

【原子力ワンプoint95】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2)

「きぼう」は日本の宇宙実験棟です。図1を見てください。奈良県立医科大学大西武雄教授(当時)は、「きぼう」にヒト細胞を乗せて約3か月間、宇宙放射線を当てる実験を行い、「宇宙に行くとヒトの細胞は放射線に強くなる(放射線適応応答する)ことを実証した」、と言います。どういうことでしょうか。調べてみましょう。

ゆりちゃん：「放射線適応応答する」という意味を、もう少し具体的に教えてください。

タクさん：パリに本部を置く経済協力開発機構/原子力機関(OECD/NEA)は、報告書「放射線防護における新たな課題(2009年発表)」の中で、「放射線適応応答するとは、低線量の放射線(約10~100mSv)を受けた細胞や動物が、その後、高線量の放射線(約1,000mSv以上)を受けると、放射線の悪い影響から身を守るという不思議な効果が生じること」、と説明しています。図2を見てください。岡山大学山岡聖典教授は、「適応応答は放射線だけでなく化学物質でも起こる」、と言います。このように不思議な反応をする適応応答は、人類が進化する長い過程を通じて獲得、遺伝によって次世代に受け継がれてきたものであり、外部からの異常な刺激から生体を守る手段として「なくてはならないもの」となっています。

ゆりちゃん：大西先生は「きぼう」で、どのような実験をしたのですか？

タクさん：約1年半前の本コラム「原子力ワンプoint 58」で、「大西武雄先生は、スペースシャトルで約2週間、宇宙飛行したラットの皮膚を検査することによって、ゲノムの守護神と呼ばれるp53遺伝子が増産されることを発見した」、と書きました。実は、放射線適応応答にはp53遺伝子が必要であり、これを欠損した細胞では適応応答が起こらないという研究報告(Sasaki M.et al.: Mutat.Res.504,101-118(2002))があります。そのため、大西先生は、p53遺伝子が正常なヒト細胞(TSCE5)とp53遺伝子が異常なヒト細胞(WTK1)を準備しました。そして、この2種類の細胞を「きぼう」に乗せ、凍結状態にして約3か月間、宇宙飛行しました。宇宙放射線による総被ばく線量は「約71.2mSv」でした。これらのヒト細胞は、2009年3月29日、ケネディ宇宙センターに帰還し、その直後に奈良県立医科大学に送られ、「放射線適応応答」が分析・調査されました。

ゆりちゃん：「放射線適応応答」の分析・調査って、どんなことが行われたのですか？

タクさん：もう一度、図2を見てください。大西先生らは、高線量の放射線がもたらす悪い影響として、①細胞死の誘発、②傷ができた細胞で、がん化する可能性のある状態を感知すると自ら死を選択すること(アポトーシス)の誘発、③染色体異常の誘発、④ゲノム突然変異の誘発、を取り上げました。そして、宇宙から帰還したヒト細胞に高線量の放射線(2,000mSv)を急照射し、①~④の悪い影響が緩和されるかどうか、すなわち、宇宙で、低線量の放射線被ばくを受けてきたヒト細胞が、その後の高線量の放射線被ばくに対し、「抵抗性」を示すかどうか分析・調査しました。

ゆりちゃん：宇宙放射線を被ばくしたヒト細胞に、「放射線適応応答」は、はっきりと観察されたのですか？

タクさん：図3を見てください。分析結果の一例としてアポトーシス、および染色体異常の出現頻度を示します。アポトーシスに関しては、正常型p53細胞の宇宙サンプルに急照射した方が、地上にあって宇宙放射線を受けていない正常型p53細胞(対照群)に比べて出現頻度が明瞭に低くなりました。同様に、染色体の異常を示す二動原体(図3に説明図)の出現頻度を調べてみると、正常型p53細胞の宇宙サンプルに急照射した方が、地上サンプルに比べて染色体異常の出現頻度は明らかに低くなりました。細胞死およびゲノム突然変異でも同様な結果が得られています。大西先生は、「研究室で被ばくさせた高線量放射線の悪

い生物影響が、宇宙で事前に受けた低線量の放射線被ばくによって抑制されることがわかる」、といます。興味深いことに、谷田貝文夫先生（理化学研究所）は大西先生と同じ時期に、「きぼう」でヒトリンパ球細胞の遺伝子変化を調べ、放射線適応応答のメカニズムを解明しました。次回、詳しく紹介しましょう。

(原産協会・人材育成部)

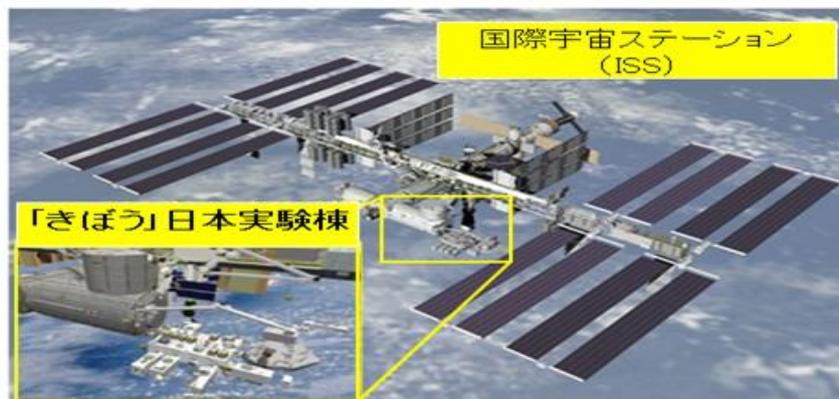


図1. 国際宇宙ステーション (ISS) と日本実験棟「きぼう」配置図 (JAXAクラブニュース)

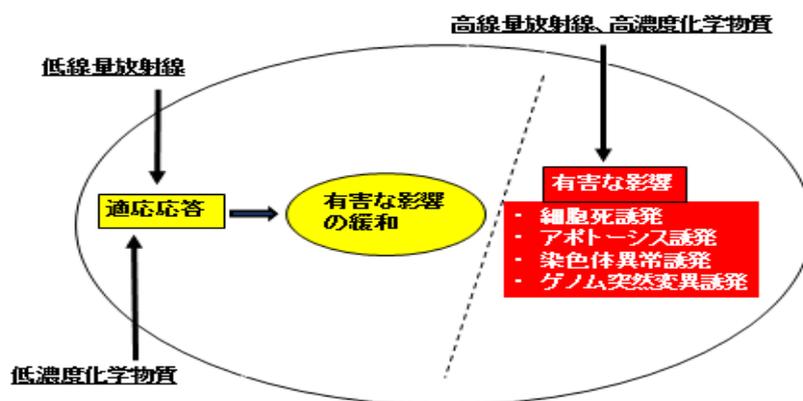


図2. 高線量放射線および高濃度化学物質に対する低線量放射線および低濃度化学物質による適応応答 (岡山大学医学部保健学科紀要を参考にして作成)

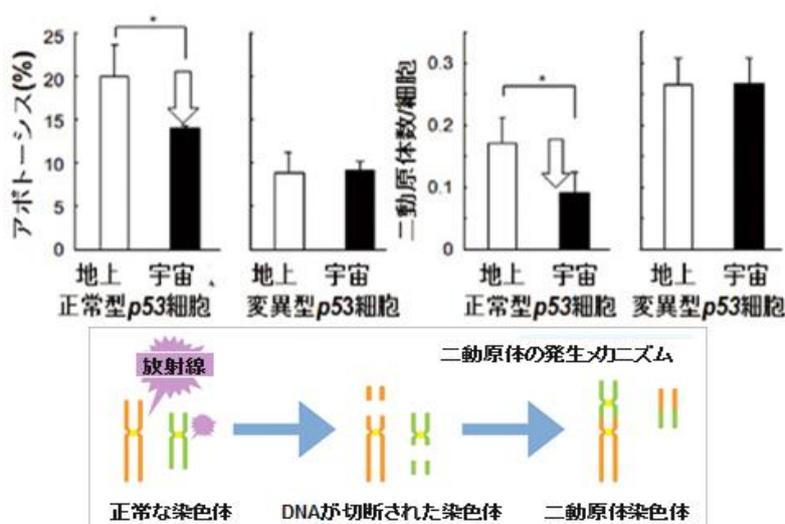


図3. 放射線適応応答： 地上回収後 2,000mSv の X 線を照射し、培養後にその放射線影響を測定した。矢印は宇宙飛行すれば抑制されることを表す。(「きぼう」利用成果レポート 2014)