

参考2-1

特別委員 廣澤 春任
特別委員 宮崎久美子
特別委員 横山 広美

宇宙開発委員会 第1回推進部会議事録(案)

1. 日時 平成23年6月2日(木曜日)10時～12時
2. 場所 新霞が関ビルLB階NISTEP会議室(201D号室)
3. 議題
 - (1) はやぶさ2プロジェクトの事前評価について
 - (2) その他
4. 資料
 - 推進1-1-1 宇宙開発に関する重要な研究開発の評価
 - 推進1-1-2 はやぶさ2プロジェクトの事前評価に係る調査審議について
 - 推進1-1-3 はやぶさ2プロジェクトについて

 - 参考1-1 宇宙開発委員会 推進部会の今後の予定について
 - 参考1-2 宇宙開発に関するプロジェクトの評価指針
5. 出席者

部会長	井上 一
部会長代理	河内山 治朗
特別委員	佐藤 勝彦
特別委員	澤岡 昭
特別委員	鈴木 章夫
特別委員	高柳 雄一
特別委員	建入ひとみ
特別委員	永原 裕子

文部科学省宇宙開発利用課長 佐伯 浩治
文部科学省研究開発局参事官 松尾 浩道
文部科学省研究開発局参事官付参事官補佐 瀬下 隆

【説明者】

独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)

月・惑星探査プログラムグループ はやぶさ2プロジェクトチーム
プログラムマネージャ 吉川 真
サブマネージャ 南野 浩之
准教授 安部 正真

6. 議事内容

【井上部会長】 本年の第1回の推進部会を開催したいと思います。皆様にはお忙しいところお集まりいただきまして、ありがとうございます。

本日の議題は、「はやぶさ2プロジェクトの事前評価について」でございます。

審議に入る前に、事務局から配付資料の確認をお願いします。

事務局から配布資料の確認が行われた。

(1) はやぶさ2プロジェクトの事前評価について

【井上部会長】 審議に入りたいと思います。

まず、本件について、はやぶさ2プロジェクトの事前評価に係る調査審議ということで、5月25日の宇宙開発委員会で付託を受けております。推進1-1-1の資料に基づいて、事務局から説明をお願いします。

事務局から推進1-1-1に基づき、説明があった。

【井上部会長】 ただいまの説明について御質問等がございましたらお願いします。

よろしいでしょうか。それでは、推進1-1-2の資料に基づいて、評価の進め方について事務局から説明をお願いします。

事務局から推進1-1-2に基づき、説明があった。

【井上部会長】 ただいまの説明について御意見、御質問ございましたらお願いします。

よろしいでしょうか。これからいろいろな場面で戻る部分もあるかと思っておりますので、何かあれば、そのときに言っていただければよろしいかと思っております。それでは、今のような実施要領に基づいて評価を進めさせていただきます。

では、プロジェクトからの説明をいただくことにいたします。推進1-1-3に基づいてJAXAから説明をお願いします。

JAXAから推進1-1-3に基づき、説明があった。主な質疑は以下のとおり。

【澤岡特別委員】 28ページについて質問いたします。右上のところ

に5行の文章がついており、「小型ローバーランダの投下」とあります。この小型ローバはミネルバのことで、ランダは先ほどのドイツのもので、全く別のものによろしいのですか。

【JAXA(吉川)】 はい、そうです。

【澤岡特別委員】 その後の「表面試料の採取を行う」というのは、これはローバが行うのではなくて、それは衝突の後で、また別のサンプル採取を行うという意味でしょうか。

【JAXA(吉川)】 ここは衝突体をぶつける前に行うという意味です。

【澤岡特別委員】 この採取ということについては、御説明がどこにもなかったように思うのですが、衝突前の試料採取というのは、やはりタッチダウンしてということですか。

【JAXA(吉川)】 そうです。ちょっと説明が抜けてしまいました。最初に到着してリモセンの観測をし、ランダないしローバをおろして、その後、衝突装置を使う前に表面から物質をとるということを行います。これは「はやぶさ」と全く同じことでして、まずは表面の物質をとった後、衝突装置を分離して人工的なクレーターを作って、可能ならばクレーターからの採取を行うという順番になります。

【澤岡特別委員】 金属板をぶつけることがうまくいかなくても、表面の試料はその前にとるという計画ですね。

【JAXA(吉川)】 はい。そうすると、表面の物質と地下の物質、両方とれると、その違いも1つの大きなサイエンスのテーマになります。

【井上部会長】 今の質問に関連して、確認ですけれども、20ページ、21ページのところに目標が書かれています。今、澤岡委員がおっしゃられたような点でいうと、21ページの衝突体のところのサンプルを採取するという事は「エクストラ」になっていて、

サンプルをとってくるといっている意味については、衝突体なしでもとってくるのが、まずは目標の「フル」になってくるということによろしいのですね。

【JAXA(吉川)】 はい。衝突体をぶつけた後にサンプルがとれるかどうかというのは、実際にどのようなクレーターができるかにも依存し、仮にクレーターが小さくて、そこにうまくナビゲーションできないような場合も想定できるので、これはサクセスクライテリアとしては「エクストラ」にしています。ただ、表面からとるのは「フルサクセス」ということにしています。

【廣澤特別委員】 同様の内容のことですが、表面試料の採取について、前回あったからかもしれませんが、今日、説明がほとんどなかったように思いました。表面試料の採取が最も重要な実験だと思うのですが、それについて、例えば衝突前に何回試みるのか、それから、衝突後もできたら何回かやるのかとか、そういう試料採取の手順について、具体的な説明がどこかにあってもいいのではないかと思いました。

【JAXA(吉川)】 はい。確かに表面のノミナルな採取について、この資料であまり触れていませんでした。すみません。「はやぶさ」と同じような表面の物質採取については当然やります。その回数なのですが、中にサンプルが入っていくコンテナの箱があるのですが、そのコンテナを3分割しようと考えています。「はやぶさ」の場合、コンテナは2つの部屋に分かれていたのですが、「はやぶさ2」の方はそれを3つの部屋に分けておいて、要するに3回タッチダウンして、それを分けて試料がとれるようなことを今検討しています。

ですから、3回タッチダウンしたいのですが、1つだけ不確定なことがあって、これは小惑星の質量が行って見ないとわ

からないのです。C型の小惑星ということで典型的な密度は想定できるのですがけれども、その密度よりも仮に重かった場合、1回のタッチダウンで燃料をたくさん使ってしまいますので、その場合にはタッチダウンできる回数が3回ではなくて2回になってしまう可能性もあるのです。少なくとも最初に表面からまずは採取をして、もし燃料的にタッチダウンの回数が十分とれれば、2回目、別な場所から物をとって、さらにクレーターを作って、そこから採取することを考えています。

【澤岡特別委員】 サンプル採取の方法が、前回、とりもち方式とか、何かいろいろあったような気がするのですが、最終的に現在はどういう方法でとるつもりですか。

【JAXA(吉川)】 現在は、基本的に「はやぶさ」と同じなのですが、先ほど、説明を省略したので申し訳ありませんが、このサンプルをとるところの説明が書いてある85ページを見ていただきますと、今検討していることなのですが、1つ、先ほど言ったキャッチャー内を2部屋から3部屋に増やすということで、3か所については混在させずに区別して捕獲できます。それから、もともとの方法についても、弾丸の形状を変えたり、あるいは角運動量をつけ加えたり、弾丸を回転させるということによって採取される量を増やすということを新たに検討しています。

さらに、とりもち方式は今回、採用しないことになりまして、そのかわりというわけではないのですが、ここにホーンの先端を折り返しておきます。タッチダウンのときに、その折り返したところに、表面の物質が乗って、そのままホーンの先端についたまま探査機と一緒に上昇していきます。そのときに探査機の方を例えば急にスピードをとめると、折り返し部に乗っている物質が、そのまま慣性の法則で上に上がって行ってキャッ

チャー部に入っていきます。これはバックアップ的なのですが、こういう機能を追加しようとしています。ですから、とりもち方式はやはりちょっとリスクがあるかなということで今回は採用せずに、そのかわり、こういう、わりと原始的なのですが、単純なやり方でバックアップ的に物質をとるという考え方になります。

【佐藤特別委員】「はやぶさ」のLessons & Learnedを取り込むという話なのですが、39ページにリアクションホイールの4台搭載と書いてあるのですが、このあたりはイオンエンジンの不具合になった大きな理由とか、リアクションホイールというのは故障するものだというのでいいのかもしれませんが、この理由とかも解明されてきているのでしょうか。それとも全く原因がわからないままで、こういう対応をしているということなのでしょうか。そのあたり、1つ聞きたかったことなのです。

もう一つは、あと、ドイツがMASCOTというのを作っていただけるようになっていきますけれども、これはどういう連携ができて可能になったのですか。「はやぶさ」チームのサイエンティフィックなミッションの1つの要請か何かあったのか、それとも全く独立にドイツから提案されたものなのか。そのあたりのコラボレーションの、どういうぐあいにできたのか、強く連携ができていくのか、伺いたいと思います。

【JAXA(吉川)】まず、リアクションホイールの4台化についてなんですが、リアクションホイールについては、「はやぶさ」の場合、2台壊れてしまったわけですが、本当の原因は物が無いので特定できませんけれども、一応推定されているのは、「はやぶさ」に載せたリアクションホイールは、M- の振動条件に合うように、もともと使われていたものを改修していきまして、そ

の改修したことが不具合の原因ではないかと推定されています。ですから、今回、打上げロケットがH- Aということもあるのですが、改修せずに宇宙実績のあるものをそのまま載せるということで対応します。宇宙実績という過去の実績に依存してしまいますけれども、そういう考え方で行っています。

【佐藤特別委員】 どういう理由で故障したというのは解明できないということですか。全くできないということですか。

【JAXA(南野)】 これは、宇宙開発委員会にも以前御報告はさせていただいているのですが、「はやぶさ1」のときには、リアクションホイールの中にメタルライナと呼ばれている部分、耐振動環境条件を強化するために磁石の部分に強度を施しているのですが、この部分が外れてしまって中で不具合を起こしてしまいました。そのときの教訓としては、その報告事項の中にも書かせていただいているのですが、標準品をまず使うことということを基本とすると考えています。

今回採用するホイールに関しては、メーカーも踏まえて標準品を使うことをベースとして、最適な、信頼度の高いものを選ぶという観点から対策をしております。また、前回の「はやぶさ1」のときは3軸しかなかったもので、今回、もう1機搭載することで、万が一、1機の偶発故障が起きた場合でも対応できるように、この部分は信頼度を上げています。したがって、原因は基本的に究明できておりますし、それに対する対応も基本的には我々はしていると考えております。

【佐藤特別委員】 イオンエンジンの方は、どうなのでしょう。

【JAXA(吉川)】 イオンエンジンの方は、イオンが出る部分と電子を出す中和器の部分、2つあって、基本的に中和器の方が劣化しておかしくなったということがわかっています。ですから、よ

り耐久性があるような中和器を、今、イオンエンジンのグループが検討しています。

もう一つ、MASCOTというランダについてなのですが、これはもともと「はやぶさ2」というよりは、マルコポーロというミッションの検討があって、これは「はやぶさMk2」という「はやぶさ2」の次のミッションについてなんです。これを日本で検討していたところ、ヨーロッパの科学者が興味を持ってきて、共同でESAのコスミックビジョンというプログラムにマルコポーロという名前でサンプルリタンのミッションを提案しました。実際には、ちょっとコストが大き過ぎて第2次セレクションでマルコポーロは落ちてしまったのですが、そのときにマルコポーロというサンプルリタンのミッションにはヨーロッパのランダを載せ、日本側はサンプルをとるための装置とか、探査機本体を提供すると、そういうお互いのコラボレーションがあったのです。

マルコポーロのランダというのは100キログラムという大きなランダなのですが、今回のランダは、「はやぶさ2」が小さいので、せいぜい10キログラムという10分の1のスケールになってしまうのですが、ドイツのグループが、マルコポーロで検討した大きなランダは無理なのですが、是非「はやぶさ2」に、それを縮小したランダを載せたいということで話がずっと続いていたということになります。

【佐藤特別委員】サイエンスの中身とか、そういうこともJAXAの方で、こちらでちゃんと評価されているということでしょうか。

【JAXA(吉川)】そうです。サイエンスについては、メインにはヨーロッパの方で議論されていましたが、JAXAのメンバーがなるべくそういう議論に行ったり、あるいはテレビ会議で参加

をして議論してきたということです。

【永原特別委員】衝突装置と近赤外分光計という非常に重要な部分が開発要素として残っていて、今は2011年で、もちろん実験されて、先ほど御説明もあったのですが、そこら辺の見通しをもう少し詳しくお聞かせ願えますか。

【JAXA(吉川)】今回、「はやぶさ」のヘリテージを使うというのが原則なのですが、「はやぶさ」になかった新しい装置のうちの衝突装置と近赤外分光計の2つだけが新しい、日本として過去に経験がないものということになっています。そのために、この2つについては先行して作業を進めていて、先ほどの資料でいうと、衝突装置については、説明は44ページぐらいからありますが、具体的には50ページです。実際にもう既にこういう試作をしていて、これはまだ実際の爆破実験はやってないのですが、たしか今年の秋ぐらいにできると思います。これを神岡の方で実際に爆破させて確認するというので、衝突装置についてはかなり進んでいます。仮に、この秋のときの実験でうまくいなくても、まだ十分、改良する時間は残っているので、衝突装置については、おそらく大丈夫だと思っています。地上のものとしては既に存在するものでして、それを宇宙用にするところが問題だということになります。

【JAXA(安部)】近赤外分光計の開発の状況と見通しについて簡単に御説明します。

先ほど吉川から説明があったように、フロントローディングの方で熱設計の部分と、それからシャッター機構という機構部の提案及び振動の確認をしました。それ以外にも、ここでは書きませんでしたけれども、検出器が新しくなっておりまして、これに関してはフロントローディング以前に開発して試作を済

ませております。その試作の中でサイエンス要求の性能が出ることは確認しております、先日までにフライト品の仕様も決定したところです。今年度に製造が始まって、今年度中に納品されるというような予定になっています。

それから、進めておりますのは光学系の検討でありまして、光学系の仕様も何パターンかトレードオフをして、具体的にどのような照材を使うかということに関してトレードオフが進んでおります。そういうことを踏まえて、今月、来月ぐらいのうちに基本設計の審査をJAXA内で受けて、設計に関して確認がとれ次第、EM品の製造を開始する予定です。EM品の方は、今年度中に組み上げて性能評価をするという予定でおります。そういう形で来年度、ほとんどフライト品と同様の電氣的とか、機械的な特性も踏まえたものを作る予定でありますので、そういう形で全体のスケジュールに合致するような開発計画になっております。

【永原特別委員】 もう一つ伺ってよろしいでしょうか。NASAとの関係の問題なのですが、「はやぶさ」のときはかなり親密な関係で、いろいろうまくやったわけですが、今回、オシリス・レックスが出てきて、何かけんか売られたような形にかなりなっていますが、今後においてもNASAとの協力関係を持つと、先ほど御説明だったのですが、その辺はどういう予想を持っておられるのでしょうか。

【JAXA(吉川)】 オシリス・レックスについては、我々も意外だったのですけれども、実はNASAとの議論は、そのオシリスの話が出る少し前に既にやっていて、そのときは基本的には、ここに短いですが、書いてありますように、「はやぶさ」と同様なNASAとの協力関係です。1つだけ追加してきたのは、先ほど言わ

なかったのですが、観測データとサンプルの提供以外に有人ミッション検討のために関連しそうなデータも提供してほしいとNASA側から言われています。どういうことかということ、ナビゲーションのデータです。そういったものは実は、「はやぶさ」のときには川口プロマネがかなり慎重にナビゲーションのデータはNASA側に提供してないのです。サイエンスのデータは提供しています。

というので、今回は有人ミッションを意識していて、そういうデータも欲しいと言ってきていて、我々としても、もう少しNASA側に要求するものを再検討しようかなということは考えています。それこそオシリス・レックスがとってきたサンプルを提供してもらうとか、こっちもサンプルをあげるの、そういうお互い競合するというよりは、お互い協力関係をさらに強くして、相互のサイエンスの成果を上げていくような方向に是非動いていきたいなと思っています。ただ、オシリスのチームとはまだ何も議論はしておりません。NASA側と議論しているだけです。

【鈴木特別委員】 多少、突拍子もない話になるかもしれませんが、小惑星の上にクレーターを作るというのは、これは非常にユニークな話なのです。これで当然、力積がかかるわけですから小惑星の軌道も変わるわけですね。もし小惑星の軌道をはかれれば、説明が随分難しいのですが、このところ、小惑星が地球に衝突する危険性があり、その準備をしるという話が時々出るわけですね。

昔々の話ですけど、実は、もう1960年代か70年代の話ですが、私、たまたまMITにいたときにプロジェクト・イカロスというものがありまして、イカロスという小惑星が地球に衝突するか

ら、この危険をいかに避けるかというシステムスタディをやったわけです。そのとき、私、英語は苦手だったものですから、いろいろしゃべっている間に、みんなが一番やりたくない仕事をやらされて、結局、小惑星の上100メートルぐらいで、原爆だったか水爆だったか忘れましたが、それが爆発したらどのぐらい、そのスピードが出るかという計算をやらされたのです。そのとき、たしか10メートル/secぐらいのスピードが出る。したがって、それから類推しますと、もし小惑星の軌道の変更がわかれば、将来に備えた小惑星衝突の一番基礎的なデータが得られるかもしれないわけですね。そのあたりは、どんなふうにお考えでしょうか。

【JAXA(吉川)】 はい。実はスペースガードの話は事前に検討していきまして、このたった2キログラムの衝突体では全然駄目です。軌道が全然変わらないのですけれども、もともとこの衝突の前のトレードオフで、こちらの独立した探査機をぶつける方については、このことによって小惑星の軌道がどのくらい変わるのかなというの見積もっています。

実は今回行く小惑星は、直径が900メートルぐらいという小惑星でして、さすがに軌道が変わらないのですね。相手が例えば直径100メートルぐらいだとして、例えば探査機の重さもよるのですが、「はやぶさ」程度の探査機を相対速度10km/秒ぐらいぶつけたとすると微妙に変わって、それはちょっと長い期間、例えば10年、20年と軌道をモニターしていくと、そのずれが見えてくるということになるのですが、直径が900メートルになってしまうと、たとえ「はやぶさ」ぐらいの探査機をぶつけても、その軌道のずれを検出するのはかなり難しいというか、多分無理ですね。ですから、今回の小さな弾丸をぶつけ

ても軌道は残念ながら全然変わりません。

【宮崎特別委員】 6ページと20ページについて質問とコメントがあります。

6ページでは、サンプル採取は当初意図した形では実施できなかったとありますが、着陸時に舞い上がったものというのが採取されたと書いてあります。それから、新聞とかテレビのニュースなどではサンプルは採取されたということも報道されています。ですから、一般国民はサンプルが採取されたと思っているわけですし、一般国民は技術的な細かい内容は知りません。このようにサンプル採取は当初意図した形で実施できなかったということは知らないわけですね。ですから、サンプルは採取できたと思っているわけですね。

それで、「はやぶさ2」というのは「はやぶさ」の技術を最大限に継承していますし、それに、「はやぶさ」でできたことというのは「はやぶさ2」でも実施しなければいけないと思います。ですから、このサンプル採取というのは重要なことですが、20ページの目標を見ますと、ミニマム目標のところには何も書いてないのですね。ですから、ミニマム目標のところでは、「はやぶさ」でできたことを書くべきだと思うのです。それに衝突をしなくても表面のサンプルが採取できるという、先ほどそういう説明がありましたから、ミニマムのところに、そのサンプルを何らかの形で採取するということが書かれてないとおかしいと思います。去年の8月、前回のここで審議されたときには、サンプルがとれたということは、その時点ではまだはっきりしてなかったと思います。ですから、そのときの情報と今持っている情報とは違うわけですから。

【JAXA(吉川)】 確かにおっしゃるとおり、多分この点は前回のときも議

論になったと思うのですが、「はやぶさ」がやったことを「はやぶさ2」ができないのはおかしい。当然、サンプルを持ってくるのはミニマムサクセスだという御議論があるのはよくわかっていまして、我々としてなぜここでミニマムにそれを入れなかったのかといいますと、「はやぶさ」もそうなのですが、サンプルをとってくることは本当に目標なのですけれども、小惑星そのものを観測したデータも非常にサイエンス的には大きな価値があります。ですから、これは最低限、小惑星に到着をしてリモセン的な観測でデータを得ることがまずはできなければなりません。

逆にリモセンのデータではなくて、サンプルだけが戻ってきたらいいかという、それはあまりよくないのです。リモセンのデータもあって、さらにサンプルを分析してというのでサイエンスとしては非常に成果が上がってくるので、ここではミニマムサクセスは、とにかくリモセンでデータがとれる。要するに現地に到着をして、ちゃんと観測機器が動くところをミニマムとして設定しました。「はやぶさ」では、こういうミニマム・フル・エクストラというクライテリアではなかったですけれども、さらに物を持って帰ってくる場所は、「はやぶさ」では、どちらかというエクストラサクセスに近いようなところに置いてあったのですけれども、「はやぶさ2」では、そこをフルサクセスに持ってきたという考え方で。

【宮崎特別委員】3ページの2つ目以下のところに、「リモートセンシングによる観測の後、表面にタッチダウンをしてサンプルを採取し、地球に帰還するミッションを行う」、それがそのミッションなのですか。

【JAXA(吉川)】 はい、そうです。まさに「はやぶさ2」も目的は、物質

をとって帰ってくるのが目的なのは重々承知の上なのですが、サクセス基準としては、ミニマム・フル・エクストラと書いたときにはフルサクセスまでやって基本的にできたというわけですね。だから、ミニマムというのは、ミニマムだけできてもだめなわけですが、フルサクセスとして物質をとってくるというところに我々としては置いたのです。

実際問題、往復探査をしてくるというのは、かなり技術的なレベルは高いので、確かに「はやぶさ」は成功しましたけれども、世界で「はやぶさ」しか成功してないのです。小惑星、天体の表面から物質をとってきたというのは月ではありますけど、月以外の天体の表面から物質をとってきたというのは「はやぶさ」しかまだないわけで、そういう意味で言うと、まだミニマム、当たり前のようにできるということまではいかないかなということでもフルサクセスと我々は入れました。

【宮崎特別委員】 では、100 mgではなく、例えば50 mgだったらどうなのですか、あるいは30 mgだったら。例えばそういう目標だとしてミニマムに入れることはできると思うのですが、なぜ100 mgにこだわるのか、それをお願いします。

【JAXA(吉川)】 「はやぶさ」と「はやぶさ2」、ほぼサンプリング装置は同じなので、「はやぶさ」の場合ですけど、地上の微小重力実験で、サンプリング装置で弾丸を撃って、いろいろな表面を仮定して、砂利だったり、砂だったり、岩だったり、何回も実験をしているのですが、その最低の数値が大体100 mgだったのです。ですから、我々は今回、小惑星の表面状況というのは全然知らないのですけれども、想定し得るいろいろな表面状態を考えて、地上で実験した範囲で400 mgは取得できるという確認をしたので、この数値目標としては100 mgという

のを入れたということになります。

【井上部会長】 実はミニマムサクセス、フルサクセス、そのあたりをどういうふうに考えておくかというのは結構難しい判断が迫られるところで、基本的にはミッションの目的を達成することは、まずはそれがフルサクセス、そこが100点です。ミニマムというのは、しかし、そこがミッションの目的は達成できなかったことがあったとしても、最低限ここまでなら、許容できる範囲のことで終わりましたねと言えるレベルです。何かミニマムと言った途端に非常に微妙なところに行くわけですけれども、そういう意味で、おっしゃるようなサンプルをとって帰るところまでミニマムと言うかどうかというのは、いろいろな意見の分かれるところで、御指摘があったことはここで議論すべきことだと思います。むしろ宇宙開発委員会側がある種判断をするような種類のことになることだと思います。変な言い方ですけど、最低限及第で、駄目・不可ではないと言えるところをどこに置くかという話ですよ。

【宮崎特別委員】 いや、私が申しているのは、当初意図した形では実施できなくても、何らかの形で「はやぶさ」でもサンプルが採取できたわけですから、そういうことも含めて、ミニマムのところには、そういうクライテリアで書いたらどうでしょうかと言っただけです。

【井上部会長】 ただ、結果、サンプルがとれたことは「はやぶさ」ではあるのですけれども。

ここは私が意見を言うべきではなく、むしろ皆さんに言っていただくべきことかもしれませんが、少なくとも最初に予定したとおりのサンプルのとり方はできなかったのは事実だと思うのです。サンプルは、本当にたまたまだったわけで、今

回の目標のもう一つの柱として、そこまで含めて、「はやぶさ」が、日本の独自の技術みたいなもの、先陣を切った部分を確実にするということが大きな目標の1つに入っていて、個人的には、目標のサンプルをきちっとる技術を確立するということは、「はやぶさ2」の大きな目標になっているのだと思います。そのあたりでミニマムというのをどこに置くかというのは、御議論があってしかるべきことだと思います。

これはどうでしょうか。今ここで議論をするか、あるいは少し何らかの整理をして、次のときに皆さんにお考えいただいてということにいたしましょうか。

【宮崎特別委員】 次回でも。

【井上部会長】 時間を置いてということ。

【高柳特別委員】 今のきちっとるの「きちっと」のところですが、つまり、フルのところは100 mgで、「はやぶさ」はきちっとらなかつたにしても何ミリグラムなのですか。つまり、オーダーを言うと、どれだけきちっとしていないかと、わりあいわかると思うのですが、普通の一般の人から見ると、とにかくサンプルを持って帰ったと、ちゃんとやったではないかという話ですよ。だから、先ほどの質問の意味はとてもよく分かります。そういう意味で、これで並べてみると「はやぶさ」は何ミリグラムですか。オーダーがすごく違うと思うのですが。

【JAXA(安部)】 少し説明したいと思いますが、まだ「はやぶさ」のカプセルの中のサンプルの全容はわかっておりませんが、一部かき出しと、あるいはピックアップして取り出した感じでは、最大では100マイクロメートルとか、最大200～300マイクロメートルぐらいのものもあると思っていますけれども、そういうものが確認されています。100マイクロメートルのサイズだ

と密度1で1マイクログラムですので、それが1,000個あって初めて1ミリグラムです。今の予想では、100マイクロメートルサイズのものが1,000個もあるとは思っていないので、1ミリグラムが最大ぐらいで、1マイクログラムよりは多い。だから、その間のマイクログラムのオーダーと思っています。100ミリグラムという今度の「はやぶさ2」の目標という意味では、けた違いに多い目標になっているということです。

【高柳特別委員】「きちっと」という意味は、多分、一般の人にそれらのことがどう理解されるのかを配慮すべき事柄であり、一般社会と知識の共有化も考えるべきだと思います。

【井上部会長】御指摘はよく理解できます。その辺の整理をしていただいた方がいいかもしれないですね。これは「はやぶさ2」を、どういう位置づけで見ると、わりに大事な点があると思いますので。

【横山特別委員】80ページ、81ページなのですが、非常に基本的なことで恐縮なのですが、リスク管理についてお伺いします。リスク管理というのは、想定されるリスクを洗い出す作業をされているのだと思うのですが、もし想定されないリスクが起きた場合にどのような対応をするかという、そこまでを含めたものを作成されていらっしゃるのでしょうか。

【JAXA(南野)】お答えいたします。具体的なやり方なのですが、先ほどもこの資料に少し書いてありますとおり、「はやぶさ」のシーケンスの一連のシリーズは直列に並ぶ事象になりまして、それぞれの事象に対して、どういう不具合が起こるかということを想定し、それに対する不具合対策方法を識別して、それに対する対策をとっているというのが具体的なやり方です。ですので、例えばロケットから分離されるべき時に分離さ

れなかったらどういうことが起こり得るか、あるいは太陽電池パドルが展開しなかったときにどういう対策を事前にとっておかなければいけないかというような形で、打上げからサンプルを回収して戻ってくるまでの各イベントに対して、それぞれ不具合のモードを想定しまして、それに対する対策、あるいは対策できないものに対しては、事前に厳選対策という考え方から設計に反映するというので、設計なり試験なりで検証しておくというような考え方のもとに識別をして、ここのリスクを管理しているということでございます。

【横山特別委員】そうすると、「はやぶさ」のときには、こうしたやり方でうまくできたのか、あるいは、それではできなかったことを今回反省して何か織り込んでいるのか、そういうリスク管理のシステムの違いというのは、「はやぶさ」等あるのでしょうか。

【JAXA(南野)】基本的には「はやぶさ」も同じです。ただし、「はやぶさ」から得た知見というものがあまして、そこも含めて今回反映しているということです。前は想定であって、相手がわからない小惑星に行って、それで戻ってくるという不確定な要素の部分がかかなりあったのですけれども、今回は途中、行くまでの航行、あるいはサンプリング、行って戻ってくるということも既に実績としてありますので、その現象も踏まえて過去の経験、それからLessons & Learned、そういうのもすべて反映した上でリスクを識別しています。前回よりもかなり精度なり具体的な中身になって確度は上がっていると考えております。

【澤岡特別委員】衝突の実験ですが、近々、実大モデルに近いところでやられるということですが、空気中で飛ばせる距離というのは、数百メートルは無理だと思うのです。現実にシミュレー

ションしたような形で飛ぶかどうかということは、昔、私はそういう分野の仕事をやっていたのですが、距離が遠くなればなるほど非常に難しく、たかだか数十メートルの飛行距離を数百メートルに置きかえるというのは本質的に非常に難しいのではないかと思います。これは実験の結果を見て考えればいいのですが、実験の結果を見て、改良することで克服できない本質的な大変さが出てくるのではないかなという取り越し苦労の心配をしています。実験の結果を見てみないと何とも言えないですが、少し楽観的過ぎるのではないかなという印象を持っております。

【JAXA(吉川)】 まさにこの衝突装置については、本当は宇宙環境というか、真空状態でやりたいのですが、無理なので空気中で実験します。ですから、確かに今、澤岡委員が言われたように、宇宙での爆破と比較するのは限界があるのですが、地上での実験と、コンピュータでのシミュレーションとをあわせて検討していくというのが今、我々のスタンスでして、とりあえずは実験の結果がどうなるかというのを注目しているということになります。

【井上部会長】 それに関連して、最初に探査機から分離をして、自分で、きっとスピン安定か何かになるのでしょうかね、そういうところに誤差があって、今度はそれを爆破したときに出ていく方向の誤差があって、という種類のことを考え出すと気になるところが幾つも出てきますよね。そういうことを一遍ちょっと整理していただいた上で、さらにどこが最後に地上で試験し切れない部分だとかというあたりを、少し整理していただいた方が、よろしいかと思います。よろしく願います。

【JAXA(吉川)】 まさに今、井上部会長が言われたことは、個々につ

いて検討していることなので、次回整理してお見せしたいと思います。

【井上部会長】 今まで出てきた御質問に関連して、Lessons & Learnedのところで、私、よくわかってないので教えていただきたいのですが、「はやぶさ」が、最後に帰ってくる時にバッテリーについて少し不安を言われたような部分があったように思うのですが、電源系みたいなところにはLessons & Learnedというのはなかったのでしょうか。

【JAXA(吉川)】 電源系にも幾つかあります。

【井上部会長】 そういう意味でいうと、バッテリーみたいなものは、最後に帰ってきたときに、そこで活躍する部分があるのですよね。

【JAXA(吉川)】 カプセルの中のバッテリーのことをおっしゃられているのですか。

【井上部会長】 それはカプセルの中のバッテリーが、問題になったのですね。

【JAXA(吉川)】 たしかカプセルのバッテリーというのは、特に問題なく動作したのだと思います。

【井上部会長】 探査機の方のバッテリーは問題なかったですか。

【JAXA(吉川)】 探査機の方のバッテリーは、例の通信が途絶えている間、要するに姿勢を乱して探査機がシャットダウンしている間に全部放電してしまって、11個のセルのうちの4つが使えない状態で、残りの7つのセルは放電状態だったのですが、そこにゆっくりと充電することで使えました。

【井上部会長】 そういうことだったのですね。

【JAXA(吉川)】 はい。

【井上部会長】 関連しますが、最近、「あかり」で少し気になる、い

むしろ保管状態でバッテリーがどうも悪くなっただらしいという話を聞いたので、これは「はやぶさ」というよりも別のところからの水平展開みたいな話かもしれませんが、その辺もよくお考えいただけるといいと思います。

では、時間も参りましたので、多分いろいろお考え、御質問になりたいことはたくさんおありになるのではないかと思いますので、eメール等で事務局まで質問票を御提出いただいて、その上で別途回答してもらおうようにいたします。

それでは、最後に、今後の予定について事務局の方からお願いします。

(2) その他

事務局から参考1-1に基づき、説明があった。

【井上部会長】 これをもちまして本日は閉会といたします。ありがとうございました。

(説明者については敬称略)