Very high-energy gamma-ray emission beyond 10 TeV from GRB 221009A
การปล่อยรังสีแกมมาพลังงานสูงกว่า 10 TeV โดย GRB 221009A

Zhen Cao, the LHAASO Collaboration (including W. Mitthumsiri, P. Pattarakijwanich, D. Ruffolo and A. Sáiz),
Science Advances, vol. 9, issue 46, id. eadj2778, November 2023

The highest-energy gamma-rays from gamma-ray bursts (GRBs) have important implications for their radiation mechanism. Here we report the detection of gamma-rays up to 13 teraelectronvolts from the brightest GRB 221009A by the Large High Altitude Air-shower Observatory (LHAASO). The LHAASO-KM2A detector registered more than 140 gamma-rays with energies above 3 teraelectronvolts during 230 to 900 seconds after the trigger. The intrinsic energy spectrum of gamma-rays can be described by a power-law after correcting for extragalactic background light absorption. Such a hard spectrum challenges the synchrotron self-Compton scenario of relativistic electrons for the afterglow emission above several teraelectronvolts. Observations of gamma-rays up to 13 teraelectronvolts from a source with a measured redshift of z = 0.151 hints more transparency in intergalactic space than previously expected. Alternatively, one may invoke new physics such as Lorentz invariance violation or an axion origin of very high-energy signals. LHAASO detected the highest energy gamma-rays, beyond 10 TeV, from the brightest gamma-ray burst GRB 221009A.

การตรวจจับรังสีแกมมาพลังงานสูงสุดจากการระเบิดรังสีแกมมา (gamma-ray bursts หรือ GRBs) มีความหมายสำคัญต่อกลไกการแผ่รังสีของมัน ในงานนี้เรารายงานการตรวจจับรังสีแกมมาพลังงานสูงสุดถึง 13 TeV จากการระเบิดรังสีแกมมาที่มีความสว่างสูง GRB 221009A โดยโครงการ Large High Altitude Air-shower Observatory (LHAASO) เครื่องวัด LHAASO-KM2A วัดรังสีแกมมามากกว่า 140 ตัวซึ่งมีพลังงานเกิน 3 TeV ในช่วงเวลา 230 ถึง 900 วินาทีหลังจากเหตุการณ์เริ่มต้น สเปกตรัมของรังสีแกมมาสามารถอธิบายได้ด้วยกฎกำลังที่ปรับแก้การดูดกลืนแสงแล้ว สเปกตรัมที่วัดที่ระดับพลังงานสูงเพียงได้นี้ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยกระบวนแผ่รังสีซินโครตรอนจากการกระเจิงแบบคอมป์ตันของอิเลกตรอนพลังงานสูง การสังเกตรังสีแกมมาพลังงานสูงถึง 13 TeV จากแหล่งกำเนิดที่มี z=0.151 บ่งชี้ว่าสสารในที่ว่างในอวกาศมีการดูดกลืนแสงน้อยกว่าที่คิดไว้ก่อนหน้านี้ ในทางกลับกัน การวัดนี้อาจจะอธิบายได้ด้วยฟิสิกส์ใหม่ เช่น การละเมิดความสมมาตรของลอเรนซ์ หรืออาจเป็นสัญญาณจากแอกซิออน โดยสรุปคือ LHAASO สามารถวัดรังสีแกมมาพลังงานสูงกว่า 10 TeV จากการระเบิดรังสีแกมมาที่มีความสว่างสูงที่สุดที่เคยมีมาได้

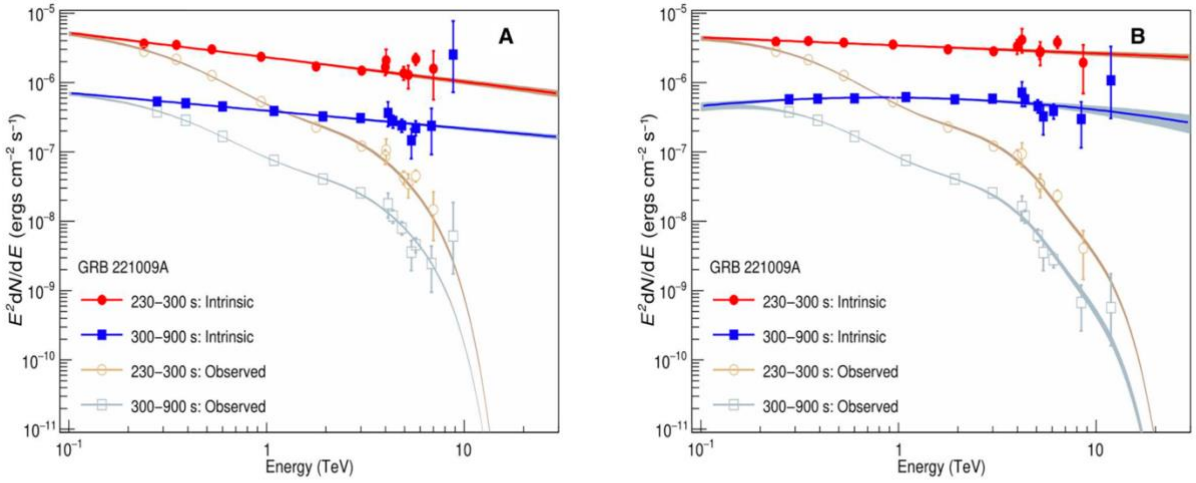

Fig. 3. Intrinsic VHE spectra of GRB 221009A corrected for EBL absorption. (**A**) Filled points show the intrinsic spectrum of GRB 221009A corrected for EBL absorption using the model of Saldana-Lopez *et al.* (*17*). The red points are for interval 1 from $T_0 + 230$ s to $T_0 + 300$ s, and the blue points are for interval 2 from $T_0 + 300$ s to $T_0 + 900$ s. The solid lines indicate the best-fitting results using the power-law function, and the shaded regions indicate the 1-sigma error region. The unfilled points and shaded regions are corresponding observed spectra. (**B**) Filled points show the intrinsic spectrum of GRB 221009A corrected for EBL absorption using the LHAASO-constrained EBL model. The red solid line indicates the best-fitting result for interval 1, which is a power-law function, and the blue solid line indicates the best-fitting result for interval 2, which is a log-parabolic function. The points and shaded regions are similar to those in (A).