宇宙でフレアに遭遇すると

Risks what we encounter in the space

藤高 和信[1]

Kazunobu Fujitaka[1]

[1] 放医研・放射線安全・宇宙プロジェクト

[1] International Space Radiation Laboratory, NIRS

宇宙に出て浴びる「思わざるリスク」はフレア等の太陽起源のものである。しかし現段階ではフレアに遭遇した場合の安全基準や扱い方は、JAXA でもまだ決まっていない。非フレア時の防護基準は発表されているが、フレア時のものは後から考えることになっている。普通、銀河から出る粒子群によるリスクはどこでもほぼ一定である。これに比して太陽起源のものは、通常エネルギーも低く、たいしたことはない。しかし一度太陽が爆発するとそのリスクはずっと大きなものになると、JAXA 自身が計算で予想している。それでも厚い遮蔽の中に逃げ込んで、それほど有効な遮蔽は期待できないだろう。

宇宙では通常、1mSv/day である。フレア時は十数 mSv/day に達し得るが、ようやくそのレベルに生物実験が追いついた段階になった。面白いことに、これは防護に取っては大レベルだが、生物実験をする研究者にとっては極く低レベルなのである。そして生体に悪さをもたらすのは、放射線で電離した酸素を含むラジカルである。つまり酸素が悪者である。これが DNA の鎖を切るから、具合が悪いのである。直接鎖を切るのは 30%に過ぎず、70%は酸素経由で起きる。切られた DNA 鎖をが誤った形で再生するとがん化する。また途中で生じる 2 次電子の量が悪さの代弁者であり、一方高エネルギー粒子では原子番号の 2 乗に比例する形で 2 次電子が発生するため、鉄イオンのような核種が問題視される。生物学者はなぜ鉄イオンを追いかけるといふと、鉄は重粒子の中で突出して多く、しかも 2 次電子が多く発生するからである。単なる陽子だったら影響が 1 だが、鉄だと影響は $676(=26 \times 26)$ になる。だから宇宙線の組成が陽子が 87%、アルファ粒子が 12%、重粒子が 1%程度とされるが、決してこれは影響を反映するものでない。恐らく陽子と重粒子の影響は Comparable、と言われる所以である。

これに関連する加速器で、鉄を十分高エネルギーまで加速できるものが世界的に少ない。理研リングサイクロトロンは 135MeV までしか出ないし、放医研 HIMAC は 500MeV 程度である。宇宙線のエネルギー分布のピークを越える領域、すなわち GeV 領域では米国 BNL の AGS 装置、同じく BNL 内にできた NSRL が上限 10GeV を目指しているが、実はまだ粗い。これに対抗してドイツでも 10GeV まで出せる機器を設計中。宇宙線という、とてつもない高エネルギーのものを対象とする際は、どんな加速器を使えるかが、生物影響研究、またそれ以前に宇宙物理研究で問われる。

フレアの影響は各高度レベルで起きる。そもそもフレア発生は不規則的であり、おまけに毎回大きさが異なる。但し地表面に居る限りは問題無い。それを確認するため宇宙線強度の日本国内の分布を書いてみると分かるが、極く狭い範囲に 99%の日本人が生活しており、しかも宇宙線より地面から出るガンマ線の方が大きいのである（粒子線と電磁波線の差は？という反論を期待）。航空機レベルではもっと大きい影響が見られるが、それも疫学的に確認するには 50 万ものサンプルを要する。しかし現実には数千の航空乗務員のデータしかない。それで見える、見えないを言うのはかなりつらい。1 太陽周期に一度起きるといふ程度の大フレアで、胸部 X 線 CT を一度受ける程度のリスクが生じる。それでも航空機は一般公衆がよく乗るため、欧州では現実的な所に一線を引こうとしている。それが宇宙空間ではその影響はずっと大きく、先頭に述べたように、これからの問題である。