รหัสโครงงาน 33EPH03-01

ข้อเสนอโครงงานโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
ประจำปีการศึกษา 2568

ชื่อโครงงาน (ภาษาไทย) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีออโรราและอัตราการนับของเครื่องตรวจวัดนิวตรอน

ชื่อโครงงาน (ภาษาอังกฤษ) Investigation of Correlation between Aurora Indexes and Neutron Monitor Count Rate

โครงงานอยู่ในสาขาวิชาฟิสิกส์

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 หัวหน้าโครงงาน

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ณัฏฐ์ฎาพร ทองพันธ์

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Natdaporn Thongphan

เลขประจำตัวนักเรียน 08939 ชั้น ม.6/6

ที่อยู่ตามทะเบียนบ้าน 38 หมู่ 1 ต.คลองหอยโข่ง อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา 90230

โทรศัพท์มือถือ 096-8673101

E-mail: natdaporn.tho_g33@mwit.ac.th

1.2 ครูที่ปรึกษาโครงงาน

1.2.1 ครูที่ปรึกษาหลัก (ภายในโรงเรียน)

ชื่อ-นามสกุล นางปราณี ดิษรัฐกิจ

สาขาวิชาฟิสิกส์

สถานที่ติดต่อ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

โทรศัพท์มือถือ 081-9003042

E-mail: pranee.dis@mwit.ac.th

1.2.2 ครูที่ปรึกษาร่วม (ภายในโรงเรียน)

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเกล็ดทราย ภูผาคุณ

สาขาวิชาฟิสิกส์

สถานที่ติดต่อ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

โทรศัพท์มือถือ 061-0323928

E-mail: kledsai.poo@mwit.ac.th

1.2.3 ครูที่ปรึกษาร่วม (ภายในโรงเรียน)

ชื่อ-นามสกุล นางสาวกมลพร กันทะวงค์

สาขาวิชาฟิสิกส์

สถานที่ติดต่อ โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

โทรศัพท์มือถือ 082-7872726

E-mail: kamolporn.hae@mwit.ac.th

2. บทนำ

ปรากฏการณ์แสงเหนือ (Northern Lights หรือ Aurora Borealis) แสงใต้ (Southern Lights หรือ Aurora Australis) หรือออโรรา (Aurora) เป็นปรากฏการณ์การเปล่งแสงซึ่งเกิดขึ้นจากการชนกันระหว่างอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงไปตามสนามแม่เหล็กโลก เข้าปะทะกับอะตอมในชั้นบรรยากาศของโลก อนุภาคที่มีประจุเหล่านี้มีต้นกำเนิดจากดวงอาทิตย์ โดยเดินทางมาพร้อมกับสนามแม่เหล็กระหว่างดาวเคราะห์ (Interplanetary Magnetic Field หรือ IMF) ทั้งอนุภาคและสนามแม่เหล็กที่เคลื่อนที่มาด้วยกันนี้เรียกว่า "ลมสุริยะ" (Solar Wind) ซึ่งปะทะกับโลกอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา และเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดออโรราได้ตลอดเวลา

เมื่อลมสุริยะที่เคลื่อนที่มาถึงโลก อนุภาคจะปะทะกับบริเวณด้านหน้าของสนามแม่เหล็กโลก จากนั้นจะเกิดกระบวนการเชื่อมต่อกันระหว่าง IMF และ สนามแม่เหล็กโลก (Magnetic Reconnection) ซึ่งจะทำให้อนุภาคเหล่านั้นถูกส่งไปสะสมพลังงานอยู่บริเวณด้านหลังของสนามแม่เหล็กโลก (Magnetotail) ก่อนจะเกิดการเชื่อมต่อใหม่ของสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้อนุภาคถูกเร่งความเร็วและเคลื่อนที่ตามสนามแม่เหล็กโลก กลับเข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกบริเวณขั้วโลก และชนกับอะตอมในชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ (Ionosphere) ในกรณีที่เกิดปัจจัยเพิ่มเติม เช่น พายุสุริยะ (Solar Storm) ซึ่งเป็นช่วงที่ลมสุริยะมีความรุนแรงขึ้น หรือในช่วงที่ดวงอาทิตย์มีการปลดปล่อยมวลสารออกมา เรียกว่า Coronal Mass Ejection (CME) จะทำให้ออโรรามีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ระดับความรุนแรงของออโรราสามารถระบุได้จากดัชนีต่าง ๆ เช่น AE Index (Auroral Electrojet Index) ซึ่งใช้วัดความแปรปรวนของกระแสไฟฟ้า Electrojet ในชั้นบรรยากาศของโลก และ Kp Index ซึ่งวัดความแปรปรวนของสนามแม่เหล็กโลกในช่วงเวลา 3 ชั่วโมง มีค่าตั้งแต่ 0 (สนามแม่เหล็กโลกสงบ) ถึง 9 (สนามแม่เหล็กโลกแปรปรวนอย่างรุนแรง) ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากสถานีวัดสนามแม่เหล็ก 13 แห่งทั่วโลก

การปลดปล่อยของดวงอาทิตย์ นอกจากจะส่งผลต่อสนามแม่เหล็กของโลกแล้ว ยังส่งผลต่อรังสีคอสมิกจากนอกระบบสุริยะ (Galactic Cosmic Rays: GCRs) ด้วย ซึ่งปกติเข้ามาถึงชั้นบรรยากาศโลกอย่างสม่ำเสมอ เมื่อ GCRs เดินทางเข้ามายังระบบสุริยะ จะถูกอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ ทำให้อัตราการนับของรังสีคอสมิกบนโลกเปลี่ยนแปลงไป ตามวัฏจักรของดวงอาทิตย์ การที่ Solar Magnetic Field และ ลมสุริยะเข้ามาเบี่ยงเบนอนุภาคของ GCRs ก่อนเข้าถึงโลก ทำให้ฟลักซ์ของ GCR เปลี่ยนไป เรียกว่า solar modulation จากนั้นอนุภาคจาก GCR จะเดินทางเข้ามายังชั้นบรรยากาศโลกและชนกับอะตอมในบรรยากาศจะสร้างอนุภาคทุติยภูมิเช่น นิวตรอน ที่สามารถตรวจวัดได้โดยเครื่อง Neutron Monitor (NM) ซึ่งในประเทศไทยมีเครื่องตรวจวัดนิวตรอน ตั้งอยู่บนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย มีชื่อเรียกสถานีว่า Princess Sirindhorn Neutron Monitor (PSNM) ปรากฏการณ์ที่อัตราการนับนิวตรอนลดลงอย่างผิดปกติที่เกิดหลังจากเกิด CME เรียกว่า Forbush Decrease ซึ่งเกิดจากสนามแม่เหล็กที่มาจาก CME เบี่ยงเบนรังสีคอสมิกไม่ให้เข้าสู่ชั้นบรรยากาศโลกได้ชั่วคราว

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีออโรรา (AE, Kp) และ อัตราการนับนิวตรอนจากหลายสถานีทั่วโลก เพื่อศึกษาผลทางอ้อมของการปลดปล่อยจากดวงอาทิตย์ต่อการเปลี่ยนแปลงของดัชนีออโรราและอัตราการนับของนิวตรอน รวมถึงศึกษาแนวโน้มการพยากรณ์สภาพอวกาศจากข้อมูลที่มีอยู่โดยใช้การเรียนรู้ของเครื่องด้วย

3. ปัญหา

ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่าง AE index และ Kp Index กับ อัตราการนับของนิวตรอนเป็นไปในทิศทางใด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Okpala และคณะ (2015) วิเคราะห์ Galactic Cosmic Rays (GCRs) ซึ่งคืออนุภาคพลังงานสูงมากที่มาจากนอกระบบสุริยะ โดยใช้ข้อมูลอัตราการนับของนิวตรอนจากสถานี Newark สหรัฐอเมริกา และสถานี Apatity รัสเซีย โดยใช้ข้อมูลส่วนของ pressure และอัตราการนับนิวตรอนรายชั่วโมงแบบ corrected ระหว่างปี ค.ศ. 1980 ถึง 2005 เพื่อหาค่า correlation กับ Kp พบว่า GCR Flux กับ IMF B-field (ความเข้มสนามแม่เหล็กระหว่างดาวเคราะห์) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยได้ค่า r ที่ช่วงประมาณ -0.72 ถึง -0.77 (Okpala et al., 2015)

Kisvárdai และคณะ (2025) วิเคราะห์ข้อมูลอัตราการนับของนิวตรอนย้อนหลัง 42 ปี นั่นคือตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 2023 ของสถานีตรวจวัดนิวตรอน Lomnický štít สโลวาเกีย โดยรวบรวมข้อมูลอัตราการนับของนิวตรอนเป็นรายชั่วโมง จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงปริมาณของ GCR Flux กับ Geomagnetic index ซึ่งรวมถึง Kp ด้วย และ solar radio flux พบว่า GCR flux มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ Solar Radio flux ที่ค่า r ประมาณ -0.74 และ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเข้มสนามแม่เหล็ก

โลก โดยเฉพาะเมื่อใช้ความล่าช้าของเวลาที่ประมาณ 7-21 ชั่วโมง จากนั้นได้พัฒนาโมเดลทำนาย prediction power score สำหรับใช้ในระบบแจ้งเตือนพายุแม่เหล็กทั่วโลก (Kisvárdai et al., 2025)

Pierre-Simon Mangeard และคณะ (2018) ศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของ GCRs ในบริเวณที่มี geomagnetic cutoff rigidity ที่สูง โดยใช้ข้อมูลอัตราการนับของนิวตรอนจากสถานี PSNM ดอยอินทนนท์ ประเทศไทย ซึ่งเป็นสถานีที่มี cutoff rigidity ที่สูงที่สุดในโลก (ประมาณ 17.3 GV) และจากสถานี McMurdo Neutron Monitor แอนตาร์กติกา ซึ่งมี cutoff rigidity ต่ำมาก (ประมาณ 1 GV) ผลการศึกษาพบว่า รังสีคอสมิกที่มีพลังงานสูงยังถูกได้รับผลกระทบจาก Solar Activity โดยเฉพาะช่วง Solar Cycle ที่แตกต่างกัน แต่ผลไม่ได้เกิดขึ้นในทันที เนื่องจากมี time delay เกิดขึ้น

Poopakun และคณะ (2023) วิเคราะห์ผลของขั้วสนามแม่เหล็กต่ออัตราการนับของนิวตรอนที่ตรวจวัดได้จาก Neutron Monitor จากบริเวณหลายละติจูด เปรียบเทียบกับสถานี Mawson ที่แอนตาร์กติกา จากนั้นวิเคราะห์อัตราการนับของนิวตรอน ในช่วงปี ค.ศ. 1994 ถึง 2019 โดยครอบคลุมหลายช่วง Solar Cycle และเปรียบเทียบกับช่วงที่สนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์มีสภาพความเป็นขั้วที่แตกต่างกัน ได้แก่ A>0 และ A<0 พบว่า เกิดปรากฏการณ์ Crossover ของอัตราการนับนิวตรอนในช่วงที่เกิดการกลับขั้วของสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ ซึ่งสนับสนุนทฤษฎี Drift Effect ของรังสีคอสมิกภายใต้ สนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์และยืนยันว่าค่าความเป็นขั้วของสนามแม่เหล็กของดวงอาทิตย์ส่งผลต่อความเข้มของรังสีคอสมิกที่ตรวจวัดได้ โดยเฉพาะในช่วง Solar Minima และที่บริเวณขั้วโลก

5. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีออโรรา ได้แก่ AE index และ Kp index กับอัตราการนับนิวตรอนที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดบนโลก

6. สมมติฐาน

ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีแสงเหนือ-แสงใต้กับอัตราการนับของนิวตรอนเป็นไปในทางตรงกันข้าม

ตัวแปรต้น อัตราการนับของนิวตรอนจากสถานีต่าง ๆ ในช่วงปี 1964 ถึง 2020

ตัวแปรตาม AE index และ Kp Index ที่วัดได้

ตัวแปรควบคุม ช่วงเวลาที่บันทึกผลการทดลอง

7. ขอบเขตของโครงงาน

7.1 โครงงานนี้จะศึกษาดัชนีแสงเหนือ-แสงใต้ AE Index และ Kp Index

7.2 โครงงานนี้จะศึกษาข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1964 - 2020 ยกเว้นสำหรับอัตราการนับนิวตรอนจากสถานี PSNM ที่จะเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 จาก https://www.nmdb.eu/nest/

8. ระเบียบวิธีการทำโครงงาน

8.1 วัสดุและอุปกรณ์

คอมพิวเตอร์ พร้อมกับซอฟต์แวร์ Anaconda สำหรับการประมวลผล Python

8.2 วิธีการทดลอง

8.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ได้แก่ https://www.nmdb.eu/nest/ สำหรับอัตราการนับนิวตรอนจากหลากหลายสถานีทั่วโลก, https://kp.gfz.de/en/ สำหรับ Kp Index, และ https://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstae/index.html สำหรับ AE Index

8.3.2 จัดเตรียมข้อมูลให้ข้อมูลทุกชุดอยู่ในชุดเดียวกัน โดยใช้ปีทศนิยม (Fractional Date) เป็นแกนกลาง จากนั้นทำความสะอาดข้อมูล

8.3.3 จัดกลุ่มข้อมูลเป็นช่วง ช่วงละ 100 ชั่วโมง หรืออื่น ๆ ตามความเหมาะสม จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละช่วง เพื่อลดปริมาณข้อมูลที่มากเกินไป

8.3.4 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีต่าง ๆ รวมถึง อัตราการนับของนิวตรอนและเวลาที่บันทึกข้อมูล เพื่อศึกษาแนวโน้มของความสัมพันธ์ และเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

8.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Correlation จากนั้นพิจารณานำข้อมูลไปใช้กับโมเดลพยากรณ์ในภายหลัง เช่น Linear Regression และ Random Forest

9. การวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบค่าดัชนีแสงเหนือ-แสงใต้ ได้แก่ AE Index และ Kp Index รวมถึงอัตราการนับนิวตรอน โดยจัดกลุ่มข้อมูลออกเป็นช่วงเวลา เช่น ทุก ๆ 100 ชั่วโมง จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา และทำให้ข้อมูลอยู่ในสเกลเดียวกันด้วยการ Normalization แบบ Min-Max Scaling จากนั้นสร้างกราฟเชิงเวลา (Time Series) เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของตัวแปร และทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ด้วยสถิติ Pearson Correlation เพื่อระบุความสัมพันธ์เชิงเส้นหรือไม่เชิงเส้นระหว่างตัวแปร นอกจากนี้ ยังวางแผนเบื้องต้นในการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อสร้างโมเดลการพยากรณ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งจะพิจารณาเพิ่มเติมในภายหลัง โดยยังไม่ระบุโมเดลที่แน่ชัด ทั้งหมดนี้ ใช้การเขียนโปรแกรม Python ในการดำเนินการ โดยใช้ไลบรารีหลัก ได้แก่ pandas plotly numpy และ scipy

10. งบประมาณ

ไม่ใช้งบประมาณ

11. ระยะเวลาในการทำการโครงงาน

	กิจกรรมที่ทำ	ระยะเวลาปฏิบัติงาน				
		พ.ศ. 2568				
		พ.ค.68	มิ.ย.68	ก.ค.68	ส.ค.68	ก.ย.68
1	สืบค้นข้อมูล ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมของดวงอาทิตย์และอัตราการนับของนิวตรอน					
2	เขียนโปรแกรมเพื่อศึกษาแนวโน้มและความสัมพันธ์ระหว่าง Kp index, AE index และอัตราการนับของนิวตรอน					
3	วิเคราะห์และอภิปรายผลที่ได้					
4	เขียนสรุปและจัดทำรายงานโครงงาน					

12. ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับ

12.1 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ทางอ้อมของการปลดปล่อยจากดวงอาทิตย์ต่อความสัมพันธ์ของอัตราการนับของนิวตรอนและดัชนีออโรราได้

12.2 สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่าง AE Index และ Kp Index กับอัตราการการนับของนิวตรอนได้ เพื่อทำนายเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของดวงอาทิตย์ในอนาคตได้

13. บรรณานุกรม

Kauristie, K., Tanskanen, E. I., Lappalainen, K., et al. (2017). *Geomagnetic indices and their applications.* Space Weather and Space Climate, EGU.

Kisvárdai, Z., Štempel, J., Randuška, M., Pišútová, N., & Ganeva, M. (2025). *Analysis of 42 Years of Cosmic Ray Measurements by the Neutron Monitor at Lomnický štít Observatory*. arXiv. https://arxiv.org/abs/2502.09627

Mangeard, P. S., Clem, J. M., Evenson, P. A., & Munakata, K. (2016). *Modeling the response of neutron monitors to high-energy cosmic rays.* Journal of Geophysical Research: Space Physics, 121(6), 5936–5950. https://doi.org/10.1002/2016JA022638

Matzka, J., Stolle, C., Yamazaki, Y., Bronkalla, O. and Morschhauser, A., 2021. *The geomagnetic Kp index and derived indices of geomagnetic activity*. Space Weather, https://doi.org/10.1029/2020SW002641

Milan, S. E., Mooney, M. K., Bower, G. E., Fleetham, A. L., Vines, S. K., & Gjerloev, J. W. (2023). *Solar wind–magnetosphere coupling during High-Intensity Long-Duration Continuous AE Activity (HILDCAA)*. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 128(11), e2023JA032027. https://doi.org/10.1029/2023JA032027

Okpala, K. C., Akinrimisi, J., & Oladosu, A. (2015). *Galactic Cosmic Ray Variability at Two Neutron Monitors: Relation to Kp Index*. International Scholarly Research Notices, 2015, Article ID 961358. https://doi.org/10.1155/2015/961358

Poopakun, K., Nuntiyakul, W., Khamphakdee, S., Seripienlert, A., Ruffolo, D., Evenson, P., Jiang, P., Chuanraksasat, P., Munakata, K., Duldig, M. L., Humble, J. E., Madsen, J., Soonthornthum, B., & Komonjinda, S. (2023). *Solar Magnetic Polarity Effect on Neutron Monitor Count Rates: Comparing Latitude Surveys and Antarctic Stations*. Astrophysical Journal, 958(1), 80. https://doi.org/10.3847/1538-4357/ad02f1

Usoskin, I. G., Koldobskiy, S. A., & Gil, A. (2017). *Cosmic ray-induced ionization in the atmosphere: spatial and temporal changes.* Journal of Space Weather and Space Climate, 7, A17. https://doi.org/10.1051/swsc/2017015

ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงงาน

(นางสาวณัฏฐ์ฎาพร ทองพันธ์)

ลงชื่อ..... (นางปราณี ดิษรัฐกิจ) 2025.07.21 17:07:40 +07'00'.....ครู/อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(นางปราณี ดิษรัฐกิจ)

ลงชื่อ..... เกล็ดทราย ภูผาคุณ 2025.07.21 17:09:58 +07'00'.....ครู/อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นางสาวเกล็ดทราย ภูผาคุณ)

ลงชื่อ..... 2025.07.21 19:56:48 +07'00'...ครู/อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นางสาวกมลพร กันทะวงค์)

ลงชื่อ.....หัวหน้าสาขาวิชา

(นางปราณี ดิษรัฐกิจ)