

中心星からの高エネルギー粒子の侵襲による惑星中層大気の電離モデルの開発 Model simulations of ionizations at the planetary atmosphere induced by energetic particles from a central star

森前 和宣^{1*}; 佐藤 達彦²; 齊藤 滉介¹; 前澤 裕之¹

MORIMAE, Kazunori^{1*}; SATO, Tatsuhiko²; SAITO, Kosuke¹; MAEZAWA, Hiroyuki¹

¹ 大阪府立大学大学院理学系研究科, ² 日本原子力研究開発機構

¹Osaka Prefecture University, ²Japan Atomic Energy Agency

中心星の活動が、系内外の惑星中層大気にどのような影響を与えているか理解を深めるべく、我々は10m電波望遠鏡SPART(Solar Planetary Atmosphere Research Telescope)を用いて、まずは身近な太陽系の地球型惑星、金星と火星の中層大気の微量分子、特に一酸化炭素(CO)のミリ波帯回転スペクトル線の監視・モニタリングを推進している。例えば二酸化炭素(CO₂)を主大気とする惑星に、中心星からの紫外線が照射されるとCO₂はCOに光解離される。中心星に起因するこうした光解離以外の影響、例えば太陽フレアやコロナ質量放出に伴う高エネルギー粒子が中層大気の物理的・化学的状态にどの程度影響を及ぼしているかを探るため、我々はベータ・ブロッホの解析公式を用いた高エネルギー粒子の降込みをシミュレーションする数値解析モデルを開発した。金星・火星大気は、磁場で守られていないため太陽イベントに直接暴露された状態であり、またCO₂が主大気であるため、過去の地球含めた系内外の惑星大気環境を理解する上で、重要なシミュレーションのターゲットである。比較的大きなフレアで発生する1 MeV - 1 GeVのプロトンの鉛直入射の場合、金星では高度が80-90 km付近、火星では地表付近で電離度がピークとなることが分かった。我々はさらに日本原子力研究開発機構のParticle and Heavy Ion Transport code System (PHITS)のモンテカルロ・シミュレーションモデルの地球型惑星大気への応用を試みた。このコードでは最新の核反応データベースや、proton, neutron, photonだけでなく、electron, positron, pion, neutron, muon, kaonなどの輸送アルゴリズムも組み込んでいる。このモンテカルロ・シミュレーションの結果は、プロトンの入射に伴う金星・火星大気電離の高度分布について、前述の解析モデルの結果と非常に良い一致を見せた。また、金星の場合、80 kmよりも低層で生じる電離には、プロトンよりも発生した中性子の寄与が大きいことも分かった。これらCO₂の電離反応の一部がCOの生成を促す。

本講演では、これらモデル計算の結果について報告を行う。

キーワード: 地球型惑星, 惑星大気, フレア・CME, 高エネルギー粒子, ヘテロダイン分光, 電波望遠鏡

Keywords: terrestrial planet, planetary atmosphere, flare and CME, high-energy particle, heterodyne spectroscopy, radio telescope