

平成 28 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 nuclide Be-7
研究代表者	門叶冬樹（山形大理）
参加研究者	森谷透、乾恵美子、鈴木颯一郎、武山美麗、岩田尚能、清水啓文、櫻井敬久、増田公明（名古屋大 ISEE）

研究成果概要

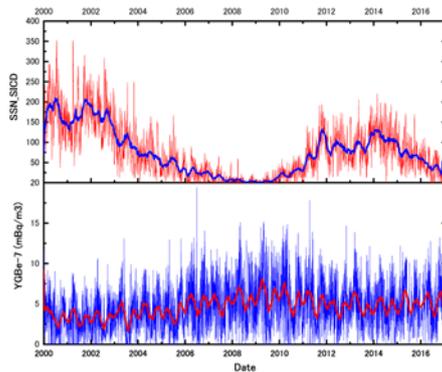


図 1：Be-7 濃度と太陽黒点数の日変動プロファイル

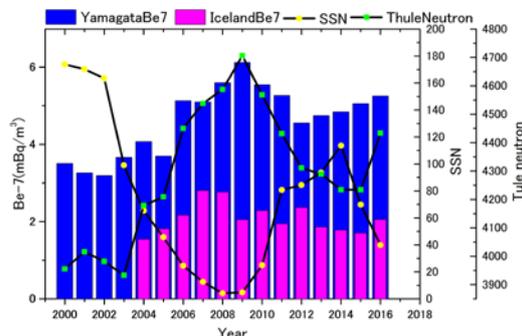


図 2：Be-7 濃度、太陽黒点数、中性子数の年変動プロファイル

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る。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 の大気中濃度の日々変動精密観測を継続して行った。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 活動周期の下降期までの 17 年間の日変動データが得られた。図 1、2 に 2000 年から 2016 年までの Be-7 濃度および太陽黒点数の日変動（図 1）と年変動（図 2）のプロファイルを示す。Be-7 濃度の日変動のスムージングは春・秋の季節変動があることを示している。年変動から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る。図 1、2 の太陽黒点数の変化から、太陽活動は 2009 年より第 24 期の活動周期に入り、現在下降期である。黒点数は 2008 年に極小となり 2009 年に僅かに増え、2011 年までは明らかに増加しているが、2012 年から 2014 年の間はなだらかに増加し 2014 年から減少している。この下降の様子は

第 23 期の 2002 年から 2003 年の位相に相当している。中性子強度 (Thule Neutron) は、2003 年から急な立ち上がりとなっており、第 24 期中性子強度変化も 2015 年から 2016 年にかけて増加に転じている。

2004 年と 2016 年は、第 23 期と第 24 期の太陽 11 年周期活動の同じ位相と考えられるため比較を行った。第 24 期と比べて黒点数は第 23 期の 60%、中性子数は 6% 増、Be-7 濃度は 29% 増であり、第 24 期の太陽活動が第 23 期に比べて低下していることと対応して Be-7 濃度が増加していることが分かった。

Be-7 は宇宙線によって大気中に生成される核種のため中性子強度変動と同様な変動をすると考えられるが、第 24 期の変動の様相は異なっている。Be-7 濃度は、中性子強度と同様に 2009 年から 2012 年まで降下しているが、2012 年から増加に転じている。中性子強度の 2009 年から 2012 年の減少度は 8.4% であったのに対し、Be-7 濃度は 25.6% と約 3 倍変化しており、Be-7 は極域の低エネルギー宇宙線の強度変動を表していると思われる。しかし、2015 年から 2016 年の中性子強度の増加度 4.7% に対して Be-7 濃度は 4% と同じ割合の変化であり、中性子強度変動との関係が異なっていることが分かった。

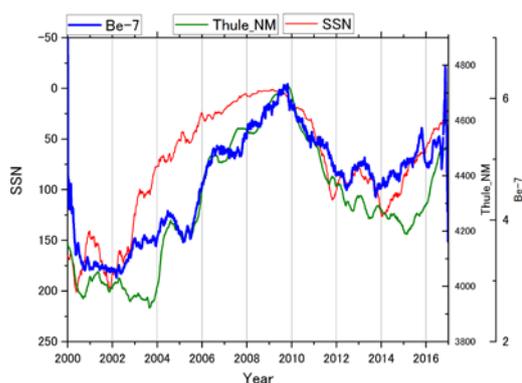


図 3 : 第 23、24 太陽活動期の Be-7 濃度の月変動

第 24 期の Be-7 濃度変動の挙動を詳しく調べるため、黒点数、中性子強度、Be-7 濃度の日変動データの移動平均を取り比較した。その結果を図 3 に示す。太陽黒点数は 2012 年と 2014 年の間に落ち込みがあり、Be-7 濃度は、それに同期して増加していることが分かる。大気との衝突により主に成層圏下部および対流圏上層で生成される宇宙線生成核種 Be-7 は地球規模での大気移流・拡散を経て地表で観測される。しかし、Be-7 濃度は大気運動の影響を受けるが、その変動は詳細な太陽活動変動にも反応していることが分かった。

太陽活動と地球大気運動の関係は未だよく分かっていないが、宇宙線生成核種はこの関係を調べる有力な手段の一つとなる。

2017 年は第 24 期の太陽活動が停滞期に入る時期に当たり、太陽活動と地球環境の関係を調べるための重要な観測機会である。今後も継続して観測を行いたいと考えている。