

第15回宇宙科学・探査部会 議事録

1. 日時：平成26年8月27日（水）16:00～17:50

2. 場所：内閣府宇宙戦略室大会議室

3. 出席者

（1）委員

松井部会長、薬師寺部会長代理、家森委員、小野田委員、櫻井委員、田近委員、永原委員、山川委員、山崎委員

（2）事務局

中村宇宙戦略室審議官、深井宇宙戦略室参事官、頓宮宇宙戦略室参事官

4. 議事次第

（1）宇宙科学・探査プロジェクトの現状について

（2）その他

5. 議 事

○松井部会長 「宇宙政策委員会宇宙科学・探査部会」第15回会合を開催します。

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。

去る8月20日に、「宇宙政策委員会 基本政策部会中間取りまとめ」が宇宙政策委員会にて了承されました。これに関連して、本日は「宇宙科学・探査プロジェクトの現状について」、並びに「その他」に関して御審議いただきます。

初めに「宇宙政策委員会 基本政策部会中間取りまとめ」について、簡単に事務局から御紹介願います。

<事務局より参考資料1及び2に基づいて説明>

○松井部会長 ありがとうございました。

今紹介いただいた参考資料1の8ページのb)の文章については、中間取りまとめなので、年内ぐらいをめどに、最終的な取りまとめをつくることになると思います。そのときには、「宇宙科学・探査分野及び有人宇宙活動分野」の記述も、それに見合ったようにしていくこととなります。今日は「宇宙科学・探査部会」の第15回会合ですが、これから毎月1回か2回かのペースで開催し、

基本政策部会の最終的な取りまとめに向けて、「宇宙科学・探査分野及び有人宇宙活動分野」についても中長期ビジョンを取りまとめしていくということになります。

議題1の「宇宙科学・探査プロジェクトの現状について」です。今参考資料1で紹介したように、「現時点で宇宙科学研究所として予算措置等が済んでいるプロジェクトを着実に進めつつ」とあるように、現時点でやることははっきりと決まっていることについて最初に整理すべく、この議題について審議したいと思います。

資料1に基づきまして御説明をお願いします。

<JAXAより資料1に基づいて説明>

○松井部会長 今説明いただいたのは、基本政策部会中間取りまとめ8ページの「現時点で宇宙科学研究所として予算措置等が済んでいるプロジェクトを着実に進めつつ」に相当することです。委員の皆様には、妥当かどうかも含めてしっかり議論していただきたいと思います。それでは、皆様の御意見を伺いたいと思います。

○山川委員 ERGについて確認したいのですが、資料1の2ページ目にコスト増と書かれていますが、その具体的な額と、JAXA内でうまく対処しようとしているということですが、例えばERGプロジェクト経費あるいはイプシロンロケット経費等々の内訳がもしあれば、教えていただけますでしょうか。

○JAXA コスト増については、今回、技術的課題の解決等のために増える状況であります。今、精査を進めているところであり、最終的な値ではないですが、10億円を超える額が追加で必要となっています。その内訳は技術的課題の解決のための追加費用だけでなく、試験の体制、試験費用に対する見積もり、射場での活動に対する見積もり、いわゆる衛星ハードウェア以外にかかるところの精査の足りなかったところです。これらを積算していくと、先ほど申し上げたような額になったということです。

○山川委員 追加で必要となったその十数億円を、イプシロンプロジェクトから出すのか、ERGプロジェクトからを出そうとしているのか、その辺りはいかがですか。

○JAXA ERGプロジェクトの経費をJAXA内の審査を受けて増額しております。結局、小型衛星にかかる費用がそれだけ増えてしまっているという結果になります。

○松井部会長 ERGの打ち上げが遅れることによって、どういう影響が出るのですか。イプシロン2号機を別の衛星の打ち上げに使うということではないので

すか。

○JAXA 打ち上げは遅れますが、イプシロン2号機ということは変わらないです。打ち上げが遅れたことで、太陽活動との関係で遠地点高度を上げなければいけないということが大事です。その地点までイプシロンの打ち上げ能力で上げられるかということを中心に心配したわけですが、ちょうどイプシロンの高度化による能力向上と今回のERGで追加に必要な遠地点高度の上昇がぴったり合って事なきを得ているという状況です。少し危なかった状況ではあります。

○山川委員 ERGのフルサクセス等にかかわる部分ですが、基本的にはある時期に打ち上げなければいけないといった議論があったと思います。しかし、今の説明を伺うと、高度さえ調整できればかなり自由度があるように思います。ミッションのフルサクセスという観点で打ち上げ時期については実は自由度がかなりあるという理解でよろしいのでしょうか。

○JAXA 最初にその提案グループに、イプシロンの打ち上げ能力をかなりフィックスして境界条件を与えて、重量や遠地点高度に行けるといところでスタートしていたと思います。そうすると、その前提のもとで太陽活動が落ちていったときには、その影響を受ける重要な太陽情報が得られる高度がどんどん上がっていくという状況になり、そこで何年までに絶対に打ち上げなければいけないということが当初出ていました。

これは本当に偶然ですが、イプシロン側で打ち上げ能力を上げていってくれたということで、遠地点高度が上がったわけです。粒子加速機構の解明に顕著な貢献をするということでフルサクセスにできるということですが、我々としては結果的にうまくいったから良いということではなく、やはり反省があります。今回、イプシロン側が我々の方で助け舟を出していただいて、当初提供できなかったものを十分に提供できる、打ち上げが遅れて少し時間をもらいうまくはまったということです。

○小野田委員 万一、さらに1年あるいは半年なり遅れた場合は、太陽活動は底をつくようになるのですか。それとも、さらに縮小していく方向でしょうか。もし縮小していく方向であれば、さらに高度を上げれば、フルサクセスが達成できるということですか。

○JAXA それは大事な質問ですが、打ち上げがさらに遅れたときにどうしたら良いかというのは関係者の頭の隅にはあると思いますが、その議論は現時点ではしていません。マージンを十分確保し、技術課題もほとんど解決していますので、今はこの打ち上げ年度に背水の陣で上げると考えております。太陽活動については遅れることでさらに下がってきます。太陽周期がちょっと延びていたり、太陽の状況が従来と少し違うもので、急激に下がるよりは、ゆっ

くりなだらかに落ちていきます。上がるときは早いのですけれども、落ちるときはゆっくりということがあります。いずれにしても太陽活動は下がっていくということで、さらに遠地点高度を上げれば、フルサクセスが可能なのかということについては、今日は正確にはお答えできない状況です。

○山崎委員 次期小型ミッションの件ですけれども、小型科学衛星3号機ということで、打ち上げは2018年ぐらいをめどにしているということによろしいでしょうか。

○JAXA そうです。

○山崎委員 細かい点ですが、DESTINYで、月スイングバイを経てラグランジュ点を目指すということですが、ラグランジュ点は具体的にはどのポイント辺りなのでしょう。

○JAXA いわゆるSPICAと同じL2です。太陽の反対側です。

○山崎委員 SLIMとDESTINYのうち今後1つに絞られていくことになるかと思いますが、こういった観点で絞られていくのか、ということをお教えいただきたいです。つまり、技術的に実現可能性を検討した中で、両方とも実現可能となったときに、ISASあるいはJAXAとして、こういった技術を培いたいのか何か指標があればお教えいただきたいと思っております。

○JAXA そこは極めて重要な点です。まず、提案者グループが実現できるという提案を出してきました。これをJAXAのシステムエンジニアリング部門の機能を使いまして、いわゆる外部の目から見ても確実に実現できること、それから、その規模を想定したリスクを把握してこれに対応できるかどうかということを見ます。技術的な点が第一点です。

それから、コストについても、先ほどのERGのようなことは二度と同じようには許されませんので、予備費も見て決められた金額で実現すること、開発期間が延びることも問題ですので、2018年をターゲットに実現できるかということを見ます。

今の御質問は、このような基準で見るとSLIMとDESTINYとが両方合格したときにどうするかということだと思っておりますが、これについては工学委員会から宇宙科学研究所長に答申が出ましたときに順位がついております。1位はSLIM、2位がDESTINYでした。順位がついて出ているということは、日本を代表する研究者が集まった集団でありますので、重く受けとめなければいけない点です。順位がついた理由も技術的な点等から書かれておりますので、そこも斟酌して判断するという事です。

SLIMについては、何のために月に着陸するのかということがはっきりしていなければいけません。単に月に見事に着陸して、重力天体への着陸技術を身につけました、これは将来いつか役に立ちます、そんな技術を一つ持っていました

ようという理由だけで、その先のストーリーなしにやることの是非があると思います。この技術が確立できれば良いのですけれども、これだけの費用と人的労力をかけてやるわけですから、その次にどういう惑星ミッションをやるかというビジョンが必要かと思います。提案者は工学の先生ですので、その全てを工学の先生にはっきりしろと言うのはちょっと要求が厳しいと思います。これは理学委員会、工学委員会の学術コミュニティ全体で少し議論をしていただいて、この技術を確立したらその先に何ができるかというところまで見通して、そこも含めてこのミッションを認めるということになるかなと思っています。

DESTINYについても同じで、これは着陸しないわけですから、ラグランジュ点に行く技術で大型のイオンエンジンでほかの非重力天体等にたどり着いて何をするのか、そこの明確なビジョンがないといけません。

両者とも技術的に全部オーケーになったときには、そういったビジョンが勝負かなと思っています。だから委員会から出てきた順位、それから、宇宙科学・探査ロードマップ全体の中でのそれぞれの位置づけを見て総合判断するということになります。

○山崎委員 DESTINYの場合はL2に行きますが、これはSPICAのための前哨的な実験という意味は含まれているのですか。それとはまた別ですか。

○JAXA SPICAは日本製のバスでL2に行きますが、あれだけ巨大な冷却望遠鏡をL2まで持っていくのはJAXAの責任になります。巨大ミッションを惑星空間で航行させる、やったことがないという意味で、DESTINYで行っておくことには意味があります。ただし、衛星の規模が余りに違うので、強い関連性があるかということについては、少し正確に言わなければいけないので、御返事に確認が必要です。L2に行くことの目的はSPICAにつながる道を開くこともあると思います。

○永原委員 SPICAの計画が出てから既に10年以上が経過していると思いますが、その間に、JWSTが上がる、TMTができるという非常に大きな変化がありました。その中で、本当にSPICAをやる科学的価値があるかという科学的な検証は何らかの形で進められているのでしょうか。

○JAXA 大事なご指摘です。SPICAが提案されたときはALMAはありませんでした。ALMAは地上の電波望遠鏡であります。その波長はSPICAの一番長い波長からさらに長い方にあり、それぞれ科学的な意味合いがありますが、得られる情報は違います。しかし、ALMAで画期的なデータが出ている状況で、SPICAのサイエンスが当初のもくろみどおりいくかという確認は必要です。JWSTについては、米国の総力を挙げて2017～2018年に打ち上げると言っておりますが、これは短い波長ですので、SPICAとの波長の重なり等はありません。ここは相乗効果がある方に働いて、SPICAの価値が毀損することはありません。

一方、全波長帯でこういう大望遠鏡がある中で、いま一度SPICAの科学的利用を再確認しなければいけないというのはそのとおりです。それを一番痛切に感じているのは、今後これに10年、人生をかけなければいけないその分野の研究者です。日本の赤外線天文学の研究者、欧州の研究者が、今、密にそのことを含めて焦点面検出機の最適化をしています。7年前はこっちが良いと思ったけれども少し変えるとかですね。そういう微調整もESAとのジョイントスタディに含まれています。今のところ、そういう新しい魅力的な大型装置が出現しても、SPICAの意義は十分あるということになっています。新しいデータが出ますので、ALMA等に天文学者の重心は動いていますけれども、これが一段落すると、最終的にはやはりSPICAが必要だとなっていくと思っています。

もう一つありまして、日本として「すばる」があって、TMTを巨額の費用をかけて始めるという中で、広い意味での赤外線天文学という分野に地上と宇宙を合わせるとかなりの金額の投資をするということになります。それから、そこにいる分野の先生の数は一定で、それが2つの巨大ミッションをやらなければいけません。その辺も気になるところで、非常に注意して今後進めなければいけないと感じております。SPICAは学術会議でもエンドースされるし、宇宙研の理工学委員会でも既に認められたということで、そういう懸念を塞ぐのではなくて常に問い直すことで、計画を先鋭化させなければいけないというのは、我々も当事者もよく理解していると思います。

○永原委員 ERGのことで時間がかかることと人材というのはそういうことだったのですが、SPICAも初めに提案されてから、これからさらにかなり根源的な部分の検討に入っていくと、ほとんど一世代入れ替わるぐらいの時間になりますね。それをどのように継続させていくのか、当初の予定のリーダーの人は世代交代してしまっていて、こういう非常に厳しい状況の中で次にリーダーシップを本当にとれる人がいるか、コミュニティがついてくるかという辺りを計画して打ち上げられれば、それは問題なくやれるわけです。けれども余りに長期にわたっているのがかなり心配なのですけれども、その辺の検討はいかがですか。

○JAXA 一番最初にミッションを提案した先生は、打ち上げまでに定年になってしまうという者が複数生じます。必ず世代交代をしなければいけないということで、プロジェクトマネージャーについては、ここまではこの人、ここからはこうつなぐという議論をしております。BepiColomboについても、運用段階では水星到着が2024年ですので、今から10年近く先にかなり重要なオペレーションがあります。性質は違いますが、引き継いでいくというところでは同じで、SPICAとBepiColomboについては日本が今まで直面したことのない大きな課題があります。今までは非常に早期に5年で回してきたので、システム的にも、個人の研究者のキャリアの積み方という点においても新しい状況になって

います。

一方欧米では、非常に長いミッションをつないでやってきているということです。だから欧米のようになって良いということではないのですが、どういうやり方で長期にわたるミッションをやってきたのかということも一つ興味のわくところですよ。

一方、人材育成はそういう長いミッションでは現実的に厳しい状況もあって、イプシロンが宇宙科学・探査ロードマップの中で位置づけられて頻度を上げる。実際に1号機、2号機、3号機という頻度は中型機よりはるかに短期間になっているわけで、これは今の人材育成等を含めた問題を解決する一つの新しいチャンネルと捉えて大変ありがたいと思っています。

○松井部会長 今、重要な問題が幾つも出てきました。特に惑星関係は長期的になるわけですね。そうすると、教育をどうしていくのかというのは非常に大きな問題で、そこをもう少し具体的にどうやってそれを補充していくのか、ある分野を決めるのだったら、本当にその必要な人材をどうやって確保していくのか、その辺かなり具体的な議論が必要だと思うのですよ。

もう一つの点は、先ほどのSLIMとDESTINYのところ、深宇宙探査は必ず工学ミッションが重要な要素になるけれども、サイエンスとしてターゲットをどういうふうに位置づけるのかというのは非常に重要だと思います。特に30年先を考えて、日本が深宇宙でどういう考え方の下にどこを目指すのかということも考えずに、工学的な目的だけで、重力天体だから目指しましょうというのではいけないと思っています。だからと言って、月か火星かどこかは全くわかりませんということでもいいのかという問題もあります。そこをどう決めていくかということは、宇宙科学・探査ロードマップにはそういうことは書いてないですね。基本的にボトムアップでどうするかということです。余りにも長期になるプロジェクトについては、ボトムアップだけでなく、ある考えのもとに選定していくということも将来は必要になってきますよ。

先ほどの説明では、SLIMの場合、理学関係の観測機器が載る余裕は全然ないということですがけれども、これをどう考えるのか難しい問題があります。いろいろなところで月の話が出てきます。前回の宇宙政策委員会でも、松本委員から、月なのか火星なのか、あるいは科学探査なのか、資源探査なのか、いろいろな考え方が出ました。その辺をどう考えるかということを考えて、選定するときにある程度そういうことも考えてもらったほうが良いという気がします。

○JAXA 今のご指摘は極めて大事で、我々の今後の命運にかかわるところだと思っています。惑星科学の先生方の興味は非常に広く、水星から外惑星、小惑星までであるという中で、日本の工学技術が今まで獲得してきたものとその延長で今後獲得できるもの考えた上で、現実的に狭めていく。宇宙研の理学・工

学、その周りの学術コミュニティの実力を十分使っていない中で、そこを狭めるということは切り捨てる部分が出るのですが、そこをやらなければいけないということで、その辺りの議論も少し反映して、理学委員会、工学委員会で一緒に議論いただくということが一つあります。コストも含めて現実的な案をつくるのが大切です。

もう一つは、これも今ご指摘があったことですが、今までの工学の開発は、ソーラーセイルとか着陸技術とかイオンエンジンとか基幹技術となるものをあるリーダーの先生が工学委員会で提案して、お金を得てやってきたわけですね。それは本当にボトムアップで良いのですが、何かの事情でディスカレッジされるとそれが止まったり動いたりします。研究機関として命運をかけてこの技術は絶対要するという観点とは違います。いわゆる研究経費を得て開発するという比較的小規模のスコープにとどまるのです。今おっしゃったように、科学的な面と併せて絶対にやるんだということになると長期にわたります。トップダウンというと神様がいて決めることになるのですが、トップダウンと言っても、結局、日本として一番良いところをやっていくということですので、ボトムアップとトップダウンという言い方はちょっと語弊があると思うのです。まさに今ご指摘いただいたような観点が、前回までの部会でも議論いただいたようですが、大事だと思っています。その辺をどうプログラムとしていくかということが非常に大きなところですよ。

○松井部会長　今回はそれがメインテーマではないけれども、次回か次々回にいずれにしてもこのような議論をして、基本政策部会に併せてどう考えているか書き込んでいきたいと思うのです。探査の行き先が月か火星かなどということは、大きな問題だし、日本の現状を考えると全部はできないわけですね。そこで何かの選択をしなければいけないので、どうやって選択するのか、あるいはどういう選択の仕組みをつくるのかということを考えなければいけない時期に来ているかなと思います。

○家森委員　長期にわたる計画の場合の技術や情報の継承ということですが、昔NASAにいて感心したのは、向こうはテクニカルメモランダムがすごくきっちりしていて、細かいことまで文書化されて継承されていることですね。JAXAの場合は文書化することに対して評価がきちんとされているのですか。

○JAXA　少し語弊があるかもしれませんが、ISASの場合、非常に小さいチームで機動的にやってきたので、文書化する前に物事が進んでいた良い時代が続いていたのです。今、このように長期間かかるという状況になって、やはりきっちりしたテクニカルメモランダム、論文、メモなどがより重要になっている。JAXAの方はそういうことに手慣れて、文書体系をつくって非常にシステムティックにやります。そういうところを学びつつですが、そこも大事な面かなと思

います。

○櫻井委員 二つ質問があります。一つは、SPICAは、今はESAの方が負担が増えていると思うのですが、ヨーロッパでは、名を捨てて実を取るような東洋的思考方で進むとは思えないので、その交渉はどう進める見込みがあるかということです。

また、ASTRO-Hは打ち上げるとすぐ結果が出ると思いますが、SPICAは2025年ぐらいが打ち上げだとすると、「はやぶさ2」やBepiColomboは目的地到着まで時間がかかるので、2020年頃はプログラムが何も無いということになるのかどうか。

○JAXA 最初のご質問は非常に大事でして、現在の状況では、ESAの負担額のほうが大きい。技術的には四つに組んで、両方良いものを持ち寄っているのですが、望遠鏡がESAということでそうなっています。

一方当事者の合意では、日本がリーダーシップをとるということです。宇宙ミッションの場合は半分ずつ共同責任でやりましょうということは原則としてありません。だから、最終的に責任を負い、重要な案件が発生したときに最終的に決断を行うのは一つの機関であって、それはリードエージェンシーと呼ばれており、SPICAについては、それが日本であるということで進んできました。ESAとの調整の中でESAの負担額が増えたのですが、そういう状況においても、冷却望遠鏡を冷媒、要するに液体ヘリウムなしに冷凍機を使って寿命がない状態でやるというのは、完全に日本のアイデアです。それから、長期にわたってこのミッションを重要だと言いつづけていたのも日本の赤外線天文学のグループだということも尊重する意味合いもあって、負担額については逆転しているけれども、日本リードで構わないというのがESA科学局とのバイラテラル会合における明快な見解でした。

ところが、科学局の意思がそうでも、学術コミュニティとしては、全体のパイが限られている中で、SPICAに投資する額が日本との再調整でESAの負担分が増えている中で、何でヨーロッパ主導にならないのかという議論が出ています。ISASとESA科学局では、技術的、科学的な最適化について見直し途中であります。だから、これを現時点で議論するには、全体の状況が安定的になったところでもう一回リーダーシップについては議論しようということになっています。日本リードかESAリードかで百八十度物事が違うような印象を与えますが、一方において、ハードウェアはほとんど同じものなのですね。ラグランジュ点まで到達するのは日本のロケットで行かなければいけないし、これは新型基幹ロケットで打ち上げることはもう決まっています。その中でリードすることの意味合いをもう少し議論しようという面もあります。責任と特権、学術的にリーダーシップをとることの意味ですね。そういう意味で、非常に大事な質問ですが、

そのところは協議の上でオープンの状態にしているということです。ESAから見ればESAリード、日本から見ればこれはジョイントでやっているというような言い方の問題もこれから出てくるかもしれません。ということで、最終的には今の問題はまだわからないという状況です。

もう一つお聞きになった大空白地帯ですね。ASTRO-Hが2015年で、かなりの期間観測してくれると思いますから、2020年ぐらいまでは持つけれども、いつかは壊れます。このような中で、次の中型ミッションのSPICAは2025以降、ASTRO-HとSPICAだけだとしますと、2016年と2025年ということで10年近くフラッグシップミッションがないという状態になります。これは今まで日本の宇宙科学ではなかった状態です。2016年と2025年の間に中型を1機、できるだけ入れたいという思いです。ASTRO-Hの次に承認されるのはSPICAであるにしても、中型を早めに走らせて大空白地帯の真ん中を一個埋めるということをご希望したい、あるいは検討いただきたいと思います。現在準備していますのは、中型ミッションの公募をERG等の反省も踏まえつつ必要な改良をしまして、できるだけ早く発出したいということです。小型ミッションと同じように複数を選びまして、システムエンジニアリング部門のサポートを得て先鋭化し、最終的に1機を選ぶというプロセスをとりたいと思っています。そういうことが大きな谷間を埋める重要なポイントです。

もう一つ、小型ミッションに活躍してもらいたいということで、できるだけ隔年で工学技術実証あるいは本格ミッションもできるわけです。NASAのSMEXに対応しているもので、これは空中発射システムです。しかしSMEXよりもJAXAのイプシロンの方が能力がありますので、より大きい衛星を上げられます。向こうは成果が出ていますので、同じことができないわけない。小型衛星を使った本格ミッションもぜひその中に埋めていきたいということです。ただ、そこを戦略的に考えて20年頃を埋めないと空白ができてしまうという懸念があるので、どういう中型ミッションを入れるかを含めて、非常に大きな課題だと思います。

○松井部会長 それはまさに中長期ビジョンです。そもそもこの中長期ビジョンが始まった一番大きな理由の一つは、地球観測ですけれども、計画が途中でなくなってしまうということに非常に大きな危機意識があったわけですね。同じようなことがもし宇宙科学・探査分野で想定されているなら、それはきちんと考えて、中長期の中に具体的に入れ込んでいかないと多分いけないだろうと思っています。ただ、その問題は、惑星などの場合には、何を指すのかという大きな考え方が決まらないといけません。それまでの間に1つミッションが空く余裕があるから火星へ行けば良いのではないかと、というような簡単な問題ではないと思うのですね。

それはいずれにしても年内にある程度考え方ははっきりさせなければいけな

いのではないかとと思います。

○JAXA 惑星ミッションについてはご指摘のとおり、長い期間にわたる工学技術の確立が要るのでそうだと思うのですが、天文学とか基礎物理学ミッションは、基本的に地球周回かせいぜいラグランジュ点であり、ボトムアップによる競争的過程によるコミュニティのバイタリティーも大事ですので、全て予定調和で行ってしまうと、今までボトムアップで活力を維持してきた状況との両立という問題があります。

○松井部会長 何機上げていくかという内容は決まってないけれども、5年に1回天文衛星を上げていくとしたらどうするのか。あるいは、深宇宙をどういうふうにやっていくのか。惑星探査は10年というわけにいかないから、20年ぐらいを視野に入れるとすると、いずれにしてもそういう空白期間ができないようにやっていかなければいけないですね。逆に集中しても困るわけで、それについて何か見通しみたいなものを持ってないといけないと思います。

○JAXA 先ほど説明したように今も4機集中してしまっていて、これはみんな頑張ってくれているけれども、150人の教員がいる研究所で4機やるのはリスク要因ですね。もう伸び切ったゴムみたいになっているので、これはできるだけ一定の間隔でやっていく方がもちろん良いですね。

○松井部会長 本当は、ボトムアップもトップダウンも同じコミュニティがやるのだから、その辺をしっかりと考える必要があるかと思います。昔から今に移行してくる過程でいろいろあったのしょうけれども、将来的に考えたら、その辺はきちんとやっていかなければいけなくて、部会としてそれが一番大きな問題だろうとは思っています。

○田近委員 今の案件についてはぜひこの場でも御議論いただければと思います。10年20年と長期になってきますと、先ほどのように人材をどう回していくかということとも関係するので、ぜひうまく方策が見つかるとう良いと思うのです。その意味では、先ほどから言われている小型ミッションを高い頻度で実施していくことが大事だと思います。それで確認したいのですが、ERGの2号機の教訓を生かして3号機以降は何とかうまくやっていきたいということでしたけれども、具体的な問題というのが、技術的な検討が不十分だった、新たにそういう問題が見つかったというご説明でした。そういう部分について、今後はより厳密な検討を事前に行うという意味なのか、それとも、例えば資料1の4ページ目を見ますと、開発総資金見積額85億円以下にする、ただし、打ち上げ経費及びリスク経費を除く、と書いてあります。このリスク経費というマージンをとって、予算額をもう少し縮小してそのリスクに備えるという考え方なのか、それとも、3号機のように選定に十分な時間をかけるのか。どういう方向性で検討されているのでしょうか。

○JAXA さっきERGのコストオーバーについて、技術的原因が主だと申しましたけれども、検証のできない技術的原因なのです。しかし、それを少し深掘りしていくと、何故この期に及んで、FMをつくる段階になってそういう技術的原因が顕在化したか、もっと前にある特定の事象が気がついてなかったというところに分析が行きます。やはりマネジメントの問題が出てきます。一つは楽観的見通しをして、コストを極限まで下げたいという、要するにお金のないことがしみついていますので、それを自分たちの力で克服できるだろうという期待値が大きい。うまく良いのですけれども、逆に出ますと、とたんにかかなりの額のコストオーバーになっていくというのが見てとれます。先生方のほうは良かれと思って、ここは自分で克服する、頑張るということで行ったのですが、やはり楽観的過ぎる見通しが良くないということです。結局、それは初期コストの見積がどういう前提でされているかということが大事なのです。どういう課題があって、どういう前提で、メーカーはこの部分をする、宇宙研はこの部分をするとか、ありとあらゆる前提があるのですけれども、そういうところを明確にしてコスト見積をすればこのようなことを繰り返さないようになります。

それから、小型衛星といえども1分野総力を挙げないとできない状態になっています。十分に外部の共感も得て、データが出てきたら始動するのではなくて、何らかの形でミッションに貢献していくというスタートのときの体制が弱いのです。3人でやりますとか、そういうことは小型衛星だったらあり得ないわけです。その中では、研究者とJAXAの持つ優れたマネジメント能力を持った人たち、エンジニアの方々をどう組み合わせしていくかというのも、多少文化の違いがあるので課題になります。

先ほどのリスク経費というのは、リスク経費を持たないのではありません。リスク経費を持つと、気持ちとして、先ほどの期待値の部分をリスクに入れてしまうのです。だから、ノミナルは押さえているのです。ここは危ないなと思っても、リスク経費があるから大丈夫だというメンタリティーになることもERGの反省の中で言及されていました。国際協力をやる、でも、相手によってこけるかもしれないというときに、リスク経費があるからいいやと思ってしまうのです。リスクを除いた経費はこちらで算定しますので、全部裸でできるように持ってきてくださいと。さらに、リスク経費を算定して、それを加えて総額としますから、85億円より大分増えます。そういう考え方でこれからはやります。

複数を選ぶのは、提案者グループだけでやっているとしても課題が残ります。それをJAXAの機能を使ってみんなで支援して仕上げていきます。今までは開発経費もなく1機を選んで、すぐPMになっていたわけで、それでASTRO-Gの

問題も起きた面もあります。複数選んで、ESAの言い方で言うとダウンセレクトということで、リスクを下げるということです。リスクを下げるためにかなりいろいろな方策をとっているということで、これは今集中的にイプシロン3号機からのやり方、次の中型ミッションのやり方を見直そうということで議論をしているところです。

○松井部会長 今のことに関連して、今まで1つ選んでいるのを、何年かで少し長く見て複数選んで、きちんとしたものから順に上げていくというふうに変え方を変えろということですか。

○JAXA 例えばSLIMとDESTINYの場合は、2つ選んで、1つを最終的に選びます。では、残った1つはどうするのですかという質問だと思いますけれども、これは、例えばイプシロン4号機にチャレンジして、もう一回認めてもらおうとするけれども、そのときは他の競合者もいるわけですね。今のやり方だと、例えば1つ選ばれて、選ばれなかった方はそのほかと同じワンオブゼムになります。ただ、検討が非常に進んでいますので、自動的に有力になるかなと思います。2つを検討して、選ばれなかった方がその先ずっと選ばれないとなると、それまでのエフォートが活きるのかという問題もあります。そこはどうするというのが必ずしもコンセンサスが得られてないところですね。

○松井部会長 何をお聞きしたいかという、例えば小型の科学衛星について、2年に1機とかロードマップに書いてあるとしますね。そのときに、2年に1機ごとに選定をやっていくのか、4年ぐらいで2機とか考えてやるのかという意味です。要するに、すぐにできるものとそうでないものとか、おもしろいけれども技術的に検討がまだ不十分とか、いろいろ理由があると思うのです。それをみんな同じ基準でやっていくと、2年に1機では、本当に技術的な検討ができるのかということをお先ほどのERGの話をお聞いていて感じました。

○JAXA ある種のキュー（待ち行列）みたいなものをつくって、完成度が上がっていったものからやっていく、少し予定調和的な要素がなくもいいのかという質問だと思うのですけれども、それも少しはあると思うのですけれども、今回、全然違うコミュニティから7機の公募があつて、2つ選んだのです。

○松井部会長 選び方としては、理学委員会で選んで、工学委員会で選んで、その後は宇宙研のほうで選ぶのですか。

○JAXA この後は、諸観点を考慮して宇宙研として一つを選ぶことになります。ただ、実際は工学委員会、理学委員会とのふだんからやりとりがありますので、これからの検討も、実際はその担当した先生方が加わっており、誰が見てもこのミッションだなというところに持っていきたいということです。ただし、責任は委員会ではなくて、研究所にあるということですね。

○小野田委員 先ほども2020年頃の空白に絡んでの中型ミッションの話です。

今までSPICAが一步先んじた立場にあつて、これを立ち上げることに全力を尽くさなくてはならないという今の状況もよくわかるのですけれども、先ほど議論がありましたように、SPICAで成果が出るのは結構先になるという事情も踏まえますと、SPICAが立ち上がる前に次の中規模衛星の選定とか、A0の発出とか、そういうことを考えるようなことも選択肢の1つとして視野に入れても良いかなと私は思うのですけれども、その辺をどうお考えでしょうか

○JAXA それは非常に大事です。SPICAが当面ESAとのジョイントスタディで、いわゆる研究フェーズが続きます。最終的にあるところで欧州も日本国としてもこれはゴーでフルに実行するというところに行くと思うのですけれども、それがすぐに来年度に行くというわけではない。10年にわたるミッションだから、双方の機関で判断ポイントを持って、JAXAに懸念がある場合、ESAに懸念がある場合、立ち止まれるようにして、相手に必要以上のプレッシャーをかけないというのが今回強く合意しているところです。そういう中でスロースタートで上がっていくようになるかもしれないです。そのときに、本スタート、いわゆる政府に認めてもらうことが先に来る場合もあり得るかなと思います。そこはSPICAの位置づけを曖昧にしないではっきりしつつ、次のプロジェクトを立ち上げていくということかなと思っています。

○山川委員 今回の資料に書かれてないのですが、現在運用中の「あかつき」に関しては、簡単で結構ですけれども、どのような状況でしょうか。

○JAXA 「あかつき」については、「あかつき」チームが集中的に投入軌道の検討を行っています。私は専門家ではないので今は言えないのですが、主エンジンが壊れていますので、姿勢制御用の小さいエンジンで金星周回軌道に投入するという解が得られています。軌道投入には複数の案があるのですけれども、今のポイントは、金星周回軌道に入った後、夜が来ます。夜が長いとそこで寿命が尽きるリスクがあるので、投入した後にどういう状態になるか、あるいは本来は科学的に同期しつつ大気の観測をするということだったので、それもできるだけできるようにしつつ、最適解を当該プロジェクトと軌道の専門家で探しているところです。何が何でも投入して観測したい。衛星は予想より太陽に近いところを通過したのであぶられていますけれども、ファンクションしているという状況ですので、何とか再来年投入したいというところです。

○松井部会長 「現時点で宇宙科学研究所として予算措置等が進んでいるプロジェクト等を着実に進めつつ」という点に関して、今いろいろ御説明を聞いたのですが、特に何か心配な点、あるいは異論があるという点はありませんか。

○家森委員 先ほどのDESTINYで、どうしてL1ではなくてL2なのですか。つまり太陽側にあると、例えば太陽側を地球に来る前に先に観測して、宇宙天気予報に役立つとかそういう使い方がいろいろあると思うのですけれども、どう

して後ろに行くのかなと。

○山川委員 ロケットと衛星という意味では、工学的な意味では太陽側のL1であっても、反対側のL2であってもほぼ同じですので、どちらでも行けると思うのです。これは恐らくなんですが、多少なりとも観測機器を載せようとしていて、L2のほうにより適合した観測を考えていらっしゃるのではないかと想像しています。

○JAXA 観測機器については検討段階ですので、太陽に近い方でそういう宇宙天気予報ということがあれば当事者グループにインプットしても良いのかなという気はいたします。

○松井部会長 先ほどのSPICAはL2だということについて、L2にあれだけ大型のものを持っていく技術的な問題が解決されているという状態ではないようなことを少しおっしゃいましたね。DESTINYでそれをやるのには余りにも重量的に違うという話でしたけれども、そうすると、SPICAをやるならば、その辺の検討というのはあるのですか。

○JAXA 当事者グループでは、イオンエンジンを積むわけではなく、通常のエンジンで十分可能であると見て、それがリスクエリアにはとりあえず入っていないという状況です。ただ、これだけ大型の惑星間空間を航行させるということで、謙虚な立場で研究所としてレビューしていくことは、先ほどのジョイントスタディの中に入ってくるのかなと思います。

○永原委員 確認をさせていただきたいのですが、従来、今予定されているものを全部やるとすると、非常に予算的に厳しい、短期間にかなり多額の予算が要するということが去年以来ずっと認識してきました。一方、今日の冒頭の話で、予定どおりにということがありました。それから、ERGに関してはJAXA内で何とかするというような御説明がありました。そうしますと、予算的には、結局これから平成28年までの間にどういう見込みで、ほかのことに対する影響はどうかというお考えですか。

○文部科学省 文部科学省から、今の概算要求の検討状況をお話しさせていただきたいと思います。

これまで予定されているプロジェクトをこなすということを最優先でと言われていますが、今、常田所長から御説明があったように、なかなか予算にできない段階のものもございます。具体的に、資料1の1ページに基づいて申し上げます。「はやぶさ2」は予定どおり今年度打ち上げるべく現在進めております。ASTRO-HIについても27年度の打ち上げを死守すべく、我々は概算要求で頑張っていきたいと思っております。ERGについては、昨年の概算要求においては、27年度打ち上げを前提に考えておりましたけれども、先ほどのような予見できなかった技術的課題への対応ということで、28年度に打ち上げを送るというこ

とです。その意味ではプロジェクト経費全体としては増えるのですけれども、打ち上げにかかる経費等は、1年長くなるということで、全体のやりくりとしては多少お金を抑える方向には働くのかなということで、これはISASから上がってきているものをベースに28年度打ち上げ予定で概算要求をしていきます。BepiColomboについては、今後ESAに引き渡すということで、それに必要な経費を要求しています。ここまでについては、これまで予定しているとおりでありますが、ERGについては後ろに倒した形でやっていくということで考えています。

ただ、この資料の中にあつたSPICAについては、先ほど常田所長の話にもありましたように、ESAとJAXAの間でコスト分担を今スタディしているという状態なので、概算要求にプロジェクト化して立てることはできません。これまでの研究経費のままということで、事項としては立てられないと思っております。また、今、公募で話の挙がってきているSLIM、DESTINYについても、それぞれまだスタディの段階ということで、プロジェクトとして立つ状態ではないと思っております。ただ、金額的にはASTRO-Hなどが山場を迎えますので、今年の約190億円強ですけれども、それを超える大幅な要求をせざるを得ないと思っている次第でございます。

○松井部会長 ほかに何かありますか。私は、要求額が去年よりずっと低いと心配だなと思ったけれども、そうではないということですね。

○文部科学省 概算要求額としては、ぜひ頑張っていきたいと思えます。最後まで持っていけるか、全体の財政状況等を踏まえた上で、また御報告をさせていただきたいと思えます。

○松井部会長 ありがとうございます。この辺りで議題1に関しては終了したいと思います。

続きまして、議題2「その他」についてですが、JAXAから、ASTRO-Hの相乗り衛星の公募の結果について御報告があります。資料2に基づきまして、JAXAより報告をお願いします。

< J A X A より、資料2に基づいて説明 >

○山川委員 「有償の仕組み」の4ページですが、それぞれに対して一つずつ質問があります。まず営利目的の衛星ということで、利益を上げることが許されますが、その利益に関しては、JAXAと特に取り決めはないのですか。つまり、何%かをJAXAにとかいう話ではないということですか。

○JAXA はい。ないです。

○山川委員 それから、先着順で搭載機関の権利が得られることですが、これは無償・有償またいでということではなくて、あくまで有償の中でということ

ですか。

○JAXA これは有償の枠の中です。というのは、無償の枠は選考に漏れる可能性があるわけです。計画を立てて、ここで打ち上げると思っている、選考に漏れてしまうとビジネスが成り立たないということもありますので、そういう意味で有償枠については、お金を払えば、一応スロットは押さえられるという意味です。

○山川委員 従来、JAXAが負担していた経費を応募者が負担するとあるのですが、解析、試験、射場作業等というのは、これにJAXAがかかわらないということではなくて、当然、内容の確認、評価あるいは監督等、それに要する費用も応募者が負担するということですか。

○JAXA 具体的に言いますと、ロケットの打ち上げサービスを行う三菱重工に対する経費であります。

○山川委員 つまり、JAXAは直接作業にかかわっていないという意味ですか。

○JAXA 審査等は当然行いますけれども、そういうものを載せて大丈夫かどうかというような解析、あるいは試験データのチェック、そういうロケットインターフェースのところは、どうしてもロケットの事業者にかんでもらう必要があります。私たちは、安全審査とか、5cm級あるいは10cmの衛星が普通にできているか、特におかしなことになってないか、といった審査は厳格にしていきます。

○永原委員 無償と有償の関係がどうなっているかということをお教えください。今回、最大で8つまで載せられるということですが、そのうち有償は1機で、3機は無償ということでした。しかし、有償の応募は7機もあって、少なくとも4機適合していたわけです。適合していたうちから、4機全部有償になってしまわずに、なぜそれが1機になったのでしょうか。今後において、例えば全部有償ばかりが載ってしまうことはないか。既に1つだけとか、2つだけとか、何か決めておられるのですか。

○JAXA 今回初めてでございましたので、今まさしく御質問のあった4つの枠をどう配分するかというのは、これも議論しました。当然これまで続けてきた無償で裾野を広げることをやめるということではできませんので、そこを最低限1つ残すのか、2つ残すのかという、そういう議論をしていました。2つずつを原則として、有償の方の状況を見て、足りなければ無償で満たすという考え方で進めました。有償のほうは結局1つしかなかったのは、我々の方が絞って拒否したということではなくて、条件の調整の中で先方が降りていったということでございます。契約に至らなかったということです。

○薬師寺部会長代理 結果としてはどうのこうのということはないのですけれども、九州工業大学の鳳龍、これは日本の大学の先生ということなので無償と

ということです。趙先生だけでなく、恐らくいろいろな大学院生とかが参加しているわけですね。無償の場合には、そういう選定は結構重要だったわけですか。

よくわからないのですよ。三菱重工は、僕があそこにいわゆる民間打ち上げという方針にしたのですけれども、国の予算でつくっているロケットです。研究者の世代ももちろん重要だし、それから、大学の宇宙工学とかをやるのも安全保障ですね。だから、そういう人がいなくなると日本は困るわけです。日本の経済もちょっと調子も良くないし、だから、科学技術だけは日本は頑張っている。特にここは先端的な分野ですね。

それで、有償のことですけれども、アメリカのものは公表してもらいたくないということですか。無償の場合は、三菱といえども自分の金でロケットを打ち上げているわけではないわけです。そういう点から言うと、有償のものがどういう位置づけなのか、先生方も興味があるわけですよ。有償の場合にはたくさんの方がいるという前提ではないですね。日本のいわゆる国費でやっていて、民間の責任で打ち上げているけれども、民間の人たちが有償で入ってくるということですね。それはいわゆる民間が打ち上げているからということで、いろいろな人が外国から入ってくるということですね。その辺が少しわからないので、教えていただきたいのです。

○JAXA 有償の枠組みをつくりましたのは、これまで無償で選んでいくというものしかありませんでしたので、その裾野を広げるためです。これまでは無償しかありませんでしたので、営利目的というようなものはお断りをしていたのです。ですから、民間企業であっても、ここで三菱重工も選んでいますし、過去においても民間企業のものも選んでおります。ロケットとしての三菱重工とは、独立して衛星の方にも進出している三菱重工の部分です。過去にも民間企業中心の超小型衛星を選定したこともあります。ただ、それは営利目的ということではなくて、技術の開発、あるいは人材の育成と、そういうことで選んできました。今回のこのChubuSat-3もそういうことです。営利目的のマーケットがあるのであれば、今はもう世界が変わってきていますので、そういうことに対して、打ち上げ機会の提供をどう考えていくか。ただ、いきなり大々的にという状況でもありませんので。

○薬師寺部会長代理 そういうマーケットに広げていこうと。

○JAXA マーケットを見るということにおいても試行的にやってみると、そういうことでございます。

○薬師寺部会長代理 それはそれでよくわかりました。

○松井部会長 ChubuSat-3の温室効果ガスの影響把握というのは、具体的には何を言うのですか。

○JAXA それは光学カメラで見るとはすけれども、GOSATのTANSOのように温室効果ガスを分析をして見るということではなくて、地球上の様子を見るということです。ハードウェアで言いますと、カメラを搭載しているということです。

○松井部会長 画像を撮って、その画像を見て、何か温室効果の影響がどこかに出ているかというのを見ようということですね。

何かほかに御質問はありますか。

○家森委員 相乗り打ち上げに必要な経費だけ負担するわけですか。ということはJAXAは儲けないわけですか。

○JAXA 儲けるというわけではないです。必要な実費を負担していただくということです。

○薬師寺部会長代理 それは公表しているわけですか。

○JAXA はい。今回、この契約は5,000万円弱です。

○薬師寺部会長代理 結構良い値段ですね。どんどん有償を進めたら、それで2人の研究者を3年ぐらいは雇うことができるのではないですか。

○松井部会長 衛星の開発費は自分が負担しているわけですね。

○JAXA はい。

○松井部会長 ありがとうございます。それでは、そろそろ御質問・御意見等も尽きたようですので、この辺で終了したいと思います。

以上をもちまして、本日予定しておりました議事は終了しました。

最後に、事務的な事項について、事務局から説明してください。

○深井参事官 次回の開催日程につきましては、御紹介させていただいているところですが、追って調整させていただきます。

以上でございます。

○松井部会長 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。