



JOURNAL OF THE INSTITUTE FOR ADVANCED SPACE ACTIVITIES

宇 宙 先 端

宇宙先端活動研究会誌

MAY. 1990
VOL. 6—NO. **3**

IN THIS ISSUE,

- WHY NOW, IS MOONBASE DISCUSSED ?.....T. IWATA..... 89
HUMAN ENGINEERING SERIES.....T. YAMAGUCHI 93

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

長谷川 秀夫 TEL 03-769-8210

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
宇田 宏	大仲 末雄	川島 鋭司	菊池 博	桜場 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. 宇宙開発の予測・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
2. 人間工学シリーズ（10）・・・・・・・・・・・・・・・・ 93

なぜ、今、月面基地か

岩田 勉

月面基地の目的は何か、よく出る質問である。なぜ、この質問が出るのであろうか。これを聞く人が、月面基地の必要性を理解できないからである。奇妙なことに、月面基地に懐疑的な人々は、日本の宇宙関係者の中にもっとも多く存在し、一般の人々の中には少ない。なぜだろうか。

まず、月面基地は、技術的に難しすぎて、不可能に近いと思っている。それは間違いである。現在の技術水準は、人間を、宇宙環境に、一週間以上安全かつ確実に滞在させることができる。したがって、低地球軌道に、60トン以上の打ち上げ能力を持つロケットがあれば、確実に現存の技術のみで月面基地は実行できるのだ。このように、簡単なことを理解しようとしめない科学者や技術者が多いのは困ったことだ。

次のグループは、技術的可能性は納得するが、資金的に不可能と思いついでいる人々である。確かに、最小規模の有人月面拠点でも、日本全体の宇宙予算の10年以上を要する。本格的月面基地は、その数倍は必要と推算されている。しかし、この額は、例えば、アメリカの宇宙予算のわずか半年分、および2、3年分にしか当たらない。そして、現在の日本の経済的大きさから見れば、現在の宇宙活動規模は、異常に小さいと見るのが、常識というものである。

このような事実を説いても、多くの人々が理解するまでには、時間がかかるだろう。どの国でも、自国民への説得の競争がもう始まっている。

さて、ここまで理解してくれた人を相手に、やっと、なぜ月か、本題を論ずることができる。残念ながら、現在、読者は多くないことを、筆者はよく知っている。

ごく最近、20世紀の初め頃まで、世界は人間の手が入っていない土地のほうが多かった。そして、未開の地を開発することは、人間の自然な営みだった。しかし、20世紀の初めまでに、地球表面は、すべて開発され尽くしてしまった。力づくで、他国を侵略する、という戦争の時代になった。二度の世界大戦の後、核の均衡による恐怖の平和が、現在まで続いているわけだが、人間の自己拡大の欲望は抑えることができない。人口増大、民族間紛争、経済摩擦、環境汚染、南北問題など、いずれも人間の自然な自己拡大の欲望が

有限な地球表面に閉じ込められて、互いにぶつかりあうために起きる問題といえる。

しかし、自己拡大の欲望を持ち、自己の活動領域を広げ、大いに仕事を拡大し、自国の経済を発展させ、できるだけ長生きをし、子孫の繁栄を願うことは、いけないことなのだろうか。確かに、五十億以上の人間が、限られた地球上に生きるためには、欲望を抑え、活動をあきらめ、現状維持だけを大事にして生きるべきかもしれない。歴史上、現状維持をめざした社会は、数多くあった。しかし、現状維持の試みは、一つも成功していない。変化しない社会などありえないのだ。前向きに、拡大を指向した社会が生き残り、他の社会を文化的に征服していったことを歴史は教えてくれる。近代のヨーロッパ、現代のアメリカも、その例である。

アメリカとソ連が宇宙開発を押し進めているのは、このような自己拡大を、どの国よりも強く目指す国であるからだ。このことを理解できずに、宇宙開発は、超大国間の示威行動だとか、軍事技術開発のかくれみのだとか、矮小的な見方しかできない人が多い。アメリカとソ連は、地球の運命に責任を持っている国だ。これらの国が、地球の限界を拡大していかなければ人類は将来がなくなる。だから、この二つの国は、貴重な国家予算を使って、宇宙開発を続けているのだ。

地球表面を利用しつくした我々人類が、さらに拡大できる領域は、当然宇宙空間だが、そこへ出ていくには、大がかりな装置がいる。高性能大型ロケットや有人宇宙船だ。幸運なことに、地球を開発しつくすほどに発達した人間の科学技術は、宇宙へ出掛ける道具も作り出した。液体水素ロケットエンジン、軽量耐熱合金／複合材、マイクロ波／光通信、スーパーコンピューター、ロボット、人工知能など、現在の先端技術は、月面基地の建設を確実なものにしている。現在のロケット技術、すなわち液体水素ロケットでは、一週間で地上から月面まで往復できる。現在、アメリカはスペースシャトルでこの程度の宇宙滞在は、実証済だ。ソ連では、一年以上、宇宙飛行士を、宇宙船ミールの中で生活させている。月面の滞在時間を徐々に伸ばして行けば、月面基地の建設は確実といえる。しかし、火星探検は、現在の技術では難しい。液体水素ロケットでは、往復に2年近くかかってしまう。その間に宇宙飛行士が浴びる宇宙放射線は、人体の許容量を越える。長期の無重力の悪影響もよく分かっていない。途中で、病気や事故があったときも緊急帰還が出来ない。このような技術上の制約のために、火星に基地をつくることは、現在の技術の延長上では、残念ながら、不可能だ。つまり、月面基地が、我々、20世紀の人間にとって確実に達成できる最大の宇宙進出だという技術的結論になる。

筆者のグループは、4年前から、月面基地の技術的可能性について研究を進めているが、現在、確実な月面居住システムのプランを得ている。最小規模のシステムであっても30トンの打ち上げ能力を持つロケットを8回打ち上げなければならない。現在の、日本の宇宙開発の規模では、12年分の予算を使ってしまう。しかし、国際協力により、日本の持ち分は、全体の何分の一かになると考えれば、実現しそうな計画でもある。我々は、今から開発を始めれば、21世紀の初めには、月面に、人間の住む基地をつくることができる。そうすれば、月の資源を使って、基地を拡大することも出来るし、ロケットの推進剤としての液体酸素も作ることができる。それを利用して、また、月面基地の能力を拡大する。このようにして、ますます月面での活動は、容易になってくる。このような、資源利用による拡大再生産が月面基地の最大の魅力だ。月面に多量に存在するイルメナイト、酸化チタン鉄鉱を過熱分解する過程で、酸素、鉄、チタン、水、ヘリウム、二酸化炭素などが分離精製できる。ガラス、セラミックスの製造はさらに容易だ。太陽電池と太陽熱発電装置も、月資源から製造されるからエネルギーも自給自足となる。人間の居住空間は、閉鎖生命環境システムによって地球からの補充なしで、安全、快適な状態に保たれる。地球の資源を使うことなく、自給自足でどこまでも宇宙の開拓を進めることができるのだ。宇宙は産業の場となり、次世代の人類にとって大きな活躍の舞台となるだろう。

月はまた科学研究の場である。風雨植生のない月の表面は、創世以来の宇宙の歴史がそのまま残っている。月の表面を調べれば、太陽系の過去が分かる。それは地球の過去を知ることもである。月面基地は、太陽系の研究基地であり、また理想の天文台だ。地球の雑音から遮蔽される月の裏側に建設される電波望遠鏡が21世紀の天文学の中心になるといわれている。月面はまた6分の1重力の実験室でもある。人間をはじめ動物植物が月の低重力でどのような生理的、遺伝的変化を起こすか、は重要な研究テーマだ。

月面基地の意義を一言で言えば、人間が地球以外の天体で活躍できるかどうかの、人類史上に残る壮大な実験である、といえる。21世紀以降の人類の運命を決める、と言っても言い過ぎではない。

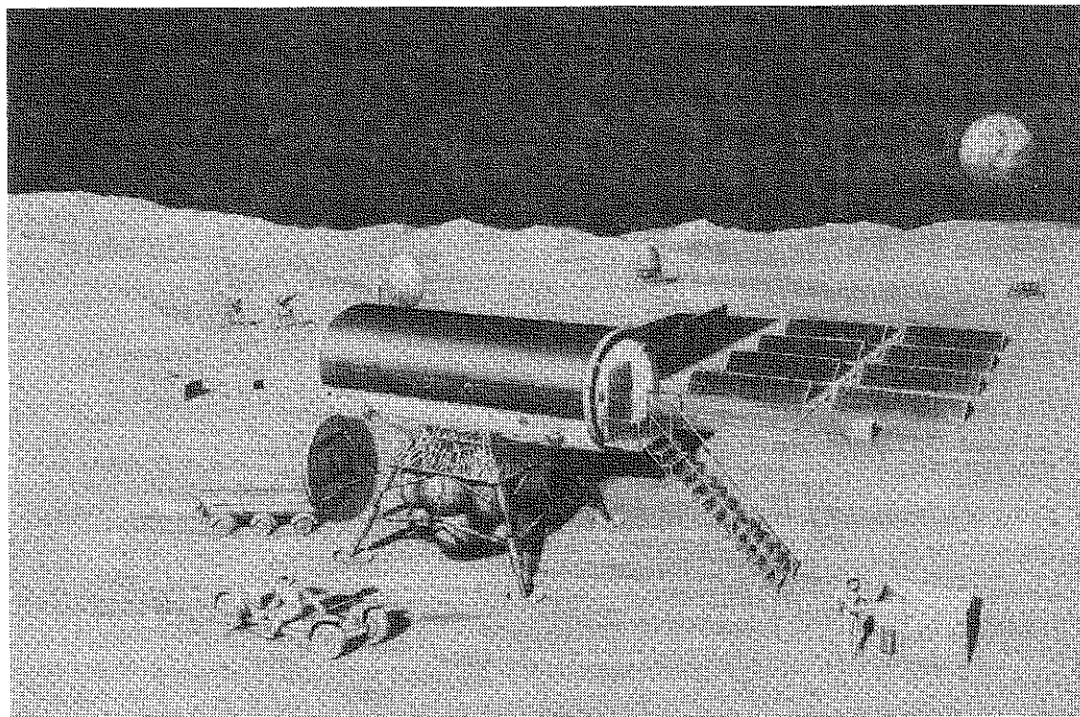
月面にはヘリウム3という核融合燃料が存在する。地球にはほとんどない。地球で取れる核融合の燃料、重水素と三重水素を使った核融合は二次放射線が出るが、ヘリウム3はこれを出さない。将来は、地球全体の電力源になるかも知れない。

月面基地は今すぐに始めることができ、10年で確実に完成できるプロジェクトである。そして、その発展性ははかりしれない。21世紀への最大の誕生祝となるだろう。

筆者が述べていることは、夢ではない事実であるから、まもなく、人々はその魅力に気が付くだろう。夢のある事実など、この世には滅多にないのだ。だから月面基地は、まもなく、ごく自然に国際共同プロジェクトとなろう。21世紀をリードする国々が地球をながめる月面で協力しあうプロジェクトは、国際政治の観点からも理想の共同事業だ。新しい東と西の関係をアピールするためには最高の舞台ではないだろうか。

筆者は、月面基地の開発が、アメリカ、ソ連、ヨーロッパそして日本の国際共同事業として、近い将来、開始されるにちがいないことを期待している。

(編集人)



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

衣・食・住といわれるように、食事は搭乗員にとって健康維持に欠くことのできない重要な要因である。過去に宇宙飛行を経験した搭乗員によれば、食事は気分をリフレッシュする意味で大きな楽しみの一つであったとのことである。この意味において、軌道上での食事は単なる栄養補給のみならず、搭乗員の心理的安定もその一要因として考えなければならない。

2. 受容性 (Acceptability)

宇宙食でまず考慮すべき要因は受容性である。ここでいう受容性とは、「搭乗員が与えられた宇宙食をどれだけ好ましいものとして受け入れることができるか」を意味している。

(1) 嗜好性

初期の宇宙食は栄養面のみ考慮された。味や形などは考慮されず、搭乗員の生命を維持することが主目的であった。当初は嗜好性など無視され、搭乗員は与えられた宇宙食を食べなければならなかった。搭乗員の嗜好に合わせて宇宙食を選べるようになったのはアポロ計画からである。

人間の食事に関する嗜好性は一般に幼児期に形成される。成人してから変化することはあまりない。訓練で搭乗員の嗜好性を変えようとしてもほとんど期待できない。搭乗員にとって好きでもない食事は、1～2週間程度の短期滞在ならある程度我慢できるが、滞在が長期化すれば深刻な問題となる。

好きでもない食事を長期間食べさせられると、いくらストレス耐性が高い搭乗員であっても、イライラや怒り等の負の情動反応が生じる。その結

果、搭乗員の生産性が低下したり、チームワークが乱れたりすることが十分考えられる。さらに、消化不良や食欲減退といった身体的な負の反応も生じ、健康を害すことも十分考えられる。

(2) 容器及びパッケージ

食事の容器も受容性に大きく関連している。いくら美味しい食事であっても、容器が変なものであれば食欲も半減する。当初はアルミ製のチューブに入ったスープなどを吸うといった味気ないものであった。スカイラブ計画では、加水復元食用としてプラスチックパウチ、プラスチック缶、プラスチックキャニスタが利用された。これらは与圧部内の圧力変化にも耐えられるように設計された。シャトル計画で採用されたシャトル・パッケージの開発により、搭乗員の食事スタイルはかなり改善された。地球上とほぼ同じ形態で食事が取れるようになり、食事の準備に要する時間も短縮された。無重量環境では搭乗員の動きはある程度制限される。さらに、加水食品に温水や冷水を供給する作業は、パッケージが複雑であれば食事の準備に要する時間が増加する。容器及びパッケージは、なるべく容易に準備にできるほうが望ましい。

滞在が長期に及ぶ場合はなるべくパッケージを再利用できるようにすべきである。スペースシャトルのパッケージ重量は、一人当り一日11b(0.45 kg)であった。それでも滞在が長期に及ぶとかなりの重量になる。廃棄物の処理能力は軌道上では限界があるため、あまりゴミは出したくない。

パッケージの材質としては、非金属材料で、長期の保存性に優れ、食品の風味を落とさずに、しかも変色しないものを選ぶべきである。果物や野菜食品の鮮度をできるだけ維持するためには、パッケージ素材の水蒸気や酸素の透過率を考慮する必要がある。このため果物や野菜のパッケージには、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニール等が良い。冷凍食品はマイクロウェーブ方式などのオーブンで加熱するため、耐熱性に優れたものでなければならない。

(3) メニュー

宇宙ステーションのように長期に閉鎖・隔離された環境では、搭乗員にとって食事は大きな楽しみとなる。美味しい食事であっても画一的なメニューであると飽きてしまう。宇宙ステーションでは食事にバラエティを持たせるため28日分のメニューが用意される。搭乗員は自分の好みに合わせて食事を選べることができる。

表1にNASAで採用されている宇宙食メニューの代表例を示した。

(4) 宇宙症候群（宇宙酔い）

無重量環境では、搭乗員の空間に対する方向性が失われる。そのため吐き気、頭痛などの宇宙酔いの症状を経験する搭乗員が多数いる。宇宙酔いになれば当然食欲は減退する。宇宙酔いにかからないような環境を搭乗員に整えることも、宇宙食の受容性に考慮しなければならない。

また、無重量環境に特有な味覚や嗅覚の変化がある。これは無重量の影響を受けて血液等の体液が上半身に移動し、鼻の奥が血液で圧迫されるからである。味付けや風味は宇宙用に工夫する必要がある。

(5) 居住環境

居住環境は、宇宙食の受容性に間接的な影響を及ぼす。特にトイレなどの衛生設備や宇宙船内の大気制御には注意を必要とする。過去に、トイレ設備の不備により不快な臭いが宇宙船内に充満して、搭乗員の食欲に大きな影響を及ぼしたとの報告もある。これほどではないにしても、宇宙船内の大気の換気を十分に行い、不快な臭いが船内に立ちこめないようにすべきである。宇宙ステーションでは、宇宙船内の大気をECLSS (Environment Control and Life Support System) と呼ばれる環境制御システムがこれを行う。

3. 栄養のバランス

長期間の宇宙滞在になれば食事は搭乗員にとって大きな楽しみである。

表1 NASAで採用されている宇宙食のメニュー

項目		主な食品
肉・卵・魚類	肉	ビーフステーキ、豚・鶏・牛肉の煮込み、ハム、ソーセージ
	チーズ	チェダーチーズ、スライスチーズ
	卵	オムレツ、スクランブルエッグ、生卵
	魚貝	ロブスター、鮭、ホタテ貝、アサリ
	その他	ピザ、ラザニア
サンドイッチ		サンドイッチ、ホットドッグ、スプレッド
くだもの		リンゴ、バナナ、ぶどう、みかん、もも
スープ類	肉	牛肉のコンソメ、鶏肉のスープ
	魚貝	ロブスターのスープ、ホホソンスープ
	その他	リントンスープ
サラダ		グリーンサラダ、豆のサラダ、ポテトサラダ
穀類	パン	食パン、フレンチトースト、マフィン
	米	白飯、ピラフ
	麺	バターヌードル
	その他	トナッツ、ビスケット
芋・豆		マッシュポテト、カーネルコーン、ポテトチップ
野菜		アスパラガス、ブロッコリー、にんじん、だいこん
デザート		ケーキ、クッキー、パイ、アイスクリーム
スナック		アンモンド、キャンディー、アイスクリーム
調味料		ケチャップ、マスタード、ジャム、塩
飲物		コーヒー、ココア、ミルク、オレンジジュース

だからといって、搭乗員の好みに合わせた食事を準備すれば良いわけではない。栄養のバランスも考慮しなければならない。栄養のバランスが崩れるとさまざまな影響が出てくる。

表2にスペースシャトル用宇宙食の栄養素と内容量の例を示した。

(1) 身体的な影響

身体を健康を維持するためには、タンパク質、炭水化物、ミネラル、ビタミン等の栄養をバランス良く取らなくてはならない。どの栄養素も多くても少なくても健康には良くない。人間を含めて動物は、生まれつき栄養のバランスを本能的に取るようになっている。ある栄養素が不足すれば、それを本能的に補給しようとする。これを証明する実験が行われている。ネズミの目の前に一皿に一品ずつ栄養素をのせた皿を置く。ネズミが自由にどの皿も食べることができるような状況を設定する。これをカフェテリア実験という。ネズミが食べた皿を調べた結果、栄養学的にバランスのとれたものであった。また、一つの栄養素を抜いて、またもと戻すと、食べることができなかつた栄養素の皿を多く取って、栄養のバランスを回復させたとのことである。

幼児を被験者として行った実験では、栄養学の知識などまったくない幼児が、栄養学的に適した食事を取ったとの報告がなされている。つまり、人間は生まれつき栄養のバランスを本能的に維持するメカニズムを備えていると結論づけることができる。これらの実験では、味付けなどしないそのままの食事が使用されている。実生活において味付けされていない食事を食べることはめったにない。ほとんどの食事は醤油、みそ、化学調味料などで調理されている。これが人間が本来持っている栄養のバランス感覚の能力を損ね、偏食などの原因になっている。

必要なカロリーは、男性搭乗員では、2300～3100 kcal、女性搭乗員では、1600～2400 kcalである。

船外活動は、時には6時間を超えることもある。そのような時は、船外活動をしながら食事を取らざるを得ない。船外活動はかなりのエネルギーを

表2 スペースシャトル宇宙食の栄養素

タンパク質	(g)	56	ビタミンB ₁₂	(g)	3.0
ビタミンA	(iu)	5000	カルシウム	(mg)	800
ビタミンD	(iu)	400	リン	(mg)	800
ビタミンE	(iu)	15	ヨウ素	(μ g)	130
アスコルビン酸	(mg)	45	鉄	(mg)	18
フォラシン	(μ g)	400	マグネシウム	(mg)	350
ナイアシン	(mg)	18	亜鉛	(mg)	15
リボフラビン	(mg)	1.6	ポタシウム	(meq)	70
チアミン	(mg)	1.4	ソジウム	(meq)	150
ビタミンB ₆	(mg)	2.0			

消費するため、栄養及びカロリーは通常より多く必要とする。

(2) 心理的な影響

栄養のバランスは搭乗員の心理的な面にも大きな影響を及ぼす。栄養のバランスと心理的影響及び次項に述べる行動的影響は、河野友美著の「たべものと日本人」によると次のとおりである。まずタンパク質であるが、これが不足すると搭乗員の気力が低下する。その理由として、タンパク質不足の身体的な症状として貧血になるからである。血液が薄くなれば、血液中の酸素が不足する。したがって、脳の酸素が不足し、思考力が低下する。しかも、酸素の補給が全身に行き渡らないため運動量も低下する。したがって、思考能力の低下に伴い搭乗員の動きも鈍くなる。結果的に搭乗員は投げやりな気持ちになる。人為的にタンパク質の量を減らした実験がある。これによると、実験に参加した被験者は、悲観的な考えをするようになり、ゲームを行わせるとごまかしの行動パターンが多く見られたとのことである。

次に、ビタミン不足による心理的な影響について述べる。特に、ビタミンB₁の影響が大きい。ビタミンB₁の身体的な影響としては、脚気が良く知られている。先に述べたタンパク質とこのビタミンB₁の影響は大いに関係する。タンパク質が不足すれば、たとえビタミンB₁が十分であってもその働きが抑制される。ビタミン不足による心理的な影響の特徴としては、もの忘れや気の短さである。搭乗員が軌道上でおこりっぽくなった場合、ビタミンB₁の不足が原因であるかもしれない。

ビタミンAの不足も、B₁と同様に気が短くなったり、やたらと不満を言うようになる。

(3) 行動的な影響

栄養のバランスが崩れると搭乗員の行動にも影響を及ぼす。特に、搭乗員による人的エラーの可能性が高くなる。これは地球上の日常生活でもよく見られる。交通事故を起こした人たちの日常の食事状態を調査した結果

によると、ほとんどの人が栄養のバランスが悪かったとの報告である。また、個人タクシーの免許を取得した人たちの日常の食事は、栄養のバランスを良く考えたものであったとのことである。個人タクシーの資格は、長年にわたり安全運転を履行した結果である。このことから、栄養のバランスと人的エラーとの間には大きな関係があるといえる。極端なことをいえば犯罪にも関連がある。犯罪者の食事環境を調査するとかなり悪い。規則正しく食事を取らなかったり、インスタントラーメンやパン等の簡単な食事ですませてしまう人が多いようである。

4. 味覚

食べ物の味が味覚として知覚される過程は次のようである。まず、口に入った食べ物による塩や酸等の化学的な刺激を舌の表面にある味蕾（みらい）が感知する。舌で感知する味覚は部位ごとによって感度が異なる。甘味は舌の先端、酸味は舌縁、苦味は舌根、塩辛さは舌の先端と縁で敏感に感知される。この味蕾はそれぞれ特定の味覚を感知する味覚細胞とつながっている。味覚細胞はその刺激を電気的信号に変化させて、舌咽神経や鼓索神経の神経を通して味覚中枢へ伝達される。舌咽神経は苦みを、鼓索神経は甘さ、塩辛さ、すっぱさを感知することができる。このように、味覚中枢の脳細胞はそれぞれ特定の味覚に反応するようになっている。したがって、毎日同じものを食べ続けると、いつも同じ脳細胞が刺激されてしまう。その結果、限られた味覚しか味わえない不満足感が心理的な不安定を招くのである。

宇宙食は美味しいことにこしたことはない。しかしながら、宇宙食を搭乗員の好みに合わせてばかりいると味が単一化しやすい。これを避けるため、味付けの多様性も宇宙食には考慮する必要がある。

5. 民族差

個人間の嗜好性に差があるように、国と国の民族間にも嗜好性の差がある。現在の宇宙食は、欧米食主体である。宇宙ステーションは、アメリカ、

ヨーロッパ諸国、カナダ及び日本人搭乗員が乗り込む。したがって、宇宙食としての日本食がぜひ必要である。

わが国では食品会社等が自主的に集まって宇宙食の研究会を組織し、勢力的な研究を行っている。この研究会の調査によれば、宇宙食としての日本食を考えなければならない理由を四つ上げている。

- ・日本人に受容性が高い食事として日本食が必要
- ・日本人搭乗員の心理的ストレス下での食事として日本食が必要
- ・搭乗員の食事の栄養バランス改善のために日本食が必要
- ・搭乗員の食事の楽しさ（食文化）のために日本食が必要

日本、アメリカ及びフランスでは食事に含まれる栄養のバランスが異なる。食事の3大栄養である炭水化物、脂肪、タンパク質を比較すると表3のようになる。つまり、アメリカ、フランスは日本に比べると脂肪がかなり多く、逆に炭水化物が少ない。栄養バランスでは、日本が理想的といえる。このように日本人の食事が理想的なのは、海山に囲まれ、山の幸、海の幸などの様々な食品素材を大陸などに比べて手に入れ易く、春夏秋冬の四季に恵まれた自然環境が関係していると思われる。

前述の「たべものと日本人」よれば、日本人は新鮮な食事を好む民族といえる。特に、魚類や野菜類は新鮮なものが日本人に好まれる。寿司、刺身、旬の野菜の煮物などに代表されるように、日本人は生の素材を活かした料理を好む。つまり、日本人は、味はもちろん、美しさ楽しさなどの料理の外観性も大切にしている民族である。味付けに関する日本人の大きな特徴として、醤油を上げることができる。海外に行くとき、醤油を持っていく人が多い。魚に醤油をかけると生臭味を消し、淡泊な味に味付けが加わる。しかしながら、この醤油の普及が日本人の味覚を単一性にしてしまったともいわれる。

6. 調理設備

表3 日本、アメリカ及びフランスの3大栄養素の比較

(単位%)

	タンパク質	脂肪	炭水化物
日本 (1978)	12.9	23.9	63.2
アメリカ (1975)	12.9	45.1	42.0
フランス (1975)	13.0	45.1	41.9
理想値	11~14	20~30	56~69

(宇宙食研究会の調査資料より)

宇宙ステーションでは、NASAが供給する居住モジュール内のギャレー設備で食事を用意する。このギャレー設備には、冷蔵庫・冷凍庫、オープン装置、手洗い装置、温水・冷水供給装置等が装備されている。長期滞在ともなると、皿やコップ等の食器は使い捨てとせず、洗って再利用する必要があるため、皿洗い器などの設備も必要と思われる。

冷蔵庫・冷凍庫のとしては、ダイレクトクーリンググループ方式やサーモエレクトリックデバイス方式が設計仕様として望ましい。冷凍庫の性能は $-26\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、冷蔵庫の性は $4\pm 3^{\circ}\text{C}$ がそれぞれ要求される。また、宇宙食を保存するための容積は、冷凍庫は 1m^3 、冷蔵庫は 0.53m^3 以上が必要である。宇宙食を温めるためのオープン装置には、マイクロ波方式や強制対流方式が採用されることになる。要求される加熱温度は最大 177°C である。

7. あとがき

本稿を記述するにあたり宇宙食研究会から有益な情報の提供を受けました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Space Station Habitability Recommendations Based on a Systematic Comparative Analysis of Analogous Conditions.
NASA CR 3943, 1986.
- 2) Man-Systems Integration Standards. NASA-STD-3000, Vol. 1 Rev. A,
1989.
- 3) たべものと日本人 河野友美、講談社現代親書、1974.
- 4) 生理心理学 岩原信九郎、星和書店、1981.
- 5) Space Shuttle Food Systems. NASA Facts,
- 6) Space Station Food System. Charls T. Bourland.

宇宙開発事業団 宇宙ステーショングループ 山口孝夫

宇宙先端活動研究会年次総会及び
第5回宇宙先端記念講演会のお知らせ

1. 日時 平成2年7月10日(火) 18:00 ~ 21:00

2. 場所 中退金ビル 8F (下記地図参照)
東京都港区芝公園1丁目7番6号 TEL03-436-0151

3. 議事次第
年次総会 / 活動・会計報告 18:00 ~ 18:30
記念講演会 18:30 ~ 20:00
懇親会 20:00 ~ 21:00

4. 記念講演会
講演者 チャールズ・モーガン (Charles Morgan)
英国の科学誌「Nature」のオーストラリア現地特派員
東京大学理学部大学院(天文学科)卒業、日本語が堪能

演題 「火星のテラフォーミング」
最近、火星等の惑星を地球化する「惑星改造」Terraforming
という、とてつもない大事業に、多くの科学者が関心を持ち
始めている。まさに、宇宙開発の最先端といえる。

5. 会費 5000円(懇親会代込)当日会場で頂きます。

6. 準備の都合上、出欠は6月末日まで、下記幹事宛ご連絡下さい。

連絡先 宇宙開発事業団調査国際部
櫻場 宏一 (TEL03-5470-4263) or 佐々木 薫 (TEL03-5470-4283)
出欠の連絡はFAXが便利です。 (FAX03-436-2928)



中退金ビル案内図

東京都港区芝公園1丁目7番6号
代表東京(436)0151
直通(434)7709
国電浜松町駅下車徒歩8分
都営地下鉄浅草線 大門駅下車徒歩3分
" 三田線 御成門駅下車徒歩5分

(ご注意) 当ビルには駐車場の設備が
ございません。

***** I A S A ニュース *****

来る7月10日(火)18時から、中退金ビル8階大会議室にて第五回宇宙先端活動研究会年次総会及び記念講演会を開催します。詳細については本号内の記事を参照してください。

入会案内

本会に入会を希望する方は、申し込み葉書にご記入の上送付し、年会費をお振込下さい。

年会費：3000円(1989年6月～1990年5月)

会誌 無料(1989年7月号～1990年5月号)

なお、会費は主に会誌発行にあてる。

振込先： 振込口座(郵便) No. 2-21144
宇宙先端活動研究会 宛

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（33×29）またはA4版横書き（38×29）で、そのまま版下となるような原稿およびコピー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 ***

少し前になるが、NHKで人体を小宇宙に準えた特別番組を放映していたことがある。この番組制作者にとって宇宙とは神秘で、奥の深い、まだまだ人知の及ばないことの多い世界ということだろう。宇宙は、それぞれの分野で、それぞれの経験で、それぞれの希望・夢で様々に定義することができる。宇宙先端は、確かに地球の外の世界を活動の場と考える技術者集団の意見発表の場ではあるが、ちょっと目先を変えた「それぞれの宇宙先端」についての投稿もおもしろいのではないのでしょうか。投稿をお待ちしています。（長）

宇 宙 先 端	第 6 卷 第 3 号	頒 価 1000 円
平 成 2 年 5 月 1 5 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。