

平成21年度宇宙ストレス生物学研究班 WG 活動報告

げっ歯類を用いる宇宙実験—サンプルシェア研究—

研究班代表 石岡憲昭 (JAXA-ISAS)

浅島 誠(東大)、石原昭彦(京大)、泉 龍太郎(JAXA)、宇佐美真一(信州大)、大石浩隆(佐賀大)、大森克徳(JAXA)、鎌田源司(AES)黒谷明美(JAXA)、鈴木ひろみ(JSF)、鈴木信雄(金沢大)、曾我部正博(名古屋大)、高橋昭久(奈良医大)、二川 健(徳島大)、東谷篤志(東北大)、東端 晃(JAXA)、馬嶋秀行(鹿児島大)、宮崎安将(森林総合研)、向井千秋(JAXA)、保田浩志(放射線医学総合研)、山崎 丘(JAXA)、K. Chattopadhyay (IIS)、O. I. Orlov (IBMP)、S. C. Sharma (VSSC)、S. Shivaji (CCMB)、庄逢源(北京航空航天大学)

【Abstract】

The space environment, such as microgravity and space radiation, is a kind of stress for the living organisms which influence from a cell to an individual organism level, and the stress biology in space research working group has been examining concretely the basic biological research subjects of space environment stress responses on living organisms. In this year, we have participated in a sample-share research program of the ASI-MDS (Mice Drawer System) mission using mice through science reviews by ASI (Agenzia Spaziale Italiana).

【はじめに】

宇宙環境、特に微小重力と宇宙放射線は生物個体や組織、細胞に対するストレス刺激である。宇宙ストレス生物学は、個体のストレス応答を分子レベルからの解析を中心に、具体的な宇宙実験テーマを提案することを目的として活動している (Fig. 1)。

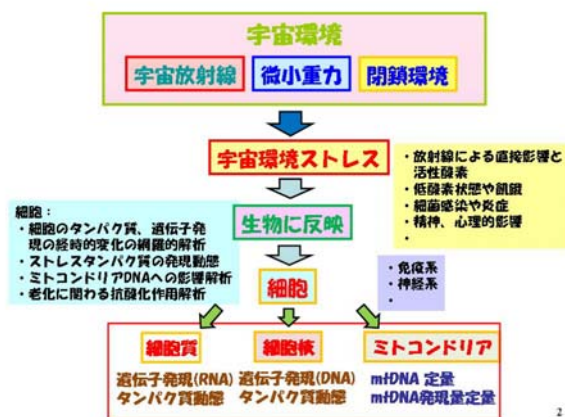


Fig.1. Strategy of Space Stress Biology

本年度、イタリアが開発したマウス飼育実験装置 (MDS) で実施したマウス実験のサンプルシェア研究に研究班WGとして研究者レベルで実験を提案し、

イタリア宇宙機関(ASI)の科学評価を経て 3 提案が採択された。KSC での解剖チームにも参加し試料を入手し、現在解析中である。

【MDS の概要】

MDS は、ASI が開発し、自動給餌、給水、排気と照明機能を有し 100 日から 150 日間 ISS 内で個別に最大 6 匹のマウス、4 対のグループでマウスを飼育することができる (Fig. 2)。



Fig.2. Three cages each side of MDS (http://www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/MDS.html)

シャトル内で運転しながら打上げ回収が可能で ISS 内アメリカ実験棟デスティニーのエクस्प्रेसラックに設置された (Fig. 3)。



Fig.3. Installation of MDS by Crew in ISS (http://www.nasa.gov/mission_pages/station/science/experiments/MDS.html)

【宇宙実験と ISS 内飼育結果】

2009 年 8 月 28 日にスペースシャトルによって打ち上げ、国際宇宙ステーション (ISS) 内でマウス 6 匹を 13 週間飼育し、11 月 27 日にスペースシャトルによって KSC に帰還した。

軌道上での飼育中に野生型 2 匹、変異型 1 匹が原因不明で死亡したため、野生型 1 匹および変異型 2 匹が回収された。明確な原因は不明であるが、現在イタリア宇宙機関で調査している。



Fig.4. Dissection of Space Flown Mice at KSC-SLSLab

【宇宙実験テーマと概要】

(1) 前庭系末梢器の mRNA 発現に及ぼす微小重力の影響：微小重力環境に曝露された内耳末梢前庭器の変化を分子レベルから解析する。内耳末梢前庭器から mRNA を抽出し DNA アレイ法により mRNA の発現変化を分析して、マウス末梢前庭系の様々な mRNA の変化を明確にする¹⁾。

(2) 微小重力への曝露によるマウス脊髄ニューロンの細胞体サイズと酸化系酵素活性の変化：13 週

間の無重力への曝露が脊髄の前角外側部に分布する神経細胞 (ニューロン) の細胞体サイズと酸化系酵素活性に及ぼす影響を検討する。3 匹のマウスから摘出した脊髄の薄切切片に酸化系酵素 (SDH) 染色を行い、頸髄と腰髄に分布するニューロンの細胞体サイズと SDH 活性を比較する²⁾。

(3) 体毛付皮膚の分析と宇宙医学への反映：宇宙飛行したラットの皮膚の分析からストレスに関連するタンパク質の変動が報告されており、本研究では、マウスの体毛、皮膚のストレス応答関連タンパク質やタンパク質合成に関与する遺伝子群の発現変動を DNA マイクロアレイおよびリアルタイム PCR などの発現解析によって調べる。現在、JAXA 宇宙医学生物学研究室では ISS に滞在する宇宙飛行士から毛髪を採取分析、考察して、今後の有人宇宙活動の基礎的な医学データを取得しようとしており (Fig. 5)、本研究の成果を宇宙飛行士の毛髪分析に反映させたい。

Biomedical analyses of human hair exposed to long-term space flight (Hair)

Research Summary

- Determine stress levels and metabolic conditions caused by microgravity environment and cosmic radiation by examining the human hair .
- Hair matrix cells actively divide in a hair follicle, and they sensitively reflect physical conditions.
- The hair shaft has an advantage in that it records the metabolic conditions of the environment where the subject is.
- These samples give us useful physiological information to examine the effect of space flight.

Mineral Analysis of Metabolic Conditions

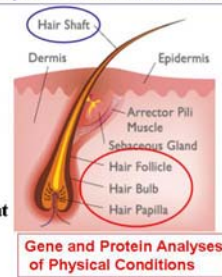


Fig.5. Research Summary of Space Experiment “Hair”

【今後の予定】

2010 年 2 月、イタリアでコントロール実験のサンプル採取、6 月科学成果の報告予定。また ASI は 9 月に MDS-2nd を計画しており、研究班WGを継続させサンプルシェア研究への提案とプロジェクト化を目指す。

【引用文献】

1. Iijima N, Suzuki N, Oguchi T, Hashimoto S, Takumi Y, Sugahara K, Okuda T, Yamashita H, Usami S. The effect of hypergravity on the inner ear: CREB and syntaxin are up-regulated. Neuroreport, 15(6):965-969, 2004.
2. Roy RR, Matsumoto A, Zhong H, Ishihara A, Edgerton VR. Rat α - and γ -motoneuron soma size and SDH activity are independent of neuromuscular activity level. Muscle Nerve, 36: 234-241, 2007.