

## 第50回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：令和4年4月28日（木） 10：30－12：00

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、常田座長代理、関委員、永原委員、松本委員

(2) 事務局（宇宙開発戦略推進事務局）

河西局長、坂口審議官、渡邊参事官

(3) 関係省庁等

文部科学省研究開発局宇宙開発利用課

福井課長

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所（ISAS）

國中所長

堂谷教授

羽澄教授

4. 議題

(1) 宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星「LiteBIRD」の開発の進捗状況について

(2) その他

5. 議事

○松井座長 それでは、時間より少し早いのですが、今日参加される方は、全員お集まりいただいておりますので、第50回「宇宙政策委員会 基本政策部会 宇宙科学・探査小委員会」を開催いたします。

出席の皆様におかれましては、お忙しいところ御参加いただき、御礼申し上げます。

本日は、大島委員、山崎委員、松本委員が御欠席です。

本日の議題は、宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星、通称LiteBIRDの開発の進捗状況。

「その他」です。

文部科学省 それでは、議題1「宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星の開発の進捗状況について」に入ります。

まず、宇宙科学研究所より、LiteBIRDの進捗について、説明をお願いいたします。

○JAXA（國中所長） 配付されております「宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星『LiteBIRD』開発状況」といった資料で御説明させていただきたいと思っております。

【JAXAから資料1について説明】

宇宙科学研究所宇宙科学研究所

○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。

○永田委員

冒頭に確認させていただきたいのですが、2020年にNASA共同ミッション公募に落選したことの影響は、御説明いただいたように、NASA経由の米国研究者との連携体制が構築できなくなったということと、NASAというか、米国が負担する予定であった研究開発費の負担分を新たにどこかが負担しなければいけなくなったという2つだと思う。その後の2021年10月のWPI採択によって、NASA経由で連携する予定だった米国研究者との連携体制は、WPI経由で当初予定どおり構築できたと考えていいのか。

それから、NASAというか、米国が負担する予定であった研究開発費については、WPIの予算や、KEKが概算要求する予定で、それで獲得できる予算とかで代替できる見込みがついたという理解でよろしいでしょうか。

○JAXA（國中所長） はい。その理解のとおりであります。

米国研究者の動員、費用の調達、もう一つは、米国の超電導センサの利用であったわけですが、その3つ共KEKのルートで獲得するという考えであります。

○永田委員 ありがとうございます。

あと、それに関連して、9ページ目の現状の経緯を説明いただいている図の上のほうの低周波望遠鏡の進捗状況については、KEKで行われている実績という理解でよろしいですか。

○JAXA（堂谷教授） 堂谷から説明します。

低周波望遠鏡は、全体の取りまとめは、アンテナも含めてJAXAです。

一方、低周波望遠鏡には偏光変調器と焦点面検出器がありまして、偏光変調器は東大IPMU、焦点面検出器はKEKでおののやっています、全体を取りまとめて低周波望遠鏡になるということです。

○永田委員 それを記述いただいているということですね。

○JAXA（堂谷教授） はい。

○永田委員 分かりました。

ありがとうございます。

○常田座長代理 今回の永田委員の質問の前半が非常に大事な御質問だったので、

もう少し回答を明確にいただきたいので、少し質問を言い換えます。LiteBIRDのセンサー部は、TESと呼ばれる超電導のセンサなのですが、これがどういう規模感かというのをつかんでおく必要があると思うのです。定性的ですから、私の感じでは、難しさとか手間のかかりようは、ASTRO-Hのカロリーメータ全体システムと同規模かなと思います。だから、米国に提案して、不採択だった結果を受けて、あれに見合う体制がLiteBIRDの中で構築できるかというところがポイントです。

そういう規模感をまず押さえるということがあると思うのですが、ASTRO-Hの場合、何回もNASA GSFCに見に行ったのですが、20人規模で一生懸命にやってくれているということで、LiteBIRDのフェーズを考えたときに、今すぐにそういう体制ができていないといけないと言うつもりは全然ないのですが、そういう道筋があるかというところですよ。

NASAがあると、技術的な面だけではなくて、マネジメントが非常にしっかりとしているのは明らかなので、ずっとNASAとやってきた身としては、NASAがないというだけで非常に不安になる。

NASA本部がちゃんと入ってくれれば、向こうは向こうで押さえていてくれるという安心感があるのですが、そこがないのは、当事者の認識としてもできると思っているのか、これからの課題なのかというところは、もう少し議論を深めたいところはあるのです。

永田先生が聞かれたところで、もう一つ質問があるのですが、まず、その部分はどうか。

○JAXA（羽澄教授） 私からお答えさせていただきます。

まず、QUPでは、リサーチャとして、今年度、LiteBIRDをやる人が10名程度新たに雇用され、いきなり若手を雇用していけると思っています。

もう一つ、システムエンジニアリング、プロジェクトマネジメントに関しては、QUPの大きな特色の一つとして、システモロジー支援セクションと呼ばれる、システム工学を支援していく部隊をつくります。そこに衛星の経験を持った人を雇って進めていく体制をQUP側で取ります。

あと、衛星のフライト品としての品質保証、その他は、もちろんJAXAと密に連携してやっていて、今、そこら辺の具体的な方策についても議論を深めているところがございます。

US側は、今、KEK、QUPのサテライトラボラトリーという位置づけなのですが、もう一つ、バークレー全体としては、SSL（Space Sciences Laboratory）がございまして、衛星の打ち上げ経験が豊富なプロジェクトマネジメント、システムエンジニアリングの方たちがいらっやって、これまでの開発でも、そこら辺の方たちの協力を仰いでいます。

私は、来月渡米して、そこら辺も含めて議論を深めていくのですが、そういう米国側のスペースの経験が豊富な人を巻き込んでやっていけると思っています。

規模感としては、人数的にも、先ほど言われたASTRO-Hと同程度の規模感は私も必要だと思っていて、主に今言ったような方向で、特に人的体制は、今年度の終わりまでに大体出来上がる想定でおります。

○JAXA（堂谷教授） 補足させてもらいますと、ASTRO-H、XRISMの場合、焦点面と断熱消磁冷凍機をNASAが担当して、XRISMの場合は3段の断熱消磁冷凍機を使っているのですが、LiteBIRDの場合は、一部はJAXAの2K-JTで補うのと、残りの断熱消磁冷凍機は、ヨーロッパ（CNES）が担当しますので、XRISMでの断熱消磁冷凍機に相当するところは、LiteBIRDではCNESとJAXAが担当して、QUPは検出器に専念する体制になっています。

○常田座長代理 お答えいただいたのですが、私の質問が悪いのかもしれませんが、心配していることと、当事者側の問題意識に若干ギャップがあるかなという気がいたします。

ただ、プロジェクトのフェーズを考えたときに、これから立ち上げていかなくてもいけないということで問題意識を共有していると理解しました。

もう一つ、永田先生が聞いたKEKの準備状況です。

KEKは、宇宙機の経験はゼロであると。

KEKがやってくれるということで安心してしまい、その後のいろいろな準備状況の議論とかが終わってしまうというプレゼンの雰囲気があるのは、非常に危ないと思います。

LiteBIRDは、KEKのproject implementation plan（PIP）に入ったのですか。KEKがproject implementation planにちゃんと入らなくては、その先は行けないわけです。Science Advisory Committeeというもう少し下のレベルへの言及もありましたが、そのところはどうですか。

○JAXA（羽澄教授） 下というか、実はScience Advisory CommitteeがKEKで一番権威があって、ここがエンドースしてくれることが必要という意味です。

○常田座長代理 その後、PIPで。

○JAXA（羽澄教授） そうです。

実は昨日、KEKの中の研究推進会議がありまして、そこでオープンになりました。

Science Advisory Committeeが9つあった新規プロジェクトの提案の中から4つをセレクトしてというチャージだったのですが、その中にLiteBIRDが選ばれている。

○常田座長代理 素核研所長がどう言ったということではなくて、山内機構長

がこのように概算要求するのですね。

○JAXA（羽澄教授） それを基にproject implementation planを1か月ぐらいで設定していく。今、そのフェーズです。

○常田座長代理 今、僕はPIPにちゃんとトッププライオリティで掲載されているかと聞いたのですが、答えは、これからやるということですね。

○JAXA（羽澄教授） はい。

昨日、さっきの答えが出てきたということです。

○常田座長代理 だから、素核研所長の御発言ではなくて、山内機構長の御発言はどうなのですか。

概算要求を出すかどうかは、機構長が決めるので。

○JAXA（羽澄教授） 最終的にはそうです。

○常田座長代理 そこは、宇宙科学研究所と素核研所長でいろいろと話を合をされているのは大変いいことだと思うのですが、事態が大事なフェーズに入ってくると、機構長が主語の表明が必要という気がするのですが、その辺はどうですか。

○JAXA（羽澄教授） そこに関しては、4月に三者協定を設立したことを踏まえて、國中所長がKEKを訪問されまして、会談しました。

その段階では、Science Advisory Committeeの結果はまだだったのですが、そこでセレクトされた場合には、文部科学省との話を開始して、関係各位とよく議論しながら、成立する具体的な道筋を探っていきたい、これを協力して成立させましょうという趣旨の御発言をされています。

○常田座長代理 分かりました。

永田先生の質問のフォローのということでさせていただきました。

ほかにもあるのですが、一応、ここで以上です。

○永原委員 今度は国際部分についてお伺いしたいのですが、CNESとカナダがかなりの負担をする計画になっています。

CNESのほうは一応協定が結ばれていて、カナダのほうはまだ調整中ということなのですが、これらの実現性といいますか、特にカナダは、どのぐらい確証的なのか。つまり、それがもし駄目だったときに、日本はどのような体制を組めるのかというのが一つの質問です。

もう一つは、CNESが担当することになっている中高周波の部分ですが、例えば今の資料のバックアップの部分で、23ページで基本的に期待していることが示され、これでLiteBIRDの偏光開発がきちんとできるということになっているのですが、CNESあるいはカナダの協力が得られなかった場合に、LiteBIRDの観測能力自身について、どういう影響があるのかという2点についてお答えいた

だけのでしょうか。

○JAXA（堂谷教授） 前半部分のCNES及びカナダがある意味どの程度本気になっているかというところですが、我々はCNESともカナダとも頻繁に会話を行っていきまして、当然、JAXAはLiteBIRDをしっかりとやっていきますと言っているわけですが、もちろん、それと同じように、CNESにしろ、カナダにしろ、段階を追ってコミットの度合いを上げていくので、現状、JAXAがやりますと言っているのと同じように、CNES、カナダもやりますと言っています。

実際に、カナダも試作品を提供したりして、技術的なマチュリティを上げていっているところです。

観測への影響については、羽澄さんから。

○JAXA（羽澄教授） それに行く前に、最初の点について補足させていただきますと、どちらもサイエンスコミュニティのエンドースメントをととても重視しております。

そういう意味で、まず、フランスは、2018年に出たSMEに関するフレンチロードマップで、LiteBIRDが最もアドバンストなスペースミッションプロポーザルなので、これを高く評価すると言っている。それがコミュニティから推されていることの根拠になっている。

カナダについては、1年前ぐらいに「Canadian Astronomy Long Range Plan 2020-2030」というドキュメントが生まれて、その中で、ミドルスケール、25～40ミリオンというサイズのファーストプライオリティープロジェクトがLiteBIRDとなっています。なので、そのレンジが最優先であると理解しています。

○永原委員 今回の点でもう一回お伺いしたいのですが、サイエンスコミュニティがプライオリティをつけるのはいいのですが、問題は、ミッションとしてきちんと成立するためには、予算がどれだけきちんと確保できるかという点になりますので、その部分の確証性はどれぐらいあるのか、もう少し御説明いただけるでしょうか。

○JAXA（堂谷教授） CNESのほうは、今、Phase A Studyをやっている状態で、Phase A Studyはこの秋まで継続する予定になっています。

そこの継続性、Phase A Studyの結果をもって、CNESとしてコミットするかどうかという判断ポイントを設けています。

○永原委員 分かりました。

2点目は、もう少しサイエンスに関わる部分で、例えば資料の23ページは、バックアップスライドの最初で、角度スケールと偏光強度の図ですが、LiteBIRDで期待されているこれだけの観測能力に対する日本側、CNES、カナダとかの貢献がそれぞれどのぐらい影響を及ぼすかをもう少しお伺いしたいというのが2

点目の質問です。

○JAXA（羽澄教授） これは15バンドをカバーすることがとても重要なミッションでして、CMBを中心的に観測するところは、例えば日本側が担当するLow-Frequency Telescopeはかなりカバーしているのですが、結局、CMBだけではなくて、前景放射と呼ばれるものも一緒に入ってきて、それを分離することが大事になるミッションです。

だから、そのために、例えばHigh-Frequency Telescopeというヨーロッパが担当するところがないと、前景放射をよく分離できないので、23ページに書いてあるような線より数倍悪くなってしまうようなことが起きてしまいます。

○永原委員 ありがとうございます。

○関委員 スケジュールに関してお伺いしたいのですが、今回、この委員会では、来年度に向けた概算要求で事項化するかが焦点になっていると思うのです。

永原先生のご質問に国際協力の話がありましたが、鶏と卵の側面があり、JAXAがやりますと言っているけれども、次にフェーズアップしないと、国際的にはあまりいいメッセージにはならないと思うのですが、例えばこれが1年遅れた場合、事項化にどういう影響があって、2028年打ち上げにどう影響するかとか、今、いろいろと国際調整している現場にどういう影響があるのかとか、今回、概算要求に載せることの意義を御説明いただけますでしょうか。

○JAXA（國中所長） 2028年打ち上げに向けて、本年度に事項化いただかないと、2028年キープは非常に難しかりょうと思います。

今後、技術のフロントローディングで実施できるレベルは、しょせんコンポーネント、要素技術のレベルにとどまりますので、これ以上、システムレベルの検討を行うには事項化が必要だと考えております。

○関委員 今回、事項化できるとしても、恐らく、ほかにもたくさんミッションがあって、額としては少ないと思うのです。

だから、事項化したという国際調整とか国内調整をするときの別のメッセージもあると思うのですが、その辺りはどんな感じですか。

○JAXA（國中所長） 海外を進捗させるためにも、まず、主要な部分を担当しますJAXAが進まないことには、海外も歩みを進めることはできなくなりますので、JAXAが事項化できないと、当然ながらJAXAと同様に停滞することになってしまいます。それが長期化しますと、そのインタレストが失われてしまう可能性がどんどん強まってくることになるかと考えています。

費用の多寡については、初年度はそれほど大きな金額は期待できないと思っておりますが、まずは名目をいただいて、JAXAも進捗するとともに、パートナーをエンカレッジして、LiteBIRDの成立に向かうといった旗印が必要だと考えています。

また、一旦事項化されますと、JAXA内でも加速資金の手当なども議論できますので、開発の資源は、別途内部で調整できると考えています。

○JAXA（堂谷教授） 補足させていただきますと、先ほど申しましたように、CNESはもうPhase Aに入って、Phase Aのスタディを進めているわけで、秋にPhase Aが終わって、翌年からPhase Bに入るかどうか判断するという段階に差しかかっています。

今回、事項化させていただきますと、我々も年度内にPhase Aに入るめどがつかれます。

もちろん審査があるわけですが、Phase Aに入る道が開けますので、CNESとフェーズを合わせてフェーズアップするという点では、非常に強力なメッセージになると思っています。

○関委員 ありがとうございます。

○常田座長代理 さっき永原先生から御質問のあったサイエンスについての追加質問なのですが、アメリカにDecadal Surveyというのがあって、宇宙と地上に分けて、米国で今後10年やる計画に優先順位をつけるというのがあります。日本がやる計画も、大体自動的にDecadal Surveyの上位に入っている。

サイエンティストがいいと思うものは、どこの国でも同じだということがあるし、例えば地上では、TMTが一位になっているわけです。

その中で、LiteBIRDのアメリカでの位置づけは、どうなっているかということと、地上からのCMB観測を重視したDecadal Surveyの内容になっているようにも読めたのですが、その辺はどのようになっておりますか。

○JAXA（羽澄教授） それは私から説明させていただきます。

まず、Decadal Surveyの道具立てとして、割と大型のものの順位づけを行うという視点で、米国のLiteBIRDへのコントリビューションは、大型のものではないということで、最初は俎上に上がっていなかったことがございます。

ただ、Decadal Surveyの結果の文書を見ますと、最もクリーンなメジャーメントはスペースでなされることは明記されております。

常田さんが御指摘のとおり、地上の大実験の提案がございまして、これはLiteBIRDより巨額の900億とかぐらいに膨れ上がっているのですが、それについては進めなさいと強いエンドースメントがございましたというのが状況でして、まず、そういう意味で、このCMBのサイエンスがとても重視されていることは間違いないです。

スペースに関しては、Decadalで俎上に上がるような、より大きなクラスのものをもし考えたいのだったら、それはもうちょっと時間をかけて考えていきなさいという趣旨になっています。というわけで、LiteBIRD目線で見ると、サイエンスは強くエンドースされているということです。

あと、今の地上の大実験はCMB-S4という名前なのですが、今、こことLiteBIRDでMOUを結んで、コミュニティとしては、お互いに全く異なる角度スケールで、異なる空のカバレッジの観測になりますので、両方を合わせたときに、どういふことがあるかというスタディもしていくという感じで、協調して進めていくことになっております。

○常田座長代理 分かりました。

○松井座長

私の印象ですが、先ほど関さんがおっしゃったように、基本的に来年度の概算要求でこれを事項化するかどうか、その判断をするために、今日、現状について宇宙科学研究所から報告いただいたのですが、

要するに、課題解決の方向性が割とはっきりした後、国が事項化するというチョイスは全くなくて、我が国が先頭に立って、今年度事項化しないと、そもそも諸外国のいろいろな動きが止まってしまうのかということに関する判断が一点ですね。要するに、そこが一番重要なところだと思うのです。今までやってきたようにやったとして、1年遅れると、どういう影響が出るのかという評価の問題だと思うのです。

もう一つは、打ち上げは2028年なのですが、2028年打ち上げ、この年でなければいけないという何か非常に強い観測からの要請があるのかどうかというのが2点目です。

今の予定では2028年だけれども、天文の場合にはいつでも打ち上げていいものなのか、それとも2028年という年に意味があるのかという2点お聞きしたいのですが。

だから、1点目は、今年度に事項化に移すのが、例えば来年度になると、どういう影響が出るのか。

先ほどから、何か誠意を見せないと、という非常に精神的な面は強調されるのだけれども、CNESでPhase Aのあれが今年度の秋に出るとか、いろいろとそういう状況であるとすると、各国の準備状況はもうちょっとではっきりしてくる段階にある。

今議論しているのは、来年度の概算要求に入れるかどうかという話なので、もう一年遅れると、そういった諸外国の判断にどういう影響が出るのかが一点。

それから、遅れると、例えば2028年打ち上げが影響を受けるとすれば、2028年打ち上げがこのミッションにとって何かすごく重要な意味があるのかという2点です。

○JAXA(堂谷教授) 最初のほうの1年遅れるとどうなるかということですが、特にヨーロッパで一番重要なフランスのCNESですが、CNESもフェーズが我々より先行して、今、Phase Aのスタディをやっていて、その結果で、この秋の翌年

からPhase Bに入るかどうかという判断がポイントになるのですが、我々のほうが遅れてしまうと、我々がまだPhase Aに入っていないのに、CNES側がPhase Bに入るのは、客観的に見てもなかなか難しいと思います。

そこで単純に待つのならいいのですが、今までいろいろと検討してきたチームは、多分、一旦別のプロジェクトとかに流れるおそれがある、そうすると、単純に1年遅れた分だけで済まない懸念があります。

同じように、カナダは、既にBBMやエレキのボードのやり取りとかして、カナダも我々よりもかなり検討が進んでいるぐらいなのに、我々が待たされると、カナダ側も多分予算が止まってしまって、せっかくの技術者とかがまた離れてしまうおそれがある、今、ここで我々が1年待たされるのが、結果的に1年の影響では済まないという点が非常に心配している点です。

○松井座長 そうだとすると先ほどから全体をシステムとして設計しないと困るのだという話なのだけれども、そういうのは事項化しない限り、今の様な状況の中ではできないものなのかどうかということが問題ですね。

○JAXA（堂谷教授） 今、小さなスケールモデルや要素試験、あるいは机上の検討とかでできるところはもうやっているのですが、次は光学性能や熱的な性能とか、実際の大きさのものを作らないと検証できないところに来ています。

実際の大きさのものを作るには、どうしてもある程度予算が必要で、事項化で得られる予算は少ないかもしれませんが、事項化すれば、JAXAの中でいろいろと融通できるようになると聞いていますので、そういうところで実際のものを作って、実現性を確実にしたいというのがチーム側の希望です。

○JAXA（國中所長） 技術のフロントローディング等では、コンポーネントレベルで投資しておりますが、それはある意味LiteBIRDにフォーカスしつつも、その後の展開、Athenaとかの共通性を鑑みて投資しておるところがあります。

LiteBIRDでシステムレベルのモデルを作るとなると、それはまさにLiteBIRDそのものになってしまいますので、例えば技術のフロントローディングを応用するのはなかなか無理があるといいたいまいしょうか、理屈が立たないと考えております。

○松井座長 分かりました。

○JAXA（羽澄教授） 1点補足させていただきますと、エージェンシーとエージェンシーが協力してやっていくという観点でも、堂谷さんが言われたように、まだこちらがPhase Aに入っていない、向こうはもう入っていて、こちら側でPhase Aに入るか、入らないかで、今、堂谷さんがチーム長としてやられているという体制から、プロマネ候補の方がきちんと立って、体制をつくれる。それを見せると、進んだのだねということが非常にクリアになるので、そこはエージェンシーとエージェンシーの間の協力という観点でも、とても重要だと思

ます。

○松井座長 2028年については。

○JAXA（羽澄教授） 2028年ですね。

何か天文学的な理由で、2028年にピン留めされているということはございません。なので、遅れていった場合でも、サイエンスのフルサクセスを達成できます。

あと一つは、先ほどの地上の観測もございまして、我々しか全天を見られないので、地上の観測では決してできないことはあるのですが、今、この地上の観測も2020年代の終わりに観測開始というスケジュールなので、LiteBIRDが大きく遅れていってしまうと、成果の一部を向こうに取られてしまうことは起こり得ます。

もう一つは、研究の現場にいてとても思うことは、LiteBIRDは今、世界から見て唯一の衛星の候補で勢いがあるので、すばらしく優秀な外国の研究者が集まってきてくれています。今回のQUPのポストクの公募などでもそういうことが起きてくれています。

その勢いが止まると、人が別のプロジェクト、地上実験や、ユークリッドなどの別のコスモロジーのプロジェクトなどに流れてしまうということがどうしても起きてしまいます。優秀な人を引きつけ続けるということが、とても重要な点です。

なので、まとめますと、2028年でなければというピン留めはありませんが、今言ったように、遅れるのは、二重の理由でとても悪いインパクトが生まれてしまう。

○松井座長 分かりました。

○常田座長代理 細かい質問なのですが、宇宙科学研究所の責任として、海外宇宙機関との協力を確実にしていくのがあると思うのです。CNESとESAは、自分の経験でも大変信頼できるのですが、CSAは大丈夫ですか。

○JAXA（國中所長） ISSプログラム等では、国際パートナーとして、カナダチームとか、JAXAとも関連を持って活動しております。

科学の領域ではありませんが、宇宙機関としては、国際宇宙探査におきましても、ISECGなどでも共同活動をしておりますので、CSAとJAXA間のチャンネルは、これまでも十分に太いものがあると考えています。

○常田座長代理 ASTRO-HはCSAとやるので大変苦労したことがあるのと、GEOTAILの後継機を突然キャンセルしたのがあるので、時もたっていますから、注意してやってくれればよいと思います。

それから、NASAが参加しないことについて、ないものねだりをして羽澄先生を困らせるつもりは全くないのですが、SSL（Space Sciences Laboratory）は、

カリフォルニア大学バークレー校の宇宙科学研究所ですが、大変立派な研究所です。そこが入っていることはいいことなのですが、その大学の研究室レベルでエイドリアン・リー先生のところでやっているレベルから、宇宙機を作るというレベルに行くには、SSL内でプロジェクトチーム化しなくては行けなくて、それにはNASAレベルの資金が要るのです。

だから、SSLが加わっていることは何を意味しているのか。研究者として加わっているのか、プロジェクトチームとして加わっているのかで大きな違いがあって、そこが非常に気になるところが2つ目です。

最後は、TESの非常にいいデータが得られて基礎開発が進展しているということで、ノイズが下がったり、大変立派だと思えるのですが、早く査読論文をちゃんと書いて、その形で示していただくのも大事ななという気がします。

○JAXA（羽澄教授） 基礎開発の進展について、我々が2月に『PTEP』という雑誌の招待論文として投稿したLiteBIRDのオーバービュー的なペーパー、160ページぐらいのものなのですが、その中では概要を載せております。さらなる詳細の論文を準備中でございます。

○常田座長代理 ありがとうございます。

○松井座長 まだ何かお聞きしたいことはありますか。

もし十分なら、我々としてどうするかという議論をしなくては行けないのですが、要するに、二つに一つです。事項化するか、しないかと、来年度の概算要求に向けて、少なくとも工程表にしても、何かにしても、事項化することは書き込めるわけです。

だから、そういう判断を今ここでしなくては行けないと思うのですが、皆さんの意見をお聞きしたいのです。

要するに、今年度事項化する、時期尚早かのどちらかですが、どなたからでもいいのですが、御意見をお聞かせ願いたい。

○永田委員 常田先生から御提示いただいた、中のマネジメント能力をどう代替できるかという件について、常田先生からは、今、そういうマネジメント能力がなくてはいけないという話ではなくて、これからどうやって構築していくのか、そういうテンポが見えているかと問いかけをいただいたのですが、事項化を1年遅らせることで、その展望が見えるようになるのかどうかはかなり重要な判断材料になるのかなと思うのですが、事項化しないと、そういうマネジメント体制構築にも入れないのだというのも、また一方であると思いますので、その辺の見通しをお伺いしたいのですが。

○

○JAXA（國中所長） JAXA全体としては、どういう担当の人が何人規模必要なのかは、ストラクチャー担当をつくっておきまして、そこに宇宙科学研究所内

及びJAXAの中から人を充てる作業をしておりますが、具体的にプロジェクトマネージャとなりますと、当然、事項化されて、将来の衛星計画に名前を連ねないと、例えば一般職で相当の人をそこにアロケートすることは、原理的にはできません。

なので、まさに事項化して、プロジェクトになるのだという名目がないことには、具体的に人を充てて組織化するのは、JAXAの中のルールでは大変難しいことになります。ですから、まさにプロジェクト化することが重要なステップになると考えております。

例えば現状のやり方としては、本部であるプロジェクトを主務としてやっておる人に、エフォートを例えば10%割いてもらって、片手間と言うのは適当な言葉ではないかもしれませんが、LiteBIRDの仕事を片手間を担当していただくという方法を駆使して、これまで検討を進めておる状況になります。

ただ、プロマネとなりますと、具体的なプロジェクトになっている必要があります。

○松井座長 だから、今の答えを聞くと、永田委員の御質問に関しては、体制をつくるのには、事項化しないとできないのだということなのですが、私は内部事情は分からないから、本当にそうなるかどうかは知りませんが、今の質問に関しては、そういう理解です。

○永田委員 1年遅らせれば、体制構築の準備がもっと整うという状況でもないと思えました。

ですので、来年の概算要求に向けて、事項化を目指すのか、そのマネジメント体制に不安がありますねということであれば、では、再来年なら大丈夫ですねという話にもならないと思いますので、それを踏まえて判断する必要があるのかなと思います。

以上です。

○松井座長 判断はいいのだけれども、判断は我々がしなくてはいけないのです。

だから、個人の御意見をお聞きしないと、私に一任されるほど問題は単純ではないので、一応皆さんの意見を聞いた上で、私も判断したいと思うので。

○永田委員 僕は事項化することに賛成です。

○松井座長 関委員、どうぞ。

○関委員 今日の質疑応答で現状はかなりクリアになって、すごくよかったです。

特に常田先生の御懸念も、私もそんなに経験があるわけではないのですが、新しい分野が宇宙科学に入ってきて、いろいろとなるほどと思うところはあるのですが、一方で、今、関係各所の努力の結果が結実してきて、体制が整いつ

つあるので、今事項化するのには、国際的にも大事だと感じました。

段階としては、従来に比べてちょっと早いかもしれないのですが、事項化していただいて、さらに強固な国際体制を構築していただいて、この間のNASAみたいなことがないように進めていくことが大事と感じましたので、事項化してもよいと個人的には思います。

以上です。

○松井座長 永原さん、いかがですか。

○永原委員 結論から申しますと、事項化してよろしいのではないかと思います。

ただし、説得性が弱い。先ほどから何回も質疑がありましたように、どうしても来年度に事項化しなくてはならないという必然性の説得性がまだ弱いと思うわけです。

事項化すれば人を雇えるとか、対外的な関係がよりスムーズであるというような説明では非常に難しいと思うので、ここの説得性をどこまで高められるかはまだ若干心もとないところがあります。

内部事情的には、今、関委員もおっしゃったように、国内のコミュニティに対してはいい段階であって、国際的に優秀な研究者が集まってきておられるということなので、よいのですが、そのことと予算とは別の話なので、これを説得性を持つところまで修正できるかに関して不安を感じているのが正直なところではあります。

以上です。

○松井座長 その不安を感じていて、もう一年延期すべきだという意見でしょうか。

○永原委員 いいえ。

延期すべきではなくて、むしろエンドースして、エンカレッジして、あとはきちんと予定どおりに打ち上げられるように、事を進めていただくほうが重要ではないかと思います。

本来、この筋ではないかもしれませんが、予算という点で考えれば、去年から今年にかけて宇宙科学予算が非常に増えました。

しかし、XRISMが2024年度打ち上げ予定ですから、そういう意味では、本当に強力に、特に日本がイニシアチブを握れるサイエンスという点で、こういうものを予算化していくのは、重要な意味を持っているのだらうと思います。

以上です。

○松井座長 ありがとうございます。

それでは、常田委員、いかがですか。

○常田座長代理 これは非常に難しい判断だと思うのですが、御報告があった

ように、前に比べて開発成果が出てきていて、さらにこれをエンカレッジして推進できる環境を宇宙科学研究所と当事者のプロジェクトにつくるのは、やるべきことと思います。

ミッションが難しいので、やる人は大変なのだけれども、問題点を指摘するのは100倍簡単で、いっぱい申し上げたのですが、そういう中で、宇宙科学研究所とこの委員会と当事者が協力して、これをどう盛り立てて実現していくか、何もかも羽澄先生に解決しろというのでは構造的に解決できない問題もあるので、こういう難しいミッションをやっていくときに、いろいろな組織がどう協力していくかという一つのひな形になっていくのかなと思います。

だから、ミッションが難しくなってきた、当事者が全部準備できました、はい、分かりました、概算要求に進むのをリコメンドしますという単純なプロセスでない形なのです。今後もこういうことは起きる、イエス・ノーでぱっと言えない状況が続く。

イエス・ノーで言えないことを全部ノーと言うのは簡単ですが、そうすると、日本国としては何もできなくなってしまうこともあるので、今回の宇宙科学研究所の御説明は、外国パートナーと同期して、世界レベルでミッションを立ち上げていくには、それ相当の評価をしてもらいたいということだと思うので、概算要求して巨額の資金が要するという段階ではないのです。必要なお金は非常にモデストで、お金の面では現実的だと思うのです。

だから、問題はお金ではなくて、プロジェクトのステータスということなら、文部科学省とJAXAがよく相談して、ある種の中二階に置くという考え方もあると思います。例えば本委員会はゼロイチではないそのような中間的ステータスをエンドースするけれども、文部科学省は文部科学省の御判断があると思うので、宇宙科学研究所が進めるようにうまく答えを探していただきたいと思います。。

松井座長からゼロイチでお答えくださいという中で、0.5みたいなお答えをしてあれなのですが、そういう道を探さないと、これを進めるのはなかなか大変かなというところもあるのです。

○松井座長 ありがとうございます。

私は、こここのところずっと予算のプロセスを見てきているので、ここで例えば事項化、来年度の概算要求と決めたとします。

文部科学省としても無視はできないから、そういう方向で動くと思うのですが、財務省との折衝の中で事項化が認められるかどうかは、今、皆さんがすっかりとしましよと言うほど単純明快に言えないことは、多分、折衝のときに文部科学省としても結構苦労するのではないかという気はするのです。

額の多寡の問題ではなくて、事項化するということは、やるという決意表明

だから、後年度に必ず予算がついてくるというところまで含めて判断があるので、このプロジェクトに関して、サイエンスの意義は、日本のプロジェクトとしてそれだけ強調すれば、財務省も説得できると私は思うのです。

だけれども、来年度の概算要求に入れるというところに、サイエンスの意義だけでは難しいところもあって、その辺は、私もそういうプロセスをあまり見ていないときは入れなさい、事項化しなさいという言い方で簡単に言えたのだけれども、今、いろいろなものを見てくる段階で、では来年度とはすっきりと言えないのです。

でも、やるのならば一歩進まないで、どうも厳しい状況にあるのは今日の報告でよく分かった。しかも準備としては、一応、今やれる限りの準備は進めていると。

これを一歩進めるとなると、事項化が必要だという意味では、私も別に、来年度の概算要求でこれを入れなくて、もう一年遅らせますという結論には、今の判断ではなっていません。

皆さんも基本的にそういう意見なので、LiteBIRDに関しては、来年度の概算要求に入れる方向で、今後、我々としては、工程表とかいろいろなものの書きぶりぐらいしかできないのです。実際の対応は文部科学省がやることですので、多分、福井さんは頭を抱えていると思うのです。

といって、あまり福井さんの立場に私が立つのも変な話なので。

では、どうぞ。

○文部科学省（福井課長） 発言の機会をいただいて、ありがとうございます。

必要性を説明していくことは、いずれにせよ必要だと思います。

ただ、事情から申し上げますと、今年一生懸命に頑張ってXRISM、SLIMを打ち上げるところまできて、あとはMMX、DESTINY+も残っていて、それを次の概算要求とその次の概算要求まで一生懸命に頑張ってやっていかななくてはいけないという思いで日々過ごしておるところですので、いずれにしろ、必要性を説明しつつも、規模としては、先ほど常田先生からモDESTというお話がございましたが、2023年、2024年というところは難しいし、優先順位は、ここの皆様にお聞きしても、そこはそうだと思いますので、そこはあるのかなと思っておるところであります。

ですので、事項化する、しないにかかわらず、どうやっていくかというのはこんな感じでございますので、予算担当としてはそういったところかと思えます。御理解いただければ幸いです。

○松井座長 ここでやるとは、文部科学省としてはなかなか言えないと思うのです。

だけれども、我々としては、事項化をスタートさせるのをサポートする、そ

ういう側面援助はするということが今日のいろいろな議論を通じてはっきりしたかなと思います。

今までLiteBIRDは、工程表に2028年打ち上げと書いてあるのですが、今年度はどうで、来年度がどうでというところに、事項化して進めるという文言が入るかどうかが非常に重要なところだろうと思うのです。

だから、この委員会としてはそういう方向で結論して、私としては、宇宙政策委員会でそういうことを議論したと紹介はしたいと思います。

宇宙政策委員会でのということはないと思うので、ここで出た今の方向でいくのはいいと思うのですが、最近、私も歯切れが悪いのです。なかなか厳しい状況をいろいろとよく分かっているのですが、後押ししたいとは思いますが。

ということによろしいでしょうか。

(首肯する委員あり)

○松井座長 では、LiteBIRDについては、今後、プロジェクト化に向けて準備を進めていくことにしたいと思います。

では、議題2の「その他」ですが、もう一つ関連性があるのですが、LiteBIRDではないプロジェクトについて、常田委員より御説明をお願いできますか。

○常田座長代理 小型JASMINEのフロントローディングで、令和4年度の成果について、JASMINEプロジェクトからいい成果が出たので、御報告させていただきます。

JASMINEについての全体の流れですが、フロントローディングで目標としたところをちゃんとクリアして、それを本委員会で認めていただいてから概算要求に進むべきと割と強く申し立て、開発に着手した後に問題が出ない自信を持って始めていくと申ししております。そういう意味で、フロントローディングの1年ごとのチェックポイントを満たしているかどうかは、当事者にとっても、本委員会にとっても大事かと思えます。

国産赤外線センサの高性能化に関してですが、赤外線センサは、CCDと違って受光部とCMOSの読み出し回路が物理的に2つありまして、それを貼り合わせた構造になっています。

これは世界中どこでもそうなっているということで、従来は米国に基本技術を押さえられていて、非常に高いセンサを購入して使いこなさなくてはならないということで、JASMINEもNASAとの協力を模索したわけですが、それができませんでしたので、こういう開発を行って、完全に米国品と置き換えができつつあるところでは、その開発にあたっては、大きく分けて、開発項目が3つあります。

受光部の開発と読み出しのCMOS回路の開発、

それから、それを合わせてくっつける技術があります。受光部に余計なInPと

いう基盤があったので、これが放射線で行く反応をしますので、それを取り去り、さらに、表面で宇宙からの赤外線がかなり反射していましたので、アンタリフレクションコーティングをつけて、量子効率を上げることが昨年度の成果で、今、計測中ですが、うまくいった。

それから、今年度は、ピクセル数を2,000掛ける2,000に近くして10ミクロンピクセルにして、ミッションに最適化する。

放射線に強いCMOS読み出し回路にして、これを本年度に確認して、本年度末に、2,000掛ける2,000素子近くのを完成品とすることで、来年度はそれを駄目押しで試験して製品として完成させるということで、今年度が終わるとかなりめどがつく形になっています。

そういう全体の流れの中で、放射線試験は、最終的に重粒子線まで行わなければいけないのですが、陽子線はJASMINE用途には問題なかった。

それから、余計なサブストレートの除去、ARコートはうまくいきまして、量子効率が大幅に上がったこと、ピクセルを小さくして大フォーマット化するのでもできました。

ということで、まだ予備的報告ですが、フロントローディングをフルに生かした成果が出て、NASA品の置き換えが順調に進んでいるということでもあります。

報告は以上なのですが、この種のセンサは、世界に1社で、米国のテレダイオンという会社で中間赤外、遠赤外全部をやって、ピクセル数が多くなると、素子1個が1億円して、さらに軍用の受注が入ると、すぐに止まったりして、大変なのですが、近赤外線については、今後、国産品で十分な置き換えが可能で、JASMINEを取っかかりとしてほかの宇宙ミッションに広く使えるようになればと思っております。

以上でございます。

○松井座長 ありがとうございます。

これも中型、小型という言い方でいきますと、小型のプロジェクトとしては了承されているけれども、事項化されていないというLiteBIRDと同じような経緯なのですが、こちらはフロントローディングで着実に進めていて、まだフロントローディングでできるところがあるので、今年度事項化しなくても、来年度以降に事項化することが可能ではないかと、今の御説明を聞いていると判断できるのですが、フロントローディングで着実に進んでいるという御報告だろうと思います。

ですから、ぜひ今年度も宇宙科学研究所でフロントローディングの予算をつけていただいて、完成させていただく。それを踏まえて、来年度以降、事項化という段階の議論をしたいと思います。

今の常田委員の報告に関して、何か御質問等がありますか。

○永原委員 テレダイン社との比較において、開発が進められているものが本当にサイエンティフィックに目標に到達できるだろうか、十分なのだろうかという肝心な点が分からないのですが、もう少し御説明いただけるでしょうか。

○常田座長代理 テレダインのものは波長範囲が長くて、5ミクロンとのことですが、化合物半導体の成分の調整で、いろいろなカットオフ波長を持っているのですが、JASMINEは近赤外で1.6とか1.7ミクロンまで感度を持てば、サイエンス目標を達成できますので、この目標についてはパーフェクトだと思います。

これは地上用天文学のセンサとして開発していたのですが、これがJASMINEを救ったと言うと、まだ試験等が残っていて、救いつつあるところです。

あとは、センサー本体の性能が安定することが大事で、懸念としては、赤外線センサーシステムの周りの冷却や回路、データ処理とかそういうところが総合力でちゃんとしていないとミッションにはつながりませんので、センサー単体を押さえた後に、そのところも固めてということで、初めてその辺もよく見ていただいて、自信を持って概算要求をお願いできる場所に持っていきたいということです。先生の御懸念の点はまだある。ただ、引き続き努力するいい状況にはあることが今の時点での御返事かなと思います。

○永田委員 まだ先の話で、決まっていなかったかもしれないのですが、米国のセンサはテレダイン社が販売しているわけですね。

○常田座長代理 そうですね。

○永田委員 それに対して、国立天文台が開発されているということなのですが。

○常田座長代理 これは、実際は浜松ホトニクスさんが製品として、型番をつけて販売します。

その価格は知りませんが、米国品よりはるかに安い。

○永田委員 それをお伺いしたかったので、ありがとうございました。

○常田座長代理 基礎開発部分だけですので、国立天文台は一切関与しません。

○永田委員 分かりました。

○常田座長代理 ただ、浜松は製品化しますが、JAXAの資金のフロントローディングでこういうものができていると非常によく認識していますので、その辺の必要な話合いは、宇宙科学研究所が中心になってやられればいいのかと思います。

○永田委員 ありがとうございます。

○松井座長 ほかに何かございますか。

なければ、来年度もフロントローディングで継続していただいて、JASMINEに関しても、なるべく早く事項化できるように頑張っていたきたいと思います。

本日の議題は以上となりますが、委員の皆様から何かほかに御意見はありま

すか。

なければ、事務局から。

○渡邊参事官 次回開催につきましては、また追って御相談させていただきたいと思います。

よろしくをお願いします。

○松井座長 それでは、本日の小委員会は閉会といたします。

ありがとうございました。