

シンポジウム -1 基調講演

宇宙の生活と宇宙医学

—宇宙から学ぶ究極の予防医学—

Space life and Space medicine

—The ultimate preventive medicine onboard the ISS—

太田敏子

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) プロジェクトアドバイザー,

筑波大学名誉教授

Toshiko Ohta

Project Adviser, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA),

Emeritus Professor, University of Tsukuba

宇宙飛行士が滞在する宇宙空間は、地表から 400 km のところに飛行している国際宇宙ステーション (ISS: International Space Station) とよばれる船体の中である。ISS の全体の重さは 420 トン (1 トン小型車 420 台分)、容積はジャンボジェット 1 機半分といわれている。この ISS が飛行している宇宙空間はつぎのような環境である。

重力 : $10^{-6} - 10^{-4}G$ の微小重力 (地球上の重力の 100 万分の 1 ~ 1 万分の 1 に相当)

大気圧: 10^{-5} パスカル (Pa) の真空状態

元素 : ほとんどが水素 (H) とヘリウム (He), 宇宙放射線 (宇宙で絶え間なく飛び交っている銀河宇宙線・太陽粒子線・捕捉粒子線の高エネルギーの放射線)

ISS は、約 90 分で地球を 1 周し、1 日に地球を約 16 周している。その内部は、約 21% の酸素と約 79% の窒素の重量組成で、1 気圧に調節されている (人間の呼吸により発生する炭酸ガスは除去し、ほこりや微量の汚染ガスも取除いて絶えず循環している)。

このように地上とは全く異なる宇宙環境では、人体にどのような変化が起きるのだろうか? その変化を軽減するにはどうしたらよいのか? これらのことを調べ、その対策を研究する分野を「宇宙医学」とよんでいる。人類が宇宙空間に飛び立って 50 年余り、この変化を研究する過程で、宇宙で起きる現象は人体のしくみの理解や加齢現象の対策に役立つことが解ってきた。

1G で進化した人体にとって、「微小重力」は予想以上に大きな体の変化をもたらす。大気圏を飛び立った宇宙飛行士はまず、体液が上半身に移動し (体液シフト)、3 分の 2 の宇宙飛行士は地上の乗り物酔いに似た宇宙酔いを起こす。そして、最も顕著な変化は、骨で体を支える必要がなくなり ISS の中で泳いで生活するため、骨量の急速な減少が、高齢者の 10 倍の速度で進むことである。さらに、抗重力筋 (背筋や下腿三頭筋など) が滞在中に 10-20% も萎縮する。つまり、宇宙では加齢と同じような現象が急速に進む。いわば、宇宙飛行士は「高齢者モデル」なのである。元気だった宇宙飛行士が宇宙酔いにかかって治るまで、骨が弱くなって帰還してから普通に戻るまで、これらすべての過程を宇宙飛行士の身体で見ることができる。それゆえ、宇宙飛行士への対応策の研究から直接、ヒトはどうしたらよいかを学ぶことができるのである。このことから、宇宙医学は「究極の予防医学である」といわれる。

近年の地上のサイエンスは、人体をネットワークとして捉えようとしている。宇宙環境の微小重力・宇宙放射線・閉鎖空間という三大要素は、人体最大のネットワークである「免疫」や「睡眠」にも大きくかわるに違いない。軌道上の生活はかなり制限されているものの、宇宙開発当初より改善された現代の宇宙生活を紹介し、これまでの宇宙医学研究の成果に加えて、現在進めているプロジェクトの概要を紹介する。本話題が宇宙医学の理解の一助になれば幸いである。