

4. ロケット射場施設の検討

ロケット射場の整備方針、主要施設の利用計画・要件を整理し、第一段階・第二段階の射場整備を想定した施設検討を実施した。

- ▶ 第一段階（L1射場）：現在の打上げ実験場付近に整備し、パイロット射場として最初期に運用する。先行事業者である IST による利用を想定する。
- ▶ 第二段階（L2射場）：ロケット打上げの商用運用を本格化する段階において、多頻度の打上げや複数社の利用を可能とする施設・設備として整備する。

大樹町ロケット射場に関する平成 28 年度～平成 30 年度までの主な検討手順を図-4.1 に示す。

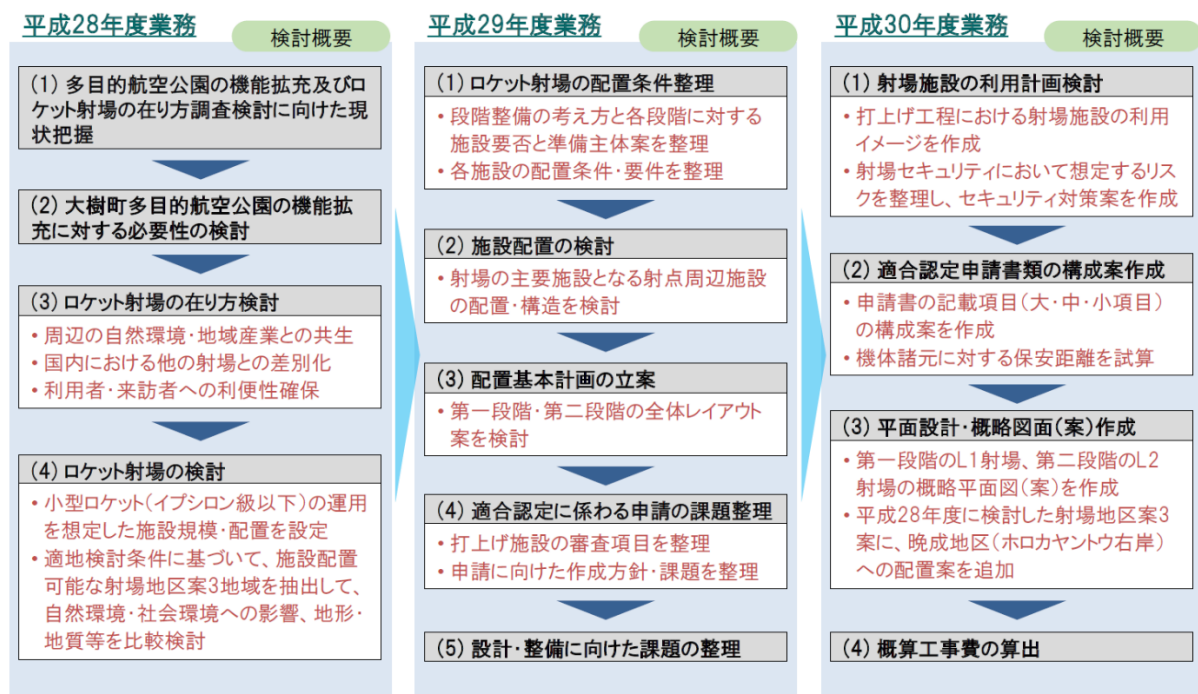


図-4.1 ロケット射場の主な検討手順

4.1. ロケット射場の整備方針

ロケット射場は、長期的にはL2射場としてイプシロン級のロケット規模、複数の打上げ事業者の利用に対応する方針だが、ISTによる軌道投入機ZEROの打上げ目標2023年までに射場の用地確保・整備を行う必要があることや、初期段階ではパイロット射場として運用し、長期計画に向けた整備・運用方針の精査・見直しを行うことが望ましいことから、2段階の整備を行うこととしている（平成29年度検討部会より）。

第一段階・第二段階に整備するL1・L2射場の整備方針を表-4.1に示す。

表-4.1 L1・L2射場の整備方針

施設	項目	内容・条件等	備考
L1射場 (第一段階)	ロケット規模	軌道投入機ZERO級	ペイロード100kg程度以下
	対応する燃料種類	液体燃料	
	整備時期	2023年まで	ZERO打上げ計画より
	打上げ事業者	1社(IST)を予定	
	整備地区案	現在のIST打上げ実験場付近に整備	
	保安距離	1.5km	軌道投入機ZEROに対応
	基本方針	必要最低限の施設を配置 L2整備後は試験場として利用	射点・組立棟・管理施設のみ整備
L2射場 (第二段階)	ロケット規模	イプシロンロケット級	
	対応する燃料種類	液体燃料・固体燃料 ハイブリッド燃料	主要な全ての燃料に対応
	整備時期	未定	
	打上げ事業者	複数社に対応	
	整備地区案	未定	本業務で検討
	保安距離	2.0km	想定値
	基本方針	管理施設・観測施設・機材庫・燃料保管庫等を射場内に配置	



インターステラテクノロジズ
軌道投入機

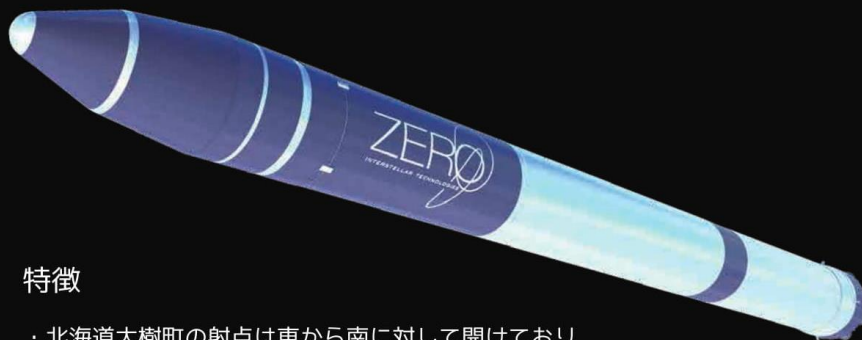
ZERO

基本性能

- ・ 100kg (220lbs) のペイロードを高度500kmの地球低軌道に打上げ可能です。

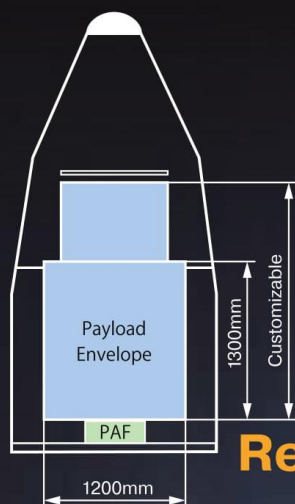
低コストを目指した開発、打上げ体制

- ・ 主要コンポーネントは自社内で設計から製造まで一貫した生産体制を取ります。
- ・ ITAR (International Traffic in Arms Regulation 武器国際取引規制法) の制限は受けません。
- ・ 射場を当社工場の近傍に設置することにより、製造から打上げまでの期間短縮を目指します。
- ・ 1回あたりの打上げコストは6億円以下を目標としています。



特徴

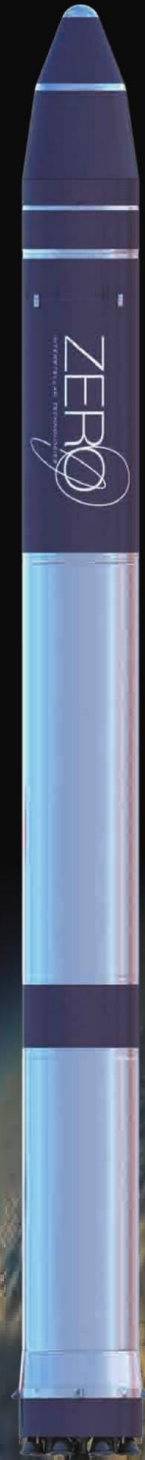
- ・ 北海道大樹町の射点は東から南に対して開けており様々な傾斜角度への打上げが可能です。
- ・ 液体燃料による推進系のため、ペイロードへの加速および振動による負担が比較的少なくなります。



ペイロード

- ・ このクラスのロケットとしては最大級となるペイロード包絡域を持ち、ペイロード形状・サイズに対してのカスタマイズも可能です。
- ・ 衛星へのアクセスは打上げ直前まで可能になるようにします。

Ready for service soon
<http://www.istellartech.com/>



出典) インターステラテクノロジズ株式会社 HP (<http://www.istellartech.com/technology/zero>)

図-4.2 軌道投入機 ZERO の概要

4.2. 主要施設計画

4.2.1. 射場の必要施設

大樹町ロケット射場の必要施設（案）は、日本国内の既往射場事例や HASTIC、IST へのヒアリング調査に基づいて表-4.2 のとおり整理した。

表-4.2 大樹町ロケット射場の必要施設案

分類	施設		内之浦宇宙 空間観測所	種子島宇宙 センター	大樹町射場の 必要施設(案)	
ロケット発射 関連施設	打上げ施設	ロケット組立棟	○	○	○ (A+B)	
		発射装置	整備塔	○	○	-
			発射台	○	○	○ (B)
	資機材保管 施設	機材庫	○	○	○ (A+B)	
		燃料保管・供給施設	-	○	○ (A+B)	
	付帯施設	煙道	○	○	○ (A)	
		排出ガス処理場	-	○	△ (A)	
		多目的避雷塔	○	○	○ (A)	
管制・制御 施設	管理施設	総合指令棟	○	○	○ (A+B)	
		発射管制棟		○		
		管理棟		○		
	観測施設	光学観測設備	○	○	△ (B)	
		レーダ局	○	○	-	
		テレメータデータ受信局	○	○	△ (B)	
		気象観測塔	○	○	△ (B)	
衛星整備施設	衛星組立棟	○	○	△ (A+B)		
	衛星フェアリング組立棟	○	○	△ (A+B)		
その他	観光施設	○	○	△ (A)		
	燃焼試験場	-	○	○ (A+B)		

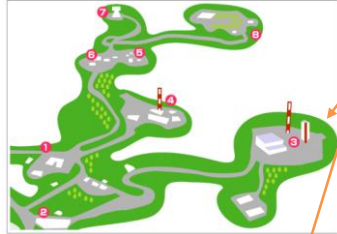
【凡例】○：第一段階で整備、△：第二段階で整備、(-)：なし

A：射場運営者が施設を整備、B：打上げ事業者が設備を用意

【内之浦宇宙空間観測所】

- ・ 保有者：宇宙航空研究開発機構（JAXA）
- ・ 所在地：鹿児島県 肝属郡肝付町南方 1791-13
- ・ 打上げ実績：M-V ロケット（全長 31m）、イプシロンロケット（全長 26m）等

- 1.管理センター
- 2.宇宙科学資料館
- 3.ミュージアム
- 4.KSセンター
- 5.コントロールセンター
レーダーセンター
- 6.テレメーターセンター
34メートルアンテナ
- 7.20メートルアンテナ
- 8.10メートルアンテナ



ミュージアム
(発射施設群)



整備塔

ランチャ



出典) JAXA「内之浦宇宙観測所」パンフレット (<http://www.jaxa.jp/projects/pr/brochure/files/centers04.pdf>)

図-4.3 内之浦宇宙空間観測所の施設配置状況

【種子島宇宙センター（大崎射場・竹崎射場）】

- ・ 保有者：宇宙航空研究開発機構（JAXA）
- ・ 所在地：鹿児島県 熊毛郡南種子町大字基永字麻津
- ・ 打上げ実績：H-IIA ロケット（全長 53m）、H-IIB ロケット（全長 57m）等



※竹崎射場は1998年まで観測ロケットの打上げが実施されていたが現在は使用されていない。

出典) JAXA HP「種子島宇宙センター射場施設の概要」より
(http://www.jaxa.jp/countdown/h2bf1/pdf/presskit_tnsc_j.pdf)

図-4.4 種子島宇宙センターの施設配置状況

4.2.2. 利用計画の検討

射点周辺施設や管理施設等の主要施設において、打上げ実施に向けた各段階（資機材運搬、組立・整備、打上げ等）の一般的な利用形態・手順を整理した。

各施設の利用形態・手順のイメージ図を図-4.5に示す。

- 液体燃料の場合、警戒区域は打上げ前にロケット機体に燃料を注入した際に確保する必要があるが、それ以外の手順の立入制限は、燃焼試験時の比較的小規模な警戒区域のみである。
- 管理棟は打上げ時に有人となる施設のため、射点からの保安距離を確保する必要があるが、打上げ時に発射作業管制等を実施するため、射点まで比較的近く、視認性を確保することが望ましい。

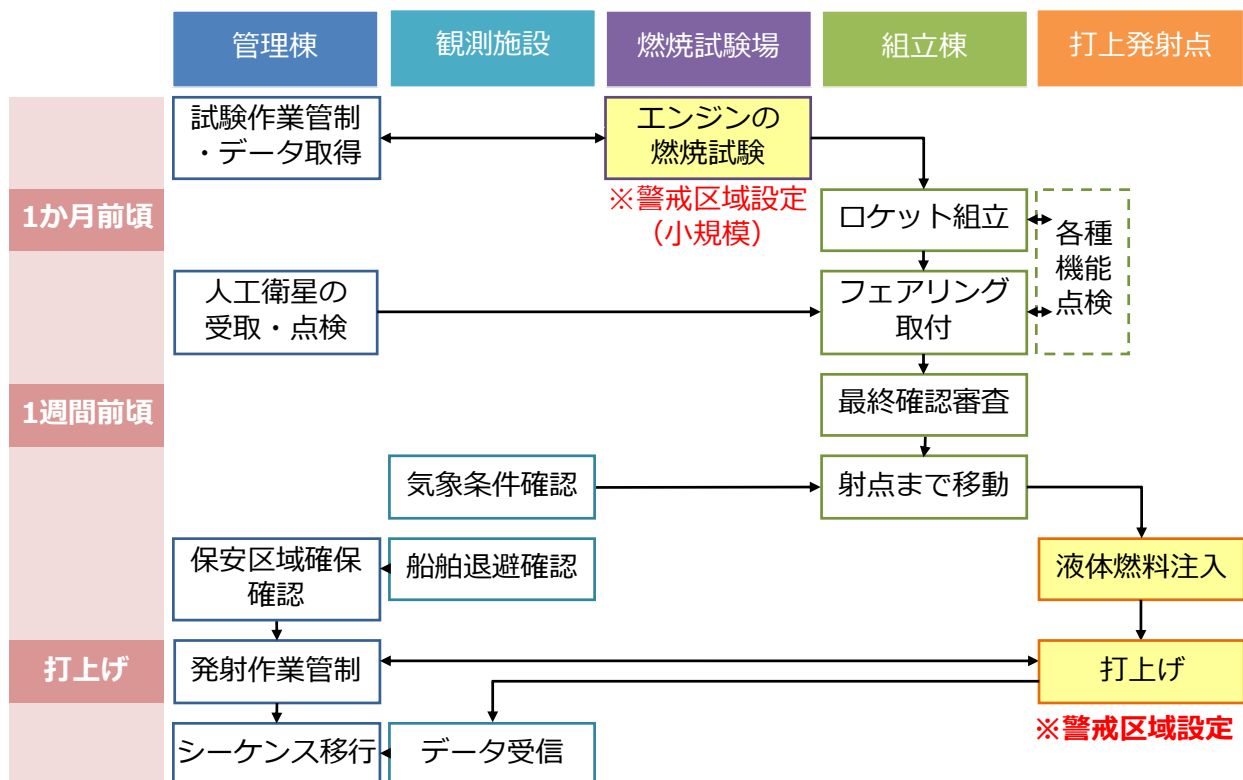


図-4.5 各施設の利用形態・手順のイメージ

4.2.3. 射点施設の構造検討

射点施設の主要土木施設として、射点とロケット組立棟から射点までの連絡通路の構造検討を実施した。

(1) 射点施設の構造形式

射点施設の構造形式は、既往の打上げ事例より、フラット面のコンクリート舗装構造と人工斜面構造の2形式に大別できるが、汎用性に優れたフラット面のコンクリート舗装構造を採用した。

コンクリート舗装構造は、空港エプロンの標準的な舗装構造である無筋コンクリート構造（NC構造）とした。

フラット面により発生する恐れのある噴煙の反射への対策は、RCボックスカルバート構造等による煙道の整備により対応することが考えられる（図-4.6）。

ただし、煙道の要否や断面規模は、運用するロケットの規格・仕様により異なるため、実施段階において精査する必要がある。

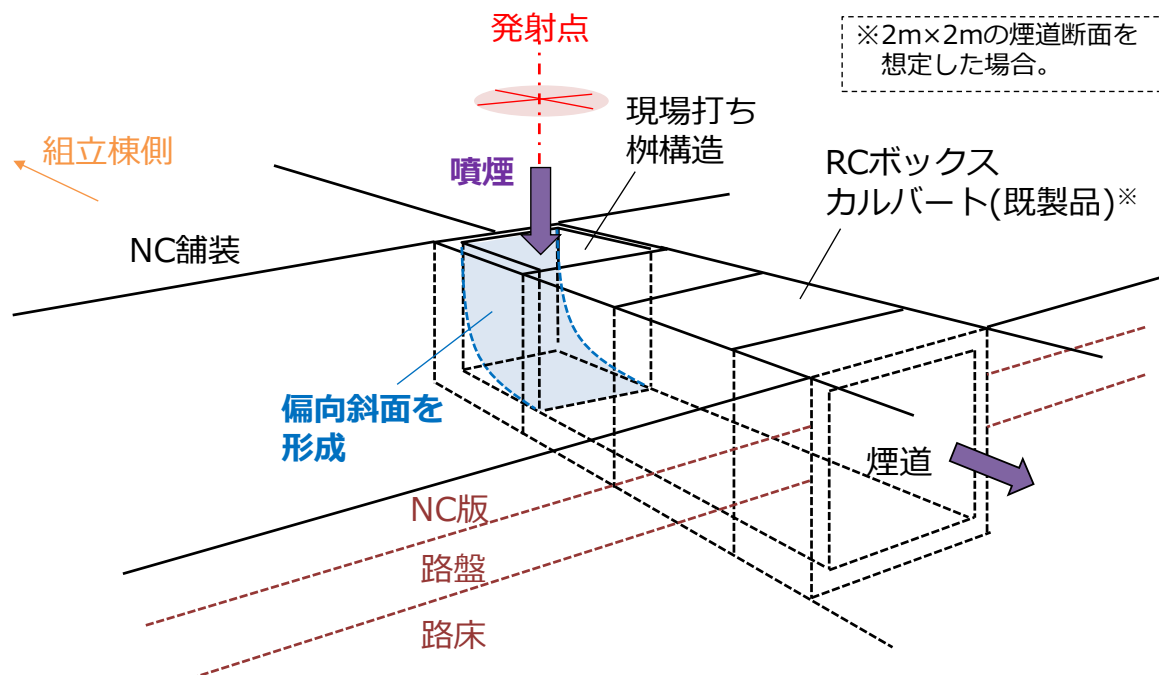


図-4.6 煙道を用いたNC舗装構造の断面イメージ

ロケットの組立・整備は、①垂直向きに組立・整備して発射する場合と、②横向きに組立・整備して打上げ時に直立させて発射する2通りに大別できるが、大樹町射場では、以下の観点から②横向きに組立・整備（図-4.7）することを基本とした。

- ・ 組立棟の規模が小さくなり、建設費・維持管理費が安価となる。
- ・ 運搬・直立は専用の台車兼発射台にて行うため、固定施設が少ない（IST等のベンチャー企業のビジネスモデルに合致する）。
- ・ 射点付近に構造物を設置する必要が無く、複数社で利用する場合の汎用性に優れる。

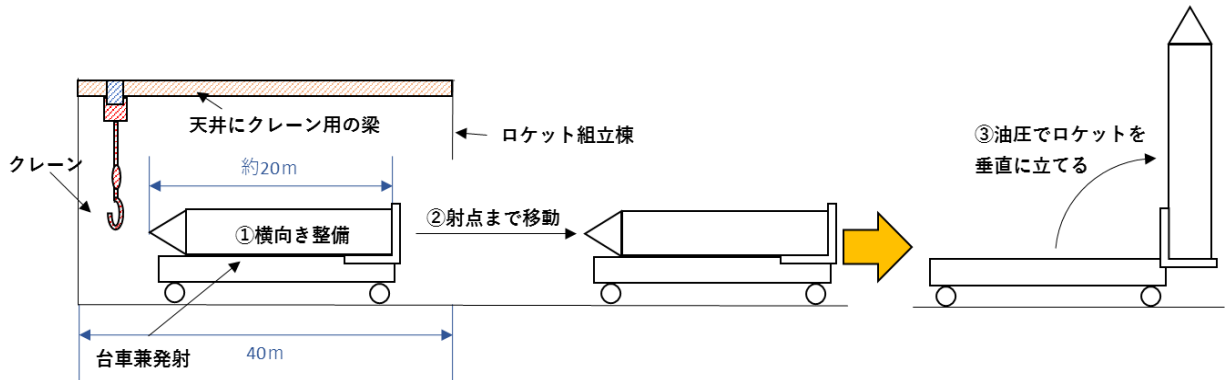


図-4.7 横向きに組立・整備する場合の打上げまでの手順

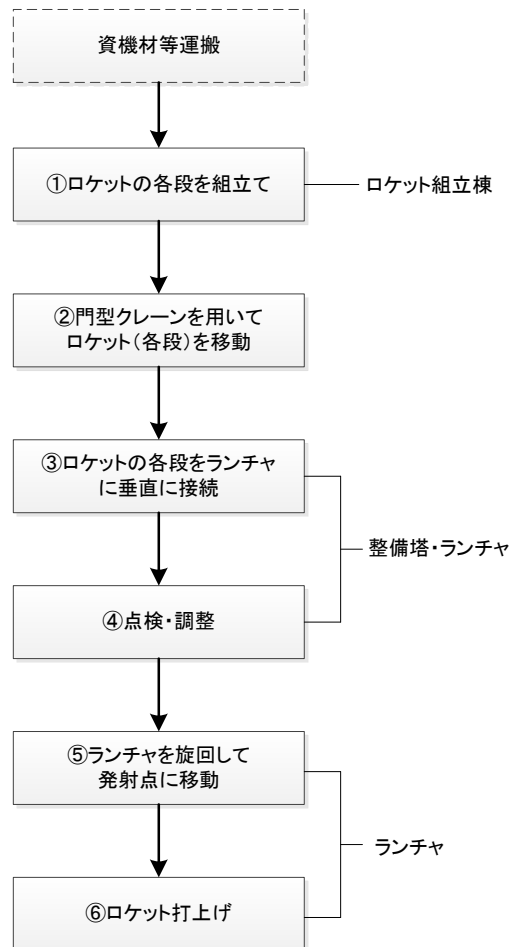


図-4.8 内之浦宇宙空間観測所のロケット打上げ手順※参考

(2) コンクリート版厚の検討

NC 舗装への作用条件に対するコンクリート版の発生応力を二次元平板 FEM 解析により算定し、許容応力を満足する NC 版厚を検討した（空港舗装設計と同様の手順）。

1) 解析定数

解析定数は、表-4.3 のとおりとし、軌道投入機「ZERO」本体や台車の重量・諸元は仮定値として設定した。

コンクリートの曲げ引張応力に対する安全率は 2.0 とし、設計曲げ引張強度 5.0MPa に対する許容曲げ引張応力は 2.5MPa (=5.0MPa/2.0) とした。

表-4.3 荷重条件と特性値

項目		数 値	備 考
ロケット重量	総重量	50 t	開発段階での変更を考慮して仮定
	燃料非搭載時	5 t	総重量の10% (90%が燃料) と仮定
台車・牽引車の諸元	重量	20 t	全長11m以上の車両重量※を参考に設定
	タイヤ輪数	6 輪	前輪2輪・後輪4輪を想定
	タイヤ空気圧	5 kgf/cm ²	中型トラック相当
発射準備時支持点の諸元	支持点数	4 点	直立支持のための最小点数により設定
	接地圧	10 kgf/cm ²	同程度重量の小型ジェット機のタイヤ空気圧を参考に設定
コンクリート (NC舗装)	弾性係数	34,000 MPa	空港NC舗装の設計用値
	ポアソン比	0.15	"
	路盤支持力係数	70 MN/m ³	空港NC舗装の一般値
	設計曲げ引張強度	5.0 MPa	"

※全日本トラック協会HPより

2) 载荷条件

台車・牽引車及び発射点の支持構造によりコンクリート舗装版に作用する荷重は、図-4.9 に示す配置によりモデル化した。

台車・牽引車は、セミトレーラの諸元を参考にタイヤ配置を設定し、道路構造物設計における考え方と同様に、以下の考え方により設定した。

- ・ 後輪が車両全体の重量の 80%、前輪が 20%を負担する。
- ・ 車両の走行による衝撃係数を考慮し、荷重の割増を行う。

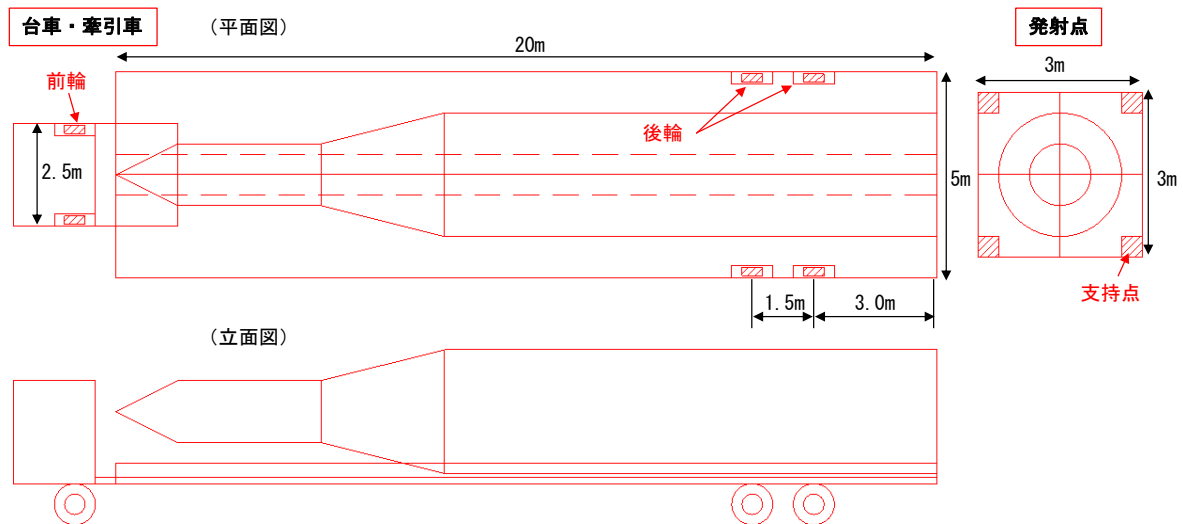


図-4.9 台車・牽引車と発射点に対する載荷位置の設定

3) 作用形態

作用形態は、図-4.10 に示す(a) ロケット本体の運搬、(b) 起立、(c) 発射準備・燃料充填の各段階を設定し、作用条件を整理した。

(b)、(c)の作用形態は発射点位置のみで発生するため、発射点とそれ以外の範囲で区分し、それぞれコンクリート版厚を設定することが合理的となる。

発射点では(b)、(c)の作用形態が発生するが、(c)の燃料充填後の重量が大きく、作用条件も厳しいことから、発射点の版厚は(c)の作用条件により照査した。

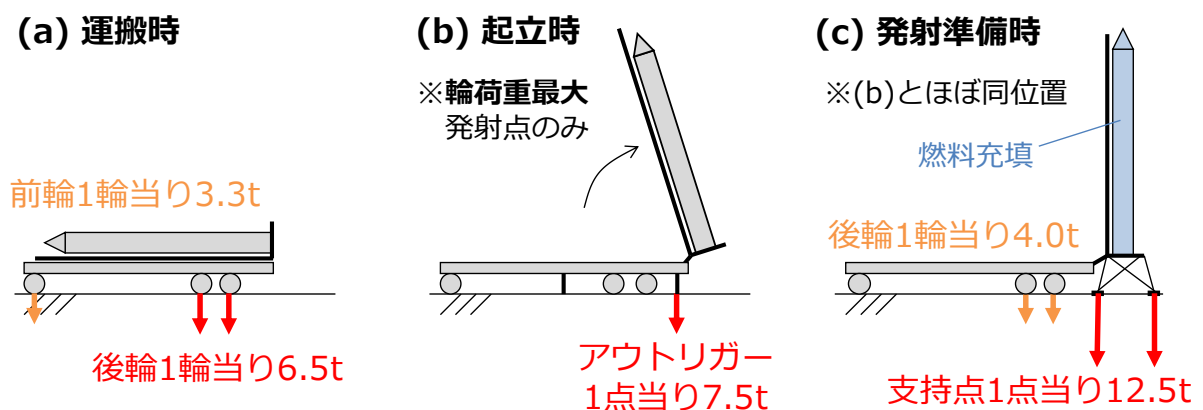


図-4.10 ロケット運用による載荷形態

4) 解析モデル

载荷条件(a)、(c)について、解析モデルを図-4.11に示す。

解析モデルは目地を考慮しない連続体とし、解析メッシュは10cm×10cmとした。

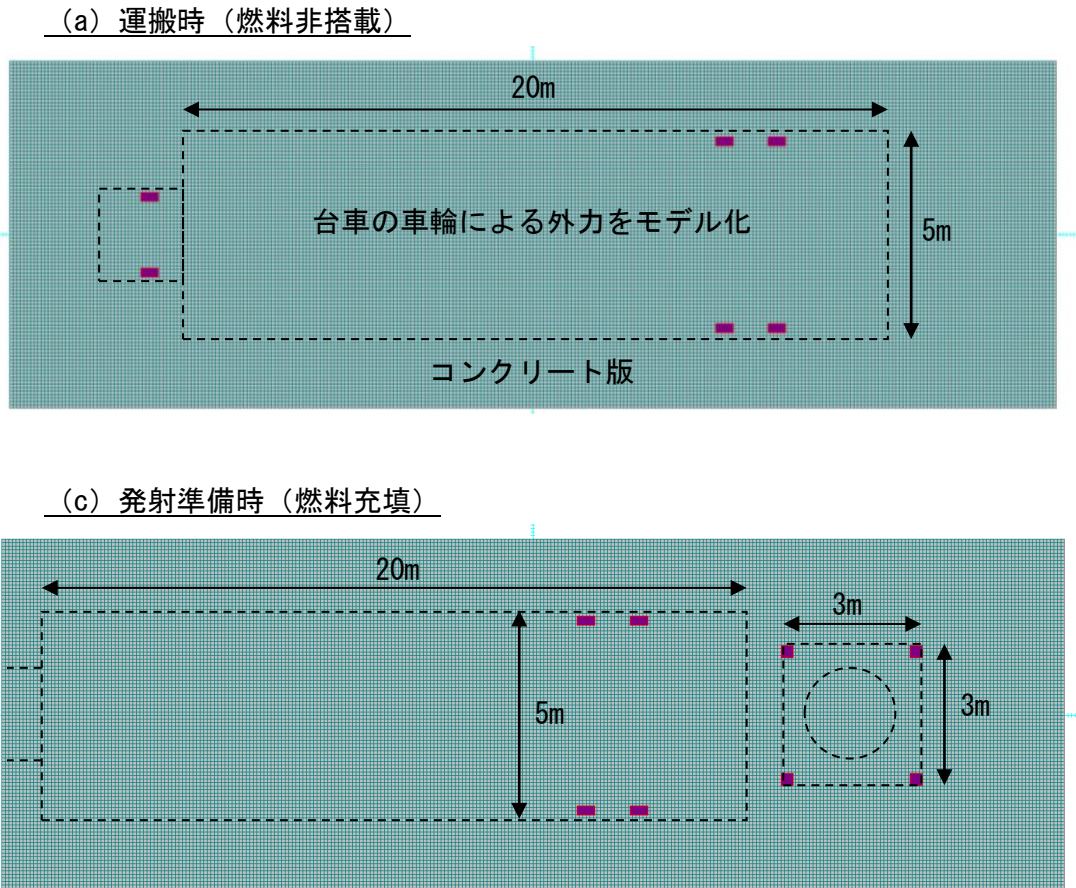


図-4.11 解析モデル

5) NC 版厚の検討

NC 版厚と算定した版下面引張応力を図-4.12 に示す。

代表例として、版厚 18cm に対する (a) 運搬時作用の発生応力コンター図を図-4.13 に、版厚 18cm、24cm に対する (c) 発射準備時作用の発生応力コンター図を図-4.14 に示す。

図-4.12 より、発射点で 24cm、それ以外で 18cm の NC 版厚とした。

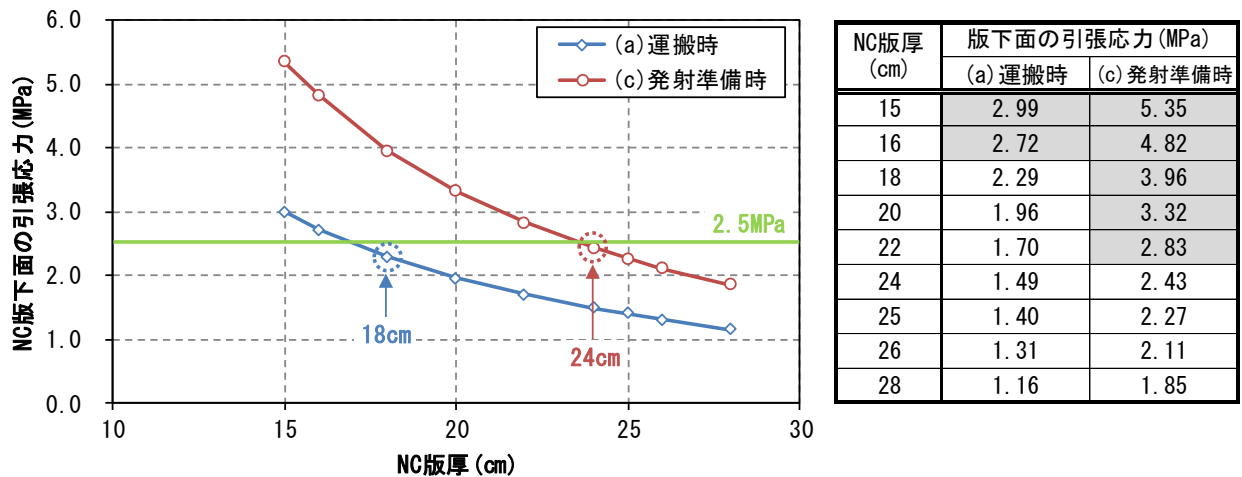


図-4.12 NC 版厚と版下面の引張応力

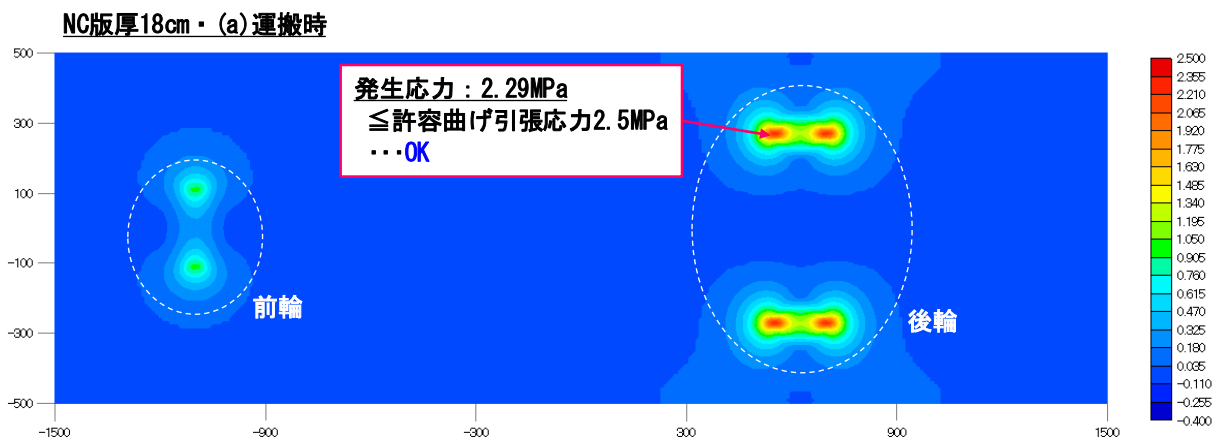


図-4.13 (a) 運搬時の作用条件に対する発生応力コンター (版厚 18cm)

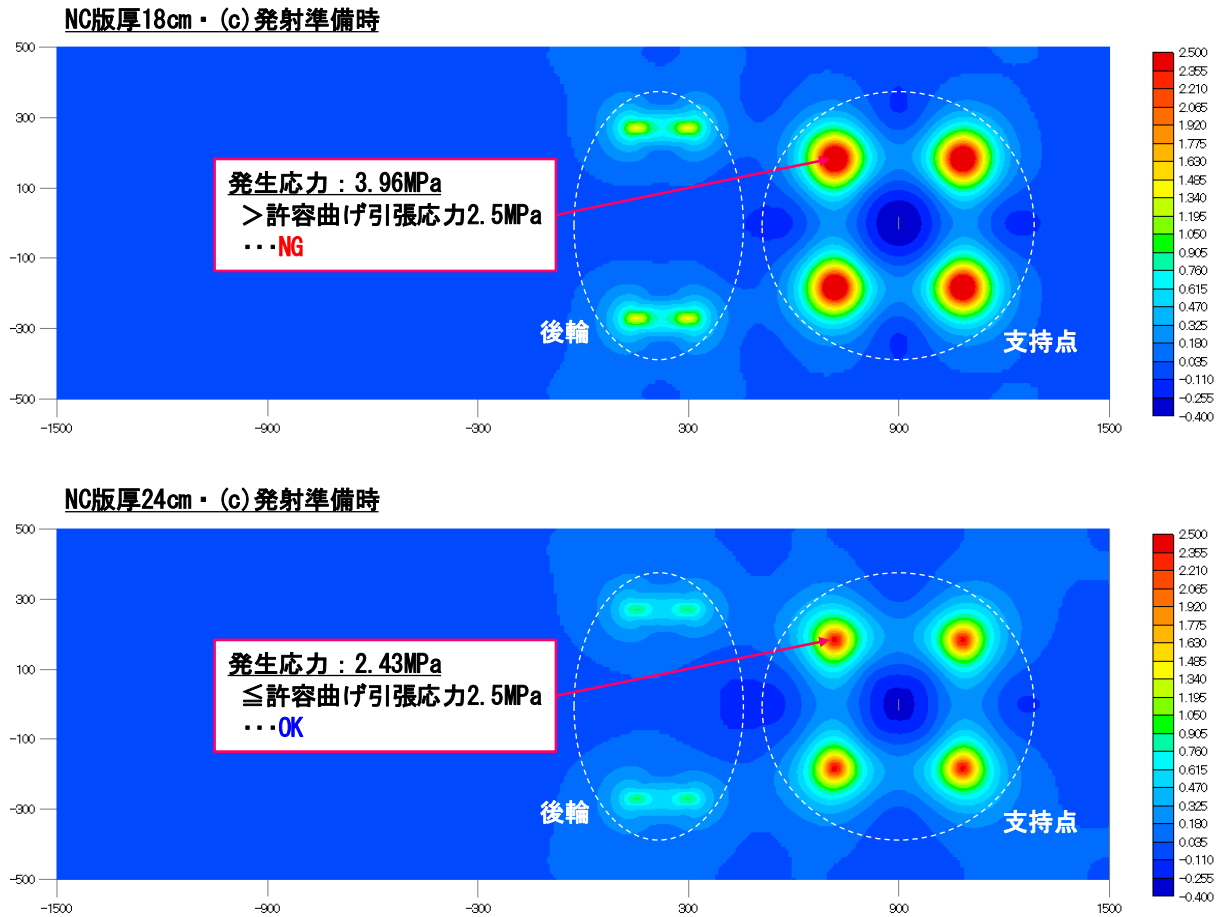


図-4.14 (c) 発射準備時の作用条件に対する発生応力コンター（版厚 18cm, 24cm）

(3) 射点施設の設定

以上を踏まえ、設定した射点施設の概略図を図-4.15 に示す。

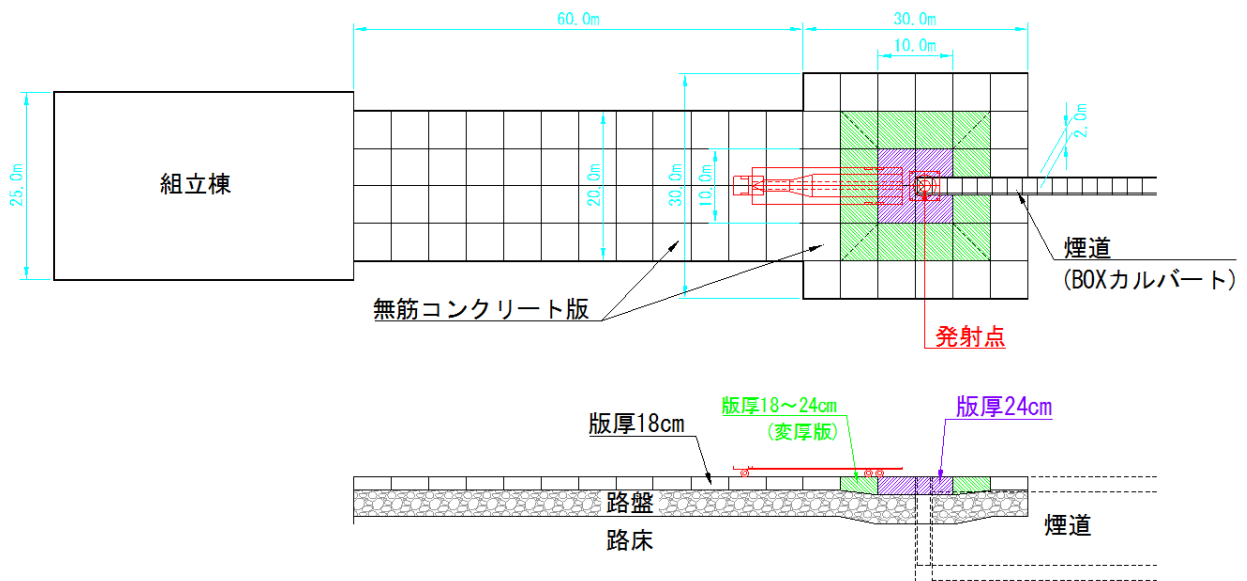


図-4.15 射点施設の概要

4.2.4. L1 射場における保安距離

L1 射場において、運用予定の軌道投入機 ZERO を想定した燃料条件に基づいて陸上警戒区域の設定に適用する保安距離を計算した。

(1) 基本条件

保安距離の計算に用いるロケット燃料の条件は、軌道投入機 ZERO の搭載燃料として 2018 年 11 月時点の検討段階で予定される諸元に基づいて、表-4.4 のとおり設定した。

表-4.4 計算に用いた機体諸元（検討段階）

名称	使用箇所	ロケット搭載量	総量		法令上の種類	
			kg	L		
酸化剤	液体酸素	1段目	20,000 kg	23,500	20,600	高圧ガス保安法 第一種製造所
		2段目	3,500 kg			
燃料	ケロシン系	1段目	9,400 kg	11,000	9,400	消防法 製造所等
		2段目	1,600 kg			

警戒区域は図-4.16 のとおり設定されており、整備作業期間及び打上げ時における安全性を確保するために設定することとされている。

打上げ時の警戒区域では、飛行安全に係る警戒区域も設定することとされているが、「人工衛星等の打上げに係る許可」に関する審査基準で規定されている陸上警戒区域に対して規定されているのは地上安全のみである。

打上げ施設（射場）においては、陸上警戒区域を確保できる配置とする必要がある。

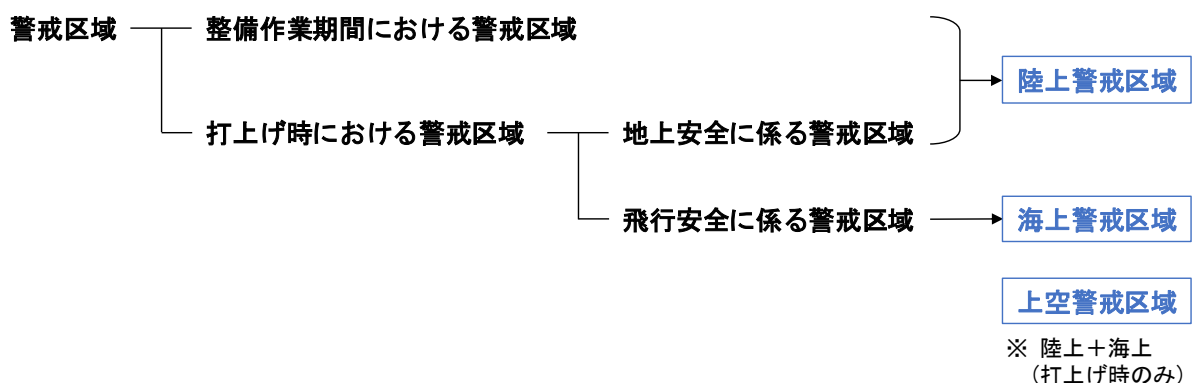


図-4.16 警戒区域の概要

6.3.6.警戒区域の設定及び第三者の進入防止体制の構築

審査基準

6 警戒区域の設定及び第三者の進入防止体制の構築

・打上げに係る作業期間中の各段階に応じて、打上げ施設の周辺の状況を踏まえて警戒区域を設定し、関係者以外の立入規制を行うこと。

(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、警戒区域を定めること。

(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、次の地上安全及び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】

少なくとも、爆風、飛散物、ガス、ファイアボールによる放射熱等を考慮したものであること。

【飛行安全に係る警戒区域】

次に掲げる事項を考慮したものであること。

(ア) 打上げ施設の周辺における次による被害の発生を防止し得ること。

- 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 固体推進薬が地面等に落下及び衝突し爆発（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
- ④ 搭載推進薬の流出及び拡散

(イ) さらに、打上げ施設の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。

6.3.6.1項及び6.3.6.2項に示すとおり、整備作業期間中における警戒区域及び打上げ時における警戒区域を定めること。警戒区域を設定するにはロケット、人工衛星を含む全ての推進薬及び火工品を考慮すること。なお、本項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。また、本項の記載と異なる換算率を使用する等、本項と異なる方法で警戒区域を定める場合は、その根拠を示すこと。

設備における漏えい防止措置（防護壁、バリア等）など他の方法で対策を講ずる場合は、当該対策の有効性を示すことにより、その効果による警戒区域の削減を考慮することができる。

設定した警戒区域については、警戒の開始時期と終了時期を明確にし、関係者が把握できるようにするとともに、警戒期間中における警戒区域内への第三者の立ち入りを制限すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

6.1. 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等

規則第八条（型式別施設安全基準）

- 一 打上げ施設が、当該打上げ施設の周辺の安全を確保できる場所にあり、かつ、重要な設備等に保安上適切な対策が講じられていること。

審査基準

1 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等

- ・ 打上げに係る作業期間中の各段階に応じた適切な警戒区域を確保できる場所であること。
- ・ 打上げに係る保安上重要な設備、装置及び情報等について、セキュリティ対策に努めること。

- ・ 搭載される人工衛星を考慮した上で、「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン」6.3.6項を満たす警戒区域を確保できる場所であること。また、保安物については、同ガイドライン6.3.1.1項の安全対策のうち、施設設備に関わる機能を満足するものであること。
- ・ 「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン」6.3.1.2項に基づき、保安上重要な設備、装置及び情報に応じたセキュリティ対策を講ずること。当該対策は必要とされる期間、維持できること。

具体的な対策としては、フェンス、入退場管理システム、警備員による巡回、通信ネットワークに対するアクセス管理が考えられる。

保安上重要な設備、装置及び情報としては以下に関連するものとする。

- (1) 火薬類等の保安物の貯蔵所
- (2) ロケット、人工衛星の組立棟
- (3) 射点周辺
- (4) 飛行安全管制棟

例えば保安物の貯蔵所は、対象保安物の搬入から消費又は廃棄までが対象となる。

セキュリティ対策を講じていない期間中も本基準への適合状況に変更がないことを、打上げに使用する前に確認できる仕組みを講ずること。

例：飛行安全管制ソフトウェアの改ざん、不審物や不審な通路の設置がない 等

出典)「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン (H30.3.30)」

(2) 整備作業段階における保安距離

整備作業段階における保安距離は、火工品（火薬・爆薬等）や、ヒドラジン類、四酸化二窒素類（NTO）の液体燃料（液体推進薬）を用いる場合、または有害ガスを発生する危険物に対して適用される。

L1 射場で運用予定の軌道投入機 ZERO は、ケロシン系燃料と液体酸素（LOX）による燃料（IST による観測ロケット燃料も同種類）であり、整備作業段階において保安距離を確保すべき材料は含まれていない。

① 火薬・推進薬等の爆発物

ア 火工品のみの場合

$$R = 2 \times 2.5 \times w_p^{\frac{1}{3}}$$

R : 保安距離 (m)

w_p : 推進薬等質量 (kg)

※火工品に使用される推進薬等が火薬の場合は、
上式の w_p を 0.5 倍としてよい。

イ 液体推進薬（ヒドラジン類、四酸化二窒素類（以下「NTO」という。））のみの場合

(a) NTO のみの場合

表 1 による保安距離とする。

ただし、静的に保管している場合は消防法等国内法による。

(b) ヒドラジン類のみの場合

表 1 による保安距離とする。

ただし、静的に保管している場合は消防法等国内法による。

(c) ヒドラジン類及び NTO が共存する場合

ヒドラジン類のみについての表 1 による保安距離と、ヒドラジン類及び NTO が共存する場合の表 1 において両推進薬合計質量を TNT 爆薬換算率: $T_e = 0.1$ により換算した質量に対する保安距離とのうち、大きな方とする。

ウ 固体推進薬及び液体推進薬（ヒドラジン類、NTO）が共存する場合

(a) 極低温点検、発射リハーサル時以外の作業時及び保管時

表 1 において、固体推進薬を $T_e = 0.05$ 、液体推進薬（ヒドラジン類又は NTO）を $T_e = 0.1$ により換算した合計質量に対する保安距離とする。

(b) 極低温点検、発射リハーサル時

6.3.6.2 項(1)陸上警戒区域(A)～(C)に準ずる保安距離とする。

② 有害ガスを発生する危険物

6.3.6.2 項(1)陸上警戒区域(D)に準ずる保安距離とする。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

表1 整備作業期間中の保安距離

推進薬等質量		NTO (注1)		ヒドラジン類 (注2)		ヒドラジン類及びNTOの共存、並びにこれらと固体推進薬の共存の場合 (注3)	
kg	(lbs)	m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)
0.1	(0.2)	15.2	(50)	243.8	(800)	71.9	(236)
0.2	(0.5)	15.2	(50)	243.8	(800)	72.1	(236)
0.3	(0.7)	15.2	(50)	243.8	(800)	80.2	(263)
0.5	(1)	15.2	(50)	243.8	(800)	88.8	(291)
4.5	(10)	15.2	(50)	243.8	(800)	144.4	(474)
9.1	(20)	15.2	(50)	243.8	(800)	161.1	(529)
13.6	(30)	15.2	(50)	243.8	(800)	170.9	(561)
22.7	(50)	15.2	(50)	243.8	(800)	183.2	(601)
45.4	(100)	15.2	(50)	243.8	(800)	200.4	(658)
65.4	(144)	15.2	(50)	243.8	(800)	243.8	(800)
90.7	(200)	15.2	(50)	243.8	(800)	282.6	(927)
136.1	(300)	15.2	(50)	243.8	(800)	330.6	(1085)
181.4	(400)	15.2	(50)	243.8	(800)	364.7	(1197)
204.1	(450)	15.2	(50)	243.8	(800)	378.7	(1243)
226.8	(500)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
453.6	(1,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
2,268	(5,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
4,536	(10,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
6,804	(15,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
9,072	(20,000)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
10,567	(23,297)	15.2	(50)	243.8	(800)	381.0	(1250)
11,340	(25,000)	15.2	(50)	249.6	(819)	381.0	(1250)
13,608	(30,000)	15.2	(50)	265.2	(870)	381.0	(1250)
16,785	(37,004)	15.2	(50)	284.5	(933)	406.3	(1333)
20,412	(45,000)	15.2	(50)	303.6	(996)	433.7	(1423)
22,680	(50,000)	15.2	(50)	314.5	(1,032)	449.2	(1474)
31,751	(70,000)	15.2	(50)	351.8	(1,154)	502.5	(1649)
45,359	(100,000)	15.2	(50)	396.2	(1,300)	566.0	(1857)
68,039	(150,000)	15.2	(50)	453.6	(1,488)	715.2	(2346)
90,718	(200,000)	15.2	(50)	499.2	(1,637)	844.4	(2770)
113,398	(250,000)	15.2	(50)	537.8	(1,764)	960.4	(3151)
120,201	(265,000)	15.2	(50)	548.3	(1,798)	979.1	(3212)
136,077	(300,000)	15.2	(50)	548.6	(1,800)	1020.5	(3347)
226,795	(500,000)	15.2	(50)	548.6	(1,800)	1209.9	(3969)

(注) AFMAN91-201(21 March 2017)による

(注1) NTO/MON (一酸化窒素添加型四酸化二窒素) の保安距離
15.2m (一定)(注2) ヒドラジン類の保安距離 (タンク破壊圧>690kPa)
最小保安距離を243.8mとする。
 $11.11 \times \sqrt{\text{推進薬量}} \cdot (1/3) \text{ m}$
120,201kgより多い場合は、548.6m(注3) ヒドラジン類及びNTOの共存、並びにこれらと固体推進薬の共存の場合
最小保安距離を71.9mとする。
TNT換算質量 < 45.4 kg $\Rightarrow 107.87 + [24.14 \times \ln(\text{TNT換算質量})] \text{ m}$
45.4 kg \leq TNT換算質量 \leq 204.1 kg $\Rightarrow -251.87 + [118.56 \times \ln(\text{TNT換算質量})] \text{ m}$
204.1 kg < TNT換算質量 \leq 13,608 kg $\Rightarrow 381.0 \text{ m}$
13,608 kg < TNT換算質量 \leq 45,359 kg $\Rightarrow 15.87 \times \sqrt{\text{TNT換算質量}} \cdot (1/3) \text{ m}$
45,359 kg < TNT換算質量 \leq 113,398 kg $\Rightarrow 1.164 \times \sqrt{\text{TNT換算質量}} \cdot 0.577 \text{ m}$
113,398 kg < TNT換算質量 $\Rightarrow 19.84 \times \sqrt{\text{TNT換算質量}} \cdot (1/3) \text{ m}$
ヒドラジン類が存在する場合は最小保安距離を243.8mとする。

文部科学省 宇宙開発利用部会 「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」を基に作成

出典) 「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

(3) 打上げ時の保安距離（地上安全）

「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」に基づいて打上げ時の保安距離を算定した。この基準で打上げ施設に対して求められる保安距離は、地上安全に対するものであり、燃料を搭載したロケットが地上で爆発した場合を想定した保安距離とされている。

1) 爆風に対する保安距離

爆風に対する保安距離は、以下の計算パラメータ及び計算手順により求められる。

なお、ここでの爆風とは圧力波（衝撃波）を指し、気象条件による風速等は影響しない（検討部会での指摘事項より）。

【計算パラメータ】

- ・ 推進薬等質量
- ・ 燃料の種類

【計算手順】

- ① TNT換算率（Te）の設定
- ② インパルス（I）の計算→基準爆風圧（ ΔP ）の設定
- ③ 爆風保安距離の計算

爆風に対する保安距離の算定結果を表-4.5に示す。

表-4.5 爆風に対する保安距離の算定結果

項目		単位	数値/種別	備考	
機材条件	推進薬等質量	Wp	kg	34,500	
	燃料の種類	-	-	ケロシン/LOX	
TNT換算率	TNT換算率①	Te	-	0.200	保安距離計算用
	TNT換算率②	Tei	-	0.200	インパルス計算用
インパルス・基準爆風圧の計算	仮定インパルス	I'	Pa・s	96.44	※ループ計算のため仮定値=計算値となるI'を設定
	基準爆風圧	Δp	kPa	1.379	$I \leq 140$ の場合、固定値 $\Delta p = 1.379$
	インパルス計算値	Z	-	58.94	$Z = (R / (Tei * Wp))^{(1/3)}$
		I	Pa・s	96.44	$I = ((Tei * Wp)^{(1/3)}) * 367 * Z^{(-1.08 + 0.0072 * \ln(Z))}$
	判定	-	OK	仮定インパルスI' = インパルス計算値I	
保安距離の計算	基準爆風圧	Δp	kPa	1.379	
	TNT換算率①	Te	-	0.200	
	推進薬等質量	Wp	kg	34,500	
	保安距離	R	m	1,122	$R = (74 / \Delta p^{(1/1.41)}) * (Te * Wp)^{(1/3)}$

(A) 爆風に対する保安距離

爆風に対する保安距離 R は、以下の式1～式4及びデータにより計算する。ロケットの種類に応じて該当する推進薬等の質量を TNT 当量に変換し、TNT 当量として合算して求める。

$$R = \left(\frac{74}{\Delta P^{1.41}} \right) \times \left[\sum (T_e \times w_p) \right]^{\frac{1}{3}} \quad \text{— 式1}$$

R : 爆風保安距離 (m)

ΔP : 基準爆風圧 (kPa)

w_p : 推進薬等質量 (kg)

T_e : TNT 換算率

・ TNT 換算率 T_e

固体推進薬 : $T_e = 0.05$

火工品 : $T_e = 1$

ヒドラジン類/NTO : $T_e = 0.1$

LOX (液体酸素) / LH₂ (液体酸素) : $T_e = \frac{6.7}{w_p^{\frac{1}{3}}}$

アルコール又はケロシン/LOX : $T_e = 0.2$

(各段、補助ブースター、人工衛星等に対し、TNT 換算率を別々に求める。)

・ 基準爆風圧

インパルス I (Pa·s) に応じて以下を適用する。

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

インパルス I (Pa·s) は、次の2式により計算する。

$$I = \left[\sum (T_{ei} \times w_p) \right]^{\frac{1}{3}} \times 367 \times Z^{\{-1.08 + 0.0072 \times \ln(Z)\}} \quad \text{— 式3}$$

$$Z = \frac{R}{\left[\sum (T_{ei} \times w_p) \right]^{\frac{1}{3}}} \quad \text{— 式4}$$

T_{ei} : インパルス計算用 TNT 換算率

固体推進薬 : $T_{ei} = 0.05$ ※爆風保安距離計算用と同じ

火工品 : $T_{ei} = 1$ ※爆風保安距離計算用と同じ

ヒドラジン類/NTO : $T_{ei} = 0.1$ ※爆風保安距離計算用と同じ

LOX/LH₂ : $T_{ei} = \frac{7.8}{w_p^{\frac{1}{3}}}$

アルコール又はケロシン/LOX :

$T_{ei} = 0.2$ ※爆風保安距離計算用と同じ

(各段、補助ブースター、人工衛星等に対し、TNT 換算率を別々に求める。)

※パラメータ R 及び w_p は爆風保安距離計算と同じ。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

2) 飛散物に対する保安距離

飛散物に対する保安距離は、以下の計算パラメータにより求められる。

【計算パラメータ】

- ・ 推進薬等質量
- ・ 燃料の種類

飛散物に対する保安距離の算定結果を表-4.6 に示す。

表-4.6 飛散物に対する保安距離の算定結果

項目		単位	数値/種別	備考	
機材条件	推進薬等質量	Wp	kg	34,500	機材条件より
	燃料の種類※			ケロシン/LOX	②液体推進薬のみ
保安距離の計算	保安距離	D	m	529	②の場合, $D=59 \times Wp^{0.21}$

※ ①：固体推進薬及び火工品が含まれる場合、②：液体推進薬のみの場合

(B) 飛散物に対する保安距離

飛散物に対する保安距離 D は、以下の式により計算する。

なお、パラメータは共通である。

D : 飛散物保安距離 (m)

W_p : 推進薬等質量 (kg) ※各種、各段等の総量

(i) 固体推進薬及び火工品の場合、並びにこれらと液体推進薬が共存する場合

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

(ii) 液体推進薬 (LOX/LH₂、ヒドラジン類/NTO、並びにアルコール又はケロシン/LOX) の場合

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

出典) 「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

3) ファイアボールによる放射熱に対する保安距離

ファイアボールに対する保安距離は、以下の計算パラメータ及び計算手順により求められる。ファイアボールとは、密閉された可燃性のガス等が空気に触れて急激に燃焼し、球状の炎を形成する現象を指す。

【計算パラメータ】

- ・ 推進薬等質量
- ・ 燃料の種類

【主な計算手順】

- ① 距離 A の計算（ファイアボール放射強度 I_L = 持続時間から計算）
- ② 距離 B の計算（ファイアボール放射強度 I_L = 固定値）
- ③ 保安距離の設定（A, B のうち大きい方）

ファイアボールによる放射熱に対する保安距離の算定結果を表-4.7 に示す。

表-4.7 ファイアボールに対する保安距離の算定結果

項目		単位	数値/種別	備考	
機材条件	推進薬等質量	Wp	kg	34,500	
	燃料の種類		-	ケロシン/LOX	
保安距離A の計算	ファイアボール持続時間	tL	sec	10.38	$tL=1.82*Wp^{(1/6)}$
	ファイアボール放射強度A	IL	W/m2	12,822	$IL=(550,000/tL)^{(1/1.15)}$
	保安距離A	Fa	m	843	$Fa=\sqrt{(8.58*10^6*Wp^{(2/3)}/IL)}$
保安距離B の計算	ファイアボール放射強度B	IL'	W/m2	12,560	固定値
	保安距離B	Fb	m	851	$Fb=\sqrt{(8.58*10^6*Wp^{(2/3)}/IL')}$
保安距離 の設定	保安距離A	Fa	m	843	
	保安距離B	Fb	m	851	
	保安距離	F	m	851	保安距離A, Bのうち大きい方

(C) ファイアボールによる放射熱に対する保安距離

ファイアボールに対する保安距離 F (m) は以下により計算する。

(i) 固体推進薬及び火工品の場合

以下の条件を個別に適用して求めた 2 つの F のうち、大きな方を保安距離とする。

- ・ 以下の式 5～式 7 から得られる F
- ・ $I_S = 12,560$ とし、式 5 から得られる F

$$I_S = 2.69 \times 10^7 \times \frac{[\sum(T_e \times w_p)]^{0.65}}{F^2} \quad \text{— 式 5}$$

$$t_S = 0.258 \times [\sum(T_e \times w_p)]^{0.349} \quad \text{— 式 6}$$

$$t_S \times I_S^{1.15} = 550,000 \quad \text{— 式 7}$$

I_S : ファイアボール放射強度(固体) (W/m²)

t_S : ファイアボール持続時間 (s)

w_p : 推進薬等質量 (kg)

T_e : TNT 換算率

固体推進薬 : $T_e = 0.05$

火工品 : $T_e = 1$

※式 7 は Eisenberg による人に対する放射照度の基準

(ii) 液体推進薬 (LOX/LH₂、ヒドラジン類/NTO、並びにアルコール又はケロシン/LOX) の場合

以下の条件を個別に適用して求めた 2 つの F のうち、大きな方を保安距離とする。

- ・ 以下の式 8～式 10 から得られる F
- ・ $I_L = 12,560$ とし、式 8 から得られる F

$$I_L = 8.58 \times 10^6 \times \frac{W_p^2}{F^2} \quad \text{— 式 8}$$

※固体推進薬を含む他の推進薬がなく、LOX/LH₂ のみの場合は、上式の 0.85 倍としてよい。

$$t_L = 1.82 \times W_p^{\frac{1}{6}} \quad \text{— 式 9}$$

$$t_L \times I_L^{1.15} = 550,000 \quad \text{— 式 10}$$

I_L : ファイアボール放射強度(液体) (W/m²)

t_L : ファイアボール持続時間 (s)

W_p : 推進薬質量 (kg) ※各種、各段等の総量

出典) 「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

(iii) 固体推進薬等及び液体推進薬が共存する場合

(a) $t_L \geq t_S$ の場合

式5、式6、式8、式9に以下の条件を個別に適用して求めた2つのFのうち、大きな方を保安距離とする。

$$\begin{aligned} \cdot t_S \times (I_L + I_S)^{1.15} + (t_L - t_S) \times I_L^{1.15} &= 550,000 \\ \cdot I_L + I_S &= 12,560 \end{aligned}$$

(b) $t_L < t_S$ の場合

式5、式6、式8、式9に以下の条件を個別に適用して求めた2つのFのうち、大きな方を保安距離とする。

$$\begin{aligned} \cdot t_L \times (I_S + I_L)^{1.15} + (t_S - t_L) \times I_S^{1.15} &= 550,000 \\ \cdot I_S + I_L &= 12,560 \end{aligned}$$

(D) 有害ガスの拡散に対する保安距離

拡散する有毒ガスの種別、風速等から適切な保安距離を定めること。この際に、根拠を示すことで燃焼や熱分解による拡散ガス容量の低減を考慮することができる。

有毒物質の許容濃度は、対象物質ごとに国際標準又は各国宇宙機関等が定める基準の水準と同等のものとする。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

4) 保安距離のまとめ (地上爆発)

以上より、各項目について打上げ時に確保すべき保安距離は表-4.8のとおりであり、爆風(圧力波)に対する保安距離がクリティカルとなる。

結果から、設定した搭載燃料のロケットを運用する場合に、地上爆発に対して確保すべき保安距離は約1,200mとなる。

表-4.8 打上げ時の保安距離 (地上爆発)

項目		保安距離 (m)	
打上げ時	爆風	1,122	1,122
	飛散物	529	
	ファイアボールによる放射熱	851	

ただし、表-4.8の保安距離で安全性が確保されるのは、打上げ時に地上で爆発した場合のみであり、ISTがMOMO(観測ロケット)打上げで設定している警戒区域は、飛行中断措置を行った場合の安全性も考慮された保安距離となっている。

(4) 射場施設において確保する保安距離

ロケットが予定の飛行経路を外れた場合やその他の異常な事態が発生した場合、そのロケットの飛行中断措置を行う必要がある。飛行中断措置は、以下の2つに大別され、ISTでは推力停止（緊急停止）が用いられている。

- ・ 指令破壊：飛行中のロケットを空中で爆破等により破壊し、飛行を中断する方法。破壊による部材片等は安全が確保された場所に落下させる。
- ・ 推力停止：推力飛行中のロケットの推力（燃料の燃焼）を緊急停止し、ロケットを安全が確保された場所へ落下させる方法。

緊急停止を行った場合でも安全性が確保されることが原則であり、「人工衛星等の打上げに係る許可」の審査基準において海上に落下限界線を設定することとされている。

一方で、ロケットの飛行初期に経路等の異常が把握された場合に飛行中断措置を行うことも想定される。

これについて、ISTでは、飛行初期の緊急停止による飛行中断措置を、水平方向に300m飛行するまでに完全停止させる緊急停止システムを観測ロケットMOMOに適用しており、軌道投入機ZEROでも同様に適用することを予定している。

緊急停止により地上へ落下したロケットが何らかの要因により地上で爆発した場合を考慮すると、通常の上陸安全に対する保安距離（図-4.18）に加え、飛行時に緊急停止する場合の水平方向への許容移動距離300mを加味した保安距離（図-4.19）を確保した陸上警戒区域を設定することが望ましい。

これは、「人工衛星等の打上げに係る許可」の審査基準では、陸上警戒区域に考慮されない飛行安全を加味した安全側の陸上警戒区域となる（図-4.17）。

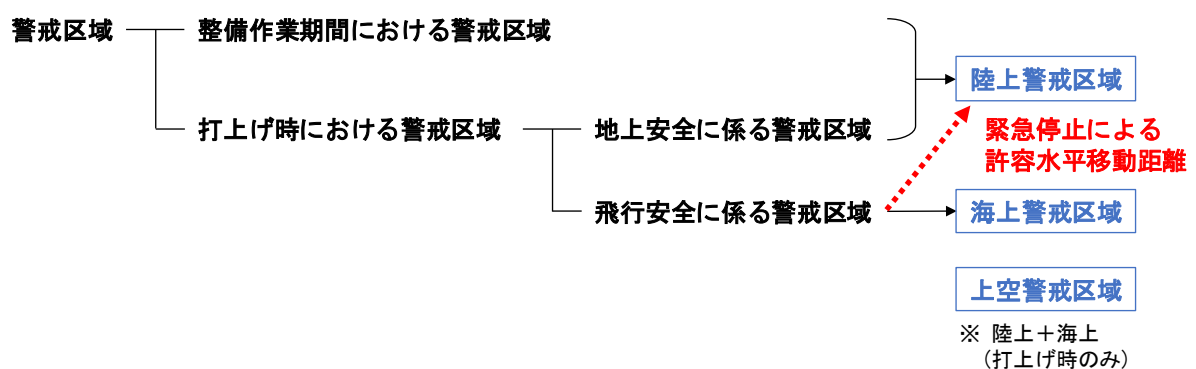


図-4.17 緊急停止による許容水平移動距離を加味した陸上警戒区域

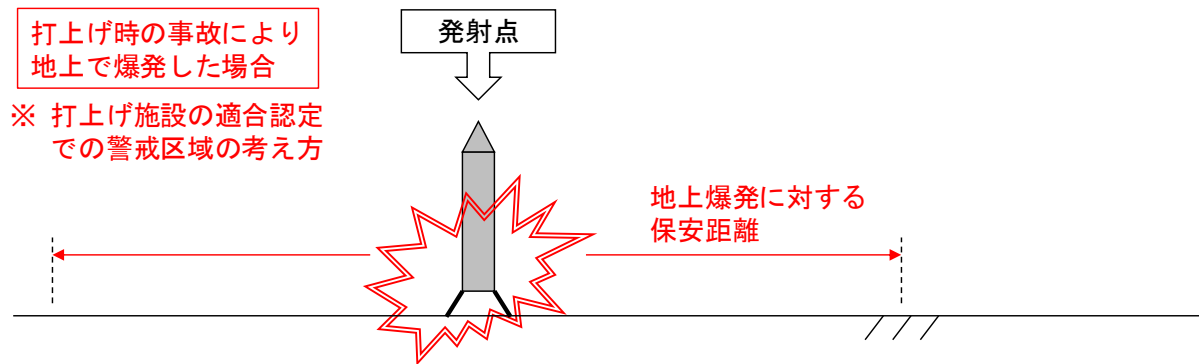


図-4.18 打上げ時の地上安全に対する保安距離の考え方（=宇宙活動法による打上げ施設の要件）

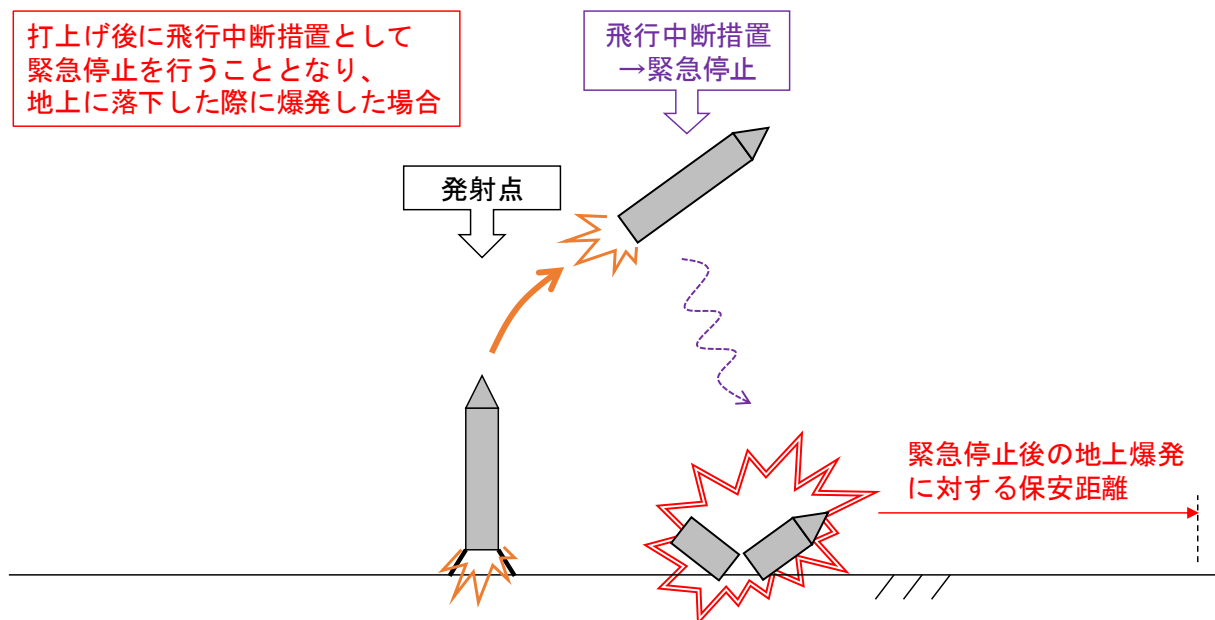


図-4.19 打上げ後に飛行中断措置のための緊急停止を考慮した地上安全のための保安距離

(3) の地上安全に係る保安距離の計算結果より、緊急停止を加味した保安距離は 1.5km (=1,200m+300m) となる。これにより、L1 射場の施設配置では保安距離 1.5km の陸上警戒区域を考慮することとした。

なお、各社の緊急停止/指令破壊等や制御方法、技術の進歩等により許容移動距離は変わる可能性がある。

4.3. L1 射場（第一段階）の検討

現在の IST 打上げ実験場付近に整備する第一段階における L1 射場について、概略平面図を作成し、概算事業費を算出した。

4.3.1. 概略図面（案）

L1 射場の概略平面図を図-4.20、図-4.21 に、射点施設平面図を図-4.22 に示す。

射点及び組立棟の配置は、海岸線付近に分布する特定植物群落への影響を避け、現作業用道路位置に配置した IST 計画案に基づいて南北方向の配置とした。

打上げ時の保安距離は 1.5km とし、管理施設は射点から 1.5km 以上の位置に配置した。

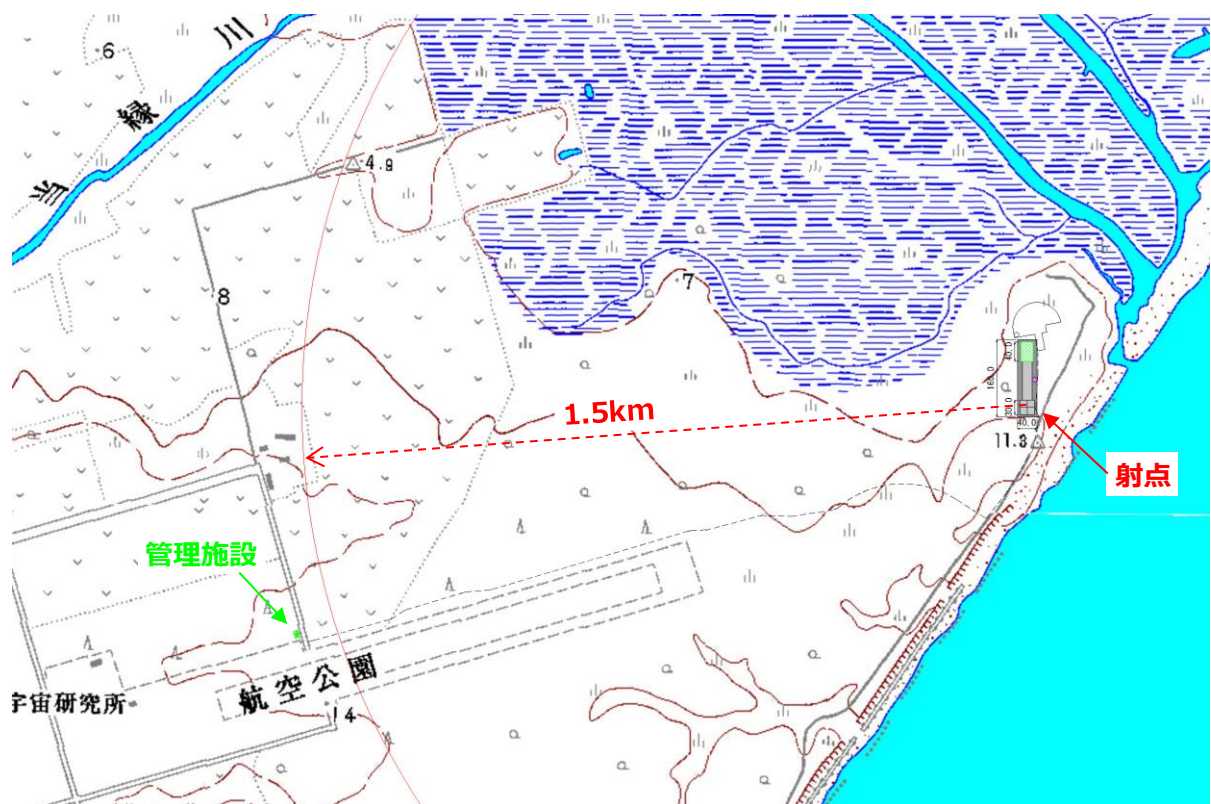


図-4.20 L1 射場の概略平面図



図-4.21 L1 射場の概略平面図（射点付近拡大図）

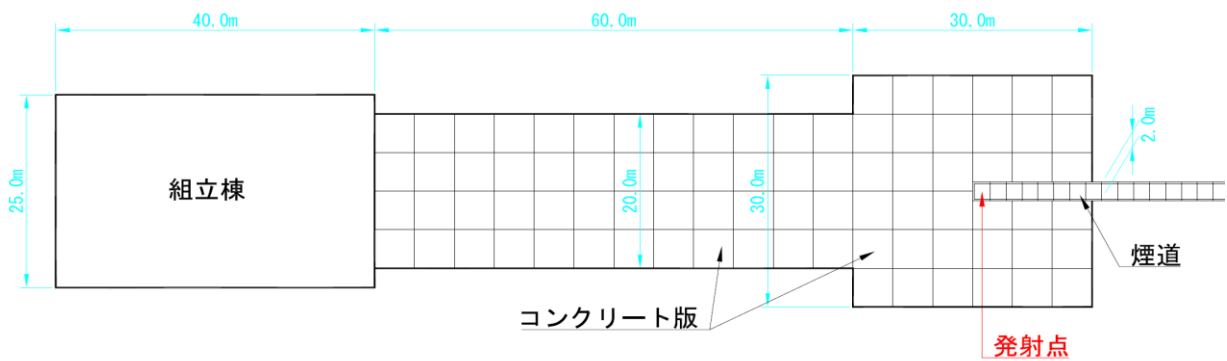


図-4.22 L1 射場の射点施設（煙道の設置はロケット仕様による）

4.3.2. 概算事業費の算出

概略平面図に基づき、主要工種に対する概算数量及び概算事業費を算出した。

L1 射場の概算事業費算定結果を表-4.9 に示す。

表-4.9 L1 射場の概算事業費

【ロケット射場L1計画】		【数量表】					
名称		単位	数量	単価	工事費(千円)	備考	
【土工事】	伐採・伐根・表土除去	m2	6,400	800	5,120		
	切土	m3	3,200	500	1,600	岩塊含む。土砂運搬10km	
	盛土	m3	0	200	0	路体盛土	
【各施設工事】							
	各種施設用地(面積)		(1), (2), (5)~(10)は、3社分の施設を計上				
(1)	発射点・運搬経路						
	・コンクリート舗装	m2	1,700	8,000	13,600	t=18cm	
		m2	300	7,900	2,370	t=18~24cm	
		m2	100	8,500	850	t=24cm	
	・路盤工(粒度調整碎石)	m2	2,100	2,200	4,620	t=30cm	
	・路盤工(切込砂利)	m2	2,100	1,100	2,310	t=20cm	
					小計	23,750	※煙道含まず
(2)	ロケット組立棟	m2	1,000	50,000	50,000	鉄骨倉庫相当	
(3)	管理棟	m2	400	100,000	40,000	プレハブ家屋相当	
					土木工事計	30,000	直接工事費
					建築工事計	90,000	〃
合計						120,000	
雑工事						24,000	全体工事費の20%
直接工事費						144,000	
事業費					土木+建築	約2.6億円	直接工事費×1.8
					土木工事分のみ	約0.6億円	直接工事費×1.8

4.4. L2 射場（第二段階）の検討

ロケット打上げの商用運用を本格化する段階において、多頻度の打上げや複数社の利用を可能とする施設・設備としてL2射場の平面配置検討及び概略平面図の作成、概算事業費の算出を実施した。

4.4.1. 施設配置条件

L2射場の施設配置及び全体配置（地域）に関する条件は以下のとおりである。

【射場施設の配置に関する条件】

- ▶ 対象ロケット規模：イプシロンロケット級
- ▶ 想定する保安距離：2.0km
- ▶ 対応する燃料種類：液体燃料、固体燃料、ハイブリッド燃料に対応
- ▶ 複数事業者による射場の利用を想定した施設配置とする。
- ▶ 固体燃料ロケットの運搬に用いる特殊大型トレーラが走行可能なルートを確認する。

【全体配置に関する条件】

- ▶ ハザードマップによる3m未満の津波浸水区域を除外する。
- ▶ 市街化区域を除外する。
- ▶ 自然環境への影響の小さい区域とする。

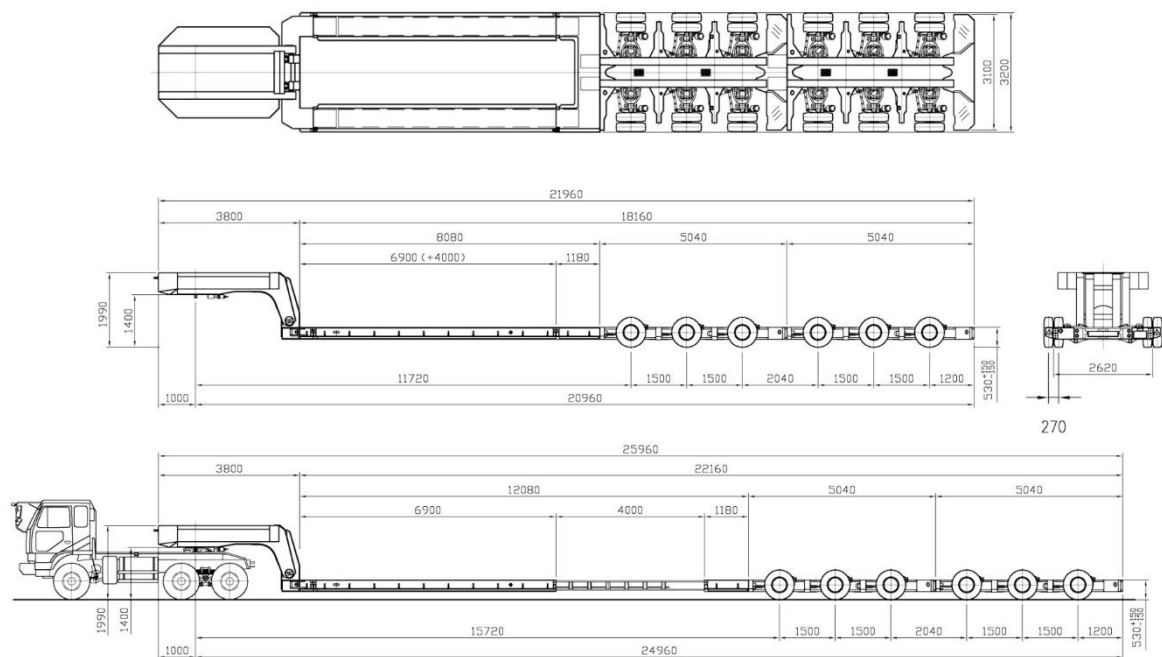


図-4.23 ロケット搬送特殊大型トレーラ形状（資料提供：日本通運）

4.4.2. 平面配置の検討

L2射場は、配置条件を確保する範囲として、以下の4地域（平成30年度業務で1案を追加）を射場地区案とした。

- ▶ 生花地区案：生花苗川北西部の丘陵地に配置する案。高台であるため、津波の浸水区域から除外される。地形的には丘陵地域に見られるテーブル状の地形となっており、上面部の起伏は比較的少ない地形となっている。地質的にも太樹層、チョウブシ層等の比較的強固な地盤が分布している。
- ▶ 晩成地区案：晩成温泉の内陸側の高台に配置する案。当該地形については、地盤が高い箇所については生花苗沼へ流入する河川があり、その周辺が崖錐となっており、起伏が比較的大きくなっている。場所を限定することで平坦な地形を確保することは可能である。
- ▶ 美成地区案：多目的航空公園の内陸側に配置する案。平坦な地形であり、起伏がないため施設整備は容易である。ただし、低地であるため、津波の浸水区域に含まれる。多目的航空公園の滑走路延長線上に位置することから、施設配置にあたっては安全表面とのクリアランスを確保する必要がある。
- ▶ 晩成地区ホロカヤントウ右岸案（追加案）：ホロカヤントウ右岸の比較的平坦な丘陵地に配置する案。一部は津波浸水区域（5m未満）に含まれるが、その他の区域は高台にあるため影響を受けない。

各案と津波浸水予測範囲、都市計画区域、環境ゾーニングの分布の関係を図-4.24～図-4.26に示す。

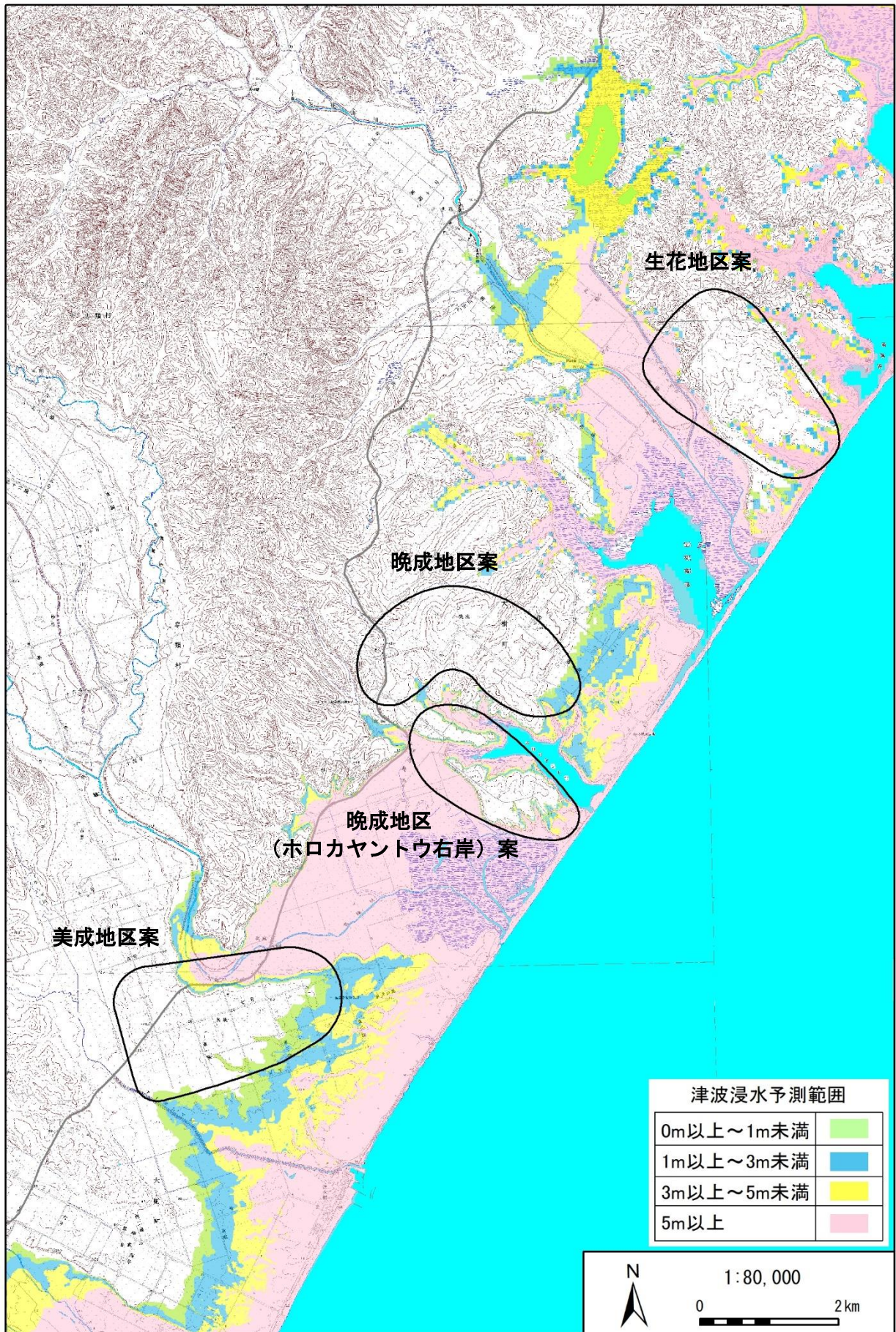


図-4.24 L2 射場配置条件の検討（津波浸水予測範囲）

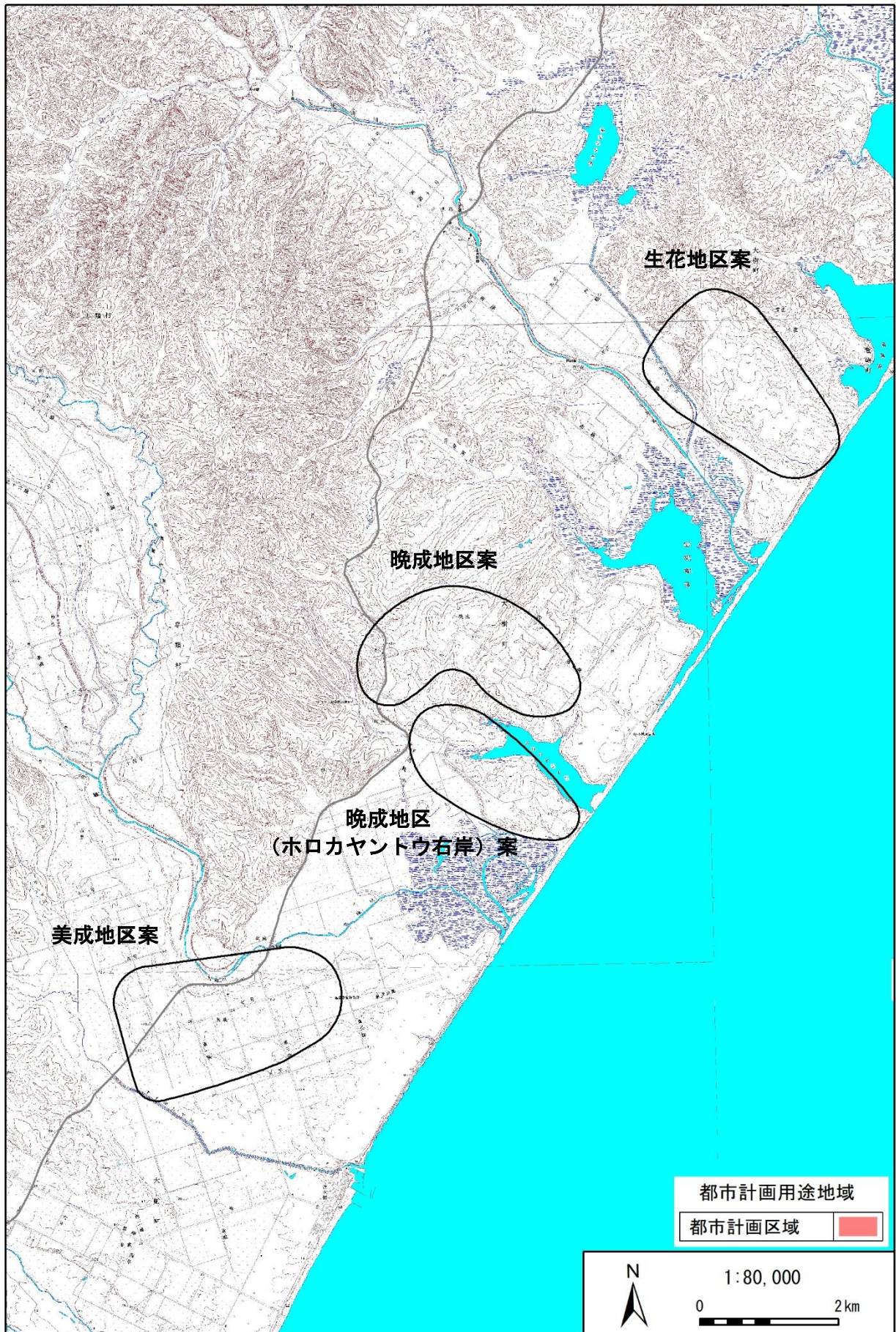


図-4.25 L2 射場配置条件の検討（都市計画用途地域）

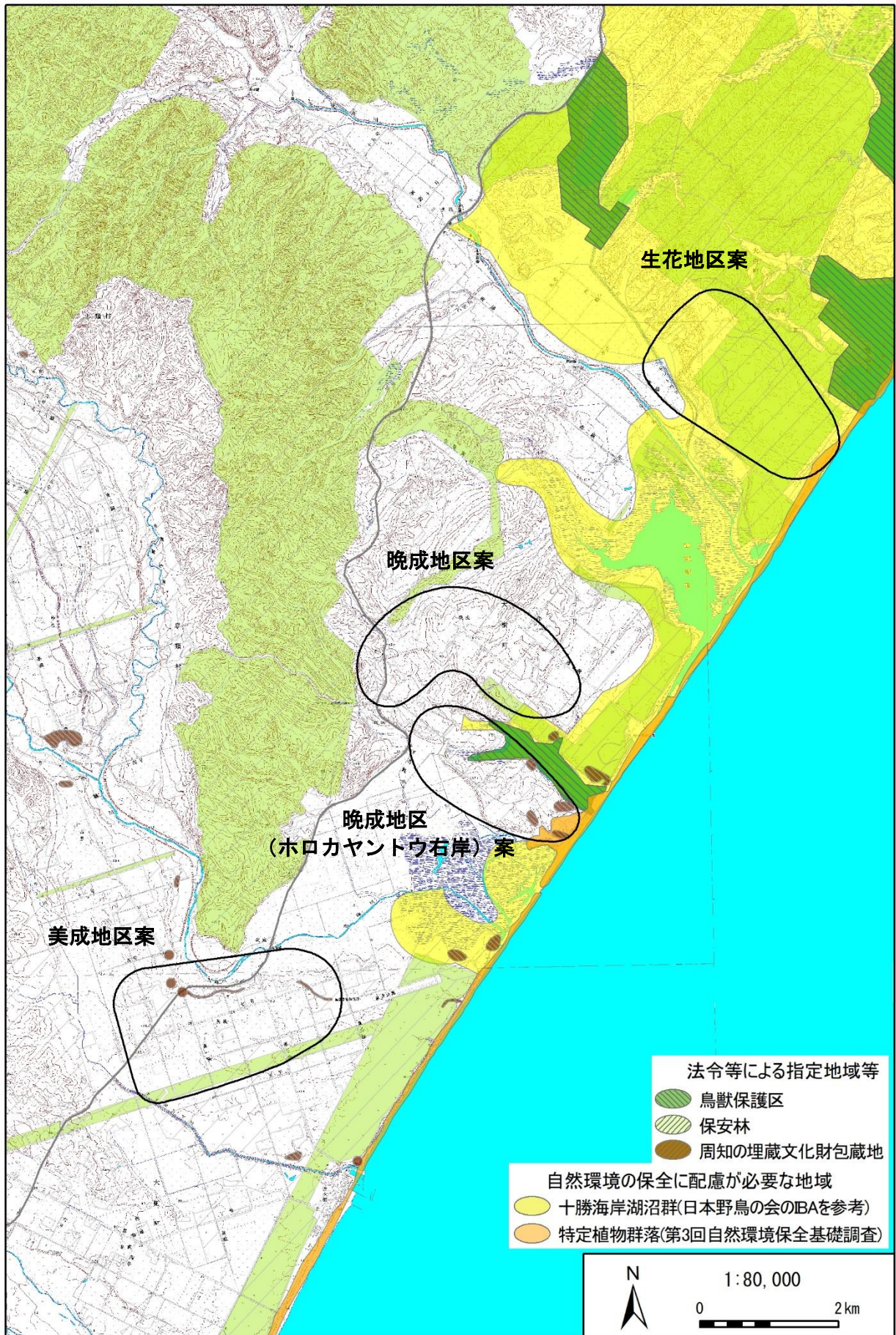


図-4.26 L2 射場配置条件の検討（自然環境ゾーニング）

設定した4地域の射場地区案を、用地確保、保安距離の確保、地形・地質、自然環境への影響を指標として比較した。

比較結果を表-4.10～表-4.12に示す。

なお、表-4.11及び表-4.12に示した自然環境に関する比較結果については、別途検討を行った「環境影響評価検討部会」の検討結果を転記したものである。

表-4.10 射場地区案の比較（自然環境以外）

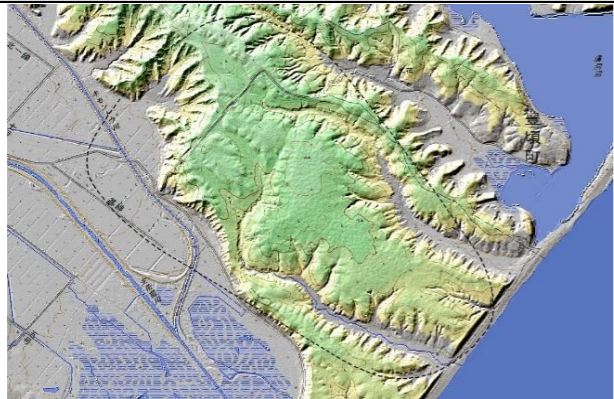
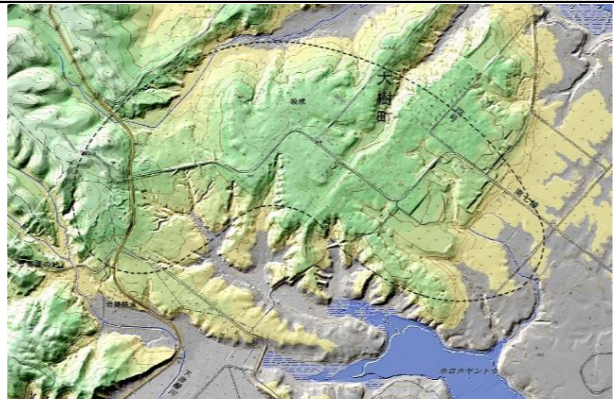
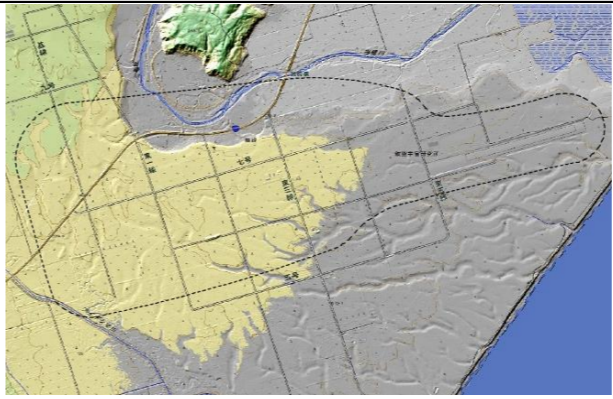
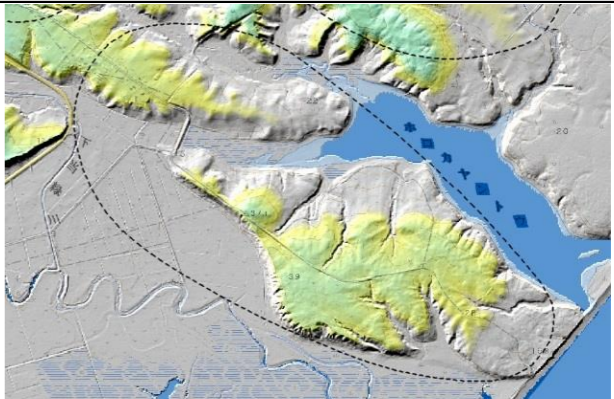
指標	生花地区案	晩成地区案	美成地区案	晩成地区（ホロカヤントウ右岸）案
地形	 <p>※ 地形図は高さ方向を 10 倍に強調して表示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的平坦な丘陵地形の形状となっているが、海域に直接流下する沢地形が多数ある。 ・ アクセス道路は、高低差がある箇所に整備する必要があるため、道路延長がやや長くなる。 ・ 丘陵地形の周囲や海側に直接海洋に流入する沢地形があるため、施設配置に配慮が必要。 	 <p>※ 地形図は高さ方向を 10 倍に強調して表示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的平坦な丘陵地形となっている。接続する道路もほぼ同一面となっていることから、アクセス道路延長も短く設定することが可能となる。 ・ 南側にはホロカヤントウに流入する沢地形、北側には生花苗沼に流下する沢地形があるため、施設配置に配慮が必要。 	 <p>※ 地形図は高さ方向を 10 倍に強調して表示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 平坦な地形であり、施設配置及びアクセス道路設置が容易である。 	 <p>※ 地形図は高さ方向を 10 倍に強調して表示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的平坦な丘陵地形となっている。接続する道路もほぼ同一面となっていることから、アクセス道路延長も短く設定することが可能となる。 ・ ホロカヤントウに流入する沢地形があるため、施設配置に配慮が必要。
用地確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保安林区域となっているため、樹木の伐採や代替植林等の対応が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置箇所付近に農場があるため、移設が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一部が保安林区域となっている。 ・ 施設南側に浜大樹の集落が位置し、ロケット打上げ時の経路下になる可能性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置箇所は公共牧場であるため、地権者や使用者との協議が必要。
周辺施設に対する保安距離の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ 射点から 2km の保安距離範囲内には居住施設は存在しない。 ・ 発射点が最も海岸線に近く、南側への打上げ経路にも施設が存在しない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 射点から 2km の保安距離範囲内に居住施設や国道等が含まれるため、ロケット打上げ時は警戒区域外への非難や道路閉鎖が必要となる。 ・ 同様に 2km 圏内に位置する晩成温泉は、大樹町管理施設のため、打上げ時の避難調整が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 射点から 2km の保安距離範囲内に居住施設や国道等が含まれるため、ロケット打上げ時は警戒区域外への非難や道路閉鎖が必要となる。 ・ 同様に 2km 圏内に位置する多目的航空公園施設は打上げ時の避難調整が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 射点から 2km の保安距離範囲内には居住施設は存在しない。 ・ 発射点が最も海岸線に近く、南側への打上げ経路にも施設が存在しない。
津波浸水区域	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高台にあり、津波浸水区域に全域が含まれない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高台にあり、津波浸水区域に全域が含まれない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平地にあり、一部が津波浸水区域(3m 未満)に含まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平地にあり、一部が津波浸水区域(5m 未満)に含まれる。
地質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大樹層（凝灰質砂質泥岩）、チョウブシ層（砂質泥岩・砂岩互層）及び砂礫を中心とした海岸段丘堆積物が分布しており、基礎地盤としての地耐力を確保することが出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大樹層（凝灰質砂質泥岩）、生花苗層（硬質泥岩層）が広く分布しており、強固な基盤層を確保することが出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 忠類礫層（礫・砂・粘性質ローム）が分布している。土質として礫・砂が卓越していれば問題ないが、粘性質ロームが卓越する場合は、支持力の確認が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大樹層（凝灰質砂質泥岩）、生花苗層（硬質泥岩層）が広く分布しており、強固な基盤層を確保することが出来る。

表-4.11 射場地区案の比較（自然環境①）

指標	生花地区案	晩成地区案
自然環境	<p>【自然景観資源】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 景観資源である「海成段丘」上に位置する。 <p>【法的な保全地域等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 湧洞鳥獣保護区（指定区分:集団渡来地）に近接する。 ・ 段丘上の樹林地は、防霧保安林に指定されている。 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 段丘上にはミズナラ・カシワ林（現存植生図では伐採跡地に成立した二次林）、トドマツ植林、カラマツ植林が分布し、沢沿いにはハルニレ・ヤチダモ・ケヤマハンノキ林等が残存している。 ・ 段丘下の海側には海岸草原、ササ草原、湿性草原が残存している。 <p>【重要な植物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 段丘下の海岸沿いの草地や林道沿いに多数の植物重要の生育が確認された。樹林内の林床での植物重要種の確認は少なかった。 <p>【重要な鳥類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 希少猛禽類の営巣（推定）が確認されたが、平成30年調査時に森林施業による営巣林の伐採も確認された。 ・ 調査地区外の東側で、オジロワシ（留鳥）のつがいが確認された。 ・ 他地区では確認されていないエゾライチョウ、ウズラ、オオアカゲラ、ヤマシギといった樹林性の鳥類重要種が繁殖期に確認され、周辺で繁殖している可能性が確認された。 <p>【重要な哺乳類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ エゾクロテンが林道付近の沢内で確認された。 <p>【重要な昆虫類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 樹林性及び水域に生息する重要種が13種確認された。 <p>【重要な底生動物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ニホンザリガニの生息が特に海側の沢地形部で多数確認された。 <p>【重要な魚類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スナヤツメの生息及び産卵環境、ハナカジカの生息が確認された。 <p>【生態系】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近一帯が、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地「十勝海岸湖沼群」として、(財)日本野鳥の会により重要野鳥生息地(IBA)に「十勝海岸湖沼群」として選定されている。 ・ 樹林及び樹林内を流下する沢が存在することから、他地区では確認のない重要種（樹林性の鳥類や水生生物）が確認された。 	<p>【自然景観資源】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 景観資源である「海成段丘」上に位置する。 <p>【法的な保全地域等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ホロカヤントウ鳥獣保護区（指定区分:集団渡来地）に近接する。 ・ 残存する樹林地の一部は、保安林に指定されている。 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 大部分が耕作地・牧草地となっており、沢地形部にミズナラ・カシワ林やハルニレ・ヤチダモ・ケヤマハンノキ林、ササ草原が残存している。 <p>【希少植物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 沢地形部の湿地及び止水域に、湿生植物等の植物重要種の生育が確認された。 <p>【希少鳥類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ タンチョウの採餌利用が牧草地で確認された。 ・ 希少猛禽類の周辺での営巣は確認されていない。 <p>【生態系】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近一帯が、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地「十勝海岸湖沼群」として、(財)日本野鳥の会により重要野鳥生息地(IBA)に「十勝海岸湖沼群」として選定されている。
評価 (自然環境のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他地区と比較し、人為的な環境の改変が少ない地域であること、樹林性の種や水域に生息する重要な動物が確認されていることから、他地区と比較した場合、自然環境への影響は大きいと予測される。 ・ 打上げ時の火災対策等、射点周辺の森林伐採による生息・生育環境の質的变化の影響が懸念される。 ・ 沢の上流側に射点が配置されることから、打上げ時の冷却水や消火作業による排水等による周辺へ環境への影響が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地区の大半が、牧草地等の人為的な環境であることから、他地区と比較した場合、自然環境への影響は比較的小さいと予測される。 ・ 沢地形沿いに残存する樹林地や水辺を改変する際は、下流側に位置するホロカヤントウへの影響低減に配慮が必要である。

表-4.12 射場地区案の比較（自然環境②）

指標	美成地区案	晩成地区（ホロカヤントウ右岸）案
自然環境	<p>【自然景観資源】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近に該当する景観資源なし。 <p>【法的な保全地域等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近に鳥獣保護区なし。 ・ 耕地防風林の一部が、保安林に指定されている。 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 大部分が耕作地・牧草地となっており、これらを囲う様にカラマツの防風林帯が分布している。 ・ ミズナラ・カシワ林が海岸や防風林付近に残存している。 ・ 河川沿いにはハルニレ・ヤチダモ・ケヤマハンノキ林やハンノキ・ヤチダモ林等の河畔林が残存している。 <p>【希少植物】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 残存する樹林地付近において植物重要種の生育が確認された。 <p>【希少鳥類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 周辺で希少猛禽類の営巣が確認された。 ・ 3つがいのタンチョウが生息し、周辺の耕作地や牧草地で採餌する様子が確認された。 <p>【生態系】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近一帯が、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地「十勝海岸湖沼群」として、(財)日本野鳥の会により重要野鳥生息地(IBA)に「十勝海岸湖沼群」として選定されている。 	<p>【自然景観資源】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 景観資源である「海成段丘」上に位置する。 <p>【法的な保全地域等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ホロカヤントウ鳥獣保護区（指定区分:集団渡来地）に近接する。 ・ ホロカヤントウの周囲や沢周辺に周知の埋蔵文化財包蔵地が点在する。 ・ 保安林に指定されているエリアに該当するが、過去の空中写真から平成 19 年には伐採されているため、既に保安林解除手続きが済んだエリアであると想定される。 <p>【植生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸付近に重要な植物群落「十勝国・長節沼・大樹晩成海岸草原」が分布している。 ・ 大部分が公共牧場となっており、地形沿いに樹林地が残存している。 ・ 付近一帯が、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地に「十勝海岸湖沼群」として選定されている。 <p>【希少鳥類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 周辺にタンチョウや希少猛禽類の営巣地の確認はない。 <p>【生態系】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 付近一帯が、環境省により生物多様性の観点から重要度の高い湿地「十勝海岸湖沼群」として、(財)日本野鳥の会により重要野鳥生息地(IBA)に「十勝海岸湖沼群」として選定されている。
評価 (自然環境のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地区の大半が、牧草地等の人為的な環境であることから、他地区と比較した場合、自然環境への影響は比較的小さいと予測される。 ・ 射場施設は平地に配置することが可能であり、周辺の水域への影響は小さいと予測される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地区の大半が、公共牧場等の人為的な環境であることから、他地区と比較した場合、自然環境への影響は比較的小さいと予測される。 ・ 海岸付近に重要な植物群落「十勝国・長節沼・大樹晩成海岸草原」が分布しているが、空中写真による確認で、一部は既に公共牧場として土地利用がされているようだが、今後現地確認が必要である。 ・ 海岸付近の自然草地や沢地形沿いに残存する樹林地や水辺付近を改変する際は、留意が必要である。 ・ 沢地形沿いに残存する樹林地や水辺を改変する際は、下流側に位置するホロカヤントウへの影響が懸念される。

4.4.3. 概略図面（案）

平面配置検討結果に基づき、以下4案の概略平面図を作成した。

- ① 生花地区案
- ② 晩成地区案
- ③ 美成地区案
- ④ 晩成地区ホロカヤントウ右岸案

作成した各案の概略平面図を図-4.27～図-4.34に示す。

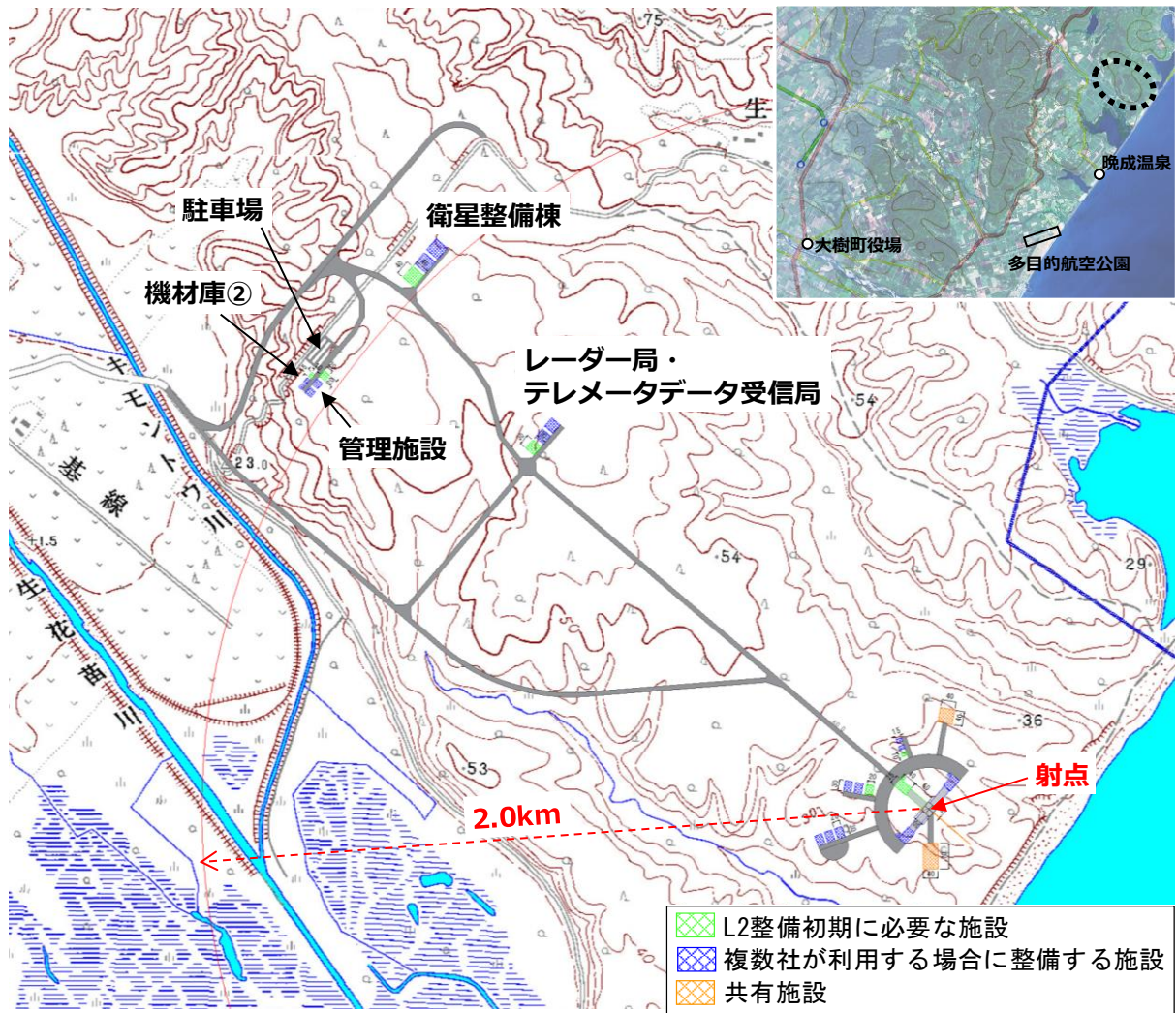


図-4.27 生花地区案のL2射場の概略平面図

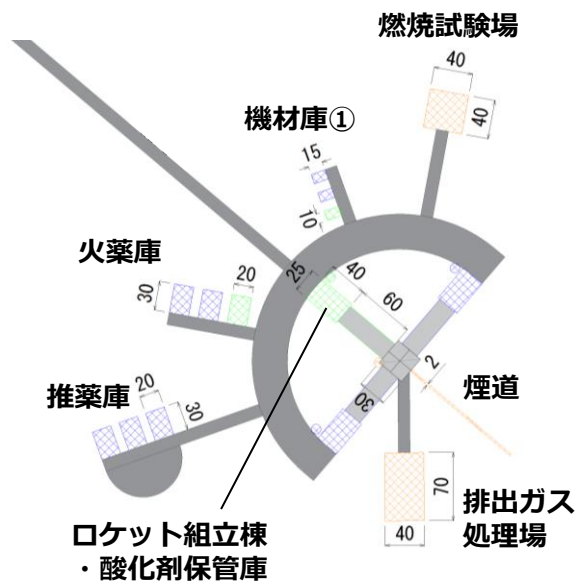
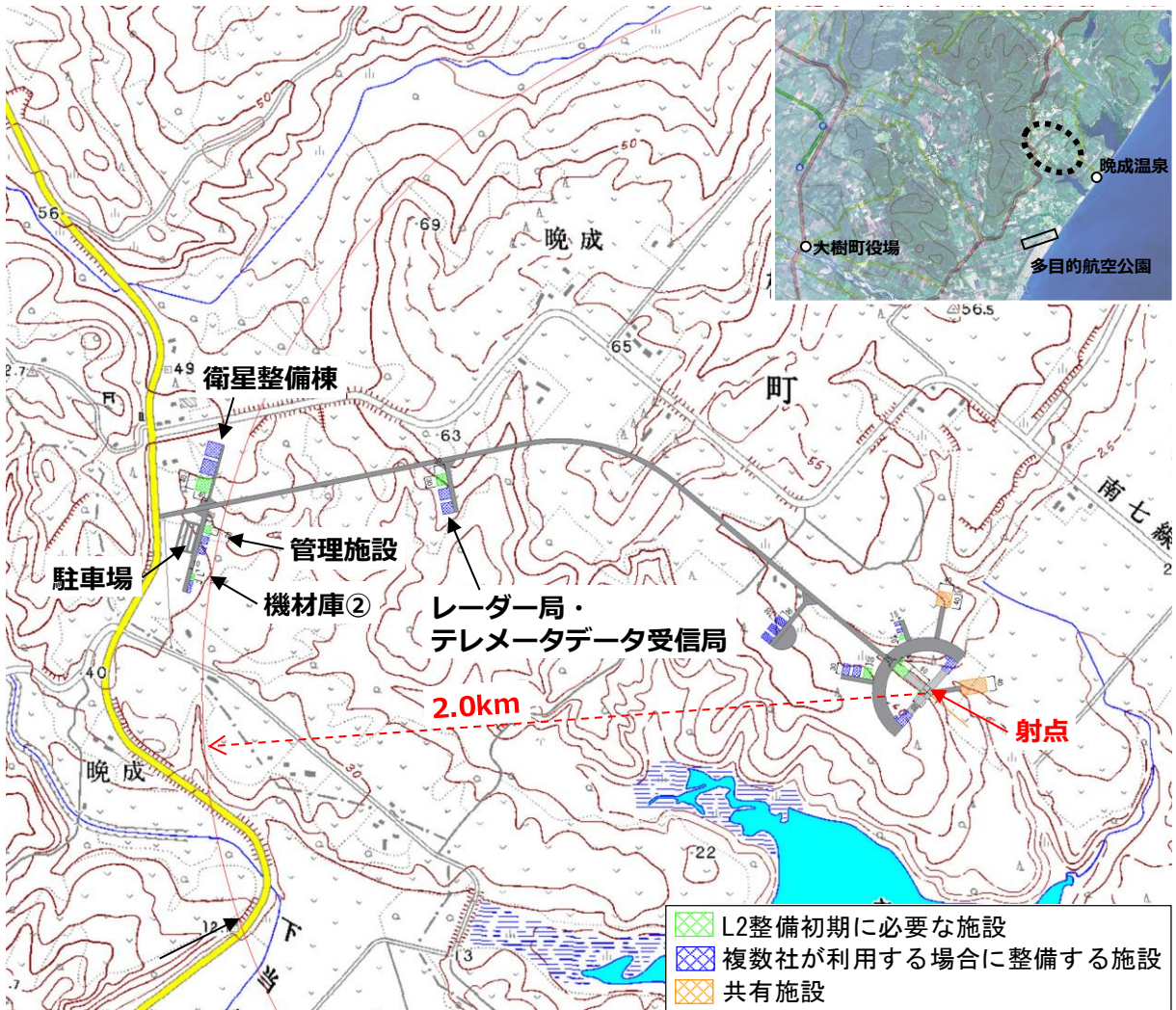


図-4.28 生花地区案のL2射場の射点付近拡大図



注) 射点から2kmの保安距離範囲内に居住施設や国道等が含まれるため、ロケット打上げ時は警戒区域外への非難や道路閉鎖が必要となる。

図-4.29 晩成地区案のL2射場の概略平面図

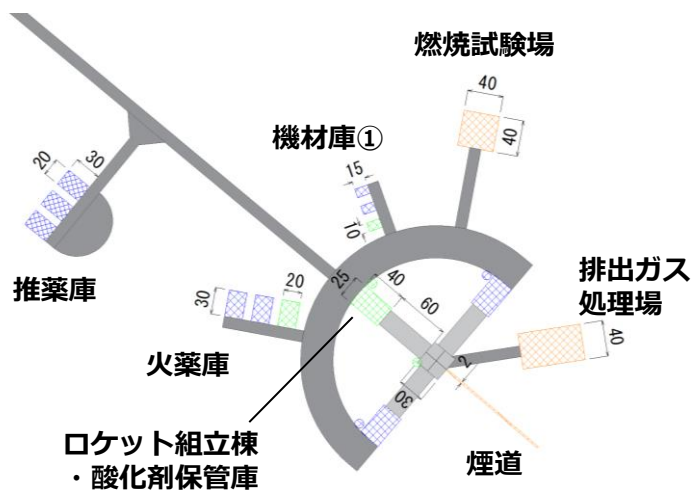
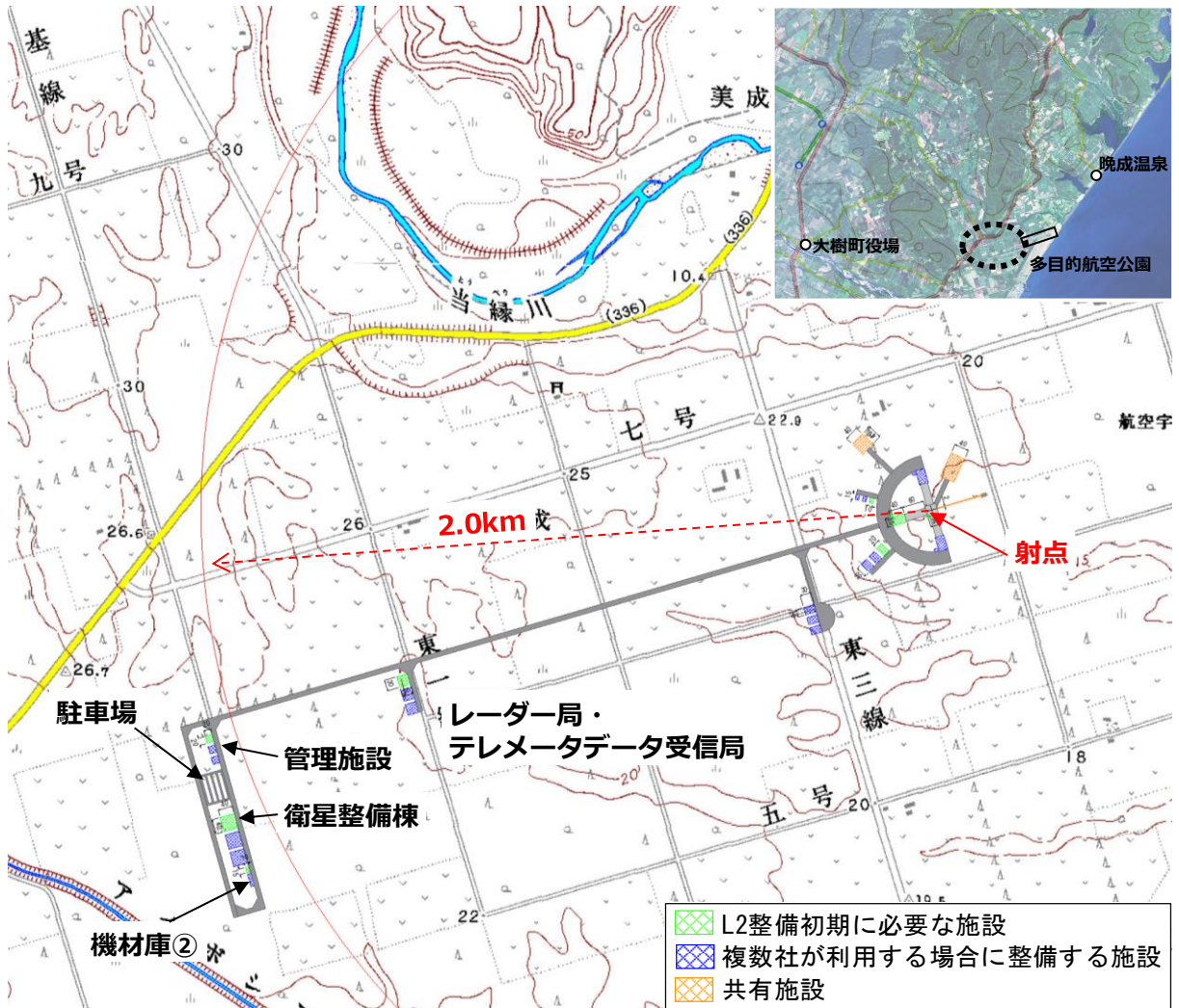


図-4.30 晩成地区案のL2射場の射点付近拡大図



注) 射点から2kmの保安距離範囲内に居住施設や国道等が含まれるため、ロケット打上げ時は警戒区域外への非難や道路閉鎖が必要となる。

図-4.31 美成地区案のL2射場の概略平面図

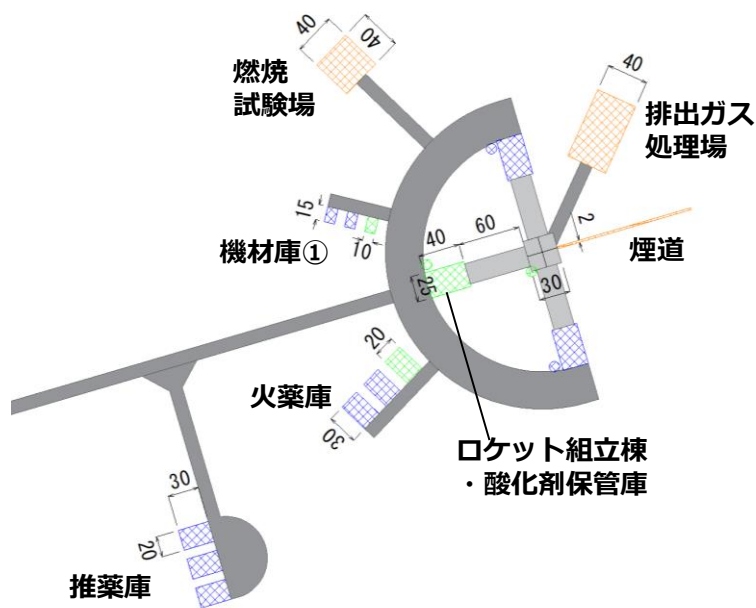


図-4.32 美成地区案のL2射場の射点付近拡大図

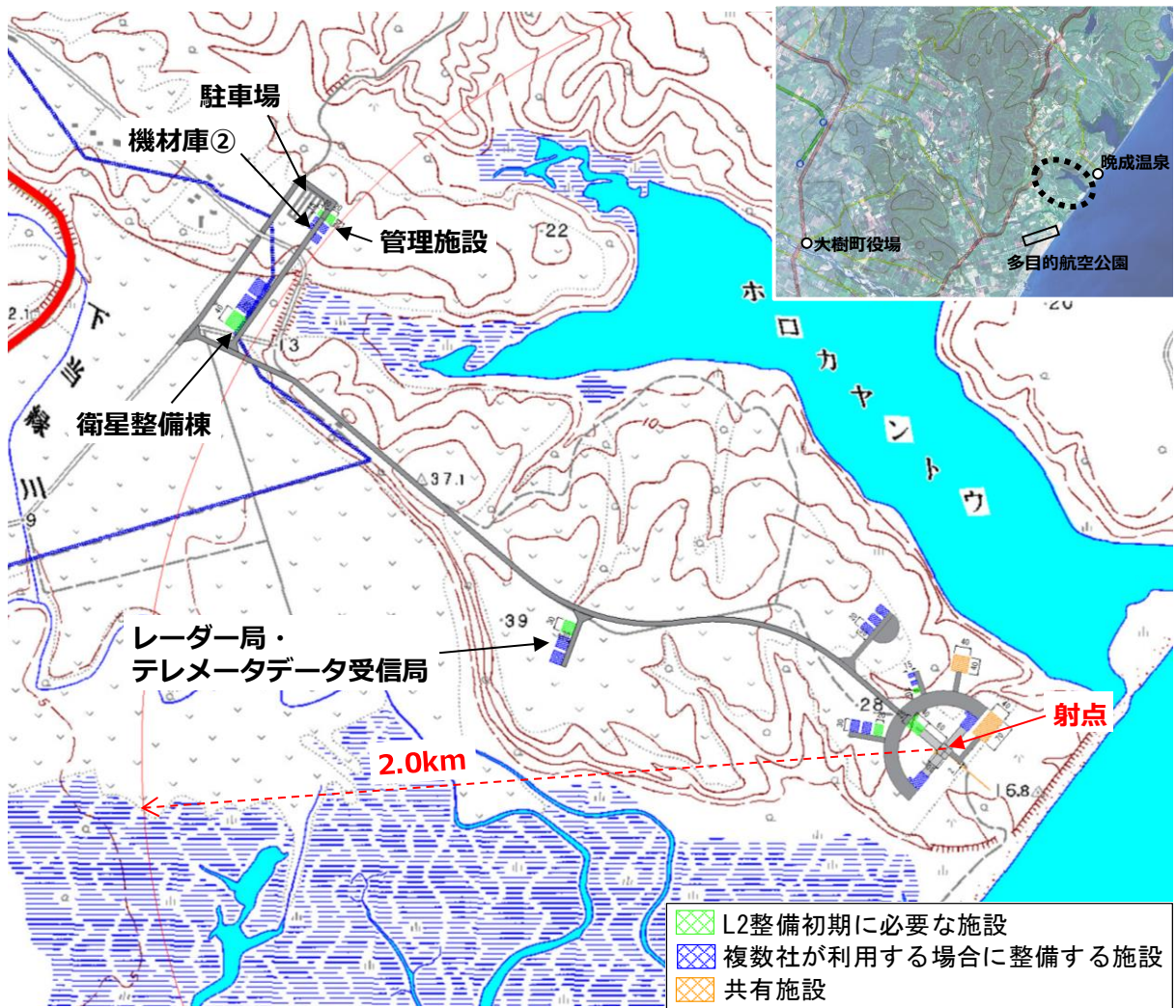


図-4.33 晩成地区ホロカヤントウ右岸のL2射場の概略平面図

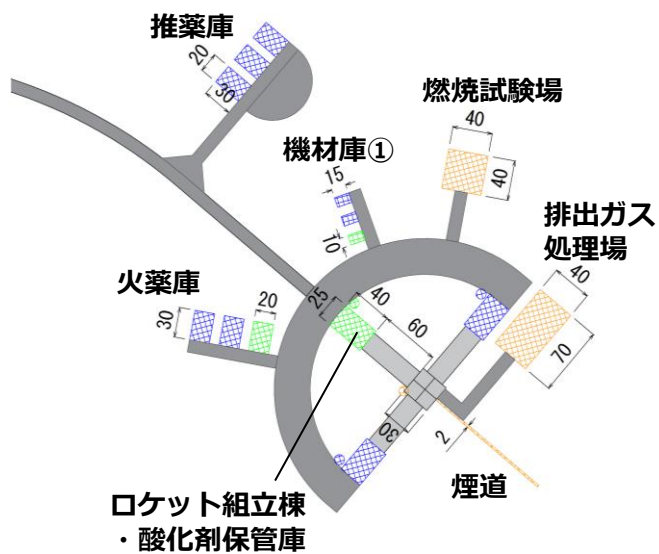


図-4.34 晩成地区ホロカヤントウ右岸のL2射場の射点付近拡大図

4.5. 射場のセキュリティに関する検討

以下に示す資料を収集し、射場のセキュリティに関連する事項を整理するとともに、射場のセキュリティ対策案を作成した。

表-4.13 収集資料一覧

収集資料名	参照した内容
「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン」平成30年3月30日改訂第1版（内閣府宇宙開発戦略推進事務局）	警戒区域の設定・その他
「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律に基づく審査基準・標準処理期間」（内閣府宇宙開発戦略推進事務局）	落下予想区域・落下限界線の設定
「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン」平成30年3月30日改訂第1版（内閣府宇宙開発戦略推進事務局）	想定するリスク・防災計画の策定・推進薬等の取扱い・警戒区域の設定・落下予想区域・落下限界線の設定・航空機や船舶等への事前通報・武力攻撃、サイバーテロ、情報漏洩・大規模自然災害
「人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン」平成30年3月30日改訂第1版（内閣府宇宙開発戦略推進事務局）	運用体制の構築
「イプシロンロケット試験機の打上げに係る地上安全計画」（宇宙航空研究開発機構（JAXA））	電波機器・火薬類・高圧ガス・危険物及び毒物の取扱い
「打上げの安全確保の現状等について」（宇宙航空研究開発機構（JAXA））	想定するリスク・安全対策の概要
宇宙開発委員会 安全部会配付資料（平成24年）「H-IIAロケット20号機による第一期水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W1）および韓国多目的」（文部科学省宇宙開発委員会）	安全対策の概要
「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」（文部科学省宇宙開発委員会）	安全対策の概要
「弾道ロケット打上げ安全実施ガイドラインの全面改訂について」（一般社団法人日本航空宇宙工業会）	安全対策の概要
「我が国の安全保障のための宇宙利用推進に関する提言」（NPO 法人宇宙利用を推進する会）	武力攻撃、サイバーテロ、情報漏洩

収集した資料を基に、以下について整理した。

資料整理結果は、該当する各項目においてそれぞれ示した。

- 想定するリスク
- 安全対策の概要
- その他

4.5.1. 想定するリスク

射場作業時及び発射時において想定されるリスクの概要を以下に示す。

射場のセキュリティ対策の要件案として、射場施設において想定されるリスクは次の項目に分けられる。

- 打上げ・準備段階での事故
- 武力攻撃
- 大規模自然災害

なお、想定するリスクの安全対策については、4.5.2項 安全対策の概要に後述した。

(1) リスクと対策例

「我が国の安全保障のための宇宙利用推進に関する提言（H25.12）」より、安全保障の観点において、想定されるリスクと対策例は以下のとおりとされている。

- ・ 事故（打上げ時など）
- ・ 武力攻撃
- ・ 情報漏洩
- ・ 大規模自然災害 等

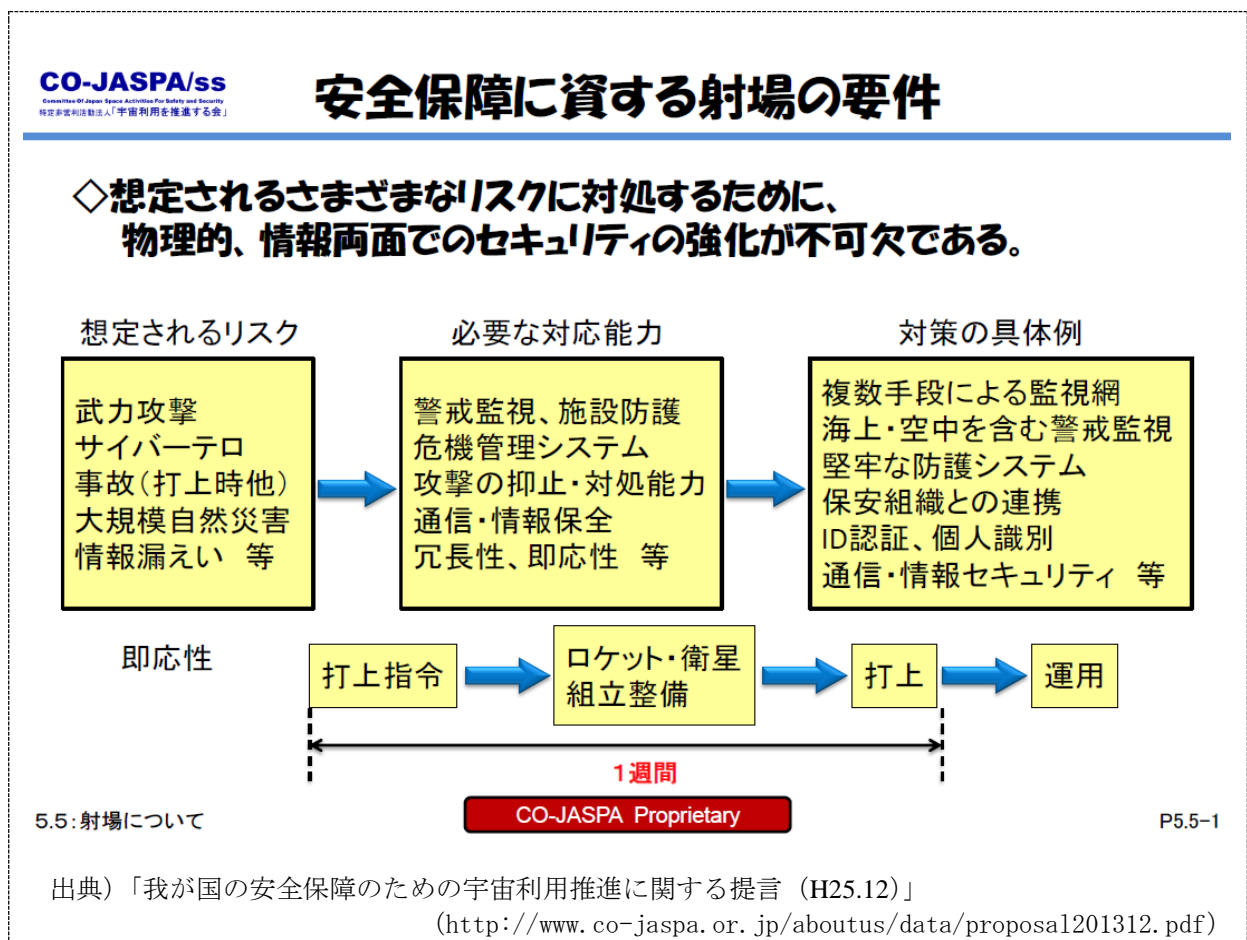


図-4.35 リスクへの対策例

(2) 作業や打上げの中断

整備作業段階及び打上げ時において設定した警戒区域において、第三者損害が発生する恐れがある場合は、作業の中断、打上げの延期や中止等の実施が必要となる。

その要因となる主な項目は、「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン（H30.3.30）」より以下のとおり示されている。

6.3.12. 警戒区域解除前の第三者損害発生の防止

審査基準

12 警戒区域解除前の第三者損害発生の防止

- ・ 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ずること。

第三者損害の発生を防止するために、作業の停止等の対策及びその条件を計画すること。計画の策定にあたっては、作業の中断や打上げを延期すべき事由を整理し、問題が予想される場合には打上げ中止又は日時の変更を実施することにより、第三者損害の発生を防止することを計画として示すこと。打上げを中断すべき主な項目を以下に示す。

- (1) ロケット又は地上システムの不具合、人的過誤、飛行中断機器を阻害し得る外来波の観測、飛行安全管理に使用する追尾機能の精度低下等により、正常な飛行安全管理に支障があると判断される場合
- (2) 警戒区域内へ第三者、船舶又は航空機が進入し、打上げまでの退避が困難と判断される場合
- (3) 保安に関わる設備や作業に問題が確認され、作業の継続や打上げに第三者への危険が伴うと判断される場合
- (4) 情報を含むセキュリティ上の問題が確認され、作業の継続や打上げに第三者への危険が伴うと判断される場合
- (5) 関係機関への通知や周知（6.3.8項）、法令上の手続に問題がある場合
- (6) 有人宇宙船等との干渉が予想される場合（6.3.9項）
- (7) 気象状況を踏まえた飛行経路の成立性に問題がある場合（6.3.11項）
- (8) その他、問題により正常な打上げ体制を維持できない場合

また、作業中断、打上げ延期、打上げ終了、飛行中断後に警戒区域を解除する場合は、安全に配慮したスケジュールと手順書を準備し、それらに従って実施することを計画として示すこと。

特に、発射カウントダウンシーケンス中に打上げ不可と判断され、当該シーケンスを中断する場合は、飛行中断等のロケットに搭載された火工品関連機器の電源オフや液体燃料の排出等の安全化処置を適切に実施すること。

(3) 飛行中断による考慮すべきリスク

飛行中断措置として指令破壊した場合のロケットの落下予測域とロケット飛行に伴い危害が及ぶ範囲の考え方は、「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」より、図-4.36 のとおりとされる。

また、飛行中断した場合の落下予想区域において、考慮するリスクは次頁に示した。

なお、指令破壊ではなく推力停止（緊急停止）により飛行中断措置を行う場合は、空中で破片が爆散することは無いが、落下時に燃料・酸化剤タンクの破損等により爆発が生じる恐れがある。この場合の安全性確保については、「4.2.4. (4) 射場施設において確保する保安距離」において陸上警戒区域に加味することで対応する方針としている。

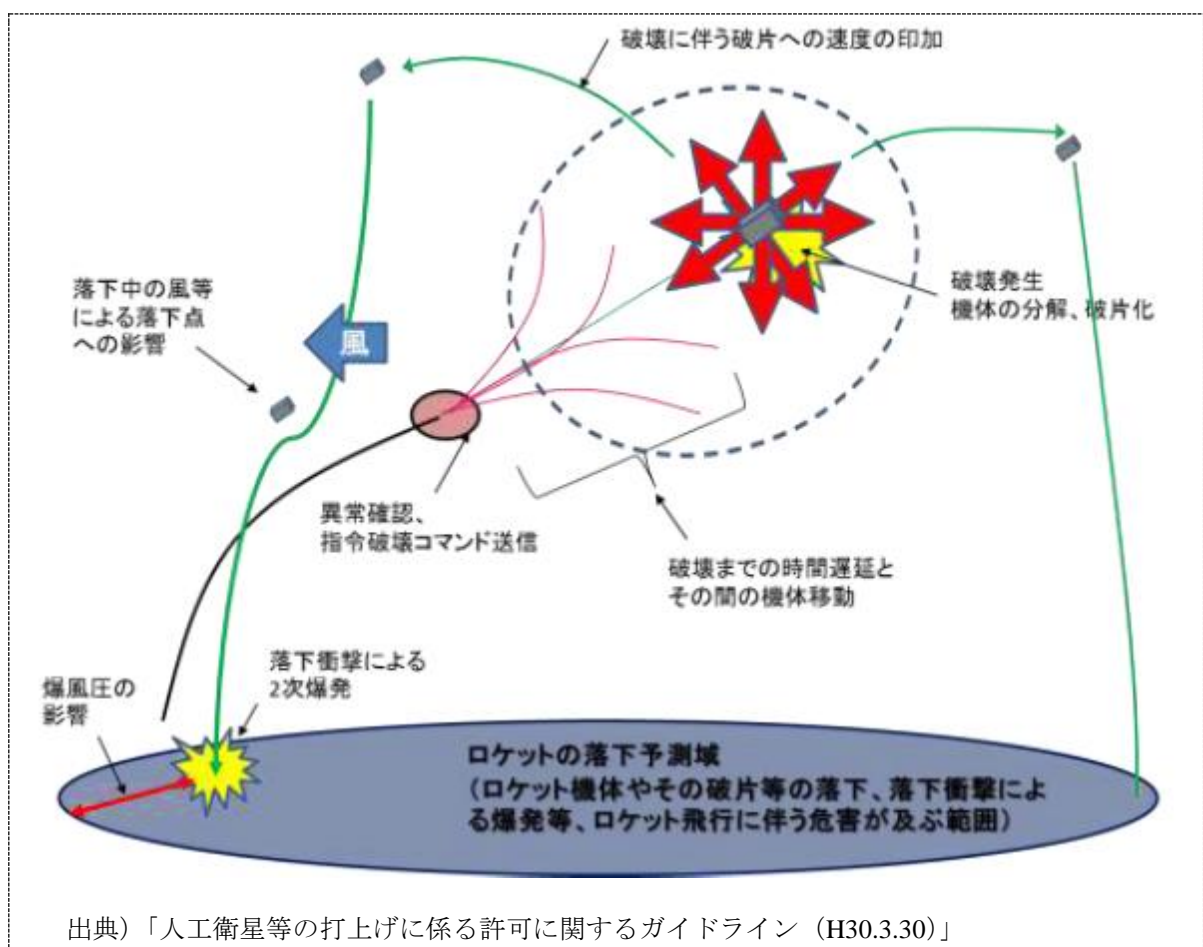


図-4.36 ロケットの落下予測域の概念

6.3.14. 飛行中断の実施

ロケットの異常飛行等により公共の安全及び財産に損害を及ぼす可能性が生じた場合には、ロケットの飛行を中断する必要がある。

審査基準に示された飛行中断の実施条件に従い、ロケット及び打上げ施設が有する飛行中断のための機能に対応した飛行中断の実施条件を、その実施が明確に判断できるよう設定し、打上げ時にはそれによって飛行安全管理を行うことを計画として示すこと。その際には、飛行中断の方法に応じて以下を考慮すること。

飛行中断の方法が地上からの信号を受信することにより行う場合：

- ・ 機体及び地上システムにおけるデータ計測から飛行中断までの遅延時間及びその間に機体が飛行する範囲

飛行中断の方法がロケット機体側で判断することにより行う場合：

- ・ 機体におけるデータ計測から飛行中断までの遅延時間及びその間に機体が飛行する範囲

予定飛行範囲を飛行するロケットの落下予測域（図1参照）は、射点近傍では落下限界線と干渉しないよう、射点近傍以遠では極力干渉しないよう飛行計画を立案することが原則である（図2参照）。射点近傍以遠において、飛行計画の成立上、止むを得ないと判断される場合は、予定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ことを許容する。ただし、その落下限界線を通過中のロケットには飛行続行機能に影響するようなイベント（燃焼停止、分離等）を発生させないよう飛行計画を立案するとともに、実際の飛行安全管理においては、落下予測域が落下限界線を通過する前にロケットの健全性確認等、通過を許可する条件の確認を行うものとし、条件が満たされない場合は飛行中断を行うこと（図3参照）。また、通過を許可する条件は事前に明確にしておくこと。

ロケットの落下予測域については、以下の点を考慮すること。

- ・ 機体現在位置、速度の計測誤差（飛行中断の方法が地上からの信号を受信することにより行う場合は、追尾誤差）
- ・ 落下物の衝突（落下物の空気力学的特性の変動や落下中の風のばらつき、破片化した際にタンク内圧の解放等により印加される速度等の変動要素を落下予測域の広がり考慮すること）
- ・ 飛行中に爆発する場合における爆風
- ・ 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飛散
- ・ 一定以上の濃度の有害ガスが拡散する範囲

落下予測域の設定に際し考慮すべき被害の閾値は以下とする。これによらない場合は、同等の安全性であること又は新たに設定した閾値が妥当であることの根拠を示すこと。

- ・ 破片の衝突（二次衝突含む）：弾道係数 15kg/m^2 以上の破片の落下範囲
- ・ 爆風圧：ピーク過圧 6.9kPa (1.0psi) 以上
- ・ 有害ガスの濃度：対象物質ごとに国際標準又は各国宇宙機関等が定める基準の水準と同等のものとする。

有毒ガスの考慮にあたっては、6.3.6.2項(D)を参考にすること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

4.5.2. 安全対策の概要

(1) 打上げ・準備段階での事故

準備及び発射時のリスクへの対策として、発生・拡大防止措置、被害抑制措置、安全管理体制に分類し、それぞれの安全対策の概要について整理した。

1) 発生・拡大防止措置

事故及び被害の発生や、被害の拡大を防止するための安全対策は、「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン（H30.3.30）」より主に以下について規定されている。

- ・ 推進薬（火薬類・高圧ガス及び危険物等）
- ・ 電波機器

準備段階において、保安物等を射場内運搬する際は、通行規制を行い警戒員配置により保安距離を確保する。

また、爆発性危険雰囲気区域、その他指定場所・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し、フラッシュ撮影及び携帯電話の使用を禁止する。

推進薬等の対策

6.3.3. 推進薬等の取扱いに係る安全対策

審査基準

3 推進薬等の取扱いに係る安全対策

- ・ 打上げ施設における推進薬等（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、関連法令等を踏まえた対策等を定めること。

打上げ施設における推進薬等（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、推進薬については、6.3.1.1項の対策を実施するとともに、その種類に応じて以下の対策を講ずること。

- ・ 推進薬周辺の温度又は湿度が当該推進薬の使用範囲を逸脱する場合には作業を中断すること。
- ・ 推進薬の取扱いにあたって、静電気の発生を防止すること。
- ・ 毒性その他危険な推進薬の漏えいを検知し、漏えいの拡散防止ができること。
- ・ 火工品試験装置は事前に健全性を確認すること。
- ・ 火工品結線作業及び機体アーミング作業中に電波放射や大電流を必要とする機器の使用を原則禁止すること。止むを得ず使用する場合は、誤作動しないことを事前に評価すること。また、不要な電子機器は極力持ち込まないか、電源をオフすること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン（H30.3.30）」

電波機器・火薬類の取扱い

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

固体モータ各段、SMS J、SPM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、専用のもの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モータ、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、作業中大気湿度が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、これらを実際に着用する。
- (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(エレベータ等)の使用を禁止する。また、原則として機体及び衛星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。

出典)「イプシロンロケット試験機の打上に係る地上安全計画 (H25.4)」

高圧ガス・危険物及び毒物の取扱い

7. 1. 4 高圧ガスの取扱い

GN₂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、これらを実際に着用する。

(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) 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、「内之浦宇宙空間観測所危害予防規程」による他、それぞれの取扱基準を遵守して行う。

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、腐食性等があるので取扱いについては、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可否の判断を行い、また、大量の流出があった場合に備えて、作業者の退避誘導を行うために必要な、吹き流しあるいは風向風速計による風向監視を行う。

(6) 廃液の処理

Mロケット組立室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、外部委託処理を行う。また、M型ロケット発射装置の整備塔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は外部委託処理を行う。

(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、それぞれの取扱基準を遵守する。

出典)「イプシロンロケット試験機の打上に係る地上安全計画 (H25.4)」

2) 被害抑制措置

被害を抑えるために必要な対応策や設備等、必要な措置として、以下を整理した。

- ・ 防災計画の策定
- ・ 警戒区域の設定
- ・ 落下予測区域・落下限界区域の設定
- ・ 航空機や船舶等への事前通報

(a) 防災計画の策定

「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン（H30.3.30）」より、災害を防止し、被害を抑えるために、以下の防災設備等を踏まえた防災計画を立てなければならない。

また、作業時や実施に先立ち事前に十分な点検を行うことが被害抑制につながる。

- 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（対象燃料を使用する場合）
- ④ その他災害防止のための必要な設備

6.3.2. 防災計画の策定等

審査基準

2 防災計画の策定等

- ・ 打上げ施設における災害防止のための防災計画を策定し、災害防止のための必要な設備や取扱いの安全を図るために関連法令を遵守すること。
- ・ 火災やガスの検知、防犯警報等の情報を集中して常時状態を把握するとともに、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。

次の防災設備及び危険物処理設備を踏まえた防災計画を作成すること。

- 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の必要な設備

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。

なお、推進薬等（火薬類、高圧ガス及び危険物等）については6.3.3項により安全を確保すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン（H30.3.30）」

(b) 警戒区域の設定・第三者の進入防止体制

警戒区域は、整備作業段階及び打上げ段階における安全対策として、関係者以外の立入規制を行うものである。

警戒区域は図-4.37 のとおり打上げ工程に応じて設定される。

打上げ施設は、作業期間中の各段階における警戒区域を設定可能な場所であることとされるが、警戒区域の設定方法についてフェンス設置等の指定はされていない。

本土からのロケット打上げを実施している内之浦宇宙空間観測所においても、打上げ時の陸上警戒区域は基本的に警備員の配置により立入規制している。

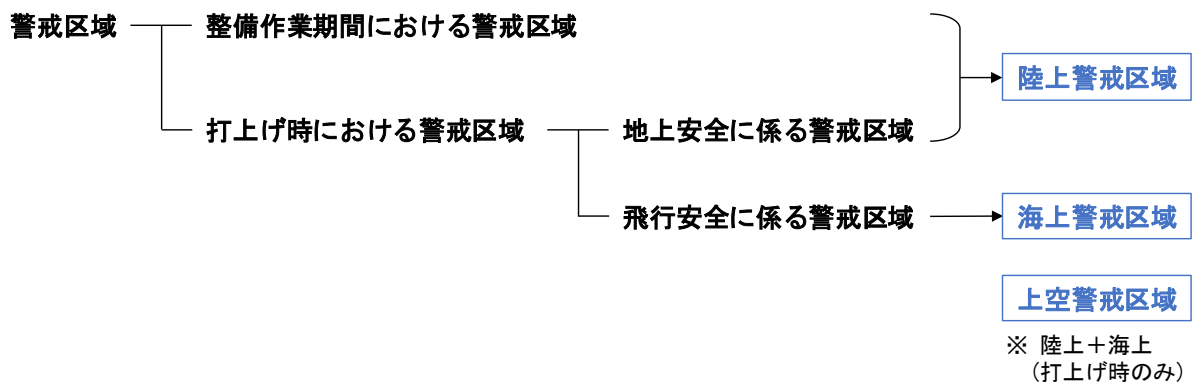


図-4.37 警戒区域の概要

また、以下の保安上重要な設備、装置及び情報に対しては、相応のセキュリティ対策を講じることとされている。

- ・ 火薬等の保安物の貯蔵所
- ・ ロケット、人工衛星の組立棟
- ・ 射点周辺
- ・ 飛行安全管制棟

具体的なセキュリティ対策として、フェンス、入退場管理システム、警備員による巡回、通信ネットワークに対するアクセス管理が挙げられている。

6.3.6.警戒区域の設定及び第三者の進入防止体制の構築

審査基準

6 警戒区域の設定及び第三者の進入防止体制の構築

・打上げに係る作業期間中の各段階に応じて、打上げ施設の周辺の状況を踏まえて警戒区域を設定し、関係者以外の立入規制を行うこと。

(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、警戒区域を定めること。

(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、次の地上安全及び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】

少なくとも、爆風、飛散物、ガス、ファイアボールによる放射熱等を考慮したものであること。

【飛行安全に係る警戒区域】

次に掲げる事項を考慮したものであること。

(ア) 打上げ施設の周辺における次による被害の発生を防止し得ること。

- 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 固体推進薬が地面等に落下及び衝突し爆発（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
- ④ 搭載推進薬の流出及び拡散

(イ) さらに、打上げ施設の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。

6.3.6.1項及び6.3.6.2項に示すとおり、整備作業期間中における警戒区域及び打上げ時における警戒区域を定めること。警戒区域を設定するにはロケット、人工衛星を含む全ての推進薬及び火工品を考慮すること。なお、本項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。また、本項の記載と異なる換算率を使用する等、本項と異なる方法で警戒区域を定める場合は、その根拠を示すこと。

設備における漏えい防止措置（防護壁、バリア等）など他の方法で対策を講ずる場合は、当該対策の有効性を示すことにより、その効果による警戒区域の削減を考慮することができる。

設定した警戒区域については、警戒の開始時期と終了時期を明確にし、関係者が把握できるようにするとともに、警戒期間中における警戒区域内への第三者の立ち入りを制限すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

6.1. 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等

規則第八条（型式別施設安全基準）

- 一 打上げ施設が、当該打上げ施設の周辺の安全を確保できる場所にあり、かつ、重要な設備等に保安上適切な対策が講じられていること。

審査基準

1 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等

- ・ 打上げに係る作業期間中の各段階に応じた適切な警戒区域を確保できる場所であること。
 - ・ 打上げに係る保安上重要な設備、装置及び情報等について、セキュリティ対策に努めること。
- ・ 搭載される人工衛星を考慮した上で、「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン」6.3.6項を満たす警戒区域を確保できる場所であること。また、保安物については、同ガイドライン6.3.1.1項の安全対策のうち、施設設備に関わる機能を満足するものであること。
 - ・ 「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン」6.3.1.2項に基づき、保安上重要な設備、装置及び情報に応じたセキュリティ対策を講ずること。当該対策は必要とされる期間、維持できること。

具体的な対策としては、フェンス、入退場管理システム、警備員による巡回、通信ネットワークに対するアクセス管理が考えられる。

保安上重要な設備、装置及び情報としては以下に関連するものとする。

- (1) 火薬類等の保安物の貯蔵所
- (2) ロケット、人工衛星の組立棟
- (3) 射点周辺
- (4) 飛行安全管制棟

例えば保安物の貯蔵所は、対象保安物の搬入から消費又は廃棄までが対象となる。

セキュリティ対策を講じていない期間中も本基準への適合状況に変更がないことを、打上げに使用する前に確認できる仕組みを講ずること。

例：飛行安全管制ソフトウェアの改ざん、不審物や不審な通路の設置がない 等

出典)「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン（H30.3.30）」

(c) 分離物落下予想区域の設定

ロケットの打上げに当たり、燃え殻や正常飛行時にロケットから分離投下される物体が、可能な限り陸地及び周辺海域とならないように、落下予想区域等を考慮した飛行経路の設定が必要とされる。

分離物の落下予想区域は、以下に示す要因を考慮した上で設定することとされる。

- ・ 飛行経路の誤差
- ・ 機械的誤差または電氣的遅延による分離物の落下タイミングのずれ
- ・ 落下物の空気力学的特性のばらつき
- ・ 分離物落下予想区域付近の風

6.3.4.1. 分離物落下予想区域

審査基準

4 落下予想区域等を考慮した飛行経路の設定

- ・ 人工衛星の打上げ用ロケット（以下単に「ロケット」という。）の燃え殻等、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。
- ・ 落下予想区域は外国の領土・領海に干渉しないこと。干渉が予想される場合には、当該国の合意を得ること。

ロケットから計画的に分離投下される物体について、以下の要因を考慮した上で、分離物落下予想区域を設定すること。

- ・ 飛行経路の誤差（位置、速度）
- ・ 機械的誤差又は電氣的遅延による分離物の落下タイミングのずれ
- ・ 落下物の空気力学的特性のばらつき
- ・ 分離物落下予想区域付近の風

分離物落下予想区域は、可能な限り陸地及びその周辺海域に設定しないこと。また、外国の領土・領海に干渉しないことに加え、可能な限り排他的経済水域（EEZ）に干渉しないよう設定すること。

止むを得ず外国の領土・領海を含む領域に分離物落下予想区域を設定する場合には、当該国の規制、安全基準及び当局の指示に従い、当該国の合意を得ること。また、国内の領土・領海を含む領域に分離物落下予想区域を設定する場合には、居住のある陸地は避けること。

なお、航空機及び船舶等の航行については 6.3.8 項の手続をあわせて実施することにより、安全を確保すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

(d) 航空機や船舶等への事前通報

打上げ作業期間中の航空機や船舶等の安全確保のため、関係機関への連絡手段等（連絡要綱）を定めることとされる。主な関係機関は以下のとおり。

- ・ 航空機：対象空路の所管当局
- ・ 船舶：対象海路の所管当局
- ・ 打上げ施設の関係者：管轄自治体
(周辺一般市民、周辺海域の漁業関係者確保)

6.3.8.航空機や船舶等への事前通報

審査基準

8 航空機や船舶等への事前通報

- ・ 打上げ作業期間中の航空機及び船舶等の安全を確保するため、関係機関への連絡手段等を定めること。

航空機、船舶及び周辺住民等の安全を確保するため、以下の区域及び警戒が必要な期間について関係方面への連絡要領（方法、時期等）を定めること。

当該警戒が必要な期間については、打上げ前から危害の可能性が排除されるまでの期間を十分考慮すること（打上げ前の警戒区域監視、打上げ予定期間、分離物の落下時間、分離物落下後の海上浮遊時間等）。

(1) 航空機

NOTAM (Notice to Airmen) 等の通知に関わる手続を行うこと。具体的な手続については、当該空路の所管当局の指示に従うこと。

なお、本通知には以下の情報が関係する。

- 分離物落下予想区域 (6.3.4.1項)
- 上空警戒区域

(2) 船舶

水路通報等の通知に関わる手続を行うこと。具体的な手続については、当該海路の所管当局の指示に従うこと。

なお、本通知には以下の情報が関係する。

- 分離物落下予想区域 (6.3.4.1項)、分離物の種類及び大きさ
- 海上警戒区域

(3) 打上げ施設の周辺関係者

打上げ施設の周辺一般市民に対する周知及び周辺海域の漁業関係者の安全対策のための手続については、打上げ施設を管轄する自治体の指示によること。

なお、本周知には以下の情報が関係する。

- 陸上警戒区域
- 海上警戒区域
- 上空警戒区域

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

3) 安全管理体制

ロケット打上げ実施に際しては、以下の適切な体制を整備することとされる。

- ・ 安全組織及び業務体制の確立
- ・ 安全教育訓練の実施
- ・ 緊急事態への対応（即応体制の確立）

6.3.18. ロケット打上げ計画を実行する体制の構築

審査基準

18 ロケット打上げ計画を実行する体制の構築

- ・ 上記1から17に掲げる事項を確実に遂行するため、以下のとおり、適切な体制を整備すること。
 - －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を講ずるとともに、安全上のあらゆる問題点について、打上げの責任者まで報告される体制を確立すること。
 - －安全教育訓練の実施
 - 打上げ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。
 - －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。

6.3.1項から6.3.17項までに掲げるロケット打上げ計画を確実に実行するため、以下に示す体制を整備すること。

- －安全組織及び業務
 - 各業務の担当及び責任の所在を安全組織の体制図等で明確にすること。
 - 例えば、以下のような内容を示すこと。
 - ・ 打上げ実施者は安全確保に責任を有する組織を編成し、打上げ安全に係る責任者の下、地上安全及び飛行安全を確保する。
 - ・ 地上安全の確保にあたっては、打上げ施設の周辺の安全確保、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者を置く。
 - ・ 飛行安全を実施する長は飛行安全に係る業務及びこれらに必要な施設設備の運用とセキュリティに関する業務を統括する。
 - ・ 体制表に役員及び使用人の役割を示す。
 - ・ 各担当がロケット打上げにあたり適切な要員（当該打上げを行う能力のある要員等）であること及びその訓練計画を示す。
- －安全教育訓練の実施
 - ・ ロケット打上げを行う前までに、事故の発生を想定した安全教育・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。
- －緊急事態への対応
 - ・ 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すること。また事故の状況に応じて必要な措置（航空機や船舶等への連絡手段を含む）を定めておくこと。

出典)「人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)

(2) 武力攻撃、サイバーテロ、情報漏洩

保安上重要な設備、装置及び情報は、火薬類等の保安物の貯蔵所、ロケットや人工衛星の組立棟、射点周辺、飛行安全管理棟に関連するものとされる。

セキュリティの具体的な対策として、以下が考えられる。

- ・ 立入禁止を明記した標識、フェンス
- ・ 通行規制、ゲート管理及び入退場管理システム
- ・ 施設の施錠
- ・ 警備員による巡回、監視カメラ
- ・ 通信ネットワークに対するアクセス管理

また、事故等が発生した場合には保安組織との連携体制をとり、関係者に必要な措置をとらせ、その手順を明確にする必要がある。

なお、セキュリティ対策を講じていない期間中も、審査基準（打上げ施設の適合認定）への適合状況に変更がないことを、打上げ前に確認できる仕組みを講じる必要がある。

6.3.1.2. セキュリティ

以下の対策を講ずること。

(1) 体制の整備

- ・ セキュリティに対する責任者を定めて責任と権限を明確にするとともに、セキュリティ事案発生時は速やかに報告を受けて状況を把握し、打上げ施設内外への必要な連絡を行う体制を整備すること。
- ・ 重要な設備、装置及び打上げに係る重要な情報を識別するとともに、それぞれに対してアクセス可能な必要最低限の者を設定すること。また、バッジの携帯等により、アクセス可能な者であることを容易に判別できる仕組みを講ずること。

(2) 第三者の進入防止対策

- ・ 以下の設備等に対し、保安物の種類やロケットの特性（推進薬種類、機体制御方式等）に応じて、入退場管理システム、警備員による巡回、監視カメラ等の手段により、整備作業期間からロケット打上げ終了までの各フェーズにおける必要な期間、上記(1)で規定した者以外の進入を防止する仕組みを講ずること。
 - ① 火薬類等の保安物の貯蔵所
 - ② ロケット、人工衛星の組立棟
 - ③ 射点周辺
 - ④ 飛行安全管理棟
- ・ セキュリティ対策を講じていない期間がある場合、当該期間中に不審物の設置等が発生していないことを作業開始前に確認すること。

(3) 情報セキュリティの構築

- ・ 打上げに係る重要な情報に対し、ファイアーウォール等により、上記(1)で規定した者以外のアクセスを防止する仕組みを講ずること。
- ・ 打上げに係る作業期間以外に情報セキュリティ対策を講じていない期間がある場合、当該期間中にデータの改ざん等が発生していないことを作業開始前に確認すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

情報セキュリティの要点

◇デュアルユース運用を実現するためには、法/制度の整備の他に情報セキュリティ規定の完備が不可欠

■デュアルユース運用の基本方針

- ・一元的に運用する組織、シャッターコントロール権、撮像要求の優先順位、ミッションデータ受信地球局の設置等に関する基本的事項を規定する。

■セキュリティポリシー

- ・ユーザ情報の保全、ユーザの資格要件、運用者のセキュリティクリアランス、デュアルユースに対応した二つの情報分析センターのセキュリティ要件

■データポリシー

- ・システムが作り出すデータの蓄積・保存基準、高性能画像情報の配信限定、安全保障上要衝の地域・海域の撮像制限、撮像データの配信制限、アーカイブデータの配信制限

5.7: 課題

CO-JASPA Proprietary

P5.7-2

出典)「我が国の安全保障のための宇宙利用推進に関する提言 (H25.12)」
(<http://www.co-jaspa.or.jp/aboutus/data/proposal201312.pdf>)

(3) 大規模自然災害

荒天、津波、地震、襲雷等についての警報が発令された場合は、ロケット及び設備の安全化処置を施し、必要に応じて作業を中断することとしている。

示された内容に対する対策を整えた上で、発生した場合には、射場施設及びシステムの等の点検の実施や、被害調査を実施し、安全確認を徹底する必要がある。

6.3.7. 自然災害等による警報発令時の対策

審査基準

7 自然災害等による警報発令時の対策

- ・荒天、襲雷、地震等について警報が発令された場合等における対策を定めること。

荒天、襲雷、地震等の自然災害に対する対策及びその対策を実施する条件について以下のよう定めること。

- ・ 打上げ施設の周辺に、気象庁による警報や個別観測データ等により荒天、襲雷、地震、津波等が予想された場合には、ロケット及び設備の安全化処置を施し、必要に応じて作業を中断すること。
- ・ 打上げ施設及びロケットに搭載された装置間で電位差が発生する可能性がある場合には、適切な接地、耐雷設計等を実施すること。

出典)「人工衛星等の打上げに係る許可に関するガイドライン (H30.3.30)」

4.5.3. その他

(1) 無線設備及び重要なシステム

打上げ施設の適合認定を受けるには、飛行安全管理や飛行中断措置を講じるために必要な無線設備を備える必要があり、以下に示す機能を有する無線設備を備えることが安全対策となり、公共の安全確保につながる。

- ・ 受信した信号で、飛行中断の実施を判断するための情報や飛行中断のコマンド送信をするシステムは、重要なシステムの対象となっており、確実に動作するよう多重化を施し、単一故障により安全上重要な機能を喪失することのない措置をとる。
- ・ 多重化を含めたシステム全体が、統計学的に正確な実証信頼度または工学的に同等とみなせる設計信頼度のいずれかの水準において、95% (0.999 以上) の信頼度を満足する必要がある。また、重要なシステム等に関する信号の送受信についての安全対策は、妨害や乗っ取りの被害防止のために適切な暗号化の措置をとり、電気系機器については保管期間及び使用回数（バッテリーの充放電の回数等）を超えてはならない。

6.4. 飛行安全管理のための無線設備

規則第八条（型式別施設安全基準）

四 飛行安全管理（人工衛星等の打上げを終えるまで、全部若しくは一部の人工衛星が正常に分離されていない状態における人工衛星等の落下、衝突又は爆発により、地表若しくは水面又は飛行中の航空機その他の飛しょう体において人の生命、身体又は財産に損害を与える可能性を最小限にとどめ、公共の安全を確保することをいう。以下同じ。）や飛行中断措置を講ずるために必要な、次に掲げる無線設備を打上げ施設に備えることができること。ただし、飛行安全管理や飛行中断措置を講ずるために次に掲げる無線設備を備えるその他の場所を使用する場合は、この限りでない。

イ 人工衛星の打上げ用ロケットの位置、姿勢及び状態を示す信号を電磁波その他を利用して受信する方法により把握する機能を有する無線設備

ロ 人工衛星の打上げ用ロケットが飛行中断措置を信号を受信することにより行う場合においては、当該飛行中断措置を講ずるために必要な信号を送信する機能を有する無線設備

審査基準

4 飛行安全管理のための無線設備

- ・ ロケットの位置、姿勢及び状態を示す信号を電磁波その他を利用して受信する方法により把握する機能を有する常設又は可搬の無線設備を打上げ施設に備えることができること。ただし、当該機能を有する無線設備を備えるその他の場所を使用する場合は、この限りでない。
- ・ ロケットの飛行中断措置の方法が信号を受信することにより行う場合においては、当該飛行中断措置を講ずるために必要な信号を、直接若しくは他の無線設備を経由してロケットの無線設備に送信する機能を有する常設又は可搬の無線設備を打上げ施設に備えることができること。ただし、当該機能を有する無線設備を備えるその他の場所を使用する場合は、この限りでない。

出典)「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン (H30.3.30)」

(2) 発射装置

打上げ施設の適合認定では、発射装置がロケットに適合し、かつ、飛行経路及び打上施設の周辺の安全確保ができるものを審査基準としている。

6.2. 発射装置の設置

規則第八条（型式別施設安全基準）

二 打上げ施設に、人工衛星の打上げ用ロケットの飛行経路及びその周辺の安全を確保する適切な発射を行うことができる装置を備えることができること。

審査基準

2 発射装置の設置

- ・打上げ施設に、ロケットに適合した常設又は可搬の発射装置を備えることができること。
- ・当該発射装置は、ロケットの飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全を確保する適切な発射を行うことができるものであること。

(1) ロケットに適合した発射装置

発射装置は、型式認定を受けたロケットに適合した機械的、流体的及び電気的インタフェース機能を有するものであるとともに、ロケットの特性（推進薬種類、機体制御方式等）に応じた安全に関する機能は、ロケットの打上げ前までに適切な方法で検証されていること。安全に関する機能の主要な事項の例を以下に示す。ただし、例えば飛行中断等の手段により下記の事項を考慮しなくてもよい場合は、この限りでない。

- ① 発射装置は、打上げ施設の自然環境のもと、ロケットの点検時及び打上げ時にロケットの支持・起立状態を機械的に安全に保持できる適切な強度・剛性を有するものであること。
- ② 発射装置は、打上げ時におけるロケットの射座分離又はランチャー離脱がロケットに安全上有害な影響を与えない機構と構造を有するものであること。
- ③ 高圧ガス・液体推進薬供給設備は、高圧ガス・液体推進薬のロケットへの供給に際し、それらの圧力、温度及び流量等がロケットの供給条件に対し適切であるとともに、ロケットの推進薬タンク、高圧ガス気蓄器等から排出される流体を適切に安全に排液・排気でき、ロケットを危険な状況にさらすことのないものであること。
- ④ 打上げ時に切り離される高圧ガス・液体推進薬供給設備は、打上げ時にそれら系統内に残留する流体が噴出し、ロケットに安全上有害な影響を与えることのないものであること。

出典)「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン (H30.3.30)」

(2) 飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全確保

① 安全な打上げの実施

- ・ 発射装置へのロケット設置以降、当該発射装置の健全性をモニタできるとともに、発射カウントダウンシーケンス中に打上げ不可と判断された際に当該シーケンスを中断し、搭載火工品関連機器の電源オフや液体燃料の排出等の安全化処置を実施できること（6.3.2項も考慮のこと。）。
- ・ 当該発射装置は、発射時のプラストから生じる高温や風圧によって飛行経路に異常が生じないなど、ロケットの飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全を確保する適切な発射を行うことができるものであること。
- ・ 空力安定飛行するロケットにおいて発射方位や仰角の設定不良が安全上の問題を引き起こすことがないように、当該発射が必要な精度で設定及び確認可能であるとともに、想定される範囲の突発的な強風やロケット打上げの衝撃により許容できない誤差を生じることのないものであること。

② 射点事故の防止

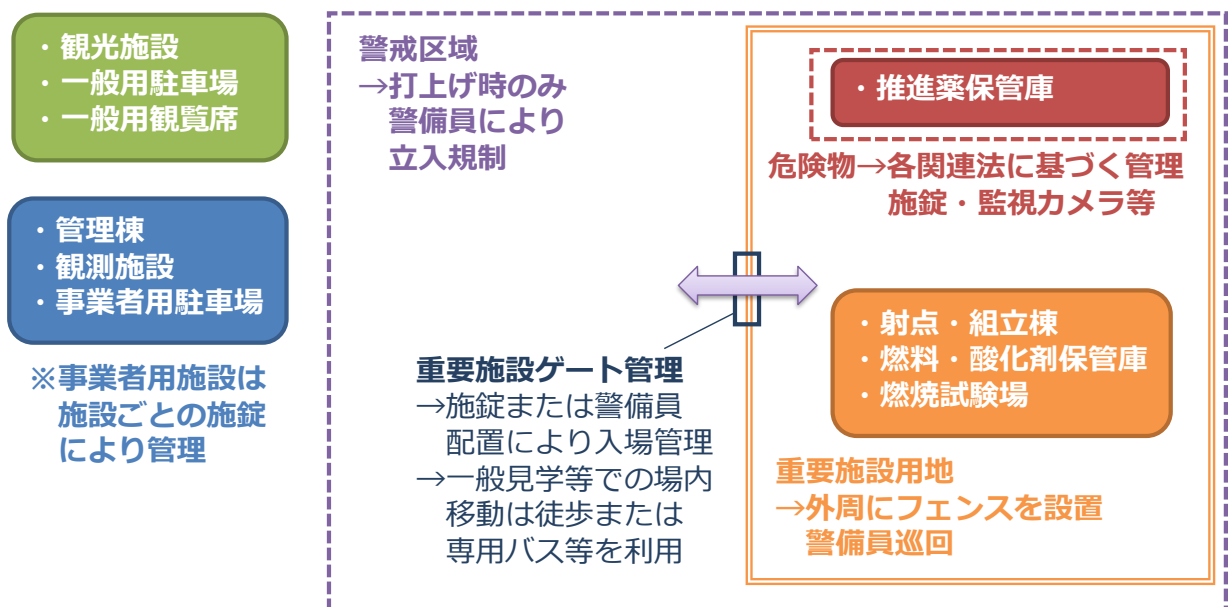
- ・ 発射装置は、発射時のプラストから生じる高温や風圧が貯蔵中の推進薬や火工品等の保安物に影響しない場所に設置すること。また、発射装置の周辺は可燃物を避けるか、発射後、遠隔又は自動にて速やかに消火活動を実施できること。
- ・ 避雷針を設置し、直撃雷の落雷によるロケット（射点にて推進薬を充填する場合は充填ラインを含む）への被害を防止する仕組みを講ずること。また、適切な接地を行うことにより近傍の落雷による影響を最小限に留めるとともに、静電気による事故を防ぐこと。なお、運用により同等の安全性を確保する場合は、その方法を示すこと。

出典)「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン (H30.3.30)」

4.5.4. 射場のセキュリティ対策案

以上のセキュリティ関連資料及び検討部会での指摘事項を踏まえ、射場内のセキュリティ対策の考え方を整理した。概念図を図-4.38に示す。

- ・ フェンスによる物理的な立入規制は、重要施設（射点・組立棟・燃料等保管庫・燃焼試験場）と危険物保管施設（推進薬保管庫）の外周のみとする。
- ・ 危険物保管施設は、対象物に応じた関連法に基づいて管理する。
- ・ 陸上警戒区域は、打上げ時等で規制が必要な期間のみ警備員により立入規制する。
- ・ 事業者用の施設（管理施設・観測施設・機材庫等）は、施錠により管理する。
- ・ 一般用駐車場は、警戒区域外に配置し、一般見学の際には専用バス等により重要施設付近までの立入を可能とする。



場内の各施設への入退館はセキュリティカードで管理（顔認証による代替可）
事業者用と一般用等のカードを分けることで利用可能施設を区分

図-4.38 射場内のセキュリティ対策（案）の概念図

4.6. 打上げ施設の適合認定申請書の構成案

L1 射場の適合認定のための打上げ施設の適合認定申請書類の構成案を検討した。

検討に際し、以下の資料に基づいて必要書類・項目等を整理した。

- ▶ 「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン」
- ▶ 「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」
- ▶ 「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律 施行規則」

なお、本検討では、事前相談に提示する資料を想定し、根拠資料も含めた構成を検討した。実際に申請する段階においては、記載事項を簡素化することも推測されるが、現段階では考慮しないこととした。

(1) 許可の基準

打上げ施設の許可の基準は、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律（第六条）」より、「型式別施設安全基準」に適合していることとされる。

法第六条（許可の基準）

ニ 打上げ施設が、次のイ及びロに掲げる無線設備を備えていることその他の人工衛星の打上げ用ロケットの飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全を確保するための打上げ施設の安全に関する基準として人工衛星の打上げ用ロケットの型式に応じて内閣府令で定める基準（以下「型式別施設安全基準」という。）に適合していること又は第十六条第一項の適合認定を受けたものであること。

イ 人工衛星の打上げ用ロケットに搭載された無線設備から送信された当該人工衛星の打上げ用ロケットの位置、姿勢及び状態を示す信号を直接若しくは他の無線設備を経由して電磁波を利用して受信する方法により把握し、又は当該人工衛星の打上げ用ロケットに向けて信号を直接若しくは他の無線設備を経由して送信し、反射される信号を直接若しくは他の無線設備を経由して受信する方法によりその位置を把握する機能を有する無線設備

ロ 人工衛星の打上げ用ロケットが予定された飛行経路を外れた場合その他の異常な事態が発生した場合における当該人工衛星の打上げ用ロケットの破壊その他その飛行を中断する措置（次号及び第十六条第二項第四号において「飛行中断措置」という。）を講ずるために必要な信号を当該人工衛星の打上げ用ロケットに搭載された無線設備に直接又は他の無線設備を経由して電磁波を利用して送信する機能を有する無線設備

出典) 打上げ施設の適合認定に関するガイドライン

(人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律 第六条)

「型式別施設安全基準」は、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律施行規則」における規則第八条に示されており、以下の5項目を満足することとしている。

【型式別施設安全基準】

- ・ 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等
- ・ 発射装置の設置
- ・ 着火装置等の安全要求
- ・ 飛行安全管理のための無線設備
- ・ 重要なシステム等の信頼性及び冗長性

※ 項目名は「打上げ施設の適合認定に関するガイドライン」に準拠

(2) 打上げ施設の適合認定申請書の様式・添付資料

打上げ施設の適合認定申請書の様式は、図-4.39～図-4.41 のとおりとなっている。申請書への主な記載事項及び添付資料を以下に示す。

【申請書の記載事項】

- 打上げ施設の場所、構造及び設備
 - 型式認定番号
 - 型式
 - 型式認定年月日
 - 飛行中断措置その他の飛行経路・周辺の安全を確保する方法
- } 打上げロケットの
型式認定と整合

【添付資料】

- 様式第1の別紙2(2-1、2-2)
- 規則第16条第2項各号の書類

ここで、「規則第16条第2項各号の書類」は、「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律施行規則」より、以下の書類とされている。

- ① 申請者に係る書類
- ② ロケットと打上げ施設の適合性を確保する技術的条件、その条件に適合していることを明らかにする書類
- ③ その他内閣総理大臣が必要と認める書類

このうち、②の書類は、インターフェース（電気的な結合）、推進剤のセッティング（ガス・燃料の配管等）、台座の3項目に関する資料とされる（検討部会での指摘事項より）。

様式第十三（第十六条第一項関係）

適合認定申請書

年 月 日

内閣総理大臣 殿

(郵便番号)

住 所

氏 名

印

(法人にあつては、名称)

連 絡 先

下記のとおり、打上げ施設の適合認定を受けたいので、人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律第16条第2項の規定により、申請します。

記

打上げ施設の場所、構造及び設備（様式第1の別紙2）	
型式認定番号	
型式	
型式認定年月日	年 月 日
飛行中断措置その他の人工衛星の打上げ用ロケットの飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全を確保する方法	

備考 1 用紙の大きさは、日本工業規格A4とすること。

2 氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。この場合において、署名は必ず本人が自署するものとする。

3 人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律施行規則第16条第2項各号に掲げる書類を添付すること。

図-4.39 打上げ施設の適合認定申請書の様式（様式第十三）

(別紙 2-2)

○主要設備
※名称及び概要、セキュリティ対策

○発射装置
※概要及びシステム系統図（着火装置等の安全に係るシステムを含む。）

2

図-4.41 打上げ施設の適合認定申請書の様式（別紙 2-2）

<p>第十六条 法第十六条第一項の適合認定を受けようとする者は、様式第十三による申請書を内閣総理大臣に提出しなければならない。</p> <p>2 前項の申請書には、次に掲げる書類を添えなければならない。</p> <p>一 申請者に係る次に掲げる書類</p> <p>イ 申請者が個人である場合は、その住民票の写し又はこれに代わる書類</p> <p>ロ 申請者が法人である場合は、定款及び登記事項証明書又はこれらに準ずるもの</p> <p>二 人工衛星の打上げ用ロケットと打上げ施設の適合性を確保する技術的条件及びその条件に適合していることを明らかにする書類</p> <p>三 その他内閣総理大臣が必要と認める書類</p> <p>3 法第十六条第二項第五号の内閣府令で定める事項は、次に掲げる事項とする。</p> <p>一 人工衛星の打上げ用ロケットの型式</p> <p>二 人工衛星の打上げ用ロケットの型式認定年月日</p> <p>4 内閣総理大臣は、法第十六条第一項の適合認定をしたときは、申請者に対し、その旨を通知するとともに</p>
--

出典) 人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律施行規則

(3) 打上げ施設の適合認定申請書類の構成案

以上を踏まえ、打上げ施設の適合認定申請書類の構成案を整理した。

大項目・小項目の構成案を図-4.42、図-4.43に、「4. 型式別施設安全基準への適合性検証」の細項目の構成案を図-4.44に示す。

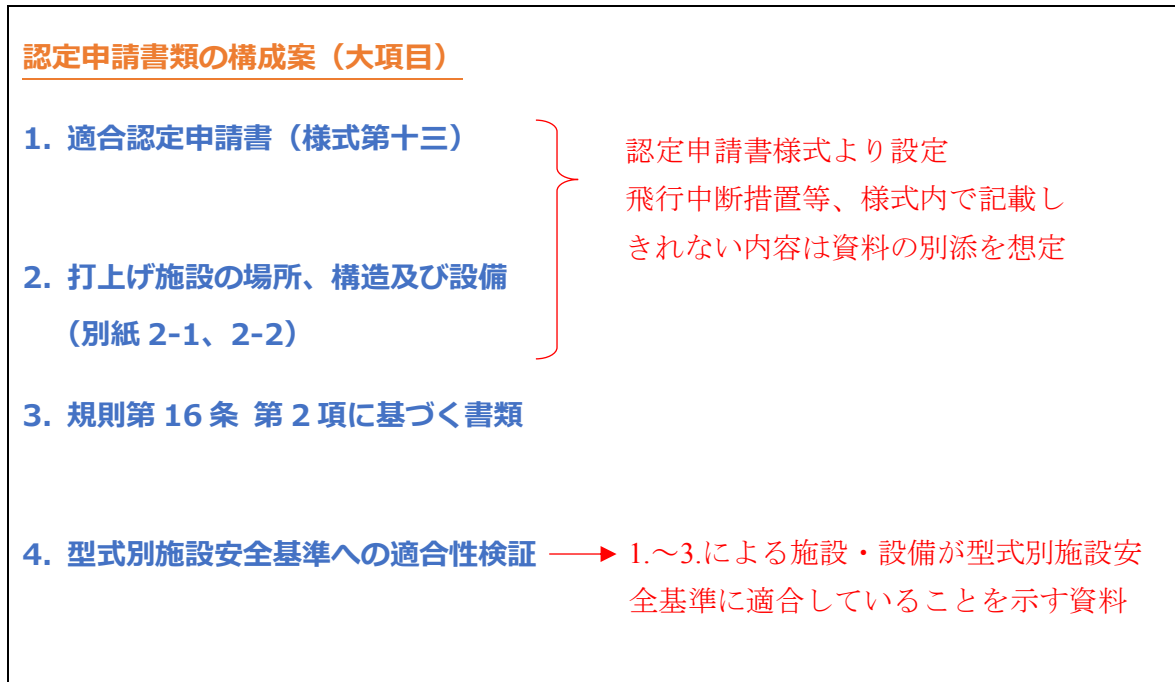


図-4.42 打上げ施設の適合認定申請書類の構成案（大項目）

認定申請書類の構成案（小項目）

1. 適合認定申請書（様式第十三）

2. 打上げ施設の場所、構造及び設備（別紙 2-1、2-2）

- 2.1. 施設概要（名称・所在地・概要）
- 2.2. 打上げ施設の配置平面図・詳細平面図
- 2.3. 主要設備の概要・セキュリティ対策
 - (1) 燃料・酸化剤貯蔵庫(CE)
 - (2) ロケット組立棟
 - (3) 射点周辺
 - (4) 避雷針 ……
- 2.4. 発射装置の構造・システム
 - (1) 発射台・運搬台車の構造図及び詳細図
 - (2) システム系統図

3. 規則第 16 条 第 2 項に基づく書類

- 3.1. 申請者に係る書類
- 3.2. ロケットと打上げ施設の適合性を確保する技術的条件
 - (1) インターフェース
 - (2) 推進剤の供給（ガス・燃料の配管）
 - (3) 台座

4. 型式別施設安全基準への適合性検証

- 4.1. 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等
- 4.2. 発射装置の設置
- 4.3. 着火装置等の安全要求
- 4.4. 飛行安全管理のための無線設備
- 4.5. 重要なシステム等の信頼性及び冗長性

図-4.43 打上げ施設の適合認定申請書類の構成案（小項目）

認定申請書類の構成案（4.1～4.5 細項目）**4. 型式別施設安全基準への適合性検証**

- 4.1. 警戒区域の確保及び第三者の進入防止対策等
 - (1) 各作業段階の保安距離
 - (2) 警戒区域
 - (3) 警戒区域の確保対策
 - (4) 保安上重要な設備・装置のセキュリティ対策
- 4.2. 発射装置の設置
 - (1) 発射装置の配置
 - (2) ロケットと発射装置の適合性
 - (3) 飛行経路及び打上げ施設の周辺の安全確保
 - 1) 安全な打上げの実施
 - 2) 射点事故の防止（ブラスト・落雷対策等）
- 4.3. 着火装置等の安全要求
 - (1) 着火システム (2) 飛行中断システム
 - 1) システム系統図
 - 2) 2 故障許容を満足するための対処手段
 - 3) 火工品の不慮着火を防止する対策
- 4.4. 飛行安全管理のための無線設備
 - (1) 無線設備
 - (2) 受送信や計算・判断等による遅延時間に対する安全確保
- 4.5. 重要なシステム等の信頼性及び冗長性
 - (1) ロケットの位置情報等を受信・処理・表示するシステム等
 - (2) 飛行中断のためのコマンドを送信するシステム等
 - 1) システム系統図（多重化）
 - 2) システムの信頼度（実証 or 設計信頼度）（0.999 以上）

図-4.44 打上げ施設の適合認定申請書類の構成案（4.1～4.5 の細項目）