

# 宇宙ステーション内生活環境における微生物叢解析システムの研究

帝京大・医真菌研 榎村 浩一、西山 彌生、安部 茂  
法政大・自然科学セ 月井 雄二  
明治薬科大・微生物学 杉田 隆  
日本獣医生命科学大・獣医学部 高鳥 浩介  
理研・バイオリソース 辨野 義己  
宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部 山崎 丘

## Studies on Analyzing System for Microbial Flora on board Space Station

†\*Koichi MAKIMURA, †Kazuo SATOH, †Tsuyoshi YAMADA, †Yayoi NISHIYAMA, †Shigeru ABE, ††Yuuji TSUKII, †††Takashi SUGITA, ††††Kosuke TAKATORI, †††††Yoshimi BENNO, ††††††Takashi YAMAZAKI

†Teikyo University, ††Hosei University, †††Meiji Pharmaceutical University, ††††Nippon Veterinary and Life Science University, †††††RIKEN, ††††††Japan Aerospace Exploration Agency

**Abstract:** The environment on board a space-station is controlled to be comfortable for astronauts and also for saprophytic microorganism. Therefore, it is possible that the crews and equipments exposed to a high concentration of microbes especially fungal spores in the closed system. This makes it essential to investigate the microbial biota present in space stations in order to be able to control microbial infection, allergy and disaster. The isolates will be potential pathogenic and they may cause different or atypical clinical features in the environment of space station. We need to survey the microbial biota and their dynamics on board the Japanese International Space Station (ISS) module “KIBO” from “brand-new” to “well-used” condition.

### I. 背景

2008年の春、我が国の実験モジュール:「きぼう」が国際宇宙ステーション(International Space Station; ISS)に設置されたことによって、我が国は一気に有人宇宙計画の当事者となった。ISSは国際共同施設であるから、「きぼう」も固有の「領土」というわけではないけれども、いわば地球外初の我が国の施設であることは間違いない。

ISSにヒトがいる限り、宇宙にあっても常在菌として、あるいは環境菌としての真菌との関係を断ち切ることは出来ない。これら真菌叢が、宇宙におけるヒト生活環境において機器の健全性に影響を及ぼす事例が報告されており、宇宙飛行士に対する影響も懸念される。

そこで、我が国の施設と乗員の安全を我が国に技術によって守り、ひいては我が国の微生物研究者による特色ある宇宙開発への貢献とするべく、「きぼう」を中心としたISS内設備及び乗員における微生物叢

の形成とその変遷を明らかにし、その管理を可能にする手段を研究開発するものである。

### II. 目的

国際宇宙ステーション (ISS) 日本モジュール「きぼう」における乗員の健康障害ならびに微生物災害を防御するために必要な環境微生物に関する生態学的情報を得、またその管理に必要な手法を開発する。

### III. 方法と成果

#### 1) ISSにおける微生物叢の検索:

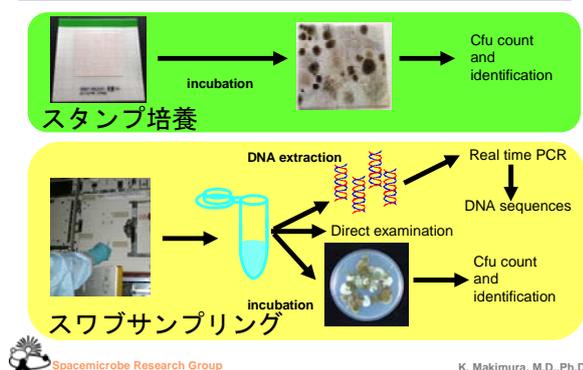
ISSに生育する微生物の同定とリスト化, 微生物

生態系構築過程の解析, および健康障害ならびに微生物災害惹起リスクの解析のための手段を開発した。

ISS 環境検体サンプリングとしては、スワブ、スタンプ培養、およびエアサンプリングを行い、地上に回収した検体について、培養、直接鏡検、および分子生物学的解析（定量 PCR、DDGE、塩基配列解析）を行う。

ここで用いられるスワブおよびエアサンプリングにおける回収率・安定性試験、スタンプ培養条件の設定が終了し、フライト実験に備えられている。

## サンプリングと解析



## 2) 健康障害ならびに微生物災害防御のための微生物モニタリング:

ISS においてヒト健康障害および微生物災害を防止するためには、「船内で独自に」清浄化の指標を得ることが必要となる。そこで船内においても可能な、簡便・迅速な非培養系による微生物モニタリングシステムを開発した。

微生物モニタリングシステムとしては、

(1) ISS 機器表面における微生物汚染に対して、現在利用可能な菌体成分検出キット（エンドトキシン、ペプチドグリカンおよび (1→3)-β-D-グルカン）を微生物学的な解析法と比較検討することによって、軌道上で実用可能なモニタリングシステムを開発・検討している。

## 環境微生物検出キット

Target of Detection	Detection	
	Microorganisms	Organic Materials
ATP	Yes	Yes
Endotoxin	G(-) Bacteria	Yes/ No
Peptideglycan	G(+/-) Bacteria, ( Fungi )	Yes/ No
(1→3)-β-D-glucan	Fungi	Yes/ No



(2) ISS 船内空気における微生物汚染に対しては、空気中菌叢構成菌数を、培養法によるコロニー形成単位および定量 PCR を用いた遺伝子計測によって定量したうえで、パーティクルカウンター測定粒子径を調整・測定することによって、従来の検出によっては得られなかったコロニー数（または遺伝子検出単位）との相関が得られる至適条件を見いだした。

本法によって簡便なパーティクルカウンター測定によって微生物環境汚染状況を推定することが可能となった。現在までに測定条件の検討を概ね得、フライト実験に備えられている。

## IV. まとめ

これら手法により、環境微生物叢として宇宙船内で最も問題となってきた真菌叢を始めとした微生物叢を、ISS においても 0 time から追跡的に調査することが可能となった。また、今後は環境微生物の供給源ともなり、個体のストレス指標ともなる乗員の常在菌叢を経時的に調査する必要がある。

本研究のインパクトは、環境微生物の同定・検出に必要な手順と装置ならびにキットが提供されることにある。ここで開発を予定しているモニタリングシステムの一つは、真菌および細菌（グラム陽性菌ならびに陰性菌）の各々に特徴的な細胞壁構成成分を検出することによって、如何なる菌が環境または臨床検体中にどの程度存在するかを（その感度を調整することによって）明らかにするものである。また、パーティクルカウンターを用いた空気中菌数推定は、微生物によって汚染されるあらゆる大気環境において普遍的に使用可能である。

先に述べた通り、宇宙ステーション環境は地上におけるバイオロジカル・クリーンルームと同等であり、ここで開発した技術は宇宙に限らず、地上における製造業における製品管理と共に、臓器移植、血液疾患等の免疫抑制患者を管理（診断と治療の指標と）する際の技術に直接応用できる。とりわけ臨床的な要請は大きいものと期待する。

## V. 謝辞

本研究の一部は、日本宇宙フォーラム（平成 18 年きぼう重点地上研究）および、平成 20 年度 JEM 利用テーマの準備・実施業務（SAIBO ラック）共同研究によるものである。

