

第29回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：令和元年5月7日（火）13：00～14：30

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、関委員、永田委員、竝木委員、松本委員

(2) 事務局（宇宙開発戦略推進事務局）

高田事務局長、行松審議官、星野参事官、高倉参事官、森参事官、
山口参事官

(3) 関係省庁等

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA） 國中理事
倉崎理事補佐

4. 議題

(1) 宇宙科学・探査ロードマップについて

(2) フロントローディングの具体的な進め方について

(3) 宇宙基本計画工程表改訂に向けた重点事項について

(4) その他

5. 議事

○松井座長 それでは、時間になりましたので「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29回会合を開催します。

御出席の委員の皆様におかれましては、お忙しいところを御参集いただき、お礼申し上げます。

平成31年度を迎え、委員に入れかえがありました。委員名簿は参考資料1にございますが、市川委員、小野田委員、倉本委員、藤井委員、薬師寺委員が御退任され、新しく大島委員、関委員、常田委員、永田委員、永原委員が御就任されました。

本日は、大島委員、常田委員、永原委員、山崎委員が御欠席となっております。

最初に、新しく御就任された委員から一言いただきたいと思えます。

まずは関委員、お願いします。

○関委員 ただいま御紹介にあずかりました東京大学の関と申します。

これまで、火星探査機のものぞみ、GEOTAIL、地球周回及びNASAの火星探査などにかかわっており、今回、むしろ現場で探査にかかわっている者が委員になることはどうなのだろうと思ったのですが、ここに書かれていることは、我々がどうやって打開すればいいか、常日ごろ、すごく悶々としていることなので、若輩ながら、できることがあればと思い、委員を受けさせていただきましたので、よろしくをお願いします。

○松井座長 次に、永田委員、お願いいたします。

○永田委員 北海道大学の永田と申します。

専門は宇宙推進工学で、主にハイブリッドロケットの研究開発をやっております。4月いっぱいまで宇宙工学委員会の委員長を務めておりまして、その委員会の中でも、この中で議論されているような内容が宇宙科学コミュニティの中の議論としてとても重要な議論の扱いになっておりました。今期からそのような重要な議論に参加させていただけるということで、コミュニティ全体の利益になるように、いい議論を尽くさせていただきたいと、こちらも若輩ながら力を尽くしてまいりたいと思います。よろしくをお願いします。

○松井座長 ありがとうございます。

議事に入る前に、参考資料2にありますとおり、小委員会の運営に関し、必要な事項は座長が定めることになっておりますので、座長代理を指名しておきたいと思います。

本日は御欠席ですが、常田委員にお願いしたいと思いますが、よろしいでしょうか。

なお、常田委員には事前の了解をいただいております。

それでは、常田委員に座長代理をお願いすることとします。

本日の議題に入りたいと思います。本日の議題は、「宇宙科学・探査ロードマップについて」「フロントローディングの具体的な進め方について」「工程表の改訂に向けた重点事項について」となっています。

それでは、議題1「宇宙科学・探査ロードマップについて」検討したいと思います。

JAXA宇宙科学研究所から説明をお願いいたします。

【JAXAから資料1について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

それでは、質疑をお願いします。初めての方はどのぐらいまで前期の議論をフォローしているか不明ですが、何故このようなロードマップ作成の話になっているのかというのはお分かりでしょうか。ロードマップに基づいて工程表を

策定するのですが、前回ロードマップを策定したときは5年前で、現在とは様々な情勢が違っていたと。この小委員会に関していえば、1つは、国際宇宙探査が始まった。これは有人宇宙の枠ですが、月、火星を中心にやっていく。そうすると、今までボトムアップで、SLIMやMMXが決まってきたのだけれども、これからは国際宇宙探査という枠組みの中でも考えていかなければならない。そうになると、科学探査と国際宇宙探査をどう考えていくかとか、あるいは先ほど説明いただいた15ページ、「宇宙・科学探査ロードマップの推進方策案」を見ていただくとわかるのですが、平成27～29年とか、その辺のところは新しいプロジェクトが何もなかったわけです。それを反映して、今年の予算が一昨年に決まった段階では、科学探査予算が4年前に比べて半減し、200億円ぐらいあったものが110億円まで落ちた。それを踏まえて、どうやってまた200億円近い額まで回復していくかという議論を昨年始め、フロントローディングを実施することになった。フロントローディングというのは、昨年、MMXという、まだプロジェクト化されていない計画で、プロジェクト化していくことが明らかなものについて必要な技術開発を、フロントローディングという考え方を導入し進めていこうということで、財務省と折衝して新しく認めてもらったという経緯があるわけです。

それを踏まえて、今年また新たな科学探査予算、あるいは国際宇宙探査の予算を確保しなければいけません。そのためにフロントローディングの概念の整理をして、キー技術とミッションを結びつけた。16ページにあるように宇宙科学研究所が宇宙科学・探査ロードマップの推進方策案を書いています。こういう考え方だと、それ以前に比べ、中型や小型、小規模計画について、切れ目なく進めていける。切れ目なく進めていければ、予算獲得において、今までのようにプロジェクト化されると予算が増え、されないと削減されるという、振れ幅の大きい予算ではなく、一定額を確保して確実に推進していける。その下地の案を昨年、議論してきた。今年はそうした経緯を踏まえ、探査ロードマップの改訂にあわせて、この議論も深めていきたい。

ということで、ただ今説明された宇宙科学・探査ロードマップについて、質疑をお願いしたいと思います。

○竝木委員 8ページの新しく4つの枠組みに変わったところに関して、公募型小型計画が、下限が100億円から50億円に変えられている。イプシロンを使うと100億円ぐらいの額がどうしてもかかってしまうのではないかと思うのですが、これはなぜこんなに変わったのでしょうか。

○JAXA（國中理事） イプシロンは今、開発中ですので、費用が少し高めではありますけれども、将来的には40億円という数字になると聞いております。我々としては、小型衛星の技術を獲得して、これで速やかにより遠くの宇宙に出か

けていくことを実現したいと考えております。これはまだ検討中のことなので、一例と考えていただきたいという意味なのですが、例えば、50キロ、100キロ級の衛星を仕立てることができれば、イプシロンであっても土星という距離まで到達することができます。もちろん電力の問題だとか、通信の問題だとか、たくさん解決しなければいけないことはありますけれども、将来的にはそういうことを実現したい。そうしますと、小型衛星であれば、高くても30億円とかでできてしまうので、この50億円という数字、前は100億円だったので、100億円以下で物事を実現することを目標としたいという意味をここでは含めております。

○竝木委員 ありがとうございます。

もう一つ、伺いたいのですが、その下のところで、多様な小規模プロジェクトが今度は戦略的海外共同計画と小規模計画と2つに分けられた。その理由をもう少し説明をお願いしたいのと、資金規模的に10億円／年と数億円／年、これは適正なのかというところを少しお伺いしたい。

○JAXA（國中理事） 日本の成果もそれなりに世界からお認めいただいております。例えば、はやぶさ・はやぶさ2の技術は大変高く評価していただいております。例えば、はやぶさに搭載しました幾つかの技術要素は、海外から大変かわれております。いろいろな引き合いを受けておまして、コンポーネントとして切り出して海外に提供して、海外の枠を使って宇宙進出を図れるということが具体的に議論を進めさせていただいているところです。ですから、それがどのぐらいの費用規模かということにもなるわけですが、10億円とか20億円規模のコンポーネントとして切り出して海外と相乗りを行う費用枠をここで想定しているものです。前の左側のところではそういったことがメインにはうたわれておりませんでしたので、少し拡大解釈をしてこれまで実施してきたところがあります。ただ、実態に合わせて海外相乗り枠として一つ切り出して、ここに設けさせていただいたものです。1つのミッションが仮に20億円だったとして、3年とか5年の単位で開発がかかりますので、年間10億円というのは、このぐらいの費用があれば複数のミッションを走らせるのではないかと考えておくものです。

○竝木委員 そうすると、以前より状況がどんどん進んで、海外との協力は進んできたので、そういうふうに書いていただいていると。

○JAXA（國中理事） 具体的にそういった事例がたくさん舞い込んでおまして、そういったチャンネルを逸することなく有意に使いたいと考えているものです。かつ、大学コミュニティに対しても開かれた方式としてこういう枠を設けることによって、各大学の小さなコミュニティでのディスカッションから10億円規模のミッションを立ち上げていただくことを標榜しているものです。

○竝木委員 ありがとうございます。

○永田委員 同じところなのですが、多様な小規模プロジェクト群についてこのような改訂を行われるという提案は基本的に大賛成です。その経緯についても、理工学委員会の中である程度説明いただいたことが何回かございましたので、それなりに、コミュニティ側から理解はされていると思うのですが、戦略的海外共同研究として特出しにすることで予算を取りに行くという姿勢を明確化したのだと理解しています。小規模プロジェクト群という表現にすると、それは基盤研究と何が違うのかという切り分けが明確に見えないので、これは基盤研究ではなくてプロジェクトなのだとすることをメインに示すために、戦略的海外共同研究を設けた。10年間で3～4件実施するとしても、1件当たり20億円から30億円ぐらいかかけられますので、その値段は公募型小型のロケットを含めても百数十億円と、ミッション部だけで比べると、そんなに小さい規模ではないという意味でも、これは確かにプロジェクトだなという説得力は非常に出ると思います。

ただ、この案の中で気になっているのは、小規模計画が、果たしてこれは基盤研究ではなくてプロジェクトだと、外から見ても明らかに見えるかというところが、この資料を拝見しただけではなかなか言い切れないところがございます。もちろん、これは基盤研究ではなくてプロジェクトだということは非常に理解しています。どう理解しているのかといいますと、具体的に小規模計画の提案として出てくるものは、ほとんどが観測ロケットを使うものか、大気球を使うものなのです。科研費レベルでできるようなことではないし、宇宙科学研究所が持っている飛び道具を使わないとできないものばかりが提案されています。そのため、これは明らかにプロジェクトです。明らかにプロジェクトなのだとすることを、もっと外から見て明らかに見えるような書き方にしていく必要があると思います。

それに当たって、私がずっと、これは問題だなと思っていたのが、宇宙科学研究所の観測ロケットの打ち上げ頻度が、イプシロンと同等である、あるいはH2ロケットよりも頻度が少ない。普通、ロケットは規模が小さければ小さいほど、いっぱい打ち上げないと技術の蓄積はできないのですが、軌道に到達できない観測ロケットの打ち上げ頻度がH2ロケットよりも少ないというのは何たることかと常々思っておりまして、これを使うものがまさに小規模計画なのだと思います。ですから、そこの予算を取っていくところを分厚くしていかないと、上に上がっていく技術開発はかなり厳しいと思うので、ここの書きぶりは非常に大事だと思いますので、もっと工夫が必要かなと思いました。

○松井座長 工夫が必要という場合は、こう変えたほうが良いという提案をしてもらえるとうれしい。この小委員会は政府・文部科学省に陳情するとか、

宇宙科学研究所に何かしてほしいとか、そういう希望を伝える場ではなくて、政策としてこうやるべきだということをJAXA、宇宙科学研究所に伝える意味もありますから。

○永田委員 分かりました。例えば、戦略的フライトプロジェクトとか、プロジェクトだとわかるような書き方をするほうが伝わりやすいと思います。

○松井座長 松本委員がよく指摘されますけれども、大学の人材育成、そういう意味で活用できるのではないか。小規模だから、大学院生が積極的に参加して実習するような、そういうプロジェクトとして使えるという意味もありますか。

○JAXA（國中理事） 御指摘のとおりだと思います。

○松井座長 そういうことがわかるように書いたほうがいいですね。

○JAXA（國中理事） 分かりました。御指摘ありがとうございます。

○松本委員 関連していいですか。

○松井座長 どうぞ。

○松本委員 永田委員がおっしゃった小型ロケット、観測ロケットの頻度が下がってしまって技術の積み上げができない、それは前から多くの方が感じていると思うのですね。今回、そういうものを小型プロジェクトとして一つにまとめた。それはいいのですけれども、予算規模から言うと、上げられるか疑問があります。大きなものに予算を取られてしまって、下のほうには予算が付かないという懸念が1つあります。はっきりしない。何億程度と書いてありますけれども、ここはやはり永田委員のおっしゃるとおりだと私も思っていて、もっと強化すべきだと思います。

それから、もう一つは、人材育成と書いてありますけれども、実際、大学院生が宇宙科学研究所に来て、いろいろ作業する、研究させてもらうことはあるとは思いますが、その規模がだんだん細っているのではないかという懸念を持っています。それは今、松井座長がおっしゃったとおりだと思います。そのときに、例えば、ある予算枠を確保したとして、その一部を大学側に委託するとか、そういう形をとらないと、授業もあるし、自分の研究室での研究もありますから、頻繁に来られないという事情があります。そうすると、裾野を広げることができない。したがって、予算の、持参にするのか委託にするのか分かりませんが、そういうプロジェクトをきちっと積み上げて、一番下の第4番目のカテゴリーを形づくる必要があるのではないかと思います。

○松井座長 多分、宇宙科学研究所もそういうことを考えているのだろうと思います。しかし、この文章からはそれが読み取れない。

○松本委員 具体的に他大学とか他機関と連携してと書いてあるのですけれども、連携の中身がはっきりしないと、なかなか進まないのではないかという懸

念を持っています。

○松井座長 私も以前から、大学に宇宙科学研究所の予算の一部が支出されて、連携が具体的に実施できるような仕組みが必要ではないかということは指摘していることです。今、松本委員からあったような、大学に少し予算が支出されて、しかも小規模なものであれば大学がある程度主体的に関われるような、そういうプロジェクトが具体的に今年度出す概算要求の中に組み込まれるような格好になればいいなと思います。この件について具体的に宇宙科学研究所でどのように考えているのかということになります。

○JAXA（國中理事） 連携大学として幾つかの活動を実施しておる例を御紹介したいと思います。ERG（あらせ）の取得したデータを名古屋大学で分析していただいて、名古屋大学の持っている地上観測ネットワークと衛星データをリンクさせた統合的な解析を実施していただきまして、大変大きな成果を上げつつあります。

また、現在、米国の大型ロケットのSLSペイロードとして、OMOTENASHIとEQUULEUSという2つの非常に小さな小型機の開発を行っておりますけれども、これは東京大学と提携いたしまして、主に東京大学で開発を行っております。費用については全部宇宙科学研究所側で支弁するという開発体制をとっております。

また、将来計画ですけれども、SOLAR-Cというのが提案されておまして、このSOLAR-Cのデータ解析につきましても、国立天文台であるとか、名古屋大学がここに関与していただくという構想をまとめつつあります。これはマッチングファンドで、宇宙科学研究所側も費用を提供しますけれども、それに見合うような費用を大学に求め、その期間で全てが霧散霧消してしまうのではなくて、そういったメカニズムが大学自体に埋め込まれるようなことを標榜しております。ですから、マッチングファンドにして、大学自体も自律的にそういった活動が、もちろんスタートアップとしては宇宙科学研究所側が御協力させていただきますけれども、それ以降、それが永続的に、持続可能な施策としてマッチングファンド方式で幾つかのものは進めるという事柄になります。こういった方式がうまくいっている例もありますし、当然ながら、余りうまくいっていない事例もないわけではありません。こういったノウハウを積んだ上で、具体的な計画として予算化に向けて御提案していきたいと考えているところでございます。

○松本委員 別の観点でよろしいですか。宇宙工学のほうは今までと違ってはっきり書かれてきたので、少し期待を膨らませているところなのですが、いわゆる科学と密接につながる宇宙工学というのは、今まで宇宙科学研究所は大きな成果を上げてきたと思います。それぞれ単独で技術としても立派なものがで

きてきていますが、直接科学と結びつかない基礎的な開発、例えば、再利用のロケットの技術などはまだ科学につながっていません。でも、そういうことを基本的にやっている方もおられるし、いわゆる工学の観点からいってもおもしろい技術、これは宇宙科学研究所に閉じなくて、JAXA本体と大いに密接に関係しますね。そこの連携の部分が余りはっきり書かれていません。科学のためとか、例えば、27ページにデブリとか、小惑星対応等々書いてありますけれども、これは宇宙科学の立場で積極的に参画すると書いていますが、宇宙というのはかなり広範囲な科学技術ですので、純粹に技術、科学とはにわかには結びつかないけれども、将来的には関係するという視点からいっても、工学の中にそういうミッションが、実施しているのかもしれませんが、この中では余り見えない。むしろ科学と関連するところしかできないような雰囲気表現になっているのは、ちょっとどうかなという感じを持っております。これはどうなのですか。工学の方もそれぞれ固有のミッションを、技術としてのミッションをお持ちですね。そういうものは基盤経費だけで実施するというのか、こういうプログラムの中に、フロントローディングの中で積極的に取り上げていくのかどうかをお聞きしたいのです。

○JAXA（國中理事） 基本的には基盤経費の中でこういったものを賄っていくという考えでおります。また、JAXAの中の宇宙科学研究所だけではなくて、研究開発本部と共同で、研究開発本部の持っているプログラムの中に宇宙科学研究所の職員を貢献させるという方式も幾つか具体例があります。宇宙科学研究所としては、やはり宇宙科学や宇宙天文というところがテリトリーになりますので、どうしても大きな予算枠を確保という意味合いで言いますと、先生の御指摘のように、基礎技術の開発といったところは、なかなかメインに打ち出すのは難しいという事情があります。ただ、基盤経費でそういった領域については肅々と、将来に向かっての研究開発の人材育成や、将来の目指しの部分は引き続き担っていく所存でございます。

○松本委員 フロントローディングという考え方の中に工学の部分を少し入れ込ませないとだめではないですか。長期的にやらないといけないので、今後は基盤経費というのはだんだん細っていきますね。運営費交付金ですね。それだけに将来の技術を託してしまうというのは少し弱い気がします。工学の方も長いミッションでやりたいというテーマもきつとおありかと思うので、そういうものをフロントローディングのベースとして、何分の一かわかりませんが、適正規模で埋め込むほうが、日本の科学技術の進展にはプラスになるのではないのでしょうか。

○JAXA（國中理事） おっしゃるとおりとは思いますが。ただ、いろいろ御相談していく中では、フロントローディング枠を新たに設けさせていただくことに

よって、これまで基盤経費で衛星のいわゆるフロントローディングもやっており、並行して将来の技術開発も実施していたわけですが、ここでメインにフロントローディングで基盤経費から外に出すことができれば、基盤経費の将来に向けての有効な利用が図られると私どもとしては考えております。ですから、メインにフロントローディングの中に埋め込むのではなくて、基盤経費から外出しにすることによって基盤経費に余裕を持たせて、その分を将来に投資すると、そんな考えをとっているものです。

○松井座長 今、松本委員から指摘があったように、フロントローディングで今のような話をやって、それをミッションとして提案できればいいと考えています。これまでのように基盤経費で云々と思いを限定する必要はない。今指摘されたような、非常に重要な技術的な課題に対してもフロントローディングは必要です。この後、フロントローディングを議論するので、そこでまた議論したいと思います。

ほかに何かありますか。では、次に、議題2、「フロントローディングの具体的な進め方について」、JAXA宇宙科学研究所から説明をお願いします。

【JAXAから資料2について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

ただいまの説明について質疑をお願いします。MMXのフロントローディング化には二つの理由がありました。一つは去年は議論する時間がなかったということ、もう一つはMMXのプロジェクト化を財務省に認めていただくことは去年の段階では難しいということもあり、フロントローディングという考え方を導入することによって、対外的に、MMXを、プロジェクト化を前提にして進めていることをアピールするということでした。今年の概算要求ではそれに捉われる必要はない。フロントローディングの本来の発想で、宇宙科学研究所で具体的に、今年のフロントローディング候補についてまとめてもらっています。ですから、フロントローディングのあるべき考え方とあわせて議論していただければと思います。

○関委員 技術のフロントローディングに関してですが、ここに挙げられている5つとも重要な技術だと思うのですが、それが将来どうプログラム化された探査につながっていくかをもう少し紐づけていただいたほうが良い。先ほどの御説明だと、国際宇宙探査にもミッションを提案するとか、そういう視点もありましたので、より工学的に基盤技術というだけではなくて、将来のシリーズ化された深宇宙探査であるとか、そういうものとの関係が今、余り見えなかったもので、そのあたりを説明していただければと思います。

○JAXA（國中理事） カプセル技術関係ですと、例えば、22ページ目の下から2段目のところにサンプルリターンカプセルというコラムがありますけれども、日本が得意とする分野としまして、はやぶさ1、2で実施したような深宇宙からの直接帰還機は他国を押し退けて、非常に技術レベルが高くなっております。海外からも、先ほど幾つかカプセルの提供を打診されおり、コラボレーションを期待されている1つのキー技術としては、例えば、このサンプルリターンカプセルというものがございます。はやぶさ1、2で既に打ち上げており、MMX用のカプセルも計画されているほか、例えば、CAESARというのは米国との共同で開発を行いたいと考えている将来のほうき星からの氷サンプルリターンカプセルがあります。こういった技術開発を肅々として行っていけば、将来のミッションにつながる技術が日本として手中に収められるのではないかと考えているものです。

それから、例えば、冷凍機技術も挙げさせていただいていますが、天文衛星を実施するには、冷凍技術は大変重要になります。現在開発中のXRISMでも冷凍機は使っており、将来計画がありますATEHNAやSPICAというミッションにも冷凍機技術は必ず貢献できるものと思っています。日本のフラッグシップミッションにこういった技術を充てる。具体的には、XRISMは日本のフラッグシップミッションですが、SPICAやATEHNAは海外が主体となるミッションになります。こういった計画には日本が冷凍機技術を提供することによって、プレゼンスのある海外ミッションへの参画ができると考えております。こういったものが直近の将来に役に立つ技術として、現在、抽出、ダウンセクションを行っているところです。今、申し上げた技術はほんの数例の御説明ということになります。

○関委員 今、5つ挙げられているのをダウンセクションして、来年度にはどれか1つに絞られる予定なのですか。

○JAXA（國中理事） 私どもとしては、幾つかの技術候補を用意して、予算化に向けた交渉を行いたいと思っており、今日の段階でこれに決めた技術はございません。先ほどスケジュールでお見せしましたように、5月の下旬の小委員会に向けて最終的な候補の御説明を次の委員会で行いたいと考えております。

○松本委員 将来、幾つかのミッションに、あるいはもっと先のミッションに役立つ技術を開発していくのがフロントローディングだという考え方を粘り強く言っていくべきだと思いますね。技術が世の中を変えるということがありますし、技術が科学の先端を進めるということがありますね。だから、とんでもない技術がひょっと入ってきたら、宇宙科学が大きく進んだということもあり得ると思います。そういうことは12ページの人材育成のところにも、いろいろな機関と共同してと書いてあるのですけれども、ここで少しお伺いしたいのは、

ここに書いてある産業はどういうものを想定しておられますか。大学や産業界と書いてあるのですけれども、産業界というのは何をイメージして書いておられるのですか。現在、宇宙科学研究所に出入りしている産業界はもちろんあると思いますけれども、それ以外はどんなものを考えておられるのですか。

○JAXA（國中理事） 宇宙科学研究所の直接的な活動領域で言いますと、やはり衛星メーカーとのつき合いがタイトに進んでおりますので、そういったところの関係になってまいります。宇宙科学研究所の活動ではありませんけれども、JAXAの中にあります宇宙探査イノベーションハブというセクションでは、これまで非宇宙企業という表現をしておりますけれども、宇宙とは関わってこなかった企業との積極的なコラボレーションを図っており、地上で欲しい技術、それから、宇宙で欲しい技術の集合領域の部分の技術を共同で開発して、でき上がった事柄は地上でパテントフリーで民間企業に使っていただく。一方、JAXAとしては、地上で利益を上げるという考えは全くございませんので、パテントとか知財権は容易に企業側にお渡しすることができます。一方、宇宙での実施権については、JAXA側がそれを担保して、宇宙で積極的に利用したいと考えておりました、そういった棲み分けで企業とたくさんの共同研究プログラムが現在進めております。今、宇宙向け、それから、地上向けにも成果が創出されつつありまして、でき上がった事柄を宇宙科学研究所としても積極的に使っていきたいと考えております。具体的には光通信技術などは、今、ソニーが開発した光通信モデルをスペースステーションに持ち上げてデモンストレーションをしようとして準備しておるところです。でき上がりましたらば、そういった光モデルを宇宙探査や理工学の領域でもぜひとも使っていきたいと考えております。

○松本委員 もちろん、そういうことを実施することは想像の範囲内で、大いにやっていただきたいと思っておりますけれども、もうちょっと民間が宇宙開発に入ってくることを進めるような施策があったほうがいいのではないですかね。例えば、ホリエモンロケットか、小さい企業がそれなりの技術蓄積をやっておりますけれども、ああいうところと、どういう人材交流をするのかわかりませんが、そういうところで宇宙科学研究所の技術を民間にも普及し、そのかわり、今、宇宙とは関係ない企業からも技術を吸収する。

それから、宇宙科学研究所はパテントフリーでいいとおっしゃいましたが、稼がないといけないのではないですかね。パテントのコントロールも産業界との間でよく話し合って、大体半々になっていくと思うのですけれども、宇宙科学研究所側にもパテント権を、知財を有効利用するような方向でお考えになったほうがいいのではないのでしょうかね。理科学研究所などもパテントであまり儲けていなかったのですけれども、今後、そういうわけにいかないと、役所などと話をしまして、パテントを強化するために第2の子会社をつくって、そこ

で民間と協力し上がった利益を研究に回すという仕組みを考え始めています。宇宙科学研究所もいずれはそうなると思うのです。いろいろなベンチャーの宇宙産業が出ますね。NASAなどもそうですね。民間に人も出しますし、研究資金を支出しますし、そのかわりリターンももらうということをやっているように見えますので、宇宙科学研究所はそういうことを一番やりやすいサイズなので、ぜひとも考えてみられたらいかがでしょうか。

○JAXA（國中理事） 他の事例を勉強させていただいて、少し研究してみたいと思います。

○松井座長 今の松本先生の話は、イノベーションハブで民間とやっているような幅広い分野を例として説明すればわかりやすいと思います。イノベーションハブに関して、何を実施しているかという説明を聞きました。みんな額が小さい。フロントローディングは10億円というオーダーの技術開発的なスケールです。イノベーションハブは、1億円から数億円程度のものです。フロントローディングの目玉として予算取りするようなものがなかったという経緯もあり、このような格好になっているが、将来的には、イノベーションハブで実施しているものがフロントローディングに入ってくるのがあってもいいし、それを否定しているわけではない。

○松本委員 宇宙科学研究所は、JAXA本体とは独立しているという形で運営してきましたけれども、最近では一緒に合体して運営しましょうという方向性が強まっていますね。私はいい傾向だと思うのですけれども、そういう中で、ハブを利用されるのもいいと思いますし、宇宙科学研究所にリターンが返ってきて、科学を市民が応援してくれるという形を努力されたほうがいいのではないかという気がしますね。

○松井座長 先ほどのパテントの問題は、私の知っている例では、東京大学でも、薬の開発などで、深刻な問題です。東京大学が開発したもので実際に市場に出ているものがあります。本来ならば巨額のお金が入ってきたはずですが。そうした体制が整っていない。それは京都大学や理科学研究所もそうだと考えます。ただそうした分野の人材がないので、なかなかすぐにはうまくいかない。何かアイデアはありますか。

○松本委員 宇宙の技術が民間に利用されることも結構ありますから、グループをうまく形成できれば、かなりの収入が見込めると思います。大学ですと5～6億円でしょう。東京大学でも6億円ぐらいではないかと思います。京都大学もそんなものだと思います。理科学研究所もそんなものなのです。それでは全然桁が違う、もう1桁上げたいということで、子会社をつくってみて、10年先になるか、15年先になるかわかりませんが、やっていかないとはいけな思っています。

○松井座長 パテントを取って企業化するという点について、例えば、私は東京大学のことしか知らないが、東京大学のそういう機関は、通例OBがやっている程度のもので、現実的には機能していない。私は最近、たまたまある薬の開発をしている東京大学の医科学研究所の研究者の話聞いてそのことを知りました。これはウイルスを使った第5世代のがん治療薬だけれども、将来的には14兆円ぐらいの市場規模があるというものを、すでに技術として開発している。それなのに、そもそも特許を国内でしか取っていない、という例を知っている。

○松本委員 それは各大学も苦労していると思うが、未経験な分野ですから。京都大学の山中先生のiPSのときも外国が狙いに来ましたね。それを守るため京都大学も随分と苦労して、何とか京都大学が押さえることができた。そういう努力を、宇宙技術は、例えば日本のはやぶさに関する技術だって、パテントができるところはしてあると思うのですけれども、それをどうぞというのはもったいないと思うのです。

○松井座長 私が聞いた例としては、トリウム-232を使って宇宙で発電するという技術があります。あれは特許を取ったと聞いたけれども。

○JAXA（國中理事） 一応取りました。

○松井座長 将来深宇宙に行くときに、原子力電池みたいなものが必要になります。その基礎技術みたいなものですから、特許を取って当然だと思います。

○松本委員 そういう技術を開発していくことがフロントローディングだと思うのですよ。そういうものをしっかりと蓄えていって、組織も強くなる、科学も進むという方向を模索されたほうがいいのではないかと思います。

○松井座長 新型電池開発をキー技術に入れることは、私も強く勧めました。国際宇宙探査などで月に行けば、トリウムやウランは大量にある。

○松本委員 宇宙科学研究所は理学委員会と工学委員会が並列して走っていて、工学は非常に重要だと思うのですが、残念ながら宇宙科学研究所以外の大学のアサインは少ないような気がするのです。永田さんなどは活躍しておられますけれども、全国の大学の宇宙工学、あるいは航空工学からJAXAにどんどん人がプロジェクトとして入ってくるという仕組みが必要ですね。電池だと、航空学科だけではないですね。

○松井座長 私は個人的には、日本の月探査への狙いとして、トリウムやウランなどが濃縮した地域に行き、原子力電池を開発するなど、そういった方向性がひとつあるのではないかと考えています。

○松本委員 電源というのはいずれにしても深宇宙探査にはすごく大事になってくる。

○松井座長 これがないとできないですから。

○松本委員 いろいろな形で考える必要があると思います。

○松井座長 ほかに何かありますか。

○竝木委員 MMXのフロントローディングに関してなのですが、ここに挙げている具体的な技術に関して、はやぶさ2の着陸、タッチダウンとかで改めてわかったこととか、技術的な難しさはたくさんあったと思うので、ぜひそうしたものをこっちに反映していただいて進めていただくと、プログラム化という意味でもいい例になるのではないかと思います。よろしくお願いします。

○永田委員 将来のミッションを見据えながら、獲得していく技術を先んじて予算獲得していくというのがなかなか難しいというのは理解できます。一方で、各ミッションに紐づけしている技術だけを見ても、あまりプログラムには見えないので、プログラム全体を見せつつ、一個一個の予算折衝をしていくというところが必要なのかなと思うのですけれども、8ページにまとめていただいている①から⑤が3つの枠で囲まれていて、これは非常によく考えられた枠組みだと思います。つまり、宇宙科学研究所、もしくは日本は何をやっていくのかということが結構明確に見える。木星以遠は小型探査機を送る。火星、月圏については、火星、月、惑星探査、それから、小惑星探査で、こういう技術のところで貢献する。天文分野では冷凍機技術が一番強みがあると、そういうことがよく見えるので、宇宙科学研究所全体としては、今後こういうところをカバーすべくプログラム化していきますよということを見せた上で、個別のミッションのフロントローディング要求については、例えば、これから取ろうと思っている、LiteBIRDなのかOKEANOSなのかJASMINEなのか、これから議論があるかと思うのですけれども、全体のプログラム化の中のどこに位置づけするものを今回は要求するのだ、ということが見えるような形にして要求していくことが重要ではないかと思いました。その意味で言うと、この資料はある程度それが見えるような書き方になっていると思います。

○JAXA（國中理事） ありがとうございます。まだダウンセクション中で、LiteBIRDなり、JASMINEというのがまだオーソライズされていないので、今日の段階ではメインに書けないという事情があります。

○松井座長 次回、5月21日の段階ではそれが決まっていると思うので、もうちょっと明確な説明があるはずです。

○永田委員 そのときに、この8ページの枠組みが非常に重要なかなと思います。

○松井座長 それを踏まえておそらく、来年度の概算要求の中にフロントローディングを入れていくという形になるのだらうと思います。将来の探査はそれで決まってしまうようなものだから、来年度以降を見据えて、フロントローディングの候補を充実させていくことが宇宙科学研究所にとっては重要。今日の話は将来の探査の話に関連していると思います。

○永田委員 コメントですが、松井先生がさっき御指摘された発電技術という

のは、多分、一番上の枠の中に入るのだらうと思います。

○松井座長 そうですね。ほかに。どうぞ。

○関委員 私が理解できていないだけかもしれないのですが、フロントローディングは期間があると思うのですけれども、プロジェクトだと、プロジェクト化というのがフロントローディングが終わるところだと思うのですが、ここに書かれているのはかなり長期の開発が必要なような気もするのですが、それをどうやって継続、フロントローディングをしていくような方針で今後予算要求していく戦略なのかを教えてくださいませんか。

○松井座長 期間をある程度区切らなければいけないというのは確かに問題です。具体的に2～3年、3～4年、4～5年など、いろいろ書き方があると思います。キー技術の開発という意味では余り期間は関係ないのですが、具体的に予算を取っていくとなると、プロジェクト化が始まるまでという感じで期間は限定せざるを得ない。それをさらに発展させて、さらに高度化していけばいいので、実質的にはやりようはいろいろあると思う。表現としてこうなっているということです。

○関委員 輸送システム技術とかいうと、すごく一般的な書き方なので、一度それで3年やってしまった後に、さらに別の輸送システムを提案しにくいかなと思ったので、かなり具体的な書き方にしたほうがいいかなと思いました。

○松井座長 おそらくそうでしょう。具体的に概算要求をする際には、もっとずっと細かくした項目としてミッションに関係したものが表に出てくると思います。

よろしいですか。それでは、ありがとうございました。

次に、議題3、「工程表の改訂に向けた重点事項について」に移りたいと思います。事務局から説明をお願いします。

【事務局から資料3について説明】

○松井座長 ありがとうございました。

ただいまの事務局の説明について意見交換をしたいと思います。これは、ここに書いてある記述に基づいて予算の折衝をするという意味では、これが金科玉条のようなものです。どうぞ。

○竝木委員 2つあります。3月にもお願いしたのですが、国際宇宙探査について、ことしはぜひ議論をお願いしたいというのが1点目です。

2点目は、国際調整とか国際協力に関して、大体、米国、欧州が語られるのですが、中国とどうつき合っていくかが、どうしても避けられない話だと思います。それは多分、宇宙科学研究所がとかよりも、ここの政策委員会で

議論すべきことではないかと思しますので、そこもぜひお願いしたいと思いません。

○松井座長 中国は難しい。今、宇宙は安全保障ということに関して、グループ化が進んでいるようなところがある。中国と一緒にやるというのは、表立って、なかなか議論には出てこない。

○竝木委員 それをやるにして、やらないにしても、はっきりした指針があればよい。例えば、今、中国から小惑星探査のA0などが出ているのですが、それに対して、私たちがどう参加して行ったらいいか、非常に迷うところがあるので。

○松井座長 それは科学という意味では、別に良いのではないか。国の安全保障としての話であって、研究者が中国の探査に加わって何かをやるということは、基幹的な技術を持ち出すのでなければ問題ないのではないか。

○竝木委員 例えば、私がまた聞きで聞いた話なのですが、中国のA0に対して、既にドイツのDLRなどは5月ぐらいには人を派遣して中国と折衝するということを進めているのだそうです。今の基本的な宇宙科学研究所のスタンスは、大学の人とかがつくったプランを持ち出して先ほどの戦略的海外協力に応募するという形なのですが、ヨーロッパはむしろ機関としての対応もやっている。そこをどうするのかはすごく気になる。

○松井座長 ヨーロッパは印象としてはかなり積極的です。科学探査としてそれはそれでいいと思います。日本は、機関としてそこまで積極的な決定は何もしていない。むしろ少し遠慮しているというスタンス。やはり日米の安全保障が一番大きな枠だから、それから逸脱するようなことはしないというのが基本的なスタンス。研究者個人がかかわるのは全然問題ないと思うが、宇宙科学研究所、あるいはJAXAがどう対応するかというレベルの話になると難しいのではないかと思う。

ほかに何か。どうぞ。

○松本委員 全体を見て、産業界のことは全然書かれていませんね。大学、産業界の両方が重要ではないですかね。彼らを取り込んで、何力所か、大学、産業界とのクロスアポイントメントと入れるとか、多少工夫をしていただいたほうがよろしいのではないのでしょうか。

○星野参事官 工程表全体を見ればあるのですが、再掲になるかもしれませんが、事務局のほうで受けとめさせていただければと思います。

○松本委員 これは割合に重要で、人材育成は別に大学に限りませんので、ぜひお願いします。

○星野参事官 おっしゃるとおりです。

○松井座長 ありがとうございます。これは21日にも議論する予定です。今

日よりは少し進んだ議論ができるかと思うので、今日のところはこのぐらいに留めたいと思います。

最後に、「その他」として、事務局から事務連絡をお願いします。

○星野参事官 次回の開催でございますけれども、5月21日、ちょうど2週間後になりますが、13時から15時、ほぼ同じ時間です。30分、議論の時間を長くとってございます。ぜひ御出席のほど、よろしく願いいたします。

以上でございます。

○松井座長 それでは、本日の会合を閉会したいと思います。ありがとうございました。