

## 月探査に関する懇談会 第2回会合(議事要旨)

**1. 日時** 平成 21 年 9 月 28 日(月) 10:30～12:32

**2. 場所** 中央合同庁舎第 7 号館西館 12 階 共用第 2 特別会議室

### **3. 議題**

- (1) 月探査の意義・目標について
- (2) その他(米国有有人宇宙飛行計画再検討委員会報告の紹介)

### **4. 配布資料**

- 資料1-1 月探査の意義と目標(案)
- 資料1-2 月探査の意義・目標(案) 補足資料
- 資料2 米国有有人宇宙飛行計画再検討委員会報告の概要
- 資料3 月探査の意義と目標 及び 月探査におけるロボットの役割と期待について

### **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	伊丹 敬之
懇談会構成員	井上 博允
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	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	観山 正見
懇談会構成員	毛利 衛
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  
事務局

森本 浩一  
松尾 浩道

## **6. 議事概要**

### **(1) 開会**

### **(2) 月探査の意義・目標について**

資料1-1「月探査の意義と目標(案)」、資料1-2「月探査の意義・目標(案)補足資料」に基づき長谷川構成員より説明。

### **(3) その他(米国有有人宇宙飛行計画再検討委員会報告の紹介)**

資料2「米国有有人宇宙飛行計画再検討委員会報告の概要」について、事務局より説明。

### **(4) 意見交換**

意見交換に入る前に、資料3「月探査の意義と目標 及び 月探査におけるロボットの役割と期待について」に基づき葉山構成員より説明。その後、各懇談会構成員より、御意見をいただいた。いただいた主な御意見は以下の通り。

折井構成員：

- 本懇談会のテーマは、有人を視野に入れたロボットによる月探査であり、有人宇宙活動は、将来的に目指すべきものとなるだろう。その際、日本はどう進めるかがポイントであるが、今の時点では、日本独自、国際協力の両方をにらんでいく必要があるのではないか。
- 国際協力となると、少なくともイコールパートナー、もしくは、それ以上の立場で発言し貢献していくべき。そのためには、各国と同等、またそれ以上のレベルの技術能力と実績が必要となるだろう。その意味で長谷川構成員が説明されたようなステップを、期間を定めて確実にやり遂げていくことが大変重要と思う。
- そう考えていくと、説明頂いたアプローチのその延長線上には二足歩行ロボットが思い浮かんでこない。この結びつきをどう定義していくかが一つのポイントではないかと思う。
- 前回の会合で日本らしい月探査を目指したいとの発言があったので、日本らしさをどう考えていくかについて一言述べさせていただきたい。日本の宇宙開発の歴史を考えると、伝統的に日本の民需技術を積極的に取り入れてきた実績がある。日本の大半のプロジェクトでは、実は民需技術を使って、小型で安くて信頼性の高い、軽量のものをつくってきた。日本では知らず知らずのうちに、実は民需のベースに乗った宇宙開発をしてきた歴史があり、これを踏襲することそのものが日本らしさなのではないか。

鈴木構成員：

- 日本らしい宇宙開発、月探査ということを考えてみたが、やはり継続して、同じことをこつこつやっていくというのが、日本的な特徴と理解している。
- 長谷川構成員の説明だと、やはりワンポイントの探査ということになるが、先ほど葉山構成員からの説明にあったような、日本としての一つの拠点を作り、そこを中心としていろいろなことを継続的にやっていくこと、ワンポイントではなく、それを発展させていくということが日本的なアプローチとして重要ではないかと思う。
- 月探査を何のためにやるかということについては、いろいろ議論があるが、やはり人間の役に立つか立たないか、これを見極めることが一番重要。そのために、第一ステップとしてロボットでやれることをやるというのは非常に重要だが、その次に、最終的には人間が行かないと本質的なことがわからないというのが私の従来からの考えであり、ロボットを通じて、人間が行って問題ないか、あるいは人間が行く準備をすることが必要なことだと思う。
- 実際に計画を推進することを考えると、非常に膨大な作業と予算が必要。そうすると、国際協力は必然と思うが、国際協力というのは表から見た場合であり、裏から見ると国際競争となっている。したがって、我が国として必要な技術力を自ら身につけなければならないと思う。
- 日本として、自主性を持った有人の探査能力を身につける必要があるが、宇宙開発の分野における自主性を考えると、輸送手段というものが非常に重要となる。したがって、このようなストーリーをきちんと整理して、長期的な計画に盛り込んでいくことが重要と思う。

井上構成員：

- 長谷川構成員の提案は大変よくできていると思うが、宇宙基本計画にまで立ち戻って考えてみる必要があるのではないか。
- 宇宙基本計画では、従来の科学技術中心の宇宙開発と違って、より幅の広い政策に転換したと理解している。したがって、科学的な探査をやりながら、それがこの地球上の我々の生活にもはね返り、そしてイノベーションにもつながるような仕組みを考えながらアプローチを具体的に提案していくことが必要。私は宇宙の専門家ではなくてロボットの専門家の立場から、国家事業としての宇宙開発にどのような貢献ができるかを考えている。
- 資料1-1で挙げられている目標の案は、科学的な観点から見ると、どれをとってもよくできた提案だと思うが、これを同資料の最初に書いてある6項目の意義、例えば人類の知的資産の蓄積、フロンティアの拡大、先端技術の蓄積などの意義との関連を考えながら見てみると、余り具体的に、目標と意義がどうつながるかが読み取れないと思う。
- 一方、葉山構成員提出の資料3を見ると、技術の面、産業の面というような観点からの月探査に対するアプローチが提案されていると思った。月面に基地を作ること、足で歩く・歩かないは別として、いろいろ作業ができる人型ロボット

を開発すること、そして宇宙での持続可能なエネルギーの利用システムの開発と、これは大変有効な提案だと思うので、長谷川構成員のABC案と葉山構成員の案をうまく組み合わせることが必要と思う。

- もう一点は、月探査の第1段階を2020年頃と想定すると、ざっと10年後。その後、その次の段階で有人を視野に入れるといっても、技術開発には時間がかかるので、2020年になってから始めたのでは間に合わない。準備は第1段階のうちから進めていく必要があると思う。
- 長谷川構成員の提案に共通するような問題であり、かつ葉山構成員からの提案にもあったが、人が行くとすると人の生命を維持する装置、ロボットが無人で探査する場合にも、長期間に亘って活動するならば、その機能を維持し続ける装置、仕組みが大事。最初は小さいものであったとしても、基地に相当するものをつくる必要があるので、その検討を今から始めておかなければならないのではと思う。
- 何十年か前、南極観測が始まったとき、昭和基地を作るニュースを、我々は子供のとき、わくわくしながら聞いたものだった。月面で探査をするのは、時代が平成なので、平成基地を作るぐらいのつもりで、月の科学探査を進めることを考えていけば国民としても夢と希望と自信のもとになるのではないか。
- 月探査を宇宙予算だけですべてやるのではなく、宇宙にとどまらず他の仕組みや活動を幅広く巻き込んでいくような計画にするのがよい。10年、20年先を考えると、技術も科学もどんどん変わっていくため、その時点の最新の状況をタイムリーに組み込める仕組みを考えておく必要がある。例えば、月面基地を作るときに、国際宇宙ステーション(ISS)のように、永続的な電源ステーション、情報通信のハブなどのオープンラボと、その基地を運用するための汎用性のあるロボットをインフラとして整備しておけば、そこで実施する科学探査、科学実験、技術実証などは、別予算で提案できるのではないか。

#### 観山構成員:

- 科学的な目標、成果に関して、一般的に、大きく2つに分けられると思う。一つは月そのものを探求する科学目標、月の科学である。例えば月震計や熱流量計を置いて、月の内部構造を測るといようなことは、月でしかできない。月は我々にとって唯一の存在であり、この価値は非常に高いと思う。
- 一方、月に望遠鏡を置いたり、月から重力場を観測したりすることは、月からの科学であるが、その対象とするテーマ自身について、科学的なプライオリティが非常に高いテーマなのかどうかを良く検討する必要がある。
- つまり、天文学や惑星科学の中で、月からの科学観測、例えば波長の長い木星の電波源や重力場の観測が、高いレベルに達しているのかどうかということと、観測にあたって、月が本当にベストの場所なのかどうか、という2つの点から考えておく必要がある。
- 月に行けるからといって、月でできるものを全部洗い出せば、アイデアはいろいろ出てくると思うが、科学的な立場から言うと、月からの科学については、相

当な広範な議論のもとに判断されるべきではないかと思う。

鶴田構成員：

- 長谷川構成員の報告について、非常によくサーベイされていたと思う。しかし、実際にこれを計画に組み込んでいこうとすると、まだ多くの作業や検討が残っていると思う。
- 例えば、アプローチAとアプローチBは、必ずしも独立なアプローチとは考えられない。着陸機で表面探査をやるのがアプローチAだが、このときに、地震計や熱流量計を設置しないということはあり得ない。着陸機が行く場合は、地震計や熱流量計の設置は必ず行うだろうと思う。逆もそうであり、アプローチBで、地震計のネットワークをつくるということが独立して存在することは考えにくい。それをやるためには、きちんと着陸して、移動する、つまり、アプローチAと同じことをやる必要がある。
- アプローチCに関しても、これをやろうと思うと、アプローチAもBもきちんとできるだけの能力を備えた後でないといけないと思う。
- 日本は「かぐや」の実績を持っており、月探査の分野では決して後進国ではない。日本が次の月探査ミッションで何をやるかということ、世界は注目していると思う。その中で今の状況を見ると、先進的なロボット技術者の支援を受け、次のミッションが考えられるという、すばらしい状況が月探査あるいは月の研究の分野にもたらされようとしていると思う。その意味で、日本の科学コミュニティは絶好のチャンスを迎えようとしている。
- 本当に世界をリードする先進的な科学目標というのは、この「月探査に関する懇談会」のメンバーである我々だけでは作れない。研究の最前線で活躍している研究者がこれを作っていないと、必ずしも世界のトップリーダーになれるような研究にはならないのではないか。ホットな研究の現場にいる研究者が見ているものと、今我々が見ているものは違う可能性があるということを我々は意識しなければいけないと思う。
- したがって、一流の科学成果を求めるならば、日本にも立派な研究者コミュニティがあるので、その考えを我々の議論の中に反映させる仕組みを考えておく必要がある。

広瀬構成員：

- 長谷川構成員の報告について、大枠としては非常にうまくできていると思う。もう一つ、日本独自のロボットを使うということに関しても、経済的な月探査をしようということを考える場合に、非常に合理的であると思う。
- では、どういう形のロボットを選択するかということについては、じっくり検討していくべきだと思う。特に熱やダストの問題、重量の問題、そして何よりも費用の問題を勘案して、最も合理的な形を選択していく必要があると思う。
- 葉山構成員からは、人型二足歩行という提案があったが、それも選択の過程で残れば、もちろん選択すればいいと思う。
- ただし、我々がなぜ二足で歩いているかと考えると、往復運動するアクチュエ

ーターである筋肉しかなかったので、このような方式を使ったにすぎない。もし、モーターを持っていたら、車で動き回っていたかもしれないと思う。たまたまこのような制約の中で選ばれた形が、これからの月探査に本当に最適なのか、合理的に判断していく必要があるのではないか。二足がいいのか、四足でも六足でもよいのではないか、いろいろな選択があると思う。

- ロボットの制御方法について、マスタースレーブ的な操縦型も、もちろんあり得るが、地球と月の通信には数秒間の時間遅れが生じる。特に物の組み立てなど、力情報を非常にうまく使う必要があるようなときにマスタースレーブで組立作業等が可能かどうか、これは学会でも非常に大きな話題となっており、基本的には非常に難しいと言われている。したがって、ある程度自律性を持ったような独特の形態を選択しなければならないだろうと思う。
- 日本独自のロボットあるいは技術を考える際、人型というのはもちろん非常にポピュラーだが、それにこだわらずに、いろいろ検討したほうがよい。例えば、「トランスフォーマー」というのは漫画や外国の映画にもなっている変形ロボットだが、月探査において非常にコンパクトに宇宙船の中に収納する必要があることや、熱の問題を解決するために、夜と昼の作業の形態を大きく変える必要があることなどを考えると、一つのソリューションになるのではないかと思う。そういうことも含めて検討していくのがよいのではないか。

的川構成員：

- すでにご存じかもしれないが、二、三日前、月の全面に水があるという発見がされたというニュースが流れた。インドの探査機がそれを発見したとき、月の南極、北極以外には水はないと思われており、非常に疑わしいという前提でデータ解析がなされたが、アメリカの土星探査機カッシーニや、彗星探査機ディープインパクトが月を通りかかった時に取得したデータも精査してみたところ、水以外の何ものでもないということになった。非常に少ない量だが、今まで考えられなかったことが、そこで発見された。
- 水が見つかったこと自体が、今後の有人月探査の可能性に大変関係が深いこともあるが、このような発見を生むには、やはりいろいろなところに種をまいておいたこと、それが刈り取られたという背景があると思う。ノーベル賞を受賞した小林さんや益川さんなどの話を聞いていても、日本の素粒子や原子核の分野の戦術と同じように、可能性があるものに触手を伸ばしておくことが大変大事であり、一つのことに方針を決めて、それだけをやっている、大きな成果は生まれない。
- 日本の宇宙開発を見ると、ここ何年かの中に非常にそのような考え方が広がってきたと思う。長谷川構成員の報告では、月の研究者の方の意見をじっくりと聴いて検討されているということで、敬意を表したいと思う。もう一つ言えば、月の科学だけではなく、太陽系探査の中での月という観点なども必要だろう。科学者のコミュニティーが持っている月に対する視線というのを総合的に見るべきであって、その観点をもう少し貫けると、月が宇宙開発全体の中で持つ意味

を浮かび上がらせることができるのではないかと思います。

- ただし、月が、水発見のニュースも含めて、これから非常に世界的にクローズアップされることは確かなことと思うため、日本が月探査にフォーカスを置くことは大変いいと思う。そういう意味で、科学者のコミュニティー、あるいはロボティクスの専門家が宇宙探査の真ん中に入ってくるということが、日本の宇宙活動力を高めるだろうと期待している。
- 折井構成員もおっしゃったが、有人宇宙活動をどう扱うかということについて、日本の国民にとって宇宙開発が持つ意義を考える際、一般の方々が宇宙の活動をどう見ているかということが大事だと思う。日本の有人宇宙活動は、おそらく50年、100年くらい先を考えたとき、大変大きな意味を持ってくると思う。アメリカもロシアも欧州も、有人宇宙活動をどうしようかと非常に悩んでいる。ところが、ずっと先を考えると、人間が宇宙に行くこと、あるいは今の小学生などは、自分は宇宙飛行士にならなくても将来宇宙に行けると信じている。そういう時代を考えると、有人宇宙活動は月探査とは別に議論すべきだと思う。
- 宇宙開発の中で、国民に夢を与える分野は、有人と非常につながりがある。宇宙飛行士に対するあこがれは、宇宙科学者やエンジニアに対するものよりはるかに大きい。例えば歌手の方を見る目とも大分違う。歌手が歌うようなうまい歌を自分は歌いたいと思っているわけではなく、タレントとしてあこがれているのだと思うが、宇宙飛行士に対するあこがれは、自分が宇宙に行きたいという夢とつながっている。宇宙活動の中に有人宇宙活動という要素が入ってくるかどうかは、国民全体の夢に非常につながりがあると思う。
- 月探査を実現するための有人宇宙活動という議論ではなくて、月に行くためにも、これから準備しないと間に合わないため、有人の議論は、この月探査の懇談会でやることには大変無理があると思う。座長を困らせるつもりはないが、ぜひ、有人の議論は日本の宇宙開発の戦略として重視をして、月探査の向こうにあるという棚上げではなく、今から別の懇談会を設置してでも始めるべきと思う。

伊丹構成員：

- 本日のテーマである意義と目標に関して、今まで出た科学者の方たち、エンジニアの方たちの意見とは全く違う社会科学分野の人間がどのような思考をするかという例としてお話ししたい。
- 本日の議論等をお伺いし、月探査の意義と目標は、懇談会への参加を頼まれたときよりもはるかに大きいと感じるようになってきている。その理由は、この計画に国民的な夢の共有になるような部分が大きくあるということであれば、例えば数千億円のお金をかけるというのは、案外安いかもしれない。それからもう一つ、副次的効果として、産業が育つというのとは別次元の大きな効果というのもあるべきではないか。その2点をお話ししたい。
- 国民の夢について、今日二足歩行ロボットの話をお伺いしたが、かつてアームストロング船長が月面ではねた映像が世界中に与えたインパクトに匹敵するぐ

らいに、月の裏側で日本の二足歩行ロボットがはねている映像が世界中に配信されたときの日本に対する世界のイメージを考えると、これは大きなインパクトがあると思う。

- 輸送するものが重くなるからだめ、というようなことを言わずに、むしろ、なるべく重いものを月に持っていったほうが、波及効果との関連ではいいような気がする。日本らしさという議論とも関わる。日本がよりよく貢献できること、という意味の日本らしさももちろん大切だが、日本という国にとって現在必要なものという意味での日本らしさも、あっていい。
- 説明いただいた、資料2の2ページ目、最初の項目「有人飛行は技術のイノベーションの先導、商用産業と国家能力の発展、将来の探査活動などの点で社会に重要な恩恵をもたらす」という言葉がある。この懇談会でも議論されているが、唯一表立って議論されていないのは国家能力という観点。おそらく、国防、安全保障に関連した話であろう。アポロ計画がアメリカの国家安全保障にどのようなインパクトを与えたかを歴史的に考えると、結局はレーガン大統領の戦略防衛構想につながり、当時のソ連がそれに応戦するために膨大な予算を使い、結局ソ連という国家を破綻させた一つの大きな原因だったかもしれない。
- 日本がそのような国防技術をこの計画を道具にして磨くべきだと言っているわけではなく、一種の波及効果として、一つの思考の軸に置くということは、必要なのではないかと思う。
- 例えば、長谷川構成員から説明いただいたアプローチが3つあり、そのうち、月の往還という言葉が入っていたが、大変重要なテーマだと思う。例えば、重いものを月の裏側まで持っていき、きちんと着陸させるためには、将来的には今のH2Bでは足りず、その10倍ほどの能力を持ったロケットを開発しなければならないかもしれない。それにあえてトライすることで、衛星を打上げるときにも同じ技術が使えるので、技術的な波及効果が出てくるのではないか。少し乱暴な意見かもしれないが、なるべく重いものを、なるべく難しい場所に持っていくという計画にしたほうがいいのではないか。

青木構成員：

- 有人とは切り離しての月探査の話だが、月探査・開発が持つ意味が、過去のどういう先例に似ているかということを考えると、一番よく似ているのが南極の制度の設計。また少し原子力の平和利用にも似ているところがあると思う。
- 南極に関しては、新しい科学技術をもって、南極点に行くことができ、南極に基地を設置することができる国の間で領域紛争が起きてきた。その際、領域紛争を起こさないようにするため、南極で活動することができる国だけが集まって、国連から切り離れた形で、1959年に南極条約を採択した。日本も、当時南極の基地で活動できる国の一つとして、最初の当事国になっており、また最初の南極制度運営をする国になっている。
- 南極条約は南極で活動ができる国だけに閉じた条約ではなく、それ以外の国も後から入ることが可能であり、その能力と意思を持つ国は、基地の運営にか

かわることができる特別な地位に立つ国、協議国という地位に立てる。現在、南極条約には47カ国が締約国となっており、そのうち28カ国が基地の運営をすることができる協議国の地位に立ってはいるが、その中でも特に初期に入っていた12カ国がやはり大きな発言権を持ち、南極の環境保護、地下資源の開発、観光の問題などは、それらの国の中で議論をつくり上げてきた。

- 本当に活動を続ける能力と意思を持つ国のみが責任も持つことができるということであり、後から国連が介入しようとしたこともあったが、うまくいかなかった。そういう意味で、最初に入っておくということが、まず非常に大切である。また、最初に入った国の中でも、ポーランドは1959年に採択している国ではあるが、70年代末まで、基地運営の能力がなかったため、協議国の地位に立つことができなかった。したがって、第一線の力を持って、最初から制度を構築する地位に立つことが必要と思う。
- もう一つの原子力の平和利用については、非核兵器国は、核兵器を持たないかわりに原子力の平和利用を自由に行い、援助を受けられるということで始まった核兵器不拡散条約も、その抜け道が多いことから、一時、特に2002年から2003年にかけて、その時点で濃縮と再処理の技術を完全に持っている国以外は、単独では持たせないようにして、国際管理をしようという案が出てきたことがあった。
- この案は結果としてその通りには進んでいないが、その時にもしそうなっていたとしても、日本は完全な濃縮技術、再処理技術を持っている国として、独自の自律的な核の平和利用ができる立場にあった。
- このようなことなどを考えると、すべて国際協力、公益というものだけではなく、最先端の技術力を持つことにより、日本の国益を実現するとともに、日本として世界に何ができるのかということを考えていくことができるのではないか。そういう意味で、できる限りの積極性を持って、月の探査、開発に取り組むべきであろうと思う
- 的川構成員のおっしゃったように、有人と月探査というのは、少し違うのではないかと思う。日本は国際宇宙ステーションで既に有人宇宙活動を始めているので、まずは地球周回の低軌道から始めることができないか、もう少し精査して話し合うことが必要と思う。

小久見構成員：

- 社会科学に話に移ったが、私は研究開発の現場に近い人間で、少し話をもとに戻らせていただく。
- 月探査は、おそらくこれがなければ、火星も木星もないということになる、宇宙開発を進める上での非常に重要なステップだと思う。そういう意味で、長谷川構成員にまとめていただいた資料は、何をなすべきか、あるいは何ができるかというような部分で、非常によくできていると思う。
- 議論の中で最初に折井構成員から御意見があったが、民間技術を取り入れて日本の宇宙開発は進められてきたということであった。確かにそのとおりだと

思うが、では、宇宙開発から民間にどれくらい戻ってきたのか。その例を私は余り知らないが、科学技術の発展に役に立つ、有用な、大きなステップを与えるものだと思っている。

- 私は蓄電池、燃料電池をやっているのですが、長谷川構成員から説明された技術の中では、エネルギー技術、別の言い方をすると、2週間の夜を越す越夜技術が該当する。そのための電源としては、次世代の蓄電池、リチウムイオン電池だけではロボット等は動かさないだろうから、新しい蓄電池が必要。また、再生型の燃料電池が必要であろうと思うが、その作動条件はマイナス150度からプラス100度ぐらいである。
- こういうような非常に極端な条件で稼働するようなものは、これまでほとんど考えられたこともないような技術であり、火星探査用の電池の開発をしているアメリカ人の友人から、マイナス60～80度で動くような電池の研究をしているということを知ったときに、こういうものが民間に戻ってくるということは非常に大きいことだと思った。そういう点からすると、もっと温度範囲の広いところで稼働するようなエネルギー源ができるということは民間に大きな波及が期待できるものではないかと思う。ロボット技術や太陽電池など、他の技術も含め、真剣に加速しながら取り組むべきものではないかと思う。

古城構成員：

- 社会科学からの立場から、先ほど伊丹構成員がアメリカの有人宇宙飛行計画の報告書の概要を引用されたが、私はこれを見て、別の観点から考えた。もし、このサマリーの考え方がその記述どおりになっているとすると、アメリカは第一に社会に重要な恩恵をもたらすということを前面に、非常に大きく打ち出していると思う。もちろん月探査に関しては科学的な意義が大きいということは科学者の方が指摘されていることだが、実際に先ほどから議論が出ているように、社会がどのようにそれを理解するかということが、今後の宇宙計画にとって重要な課題だと思う。それを認識する上では、社会にどのような恩恵をもたらすかということも、国民に分かる形で提示しなければいけないと思う。
- 日本も宇宙基本計画を立てたときに、これまでの狭い範囲の科学技術の問題から、より包括的な意義のある宇宙開発をやろうというように方向を定めたわけであり、それに見合った形で意義を述べていくことが必要と思う。
- 先ほどの説明にもあったが、要するに月を知ること自体に非常に科学的な意義があるということは、随分ここで勉強させていただいたが、それが具体的にどのように社会に恩恵をもたらすのかという点、おそらく産業への波及効果や技術力ということがあると思うが、もう少し具体的な形で提示することが必要。
- もう1点は、先ほどから有人と月探査の関係が議論として出ているが、私もそこが、なかなかうまく理解できない。この懇談会は、月探査について考える、という前提だったと思うが、やはり一方で有人宇宙活動は、日本も国際協力のもとに行っている。的川構成員がおっしゃるように、別のところで議論しなければいけない重要な課題ではあるが、有人と月探査がどういう関係にあるのか、どの

ように考えるのかということとは、やはり月探査を考える前提としてある程度合意ができていとよい。

- 国際協力としては、今、宇宙ステーションなどの有人宇宙活動において実施されているが、この月探査に関するアプローチを考えると、国際協力は考えなくていいのか。つまり、月探査に関わる技術開発を我が国独自で行って、将来国際協力を行う上で重要な技術を蓄積するというスタンスで臨んでいくのか、あるいは今回の月探査そのものを実現する上で国際協力を進めていくのかどうか。そこをどのように考えたらいいのか、もう少し整理し、宇宙開発における日本の国際協力のあり方を考えていくのが重要なのではないかと思う。

毛利構成員：

- 今日の懇談会は月探査の意義と目標という議題だが、長谷川構成員、葉山構成員から提案された資料は、それぞれ非常に具体的に日本の国家戦略としてのあり方が書かれている。資料1-1、長谷川構成員のほうは、月探査の意義というものを外部も含めて相当議論され、6つの意義がまとめられているが、やはり従来の宇宙開発の組織のものの方が中心となっている。
- 例えば最初の「人類の知的資産の蓄積」について、先ほど来、社会科学の方もおっしゃっているように、「月を知ることは地球の歴史を知り、地球の未来を知ることに繋がっている」と書いてあるが、それが何を意味するのか、より大きな見方を、私たちはもっと加える必要があるのではないか。
- そういう意味では、葉山構成員の資料3のほうで、月探査の意義として、「人類と文明の持続的発展を考える」、つまり私たちの活動というのは、すべてそちらにつながっていく、ということが書かれている。
- この間、鳩山総理大臣が温室効果ガスを25%削減すると宣言し世界中から称賛を受けたが、地球の今置かれている状態、今世紀の末には何が起きてくるのか、人類の生存にかかわる地球の問題が起きようとしているが、そのようなことにきちんと影響できなければ、多くの人達は、ただ知識や産業だけでは膨大なお金を月探査にも有人宇宙活動にも使ってほしくないと言うのではないか。月探査によって、私たちの地球上で起こっている状況、人類が生き延びられるかどうかというところに貢献することができるとうたったほうがいいと思うし、実際そのようなものだと思う。
- 何か活動したときの成果というときに、研究者の方、技術者の方は、例えば「かぐや」で成果が上がったというが、専門家の方には確かに画期的なことは分かるが、普通の人、世界中の人にとっては、それが成果というように見えていない。しかし、「かぐや」にはハイビジョンカメラを乗せており、この映像は非常にわかりやすく、非常に説得力があった。ハイビジョンカメラを乗せたのは本来の科学的な目的ではなかったが、それがものすごく活躍した。そういう発想も必要なのではないか。
- 月探査は人類が持続的に生き延びるステップとして役に立つということ、国民のみならず、世界中に分かりやすく提示し、世界中をわくわくさせるようなもの

のが必要。アポロ8号が月の背後を回ったときに写した写真は、世界中の人に影響を与え、文明の見方が変わっていった。私自身も二十歳のときに自分の人生に影響を受けた。それと同じような意味が「かぐや」にもあった。日本は、そういう見方をもっと入れたほうがいいと思う。

里中構成員：

- 毛利構成員の発言は、まさしくそのとおりだと思うが、例えば私自身が科学的なことは分からないながらも、宇宙開発に夢を託して、この分野にもっとお金を使ってもいいと納得する理由の一つに、エネルギー問題と医療問題がある。
- どこまで本当かは分からないが、月探査の意義として、10年くらい前には、月にあるヘリウム3を使って、月で発電をして、それを電気に変えて、宇宙ステーションから地上にエネルギーを送るという話があった。将来的に地上に発電所は要らなくなり、地球環境を汚さずに人類は十分に電気を使える。変電所や送電所は必要だと思うが、地球環境を守るために月を利用させていただく。
- 人類は傲慢なので、そういう考え方はいけないのかもしれないが、近年、国内で賄いきれないもの、あるいは国内では人件費の高いものは、その製造の拠点を海外に移して、そちらの工場で作ったように、月はたまたま近いところがあり、月を工場にするというという発想はわくわくした。
- 環境問題、エネルギー問題は、つながっているが、結局科学とは何かというと、人類を含め、生き物がよりよく生きていくための知恵だと思う。科学の発展で何が得られるかということ、幸福である。その幸福とは何かということ、先ほど毛利構成員がおっしゃった壊滅的になっているかもしれない未来の地球を救うことが、まず安心感につながる。月へ行って何になる、人が行って何になる、二足歩行が一体何だということは確かに分かりにくい、二足歩行ロボットがあの環境の中で動くということが、科学の力を見せつけてくれることになる。あれができるなら、ほかのことができるだろう。今後高齢化が進む中での介護ロボットの応用や、どちらが先かわからないが、二足歩行ロボットの持つ安定感、融通のきき方が、いかに私たちの生活につながるのかということ、ぴんとくる人はまだ少ないと思う。
- また、月の裏側に行って何がどうなるんだということ、やはり医療技術や生命科学、そういうものの研究が進むのではないか。宇宙ステーションをつくって、そこで研究をするのもよいが、耐久年数を考えると、月に恒久的な基地をつくるほうが将来のためになるのではないか。また、劣悪な環境の中で人が生きていくすべを知ることに役を立つし、何よりも私たちがまだ知らない未知の領域でのすばらしいエネルギー技術の獲得になるかもしれない。やはり、未来のために、100年後のために今お金を使うんだと、知恵を絞るんだということを大いにアピールすることが、我が国が信頼される国として存続していくために必要だと思う。だから、有人の必要があるか、二足歩行の必要があるか、ということについて、今とりたてて必要はないかもしれないが、それを実現するための努力が、未来に結びつくということは大きな意味があると思う。

- 我が国は軍事的目標からスタートして宇宙開発に加わったのではない。東西冷戦の中で大いに予算をかけて宇宙開発に力を注いだ国と違い、我が国は幸か不幸か、軍事的な目標とは違うところで宇宙開発にとりかかることができた。それは誇りとしてアピールしていいと思う。そして、平和利用ということで、我々が知った技術を他の国にも有効利用していただきたい。
- 情報管理、危機管理をきちんとしながら、我が国の持っている技術を尊敬と信頼に結びつけるように、緊張感を持ちながら有効にお金を使っていくということを実行すると、税金を納める側も納得してくれるのではないかと思う。

#### 井上構成員：

- 先ほど伊丹構成員、青木構成員がおっしゃった視点は大事なものだと思う。いろいろな国際的な問題へ発言力を保つという意味でも、この大きな計画を国が実施していくときには、持続性のある計画をやる、つまり、月に拠点を持つということが大事だと考える。
- 人がずっと滞在しているというのは非常に大きいですが、現実問題としてそれは難しい。でも、短期間なら月に行って帰ってくるということは可能かもしれない。その際、月の拠点に永続的にエネルギーを供給し、そこに生命以外のものを存在させる。それはロボット技術だが、ロボットは月に人がいるのと同じぐらいに存在感を示すことができるのではないか。
- 越夜技術、エネルギー技術を克服し、小さい電力でもいいので、途切れなく続くようなシステムができるならば、そこにコンピュータシステムを置いて情報通信ハブとし、地球上と交信することにより、月の上で機能する拠点環境はできる。それにラボを併設し、その運用を人ではなく、機械が行うようなシステムは、10年、20年あればできるのではないかと思っている。
- ただし、それだけを目指にするということは難しいので、A、B、C案などの探査をやりながらやっていく必要がある。従って、最初から帰ってくることは考えなくても、基地を建設するのであれば、最初に行った着陸船自体がその一部になるように考えれば良いのではないか。そこを少しずつ増設していき、10年、20年後には立派な基地ができて、人が住めるような状況になっているように、技術、知識を集積するように考えながら、科学探査をやっていったらよいのではないか。

#### 的川構成員：

- 宇宙開発をやるときには必ず予算の話が絡んでくる。宇宙開発の実施機関内部の議論としても、例えば有人宇宙活動をやるのがいいと思っている人も、予算の話になると、自分がやっている分野の予算が減るかもしれないという観点から反対する人が出てくる。例えばこういうことをやるためにどういう予算が必要かという話もあると思うが、この懇談会では、予算に絡んだ議論もするのか。

#### 白井座長：

- もちろんどのぐらいのオーダーのお金がかかるかということは、計画の選択に、大きく影響することになる。

的川構成員：

- 先ほど報告頂いたオーガスティン委員会のレポートは、オバマ政権に対して、現状のような宇宙開発の位置づけでは、とてもアメリカの宇宙開発はやっていけない、という響きが非常にある報告になっていると思う。そういう意味で、オバマ大統領がああ報告をどのように受け止めて政策化するのか、大きな興味がある。日本の場合には、国民的な議論を吸い上げていく仕組みが余りないような気がするが、宇宙基本計画を策定する過程で、パブリックコメントが随分提出されたと聞いている。パブリックコメントにどのような意見が寄せられたか、その内容を知ることができるのか。

豊田事務局長：

- 資金の問題、予算の問題については、次回以降、おそらくその次の第4回会合あたりで、一定の試算も出していただいで議論いただきたいと思う。資金、予算について、どう扱うのか、どういうふうにして確保するかということについても、むしろ皆様の御意見をいただきたいと思っている。
- 一定の金額が出てきたときに、その金額を先ほど里中構成員がおっしゃったように税金として払う気になるか、今回、議論いただいている意義・目標とバランスしているか、あるいはバランスさせるためにはどうしたらいいのかという議論をしていただきたい。
- 最後の段階は、皆様と御相談させていただきたい。確かに米国の有人宇宙飛行計画再検討委員会のように、幾つか複数のシナリオを提案し、最終的には政府の判断を仰ぐという形でまとめていただくのも一案であるし、皆様の合意がとれば、一つの考え方を整理していただくというのもあり得ると思っている。したがって、予算の話、資金の話については、まさに今回の懇談会の一つの大きなテーマであるとの認識である。

白井座長：

- 資金については、これからじっくり議論することにしたい。

豊田事務局長：

- もう一つ、パブリックコメントとの関係について、本懇談会で報告書をまとめる最後の段階で、パブリックコメントを求めて、いただいた御意見は懇談会構成員の皆様に見ていただくことを想定している。先日の宇宙基本計画についてもパブリックコメントをいただいて、ホームページで公開しているので、全てオープンである。
- また、この懇談会のどこかの段階で、何らかの形でより多くの方々の御意見をいただくような機会が必要であれば、皆様と御相談させていただきたい。

的川構成員：

- 今回の議論というのは、日本という国が本当に世界に貢献する宇宙活動をやるのかどうかということにかかわる話である。今までは、宇宙活動が、いろいろな分野のうちの一部門というとらえ方をしていたが、これからの宇宙活動は、日本の国家の地位や全世界に対する日本の貢献などに係わる、より戦略的な位

置づけが欲しいと思う。

- 予算についても、今までのような枠の中でどう分け合うかという議論ではなくて、日本の地位にかかわることを議論するという立場で、ぜひ新しい戦略が必要。

白井座長：

- 本日は非常にたくさんの御意見をいただいた。整理してまとめていこうと思う。

## **(5) 閉会**

今後の予定について事務局より説明し、閉会。

以上