

火薬類取締法施行規則第32条による 特則承認申請説明資料

宇宙航空研究開発機構

宇宙輸送ミッション本部 鹿児島宇宙センター

目次

- ・ 概要
- ・ H-IIAロケット、H-IIBロケットについて
- ・ SRB-Aについて
- ・ 種子島宇宙センターの概要
- ・ ロケット打ち上げに係る製造～打上げまでの作業の流れ
- ・ 火薬庫設置から現在までの経緯(法申請状況)
- ・ 特則承認に至った経緯
- ・ 特則承認申請の理由
- ・ 保安距離
- ・ 火薬庫の構造
- ・ 貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性
- ・ 火薬庫土堤省略方向への安全性検討

概要：特則承認を受けようとする内容

特則承認を受けようとする事項：

火薬類取締法施行規則第20条（最大貯蔵量）

第2火薬庫における最大貯蔵量を以下のように変更する。

	現行	今回申請
第2火薬庫	火薬換算80トン/爆薬換算40トン (SRB-A1本貯蔵可)	火薬換算200トン/爆薬換算100トン (SRB-A3本貯蔵可)

なお、現行の最大貯蔵量（火薬80トン）は昭和54年の火薬庫設置の際に許可をいただいたものである。また、この際に以下の特認をいただいている。

- (1) 壁の一部を爆風抜き対策として石綿スレート葺きとする。
- (2) 床面は地盤面を同一とし、通気口を設けず、空調施設により湿気対策とする。
- (3) 火薬庫の暖房は温水を使用せず、温風又は冷風を使用した循環空気によるものとする。
- (4) 火薬庫の屋根はコンクリート造りとする。
- (5) 既設の土堤及び自然山体を利用すること等により火薬庫の土堤は省略する。
- (6) 火薬庫の天井裏又は屋根に取り付けるべき金網を省略する。

概要：貯蔵量増の特則承認申請に至った経緯

種子島宇宙センターにおいては、日油(株)へ継承した第3火薬庫で4本、第4火薬庫で3本、第2火薬庫で1本の合計8本のSRB-Aが貯蔵可能である。

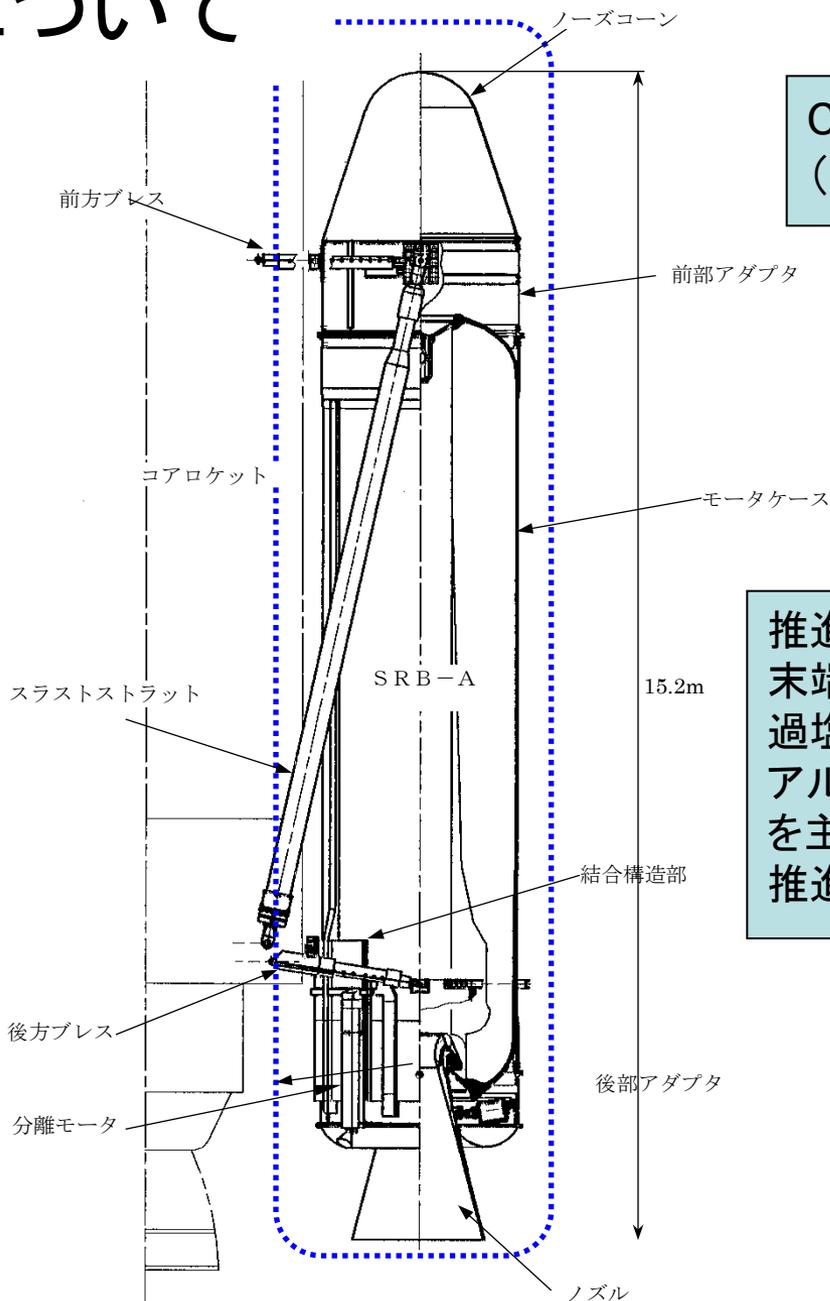
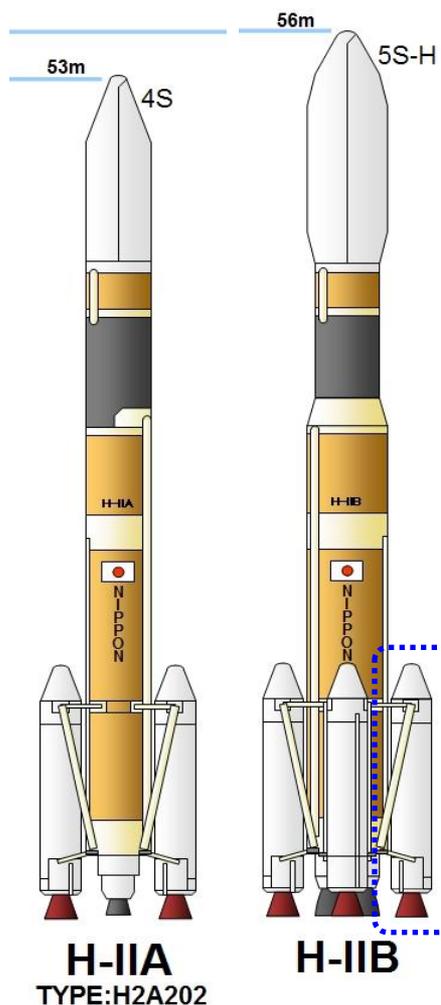
近年、SRB-Aを4本搭載するH-IIBロケットが商業打上げ用として運用を開始したこと或いは打上げサービス事業者(MHI)による海外衛星の打上げ受注が成功するなど、年間の打ち上げ回数の増加が見込まれ、これに伴いSRB-Aの製造数も増加が見込まれる。

しかしながら、打ち上げが長期延期となり、打ち上げ準備済みのSRB-Aを大型ロケット組立棟から火薬庫に戻すこととなった場合、現在許可を受けている範囲の数量8本では対応できない可能性がある。

一方で、種子島宇宙センター内において、SRB-Aの貯蔵に対応する火薬庫を新設することが困難である。

現有の火薬庫の内、第2火薬庫はSRB-A3本を貯蔵可能なスペースがあり、保安距離を確保できることから、第2火薬庫の最大貯蔵量について特則承認を頂き、打上げ延期時の貯蔵場所を確保することとしたい。

SRB-Aについて



CFRP一体型モータケース
(H-IISRBでは鋼製4分割)

推進薬成分：
末端水酸基ポリブタジエン(HTPB)
過塩素酸アンモニウム(AP)
アルミニウム粉(AL)
を主成分とするコンポジット推進薬
推進薬量は1本当たり約66トン

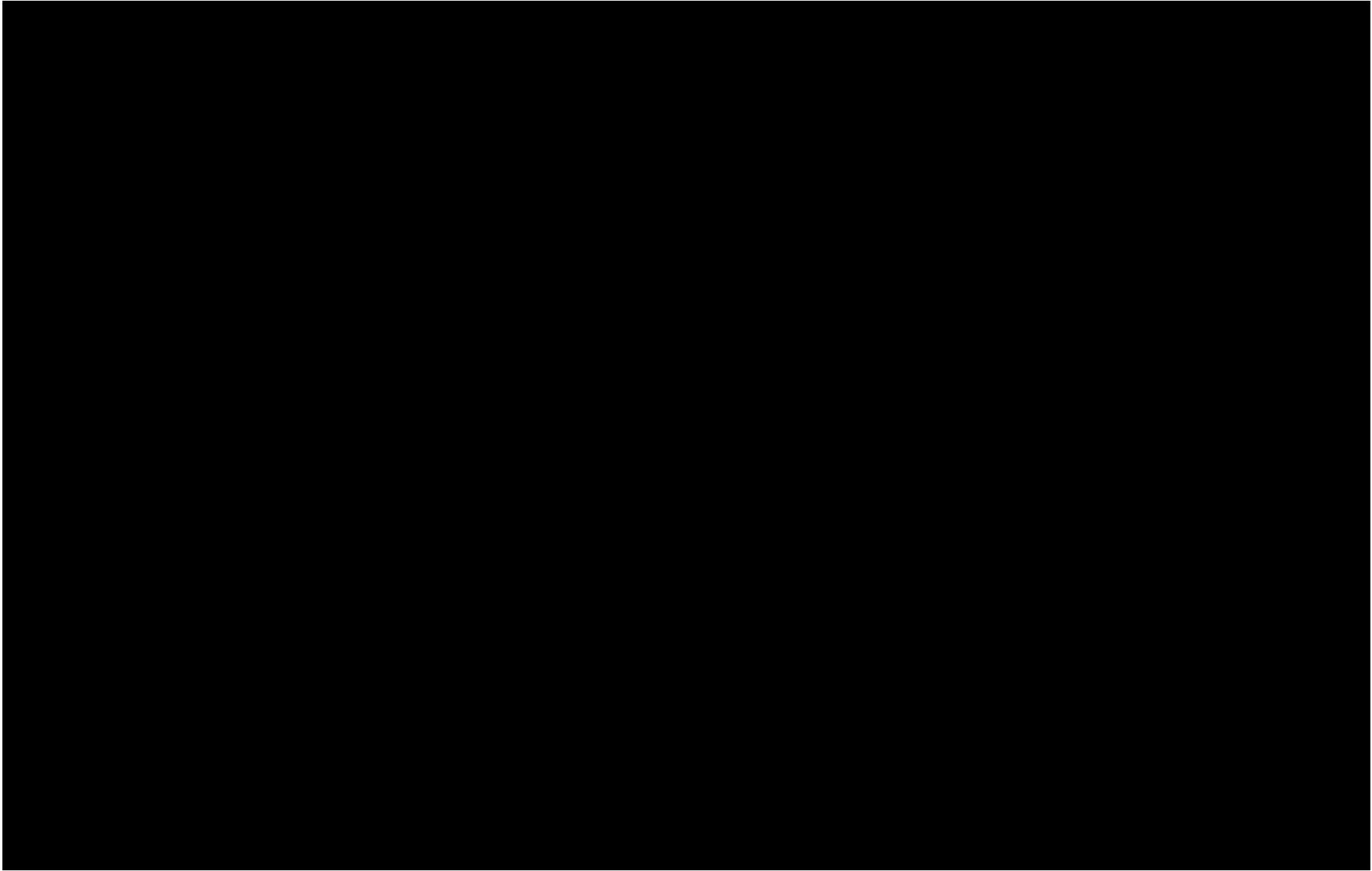
種子島宇宙センターの概要(1/2)

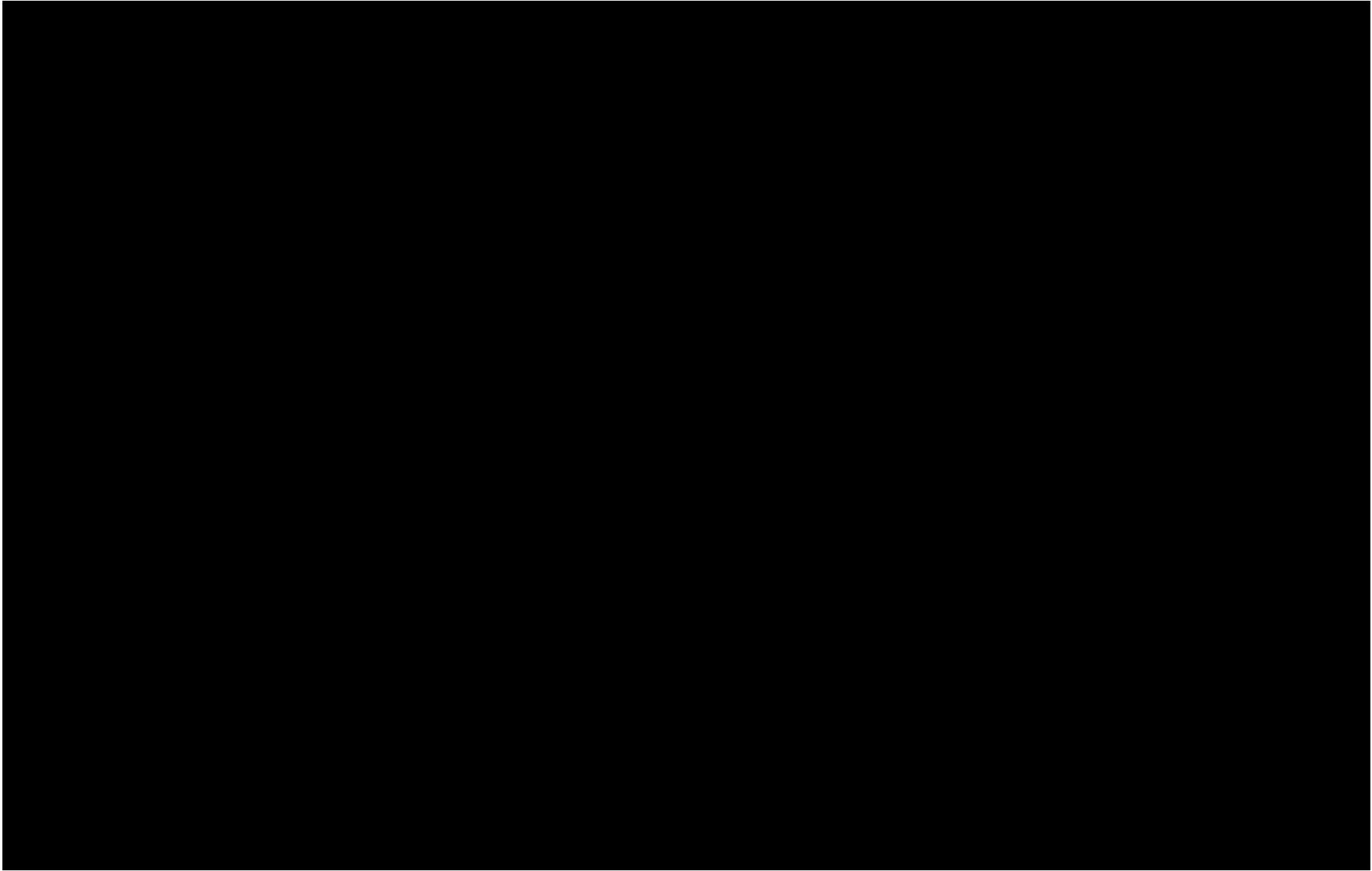
[種子島宇宙センターの沿革]

- 1966年 5月 科学技術庁宇宙開発推進本部がロケット打上げ射場として種子島を選定
- 1969年10月 宇宙開発事業団(NASDA)が発足
- 1975年 9月 N-I ロケット初号機打上げ(中型ロケット発射場)
- 1981年 2月 N-II ロケット初号機打上げ(中型ロケット発射場)
- 1986年 8月 H-I ロケット初号機打上げ(中型ロケット発射場)
- 1994年 2月 H-II ロケット初号機打上げ(大型ロケット発射場)
- 2001年 8月 H-II Aロケット初号機打上げ(大型ロケット発射場)
- 2003年10月 宇宙航空研究開発機構(JAXA)が発足(宇宙開発事業団(NASDA)、航空宇宙技術研究所(NAL)、宇宙科学研究所(ISAS)の宇宙航空3機関が統合)
- 2009年9月 H-II Bロケット初号機打上げ(大型ロケット発射場)

* 2014年9月現在、人工衛星打上げ用ロケットを合計61機打上げた。

種子島宇宙センターの概要(2/2)





第2火薬庫設置から現在までの経緯（法申請状況）

時期	許認可番号	許認可区分	内容
昭和54年2月	54立第47号	承認	[特則承認] ①壁の一部を爆風抜き対策として石綿スレート葺きとする。 ②床面は地盤面を同一とし、通気口を設けず、空調施設により湿気対策とする。 ③火薬庫の暖房は温水を使用せず、温風又は冷風を使用した循環空気によるものとする。 ④火薬庫の屋根はコンクリート造りとする。 ⑤既設の土堤及び自然山体を利用すること等により火薬庫の土堤は省略する。 ⑥火薬庫の天井裏又は屋根に取り付けるべき金網を省略する。
昭和54年8月	鹿児島県指令 消第4号の14	許可	設置許可
昭和56年3月	鹿児島県指令 消第4号の40	許可	自動温湿度記録計(温室度センサー3棟)を設置
平成2年2月	鹿児島県指令 消第4号の11	許可	(1)温湿度センサー取替え及び増設 (2)温湿度センサー取付け位置の変更
平成3年10月	鹿児島県指令 消第4号の27	許可	扉の振動センサーの新設
平成3年10月	鹿児島県指令 消第4号の28	許可	(1)内扉リミットセンサーの新設 (2)自動温湿度記録計の撤去 (3)吹抜け壁振動センサーの交換
平成11年6月	鹿児島県指令 消第4号の4	許可	接地端子板の設置
平成12年3月	鹿児島県指令 消第4号の14	許可	空調設備の変更
平成13年8月	鹿児島県指令 消第4号の4	許可	搬出入装置の新設(SSB用ドーリ)
平成18年2月	鹿児島県指令 消保第4号の4	許可	内扉の新設及びそれに伴う警戒設備(ドアスイッチ)の追加
平成19年2月	鹿児島県指令 消保第4号の5	許可	壁スレートの石綿大波スレートから無石綿大波スレートへの張り替え
平成19年6月	鹿児島県指令 消保第4号の1	許可	避雷針の避雷導線の改修
平成26年1月	鹿児島県指令 消保第4号の5	許可	火薬庫門扉、フェンスの移設(火薬庫搬入路の拡張)
平成26年2月	20140212 商第25号	承認	[特則承認] 搬出入装置を使用して貯蔵する場合の火薬類を収納した容器包装高さを4.72m以下とする。
平成26年4月	鹿児島県指令 消保第4号の3	許可	第2火薬庫設備変更(※特則承認20140212商第25号を受けた設備変更) 大型火工品用搬出入装置の設置、搬出入装置移動用エアキャスターの設置等

特則承認申請に至った経緯(1/2)

打ち上げ計画とSRB-Aの貯蔵本数



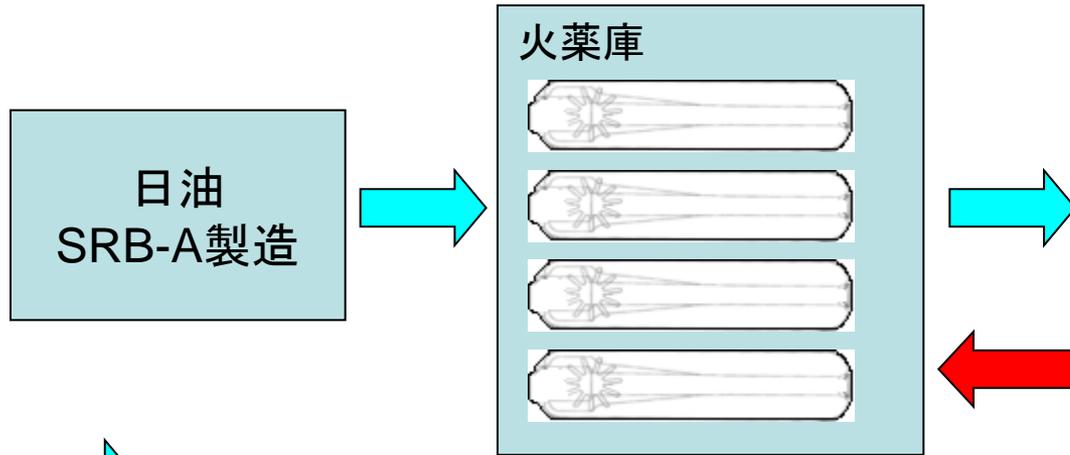
特則承認申請に至った経緯(2/2)

SRB-A製造～打上げの流れと延期時のSRB-Aの扱い

日油：
打ち上げ計画に
合わせて継続的に
SRB-Aを製造

火薬庫：
組立日程に合わせて
SRB-Aを組立棟へ搬入

組立棟：
予定通りであれば
射点から打上げられ
SRB-Aは消費される

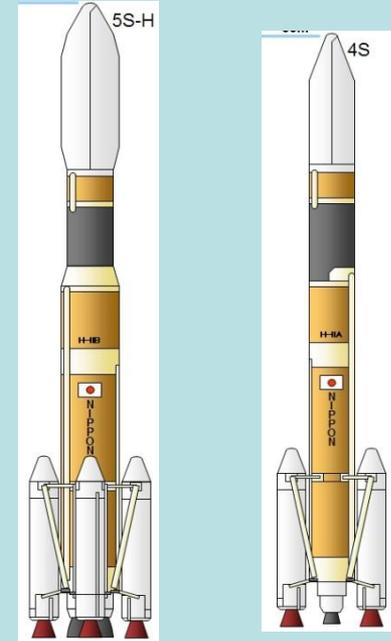


→ 通常の流れ

← 延期時

打上げが長期延期となった場合
SRB-Aをコアロケットから外し組立棟から
火薬庫に戻す可能性がある。

組立棟：基幹ロケット2機整備可能
ロケット1機当たりSRB-A2～4本



長期延期の場合、許可済みの8本を
超える貯蔵場所の確保が必要

特則承認申請の理由

打上げ計画の増加にともない、打上げが直前に長期延期となり、SRB-Aを火薬庫に戻す場合、現在許可を受けているSRB-A8本分を超える貯蔵場所の確保が必要となる。

- ・ 本来、既に許可を受けて貯蔵可能なSRB-A8本の他にSRB-Aを貯蔵する場合、火薬庫を新設する必要があるが、宇宙センター内に適切な用地を確保することが困難である。
 - ・ 第2火薬庫は3本分を貯蔵した場合でも、保安距離を確保できる。
 - ・ 第2火薬庫はSRB-A3本を貯蔵できるスペースがある。
 - ・ 貯蔵するSRB-A推進薬は安全性に関する評価が検証されている従来のSRB推進薬と同等である。
 - ・ 組立棟から火薬庫へ戻す場合のSRB-Aは、点火に必要な火工品を取り外した点火できない状態とし、安全な状態で貯蔵することができる。
- 現在の第2火薬庫の最大貯蔵量をSRB-A3本を貯蔵できるよう200トンとし、打上げ延期時の貯蔵場所を確保することとしたい。

SRB-A3本貯蔵時の保安距離(1/2)

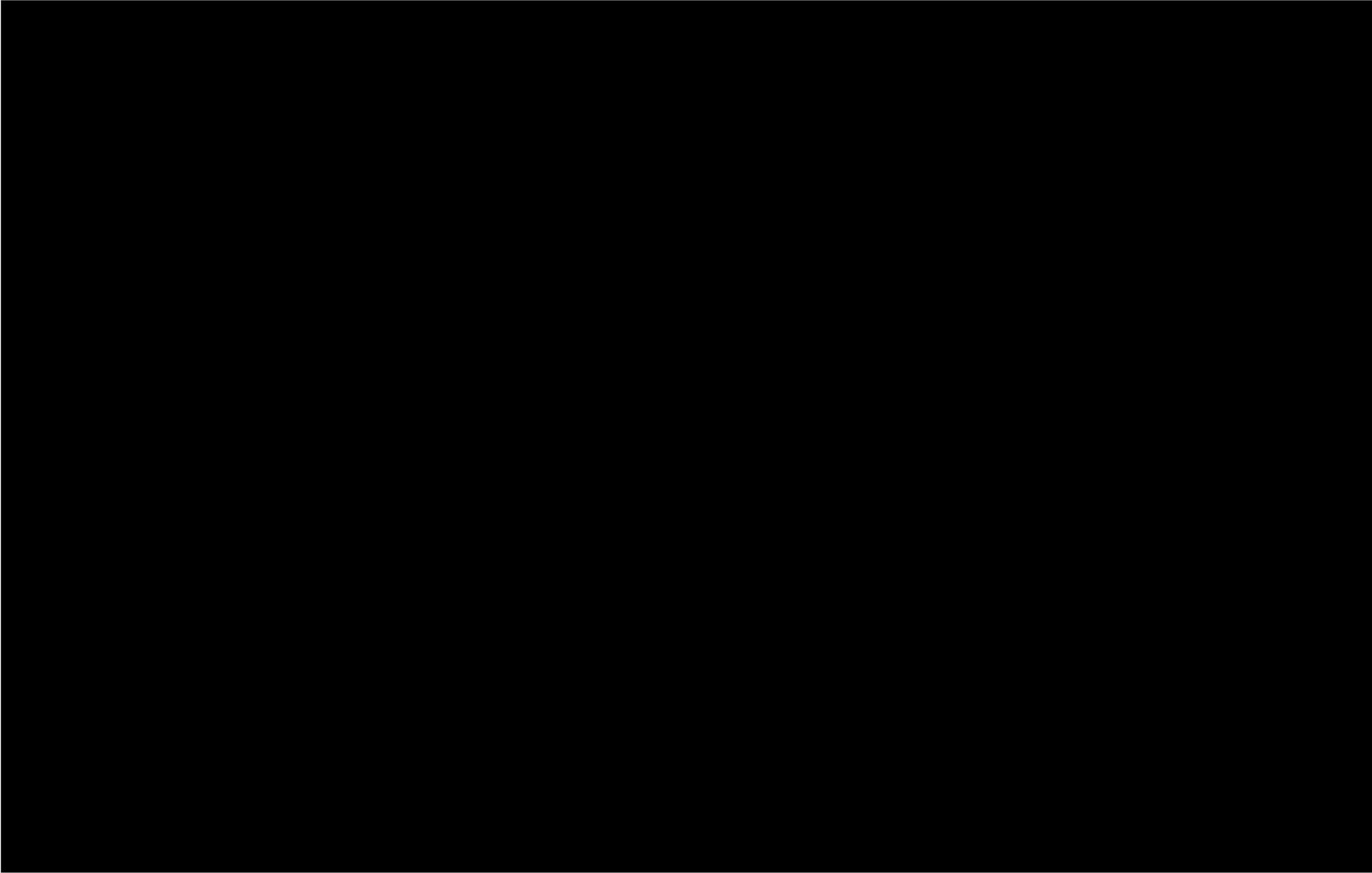
火薬庫 : 第2火薬庫 (一級火薬庫) 最大貯蔵量 : 200トン (火薬換算) 100トン (爆薬換算)				
保安物件 (注)		実距離 (m)	法定保安距離	
			距離 (m)	計算式
第1種	広田地区 善福寺 (社寺)	2200	747	$550 \times \sqrt[3]{100} / \sqrt[3]{40}$
第2種	広田地区 (村落の家屋)	2000	652	$480 \times \sqrt[3]{100} / \sqrt[3]{40}$
第3種	小型衛星推進薬 充填棟 (工場)	290	184(*1)	$270 \times \sqrt[3]{100} / \sqrt[3]{40} / 2$
第4種	固体ロケット組立棟 (火薬類取扱所)	220	116(*1)	$170 \times \sqrt[3]{100} / \sqrt[3]{40} / 2$

*1 通商産業省告示49通告第59号第2号の口適用

(注) 保安物件は種類毎に当該火薬庫に距離が最も近い物件を記載

SRB-A3本貯蔵時の保安距離(2/2)

<SRB-A3本貯蔵時の火薬庫最寄りの保安物件との保安距離>



第2火薬庫周辺地形状況図



第2火薬庫の立面図・平面図・外観写真



SRB-A3本貯蔵時の配置



貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(1/8)

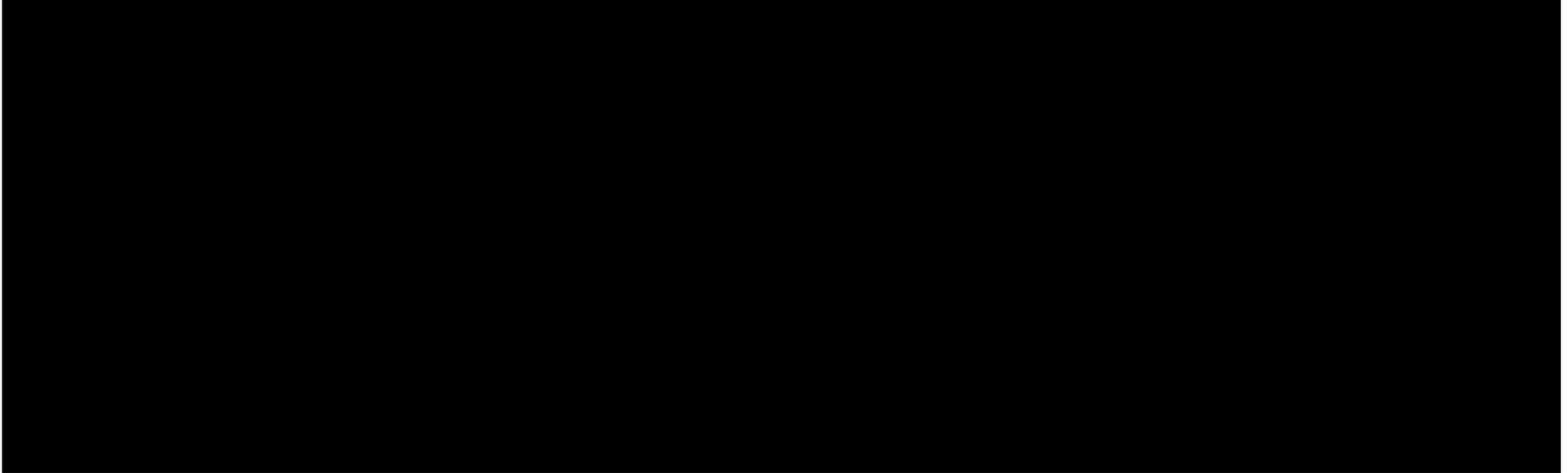
<SRB-A推進薬の安全性>

- ・ 推進薬組成: 下記材料を主成分とするコンポジット推進薬
末端水酸基ポリブタジエン(HTPB)
過塩素酸アンモニウム(AP)
アルミニウム粉
→H-II SRB用の推進薬に燃焼触媒を少量加えて作動時の燃焼速度を調整したもの[]で、感度特性(衝撃感度、摩擦感度)は同等である。
- ・ 熱的に安定しており自然分解の恐れはなく、発火温度は [] で、容易には着火しない。
- ・ SRB-Aに取り付けるアダプタを一部変更し、容器・構造・推進薬組成は同じロケットモータであるイプシロンロケット第1段モータは、危険区分で、国連番号0186、等級および隔離区分1.3Cとなっており、「火災の危険性及び小規模な爆発性もしくは小規模な飛散の危険性のいずれか又は両方の危険性を有する物質及び物品であるが一斉爆発の危険性はない物質及び物品である」と判定されている。

貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(2/8)

<SRB-A推進薬の安全性>

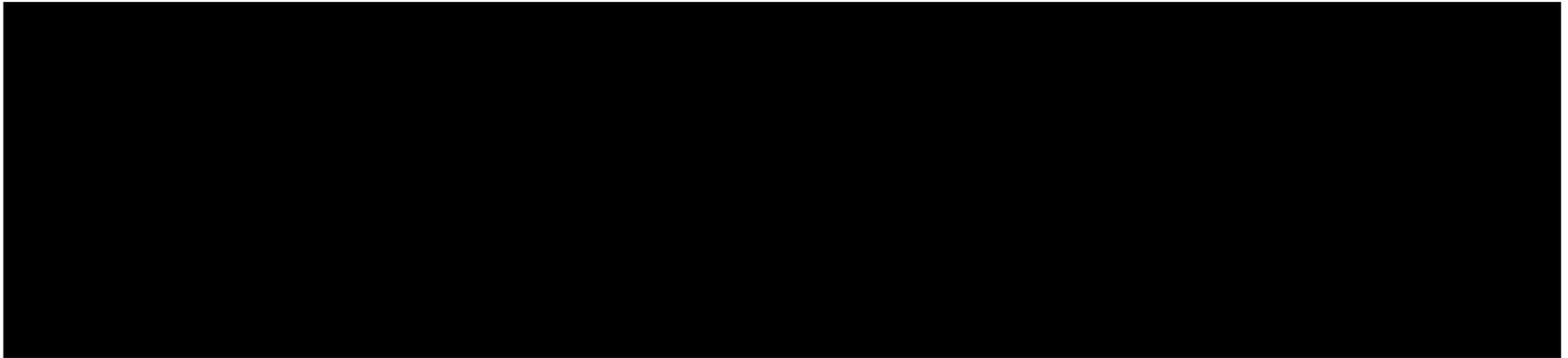
- ・ H-II SRB用推進薬について、これまで通産省主催火薬類保安技術実験、物質工学技術研究所での実験、宇宙開発事業団主催の衝突実験など、各種の実験が実施されている。(申請明細書添付資料1参照)
- ・ ① 衝撃に対する反応性



貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(3/8)

<SRB-A推進薬の安全性>

- ② 衝突実験結果

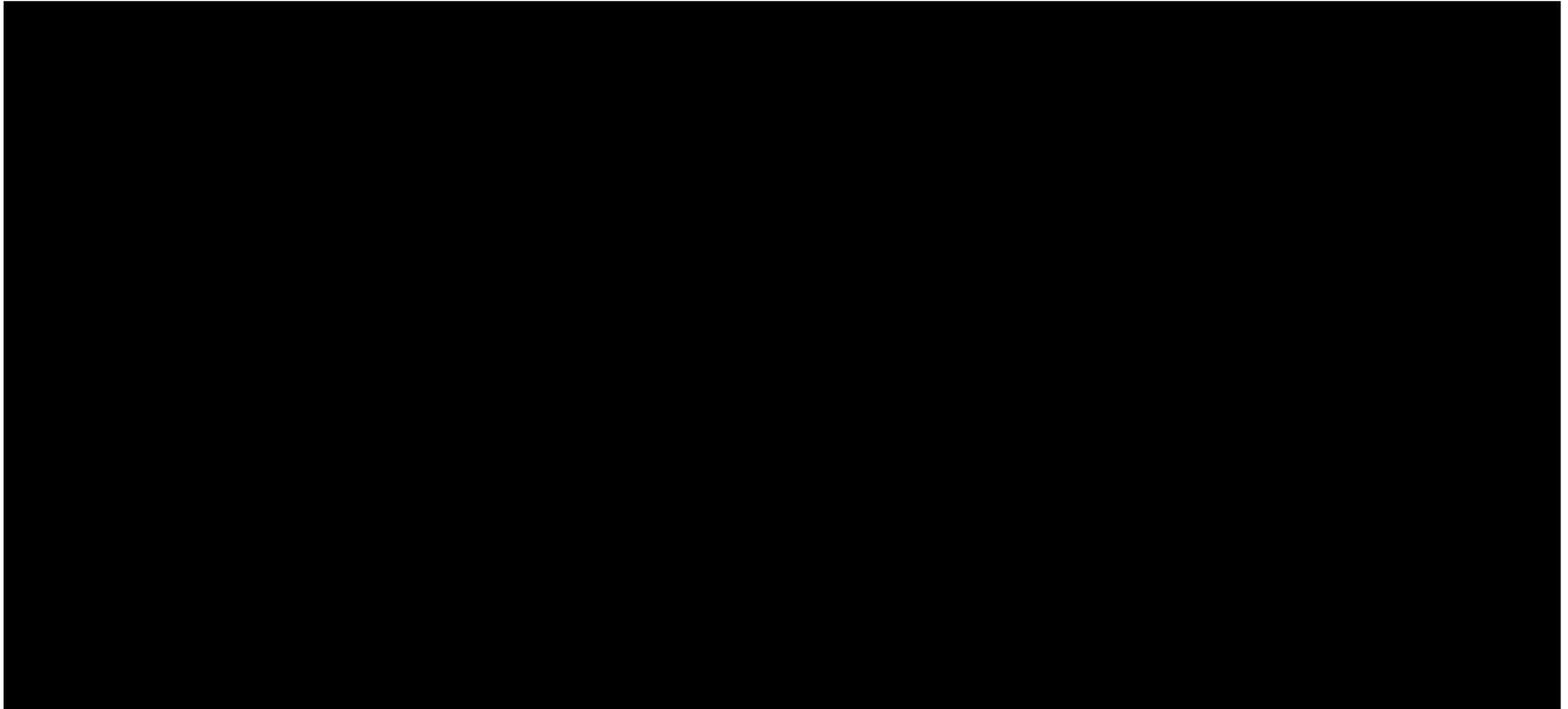


- ①、②のデータから、貯蔵するSRB-A推進薬も、爆轟する危険は非常に小さい。
- 貯蔵中のSRB-Aが保管台車から落下(台車高さ約2m)した場合、SRB-Aに入射するエネルギーは $1.3 \times 10^6 \text{ J}$ 、単位質量当たりのエネルギー 20 J/kg と先述の衝突実験より十分小さく、SRB-A推進薬が爆轟する可能性は非常に小さい。

貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(4/8)

<組立済 SRB-Aの安全性>

SRB-Aの点火系は下図(a)の順で [REDACTED] [REDACTED] 点火するシステムとなっている。SRB-Aを組立棟から火薬庫に戻す際には下図(b)の構成とし、点火できない状態で貯蔵する。



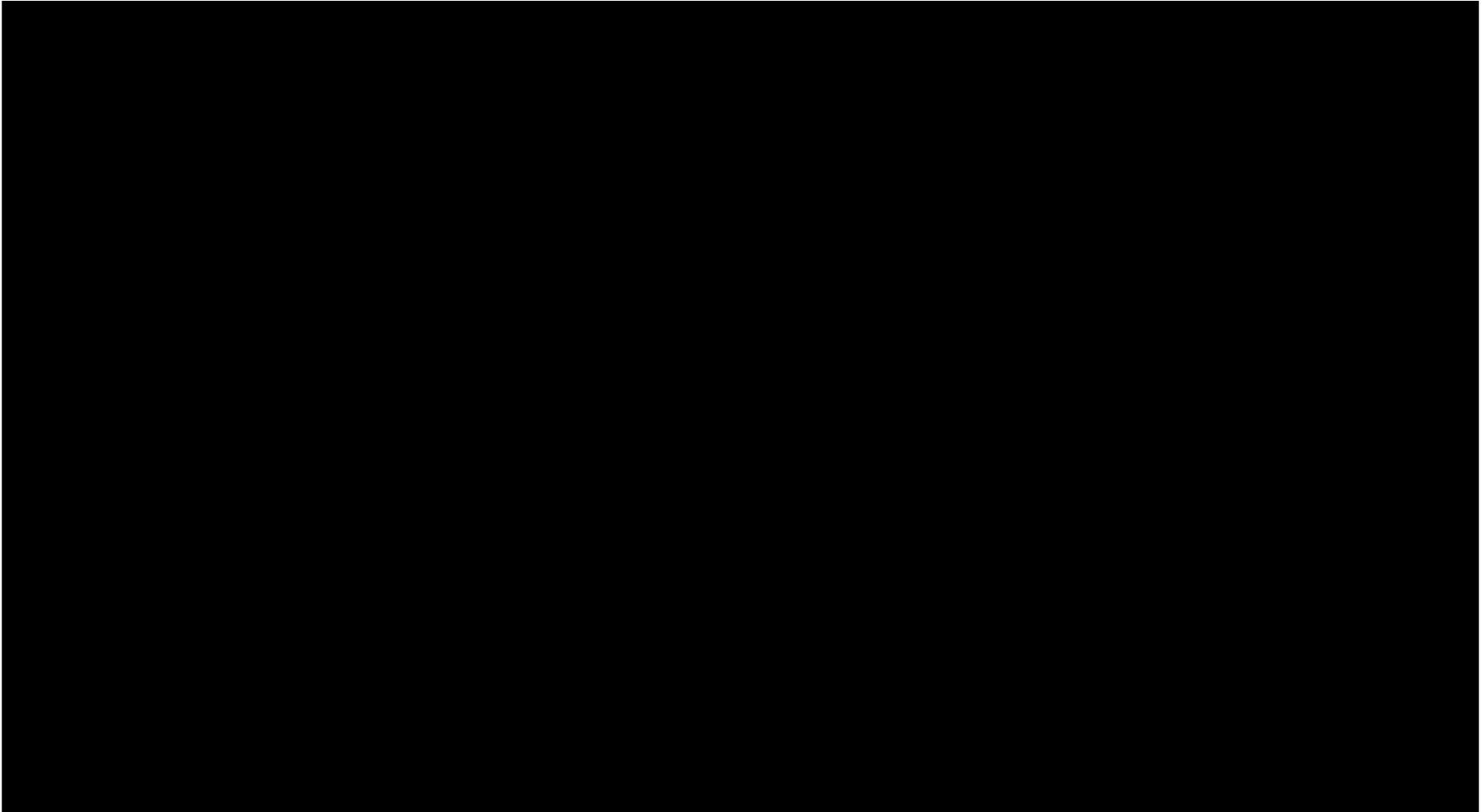
(a)打上時SRB-A
点火系火工品構成

(b)組立済SRB-A
火薬庫貯蔵時火工品構成

貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(5/8)

＜組立済 SRB-Aの安全性＞

大型ロケット組立棟からSRB-Aを戻す場合、下のように火工品が取り付けられている。



貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(6/8)

<組立済 SRB-Aの安全性>

- ・ SRB-Aに組付けられる火工品で爆薬を装填したものは下記3点である。
 - (i) 隔壁型起爆管(TBI)
 - (ii) 密封型導爆線(CDF)
 - (iii) V型成形爆破線(LSC)
- ・ これらは、それぞれ■落下試験において発火しないことが確認されており、台車からSRB-Aが落下した場合でも、各火工品に付与される衝撃は落下試験に比べて小さい。(申請明細書添付資料4～6参照)
- ・ (i)はSRB-Aから外した状態で貯蔵するため、SRB-Aのイグナイタに点火することはできない。
- ・ (ii)・(iii)は配線カバーに覆われていることで、外面に露出しておらず、落下した場合でも火工品に直接衝撃が加わらない構造となっている。
- ・ 以上の点から、組立済みが台車から落下した場合でも、SRB-Aモータが点火する可能性は非常に小さい。

貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(7/8)

<外部火災に対する安全性>

- ・ SRB-A推進薬は外部火災により推進薬が発火した場合、燃焼することはあっても、爆轟に至る可能性は非常に小さい。(申請明細書添付資料2参照)
- ・ SRB-Aは、ロケットモータの構造上、燃焼室となる内孔部からモータケースへの熱が伝わりにくい構造である。故にモータケース外部から加熱された場合には内孔に熱が伝わりにくい。

SRB-AのモータケースはCFRP製であり、外部から加熱されると、樹脂が溶けて圧力容器としての強度を保てなくなる。その後、推進薬外周部から発火しても、CFRPケースが破壊し、推進薬が燃焼すると考えられる。故にロケットモータはノズルから燃焼ガスを排出して飛び出す危険性は小さい。

- ・ 組立済みのSRB-Aにおいて、外部火災による加熱で、装着されている火工品(CDF,LSC)中の爆薬が爆轟することはあっても、SRB-A推進薬が爆轟に至る可能性は非常に小さい。

貯蔵する火薬類(SRB-A)の安全性(8/8)

＜異常を想定した場合の安全確保に関する検討＞

- ・ 爆轟の可能性について
これまでの実験結果からSRB-A推進薬は爆轟していない為、爆轟に至る危険性は非常に小さい。また、爆燃する恐れも小さく、火薬庫保管中に想定される事象に対してTNTの爆発エネルギーに対する換算率は1%程度と考えられる。万一、爆轟又は爆燃したとしても所定の保安距離を有している為、安全を確保できると考えられる。
- ・ 燃焼について
推進薬が燃焼した場合、火薬庫周囲は土堤に囲まれているため、土堤周辺の樹木等が燃える可能性はあるが、所定の保安距離を有している為、安全を確保できると考えられる。
- ・ 緊急時の対応について
万一の災害に備え、種子島宇宙センターでは緊急連絡体制を定め、年間2回の防災訓練を実施している。災害時には関係各所への連絡を含め、初期消火などの初動対応を実施いたします。

火薬庫土堤省略方向への安全性検討(1/2)

(申請明細書添付資料7参照)

・ 北東側陸上への影響

土堤省略方向にある第2種保安物件に対し十分な保安距離※が確保されているため安全性に問題はない。

(※土堤を省略した2級火薬庫に必要な保安距離の考え方に準ずる距離)

保安物件		実距離(m)	法定保安距離 (施行規則第23条第6項準用)	
			距離(m)	計算式(爆薬換算)
第2種	広田地区 (村落の家屋)	2000	1303	$2 \times 480 \times \sqrt[3]{100} / \sqrt[3]{40}$

・ 北東側海域への影響

土手省略方向である種子島東側海上には保安物件に該当する定期航路は無い。また、土手省略方向の海岸沿いは遠浅の海域であり、通常漁船の往来はないことから、土堤省略方向の海側への安全も確保されている。

火薬庫土堤省略方向への安全性検討(2/2)

<土堤省略方向の保安物件と保安距離の位置関係>



安全性検討のまとめ

- ・ SRB-A推進薬は過去の実験結果では、強い衝撃波を与えても爆轟しておらず、貯蔵するSRB-Aが爆轟する危険性は非常に小さい。
- ・ SRB-A推進薬は熱的に安定で、自然分解等による発火の危険性はない。
- ・ SRB-Aの取扱において、高さ約2mの台車から落下することがあっても、推進薬が爆轟に至る可能性は非常に小さい。
- ・ 組立済SRB-A(火工品付)の取り扱いにおいて、台車から落下することがあっても、SRB-Aに点火する危険性は非常に低い。
- ・ 火災に遭遇した場合、CFRP製のモータケースが先に焼損し圧力容器として機能しなくなるため、推進薬が燃焼しても、SRB-Aのノズル部から燃焼ガスを排出して飛び出す危険性は非常に小さい。
- ・ 土堤省略方向陸上へは十分な保安距離が確保されていること、海域には保安物件に該当する定期航路等がないことより安全性が確保されている。