

第7回宇宙開発委員会議事録

1. 日 時 平成13年2月21日(水)
14:00~
2. 場 所 特別会議室 (旧科学技術庁 5階)
3. 議 題 (1) ミール軌道離脱計画について
(2) スペースシャトル・アトランティス号の運用結果について
(3) その他
4. 出席者
委員長 井口雅一
委員 長柄喜一郎、栗木恭一、澤田茂生、五代富文
5. 議事内容
【井口委員長】 それでは、第7回宇宙開発委員会を始めさせていただきます。
きょうは、報告事項が2件でございます。
最初は、「ミール軌道離脱計画について」、外務省の道上室長さんのおいでが遅れておりますので、最初に、宇宙科学研究所の的川先生からお話をいただきます。どうぞよろしくお願いいたします。
【宇宙科学研究所(的川教授)】 先だって2月12日と13日に、ウィーンで国連のシンポジウムが開かれました。コスパ、これは理学部、スペースサイエンスの方の世界で最も大きな学会、それからIAFというのは国際宇宙航空連盟という、これは工学のエンジニアリングの方で世界で一番大きい学会ですね。先だってまで、五代さんが会長を務められていた学会です。国連はお金がないせいでしょうが、この2つがスポンサーになって、開かれました。
そこで、「ツニマーシュ」という、機械製作中央科学研究所の所長をやっているアンフイーモフさんという方がいらして、一番下に書いてあるような題名の報告をされました。

これは、宇宙にある人工物体が地球の大気圏に再突入する場合の時刻と場所をどのように予報するかという題名の論文です。

こんなことをしゃべっていると1時間ぐらいかかってしまうのですが、「ツニマーシュ」というのは余り聞いたことのない方がいらっしゃると思うんですが、話せば長くなりますが、「ツ」というのがツェーンテンというロシア語で、センター、ここは形容詞で使っているのでセントラル、「ニー」というのは、科学研究所という意味のロシア語です。「マーシュ」はマシーナリーということを言いますが、機械製作の省略語で、それを全部一緒にして「ツニマーシュ」と言っています。

昔は、カリニングラードという街だったんですが、今は、1996年にコロロフ市という市になりまして、その一角が機械製作中央科学研究所というので、俗に「ツニマーシュ」というふうに言っているのです。コロロフ市というのは、トルストイが住んでいたところですが、ヤルスラブリというのがモスクワの300キロぐらい北方にありまして、昔は狩りをやったり、別荘地帯だったんですが、革命後にレーニンも住んでいたところですね。1910年代から20年代に開発が進んで、カリニンという人がそこで大砲の工場をつくって、その後、カリニングラードという名前がつけました。

ロシアでスプートニクが打上げられたころから、一番下にあるツープという、これはそのまま訳せば飛行制御センターですが、俗にミッション・コントロールセンターと呼んでいるものですね、MCC。そこに、ロシアの軌道制御の司令部があるわけです。ツニマーシュというのは、そのほぼ同じ敷地といってもいいようなところにある研究室です。

アンフィーモフさんもツニマーシュの所長をやっているわけですが、論文の始まりの方は、「宇宙の人工物体の現状」というのが書いてありまして、1957年のスプートニク以来、14カ所の発射場から5,400個の衛星が打上げられている。そのうち米ソは、3,136個だと、つまり約6割が米ソのものだということです。

ただし、これは打上げロケットの最終段、これも人工衛星の軌道に乗っていますけれども、それは含まれていない。そういうものも含んで、もっと小さいものも入れて、いわゆるスペースデブリということであれば、10センチメートル以上のものは米口で追跡しているけれども、今9,000個ぐらいの人工物体があつて、そのうち1メートルを超えるものは3,000個ぐらいであるというふうな書き出しになっています。

全体として、大気抵抗はある場所で飛んでいる人工衛星、これは数百キロといえども、大気は微小なのがあるものですから、ずっとそこにつかりながら運動していると、必ずそ

の抵抗を受けて高度が下がってきます。ほとんどのものは、円軌道ではなくて楕円軌道で、楕円軌道になっていきますと、落ち方は、だんだんと楕円軌道の楕円動が薄くなって、最後は円軌道になるようなところまで行って、それで一気に落ちてくるという運命をたどるわけですね。

近地点、地球に一番近いところの高度が500キロを超して、ここが1,000キロ、2,000キロになりますとかなり長持ちはしますけれども、最初から円軌道に乗っていて、この辺がもう数百キロの高度というところ、これは数年ないし十数年で、必ず濃い大気圏に落下するというような運命にあります。

小さなものと焼失してしまいますけれども、大きいものと地上に落下してくるものもある。どれだけが溶けて、どれだけが溶けないで落ちるかということの推定が大変難しいというのが、この論文の趣旨でありまして、その概略をとりまとめて御報告したいと思いますが、毎日数十個ぐらいのデブリが大気圏に突入して消滅して行って、その消滅の仕方の特徴というのは、高度がずうっと落ちてきて、物によりましてけれども、150キロから130キロぐらいになると、一挙にドカーンと落ちるという傾向なので、普通の人工衛星の低い軌道の1周の時間というのは90分ぐらいですけども、これぐらいが1周分なので、最後の周がどこかというのが非常に大事で、その最後の周の途中から落下のためのあらゆることが起きる。だから、そこが大変大切なんだよというふうに書いてあります。

大気圏に突入するものの中で、大変重要なものというのが幾つか書いてありまして、まず原子炉とか放射線源、放射エネルギー、そういうものを持っているもの、例えば、途中で失敗して引き返したアポロ13号、それからコスモスの954、これは原子炉を持っていた衛星です。これも放射線源があって、月に行って設置するためのものがあつたんですけども、スカイラブもそうですが、マルス96、これも原子力エンジンに近いものが載っていましたが、こういったものは大変危険ですね。

それから、再突入の宇宙船、カプセルなどを最初から持っているソユーズとか、そういうものも大変大きなものですね。

それから、大型の地球周回衛星、ハッブルとか、X線天文衛星のチャンドラ、それから、コンプトン・ガンマレイ・オブザーバという、ガンマ線の天文学をやるものですが、ガンマ線天文学衛星の場合は、1991年の4月に打上げられて、今年の6月に制御しながら落ちることになりました。これはいろいろな意味で、大変教訓の高かったものだと。

それから、大物の最後に軌道宇宙ステーション、これはこれまでのステーションの経過を振り返りますと、最初にサリュートができて、それからスカイラブがあって、86年から、一番下にあるミールが打上げられたわけですが、サリュートの場合は、1号から6号までは、71年から82年にかけて、すべて海上に落下しております。スカイラブは、皆さんご存じのように、大変大騒ぎをしながら79年に落下してきたものです。こういうようなものが大変危険ですねという指摘がされております。

それから、では、どうやって再突入の時間と場所を解析するのかという場合に、まず軌道というものが1つと、軌道の解析が大事なのと同時に、ある軌道に乗ったときに、大気からどれぐらいの熱入力があるかというのがもう1つの柱です。

まずは、軌道の話ですが、軌道の解析は、運動方程式を重力とか、大気抵抗とか、太陽の光の圧力とか、あと、月や木星やいろんなものの引力もありますが、いろんなものを方程式の中に入れて、それで解いていく以外にないわけですが、落下という問題に関しては、地球に割と近いところなので、重力と大気抵抗というのが決定的な要素である。重力については大体わかっておりますが、大気抵抗が問題で、大気モデルとしてロシア側はGOST 25645.115-84何とかというのを使っているわけですが、アメリカ側はJaccchia - 1970というモデルを使っています。ただし、これは相互の値としての違いは10%ぐらいしかないので、日本でもサイラーとかいろんなものを使っていますけれども、余りどれを使っても違いはありません。それを修正するための努力がかなり念入りにやられていて、それは観測ロケットを上げたり、衛星の軌道変化を見て、それをもとにして修正したり、このそれぞれのモデルが少しずつ少しずつ修正されているわけです。例えば、GOSTというものは84年に制定されたものですが、91年ぐらいに新しいバージョンが出ております。

この大気モデルというのは標準的なモデルですが、実際には日々の人工衛星を受けている大気密度というのが非常に変動しています。それは高度によって変わるのももちろんですが、日によっても変わり、季節によっても変わり、例の11年周期でも変わり、本当は太陽は22年周期というものらしいですが、磁石としての性質が、南極、北極というのが11年周期で変わっていきますから、今ちょうど変わったところでしょうか。11年前と違うんですね。そういうふうなことが全部太陽活動として見た場合に影響してきます。

密度の変動はどれぐらいあるかというと、400キロメートルの高度ですと、多いとき

と少ないときで100倍くらい違う。300キロで25倍、200キロで5倍、150キロで2倍と言いますから、こういう密度の違いがあると、これに基づいて長期予報をやると思うと、大変大きな不確定性が出てくるということが指摘されております。

例えば、サリュート7号の場合、1986年の8月に、今のプログレスのような補給船に近いものですが、コスモス1686とドッキングをして、それで恐らくは1994年までもつだろうという見込みで、480キロメートルまで、もうちょっと低い高度から上げたんですね。コスモス1686の持ってきた燃料を全部使って480キロまで上げて、ここでエネルギー/ブランの結合体をこれにドッキングさせて、それ以後、安心して宇宙ステーションを運用できるんだと思っていたんですが、1994年の半ばまでもたないで、1991年の2月、3年も早く大気圏に突入してしまいました。これは、長期予測の不確定さ、それほどひどいとは思っていなかったんだけど、こんなにすごいことが起きますよと。これはかなり自信を持った計算としてやっているんでしょから、計算の不確かさというのを示したものだと思います。

それで、この変動を見るのに、特に大気密度に対する影響というのは、F10.7というインデックスが大変大事で、10.7センチの波長の放射がどれぐらいの強さかということであらわすものですが、特に紫外線とかX線のエネルギーの低い部分、軟エックス線と呼ばれているところが地球の大気の密度に影響するわけですが、それはいわゆる太陽活動の激しさをみる黒点数というものに比べると、大変こっちの方が大事で、黒点数は余り当てにならないという指摘がしてあります。

これは、うちの太陽の専門家に聞きましたら、やはりそうだそうです、黒点数というのは、塊としてある黒点があれば、それをGと名づけて、個別にある孤立したものはFと名づけて、塊としてあるGというものの数を10倍して、足すFというので、黒点数というのはあらわすのだそうです、そういういい加減な指標では、なかなか紫外線がこれから物すごく来るよというふうなことは、定量的なことはなかなか言えないねということでした。ですから、F10.7という指標は非常に大事で、この解析にも、それは全面的に使われているということでございます。

それからもう一つ、これはもう常識的なことかもしれませんが、落ちてくる物体に関して、大気密度ではなくて、軌道の解析にとっては、弾道係数というのが大変大事で、これは落ちてくるスペースクラフトの姿勢に非常に関係があります。これは、アンフィーモフさんは、ここは「N」と書いてあるんですが、我々が使うときは重さで使うものですから、

「W」と書いて、大気の抵抗係数と断面積ですね。ところが、この姿勢が変わりますと、当然ながら断面積が変わりますね。それで、この抵抗係数についても、この辺はかなり希薄気体、非常に薄い気体ですから、抵抗係数自体にもかなり不確定性があるんですけども、要するに、これをトータルに考えて、重さ÷抵抗係数÷断面積というものを「弾道係数」というふうに呼んでいて、この大きさが、落下してくる物体がいつごろ落ちるかということに非常に関係があるというふうな話を書いてあります。

もう、時間が余りないですね。最終軌道の重要性を言うのは、先ほど言いましたように、そこですべてのことが起きるからと。

例えば、最終軌道が重要だとは言っても、非常に予測が難しいと思うのは、サリュート7号の落下のとき、あるいはスカイラブの落下のときに、10日前に再突入の予報をやったんだけど、1日くらいそれがずれてしまう。3日前にやったら10時間ずれるし、1日前にやったら3時間。要するに1割くらいの時間がずれてしまうので、これは今アメリカのNORADというところで、ホームページで、あした落ちるのはどういうものというのを発表していますが、それを見ると、やはり結果と比較すると、前の日に予測した時刻というのは3時間くらいずれますね。そうすると、普通の衛星ですと2周ですね。そういう誤差がありますので、落下の予測というのは非常に注意して扱う必要があるということがあります。

再突入のときの、加熱・溶融・破砕という条件で言いますと、空力のロードだけではなくて、熱荷重も考えなければいけません。それでどういうふうに物の変形して、破壊されて、変質して、ポロポロになりながら落ちてくるか。この辺は非常に計算には乗りにくいもので、大ざっぱな計算しかできませんねと。ただ、傾向としては100キロ内外で、アンテナとか電池が切り離されて、90キロから80キロぐらいの高度で本体の破壊が始まって、最初の破壊が始まってどんどん破壊していくと、その先で、またそれが細くなっていったというのがずっと線香花火のようにいって、50キロから40キロぐらいで大体そういう状況が終わって落ちてくる。

この分散域については、物によって随分違いますけれども、ミールの場合には、この分散域が標準的には数千キロメートル、モスクワで発表されたものだと6,000キロというふうに書いてありますね。横方向にもリフトとかサイドフォースが働いて、進行方向とは垂直の方向に200キロぐらいの分散域が考えられるという話を書いてあります。過去の落下の状況とデータが幾つか示されております。

「ミール」はもう大体ご存じだと思います。余り明瞭でないので申しわけありませんけれども、ここに本体があって、そのすぐ後ろにKvantというモジュールが連結されています。その後ろにプログレスという補給船があって、これのエンジンをふかして軌道制御をやろうとしているわけです。

ところが、この本体の先頭と言ったらおかしいんですが、ちょっと先の細いところに、1、2、3、4、それから進行方向に5つ目、5つのドッキングポートがありまして、これはKvant 2ですか、Crystal、Spectr、Prirodaの4つのモジュールがドッキングしています。現在は有人ではないので、ソユーズはないんだろうと思いますね。

もう1つ、特徴的なのは、Crystalの先っぽに、これはスペースシャトルとのドッキングポートがあるんですね。共同のミッションをやりましたので、そういう構造で現在、飛んでいるという形です。

こういう形で飛んでいて、アンフィーモフさんの解析では、こういう下のようなシーケンスが考えられて、高度が250キロメートルの円軌道に達したときに、ロシア側としては軌道制御の段階に入る。

先月の1月27日にプログレスとドッキングした後は、待ちの姿勢でずうっと来ていて、軌道計画を練っているわけですが、250キロメートルに達したら、プログレスのエンジンを噴かして、これはモスクワからコマンドできる範囲でまずコマンドを出すんでしょうけれども、そうすると、地球の反対側が高度が落ちてくるわけですね。高度を少しずつ落とすのか、一挙に落とすのかというのは、何かいろんな情報が乱れ飛んでいて、はっきりしませんけれども、少なくとも250キロから、ここの高度を150キロ強ぐらいにして、180キロという説もありますし、160キロという説もありますけれども、それぐらいの高度にしておいて、それぐらいになったら、ここでファイナルバーンというのをやって一挙に落とす。そのファイナルバーンはギニアというところからコーカサス、ロシアの言い方ではカフカスでしょうか、その間ずうっと燃やして、これがいわゆる最終軌道になるということですね。

日本を過ぎてちょっとしてから、太陽電池の分離が始まって、これが100キロから110キロぐらいの高度、激しい破壊が起きるのはその先で、大体40キロメートルぐらいの高度というのは、ここに来る落下予想区域がこの四角のところですが、この直前にブレークアップして、全部もう破砕が終わって、あとは落下だけになるという状態になります。

アンフィーモフさんが書いているのは、一番下に数字がありますけれども、南緯47度、西経140度というところを中心にして、前後6,000キロぐらい、左右は200キロぐらいというような幅で、大体落ちるといふふうに計算の結果が出ている。この場所を、ちょっと世界地図で拡大しようかと思いましたが、全く何も無いところですね。よくこんなところが地球上にあったものだというぐらい、地図じゃとても拡大できない。

それで、最後にこんなデータがあります。もうこれで最後ですけれども、これはさっきの落ちてくる様子を図式化したものですが、不鮮明で申しわけないんですが、落ちてくるだろうというもので一番大きいものというのは、このドッキングのモジュールの部分ですね。それからここにもシャトルとのドッキングのモジュールがありますが、そこが割と大きな塊で落ちてくるだろう。これは数百キログラムぐらいだといふような数字が出ています。500キロと言ったり、700キロと言ったりしていますけれども、それが落ちてくる塊としては大変大きいもので、その2つを除くと、それほど小さくなくて、例えばここにプログレスの推進モジュールがあったり、この本体のハードウェアがあったり、この実験モジュールも本体ですね、そういったものの破片とか、いろいろなものがさっきの表にも入っているわけですが、せいぜい100キログラムぐらいのもので、ドッキングモジュールの部分が突出して大きいといふような指摘がされています。

大急ぎですけれども、そんな論文としてご紹介しました。あとは、ミールについて最新の情報として入っているものは、どなたか報告していただけるかと思います。

【井口委員長】 どうもありがとうございました。

それでは、続きまして、外務省の国際科学協力室の道上室長さんをお願いいたします。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 外務省の道上でございます。遅れて申しわけございませんでした。

私の方から、1月31日にご報告いたしました。その後、若干変更したデータとかがございますので、その点を中心に、簡単にご報告します。

まず、1月31日に申し上げたこと、お手元には、繰り返し紙では配ってありませんが、簡単におさらいしますと、ロシア側のメッセージは、要は、日本に落下する危険はないということ、これが基本的なメッセージでした。それプラス場所、日時、あといろいろな数字、その時点での最新の情報ということで情報提供がありました。日本側としては、ロシアの情報提供を評価しつつ、それは理解するし、対外的にも説明すると。ただ、万一のことがあるかもしれない、その可能性はゼロではないと。引き続き、情報提供等をお願いした

いということでした。

今回、お手元の紙に沿って申し上げますのは、主に数字の方でございます。基本的なメッセージはその後も変わっておりません。モスクワを中心としてロシア側と接触しておりますが、さっき申しましたメッセージは変わっておりません。変わっているのは、そこにあるとおりで、まず、大気圏突入の時期ですね、前は3月6日を中心とした時点を考えておったようですが、今は3月13日ごろとっております。

これは、今、的川先生のご説明にもありましたし、私も、1月31日に紙でご説明したとおりでございまして、太陽活動とか、またさらに下に行けば大気の様子というのを見つつ、常に計算をし直して、軌道を微調整しているということから来るものと思われま

す。現在の飛行高度、前は300キロでしたが、少し下がって、今は約275キロであります。そして、250キロメートルに到達する予定日、このときから最終的な軌道離脱作業を始めるとい

う予定ですが、それは3月8日プラスマイナス5日ぐらいということで、これも前回より少し遅くなっております。落下物です。これも前回申し上げたのと基本的には変わりませんが、ちょっと数字が違

っているので詳細にご報告するという事だけなんですけれども、20トンと書いていたのが合計21トンぐらいかと。重さは、50グラムから200キログラムと書いていたんですが、大きいものは700

キロぐらいあり得るということです。また、数については、20キロ以上の破片で1,500個ぐらいに達する可能性がある。あと、落下物ですが、これもさっき先生からご説明あったとおりですが、政府としても

こういう数字を挙げております。散らばる範囲は幅200キロ、長さ6,000キロ。落下直前に日本の上空を飛行するわけですが、その際の高度、これも150キロと言

っていたのが、もう少し高くなる見込みで180キロということです。あと、データではございませんが、日本からの専門家を、宇宙開発事業団の方ですが、もうモスクワに着いておられますが、大使館の情報収集等をサポートしていただき、またツープのセンターに張りつけることができるかという方向で、現地で最終調整をしている

ということを追追加的にご報告いたします。次のページですが、これも的川先生のものにほとんどあったんですが、かいつまんで申しますと、訳がなく英語で恐縮でございますが、最初の別添ですけれども、これはフラグメントですね。どういうものがどれぐらいのものがあり得るかということで、一番上と

その次が大きいわけです。これも先生のご指摘のとおりなのがここにも書いておりました、一番上の欄が、ソユーズないしプログレスにドッキングするコンパートメント。これが5つ、合計800キログラムに達する可能性がある。その5つの中で最大のものは、そこにありますように、最大限500キログラムになる可能性がある。

次の欄は、スペースシャトルとのドッキング部分ですね、これも同じように6つ、1,200キロまでと、これも最大限可能性としては700キログラムのものがあり得るということで、あと一々は省略いたしますが、この2つが主に大きなところとロシアが計算しているところであります。

その次のページも、先生のご説明にありましたので省略いたします。私から1月31日に申し上げたとおり、主な燃えつきは、高さ90キロから70キロの間で起こる。そのときまでに、既にロシア側は文書で公表していたとおりでして、その概念というのは、この図でも変わっていないのだと思います。

その次の地図も、さっきの先生のものと同分同じものかと思えます。国連のホームページに出ているものです。

これは、2月15日にホームページに掲載されたものです。

ただ、資料自体は紙にございますように、1月23日現在ということになっておりますが、モスクワで私ども、大使館を通じてロシア政府側と接触している限り、ついきのうも会っているんですけども、基本的な概念についてはここから大きくずれてはいないようです。

ただ、繰り返しになりますが、常にその状況を見つつ、再計算し、微修正しているということでもありますので、最後の1周がこうであるという本当の最終確定という段階には至っていない。ただ、このシナリオに従って、準備作業をしているということでございます。

簡単ですが、以上で報告を終わります。

【井口委員長】 どうもありがとうございました。

芝田課長さん、何か補足されることはございますか。

【芝田宇宙政策課長】 特にございません。

【井口委員長】 塩満室長。

【文部科学省（塩満室長）】 先日ご報告させていただきましたように、1月31日、それから1月17日の時点で、検討チームの構成、的川先生も専門家の代表としてご活躍いただいているんですが、検討を進めておりました、近いうちにご報告できるようにした

いと思っています。今、いただいている情報を分析しております。

【井口委員長】 ありがとうございます。

それでは、御質問でございますでしょうか。

少なくとも今の状態では、完全にコントロールされていると。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 はい、そうでございます。

【井口委員長】 完全にコントロールされて、今、御説明があった、こういうプログラムで軌道離脱が行われれば、一番関心があるのは、日本国土上に果たして危険があるかどうかということなんでしょうけれども、それはまあないと。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 そこは全くないですね、その場合は。

【井口委員長】 ですから、コントロールされていれば、まあ問題ない。コントロールされなくなるということが、どんなことがあるかがこれからの課題で。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 そうですね。

【井口委員長】 それは、要するに情報収集をまずやっていただくことですね。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 これからも緊密にやっていきます。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 まあ、論理的には、まず極端な場合は、一切エンジンが噴かなかった場合。エンジンが噴かなかった場合に緊急の対応をとるというのはアンフィーモフさん、書いてあるんですが、エンジンが噴かない場合に、緊急の対応を、エンジンが噴かないでどうやってやるのかというのは大変難しいですよ。

だから、その場合は、恐らくはソユーズが待機していて、例えばドッキングして、有人で何か操縦するとか、そういう可能性も一時期示唆していたことがあるんですけども、それがもし高度がうんと低くなって、危険性が生じたらできないでしょうから、そうすると恐らく、待つ体制で自然落下ということになってくるでしょうね。

中間段階、エンジンを噴かして、噴き過ぎたとか噴き足りないとか、そういうモードが、どれくらい噴き過ぎた、どれくらい噴き足りないという定量的なものも含めて、我々が検討していかなければいけないことだと思います。

【井口委員長】 そのあたりは、検討チームで考えておられると。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 そうですね。

【井口委員長】 いずれにせよ、大変世の中で関心の高いことですので、新しい情報が入ったらすぐに広報といいますか、そういうことをやったらどうかと思うんですが、芝田課長さん、そういうことはどうですか。

【芝田宇宙政策課長】 外務省の協力も得まして、できるだけ情報がある限り情報提供ができるように進めてまいりたいと思います。

【井口委員長】 塩満室長さん、先ほどのお話、報告というのはいつごろになるんですか。

【文部科学省（塩満室長）】 そうですね、今、専門家の方々と御相談していますが、なるべく……

【井口委員長】 この宇宙開発委員会というのは、週1回水曜日ですので、その前に報告がまとまったら、その前に報告することもあり得るわけですね。来週のきょうを待っていなくてもいいのかもしれませんが。その辺は御検討いただけませんかでしょうか。そういうことでよろしいですか。ここで、報告を待つまでもなく、よろしいでしょうね。

【今村局長】 できるだけ適切に、的確に情報が開示できるように進めたいと思います。場合によっては、宇宙開発委員会の前に、そのことをまとめて、チームとして発表するということもあり得るといふふうに申し上げます。

【井口委員長】 あと何か御意見、御質問ございますか。

【澤田委員】 落下物の目方が書いてあるんですが、これは現実に宇宙を飛んでいるときの重さなんですね。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 落ちてくると推定される……

【澤田委員】 落ちてきたときの推定ですか。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 はい。

【井口委員長】 ある程度は燃えて、少しは軽くなって。

【澤田委員】 燃え残りがこれだけあるということ。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 最大限あり得るといことです。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 700キログラムというと、私が7人一緒になって落ちてきたような感じですね。それはちょっとかなわないなという感じですね。（笑）ただ、この重さについては、かなり不確定性があると思っていますけれども。

【井口委員長】 途中で、ばらばらになってしまうということだってあり得るわけですね。

【宇宙科学研究所（的川教授）】 なかなか計算に乗らないですね、これは。向こうも多分苦慮していると思います。だから、いろんな数字が、人によってはじき方が違って、出る数字も変わっているんだと思いますね。

【澤田委員】 この落下予定地域に対して、従来どんな警告とか措置を講ぜられているんですか。日本は、おまえ関係ないよという一言で終わっちゃうけど、ここのは……。

【外務省国際科学協力室（道上室長）】 周囲の国々、例えばオーストラリアあたりはやはり関心を持って、ロシア政府から、我々と同じように情報を得ているということでございます。ロシアからも、今御報告したような国連のホームページとかで、基本的な情報は開示している。ただ、本当の直前のオペレーションについて、どこどこはこういう危険があるとかというのは、もっと後、もちろん数時間前とかということではないようですが、少し前広に、数日とかだと思えますけれども、計画が確定とまではいかないでしょうが、確定に近くなれば、ロシアは多分国連の機関を通じて、どここの区域、予定どおりいけば多分この地図にあるような区域ですけれども、ここにノータムを発する、通報を発するということを検討中だと思います。

【井口委員長】 よろしいでしょうか。

それでは、以上で終わらせていただきます。道上室長さん、的川先生、どうもありがとうございました。

それでは、2番目の議題に移らせていただきます。

「スペースシャトル・アトランティス号の運用結果について」、宇宙開発事業団の宇宙環境利用推進部山本主任開発部員さん、お願いいたします。

【宇宙開発事業団（山本）】 宇宙開発事業団の山本でございます。

本日は、けさ方、着陸いたしましたスペースシャトル・アトランティス号、STS-98 / 国際宇宙ステーションの組立ミッション（5A）という番号のついているフライトミッションの運用結果について報告いたします。

打上げは、以前、1月に予定しておったんですが、直前に、固体ロケットブースタのケーブルの再点検をやるということで延期いたしまして、結果的に、日本時間ですけれども、2月8日の午前8時13分に打上げが行われました。

その2日後、2月10日の午前1時51分にドッキングされまして、約6日間のドッキング中に組立を行いました。

2月16日に解除し、けさ方着陸してございます。これも当初は2月19日、2日前に着陸予定でございましたけれども、ケネディ宇宙センターの天候が悪くて2日延期になった末、けさ方、ケネディではなくて、代替帰還地でありますカリフォルニア州のエドワーズ空軍基地に着陸したところでございます。けさ5時33分でございます。

ミッションの概要につきましては、前回は御報告してございまして、繰り返しになりますが、国際宇宙ステーションの5 Aミッションということで、これは組立フライトとしては7回目になります。ロシアのロケットを入れますと10回目ですが、このフライトでは、米国実験棟、愛称デスティニーと呼んでおりますが、これを打上げまして、軌道上でシャトルマニピレータと、延べ3回の船外活動(EVA)によりまして組み立てられました。

その飛行概要は別紙1にございまして、3ページ目ですね、これは繰り返しになりますので省略しますが、実際の数値要項です。

一番最後のページに、フライト前後のコンフィギュレーションというのがございまして、上の方が4 Aと言いまして、昨年11月に打上げられて12月に作業を終えましたけれども、その時点では太陽電池パドルを開いた状態でおりました。

今回、5 Aフライト、下の方の絵でございまして、デスティニーと呼ばれます米国実験棟をここへ装着いたしまして、その他幾つか軌道上での軌道活動を行っております。

戻りまして、2ページ目でございますが、2月10日から16日までの間のドッキング期間中に、合計3回の船外活動がありまして、先ほど申し上げましたけれども、米国実験棟デスティニーの取付け・起動、コンピュータ等に火を入れております。

それからP6というのは、太陽電池パドルがついている部分のトラスの名称ですが、P6と言われておりますこの部分の右舷のラジエータ、先ほどの図で言いますと、5ページ目の下の絵の太陽電池パドルアンテナのすぐ下に横になって、左下に小さく注が入っております。「5 Aで展開した右舷E E A T C S」すみません、略語が入っていて申しわけないですが、これはEarly External Active Thermal Control Systemという名称がそのまま残っておりまして、熱制御のための放熱用のラジエータの展開を行いました。

それからさらに、2ページ目に戻りますけれども、姿勢制御装置でありますCMG : Control Moment Gyroscopes、これを起動しました。これは、輸送したのは昨年10月の若田宇宙飛行士が搭乗しました3 Aというミッションでございまして、それで運んでおりましたけれども、その時点ではまだ起動は行われておりませんで、今回のデスティニーモジュールを起動することで、この軌道制御装置も働かせることができるようになったわけです。

さらに、若田飛行士のミッションで運びましたZ1トラスに、予備のSバンドアンテナの取付けを行っております。

その結果、現在、最後のページの下の方の絵のような状態になっているということです。

今回、かなり重要なミッションでございましたけれども、特段大きな問題は、軌道運用中には報告されておりませんので、極めて順調なミッションであったということでございます。小さな内部的な問題は少しあるようでございますけれども、このミッションには影響がないということでございます。

この結果、実験棟が来ましたので、次のフライト以降、この米国実験棟の中に実験ラックを搭載することができて、実験運用を開始する準備が整ったということになります。

また、先ほど申しましたけれども、コントロール・モーメント・ジャイロという姿勢制御装置を働かせることができるようになりましたので、これまでのように、ロシアのプログレスとかサービスモジュールのスラストを使わないでも姿勢制御が行えるということで、推進剤の節約であるとか姿勢制御精度の向上、さらにスラストによる外乱がなくなるということで、高度の微小重力環境の維持が可能になったということです。

それから、これまではロシアのサービスモジュールの方に頼っておりました生命維持機能が、米国実験棟の起動によりまして米国側の生命維持システムが働くようになったということでございます。

今後の予定でございますが、次は5 A . 1という名前がついておりますけれども、スペースシャトルのディスカバリー号、スペース102という番号ですが、これが来月、3月8日に予定されてございます。このときには、現在、軌道上に滞在しております3名の長期滞在の宇宙飛行士が新しい3名と交代するというのが1つございます。

それから、米国実験棟で最初の実験を行います実験ラックですけれども、これを搭載しましたイタリア製の補給モジュール、レオナルドという名前がついておりますが、これが運ばれて軌道上へ取り付けられるという予定であります。

この実験ラックですが、これは有人医学分野のライフサイエンス研究に使われておりますHuman Research Facilityと呼ばれるラックでございます。この中には、日本の中性子モニタ装置も含まれてございまして、この中性子モニタ装置の概要につきましては、来週だと思っておりますが、宇宙開発委員会で概要報告させていただくと聞いております。

次のフライトの状況ですが、もう現在、既にケネディ宇宙センターの39Bという射点に移動を終わっております。来週月曜日には、このイタリア製の補給用のモジュールをスペースシャトルに搭載して、3月8日に打上げられるという予定でございます。

その後、説明しなかったページでございますが、4ページ目に米国実験棟デスティニーの概要、写真つきであります。この写真は、スペースシャトルに搭載した状態ですので、

軌道上を飛んでいる姿ではないんですが、軌道上を飛んでいる姿のいい写真がホームページでなかなか探せなかったものですから、これをつけてございます。

この米国実験棟、日本のJEMモジュールの与圧部ですか、実験室と最近呼んでいます、これとほぼ同じ機能でして、大きさ的には、実はJEMの方が少し大きいんですけども、搭載されるラックの数もほぼ同様でございます。この中には、システムラックが今回5台搭載された状態で打上げられていまして、残り6台は、次の3月の打上げのときに、追加で運ばれまして軌道上で搭載される予定です。

実験ラックは全部で13と言われてはいますが、そのうち1つは、窓、取り付けられる場所の1ラック分でございます、これは直接そこから地球側をのぞけるように観測用の実験装置が置けるようになってございます。

ちなみに、JEMの方の状況でございますが、現在、各要素といいますが、JEMを構成しています与圧部とか、補給部、マクロ部といった単位でのシステム試験を進行中でございます、与圧部本体だけは三菱重工にございますが、残りはすべて筑波宇宙センターに来ております。そこで、環境試験、離陸試験等を行っております。

与圧部の本体の三菱重工にありますものは、今年の夏ごろには、システム試験を終了しまして筑波へ搬入されます。その時点から、約1年間、各部を全部統合したインテグレーション試験といいますが、全体システム試験を行う予定でございます、約1年後から1年半後たったところで、米国のケネディ宇宙センターの方へ移送するという計画でございます。今のところ、そういう計画で順調に試験を進めております。

以上でございます。

【井口委員長】 どうもありがとうございました。

それでは、御質問、御意見をいただきます。

JEMとデスティニーとは、互いに独立なんですか。

【宇宙開発事業団(山本)】 取り付け場所は実は離れておりまして、最後の絵で申しますと、デスティニーのついでに一番前方に移動したPMA-2というのがございますが、このところにはノード2と呼ばれまして、結合機構、上でユニティというところがございますね、これは実はノード1と呼ばれているものでして、これとほぼ同じ設計、当初同じだったのが途中でメーカーが変わりましたので、これよりも少し大型の結合部がデスティニーの前につけられます。そのノード2と呼ばれます結合部の、絵で言いますと、遠い側、右奥側にJEMのモジュールが取り付けられる。そこを介しては行き来はできま

すけれども、直接のインターフェースは行いません。

【井口委員長】 いかがでしょうか。

【栗木委員】 フライト予定の方に、NASAの中性子モニタ装置、これがたしか一番最初に上がるNASAの宇宙ステーションのコンポーネントだったと……。

【宇宙開発事業団（山本）】 はい。また、今年の7月頃にロシアのサービスモジュールに、小さい装置なんですけれども、材料暴露実験と高精細度カメラ、HDTVカメラを搭載して、非常に簡単な実験なんですけど、その実験を開始する予定です。

ちょっとロシアの方なので、余り宣伝はしていなかったわけではないんでしょうけれども、知られていないかもしれません。こっちのBBNDのモニタ装置の方は何回かプレス公開というのをしております。

【栗木委員】 これは、日本側、NASA側、両方の安全審査はもう完全に終わっているものですか。

【宇宙開発事業団（山本）】 はい。日本でつくったものなんですけれども、スペースシャトルで運んで行って、NASA側のモジュールに搭載するというので、NASAの安全審査……

【栗木委員】 レベル3までですね、一番最後まで。

【宇宙開発事業団（山本）】 詳しくは、また来週のとくに、担当のマネージャーの方から報告させていただきたいと思います。

【井口委員長】 JEMは、1年半後ぐらいにアメリカに送り出すというスケジュールだというお話ですけれども、大体それは、当初のスケジュールどおりに進んでいるんですか。

【宇宙開発事業団（山本）】 ええ、当初と言っても、幾つか当初がありますけれども、昨年の宇宙開発委員会をお願いいたしました見直し要望で、新しくJEMの打上げを2004年の2月と5月、そのときに補給部の与圧と与圧部を打上げるというスケジュールをお願いしました。そのときの計画どおりでございます。そのときは、ちょっとその前から比べますとスケジュールは遅れておりますけれども。

【井口委員長】 ほかにいかがでしょうか。よろしゅうございますか。

それでは、山本さん、どうもありがとうございました。

あとは、前回の宇宙開発委員会の議事要旨が配られておりますので、御覧くださいませようにお願いいたします。

それでは、以上で、第7回の委員会を終わらせていただきます。ありがとうございました。