

R009-P08

ポスター 2 : 9/25 AM1/AM2 (9:00-12:30)

エウロパ大気における発光輝線の探索：地上望遠鏡による可視観測

#高木 聖子¹⁾, 鶴海 達大²⁾, 木村 淳²⁾, 太田 峻介³⁾, 松尾 太郎³⁾

¹⁾北海道大学,²⁾大阪大学,³⁾名古屋大学

A search for emission lines in the atmosphere of Europa with ground-based telescope

#Seiko Takagi¹⁾, Tatsuhiko Tsurumi²⁾, Jun Kimura²⁾, Shunsuke Ohta³⁾, Taro Matuso³⁾

¹⁾Hokkaido University,²⁾Osaka University,³⁾Nagoya University

For the Jovian icy moon Europa, telescopic observations have confirmed the existence of atomic sodium and potassium in its tenuous atmosphere [Brown and Chaffee, 1974; Brown, 2001]. Such components are considered to be originated from the surface materials. Spectrographic evidence on the surface acquired from the Galileo spacecraft suggests that hydrated salt minerals, such as magnesium and sodium sulfates, sodium carbonate and their mixtures, are concentrated at the linear features and in the chaotic terrains [e.g., McCord et al., 1999]. Furthermore, recent visible spectroscopic observations by the Hubble Space Telescope suggests the presence of sodium chloride on the surface [e.g., Trumbo et al., 2019]. The following mechanisms have been proposed as the origin of Europa's tenuous atmosphere: (1) sputtering of materials from the surface by energetic particles in the Jupiter's magnetosphere, (2) the impact supply from meteorites and dusts, (3) contamination due to volcanism from nearby Io. However, sodium-to-potassium for the Europa's atmosphere does not simply agree with chemical model of the Europa's ocean and with meteoritic origin. In addition, no positive signal from magnesium and calcium atoms has been reported despite their expected presence [Horst and Brown, 2013]. The search for such materials is crucial not only to understand the chemical information in the present Galilean moons, but also to evaluate the primordial environment, formation process and evolution of the moon.

In this study, we searched for emission lines (400-930 nm) in the atmospheres of Europa from 2018 to 2021 using the spectral imager Multi Spectral Imager [Watanabe et al. 2012] on board the Pirka telescope (the primary mirror is 1.6 m in diameter) of Hokkaido University. Here we will report the investigation.

大気中の原子は太陽光共鳴や電子衝突により励起され、特定波長の輝線を発することから、発光輝線の観測により大気成分の推定が可能である。エウロパにおいては、ナトリウム原子とカリウム原子による発光輝線(波長 590, 767 nm)が検出されたことから、それらの存在が明らかになった [Brown and Chaffee, 1974; Brown, 2001]。このような大気成分は、天体表面(氷地殻)に存在する物質との関連が示唆されている。エウロパ上には、マグネシウムやナトリウムの硫酸塩や炭酸塩などの水和物といった塩類の存在が木星探査機ガリレオの近赤外分光観測から推測されている [e.g., McCord et al., 1999]。また、表面の褐色化の原因とされてきた塩化ナトリウムの存在もハッブル宇宙望遠鏡の可視分光観測から明らかになった [e.g., Trumbo et al., 2019]。表面に存在が示唆されるそれらの物質は、地下海からの物質表出を伴うと思われる地形に集中して存在することから、岩石質のマントルと接する海底には岩石と液体水との相互作用が行われる環境が存在し、液体水に溶出した塩分が氷地殻に取り込まれ対流運動などに伴って表出、あるいはブルームとして地下海から直接に噴出する内的要因がその起源として考えられている。また、イオの火山活動に起因する木星ナトリウム雲と呼ばれる巨大構造やイオ周辺大気、彗星などからエウロパ表面へもたらされる外的要因も考えられている。エウロパに大気が形成される機構には、塩類の存在が示唆される表面に木星磁気圏の高エネルギー粒子が衝突し、地殻から原子が叩き出される(スパッタリング)過程や、太陽光加熱により表面物質が昇華する過程が提案されている。マグネシウム原子による発光も予想されたがこれまで検出には至っておらず [Horst and Brown, 2013]、現在検出されているのはナトリウム原子とカリウム原子の発光輝線のみである。このような衛星大気中の発光輝線の検出は、形成時の材料物質やその後の衛星の進化過程、衛星間の物質輸送過程を知る手段である。しかしながら、過去の探査機によるスナップショット的な観測や時間が限られた宇宙望遠鏡による観測で捉えた輝線は僅かであり、衛星における物質調査は不十分と言わざるを得ず、物質の起源や衛星の進化過程について理解は停滞している。

北海道大学大学院理学研究院附属天文台は北海道名寄市にあり、地上望遠鏡(ピリカ望遠鏡)を所有している。主鏡口径は 1.6 m であり、その大きさは惑星観測用の望遠鏡としては世界最大級である。本研究では、衛星の誕生環境や進化過程を明らかにすることを目的とし、ピリカ望遠鏡に搭載されたスペクトル撮像装置 MSI [Watanabe et al., 2012] を用いて、2018 年から 2021 年にかけて数十夜の多波長撮像観測を行い、エウロパ大気における発光輝線の探索 (400-930 nm) を行った。本講演ではその報告を行う。