First Detection of Ultrahigh Energy Emission from Gamma-Ray Binary LS I + 61° 303
การตรวจพบครั้งแรกของการแผ่รังสีพลังงานสูงยิ่งยวดจากระบบดาวคู่รังสีแกมมา LS I +61° 303

Zhen Cao, the LHAASO Collaboration (including W. Mitthumsiri, P. Pattarakijwanich, D. Ruffolo and A. Sáiz),
Physical Review Letters 136, 181001 (2026)

The Universe contains many extraordinary objects that emit enormous amounts of energy. One of these is a gamma-ray binary, a rare type of binary star system consisting of a massive star and a compact object, such as a neutron star or a black hole, orbiting each other. As these two objects interact, they create extreme physical conditions that can accelerate particles to very high energies. Understanding how these particles are accelerated helps scientists better explain the origin of cosmic rays, which are energetic particles constantly traveling through space and occasionally reaching Earth.

This study focuses on the gamma-ray binary LS I +61° 303, a well-known source that has been observed across many wavelengths for decades. Using data collected by the Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO), researchers detected ultrahigh-energy gamma rays from this system for the first time. These gamma rays have energies much higher than previously observed, providing new evidence that this binary system can accelerate particles to energies of hundreds of teraelectronvolts (TeV). The observations also revealed that the gamma-ray emission changes with the orbital motion of the two objects, indicating that the physical environment surrounding the system strongly influences the production of these energetic particles.

The discovery offers valuable insights into the mechanisms responsible for particle acceleration under some of the most extreme conditions found in the Universe. It also helps scientists distinguish between different theoretical models that explain how gamma rays are produced in binary systems. Furthermore, the results demonstrate the exceptional sensitivity of LHAASO for detecting ultrahigh-energy gamma rays and open new opportunities for studying similar astrophysical sources. By improving our understanding of gamma-ray binaries and their role as natural particle accelerators, this research contributes to a broader understanding of high-energy astrophysics and the origin of cosmic rays in our Galaxy.

ภายในเอกภพมีวัตถุท้องฟ้าหลายชนิดที่สามารถสร้างพลังงานได้สูงกว่าที่มนุษย์สามารถผลิตได้บนโลก หนึ่งในวัตถุเหล่านี้คือ "ระบบดาวคู่รังสีแกมมา" ซึ่งประกอบด้วยดาวฤกษ์มวลมากและวัตถุหนาแน่นสูง เช่น ดาวนิวตรอนหรือหลุมดำ โคจรรอบกัน เมื่อวัตถุทั้งสองมีปฏิสัมพันธ์กัน จะเกิดสภาพแวดล้อมที่รุนแรงซึ่งสามารถเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูงมากได้ การศึกษาระบบประเภทนี้จึงมี

ความสำคัญต่อการทำความเข้าใจต้นกำเนิดของรังสีคอสมิก ซึ่งเป็นอนุภาคพลังงานสูงที่เดินทางอยู่ทั่วอวกาศและสามารถเดินทางมาถึงโลกได้

งานวิจัยนี้ศึกษาระบบดาวคู่รังสีแกมมาที่มีชื่อว่า LS I +61° 303 โดยใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์ Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถสูงในการตรวจวัดรังสีแกมมาพลังงานสูงยิ่งยวด ผลการศึกษาพบการแผ่รังสีแกมมาพลังงานสูงยิ่งยวดจากระบบดาวคู่นี้เป็นครั้งแรก โดยรังสีที่ตรวจพบมีพลังงานสูงกว่าที่เคยตรวจพบจากการสังเกตก่อนหน้านี้อย่างมาก แสดงให้เห็นว่าระบบ LS I +61° 303 สามารถเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูงถึงระดับหลายร้อยเทระอิเล็กตรอนโวลต์ (TeV) ได้ นอกจากนี้ นักวิจัยยังพบว่าความเข้มของรังสีแกมมามีการเปลี่ยนแปลงตามการโคจรของวัตถุทั้งสองในระบบ ซึ่งสะท้อนว่าสภาพแวดล้อมภายในระบบมีผลโดยตรงต่อกระบวนการกำเนิดอนุภาคพลังงานสูง

การค้นพบครั้งนี้เป็นหลักฐานสำคัญที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจกลไกการเร่งอนุภาคในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงของเอกภพได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยทดสอบและพัฒนาแบบจำลองทางทฤษฎีที่ใช้อธิบายการกำเนิดรังสีแกมมาจากระบบดาวคู่ นอกจากนี้ ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของอุปกรณ์ LHAASO ในการสำรวจปรากฏการณ์พลังงานสูงของเอกภพ และเปิดโอกาสให้มีการศึกษาวัตถุประเภทเดียวกันในอนาคต ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับต้นกำเนิดของรังสีคอสมิกและวิวัฒนาการของวัตถุท้องฟ้าพลังงานสูงในดาราจักรของเราได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

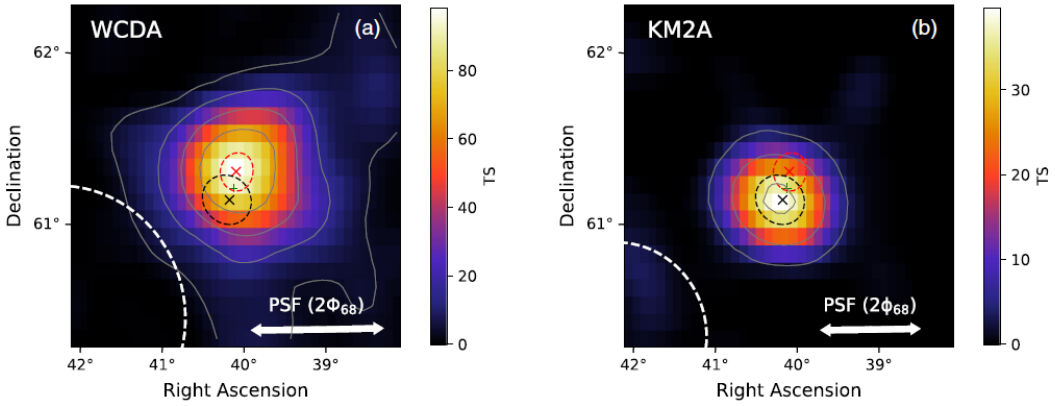

FIG. 1. Test-statistic maps of the region around LS I +61° 303 observed by WCDA (a) and KM2A (b), after subtracting the contributions from nearby sources and Galactic diffuse emission. The energy ranges are 1.5–30.5 TeV for WCDA and > 25 TeV for KM2A, with a sky map pixel size of 0.1° × 0.1°. The gray solid lines represent the significance contours starting from 2σ with a step of 2σ (reaching 8σ for WCDA and 6σ for KM2A). Green crosses indicate the optical position of LS I +61° 303 [42]. The red and black symbols represent the results for WCDA and KM2A, respectively: "x" marks the best-fit positions of LS I +61° 303, while dashed circles illustrate the 95% confidence level positional uncertainties, incorporating both statistical fitting errors and systematic pointing uncertainties. White dashed lines indicate the 68% containment regions (convolved with the PSF) of the extended source 1LHAASO J0249 + 6022. The PSF for each detector is marked by a double-headed arrow.