

地上観測による、水星大気中のナトリウム原子密度の時間変動

大六 隼人 [1]; 亀田 真吾 [2]; 鍵谷 将人 [3]; 布施川 綾花 [4]; 岡野 章一 [5]

[1] 立教大 理 物理; [2] 立教大; [3] 東北大・理・地球物理; [4] 立教大・理; [5] 東北大・理・PPARC

Time variability of Na atoms density in Mercury's atmosphere by ground-based observation

hayato dairoku[1]; Shingo Kameda[2]; Masato Kagitani[3]; Ayaka Fusegawa[4]; Shoichi Okano[5]

[1] Physics, Rikkyo Univ.; [2] Rikkyo Univ.; [3] Dep. of Geophys., Tohoku Univ.; [4] Science, Rikkyo Univ.; [5] PPARC, Tohoku Univ.

Mercury has a very thin atmosphere. Its component is H, He, O, Na, K, and Ca. Atoms of these, Na has ever been made ground-based observations. Its density is only a trillionth that of Earth's atmosphere; therefore, atoms and molecules in Mercury's atmosphere rarely collide. Hence, its atmosphere is called surface bounded exosphere. Atmospheric particles last only for short duration of a few hours in Mercury's atmosphere, indicating that sources of each of the constituents must exist on the planet. The three dominant source processes of Na atoms in Mercury's atmosphere are solar photon hitting the dayside surface of Mercury, Na atoms are stimulated and emission or solar wind and ions in the magnetosphere hitting the surface of Mercury, and Na atoms get sputtered from the material surface or derived either from impact vaporization of the interplanetary dust hitting Mercury's surface. However, the most dominant among the above mentioned processes is yet to be clarified.

We conducted continuous spectroscopic observations of Mercury's exosphere using a 40-cm telescope, at Haleakala Observatory in Maui on December 30, 2011 to January 5, 2012 and June 22 to July 1 2012. We successfully observed the exosphere for 13 h, by replacing the hood on the telescope to prevent stray light from hitting the primary mirror directly.

Large variations in the density of Na atoms on the surface of the Mercury over a period of one earth day have been observed in the past. Therefore, it is possible that the long-term observation caught a large variation in the density of Na atoms. However, our results have not shown this large density variation of Na atoms. If solar wind ion sputtering is the dominant source process, solar wind was quiet during our observations, or though there were collisions of large amounts of solar wind ions incident on Mercury, a large increase in the amount of Na atoms was not observed. In the latter situation, our results suggest that solar wind ions hitting the surface of Mercury and causing Na atoms to be sputtered from the material surface is not a dominant source process.

In order to determine the amount of solar wind ion sputtering on Mercury's surface, we calculated the amount of solar wind particles around the planet using data for the solar wind magnetic field obtained by NASA's MESSENGER, and the data for solar wind ions obtained by ACE and STEREO. We then compared the time variability of Na density in Mercury's atmosphere with the time variability of the solar wind magnetic field and solar wind flux. We suggest that there is a correlative relationship between the solar wind particles and the source processes of Na atoms in Mercury's atmosphere.

水星は非常に希薄ながらも大気を持っている。水星の大気成分には、水素、ヘリウム、酸素、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムがあるが、これらの原子の中でナトリウム大気光の地上観測がこれまでに最も多くなされて来た。水星大気の密度は、地球の一兆分の一程度しかなく、大気中の粒子同士が衝突し合う事は滅多にない。そのため、水星の大気は外圏大気と呼ばれている。外圏大気中のナトリウム粒子は長くても数時間しか水星表面に留まり続ける事が出来ないため、大気成分の散逸分は何らかの供給過程によって常に補われ続けなくてはならない。大気成分の供給過程として過去の研究から、太陽光による水星昼面からの光脱離、太陽風イオンの衝突による水星表面からのスパッタリング、微小隕石の衝突による昇華の三つの現象が最も有力な供給過程であると考えられているが、最も主要な供給過程は未だに解明されていない。

我々は、2011年12月30日から2012年1月5日、及び2012年6月22日から7月1日にかけてハワイのマウイ島にあるハレアカラ山山頂にて、主鏡40cmの反射望遠鏡を用いて、最長で13時間連続した水星大気光の分光観測を行った。この際、太陽光が主鏡に当たるのを防ぐための遮光フードを望遠鏡の先端に取り付けた。過去の観測で1地球日単位での、ナトリウム原子密度の大きな(倍以上に増加)変動が観測されたことがある(Potter et al., 1999)。つまり、長時間に渡って観測を行う事でナトリウム原子密度の大きな変動を捉えられると言える。しかし、今回の我々の観測期間において、ナトリウム原子密度の大きな変動を捉える事は出来なかった。もし太陽風イオンの衝突によるナトリウム原子の生成が主要な供給過程であるとしたら、この期間は太陽風が静穏であったか、水星への多量の太陽風粒子衝突があったとしてもナトリウム原子の多量の生成はなかったと考えられる。後者だった場合、我々の観測結果は、太陽風イオンの衝突によるナトリウム原子生成は主要な供給過程では無い事を示唆している。

本研究では、水星表面へ多量の太陽風粒子衝突が起っていたかどうかを知る為に、現在水星軌道で観測中の水星探査機メッセンジャーの観測から得られる水星周りの磁場変動とACE及びSTEREOで観測された太陽風粒子流量の時間変動から、水星への太陽風粒子衝突量の時間変動を予測し、ナトリウム原子密度の時間変動との比較を行った。そして水星表面におけるナトリウム原子の供給過程と太陽風流量の関係性について探った。