Solar Magnetic Polarity Effect on Neutron Monitor Count Rates:
Comparing Latitude Surveys and Antarctic Stations
ผลของขั้วแม่เหล็กดวงอาทิตย์ต่ออัตรานับของเครื่องตรวจวัดนิวตรอน :
การเปรียบเทียบระหว่างการสำรวจละติจูดกับสถานีที่แอนตาร์กติกา

(K. Poopakun, W. Nuntiyakul*, S. Khamphakdee, A. Seripienlert, **D. Ruffolo,** P. Evenson, P. Jiang, P. Chuanraksasat, K. Munakata, M. L. Duldig, J. E. Humble, J. Madsen, B. Soonthornthum, and S. Komonjinda, Solar Magnetic Polarity Effect on Neutron Monitor Count Rates: Comparing Latitude Surveys and Antarctic Stations, *Astrophys. J.,* **958,** 80 http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ad02f1)

The Galactic cosmic-ray spectrum manifests pronounced variations over the 11 yr sunspot cycle and more subtle variations over the 22 yr solar magnetic cycle. An important tool to study these variations is repeated latitude surveys with neutron monitors (NMs) on board icebreaker ships in conjunction with land-based references. We revisit 13 annual latitude surveys from 1994 to 2007 using reference data from the Mawson NM in Antarctica instead of McMurdo NM (which closed in 2017). We then consider two more latitude surveys (2018 and 2019) with a monitor similar to the 3NM64 in the previous surveys but without lead rings around the central tube, a so-called "semi-leaded neutron monitor." The new surveys extend the linear relationship among data taken at different cutoff rigidity ranges. They also confirm the "crossover" of spectra measured near solar minima during epochs of opposite solar magnetic polarity and the absence of a crossover for epochs having the same solar magnetic polarity (see Figure). We attribute the crossover to two different effects on cosmic rays: drift effects at lower rigidity depend on magnetic polarity, while diffusion effects at higher rigidity do not.

สเปกตรัมของรังสีคอสมิกจากกาแล็กซีปรากฏการเปลี่ยนแปลงอย่างมากต่อวัฏจักรจุดมืดทุก 11 ปี และการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยต่อวัฏจักรแม่เหล็กดวงอาทิตย์ทุก 22 ปี เครื่องมือที่สำคัญในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงนี้คือ การสำรวจละติจูดซ้ำด้วยเครื่องตรวจวัดนิวตรอน (neutron monitors, NMs) บนเรือหักน้ำแข็งพร้อมกับจุดอ้างอิงบนบก เราได้วิเคราะห์ผลการสำรวจละติจูดทุกปีระหว่างปี 1994-2007 อีกครั้ง โดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจาก Mawson NM ที่แอนตาร์กติกา แทน McMurdo NM (ซึ่งปิดเมื่อปี 2017) จากนั้น เราพิจารณาการสำรวจละติจูดเพิ่มอีกสองครั้ง ในปี 2018 และ 2019 ด้วยเครื่องตรวจวัดที่คล้ายกับเครื่อง 3NM64 ที่ใช้ในการสำรวจครั้งก่อน เว้นแต่ไม่มีวงแหวนตะกั่วรอบหลอดวัดกลาง จึงเรียกว่า เครื่องตรวจวัดนิวตรอนกึ่งตะกั่ว การสำรวจใหม่ยืนยันความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลจากค่าต่าง ๆ ของริจิดิตีขั้นต่ำ และยืนยันการตัดกันระหว่างสเปกตรัมที่วัดตอนจำนวนจุดมืดต่ำต่อเมื่อขั้วแม่เหล็กดวงอาทิตย์แตกต่าง โดยไม่ตัดกันต่อเมื่อขั้วเหมือนกัน (ดังรูป) เราอธิบายการตัดกันเนื่องจากผลสองอย่างต่อรังสีคอสมิก คือ ผลการลอยเลื่อน ณ ริจิดิตีต่ำ ขึ้นกับขั้วแม่เหล็ก ขณะผลการฟุ้ง ณ ริจิดิตีสูง ไม่ขึ้นกับขั้วแม่เหล็ก

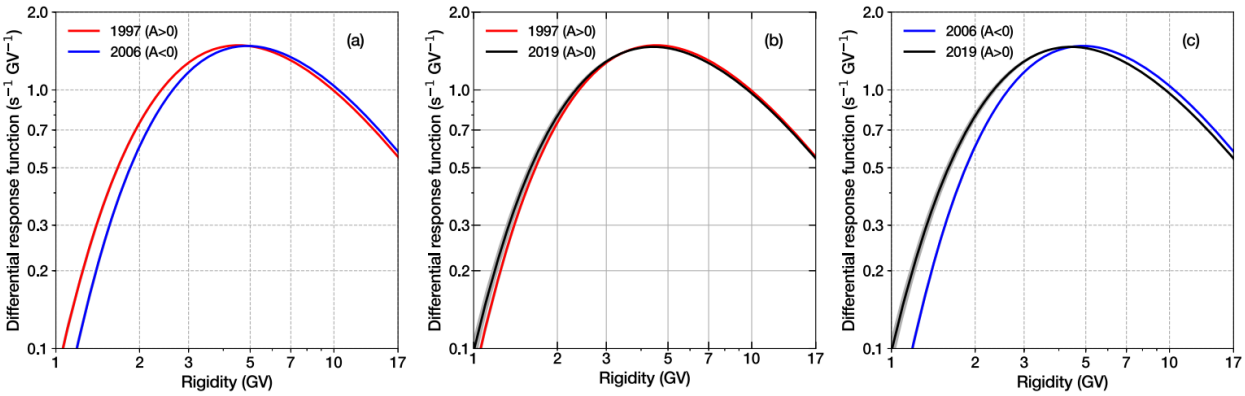

Figure 9. Differential response functions for survey year 2019 compared to earlier surveys performed near solar minima. Panel (a): The 1997 (red) and 2006 (blue) surveys, which had opposite solar magnetic polarity, show a crossover near 5 GV. Panel(b): The 1997 (red) and 2019 (black) surveys for T1 and T3, which had the same polarity, do not show a crossover. Panel (c): Results of the 2006 (blue) and 2019 (black) surveys, again with opposite polarity, show a crossover near 5 GV, similar to (a). The solid line represents the best-fit line, and the shaded area represents the possible range of fits ($\pm 2\sigma$).