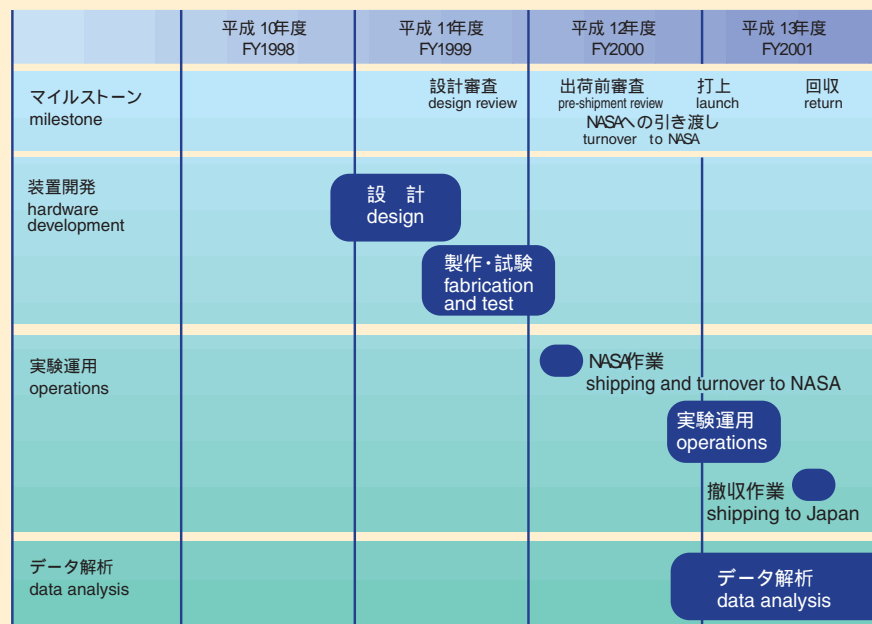


ミッション概要

- ・打上げ予定時期: 2001年 3月(STS-102/5A.1)
- ・回収予定時期: 2001年 10月(STS-108/UF-1)
- ・搭載場所: 国際宇宙ステーション米国実験棟
- ・軌道高度: 約 400km
- ・軌道傾斜角: 51.6度
- ・ISS搭乗員: 3名

Mission Overview

- ・Launch Date: March 2001 (STS-102/5A.1)
- ・Return Date: October 2001 (STS-108/UF-1)
- ・Module: ISS US Laboratory
- ・Altitude: 400km
- ・Inclination: 51.6 degree
- ・ISS Crew: 3 persons



今後の宇宙環境計測実験計画

NASDAは、2005年の打ち上げを目指して、「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームを利用する実験テーマの一つとして宇宙環境計測ミッション装置(SEDA-AP)を開発中です。

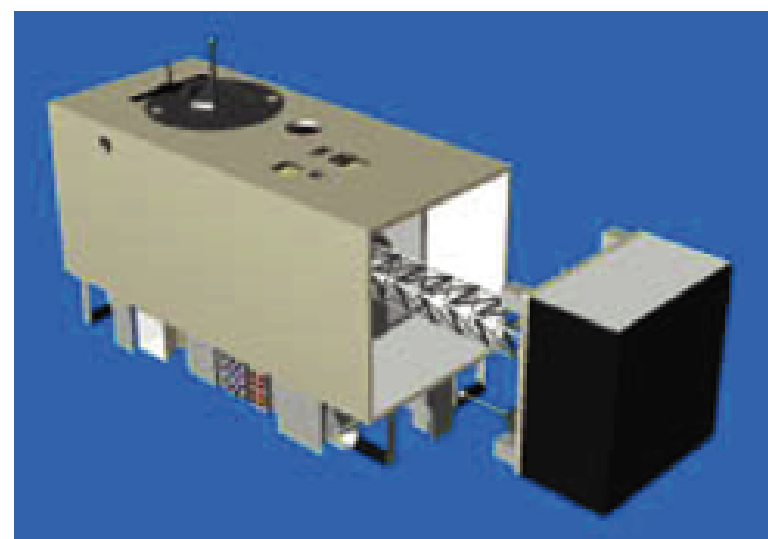
SEDA-APは、中性子モニタを含む各種宇宙環境計測センサを搭載した装置で、船外の宇宙環境(例えば、中性子、高エネルギー軽粒子、重イオン、微小粒子、原子状酸素など)を計測します。

SEDA-APで取得されるデータは、太陽中性子の直接計測による太陽フレア加速メカニズムの解明など、宇宙科学分野での成果が期待されています。

Future plan of Space Environment Measurement Experiment

NASDA is developing the Space Environment Data Acquisition equipment - Attached Payload (SEDA-AP) that will be used for one of the experiments conducted on the Exposed Facility of JEM"Kibo", which has a launch target of 2005.

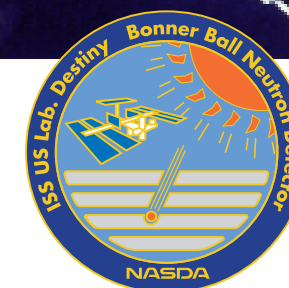
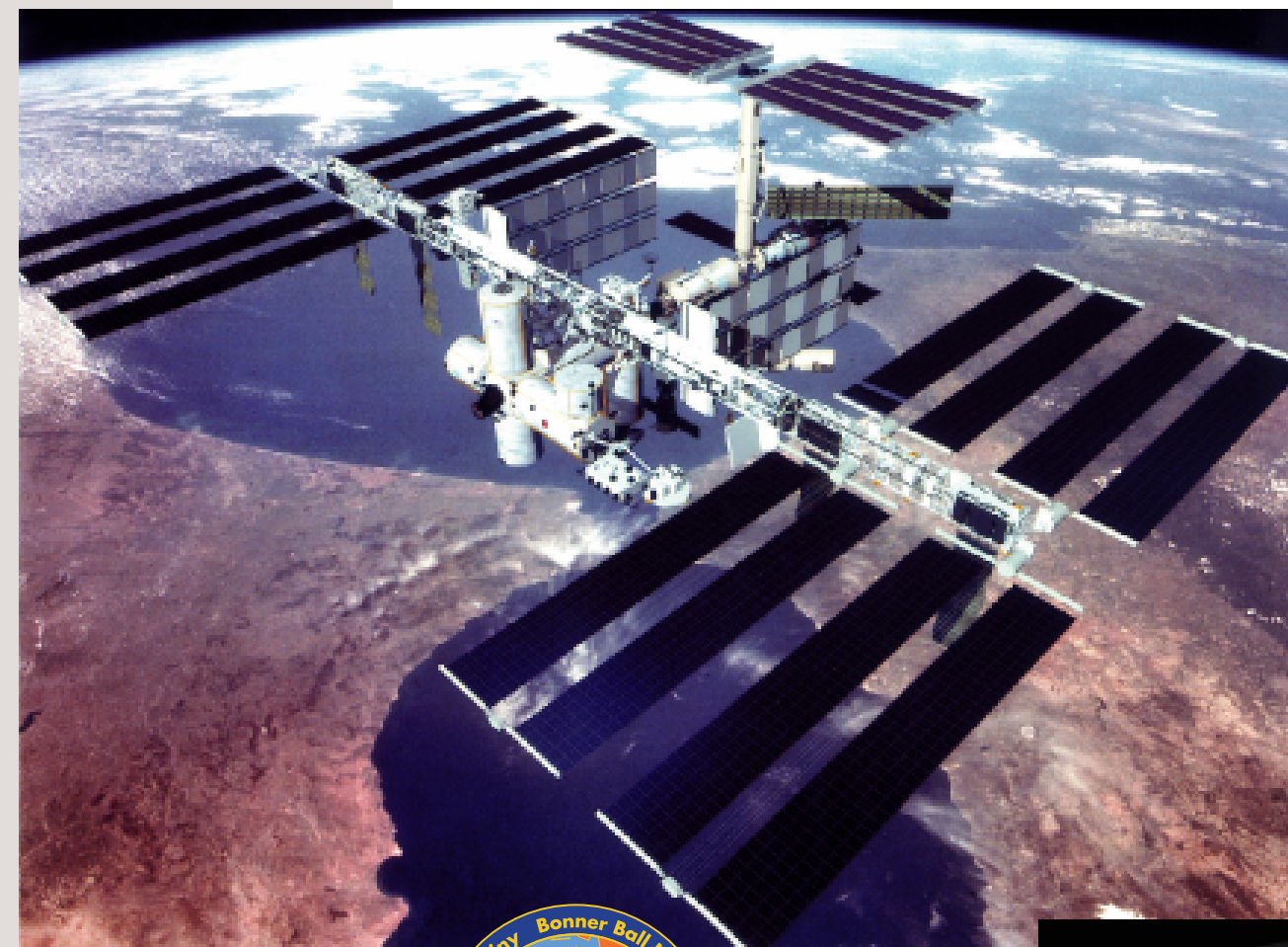
SEDA-AP carries a neutron detector and other space environment sensors. It measures the external space environment including neutrons, light particles with high energy, heavy ions, small particles, and atomic oxygen. The data collected by SEDA-AP is expected to be utilized for resolving questions including solar flare acceleration mechanisms by directly measuring the solar neutrons.



宇宙環境計測ミッション装置(SEDA-AP)



国際宇宙ステーションでの中性子計測実験 Neutron measurement experiment to be conducted in the International Space Station



宇宙開発事業団(NASDA)は、国際宇宙ステーション(ISS)にて行う有人研究プロジェクト(Human Research Facility: HRF プロジェクト)に参加し、2001年 3月から、中性子モニタ装置(Bonner Ball Neutron Detector:BBND)を用いた中性子計測実験を行います。この中性子計測実験は、約 7ヶ月間にわたり、ISSの米国実験棟にて、BBNDを用いてISS内の中性子の計測を行うものです。BBNDは日本がISSに搭載する初めての装置となります。

The National Space Development Agency of Japan (NASDA) will measure neutron radiation in the International Space Station (ISS), as a part of the NASA Human Research Facility (HRF) project. The NASDA-developed Bonner Ball Neutron Detector (BBND) will be launched in March 2001 and will be located in the US Laboratory for about seven months for intra-vehicular neutron radiation measurement. The BBND is the first NASDA experiment hardware for the ISS.

有人研究(Human Research Facility: HRF)プロジェクト

HRFプロジェクトとは、ISSにおいて宇宙環境が人間に及ぼす影響について、広く研究を行う国際共同プロジェクトで、ISSでの宇宙放射線計測、神経医学、宇宙心理学の実験が計画されています。HRFプロジェクトには、米国を中心として、日本、ドイツ等の大学や国立研究機関が参加しています。

宇宙放射線計測の研究では、NASAのBBNDによる船内中性子環境計測のほか、ドイツ航空宇宙研究所(DLR)の船内荷電粒子環境計測(DOSMAP)、NASAの人体模型による臓器線量計測(TORSO)が行われます。

中性子計測実験の目的

宇宙船内部には、エネルギーの高い宇宙放射線の陽子及び重イオンの他に、これらの粒子が船壁構造材等の原子核と相互作用を起こして発生する二次中性子(ローカル中性子とも呼ばれる)があり、宇宙空間のアルベド中性子より多く存在します。中性子は、電荷を持たないため物質中での透過力が強く、低エネルギーでも人体内部の器官(骨髄等)に到達し、宇宙飛行士の全放射線被曝量の5~30%を占めるといわれています。本実験はこれらの中性子を計測し、国際パートナーに取得データを提供し国際貢献を図るとともに、国際宇宙ステーションでの有人宇宙活動に必要な宇宙放射線被曝管理のための基礎データとして活用します。

検出器の原理

電荷を持たない中性子は、それ自身に電離作用はないが、比例計数管内の ^3He ヘリウム3)気体との相互作用により、核反応($^3\text{He} + n(\text{中性子}) \rightarrow p(\text{陽子}) + ^3\text{H}(\text{トリチウム}) + 765\text{keV}$)が起き、荷電粒子を生じて、間接的に電離を起こします。図-1のように気体中に2つの電極を置き、高電圧をかけておくと、中性子の入射によって生じたイオン(p及び ^3H)が検出器内の気体を電離させ、生成された電子・イオン対が検出器内の電界にて移動し、外部回路に電離電流が流れます。比例計数管では、この電離電流が放射線によって作られたイオン対(電子、p及び ^3H)の数に比例します。なお、センサの内部写真を図-2に示します。

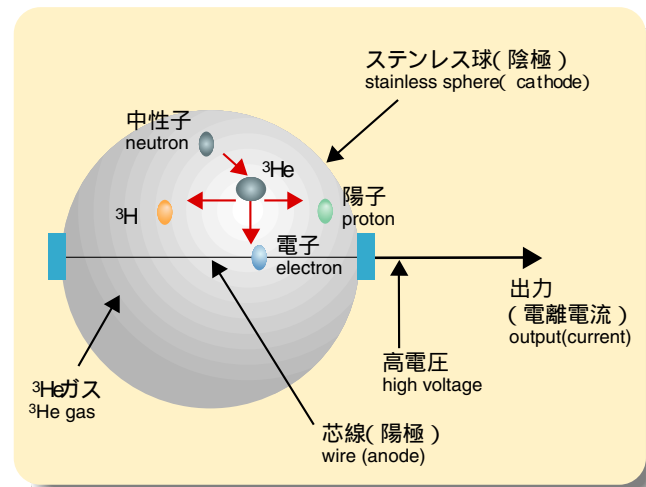


図-1: 比例計数管の概念
figure-1: Concept of proportional counter

Human Research Facility project

The HRF project is a study of how the space environment influences on humans. The project will include measuring space radiation, conducting experiments on neuromedicine, and space psychology in the ISS. Universities and national research institutes in the United States, Japan, Germany and other countries will participate in the project. In the space radiation measurement field, the BBND will measure the intra-vehicular neutron radiation environment, the German Space Agency (DLR) will measure charged particles using the Dosimetric Mapping (DOSMAP) and NASA will measure radiation absorbed by vital organ using the Phantom Torso (TORSO).

Purpose of the Neutron Measurement Experiment

In addition to high-energy protons and heavy ions, secondary neutrons generated by nuclear reactions between these particles and spacecraft materials exist inside spacecraft. These secondary neutrons are called local neutrons; there are far more of them than albedo neutrons in space. Since they are uncharged, they can reach internal organs (such as bone marrow) and damage them even with their low kinetic energy. Neutrons are estimated to contribute 5 to 30% to the exposure dose of space crews, so they should be studied closely for reasons of crew safety.

Detector Principle

Though neutrons are uncharged, the ^3He proportional counter can detect them indirectly by means of charged particles generated by the nuclear reaction, which is triggered by thermal neutrons. Two electrodes are placed in the counter, as shown in Fig. 1, and a high potential is applied between them. The ^3He gas in the counter is ionized by the incident neutrons, generating electron-ion pairs. These are then multiplied by the electric field between both electrodes, resulting in a measurable current in the external circuit proportional to the number of ion pairs. A photograph of the interior of the sensor is shown in Fig. 2.

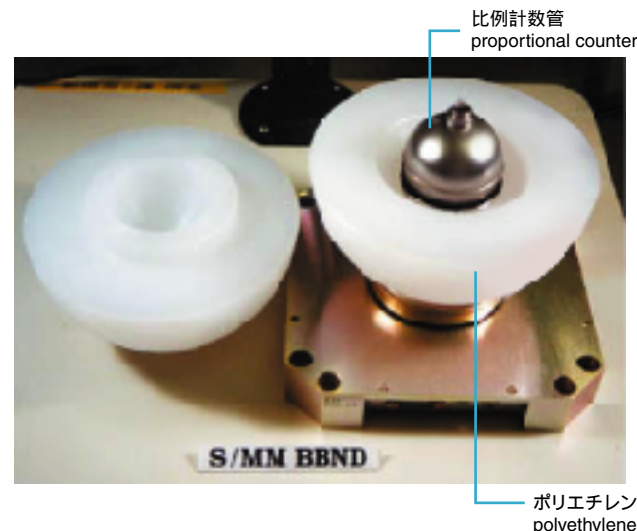


図-2: センサ内部写真
figure-2: Internal view of the sensor

検出器の構成

本装置は、熱中性子に対し高い感度を持つ6個の検出器(ヘリウム3比例計数管)から構成されています。熱中性子は平均して 0.025eV ($4 \times 10^{-21}\text{J}$)程度の低エネルギー中性子です。6個の検出器の中心部の ^3He 比例計数管は同一のもので、6個の検出器のうち4個の検出器の周りを厚さの異なる減速材(ポリエチレン)で覆うことにより、厚さによる中性子感度関数の違いを用いて、中性子エネルギースペクトルの計測を行うことができます。

また、6個の検出器のうち2個については外部の熱中性子ノイズの影響を除去するために、熱中性子の遮蔽材(ガドリニウム)で検出器の周りを囲っています。減速材は、ポリエチレン分子中の水素原子との弾性散乱により高速中性子を減速させ、熱中性子のエネルギーまで減速されたものが比例計数管内で反応します(図-3参照)。

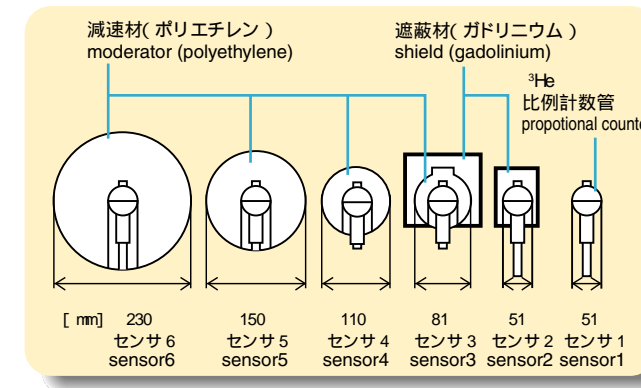


図-3: 検出器の構成
figure-3: Sensor composition

中性子モニタ装置(BBND)の概要

BBNDは、STS-89でスペースシャトルに搭載した中性子モニタ装置ディテクタユニットに、計測データを処理・制御・記録するためのコントロール装置をとりつけて、計測データを記録できるように開発したものです。

計測データは約1週間に一度の頻度でまとめて地上へ送信されます。本装置で、約7ヶ月間という長期にわたり、ISS船内の中性子エネルギースペクトル(分布)を計測します。

BBND外観図

ハードディスクドライブ(データ記録) Hard disk drive for data storage
コントロールユニット(信号処理・制御) Control unit for data processing and control

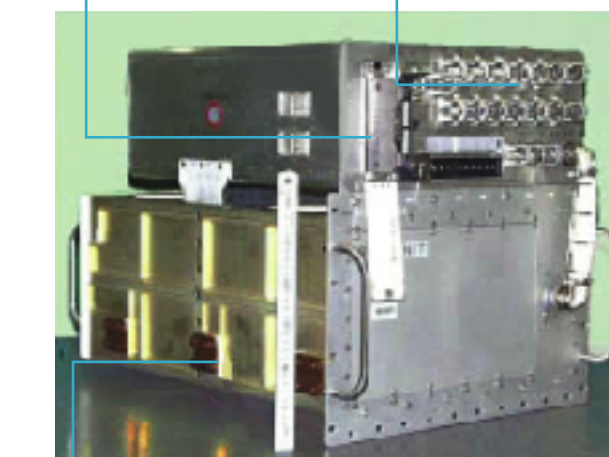


図-4: ディテクタユニット(検出器)(STS-89飛行品)
figure-4: Detector unit (STS-89 flight item)

Detector Composition

The BBND consists of six ^3He proportional counters that are highly sensitive to thermal neutrons. Sensors 3 to 6 are surrounded by spherical polyethylene shields of various thicknesses. Sensors 1 and 2 are bare, and sensors 2 and 3 are inserted into box-shaped gadolinium covers that exclude thermal neutrons. The polyethylene shields slow down fast neutrons to thermal speeds by means of elastic scattering with hydrogen atoms in the polymer, which the proportional counter can then detect (Fig. 3). It is possible to measure the neutron energy spectrum by considering the different neutron sensitivity functions (response functions) of each detector, as determined by the different thicknesses of polyethylene.

Outline of the Bonner Ball Neutron Detector

NASDA's BBND was developed by attaching a control unit that processes, controls and records the data to the neutron detector that was on board STS-89. The data will be transmitted to the ground once a week. This experiment will be continued for up to seven months to acquire the neutron energy spectrum inside the US module.

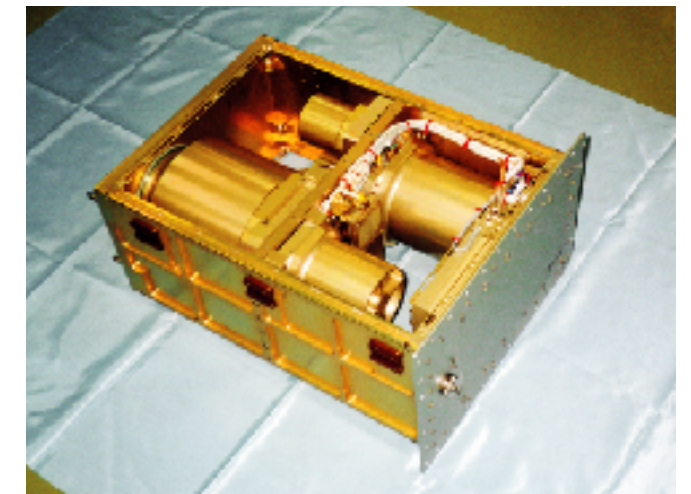


図-5: BBNDディテクタユニット内部写真
Internal view of the BBND detector unit

BBNDの主な仕様 BBND specification

重量: 約57kg
外形寸法: 483mm x 493mm x 715mm
消費電力: 最大60W
データ記録容量: 約4GB(50日間分) x 5枚
中性子計測エネルギー範囲: 0.025eV ($4 \times 10^{-21}\text{J}$) ~ 10MeV ($1.6 \times 10^{-12}\text{J}$)
中性子計測最大イベント数: 10,000個/秒

Weight: 57kg(127lb)
Size: 483mm X 493mm X 715mm
Power requirement: Max 60w
Data storage capacity: 4GB (for 50 days) X 5
Neutron measurement range: 0.025eV ($4 \times 10^{-21}\text{J}$) thru 10MeV ($1.6 \times 10^{-12}\text{J}$)
Number of maximum events processed: 10,000/sec