

# 「きぼう」での Rad Gene/LOH 宇宙実験報告 -提案, 準備, 宇宙実験運用-

大森克徳<sup>1</sup>, 石岡憲昭<sup>1,2</sup>, 鈴木ひろみ<sup>2,3</sup>, 嶋津徹<sup>3</sup>, 関真也<sup>2,4</sup>, 橋爪藤子<sup>2,4</sup>, 高橋昭久<sup>1,5</sup>,  
大西武雄<sup>1,5</sup>, 谷田貝文夫<sup>1,6</sup>,

<sup>1</sup>宇宙航空研究開発機構, <sup>2</sup>鹿児島大学, <sup>3</sup>日本宇宙フォーラム, <sup>4</sup>AES, <sup>5</sup>奈良県立医科大学, <sup>6</sup>理研

## Space experiment “Rad Gene/LOH” at Kibo-report: Aim, preparation and spaceflight

Katsunori Omori<sup>1</sup>, Noriaki Ishioka<sup>1,2</sup>, Hiromi Suzuki<sup>2,3</sup>, Toru Shimazu<sup>3</sup>, Masaya Seki<sup>2,4</sup>,  
Toko Hashizume<sup>2,4</sup>, Akihisa Takahashi<sup>1,5</sup>, Takeo Ohnishi<sup>1,5</sup>, Fumio Yatagai<sup>1,6</sup>

<sup>1</sup>JAXA, <sup>2</sup>Kagoshima Univ., <sup>3</sup>JSF, <sup>4</sup>AES, <sup>5</sup>Nara Med. Univ., <sup>6</sup>RIKEN

E-Mail: omori.katsunori@jaxa.jp

**Abstract:** To study about space radiation effects on human cultured cells, two flight experiments of Rad Gene and LOH have been scheduled since about 8-10 years ago. As the first life-experiment in ISS, they were performed. A space shuttle “Endeavor” was launched from KSC on Nov. 15<sup>th</sup>, 2008 (STS-126) and arrived to earth by “Discovery” on Mar. 29<sup>th</sup>, 2009(STS-119). Total flight was 133 days 19hrs 42 min. We prepared two cell lines of human culture cells bearing different *p53* gene status for culture in a Cell Biology Experiment Facility (CBEF), for frozen condition in a Minus Eighty degree Celsius Laboratory Freezer in ISS (MELFI) and for the ground control. CBEF has two areas of micro- and 1g-facilities. We can compare the effect of microgravity on biological phenomenon such as gene expression, chromosomal aberration and mutation and so on by using two areas in CBEF with or without gravity. On the other hand, we can compare the space radiation effects on them from the comparison of flight experiments with 1g and the ground control experiments. Flight experiments started Feb. 20<sup>th</sup>, 2009 and finished 28<sup>th</sup> for 8 days. Crew training was done on July 9<sup>th</sup>, 2008 at JAXA, Tsukuba. In these experiments, many schedules were changed from the reason of the delay of shuttle flight. However, whole scheduled experiments were successful. Today, next speakers will show the interesting and exciting data surely.

**Key words;** International Space Station, space radiations, space experiments, Rad Gene, LOH.

### (1)はじめに

国際宇宙ステーションにおける Kibo での生命科学の最初の宇宙実験として、二つの宇宙放射線影響研究のテーマが 2008 年 11 月 15 日から 2009 年 3 月 29 日の間に全て順調に行われた[1-3]. 大西武雄 PI(奈良県立医科大学)による第 3 回ライフサイエンス国際公募平成 12 年選定テーマの Rad Gene(哺乳類培養細胞における宇宙環境曝露後の *p53* 調節遺伝子群の遺伝子発現)[2]と、谷田貝文夫 PI (理化学研究所)による第 4 回ライフサイエンス国際公募平成 14 年選定テーマの LOH(ヒト培養細胞における TK 変異体の LOH パターン変化の検出)[3]である。

### (2)実験器具の概要

両テーマともに、ヒトリンパ芽球 TK6 細胞由来の浮遊細胞を用い、培養バッグ、培養装置、冷凍庫いずれも共通のものを利用して実施した(図 1). オリジナル培養バッグ(図 2)には、大西 PI によるこれまでの宇宙実験で培った工夫が多く盛り込まれている。培養バッグは 2 部屋に分かれている。図 2a の A に



図 1. 実験器具。

a, 培養バッグ; b, ホルダー; c, 実験用ユニット MEU; d, 培養装置 CBEF(上段が微小重力実験トレイ. 下段が人工重力実験用回転テーブル); e, スペースシャトル搭載冷凍庫 GLACIER; f, ISS 搭載冷凍庫 MELFI.

は凍結した細胞と凍結した培地が、Bには宇宙で培養後に凍結するための20%DMSO入りの培地が入っている。まず2つの部屋が仕切られた状態で凍結して打ち上げ、宇宙の培養装置内で解凍し、培養する。培養が終了したらAとBの液を宇宙飛行士に混合してもらう。AとBの真ん中の仕切りに仕掛けがあって、片方から圧力をかけることで、簡単に仕切りが外れるようになっている。さらに、A、Bの部屋には一つずつビーズが入れてあって、液が確実に混ざった時の目印になるようにしてある。2つの液を混ぜて凍結し、地上で回収するしくみである。

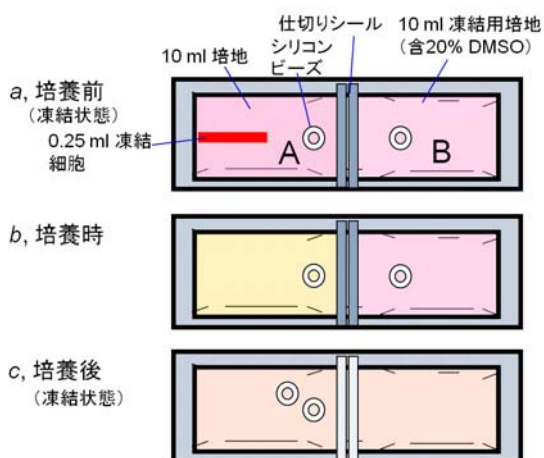


図2. 培養バッグ。

a, 培養前の様子。2つのビーズが一時的隔壁の間に分かれています。赤色の棒が冷凍されている細胞。b, 37°Cでの培養中の様子。左側で細胞が増殖(培地が黄色に変色)している。c, 培養の終了の様子。右側のDMSOを含む保存用液と左の培養後の細胞とが混合され、すぐに冷凍された。

### (3) サンプル調製の概要

実験用細胞の培養バッグへの充填は筑波 JAXA において、2008年9月1日から8人体制で開始し、バックアップ用および宇宙飛行用に2008年10月31日までに約800個作製した。宇宙実験用サンプルを凍結状態でシャトル発射1週間前にケネディスペースセンター(KSC)へと運搬した。地上対照は筑波 JAXA に置いた。

### (4) フライトと宇宙での培養実験の概要

米国スペースシャトル(Endeavor, STS-126)は2008年11月15日午前9:55(日本時間)にKSCから発射した。当初、宇宙での細胞培養実験は2009年2月3日に開始予定であったが、日本時間2009年2月20日(金)午後9:51(日本時間)「きぼう」船内実験室の細胞実験ラックに搭載されている細胞培養装置を使い、宇宙飛行士の作業と筑波宇宙センターからの遠隔操作により、RadGene/LOH 実験の培養を微小重力区と

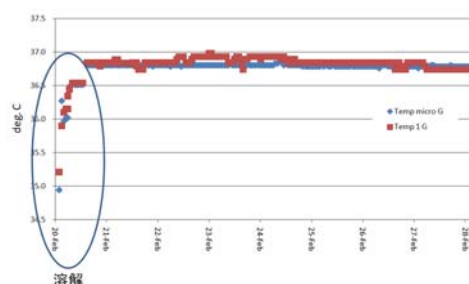


図3. 実験用ユニット内の温度変化。

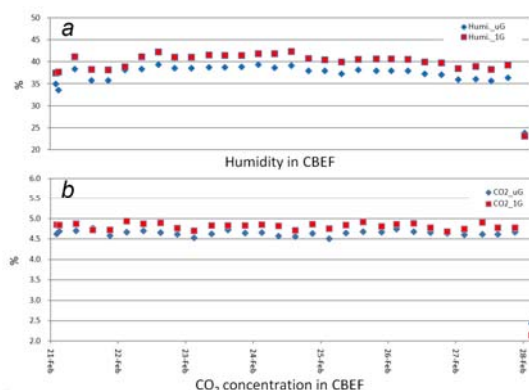


図4. 培養装置内の(a)湿度および(b)CO<sub>2</sub>濃度変化。

約1gの重力区で開始した。宇宙実験は予定より遅れたが、滞りなく Sandra H. MAGNUS 宇宙飛行士によって順調に行われた。ISSの培養装置は問題なく正常状態で運転され、細胞培養時、平均温度は36.8°C(図3)、湿度およびCO<sub>2</sub>濃度(図4)も安定していた。8日間培養後、同月28日に培養装置から冷凍装置への移動が実施された。地上では3日遅れで宇宙実験と全く同様の実験を筑波 JAXA で行った。帰還はスペースシャトル(Discovery, STS-119)によって2009年3月29日午後4:13 KSCに到着した。その後、サンプルを日本へと、それぞれの研究協力者に配分された。運搬、冷凍状況は完璧なものであった。

### (5) おわりに

選定から実際の宇宙実験まで長い年月遅延したものの、その間の予備実験や綿密な計画により、準備、サンプル調製、運搬、フライト、宇宙飛行士との交信、細胞培養など一連の Kibo での生命科学最初の宇宙実験の運用が見事に実施された。多くの科学的成果が期待される。

### 参考文献

- [1] Ohnishi, T. et al. (2004) *J. Gravitat. Physiol.*, 11, 81-91.
- [2] Ohnishi, T. et al. (2009) *Biol. Sci. Space*, 23, 3-10.
- [3] Yatagai, F. et al. (2009) *Biol. Sci. Space*, 23, 11-16.