

M- ロケット7号機 (SOLAR-B) の 打上げ実験における安全計画

平成 18 年 7 月

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

ロケットの打上げにおいて「安全」を確保することは最優先の課題である。これまで、40年近くに及ぶMシリーズロケットの打ち上げ実験において、大きな事故を起こすことがなかったのは我々関係者が一致団結して最善の努力を払ってきた贈物と言えるであろう。旧宇宙科学研究所では安全委員会^{注1}を設置し、大型ロケットの打上げ実験ごとに慎重な審議の上で「安全計画書」を作成し、宇宙開発委員会 (SAC) 安全評価部会の承認を得てきた。

一方、JAXA (ジャクサ) として統合してからは、M- プロジェクト内に安全管理WG^{注2}を設置して「安全計画」をまとめ、宇宙基幹システム本部内の安全評価、JAXA (ジャクサ) 安全審査委員会、及び、SAC安全評価部会での審査・承認を経てこれを正式な文書として制定している。これに基づき安全を管理し、M- ロケット6号機と8号機の打ち上げ実験が連続して成功したことは記憶のとおりである。

本書は、前号機までと同様にM- -7号機の「安全計画」をま

^{注1} 安全委員会 (正式には「ロケット実験等安全委員会」) は宇宙科学研究所委員会規則により、所長の諮問に応じ、または所長に意見の具申をするため、ロケット、大気球、地上燃焼実験等に係る地上安全、飛行安全、安全管理体制に関する事項についての審議を行う。

^{注2} M- プロジェクト安全管理WGは、M- ロケットの打上げにおける安全を確保するために、地上安全、飛行安全、安全管理体制に関する事項についての審議し、安全計画を策定する。

とめたものである。もちろん、安全確保の考え方は変わるべくもなく、我々がこれまで培ってきた技術と経験を記したものである。

この書に盛られた形で安全計画が作り上げられたことになるが、大切なのはその運用にある。実務にあたられる関係者には、国民の付託に応える実験とするため、細心の配慮と最善の努力をつくすことを期待したい。

2006年 6月

M- プロジェクトマネージャ / M-V-7フライトオペレーション
実験主任

森田 泰弘

M- -7フライトオペレーション保安主任
嶋田 徹

M- プロジェクト地上安全統括チーフ
堀 恵一

M- プロジェクト飛行安全統括チーフ
小川 博之

M- プロジェクト安全評価担当
安田 誠一

もくじ

第1章 序

- 1.1 節 目的
- 1.2 節 適用の範囲
- 1.3 節 保安及び防御対策
- 1.4 節 安全計画の実施

第2章 M-7号機 (SOLAR-B) の打上げ実験概要

- 2.1 節 打上げ計画概要
- 2.2 節 打上げロケットM- -7号機、及び第21科学衛星
SOLAR-B

- 1. M- -7号機の諸元
- 2. SOLAR-Bの諸元
- 3. 飛行計画
- 4. 打上げ体制

第3章 地上安全計画

- 3.1 節 全般
 - 1. 地上安全の目的と範囲
 - 2. 関連規定等及び安全教育
- 3.2 節 保安物 (火薬類・危険物及び高圧ガス等)
 - 1. 種類及び数量
 - 2. 固体推進薬等の火薬類の貯蔵
 - 3. 危険物の貯蔵
 - 4. 火薬類・危険物及び高圧ガス等の使用に当たって必要とされる手続
 - 5. 保安物の取扱い及び安全の確保
- 3.3 節 地上安全の施設・設備と運用

1.	危険作業関連施設・設備	3.	飛行安全に関わる警戒区域（発射直後の保安）
2.	防災・消火の施設・設備	4.	海上警戒
3.	各種気象警報（荒天時の対策）	5.	警戒空域
3.4節	地上安全管制	4.5節	軌道上デブリの発生の抑制
1.	全般	4.6節	通報
2.	安全管制	1.	航空機への通報（ノータム）
3.	危険作業及び危険箇所	2.	船舶への通報（水路情報）
4.	安全確保の周知徹底		
3.5節	発射日（Y-day）の保安について	第5章	安全管理体制
3.6節	警戒区域の設定と運用	5.1節	安全組織及び業務
1.	保安距離の算定	5.2節	安全教育訓練の実施
2.	警戒区域の設定	5.3節	打上げ直前の安全確認
第4章	飛行安全計画	5.4節	記録
4.1節	全般	5.5節	事故発生時の即応体制
1.	飛行安全の目的と範囲	1.	事故等の未然防止及び警戒体制の発動
2.	飛行安全上の原則	2.	事故等の緊急措置
3.	関連法規	3.	外部応援の要請等
4.	関連資料		
4.2節	飛行計画	適用文書	
4.3節	飛行安全システム	参考文献	
1.	飛翔状況の監視及び保安措置体制	略語表	
2.	保安措置機能		
3.	電波リンク（テレメトリ・コマンド・レーダ）		
4.4節	飛行安全システムの運用		
1.	保安措置判断基準		
2.	運用		

添付表一覧

第1表	M- -7号機主要諸元
第2表	SOLAR-B初期軌道（第3段燃焼終了時）
第3表	M- -7号機の飛翔計画
第4表	地上安全関連国内法令
第5表	M- -7号機 打上げに使用する火薬類・危険物 及び高圧ガス一覧表
第6表	重量物運搬台車・クレーン等一覧表
第7表	危険作業と場所
第8表	作業順序と場内規制
第9（a）表	整備作業期間中の警戒区域
第9（b）表	打上げ時地上安全に係る警戒区域に関する爆風 等に対する保安距離
第10表	飛行安全監視計算機システムGD画面
第11表	保安コマンドの機能分担及びアーミングのタイ ミング

添付図一覧

第1図	M- -7号機概観図（PDF：36KB）
第2-1図	SOLAR-B概観図（PDF：106KB）
第2-2（a）図	サブペイロ-ド（SSSAT）概観図（PDF：141KB）
第2-2（b）図	サブペイロ-ド（HIT-SAT）概観図（PDF：60KB）
第3（a）図	M- -7号機飛翔経路（PDF：25KB）
第3（b）図	SOLAR-B初期軌道軌跡（PDF：133KB）

第4図	打上げ体制（PDF：34KB）
第5（a）図	内之浦宇宙空間観測所 火災報知器系統図 （PDF：177KB）
第5（b）図	内之浦宇宙空間観測所 警鳴装置系統図 （PDF：177KB）
第6図	内之浦宇宙空間観測所 警報装置配置図 （PDF：21KB）
第7図	内之浦宇宙空間観測所 防災施設配置図 （PDF：314KB）
第8図	内之浦宇宙空間観測所 放送指令電話系統図 （PDF：304KB）
第9図	保安区域（PDF：72KB）
第10図	警戒区域（ヒドラジンガス拡散範囲を含む） （PDF：25KB）
第11図	M- -7号機の基準とする飛行経路（水平面投 影）（PDF：37KB）
第12（a）図	M- -7号機第1段落下予想区域（PDF：24KB）
第12（b）図	M- -7号機第2段及びノーズフェアリング落下 予想区域（PDF：27KB）
第13図	落下予測点軌跡（PDF：37KB）
第14図	飛行安全体制
第15（a）図	M- -7号機の地上系アンテナ上下角と直距離 （PDF：58KB）
第15（b）図	M- -7号機テレメータレベル（PDF：48KB）
第15（c）図	M- -7号機コマンドレベル（PDF：49KB）
第15（d）図	M- -7号機レーダ回線レベル（PDF：42KB）

- 第16(a)図 落下限界線及びIIP破壊限界線
- 第16(b)図 発射点から70キロメートルまでの範囲の落下限界線
- 第17図 航空情報のフローチャート (PDF: 46KB)
- 第18図 自衛消防隊 (PDF: 18KB)
- 第19図 現地事故対策本部の組織と業務分担 (PDF: 45KB)
- 第20図 宇宙航空研究開発機構事故対策本部の組織と業務分担 (PDF: 25KB)

第1章 序

1.1 節 目的

ロケットによる人工衛星等の打上げ(以下、ロケットの打上げ等と呼ぶ)に係る安全について規定し、人命・財産の安全を確保することはもとより、ロケットの打上げ等の円滑な実施に資する事を目的として打上げ実験ごとに安全計画を定める。本安全計画書は、宇宙航空研究開発機構内之浦宇宙空間観測所(USC)から打上げを行う、「M-ロケット7号機(SOLAR-B)の打上げ実験における安全計画」についてまとめたものである。

1.2 節 適用の範囲

この安全計画は、ロケットの打上げ等に係る、地上安全対策、飛行安全対策、安全管理体制、保安及び防御対策に関して適用する。

1.3 節 保安及び防御対策

ロケットの打上げに際し、そのフライトオペレーション開始から目的達成までの間に、ある意図による、または、結果として破壊・妨害行為の恐れがある場合、適切な対策を講ずることとする。具体的には

1. 固体ロケットの保管施設は、法律に則り保安設備が設置され、24時間体制で警備室に於いて監視される。
2. ロケット、ペイロード及び保安物の取扱い施設では、入退場が管理され、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、警備員を配置して直接監視する。
3. ロケット整備塔については、防犯警報装置により常時

監視するとともに、夜間及び体日については、警備員を配置して直接監視する。

4. 打上げ関連建屋には、あらかじめ登録し、立ち入り許可証を携帯する者以外の入場を制限する。
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、情報ネットワークシステムを含めて適切な対策を講じる。

1.4節 安全計画の実施

ロケットの打上げ等に係る安全対策の実施に当たっては、関係法令を遵守することはもちろん、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等に関する経験及び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とする。

第2章 M-7号機 (SOLAR-B) の打上げ実験概要

2.1節 打上げ計画概要

M-7号機の打上げ実験は、第22号科学衛星SOLAR-Bを太陽同期極軌道に投入することを目的としている。実験期間(打上げ日及び予備期間)は、T.B.D.の間であり、実施(打上げ)時間帯は午前6時～7時を予定している。

2.2節 打上げロケットM-7号機、及び第22号科学衛星SOLAR-B

1. M-7号機の諸元

M-7号機の概観と諸元を第1図及び第1表 (PDF: 36KB) に示す。

第1表 M-7号機主要諸元

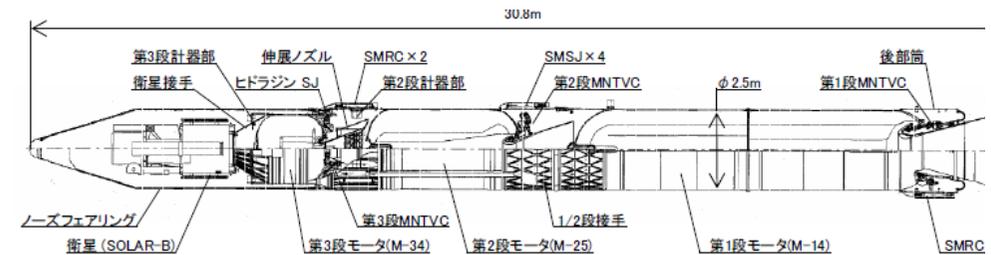
	第1段目	第2段目	第3段目
全長 (メートル)	30.8	17.2 (注1)	8.8 (注2)
直径 (メートル)	2.5	2.5	2.2
各段点火時質量 (トン)	137.7(注3)	52.3 (注3)	13.1 (注4)
推進薬質量 (トン)	71.9	33.2	10.8
平均真空推力 (kN (ノット)) (公称性能)	3,810	1,533	324.5

(注1) NF先端より

(注2) ノズル伸展時の衛星先端からノズル後端までの長さ

(注3) 点火モータ推進薬質量含む

(注4) 点火モータ (投棄型)、伸展機構除く

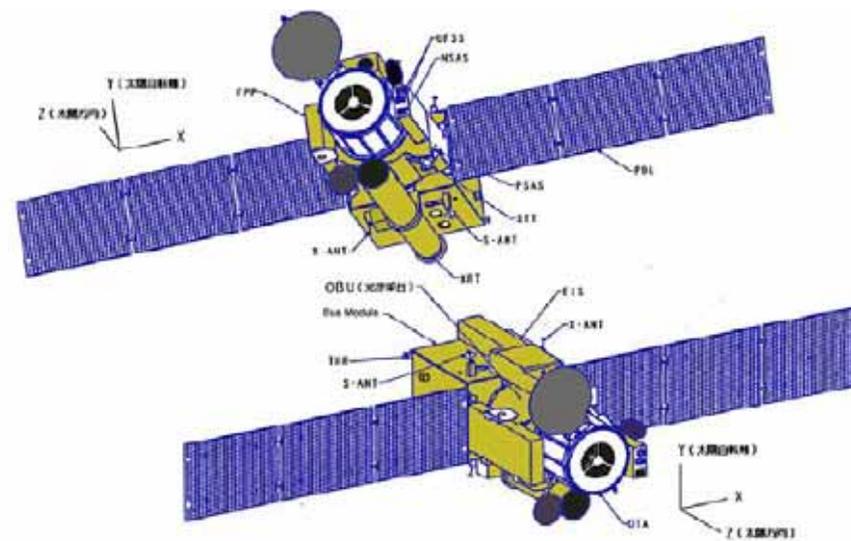


第1図 M-V-7号機概観図

第1段はピッチ、ヨー制御を行うための可動ノズル (MNTVC) とロール制御を行うための固体モータ・ロール制御装置 (SMRC) を有する。第2段は、ピッチ、ヨー制御を行うためのMNTVC、ロール制御を行うためのSMRC、及び、コースティング中の3軸制御を行うための固体モータ・サイドジェット装置 (SMSJ) を搭載する。第3段はMNTVCによりピッチ、ヨー制御を行うと

ともに、ロール及びコースティング中の3軸制御をサイドジェット装置（SJ）により実施する。

前号機と比較して大きな変更はない。安全性向上のための改良はあるが、その項目は識別され、安全上の問題がないことを確認している。



第2-1図 SOLAR-B概観図

2. SOLAR-Bの諸元

第22号科学衛星SOLAR-Bは、1991年から2001年にかけて活躍した「ようこう」（SOLAR-A）の成果を受けて計画された太陽観測衛星である。SOLAR-B衛星が取り組む大きな課題は、

- (1) 太陽外層大気（コロナと彩層）の加熱
- (2) ダイナミックなコロナ活動を作り出す太陽表面（光球）の微細磁場構造とその変動
- (3) コロナ中の天体電磁流体力学現象、とりわけ磁気リコネクションの素過程

の理解である。太陽という天体を太陽物理学として科学的に理解する目的だけでなく、身近にある超高温天体プラズマの実験室として、天文学、地球惑星空間物理学、核融合プラズマなど関連学問への貢献が期待される。また、宇宙天気研究に対しても重要な観測を提供し、太陽と地球間の宇宙環境を理解する一助になるものと期待される。

第2-1図にその概観を、第2表に初期軌道要素を示す。なお、衛星重量は打上げ時（推薬充填時）で約900キログラムである。

第2表 SOLAR-B初期軌道（3段モータ燃焼終了時）

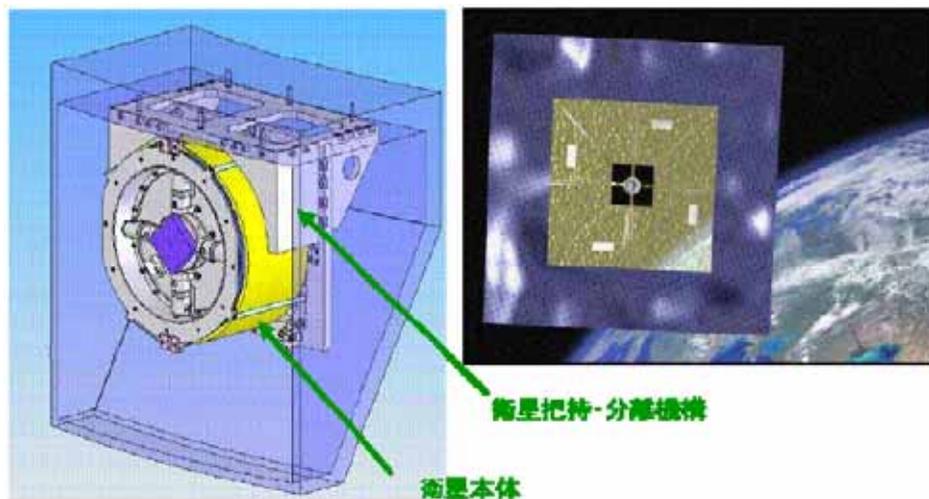
軌道半長径 (a)	6,815 (km)	(注) 打上げ時のグリニッジ方向基準
離心率 (e)	0.023	
軌道傾斜角 (i)	97.8 (度)	
昇交点経度 (注) λ	308.7 (度)	
近地点引き数 ()	133.9 (度)	
平均近点離角 (M)	21.1 (度)	

なお、M-7号機には、第3段計器部（B3PL）のバランスウエイトを有効活用するとの観点から、サブペイロードと称して超小型ペイロードを搭載しているが、これについても安全上の問題がないことを確認している。搭載するサブペイロードは、ソーラ電力セイル実験小型衛星 (SSSAT) と北海道工業大学の超小型衛星 (HIT-SAT)

の2つであり、ともにロケットの第3段計器部に搭載される。

サブペイロードSSSATはソーラー電力セイルの宇宙実証を目的としたサブペイロードであり、目標直径5メートルの電力セイル（薄膜太陽電池セルが膜面上に搭載されたセイル）の展開、及び電力セイルの宇宙環境下での特性計測を目的としている。SSSATは2つのサブペイロードモジュールSSSAT、GPUとカメラから構成されている（第2-2（a）図に示す）。

サブペイロードHIT-SATは、超小型衛星HIT-SATとその分離機構システムから構成される（第2-2（b）図に

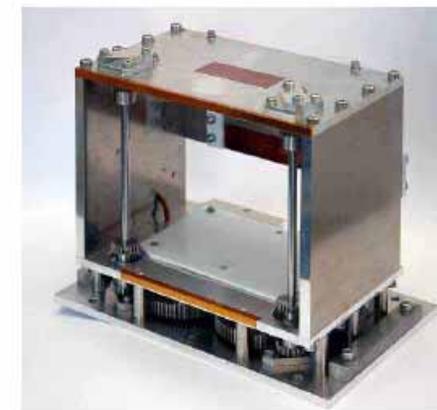


第2-2(a)図 SSSAT概観図

示す)。主衛星ASTRO-Fの切り離し後、分離機構システムがロケットからのタイマ信号を受信し、保持していた超小型衛星HIT-SATを分離、軌道に投入する。サブペ



HIT-SAT



分離機構

第2-2(b)図 HIT-SAT概観図

イロードHIT-SATは、超小型衛星バス技術の実証および姿勢制御実験を目的とする衛星である。

3. 飛行計画

M- -7号機の飛行シーケンスを第3表に示す。

第3表 M- -7号機の飛行計画

項目	時間	
	X±(秒)	Y1/Y2/Z(秒)
B1-CONTスタート/NAVスタート	-48秒	
1段MNTVC用SPGG点火	-15秒	
1段モータ点火	0秒	
1段SMRC点火	3秒	
1段MNTVC / 1段SMRC制御開始	3秒	
B2-CONTスタート	74秒	
1-2段分離	75秒	
2段モータ点火	75秒	
2段SMRC点火	75.5秒	
2段MNTVC / 2段SMRC制御開始	75.7秒	
2段SMSJ点火	139秒	
2段SMRC制御終了 / 2段SMSJ制御開始	139.5秒	
2段MNTVC制御終了	152秒	
2段リファレンスチェンジ開始 / ロール90度マヌーバ開始	152.5秒	
NF開頭	186秒	
B3-CONTスタート	195秒	

M3-EPT起動	197秒	Y1+0秒
2-3段分離	200秒	
3段SJ3軸制御開始	201秒	
3段ノズル伸展	202秒	Y1+5秒
3段モータ点火	205秒	Y1+8秒
3段MNTVC制御開始	205.5秒	
3段SJ3軸制御開始	306秒	
3段MNTVC制御終了	315秒	
3段リファレンスチェンジ開始	347秒	
3段-衛星分離	510秒	Y1+313秒
ピッチ軸タンプリング開始	511秒	
ヨー軸タンプリング開始	551秒	
サブペイロード用電源コントローラON / GPU ON	650秒	
サブペイロード (HITSAT) 分離	830秒	Y1+633秒
サブペイロード (SSSAT) 分離	990秒	Y1+793秒
M3-EPT停止	1,000秒	Y1+803秒

M- -7号機は、第1段点火40秒前に第2段MNTVC装置駆動用熱電池に点火、同15秒前に第1段MNTVC装置駆動用ホットガスジェネレーク (SPGG) に点火する。発射は基準上下角約82度、方位角約150度で行う。第1段MNTVC装置によるピッチ、ヨー制御は発射後3秒から74.5秒までゼロリフト軌道に沿って行う。また、同時間帯のロール制御はSMRCにより行う。同75秒には、第2

段点火と1/2段分離を同時に行う（FIH分離方式）。

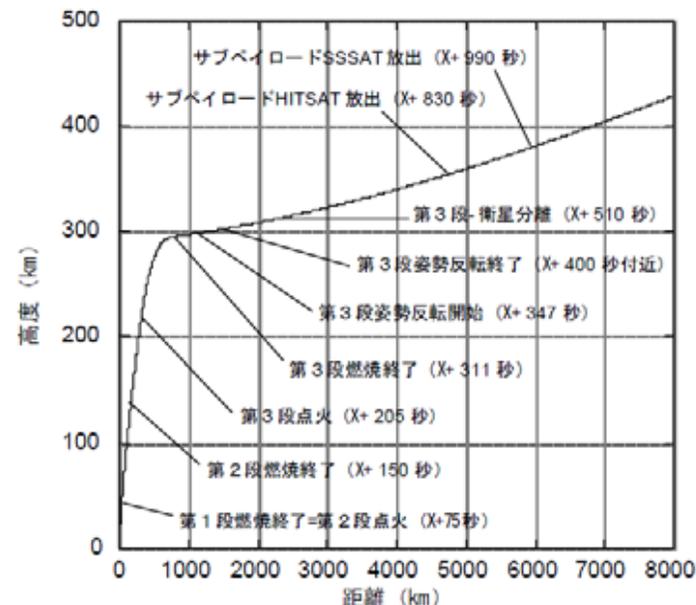
第2段点火後にドッグレッグを開始するが、同段推力飛行中の3軸制御は、MNTVC装置によるピッチ、ヨー制御（75.7秒～152秒）と、第2段計器部（B2PL）に搭載のSMRCによるロール制御（75.7秒～139.5秒）により行う。1/2段接手に搭載されたSMSJによる3軸制御はMNTVC装置とオーバーラップして139.5秒～199.5秒にて行う。152.5秒には、第3段点火方向への姿勢変更（第2段リファレンスチェンジ）を開始する。ノーズフェアリングは186秒に開頭する。

第3段は発射後200秒に第2段より分離され、SJ装置による3軸制御下でノズルを伸展し、伸展機構を投棄後、205秒に点火される。点火後はMNTVC装置によるピッチ、ヨー制御（205.5秒～315秒）が行われる。第3段モータ燃焼終了直前の306秒にSJ装置の制御モードを再び3軸制御に切り換えるとともに、347秒より衛星分離姿勢へのマヌーバ（第3段リファレンスチェンジ）を行う。510秒に衛星から分離する。

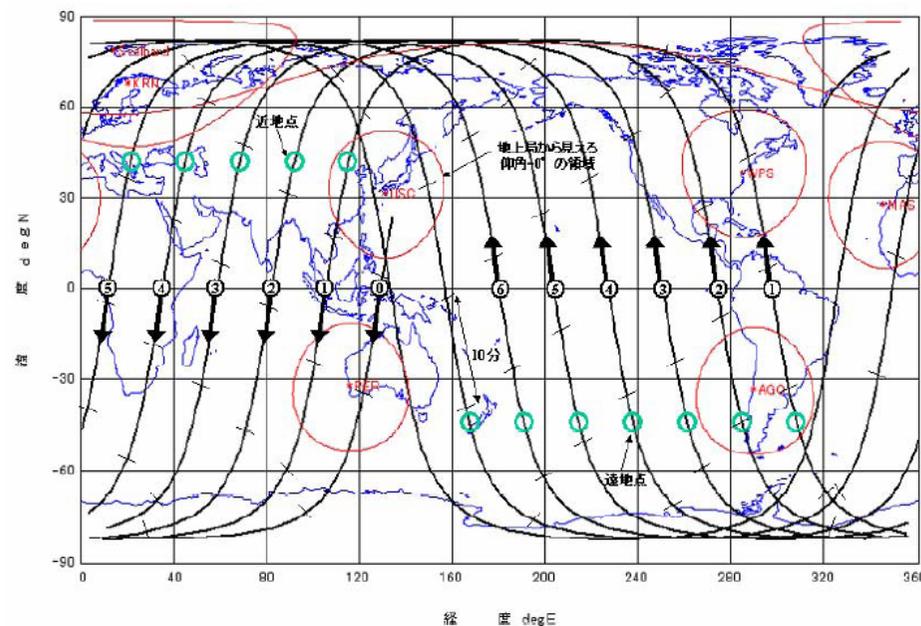
飛行中に生ずる軌道の分散を補正して最終達成軌道の目標軌道からの誤差を極力小さくするよう地上からのコマンドによる電波誘導を複数回行うことが可能である。

なお、サブペイロード（HIT-SATおよびSSSAT）の分離はそれぞれ830秒および990秒に行う。

基準とする飛行経路、及び、初期軌道軌跡を第3（a）図（PDF：25KB）、第3（b）図（PDF：133KB）に示す。



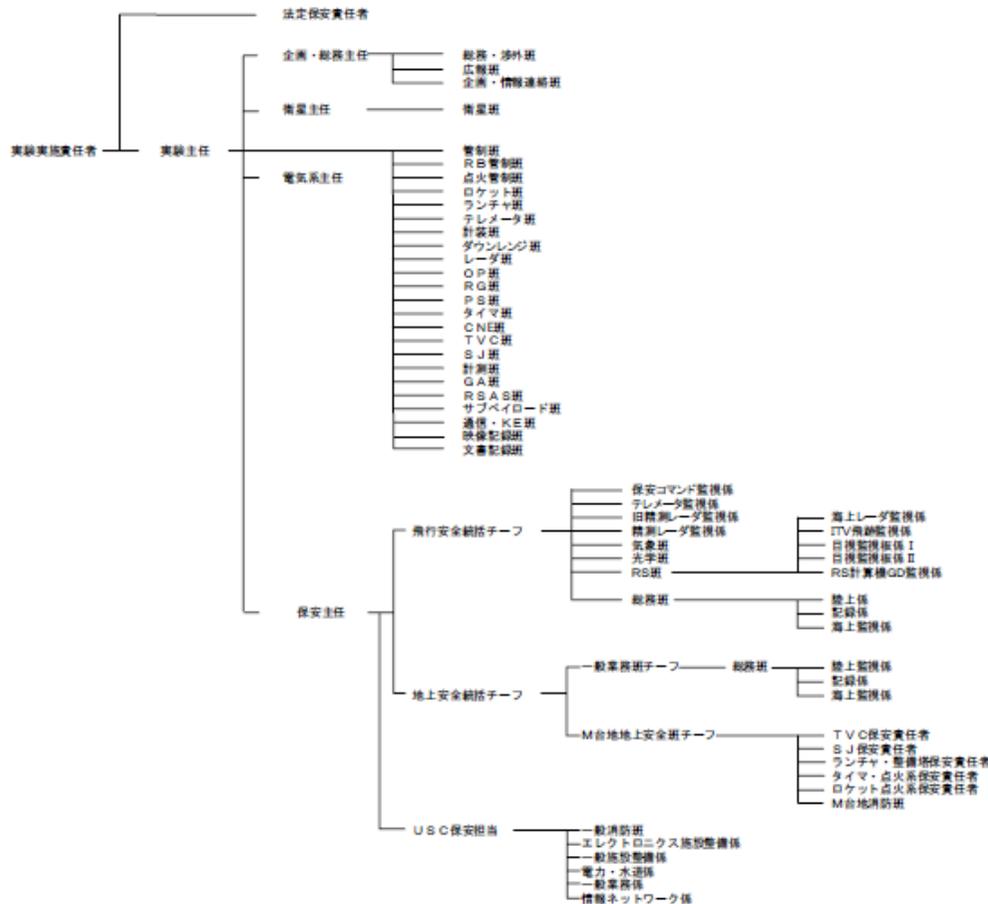
第3(a)図 M-V-7号機飛行経路



第3(b)図 SOLAR-B初期軌道軌跡

4. 打上げ体制

第4図 (PDF : 34KB) に示すように打上げ体制を組織する。実験実施責任者あるいは実験実施責任者の命を受けた実験主任の指揮のもとに作業を進め、安全面に係わる作業は実験主任の命を受けた保安主任を中心として実施する。各班は緊密な通信手段により有機的に機能するように配置し、安全上のあらゆる問題点について、実験主任まで報告される体制を確立している。



第4図 打上げ体制

第3章 地上安全計画

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と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処置終了までの一連の作業について、必要な安全対策を実施する。

3.1 節 全般

1. 地上安全の目的と範囲

地上安全の範囲は次の通りである。

ロケット等の観測所における保管、整備、組立て、打上げ及び撤収の各作業における安全。

地上安全の目的は、上記の各作業時の安全施策を実施して、災害を未然に防止し、また万一災害が発生した場合には被害を最小限に止め、公共の安全を確保することである。

(注) 打上げ時の観測所周辺のロケット警戒区域及び関連した海・空域の警戒・監視は飛行安全の範囲に含める。

2. 関連規定等及び安全教育

地上安全に関連した国内法令等を第4表に示す。

また、地上安全確保のため、必要に応じて作業等の安全基準を定め、射場・飛行運用安全技術基準および安全手帳(「適用文書」参照)にこれをまとめるとともに、安全教育を実施し安全の徹底に努める。

第4表 地上安全関連国内法令

法律	政令	規則等	規制事項
火薬類取締法	火薬類取締法施行令	火薬類取締法施行規則	ロケットモータ付属火工品の運搬・貯蔵・消費等について規制
高圧ガス取締法	高圧ガス取締法施行令	容器保安規則 冷凍保安規則 一般高圧ガス保安規則	運搬・製造・貯蔵及び冷凍機について規制
消防法	消防法施行令	消防法施行規則 危険物の規制に関する規則	危険物の取扱いについて規制
毒物及び劇物取締法		毒物及び劇物取締法施行規則	毒物の取扱いについて規制
電気事業法	電気事業法施行令	電気事業法施行規則 電気設備に関する技術基準を定める省令 電気関係報告規則	電気設備の維持・管理・技術基準につき規制
電波法	無線従事者操作範囲令	電波法施行規則	ロケットの打上げ時の通信、ロケット衛星の追跡のための電波の仕様、通信者の資格等を規制
労働安全衛生法	労働安全衛生法施行令	労働安全衛生規則	職員の保健及び安全保持

3.2節 保安物（火薬類・危険物及び高圧ガス等）

1. 種類及び数量

M- -7号機打上げで使用される固体推進薬・火工品等の保安物（火薬類・危険物・高圧ガス等）の種類・数量及び使用箇所を第5表に示す。

第5表 M- -7号機打上げに使用する火薬類・危険物及び高圧ガス一覧表

名称	使用箇所	使用量(kg)	組成、性質、外観等	法令の種類
コンボジット系固体推進薬	第1段モータ 第2段モータ 第3段モータ SMRCモータ SPGG	71,864 kg 33,143 kg 10,770 kg 104 kg 43 kg	過塩素酸アンモニウム（酸化剤）を主とし、ポリブタジエン（燃料結合剤）及びアルミニウム紛（金属燃料）等からなる固体推進剤。 発火点；約400度	火薬類
附属火工品・イグナイタ・切断薬・シェードチャージ	各段モータ 1/2段接手 NF SEP-NUTカートリッジ B1-SO B2-SO B3-SO	0.082 kg 0.072 kg 0.145 kg 0.010 kg 0.233 kg 0.051 kg 0.051 kg	ポロン、硝石を主剤とする点火薬 RDX RDX チタンハイドライド系 RDX RDX RDX	火薬類
ヒドラジン	機体（SJ用） 衛星（RCS用）	20 200 （予備70 l）	N ₂ H ₄ （ヒドラジン）	危険物（毒物）
高圧窒素ガス	M組立室用（窒素ガス製造設備） 機体（SJ用）	900 （24.5MPa） 20 （1.96MPa）	N ₂ （気体） N ₂ （気体）	高圧ガス

	整備塔1階（油圧用）	300 （12.2MPa）		
高圧ヘリウムガス	機体（RCS用） M器材庫（放球用） M14MNTVC 駆動試験用	56 （2.28MPa） 4,230 （14.7MPa）	・He（気体）	高圧 ガス
作動油	ランチャ台車機械室 整備塔11階 運搬台車、 頭胴部移動台車	1,500 ・500 ・計250	危険物第4類第4石油類 引火点200度	危険 物

2. 固体推進薬等の火薬類の貯蔵

観測所内に搬入された火薬類は、法定責任者立会いのもとに専用の貯蔵庫、すなわち、モータ類はM推薬庫、付属火工品は1級火薬庫にそれぞれ貯蔵するが、貯蔵方法は法令の技術基準にしたがって行う。これら火薬庫に設置されている火災・盗難防止のための警報装置は受付(守衛所)において監視し、関係者以外の立入り禁止、火災、盗難等の災害の未然防止をはかる。さらに、夜間は警備担当者により巡回監視を行う。万一異常が発見された場合は予め定められた処理要領にしたがって措置する。なお、貯蔵保管に関しては、常に推進薬を安定な状態に保つため空調による温度制御(室温20～25度、湿度50～60パーセント)を行う。

3. 危険物の貯蔵

危険物(ヒドラジン)は、消防法に準拠して設置された少量危険物貯蔵庫に貯蔵し(第5図(PDF:177KB)参照)、同法の定める基準及び規定に準拠した貯蔵方法

で保管する。なお、危険物貯蔵庫は火薬類と同様に、特に警備担当者による夜間巡回監視を行い、火災等の災害の未然防止をはかる。

4. 火薬類・危険物及び高圧ガス等の使用に当たって必要とされる手続

固体推進薬等の火薬類・危険物及び高圧ガスは、その貯蔵・取扱い・消費等に当たって、第4表のそれぞれの該当法令にしたがって法手続きを行い、規制内容にしたがって取扱いを行う。

5. 保安物の取扱い及び安全の確保

保安物の取扱いについては、射場・飛行運用安全技術基準および安全手帳(「適用文書」参照)に記されている各種規定及び昨今の状況を考え、必要な管理項目に基づき行う。代表的なものは下記のとおりである。

- (1) 推進薬等の取扱いに際しての静電気対策(接地、静電気板、アースバンドの着用等)に関しては、射場・飛行運用安全技術基準および安全手帳に規定されており、これを遵守する。
- (2) 保安物の取扱いに際しては、作業員の安全を確保するため、特殊作業衣、安全靴、保護面等の保護具を着用する。
- (3) ロケット、人工衛星等への高圧ガスの充填・加圧作業については、作業員の安全を確保するため原則として遠隔操作とするが、止むを得ず機側操作するときは、防護設備の使用等の対策をとる。
- (4) ロケットの推進薬等の取扱い施設については、不審

者の立ち入り等を防止するため、防犯警報装置による常時監視に加えて、夜間等には警備担当者による巡回監視を行うことにより、万全を期す。

(5) ロケットの推進薬等の存在する区域については、事故等を防止するため、ライター、グラインダー、溶接機、バッテリー等の持込み及び非防爆電気機器の使用等を規制する。

(6) その他、ヒドラジン等の取扱い基準(含 後処理)、電波放射作業に関する対策に関しても射場・飛行運用安全技術基準および安全手帳に規定されており、これを遵守する。

3.3 節 地上安全の施設・設備と運用

観測所内には、ロケット打上げ実験実施に直接、間接に必要な多くの施設・設備が配置されているが、そのうち地上安全に関連したものについて、以下にその概要を記す。

1. 危険作業関連施設・設備

打上げ作業のうち、モータ運搬、モータ及び火工品組付・組込み、ランチャ装着、点火系結線、導通チェック等の重要かつ危険を伴う作業は、主としてM台地で実施する。危険作業に関連した施設・設備とその機能を第6表に示す。クレーン・台車類の運転は、必ず免許の取得者によって行う。

第6表 重量物運搬台車・クレーン等一覧表

クレーン

名称	荷重	
整備塔内天井クレーン	50トン	1台
50トン門型クレーン	50トン(50トン×2)	1台
推薬庫内天井クレーン	60トン	1台
推薬庫内天井クレーン	20トン	1台
誘導制御整備センターホイスト	2トン	2台
誘導制御整備センターホイスト	1トン	1台
M組立室天井クレーン	5トン	1台
クリーンブース天井クレーン	2.5トン	2台
クリーンブース前室天井クレーン	1トン	2台
SAクリーンルームクレーン	5トン	1台
器材庫ホイスト	2トン	2台
動釣合天井クレーン	2.8トン	1台
KS組立室天井クレーン	10トン	2台
頭胴部調整室	1トン	1台

台車

名称	機能
M- モータ移動台車	M- 1段モータ、2段モータの整備、運搬用
SB - 735台車(2台)	重量物の運搬用
M- 頭胴部移動台車	M- 頭胴部の整備、運搬用

2. 防災・消火の施設・設備

災害防止のため、以下の設備等を設置し、消防署等の指導を受け、適切に管理・運用する。火災やガスの検知及び防犯警報等の情報は集中管理する。また、諸設備については事前に点検を行う。

(1) 電力・水道の集中管理

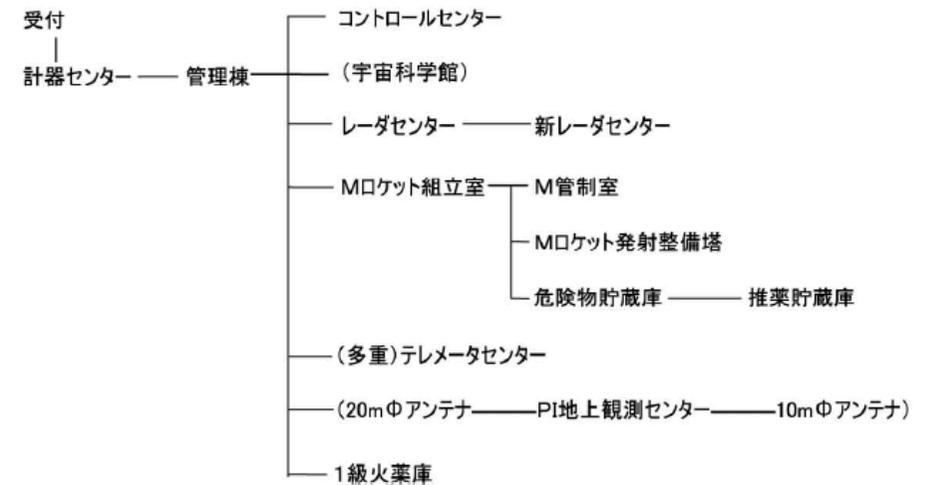
電力・水道などは、観測所内各種施設・設備の運用に不可欠であり、したがって受電・給水状況を常時正常状態に管理運営することが要求される。このため受電・給水の集中制御方式を整備し、管理棟集中管理室の電力・水道集中管理盤によって、観測所内各地域施設・設備の電力・水道状況を常時自動的に一括集中管理している。なお、これらの状況は、自動記録装置に記録・保存し、電力・水道の需給状況の把握と故障箇所の発見を容易にし、配電・給水設備の信頼性向上に役立てている。

(2) 自動火災報知機及び警鳴装置

主要施設・設備には自動火災報知機と警鳴装置及びITVカメラを設置、また、危険物貯蔵庫、取扱室、クリーンブース、整備塔にはヒドラジン検知器も併せて設置し、受付(守衛所)の監視盤で一括集中監視する。これらの設置場所を第5(a)、(b)図(PDF:177KB)に示す。

(3) 警告灯・立入禁止標識・サイレン等

観測所内の主要箇所には危険作業を知らせる警告灯や立入禁止標識などを備えており、加えて、警備員に



第5(a)図 内之浦宇宙空間観測所 火災報知器系統図



注) *1:ITVカメラ設置場所
*2:ヒドラジン・NTO 検知器設置場所(推進剤とともに移動)

第5(b)図 内之浦宇宙空間観測所 警鳴装置系統図

よって立入禁止区域への関係者以外の出入りを規制している。さらに、危険発生を知らせる緊急サイレン及

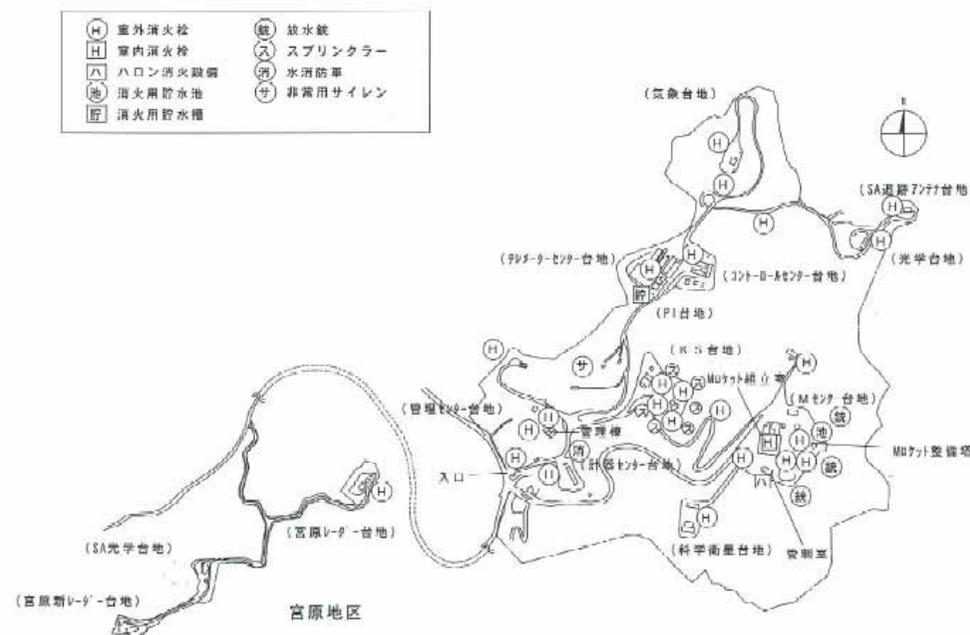
び無線式拡声装置を備えている(第6図(PDF:21KB))。



第6図 内之浦宇宙空間観測所 警報装置配置図

(4) 防火・消火設備

万一火災が発生したときのために、消防自動車・消火栓・消火銃・スプリンクラー等を備えている。これら設備の配置場所を第7図(PDF:314KB)に示す。



第7図 内之浦宇宙空間観測所 防災施設配置図

(5) 防災防具

作業の安全確保のため種々の防災防具・保安帽・安全靴・高所作業用安全バンド・防毒マスク・ロープ・なわばしご・脱出シュート等を各作業現場において使用する。

(6) ヒドラジン等廃液処理設備

危険物貯蔵庫にはヒドラジン廃液処理設備を設置する。

3. 各種気象警報(荒天時の対策)

作業実施中に「台風警戒報」、「雷警戒報」又は「波浪警戒報」等が発令された場合、あるいは地震が発生した場合には、作業を停止し、必要な安全対策を実施した後、安全な場所への退避を行う。

雷雲の接近は屋外作業時には特に危険なものであり、また落雷は施設・設備に大きな被害をもたらす恐れがある。したがって雷雲接近時には屋外作業中断、あるいは屋内作業へのスケジュール変更などを含め、早めに適切な措置を講ずる必要がある。このため通常気象情報はもとより、コントロールセンタ、KSロケットセンタ及びM組立室に設置された雷検知装置によって雷雲情報を取得し、放送等により、観測所内に伝える。

警報等解除後等には、ロケット、衛星、施設設備等の必要な点検及び被害調査を実施し、安全が確認された後平常作業への復帰を行う。

3.4 節 地上安全管制

1. 全般

観測所内におけるロケット等の整備・組立て等の準備作業と打上げ作業における安全確保が地上安全管制の主な任務である。今号機では予め決められた日程に沿って、準備作業ならびに打上げ作業を行い、特に、発射当日（Y-day）には別途定めるタイムスケジュール表に沿って、発射約12時間前から発射時刻まで、細心の注意のもとに作業を進める。

地上安全の観点からみれば、打上げに至るまでの作業はロケットの打上げに直接係わる危険作業と、危険作業を実施する上で必要な支援的作業、すなわち、関連施設・設備の保守・点検・電話による通知・指示・相互連絡や立入禁止区域への出入規制等の作業に大別される。そして、これら地上安全に関する作業は第4図（PDF：34KB）

に示す地上安全運用組織のもとに安全管制を実施する。

2. 安全管制

打上げ作業期間中は、モータ運搬、モータ及び火工品組付け・組込み、ランチャ装着、点火系結線・導通チェック等の危険作業が行われるが、これらの危険作業は主としてM台地で実施する。これらはM管制室の総合管制卓からの放送及び指令電話により、実験主任の指示にしたがって進める。事故等の発生及び被害の拡大防止を図るため、管制卓では制御監視盤・ITV等によって常時作業状況を監視し、安全上支障が生じ又は生ずるおそれがあるときは、実験主任により作業の全部又は一部の停止を指令するとともに安全上必要な措置を講ずる。

ロケットの組立等の危険作業の各段階では、3.6節に述べる警戒区域が設定されるが、設定対象となる危険作業と併行して行われる他の危険作業は禁止されており、これは総合管制卓に於いて管理される。

放送指令電話の系統を第8図（PDF：304KB）に示す。

3. 危険作業及び危険箇所

打上げに直接係わる危険作業は、ロケット・点火系、推力方向制御系、姿勢制御系、衛星に関する作業及びランチャ・整備塔等における作業に大別される。第7表に主要な作業及び実施箇所を示すが、これらの作業は予め定められた実行組織・実施要領にしたがって行う。

4. 安全確保の周知徹底

準備・打上げ作業の安全確保を周知徹底するため、作業日程開始時の実験班全員打合せ会、保安責任者打合せ

た場合の原状復帰までの手順を言う。M-7号機にはアンビリカル切り離しという操作がない。よって、緊急停止までのチェックポイントは搭載機器電源ONと点火系のフライト側への切り替えである。緊急時には適宜、点火装置を安全側に切り換えるとともに搭載機器の電源をオフにしてランチャを整備塔に格納する。

3.6 節 警戒区域の設定と運用

ロケットの打上げに係る作業期間中の各段階に応じて、射場周辺の状況を踏まえつつ、警戒区域を設定して関係者以外の立ち入り規制を行う。なお、警戒区域の設定の前提となる保安距離の算定においては、宇宙開発委員会・安全部会により平成16年12月に改訂された「ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準」を用いる。

1. 保安距離の算定

(1) 整備作業期間

ロケット組立ての各段階における推進薬及び液体燃料量に応じて保安距離を算定する。同「安全評価基準」による算定結果は、第9(a)表のとおりである。

(2) 打上げ時(発射準備体制に入った後)

発射準備体制に入った後は、爆風、飛散物、ファイアボールによる放射熱、2次爆発による爆風と飛散物、及び、搭載液体燃料の拡散に対して個別に保安距離を算定し、それらのうち最大のものを保安距離として設定する。同「安全評価基準」に基づく算定結果は、第9(b)表のとおりである。

打上直後の事故あるいは保安措置によるロケット及

びSOLAR-B搭載のヒドラジンの拡散が評価された。その結果、1/10IDLHとして発射点を中心に1,300メートルを考慮すれば良い事が判り(第9(b)表)、この区域が警戒区域内に含まれることから(第10図(PDF:25KB))打上げに際して特別の通報体制を採らない事とした。

2. 警戒区域の設定

前項において算定された保安距離に基づき、以下の警戒区域を設定する。

- (1) 整備作業期間 警戒区域としては発射点を中心とする半径381メートルとする事で良いが、警備(管理)の容易さを考え、M台地入口の五運橋(国道との接点)で一般の立ち入りを規制する(第9図(PDF:72KB))。

(射点)~(五運橋)間の距離 = 700メートル

この区域については、事故等の防止のため、関係者以外の立ち入りをすべて禁止するとともに、要所に警戒員を配置して警戒を行う。

- (2) 打上げ時(発射準備体制に入った後)

打上げタイムスケジュールに入り、ランチャ角度が設定される発射約2時間前以降は、発射点を中心とする半径2.1キロメートルの区域と、飛行安全上の警戒区域を含め、警戒する。区域内の国道を規制すると同時に、一般人には警戒区域外への退避を依頼する(第10図(PDF:25KB))。関係者以外の立ち入りを規制するため、立て札による表示等を行うとともに、要所に警戒員を配置して巡回等必要な措置を講じる。

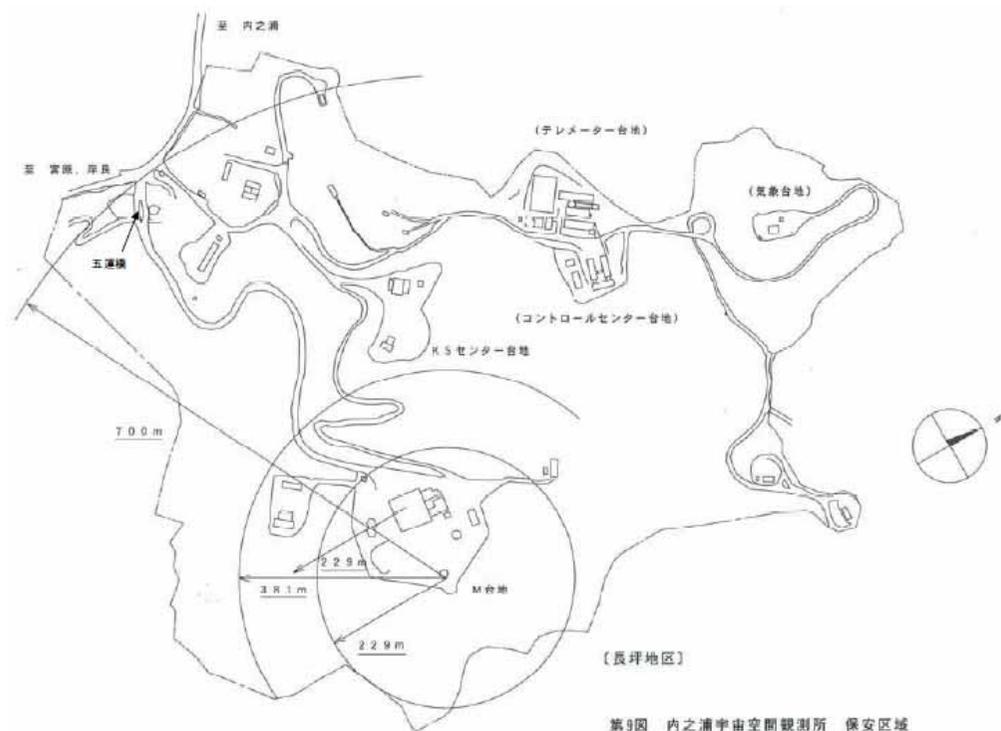
第9(a)表 整備作業期間中の警戒区域

	場所	対象モータ及び薬量 (kg)	保安距離 (m)	警戒区域の設定
第1組立オペレーション	M組立室/M整備塔	第1段 (SPGG含む) : 71,907 第2段 : 33,143 第3段 : 10,770 SMRC/SMSJ : 104 計 : 115,924 ヒドラジン : 20	229	M発射整備塔を中心として半径700メートルの区域を警戒区域とする。(五運橋で規制)
第2組立オペレーション	M組立室/M整備塔	第1段 (SPGG含む) : 71,907 第2段 : 33,143 第3段 : 10,770 SMRC/SMSJ : 104 計 : 115,924 ヒドラジン : 20	229	
フライトオペレーション	M整備塔	第1段 (SPGG含む) : 71,907 第2段 : 33,143 第3段 : 10,770 SMRC/SMSJ : 104 計 : 115,924 ヒドラジン : 150	229 / 381 (注)	

(注) 点火系作業等の危険度の高い場合

第9 (b) 表 打上げ時地上安全に係る警戒区域に関する
爆風等に対する保安距離

爆風及び飛散物	保安距離
爆風に対する保安距離	R=1,060メートル
飛散物に対する保安距離（固体推薬と液体推薬が共存）	R=1,355メートル
ファイアボールによる放射熱に対する保安距離	R=787メートル
2次爆発による爆風と飛散物に対する保安距離	R=2,040メートル
ヒドラジンの拡散に対する保安距離	R=1,300メートル



また、発射点近傍の海上警戒に関しては、発射直後の保安処置に伴う破片の落下確率が射場・飛行運用安全技術基準が示す値以上となる海域を警戒する事とする（第10図（PDF：25KB））。海上警戒区域内においては、観測所内の海上監視レーダにより適宜監視を行うとともに、発射2時間前からは宇宙航空研究開発機構の備船により直接警戒を行う。

空域については、発射点の上空高度18キロメートルまでを警戒空域とする。

第4章 飛行安全計画

ロケットによる人工衛星等の打上げに伴い不可避免的に発生する落下物や万が一ロケットに異常が発生した場合の落下物に対して、人並びに航空機及び船舶の安全を確保するために、必要に応じて適切な方策を講じる。

4.1 節 全般

1. 飛行安全の目的と範囲

ロケットが飛翔する際は、燃焼終了後の各段ロケットの分離、各種付属物の切り離し、あるいは万一の場合における指令破壊などによって各種の物体が地表に落下するが、これに伴って発生するおそれのある地上の各種施設・人命・海上船舶・航空機などに対する危険を未然に防止し、かつ万一の場合においてもそれらに対する被害を最小限に止めるように図ることが飛行安全の目的である。

飛行安全はロケットの飛翔に伴って生じる可能性のある危険の全てをその対象と考え、発射直後から最終段軌

道投入までをその取扱うべき範囲とする。そして飛行計画において、安全の確保、飛翔軌跡の確認、異常飛行時の保安措置方法の確立などを図るものである。

2. 飛行安全上の原則

ロケットの飛行計画の策定に際して飛行安全の立場から考慮すべき原則は以下の如くである。

第一に、落下物体が地上の人命・施設・海上船舶・航空機などに与える危険を最小のものにするため、正常飛翔において各段が地表に落下する区域（落下予想区域）が陸地及び諸外国に近接する海域外にあり、また主要航空路と船舶航路をできるだけ含まないことである。第二には、異常飛翔の場合に、落下物体が陸地・航空機・海上船舶に与える危険をできるだけ少なくすることで、そのためには計画飛翔経路が陸地・主要航空路・船舶航路をできるだけ避けていることが必要である。これらの原則の下に飛行計画が策定されるが、通常時の船舶密度（単位海上面積あたりの船舶の総面積）が陸地、島などから離れるにつれて小さくなり、100キロメートル以遠の海域では船舶密度は 10^{-4} ～ 10^{-5} に下がることを考慮して、計画飛翔経路を陸地と島から100キロメートル以上離れた海域にとり、かつ落下予想区域も陸地、島などから十分離れた海域にあるように飛行計画をたてることが最も安全な方法である。加えて、発射の際は予め水路通報を出すので、船舶への落下危険率はさらに低くなることが確実である。ただし、発射の直後については、さきの要件を満たし得ないことは明らかであるので、別の配慮（警

戒区域の設定）が必要である。内之浦の場合、船舶の監視結果によれば、海岸付近については、船舶密度は平均として 2.8×10^{-4} であり、100キロメートル以遠の値に比して特別の注意が必要であるが、現実にはUSC内のレーダ、光学観測による海上警戒を行い、安全の確保につとめている。

3. 関連法規

飛行安全に関する法令は現時点ではないが、関連したものを巻末に参考文献としてあげる。これらの制約あるいは精神を配慮して飛行安全を図る。ロケット実験の海上船舶、航空機等への通報はこれらの法令ないし条約に準拠して行う。

4. 関連資料

飛行安全確保のため、旧宇宙科学研究所においては関連した装置及びシステムの研究開発に鋭意努力をつみ重ねてきた。おもな関連資料を巻末に参考文献としてあげる。

4.2 節 飛行計画

前節で示した原則に則り、飛行計画を策定する。飛行経路平面図を第11図（PDF：37KB）に示す。正常飛行時の落下物は、第1段モータ、第2段モータ、及びノーズフェアリングである。ただし、第2段モータとノーズフェアリングは同じ区域に落下する。各々の落下予想区域を第12（a）図（PDF：24KB）、第12（b）図（PDF：27KB）に示す。推力飛行中のロケットが瞬時に推力停止した場合の落下点の軌跡（落下予測点軌跡）は人口稠密地域から可

能な限り離れて通過している(第13図(PDF:37KB))。

なお、発射直後の飛行安全確保のため発射点近傍に第10図(PDF:25KB)のような警戒区域を設定する。飛行経路が航空路を横切るので運用上注要する。飛行経路あるいは落下予想区域にかかわる航空路に関しては関係機関と緊密な連絡を取りつつ実験を実施することとしている。

付け加えておくが、各段の落下点の分散区域は楕円状であるにもかかわらず、第12(a)図(PDF:24KB)、第12(b)図(PDF:27KB)の各段落下予想区域が台形になっているのは、船舶・航空機等への通報の便宜を考慮したものである。なおこの台形が、落下点分散域としての楕円をその内部に含んでいることは言うまでもない。

4.3節 飛行安全システム

飛行時において異常が発生したときは、他に及ぼす危険を未然に防ぐため、的確に状況を把握し、迅速に適切な保安措置を講じる必要がある。このためには刻々の飛行状況を監視し、万一の場合には迅速に保安措置を講じる体制を整えておくとともに、保安措置に必要な諸機能を整備しておくことが必要である。

1. 飛行状況の監視及び保安措置体制

飛行状況を監視するため、コントロールセンタ飛行安全卓を中心に第14図のような体制が敷かれ、レーダ・テレメトリ・光学監視等より取得される情報は電気信号あるいは音声によって飛行安全卓に伝達される。これらの情報及び伝達方法は下記の如くである

(1) 光学監視：4箇所ある光学観測点のうち、通常は発射

方位によって選択された2箇所から、光学カメラによってロケットが追跡される。また2箇所で固定ITVとアイスクリーン板(目視監視板)を用いて飛行状況が監視される。光学追跡情報は架台の方位、仰角データあるいは直接画像が、アイスクリーン板情報は指令電話とランプ表示器によって、固定ITV画像情報は直接コントロールセンタ飛行安全卓にそれぞれ送られる。光学的監視は主として発射点から比較的近い第1段燃焼中がその対象である。

(2) テレメトリ：飛行状況を知るために種々のテレメータ情報が取得される。タイムシーケンスに沿った各イベントの確認データ、モータの燃焼状況をみるための機軸方向加速度計(チャンバ圧力計)、段間切離しの状況を見るための機軸及び横方向加速度計などのデータ、制御の状況を見るための姿勢制御部(CN)、推力方向制御部(TVC)、固体モータールール制御部(SMRC)などの作動データ、あるいはこれに関連した姿勢の状況を見るためのジャイロ角・スピンなどの姿勢データ等の各種の情報が、指令電話あるいは表示装置でコントロールセンタ飛行安全卓に送られる。またこれらテレメトリデータは飛行安全監視計算機システムに伝送される。

(3) レーダ：ロケットの飛行経路を観測するため、精測レーダ及び旧精測レーダによってロケットが追尾される。各レーダで得られた現在位置(PPI)情報が指令電話で飛行安全卓に伝えられるとともに各レーダデータ

は誘導制御計算機システムに伝送され、集中的に管理処理された後、より精密で信頼性の高い飛行経路のPPI及び各種の予測数値が要求に応じ瞬時に提供されるとともに、グラフィックディスプレイ（GD）にも表示され、飛行安全のための監視に利用される。また、各レーダデータは直接飛行安全監視計算機システムに伝送される。

(4) IIP：IIPはロケットの推力をある時点で瞬時に停止した時のロケットの落下予想点を表すもので、飛行経路の正常・異常を瞬時に判断するのに適している情報である。IIP及び対地速度は、伝送されたレーダデータに基づき飛行安全計算機システムにより計算される。

(5) 飛行安全監視計算機システム：このシステムは、飛行状況を迅速かつ的確に判断するために、レーダデータ、テレメトリデータ、ITV光学追跡データなどを集中管理し、時々刻々に最も適当なデータを選択、組合せてカラーのグラフィックディスプレイ（GD）に表示することを目的としたものである。

このシステムでは表示装置に2台のGDが用いられ、第10表に示すNo.1～No.12までの12種類の画面の中から2画面が選ばれ予め設定されたタイムシーケンスに従って、あるいはGDの前におかれた画面切換えスイッチによる割込みによってGDに表示、監視される。

飛行安全監視計算機システムを主とした監視体制のもとで、飛行安全卓では飛行安全総括チーフを中心に、第14図に示すような指令電話系統によって、各関連部

第10表 飛行安全監視計算機システムGD画面

画面 No.	内容
1	精測データからの現在位置情報の垂直面および水平面投影（PPI）、速度ベクトルの表示（FINE表示）
2	画面No.1と同じ（Coarse表示）
3	精測レーダに基づくIIP情報（FINE表示）
4	画面No.3と同じ（Coarse表示）
5	光学架台データに基づくPPI情報
6	テレメータデータによるピッチ/ヨー角およびロールレートの表示
7	加速度および対地速度の表示
8	テレメータデータによるモータ内圧の表示
9	テレメータデータによるピッチ/ヨー角誤差とピッチレート/ヨーレートの表示
10	精測レーダに基づく方位角のずれ情報とテレメータからのヨー情報の表示
11	姿勢情報、加速度、モータ内圧、高度、対地速度、スラントレンジ情報に基づく信頼性評価画面
12	画面No.3と同じ（Middle表示）

署と緊密に連絡を保ちながら状況を適確に把握し、万一異常が発生した時には迅速に保安措置（保安コマンド送信）を講ずる。

打上げ体制上からは、飛行安全指揮系統は第4図

(PDF:34KB)のように、実験主任、保安主任、飛行安全総括チーフの順であるが、発射時以降緊急の場合には飛行安全のための指揮権は全て飛行安全総括チーフに委譲される。

2. 保安措置機能

M-7号機では、ロケットが異常をきたしたとき保安措置を講じるため次のような保安機能を有している。

(1) 保安用コマンド：保安用コマンドには7種類ある(第11表)。

第11表 保安コマンドの機能分担及びアーミングのタイミング

保安コマンド	機能	アーミング(秒)	搭載場所
CM-A1	第2段タイマ停止	$X - 49.0 \sim X - 0.5,$ $X + 5.5 \sim X + 200.0$	第3段
CM-B1	第3段タイマ停止	$X + 197.5 \sim$	
CM-A2-A	第1段モータSO, 第2段タイマ停止	$X + 5.0 \sim X + 73.0$	
CM-A2-B	第2段モータSO, 第2段タイマ停止	$X + 73.0 \sim X +$ 200.0	
CM-B2	第3段モータSO, 第3段タイマ停止	$X + 190.0 \sim$	
CM-A3	SMRC停止, SMSJ停止	$X + 5.0 \sim$	
CM-A4	SMSJ停止	$X + 5.0 \sim$	

(2) SO点火系：保安用電子機器としてのコマンド受信機、これを受けて保安上の機能を実行する中枢となるタイ

マ、点火ボックスなどは第2段計器部及び第3段計器部に搭載されている。保安上の実行機能はタイマの停止と第1段から第3段までのSO装置の作動である。第1段SO装置は下部セグメントの両側を成形爆薬で破壊する方式、第2、第3段SO装置はコニカルシェードチャージを用いたケース破断方式である。

3. 電波リンク(テレメトリ・コマンド・レーダ)

M-7号機が3の分散範囲の飛翔経路に沿って飛翔した場合の内之浦宇宙空間観測所から視た上下角の時間的变化を第15(a)図(PDF:58KB)に示す。これで明らかな通り、ロケットは3段燃焼終了(発射後309秒)まで上下角15度以上の可視範囲を飛翔する。上下角が15度となる時点の観測所からの直距離は約900キロメートルであるが、第15(b)図(PDF:48KB)、第15(c)図(PDF:49KB)、第15(d)図(PDF:42KB)に示す通り、この距離におけるテレメータ回線、コマンド回線そしてレーダ回線の信号強度余裕は十分確保されている。

4.4節 飛行安全システムの運用

1. 保安措置判断基準

保安措置をとるためのM-型ロケットにおける判断基準は、種々の保安解析を基にして、基本的には次のように定められている。

- i) 第1段(B1)不点火の時は緊急停止。点火管制装置停止。
- ii) B1が落下限界線を越えて落下する恐れが認められる場合には速やかに指令破壊。

- iii) 第2段(B2)または、第3段(B3)が落下限界線を越えて落下する恐れが認められる場合には速やかに指令破壊。
- iv) B1、B2の飛行制御(推力方向制御、ロール制御、3軸制御)において異常が認められた時は、速やかに飛行制御を中止。
- v))~)の判断に必要なデータが得られず、かつ、ロケットが落下限界線を越えて落下する恐れがある場合には、速やかに指令破壊。

なお、保安措置を実行するSO装置はX+5秒迄は作動しない。その理由については、本節第3項で述べる。

2. 運用

4.4節1項で述べた判断基準に基づいて、飛行状況のチェック及び異常飛翔時には保安用コマンド送信を行うが、飛行安全を確保するため、以下のような各種の限界線を用いる。

(1) 落下限界線

保安措置が講じられた場合に、ロケット及び破片の海面における落下域がその外に出ないことを保証する限界線である。原則として、射点近傍においては海岸線から3キロメートル以上、また遠方においては海岸線から30キロメートル以上離れた線を落下限界線とする(第16図(a)(b))。

(2) IIP破壊限界線

落下物の落下範囲を落下限界線内に限定するため、IIP表示画面にIIP軌跡がこれを侵す時点までに保安措

置を講ずれば、落下物が落下限界線の外に落下することのないIIP破壊限界線を設ける。遠距離IIP破壊限界線は第2段及び第3段の異常飛翔に対する保安措置に対するものである。遠距離IIP破壊限界線は、燃焼中の任意の時点で異常を生じロケットが任意の方向に姿勢を変えてそのまま5秒間飛翔した時点で推力停止が行われた時の落下物分散域が落下限界線に接するような場合に対応する異常発生時のIIP軌跡である。近距離IIP破壊限界線は第1段の異常飛翔に対する保安措置に対するものである、燃焼中の任意の時点で異常を生じロケットが任意の方向に10度姿勢を変えてそのまま3秒間飛翔した時点で推力停止が行われた時の落下物分散域が落下限界線に接するような場合に対応する異常発生時のIIP軌跡とする。3秒間はIIP表示の遅れ、異常検知より保安措置を講ずるまでの時間遅れ等に対する余裕時間である。遠距離IIP破壊限界線に対しては余裕時間を5秒とする。

3σ IIP軌跡上には島嶼やオーストラリア大陸が存在する。これら島嶼や大陸の周囲にも沿岸30キロメートルの海域を落下限界線とし、これに対し上記と同様の考え方で「ゲート」を設ける。運用に際しては、IIP軌跡がこれら「ゲート」に近づく直前までの飛翔状況を監視し、正常であることを条件としてゲートを通過させる。

以上のようにして定められたIIP破壊限界線を第16(a)、(b)図に示す。

3. 飛行安全に関わる警戒区域（発射直後の保安）

発射5秒後までは安全上の理由から、保安コマンドにより作動するSO装置は安全側にされており、発射後X+5秒でアーミングの状態にされる。アーミングの時刻がX+5秒に選ばれている理由は発射直後異常が生じたとしても異常を確認するのに若干の秒時が必要であること、また万一異常が生じてもX+5秒でSO装置を働かせれば、破片の分散を警戒区域内に抑えることができることによる。

4. 海上警戒

発射点近傍の海上警戒に関しては、地上安全の項で述べたことと重複するが、発射直後の保安措置に伴う破片の落下確率が射場・飛行運用安全技術基準が示す値以上となる海域を警戒する事とする(第10図(PDF:25KB))。

5. 警戒空域

発射点の上空高度18キロメートルまでを警戒空域とする。

4.5節 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、合理的に可能な限り抑制するように考慮する。

(1) 軌道投入段の破壊・破片拡散防止

ア 指令破壊用火工品(SO装置)、指令破壊用機器ともに、誤作動しないよう熱臓装され、また電池電圧の低下に対しても誤作動しないよう設計されている。

イ 固体ロケットであり、燃焼終了後破壊することはない。

(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、衛星の展開部品等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。M-V-7号機の衛星分離機構は、作動時に破片等を放出しないよう考慮されている。

4.6節 通報

陸上、海上及び空域に係る公共の安全の確保については、関係機関の協力を得て行うものとし、打上げに係る業務期間中、必要に応じて適宜協力要請及び支援依頼等を行う。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、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。

1. 航空機への通報（ノータム）

(1) 国内

i) 航空法第99条の2の2項及び同法施行規則第209条の4によれば、「ロケット、花火、ロクーンその他の物体を打上げ、航空機の飛行に影響を及ぼすおそれのある行為をしようとするものは国土交通省で定めるところにより、あらかじめ、その旨を国土交通大臣に通報しなければならない。」と規定されているので、これにしたがい、宇宙航空研究開発機構では国土交通大臣あて文書をもって通報する。

ii) 航空局(技術部運航課)は、国土交通省設置法第4条及び同組織令第175条の規定により航空機の

航行の安全に関すること及び運行に関する情報の提供を行うこととし、打上げ場所・打上げ日時・飛行経路及び各段落下予想区域などに関してノータムを発行する（注）。このため、宇宙航空研究開発機構から国土交通省航空局技術部長宛協力依頼文が発信されるとともに実験実施責任者から航空法第99条の2の2項に基づき国土交通大臣あて実験計画の通報を行っている。

（注）ノータムは印刷物ノータム、テレタイプノータムとに区別される。

- ア 印刷物ノータムは国土交通省航空局技術部運航課により作成され、関係機関宛送付される。
- イ テレタイプノータムは成田空港事務所保安部航空情報課より打上げの2日以前に、印刷物ノータムの内容の変更若しくは新たな事実の発生を含め、安全の確認を行うための情報として関係航空情報機関宛発せられる。
- iii) 宇宙航空研究開発機構は成田空港事務所、鹿児島空港事務所、東京・那覇・福岡各航空交通管制部並びに航空交通管理センターに対し、打上げの2日前の15時までに打上げの実施・延期・中止等を連絡する。また打上げ当日においてロケットの打上げが確実に予定どおり実施されることになった場合には、打上げ予定時刻の2時間前及び30分前に上記官署に通知する。さらに打上げ当日は鹿児島空港事務所に職員を派遣し緊密な連絡体制を確保する。

（2）外国

国際民間航空条約第37条は、航空機の安全に関して国際標準事務手続きを定めており、この規定に基づく第15付属書に定めるノータム（印刷物）は国土交通省航空局から世界各国の情報業務をとる機関あて28日前に送付される。

- （3）航空情報のフローチャートを第17図（PDF：46KB）に示す。

2. 船舶への通報（水路情報）

（1）国内

- i) 海上保安庁法第5条第20号及び国土交通省組織令第250条、並びに海上保安庁組織規則第30条に基づき、海上保安庁は船舶交通の安全に必要な事項の通報に関することを掌ることが定められている。
- ii) 宇宙航空研究開発機構はロケットの打上げを行うに際して、事前に海上保安庁に対して打上げを行う旨の通知をする。
- iii) 海上保安庁は前記の通知に基づき船舶交通の安全のため船舶に対して次のとおり水路通報等を行う。
 - ア 水路通報（冊子、和文・英文）に掲載し、船舶及び海運関係機関等に配付する。
 - イ 管区航行警報（印刷物、和文）に掲載し、関係管区海上保安本部から船舶及び海運関係機関等に配付する。
 - ウ 無線航行警報は、海上保安庁（本庁）から無線電話により約一週間前に日本航行警報（和文・英文）を、

また関係管区海上保安本部等から無線電信電話(和文又は英文)により、数日前に管区航行警報を放送する。

- I その他、これらの情報を報道機関に提供し、ラジオ、ファックス放送の実施を依頼する。
- iv) 宇宙航空研究開発機構はロケット打上げ事情の変更があった場合、速やかに海上保安庁に通知する。海上保安庁は必要な通報を行う。
- v) 漁業関係者については、宇宙航空研究開発機構はロケットカレンダーを作成し、鹿児島県・宮崎県・大分県・高知県・愛媛県のそれぞれの県漁連及び各関係漁協宛に配付して情報を提供し、またラジオによるスポット放送、漁業無線局を通じての周知、新聞への広告の掲載によって徹底化をはかる。

(2) 外国

海上保安庁は宇宙航空研究開発機構の通知に基づき、次の水路通報等を行う。

- A 水路通報(英文)を事前に関係国関係機関に配付する。
- I 国際海事機関(IMO)決議の世界航行警戒業務システムに基づき、無線電信によりナバリアXI航行警報(英文)を約1週間前から数回放送する。また、同事項を掲載した印刷物を関係国関係機関へ配付する。

第5章 安全管理体制

5.1 節 安全組織及び業務

安全確保のために第4図(PDF:34KB)に示す体制が組織される。実験主任のもと作業を進め、安全面に係る作業は保安主任を中心として実施する。各班は緊密な通信手段により有機的に機能するよう配置し、安全上のあらゆる問題点について実験実施責任者まで報告される体制を確立している。

5.2 節 安全教育訓練の実施

地上安全確保のため、必要に応じて作業等の安全基準を定め、安全手帳(「適用文書」参照)にこれをまとめるとともに、安全教育を実施し安全の徹底に努める。

飛行安全に関しては、第14図に示す飛行安全体制の基、シミュレーション訓練を行う。

5.3 節 打上げ直前の安全確認

実験実施責任者は、打上げにあたっては、ロケット等および関連する地上設備の発射前の作動状態、気象、射場の人員、海上の船舶、航空機の状況等について、最終の安全確認を行う。

5.4 節 記録

地上安全統括チーフ・飛行安全統括チーフまたはその命を受けたものは、安全にかかわる指示、連絡、その他必要な事項を記録する。

5.5 節 事故発生時の即応体制

ロケットの打上げ期間において事故等(事故及びその他の災害)が発生した場合には、予め定める要領等にしたが

って必要な措置を的確に行って被害を最小限に止めることとする。すなわち実験実施責任者あるいは実験実施責任者の命を受けた実験主任は作業を中断し緊急事態を宣言して自衛消防隊(その組織は後述の通り)の出動を指令し事故の処理にあたる。なお、指令・処理等に緊急を要する場合は保安主任がその任務を代行する。

事故の範囲・程度により必要のある場合には、現地(USC)事故対策本部ならびに宇宙航空研究開発機構事故対策本部を設置し、必要に応じて関係機関の応援を要請して適切な事故処理を行う。その概要は次のとおりである。

1. 事故等の未然防止及び警戒体制の発動

i) 警戒体制の発動

実験実施責任者あるいは実験実施責任者の命を受けた実験主任は、事故等の未然防止に努めるとともに、重要な事故等の発生が予測された時は警戒体制を宣言し、ただちに場内放送、電話等で場内に周知徹底をはかるとともに関係者に必要な措置をとらせる。

ii) 打上げ準備期間の対応

打上げ準備期間中の警戒監視は、M台地及びその周辺で行われる危険作業に対するものと観測所内一般の自然火災等の災害に対するものに分けて行われる。すなわち、M台地及びその周辺での危険作業に際してはM台地地上安全班チーフを中心に、保安責任者・警備員により事故等の未然防止に努めるとともに、万一事故が発生したときは、M台地地上安全

班チーフを班長としたM台地消防班が出動し初期消火救助活動に努める。観測所内一般の火災等の災害は、USC保安主任を班長とする一般消防班が出動し、初期消火救助活動に努める。両消防班を総称して自衛消防隊と呼ぶ。

iii) ロケット打上げ時の対応

ロケット打上げに伴う火焰等によって発射点周辺に万一火災等が発生する場合を考慮し、スプリンクラーによる散水を実施し、別途配置する監視要員による発射点周辺の警戒監視を行い発火箇所の早期発見により初期消火活動を行う。これはM台地消防班が中心となり一般消防班も加わって行う。

2. 事故等の緊急措置

i) 事故発生時の措置・連絡・指示等

ア 事故等が発生した場合その発見者は直ちにその状況を最寄りの電話等により警察署、消防署及び実験実施責任者/実験主任に通報するとともに必要な措置を取る。

イ 前項の報告を受けた実験実施責任者/実験主任は直ちに自衛消防の現場急行手配、事故等の状況の把握、必要な指示等の措置を行う。

ウ 実験実施責任者/実験主任は事故等の状況により緊急体制を宣言して作業を中断させ、現地事故対策本部を設置して迅速かつ的確な事故処理の指揮にあたる。

エ 緊急体制に入り現地事故対策本部を設置する時は

実験実施責任者 / 実験主任はサイレン、放送等により場内に周知徹底するとともに、必要事項を宇宙航空研究開発機構関係部署及び外部関係者に連絡する。

ii) 自衛消防隊の組織と業務分担

前述のとおり事故等が発生したときは、実験実施責任者 / 実験主任は自衛消防隊による消火活動を指揮するが、自衛消防隊の組織と分担は第18図 (PDF : 18KB) の通りとし、その編成はあらかじめ実験班員をもって定めておく。

iii) 事故対策本部

事故等による危機が発生した場合は、あらかじめ定めるマニュアル等に従って機構内に事故対策本部及び調査、対応チーム等を設置し、必要な措置を講ずる。また、鹿児島宇宙センターにて対応が必要な場合は、現地事故対策本部を設置する。

各事故対策本部と業務分担は第19図 (PDF : 45KB) , 第20図 (PDF : 25KB) の通りである。

3. 外部応援の要請等

USC事故対策本部は事故等の発生後、速やかに内之浦町に通報するとともに、被害者の有無、被害状況を把握し、外部機関の応援を必要と認めた場合は宇宙航空研究開発機構関係部署と連絡を取り所定の要請措置を講ずる。消防作業の応援、被害者の救出、現地警備、機動力の派遣、重量物排除等の特殊作業、外部の一般作業要員支援等についての要請先・要請手続きを予め定め適切な応援

要請を行う。

外部関係機関の緊急連絡先一覧表を作成し、事故発生時の場合の連絡の迅速化に役立たせる。

以上はUSC内において事故等が発生した場合の即応体制等の概要であるが、万一観測所外において事故等が発生した場合もUSC及び宇宙航空研究開発機構事故対策本部の設置、外部応援の要請などは以上に準じて行い、外部関係機関の強力な支援を得て適切な事故措置を行うこととする。

適用文書

() 飛行安全関連法規について

- 航空法第99条の2の2項及び同施行規則第209条の4
- 国土交通省設置法第4条及び同組織令第175条
- 国際民間航空条約第37条及び第15付属書
- 海上保安庁法第5条第20号及び同組織規則第30条並びに国土交通省組織令第250条
- 国際水路機関条約第2条
- 宇宙条約及び関連協定

() 射圏安全管理規程

- JERG-1-007 射場・飛行運用安全技術基準
- ロケットによる人工衛星等の打上げに係る安全評価基準
(平成16年12月13日 宇宙開発委員会安全部会)
- 安全手帳 宇宙科学研究所 鹿児島宇宙空間観測所
(1998年6月改編)

参考文献

() 保安距離について

- 森・秋葉・雛田「ロケット打上げ場の保安距離に関する検討」
技術部会検討資料、昭50年5月
- 森・秋葉・雛田「小型ロケットモータの破壊実験」
昭和52年度推進系シンポジウム講演集(1977年)
- 中島・雛田・秋葉「固体ロケットモーター推力中断実験」、
平成2年度衝撃波シンポジウム講演集、1990年12月

- 雛田・秋葉・高野・的川・中島 「SO-520推力中断実験の成果」、
平成2年度宇宙輸送シンポジウム講演集、1990年12月
- 石井・中島・雛田・森田「固体ロケットモータ爆発による破片の飛散」、第35回宇宙科学技術連合講演会、1991年10月
- Nakajima, Hinada, Akiba, Kohno, Matogawa and Ishii, "Safety Operation Experiment for M- Launch Vehicle", Space Safety and Rescue 1991, Vol. 82, Science and Technology Series, American Astronautical Society

() 飛翔保安について

- Tamaki, "Flight Safety Consideration at KSC, Uchinoura"
- 玉木「発射場保安」日本航空宇宙学会第17巻第180号、1969年1月
- 玉木・雛田・寺田・的川・馬場「M-4Sの飛翔保安」、宇宙研報告第11巻第1号、1975年3月
- Montgomery, R.M. "Range Safety of the Eastern Test Range", AIAA Launch Operations Meeting, Feb., 1970
- Hinada and Matogawa, "Flight Safety Procedures at KSC", 17th IAF, Oct., 1976
- 雛田・的川・塚本・中島・福田「M-3Cの飛翔保安」、宇宙研報告第14巻第1号(B)、1978年3月
- 雛田・中野・的川・塚本・中島他「M-3Hの飛翔保安」、宇宙研報告第16巻第1号(B)、1980年2月

- Hinada, Matsuo, Matogawa, Nakajima et al., "Flight Safety and Guidance Procedure in Kagoshima Space Center", Proc. of **V**th European Aerospace Conference, May, 1991
- 森田・中島・雛田、「M-V型ロケットの飛翔保安について」、平成7年度宇宙輸送シンポジウム講演集、1995年12月
- () USC近傍の海上船舶について
 - 玉木・雛田「内の浦におけるロケット実験の保安について」
 - 雛田、的川・福田「KSC沖合いにおける船舶数の監視結果」、SES TN-75-053-SY
 - 塚本「KSC沖合い船舶密度調査（昭和59年8月）」
 - 小川「平成10年度 新日本航空による内之浦近海の船舶調査に基づく船舶密度」
- () ロケットの落下点分散と落下予想区域の設定法
 - Matogawa, Hinada and Fukuda, "Statistical Analysis of Impact Point of Rockets", ISAS Rept. No.520, Dec. 1974.
- () KSCの風観測
 - Matogawa, "Statistical Distribution of Wind at KSC", ISAS Rept. No.519, Nov., 1974
- () 落下危険率算定用データ
 - 雛田・的川・福田「地球上の陸地密度分布」、SES TN-75-070-SY
 - 的川「世界の人口密度分布」、SES TN-75-071-SY
- () 切断機構及びセパレーションナットについて
 - 中野・橋元「ロケットにおける接合と分離」、日本機械学会誌第76巻 第651号、1973年3月
- 中野・橋元「M-4S型の構造と分離」、宇宙研報告第11巻第1号(B)、1975年3月
- () 保安装置・保安用コマンドについて
 - 倉谷・秋葉「ロケットエンジン及びSO装置」、宇宙研報告第11巻第1号(B)、1975年3月
- () 信頼性について
 - Nakajima, Hinada and Takeda, "Estimation of the Reliability of the RS Computer System", ISAS Research Note, Sep. 1981
- () その他
 - M-3C型, M-3H型, M-3S型及びM-3S 型ロケットの打上げ実験における各安全計画書並びに安全対策の実施結果報告書

略語表

EPT - SA	: 衛星タイマ
CM	: 保安コマンド
CN	: 姿勢制御
CONT	: 姿勢制御シーケンス
FIH	: ファイア・イン・ザ・ホール
IDLH	: 濃度限界値
IIP	: ロケットの瞬時落下点
ING	: 慣性誘導装置
KM	: キックモータ :
KSC	: 鹿児島宇宙空間観測所
M2-EPT	: 第2段タイマ
M3-EPT	: 第3段タイマ
MNTVC	: 可動ノズル
NAV	: 航法計算
NF	: ノーズフェアリング
PPI	: ロケットの瞬時位置
RC	: 電波誘導コマンド
RCS	: リアクションコントロール装置
RG	: 電波誘導
RS	: 飛行安全
RSAS	: ロケット用太陽姿勢計
SA	: 衛星
SEP-NUT	: セパレーションナット
SES	: 宇宙科学工学グループ (Science and

Engineering of Space Group)

SJ	: サイドジェット装置
SMRC	: 固体モータロール制御装置
SMSJ	: 固体モータサイドジェット装置
SO	: 保安措置
SPGG	: 固体推薬ガスジェネレータ
TM	: テレメトリ
TVC	: 推力方向制御装置