

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	今里 郁弥
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
<p style="text-align: center;">Near-infrared observational studies of black hole low mass X-ray binary GRS 1915+105 in the X-ray low luminous state</p> <p style="text-align: center;">(X線で暗い状態のブラックホール低質量X線連星 GRS 1915+105 の近赤外線観測的研究)</p>			
論文審査担当者			
主 査	教 授	深澤 泰司	
審査委員	教 授	小嶋 康史	
審査委員	教 授	志垣 賢太	
審査委員	教 授	川端 弘治 (宇宙科学センター)	
〔論文審査の要旨〕			
<p>宇宙に存在するブラックホールは、その強い重力のため、シュワルツシルド半径内に引き付けられた物質や光は脱出できない。一方、観測されているブラックホールの多くは、降着する物質がブラックホール近傍で何らかの機構により、外向きの高速プラズマ流となって、ほぼ光速で噴出する宇宙ジェットと呼ばれる現象を示す。さらには、宇宙ジェットの中では高エネルギー粒子の加速が起きており、電波からガンマ線まで電磁放射が起きている。宇宙ジェットをもつブラックホールは、銀河中心の超巨大質量ブラックホールと、普通の恒星と恒星質量ブラックホールの連星(ブラックホールX線連星)が知られている。宇宙ジェットの発生は降着物質の状態と関係していると考えられ、実際にブラックホールX線連星では、これまでジェットの電波放射と降着円盤のX線放射には関係が見出されており、降着物質が高温低密度降着流をブラックホール近傍で形成しているときにジェットが発生しやすく、降着物質が高密度円盤を形成しているときはジェットが発生しにくい。ただ、ブラックホールX線連星のジェット観測は主に電波でなされており、ジェットの理解のためには、また、超巨大ブラックホールのジェットと比較するには、もっと短波長の電磁波の情報が必要である。そこで、以前からブラックホールX線連星の近赤外線観測によってジェット放射を捉える試みがなされている。GRS1915+105は、X線で最も明るいブラックホールX線連星の1つであり、また過去に近赤外線ジェット放射が確認されている希少な天体である。この天体は、2018年からX線で急に暗くなり、今までとは異なる降着状態になったと言われている。そこで、本天体を広島大学かなた望遠鏡を用いて近赤外線モニター観測を行い、この特殊な状態でのジェット放射の探査を独自に行った。この状態では、X線が暗くなるのに反相関して、近赤外線が明るくなった。また、電波でも同時に明るくなった。X線で明るく近赤外線が暗い時期は、ジェットの明るさと比較すると、近赤外線は相手の星からの熱放射であることがわかっている。一方、電波からの放射はジェットによるシンクロトロン放射であるため、今回のX線で暗く近赤外線が明るく</p>			

なった時期は近赤外線帯域にもジェットのスピンロトロン放射が少なからず存在することを示唆する。これは、電波から近赤外線までのスペクトル形状とも矛盾しない。さらに、数日以内の短時間変動の様子が、過去にジェット放射が近赤外線観測された時期の様子と似ていることも、近赤外線でのジェット放射の寄与を支持する。一方、今回の X 線で暗い時期は、ブラックホール X 線連星の *soft state* と呼ばれる高密度降着円盤がブラックホール近傍で形成されていることが X 線観測から言われている。こうした *soft state* では今まではジェットがあまり観測されていない。さらに、電波から近赤外線にかけての電磁波スペクトルも、過去のジェットのスピンロトロン放射よりもハード（短波長がより強い）であった。こうしたことから、今回の X 線で暗く近赤外線で明るい状態は、今まで認識されていない特殊な状態で、今までとは異なる性質を持つジェット放射が観測されていると結論づけた。今回の結果は、ブラックホール X 線連星におけるジェット発生と降着物質の状態の関係に新たな観測事実を与えたものであり、ジェット発生の解明に向けた重要な知見を与えたものであると言える。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認める。

公表論文

1. Imazato, F., 他 , “Origins of the Long-term Variability of the Near-infrared Emission of the Black Hole X-Ray Binary GRS 1915+105 in the X-Ray Low Luminous State”, *The Astrophysical Journal*, vol. 916, no. 2, 2021. doi:10.3847/1538-4357/ac07a3.

参考論文

1. Imazato, F., 他 , “Origins of the Long-term Variability of the Near-infrared Emission of the Black Hole X-Ray Binary GRS 1915+105 in the X-Ray Low Luminous State”, *The Astrophysical Journal*, vol. 916, no. 2, 2021. doi:10.3847/1538-4357/ac07a3.

2. Nakaoka, T., Imazato, F.(10 番目), 他 , “Calcium-rich Transient SN 2019ehk in a Star-forming Environment: Yet Another Candidate for a Precursor of a Double Neutron-star Binary ” , *The Astrophysical Journal*, vol. 912, no. 1, 2021. doi:10.3847/1538-4357/abe765.

3. Abarr, Q., Imazato, F.(11 番目), 他 , “XL-Calibur - a second-generation balloon-borne hard X-ray polarimetry mission” , *Astroparticle Physics*, vol. 126, 2021. doi:10.1016/j.astropartphys.2020.102529.

4. Yamada, Y., Uemura, M., Itoh, R., Fukazawa, Y., Ohno, M., and Imazato, F., “Variations of the physical parameters of the blazar Mrk 421 based on analysis of the spectral energy distributions”, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, vol. 72, no. 3, 2020. doi:10.1093/pasj/psaa028.