

# 「資源問題と宇宙技術」

石井吉徳 (東京大学)

本日は皆様方と資源問題と宇宙技術について一緒に考えてみたいというつもりで いろいろなスライドをもとにお話し致したいと思います。

資源の問題についてはいろいろなとらえ方がありますが 先程のマスターズ博士 あるいはシンガー博士のお話にもありますように資源そのものをどういうふうに理解するか 埋蔵量をどういうふうに見るのかについてはいろいろな考え方があると思います。

資源の問題と申しますが 資源というものは 結局われわれ人間が使うものであります。したがって 地球の人口がどのようにふえるか ということに最も関係しているわけです。地球の人口がふえていけば それだけ資源の問題が非常にタイトになってまいります。それと同時に環境の問題が非常にむずかしくなってまいります。これから17枚程のスライドをお見せいたしますが これらは ほとんど資源 ならびに宇宙技術 あるいは環境に関する 思いつくままのキーワードを並べて見たものであります。

いろいろ数多いキーワードをお見せしまして 実際にそれらがどのように関係するであろうか ということをごこれから考えてみたいということでありまして、キーワードそのものは むしろ意図的にランダムに並べてあります。

非常に多くのキーワードでもって表現される 資源と宇宙技術を何とかマクロにとらえる方法はないだろうか ということですが 宇宙技術というのは 地球を非常に高い所から見ますので 当然マクロにならざるを得ないわけです。マクロに見ませんと たとえば人工衛星といったものの特徴を生かすことができなくなってしまいうわけでありまして。

第1図において 円は人間でいっぱいになったわれわれの地球という意味です。地球からそのうち 人間がはみ出すのではないかと いうことを言っているわけですが いろいろな統計によりますと たとえばいまから数年前 1975年には人口が40億人になったと言われますが1980年には44億人になり現在1984年には46億人とどんどん地球の人口がふえているわけです。この人口増加についての推定によりますと西暦2000年には60億 あるいは64~65億人の人口になり 増加率は減るそ



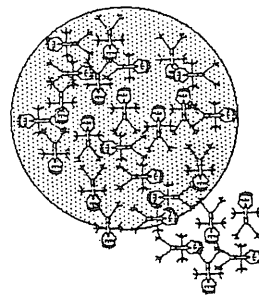
石井吉徳. 1933年生れ。  
地球物理学専攻。石油探査に関連する地震反射法の理論的研究で知られる。現在は各種の資源の物理探査及び資源評価の分野で指導的な役割を果たしている。現在東京大学工学部資源開発工学科教授。工学博士。

うでありますけれども 絶対量としては 年間に1億人ぐらいつづふえるとされています。1億人といいますが 日本国民の人口すべてであります。これが毎年毎年ふえて行くことが資源の問題を非常にむずかしくしているのではないかと いうふうに考えるわけです。人口が百億になるのは西暦2030年ぐらいいだということ。この人口増にどのように対処するかというのがこれからのわれわれの最も大きな問題であるわけです。

多くの人間が生活いたすようになりますので 当然それに見合った食糧が必要なわけです。この食糧増産の方法について 現在考えられているいろんな統計によりますと 新しい農耕地を大幅にふやすのは難かしく たとえば肥料であるとか あるいは殺虫剤であるとか こういうものをどんどん大量に使うことによって現在の耕地から いかにもたくさんのものをとり出すかで対処せざるを得ないと考えられています。

これを資源の立場で見ますと エネルギー大量消費型であると言えます。また 非エネルギー資源というも

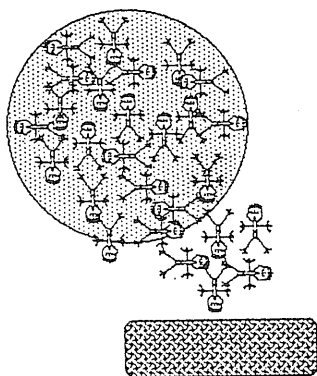
## Over Populated



## Our EARTH

第1図 人口過剰の我々の地球

## Over Populated



Space colony \$??

## Our EARTH

第2図 人口過剰の我々の地球とスペースコロニー

のを考えて見ましても 先程のお話ではかなり長期に亘って十分資源があるというお話でありますけれども ただ それを開発するために非常に多くのエネルギーを必要とするということで 当然コストは高くなるというのが一般的な見方であります。

それから エネルギー資源につきましても 先程マスターズ博士のお話で たとえば 石炭 石油 天然ガスあるいはウランといったコンベンショナルなエネルギー資源に 相当長い間われわれは頼らなければならないということですが 当然 人口がこのようにどんどんふえてゆくことによる年毎の消費の増加を考えますと 決して楽観すべきではないという考え方もあろうかと思えます。

それから エネルギーが足りなければ 発展途上国ではどうするかといいますと まきを燃やすようになります。こうして森林そのものを燃やしてしまうということが 実際大幅に起こっているわけです。毎年カリフォルニアの面積の半分の森林が 地球上から消えているという状況があるわけです。当然そのようなことが農地の劣化 あるいは砂漠化であるとか等のいろいろ重大な問題を起すわけです。それで われわれは一体どういうふうに考えるかということですが。

第2図は第1図とほぼ同じで地球上に人間が溢れ人間がこぼれてゆく様を表わしたものです。こぼれたらどこかで受け止める必要があるわけですが 受け止め方にはそう多くの選択肢はないわけです。

たとえば その一つの方法としてスペースコロニーと  
1986年1月号

いう考え方があります。日本人が提唱しているスペースコロニーの考えは5km ぐらいの直径 長さ20km ぐらいの入れ物を作って 地球の軌道の上に乗せて それに人間が住むと言うものだそうです。このスペースコロニーの実現には大変なお金がかかりますが 本当にそれが大丈夫なのでしょう。

スペースというのは 人間が瞬間的に死ぬ環境であります。砂漠あるいは富士山のてっぺん こういうところでも人間は瞬間的には死なないわけです。地球上このような所まで人が住むとすれば まだまだ地球は広いと言えます。そういうふうに考えますと 仮にスペースコロニーに人間が住むようになったとしても 私は一番最後に移りたいと思います。

スペースを考えるに当って 何のために宇宙開発 あるいは宇宙技術があるかということの本気で考えなければ むしろエネルギーや資源の浪費になるのではないかと考えるわけです。一番いい方法は人口をふやさないということではないでしょうか。

第3図はいわゆる NATURAL RESOURCES に関連する考え得るキーワードをランダムに並べたものであります。ランダムに並べるといのは 非常にむずかしいようで 石油 エネルギーに関係した仕事をしておりますと まず石油 石炭 ガスとすぐに出てまいります。乱数表を使いコンピュータで ばらばらにしようと思いましたが 時間的な余裕がありませんので このようになっております。

実は NATURAL RESOURCES そのものにもいろいろな問題があるような感じが致すわけです。たとえば 石油 石炭 ガスのようなものは 先程のご講演にもありましたが 間違いなくこれは資源であると思えます。

ところが 一頃海水 (SEA WATER) が膨大な資源であるという話がありました。海水にはあらゆるものが溶けている。したがって量から見ますと 海水のボリュームの大きさを考えますと 非常に大量の資源の宝庫であるという考え方が 一頃かなり日本でも言われたことがあります。これは本当にそうであろうかと考えてみますと 海水の中に溶けている 例えば金を回収するとすれば大変なエネルギーがいることになり。同じように海水中のウランの経済的意味を考えてみますと 一体どういうような問題がおこるでしょうか。われわれ日本人は資源 資源とよく口にしますが 意外に資源ということの定義をはっきりしないで使っている感じがするわけです。

私の研究室等にもいろいろな新聞 雑誌 マスコミの

# RESOURCES

PETROLEUM COAL GAS  
 MINERALS IRON RESERVES  
 R/P SEA-WATER TIMBER  
 COPPER QUALITY LOCATION  
 SPACE-RESOURCES SOLAR SPACE  
 LAND SECURITY QUANTITY  
 ECONOMICS COST FOREST  
 MANGANESE-NODULES WATER  
 CONDENSED FOOD  
 DEMAND-SUPPLY

ETC. ETC.

第3図 資源に関するキーワード

関係者が訪問されますので「資源というのは 一体何でしょう」というふうに質問して見るわけです。そうしますと 余りはっきりした答えが返ってこないのが普通であります。例えば第3図に SOLAR というのがあります。SPACE とも書きました。いろいろなキーワードをばらばらに並べただけですが SOLAR (太陽エネルギー) につきましても 石油が非常にタイトになったときに 石油にとって替るという話が相当ありましたが 現実に太陽エネルギーが実際に利用可能なほどうまく回収されていくためには 相当な時間がかかるのではないかという感じがするわけです。太陽エネルギーには端的に言って エネルギー密度が非常に小さいという大きな欠点があるからであろうと思います。

それから SPACE (宇宙) には資源が満ち満ちているという話が いまでもありますが 一項はもっと盛んであります。あるいは月の岩石と地球の岩石がかなり似ているから月には資源があるという話があります。ところが資源の問題というのはそんなに単純ではないと言うことが 先ほどのいろんなご講演からもおわかりと思います。資源というものにははっきりした定義があると思います。即ち 資源を考える上で一番重要なキーワードというのは DEMAND AND SUPPLY (需要と供給) であると言えると思います。一番最後に ETC ETC と書きましたのは これ以外にもキーワードがいっぱいあるという意味です。

資源を考える場合 どのくらいコンデンスされているか 量としてはどのくらい大きいのか それが経済的に

## THREE ELEMENTS OF NATURAL RESOURCES

- 1) HOW CONDENCED ?
- 2) HOW LARGE ?
- 3) WHERE IS IT ?

RATIONALE = ECONOMY

EXPLORATION = ECONOMICAL EVALUATION OF NATURAL RESOURCES

第4図 天然資源を定義する3要素

とれる場所にあるかどうかという三つの要素 (element) がきわめて重要であろうと思います (第4図)。これにあてはめてみますと 別に地下資源に限らず森林資源も同じように考えられますし あるいは海水そのものを資源と思えるかどうか そういった問題もかなりクリアーになってくると思います。

たとえば 先ほど申し上げました海水そのものは非常に多量に存在しております。海水に溶けている金を仮に取り出すことができたとすれば 非常に膨大な量があります。それからどこにあるか。海はすぐそばにあります。したがって すぐ取れる場所にあります。ところが 海水を資源として見た場合に 最大の問題というのは それがコンデンスされていないということです。したがってわれわれはこの自然の恵みを利用することができないということになります。

同じように 鉄のかたまりが地球のセンターであると考えられていますが、これは量も大きいし非常にコンデンスされている。しかしながら 取り出せる場所がないわけです。これらの事例でお示しましたように 資源は最終的にはエコノミー すなわち需要と供給に大きく規定されるものであるということです。また 探査とは NATURAL RESOURCES を経済的に評価することではないかというように考えて 資源の問題を整理していきますと 比較的是っきりしてきます。

第5図は 先ほどお見せしました RESOURCES と同じであります。キーワードの中で 重要なものを大きくしたものです。まず LOCATION どの位置にあるか。それから 経済評価が非常に重要であるということで COST 次にどのくらい CONDENCED (濃縮) されているかということでもあります。資源というものが

# RESOURCES

PETROLEUM COAL GAS  
 MINERALS IRON RESERVES  
 R/P SEA-WATER TIMBER  
 COPPER QUALITY LOCATION  
 SPACE-RESOURCES SOLAR SPACE  
 LAND SECURITY QUANTITY  
 ECONOMICS COST  
 MANGANESE-NODULES FOOD  
 CONDENSED ? WATER  
 SUPPLY-DEMAND FOREST  
 GROWTH-RATE  
 ETC. ETC.  
 第5図 資源にとって重要なキーワード

昔から需要と供給で決まってきましたので もう一つのすべてに関係するキーワードが SUPPLY AND DEMAND であるということです。

同じようなことを今度はエネルギーということで考えてみます。先ほどマスターズ博士のお話で アメリカには石炭 石油 天然ガス ウラン ほとんど考えられるあらゆるものが豊富にありますね。われわれ日本は決してアメリカともう喧嘩をするわけにはいかなと

# ENERGY

SOLAR HYDROGEN  
 SEA-WAVES NUCLEAR  
 GEOTHERMAL URANIUM  
 COAL OIL GAS BREEDER  
 URANIUM(SEA) LIGHT-WATER  
 OIL-SHALE FUSION REACTORS  
 BITUMEN BIOMAS WOOD  
 SPACE  
 HYDRAULIC  
 DEMAND-SUPPLY ONP GROWTH-RATE  
 ETC. ETC.  
 第6図 エネルギーに関するキーワード

というのが先ほどのお話を伺っての実感です。

日本の非常に弱い点がエネルギーであります。先ほどと同じように いろいろあるこのようなキーワードの中で 本当に残るものはなんだろうと考えてみたいわけです(第6図)。ばらばらと書いてありますが SOLAR あるいは SEA WAVES (海の波)をエネルギーとして使おうという考え方があります。あるいは水素エネルギー しかし 水素そのものは二次的なエネルギーであり それをつくるのにエネルギーがいるわけです。それから NUCLEAR (原子力)これは当然重要であります。それから URANIUM (ウラン)と いろいろあるわけですが GEOTHERMAL これは地熱であります。日本に大量にあるかもしれないという数少ない国産エネルギー源であります。

たとえば SPACE (宇宙)にはエネルギーが満ち満ちているというお話もなくはありませんが 本当にそうなのかどうか 私はその方面の専門家ではありませんのでわかりません。ただ 先ほどのように資源として宇宙のエネルギーを見た場合 そう簡単ではないと言えます。エネルギーの問題というのは 今日そして明日と毎日の問題であるから いわゆる SF と混同するわけにはゆかないと考えるわけです。

それでスライドの中で現実のエネルギーソースとして残るもの それはウラン 石炭 石油 ガスそれから原子力であります。原子力にはいろんな使い方があります。BREEDER これは高速増殖炉のことです。それから FUSION REACTOR これは核融合炉であります。この二つはウランの利用効果の面で非常に違いがあります。

先ほどマスターズ博士のお話で ウランの埋蔵量について 最新の試算の結果 以前よりもさらに楽観的な値が出ているということでありましたが これは大変結構なことです。第7図は「西暦2000年の地球」というアメリカのカーター大統領時代につくられた 非常に有名なデータから取ったものです。

これは NON-RENEWABLE ENERGY RESOURCES いわゆるコンベンショナルな燃料(石油 天然ガス 石炭等の固体燃料 シェールオイルそれからウラン)を円グラフに表示したものであります。ウランは1%を占めているにすぎません。要するに軽水炉でウランを使っている限りにおいては エネルギー量としては非常に小さいものであります。これが一般的な理解ですが 日本の社会では余り広く理解されていないことが問題であります。

それで ウランの使い方が非常に重要になるわけですから。いわゆる高速増殖炉 BREEDER REACTOR を

使いますと ブリーダファクターという言葉があるそうですが たえば60倍、100倍とかにウランが有効活用されることとなります。先ほどのデータを70倍にしますと 第8図の白いところが BREEDER REACTOR によるウランのエネルギー量となります。したがってウランというのは どういうリアクターで使うかということが 今後の長いエネルギー供給において もっとも重要な問題であろうかと思えます。

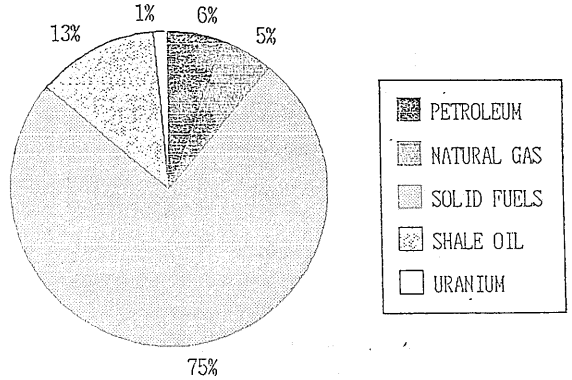
先ほどの話にもありましたように増殖炉というのが可能であれば エネルギーの寿命を大幅に伸ばすことができるようになります。これがいわばキーファクターです。われわれとしては このようにウラン以外のいろいろなエネルギー資源をいかに長くもたせるかが 石油あるいは天然ガスに関係している技術者や学者の重要な仕事ではないかと考えます。

実は もう一つのキーファクターがありまして エネルギーを現在の消費量で使っていきますと 石炭もあわせると何百年という寿命がありますけれども エネルギーの消費量をふやした場合には 意外に少ないことがわかります。

たとえばウランについてみますと 増殖炉でない場合には 現在の消費水準ですと数百年 これは「西暦2000年の地球」のレポートによると 645年という数字が出ています。それから使用率が2%で伸びると 133年という数字が出ていますが これを仮に5%でふやしていくと70年しかもたない。このようにもう一つの重要なキーワードというのは エネルギー使用の増加率であります。

エネルギーについてのいろいろなキーワードの中で 本当のキーワードというものを考えますと まずウラン増殖炉それから石炭・石油等があげられます。すでに申し上げたように いろいろなキーワードがあるように

NONRENEWABLE ENERGY RESOURCES



第7図 石油 天然ガス 固体燃料 シェールオイル ウランのエネルギー供給に占める割合

出典：「西暦2000年の地球」

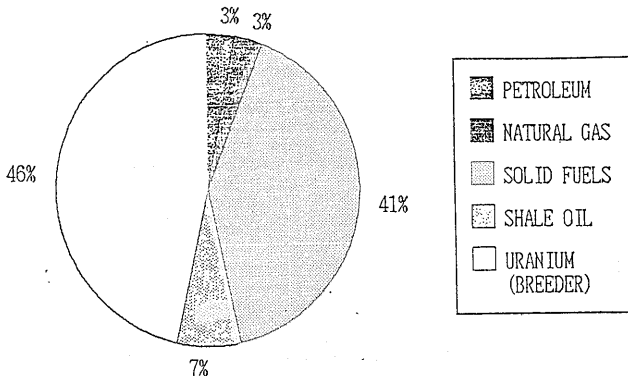
見えますが 本当のキーワードというのは意外に少ないわけです(第9図)。

その中でスペースというキーワード あるいは宇宙関連技術というのが このエネルギーの問題に 本当に役に立つかということ を われわれはむしろ真剣に考える必要があるのではないかと考えます。

いままでは 資源の話ばかりをしてきたわけですが 非常に大量に資源を使うようになってきますと 当然ご存じのとおり環境の問題が前面に出てまいります。

われわれは大量の人口を地球の上に抱えるようになりますが われわれ人間は何とか SURVIVE する必要があります。ここできわめて重要な問題というのは DEVELOPMENT (開発) と全く違った性格をもっている 環境の PROTECTION (保護) です。この問題

NONRENEWABLE ENERGY RESOURCES



第8図

ウランを高速増殖炉を用いて使用したと仮定した場合の 各資源のエネルギー供給に占める割合

出典：「西暦2000年の地球」

**ENERGY**

SOLAR SEA-WAVES HYDROGEN  
 GEOTHERMAL URANIUM NUCLEAR  
 COAL OIL GAS BREEDER  
 URANIUM(SEA) LIGHT-WATER  
 OIL-SHALE FUSION REACTORS  
 BITUMEN BIOMAS WOOD  
 SPACE ?  
 HYDRAULIC GNP GROWTH-RATE  
 DEMAND-SUPPLY  
 ETC. ETC.

第9図 エネルギーにとって重要なキーワード

はご存じのとおり 地球上でいま最も大きな問題の一つとなっており、地球上の人口がこのまま増え続けてまいりますと 開発と環境保護という問題は非常にグローバルな意味で先鋭な問題になるはずで、これをどうするかは非常にむずかしい問題で 一番最初に申し上げましたけれども 現在人類は答を持ちあわせておりませんので 第10図に示されるようにキーワードをいっぱい並べているわけです。

いままでは 地球の資源 あるいは人口 それから地球全体の環境の問題 このような非常にマクロに グローバルに見たお話をしてまいりましたが 実はもう一つのわれわれが抱えている問題というのは 地球上の人口・資源あるいは環境の問題が決して均一に起こっていないということであり、これにつきましては 先ほどエネルギー資源に限られた地域に分布している という話をマスターズ博士がなさいました。まさにそのとおりでありまして 第11図に示されている UNEQUAL DISTRIBUTION はわれわれが抱えている非常に大きな問題なわけです。 POPULATION (人口) そのものも決して均一に分布しておりません。それから RESOURCES も同じです。 GNP INCOME WEALTH (富) もそうです。 BIRTH-RATE (人口増加率) も全く場所によって違うわけです。それに従いまして 文明も非常に違ってきますし 食糧についても 先進工業国では何とかしてやせようとするのが流行ですが、その他の多くの国で人々は飢えているわけです。それから 陸上の面積も 人口に比例してそれぞれの国がもっているわけでありませぬし 国のパワー (国力) も全く均一ではないわけです。これがわれわれが抱え

1986年1月号

**ENVIRONMENT****POPULATION**

ATMOSPHERE OCEAN LANDS  
 CLIMATE DESERTIFICATION  
 AGRICULTURE FORESTS  
 RESOURCES DEVELOPMENT  
 SPECIES NUCLEAR WATER  
 PROTECTION GLOBAL WASTE

**SURVIVAL****ETC. ETC.**

第10図 環境に関するキーワード

るもう一つ大きな問題なわけです。

すべての問題というのが政治的に起こるということは地球上にいろんなことが均一に分布をしていないということに起因していると言えます。たとえば人口をとってみますと これから人口が西暦2030年ころは100億人になる あるいは西暦2000年では60数億人になるということですが そのときに統計によりますと 地球の人口の3人に1人は 中国人とインド人になる というふうに非常に分布が片寄ってきます。これが当然国際的な問題を引き起こすのが目に見えているわけです。

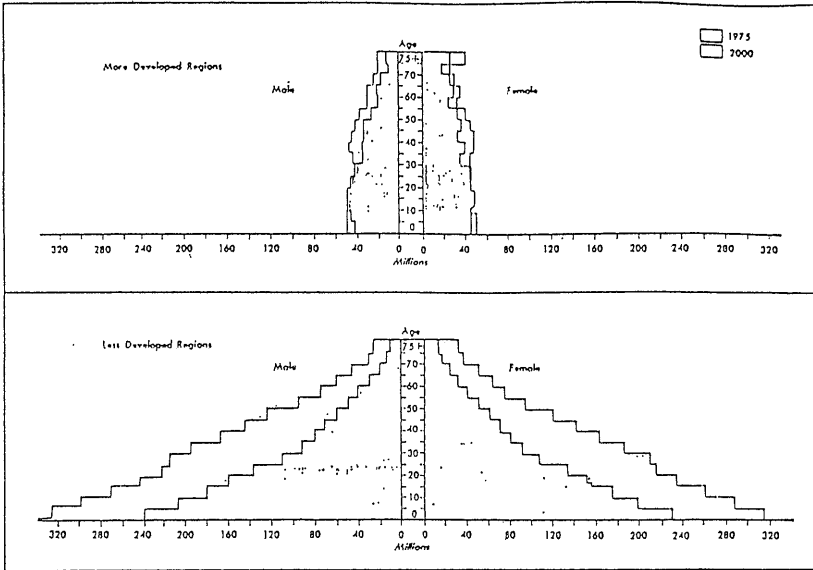
始めに人口がふえるということが 資源問題を最も複雑にしている理由だと申し上げましたが 実はグローバルに人口が量としてふえるだけではなくて 先ほどのように分布が片寄っているということが もっとも大きな問題です。

第12図において 上に示される図は いわゆる先進工業国における人口の分布形態であります。これも同じ

**UNEQUAL DISTRIBUTION**

POPULATION RESOURCES GNP  
 INCOME WEALTH BIRTH-RATE  
 CIVILIZATION FOOD LAND  
 POWER  
 ETC. ETC.

第11図 不均一分布に関するキーワード



第12図 1975年と2000年における世界の人口分布  
 (上図：先進工業国、下図：発展途上国)

ように「西暦2000年の地球」からとったものでありますが 1975年それから西暦2000年の二つの人口パターンを重ね示したものです。下が発展途上国についての人口パターンを示したものであります。縦軸が年齢 横軸が人口です。右側に女性 左側に男性です。男性と女性でバランスがとれているのは大変結構であります。年齢構成比が全く違います。それから面積が発展途上国で大きい。これが最大の問題をつくっているというのは 皆さんよくご存じのところでありませう。

このようなことが 最終的にインターナショナルないろんななめごとにつながるわけです。たとえば第13図の DEVELOPED (先進工業国) それから DEVELOPING COUNTRIES (発展途上国) この間に鋭い南北問題が起きるであろうというのが大方の見方でありませう。アメリカ合衆国 日本 同じ先進工業国同志ですけれども

いろんな TRADE UNBALANCE (貿易不均衡) があるので問題が起こるわけです。

それから OPEC が 先ほどのお話にもありましたが 大変これからパワーをもつであろうと考えられます。これはエネルギーをベースにしてのお話であります。

それから 資源という問題があります。生産する国と使う国 この間においてもやはり全く利害関係が違うわけです。FREE MARKET (自由主義経済圏) と CENTRALLY PLANNED (共産圏) でも非常に違う。したがってわれわれが抱える資源の問題というのは決して 地球全体で考える資源の問題だけではなくてむしろこのように政治的な問題が 実は資源問題を大きく短期的・長期的に左右すると言えます。現実にエネルギーがない ではなくて このような政治的な問題で起こったのが 例の石油ショック あるいは石油危機であります。その当時 日本ではそういうふうを受け取られませんでした。もう石油がなくなった したがってポスト石油は どうあるべきかということがまともに 日本国中で議論されました。しかし 実は先ほどのようにまじめに考えますとエネルギーは十分にあったわけです。そういうことでわれわれは 資源の問題というのは非常に強く政治的な問題に左右されるといふ重要な教訓を あの石油ショックで学んだわけです。

**INTERNATIONAL ISSUES**

DEVELOPED UNITED STATES  
 DEVELOPING JAPAN  
 COUNTRIES CHINA OPEC

RESOURCES PRODUCING

CONSUMING COUNTRIES

FREE MARKET : CENTRALLY PLANNED

TRADE UNBALANCE

ETC. ETC.

第13図 インターナショナルな問題に関するキーワード

このように非常に政治的な問題 あるいは資源の分布が均一ではないなどの いろいろ問題があるわけですが このような問題を本当に TECHNOLOGY (技術) が解決してくれるのだろうか ということがわれわれ科学者

あるいは技術者にとっての最大の課題なわけです (第14図)。現在多くの特に社会科学系の人達の間では技術はこのような問題を解決できないのではないかという悲観的な考え方がかなり一般的になってきておりますがそれは技術に哲学が必要なのではないかということの意味しているのではないのでしょうか。

技術というのは人間にとってツールでしかないわけです。そのようなツールをどのように効果的に使うかということがむしろ技術そのものより重要なことではないかと考えられるわけです。

ところが一口に技術と申しましてもいろいろな見方があります。すなわち国産技術を使うべきであるとか外国の技術でいいものがあったら使うべきであるとかいろいろな国の間で TECHNOLOGY GAPS (技術格差) があるとかないとかあるいは技術をつくるという意味でのハードウェア的な技術が重要であるとかソフトウェア的な技術の方がこれから非常に重要ではないかなどいろいろな対立する考えがあるわけです。その他単なる TOOLS より SYSTEM が重要であるとかいろいろです。

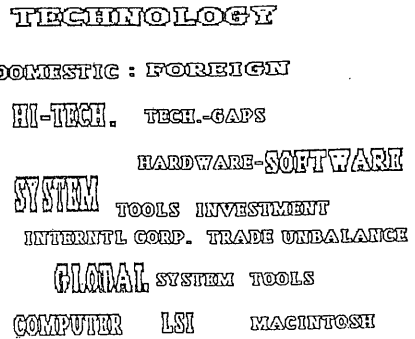
それでは先ほどから資源あるいは人口の問題等はグローバルなことでありと申し上げてきましたが仮に資源並びに人口が均一に分布をしていなくても問題は間違いなくグローバルです。したがってそのようなグローバルな問題をどのようにして TOOLS を使ってシステマチックに解決すべきであるかというようなことを考える必要があるのではないのでしょうか。

このあたりから表題に掲げました宇宙技術の問題になります。これがどのように役に立つかという観点から宇宙についてのキーワードを皆様と一緒に考えてみたいと思います。

それでは技術は本当にわれわれが抱えているグローバルな諸問題を解決するであろうかということです。グローバルな諸問題にはすでにお話をしましたように人口の問題 エネルギーの問題 インターナショナルな問題 資源の問題 それから環境問題などがあります (第15図)。

それではこのようなグローバルな問題を扱う技術あるいは学問でまず思い浮かべるのは SPACE というキーワードであります。技術の中での宇宙技術をわれわれはどのように考えて行けばいいか。これもやはりわれわれにとってはツールです。このツールをどうやって本当にうまく使うかということが最も大切です。

第16図はスペースという名前です。思いつくままにいろいろなキーワードを並べて見たものです。それらは

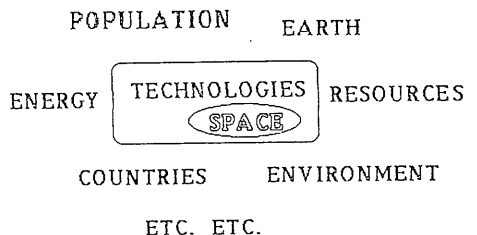


ETC. ETC.

第14図 テクノロジーに関するキーワード

SATELLITE ROCKET あるいは SAR (合成開口レーダ) LANDSAT に搭載されているセマティックマップパー (TM) や MSS NASA がこれから開発しようとしている MLA センサー 可視近赤外センサー (VNIR) フランスが上げるであろう SPOT もうすでに NASA が打ち上げた SEASAT それから LANDSAT 1号 2号 3号並びに 4号 5号などあります。これらをいろいろ総称して宇宙からの REMOTE SENSING (リモートセンシング) といっているわけです。

それではリモートセンシングというものがどの程度本当に役に立つのであろうかということですがたとえば日本の資源関係で衛星技術が必要であるかないかということが数年前初めて話題になったときスペースからのリモートセンシングで資源が見つかるはずがないではないかという議論がよくありました。そのとき私はいろいろと広域のデータがとれるから役に立つということを強調いたしました。現在はそのようなことを説いて回る必要がなくなりましたが今度は振子が反動で逆の方向に振れているような気がします。すなわちスペースからの衛星があれば何でもかんでもわかるのではないかということです。私は昔からリモートセン



第15図 テクノロジーとグローバルな諸問題



シングについて 二つの答えを常に用意してそのたびに使いわけてきたわけです。 リモートセンシングを全く役に立たないという人にはこのような意味で役に立つしかしリモートセンシングで資源そのものが直接見付かる 海洋でも水の中を通して分るといふ人には役に立たないと答えて来ました。 リモートセンシングはツールですから 目的のとらえ方の方が重要でその評価はむずかしいわけです。

たとえば図にある SPACE STATION(スペースステーション) これはアメリカが打ち上げるといふ話があるようです。 これはアメリカがお決めになることで 私がとやかく言うことではありませんが 私の知っている学者の多くの中には スペースステーションは経済的にも技術的にも無意味であるといふ人がいますし 反対に人類の夢をはぐくむものであるといふことで 強くサポートしている学者もおられます。

ところで衛星はその使用方法によって大きく二つのタイプに分けられます。 一つは 地球を観測する あるいは地球をモニターするタイプのサテライトであり あるいは 気象衛星 陸域観測衛星 海洋観測衛星などあります。

もう一つは コミュニケーション・タイプのサテライトであり 通信衛星があります。

このうち我々の関係するのは 地球を観測する あるいは地球をモニターするタイプの衛星ですけれども 実はこれも細分可能で 図に OPERATIONAL と EXPERIMENTAL という二つのキーワードを掲げました。 現在 LANDSAT 1号 2号 3号それから第2世代といふことで4号 5号の陸域観測衛星がありますが このあとアメリカでは 国家として LANDSAT をフォローオンする計画は持っていないといふことです。

すなわちもうこの技術はすでに実用段階に達したので 受益者が負担すべきであるといふのが 陸域観測衛星についての アメリカ政府の基本的な考え方です。 しかしながら多くの学者が これに反対しています。

通信関係の衛星は ご存じのとおりコマース・スペースに乗りやすく コスト ベネフィットが計りやすいものですが これに反し地球を観測するタイプの LANDSAT や SEASAT 等の コスト ベネフィットのスタディーは非常にむずかしいものです。 これは情報といふものに 値段をつけるのが本質的にむずかしいからです。

そういうことで現在いろいろと議論がありますけれども 一口に OPERATIONAL あるいは EXPERIMENTAL と簡単に区分けをしてしまいますと 本当に生きた宇宙開発 あるいは宇宙技術といふものが ツール

# SPACE

SATELLITE ROCKET SAR TM  
 MISS MIA VVIR TIR RADIO-WAVES  
 SPOT MARS VENUS REMOTE-SENSING  
 PLANETS SEASAT LANDSAT  
 MOON SPACELAB SPACE-STATION  
 SHUTTLE SPOT ERS LOS MOS  
 GEOSTATIONAL GMS ETS  
 POLAR SUNSYNCHRONOUS  
 ORBIT COMMUNICATION  
 RECONNAISSANCE SURVEILLANCE  
 DEFENCE CIVILIAN  
 OPERATIONAL EXPERIMENTAL  
 BUDGET \$\$  
 ETC- ETC-

第16図 スペースに関するキーワード

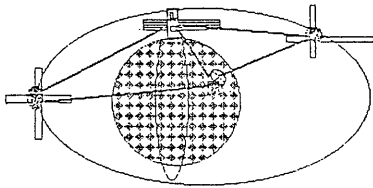
として発展しないのではないかという危惧の念を持つわけです。

最後に 大きく BUDGET と書きましたけれども地球観測衛星は多くの場合 国の BUDGET (国家予算) を消費するタイプのプロジェクトになるということですから役に立つか 立たないかといふのが非常に厳しく議論されます。 ところが 国の予算を使う場合には 直接自分の銀行預金を引き出すわけでないものですから 本当に有効であるかどうかという議論が 徹底的にされないという傾向があるように見えます。 これは注意すべき点ではないでしょうか。

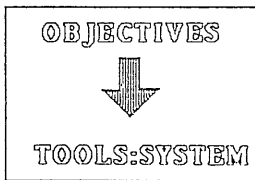
先程 大きく分けると二つのタイプの衛星があると申し上げました。 一つは EARTH OBSERVING SYSTEM で 一つはコミュニケーション・タイプのサテライトです。 われわれの関心事はこの EARTH OBSERVING SYSTEM です。

第17図において SATELLITE とは意識的に書きませんで SYSTEM と書きました。 それは次のようなことを言いたかったからです。 図の丸いのは地球です。 EARTH OBSERVING SATELLITE と POLE ORBIT (極軌道) を示してあります。 ところで 衛星からとるデータのボリュームが非常にふえてまいります

## EARTH OBSERV. SYSTEM



MONITORING  
DATA LINK  
RECEIVING  
DATA PROCESS  
DATA DISTRIBUTION  
INTERPRETATION



第17図 地球観測システムと観測目的

とデータを地表に送るデータ伝送方法がとても大きい問題になります。テープレコーダーでは入りきれません。ではどうするか。

地球の裏側のデータもちゃんととらなければ衛星を上げた意味がありません。日本で衛星の話が出始めたときに日本の資源問題を解決するために日本列島を観測すればいいではないかという今ではちょっと信じられないようなお話がありました。ところが日本の資源問題というのは決して日本列島の資源問題ではなくて世界を相手にしたグローバルな資源の問題であります。

そういうふうに考えますと衛星が地球の裏側も含めて地球の上をまんべんなくデータをとらない限り衛星を上げた意味がないことになります。そのためにこそ衛星が必要なわけです。したがって衛星を上げる以上データの取得送信受信処理解析配布に至るシステムでなければならないということになります。

大きな軌道を書きましたけれどもこれは静止軌道です。このような軌道に複数の通信衛星を上げておけばデータをうまく地上へ伝送することができまんべんなく地球のデータをとることができるわけです。

申し上げたいことは地球を観測する衛星というのは一つのシステムである必要があるということです。衛星というのはグローバルなものですからそのグローバルな特徴を道具として最もよく使うものでなければ

衛星を上げる価値がないということです。

ここに2~3のキーワードを載せておきました。MONITORING (モニタリング) 地球をモニターするという意味です。それからいま申し上げたようにDATA LINK (データ伝達) が必要となります。それから地球上のいろいろな地域のデータをとりますからRECEIVING STATION があちこちに必要になるのではないのでしょうか。それからDATA PROCESS が必要になってきます。

もう一つ大きなこととして地球上のデータをまんべんなくとることができるシステムが衛星システムですからDATA DISTRIBUTION (データ配布) が非常に重要なキーワードとなります。

ここまではデータをとるところまでです。これでは資源の問題として完結していません。先ほどマスターズ博士のお話にもあったように衛星以外の多くのデータと有機的に結合しINTERPRETATION (解釈) していくことが大切です。本当に衛星が役に立つかどうかということも国際的に考える必要があるのではないのでしょうか。

最後にここに一つの箱を書きました。衛星というのはセンサーも含めてツールです。地球上の多くの問題を解決するために使えそうなツールでしかないわけです。そのツールをいかに有効に使うか。どのようなシステムを設計するかまずOBJECTIVE (目的) から考えるべきではないのでしょうか。TOOLS (ツール) から目的を考えては答えは決して得られないと思われれます。もちろんTOOLSこれが目的にいろいろ反映いたしますが。もし本当に目的に合致した衛星システムを国際間で考えることができれば先ほどからの地球規模でのエネルギーの問題資源の問題環境の問題を考えるための有効なデータが得られるのではないかと思います。このようなシステムで得られるものはあくまでもデータです。

このようなシステムを国際的にどのように考えていったらよいかということで今回は日米共同のセミナーが開かれたわけです。少なくとも私自身ははっきりした回答を持っておりません。しかし多くの関連するキーワードがあります。このキーワードをできるだけシステムティックにとらえて地球の問題を少しでも解決することができれば大変にいい結果が得られるのではないのでしょうか。今日の私の話はむしろ講演ではなくてこれから皆様方と一緒に考えていきたいというお願いのつもりであります。