

【原子力ポイント97】 宇宙放射線研究と「きぼう」日本実験棟で実施の生命科学研究(その4)

前回および前々回の本コラムでは、「低線量（100mSv以下）の宇宙放射線を受けるとヒト細胞は強くなる」と紹介しました。宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、表1に示す3つのテーマを採用して2013年8月より、「宇宙環境が次世代に及ぼす影響の実験」を開始しました。朝日新聞は、3テーマのひとつ「Space Pup 実験」に関連して2014年8月、「宇宙で保管の精子からマウス誕生“出産率”地上と同じだった」と発表しました。今回はその内容を探ってみましょう。

ゆりちゃん：最初に基本的なことを聞きますが、「Space Pup 実験」のPupってどういう意味ですか？

タクさん：英和辞典をひくと「Pup=子」と訳されています。Space Pupで宇宙の子です。この実験を主導したのは山梨大学生命環境学部の若山照彦教授ですが、「マウスの生殖細胞”精子”を使って、宇宙放射線が次世代の子どもにどのような影響を及ぼすのか、実験して確かめたい」という強い思いが感じられますね。

ゆりちゃん：「Space Pup 実験」の内容を私にもわかるように教えてください。

タクさん：図1を見て下さい。若山先生は1997年、顕微鏡で見ながら遠隔操作機械（マイクロマニピュレーター）を使って体外受精を試み、世界で初めて「クローンマウス」を作った研究者として知られています。それから約10年後の2008年には、16年間にわたって凍結乾燥（フリーズドライ）され、死亡が確認されていた“マウス”の脳細胞からDNAを含む「核」を取り出し、マイクロマニピュレーターを使って直接卵子に入れる操作によって、「クローンマウス」を作ることに成功しました。人々は、「死亡した細胞からでも生命を“復活”できるのか？」と驚き、研究者は、「マンモス“復活”も夢ではない」と期待しました。若山先生は、このフリーズドライにより生命を復活させる技術を、宇宙実験に応用しようと考えました。図2を見て下さい。すなわち、フリーズドライしたマウスの精子（精子は死亡）を日本の宇宙実験棟「きぼう」に乗せ、2013年8月から最長で約3年間（現在は約5年間に延長）宇宙飛行させ、宇宙放射線が降り注ぐ環境を体験した宇宙精子から正常なマウスの子どもが生まれるかどうか、実験して確かめる計画を立てたのでした。

ゆりちゃん：「Space Pup 実験」の内容をもう少し具体的に教えてください。

タクさん：精子は、4つの系統の異なる雄マウス12匹ずつから採取しました。試料は、短期保存用（9ヶ月）、1.5年間保存用および2～3年間保存用に分け、宇宙実験用（照射群）と地上保存用（対照群）の二組が準備されました。宇宙保存用の試料は2013年8月4日、種子島宇宙センターから「こうのとりのり」4号機で打ち上げられ、短期保存用試料が2014年5月19日、米国スペースX社のドラゴン補給船運用3号機で地上回収されました。この試料の「きぼう」での正確な保存期間は288日であり、宇宙放射線被ばく量は約178mSvでした。

ゆりちゃん：「Space Pup 実験」の結果はどうだったのですか？

タクさん：結果は2017年5月23日、米国科学アカデミー紀要に発表されました。毎日新聞が同日、「宇宙マウス“ひ孫まで元気” 外見や寿命に異常なし」と題して記事を掲載しました。引用します。「若山教授らの研究グループは、強い放射線を受けて遺伝子損傷が起きやすい宇宙空間で約9カ月間、保管した精子を使って生まれたマウスが健康な状態で、正常な繁殖能力を持っていたと発表した。若山教授らは、その精子を使って体外受精し、宇宙マウス73匹の誕生に成功した。出産率は約10%で、地上で保管した精子を使った場合（約11%）と差はなかった。さらに宇宙マウス同士での繁殖も可能であり“ひ孫マウス”ま

で生まれたが、外見や寿命に異常は確認されなかった。精子が受けた宇宙放射線被ばく量は、地上の約 100 倍で、4 系統のマウスの精子のうち 3 系統で DNA に損傷が見られた。しかし、生まれたマウスの遺伝子は、地上で生まれたマウスと差はなかった。若山教授は、体外受精したとき、卵子由来の DNA の修復機能が働いて、精子 DNA のダメージを修復したのではないかと分析した。」

若山教授は、今後 3 年間および 5 年間に及ぶ長期間保存したフリーズドライ精子の実験を行うことにより、宇宙放射線が生殖細胞や継世代に対してどのような影響を与えるのか明らかにしていく予定といます。今後の本格的な宇宙旅行に向けて「希望の灯り」を灯してくれたようですね。(原産協会・人材育成部)

表1. 「凍結細胞の宇宙環境影響」に関する3テーマの特徴 (JAXA提供)

	① Stem Cells 実験 凍結ES細胞	② Space Pup 実験 凍結乾燥細胞	③ EmbryoRad 実験 凍結受精卵
サンプルの 作り方	マウス胚性幹細胞 を作製して凍結	マウス精子を凍結 乾燥	マウス精子と卵子 を人工授精させ、 2細胞に分裂した 時期に凍結
特徴	-80℃冷凍におい て5年間保存検査 済み。	一時的な温度上 昇にも耐える。	様々な特徴を持つ 系統を使う。
実施期間	2013年3月から 約3年間	2013年8月から 約3年間	2015年4月から 6カ月~1年間

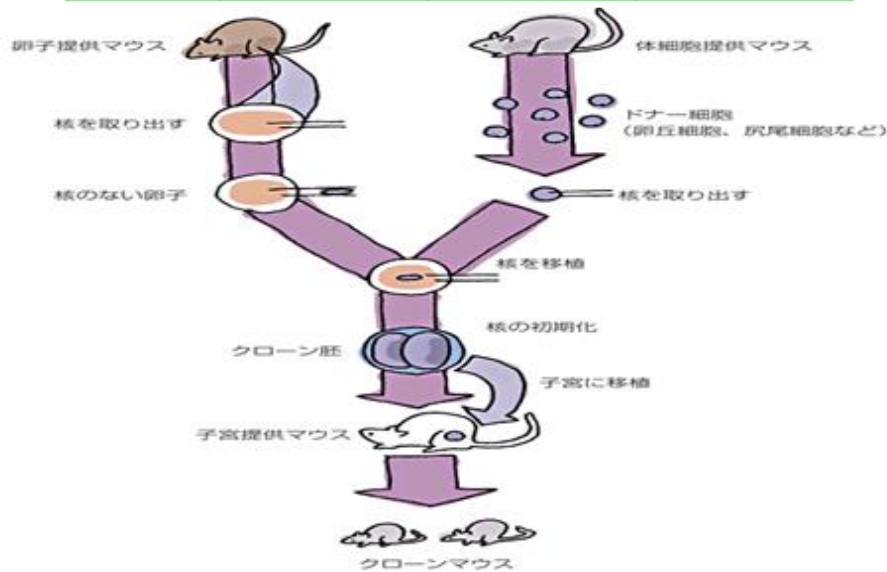


図1. 複製(クローン)マウスの作り方
(参考)テルモ生命科学財団「この人に聞く- 第11回」



図2. 精子のフリーズドライに関する研究

(参考) 山梨大学生命環境学部生命工学科「発生工学を用いた新たな生殖技術の開発」