

第21回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：平成30年8月20日（月）9:58～11:51

2. 場所：宇宙開発戦略推進事務局大会議室

3. 出席者

(1) 委員

松井座長、市川委員、倉本委員、竝木委員、藤井委員、山崎委員

(2) 事務局（宇宙開発戦略推進事務局）

行松審議官、須藤参事官、森参事官、山口参事官

(3) 関係省庁等

文部科学省研究開発局宇宙開発利用課

藤吉課長

〃

宇宙利用推進室

倉田室長

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）

國中理事

〃

国際宇宙探査センター

佐々木センター長

4. 議題

(1) 前回の議論の確認

(2) プログラム化の考慮事項について（1）

ープログラム化によって進めるべき探査プロジェクト

(3) その他

○松井座長 「宇宙政策委員会 宇宙産業・科学技術基盤部会 宇宙科学・探査小委員会」第21回会合を開催します。

本日の議題は「前回の議論の確認」「プログラム化の考慮事項について（1）」「その他」となっていますが、「その他」から始めたいと思います。

既に皆様も御存知のところと思いますが、X線天文衛星代替機（XRISM）及びSLIMの打ち上げ時期に変更がありました。月探査にも関係することですので、本件について初めにJAXAから報告させていただきます。

【JAXAから資料4に基づき報告】

○松井座長 ただいまの説明について御質問、御意見などありましたらお願いします。

○市川委員 メインエンジンを増やす、分光観測装置を組み込むということで、

費用は当初の予定の中におさまるのですか。

○JAXA 公募型小型はコストキャップ150億円です。今回、SLIMは148億円を計上しています。SLIMとXRISM合計で416億円であったと思います。

○松井座長 着陸地点の検討はどこでやったのですか。

○JAXA 宇宙科学研究所（ISAS）の内部で行いました。

○松井座長 着陸地点を公表してから、何か公開的な議論の場というのはあったのですか。

○JAXA 我々としてもようやく公開して前広に検討できる素地ができたと考えています。これまではクローズドでやっていました。

○松井座長 これからいろいろ議論するわけですね。

○JAXA そうです。

○松井座長 そこで本当にその着陸地点でいいのかという種類の議論をしっかりやらしてもらわないといけない。

○JAXA そのとおりだと思います。

○山崎委員 小型プローブの追加も検討されているということですし、カメラに関してもフォーカス機能を追加検討されたりということで、重量のマージンがどれくらいあるのかということと、小型プローブは撮影と通信系統が大きなミッションだと思いますが、この小型プローブはどの程度の通信を賄うのかということ、このあたりをもう少し教えていただけますか。

○JAXA 御質問の1番目の重量的な猶予につきましては、総重量が燃料込みで700キロぐらいのものなので、余剰重量は3ないし4キロ程度を現状、計上しています。

小型プローブにつきましては、余剰重量がある場合のオプションペイロードとして現状は考えていますので、余剰重量がなくなった場合には搭載を見送ることになるかと考えています。

このプローブには幾つかタスクを掲げています。まずSLIMが着陸する前にプローブを分離して設置させた上で、プローブ側からSLIMが着陸する様子もしくは着陸したSLIMを撮影するというタスクを与えております。また、通信につきましては、これもかなり野心的な設定で、SLIMのメインミッションをバイオレートしてはいけないので、この分離プローブから直接地球に通信するというインターフェースをとっています。その意味では非常に挑戦的なものです。

また、この分離プローブは、「宇宙探査イノベーションハブ」というJAXAの別のセクションで民間企業と共同で技術研究開発をしていたものを転用することを考えています。具体的には民間企業の技術をここに持ち込んで、民間

企業の技術を月に進出させるということを標榜しています。繰り返しになりますが、今のところ余剰重量でこの分離小型プローブを考えていますので、具体的に搭載が可能になるかどうかまでは確定したものではありません。

○山崎委員 ありがとうございます。

○竝木委員 着陸地点の選定の中で、先のプログラム化につながるという意味で、そういう視点での議論はこの中にあったのですか。

○JAXA ここでは純粋に科学オリエンテッドで議論を進めていました。

○藤井委員 いろいろ変更されていますけれども、サクセスクライテリアはいつごろ確定するのでしょうか。

○JAXA ミッションとしては、サクセスクライテリアは当初のものと変わっていない。

○藤井委員 オプションでいろいろやるけれども、それは入らないということですか。

○JAXA エクストラのほうにそういうものは計上することになると思います。基本、このように少し重量的に手当をして、より確実性を向上させた探査機として開発を目指しますが、それでも依然として小型月着陸船の意味は、世界を先導する意味においてもその意義ははまだ堅持していると考えています。

○藤井委員 打上げが1年延びたわけですが、進捗状況としては順調に進んでいると考えていいですか。

○JAXA 今のところ特段、大きな懸念事項はないと考えています。

このスラストにつきましては、今のところセラミックスラストを使う考えで、これは「あかつき」で失敗をしたスラストではありますが、その失敗を糧にさらにつくり込みを行って、現在、燃焼試験、QT (Qualification Test) なども完了していますので、今のところ問題なく進行しています。

○松井座長 次の議題に移ります。議題1「前回の議論の確認」です。

事務局から資料1の説明をお願いします。

【事務局から資料1に基づき説明】

○松井座長 前回の議論の確認ということですが、皆さんが発言されたことをまとめているので、これが抜け落ちているとか、そうではないとか、御意見があればお願いします。

○市川委員 最後の部分が少しわかりにくかったのですが、「プログラムそのものを工程表に反映させるのではなく」と否定的なのですからけれども、プログラムという言葉は工程表の中に入りますよね。

○松井座長 もう入っています。

○市川委員 それは確実に残るということは確かで、プログラム化の中で具体的にになったプロジェクトを工程表に反映。これも正しいと思いますけれども、プログラム化という言葉がなくなって、プログラム化に基づくものだけが工程表に入るのかなというイメージにとられかねない。

○須藤参事官 前回の議論では、プログラム化ができたなら、その内容がそのまま工程表の中に全部自動的に入るのではないかという御指摘に対し、そうではなくて、その中で具体的なものが工程表の中に入っていくという御議論があったと思いましたので、それをここで書かせていただきました。

○市川委員 私もそのような理解です。

○松井座長 もう一度確認しておくとして、従来の枠にとどまらないプロジェクトがプログラム化の議論で出てきたときには、そういうものは書き込んでいくが、別に議論そのものを書き込むわけではない、という趣旨だろうと思います。

続いて前回の議論を踏まえて、事務局のほうでプログラム化のイメージを修正しましたので、それについて事務局から資料2の説明をお願いします。

○須藤参事官 前回、あくまでも議論をするに当たってのたたき台として作らせていただいたイメージにつきまして、前回の御議論も踏まえ、朱書きの部分を追記させていただいています。

あわせて、前回、別紙で検討事項ということで書かせていただいたものを、今後の議論の御参考ということで、ここに入れさせていただいています。

【事務局から資料2に基づいて説明】

○須藤参事官 プログラム化のイメージの第2章、第3章につきましては、本日この後、御議論をいただきますので、ここでは「はじめに」のプログラム化の背景、プログラム化の意義、プログラム化の扱いについて前回の議論を踏まえてこういう形ではなかったかというように書かせていただいたところについて、お気づきの点を御指摘いただければと思います。

○松井座長 第2章、第3章はこの後またやりますから、それ以外の部分で御質問、御意見などがありましたらお願いします。

○市川委員 ※がついたところですが、私はこういうことを前提にして議論をしているつもりです。どなたかもこのことも確かに言われたと記憶しています。※は確かだと思います。

○山崎委員 「はじめに」の「(1)本稿におけるプログラム」の2ポツ目で、10年先、20年後を見据えてとありますが、プログラム化という観点を考えたときにはもう少し長期的な、せめて30年後ぐらいを見越していただきたいというのが個人的な感想です。JAXAが出しているロードマップでも長期的

な視点を出されていますが、太陽系探査というと長期的な視点に立つプログラムが必要ではないか。10年後であれば工程表の範囲だと思いますので、それよりも長期的な視点がどこかで必要ではないかと思います。

○倉本委員 質問です。1ページ目の先ほどの下のほうで、「プログラムについては、プログラム化が必要な当面の国際宇宙探査の領域について取り扱う」としている点と、2ページの第1章の「(3)プログラム化の手段」で、個別プロジェクトの提示が必要だということの中身が、戦略中型、公募型小型、多様な小規模プロジェクト、要するに従来の科学探査の枠組みがここに紹介されていて、少し整合していない部分があるという印象を持ったのですが、いかがでしょうか。要するに国際宇宙探査という、従来の科学だけが決まってくるものとは違った要素が入ってきていることが、何となく2ページの第1章の(3)に反映されていないような印象があります。

○須藤参事官 御質問の点については、前回は戦略中型等と海外プロジェクトを並列で書かせていただいていたのですが、プロジェクトということでは1つにまとめたほうが良いと考え、今後、ここで宇宙探査というプログラムが、これから対象がどうなるかとなりますけれども、方法としては当然、従来の戦略中型、公募小型というアプローチもあれば、別のアプローチもあるということで、別のアプローチはここでは海外プロジェクトの参加という形で書かせていただいたつもりでした。

○倉本委員 例えば日本が主になっていて、海外と共同でやるというような国際宇宙探査もあり得るかと思います。

○須藤参事官 「海外プロジェクトへの参加」だと主導的ではないという御指摘でしょうか。その御指摘を踏まえて見直します。

○松井座長 今の話は実質的には、日本がやるプロジェクトに海外が参加しているわけだから、現実を踏まえれば、そこまであえて日本にこだわる必要もないと私は思います。

○倉本委員 そうですね。どちらが主ということをあえて言う必要はないということですね。

○松井座長 それから、科学探査の手段として、はっきりしているのは戦略中型、公募型小型、多様な小規模プロジェクトを通じて推進していくということ。これについてはロードマップに書かれていることです。

では、それ以外の手段があるのか。プログラム化して何かをやるにしても、その枠の中に位置づけて当面はやればよい。今まではボトムアップだけでやってきたけれども、そこにこういうものをつけ加えるという意味です。

なので、それ以外に科学探査の手段があるかということ今、国際宇宙探査で出てきている。これは今までなかった手段だからプログラム化はそちらに入る。

当面はそちらをプログラム化ということで議論していきましようということですが、将来的にはもちろんそれは現実に即して変えていかなければいけない。けれども、今の時点では国際宇宙探査ということですね。

あと、「財政的な観点」というのが具体的にイメージしにくいかもしれません。今回こういう議論をしている背景としては予算の平滑化という問題があります。要するに、弾込めが計画通りにいかないと、予算が減ってしまう。ということで、具体的な問題として財政的な事情というものが入っている。科学探査について言えばここ数年で減ってしまった。その減った原因をいろいろ考え、今後こうやっていくべきかという議論を反映して「財政的な」という言葉になっています。

○藤井委員 資料1でも気になったのですが、プログラム化と平滑化との関係が明らかでないような気がしています。今まで議論していたのはむしろ、プログラム化をする1つの大きな目的というのは、宇宙探査が非常に巨大な費用がかかって、通常の宇宙科学を圧迫するのではないかという考え方があったかと思えます。ですからそれをちゃんと宇宙科学のほうもできるようにするという考え方。今、平滑化が必要とされているのは、むしろ宇宙科学の200億なら200億のところの弾込めを今、松井座長がおっしゃったみたいに言われているので、それとプログラム化で除いた部分の後のほうの平滑化を本当は必要とされているということですね。

○松井座長 平滑化というのは、宇宙予算全体の中での科学探査を対象としていると考えています。

○藤井委員 プログラム化以外のものですね。

○松井座長 あなたが言っているプログラム化というのは、長期的で、しかも財政的にもっと大きくなるような。

○藤井委員 今、問題になったのはISASが予算要求している200億ぐらいの予算のところの弾込めがしっかりできなくて予算が減った。その部分を長期的に見て平滑化できるような弾の準備をしていく必要があるという中での平滑化だったと思うのです。これをプログラム化することによって平滑化ができるわけではないわけです。

○松井座長 その通りです。財政的な観点からも議論が必要ですというのは、そういう意識がありますよという説明をしているだけです。今までそういう視点がないから弾込めが減ってきた。

○藤井委員 プログラム化の中で議論をされているので、プログラム化をすると予算の平滑化ができるようになるようなコンテキストになっているような気がしたのです。

○松井座長 そういうことではありません。弾込めができなければ、我々が幾

ら頑張っって科学探査予算が必要ですよと言っても、予算は確保できない。現状では、プロジェクト化されないと予算がつかない。というときに、基盤技術みたいなものも将来のプログラム化というような考えの中に含めて財政的に資金を確保できればいい。フロントローディングとか他の手段とも併せて、その平滑化につながるのではないかというのが基本にあるということです。今までと同じようにやっても、予算の平滑化はできない。だから、何か変えなければいけない。というのが、国際的な観点とか財政的な観点ということの意味であって、財政的な観点といってもわかりにくいだろうから、具体的にはそういうことですよということで説明したわけです。

○藤井委員 わかりました。

○松井座長 よろしいですか。

では、議題2「プログラム化の考慮事項について(1)」です。資料3の説明をJAXAからお願いします。

○JAXA 月・火星探査のプログラム化についてということで、JAXAの考え方を国際宇宙探査センターの佐々木とISASの所長の國中から説明させていただきます。

本資料については、全てが決まっているわけではなくて議論中のところもあります。それについて本日ここで報告することについては、理事長以下、経営層に確認の上、報告させていただくという位置づけになっています。

【JAXAから資料3に基づき説明】

○松井座長 資料2の、主として第2章に関係することについて説明いただきました。ただいまの説明に関して御質問等ありましたらお願いします。この議論の後、第2章、第3章まとめて検討するので、第2章の説明に関して質問をお願いします。

○市川委員 最後の人材育成の観点は前から言われていて非常に重要ですし、よく考えられていると思いますが、それ以前に、これだけの大きなプロジェクトをやるために、どういう人材がどれだけ必要かという人材資源の配置計画がないと、これで十分かどうかというのはわかりません。具体的にテニユアトラックとか書いてありますけれども、本当にこれで足りるのか。足りるようにとっても思えない。人材資源の配置計画のようなものをある程度、見せていただかないと、これが本当に有効かどうか見えてこないのですが、いかがでしょうか。

○JAXA ご指摘のとおりだと思います。ただ、一方でどの規模でプログラム化をしていくかということのもまだはっきり決まっていないう中で、それに合わせて人材が何人いるかということのもなかなかそこは決めていけないので、そこはう

まくコミュニケーションしながら順次やっていくものではないかと思います。

○市川委員 ぜひそういう視点をどこかに入れておいてほしい。

○松井座長 今回の佐々木センター長の説明は、日本がまだ国際宇宙探査にどのようにかかわるのかという全体的な構想がまだはっきりとは決まっていない状況の中で、とりあえずJAXAが検討している案について紹介していただいたものです。人材は今ここですぐに決着がつかない問題なので順にやっていきます。本日はまず、探査小委でプログラム化ということで月・火星探査をやるときに、その考え方はJAXAが検討している方向でいいのか、あるいは足りない点があるのか、どうすべきかというのをまずもって議論していただきたい。特に惑星探査なので惑星科学関係をやっている人たちから、こんな考えでいいのか、あるいは足りない点はあるのか、そういうことを含めて意見があればお願いしたい。

○倉本委員 月の極域探査に関係してなのですけれども、これだけを取り出してしまうと、なぜそこに行くのかという形になるかと思います。将来の火星着陸で火星の内部にあるボラタイルを調べるという方向につながっていくということを強調すると、これは非常に生きてくることなのかなと感じました。コメントです。

○松井座長 資料3を見ると、唐突に月極域探査、2023年度目標など出てくる。4ページのところに成果最大化に向けた取り組み方針というものがあって、さらに惑星科学の大目標に対して5つの中目標がある中で、なぜ月の場合には極域探査なのかというのが全く説明されずに突然出てきている。それぞれが、月極域探査とどう関係しているのかということが明確でないと説得力がない。どうしてなのか、きちんと説明してもらう必要がある。

○JAXA 大きく2つあります。1つは従来から考えている資源としての水というところで、水資源の利用可能性を確認した上で将来の月の広域探査と火星等の探査に向けての資源として活用できないかというところをしっかりと調べるといふ点。もう一つは、科学的にも水というのはどうやって地球に飛んできたかというところは、非常に大きなテーマとして考えていますので、そこを月でしっかりと分析することによって、水がどこから、スノーラインの外から来たのか、太陽から来たかというところをしっかりと見極める科学的な意義も高いという点。この2つの観点で月極域というのは非常に次のステップとしてはいいのではないかと考えています。

○松井座長 そのような議論をコミュニティとどこまでちゃんと行なっているのか。資源という言葉が出てきますが、資源はまだどこでも議論していない。そもそも資源とは何なのか。それと科学探査はどう結びつくのか。そういう整理もしないといけない。水が地球にどう持ち込まれたかというのは重要だけ

ども、極域で水を調べたときに何を測ればその起源がわかるのか、といったような議論きちんとやらなければいけない。公開の場でそういうことをしっかり議論するような計画があるのか。

○JAXA 今、理工学委員会の中では国際宇宙探査専門委員会というものを開催して、月極域探査の意義については議論しています。理工学委員会には報告されていますが、今度、9月に公開の場でしっかりとその議論をしていただくことを計画しています。

○松井座長 JAXAが検討している月探査プログラムを見ると、リモートセンシングをやって、着陸実証をやって、移動探査をやって云々という中で今ある具体的な探査としては、SLIMです。SLIMはマントル由来物質の分布領域での観測ですよ。移動探査になると、SLIMの観測結果を踏まえてさらに何かやるという位置づけではなく、急に極域で水氷の分析という話になっている。私から見たら整合性がとれた内容になっていとは思えない。

○JAXA そこはまさしく議論中で、SLIMの次のステップとして月極域探査においても、場所は違うのですが、そういう形成論のデータをしっかりとることかできるかどうかを議論しているところです。

当初はSLIMと極域の間につながりがあったのですがけれども、コンセンサスが得られなかったので、本日の資料では外しています。

○松井座長 探査小委は、JAXAのこういう戦略で本当にいいのかというところが重要なのでそういう議論をしてほしい。

○藤井委員 今の点は、この前までの資料ですと月に行くという計画がいろいろな国で非常にたくさんありますね。その一環として項目立てとして特にインドとの国際協力があるのでここに出しているのではないかと理解したのですが、そういう考え方で出しているのかということと、もしそうだとするとインドとの計画というのはさまざまな工程表の中の小規模プロジェクトとか、そういう中に入っているのですか。

○JAXA 最初に述べましたように、国際宇宙探査というのは科学を第一に考えています。（国際宇宙探査は）当然、国際協力とかいろいろなプレゼンスとか、いろいろな視点が入ったものですので、科学だけでここ（極域）だというわけではないのですが、ただ、科学には貢献し得るところで今回、御説明させていただいています。

もう一つ、工程表の記述ですが、ここには表示はしていませんけれども、国際宇宙探査の項目27におきましては、国際協力による月探査活動という記述がありまして、これがまさしくインドとの協力ということですか。

○藤井委員 そうすると2023年あたりは別段、具体的なプロジェクトとしては何もないということですか。

○JAXA 決まったわけではなくて、我々としてはその手前の開発研究なり、そういうところを取り組みたいというのが現状の考えです。

○藤井委員 2023年はすぐに来るので、そういう意味からすると、こういうところにちゃんと書き込んで進めていくことが必要かなと思います。

○松井座長 今、説明があったように、有人という観点とか、月探査のプログラム化としてここに書いてあるものは、多分、科学探査という従来の視点だけではない視点も入っている。そうだとするなら観点を分けて、科学探査的にはこうだとか、先ほど4つ、日本が目指すべき技術的にはこうだとかありましたが、そういう観点から整理をしてほしい。こういう資料が突然出てきってしまうと唐突過ぎて、なぜ極域なのかという疑問は当然出てくる。(科学コミュニティで)検討してまだ合意が得られていないとしたら、JAXAとしてはこういうことを考えているけれども、本当にいいのでしょうかという議論をきちんとやってもらう必要がある。

○竝木委員 月探査については実際に私自身かかわっていて、そこで科学的意義は何があるか9月に(予定されているJAXAのワークショップで)話をしなければいけないので、極域探査にはある程度理解しています。火星も正直言うとかかなり検討されていて、なぜ火星に行きたいかということも随分議論されているはずですが。残念ながらこの資料ではいろいろな国が火星を目指す中で日本が何を特にやろうとしているのか書かれていないので、そこが少し残念だなと思っています。

○JAXA もう少し詳しく書けばよかったですけれども、全体の時間のバランスもあり、また、本当に今後議論をすることになっているので、少し割愛させていただきました。この中では日本としてはどこを目指すかとか、そういうところの議論はある程度進んでいるという理解はしていますので、それも9月の時点のときにもしっかりと議論していただければと思います。

○山崎委員 プログラム化の中には科学的な探査とともに、それを培うための技術蓄積という観点も資料には書かれていらっしゃいます。そちらと今後計画されている技術との整合性ももう少しトラックしていただきたいなと思っています。例えば重力天体での着陸技術など、4つの重点項目を挙げていますが、これらも具体的にどのミッションで培っていくのか、もう少し具現化していく作業が必要だと思います。今すぐにはではないと思いますが、そのあたりも視野に入れていただければと思います。

あと、現在、国際的にまず月を探査しましょうという流れがGatewayも活用してということであります。その先には火星探査という流れも現状では打ち出されていますけれども、その流れが固まってくる以前においてはフレキシブルパスという政策が米国でもとられていて、そこでは月・火星、小惑星も含めてフ

レキシブルにパスを考えましょうという考えが主流だった時期もありました。

今後、国際動向がまたいろいろと変わっていく可能性もあることは常に念頭に置く必要が日本ではあると思っていて、月までは固まりましたけれども、その後がまたいろいろと状況が変わる可能性も見越した中で、日本としてはどういったプログラムを打ち出すのかという部分が、そこは国際動向に左右されずに日本としてプログラム化を進めていいと思っています。

そういう観点から考えると、当面の対象として月と火星を選択されていて、状況に応じて見直すという条件つきで書かれています。その中で小惑星の扱いをどうするのかというのは、きちんと議論されたほうがいいと思っています。そこはどう考えていますか。

○JAXA まず今日説明した技術については小惑星についてもつながるというのは書いているとおりです。過去においても小惑星のほうに資源探査という議論があり、そういう可能性について現状は念頭には起きつつも、我々としては対象としては月と火星に絞らせていただいて、技術については波及というのを念頭に置いて磨いていくという考え方にしています。

○山崎委員 そうしますと具体的には「はやぶさ2」の後の技術蓄積はMMXにも生かされると思います。今後MMXの技術をより先に生かすことを考えたときに、対象が月・火星ではない、小惑星になったときには、それはプログラム化というよりは従来のボトムアップのロードマップの中で、ミッションを立ち上げていくという考えでいるということですか。

○JAXA 最終的に決まっているわけではないのですが、JAXAの中の議論としてはそういう形で、重力天体探査と小天体は分けて考えています。

○松井座長 今後も含めて大きな方向性でいけば、国際宇宙探査という枠組みの中だけでプログラム化を全部考える必要はない。もっと大きな科学探査の方針としてまず一番ウエートを置く技術はサンプルリターンですという中で、小惑星又は彗星について、例えば米国も計画したら一緒にやるとか、従来のボトムアップで出てこないような新たな考えで小惑星又は彗星をやるという話が出てきてもいいわけです。当面、今年中に日本が国際宇宙探査の中で月科学探査にどうかかわるのかという方針をいろいろ決めていく中の政策判断の資料として、ここで今、議論している。そう考えていただくと、別に現段階でここに全部入れる必要はない。将来プログラム化ということではいろいろな考えが出てくるということだろうと思います。

○山崎委員 承知しました。サンプルリターンの技術は非常に大切な、プログラム化としても培いたい技術だと私自身も思っていますので、将来的には含め得るという可能性を残しているのであればいいのです。

○松井座長 当面の間の話でないところには、いろいろ書き込んでもいいと思

います。それこそ巨大ガス惑星領域の探査もあり得るわけだし、いろいろなことが検討されているわけですから、そういうことをプログラム化というところに含めても構わない。しかし、当面、我々が具体的にプログラム化としてスタートするものとして国際宇宙探査があるという状況の中で、月・火星を対象として議論している。

なお、資源については、天体の資源とは何なのかということを含めて議論しないといけない。現在は、資源という言葉だけが独り歩きしている。太陽系天体の探査として資源を考えたときは地球の資源的な意味だけでの資源ではない。資源探査をやるなら資源の意味を明確にし、その資源に科学探査がどうかかわるのかということも明確にしなければならない。まだ議論すべき課題はいっぱいあります。

人材はもっと大きな問題で、今回ここで、one of themとして議論するというわけにもいかないと思います。ここでは国際宇宙探査の中身をしっかりと検討して、宇宙科学・探査小委員会としては科学的な観点からはこういう考え方で対応するということを決め、その考え方のもと、今、出ているような案でとりあえずはいくということを了承するという段階です。まだ内容が不十分であれば、もっと検討して、考え方を整理してくださいという言い方でもいい。

○市川委員 資料3をざっと改めて見直してみてもわからなくなってきたのは、資料3は日本の宇宙探査に関するプログラム化に見えてきて、もともとは国際宇宙探査という観点から始まっているはずなので、その点どうなのかということです。プログラム化では、国際的にどのように議論が進んでいて、その中で日本がどういう貢献をしていくかという観点が最初に来るのではないかという気がするのです。これだけ見てみると先ほどの極域の探査とか、そういう個別のプログラムと、その延長としての日本のプログラム化というように見えてしまうのです。もう少し国際的な観点からのまとめが必要ではないかと感じます。

○松井座長 例えば宇宙政策委員会で、日米を進めるときに、これは必要だから参加します、こういう格好で参加しますという大きな方針を決める。個別の点の実施機関同士で議論してくださいという話になれば、もう少し今の指摘については明確になると思います。ただ、これは現段階では、JAXAとして検討をしている案ですから、個別プログラムについて具体的に説明してもらったわけです。

科学探査という観点で、本当にこれでいいのかというJAXAのワークショップの話はいつやるのですか。

○JAXA 9月25日です。

○松井座長 その段階で、JAXAとして説明する案について、多分、ボトムアップ的な議論が始まるのではないかと思います。

○市川委員 もちろんこういうものがベースになって、国際的な協力の中で日本のプレゼンスをしっかりと見せていくというものになると思うので、それはわかります。

○松井座長 （資料3は）JAXAとしても、そうした枠組みの中でこういうことをやりますということを検討しなければいけない。そういう案と理解しています。

○JAXA 我々としても皆さんに言われるだけでなく、我々としてはこういうことをしたいというのはしっかり言わなければいけないので、そういう検討案と御理解いただければと思います。

○松井座長 よろしいですか。第3章の人材育成とかは、皆さんが一番かわることだろうと思います。聞きたいことはたくさんあるのではないかと思います。ここに書いてあることで、今の段階で人材育成はいいのかも含めて議論してください。

○竝木委員 正直言うと、少なくとも科学に関しては人が足りないと思っています。長期的に増やしていくというのがここにプランに主に書かれています、始めるのだとしたら倍増ぐらいしないと人手が足りないのではないかと感覚的に思っています。そうすると長期的に増やしていくのを同時にやりつつも、どこかの部門、地球科学の部門から何かこの宇宙科学に人をマージして取り込むようなことが必要ではないかと思っています。特に先ほど資源の話がまだ十分議論されていないのですが、そういうところを地球の資源をやっているようなところが一遍に宇宙のほうに流れ込んでくるようなことをつくらないと、とても人手が足りないという感覚を持っています。それはもちろんJAXAだけでできる話ではないので、大学共同利用の枠組みとかの中にそれをどう組み込んでいくかというのは、十分に議論しないといけないと思います。

○松井座長 大学共同利用機関という立場は非常に難しい。難しいというのは、ISASと天文台と高エネ研、例えば文科省的には大学共同利用機関と一括りで言いますが、内容が全然違う。宇宙科学関係の大学の人が集まって、ISASに対する意見を聞くと、大学共同利用機関というコンセプトが、天文台と高エネ研とISASでは決定的に違うということ認識していない。大学共同利用機関の枠組みを通し云々と書いてあると、ISASとして具体的に、どういうふうに大学とのシステムの構築をしようとしているのかを聞きたくになります。

○JAXA プロジェクト関係、例えば「はやぶさ2」などのスペースミッションに、昔の言葉になりますけれども、“学生当番”ということで学生を動員するようなメカニズムをより広めていきたいと考えています。具体的には、アルバイト料を払う等の仕組みをつくりまして、今はJAXA内に来ている学生が主体になっていますけれども、今後、外の大学、遠方の学生まで手を伸ばす

のは難しいかもしれませんが、東京近郊の学生を衛星運用の場に積極的に参加させて、モチベーションを高めさせる経験を積ませることができるのではなかろうかと考えて、広げていきたいと考えています。

○松井座長 そういったJAXA側の構想に対して、大学が学生を派遣することができるのかどうか。私は、アルバイト料を払えば来るとかという問題ではなくて、例えば単位だとかいろいろな問題を含めて総合的な仕組みがないと進まない話だと思います。国立大学が法人化されて以降、各大学みんな独自にやるし、各自の宣伝をしたいわけだし、そう簡単に昔、言っていたような大学共同利用機関の枠組みを通じ、ということが機能しないのではないかと思っています。人材育成に関してはその辺から、議論をしっかりとっていく必要があります。

○藤井委員 大学共同利用機関法人は総研大にISASも天文台も入っていますが、そこは学生が非常に数が少ないというのが1つの特色で、教員の3分の1ぐらいしかいないのです。だから大学との連携というのは大事で、その場合に昔で言うところの学生を派遣するような制度が昔あったと思います。今だと特別共同研究員制度ですか、そういうものを使うとか、クロスアポイント制度を使って先生と一緒に入ってもらうとか、そういう仕組みは今すぐにでもできるというのが1つです。また、今、たしか大学等連携推進法人という枠組みが考えられていて、それは機関と大学とが1つの屋根の中に入って、単位互換等もできることになっています。考えられているだけですけれども、そういうものもあるから、研究者の流動を含めて学生もISASに持ち込むようなシステムをつくるということが大事だと思います。昔そういうものがありましたね。

○JAXA 今でもあります。JAXAの中では連携大学院という呼び方をし、各大学とそういう協定に基づいてやることはできています。

○藤井委員 そこで学生にメリットがあるような単位互換だけではなくて、さまざまな生活も含めて長期に滞在できるとか、そういう方針を捉えたほうがいいかなと思います。

○JAXA その仕組みを活用するのは1つの手だと思います。もう一つ、今おっしゃったように大学全体で単位の互換をして教育プログラムをつくるというのは、例えば火山の学会でも、高エネ研でもいろいろとやられています。それをうまく参考にして、全国の学生が宇宙科学に参加するような、ISASに来なくてもできるような仕組みがまずとっかかりとしてはあるべきかなと考えますが、そこら辺はまだ制度とか深くは考えていないので、今後の検討課題かなと思っています。

○竝木委員 私自身もJAXAを見ていて教育に関して思うのは、総研大で学生をとってもそんなに大した人数ではないので、JAXAだからできることをぜひ考えていただければと思います。大学でできる教育は大学に任せてしまえ

ばよい。学生にとって大きな関心事は、おそらく学位を取った後の就職が果たしてあるのかどうかということだと思っていますので、プログラム化で宇宙探査が進むのであれば、そういうところに定期的に人を送り込めるようになりますよという道筋をつくるのが非常に重要なのではないかと考えています。

○JAXA 昨今の民間企業の宇宙進出の活況さで、今まで宇宙に関わっていなかった企業が、新しく小型衛星をつくるなりロケットをつくるなりというところで進出してきたいて、そういうところにはJAXAとしては求めがあれば技術供与するなりということが（JAXA法の）6号業務として規定されています。もう一つは探査ハブの事業で、国際宇宙探査の枠組みの中でJAXAが欲しい技術を非宇宙企業を含む民間企業と互いに技術の持ち出しで技術研究開発をするということで、宇宙領域に新たな企業（プレイヤー）を増やしていく。そういったところが学生の受け皿ないし就職の受け皿になるのではないかと期待しています。まだ活動として規模は大変小さいですが、そういったところを足がかりに広げていければと考えています。

○市川委員 今のことに関して、私も日本天文学会でキャリアパスの支援をしているのですが、学生たちのキャリアパスとしてこういうものがあるんだよということがまだ知られていなくて、ぜひ今のような話が学生たちに伝わるような仕組みをつくってほしい。私は実際に博士号を取った学生が民間企業に就職した例をたくさん知っている。博士号を取ろうという人たちが学位を取ったら一般企業に行くという意識を持っているならば、就職は十分にあると思っています。実際に多くの人が就職している。そのパスの中に今、言われたような科学にかかわっていきける、あるいはそういう仕事につけるといようなパスがたくさん紹介できれば、学生たちは非常に興味を持ってもらえると思います。ぜひそういう例を我々にも教えてほしい。

○松井座長 国際宇宙探査という視点でいくと、今、國中理事が説明した技術的な分野とは別の話で、新しいテニュアトラック制度が目玉の人材育成になるだろうと私は思っている。これまで学生で来ていた人がどうテニュアトラックのようなポジションで吸い上げられて、研究者になっていくという描像が見えると、研究者になろうという人が学生のときから出てくる可能性がありますね。テニュアトラックは既にスタートしたわけでしょう。現実には、そういう人材として吸い上げられそうな人は多いのですか。

○JAXA テニュアトラックにつきましては7月に公募を締め切って、現在審査中です。まだ具体的に採用ということまでには至っていません。募集状況としては3課題で募集し、1課題10人ぐらいの応募があったものもあります。

○松井座長 その中で今までISASで関わっている人はどのぐらいいますか。

○JAXA 個人情報にかかわることなので開示できません。申し訳ありません。

○松井座長 私はこれまでも、文科省とISASとで協議して、人材育成に資する取組みを政策的に検討してくださいと言っているけれども、まだ具体的な案が少ない。そこで多分、大学共同利用機関の枠組みを通して、という議論になっているのだと思う。人材育成は我々としても関心を持って議論をして、いい案が出てきたらサポートするという態度をとっていけば進むとは思いますが。

○藤井委員 第3章のプログラム化の具体的内容というところですが、プログラム化というのは将来いろいろな案があるのでプログラム化ということなので、この書き方、SLIMとMMXと海外プロジェクトの参加による知見獲得では、プログラム化というイメージがなかなか湧かない。資料3の6ページにJAXAの目標とする国際宇宙探査というのが書いてありますが、このうちJAXAである程度主導する火星とか月のプロジェクトとして、ここに挙げられるようなものはあるのでしょうか。6ページのJAXAが目標とする国際宇宙探査にいろいろなプロジェクトが将来計画に載っていますが、このうちでプログラム化の具体的内容の中に候補として、決定ではなくて候補として挙げられるものがあると、よりプログラム化のイメージが見えると思います。そういう観点から言うと何か本格的科学探査の月の裏面とか載せられるようなものはないのでしょうか。

○JAXA 6ページは具体的というよりは概念です。8ページとかで検討しているものは挙げていますけれども、どこまで書けるかというのはなかなか御議論いただくところだと思います。

○松井座長 ISASが今まで力を入れてきたサンプルリターンとかあるわけでしょう。本当はサンプルリターンをもっと大々的に検討してもらいたい。

○藤井委員 完全に計画でもいいので、幾つかのものがないとプログラム化と言うには、これだけ出てしまうとSLIMとMMXしかないという感じになってしまう。そこは少し書き込めるようにしたほうがいいのではないかという気がします。

○松井座長 これから国際宇宙探査のワークショップをやって、こういう探査の仕組みがあることを周知徹底して、皆さんにこの枠組みの中で提案してくださいとか、いろいろな試みをやっていけば新しいアイデアが出てくるのではないかと思います。まだそれをやっていないからね。今年そういうことをやって、来年初めぐらいにISASでシンポジウムがあるわけだし、そういう場を通じてとにかくSLIMの着陸地点も含めてこの議論を深化させてもらいたい。新しい提案が出てきて、それは別にボトムアップ的なプロセスを経てプログラム化されたっていい。そうすれば、いろいろと活性化された状況が生まれると思

います。それを是非やってもらいたい、というのが現時点での要望です。こういう格好でまとめていくことに関してはとりにあらずいいですか。

○**竝木委員** 先ほどお話があったように、資源の話がここには全くないのですが。

○**松井座長** 資源についての検討はこれからしっかりやらなければいけない。それと科学探査がどう絡むかとか、その辺の整理をしてくださいという意見が出ています。

○**市川委員** 資源と言った場合に、もう少し明確に資源とは何かということをや文章化したものをどなたかが提案してくれないと。

○**松井座長** 資源の定義は難しい。地球の資源だって資源とは何かと言われれば難しい。

○**市川委員** 例えばサンプルリターンで、その小惑星の物質を持って帰る。それは資源探査ですが、今の「はやぶさ」は科学探査です。それを資源探査とかに言葉を置きかえてしまうと何か乖離が起きてしまう可能性があります。そのあたり、資源探査という場合にはどういう定義をするのかというイメージを、科学探査とどう違うかということをや何か明確にする必要がある。

○**松井座長** ご指摘のとおりです。宇宙政策委員会でも資源という用語が安易に使われている。何をもちいて資源と言うのか。どこかでそれは整理してきちんと明確にしなければいけない。資源探査は科学探査に近い話だから探査小委でやってもいい。

○**市川委員** 例えば I S A S が、科学の立場から「はやぶさ」のサンプルリターンを行う際には、そこに資源という言葉をやどう定義するかわからないけれど、とにかく科学者が考えているサンプルリターンの中身は明確に定義されていると思う。そういうものも前面に出していく必要があって、一方で資源という定義を別のところでもいいですが、しっかり出してもらえれば、お互いの定義の違いが明確になるのではないかと思います。それぞれ出していただくのがいいと思います。

○**松井座長** その通りです。宇宙政策委員会で資源をやどう扱うかというのは、まだ考えがまとまっていない。事務局は資源というのはどう考えていますか。

○**行松審議官** 政策として宇宙資源を確保していくというところの議論は、米、国、ルクセンブルクでも構想しているように、国際的にも議論されているし、そこは取り組んでいかなければいけない問題です。一方でその流れの中で日本はどうかというところは議論はしないといけない。松井座長がご指摘のように科学探査としての資源の意味合いとか、プログラム化の中で資源をやどう考えるかというのは、どこかで確かに言及しないといけないと思います。

○**松井座長** 探査小委で一度、J A X A が資源についてどう考えているかヒア

リングし、議論することとしたい。

○山崎委員 今後のことについて、資料2はこのプログラムについての考えをまとめたものであって、太陽系探査科学分野のプログラムというものを、いずれアウトプットとして何らかの形でまとめるという理解で正しいでしょうか。そのまとめられるときには、先ほど藤井委員もご指摘のように、内容としてSLIM、MMXしか載っていないというのは、プログラムの構想としては短期的過ぎるという感じがしています。そのプログラム化の背景においても政策的に長期の政策を立てると打ち出している以上は、もう少し何らかの流れを打ち出さないときちんとしたものにならないと思っています。これをいつぐらいに制定、きちんとまとめる予定かというスケジュール感を教えていただければと思います。

○須藤参事官 まさにSLIMとかMMXはイメージということで、例えばこういうものがありますねという形で事務局が書いていたものです。本日の御議論を踏まえますといろいろとその後議論は続く可能性もあると思いますが、1つの目標としては年末を目標に大まかな方向性を決めたいと思っています。その段階では、例えば人材育成をここに書かせていただいています。座長のご見解では人材育成は非常に大きな話で長期的な話だということがありますので、それについては今後も議論するという形になるかもしれませんが、そういう形でさせていただきたいと思っています。

○松井座長 最後に事務的な事項について、事務局からお願いします。

○須藤参事官 次回は9月21日の14時から16時で開催いたします。

次回は各国の動向や国際探査プロジェクトについてと、また、本日の御議論を踏まえて2章、3章を引き続きご議論いただければと思います。

○松井座長 どうもありがとうございました。