

**EFFECTS OF COROTATING SOLAR WIND
STRUCTURES ON 27-DAY VARIATIONS IN
GALACTIC COSMIC RAYS OBSERVED BY THE
PRINCESS SIRINDHORN NEUTRON MONITOR**

THANA YEERAM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
(PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2014**

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

EFFECTS OF COROTATING SOLAR WIND STRUCTURES ON 27-DAY VARIATIONS IN GALACTIC COSMIC RAYS OBSERVED BY THE PRINCESS SIRINDHORN NEUTRON MONITOR.

THANA YEERAM 5138427 SCPY/D

Ph.D. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : DAVID RUFFOLO, Ph.D. (PHYSICS), ALEJANDRO SÁIZ, Ph.D. (PHYSICS), SOMSAK DANGTIP, Ph.D. (APPLIED NUCLEAR PHYSICS)

ABSTRACT

Data from the *Princess Sirindhorn Neutron Monitor* at Doi Inthanon, Thailand, with a vertical cutoff rigidity of 16.8 GV, have been utilized to determine the diurnal anisotropy (DA) of Galactic cosmic rays (GCRs) near Earth during solar minimum conditions between 2007 November and 2010 November. We have identified trains of enhanced DA over several days, and find that these trains are often recurrent after a solar rotation period (~ 27 d). By investigating solar coronal holes as identified from synoptic maps and solar wind parameters observed by spacecraft, we found that the intensity and anisotropy of cosmic rays are associated with the high-speed streams (HSSs) in the solar wind, which are in turn related to the structure and evolution of the equatorial and higher-latitude coronal holes. An enhanced DA was observed after the onset of some, but not all, HSSs. During the time periods of recurrent trains, the DA was often enhanced or suppressed according the sign of the interplanetary magnetic field \mathbf{B} , which suggests a contribution from a mechanism involving a southward gradient in the GCR density, n , and a gradient anisotropy along $\mathbf{B} \times \nabla n$. In one non-recurrent and one recurrent sequence, an HSS from an equatorial coronal hole was merged with that from a trailing mid-latitude extension of a polar coronal hole, and the slanted HSS structure in space, within which the GCR density was depressed, can account for the southward GCR gradient. We conclude that the gradient anisotropy is a source of temporary changes in the GCR diurnal anisotropy under solar minimum conditions. The 27-day modulations of GCRs intensity are well correlated with the magnetic field magnitudes and solar wind speed as predicted by the solar modulation theory of GCRs.

KEYWORDS: SOLAR WIND / NEUTRON MONITOR / SPACE PHYSICS

200 pages

ผลกระทบของโครงสร้างลมสุริยะแบบหมุนร่วมต่อการเปลี่ยนแปลงในรอบ 27 วันของรังสีคอสมิกกาแล็กติกที่สังเกตโดยสถานีตรวจวัดนิวตรอนสิรินธร

EFFECTS OF COROTATING SOLAR WIND STRUCTURES ON 27-DAY VARIATIONS IN GALACTIC COSMIC RAYS OBSERVED BY THE PRINCESS SIRINDHORN NEUTRON MONITOR

ธนา ชีรัมย์ 5138427 SCPY/D

ปร.ค. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: เดวิด รูฟโฟโล, Ph.D. (PHYSICS), อเลสซานโดร ซาอิส, Ph.D. (PHYSICS), สมศักดิ์ แดงดีบ, Ph.D. (APPLIED NUCLEAR PHYSICS)

บทคัดย่อ

จากการศึกษาแอนไอโซโทรปีประจำวันของรังสีคอสมิกกาแล็กติกใกล้โลกที่สังเกตโดยสถานีตรวจวัดนิวตรอนสิรินธร ณ ยอดดอยอินทนนท์ ด้วยค่าเชิงเกร็งทางแม่เหล็กขีดเริ่ม 16.8 กิกะโวลต์ ในช่วงเงื่อนไขที่ดวงอาทิตย์มีกิจกรรมต่ำที่สุดในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2007 ถึง พฤศจิกายน 2010 เราได้จำแนกพบขบวนแอนไอโซโทรปีที่มีขนาดเพิ่มขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลาหลายวัน โดยขบวนเหล่านี้มักจะเกิดซ้ำตามรอบการหมุนรอบตัวเองของดวงอาทิตย์ในรอบ 27 วัน เมื่อสืบทอดหุลุมโคโรนาที่ได้จากการชี้เฉพาะจากแผนที่ซินออปติกและตัวแปรลมสุริยะความเร็วสูงที่สังเกตโดยยานอวกาศ พบว่าความเข้มและแอนไอโซโทรปีของรังสีคอสมิกมีความเกี่ยวข้องกับลมสุริยะความเร็วสูงซึ่งมีความสัมพันธ์กับโครงสร้างและวิวัฒนาการของหุลุมโคโรนาในบริเวณศูนย์กลางและละติจูดที่สูงขึ้นของดวงอาทิตย์ การเพิ่มของแอนไอโซโทรปีประจำวันได้เกิดขึ้นภายหลังการเคลื่อนที่ผ่านของลมสุริยะความเร็วสูงในบางครั้ง โดยในคาบเวลาที่เกิดขบวนซ้ำ บ่อยครั้งสังเกตเห็นแอนไอโซโทรปีที่เพิ่มหรือลดขึ้นอยู่กับเครื่องหมายของสนามแม่เหล็กระหว่างดาวเคราะห์ ซึ่งบ่งชี้ถึงผลกระทบจากกลไกที่ประกอบด้วยเกรเดียนต์ในรังสีคอสมิกในทิศใต้ของดวงอาทิตย์ และแอนไอโซโทรปีจากเกรเดียนต์ จากกรณีศึกษาของเหตุการณ์ที่เวียนและไม่เวียนซ้ำ พบกระแสลมสุริยะความเร็วสูงที่มาจากหุลุมโคโรนาบริเวณศูนย์กลางประสานกับที่มาจากหุลุมโคโรนาเชิงขั้วที่ขยายตัวสู่บริเวณละติจูดตอนกลาง ทำให้เกิดโครงสร้างแบบเอียงของลมสุริยะความเร็วสูงที่มีผลให้รังสีคอสมิกมีความเข้มลดลง แล้วได้เกรเดียนต์ไปทางทิศใต้ จึงสรุปว่าแอนไอโซโทรปีจากเกรเดียนต์เป็นสาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวของแอนไอโซโทรปีประจำวันในช่วงกิจกรรมสุริยะต่ำสุด ส่วนการลดลงแบบ 27 วันของความเข้มรังสีคอสมิกกาแล็กติกมีสหสัมพันธ์ที่ดีกับความเข้มสนามแม่เหล็กและความเร็วลมสุริยะดังทฤษฎีการ โมดุลชันของรังสีคอสมิกโดยดวงอาทิตย์

200 หน้า