

GIGMICS を用いた NGC7027 における [S IV] 禁制線の観測

(名大院環境^a) ○青木慶伸^a・柴田将^a・太田香菜子^a・平原靖大^a・GIGMICS チーム

The observation of [S IV] forbidden line in planetary nebula NGC7027 using GIGMICS
(Germanium Immersion Grating Mid-Infrared Cryogenic Spectrograph)

(Nagoya Univ.^a) Keishin Aoki^a, Sho Shibata^a, Kanako Ota^a, Yasuhiro Hirahara^a,
GIGMICS team

NGC7027 is a well-known “youngest” planetary nebula and the “oldest” post-AGB star at the distance of ~4400 light years. It is characterized as an ionized “HII region” near the central star surrounded by complex molecular cloud in the outer envelope. In 2011, we carried out high resolution spectroscopic observation of NGC7027 in the astronomical N-band (8-13μm), by using GIGMICS (Germanium Immersion Grating Mid-Infrared Cryogenic Spectrograph), equipped with KANATA 1.5m telescope at Higashi-Hiroshima observatory. We successfully detected [S IV] forbidden line ($^2P_{3/2} \rightarrow ^2P_{1/2}$) at 10.510μm, and analyzed the spectral shapes. As a result, we showed that the spatial distribution of the [S IV] is significantly different from those of molecules such as CO. The observed wavelength for the [S IV] line is determined to be 10.51094(23)μm, which is more accurate than the previous result by ISO-SWS. The LSR velocity of the [S IV] line corresponds to be 17(8)km/sec. The high velocity dispersion suggests the complexity of plasma motion in the HII region.

【はじめに】 惑星状星雲NGC7027は「比較的若い」 post-AGB星として知られ、Treffers *et al.* (1976)^[1]による水素分子の検出以来、様々な波長帯での星間物質の観測が行われてきている。本天体の最大の特徴は、中心星の活動性に付随したHII領域の存在であり、近年では Pequignot and Baluteau(1994)^[2]によるKrやXeの多価イオンの検出をはじめとして多種多様な元素の輝線が確認されている。また、NGC7027は炭素に富んでおり、PAH(多環芳香族炭化水素)の強い放射が観測されることも特徴である。1995年に打ち上げられた赤外線天文衛星 ISO(Infrared Space Observatory) に搭載された分光器 SWS(Short Wavelength Spectrometer)によって多種多様なイオンのスペクトルが検出されたが、その中には地上からの赤外分光観測で確認できる波長と強度を有するものも存在する。本研究においては、“大気窓” : Nバンド(8-13 μm)に現れる硫黄の3階電離イオンのLaporte禁制遷移(図1参照) : [S IV] ($^2P_{3/2} \rightarrow ^2P_{1/2}$: 磁気双極子遷移)(静止波長10.51049 μm)の高分散分光観測をおこない、その空間分布を調べた。

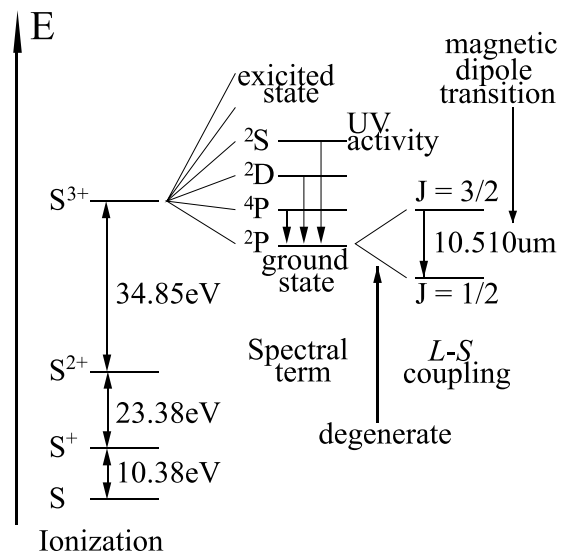


図1 硫黄原子・イオンのエネルギーレベル

【観測】 観測は広島大学宇宙科学センター・東広島天文台の口径1.5mかなた光学赤外望遠鏡を用い、本研究グループが独自に開発したGIGMICS(Germanium Immersion Grating Mid-Infrared Cryogenic Spectrograph)のファーストライトの一環として行った。解析に用いたデータの取得日時は2011年4月5, 13, 17日である。4月5日の観測において見出された強い輝線スペクトルを、近接するエシェル回折次数上で検出された多数の地球大気CO₂の吸収スペクトルとの関係から[S IV]に帰属した。図2に得られたエシェルグラムを示す。その後、周辺14点をON/OFF法で観測し、[S IV]の輝線形状の空間分布を調べた。

【結果】 観測によって得られたNGC7027周辺の[S IV]輝線の空間分布を図3に示す。ON 点とOFF 点の観測の間(数分程度)に起きた地球大気の擾乱により、一部の観測点で地球大気CO₂の吸収線(波長10.51312 μm)が見かけ上反転する。[S IV]はNGC7027の中心から0.10光年程度に広がり、南西方向に偏った空間分布を示すことが分かった。PAHの発光と地球大気の吸収の影響を強く受けたベースラインの補正を精密に行った上で、スペクトル形状をガウス関数によってフィッティングした。その結果、NGC7027 における[S IV]の中心波長は10.51094(23) μm、FWHMは0.00116(15) μm(括弧内は1σ)と求められた。この輝線幅から導かれる、[S IV]プラズマの視線方向の速度は17(8)km/secに相当する。これは電波領域でのCO の観測で得られた値(20km/sec, Nakashima *et al.* 2010^[3])と調和的であるが、強い速度分散は、HII領域内部のプラズマの運動の複雑性を反映したものだと考えられる。過去のISO-SWS ($R=2,000$)でのサーベイではNGC7027の[S IV]輝線は全く分解されておらず(Bernard-Salas *et al.* 2001^[4])、その輝線形状に関する知見は高分散分光器GIGMICSを用いた本研究によって初めてもたらされた。

- 【文献】 [1] Treffers, R. R., *et al.*, *Ap. J.*, **209**, 793. (1976)
 [2] Pequinet and Baluteau, *Astron. Astrophys.* **283** 593 (1994)
 [3] Nakashima, J., *et al.*, *Astron. J.*, **140**, 490 (2010)
 [4] Bernard-Salas, *et al.*, *Astron. Astrophys.* **367**, 949 (2001)

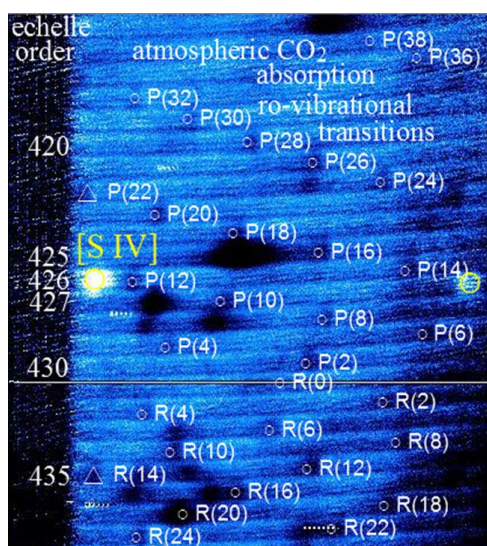


図 2. NGC7027 中心方向に対する波長 10.5 μm 付近のエシェルグラム。回折次数 426 左端の白いスポットが [S IV] の発光に対応する。○は地球大気 CO₂ の吸収(黒)を表す。

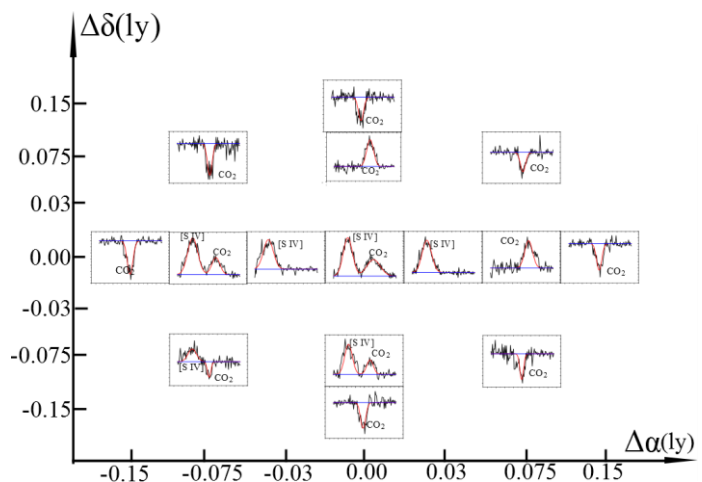


図 3. NGC7027 における[S IV]の輝線スペクトルと隣接する地球大気 CO₂ の吸収線、および空間分布。