

令和 7 年度（2025） 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（山形大学 理学部）
参加研究者	櫻井 敬久、武山 美麗、森谷 透、乾 恵美子（山形大学 理学部）、 武田 鳳胤、高橋 優介（山形大学大学院 理工学研究科）
研究成果概要	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おり、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ている。これまでに第 23 太陽活動期の活動ピークから静穏期まで期間、第 24 活動全期間、そして第 25 活動周期のピークから下降期付近まで 26 年間の日変動データが得られた。 図 1 に、2000 年から 2025 年までの山形における Be-7 濃度及び太陽黒点数（SILSO data, Royal Observatory of Belgium, Brussels）の日変動と年変動のプロファイルを示す。図 1 の Be-7 濃度の日変動の 90 日移動平均曲線（赤色）は春・秋の季節変動があることを示している。また、太陽活動の指標となる太陽黒点数と Be-7 濃度の 365 日移動平均曲線（各黄色）は逆相関を示していることが分かる。図 2 は、高緯度（アイスランド）、中緯度（山形）、低緯度（タイ・バンコック）の 2000 年から 2025 年までの 26 年間にわたる Be-7 濃度、太陽黒点数、およびフィンランドにある Oulu の中性子強度の年平均の変化を示している。 太陽活動は 2019 年の極小期から第 25 活動期に入り 2024 年に極大期そして 2025 年は下降が始まっており、Be-7 濃度も中性子強度も逆位相で黒点数変動と同期している。しかし、2019 年の極小期に対して 2025 年の中性子強度は約 16%の減少であるが、Be-7 濃度は、高緯度、中緯度、低緯度において各々38%, 30%, 53%の減少であり中性子強度の約 2 倍以上の変動を示している。このことは、観測された中性子の閾値エネルギーと大気中で Be-7 を生成する中性子等の閾値エネルギーの違いを表している。なお、Be-7 濃度の第 23 期から第 24 期への変動は中性子年変動と同様な位相であるが、第 24 期

から第 25 期への変動は中性子年変動の位相より約 1 年早い。太陽活動の極性変化と関係しているかもしれない。

一方、太陽活動の周期変動として 27 日周期変動があるが、大気中で生成される宇宙線生成核種においても 27 日変動が観測されるかは重要な課題である。手始めとして低緯度タイ・バンコクの Be-7 日変化データに対してフーリエ変換 FFT 解析を試みた。図 3 は、第 24 期から第 25 期への極小期付近の 2017 年から 2020 年の 3 年間の時系列データの FFT 解析結果である。24 日と 26.5 日の周期成分が検出された。赤道近くの低緯度帯では大気の上昇気流の変化が活発であり、これらの周期変動が宇宙線強度変動に起因しているのか大気運動を表わしているのかは調べる必要がある。第 23 期から第 24 期のデータ蓄積の基に第 25 期の観測を継続し、宇宙線生成核種の濃度変動の特徴を明らかにしていく。

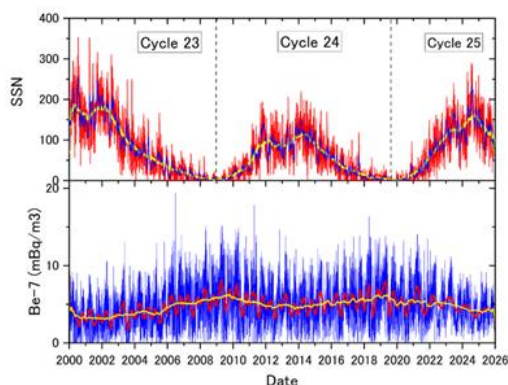


図 1. Be-7 濃度、太陽黒点数の日変動プロフィール

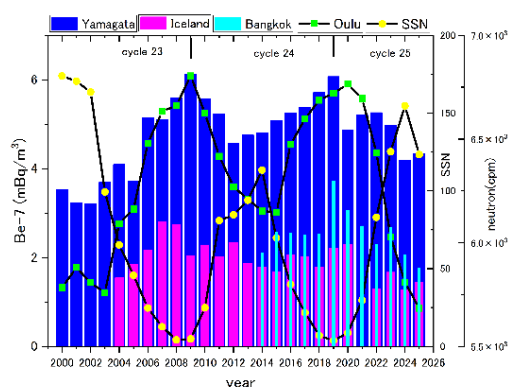


図 2. Be-7 濃度、太陽黒点数、中性子数の年変動プロフィール

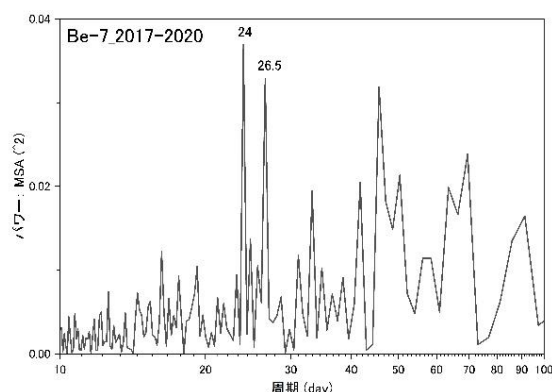


図 3. FFT 解析により検出されたタイデータの 27 日信号成分