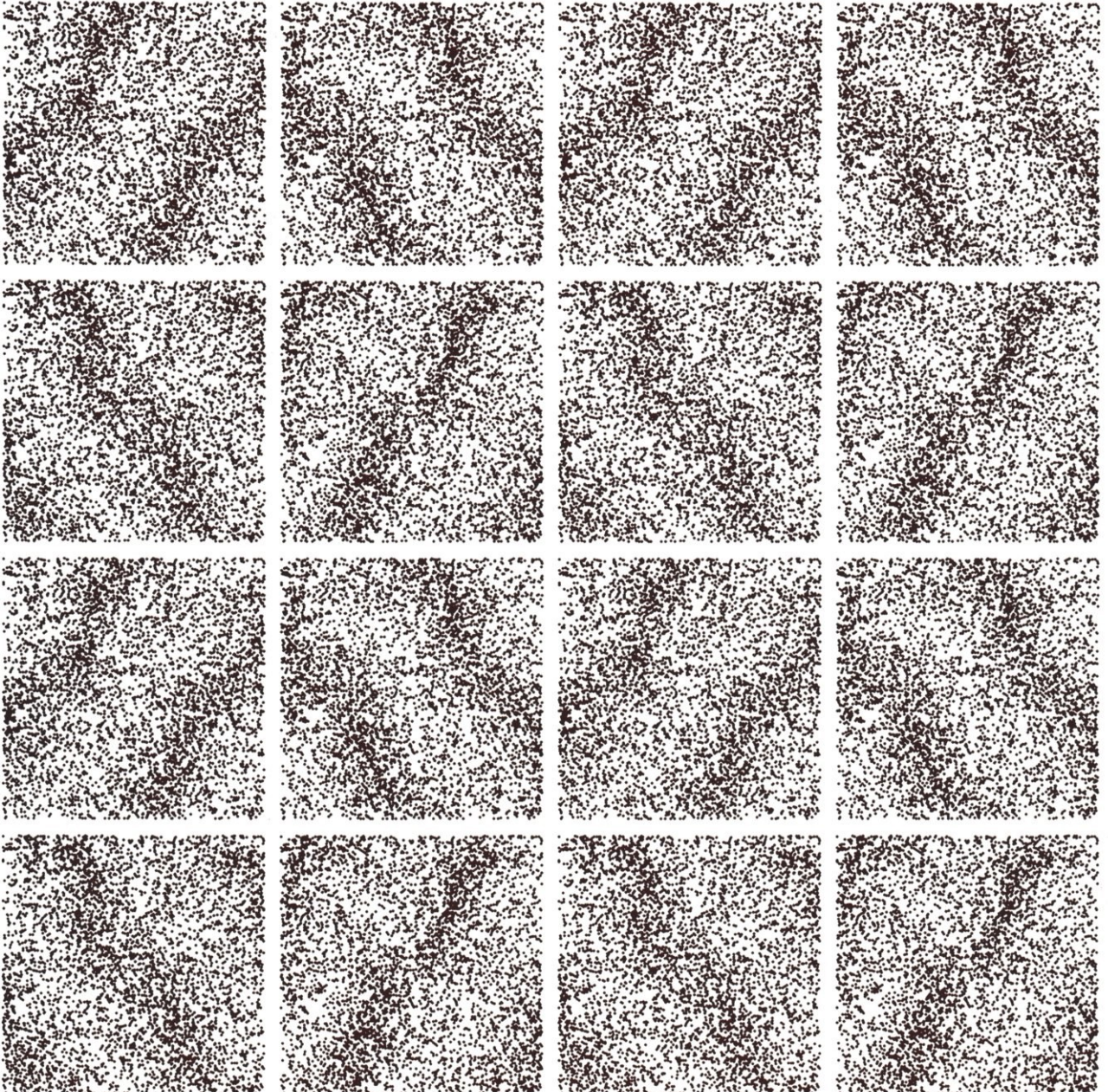


JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

# 宇/宙/先/端

宇宙先端活動研究会誌  
JUL.1995 VOL.11-NO.

**IAA 4**



# 宇宙先端 1995年7月号 (第11巻第4号) 目次

---

1. 人類宇宙学 (2)  
人類宇宙学研究会・・・83
2. <シンポジウム・ふたたび月へ ―日本の月・惑星探査―  
(1994年9月)における講演より (その4)>  
月面天文台への夢  
海部 宣男 氏・・・92
3. JUNK BOX  
月軌道周辺  
岩田 勉・・・108



## 宇宙先端活動研究会

代表世話人  
五代 富文

世話人

石澤 禎弘	伊藤 雄一	湯沢 克宜	岩田 勉	上原 利数
大仲 末雄	川島 鋭司	菊池 博	櫻場 宏一	笹原 真文
佐藤 雅彦	茂原 正道	柴藤 羊二	鈴木 和弘	竹中 幸彦
鳥居 啓之	中井 豊	長嶋 隆一	長谷川秀夫	樋口 清司
福田 徹	松原 彰士	森 雅裕	森本 盛	岩本 裕之

### 事務局連絡先

〒105 港区芝大門1丁目3-10 コスモタワービル7F  
(財)科学技術広報財団 宇宙プロジェクト室  
櫻場 宏一 (事務局長)

TEL 03-3459-8115 FAX 03-3459-8116

### 入会案内

本会に入会を希望される方は、本誌添付の連絡用葉書に所定の事項を記入して本会まで送付するとともに、本年度の年会費を支払って下さい。なお、会費は主に会誌の発行にあてられます。

年会費： 3,000円 (1995年7月～1996年5月)  
会誌 (年6冊) は無料で配布します。

(年会費の支払方法)

1. 財務担当に直接払う  
財務担当：岩本 裕之 [宇宙開発事業団経理部経理課]
2. 郵便振替  
口座番号：00120-0-21144  
加入者名：宇宙先端活動研究会
3. 銀行振込  
富士銀行浜松町支店 普通3167046

## 人類宇宙学(2)

### 人類宇宙学研究会

環境問題については、おびただしい数の団体がこれを手がけている。我々は、彼等と重複しないアングルから見てゆくよう努力したい。

①現在、環境団体は、「問題の指摘」を行動の中心としている。しかし彼等が問題ありとする行動を止めてしまえば、人類の生活が成り立たないところまできているものと考えられる。

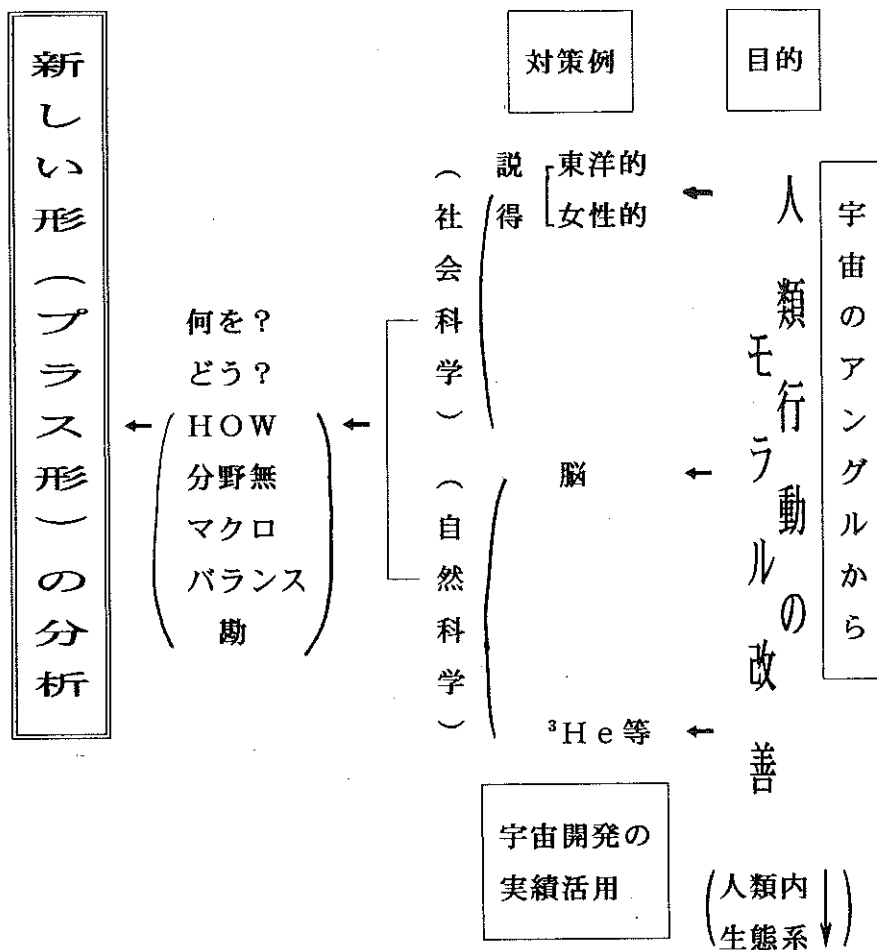
我々は、目的を『対策の創出』におき、そこにつながるように問題を分析するという姿勢をとる。〔図1〕

②分析にあたっては、前章で述べたことを念頭におく。まず問題は日本人の得意とする HOW TO ととらえる。対象は地球システムの科学であり、自然科学を社会科学の見方でチェックし、又逆の見方のチェックをも行う。さらに現在の科学が、分野細分化、数値／理論の偏重等により、局所的な合理性しか求められなくなってしまったことを反省し、東洋的な取り組みを試みる（自然と一体、歴史、マクロに全体のバランスを知る、生命に対する勘をひきだす等）。これにより欧米型科学で見落されていた自然現象のもつ文化\*（極端な場合は人間の心理さえ見落していた）を視野にとりこむようにする。

③最終的には“宇宙”を扱うことになるであろうが、その前に“地球系”の中の“生態”に重点をおき、生態人類学からスタートさせる。なお分析にあたっては、宇宙開発で培われた文明／文化の有効活用を常に念頭におく。

---

\*但しアテンボローは「麥は人間を利用して種の繁栄をした」と見た。



## 図1. 要求の流れ

- (f)さまよえるビッグサイエンス  
 (ステーションのゆくえ)  
 (³Heの扱い方)

表1は、英・米・日の体質を比較した例である。  
 サイエンスというと先ず英国が頭に浮ぶ。脈々とした伝統のうえにニュートンのような科学者が多数存在するからである。

と同時に、職人（実用技術）の元をたどるとやはり英国にゆきつくものが多い。アークライト。(マルコニー)、スチブソン等々、枚挙にいとまがない。ところが、ヨーロッパのアイデアで金儲けをしたのは米人に多い。

たとえば

〔ヨーロッパ〕 → 〔米〕

自動車 —— フォード

カメラ —— コダック

鉄鋼 —— カーネギ

これらは、現在日本が叩かれている只乗り\*と同じ行為である。この時代に米国産業が作り出した金銭的な富により、米国人が最も誇りをもてた時代のように見える。

その後、1940年頃から東西冷戦の時代に入り、米国はソ連に対抗して軍備を増強する必要に迫られ、新型の兵器を生みだすことに多額の予算を注ぎ込むようになった。ここで強いアメリカとサイエンスとが直結し、エリートがここに集中するようになったものと考えられる。強いアメリカという意識が、大富豪というアメリカンドリームを上回っていたのではなかろうか？

一方、日本は敗戦後の飢餓状態から立直るために、池田内閣の所得倍増計画に代表されるような政府主導の産業振興がすすめられ、民製品作りにエリートが集中し、職人エリートの国になった。米国と対照的なのは、米国が予算を消費するところに人材を投入したのに対し、日本は民製品作りにエリートを投入したところである。この点、軍事費を使い過ぎたというP. ケネディの論はあたっていない。

米国で混乱を生じたと思われるのは、本来のサイエンスと強いアメリカの為のサイエンスの混同である。後者の悪い点は、サイエンスすなわち新しいアイデアを生むには巨額の投資が必要というフィーリングを作ってしまったことにある。ところが一般の産業に必要なアイデアは、前述のフォード等の例にみても、又、エチソン等の例にみても、とくに集中して投資したものではない。

---

\* タイミングもある；八木アンテナ→英、トランジスタ→日、衛星の追尾アンテナ→米

表 1

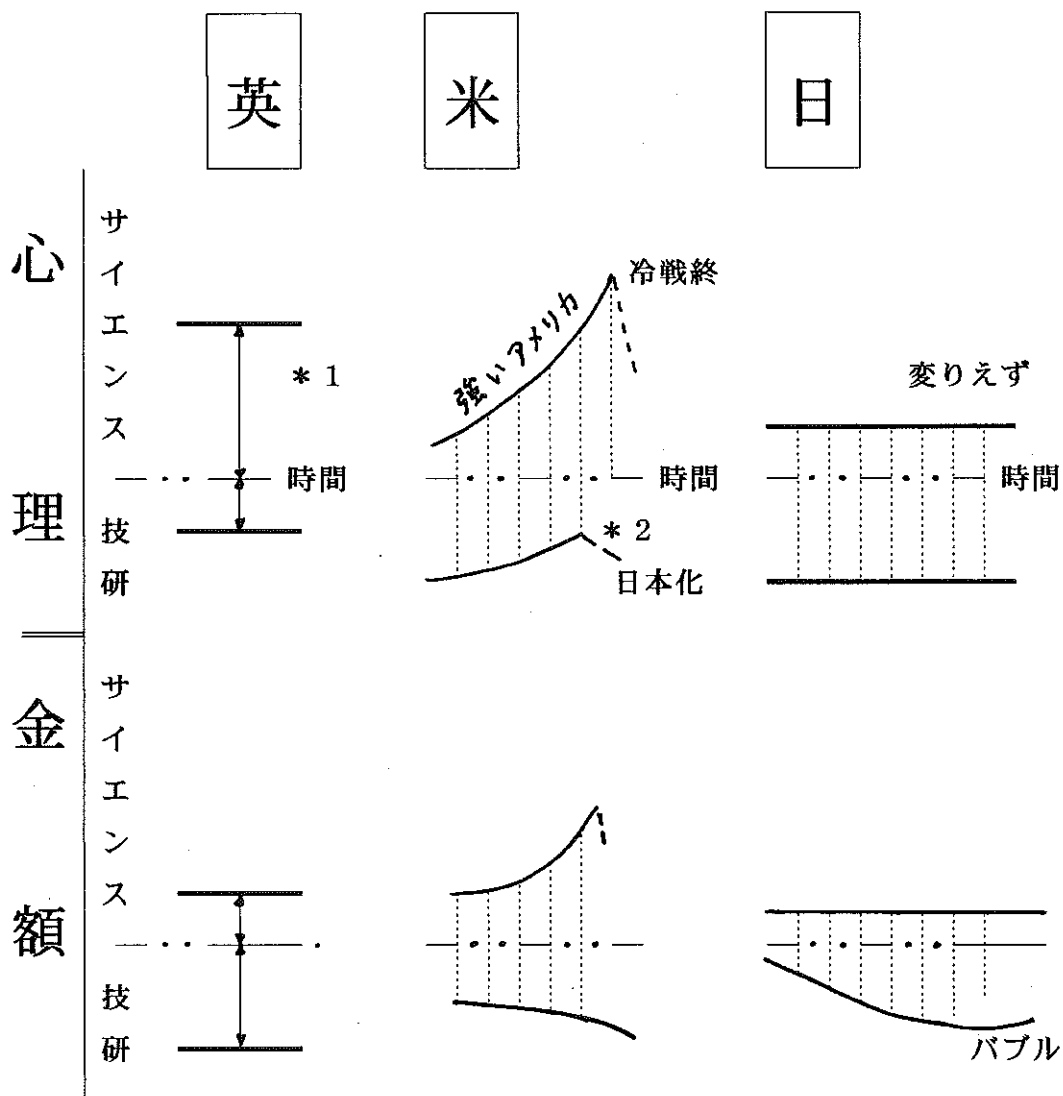
	英	逆転	米	日	
サイエンス	未知に挑戦 尊敬 絶対的価値基準 エリート 非実用 ≠ 金	実用品	金 崇拜 民需品事業 } 金 職人 } 非エリート ☆	金 崇拜 相対的価値基準 技術 尊敬 エリート集中 ☆ 技術の科学化	職人の国
実用品	職人 = 金 非エリート	サイエンス	科学 = 大金 (DOD) エリート 科学の技術化 強いアメリカの 時代 (ソ連も同じ)	科学に遊び 国外でしか 評価されず	

このような混乱を、日本人が真に受けて、「創造的R&Dを」などといっても、何も生れる筈がない。

図2は、国の意識と投資傾向が時間とともに変化する様子を表したものである。

英国は、哲学を重んじる伝統をもつ国なので、サイエンスと職人（技術）のスタンダードを維持し、外界に迷わされることなく、国の意識も投資もあまり変らぬものと考えられる。

図2 最近のトレンド：



\* 1 精神文化のリーダーの存在

\* 2 失業からゴミのパンクまで、サイエンスを崇拝する余裕なし



米国は、どちらかといえば職人の国としてスタートしたものと考えられるが、冷戦構造により、サイエンスで優位性を保とうという姿勢がエスカレートしてしまいう一方、社会科学系の人材は、ハードウェアなしで利益を生む方向に走ってしまったように見える。

したがって冷戦が終結してみると、サイエンスのバックボーンが見当らなくなり戸惑っている。ビッグサイエンスはバブルサイエンスであり、バブルがはじけた状態である。宇宙ステーションの予算が減ってゆく原因も、こんな金をかけてまで何故バブルサイエンスをやる必要があるかという社会心理の圧力と考えられるので、その付き合い方には十分な注意が必要と思われる。NASAにみられる科学者の数が圧倒的に多い体制も冷戦の名残りともみれば、難しい問題を抱えた組織である。日本のジャーナリズムの表現「メダカに×億円！」という社会となりつつある。だが、本来の職人の国への復帰の努力は怠ってはならず、徐々に底力を見せつつある。日本は、ここ100年、職人の国なので、心理的な混乱は生じないが、怠け心には注意が必要である。又、日本のマルチメディアもステーションも計画経済型、すなわちソフトが弱いところも要注意である。

もうひとつ、日本の欠点は職人しか知らない国というところにある。このためサイエンスと技術を見分けることができない。たとえば核融合でみると、米国で学者が手がけているから、日本も学者がやるサイエンスと理解している。しかし理論はすでに解明され、巨額の金をかけてそれを実現する段階であり、実現の壁はエンジニアリングにある（例えば炉壁の材料）。これは職人の仕事（エリア）に入っていることを示すものであり、実用化の哲学が必要なフェーズに入っている。即ち、日本の得意な領域に入っていると考えるべきであろう。ここで、宇宙と環境に結びつけたシナリオが必要になる。

---

(日本の構造的問題 ①ジャーナリストが無哲学(E6) ②先行研究との並進が難(闘))

## (2)エンゲル係数のアングルから

投資の一般的傾向として、サイエンスに力が入られるのはエンゲル係数が低い（生活にゆとりがある）社会である。これを図3上左に示す。ただし日本ではエンゲル係数の低下にもかかわらず上右の図のように変化が起きていない。

最近、米国で注目すべきは、ベル研究所が工学重視に変わったこと、DOD等の予算が減りつつあることである（左下図）。米国の一般大衆の平均エンゲル係数が高くなったことと関連がありそうである。日本はもともと高エンゲル係数型維持なので、変化は感じられない（右下図）。

宇宙開発は当然エンゲル係数の影響を受けるであろう。図4左はNASAの将来を読む図であるが、おそらくサイエンスが急速に縮小されるのではなかろうか。その時、実用開発（社会直結指向）のシナリオが作れるだろうか？（アポロの実力とシナリオのセンスは別である）

日本は貧乏型を堅持していたので、この心配はない。宇宙開発も通信・放送から地球監視へと、時代の要請に即応したシナリオで前進している。次の時代の要請は、エネルギーと食糧になりそうである。日本の一般大衆にこれを理解させなくてはならない。

図3 R & Dの傾向

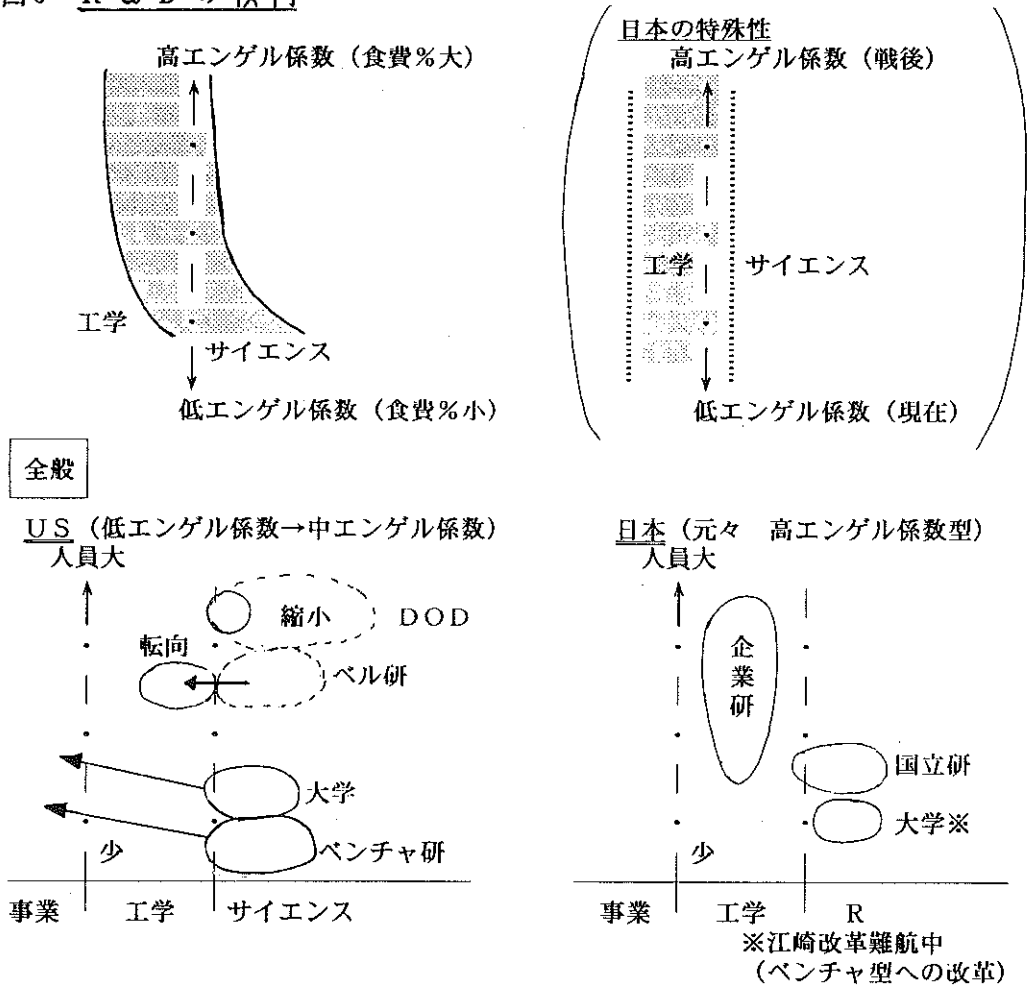
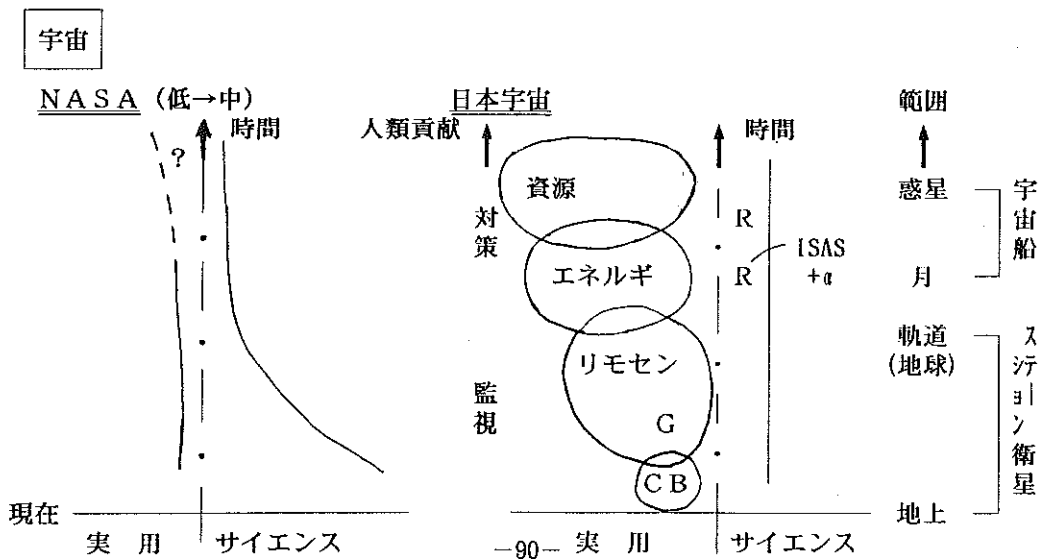


図4 宇宙開発の今後



〔註〕  ${}^3\text{He}$  とステーションは日本型へのシフトを！

本文中に「米国も職人型が急速に復活している」と書いたが、これは自動車のような産業に限られる。これらと傾向が違うものにビッグサイエンスがある。ビッグサイエンスは、米国、旧ソ連とも、軍用か国威発揚を目的とし、数十年間特異なパターンで進められてきた。

${}^3\text{He}$  も宇宙ステーションも国威発揚の取扱いをしている。関係者はサイエンスとして進める経験しかなく、それ以外（産業など）の理解のしかたを知らない。したがって、時代にミスマッチとなってゆくことに気付かない。何故予算が減るか、わかっていない。

日本が危険なのは、フィロソフィをわからずに米国に盲従するところである。上の例で、時代とミスマッチと知らずに盲従すれば心中になる恐れがある。もともと日本の社会はサイエンスに批判的で、「メダカに何億円！」というジャーナリストの言がこれを物語っている。日本社会は、実用目的を尊重する風土をもっている。これが自動車やテレビの産業をトップレベルに押し上げた原動力である。

というわけで、 ${}^3\text{He}$  をビッグサイエンスとして取扱うべきでない。現実、 ${}^3\text{He}$  核融合はすでに実用目的として開発するフェーズに達していると見てよいであろう。産業として取り組む日本型がマッチする。しかしこれを米国に言っても、にわかに理解されるとは思わない。関係者は、数十年の習慣しか知らないからである。異文化の理解は難しい。ステーションもまた然りといえる。

## 月面天文台への夢

国立天文台教授 海部 宣男 氏

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が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ますと、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。といいますが、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ろうと思えますし、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うのです。というのは太陽系はそれ自体が薄い

大気に取り囲ま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、地上よりも 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γ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す。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、光で見ているに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

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。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うことも大事ですけど、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ところだと思います。大きな大きな鏡を作る

ことは、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1 kmぐらいの規模に小さな、小さいと言っても例えば1 m～2 m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1 km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100 km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100 km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、1.5 mないしは2 m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で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1 mぐらいの望遠鏡を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あります。

これがそのポンチ絵ですけども、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はありますが、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っ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えば、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けれども、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ポ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、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するんだ？ 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テレスコープの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たい何なのかと、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

想のうえといえますか、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いう風に思うわけです。

最後に1枚。そういう夢は大いに描きたいわけですが、ただ現実ももちろんあるわけで、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が、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。

(編集より)

本記事は、宇宙科学研究所と宇宙開発事業団の共催により1994年9月に開催された「シンポジウム・ふたたび月へ -日本の月・惑星探査-」の講演録を主催者の了解を得て転載したものです。



## 天文学者の理想郷

高山  
南極

地球周回軌道  
太陽周回軌道

月面

太陽系の外

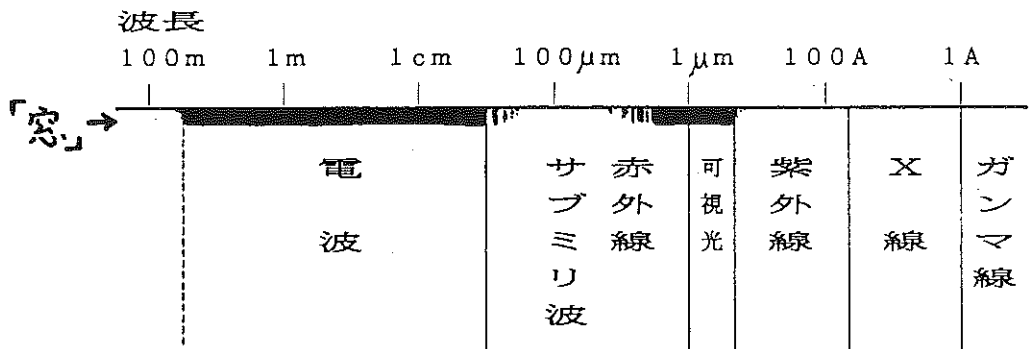
電磁波の吸収：  
観測波長

電磁波の擾乱：  
像の乱れ

電磁波の散乱：  
バックグラウンド

熱、重力：  
観測精度

## 電磁波

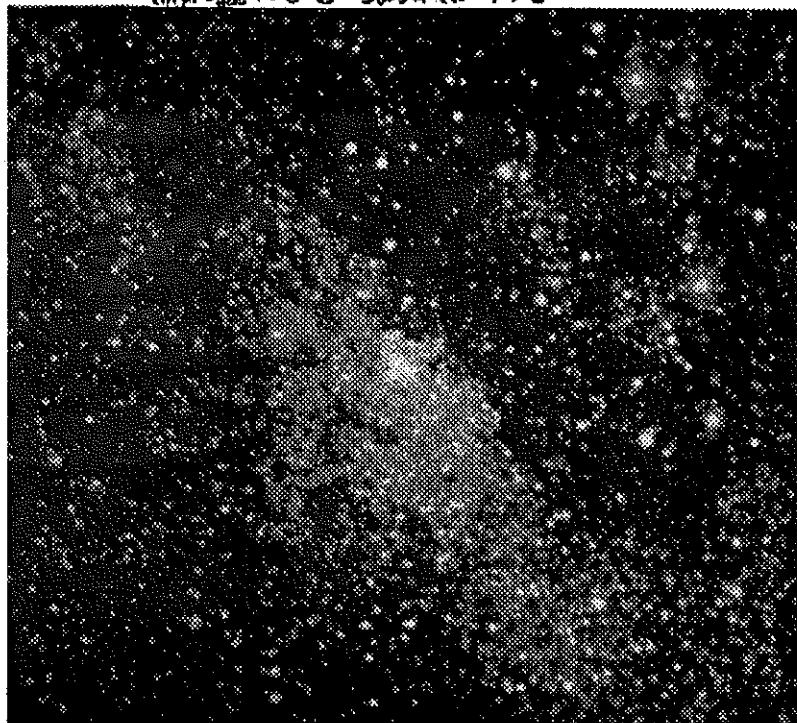


低温の物質 ←

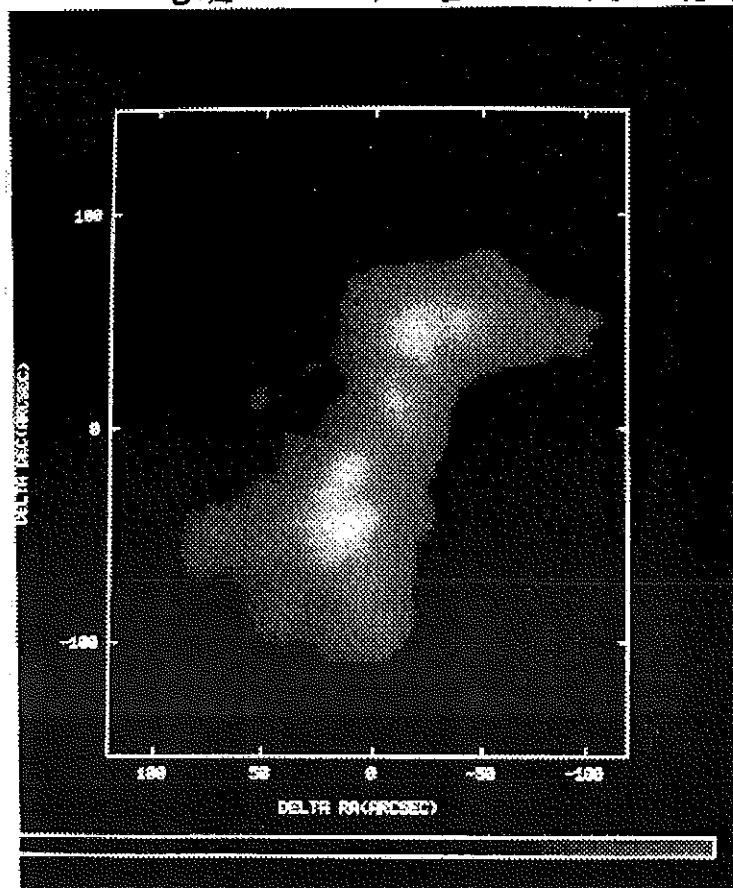
物質の熱放射

→ 高温の物質

赤外線による銀河系中心



電波でみた原始星の円盤 (おひし座 L1551)



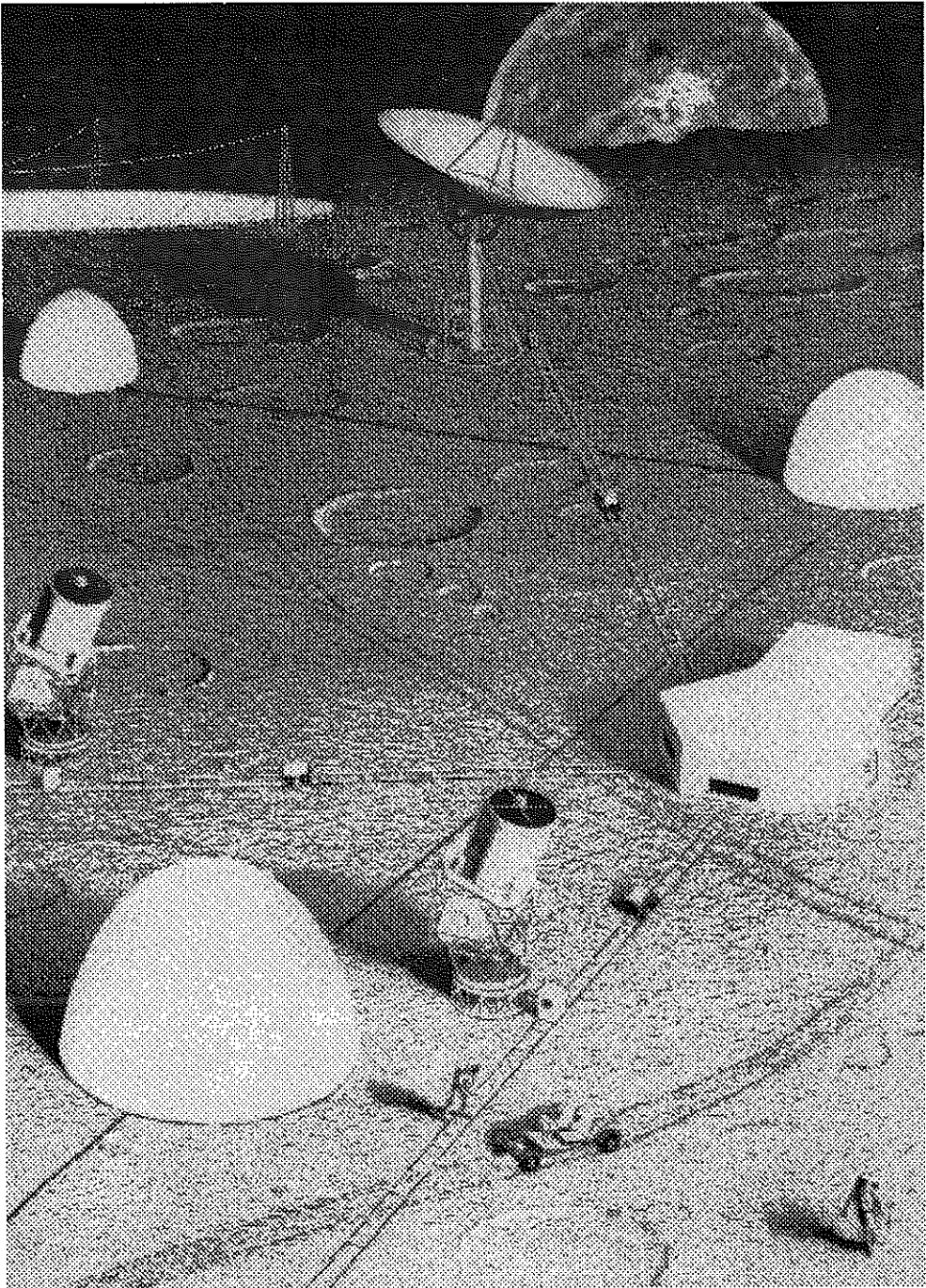
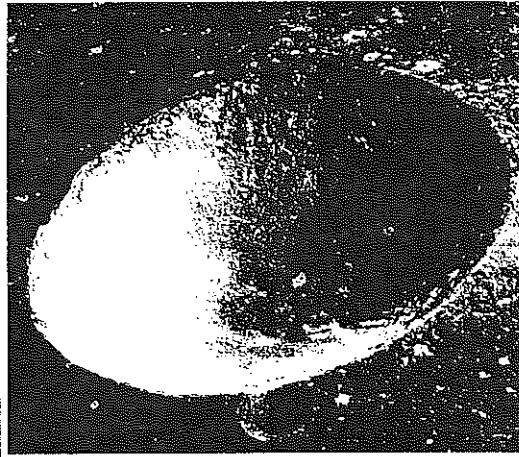


FIGURE 119.—This oblique view of the crater Hadron D was taken with the panoramic camera on Apollo 16. Hadron D is about 15 km in diameter and is located in the highlands between Mare Tranquillitatis and Mare Nectaris. Evidence of avalanching (Howard, 1973) and of other types of downslope movement of material are clearly visible on the inner walls of the crater. The streaks resembling shouting stars on the left wall appear to be avalanche scars. The avalanche probably were preceded by large blocks followed by fine-grained material. On the near wall (arrow) a large boulders protrude in a straight line against the relatively flat crater floor. In the shadowed part of the crater wall many short irregular benches or narrow terraces mark the tops of masses of slumped material. The brightness of the avalanche scars is an indication of their freshness; in general, freshly exposed lunar materials are brighter than undisturbed materials nearby. — F. E. S.

AS16-102-179

0 5 km



集光力と分解能

まずは分解能を。

大パラボラよりも干渉計

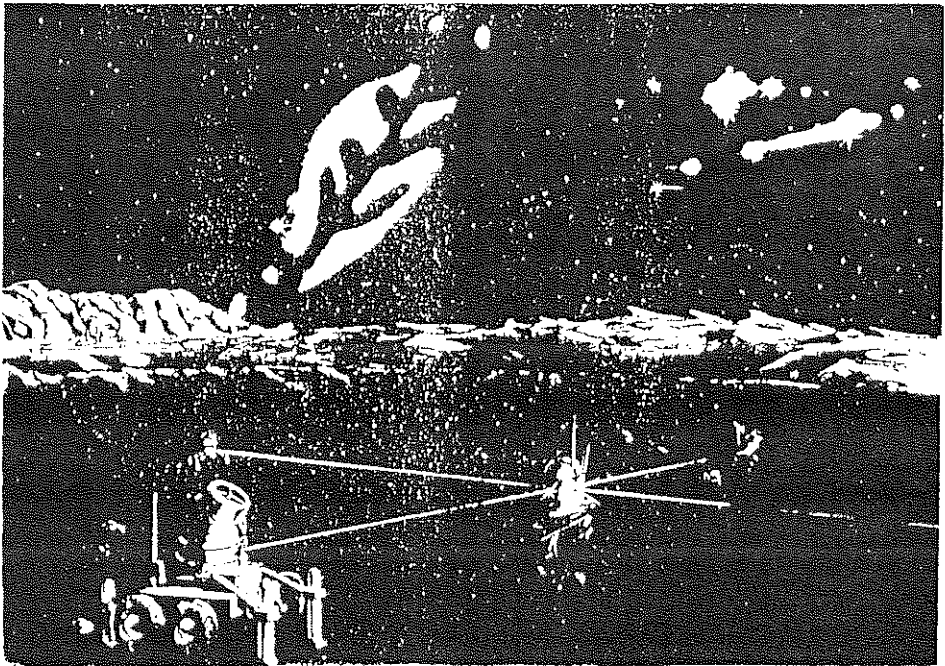
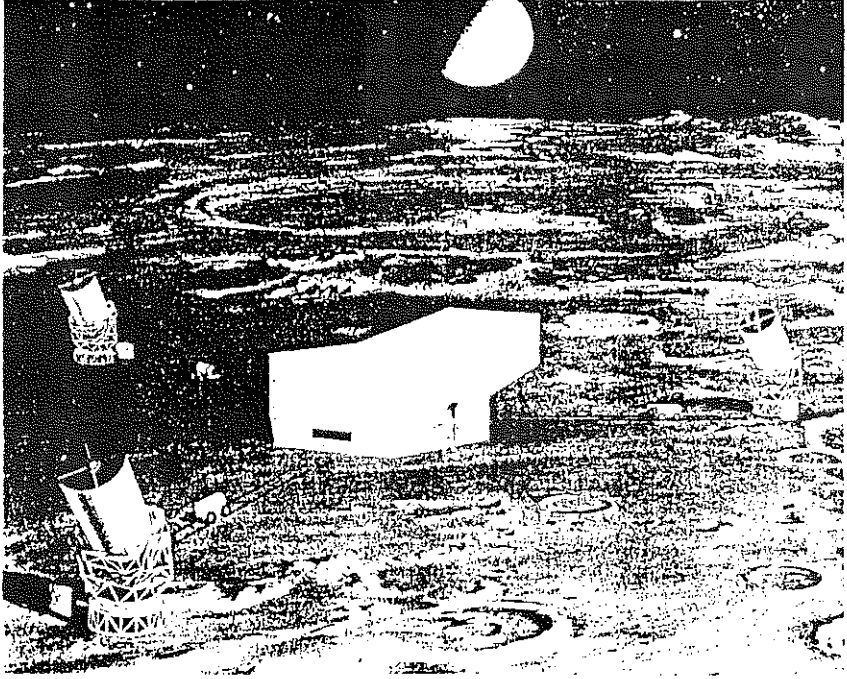
1 km規模の光・赤外線干渉計

100 km規模のサブミリ波干渉計

100 km規模の重力波望遠鏡

宇宙規模の電波干渉計 (VLBIネット)

Bahcall report



月-惑星協会

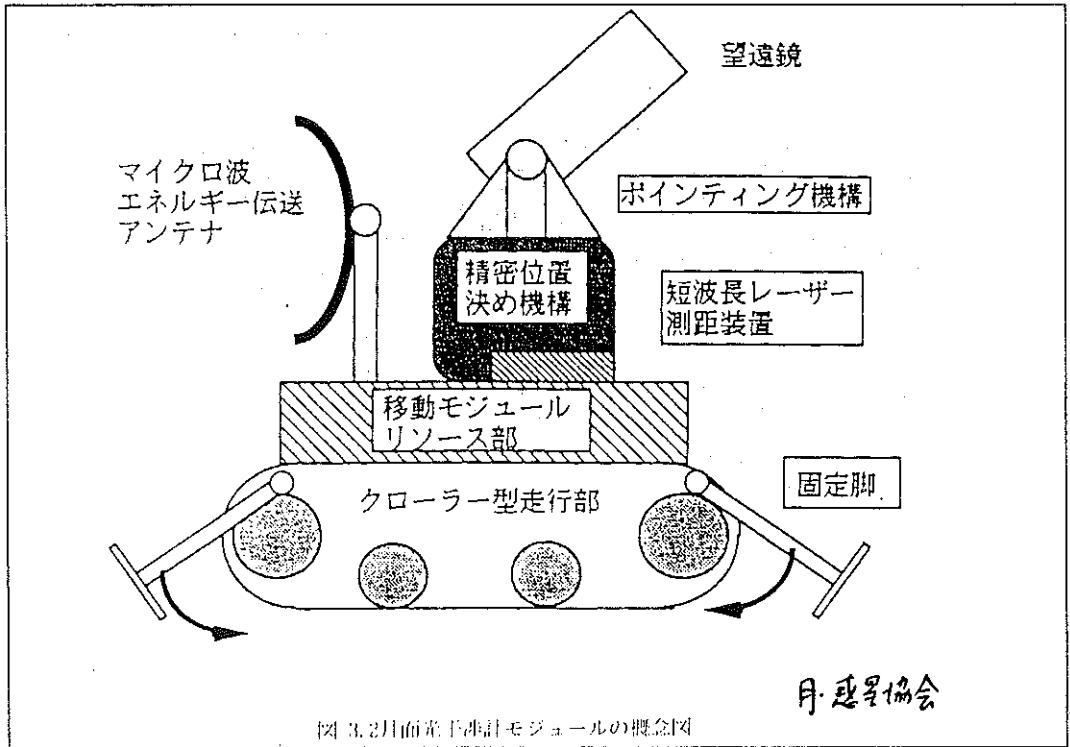


図 3.3 月面レーザー干渉計モジュールの概念図

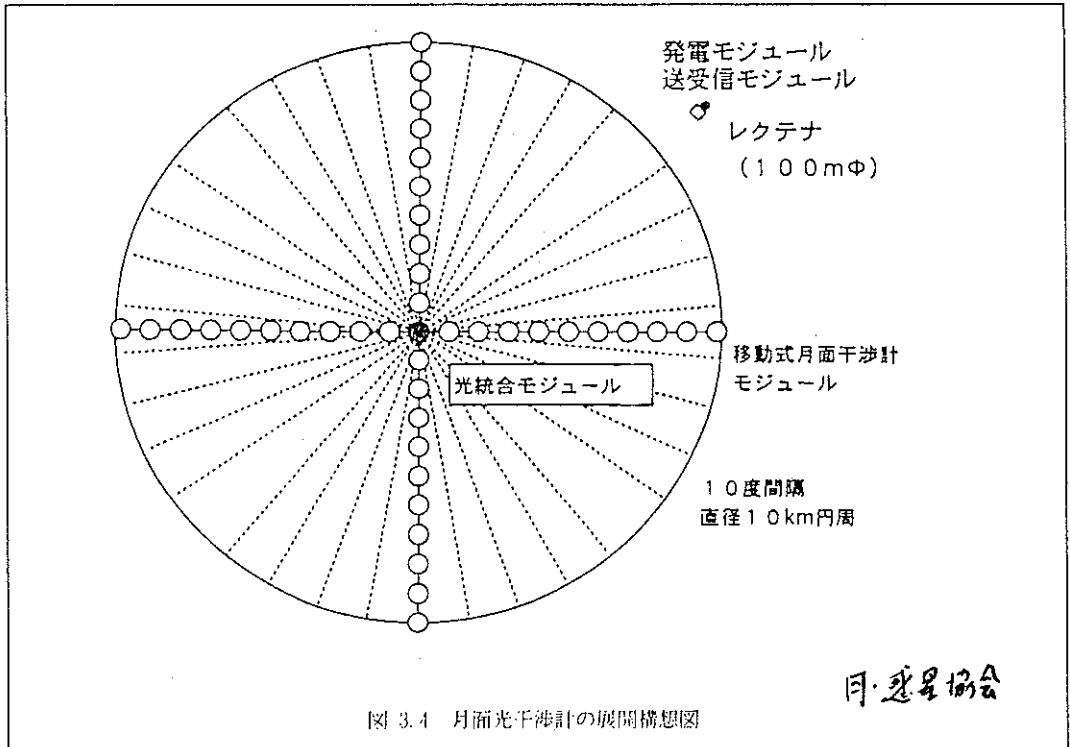


図 3.4 月面光干渉計の展開構想図



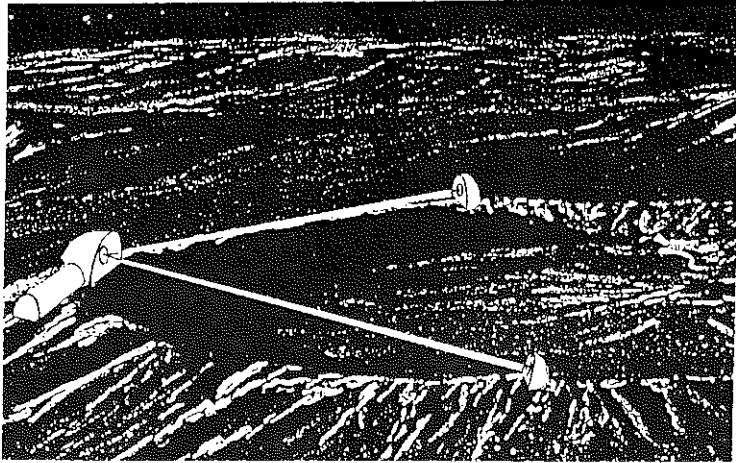


図2-1 月面における重力場実験

月・惑星協会

## 月面南極天文台

温度： 低温 (-200 °C) で一定

雑音： 極めて少ない

観測： 干渉計に有利

エネルギー： 供給に便利

通信： 地球との通信容易



あらゆる波長での観測

0.0001秒角以上の分解能

いつも最高の観測条件

## 月面南極天文台への ステップ

軌道天文台の継続的開発と発展

並行しての月面南極サイト調査

小型月面遠鏡による先行的観測

無人干渉計システムの展開

有人南極天文台の建設

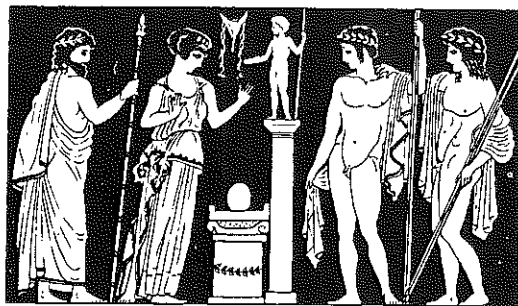
# JUNK BOX

## 月軌道周辺

飛天が羽衣を脱いで月に置き忘れた。羽衣はしばらく漂っていたが少しづつ月に落ちていった。次にアメリカ娘クレメンタインが歌いながら月をめぐる。 In the cavern, in the canyon, excavating for a mine, dwelled a miner, forty niner, and his daughter was Clementine. . . . ちなみに forty niner とは 1849 年カリフォルニアに金鉱が発見されたとき群がった一旗組のことである。今度はアメリカから Prospector というのが行くことになったそうだが、prospector すなわち探鉱師、山師である。どうもアメリカ人の郷愁はそこら辺にある。ヨーロッパが月に降ろすものは LEDA と呼ばれているそうだが、Leda はギリシア神話でスパルタ王妃、白鳥に化けたゼウスによってふたつの卵を産みそれがかえって双子座とヘレンになった。傾城の美女を生むというココロか。日本人は「かぐやひめ計画（向井宇宙飛行士提案）」など審美的である。月見西行。

ともすれば月住む空に憧るる心の果てを知るよしもがな

（編集人 岩田）



スパルタ王／レダ／卵（ヘレン）／双子座

## 95年度年会費納入のお願い

宇宙先端の印刷と郵送の経費は会員の皆さんからの会費によって賄われています。（袋詰めや編集はまったくのボランティアです。）

下記のいずれかの方法により、95年度年会費（3,000円）を納入されるよう、よろしくお願いいたします。

1. 財務担当に直接払う  
財務担当：岩本 裕之 [宇宙開発事業団経理部経理課]
2. 郵便振替  
口座番号：00120-0-21144  
加入者名：宇宙先端活動研究会
3. 銀行振込  
富士銀行浜松町支店 普通3167046

## 投 稿 募 集

宇宙先端は会員の原稿によって成り立っています。軽重、厚薄、長短、大小を問わず奮って投稿を！（下記を参考にして下さい。）

## 会誌編集方針

- 1 『宇宙先端』は宇宙先端活動研究会の会誌で年6回発行される。
- 2 論文の内容は、全て著者の責任とする。
- 3 投稿資格：原則として本会会員に限る。
- 4 原稿送付：投稿する会員は、B5版横書きまたはA4版横書きでそのまま版下となるような原稿およびコピー1部を、宇宙先端研究会編集局宛送付する。原稿は返却しない。
- 5 論文は未発表の原著論文に限る。ただし、他に発表したものの要約、解説等は歓迎する。掲載論文に対する質疑、意見、提案等、誌上討論は大いに歓迎する。
- 6 A4で20ページを超えるものは掲載しないことがある。宣伝、中傷、その他本会の趣旨から極端に外れる投稿は掲載できない。編集人は会誌の整合のため、著者に改稿を求めることがある。

原稿送付先：〒105 東京都港区浜松町1丁目7番1号 平和ビル7階  
(財)日本宇宙フォーラム 福田 徹

E-Mail: MSJ00573@niftyserve.or.jp

編集に関するお問い合わせは下記へ。

福田 徹 (編集局長) TEL 03-3459-1651 FAX 03-5402-7521  
岩田 勉 (編集人) TEL 0298-52-2250 FAX 0298-52-2247

\*\*\* 編集後記 \*\*\*

人類は次のミレニウム（1000年期）を考えるべきなのでしょうが、宇宙先端はとりあえず次の10年を考えなければ...。  
展望も大事だが微分的な活動があつてこそか。

（福）

---

## 宇宙先端

宇宙先端活動研究会誌

編集人  
岩田 勉

編集局長  
福田 徹

編集顧問  
久保園 晃 有人宇宙システム（株）代表取締役社長  
土屋 清 帝京大学理工学部教授  
山中 龍夫 横浜国立大学工学部教授

監査役  
伊藤 雄一 日本電気エンジニアリング（株）

宇宙先端 第11巻 第4号	頒価 1,000 円
平成 7年 7月15日発行	編集人 岩田 勉
発行 宇宙先端活動研究会	
東京都港区浜松町 世界貿易センタービル内郵便局私書箱 165号	

無断複写、転載を禁ずる。



# 宇/宙/先/端

宇宙先端活動研究会誌  
JUL. 1995 VOL.11-NO.

**IAA 4**

