

「ミール利用宇宙実験・宇宙船内微生物相計測実験」実施結果について（速報）

平成 9 年 3 月 1 2 日
科 学 技 術 庁
宇 宙 開 発 事 業 団

1. はじめに

宇宙開発事業団は、平成 8 年 2 月 1 0 日打ち上げられたロシアの有人宇宙船ソユーズ T M - 2 5 に宇宙船内微生物相計測実験装置を搭載し、同年 2 月 2 8 日までの間、ミール宇宙ステーションの中で軌道上実験を実施した。

この実験は、ミール船内の長期間の閉鎖環境下で生存している微生物相の調査を行うことにより、搭載実験装置の汚染防止技術および長期有人滞在時の環境対策へのデータを得ようとするものである。

このたび、実験は予定通り終了し、実験装置をソユーズ T M - 2 4 により、日本時間 3 月 2 日 1 5 時 4 4 分カザフスタン共和国ジェズカズガン付近で回収した。

2. 実験概要

実験テーマ：宇宙船内微生物相計測実験

代表研究者：高田 勲（中央労働災害防止協会）

実験目的：ミール船内の空気、凝縮水等の試料を採取し、船内の微生物相を調査する。

試料の採取場所は以下の通り。（図参照）

- 1) 空調機吹き出し口付近のエアサンプリング試料
- 2) 熱交換器等からの凝縮水試料
- 3) 機器パネ等からの掻き取り試料
- 4) 宇宙飛行士キャビン壁等からの拭き取り試料

3. 経過（日本時間）

- (1) 打上げ（ソユーズ TM-25）： 2月10日（月）23時09分30秒
（カザフスタン共和国バイコヌール）
- (2) 第1回エアサンプリング： 2月13日21時30分から約3時間
- (3) 第2回エアサンプリング： 2月26日15時30分から約3時間
- (4) 水/堆積物サンプリング： 2月28日0時30分から約2時間
- (5) 回収（ソユーズ TM-24）： 3月 2日15時44分
（カザフスタン共和国 ジェズカズガン付近）

4. 今後の予定

- (1) 3月4日東京薬科大学大島研究室において、各研究者に対し試料の引き渡しを行った。各研究者は、今後詳細に解析を行う予定である。
- (2) ミール利用宇宙実験のうち宇宙放射線生物影響実験については、5月26日打上げ、8月26日回収の予定である。

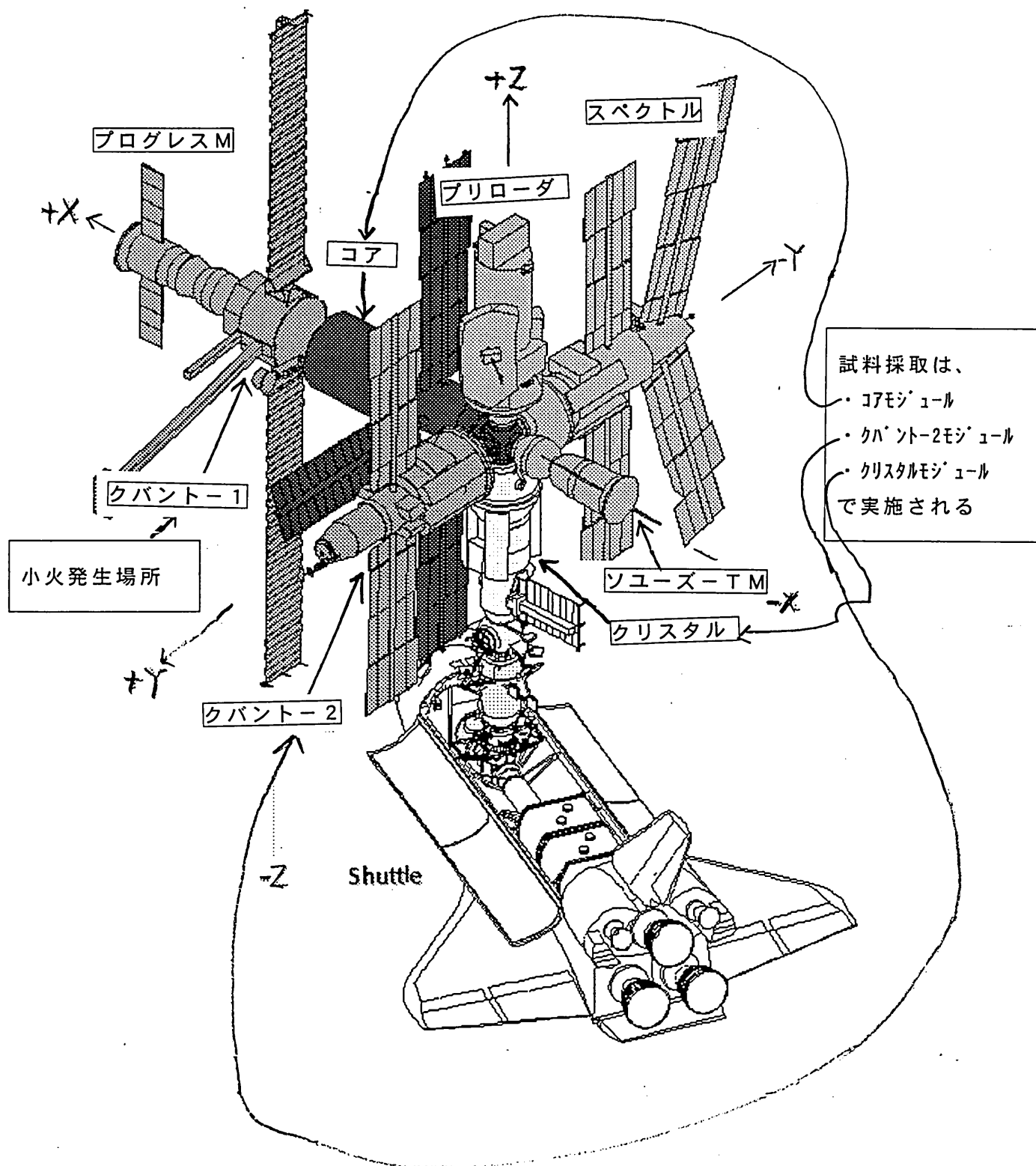
5. その他

本実験の実施中の2月24日早朝（日本時間）、ミール船内で小火が発生したが、発生場所のカウント-1モジュールでは採取を行わないこと、排気も速やかに行われ他モジュールへの影響は少ないと考えられることから、本実験を実施するにあたり問題ないと考え、実験を予定通り実施し、試料を回収した。（図参照）

以上

図 船内微生物相計測実験 試料採取場所

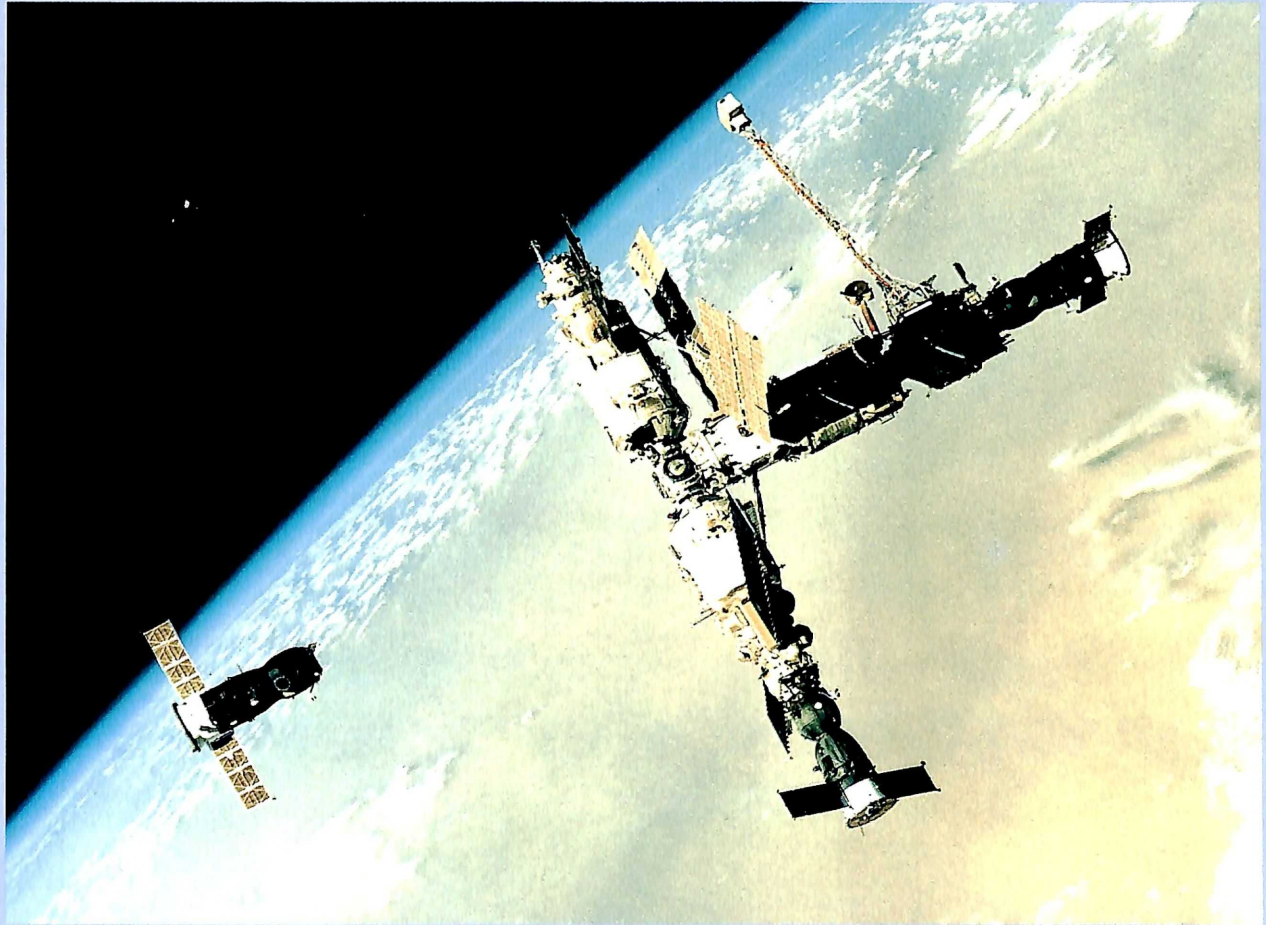
(小火発生場所を含む)



ミール利用宇宙実験(JMIR)

First MIR Utilization Space Experiment

NASDA



ミール利用宇宙実験の概要

ミール利用宇宙実験は、1997年から組み立てが始まる国際宇宙ステーション (ISS) での共同宇宙活動に備えるために、その構成要素の一部である日本実験棟 (JEM) で実験するための技術蓄積等を目的とし、ロシアのミール宇宙船を利用して宇宙開発事業団が行う宇宙実験です。

この実験では、ミールを利用する際の特徴である、

- (1) 国際宇宙ステーションと同一の軌道であること
- (2) 2〜3ヶ月に渡る長期間の宇宙実験が可能なこと
- (3) 無人貨物船プログレスM等による軌道投入と有人宇宙船ソユーズTMによる回収とするため搭載装置の大きさと重量に制約があること

などを考慮して「宇宙放射線による生物影響実験」と「宇宙船内の微生物相計測実験」の2つの実験を行います。

Outline of NASDA's Space Experiments on board MIR

NASDA will conduct space experiments using the Russian space station MIR. These experiments will have two purposes : to develop collaboration for the International Space Station (ISS), which is to start construction in 1997, and to accumulate data in preparation for the Japanese Experiment Module, a component of ISS.

Experiments using MIR have the following features:

- (1) MIR is in the same orbital environment that ISS and JEM will be in.
- (2) MIR is capable of performing long-term space experiments.
- (3) Because the launch and retrieval system for MIR station is composed of the Space Craft (Progress or Soyuz) and Soyuz-TM Crew Transport Craft, NASDA's experiments have to be strictly limited in size and weight.

Based on the above, NASDA decided to conduct two experiments:

- (1) Cosmic Radiation Effects on Microorganisms and
- (2) Microflora Investigation in MIR.

宇宙放射線生物影響実験 Cosmic Radiation Effects on Microorganisms Experiment

(1) 概要(目的・意義・内容)

第一次材料実験 (FMPT) で使用した宇宙放射線モニタリングコンテナ等を利活用し、宇宙放射線の長期間に渡る物理的計測のみならず、生物に与える影響を遺伝子・DNAレベルで調査する実験です。

宇宙放射線による損傷と修復等が起こる部位を特定することで癌発生等のメカニズム解明に役立ちます。また、蚕卵試料では宇宙放射線の遺伝的影響を継代飼育することにより、解明するための手がかりを得ることとしています。

(2) 実験装置概要

宇宙放射線生物影響実験装置は、宇宙放射線モニタリングコンテナ、宇宙放射線計測ドシメーター、温度計測装置等からなり、総重量は、約4kgです。



宇宙放射線生物影響実験装置
Equipment for Cosmic Radiation Effects on Microorganisms Experiment

(3) 実験方法

上の写真に示す宇宙放射線モニタリングコンテナに細胞、DNA、菌（大腸/酵母/枯草）、卵（蚕）を放射線計測板とともにサンドイッチ状に搭載し、コンテナ周囲には、放射線計測板を取り付けます。

生物試料は、温度に敏感なためにコンテナの周囲の温度を常時モニターしておきます。

放射線の量と方向は、計測板に蓄積され、温度データは、計測器に蓄積されます。

解析は、細胞等が受けた影響の程度及びその部位に合致する相対位置での放射線の集積量と入射方向等を調査することによって実施されます。

(4) 実験研究協力者一覧

実験研究協力者の一覧表を示します。上記から3人までが、物理的な計測のグループで、他の4人が生物影響を調査するグループです。

氏 名	(所属)	Name	Organization
藤高 和信	(放射線医学総合研究所)	Kazunobu Fujitaka	National Institute of Radiological Sciences
道家 忠義	(早稲田大学)	Tadayoshi Doke	Waseda University
小倉 紘一	(日本大学)	Kohichi Ogura	Nihon University
大西 武雄	(奈良県立医科大学)	Takeo Ohnishi	Nara Medical University
谷田貝 文夫	(理化学研究所)	Fumio Yatagai	Institute of Physical and Chemical Research
郡家 徳郎	(熊本工業大学)	Norio Gunge	Kumamoto Institute of Technology
森本 弘一	(奈良教育大学)	Kohichi Morimoto	Nara Educational University

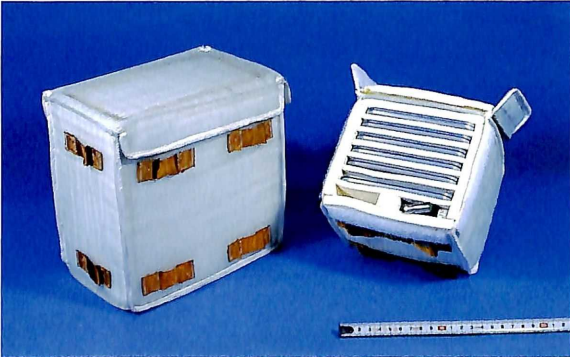
Purpose and Description

The Radiation Monitoring Experiment is planned to physically monitor the space radiation environment for a long duration and to study the effects of their stimuli on the biosamples, focusing on survival rate mutation frequency and their DNA molecules.

In particular, we are going to analyze space radiation-caused DNA damage and the repair process to clarify the initiating and promoting mechanisms of some genes including oncogene. We will also investigate the genetic effects on silkworms exposed to space radiation by subculturing and analyzing the specimens.

Outline of Experiment Equipment

The Radiation Monitoring Experiment employs a space radiation monitoring container, space radiation dosimeter and temperature measuring device. The total weight is 4kg.



搭載コンテナ
Flight Container

Materials and methods

The space radiation monitoring container holds several biosamples : chemically-fixed human cells, plasmid DNA, fungi(Yeast), bacteria and silkworm eggs. These are packed separately and held between two sheets of plastic nuclear track detector as shown above. Other track detectors are attached to the outside of the container.

As the biosamples must be maintained at a particular temperature, the temperature of the outside of the container will be monitored throughout the mission.

The radiation detectors record the dose and the three-dimensional tracks of cosmic rays, while the temperature measuring devices record the temperature profile.

List of investigators

The investigators are listed below. The three at the top of the list are studying cosmic radiation ; the others are investigating the biological effects.

宇宙船内微生物相計測実験 Microflora Investigation Experiment

(1) 概要(目的・意義・内容)

宇宙船内微生物相計測実験では、長期閉鎖環境での宇宙船内の微生物種を採取し地上での微生物相との比較検討を行うことで、閉鎖宇宙環境での微生物生態系の特徴を明らかにし、軌道上環境の微生物への影響を調べます。これにより、実験装置の汚染防止技術及び将来の有人長期滞在の環境対策への初期的技術データを得ようとするものです。

宇宙船内の空中状況、壁面状況及び船内凝縮水状況の各データを取得し、微生物の種類、形態、分布状況が時間とともにどの様に変化するかを調べます。

(2) 実験装置概要

空中浮遊微生物の採取装置を主体に、微生物培養器、堆積物拭き取り器及び凝縮水採取器から構成されます。総重量は約7kgです。



採取装置及び回収コンテナ
Sampling Equipment and Return Container

(3) 実験方法

空中微生物採取装置は、ポンプにより船内空気を吸い込んでフィルターに付着した微生物を培地により増殖させた後、保存します。凝縮水は、船内の所定の位置から採取しますが、カビ類は、事前に軌道上のミールと交信して採取場所を決めます。

(4) 実験研究協力者一覧

実験研究協力者の一覧表を示します。高田氏を中心に微生物と凝縮水及びカビ採取により種の特定、分布等を調査します。

氏 名	(所属)	Name	Organization
高田 昶	(中央労働災害防止協会)	Tsutomu Takada	Japan Industrial safety and Health Association
江崎 孝行	(岐阜大学)	Takayuki Ezaki	Gifu University
大島 泰郎	(東京薬科大学)	Tairo Oshima	Tokyo University of Pharmacy and Life Science
原田 和樹	(PL女子短期大学)	Kazuki Harada	PL Gakuen Women's Junior College

Purpose and Description

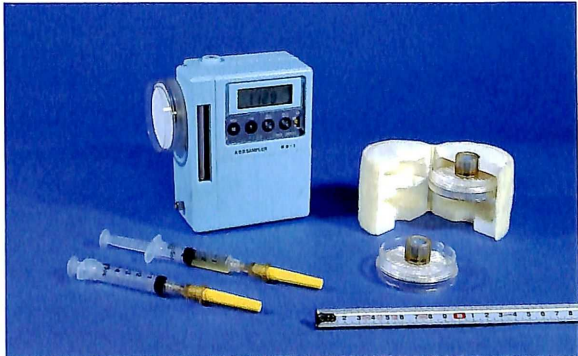
The Microflora Investigation collects microorganisms inside the isolated space craft which has been operating on orbit for a long time, identifies the features of their specific ecology in the vehicle, and studies the biological effects on orbit.

This experiment seeks to obtain technical data useful for preventing microorganism contamination on flown facilities, and to ensure sanitary conditions in manned vehicle for future long-term missions.

The distribution of microorganisms in the air, on the floor, in condensate water, or stuck to the wall and vehicle will be determined, and their changes in species morphology and quality will be monitored.

Outline of Experiment Equipment

The main equipment components are the Air-Microorganism Sampler, microorganism culture vessels, dust wiping kits and water sampling kits. The total weight is 7kg.



宇宙船内微生物相計測実験装置
Equipment for Microflora Investigation Experiment

Materials and methods

Microorganisms in the air of Mir will be trapped on the Air-microorganism Sampler filter, proliferated in the specific media, and preserved at low temperature. Condensate water will also be collected at particular positions inside the space craft. The choice of a variety of molds and their sampling will be determined by consultation between the investigators on the ground and the crew on board the Mir.

List of investigators

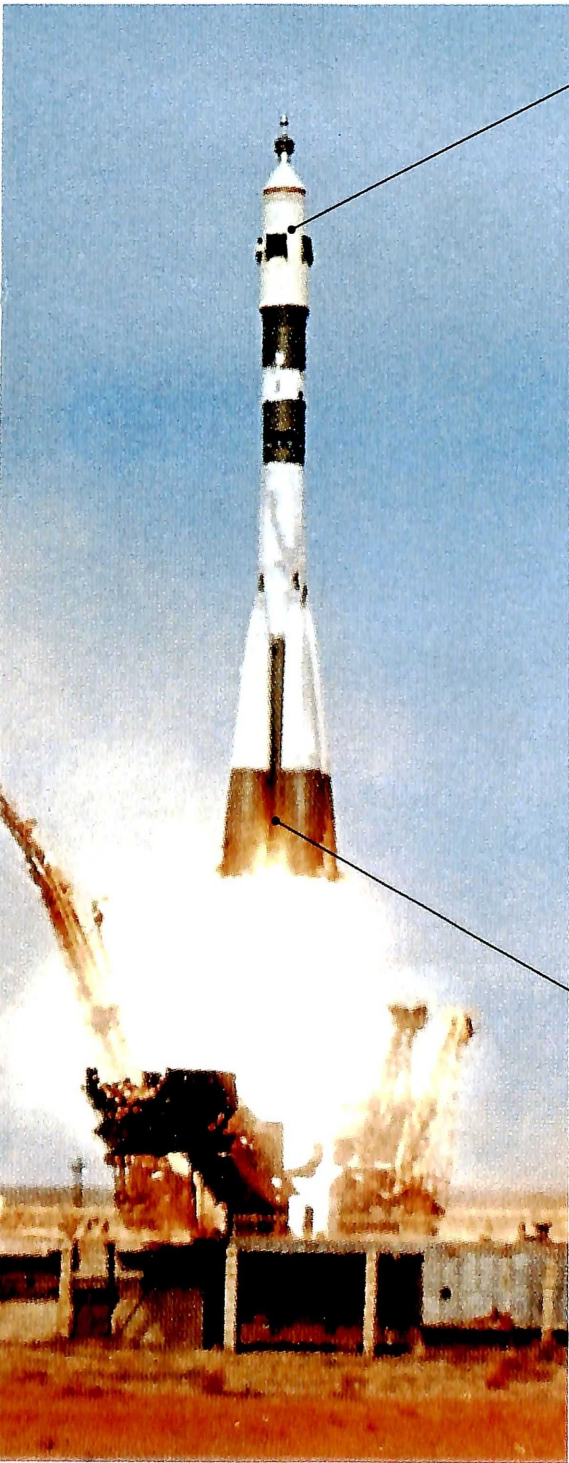
The investigators are listed below.

Dr.Takada is responsible for conducting the experiment.

実験に関するロシア宇宙機の概要 Outline of Russian Space System

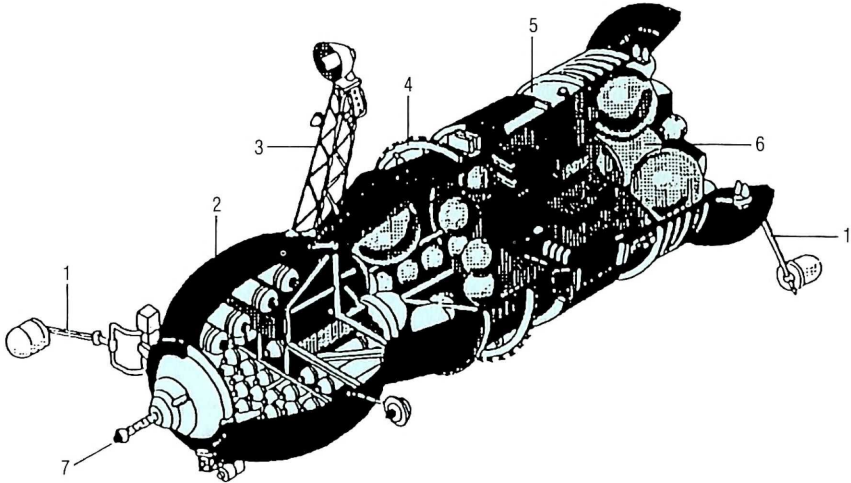
本実験の打上げには、ソユーズロケットを使用し、実験装置を搭載した有人宇宙船ソユーズTM又は無人貨物船プログレスMがミール宇宙ステーションにドッキングします。

This mission is to be launched on a Soyuz rocket. Soyuz-TM Crew Transport Craft or Progress-M Cargo Supply Craft at the top carries the experiment equipment and will dock with Mir.



ソユーズロケット SOYUZ Rocket

図1 無人貨物船プログレスM
Fig.1 PROGRESS-M Cargo Supply Craft



1. レーダー1

2. 補給貨物部

3. レーダー2

4. 計測機器

5. 推進システム

6. 燃料タンク

7. ドッキングプローブ
1. Radar 1

2. Supply Cargo

3. Radar 2

4. Measuring System

5. Propulsion System

6. Fuel Tank

7. Docking Probe

ソユーズロケットの概要 Outline of SOYUZ Rocket

事 項	仕 様
打上げ能力	5.4～7.1ton
最低高度	180km
最高高度	1000km
軌道傾斜角	51°～極軌道 97°の太陽同期軌道
軌道投入時間	9分
ペイロード搭載エリア	直径2.3m/長さ3.7m
打上げ場所	バイコヌール宇宙基地

Item	Specification
Launch Capacity	5.4～7.1ton
Min. Altitude	180km
Max. Altitude	1000km
Inclination	51°～Polar Earth Orbit 97° Sun-synchronous Orbit
Injection Time Into Orbit	9min.
Payload Area	2.3m dia/3.7m long
Launch Site	Baikonur Cosmodrome

本実験では、両実験テーマ共に基幹モジュールと呼ばれるステーションの中核部で実験が行われます。

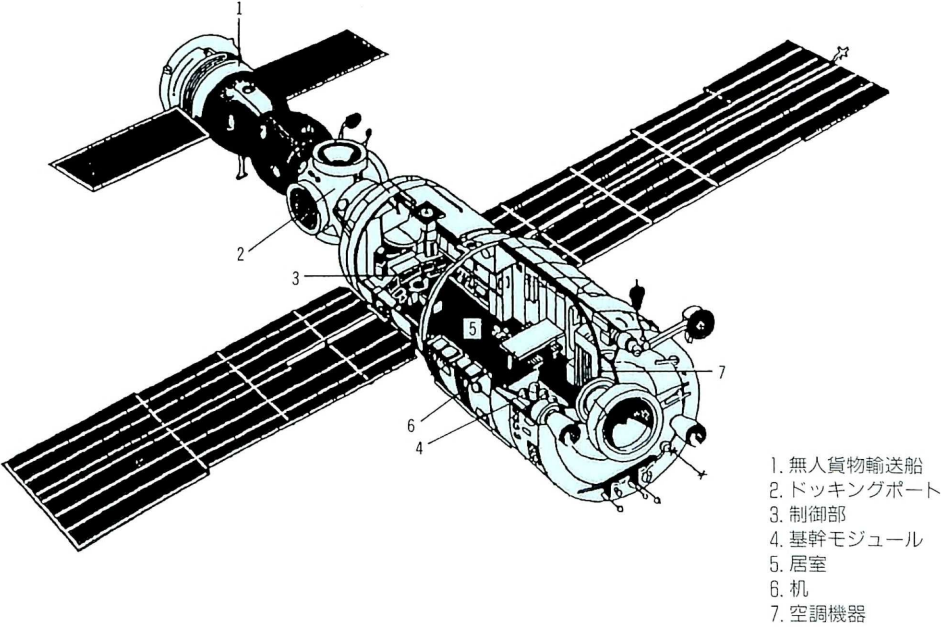
ここは乗務員の居住区となっており、放射線の影響実験がしやすく又、微生物種の採取が容易となるからです。実験モジュールの内部拡大を図2に示します。

Both experiments will be conducted in the central part of the station which is called the core module. This module is the habitat for crew and is suitable for conducting the experiment Cosmic Radiation Effects on Microorganisms and for collecting bacteria living in the module. A close-up view inside the experiment module is shown in Fig.2.

ミール宇宙ステーション構成モジュール

	基幹モジュール	クバント1(量子)
打上げ年月日	1986.2.20.	1987.3.31.
ミールドッキング		1987.4.9.
重量	20.9トン	11.05トン
長径/最大直径	13.13m/4.15m	5.8m/4.15m
与圧容量	90m ³	40m ³
最大電力 (初期値)	10.9kW (1987.4.)	基幹Mから供給
推進系	2.94kN主エンジン2基 137N制御スラスタ32基	—
特 徴	・ステーション管制中枢 ・乗員居住区 ・ソユーズ、プログレス寄港停留 ・5ポートドッキングユニット	・地上制御天体物理観測 「国際X線天文砲台」 (5年以上運用継続5基) ・照準精度10秒弧

図2 ミール基幹モジュール
Fig.2 MIR Core Module



1. 無人貨物輸送船

2. ドッキングポート

3. 制御部

4. 基幹モジュール

5. 居室

6. 机

7. 空調機器
1. Cargo Supply Space Craft

2. Docking Port

3. Control Center

4. Basic Module

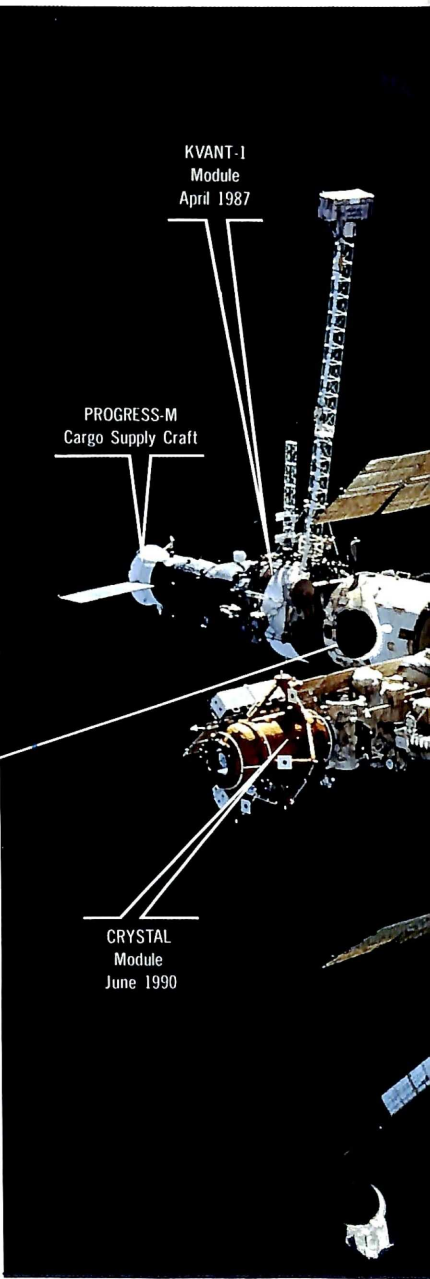
5. Crew Accommodation Room

6. Working Desk

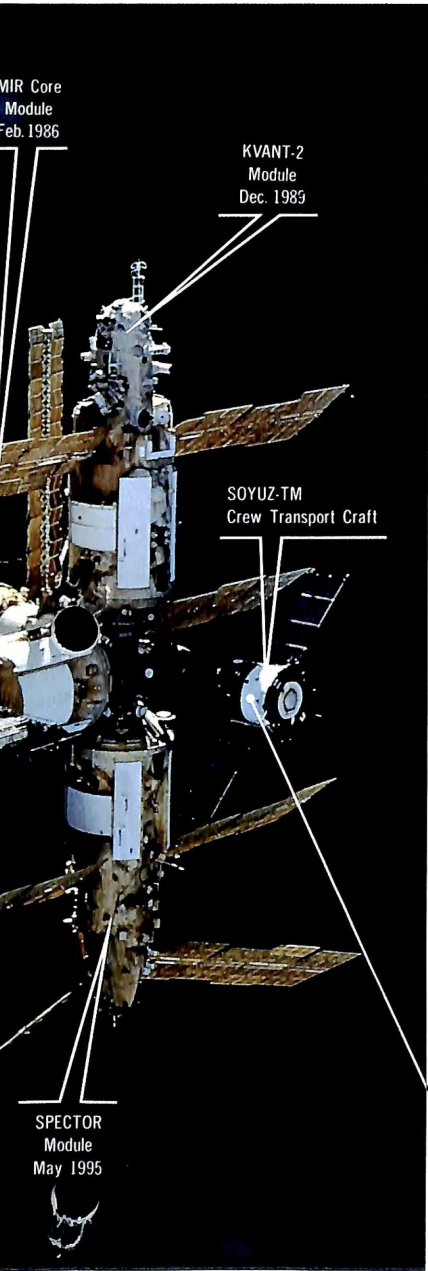
7. Air Conditioning System

	クバント2(量子)	クリスタル(結晶)	スペクトル(分光)	プリロダ(自然)
打上げ年月日	1989.11.26.	1990.5.31.	1995.5.20.	1996.4.23.
ミールドッキング	1989.12.6.	1990.6.10.		
重量	18.5トン	19.64トン	19.64トン	19.7トン
長径/最大直径	13.73m/4.35m	13.73m/4.35m	約13m/4.35m	約13m/4.35m
与圧容量	61.3m ³	60.8m ³	61.9m ³	66.2m ³
最大電力 (初期値)	6.9kW (Siアレイ2基)	8.4kW (Siアレイ2基)	6.9kW (Siアレイ2基)	4.2kW
推進系	3.9kN主エンジン2基 400N制御スラスタ群	3.9kN主エンジン2基 400N制御スラスタ群	3.9kN主エンジン2基 400N制御スラスタ群	3.9kN主エンジン2基 400N制御スラスタ群
特 徴	・EVAエアロック ・水再生、酸素生成装置 ・地球資源多重カメラ ・シャワー施設	・各種μG材料/結晶実験装置 ・APASドッキング装置 ・Svet作物植物栽培装置 ・天文観測(クバント1改良型)	・環境監視、大気圏観測 ・小型ペリカンアーム ・米国実験機器搭載 ・米宇宙飛行士個室	・大気、海洋、地球観測 ・合成開口レーダ、ライダー ・各種放射・分光計搭載 ・米国実験機器搭載

ミール宇宙ステーション



MIR Space Station '96



本実験では、実験終了後の装置回収には有人宇宙船ソユーズTMを使用します。図3に内部概要を示しますが、5の帰還モジュールだけが地上に回収されます。実験装置は、飛行士の背後部に搭載した回収物資の中と飛行士前面のTVカメラ部につるした状態で回収され、地上に到着した後直に取り出すことを計画しています。

Module Construction of the MIR Space Station

Item	Core Module	Kvant 1
Launch date	February 20, 1986	March 31, 1987
Docking date		April 9, 1987
Mass	20.9ton	11.05ton
Length/Diameter	13.13m/4.15mφ	5.8m/4.15mφ
Capacity	90m ³	40m ³
Power Supply	10.9kW (1987.4.)	From basic module
Thruster System	2.94kN 2units 137N 32units	—
Feature	Station Control Crew Accommodation 5 Port Dock'g Unit	Astronomical Survey

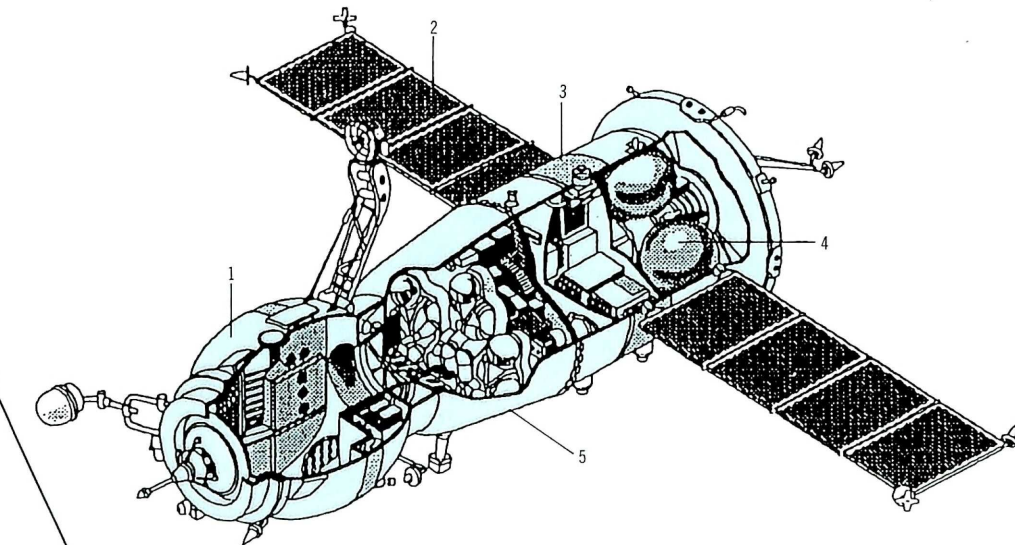


図3 有人宇宙船ソユーズTM
Fig.3 SOYUZ-TM Crew Transport Craft

1. 軌道モジュール

2. 太陽パネル

3. 電子機器部

4. 制御エンジン

5. 帰還モジュール
1. Orbital Module

2. Solar Pannel

3. Electronics Components

4. Control Engine

5. Re-entry Module

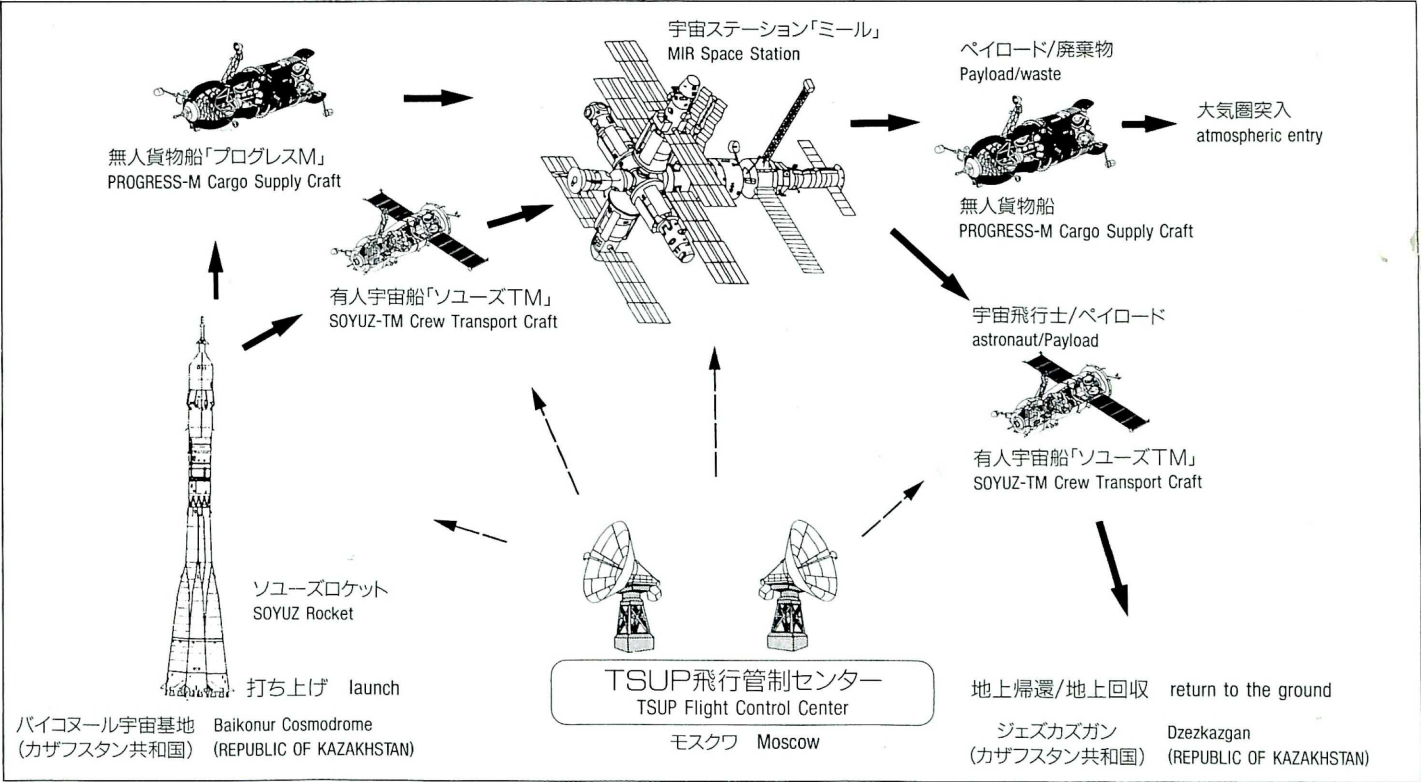
Item	Kvant 2	Crystal	Spector	Priroda
Launch date	November 26, 1989	May 31, 1990	May 20, 1995	April 23, 1996
Docking date	December 6, 1989	June 10, 1990		
Mass	18.5ton	19.64ton	19.6ton	19.7ton
Length/Diameter	13.73m/4.35mφ	13.73m/4.35mφ	13m/4.35mφ	13m/4.35mφ
Capacity	61.3m ³	60.8m ³	61.9m ³	66.2m ³
Power Supply	6.9kW	8.4kW	6.9kW	4.2kW
Thruster System	3.9kN 2units 400N	3.9kN 2units 400N	3.9kN 2units 400N	3.9kN 2 units 400N
Feature	EVA Air Lock Water & Oxygen Recycle System Earth Camera	Material Exp. Equipment Crystalization Exp. Equipment Astronomical Survey APAS Docking	Environment Observation Small PERICAN Arm. USA Exp. System USA Crew Accommodating	Earth Observation Radar System Radiation System USA Exp. System

After the experiment completion, the specimens and equipment will be retrieved on a manned Soyuz-TM Craft.
An internal view is shown in Fig.3. Only the retrieval module, module No.5, will be recovered on the ground. The equipment and specimens will be separately hung among the retrieval items behind the crew members and at the TV set port in front of the crew members. The items will be moved and preserved the module as soon as it reaches the ground.

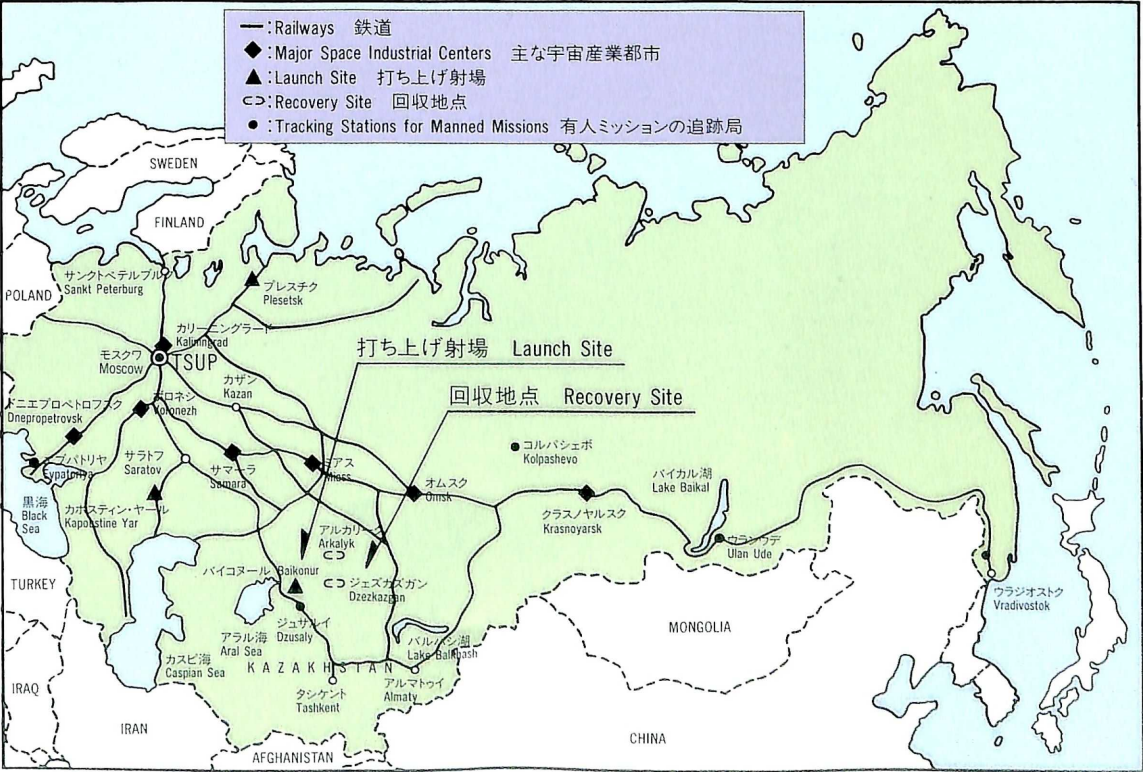
ミールの運用システム

ミールへの人員及び物資の輸送には、有人宇宙船ソユーズTM及び無人貨物船プログレスMが使用されます。ソユーズは年間2〜3回打ち上げられ、ミールに約半年間ドッキングした後、人員及び物資の地上への回収に使用されます。プログレスは、1〜2ヶ月に1回打ち上げられ、物資を輸送した後はミールから切り離され、大気圏への再突入により廃棄されます。ミールの軌道上では、モスクワ郊外のツープ飛行管制センターからの指令により、各種実験等が行われます。

Manned Soyuz-TM Crew Transport Craft and unmanned Progress-M Cargo Supply Craft are used for crew and supply missions to MIR. Typically, a Soyuz-TM Craft is launched 2 or 3 times a year and remains docked with MIR for about a half year. It is then returned to the ground with crew members and return items. A Progress-M Craft is scheduled for launch every one or two months. After the cargo from Progress-M is transferred to MIR, the craft will undock and perform destructive re-entry into the atmosphere. Tsup Flight Control Center in Moscow manages the conduct of various experiments on the MIR orbit.



打ち上げ/回収場所 Launch and Recovery Site



ミール利用宇宙実験ミッション概要

NASDA's MIR Mission

- | | |
|---|---|
| 1. フライト番号 : ミールミッション24&25 | 1. Flight No. : MIR Mission 24&25 |
| 2. 打上げ予定日 : 微生物相実験:
1997年2月4日
放射線生物影響実験:
1997年4月26日 | 2. Launch Date : Microflora Investigation
4, Feb. 1997
Cosmic Radiation
26, April. 1997 |
| 3. 打上げ場所 : バイコヌール宇宙基地 | 3. Launch Site : Baikonur Cosmodrome in Kazakhstan |
| 4. 打上げ宇宙船 : 微生物相実験:
有人宇宙船ソユーズTM
放射線生物影響実験:
無人貨物船プログレスM | 4. Orbiter : Microflora Investigation
Soyuz-TM Crew Transport Craft
Cosmic Radiation
Progress-M Cargo Supply Craft |
| 5. 回収予定日 : 微生物相実験:
1997年2月24日
放射線生物影響実験:
1997年7月15日 | 5. Landing date : Microflora Investigation
24, Feb. 1997
Cosmic Radiation
15, July. 1997 |
| 6. 回収場所 : ジェズカズガン近辺 | 6. Landing site : Near Dzezkazgan in Kazakhstan |
| 7. 回収宇宙船 : 微生物相実験:
有人宇宙船ソユーズTM
放射線生物影響実験:
有人宇宙船ソユーズTM | 7. Retrieval Craft : Microflora Investigation
Soyuz-TM Crew Transport Craft
Cosmic Radiation
Soyuz-TM Crew Transport Craft |
| 8. 軌道高度 : 約450km | 8. Orbital Altitude : 450km |
| 9. 軌道傾斜角 : 約51.6度 | 9. Orbital Inclination : 51.6deg |
| 10. 実験装置 : 2装置 | 10. Experiment Systems : 2 sets |
| 11. 実験テーマ数 : 2テーマ | 11. Experiments : 2 themes |

ミール利用宇宙実験関連スケジュール Schedule for NASDA's Space Experiments on board MIR

年(CY)	1995	1996	1997
主なイベント Major Milestones	▲ 契約 Contract		2/4 2/24 4/26 7/15 ▲ ▼ ▲ ▼ 打上げ 回収 打上げ 回収 Launch Recovery Launch Recovery
実験装置開発 Development of Equipments	改修設計/製作 Modification	▲ ロシア安全審査 Safety Review 認定試験 QT 製作 Manufacturing 受入試験 AT	▲ 輸送 Shipping ▲ 輸送 Shipping
実験運用/解析 Operations and Analysis		運用訓練 Crew Training 運用訓練 Crew Training 運用訓練 Crew Training	運用 #1 Flight Operation #1 運用 #2 Flight Operation #2 飛行後解析 Post Flight Analysis

お知らせ

平成9年1月10日
科学技術庁
宇宙開発事業団

ミールを利用した宇宙実験のスケジュール変更について

宇宙開発事業団では、ロシアの宇宙ステーション「ミール」を利用した宇宙実験について準備を進めておりますが、ロシア宇宙庁（RSA）から連絡があり、ロシアの国際プログラムスケジュールの最適化を図るため、当事業団の宇宙実験のスケジュールを下記のとおり変更することとなりましたのでお知らせします。
なお、この変更による実験内容への影響はありません。

記

（1）宇宙船内微生物相計測実験

打上げ	平成9年2月10日	有人宇宙輸送船ソユーズTM25
回収	平成9年3月2日	有人宇宙輸送船ソユーズTM24

（2）宇宙放射線生物影響実験

打上げ	平成9年5月26日	無人貨物宇宙機プログレスM35
回収	平成9年8月26日	有人宇宙輸送船ソユーズTM25

（参考）変更前の打上げ・回収予定日

（1）宇宙船内微生物相計測実験

打上げ	平成9年2月4日	有人宇宙輸送船ソユーズTM25
回収	平成9年2月24日	有人宇宙輸送船ソユーズTM24

（2）宇宙放射線生物影響実験

打上げ	平成9年4月26日	無人貨物宇宙機プログレスM35
回収	平成9年7月15日	有人宇宙輸送船ソユーズTM25

以上

お問い合わせ先
宇宙開発事業団広報室
TEL 03-5470-4127～9