

哺乳類小動物を用いた宇宙生物学実験 Working Group 報告

山崎将生(藤田保健衛生大学)、石原 昭彦(京都大学)、奥野 誠(東京大学)、
桑井 康宏(東京医科歯科大学)、清水 強(清水宇宙生理学研究所)、
矢野 昭起(HASTIC 宇宙医学研究所)、跡見 順子(東京大学)、大西 武雄(奈良県立医科大学)、
大平 充宣(大阪大学)、片平清昭(福島県立医科大学)、中野 完(JAXA)、山下 雅道(JAXA)

Working Group Report of Rodent Space Experiments

Masao Yamasaki (Fujita Health Univ.), Akihiko Ishihara (Kyoto Univ.),
Makoto Okuno (University of Tokyo), Yasuhiro Kumei (Tokyo Medical and Dental Univ.),
Tsuyoshi Shimizu (Shimizu Institute of Space Physiol.),
Shoki Yano (HASTIC Space Medicine Institute),
Yoriko Atomi (University of Tokyo), Takeo Ohnishi (Nara Medical Univ.),
Yoshinobu Ohhira (Osaka Univ.), Kiyooki Katahira (Fukushima Med. Univ.),
Tamotsu Nakano (JAXA), Masamichi Yamashita (JAXA)

Abstract: We organized the working group for rodent experiments in space to discuss a necessity of space studies in mammal and to seek opportunities of the joint space missions for the animal research. At the present time, the fewer opportunities of a housing the rodents in outer space is worldwide problem. Nevertheless, we need to discuss continuously that rodent experiments is important for the space medicine, if we stay in the space environment for a period of a few years.

宇宙飛行士が International Space Station (ISS) に長く滞在するようになり、人類は月あるいは火星へといずれは進出していくことであろう。その背景を鑑みて、当該研究班はヒトが宇宙に長期滞在した際に見られる生体の諸現象を詳らかにして各種対策を講じるには、宇宙飛行士を被験者とした研究を行うとともに、ヒトでは直接解明し難い長期宇宙滞在が生体に及ぼす影響を哺乳動物で調べる意義について意見を交わしてきた。また、げっ歯類を用いた動物実験の企画あるいは海外の動物実験の機会を調査しつつ、組織分与型実験等の共同研究の可能性について検討してきた。現状では、哺乳類小動物を用いた宇宙環境での研究の遂行は、様々な理由から極めて困難な状況にある。げっ歯類を飼育できる遠心機装置の ISS への搭載は、1G 対照実験としての有用性などから、その運用が大いに期待されたが、その中止は残念と言わざるをえない。生命科学、医学の研究では動物に代わる手段がない限りにおいて、広く実験動物を用いた研究が行われており、人類が大気圏外宇宙へ進出し続けていくなれば宇宙環境での動物実験の必要性は言うまでもない。当該分野の実験動物研究を次世代へ繋ぐためにも、宇宙での哺乳類の飼育実施の手立てを継続的に検討して必要性を

示していかなければならない。当該ワーキンググループの班員により検討し、これ迄に纏めた事柄の一部を以下に紹介する。

有人宇宙飛行における動物実験の貢献と将来展望

何世紀にも亘り、人類はヒトを生物学的側面から理解するために、動物を用いた実験が進められ、今なお実験動物を用いて様々なことがらで解明されている。動物での研究では、実験条件などを制御して再現性の高い実験を行うことで成果をあげられる。十分な研究計画を立てれば、同一個体から血液や組織の採取などを行って複数の研究課題を有効に行うこともできる。

宇宙医学の分野における動物の利用は、低高度・非周回軌道の弾道ロケットでの実験に始まる。ライカ犬(ソ連、1957)の宇宙飛行の成功を緒に、宇宙開発の黎明期での動物、生物試料の搭載技術は確立していった。その後続く哺乳動物の宇宙飛行による生命現象の観察と臨床医学的追究が、宇宙環境が人に及ぼすであろう諸現象を確かめ、生体への危険性や障害を把握し、ヒトの安全な宇宙飛行のための宇宙船の開発と設計ならびに飛行技術へと寄与して、有人宇宙飛行の道を開いた。米国とソ連の両者によ

る宇宙船や動物搭載装置の開発は、より高度な生命科学研究へと発展する。アカゲザルを幾度も飛行させた“バイオ”(ソ連)、チンパンジー搭載マーカーカプセルの打ち上げは、類人猿初の周回飛行を成功させた(米国、1961)。これらの試みは生命維持装置の確立を目的としており、宇宙医学領域の学問体系の本格的な礎は、その後の宇宙計画における飛行士からの生体情報の収集だけでなく、動物実験の継続的な実施による。

生物衛星の打ち上げ、ミール、スカイラブ、スペースシャトル計画と続く、多くの生命科学研究を実施するミッションによって、これ迄に微小重力環境や宇宙放射線の生体に及ぼす影響が、前庭系、運動器系(骨と筋)、心血管系、神経内分泌系、体液・血液ならびに他組織において、広範囲に機能上と構造上の両面から明らかにされてきた。特に、後者は宇宙飛行動物から得られた臓器、組織の解析によるところが多く、動物実験の重要性がわかる。人類の宇宙への進出は続くであろうから、宇宙環境下での生命現象のより詳細を知って宇宙医学を発展させることは不可欠であり、動物実験が全く必要でないとは言えない。

人類が火星へも進出するとすれば、現在の宇宙滞在期間では想像できない極めて長期の宇宙滞在が生体に及ぼす影響を調べなければならない。宇宙開発初期に、哺乳動物を用いて様々なことがらを確かめたように、動物を用いて超長期滞在の生体への影響を予め調べて、それらに対する方策を立てる必要がある。そのためにも、また、生態系動植物コロニーの実現なども見据えて、宇宙環境での動物飼育装置の検討などを行う、生命科学、生物学ならびに工学研究分野等の宇宙関連研究を次世代へ引き継ぐように、日本の宇宙開発が進むことを(JAXAへ)希望する。

哺乳類小動物を必要とする宇宙研究概要

人類が長期滞在を目指して宇宙へと継続的に進出するにあたって、宇宙生命科学、宇宙医学分野で追求すべき哺乳小動物での研究は、各臓器、器官、組織などの一般的な構造と機能を調べる基礎的研究のほか、以下に示した研究の重要度は高い。

- 宇宙放射線医学の研究
- 運動器(骨,筋)に関する研究
- 前庭機能に関する研究
- 循環機能に関する研究
- 生殖・継世代および授乳行動に関する研究
- 創傷と治癒に関する研究
- 栄養と代謝に関する研究
- 薬物療法学に関する研究

微小重力での医療・手術に関する研究
生体における重力閾値に関する研究 他

宇宙で飼育したラットの保存組織標本の分与

ニューロラブ計画(スペースシャトル、1998年打ち上げ)では、7代表研究者の課題に基づいて仔および母ラット(帰還時25日齢、31日齢および成熟Dam)が飼育された。各実験終了後の組織は各研究者の優先権のもとに調整して分配された。代表研究者以外の利用は、7代表研究者と重複しない組織解析で共同研究として行われてきた。国内に、主として頭部と脳を除く上半身(胸骨等含む)、皮膚、腹部臓器の組織標本の一部が保存されている(ホルマリンおよびエタノール保存、代表研究者:清水強)。組織分与型研究の機会は当面少なく、有効利用が期待される。研究者が希望する解析に、適切な組織(保存方法と状態および大きさを含む)を得るには、組織の実物を確認して再トリミングを行って摘出するのが確実である。従って、これら組織の再摘出と分与を、当該ワーキンググループの活動の一環として予算化(平成21年度以降)して実施したい。既に一部は再配分している。将来の分与型研究に備えた模擬解剖と分与の実施にもなる。

(保存:藤田保健衛生大学医療科学部臨床工学科生理学、問い合わせ:山崎将生、e-mail:yamasaki@fujita-hu.ac.jp)