

月探査に関する懇談会 第4回会合(議事要旨)

1. 日時 平成 21 年 12 月 9 日(水) 16:00～18:00

2. 場所 中央合同庁舎第4号館4階 共用第4特別会議室

3. 議題

(1) 2020年頃に実現を目指す高度なロボットによる無人月探査の具体像について

4. 配布資料

資料1 2020年ごろに実現を目指す月探査について

資料2 我が国が目指す2020年頃の月探査(私案)

参考1 2020年頃に実現を目指す月探査に関するご意見、ご質問

資料2 月探査の全体シナリオと技術的課題(案)

資料3 「宇宙基本計画(案)」に対するパブリックコメントについて

5. 出席者

懇談会座長	白井 克彦
懇談会構成員	青木 節子
懇談会構成員	小久見 善八
懇談会構成員	折井 武
懇談会構成員	國井 秀子
懇談会構成員	久保田 弘敏
懇談会構成員	古城 佳子
懇談会構成員	里中 満智子
懇談会構成員	鈴木 章夫
懇談会構成員	鶴田 浩一郎
懇談会構成員	長谷川 義幸
懇談会構成員	葉山 稔樹
懇談会構成員	広瀬 茂男
懇談会構成員	的川 泰宣
懇談会構成員	觀山 正見
懇談会構成員	毛利 衛
懇談会構成員	山根 一真
事務局	豊田 正和

事務局	丸山 剛司
事務局	宮本 正
事務局	佐藤 寿晃
事務局	森本 浩一
事務局	松尾 浩道

6. 議事概要

(1) 開会

(2) 2020年頃に実現を目指す月探査について

資料1に従い、2020年頃に実現を目指す月探査について、前回からの追加情報と論点を事務局より説明。

事前に文書にて寄せられた各構成員からのご質問について、参考1に従い、長谷川構成員、葉山構成員、広瀬構成員より回答。

その後、意見交換を行った。

○広瀬構成員：

1点確認させていただきたい。資料1の4枚目、月探査ロボットへの基本機能要求のうち、ハンドリング・運搬に記載されている重量は、月での重量か？

○長谷川構成員：

私から回答させて頂く。ここでは地上での重量を記載している。

○広瀬構成員：

了解。

○鶴田構成員：

資料は大変よくできているが、以前からの疑問として、「拠点」という言葉の理解が必ずしも一致してないのではないかと思う。

1つは、電力の供給を行う場所。また、あちこちから回収してきたサンプルの集積場所。あるいはサンプルの簡単な分析をする場所。そのように使っていると思うが、皆さんの議論を聞いて、「拠点」というものが、南極観測のような、長期のステーションで、そこに行けば何か大きく変わるというような場所としてとらえているのではないかと感じた。拠点について、現在はこういうものを考えている、ということの説明をいただくと考えやすくなる。

○白井座長：

差し当たり、長谷川構成員の持つておられるイメージで、拠点を定義して頂きたい。

○長谷川構成員：

南極観測基地のようなものを持つて行けると良いが、ロケットに搭載して打ち上げ、月に送る重量は限られてしまう。現在の想定では、2020年、2025年に持

って行くものは、それぞれH-II Bの増強型のようなロケット2機での輸送を考えている。2025年の3機目のロケットは、通信用の衛星を想定している。

したがって、実質持って行けるものとしては、まず電力を確保するための太陽電池及び燃料電池で構成される電力のステーション。もう1つは、通信機能が必要なため、地上との間の指令コマンド、テレメトリー、ファイル転送などの通信の機能がメインになる。

キーポイントは電力の制約である。日照時間が限られてしまうため、日照時間に太陽電池で電力を発生させ、燃料電池等で蓄電して、それを使うことになる。拠点ではあるが、いろいろやるには電力の制約を考える必要がある。

さらに、岩石をできるだけ精査した上で持って帰るための一次分析を行う。現地でデータを蓄積して地球に転送する。アメリカが火星に持っていったものと同じだが、火星からもサンプルを持ち帰るのは難しいので、現地で分析してデータを送っている。そのような一次分析装置を持って行く想定。

そういうのを拠点にしなから、あちこち移動して、岩石を持って帰って分析する。あるいは、その拠点近辺で地震計や熱流量計等の計測データを地球に送る。非常に小規模な拠点というイメージである。

○白井座長：

鶴田構成員、そのような定義とのことだが。

○鶴田構成員：

了解。大体、そのようなものだろうと思っていた。

○折井構成員：

私自身の理解のために、ロボットという言葉の定義について確認させていただきたい。このロボットというものは、今まで議論されているような、月面で動くもの以外にも、要するに探査機、極端に言うと人工衛星そのものが、ロボットの一種、広い意味でのロボティクスではないかと思っている。

葉山構成員には、私の質問に対して、お忙しい中検討していただき、感謝している。先ほどいただいたご回答の中で、技術課題を6テーマ挙げられたが、これらは今までの探査機に対する技術課題と大体同じである。詳細には、項目毎に温度差はあるにしても、同じような技術課題を今後も検討していく必要があるという意味では、探査機も月面ロボットも、そんなに差はないのではないかとと思うがいかがか。

○白井座長：

折井構成員のロボットの定義は、葉山構成員のおっしゃるロボットと少しずれているのではないかとと思うが、いかがか。

○葉山構成員：

ロボットそのものの学術的な定義は広瀬先生、井上先生にお任せしたいと思うが、月面で活動するロボットをどう動かすかと考えたとき、遠隔制御技術に加えて、時間差もあるため、いわゆるロボットに対して、緊急回避を含めた高度な自律行動の機能が必要になると思う。また、動くにあたっては、地球上ではGP

S(全地球測位システム)を含めて、いろいろ有用な機能が周辺にあるが、月面では自分でいかに周辺を検知、計測しながら動いていくかという部分も、重要な機能となる。このような部分は、地上のロボットに対して、より高機能なものが付与されるのだと理解している。

真空対策、レゴリス対策、放射線対策というような、機器の一般的な宇宙対策にプラスして、今挙げたような機能の高度化は、研究開発が必要な分野だと思っており、そこは逆に地上のロボット産業を発展させ、そこからスピノフが出てくる可能性が非常に高いと思っている。そういうものをきちんと集合させ、産業イノベーションにつながるようなロボットを、この月探査の中で実現することが一つの意義になるのではないかと思う。

○白井座長:

折井構成員のご意見は、探査機の着陸にしても、ロボット技術的なところがあるし、月面を動き回るロボットにしても、ロボット単体だけではなく、データのやりとりなど、システム全体が広い意味でのロボティクスになるというようなイメージかと思われるが、そんなところか。

○折井構成員:

そういうことである。

○久保田構成員:

資料1の2ページ目に、I案、II案の相違事項として、技術的な比較もされている。この項目の中に、「往還」とあり、これは輸送技術のことだと思うが、I案、II案で時期は違うが、いずれの場合も必要と読み取れる。

先ほど、長谷川構成員の説明では、打ち上げるのはロケットとのことだが、戻ってくるものは何か。イメージとしてどのようなものを考えているのか、お教えいただきたい。

○長谷川構成員:

まず打ち上げはロケットで、月に着陸機を下ろす。今度は着陸機に乗せた回収機を月から打ち上げて、地球に戻す。アポロがやったような形に近いと思うが、戻ってくるものは、宇宙船の要素が強いかもかもしれない。

○久保田構成員:

話を飛躍させるわけではないが、再使用するようなイメージではないのか。使い捨てか。

○長谷川構成員:

そこまではまだ検討していない。予算次第と思う。

○久保田構成員:

了解。

○鈴木構成員:

ミッションを考える上では、予算が大きく影響すると思うが、それと同時に、月でどういうことをやるかにより、要求されるロケットの打ち上げ能力が大きく影響を受けると思う。大きければ大きいほど充実したミッションができるが、どの程度

を前提と考えているのか。

ロケットも確かにこの月探査だけを目的として大型化すると問題だが、日本全体のインフラとしてどういう規模のロケットがあるべきかと考える際に、月探査ではこのぐらいのロケットがあると、こういうことができる、というような要素も大切だと思う。今の前提はどの程度のロケットをお考えか。

○長谷川構成員：

資料には書かせていただいたが、今のH-II Bロケットは、H-II Aロケットと比べ、2段エンジンが増強できていないので、そこを増強することで、月に持っていくことができる重量をおよそ2倍にしようという前提で検討している。つまり、H-II Bの増強型である。

これは、地球周回の様々な衛星の打ち上げなど、ほかの用途にも使え、打上げ能力などの面で、ヨーロッパやアメリカとも並び、前線に出られるという意味がある。これを、月探査のためというよりは、ロケット開発の全体シナリオの中で実施し、月探査にも役立つし、他の用途にも役立つ、ということを経験として書かせていただいている。

○鈴木構成員：

クラスター化すると、打上能力はもっと大きくなり、さらにミッションは充実すると思うが、そこまでは今の前提としては考えていないか。

○長谷川構成員：

JAXAの輸送系の部門は、H-II Aロケットの発展型のロードマップのうち、先ほどのH-II Bの増強型を、発展段階のものとして位置づけており、これを行うことによって、日本の技術レベルの向上、産業への波及を考えている。また、H-II AからH-II Bに能力を増強させたときの開発の方法が、コスト的に非常に安くできたため、その方法を同じように適用することによって、H-II Bの増強型についても、そんなに高くない費用で実現できると考えている。

○國井構成員：

コメントについては文書で書かせていただいたので、その繰り返しになるかもしれないが、1つは、この月探査というのは、科学と技術の両輪で考えるべきであり、そういう観点ではロボットというのは非常に意義があると思っている。

その中で、特に強調して申し上げたいのは、日本はシステム力が弱い、総合力が弱いという点で、井上構成員からもご意見が挙がっていたが、オープンなソフトウェアプラットフォームを構築することで、国際的にも貢献できるし、いろいろな観点で技術外交の中でも活用できるし、日本の産業の弱いところを強化しつつ、月探査においても世界に貢献できるというように持っていけると思う。この部分が、極めて重要かと思う。

JAXAさんにも申し上げているが、データの活用においても、プラットフォームにおいても、やはり全体としてソフトウェアが弱い。特にロボットなどでは、グローバルスタンダードを作っていくということが重要なので、この点を強調させていただきたい。

○白井座長：

研究上、あるいは実利用上のシステムとして、ソフトウェアプラットフォームをしっかりと作り、他用途への利用拡大や、科学的なデータの提供などを行うということはよくイメージできるが、例えばもうちょっと広くデータやシステムのある部分は、一般人が利用するには難しいが、子どもの教育に役立つなど、いろいろな考え方があろうと思う。どういうことをイメージされているか。

○國井構成員：

組込みソフトの話と取得データの共有の話は、かなりレイヤーが違うと思うが、一般の人が利用するというのであれば、月で取得したいろいろなデータを使いやすい形にしてウェブで共有するという事は、既に議論されている。さらに、このようなところで新たなデータが取れば、本当に子供や若者の理科離れなどに対しても、対策として夢があってよいのではないかと思う。

今までデータ共有のところは、非常に弱かったと思うので、メタデータをきちんと定義して、共有しやすい形にしていくということは、宇宙開発戦略専門調査会でも、宇宙開発利用の政策全体に対して申し上げているが、この月探査においても同様だと思う。

○觀山構成員：

今までの議論と少し違うが、科学という側面からコメントさせていただきたい。I案、II案いずれにしても非常に大きな予算を使うことになり、科学的にも技術的にも大きなステップがないと、支持が得られないと思うが、科学的な立場から言うと、やはり月に対する大きなブレークスルーがこれで得られるというようなものでないと、評価は非常に厳しくなると思う。

月にはいろいろな疑問、謎があるが、その中でも解決したいのは、月の成因であると考えられる。これは太陽系の形成などにもかかわるが、月の成因について、このミッションで1つのモデルを確定できれば、素晴らしい成果だと思う。それには、月の内部構造がどうなっているのか、ということが分かるミッションにできるかどうかということである。

先ほど、鶴田先生の質問に対してお答えがあったが、拠点は必要にしても、月震計、熱流量計などの内部観測機器は、1点だけでは不確定性が大きいので、複数の場所に必要になる。それができるミッションになるのかどうかということが、科学的な側面から言うと、非常に大きなポイントだと思う。

○長谷川構成員：

月震計の設置など、觀山先生の御関心の部分は、国際的に8カ国以上で実施している月のネットワーク観測の検討の中でも扱っているが、この懇談会の国際版のような宇宙探査協働グループの検討にも提案している。

月の内部構造に興味を持っている国は、カナダやフランスなどたくさんあり、その方々と一緒に、1カ所ではなくて、2カ所以上、うまくミッションを組み合わせるような工夫をして計測したいと考えている。内部構造探査は日本が牽引してきたので、引き続きうまく引っ張っていけるような工夫はずっとやっております。

の方向ではあるが、まだ、どのミッションで、というところまでは行っていない。

○観山構成員：

国際協力というのは非常にいい方向だと思う。我々は月をずっと昔から見てきていて身近なため、あまり不思議さを感じないが、太陽系の中の衛星という面で、地球と月の質量比から言うと、ものすごく大きな衛星である。

その成因の解明ができるというのは、非常に大きなステップである。何か質的に量的に精度が上がるというのではなく、1つステップが進む形になるので、非常に重要なテーマだと思う。

○白井座長：

いずれ案をまとめていくときに、科学的な目的、その波及技術、また、国際的な観点からどのような意味があるのか、あるいは人類的にどういう意味があるのかということもあるだろう。それらを全体的にワンポイントずつ満たさなければいけないのか、あるいはどれか大きく打ち出せる部分で目的が達成されれば、別の部分で満たせないところがあってもよいというやり方もあるように思う。この辺りで、意見の相違が出てくるし、いろいろな考え方があるのではないかと思う。

○毛利構成員：

今日の議論は、月へ行く目標が、科学的に意味のある地点で試料を取ってくることをターゲットとするか、あるいは汎用性のある拠点を作ろうとしているのか、ということだと思うが、私は拠点を作ることが今回は大事ではないかと思う。

それは、月の、あるいは宇宙科学のゴールは1つではなく、宇宙開発は少しずつ先へ、未来へと進むので、初めて日本が月に行って何かをするということを見ると、1つの科学目標でもって試料を持ってくるということではなく、拠点からのステップという将来ビジョンを持つという、もっと広い位置づけが大事ではないかと思う。

実際に、もうアポロ計画で大量に月の土砂を持ってきているので、そのレベルでは科学的な意味は小さく、それ以上にこの月ミッションを通して、私たちの社会に何をもたらすのかということの方が大事ではないかと思う。ただ月に行くということよりも、月に行くプロセスの中で私たちの社会が科学技術的に豊かになっていけるかどうか。ロボットが単に穴を掘ったりするということに加え、月の極限の環境でロボットを動かすということが、結果として私たちの社会にフィードバックできるのではないか。

これはスピンオフと言うが、実際に、アポロが月に行ったときにも、太陽電池や燃料電池など、私たちの社会を変えるような飛躍的な発展があり、宇宙服から消防服、宇宙船から生命維持装置など、どんどんスピンオフが出た。このようなスピンオフに加え、もう1つ大事なものは、例えば、月で使うロボットを研究するときに、優秀な若い人たちがそこに入り込み、その人たちが最先端の月のロボットを目指し、成長を遂げて企業に入ってくる。それで日本のロボット産業をさらに大きくしていくという、人材の流動もきちんと考えながら、月探査が20年後に全体としてリターンするようなシステムが重要ではないかと思う。

○山根構成員：

私は専門家ではないので、ある意味では、一般の国民の立場から意見を述べさせていただきたい。月に日本が進出する、あるいは有人、ロボットで出かけていくというミッションについては、本当に大賛成で、できるだけ早く進めていただきたいと思っている。

実は、いつも月の石と火星の石を持ち歩いている。といっても隕石だが、やっと手に入れた。10ミリグラムだけだが、いつもカバンに入れておくと、夢が膨らんで、いつかはこの両方に行きたいと思っている。

今回のこの懇談会について、皆さん、あらゆる立場の方たちの意見や希望を入れていかなければいけないと考え過ぎているのではないか。そのために、このミッションが科学のためなのか、技術のためなのか、あるいは地球上における、あるいは日本の産業としてのロボットというものを伸ばしていくためなのか、非常に曖昧になっていると思う。

今まで日本が取り組んできた宇宙の成果を考えると、例えば「はやぶさ」や「かぐや」のような旧宇宙科学研究所(ISAS)が中心になった科学ミッションの非常に大きな成果が世界的にも評価されてきたことがある。一方、国際宇宙ステーション、あるいはH-II Bのように、世界への日本の貢献で、旧宇宙開発事業団(NASDA)の技術オリエンテッドなものも、今までの努力は素晴らしいと思っている。

今回、ロボットという、宇宙ではない産業からの参入、あるいはそのような産業に門戸が開いて一緒にやっていくということだと思うが、先ほど座長が、一つの目的が達成されればそれでいいということもある、とおっしゃった。それではその目的は何か、最終的には月に行って何をするのかということをお問われると、私自身答えられない。

もちろん月の科学については、「かぐや」の成果によって、月で調べなければいけないことはこんなにあったのか、日本がこれだけのことを手に入れたのか、という点では、世界への誇り、私自身の誇りでもあるわけだが、このミッションがそういうことかと言うと、そうではないような感じがする。

同時に、先ほど、毛利構成員のお話にもあったが、月というのは、これからさらに火星などの惑星探査に向けての足掛かりになるということが今までずっと言われてきている。そのような広い惑星系の探査という視点があまり入っていないということが非常に気になる。

また、有人については長いこと日本ではカッコに括られていた部分で、初めてここで有人ということが出てきているが、これは技術的というよりも、文化的な面で、日本がしっかり議論していかなければいけないところである。スペースシャトル・コロンビアの事故が起こったあと、NASAのアーカイブスを調べたときに、250回に1回、このミッションはクルーを全て失うというリスクのもとに開発してきたということがわかった。実際は約100回で2回、そういう事故が起こったが、そのためにあのコストでシャトルをやってきたということがわかった。

当然ながら、有人月探査ということをして日本がやる場合には、そのミッションを失うということも当然あるわけで、それを踏み越えていくから、毛利構成員のような宇宙飛行士はヒーローなのだと思う。

日本がそのような、倫理的、文化的な同意を得られていないところで、有人に踏み出せるのかどうかということが前から議論されていた。そういう意味で、これは日本の宇宙開発にとって非常に重要な試練のミッションであると思う。

こういうときに、科学のミッションとして絞って、月というものを知るためのミッションとして進めていくのか。日本の宇宙技術というものをもっと進めていくための、いわば技術の実験、挑戦としてやっていくのか。あるいは、そうではなくて、日本のロボット産業を世界一素晴らしいものにするために、ロボットを使って月でいろいろ実験しようじゃないかというミッションなのか。そのあたりが非常に虹色になっていると思う。

座長も大変苦労されて、皆さん議論をとおっしゃるが、こういう会議室で、皆さんネクタイをして、遠くの顔もよく見えないところで、また、メールで意見をとと言っても、議論ではない。ただ単に皆さんおっしゃりたいことをおっしゃって帰るだけ。いつの間にか報告書がまとまって、何となく予算が出たり、削られたりするということの繰り返しではないか。

でも、この議論はものすごく大事で、日本としてよくここまで大きなことを言い出したなと思っている。であれば、1泊、2泊して、どこか温泉とは言わないが、構成員の皆さんのうち自己負担でも行くという人が集まって、フリーのディスカッションを行い、日本の宇宙の新しい意思がここで確認し合えたというようなことをやってみてはどうか。あるいは、例えば構成員の皆さんそれぞれがコーディネーターになったフォーラムをこれだけの数やる、言ってみれば、ISASやNASDAというような、非常にモザイクになっている日本の宇宙の取組みの中で、もう少し胸を割った議論があつていいのではないかと思う。

今の状態で何か報告書ができて、また事業仕分けで切られるのではないか。それは、熱い思いが盛られてないからだと思う。真摯なインテリジェンスはあるが、熱い思い、国民を揺るがすような熱いものが感じられない。

○白井座長：

合宿するかどうかは別として、結局、JAXAという集団は、宇宙を仕事としてやっておられるから、当然研究もバックグラウンドも全部できれば大変いいと言うし、実際やるとすればこういう可能性があると言うのは当然。

それについて、我々は、無責任というわけではないが、それでいいのではないかと申し上げて、予算が取れば取れたで、実行できる、というようなやり方は、我々懇談会に情熱がないわけではないが、直接計画に参加するわけではないので、今山根構成員のおっしゃったような意味での情熱に裏打ちされてないと言われれば、全くそのとおりだと思う。したがって、このような作業に対し、これも1つの変革でもあると思うが、山根構成員のおっしゃったような要素を何らかの形で考慮するという重要性はあると思う。

それから、私が先ほど申し上げたのは、別に目的が達成すればいいと言っているわけではなく、資料に掲げてあるようないくつかの要素について、そのどれにもポイントがあるように、八方美人的にしないと、どうも通りそうもないというような発想なのか、それともポイントを絞って、これが実際にできたら、このようにつながって、こういうストーリーなんだ、ということを強く訴えることによって、国民も納得するという説得ができるのかどうか。そうでないと本当はいけないというようにもまた思う。

それだけある種の責任、情熱、そういうものが、この懇談会全体で、全部同じではないかもしれないが、ある程度の方向性を持った情熱がないと国民を説得できないというのが事実だと思う。貴重な御意見をいただいた。

どのような方向性を持って我々はこのレポートをまとめられるのかということについては、これからよく考えなければいけないと思う。

○長谷川構成員：

山根先生のご意見に対して、2つだけ、お伝えしたほうがよいかと思う。旧ISAS、旧NASDA、それから旧宇宙航空技術研究所(NAL)、実は、この月惑星探査の検討は、これらのメンバーの総員をかけて行っている。ものすごくエネルギーがあり、月科学の専門家の加藤教授を初め、JAXAの宇宙科学研究本部及び外部の方々に入っただき、非常に熱心に、実は土日も費やして検討している。彼らも我々も非常に燃えている。JAXAの月惑星探査のグループは、壁があったという、ISAS、NASDA、NALを融合させたメンバーで構成しており、今、小惑星探査機「はやぶさ」リターンの話、その後継機「はやぶさ2」、「かぐや」、その先の話まで、実はそのメンバーが担当している。

さらに、JAXAの有人プログラムのメンバーを交えて、有人に向かって宇宙ステーションのその次、HTVのその次に向かって、これをステップとして日本のレベルを上げたいということで、次の5回目、6回目の会合に向けた資料の作成準備を行っている。お伝えしたいことのまず1つ目は、垣根がある状態ではなくて融合させて始めているということ。

2つ目にお伝えしたいことは、このプランでは、私たちは技術的に、科学的に、スピノフを含めて、日本が持たなければいけない宇宙技術、往還技術云々を目指しているが、実はこれは有人につながる技術を目指しているということ。生命維持装置を含めて。実際に月に行ったら、帰る技術がないと、人間は行けないし、そこに滞在する技術が必要なので、この計画の中でその技術の先鞭をつけたい。ロボットも、そのサポート技術である。ロボットと我々が言っているのは、軟着陸を含めた自動制御技術全部をロボット技術と呼ばせていただき、その中の1つが、ローバーであるという位置づけにしている。それらの技術を獲得することによって、日本が世界のレベルに上がるというだけではない。次のステップに、できればインド、中国より先に行きたい。インド、中国は、2016、17までには打上げようとしているし、ヨーロッパは2018年頃と言っているが、少なくともほかの国よりは先に行きたい。それが実は日本の国のプレゼンスを上げるだけ

ではなくて、恐らく、燃料電池やロボットを含めて、スピノフができるのではないか。そういう熱を持って、JAXAだけではなく、外側の産業界や大学と共同研究等を始めている。実は、そういう熱をお伝えする時間がなかったが、補足説明資料にはそのつもりで書いている。

○白井座長:

いずれにしても、「かぐや」等々での科学的な一連の成功、技術的な発展という上に立って、今回のような議論が始まったということは言えると思う。だから、その実績の上で、我々は次に行けるのだというようなことで、盛り上がって提案できるのかどうかというのが1つ。そして、勢いはあるものの、少し冷静に判断していただき、これなら絶対に我々は主張すべきだということでもとまれば、そうしていただきたい。

○里中構成員:

ずっと言われているのが、税金を納めてくださる方々の理解を得なければ、何もできないという雰囲気が漂っていて、それは確かにそうだが、結局ここまでの税金を使って何をするかということが理解を得ることイコール、わかりやすい結果をすぐ求めなければ成り立たない、という幻想に囚われていると思う。

実際、納税者にとって、目の前の今晚のおかずが1品増えるのと、100年後に安心していただけるのとどちらがいいかと問えば、今晚のおかずは我慢すると思う。例えば品がなくて申し訳ないが。

月を調べて何になるか、これはなかなか科学的な側面だけでは理解を得にくい、夢のある人には理解できる。では、夢は何かと言うと、月の成り立ちを調べて分かったことが、この地球の存続に活かされ、地球の存続に活かされるということは、我々の子々孫々の生命維持につながるということだと思う。

もうつい目の前に地球滅亡が迫っているというような、昔々の二級SF映画は怖かったが、人類がそこから逃れるために、他の惑星に移住する計画を立てるというのは、胸がわくわくした。

脅かして何かをするというのは、よくないことだとは思いますが、ただならぬ状況にある今の地球環境について、どうして気候変動が起こるのか、これは地球の表面だけを調べていて分かることではなく、地球の内部ともかかわっている。実際に、食料問題や水の問題など、私たちの生命維持に関わる問題が起こってきている。これはもっと広い範囲で、宇宙レベルで星の成り立ちから調べないと解決できない問題だと思う。

月というのは、手が加えられていないからこそ調べやすいこともあるし、地球と違って、領土意識がないので、いろいろ調べやすい。地球環境と違うところで、どうやって星が育ってきたかということ調べる。これもすべて10万年後の地球のためという、そんな先のことは知らないと言われるかもしれないが、とても大事だし、大きな夢につながると思う。

目先のというといけませんが、今納めていただく税金を10年後、20年後にこういう成果がありますよといくら言っても、はっきり申し上げて、国をかけて開発に命

をかけている中国とインドに勝てるわけがない。政府として、国民のお金をどう使うかということ政府主導で全て決められる国には勝てない。私たちの国は民意に押されて推進しないと何もできない。でも、その民意というのは、一人一人の命の重さであり、子々孫々、末代までの私たちの平和だと思う。

だから、月を調べて何になる、という問いの科学的な答えとしては、成り立ちを調べることで、地球の成り立ちも分かる。これで科学的な答えにはなるが、その先にある私たちの生命維持につながる環境問題まで、これで解明できる可能性があるのだと、大風呂敷敷だと言われても、そこまで言わないと、わかっただけじゃないと思う。

かつて、ロケット1機打ち上げるお金がもったいないとマスコミで叩かれ、1つ失敗したら何百億の損失になる、そんな金があるなら、もっと目先のことに使えとさんざん言われていたときに、私自身一番説得力があったと思ったのは、何のために宇宙開発をするかということだった。それは、新しいエネルギーを見つけて有効に活用することで、この地球上から発電所をなくし、地球上の緑を戻して、発電にかかわるものを全て宇宙に持っていくことも可能なのだということだった。宇宙からエネルギーを送ることで、地球上には変電所や電気の分配装置のようなものだけがあって、火力発電も原子力発電も全てなくすことができるかもしれない。こんなステキな話はないではないかということが、女性には非常に受けた。女性の一途な思いつめた正義感というのは、とても強いものがある。だから、多少のことは我慢しても、これが私たちの環境と子どもたちのためになるのだと思うと、一生懸命支えてくれる。

科学者たちも本当はそこを目指してやっているが、何の成果が出るかと問われると、立場上、つい自分の寿命のあるうちに実現可能なことしか言わない。ぜひこれは高い理想と全地球のために役立つために我が国は、ほかの国がやらないことをしようとしているのだと、それでその技術を磨くことによって、貢献できる国になる。それができるのは、我が国の宇宙開発がそもそもスタートから軍事目的からはかけ離れたところにあつたということ、もう少し胸を張って自慢してもいいかと思う。

こんなことを申し上げているが、目先のことで気になるのは、これだけのことをやろうとしているのに、ロケットの打上げについて、打ち上げのたびに各方面に気を使って実施しなければならないという状況である。どこか、日本人が住んでいて、永久的に領土権を主張できそうな島で打上げるなど、思い切ったことができないものか、現実的な問題が気になっているので、よろしく願いしたい。

○白井座長:

どうも男はうじうじ考えがちだが、大変勇気づけられる明解な御意見だと思う。今日のこれまでの議論を伺っていると、多方面に気をつかって、この計画は儉約してやっているというような説明ではなく、やはり本当に説得力のある計画が明解に出てこないといけないのではないかと。月に基地を作って探査を行うということは、技術的にも新しく、どこもやってない。これは科学的、技術的なポイント

トになるだろう。この点を我々のポリシーとして明確に主張しないと、筋が通らないということではないかと思う。そこで何を達成するかということは、長い時間のスパンの中で他の国も取組んでいるため、必ずしも競争でどうなるかはわからないが、少なくとも日本はこういうことをやるのだと主張することが必要ではないか。

○毛利構成員：

宇宙基本計画を作るときに、いろいろな議論を行ったが、先ほどの山根構成員のお話にあったような熱い思いを具体的に表わすために、人型ロボットを月に送るといような、あえて非常に具体的な文章になった。

二足歩行は、今のところ日本に高いレベルの技術がある。パブリックコメントもそうだが、具体的なものを出すと、いろいろな人がすぐに足を引っ張る。従来の宇宙開発に関わっている人たちなど、特に、新しいものはなかなか受け入れられないというところがある。しかし、むしろここでは、例えば人型ロボット、二足歩行ロボットを月に送るために、どうしたら可能になるかという議論をどんどんしていくと、先ほどの熱い思いが具体的になるのだろうと思う。二足歩行は駄目だということではなくて、それを可能にするにはどうしたらいいだろうかということに知恵を絞っていく。そのプロセスの中で、例えば、レゴリスがあるから無理だとか、あるいはかんじきをはけば大丈夫だとか。どうしても技術的に無理だという場合には、別な道をさぐっていけばよいが、しかし日本らしいものを打ち上げようという、そういう思いが議論の中で出てくればよいなと思う。

(3) 我が国が目指す2020年頃の月探査(白井座長私案)について

これまでの議論等を踏まえ、我が国が目指す月探査について、資料2に基づき、白井座長の私案を事務局より紹介し、引き続き意見交換を行った。

○白井座長：

この懇談会の趣旨は、有人を視野に入れた、となっているが、有人につながるためにはどういう技術がなければいけないのか、どうしたら本当に可能になるのかということについて、有人宇宙活動は世界的な問題でもあり、また、我々の文化的な問題、倫理的な問題という面もあり、そういうことも含めて次回以降詳しく議論していきたい。

しかし、いきなり有人ができるわけではないということは明らかであり、第一段階として、ロボットを使ったやり方が非常にユニーク性を持ったものにしなければならないという認識は、大体一致しているのではないかと思う。

今ご紹介した資料2について、全体的にお気づきの点などあればご意見をいただきたい。また、研究開発体制等々については、ここで議論したわけではないので、これについても御意見をいただければと思う。

○的川構成員：

矛盾した意見がいろいろある中で、非常によくまとまっていると思った。ただ、

ここに書いてある有人活動というのは、月面での活動の観点から書かれているが、有人宇宙活動の要素というのは、有人の輸送などいろいろな要素があるので、月の探査を通じた有人活動だけに絞ると議論が狭くなるような気がする。

そういう意味で、今、H-II Bで、HTVを運んだというような実績があり、有人に何兆円もかかるという話もあったが、いつまでに何をやろうということではなくて、有人のために準備しなければいけない多くの技術開発の要素を地道に1つずつクリアしていくという計画がやはり必要であると思う。だから、有人の技術というのは、月探査の技術とは別に独自に準備しなければいけないものなので、そういう議論をする場が欲しいと思う。

また、山根構成員の御指摘のように、みんなの議論が沸騰するような場を何らかの形で用意していただければという感じがする。

それからもう1つ、政治主導と言いながら、政治家の方が一人もいないので、ぜひ懇談会にご出席いただき、宇宙開発の未来というものに賭ける気持ちを、政治の側でも示していただきたいと思う。

○白井座長：

有人になると、規模が全く違うわけで、そこに至るまでのプロセスも含めて、若干の見当というのを見ておかないと、議論したことにならないと思う。

これについては、有人宇宙活動というものはどんなものであるかという感覚を掴まずに議論することはできない。どの程度の検討をやれば良いか、予算の問題や技術的な問題、あるいは有人が月ではどのような意味があるのか、さらに、その次の宇宙全体に対してのアクセスにどういう意味を持つてくるかといったことも含めて資料を準備して議論したい。

月に行き、さらに火星にまでも行くのか。そのような気持ちでやっていかなければ、我々自身が自分を明らかにできないだろうし、それをやるという想いを示していかないと、なかなか説得性が出てこない。

そのような、夢というよりは我々人類が生きている限りの使命だというような、説得性のあるものにしていければと思う。

○広瀬構成員：

そういう夢、熱い想いを語っていくのは非常に重要だと思うが、それと並行して、日本が税金を使ってやるというからには、それなりの成果が出て、成功するということが非常に重要だと思う。

今までの議論で、理学の先生方の想い、何をしたいという部分も大体分かってきたが、一方工学の分野で、我々はこのぐらいまではできるという、両方の接点を一般論で議論すると抽象論で終わってしまい、得られる成果も抽象論でしか議論できないということでは非常にまずいと思う。

専門的な議論は小委員会か何か作って別の場で議論した方がよいのかも知れないが、その中で、ヒューマノイドが理学的な目的があってそれも実現するというターゲットを与えてもいいと思うが、そういうものも含め実現する手段、いろいろな接点を見て検討を進めていくと、あるところには少ないコストで成果

が出るというようなターゲットも見つかると思う。

「かぐや」がハイビジョンで撮ったというのは、あまりたいしたことはないように思えても、それはやはりすごいことだった。工学的に見ると、ある部分は簡単にできるが、簡単そうに見えるところが本当は難しいというようなことが沢山ある。だから、月でやりたいことを羅列してもらい、やりたい方とやる方が議論し、その辺ならできそうだという議論をもう少し煮詰めて、現実性のある案を作っていたらいいのではないかと思う。

○白井座長：

それでは1つの提案だが、ロボットに関しては、考え方がいろいろある。JAXAではそれなりに非常に詳細に検討をしてきているが、それは1つのターゲットではあるものの、例えば二足歩行も非常に大きなチャレンジかもしれない。

そういうことも含めて、今まで宇宙のことに关しては一緒に作業してきたわけではないこともあるので、開発過程でのコンペティションなども含めて、どのようなやり方でやっていくと、産業的にも意味があるかなども含め、ロボットの専門家とJAXAのグループで意見交換していただいたほうがいいのではないかと思う。

後日、事務局のほうから、御連絡させていただいて、ロボットの関係者でいろいろ熱く議論していただければ大変よろしいかと思う。

○鈴木構成員：

有人の話は次回以降とのことだが、有人と言うと非常にお金がかかるという話がまず最初に出るが、これは大なる誤解ではないかと思う。技術が随分進歩してきているので、アポロなどの時代の有人に比べると、はるかに効率的にできるのではないかと思う。

ですから、有人も現時点の技術基盤をきちんと議論した上で、どうするべきかという議論が必要だと思う。

○折井構成員：

私案の考え方に賛成だが、1つ付け加えたい。有人を視野に入れて無人のプランニングを出されているが、やはり有人とはいかなるものかという点を踏まえて、無人のプランと並行して技術的な体系をつくり上げないと、ボタンの掛け違いの開発が始まるのではないかと考えるので、この点も付け加えていただきたい。

○白井座長：

次回以降、有人の議論に入るが、それも踏まえた包括的なレポートにすべきというのはその通りと思う。

また、鈴木構成員のご指摘もあるので、先ほど申し上げた有人に関する検討のための基礎データについては、事務局とJAXA等々で考えて頂きたい。

もう1つは、ロボティクスという観点からこのプロジェクトがどうなるのかという意見交換を別途やって、その結果を示していただけると良いと思う。

次回以降、そのように進めたら良いかと思うがよろしいか。

○的川構成員：

パブリックコメントをとると色々な意見が出るので、非常に多数寄せられた意見など、それをどう評価すべきか議論が必要だと思う。

例えば、月探査は無人で実施すべきとか、低軌道への有人飛行技術への意見が多数寄せられたといった、共通点をピックアップすると、有人のイメージを月探査の向こうに見てないということが大体はっきり見えると思う。そのため、有人技術の1つ1つの蓄積を着実に我々はものにしていくということが大事で、必ずしも月の向こうに見えるものではないと感じる。

どこの国も低軌道から始まっているわけで、我々もそのようなアプローチをするべきだと思う。

○豊田事務局長：

このパブリックコメントは宇宙開発戦略専門調査会での議論を取りまとめたものに対するものであり、それを受けて、もう一度、同調査会で議論をして最終的に宇宙基本計画が作られた。そのときに、1,500件のコメントのうちに200件に近い、一番多くの議論を寄せられているのがこの分野でもあり、それを踏まえて、いきなり有人ではなくて、ロボットから進めるのが現実的なやり方だという整理がなされたものであるということを御理解頂きたい。

この月探査に関する懇談会は、その基本計画を踏まえて御議論をいただいているので、少なくともそこは、お答えをぜひいただきたいと思う。

ただ、最終的に有人については別の議論の場が必要だということになれば、それも1つのリコメンデーションとして整理していただくのは構わないが、まず少なくとも、有人を視野に入れた月探査、ロボット月探査というところについてはぜひまとめていただきたい。

○白井座長：

確かに人によって、有人で行く必要は必ずしもそう認めない、むしろ無人の技術というものを徹底的に持ったほうが良いという御意見の方も多いと思う。一方で、我々の大きい夢というか、違った意味の可能性ということを考えればやはり有人ということも1つ大きな視野に入るだろうと思う。ここは、考え方がかなり違うと思う。

○的川構成員：

例えばヒューマノイドというのがあるために、そこに人間をオーバーラップさせて、そこに有人の可能性を見つめるというのは恐らく間違いだと思う。有人の飛行というのは、そのように情緒的になるものではなく、やはり技術を1つ1つ積み重ねていかないと、技術的には達成できないものだと思う。

○白井座長：

一般的にはヒューマノイドというのは、誰も別に人間と重ねてはいないと思う。

○的川構成員：

調査会の議論をお聞きした限りでは、そういうふうにお聞きしていた。

○白井座長：

ここでヒューマノイドという言葉が使われているのは、単純にロボットのことであり、人間のことでないと思う。

いずれにしても、そこは若干議論があろうかと思うが、この懇談会にいただいた課題は、有人を視野に入れて議論をするということでもあり、少し包括的にまとめたほうが趣旨にも合っているし、これまでの皆さんの議論にも合っていると思う。ただ、いきなり有人でできるのかは非現実的だということもはっきりしているので、有人につながっていくにはどうしたらいいかということを見視野に入れながら、レポートを作っていくのがいいと思う。そのような方針で、次の5回、6回の作業を進めさせていただきたいと思う。

なかなか、山根構成員が言うような意味での議論ができるか、できるだけ効率的にやる必要があるかと思う。

○豊田事務局長：

それに関連して、御提案のあった熱い思いを語っていただく場については、多くの方々に参加していただく議論の場というのを4月の初めぐらいに開きたいと思っている。もっと早く議論をしないといけないのかも知れないが、やり方などはよく御相談をさせていただきたい。

それから、政治家の方にとのお話もあったが、もちろん会議の内容はお伝えしている。出席いただければベストだが、ご存じの通り、非常に忙しい方々なので、皆様のこの熱い思いはしっかりお伝えし、かつ可能ならば出ていただけるようお願いしたい。

○白井座長：

それから、懇談会では十分我々は意見交換するにしても、今おっしゃった公開性をどういう形で実現するのか、パブリックコメントだけでは、なかなか伝わらないと思うので、他にどうすれば効果的なのか、お考えをいただきたい。

○的川構成員：

公開で合宿をやればよいのでは。

○白井座長：

仕分け作業みたいになってしまうね。何かそういったような仕掛けなど、少し工夫を考えたい。

○毛利構成員：

一点確認させていただきたい。先ほど、的川構成員が、有人は月の向こうにあるのではなくて、既に国際宇宙ステーションの国際協力の中にHTVというものが、そのような今進んでいる有人宇宙活動とこの月探査が、もともとかみ合わないものなのか、あるいはかみ合わせようとするのか、ということも含めて、次回から議論するというところでよろしいか。

○白井座長：

そう思っている。月にただ行けばよい、それは有人だ、という認識では通用しないと思う。国際的な状況等も踏まえたときに、我々は有人をイメージするとす

れば、それはどのような意味で、全体につながっていくのかという視野は当然必要だろう。ぜひ、ご議論をお願いしたい。

(4) 閉会

今後の予定について事務局より説明し、閉会。

以上