

### 宇宙開発委員会 第3回安全部会 議事録(案)

1. 日時 平成19年4月13日(金)14:00~16:00
2. 場所 三田共用会議所 第3特別会議室
3. 議題
  - (1) 宇宙ステーション補給機(HTV)に係る安全評価について
  - (2) その他
4. 資料
  - 安全 3-1-1 宇宙ステーション補給機(HTV)の安全確保の枠組み
  - 安全 3-1-2 宇宙ステーション補給機(HTV)に係る安全評価のための基本指針と安全設計結果
  - 安全 3-1-3 宇宙ステーション補給機(HTV)特有の安全設計結果
  - 安全 3-2-1 宇宙開発委員会安全部会の今後の予定について
  - 安全 3-2-2 宇宙開発委員会 第2回安全部会 議事録(案)
  - 参考資料 3-1 宇宙ステーション補給機(HTV)に係る安全評価のための基本指針

#### 5. 出席者

##### 【宇宙開発委員会】

安全部会長	池上徹彦
委員	青江 茂
委員	森尾 稔
委員長	松尾弘毅

安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員  
 安全部会特別委員

工藤 勲  
 熊谷 博  
 栗林忠男  
 河野通方  
 下平勝幸  
 竹ヶ原春貴  
 花田俊也  
 雛田元紀  
 馬嶋秀行  
 宮沢与和  
 宮本 晃

##### 【文部科学省】

大臣官房審議官	板谷憲次
研究開発局参事官(宇宙航空政策担当)	池原充洋
研究開発局参事官付補佐(宇宙航空政策担当)	瀬下 隆
研究開発局参事官付補佐(宇宙航空政策担当)	野田浩絵
研究開発局宇宙開発利用課宇宙利用推進室室長補佐	辻 紀仁

##### 【説明者】

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA) 有人宇宙環境利用プログラムグループ  
 有人システム安全・ミッション保証室長 武内信雄  
 HTV プロジェクトチームプロジェクトマネージャ 虎野吉彦  
 HTV プロジェクトチーム 深津 敦

## 6. 議事内容

審議に入る前に、新たに参加することになった特別委員の紹介があった。

### (1) 議題「宇宙ステーション補給機 (HTV) に係る安全評価について」

事務局から参考資料 3-1 に基づき説明を行った。次に、JAXA から安全 3-1-1 に基づき説明を行った。主な質疑は以下のとおり。

【下平特別委員】 安全 3-1-1 の 3 ページの図に、有人システム安全・ミッション保証室というのがある。基本指針に独立評価ということをやっているのであるが、安全技術評価がこの室の仕事のようで、HTV プロジェクトチームが安全評価報告書を作成して安全・ミッション保証室に報告するという事になっている。HTV プロジェクトに対して、この保証室が独立と言っているのなら、保証室が評価するのではないのか。報告書を作成して利用本部長や副理事長に報告するというのは独立評価の一つの機能だと思うが、この図はどのようなことを意味しているのか。

【JAXA (武内)】 まず、安全評価報告書という用語は、Safety Assessment Report というものを日本語にした言葉であって、この Safety Assessment Report に書かれていることは、一番大きなところはハザードレポートで、ハザードやその原因を明らかにして、制御して検証するというプロセスを記したものであるが、それ以外に、システムのどういうハザードを見なければいけないか、物によっては、こういう事情でハザードを見る必要がないというような総

合的な評価をしている。ここまではプロジェクトの責任で、開発の成果物として出てくるものである。それを私どもが評価するということになる。

もう一つの御指摘である、私どもが独立評価をした時の報告書については、ここには書いていないが、私からは ISS のプログラムマネージャーと担当理事の方に直接報告するラインを持っているので、そちらの方に報告する。例えば、隣にいる虎野と意見の相違があって、2 人の間で意見が合わない場合は上に持ち上げて、そこでの判断に移るということになる。

【下平特別委員】 そうすると、保証室の安全技術評価は、その Safety Assessment Report とどう違うのか。

【池上部会長】 その前に、安全技術評価は英語で何というのか。

【JAXA (武内)】 安全技術評価という特別な用語は、安全評価報告書と同じような形で出ている英語はない。一般の言葉として、安全の評価を行うという意味である。評価の対象に関しては、最終的には、安全評価報告書 (Safety Assessment Report) に書かれている内容を評価する。もう一つは、最終仕上がり品の報告書だけを見ても、なかなか本来どういう問題があるのかというのがわかりづらいところも多々あるので、そこに至る前に、開発の中で、常に一緒に議論しながら進めていくので、その分の評価もこちらで含んでいる。

【下平特別委員】 4 ページの 3 行目のところに、「ハザードレポートという様式を用いてハザードを網羅的に識別しとあるが、安全評価報告書というものの中心は、このハザードレポートなのであろう。そのハザードレポートを評価する

というのが保証室の仕事なのであろうか。

【JAXA(武内)】 はい。

【下平特別委員】 これだとよくわからない。安全技術評価というのは何を評価するのか。普段いろいろな評価をしていることを、全部包括的に言っているのかどうか、その辺の定義や説明がここでは区別しにくいのであるが、これは用語として使われているのか。

【JAXA(武内)】 テクニカルタームとして、安全技術評価というのは使われていないので、一般的な言葉として御理解いただければと思う。この中には、日常的な評価プラス、最後に安全評価報告書の評価も含める。

【下平特別委員】 わかった。もう一つ、今質問した安全評価報告書というものの主体はハザードレポートだということでもいいのか。

【JAXA(武内)】 おっしゃるとおりである。安全評価報告書というのは、Safety Assessment Report という言葉で定義される文書で、安全を解析する文書で、その中心がハザードレポートである。

【池上部会長】 似たような話は、英語ではわかるが、日本語に訳すとわからないことがしばしばあり、英語と日本語が対になった辞書的なものをつくってほしいとお願いをしている。例えば、アセスメントは、日本語では評価となり非常にあいまいになる。NASA を基本的にベースにしたJAXAの資料も、日本語になるとわかりにくくなる。今後、JAXAにはこの点も配慮していただきたい。

【河野特別委員】 安全技術評価をされたと言うことであるが、一番審議に時間をかけられたというのは、どのレベルのど

ういうところだったのであろうか。

【JAXA(武内)】 安全 3-1-1 の7ページにあるように、フェーズのところではハザードを識別することはできるのであるが、そのハザードの原因を決めて、その制御をどうしたらいいかというところについて、非常に大きな長い時間を割いている。フェーズのところでは、6ページに書かせていただいたように、公式には、主な目的がハザード及びその原因の識別であるが、ただそれだけしておけばいいというものではない。その先にどういう制御があるのだろうかということもフェーズの段階で考え出し、設計が進む中でやっているのだから、ハザードの制御のところが一番厳しく議論されて、時間がかかったところである。

【河野特別委員】 そこで行われた議論が、この部会では結論的に上がってきていると考えればいいのか。

【JAXA(武内)】 はい。その中でも特に時間を割いたところが、後でお話しさせていただく誘導制御系とか推進系、それから電力のところということになる。その理由は、今までJEMでいろいろ経験をさせてもらったので、その内容はそのまま移すことができた。もちろん少しシステムが違うので、当然考え直さなければいけないのであるが、基本があって、それと比較してここが違うがどうかというような思想が結構使えたのであるが、HTV特有のところになると、そのもととなるところがないので、ある意味ゼロから考える。もちろん、無人システムの機能が壊れたときに、安全上、人なりシステムが壊れるかというような目で見えていったときに、どうしても今までと違う発想をしなければいけないので、ここは苦労したところ。私が言うのも何で

あるが、プロジェクト側で苦労したところでもあり、私たちもどこまでやればいいのかと、どういうことができるのだろうかというのを評価するときに苦労したところである。

続いて、JAXA から安全 3-1-2 及び安全 3-1-3 に基づき説明を行った。主な質疑は以下のとおり。

【工藤特別委員】 安全 3-1-3 の 9 ページ、10 ページ目には、ハザードが識別されている。これは HTV 特有ということになっているが、この識別はフェーズ で多分実施されていて、フェーズ ではこれについて解決できたのか、それともフェーズ へ先送りしたのか。フェーズ で審査されたのではないかと思うが、それについてあまり説明がなかったなので、お聞きしたい。

【JAXA (武内)】 審査したという立場で御説明させていただくと、実際、このフェーズ の段階では、安全の制御の方法と検証の方法がセットしたことを確認している。その意味では、フェーズ のところですべてのハザードを確認していてそれ以上ないかというだけではなくて、いろいろ制御の方法なりがフェーズ の段階で当然増えてきて、具体化されて、それをどう検証すればいいかまでは決まったので、積み残しの部分というものはない。ただ、若干のアクションアイテムとしては、その検証を実際にするというアクションはあって、もうちょっと具体化してやってもらわないとわからない部分というのはあるので、それは検証の中で行う行為なので入れているが、基本的に安全の制御の方策

と検証の方策というのは、今の時点で積み残しはなくセットされたということになっている。

【工藤特別委員】 すると、解決したものはないということか。

【JAXA (武内)】 解決したという意味では、この時点でハザードがクローズされたというものはない。

【工藤特別委員】 私はこの白丸の方は「きぼう」と同一なハザードであることから HTV 安全ものとして審査対象外と識別されていると思ったのであるが。

【JAXA (武内)】 検証のところまででセットされているが、最後に現品で本当にその性能が出るかどうかといったようなことを検証していかなければいけない。試験をしたり検査をしたりして、予定どおりであるということを確認することは、これからの作業ということになる。

【工藤特別委員】 フェーズ の作業としてやっていくのか。

【JAXA (武内)】 はい。

【工藤特別委員】 早いフェーズで識別されたハザードのうち解決されたものはそのフェーズで抹消したりしたのではないかと思ったが、そういう進め方ではないということか？ このやり方で NASA は了承したのであろうか。

【JAXA (武内)】 はい。ハザードレポートというのは段階的にできていくものであるので、フェーズ だと原因が識別されたところまでで基本的にはよくて、ただ、先ほど申したように、本当にどんな制御ができるのかという検討もする。フェーズ では、その制御が確定し、検証も確定したところまでを確認する。現にそのものができ上がって、ちゃんとした性能を示したという確認行為はフェーズ では当然まだという段階でよいことになっている。

【工藤特別委員】 もう一つ、今回の審査対象からは打上げとリエントリーは除かれているが、HTV 全体のハザードアイテムリスト、台帳みたいなものが多分あると思うが、そういうものはないのか。今回の審査は、この HTV 特有なハザードの識別だけが対象なのか。

【池上部会長】 もちろん、それは大きな資料としてあるわけであろう。今回、この審議の対象にはなっていないが。

【JAXA (深津)】 はい。設計サイドとしては、打上げ時、射場作業、それからリエントリー含めて、すべて安全解析は行っている。単純に審議対象ではないということで説明を省いただけであって、我々としては、当然、その設計を進めている。

【工藤特別委員】 木を見て森を見ないというような状況にならないようにしたい。審査対象以外のところを、特に今議論する必要はないと思うが、そういうのが膨大でなければちよつと見せていただきたい。

【池上部会長】 それは対応できるであろう。御説明するように。

【JAXA (深津)】 お時間をいただければ説明はできる。

【池上部会長】 安全については、本当にこれだけでいいのかという心配はどうしても出てくる。

【工藤特別委員】 個別に審査しているとなぎ目あたりで漏れてしまうようなミスが出る可能性があるのだ。

【池上部会長】 本件については、説明に行かせることでご了承下さい。他の方で御関心のある方は、是非言っていただければ、そのように対応させて下さい。

【河野特別委員】 幾つかお伺いしたい。まず、衝突回避等の緊急時には、地上からもいろいろコントロールできるのだと

というようなお話があったが、これは「きぼう」ではないので、今度は地上と ISS の乗組員と調整しながらやるということになる。この辺は何か実績とかはあったのであろうか。どういうふうに進められているのか、聞かせていただきたい。

【池上部会長】 PROX がうまく機能しないとか等々のときに、地上からもコントロールできるようになっているであろう。それについて。

【JAXA (深津)】 はい。

【河野特別委員】 安全 3-1-2 の 14/15 ページでお話があったと思う。

【JAXA (武内)】 はい。特に近傍域で単独飛行しているときには、実際に HTV の軌道を制御するのは地上からなので、そこで常に軌道を選んで、そのまま万が一止まっても、その勢いでぶつからないようなところを選んで常に動く。もう一つは、そばに来たときにも、必ず 1 度止まって、地上からのゴーが出ないと進めない。ここでは地上の管制が行われているということになる。

【河野特別委員】 HTV は独自にもそれをやろうとしているし、地上からも指令が出せる。そういうシステムは、今まで行われたことはあるのだろうか。

【JAXA (虎野)】 それは今、室長が御説明したように、ある決められたポイントまでは自律航法で行くが、そのポイントで地上からのコマンドが来るまでは自動待機する。例えば、ISS の下 300 メートルとか、あるいは下 30 メートル。ここでは必ず、そこまで自律的に行って、そこで止まって、ISS のクルーないしは地上から「はい。次行っていいよ」

というコマンドが来るまでは、永遠にそこに保持する。

【河野特別委員】 だから、ISS のクルーがやることと地上でやることの作業分担は今まであまり行われたことがないので、はなかったのかと思ったのであるが。

【JAXA ( 虎野 )】 日本では経験はない。それで今、昨年度から手順書の作成とか訓練を開始し、一生懸命取り組んでいるところである。

【河野特別委員】 「きぼう」の方も、そういうようなことをやっておられるのか。

【JAXA ( 深津 )】 訓練という意味では、「きぼう」も NASA のヒューストンの管制センターとモスクワの管制センターと日本の管制センターと連携して運用しているので、そういう運用体制については協議も進めて、取決めを交わした上で、現在もう打上げ間近であるので、トレーニングに入っている。

初めてと言ったのは、このような単独で ISS に接近するシステムは日本として初めてなので初めてと申したままで、ISS 全体としては、そういう運用体制については協議しているということになる。

【河野特別委員】 そこら辺は、是非頑張っってやってほしい。もう 1 点、これは非常に初歩的なことなのかもしれないが、ちょっと教えてほしい。例えば、安全 3-1-3 の 17 ページに推進系というのがあるが、メインエンジン系というのは HTV の下の方についているもので、離脱とか、そういうものに使われる。あとは右側に 2 系統あるのは前方と後方に、それぞれ A 系と B 系があるということである。これはいずれも、全部燃料をまぜて、燃焼熱を利用して、その噴

射熱でコントロールするということになっているのか。

【JAXA ( 深津 )】 おっしゃるとおりである。

【河野特別委員】 そうすると、例えば、A 系などを見ると、酸化剤が行っていないのではないかと思ったりするのであるが。

【JAXA ( 虎野 )】 先生御指摘のとおり、この絵は間違っている。必ず燃料と酸化剤が行くようなラインになっている。御明察のとおりである。修正する。

【下平特別委員】 先ほどの軌道の話であるが、これはハザードとしては衝突防止ということで、実際には、ちゃんとやった上でのことだろうと思うのであるが、ハザードチャートがないので、あえて質問したい。まずはミッションプロファイルがあって、打ち上げた後に軌道決定されて、高度、位置、これは GPS とか地球センサも含めて軌道決定されて、打上げ後何分で、どこへ止めて、どこで決定してというようなことをミッションプロファイルとハンドブックでどんどん攻めていって、まず正常機能ならこうだということのように決める。その結果、異常の状態だったらどうするというのを 1 重または 2 重でミッションプロファイルから軌道を変更する、または A 系から B 系へ切り替える、またはもう一つ機能を変えるということをやらなければいけないのだろうと思う。それらをちゃんとやった上で、このドキュメントができていると解釈したいが、そういう説明がないから、ここではわからない。これは説明上不足しているように思うが、いかがなものだろうか。

【JAXA ( 深津 )】 申しわけない。委員の御理解のとおりである。私の方の資料にも出ている。こちらに書いてあるのは、ま

さに今、委員が御理解いただいたとおりのことを事前に計画していて、このとおり、まず飛ばしていくというところであるが、そこで異常が起きたときには、適宜、異常に応じて系を切り替えてミッションを継続するか、または緊急離脱を行う。この後、300メートル、30メートルのところで止まって、すべての状態を確認して次に進むというステップを踏んでいる。

【下平特別委員】これはNASAのステーションのオペレーションとの間も、チャート上で、ちゃんと時間をどこで、どのように指定して、どういうコマンドを打つ、または連絡はこうしてということがあって初めてトレーニングができるわけなので、その上で、リハーサル上で大事なことは、今度はクリティカルなリハーサルというのと、もう一つ、ハザードを入れたトレーニングというのがあるのだと思うのであるが、そういう打ち合わせもほとんど終わった上でのハードウェア上またはソフトウェア上でのトラブルというのは全部含めて、ミッションプロファイルまたは運用計画というのはセットされていると。

【JAXA(深津)】計画のセットまでは行っていないが、今、調整している。少なくとも、今回、NASAと協議した安全審査の結果を踏まえて、このようなハザードを考慮して、このハザード原因が起きた場合には、こう対処する方針であるということは運用サイドに伝えている。逆に運用サイドは、それを守って緊急手段、手順書に落とし込んでいくというルールが、もうISSでは標準化されている。

【下平特別委員】今までも、人工衛星の姿勢と軌道決定というものはなかなかわからなくて、ホールド時間をいっぱいとっ

てあるはずなのであるが、最後に行くと話し合いがつかなくて、1時間延長、2時間延長ということがよくある。その場合に、そのすべてのハードウェアがうまくいくという上での対応はできると思うのであるが、何が起きるかわからないのが、今までの姿勢決定なり軌道決定であるから、そういうトレーニングまたは経験なり情報というものが十分入った上でのハザード解析というのは、衝突防止に関してはできているのだろうか。この上で説明ではきちんとやっていると言われるのであるが、これはシステム上の話だろうと思うのであるが、そういうミッション解析上での対策というのが表面に出てきていない。ハザード解析上は、ちゃんとその運用上の問題というのは全部入っているのだろうか。

【JAXA(深津)】はい。今回、NASAもこの衝突に関しては、そういう運用担当者も直接人ってきて、今、委員御指摘の点に関して、多数コメントをいただいている。今回、簡単に説明し過ぎてしまったかもしれないが、いろんな細かい懸念事項、こういう故障が起きたらどうするのだとか、こっちに逃げたらこっちに干渉するのではないとか、いろんなコメントをたくさん取り込んだ結果が、今回の結果として説明させていただいているところである。

やはりNASAとの安全審査でも、ここのところが一番、かなりの時間を割いて議論して、彼らと合意した結果、ここまで来たということで、本日の説明に至っている。

【下平特別委員】関連して、一番嫌な話なのであるが、ガスジェットの噴射機能が完璧であるというのは、軌道へ上がったからでない、なかなか実証できないと思う。凍結の間

題を含めて、地上での低温での凍結はすべてカバーした評価が終わっているのではあるか。この凍結というのは非常に嫌なものであるから、このスラストなり配管が、またはヒータがどうであるかというのはいつも問題になるのであるが、この配管とヒータの問題というのは、全部データがそろって解析されているのではあるか。

【JAXA (深津)】 この点については、我々JAXAとしては、解析はすべて終わったと、今は施行の段階に来ていると考えていて、この段階に関しても、NASA側のエンジニアに入ってもらっている。特にスペースシャトルの経験者にも入ってもらっていて、そこはかなりNASA側からも協力を得ていると考えている。

【下平特別委員】 このヒータと配管の問題というのは終わっていると。

【JAXA (深津)】 はい。設計はできていると思っている。

【JAXA(虎野)】 補足であるが、すべてのフライト品に対して、地上での燃焼試験は全部行う。普通のエンジンと同じである。作ったら、そのまま載せるというものではない。

ただし、ある号機を過ぎて、もう不必要であろうという技術的見解が出たら、その後は地上での試験は行わずに飛ばすことも考えている。

【下平特別委員】 ソフトウェアは全く別なソフトウェアと、別なハードと読めるのであるが、ハードウェアは基本的には別ではないようである。同じものにソフトウェアを別のものを載せるというようなやり方なのであるが、ハードウェアが同じということが本当に冗長系なのかというのが、この場合、どこまで安全を担保するかということとの議論のどこ

かのトレードオフだろうと思う。トラブルでは、同じハードウェアで同じソフトウェアだったら冗長系にはならないというのが我々の経験で常識的なのである。ソフトウェアを変えるというのは一つの対策なのであるが、逆にハードウェアは同じものでいいのかという議論は、この場合には衝突防止ということだけでいいと思うのであるが、それはどうであろうか。何か検討された結果、同じハードウェアでいいという結論になったのではあるか。

【JAXA (深津)】 ソフトウェアに関しては、HTVの場合は、メインコンピュータがすべての計算機を統括するという設計は採用していない。例えば、誘導制御計算機と緊急脱出計算機とは別な電気箱になっていて、それぞれソフトウェアを載せている。それぞれには、誘導制御計算機の方には誘導制御計算するだけのソフト、または異常を通知するソフトが入っているだけで、緊急離脱の方は、逆に異常を受け取ったら、とにかく緊急離脱してしまうというソフトになっている。また、誘導制御システムが仮に両方だめになっても、通信データ処理系が元気であれば、通信データ処理の方から異常データをISS側または衛星間通信を通じて地上側に送ることができて、その場合には、極論を言うと、近づいてきたHTVが、そもそもそういう状態になりそうだという段階で、三つ落ちてから慌てるのではなく、もうそうなりそうだという段階で生き残っている系統を使って、強制的に離脱をさせる。そういう形で、安全側に関しては、かなり機能はつけているのではないかと考えている。

【下平特別委員】 わかった。もう一つ、関連したような内容であるが、独立性ということを非常に厳しく、ここで要求す



ることになっているのであるが、独立性に関して一番クリティカルなのは電源系だと思う。電源系のハーネスを別なものにしたのか、それともまた束ねたかというようなことまで含めて、これは独立性が確保されているというように見て確認されているのであろうか。電源のハーネスは全く別なものかということの方がいいかもしれない。

【JAXA (深津)】 緊急離脱機能に関するところに関しては、かなり独立と言っているのではないかと考えている。ここでは主要電源バスという形で書いているが、従来の普通の人工衛星だと、こういうバス機能については、一つの機能を1本で使っているのであるが、この緊急離脱に係るところに関しては、これをあえて分けてやっていて、こちら辺の配線としては、すべてこのところは独立になっているという設計になっている。

【下平特別委員】 ハーネスまで独立な機能、配置になっているということか。A系とB系があるならば、ハーネスはちゃんと分けて、A系のハーネスとB系のハーネスというふうに分けてあるかということである。

【JAXA (深津)】 ハーネスについては分けている。あとは艀装上の問題で、ハーネス側は分けてあるけれども、この程度の分け方でいいのかとかという議論はすべてして、衛星等の事故の反映はすべて水平転換しているという認識でいる。

【池上部会長】 今の点は、工場の方に完全に任せてしまっているということはないか。

【JAXA (深津)】 はい。

【池上部会長】 ハーネスの配線位置までは、JAXA は立ち入れ

ないのではないか。

【JAXA (深津)】 はい。

【池上部会長】 ソフト的には予備となっているが、ハード的には束ねて一緒にすることがあって、両方一緒に切れてしまったというケースもある。このような配慮も、少なくとも今後は考えてほしい。

【下平特別委員】 現物でそうされているかということである。

【JAXA (深津)】 はい。それについては、過去の事故の反省として、我々としては、現品をきちんと確認することになっている。HTVについては、振動試験等の大型のシステム試験をすべて行うので、その前後で現品を確認すると、筑波等で確認するという事を考えている。

【松尾委員長】 これは整理学の話で恐縮なのであるが、例えば安全 3-1-3 の 11 ページで、衝突の話が書かれていて、理由が から まで書かれている。それで と の整理が、どういう種類の分類になっているのか。例えば、 番は推進系の故障には違いないわけである。上で言っている 番の推進系の故障というのが 的な特定の事を指しているのかというと、そうではなくて、中にバルブとセンサとあって内部構造を持っているわけである。だから、この項目の大きさがちょっと違っている。

結局、何が最後に気になるかということ、レベルが違っていると、全体をちゃんと網羅できているかということが最後に行き着くところが心配なのである。

それと、例えば、 番でロボットアームの把持領域の不適切な設定。これが衝突という観点から言ったときに、ロボットアームについて気をつけるべきことは不適切な設

定だけなのであるかということもある。こういうふう  
に並んでいる項目の持っている大きさというものが、どう  
いうことでそろっているのかというのが、ちょっと気にな  
った。最終的な懸念は、このレベルがそろっていないもの  
を並べたときに、欠落みたいなものが出るのではないかと  
いうような心配である。

【JAXA (深津)】 確かに、この並べ方の整理学上の問題がある  
と思うのであるが、網羅性に関しては、これの背景になる  
解析データとして詳細な FTA がある。その FTA を並べ  
ると、かなり細かいものになっていて、そこから共通要因故  
障を除いていくと、大体、この 7 種類に分類できるという  
判断から、こういうくくりをさせていただいた。

推進系の配管の凍結と推進系の機器の故障というのが、  
やはり故障の仕方が違うので、これは分けさせていただ  
いたのであるが、配管の凍結で配管が破裂してしまうとい  
うのと、バルブのようなものがランダムな故障を起こすとい  
うものとは、やはり故障のモードが違うという考えでさせ  
ていただいた。

【松尾委員長】 設計に起因するものか、それともランダムな故  
障なのか、そういうことで分けたということか。

【JAXA (深津)】 はい。そういう観点が強い。まず対象で分け  
つつ、なおかつランダム故障を考慮した。ランダム故障に  
関しては、基本的に故障許容というか、冗長設計を行わざ  
るを得ない。しかし、ロボットアームの領域の設定とか、  
配管の破裂とか、そういうものは冗長設計というよりは、  
適切な設計、構造破壊のマーヅンを持つとか、または領域  
の設定自体に余裕を持つという設計手法一対策になるの

で、そういうくくりで分けさせていただいた。

【松尾委員長】 一応わかったような気がするが、この表とい  
うのは大変わかりにくい。でこぼこが大き過ぎて、ちょっ  
と気になる。そういうフィロソフィーがあるのであったら、  
ここでは説明する機会がないのであろうが、一遍何か整理  
していただけるといいかもしれない。

【竹ヶ原委員】 今のことに関連すると思うが、推進系の故障のとき  
に、バルブの故障の中で、例えば、DRTS などそうだと  
思うが、推薬の清浄度、フィルタリングの問題で、バルブ  
が噛んだとか、推薬が漏洩したとかというのが結構大き  
な故障原因の一つとしてあると思う。そこら辺については、  
どこで挙げられていて、その検証方法などは考えられて  
いるのか。多分、先ほどの 番の中に含まれているのかとい  
う気もするのであるが、番自身が、どっちかというバル  
ブのメカニカルな故障だというお話があるのだったら、  
推進薬自身の品質管理、清浄の管理などについてはどう  
いうふうに考えられているのかというのを教えていただ  
きたい。

【JAXA (深津)】 基本的には、委員御指摘のとおり、推進薬の  
清浄度に関しては、の範疇の中だという整理で、ここ  
では説明させていただいた。

補足させていただくと、まず清浄度の管理というのが大  
原則で、清浄度の管理については、他のロケット、衛星と  
同様に、JAXA では厳しい管理をしている。それは前提と  
した上で、万が一、もしコンタミネーションのかみ込み  
による漏洩等が発生していると判断した場合には、その上  
流のバルブを適宜閉じていくという形でやっていくが、当然、

その性能を発揮できない場合には、A 系統から B 系統に切り替える。それでもだめな場合は緊急離脱を行うという枠組みの範疇で対応すると考えている。

【森尾委員】 衝突に至るハザードが幾つかあるわけであるが、いずれの場合も緊急離脱制御装置を動作させてメインエンジンで離脱すると説明されている。あらゆるフェーズにおいて、メインエンジンのスラストを動作させることが離脱ということになるのであろうか。

【JAXA ( 深津 )】 どの段階でメインエンジンを噴いても ISS に衝突しないという軌道計算は実施している。もともと ISS に対して背中を向けながら接近していくので、メインエンジンの噴く方向だと、必ず上の方には行かないので。

【森尾委員】 でも、接近の最後の段階では、メインエンジンがたしか地球側で、与圧側が上になる。

【JAXA ( 深津 )】 そのときはロボットアームがつかんでいるので、逆に推進系の機能をすべて遮断している。むしろ、そこで推進系が噴くとまずいので、ソフトのところで説明したが、3 重の指令がないとエンジンが噴かないという機能を働かせる。

【森尾委員】 不具合が起こる直前まで、予定どおり行動していれば大丈夫だと、今の御説明のとおりだと。どこかの不具合で、例えば、HTV が自転するとか、そういう姿勢制御が故障してしまうと、予定どおりの位置にないわけである。そういう場合の緊急離脱というのは、恐らくカメラが何かで見て、どちらに出すかというようなことをやればできるのだらうと思うのであるが。要するに、その辺はどこまで考えておられるかということをお聞きしたい。つまり、電

源系統の故障というのは、同時にあちこちの機能が死んでしまうということが起こり得るのである。

【JAXA ( 虎野 )】 御質問の趣旨は、例えば、推進系はほとんど 2 重系以上になっているのであるが、2 重系すべてがだめになった場合、御指摘のような、例えば、こういう回転をしてということなのであるが、まず、その前に、一つの系統がおかしくなると、もうそれ以上 ISS は近づかない。あと 1 系統あるから続けようという考え方ではないのである。したがって、冗長系が残っている間に、そのまま ISS に近づくとすることはせず、HTV だけの試験をするという方向。止まって考えるということになる。そこで、原因究明を行って、また冗長系にも同じようなことが起こる可能性があるのであれば、そういう異常な行動を起こすということが予想されるので、その時点で、既に HTV は ISS に近づくとことはやめてしまうということになる。従って、少なくともクルーに対する、あるいは ISS に関する安全は確保されているということである。

あとは、これは今回の範囲ではないが、いかにそれをうまく地上に影響ないように再突入させるかというところに全力を投入することになる。

【森尾委員】 であるから、今のお話は、二つのところが時間的に引き続いて起こる場合は、いつでもできるのだということだけれども、同時に起こったら一体どうなっているのかわからなくなるというケースはあるのかなのかということである。

【JAXA ( 深津 )】 2 故障以上はあり得るのであるが、例えば、地球センサー一つがだめになる、またはその地球センサが二

つ故障することはあり得る。その時に緊急離脱する手段を講じているところである。

【森尾委員】 ええ。だから、めったにないことである。2カ所同時に起こって、どういう姿勢になっているかがわからなくても、緊急離脱装置でやってしまうというようなことが起こり得るのかどうか。それは逆に危険になることである。

【JAXA(深津)】 あまりに多重の故障が起きて、変な方向を向いたままで、いきなり緊急離脱装置を噴くということは、逆にそれはしない。むしろ、300メートル、30メートルぐらいまで来ると、HTVの状態を宇宙飛行士が見られる。その状態になってくると、ISS側のクルーは緊急離脱ボタンを常に抱えて監視している。

【森尾委員】 ある程度見ながらできる。

【JAXA(深津)】 はい。目で見ながら、変な振る舞いをしたら、そのままどこかにやってしまうというコマンドをする仕組みになっている。

【池上部会長】 地上からも離脱の指令は出せるのか。

【JAXA(深津)】 出せる。両方から出せる。

【下平特別委員】 ハザード解析というのは、基本的には、ISSへの衝突の可能性があるということを前提に、その要因を並べて、それを一つずつつぶすというのがハザード解析で、これはよく見てみると、その説明にはなっていないのである。こういう問題もある。こういう問題も、仮説を立てて、こういう問題を重ねていって衝突になるということの一つずつつぶすというのがハザード解析のプロセスなのである。これはあくまでも理解をしてもらおうということで説明をしているから、この話に対して質問がいっぱい出て

しまうという、ちょっと説明の流れというか、ハザード解析を説明するのはいいけれども、理解をさせようという説明になっているような気がするけれども、これはどうなのであろうか。

【池上部会長】 同感である。ハザードに加え、一番肝心な本流のところは、きちんと全体の流れとして説明をさせていただくように、私の方から指示を出したい。

いろいろ疑問の点があったら、是非私どもの方に御連絡いただければ、それに対して対応させていただきたい。

予定としては、きょうの内容について、18日を一応締め切りと置いてあるが、そのころを目途に、何かあったら御意見を賜りたいと思う。

了