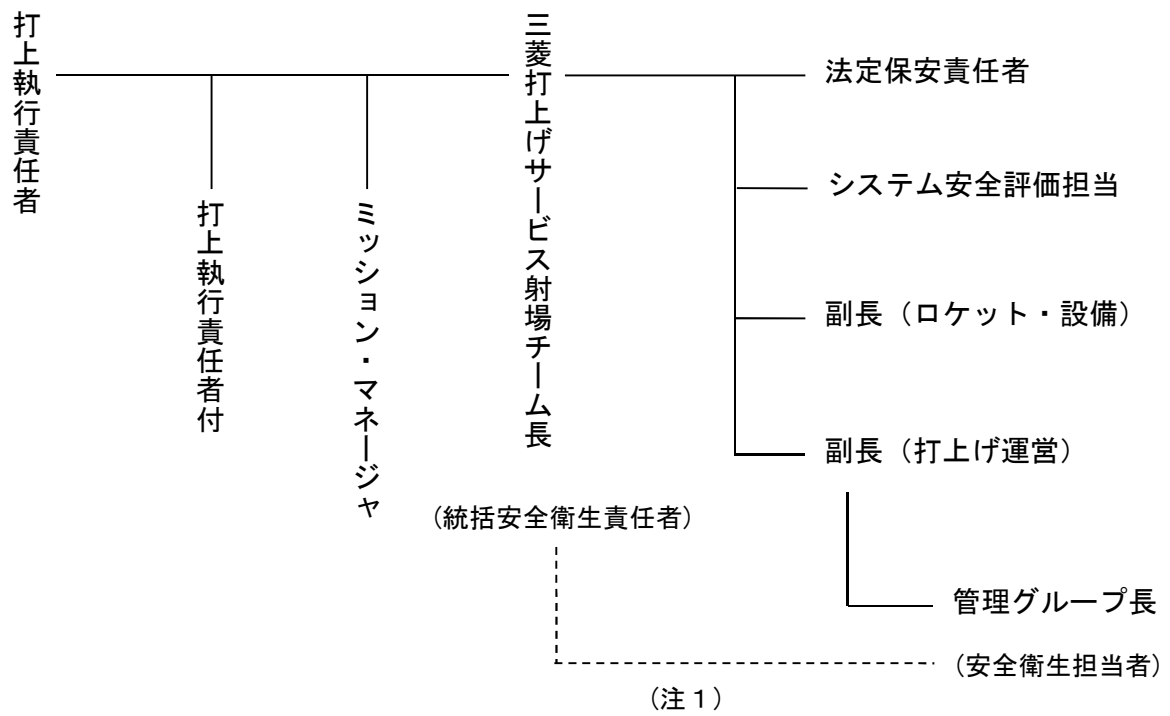
打上げ後、飛行中断等によりロケットが地表に落下した場合には、あらかじめ定められた規程（1.3.3項（1））に従って被害状況の把握に努め、必要な措置を講じる。

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、打上安全監理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13）、事故対策本部（図14）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10 MHI 打上げ執行体制

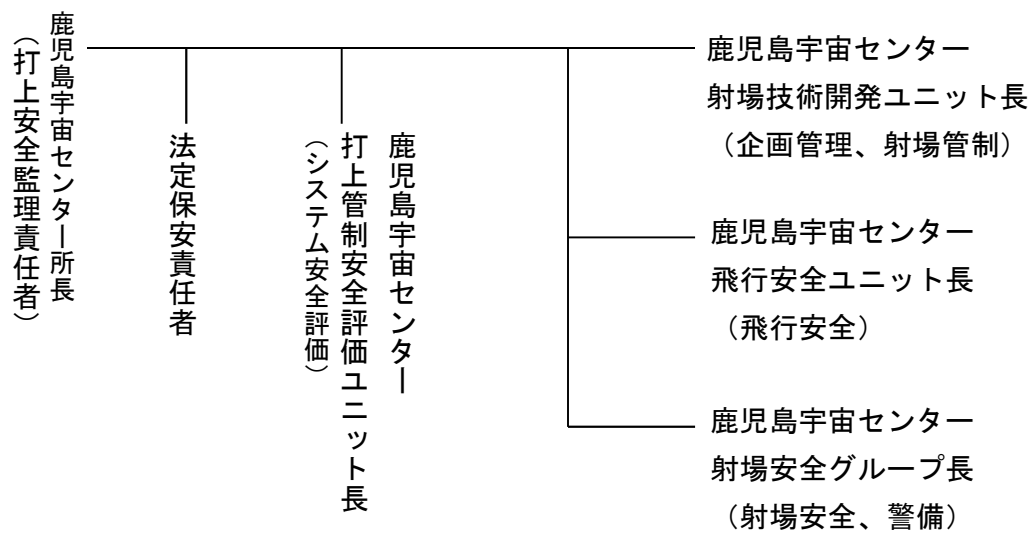
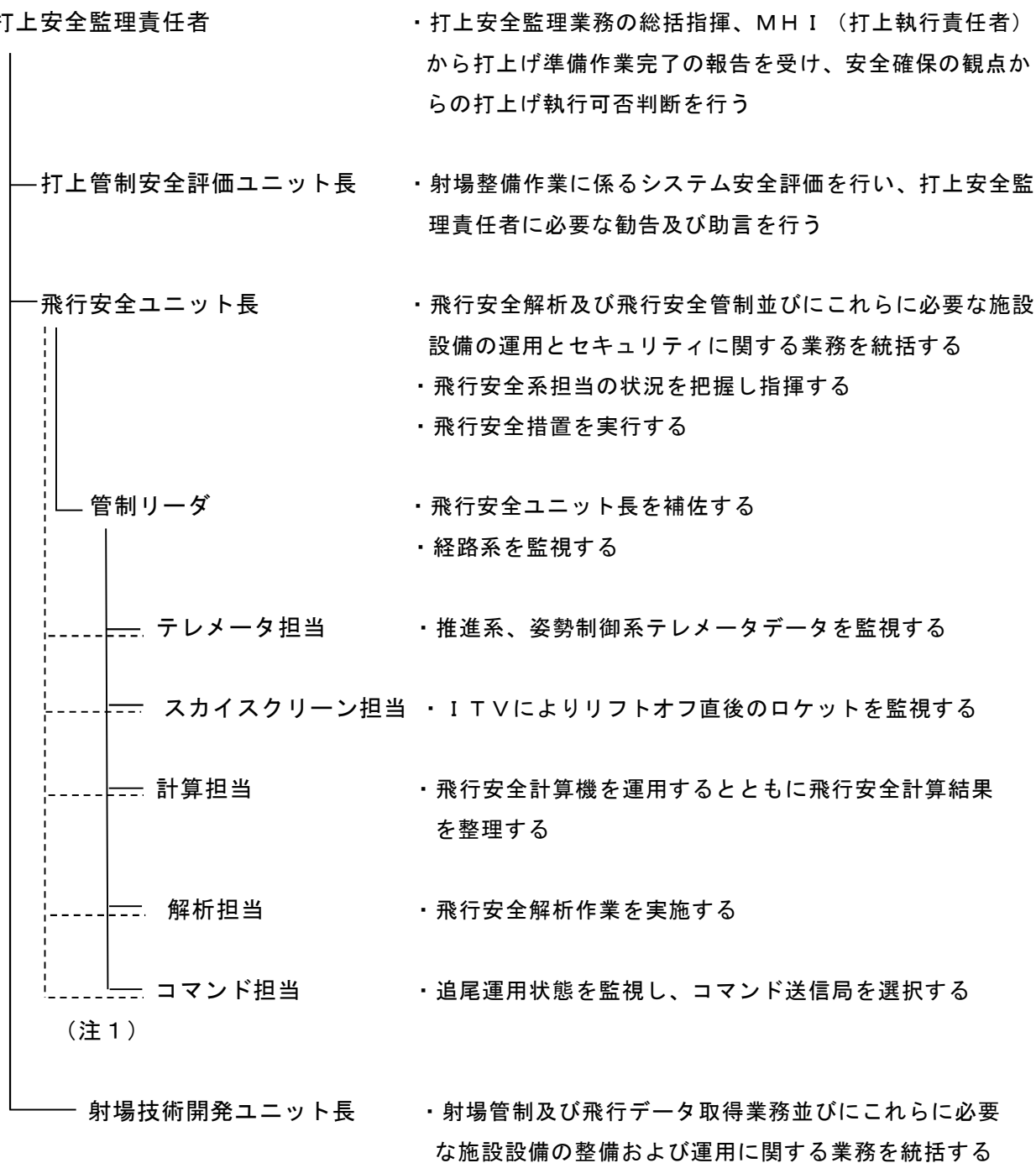


図 1 1 J A X A 打上安全監理体制

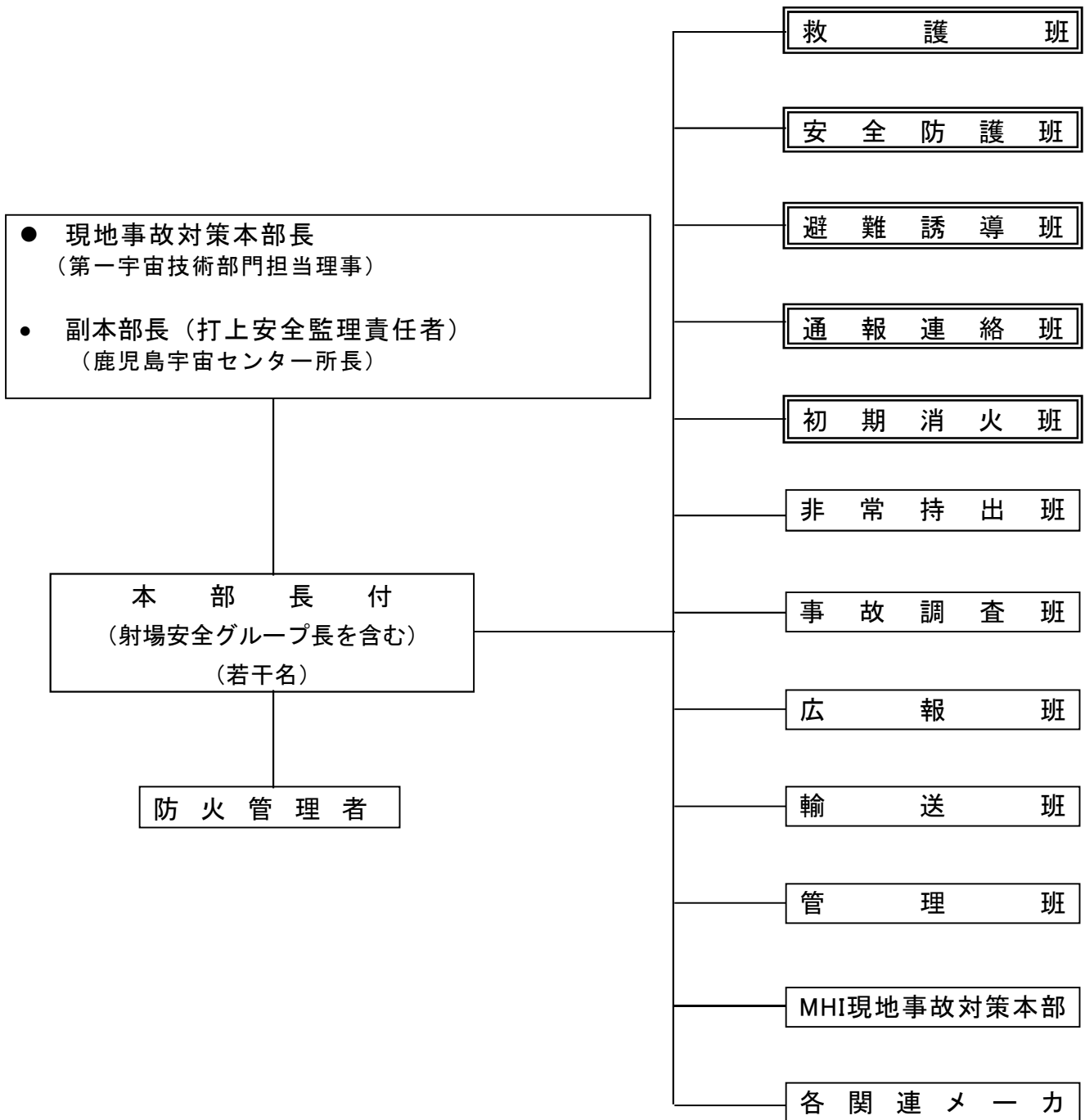
打上安全監理責任者



(注1)

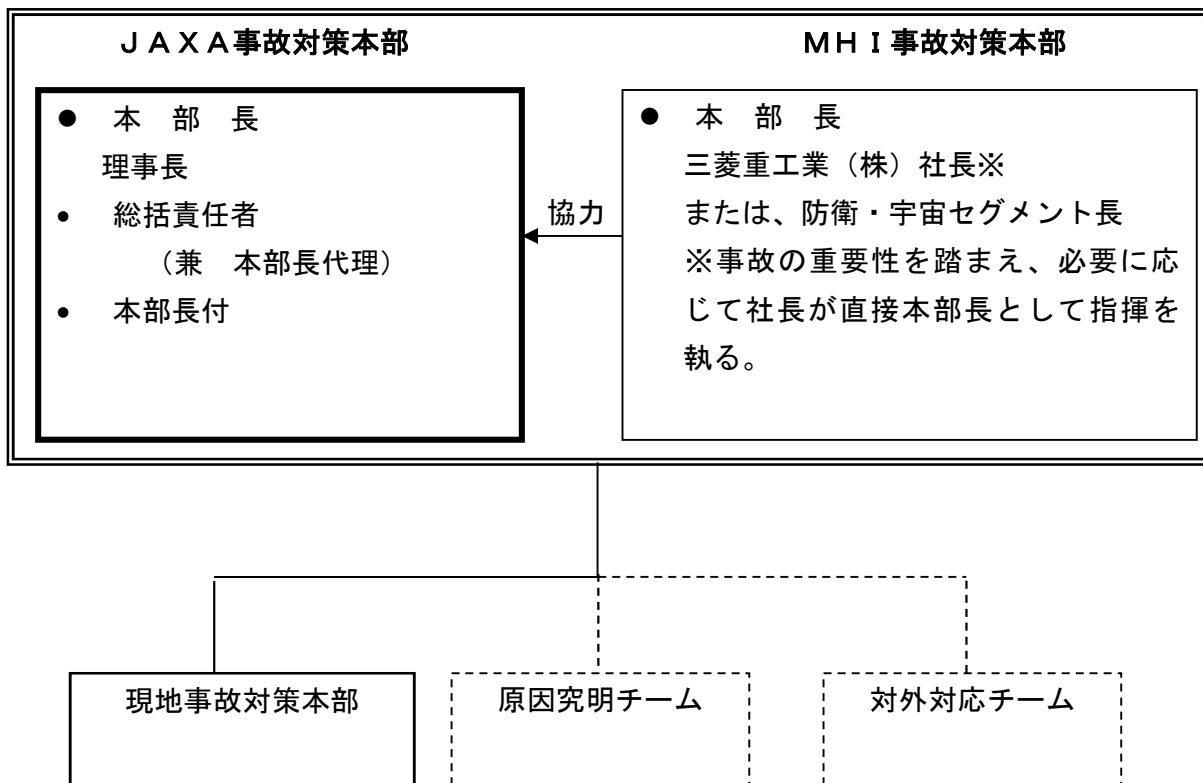
(注1) 飛行安全管制作業については、飛行安全ユニット長と各担当の間で直接指示・報告を行う。

図12 飛行安全関連組織



- (注1) 救護班、安全防護班、避難誘導班、初期消火班、及び通報連絡班は、自衛消防隊の編成で構成する。
- (注2) MHI 現地事故対策本部の体制は、MHI 安全管理計画書に規定される。
- (注3) 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4) 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13 現地事故対策本部の構成



(注1) 安全確保に関わる組織を実線で示す。

図14 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
H-IIAロケット40号機の地上安全計画・飛行安全計画の評価結果

平成30年7月20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	H-ⅡA 40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。 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。 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>H-ⅡA ロケット 40号機による温室効果ガス観測技術衛星 2号「いぶき 2号」(GOSAT-2)及び観測衛星「KhalifaSat」並びに小型副衛星の打上げに係る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>三菱重工業株式会社(以下「MHI」という。)が打上げ事業者としてロケット打上げを執行し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(以下「JAXA」という。)は打上安全監理に係る業務を行う。 JAXAは、MHIから提示された安全管理計画、飛行計画等の妥当性について安全評価を行った上で地上安全計画・飛行安全計画を作成している。</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>添付図1</p> <p>7.1</p> <p>7.6</p>	<p>添付図2</p> <p>まえがき</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	H-II A 40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推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>火薬類の取扱い作業前に静電気の除去を行い、帯電防止防 炎作業衣と静電靴を着用して作業に臨む。火薬類に触れる 際には、リストスタット又はレッグスタットを着用する。 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。機側操作を行う場合は、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>保安物の取扱い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を規 制し、許可された機器以外でのフラッシュ撮影を禁止す 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等の常時環境モニターを行 う。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>飛行中断等による液体推進薬の流出によるガス拡散に対 し、拡散予測範囲内の人に対して屋内待避等の通報連絡等 を行う。打上げ後の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) 7.1.4(7) 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>7.7</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	H-II A 40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IV 1 (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作業規制区域を設定し、関係者以外の人員の立入を禁止する。</p> <p>計算の結果、地上安全に係る警戒区域は、爆風による保安距離1780mが最大となるが、飛行中断時の破片飛散範囲を考慮した飛行安全に係る警戒区域である射点を中心とした3km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、ガス拡散通報連絡範囲及び海上警戒区域を設定し、関係機関への通報及び警戒等所要の措置を講じる。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の上空警戒区域については、JAXAが要所に配置した陸上並びに海上警戒要員が監視する。また、飛行中断等による液体推進薬の流出によるガス拡散に対し、拡散予測範囲内の人に対して屋内待避等の通報連絡等を行う。</p> <p>ロケットの打上げ、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>JAXAは打上げ作業を監視し、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安全監理責任者又は射場安全グループ長は、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32-2-2 別添 P.8 図3</p> <p>添付図3 別紙-1 7.4.2 7.7 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>添付図6 添付図8 添付図9</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	H-II A 40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、2本の固体ロケットブースタ、上部衛星フェアリングおよび第1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8(再) 添付図9(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	H-II A 40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)射場周辺の落下限界線は、陸上警戒区域とその区域外との境界線とする。竹崎地区以南については、種子島宇宙センター管理棟の東側と観望台の東側を結ぶ線を落下限界線とする。</p> <p>(2)広田集落より北の海岸線については、海岸線から3kmの点を結んだ線を落下限界線とする。</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海上監視レーダ、自動船舶識別装置(AIS)及び夜間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。また、当該区域外については、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の被害の発生の可能性が極めて小さいことを確認した。</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飛行経路を設定した。</p>	<p>7.4.2(3)</p>	<p>3.2.1 添付図4(再)</p> <p>3.1.3</p> <p>2.2 添付図5(再)</p> <p>2.1.2.3 添付図10 添付図11</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	H-II A 40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。</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>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、打上げから第2段ロケット軌道投入直前までの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。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した。</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。</p> <p>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充分監視して、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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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32-2-3 別添 P.2 図1 P.3 図2 P.4 図3</p> <p>3.2 資料32-2-3 別添 P.5 図4 P.6 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	H-II A 40号機評価結果	地上安全計画	飛行安全計画
<p>(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</p> <p>3 再突入機の再突入飛行の安全対策</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>(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。</p> <p>②液体ロケットについて、可能な限り残留推進薬、残留ガス等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、内圧上昇に対して安全弁の設置等の措置を講じること。</p> <p>(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。</p>	<p>打上げから第2段ロケット軌道投入直前までの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。</p> <p>NA（再突入飛行は該当なし）</p> <p>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。</p> <p>衛星以外の軌道投入物体としては、ロケット第2段機体、下部フェアリングがある。このうち、第2段機体にはデブリ発生防止の処置として以下を考慮している。</p> <p>第2段機体の地球周回軌道投入後、保安用コマンド受信装置の電源遮断を行い、飛行中断用火工品の誤作動を防止する。なお、火工品は太陽輻射加熱によって誤爆しない設計としている。</p> <p>第2段機体が推薬タンクの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に残留推進薬の排出を行う。また、排出が完了しなかった場合にも、推薬タンクは内圧上昇に対する安全弁または吹出し弁を備えているので破壊することはない。</p> <p>ロケットの段間分離時に分離機構から破片等が発生しても、分離機体と共に地上に落下し、軌道上に滞留することはない。衛星の分離機構はマルマンバンド方式またはスプリング方式であり、作動時には破片等を放出しない方式を採用している。</p>	<p>7.5</p>	<p>2.4 資料32-2-3_別添 図1（再） 図2（再） 図3（再）</p> <p>4</p> <p>2.5</p> <p>2.5</p> <p>2.5</p> <p>2.5</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	H-II A 40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、当該有人宇宙船との衝突を回避する打上げ時刻を設定する。</p> <p>JAXA及びMHIの役割、責任についてH-II Aロケット40号機の打上げに係る飛行安全計画、地上安全計画に明確にしている。 また、JAXAとMHIの安全上の指示等の関係について地上安全計画等で明確にし、MHI及びその関係者を含めた安全監理体制を確立した。</p> <p>JAXAは打上げの安全を総括指揮する打上安全監理責任者の下に、射場整備作業のシステム安全評価を行う打上管制安全評価ユニット長、飛行安全業務を統括する飛行安全ユニット長および地上安全業務を統括する射場安全グループ長を置き、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安全監理責任者まで報告される体制をとる。またJAXAの射場安全グループ長は、MHI安全担当との連携を密にし、安全確保に努める。</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12</p> <p>5</p> <p>8</p> <p>9</p>	<p>5 添付図12</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	H-ⅡA 40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。また事故等の状況により、JAXA/MHIが連携して必要な措置を講ずる。打上げ後、飛行中断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</p>	<p>10</p> <p>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30年7月10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。

システム安全審査部会(平成30年7月4日)

システム安全推進ユニット ユニット長が部会長を務め、部会長および専門委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。

安全審査委員会(平成30年7月10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
H-ⅡAロケット40号機の地上安全計画・飛行安全計画の評価結果

添付図

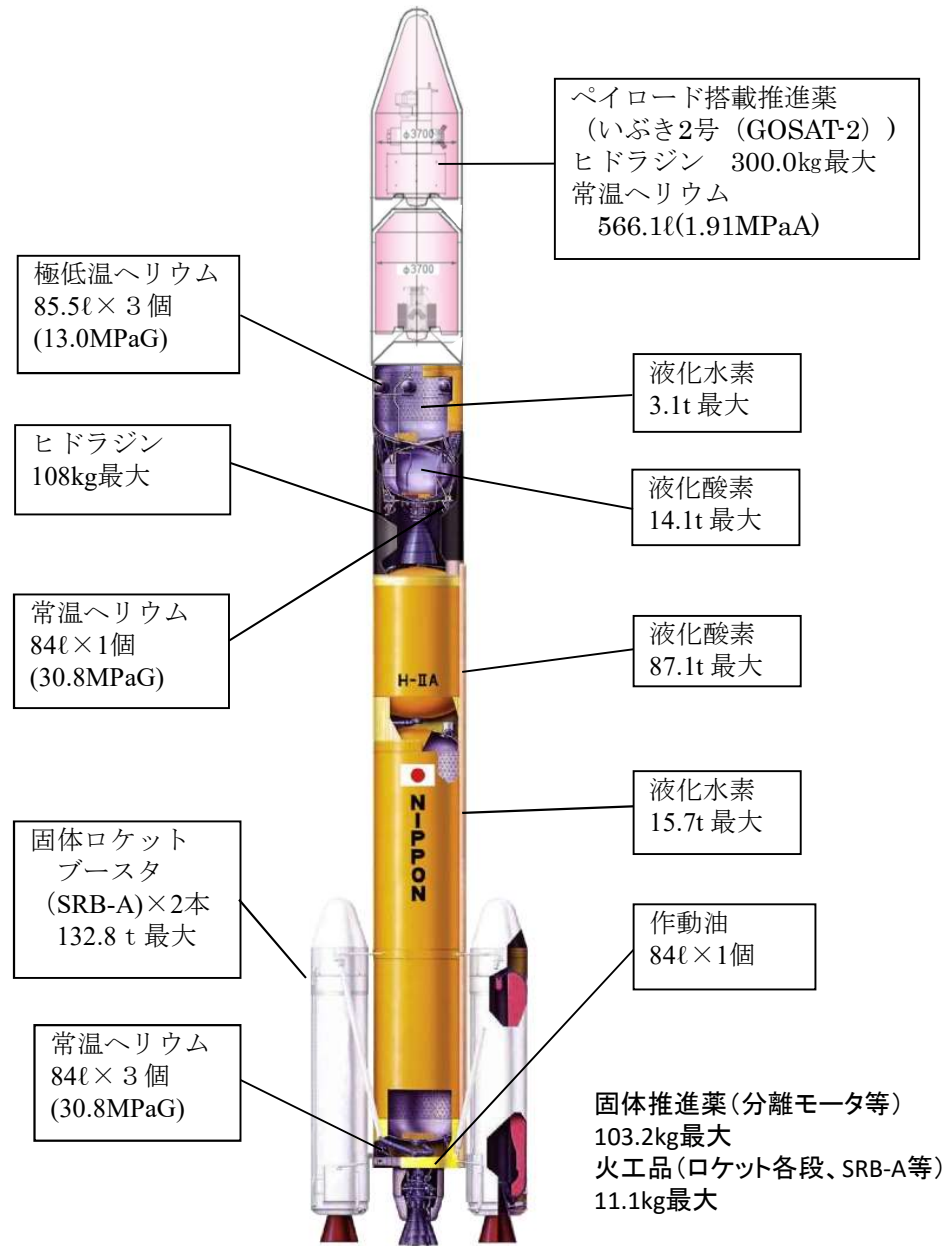
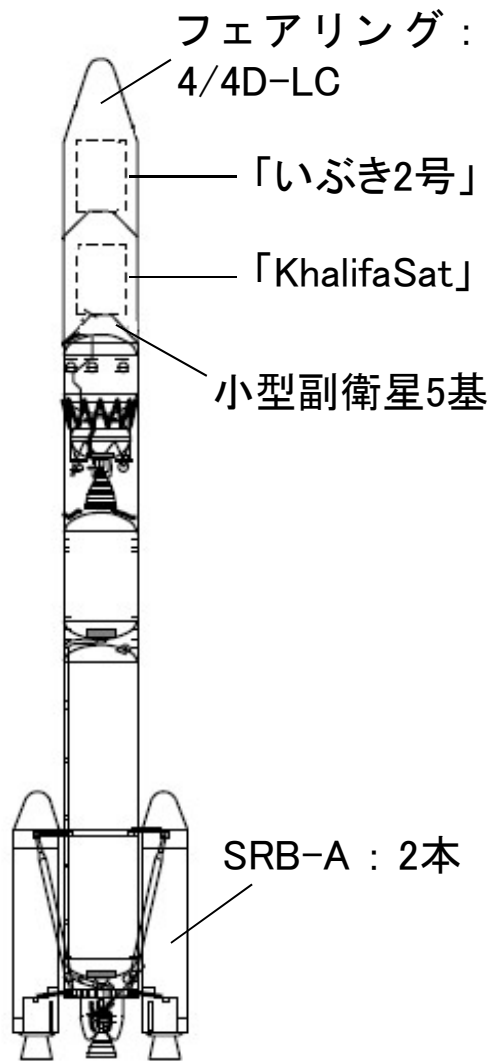


図1:ロケット等搭載用保安物



項目	諸元
機体型式	H-IIA202
固体ロケット ブースタ(SRB-A)	2本
フェアリング	4/4D-LC (4mφ)
投入軌道	太陽同期準回帰軌道
解析対象期間	10月～11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

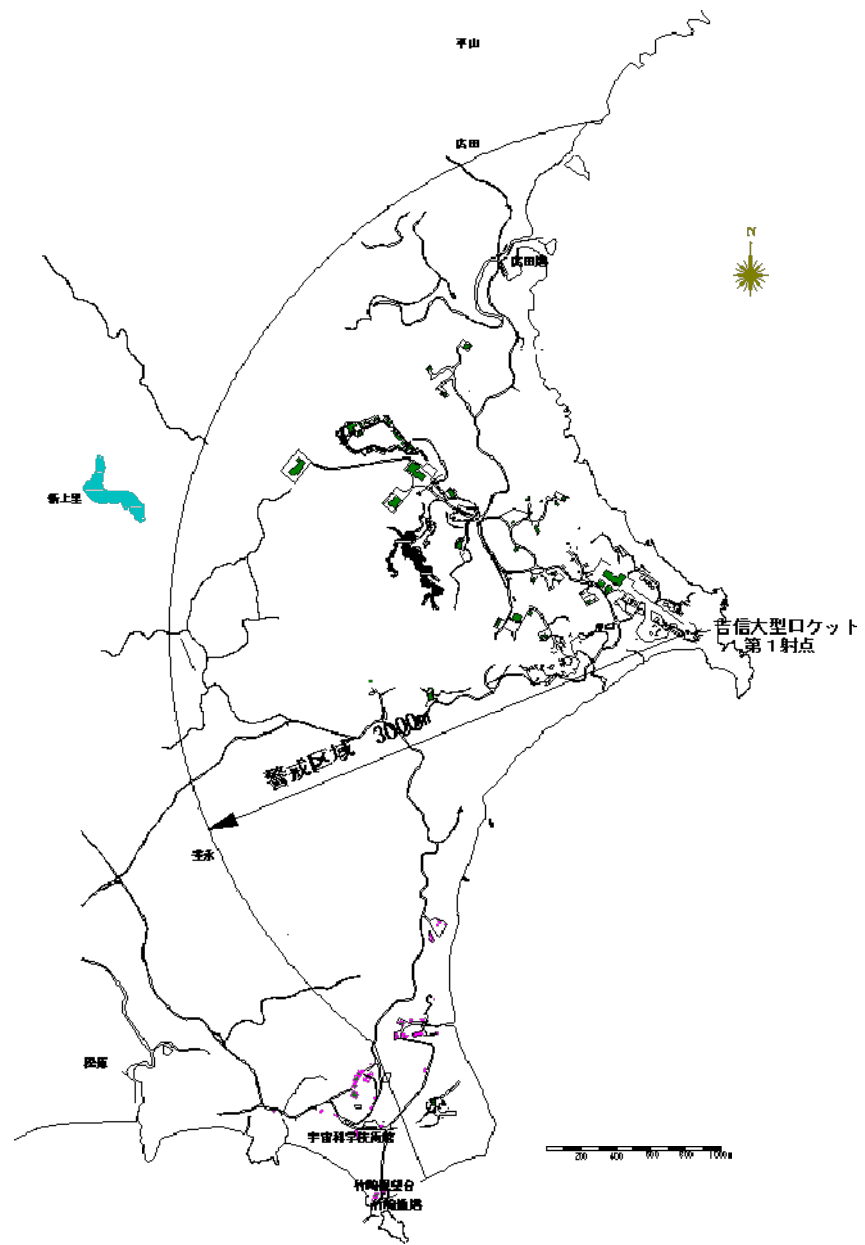


図3: 陸上警戒区域

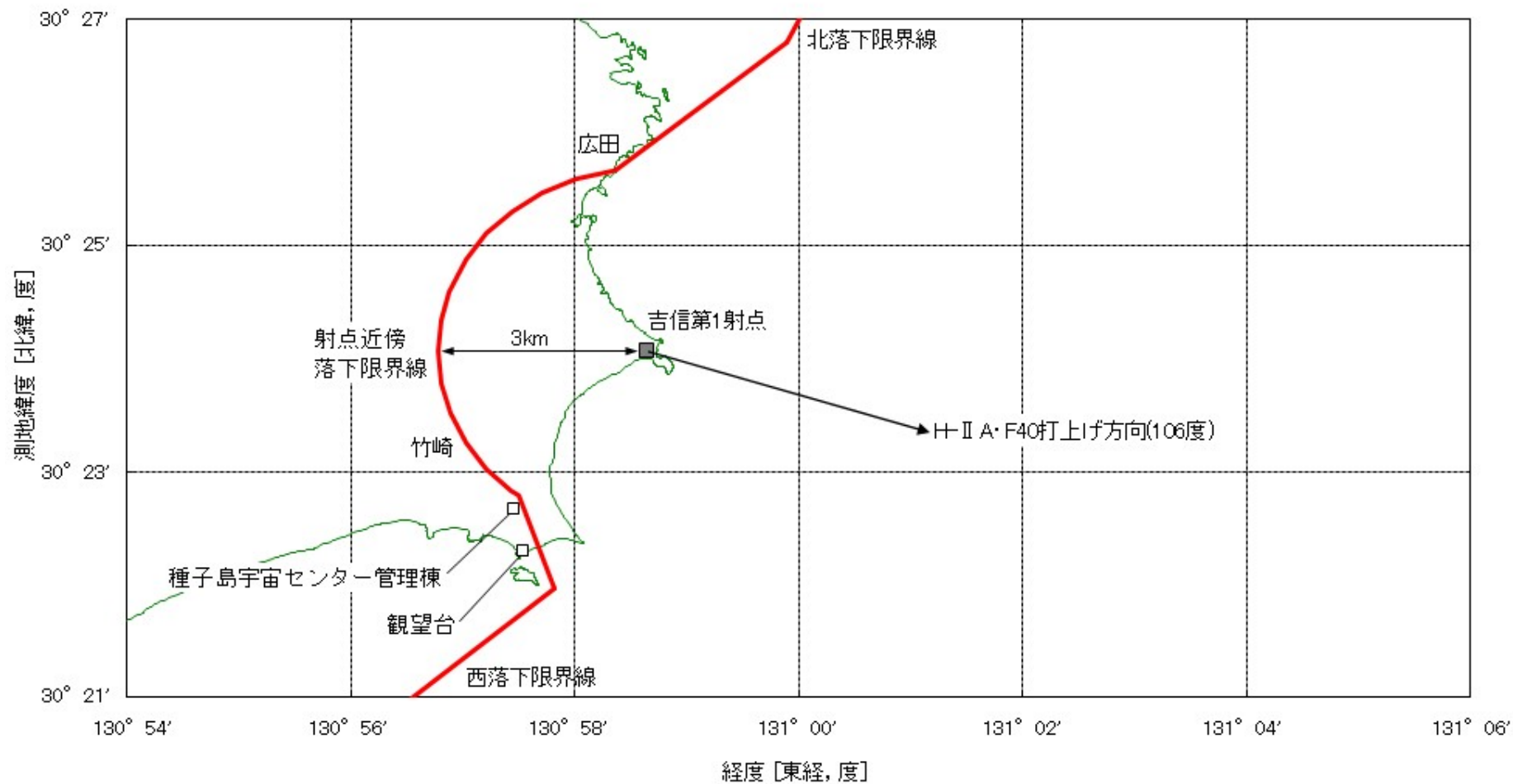


図4: 射点近傍の落下限界線

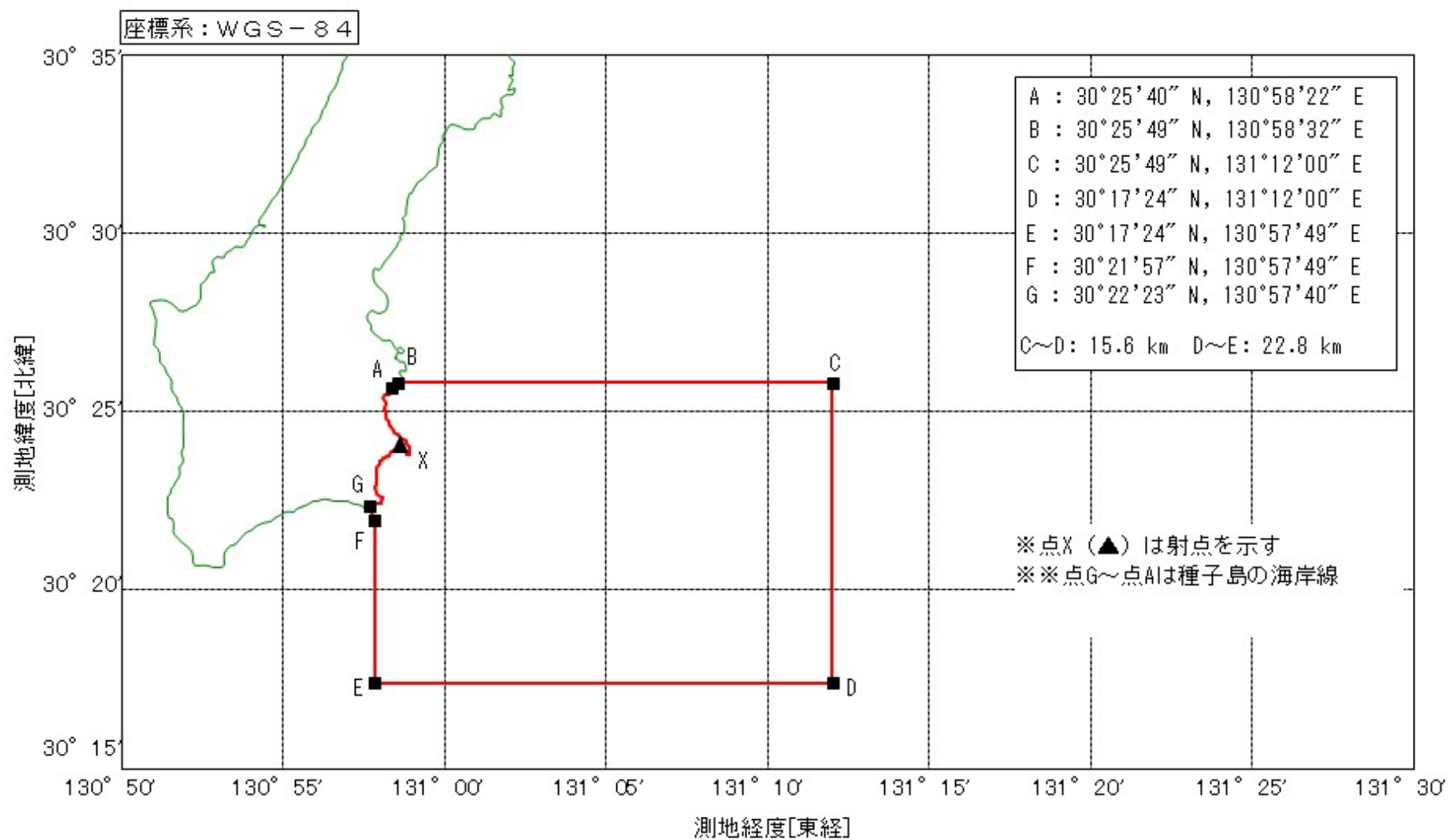


図5:海上警戒区域

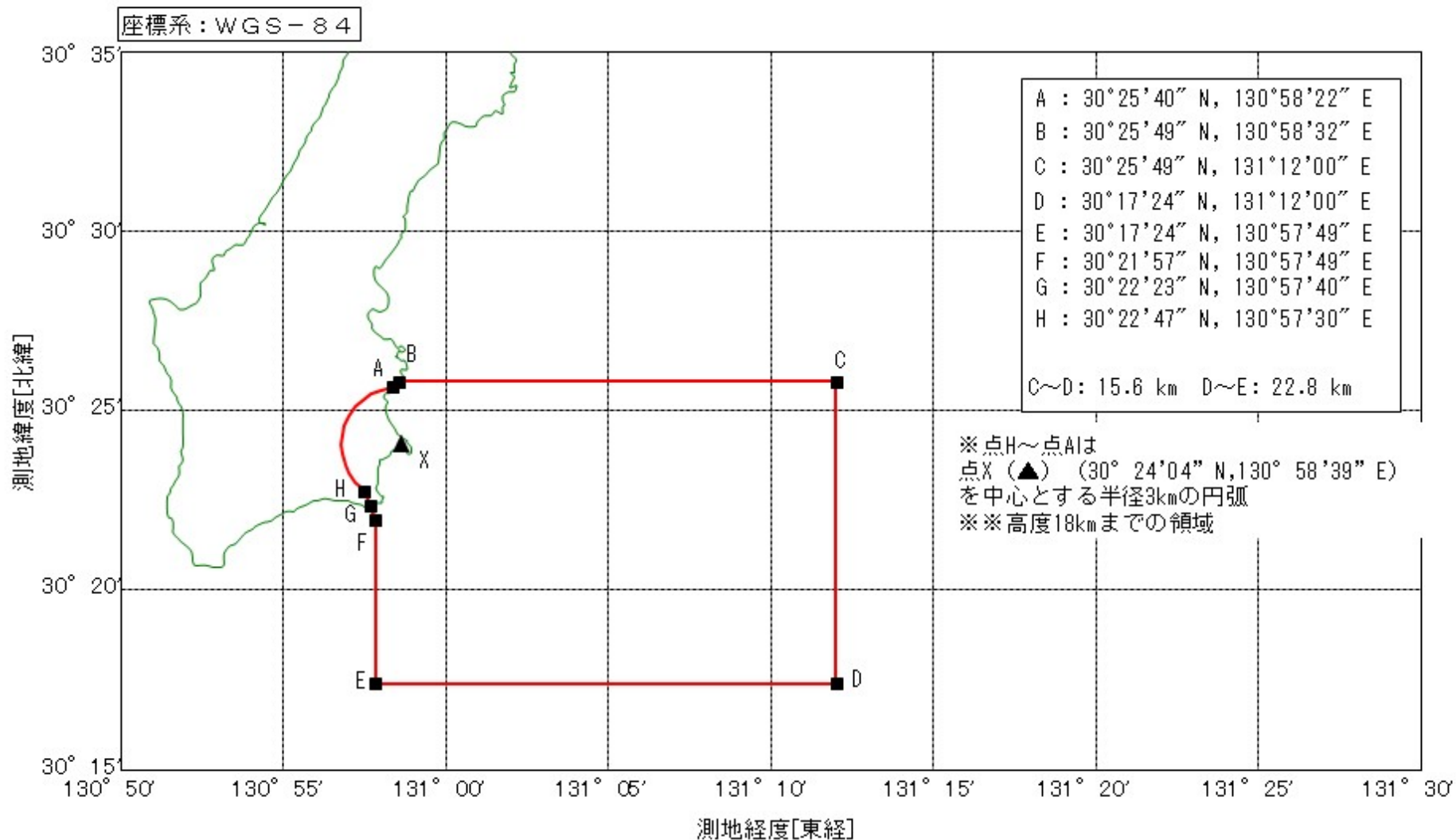


図6: 上空警戒区域

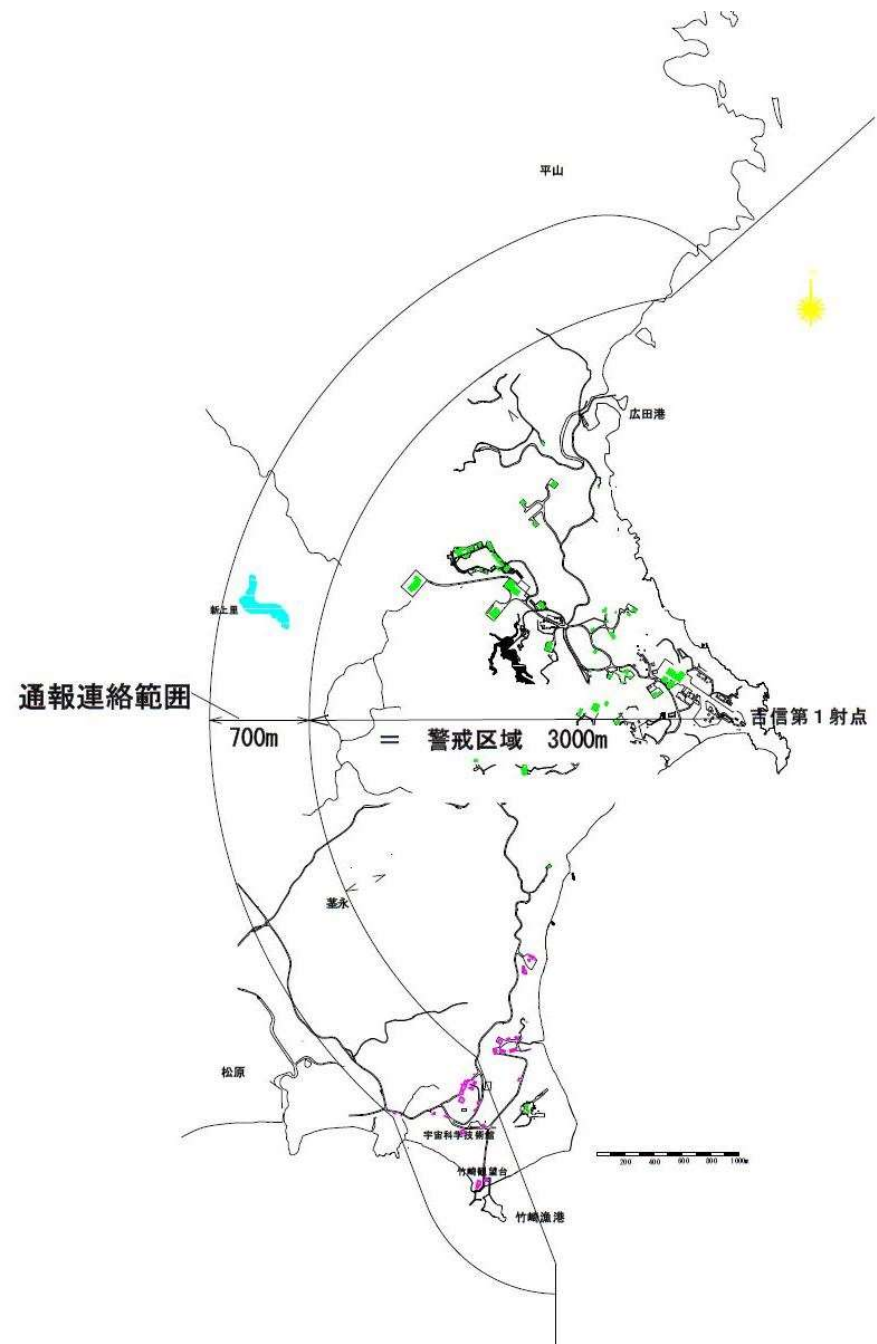
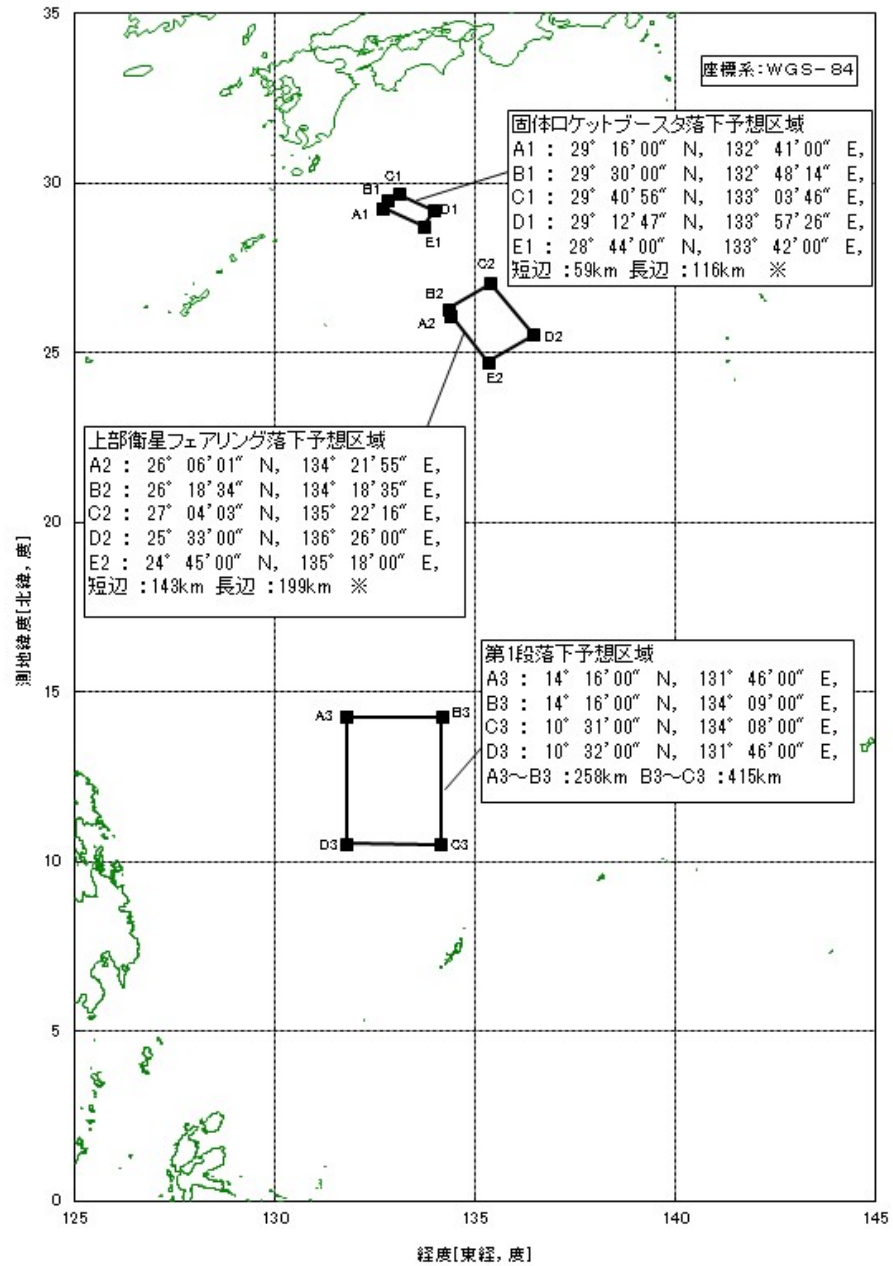


図7: ガス拡散通報連絡範囲



※落下予想区域に外接する長方形の各辺の距離

図8: 落下予想区域

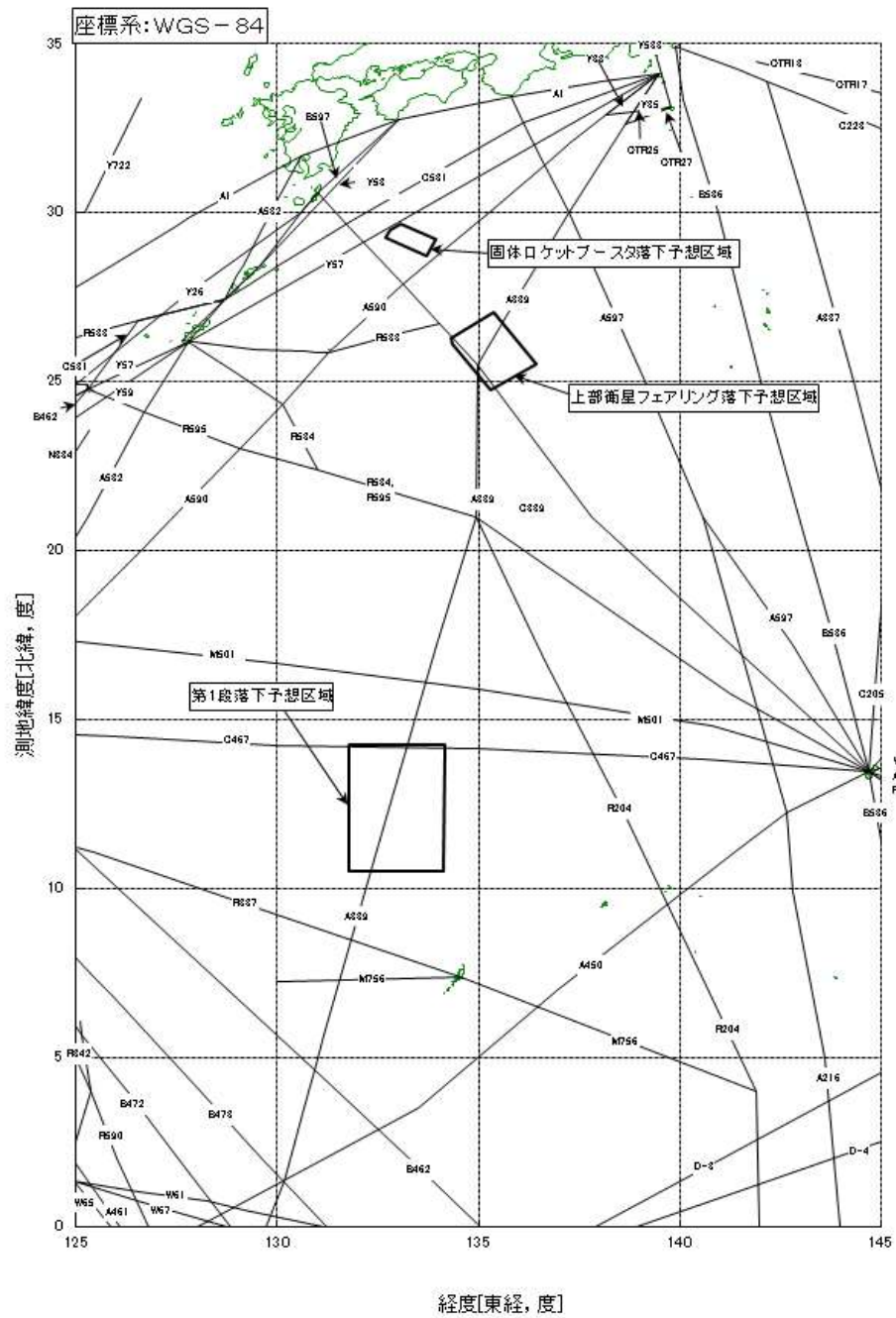
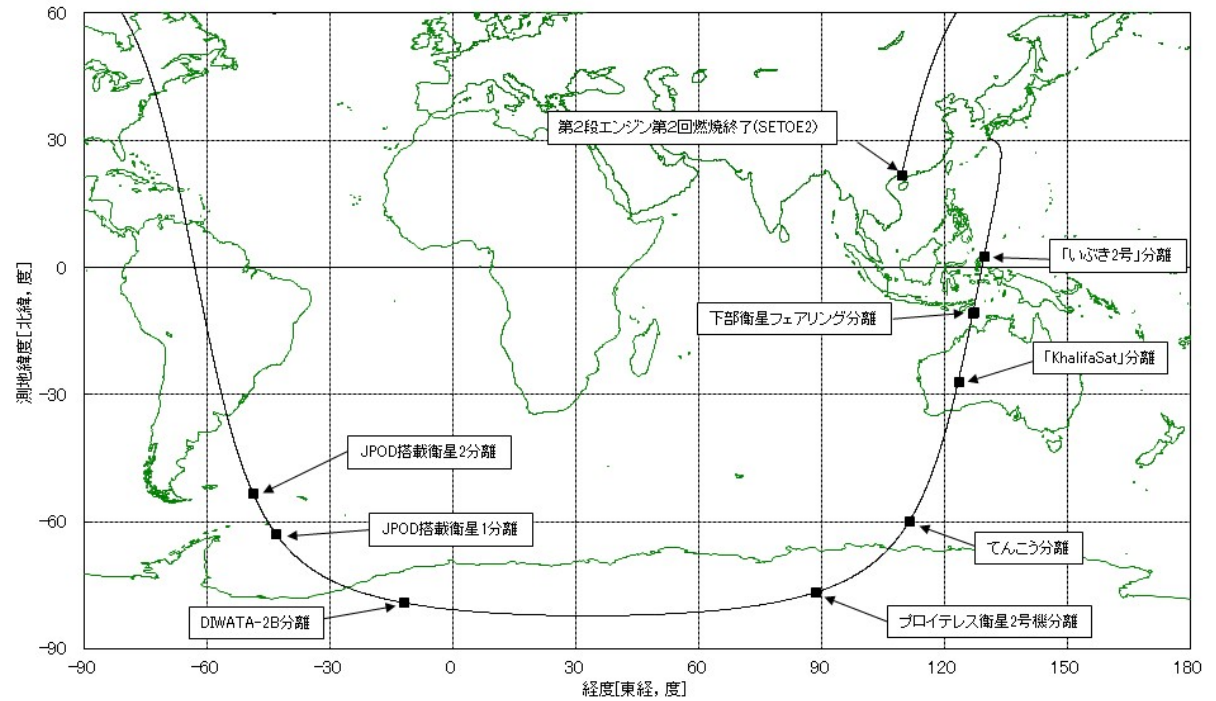
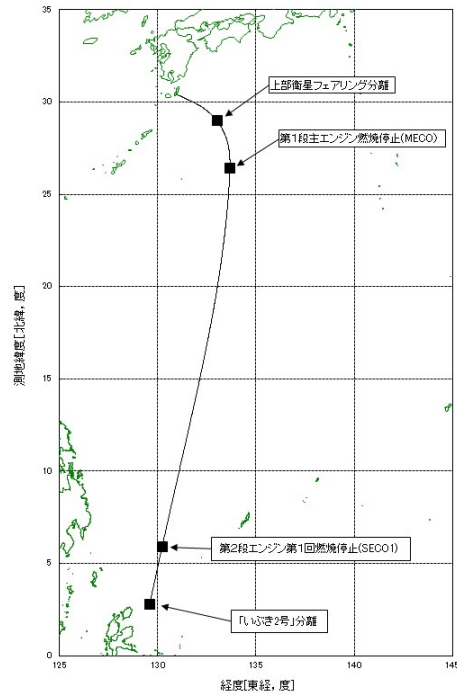


図9: 落下予想区域と航空路



事象	打上後経過時間			距離 km	高度 km	慣性速度 km/s
	時	分	秒			
(1) リフトオフ	0	0	0	0	0	0.4
(2) 固体ロケットブースタ 燃焼終了*	1	55	42	47	47	1.6
(3) 固体ロケットブースタ 分離**	2	6	53	54	54	1.6
(4) 上部衛星フェアリング分離	4	20	248	131	271	2.1
(5) 第1段主エンジン燃焼停止 (MECO)	6	38	510	271	271	3.4
(6) 第1段・第2段分離	6	46	530	283	283	3.4
(7) 第2段エンジン第1回燃焼始動(SEIG1)	6	52	545	292	292	3.4
(8) 第2段エンジン第1回燃焼停止(SECO1)	15	26	2710	613	2710	7.5
(9) 「いぶき2号」分離	16	16	3056	613	3056	7.6
(10) 下部衛星フェアリング分離(アダプタ部)	19	51	4540	613	4540	7.5
(11) 下部衛星フェアリング分離(シリンダ部)	19	56	4574	613	4574	7.5
(12) 「KhalifaSat」分離	24	21	6410	616	6410	7.5
(13) てんこう分離	33	20	10145	623	10145	7.5
(14) プロイテレス衛星2号機分離	38	20	12225	624	12225	7.5
(15) DIWATA-2B分離	43	20	14305	621	14305	7.5
(16) JPOD搭載衛星1分離	48	20	16379	614	16379	7.6
(17) JPOD搭載衛星2分離	51	0	17471	610	17471	7.6
(18) 第2段エンジン第2回アイドル・モード燃焼開始(SEIG2)	1	45	20	1861	596	7.6
(19) 第2段エンジン第2回燃焼終了(SETOE2)	1	47	42	2349	593	7.6

飛行安全管制
終了時刻:913秒

*) 燃焼室圧最大値の2%時点
 **) スラスト・ストラット切断
 ***) 「ニコ」は飛行安全管制期間、飛行安全管制終了時刻は打上げ後913秒。
 ****) KhalifaSat分離後、小型副衛星(13)～(17)を順次放出する。

図10: 飛行経路及びシーケンス・オブ・イベント

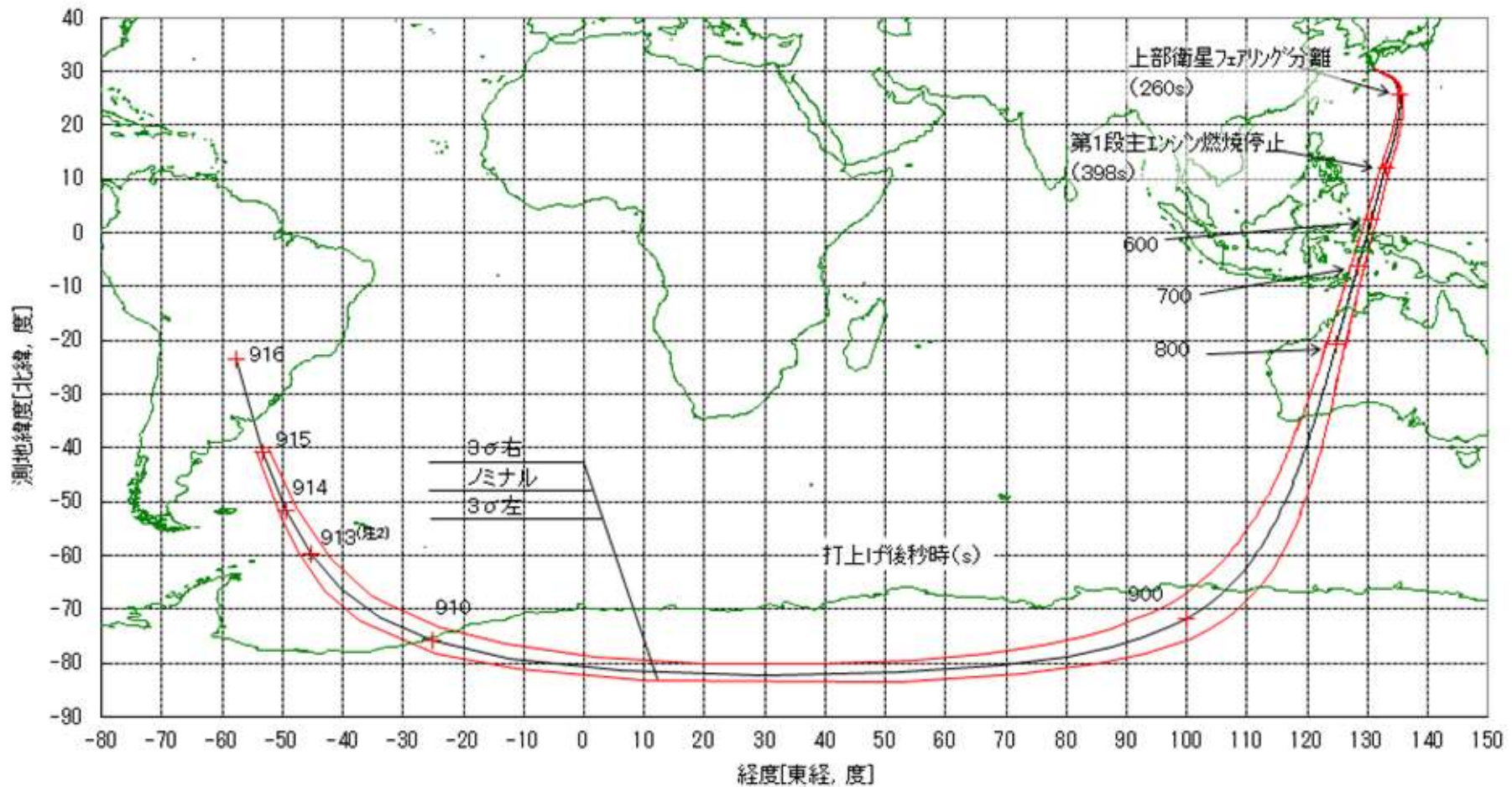


図11:ロケットの落下予測点(注1)軌跡と3σ分散範囲

(注1) 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2) 飛行安全管制終了時刻(落下予測域が地球周回軌道投入直前の南米海岸に到達する時点)

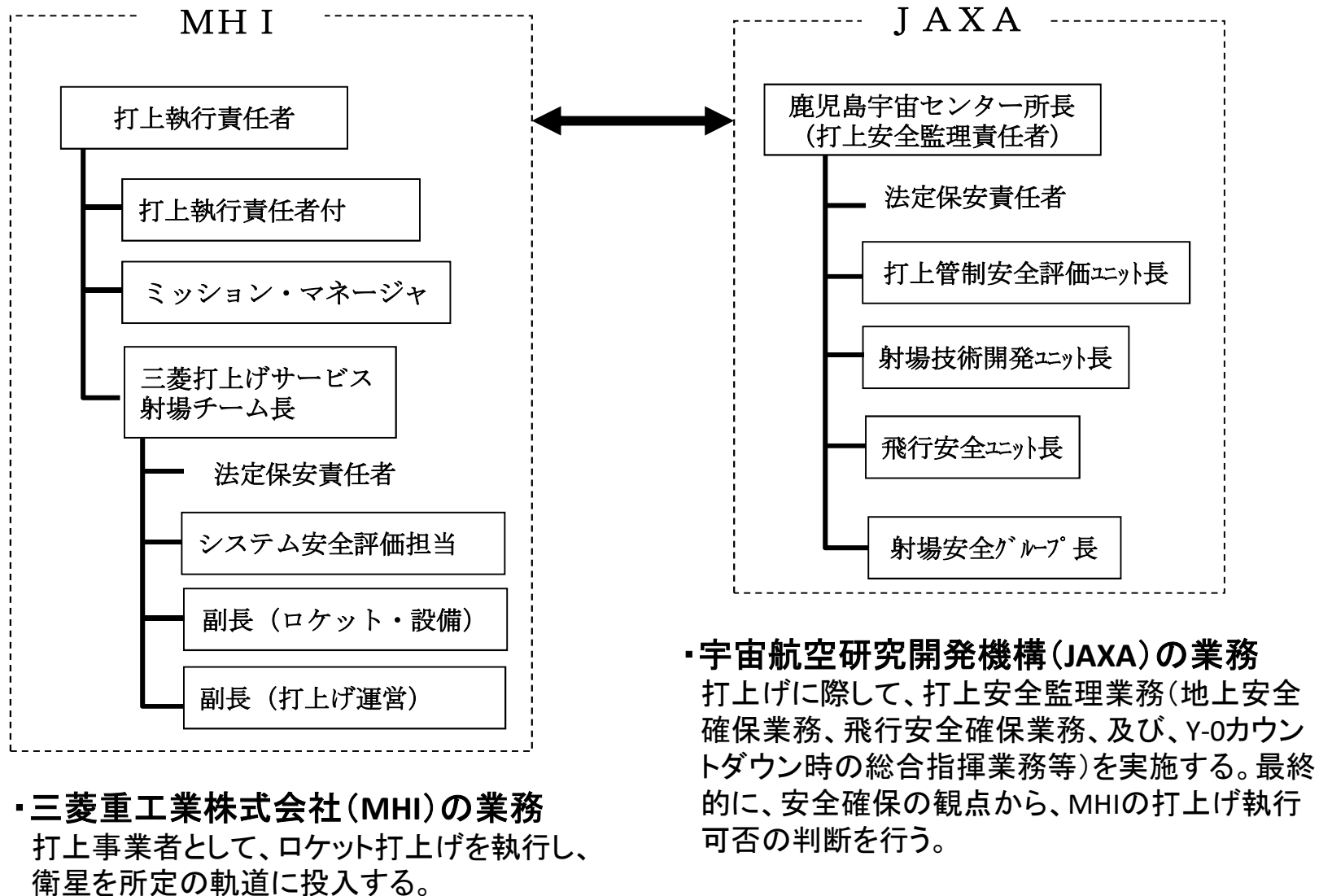


図12: 打上げの実施体制