

宇宙開発委員会 第4回安全部会 議事録(案)

1. 日時 平成 18 年 9 月 28 日(木) 10:00 ~ 12:00
2. 場所 三菱ビル 9 階 科学技術政策研究所 964・965 会議室
3. 議題
 - (1) H- A ロケット 11 号機の打上げに係る安全評価について
 - (2) その他
4. 資料
 - 安全 4-1-1 H- A ロケット 11 号機の打上げに係る安全の確保に関する調査審議について
 - 安全 4-1-2 平成 18 年度秋期 ロケット打上げ及び追跡管制計画書(案)
 - 安全 4-1-3 H- A ロケット 204 型の開発状況と 11 号機の打上げに向けた準備状況
 - 安全 4-1-4 「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」と H- A ロケット 11 号機の地上安全計画・飛行安全計画との比較
 - 安全 4-1-5 H- A ロケット 11 号機の打上げに係る地上安全計画
 - 安全 4-1-6 地上安全計画の H- A・F11 と H- A・F9 との主要な相違点
 - 安全 4-1-7 H- A ロケット 11 号機の打上げに係る飛行安全計画
 - 安全 4-1-8 飛行安全計画の H- A・F11 と H- A・F9 との主要な相違点

安全 4-2 宇宙開発委員会安全部会の今後の予定について
 参考資料 4-1 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

5. その他

議題(1)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るため、「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、非公開審議とする。

6. 出席者

宇宙開発委員会計画部会部会長	松尾弘毅
〃 部会長代理	青江 茂
〃 委員長	井口雅一
〃 安全部会特別委員	工藤 勲
〃 〃	能谷 博
〃 〃	栗林忠男
〃 〃	河野通方
〃 〃	佐藤吉信
〃 〃	竹ヶ原春貴
〃 〃	花田俊也
〃 〃	雛田元紀
〃 〃	宮本 晃
〃 〃	馬嶋秀行
文部科学省研究開発局参事官(宇宙航空政策担当)	池原充洋
〃 〃 参事官付補佐(宇宙航空政策担当)	萩原貞洋
〃 〃 〃	瀬下 隆

【説明者】

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

宇宙基幹システム本部打上安全評価室長 高塚 均
宇宙基幹システム本部 H- A プロジェクトチームプロジェクトマネージャ 遠藤 守
宇宙基幹システム本部宇宙輸送安全・ミッション保証室室長 今野 彰
宇宙基幹システム本部宇宙輸送安全・ミッション保証室輸送安全課主任開発員 成尾俊久
宇宙基幹システム本部宇宙輸送安全・ミッション保証室技術領域リーダー 川畑広文

7. 議事内容

- (1) H- A ロケット 11 号機の打上げに係る安全評価について初めに、事務局から安全 4-1-1 に基づき説明があった。その後、JAXA から安全 4-1-2 及び安全 4-1-3 に基づき説明があった。主な質疑は以下のとおり。

【松尾部会長】 直接の議題ではないが、今回打ち上げる技術試験衛星 型 (ETS-) の実験目的は、打上げ計画書の 17 ページのところに書かれているように、3 トン級静止衛星バス技術の開発、大型展開アンテナ技術の開発、移動体衛星通信システム技術の開発等であるが、何といても一番目を引くのが大型展開アンテナ技術の開発である。

実は、これに先だってそのサブスケールモデルを日本時間の 13 日にアリアンロケットのピギーバックとして打上げ、予備の実験を行う予定になっている。

【河野特別委員】 今回の打上げは、SRB-A を 2 本から 4 本に増やすところが特徴だと思うが、2 本から 4 本に増やしたことで、トータルの信頼性みたいなものはどう変わるのか。

【JAXA (遠藤プロマネ)】 当然のことながら、コンポーネント数が増えているので、予測信頼度という観点で、信頼工学上の計算をすると若干落ちる。落ちる程度は 0.00 幾つものところで若干数字が落ちている。あくまでも計算上の話だが、変わっている。

【河野特別委員】 それはどういう根拠か。

【JAXA (遠藤プロマネ)】 信頼度予測の根拠は、固体ロケットブースタは単なる固体燃料の推進部分、これはノズルを振る姿勢制御の機能をそれぞれ 1 本ずつが持っている。それに伴うノズルの駆動部分等、これは信号を受けて最終的に駆動するのは電動アクチュエータだが、それらの構成部分の信頼度を、電子部品では電子部品の信頼度の積み上げをやって、固体ロケットについては従来の固体ロケットの実績、固体ロケットの信頼度は従来から日本国内で開発している各種の固体ロケットの実績をすべて加味して信頼度という形で整理している。

【河野特別委員】 そうすると、今回と同じものを前に使っているわけだ。それは全部正常に動作していたということで、その実績があって今度 4 本という考え方でよろしいか。

【JAXA (遠藤プロマネ)】 そのとおり。6 号機でノズルに穴があくということがあったが、これについては対策をとって、7 号機以降、全く同一の SRB-A を、従来は 2 本だったが、これをずっと 10 号機まで使って、基本的には改善した設計結果についてはフライト、地上試験等で十分な設計どおりのマージンが確保できているということを確認している。

【松尾部会長】 そういう要素については確認済みのところがあ

るが、4本をシステムとして使うことになれば、その要素の集合を超えたこともよく考えなくてはいけないということで、宇宙開発委員会としても注意喚起をしてある。例えば、干渉のあり方といった種類のことも起こり得るだろうし、そこは十分気をつけてやっていただきたい。

【竹ヶ原特別委員】 202型との比較をされていたが、202型の場合、全備質量は幾らか。

【JAXA(遠藤プロマネ)】 計画書の15ページを御覧いただきたい。204型の場合だと、全備重量が445トン。SRB-Aは1本当たり75トンあるので、これから2本分150トンを引いていただくと、大体300トン近くになる。

【竹ヶ原特別委員】 202型は200トン台だった記憶があって、204型が445トン。相当重たくなっているのは事実だと思う。それに対するシステム的な問題というのは、質量の¹目で見て100トン以上の増加というのが出てきているということか。

【JAXA(遠藤プロマネ)】 いや、100トンは増加していない。従来も、202型だと、270トン程度だったと思う。204型では第1段の部分もSRB-Aを4本取りつけるために板厚を上げて補強しているので、そういうところが質量として増えている。

【竹ヶ原特別委員】 打ち上げるものとしてそれだけの質量が増えていて、その中で、一番大きいのはSRB-Aを2本から4本にしたところだと思うが、安全面なり信頼面から、これだけ重くなったことに対する評価はどうされてきた

のか。個々のコンポーネントの話はわかるが、全体として重くなったことについて、例えば射場の問題とかはないのか。

【JAXA(遠藤プロマネ)】 後ほど具体的な安全計画等の説明があると思うが、当然のことながら火薬の量としては増えているので、それに対応した安全装置等が必要になる。火薬量、保安物の数量が増えたことによって、種子島の射場の安全装置が対応できるかどうかは、当然のことながら開発段階で、単にロケットサイドの設計だけではなくて安全面でも並行して検討しながら、それが成立することを確認しつつ開発を進めてきている。

【井口委員長】 この機会に、信頼度について河野先生にお願いがある。遠藤さんが0.0幾つ変わったただだと説明していたが、私は、当たらずとも遠からずにもならないと思っている。今、メーカーやJAXAのロケット関係者が集まって、信頼性、信頼度をどう扱うのが合理的かという勉強会をやっているが、そういうことは大学が本来やる仕事なのではないかと思う。大学の先生何人かに、数値で評価できないだろうかという話をすると、言下に拒否反応が出る。統計は数が多くないと意味をなさないもので、何回も打ち上げないものについては適用できるはずがないと。しかし、エンジニアリングのセンスでは、数が少なくてもうまい評価の仕方はあり得ると思う。そういうことを考えるのが大学ではないかと思うが、少し考えてもらえないか。

【河野特別委員】 そういうことの重要性を宇宙開発委員会でもっとおっしゃっていただくということも大事で、大学側もそれを外圧として受けとめてやっていくことになるので

¹ 多分「面」が正しい、打ち込みミス。

はないかと思う。おっしゃる重要性は認識している。

【佐藤特別委員】 今の件だが、安全性は、信頼性と非常に密接な関わりがある。JAXA でも宇宙ステーションの JEM の関係で 10 年近く数値的に信頼性、安全性、リスクを計算している。担当している者も非常に少なくてほそぼそだがやっている。そういうものがなかなか広く伝わっていかないところにちょっと力不足のところがあるのかなと思う。

次に、JAXA から安全 4-1-4 に基づき説明があった。

【馬嶋特別委員】 5 ページの 2 番目のところの ITV というのはどういうものなのか。

【JAXA (高塚室長)】 基本的には防犯カメラみたいなものと同様なもので、それをテレビ画像で監視するというものである。特別なシステムではない。

【馬嶋特別委員】 2 つから 4 つのブースタになって、その切り離しが行われるわけだが、それは 4 つとも下からちゃんと見られるのか。

打上げのときの状態監視、飛行中断等の安全対策について、地上から見るものとロケットについて見るものは、これまでの状況がどうなっていて、204 型でどのような特別な変更があるのか、教えていただけるか。

【JAXA(高塚室長)】 ロケットにも CCD カメラがついていて、ちょうど SRB-A の上の段間部というところに下向きにカメラを備えていて、SRB-A が分離する挙動をモニタして地上に画像を伝送してくるというシステムになっている。そ

こは変更がない。

【松尾部会長】 2 本が 4 本になったが、全部見えるのかというのが御質問の趣旨だ。

【JAXA (高塚室長)】 それについては、一式しかないので 4 本全部が同時に見えるということはない。

【松尾部会長】 同時に見えることがないというのは、切りかえか何かで見ているのか。

【JAXA(遠藤プロマネ)】 従来とカメラの取り付けは同じだが、分離してある程度機体から離れてくると視野に入ってくる。1 つのカメラで見ているので見る角度が 360 度は見えないが、分離のシーケンスとしては、**対抗**²する 2 本を同時に分離して、90 度離れたものは 1 秒間隔で離れていく。その 2 段階で分離するそれぞれのものは分離のところから画像を取得できるが、その反対側についているところは分離直後の状況の画像は取得できない。

ただ、実際には分離は画像で確認するのではなくて、実際に離れていくときの分離の信号のテレメトリデータで確認するようになっている。

【馬嶋特別委員】 過去にも事故があったので、SRB-A が 2 つから 4 つになって切り離しがきちんとできるかどうかというところが一番問題ではないかと思う。

分離に成功したら視野に入ってからわかるかもしれないが、画像を見て連動がうまくいっているかを確認することも大切ではないかなと思ったのでお伺いした。

【JAXA (遠藤プロマネ)】 6 号機の失敗の教訓は、実はノズル

² 多分「対向」が正しい、変換ミス。

から燃焼ガスが漏れたことによって分離をする導爆線を焼き切ってしまうと、分離ができなかったというのが原因だった。あれ以降、分離の導爆線で、同じルートを2本冗長にしていたところを、空間的な冗長もとるために、位置的に導爆線の伝達経路を変えている。そういう分離を確実にを行うための信頼性を向上させる措置は、今回の4本になっても同様にとっている。

【松尾部会長】 信頼性の議論はそういうことだが、万が一何かが起こったときに、それを検知して保安処置はとれるのかというのがこの質問の一番のポイントだ。

【JAXA (今野室長)】 実際に、6号機的时候は分離信号が出て一旦離れてしまったので、テレメトリ上は、分離したように見えていた。なぜ分離していないことがわかったかと申すと、それ以外に全体の加速度をモニタしていて、それが当初の計画の加速度の線と実際の加速度の線が表示されるようになっていて、それで余計なものが結局分離できなくて加速度がちょっと小さくなっているということを検知した。それと、実際に計画経路よりも飛行がどんどん遅れていくという現象があって、それでその現象を把握して、安全処置をとったということになる。

実際に今回も、分離信号と、画像も今回搭載しているので情報になるが、それ以外に加速度を使って判断するということになる。

【松尾部会長】 そういう情報で、分離に伴って本体が有害な動きをするかは検出可能であるということか。

【難田特別委員】 カメラを1台だけしか使わないという理由を教えてください。左右載せて見えてもいいように思

うが、どんな理由で載せないのか。お金の問題でもないと思うし、信頼性が悪いからか、どっちなのか。

【JAXA (今野室長)】 もともと機体搭載カメラを飛行安全運用に使うという目的ではなくて、当初はテストフライトで実際に分離運動の解析等を解析しているが、それと実際のフライト中の運動が同じ挙動を示すのかというのが非常に重要な関心事で、それが解析でしか立証していなかったものだから、そういうことも含めて実際搭載した。

先ほど申し上げたように、搭載カメラがなくても現実には飛行安全運用がいろんな情報でできるので、確かに画像は有効だが、それをすべて見るという形までの搭載は踏み切っていない。

【難田特別委員】 ほかのものに比べて非常に容易なことではないかと思うが。

【JAXA (今野室長)】 多分、2台同時だと伝送量がきついと思う。カメラはほかにも多く積んでいるが、時間を切りかえて使っているので、同時に送ると伝送量が非常に多くなる。

【難田特別委員】 よくわかったが、考えていただいたらいいかなと思う。

【松尾部会長】 最後のところで、やっと質問と答えがかみ合ったような気がする。ほかの目的なので、そもそも考えていないということではなくて、搭載についてはそれぞれの制限があって難しい、だけど今後考えたいと。私が答えることはないが、そういうことだと思う。

【宮本特別委員】 ちょっとしつこいが、シャトルの打ち上げではかなりの方向から地上のカメラで追っている。御存じのように、タイルが落ちる場面とか、私が実際にコンソール

に入っていたときも、パラシュートが入っているドアが落ちたことがある。何かあると、その場でビデオを全部再生して同定していた。H- A は光学の2つで追いかけるだけでいいのかと思う。

先ほどの話で、どこまで追いかけられるのか教えていただきたいのと、実際、4つが分離まで見えるのか、それから2方向でいいのか。これもそんなにお金がかかるものではないと思うが、いかがか。

【JAXA (今野室長)】 今、確かに光学は2方向でフライト状態を見ている。それで、位置経路速度は大体レーダを主体にして見ているということである。それで、実際に雲があるときは分離時間までずっと見えることはなくて、先日の10号機もかなり雲底高度が低かったので、1,000メートルぐらいしかなかったと思うが、光学でずっと状態を全て見える形にはなっていない。それを制約条件とはしていない。だから、最後までずっと光学的にモニタするというだけでなく、いろいろ今まで運用してきた中で十分信頼性は確保できると考えている。

【松尾部会長】 視界がそこまで見えるということや打上げの制約条件にしていけないということはある考え方かと思う。有人かどうかで違ってくるかと思うけれども。

【佐藤特別委員】 6ページ目の5番目の(1)の右側に書いてあるところであるが、そこに「地球周回軌道投入後、指令破壊信号受信装置の電源をオフにする」と書いてあるけれども、二つ教えていただきたいところがある。一つは、その電源をどうやってオフにするのかということ。あと、受信装置の電源をオフにしても出力装置がもし生きていと

すると、出力の部分が誤って信号出力、起爆出力を出してしまう可能性もあると思うが、その辺のお考えはどのようになっているのか。

【JAXA (高塚室長)】 指令破壊受信機というのは、地上からの指令破壊の信号を受信して、最終的には指令破壊系の火薬に火をつける、その電力を送るためのリレーをオンにするというシステムである。確かに信号を送信しないということについては、ここに書いてあるように電源をオフすることによって信号は出ないことになるが、それが故障していて電源が供給される可能性については、電源供給機能そのものを殺しているというわけではない。それはほかのところでも、飛行安全用だけではなくて計測だとか、いろいろなところに機体全体の電力を供給しているので、現状ではそこまで対応していない。

【佐藤特別委員】 わかった。どうもありがとう。

【河野特別委員】 SRB-Aは、これまでは2本でお互いに干渉は少なかったが、今度4本に増えたということで、例えばどれか1本に事故があったときに、隣のSRB-Aにどういう影響を及ぼすかということについては、何かデータのようなものがあるのか。4つ周囲についているが、あれはクラスタ型についているのか。2個ずつまとめてについているのか。

【JAXA (今野室長)】 独立である。それぞれ独立に90度ずつずれてついていて。不具合というのは、例えば具体的にはどういうことを想定されているのか。

【河野特別委員】 例えばノズルあるいはプロペラントにクラックがあって異常燃焼を起こすとかが発生した場合、どれか

1 つがだめになったときに、それが爆発すると、それが隣の SRB-A に対してどういう影響を与えるのか、何か考えておられるのか。

【JAXA (高塚室長)】 一般的には、フライト中に SRB-A が燃焼中の状態で、例えば 1 本が破裂するような状態になると、液体ロケット、コアロケットの方は非常にやわであるので、それが完全にすぐ壊れてしまう。そうすると残りの SRB-A も基本的にはコア機体から分離するような状況になる。その場合、それぞれの SRB-A は早期分離検知機能が冗長でついていて、それぞれが早期分離したという認識を持って、自爆することになる。

【河野特別委員】 だから、実際には隣の SRB-A の影響を受けることはないと考えていいと言っているのか。例えばその SRB-A 自体を非常に高温の中に投げ込んだとすると、どういことが起こるのか。ほとんど中まで熱が通らずに、爆発するのに随分時間がかかるといったものなのか。それとも非常にやわで、すぐ熱が通って爆発するといったものなのか。

ロケットが倒れ込んだときに SRB-A がどれくらい時間がたって爆発するかといったこともあって、今、保安距離は非常に二次元的に決めていて、時間のスケールというのは入っていないので、そういうことに関係するのかなと思っている。

【JAXA (成尾主任)】 地上安全を考え、SRB-A 2 本の場合、4 本の場合、いずれも同時に爆発したことを考慮して保安距離を定めている。

【河野特別委員】 だから、それは同時に爆発するということで

あるが、時間的にずれることだってあるわけだ。そのときに、例えばそういう事故が起きたときに、この SRB-A はこういう温度条件だとどれくらい経つと爆発するかもしれないとか、あるいは放っておいてもこれは爆発しないとか、そういうことをいろいろ考えられるのではないかと思った。飛行中の場合は問題ないというのはわかった。

【JAXA (成尾主任)】 残念ながら、今、温度に関するデータ等の取得は行っていない。同時爆発については、確かに時間差は発生する可能性はあるが、一応、安全サイドとしては同時に爆発した方が一番保安距離が長くなるだろうということを考えて、同時爆発でもって保安距離は定めさせていただいている。

【松尾部会長】 ただ、今の河野委員のお話は、その中で時間的な要素がある。例えば退避解除をいつにするかみたいな話のときには効いてくる可能性があるので、御検討いただきたい。

あと、先ほどの宮本先生のお話も、その有効性というか、価値と手間とよく考えた上で有効なものについては是非おやりくださいという御指摘だと思う。よくお考えいただきたい。

【井口委員長】 今の河野先生の言ったことは、確かに考えてみると、一発爆発して、ほかはまだ爆発しない状態で飛んでいく可能性がないとは言えないかもしれない。全然別なところでまた爆発するのだったら、これは大変である。そういう可能性と確率の問題かもしれないが、やはりちゃんと論理立てて考えておく必要がある。

【JAXA (今野室長)】 固体燃料が爆発して、まだ未燃の推進薬

が落下して衝突した場合にその爆発威力はどうかというの、ある程度実験はしている。衝突すると急激に断熱圧縮されて温度が上がって爆発するという現象があって、その爆発威力が、大きさ、速度によってかなり違う。そういう基礎データをある程度とって、実際にこの SRB-A がそういう具合に落ちてきた場合に、早期分離などして落ちてきた場合にどうかという予測もシミュレーションはやっていて、この警戒区域内で大丈夫かという評価をしている。

【松尾部会長】 この中で 2 次爆発と称しているものは、その話であるか。

【JAXA (今野室長)】 ええ、そうである。

【河野特別委員】 私が言っているのは、それももちろん大事なデータだと思うが、打上げ直後にゴロンと転んだような場合で、それが SRB-A の事故によるような場合、そこら辺がフレームに包まれるわけである。そのときに次の SRB-A の 2 次爆発は起きるのか、あるいはそのために何か考慮しているのかということのも結構大事なのではないかということである。

【JAXA (高塚室長)】 リフトオフした後にそういう状況であれば、先ほど私が少し説明したように、基本的には全段自爆してしまう。SRB-A は逆に全て強制的に自爆するようなシステムになっているし、2 段については自爆の機能はないけれども、最悪、横に倒れてしまえば 2 段の機体も基本的には自爆してしまうということになるかと思うので、リフトオフ直後に横転するような状況になる場合は全て全段爆発と考えていただければいいのかと思う。

【松尾部会長】 この後、予定だと各論があることになっているが、今のところで十分大筋の議論をおやりいただいたと思っているので、できればこの後、具体的な数値を入れて非公開にさせていただきたい。

その前に、この 204 型は、今回が初めての打上げになるので、射場において開発試験も含めた整備作業を行うことを予定しており、JAXA からは通常より早目に 10 月上旬から射場整備作業に入りたいとの要望を聞いている。安全部会としては、次回の審議で報告書の御議論をいただく予定であるけれども、ただいま申し上げたような事情を考慮して、本日のこれから行われる非公開審議で特段の問題点が指摘されないということを条件に、ひとまず JAXA の実施する地上安全対策について基本的には問題ないと考えて、JAXA が射場整備作業に入ることを了承したいと思うが、よろしいか。

(了承)

これは余りやりたくはない話であるが、似たようなことを「だいち」の時に一度やっている。それでは、これからの審議にはロケットの打上げに係る施設設備等に機微な情報が含まれているために非公開での審議に移らせていただきたい。

了