

NASA Johnson Space Center における 宇宙飛行士のトレーニング機器

大平 充宣^{1,2}, 上林 清孝^{1,2}, 辻内 伸好^{1,3}

Training machines for astronauts equipped at NASA Johnson Space Center

Yoshinobu Ohira^{1,2}, Kiyotaka Kamibayashi^{1,2}, and Nobutaka Tsujiuchi^{1,3}

現在運用されている国際宇宙ステーション (ISS) では、半年から1年にも及ぶ長期滞在中の宇宙飛行士が各種の実験等を行うようになっている。熱対流等が起きない微小重力環境は、1-Gの地球上では得られない貴重な科学的成果を上げることが可能である。しかし、同時に人体には好ましくない影響も誘発される。例えば、微小重力そのものが原因で誘発される生理的現象には、抗重力筋の速筋化を伴った萎縮、カルシウムの減少による骨密度の低下、頭部方向への体液シフトやそれに関連した体液量の減少や貧血、心機能の低下等がある。抗重力筋活動の抑制は、脳や脊髄運動神経機能にも影響するという報告もある。従って、宇宙滞在期間が長くなればなるほど、身体運動によるこれらの生体反応を防止することが必須である。現在ISSに設置されている自転車エルゴメーター、トレッドミル、抵抗運動装置等をNASA Johnson Space Center (写真1)で見せてもらう機会を得たので、これらの機器について簡単に報告したい。

自転車エルゴメーター

微小重力環境ではサドルも必要ない自転車エルゴメーターには、各種のタイプがあるが、我々が見たのにはサドルが装着されていた (写真2)。また、微小重力環境では身体が浮くので、両足はペダルに固定するようになっていた。

トレッドミル

写真3には、トレッドミルを示してあるが、微小重力環境での歩行やランニング中は、身体をトレッドミルに引きつけておく必要がある。従って、Dr. Andrea Hansonが右手に持っている装置を装着し、左手で保持しているバンジーコードにつないで、トレッドミル運動を可能にするようになっている。ちなみに、バンジーコードはトレッドミルの両サイドに設置してある。

抵抗運動装置

微小重力環境では重量挙げ等の運動も不可能である。従って、ISSには写真4に示してあるような抵抗運動装置が設置されており、バーを持ち上げようとする無酸素性運動等が実施されている。

身体懸垂式体重免荷トレッドミル

NASAは再度の有人月面探査および初めての火星探査を計画している。これらの環境における重力は、それぞれ1/6-Gおよび3/8-Gであり、1-Gの地球上と同じような抗重力筋活動は不可能である。そこで、これらの環境でヒトはどのような歩行をするのか、下肢筋はどのように動員されるのか等を追求しようとしている。同志社大学には身体を空気圧で浮かす下半身陽圧トレッドミルが設置されているが、NASAには身体を懸垂して、体重免荷を行う装置 (Active Response Gravity Offload System, ARGOS) が設置されていた (写真5)。我々は、3名ともこの装置を使った歩行や空

1 同志社大学・宇宙医科学研究センター (Research Center for Space and Medical Sciences, Doshisha University)
2 同志社大学・スポーツ健康科学部・研究科 (Faculty and Graduate School of Health and Sports Science, Doshisha University)
3 同志社大学・理工学研究科 (Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University)

中遊泳を体験させてもらったが、下半身陽圧トレッドミルを使った歩行とは、バランスのとり方などに違いがあるという印象を受けた。2017年度中に、この装

置を使って歩行時の筋活動等を測定する共同研究を実施しようという約束をして、NASAを後にした。



写真1 NASA Johnson Space Center



写真4 抵抗運動装置



写真2 自転車エルゴメーター



写真3 トレッドミル



写真5 身体懸垂式体重免荷装置とトレッドミル