

活動領域彩層・超半暗部の磁場・速度場解析 The magnetic and velocity field structure of the sunspot chromosphere

大井 瑛仁^{1*}, 勝川 行雄², 末松 芳法²
OI, Akihito^{1*}, KATSUKAWA, Yukio², Yoshinori Suematsu²

¹ 京都大学, ² 国立天文台
¹Kyoto University, ²NAOJ

活動領域の彩層では、速度 10 - 20 km/s、早いものは 50 km/s にもなる、黒点に向かう内向きの流れが確認されており、逆エバーシェッド流と呼ばれる。活動領域の彩層で必然的に観測されるため、ダイナミックな彩層を理解する上で重要な現象である。しかし、その駆動メカニズムは良く分かっていない。一方で、彩層はガス圧/磁気圧比 (プラズマ β) が 1 以下となる層であるため、彩層ダイナミクスを理解するには彩層磁場の物理量を得ることが求められる。しかし、彩層では磁場が弱くなることに加え彩層のライン幅が広がるため、Zeeman 効果による磁場診断が極めて困難になる。そこで本研究では、近年実用的になった、He I 1083 nm 偏光スペクトルによる Hanle 効果を用いた彩層磁場診断を試み、彩層超半暗部の磁場・速度場を求めた。

観測データはドイツ Vacuum Tower Telescope (VTT)/Tenerife Infrared Polarimeter (TIP-II) で取得された He I 1083 nm と Si I 1082.7 nm の偏光スペクトルと、オランダ Dutch Open Telescope (DOT) で取得された H alpha 画像を用いた。観測対象は 2005 年 7 月 3 日の活動領域 NOAA 10781 である。対象の活動領域は小さな単極黒点を持つ alpha 型で、太陽面上の北 12 度東 5 度に位置していた。He I 1083 nm 偏光スペクトルによる彩層磁場診断には磁場診断ツール HANLE and ZEEMAN Light (HAZEL) を、H alpha 画像による速度場解析は Cloud model を用いた。速度場は、He I 1083 nm で 10 km/s 以上、H alpha 画像で 50 km/s 以上の超音速に及ぶ下降流が確認できた。また、黒点に近い領域ほど速い速度成分を持っていることが分かった。磁場診断では、彩層の構造に沿った磁場診断初期値を与えることで、Hanle 効果によって磁場を求める際に問題となる Van - Vleck 不定性を解決する手法を示せた。これによって、彩層超半暗部の磁場・速度場の描像が得られた。また、逆エバーシェッド流の下層に小さな磁気ループの存在が示唆され、逆エバーシェッド流の物理過程を説明する新しい可能性が得られた。

キーワード: 太陽, 彩層, 活動領域, 偏光分光観測
Keywords: sun, chromosphere, active region, spectro-polarimetry

Effects of January 2005 SPEs on the chemistry of the polar atmosphere Effects of January 2005 SPEs on the chemistry of the polar atmosphere

Alessandro Damiani^{1*}, Bernd Funke², Dan Marsh³, Manuel Lopez-Puertas², Michelle L. Santee⁴, Lucien Froidevaux⁴, Shuhui Wang⁴, Charles H. Jackman⁵, Thomas von Clarmann⁶, Angela Gardini², Raul R. Cordero¹, Marisa Storini⁷
DAMIANI, Alessandro^{1*}, Bernd Funke², Dan Marsh³, Manuel Lopez-Puertas², Michelle L. Santee⁴, Lucien Froidevaux⁴, Shuhui Wang⁴, Charles H. Jackman⁵, Thomas von Clarmann⁶, Angela Gardini², Raul R. Cordero¹, Marisa Storini⁷

¹Physics Department, University of Santiago de Chile, Santiago, Chile, ²Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Granada, Spain, ³National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, ⁴Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, ⁵NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA, ⁶Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe, Germany, ⁷Institute of Interplanetary Space Physics, INAF, Rome, Italy

¹Physics Department, University of Santiago de Chile, Santiago, Chile, ²Instituto de Astrofísica de Andalucía, CSIC, Granada, Spain, ³National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA, ⁴Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California, USA, ⁵NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, USA, ⁶Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe, Germany, ⁷Institute of Interplanetary Space Physics, INAF, Rome, Italy

Intense ionization in the upper stratosphere/mesosphere of the polar regions, caused by two intense Solar Proton Events (SPEs) that occurred in January 2005, led to important changes in the atmospheric chemistry. Aura Microwave Limb Sounder (MLS) and ENVISAT Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounder (MIPAS) recorded these variations mainly in the northern polar regions. SPE-induced HOx (OH, HO₂) production led to mesospheric ozone depletion and changes in chlorine species (e.g., HCl, HOCl, ClO). Furthermore, evidence of SPE-induced ClONO₂ changes demonstrates that a significant interplay between NOx and ClOx is present also under SPE conditions.

MLS and MIPAS data are compared with the National Center for Atmospheric Research Whole Atmosphere Community Climate Model (WACCM4) results. WACCM4 generally reproduces the SPE-induced variability in the examined species, nevertheless some small discrepancies between observed data and model predictions (e.g., for stratospheric HCl) still remain.

Finally, comparing SPE-induced changes and year-to year variability for upper stratospheric chlorine species, we show that chlorine variations attributed to intense SPEs are comparable in magnitude to the chlorine variability that is observed after sudden stratospheric warmings.

キーワード: Solar Proton Events (SPEs), atmospheric chemistry, polar regions, middle atmosphere

Keywords: Solar Proton Events (SPEs), atmospheric chemistry, polar regions, middle atmosphere