

# シンポジウム・ふたたび月へ

- 日本の月・惑星探査 -

## 目 次

1 . 開会挨拶	宇宙開発事業団理事長	山野 正登.....	1
2 . 基調講演	宇宙科学研究所所長	秋葉鎌二郎.....	4
3 . 月面基地建設のシナリオ	宇宙科学研究所教授 宇宙開発事業団 航空宇宙技術研究所	河島 信樹..... 岩田 勉..... 大坪 孔治.....	12 19 31
4 . 月面天文台への夢	国立天文台教授	海部 宣男.....	41
5 . 月・惑星の科学	宇宙科学研究所教授	水谷 仁.....	57
6 . 有人宇宙活動の社会的意義	評論家	立花 隆.....	71
7 . パネルディスカッション『日本は何を目指すか?』.....			79
	司 会：宇宙科学研究所教授	的川 泰宣	
	パネリスト：TBS国際ニュースセンター長	秋山 豊寛	
	宇宙開発事業団理事	石澤 禎弘	
	漫画家	里中満智子	
	NHK解説委員	高柳 雄一	
	宇宙社会学研究者	津田 幸雄	
	宇宙開発事業団宇宙飛行士	毛利 衛	
8 . 総括と閉会の挨拶	月惑星協会代表幹事	齋藤 成文.....	109

## 講演者プロフィール

- 河島信樹 宇宙科学研究所教授。レーザー干渉計によるアインシュタインの重力波アンテナの開発、レールガンの開発、火星・金星探査機の基礎開発に従事するほか、スペースシャトルを用いて人工オーロラを作る「SEFAC計画」にも参加。「宇宙プラズマ核融合」等、著書多数。
- 岩田 勉 宇宙開発事業団・システム技術研究部・軌道上システム研究室長。軌道上システムに関する研究が専門。月・惑星探査の構想作りに従事し、シナリオ作成において主要な役割を果たす。
- 大坪孔治 航空宇宙技術研究所・宇宙研究グループ第1および第4研究グループリーダー。宇宙飛翔体の誘導制御技術に関する研究に長年にわたって従事。現在は有人活動支援技術、特に閉鎖生態系・生命維持装置の研究に携わる。
- 海部宣男 国立天文台教授。星の形成過程等の研究を専門とし、野辺山宇宙電波観測所、45m電波望遠鏡等の建設に従事。現在ハワイに建設中の8mすばる望遠鏡計画の責任者。
- 水谷 仁 宇宙科学研究所教授。カリフォルニア工科大学およびコロラド大学客員教授。専門は比較惑星学。現在、宇宙科学研究所が進める「ルナA計画」の責任者。著書に「宇宙人はいるだろうか」等。
- 立花 隆 評論家。さまざまな分野にわたる鋭い論理的考察に定評がある、我が国の代表的なジャーナリスト。特に技術と人間との関り、宇宙開発の分野において「宇宙からの帰還」をはじめ、数多くの優れた評論を発表している。
- 的川泰宣 宇宙科学研究所教授。専門はシステム工学・軌道工学。宇宙開発をわかりやすく解説した「目指せ宇宙へ」がサンケイ児童出版文化賞を受賞するなど、啓蒙書の執筆に定評がある。また東京大学軟式テニス部の監督を務め、著書に「軟式テニス上達の科学」がある。

# 1 . 開会挨拶

宇宙開発事業団 理事長 山野 正登

宇宙開発事業団の山野でございます。本日の「シンポジウム・ふたたび月へ」を開催するにあたりまして、主催者のひとりとして、ひと言ご挨拶を申し上げます。まず、皆様方たいへんご多忙の中を、このシンポジウムにお越しいただきまして、本当にありがとうございました。厚く御礼を申し上げます。

一昨日、私どもの方の向井宇宙飛行士が帰ってまいりましたが、彼女の「仕事場は宇宙」というキャッチフレーズどおりの、獅子奮迅の働きにつきましては、皆様テレビ等でご覧になったことと思いますが、私は彼女が打ち上げられる時に、ケネディスペースセンターに行っておりました。ちょうどその時から、25年前の同じ7月に、同じケネディスペースセンターから、アポロ11号が打ち上げられたことを思い起こしておりました。初めて月面に降りましたアームストロング船長が「これはひとりの人間にとっては小さな一歩であるけれども、全人類にとってはたいへん大きな飛躍である」と、たいへん感動的な言葉を管制塔に語りかけたわけでございますが、そのことを思い起こしまして、感慨ひとしおのものがございました。

アームストロング船長とオールドリンが月面着陸をいたしまして、ちょうど25年経ったわけでございますが、25年経ったいま、最近ふたたび月というものが注目されるようになってまいりました。我が国といたしましても、宇宙ステーションに続く21世紀の宇宙活動というものを展望しまして、月の探査、惑星の探査、そして長期的には月面基地の建設までを見通しまして、我が国としての考え方を検討しておく必要があるのではないかと考えられます。

去る7月に宇宙開発委員会の長期ヴィジョン懇談会というものの報告が発表されました。この懇談会には、私も委員として参加いたしましたし、恐らく今日のフロアには同じように委員として参加された方々がたくさんお越しと思いますけれども、この懇談会で今後30年間の我が国の宇宙開発を見通したヴィジョンを作るために、半年間にわたって議論が重ねられたわけであります。その時の議論の中心のひとつが、実は「月への指向」という本日のシンポジウムのテーマでございました。それも外国の計画にどう対応するかというだけではなくて、我が国としてアクティブに進むべき方向はどのような方向であろうか、いずれであろうかということが議論の中心でございまして、私はその議論を聞きながらたいへん心強く感じたわけでございます。

この長期的な課題に対しまして、まず我が国の国内で、より議論をいっそう広め、そして深める必要がございます。そこで、そのためにはどうしたらいいだろうかということで、宇宙科学研究所の秋葉先生とも相談いたしまして、そのひとつの契機、そのひとつの機会といたしまして、本日のシンポジウムを企画いたしましたようなわけでございます。

さて月の探査という面から世界の情勢を眺めてみますと、結論的には、アメリカもヨーロッパも、最近、月に特に関心を高めているようでございます。アメリカはご承知のように昨年来の宇宙ステーション計画の見直しにも見られますように、議会在たいへん宇宙開発に冷淡になったという印象を与えておりまして、事実、私も米国の宇宙開発というのは、

率直に申し上げて現在順風のもとにあるとは言い難いと思っておりますけれども、そういう中にありまして、最近NASAは新しい宇宙の戦略計画を発表いたしました。お読みになられた方もあろうかと思いますが、その中で今後の新しい方向のひとつとしまして、月・惑星の探査というものを積極的に進めていこうということを打ち出しております。それから一方ヨーロッパの主要各国も、これは米国の状況とそれほど変わるわけではないものでございまして、非常に厳しい財政状況下にあります。そういう中で従来の宇宙開発計画、特に有人計画というものをかなり縮小してまいりました。

しかしその中でも最近、月探査とそれに続きます月面開発構想というものを打ち出してまいりました。去る5月に欧州宇宙機関がスイスで開催いたしました「国際月ワークショップ」におきまして、ひとつの構想を発表したわけですが、それは2000年頃から月無人探査を始めて、ロボット・通信・輸送系といった各系につきまして徐々に整えていって、将来の進路というものを発展的に選択していこうという方針でございます。このように欧米各国とも月への回帰ということを明確に打ち出してきております。

そういう中におきまして、我が国におきましては既に1990年の1月に宇宙科学研究所において「ひてん」を打ち上げて、月まで探査機を飛ばした世界で3番目の国になったわけですが、向井宇宙飛行士が天女として宇宙で舞う前に、数年前に既にいわば機械の天女とも言うべき「ひてん」が羽衣を翻しながら、月の周りを周回したわけですが、さらに宇宙科学研究所におかれては1997年にM-5ロケットで「ルナA」というものを打ち上げる計画をお持ちでございます。これは月の表面にペネトレータを打ち込んで、月の内部構造を解明しようというミッションを持ったものでございまして、世界ではもちろん初めての試みでございます。本日はこのミッションのリーダーでいらっしゃる水谷先生の講演もでございますので、後ほど詳しいお話を聴かせていただきたいと期待しております。

私ども宇宙開発事業団におきまして、1985年以来、約10年間にわたりまして月ミッションの研究を続けてまいりました。月周回観測機、月面移動探査機、サンプルリターンから月面拠点、月面基地等々の発展シナリオとその概念の検討および必要な技術の研究開発、地上試験といったものを進めてまいりました。

先般、H-ロケットの2号機を打ち上げました。これはご承知のように残念ながら「きく6号」の静止軌道投入に失敗いたしまして、国民の皆様のご期待に背いて誠に申し訳ないことと思っておりますが、その前段でございますH-ロケットの2号機は、これは私の口から申し上げるのはおかしいのではございますけれども、完璧な打上げでございました。こういった風な技術を背景といたしまして、私どもが月探査計画を開始する力を技術的にはそろそろ持ったな、という実感がするわけでございます。

さて、そもそも月探査がなぜ必要かという問題がございます。これは大問題でございますが、地球の人口問題であるとか、あるいは環境問題であるとか、食料、資源、エネルギーの問題、そういった諸々の地球が抱えておりますグローバルな問題を考えますと、人類が将来にわたって、この狭い、この有限な地球にしがみついて、いずれは地球と運命をともにするのか、あるいは地球の有限性を乗り越えて、月・惑星にその活動領域を拡大して、継続的な人類の発展を目指すのか、これはたいへん大きな選択の問題でございまして、人類の抱える大問題でございます。私ども宇宙開発の関係者というのは手前みそで当然のこ

とながら、後者を選ぶべきであるという答えしかないわけですが、しかしこのことは、我々宇宙関係者だけの問題でないのは当然でございます、広く国民的なコンセンサスが必要な問題でございます。そういう意味で本日のシンポジウムをはじめ、いろいろな機会をとらえて、この問題を多くの人々に語りかけ、議論を進めていく必要があるかと思っております。

またこの問題は、単に科学あるいは技術という側面からの問題ではなくて、人文・社会的な面からの議論をも深める必要がございます。先ほど私はひとつ申し落としましたが、そういう人類の持続的発展という私どもの実生活の面からの思考ではなくて、当然のことながら将来の科学の進歩という面からも議論する必要があるわけでございます、私どもは当然、科学の進歩のためには、人類は宇宙に出て行くべきであるという思考になりますけれども、その点もあわせて検討する必要があるかと思えます。

また月の探査というのは、我々だけではなくて世界の全人類の問題でもございますので、この問題の究明にはいずれ国際協力が不可欠な問題でございますけれども、その国際協力の大前提といたしまして、まず国内の協力体制というものが必要なことは申すまでもございません。本日ここに宇宙科学研究所と宇宙開発事業団とが、共催でこのシンポジウムを開いたということは両機関が将来にわたって緊密な協力を続けていくという意志のあらわれとお取りいただいてももちろん結構でございますし、単にふたつの機関にとどまりませんで、他の研究機関あるいは企業の方々、さらに広い知識と能力とを結集する必要があるわけでございます、今日のシンポジウムを機会といたしまして、ぜひそのような協力体制作りを皆様方の衆知を集めて進めてまいりたいと考えております。

我が国が世界に向けまして積極的に今後この問題について、提案を行っていくためにも、また諸外国からのご提案がありました場合に、これに応えるためにも、我が国の主張・意見というものを明らかにしておかなければなりません。本日のシンポジウムが、その第一歩となって欲しいと願っておりますし、アームストロング船長ではありませんが、この小さな一歩が、いつの日か人類の大きな飛躍につながるとしますれば、これはたいへん素晴らしいことだと思っております。

ご清聴ありがとうございました。

## 2 . 基調講演

宇宙科学研究所 所長 秋葉鎌二郎

宇宙科学研究所の秋葉でございます。ただいまは宇宙開発事業団の山野理事長から、たいへん立派な挨拶をいただきまして、私の役目は基調講演ということでございますが、山野理事長のご挨拶はまさにその基調講演の最初の部分であり、私はこれからあとへ話つなぐという意味でのお話を続けたいと思います。

ここにありますのはアポロ宇宙船で初めて人類が月面に足跡を残して以来25年ということとを記念いたしまして、アメリカで作られました記念切手を背景に書いたタイトルでございますが、アメリカは25年前に月へ既に有人活動を展開したわけでありまして、それ以来、長らく我々人類は月へ近づいていないという状況が続いております。このようなことは、やはり異常であると取れますが、例えば南極探検といったものが行われてから、実際南極の科学探査が行われるということになるまでには、50年くらいの時間がかかっておるといってあります。やはり最初にこういう僻地へ、離れた場所へ人間が行くということは、いろんな意味で無理をして行われる事業でありまして、持続性を持ってそこで人間が活動していくには、いろんな意味での進歩がそこに積み重ねられなければいけないという背景はあるかと思えます。しかしながら既に25年というのは、我々いろんな意味での技術というのはずいぶん進歩いたしまして、これからのさらに25年、30年を考えますと、そこで究められる技術を前提とすれば、ふたたび月へ人間の活動を展開していくというのは当然の流れではなからうかというわけでありまして。

そういうことから長期ビジョン懇談会におきまして、ぜひ月の有人活動というのを見通した形の議論を報告したいものだという希望がございまして、宇宙開発委員会のお世話で月惑星協会にお話を持っていきまして、この長期ビジョン懇談会に資料を出していただき、それが長期ビジョン懇談会の報告に反映されることになったわけでございます。

その次のスライドは、長期ビジョン懇談会にどのように書かれているか、要点だけを抜き書きしてまいりました。月の重点開発対象といたしまして、月の探査を一過性の取り組みでなく計画的・段階的に進めていくと、このへんが大きくうたわれることになりました。その次のスライドはもう少し詳しい個別分野の開発について書かれていることとございまして、ここには2000年代初頭以降、科学探査および月の利用可能性調査を目的として月周回観測や月面着陸探査をはじめとした体系的な無人月探査計画を実施すべき云々と書いてございまして、将来は国際協力により月面天文台等に発展していくということを見通していきたいということが、ここにうたわれることになりました。

次のビューグラフを見ていただきます。私は、南極とのアナロジーを申し上げましたが、なぜ月かという話は今日のパネル等を通じて、いろんな観点から議論がなされるかと思えます。まだそこに触れたくはございませんが、ともかく人間が活動の場を広げていくというその場所として広さをだいたいどんなものかというのを比較するのにいい絵でございます。これは亡くなられた南極の科学探査で有名な永田 武先生がお作りになったスライドをお借りしたわけでございますけれども、永田 武先生が南極の大きさと月の大きさを比較したものでございます。月は球面ですから、投影の4倍の面積を持つわけでありまして、

投影面積は南極大陸と同じくらいだというわけですが、面積としてはアフリカ大陸とオーストラリア大陸を合わせたくらいの広さをもっております。これを大きいと見るか小さいと見るか、これは感じ方の問題ではございましょうが、いずれにしても未知の空間という意味で、たいへん南極との類似性があるわけでございます。南極も、人間が近づきやすい場所でないとしても、現在は有人活動で探査、科学的研究が行われる場になっております。ロボティクス、無人探査というものがずいぶん進歩はしてきましたが、人が行けるという状況さえ作れば、月もいずれ同じような状況になるというのは間違いないことであろうかと思っております。

宇宙における有人活動、これは地球周辺で既に行われております。有人活動という観点からいきますと、やはり重力がないという空間におけるひとつの特徴を生かすという反面、人が活動するにはなかなか不便な面もあるということでもあります。6分の1Gというのが月にはあるというのは、そのような、人間がそこで活動するという観点からいきますと、ひとつのメリットであるということも言えるのではないかと思っております。

いずれにしましても、ここに対比して書きましたように、月における有人活動、最初は何といても科学探査、これに重点が置かれるのではないかと思っております。しかしこれが将来、もっといろいろな形で我々の地上における生活に直結するような活動がここで行われていくということも当然考えられるわけでありまして、しかしそれには、ずいぶんいろいろな困難というものもあわせて考えなければなりません。次のスライドをお願いいたします。

月面活動というのは、ここに書いてありますけれども、何といてもいちばん最初には資金というものがどういう形で調達できるかということが可能性を左右いたします。先ほど山野理事長のお話にありましたように、国内の支持、それから国際的な支持というものがあって初めて、そのような資金が生み出されていくというわけでありまして。

それから資材の輸送、これも月面へ輸送するというのはたいへんなことであります。地球周辺というのは比較的簡単にいくわけでありましてけれども、それにしてもかなり大きなロケットが要ります。その地球の周辺の軌道からさらに月へ、月の表面へ荷物を降ろすということになりますと、普通のやり方ですと地球周辺の10分の1の重さの物しか月へ届けられないということになります。少し凝った推進系を使いますと、5分の1くらいのところまでは運べるわけではありますけれども、いずれにしても大幅に輸送にはコストがかかるようになるわけございまして、このへんにも、今後、有人活動を展開していくうえにおきまして、大きな技術進歩を前提としなければならぬわけでありまして。

月面活動、先ほど申しましたように科学というひとくくりのものが当面中心課題であろうかと思いますが、科学の中としては、月を科学する月の科学。それから月から科学する、例えば遠い天体を観測するという天文的なものは月からの科学になります。それから月における科学、月の表面・月の環境を利用するという形での科学がございまして。このへんは今日のパネルの方でいろいろ科学者の方がお話になりますので、そういったものをお聞きいただきたいと思っておりますが、このようなものは、大部分が無人でできるのではないだろうか、というのが、いま科学者の中ではかなり大勢を占めております。しかしながら人が行った場合にできることというのは、自ずからやれることが質的に変わってくるわけございまして、無人でできることから始めるというのはひとつの手ではありますが、無人

に適したものは無人でやり、有人に適した話は有人でやるという、そういう形で進めていくのが将来の月探査のあり方として当然のことであろうかと思えます。ただし有人は先ほどから申しておりますように、まだ簡単にできるという事情、状況にはございません。そういうところから、これはかなり長期計画として人が進める状態を作っていくというところから始めるべきではなからうかと考えておりました、そのような形でシナリオを作っていくというお願いを、月惑星協会にしたわけでございます。

例えばお金にしましても、月へ日本の国家予算と等規模くらいのもの、あるいはその何十%という規模を一挙に投入するような計画を立てることは非現実的であります。けれども、いまの予算、だいたい年間2000億円くらいの国家予算がございまして、ここにさらに1000億円上積みするというのは、決して夢物語ではございません。これを10年続ければ1000億円は1兆円になるわけでございまして30年続ければ3兆円になるわけでございまして、そのような長期的に時間をかけるというのは単に資金面だけではなく、その間に十分に技術開発にじっくりと取り組んでいけるというメリットもあるわけでありまして、時間をかけて無人で有人がつける環境を作っていくというシナリオを書きたくていただきたいと思いますというのが私からのお願いであったわけでございます。

いま言いましたお金の話でございまして、年間1000億円という我々の現在の予算を5割増しするようなお話が、そんな無理な話ではないということがこれを見てもおわかりになるように、国民総生産から見まして宇宙開発に携わっている国の中で我々日本というのはたいへんやさやかな投資をしているに過ぎないというのをおわかりいただきたいと思います。ドイツぐらいの頑張り方をすれば、いまの5割増しという予算は出るはずでありまして、他のフランス、アメリカというところまで望めば、もっと大きなことができる可能性を含んでいると我々は理解しているところであります。

このようなことから、将来、たぶん30年後に有人で月活動ができるようにするというのを無人でやっていくということは、我々が実現可能なやり方であろうかという風に考えます。このような手順で行ったらどうかと月惑星協会の方で回答を出していただきました。まず最初は、月の表面が、どういうところがどういう状況であるかという調査を十分に行うということ。それからそこで動植物がどのように生育できるか、それは将来人間がそこへ行って、人間自身がどういう影響を受けるかということと同時に、人間の食料としての動植物、そういう風なものが月面で育ち得るか、という実験をやる必要があるわけでございます。それからいちばん大事な話は、月面で十分にエネルギーが確保できなさいけない。エネルギープラントをなるべく早い時期に持って行って、そこでいろいろな活動の支援ができるようにしなくちゃいかんということでありまして、月面はご存知のように半月の間、夜があります。その夜の間のエネルギーをどういう風に貯えるかということはいへん大きな問題であります。その他、人間が月へ行きますと、とにかく生き延びていかなくてははいけない、そのためには酸素を作ることが大事であります。月惑星協会のスタディでは、それと同時に人間が生きていくうえで必要な水というのは月面においても得られるはずだというわけで、酸素と水の製造プラントを作るといふ試みが人間が月へ行く前にどうしてもやらなければいけないことです。そのような鑄型ができたところで食料生産モジュールができあがって、人間がそこで生活していくレベルとして基本的な生産ができるようになりましてならば、そこで居住モジュールまでを無人で作って、それから初めて月



へ人が行くという手順になるのではないかと思います。

地球周辺の軌道では、このように資源がございませんから、人が行けば、その人を養っていくだけの荷物を運ばなくてははいけません。だいたい年間ひとりあたり1トンくらいのものを運ばないと、人間が軌道上で生活していけないわけですが、月へ行けば、基本的にはかなりの物資が揃うわけでございますので、確かに低軌道上から10分の1くらいの輸送しかできないという欠点はございますけれども、その欠点を長期滞在においては十分にカバーできるのではないかと思います。

最後に、このように大きな計画、これはまさに世界的な取組みとして行われなければいけないものであります。国際的でなければいけないというのは当然でありますけれども、最後のスライドを見せていただきたいんですが、国際的な取組みと申しますと、たいへん耳障りはよろしいわけでございますけれども、パートナーとして非常にしっかりした相手でありませんと、そのパートナーひとつが、特に大きなパートナーのひとつが、挫折いたしますと全体の計画ができなくなってしまうてはいけないわけでありまして、これは新しい国際協力の形を踏まえて実行されるべきではなかろうかということで、ここに掲げてある原則というものを考えてみました。後ほどのパネル等で、このようなやり方につきまして討議を戦わせていただければ幸いと思っております。基本的には計画を途中で放棄するような場合には、他の主要国に内容をすべて、それまでの実績をすべて引き継ぐようにしてくれということです。そうすれば時期的には多少遅れても、実現に向けて必ず動き出すだろうというのが基本であります。

私の持ち時間、だいたい終わりになったようです。ご清聴ありがとうございました。

### 3．月面基地建設のシナリオ（1）

宇宙科学研究所 教授 河島信樹

プログラムの順番と少し異なりますが、いま秋葉所長の基調演説にございました月惑星協会の作りましたシナリオを中心に、月面基地建設・運用のシナリオをお話したいと思いますが、私とその長期ビジョン段階で取り上げていただきました、そのシナリオのできるまでの経過ならびにその特色・意義のようなことをお話しして、技術的な本当の建設のシナリオ、これを岩田さんをお願いしたいと思います。そのあと、有人活動を中心としたところを大坪さんをお願いしたいと思います。

我が国の月面基地の建設に関するスタディは各所で行われてきたわけでありましたが、その中で我々がやりました「月面基地と月資源利用研究会」、これは2年ほど前に亡くなりました大林教授を中心に1988年から1990年、足掛け3年にわたりまして行った研究会であります。これまでの色々な宇宙開発に関する研究会の中では際立って大きな研究会でございます。民間20社の協力を得まして、民間ならびに官学の研究者約200名が参加して2年間にわたって行いました。我が国で初めての本格的な月面基地研究活動であるといえると思います。当時、非常に話題になりましたヘリウム3、これは21世紀、クリーンな核融合燃料ということで期待されているもののひとつであります。いろいろとスタディしますと現実にはまだ、地上の核融合炉開発に課題がありまして、本当に実現するかどうかということは、まだ必ずしも予断を許さないところがありますが、世界各地でそういうスタディが行われておりまして、我が国でも11月には国際シンポジウムが行われると聞いております。核融合炉関係者の中からも一応期待はされているわけであります。

それからアメリカを中心に月から有人火星へという「SEI計画」、SPACE EXPLORATION INITIATIVE、SDIの次だということでレーガンからブッシュにかけてそういう計画が話題になった時代であります。だいたい200人の研究者が2年間にわたって行いまして、2300ページにおよぶ立派な報告書ができております。現在でもまだ一部ございますのでご希望の方は未来工学研究所にお問い合わせいただきたいと思います。

「月面基地と月資源利用研究会」の他に、我が国でも最近、例えば材料科学技術振興財団で「ルナエナジーパーク」というような研究会が行われておりますし、特にエネルギーを中心とした利用というようなことも行われておりますし、それから宇宙開発事業団はかなり長い期間にわたって月面基地建設に関しては地味な研究を続けてきておられます。今回の「月面基地建設のシナリオ」の母体となりました月惑星協会といえますのは、この「月面基地と月資源利用研究会」が母体になりまして、それをさらに発展的に拡大しようとした研究会であります。世の中を取り巻く情勢は必ずしもそれをサポートするものではなかったのであります。

1991年11月から月惑星協会代表幹事を齊藤先生と、それから三菱重工の飯田会長にお願いしまして、やはり民間技術者の支援で、いわゆるこういう宇宙開発というのはかなり大きな事業でありますから、どうしても官のいろんな方針にとらわれる、そういうことにとられない自由な活動ができるという風な活動をしてまいりました。現在のところ、色々な研究会を中心にした活動をやっております。例えば月面天文台を作るにはどうしたら

いいとか、あるいは宇宙における微生物コントロールをどうするか、あるいは原子力ロケット推進への利用、それから宇宙におけるマイクロマシンの利用と地球外建築といった、そういう研究会を作って活動を続けております。そうしている時に、いま秋葉所長の基調講演にありました無人口ボットを活用した有人月面基地建設というお話が今年の3月に秋葉所長の方からご提案がありました。これは現在パラレルに進んでおります、ヨーロッパでも同じような構想が独立に行われておりますが、それとはまったく独立に提案されたものでありまして、年間1000億、30年かけて無人口ボットで有人基地を作ろうというのが特色です。これのスタディが月惑星協会に依頼されました。先ほど申しました「月面基地とその資源の利用」という、そういう研究会の成果がここに生かされまして、そして非常に短時間に原案を作りまして、長期ビジョン懇談会の第2分科会にご提案いたしました。その中で前向きに取り上げられて、最終的には先ほどお話にありましたように長期ビジョン懇談会の報告書の中にもかなり取り入れられております。

月面基地というものを考える時に非常に短期的な視野に立って議論しますと、例えば何のために作るんだということを突き詰めて考える、それも非常に短期的な視野に立って考える、何に利用するのか、あるいは例えば科学的な観測をする時にやはり地球軌道の方がいいというような別の方法との比較を短期的な視野で行いますと、どうしてもネガティブな方向に向かってしまいます。だから月面基地はまだなかなか実現しない、こういうものに対しては一般には日本人は、すぐ目の前に来ないと動いてくれない、だから新しい流れにすぐ先頭についていける人というのはたくさんいるんですけども、世界をリードするその先端を作っていく人たちが欠けているということだと思えます。いま特に日本が経済力を持って、要求されるものは新しい流れを作り出す、宇宙開発のリーダーシップをとる、ということだと思えます。

もちろん何のためにやるかということとは十分議論されなければいけません、やはり実際に具体的にどうやって作るんだ、本当に何ができるんだということ定義しないで、ただ先に何のために作るのか、短期的な議論ばかりでは前向きに進まないと思えます。

月惑星協会が作りまして、この「月面基地建設のシナリオ」というのは、国民ひとりあたり年間1000円、これが多いか少ないかということがたぶん今日のパネルディスカッションの主題になると思えますが、割合短期的にまとめ上げられたものでありますから、まだこれから改良すべきところはたくさんあります。特に大きな課題としては、宇宙でのロボット技術の極限を追求する、それから1000円で30年、3兆円といたしますと、かなり大きな額ではありますが、しかしそれでも課題としては、宇宙への展開を飛躍的に安くしないとできない数字であります。これをいかにしてやっていくか。こういう大きなふたつのテーマを持った課題でありまして、月面基地でなく、宇宙開発全体をリードする、そういう主題であると思えます。

これから岩田さんと、それから大坪さんに具体的なシナリオについて細かくご説明いただきますが、これをバネに月面基地がぜひ前向きに進んでいきたいと思えます。

## 月面基地建設のシナリオ（２）

宇宙開発事業団 岩田 勉

岩田でございます。「月面基地建設のシナリオ」について、要約いたしましてご報告いたしたいと思っております。

月面基地の無人建設、すなわち人間が活動するための月面基地をロボットを使って無人で建設しようという構想でございます。来年の1995年からのマスタープランでございますが、2024年まで30年間、これを3つのフェイズに分けます。フェイズの1が無人の探査段階、フェイズ2が無人システムの建設と運用の段階、フェイズ3が有人システムを無人で建設する段階、となります。2024年の時点から人間が月面で長期滞在を始めることができます。ここからフェイズ4、有人システム運用の段階としております。

それぞれのフェイズを単独で実行いたしましても、これは十分意義がある、価値があるプロジェクトであるという風に構成を工夫してございます。途中で進路を再検討しながら、柔軟に進めることができるという柔軟性を持たせたシナリオになっています。

フェイズ1の無人探査段階を表している月面の絵でございまして、この下半分が月の地面でございます。月の空に浮かんでおりますのが月周回観測衛星、科学探査、どこに月面基地を作ったらよいか、その前に地上の探査をどこを中心にしたらいいかというリモートセンシングを行います。次に着陸機といちばん手前に書いてございますのが月面移動探査機、ローバーというロボットですが、これで地面を歩き回らして、観測・実験をいたします。これら、ここに絵に描いております宇宙機を全部打ち上げるのに、H- ロケットで5回分の打上げになります。このフェイズ単独の目的といたしまして探査と技術開発というものが挙げられると思っております。月周回衛星でございますが、月面上100kmの高度からリモートセンシング、科学探査・資源探査を行います。これは現在の技術そのもので作れる衛星でございますから、これから2、3年以内に開発を開始するとすれば、今世紀中に打ち上げられるというスケジュールにしてあります。次に打ち上げるのは、この月面移動探査機です。人間の探検家の代わりに月面を探検して歩き回ります。地面を這ってカメラ、虫メガネとか顕微鏡あるいはマス・スペクトロメータ、成分の分析装置等で月の表面を観察いたしまして、さらにシャベル、レーザー加熱機、そういうアクティブセンサーを使いまして、月面物質の測定と実験をいたします。無人のロボット技術と遠隔操作技術を月面で実証するという技術実証も、このミッションの大きな目的となります。これは、その月面移動探査機を上に乗せたランダー、着陸機でございまして逆噴射してゆっくりと月面に軟着陸しようとしているところでございます。

これが月面移動探査機の地上実験モデルでございまして、今年の春からですが、筑波宇宙センターで動かせるようになりましたので、その走行実験をしております。地球からの遠隔操作によりまして、このような無人の機械を操って、複雑で精密な作業というものを実施することが、月面開発・月面探査の技術のキーポイントとなるわけですが、その第一歩といたしまして、この移動探査機を開発して月面に送り込む、そこで運用する、ということの実績を積むのが大事であると考えております。

フェイズ2であります。無人システムの建設と運用の段階と呼んでいます。2006年か

ら2016年の11年間、地球から月面上のロボットを遠隔操作いたしまして、無人システムの建設と運用を行います。このフェイズではH- ロケットを 2.5倍に発展させた規模のロケットを12機使いまして、軽作業ロボット、重作業ロボットという2種類のロボットを送り込みまして、それから次々にエネルギー供給プラント、酸素の製造プラント、水の製造プラント、通信システム、エネルギー供給プラント等を設置いたします。このフェイズではミッションといたしましては、例えば月面天文台、無人の月面天文台の観測実験も行われます。このフェイズを無人システムの建設と呼びましたのは、無人の月面活動を支えるようなシステムを作るという意味でございます。

フェイズ3でございますが、有人システムの建設と呼んでおりまして2017年から2023年までの最後のフェイズでございます。この時期には既に無人システムが月面にできておりまして、月面で使うロボット技術・遠隔操作技術も実証されているはずですので、ここからいよいよ大規模な有人活動用の施設を建設するという段階でございます。前のフェイズで使いましたロケットを、さらに 1.6倍に発展させたものを使います。つまり低地球軌道に40トンのペイロード、貨物を打ち上げる能力を持ったロケットを72機使いまして総計で360トンの貨物を月面に軟着陸させます。月面上には居住モジュールと食料生産モジュールを組み合わせた、この形が居住モジュール2つ、食料生産モジュール、モジュールをつなぐノード、製造実験モジュールというようなものでできた、いわゆる空気の入った与圧のコンプレックスが作られますが、これを月面基地本体といたしまして、周りにエネルギー供給プラント、通信システム、そういうようなものを並べた月面基地の組立でございます。電力の発生能力は日照時で940kw、太陽電池を使います。夜間、太陽が照っておりませんが、これは蓄積したエネルギーを燃料電池等で賄いますと夜間で300kwを供給できるという計算をしております。この月面基地はもちろん有人用なんです、完成までは人間なしで建設されます。完成した暁には常時で6人、一時的に交替の時期には9人の人間が滞在いたしまして、ここで研究・観測・実験・あるいは生産活動ができる施設となっております。この第3フェイズの、単独での目的・意義というものは月面有人活動の無人実証ということでございます。

2024年になりましてフェイズ4、有人システムの運用段階でございます。人間の居住する部分には放射線を遮蔽、防ぐために土が被せられております。この中で6人の人間が生活しております。半年で3人が交替いたしまして、1人の人間は1年間、月に滞在いたします。この最後の運用フェイズの目的は人間の月面常時滞在ということになります。

次はポスターに使いました絵でございますが、月面基地はフェイズ4の最初の段階、2024年の初めの段階から変わらないというのではなくて、月面の資源を使って徐々に拡大・発展をいたしますから、21世紀の中頃ということになりますと、この絵のように大規模な、この絵は約30人から90人の人間が滞在し生産活動する月面基地というイメージですが、このようなものになるのではないかと想像されます。

このフェイズ1から3、2023年までの30年間で24種類の宇宙機が開発されます。フェイズ1では5種類。月周回観測機、月着陸機のA、月着陸基地、月面移動探査機、月ライフサイエンス実験機。第2フェイズ、無人システム建設・運用段階では、13種類ですが、月着陸機B、月周回通信衛星、軽作業ロボット、重作業ロボット、月輸送機、月着陸機C、モジュール内ロボット、通信システム、エネルギー供給プラント、食料生産モジュール、

酸素回収プラント、ガス回収プラント、金属回収プラント。最後の第3フェイズ、有人システム建設では6種類の宇宙機が開発されまして、月離着陸機、有人用でございます、有人の月面輸送車、有人キャビン、居住モジュールノード、居住モジュール、製造実験プラントでございます。これらのうちのいちばん大きいものは居住モジュール、それからプラント類でございますが、これらの開発規模はH- ロケット、大きさもその程度ですね、H- ロケット程度かそれより小さい、それ以下の開発規模になりまして、それ以外の宇宙機はそれほど小さくなく、現在開発しております人工衛星程度、大型の人工衛星あるいは中型の人工衛星程度の開発規模のものです。

この絵は地球から月までの輸送の方法を示しております、フェイズ1の絵ですが、これが地球の地面で、H- ロケット、これは第1フェイズですから、普通にいつものように打ち上げ、第2段再着火で月への遷移軌道に投入いたしまして、切り離された着陸機のエンジンで月周回軌道、月の周りを回ります。それから同じエンジンを逆噴射いたしまして、静かに降りてくる。これで、有効ペイロードは450kgです。

フェイズの2、無人システムの建設・運用の段階ですが、輸送システムとしてはアーキテクチャ、輸送システムの組立は前のフェイズと同じでして、ただH- ロケットを2.5倍にする。あとは同じ方法で降ろしまして、ですから月面上で使える2トンの貨物が無人で運べるという輸送システムでございます。

フェイズの3では大きなものを運びますから、ロケット自体を1.6倍に大きくいたしまして、これを4機次々と打ち上げて軌道上で4機分組み立てる。つまり低地球軌道で160トンの組立になりますが、これにさらに低地球軌道で待機しておりました、これは月輸送機と呼んでおりますが、再使用できる輸送機とドッキングいたしまして月に向かう。月では着陸機だけ切り離しまして着陸機のエンジンで軟着陸する。この輸送機自体は月と地球を往復して何度でも使うという形です。月に着陸できる貨物は一度に20トンでございます。

これは有人運用フェイズ、フェイズ4でございます。先ほどのフェイズとまったく同じ輸送システムを使いますが、ただ人間を運びますので、貨物の代わりに、有人キャビン、人間が中で生活できる小さな部屋をそれごと丸ごと運びまして地上から有人キャビンを打ち上げてまして輸送機に乗り換えて月まで行き、今度は月離着陸機と乗り換えまして地面に降りる。これで3人の人間が月に到達しますが、そこで交替して、いままで月で1年間働いた人が有人キャビンに乗り込みまして、月離着陸機はまた月周回軌道に帰る。これも再使用です。月離着陸機からその有人キャビン分だけ輸送機に乗り換えまして地球に戻ってくる。地球の軌道上では人間は有人往還機に乗り換えまして無事に地球に戻ってくるというような図式になっております。

輸送系も大事ですが、これから技術開発の相当な力を必要とする機械は、この月面ロボットでございます。この図は軽作業ロボットと呼ばれる細かい精密作業をするロボットを示しております。地球からの遠隔操作で動かします。遠隔操作と申しまして、その周辺を支える技術は通信制御・情報処理等先端技術のかたまりになりまして、このような全体の技術としてどこまで月面で無人の能力が発揮できるかというのが、このシナリオ全体の技術的な鍵になっております。またこのような技術は地上でのロボット、情報処理あるいは自動機械の発展の基礎技術を開発することにもなると考えられます。バーチャル・リアリティ等によって一般の人が地球上のオペレーションセンターから月面活動に参加できる

という可能性も考えられます。

これは酸素製造プラントでございまして、月の上で月の泥から、190トンの泥・土から1トンの液体酸素を作り出します。これは全自動ですが地球から遠隔操作も可能というような概念設計になっております。

最後に、コスト検討をいたしました。フェイズ1からフェイズ3までの総コストは現在の貨幣価格・日本円で2兆9064億円となりました。30年間で平均いたしますと年間約1000億円になります。このコストの推定のベースは、世界共通のコストモデルをベースといたしまして、これは日本の宇宙機器メーカーの実績に合わせて調整したモデルを作っております。フェイズ1の無人探査のコストが1464億円、フェイズの2、無人システムの建設と運用では1兆7295億円、フェイズの3の有人システムの建設、1兆305億円が必要というような推算が出ました。フェイズの4は毎年繰り返しますので総計に入れておりませんが、これを概算いたしますと人員の交替時期によって変わります。人員の交替時期を1年といたしますと年間コストが約1500億円でございます。

このコスト総計では月面基地に直接必要なコストだけを総計しておりまして、いわゆる共通経費、例えば射場の維持費ですとかH- ロケットあるいはその派生型を開発するといったしましてその地上試験の開発費ですとか地上の追跡局の開発費あるいは運用費、そういうものは含んでおりません。こういうような、いわゆるインフラストラクチャ開発費・運用費というのは年間数百億円使われておりますが、この規模で投資が行われれば、この月面基地も賄えるものと推測されます。

グラフに書いてみますと、これが500億円、1000億円、1500億円の線でございます。平均は年間1000億円ですがピークが1500億円、2016年。これより多くならないよう多少は調整いたしましたが、これは日本が全額出資するといったしますとGDPの0.02%ぐらい、現在の宇宙開発費の半分ぐらいとなります。アポロ計画当時、アメリカ政府の出資は、その当時のアメリカのGDPの1%弱でございましたから、この比率で申しますとこの月面基地構想は日本単独で実行する場合国家経済への影響はアポロ計画の100分の2、2%ぐらいということになります。国際協力を考える方が自然でございますが、その場合、相当大きな資金分担で参加したいという国がいくつか出てきた場合、日本の分担をその分減らすか、それともその資金が増えた分だけスケジュールを早めるかという問題がございまして、この日本単独という計算で2023年に初めて有人活動ができるというスケジュールは、世界の常識と申しますか世界の宇宙コミュニティの人が言っている話と比べますと極端にスローテンポで、30年もかけるのは非常にノロい計画でございますので、そのへんを考えますと資金が増えた分だけ早めに投入してスケジュールを早めるべきではないか、というのが月惑星協会での議論でございました。

以上で全体シナリオの報告を終わります。次に大坪さんに、有人システム・食料生産について報告いただきます。

## 月面基地建設のシナリオ（３）

航空宇宙技術研究所 大坪孔治

航技研の大坪と申します。私は話の続きといたしまして、月面基地の上に作られる有人基地としてどのような機能を持つかということを中心に簡単に概略だけご紹介したいと思います。

先ほどご紹介ありましたように、基本的には有人基地のモジュール構成は、このような形になっておりまして、居住モジュールが２つと、食料生産モジュールが２つと、それからそれらをつなぐロジスティックノードモジュールがございまして、これが拡張できるような形で基本的には考えております。２つ作ったのは実は緊急時でどれかが故障した場合には、必ず１つの方で６名の人間が生活していけるという機能を維持するというと同時に、生命維持に関する機能をすべて１つのモジュールで賄えるような、そういう形で考えております。

これは報告書の中のものですが、居住モジュールのひとつの概念としてはこういう形で、これが地中に埋められるというような形で進められます。

居住モジュールの使用でございますが、だいたいこれは基本的には６人いてモジュール１つにつき３人ずつ生活するというような形で考えています。交替要員は先ほど岩田さんの方からご紹介ありましたように、だいたい半年交替で半数ずつ交替していくということで、研究あるいは仕事が継続されるようなことを考えるとして、だいたい常時６人が滞在するというようになっております。

これは簡単に１つの居住モジュールの中に、我々の生活空間がどれくらいあるかというのを計算したのですが、一応個室として約１５％ぐらい、面積に直しますと使用できる面積はだいたい６㎡ぐらいにしかありません。しかしいずれにしろ、このイ、ロ、ハ、ニというだいたい生活に必要な空間を計算しますと、居住空間としましてはアクセス可能な空間率を５０％として計算いたしますと約９４％ぐらいになります。高さを計算しまして平面積に直しますと、だいたい３７㎡、ひとり６畳強ぐらいの居住空間が割り当てられるような感じになります。非常に狭くてですね、初めの段階はしばらくは６畳１間からスタートしていただいて、だんだんとLDKがくっついてくるような形で発展していけば、少しは長期滞在中もまぎれるのではないかと考えております。

次にロジスティックモジュールですけれども、この付近は基本的には保管庫として利用するとか、ユーティリティ関係、そういうものを基本的に置くようなことで考えております。それと同時にここは全体の「つなぎ」のモジュールにもなっておりまして、緊急時の場合はここをうまく活用するというを考えております。ここにはリークした場合の補充用とか、月には窒素がない可能性が高いので、窒素につきましては分圧を制御する意味からいっても、多少持っていかなければいけないということで貯蔵部を置いております。その他、補給水タンクというのがございますが、水がきちんと月から採れるようになるまでは不足する水についてはどうしても補給する必要がありますので、一応スペアとして水も用意するようなことを考えています。

これは食料生産モジュールの概念図ですが、ここでは基本的に食料を植物で得るということを考えております。この植物を育てるところ以外に、例えば物質をリサイクルして、



なるべく持っていったものを大いに活用したいということを考えております。そうしませんと運用段階になりましてから非常に物質の輸送コストが高くなりますので、そういう意味では炭酸ガスを回収して、それをさらに分解して酸素を回収するとか、このへんの設備が酸素が十分に採れるようになるまでは必要と考えております。その他に廃棄物も再生処理しまして、これもまた再度使うというような形で、できるだけ月面に一度運んだ物質を使って、リサイクルしながら自給自足の生活を行いまして、できるだけ運用コストを下げていくようなことを、いま検討しております。

先ほどの横の図で、これは断面図ですが、植物の栽培床は立体的に使うことが可能と思われまして、したがって思ったほど面積が必要ではなくなって、基本的に人間3人の生活を支えるのに、2つのモジュールがあればかなりのことができると考えております。実は植物を育てる所は両方にアクセスして植物の収穫とか、あるいは植付けとか、そういうことをやらなくちゃいけませんので、たぶん通路としては人間が真ん中を通ることになるのではないかと。それから生命維持に必要な物質のリサイクル関連に必要な諸設備は、どちらかと言えば片側にまとめておいて人間が片側からアクセスするというような形で1つのモジュールの中にこのへんを上手く組み込んでいくというようなことが検討されております。

先ほどちょっと申し上げましたが、運用コストを引き下げるためにはできるだけ物質をリサイクルして、基本的には自給自足の生活をするというようなことを考えておりますが、居住モジュールと食料生産モジュールの間では、こういう物質がお互に行ったり来たりしております。ここにはちょっと繁雑になるので書きませんが、真ん中のところに、そういう物理科学的な処理系が入りまして、全体を生態といいますか生物系のシステムと、それから物理科学的なシステムを上手くコンバインしながら全体的に物質のバランスを取って生活をしていけるような生命維持技術を考えていきたいと思っております。横に破線で書いてありますが、ゆくゆくは $O_2$ （酸素）が回収されるとか、例えば月面から水が回収できるとか、そういうプラントが基本的に動き出しますと、物質の補給というのは非常に楽になりますので、ほとんど地球からの物資の輸送なしで上で生活していけるというような形が取れるのではないかと考えております。

これは物質を循環する時にだいたいどれくらい使うかというものを計算、検討した値ですが、普通宇宙ステーションあるいはスペースシャトル等でアメリカの方から出ているデータによりますと、例えば洗濯とかシャワーに、だいたい30kg以下の水しか使えないという話を聞いております。しかしそれでは、さすがに半年以上も滞在するということになりますと、人員に関しても非常に不満が出るのではないかとということで、一応100kg、100リッターぐらいは使えるような方法を考えておりまして、これはリサイクルするために少々使っても別に本質的に問題ないという形で考えておりますが、それ以外に環境制御の範囲は基本的に地球上で生活する快適な環境にほぼ等しいような環境を作ることと考えております。

このシステムを開発していく方法ですが、基本的に要素技術について地球上と、あるいは月表面を考えますと6分の1Gになりますので、そういう環境を作ってそこで機器類が動くとか、動きがどうなるかとか、そういう関係の基本的な実証実験をいくつかやっていくことが必要ではないかと思っております。その段階が片付きますと、次にサブシステムを開発しまして、これはいくつかの要素を結合して、例えば空気循環系とか、あるいは水の

循環系とか、そういうサブシステムの段階のものを作り上げていく。それらがだいたい機能的に問題がないということがわかれば、さらにそれを全部つなぎましてその中に例えば人間が入って生活していくことが可能か、そういう統合システムを開発していくことになります。そこで得られた技術が基本的に問題がないということがわかれば、パイロットプラントを作ってそれを月面に送って、一応月面の環境で無人で、例えば食料の生産その他をやって、基本的に問題がないかどうかを実証していく。それで問題がない、あるいは問題があって改良されるという過程を経まして、最終的には本機を開発して、月面にそれを送り込む。そういうステップでたぶん開発が進むと考えております。

パイロットプラントの基本的な機能は食料生産設備ということになりますが、これには構成要素としてそこに書かれているものがすべて組み込まれることになります。重量的には2トン以下ぐらいで、1回の輸送でこれが向こうに設置されて稼働し始める。しばらく栽培しまして、できれば栽培した植物を地球にサンプル・リターンして栄養素の問題その他をすべて分析してやりたいんですが、それがダメな場合は向こうからデータを転送してそれを地上で解析して、こういうシステムの稼働性あるいは機能の性格というものを検証していくという段階かと思っております。

次にいくつか技術開発課題がまだたくさんございますが、先ほど申し上げましたのはどちらかという下の方の話、7番以下の話ですが、それ以外にも、やはり月面で長い間、人間が生活していくという風になりますと、どうしても安全性の問題、異常時にどのように対応していくかという問題、かなり長期間住むことになり、多くの人間がだんだん住むようになりますと居住性の問題、というような問題が出てきます。その他、宇宙へ行く時のいちばんの問題は宇宙線にどのように対応していくかという問題。もうひとつは月面で活動しますが、宇宙空間といっても月面はホコリがあつたりしますので、そこに上手く適応できるような月面での活動、宇宙服が必要であると。このようなものがすべて、研究課題・技術開発課題として今後やっていかななくてはならないのではないかと考えています。

現在このような研究が地上でどのように行われているかというもののひとつで、皆様ご存知かと思いますが、これはアメリカのアリゾナの砂漠の帯を使いまして研究されているバイオスフェア2という設備がございます。これは熱帯地方の環境を人工的に模擬しまして、そういうのを大きなクローズされたドームの中に全部入れまして、この中で人間が生物系といっしょにどのように生活して、ちゃんと物質のバランスを取りながらやっていけるかという実験を、2年ほど前から2年間にわたって、人間が8人入った実験がアメリカで行われております。これは非常に大きなもので、右端が熱帯雨林、それから順番にサバンナ、あるいは乾燥地帯、それから砂漠という格好になってはいますが、この中で水も循環しますし、できるだけ食料も現地生産ということでやっておりますが、基本的には全部生物系でバランスを取るという方向でいってございまして、2年間の実験結果で得られたことは、酸素と炭酸ガスの使用物質のバランスが崩れてきて、実験の最後の方ではどうしても酸素を外部から供給しなくてはならないという結果が得られております。これは4000坪ぐらいにあたります非常に大きな設備で、中に入れて生物が約4000種類ぐらいございます。それでもなかなかバランスが取れないという状況ですので、基本的にはやはり物理化学的な処理系を組み込んで、全体をバランスしていく方法を考えなくてははいけないと思われまます。

これはそのバイオスフェア2ですが、向こうの方にピラミッドのようにそびえているのが全体がガラス張りのモジュールになります。

これは日本で実は計画されているひとつの物質の循環系を組み込みました生態系で生命維持技術の研究をやるという設備の一環です。真ん中に植物の栽培層がありまして、だいたい人間ひとり、あるいは動物数匹を完全にクローズしたシステムの中で、外部との物質のやりとりなしにやっていくという実験設備です。これは、それを支えるために周りにいくつか実験装置がございますが、水のリサイクルやガスのリサイクル技術に関する研究が、現在既に国内でもいくつかの所で進められています。

数年前に青森県に環境科学技術研究所というところが設立されまして、そこでこういう閉鎖系の研究ができる実験設備を作るという計画が進んでおります。下の方に植物のドームが見えますが、その向こう側にもうひとつ植物のドームがご覧になれると思いますが、このへんに先ほど申し上げた物理化学的な処理系を組み込みまして、人間ひとりが完全にクローズされた状態の中で生活していくことができるような、そういう実験ができるような設備が、聞いているところでは今年から建設にかかるということで現在計画が進んでおります。

この他では世界的にはロシアあるいはESAで、こういう関連の研究が同じく進んでおりまして、これらの研究が最終的に、幸か不幸か30年ほどの時間が、この有人システムをやるためにはあるという話なので、かなり地道に一步ずつ、技術の飛躍というのはそうございませんので、検討しながら全体のシステムを組み上げていって、最終的には月面で有人基地を作るという方向に上手く流れていけることを考えられればいいんじゃないかと思っております。

これらの技術は地上で実証したら、軌道上で例えば人工重力発生装置等を使いまして実際に検証してみるというステップが必要になりますので、時間的にはかなり長いスパンが必要になるんじゃないかと思っております。ただ、このような方法ですが、月面は幸いにも小さくても6分の1Gという重力がございますので、我々が地上で開発した装置のいくつかは、それほど大きな改良をすることもなしに、場合によっては月面で使えるのではないかと考えております。したがってそういう意味では月面での有人活動というのは、かなり難しいというよりは、むしろそんなに難しくなく、ひょっとしたらできるのかも知れない、ということを、こういう検討を進めながら考えている次第です。非常に簡単ですが、以上で概要を終わらせていただきます。

## 4．月面天文台への夢

国立天文台 教授 海部宣男

国立天文台の海部でございます。ただいま私たちの、自分たちの手が月に届くというイメージが湧いてくるお話をうかがいまして、たいへん胸が躍るわけです。私は「天文台を月に作る夢を語れ」という、たいへんいい立場を与えられましたけれども、考えてみますと天文学者というのは夢ばかり見ているんじゃないかと、そういうことかも知れませんが、もちろん実際はそうではありませんで、古くはガリレオ・ガリレイというか、もっと昔から、天文学者の大きな仕事は自分たちで新しい望遠鏡を作って新しい宇宙を開く、というのが大きな仕事であります。私どもも新しい望遠鏡を作るという仕事を、夢だけでなく実現していきたい。そして月というのは、これからお話ししますように、やはり天文学者にとっての大きな夢の舞台であります。そういうところに天文台を作っていく、ぜひ実現のために私たちもいっしょに働いていきたいと思っております。

夢ということですから、天文学者にとっての理想の場所はどこか、理想郷はどこかということからお話をいたします。いま天文学を地上でやろうと思えば、私たちは高い山の上とか、最近では南極の最も到達至難極というたいへん難しい所まで行こうという話もあるぐらいです。といいますのも、やはり地球がだんだん汚染されている。ひとつには、そういうことです。しかしそれだけではない。地球は大気というたいへん便利なものに取り囲まれておりますけれども、それがさまざまな観測の上での障害を起こすわけです。そこで、その次にありますように地球周回軌道あるいは太陽周回軌道というスペースに進出する。これは既にかなりやられていまして日本も宇宙科学研究所等ではたいへん優れたX線の衛星を既に上げて、第一線の成果を挙げておられるわけですが、さらに月面というのは恐らく非常に大きなものを展開できるという意味では、その次の大きなステップであると思えますし、こうなると天文学者はやはり夢ばかり見ているわけで、もっと太陽系の外へ行った方が、本当はいちばんいいんだということにもいずれはなると思っています。というのは太陽系はそれ自体が薄い大気に取り囲われているわけですから、本当に理想的な宇宙の観測をしようと思えば、その外に出なければいけないという時代がいずれは来ると思っています。しかし、いまの私たちにとってみますと地球周回軌道、太陽周回軌道、そして月面というのは極めて理想に近い場所になります。

もちろん理想の場所というのは、たいてい行くのは難しいわけです。それが問題であります。私たちは、現在は地上の最適地を求めて高山、私は現在ハワイのマウナケアという4200mの山の上に望遠鏡を作るという仕事をやっているわけですが、そういう風にやりながら新しい場所へ行くということを狙っているわけです。

具体的にどういうことかと言いますと、大気は電磁波、これはあとでお見せしますが光、電波、赤外線、X線、あらゆる波長をひっくるめて電磁波と申しますが、この電磁波を吸収いたします。そのために観測波長に制限がある。これがいちばん大きなことです。可視光と電波以外の、赤外線がわずかに見えますが、X線、紫外線、あるいは長い波長の電波、これは地上からはまったく見えません。第2に電磁波の擾乱ということがあります。これは、当然吸収するわけですから、大気が揺らぎますとそのために擾乱を受けます。それが

像の乱れを起こす。これがボヤケを起こして、本来ならもっと詳しく見えるべき宇宙がボヤケてしか見えない。これが第2の問題。第3の問題に電磁波の散乱ということがあります。これは大気だけではありませんで地上も散乱いたします。最近では人工の電磁波もたくさんあるんですけれども、そういうものがバックグラウンドと言いまして、余分な情報として入ってきますから感度を落とします。そして最後に熱と重力の問題があります。これはたぶん、どこへ行っても避けられない問題なんですけれども、地上よりも遥かにいい場所は、もちろん宇宙へ行けばあるわけです。これは温度の変化が観測装置にもたらすさまざまな歪みであるとか、重力がもたらす困難が観測の精度を落とすということになるわけです。

これは電磁波ですが、横に波長を取ってあります。左端100mより長い方にも実はずっと電波は続いております。右の方、1（オングストローム）とあります。線よりもさらにずっと右の方まで電磁波は続いておりまして、この広い電磁波でさまざまな宇宙の現象を観測するということから現在の私たちの宇宙像というものが得られているわけです。例えばこの中では可視光とある部分、これが私たちに馴染みの深い宇宙。それから電波、最近この半世紀で開けた宇宙ですが、この2か所しか我々は宇宙を地上から見られないわけです。それに対して非常に広い他の電磁波の波長が開けている。

これは赤外線で見えた私たちの銀河系の中心部分です。こういう世界は、光で見ているは決して見えなかった世界です。可視光で見ると私たちの銀河系の中心は見えません。光が届かないんです。しかし赤外線で見るとそれを見通しまして、ここにちょっと光っている、これがまさに私たちの銀河系の本当に中心で、そこでは我々がまだ解決していない非常に激しい活動現象が起こっているということがわかっております。

これはまた別の絵ですが、電波で見ました、星が形成される時にその周りを取り巻いて回転するガスの円盤であります。これもたいへん冷たいガスの集まりですから光で見るとは決してできません。電波で見ますと、このように星が生まれる場合に、実はここに生まれかけの星、まだ赤ちゃんの星がいることがわかっているんですが、その周りを取り巻いて回転する非常に薄いガスの円盤がある。こういうものからいずれ太陽系が生まれてくるのではないかと、ということがわかってまいります。

こういう風に異なる波長で宇宙を見るということは、宇宙の中における非常に多様な物質の変化・進化・歴史をつかむうえで本質的であるわけです。

というわけで私たちは最初のフィルムにありましたように高い山を求めて現在、これはハワイのマウナケアの山頂、少し前の姿ですが、ご覧のように4200mのマウナケアのてっぺんには世界各国の一流の望遠鏡がズラリと並んでおります。これはもう世界中がいちばんいい所を、地上でいちばんいい所を目指して集まってきた結果でして、この地上には、このハワイのマウナケアの他に2か所ほど似たような場所がありますが、あとは残された場所は南極しかないといわれています。ご覧のようにここに建設中なのが我がすばる望遠鏡。8m望遠鏡でして、今年のうちにはここに大きな、これより大きなドームが出現するはずであります。

次に宇宙、要するに地球周回軌道ですが、現在、地上以外の天文学はもっぱら地球を周回する軌道上で行われております。宇宙科学研究所が打ち上げているX線の衛星、その他世界各国がさまざまな衛星をこういう低軌道に打ち上げています。低軌道の観測というの

は、先ほど言いましたように地上に比べれば極めて理想に近い場所ではありますが、将来的にはさまざまな問題が生じます。その中で恐らく割と大きな問題は、大きな地球ですね。すぐ近くにある地球がさまざまな放射を出します。それから軌道という限られた場所にいるためにさまざまな制限が生じるということです。

最近よく言われるようになりましたが、地球の周りは既にスペース・デブリ、さまざまな人間が打ち上げたゴミがいっぱい回っておりまして、そういうものに汚染されているんだと。これは実際どれくらい本質的な障害になるのかという問題はまだまだありますけれども、いずれ人間というのは地球の表面だけでなく宇宙を汚染していく。そういうことが障害になっていくということを警告している人たちもいるわけです。

そこで当然ながら月面ということを考える人たちはいるわけですが、アメリカではだいたい1980年あたりから真剣な議論が、特に天文学者を中心にやられるようになり、さまざまなプランが提案されています。これは「サイエンス」という雑誌に載りました、アメリカの天文学者のグループが描いた、ひとつの月天文台の、これは漫画のようなものですが、さまざまなものが展開できる。例えばこの中にあるのは直径がたぶん数mある望遠鏡がどうも中に入っている。これは2つの望遠鏡で干渉計を形成します。干渉計についてはあとでお話しますが、これはもちろん電波のパラボラ、電波望遠鏡であります。ここにあるのは古くからあるアイデアですが、月面上の窪みの上に金網を張って電波望遠鏡にしようという。実は地球上にあるいちばん大きな電波望遠鏡はプエルトリコにあるアレシボという所にあります。石灰岩地帯にある天然の窪地の上に金網を張って直径300mの電波望遠鏡を作っています。これが電波を集める能力ではいまだに世界一ですが、同じようなことを月でやろうじゃないかということです。

月にはこういう窪み、クレーターがありますので、誰しもこの上に張ったらいいのではないかということは思うわけです。これは直径15kmありますので、直径15kmの電波望遠鏡がすぐできるというわけです。

しかしながら月に天文台を展開する場合、まず重要なのは、こういう巨大な面を作るといことも大事ですが、分解能ということが重要です。といいますのは、月には空気がありませんので、極限の分解能が追求できます。

そのためには次のような干渉計という手法が適している。これは恐らくほとんどの天文学者が認めることだと思います。大きな大きな鏡を作るとは、月と言えどもたいへんです。重力が6分の1と言っても非常に難しい仕事になります。それよりも大きなパラボラをたくさんの小さな面に分割してやって、データをコンピュータで合成することが、いまや十分な精度で可能になっているんです。これはひとつひとつの装置の精度、最近のコンピュータの発展ということによって、いまたいへん進歩している技術です。例えば具体的には1kmぐらいの規模に小さな、小さいと言っても例えば1m~2mの赤外線望遠鏡を展開してありまして、干渉計として1つの望遠鏡とします。そうすると直径1kmの望遠鏡になるわけです。それからサブミリ波という短波長の電波とか、この場合は100km規模に展開することは技術的にはすぐ可能です。それから重力波望遠鏡。これもたいへん魅力的ですが、月では100km規模の重力波望遠鏡が地上に比べて極めて容易に作れます。さらに月を使った宇宙規模の月にあるパラボラと宇宙を周回するパラボラを合わせた干渉計、VLBI-NET。これは宇宙科学研究所が1996年に打ち上げるVSOP計画という、地球とそれを周

回するパラボラアンテナで構成するスペースVLBI計画がありますが、その大きな発展版になると思われます。

このような計画について少し具体的なものを紹介しますと、これはアメリカのNRCが行いました天文学の長期計画、これはパーコールレポートと呼ばれておりますが、それに載っている絵ですが、1.5mないしは2mの望遠鏡をまずは3つ、最終的には10くらい展開してある。この中に光を集めて合成して大きな望遠鏡とするという計画です。

日本では先ほどご紹介がありました月惑星協会が月面天文台構想として考えられましたのは、光の干渉計、これは1mくらいの望遠鏡を4つ展開する。そして、この真ん中に集める。この特徴はロボットですね。月ローバーの上に乗って自分で少しずつ移動しながらたくさんの範囲を集めていって、大きな望遠鏡としてのデータを集めていくというやり方です。

これがそのポンチ絵ですけれども、ご覧のように望遠鏡は上に乗っていてひとりで動くという考え方になっているようです。

干渉計というのは4つの望遠鏡だけで光を集めるのは難しいので、それが少しずつ移動して、順番に観測しては移動して、コンピュータに全部データを貯めまして、これだけの範囲に全部移動し終わったあとでコンピュータですべてのデータを「えいや」としますと、非常にシャープな宇宙の絵が描ける。これが干渉計のやり方ですが、若干時間がかかるんです。望遠鏡の数が少ないと時間がかかる。

これはクレーターの上に鏡を乗ければ重力波望遠鏡が自然にできてしまうという絵です。これは非常に精密なレーザー干渉計ですが、地上でこういうことをやろうと思いますと、このパスに沿って真空パイプを引きまして真空ポンプで中を排気して、非常にたいへんな、それから防振策、地面が揺れますので、そのようなことが月では極端に軽減されるという絵です。

そういう夢はいろいろ語られているわけですが、恐らく月面でもし天文台を建設するとすると、いちばんいい場所はどこかといいますと、地球の擾乱を避けて、地球の見えない月の裏側に作るという話もありますが、恐らくいちばんいいのは月の南極に、もちろん北極でもいいんですが、作るという考え方です。

月の上でいちばんの問題は、やはり太陽です。太陽の光というのは実に強烈で、それがモロにきますので、それが反射したり熱になったり、さまざまな擾乱になります。

これは月の南極地方ですが、月というのはほとんど首を振りませんので南極の、あるいは北極の、本当の極近くのクレーターの中というのは永久に太陽の光が射さない、常に真っ暗な永久に夜の場所があります。もちろんそこからは地球もほとんど見えない。したがって地球の擾乱もかなり避けられます。

これは想像図で、地球が寂しく浮かんでいますが、本当は地球もこのへんにおりまして、ここにかろうじて陽のあたるクレーターがちょっと見えている。それが地球の光と反射でボヤッと明るいという絵ですが、こういう所ですと、前のスライド、温度がたいへん低い。これは実にありがたいんです。作る方にはたいへんでしょうけれども、観測する方としては温度が低いということは赤外線等の放射がたいへん低いということですから、実に有利な素晴らしい観測条件。雑音が極めて少ない。太陽も見えないし地球も見えないわけです。それから観測は干渉計に極めて有利。細かいことは省略しますが、極地方というのは空が

非常に上手く回転してくれますので、干渉計で宇宙の像を合成するには実に便利な場所です。エネルギーの供給は、クレーターのリムの上に太陽電池を置いておけばよろしい。通信も地球が見える場所にパラボラを置いておけばすぐできる。

こういういいことづくめなんですけど、いい場所というのは行くのが難しい。恐らく南極に基地を建設するのは若干難しいだろうなあと私は想像いたしますが、とりあえず夢を語れといわれましたので夢を語らせていただきました。

最後に、こういうものを作って何をやるんだ？ 私たちから言うと、とにかくあらゆる波長で観測できる、これは素晴らしいことです。それから10000分の1秒というハッブルスペースステレスコプの1000倍詳しい宇宙が見えるんです。これは、こういう干渉計を作りますと十分に可能になります。既に電波では一部そういうことが現実にやられ始めておりますが、これがあらゆる波長でできるんです。それから、いま申しました南極に置けば、いつも最高の観測条件です。観測を休む必要はまったくないんです。忙しくてたいへんですけれども。

そういうわけで、こういう条件で何が見えるかと言いますと、細かいことは申し上げられませんが、ひとつには、我々の宇宙は膨張を開始して150億年ですが、その間に何が起こったかということが、かなり具体的につかめると我々は思っています。つまり私たちは現在、この宇宙が膨張して150億年の間に膨張しながら冷えてきた。冷えてきた間にさまざまな物質が作られ天体が作られ、複雑な構造をした物質の存在が可能になって、我々人間が生まれてきたという大雑把なシナリオは持っているわけです。そういう時代に我々は来ているわけですが、しかしその具体的なプロセスをひとつひとつ検証していくことは、まだまだ観測的な制限があって難しいわけですが、恐らく、月面にこのような大きな望遠鏡が展開される時代には、そのプロセスのひとつひとつを実際のデータの上で検証していくことが、かなり可能になるのではないかと、可能になるに違いないと私たちは思っているわけです。

もうひとつは、これも重要な問題ですが、我々の太陽系にある惑星系、つまり私たちの地球を含むこの惑星系以外の惑星系が、非常に精度を持って観測される時代が来る。これは見つかった見つからないというレベルではなくて、申し上げたような月面天文台では、他の太陽系における惑星をかなり詳しく観測できるであろう。このことは宇宙の中での我々人間というものがいっぱい何なのかと、先ほど申し上げた宇宙の150億年の歴史の中でどう生まれてきたかということとあわせて考える新しい要素となる。つまり人間にとっての技術的な意味での宇宙時代というだけでなく、思想のうえといいますが、自然理解のうえでの新しい宇宙時代に到達することができるのではないかとこの風に思うわけです。

最後に1枚。そういう夢は大いに描きたいわけですが、ただ現実もちろんなあるわけで、さまざまなステップがあります。最後にちょっと強調しておきたいのは、さまざまなステップ、先ほどお話しになりましたフェイズ1からフェイズ4、それにあわせてさまざまなことが考えられますけれども、現在、軌道天文台、すなわち地球周回軌道あるいは太陽周回軌道の上にさまざまな目的の天文観測衛星が上げられ、これは宇宙科学研究所が非常な努力を重ねながら進めておられるわけですが、その継続的な開発、発展ということをあわせてやりませんと、我々月だけを見ていて、実際の我々が現在できる、あるいは現在発展させることができる科学をいっしょに進めるということを疎かにしますと、これはとんで



もないことになるわけです。私たちにとっては常に高いピークを目指すということと同時に、いかに現在のサイエンスの裾野を広げていくかを、ふたつながらやっていくことは大事でありまして。

夢をお話させていただきましたけれども、ひとつだけ、我々は地上における望遠鏡の開発は進めますけれども、それと並んで、あるいは月へのステップ、準備と並んで地球を回るさまざまな天文台あるいはスペース望遠鏡の開発もあわせて、ぜひ進めていただきたいと思っているわけです。

ありがとうございました。

## 5 . 月・惑星の科学

宇宙科学研究所 教授 水谷 仁

宇宙科学研究所の水谷です。先ほどの海部先生の話にありましたように、我々が月に行けば宇宙についてもっと素晴らしい描像が得られるということです。月からの天文学以外にも、月面の環境を利用したいろんな科学についても発展が見られることは間違いないと思いますが、たぶん我々がこういう大きな月探査計画を行なうとすると、いちばん早く着実な成果があるのは、やはり月そのものの科学だろうと思います。月そのものの科学については、これまでアメリカのアポロ計画あるいはソ連のルナ計画等によっていろんな成果が得られていると思われていますが、本当の学問的な見地、例えば太陽系がどうやって生まれたか、あるいは月や惑星がどのようにして誕生して現在に至ったかということ調べようという学問的な立場からすると、そのようなミッションはほんのスタートラインに立ったところであると思います。これからは、そのスタートラインのさらに延長上にある本格的な調査の時代が必要ではないかと思えます。

これからの我々の月・惑星探査のキーワードは、たぶん、探査・探索・探検の「探」の時代から、将来は「査」をとった「調査」の時代だと思えます。これがたぶん日本の月・惑星探査のキーワードだろうと私は思います。調査の時代というのは、比較的、我々の人間の歴史のうえでは、無視されているわけではありませんが、あまり人に知られないものであります。例えば、いちばん最初の秋葉先生がおっしゃった南極探検の話がありましたけれど、もっと広い意味で惑星探査を地球の探査に例えてみますと、誰でも「コロンブスが1492年にアメリカを発見した」とか「バスコ・ダ・ガマが希望峰を通過してインド航路を発見した」ということは社会科で習うんですけれども、そのあと我々の地球にどういう生物がいるか、あるいはコロンブスがあるいはバスコ・ダ・ガマが広い海をわたって行ったわけなんですけれども、その海の中にどういう生物がいるか、あるいはその海がどういう構造をしているか、こういうことについての調査が行われたのは知られていないわけです。

例えば15世紀から16世紀の初めにかけて行われた大航海時代というのは皆さんよくご存知で社会の教科書にもよく出てくるわけなんですけれども、そのあと本当にそういう科学的な調査が行われたのは19世紀の初めから半ばにかけて行われたわけです。例えばこのビューグラフにありますのはチャレンジャー号です。チャレンジャー号というと、ここにいる皆さんはスペースシャトル・チャレンジャーの事故のことを思い出されるでしょうけれど、チャレンジャーというのはもとはこの絵にありますような調査船です。これはイギリスのヴィクトリア期のいちばん最盛期に行われた航海です。最近いい本が出まして西村三郎さんが「チャレンジャー号探検」という本を出されておりますけれども、この中にはこういうことが書かれています。欧米の列強諸国が、それまでに発見した探検船・測量艦の多くが、自国の政治的あるいは植民政策、あるいは政治的・経済的利益と結び付いた現実的な有用性を狙っていたのに対して、このチャレンジャー号というのは海の中にどういう生物がいるか、海の中がどうなっているかを調べるための、真理の探究・学問の進歩のためにだけ、「いうなれば人類全体の栄光を旗印に」と書いてありますが、これはイギリスの科学界の総元締であるロイヤルソサエティが企画して送り出した調査船です。これによって

近代の海洋学が生まれたわけですがけれども、我々はちょうどこのコロンブス、バスコ・ダ・ガマ、あるいはマゼランといった人のあとに続いた、こういう探検船の始まる時代あるいは調査船の時代にあるのではないかと思います。これによって初めて月や惑星の科学の本当のことがわかるのではないかと思います。

そういうキーワードに立って見ると月や惑星の探査ではどんなものが考えられるかがここに書いてありますが時間がありませんのでこれは省略しましょう。

これはアポロ17号の写真ですがけれども、アポロではいろんなことがわかってきてはいるわけです。例えば、こういう岩石がどういう風なものであるか、どういう地形をしているかというのがわかってきました。

アポロ11号から17号までの間に宇宙飛行士はだいたい300kgくらいの石を持って来ました。こんな石を持って来たわけですね。こういう石がどういう時代にできたか、どういう組成を持っているかということがわかってきました。

あるいは行ってみると月の表面は非常にたくさんのクレーターで覆われていることがわかってきましたが、そのクレーターが作られる頻度というのはどんどん現在になるにつれて落ちてきている。あるいは月が誕生した初期の時代には非常にたくさん隕石が降ってきた。現在のたぶん1000倍以上の割合でいろんな隕石が月面上にぶつかっていたということがわかってきました。このあいだのSL-9が木星にぶつかったのは、だいたい1000年に1度とっていましたが、たぶん40億年前にはたぶん1年に1回あるいは1か月に1回の割合で、ああいうものが地球にも落ちていたという推算になります。

あるいはアポロの結果、そういう岩石を調べた結果、いちばん大きな成果は、たぶんこの絵だろうと思います。月の誕生直後は月が非常に熱いマグマ・オーシャンというもので覆われていたということがわかってきました。それまでは地球も月も、生まれた時は冷たい塵・芥が集まった冷たい惑星から出発して、だんだん熱くなってきたという概念が一般的な惑星形成の初期の状態の考えでしたけれども、アポロの結果によると、月は少なくとも誕生直後は非常に熱くて、数百kmの厚さに及ぶようなマグマの海があったということになりました。これから、地球の初期もたぶんこういうものであろうという考えになってきたわけです。こういうこと、いろんなことがわかってきたというのは、アポロは必ずしも科学的な目的のために行われたミッションではありませんでしたけれども、こういう産物があったということは言えると思います。

しかし本当にこのアポロの成果から月がどうやって生まれたか、あるいは現在に至ったかということを知くには十分なデータが得られておりません。これは漫画的に、現在の月の起源についての我々の考えを描いたものです。よく言われているように、地球と月は兄弟である、あるいは地球から飛び出した、親子説と書いてありますが地球から分裂してできたものである、あるいは、どこかでできたお月様の素があってそれが地球の重力圏に捉えられて回るようになったものである、といった古典的な3つの説、あるいは最近では地球に火星サイズの天体がぶつかってきて、その飛沫から月ができたという巨大衝突説といったようなものが挙げられておりますが、いろんな説がありますが、現在では月を研究している人々それぞれと同じぐらいに起源説があるという状態でありまして、残念ながらいままでの我々の知識では、この起源説のうちのどれがいいということは答えられない状態です。

これが衝突起源説の絵ですね。

どうしてそういう状態になるかということ、我々の知らないことがいっぱいあるからであるのは間違いありませんが、特にこの絵にありますように我々が見たのは、あるいはアポロで調べたのは、この表面を調べたわけです。しかし実際にはここだけの中の方はまったく未知の領域として残されています。ここがどういうものであるか、月の中心部には地球のような鉄の塊があるのか、あるいはこのマントルと呼ばれている部分には地球と同じような岩石があるのか、赤い部分で書いてある月の地殻といいますけれど表層部分の岩石はどんな性質を持っているのか、この部分はどれくらいの厚さを持っているのかといったようなことが、ほとんどわかっていないからです。

月の起源とか誕生の謎を解くためには、どういうことを調べたらいいのかということが、いままでいろんな科学者によって提案されています。いくつかの10大謎というのが言われています。

10個あるかどうかは知りませんが、月の起源と進化を明らかにするためには、例えばこんなことを知る必要があるということが、かなり練られてきております。アポロがなければ何をやらたらいいかよくわからなかったんですけれども、アポロの成果でこれを次はやるということがわかってきております。いちいち読み上げることはありませんが、要するに全部かなりの部分が月の中側がどうなっているかがわかっていないために月の起源と進化が明らかにできないということでもあります。これは地球物理学的な問題です。

ここに書いてあるのは化学的な性質としてどんなものを知らなくてはいけないかというものを取り上げたものですが、ここでも全部表面の岩石についてはわかっているんですけど、次に知りたいのはやはり月全体、月全体というのは要するに中身がどうなっているかということですが、月全体のいろんな性質を持った元素がどうなっているかがわからないと、起源の謎に迫れないということがわかってきているわけです。こういう問題を解くのが、月そのものの科学についての次の目標であろうと思います。いま私たちの宇宙科学研究所で考えている「ルナA」というミッションがありますが、こういう謎を解くことがひとつの目標となっています。

これは97年に打ち上げる予定のミッションでありまして、これは1台のミッションで3か所に地震計と熱流量計の科学観測ステーションを作ろうというものです。アポロ宇宙飛行士も地震計あるいは熱流量系を持って行きましたけれども、ああいう場合1回行くと1か所に、着陸地点に観測機器を置けたわけですが、そういうことをしていると時間がかかるといって、このミッションでは衛星にこういう槍型のペネトレータというものを3台抱えていきまして、3台をそれぞれ衛星から切り離して、月面上にこういう槍を突き刺そうというものです。これは月面上にソフト・ランディングではなくてハード・ランディングするわけですが、月面にだいたい秒速300mくらいのスピードでぶつかります。ぶつかった時の衝撃はだいたい5000Gくらいかかるというものです。ぶつかったあと、地面の中にこの槍が入っていきまして、およそ2mくらいの深さまでもぐってしまうだろうと思います。その中に観測装置が入っておりまして、それで観測するということになります。

先ほど言いましたように月の中身を調べるのが非常に重要だと思っております、このミッションでは特に地震計が月面の広い場所に3か所置かれるわけです。この絵はわかり

やすいとは言えませんが、月を輪切りにしたところですが、月の中に深発地震、月の浅い方でも起こりますが、深い所に地震がこういう所で起きるとしますと、黒い線がそういうものですが地震の波が広がってきます。もしこういう真ん中に地球と同じような鉄の塊がありますと、それが地震の波に対して一種のレンズの効果をしまして、非常に地震の波が強く来るところ、あるいは地震の波が来ないところが出てきます。こういうことが起きているかどうかを地震計で調べることによって月の中身の様子を調べていこう。あるいはこの地震の波が伝わってくる時間を計りますと、その物質の中を地震波がどれくらいの速度で動いていったかというのがわかります。それがわかると、その中身の物質がどういう構造あるいは組成を持っていた物質であるかというのがわかる。ということで、この構造と組成を地震学的な手法によって明らかにしようというのが「ルナA」の目標です。こんなことが、まずたぶん、これからの月・惑星の調査、ミッションとしては最初の取っ掛かりだろうと思います。

「ルナA」では3か所に地震計を置きますが、実際地球では、これくらいのネットワークがあって初めて地球の中身がわかるようになってきました。ですから「ルナA」ですべてわかるというのは期待できませんが、今日の話にあるような月ミッションが行われるようになりますと、これくらいのネットワークはいずれできるようになりたいものだと思います。

こういうことは、ほとんどたぶんロボットでできると思います。人間が行く必要はないだろうと思います。人間が行って面白いのは、たぶんこれから述べるようなことだろうと思います。これは非常に特別な地域の写真を持ってきました。ここにある地域ですね。普通はこういうクレーターや山があるのが月面の特徴ですが、ここに非常にヘンテコリンな地形があります。ぶどうパン状に、この中身はこうなっています。これに似たのはたぶん地球ですと地熱地帯のような所ですね。月は30億年くらい前までにはほとんど活動を終えて非常に冷たい天体になったと思われていますけれど、時にはこういうものがありまして、これは比較的最近まで活動した火山のように思われる節があります。こういう所は、ぜひ細かく調べる必要があるだろうと思います。

こういうものの謎を見るには、やはり人間が行く必要があると私は思います。なぜ人間かという、ロボットでいろいろ観測はできると思いますが、結局のところ人間が行くことは、こういう難しい地域、あるいは難しい地質を調べるには、どうしてもやはり人間だろうと。人間は何がいいかという、人間は考える能力があるからです。ロボットも考える能力はもちろんありますが、たぶん人間のもっとも得意とするのは、こういう複雑な地形を詳しく調べることによって、その地域についての、ある種のインスピレーションを得るところが人間の役目だろうと、それから何かすぐ直接的に答えを出すのが人間の得意とするところではないと思いますが、たぶんこういう非常に込み入った問題を解決するうえで人間のいちばん特色を生かせるのは、そういうものを見ながら何らかのインスピレーションを得る、あるいはその問題解決の糸口をつかむ考えを持つということだろうと思います。そういう意味では、ぜひこういう地質学的な素養を持った人がこういう所を詳しく調べるということがいずれ必要になるだろうと思います。

いちばん最後のスライド。これは宇宙飛行士が月面を歩いているところです。こういう人の役割は、先ほど言いましたようにインスピレーションを得るということにあって、決

してロボットではできないところは、きっとあるだろうと思います。こういう時代が早く来ることを願っています。

## 6 . 有人宇宙活動の社会的意義

評論家 立花 隆

今日はいろんな先生方からたいへん楽しい夢のようなお話をたくさんうかがったんですが、僕はこういう夢がとても大事だと思うんです。アポロ計画のことを考えますと、いまから振り返りまして、アポロ計画のスタートからアポロ11号までの期間は本当に短いんですね。本当に10年くらいでやっちゃうわけですが、あれがどうして可能であったかといえれば実はアポロ計画がスタートするずっと以前の前段階が物凄く長くあるわけです。アポロ計画というのは実質的にフォン・ブラウンのチームがやったわけですが、彼はよく知られているようにナチス・ドイツでV2号ロケットを作ったわけですが、実はそれ以前からフォン・ブラウンのチームは、ちょうどいまいろんな先生方が語ったような宇宙に対する夢というのを、みんなで語り続けていたわけです。その時代に本当にアポロ計画のような計画を、誰もまったくそういうことを信用しない、そんな本当に夢物語というようなことを、青年時代のフォン・ブラウンたちが語りあっていた。それが戦争に負けてアメリカにわたって、いろんな有為転変のあと、思いがけないチャンスを与えられて、あれを一挙に実現に移すことができたわけです。

今日いろんな夢を語ってくださった先生の中で天文台の海部先生がいらっしゃいますが、僕は海部先生の野辺山天文台の電波望遠鏡の開発過程を実はずいぶん前に取材しまして、あれは本当に驚くべき望遠鏡なんです、あれも本当のスタートの時は誰もあんなものができるとは、とても夢にも思わないような、本当に夢のような話を大風呂敷を広げて、特に海部先生のお師匠さんの森本さんという、有名な大風呂敷な先生がいらっしゃいますが、あの方は本当に、そういう大風呂敷にいろんな人を巻き込んで実現しちゃうわけですね。今日も月面天文台の話聞いていまして、森本先生はもう引退していらっしゃいますが、海部先生は大風呂敷だけでなく、たいへん実行力のある方で、ハワイのあれをどんどん作っていらっしゃいますが、恐らくいずれああいう夢が必ず実現する時が来るんじゃないかと思うわけです。

こういう夢を語ることに特に必要なのが、さっき水谷先生がコロンブスの時代の話をしましたけれど、宇宙開発というのは大乘的にはやはりコロンブスが語ったような夢を実現するのと非常に似たものであるわけです。あの時代にはコロンブスは自分の夢にスペインのイザベラ女王と王様と、あのふたりを巻き込めば、彼らをパトロンにすることができれば自分の夢を実行に移すことが可能だったわけです。ところが現代の宇宙開発というのは、王様とかそういう連中を夢に巻き込むだけでは十分でない。現代社会においては、やはり王様がパトロンになるのではなくて、国民全体がパトロンになる。どうしてもこういうものは税金を使ってやるわけですから、納税者全員を上手く夢に巻き込まなければ、実行に移せないわけです。その時、そういう夢に、いかにして国民の大多数を巻き込んで「なるほど」と思わせるかという、そここのところに僕は宇宙開発の未来がかかっていると思います。

そこで、有人宇宙開発という今日の論点に入っていきますが、これからの宇宙開発は有人か無人かという議論はこれまで何度も繰り返されましたし、これからも何度も出てくる

テーマだと思います。日本の宇宙開発においては、かつては有人の「ゆ」の字も宇宙開発政策大綱等で出せなかったわけです。しかし、この前の政策大綱から有人に必要な基盤技術の獲得を目指すという形で、本当におずおずながら有人という言葉を出してきたというところですね。今度の新しい長期ビジョンの中では、非常に慎重な言い回しながら、有人というのも日本の宇宙開発が目指す方向であるという立場を、ある程度ハッキリ出しています。これは長期ビジョンのレポートですが、ご覧になった方はご存知かも知れませんが、この後ろの方にいろんな資料がついていまして、僕がひとつビックリしたのは、この中に世界各国のこれまでの「有人宇宙滞在実績」というグラフがあるんです。これを見ますと驚くことに、これは1992年末までなんです、このあと日本には向井さんの有人実績が加わるんですが、それをプラスすると日本は何と世界第5位の有人宇宙活動実績を持ってしまっているんです。もちろん世界5位といっても、1位と2位のロシアとアメリカに比べれば2ケタもオーダーが違うわけですが、いつの間にか有人の「ゆ」も言い出せなかった国が世界第5位の有人実績を持つ国になってしまった。これからは日本は確実に「有人」を日本の宇宙活動の中に組み込んでいく時代が既に来ているわけです。しかし、とはいっても、秋山さん、毛利さん、向井さん、3人はすべて乗せてもらっただけでして、有人の一貫技術はいまだにアメリカとソ連しか持っていないわけです。

今後の日本の宇宙開発を考えた時に、今後も乗せてもらう立場の有人で行くのか、あるいは独自の有人一貫技術を目指すのか、そのへんのところが大きな問題になってくると思います。どちらかという、有人一貫技術はとても無理である、そんなのはできっこない、だいたい日本の限られた宇宙予算でそういうものに大きな金を使うと他のところがへこんでしまうから、そういうことはやらない方がいいというのが、ほぼ恐らく日本の宇宙関係者の大きな意見だろうとは思いますが、しかし僕の個人の意見としましては、やはりもう少し日本独自の有人を、ある程度目指すべきではないかと考えます。その理由はいくつかありますが、今日はそれを喋ってみたいと思います。

ひとつは特に、なぜアメリカとソ連の宇宙技術が、これほど他の国と比較して段違いのものになってしまったのか。これにはもちろん歴史的ないろんな理由があるわけですが、僕は見逃せない大きな理由のひとつは、やはり米ソがあくまでも有人でやってきたから、有人でやってきたことによってあれだけの技術的な飛躍が実現できたのではないかと思うわけです。そもそも、いちばん最初はスプートニクから始まるわけですが、スプートニクからガガーリンに至る、あの過程の中に僕は物凄く大きな飛躍があったと思います。スプートニクは実際ソ連が現実的にミサイルとして開発していたロケットの先端の弾頭の部分に、本当に小さな発信機を付けただけのものです。スプートニクまではミサイル派生技術といっていいような宇宙開発でしかなかったわけです。あのあとソ連がもし、人間、有人の宇宙進出を目指さないで、スプートニクの発展形、スプートニク2号・3号という形で以後の宇宙開発を考えていたら、いまとはまず全然違うものになったと思います。そうやって人間が有人技術に、あそこからガガーリンに行くことによって何が違って来たかという、それはいちばん大きな違いというのは僕は意味的な違いだと思います。

つまりスプートニクは、言ってみれば人類が物をできるだけ高く遠くへ放り投げるのと同じようなことです。しかしガガーリンになって人類自身が宇宙へ出て行くという、それを目指すということは、人類自身が宇宙へ進出するという主体的な行動なわけです。言っ



てみればリモコンでオモチャの飛行機を飛ばすのと、飛行機を自分自身で操縦して空へ出るのと、それぐらい大きな違いがあったと思います。そうやって人間自身が外へ出るというのが宇宙の新しい目標になった時に、スプートニクの時代にはもっぱら世界には新しい宇宙技術を人類が獲得したことに対する喜び的な共感というよりは、むしろソ連という得体の知れない国が、あれはもう事実上のミサイルだと、スプートニクがアメリカの上を飛んでいる時に、いま水爆があれから落ちこちてきたらどうするみたいな、そういう恐怖心であの開発を受け止めたアメリカ人の方が多かったし、また世界的にも共感よりむしろソ連に対する恐怖心みたいなものがスプートニクの段階では非常に強かったわけです。しかしガガーリンが空を飛んだ時の世界の反響はまったく違ったわけです。これはもう人類の一員が宇宙へ行ったということに対する物凄い共感というものを呼び起こしたわけです。ガガーリンはソ連の英雄から人類の英雄へと、そこで変わったわけです。

やはりそれは、そこへ人間が行ったことによってもたらされたインパクトの大きさの違いというのだと思います。それが単なる宇宙開発を「モノ」の発展形から人が主体的に出て行くものに変えたことによってもたらされた大きなインパクトであるわけですが、その他にやはり、有人にしたことによって物凄い大きな違いが出たのは、非常に開発する側が高い信頼性を持った技術を開発したことだと思います。やはり有人である限り、失敗というのは絶対に許されないことであるというのは、その当時から有人に関する技術者の第一に念頭に置いていることだと思いますが、日本のように、有人というのは遥か遠く自分たちが直接関係しないというレベルだと、どうしても信頼性の問題で一種の気の緩みが僕はあるんじゃないか。例えば、この前の「きく6号」の問題にしても、あれがもし人が乗る宇宙船を設計し、それを打ち上げるといってもやったら、とても恐らくああいう許されない失敗が起こるわけはなかったろう、どうしてもこれは有人ではない、ただの試験衛星であるという一種の弛みといいますか、それが背景、心理の根本のところにあったのではないかという気がします。あの時には「きく6号」を何とかして立て直そうとして筑波でいろいろやっていた技術者の方に電話で取材して、いろいろと話を聞きまして、僕はそれをやりながら、この前の「アポロ13号」のテレビ番組を何人かの方はご覧になったと思いますが、僕はまさにあれを思い出した。我々が直面しているのはあれと同じ場面だと思って必死で頑張ったけれども、もうどうしようもなくズルズル燃料が切れてって、13号の時も酸素がどんどんどんどん消えていくという時に、地上のスタッフたちが、目の前で血管を切り裂かれた人間の血がどんどん流れ出しているのをどうしようもなく見てたような心境だと言いましたが、あれと同じ心境になったと言っていました。しかしそうはいつでも、やはりアポロ13号を立て直した人たちと、どうしても「人が乗っていない、これはモノにしか過ぎない。本当に決定的に取り返しがつかない失敗ではない」という意識が、やはり有人でない限り、どうしても拭いきれないものがあつたんじゃないか。やはり米ソ両国は、本当の本当に失敗が許されない有人というもので宇宙技術というものを開発してきたから、今日あれだけ段違いの技術を開発することができたのではないかという気がするわけです。ですから日本も本格的にやろうと思うなら、やはり有人をきちんと目標においてやらなければならないじゃないか。

それからもうひとつ有人を目指すべき理由として、有人でやらない限り得られない技術というものがあつたわけですから、それは今日の大坪さんの話にあつたような生命維持技術、特

に閉鎖生態系の技術、これは全部無人でやる限りにおいて必要ないわけです。やはり生命維持関係の技術というのは、どうしても有人でやらない限り本当の本気の開発にはなかなかならない。生命維持関係の技術というのは宇宙関係技術の中でも、僕は開発する意味合いにおいても非常に大きなものがあると思いますが、それはやはり有人というものを視野に置いた宇宙開発でなければ真剣な取組みがないだろう。いま日本でも徐々にやる必要がありますが、予算の付き方から言っても何から言っても、まだまだネクスト・ステップへの初めというレベルであるわけです。

それからもうひとつの大きな問題は、先ほど言いましたように宇宙開発というものが持つインパクトと言いますか、持つ意味合いと言いますか、そもそもなぜ人間が宇宙へ行くのかという、その目的の問題が、この有人を目指すか、それとも無人ですませるかという問題の非常に大きな根本のところに関ってくるんじゃないか。やはり有人でやる限り、有人で宇宙へ進出する場合には、人間が宇宙というものを人間の活動圏の中に組み込む、人間の活動圏というものを宇宙へ広げるといふ、そういう主体的な宇宙への進出が、そもそも宇宙へ行く目的であるということになるわけですが、有人ではない限り、宇宙は利用の対象でしかないわけです。

人間が有人で行く場合においても、実は人間の活動圏の拡大を目指すという意味合いの他に、人間の方がより効率的である、有効であるという立場で有人という方向を目指すという考え方があって、実は長期ビジョンの一部にも、それが有効である限り日本も有人を目指すべきであるという書き方がなされていますが、この場合には、本質的には人間が宇宙へ行くことが重要であるというよりは人が行くことが便宜的選択としてより実用的である、より有効であるという考え方に立つのだらうと思います。その意味合いにおいてもある程度、有人というのは意味のあることで、先ほど純無人建設による有人基地の開発というのが、恐らく効率的に言って、かなり無理があるんじゃないか、やはりどうしても人間を送って、人間が相当の機械技術を使いながらやるという方向にしないと、恐らく経済的にも技術的にも、あれはちょっといまの計画のスケジュールでは恐らく実現できない。やはり人間を組み込んで人間自身が有人基地を建設するという方向に、いずれ行かざるを得ないのではないかという気がします。

しかしそういう効率的・実用性の方向からの有人を目指すことよりは、僕はいちばん大事なものは、そこに行くのが人間であるという、その意味合い。それがなぜ大きな意味を持っているかという、人間というのは、あらゆる動物が実はそうなんです、自分の種、同じ種のものに対して動物は物凄い関心を持つわけです。自分以外の種に対しては関心のレベルはこんなに違うわけです。人間も他の人間が何かやっているということに対しては物凄く大きな共感を持つし、他の人間がやっていることに対して感情移入を物凄く強く持つわけです。これは例えばアポロ11号が月着陸する時、ちょっと年とった方はだいたい記憶なさっていると思いますが、あれは世界中の相当分の人間がテレビ中継をみんな手に汗を握りながら見たわけです。ところが、それほどずれていない時期にソ連が「ルナホート」みたいなものを送り出して、あそこで無人の機械をガチャガチャやるわけです。そういうのは誰も手に汗を握るという気持ちで見るということはないわけです。これはやはり、そこに人間が行って人間が何かやっているという、そこにいるのが人間だという、まさに顔がある特定個人、それが何らかの意味で自分が知っている人間であるという関心があっ

てはじめて、あれだけの大きな関心が呼び起こされたわけで、それは日本の宇宙開発への日本人の共感の歴史を見ても、秋山さん以前、毛利さん以前、向井さん以前の日本人の宇宙に対する関心と、あの3人が立て続けにやったいまの宇宙に対する関心とでは本当に質的・量的に圧倒的な違いがあるわけです。これまでもアポロ計画なり何なり人間の宇宙開発の歴史は続いてきたけれども、日本の宇宙開発に対する報道の量というのは、日本人が行ってからではまったく違うレベルのものがあったわけです。そういう報道量があったことによって、つい最近どこかの新聞が調査していましたが、子供が将来何になりたいかという調査の中で宇宙飛行士が将来になりたい職業の、確かトップ4、5位に女性も男性も入ったわけです。やはりそれぐらい大きな関心を国民全体、特に子供たちにあれを持たしたというのは、日本人自身がそこに行っているという、それをマスメディアが伝え、大きな国民的な関心を呼び起こしたことだと思うんです。

先ほど言いましたように宇宙開発というのは、凄まじい巨額の予算を必要とします。そういう予算は、やはり国民的合意、少なくともそういうことにそれだけのお金を使うという共感なしには、今後の宇宙開発はまったく進まないわけです。そのためにも、どこまでも無人でやるということではソ連の「ルナホート」程度の関心しか呼び起こさないのであって、やはりどこかで日本人自身が宇宙へ、日本人自身の手で行くんだというキッカケがあった時に初めて、本格的に日本人全体が日本の宇宙開発に対して、大きな予算を使っていくということに対して、みんながコンセンサスが出てくるというか、そういう可能性が出てくるんだと思います。日本の宇宙開発の予算の少なさが、これまで日本の宇宙開発のいちばんの桎梏であったわけですが、それに対して、先ほど言いましたように有人なんかやると、少ない予算の取り分がもっと少なくなるというような内向きの考えで宇宙関係者が行くのではなく、むしろ有人を目指すことによって一挙に日本の宇宙開発の予算全体のパイが広がるんだという方向で行かない限り、日本の宇宙開発の大きな発展は恐らくないと思います。

そして、さっき言いましたように有人を目指さない限り、宇宙開発の視野に入ってこない重要な技術として、生命維持関係の技術・閉鎖生態系の技術・いわゆるセルス関係の技術があるわけです。この関係というのは、宇宙開発はいろんな目的を持っていますが、宇宙開発の主要な目的のひとつに、英語で言うと「ミッション・トゥ・アース」、つまり宇宙へ行くことによって地球をより良くし、地球をよりよく守ることができるようになるんだという側面があるわけです。一般的に宇宙開発に「ミッション・トゥ・アース」、地球のための宇宙開発というものがあるんだという時に、普通その中に勘定に入れているのは、軌道から地球を見ることによって初めて地球がトータルに見ることができる。いろんな波長で地球を観測すると地球の自然の姿が、人為的な活動を含めて非常によくわかるわけです。しかし「ミッション・トゥ・アース」の技術の中には、そういう観測することによって得られる地球に関するより深い知識だけではなくて、いったい地球というものがそもそもどういうメカニズムになって地球の生態系を上手く維持しているのかということを探る要素が入ってくるわけです。非常に重要なものとしてあるわけです。その面で、やはりいちばん重要なのは僕はセルス関係の技術、つまりミニ地球を作ってその働きを見る。地球と同じエコシステムが本当にできるのかどうか、それをやることによって地球のメカニズムが本当にわかってくるんじゃないかと思います。そのところを本格的にやらない限

り、これからの宇宙開発を目先、10年20年という単位で考えるだけではなくて、さらに100年、あるいは1000年、目先1000年を考えた、非常に長期的な人類の宇宙進出を考えた時には、どうしても必要な基盤技術になってくるわけですが、それがあくまでも無人でやっている限り日本はその技術に本格的に入っていくことはできないだろうと思います。

あまり時間がありませんので話をどんどんはしょりますが、実は来年の日本の小学生の国語の、確か4年生か5年生用の教科書に、私が昔「科学朝日」に書いた文章が収録されることになりまして、人類にとって宇宙時代というものをどういう風に考えるかということ非常にわかりやすく書いたものなんですが、その中で私は、大雑把に言うとだいたいこういう意味のことを書いたわけです。人類はこの地球環境の中で、何十億年の地球の歴史の中で本当につい200万年くらい前に突然、進化史の中で生まれたわけです。しかもそれは人類の先祖の先祖の先祖ぐらいのあれが生まれたわけで、本当の我々の直接の先祖はたかだか30万年くらい前にしか発生していないわけです。そういう物凄い長い歴史の中で、いま人類は生まれ育った地球環境の外にちょこっと首を出すという経験をしたわけです。これはちょうど、昔、水の中で生まれ育った生物がちょこっと陸に出て戻る、そういう両生類に進化したような段階である。この宇宙の中で確実に宇宙人と言えるのは、実は我々地球人しかいないわけです。我々は我々を地球人だと思っているけれども、我々は同時に宇宙人でもあるわけです。しかし現在の時点というのは宇宙的なタイムスケールの中での人類の進化というものの中から考えた時に、初めて原地球人が宇宙両生類に、いまちょうどなったところであると。このまま宇宙進出をこの程度で止めてしまうのは、宇宙両生類のままで留まっていこうという選択になるのであって、本当はもともとポテンシャルには人類は宇宙人なのであるから、宇宙全体を人間の活動圏として考えるような将来を本質的には持っているんだと。それを忘れて宇宙進出をやめる人間というのは、水の中に留まり、あるいは両生類のままに留まった生物たちと同じようなことになる。我々の正しい選択は宇宙両生類になることではなくて、宇宙人を目指すことにあるという文章なんです。これが小学校の先生方のたいへん共感を呼びまして、ぜひ教科書に入れてくれというので来年からは小学生がそういう文章を読んでこれから育ってくるわけですね。これから小学校の生徒の間で恐らく「お前は宇宙両生類程度の人間だ」と、そういうことをゴチャゴチャいうような世代がこれから出てくるわけです。

そういう意味で我々は、いまのところ考えられているのはせいぜい数十年単位の未来、せいぜい半世紀くらい先しか一般には考えられていませんが、やはり人類がこれから千年万年先にいったいどういう可能性を持っているのか、その中で人間がどういうことをしていかなければならないのかということまで、つまり宇宙的スケールで、現在の宇宙開発を位置付けて考えていかなければならないだろうと思います。

確かアポロの絶頂期の時には、そういう非常にスケールの大きい宇宙の夢がたいへんたくさん語られていたわけです。前からやっている宇宙関係者の方はご存知のように、あの頃は「宇宙コロニー計画」という、ラグランジェ・ポイントに物凄く巨大な宇宙コロニーを作るんだという、そういう計画がたくさん語られていたわけです。今日語られた夢より遥かに大きなスケールの夢が語られていたわけです。そういうものは、いまは、ただの夢物語として捨てられているわけですが、しかしあれが本当にただの夢に過ぎないのかと言うと、決してそうではないわけです。今度の長期ヴィジョンの中でも、冷戦時代が終わっ

て、いままで宇宙開発をドライブしていた米ソ両国の軍事的に役に立つ意味での宇宙開発という要因がなくなったところで、何となく世界全体の宇宙開発の予算が下がってきまして、だんだんポテンシャルが落ちた状態にあります。こういう状況というのはむしろ、我々の宇宙開発にはいい状況であって、冷戦時代、世界の軍事予算がどれくらい使われていたかという、だいたい500兆円／年間使っているわけです。今日の計画の中で月計画はちょっと安い見積もりで、あれが数兆円でできるとはとても思わないんですが、それにしても一応数兆円であれができるという計算もあるわけですね。年間500兆円の世界軍事予算を考えたら、屁でもないような金額です。昔、日本の宇宙関係者の中で、やはり大風呂敷が得意な大林先生が、この問題に言及されて、いま世界の軍事予算の1%を毎年投入するだけで、ああいう宇宙コロニーみたいなものは実は簡単にできるんだと、少なくとも金銭的、経済的にはそれくらいのことが可能だとおっしゃっていましたが、軍事予算の1%というと年間5兆円です。それくらい、もし毎年、宇宙コロニーなら宇宙コロニーを目指すということで投入し続けていけば十分それは実現可能な計画であるわけです。

そういう風に、実は夢物語と思っていることが資金を投入する、人材を投入するということをやれば、人類の前には可能性として広がっているわけです。冷戦時代が終わったことによって、これまで相当の規模のマンパワー、資金の投入がアメリカでもソ連でも急激に落ちていますが、これは方向としては、これまで宇宙開発を引っ張る理念の部分が軍事絡みが相当あったためにそういうことになっているわけで、本来ならばここで、宇宙開発の目的をもうちょっとハッキリとシフトさせて、宇宙への資金投入そのものは高水準を維持する方向に行くことが、経済的にも実は正しい選択なわけです。経済学、特に近代経済学を学んだ方は誰でもご存知のように現代の高度経済社会における最大の問題は、要するに常に投資不足に陥りやすい、投資不足の結果、どうしても有効需要が不足しがちである。そのために公共事業でどんどん金を使うという経済政策が世界中で行われているわけですが、日本ではいたるところに音楽ホールとか何か作って、物だけ作るということが盛んに行われていますが、そういう公共事業の投資はいくらやっても日本の未来のパワーにはならないのであって、日本の本当の技術力・経済力の根っこのかさ上げになるような公共事業投資が必要なわけです。日本というのはどうしても資源も何も無い国ですから、知的マンパワーが持つ力を非常に高いレベルに維持し続けなければならないわけで、そのためにはやはり高い知的マンパワーを持つ人たちが、やりたい知りたいという意欲を持っていることを中心に公の投資をどんどんやっていかなければならないわけです。

それには宇宙というものは最大の、いちばんいい経済の牽引力、技術の牽引力になるんじゃないか。一国の経済政策のうえでも、あるいは地球全体のこれからの経済社会の牽引車としても意味がある。つまり人類全体がひとつの大きな夢を持って、それを目指すという方向に、どんどん大きな経済投資をしていくことによって、人類社会全体の経済活動の総体を高いレベルに維持していくことが可能になるのではないかと。それを引っ張るいちばん大きなものとして必要なのは、いちばん最初に語ったような「あ、それができたらいいな。そのためだったら、みんなで努力したい」という人類全体が共感を持って語れる夢を見ることだと思っただけです。そういうものは、夢を語る能力がある人たちが具体的な形ある夢として人々全体の前に提示する、それがまず必要だと思うわけです。先ほど言いましたようにコロンブスは、そういうものをイサベラ女王の前に必死で自分の持つ夢をずっと、

彼女の心を引き込むように繰り返したわけですね。今日いろんな学者の方が語ってくれたような、こういう夢の語りかけを国民全体、人類全体に向けて、我々がこれまでやってきた冷戦時代におけるような、ああいうものに無茶苦茶な金を使うことをやめて、そのお金をこういう方向に振り向ければこうなるんだという夢を提示していくことが何よりも必要だろうと思います。

時間がなくなりましたので、このあたりで終わります。

## 7. パネルディスカッション「日本は何を目指すか？」

的川 宇宙科学研究所の的川です。テニスをやっていた頃は1965年で65年には65kgでした。1994年になりまして私94kgにいまなります。テニスも重量別にすべきだという主張を繰り返しておりますが、連盟からはハネられております。先ほどから何人かの先生方、昨年12月から7月まで長期ビジョンの議論がありまして、7月にそのレポートが出ました。現在は日本の宇宙開発の基本方針である「宇宙開発政策大綱」を宇宙開発委員会の指導のもとで、これから改定の作業に入ろうということで、私が聞いている範囲では来年の4月から5月か、春のうちにはぜひ改定作業を終えたいとお聞きしています。今日はその狭間の時期でありまして、長期ビジョンが出て、それを政策大綱に結実させるために重要な時期でありますので、世界と日本の宇宙開発の未来にたいへん多くの関心をお持ちの方から高い知見を持った方々6人の方にお集まりいただきました。日本のこれからの宇宙開発の方向について、忌憚のないディスカッションを展開していただきたいと思います。

立花先生のお話にもありましたが、人類全体が冷戦後の情勢を踏まえて、共感を持って語れる夢をみんなで共有したいという方向での方針ないしは展望を、日本の宇宙関係者は示すべきであるとおっしゃったんだろうと思います。宇宙の関係の人より外の方が夢が大きいというのではたいへん恥ずかしい話ですので、今日のパネルディスカッションの中から、ぜひ会場の皆様といっしょに夢を共有でき、同じ土俵に立てるように大いにパネラーの皆様にも頑張ってくださいと思います。

ここには恐らく科学技術庁の方も見えていると思いますが、よく政策大綱や長期ビジョンを立てますと、あと10年ぐらい経って、あれを立てた時の科学技術庁の局長さんはどなただっけ、という話がよく出ます。あるいは宇宙開発委員長の代理の先生どなただったかなと。その時ちょっとショボい案が出ますと、あれは宇宙両生類だったのかなと言われると困ります。やはり、その時、現在に生きている人が大いに展望を作っていくべきだと思います。今日の議論を大事にしていきたいと思います。

パネラーの皆様をご紹介します。

宇宙飛行士の人をどこに座っていただくか、たいへん考えたんですが、ちょうどアイウエオ順に並べますと両端に来ていただいたので今日はちょうど収まりがつかしました。アイウエオ順にご紹介いたします。

皆様から向かっていちばん左側、1990年12月にソユーズロケットに乗りまして、日本人として初めて宇宙の人となりました。旧ソ連の宇宙ステーション・ミールで生活されて、現在TBSの国際ニュースセンター長であります秋山豊寛さんです。

次が、宇宙開発事業団におきまして、いくつもの人工衛星の開発に従事されました。現在、同事業団の理事をなさっております石澤禎弘さんです。

次は、女性の立場から歴史や戦争を見直しながら、「積乱雲」「天上の虹」等、数々の名作を世に出されております漫画家の里中満智子さんです。履歴書を見せていただきますと、血液型がB型ということで、私B型の方が大好きなものですから嬉しくなりました。

こちらNHKスペシャルのチーフプロデューサーとして、「火星大接近」「銀河宇宙オデッセイ」「ナノスペース」、現在毛利さんがキャスターをなさっている「生命・40億年はる

かな旅」といった数々の名作をお茶の間に届けていただきました。現在NHKの解説委員としてご本人のお顔をたびたびブラウン管で拝見しております高柳雄一さんです。

次は、言語、表現、情報、文明等、非常にたくさんの方面にわたる人間科学の論題に挑まれまして宇宙デザインという概念を設計されまして、宇宙社会学の開拓者となられた方です。その著書の「宇宙開発と人類の選択」は私も夢中で読ませていただきました、津田幸雄さんです。

お待たせいたしました。一昨年9月、ちょうど2年前のいま頃でしたかスペースシャトル・エンデバーのペイロード・スペシャリストとして「ふわっと'92」の大任を果たされた宇宙飛行士の毛利衛さんです。

以上6名のパネリストの方々によりまして、「日本は何を目指すか？」という題名でいろいろと議論を展開していただきたいと思います。

実はまったく打ち合わせのないパネルディスカッションなので、最初に鍵を与えていただきたいと思ひまして、秋山さんから順に3分ないしは5分くらい、日本がこれから目指す宇宙開発について、自分がもっとも言いたいことをおひとりずつ話していただいて、それを元にして私の方でパネルを組み立てさせていただきたいと思ひます。

秋山 3分から5分ということで要領よく言わないといけないんですが、簡単に言いますと、日本は何を目指すのか？ 結論的にいうと人類の付託を得て未来に対する責任を果たす、一行で書くところということになります。どういうことかということ、あと5億年なり10億年すると地球は人類が住むのに適さない場所になるだろうという予想があります。これは天文学者の方が詳しいと思ひますが、だいたい何億年後かにダメになる。そうした時に私たちの子孫、未来。私たちは過去に責任がある、あるいは現在に責任があるだけでなく、環境の問題も含めて未来に責任がある。とすれば未来に対する責任を果たす人類の一員として宇宙に進出することは当然いまから準備すべき。しかも技術がないのなら別ですが、技術があるんだったら、あるいは頭脳、知恵があるんだったら、当然それを目指すのが私たち人類の一員としての日本人、日本にたまたま生まれただけなんです、そういうものの責任ではないだろうか。つまり未来への責任としての宇宙進出。

その次に、じゃあそれは可能なのか。技術的に可能だろうし頭脳的にも可能だろう。じゃあ財政的にはどうだろうか。先ほど立花さんがちらりと触れられましたが、例えば私も日本各地、子供たちに夢を与えてくださいという話がありまして、話す機会があつていろんなところを訪れています。日本各地が東京の小さいものになりつつある。つまり公共投資、社会インフラですね。道路、橋、市役所あるいは公民館その他諸々、みんな基礎的な投資が終わっている。いろんな省庁で「予算が足りない。予算が足りない」というお話ですが、本当に足りないんだらうか。例えば河川にしても、一級河川・二級河川のだいたい修復が終わっている。50年に1度の災害に耐えられる。じゃあ今度は100年に1度を目指した形でやるか、あるいはダムを何十個作ると建設省は存立しようと、恐らくそうした逆転した思想がずいぶんあるのではないか。そうしますと、行政改革なり何なりがここ数十年の政治的テーマになると思ひますが、その中で、当然いまの予算の中で、それこそ数兆円というのはすぐ弾き出せるのではないか。つまり公共事業投資と同じような枠組みの中で宇宙開発投資、開発投資というと響きが悪いんですが、宇宙への探査のための投資が捻出



できるのは、そんなに無理のないことだろうという気がします。そういう意味でいうと2番目には人類としての未来への責任を果たすために、いま予算的に、公共投資のような枠組みと申しますか、宇宙開発・宇宙探査のための予算の枠組みを10年先20年先まで大雑把に決めてしまう。予算の何%くらいをだいたいこれを使っていくんだと。そうしますと、人口の1割近くが土木関係で生活しているわけですが、宇宙関係で生活していく人が人口の1割もいたらたいへんな国になってしまいますが、そこまでいなくても、ある程度裾野の広い形でそういう人たちが暮らしていければ、あまり方々から異議は出ないだろうという感じがします。

最後に将来10年20年30年、何となくまだるっこしい感じがしますので、やはり20年先には日本人が月へ行ける技術を獲得する。そのことによって一般の人たちが宇宙を経験できるような条件を備える。つまり宇宙に進出するにあたって一般の人たちの共感が必要だということは、いろんな方々が指摘されていることなんです。月に行ける技術を確立して、それが民間に移転される、そのことによって民間の宇宙観光旅行というものができた場合、これはさらに共感度が高まるだろうという感じがしますので、3番目には高度な技術を税金によって開発し、その結果を民間に依頼し、大衆の共感の基盤を広げる。これを20年くらいのうちにやるべきではないかと思います。

的川 急にお願いしても、こんなにちゃんと喋れるんですね、びっくりしました。それでは石澤さん、お願いします。

石澤 石澤でございます。普段は宇宙開発事業団で実際の実務に携わっておりまして、予算とか金とかスケジュールに追われておりまして、あまり夢的なものを語る機会はありませんが、本日は月探査と、非常に将来の夢のことでございますので、少し自由に語らせていただきたいと思います。

人類の宇宙の活動ということで、最終的な目標は、例えば大きなスペースコロニーを作るんだ、あるいはヘリウム3を持ってくる、あるいは月に大きな発電所を建ててエネルギーを地球に供給する、いろんな夢がございます。これらの夢を考えてみますと、どういうことかという、人類が宇宙の空間へ活動を展開するという時に、ひとつは宇宙の場を研究の場として取り上げている。ひとつは宇宙工場、生産の場として取り上げている。あるいはスペースコロニーは生活の場として宇宙を考える、生活の場、あるいは宇宙観光などから取り掛かりまして、ふだんの人間の生活の中でのいろいろな娯楽、あるいは活動の場で求めていくというようなことを考えます。そういう面にこれから展開していくと思います。

それと日本が現在始めております宇宙環境利用の実験。秋山さん、毛利さんが飛ばれまして一昨日は向井さんが帰ってまいりました。これらの一連の活動は、まだスタート、研究の場ということで我々は言うております。この研究の場がさらに伸びますと、宇宙ステーションという形になるでしょう。ただこの宇宙ステーションも、将来にわたるそう長い寿命ではなくて、次のまた宇宙ステーションに展開していくのではと思います。そうした時に、宇宙ステーションのような地球の周りを回るものと、月・惑星はどういう関係にあるのかなということを考えてみたいと思います。

地球周回のステーションあるいはコロニーを考えますと、ひとつの特徴は重力がない、無重力の場ということです。この無重力の場を使うことは我々の地上では得られない研究の場、生産の場としての利用価値があるのではないかと思います。向井飛行士が帰ってきて、地球の上にはいつも重力があるんだなということを非常に感じたと話していらっしやいましたが、我々地上に住んでいる者は重力を感じませんが、それが宇宙へ行けばなくなる。その重力がない場の利用価値があるんじゃないか。ただ、地球周りの無重力の場は、人間が活動していくエネルギーとか資源を考えると、エネルギーは推進系を除くと太陽エネルギーが利用できるのではないか。ただし資源は、地球周りに関しては、無から有はできない。資源は、その場では生産できない、地球あるいはその周りのものから持って行かざるを得ない。リサイクルが図られると思いますが、完全なリサイクルを行ってましても多少のロスが出ると、そのロス分はどこかから補給していかないといけない。

これに対して月というのは、確かに重力がございます。ただし地球ほどではないにしろ、そこに月という物質があるからには、何らかの形で資源の利用が可能ではないか。エネルギーは軌道上と同じように太陽エネルギーが利用できる。こういうことを考えますと、やはり将来の人類の宇宙活動としては地球周りの無重力の場と月を、車の両輪のように両方を考えていかなければならないんじゃないかというのが私の考えでございます。

的川 ありがとうございます。それでは里中満智子さん、よろしく願いいたします。

里中 私は完全に文科系の人間なんですけど、こういう席や長期ヴィジョン懇談会に呼ばれて参加させていただくキッカケになったのは、素人でも宇宙旅行に行けるというツアーに申し込んだのがキッカケなんです。何度かお話ししましたが、アメリカの観光会社が、とにかくお金さえ出せば宇宙へ連れてってくれるというツアー募集がありまして、それに5万ドルで申し込む。結局その計画は流れちゃったんですが、そういうことを言うと、さぞかし宇宙科学に興味があって、科学的なことも知っていて、そういう人間だろうと思われた面もあるんですが、実はそうではなく、ただただ自分のこの目で宇宙から地球を見たい、体験したいという好奇心からなんです。

小さい時から宇宙天文には興味を持っていました。そこは夢と冒険とロマンに満ちあふれていて、私たちの想像を絶するいろんな歴史があって。いまでも小学生の時に買った図鑑を取ってありますが、小学館の宇宙天文の図鑑で、地球はこうしてできた、地球と月はこうやってわかれた、と書いてあるんです。各ページ、いまの知識で見ると完全に間違っている情報もありますが、そういうものを見ながら育ってきたことによって頭の中で想像するわけです。他の星に別の生命体がいるかも知れない、そういう人たちはどういう人たちなんだろう、そういう突拍子もない想像から子供は自分自身で夢を大きく育てていって、他者に対するものの見方を育てていくんだなと私は実感しました。

その頃、漫画、小説、映画、特に手塚治虫先生の漫画で宇宙を題材にしたものをいろいろ読みまして、子供にとってはそういうわかりやすい表現で入ってくるものは感情移入ができるんですね。あり得ないかも知れないがまったく起こらないとは言い切れないことがある。いろんなドラマとして書かれていました。宇宙空間の物質を運ぶにしても、物理的に運ぶ以外に細胞体にまで分解して再生する、あるいは光速を越えた場合どうなるかというのを

私は漫画から学んだんです。それで何が育ったかという、さっき言いましたように未知のものに対する憧れと夢、そういうのを実現する時に自分がそれを見届けたいという好奇心です。見届けたいという好奇心があれば、やはり健康にも気を遣いますし、見届けるための知識を得るために、ある程度ものは知っておきたい。そのために勉強する。なんだかいろんな肥やしを撒いていい花を咲かせようと努力しているみたいですが、子供自身はそうやって、大人になった時にこういうことを体験したい、ああいうことを体験したいという夢で育っていくんだと思います。

今日いろいろお話をうかがってしまして、夢を語ることは大切なんですが、大人になると夢を語ることにちょっと照れてしまったり、あるいは立場のある方が夢を語ると無責任だといわれかねません。だからあまり語らなくなってしまうんですが、実際、人は夢がなければ生きていく価値がないわけです。

今回いろいろなことで、ここにはマスコミの方もいらっしゃると思いますが、衛星の打上げ失敗とかちゃんと軌道に乗らなかったことで「無駄遣い」という言葉が使われていますが、決して無駄ではなくて、こういう時にどうして目先の細かい経済的なことをみんなで言うのか、私にはわからないんです。それを無駄遣いと言い切ってしまうのは耳には心地好いかも知れないんです。一部の意見で、ああいうことにお金を使うよりは福祉に使った方がよっぽどいいんじゃないかと。目先はそうだと思います。だけど将来の福祉、将来の人類の幸せのために、いま必要なお金なんですね。それも先ほどからお話に出ているように、膨大なお金ではありません。それを、何か被害者意識みたいですが、大袈裟に「無駄遣い」と叩いて、責任のある方はやはり謝るということをなさるわけです。謝らなければことは済まないんですが、あまり謝ると本当に悪いことをしているみたいなので、もう少しPRに上手になっていただきたいと思うんです。何百億という単位は確かに大きいかも知れませんが、何兆何十兆というお金が、本当に意味のないことに使われている面がたくさんあります。目先の小さな失敗は、子供がお小遣いで母親の気に染まないものを買ってしまって、それはいま役に立たないかもしれないけれど、小学生が好奇心で英和辞典を買ってきて、「お母さんは英和辞典を買いなさいと言ったのに、どうして英和辞典を買ったの。無駄遣いして」と言っているようなものなんですね。いつかは英和辞典も役に立つ。そういうお母さんは、あらぬ株券を買ってお金を無駄遣いしている。そういう感じがしますので、どうか目先のことにとらわれなくて、謝り方も上手に謝って、マスコミの方も感情的に「無駄遣い」などと言わないで、本当に必要なお金で本当に少ない予算だと思います。これから先の環境問題、エネルギー問題、いろんな面で必要なんですから、目先の効果、目先に役に立つもの、いまここで役に立たないものを否定することが何十年も続くと、戦後教育の中で、子供たちにそういう部分を見せてきたことが多かったような気がします。いまの団塊の世代以下の人は、非常に効率というものにとらわれて働いてきたような気がして、それはそれでたいへんだったので否定するわけではありませんが、これからもっと前向きに、いま役に立つもの以外は否定するということで価値観を狭めないように、子供たちの持っている豊かな可能性をいっぱい認められるように、いろんな価値観の広がりを持っていけるようにしなければいけないと思います。ですから教育の現場でも、何が本当の無駄遣いで何が必要なお金かということをやさしく教えることによって、いま役に立つものだけが大事という狭い価値観の中で子供を育てないようにやっていくの

が大人たちの努めだと思imasるので、そういう目でこれからの宇宙開発を私自身も見ていきたいと思imasすし、日本人全体そして世界の人たちといっしょに見ていくことが大事だといま感じております。

的川 ありがとうございます。謝り方が大事だとは私、初めて聞きました。誰でも宇宙旅行へ行ける時代を目指して、未知のものへの憧れや夢を長期的、大局的な見地で育てていく日本でありたいという意見だったと思imasす。里中さんがお持ちの宇宙天文の小学館の図鑑は、里中さんのお年ですからそんなに古くはないと思imasすが、たぶんかなり古いでしょうね。

里中 古いですね。私は小学校3年の時に第何版かを買ったんですが、発行が昭和31年ですか。

的川 今度、新しいのをお送りしたいと思imasす。

里中 新しいのも持っているんですが、やっぱり自分が夢を描いた小っちゃい頃のって捨てられなくて。

的川 そっちの方が大事かも知れせんね。

里中 そうですね。

的川 はい。それでは高柳さん、よろしくお願いいたします。

高柳 まとまった話はできません。的川さんに材料をあげるつもりで話します。

僕の大好きな「ゲド戦記」という作品を書いた、たいへん有名な女性作家が、大人になるタイプはふたつある。ひとつは子供を殺して大人になる。もうひとつは子供のまま生き延びて、つまり大人になっても子供の心がある人。どっちかというとは私は子供のまま大人になったタイプで、NHKに入ってから、幸いなことに理科出身ということを手く使いまして、皆さんの夢を拾いまくりまして、夢のある番組ばかりを作ってまいりました。しかも自分が学生の頃から多少かんでいた宇宙ものを主としてやってまいりました。

そのおかげでパイオニアの10号とか11号、その前にはもちろんアポロの時期があるんですが、それからボイジャー。NASAがまとめた一連の太陽系の情報を「パノラマ太陽系」というので1週間ぶっ通しで番組を作ったり、いろんなことをしてきましたが、その中で日本と絡んで覚えていることが3つほどありまして。

ひとつはハレー彗星の時です。この時は各国が協力しながらも独自のプランを進めて、見事な成果を挙げたのを覚えています。先ほど伊藤先生にロビーでお会いしましてそのことを思い出したんですが。恐らく科学の面だけ見ても、一国だけで現象等を調べていくのはとても不可能だし、人類にとって共通の財産ですから、国際協力というか共同で物事を進めていくのが大前提になると思imasすが、その中で国の独自性、カラーを大切にするの

は大事じゃないかとさっき思ったんですが。1987 A、ついこないだも1993Jですか、超新星があがった時に宇宙科学研究所が上げていた伝統ある素晴らしいX線天文衛星が見事に活躍しまして、あれはたぶん全波長域、先ほど海部先生の話がありましたけれど、では恐らく日本はそれほど高いレベルにはなく、ある領域だけ、野辺山もそうですが、非常に特徴あるやり方で見事に後発で遅れながらやっていった、独自性のあるプランニングがあったからだと思います。

たまたまシューメーカー・レビーがぶつかった時にゴダード・スペースセンターにおりまして、この時はプロの方が予想が外れるとマズいものですから「たいしたことはない」と言いまくっていたせいもあって、私もたいして期待をせずに行ったんですが、前の年にハッブルが直っていたということもあって、素晴らしい映像が撮れて、ESAとNASAの人たちが見事にPRをして、しかもシューメーカーさんは小天体を探す委員会までできてその委員長になる。見事に宇宙でいろんな出来事があるのをとらえて、科学者が自分たちの知りたいやりたい好奇心を巧みに宇宙の出来事と結び付けながら物事を進めていくやり方というのは、アメリカってまだやはり凄いなと思ったんです。

その時にNASAの広報の人たちで世界中の情報を流しているんですね。例えばパラアルトでどこで何時頃映像が撮れたとか、それからあの時は南極天文台が南極の、白夜の逆ですね、1日中夜という利点を生かして素晴らしいデータを取っているんですが、そういう風に宇宙で科学者が興味を持っている現象がいつ起こるかわからない時に、見事にあちこちに布石してある。アメリカの凄さっていうのは、そういうヨーロッパの人と絡みながらあちこちに置いてあって、日本の情報が出るか出ないか、私そこで期待していたんですが、ハレー彗星や超新星の時と違ってシューメーカー・レビーの時は出なくてちょっと残念だったんですが、そういう面からもぜひ宇宙開発、科学探査はある部分は相乗りでやっていかなざるを得ないと思うんですが、バスに相乗りする時も自分はどこで降りるか、どこで乗り換えるかという意識をしっかりと持っていないとバスに乗った意味がないと思いますので、ある種独自性をきちっと守って、そのためにはかなり長期の計画を立てながら、宇宙開発、科学計画を進めていただけたらと思っています。

もうひとつ、この会合に呼ばれた時に、先ほどそう、海部先生のスライドの中に物凄く迫力のある絵が1枚あったんですよ。これはきっとロン・ミラーだと思って、ロン・ミラーと縦に入っていましたが、昔からNASAの人たちが出すプレスリリースにアーティストが描く素晴らしい絵がついてくるんですよ。今年の夏に、ボンステルという有名なアーティストがいて、彼が1950年代、49年とか53年に宇宙ステーションとか月面のステーションとか、物凄くリアルな絵をいっぱい描いているんです。フォン・ブラウンが「ライフ」とかいろんな雑誌に、1960年代の宇宙開発がパァッと行く前に実に、一般の社会に、宇宙というのは夢があって、お金さえかければ既存の技術と頭脳でここまでやれるんだという、画家とサイエンティストが共同でいろんなことをやっているんですね。やはり片方で、こういうプロジェクトは非常に大きいですから、社会の人たちに自分たちの持っているワクワクするような楽しさ、素晴らしさをぜひ広めていただきたいと思います。

これで最後にしますが、実は夏休みにETを調べている、ここにいらっしゃる方は「セチ（SETI）」という言葉をご存知かと思いますが、「セチ」のプロジェクトを取材しまして、その時にアメリカの建国というかコロンブスが上陸して500年でスタートした「セチ」の計

画は1年で、マーズオブザーバーが火星人に撃ち落とされて亡くなったせいかカットされて、その人たちがマウンテンビューの別のセクションに移っていき細々と活動しているんですが、ナショナル・サイエンス・ファウンデーションからお金をもらいまして、子供たちに、人間というのは宇宙の中でどういう生き物なのかという見事なカリキュラムを作って教育をやっているんです。スライドを使ったり絵を使ったり。中心になってやっているジルタータさんという方にお話をうかがってきたんですが、宇宙というのはどういう世界でどうやって生まれてきた、その中で地球はどうやってできてきて、生命はどうやってできてきて、君たちはどういうものなのかということをお子たちに考えさせるんです。逆に同じ条件がもし、あるいはちょっと違った条件が働いたら、どういう生き物があそここの星にいるか、自由に考えさせて絵を描かせるんですね。のびのびとやっているんです。これは先ほどのボンステルの絵と違った意味で、ある種、「セチ」の人たちは予算をカットされて細々と基金で片方で仕事をしながら片方でこういう子供たちの教育に物凄く情熱を傾けているのは素晴らしいことだなあと。ぜひこういうプランを、先ほど立花先生の話にもありましたが、子供たち、次に来る若い人たちに、夢をつぶさないで大人になれるような環境を作ってあげられるように、いまの私たちも頑張ってやらなければならないと思っています。以上です。

的川 ハレーの探査の時に我々といっしょに行動していただいたのは、フロリダの時でしたか。

高柳 ISGの時についていったんですね。

的川 ハレー探査のプロデューサーとして密着取材をしていただいて、NHKでたいへん立派なニュースを流していただきました。宇宙科学そのものの歴史とまったく同じように、独自性と国際協力の問題を強調していただいたと思います。

では津田さん、よろしくお願いします。

津田 先ほど宇宙科学者の方から月の謎について10個ほど列挙されましたが、個人的な考えを申し上げますと、月の公転周期と自転周期が同一であるという事実が非常に不思議でならないわけです。常に太古から月は片方だけを地球に見せてきた。大宇宙にこれほど深い謎をたたえているのはちょっと少ないんじゃないかと個人的な関心を持っておりまして。どうしてこんな偶然の一致が、公転と自転の周期が同じになるのが可能になるのかという思い入れがありまして、しかも生命が誕生した惑星のすぐ隣で、こういう大奇跡が起こったのが不思議で、あとで先生方にお聞きしたいと思うんですが、このように月はもっとも身近な天体でありながら、もっとも謎に満ちた星のひとつであるということが私どもに夢を抱かせるんじゃないかと思っています。

それから一方、現代社会に目を転じますと、現在は月的な社会といえますが、月っぽい人が増えているとかいう表現をしますけれど、非常に月に関心を寄せる人が多くなっていると思います。社会学的、あるいは人類学的、文化学的に月と人間との関わりを考える環境が整ってきているのではないかと考えられます。例えばプロ野球で言いますと、野茂投

手の「野球満月伝説」がありますし、カメラマンの石川賢治さんが「月光浴」という写真集を出しましたが、あれはいままで太陽で露出を決めていた原理を月の光の露出によって映す、つまり太陽原理から月の原理に変えることによって、いままで目に見えなかった非常に繊細な陰影が目に見えてくるというひとつの挑戦だったと思うんです。あるいはマイケル・ジャクソンがムーンウォーカーという「スリラー」で大ヒットさせた踊りがありますが、あれもアメリカのアポロ文化に対する非常に優れたアレンジメントでありまして、あのムーンウォーカーによってどこかの国の宇宙開発予算くらい彼は稼いだわけです。それくらい大きなインパクトを持っている。

ことほどさように、太陽という父系原理から月という母系原理に、いま現代社会は目を移しつつあるんだといわれていますが、私は個人的に月の公転周期と自転周期が同一であるという大奇跡が私どもの住む惑星のすぐ近くで起こったことと考え合わせて大きな感動を持っているわけです。

本題に入りますが、宇宙長期ビジョンの発表に対してマスメディアの力が入った報道が目立ちました。高柳さんのNHKではCGをたいへん上手くお使いになって、予想される月面探査の様子を伝えたことが非常に印象深かった。新聞の論調を見ますと、もっと積極的なシナリオを期待したらしく「独創的な魅力、打ち出せず」と不満を述べるものが多かったように見受けられました。長期ビジョンは月面無人探査等を目標としたため、もっと夢のある火星や冥王星を目指すべきではなかったかと。これがある有力紙の社説に載ってありました、魅力がないということの理由であるわけです。しかし私は月でよいと考えます。新聞が主張するように、人間にとって夢は非常に大切なもののひとつですが、私は月に限らない夢を感じ取って欲しいと思うからです。その意味で日本が月を選んだのは非常に素晴らしい判断、最善の判断ではなかったかと個人的には思っています。もちろん私は過激な有人派なもんですから、月の次には火星、火星の次には他の太陽系あるいは銀河系へと、宇宙へ生命の道が続くように人間というのは生命の本質の中に、ホモ・モビリタスとしての宿命のようなものがインプットされているのではないかと思っている人間ですので、月以外に人間の活動領域を広めていくのは、私の共感するところであるんですが、この時点で30年という時限を区切って、長期ビジョンが政府のプロジェクトとして始動するには、私は火星や冥王星ではなく、月を選んだことが素晴らしい判断ではなかったかと思うわけです。その理由を話しますとちょっと長くなりますので、またあとで機会がありましたら話そうかと思いますが、ただその内容、月面構想には、万歳二唱といいますが、ちょっと不満が残りました。月を選んだのは最善の判断でしたが、内容には異議がありました。

その第一はテクノロジーだけでソシオロジーがない。月惑星協会の岩田さんが非常にご苦労なさって作られた企画書も含めて言うんですが、テクノロジーの羅列だけでソシオロジーがない、つまり人間の顔がまったく見えていない。端的に言いますと、ほとんど無人で、無節操なほど無人が散りばめられていて最後の方にちょっと有人が見えるだけで、それに至った理由、理念、ビジョンがまったく見えていない。つまり月へのビジョンがないということで、テクノロジーだけでソシオロジーがないということと、無人に偏っているというふたつの理由によって、私は月面構想に異論を挟ませていただきたい。

無人というのは一見、理性的で合理的に見えるんですが、やはり何か足りないんですね。人が宇宙へ行くんだ、人が月で暮らすんだ、人が宇宙社会圏を作るんだというビジ

ョンがなぜ持てないんだらうという思いがありまして、世界を何事もテクノロジーに還元してみようとする悪い癖が出ているのではないだらうか。テクノロジーとソシオロジーの両翼が揃ってこそ、人間も宇宙開発も自然で正常な状態ではないだらうかと思います。このことは立花先生が縷々お話されましたので、重複を避けるために私は言いませんが、立花さんは手に汗を握るといいましたが、やはり人間の心が汗をにじませるといふか、人間が行くからこそ達し得る夢の実現を大事にしたい。そしてまた一般市民、国民はもっと深いストーリーを求めているんじゃないかと思うんです。だから月へ行こうという大部の企画書を読んでも、深いストーリーが伝わってこない。イメージ喚起力がない。立花先生はインパクトという言葉をお使いになりましたが、僕はイメージ喚起力と言うんですが、宇宙の専門家でない我々市民がふつつつと胸にイメージが湧いてくる喚起力が感じられない。そういう夢を実現するためにこそ、そういった有人ですとか、テクノロジーに対してソシオロジーですとか、人間との関り、人間の顔が見える宇宙開発を築き上げていかなければ、せっかくの月面構想も魂が入らないのではないかと正直なところ思いました。

的川 ありがとうございます。月の魅力、それから計画作り。後ほどこれは今日のパネルの主題になると思いますので、もう少し詳しく展開していただきたいと思います。毛利さん、よろしくお願いします。

毛利 ロケットに乗って打ち上がると体が重くなるわけですが、それが体の3倍になって、ある時突然、液体燃料タンクが外れると、体が浮きます。その時に私たちは、体全体で重力がなくなったことを感じるわけですが、その時点で頭の意識で、地球を離れたという感じはありません。ただ同じ空間が、重力、重さが急になくなったということです。その時に体がふわっと浮くわけですが、人間はどうも重さがない世界に適應して作られているのではないという感覚がします。というのは非常に不安定で、そのうちに体が変化してきて頭がボヤッとしてきますので、そういう意味で確かに人間は生まれてきて以来ずっと地球の重力に適應するように、いちばんいい状態になって活動できるようにきたわけですから、当然といえば当然です。その時に初めて重力が我々にいちばん適しているんだということがわかるわけですが、しかしその時になってもまだ地球という意識はないんですね。地球という意識は、やはり外を見た時なんですね。地球を見た時に、確かに自分が写真や映画で見た丸い地球が浮かんでいる。その時に「あ、宇宙へ出たんだな」という意識が芽生えます。しかしその時でもまだ、確かに地球は丸いけれど人間は見えません。個としての人間は見えないわけです。ずっと探していくうちに人間の活動の跡が見えるんです。それは都市とか港とか。その時に初めて、地球上に生物がいて、それを見ると自分がそこからやってきたという意識が強烈に芽生えてきます。

そうやって見ていくうちに「しかし、ちょっと待てよ」。地球全体というのは水が物凄く多いんですね。ほとんどが、太平洋、大西洋、水なわけです。それから陸があって、陸の上には森林が青黒くあります。もちろん砂漠は赤茶けて光っています。ところが森林を、先ほど言った人間の活動の跡が白っぽくなって侵食しているというのが意識として芽生えてきます。私の場合ですと、パイロードスペシャリストで実験に忙しいので、ああ綺麗だなとか、あの川はどうかとか、確かにあの川は汚れているかなとか確認する作業だけで、



あるいはまた宇宙を見たり、それはまた別として地球ということで限定しますと、地球を見て帰ってきます。私にとって宇宙飛行は、ずっと小さい頃からの夢で、その実現したというの、確かに地球が丸いというのを見て自分の意識で確認した。でもちょっと待てよ。でもそうやって夢を持って実現させて強烈な思いにさせた、なぜそういうことをさせたんだらうというのを、宇宙から帰ってきて思うんですね。宇宙にいる時は夢中なわけです。向井さんもきっとまだまだ夢中でハイな中にいると思いますが。帰ってきて、なぜ自分がそこまでワクワクさせようとしてきたのかなというところを冷静に振り返ってみると、深い意味があるんじゃないかなという気がしました。先ほど立花さん、あるいは石澤さんが言われたことと関連してくるかも知れませんが、ひょっとして、我々ずっと地球上に生命が生まれているんな意味で変化してきているわけです。いろんなところに適応できるようになってきているわけです。それで私はもっと地上に生まれた生命的なものを調べる必要が、それを調べることで自分が宇宙に行った意味がもっと発見できるんじゃないか、それはもっと普遍的じゃないかということで、実は「生命」という番組を担当させていただいたわけですが。宣伝になりませんがNHKのいちばん最後の日曜日の午後9時からやっていますが、私自身はマテリアル・サイエンティストですから、もともと生命とかそういうものに関しては思い入れがなく、割と客観的に見ていたんですが、それ以来、非常に意義づけるといって、恐らくもっと普遍的な大きな意味があるはずだと、あれがスタートしたわけです。

いろいろと生命の歴史を見ていくうちに、もともと生命は水の中から生まれて、海から陸へ上陸してきたわけですが、実は海の中を見わたしてみると地球全部の中で、水の中でもっとも繁栄している生物というのは魚と貝類なんですよ。いちばん種類が多いですから。一方、魚が重力に逆らって陸地に上がった。理由はともあれ陸地に上がって、急に陸地に上がったために凄く活動領域が広がったわけですが。でもよく陸地を見ると、いちばん繁栄しているのは人間と知っているけれど、宇宙から見ると人間の個々はもちろん見えないし、とにかく侵食している様子は見えるけれど、でも種として見るといちばん繁栄しているのはひょっとして昆虫なんでしょうね。いろんな種があります。昆虫とか恐竜とかいろいろ過去にいたわけですが、どういうわけか急に大空を飛べるようになったんですね。空を飛べるようになった。どうして飛べるようになったのか、それもよくわからないんですね。空ってというのは、きっといちばん繁栄しているのは鳥でしょうね。魚、昆虫、鳥。人間は海にも潜れますし、もちろん地上で歩いていますし、いまいろんな他の植物や動物を採ったり大威張りですが、空も飛行機で飛んでいます。根本的に恐らくいちばん繁栄しているのは、鳥なんか自由に飛び回りますから、自分の体で、大空ってというのは結局鳥のものだろう。人間は何かというと、彼らにできないものができたというのが宇宙なんですよ。その時に自分自身の意義付けが、だんだんできたきたんじゃないかと思うんです。

とにかく遺伝子を考えると、ずっと連続的に地球上の生物は同じ遺伝子で進化してきて、種が増えて、しかしいま宇宙に行ったのは、同じ遺伝子を持つものの中で人間だけなわけですね。そうすると本当の活躍の場というのは、人間の活躍の場は、地球の生物の中で、宇宙なんじゃないかな。そういうことを目指して、宇宙は夢があるとか、挑戦しがいのある所だとか何とかいいいますが、結局そういうところに帰するんじゃないかな。そうじゃないと、こんなにワクワクさせて宇宙を目指せないんじゃないかなという気がしました。し

たがって種としての人間としてこれから進出しなければならないのは宇宙であるという結論があるわけです。今月のテーマは「大空」なんですが、最終的にはなぜ人間が宇宙へ展開するかというところまで突き詰めたいと思っています。

ところで、無重力で、私たちの体はそれに適応するために作られていないと実感しましたが、宇宙に出た場合、しかし無重力なんです。重さがない世界でどのように生きるか。それは人工重力を作ればいい。あるいは、ある程度は恐らく人間も無重力で生きていけます。時には無重力の方が非常に心地好いこともあります。寝たり、負担がなくなったりする時には心地好いんですが、だんだん変わっていくと思いますが。とりあえず、宇宙に出るといことがわかった。その時に足掛かりとして、無重力というのは恐らく旅行する過渡期的な期間だけが必要であって、当面は足場を地につけたような場所が、きっと宇宙に進出する時にも必要じゃないかという気がしまして、それは次のステップが月だろうかと直感的に感じます。地球は1Gで月は6分の1Gで、ずいぶん違うじゃないかという方がいるかも知れませんが、ほんの少しでも、私の感覚では0.1Gから0.2Gくらいだともう、ほとんど私たちの体は感覚的にあまり混乱するようなことはないと思います。ですから月は、そういう意味でこれから宇宙に私たちが展開していく時に、いちばんベースになり得るだろうと思います。これは有人が進出するという時ですが。無人とか有人とか先ほどからいっていますが、私にとって無人というのは単なる過渡期で、別に有人とか無人とかいうことを意識して、それはその時々に応じていちばん目的を達成するような方法を取ればいいので、無人の方がお金がかりそうだったら有人でやる時があるのかも知れませんが、新しいものが有人によって発見できそうな時には有人の方が有利かも知れませんが、それはその時々で考えればいいことだと思います。

それでは日本は何を目指すかというのが、先ほどからの川先生の、私たちに対する質問ですが、それはあまり皆さん具体的に答えていなかったような気がするんですが、それは里中さんに代表されると思うんです。他の国の、私はロシアとかアメリカの宇宙飛行士とか知っていますが、彼らの意識は我々といっしょだと思います。宇宙に出たい、宇宙で仕事をするというのは、日本だからどう、アメリカだからどうというのは、みんないっしょです。だから日本独自の宇宙進出っていうのは、あまり考えなくてもいいんじゃないかと思うんです。宇宙進出というのは地球から脱出することですから、それは全人類の観点でいいと思うんですが、なおかつそれを効果的に行うためには、それぞれの特徴を出すということですね。たまたまいま日本は、いろんな意味で、余裕という意味は経済的な意味ではなくて、考える余裕とかサイエンティフィックなレベルとか文化的なレベルとか、そういうものを全部含めて、宇宙を考える余裕があるんじゃないかと思うんです。いままではアメリカとかロシア、ソビエトだったんですが、それは地球的規模で考えると、行えるところが行う、いちばん余裕があるところがやるということだと思います。そういう意味で日本が、いままさに宇宙に行くということを考えて、それを実行すべき、地球の中で選ばれたひとつの国じゃないかという気がします。

で、私たちの特徴は何かということ、先ほど里中さんの「私も行ってみたい」という気持ちがあるが他の国民に比べると誰よりも強いんじゃないかと思うんです。同じ経験をしてみたい。私も自分で凄く面白い経験をしましたから、皆さんにもぜひ行っていただいて、新しい経験をできるだけ皆さんに分かち与えようという気持ちが、いまは向井さんがありありです

ね。新しいことをまた皆さんに言ってくださると思いますけれど。そういう意味で日本というのは、たくさんの方が同じ経験を積んで、大衆化路線という聞こえが悪いんですが、そういうかなり均質な人たちがいて、高い、ある程度それを享受できる人たちがいるということで、できるだけ宇宙にはたくさんの人たちが行くということが日本の役割と目的だと思います。

的川 ありがとうございます。というように毛利さんは語りました。毛利さんは宇宙両生類ではないということがハッキリしました。毛利さんはサインをなさる時によく「宇宙の中の地球人になろう」と言葉を書かれるわけですが、NHKの番組に出る以前から、宇宙から帰ってきてすぐにそういう意識を持ったというのが、サインにもよく表れています。高柳さん、今度の毛利さんの番組、視聴率高まりますよ、いまので。

というように、いろんな意見が出ましたので、パネルディスカッションのコーディネーターって結構たいへんなんですよ、これからどうやって組み立てるかということなんですけど……。いずれ月のことは月が主人公になりますが、月ということ語る前に、よくあるディスカッションで、特にジャーナリズムの方、予算・お金のことを担当する方と話して出てくる言葉は「いったい、国民とか青少年は宇宙へ行きたいと本当に思っているのだろうか」と。ですから、日本が有人飛行のための技術を磨こうなんて話が出ますと、そんなことをしたら国民から反対が出るに決まっているよという意見が出るわけです。そこでいつも水掛け論になるのは、いったい世論というのはどうやって測っているんだろうということなんです。目に見える形でグングングン、ジャーナリズム関係の方が書いてくだされば、だいぶ違いますけれど、我々の考えている実感を、いまのところ話し合ってみる以外にないと思います。

恐らく秋山さん、毛利さんのおふたり、子供たちにいろんなお話をされる機会がいままでも多くあったと思いますので、現在の日本の子供たち、あるいは国民の、自分たちも宇宙へ行きたいというところでの実感ですね、期待感がどんな感じなのか、お話しただけでないでしょうか。

秋山 私の感じ、経験からいうと、宇宙に行きたいという人と宇宙飛行士になりたいというのは、全然別なんです。宇宙飛行士になるってのは割が合わない。10年待って、あるいは20年のうちに2回とか3回とか、これを商売にするんではたまらないなあ、これを結構みんな知っているんですね、子供たちは。だけど宇宙には行きたい、これはあるわけです。ですから先ほど申し上げました、日本も、毛利さんは独自でやらなくてもいいというお考えのようですが、私は日本独自の技術を開発し、それが周辺に流れるような形にし、それによって宇宙観光旅行ができるような形にする、ということがポイントだと思う理由は、宇宙飛行士になったあの人たちは特別なんだとか、確かに夢は与えます。与えるけれど自分たちが行けるということでないと「あ、そうかいな」と、こういうことでしかないわけですね。ですから私の実感としては誰でも行けるような宇宙空間、誰でもというかほとんどの場合、アメリカのスペースシャトルには相当の年配の方も乗っているわけですから、技術的には楽しむための旅行ならそんなに難しくないと思っています。そういう意味でいうと、まず独自の技術がないとアメリカとかソ連とか、いまそれこそ の計画にし

ても、アメリカとソ連ががっぷりと組んで、その周りに日本やヨーロッパがぶら下がる感じ、これ何となく悔しくてしょうがないんですね。なぜ悔しいかという冷静な感情じゃなくて単純に悔しいんですね。これは割合わかりやすい部分だろうと思うんですね。自分たちに独自技術がないと、トレードといいますか、一人前に扱ってもらえないんじゃないかなという感じがします。ですから独自技術を開発することによって、日本がある程度、優位というか対等な立場に立ち、その技術を民間に流せることによって、さらに裾野を広げるといった感じがします。最初の的川さんの質問からちょっと逸れたんですが、私の、子供とかいろんな人たちと話している経験からいうと、誰でも行けるような宇宙旅行ができるという。宇宙飛行士になるというのと宇宙旅行に行けるというのは、意識の中に明確な差があるんじゃないかと。

的川 日本の独自技術という話は後ほど展開したいと思いますが、毛利さん、自分が宇宙へ行きたいという期待について、皆さんと接せられた感想を。

毛利 秋山さんがおっしゃられたのと本当に同じですね。宇宙に行きたいけれど宇宙飛行士にはなれないだろうと思っている人がずいぶんいるわけですね。それはどうも我々の方に責任があるようで、いまスペースシャトルに乗る限りにおいては、まあ誰でもだいたい行けるんですね、健康とかそういう意味では。ただ何をやるかというところで専門性を持っていなければいけないとか、あることをなし得るために宇宙に行くわけですから。それ以外ですと、物凄く宇宙に皆さん興味を持っていますし、誰でも、子供の手を挙げさせると60%は宇宙に行きたいということで、あとの行きたくない人は怖いから行きたくないということであって、本質的に宇宙に行きたくないというのは違うようです。途中のプロセスが、チャレンジャー号の爆発とかがあって怖いからという意味です。

秋山さんはあたかも、私は日本独自の技術は必要ないと解釈されているかも知れませんが、そうではなくて全体的に見ると、地球から人類が宇宙へ出て、宇宙開発に関しては日本だけということあまり考えなくてもいいんじゃないかということで、しかしいま日本が、世界中の中でそういうチャンスを与えられている、リーダーになれる余裕がある立場にあるから、日本がいま率先してやるべきだということで、日本が有人をすべきではないという意味ではないです。

的川 後ほど詳しく、その話は。そうですね、ジェットコースターに乗りたくないという人を無理矢理乗せると、ジェットコースターが大好きになる人がいますので。宇宙も恐らく、怖いけれど行ってみるとたいへん好きになるという可能性はたいへんあるんじゃないでしょうか。

おふたりのお話だと宇宙へ行ってみたいという人はたいへん多いということですが、里中さんはいろんな講演会とか、いろんな方と接せられていかがですか。

里中 その質問からはちょっと外れるかも知れませんが、宇宙に子供たちが行きたがるからこそ価値があるとあまり考えちゃうと、やはり多くの賛成がなければできないとか、みんなが納得しないとできないということになっちゃいますので、そうすると、いま子供た

ちは義務教育を受けていますが、いったいあの中の何%が勉強したくてしているんでしょうか？ となるんですね。日本は国を挙げて、嫌がる子供たちに無理矢理勉強を押し付けて、それが子供にとって必要だし、絶対最低限これだけは知っていなければいけないんだよという親心で、国ぐるみで教えているわけですよね。宇宙開発も、それといっしょにするのは乱暴ですけど、やっぱり必要だからこそやるというのが前提ですから、子供の中で20%ぐらいでも行きたいって子があればそれでいいと思うんですよ。いまやっぱりまだ宇宙というのを特殊に見過ぎていますので、だから50%、60%、いや70%の子が行きたいといわなければ、なかなか難しいんじゃないかなという厳しい基準を設けちゃっていますが、これがもうごく普通のレベルの話になれば、20%の子供が「行きたいなあ」、残りの30%ぐらいが「そんなにお金がかかかんないんだったら行きたいし、他の遊びの邪魔にならないんだたら行きたいな」とか、いろいろあると思うんですね。だからおっしゃったように、私もつくづくいま、秋山さんと毛利さんがおっしゃって感じるんですが、宇宙には行きたいけれど宇宙飛行士なんか絶対なりたくもないしなれないと思ひ込んでますが、それはやっぱりいまのお役目がたいへんだからで、それでも宇宙飛行士になりたいって子供たちがいるんだから、なかなかいいなあと思いますけれどね。

的川 先ほど立花さんの話にありましたね、4位か5位ぐらいに職業として宇宙飛行士になりたいと、アンケートを取るとそれぐらいあるみたいですね。

あまり過半数でものを決めてはいけません。子供を育てるのに、そうですね、大勢の人が賛成しているからというのではいけません。たいへん貴重なご意見をいただきました。

それで、人間が宇宙へ飛び出すうえで、ひとまず日本の役割は置きまして、月というのはどういう対象なんだろう。月というのは我々の活動の目標になり得るんだろうかということが、今日のパネルの非常に重要なテーマだと私は思っています。秋葉先生の基調報告にもありましたが、南極にアムンゼンとかスコットとか、そういう人たちが行って、そのあと、国際地球観測年で南極観測が再び浮上してくるまで50年くらい、リターン・トゥ南極というのが50年くらいかかっているんです。月については25年で帰ってきたということで、同じようなケースを考えてみると、アポロでアメリカが人間を運んだあと、同じような形で我々は目指すのではない。長期ヴィジョンの中の表現ですと、一過性ではなく計画的・段階的に積み上げていく活動として月へ戻るのだという記述があるわけです。このところで、同じ月へ戻るにしてもレベルの違いが多少あるし、日本人としての考え方の違いもあるかも知れません。ただもう少し素朴に、宇宙へいったん出た人として月というのは行ってみたい所なのかどうか、感情的なところを秋山さんと毛利さんにお聞きしたいと思います。

毛利 感情的にというか、月だとだいが楽だと思いますね。いろんな活動が地球と同じように、もちろん宇宙服を着ていますが、地上と同じようなサイエンティフィックな仕事ができると思います。

的川 それはGも多少あり、足場もあり……。

毛利 はい。でも逆に月に行くことによってマイクログラビティの実験が全然できないだろうなという気もありますが、それは目的によって違いますね。でも単純に、月にやっぱり行ったみたいというのは、スペースシャトルからいくら頑張ってみても地球全体が見えないわけですけど、私いちばん本当にアポロの写真集の中で感動するのは、地平線じゃなく月平線に沈む地球ですね。その写真に、もっとも言いようのない感動を覚えますので、あれを自分の目で見てみたいという目的で行きたいと思います。

秋山 毛利さんが言ってる通りスペースシャトルだと地上300kmですよ。ミールステーションでも400kmですよ。地球が見えるといっても弧を描いている地平線が見えるだけです。決して丸くは見えない。それこそ36000kmの通信衛星くらいまで行けば丸く見えるでしょうが、月に行けば38万kmですからね、手のひらに乗せるような感じで見えるだろう。つまり自分が生まれ育った星を手のひらに乗せる感じで見たら、どんな感じがするのかなあ。そういう意味でいうと、月面に降りなくてもいいんですね。アポロ11号までいかなかった、その前の号でグルッと回って帰ってくるのがありましたけど、それでも私は満足できると思います。

的川 丸ごとの地球を見る魅力は凄いでしょね、きっと。足場があり、6分の1Gがあり、地球が丸ごと見える、いろんな特徴があると思います。先ほど石澤さんの話の中で、これからの有人活動の柱として無重力と月、2本柱を立てて言われたわけですね。そういう意味でももう少し詳しく、環境として月面にどういう魅力があるかを石澤さん、お話しただけないでしょうか。

石澤 実は月の使い方はどういう使い方ができるかと、これは定性的にといいですか、というのはいろんな方がいろんな意見を出されておりますんで、いま出てると思うんですが、ただ先ほどから、25年経って再び月へ帰ってきた時に、じゃあ月がどういう使い方ができるのかということ考えた時に、月は、宇宙の活動といって人間が宇宙へ飛び出して、コロニーみたいな見方として月を使った場合には、やはり月は地球よりずっと小さな天体なんだ。秋葉先生の説明にありましたように、大きさから見ると南極大陸くらいの大きさしかない。面積も小さい。資源的に見ても、たぶん地球より小さいんじゃないか。だから、これを何も考えないで行き当たりばったりに使えば、たちまち壊してしまう恐れがあるんじゃないかと。月というのは非常に壊れやすいものじゃないかと私は感じています。研究の場として使うのか、あるいは生産の場として使うのか、あるいは生活の場として使うのか、それを決めるためのデータは、確かにアポロが行って持って帰ってきましたが、まだ月の最適な使い方をするというデータを我々は手に入れていないんじゃないかと。ですから、月の最適な使い方をするためのデータをまず集めるのが、これから何年かかるかわかりませんが、そういうデータを収集し、これは有人であれ無人であれ、最初に取り掛かれるのは無人だと思えます。こういうことでデータを集めて、月の環境は確かに昼間は非常に温度が高くなる、夜間は非常に冷えると、空気はない、重力は6分の1、いろんな条件があります。それから月面上での月の表面の特性、鉱物あるいは資源の話もありますが、そういうのが全部わかっているわけではないわけです。ですから特徴をつかんで人類

の宇宙開発のために、最適な使い方はどうあるべきかを、これから真剣に考えていかなきゃいけないのではないかと。そのためには必要なデータを集める。そのデータはどうやって何を集めるかを検討しなければならないというのが私の意見です。

的川 月の最適の使い方。これは後ほどもう少し皆さんから意見をいただきたいと思いません。先ほど海部先生と水谷先生のおふたりから、たいへん迫力のある講演をいただいたわけですが、海部先生は、月は宇宙科学者の夢の舞台とおっしゃいました。水谷先生は、やはり人間が行った方がいいんじゃないかというお話をされました。科学のメスが月に入ることが人間の将来の活動にとってもたいへん大事だし、先ほどどなたかが触れられた、月はたいへん大事な対象だけれど、冥王星と火星とかを除外するのではなくて、その中でも月というのがたいへん魅力的な対象として近くにあるということになるのだと思います。月の科学としての魅力を高柳さんに語っていただきましょう。

高柳 毛利さんと秋山さんの話を聞いていまして、宇宙の番組でいろいろ編集するんですが、地球の引きサイズで手前に月面が引っ掛かっているのが最高なんです。周回軌道で月を撮る絵も素晴らしいとは思いますが、手前に月面が引っ掛かっているという絵が、いろんな番組を編集していますけれど、あのカットだけはベストなんです。あれしかないんです、しかも。だからぜひ、あそこへ人間が行って、人間の心の目で、カメラマンの目を通して地球を撮ることがもしされたら素晴らしいという気がします。

話は前後しますが、このあいだ宇宙と地球の間というのは何かという、ボーダーレス時代をテーマにしたラジオ番組がありまして、その時に、宇宙と地球の違いをいちばんハッキリ決めているものは、いまだ生命活動というか生命を、我々は地球の外、低軌道中軌道は置いておいて、外側に見つけていない。生命があるのかないのかで決まっているのかどうか知りませんが、一応その話ができる。だから月面に行って「セルス」のような活動ができるとしたら、人間の地平線がボンと広がるわけですし、それからアポロの土を持ってきてNASAの人たちが温室で何か植物を育てていたカットをよく見ていましたが、見事にたいへん青々と茂っているんです。だからきっと植物は上手く生育するんじゃないかと思うんですが。私が言いたかったことは、海部先生と水谷さんの、月を通して宇宙を知るという部分は物凄く私たちぜひそうやって欲しいという部分がもうひとつあるんですが、もうひとつは人間の意識が、あそこへ行って、つまり地球を見ることによって変わるんじゃないかと、左脳と右脳の理解両方が必要なんじゃないかなという気がします。上手く通じるかどうかわかりませんが、たまたま昨日、羽生名人の左脳と右脳の動きというのをテレビでやってまして、右脳の方は見事にパターン認識するんですが、手前に月面、向こう側に地球ということで地球の見方とか、地球ってものの意識の仕方って人間変わるんじゃないかと思うんですよ。

もうひとつは月面を科学の探求の場として知ることによって宇宙の理解が、これは左脳の理解の仕方になると思うんですが、いずれにしてもそういう意味で、最近、関西新国際空港でハブってというのが流行ってますが、月はある意味で地球のハブになれる場所なんじゃないかと私は思っています。

的川 なるほど。先ほどのおふたりのレクチャーと、いまのお話で科学の対象としての月の大切さは浮き彫りにされていると思うんですね。先ほど秋葉先生の方から、月の研究あるいは月面の活動の3つの側面ということで、リンカーンじゃありませんが「オブ・ザ・ムーン、フロム・ザ・ムーン、オン・ザ・ムーン」。オブ・ザ・ムーンは月そのものの研究ですから、これは水谷先生の言われた、月の内部を調べる、あるいは月とか地球の起源とか進化の歴史を調べるといったことにつながるものだと思います。フロム・ザ・ムーンは、月を足場にして月面天文台から宇宙を見る。これは海部先生がかなり迫力のある講演をされました。もうひとつ残っているのはオン・ザ・ムーンで、月の上でどういう活動を人間として展開していくのか。そういう側面が恐らく我々の宇宙活動の対象として月が本当に目標となり得るのかという側面だと思います。先ほどの月面基地の建設という時に、報告書はかなり膨大なものができたということをおっしゃっていましたが、日本は非常にそれが進んでいるところなんですね。その研究がずいぶんされている時に、実は日本は月に行っていなかった。宇宙科学研究所の「ひてん」という衛星が月に近づいたことはありましたが、まだその頃にはできてなかったんですね。ですからアメリカの人たちは「月に行ったこともないのに、よくこんな研究ができたな」と心配されたことがあります。でも月への魅力があったからきっといろんな研究ができたと思うんで、月に人間が行くことの意味をしばらく皆さんの意見をお聞きして、次の我々の活動の目標に月を置いていいのかと、科学という側面はかなりわかりましたから、それ以外の側面ですね、どういう側面を浮き彫りにすれば我々は月をターゲットとして選び得るかという話をお聞きしたいと思います。里中さん、いかがですか。

里中 私、素人ですのでわからない面もあるんですが、月をターゲットにしていいかという面で言いますと、せざるを得ないと思うんです。それより遠くで何かをするよりも、とりあえず近くというのは、これはもう常識だと思いますので。しかもいい足場として存在しているわけですから、使わないで無視して先に遠くへ行っちゃうのは、かえって変だと思います。行って何が得られるのかというのは、これは行ってみないとわからないんですね。だからこそ行ってみたいんです。行くことが、またそこでいろんな論議がなされるんでしょうが、これから先、短いと10年くらい、長いと30年くらいの間に月をどう使うかという、まず有効性の面からいろいろ論議がなされて、いろんな意見が出てマスコミでもいろいろ取り上げられるんでしょうが、そういう時に予想されるのはまたさっき言った「それが役に立つか」というのが最初にくると思うんです。これ前提として必要なことからということで突っ切っちゃって、「みんなで行けば怖くない」と、古い流行語ですが。かつて人類が海に馴染んでいなかった頃は、海を恐れていたでしょうし、そこからの恵みはごく少量しか得られませんでした。いまでも国によっては海には魔物が棲んでいるとって近づかないとか、漁をする人がある時間だけ海に出るだけであとの人は海に入らないという国がありますが、宇宙に対しても人類は長い間やはりそうだったわけですよね。いま、お金と細心の注意があれば、ある程度のことはできるんですから、これを克服するか何とかではなくって、いま流行の言葉で使うと気持ち悪いんですが「宇宙と共存していく」人類の文化というのを目標に置いて、みんなが高めあっていければいいと思うんです。月をどう使うか、使っているうちにいろんな問題が出てきて、こんなはずではなかったと



か、やっぱり人類は傲慢だとか、失敗して汚してしまったとか出てくると思うんです。だけど失敗に気付いて反省して軌道修正するのが人間のいいところなので、人類の持っている「知りたい。もっと知りたい」、それは何のためか、もっと高みに行って人間として必要なことは何かをわかるために知りたいという哲学的なことさえ忘れなければ、いずれは上手く月で暮らしたり月を利用したり、また精神的思索の対象としてともに生きていけると思います。私も早く行きたいんですが、本当に個人的なことを言えば、若くて元気でなくとも、どんなサンプルにでもなりますから。そこへ老女が行った時に骨がどうなるかとか、そういうのでもやってみたいなと思いますので、どうかご縁があったら皆さんよろしくお願いします。

的川 もっと知りたいという好奇心、よその世界へ行ってみたい。そういうものがいちばん大事にすべきことで、先ほど石澤さんが言われた最適の使い方というのは、その中で求めていくべきだというご意見だと思います。津田さん、いかがですか。

津田 最適の使い方を考える。とにかく行ってみる。私もまったく同感です。さらに言いますと、私がいまのご質問にお答えする背景は、21世紀、人類は歴史上かつてない重大局面を迎えるわけですね。人口が爆発的に増加しまして、食料やエネルギーの危機に見舞われる。私はやっぱり自分のライフワークとしてどうしてもこのことが頭から離れないわけなんですね。それで、なおかつ人間が進化した進化したといいながらも、世界のいたるところで戦争をしている。自分の欲望をあからさまに競争原理、際限のない悪しき競争原理にのっかって現在の世界体系が作られて、人類の歴史を覆い尽くしているわけですね。このことがどうしても頭から離れないバックグラウンドになっているわけですし、このことを念頭に置きますと、あるいはキーワード風に言いますと、月は人類を救う、あるいは月は地球を救うのではないか。その可能性があるのではないかと考えているところがありまして、しかしこれはまったく自信がありませんで、石澤先生がおっしゃられた、とにかく使い方の最適な手法を考えなきゃいけない、里中さんのとにかく行ってみよう、これがいちばん正解だと思いますが、これに加えて私は「月は人類を救う」という理念がもし可能である、真実味を帯びるならば、やはりいま割と否定的な見方をするかたもいらっしゃいますが、月面にヘリウム3、あるいはその他の資源を探す、これが1番。2番目が月面発電衛星ですね。LPSを建設して太陽エネルギーを地球に供給する。この物質的な理由がふたつありまして、さらに3番目に人類の宇宙活動あるいは宇宙居住の空間の創出、低重力や宇宙空間への生命的適応、科学的知見の探求をも含めまして人類が将来、太陽系あるいは恒星系に進出するための初歩段階ではあると思うんですが、そういった口マンというんでしょうか、知的探求心を満足させる宇宙生活の創出というんでしょうか、そういったものが3番目。4番目には人類の新しい自然観の創出。と言うとちょっと大袈裟かも知れませんが、大風呂敷かも知れませんが、やはり宇宙飛行士の方々に聞きますと、地球を丸ごと宇宙から見ると、非常に感動的で人間の本質をえぐるような、えも言われぬものがあるとされますから、そういうことが長い宇宙生活の末に、人間の、いま地球意識というものを持っているようですが、それが立花先生のおっしゃる宇宙知性あるいは宇宙意識にまで拡大しないだろうかという希望的観測ですけれど、いま言いましたようにヘリウム

3 その他、水も製造できるわけですね。私は調べたんですがレゴリスは2 m<sup>3</sup>から1 kgの水を製造することができますし、この水は非常な資源ですから、使うことができますから、こういったことも含めまして、月の資源の開発、それと月の発電、人類の宇宙居住の創出、4 番目に自然観の、現在の憎むべき世界体系を変えられないかという希望。この有形、無形、物質的、精神的な4つの理由によって私は月は人類を救う可能性を持っているのではないか、その可能性を訪ねるがゆえに行ってみるべきではないかと思っていまして、いわば月は人間の腹と心を満たす場所であると現在考えております。

それと月から人間の自然観を変えるモチーフを得られるのではないかということについて言いますと、月あるいは月面都市は地球を明察する都市と位置付けていまして、ただ単に観測するだけではなくて、明察する都市。この地球上で戦争ばかりしている人間が宇宙で生活して、地球を明察して、そこから何か新しい世界観、世界体系を築き上げる何かキッカケを手にするという希望を私は託さざるを得ないんですが、そういう意味で、私は冒頭、月を選らんだのは最善の判断であったと思いましたが、それが人間の人口爆発によって食料とエネルギーが危機に瀕する、その時の腹を満たす、そしてまた心を満たす、それはすぐには無理です。何百年、何千年かかるかも知れません。でもいまからやらなければ、それはとうてい手に届くにはいたらないわけですね。ですから私はそういう意味で、キーワード風というとそういう風に思います。

的川 ありがとうございます。宇宙社会学っていうのは、いろんなことを考えなきゃいけないってことがわかりました。きちんと理論武装されて月への魅力を語っていただきました。月が地球を救うというのは、キャッチフレーズになりそうです。ツキがなくて損している人はいっぱいいますから、これからもツキを大事にしていきたいと思います。

月の魅力を語る時に、どうしても月に行きたいんだと、科学の世界の方は、資源とかエネルギーがあるから行こうとか、人類が将来、地球から月へ移住する、あるいは他の星へ移住するための準備だとか、そういうことをゴチャゴチャ言う必要はないではないかと、月のことを知りたいとか行ってみたいというのでいいじゃないかという里中さんのようなご意見の方は結構たくさんいらっしゃいます。その意見について、皆さんいかがですか。そんなんじゃ、やっぱダメだという方いらっしゃいますか。

津田 私たちが留意しなくてはいけないのは、宇宙開発には必ず反対の方々がいらっしゃいます。ここにお集まりの方々は宇宙開発に理解を示されている方々でしょうし、私は過激な有人活動派ですが、やはり予算の使い方に関しても必ずクレームをつける方々がいます。社会資本の充実にお金を使うべきであって宇宙にお金を使うべきではないという手強い意見を持った方が必ずいます。そういう人間に対して、私たちは水と油になるのではなくて、何かそういう方々に心を持って、ひとつの意見なりを申し上げるという姿勢を持たなければ、かつてのように「あ、意見が違うね」と別れてしまう、そういう乱暴な姿勢を取ることはできないと思うんです。それは現実逃避であって現実から逃げていると思うんです。宇宙に莫大なお金を使うのは、私は当然必要なことと思っていますが、それに絶対反対する人がいる。そういう人たちと一っしょになって考えるという姿勢が非常に大事だと思うんですね。我々は我々だけで仲間を作って、宇宙開発推進派だけでこういうシンポ

ジウムを開いているのは非常にハッピーなのですが、一步街へ出れば、非常に宇宙開発に恨みを持っている方もいるわけですね。ですからそういう人々の意見も謙虚に聞いて、なおかつ我々もそれに四つに組んでやっていかないと、いつまでも水掛け論になってしまうと思うんです。私は、月というのは太古から人間の心身と交感といいますか交わってきた天体だと思うんです。人間の体にある水分が体内潮汐を月によって受け、あるいは心がインスピレーションを受けて常に月と話をしてきた。ですから世界の民族にはほとんど、月についての民話・伝承・神話がたくさんあるわけですね。そういう月に対して、いま我々はブルドーザーを入れようとしているわけです。ところが月にブルドーザーを入れたくない人々は、自分にとって月は自分の体と同じ存在、自分の体にブルドーザーを突き刺すような気持ちを持っているわけです。そういう人々に対して我々推進派はどう表現し、どう応えたらいいかということまで、私どもはやはり悩み抜いておかないと、宇宙開発はいつまで経ってもお金が取れないと思うんです。宇宙開発の予算を取るためには、このソシオロジー、このコミュニケーション、これの努力を払わないと、ただ賛成派だけが集まって宇宙予算をくださいといっても無理な話です。私は社会資本に対して人類予算という言葉を使っていますが、人類予算がやはり人間にとって非常に大切なんだと思っています。

里中 もしかして誤解があったらいけないと思うので。私「行っちゃえばいいじゃないか」と言うのは、この場の話で……。そのためにもPR不足だと申し上げたのもそういうことで、理解を得るためのPRが本当にあまりお上手でないと思うのが、そういうところなんです。私自身の周りでも同じ年頃の主婦の方が多いですから、どうしてあんなお金を使って、福祉に使えばいいじゃないか、そういう時に、さっきおっしゃった食糧問題とかエネルギー問題をいうと、女性というのは正義感があるのもありますが話が早いこともあって

コロっと変わるんですよ。「あ、そういうことだったら宇宙開発は必要なんだね。何よ400億、500億」と言ってくれるんですよ。だからやはりPRはそういう意味でも必要で、それはいまおっしゃったことと同じで予算がなければ何もできませんし、反対の嵐の中でやるのではなくて、私はこの場に部外者として来て、何だかこの世界全体の方が凄く世間に対して気を遣っていらっしゃるような気がするんですよ。だからそのへんはもう自信を持って、必要なだからやるということで、やらなければいけないということですので、どうも言葉が足りなかったらすいません。

秋山 本当に、物質的とか資源を探すとか、利益誘導でやるプロジェクトじゃないって気がするんです。コロナプスが行く時には、あそこに行けば金が採れるって行って王様騙したか騙されたかわかりませんが、そういうことで言い寄った、500年前ですよ。500年の間に人間の意識、人類の意識が、いまだに利益誘導でないと海に出られないのか？ これはとんでもない恥ずかしいことだと思います。ですからこれは単純に好奇心の延長なんだ、人類の知的な資産を増やすんだ、もし資産という言葉があるとすれば、人類の知的な資産・知的な資源を拡大するためのプロジェクトだ。何かを持ってくるんじゃない、略奪するんじゃない、取ってくるんじゃない。そういう旗を掲げてそのプロセスそのものが逆に言うと、人間あるいは日本の宇宙意識の拡大と言いますが、そのプロセスそのものがそうな

んであって、理解ができない人に対して、言い方によれば「女衞」のように言い寄る、「赤いオベベを着て白いご飯が食べられるよ」というのは21世紀になって通じる論理だととても悲しいと思います。

高柳 さっき科学の方に期待されて僕に聞かれたと思ったんで、あんまりちゃんと答えてないんで答えようと思うんですが、例えばケックというのが動き出した途端に、いまの宇宙の4分の1くらいのサイズの時の温度がわかったり、物凄く何か新しい知的な……。

的川 望遠鏡ですね。

高柳 そうです。ごめんなさい。専門家ばかりいると思ってついあがると言葉を忘れてまして申し訳ありません。月面に天文台ができて、どれくらい知的フロンティアが増えていくか、これはもう、それで何かPRを作れと言われてたらたちどころに作りますよ。つまり若い人たちに夢を与えられると思うのは、我々が知るべき、知るとワクワクするような、あるいは知ることによって私たちがどういう宇宙の中の生き物なのかわかるような、素晴らしいヒントも手に入るし、素晴らしい知的足場も得るわけですからね。さっき科学のことをあえていかなかったんですが、そのところはむしろ、資源とか何とかっていうより、やはり知的フロンティアを広げていく、そういう意味でのハブになると思うんですよ、月面というのはね。さっきそのところを僕は言わなかったんですが、これは当然のことだと思ってたもんですから。

毛利 サイエントリストの方は、ともすると自分の仕事はサイエンスのためにあるのではないか、サイエンスがいちばん崇高で、サイエンスをすることで酔ってしまうところがあると思うんですね。サイエンスというのは極論して言うと、私にとって技術とか芸術とか演劇とか音楽とか同じレベルで、つまり私たちの生活ないしはそういうものを豊かなものにするためのひとつの、私たち人間が生み出した新しい事象なんですよ。だからサイエンスのためにじゃなくて、究極的には人類のためにということ認識するのが第一で、そのためにはちょっと努力が足りないかなという気がします。つまり私たちがやっているサイエンスを皆さんに還元できるPRというか、わかりやすい言葉で自分がやっていることがどんな意味があるかっていうことで、恐らく一般の方々が納得して「それならお金を使いましょう」となると思うんですが、月面のことを急に言っても、私たちのコミュニティはすぐわかりますけれど、一般の方々にとっては月面のサイエンティフィックな使い方ってのは、もっともって言葉を噛み砕いて、といっても日常生活にすぐに結び付かないかも知れませんが、いかにそれが素晴らしいかっていうことは恐らく伝わるんだと思います。いちばん障害になるのが、サイエンスがプロジェクトのために、予算を使うためにやっていると考えているサイエンティストがいるってこと、時々見掛けるんですが、そういう人たちは顔を見ればだいたいすぐわかります。やっぱり内部からサイエンスが面白いと思ってやっている人は、ちゃんと説得力があると思います。

的川 先ほど海部先生から、ハッブル・スペース・テレスコープの1000倍の分解能が、月

面の南極の天文台から得られるだろうというお話がありましたが、こういうのはハッブルの迫力ある画像を見た人にはちょっと驚きですね。あれより1000倍凄ってどんなものだろう。恐らくそういうものが好きな人は、「それじゃぜひ日本で作ろうじゃないか」という話になるかも知れませんね。そういうわかりやすい例でいるんな方とコミュニケーションを図るのはたいへん大事なことも知れません。

月についてかなりいろいろな意見が出まして、ほぼだいたい同じような意見になってきたかなと思いますが、それでは次の段階として、日本はじゃあその中でどうするかということ。これは今日の主題でもありますが、高柳さんの発言の中で、日本が独自の方針を持ちながら、どこで途中下車するかを考えてやっていく、最初から相乗りだけを期待していったんでは国際協力そのものが成り立っていかない、独自性を貫きながら国際協力をやっていくことが大事だというご意見が出ました。この点について皆さんのご意見をうかがいたいんですが。特に月面活動をやるうえでという条件付きで皆さんのご意見をうかがいたいんですが。

秋山 あまりシーンとするのに耐えられない性格なもんですから……。月面活動に限定してというのがよくわからないんですが、あえてわかったつもりでいうと、とりあえずどのくらいのサイズのロケットが必要なのか、とりあえずどのくらいの資金が必要なのか、計画を立てやすいからだろう、先人がいるからですね。そういう意味で月を目標とする。そして日本独自のと言いますか、日本の有人飛行システム、これ凄く難しいと思うんです。本当に難しいと思う。世界帝国、ロシアとアメリカがそれぞれ有人ができた、有人のシステムを作り上げてこれたのは、海外にいろんな基地を持てたからなんですね。毛利さんが上がる時も向井さんが上がる時も、私はフロリダで取材しましたが、あの時に4分後にはもう元に戻ってこないんですね。海外の、大西洋をわたってモロッコとかガンビアとか、あるいはスペインとか、そこが緊急着陸基地になる。つまりそのくらいの形で世界展開できないと、システムとしての有人というのは難しい。それはわかったうえであえて言うんですけれどね。有人を目指す技術、本当、何かあったら人が死んじゃうんだよ、その精密さを求める技術を目指していくということは実際のオペレーションあるいはシステムとしての困難さは逆に言うと、宇宙国家を目指すという変な話になっちゃいますが、国の全体の外交についても何についても、そういう努力が必要になってくるでしょう。そういう意味でいうと、単なる技術集団のプロジェクトじゃなくて、まさに国家プロジェクトとして海外にどのような形で協力関係を作っていくのか、ODAのバラ撒き方、バラ撒き方じゃないな、ODAへの関係の仕方にしても国家戦略に基づく形でやっていくかという日本自体のプロジェクト、どういう形で日本の我々の税金を使っていくのかというプロジェクトとしてね、日本国内、川を全部三面底にするという発想はもうなくなったと思いますけれど、そういう形でどんどん国内に蓄積するんじゃなくて、世界に上手い具合に展開する日本の資源といいますか、税金を上手く使っていく方法としてのものと考えたら、私は有人活動を日本独自でやるのを目指していく、その結果、ロシアなりアメリカと、ある意味では対等のパートナーとしての扱いをしてもらう、どうも見てると、何だか対等じゃないんじゃないかと、あとで何となく、取材してみるとそんな感じがすることが多いんですね。さっき申し上げた「悔しいじゃないですか」というのは、まったくわけのわかんない感情じゃなく

て、何となく多少は取材の結果による感情でありまして、そういう意味で言うと有人の技術をどんどんやっていく意味がある。

それから先ほど石澤さんがおっしゃった月の最適な使い方をやっていく。これは本当にフラジャイルなもの、地球もフラジャイルですが、月はもっとフラジャイルでしょう。そういうものに対するアプローチの姿勢そのものも、ある意味ではさまざまな教育のプロセスのひとつなんじゃないかなという気がするんで、月というフラジャイルなものに対するアプローチの仕方、人間の心に対するフラジャイルという部分でのアプローチの仕方も関係するでしょうし、いろんな月を目指した形でいろんな技術を積み上げ、あるいはPR活動についても技術を積み上げ、そういうものとして考えられるんじゃないかな、そんな気がします。

沈黙に耐えられずつい、わけのわからないことを喋ってしまいました。

的川 秋山さん、口が悪いんで損しているんですよ、いろいろ。ちょっと私の質問が悪かったかも知れませんか。じゃあ言い方を替えまして、もう少し明確に、いまおっしゃったのは恐らく、月面に行っていきなり人間が動き出すのじゃなくて、地球から、地表から人間を打ち上げて宇宙へ運んで、宇宙がステーションだったり月だったりするわけですが、そういう地上からの発進技術が、日本が多少お金がかかっても開発すべきかどうかという形で問題を考えていただきたいと思います。

石澤 事業団という立場を離れて、個人的な意見として申し上げたいと思います。やはり人間が宇宙へ出て行く、人類が宇宙活動をするというのは、日本としても有人の技術は必須のものではないか。どういう計画をこれから展開していくかは別にしまして、あまりに地道な計画では世界も相手にしてくれない。あまりに大風呂敷な計画、日本の技術から見てとても達成できないような計画を世界に広めても、これも信用してもらえないだろう。それからもうひとつ重要なのは世界を相手にして日本が「こういう計画をやりませんか」と提案する時に、日米口、いわゆる宇宙先進国だけで計画を立てていくのか、あるいは開発途上国を巻き込んだ全人類的な計画としてもものを言っていくのか、このへんの言い方を考えた時にも、やはりある程度日本がイニシアティブを取って、しかもその日本の技術というものが、確かに日本はそのへんの技術を持っているなど、ただそれを日本だけでやるのはたいへんだから共同でやろうというような、理解してもらえる計画、このへんがどのへんになるのか私もよくつかめてないんですが、そういう計画を立てることがいちばん大切ではないかと。それにはやはり相当の有人技術を日本が持っていないと、それなりの信用してもらえる計画が立てられないんじゃないかというのが私の意見です。

的川 宇宙関係者の覚悟ということもありますし、高柳さんの言われた独自の技術を持たないと国際協力もできないという話でした。そういう観点からロケットの開発、輸送システムの開発はどういう風に、地上から人間を運ぶんでしょう。

高柳 私あまりそういうところに強くないんですが、でも非常に順調にH- が成長していますし、そのあとの発展型というか、つまり長期のプランのステージをきっちり踏

まえて進められていることは非常にいいことだと思っていますし、だからどこへ着地するというか、どこを目指すかというターゲットをきちっと意識することが独自性を保ついちばん重要なことだと思うんです。非常に抽象的な返事ですが。

毛利 もしH- にカプセルを乗せて行かないかといったら、すぐ手を挙げて行きたいと思います。しかし私自身が行きたいと言っても、社会が、もちろん事業団を含めているんな社会がそれを許す、日本社会が宇宙に対する理解を持っているかというのが、非常に大きい、技術的なこと以上のものがあるんじゃないかと思います。アメリカ、ロシアはそれを許して、過去に恐らくH- よりも不安な状況下で既に60年代に行ってるわけですね。そういうことも踏まえて、ただ技術的に確率が云々かんぬんでは論じれないところも有人にはあるわけですが、これは経験ですので、実際問題として経験が日本はないわけです。ですから初めからいまロシアやアメリカと比較しても勝負にはならないんですが、しかしいま月面のこの構想は、2024年ですからあと30年後ですね。30年後くらいにこれが実現できるような社会的・技術的レベルに達していればいいわけです。そのための戦略をいまからすれば、30年もすれば人間の意識は、世代交替もありますし、変わることができると思うんですね。実際に30年というと、コンピュータのことを考えてみると、30年前の日本はどういう生活レベルにあったか、あの時に世界旅行すら普通の人には考えられない状況にあったわけですね。ですから、いまから戦略を考えて有人基地を作るということならば、例えば宇宙ステーションでは最大限そういう有人の経験を積む、それから当面は国際協力しかしょうがないわけですね。先ほど秋山さんが言ったように、訓練ひとつ取ってみても、例えば私たちが行ったのは、サバイバル・トレーニングでも、すぐアメリカの空軍のヘリコプターがサッと来てずっと助けてくれる、そういう全部の体制がひとつ取ってみても必要ですが、どこまで行えるかということを考えると、現状ではできるだけ国際協力できるころは行って、いろんなノウハウを蓄積しながら、しかしそれは私たち自身、日本自身も貢献できなければいけません。貢献できる分野を探しつつ、それはひとつはロボティクスのなところだと思います。ロボティクスやってるから有人に貢献できないということではなくて、日本の得意分野をうんと全面に押し出すことによって、やはりNASAの人たちもスペースシャトルの中でラップトップ・コンピュータは日本製のものを使いたいとか、具体的に言ってるわけです。そういうところでお互いに日本の貢献を戦略的に考えながら行えば、2024年くらいには、H- ロケットから派生した人間を乗せられるレベルのものが可能だと思います。何せ、10年以内にアポロは行ったわけですね。アメリカの社会は許したわけです。日本の社会なら30年あればできるんじゃないかと。

秋山 10年と30年と言っても、やる気の問題なんですよ。30年経つと何かが生えてくるみたいに、木が茂るのは違うと思うんですね。毛利さんののは凄く世間体を気にしているというか、世間がどう見るかを気になさっている、確かに大事なことだと思うんですけど、問題は、確信犯はどのくらいできるかっていうことじゃないかって気がするんです。どう理解してもらおうかというより、どういう目的で俺は何をやるんだ、何をアピールしたいんだ、これをきちんとすることが大事だと思うんです。ですから、日本の社会が許すか許さないかといったら、これ許すようにしちゃうんですよ。駆け落ちでもして、世間に認

めさせる手もいろいろあるわけですね、一般的には。

毛利 それは30年の戦略という意味ですね。

秋山 ええ。だから例えば、こないだの「きく」の時に科学技術庁長官の田中さんが怒った、感じはわかるんですよ。つまりパブリックリレーションといたった時に事実を素直にどうしてどんどん発表していかないのか。何か隠しているんじゃないのかというところから、あの失敗の時に「宇宙のゴミ」とマスコミが書き立てて不正確だという意見もありますけど、僕らの世界では、あまりいいことじゃないけれど「江戸の敵を長崎で」、日頃広報が非常に態度悪かったりした時に、いつかやってやるぞといつも心に秘めたりするんですね。そういう意味で言うと、例えばアメリカのNASAの広報スタイルは、これはまず技術より広報のスタイルを勉強して欲しい。NASAの広報は非常にバシっとしています。それから予算がどの州でどれくらい使われているか、どの州で宇宙産業にどれくらい関わっているかという統計もバツと出てくるんです。じゃあ日本のそういう役所の資料はどうなのか、どこ突っついて何だかわけがわからないことが本当に多いんで、「よーし、こんな横柄な態度を取る役所にはいつか」という思いを秘めた記者が結構いるということも含めて、広報体制はきちんと考えていただきたいなと思います。

的川 いまNASAの例を取って言われたんですね。NASDAじゃなくてNASAです。

先ほど立花さんの講演の中で、有人ということ最初から志向して技術を積み上げるとそうでないのとでは、技術の完成していくスピードやレベルの高さが違うという話がありました。この点は皆さんいかがでしょう。どんな考えをお持ちでしょうか。座して待つのではなくて、初めからバシッと目標を有人と決めて、輸送システムなり何なりの開発をするということ立花さんはおっしゃったと思うんですが、H- のリーダーをされた五代さんも見えているので意見を聞きたいような気もしますが。

石澤 有人と無人とどう違うか。私は、確かに有人は人が乗っている、人の命は代え難い、ですから絶対失敗は許されないということではあるんですが、技術的なレベルがそう大きく違っているのかといいますと、有人の技術と無人の技術が、雲泥の、月とスッポンの差があるとは思いません。ただそれを、とことん突き詰めるまでやるかどうか、有人というのはやはり人の生命があるから、経済的な制約は、それを第一の理由にしてはいけないということだと思いますが、無人というのは経済的な問題は抜きにしてもいいのかというのが、ひとつあると思います。例えば、いまの人工衛星、301条で日本がアメリカに押し込まれている、これは何かということやはり確かに数は少ないという問題はありますが、やはり無人であっても失敗してはいけないということで相当のプレッシャーがかかっている。今度の失敗の手抜きはどうかというお話がございしますが、そのへんはやはり経済性というものの、特に商業ベースを考えた宇宙開発をやる、その分野においては、やはり経済性というものを置かなきゃいけない。経済性と失敗とどう取るか？ 失敗をある程度の率で見込んで、それで経済的に成り立つというのが商業ベースの宇宙だと思うんですね。その切り分けをハッキリ意識して、これから行かないといけないんじゃないかと思っています。



的川 いろんな意見が出ましたが、有人反対という意見でございませんで、どういう戦略でやっていくかという点については、少しいくつか考え方があるかなという感じがいたします。

時間がだいぶ過ぎておりますが、最後に、立花さんの講演でもありましたし、他の方も言われたわけですが、日本のこれからの社会を作るうえで、宇宙開発が果たす役割について、たいへん宇宙の関係者も含めて責任があるという意見が出ました。これは広い意味での教育普及とか、啓蒙という言葉は私自身好きじゃありませんが啓蒙活動とか、そういう風な問題だと思うんですね。里中さんがさっきおっしゃったPRも、それに入るかも知れませんが、そういう観点から宇宙開発、これからそういう点をどのように考慮していくべきだろうか、そういう立場からの発言をどなたかお願いしたいんですが。

津田 私はNASDAとISASの他に第3の主軸を作れと言いたいんですね。現在この両機関が主軸になって宇宙開発を進めておられるわけですが、当然テクノロジー主体の素晴らしい実績、あるいは未来志向の技術を持っておられるわけです。ひとつ前の質問に戻りますと、独自の有人計画は日本ではやれると思っています。ただし、その意志と理解が必要ですが、日本の現在の国力、GNPを見ますと、アメリカのアポロ時代のGNPの10倍以上になっていますから、これはやれる素地があると思いますので、意志さえあればやれる。ただ問題は理解、国民の理解だと思うんです。その理解はじゃあどうしたら得られるか？これを具体的に考えないで、ただ言葉で有人だ独自の宇宙開発だと言っても、まったく一步も先へ進まないわけです。そこで私なりに、独自の日本の有人計画を夢でなくするために、夢を達成するために何をすればいいかのひとつの私案として、NASDAとISASの他に、第3の主軸を作ったらどうかと。第3の主軸というのは、宇宙テクノロジーに対して宇宙ソシオロジーを推進する宇宙社会大学、あるいは宇宙文化総合研究所といったものが日本には必要ではないか。これは第3の主軸でなくてもいいと思うんです。NASDAの中でもいいと思うんです。ISASの中でもいいと思うんです。何も頑張って3つ目の翼を広げることはないと思うんです。ただ必要なことは、こうした人間と宇宙、宇宙社会圏を視野に入れたその関りを研究し、コンセンサスを求めていく機関を作らないでは、私は国民の理解を得ることはできないんじゃないだろうか。そうなれば独自の有人計画を、ただ絵に描いた餅になってしまいます。ですから、正常な宇宙開発、国民の理解が得られる、莫大な宇宙開発予算を理解していただける宇宙開発、その土台を作るためには、いまの両機関の他にもうひとつ、現在ない分野を研究する部門を作って欲しいと、これは今日の「日本は何を目指すか？」ということの、私なりのひとつの意見です。

的川 私ども宇宙科学研究所の予算が、赤ちゃんも含めて国民1人頭で割りますと200円くらいになります。ある講演会で私がそれを言いましたら、「え？ 200円、それは少ないなあ。僕の小遣いからちょっとあげようか」と言ってくれた小学生がありまして、現実に1000円送ってくれた女子高校生がいます。「私の小遣いの中から1000円を同封しましたので宇宙の実験に使ってください」。私どもは、それでハンバーグを食べないで、ちゃんとそれは残してあります。大事に封筒に入れて残してあります。たいへん涙の出るようなお

金で、ひとりひとりの理解をもっと大事にしなきゃいけないと、その時、非常に思いました。いまの子供たちの将来と宇宙開発との関係、これは里中さんは漫画をお描きになっている時に、いろいろと子供たちのことも考えながらお描きになっていると思いますが、そういう側面からいかがでしょうか。

里中 冒頭で申し上げたのとダブってしまうんですが、やはり宇宙を通じて視野を広める、視野を広めることによって価値観を広げる、そういう世界を子供たちに与えると言うとちょっとおこがましいんですが、そういう義務が大人たちにあると思いますので、宇宙開発もただ科学的な面や経済的な面だけでなく、そういう面から人類の精神社会形成のためにも必要なものだと思って考えていきたいと思っています。

高柳 先ほど秋山さんがNASAの広報の素晴らしさをお話になっていましたが、教師に機会を与えるということもMSAあたりがやっていますが、カイパーに高等学校の先生を夏休みや春休みに呼んで来て、科学者のアクティビティに参加させて、教室に帰って、科学者はいまこんなホットな話題を調べているんだというレスポンスがあるような、そういうプログラムがちゃんとあるんです。これは、的川さんがおっしゃったいまの研究予算ではとてもできないと思うんですが、先ほどの「セチ」も、相当立派な、例えば私どものNHKスペシャルの「生命」のプロローグに出てきたような先生方が中心になって子供のためのテキストを書いているんですね。「セチ」のテキストを実際に見せてもらいましたが、宇宙の中で生命がどういう風にして生まれてきたか、本当に子供向けのテキストなんです、そういうことにお金をかけているっていうのは凄いなあと思って、日本では恐らく、余裕ないですよ。でもそういう部分はやはり、誰かが考えていかなきゃいけないのではないかなという気がしていて、現実には私も、極端な話CATVなんかあちこちに空きチャンネルがあるわけですから、そういうところでそういうソフトを流すとか、いろんなやりようがあると思うんですが、みんながバラバラにいまいて、そういうことでも集まって考えることをやってもいいんじゃないかとか、結局ボランティアでやるよりしょうがないような気がしているんですが……。ちょっと最後の方は独り言です。

石澤 先ほどから宇宙はPRが下手だというお話が出ていましたが、これは私は宇宙だけではなくて、全体の日本におけるエンジニアリング、工学の一般の方へのPRが非常に下手なんではないか。例えば私の小学生の頃の家庭の中を考えてみますと、当時の電気製品はせいぜい真空管を使った4球のラジオしかなかった。あとは電球があるくらいなものだった。ところが現在の生活では皆さんの家庭ではテレビもあるし、そのテレビには気象衛星からの映像も出てきている。ビデオもあるしクーラーも入っていれば電気もある。というように人間の生活を進歩させているのは、あくまでも工学なんだと、その大きな工学の力でもって人間の生活が改善されている。ただ、いま申し上げたのは道具ですから、道具は使い慣れてしまうと、それが当たり前になってしまう。そういう素晴らしい道具を作り出しているものが工学にあるということが、一般の方はあまり認識されなくなってしまっている。ですから理工学離れということもだんだん起きてくる。お金を出せば手頃な非常に便利なものが手に入るということが当たり前になってくると、こういう風になる。

ですから、やはり我々の生活を良くしていくためには、工学が必須のものである。これによって公害が出るという問題も出てきていますが、しかし我々が人類を歩進させるためには、やはりエンジニアリングが必須のものである。そのエンジニアリングを進めていく中で、スペースというのは、ひとつの進める種である。こんなことをPRしていかなきゃいけないんじゃないかと思っています。

秋山 もうだいぶいろんなことを言ってしまったので、あれなんです。戦略、戦術、いろいろあると思いますが、基本的には、長い目で見た時の教育と絡んでいるのかな、それこそ20年30年のレンジで考えるとすると。そうすると、子供の好奇心をすうっと育てていく、いま周りの目ばかり気にしていい子になろうとすることによって、自律神経がおかしくなっている子供が多いとか少ないとか報道があったりしますが、つまり周りの目に関係なく「俺はこれやりたいんだ、これやってると楽しいんだ」という子供がいっぱい出てくると、これはもう自然に宇宙に目が行くんじゃないかな。凄くそこには飛躍があるんですが、だけど何かに熱中する子供というのは必ずもっと遠くの方を見たくなる。そういう基礎教育投資といいですか、高柳さんがおっしゃっていた、そういう塾と言うと変ですが、日本風に言うとやはり塾になっちゃいますね、道場というか塾というか、そんな感じで子供の好奇心の延長として宇宙を位置付けられれば、人的資源、例えばいま月探査あるいは有人宇宙機を作る、ということをやった時に、日本の基礎的な頭脳がどれくらい集められるのか、いまある頭脳だけで十分だとおっしゃるかも知れないけれど、でもやはり裾野はもっと広いだろうと思うんです。それこそ毛利さんのところの「ふわっと」とか、いろんなところの実験の装置なんか見せてもらう機会がありましたが、どうしてこんな不調になっちゃうのか、我々取材陣もハラハラしたんですが、あのへんを作る技術も含めての有人技術だと思うんですね。裾野をずっと広げていくための努力も同時にやらなきゃいけないだろうなという気がします。

毛利 いま理工系離れという話が出ましたが、理工系離れの文部省関係の方にいさせていただいて、いろいろと議論していくうちに、そう社会的現象として単純ではないな。やはり日本社会全体の中での、もちろん受験偏重もありますし、いろんな要素が関りあって理工系離れにどうも行き着いているようなんです。しかし一方、まだ宇宙というのは日本にとって新しい分野ですので、いまシンパというか宇宙を理解してくれている人たちが広がっている間なんですね。しかしやはり何といても、そういう新しい思想を取り入れるというのは、既に30歳を越えた人に説明しても、なかなか、頭では理解しても体がなかなかというところが多いと思うんです。いまの子供たち、先ほど国語の教科書に出るという立花さんのお話がありましたが、まさにああいう子供たちに、現在、いかに宇宙というものを理解してもらうかというのが、30年後、まさに月面の基地ができる時に重要になってくるんじゃないかと思っています。私もいま、いちばん重要視している仕事が実は宇宙授業の延長で、できるだけ子供たちに向かって、ビジネスマンよりは子供たちということで、講演をしているんですが、その反応は本当に純粋に来ます。私たちが選ばれたのは85年ですが、あの時以来、何度も講演会をしていると、85年、86年に私たちの講演会を聞いた子供たちが、既に大学生や社会人になって宇宙を目指す人が増えてるわけですね。着実に手応えが

あるわけで、そういう意味で、宇宙というもののイメージを、もっともっと若い世代に膨らませて、やりがいのある仕事であると。本当にそうなんですね。今日こうして議論しているように私たちの未来にとって大事であるということ、子供は理解してくれるんです。それをいかに、いろんな機会をとらえて訴えていくかということだと思っんです。具体的に、教科書に取り入れてもらったり、私も中学1年と2年の理科の教科書に、サイエンス的なものじゃなくて、感動、感じをコラムに、理科の教科書に載せるということをお願いされて載せたんです、200字で。そういうセンスの教科書を、文部省は入れるようになっているんですね。ですから理工系離れは、いわゆるテクノロジー、サイエンスばかりじゃなくて、もっと一般的に理解できるようなものになりつつあると思いますし、また宇宙というのはそういう意味では、もっともっと取り込みやすいと思いますので、ここに出席されている方々が、いろんな機会に次の世代ってのを考えながら、具体的な、自分の子供も含めて考えていくことが大事じゃないかって気がします。

的川 長時間にわたって議論していただきましたが、30分ちょっとオーバーしました。30分全部パネルディスカッションのせいではありませんで、前の演者がたいへん長かった部分もごさいます。ただし司会が不手際なので多少伸びた部分はお詫び申し上げます。まとめることはしませんが、今日の議論の中で私自身がたいへん感じたのは、宇宙の関係者が、あまりおずおずと意見を述べないで、自分自身の夢とか計画を、しっかりとしたものを持って、大胆に訴えていく必要があるのではないかと。ただし多少トレーニングが必要な部分もあって、宇宙関係者以外の方とのコミュニケーションについては気をつける必要があるけれども、根幹の夢がしっかりしていれば、大人の人たち子供の人たち含めて納得してくれるのではないかという点が、かなり多くの人たちから語られたという印象を受けました。

今日ご出席いただいている中には、今度の宇宙開発政策大綱を改定していくうえで、たいへん大きな役割を果たされる方が何人もいらっしゃいます。今日の意見をぜひ参考にさせていただいて、さすがにあの時期の宇宙開発政策大綱だという風な反映の仕方をしていただきたいと思います。今日ご出席の方々皆さんが、その政策大綱を大いに支持して、これから日本の宇宙開発を盛り上げるための核にぜひなっただくようお願いして、今日のパネルディスカッションを終わりたいと思います。パネラーの方、ありがとうございました。

## 8 . 総括と閉会の挨拶

齊藤成文

齊藤でございます。実は月惑星協会の事務局からこんな立派な原稿をいただきましたが、ずっと本日おうかがいいたしまして、私自身たいへん涙が出るほど嬉しいといっしょに、エキサイトして、とてもこういう難しいものを読むことができなくなってしまいました。ひとこと総括というたいへんあれですけど、いまご紹介がありましたように、私、宇宙開発委員会委員長代理をやりました時に、先ほど立花さんの話じゃないんですが、恐々有人というのをちょこっと出してきたというのをやりました本人として、世の中ずいぶん変わったなと思うといっしょに、現役を退きましたので、言い難いことも、いまだと割合フリーに言えますので、今日のいろんなことに対しての、私の答弁と言ってはあれですが、代弁を兼ねてお話ししたいと思います。

何はともあれ、今年くらい、日本の宇宙開発が世界の注目を浴びたことはございません。世界の宇宙開発が冬の時代に入っている時に、H- の1号機、2号機が成功し、向井さんがあれだけの仕事をして帰って来られて日本の宇宙飛行士が3人になった時代に、宇宙開発委員会がちょうど長期ヴィジョンの将来について月を目指すんだという明確な方針を打ち出された。本当にありがたいと思っています。その時に月惑星協会の話がちょっと出ましたが、実は相当宇宙開発長期ヴィジョンが進んでいる時に秋葉所長から、有人の基地を無人で作る計画というアイデアを出されまして、野村委員長代理から私のところに連絡ありまして、これこそ月惑星協会の仕事だからすぐ引き取ってくれということで、さっそく総会を開いてお話をしたところ、たいへんな熱意で膨大な資料を、先ほどご説明があったああいう資料を2か月でまとめられたわけです。それほど日本の研究者、産業界の技術レベルは月のいろいろなああいうことをやるためのデータはたくさん持っているわけです。それでああいう結果が出ました。私も予想以外の立派な成果で、宇宙開発委員会の長期ヴィジョンの資料としていただきましたが、その時に産業界の方々が言ったことは「我々がこれだけやったんだ。それだから、これをやめる、これだけでおしまいにならないで、これを一步でもいいからスタートさせてくれ」ということを、くれぐれも私に対して熱望したわけです。これはどういうわけかということ、あとから申し上げましたように、宇宙ステーションまであって、H- とかいろんな話があっても、こと有人とか月となると、そこでプツと切れちゃってるわけです。どうやってそれじゃあいったい、産業界の人たちがステップを上げるのかということが、たいへん難しい問題だったわけです。それに対して「あの計画だったら明日からでもできるじゃないか。宇宙研は相当先をもうやってるじゃないか。その路線を進めればいいんだ」ということが、あの計画をまとめた時の産業界からの熱意でした。そのことだけお伝えいたしておきます。

それから有人・無人の問題。今度の長期ヴィジョンに対して迫力がない、有人もちょぼっと出ているだけだと、これはもっともでございます。それについては、言い訳がましくなるんですが、いまのパネルの方々も言うておられたように、国としてのコンセンサスやプロジェクトという考え方について、非常に問題がある。チャレンジャー事故で7人亡くなった時に、葬儀が行われた時に、大統領自らが飛び込んで行って「我々はこの7人の上

を乗り越えていくんだ」と言われたわけです。こういうやはりコンセンサスがないと、なかなか問題は大きい。私自身が、もし日本で何かあったらどうなるか、これは私どもが東京大学で内之浦で実験をしております時に、何がいちばん心配だったかという、人身事故なりそういう事故を起こすことです。あれと同じようなことの何分の1のことが起こっても、日本の場合だったら、まず検察庁が調べにくる。私どもが鹿児島にいました時に鹿児島の検事正の方が見学においでになりまして、ずっと見学をされて、その時に安全とか飛翔の安全性の確保をご説明して「これだったら大丈夫だな」とポツツと言われたわけです。私どもはそういうことで案内したんじゃないで、一般の見学者としてご案内したわけですが、やはり検事正という立場からいって、そういう立場を見せるわけです。このことから言っても、やはり日本が有人に振り向くのはなかなかたいへんだと。そのためには、このようなパネルディスカッションなり、国民へのPRが少ないと申されましたが、こういうのを何回も何回もやって、その中で反対の方とのディスカッションも必要だと津田さんがおっしゃいました。9月号の文芸春秋に科学者の方が、H- ロケットの完成を見たら、戦艦大和を思い出したと。戦艦大和、私、海軍にいましたからよく知っていますが、使い道はたいへん難しくて困ったという。日本の宇宙開発は、ああいう方向に進んでるんじゃないかという論を見まして、私、冷や水を被されたようになりました。私どもは今日お話があったように、H- は何も、ちょっといまのところ円高になってなかなかコストが下がらないんだという次元での話以上のことを考えてH- ロケットを開発したのに、こういうことをおっしゃる科学評論家もおられるのかなと思ったわけです。そのためには、このような会合を何回も何回も開くことが、宇宙開発側も、また一般の広報の方々もお願いしたいと思います。

それから国際協力が単独かという問題です。これは、なかなか難しい問題。ひとつの例として、宇宙研にこの7月からずっとおられたJPLの元の所長のブルース・マレーという博士がおられます。その方がつい最近ワシントンポスト紙に「日本は、この25年以内に日本人が月に降りることについて確信を持った」と言われているわけです。これは、そう一朝一夕で出て来た言葉じゃないんです。1990年にブルース・マレーが、ドレスデンで開かれたIAFの総会に、月惑星計画はいつ本筋に入るかという招待講演をされた時に、彼がいろいろなことを喋っているわけです。その中で、月惑星計画をやるのには、現在のようにアメリカとソ連だけではダメなんだ、ESAとか日本が参加しないといけない。その中でキャスティングボードを持っているのは日本だと。日本がコマーシャル的なこと、エコノミックアニマル的なことから、こういう人類の将来を担うようなことに、いつ本格的にお金を出すかということを決めるその時だと言われたわけです。ですから彼の頭には日本というのがダークホースとしてずっと持ってたわけです。それが今回、7月からずっと来て、私ども月惑星協会の主な人とも会いましたが、なかなかの学者であるといっしょに政治家なんです。その人が日本全体のことを見ていって、その彼がこういう返答をしたわけです。それといっしょにもうひとつ、彼の講演の中で、ちょうど「ひてん」と「はごろも」が飛びまして、日本が第3の国として、とにかく月のそばまでやったわけです。これについてはたいへんブルース・マレーは高い評価をしていましたが「ただ残念なことにこれが国際協力ではない、日本独自の計画であることが残念である」と彼はそう言ったわけです。実は「ひてん」「はごろも」はジオテールの国際協力の中の前段階なんです。彼はそれを知

らない。これはISASのPRが悪いのかも知れませんが、彼はそういうことを言った。その彼が、この間、我々と会った時にこういうことを言いました。「これからの宇宙開発にはいろんなタイプがある。その左の方には非常に小さい小規模のプロジェクト、これは一国でやるナショナルプロジェクトに相当するようなものだ。ずっと右の端には、インターナショナルの国際協力の大きなプロジェクト、例えば宇宙ステーションプロジェクトがある。宇宙開発には、この右と左の間にいろんな段階がある。いずれも必要なんだ」と。この時に彼が言っていることは、コンペティションとコーポレーションが両方必ず入っている。宇宙研のルナ計画であるとか、最近アメリカがやっているクレメンタイン計画、ご承知のように国防省がやっているのでSDIのセンサーの実験をしたいわけですが、地球の周りを回すとソ連との間の協定があってダメだと言われて、それじゃあ月を回そうと月の周りで実験をやっている。クレメンタイン計画は非常に安く、しかも月のいろんなデータを取ってくる。アメリカの科学者も非常に注目し、クレメンタインの2、3、4を出そうと。つい最近ユタ州で小型衛星のシンポジウムがございまして、そこから帰ってきた者の話だと、その中でクレメンタイン計画の話がずいぶん出ている。アメリカのクレメンタイン計画、それにルナ計画のようなものがナショナルプロジェクトなんだ。これは非常に大切なんだから、日本もこれをやりなさい。要は国際協力は、片っ方のナショナルプロジェクトと両方の力がなければいけない。アメリカは虎視眈々、日本に負けないような小型衛星を上げてクレメンタインで惑星探査をやるうとしてしています。

このようにたいへん複雑な状況にございますので、そういうことを考えにあわせて、本日、私がこれだけ温かいご支援とご激励をいただくとは思ってもみなかったわけです。いままで何か出ますと、たいへんシビアな質問ばかりされたり、意見はあったんですが、このような温かい機会を与えてくださいますと、これはもうこの会に限らず、これから何回もこういう機会を与えてくださいますように、月惑星協会をも兼ねましてお願い申し上げます。総括になったかどうかわかりませんが、たいへん意義のあったシンポジウムであったということを信じまして閉会の挨拶とさせていただきます。

どうもありがとうございました。