

第22回 宇宙科学・探査小委員会 議事録

1. 日時：平成30年9月21日（金）13:58～16:05

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、市川委員、小野田委員、倉本委員、藤井委員、山崎委員

(2) 有識者

大学共同利用機関法人自然科学研究機構国立天文台 常田台長

(3) 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、森参事官、山口参事官

(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
〃	宇宙利用推進室 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
〃	宇宙探査イノベーションハブ 川崎副ハブ長

4. 議題

(1) 前回の議論の確認

(2) プログラム化の考慮事項について（2）

－プログラム化によって進めるべき探査プロジェクト（前回の続き）

－国際動向

－その他

(3) 宇宙科学・探査に係る平成31年度概算要求について

(4) その他

○松井座長 「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22回会合を開催します。

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出席いただいています。

本日の議題は「前回の議論の確認」「プログラム化の考慮事項について（2）」

「その他」となっています。

それでは、議題1「前回の議論の確認」です。事務局から資料1の説明をお願いします。

○須藤参事官 前回、どのように議論があったかということについて、御説明させていただきます。

【事務局から資料1について説明】

○松井座長 ただいまの説明について、御質問、御意見等がありましたら、お願いします。大体こんな意見だったと思いますが、よろしいですか。

それでは、前回の議論を踏まえて、事務局のほうでプログラム化のイメージを修正しましたので、それについて事務局から資料2の説明をお願いします。

○須藤参事官 資料2は、あくまでも、委員の皆様プログラム化の議論をしていただくに当たってのたたき台という形で書かせていただいき、前回の議論も踏まえて修正させていただいているものです。次の議題でJAXA等から説明を聞く際の論点ペーパーという位置付けでお考えいただければと思います。

【事務局から資料2について説明】

本日は特に第3章と第4章の内容について小委員会においてどうしていくのかということについて、第3章については前回の議論の続きでございますが、ぜひそういう形で御議論いただければと思います。

○松井座長 本資料の内容については、次の議題で資料3～5の説明を聞いた後に議論したいと思います。

それでは、議題2「プログラム化の考慮事項」です。まず資料3～5について、JAXAからの説明をお願いします。なお、各資料の説明の後、10分程度の質疑時間を設けたいと思います。

○JAXA 資料3「月・火星探査のプログラム化について」は、前回御報告しましたが、いろいろ御指摘いただきましたので、その修正をさせていただいたものを御報告させていただきます。

科学を中心に御説明しましたが、御指摘を踏まえ、活動領域の拡大、水氷の利用可能性や持続的な探査という観点での計画を主目的にした上で、この機会を活用して科学を行うという視点に整理を見直させていただきます。

月探査では、そういう視点で整理した上で、科学的な意義については幅広くコミュニティーで議論いただくということにさせていただいています。

また、火星探査についても、ある一定の方向性を御紹介させていただくとい

うことで修正をさせていただいています。

人材育成も近隣の人材を宇宙科学分野で活躍するように確保するというところで御指摘がありましたので、単に人材の育成だけではないという観点で整理させていただきますが、これについては今後、長期的な議論をいただきたいと考えています。

【JAXAから資料3について説明】

○松井座長 ただいまのJAXAの説明について、御質問などありましたらお願いします。今までに比べれば論点はわかりやすくなっているのではないかと思います。

○市川委員 確かに今、座長が言われたように論点が非常にしっかりしてきて、わかりやすくなったと思います。

ただ、全体を見て、前にも同じことを聞いたと思いますが、これはJAXAとしての基本的な考え方をまとめたもので、それをもって国際的な場で自分たちのプレゼンをしていくという立場だと思えます。それはこれで非常によくわかりますが、米国あるいは欧州が目標としている最終的な火星に行くとか月に行くとかというゴールと、それに伴うプロセスがJAXAの計画とどのように干渉したり、あるいは一緒になるものがあるのかという観点がこの資料の中にもう少しあるといいかなと思いました。

○JAXA 御指摘のとおりで、この計画を考える上でも、ある程度、国際的な動向は念頭に置かせていただいて、特にGatewayというのは国際的にまずは月の周回軌道上に拠点を置くということになっていますので、そこをうまく活用しながら、我々としてはまずは月という現実的なところに進んでいくということとしており、Gatewayで協力しながら我々の得意な分野、目指すところを中心に攻めていきたいと考えています。

○藤井委員 火星のプログラム化に関しては、サイエンスの目的も含めてMMXがあるということもあって非常にしっかりとした記述がありますが、月に関しては比較的オペレーショナルなところが多くて、前にもありましたが、科学的な重要性、今後の科学探査という話があまりない印象があります。

今、地球惑星科学では「夢ロードマップ」というものをつくっていて、今年の暮れまでにつくり上げるということで改訂をしています。その中でも月に関して、科学探査に関するものが入っていないように思います。恐らく倉本委員が責任者ですが、今後5年とかそういう形で大きな目標に関しては見直すことになるので、ぜひそういうものと整合させてほしいと思いますが、どのようになっていますか。

○松井座長 現在はJAXAが検討していることを資料として出してもらっている段階です。今後の議論としては当然科学探査という観点からのチェックが必要です。

○藤井委員 JAXAが実際に惑星科学会とどのくらいのインタラクションをもって検討されているのかということです。

○JAXA 我々としては活動領域の拡大のために月の極域を探査するということを提示させていただいた上で、いろいろな科学的な意義について評価、検討いただいて、現在の極域探査の案に科学的な価値を高めるような活動を足していただくというような考え方で今、進めています。

○藤井委員 恐らく月に関して重要な課題というのは今までも議論されてきていると思うので、ぜひそういうものもこの中に入れていただいて、そういう形で説明していただいたほうがいい。

○JAXA その視点で理工学委員会等では議論いただいていると思います。

○松井座長 補足しますと、JAXAの前回までの資料を見ると科学的な内容のことが書かれていました。ただし、それはコミュニティーと意思疎通を図って検討して出しているのではなくて、JAXAの内部で検討しているものや、既存の例えばインドと協議しているものなど、現在までの状況を踏まえて書かれていた。そもそも国際宇宙探査で日本が月に行くのは、科学が目的ではない。そこでなぜJAXAとしては月に行きたいのか、あるいは火星に行きたいのかということを確認してほしいという指摘をしました。

JAXAとしては、国際宇宙探査の中の枠組みとして月の氷の資源の有効利用がまず第一であるから、そのために氷のある場所に行くということなので、そういう格好でまとめてもらいました。9月25日にコミュニティーとJAXAとの議論がある中で科学的にはどうなのかという検討がなされるだろうという前段階での資料です。JAXAとしてもいろいろ検討しているとは思いますが、JAXAとして科学がこうですよということをまだ出せないということです。

来月ぐらいになると、どのように収束していくのかを含めて、藤井委員からご指摘のあったような月の科学的な意義の内容を吟味した案が少しずつ出てくるのだろうと思います。

○倉本委員 惑星科学会としてどのような考え方が、質問が来ていましたので回答します。まず月極域と将来さらに大型の月着陸探査に関しては、把握はしています。それがいわゆる地球惑星科学分野のロードマップ的なものにどう載せていくかという位置付けについては、今、話があったとおりでまだ定まっていないところがあるので、これから詰める課題であるという認識でいます。

○山崎委員 ISASのほうでロードマップというものがあって、それに基づ

いてこういう科学探査も技術の蓄積もロードマップの構想がありますけれども、それとの整合性はどの程度図られていらっしゃるでしょうか。

○JAXA ISASのロードマップとしても幾つかあって、1つは重力天体の探査というところがあって、それとは一応話し合いの中で整合して進めていると考えています。

○山崎委員 そのロードマップの中の重力探査に関する部分を、今回の資料のところで重点化しているというイメージでよろしいでしょうか。

○JAXA そうですね。探査としてはここに重点化する。

○松井座長 これに関しては、まだ関連する案件で次に説明がありますので、最後にまた議論します。資料4についてJAXAから説明をお願いします。

【JAXAから資料4について説明】

○松井座長 ただいまのJAXAの説明について、御質問などありましたらお願いします。

○薬師寺座長代理 JAXAも各国の動向を見ていてどうですか。日本はどの辺にいるのか、どの辺の予算がないのか、どこかの国と共同で実施するのがいいのか。正直な話、日本はちょっと遅れているのか、進んでいるのか。

○JAXA 3ページ、4ページを見ていただくとおわかりいただけますが、月については「かぐや」でかなり先行して成果を上げましたが、その次の立ち上げが遅れたという印象は正直なところあります。ですが、この計画で進めることによって、日本としては国際的にも負けられないような存在感を出せると思います。一方で、火星ですが、日本はMMXが最初で、存在感がないのでかなり厳しい。探査についてはほかにもありますので、火星だけではないのですけれども、そのようなイメージを私は持っています。

○JAXA 特に火星については米国や欧州が先行してしまっていて、たくさんの周回機を米国は投入しています。遅れたことによって、日本のプレゼンスは非常に下がっていると考えています。

遅れていけばいくほど、米国が戦略的に探査について新しいルールをつくって、後発がなかなか侵入できないような環境づくりを推し進めていると感覚を持っています。特にプラネタリープロテクション（惑星保護）という考え方を導入して、火星にも生物圏があったかもしれない、現在もあるかもしれないので、そこに不用意に地球の物質を持ち込むと汚染してしまっていて、火星の科学をバイオレートする可能性がある。そこで火星表面におりるに当たってはいろいろなレギュレーションを設けています。それには大変なコストがかかるので、なかなか今から制約なく火星に行くというのは非常に難しいという環境ができ

つつあると考えています。

○薬師寺座長代理 それは米国が主導しているのですか。

○JAXA そうですね。特には具体的に火星に物をおろす場合には、地球から生物を持っていかないという証明をした上で物を持ち込みなさいというようなルールづくりをしているということです。

MMXの対象は火星の衛星ですけれども、火星の衛星に生物がいるとは思われていないので火星表面よりはるかに簡単ですが、それでも火星の衛星の表面からサンプルを持って帰ってくる時に火星起源の生物が火星の月において、それを地球に持って帰ってきてしまったらどうするのか、という理屈で、日本はどう技術的に裏書きした安全性でもってサンプル採取するか、ということが現在、大きな話題になっています。逆に言いますと、日本が遅れてプレゼンスがないからこそ、いろいろなルールづくりを先行されてしまって出口を塞がれているという感覚を持っています。

○薬師寺座長代理 中国などにも影響を与えるわけですか。

○JAXA ロシア、中国は、いわゆる西側ルールからするとちょっと違うやり方で、あまり米国のルールみたいなものは押しつけられずに独断でやっていますという感じです。

○薬師寺座長代理 やはり国の政策ですね。科学の分野でね。お金も使うしね。先に他国に行かれてしまうとどうするかというのは大変ですね。

○市川委員 質問をいいですか。各国がこれだけの計画を持ち、米国も既に今、言われたように先行しているわけですが、だからこそ、日本が何を目標とすべきかを明確にする必要があるのではないかと思います。つまり、これを見ると、科学衛星としての位置付けと技術立証あるいは国力のプレゼンスといういろいろな面がこの資料に混ざっていて、日本という国は科学を主体にやるのか、国力のプレゼンスを示すことを主体にやるのか、という点について何かそういうポリシーがないと各国の競争の中に埋もれてしまう可能性があります。

○JAXA 御指摘のとおりだと思います。この後、また技術の話を見せていただくときに、私としては、日本独自の、米国方式やロシア方式でない新たなブレークスルーを投入できなければ日本のプレゼンスの確保や、日本独自の例えば費用の面でも身軽な方法で宇宙進出というのはできないと主張したいと思っています。

○市川委員 そのような意味で言うと、例えば「はやぶさ」のミッション（サンプルリターン）というのが、日本の国力、技術力、科学力のプレゼンスを非常に示しているわけですね。だから、例えばドイツ、中国、いろいろな国がやっているところと安易に一緒になったりというのも少しリスクがあるという気もします。

○松井座長 今回の議論は科学探査として国際宇宙探査の月・火星の探査を科学的にどう位置づけるかということです。今ここでは、国際宇宙探査という観点からの議論です。

補足しておく、すでに火星には地球の生物をさんざん持ち込んでいる。これからの探査活動を規制するという議論はあると思うが、米国のルールに日本が追随する必要はない。宇宙検疫と言っても殺菌などは絶対にできない。滅菌するだけです。その滅菌の程度だけの問題です。たしか、今もロンドンでその会議をやっていますね。

○JAXA やっています。今、まさにMMXのサンプルを持って帰ってこられるのかどうかという会議をやっています。

○松井座長 千葉工大なども大気圏を通過するときどのぐらい微生物が生き残るかという基礎実験をやっているけれども、実は全くわかっていない。世界でやっていないような分野で日本がデータを出して逆に従来の議論は根拠がないではないか、という格好で新しいルールに加わっていくというアプローチの仕方もあります。これまでは宇宙検疫と言ってもできる範囲でやりましょうという程度だった。しかし、火星に関してはサンプルを持ち帰るということで、かなり真剣な議論になっている。しかしまだほとんどデータがないような状況の中での議論だから、日本が基礎科学まで含めて頑張ればいろいろ関われるし、あるいは中国、ロシアがやろうとしている路線のように、100%米国に追随することもない。いろいろな戦略を考えたほうがいいと思います。

○市川委員 ただ、日本は国際宇宙探査ということでGatewayに関わっていくとか、米国と結構一体になってやっていく形になりますね。そういうときにやはり米国のルールづくりが先行して縛られるということはないですか。

○松井座長 おそらくそれは月までですね。月はこれまで、米国はそんな熱心ではなかった。その先の火星になると、ここは自分の領域だという感じで頑張っている。現段階で日本がどう関わるかというときには、むしろ政策的に重要なのはGatewayがどういうもので米国が18ページに書いているような予算でやっていくときに、日本はどう関わるのかということを経験すべきでしょう。とりあえず火星は今のところまだ科学探査ですから。将来はもう少し広げている議論ができると思います。当面、我々が関与するところは、Gatewayに日本がどう関わるのかという点です。

最後にまた時間を設けますので、続いて、資料5についてJAXAから説明をお願いします。

○JAXA 現在、宇宙探査に向けていろいろな研究開発をやっていますが、相模原キャンパスでは、宇宙探査イノベーションハブと宇宙科学研究所、2つの組織で研究開発を行っています。幾つか既に新しい技術が出てまいりまして、

探査機への搭載を検討されているものも出てまいりましたので、この概要を御説明させていただきます。

○松井座長 背景だけ補足します。プログラム化ということでI S A Sがこれから新しい技術開発に関わるといえるときに、現在、イノベーションハブというものがある、既に民間技術を宇宙に持っていくといった研究を進めています。その中で幾つか新しい、プログラム化に使えるようなアイデアが出てきつつあるので、今回、説明をお願いしています。

【JAXAから資料5について説明】

○松井座長 ただいまのJAXAの説明について、御質問などありましたらお願いします。

○市川委員 イノベーションハブというのは初めて聞きました。幾つかの例を紹介していただきましたが、これは現在、民間にある技術を宇宙探査に応用しようというところがメインなのですか。

○JAXA そうです。

○市川委員 そうすると、開発したものが産業界にまた戻っていくというルートもあるということですか。

○JAXA いち早く、宇宙に行く前に展開しようというのが趣旨でして、探査としてはやはり20年、30年後の技術ですけれども、開発した技術はすぐ地上で使いたいというのが目標です。例えば自動車の自動運転であるとか、そういったものにはすぐ適用していただいて、それが日本のマーケットで進化すると、それが結局日本の国力として宇宙探査でも我々の日本の技術としてオールジャパンで打ち出せるというようなことです。

○市川委員 もう一点、I S A Sのいろいろな技術を紹介していただきましたが、これは今ある技術をさらに宇宙探査へ応用していくと聞こえました。これは産業界のほうへの還元というのは具体的には考えているのですか。

○JAXA そういったことが成立するようなアイデアを出していきたいと思っています。I S A Sは比較的宇宙科学に特化したところがあるので、全部が全部そういった地球と宇宙の両面狙いというのは難しいところもありますが、地球の一般社会にも十分応用が可能なものもあると考えています。

○市川委員 それがハブの役割とっていいのですか。

○JAXA はい。

○市川委員 わかりました。

○薬師寺座長代理 イノベーションハブは非常にいい話です。JSTのプログラムだから宇宙のためにやっているわけではないですね。

○山崎委員 前半のイノベーションハブにしても、後半の目出しにしても、それぞれ大切です。後半は特に技術研究の一環としてやられていらっしゃると思うのですが、先ほど松井座長もおっしゃられていたように、やはり一つ一つ、すごく戦略的に大切な技術だと思います。これを実用化するに当たっては、それぞれ適用先があって、具体的なミッションの中で実証されていくと思うのですが、例えば昨今、フロントローディングの議論もしていますように、戦略的に前もって培う戦略をぜひ立てていただきたいのですが、今、どうお考えですか。基礎研究から実用化に向けて。

○JAXA 基礎研究は、いわゆる基盤費というところで賄って、ミッションに近づく形にする段階でフロントローディングでキー技術の実証をして具体的にプロジェクト化していくという段階を経ることを考えています。

本日御紹介したのは、幾つか彩りはいろいろありますけれども、主に基盤費の領域だと考えています。

○山崎委員 それを今後、実証化するに当たって、ぜひ戦略的にお願いしたい。

○JAXA そうですね。実証に昇華されていく必要があると考えています。

○松井座長 フロントローディングとして将来的には使いたい、ということをもっと宣伝したらどうかということですね。

○山崎委員 そうです。

○松井座長 こういうアイデアが出てこないと、フロントローディングとして概算要求にも入れられない。今年の問題というわけではないですが、来年度以降の問題として、こういうものがあるということは皆さんに知っておいてもらわないといけない。そこで、本日、説明してもらいました。

それでは、資料2「宇宙基本計画に示されている『太陽系探査科学分野』をプログラム化する場合のイメージ改訂案その2」の第3章と第4章を中心に議論をお願いします。これまでの話との関連で議論を展開されても結構です。

まず第3章からお願いします。3章をやって、第4章をやって、それから全体を議論したいと思います。

○倉本委員 先ほど各国の動向の説明があって、特に月に関しては各国、いろいろなプランを持っている。類似するプランが結構かぶっているという印象があります。一種の流行的なものになのか、そこでやるべきことがたくさんあるからそうなっているのか、どう考えていらっしゃるのかお伺いしたいです。

○JAXA 例えば極域の水の利用可能性といった場合には、やはり探す場所が複数あります。それを現状の技術ですと全部1つのミッションで回すことはできないという意味において、やはり競争しつつも役割分担もあって、それぞれが見に行くというような検討調整を進めさせていただいています。

○松井座長 何で極域なのかというと、JAXAも他の国も、氷を資源として

活用できるのではないかというところが大きな理由だと思います。科学的な視点からいけば探査地域はいろいろあると思います。私としては、日本が国際宇宙探査で月探査を進めていくときには、とりあえずはJAXAとして、極域という戦略でやっていくのでいいのではないかとはい思います。

○山崎委員 簡単な質問ですが、「かぐや」で知見が得られた「縦穴」などの探査に関しては、日本及び各国の動向、日本と各国との関係はいかがですか。

○JAXA 時々、NASAの局長が発言はしますし、いろいろなロードマップ等に言葉は出てきますが、具体的に「縦穴」を探査するというミッションはまだ立てられてはいないです。いろいろなコミュニティとして検討したいというところはあると思います。

○松井座長 JAXAとしては、将来、月面基地をつくるために縦穴が利用できるの、そういうことを調べたいということなのか。どういう意味で「縦穴」が出てくるのか。

○JAXA JAXAとして公式に何か検討化しているわけではなくて、いろいろな研究者の方がいろいろ検討されています。その話を伺うと、やはり1つは月面基地に使えるというのとあわせて、溶岩チューブという科学的な目的も両方あるというようには伺っています。

○JAXA 「縦穴」の断面に地層が露出しているところがあり、地層を直接観察できるので科学者が関心を示しています。

○山崎委員 現状だと探査領域の候補のうちの一つとして今後も検討されていくということですか。

○JAXA 主に科学探査の脈絡でということになると思います。

ほかの国も後続で観測をしています。もちろん、はるかかなたから見ているので、地層が1個ずつ鮮明に見えているわけではなくて、地層があるということがわかった。だから、いよいよそこに接近して調べたいなと考えている人たちがいるということです。

○市川委員 おもしろい科学の話がいっぱい出てきていますが、国際宇宙探査という枠組みの中で最初の目標が国際的な中でのプレゼンスの発言力、権益の確保というところが一番書かれていますね。科学目標に関しては3番目に入っています。そうなったときに、本来やりたいことをなかなかやれなくて、月にせっかく行くのだから一番やらなければならないことが後回しになって、その分を外国が例えば中国とかインドとかがやってしまうなどということはないのかなと心配になってきました。だからといって国際宇宙探査の看板をおろすことはできないと思うので、そのあたりのジレンマというのか、整合性というのはいっしょに考えていかないと、せっかく科学装置をつけて行ったはいいけれども、科学的におもしろいものは何も出なかった。最初から実証機だったらそれ

はいいのでしょうか、ちょっともったいない気がするので、非常にそこは慎重に科学を選ばなければいけない。

○松井座長 国際宇宙探査は主としては利用とか別の観点からのもので科学ではない。けれども、科学としてはそういうチャンスをやうまく使うべきではないかということです。科学的な価値があるから行くというよりは、月に行くというチャンスがあったときに、そこで技術実証も含めて新しいこと、知見が得られればいい。というのが、基本的に国際宇宙探査についての科学に対する考え方だろうと思います。だから、月で第一級の科学をやるというテーマで議論したら全然違う話になると思います。極域探査に科学探査という意味で何百億かを使うかといったら、それはナンセンスかもしれない。

プログラム化の第3章はものすごく詳しく書いてある。こんなに詳しく書く必要はありますか。

○須藤参事官 ないと思います。ただ、前回の御議論とかを踏まえるとこういうような形になります。それとも今の御議論のようにもっとポイントを絞ったほうがいいでしょうか。

○松井座長 もっとざくっとした議論でいいと思います。そもそも移動探査で極域探査がありますが、現段階では何も決まっているわけでもない。あるいはHERACLESにしてもまだ一緒にやろうというので入っているだけでしょう。こんなに詳しく書く必要はないのではないかと。

○須藤参事官 そういうことをまさにお聞きしたくてこういう形にさせていただきました。

○市川委員 プログラム化の具体的内容というタイトルがあるとなると、どこまで細かく書くかは別にしろ、やはりある程度筋書き、今、言った国際宇宙探査という観点からの筋書き、サイエンスの面からの筋書きというものは整合性をとって書かなければいけないから、例えばその例としてこういう計画がある。これは単に羅列になっていますけれども、そういう目標は必要ではないか。

○松井座長 例としてという書き方ならいい。

○市川委員 もちろん、この箇条書きではなくてもう少し筋書きを立てた中で。

○松井座長 そういうことを議論してもらわないといけない。

○藤井委員 この年表を見てみると、2023年の日本の極域探査をやるかどうかはわかりませんが、基本的には国際連携の中で動きますね。だから、こういうプログラム化も自分たちの開発はもちろんあるのだけれども、国際連携の視点からどういうプログラム化が必要なのかという。そういうものがあると良いと思います。これは全部自分たちでやるみたいに見えますが、恐らくそのうちの大部分は国際連携になる可能性が強いわけですね。

そういう観点で言ったときに、先ほど言ったみたいに外国ができないものを

日本ができるとかという開発の路線みたいなものもあるので、そのように言ってもらったほうがわかりやすいような気がします。

○松井座長 月極域探査などはインドとの共同だし、HERACLESは欧州とか、ここに出ているのはみんな国際協力ということで例として出ているだけです。まだ、プログラム化としてこれをやるとかという話で出ているわけではない。そのところを注意しないといけない。

○藤井委員 それと、中国とは難しいと思いますが、前、ロシアとは連携できる可能性があるようなことを松井座長が言われたと思います。そういうような連携はあり得るのですか。ロシアはすごくたくさん打ちますね。

○松井座長 ロシアは、探査案は出すけれども、予算が削減されたりして、本当に実行力があるかは、実際の話をしてみなければわからない。可能性としてはあると思います。

○藤井委員 先ほどの縦穴でも、日本が行くのがもし遅れた場合などは他の国がやる可能性もあるわけで、そういうときに日本がそういうものを見つけたわけだから連携するとか、そういう形で日本としても実をとるみたいなものが必要かなという気がしました。

○JAXA なかなか難しく、やぐらを組んでいくわけにいかない、断面のところはどうやって行くのかというのは非常に難しいと思います。

○小野田委員 少なくとも候補の一つとして挙げておいたほうがいいでしょう。

○松井座長 まとめ方ですが、第3章は月へのアプローチとか科学への貢献とか火星へのアプローチという書き方になっている。これをもっとスリム化して整理した格好にしたほうがいいのではないかと思います。

○常田台長 前回、欠席したので流れと違うコメントをするかもしれませんが、1つ心配なことがあるので申し上げたい。

先ほどJAXAから説明があった国際宇宙探査のプログラム化というのは、科学の接続点もよくわかりますし、1つストーリーができています。けれども、この資料を見ると注意深く書いてあって、国際宇宙探査のプログラム化ということで、必ずしもこれは宇宙科学のプログラム化を言っているものではない。資料3を見ますと、やはり言い方はよくないですが、科学は従属的です。

国際宇宙探査という科学と探査を分離するというのは、私はいいことだと思います。この途中のページのブロック図を見ると要素技術開発としての宇宙科学との接続、ペイロードの検討等でのマイルストーンでの科学との接続というのはあるのですが、これはこれでいいと思いますが、やはり国際宇宙探査と宇宙科学研究所がやってきた科学というと、実績的にはISASでやってきた探査のほうが圧倒的に実績はあるわけで、これに対応した宇宙科学のプログラム

化というのを出してもらう必要がある。国際宇宙探査だけがプログラム化として走って行って、オポチュニティー（機会）を使って科学を発展させるという科学が従属的になるという懸念をこの9ページのブロック図から感じるのです。この矢印のところだけでサイエンスがかかると言うと、一方、資料5の後半で説明されたI S A Sの要素技術はインプレッシブだと思いますが、あくまでも全体のピクチャーがあってこの要素技術がどう使われるかという科学のプログラム化的考えがあって、そこからフローダウンされて“技術”と言わないと、これだけ言っても基盤的経費から予算が出るだけで、より大きい流れに国としてやっていこうということにはならないと思います。

ボトムアップということはあるかもしれませんが、やはりI S A Sはコミュニティーと常に相互作用しているわけですから、この資料3の絵に対応するI S A Sのプログラム化というのを出して比較してみないと、宇宙科学のほうプレゼンスは本日の議論では薄いような気がするのです。

○松井座長 それは非常に本質的な指摘です。MMXとかS L I Mの場合は別にして、数ある科学探査の提案の中で、科学的意義だけで月・火星探査をどうしても日本がやらなければいけないという答えが出てくるかどうか。今の段階でそういうものが出ているわけではない。将来的には、今おっしゃったような科学的探査のロードマップと、資料5にあるような非常に基盤的な技術でおもしろいものをドッキングして、フロントローディングで開発していくという整理はできると思います。イノベーションハブも宇宙に使えるような技術がまだほかにもあるかもしれないし、実際、開発費がどのぐらいかかるとか具体的な話などでももう少し突っ込んだ議論ができるかもしれない。しかし、本日の時点ではそれはメインの議論ではなかったので簡単に紹介しています。

我が国が、国際宇宙探査に絡んでいく理由として日本人宇宙飛行士を月に送りたいということだったら、国際宇宙探査では科学探査の視点はメインではない。そのために科学探査がどのように関わるのかという議論にならざるを得ないということで、こういった整理になっています。

日本の技術的な貢献として4つ書いてある中に、日本は科学探査で貢献というのが入っていれば、議論のしようがあるのですが、少なくとも去年の段階で日本が国際宇宙探査にどうかかわるのかという枠組みの中で、科学探査というような種類の書き方はない。重力天体へのピンポイント着陸技術とかというのは書いてあるけれども、無人の科学探査で日本は国際宇宙探査に貢献しますという戦略は示されていない。

○高田事務局長 座長のイメージを教えてくださいたいのですが、事務局が並べて記載したのはとりあえずJ A X Aの宇宙探査のアイデアです。むしろ、本当は、ここはこういう国際宇宙探査の機会を科学探査がどう使うかという、常

田台長が指摘されたように、ボトムアップだけではなくて、このコミュニティーを代表する方たちがこういう機会を使いながら科学側でどんなものがあるのかを記載するべきであって、それはイノベーションハブなどを使ってうまく「エッジのきいたもの」にしてくると、文科省は財務省に対して強く当たられて、宇宙科学予算がしっかりした理論武装で200億円を要求していけるというように一循環するというのが座長のイメージでしょうか。

○松井座長 それはその通りです。しかし、月科学探査を国際宇宙探査の中でどう位置づけるのかという意味で、プログラム化の1つの具体的な例ということで、今年、議論を始めて、いま途中の段階なので、本日の段階で、常田台長の御指摘のことを書くというのは難しい。

○須藤参事官 先ほど松井座長が申し上げましたけれども、資料2の3章、4章はあくまでも、高田事務局長にもフォローしていただきましたが、JAXAの考えを書かせていただいただけのものです。やはりここは宇宙科学・探査小委員会ですので、科学的な話という形でストーリーを書き、先ほど市川委員がおっしゃいましたが、ここまで細かく書く必要はないと思うのですが、参考として例えばJAXAでこういう提案があるみたいな形で、本日御紹介いただいたものを書くという形で、箇条書きではなくもう少しコンパクトな形で、参考でJAXAの提案をつけるような形にするのが良いのではないかと思います。資料2はあくまでもこれまでの御議論のためのたたき台なので、資料2とは全く連続していないものだと思いますけれども、今申し上げたような形で案を考えさせていただいて、まず座長とお諮りさせていただいて、それを踏まえて次回までにメール等で皆様に御意見いただくという形にやらせていただくのはどうでしょうか。

○松井座長 国際宇宙探査という枠組みの中で日本が科学探査としてどういう貢献できるのかについて、25日のワークショップでどんな議論が出るかを踏まえて、どうまとめるか検討して、原案は次回ぐらいに諮りたい。

3章、4章の議論と言っていたけれども、常田台長の指摘はもっと大きな話なので、この他にももし御意見があればどうぞ。

○高田事務局長 国際宇宙探査のほうはこういうきれいな図を描いてきて、インドの協力だ何だとか入っています。こういうものは全体のパイでとれるかどうかはともかくとして、確実に文科省は担ぎやすいです。

松井座長の懸念は、結局、国際宇宙探査が担がれてしまうと何となく大きな枠の中では純粋科学のところを割ってしまうのではないかと。だからこそ、むしろプログラム化してしっかり同じ月なら月、火星なら火星で科学の目で何がちゃんと必要で、どういうストーリーがなければいけないかということをもっと日ごろから磨いておかなければいけないし、その知恵はむしろコミュニティー

一側のリーダーのほうから、単なるボトムアップではなくてある程度のこういうものは大事なのだと言っただけないとつらいということですね。

○松井座長 そういことです。ボトムアップの議論はいいけれども、それを聞いて皆さん方がこういうようにすべきではないかという戦略的なまとめをしてもらいたい。

○市川委員 大もとは、ここにも書いてある宇宙基本計画に太陽系探査科学分野のプログラム化というのが非常に前から重要だと言われていたことが、それをちゃんとこの場でまとめ上げて、それと国際宇宙探査との関連をうまく整合性をとるようにまとめ上げなければいけない。だから、そもそも太陽系惑星科学分野のプログラム化というものはストーリーがちゃんとできていなければ国際宇宙探査とも整合性をとりようにもとれない。だから、まずはコミュニティーの中でこの分野のプログラム化というのをしっかり議論しないといけない。

○松井座長 それはまさに常田台長が指摘したことです。全体の科学探査の長期ロードマップみたいなものがあって、それと、本日出てきたような話が結びついて、日本としてはこういう技術も重要だし、大いにこれをやりましょうという種類の、単なるボトムアップではなくて別の視点からの提案もプログラム化です。そういう提案があれば、この委員会で推奨して予算化していくことができるということです。そういうことが読み取れるような内容になっていればいいと思います。

とりあえず、今年は国際宇宙探査というのが概算要求で出てくる。そのときに科学探査の予算もあって国際宇宙探査の予算もあって、フロントローディングがあってという中で、ごちゃごちゃになっている。

○薬師寺座長代理 予算要求ではやはり日本はこうやるのだというロジックをきちんとつくっておかないと。これもあれもと並べているだけでは予算は通らない。

○松井座長 ぜひ文科省にその戦略を示してもらいたい。

それでは、議題3「宇宙科学・探査にかかわる平成31年度概算要求について」です。文部科学省から資料6の説明をお願いします。

【文部科学省から資料6について説明】

○松井座長 いま説明いただいたのが最終的に来年度予算の概算要求に宇宙科学関連で挙げられている項目です。これは先ほどから何度も言いますが、皆さんが思うような科学探査だけの予算というわけではありません。フロントローディングという考えを導入したけれども、本当の意味の、先ほど常田台長が言ったような意味での科学探査の長期的なロードマップに沿って、フロントローデ

ィングとして開発していくというような意味のものは間に合わなかった。来年度に向けては絶対それをやろうということで準備してもらっています。その準備してもらう過程として先ほどの資料5後半で説明してもらったような話になっています。だから、来年度に行う概算要求ではもう少しきちっと科学探査らしい予算になると思います。

今年、SLIMとかMMXを仮に国際宇宙探査の月とか火星の無人探査と考えると、それ以外の科学探査予算は130億です。去年の110億から20億ぐらいしか増えていない。来年度に向けては、プログラム化やフロントローディングの議論を詰めて、科学探査の長期的な計画も含めて、まとめていきたいと思っています。

ということなのですが、何か意見はありますか。

○藤井委員 例え、X線衛星とかを見てもトータルがかなり大きな額が必要で、今後、かなりの巨額を入れないと目標に到達しないのですが、そういうものは大丈夫なんでしょうか。というのは、これは31年度を見ても80億ぐらい入っていると思うのですが、かなり残っていますね。それをあと1年、2年でやるということになるし、DESTINY+もこれはロケットが入っていないと思うのですけれども、185億でまだかなり少ないですね。その辺が国際公約でやっているわけだから、本当に予算をつけられるかどうかというのをすごく心配するのですけれども、その辺はどうなんでしょうか。

○文部科学省 御指摘のとおりでして、宇宙科学予算以外にも例えばJAXA全体で見ますと2年後にはH3ロケット初号機の打上げを計画しています。また、その他の人工衛星もありますし、航空分野もありますので、非常に厳しい予算状況ではありますが、ALL JAXAとして良いものはやる、もし後ろに倒せるものがあれば可能な範囲で後ろに倒す。そういった工夫をして何とかやりくりをしていきたいと思っています。

○藤井委員 それは皆さん共有しているということですね。

○文部科学省 そう信じています。

○松井座長 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 次回は10月19日の10時からお願いします。本日の御議論を踏まえて、このプログラムの案について御議論いただくということと、あわせまして、月、惑星以外のISAS、JAXAにおける探査の取り組み等について御紹介もお願いできればと考えています。

○松井座長 それでは、本日の会合を閉会します。ありがとうございました。