บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5280239

ชื่อโครงการ: โครงการผลกระทบเนื่องจากสนามแม่เหล็กปั่นป่วนในตัวกลางระหว่างดาวเคราะห์ต่อเคลื่อนที่ของอนุภาคพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: ดร.ปิยเนตร ฉุยฉาย

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

Email Address: piyanate@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ:

ในตัวกลางระหว่าดาวเคราะห์ สนามแม่เหล็กปั่นป่วนมีอิทธิพลต่อการขนส่งอนุภาคที่มีประจุพลังงานสูง ที่ผ่านมามีการศึกษาพบว่า แบบจองสนามแม่เหล็กปั่นป่วนแบบสององค์ประกอบ (2D+slab) เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้และใกล้เคียงกับสนามแม่เหล็กปั่นป่วนในระบบสุริยะ โดยปกติเราพบลักษณะการฟุ้งของอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็กปั่นป่วนเมื่ออนุภาคเคลื่อนที่เป็นเวลานาน บ่อยครั้งในการศึกษา อนุภาคถูกสมมติให้เคลื่อนที่ตามเส้นสนามแม่เหล็ก และเกิดการฟุ้งเนื่องจากการเดินสุ่มของสนามแม่เหล็ก อย่างไรก็ตามบางทฤษฎีได้กล่าวถึงการขนส่งอนุภาคในแนวตั้งฉาก เช่น nonlinear guiding center (NLGC) ทฤษฎีนี้มีการใส่กลไกการเดินข้ามสนามแม่เหล็กของอนุภาค ซึ่งทำให้เกิดการแยกตัวระหว่างอนุภาคและเส้นสนามแม่เหล็กที่สัมพันธ์กับตำแหน่งเริ่มต้น ในงานวิจัยนี้เราจึงสนใจศึกษากลไกที่อนุภาคที่มีประจุแยกตัวกับเส้นสนามแม่เหล็กที่สัมพันธ์กับศูนย์กลางการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่ตำแหน่งเริ่มต้น รวมทั้งผลกระทบเนื่องจากการลดจำนวนมิติของความแปรปรวนในสนามแม่เหล็ก เราทำการจำลองเชิงตัวเลขสำหรับเส้นทาง

เดินอนุภาคที่มีประจุในสนามแม่เหล็กปั่นป่วนในหลายกรณี จากนั้นหาเส้นทางเดินสนามแม่เหล็กที่มีจุดเริ่มต้นเดียวกับจุดศูนย์กลางการเลื่อนที่ของอนุภาค ทำการคำนวณสถิติของการแยกตัวระหว่างศูนย์กลางการเคลื่อนที่ของอนุภาคและเส้นสนามแม่เหล็ก ในงานวิจัยนี้เราสนใจศึกษาผลกระทบของ มุมขั้วเริ่มต้น พลังงานของอนุภาค ความแรงของสนามแม่เหล็ก สัดส่วนของความแปรปรวน และการลดจำนวนมิติของความแปรปรวน ที่มีต่อการแยกตัว นอกจากนั้นในงานวิจัยนี้เราได้พัฒนาเทคนิคการวัดและแก้ไขค่า Taylor microscale ซึ่งเป็นค่าที่พบในสนามแม่เหล็กปั่นป่วนในอวกาศ เราจะลองข้อมูลสนามแม่เหล็กที่ขึ้นกับเวลาจากรูปแบบของสเปกตรัมที่เราออกแบบสำหรับสนามแม่เหล็กแบบปั่นป่วน ซึ่งเรานำข้อมูลสนามแม่เหล็กที่ได้จากจำลองมาหาค่า correlation function และ structure function จากนั้นใช้วิธีการฟิตและการประมาณนอกช่วงเพื่อประมาณค่า Taylor microscale ในตอนท้ายเราแสดงการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้กับข้อมูลจากยานอวกาศ

คำหลัก: อนุภาคพลังงานสูง, สนามแม่เหล็กปั่นป่วน, การฟุ้ง, การลอยเลื่อน

ABSTRACT

Project Code:	MRG5280239
Project Title:	The effect of turbulent magnetic fields in interplanetary space on the motion of solar energetic particles
Investigator:	Dr. Piyanate Chuychai School of Science, Mae Fah Luang University
E-mail Address:	piyanate@gmail.com
Project Period:	2 years

Abstract:

In interplanetary space, the transport of energetic charged particles is influenced by a turbulent magnetic field. Previous studies have shown that a two-component (2D+slab) magnetic model of turbulence is a useful model for the magnetic field in the heliosphere. Normally, the diffusive behavior of charged particles in a turbulent magnetic field is observed when they approach the long time limit. The charged particles are often assumed to follow and diffuse according to the random walk of the field lines but some theories of perpendicular particle transport, such as nonlinear guiding center theory (NLGC), implicitly assume some true cross-field diffusion in which particles separate from the field line connected to their initial location. In this work, we study the mechanism by which charged particles separate from their initial magnetic field lines and also the effect of reduced dimensionality of the magnetic field on cross-field motion of the charged particles. Here we perform numerical simulations of charged particle trajectories in several cases of magnetic turbulence such as pure slab turbulence, Gaussian 2D field+slab turbulence, and 2D+slab turbulence. Then we trace their corresponding magnetic field lines which start at the initial guiding centers of the charged particles. After that we compute statistics of the mean squared average transverse separation between guiding centers of the particles and field lines. We will examine the effects of the initial pitch angle, particle energy, fraction of 2D and slab lines in order to understand the separation behavior. Furthermore, we develop the measuring and correcting techniques for Taylor microscale which is one of length scales that we can find from turbulent magnetic field in space. Time series of the signal generated from known spectrum of turbulent magnetic field lead us to the correlation

function and structure function. Fitting and extrapolation methods are used in other to estimate the Taylor microscale. The application of this technique to real spacecraft data of solar wind is also presented.

Keywords: energetic charged particles, turbulent magnetic field, diffusion, drift.