

哺乳類小動物を用いた宇宙生物学研究の必要性

片平清昭(福島医大・医)、中野完(JAXA)、跡見順子(東大・総合文化)、石原昭彦(京大・人間環境)、大西武雄(奈良医大)、大平充宣(阪大・医)、奥野誠(東大・総合文化)、桑井康宏(東京医歯大・医歯学総合)、清水強(清水宇宙生理学研究所)、矢野昭起(北海道衛生研)、山崎将生(福島医大・医)、山下雅道(JAXA)

The Importance of Space Rodent Experiments

Kiyoaki Katahira (Fukushima Medical University), Tamotsu Nakano (JAXA), Yoriko Atomi (Tokyo University), Akihiko Ishihara (Kyoto University), Takeo Ohnishi (Nara Medical University), Yoshinobu Ohira (Osaka University), Makoto Okuno (Tokyo University), Yasuhiro Kumei (Tokyo Medical and Dental University), Tsuyoshi Shimizu (Shimizu Physiology Laboratory), Shoki Yano (Hokkaido Institute of Public Health), Masao Yamasaki (Fukushima Medical University) and Masamichi Yamashita (JAXA)

JAXA Tsukuba Space Center, Sengen 2-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8505

E-Mail: nakano tamotsu@jaxa.jp

Abstract: Like every other living creature we know of, humans evolved at the bottom of a gravity well. We take the Earth's tug for granted, and so do our bodies. When humans go into space, weightlessness itself is the most important and the most obvious influence on life. Especially, for space missions of several years in duration, the biggest problem that must be overcome is the harmful effects of weightlessness on the human body. These effects include loss of bone density, muscle mass and red blood cells, fluid shifting from the lower to upper body, cardiovascular and sensory-motor deconditioning and changes in the immune system. Such reactions by the body might be appropriate for zero-gravity flight, but are inappropriate for return to the surface of our planet or another planet. For centuries humans have observed animals in order to understand aspects of human biology and function. In modern times, animal research is the gold standard for basic biology and medicine. With animal subjects it is possible to control and reproduce environmental conditions, subject state and protocol, a set of advantages that are often difficult if not impossible to achieve with human subjects. There are needs for sufficient sample size and appropriate experimental timelines that can only be addressed using particular animal systems. Many studies require post-mortem analysis. Moreover, ethical considerations surrounding invasive procedures necessitate the use of non-human subjects. In space biology also, the use of animals and medicine is the most important measures to approach the problems mentioned above. So, to cite the indispensability of space animal experiments for achieving the long-term human space missions, we have been accumulating the references and information of this kind and been summing up each application case for the human physiological deconditionings in space. Simultaneously, in order to acquire the opportunities of space animal experiments for Japanese researchers continually, and to contribute the space biology, we have been seeking suitable space experiment platforms including not only the ISS but also biosatellites. Currently, the possibility of collaboration between Japan and Europe has been examined in respect to the participation of Japanese researchers in rodent space experiments on the Russian Biosatellite "Bion" or "Foton" missions (flight planned NET 2010).

Key words; Weightless, Rodents, space missions of several years, space animal experiment, Biosatellite, Bion, Foton,

数年に及ぶ有人火星ミッション等、近い将来に想定される長期有人宇宙飛行を実現するためには、具

体的計画作成の前提として“宇宙飛行デコンディショニング (spaceflight deconditioning)”と総称され

た微小重力の影響で起こる生理学的諸問題の原因を科学的に究明し、予め解決可能な手段を獲得しておく必要がある。

これまでの宇宙飛行実験から、具体的に微小重力環境下での筋組織や骨格、心血管系、神経内分泌系において広範囲にみられる構造的、機能的、代謝的問題である宇宙飛行デコンディショニング症候群が明らかにされてきた。初期のラットを用いた実験の結果から、軌道上に搭載された遠心装置（セントリフュージ）の働きによって得られる人工重力が宇宙飛行デコンディショニングの影響を軽減することが明らかにされている。さらに、宇宙環境を利用して、ラットにおける宇宙放射線障害の研究やその対処方法の開発に取り組まれることとなった。動物を用いた宇宙実験は今後、従来の成果を基盤としてこれまで以上に国際的研究体制および実験データの共有・蓄積によって推進される必要がある。

一方、高等動物（脊椎動物）を用いた実験は、新奇な環境あるいは実験的な状態にヒトがさらされることが予想される場合など、生体への効果を事前評価する意義がある場合において必要不可欠な手段と考えられる。すなわち、動物を用いて行われた実験の調査の結果から、ヒトへの悪影響や障害をもたらすこととなる因子について予め、理解がより深まることが求められる。例えば、ラット、マウス等の哺乳類小型動物の寿命がヒトと比べてはるかに短く、数年にすぎないことを利用して、ヒトへの長期に渡る影響を推し量り、予想される障害に対する対処の方法を検討、確立する試みがしばしば行われている。

今後、人類が宇宙における活動領域をますます拡大して行くために、長期宇宙環滞在に伴って生じる恐れのある骨格筋の萎縮や放射線被曝、月や火星などの低重力/微小重力研究など、克服すべき課題を研究する上でその実験が論理的に欠かせないと認められた場合に適切と規定された動物実験の実施が不可欠となる。

本ワーキンググループ（WG）は、哺乳類小動物を用いた宇宙生物学研究の重要性を改めて提示するために、現在に至る関連情報、文献を検索しそれらの内容をまとめた総説を作成中である。

また、本 WG において軌道上でげっ歯類を飼育可能とする各国の宇宙機関の装置の開発動向に関する調査、装置機能に関する情報取得、並びにそれらの共同利用に関する調整業務を続けている。現在、2010 年以降に打ち上げ予定のロシア生物学衛星

“BION”、“FOTON”を利用したげっ歯類宇宙実験が欧州宇宙機関（ESA）によって計画されている

ため、それら進捗情報を逐次入手し、本 WG メンバーを含む日本人研究者グループ及び JAXA による協力の可能性、その参加形態等について調整を進めている。