

第28回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：平成31年3月14日（火） 9：59－11：55

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、薬師寺座長代理、小野田委員、倉本委員、竝木委員、藤井委員、松本委員、山崎委員

(2) 有識者

常田 国立天文台長

(3) 事務局（宇宙開発戦略推進事務局）

行松審議官、須藤参事官、山口参事官、森参事官

(4) 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

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) 宇宙科学・探査プログラムの考え方について

(2) 宇宙科学・探査の取組状況について

(3) 宇宙科学・探査の今後の進め方について

(4) その他

①国際宇宙探査の検討状況について

②最近の国際宇宙探査シンポジウム等の開催結果報告

③その他（事務連絡等）

5. 議事

○松井座長 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28回会合を開催します。

本日は、市川委員が御欠席です。また、有識者として御参加いただいている国立天文台の常田台長にも御出席をいただいています。

本日の議題は「宇宙科学・探査プログラムの考え方について」、「JAXAにおける宇宙科学・探査の今後の取組状況について」、「JAXAにおける宇宙科学・探査の今後の進め方に

ついて」及び「その他」となっています。

それでは、議題（１）「宇宙科学・探査プログラムの考え方（案）」について、検討したいと思います。本件につきましては、前回の委員会での御指摘を踏まえ、事前に２回、各委員に事務局が用意した案をご覧いただき、コメントをしていただいているものと思います。

まず、事務局から、現在の案について説明してもらいます。

○須藤参事官 それでは、資料１－１と資料１－２をご覧ください。

資料１－１につきまして、今、座長からお話しいただきましたように、事前に２回、先生方にお目を通していただき、コメントをいただき、それを反映させていただいているものでございます。

資料１－２は、その内容を事務局でまとめさせていただいたものでございますけれども、この概要のほうを適宜使いながら、今の案文について説明させていただきたいと思います。

【資料１－１、１－２について事務局から説明】

○松井座長 ありがとうございます。

以前からプログラム化というものが何なのかということで議論をしてきました。これまでプログラム化の内容は非常に曖昧だったのですが、今年国際宇宙探査が本格化するというので、まず、国際宇宙探査のプログラム化について具体的な検討を行いました。その検討の中で、国際宇宙探査だけに限らず、宇宙科学・探査全体を対象として、ボトムアップ以外の探査の提案を考えていく一つの考え方の基盤としてのプログラム化も検討する、ということになりました。

加えて、このプログラム化の検討には、フロントローディングということも関係しています。昨年の概算要求の段階で、科学探査関連予算がかなり減った。それをどうやって回復していくかという検討の中で、予算の平準化というか、毎年余り凹凸がないような形にしていくため、フロントローディングという新しい考え方を打ち出し、平成31年度の予算案の中に入れてもらいました。その予算案を作るまでの間が非常に短かく、その中で具体案を出さなければいけないということで、MMXのキー技術をフロントローディングとして実施するということとしました。その際、フロントローディングについて、より詳細な内容を再検討して取りまとめることになりました。フロントローディングについては、基盤費との分けや、探査プロジェクトの開始時期にも関係しますし、いろいろな検討すべき問題も多い。それを整理してまとめたものがこの資料に反映されているということです。この資料は各委員に２回、事前に照会して意見をいただいていた適宜修正をしたものになっていますが、ここでは、このまとめたものについてコメントをお願いしたいと思います。

「はじめに」という部分について、２の課題と方向性について、などのように分けて議論していただければと思います。最後に概要についても検討したいと思います。

それでは、よろしく申し上げます。

○松本委員　まとめていただいて、ありがとうございました。

宇宙科学研究所の入り口が各大学からどう見えているかという問題は、人材育成と密に関係があると思うのです。私どもはしばらく遠ざかっていますので、とんちんかかんかもしれません。私どもの時代は、学生の時代から、ロケット実験に連れて行ってあげるよと言われて付いて行き、面白いということを感じるような時代だった。ところが、科学衛星が主体になってきますと、衛星はかなり完成度が高いものですから、ロケット実験のように、学生に対して一から、基本から学ぶという機会は余りないのです。だから、人材を宇宙科学分野に吸収していくにはどうすればいいかということは大変重要な問題だと考えていました。

現状はどうなっていますでしょうか。この文章で十分でしょうか。大学と適切な役割分担とか、総括的なことが並んでいるのですけれども、若手の人材を引き込むということはすごく大事なことだと思うのです。具体的にどんなことを実施していますか。

○松井座長　この資料は宇宙科学研究所と事務局とが意見交換をしながらまとめたものです。

○松本委員　資料の中に「適切な役割分担」と書いてあるのですけれども、適切とは何ですか。

○JAXA（國中理事）　昨今は各組織が独法化して、なかなか組織間の障壁が高くなっているという事情がありまして、昔のようにスムーズに人事交流のやりとりが難しいという事情は双方にあるわけですが、宇宙科学研究所としては、積極的にその敷居を下げて、大学の先生方、学生を積極的に取り込むような仕組みを作ろうとしております。

具体的には、衛星の運用、例えば、はやぶさ2であるとか、その他の衛星の運用に学生を動員する。昔は学生当番と言っていた方式をより制度化したものを実装しようとしております。既に宇宙科学研究所に所属のあるRA（リサーチ・アシスタント）というような形で、契約関係のある学生がおりますので、それを根拠にアルバイト料みたいなものをお支払いした上で、衛星追跡の環境に導入するということができています。一方、さらにそれを拡大していきまして、宇宙科学研究所に直接的に在籍していない学生も、交通費をお支払いするような形で、教育プログラムとしてこれを開放して、衛星追跡現場に動員するということを今、実装中です。

近く実施できるものと考えています。それから、具体的な開発現場への導入ですけれども、先月、実はCAESARというカプセルのドロップテストを大島で実施しました。約1カ月かけて実施したのですが、この現場にも大学院生を大島に連れていき、どういう組織活動をしているのかということを実地に経験させる。多分、この1カ月の中で延べ5～6人がそういった環境で仕事をしました。

このような方法を幾つか実現させていきたいと考えています。

○松本委員　基礎開発費は今でもあるのですか。

各大学のグループに予算を付け何か研究をしてもらう。

○JAXA（國中理事） 戦略的基礎研究開発費というものもあります。これはボトムアッププロセスとして申請をいただいて、委員会で選定、査定をして、予算付けするということを実施しております。

○松井座長 その予算は昔と比べて増えているのですか。

○JAXA（國中理事） ほぼ現状維持でさせていただいているという認識であります。

○松本委員 衛星のトラッキングとか、あるいは衛星のデータ解析は、科学衛星が上がった後の話ですね。私が心配するのは、かつては各大学にもっと基盤的な装置を開発するか、技術を開発するとかいう研究者がいたはずなのですけれども、そういう人は、今はどういう形でサポートされているのですか。そういう人がいないと、順番に技術の進んだ衛星が作れませんね。宇宙科学研究所はもちろん実力があつたとしても、足りないですね。

○JAXA（國中理事） 具体的には東北大学に研究費を支出して、機器開発が行われている。例えばJUICE、あらせの観測装置には、東北大学であり名古屋大学であり、かなり多くの方が御参加いただいて、実際に手を動かして、企業と直接的な関わりを持って開発いただいております。

○松本委員 それはどういう予算費目が出ていくのですか。

○JAXA（國中理事） それは衛星経費になります。そのレベルになりますと、さすがに衛星経費、衛星の事業費になります。もちろんその手前のところでは、ワーキンググループなりで将来の開発を、宇宙理工学委員会の傘下で研究開発をしていただく。そこからミッションに資するようなものはピックアップして、次の衛星プログラムに応用していく。その段になりますと、事業費で開発をする。

○松本委員 ブラッシュアップという概念がここに書いてありますね。これはそういうものをカバーしているのですか。

○JAXA（國中理事） ここではワーキンググループ級の開発のことを言っています。基盤費で行う規模のことを言っています。

○松井座長 松本さんが指摘しているのは、若手研究者レベルではなくて、その前の段階の学生を大学で育成することに関してです。そのための経費のようなものがちゃんとサポートされているのか、あるいは仕組みがあるのかということだろうと思います。

昔はロケット実験とかのレベルから参加していたのですが、今はもうそういうレベルの参加はないのではないですか。大学でやっているのはCubeSatなど非常に小さい衛星で、ロケット実験的なレベルで宇宙科学研究所と大学が関わっているものはないように思いますが、ありますか。

○JAXA（國中理事） SLSプログラムでJAXAから2つのCubeSatをアメリカに提供して、2020年ごろに打つ予定がありまして、そのうち1つのEQUULEUSという衛星は、主に東京大学側が主体となって開発をしております。学部、大学院の学生をかなり巻き込んだ開発を行っております。

○松本委員 今、人的リソースが、この文書の中では大学としか書いていませんが、具体的には東京大学の中須賀研究所を中心とするグループと、東北大という話がありましたが、そのほかには名古屋大学ですか。

○JAXA（國中理事） 名古屋大学もあります。

○松井座長 九州工業大学などは。

○JAXA（國中理事） 九州工業大学とは余り直接的にはないかもしれません。

○藤井委員 あと、金沢大学とか。

○松本委員 京都大学はどのようなのですか。

○藤井委員 京都大学も入っている。

○松本委員 入っているのですか。要するに、5つか6つしかないのですね。

○JAXA（國中理事） やはり宇宙科学研究所だけではやり切れないところがありますので、連携大学院という形で、マッチングファンドとして宇宙科学研究所から予算を支出します。大学側もほぼ同規模の予算をマッチングファンドとして支出していただいて、特定のファンクションを特定の大学に根づかせるというような活動を行っております。

具体的に言うと、北大はハイブリッドロケットの研究開発拠点、名古屋大学については、「あらせ」の解析センター、神戸大ですと宇宙教育、特に惑星系での宇宙教育。そういったファンクションを担っていくようなものを宇宙科学研究所としてもインキュベートする考えで、マッチングファンド方式の仕組みを持っております。これは有期の活動ですので、数年の活動後には各大学が自立していただくということを目標にしております。

○松井座長 外から見ていると、東大などは中須賀研究室が頑張っているが、京都大学は余り個別のもので目立ったような動きが見えてはこない。

○松本委員 そうですね。開発をする人が昔はいたのですけれども、今は設置されたばかりの一研究室のみ。今後どうするかは知りませんが、そういう人を宇宙科学研究所側に引き込む。別に京大に限りませんが、そういう人が出てきたら、その研究者を応援するだけではなくて、下のもっと若い人を引きつけるような仕組み、例えば学生を連れて行って教育をしようと、宇宙科学に興味を持ってもらおうと思っても、旅費は大学で出してくださいということになると、その大学の先生が旅費を持っていなければできませんね。昔はおおらかで、私たちは1プロジェクトで5～6人は連れて行ってもらったような気がするのです。その中の5～6人のうちの1人か2人はひっかかるのですね。うまいこと釣り上げられる。そういう仕組みを考える。

○松井座長 私も京都大学には頑張ってもらいたいと思っています。外から見ていると、例えば以前は、山川JAXA理事長が在籍していたのですが、今はJAXAに移ってしまって、その後の人事はフォローしていないので、現状はよくわかりません。

○松本委員 山川先生は衛星そのものではなく軌道関係が専門で、その下にいた助教授が、上に上がったのですね。その人は技術開発の人です。そういうところから学生が出てくるといいなと思っているのです。なるべく多くの大学に機会を与えて学生の支援をして

あげると、先生方は自分の競争資金でやれますけれども、幅広く人をピックアップする努力をしていただきたいと思います。

○JAXA（國中理事） わかりました。

○松本委員 もう一つ、ブラッシュアップは先ほど言われたように組織でやる。フロントローディングはなかなかいい考え方を導入されたと思うのですが、ちょっと気に食わないのは片仮名であること。日本語はないですか。

○松井座長 フロントローディングの日本語訳は何かあるのですか。日本でその概念に相当するような言葉はあるのですか。

○JAXA（國中理事） すみません。考えておりませんでした。

○松井座長 外国でそう使っているから、日本でそれをそのまま使っている、というのが理由だと思いますけれども。

○松本委員 概念としては非常に重要な話で、これを導入できたということはすばらしいことだと思いますけれども、片仮名語は人によって解釈が変わるのです。だから、注意しておかないといけない。

○松井座長 基盤費などとの差がわかるというような意味では、フロントローディングは新しい言葉でいいのだけれども。

○松本委員 いいものがなければこれでよろしいかと思えます。

あと、フロントローディングで技術領域が5ページに定義してあるのですが、あくまで候補だから、これ以外があってもいいという意味だと思いますけれども、例えば宇宙科学研究所がリードしてきた大型構造物展開とか、ああいうものがどこで読めるのかなど。宇宙ロボットとか、大型機材の展開技術等々、研究しているとは思っただけけれども、この中では読めないですね。冷凍技術だけは特出ししてありますけれども、そういうものも必要ではないかと思うのです。つまり、宇宙工学を研究している方々の技術がもう少し展開できるように、見えるようにしておいたほうがいいのではないかと思います。どう書けばいいのかよくわからないのですけれども。

○松井座長 今の話に関係するので少し説明させていただきます。フロントローディングを個別の探査プロジェクトと切り離して、単なる技術の開発というふうに当初は考えていました。ただ、フロントローディングの中に、プロジェクトに関連した基礎技術であるとか、将来まだ決まっていなくても宇宙科学研究所が持つ優位性のある技術であるとか、そうしたいろいろなカテゴリーがあると考えていました。一方で、フロントローディングとして予算要求をしたときに、果たして財務当局を説得できるのか、という点も留意しなくてははいけない。非常に矮小的な議論ではあるが、フロントローディングとしてやはり一本化してすっきりさせないと、財務省の理解を得られないのではないかと。そういう意味で、フロントローディングは、プロジェクトと結びついた基礎技術が基本ではないかという考え方もあります。これらを考慮して、この資料で示したようになっていく。この整理を踏まえ、例えば来年度概算要求などで出てきそうな、具体的な探査プロジェクトに関連した

技術をここに挙げている。

○松本委員 ここに挙げているものは妥当だと思いますけれども、これだけというふうには思われなように注意していかないと、松井座長がおっしゃったような方向には行かないと思うので、その点は考慮していただきたいと思いますね。

○松井座長 その辺は書き方の問題なので、これに限定するわけではないということを追記する。

○藤井委員 今のことに関連しますが、フロントローディングは予算化するという点で非常に重要でいいと思いますが、そもそも宇宙科学研究所の工学系が実施している様々な研究があり、それらを長期的プランとして実施している中で、例えば再突入技術や輸送系は、当初からの研究として入っていると思います。

ある時点で、それをもう少し発展させながら行わなければならない、というものがフロントローディングなのだと思いますが、こういうものの大部分は、バス系にしろ何にしろ、工学系の本来の研究ですね。だから、そこの位置づけが重要です。要するに、新たに違う予算立てをしようとするのだから、現在行われている本来の研究とは別のカテゴリで出すことになります。そこの切り分けはうまくできるのでしょうか。この資料を拝見していると、今まで工学系の方々が開発されてきていた本来の研究ですね。これだけをそのまま出すと、本来のところで行うというカテゴリになってしまうため、こういう項目の中でも何かのバリエーションがあるように発展させるとか、展開させるものが必要だと思うのです。基盤的技術について本来のものはどう位置づけるのですか。という質問が来ると思います。

○JAXA（國中理事） いわゆる研究系がやっていることは研究ですので、20年、30年の計で進めるというのが基本なのではないかと思います。一方、そういったスピード感では、なかなか物を作ったりプロジェクトとして起こしたり、他国と対峙できるような成果を出すというわけにはいきません。ここは5年とか10年のサイクルですぐさま実現するような事柄を起こさないといけない。宇宙科学研究所としては、それを積極的に仕組んで、プロジェクトとしてロケットや衛星事業として仕立てていかないとはいけません。そのためには、数年とか5年のサイクルで成果を出してもらわないといけないということになります。ですから、20-30年の期間で実施する考えと方策・方式と、5年で仕上げるやり方とやり口、予算のつけ方は違うのではないかと考えております。

今回、新たにフロントローディングという概念を作っていただきました。研究成果が速やかに形となって、それを宇宙科学研究所、JAXAのミッションとして仕立てていきました、という成功例を立てていかないことには、財務当局に対して説明がつかないと思っています。そういう意味で、比較的成功率が高いであろうこと、それから、プロジェクトとして仕立て上げられるであろうこと、一つの投資で複数のミッションが引き出せるような成果出しが望めるもの。そういう基準でこのものは抽出されておまして、さらに選出して予算要求をお願いしていきたいと考えています。

○藤井委員 工学系も中期という6年の中で、メリハリをつけて基礎研究も行っているの
で、そういうところでうまく説明できるようなシナリオを作っておいていただいたほうが
いいと思います。

○小野田委員 関連していいですか。フロントローディングと、基礎研究つまり研究系で
やっている研究の違い。もう一つ別の言い方をしますと、3ページの下の図を見てもわか
るように、フロントローディングの出口は、それをプロジェクトに使えるレベルまでの技
術的成熟度を達成すること。それには経費も、小規模のものやもっと前段階の研究に比べ
て大きな経費が要る。一方、ここではブラッシュアップのほうに入っていますが、研究系
でやっている研究は、将来こういうものができれば、こんな今まででできなかったことがで
きるよというようなアイデアを、プロジェクト等から見える程度にまで育てることが目的
であるという言い方もできるのではないかと思うのです。

フロントローディングは、過去の例で言うと、ペネトレータもそうですし、ASTRO-Gの大
型アンテナもそうだったのですが、プロジェクトに入る前に十分に成熟させることができ
ないままプロジェクトに入って、挫折せざるを得なかったような経験を踏まえ、ある程度
大きな経費をかけてもそういうことが必要だということを認識した結果だと思っています。
繰り返しになりますが、そのアウトプットは、これでプロジェクトをやっていけるのだと
いうところまで成熟させるのが大きな目標だと思います。

○松井座長 まさにそういうことです。そのためにフロントローディングという考え方を
導入したということだろうと思います。今、資料1-1の1「はじめに」と2「宇宙科学・
探査プログラムの課題と方向性」、3「今後の進め方」までの議論が全部まとめて議論さ
れているのですが、その他や、資料1-2の概要について何かコメントがあれば。

○小野田委員 タイトルが「プログラムの考え方について」というタイトルで、このペー
ジの下のほうに、「個別のプログラムを検討」という記述があります。ここで文章を作る
前提としては、これから、いろいろな個別のプログラム、今は宇宙探査のプログラムがで
きているステータスなのですけれども、今後、いろいろな分野のプログラムが作られてい
くという前提で、この文章は書かれているという理解でよろしいですね。

○松井座長 そういうことです。国際宇宙探査など新しい枠組みが入ってきて、科学探査
の枠組みそのものが少し変わってきているという状況です。その中で、もう一回ロードマ
ップを整理して、これからの宇宙科学・探査ロードマップを考えていくための基本的な考
え方ということです。

○小野田委員 ただ、これから宇宙科学・探査についていろいろなプログラムを作ってい
きますとか、あるいはそれが必要ですよというような議論が、まだこの委員会の外には余
り出てっていないのではないかと。外から見たときに、これがよくわかるかな、その辺が
よくわかるかなという不安をちょっと覚えたのですが、いい修正提案ができなくて、その
ままにしてあるのです。

○松井座長 今年の初めのころの宇宙科学研究所で行われたシンポジウムの際に、今の状

況を説明する中で、2013年に作成した宇宙科学・探査ロードマップと今は状況が大きく変わっており、将来を見据えて、もう一回ロードマップそのものを検討してもらう時期だという話をしました。宇宙政策委員会的には、工程表を少しずつ変える必要があるのだけでも、具体的には、科学探査に関しては、特にその状況が大きく変わっているのです、近々そういう作業をしなければいけない、そのための準備を始めてください、と。コミュニティの皆さんのところにはそういう情報が流れていると思うので、この資料が今後の宇宙科学探査の基本的な考えだということは、これが発表されればわかるだろうと思います。周知徹底されているかどうかはわかりませんが、少なくともシンポジウムのような場に参加している人、あるいは議論を追いかけている人にとってはわかりやすくなっていると思います。

○小野田委員 先ほどロードマップという言葉が出ましたが、ロードマップという言葉は今までも出てきたと思うのですが、プログラムという言い方は余り今まで使われていないのではないですか。

○松井座長 そのときの議論では、ロードマップとか、フロントローディングとかプログラム化とか、こういう言葉を使って私自身が話しているので、意図は伝わっていると思います。基本的にはボトムアップの議論を踏まえてこの小委員会で工程表を議論しており、その際、宇宙科学・探査ロードマップが基本となるので。以前も2013年のロードマップに基づいて、科学探査に関して工程表を作ったわけですね。工程表は、ロードマップに基づいて作っているわけで、それを改訂するとなると、新しいロードマップに基づくことになる。ロードマップの説明、必要性としては、それが工程表につながるという認識です。

○小野田委員 それはいいのですけれどもロードマップとプログラムでまた言葉が変わっているものですから、わかるかなと。

○松井座長 宇宙科学・探査ロードマップは宇宙科学研究所が考えをまとめるもの。それはプログラム化の話とは別の、独立した話です。しかし、そのロードマップをもとにこのような場で議論をするという意味では影響が大きい。新たに作るロードマップの中には、当然プログラム化の議論が入っていなければおかしい。宇宙科学研究所が今考えている中にも、国際宇宙探査やこれからのフロントローディングで実施するようないろいろなプロジェクトに関して、プログラム化という考えは入っているはずです。このため、相互の関係を明確に書くかどうかは別にして、プログラム化という考えと、これから作るロードマップは違和感はないと思います。

○小野田委員 わかりました。その辺を明らかにするために質問させていただきました。

○松本委員 概要の紙について、よくまとめているという印象を持ちましたが、個々に見ますと、もし今でも間に合うのだったら訂正したほうがいいかと思うところを2～3点指摘させていただきたいと思います。

まず、一番上に宇宙科学・探査プログラムの課題と方向性とあって、左側の四角には問題点を書いてあります。右側にはその解決策みたいなものを書いてあって、○が4つそれ

ぞれ並んでいますが、一番下と3番目、その1つ上の国際で、対応して右側を見るとクロスになってしまっていますね。これは順番を入れかえたほうがいいと思います。左は左、右は右とつながるように。

先ほど所長の國中先生から発言がありましたが、フロントローディングの進め方の右側にある緑のタイトルがついたところですが、実施期間は2～3年を想定と書いてありますね。括弧して、実際には対象技術によると。これは先ほどの話だと、3～5年ではないですか。2～3年だと本当に限られた時間になりますから、財務当局から短くしろと言われたのかもしれませんが、ここは余り縛られないで、3～5年にしておいたほうがよくないかなという印象を持ちました。

当面の対象技術で5つ書いてありますけれども、ここから選定と、これも限定的になっていますが、先ほど座長が言われたように「等」を入れたらどうでしょうか。最後にちょっと余裕を持たせておいたほうが、そういうことに気がつきました。

○須藤参事官 2～3年ということについては、当初からJAXA・ISASは5年ぐらいかかるという話をしていたのでありますが、まさに松本先生がおっしゃいましたように、フロントローディングでやることは、割と集中的にやるというものであり、まずは目標としては2～3年でやっていただくほうがいいだろうということで、事務局のほうでそのような形にさせていただきました。

○松本委員 2～3年はなかなか、1年はあっという間に過ぎますからね。2年というところかなり厳しくて、もうほとんど熟成したものでないといけないですね。やはり宇宙科学研究所は長期ビジョン、長期ミッションをやっていますから、3～5と書いたほうがよいのでは。2年というのはすごく厳しい制限になると思います。

○松井座長 私は別に3～5でもいいのだけれど。プロジェクトは毎年提案していくものだが、プロジェクトそのものの期間が大体5～6年先の話ですから、今指摘されているような観点からいくと、フロントローディングで開発するというのと、プロジェクト段階に到達するまで開発するということが同じになってしまう。ここでいうフロントローディングとは少し違う意味合いになるかもしれません。

○松本委員 物によると思うのですけれどもね。宇宙輸送システムとか、月・惑星探索技術はかなり大きなタイトルでしょう。これが2～3年で片づくのだったら、宇宙科学は簡単ですね。そんなことはないと思うので、やはり3～5年のほうが無難だと思いますよ。

○須藤参事官 本文のほうはそういう議論もありましたので、「2～3年程度」というさらに幅のある書き方にはしていたのですが、そこにつきましては、予算要求する方々と相談させていただいて、今の御指摘を踏まえて検討させていただければと思います。

○松本委員 左下に流れが書いてありますけれども、おっしゃるように、基礎研究開発から始まって、ブラッシュアップをやって、フロントローディングをしてミッション。こういう流れを作られたわけですね。それが全体で国際協力の中に入ると最大10年ぐらいかかります。5～6年で終わるものもありますけれども、それをどう分割するかという話です

ね。そのイメージがわかるように書いていただければありがたいと思います。

○須藤参事官 わかりました。

○松井座長 ミッションがいつから始まるのかということも明確ではないので。

○松本委員 左のほうは、始まるほうは本当に小さいところから長期間でやることもありますね。

○松井座長 年数に関しては文部科学省の意見も聞きながら検討します。

○松本委員 「等」は入れておいたほうがいいと思います。そうでないと、限定されてしまうから、非常にやりにくい。

○松井座長 「等」は入れます。

○倉本委員 ちょっと今の話とも関係するのかもしれないのですが、左下のほうの時系列の図がありますね。フロントローディングを開始するという、起動をかけるプロセスはどういうことが想定されているのですか。つまり、何らかの審査的なものがそこに挟まって、この部分はフロントローディングをすべしというような判断をするという考えなのか。それとも、もっと大所高所的にいろいろなミッションが平行に検討が進んでいる中で、これが重要ですよということを別途抽出してここに持っていくという考えなのか。今のことは期間とも関係すると思うのですね。

○松井座長 一般論としての議論はできないと思います。具体的に、来年の概算要求に向けてどういうことを考えているか、という話を例として言いますと、例えば今、戦略的中型2の公募でLiteBIRDとかが候補になっています。この中で見ると、宇宙用冷凍機器技術などが非常に重要な技術として挙がるわけです。そうすると、例えば具体的に、来年度の概算要求時に、フロントローディングとして何を出すかというときには、そういうものを出すことになります。あくまで例示ですが、そのようにしてフロントローディングが具体化されていく。それが来年も再来年もと続くときに、いろいろなミッションと技術との関係ということで、ここに列挙したものが組み込めるというのが要求側の思惑ですね。

しかし、それを一般化したような書き方はなかなか難しい。2～3年と書いてあるように、この4つがすぐに実施できるわけではない。これは例示的なもので、「等」でいいと思うが、そういう背景があるということです。

○松本委員 ちょっとそれと関連するかもしれない質問で、愚問かもしれませんが、所長裁量経費は幾らぐらいあるのですか。

○JAXA（國中理事） 所長裁量経費は、具体的にはありません。今のところ、今年はありません。

○松本委員 やはり研究所の運営を任されている執行部の方々の判断は重要だと思うのですね。もう宇宙科学は分野が広いですから、いろいろな声が上がってくる上で、研究管理上というのですか、経営上というのですか、そういうことを判断するためには、きちんとした予算が決まってしまうと、執行部が非常に動きにくいのですね。歴代の所長も苦勞されたと思いますけれども、だから、所長裁量経費みたいなものをどういう形で取り

込んでいくかということも、ブラッシュアップの前に実は必要で、フロントローディングをいつ始めますかという話も、多分、所長、執行部がどれかを選ぶのだと思うのです。そのときの必要な予算が確保されることを期待します。

○JAXA（國中理事） 本年度につきましては、残念ながらありませんでしたけれども、少し工夫をして次年度は挑戦したいと思っています。

○松本委員 どの大学も、法人になっても確保しています。

○松井座長 名目としてもそうなっているのですか。学長裁量経費という費目が。

○松本委員 もちろん裁量経費はもらっています。費目化しないと、勝手に執行部が我々の予算の一部を掠め取りしたというふうにみんな言うのですよ。それはちゃんと初めから必要だったら書いておくべきだということで、私どもはそのようにしています。大学でも、各大学が裁量経費を費目として、文部科学省からはもらっていませんけれども、学内で作っていますよ。

○藤井委員 文部科学省から第3期中期目標期間になってから、交付されています。

○松本委員 今は交付されるようになったのだね。

○松井座長 JAXAの中で、多分、JAXAという規模の中では、理事長裁量経費だとかがあるだろうし、その一部が所長裁量経費というような格好で使えるような仕組みにはなっているのではないかと思いますけれどもね。

○松本委員 その辺を知りたくて聞いたのです。

○JAXA（國中理事） 明示的にはないのですが、いろいろやりくりをして、費用を捻出して、そういった特別な取り扱いで費用をあるところにつけるとすることはできると思います。

○松本委員 そんなものはだめだね。やはりちゃんと確保しておかないと、責任と権限の裏表を整理しておかないといけない。

○JAXA（國中理事） 参考にさせていただきます。

○松井座長 小委員会として必要ではないかという意見であれば、それはそれで、JAXAの中では検討されるのではないかと思います。

○竝木委員 フロントローディングはすごく重要な定義、提案なのですけれども、うまくいったか、うまくいかなかったかというのは、どこで評価することになるのでしょうか。それは多分、この文書を作った小委員会の責任もあると思うのですけれども、それはどういう計画になるのでしょうか。

○須藤参事官 先生がおっしゃったように、当然JAXAの中でも評価されるとは思いますが、うまくいっているかどうかにつきまして、当然、小委員会でも行うこととなります。ただ、先ほど期間の話もございましたが、すぐということではないと思います。このフロントローディングの導入は小委員会のリーダーシップでされたわけでございますので、状況を見て、小委員会としてうまくいっているかどうかという評価はされるというふうに考えてございます。

○竝木委員 それは3年後とかになる。

○須藤参事官 まさに先ほど松本先生がおっしゃいました、期間とは当然リンクするかと思いますけれども。

○竝木委員 わかりました。

○常田国立天文台長 この資料は、私は大変いいものだと思っていて、本委員会の非常に重要な成果だと思います。3点ほどコメントしたいのですが、今、議論があったように、フロントローディングと基盤的経費が識別されて、非常に的確に定義されていると思います。今までミッションを始めるときに、開発が十分ではない中で、要するに、発射台までたどり着けるかどうかわからない状態で始めざるを得なかったと。提案する研究者を非常に苦しめていた状態で、最近ではミッションが大型化して、責任も重くなって、怖くて始められないという状態があったのを、フロントローディングという考え方でこれを軽減するというので、今後の宇宙科学の研究者をエンカレッジする上で、非常に本質的なあれだと思います。

もう一つ、今まで理工学委員会で、ボトムアップで提案したミッションが、宇宙科学研究所所長がそれをほぼ自動的に実行していたということがあって、その中には失敗したミッションも出たわけですが、理工学委員会によるミッション提案は依然として主要なミッションを実現するためのルートだと思うのですが、近年、外国からJAXAにミッションに加わらないかという提案とか、コミュニティから直接提案するような場合もあって、多様なインプットがあるということも若干書かれていまして、宇宙科学研究所所長が単に理工学委員会の提案をそのまま実現する以上に、もう少し判断の余地ができたということも非常にいいかと思います。

3番目は、宇宙科学研究所を大学共同利用機関と書いているのですが、私の理解では、大学共同利用機関に準じる研究所ということであるのですが、もし大学共同利用機関ということになると、JAXAという研究開発法人の中で、大学共同利用機関システムを持っていることによって、ボトムアップ的要素とトップダウン的要素で、なかなか運営に困難を生じることも若干あったので、より明示的に宇宙科学研究所が大学共同機関であるということをここで言っているとしたら、JAXAの中における宇宙科学研究所の、あるいは宇宙科学の立場をより明確化するというので、非常にいいことだと私は思います。

これがコミュニティによく理解されないと意味が減じるわけですが、一つ懸念として、これを読むと、今までボトムアップでやって成功してきた中で、何かそれと違うトップダウン的要素が入ってきたのではないかと、コミュニティが防衛的になる可能性があるのです。そうではなくて、よりボトムアップが確かになるような制度を整えたという点を、宇宙科学研究所はよくよくコミュニティに説明しないと、かえって心配の種になってしまうというところがあるので、その辺が宇宙科学研究所の責任かなというふうに思います。

○山崎委員 今までの議論を非常に明確にまとめてくださっていると思います。

1点なのですがけれども、フロントローディングで行われたいろいろな成果の展開もぜひ心がけていただきたいということです。こうした宇宙科学探査は今後、民間との協調も大きな課題だと思っておりますので、フロントローディング自体に参加をしていなかった、例えば大学研究機関、民間の機関で、後にその技術を応用したいとなった場合にも、JAXAがその技術のハブとなっていて、その技術の展開を幅広くできるような形をぜひ心がけていただきたいと思います。

○松井座長 今指摘された問題で重要だと感じたことについて述べておきます。1点は、常田さんが指摘された大学共同利用機関について、大学にとっては、宇宙科学研究所は大学共同利用機関というイメージがある。天文台など、ほかのいわゆる大学共同利用機関と同じように、宇宙科学研究所に対していろいろな意見を言う。しかし、宇宙科学研究所はJAXAの中の組織であるという認識が薄い。文部科学省にも、大学共同利用機関の定義と、宇宙科学研究所の場合はどうなのかということを確認にすべきだと何度となく言っているのですが、今までのところはっきりした返事がない状況です。これははっきりさせないといけないと思います。

もう一点は、最初に松本さんから提案があった人材育成について、研究者の段階ではなく、学部生の段階の宇宙科学の人材育成の政策はほとんどない。大学院生でドクターをとろうとする人やポスドクぐらいの人を研究者として採用していくような政策は幾つか今も実現していますが、学部学生ぐらいのレベルの人を吸い込んでいくような政策は今のところない。

○JAXA(國中理事) JAXA、宇宙科学研究所の活動範囲は大学院生から上になりますので、学部教育には直接コミットできない仕組み、ルールになっています。しかし、そこは我々も懸念はありまして、今、大学の教員とクロスアポイントメントをとって、大学側にクロスアポイントメントを残しておいた上で、宇宙科学研究所、JAXAの職員になってもらうという形態を今、事例を作ろうとしています。その場合には、大学教員としてのポジションがありますので、学部学生にもリーチが届く。そういった優秀な学生を大学院に進学させて、宇宙領域に連れてくるというようなルートも探索中です。

○松井座長 そういう問題も将来的には議論しなければいけない。それでは、大きな修正があるとも思えないので、今、指摘された文章の訂正等は事務局で行うということで、今回いただいたコメントを踏まえた具体的な修正については議長預かりとしてよろしいですか。修正結果を各委員に御確認いただくことで、委員会として「宇宙科学・探査プログラムの考え方について」を決定することにしたいと思います。それでよろしいですか。

(委員了承)

○松井座長 概要についても、必要な修正をして同じタイミングで各委員に御確認いただくことにしています。

続いて、議題(2)「宇宙科学・探査の取組状況について」、JAXA、宇宙科学研究所から報告してもらいます。

○JAXA（國中理事） それでは、宇宙科学・探査の取り組み状況、この資料で現状の、昨今の研究状況について御報告したいと思います。

まず、3つ用意しておりました、1番がはやぶさ2のタッチダウンの状況、2番は新規プロジェクト（MMX、DESTINY+、JUICE）の進め方について、3番目が小規模プロジェクト等に配置する人的基盤強化、テニュアトラック特任助教制度の状況について御紹介いたしたいと思います。

【資料2についてJAXAから説明】

○松井座長 ありがとうございます。はやぶさ2がリュウグウに打ち込んだ弾丸により飛び散った破片の大きさはどのぐらいなのですか。

○JAXA（國中理事） 距離情報がないので、ちょっとわかりません。もう一つ、別のカメラと、もしくは立体視ができたなら、特定できる可能性はありますが、単眼なので、このデータだけでは分析できそうもありません。

○松井座長 最後の人的基盤強化の部分でテニュアトラックの選定は11月となっています。基本的には決まったのですか。

○JAXA（國中理事） もう着任しました。

○松井座長 2月に再公募するものもありますね。遅れているので、早目にやるように。

○JAXA（國中理事） わかりました。今、加速をして取り組んでおります。既に次年度分の公募は開始し、公募要領は出ております。

○松井座長 それでは、次の議題に移りたいと思います。

議題（3）「宇宙科学・探査の今後の進め方について」です。議題（2）でJAXAにおける宇宙科学・探査の取り組み状況について報告してもらいましたが、このような取り組み状況を踏まえて、今後JAXAとして考える宇宙科学の方向性と、それに対応した今後の進め方等について、引き続きJAXAから説明してもらいます。

○JAXA（國中理事） お手元のこの資料で説明させていただきます。

【資料3についてJAXAから説明】

○松井座長 宇宙・科学探査ロードマップの資料がありますが、その説明はいいのですか。

○須藤参事官 これは前回のもので、2013年のものです。これを今、JAXAにおいて改訂されているということで、参考として配付させていただいたということです。

○藤井委員 今の説明のような、例えば土星などのようなターゲット自体はロードマップの中に、現状でありますが入っているのでしょうか。土星はまだ余り聞いたことがないの

ですが。

○JAXA（國中理事） まだ非常にローカルに話をしているものです。

○藤井委員 それがこちら側のフロントローディングの方の技術に書き込まれていますが、オフィシャルなステータスではないのですね。

○JAXA（國中理事） ないです。つまり、技術だけではミッションが見えないわけですね。小型衛星といっても、それをどこに導入するのですかという話になるわけですが、この技術、この技術をマッチアップすると、やっとプロジェクトになるわけですが、その目指すべきところはいろいろなところがあるべきですが、時間がないので、1つだけ土星というものを大きな目標として、一事例として御説明したまでです。

○藤井委員 戦略的シナリオの中に入れていくべきものだと思います。

○松井座長 これから、宇宙科学・探査ロードマップを作ってもらいます。その考え方について、何か指摘しておくことがあれば。非常に重要なことなので。

○藤井委員 松井先生がおっしゃったように、工程表の考え方自体を見直していく中で、戦略的中型が10年で3機、公募型小型は5機というものとの整合性があるのか、またはそれで進めるのが苦しくもう少し違う考え方にするのかということは、今のシナリオにかかっていると思うので、そのような観点を入れて、今後議論していかれるといいと思っています。

結構大きな変更なので、工程表をただ書きかえるというのではなく、仕組みの枠組み自体をどのようにするかという議論になるかと思いますので、ぜひその辺りを宇宙科学研究所の主導で進めていかれたらいいと思います。

○JAXA（國中理事） 10年で2000億円規模の予算がないと、今、先生の言われたことはできないのですけれども、それにしても、いつも150億円、いつも300億円のミッションを並べるのではなくて、先ほど申し上げたような案、例えば土星を小型衛星で行くというようなプロジェクトができたならば、そういったものを集めて、10年で2000億円になるように宇宙科学研究所として主導していく考えであります。

○藤井委員 恐らく本当に見込みをきちんとつけるために産業界など色々なことも含めて、今の案はすごく優れていて目標、予定が立つわけですね。そのようにフレキシブルにした時には、元の状態に戻る部分もあるので、是非今回入ったプログラム化とかいう形で、将来が見える形にしてやることはやるのだということを明確にして進めれば、以前のようにランダムにただ実施するという体制とは違うように見せることができると思うので、是非実施していただきたい。

○松井座長 よろしいですか。

それでは、これは最初の議論も踏まえてですが、宇宙科学・探査ロードマップの改訂を行って、本委員会へ報告してもらいたいと思います。

次に、「その他」の議題ですが、国際宇宙探査関係で2つ、報告事項があります。まず、

国際宇宙探査の検討状況について、文部科学省から説明をお願いします。

○文科省（倉田室長） それでは、お手元の資料４－１に基づきまして、御説明をさせていただきますと存じます。

【資料４－１について文部科学省から説明】

○山崎委員 MCBで提案された役割について、JAXAとESAとで有人宇宙滞在技術という形ですが、JAXAとESAとの間の分担というところまでは議論されていらっしゃるのでしょうか。

○文科省（倉田室長） MCBにおいては、具体的な提案は受けていないのですが、既にJAXAとESAの間では技術的な検討を始めておまして、お互いのそれぞれの強みを生かしながら、どういう役割分担をするかは、まさに今、調整をしているところでございます。その進捗についてもまたぜひこの政策委員会の場でも御報告をさせていただければと思っております。

○松井座長 JAXAが各国期間と調整する際、予算を、例えば今後10年、20年でどれくらいの金額になるかなど想定しているのですか。

○JAXA（佐々木センター長） 現実的な金額の規模として、想定をしつつ調整をさせていただきます。

○山崎委員 深宇宙補給技術に関しては、ロシアからは特に補給に関する参画表明はないということですか。

○JAXA（佐々木センター長） 今のところありません。

○山崎委員 そうすると、NASAプラスESAの連合とJAXAという形でしょうか。かしこまりました。

○松井座長 次に、最近の国際宇宙探査シンポジウム等の開催結果報告をJAXAからお願いします。

○JAXA（佐々木センター長） それでは、資料４－２に基づきまして、最近のワークショップ・シンポジウムの開催結果について御報告させていただきます。

【資料４－２についてJAXAから説明】

○竝木委員 質問ではなくて、参加者としての意見なのですが、国際宇宙探査への参画はこの小委員会ではまだ正式には認めていないというふうに理解しています。ただ、このままだとどんどん時間も迫ってきていますし、なし崩しで始まったり、中途半端に終わったりすることが非常に心配なので、できればなるべく早く、今年中にとか、しっかり議論する場を持っていただければと思っております。

○松井座長 それは非常に重要な問題なので、考えていきたいと思えます。

シンポジウムは参加者が大学よりも民間が多いのだけれども、どういう分野なのかと、

毎回同じ人が来ているのか。

○JAXA(佐々木センター長) Gatewayと月面など分野が違くと、少し人が違ったりします。また、大学の方は、時期が、受験とかそういうものが重なって、皆さん結構都合がつかないという方が多いのと、それから、見ていただくと前後にほかの研究会とかもありまして、全部が出られないという方が結構多くて、そういう意味では、時期的には少しよく考えたほうがいいかなと思っています。

○松井座長 国際宇宙探査シンポジウムは、最後のものは参加者が500名で、規模が全然違っている。これは本当に非常に幅広い人が集まったような感じなのだが、どういう関心の人なのか。

○JAXA(佐々木センター長) こちらは本当に、一般の人がかなり入ってきたというのと、産業界はやはり最初から産業界向けというふうに打ち出していますので、そういう意味での関心が高かったと思います。国際宇宙探査ワークショップのほうは、科学の話をする中で、それを知りたいという産業界の人が来ているだけだったのですが、こちらのほうはもう少しコアなというか、実際に考えているような人たち。あと、シンポジウムの方は、例えば場所が場所なので、投資家とか、そういう方もかなりいらっしゃっていました。

○松井座長 科学界と産業界のコミュニケーション不足が指摘された等と書いてあるが、何か提案があったのですか。

○JAXA(佐々木センター長) まず、コンサルの方とかからは、産業界からすると、やはりアカデミアは遠い存在で、なかなかどういう研究成果があるかとかいうのがまたわからないというのと、一方で、科学界のほうからすると、自分たちが引いているので、なかなか接することができないというような、それぞれの意見があって、その辺、事前にもお話を伺っていたので、JAXAとしてはコミュニティーを醸成するような仕組みを今後考えていきたいというお話をさせていただきました。

○山崎委員 先ほどの竝木先生の発言に関連してなのですが、やはり今後、月や火星探査を含めたときに、長期的な取り組みになるということで、産業界の方からも、長期的に日本がどういう方向に向かっていくかというビジョンが見えると、投資がしやすいという意見が多かったのが印象的でした。JAXAさんとしての長期ビジョンはあると思いますが、国として、竝木先生がおっしゃるとおり、何か長期ビジョンという形を、具体的なプロジェクトというよりは、方向性を示すと、それが呼び水になるだろうという意見が、私自身もすごく共感したところです。

○松井座長 その点は考えていきたいと思います。それでは、事務的な連絡を事務局からお願いします。

○須藤参事官 次回の日程について、日程調整後改めてまた別途連絡させていただきたいと思います。

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。