

3D クリノスタット放射線同期照射システムの開発

高橋 昭久 (群馬大), 日出間 純 (東北大), 二川 健 (徳島大), 吉田 由香里 (群馬大),
想田 光 (群馬大), 金井 達明 (群馬大)

Development of 3D clinostat and irradiation synchronization system

Akihisa Takahashi*, Jun Hidema, Takeshi Nikawa, Yukari Yoshida, Hikaru Souda, Tatsuaki Kanai
*Gunma University Heavy Ion Medical Center, Maebashi, Gunma 371-8511
E-Mail: a-takahashi@gunma-u.ac.jp

Abstract: During long-term stays in space, astronauts were constantly exposed to microgravity and space radiation containing various kinds of radiation. It was controversially reported about the biological effects on a relationship between microgravity and space radiations. These contradictory data may be due to the diversity of experimental systems in the biological experiments flown on spacecraft. Therefore, it is very difficult to define the relative biological effectiveness (RBE) of space radiation under microgravity. In order to understand correct the RBE of space radiation, development of 3D clinostat and irradiation synchronization system is desired as a ground control experiment. Here, we report about the development status of this device.

Key words; Space radiation, Microgravity, 3D clinostat, Synchronized irradiation system

1. はじめに

人類の宇宙進出は、再び月へ、さらに火星へと飽くなき挑戦が続いている。今や国際宇宙ステーションでの長期滞在が可能となり、船外活動の機会も増している。

宇宙空間は磁場と大気に守られている地上とは異なり、生物学的効果の高い重粒子線(一粒子でも飛跡に沿って重篤な DNA 切断を引き起こす)を含めて線質の異なる混合放射線が低線量・低線量率で降り注いでいる。また、宇宙空間は微小重力環境であり、月や火星では地上の 1/6、1/3 の重力環境である。

しかし、宇宙放射線と重力環境変化との複合影響は未だ不明な点が多い^{1,2)}。

2. 目的

放射線に対する微小重力のおよぼす生物影響を明らかにして宇宙放射線の影響を正しく評価することは、人類が安全に宇宙に進出し、活動するために喫緊の課題である。そこで地上実験で検証することのできる装置の開発を目指した。

3. 進捗状況

地上で微小重力環境を作る方法は主に三つある。その内、落下棟を用いて高いところから落とす方法と、航空機のパラボリックフライトによる方法は、微小重力となる時間が数秒～数十秒と非常に短く、本研究には適さない。そこで注目したのは 3D クリノスタットである。この装置は搭載試料が重力刺激を受ける前に、直交する 2 軸により 3 次元回転させて重力方向を連続的に変化させることで、重力影響をキャンセルすることができる。この 3D クリノスタットに設置したサンプルが水平になった時のみに放射線(X 線および重粒子線)および紫外線を同期照射する

ことのできるシステムを世界で初めて開発を目指している。本学は、国内の大学で唯一の重粒子線治療装置を有しており、肺がんなど呼吸で位置が動いてしまうターゲットに対する呼吸同期照射技術が確立しているため、この技術を利用し、3D クリノスタットの回転センサーの情報から、生物試料が水平に位置した時のみ、同期して照射できるように設計した。また、実験用の X 線照射装置や紫外線照射装置でも同期照射を可能とするため、10-20 msec の高速シャッターで制御するように設計した。また、本装置を利用した生物容器についても開発の現状について報告する。

本装置の開発は放射線と微小重力との複合影響を調べる切り札として、大いに役立つものと考えて、チャレンジしている。

4. 謝辞

本研究は新学術領域研究(領域代表:古川聡)「宇宙に生きる」<http://living-in-space.jp/>の支援をいただいた。また、3D クリノスタットは(株)エイ・イー・エス(AES)、高速シャッターは加速器エンジニアリング(株) (AEC)、特殊容器は今野製作所に開発協力をいただいた。

参考文献

- 1) 高橋昭久, 大西武雄: 宇宙放射線の生物影響研究におけるセントリフュージの重要性. *Biol Sci Space*. 15: 167-171 (2001).
- 2) 大西武雄, 高橋昭久: 宇宙放射線の生物影響研究の意義: 微小重力と放射線影響との相互作用に関する研究の新たな展開. *JASMA*. 22: 151-154 (2005).