

## 特殊な環境に生きる微生物のヒミツを探る —「きぼう」と宇宙飛行士を守る— 国際宇宙ステーション内における微生物動態に関する研究

### Microbe

#### 背景

すでに役割を終えたロシア(旧ソ連)の宇宙ステーション・ミール(Mir) 船内からは、かつて、アオカビやコウジカビなどのカビや、黄色ブドウ球菌などの細菌が検出され、これらの微生物の増殖によって、ミールの機器や装置が障害を受けたことがあります。また、これまでに国際宇宙ステーションの内部からは、多種多様な微生物が見つかっています。

「きぼう」はできるかぎりクリーンな状態で製造され打ち上げられました。しかし国際宇宙ステーションにドッキングした後、他の

区画に生存していた微生物が、空気の流れや宇宙飛行士によって「きぼう」内に持ち込まれていると推測されています。また次々に搭乗する宇宙飛行士からも微生物は船内に持ち込まれます。

宇宙船内の微生物は、長期間にわたるミッションでは、宇宙飛行士の健康にも影響を及ぼす可能性があり、近い将来の有人宇宙探査に向けて、国際宇宙ステーションに生息する微生物の種類や量、分布などのデータを長期にわたって蓄積する必要性が生じてきています。

#### 目的

微生物はその種類によってヒトなどへの影響が大きく異なります。どんな微生物が国際宇宙ステーションに住んでいるかを「きぼう」を通して長期間にわたって調べることで、閉鎖された無重力という特殊な環境における微生物の生態について理解し、ヒト

や機器にどんな影響を及ぼすのかを考えます。「きぼう」と宇宙飛行士を守るためにも、微生物の基礎的な調査と対策の検討が必要です。

#### 実験内容

宇宙船内での実験は、サンプリングが中心です。①ポリエステル綿棒、②粘着シート、③真菌培養シート、④エアサンプラによるサンプリングと微粒子カウンタによる分析などからなります。2009年から2012年(予定)にかけて、3回に分けてサンプルを採取・回収し、地上にて遺伝子解析などにより、微生物量、種類、群集の特徴などを詳細に調べます。

①ポリエステル綿棒によるサンプリングには、宇宙用に製作した綿棒を用います。真菌と細菌では地上でのサンプル解析方法が異なるので、真菌用の綿棒は培地に埋め込んで回収できるように工夫しています。また、真菌用は冷蔵で、細菌用は冷凍で回収します。(図1)

②2010年からは、独自に開発した粘着シートによるサンプリングも実施しています。特長は水を使わないこと。宇宙飛行士にも、サンプリングが簡単になったと好評です。採取後に冷蔵および冷凍状態で回収します。(図2)



図1 サンプリング用のポリエステル綿棒  
水で湿らせた綿棒で拭き取った後、保存容器に入れて回収します。

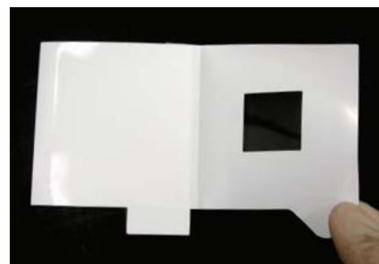
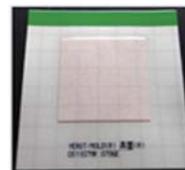


図2 サンプリング用の粘着シート  
粘着シートになっている四角い窓の部分貼り付けて微生物を採取します。

- ③真菌培養シートでは、「きぼう」船内にいる真菌(カビや酵母)を培養し、冷蔵状態で回収します。(図3)
- ④宇宙用に改造したエアサンプラを使って真菌を採取し、微粒子カウンタにより微粒子数を計測します。これらの結果の相関を調べることで、将来的には「きぼう」内の微粒子計測データのみから、そこに存在する真菌量を推測することができると期待されています。(図4)



真菌培養シートにて表面サンプリング

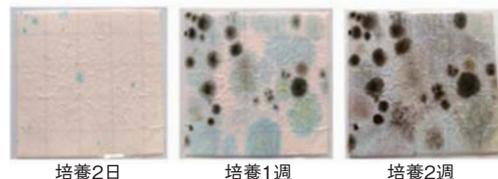


図3 真菌培養シートによる培養イメージ(参考写真)採取したその場で培養して観察することが可能です。

### 成果の一例

Microbe実験として、2009年に最初に採取したサンプルから、以下のことがわかりました。(図5)

「きぼう」打ち上げ前に行ったサンプリングと、打ち上げ後約460日の時点で行ったMicrobe実験の第1回サンプリングでは、船内から生きたカビこそ見つからなかったのですが、DNAだけは検出されました。あるカビのDNAが検出されたことは、そのカビが環境中に存在していたことを表します。打ち上げ前の「きぼう」からは、湿度の高いところにすむススカビ(*Alternaria*)のDNAが多く検出されました。これは、「きぼう」に乗せたスペースシャトルが打ち上げられたケネディー宇宙センターに、このカビが多いからと考えられます。一方、打ち上げ後460日の「きぼう」からは、マラセチア(*Malassezia*)のDNAが多く検出されています。マラセチアは、ヒトの皮膚にすむ酵母(単細胞のカビの仲間)で、皮膚の脂がなければうまく育ちません。宇宙空間にある「きぼう」の中では、環境で繁殖するカビではなく、宇宙飛行士の皮膚で育っていたマラセチアが一番多かったことから、この時点の船内は微生物学的にきれいであったことが示されました。これに似た菌のありかたを大学内で探してみたところ、ドアのプッシュパネルが見つかりました。プッシュパネルは、表面がツルツルした垂直面なのでカビはほとんど生えませんが手で触れる場所ですから、皮膚のマラセチアDNAが多く検出されたものと考えられます。



図4 微粒子カウンタ(左)とエアサンプラ(右)いずれも、市販品をベースとして宇宙搭載用に電源などを改良しています。

### ココがポイント!

ヒトが暮らす宇宙施設で、どんな種類の微生物が、どのように生存するかを調べることで、微生物の宇宙生活環境への適応を明らかにします。また、閉鎖された無重力の国際宇宙ステーションならではの環境が、微生物と微生物同士の関係や、ヒトと機器に与える影響を調べることで、特殊な環境下での微生物の生態および制御法について考察します。

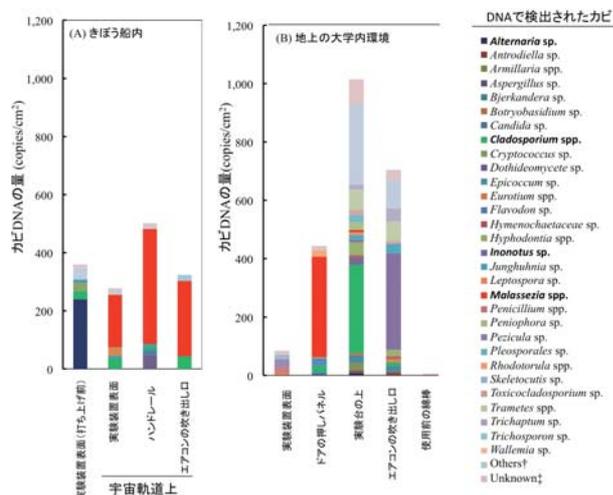


図5 2009年に「きぼう」船内からDNA解析で検出されたカビと地上との比較

### プロフィール



**榎村 浩一**  
 帝京大学  
 大学院医学研究科宇宙環境医学・  
 医学部医科生物学、  
 医真菌研究センター 教授  
 専門：医真菌学、真菌感染症学、  
 労働衛生学、博物学



**那須 正夫**  
 大阪大学 大学院  
 薬学研究科 教授  
 専門：環境微生物学、  
 微生物生態学、環境薬学