

2008年度宇宙微生物学研究班WG活動報告

(代表者)中央大・理工 大森正之

(班員)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, 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 槇村浩一, JAXA 山崎 丘

Working Group Report of Space Microbiology FY2008

Masayuki Ohmori¹, Noriaki Ishioka², Ryutaro Izumi², Takayuki Ezaki³, Hiroataka Ohishi⁴, Hiroyuki Ohta⁵, Kenji Kato⁶, Masakazu Kita⁷, Masao Nasu⁸, Akira Higashibata², Keiji Fukui⁹, Nobuyoshi Fujimoto², Koichi Makimura¹⁰, Takashi Yamazaki^{2*}

¹Faculty of Science and Engineering, Chuo University, ²Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 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, ⁸Graduate School of Pharmaceutical Science, Osaka University, ⁹Japan Space Forum, ¹⁰Institute of Medical Mycology, Teikyo University School of Medicine,

* 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: “The Space Microbiology Research Working Group” was organized to promote microbiological research in space crafts such as ISS and solve all of the problems caused by microorganisms during long duration space expeditions. Environmental monitoring data of spacecraft indicate that a wide variety of microorganisms has been isolated from the air and on inner surfaces of spacecraft, and that the microorganisms are largely of human origin. It is impossible to prevent bringing microbes such as bacteria and fungi into spacecraft, and so it is absolutely necessary to take some countermeasures against microbial contamination. We will develop the methods and procedures for periodic and long-term microbial sampling from not only the environmental micro-flora but also from the flora in flight crew members, and analyze these samples to perform the risk assessment and management of microorganisms 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 “the Space Microbiology” of unique closed environment with microgravity and space radiation.

Key words: Medical impact, Microbial monitoring, Spacecraft environment, Space microbiology

国際宇宙ステーションで実施が計画されている微生物叢モニタリング

本研究班 WG は「宇宙空間で人の生活を可能とする」として与圧された完全閉鎖型居住施設内の環境微生物および施設内に滞在するクルーの常在微生物叢モニタリング」の早期実現を活動目標のひとつとして掲げてきた。これは人が宇宙で生活するために必要な施設や装置を微生物汚染から守り、そこで活動する人々の健康に直結する問題を早期に発見し、解決するために必要なライフサポート技術に必要な基盤的データを収集することこそ、国際宇宙ステ

ーション (ISS) に代表される現存の有人宇宙施設あるいは今後建設される長期滞在型有人宇宙施設や、そこに滞在する宇宙飛行士を微生物汚染から守るために必要不可欠であるという認識に基づいている。2008年5月、建設中のISSに向けて日本の実験モジュール「きぼう」の第一便が打上がり、現在すでに与圧部の運用が開始されているが、このような長期滞在型施設内について打上げ・運用開始時から経時的に微生物叢モニタリングを行った例はない。そこで本研究班 WG では昨年の宇宙利用シンポジウム (第24回) において、可能な限りドッキング直後の状態に近い「きぼう」与圧部内微生物叢

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細胞ラックの表面および内部から資料採取を実施したことを報告した。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、2つのテーマを合わせし、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)。本テーマは2009年5月に予定されているスペースシャトルにて採取キットを打



ISS 内壁の変色 ©NASA

上げ、既に軌道にあるキットと合わせて試料採取が実施されることとなっており、インクリメント 21&22 に最初の試料採取を、その後、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。

また、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)」の実施が計画されている。宇宙空間で完全に閉鎖された状態を維持する宇宙船内は外的影響をほとんど受けないため、そこで増殖した微生物は狭い範囲に集中して存在し、特に真菌に関して言えば、真菌自体が細菌に比べ排除が格段に困難なこともあり真菌叢は比較的变化せず安定を保つと考えられる。また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落下することがないため、船内を浮遊し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。特に真菌の孢子や分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、宇宙船内では落下せず漂い続け、地上ではあまり考えられない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、スポンジバスで体の清浄を保っているものの充分ではなく、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。

以上を踏まえ、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する。

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生物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。

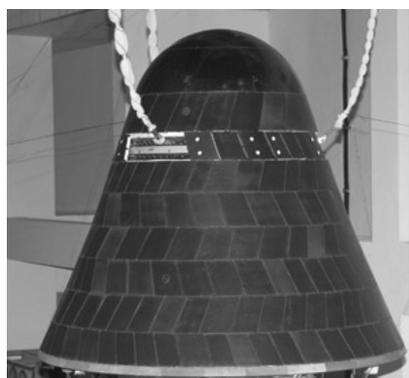
回収衛星を利用した微生物実験の検討と装置開発

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、遺伝子発現がどのように変化するかなどに興味を持っている研究者は非常に多いが、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。各国の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、有人宇宙施設であるISSなどで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できる可能性が高い。このような思惑が各国の宇宙微生物学研究者の間で一一致し、現在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。

現在本WGで検討している微生物実験テーマは大規模な装置を必要とせず、軌道上で菌体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実験を開始、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が基本となり、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となる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検討が進められており、すでに概念設計、

要素試作、動作テスト、培養テストなどを行ってきたが、宇宙実験実施に向け概ね良好な結果が得られている。なお、本装置開発は「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）」と共同で実施が進められているものであり、本 WG は微生物実験に特化した部位に関して、その提案と開発を行っていく予定である。

これまでも本装置を利用した宇宙実験の実施に向け、国際間レベルでの調整を行ってきた。現在のところインドの微生物研究者コミュニティが開発中の小型培養システムによる宇宙実験に強い関心を寄せており、インドの回収型科学衛星 SRE



への搭載性やそこで実施可能な宇宙生物実験について、生物科学系スモールペイロードWGおよびインド研究者コミュニティと共に検討を続けている。

SRE(The Space capsule Recovery Experiment)

©ISRO

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、実験の実施が可能である最適な生物種として藍藻（シアノバクテリア）を選択することとなった。現在 SRE に小型藍藻培養装置を搭載する宇宙実験の実施に向け、培養系や科学固定系の最適化も含め、試料の搭載条件検討およびを進めている。

（参考）

宇宙利用シンポジウム（第 25 回）

L-30 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

L-52 平成 20 年度宇宙ストレス生物学研究班 WG 活動報告

L-60 2008 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