

富士山頂における宇宙線中性子モニタリング

矢島千秋¹、松澤孝男¹、保田浩志¹

1. 独立行政法人放射線医学総合研究所

1. はじめに

地上で生活する人々は宇宙線や大地放射線、空気中のラドンや食品中の自然放射性核種などの自然放射線源にさらされている。自然放射線による年間実効線量の日本平均は約2.1 mSvと見積もられており、このうち約0.3 mSvが宇宙線による。この被ばくをもたらす宇宙線とは、主として地球にふりそそぐ高エネルギーの銀河宇宙線や太陽粒子(一次宇宙線)が大気中の原子核と反応してカスケード状に生成された様々な二次粒子(二次宇宙線)である。二次宇宙線の強度は高度が上昇するほど(上空20km程度まで)、地磁気緯度が大きくなるほど増加し、航空機巡航高度(10~12 km)では実効線量率で海面レベルの数十倍から百倍近くに達すると見積もられている。国際放射線防護委員会(ICRP)は1990年勧告(ICRP Publication 60)においてジェット機の運行に伴う乗務員の被ばくを職業被ばくの一部に含める必要があるとの見解を示した。この見解は2007年勧告(ICRP Publication 103)においても維持されている。国内では、放射線審議会によって2006年に「航空機乗務員の宇宙線被ばく管理に関するガイドライン」が策定された。放射線医学総合研究所(放医研)では航路線量計算システム「JISCARD」を開発・公表するとともに、2007年から開始された国内航空会社による自主的な乗務員の宇宙線被ばく管理の支援(主に航路線量計算)を行っている。また、宇宙線被ばく線量の計算モデルによる評価方法の精度維持のための実測評価研究、そのための測定手法・測定器の開発研究を進めている。

富士山頂(標高3,776m)における宇宙線強度は、航空機巡航高度に比べると一桁小さいが海面レベルに比べると数倍(成分によっては十倍以上)になると考えられる。そのため、我々は、富士山頂にある富士山測候所を宇宙線観測塔として利用するため、2007年度から富士山測候所において測定器試験などのフーズビリティスタディを開始した。そして、実測による基礎データの蓄積と太陽フレアに伴い稀に発生する線量増大事象(Ground Level Enhancement:GLE)の観測を目的に、2010年度から富士山測候所において中性子レムカウンタベースの遠隔放射線モニタリングシステムの構築に着手した。中性子に着目するのは、航空機内での宇宙線被ばく線量への中性子成分の寄与が大きいためである。一方、富士山測候所内で構築可能なモニタリングシステムの規模とコストを考慮し、レムカウンタを測定器とした。2010年度以降、機器改良やバッテリー追加など段階的にシステムの整備を進め、2013年度(2013年8月末から2014年7月上旬まで)は二次宇宙線中性子の通年観測を達成した(夏期メンテナンス期間を除く)。

本報告では、2013年度の通年観測結果および2014年度観測結果(現時点まで)について示す。

2. 観測実験

宇宙線中性子観測用の遠隔放射線モニタリングシステムは、2013年度、2014年度とも同じ構成である。富士山測候所1号庁舎2階に拡張エネルギー型レムカウンタ(WENDI-II)、特注データロガー、長距離無線LAN装置(IPルータ、高指向性アンテナ)、独立電源装置(Liイオンバッテリー、鉛バッテリー、充放電装置など)から構成された測定データ送信システムを設置し、富士山麓の中継拠点(名古屋大学太陽地球環境研究所富士観測所)に長距離無線LAN装置(IPルータ、アンテナ)、データ受信用ノートPC、インターネット接続機器から構成されるデータ受信システムを設置した。山頂側アンテナは1号庁舎2階の窓から山麓側アンテナを望むように固定されている。山麓側アンテナは山頂側アンテナと対向して屋外に設置され、両アンテナ間の距離は直線で約13 kmである。富士山測候所で得られた測定データは、長距離無線LAN、データ受信システム、そしてインターネットを介し放医研(千葉市)において取得される。

3. 結果・考察

図1に2013年度通年観測で得られたレムカウンタ計数率(cph)および富士山頂の気圧(気象庁データを参照した)を示す。モニタリング期間は2013年8月22日から2014年7月7日である。レムカウンタ計

数率の変動には、よく知られる宇宙線強度の気圧効果(負の相関)が現れている。長期的には緩やかな推移を示している。図 2 に、2014 年度モニタリングで得られたレムカウンタ計数率(cph)および富士山頂の気圧(気象庁データを参照した)を示す。図示した期間は2014年8月19日～2015年1月31日であるが、観測は以降も継続中である。図1と同様にレムカウンタ計数率の変動に気圧効果が見られる。途中、データが欠損しているのは、その間、データ受信システムにおいて通信が行われなかったためである(測定データはデータロガー内部メモリにも記録されている)。2014年9月から10月にかけてのデータの欠損は、長距離無線 LAN 装置の故障が原因である。その後の2回のデータ欠損は、1号庁舎2階のアンテナ近隣窓の屋外側への冰雪付着による通信障害が原因と推察している。通信を遮るほどの冰雪付着は、宇宙線中性子測定にも影響を与えることが懸念され、今後の検討課題の一つである。

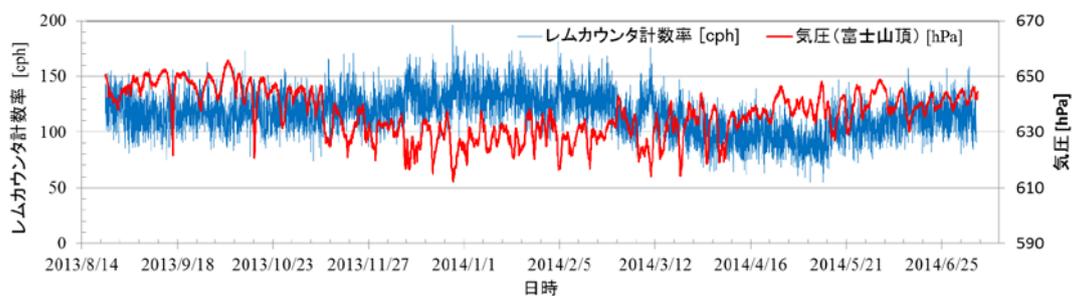


図1 富士山測候所における宇宙線中性子のレムカウンタ計数率 [cph] (2013年8月22日～2014年7月7日)

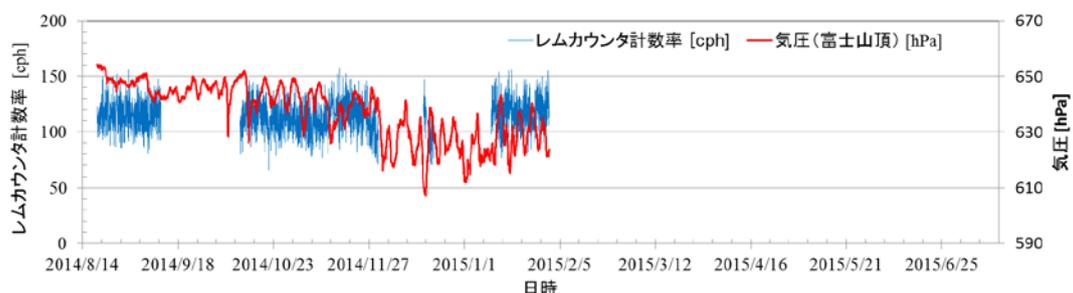


図2 富士山測候所における宇宙線中性子のレムカウンタ計数率 [cph] (2014年8月19日～2015年1月31日)

4. まとめ

2013年度は通年観測に成功し、長期間のレムカウンタ計数率の変動を観測することができた。変動にはよく知られる二次宇宙線の気圧効果が現れていた。2014年度のモニタリング結果と合わせて、今後、詳細な解析を進める予定である。

謝辞

本研究は NPO 法人「富士山測候所を活用する会」が富士山頂の測候所施設の一部を気象庁から借用管理運営している期間に行われた。長距離無線 LAN 通信の中継拠点である名古屋大学太陽地球環境研究所富士観測所の利用にあたっては、同研究所の徳丸宗利教授にお世話になった。

参考文献

公益財団法人 原子力安全研究協会、新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)、(2011) .
気象庁ホームページ 過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.

*連絡先：矢島 千秋(Kazuaki YAJIMA)、k_yajima@nirs.go.jp