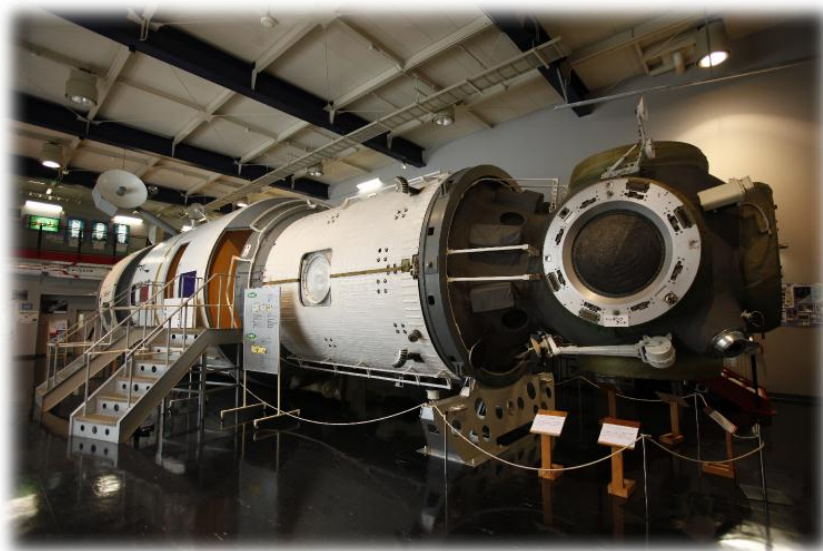
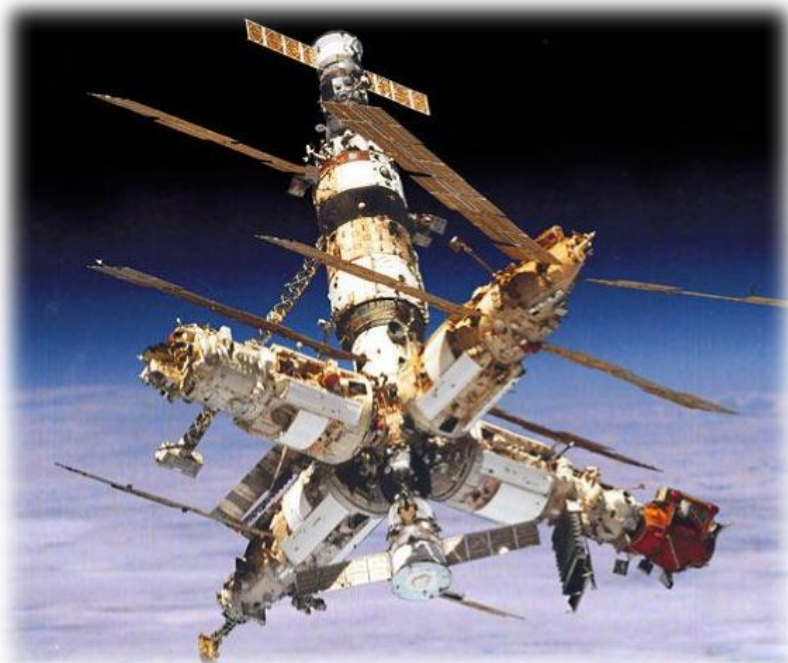
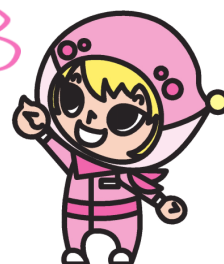


宇宙ステーション「ミール」 ガイドブック



これがミールだよ！

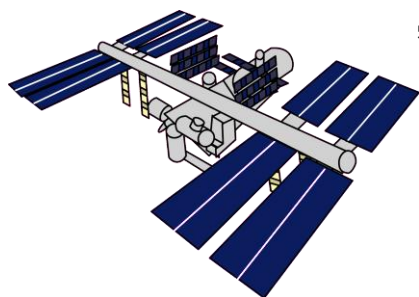


苫小牧市科学センター
ミール展示館

*宇宙ステーションってどんなもの？

宇宙ステーションとは地球の周回軌道上にある実験施設で、人間が長期的に生活し、宇宙での多種多様な科学実験や研究が行われます。宇宙ステーションは宇宙船とは違い、推進したり、着陸したりする設備がなく、地球に帰還することはありません。

宇宙ステーションは多くのパーツが組み合わされて作られています。



宇宙ステーションを構成する主なパーツ

- ① **モジュール**…宇宙飛行士が中で活動する部屋で、宇宙服を着なくても活動できるように地上と同じ大気の状態に保たれている
- ② **太陽電池パネル**…宇宙ステーションで使用する電気を作る
- ③ **ノード**…モジュール同士をつなぐ接合部分で、モジュール同様に空気で満たされている

宇宙ステーションの歴史

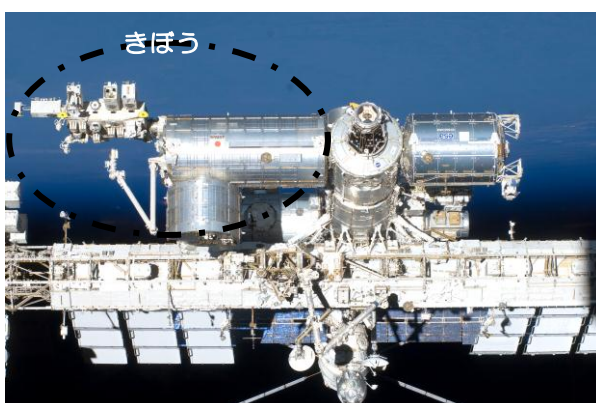
1971年～1986年	サリユート	旧ソ連
1973年～1974年	スカイラブ	アメリカ
1986年～2001年	ミール	旧ソ連(ロシア)
1998年～現在	国際宇宙ステーション	世界 15カ国

現在、宇宙には国際宇宙ステーション「ISS」が飛行しています。ISSの中では6人の宇宙飛行士が生活し、宇宙環境を利用した実験や研究が行われています。ISSはアメリカやロシア、ヨーロッパ各国、日本など15カ国が協力して建設した宇宙施設です。



• ISSでの日本の役割

ISSの中で日本が担当しているのは実験モジュール「きぼう」です。きぼうはISSの実験モジュールの中でも最も大きく、中では無重力状態の環境や宇宙放射線を利用した宇宙実験が行われています。



(写真提供：NASA/JAXA)

ミールってなあに？

<概要>

ミールは旧ソ連が 1986 年に打ち上げた長期滞在型宇宙ステーションです。打ち上げ当初、その運用期間は 5 年の予定でしたが、実際には 15 年間使用され、その間にのべ 100 人以上の宇宙飛行士が滞在しました。2001 年 3 月、老朽化による故障などにより、大気圏に落下焼却させ、南太平洋ニュージーランド沖に沈みました。



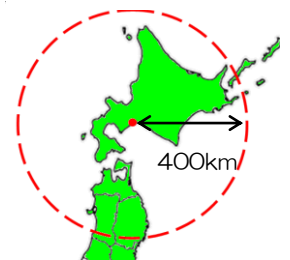
(写真提供：NASA)

<ミールの役割>

ミールでは、宇宙環境を利用して、天体、宇宙や地球などの観測、植物栽培、医薬の開発、新しい金属の加工や物質の性質変化の実験、物理実験、観測などが行われました。さらに、宇宙に長期間滞在するための日々の運動プログラムや健康管理、物資の運搬システムなどが開発・構築され、その技術が現在の国際宇宙ステーションでも活用されています。

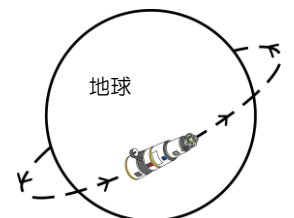
<ミールの飛行する高度>

ミールが飛行する高度は地上から約 400km です。地上に置き換えてみると、直線距離にして苫小牧から東は根室・知床沖、南は岩手県や秋田県程度の距離です。



<ミールの飛行する速度>

ミールの飛行する速度は時速約 28000km(秒速 7.8km)という高速で飛んでいます。約 90 分で地球を 1 周し、1 日に地球を 16 周します。



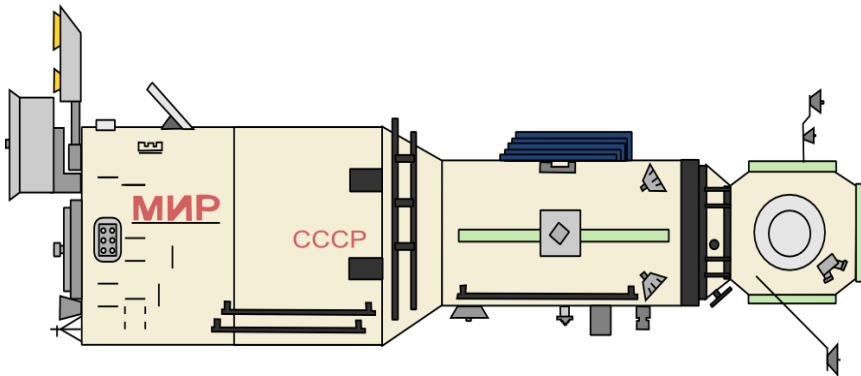
<ミールの基本データ>

軌道高度(飛んでいる高さ)	350~450km
周期(地球を 1 周するのにかかる時間)	90.3~93.4 分
総重量	130 t (トン)以上
与圧部体積	約 400m ³
発生電力	約 600kW
全長	32.9m
太陽電池の最大の長さ	29.7m
コアモジュール(ミールの中心部分)に接続可能なモジュール数	6 基
収容人数(常駐)	2~3 名

<ミールの構成>

ミールは、いくつかのモジュールを組み合わせて作られます。まずは中心のコアモジュール(生活モジュール)を打ち上げた後、順次、各種実験モジュールを打ち上げ、宇宙で連結させていきます。この、モジュール同士を連結させることをドッキングといいます。苫小牧にはコアモジュールと天体物理観測モジュールのクバントがあります。

• ミール(コアモジュール)



◆コアモジュールの大きさ

全長：13.3m

最大直径：4.2m

重量：20.4 t (トン)

ミールの数あるモジュールのなかで 1 番最初に打ち上げられたモジュールです。このモジュールのみでも宇宙での生活ができるよう、操縦室や衣食住の設備が整った居住スペース、生命維持システム、太陽発電による動力システムなどが備えられています。

前方に 5 つ、後方に 1 つの計 6 つのドッキングポートを持っており、宇宙科学実験などを行う際には、ドッキングした専用の実験モジュールに移動し、天体観測、地球観測、科学実験などの実験を行います。

• 実験モジュール

コアモジュールにドッキングする各種実験施設です。天体物理観測や地球観測、生命維持、宇宙工学など、それぞれの実験モジュールが特定の役割を持っています。

<1987年のミール(左)と1998年のミール(右)>



ミール前方のドッキングポートに4つのモジュールとソユーズ宇宙船がドッキング



<ミールの打ち上げ>

ミールは 1986 年、プロトンロケットで打ち上げられました。ミールは大気圏通過の際の熱に耐えられるようなつくりになっていないため、ロケットの先端の部分に収納されています。ロケットが大気圏を通過した後、ロケット上部のカバーが外され、ミールが現れます。なお、ミールは無人の状態で行きつけられ、宇宙飛行士の搭乗するための打ち上げは後日行われます。



(写真提供：NASA/JAXA)

<ミールへの搭乗>



(写真提供：NASA/JAXA)

◆ ソユーズ宇宙船

ミールへはソユーズ宇宙船(3 人乗り)で向かいます。ソユーズ宇宙船とはミールと同じく、ソ連で作られた使い捨ての宇宙船で、1967 年にソユーズ 1 号が打ち上げられてから改良を重ね、現在も運用されています。

ソユーズ宇宙船を実験モジュールと同様に、ミールにドッキングさせることで宇宙飛行士がミールに乗り込むことができます。



(写真提供：NASA/JAXA)

◆ ソユーズロケット

ソユーズ宇宙船を打ち上げるためのロケットです。ソユーズ宇宙船と同様にソ連で作られた 3 段構成のロケットです。ロケットの先端、カバー内部にソユーズ宇宙船が収納されており、大気圏通過後にカバーが外され、収納されていたソユーズ宇宙船が現れます。

* プログレス補給船

2 ヶ月に 1 度、ミールに食料や日用品などの物資を運搬する無人の宇宙船です。また、船内で生じたごみや不要物は、荷物を下ろして空になったプログレス補給船に積み、地球に落下させて大気圏でプログレス補給船ごと焼却させていただきます。

ミールにドッキングした実験モジュール

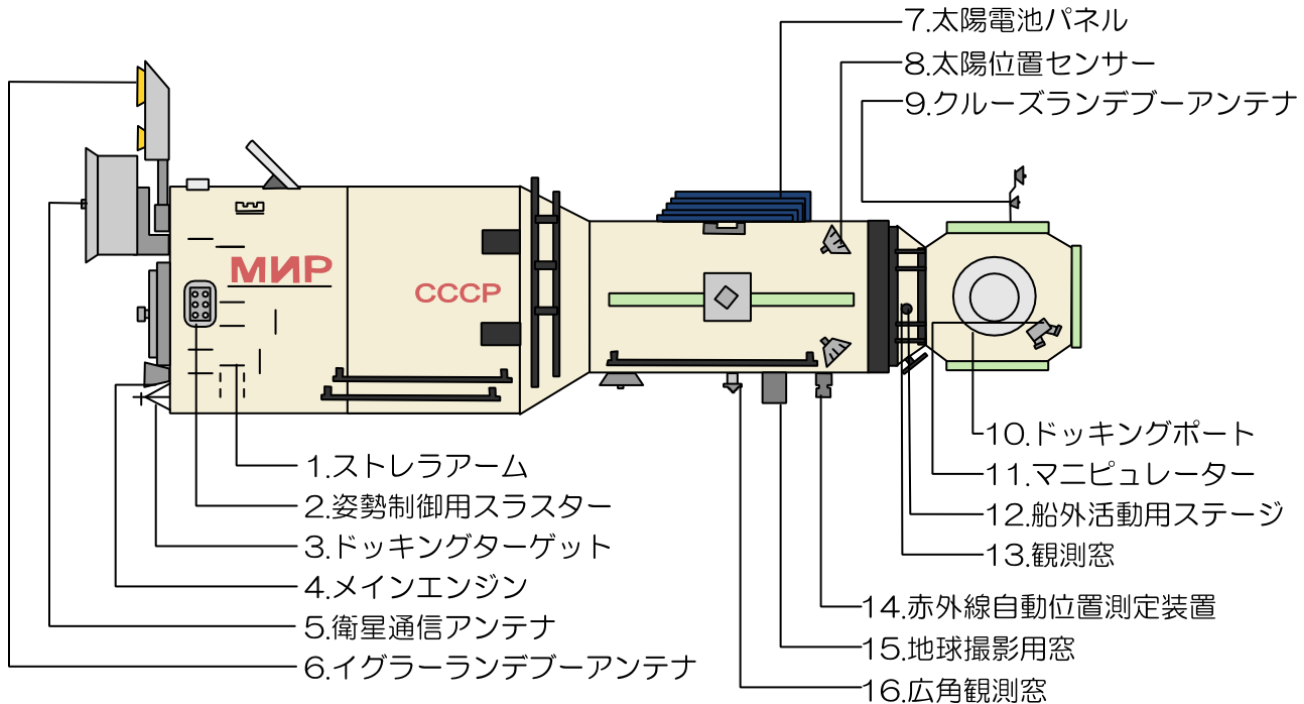
モジュール名	役割・付属装置
<p>クバント</p> 	<p>天体物理観測モジュール ドッキング：1987年4月 天体観測用としてX線望遠鏡・紫外線望遠鏡など様々な機器があり、活動銀河やクエーサー、中性子星の観測が行われた。宇宙ステーションの姿勢制御を行う6つのジャイロが備わっていた。 長さ：5.8m、直径：4.15m、重量：11.5t</p>
<p>クバントⅡ</p> 	<p>生命維持モジュール ドッキング：1989年11月 生命維持システム、科学実験機器、船外活動のためのエアロック(宇宙飛行士が船外活動をする際、空気が船外に漏れ出てしまうのを最小限にするための装置)などを搭載していた。 長さ：12.4m、直径：4.35m、重量：18.5t</p>
<p>クリスタル</p> 	<p>宇宙工学モジュール ドッキング：1990年6月 宇宙工学実験、地球物理学観測実験用の設備、地球観測などの装置を搭載し、約100tのモジュールとドッキングが可能。 長さ：11.9m、直径4.35m、重量：19.64t</p>
<p>スペクトル</p> 	<p>科学実験モジュール ドッキング：1995年5月 地球観測センサー、生物、材料実験装置などを搭載している。 長さ：12m、直径：4.35m、重量19.64t</p>
<p>プリローダー</p> 	<p>地球科学環境監視モジュール ドッキング：1996年4月 地球観測用のリモートセンシング機器を搭載している。 長さ：12m、直径：4.35m、重量：19t</p>

～宇宙ステーション「ミール」15年の軌跡～

年 月 日	出 来 事
1986.2.19	基幹モジュール「ミール」の打ち上げが成功する
1986.3	最初の宇宙飛行士がミールに滞在
1987.4	天体物理観測を行う実験モジュール「クバント」がドッキング
1989.11	船外活動用のエアロックや生物実験装置を備えた実験モジュール「クバントⅡ」がドッキング
1990.6	生物実験装置を備えた実験モジュール「クリスタル」がドッキング
1990.12	TBS のジャーナリスト、秋山豊寛氏がミールに滞在する
1995.5	地球観測用の実験モジュール「スペクトル」がドッキング
1995.6.29	ミールとアメリカのスペースシャトルとのドッキングミッションが始まる
1996.4	地球観測用の実験モジュール「プリローダ」がドッキング
1997	火災や酸素発生装置の故障、プログレスの衝突など大きな事故が続いた
1998	ロシアがミールの廃棄を決定する
1999.8	ミールに滞在していた宇宙飛行士 3 人が帰還し、1986 年以降初めて無人になる
2000.2	軌道離脱準備のため宇宙飛行士がミールを訪れる
2000.4	ミールコープ社がミールの商業利用を申し出、宇宙飛行士がその後の利用のために船内整備を行う
2000.12	ミールコープ社が資金調達の高難しさから計画を中止し、再びミールの廃棄が決定する
2001.3.23	故障と老朽化により、南太平洋に落下焼却され、15 年間の運用を終える

ミールの設備

<ミール外部>



1. ストレラアーム

船外で活動するとき使用するアームです。このアームを伝い、ミールの周りを移動します。



2. 姿勢制御用スラスタ

このスラスタからガスを噴射させ、ミールの姿勢を安定させます。また、1987年にクバントがドッキングしてからはジャイロという装置で電気によって姿勢を安定させることができるようになりました。

3. ドッキングターゲット

ミールと実験モジュールを宇宙飛行士がドッキングさせるときの位置確認のための目印です。



4. メインエンジン

軌道変更用に使われるエンジン。ミールにはエンジンが2つありますが、それぞれ約300kgの推力を持ちます。これを使って、地上約350~400kmの高さを維持します。

5. 衛星通信用アンテナ

人工衛星を使って地上と交信するためのアンテナです。交信ができる時間は地球 1 周 90 分のうちの 50~60 分です。



6. イグラールンデブーアンテナ

古いドッキングシステムのアンテナです。ミールが小型の宇宙船に近づいていくタイプのシステムのため、エネルギー消費量が大きいです。

7. 太陽電池パネル

側面に 2 枚のソーラーパネルがあります。両側のパネルを伸ばすと、その長さはおよそ 30m になります。このソーラーパネルでミール船内の電力を全てまかっています。

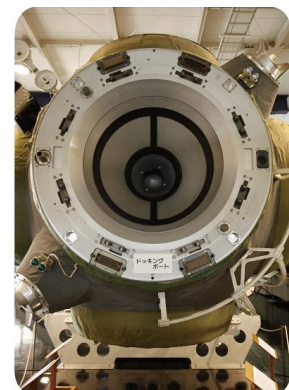


8. 太陽位置センサー

太陽の位置を確認するセンサーです。太陽電池パネルと連動しており、パネルが常に太陽を向くようにします。

9. クルーズランデブーアンテナ

ミールに宇宙船をドッキングするときに、互いの距離や姿勢を確認するためのアンテナです。



10. ドッキングポート

ミールと他の実験モジュールや宇宙船などが繋がる部分です。ミールには前部に 5 つ、後部に 1 つ、計 6 つのドッキングポートがあります。モジュール同士をしっかりと連結させるためのつめや電極、ドッキングを外すときに用いるバネなどがついています。

1 1. マニピュレーターを受ける爪

正面のドッキングポートにドッキングしたモジュールを横のポートに移動するために使います。モジュールを側面のドッキングポートにドッキングさせる際、まずは正面のドッキングポートにドッキングさせた後に、マニピュレーターに刺したアームを支点として側面に移動させ、ドッキングをします。



1 2. 船外活動用ステージ

ミール船外に出て活動する際に宇宙飛行士が足を固定できる装置がついている作業台です。

1 3. 観測窓

この窓から宇宙や地球を眺めることができます。5層構造になっており、小さな隕石の衝突程度であれば耐えることができます。



1 4. 赤外線自動位置測定装置

地球の中心に向けて赤外線を発射し、ミールの位置を確認することができます。

1 5. 地球撮影用窓

この窓の内側には地球観測用のカメラがセットされています。



1 6. 広角観測窓

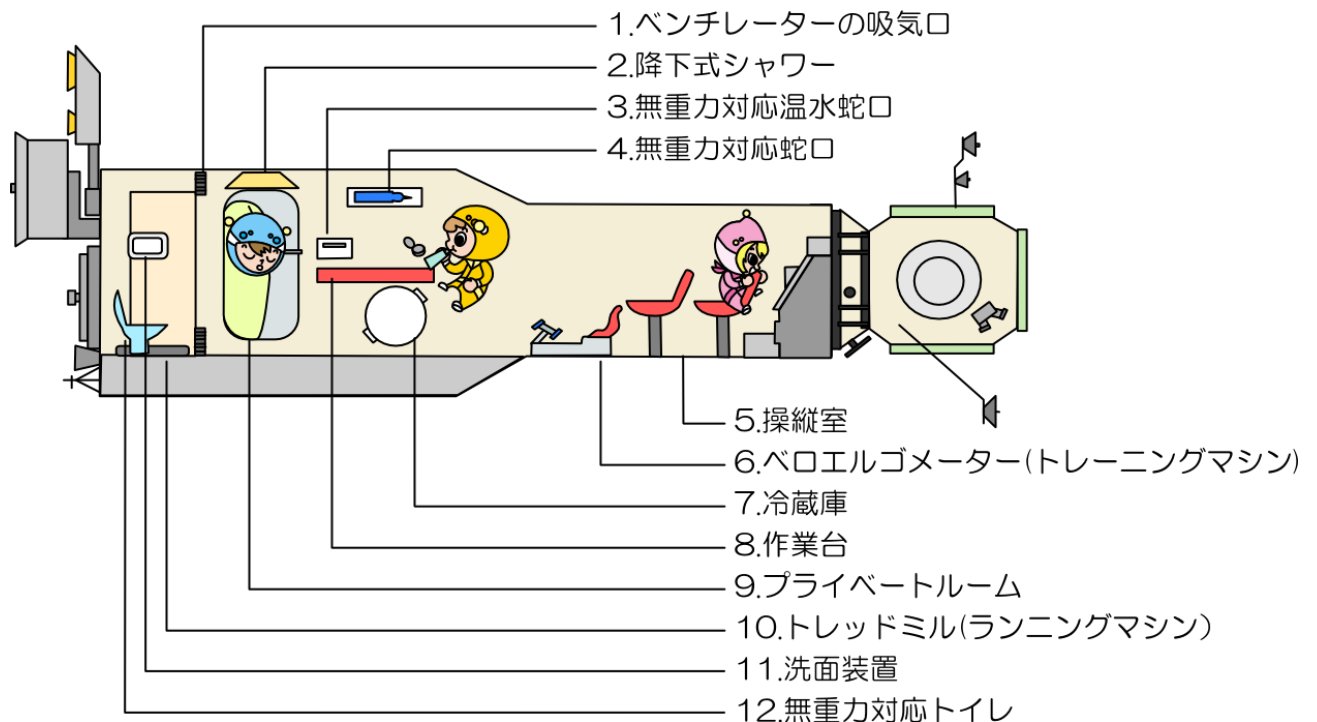
先の部分に魚眼レンズがついており広範囲を観測することができます。



*クバント後方ドッキングポート付近 特殊反射鏡

宇宙船から発射したレーザー光線を反射させることでお互いの距離や位置を確認することができます。

<ミール内部>



1. ベンチレーターの吸気口

人間が生活していると、炭酸ガスが増え、空気も汚れてしまいます。そのためこの吸気口から空気を吸い、炭酸ガスや汚れを取り除き、きれいな空気にして船内に送り出します。



2. 降下式シャワー

ホックをはずし、床に下ろすことでシャワールームになります。また、水が浮遊しないように上から下へ空気の流れを作り、下で回収します。実際には水圧が低く、水が勢いよく出なかったために、ほとんど使われず、体は拭いて過ごしていたそうです。

3. 無重力対応温水蛇口 & 4. 無重力対応蛇口

船内では水が小さな水滴となって浮遊します。もし、水滴が電気器具についてしまうと機械が壊れ、とても危険です。そのため、この蛇口は水が空間に飛び散らないようになっています。なお、この蛇口から出る水にはベンチレーターの吸気口で空気清浄をする際に余分な湿気を取り出し、リサイクルしたものが含まれています。この蛇口は冷水と温水の2種類の蛇口があります。





5. 操縦室

ミールには操縦かんがなく、姿勢や高度を変えるためのエンジン噴射用のレバーがあります。操縦席は背もたれのような部分の下に足を入れ、柄の部分をもたいで座ります。そうすることで、無重力状態でも体を安定させられるようになります。操縦室には窓もついており、地球や宇宙を眺めることもできます。

6. ベロエルゴメーター(トレーニングマシン)

無重力状態では、物体の重さはなくなってしまう、ダンベルなどの筋肉トレーニングは効果がありません。このマシンは機械的に負荷をかけて重くしたペダルを自転車のようにこぎ、トレーニングをします。



7. 冷蔵庫

無重力状態では物体に重さがないため、冷蔵庫の内部には棚がなく、中には仕切りがあるだけです。

8. 作業台

ここで宇宙飛行士の打ち合わせや食事をします。このテーブルは多目的テーブルになっており、宇宙食や食器入れ、オープン、ゴミ箱などがセットされています。



9. プライベートルーム

宇宙飛行士の個室です。中では音楽を聴いたり、本を読んだりして過ごしていたそうです。左の壁にあるのはキュータと呼ばれるベッドです。ミール船内は無重力状態なので、寝ている間に体が移動しないように、このベッドで体を固定して眠ります。

10. トレッドミル(ランニングマシン)

宇宙は無重力空間でありあまり力を使わないため、筋力がどんどん衰えてしまい、地球に戻ったときに日常生活を送ることができなくなってしまいます。そのため、できる限りの体力を保てるよう、宇宙飛行士は毎日2時間のトレーニングをすることが決められています。船内は無重力状態で体が浮いてしまうため、マシンから伸ばしたベルトを腰に巻き、体が浮かないようにして走ります。





1 1. 洗面装置

水が飛び散らないよう、上の穴から顔を、左右の穴から手を入れて顔を洗います。



1 2. 無重力対応トイレ

吸引式のトイレで排泄物が外に出て浮遊しないようになっています。タンクに入った排出物は水分と固形物に分けられ、水分は電気分解されて酸素が作り出されます。

COLUMN ～宇宙食ってどんなもの？～

1986年のミールの打ち上げ以降、宇宙での長期滞在に耐えるため、宇宙食の開発が進みました。ロシアの宇宙食は缶詰のものが多く、ボルシチなどの伝統料理もメニューに含まれています。

現在の宇宙食は地上の食べ物に近いものが増え、レトルト食品(ハム、ソーセージ、フルーツ缶詰など)や水を加えて戻す加水食品(フリーズドライの卵スープ、飲料など)、自然形態食(ナッツ、クッキーなど)などがあります。なお、液状のものは**無重力空間で飛び散らないよう**とろみをつけて粘度を高める、**パックに詰められ吸って飲むようにする**、などの工夫がされています。

また、プログレスなどの補給船が到着した際には生の野菜や果物などの生鮮食品も食べることができる他、NASAの検査をパスしたものであれば、宇宙飛行士の好きな食品(ボーナス食)を持って行くことができます。

日本人宇宙飛行士のボーナス食の例

毛利 衛 宇宙飛行士	赤飯、レトルトカレー、梅干し など
若田 光一 宇宙飛行士	わかめの味噌汁、草加せんべい など
野口 総一 宇宙飛行士	ラーメン、カレー、すし など

進化する宇宙食

・インスタントラーメン

スープは無重力状態でも飛び散らないよう粘度を高め、麺は1本1本が飛び散らないように1口大の塊状にされています。

・すし

2010年、野口さんの「宇宙ですしを握りたい」という希望から実現しました。本来は南極観測隊用に開発されたもので、北海道羅臼産のボタンエビをフリーズドライしたものに水を入れて戻して食べます。エビの他にも漬けマグロやウニなどの種類があります。





宇宙ステーション・ミール

Q & A



Q：ミールは今も宇宙を飛行しているの？

A：現在は飛行していません。ミールは老朽化が進み、2001年3月に高度を下げ地球に落下させました。その際、大気圏において2000℃を超える高熱で、ミールは焼却され、残った一部分も南太平洋ニュージーランド沖に沈みました。



(写真提供：NASA)

Q：苫小牧にあるミールは宇宙に行ったの？本物なの？

A：ミールは、「実機」と「打ち上げの失敗や故障に備えて作られた予備機」の2機が作られました。実機の打ち上げが成功したため、予備機のミールが地球上に残りました。苫小牧にあるミールはその「**予備機**」です。もし、実機が打ち上げに失敗していたら、ミール「予備機」が打ち上げられていたかもしれません。

なお、ミール「実機」は2001年に南太平洋沖に沈んだため、**現在残っている本物のミールは世界に1つ、苫小牧にあるものだけ**、ということになります。

Q：どうしてミールが苫小牧にあるの？

A：1989年、経済危機にあった旧ソ連は、名古屋で開催された「世界デザイン博覧会」でミール「予備機」を展示した後、オークションにかけました。それを競り落としたのが日本のイベント会社、堀江企画でした。1990年、苫小牧の建設会社、岩倉建設株式会社が堀江企画からミールを再購入しました。そして1998年、苫小牧市の市政50周年を記念して、「将来の苫小牧を担う子どもたちのために」と、苫小牧に寄贈されました。

Q：ミールの中には何人の宇宙飛行士が生活しているの？

A：ミールでは基本的に3人の宇宙飛行士が滞在しています。1回の飛行で約6カ月滞在し、交代要員が搭乗します。こうしてミールには15年の間に100人以上の宇宙飛行士が滞在しました。

Q：ミールに乗った日本人はいるの？

A：ミールに搭乗した日本人には、TBS ジャーナリストの秋山豊寛さんがいます。秋山さんは TBS 創業 40 周年の企画で日本人として、かつ、ジャーナリストとして初めて宇宙に滞在しました。秋山さんはミールに 1 週間滞在し、地球観測やカエルの実験などを行いました。



Q：ミールと国際宇宙ステーション「ISS」の関係って？

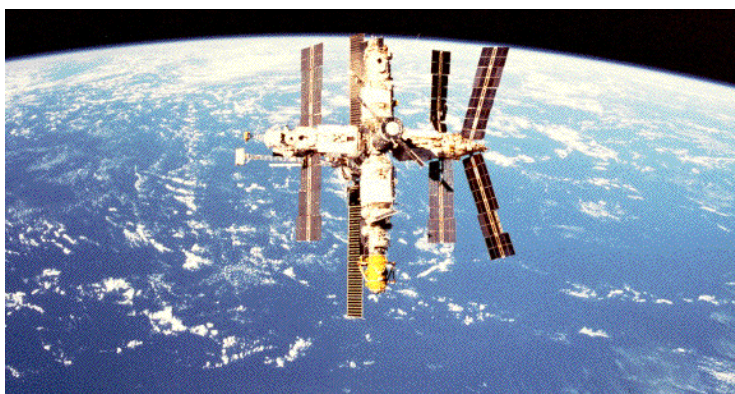
A：NASA は将来の宇宙環境利用や月・惑星探査のための中継基地として国際宇宙ステーション (ISS) 計画を開始しました。また、この計画を国際協力によって進めることとし、カナダやヨーロッパの国々、日本などに対し、計画参加を呼びかけました。1991 年までアメリカと冷戦状態だったロシアは他国より遅れて、この計画への参加が決定しました。

ロシアは当初、ミールの後継機として「ミール 2」の計画を立てていましたが、ISS への参加が決まり、ミール 2 の計画を止めて ISS へと移行させました。

ロシアには宇宙での長期滞在について、ミールという実績があったため、現在の国際宇宙ステーションでも重要な役割を担っています。さらに、健康管理、物資の運搬システムなどの宇宙に長期滞在するためにミールで研究・開発された技術は、現在の国際宇宙ステーションの運営・研究にも大いに活かされています。

ISS でのロシアの主な役割

- ・ザーリャ (ISS の中で最初に打ち上げられたモジュール)
- ・実験モジュール 2 つ
- ・ズヴェズダ (居住スペース)
- ・ソユーズ宇宙船
- ・プログレス補給船



(写真提供：NASA)

Q：高速で飛行するミールが流線型をとっていないのはどうして？

A：飛行機やロケットなどは空気の抵抗による減速を防ぐため、流線型をとっています。

しかし、ミールは数多くのアンテナや装置で凸凹しています。それはなぜかと言う

と、ミールの飛行する宇宙は大気が薄いため、空気との摩擦が生まれずミールの飛行速度が減速してしまふことはありません。そのため、ミールは流線型をとる必要がないのです。



苫小牧市科学センター

Tomakomai Science Museum

ミール展示館

Space Station MIR Exhibition Hall



 053-0018 苫小牧市旭町3丁目1番12号

 : (0144)33-9158  : (0144)33-9159

 : kagaku@city.tomakomai.hokkaido.jp

 : <http://www.city.tomakomai.hokkaido.jp/kagaku/>