

アルマを用いた木星放射線帯変動メカニズムの解明に向けて

北元 [1]; 佐川 英夫 [2]; 埜 千尋 [3]; 黒田 剛史 [4]; 土屋 史紀 [5]; 三澤 浩昭 [6]; 笠羽 康正 [4]; 藤本 正樹 [7]

[1] 宇宙科学研究所; [2] 京都産業大学; [3] 情報通信研究機構; [4] 東北大・理; [5] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [6] 東北大・理・惑星プラズマ大気研究センター; [7] 宇宙研

Investigation of variation mechanisms of the Jovian radiation belt using ALMA

Hajime Kita[1]; Hideo Sagawa[2]; Chihiro Tao[3]; Takeshi Kuroda[4]; Fuminori Tsuchiya[5]; Hiroaki Misawa[6]; Yasumasa Kasaba[4]; Masaki Fujimoto[7]

[1] ISAS/JAXA; [2] Kyoto Sangyo University; [3] NICT; [4] Tohoku Univ.; [5] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [6] PPARC, Tohoku Univ.; [7] ISAS, JAXA

Jupiter is now considered as an archetype for gas giants that widely exist in extrasolar systems. At the outermost layer of this giant planet, there is a 300 km-depth of the nearly isothermal atmospheric layer (stratosphere) above the massive troposphere. Jupiter is also known to be a fast rotator (with a period of 9.9 h) with an enormous magnetic field. High energy particles trapped in the magnetic field form a radiation belt around the planet, much stronger than the terrestrial Van Allen's belt. In the case of the Earth, the primary control factor of the radiation belt is the solar wind, while the solar wind is difficult to impact the Jovian radiation belt because of the intense magnetic field.

It is theoretically expected that the driving mechanism of Jovian radiation belt is due to the interaction between the radiation belt and the upper atmospheric dynamics: neutral wind perturbations and diurnal wind system control the radial diffusion and spatial distribution of the energetic particles, respectively. Therefore, precise measurements of Jovian wind field are essential for not only the dynamics of the stratosphere but also the magnetosphere.

ALMA's unprecedented high spatial-spectral resolution enables us to extract the limb emission of the trace gases in the Jovian upper stratosphere with a few tens m/s sensitivity. It is well known that HCN and CS have been injected into Jupiter by the Shoemaker-Levy 9 impact and they distribute only in the upper atmosphere ($p \sim 0.4\text{-}1\text{mbar}$). Therefore, the Doppler shift of those molecular emission lines can be used to investigate the dynamics in the upper atmosphere particularly at the limb of the Jovian disk where the line-of-sight direction is equal to the horizontal direction of the atmosphere. We will present the sensitivity of ALMA observation to measuring Jovian stratospheric winds, and discuss its capability of constraining the magnetosphere-atmosphere coupling. A test analysis is carried out using JVO ALMA archive data.

木星は、地球と比較して強力な磁場や10時間の高速自転、太陽系外縁の弱められた太陽風といった諸要素に支配され、地球とは異なった磁気圏を形成している。地球は太陽風による影響を受けるため「太陽風駆動型」と称され、一方で木星は「回転駆動型」と対比されている。

木星放射線帯には太陽系内最大であり、安定した領域だと考えられてきたが、1990年代以降の地上観測によって数日から数週間の時間スケールで変動しているということが明らかになった。理論予測によると、太陽紫外線が熱圏大気を加熱して中性風の擾乱を引き起こし、ダイナモ電場の擾乱が誘発されることにより放射線帯内部で動径拡散が増大と考えられている。更に、熱圏風の昼夜対流により生じる電離圏ダイナモ電場のポテンシャルが朝夕間で異なることにより、磁力線を介して電離圏と結ばれた放射線帯粒子の空間分布が変化することも予想されている。これまでの研究から太陽紫外線と放射線帯の相関関係が明らかとなったが、上層大気の風速変動については解明されていない。従って、上層大気の風速場を観測することは成層圏のダイナミクスだけでなく、放射線帯の時空間変動の解明にも繋がる。

そこで我々はアルマの高空間・周波数分解能に着目した。木星成層圏にはHCNやCSが存在しており、サブミリ波帯で観測が可能である。これらの分子をトレーサーとして、輝線のドップラーシフトから成層圏の風速場を知ることができる。本発表ではアルマの公開データを用いた、木星放射線帯—上層大気結合の検証結果について報告する。