

資料21-1-2

SS-520 4号機の打上げに係る
飛行安全計画

平成28年10月

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

説明者
宇宙科学研究所
S&MA 総括 小林亮二

改訂記録

符号	改訂の日付	改訂箇所	改訂内容、理由等
NC	2016. 5. 26		初版制定
A		<p>P4</p> <p>P5、6、8</p> <p>P7</p> <p>P11</p> <p>P13</p> <p>P13</p> <p>P15</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 飛行計画概要を見直し、有人宇宙船との衝突回避に関わる計画の追加 ・ 飛行経路及び落下予想区域の変更 ・ 落下予想区域と航空路を新規追加 ・ システム名称の変更 ・ 隊名称の変更 ・ 安全教育のテキストを見直し ・ 実験班編成図を見直し ・

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	1
1.3.1. 法令	1
1.3.2. 宇宙開発利用部会 基準.....	1
1.3.3. 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 規程.....	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.....	3
2.3. 落下予測点軌跡.....	3
2.4. 追尾系の電波リンク.....	3
2.5. 軌道上のロケット機体等の処置.....	3
3. 飛行安全管理	9
3.1. 飛行安全システム.....	9
3.1.1. システムの概要.....	9
3.1.2. 飛行安全情報の流れ.....	9
3.1.3. ロケットの飛行続行を中止すべき条件.....	9
3.2. 落下限界線の設定.....	9
3.2.1. 内之浦周辺の落下限界線.....	10
3.2.2. 内之浦周辺以外の落下限界線.....	10
4. 航空機及び船舶に対する通報.....	13
4.1. 航空機に対する通報.....	13
4.2. 船舶に対する通報.....	13
5. 飛行安全組織及び業務.....	13
6. 安全教育・訓練	13
6.1. 安全教育	13
6.2. 飛行安全管理訓練.....	13
6.3. 飛行続行中断時の情報連絡訓練.....	14
7. ロケット飛行中断後の対策及び措置.....	14

図表目次

表 1. SS-520 4号機の飛行計画概要.....	4
図 1. SS-520 4号機の飛行経路（機体現在位置）.....	5
図 2. 投棄物の落下予想区域.....	6
図 3. 落下予想区域と航空路.....	7
図 4. ロケットの落下予測点 ^(注) 軌跡と3 σ 分散範囲.....	8
図 5. 飛行安全管理システム概念図.....	11
図 6. 内之浦周辺の落下限界線.....	12
図 7. SS-520 4号機実験班編成図.....	15
図 8. 現地事故対策本部の構成.....	16
図 9. 安全に関わる重大な事故発生時の事故対策本部の構成.....	17

1. 全般

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、SS-520 4号機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「SS-520 4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、地上より打ち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、1段点火から2段点火前まで、ロケットが予め設定された飛行経路範囲に沿って飛行しているか、ロケットの状態が健全であるか、姿勢に異常がないかを確認し、許可条件を逸脱する場合は2段点火の中止処置を行うこと。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、及び投棄物の計画落下区域に関連し、必要に応じて国内外に事前通報を行うこと。

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」及び「海上保安庁法」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

- (1) 安全管理規程（規程25-30号）
- (2) 人工衛星等打上げ基準（規程第27-59号）

2. 飛行経路の安全性

2.1. 飛行経路

SS-520 4号機の飛行計画概要を表 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

ロケットが正常に飛行した場合の落下物は、ノーズコーン、ラムライン制御部、1 段機体及び 2 段機体がある。図 2 にこれらの落下予想区域を示す。これらの落下予想区域を航空路図の上に示したのが図 3 である。

ノーズコーン、ラムライン制御部、1 段機体及び 2 段機体の計画落下区域については航空機及び船舶の安全航行のため、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。

ロケットが発射直後に異常が生じた場合を想定し、ロケットの落下破片が船舶に当たる可能性を解析（海上船舶危険解析）により評価した結果、JAXA 基準値以下の極めて低い確率であるため、海上警戒区域の設定は不要である。

以上の落下予想区域について、第 4 章に記載する方法によって、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 3σ 分散範囲を図 4 に示す。 3σ 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. 追尾系の電波リンク

SS-520 4号機の打上げでは、地上からシーケンス移行コマンドを送信し 2 段着火以降のシーケンスに移行するまでの間、飛行安全管理のための情報取得源として、2 局のレーダと 1 局のテレメータおよび光学設備を用い、2 段分離まで必要な電波リンクを確保している。

2.5. 軌道上のロケット機体等の処置

SS-520 4号機では、3 段機体が軌道上に投入される。衛星分離機構を作動させる際軌道上に分離機構の破片等が放出されないよう、さらにはミッション終了後の 3 段機体が軌道上での破壊、爆発等による破片等が放出されないよう、以下を考慮している。

- (1) 3 段機体に搭載される火工品は 3 段モータ点火用の火工品のみであり、地球周回

軌道投入後には火工品を持たない。また、姿勢制御装置を持たないため、地球周回軌道後に残存する燃料はない。

- (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、内部圧力が規程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) 衛星分離機構には非火工品を使用している。把持する機構等は分離機構内部にあり、作動時に破片を放出しないよう配慮した方式を採用している。
- (4) 2段分離機構はマルマンバンド方式であり作動時に破片を放出しないように配慮した方式となっている。
- (5) 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。

表 1. SS-520 4号機の飛行計画概要

事象	経過時間(秒)	距離(km)	高度(km)	慣性速度(km/s)
1段点火	0	0	0	0
1段燃焼終了	31.7	9	26	2.0
ノーズコーン分離	67	28	81	1.7
1段分離	68	29	83	1.7
ラムライン制御開始	79	35	97	1.6
ラムライン制御終了	107	50	130	1.4
ラムライン分離	147	72	163	1.1
2段点火判定開始	157	77	169	1.1
シーケンス移行コマンド送出	164	81	173	1.1
2段点火	(180)	89	179	1.0
2段燃焼終了	(204.4)	134	186	3.6
2段分離	(235)	227	188	3.6
3段点火	(238)	236	188	3.6
3段燃焼終了	(263.6)	355	186	8.1
衛星分離	450	1751	205	8.1

 飛行安全管制期間

(注 1) ラムライン制御は弾道飛行のまま姿勢を制御する

(注 2) () 内の経過時間は 2 段点火時刻補正 (3.1.3. 記載) に従い補正される。

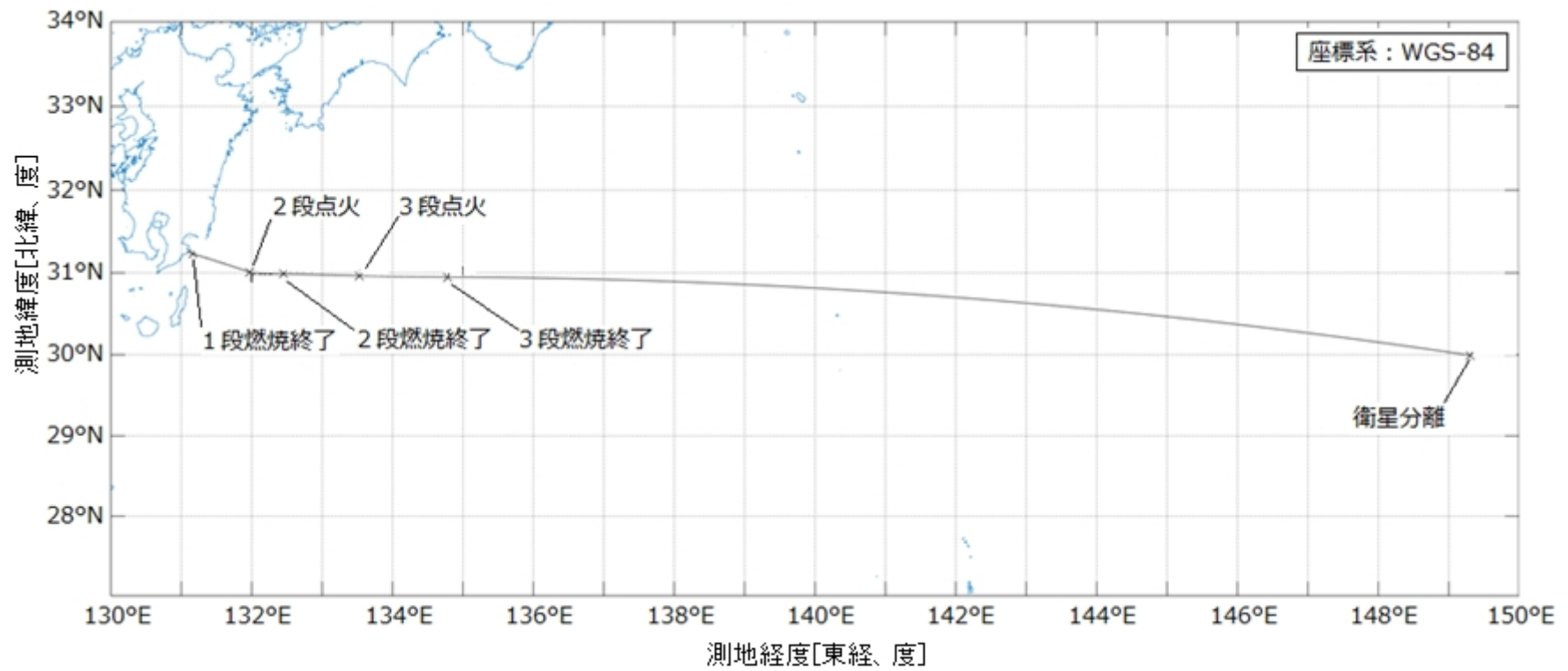
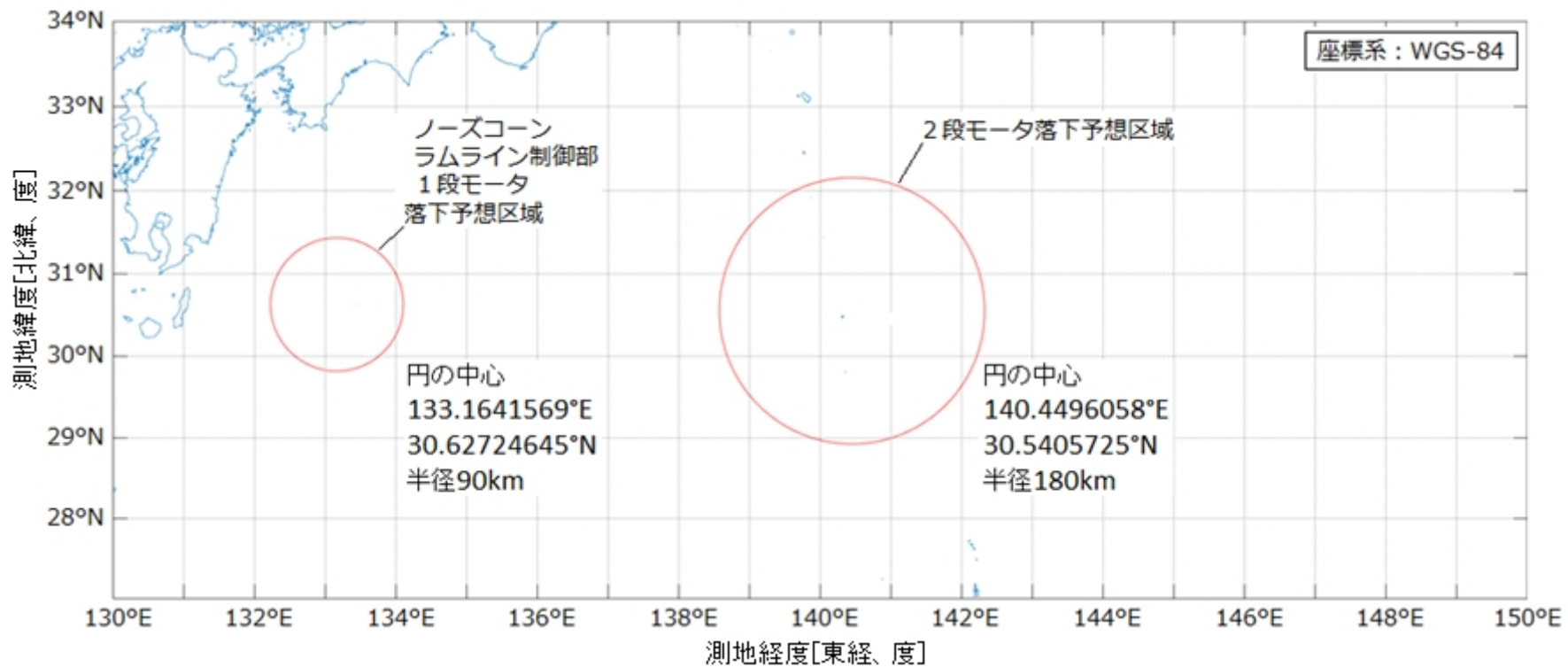


図 1. SS-520 4号機の飛行経路（機体現在位置）



(注1) 2段モータ落下予想区域内の島は無人島 (ベヨネーズ列岩、須美寿島、鳥島、孀婦岩)

図 2. 投棄物の落下予想区域

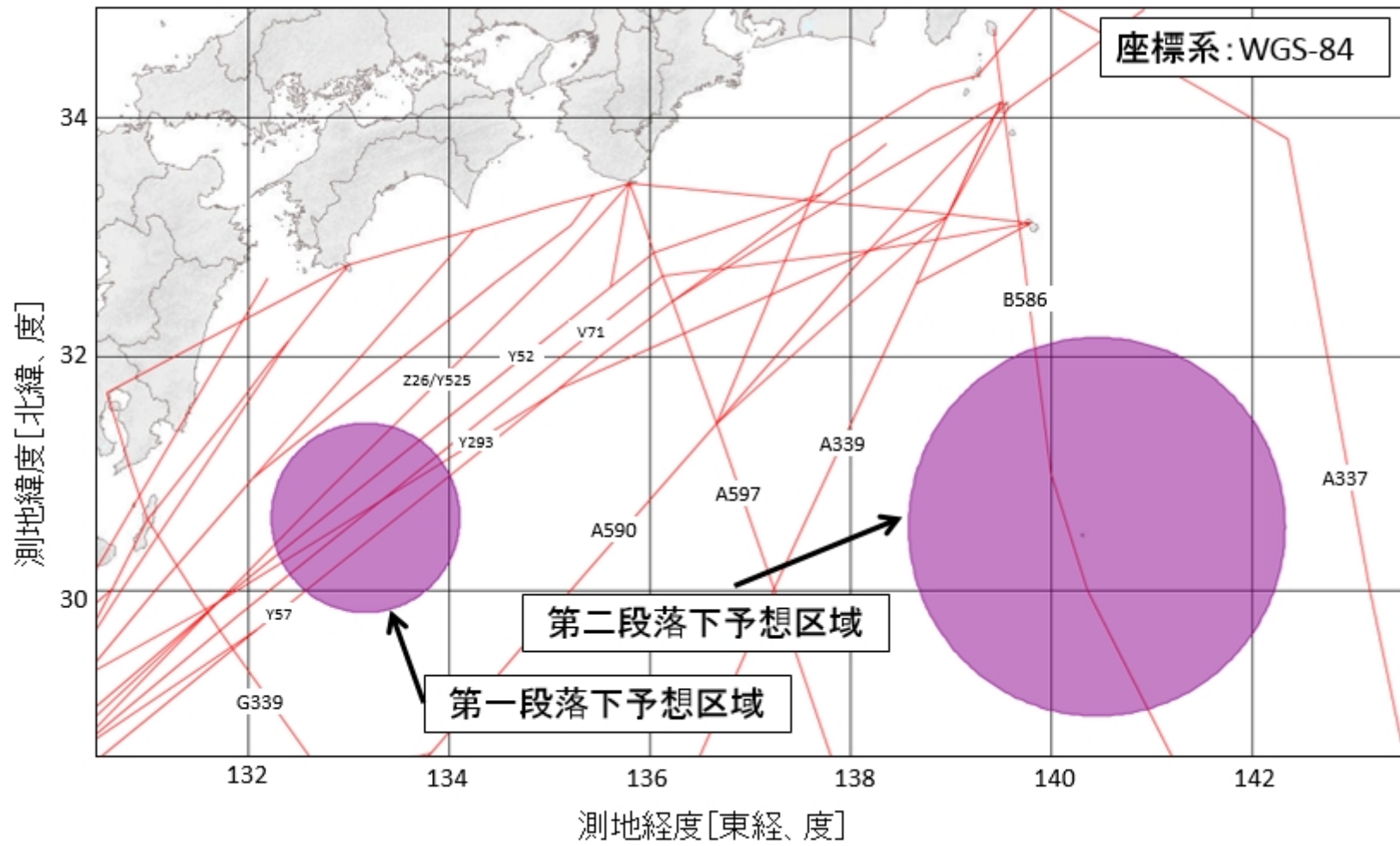


図 3. 落下予想区域と航空路

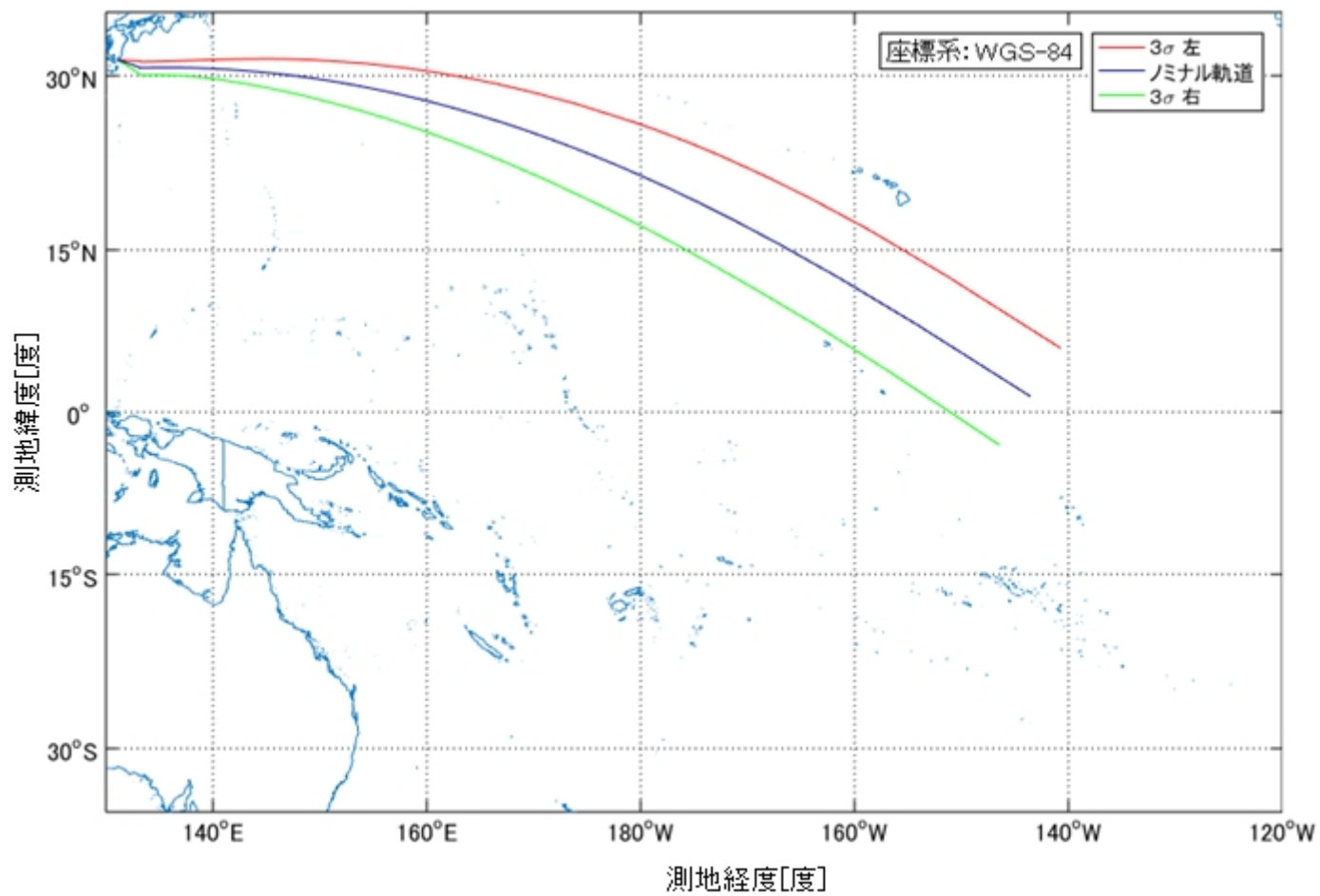


図 4. ロケットの落下予測点^(注)軌跡と 3σ 分散範囲

(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、ロケットあるいは生成破片の落下予測点

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

飛行安全管理システムの概念図を図 5 に示す。従来から観測ロケットに使用されている飛行管制追跡システムに加え、飛行安全管理システムを新たに導入し、システムとして冗長系を構成している。

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内之浦宇宙空間観測所電子計算機室に設置されている。飛行安全管理には、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位置、高度、姿勢、機体の健全性等のテレメータ情報を監視画面に表示する。

2段着火以降のシーケンス移行コマンド送信にあたっては、飛行安全主任の指揮のもと、飛行安全管理システムからコマンド局経由で送信する。

3.1.3. ロケットの飛行続行を中止すべき条件

次のいずれかに該当する時は、2段以降の飛行続行を許可しない（2段着火以降のシーケンス移行コマンドを送信しない）ことによりロケットの飛行を中断し、地表の安全を確保する。

- (1) スピンレートが規定の範囲と異なる場合。
- (2) 機体の位置、高度、速度が規定の範囲と異なる場合。
- (3) 機体の姿勢が規定の範囲と異なる場合。
- (4) 機体の健全性に何らかの問題が確認された場合。
- (5) 2段点火時刻補正が受理されない場合。

なお射場周辺においては、ロケットの落下予想域が 3.2 項に規定する落下限界線内に入ることを保証することにより、被害の発生を防止する。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により危害が及ぶおそれのある範囲をいう。

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、固体推進薬破片の地上落下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。

- (1) 射点周辺の落下限界線は、射点を中心とする半径577m、及び射点から打上げ方位角方向に広がる2本の限界線とする。(図6)

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) 陸地の海岸線から30km以上の線を落下限界線とする。

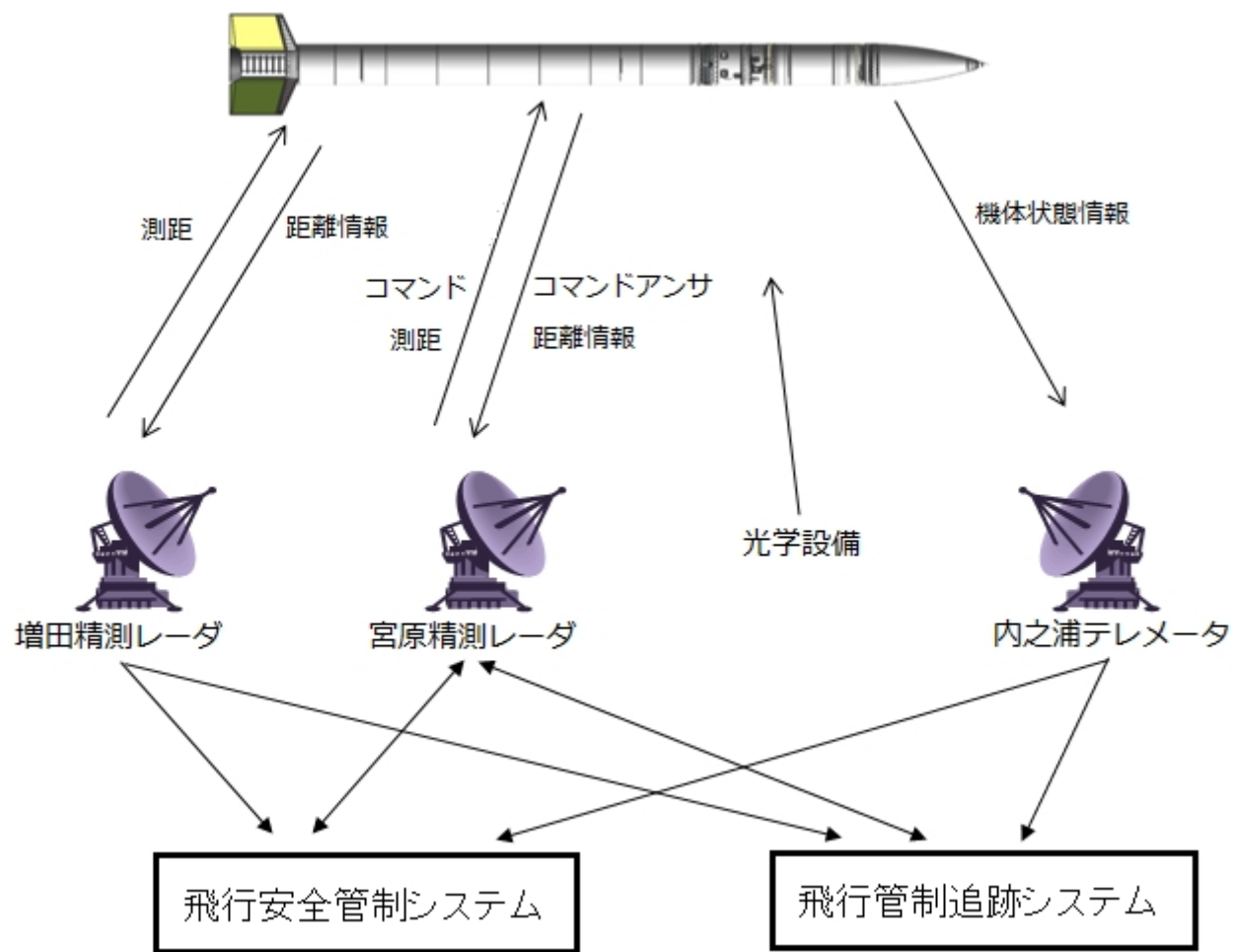


図 5. 飛行安全管理システム概念図



図 6. 内之浦周辺の落下限界線

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通りである。

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定に基づき、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出張所、航空交通管理センター並びに東京、福岡及び那覇の各航空交通管制部である。

4.2. 船舶に対する通報

海上保安庁法第5条第23号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ち上げを行う旨、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の役職員によって実験班体制（図7）が編成される。

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、「SS-520 4号機の打上げに係る飛行安全計画」及び「RS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

飛行安全主任及び飛行安全班員が、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) 過去の観測ロケットの実機データを用いた訓練

6.3. 飛行続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、飛行続行中止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定（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。

事故及び災害の状況に応じ、現地事故対策本部（図 8）、事故対策本部（図 9）を設置し、必要な処置を講じる。

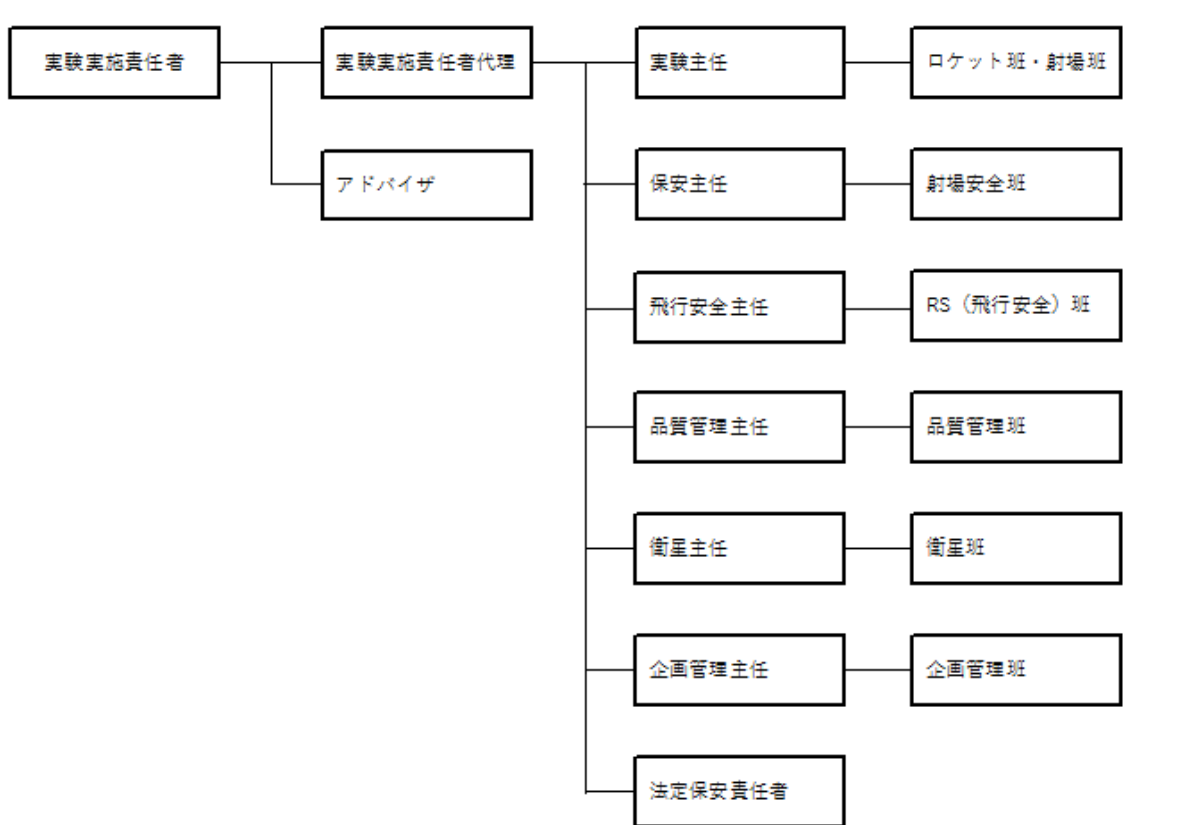
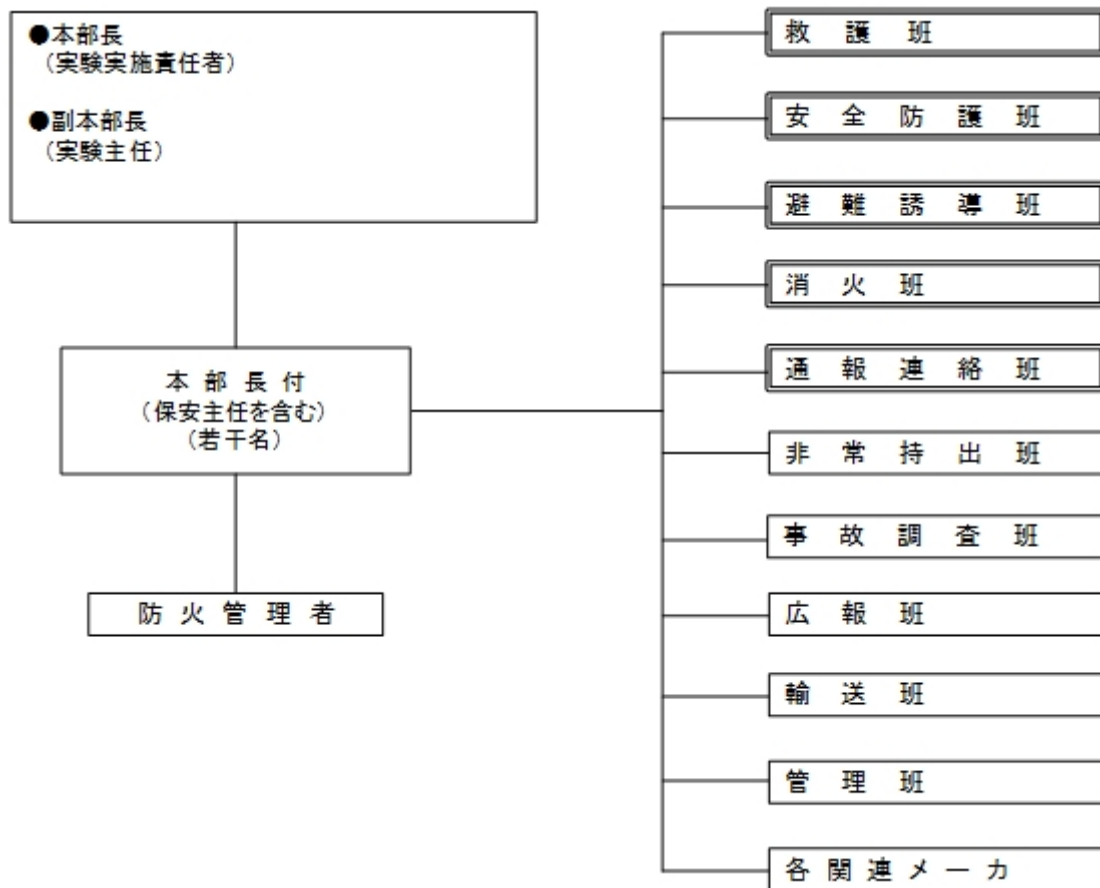
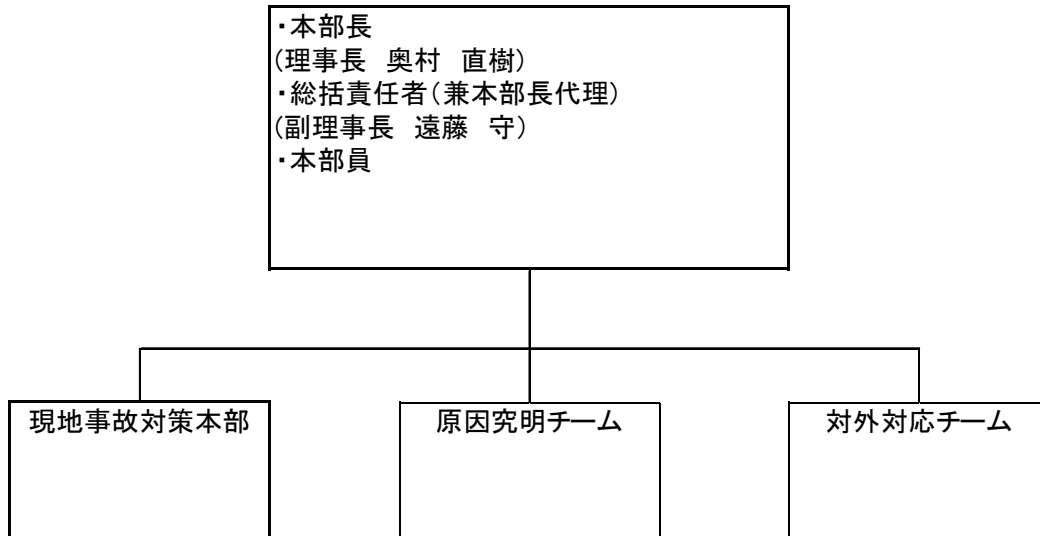


図 7. SS-520 4号機実験班編成図



- (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) 各関連メーカー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 8. 現地事故対策本部の構成



(注)安全確保に関わる組織を実線で示す。

図 9. 安全に関わる重大な事故発生時の事故対策本部の構成