

Stringent Tests of Lorentz Invariance Violation from LHAASO Observations of GRB 221009A
การทดสอบอย่างเข้มงวดของการฝ่าฝืนอินแวริอันซ์โลเรนทซ์จากการสังเกตการระเบิดอย่างฉับพลันในรังสี
แกมมา GRB 221009A

(LHAASO Collaboration 2024 (including W. Mitthumsiri, P. Pattarakijwanich, D. Ruffolo, A. Sáiz; paper #40), Stringent Tests of Lorentz Invariance Violation from LHAASO Observations of GRB 221009A, Phys. Rev. Lett., 133, 071501 (IF=9.0) <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.133.071501>)

On 9 October 2022, the Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) reported the observation of the very early TeV afterglow of the brightest-of-all-time gamma-ray burst 221009A, recording the highest photon statistics in the TeV band ever obtained from a gamma-ray burst. We use this unique observation to place stringent constraints on the energy dependence of the speed of light in vacuum, a manifestation of Lorentz invariance violation (LIV) predicted by some quantum gravity (QG) theories. Our results show that the 95% confidence level lower limits on the QG energy scales are $E_{QG,1} > 10$ times the Planck energy E_{Pl} for the linear LIV effect, and $E_{QG,2} > 6 \times 10^{-8} E_{Pl}$ for the quadratic LIV effect. Our limits on the quadratic LIV case improve previous best bounds by factors of 5–7.

เมื่อวันที่ 9 ต.ค. ปี ค.ศ. 2022 ระบบเครื่องวัด Large High Altitude Air Shower Observatory (LHAASO) ได้รายงานการสังเกตการปล่อยรังสีภายหลังการระเบิดอย่างฉับพลันในรังสีแกมมา GRB 221009A ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก ในย่านพลังงาน TeV โดยบันทึกจำนวนโฟตอนในย่าน TeV มากที่สุดที่เคยได้จากการระเบิดอย่างฉับพลันในรังสีแกมมา เราใช้สังเกตการณ์พิเศษครั้งนี้เพื่อกำหนดเงื่อนไขเข้มงวดสำหรับความคงที่ต่อพลังงานของความเร็วแสงในสุญญากาศ โดยจำกัดระดับการฝ่าฝืนอินแวริอันซ์โลเรนทซ์ (Lorentz invariance violation, LIV) ซึ่งพยากรณ์โดยบางทฤษฎีด้านโน้มถ่วงควอนตัม (quantum gravity, QG) ผลลัพธ์แสดงว่า ข้อจำกัดด้วยความแม่นยำระดับ 95% สำหรับพลังงาน LIV เชิงเส้น ($E_{QG,1}$) มากกว่า 10 เท่าของพลังงานพลาังก์ (E_{Pl}) และสำหรับพลังงาน LIV อันดับสอง $E_{QG,2} > 6 \times 10^{-8} E_{Pl}$ ข้อจำกัดของเราสำหรับ LIV อันดับสองถือว่าเข้มงวดมากขึ้นมากกว่าเดิม 5-7 เท่า

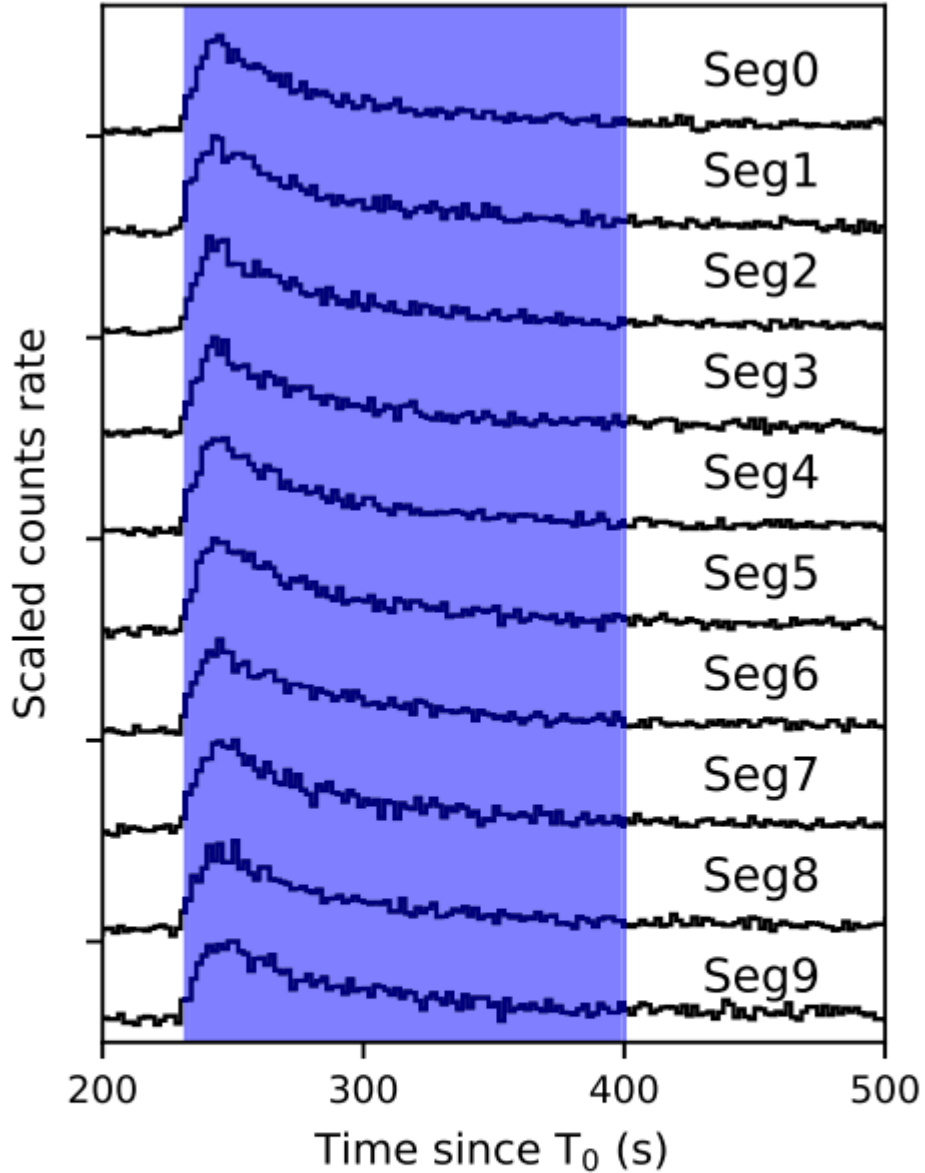


FIG. 1. Count rate light curves of GRB 221009A, as detected by LHAASO-WCDA, presented in ten N_{hit} segments. The time binning of the light curves used for analysis is 0.1 s; however, they are depicted here with 2 s intervals for clarity. The blue-marked range 232–400 s after the GBM trigger T_0 is selected for calculating the time lags.