

MIS024-14

会場:301B

時間:5月25日 17:45-18:00

太陽風の気候・気象影響—「宇宙気象学」は成立するか Influence of the Solar Wind on Climate and Weather - Towards Constructing Space Meteorology

伊藤 公紀^{1*}

Kiminori Itoh^{1*}

¹ 横浜国立大学大学院工学研究院

¹ Grad. Sch. Eng., Yokohama Nat'l Univ.

序 太陽活動変動の気候・気象影響の検証と解明は、ここ2世紀来の課題である[1]と同時に、気候の自然変動と人為的要因の寄与を見積もるためにも必要である。環境政策では短期的・局所的なアプローチが重要であり、従来の年平均や地球平均は意味が薄い。太陽活動変動の影響も、そのような視点での考察が必要である。我々は最近、冬の地磁気活動指数(aa指数)と春の局所地表気温の相関が高いことを示すと同時に、北極振動を通じた機構が働いていることを示唆した[2]。このような現状を踏まえると、さらに検討を深めるには地磁気活動に直接影響する太陽風パラメータとの関係の考察は有意義である。そこで OMNI 2 太陽風データ (特に日平均値)[3] を用い、短期・局所アプローチを適用した。

方法 Finch & Lockwood [4] は太陽風パラメータと地磁気活動指数との相関を検討し、太陽風から磁気圏へのエネルギー移行速度 P_a (式 1) [5, 6] が最適とした。 P_a は、明確な物理的意味を持ち、以降の検討に有利と思われることから、本解析でも主に使用した。

$$P_a = (k \pi / 2 \mu_0^{(1/3+\alpha)}) m^{(2/3-\alpha)} M_E^{2/3} N^{(2/3-\alpha)} V^{(7/3-\alpha)} |B|^2 \sin^4(\theta/2) \quad (1)$$

ここで、 k は定数、 m は平均イオン質量、 M_E は地球の磁気モーメント (100 年で約 5% 減少と仮定)、 N は太陽風粒子数密度、 V は太陽風速度、 B は太陽風磁場、 θ は惑星間空間磁場の角度 (太陽磁気圏座標基準) である。結合指数 α は 0.3 としたが、 P_a の α 依存性は弱い。1963 年から始まる OMNI 2 の太陽風データには欠落も多いので、月平均を求めるにはデータが 10 日未満の月は省いた。

地表気温データとしては、aa 指数との相関が大きい地域 (フィンランド・ソダンキュラ等) の気象ステーション測定データを主として用いた。また、北極振動 (AO) および赤道域成層圏風の準二年振動 (QBO) を考慮に入れた。

結果と考察 冬の P_a は、1 月の QBO が東風相にある年において、地表気温および AO 指数と高い相関を示した。図 1 にソダンキュラの地表気温 (3~5 月) と P_a (1 月) の関係および、AO 指数 (3 月) と P_a (2 月) との関係を示す。図示例における相関係数は、1966-2004 年の地表気温に対して 0.75、1968-2008 年の AO 指数に対して 0.63 であった。西風時では弱相関で、気温に対して負、北極振動に対して正であった。

図 1 の結果より、磁気圏に捕捉される太陽風エネルギーに対応して北極振動と地表気温が変化するといえる。ところで、 P_a は aa 指数や am 指数のような地磁気活動指数との相関が高いことから、これらの地磁気活動指数は太陽風から磁気圏に流入するエネルギー移行速度に比例すると考えられる [1]。従って aa 指数と地表気温等との相関 [2] は、太陽風から磁気圏へのエネルギー流入と、引き続く諸過程で解釈できると考えるのは妥当である。現段階では、特に電離圏電流によるエネルギー散逸が重要であると思われる。QBO の関与について、太陽黒点と同期する気象変化に関しては西風時の相関が強いと報告されており [1]、太陽風との相関と逆であるのは興味深い。

以上の結果より、太陽変動等の長期的な気候影響を扱う宇宙気象学とともに、短期的・局所的な気象影響についての「宇宙気象学」が成立する可能性が示された。

1) B. A. Tinsley, J. Geophys. Res., 101 (1996) 29,701-29,714; Rep. Prog. Phys. 71 (2008) 066801 (31 pp)

2) 伊藤公紀、地球惑星科学連合大会 2010 年、など

3) OMNI 2 太陽風データ <http://omniweb.gsfc.nasa.gov/ow.html>

4) I. Finch and M. Lockwood, Ann. Geophys., 25 (2007) 495-506

5) V. M. Vasyliunas et al., Planet. Space Sci., 30 (1982) 359-365

6) L. Scurry and C. T. Russell, J. Geophys. Res., 96 (1991) 9541-954

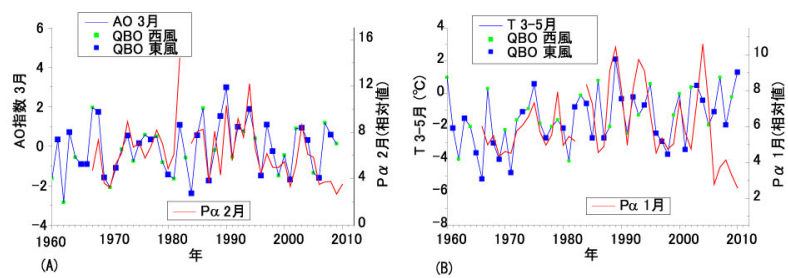


Fig. 1. (A) AO指数(3月)と、太陽風から磁気圏へのエネルギー移行速度 $P\alpha$ (2月)の関係、(B)地表気温(フィンランド、ソダンキュラ、3-5月平均)と $P\alpha$ (1月)の関係。赤道成層圏風の準二年振動(QBO)の東風時は青い四角、西風時は緑の小四角で示した。東風時の相関係数は、AO vs $P\alpha$ (1967-2008)が0.63、T vs $P\alpha$ (1966-2004)が0.75。

キーワード: 太陽風, 気候, 気象, 地磁気活動, 宇宙気象, 宇宙気候

Keywords: solar wind, climate, weather, geomagnetic activity, space meteorology