

## 月探査に関する懇談会 第1回会合(議事要旨)

**1. 日時** 平成21年8月4日(火) 11:00~12:42

**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) 月探査に関する懇談会の運営について
- (2) 懇談会における検討の進め方(検討項目、スケジュール)について
- (3) 月探査に関するこれまでの我が国の取組と海外の動向について
- (4) その他

### **4. 配布資料**

- 資料1-1 月探査に関する懇談会の開催について(平成21年7月17日 内閣官房長官決裁)
- 資料1-2 月探査に関する懇談会 運営要領(案)
- 資料2 「月探査に関する懇談会」における検討の進め方について(案)
- 資料3 月探査に関するこれまでの我が国の取組と海外の動向について
- 参考1 宇宙基本計画 (平成21年6月2日宇宙開発戦略本部決定)(抜粋)
- 参考2 内閣総理大臣指示事項(平成21年6月2日宇宙開発戦略本部)

### **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	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	久保田 弘敏
懇談会構成員	古城 佳子
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	水嶋 繁光
懇談会構成員	毛利 衛
懇談会構成員	山根 一真

宇宙開発担当大臣	野田 聖子
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	佐野 太
事務局	松尾 浩道

## **6. 議事概要**

### **(1) 開会**

野田宇宙開発担当大臣より挨拶。

### **(2) 月探査に関する懇談会の運営について**

資料1-1「月探査に関する懇談会の開催について」を事務局より説明。引き続き、資料1-2「月探査に関する懇談会運営要領(案)」について事務局より説明が行われ、異論なく定められた。

### **(3) 懇談会における検討の進め方(検討項目、スケジュール)について**

資料2「『月探査に関する懇談会』における検討の進め方について(案)」を事務局より説明。以下、「(5)意見交換」で頂いた御意見を踏まえながら、資料2に示された方向で検討を進めることと了承された。

### **(4) 月探査に関するこれまでの我が国の取組と海外の動向について**

資料3「月探査に関するこれまでの我が国の取組と海外の動向について」を事務局より説明。

### **(5) 意見交換**

懇談会構成員より、資料2、資料3を含め、本懇談会への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。

青木構成員：

- 月探査に関する懇談会は、宇宙基本計画に基づいて策定されており、あくまでも日本の国益に資する宇宙の探査、開発、利用というものを考えていかなければいけない。予算などの制約を出発点としないで考えていくことが必要。
- 月の領有権、所有権、あるいは天然資源の開発の基準や収益の分配など月に関する制度は、いまだに未確定な部分が多い。宇宙条約では探査利用の基準や所有権の問題、特に経済的な開発、利用については何も規定し

ておらず、日本にとってどのような月の探査、開発、利用の制度が国益にかなうのか、そこをきちんと押さえて、それを実現するために何が必要なのか、その枠組みの中で有人飛行のことなども考えていきたい。

井上構成員：

- 月であれ火星であれ、地球上の極地であれ、人が命をかけて探査する場合には、これから先はロボットなどを伴っていく時代になってくると思う。
- 有人探査を視野に入れたロボットによる月探査機などを考えるときに、技術的に一番大事なのはシステムとしての信頼性を確保すること。想定外の事態に対処する能力など。人型のロボットはこの場合ちょっと複雑過ぎるのではないかという意見が多いが、専門家としての経験から、人型ロボットは、非常に似たような個々の部品を組み合わせでできているため、一部が故障しても全体が壊れないようなシステム、自分の部品を使って自分たちで自分を修理できるシステムを作れる可能性を秘めている。
- 人型ロボットは人間とデザインが共通であるため、共通の道具を使うことができる。この観点から、月に伴っていくようなロボットとしては非常に可能性があり、あながち無理な話ではないと思う。
- 地上の人たちと月の上にいる人あるいはロボットが協調して問題を解決し、ミッションを達成するわけであり、その場合に最新のユーザーインターフェースを使うと、人が月面にいるような感覚で行動することも技術的には可能である。このようなオペレーション並びにコントロールのシステムは、日本独自のものを絶対にやるべきで、外国のシステムに乗るのは避けたほうがよい。
- 「地上の管制センター」を「自宅のリビングルーム」と考え、「月面上の人やロボット」を「遠く離れたところにいる自分の親」というように考えてみると、技術的には離れたところで人が相互に助け合って仕事をするというようなこともでき、少子・高齢社会における1つのあり方というのもし示している。このような技術は、新しい基幹産業になり得る。実際は、月で実現するよりも、おそらく、技術的には地上で早く実現するだろう。放射線など、月の様々な環境に対する問題は難しいが、それ以外の技術は、もう今でもやろうと思えばできるようなところに来ている。

小久見構成員：

- 電源については太陽電池、燃料電池、蓄電池というものが大事になってくる。燃料電池は、ジェミニ5号からアポロ13号まで使われた固体高分子系の燃料電池が、今自動車などに日本で使われ始めようとしている。このように月探査、宇宙開発というようなものは非常に大きな成果を残している。
- これから先、蓄電池も非常に大事になってくると思うが、蓄電池については120度からマイナス170度というような、極めて過酷な条件で使われることになり、かつ非常に高度の信頼性が要求されるため、今までの蓄電池ではないようなものが必要。現在、蓄電池が自動車用などとして注目を集めているが、このような極端な条件で高い信頼性、高い性能を示すようなものを開発してい

くという方向になれば、新たな革新が起こり、蓄電池の分野あるいは関連の産業も日本がリードしていくことができるのではないかと。

折井構成員：

- 人類の活動領域拡大のための場の1つに宇宙を選択するということは、非常に意義のあるものだと思っている。有人の宇宙活動に日本もその一端を担うということが長期的な視点で大変大切であり、積極的に取り組んでもらいたいと思っている。そういった視点で、月でも火星でもいいが、日本も何年に人を送る、という明確な目標を立てて、それに向かっていろいろな手法を検討していけばよいのではないかと。
- 課題は2つある。1つは、目標実現には多種多様な考え方があって、具体的にどのようなステップで実行していくかを定めることが1つの課題。2つ目は、日本の現状、培ってきた財産、これは技術のみならず製造、設備、技能など、そういうものをきちんと足元を見据えて把握しておくことが必要。
- 二足歩行ロボットというのが大分話題になっているが、月探査の1つの手法とは思えないものの、段階的に月を周回し、月に着陸し、月からサンプルを持ち帰るというこれまでの考え方があるので、そういうステップをきちんと実施することも手法の1つであると思う。
- 目標を揺るがないものにして、ステップを確実に実行できる仕組みが大切であり、現場で物を作ってきた視点で、議論に資する発言ができればと思う。

久保田構成員：

- 宇宙分野の人材育成は非常に重要。
- 数年前、総合科学技術会議の宇宙開発利用専門調査会で、本日もいらっしやっている山根委員と一緒に有人宇宙活動を主張したが、あのときの宇宙開発利用専門調査会では結局それは入らなかった。昨今の宇宙開発戦略本部の検討には参加していないが、宇宙基本計画に有人宇宙活動の推進が入ったことは非常にうれしく、隔世の感がある。
- 先ほど御説明のあった資料2の第一段階があり、その次の段階として本格的な宇宙有人探査をやるということもあり、非常に期待しているが、そのためには、なぜ有人宇宙活動をやるのかというきちんとした議論をここでいただきたい、したいと思っている。
- きちんとした有人宇宙活動を行うためには宇宙輸送系の確立が非常に重要であると考えており、この懇談会での議論を期待している。

古城構成員：

- 宇宙開発というのは、国際政治の冷戦構想と非常に色濃く連動して行われてきたという歴史がある。米ソがあれだけ巨額の予算をつぎ込んで宇宙開発を行ったというのも、冷戦構造があったからこそと思う。現在、新興経済国が国威の発揚ということもあって、宇宙開発に参入してきている中で、長いこと高い技術を持っていた日本が日本としての民生に役立つような宇宙開発がどのようにできるのかということに非常に関心がある。

- 宇宙開発には多額の予算がかかる。日本は今まで非常に限られた予算の中でやってきた。今後、今のような経済状況で予算の獲得ということは非常に大きな課題になると思うが、国民への説明責任ということが重要である。「かぐや」による月の調査については、多くの国民は「かぐや」の映像などに大変感銘を受けたことと思う。したがって、宇宙開発が一体どのように私たちの生活に影響を及ぼし、また、そこからどのような技術が開発されるのかということについて、多くを説明することによって予算の増額にもつながっていくのではないかと。そういう視点も重要である。
- 日本の宇宙開発はアメリカとの協力のもとにやってきており、特に現在、多国間の国際協力の動向ということが説明にもあった。ただし、先行き、アメリカが今後どのように宇宙開発にかかわっていくかということはまだ不透明。国際協力にどの程度、どこを協力することが日本にとって望ましく、独自に行うべき部分はどこかを検討して、どのように切り分けるかということも今後重要な課題。

鈴木構成員：

- 実用ロケットの開発は、N-Iロケットのライセンス生産から始まったというように思われがちだが、実際には、その前に我が国独自でLS-Cという小さなロケットの開発をやり、随分失敗をしたが、それが礎となって現在まで来た。当時、米国からは液体酸素・液体水素の技術は日本に提供できないということもあり、当時の宇宙開発事業団の皆さんと協力し、液体酸素・液体水素の技術開発を日本独自でやってきた。
- ぜひロケット技術を今後発展させていきたいと思っているが、宇宙開発は、やはり国力のバランスの上でやるべきことである。
- 今のH-IIAロケットの前身のH-IIロケットの開発の時、全部国産開発をやるということになった。そのときに、我が国にはやはりすばらしい技術基盤があるとしみじみ思った。全く外国の力をかりなくても、H-IIロケットというものを全部国産にしようと思ったら、国内にそういう技術基盤が全てあったということ。恐らく、世界中を見ても、このような技術基盤を持つ国はそれほどたくさんはない。では、その技術基盤は何かというと、結局、人そのものだと思う。そういう意味で、人を育てていくことが重要。日本は、技術を伝えていくという非常にいい伝統がある。これを何とかつないでいくということが非常に重要だと思う。技術基盤を伸ばすためには、結局いい仕事を若者に与えることが重要。そのために、宇宙開発では何をやるべきか、ということで議論させていただきたい。

鶴田構成員：

- 月の懇談会の議論ではきちんとした目標設定とその目標達成のため最適な開発シナリオの作成を行うことが重要だと考えている。
- 「かぐや」がリモートセンシングにより取得した月の全表面の詳細なデータ

はアポロ計画以降の最も貴重なデータとして世界の関係者に重宝されると考えられる。軌道からのリモートセンシングの次のステップは、月面に着陸して軌道からは行えないより詳細な計測を行うことであろう。着陸しての月の詳細な計測は大きな成果をもたらすと思うが最終的にはサンプルの持ち帰りが必要となる。わが国は月の周回軌道、着陸と月面移動、地球への帰還の3点をきちんと実施できる能力を備えるべく努力すべきであると思っている。

長谷川構成員：

- 国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」の開発・運用で培った、高い信頼性の技術、サイエンスとテクノロジー、国際的なマネジメントなど、これらをうまく月の探査及びその先に繋いでいければと思っている。独自の作業と国際協力と両方が必要ではないかと思う。

葉山構成員：

- 中国やインドも月探査を目指している中で、宇宙開発や月探査に関して、日本独自の活動方針、活動計画を世界に発信して実行していくことが今まさに必要であり、そういう意味では時宜を得た懇談会だと思う。特に、先ほど野田大臣もおっしゃった日本らしい月探査、あるいは日本だからこそできるということの発信が非常に重要だと思っている。
- 今までこういった月探査や、宇宙に関する計画というのは、月へ行って調査して帰ってくるだけでも非常にお金がかかっている。産業界に身を置く者としては、逆に日本の技術、技能、それから産業界のいろいろな知恵というものを結集して、いかに圧倒的に安くこういうことが実現できるかというところが、ある意味、日本らしさや、日本に期待されることだと思っており、科学技術立国というのは新しいものや、すばらしいことを非常に安く、省資源に、安全に実現させるという力を持っている国であると思っている。そういう意味で、いかに効率よく安く実現できるかという辺を少し探っていきたいと思う。
- 有人探査を念頭に置いたロボットの無人探査ということもあり、トヨタでやっているパートナーロボット等も含めていろいろ検討させていただきたい。いずれにしても宇宙飛行士と共存して、あるいは宇宙飛行士のよきパートナーとなるロボットということを考えると、資料にもあるような二足歩行あるいは人型ロボットというものも含めて一緒に考えていきたいと思っているし、こういったものが冒頭に述べたように、日本だからこそ安全に安く実現できるということを発信できるように努力していきたい。そういうことがこれから人の生活をサポートする高度でかつ安く普及できるパートナーロボットの産業にもつながっていくかと思っているので、いろいろ皆さん方の御意見も聞きながら進めさせていただきたいと思う。

広瀬構成員：

- ロボットを作ってきた経験から、マスコミ受けするようなロボットを作るのは簡単だが、本当に実用的なものを作るというのが実は非常に難しい。ロボットの設計は、目的と制約条件と予算などを考え、ぎりぎりの接点である形が出てく

るものだと思っており、宇宙関係もある種の思い込みなどではなく、合理的に考えて最適な形態を決めていく必要があると思う。

- NASAが学会等で発表しているのを見ると、すごいことを着実にやっているの、日本のロボットはすごいと言われているが、実は宇宙関係のロボットではそうでもないと思っているので、頑張っていかなければいけないと思う。

的川構成員：

- 今回の懇談会は月と有人を視野に入れたということで2つのキーワードが入っており、中身についてはロボットというのも大きなキーワードになっているように見える。
- 宇宙開発では、有人でないものは、いわゆるロボットというように呼ばれ、これまで日本の宇宙開発の中で、当初、天文観測を中心にして成果を上げ、それから「はやぶさ」や「かぐや」など、世界に貢献できるような成果もロボティクスで実現してきた。ただし、日本のロボット業界なり、いわゆるロボットの研究者という方々の本格的な参入は今までなされていなかった。今回の懇談会を契機にして、日本の総力を挙げてロボティクスの研究が宇宙で進められるというのは大変いいことと思っている。
- 今回のテーマである、二足歩行のロボットというキーワードについては、恐らく月探査ということが前提であれば、月探査のどういう仕事をするかということについて、ほかのロボット技術と二足歩行というのがいわば勝負をして、本当にどちらがうまくできるのかということを引きつと検討してからやるべきであり、そのような議論がここで展開されると大変楽しみにしている。
- 月探査そのものの宇宙計画全体の中での位置づけについて、例えば来年は日本は金星探査機を打ち上げ、それから水星も視野に入れている。また、金星探査機と同時に、帆を大きく広げて、将来的には木星を視野に入れて航行していこうというソーラーセイル(太陽帆)のような技術実証もあり、太陽系のさまざまな探査をやろうとしている。月探査もそういう全体の大きな比較惑星学の中の1つとして位置づけるということが大事で、月探査をやることで他の惑星探査がなおざりにならないようにぜひお願いしたい。
- 宇宙基本計画に対するパブリックコメントを丁寧に読ませていただいたが、かなりいろいろな意見があった。今回の懇談会に関連しては、二足歩行ということ議論することで有人の議論が棚上げになっていくということを恐れている意見がたくさんあった。計画の中に二足歩行等という「等」という字が入っているので、事務局としては二足歩行だけに限定してというふうに考えていない表われだろうと思うが、そのようなパブリックコメントの厳しい意見もぜひ踏まえて議論していただきたい。それから有人と月というのを一緒に議論するというのはちょっと時間的に厳しいという感じがあるので、もし可能なら有人の懇談会というものも組織していただけるとありがたいと感じている。

水嶋構成員：

- 今回のこのプロジェクトに対して幾つかの成果の目標というのがあるかと思

うが、1つは科学的な成果、いわゆる専門家としての知的興味をしっかりと見きわめていく、あるいは将来の宇宙利用に対するベースとなるような情報を集めていくという成果というものを求めていくことが必要と思う。

- 産業界への技術の波及効果、これは恐らく狙ってやるものと、狙ってはいなかったけれども、結果として産業界の将来に貢献したというようなものも含めた産業界への波及効果、これも大きなテーマであろうと思っている。
- 国民の税を使ってやるということから言えば、もう一つ、国民に対しての分かりやすい成果の提示というものも必要。私の専門で言えば、例えば映像による臨場感というものを提示すれば、国民の誰もが月面に立てるのではないか。あたかも国民のすべての人たちが月面に立てた臨場感のある映像を提供することができれば、専門家以外の方々、一般の人たちの知的興味に応えることができる。そういうことも必要なのではないか。それが結果的には技術立国を目指す日本の人材を育てる、産業を育てるということにつながるということにもなるのではないか、あるいは税金を使うことに対する納得感が得られるということにもつながるのではないかと思う。
- したがって、これら3つの成果目標というものをバランスよく、今回の議論の中で一緒に考えさせていただけたらと思う。

#### 毛利構成員：

- 宇宙基本計画をつくる際に、去年、1年間お伝えさせていただいた。今回の月探査に関する懇談会は、宇宙基本計画の場合と比べて議論がもっと具体的になっていく。現実的にプロジェクトを進めていくときには、あいまいさは許されず、いつも白黒はつきりさせていかなければいけない、というのが失敗をしない宇宙開発であり、それを身をもって体験してきた。この懇談会に関しても、私になりにお互いの同意すべきことを3つ挙げたいと思う。
- 1つは、産業、科学、技術と、いろいろなバックグラウンドを持つ方がいらっしゃっており、それぞれの専門性がある。逆に言うと、多様な意見があるだろうが、共通言語を持たなければいけない。新しいことを議論するとき、既成概念の言葉がなじまない場合がある。例えば有人か無人かという議論については、今回は両方を視野に入れて議論するので問題ないと思うが、新しく出てきた問題としては、国際協力か日本独自かということ。有人宇宙活動を考える際には現実的に独自でできる部分と不可能な部分とがある。あるいはロボットでも同様だが、ロボットは産業に係わりが大きく、企業秘密の観点で、あるいは宇宙開発利用全体でも安全保障の観点で、国際協力でもできない部分がある。国際協力、あるいは独自でどこまで進めるのか、先ほど古城委員がおっしゃっていたが、そういう点で共通言語をきちっと持つことが第1点。
- 第2点としては、いろいろなあいまいさがどうしても残るので、そのあいまいさを乗り越えるためには、本懇談会にいる専門家を信頼すること。ここにはロボットの研究をされている専門家の方もたくさんいるが、技術的にできることとで

きないことは専門家の方が一番わかっている。これからいろいろな議論になってくると思うが、技術的にきちっと詰めて、専門家の方を尊重することが大事。

- しかし、専門の方を余り尊重してばかりいると、従来の日本の宇宙開発にありがちな専門家の目標のために物事を進めていくということになりがち。研究者、技術者、産業界の個々の目標を達成することのみにとらわれず、最終目標は、日本全体のビッグピクチャーを見ることが必要。したがって、第3点は総合性を見て、最終段階に持っていくということが大事。ビッグピクチャーということは、日本国民にとってもきちっと夢も与えられることが必要。
- このような、共通言語、専門家尊重、ビッグピクチャーを考えて議論していただけたらと思う。私もできるだけ、専門家としては宇宙経験のあるところを反映させていただきたいと思う。

山根構成員：

- 大学で500人の学生に宇宙の話をしている。宇宙に対して非常に浅い知識しかない若い人たちにかなり詳しい話をしていくと、どんどん食いついてきて、絶対宇宙へ行きたいという気持ちに今500人がなっている。しかし、国がそれにどうも応えてくれないという部分も大きい。ぜひ熱を持ってこういう議論を進めてほしいと思う。
- 今回の懇談会の発足がテレビのニュースでも大きく取り上げられているのは、若田さんが帰ってきて、さあ次はいよいよ有人の議論、月だというような報道のされ方もしていたので、それに応えるような元気のいい中身の結論を出していただきたいと思う。
- 久保田先生のお話にあったが、数年前の総合科学技術会議の宇宙開発利用専門調査会では、多分委員の65%は有人宇宙活動に賛成だったが、なぜか出た答申には、向こう10年は独自の有人宇宙計画は持たないというものだった。最後の報告は、委員の意見を踏まえたものにしていただきたいと思う。
- 新しいサイエンスの時代、人類のフロンティアを開いていく日本の意思というものが日本独自なんだという方向付けになればと思う。
- 今回の懇談会の趣旨でまだ1つ分からないのは、月探査が目的なのか、それとも有人が目的なのか、日本のロボット技術を飛躍的に向上させることが目的なのか、全部なのか。的川先生からも、有人は有人、月は月で、別の議論の場を設定してはどうかという御意見もあったが、そういうこともあるのではと思う。
- 私がぜひ目指してほしいと思うことは、やはり国民、特に子供たちがわくわくするようなもの。でも、先ほどから説明を伺っていると、余りわくわくしない。何か難しいことが山のようにあるな、ということが先にある。
- 例えば、日本が2050年に月に遊園地をつくるというような、それくらいのことであっても良いのではないかと感じている。2005年に愛知万博が開かれたと

きに、私は愛知県のプロデューサーをした。そのときの最後の結論とアピールが2055年に月で万博をやるというもので、月・愛知県館の場所も決めた。例えば各国代表のロボットだけを送り込んで、月でオリンピックをやるのもおもしろいのではないか。今日はトヨタの方もいらっしゃっているが、F1の時代もそろそろ終わりなので、月にローバーのすぐれたものを世界中が持ち寄って自動車レースM1をやるとか、あれほど遠いところのリモートでの技術の挑戦ということは、世界中の人たちがわくわくすることなのではないかと思っている。何かそういうことがあったときに、大きく動くのではないか、人類というのは、実はそういうことを求めているのではないかと思う。本懇談会の今後の発展として、月への参加を促すようなものを出していければと思う。

- 古城委員から、冷戦、国威発揚というように宇宙開発の目的が変わってきたという御意見があったが、現在はどうも世界の閉塞感が続いているので、先進科学技術立国の日本としては、そのプレステージを世界に示すため、国威発揚ではなく、人類発揚というような、新しい時代に向かっているというメッセージを日本から発してはどうか。国際宇宙ステーションの10年間の成果というのは非常に大きいものがあり、各国と協力関係を構築できると思うので、そういうメッセージを世界に出せるだけでも十分大きな意味があると思う。
- 皆さんに、2020年に何歳になっているかと考えていただきたい。有人の目標は何年と書いていないが、これも何年ぐらいということを書いていただきたいと思う。例えば2050年だとすると、私は103歳になる。幾らなんでもまだ生きているうちに見届けたい、との思いがあるので、そう考えるとこの論議にも若い人たちにもっと加わってもらう方法もあるのではないかと思う。文科省の担当の方が定年退職する前にはそれが実現するということをお願いしたい。若い方たちとなると、20代から30代の方たちが中心と思う。ぜひ、お前が退職するまでこれをやれ、というような人を3人くらい選んでいただいて、ここに加わっていただきたいと思っている。

## (6) 閉会

今後の予定について事務局より説明し、閉会。

以上