

平成24年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：Be-7 などによる宇宙線強度時間変化の検出

英文：Detection of time variations for cosmogenic Be-7

研究代表者 山形大学・理学部 櫻井敬久

参加研究者 紅林泰、高橋唯、菊地聡、郡司修一、門叶冬樹、乾恵美子、門倉昭（極地研）、佐藤夏雄（極地研）、増田公明（名大STE研）、大橋英雄（東京海洋大）、鈴木芙美恵（東京海洋大）、宮原ひろ子（宇宙線研）

研究成果概要

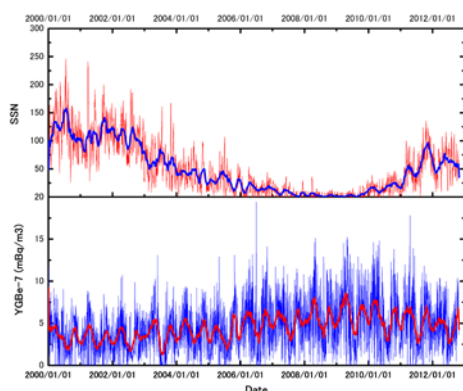


図1 Be-7濃度と太陽黒点数の日変動プロフィール

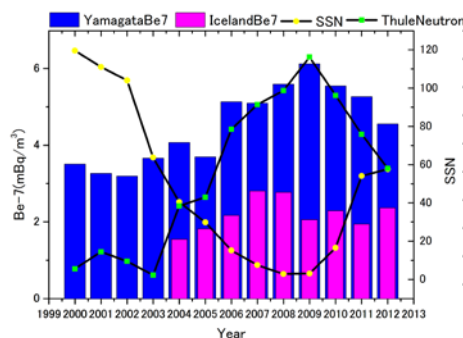


図2 Be-7濃度、太陽黒点数、中性子数の年変動プロフィール

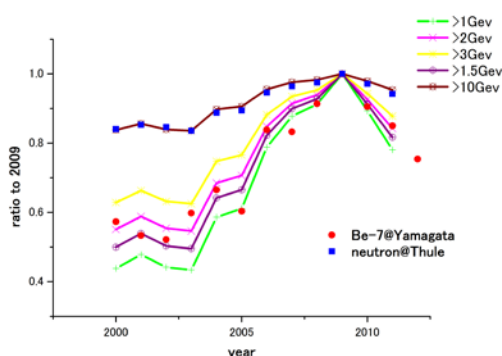
宇宙線生成核種の強度変動と太陽活動の関連についての研究を進めています。2000年1月よりハイボリューム・エアサンプラーを使って宇宙線生成核種 Be-7 の大気中濃度の日変動精密観測を継続して行っています。これまでに第23太陽活動周期の活動ピークから静穏期そして第24活動期に入り **13年間**の日変動データが得られました。図1、2は 2000年から2012年までの Be-7 濃度および太陽黒点数の日変動と年変動のプロファイルです。日変動のスージングは春・秋の季節変動があることを示しています。

太陽活動の指標となる太陽黒点数と Be-7 濃度は逆相関を示していることが分かります。図1の太陽黒点数（上段）は、2008年に極小となり2009年に僅かに増え、2010年では明らかに上昇期に入りましたが、2012年にピークを迎え2013年には減少が始まったかもし

れません。従って第23期の太陽活動は13年程度で、通常より長い太陽活動の停

滞期を示しています。これに対応して山形の Be-7 濃度は 2009 年まで増加し 2010 年から減少を始めていますが、2012 年ではまだ減少していて太陽圏に進入してくる宇宙線は太陽黒点数の変化より少し遅れて変動しています。

宇宙空間から太陽圏に入ってくる宇宙線は太陽活動により太陽圏に形成される太陽磁場の強弱により、宇宙線のエネルギーによって強度がことなってきます。Be-7 の年変動プロファイルから大気中で Be-7 を生成する宇宙線の下限エネルギーを調べることができます。図 3 は、山形での Be-7 観測プロファイルを 2009 年に対して正規化したプロットと太陽活動による宇宙線の強度変化をいくつかの下限值を替えて比較したものです。これより 1GeV~2GeV が山形で観測している大気中の宇宙線生成核種 Be-7 を生成している宇宙線の下限エネルギーであることが分かりました。



しかし、一方、地球は磁石になっているので、地球に進入してくる宇宙線は地球磁場によりを跳ね返えされますが、地磁気緯度によってその程度が違います。山形の緯度に入ってくる宇宙線は 10GeV をこえる必要があります。では、図 3 で求めた宇宙線の下限エネルギーは何を意味しているのでしょうか。それは地球の大気運動が関係

しているからです。極域は磁力線が地磁気の軸と平行なので低いエネルギーの宇宙線が入りやすくなっています。従って、極域の大気上層で生成された Be-7 がエアロゾルに付着して、中緯度に流れ混んでいると考えられます。

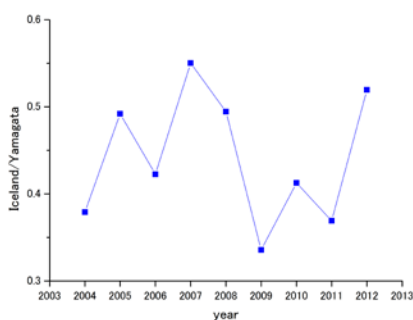


図 4 アイスランドと山形の Be-7 濃度比の年変動

ところが、図 2 のアイスランドで観測された Be-7 の濃度は、山形で観測された Be-7 濃度の約 44% でした。アイスランドで Be-7 を生成する宇宙線の下限エネルギーは 1GeV 以下と考えられるので、アイスランド極域大気上層の Be-7 濃度の濃い大気は中緯度に移流・拡散し、アイスランドの対流圏下層での Be-7 濃度は相対的に薄いといった描像が考えられます。図 4 はアイスランドと山形の Be-7 濃度の比率の年変動を示していますが 2009 年から

2011 年が低くなっています。太陽活動の停滞期と極域大気上層の大気運動の関係を示唆しているかもしれません。このことを明らかにするには、これから数年の観測が重要となってきます。