

H-II A ロケット 21 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
的実用衛星 3 号機 (KOMPSAT-3)等の打上げに
係る安全対策について

質問に対する回答

平成24年2月24日

宇宙開発委員会事務局
宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、平成24年2月10日(金)に開催された第3回安全部会における H-II A ロケット 21号機による第一期水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W1)および韓国多目的実用衛星3号機(KOMPSAT-3)等の打上げに係る安全対策の説明に対する構成員からの質問に対し、宇宙開発委員会事務局及び独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の回答をまとめたものである。

なお、質問に対する回答の一部については、ロケット打上げに係る施設・設備等に機微な情報が含まれ、「宇宙開発委員会の運営等について」第13条ただし書きに基づき、非公開審議とされるため、安全4-1-1(別添)として作成する。

1	H-ⅡAロケット21号機の打上げ方位角について	3ページ
2	MHI社に引き渡すまでの各ペイロードの作業の安全管理について	4ページ
3	地上安全計画における別紙-1の扱いについて	6ページ
4	ファイアボールに対する保安距離の算定について	7ページ

【質問番号 1】 H-II A ロケット 21 号機の打上げ方位角について

【質問内容】

ペイロードが重いので 21 号機の打ち上げ方位角は 115° で、許容される限界であると説明されている。Ec が心配になるが、劣化はしていないのだろうか。

【資料の該当箇所】

安全3-3-3 P12

【回答者】JAXA

【回答内容】

太陽同期軌道ミッションの飛行経路はインドネシア、オーストラリア等へのEc抑制の観点から赤道上を決められたコースで通過するよう共通的に設定されています。そのため、打上げ方位角はある幅で変動しますが(打上げ能力の観点から)、赤道通過付近からはほぼ同一となり、経路近傍の周辺国へのEcの影響も従来と大きく変わらないレベルです。

また、打上げ方位角で有意に変わる射点～赤道付近についても有人島との距離は依然として十分保たれており、問題はありません。

なお、第3回安全部会(2月10日開催)において、打上げ方位角の振れ幅(レンジ)を「基本は北側90～南側115度」と説明しましたが、過去に1例だけ、打上げ能力が極めて厳しいミッション(H-II Aロケット4号機(みどりII等を搭載))で122度まで緩めた例がありました。115度より南側が全くなかった訳ではありませんでしたので、あらためて訂正させていただきます。

【質問番号2】 MHI社に引き渡すまでの各ペイロードの作業の安全管理について

【質問内容】

資料安全3-3-5、7.1 項で、「衛星プロジェクトから提示された」とありますが、本計画書は、この 21 号機に関する安全計画であり、この打ち上げの具体的な内容を示してある必要があります。今回のペイロードは、JAXA、商業衛星、ピギーバックとありますので、MHI社に引き渡すまでの作業の安全管理をどう進めるか、文書化してください。

【資料の該当箇所】

安全3-3-5 P4 7.1 項

【回答者】JAXA

【回答内容】

MHI社に引き渡すまでの作業の安全管理について、各ペイロード毎に整理しました。

1)GCOM-W1(JAXA衛星)

- ①JAXA(安全審査部門)は、衛星プロジェクト(JAXA)が提示した「システム安全プログラム計画書」の妥当性について、安全評価を実施します。安全評価は、概念設計段階から運用終了までを対象として、衛星、地上設備装置等の安全対策、鹿児島宇宙センターで実施する射場整備作業に係る安全対策について確認します。
- ②JAXA(射場安全部門)は、射場整備作業の開始に当たり規制対象作業、規制内容、人員管理等を定めた「H-II Aロケット 21 号機の打上げに係る射場内の人員規制の基準(GCOM-W1)」を作成し、衛星メーカーが実施する射場整備作業に適用します。また、JAXA(射場安全部門)は、危険作業の実施に当たり、連絡通報体制を明確にして、「作業手順書の承認」、「作業のミーティングへの出席」、「作業の立会い」、「事故等の対応」を行います。

MHI社に引き渡すまでは、JAXA(射場安全部門)の安全監理の下に衛星メーカーが安全管理を行います。

・射場整備作業に係る安全管理文書は、以下のとおり。

- ①H-II Aロケット 21 号機の打上げに係る地上安全計画
- ②H-II Aロケット 21 号機の打上げに係る射場内の人員規制の基準(GCOM-W1)
- ③射場・飛行運用安全技術基準

2)KOMPSAT-3(商業衛星)

- ①JAXA(安全審査部門)は、MHI(衛星担当)が提示した「システム安全プログラム計画書」の妥当性について、安全評価を実施します。安全評価は、概念設計段階から運用終了までを対象として、衛星、地上設備装置等の安全対策、鹿児島宇宙センターで実施する射場整備作業に係る安全対策について確認します。
- ②JAXA(射場安全部門)は、射場整備作業の開始に当たり規制対象作業、規制内容、人員管理等を定めた「H-II Aロケット 21 号機の打上げに係る射場内の人員規制の基準(KOMPSAT-3)」を作成し、MHI(衛星担当)及び韓国航空宇宙研究所(KARI)が実施する射場整備作業に適用します。また、JAXA(射場安全部門)は危険作業の実施に当たり、連絡通報体制を明確にして、「作業手順書の承認」、「作業のミーティングへの出席」、「作業の立会い」、「事故等の対応」を行います。

MHI社に引き渡すまでは、JAXA(射場安全部門)の安全監理の下にMHI(衛星担当)及びKARIが安全管理を行います。

・射場整備作業に係る安全管理文書は、以下のとおり。

- ①H-II Aロケット 21号機の打上げに係る地上安全計画
- ②H-II Aロケット 21号機の打上げに係る射場内の人員規制の基準(KOMPSAT-3)
- ③射場・飛行運用安全技術基準

3) SDS-4/鳳龍式号(ピギーバック衛星)

- ①JAXA(安全審査部門)は、衛星プロジェクト(SDS-4)/JAXA産業連携センター(鳳龍式号)が提示した「システム安全プログラム計画書」の妥当性について、安全評価を実施します。安全評価は、概念設計段階から運用終了までを対象として、衛星、地上設備装置等の安全対策、鹿児島宇宙センターで実施する射場整備作業に係る安全対策について確認します。
- ②小型実証衛星4型(SDS-4)/鳳龍式号に関する射場整備作業については、推進薬、火工品等の取扱い、規制を伴う危険作業がないことから、JAXA(射場安全部門)は、「打上げに係る射場内の人員規制の基準」は作成せず、「射場・飛行運用安全技術基準」を適用します。なお、事故等の連絡先は、安全教育で周知します。

MHI社に引き渡すまでは、JAXA(射場安全部門)の安全監理の下に衛星メーカーが安全管理を行います。

・射場整備作業に係る安全管理文書は、以下のとおり。

- ①H-II Aロケット21号機の打上げに係る地上安全計画
- ②射場・飛行運用安全技術基準

【質問番号3】 地上安全計画における別紙-1の扱いについて

【質問内容】

別紙-1については安全計画の本文における位置づけが無い。

【資料の該当箇所】

安全3-3-5 P30

安全3-4-5 P29

【回答者】JAXA

【回答内容】

別紙-1は、地上安全計画のiii頁の表リスト、図リストの後に記載しており、本文における位置づけが不明確でした。

今回のご指摘を受け、別紙-1の位置づけを明確にするために、地上安全計画は13頁に「11. 射点爆発に対する保安距離の算定」として項目を追加し、11. 項で別紙-1を呼び出すこととします。

【質問番号4】 ファイアボールに対する保安距離の算定について

【質問内容】

「安全評価基準」では打上げ時における警戒区域について別紙2によるファイアボールに対する保安距離を二通り計算することを求めている。計画書ではファイアボールについて基準で示された式はEisenbergあるいはNASA基準によるものであることをわざわざ加筆している。それらの根拠がモデルの違いにあることを強調したいのではないかと思うが、読み手にとって情報が増えたようにも見えず、どうしてこう書かれているのかよくわからない。

また、両文書は「3 関連法規、社内規定、基準、要領等」に明確に示されていない。ネット検索してみると

N. A. Eisenberg et al. : Vulnerability Model – A Simulation System for Assessing Damage Resulting from Marine Spills, NTIS ADA-105-245, June 1975

NASA-TM-X-53314 Size and Duration of Fireballs from Propellant Explosions 1965

どちらも標準には見えない。

【資料の該当箇所】

安全3-3-5 P32

安全3-4-5 P31

【回答者】JAXA

【回答内容】

1) 経緯

「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」(SAC 安全評価基準)の制定に当たり、JAXAは「人に対する放射照度の基準」として「Eisenberg」と「NASA 基準」の2つの式で、ファイアボールによる放射熱に対する保安距離を求め、大きいものを保安距離とする説明を行った経緯があります。

イ. Eisenberg による人に対する放射照度の基準

出典先の「VULNERABILITY MODEL. A SIMULATION SYSTEM FOR ASSESSING DAMAGE RESULTING FROM MARINE SPILLS」NTIS AD-A105 245, June 1975

の252頁に「 $t^{1.15} = 550,000$ 」と記載されており、SAC 安全評価基準の別紙2で「 $t \times I^{1.15} = 550,000$ 」を使用しています。

ロ. NASA 基準による人に対する放射照度の基準

出典先の「SAFETY STANDARD FOR EXPLOSIVES, PROPELLANTS, AND PYROTECNICS」NSS 1740.12 AUGUST 1993

の「10-3 頁の 1005 THERMAL HAZARD b. 項」に「0.3 calorie per square centimeter per second」として記載されています。この値をSI単位に換算して

$$\begin{aligned} & 0.3 \text{ cal/cm}^2/\text{s} \\ & = 0.3 * 4.1868 * 1\text{E}4 \text{ W/m}^2 \\ & = 12560 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

SAC 安全評価基準の別紙2で「 $I = 12560$ 」を使用しています。

2)地上安全計画に出典先を記載する意味

地上安全計画は、二つの式で使用する「人に対する放射照度の基準」に関する出典先を示すことにより、保安距離の設定根拠とした人体への影響の度合い(第一度の火傷を生じない限界の放射強度等)が解り、検索、検証等が容易にできると考えて加筆しております。

また、1)経緯に示した出典先を、地上安全計画 別紙-1 4. 3 (1) 項に追記しました。

3)両文書を「3. 関連法規、社内規程、基準、要領等」に記載しない考え

両文書は、SAC 安全評価基準には、「AFMAN91-201」のように、出典先としては記載されていませんが、SAC 安全評価基準の作成の基(出典)となった文書であると考えています。

地上安全計画「3. 関連法規、社内規程、基準、要領等」では、直接の関連文書であるSAC安全評価基準は記載しますが、関連文書の関連文書(孫文書)は記載しないという考え方で整理しています。

【回答者】宇宙開発委員会事務局

【回答内容】

ファイアボールの算出式については、平成6年から11年に適用していた「基本指針」には明記されていませんが、JAXA(当時NASDA)の研究成果をもとに、これらの算出式に基づいて、安全評価部会でも審議していただいております。平成11年の安全評価基準を制定する際に、警戒区域の設定根拠を明確にするために計算式を記載した方がよいとのことから安全評価基準には式を明記したという経緯があります。

以上