

2009年度宇宙微生物学研究班WG活動報告

(代表者) JAXA 山崎 丘

(班員) 中央大・理工 大森正之, JAXA 石岡憲昭, JAXA 泉 龍太郎, 岐阜大・院・医 江崎孝行, 佐賀大・医 大石浩隆, 茨城大・農 太田寛行, 静岡大・理 加藤憲二, 京都府立医大・院・医 喜多正和, 明薬大・微生物 杉田 隆, 大阪大・院・薬 那須正夫, JAXA 東端 晃, JSF 福井啓二, JAXA 藤本信義, 帝京大・院・医 榎村浩一, 立命館大学・生命科学 森崎久雄

Working Group Report of Microbiology in Space FY2009

Takashi Yamazaki^{1}, Masayuki Ohmori², Noriaki Ishioka¹, Ryutaro Izumi¹, Takayuki Ezaki³, Hiroataka Ohishi⁴, Hiroyuki Ohta⁵, Kenji Kato⁶, Masakazu Kita⁷, Takashi Sugita⁸, Masao Nasu⁹, Akira Higashibata¹, Keiji Fukui¹⁰, Nobuyoshi Fujimoto¹, Koichi Makimura¹¹, Hisao Morisaki¹²*

¹Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), ²Faculty of Science and Engineering, Chuo University, ³Gifu University School of Medicine, ⁴Saga University School of Medicine, ⁵Faculty of Agriculture, Ibaraki University, ⁶Faculty of Science, Shizuoka University, ⁷Kyoto Prefectural University of Medicine, ⁸Department of Microbiology, Meiji Pharmaceutical University, ⁹Graduate School of Pharmaceutical Science, Osaka University, ¹⁰Japan Space Forum, ¹¹Institute of Medical Mycology, Teikyo University School of Medicine, ¹²College of Life Sciences, Ritsumeikan University

* Corresponding to: Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

E-Mail: yamazaki.takashi2@jaxa.jp

Abstract: Microbiology researches in Space are, as it were, researches for life support to protect astronauts from all of the problems caused by microorganisms. during long duration space expeditions. The living environment in International Space Station (ISS) has been progressively contaminated by microorganisms from the beginning of construction. Various microorganisms have been isolated from on board ISS and they have been brought with commodities, crew members themselves, and so on. So it is impossible to prevent bringing microorganisms into spacecrafts, and absolutely necessary to take some countermeasures against microbial contamination. We have developed the methods and procedures for periodic and long-term microbial sampling from not only the environment but also from flight crew members on board. Environmental monitoring in JEM has been started and on board body sample collection from flight crew members has been scheduled to begin from February of 2010. We will analyze these samples to perform the risk assessment and management during stays aboard the ISS. And also, we are promoting space flight experiments of microorganisms using recovery satellites and extending cooperation to international efforts to establish research communities of Microbiology in Space.

Key words: Life Support, Microbial monitoring, Spacecraft environment, Microbiology in Space

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟船内実験室における微生物叢モニタリング

2008年5月、国際宇宙ステーション (International Space Station, ISS) に向けて、「きぼう」の船内保管庫を搭載したスペースシャトル第1便 (1J/A) が打ち上がり、2009年7月の第3便 (2J/A) をもって「きぼう」日本実験棟建設が完了した。「きぼう」船内実験室は2008年6月に第2便 (1J) にて打ち上げられ ISS にドッキングした

後、初期検証を経てすでに実運用が開始されており、クルーが実験をはじめとする様々な作業を行い、また生活するスペースにもなっている。このような長期滞在型有人宇宙施設について打ち上げ・運用開始時から経時的に微生物叢モニタリングを行うことは、ゴミや埃が落ちない人工的な完全閉鎖型施設という特殊環境における微生物叢形成ならびにその動態を知る上で非常に重要かつまたとない機会である。本研究班 WG では、可能な限りドッキング直

後の状態に近い「きぼう」船内実験室微生物叢モニタリングのゼロタイムリファレンス試料の採取を試み、2007年6月11日、ケネディ宇宙センター Space Station Processing Facility (SSPF) 内で最終出荷準備中の SAIBO ラックの表面および内部からスワブによる試料採取を実施した。その後、本研究班 WG にて議論を続け、班員らにより提案された「きぼう」与圧部内の微生物モニタリング実施に関する2テーマが JEM 二期利用テーマとして採択され、合同テーマとして実施されることとなった (Microbial dynamics in ISS, Microbe-I~III)。最初の実験となる Microbe-I 軌道上作業は 2009 年 8 月から 9 月に掛けて「きぼう」実験棟内で実施された。得られた試料は 17A フライトにより地上に回収され、現在詳細な解析を行っているところである (参考: 宇宙利用シンポジウム (第 26 回), L27 国際宇宙ステーション「きぼう」における微生物研究 Microbe-I と真菌叢解析)。なお、Microbe は今後 Microbe-II、Microbe-III として、インクリメント 23&24、25&26 にて継続的に実施していく予定である。

国際宇宙ステーションに滞在する宇宙飛行士の身体真菌叢評価

ISS に滞在する宇宙飛行士の常在微生物叢の変化を調査する研究として、「Mycological evaluation of crew member exposure to ISS ambient air (Myco)」の軌道上実施が計画されている。微小重力環境下ではゴミや埃の挙動は地上と大きく異なり、下に落ちるといことがないため、船内を浮遊し続け、最終的に宇宙飛行士自身に付着するか吸引されることとなる。船内の空気はヘパフィルターなどにより清浄化されているものの、そこで常にヒトが生活している以上、高い清浄度を維持し続けることは難しい。事実、ロシアの宇宙ステーション・ミールや ISS の船内からはすでに多種多様な微生物が見つかっており、これらの微生物の中には日和見感染起因菌も数多く同定されている。真菌の胞子や分生子は通常重力により落下する数十 μm の粒子と挙動を共にするが、宇宙船内では上半身に付着したり、吸引される量が地上に比べ多くなると考えられる。また、宇宙飛行士が宇宙に滞在している間、比較的脂性肌になることが経験的に知られており、スポンジバスなどで体を清拭してはいるものの充分とは言えず、好脂性真菌の増殖が原因で皮脂の分泌が亢進され、さらに増殖するという悪循環に陥っている可能性がある。また、脂性肌には埃や船内を漂う微生物など、あらゆる物質が付着しやすくな

る。本研究は、ISS で活動する宇宙飛行士の気道および皮膚から試料を採取し真菌叢を解析することにより、宇宙飛行士が ISS 滞在中に呼吸によって体内に取り込む、あるいは環境中の空気に暴露されることで皮膚に付着する真菌叢の変化を評価することを目的とし、2010 年 2 月より宇宙飛行士からの試料採取を開始する。得られた試料は地上に回収した後、飛行前、飛行後と比較して皮膚、粘膜の微生物叢にどのような変化が起こったかについて、詳細に解析を実施する。



試料採取キット (Myco kit) 一式。粘膜試料採取綿棒 (右下)、皮膚試料採取テープ (右上)、喀痰採取チューブ (上中央)

なお本研究は JAXA 宇宙医学生物学研究室および ISS 科学プロジェクト室が中心となり実施される医学研究プロジェクトであり、宇宙飛行士の効果的な除菌等を含めた菌叢管理法開発に繋がる成果が期待されている。

回収衛星を利用した藍藻実験と装置開発

微小重力環境下 (それにより生じる低シアストレス環境下) で微生物の挙動や生理活性、遺伝子発現パターンがどのように変化するかについて、科学的興味を持っている研究者は非常に多い。しかしながら、これまでに実施された細菌や真菌を対象とした宇宙実験はあまり多いとは言えない。微生物学の専門家でなくとも、各国のエージェンシーの医師や研究者は宇宙船内汚染の直接の原因のひとつである微生物研究の重要性や緊急性を強く認識しているものの、有人宇宙施設人に感染する恐れのある微生物を使った実験を実施することは (もともと人体には日和見感染症を引き起こす微生物が無数に常在しているとは言え) バイオセーフティーやリスク管理の問題から大変難しいと考えている。しかしながら、無人の科学実験用回収衛星であれば、微生物実験用に装置を小型化し搭載することで、感染リスクを回避し実施することができる。このような思惑

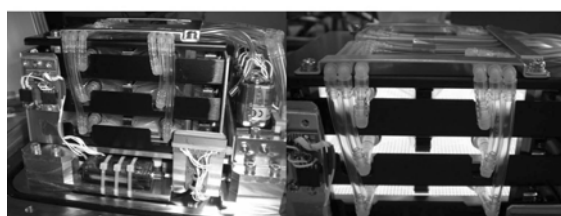
が各国の宇宙微生物学研究者の間で一致し、これまで国際協力を含めた共同ミッションに向け、実験計画の立案や搭載装置開発に向けた要素検討を行ってきた。

予てから本WGでは、軌道上で微生物を培地に接種、あるいは生理活性物質を投与し誘導を掛けることにより実験を開始し、軌道上で化学固定した後、地上で回収するというパターンを基本とし、小型ポンプ、バルブ、培養用チャンバー、化学固定用チャンバー、温度制御部、光合成生物の培養に必要な光制御部などを組み合わせることによって多彩な実験系が構築できるよう実験系および装置の検討を進めてきた。今回開発した藍藻用小型培養実験装置は、これまでに動作試験、培養試験などを行ってきたが、宇宙実験実施に必要な条件を満たしており、概ね良好な結果が得られている。なお、本装置は「生物科学系スモールペイロード宇宙実験研究班WG（代表：東端 晃，JAXA）」「宇宙ストレス生物学研究班WG（代表：石岡憲昭，JAXA）」と共同で開発が進められてきたものである。



外観

ポンプ



培養部

培養部LED点灯

藍藻実験用小型培養装置

本WGでは、小型微生物実験装置を利用した宇宙実験の実施に向け、国際間レベルで調整を行ってきた。今回製作した装置は、インドの回収型科学衛星SRE-2へ搭載し、国際共同実験を実施する方向で調整が進んでいる。インド側研究者コミュニティの科学的興味や装置の搭載条件、飛行時間や打上げ、回収時などの運用に関わる制約条件を鑑み、実験実施に最適な生物種として藍藻（シアノバクテリア、*Spirulina platensis*）を選択することとなった。現在SRE-2への小型藍藻培養装置搭載に向け、培養系や科学固定系の最適化も含め、運用試験を進めており、2010年中にインド・スリハリコタ射場から

打ち上がる予定である。

（参考）

宇宙利用シンポジウム（第26回）

L27 国際宇宙ステーション「きぼう」における微生物研究 Microbe-I と真菌叢解析

L29 2009年度生物科学系スモールペイロード宇宙実験研究班WG活動報告

L31 平成21年度宇宙ストレス生物学研究班WG活動報告