

Methods for Tracking Cosmic Ray Spectral Changes Using Neutron Monitors at High Cutoff Rigidity

วิธีการเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในสเปกตรัมรังสีคอสมิกด้วยเครื่องตรวจวัดนิวตรอน ณ รัจจิติคัตออฟสูง

(S. Khamphakdee, W. Nuntiyakul*, C. Banglieng, A. Seripienlert, P. Yakum, A. Sáiz, D. Ruffolo, P.

Evenson, K. Munakata, and S. Komonjinda 2025, Methods for Tracking Cosmic Ray Spectral Changes Using Neutron Monitors at High Cutoff Rigidity, *Astrophys. J.*, **984**, 51 (IF=5.4)

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/adc5f9>

Neutron monitors are a standard tool for high-precision monitoring of changes in the Galactic cosmic ray (GCR) flux that occur as a result of variations of the heliospheric conditions and solar storms. In Thailand, we have developed a mobile neutron monitor named “Changvan” based on the 3NM64 design, except that the middle counter lacks lead producer rings, so we call it a semileaded neutron monitor. From 2021 April to 2023 April, the Changvan operated at the Science and Technology Park, Mae Hia, Chiang Mai, Thailand, at an altitude of about 340 m above sea level, with a vertical cutoff rigidity of 16.7 GV, which is near the highest value observed globally. With a similar cutoff rigidity, the nearby Princess Sirindhorn Neutron Monitor is an 18NM64 at the summit of Doi Inthanon, the highest mountain in Thailand, at 2560 m above sea level. We examine how count rates at different altitudes with similar cutoffs, count rates from the unleaded versus leaded counters, and the leader fraction measured from time-delay histograms all reflect GCR spectral differences, thus providing a variety of techniques for tracking cosmic-ray spectral changes. Applied at high cutoff rigidity, these methods extend the reach of the worldwide neutron monitor network to even higher rigidity.

เครื่องตรวจวัดนิวตรอนเป็นเครื่องมือมาตรฐานเพื่อตรวจวัดอย่างแม่นยำสำหรับการเปลี่ยนแปลงในฟลักซ์ของรังสีคอสมิกจากกาแล็กซี (Galactic cosmic rays; GCRs) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในสภาพของฮีลิโอสเฟียร์หรือจากพายุสุริยะ ในประเทศไทย เราได้พัฒนาเครื่องตรวจวัดนิวตรอนที่เคลื่อนที่ได้ ซึ่งเรียกว่า “ช้างแวน” ซึ่งออกแบบเป็นประเภท 3NM64 ยกเว้นเครื่องวัดตรงกลางขาดวงแหวนตะกั่วที่ผลิตนิวตรอนเพิ่ม จึงเรียกเป็นเครื่องตรวจวัดนิวตรอนกึ่งตะกั่ว ตั้งแต่ เม.ย. ค.ศ. 2021 จน เม.ย. 2023 ช้างแวนได้เก็บข้อมูล ณ อุทยานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แม่เฝ้า จ.เชียงใหม่ ในประเทศไทย ด้วยความสูง 340 m จากระดับทะเล และรัจจิติคัตออฟในแนวตั้ง 16.7 GV ใกล้กับค่าที่สูงสุดทั่วโลก ด้วยรัจจิติคัตออฟที่ใกล้เคียง ใกล้กันมีสถานีตรวจวัดนิวตรอนสิรินธร เป็น 18NM64 ณ ยอดดอยอินทนนท์ ภูเขาที่สูงสุดของประเทศไทย ด้วยความสูง 2560 m จากระดับทะเล เราศึกษาว่าอัตรานับรังสี ณ ความสูงต่าง ๆ ด้วยรัจจิติคัตออฟที่ใกล้เคียง อัตรานับในเครื่องวัดที่ไม่มีหรือมีตะกั่ว และสัดส่วนตัวนำที่วัดจากฮิสโทแกรมการหน่วงเวลา ทั้งหมดนั้นสะท้อนถึงความแตกต่างในสเปกตรัมของ GCR จึงทำให้มีเทคนิคหลากหลายเพื่อ

ติดตามการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรัมรังสีคอสมิก เมื่อประยุกต์ใช้ที่ริจิดิตีคัคต่อฟสูง วิธีการเหล่านี้ทำให้เครือข่ายเครื่องตรวจวัดนิวตรอนทั่วโลกให้ข้อมูลเกี่ยวกับริจิดิตีที่ยิ่งสูง



Figure 1. Photographs of the Princess Sirindhorn Neutron Monitor Station (PSNM) and the Changvan. (a) PSNM at the summit of Doi Inthanon, Thailand's highest mountain (2560 m above sea level). (b) Interior view of PSNM showing the 18-tube NM64. (c) Changvan at the Science and Technology Park, Mae Hia, Chiang Mai (340 m above sea level). (d) Semileaded (middle counter without lead producer) neutron monitor inside Changvan.