

第26回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：平成31年1月15日（火） 10：00－12：01

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、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) 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、須藤参事官、高倉参事官、山口参事官、
森参事官

(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

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

宇宙科学研究所

藤本副所長

山田理学委員会委員長

船木工学委員会幹事

4. 議題

(1) 宇宙基本計画工程表改訂について

(2) 平成31年度宇宙科学・探査予算案について

(3) 科学コミュニティーにおける宇宙科学・探査ミッションの検討状況について

(4) その他

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26回会合を開催したいと思います。

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

本日は、薬師寺委員と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が御欠席です。松本委員は、出席の予定なので多分途中で来られると思います。

本日の議題は「宇宙基本計画工程表改訂について」「平成31年度宇宙科学・探査予算案について」「科学コミュニティーにおける宇宙科学・探査ミッションの検討状況について」

及び「その他」となっています。

それでは、議題「（１）宇宙基本計画工程表改訂について」です。

昨年末に開催された宇宙開発戦略本部で宇宙基本計画工程表が改訂されました。

事務局から、宇宙科学・探査関係の内容について報告してもらいます。

○須藤参事官 それでは、資料１をごらんください。

【事務局から資料１について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

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。ありませんか。

ありがとうございます。今年もまた年末の工程表改訂に向けて作業を行っていきますので、委員の皆様には御協力、よろしく願いいたします。

続いて、議題「（２）平成31年度宇宙科学・探査予算案について」です。

文部科学省から説明をお願いします。

○文部科学省（藤吉課長） それでは、資料２をごらんください。31年度の予算案についてというものでございます。

【文部科学省から資料２について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

ただいまの文部科学省の説明について、御質問などありましたらお願いします。

どうぞ。

○藤井委員 どうもありがとうございます。

例えばSLIM等は総開発費が148億必要と元の資料に書いてありますが、ここではトータルすると幾らかよくわかりません。33年度打ち上げで、来年度、残りは全部つけて間に合うという考え方なのでしょうか。

○文部科学省（藤吉課長） 打ち上げ年度まで含めて予算要求していく予定でございます。ですから、来年、残り全部ということではございません。

○藤井委員 それで、この残りがここに配分されるという予定ですか。

○文部科学省（藤吉課長） はい。

○藤井委員 XRISMも同じでしょうか。

○文部科学省（藤吉課長） はい。同じです。

○山崎委員 国際宇宙探査に向けた開発研究で来年度予算、大体5.4億ということですが、この内訳を教えていただけますでしょうか。

○文部科学省（倉田室長） 例えば月極域探査ミッションに関しましては、今後、いろい

ろな探査機器や装置の検討を進めていくこととなりますので、それについて地上で、例えば砂場でいろいろなものを掘る実験をしたりですとか、いろいろな車輪の実験をしたりしながら、地上で必要なデータをとって、今後の設計あるいは今後の検討につなげていくこととなります。

あるいはGatewayにつきましては、例えば熱制御システムですとか空気をきれいにしたりする技術について、今、参画を検討している段階ではございますが、参画に向けて必要なデータを揃えて、今後の国際交渉に臨む必要がございますので、そのような必要なデータをとったりするための経費が必要となります。このように、地上での技術実証を中心とした経費を計上させていただいております。

○山崎委員 わかりました。そうすると、ある意味、フロントローディング的な技術の先行開発という理解をいたしました。ありがとうございます。

○松本委員 山崎委員と似たような質問になるのですが、2点、お伺いしたいのですけれども、宇宙科学予算はプロジェクトオリエンテッドの予算の組み立てになっています。これは大事なことだと思うのですが工学関係の新しい技術を取り組むミニプロジェクトみたいなものもあるだろうと想定します。そういうものはどの予算で組まれているのでしょうか。つまり、昔は技術の先行投資があって、その技術ができれば、さらにフロンティアの最前線の新しい科学ミッションが組めるというようないま組み合わせができていたように思っていたのですが、現在はミッションがどんどんでき上がって、ミッションのほうにのみ金がついているような印象を受けるのですが、工学関係の新しい技術の取組みどうしているかが1点目。

2点目は、人の養成なのですが、この宇宙科学関係の人材育成というのは大変重要だろうと思うのです。宇宙関係の人材を集めるのに一つの有効な方法は一緒にミッションを組むということなのですが、昨今の衛星というのはかなり進歩していますから、新しい例えば大学院生が入ってきても、ほとんど経験をさせてもらう機会が少ない。昔のように若い人が中心になってできるロケット実験のようなものは大変有効だったと思うのです。私などもそうやって訓練されましたけれども、こういう機会がだんだん減っている。学術研究・実験等にもっと力を入れるべきではないかという印象を持っておりますが、いかがでしょうか。

○文部科学省（藤吉課長） 工学的なものにつきましては、学術研究・実験等の中の一部として入っております。また、人材育成につきましても、我々は非常に重要だと思っております。この学術研究・実験等の中で、先生が今、おっしゃったような観測ロケットですとか大気球、そういったミッションを通じてさまざまな大学あるいは研究機関、その中でも若手に携わっていただこうと思っております。一方で、限られた予算の中でいろいろなミッションがあり、工程表を着実に実施していくという観点から、そういったものへの予算も重要だと思います。ただ、プロジェクトが先行することで今後の若手等の参画が減っては元も子もありませんので、今、いただいた御意見につきましては受けとめまして、

今後の人材育成につきまして、より効果的、効率的に進めていくにはどうしたらいいかといったことを来年度予算でも考えていきたいと思えます。

○松本委員 学術研究・実験等、「等」にいろいろ含まれるのでしょうけれども、ここはやはりミッションがいろいろあっても、増やしていかないと人は増えないと思うのです。これはぜひお考えいただきたいというのと、工学ミッションがそれぞれのプロジェクトの中でやっているのだというお話、そのとおりだと思いますけれども、それでは新しい技術は生まれえないと思うのです。ですから、そこも、これは所長に聞くべきかもしれませんが、工学のプロジェクトというのを組む予定はあるのかどうかを聞きたいのです。

○JAXA（國中理事） DESTINY⁺は深宇宙探査技術実証機という名称がありますように、工学志向で実施する考えでありますし、SLIMにつきましても計画当初から小さなペイロードでどれだけピンポイント着陸が実現できるかということを目標に立案してきた経緯がありますので、これもかなり工学志向なミッションであろうと考えております。

人材育成という意味におきましては、御指摘のように、これまでも気球や観測ロケットについては大学に広く公募をしてペイロードを募集するというのをやってきておりますし、大型ミッションの参画につきましても、大学の教職員の参加を誘導するために、大学の御事情も鑑みてクロスアポイントメントという制度で人材を宇宙科学研究所に糾合してエフォートをいただくという活動をしております。取得したデータについても、大学に主体的に解析をしていただく連携大学というような活動をして、特にERG、「あらせ」のデータを地上データとリンクさせて、宇宙単独ではなくてバイラテラルな解析をしていただくというような活動をして、大変大きな科学的成果が得られていると考えています。

また、若い学生についても積極的に衛星追跡の現場に誘導するという活動をしております。今のところは宇宙科学研究所に所属のある学生しか動員できていないのですけれども、これをより一般論として希望する学生を誘導できるような仕組みを現在つくっておるところです。これは次年度に向けて実装していきたいと考えております。

○松本委員 具体的にどうするのですか。学生を全国の大学から経験させるために宇宙科学研究所のミッションに連れてくるということは各大学の教員も希望していると思えますけれども、今までですと、もうお金が宇宙科学研究所から出ないから科研費で連れていくとか無理をしているのです。これは非常に大事なポイントをおっしゃったので、具体的にさらに踏み込んで広く人材を集めていかないとポシャっていくと思うのです。

○JAXA（國中理事） 教育のカリキュラムとしてこれを入れ込んで、交通費程度は支給して、学生が追跡現場に入れるような仕組みを今、考えているところです。

○松井座長 一部、補足しておきます。学術研究・観測ロケット実験等というのはほとんど横ばいなのですが、今年度というか来年度から実はフロントローディングという新しい費目で予算請求しています。来年度はMMXに必要な技術開発というところでフロントローディングという項目があるのですが、これはもともと、今、松本委員がおっしゃったように技術開発をしっかりやる、そのために予算をつけるという発想です。

プロジェクトが認められて始まるというときから予算をつけるのではなくて、その前からキー技術の開発については予算をつけようという発想です。新しい費目の予算として来年度から入れてもらったものです。ですから、工程表にも書いてありますけれども、今までは学術研究・実験等というところで手当てしていたものがそちらに移るという意味で、実質的には技術の先行投資に予算が多少自由に使えるようになるのではないかと私は期待しています。そういう理解でよろしいですか。

○JAXA（國中理事） はい。技術のフロントローディングという枠組みを積極的に使いまして、実現、実証が出来る可能性が高いミッションはここで技術研究開発を進めていきたい。そして、より長時間、10年、20年かかるような規模の将来モノにつきましてもは基盤費である学術研究・実験等の予算で研究開発をこれまでどおり進めていくという考えであります。

○松井座長 ということで、基盤費は実質的には以前より自由に使える分が少しふえるのではないかと期待しております。

○市川委員 そのことに関して、今、これはMMXの中にその技術フロントローディングが入っているのですけれども、来年度以降、費目として、そのお金というのはどういう形で明記されるようになるのか。つまり、どこかのプロジェクトの中に入ってしまうと、それと本来のプロジェクトのお金と一体になってしまっていて区別がつかなくなる。今回は、MMXは特殊な事情でそうなったと思うのですけれども、技術フロントローディングのお金というのは、どういうこの中の費目になるのですか。

○松井座長 そういう懸念もありますので、工程表の中の2019年度以降の取り組みのところに「フロントローディング（開発スケジュール遅延やコスト増を招く可能性のあるキー技術について一定の資源を導入して事前に実証を行う）」と書いてあります。宇宙科学研究所で現在検討しているようなキー技術に関しては、それが将来のプロジェクトと連動するはずなのです。フロントローディングをそういう形で来年度以降の予算に組み込むことで、目に見える格好になるだろうと思っております。

○市川委員 やはり目に見える形にしておくというのが非常に重要だと思うのです。どこかに組み込むのではなく1つの費目として。

○松井座長 その認識は共有しているつもりです。4月以降議論する来年度の概算要求の中で具体的にいろいろ項目が入ってくるだろう。そのことで目に見える格好になるだろうと思っております。

平成31年度の宇宙科学・探査予算は前年度に比べれば少し改善しました。急にもとの額に戻すというのは難しいので、傾向としてはよくなったと思います。来年度の概算要求でまたさらにそれを、目標の230億に近づけていくという意味では、来年度の概算要求が非常に重要です。2020年度も必要な予算の確保に向けて、本委員会としても引き続き議論していきたいと思っております。次に、議題「（3）科学コミュニティーにおける宇宙科学・探査ミッションの検討状況について」です。

前回の本委員会でお願したように、宇宙科学・探査プログラムの検討に当たり、科学コミュニティにおける宇宙科学・探査ミッションの今後の取り組みの検討状況について、各委員からの御報告をお願いします。

また、各委員からの御報告の後、JAXA宇宙科学研究所の宇宙理学委員会及び工学委員会の検討状況についても報告をしてもらいます。

全体の議論をしっかりと行うために、各委員の説明の後の質疑は、事実関係に基づくものに限った短時間のものとし、最後に一定の時間をとって議論する形にしたいと思います。来年度以降にフロントローディング、その他将来のミッションにつながるという形でいろいろな技術開発を行い、予算枠をふやしていくという意味では、プログラム化的な発想に基づいて新しいプロジェクトをどんどん提案していかなければなりません。そうしないと予算の増加につながらない。新しいミッション提案につながるという意味での基礎的な考え方を聞こうということです。

まず市川委員、お願いします。

○市川委員 今回、10分間という時間が限られていることから、2ページ目にあるように1枚の紙にまとめました。

【市川委員から資料3-1について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

ただいまの市川委員の御説明について、事実関係に関して御質問がありましたら、ここでお願いします。後でまとめて議論しますので。事実関係としてはこれでよろしいですか。

なければ、次に、倉本委員、並木委員から惑星科学について、お願いします。

○倉本委員 それでは、惑星科学会関係について説明いたします。

【倉本委員から資料3-2について説明】

○松井座長 どうもありがとうございます。

同じく何か事実関係で御質問があればお願いします。

なければ、次に藤井委員、お願いします。

○藤井委員 資料をご覧ください。私は宇宙空間物理学という費目を与えられています。これは非常に懐かしい言葉であります。太陽地球系科学で今、並木先生、倉本先生が発表されたこと以外のところを中心に話をさせていただきたいと思います。

【藤井委員から資料3-3について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

ただいまの藤井委員の御説明について、同様、事実関係に関して質問がありましたらお願いします。

それでは、次に、宇宙理学委員会と宇宙工学委員会における検討状況について、JAXAから報告をお願いします。

○JAXA（山田理学委員長） 宇宙理学委員会の現在委員長を務めていますJAXA宇宙科学研究所の教授の山田と申します。どうぞよろしく願いいたします。

【JAXAから資料3-4 理学委員会部分について説明】

○JAXA（船木工学委員会幹事） では、引き続きまして船木のほうから工学委員会における検討状況、理工と合同でやっている部分が多いので、工学についての差分について御報告します。

【JAXAから資料3-4 工学委員会部分について説明】

○松井座長 ありがとうございます。

それでは、ここから、これまでの説明について自由に意見交換をしたいと思います。ただいまのJAXAの説明も含めて、御意見、御質問のある方はよろしくお願いします。

○小野田委員 私ではなくて船木先生に説明していただいた理由を少し申し上げます。

宇宙工学の研究というのは理学ミッションを可能にする部分もありますし、理学ミッションに限らず、もっと広く宇宙活動を可能にする部分があると思います。

前者については、理学委員会、工学委員会合同でやっている議論以上のことはないと思っています。

後者のほうについては、工学系の学会での議論を踏まえるべきと思いますが、そういう議論を活発にやっているのが日本航空宇宙学会で、航空宇宙ビジョン2050というのをこの4月に発表というスケジュールで議論されています。その中の宇宙科学技術ロードマップという議論が2030年、2040年を踏まえて議論が行われていますが、実はその副主査が船木先生なので、工学委員会の幹事でもあり、その副主査でもある船木先生に話していただくのが一番効率的と考えて、私ではなくて船木先生に話してもらうことにしました。

○松井座長

それでは、御意見、御質問等、御自由にどうぞ。

今回の議論は来年度に向けてロードマップの検討等をしなければいけない一番最初の議論のようなものですから、何でも忌憚のない意見をどうぞ。

○市川委員 天文に関しては先ほど言いましたようにあさってのマスタープラン2020策定

に向けた第2回シンポジウムの発表を見て、また改めて資料をそろえたいと思います。今回、説明を省略しましたが、技術フロントローディングについての意見を天文のコミュニティに一応全部に流しました。ただ、やはり唐突だったようです。宇宙科学研究所の中でもっと議論が進んでいるかなと思っていたのですけれども、聞くとやはり上層部には行っていたが、下のほうにはなかなか伝わっていないようでした。先週の宇宙科学シンポジウムで松井先生の話聞いて初めてわかった、非常によくわかったという話だったので全部意見が出てきたわけではないのですけれども、1つ重要な意見として、技術という工学系に偏り過ぎていないか。例えば天文の関係で言うとセンサーです。検出器、これは昔から開発に非常に苦労してきて、なかなかお金もつかないということで、ぜひセンサーを入れてほしいというような意見もありました。

いずれにしろ、こういう問題はこれから宇宙科学研究所の中でどういう分野、どういう技術をとというのは議論をしていくと思いますので、私からはそういう場で声を挙げてほしいというようなことは伝えておきました。

○松井座長 ご指摘のセンサーの問題は非常に重要だと思っています。また詳しく議論していきたいと思います。

○藤井委員 非常に若い人たちを中心に様々な議論をされてきていて、かなりディテールについても詰めてきているというのでこういう案が出てきているのですけれども、宇宙科学研究所としてのRFIの位置づけについてお聞きします。それが出ていって学協会のレベルで組み込まれ、そして、もっと大きな学術会議レベルでそれが組み込まれているということで、別段、約束されたものではないことは承知しているのですが、RFIをどのように宇宙科学研究所が最終的な実行に対して位置づけているのか。要するに、ただ単に希望だけというようになるのかどうかという点について、宇宙科学研究所はどのように考えられているかというのを聞きたいと思います。

○JAXA（國中理事） まず、各コミュニティの希望としてRFIを投げ込んでいただきたいと思います。そして、私どもとしては、先ほどの技術のフロントローディングのところの議論にも重なる部分ですけれども、いわゆる宇宙理工学を実証するためのロードマップに見合うような技術というのを抽出して、それを一連のシナリオとして波及効果のある技術開発というのを仕向けたいと思っています。それとは別に、予算獲得に向けては、我々の活動が宇宙理工学の中にのみ、おさまっているのではなくて、積極的に社会的な貢献があるのだ、ということが説明できるような技術を抽出して、多元的な意味合いを持って技術開発のストーリーを作りたいと思っています。各学会、コミュニティ、技術者、科学者の方々には、なかなかそういった社会に向けての波及効果のところまでは考えにくいと思いますので、だからこそ、工学から上がってくるRFI、理学から上がってくるRFIを私どものところでマッチングさせて、うまいストーリーに仕立てるとというのが執行部に与えられた責務だと考えています。

○藤井委員 基本的にRFIに上がった課題は将来的に宇宙科学研究所は実行していこうと

考えられているのか、それとも、その中からある程度セレクションを行い、あくまでも希望ということなので、そこからもう一段階上げた本当の意味の将来計画があるのか。RFIには将来、開始する可能性のある計画とそうでない計画が混在しているような気がするのです。ですので、投げかける以上はそのフィードバックがあったほうがよくて、それをコミュニティにしっかりと認識してもらうことがその次に進むのに重要だと思うので、今のところ、ある程度投げてはいるけれど、フィードバックは余りないような感じがするので、その辺りをぜひよろしくお願ひしたいと思います。

○松井座長 もう少し大きな視点からの議論としては大学と宇宙科学研究所の役割の問題があります。宇宙探査というか科学探査を含めて、宇宙科学研究所は何をやるところなのか。JAXAは新しい宇宙政策の中では実施機関と位置づけられているわけですね。科学探査とか宇宙探査というときに、大学があって宇宙科学研究所がある。それぞれの関係というのはどうなのか。従来はその役割分担に関してある程度何か構図が決まっていたと思う。これからもそれでいいのか、あるいは変えていくのかを明確にすべきではないか。超小型の探査みたいな全く新しい分野が出てきたときに、何から何まで全部宇宙科学研究所がやるというのは変な話だなと思っている。大学は大学で自主的にそういうことをやってもいい。その辺の役割分担についても議論していただきたい。

藤井委員の指摘は従来の延長上での大学と宇宙科学研究所という関係に関するコメントなのだと思う。その枠を取っ払って、20年、30年というスケールで物事を考えるときに同じように行くわけがないと思います。

○倉本委員 そこは非常に大事な点だと思っている、大学の立場からすると、例えば伝統的な分野というのは、ある種のX線天文だとこの大学が強くてパイプができています。超高層などもそういったパイプがあって、顔が見えるような状態になっている。一方で、惑星探査ということになりますと、割と新しく立ち上がってきたということがあって、しかも、そこに参入している大学の研究者というのは余り特定の大学に固まっていないのです。非常に多くの大学が入ってきているという状況があって、特定の大学との結びつきでもって進めているというのとは少し違った形になってきている。そこをうまくすくうといいますか、うまく組織化をするというところにもう少し知恵を凝らすと、もっと一体化していいものが生み出せていくのではないかというような感触を持っているのです。それでコンソーシアムという概念を提唱させていただいているというところです。

○松井座長 宇宙研の理学委員会、工学委員会、大学、学協会など、今後のプロジェクトを検討する主体がいろいろある。この構図を少し整理する必要があるのではないか。プログラム化の議論は、ボトムアップだけではなくて全体を見た戦略が必要ではないかということが出てきているわけです。今言ったような構図をどう考えるか、あるいはその構図の中で人材育成をどう進めていくのかという問題も含めて今後の宇宙科学・探査ロードマップをまとめる必要がある。このため、視野を少し広げて議論してほしい。この委員会は宇宙科学研究所に陳情する場でも何でもなし。科学探査、宇宙探査の大きな方向性をここで

議論して決めていくのだというような観点で議論してもらいたい。

○松本委員 先ほどJAXAの所長がおっしゃったように、いろいろな要素を取り入れて宇宙科学研究所に意見が上がってくる。ボトムアッププロセスですね。しかし、その中から選んでミッションを決めるというのではなくて、社会的要請とか世界の動向とか、そういうものを判断して決めたいという発言がありました。私はその方向は非常に大事だと思います。各研究者は自分の研究のイナーシャで恐らくその専門分野を進めたいという希望は非常に強いと思うのです。それは大事なことですけれども、そういうことを寄せ集めてやるだけでは世界と太刀打ちできないと思います。その分野ではできるかもしれませんが、宇宙科学全体で言うと、それがベストかどうかわからないという発言、座長のほうからもありましたが、それはぜひそういう方向で検討してほしいというのが1点です。

つまり、今まで聞きたいいろいろなきれいな絵が描いてありますけれども、そういうことが実現すれば学問はどう変わるのか、社会はどう変わるのかというところまでヒアリングをしてきっちり決めるべきだと思うのです。例えば中国が月の裏へ行った。当然ながら、大きなインパクトがありますね。日本はそれに対応してどうするのか、あるいはアメリカがGatewayを言ってきたら日本固有の立場としてはどうするのかというような議論を今のようプロセスでできるのかというのは若干気になります。

何かを決めるということを決めていただいても技術がなければできないわけで、宇宙工学委員会、今、小野田先生からも話がありましたが、宇宙航空学会のようところがベースになっているという話ですが、宇宙科学研究所の工学委員会というのは一体どなたが委員なのかがはっきり見えないのです。理学委員会はいろいろな学会が出てきて議論を丁々発止やっているのは私も承知していますが、工学の場合はいろいろな技術、JAXA本体の技術開発との関係、その辺のところももやっとしていっているなという感じがいたしました。

JAXAの中の工学委員会はどうやって委員が選ばれているのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 宇宙科学研究所と工学委員会が、共同で国内の工学の有識者の中から候補を選定するというやり方をしています。理学委員会では選挙方式をとっていますが、工学委員会のほうでは有識者をインバイトして宇宙科学研究所に、特に大学の先生方に来ていただくということをしています。

○松本委員 選挙をしていない。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 選挙はしていません。

○松本委員 その場合、有識者の選び方はどういう範囲を見ているのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） これは宇宙工学全体ということになります。

○松本委員 ぜひ工学の技術と言っても、いわゆる電気屋から航空屋からロケット屋からたくさんいますね。そういうことが多分考慮されているとは思いますが、所長がおっしゃった社会的課題みたいなものは技術者に対する要求ですから、技術者自らが要求をすることは考えにくい。技術者の意見は入ってくるのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 工学の研究の場合、宇宙科学ミッション、プロジェクト

であることと、広い波及性がある。そもそも双方が、恐らく技術者が要求しても研究者にとって目標がないと研究としては成立していないと思います。

逆に言えば、研究者にも技術者にも波及性を持った研究は大学等で研究も進められるし、これを宇宙の現場に当てはめるとほとんどの研究者の方は成果を上げて、そういった人たちが工学委員会の委員をやっていただいている。それから、分野の網羅性が非常に重要でして、その網羅性を確保するという意味でも選挙というやり方ではなく、そのコミッティーが一定のサイクルでメンバーの更新はするのですけれども、それなりの分野の網羅性を確保した上でさらに非常に研究成果あるいはコミュニティを代表するのに近いような人たちをセレクションしているということになっています。

○松本委員 JAXAの本部からも参加しておられるのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） JAXAからも参加しています。

○松本委員 何人ぐらい、何割ぐらい。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 現在はコミュニティのメンバーが20名で、JAXAからは1人だけ今のところは出しています。

○松本委員 つまり、技術分野というのは研究者と技術者の両方が協力しないとイケませんね。そのときに技術者を呼ぶというのは当然必要なことなのですが、同時にJAXAのポリシーメーカーあるいはもう少し幅を広げて、世の中で宇宙技術・科学というものが社会とどういう関係を持っていくのだというような観点で物の調べ方もぜひ選んでいただきたいと思うのです。つまり、予算も結構大きいですから、市民が納得できるというのはある程度、夢とは言いませんけれども、現実性のある夢みたいなものを追求していかないといけないので、そういう意見をお持ちの方の意見も、時には予算面ではコンフリクトが起こるかもしれませんが、ぜひ呼びになってほしいなという希望を持っています。

○松井座長 最近の研究資金に関してはいろいろな新しい動きがあります。そのなかでは基礎科学といえども社会実装との関連を明確にしろというものが多い。科学者だからそういうものとは無関係にというわけには、これからはなかなかいかない時代です。松本委員が指摘されたような意見も多く出ています。

あと先ほど出た意見ですが、工学においてセンサーというのは基本的にどういう位置づけですか。理学のほうからミッション提案があるとしたら、それはもう開発すべきだ、工学とは全く無関係なのだということか、あるいは工学の中の一部なのか。特に地球観測衛星との比較で科学探査はどうなっているのかというのを紹介してもらいたいです。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 現状、例えば天文で必要なセンサー等は、大部分、理学の先生方リードで基本的な、いわゆる研究室の中での実験室モデルのようなところまで製作しまして、ブレッドボードに近いようなものをつくる。そこからシステム化するところで、例えば冷凍機技術等々と整合させたものをつくる。その段階になって工学と理学が四つに組んで協力するというスタイルをとっているのではないかと思います。

○松井座長 大学が最初に開発をやるとなると、研究費としては科研費とか獲得しないと

進まない話ですね。

○JAXA（船木工学委員会幹事） という話だと理学委員会のほう。

○JAXA（山田理学委員長） 理学では2つありまして、1つは、そういう本当に萌芽的なもので科研費以外に研究費の中から搭載機器開発基礎開発研究費という形で、それは上限数百万円なのですが、投資をしまして、センサーの本当に基礎的な研究とか、コンポーネントの基礎研究を奨励しているものがあります。

もう一段進んだところの研究というのは、それぞれのミッションで本当にこういうセンサーと、こういうシステムが必要になったというところで、その基礎的な開発研究を戦略的基礎開発研究費という形で、もう少し大きなお金でサポートする。それを先ほどおっしゃったような、さらに進んだ段階につなげるということを目指している。

○松井座長 もう少し大きな額というのは数千万くらいということですか。

○JAXA（山田理学委員長） 1つの課題、1つの計画のクリティカルな技術開発のために、年間1000万から2000万程度のお金を投入する。

○松井座長 継続して何年かけサポートするのですが。

○JAXA（山田理学委員長） 3年間で1つのサイクルになっていまして。

○松井座長 そうすると、トータルとしては1億円ぐらいになる。

○JAXA（山田理学委員長） 大きいものとそうですね。ですから、その3年終わったときにワーキンググループが、その活動を評価する。ミッション提案をちゃんとしたか、あるいは提案をしていない場合にはどういう理由でしてなくて、これは継続すべきなのか、そこでターミネートすべきなのかという審査を理学委員会の中で検討しています。

○松井座長 それは、基盤という枠で、そういう費用を割り振っているわけですね。基盤の中で、センサー云々という機器開発の予算は年間どのぐらいですか。

○JAXA（山田理学委員長） 理学委員会で使っているのは1億円程度なのですが、それは全てセンサーというわけではもちろんないわけですが、工学委員会と合わせると数億円規模になります。

○松井座長 研究費の仕組みというのも結構重要です。探査でデータをとってきた後のデータの解析のところは、また科研費申請してとらなければいけない。科研費で最初の開発もやるし、探査データの解析もやるという、今、仕組みですね。そういう枠組みでいいのかも含めて議論する必要がある。

○市川委員 センサーの場合、今、私が関係する天文のところではほとんどアメリカに頼っているわけです。○松井座長 アメリカに頼っているというのは。

○市川委員 私が使っているのは全部アメリカから買って来まして。これはもうでき合いのものを何千万というお金で買って来るしかないのだけれども、ただ、新しいミッションを打ち上げようという宇宙科学研究所のレベルでは基礎開発からやるべきところと、それがある程度できたところとがあると思います。だけれども、それを例えば実験室レベルで10×10の素子でやるのと、宇宙に打ち上げるための100×100の素子では、またそこでプロ

セスが違うわけです。科研費では、確かに小さな施設では基礎開発はできるかもしれないけれども、そこから先の実装する部分というのはやはりそこで大きなお金のかかる開発施設の問題もあって、そこから非常に大きなギャップがあるのではないかなというように私は思っています。

○松井座長 宇宙科学・探査ロードマップを今度作るときには、その辺まで含めて、人材も資金も含めて統合的に考えなければならない。探査をやるためには、最初の段階から最後まできちんとできるということまで視野に入れて書いていかないと現実性がないと思います。

○市川委員 もう一つ、センサーは天文だけではなくて、今、地球探査、もうあらゆる分野で、これはまさに民生用としてもあらゆるところで使えるわけです。ですから、もう少し広い、今、言った科研費レベルから始まるかもしれせんけれども、もう少し大きな分野を含めた形で、民生も含めた形で何か枠組み、新しい仕組みというものをぜひつくってほしいなと思います。

○山崎委員 関連しての点と、あと別の点なのですが、経産省さんでも部品戦略、地球観測衛星などに関してはやられていらっしゃるのですが、それと同じで、地球周回のものだけではなくて探査機特有の観測センサー・部品技術というのがあり、プロジェクトが始まるとどうしても資金とこうした人のリソースの制約があるのででき合いのものを買ってしまうという方向に流れがちですので、そこを長期的な観点から、ここは日本として小型化をしたいといった宇宙科学・探査ロードマップはぜひ必要だと私も思います。そのあたりは今後、ぜひ検討していただきたいということ。

あと、もう一点は、先ほど松本先生もおっしゃったのですが、ボトムアップの議論と同時にプログラム化という、そうした政策レベルでの議論のバランスが大事だと思っています。ボトムアップに関しても、今日の御発表にもあったように非常にコミュニティーの皆さんが従来、検討してくださっている。そういった流れを受けつつ、議論する場というのが、それぞれの場でプログラムを意識した議論もされてきているというように認識していますが、やはりばらばらでまた議論しているような感があります。

ですから、それは今後のロードマップを考えるときにもぜひ含めていただきたいと同時に、例えば日本航空宇宙学会での長期ビジョンですとか、それぞれの場でそうした長期ビジョンをやっている場とぜひ連携をとっていただきたいと思うのです。意見交換しながら、あるいは逆に日本航空宇宙学会などのインプットを受けながら進めていくという理解でよろしかったでしょうか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） はい。航空宇宙学会についてはよく連携しながら進めます。

○山崎委員 そうですね。そういった議論を適宜こちらにもフィードバックいただければ助かります。

○松井座長 理学関係だと学術会議というところでも先ほど紹介あったように大型研究

云々という議論があります。工学関係は学術会議の中にそういう場もあるのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） あります。

○松井座長 そこでは、そういう大型研究で宇宙がどうかという取りまとめもあるのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） はい。

○藤井委員 あります。工学的な観点で全体をまとめたような大きな計画が、以前は川口先生あたりから出てきていたと思います。個別ではないものです。

○松井座長 それは10年、20年、30年と、そういう長期的なものですか。

○藤井委員 今後10年間で進めるべき計画としてです。

○松井座長 そういうものと、今、工学委員会で議論しているものとは整合性があるのですか。

○JAXA（船木工学委員会幹事） もちろん、テーマあるいはミッションについては整合しております。ただ、航空宇宙学会からは恐らく、いわゆるマスタープランについては航空宇宙という観点で2件程度、全工学で十数件といったような扱いになるでしょうから、当然、そこではセレクションがかかりまして、例えば探査に絞った提案等々が現在、航空宇宙学会のほうでは議論されていると思います。

○藤井委員 今の点ですが、学術会議の果たすべき役割、所掌するところと、宇宙科学研究所の理学・工学委員会が所掌するところ、宇宙科学研究所の執行部、JAXAの執行部が所掌するところは、それぞれ異なるので整理しないといけないと思います。というのは、私たちの地球惑星科学の方は、大型研究計画は部分的にしか出てきていないのです。それは非常に科学として重要なことを選ぶのですが、そこは宇宙科学研究所の理学委員会、工学委員会が伝統的にされていまして、非常に重厚にそこで審査されているのです。

だから、違うところで判断するためには違う目的がなければいけないのですが、同じ事を二箇所で行い違う結果が出ると非常に混乱しますので、それも含めて整理をすることが重要です。天文の方はそういうことを今までずっとされてきているので比較的それに慣れた形のシステムになっているのですが、太陽系の方はそういう形に今まではなっていません。今回のマスタープラン2020で恐らくそれがかなり出てくることになるので、うまく整理する必要があるのではないかなと思っています。

○JAXA（船木工学委員会幹事） 工学も前回のときは双方向的に進めさせていただきました。今回も情報共有しながら、できるだけ多くのプランが上がっていくよう、航空宇宙学会でも工夫していただくつもりです。

○小野田委員 先ほどのセンサーの話に戻って恐縮ですが、大学でセンサーを開発するときに理学委員会の1億程度のわずかな金というのは少な過ぎますけれども、確かに理学委員会からもサポートされている。プロジェクトになった後で、大学でやはりその先生でないとそのセンサーは開発できないという状況も時々あるわけです。そういう場合は、やはりプロジェクト経費から大学に経費を出したこともありまして、例えばX線のミラーとか、

そういう流れもありますので、プロジェクト経費はセンサーのフライト品の開発とか、そういうところまで使えているというのを認識していただきたいと思います。

○松井座長 それはプロジェクトが認められた後の話ですよ。その前は出ないわけでしょう。

○小野田委員 その前は、先ほどの理学全体で1億程度ぐらいの予算の中でやらざるを得ない。だから、そこが小さいのが問題です。

○松井座長 基盤経費とは別に、これからはフロントローディングという新しい費目をつくったわけですね。その辺、どのように活用して今のような話を進めていくかというのは、やはり来年度の概算要求に向けて議論すべきことのように思います。

○小野田委員 ミッションの後の話がありましたけれども、例えば「あかり」で全天のデータをとって、それらをカタログ化するという経費はプロジェクトの流れの中で請求して、そういうカタログを整備したという経緯もありますので、これも最初からプロジェクトの中にそういうこともやるのだという仕立てで作ってあげれば、プロジェクト経費で確保できる、原理的にはできる話だと思います。

○市川委員 原理的にはできるのだけれども、プロジェクトはどうしてもぎりぎりの予算で作って行って、データがとれました、だけれども、そのデータはそのまま、というのが過去、一般的だったのです。ところが、今、外国も含めて世界的な方向としては、データをとったら即公開。つまり、今までは、物をつくった人に優先権がどのくらいあってというのが明確だったのだけれども、今、それがなくなっている。

○松井座長 1年ぐらいは優先権があるのではないですか。

○市川委員 いや、ないのがあります。全部が全部、そうではないのだけれども、例えば新しい装置ができて使ったら即公開というような、そのときに重要なのは、即公開できるシステムがあらかじめ組み込まれていることだと思います。

つまり、アーカイブ化する技術はプロジェクトとは独立なところで、あるいはもちろん1つのプロジェクトの中にあるかもしれませんが、明確にそれをケアするだけの予算と人というのがあって、それがあからこそ、我々も例えばハッブル望遠鏡のデータがばっと使えるようになっていきます。世界中でそのデータが有効に生かされて素晴らしい成果が出るということが今、天文ではもう当たり前、特に大きな計画に関しては当たり前になってきているのです。

それが今、言いましたように、アーカイブ化するための明確な組織あるいは位置づけというのが全体の組織の中でされているということだと思うのです。それが日本は、「あかり」は本当によくやったと思います。だけれども、大分時間がかかりましたね。あれが今は即やる時代になってきているというのをやはり我々は認識すべきだと思います。

○松井座長 確認ですが、それは、今はプロジェクト経費から出ている。

○JAXA（國中理事） プロジェクトの定義の中でデータアーカイブというところまでを網羅して、プロジェクトの計画を立て、予算見積もりをするということになっています。例

えば「はやぶさ2」ですと、とってきたサンプルのキュレーション、分類まで、それから、ストアまでがミッション定義になっていますので、そのための設備もプロジェクトの中の費用で実施するということになります。天文衛星であればデータをアーカイブ、C-SODAというデータアーカイブシステムに登録するところまでを定義して実施する。そのデータの優先権については、まだアメリカほど我々はこなれていないので、1年ないし2年を参加した科学者への優先権を定義するということになっています。ただ、その期間はだんだん短くなる傾向になって、ヨーロッパ、アメリカ型に倣うように努力中です。

○松井座長 データをアーカイブ化するというのは、具体的には誰がやるのですか。

○JAXA（國中理事） プロジェクトに参加した研究者、専門家ということになります。

○松井座長 その経費は出す。

○JAXA（國中理事） はい。経費は出します。

○市川委員 それはすごく時間がかかっているという。

○JAXA（國中理事） 「あかり」のときには、まだそういったところは十分定義されていなかった事象がありまして、「あかり」については「あかり」のプロジェクトの外側の費用でそれを実施しているという経緯があります。それを内側にするという努力を今、実施中です。

○松井座長 XRISMなどはそうなっている。

○JAXA（國中理事） そうです。

○藤井委員 「あらせ」などは宇宙科学研究所のほうで拠点をつくっていただいて、大学のほうで即座にもうリアルタイムでつくっているの、非常にそういう意味からするとシステムチックにできているような気がします。感謝しています。

○松井座長 天文とか、そういう言葉を使わないと言ったけれども、惑星間空間のいろいろ分野の物理学というのは従来からコミュニティーが結構責任を持ってそういうところをやっているところはある。一方で、固体惑星みたいなところというのは全くないわけで、前例がないのです。その辺、どう作っていくのかということも非常に大きな問題なのです。

○竝木委員 それに関しては、何となく今まで見ていると宇宙科学研究所の中の例えばC-SODAであると、確かに型どおりの処理をして出すところまで行くのですがけれども、実際にはそれを使う人がいて、構成とかもっとよくしていこうというのがドライビングフォースになってどんどんよくなっていく。そのときは先ほど「あらせ」のお話があったように、宇宙科学研究所の外側にもうデータを出してしまって、そこで大学の人たちが割と使いやすい環境にしたほうがすごく解析が進んでいるのではないかと思います。それはぜひそういう方向も考える必要があるのではないかと思います。

○JAXA（國中理事） キャリブレーションしたデータをC-SODAのアーカイブシステムに登録するというところが宇宙科学研究所のタスクの定義になっていて、それを自由にアクセスしてデータを3次、4次データに加工するというところは研究者の領域だと考えていま

す。

○松井座長 地球観測衛星などはデータを一般の人に使うてもらわなければいけないということで、利用をどう進めるのかという議論をやっている。探査の分野も少しそういう議論をちゃんとやったほうがいいかもしれませんね。

○JAXA（國中理事） はい。地球観測衛星のデータなどでオープン＆フリーの流れがありますけれども、宇宙のデータもそういった方向に做うと理解しております。

○藤井委員 先ほど山田先生の発表されたところで非常に重要な点かと思ったのは、7ページのところで中長期的な課題として規模と頻度があげられている点です。今、この宇宙の工程表では、ある程度10年でどのぐらいということが定められているわけですが、これを学術の側から最もやりやすい頻度と予算額をつくと非常に重要な観点かと思うのですが、それがこの工程表の考え方を大きく変えていく可能性もあるので、どういう形でこれを今後議論されていくのか、もし将来どうするかがあれば教えてほしいのです。

○JAXA（山田理学委員長） おっしゃったとおりの重要な問題をはらんでいまして、宇宙科学・探査ロードマップに関しては、もちろん政策的な観点あるいは戦略的な観点もあって定められていくわけですが、我々としては科学コミュニティの立場からどうあるべきかという検討を議論して、それをとにかく宇宙科学研究所にインプットして、それを取りまとめて、ロードマップに反映していきたいと考えるわけです。前回ももちろん、今のロードマップが定められたときにも理工学委員会での議論というのがありまして、ここでは金額で例えば二百何十億という一定額を前提にしていました。今回は、何百億何期とかという数合わせだけではなくて、そこには先ほどおっしゃった大学との関係、人材育成の関係、ロンチャーがどうなるかという関係、国際協力の関係、いろいろなファクターが並んでいるので、そういうものを一つ一つ、時間はかかるのですが、丁寧に議論していこうというスタンスでいます。

例えば宇宙科学シンポジウムなどもそういう機会の一つと本当は捉えていまして、いろいろな議論がありまして、例えば大型はどうあるべきかという議論と小規模はどうあるべきかという両極端の議論があって、今の「頻度」とおっしゃった中にも小規模の計画を短いターンアラウンドタイムでちゃんと回してこそ人材育成にもつながるし、技術のフロントローディングができるのだという考え方が片方あります。

もう片方で、やはり大型化していくミッションにどうやって国際協力を含めて対応するかという考え方がある。だから、一筆書きでソリューションができるようなものではないのですけれども、それを両方の観点からとにかく現状を把握して、そこに我々自身の科学的なビジョンの議論を踏まえてロードマップ的なものを構築していければいいなと考えています。1つ、せっかくの機会ですので発言させていただくと、宇宙科学・探査ロードマップが抜本的に改訂される時間スケールとやり方の境界条件というものがある種全くわからないまま、でも、コミュニティとしては考えないどこかで決まってしまうということがあって、考えようと言ってあるわけですが、だけれども、全体的な枠組みみたいなも

のがもう少しつまびらかになると、コミュニティーのほうも腰を据えてそれに向けてやっていくということはできようかと思えます。

○松井座長 この間、宇宙研のシンポジウムに出席して、来年になると前回策定した時からもう5年たちますから、改訂に向けて、基本計画も工程表も議論が始まりますと、発言しました。科学探査関係は、国際宇宙探査が始まって状況がもう明らかに変わってしまっている。工程表の改訂を議論するためには、やはりまずもって宇宙科学・探査ロードマップがないと議論はできない。したがってロードマップの作成を急いでくださいという話をしました。しかし、そういう話は皆さんにどうも伝わっていなかったようです。コミュニティーとの間にギャップがあるのです。今年は改訂に向けて実質的な議論は始まってしまおう。宇宙科学・探査ロードマップも前回策定したときとは全く状況は違う、という意味で、しっかり議論をしてもらいたいと思えます。

ありがとうございました。本日の意見交換も踏まえて、次回、宇宙科学・探査プログラムについて議論していきたいと思えます。

最後に、その他案件の報告をJAXAからお願いします。

○JAXA（佐々木センター長） それでは、JAXAのほうから、月極域探査ワークショップ（その3）の開催結果について、簡単に御報告させていただきます。

【JAXAから資料4-1について説明】

○JAXA（國中理事） 引き続き第19回宇宙科学シンポジウムについて御報告させていただきます。

【JAXAから資料4-2について説明】

○松井座長 ありがとうございました。

ただいまの説明について、何か御質問がありましたらお願いします。

なければ、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 それでは、次回でございませけれども、次回の宇宙科学・探査小委員会は2月12日の火曜日の10時から12時に開催したいと思えますので、よろしく願います。

○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。