

JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 宙 先 端

宇宙先端活動研究会誌

VOL. 2 NO. 3 MAY 1986

IN THIS ISSUE,

WINGED STS IN THE FUTURE.....M. OHGAKI.....	55
NEW ROBOTICS FOR DEVELOPMENT OF MOON AND PLANETS.....T. IWATA.....	67
HI-TEC PENSEE (2).....S. MORIMOTO.....	70

宇宙先端

宇宙先端活動研究会誌

編集局

〒105 東京都港区浜松町2-4-1
世界貿易センタービル内郵便局私書箱165号

編集人

岩田 勉 TEL0298-51-2271 EX 341

編集局長

長谷川秀夫 TEL03-435-6280

編集局長代理

芥藤雅宏 TEL03-435-6130

久保園 晃

宇宙開発事業団打上管制部長

土屋 清

千葉大学工学部教授

中山 勝矢

電子技術総合研究所極限技術部長

長友 信人

宇宙科学研究所教授

山中 龍夫

航空宇宙技術研究所宇宙研究グループ総合研究官

宇宙先端活動研究会

世話人代表

園山重道

世話人

石澤 禎弘

岩田 勉

宇田 宏

菊池 博

五代 雷文

竹中 幸彦

樋口 清司

森本 盛

目次

1. 将来の有翼宇宙輸送システムについて……………55
2. 月、惑星の開発と新しい機械の概念……………67
3. ハイテク パンセ(2)……………70

(次回予告)

1. 一周年を迎えて
2. 国産シャトル特集
——国産シャトルを造るべきか(仮題)
3. 太陽発電衛星実験について
4. その他

将来の有翼宇宙輸送システムについて

大垣正信

1. ま え が き

我国でも米国の宇宙基地建設計画に対応して、独自の構想による宇宙基地計画への参加を決めるなど、宇宙空間の多様な利用方法が検討されている。

そうした中で有翼回収機に必要な基礎技術についても数年前から研究が進められてきている。

最近ではH-IIロケットの具体化にともない我国でも宇宙往復輸送手段を手に入れる事が可能な時代になろうとしている。

本稿は筆者の考えた10年-20年後の我国の宇宙輸送システムとその開発構想を述べたものである。筆者の認識不足による問題点も多いことと思うが諸兄からの御指導をいただければさいわいである。

2. 将来宇宙開発予想

将来の宇宙輸送系を考える場合その時点における宇宙活動がどのようになっているか予測した上で考える事が極めて重要である。

米国やヨーロッパで考えられている宇宙開発構想をベースにして筆者の考えた我国の宇宙開発及び宇宙輸送システムの予想年表を表1に示す。

3. 宇宙輸送システム

1) 有人システムと無人システムについて

A) 有人システムの必要性

宇宙基地、宇宙工場等将来宇宙開発のすべてを有人で実行する事は不可能であると仮定する。

米国シャトルのみに人員輸送を期待していたのではタイムリーな人員輸送が困難であり、我国の宇宙開発に大きな制限を受ける事となる。

我国が宇宙開発に主体性を持つために我国自身の有人システム(人員輸送システム)が必要である。

人員輸送、救助等の有人ミッションにおいては安全性の見地から“故障が発生してもなお飛行可能である”と言うフェールオペレーショナルシステムの一部としてパイロットを搭乗させる必要があると筆者は考える。

表1 宇宙開発及び宇宙輸送システム予想年表

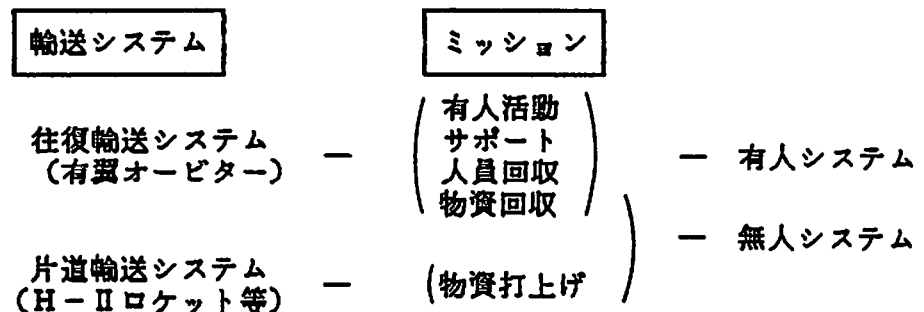
宇宙開発予想		宇宙輸送システム予想		
	わが国の宇宙構造物	宇宙開発目的	宇宙輸送手段	宇宙輸送ピークルミッション
1985年	<ul style="list-style-type: none"> 通信衛星 観測衛星 	<ul style="list-style-type: none"> 通信 宇宙観測 地球観測 地球資源探査 		
1990			<ul style="list-style-type: none"> H-II ペイロード10t 低軌道 ペイロード 2t 高軌道 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星構造物運搬
1995	<ul style="list-style-type: none"> 有人宇宙基地、無人宇宙基地 宇宙発電プラント 	<ul style="list-style-type: none"> 各種科学生体実験 宇宙環境制御実験 	<ul style="list-style-type: none"> 低軌道小型宇宙往復輸送システム (2名+2名 ペイロード1~2t) H-II改フライバックブースター ペイロード10~15t 低軌道 ペイロード 2~3t 高軌道 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星のメンテナンス 有人機による研究者輸送支援 無人機による物資運搬支援 各種科学、生体実験 地球・宇宙観測 HST開発試験 衛星の運搬・発射
2000				
2005	<ul style="list-style-type: none"> 第2有人宇宙基地 (パイロット工場) 移動式宇宙基地 (月、惑星探査船) 静止プラットフォーム 宇宙工場 小型スペースコロニー 	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙環境利用の工業、バイオ産業 月、惑星探査 	<ul style="list-style-type: none"> 中型物資運搬用宇宙輸送システム ペイロード30~40t 低軌道 ペイロード 5t 高軌道 中型宇宙往復輸送システム (2名+10名 ペイロード4~6t) 高軌道用中型エンジン付き有人、無人宇宙輸送システム (高軌道、月惑星探査用) 	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙工場地上間の物資、製品、運搬作業員輸送、支援 探宇宙、月軌道、他惑星軌道への人員、物資の輸送 惑星の観測探査
2010	<ul style="list-style-type: none"> 月面開発 月面工場 	<ul style="list-style-type: none"> 月資源、月環境利用の工業 バイオ産業 		<ul style="list-style-type: none"> 月と有人宇宙基地、地球間の連絡、物資運搬、支援

B) 無人システム経済性

物資の軌道上への打上げ、宇宙基地への輸送の様な無人で実施可能なミッションでは無人のシステムとした方が、ペイロード/ビーグル重量の比をより大きくでき、経済的なシステムとなる。

A) 及びB) に示すように有人システム、無人システムのいずれか一方のみを運用したのでは、宇宙開発を効率良くすすめる事は出来ない。

有人と無人の2系統のシステムをうまく使いわける事がベストの方法だと筆者は考える。



2) 宇宙輸送システム概要

宇宙開発のフェイズに合わせて宇宙輸送システムを確立する必要がある。(表1参照)

筆者は宇宙輸送システムを初期宇宙輸送システム(宇宙基地時代)、中期宇宙輸送システム(宇宙工場時代)、さらにそれ以後の後期宇宙輸送システムに分けた。(表2参照)

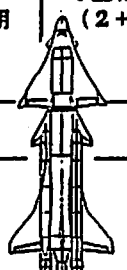
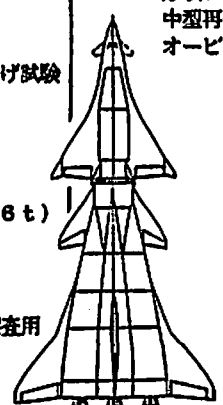
3-1) で述べた様にそれぞれのシステムは往復輸送システムと片道輸送システムから成り立っている。

A) 初期宇宙輸送システム (図1参照)

完全回収型宇宙輸送システムの確立を目的とするが、リスクを低減するためオービタとフライバックブースターを同時開発せずに、オービタを先行して開発し、次にオービタ技術を利用してブースターを有翼化しフライバックタイプとする。

ブースターロケットは開発費低減のため新規開発はおこなわずH-II改を使用する。宇宙基地時代のニーズにはH-II改ブースターで不十分ながらも対応可能であろう。

表2 宇宙輸送システム開発スケジュール概要

システム年	無人輸送システム	フライバックブースター	有人輸送システム	開発項目	
1985年				<ul style="list-style-type: none"> ・H-IIロケットエンジン開発 ・小型有翼オービター形状研究 ・システム研究 	初期宇宙輸送システムの開発
1990	<ul style="list-style-type: none"> ・H-II (ペイロード10t 低軌道) ・ペイロード 2t 高軌道) 		<ul style="list-style-type: none"> ・大気圏内模型試験 ・再突入模型試験 ・小型有人オービター大気圏内飛行試験 (重、超音速特性、L/D T/D 特性、誘導システム検討) 	<ul style="list-style-type: none"> ・小型有翼オービターの開発 ・フライバックブースターシステム研究 	
1995		<ul style="list-style-type: none"> ・H-II改フライバックブースター飛行試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・小型無人実験オービター試験 (H-IIロケット使用実験機) 	<ul style="list-style-type: none"> ・フライバックブースターの開発 ・新型ロケットエンジンシステム研究 	
2000	<ul style="list-style-type: none"> ・回収型H-II改フライバックブースター運用 (ペイロード 10t~15t 低軌道) ・ペイロード 2t~3t 高軌道) 		<ul style="list-style-type: none"> ・小型有人有翼オービター運用 (実用試験) (2+3名 ペイロード1~3t) 	<ul style="list-style-type: none"> ・新型ロケットエンジン開発 ・新型ロケットエンジンシステム研究 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・HXフライバックブースター飛行試験 		<ul style="list-style-type: none"> ・回収型H-Xフライバックブースター運用 (ペイロード30~40t 低軌道) ・ペイロード 5t 高軌道) 	中期宇宙輸送システムの開発
2005		<ul style="list-style-type: none"> ・HXフライバックブースター運用 (2+10名ペイロード4~6t) ・中型有人有翼オービター打ち上げ試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・中型有人有翼オービター運用 (2+10名ペイロード4~6t) ・中型メインエンジン付き有翼オービター運用 高軌道 月惑星探査用 	<ul style="list-style-type: none"> ・中型有翼オービター形状システム研究 ・中型再使用有翼オービターの開発 	
2010					
				<ul style="list-style-type: none"> ・後期宇宙輸送システム (ダッシュボックス) 	

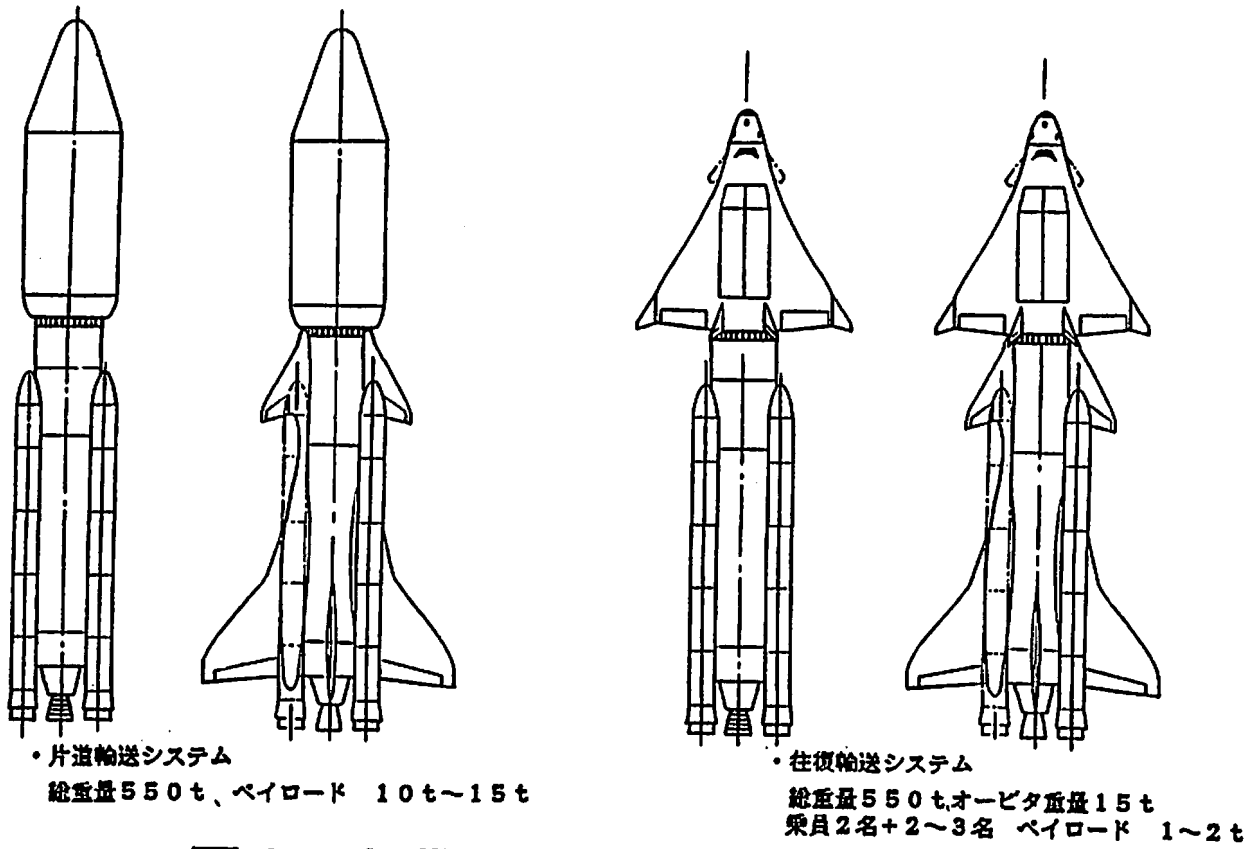


図1 初期宇宙輸送システム

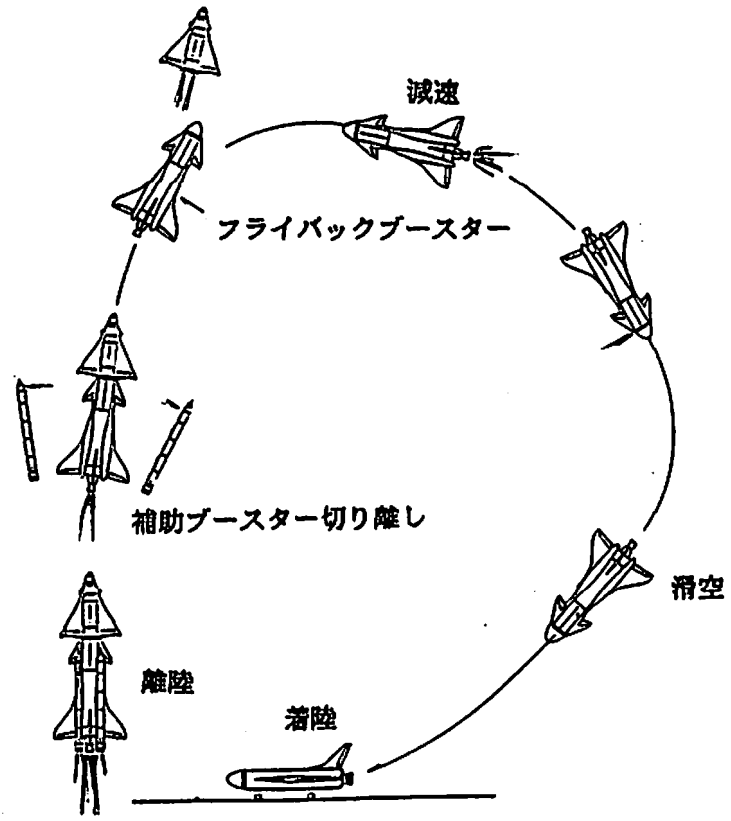


図2 フライバックブースター構想

	往復輸送システム (おもに有人)	片道輸送システム (無人)
1995年	<ul style="list-style-type: none"> ブースターにはH-IIロケットを使用、小型オービタ部のみを新規開発して1995年ごろに実用に供しうる必要最低限の宇宙往復輸送システムを作る。 	<ul style="list-style-type: none"> ブースターはH-IIロケットを使用、ペイロード搭載部のみ新しく開発して片道輸送システムとする。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> *オービタ回収技術を利用してH-II改フライバックブースターを開発(図2参照) </div>		
2000年	<ul style="list-style-type: none"> H-II改フライバックブースターと小型オービタ(全備重量15t)の組合せ 完全回収型往復輸送システム 	<ul style="list-style-type: none"> H-II改フライバックブースターとペイロード(低軌道15t)搭載部の組合せ 完全回収型片道輸送システム

B) 中期宇宙輸送システム (図3参照)

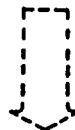
宇宙工場時代のニーズに合わせて輸送量能力を増大する。強力なブースター(新エンジン)を開発し、初期宇宙輸送システムで得た技術を基にシステム全体を大型化する。



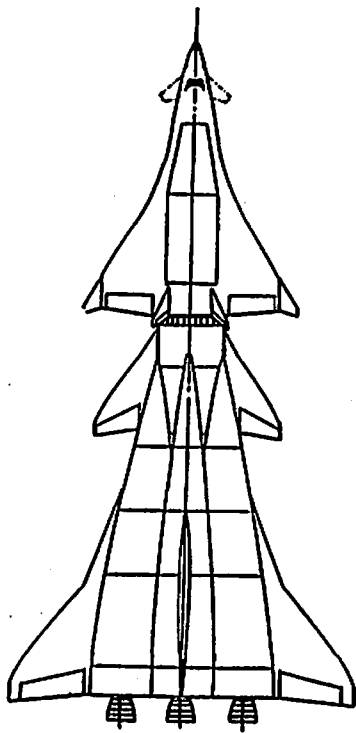
	往復輸送システム (おもに有人)	片道輸送システム (無人)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> *新型ロケットエンジン、クラスター型ロケットの開発によるフライバックブースターの大型化 *オービタの大型化 </div>		
2010年	<ul style="list-style-type: none"> フライバックブースターと中型オービタ(全備重量30~40t)の組合せ 完全回収型往復輸送システム 	<ul style="list-style-type: none"> フライバックブースターとペイロード(低軌道30~40t)搭載部の組合せ 完全回収型片道輸送システム

C) 後期宇宙輸送システム

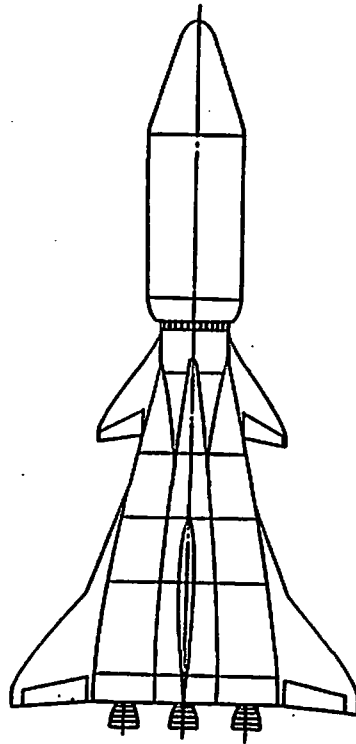
新タイプのエンジンが開発され、よりすぐれたシステムが確立される?



往復輸送システム? (おもに有人)	片道輸送システム? (無人)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> *新タイプのエンジンの開発? *水平離陸方式の開発? </div>	
水平離陸単段型の様な形式も考えられるがエンジン等に不確定要素も多い。	



往復輸送システム
オービタ重量30~40t



片道輸送システム
ペイロード重量30~40t

図3 中期宇宙輸送システム

名称	YUKIKAZE-01		
全長	15m	全幅	13.8m
主翼面積	70m ²	全機重量	14.7t

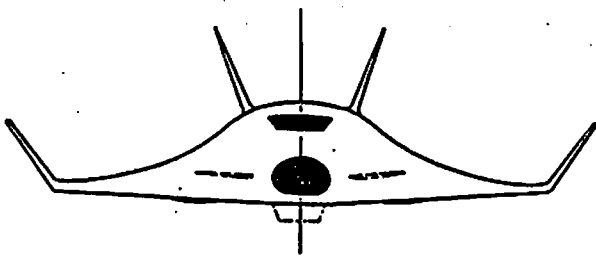
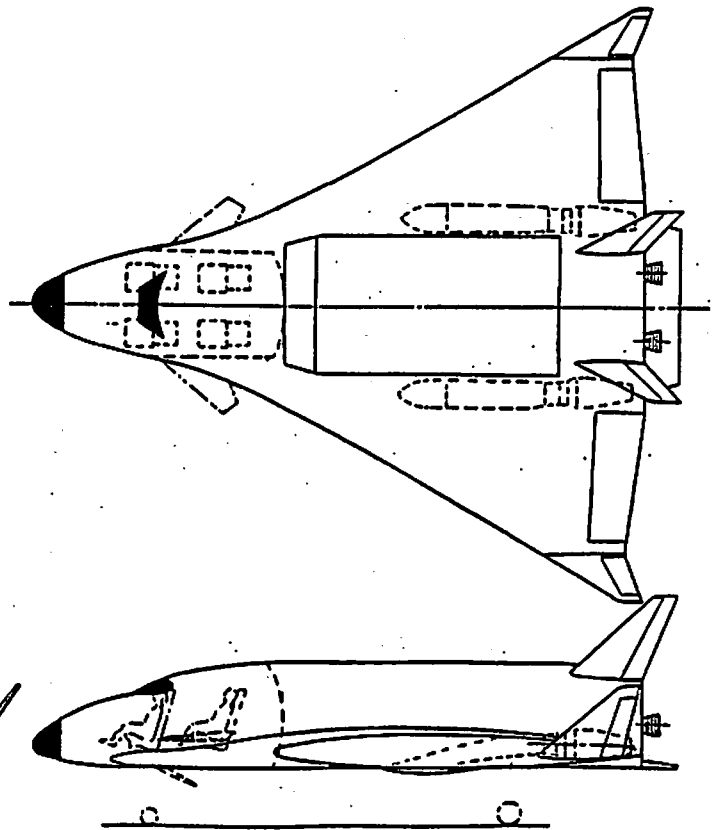


図4 a 小型オービタ形状例1

4. オービタ概要

宇宙輸送システムのオービタ部分の概要を次に示す。

*形態

オービタの形態案を図4 a～図4 cに示す。

*重量

初期輸送システムではH-IIロケット、補助ブースターの打ち上げ能力から考え全備重量は15t程度となる。

中期輸送システムでは逆に必要輸送能力から考え30～40t程度の全備重量となる。

*輸送能力

初期輸送システムでは有人宇宙基地サポートが中心ミッションとなるため研究員輸送の能力を中心に考え、次の様に設定した。

(パイロット2名 研究員2～3名 max 4人とするペイロード1～2t)

中期輸送システムでは宇宙工場への人員輸送が中心ミッションとなるため次の様に設定した。(パイロット2名人員10人 ペイロード4～6t)

*主翼平面形

宇宙活動のフレキシビリティを増すためクロスレンジは大きくする、そのため短翼形よりも極超音速特性にすぐれたデルタ翼とする。

空力加熱の問題から前縁後退角は45°以上とする。

*翼面荷重

着陸性能がわるくならない様、着陸時翼面荷重は300kg/m²以下を目標とする。

*オービタ内装メインエンジン

低軌道に小人数の研究者を輸送する目的であればH-II改ロケット第1段のみで打ち上げ可能でありオービタにメインエンジンは必要ない。

又、メインエンジンを搭載する事で機体が大型、複雑化し開発が長期化しタイムリーな開発時期を失う事になる。

中期宇宙輸送システムでも低軌道用オービタにメインエンジンは内装しない。

高軌道、深宇宙用オービタではメインエンジンをオービタに内装する必要がある。

名称	YUKIKAZE-02		
全長	15m	全幅	12.1m
主翼面積	60m ²	全備重量	14.4t

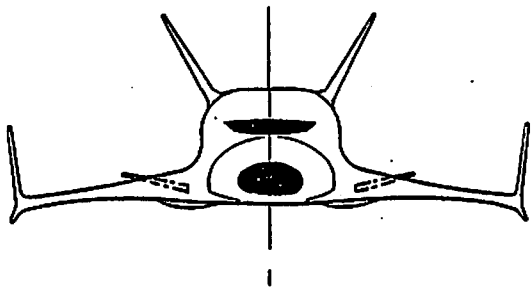
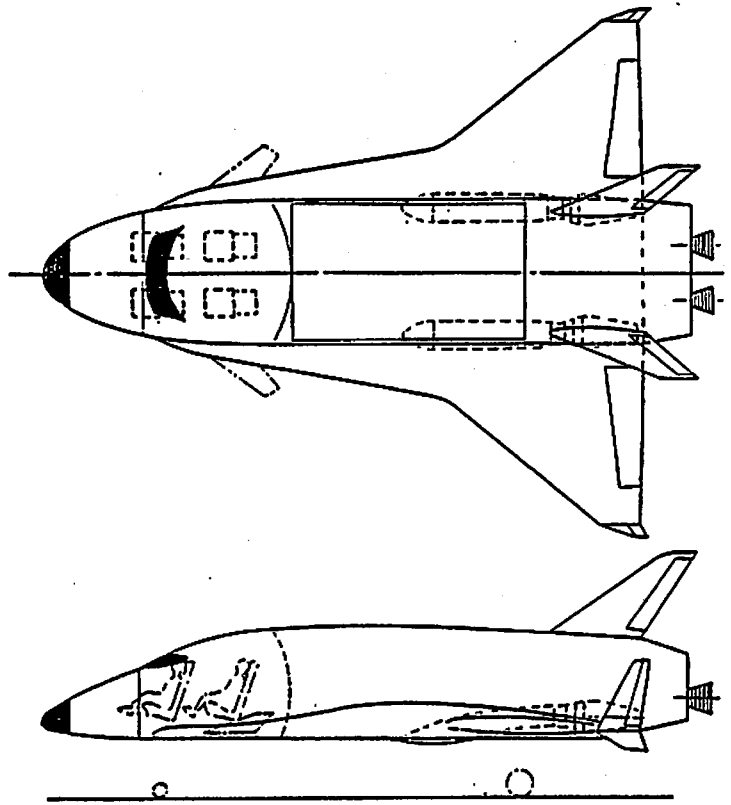


図4b 小型オービタ形状例2

名称	YUKIKAZE-03		
全長	18m	全幅	11m
主翼面積	43m ²	全備重量	14.2t

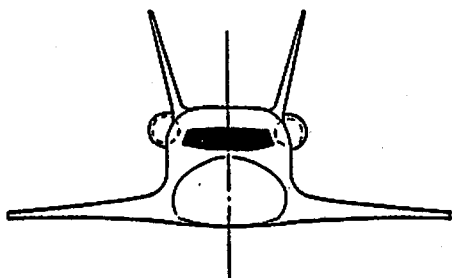
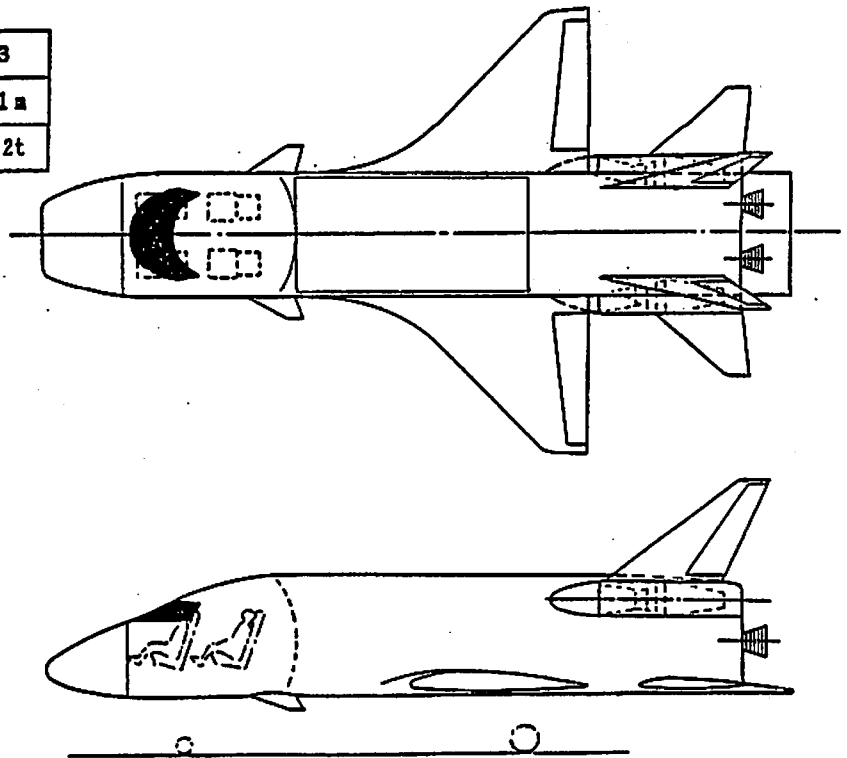


図4c 小型オービタ形状例3

表3 初期宇宙輸送システム開発試験スケジュール

<p>1985</p> <p>1986</p>	<p>フィジビリティ スタディ</p>	
<p>基礎設計</p>	<ul style="list-style-type: none"> * 空力解析 * 空力特性 * 空力加熱風洞試験 * 構造解析試験 * 耐熱システム試験 C.C.耐熱材、金属耐熱材 * シミュレーター試験 * リグ試験、操縦システム試験 * 乗員生命維持装置部分開発 * ドッキング装置部分開発 	
<p>1995</p> <p>1995</p> <p>2000</p>	<p>細部設計・フライトテストベットの試験・運用試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 模型オービタ再突入試験 (ロケットによる打上げ) * 極超音速空力特性 * 空力加熱検討 ・ 有翼無人機宇宙空間飛行試験 (ロケットによる、打ち上げ) * 再突入試験 * OMS, RCSシステムチェック * 生命維持装置等チェック 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 有人オービタ大気圏内飛行試験 内装エンジンにより離陸し 補助ロケット使用 * 亜音速遷音速 * ジェットエンジンシステムチェック * 各種フライトシステムチェック ・ フライバックブースター開発試験 * 空力特性風洞試験 * コントロールシステム試験 ・ 有人有翼オービタ宇宙空間飛行試験 * 再突入試験 * OMS, RCS * 全システム確認 * 生命維持装置 ・ フライバックブースター飛行試験 * 再突入試験 * コントロールシステムチェック

*操縦性

- 操縦性向上のため低速ではカナード、ボディフラップ、極超音速ではトリムベーン、ボディフラップを採用する。
- リアクションコントロールを各フェイズで実施する。
- 着陸性能向上のため高揚力装置の使用も考える。

5. 開発試験

有翼オービタの開発は熱防護技術、広い速度高度範囲にわたる空気力学、誘導制御技術等多くの開発要素が有るが、初期宇宙輸送システムを開発する場合の開発試験スケジュール案を表3に示す。

開発試験によっては試験設備の新設、増設の問題もあり試験内容、試験方法に対して、より注意深い検討が必要であろう。

6. あとがき

宇宙往復輸送システムの一概念について示したが、今後より多角的かつ詳細な検討をおこなって宇宙往復輸送時代の必要技術を見極めていきたいと思う。

(筆者は昭和29年生まれ、現在、川崎重工、

航空機技術本部 基礎計画課に所属している)



写真：川崎重工提供

月、惑星の開発と新しい機械の概念

岩田 勉

1. 月、惑星におけるインフラストラクチャの蓄積

地球にとっての宇宙空間の経済的価値は、現在のように未開発の状態では地球から出掛けて行くコストに比べるとあまり多くない。しかし、宇宙空間の価値は、そこにインフラストラクチャがある程度蓄積された時点で、急激に増大するものである。したがって、月、惑星において自己増殖するシステムが実現すれば、インフラストラクチャの蓄積が確実となり、未来の価値を現在に引き寄せることができる。この予測が確信されたとき、月への大量の投資が始まることとなろう。

2. 宇宙の自己増殖系

実際に自己増殖系を設計することが重要である。生物が自己増殖系の唯一かつ完璧なモデルである。しかし生物のような低エネルギー系は、（知的生物に進化しない限り）無機物、金属のように非地球環境に耐える高エネルギー、高強度の機械システムを構成できない。月において、我々は恐らく、無機物を成分とする自己増殖系を開発することとなる。この増殖システムは火星、火星の衛星、小惑星等、あらゆる天体の上で増殖が可能である。これらの自律的機械群が地球の外で増殖し、人間が制御可能なインフラストラクチャの素材が十分整えられたとき、人類は、自然に宇宙に移住して行くこととなろう。

このような無機物自己増殖系は、どのようにして設計されるのであろうか。現在の機械技術で、この概念に最も近いものは、オートメーション、ロボット、人工知能などであろう。現在の無人プラント、自動工場は、これら技術を巧妙に組み合わせることによって実現されている。採鉱から製錬、加工、組立に至るすべての工程を無人化ないし自動化し、これらをさらに自動管理システムによって連結することは、既存の技術の組み合わせによって、原理的には不可能ではない。しかしこれは一つのコンビナート全体を自動化することである。その開発費は一国の国家予算の規模となってしまう

であろう。しかも地球上で無人の工場は必要ない。技術的には可能であっても、そのための巨大な投資がなされることは考えられない。

宇宙においては、機械設備および人間の打ち上げコストが極端に高い分だけ、自己増殖系の価値は高い。最初の1セットを月面に設置し、スイッチを入れるまでの初期コストと、増殖に要する時間、すなわち金利だけが、問題である。初期コストを小さくするためには、1セットの重量を小さくすれば良い。しかし、そうすると、一定の総質量にまで増殖するのに要する時間が長くなる。したがって、適当な大きさが望ましいこととなる。輸送コストが高いため、宇宙では、この最適規模は、非常に小さい。通常の機械類を、8分の1程度に縮尺したものを安価に製造することが、現在の技術水準で月に自己増殖系を実現する有力な手段であろう。この場合、部品の共通化、工程の簡素化を進めれば、アポロ計画の資金規模程度で実現は可能と推算される。

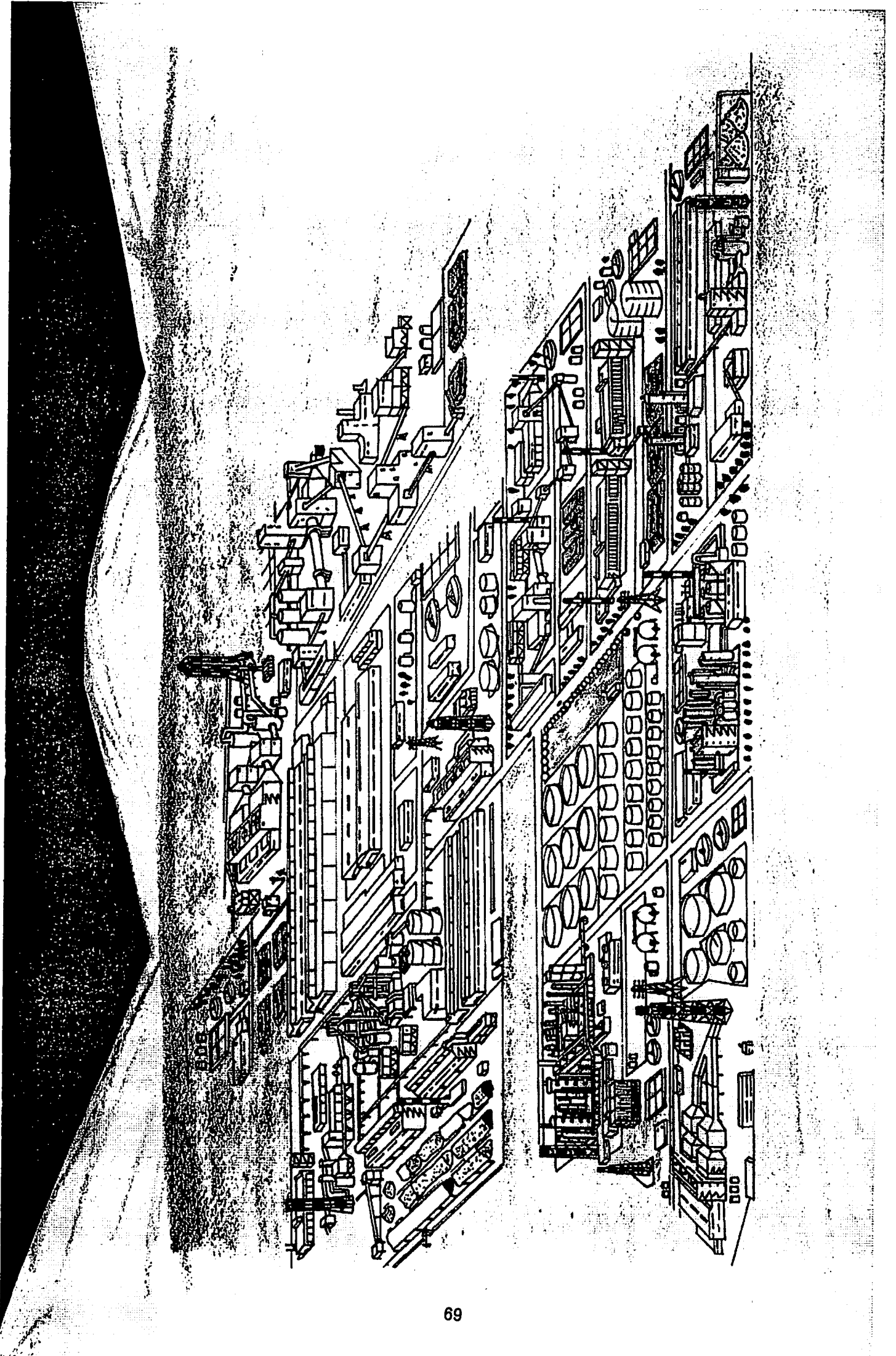
3. 新しい機械の概念

上に述べた自己増殖系の概念は、現在の機械技術を前提としたものである。自動化のためには、メカトロニクス、人工知能を多用することとなる。しかし高級な人工知能や精密なロボットはそれ自身を製造するのに多くの部品、多くの工程を必要とするので、増殖の能率はあまり良くないこととなる。また、その点検、修理にかなりの人手を必要とする。増殖力の強い自己増殖系は、現在の機械要素、部品とは相当に違う要素から構成されることとなるかも知れない。マイクロエレクトロニクスに加えて、マイクロメカニクスあるいはマイクロマシーンが開発されよう。組み立ての不要な機械という概念が課題となる。機械システムが生物、特に微生物のような適応性と自律性を獲得したとき、産業の大部分は宇宙に展開することとなるだろう。

自己増殖系の要素技術は、現在の産業技術の発展の延長上にあると言える。しかしシステムとして成立させるためには、はっきりと自己増殖を目標とした研究開発がなされなければならないと思われる。

月面のオートメーション、さらに自己増殖系の開発は、21世紀の産業ばかりでなく、地球上の日常生活をも一変させる程の可能性を秘めるプロジェクトである。産業先進国として我が国は、この分野で世界の発展に寄与できる道があるのではないだろうか。

(編集人)



ハイテク パンセ (2)

森 本 盛

つぎのような仮説をたてて、クリエイティブ能力の正体について考えてきました・
・・・「知識は何時でも買える共有物。しかしすぐに古くなる。知恵は自分で創るもの。この知恵の差がクリエイティブ能力の差になる。しかし磨きあげるのに長年月を要する」・・・日本の入学試験は知識を競いますが、人間の一生では知恵が競われているのではないのでしょうか。

前回の結論として、検討対象をひと目で認識できる形にすることが、よい発想のきっかけになりそうだということになりました。技術開発の企画を例にして考えてみます。

第2章 霧の中の道しるべ

経験のないことに取り組もうとすると、考えねばならぬことが入り乱れ、お手あげの状態になります。とくに宇宙のように巨大・学際技術といわれるものでは、対象となる項目が夥しい数になって、途方に暮れたり、部分的なところで堂々回りをして全体がみえなくなったりします。このようなときの対応には、それなりのコツがある筈です。

(1) 対応の準備

絵でもなんでも創作といわれるものには、似通った検討の順序があります。技術開発だからといって、とくに変わるものでもない筈です。

世の中に前例のあるものを手がける場合は図1のように比較的簡単です。レストランをはじめるなら前例から好みのイメージが選べます。パリのマキシムと決めたところで構想設計は終了です。そして段々と細かい検討にはいるのですが、物選びも沢山あるサンプルの中から、コストと効果を比較しながら容易に決めることができます。

ところが前例のないことを決めようとする、こうは行きません。この場合の検討順は図2のようなものと考えられます。こんどは、いま始めようとしていることが、

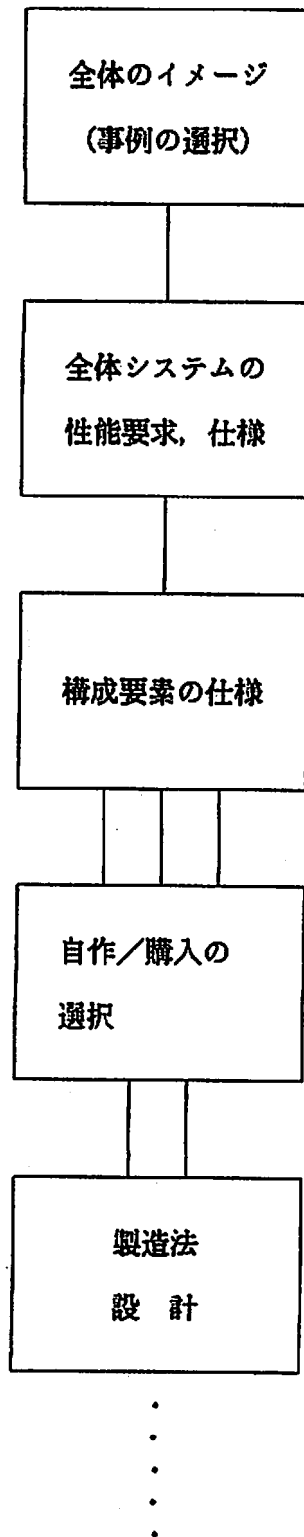


図 1

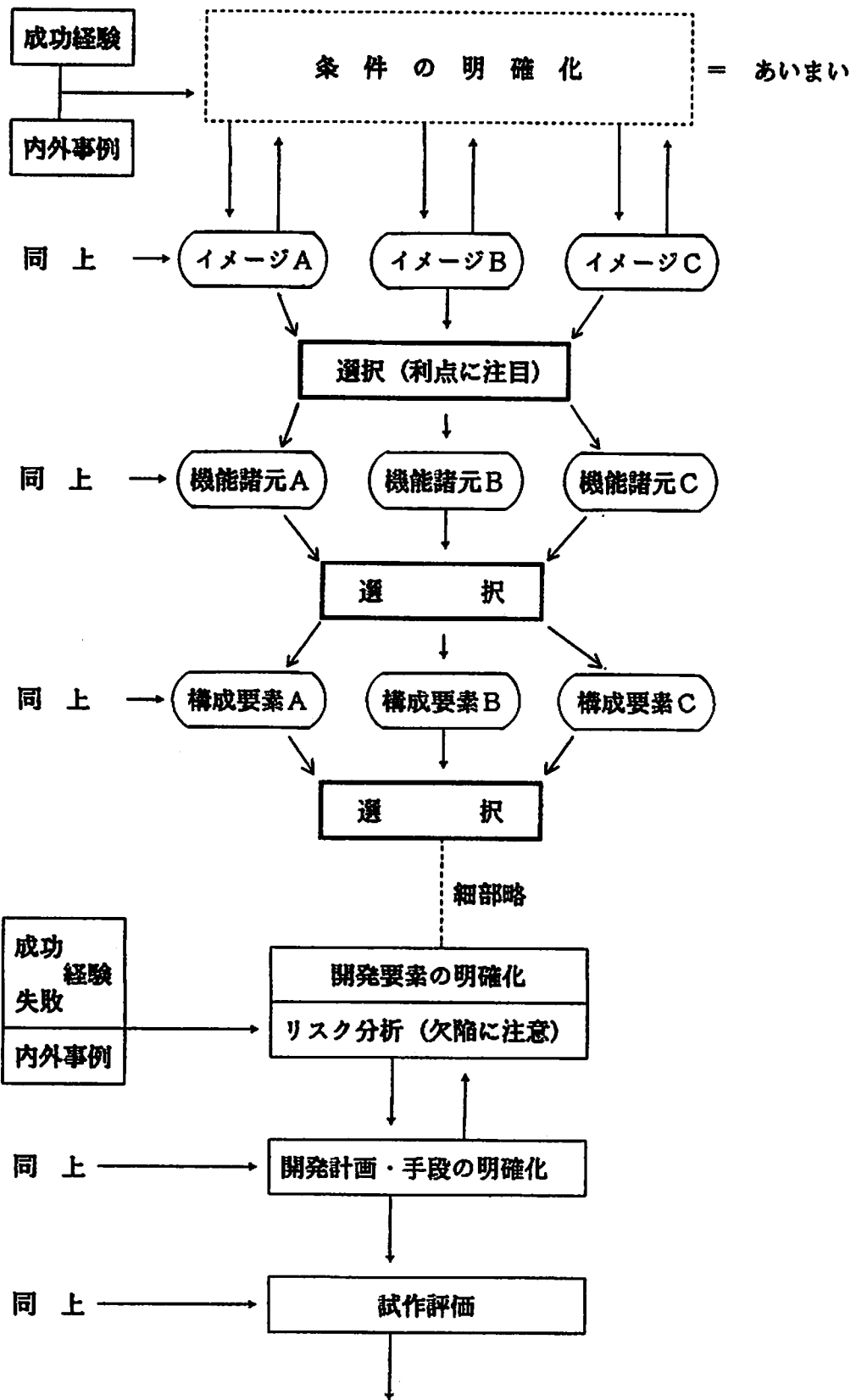


図 2

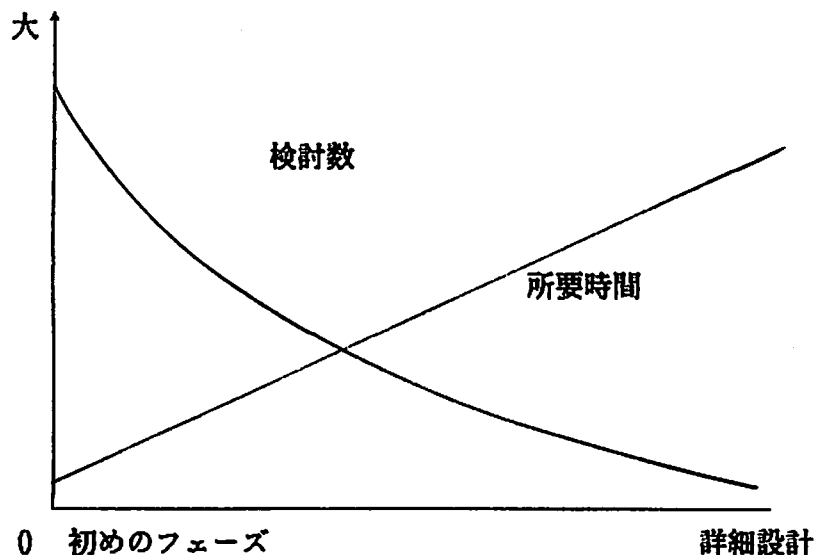
どんな環境におかれているのかということから考えねばなりません。これについては(3)で述べることにします。環境条件がある程度わかったら、それに似合った全体システムのイメージを考えなくてはなりません。これも経験のないことをやるのです。

ここまでの作業が、最もとっつきにくく難しい筈です。雲をつかむようなアイマイな条件の上に、具体的イメージを画くのですから……。まず目標をよく考え、判断情報を集めます(実現性の裏付け等)。また古今東西の類似事例や、自分でやった挑戦の経験を思い出します(仕事でなくても新しいことへの挑戦なら何でも)。これらを見くらべながらイメージを画きます。この段階では沢山の検討例を作ることが大切です(図3)。

構成要素の検討の段階になると、かなり考えやすくなります。目に見える類似の事例が沢山あり、それらからの内挿または外挿による推測がしやすいからです。しかし今度は、答が沢山あり過ぎて、そのうちのどれを選ぶかが大変です。新規性を出すのに効果があるものには、新しい開発要素が必ずあります。ここは、挑戦的である反面、実現性の見通しも必要で、かつ全体との調和やコストのことも考えなくてはなりません。これらを考え合わせて1つを選び出してゆきます。こうして次々と細部の検討に進みます。各々の段階で展開と選択がくりかえされます。

部品や機器の開発をする人にも、この能力が必要と思われれます。何故ならば、我が国の場合、環境条件とか全体イメージの構築を得意とする人の数があまり多くありません。したがって要求がはっきりするのを待っていたのでは、欧米等への先行が難し

図3 検討数と時間的制約との関係



くなることが多いからです。しかし図2はとっつきにくいものです。そこで、矢印を逆にして考えてはどうでしょう（作った部品や機器を使わせる）。否、むしろそのための努力が必要と言うべきでしょう。

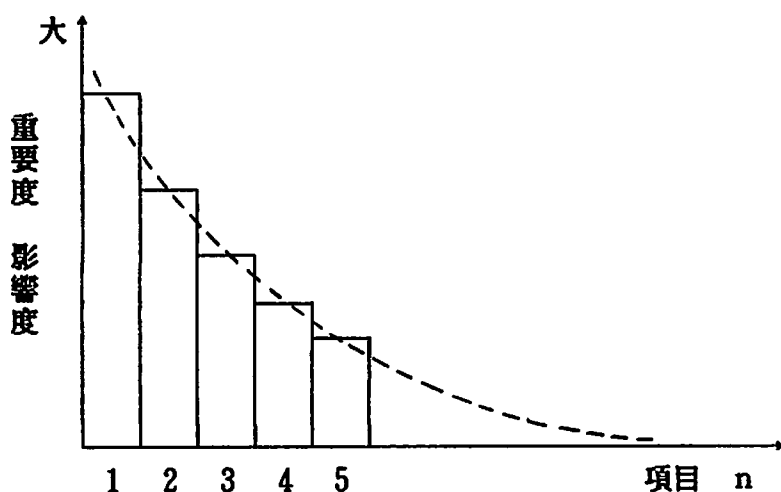
(2) 初期段階のコツ

新しいスポーツに挑戦するとき、インストラクタという熟練者に手ほどきを受けるのが効果的です。手ほどきとは、複雑な動作を分解し、覚えやすいように簡単な形に整理して、一動作ずつ順番に体に覚えさせてゆくものです。一度に沢山のことを詰め込もうとしても、何ひとつものにならないでしょう。すぐれた手ほどきを考え出した人は、まず必要な練習項目を全部羅列し〔展開の段階〕、つぎにそれらを重要なもの（基本動作）から順に並べたと思います〔選択の段階〕。

ものごとを考えるときも、絵をかくときも、これに似ています。おそらく初めの輪廓のアレンジの段階が最もとっつきにくいのではないかと思います。難しさの1つは、モチーフ（企画関連項目）の洗い出しです〔展開の段階〕。重要なモチーフを考え落とすと良いものはできません。展開を上手にやるコツは、ふだんの知識集めにあります。使いみちごと（フェーズ/テーマ別）に整理して集めておく努力が必要なのです。

難しさの2つ目は、モチーフの選び出しです〔選択の段階〕。ここまでで絵の上手/下手が決まるのかもしれませんが。仕事の場合、関連項目は無限にあります。これを全部とりあげることはできません。全部検討したのでは永久に答がでないでしょう。

図4 重要度分布例



そこで重要な項目だけを選びだすことが必要になるのです。自然界のできごとの多くは、指数関数かあるいは確率分布（正規分布等）の形であらわせるものと思います。さきほどのモチーフ（項目）も、縦軸に重要度、横軸に項目をとってグラフに整理すると、おそらくどちらかの分布になっているのでしょう。ここでは図4のような指数関数であらわされるものと仮定します。

項目の順番をきめるとき、経験で磨いた勘が重要な役割を果たします。プロの勘というものです。並べ終わったら重要度の大きいもの数項目を残して、あとは大胆かつ強引にカットします。

つぎはデッサンの段階です。選び出した項目についてごく粗い検討を行います。検討の深さと所要時間との関係は、図5のような指数関数になっていると考えられます。

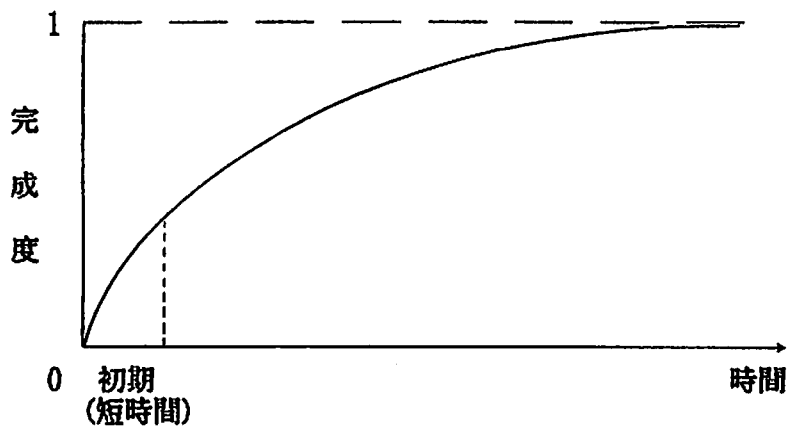


図5 ものごとの完成度と所要時間との関係

完璧な検討をするには無限の時間がかかります。デッサンは、モチーフを早く配列して全体の構図を考えるのが目的です。そして、幾つかの違うモチーフの組合せを作って構図の比較検討をする必要があります。したがって、この段階は図3のように短時間に沢山のデッサンを作らなくてはなりません。さらに、それぞれの組合せに少し手を加えてから（粗い数値検討に相当）、もう一度見直してみる必要もあります。有名な画家でも、1枚の画をかくのに何10枚も何100まいものデッサンをかいている筈です。天才は努力なりといった人もいます。

また、検討の深さを揃えることも大切です。 $ax + by + cz$ の計算をするとき、2項目と3項目の計算をいい加減にして、 ax だけ10桁も20桁も計算することは中学生なら誰もやりません。ところが、色々な検討や討論で、一項丈長々と

やる大人が意外に多いような気がします。時間がかかるだけでなく、詳しさが異なると判断を誤ります。詳しい部分の評価が厳しく、粗い部分には甘くなるということはよくあることです。この段階では第1章(3)で述べた大人度が必要なのです。しかし、ハードウェアの開発をやっている人やキチウメンな人にとって、この段階のアイマイさは極めて不愉快なものと思われれます。キチンと割り切れないものは気になって夜も安心して眠れないかもしれません。しかしアイマイの中から方向を見出すのが創造であり、アイマイなイメージの上に突然はっきりとしたイメージがヒラメクのが発想だと思えば、この不愉快さに慣れる努力が必要なのです。

このような検討をやっていると、知識を集めるときに使いみちと重要度に気をつけるようになります。すると検討するときの展開や選択が楽にできるようになります。これを繰返しているうちに勘が磨かれ、早く正確な検討ができるようになるという良い循環になります。

またこの段階は、原理に近いところを検討する機会が多いので、スケールの大きい着想をえる可能性が高いといえることができるでしょう。

もうひとつ、これはすべての段階についていえることですが、ものごとは易しく考えるようにした方がよいということです。難しくて考えるのが高級やり方と思うのは、大きな錯覚です。難しく考えて頭が混乱し、誤った判断をしたり、結論がでなくなったのでは何にもなりません。ふつう数学的な解析をやるとき、どうやって簡単な形にして、どう近似して答を出すかなど、扱いやすくして早く間違い無く処理するのは常套手段のはずです。

2番目のフェーズに進むと、2桁以上のやや詳しい検討が必要でしょうし、部分的な試作もいるでしょう。こうなると時間も金もかかりますから、1~2種類に絞るのが普通でしょう。(4)の③で述べる色々な評価図をにらみ合わせて選択します。大胆に仮説をたてる必要があります。画家が最も苦しむのが、多くのデッサンから一つを選び出すときだそうです。

以上のやりかたは何か難しいように聞こえますが、画家やスポーツ選手はいつもやっており、また皆さんも旅行計画をたてるときや、家を建てたり買ったりするときに、しらすらすらうちにやっているのです。フェーズド・プロジェクト・プランというのがありますが、とくに新しいわけでもなく、誰でもやっていることなのです。そし

て料理・スポーツ・絵画・R&Dだけでなく、経営・外交・経済等すべてに共通なコツかもしれません。

(3) 条件は創るもの

新しいことを考えるには、まず条件を決めねばなりません。図2のフローの中で、これが最も難しいような気がします。しかし古今東西、新しいことにたち向い偉業をなした人は、これを決めてきました。一方現実には、条件が決まらないから技術開発に手をつけられないというエンジニアが意外に多いのです。条件を複雑怪奇なものに仕立てたり、条件の悪い側丈見たりして一目散に逃げ出す人さえいます。これが身につけてしまうとクリエイティブ能力はなくなってしまうのでしょうか。条件がはっきりしたときとは、他の人により発見され、多くの人に既に知られている、すなわちもう古い事実になったときということになります。

クリエイティブ能力には勇気が必要なのです。ただし蛮勇ではいけません。それなりの準備が必要です。複雑怪奇なものを如何にわかりやすく整理できるか。そして自分がおかれている環境をどれだけ適確に理解するかが大切です。自信のもてる条件を自分で創ろうという姿勢と勇気、これがなくてはクリエイティブにはなりえないのではないのでしょうか。またその一方で、早く次の段階に移して小規模な冒険をし、創った条件が正しかったかどうかチェックする慎重さも忘れてはなりません。

自分でよく考えて条件を決めておき、外界の変動には創った条件を修正しながら対応してゆくと、混迷の渦に巻き込まれないですみます。外からの条件だけで行動すると、風向きが変わるたびに右往左往して、それだけで全員が疲れてしまいます。自分の創ったドレスを流行らせる名デザイナーにいたっては、条件を自分の意志でコントロールしています。どう使われるのだろうかなどと心配していません。こう使わせるのだというイメージを考え、それにふさわしいものを創ってゆくのです。

ベンチャーの元祖といわれる某自動車KKのH会長は、「8合目まで登ると霧に包まれたようになる。その時論理が必要で、これに勇気と運が加わって成功した」といっています。この論理とは、条件をはっきりさせる定石のようなものだと思います。定石を学び、これを実行できる力を身につける必要があるのです。この定石とは何でしょう。ここでは一応「沢山の経験からでてくる経験則」とし、further study と

しておきます。

(4) 図・表で表現

考えていることは、なりふりかまわずどんどん画きましょう。図・表に画くことは脳の活性化に良いようです。幼児のころできた14億個の脳細胞は、30歳を過ぎると10万個/日の割合で減るそうです。しかし心配は要りません。使われるのは10%にすぎないからだそうです。むしろ沢山使うことが大切です。使われた細胞には樹状突起（細胞の間の配線のための引出し線）ができるそうです。そして脳細胞を最も多く使うのが目と手なので、絵を画くのが活性化に良いようです。大脳生理学はもう古いという人もいますが、日本人は図形・空間認知、抽象思考ををする右脳の使い方が少ないようです。また左右を交互に使うことによって、疲労回復やリフレッシュがはかれると考えることも大切です。

さんざん考えた末に1回書いて終りというのは好ましくないでしょう。とにかく書いてから考え、また書く。他のことをやってから、また戻って考え、修正するというのがよいでしょう。紙に書いてみると、頭で考えているときに気付かなかった矛盾や欠落に気がきます。図・表は相互の関係を認識するのに有効ですが、その空白部分に新発想が潜んでいることも往々にしてあるようです。またこれからは、100時間の弁説よりは1枚の紙で事が運ぶ欧米との国際協力の時代です。書く練習は色々な面で効果があるでしょう。

ここで具体的な図・表の例をあげたいのですが、場所をとりますので、最終回にまわしたいと思います。大まかにいいますと、①検討順を考えるときは図2のようなもの。②条件分析をするときは関係ある情報の相互の関連と論理の流れがわかるフロー図。③ターゲットの選定はマップ・・・縦軸と横軸に何をとりか・・・現技術水準対目標水準（開発規模、リスク、投資、体制の予測）、技術価値/開発効果対リスク、価値/効果対コスト/体制等々のほかに開発技術の利用分野（多目的利用ができるものはリスクが小さい）等々、知恵のしぼりどころです。④構成や案子選択の段階はすべて展開→比較→選択のくりかえしです。展開は考えられるものを落ちのないように、選択では simple is best の原則を念頭に置いて。 (つづく)

(筆者は昭和4年生で宇宙開発事業団機器部品開発部長の職にある)

既 刊 一 覧

第 1 卷 第 1 号 (創刊準備号)

- ・ 宇宙先端活動研究会発足に当って
- ・ 成長の限界のために

昭和60年 5月15日発行

園山重道
岩田 勉

第 1 卷 第 2 号 (創刊号)

- ・ 宇宙先端活動研究会設立趣意書
- ・ 人工衛星はなぜ高い
- ・ H-II ロケット開発に当っての考え方
- ・ 月の開発 (上)
- ・ 知ってますか

昭和60年 7月15日発行

斉藤雅宏
五代富文
岩田 勉
広浜栄次郎

第 1 卷 第 3 号

- ・ 思うままに
- ・ 遊戯
- ・ 我が国の宇宙往復システムに関する展望

昭和60年 9月15日発行

竹中幸彦
長島隆一
柴藤羊二

第 1 卷 第 4 号

- ・ 月の開発 (下)
- ・ Low Cost Booster構想
- ・ マーケティングから見た宇宙開発

昭和60年11月15日発行

岩田 勉
長島隆一
中井 豊

第 2 卷 第 1 号

- ・ 年頭雑感
- ・ 宇宙開発新時代—使い捨て克服の時代へ
- ・ 宇宙先端への雑感
- ・ スペースシャトルの反省と日本の有翼回収機

昭和61年 1月15日発行

園山重道
中山勝矢
山中龍夫
渡辺篤太郎

第 2 卷 第 2 号

- ・ シャトル爆発は何を意味するか
- ・ シャトルは日常になりうるか
- ・ 宇宙部品とその開発
- ・ ハイテク パンセ (1)

昭和61年 3月15日発行

五代富文、稲川弘行
長友信人、久保園晃
井上準二、森 雅裕
黒田泰弘、南木京子
岩田 勉
下平勝幸
森本 盛

***** I A S A ニュース *****

「宇宙先端」第一号が発行されて丸一年が経ちました。当初数十人でスタートしたこの活動も、今では約 300人を擁する規模になり、順調な活動を行っております。これもひとえに会員の皆様の御支援によるところであります。

各会社においては、研修を終えたフレッシュマンが、元気のいい顔を職場に見せていることだと思いますが、当研究会も新年度を迎え、新たに心を引き締めてこれからの活動を推進していく所存ですので一層の御支援をお願いいたします。

新規入会会員名簿（61. 5. 15）一般会員

齊藤紀男 道浦俊夫 村上卓司 中村 巖 野崎義典 新野正之 池内正躬
十亀英司 虎野吉彦 三戸 幸 原口義孝 上原敏之 荒 卓哉 清水順一郎
森下保廣 岩崎信夫 吉村善範 細川泰裕 菊山紀彦 長岡俊治 中島良洋
山田良雄 今野 彰 小鍵幸雄 太原雍彦 寺田守男 河野真治 祖父江照雄
松尾 隆 土井隆雄 内藤千秋 吉岡毅泰 小泉深吉 鍵谷彰男 齊藤正夫
綾部広一 中西 功 中沢 孝 阿久津亮夫

入会案内

本会に入会を希望する方は申し込み書に記入して、世話人に送付して下さい。

年会費：3000円（1986年6月～1987年5月）

会誌 無料（1986年5月号から1987年5月号）

なお、会費は主として会誌発行にあてる。

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、A4版横書(38×29)で、そのまま版下となるような原稿及びコピー1部を、東京都港区浜松町2丁目4番1号、世界貿易センタービル内郵便局私書箱第165号、宇宙先端活動研究会世話人兼編集人 岩田勉宛送付する。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。

編集後記

本号が御手元に届く頃は、ゴールデンウィークも既に終り、カレンダーをめくりつつ次の祭日を捜す人も多いのではないだろうか。「ゴールデン」とは言いつつも、多く休みが取れる会社でさえ約十日という話を聞くと、欧米のようにバカンスで一箇月も休むようになったら一体何と形容するのだろうか、とよけいな心配をしてしまう。

欧米人の世界では、人生の中で仕事と休みは、あたかも水と油のように対立概念として存在しているという。一方、日本では対立どころか交わっており、しかも、その境界はあやふやなものである。労働に対する意識というか倫理が異なっているのであろうが、これこそ日本が経済の巨人になった必要条件ではないか。つまり、経済成長に貢献する最大の資源は人的資源であるといえるのではないだろうか。なぜなら、経済価値とは、付加価値の総計なので、いくら他の資源、例えば地下資源、があったところで、それを採掘、精製、販売するなどの人的能力がなければ、それはただの採掘権としての価値でしかないだろう。

宇宙分野は、日本の技術の弱い分野の代表選手として、車やエレクトロニクス産業と対比されよく話題になる。しかし、宇宙の資源一場の資源(静止軌道など)と位置の資源(微小重力、超真空)はどこの国のものでもない。結局、問題になるのは人的資源であり、宇宙開発で日本がいかなる地位を築くかはそこに懸っている。(齊)

宇宙先端 第2巻 第3号

頒価1000円

昭和61年 5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第165号

無断複写、転載を禁ずる。