



中沢 孝(なかざわ たかし)
宇宙航空研究開発機構(JAXA)広報部。
JAXAの前身である旧・宇宙開発事業団に入社以来、宇宙開発一筋35年以上。ロケットや人工衛星の搭載電子機器の開発のほか、NASAのジョンソン宇宙センターで宇宙飛行士の訓練のためのインストラクターになるための研修を受講。近年まで、国際宇宙ステーションで主に日本人宇宙飛行士が食べる宇宙食の開発を担当。

宇宙ステーションの生活と 宇宙食と宇宙飛行士 〜地上と宇宙、どちらに住みたいですか?〜

●講師／中沢 孝さん

国際宇宙ステーションには、現在、金井宇宙飛行士を含む、6名の宇宙飛行士が滞在しています。宇宙飛行士にとって、国際宇宙ステーションは、仕事場であり、宇宙での家でもあります。宇宙での生活は、地上での生活とどう違うのでしょうか。

今回は、宇宙食の開発にも携わってこられた、宇宙航空研究開発機構(JAXA)広報部の中沢孝さんに、宇宙飛行士の仕事について、また宇宙での食事や住空間、暮らしぶりなどについて教えていただきます。宇宙飛行士の生き方から、実りのある人生のヒントも見つけてみませんか。

宇宙って、どんなところ?

富士山の高さは3776m、飛行機は高さ10kmくらいを飛び、気球が上がるのは高さ50kmくらいまでが限界です。では、地上からのくらい上から、「宇宙」なのでしょうか?

実は、高さ100kmというのが地球と宇宙の境目です。といってももちろん、100kmラインに境界線があるわけではありません。国際的に100kmより上空を宇宙とし、100kmより上に行った人を宇宙飛行士と呼ぶと決めているわけです。

昨年12月から金井宇宙飛行士も滞

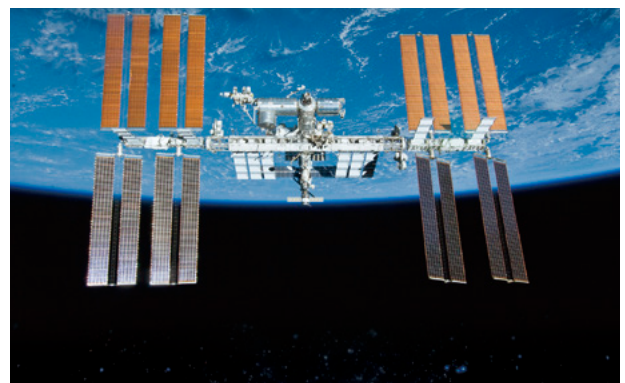
在している国際宇宙ステーション(以下、ISS)は、高さ約400kmの上空を飛んでいます。世界で初めて人間が宇宙に行ったのは1961年。旧ソ連のユーリイ・ガガーリンです。以来、今日までに、日本人は12人、世界で約560人が宇宙に行きました。

気象衛星ひまわりは、 高い位置を飛んでいる

ちなみにISSより高い位置にも、いろいろな人工衛星が飛んでいます。一番高いところを飛んでいるのが、気象衛星ひまわりです。ISSよりも100倍も高い、約36000kmの高

さを飛んでいます。

なぜそんなに高い位置に気象衛星を飛ばせているのかというと、たとえば地上400km上空を飛んでいるISSは、地球を約90分で1周します。ところが、高い位置になればなるほど、大きな軌道で地球の周りをゆっくりと回ることになり、地上36000kmの高さになると24時間で地球の周りを1周します。つまり、地球も24時間で1回自転するため、気象衛星ひまわりは、常に日本をほぼ真下に見ながら観測することができます。地上からは、気象衛星ひまわりは止まっているように見えるので、静止衛星とも呼ばれ



(写真提供: JAXA / NASA)

ています。

さて、宇宙の特徴として思い浮かぶのは無重力ですね。宇宙には空気がないというのも特徴です。空気の濃さは地上が1気圧、地上10kmほどで約3分の1になります。100kmになると地上の約300万分の1で、ほとんどゼロになります。人間は空気がないと生きられないので、ISSの内부는1気圧の空気を人工的に満たしています。

宇宙は、温度差が非常に激しいという特徴もあります。太陽の光が当たると120℃にもなり、地球の影になるとマイナス150℃になります。ISSは約90分で地球を1周するため、45分は非常に暑く、45分は凍てつく寒さを延々と繰り返すこととなります。ですから、ISS内は温度を調節し、船外活動の際には宇宙服を着用して温度を一定に保つなど、科学技術の力を借りないと生きていけません。

ロケットのスピードは、 新幹線の約100倍

現在、宇宙に行く唯一の手段はスピードが出せるロケットです。このスピードが大事です。ボールを人工衛星に見立てて、ボールを地上から投げるときを想像してください。スピードが遅いとボールは落ちてしまいます。どん

どん早いスピードで投げていくと、どんどん遠くまで飛び、地球は丸いのであるスピードで投げると、ぐるっと回って投げた人の背中に当たります。

このスピードが、人工衛星が地球の周りを回れる条件ということになります。そのスピードは秒速7.9km/s。時速に換算すると約28000km/hです。新幹線のスピードは時速約280km/hですから、その100倍のスピードでロケットを打ち上げないといけないということになります。

しかも、ロケットは空気のない宇宙空間を飛ぶので、燃料だけでなく酸素も必要です。強力なエンジンと軽い機体が必須で、技術的にも難しいわけです。

国際宇宙ステーションは 宇宙の家兼実験室

ISSは、世界15カ国、5つの宇宙機関が協力している国際プロジェクトです。6人の宇宙飛行士が交代で住み込んでいる、宇宙の家兼実験室ともいえます。

1998年に最初にモジュールを打ち上げ、以来40数回に分けてモジュールを打ち上げて、宇宙空間で宇宙飛行士がロボットアームも使って組み立てました。2000年から宇宙飛



国際宇宙ステーション(ISS)

- サイズ/約108.5m×約72.8m(サッカー場約:105m×約68m)
- 重さ/420トン ●軌道傾斜角/51.6度 ●電力/84~120kW
- 速度/毎秒7.7km(時速27700km)・地球を約90分で1周(1日に16周)
- 全圧容積/935m³
- 高度/330km~460km(毎日100m前後低下するため、年に数回リブースト)

や観測を行う装置、ロボットアームの4点が構成されています。

宇宙飛行士の

さまざまな仕事

今、金井宇宙飛行士が行っている仕事のひとつは、いろいろな遺伝子を持つ小動物が、無重力空間の環境に耐えられるのかという「小動物飼育ミッション」です。「たんぱく質結晶成長実験」も実施しています。宇宙では非常に純粋なたんぱく質の結晶ができて構造解明が容易になることから、この実験には新薬開発が期待されています。「アジアン・トライ・ゼロG」という一般の方から募集した無重力環境での実験、「超小型衛星の放出」などさまざまな仕事も課せられています。

実験以外にも、生命維持のため有毒ガスを吸着する装置を定期的に交換したり、補給船で運ばれてくる食料、水、実験装置などを倉庫に移すなどの作業もしなければなりません。

宇宙での生活と

地球での生活の比較

では、宇宙生活と地上生活はどう違うのでしょうか。ISSと一般的な家を比較してみましょう。【図1】

まず、一般的な家の面積は、約36坪。ISSは床があってないようなもの



なので面積が公表されておらず、公表されている体積は935m³です。これはジャンボジェット機の客室部分の体積とほぼ同じ。36坪の体積は約300m³ですから、ISSは一般的な家の3軒分くらいです。そこに6人しか住んでいないので結構、広いですね。天井高は、一般的な家は2.3~2.7m、2.7m、ISSは2.2mとあまり変わりません。ただし、家の天井に物は置けません、無重力状態のISSでは床や壁、天井すべての面に実験装置などを置くことができるので広く使えます。

明るさは一般的な家が20~100ルクス、ISSは約100ルクスです。家の中で一番暗い寝室や

【図1】 大きさなどの比較

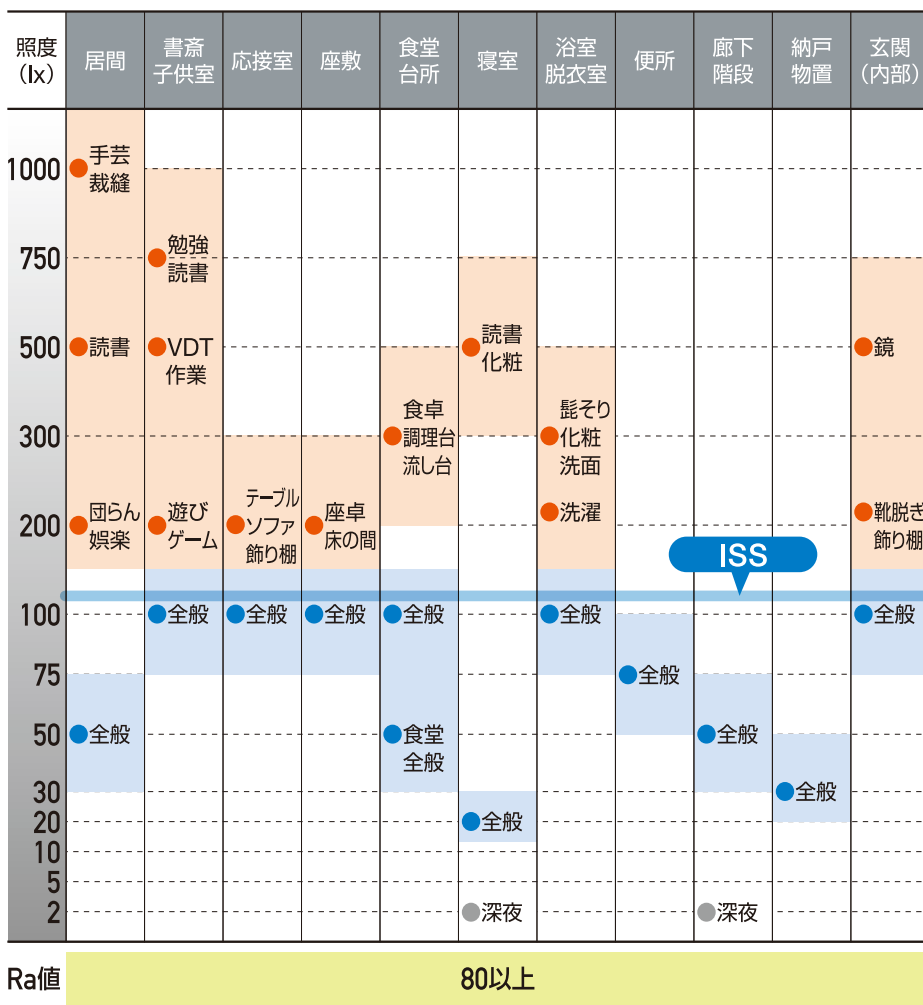
ISSの与圧部は普通の家の3倍の体積

| 項目 | ISS | 一般的な家 |
|-------|------------------------|--------------------|
| 床面積 | — | 36坪 |
| 居住部体積 | 935m ³ | 約300m ³ |
| 天井高 | 2.2m | 2.3~2.7m |
| 照度 | 約100ルクス | 20~1000ルクス |
| 温度 | 15~30℃ | — |
| 湿度 | 25~75% | — |
| 風速 | 0.3m/秒以下 | — |
| 微粒子 | 10万/ft ³ 以下 | — |
| 騒音 | NC50以下 | — |

床と天井も使えることを考えると、さらに2倍になって実質6倍の大きさ？

【図2】 住宅の照明基準

住宅の照明基準総則抜粋 (JIS Z9110:2010)

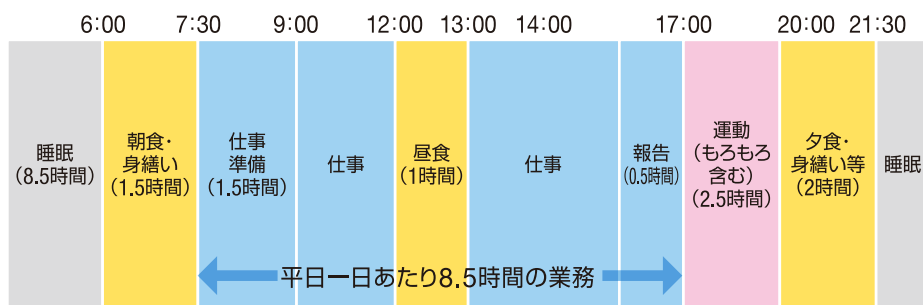


納戸で20ルクス、書斎や団らんの場合100~200ルクス、勉強や読書をする場合は700ルクス、細かい手作業をする場所は1000ルクスくらい必要です。それに比べると、電気がふんだんには使えないISSは少し暗めの設定になっています。そのため、細かい作業が必要な時はスポットの照明を使います。【図2】

電話ボックスサイズの個室で睡眠

宇宙飛行士の1日のスケジュールは【図3】のようになっています。朝6時に起床し、夜9時半に就寝するという非常に健康的な生活です。寝室は、電話ボックスサイズの個室が6人分あります。寝ている間に、人

【図3】 宇宙生活(宇宙飛行士の平均的な1日)



は床ずれがおきないように何度も寝返りをうちますが、宇宙ではそもそも背中がベッドについていないので寝返りをうつ必要もなく、とても気持ちいいそうです。トイレは座ったときに浮き上がらないようひざにバーをかけ、そのままだと便が離れないので掃除機のように空気で吸い込み離れていくように

なっています。

宇宙には、お風呂やシャワーはありません

ISSにシャワーや浴室はなく、濡れタオルで身体を拭いたり、ドライシヤンプーを利用するなどしています。実は、古いタイプの宇宙ステーションにはシャワーがあり、水が飛び散るのでフタをしてシャワーを浴びていたのですが、問題がありました。

ひとつは水が重力で排水溝に流れていかなので、濡れたところすべてを吸い取るしかなく掃除が大変なこと。さらに深刻な理由が、顔に張り付いた水が鼻の穴などにどんどん広がり、喉の奥、気管、さらに肺の表面の酸素を取り入れる肺胞を覆う可能性があるのです。過去に、アメリカの宇宙飛行士が窒息しかけたことがあります。危険をうまく避けるシャワーの開発には時間もお金もかかるため、開発は中止になりました。

宇宙での楽しみは、なんととっても美しい地球を眺めることでしょうか。1992年、毛利宇宙飛行士が宇宙から地球を見て強く感じたのは、地球の大気層はとても薄くて面白い、ということだったそうです。地球環境を守る意識が非常に高まったと言っていました。

宇宙環境が与える身体への影響

宇宙環境と健康の関係も見ていきましょう。まず、宇宙に行くとS字型の背骨が重力で押されなくなり真っすぐになったり、椎間板のすき間が広がったりして、2〜5cmほど背が伸びます。ただし、地上に帰ってくるとすぐに元に戻るようです。また、宇宙では下半身が細くなります。古川宇宙飛行士はふくらはぎが4cm、ウエストが6cm細くなりました。

体重も減ります。地上では、体重を支える筋肉が必要ですね。足と腕の太さが違うのは、重力を支える必要があるかどうかで違っているわけで、極端に言えば、無重力の宇宙では足も腕も同じ筋肉の太さでいいのです。

宇宙環境に適応していくと、身体を支える筋肉が減っていきまます。すると筋肉を支えていた骨も、さほど太い必要がなくなり細くなります。そして体重が減り、基礎代謝が下がり、生きていくエネルギーが減るため食欲がなくなりまます。食べなくなるとまます体重が減るといふ悪循環がおこります。そうならないように、おいしい宇宙食を提供したり、1日2時間半の運動をしたり、骨が細くなるのを防ぐ薬を飲むなどの対策をとっています。

おもしろいのは、足のかかとの皮です。重力で押され、地面との摩擦で傷つかないよう足の裏の皮は厚くなっています。宇宙ではその必要がないので、どんどん皮が薄くなり、赤ちゃんのほっぺのような皮膚になる人も。人間の身体は環境に順応するんですね。

宇宙食は、サバの味噌煮が人気

宇宙食とは、ISSなどの宇宙船で食べるために開発・製造された食べ物のことです。宇宙食は、とにかく安全であることが求められます。人体に有害なガスが出ない、保存用の冷蔵庫や冷凍庫はありませんので、常温25℃前後で1年半以上は日持ちするもの、食中毒にならないもの、無重力でも飛び散らないなどの条件が求められます。

初期の宇宙食は、食べて栄養になることが優先され、食感や味が二の次だったため、宇宙飛行士からの評判が良くありませんでした。安全性を保ちながら、いかに地上での食べ物に近づけていったかというのが、宇宙食の歩みです。

若田飛行士がISSに4カ月半滞在した2009年には、日本の食品メーカーが開発してくれた宇宙食(宇宙日本食)を約30種類持って行きました。若田宇宙飛行士は宇宙日本食を食べ

ると元気が出ると言ってくれました。

現在の宇宙日本食の一例を挙げると、赤飯、山菜おこわ、しょうゆラーメン、ビーフカレー、サバの味噌煮、サンマのかば焼きなどがあります。サバの味噌煮が外国の宇宙飛行士にも人気なのが意外でした。塩こしょうなどの調味料は、粉が飛び散ると危ないので、塩は水、こしょうは油に溶いてあり、目薬のように1滴2滴と食品に付けて食べます。

宇宙飛行士から学ぶ、生き方のヒント

最後に、宇宙飛行士の言葉をいくつか紹介しましょう。油井宇宙飛行士は、「人の半分しか上達しないなら、4倍努力する。そうすれば、2倍上達することができると言っています。若田宇宙飛行士は、「人の価値は努力の量で決まる」と言っています。

一人の宇宙飛行士が宇宙へ行くためには、何千人、何万人の人がいろいろな形で支えています。宇宙飛行士はそうした支えに感謝し、そのことを表現しています。「この宇宙飛行士のためならがんばろう」と思わせる人間力が、宇宙飛行士にはとても大切です。そうした人間力を磨くことは、私たちが人生を生きていくうえでも大切なことではないでしょうか。