



JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 宙 先 端

宇宙先端活動研究会誌

JAN. 1991 **1**
VOL. 7—NO. **1**

IN THIS ISSUE,

PROF. SAGAN'S LECTURE	T. FUKUDA.....	1
HUMAN ENGINEERING SERIES (12)	T. YAMAGUCHI	8
SUMMARY AND PRINCIPAL RECOMMENDATIONS OF THE AUGUSTINE COMMITTEE		29

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 TEL 0298-52-2250

編集局長

福田 徹 TEL 03-3769-8194

編集顧問

久保園 晃

宇宙開発事業団理事

土屋 清

千葉大学映像隔測センター長

中山 勝矢

工業技術院中国工業技術試験所長

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

監査役

伊藤 雄一

日本電気株式会社宇宙開発事業部技師長

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 彰二

森 雅裕

森本 盛

目 次

1. 星玩先生講義	1
2. 人間工学シリーズ(12)	8
資料 米国将来宇宙計画諮問委員会 要約及び主要勧告 (仮訳)	29
J u n k B o x	53
特別寄稿 宇田さんを悼んで	55

星玩先生講義

福田 徹*

1. 経緯

1990年の12月15日(土)、折から来日中のコーネル大学のカー
ル・セーガン教授が宇宙開発事業団本社を訪問され、この機会を利用して、
事業団職員(有志)とセーガン教授の自由討議が行われました。時間は2
時間半足らずでしたが、教授の論旨は極めて滑らかで、宇宙開発に関する
いろいろな話題に触れ、宇宙開発の一般向けアジテーター(?)として、
さすがは、と思わせる内容でした。最近では、テレビによく登場するケン
ブリッジ大学のホーキング教授の方が一般には有名かも知れませんが、ホ
ーキング博士がこれほどわかりやすい議論を展開するとは思えません。本
稿は、この2時間半の討議の間にセーガン教授が言及した話題のうち、興
味を引くものを筆者の独断で整理し、まとめたものです。速記録や録音か
ら再現したものではないので、順不同ですし、主旨にも少々ズレがあるか
とも思います。そこは、筆者の力量の限界ということでお許し下さい。い
ずれにせよ文責は筆者にあります。

2. 話題

話は、時候の挨拶-地球温暖化(!)から始まり、次いで、NASA、
米国そして世界の今後の宇宙開発に影響を与えるかも知れないホットな話
題-オーガスチン委員会報告へと続きました。

○ Global Warming

(今年の日本の冬はたいへん暖かい、との挨拶に対し)

Global Warming! (無論、寒い冬となっている地域もあるし、温暖化の
原因については二酸化炭素による温室効果等諸説あるわけだが、) 産業革

* 宇宙開発事業団宇宙実験グループ

命以来、地球の気温が上昇しているのは事実。原因はともかく、真実がわかったときには手遅れになってしまう。

○オーガスチン委員会の報告について

オーガスチン委員会の報告には全面的に賛成。この報告はNASAの内部から出されたようなものなので、この程度の表現にとどまっている。もし、完全な外部の委員会の報告であれば、もっと厳しいものとなっただろう。

○ Space Station is foolish!

委員会の指摘点のひとつとして、宇宙ステーション“フリーダム”の意義を限定すべきことがある。実際、宇宙ステーションは馬鹿げている。

何が馬鹿げているかという点、“フリーダム”では、宇宙環境の利用を商業ベースで行おうとしていることだ。宇宙開発によって利益を得ている航空宇宙産業は別として、いかなる企業も宇宙環境利用には金を出さないだろう。政府が裏から補助金を出せば話は別だが。しかし、企業が直接投資することは無いだろう。

宇宙ステーションの目的は、ライフサイエンス、それも、微小重力環境の人間に及ぼす影響の研究、微小重力のなかで人間がいかに生きられるかという研究に向けるべきだ。火星有人探査には是非これらのデータの蓄積が必要だ。もうひとつあるとすれば、微小重力環境での製造技術を研究すること。いずれにせよ宇宙ステーションの目的を限定すべきだ。

現在のフリーダムの設計では、補修のために多大なEVA（船外活動）が要求されるのも問題だ。

また、国際協力の枠組みとしても、米国（NASA）が全体をとりまとめている、そのとりまとめた一部を他のパートナー（ESA、カナダ、日本）に開発させる方式になっている。これでは対等な国際協力とは言えない。

○スペースシャトルのフェーズアウト

オーガスチン委員会のいまひとつの勧告、スペースシャトルへの依存を減ずる点にも賛成だ。現在のスペースシャトルのシステムは維持するには複雑すぎる。有人ミッションは必要なものだけに限定すべきだ。スペースシャトルは、新しい使い捨てロケットに取って変わられ、フェーズアウトすることになるだろう。

チャレンジャ事故では、ひとつの通信衛星を打ち上げるために7人が犠牲になった。このリスクが釣合のとれるものだとは到底思えない。

○如何に大衆 (Tax Payer) の支持を得るか

決定的な (100%) の答えは無い。科学的探求、フロンティアへの挑戦等々、いろいろな理由を10%ずつ加えていくしかないだろう。強調したいのは、いまの青少年に夢が無いこと。彼らに未来を描かせるとみんな暗いものになってしまう。宇宙開発は、明るい未来を描いてみせられる。これは重要ではないだろうか。

私は、かつてカーター大統領に米国の宇宙開発 (の全て!) について説明する機会があったが、大統領は強い興味を示された。しかし、(大統領府の) 政策としてはそれは外にでなかった。だが、大統領個人として非常に強い関心を持たれたのは事実だ。

○ソ連ロケットの利用

例えば、安価な運搬手段を米国が開発するのでは無く、既にあるソ連のロケット-エネルギーなど-を利用することも考えられる。私のこの考えを聞いて、ある (米国の) 政府高官は言ったものだ。我々にソビエトに依存しろと言うのか!

○スピノフ?

宇宙開発による民生品への波及効果が喧伝されたこともあった。しかしアポロによって得たのは焦げ付かない (テフロンコーティングの) フライ

パンだけだった。750億ドルかけてフライパンだけ。もしフライパンの開発が目的ならそんなに予算はいらないし、だいいち、月に人間が行く必要があるだろうか！

(月開発によって)核融合燃料—ヘリウム3が得られると言う人もいる。しかし、どの核融合炉で燃やすのだろうか！(そんな核融合炉は開発されていない。)

ここらあたりが私が(S E I (Space Exploration Initiative)の正当化に関し)議論を提起している理由だ。

○火星探査ミッション

火星探査は一国では不可能で、国際協力によってしか実現しない。ゴルバチョフ大統領も賛成している。米国、ソ連、E S A、日本が協力することになるだろうが、それにはいろいろな形態が考えられる。ひとつの機関が作った宇宙機に、別の機関が観測装置を載せるというかたちも考えられる。いずれにせよ対等の国際協力のもとで行われるべきだ。

○共同探査の提言

今すぐ、日本が、宇宙開発で世界の Equal Partner になれる方法がある。月面に無人月面車をH-IIで送り込むことだ。各国のローバーが、月面を、火星を協力して探査する案を提唱したい。

○火星上の生命

火星では、過去に地球に似た環境を持った時期があった。過去の火星は原始地球にたいへん良く似ていた。表面には、大量の水が流れた形跡がある。しかし、バイキングによる探査では、いかなる生命の痕跡も発見できなかった。(だがバイキングの着陸したような平原ではなく)干上がった河床の地下深く探査すれば、(過去に発生し、そして乾燥した現在まで生き残ったか、あるいは死に絶えても化石化した)生命を発見する可能性があるのではないだろうか。

火星における生命探査の結果、もし生命の存在が肯定されても否定されても、それは重大な意義を持つだろう。

もし、火星で生命が発見されれば、それは地球上の生命をより深く理解するのに役立つ。地球上の生命は、違ったように見えても、基本的には同じもので、例えば、DNAの遺伝暗号—ヌクレオチド3個が対になった—は、高等生物から下等生物まで同じものを使っている。つまり、地球上の生命は共通の祖先から進化してきたということで、この意味では、我々は、ただひとつの生命しか知らない。この状態で、生命とは何かと問うことは、英語（または日本語）しか知らずに言語とは何かと問うようなものだ。

もし、火星に生命が存在しなかった場合は、似たような過去を持つふたつの惑星で、ひとつでは生命が栄え、ひとつでは何故そうならなかったかという問題が提起される。これは、地球とその置かれた位置を理解するために役立つだろう。

○ UFO

UFOとは、Unidentified Flying Objectのことだが、もし、未確認の物体の存在を信じるかと問われれば、信じる、と答えるしかない。しかし、UFOが異星人の乗り物であるかどうかは話が別だ。

私も、随分と長い間、地球外生命の探査に時間を費やしたものだ。実際、もし、異星人が向こうからやってきてくれれば、どんなにか予算を節約できるだろう！ こちらから行くロケットや探査機を作る必要が無いのだから。

科学において重要なことは、客観性であって、ひとつの事実が、全く関係の無い人によって追試できることにあるが、UFOの目撃に関する多くの事例のなかで、このような客観性を備えたものは無かった。そこには多くの可能性が有り得る。例えば、明るい星、新型の飛行機、大気の反射、そしてイカサマなどだ。

しかし、ある目撃者はUFOに乗って異星人と話したと言い、なかには、妊娠させられたなどという者もいる。これについては、人魚の話を思い出

してもらいたい。19世紀には世界中の船乗りは人魚の存在を信じていた。だが、現在、世界のどこにも人魚はいない。人魚はどこに行ってしまったのだろうか。人魚が人間に殺されて絶滅したわけではない。その証拠にこの博物館にも人魚の遺骸は残っていない。長い間、陸から離れている船乗りは、自分の求めているもの—女性—を海の中に見たのかも知れない。

○次の目標

ボイジャーは、太陽系を網羅的に探査し、60以上の“世界”を発見した。それぞれ、魅力的な（完結した）世界で、次にどこを探査すべきかは難しい。ただ、現在木星に向け飛行中のガリレオ宇宙船では、プローブを木星大気中に投入することになっており、これは木星を直接探査する初めての試みとなる。また、いわゆる木星のガリレオ衛星も詳細に探査することになっており、これは期待できる。

ガリレオは、先般、地球をフライバイして、地球の画像などを送信してきた。このとき、話題になったのが、我々はそのデータから地球上に生命を検出できるか、ということだった。撮影範囲は南極大陸とオーストラリアで、解像力は1 km。生命の検出はかなり難しい。ただし、いくつかの可能性はある。電波雑音（無線通信のキャリア）、大気の異常な組成などだ。

○その他

- ・生命の定義 — 自然淘汰によって進化する分子。
- ・宇宙科学研（ISAS）とNASAの関係はこれまで全く理解できなかった。
- ・プロジェクトが本気かどうか。 — きれいな絵があれば、それが真面目だという印！

3. 所感

セーガン教授の御高説をひとことで特徴づけるならば、極めて健全な啓

蒙主義とでも言おうか。筆者は、冒頭に、躊躇無く Global Warming と言いきったセンスには驚嘆してしまった。思うに、この暖冬、即、地球温暖化と言いきれるほど現在の人類の気象に関する知識は深くない。従って、たいていの科学者は言い淀んでしまってこのように即座に答えられないだろう。しかし、現在の、この、政治・社会状況では、あえて地球温暖化と言いきって警告する方が正しいだろうということには納得できる。科学的結論が得られていない、という理由であくなき開発にストップをかけずに推進してきたのがこれまでの歴史だったのだから。

筆者の個人的見解から言えば、生命の定義に際して“自然淘汰”による進化 (Evolution by Natural Selection) と単純に言いきってしまい、自然淘汰説への批判－淘汰圧のかからない状況下での中立進化説などの複雑な事情を省略してしまうのは、やや物足りない。(この点はテレビ朝日のコスモスシリーズでの解説を聞いたときにも感じた。) しかし、一般向けの説明ではむしろゴチャゴチャ言わないで端的に述べた方が良いので、その意味で、あえて、啓蒙主義と言いたい。

UFOに関する意見なども極めて健全。筆者などは、何故、世上ではこのようなまっとうな議論がはやらずに、新興宗教まがいのUFO論がはやるのか、いささかの日本人の知性に対する一絶望さえ覚えてしまう。語り口のやさしさとともに、やはりセーガン先生は啓蒙主義の科学者、そして一般向けの普及者、講演者として天下の第一級と言うべきだろう。

宇宙ステーションの話は、NASA関係者には、やや耳に痛いかも知れないが、ただ、宇宙への夢－セーガン教授も述べていたが、子供の頃からの宇宙への憧れ－という意味では、教授が我々と同じ感覚を持っていること、これは十分確認できた。事実、参加者のうちの何人かは火星の地下探査を実際にやりたくなってしまった!

また、本稿では、セーガン教授の発言要旨のみとりあげましたが、NASA側からは、宇宙ステーション (JEM)、月ミッション構想、研究開発の現状 (HOPE、ADEOS) の説明などが行われ、有意義な情報交換の場ともなりました。念のため、書き添えます。

有人宇宙システムの人間・機械系設計に考慮すべき人的特性

山口孝夫

1. まえがき

「室内装飾」といえば建物や家屋のインテリアデザインを思い浮かべる。家具の形状、大きさ、配置、室内の配色、窓の位置、アクセサリ等を注意深く設計し、快適な居住環境を作り出すことがインテリアデザインの目的である。任務遂行を第一義とする宇宙船内の室内装飾も例外ではない。室内装飾の善し悪しが搭乗員の居住快適性や作業性能に少なからず影響を及ぼす。今回は室内装飾について考察した。

2. 色について

(1) 色の3属性

色を指定する場合、単純に「○○色」といっても、それから思い浮かべる色は人さまざまである。例えば、物理的には同一の「赤色」であっても、ある人には「赤色」に見え、ある人には「赤色」に見えない場合がある。特に、文化の差が大きく日本人と欧米人がイメージする色が一致しない場合がある。また、場合によっては実際の色とは異なる呼び方をすることがある。例えば、交通信号の「青」信号は正しくは「緑」信号というべきである。信号の色を「緑」にしたのは「青」よりも運転者が認知しやすいからである。私たちはこれを「青」信号と呼んでいる。

色を設計する場合、混乱のないように明確に定義しなければならない。色を正確に表す方法として一般に3つの属性が用いられる。：色相 (Hue; 色あい)、彩度 (Saturation; 鮮やかさ)、明度 (Brightness; 明るさ)

太陽の光をプリズムを通して観察すると7色に見える。実際は明確に7

色に分離されているのではない。光の波長によって連続的に連続的に変化している。ところが人間はどの波長までが何色でそこから先が何色であるかを明確に区別できない。そこで便宜上、図1に示すように波長ごとに色の名前とがほぼ対応づけられている。これを「色相」という。

色について少し詳しく説明する場合、図2に示す色相環を用いると便利である。色相環は、直線上のスペクトルの長波長（赤紫色）と短波長（堇色）の端を結び合わせて円環にしたものである。円周上はスペクトル波長を意味する。円の中心は灰色（中間色または無色）である。この中心を通る直径の両端に位置する色は「補色」と呼ばれる。補色同士を均等に混ぜ合わせると「灰色」になる。

「彩度」は色の鮮やかさを示す指標である。円環の円周上に位置する色が最も彩度が高く鮮やかな色となる。この色は純粋な単色光である。これに白色光を混ぜ合わせることでより彩度が減少する。円環上で色が中心に位置するほど彩度が低く、中心で彩度がゼロとなる。

明度は、円環上に表すことができないが光の強さに対応する。

(2) 色の表し方

色を表す方法には様々なものがある。ここでは我国で広く普及しているマンセル表示について説明する。

マンセル表示は、A.M. Munsell が考案した。これは先に述べた色相、彩度及び明度の3つの属性で色を定義し、図3に示す色体系で表される。この色体系を見ると、色相は円で示され、赤（R）、黄赤（YR）、黄（Y）、緑黄（GY）、緑（G）、青緑（BG）、青（B）、紫青（PB）、紫（P）、赤紫（RP）に分類されている。明度は中心軸に沿って示され、一番上が最も明るく、一番下が最も暗い。彩度は中心軸からの距離で示されている。中心軸から離れるにしたがって鮮やかさが増す。JIS Z 8721によるとマンセル表示では色を次のように表す。

色相 明度／彩度 (H V／C)

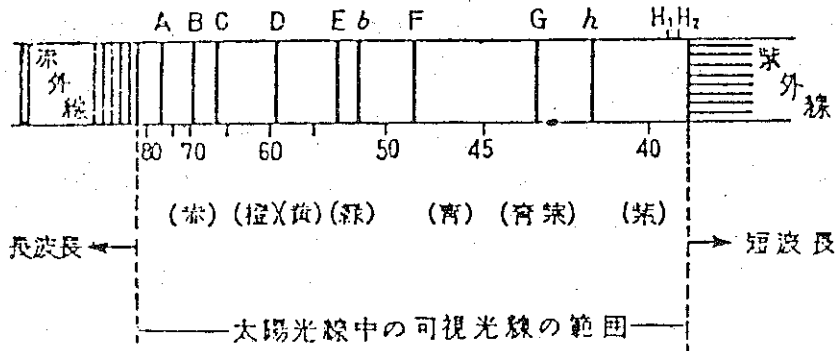


図1 波長と色相 出典5)

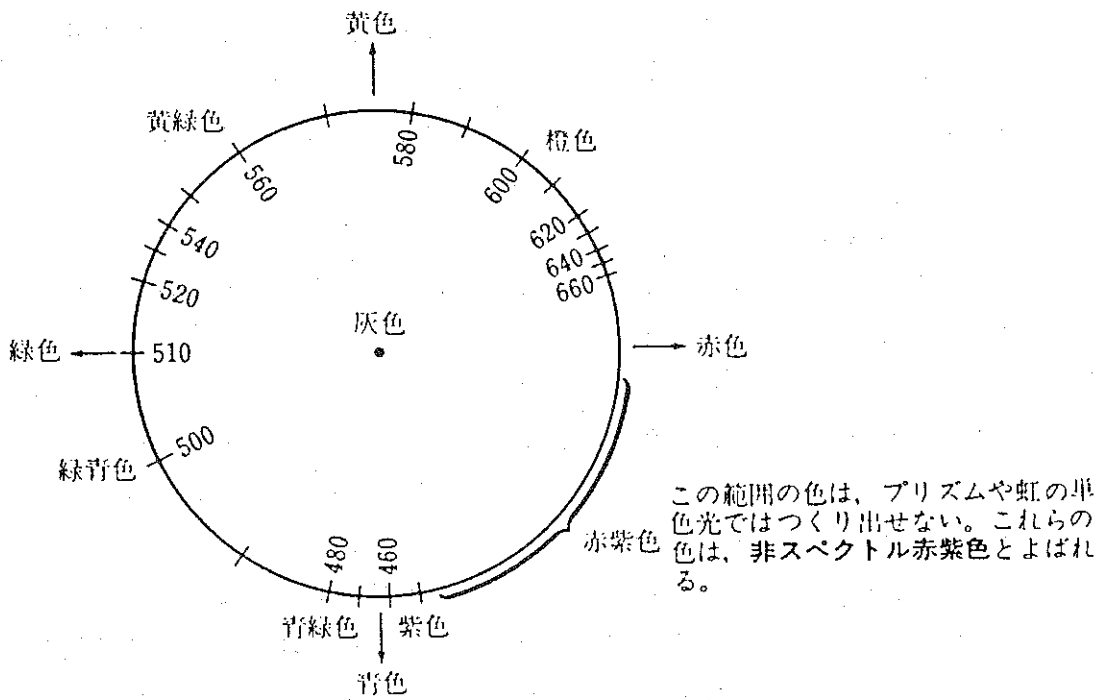


図2 色環図 (Boynton, 1975を改訂) 出典8)

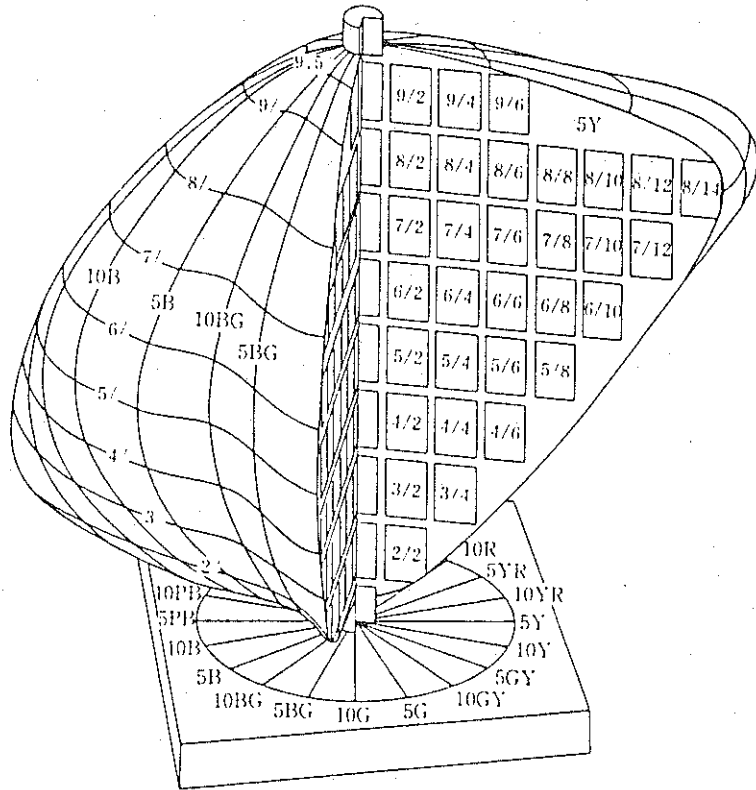


図3 マンセル色体系 (A. Stimson, 1974) 出典12)

例えば、「5 Y 6 / 8」と色が表されると、色相は黄色の5番、明度は6番、彩度は8番を意味する。

この他に、国際照明委員会 (C I E : Commission Internationale de l'Éclairage) が定めた色体系が国際的には広く普及している。詳しくは J I S Z 8 7 0 1 を参照されたい。この C I E 色表示には、2度視野にもとづく X Y Z 表色系 (1931年制定) と、10度視野にもとづく $X_{10} Y_{10} Z_{10}$ 表色系 (1964年制定) がある。参考にこの表色系で示される色度図を図4に示す。

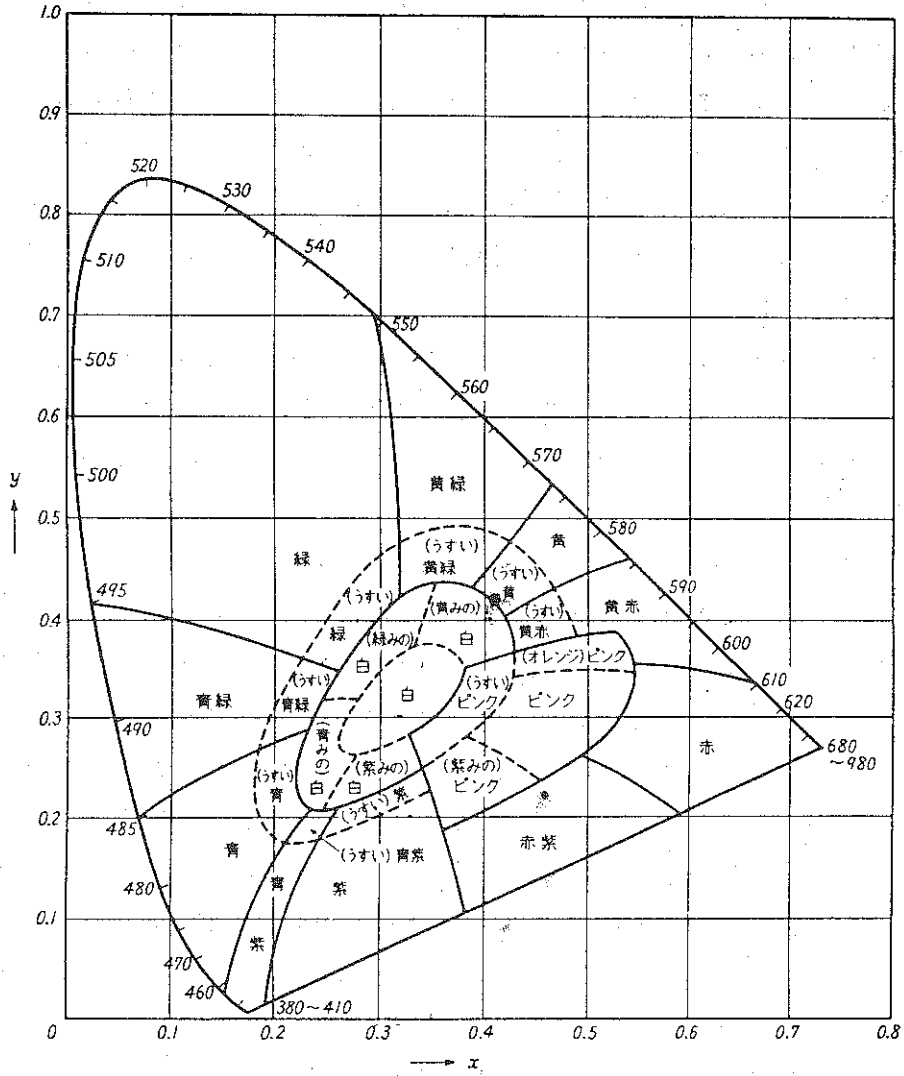
3. 色の組み合わせ

美しい色でも他の色と組み合わた時、その特性が失われてしまうことがある。また、その逆に、単色では美しくない色でも他の色と組み合わせると何ともいえない味わいのある色に変わることがある。色の性質はその色単独で決まるものではなく、他の色との調和の程度によって決まる。この様に2つ以上の色が調和することにより違った感じの色の性質になることを色の対比という。

例えば、赤色の折り紙の上に灰色の小さな紙片を置くと、紙片は灰色に見えず淡い緑色に見える。また、青色の折り紙の上に同じ灰色の紙片を置くと今度は薄い黄色に見える。色の対比では、一般に背景色となっている色の補色が見える。図2に示した色環図を用いると背景が黄色である場合は、その中心を通る直線上の反対側に位置する色、すなわち青色が見えることになる。

このような色の対比の効果が顕著に現れるのは次の条件の時である。

- 1) 背景となる部分よりも地となる部分がかなり小さい。
- 2) 背景部分と地部分が距離的に近くにある。
- 3) 背景部分と地部分の明るさが等しい (ほぼ等しい)。
- 4) 両者の明るさが等しく、しかも背景部分の彩度が大きい。



備考 x, yはJIS Z 8701(XYZ表色系及び X_{10}, Y_{10}, Z_{10} 表色系による色の表示方法)によるXYZ表色系の色度座標を示す。

図4 CIE表色系による色度図 出典6)

それではどのような配色にしたら良い調和を得ることができるのであろうか。調和の程度を調べる場合、一般に色環図を用いて検討が行われる。田口式の色環図の検討では、表1のような結果を得た。ここで角度は色環の円周上に位置する2つの色の相対位置を示している。例えば、同表で180度とは全く正反対に位置する色であることを意味している。すなわち「補色」である。この表から補色同士を組み合わせると単調な調和感を得られることが読み取れる。

この他に図5に示すムーン・スペンサーの色環図や図6に示す納谷式の色環図が有名でよく利用されている。いずれも円周上の角度は組み合わせる色の相対位置を示している。その相対位置から調和の程度を推測することができる。

かつての宇宙船内の室内色は灰色を基調としていた。これは灰色は他の色と調和し易く、背景色を灰色にすれば配色に失敗が少ないためである。灰色を基調にすれば、設計者にとって配色はしやすい。しかし、搭乗員の立場にたてば、色彩的に変化がある方が好ましい。宇宙船内にはどの色を使用すべきかという明確な制約はないが、基本的には表2に示す色を選択すればよい。この表によれば、塗布する色面積の大小、作業空間の特性により色を適切に選択することができる。ここで選択した色を先に示した図5や図6に当てはめて配色すれば、よりよい調和を作り出すことができる。

4. 単純化と多様性

多数の色を用いると視覚的な刺激過多となり目が疲れたり、いらいらしたりする。できれば5色以上用いるべきではない。また、非常に彩度の高い色を用いるとまぶしすぎて目が疲れてしまう。この結果、心理的にいらいらしたりする。

一方、刺激が少ないと心理的機能に悪影響を及ぼす。宇宙環境は地球上に比べると感覚的な刺激が少ない。刺激が全くない場合については以前にも書いたように、人間は幻覚や幻聴等様々な心理的な変調をきたし、とて

表1 田口式色環図から求めた調和・不調和 出典5)

0°	単色	単調な安定感
180°	補色	単調な調和感
30°	相似的	不調和
30°+30° (3色)	ボルタメント	連続的效果
120°	トリオ	自然な快さ
60°	セクスタード	魅力的効果
主調色+補色+主調色 色と左右60°の客調色	完全4色	バランスした魅力効果
主調色+補色+主調色 色と一方60°の客調色	オブリガート3色 90° 2または3色	下品, いや味な配色
90° ことの4色	90° 4色配色	はでな配色
150°または210°	150°配色	あざやかな配色
	その他複合各種配色	複合効果

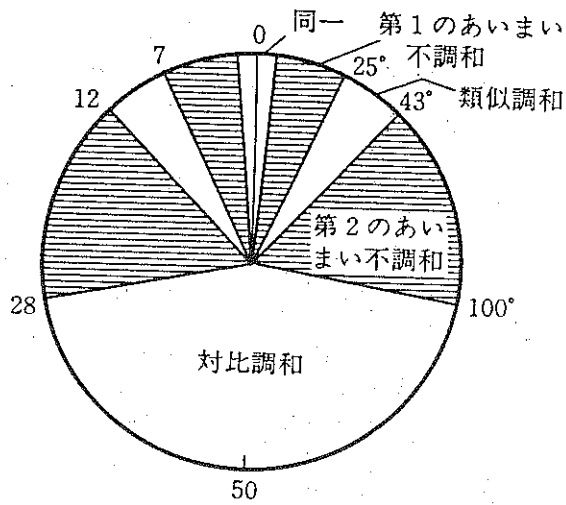
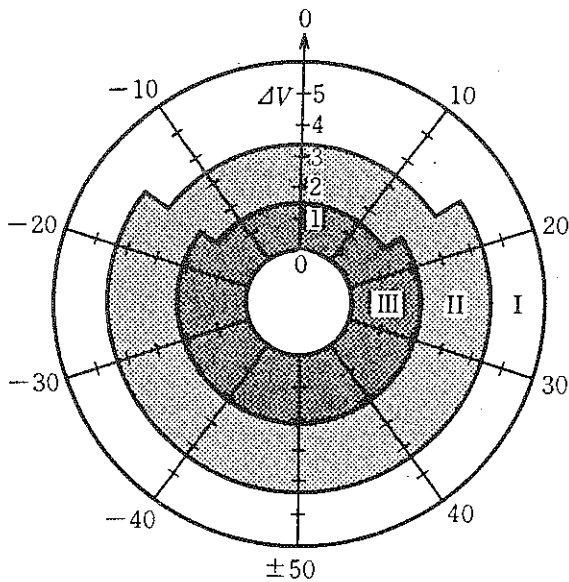


図5 ムーン・スペンサーの類似と対比の原理による
調和・不調和の色環図 出典3)



Iは比較的よい調和の得やすい領域
IIは中間調和域
IIIは比較的の不調和となりやすい領域
 ΔV は2色の明度の差

図6 納谷式の調和。不調和の色環図 出典3)

も耐えられるものではない。刺激が少ない場合の一般的な反応としては、単調感、不安感、不快感及び外界との接触を望む親和親和欲求、覚醒水準の低下、認知的な機能の低下、認知-反応機能の低下が起こる。記憶と学習については様々な結果が見られ、一概に低下するとはいえない。逆に、促進する効果もある。皮膚の接触感、味覚、視力などの聴覚以外の感覚は鋭くなる。

刺激を削減した環境下での実験結果を比較すると、日本人の耐性が欧米人よりも優れていることが見いだされた。日本人搭乗員は宇宙滞在に適しているのかも知れない。

以上に述べたように、宇宙船内を一色で塗りつぶすと単調すぎてかえって退屈になり搭乗員の作業性が低下する。適度な刺激は搭乗員の作業性を向上させる。単純化と多様性のバランスを考えて設計すべきである。

5. 室内色と照明

色相と照明は密接な関係がある。室内灯として白色蛍光灯を用いるか水銀フィラメント灯を用いるかで搭乗員が知覚する色相のイメージが変わる。その効果を表3及び表4に示した。例えば、灰色を基調とした宇宙船内で白色蛍光灯を採用した場合、搭乗員には薄く青みがかったいくぶん黄色気味の白色に見える。そこから受ける室内全体のイメージは適度に暖かいと感じる。また、オレンジ色と黄色は強調され、赤色、緑色及び青色はくすんでしまう。

色の明度は光の反射と密接に関係する。明度と反射率の関係を調べると図7のようになる。室内灯は天井にあるのが一般的である。そこで天井色の明度はなるべく高い方が反射を利用した照明効果を十分に活用できて室内が明るくなる。反射を抑える必要がある部分では明度を低くすればよい。ディスコのミラーボールのように反射を利用した室内装飾は宇宙船では用いてはならない。反射特性は拡散反射が望ましい。特に、ワークステーションは拡散反射でなければならない。

表 3 白色蛍光灯の色効果 出典 2)

	Cool white	Deluxe cool white	Warm white	Deluxe warm white	Daylight	White	Soft white-natural
Lamp appearance; effect on neutral surfaces	White	White	Yellowish white	Yellowish white	Bluish white	Pale yellowish white	Pinkish white
Effect on "atmosphere"	Neutral to moderately cool	Neutral to moderately cool	Warm	Warm	Very cool	Moderately warm	Warm, pinkish
Colors strengthened	Orange, yellow, blue	All nearly equal	Orange yellow	Red, orange, yellow, green	Green blue	Orange, yellow	Red, orange
Colors grayed	Red	None appreciably	Red, green, blue	Blue	Red, orange	Red, green, blue	Green blue
Remarks	Blends with natural daylight	Best over-all color rendition; simulates natural daylight	Blends with incandescent light	Excellent color rendition; simulates incandescent light	Usually replaceable with cool white	Usually replaceable with cool white or warm white	Usually replaceable with deluxe cool white or deluxe warm white

表 4 水銀フイラメント灯の色効果 出典2)

	Mercury	White mercury	Color-improved mercury	Deluxe white mercury	Filament
Lamp appearance; effect on neutral surfaces	Greenish blue white	Greenish white	Yellowish white	White	Yellowish white
Effect on "atmosphere"	Very cool, greenish	Moderately cool, greenish	Warm, yellowish	Moderately cool	Warm
Colors strengthened	Yellow, green, blue	Yellow, green, blue	Yellow, green	Orange, yellow, blue	Red, orange, yellow
Colors grayed	Red, orange	Red, orange	Blue	Green	Blue
Remarks	Poor overall color rendering		Color rendering often acceptable, but not equal to any white fluorescent	Color rendering good; compares favorably with deluxe cool white fluorescent	Excellent color rendering; tends to yellow when dim

MSIS-259

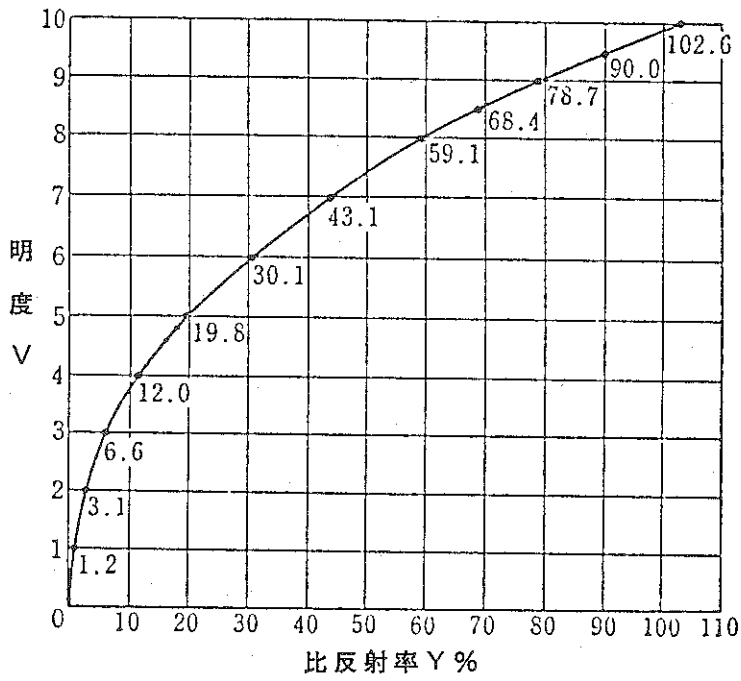


図 7 明度 V と比反射率 Y との関係 出典 10)

6. 色の心理的な効果

(1) 空間の広がり

色を工夫することにより狭い空間を実際よりも広く感じさせることができる。その一つの方法として色相の組み合わせによる錯覚を利用することができる。

色相には前進色と後退色がある。前進色とは背景に対して近く見える色で、逆に、遠くに見えるのが後退色である。例えば、赤色の照明と青色の照明を交互に点滅すると、赤い色は近く見え、青い色は遠く引っ込んで見える。一般に明るい感じの色相が前進色、暗い感じの色相が後退色である。この性質をうまく使って配色すると、実際の空間を狭く見せたり広く見せることができる。例えば、天井を明るく、床をやや暗い感じの色相で配色すると上下の高さは実際よりも高く見える。

この他に、明度と彩度を次のように工夫することで空間をより広く見せることができる。

- 1) 境界面は、明度を高く、彩度を抑える。
- 2) カーテン等の隔壁は、中程度の明度と彩度を用いる。
- 3) 区分ごとの明度の高低でアクセントをつける。
- 4) 突出している区分は境界面と同じ色をとする。

(2) 心理的なイメージ

色彩の好みには個人差がある。個人差には、一人の個人でも年齢や環境などによって変化する個人内差と、性別、職業、文化など母集団によって変化する個人間差がある。個人差をどう設計に取り入れるかは人間工学の領域では重要な位置を占めるとともに非常に難しい問題でもある。宇宙ステーション計画のように搭乗員の構成が国際的になると文化差も考慮しなければならない。表5に日本人と外国人が好む色相をまとめたものを示す。

我々は色を見たとき、実際には色が物理的に温熱を発生しているのでは

表7 色彩と生理的变化 出典5)

	赤	青
呼吸の変化	速く深くなる	弛く浅くなる
脈搏の変化	短く強くなる	遅く弱くなる
血圧の変化	上昇する	低下する
性ホルモン分泌 の変化	促進する	抑制する
血糖量の変化	増加する	低下する
組織の酸化・還元 作用の変化	還元作用促進	酸化作用促進
交感・副交感神 経緊張の変化	副交感神経	交感神経

表5 日本人と外国人の好む色 出典5)

アメリカ	クリーム, 明るい灰色, 明るい濁色, 明るい清色, 白
フランス	黒, 白, 灰色, 赤, 青, 緑, 黄
ドイツ	黒, 白, 紺, 茶, 水色
中華民国	紅, 明黄, あさぎ (青緑系), 青, 紺, 水色, 銀灰色, 紫
フィリッピン	クリーム, 黄, 金色
シヤム	紅, 青, 黄, 金色, 銀色
マレー	赤, 青, 緑, 純色調の色彩
オーストラリア	ピンク, モーブ (赤味紫), スカイ・ブルー (空色系)
インド	赤, 朱, 緑, 黄, 金色 (赤と金の配色)
東アフリカ	赤, 朱, 褐色, 青藍, 黒, 灰色
エジプト	緑, 赤, 黒, 青, 紫, 白, 空色, 金色
ベルギー	黒, こげ茶
日本人	白, 青, 薄い緑, 黒, ピンク, スカイブルー, ネービーブルー, ピンクローズ

表6 色のイメージ一覧（「DATAVIEW」日本流行色協会） 出典11）

色調	色相	ピンク系	レッド系	オレンジ系	イエロー系	イエローグリーン系	グリーン系	ブルー系	パープル系	ニュートラル系
強い色のグループ	ローズピンク	派手 軽薄 悪女 洗練 官能	赤 派手 バイオレンス 遊び 都会 女性 おめでた あばずれ	オレンジ カーニバル 低俗 都会 女性 派手	黄色 カーニバル ソフト 都会 低俗 女性 広々 さわやか	黄緑 さわやか 低俗 都会 女性 派手	緑 陽気 田園 品格 強さ 都会 新奇	青 フレッシュ 陽気 都会 青空 堅物 ハード	パープル 都会 遊び 日本古典 女性 哀愁 ソフト ハード	
明るい色のグループ	ピンク メルヘン 都会 軽さ 明るさ 遊び			ライト オレンジ 幸せ 女性 品格 平凡 メルヘン 地味	クリーム 幸せ ひかえめ 都会 現代性 平凡		ライト グリーン さわやか 派手 遊び 都会 幸せ 女性	スカイ ブルー さわやか 地味 平凡 西洋現代 女性 ナチュラル	ライラック ハイジ* 都会 品格 女性	白 さわやか ハレの場 メルヘン 清楚 堅物 強さ
灰みの色のグループ			ベージュ ケの場 マイルド 秋冬 女性 堅物			スモーキー グリーン 陰気 都会 マイルド 堅物 女性		ふじ色 不幸 洗練 マイルド 日本古典 地味	グレー 地味 都会 マイルド 堅物 安全	
鈍い色のグループ		オールド ローズ うっとりしさ 安心 ケの場 女性 弱さ	黄土色 田舎 マイルド 男性 地味 平凡		カーキ 地味 ナチュラル 堅物 田舎 暗さ 新奇 男性					
暗い色のグループ		ワイン 古典 都会 重さ 女性 地味 場末	茶色 ケの場 安心 堅物 陰気 品格 うっとりしさ 田舎			ダーク グリーン ナチュラル 地味 品格 男性 堅物 古典	ネービー ブルー 品格 ハード コンサバ 陰気 男性 平凡		黒 フォーマル 葬式 アバンギャルド ハード 地味 男性 堅物	

注 表中の各イメージ名は、説明力の高い順に記してある。

* アルプスの少女ハイジからとった単語で、少女のようなイメージ

ないにもかかわらず、その色を暖かいと感じたり冷たいと感じたりする。一般に、波長の長い色相（赤、黄など）は「暖色」と呼ばれ暖かく感じる。波長の短い色相（緑、青など）は「寒色」と呼ばれ冷たく感じる。この効果は、きめによっても強く促進される。

1) 暖かく感じる色

赤色、黄色、ピンク色、茶色等

きめの高い表面

2) 冷たく感じる色

緑色、藍色、

光沢のあるきめの表面

色相から受ける心理的なイメージとそれに伴う生理的な変化も設計に考慮する必要がある。例えば、表6に示すように、「赤」はバイオレンスやあばずれなどの激しい感情のイメージを表現している。あやまりに行くときなど赤を基調とした服を着ていくと、かえって反感をかったりする。この場合は、同表に示すように、さわやかさや清楚などをイメージする「白」を基調とする服を着るべきだと思われる。牛が赤い色を見ると興奮するように、色から受けるイメージが身体に何らかの影響を及ぼすことがある。表7に示すように、赤色は興奮作用があり青色は鎮静作用がある。病院の建築に赤色を使用する場合は十分考慮の末設計される。

以上に述べたように、色彩から受ける心理的な効果は宇宙船設計に不可欠な設計要因である。目的／用途を十分に吟味して、例えば、個室や談話室などやすらぎやくつろぎを求められる場所には暖色系統や明るいイメージの色を基調とし、ややハードな作業を行う場所には寒色系統や落ちついたイメージの色を基調にするなど快適な環境づくりにつとめなければならない。

7. 室内表面のきめ

さらっとした表面やざらざらした表面などの宇宙船内壁の「きめ」も室内装飾設計にとって重要な位置を占める。

見た目にも美しいきめを室内表面に用いれば、室内装飾として有効であることは当然である。また、きめのパターンは工夫を凝らした特徴のあるものよりも平凡なものが適している。でこぼこしていたり不規則なきめのパターンは搭乗員にとって不快となるので避けるべきである。

室内表面を感じの良い細かいきめで統一するのもよいが、きめの粗い表面も場所によっては積極的に用いるべきである。きめの粗い表面は音をよく吸収するため騒音軽減に有効である。トイレやシャワー等、水の音が気になる場所にはきめの粗い表面が適している。また、きめの粗い表面は、投影された光を分散させるためグレア軽減に有効である。

保全性の観点から見れば、きめの細かい平らな表面は掃除しやすい。一方、小さな汚れはかえって目立ってしまうためこまめに掃除しなければならない。

8. 小物／アクセサリ

小物／アクセサリは個人の自由に任せて宇宙船内に持ち込めるようにしたほうがよい。スカイラブの搭乗員は家族の写真を持ち込み心の支えとしていたようである。日本のビジネス社会で家族の写真を自分のデスクに置く人は少数派であるが、欧米ではよく見られる光景である。

個室の室内装飾は個人の好みにある程度まかせるべきであるがそこには制限がある。火災やオフガスの危険性のあるものはやはり宇宙船内に持ち込んで서는ならない。ポスターなど燃え易いものは、あまり大きなものを持ち込むべきではない。安全性を考慮した材質、不燃性材質、燃えたとしても有害ガスが発生しない材質の開発が望まれる。

ポスターを壁に貼ることで、殺風景な宇宙船内に彩りを加えることは有効な手段である。南極基地や潜水艦などの宇宙環境に類似した閉鎖環境でも個室以外の空間に写真やポスター等を貼ったそうである。ただし、何でも貼って良いわけではない。過激なものは避けるべきであり、個人の好み

も考慮しなければならない。

搭乗員の個室などは、搭乗員の嗜好性を取り入れて設計すべきである。打ち上げ前に搭乗員が好きな色を個室に塗るなどの配慮も必要である。軌道上でも時々模様替えできることが望ましい。例えば、壁紙のように剥したり貼ったりしてするのも一つの案である。この場合、保全性を考慮した設計も行う必要がある。壁などの汚れは拭き取り易いように、もし壁紙方式を採用したならば、はぎ取り易くまた貼りやすいものにしなければならない。また、張り替え式の壁紙は、穴などが空いたときの応急処置としても有効である。

9. あとがき

本稿で繰り返し述べたことは、個人の好みなどの個人差の重要性である。いかに多数の搭乗員の要望に答えるかが室内装飾の成否を決める重要な指標になる。人間機械系の設計者に要求される資質は、単なる技術者ではなく人間に対する深い洞察力であるように思われる。宇宙ステーション”フリーダム”は、米国、欧州、カナダ及び日本人が搭乗することになる。したがって、この洞察力は自国のみならず他国の人々に対しても行わなければならない。国際人としての感覚も常日頃から磨かねばならない。

(宇宙開発事業団 宇宙ステーション”ル-7” 山口孝夫)

参考文献

- 1) Space Station Habitability Recommendations Based on a Systematic Comparative Analysis of Analogous Conditions:
J W. Stuster, NASA-CR 3943, 1986.
- 2) MAN-SYSTEM INTEGRATION STANDARDS, NASA-STD-3000, Vol. 1, Rev. A
1989.

- 3) 色彩の心理学：金子隆芳著、岩波親書、1990.
- 4) 色彩の科学：金子隆芳著、岩波親書、1988.
- 5) 人間生活と心理学：安藤公平編、駿河台出版、1973.
- 6) J I Sハンドブック 色彩：日本規格協会、1986.
- 7) Handbook of Human Factors:Gavriel Salvendy, John Wiley & Sons, 1987.
- 8) 情報処理心理学入門 [第2版] 感覚と知覚：P. H. リンゼイ/D. A. ノーマン共著、中溝幸夫/箱田裕司/近藤倫明共訳、サイエンス社、1983.
- 9) 実験心理学：大山 正編：東京大学出版、1984.
- 10) 都市環境の色彩について提言：近藤恒夫、人間工学 Vol.20, No.3, 133-136, 1984.
- 11) 生活者志向とファッションカラーの変化：藤田征芳、人間工学 Vol.24, No.3, 77-81, 1988.
- 12) 色を測る(2)：小町谷朝生、人間工学、Vol.22, No.4, 265-270, 1988.

(資料)

米 国 将 来 宇 宙 計 画 諮 問 委 員 会

要 約 及 び 主 要 勧 告

(前刷り)

1990年12月10日

(仮訳)

概 要

米国民事宇宙プログラムは、ソ連のスプートニクの打上げ成功の後を追って、30数年前にむしろ早急に形成されたものである。10数名の人間が月に着陸し、安全に地球に戻ってきた。他の8つの惑星のうち、7つの惑星がすでに近距離で観測され、これらのうちには火星への2つのロボット宇宙機の軟着陸を含んでいる。更に、様々な重要な天文観測及びその他の科学観測が既に達成されてきた。地球近傍では、通信衛星のネットワークがすでに構築され、気象や海洋の状態が逐次、モニターされ、報告されている。また地球表面についても、天然資源の研究や環境汚染源探知を目的として、宇宙から観測されている。

問題点と展望

これまでの有益かつ卓越した業績にも係わらず、民事宇宙プログラムとその主要実施機関-NASA-は、現在かなりの批判の対象となっている。これらの批判は、技術的能力に関することから主要宇宙プロジェクトの複雑さについてまで；また、経費の見積と管理の能力から官僚主義の増長まで；更に、全体的宇宙計画の明確な欠如から新しい考えや変化に対する潜在的な組織的抵抗に対するものにまで及んでいる。チャレンジャー事故、最近におけるスペースシャトルオービタの水素漏れ、ハブル宇宙望遠鏡における球面収差問題そしてシャトルエンジンコンパートメントに置き忘れ

られた作業台の打上げ準備作業中の発見などにみられる様々な打上げ作業の失策、といった全ての問題が不平を増大させてきた。

委員会の見解としては、これらの憂慮のいくつかは、不平を受けるに値するものであり、場合によってはNASA自らが引き起こしたものもあると考える。例えば、会計上の勘定区分に従って、宇宙ミッションの経費を別々に報告する手法（帳簿上は、打上げサービスは別個の勘定とされている。）は、1ミッションの実際の経費がどの程度であるのかを混乱させる結果となっている。

しかも、現時点で問題を認識したとしても、過去のNASAに存在していた問題をなくすために、今日のNASAを混乱させる可能性のあるような対処策を採用してはならない。本年に起こり、極めて大きな批判にさらされたハブル宇宙望遠鏡の球面収差問題は、実際には10年前—1980年—に実施した試験において発見されずに終わった組立上のエラーにより生じた結果である。ロケットモータセグメント間のシールが問題となるような寒い気象条件下で、チャレンジャーを打ち上げるとの決定が5年前になされ、その結果、NASAにおいては多くのマネージメントを変更させることになった。チャレンジャー事故以来、NASAは、安全の重要性を強調するようになり、打上げ安全の確保について合理的疑問が生ずれば、打上げを延期せざるを得ないとの重荷を負うこととなった。他方、打上げの準備作業過程での事故は、NASAが運用している最中に起こり続けており、憂慮を正当化する原因となっている。

米国の推賞しうるオープン、かつ、誰もがわかる民事宇宙プログラムに対しては、多大の興味もたれ、一更に、精査される—ということの故に、水素漏れ、シールの異常、組立過程でのエラーのような技術問題は、今日の宇宙活動において、あるいはNASAにおいても、珍しいことではないという事実がみのがされてしまう。過去の成功と今日の宇宙プログラムを

比較した場合、いかなる種類の問題も、見のがされるべきでない、強調されるわけであるが、バンガードロケットを使って人工衛星を打ち上げた米国の最初の試みは、失敗に帰したことを振り返ってみることもまた必要であろう。1959年末までに、37個の人工衛星打上げが試みられ：その内の3分の1未満が軌道に投入された。アポロミッション支援のための予備データを得るため、月へ無人探査機を打ち上げた際は、最初の11回の打上げのうち10回は失敗した。3人の宇宙飛行士は地上試験の最中アポロカプセルのなかで、火事により、命を落とした。アポロ13号のミッションは、月への途上で燃料電池が爆発し、宇宙船に重大な損傷を与えることとなった。チャレンジャー事故前後の数カ月の期間、デルタ、アトラスセントール、2機のタイタン34-D、フランスのアリアン-2及びソ連のプロトン、これら全てが失敗した。

有人、無人に係わらず、宇宙ミッションは基本的に難しいものであり、世界でも最先端技術に依存する事業とならざるを得ない。サターン5型ロケットは、数千の契約企業により製造された約6百万の部品の組立を要求された。ボイジャー2は、12年後に44億マイルの飛行を行い、最新スケジュールにわずか1秒遅れただけで、海王星表面から3千マイル内に到達した。地球観測システムにより集められた情報は、1日10兆ビットの情報—米議会図書館の情報量—に近づきつつある。人間の脆弱さという問題は、多分更に重要であろう：アポロプログラムの場合、2万カ所において、約40万の人間が、設計、試験、運用に従事していたからである。

憂慮

それにも関わらず、財政及び人材の両面において、宇宙活動に必要な予算が与えられ、また世界における米国の名声に対する深遠な影響を考えた場合、完全でない目標達成は受け入れられない。委員会は、民事宇宙プログラム及びNASAについては、注意を向けるべき数多くの憂慮すべき問題点が存在することを発見した。

これらの憂慮すべきものの第1番目のものは、民事宇宙プログラムの目標はなにであるべきか、それらの目標は、実際、どのように達成されるべきかについての国民的合意が欠けている点である。大多数のアメリカ人は、米国にとり実行可能と思われる宇宙プログラムを支援しているように見受けられるが、その半面、何が宇宙プログラムなのかについては、意見の一致はみられないであろう。加えて、しばしば、宇宙プログラムに直接従事する人々は、大多数が良いと思う事柄に対して妥協するのを嫌う性向がある。殆どの宇宙ミッションは、人間に要する費用の一部をもって、ロボットにより実施することができ、それ故、現行の有人宇宙プログラムは中止されるべきであると主張する人々がいる。その半面、宇宙探査にとって、人間の存在は不可欠であり、未知の事柄に対して適応可能なのは人類だけであると指摘する者もいる。また、ある者は、宇宙商業化の促進が必要であるとし、その他の者は基礎科学の効用—証明するために挑戦されるべきもの、例えば、天文学における目に見える価値等—を説き、その他の者がいる。

第2のものは、基本的事柄でありながら論争の的でもある上記の事項と密接に関連している。委員会は、NASAは、利用可能な資源に比べて、あまりにも多くのプログラムに関わりすぎていると考えている—要するに、NASAは、あまりにも多くの事を成し遂げようとしており、予期されない事態に対して、余りにも余裕がなさ過ぎるということである。結果的に、主要プログラムを再編成する必要が頻繁に生じ、更に、大規模な（多くの場合、有人）ミッションを遂行する上で生じる問題解決に費やされる費用のために、小規模な（科学的）事業を犠牲にするという結果となっている。委員会の見解としては、費用、スケジュール、性能、特に信頼性を維持するうえでの自信を与えるために必要となる余裕は、大半の場合、最低レベル、またはまったく無いという事実は、極めて重要なことと考える。

第3は、マネージメント面での非効率化を引き起こす、プロジェクト予算の継続的変更である。例えば、プロジェクトが技術的困難に直面した時には、種々の対応が取られなければならないので、予算事情が悪化し、これらのプロジェクトに係わっている人々の士気はくじかれ、欲求不満を感じるようになる。

第4は、組織の老化に関わる事柄であり、NASAは耳を傾けるべき批評や体質改善の必要性に対して、十分に応えていないというものである。

第5は、公務員制度に含まれる人事に関するものである。委員会は「NASAの人事は、将来必ずNASAにとって必要となる職員、つまり、優れた能力を持ち、且つ積極的で、自信にあふれた有能な技術系職員及び技術的に訓練されたマネージャの長期的に確保するという目標とは、全く、適合していない」と考えている。

第6は、多くのプロジェクトは、規模が自然と拡大され、内容がより複雑になり、そして費用がよりかさむ傾向を有しているということである。これらのプロジェクトが、自らの重さによりつぶれてしまわないように一歩しばしば生ずることであるが、同じ予算項目に存在する別な小規模プロジェクトにしわ寄せを行ったりしないように、なんらかの措置が意識的に取られなければならない。

第7は、主要宇宙プロジェクトの基礎は、技術的基盤であり、主要ミッションを可能とする主要構成要素等——たとえば、新材料、電気系統、エンジン——を製造可能とするのがこの技術的基盤である。しかし、NASAの技術的基盤は、過去十年以上にもわたり枯渇しており、将来の宇宙ミッションのために健全な土台固めが必要であれば、この基盤は再構築しなければならない。

第8は、宇宙プロジェクトでは、過失及び人為的失敗を許さないという傾向にある。特に、技術的なことに関しては尚さらである。しかし、キズやひび等の欠陥があったとしても、宇宙機はその修復のためにたやすく工場に送られるわけではない。新技術によりこれらの欠陥が自動的に治るようになってはきているが、上記のような事実が、最近NASAに多くの批判をもたらした原因である。

最後に、そして第9のものが、民事宇宙プログラムは、宇宙にアクセスするため過大にスペースシャトルに依存し過ぎたことである。スペースシャトルは、過去に多くの有人固有のミッションを実現するという重要な能力を発揮してきた。また、シャトルは、決められたスケジュールに従うことを、まだ、証明していない複雑なシステムでもある。また、公の議題となるような事柄ではなく、どちらかと言うと、皆が黙ってしまうような事柄であるのだが、NASAは次の数年間にシャトルを一機を失うであろうという統計的証拠が示されている。その時期は、おそらく軌道上にスペースステーションが完全に建設される前となる。この点は民事宇宙プログラムの弱点と考えられ—認めたくないことであり、また統計上の不確定要素を含んでいることも確かであるが、解決することは難しい問題である。

スペースシャトルは、無人の宇宙船と比較して、非常に重要な点で違っている。たとえば、シャトルの良い点をあげるならば、シャトルは、搭乗者に、柔軟かつ高い能力を提供している。また、廃棄されてしまう高価なロケット用ハードウェアの再利用が可能という点も特筆されるべきである。半面、シャトルは非常に複雑であり、限られた余裕しかもっておらず、当初計画された費用の削減は未だに実現させられないでいる。また、万が一、シャトルが大災害をおこすようなことになれば、米国の将来の有人飛行能力の相当部分を喪失し、多分、数人の生命を奪う結果を招くこととなる。

委員会は、有人ミッションに対してのシャトルの重要な役割については

認識しており、少なくとも今後十年もしくはそれ以上にわたり、米国の民事宇宙プログラムにとって、シャトルは必要不可欠としている。それ故、今後十年間におけるスペースシャトルの運用を確実なものとするために必要な措置が取られるべきである。それにも係わらず、委員会は、これは後知恵であるが、7人の宇宙飛行士の生命と、NASAのシャトルの4分の1近くを失ったチャレンジャー事故に関しては、そのリスクと通信衛星1機を軌道にのせることとの兼ね合いは不適當であったと信じている。

NASAの責任

これらの背景、その他の関心等に対し、委員会は、全体的なマネジメント体制の刷新が民事宇宙プログラムに必要であるか否か考慮することを求められた。これについては、様々なオブザーバーにより勧告されてきた。マネジメントの刷新のモデルとしては、火星探査計画のような新規の大規模な計画を遂行するために、たとえば国防省のSDI組織のような別組織を含む可能性がある。その他にしばしば提案される別の可能性としては、スペースシャトルの運用をNASAから切り離し、NASAは先端技術や先導的な計画を追及するのに集中出来るというものである。

委員会の結論は、そのような広範な変革は不適當であるというものである。

第一に、完全ではないとしても、世界の中の唯一最高の宇宙専門集団はNASAである。さらに、スペースシャトル運用の場合には、システムの完成度は、(潜在的に分裂している)新しい運用者への移管に適合せず、また、委員会の意見では実行可能ならいつでも、政府を超えた民間部門の運用が望ましいという我々が賛同する原則にもかかわらず、そう出来そうもないということである。NASAとその前身であるNACAは、航空プログラムに関して次を實踐してきた一米国航空産業を世界において卓越させるようにすることに貢献する優れた技術を開発してきた。宇宙活動に関しても同じような努力が必要とされているが、スペースシャトルに関して

は、我々の意見では、この目的を達するために適切なメカニズムとなっていない。

まとめて言うと、委員会は、現実的にはNASAのみが本質的に重要な知識の総体及び専門家を有し、米国の民事宇宙計画が支えられてきたと信じている。従って、NASAは、その近い将来の使命として、この責任を果たすための自己改革に注がれるべきである。

宇宙検討項目

次の疑問が發せられる。「米国の宇宙プログラムはどうあるべきか」。米国宇宙プログラムは成し遂げられていない計画を達成するため及び未知への挑戦するために促進された計画の設計を試みたとしても、予算および技術の現実性を欠いてそれを行うことは、有害であり、さらに金とモラルの面で宇宙努力に対して高くつくというマネージメントの混乱を拡大するという結果となるであろう。

この問題は、財政赤字削減から災害救援まで、教育改革から貧困救済までにわたり、大きな要求が今あるなかで、米国は民事宇宙活動のためにいくら払えるかという資金的問題となっている。この答えは、より難しくなっている。なぜならば、宇宙プログラムは、教育改革から生活水準の改善、国家安全保障から世界中の人々の通信の強化までに渡る、我々の生活の多くの側面に関与し、目的達成に貢献しているからである。宇宙プログラムは、競争力を強める技術を生産している；ここ数10年間で国家的な科学者・技術者の育成で大きな山の生成があり、それに続き落込みがあった。これは民事宇宙プログラムの勃興、それに続く落込みに動機付けられたものである、という人もいる。

世界中に広がる衛星通信の確立をとおして、世界的な規模の理解が高まった。多くの生命・財産が、気象予報精度の向上、宇宙を利用した搜索・

救難システムの利用で救われている。また、科学的基礎知識、例えばなぜある惑星には生物がすめないか、ある惑星は生物の生存が可能かといったもの、が得られた。

これらの利益のうち、少なくともいくつかについては、他の直接的手段により獲得されたはずだという議論がある。目的を教育に限ってみると、宇宙に投資した金をなぜ学校に使わないのか、あるいは、その目的が星の研究であるならば、なぜ地球上にもっと多くのそして優れた望遠鏡を作らないのか、あるいは、貧困を救うために、必要としている人達に援助あたえるべきである、とするものである。

しかし、最も重要な宇宙の利益は、目に見えないのである。それは、あることを達成した高揚する精神、人間のプライドである。人間が時速18,000マイルで地球軌道を回ること、170万マイルの距離（光速で2.5時間かかる）の天王星の衛星のミランダの写真の送付。こういった業績は我々の国家を一丸とし、関心を集め、我々全て特に若者を感激させてきており、このようなことは、我々の国家もしくは世界の歴史の中でも、比肩し得る出来事はほとんど存在していない。

委員会は、米国は、活力があり、余裕を持った、成功する宇宙プログラムを強く望んでいるとの結論を有し、これは、我々個人がすなおに認めるものである。

これは、最近20年の宇宙予算の着実な伸びにより、支援されていることが裏付けられる。しかし、依然として次の疑問が残されている。「我々には資金的余裕があるのか」。これについて、歴史的な展望が役に立つ。米国はそのピーク時であるアポロ時代にGNPの0.8%を民事宇宙プログラムに費やしてきた。これは、当時の連邦政府の支出の4.5%にあたる。そしてより重要なことは、これが連邦予算の自由裁量部分の6%にあたることである。今日は、GNP比率でアポロ時の1/3の支出に留まり、自由裁量部分（これはそれ自体が圧縮されているが）の2.5%に減

少した。

国民的支援を反映して、行政府及び議会は民事分野の宇宙開発を十分に実行するために実質年成長率10%の予算の増額を行うとの意図を示してきた。これは、本委員会が、諸提案の中で少なくとも最初の財政的問題を切り抜けることを保証するために選択したベースラインである。かりに、より大きな予算が認められるならば、更に精力的な宇宙プログラムの実行が可能とするが、一方では、逆もまた正しい。我々は、限られた範囲内で、緊急事態にも対応できるようなアプローチを勧告する。我々の具体的な仮定は、民事宇宙予算が実質ドルベースで、この10年間を通じて年率約10%の伸びを示し、GNPの約0.4%の水準を越えないということである。これは、強力な宇宙開発を可能とする予算である——但し予算が予測可能であり、計画が十分に管理され、かつ、無駄なく実行される場合である。参考に、1991年の民事宇宙予算は実質対前年度比8.5%の伸びである。

検討項目を定義するに当たり、宇宙で実施されるプロジェクトのリストを作成するだけでは、たとえそれが、いかに有益なものであっても、十分ではない。優先順位を考えて、プログラムを構成するための論理的基礎を提供することが本質なことである。

均整のとれた宇宙プログラム

宇宙科学プログラムが予算において最優先するものに値するものであることは、我々の信じるところである。我々の判断では、宇宙科学プログラムは、宇宙ステーション、宇宙往還機及び有人惑星探査並びに注目される他の主要ミッションより更に上位のものとして位置付けられるべきであるとかんがえる。科学研究における努力は、基本原理の発見と理解を可能とし、人類全ての生活を向上するための惑星地球の基本的な知識を見いだし、未来のために必要とされる科学者の教育を奨励するものである。科学研究は、宇宙プログラムに対し、構想と想像そして方向を与えるものであり、

そのゆえに、科学研究には、今後の宇宙予算の増加にかかわらず、現状のNASA予算の配分率を維持するか、もしくは、幾分増加させるべきである。

民事宇宙分野における努力の支柱としての科学研究活動を構築するため、我々は、宇宙プログラムの「ミッション志向」部分を、惑星地球へのミッション (Mission to Planet Earth) と惑星地球からのミッション (Mission from Planet Earth) の二つの主要な事業を支援するように設定することを勧告する。我々は、両方の事業が非常に重要であると信じている。惑星地球へのミッションとは、我々の定義では、全人類に影響する重要な日常の問題を問いかけ、宇宙プログラムを地上の生活に密着させようとするものである。我々は、均整の取れた宇宙プログラムの必要性を強調しているが、惑星地球へのミッションは緊急性を有している。惑星地球へのミッションは、一連の地球観測衛星、観測機器及び関連機器並びにデータ処理システムで構成される。これらは、地球の生物圏における地球規模の気候変化と人類の活動への影響について、より鮮明な理解をもたらすことを目的とするものである。この努力は、我々の環境に対してどう我々が影響を与えているか、それを回復させるために何をすべきか、についてよりよい理解を与えるものである。

惑星地球からのミッションは、第一義的に、それに限らず、宇宙の探査を焦点とするものである。このミッションは、もっとも有人宇宙活動が必要とされるところであり、それゆえ、民事宇宙プログラムの中で、もっとも経費がかかるものとなる。

今日、米国の有人宇宙プログラムは分岐点に立たされている。委員会は、有人宇宙プログラムを、10年先まで漂流させるのでないならば、焦点を当てなければならないと信じている。有人計画には特別なスケジュールはないが、その方向については合意することが必要である。

少なくとも、経費が一部の原因となって、有人宇宙プログラムは国家の民事宇宙活動を取り巻く論争の中心であった。宇宙空間で人間が実施する活動の大半は、ロボット宇宙機により、より少ない経費とより小さなリスクをもって行なうとの議論があり、多くの場合、我々はそうあるべきだと信ずる。

しかし、宇宙には、人類の知性と柔軟性とその存在が不可欠である活動はないのであろうか。委員会は、この件に関して、無人飛行による宇宙プログラムに満足できるかどうかの問が、有用であることを認識した。我々の答えは、NOである。ヒラリーがエベレストの頂上に登頂したことと、単にロケットを使って機器のパッケージをその頂上に運搬することとは異なっている。同様に、現在大方が忘れかけているソビエトのロボット月探査機が月のサンプルを持ち帰ったことと、ニール・アームストロング、バズ・オールドリン、マイク・コリンズが月への探査を行なったのではわけが違う。それゆえ、委員会は、心から、遠大であるが、現実的で利用可能な予算に沿った有人宇宙活動を支持する。

しかし、有人宇宙活動を実施するならば、何であるべきであろうか。目標は、宇宙との日常的な荷物の輸送を提供するものでないことは確かである。この件に関して、大統領と見解を同じにしており、有人宇宙プログラムに対する長期的な魅力は火星であり、具体的には、有人火星探査である。その遂行に際しては、率直に言って、探査への願望、人類の周辺環境についての向学心、未知のものへの挑戦、そして発見といった、無形のものを論拠として正当化される必要がある。更に、有人探査には、その準備として、無人探査と必要な手順を踏まなければならない、それにはまず再度月に長期に滞在し、機器と手順を改善するとともに、長期の惑星滞在に必要なとされる経験及び技術を開発することが必要である。

委員会は、有人宇宙探査の計画に際し、重要なものとなる可能性のある

新しいアプローチを提供する。我々は、ケネディー大統領の有人月探査のように「日時の確定」を設定しようとする議論を歓迎するが、有人火星探査のように究極的、かつ長期的な目的を有するプログラムにおいては、決まったスケジュールに固執するよりも、予算の可能性にもとづいて仕立てられるべきであると信ずる。これは、有人宇宙プログラムの重要性を否定するものではなく、我々が簡単に火星へのミッションの正確な経費とプログラムを妨害するような困難を予測することができないという真実から来ている。いかなる経費であっても、長年に渡って支出されるべきものであり、経済的な環境と同様に、大統領及び議会における政策の変更に耐えねばならないであろう。更に、火星探査計画は、多くの国家が協力した行う挑戦であると信ずる。マネージメントの観点から見た挑戦は、プログラムを設定することであり、その第一歩として、可能な予算に適合するように、必要技術を逐次構築することである。次に、予算の可能性がミッション・スケジュールを決定する。なぜならば、その逆は、経済的でもなく、政策的にも実効性がない。予見できない予算需要は、他の重要であってもより小さな（科学）プログラムから生ずるものではなく、そのプログラム自身により生まれるものなのである。

このマネージメント・アプローチを採用することにより、委員会は、健全で長期的な有人探査プログラムが実行されると信じる。探査プログラムは、惑星地球へのミッションの重要な一対となり、米国の宇宙空間における人員の滞在に関する意志を明らかにするものである。

しかし、太陽風の影響、無重力による筋肉の能力低下、骨の中のカルシウムの喪失、宇宙線の影響による長期有人飛行の可能性について、基本的な不明確さが残されている。これらの基本課題は、壮大なプロジェクトを始める前に解決されることが必要であり、長期間の有人宇宙活動を含む運用によって解決される必要がある。これが、我々が信じるところの、宇宙ステーションを構築する意義である：長期宇宙運用により、ライフサイエ

ンスの情報と経験を獲得する。

もし、米国が有人飛行における役割りを放棄しないのであるならば、この情報はきわめて重要なものである。

周知の通り、我々は、宇宙ステーションフリーダムが遂行可能な科学研究（生物学ではなく）を基盤として、それだけで正当化できるとは考えていない。これらの大部分は、地球上での作業もしくはロボット宇宙機によってもっと安価に実行できるものである。同様に、宇宙ステーションが一長期でなくとも一輸送の中核として欠くべからざるものだとも思わない。しかしながら、宇宙ステーションはライフサイエンスの実験室としては必須のものだと思われる。その理由は地球上には、これに代替するものが存在しないというだけのことである。宇宙ステーションは、もし米国が将来において有人宇宙プログラムを存続するというのであれば、宇宙ステーションは、重要な次のステップである。また、同時に、宇宙ステーションは重要な微小重力研究及び低重力環境下における製造を行うにあたっての実際的な経験を積む能力を提供することができる。しかし、我々の意見では、微小重力研究が米国の経済的な競争力付与のプログラムにたいして、有効な要素となるとは思われない。

これらの結論に基づき、我々は、宇宙ステーションフリーダムの正当化しうる目的は2つに減少すべきだと考える：第一にはライフサイエンスであり、そして第二は微小重力実験である。従って、宇宙ステーションフリーダムは単純化が可能であり、コストも削減され、打上げに先立ってシステムの大部分を隅から隅まで試験出来るように、NASAが検討中の船外活動要求を削減することができる発展可能なモジュール方式により建造可能のものとなる。更に、我々は、スペースシャトルへの依存度を軽減する方策を取らなければならないと信ずる。

これら全てのことを考慮して、我々は、最近、議会によって命令された宇宙ステーションフリーダムに関する90日間の再構成（リストラクチャ

リング)に課せられた期限に束縛されないようNASA及び議会を奨励する。再設計は、極めて重要な作業であり、徹底的な再評価を行い、安定かつ長期的な予算の支援を得られるコンフィギュレーションの確立に必要な時間を十分に取るべきである。

惑星地球へのミッション(MTPE)及び惑星地球からのミッション(MFPE)を米国の将来民事宇宙プログラムの「かなめ」として定義するにあたり、注意を払うべき重要な2つの宇宙インフラストラクチャの要素が存在している。同インフラストラクチャは、次世代の宇宙ミッションを現実に実施するに際しての米国の能力を支えるものであり、2つの部分に分けられる；第一は技術基盤であり、第2は地球から宇宙への輸送システムである。壮大な宇宙の事業は、これらの世俗的であるが、重要な宇宙活動の努力の側面に適切な注意を払うことなしに、着手すべきではない。

その基本となる努力の第一歩は、完成されねばならない技術基盤である。米国はおよそこの20年間、宇宙事業の根幹となる新しい主ロケットエンジンの開発を始めていない。将来の宇宙電力システムに関する業績は微々たるものである。

高性能のインパルス推進装置は限られたものであり、作業はエアロプレーキングといった将来のコンセプトに限定されていた。事実、宇宙プログラムを支える全体の技術基盤は、過去数十年間における予算を考えると衰えたままにしてきた。近年は、立法府の支援をなんら受けられず、更に、それ以前残には行政府の支援も得られなかった。これは是正されねばならない。

宇宙インフラストラクチャの第2の要素は、信頼性の高い、妥当なリスクの宇宙輸送力提供に関するものである。その点に関して、米国は今後多年に亘るスペースシャトルに対する不変のコミットメントを行うであろう。従って、NASAは、シャトルの信頼性を向上し、疲労及び摩損を最小限

度とし、打上げスケジュールの予測可能性を増大させるために必要な、そうした処置を取らなければならない。コストの削減もまた望ましいが、上記の目標に対しては2次的なものである。

さらにNASAは、スペースシャトルによって運搬可能なペイロードのいくつかを打上げ能力を増加する新しい無人ロケット（しかし有人の搭乗が可能な信頼性を有する）に移行するよう、押し進めるべきであるとの結論に至った。同ロケットは、時間とコストを節約するために現有部品を活用して派生型である。これらの部品のいくつかは、打上げ射場も含め、シャトルシステム自身から選択したものである。将来の能力の増強は、NASAと国防総省との共同マネジメントの下で進めている次世代打上げシステム技術プログラムから派生する要素を利用するであろう。このような発展型大型打上げシステムは、打上げコスト（漸減しつつあるとはいえ、NASA予算の大部分をなす）の実質的な低減を生み出すよう設計される；なければならない。

新しい大型打上げロケット開発の短期的な巨額な経費は、特に強制されずとも純粹に財政上の見地から論議を呼ぶことを認識すべきである。その目標は、スペースシャトルを補完し、日常的な宇宙輸送に使用できる、信頼性のある無人ロケットを得ることであり、人間の存在を必要とするミッションのためにスペースシャトルの運用回数を節約することである。その結果として、シャトルに対する需要が削減され、シャトルプログラムが直面している問題の一因となっているスケジュール上の制約から開放する助けとなる。選別されたスペースシャトルのコンポーネント及び現有の打上げ施設が、検討中の新しい打上げロケットに利用できる可能性があるが、既存のロケットと新型の2つのロケットの両方が不具合を生ずる危険性は、我々が容認できるレベルに削減できよう。要するに、我々は民事宇宙プログラムの能力及び宇宙へのアクセス手段の強化を出来る限り速やかに達成しなければならない。

長期的には、米国は、有人・無人宇宙機打上げのために（いつか月及び火星に飛行することも含む）、より安価な手段と能力を構築するために、新しく革新的な技術に着手しなければならない。しかしながら、宇宙機を地球の表面から軌道へ、また月及び火星へ推進させるために必要なロケットの機種及び具体的な運用概念は、現在進行中のミッションアーキテクチャ研究の結果に依存するであろう。

一方、将来の宇宙機及び打上げロケットに対する要求条件を明確にしていく間は、米国は精力的に次世代打上げシステム技術（ALS）プログラムを維持しなければならない。同プログラムは、新しい推進技術によって増強することにより、一連の現有及び将来の改良型ロケットを強化する要素を提供し、ついには完全に新しい革新的な打上げシステムを提供するであろう。

国際協力

宇宙科学及び技術分野における数年以上にわたるNASAの業績は、他の国々が自身の宇宙計画を遂行するうえでの動機付けに貢献した。民事宇宙の舞台におけるこれら新規参入者の成功と興味が、米国が協力し、競合しなければならない今迫りつつある新しい時代において、NASAの役割に変更をもたらしている。

国際協力は、NASAが支援してきた国際的パートナーシップにみられる長い成功の歴史を通じてみられるように、リーダーシップを証明し、実りある協力関係を強化し、目的を達成するための有効な機会の幅を広げるものである。しかしながら、国際的取極めは、数多くのレベルにおいて各々の意志決定を要求されることから、官僚的な束縛及び遅延につながることとなる。本委員会は、国際的な公約は注意深くおこなわれ、公約を成就する前には議会を含む全ての政府機関により支持され、慎重に受け入れられなければならないことに注意を喚起する。

委員会は、国際協力は米民事宇宙プログラムの重要な一部として継続さ

れるべきであると強調する。しかし、我々は、米国が有人宇宙探査のような長期的事業については、重要なプログラム要素に対してはマネージメント管理を保持すべきであることも強調する。そして、米国は、宇宙へのアクセス、例えば、米国の民事・商業宇宙プログラムの根幹に多大な影響を与える打上げロケットのような分野においては、十分に競争力のある立場でありつづけなければならないということも強調したい。

最終所見

次は、委員会が勧告する宇宙計画である。加えて、マネージメントの改善及び今後何年にも渡り米国で最も有用な人々の一部をNASAに勧誘し、保持し続けるうえで必要な全ての重要な事項についてのテキストにおいて勧告している。

もしNASAがここで記述されている力強い目的を追求するために必要な優れた人材を引きつけることが出来ないならば、組織の流れ、改善されたマネージメントの実施といったものは、全て虚しいものになってしまう。

我々が行った多くの勧告は、世俗的な宇宙プログラムの側面を取り扱っているが、我々の見解では、我々のよりインパクトのある勧告に劣らず重要である。

これらの勧告及び示唆はテキストに含まれており、経費見積能力を拡大するとともに、経費、スケジュール及び性能上の余裕を増やし、システムエンジニアリング能力を強化するような事柄について述べている。

さて、我々はこれら全ての費用をどうやって支払っていくべきか。まず、第一に、すでに述べたように、今後10年間の民事宇宙予算の伸びを想定する。また、経費を削減するために宇宙ステーションの再設計を勧告する。計画中の追加のスペースシャトルオービタの予算を転用し（ただし、現存のスペースシャトルの継続的な運用能力を確保するために必要なハードウェアの予算を転用するのではない。）、新しい無人大型打上げロケットの建造

を可能にするように提案する。

委員会は次のことを信ずる。新しい無人打上げロケット自身は、実質的な予算の節約を可能とするが—短期的ではなく、我々が処理の考え方やマンパワーについて考えを変えることにより、初めて長期的な節約が可能となる。更に、我々は、火星を目的とし、一連の重要な踏み石として宇宙ステーション及び月基地の構築を考えた長期的な有人探査プログラムを編制することを勧告する。同プログラムは、利用可能な予算に適合したスケジュールとする。また、我々は、有効かつ適正なコスト低減をもたらす、以下のようなマネジメントの一連の強化を提案する。しかしながら、この範疇の改善において最も重要なことは、具体化にあたりNASAに帰するものだけでは不完全であり、すなわち、予測可能な、安定した予算の用意が必要である。そのためには政府の他の部署と議会の支援が必要である。この支援の本質的な役割は、もし米国が民事宇宙プログラムを成功させるのであるならば、強調し過ぎるということはない。また、NASAが多くの他のすべきことに責任を持つべきであるということも明らかにされるべきである。

NASAは行うべき多くの責任を有することに注意を喚起しなければならない。

これらのうちの第一番目は、非常に強力な強力な航空プログラム継続的支援であり—民間航空分野における楔である。また、NASAは近年行ってきたように、商業宇宙産業の育成の支援を続けるべきである。委員会は、自由競争システムを明言しており、NASAは学会及び産業界を含む民間部門では、十分に成し遂げられない事柄についてのみ実施すべきであると信ずる。政府だけで実施できる多くの事柄が存在しており、それには不確実で高額かつ長期的な資金支出を伴う先端的な研究の実施；専門共用施設の計画と提供；及び契約の締結及び契約企業の監督を含む。

最後に、NASAのその他の責任に関し、委員会は、米国の数学及び科学プログラムの強化に関し現在NASAが支払っている努力を賞賛する。

我々は、我々の世代が将来に残すべき遺産とは、我々が宇宙探査の先駆者であり、我々は全人類にとっての有益さを証明する重要な発見を行ってきたことである。しかしながら、宇宙活動はそれ事態困難なものであり—先端的技术を要し、長大な距離を越えて実施すべきものである。そのためには、人間により設計、試験、運用される複雑な機械に対する信頼が必要であり、無形の報酬を含むものである。

このような挑戦に努力を払うことにより、我々は、その美点を力説すべきであり、完璧さのために努力すべきである。我々の宇宙に関する努力を委ねられるた人々として最高のものを要求すべきである。

しかし、予期せぬ失敗のことも考慮しておかなければならない。国家として、我々が、無びゆう、エラーをしないこと、努力したが失敗したことを冷笑することをより重視し、将来の偉大な業績の追求を軽視するのであれば、我々は宇宙に携わるべきではない。

主要勧告

このレポートは、NASA内部のマネージメントに関し示唆を行うとともに、民事宇宙目標及びプログラム内容について具体的に勧告するものである。その

概要は、下に掲げる4つの主な項目に大別される。これらの勧告及び示唆を完全に実施するためには、行政府及び立法府の支援、またNASA自体の支援が必要である。

宇宙目標に係る主要勧告

米国の将来民事宇宙プログラムは、均衡の取れた次の5つの主要要素をもって構成することを勧告する。

- ・ 民事宇宙プログラムにおいては科学プログラムを最優先することとし、現在のNASA配分子算の規模ないしそれ以上をもって継続するものと

する。

- ・ 環境監視に重点をおく「惑星地球へのミッション」(MTP E)。
- ・ ライフサイエンスに重点を置くよう変更された宇宙ステーション、月探査基地及び火星のロボット先行探査を先駆けとし、有人火星探査を長期的目標とする「惑星地球からのミッション」(MFPE)。
- ・ 宇宙ミッション目標に密接に連動し、特にエンジン開発に重点を置く、大幅に拡張された技術開発活動。
- ・ 強固な宇宙輸送システム。

プログラムに係る主要勧告

プログラム内容については、以下のとおり勧告する。

- ・ 目下検討されている科学研究に関する戦略計画を実施すること。
- ・ 各ミッションオフィスからの強い要求に基づき、活性化された技術計画を用意し、予算が付与されること。
- ・ スペースシャトルミッションは、有人であることが本質的に必要なミッションまたは他の重大な国家的要請によるミッションを除き、新たな無人(大型)打上げロケットに移行させるものとする。
- ・ 宇宙ステーションフリーダムは、ライフサイエンス、有人宇宙運用を重視し、適当な場合には微少重力研究を含むものとするよう、再構成する。

フリーダムは、経費を削減し、複雑さを軽減するため再編すべきであり、現在の再設計を90日間で行うべしとの時間的制約は、同期間内に徹底した再評価が出来なければ延長されるべきである。

- ・ 宇宙ステーションフリーダムからの緊急帰還のため、検討中の人員モジュールを装備すべきであり、スペースシャトルが使用できないという不測の事態に備え、打上げ/帰還(往復)ミッションのために当初から整備すべきである。

資金供給等に関する主要勧告

’ 90年代に残された期間においては、NASAのプログラムは、予算見通しが実質成長年約10%を越えないような範囲で設定し、その後は、そのレベルを維持することを勧告する。NASAプログラムの設定に際しては、次の行動を含むが、それらに限るものではない。

- ・ 宇宙ステーションフリーダムは、必要経費及び複雑さを軽減するため、再設計及びスケジュールの見直し。
- ・ 計画中のオービターの追加購入の延期または取りやめ。
- ・ 「惑星地球からのミッション」の”払いに応じて進行(go-as-you-pay)”方式の採用。すなわち、可能な資金に沿ったスケジュールへの適合。

マネジメントに関する主要勧告

民事宇宙プログラムのマネジメントについては、次のとおり勧告する。

- ・ 国家宇宙評議会の高級委員会を、NASA長官を含め、設立する。
- ・ 特殊技能者に適用される公務員法を大幅改正する；または、それが不可能な場合は、NASAに対し例外を認め、少なくとも10%の職員については特別な人事制度の下で働けるようにする；または、最後の選択肢として、NASAは、少なくともNASAのセンターのいくつかを選択して、連邦が予算を支出する大学付属研究開発センターに改組することを開始するものとする。
- ・ NASAのマネジメントは、各センターの担務を見直して、現時点における関係分野において秀でたセンターを統合・再集中し、センター間の重複を最小限とする。

いかなる公共機関の内部組織も、その公共機関の業務遂行に最終的な責任を持つ者が担当すべきものであり、その裁量に委ねられなければならないと委員会は考える。従って、委員会は、NASA長官の検討に資するた

め、次の可能な内部組織の改正案を提出する。

- ・ 現在の本部組織を改め、既存組織の数局長を廃止する。
 - － 人材担当局長を設置し、その責任には、最も質の高い連邦職員の獲得と保持を図り、NASAを先導的な機関とすることを含む。
 - － 探査担当局長を設置し、その責任には、ロボット及び有人による月・火星探査を含む。
 - － 宇宙飛行運用担当局長を設置し、その責任には、スペースシャトルの運用、既存使い捨てロケットの運用並びに追跡及びデータ取得を含む。
 - － 宇宙飛行開発担当局長を設置し、その責任には、宇宙ステーションフリーダム並びに次世代固体ロケットモータ及び新大型ロケットのような他の開発プロジェクトを含む。
- ・ 特別に認定された要員で構成する独立のコスト解析グループを本部に置き、NASA外部に提示される経費見積を含む全てのトップレベルの経費見積につき全責任をもたせる。
- ・ NASA長官に直接報告するシステム概念及び解析グループを設置し、その性格は連邦が予算を支出する研究開発センターとする。
- ・ 各センターにまたがるプロジェクトは、可能な限り避けることとするが、実行できない場合には、本部に直接報告する強力で独立したプロジェクトオフィスを、そのプロジェクトの主要な作業を分担するセンターの近傍に設置する：

このプロジェクトオフィスは、システム・エンジニアリングの要員と完全な予算権限（理想的には、産業界への予算配分一貫すなわち、特に最終目的に具体的に關係する予算配分権限）を有するものとする。

勧告の要約

- 1) 宇宙プログラムの優先度を科学研究を第一とするよう変更する。
- 2) NASA職員の一部を現行の公務員法の適用除外とし、これが出来

ない場合には、センターのうちいくつかを連邦政府が予算を支出する大学付属の研究開発センターに徐々に変更しはじめることとし、ジェット推進研究所をモデルとする。

- 3) 宇宙ステーションフリーダムは複雑さや経費を軽減するため、設計の見直しを行うこととし、見直しを徹底かつ刷新して行うために必要な時間を充てるものとする。
- 4) 「惑星地球へのミッション」と同様に「惑星地球からのミッション」（長期的目標は火星）を追求する。但し、スケジュール上の制約をなくし、予算の許す範囲内で実施する。
- 5) 有人飛行が必要なミッション以外のものは新たな大型無人ロケットに移行させることにより、スペースシャトルへの依存度を軽減する。

NASA長官の要請に基づき、本勧告の実施を支援するため、本委員会は、おそらく6カ月以内に、再度会議を喜んで開催する用意がある。その間において、NASAは、常設外部諮問組織である「NASA諮問委員会」に、この勧告を実施するため、独立・並行した助言を求めることが出来る。

この報告書に記載された各々の勧告は、米国将来宇宙計画諮問委員会のメンバーにより一致して支持されたものである。

以 上

本資料は、宇宙開発事業団調査国際部調査課がまとめたものであり、同課のご好意により掲載されたものです。

(編集局)

@JUNK BOX!

月クラブの入会試験用の問題 (?)

$$\begin{array}{r} \text{MOON} \\ \text{MEN} \\ + \quad \text{CAN} \\ \hline \text{REACH} \end{array}$$

同じ文字には同じ数字を
異なった文字には異なった数字を

(鳥居 啓之)

XX

無題

最近の新聞コラムか何かで、今までは一部の専門家とマニア位しか注目していなかった「科学的興味としての宇宙」が、この頃は宇宙に全く興味のなかった多くの人に対しても「夢」を与えている一方で、庶民により身近なはずの「宇宙開発」は「夢」を与えなくなってしまったといった主旨の小さな記事があった。

宇宙開発は技術開発によって「夢」を現実にするものであり、現実的な便利さや快適さには貢献しているぞと反論する向きもあるかもしれない。それに、新聞の言う「宇宙開発の夢の欠落」とは、定かな記憶ではないが、スペースシャトルの飛行計画の遅れや、最近の通信衛星の事故といった技

術的な課題に起因した、計画に対する庶民の期待の縮小化という問題であったようだ。こう言った問題が「夢」を与えなくなった原因なのであれば、（確かに困難な課題ではあるが）開発関係者の地道な努力によって必ず解決されると信じていることができるだろうし、また解決した暁には「夢」は復活するのだろう。

しかし、現実の豊かさと便利さにどっぷりと浸りきっている今日の私たちが求めている宇宙開発への「夢」とは本当は一体何なのだろうか。実際問題として国民一人一人が少しずつ税金を出し合って宇宙開発をやっているのだから、技術的方向性であるとか、成功の可能性であるとか固いことは言わないで、国民みんなが宇宙開発を楽しめるようにはならないものか。計画担当者が沢山の時間を注ぎ込んで、妥当性について嫌になるほど議論をするのも必要であるが、次に何をしようとしているのか、どんなことが考えられるのかをみんなにもっと伝えたい気がする。アメリカにはそんな提案機関が沢山あるが日本にはないように思う。宇宙先端を名乗る我々はこう言った役割を担いたいものだ。

（鈴木 和広）

(特別寄稿)

宇田さんを悼んで

高松 英男

元筑波宇宙センター所長で宇宙先端の世話人でもあられた(株)宇宙通信基礎技術研究所の宇田宏さんが平成3年1月11日、御逝去されました。心から御冥福をお祈りいたします。

女子職員に囲まれにこやかにピアノを弾く宇田さん — 昭和62年2月26日付の毎日新聞夕刊は、退職コンサートとして最初で最後のピアノミニコンサートを開き、筑波宇宙センター女子職員から拍手と花束を受け得意満面の宇田さんを紹介しています。

同年2月19日付の読売新聞は宇田さんの退職を紹介して、「宇宙に夢をつなぎ、つくばに思い入れしたロマンチストがまた一人つくばを去る。第二の人生軌道もまた宇宙へ。まだまだ宇宙時代に向けて現役を通さねばならない。」と結んでいます。

あれから4年に満たずして逝かれてしまうとは・・・

私がNASDAの組織改革によって新たに出来た筑波宇宙センターの所長付となって宇田さんに仕えることとなったのは昭和59年9月でした。この組織改革にも宇田さんはかなりの影響力を行使されたと聞いておりますが、所長付とは従来あった企画課を改組して、より所長に近いものとした訳で、宇田さんは私の着任をことの外喜んで下さいました。

それ以来、宇田さんの側に仕え、宇田さんの意を体現すべく、宇宙センター内の調整、NASDA本社あるいは外部との接渉にあたったのですが、

あの頃が、私の人生の中でも最も充実していた日々のように思い出されます。

宇田さんは深い学識と長い経験に裏打ちされた独自の見識をお持ちでした。それは21世紀には必ずや宇宙開発が日本の、いや人類の基幹になるべきこと。そのためにはNASDAが、そして筑波宇宙センターがリーダーシップを持つべきであること。

この目的の達成のために成すべきこととしてはまず、人材の養成が急務であること。宇田さん程、人事政策に関心を持ち、深くかかわった所長もあまりいないでしょう。有能な人材の筑波宇宙センターへの配置と、その教育に心を砕かれました。

若い技術者と気さくに接触し、議論を交わすのが日常でした。宇宙先端の世話人として色々尽力されたのも同じ思いから出たことなのでしょう。

次にNASDAにおける研究開発部門の充実と、それを筑波宇宙センターにおいて実施すべきであるという事でした。このためにNASDA本社サイドとわたり合い、徐々にシンパを増やし遂に筑波研究開発部門の創設にこぎつけ、その成果がH-IIロケットの開発やETS-VI衛星の開発といった次期主力プロジェクトの誕生となって花開いたのです。

最後に、筑波研究学園都市における筑波宇宙センターの地位の向上でした。宇宙開発には幅広い領域の研究者の支援が不可欠であり、筑波において宇宙センターの業務が正しく認められることによってこそ、その支援が得られるというのが宇田さんの持論でした。

その気さくな人柄と立派な見識によって宇田さんは筑波における交流の輪を拡げてゆかれました。筑波宇宙センターにおける近隣研究所との交流セミナーの実施や、交流センターにおけるNASDAの成果発表会の実施はその成果の現れです。

宇田さんの溢れるエネルギーの対象は仕事だけにとどまりませんでした。スポーツはテニス、そして昼休みには洞峰公園の温水プールで水泳を楽しみ、当時国立公害研の所長をされていた現学会議議長の近藤次郎先生とは水泳仲間でした。

楽才はコーラスに、ピアノに。語学は英語はもちろん、フランス語も仲々のものでした。

酒に親しみ、女性を愛し、談論風発、話始めたら、ユーモアのある語り口でとうとうと止む所なく、何人にも口をさしはさむ暇を与えない。

エネルギッシュな所長生活に一点のかげりがさしたのが昭和60年8月の筑波大病院への入院でした。入院数ヶ月。しかし退院後の宇田さんは、酒量こそ減ったものの、話術はますます冴えを見せ、我々一同さすがと舌を巻いたものです。

それから5年にわたる闘病生活。宇田さんはひるむことなく、むしろ気をつかう我々を励ましてくれる程でした。

不屈の闘志と溢れるエネルギー。しかし宇宙開発の21世紀への展望を目の前にして病に臥せられた宇田さんの心中はいかばかりであったでしょうか。また看病される奥様の御心痛は察するに余りあります。

宇田さん、今は心安らかにお休み下さい。

宇田さんが心から愛し育んだ宇宙開発は、NASDAは、そして筑波宇宙センターは我々が遺志をついで立派に守り育てて行きます。

***** I A S A ニュース*****

訃報

当会 宇田 宏 世話人には、かねてより病氣療養中のところ、薬石効なく、平成3年1月11日に逝去されました。謹んでお知らせします。

- 前号 (Vol.6 No.6) から、会誌は、(財)科学技術広報財団に配布していただくことになりました (ボランティア)。ただ、まだ、会員名簿の整理が一部未了のため、配布部数の過不足、名簿の見直し等の必要が生ずるかと思えます。その場合は、事務局長 (櫻場) あてご連絡願います。(Fax:03-3436-2928、住所は本誌添付の葉書にあります。)

***** 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、本年度の年会費を振り込んで下さい。

年会費：3,000円 (1990年6月～1991年5月)

会誌 無料 (1990年7月号～1991年5月号)

なお、会費は主に会誌の発行にあてられます。

年会費は、郵便振替により下記の口座に振込んで下さい。

(払込料金加入者負担)

口座番号 東京 2 - 21144

加入者名 宇宙先端活動研究会

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。
原稿送付先：〒105 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 編集人 岩田 勉
- 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

ついに、湾岸は戦闘状態に至った。状況はいかに推移するだろうか。米軍（多国籍軍）優位と伝えられるが、いずれにせよ、敵戦力の根幹を撃破せずに空爆だけで相手を屈服させることができないのは“Battle of Britain”の戦史が示すとおり。しかし、地上戦には多大の犠牲が伴う。単純にコストベネフィットを考えると、戦争など、とても間尺に合わないと思うのだが、人類史のなかで戦争行動が淘汰されないのは何故だろうか。人類が不条理なのか、不条理こそ合理的なのか。（福、平成3年1月17日記）

宇宙先端	第7巻 第1号	頒価 1,000 円
平成 3年 1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。