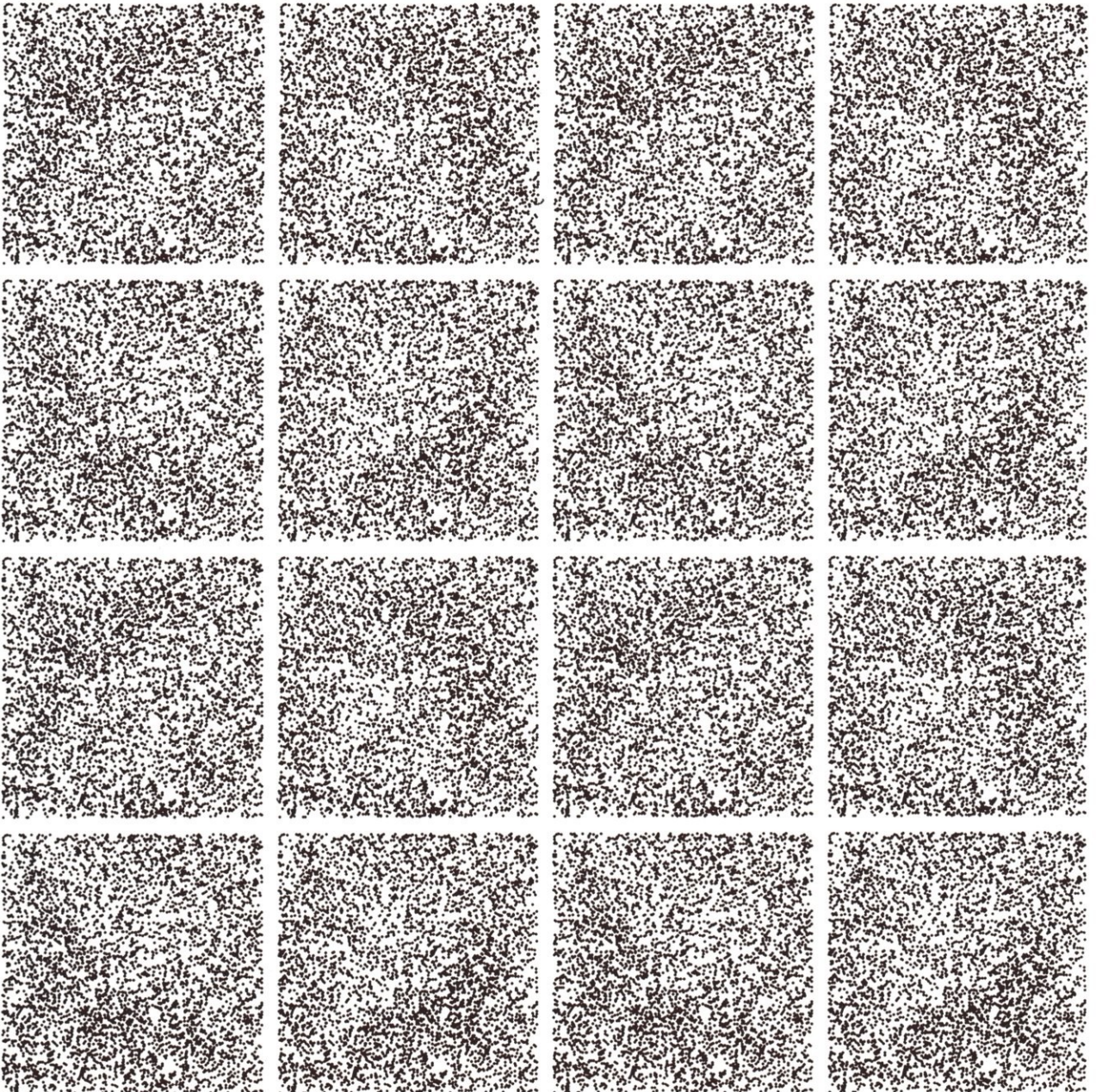


JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

# 宇/宙/先/端

宇宙先端活動研究会誌  
MAR. 1995 VOL. 11-NO.

**IAA 2**



1. 人類宇宙学 (I)  
(反省期を迎えた科学・文明)  
人類宇宙学研究会・・・25
  
2. <シンポジウム・ふたたび月へー日本の月・惑星探査ー  
(1994年9月)における講演より (その3)>  
月面基地建設のシナリオ  
河島 信樹 氏  
岩田 勉 氏  
大坪 孔治 氏・・・32

## 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 (1994年7月～1995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 (I)

(反省期を迎えた科学・文明)

日本宇宙フォーラム

人類宇宙学研究会

「人類が存続できるかどうか」が人類最大の課題であることは、1972年にフォレストタ等により指摘された<sup>(1)(2)</sup>。しかし事態は一向に好転せず、20年後にゴア<sup>(3)</sup>メドウズ<sup>(4)</sup>等により再指摘されている。

この問題に、何故宇宙が関わるのか、又、何故日本人が関わらねばならないのか……整理してゆきたい。

まず宇宙の関わり方について。これには2種類がある、狭い目で見た場合、宇宙開発の技術が問題解決の重要なエレメントになりそうだということである。例えば月のヘリウム3を用いるクリーン核発電<sup>(5)</sup>、閉鎖生態系における生活技術<sup>(6)</sup>等である。広い目で見れば、人類活動が宇宙をどう変えてゆくか（地表の生態系から始まって、地球軌道上、月、宇宙へと拡がってゆく）の推定と対応を考えなくてはならない。

これを実行するには、現在の科学の方法を変える必要があるものと考えられる。方法をどう変えるかについてはちょっと後回しにして、“変える”という点に日本人のセンスが適しているように思える。というわけで、何故日本人が関わらねばならないかというところから始めてみたい。

## (1)日本人のセンスが適する課題

ここ100年の間、日本人はHOW（如何にして欧米に追いつくか）で生きてき

- 
- (1) フォレストタ他 “ローマクラブ報告書” 1972年
  - (2) メドウズ他 “成長の限界” 1973年
  - (3) ゴア “地球の掟” 1992年 (訳本：ダイヤモンド社)
  - (4) メドウズ他 “限界を越えて” 1992年 (同上)
  - (5) 森本盛 “宇宙船地球号/2040年”(1)~(7) 宇宙先端
  - (6) CELSS学会 (事務局 未来工研)

たので、科学も産業もあまり悩む必要がなかった。ところがキャッチアップがほぼ達成された現在、先進産業から壁にゆきあたり始めた（宇宙がtopのようである。古い形の産業等ではまだ気付いていないらしい。したがって、今悩む人が精神文化のリーダーになる公算が大きい）。その壁とはWHATを見つけられないことである。

ところが「人類が存続できるかどうか」という課題は、人類目的のWHATである（超マクロではあるが）。こうとらえれば、図1のようにあとは得意のHOW TOでアプローチできる筈である。そこでセンスの活用法について、表1に整理してみた。

まず工学の教育が世界一という点があげられる（科学の教育は進んでいるとはいえないが、物造りの能力はトップレベルにある）。もちろん精神文化の影響もあるが、早く物を実現する能力は、新エネルギーシステムや新食糧生産システムといったエレメントの実現に最も適しており、世界のリーダーを引き上げる宿命にあるように思える。

つぎは東洋的な思想である。自然と一体であるべきという考え方、過去・現在・未来の存在を重視する考え方等である。これらは、自然の変化に対する現在の人間の関わり方を考えるのに適した哲学と考えることができる。人類の存続のためには「自然のシステムの安定性と連続性を保たねばならぬ」とゴアは言っているが<sup>10)</sup>、そのためには人類行動を自然の一部としてとらえ、かつ過去から現在までを十分に理解して将来を見すえなくてはならない。ゴアは又、「デカルトの哲学（人間は自然とは別）は誤りであり、キリスト教の考えに戻るべき」とも言っている。そこで我々はさらに一步進めて、「東洋的な思想」で対応することを考えてゆきたいと思う（キリスト教についてはよく知らないが、現在と個人で神に接する考えに見えるので）。

又、日本の工学や経営が「改善」という手法を中心に世界のトップレベルにまで上ってきたことも活用できそうである。改善という方法は、全体との摩擦が少い方法で漸進的な向上をはかるものである。環境問題の解決には社会思想の改善という困難な命題がある（後述）。この対応として、理論を強行する革命的な手法は適当とは考えられず、漸進的な手法が良いものと考えられる。

以上、温故知新というか、温故致新というか、ガムシャラに前ばかり見て進むのではなく、それなりの分別が必要ということになりそうである。

図 1

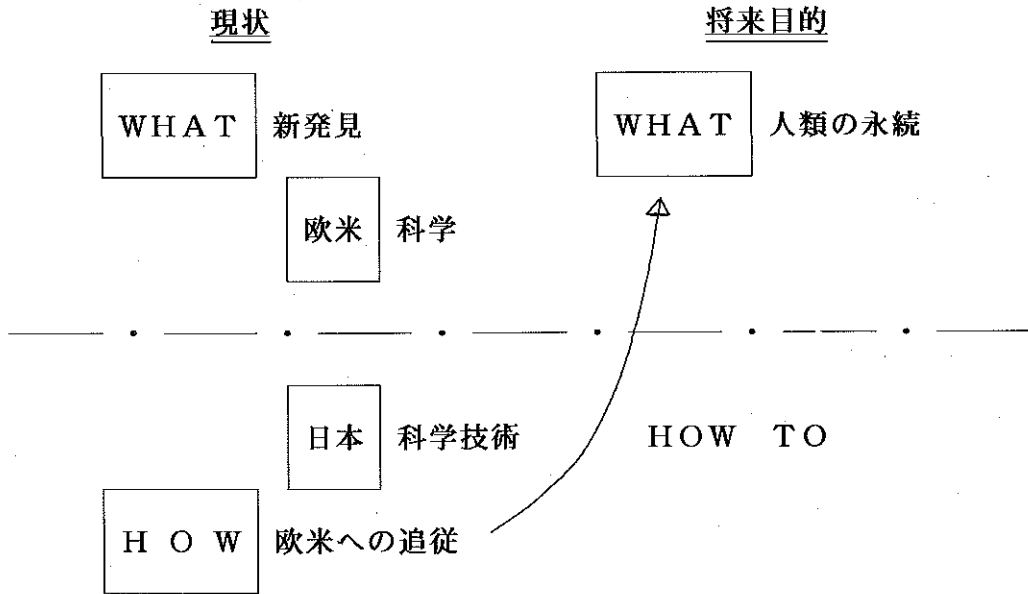


表 1

工 学	→	{ 新エネルギーの実用化 新資源の実用化 (自然現象の人工化)	(要素技術に相当)
経営工学 (改善)	→	社会思想の改善	( 社会の説得 利用者・客対応に相当 )
日本の文化 (文化変遷) (欧米対比)	↗		
東洋的哲学	→	自然の変化の 動的挿入	(システム設計に相当)

## (2)科学の方向転換

図2のように、これまでの自然科学は、自然の摂理についてその法則性等を見出すdiscoverが中心であり、欧米社会はこれに憧れを抱いてきた。そしてdiscoverの成果をもとに豊かな生活を実現してきたと「一応」説明されている。しかし最大の欠点は、分野の細分化があまりにも進みすぎ、自然システムとの関係が見えなくなったことにある。

一方、経済学などの社会科学は、人類行動を体系化して学問としてきた。しかし人類行動は、成長・発展を善とし、恒常・停滞を悪と考えるようになり、物欲と所有欲ばかりが膨れあがったものになってしまった<sup>(7)</sup>。

自然科学及び社会科学における以上の方法が、自然システムの法則性を変えはじめた。環境破壊に代表される自然システムの変化が、自然科学と社会科学との「負」の相乗効果によりひきおこされていることは疑いないこと<sup>(8)~(9)</sup>と考えられるので、これを「正」の相乗効果に変えるような科学の方法の転換が必要ということになる。

まず自然科学について、分野とは学問を分類する手段であった筈なのに、今や分野を前提に学問が始まるようになった。決めたことに拘束される点で組織の硬直化に似ている。組織は20年もすると硬直化するのが常識である。それを何百年も続けている科学でよいのだろうか？というわけで分野を考えない科学が必要ということになる。科学技術は、使われ方まで考え、自然環境に対するアセスができなければ完成とはいえない<sup>(8)</sup>。これを実行するには、社会科学にまたがった検討をしなければならない。主人公は自然のシステムであるから、科学もシステムの科学でなくてはならない。このあたりが東洋の哲学の活躍の舞台のように思える。

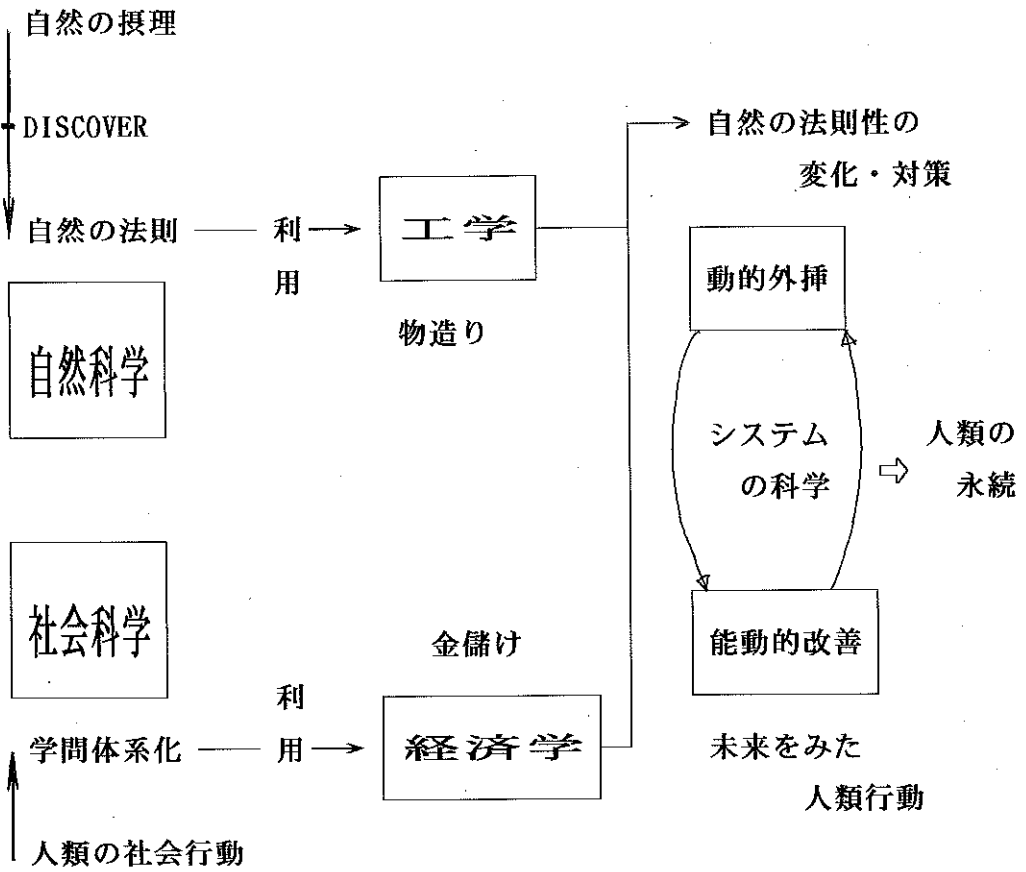
社会科学については、体系化という受動的な姿勢では済まなくなっている。欲ばかり膨れあがった<sup>(7)</sup>人類社会をどう見るか？人類は短期間に滅亡する生物として出来あがっているとみるか<sup>(8)</sup>、改善という能動的な対応が成功するとみるか、社会科学の正念場といえるのではなからうか？

(7) 山内 昶 “経済人類学への招待” ちくま新書

(8) 西沢潤一 “技術大国・日本の将来” 朝日文庫

(9) 糸川英夫 “21世紀人類は滅亡する”

図 2





いずれにせよ、自然科学／社会科学と分類している今の文明は既に古くなったものと考えられる。そして「だから古い哲学まで引き返して、もう一度考えなおそう」という逆説的な話になる。システムの科学として自然科学・社会科学等を融合させ、立体的（複数次元）に思考を展開するストラテジックなものが現在要求されているものと思う。

### (3) システムの科学へのヒント

現在の科学の方法に従って、単純現象の法則性の発見にいくら努力をしても「人類の存続」への答は見出せない。なぜならば、そこで要求されるのは、超複合現象のダイナミックな分析を行い、ストラテジックな解を求める能力だからである。

ゴアは文明の歴史を人間の年齢にたとえている<sup>9)</sup>。「今までの文明は青年期に相当する。自分は不死鳥だと思っているから生死のことは考えない。現在ようやく中年にさしかかって責任を感じはじめた」という。これをイントロダクションにしてもう一步進めると、長老のセンスに到る。今急いで求められる「超複合現象に対する解を得る」ことは、我々の祖先の社会では長老の役割であった。現文明には急いで長老のような判断力をもたせてやらねばならない。

米国と日本は世界で最も長老を必要としない文明を作っている（前述の不死鳥型）。ただ長老といっても、老人がやらなくてはならないかどうか、今後の課題である。一般的にみて、若い人は速く勇ましく走りたがるが、広い視野でバランスを見ることはあまり好きではない。早道は老人を選んで活用すること（老害を招くタイプは駄目）のように思える。ヨーロッパのマイスター、さらには祖先の長老などについてしらべる必要がある。

### (4) 数値と理論を科学的というのはもう古い。

自然科学でみると、数値と理論を科学と狂信するあまり、局所的な超精密化・深層化が進み、省略してならない項目を省略し、省略できる項目を一所懸命研究する傾向が強まっている。これでは超複合現象に対応するには未だ幼稚な段階といわざるをえない。要因を考えきれないことの弊害が剥出しになってきたといえる。

社会科学でみると、数値化の最大の害は通貨のようである。極端な話、物

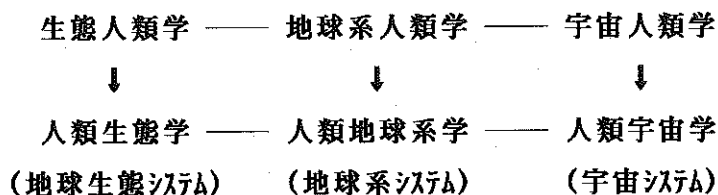
々交換して物で貯えればすぐ限界がくるものを、通貨であれば無限に貯えられる。数の魔性は価値なき快感を与える。必須とはいえない蓄財が自然破壊に拍車をかけている。数だけで選ぶ選挙は低レベル安定社会を作る（但し名案なし）。又、理論についても、要因を考えきれないためうまくゆかない例が多い。とくに個人の心理と社会心理のカウントが難しいようで、インセンティブ不足と欲望とが理論を飲みこんで、70年で終わった例もあれば、現時点で最も良い社会のように見えていても、100年先が見えない社会もある。

というわけで、数値と理論は断片的で非客観的な科学を形づくってしまった。これを客観的なものにして、客観的なことが科学的なことといえるようにしなくてはならない。もし長老のセンスが客観的なものであれば、ここから多くを学びとることができる。少なくとも生命に対する本能的な勘は、祖先あるいは先住民の方がはるかに秀でている。

#### (5) 大処着眼、小処着手<sup>(10)</sup>

人類宇宙学は、最大に拡げた大風呂敷なので<sup>(11)</sup>、次回、着手できる具体的な中身を整理してみる。

人類学という言葉の範囲では、つぎのような関係かもしれない。



(10) 兒女英雄伝（中国の古典）

(11) 森本盛 “異文化と摩擦” (10) 宇宙先端

## 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 氏

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したいと思います。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すが、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年ほど前に亡くなられ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して、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。

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して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申しますのは、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ロ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年かけて無人ロ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れども、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います。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、ということだと思います。

もちろん何のためにやるかというこ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を定義しないで、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います。

月惑星協会が作りました、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いますが、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、3兆円といいますと、かなり大きな額ではあります、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います。

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います。

1988-1990年

**月面基地と月資源利用研究会** (代表 故大林辰蔵)

民間20社と官、学の研究者 約200名 (未来工学研究所)

わが国はじめての本格的な月面基地研究活動

ヘリウム-3 ----- 21世紀 クリーンな 核融合燃料  
核融合炉開発に課題

11月 国際シンポジウム

月から有人火星へ (SEI計画)

2、300ページにおよぶ報告書

<>

(財)材料科学技術振興財団 : *Lunar Energy Park*

NASDA

Lunar Energy Park

月面エネルギー基地調査会

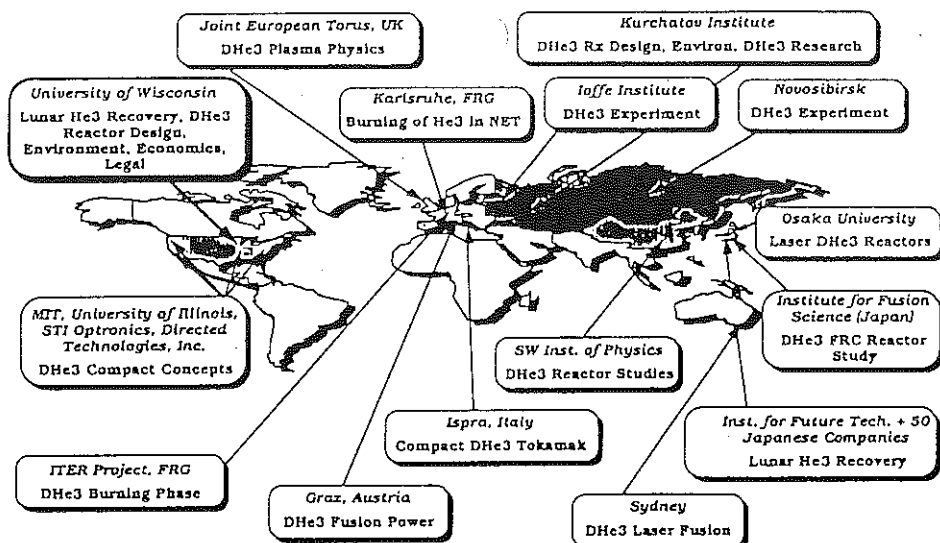
平成5年度成果報告書

月面エネルギー基地構想の概念検討

平成6年4月

財団法人 材料科学技術振興財団

## Worldwide Effort in Helium-3 Fusion and Lunar Recovery Research



1991年11月-

**月惑星協会** (代表幹事 齊藤成文、飯田庸太郎)

民間20社の支援

官からはなれた自由な活動

**研究会**

月面天文台

宇宙における微生物コントロール

原子力のロケット推進への利用

宇宙におけるマイクロマシンの利用

地球外建築

**日本の得意とする**  
**無人口ロボットを活用した**  
**有人月面基地建設**

1994年3月

秋葉宇宙研所長の提案

年間1,000億円 30年

無人口ロボットで有人基地

月惑星協会が、月面基地研究会の成果を基盤に原案作成

長期ビジョン懇談会へ提案

**月面基地**

短期的な視野に立って議論する

何のためにつくる 何に利用する

別の方法（地球軌道など）と比較する

—————> ネガティブな方向に行く

日本人：すぐに目の前にこないと具体的に動かない

新しい流れにすぐに先頭についていける人———沢山居る

これから要求されているもの

新しい流れを作り出す———宇宙開発のリーダーシップ

**具体的な作業をする**



## 宇宙への夢を育てる

国民1人当たり 年間 1,000円

## 月惑星協会のまとめた月面基地構想

短時間にまとめられたもの——改良すべきところも多い

### 課題

1. 宇宙でのロボット技術の極限を追求する
2. 宇宙への展開を飛躍的に安価にする

月面基地だけでなく、**宇宙開発全体をリード**する

## 核融合炉燃料としてのヘリウム3



中性子による2次放射能の影響が少ないクリーンな核融合炉  
直接発電による高効率

地球には、自然にはない !

ヘリウム3 : 1 kg -----> 1 万キロワット 1年間  
1 万トン -----> 21 世紀の人類全体の電気エネルギー  
をまかなう

コスト : 石油換算 7ドル/バレル

副産物 : 10 kg ヘリウム3

-----> 水素 300 トン  
水 3,000 トン  
炭素  
窒素

月面基地運用に欠かせない

## 核融合炉の開発が鍵を握っている

高温の炉心プラズマの制御

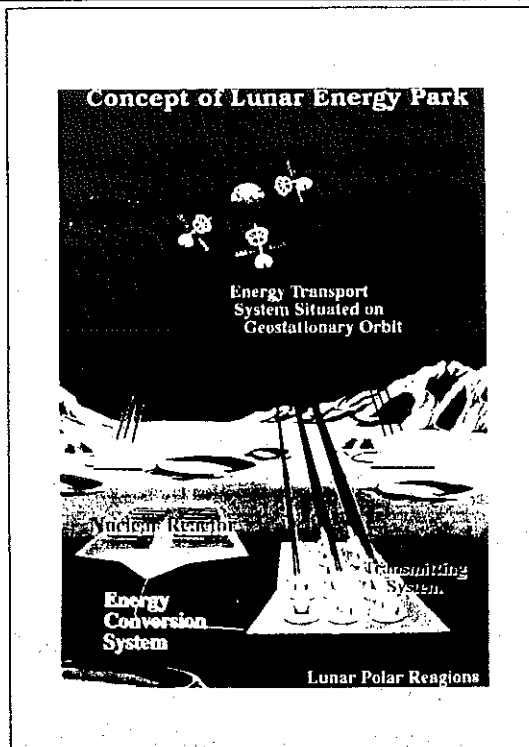
# 月面のヘリウム3

## 月面のヘリウム

起源 : 太陽風 (プラズマ流)  
数10億年にわたって月の表面の砂 (レゴリス)  
にたたきこまれた

主成分 : 水素イオン  
ヘリウム : 1/8  
ヘリウム3 : 300 ppm

全量 : 100万トン



## 月面基地建設のシナリオ（2）

宇宙開発事業団 岩田 勉 氏

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りまして、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-II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 歩いてカメラ、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きます。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-IIロケットを2.5倍に発展させた規模のロケットを12機使しまして、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して。

フェイズ3でございまして、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して。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して。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機使しまして総計で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けど、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、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。

、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

ざいますが、これらの開発規模はH-IIロケット、大きさもその程度ですね、H-II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大きくなく、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-II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-II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ぞれ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帰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す、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できました。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。

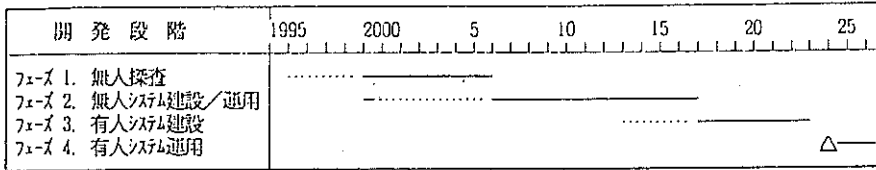
このコスト総計では月面基地に直接必要なコストだけを総計しております、いわゆる共通経費、例えば射場の維持費ですとかH-IIロケットあるいはその派生型を開発するといったしましてその地上試験の開発費ですとか地上の追跡局の開発費あるいは運用費、そういうものは含んでおりません。こういうような、いわゆるインフラストラクチャ開発費・運用費というのは年間数百億円使われておりますが、この規模で投資が行われれば、この月面基地も賄えるものと推測されます。

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。これは日本が全額出資するといいたしますと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。

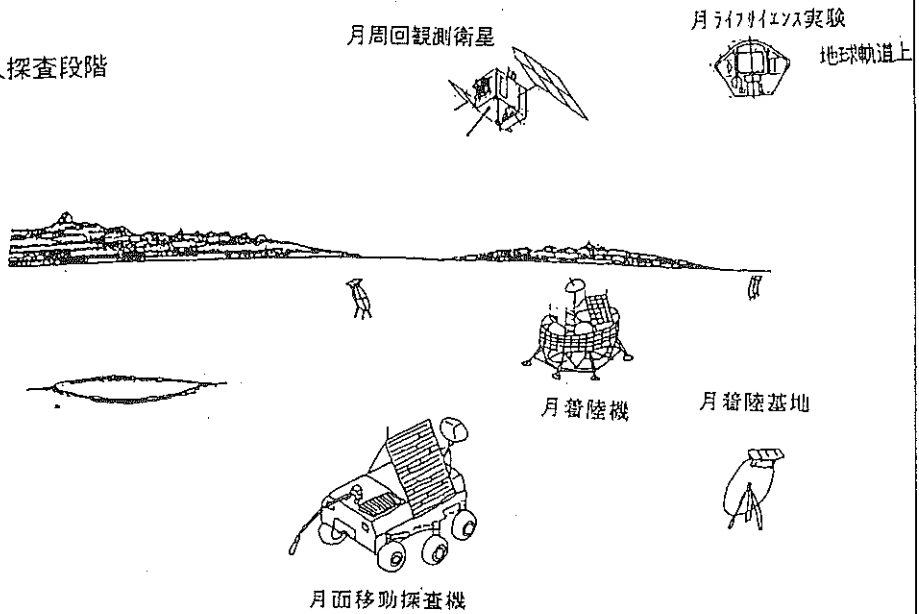
以上で全体シナリオの報告を終わります。次に大坪さんに、有人システム・食料生産について報告いただきます。



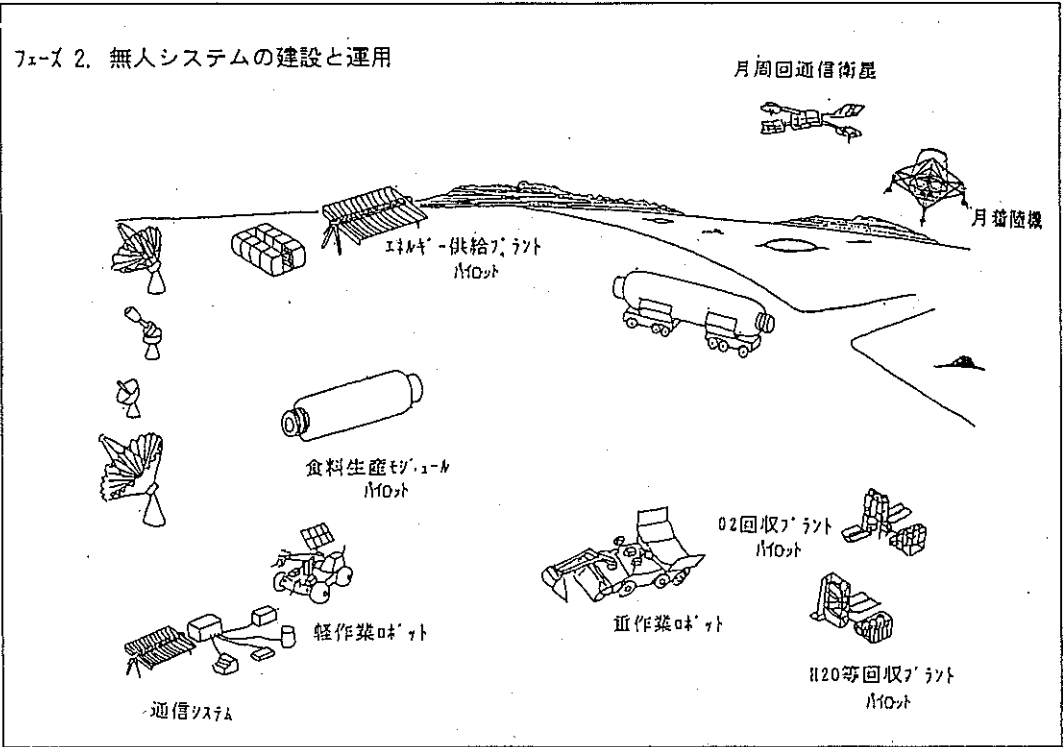
## 有人月面基地の無人建設構想



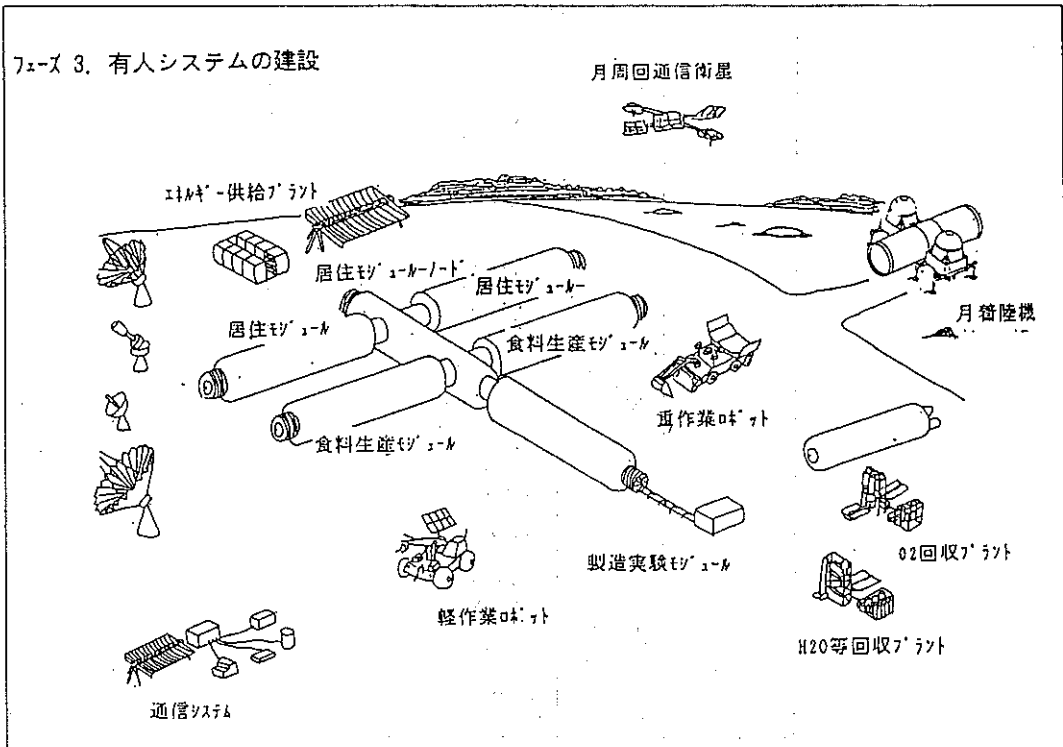
### フェーズ 1. 無人探査段階



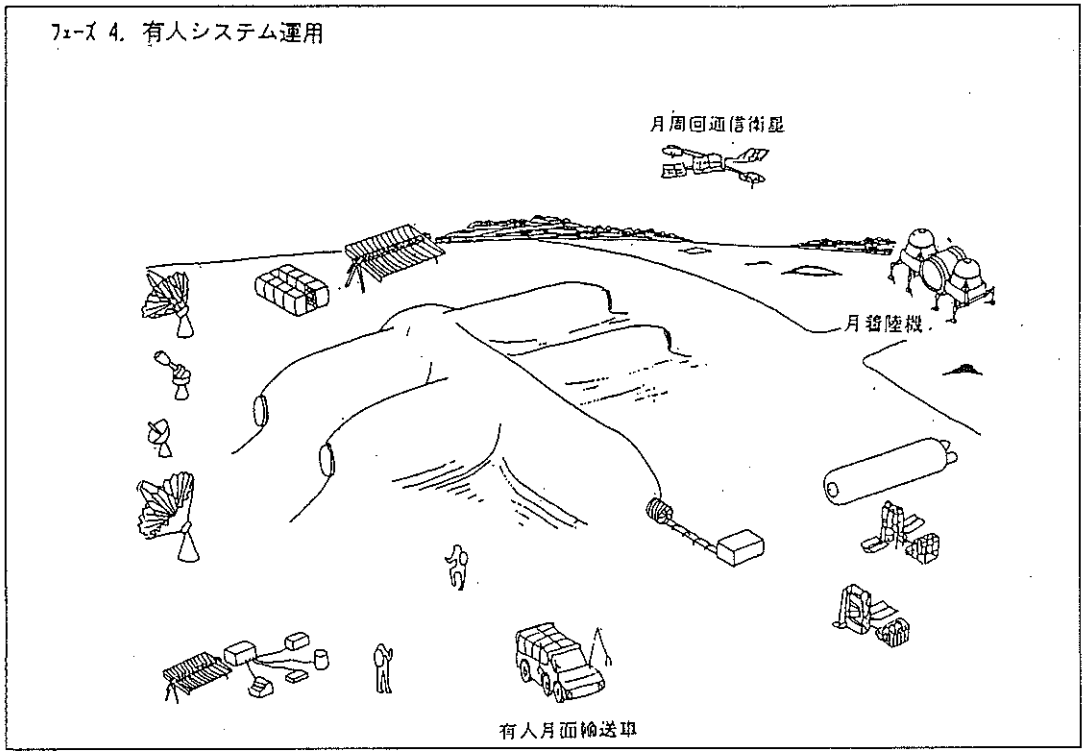
フェーズ 2. 無人システムの建設と運用



フェーズ 3. 有人システムの建設

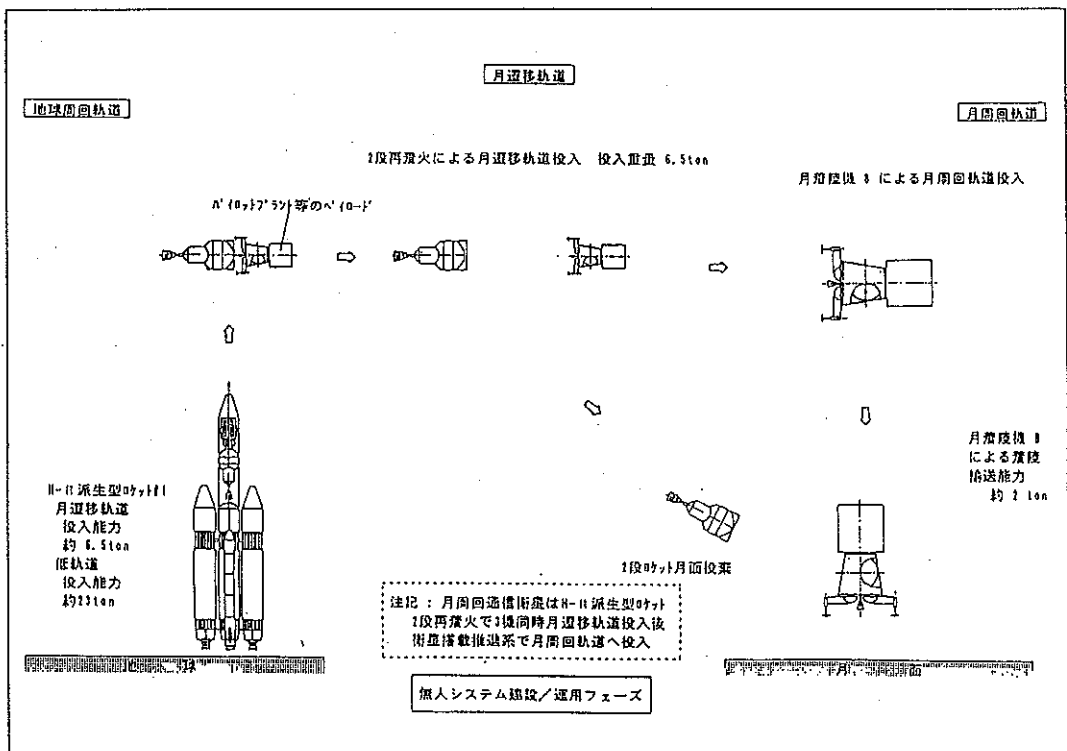
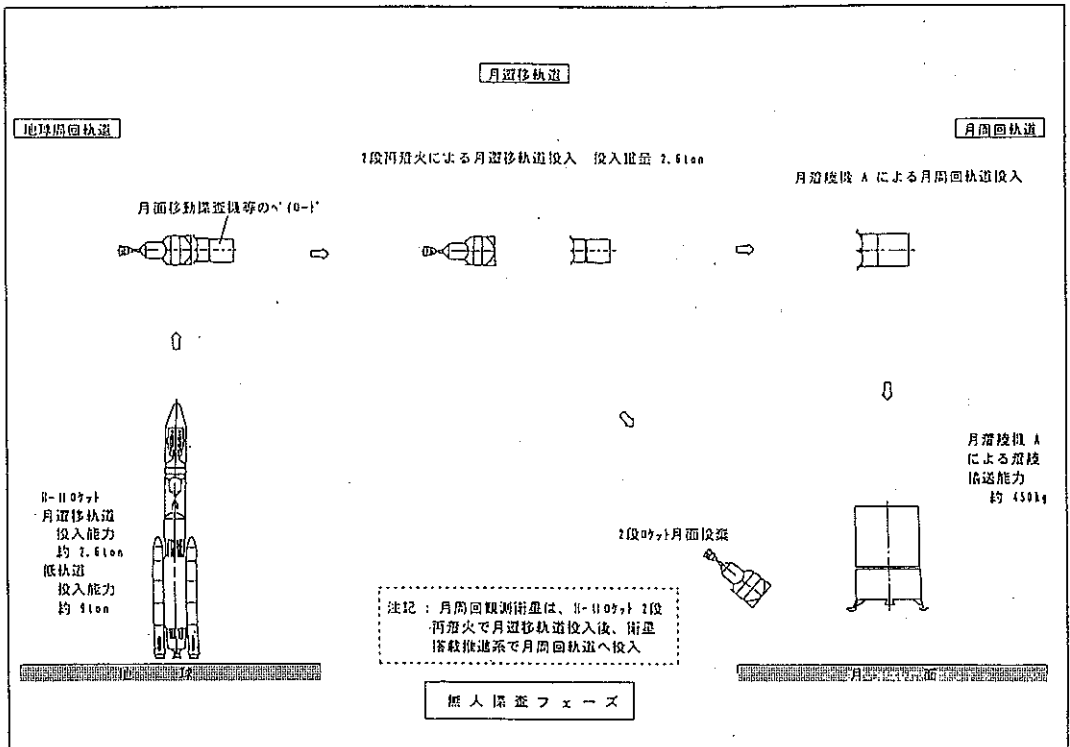


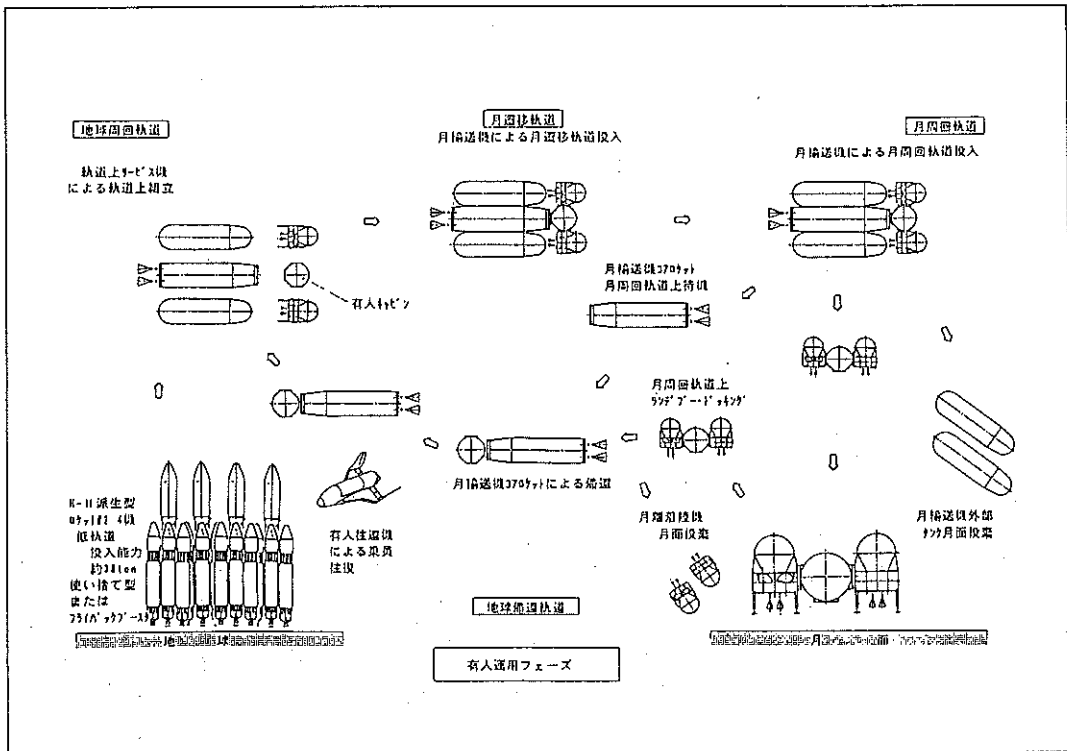
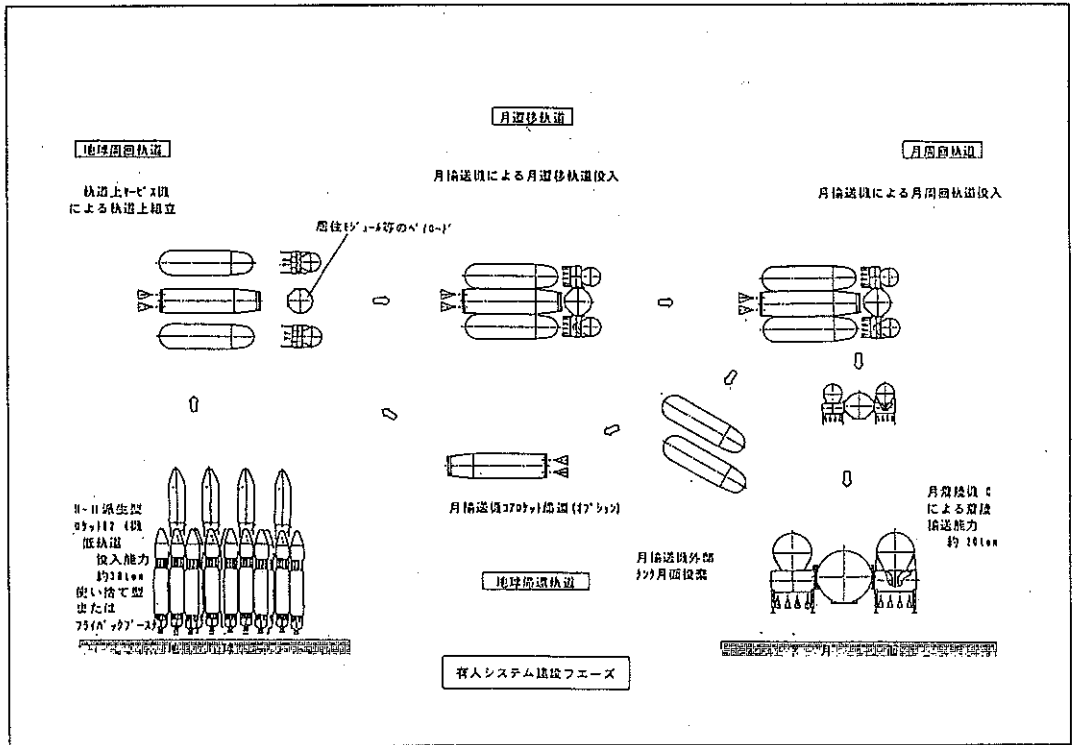
フェーズ 4. 有人システム運用

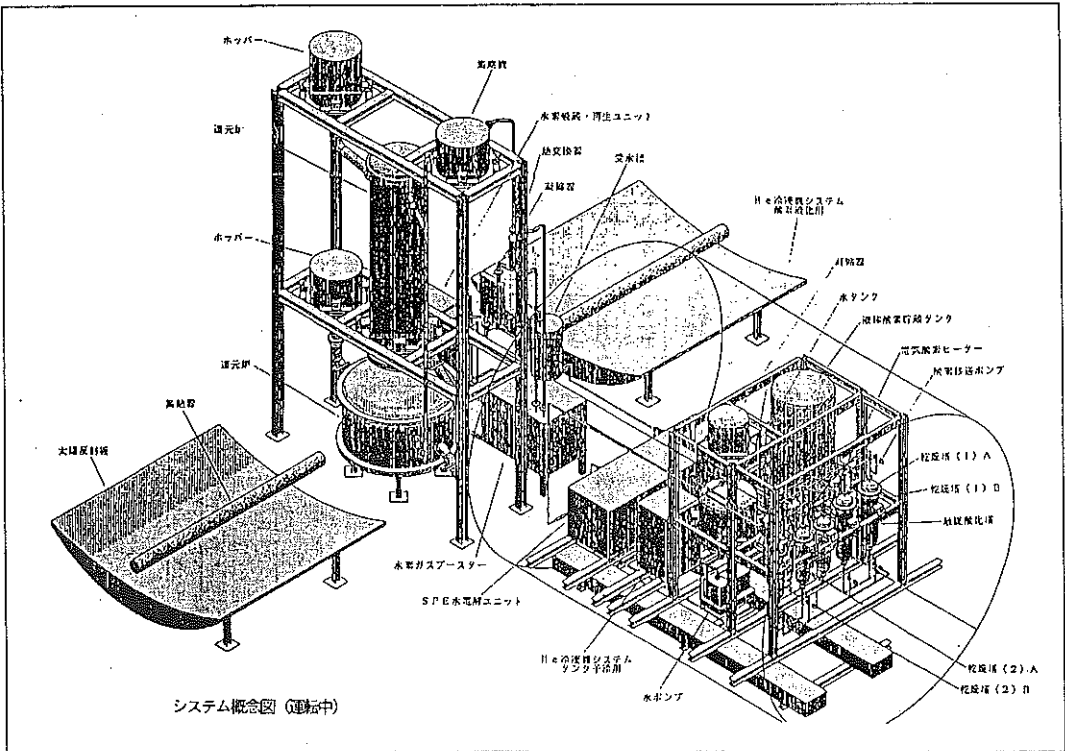
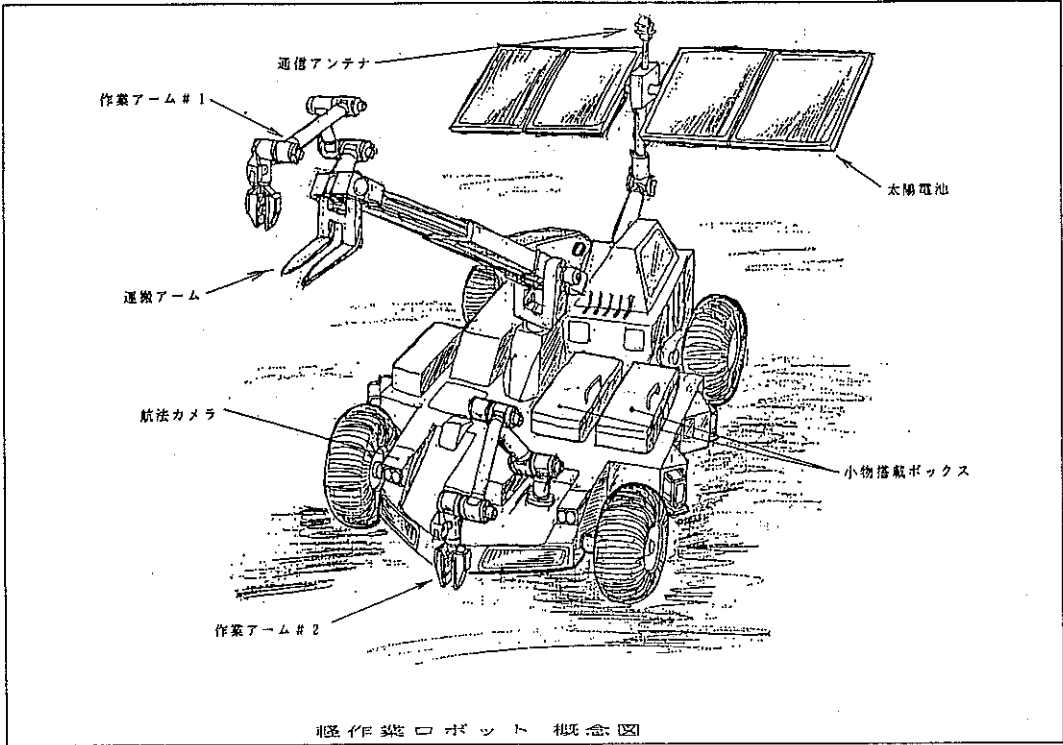


開発対象宇宙機一覧

開発段階	宇宙機等
無人探査	月周回観測衛星 月着陸機A 月着陸基地 月面移動探査機 月ライフサイエンス実験
無人システム 建設/運用	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
有人システム 建設	月着陸機 有人月面輸送車 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







### コスト検討

本構想を遂行するための所要コストについて、コストモデルを用いて見積もりを行った。ベースとした宇宙機の一覧表を31頁に掲げる。またそれぞれの感帖仕度は3. 開発対象宇宙機等についてを参照されたい。

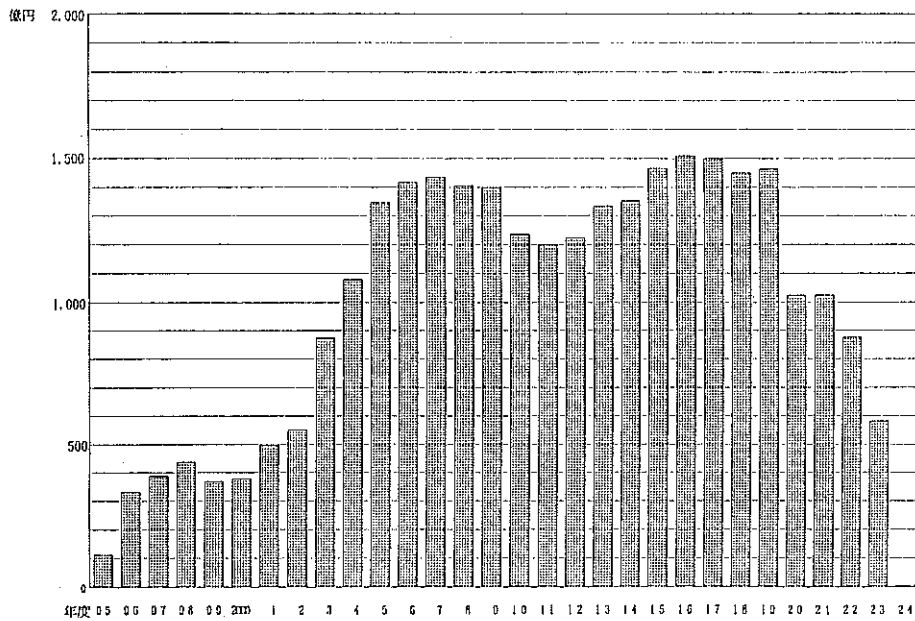
マスタースケジュールに沿って個々の宇宙機システムの所要コストを累計すると各段階の所要コストは次の通りである。

フェーズ1. 無人探査段階	1,484 億円
フェーズ2. 無人システムの建設と運用	17,295 億円
フェーズ3. 有人システムの建設	10,305 億円
フェーズ4. 有人システム運用〔有人活動開始〕	見送り範囲外

なおH-II派生型等、地上-地球低軌道の輸送系の開発費、静止ドック中継距離の開発費、地上管制関連設備は共通インフラストラクチャーなので含まない。それらの運用費、使い捨てロケットの償却費は別計に定める。

フェーズ4における年間の運用費は人員の交代期間を1年とすれば、約1,500 億円/年と見積もられる。

本構想を遂行するための総コストは、フェーズ1～3の合計で2兆9,084 億円と試算される。これを年次別に分けた結果を次頁に示す。



## 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 氏

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ことと同時に、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して、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人が滞在することになっております。

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。しかしいづれにしろ、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、少しは長期滞在もまぎれるのではないかと思っております。



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す、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、多少持っていていかななくては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ございますので、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れます。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の必要な諸設備は、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い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でした。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。横に破線で書いておりますが、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して、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となります。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動し始める。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動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一带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おります、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、中に入れている生物が約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ぬので、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

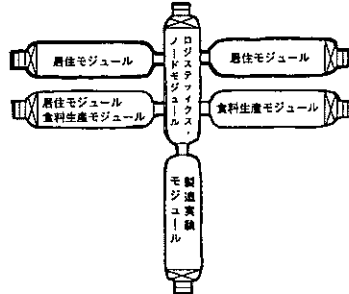
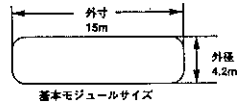
という方向に上手く流れていけることを考えられればいいのではないかと  
思っております。

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います。  
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  
ないかということを考えております。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、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。

(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。

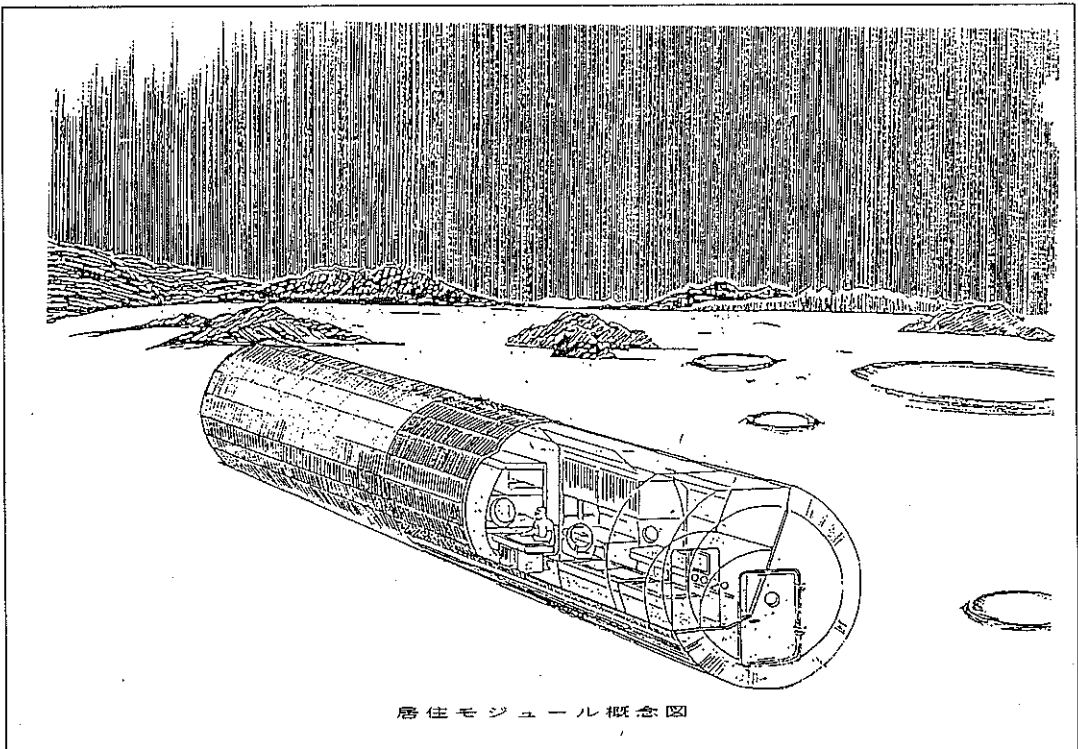
モジュール概念図



(1) 平面図



(2) 側面図



### 居住モジュールの仕様

居住人員 6人=3人/基×2基

- ・通常は6人が2基の居住モジュールに滞在
- ・要員交代は3人ずつ3～6ヵ月毎
- ・交代要員は有人月着陸機に滞在
- ・異常時対応機能として居住モジュール単独で6人が4日間の滞在可能

### 居住モジュール内容積配分 (3名分)

- 1) 居住モジュール内容積  $V=3.14/4 \times 4^2 \times 15=189\text{m}^3$
- 2) 居住モジュール中で人がアクセス可能な空間率 50%
- 3) アクセス可能な空間の配分

$$189 \times 0.5 = 94\text{m}^3$$

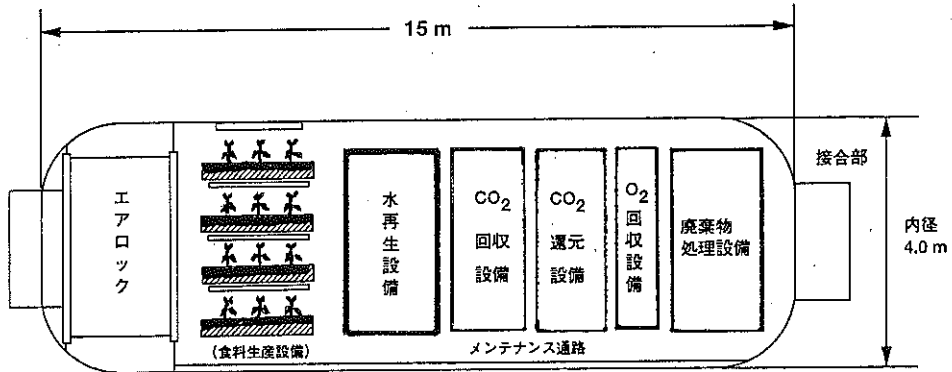
内訳	イ) 個室	15m <sup>3</sup> (6m <sup>2</sup> )
ロ) 台所、食堂	36m <sup>3</sup> (14.4m <sup>2</sup> )	
ハ) 衛生設備	7m <sup>3</sup> (2.8m <sup>2</sup> )	
ニ) 作業場	フレキシベス	36m <sup>3</sup> (14.4m <sup>2</sup> )
		<hr/>
		94m <sup>3</sup> (37.6m <sup>2</sup> )

### ロジスティクス・ノードモジュール

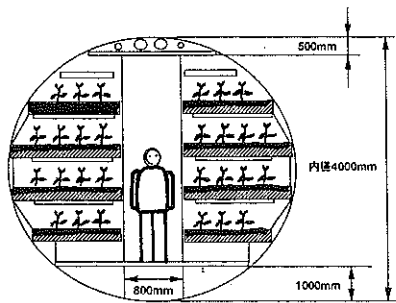
	設置容積 (m <sup>3</sup> )	重量 (kg)	電力 (kw)
構造系 (月着陸機との インターフェース含む)		11000	
エアロック	10	1400	
食料保管庫 (6人×180日)	3~4	1000	
補給水タンク	0.2	200	
ユーティリティ (電力系、通信系、熱制御系)	15	1400	4
液体窒素タンク (外部設置) 初期はり込み用	1.5	1000	
リーク補充用 (6ヵ月分)		100	
小計	31	18100	4

・食料生産モジュール及び  
ロジスティクス・ノードモジュールの合計所要電力 112kw

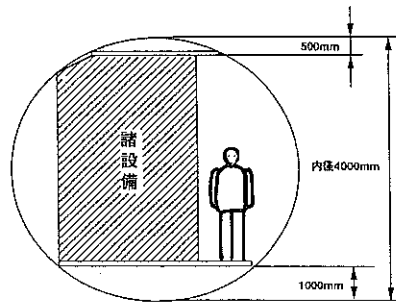
### 食料生産モジュール概念図



### モジュール概念図

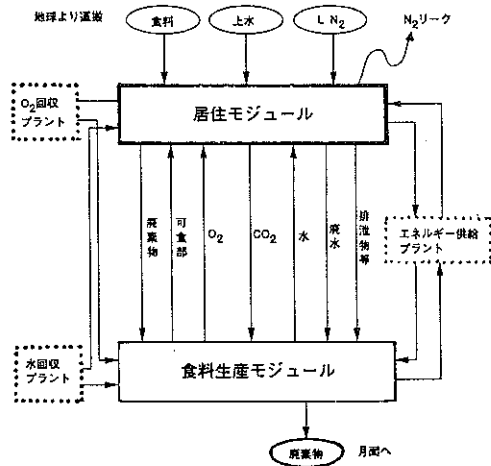


食料生産設計部



その他CELSS関連設備

### 居住モジュール/食料生産モジュールにおける物質/エネルギーフロー





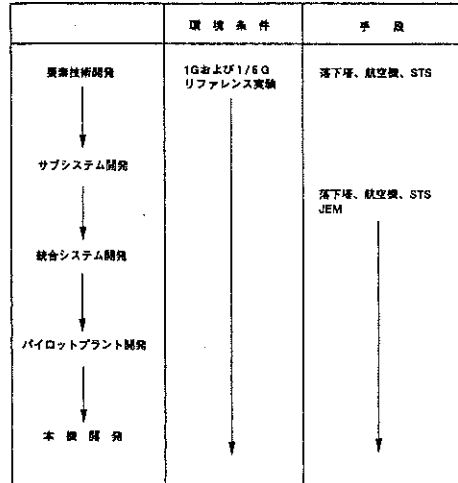
### 物質循環系とのインターフェース

O <sub>2</sub> 消費量	1	kg / 人・日
CO <sub>2</sub> 消費量	1.2	kg / 人・日
水消費量		
飲料	4	kg / 人・日
衛生用	1.0	kg / 人・日
洗濯・シャワー	1.00	kg / 人・日 (循環式)
N <sub>2</sub> 消費量	100	kg / 6ヵ月 / 1基
食糧消費	1	kg / 人・日 (植物中水分含む)
糞尿	1	部再生処理

### 環境制御範囲

- 1) 温度           15～25 °C
- 2) 湿度           25～75 %
- 3) 圧力           1 気圧
- 4) 雰囲気成分/分圧   地球相当

### 開発手順



### パイロットプラント

機能：食料生産設備

構成要素：植物栽培ユニット、温度/湿度調整  
ユニット、運用制御装置、CO<sub>2</sub>タンク、  
N<sub>2</sub>タンク、水タンク

重量：2t以下

電力：10 kw

### 技術課題

- 1) 有人安全性確保
- 2) 異常時対応
- 3) 居住性
- 4) 宇宙線対応
- 5) 月面活動宇宙服
- 6) 月面有人活動 (月面上位置決め)
- 7) 居住モジュール内設備関連
- 8) 物質循環系機器関連
- 9) 環境制御系機器関連
- 10) エネルギー発生 貯蔵、廃棄機器関連

## 94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、94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

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 \*\*\*

今号の記事の出所である人類宇宙学研究会について。(福)

## 人類宇宙学

(財)日本宇宙フォーラムに、人類宇宙学研究会(仮称)を設けました。

人類宇宙学は、人類にとって最もよい宇宙との関わり方の探求を狙いとしません。しかしこのままではあまりにもスケールが大きくて手のつけようがありません。そこで対象を絞って、宇宙のごく一部である地球の生命体から始めることにすれば、いとぐちのひとつとして人類の永続(環境・エネルギー等の問題)への宇宙の関わり方が挙げられます(添付)。

なお、研究会は当面NASDA OBのボランティア活動の形で始め、メンバーはつぎのとおりです。

石井 正夫氏(NEC)、木戸 敬久氏(MSS)、黒田 泰弘氏(清水建設)、小泉 民介氏(MELCO)、松下 正氏(日立)、松本 一夫氏(日本宇宙フォーラム)、森本 盛氏(東芝)

福田 徹(日本宇宙フォーラム)

---

## 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

土屋 清

山中 龍夫

有人宇宙システム(株)代表取締役社長

帝京大学理工学部教授

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2号

平成 7年 3月15日発行

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

頒価 1,000円

編集人 岩田 勉

無断複写、転載を禁ずる。

# 宇/宙/先/端

宇宙先端活動研究会誌  
MAR. 1995 VOL. 11-NO.

**IAJA 2**

