

# (A03-1) 低フルエンス粒子放射線の動物個体への影響と 生体の適応に関する多面的解析

研究分担者 藤森 亮

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所  
放射線障害治療研究部

平成 29 年 1 月 18 日(水)～平成 29 年 1 月 21 日(土)

海外若手研究員招聘報告

平成 29 年 1 月 18 日～平成 29 年 1 月 21 日、ドイツ航空宇宙研究所の Ralf Möller 博士を招聘し、重粒子加速器

(HIMAC) による共同研究を実施した。地上生物が「宇宙に生きる」上で負うリスクの評価において、宇宙環境に特有の放射線の生物影響の理解が必要である。Möller 博士が牽引する国際コンソーシアム「STARLIFE」により、銀河宇宙放射線を代表する X 線、ガンマ線、重粒子線に対する生体応答が多様な生物モデルを用いて研究されている(注1)。電離放射線以外の極限環境(真空、紫外線、著しい温度変化など)に対して微生物の多くは抵抗性を示し、電離放射線に対しても mGy オーダーの低線量に対する生物効果は極めて小さいために観察が困難であった。

線量として短期の宇宙滞在で想定される被ばくを遙かに上回るにしても、宇宙線に含まれる「高エネルギー粒子」を模倣した加速荷電粒子に対する生体影響の理解は重要である。こうした放射線は様々な生体分子を直接的に損傷し、あるいは ROS 生産を通じて間接的に DNA 単鎖切断(SSB)と二重鎖切断(DSB)を誘導する。これらに加えてさらに脱塩基など多様な損傷が混在する

「DNA クラスター損傷」も誘導されるため、 $\alpha$ 線、重粒子線、中性子などの「高 LET 放射線」は、 $\gamma$ 線・X線などの「低 LET 放射線」にくらべて生物効果が大きいと考えられている。枯草菌 *Bacillus subtilis* は過酷な環境下では孢子を形成し、良好な条件で再増殖を開始するため、放射線の線量評価にも利用されている。このたび、HIMAC によるイオンビーム、すなわちヘリウム(150MeV/n)、アルゴン(500MeV/n)、鉄(500MeV/n)をそれぞれ枯草菌の孢子に照射し、孢子の発芽と DNA 修復を時系列的に観察した(図1)。結果、発芽の顕著な低下と遅延が誘導され、GFP 緑色蛍光によって標識された DNA 二重鎖切断修復タンパク Ku の孢子中心領域への局在が検出された(図2)。高 LET 重粒子線による孢子の発芽抑制は多数の DSB の蓄積によるものと推察された。

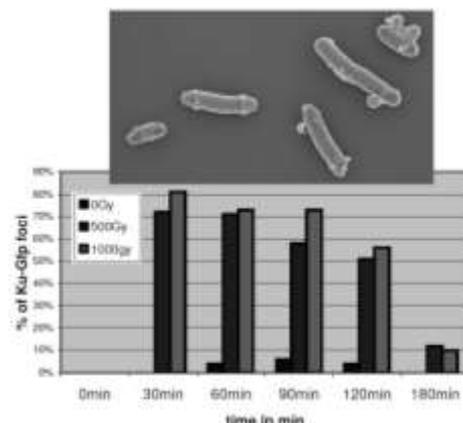


図1. 枯草菌の孢子発芽・成長の形態変化および DNA 断端結合蛋白 Ku (GFP 蛍光) の局在の定量的解析

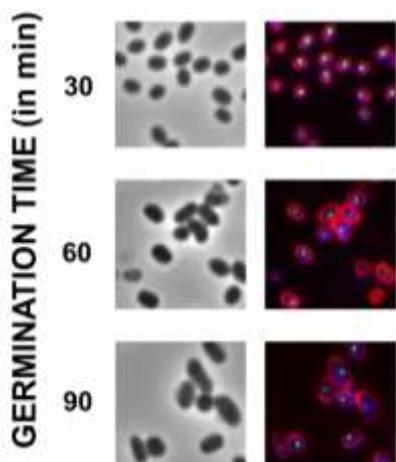


図2. 500 Gy のアルゴンイオン線を照射された枯草菌孢子の成長と DNA 断端結合蛋白 Ku (GFP 蛍光)

注1. STARLIFE に関する参考文献

An International Campaign to Study the Role of Galactic Cosmic Radiation in Astrobiological Model Systems. Ralf Moeller, Marina Raguse, Stefan Leuko, Thomas Berger, Christine Elisabeth Hellweg, Akira Fujimori, Ryuichi Okayasu, and Gerda Horneck. *Astrobiology*. Feb 2017, 17(2): 101-109.