

รายงานโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของ หอสังเกตการณ์นิวทรีโนไอซ์คิวบ์ ประจำปี 2023

นางสาวณานิ ต่างใจ
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

สารบัญ

1	ความเป็นมาของโครงการ	2
2	หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์	3
2.1	ความร่วมมือของไอซ์คิวบ์	4
2.2	กลุ่มการทำงานของไอซ์คิวบ์	4
3	IceCube summer school 2023 (IceCube Bootcamp)	5
4	เกี่ยวกับ Scintillator Panel Calibration	6
5	การเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการต่างๆในระหว่างการเข้าร่วมโครงการฯ	8
5.1	Physical Science Lab (PSL)	8
5.2	Plasma Lab: The Helically Symmetric eXperiment (HSX)	8
5.3	Plasma Lab: The Madison Symmetric Torus (MST)	9
5.4	Quantum Lab: Atomic Qubit Array (AQuA)	9
6	บันทึกการเดินทาง	10
7	ภาคผนวก: Scintillator Panel Calibration	24
7.1	บทนำ	24
7.2	จุดประสงค์	24
7.3	วิธีการทดสอบ	24
7.3.1	การเตรียมอุปกรณ์	24
7.3.2	การทดสอบ	24
7.4	ผลการทดสอบ	25
7.4.1	Relation between Hit Charge and Time from first hit	25
7.4.2	Relation between counts and charge (MIP fitting)	25
7.4.3	Relation between freezer temperature and time	25
7.4.4	MIP vs. temp and voltage fits	26
7.4.5	Threshold vs. rate and temp fits (MIP = 1000 adc)	27
7.5	สรุปผลการทดสอบ	28
7.6	งานที่ต้องทำในอนาคต	28



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

1 ความเป็นมาของโครงการ

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Summer Student Program) เป็นโครงการที่จัดขึ้นโดยความร่วมมือของ Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center: WIPAC ซึ่งเปิดโอกาสให้นักศึกษาไทยระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท หรือปริญญาเอก) สาขาดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ และสาขาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องมาเข้าร่วมโครงการดังกล่าว ณ University of Wisconsin-Madison ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเวลา 10 สัปดาห์หรือประมาณ 2 เดือน โดยมีหนึ่งสัปดาห์ที่นักศึกษาไทยจะได้รับโอกาสเข้าร่วมหลักสูตรเข้มข้น และได้รับประกาศนียบัตรการเข้าร่วมทางด้านรังสีคอสมิกและนิวตริโนพลังงานสูงจากอวกาศ ภายใต้การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube summer school ซึ่ง WIPAC ดำเนินการจัดขึ้นทุกปี

Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center: WIPAC ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ทูลเกล้าฯ ถวายทุนจำนวน 7,500 เหรียญสหรัฐแด่สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อพระราชทานแก่นักศึกษาสาขาดาราศาสตร์ ฟิสิกส์ และสาขาวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องให้เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ “IceCube Summer Student Program” ณ มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 2 คนต่อปี

สำหรับปี พ.ศ.2566 Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center: WIPAC ทูลเกล้าฯ ถวายทุนโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน เป็นจำนวน 2 ทุน โดย WIPAC จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายรายเดือนและที่พักในช่วงที่นักศึกษาทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน (University of Wisconsin-Madison) ส่วนประเทศไทยโดยโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกำลังคนที่เกี่ยวข้องกับหอสังเกตการณ์นิวตริโนในทวีปแอนตาร์กติกา (Thai-Antarctic Neutrino Observatory: TANO) ตามพระราชดำริฯ จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นค่าตัวเครื่องบินไป-กลับระหว่างประเทศ ค่าเบี้ยเลี้ยงเสริมจากที่ WIPAC สนับสนุนค่าวิชา และค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม โดยคุณสมบัตินักศึกษาที่จะเข้าร่วมโครงการคือ กำลังศึกษาในชั้นปีที่ 3-4 ของการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือกำลังศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท หรือปริญญาเอก) ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เคยได้ศึกษาในหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) รังสีคอสมิก (cosmic rays), (2) ฟิสิกส์ดาราศาสตร์พลังงานสูง (high energy astrophysics) หรือฟิสิกส์พลังงานสูง (high energy physics) (3) ฟิสิกส์ดาราศาสตร์คอมพิวเตอร์ (computational astrophysics) หรือฟิสิกส์คอมพิวเตอร์ (computational physics) (4) ดาราศาสตร์ฟิสิกส์สังเกตการณ์ (Observational astrophysics) ซึ่งโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน สำหรับปี พ.ศ.2566 จัดขึ้นระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน - 31 กรกฎาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน (University of Wisconsin-Madison) ประเทศสหรัฐอเมริกา



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวญานี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

2 หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์

ไอซ์คิวบ์ (IceCube) เป็นชื่อเรียกอย่างง่ายของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Neutrino Observatory) ตั้งอยู่ ณ สถานีที่ขั้วโลกใต้ อัมดันด์เซน-สกอตต์ ในทวีปแอนตาร์กติกา (Amundsen-Scott South Pole Station) หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์สร้างเสร็จเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation: NSF) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ไอซ์คิวบ์มีรูปแบบโครงสร้างการตรวจวัดอนุภาคนิวตริโนที่เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยตรวจวัดแสงนับพันตัวกระจายอยู่ภายในน้ำแข็งหนึ่งลูกบาศก์กิโลเมตร ภายใต้ชั้นผิวของน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ หน่วยตรวจวัดแสงแต่ละหน่วยนี้ มีรูปร่างเป็นทรงกลม หรือเรียกว่า ดอม (Digital Optical Modules: DOMs) ซึ่งประกอบด้วยหลอดทวีคูณแสง (photo-multiplier tube: PMT) และเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับแผงวงจรรีเลย์ทรอนิกส์แผ่นเดียว เซนเซอร์นี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากดอมแล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการไอซ์คิวบ์บนพื้นผิวของทวีปแอนตาร์กติกา ดอมทั้งหลายจะแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ 60 ตัว แขนงอยู่บนเส้นลวด (string) แต่ละเส้นลงไปใต้น้ำแข็งที่ทำให้ละลายด้วยส่วนน้ำร้อน ในระดับความลึกจากชั้นผิวหน้า ระหว่าง 1,450 ถึง 2,450 เมตร ไอซ์คิวบ์ได้รับการออกแบบเพื่อทำหน้าที่ตรวจหาจุดกำเนิดของอนุภาคนิวตริโนนอกระบบสุริยะ (ซูเปอร์โนวา, หลุมดำ, พัลซาร์ ฯลฯ) ในย่านพลังงาน เทระอิเล็กตรอนโวลต์ เพื่อศึกษากระบวนการพลังงานสูงทางฟิสิกส์ดาราศาสตร์ที่ทำให้เกิดอนุภาคนิวตริโนดังกล่าว เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2556 ได้มีการแถลงข่าวว่าไอซ์คิวบ์ตรวจพบอนุภาคนิวตริโน จำนวน 28 ตัว ที่มาจากแหล่งกำเนิดภายนอกสุริยะ และการค้นพบอนุภาคพลังงานสูงพิเศษของไอซ์คิวบ์เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ.2560 เป็นการค้นพบว่าอนุภาคพลังงานสูงดังกล่าว มีต้นกำเนิดมาจากเบลซาร์ ซึ่งเป็นหลุมดำที่ปล่อยลำเจ็ทมาที่โลกแบบพอดี ก่อนที่กล้องโทรทรรศน์ทั่วโลกและในอวกาศสามารถยืนยันการค้นพบได้ในเวลาต่อมา จากเหตุการณ์นี้ทำให้คำว่า ดาราศาสตร์พหุพาหะ (Multi-messenger astronomy) ได้รับการกล่าวขานถึงอย่างแพร่หลาย จนนำมาสู่การยอมรับในระดับสากล และทำให้โครงการไอซ์คิวบ์เป็นโครงการแนวหน้า (Frontier) ในระดับโลก

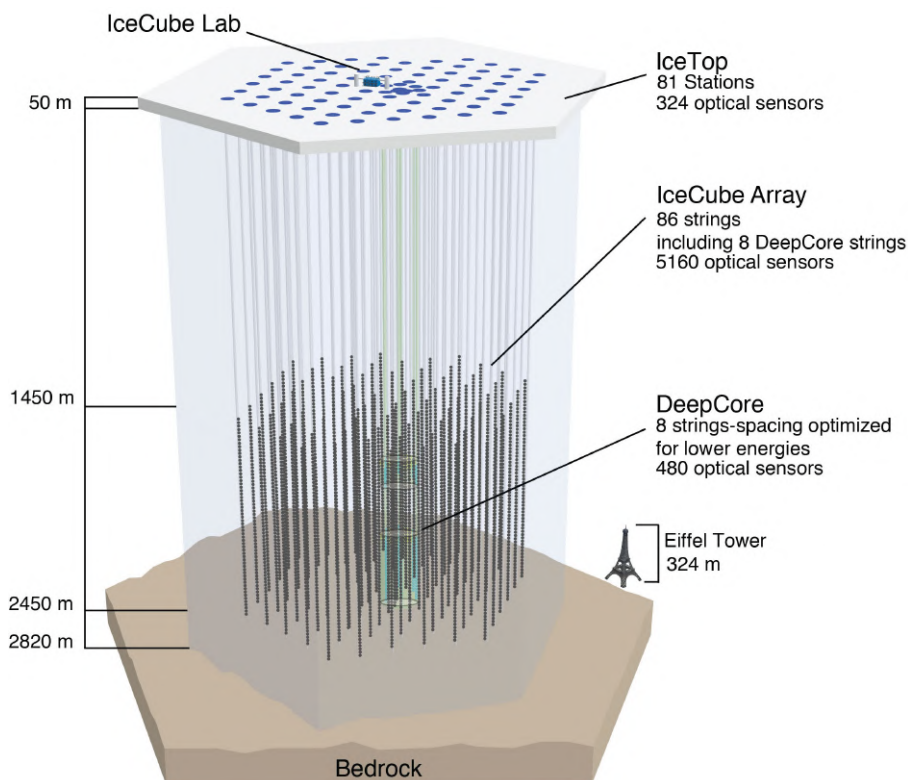


Figure 1: แบบจำลองหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ขั้วโลกใต้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

2.1 ความร่วมมือของไอซ์คิวบ์

ในความร่วมมือของไอซ์คิวบ์นั้น ประกอบด้วยนักฟิสิกส์มากกว่า 300 คน จาก 57 สถาบัน ใน 14 ประเทศ



2.2 กลุ่มการทำงานของไอซ์คิวบ์

กลุ่มการทำงานของไอซ์คิวบ์มี 5 กลุ่ม ดังนี้

Working groups

Analysis	Technical Working Groups	R&D projects
Oscillations (calls) (mail) ☞	Reconstruction (calls) (mail) ☞	IceCube-Gen2
Cosmic rays (calls) (mail) ☞	Realtime (slack) ☞ (mail) ☞	Acoustic (calls) (mail) ☞
Diffuse/Atmospheric ν (calls) (mail) ☞	Calibration (calls) ☞ (mail) ☞	AURA (calls) (mail) ☞
Supernova (calls) (mail) ☞		RASTA (calls) (mail) ☞
Beyond the Standard Model (calls) (mail) ☞	Detector & Simulation	PINGU
Neutrino Sources (calls) (mail) ☞	Simulation (mail) ☞	Proton Decay Simulation
	Simulation Production	IceCube Extensions (mail) ☞
		IceAct (calls) ☞
		Legacy working groups
		Neutrino Oscillations (calls) (mail) ☞
		Low-energy ν (calls) (mail) ☞
		Extreme energies (calls) (mail) ☞
		Tau & Composites (calls) ☞ (mail) ☞
		Exotic particles (calls) (mail) ☞
		WIMPs/Dark Matter (calls) (mail) ☞
		Transients (calls) (mail) ☞
		Point sources (calls) (mail) ☞
		Cascades/Taus (calls) (mail) ☞
		Muons (calls) (mail) ☞
		Verification (mail) ☞

Please refer to the wiki calendar or the upcoming meetings web page [☞](#) for times and dates of phone calls.

ในโครงการนี้ได้ทำงานในกลุ่มของ IceCube Extensions ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของ R&D project working groups โดยหัวข้อที่ได้รับนั้นเกี่ยวกับ “surface array: scintillator” ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ที่ บทที่ 4 และบทที่ 7



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

3 IceCube summer school 2023 (IceCube Bootcamp)

การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Summer School ซึ่งดำเนินการจัดขึ้นทุกปีโดย WIPAC เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรเข้มข้น ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของไอซ์คิวบ์ อาทิเช่น เครื่องมือวัดนิวตริโนไอซ์คิวบ์ ดาราศาสตร์พหุพาหะ ฟิสิกส์ สถิติ และรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ขั้วโลกใต้ การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Summer School จัดขึ้นทั้งหมดห้าวัน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 5 มิถุนายน ถึง 9 มิถุนายน 2566 โดยมีกำหนดการอบรมดังนี้

5 มิถุนายน 2566

09:00 - 11:30	Physics
11:30 - 11:45	Diversity, Equity, and Inclusion
13:00 - 15:30	Computing
16:00 - 18:00	Social events: Welcome Social @ the Terrace

6 มิถุนายน 2566

09:00 - 10:00	Detector
10:30 - 14:00	Software
14:30 - 15:30	Computing
15:30 - 16:30	Statistics

7 มิถุนายน 2566

09:30 - 11:30	Physics
11:30 - 12:30	Statistics
14:10 - 14:30	Early Career Scientists
14:30 - 16:30	Detector

8 มิถุนายน 2566

09:30 - 10:30	Physics
11:00 - 14:00	Computing
14:00 - 16:00	Point source exercise
18:00 - 20:00	Social events: Board games night

9 มิถุนายน 2566

09:00 - 11:30	Detector
11:30 - 12:00	Software
13:00 - 15:00	Diffuse exercise

การอบรมในครั้งนี้ เปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้หลายอย่าง เช่น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือวัดนิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ขั้วโลกใต้ วิธีการเลือกข้อมูลจากเครื่องมือวัดและการจัดการกับข้อมูล รวมไปถึงวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ขั้วโลกใต้ นอกจากนี้ ยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับแผนการในอนาคตของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ขั้วโลกใต้ ซึ่งจะมีการอัพเกรดอุปกรณ์เป็นไอซ์คิวบ์อัพเกรด (IceCube upgrade) gen 2 และอื่น ๆ นับว่าเป็นประสบการณ์ที่มีค่ามากที่ได้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Summer Student ในครั้งนี้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

4 เกี่ยวกับ Scintillator Panel Calibration

งานวิจัยที่ได้รับมอบหมายในขณะที่เข้าร่วมโครงการ IceCube Summer Student 2023 เป็นการทำงานในกลุ่มของ IceCube Extensions ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของ R&D project working groups หัวข้อที่ได้รับมอบหมายนั้นเกี่ยวกับ “surface array: scintillator” โดยจะทำงานร่วมกับ Prof. Albrecht Karle ศาสตราจารย์ผู้เชี่ยวชาญ, John Kelley นักวิทยาศาสตร์, Matt Kauer และ Delia Tosi ซึ่งเป็นผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์

Scintillator เป็นหนึ่งในอาร์เรย์ของอุปกรณ์พื้นผิวของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Neutrino Observatory) ที่บริเวณขั้วโลกใต้ ณ ที่แห่งนี้มีอุปกรณ์พื้นผิวที่สำคัญคือ IceTop Tank, Antenna และ Scintillator panel ซึ่งอุปกรณ์ทั้ง 3 อย่างนี้ ถูกใช้ในการตรวจวัดอนุภาคของรังสีคอสมิกที่เข้ามาชั้นบรรยากาศโลก และใช้ในการทำ reconstruction ของชาวยอร์ (air-shower) ของรังสีคอสมิกด้วย ที่บริเวณขั้วโลกใต้ในฤดูหนาวบางครั้งมีความรุนแรงและเย็นแบบสุดขีด ทำให้ปริมาณหิมะมีการเปลี่ยนแปลง การสะสมของหิมะที่ไม่สม่ำเสมอบน IceTop tank ส่งผลให้เกิดการลดทอนของสัญญาณที่ไม่สม่ำเสมอ จึงมีการอัปเดต IceTop tank โดยการเพิ่มอาร์เรย์ของ scintillator panel และ Antenna ดังภาพที่ 2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับสัญญาณของอุปกรณ์ IceTop tank โดยในงานนี้จะทำการทดสอบเฉพาะ scintillator panel เท่านั้น

Hybrid Radio Scintillator Enhancement of IceTop

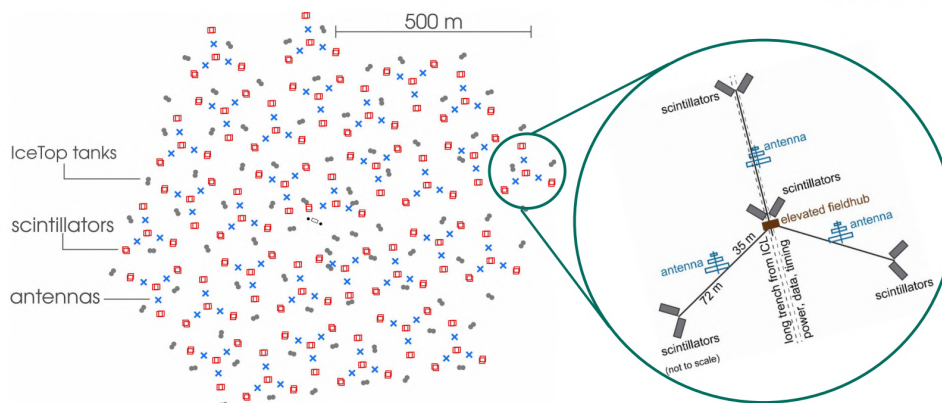


Figure 2: แผนผังอาร์เรย์ของ IceTop tanks, scintillators และ Antennas โดยในแต่ละสถานีของ IceTop จะประกอบไปด้วย scintillator panels 8 ตัว, radio antennas 3 ตัว และ field hub box 1 ตัว [อ้างอิงภาพจาก Agnieszka]

เราได้รับมอบหมายให้ทำการปรับ scintillator panel เพื่อให้อุปกรณ์สามารถวัดสัญญาณได้สม่ำเสมอแม้อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง ในการทดสอบนี้จะทำการปรับ scintillator จำนวน 8 panels (สำหรับหนึ่งสถานี) เมื่อเราได้ฟังก์ชันของเส้นแนวโน้ม (fitting function) ที่มีค่า Minimum Ionizing Particle (MIP) คงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเราต้องการปรับให้ scintillator panels มีค่า MIP ค่าเดิมแม้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ดังนั้นถ้าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงระบบก็จะทำการเปลี่ยน (bias) voltage เพื่อทำให้ค่า MIP คงที่

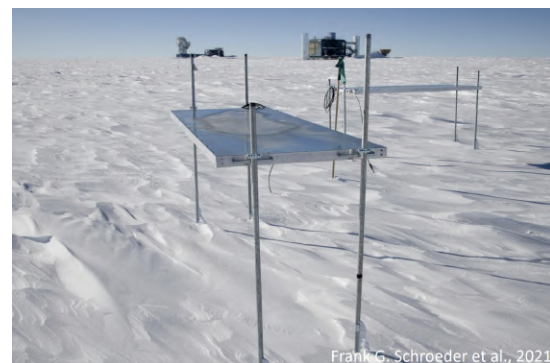


Figure 3: scintillator panel ที่บริเวณขั้วโลกใต้

สำหรับงานวิจัยที่ได้รับมอบหมายนั้น ทำให้เราได้เรียนรู้การทำงานของ scintillator, เข้าใจการปรับอุปกรณ์, การวิเคราะห์ข้อมูล, การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ, การได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดเห็น ความรู้จากการประชุมรายงานความก้าวหน้ากับกลุ่มวิจัย และมีประโยชน์ในการทำงานวิจัยของฉันในอนาคตด้วย



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

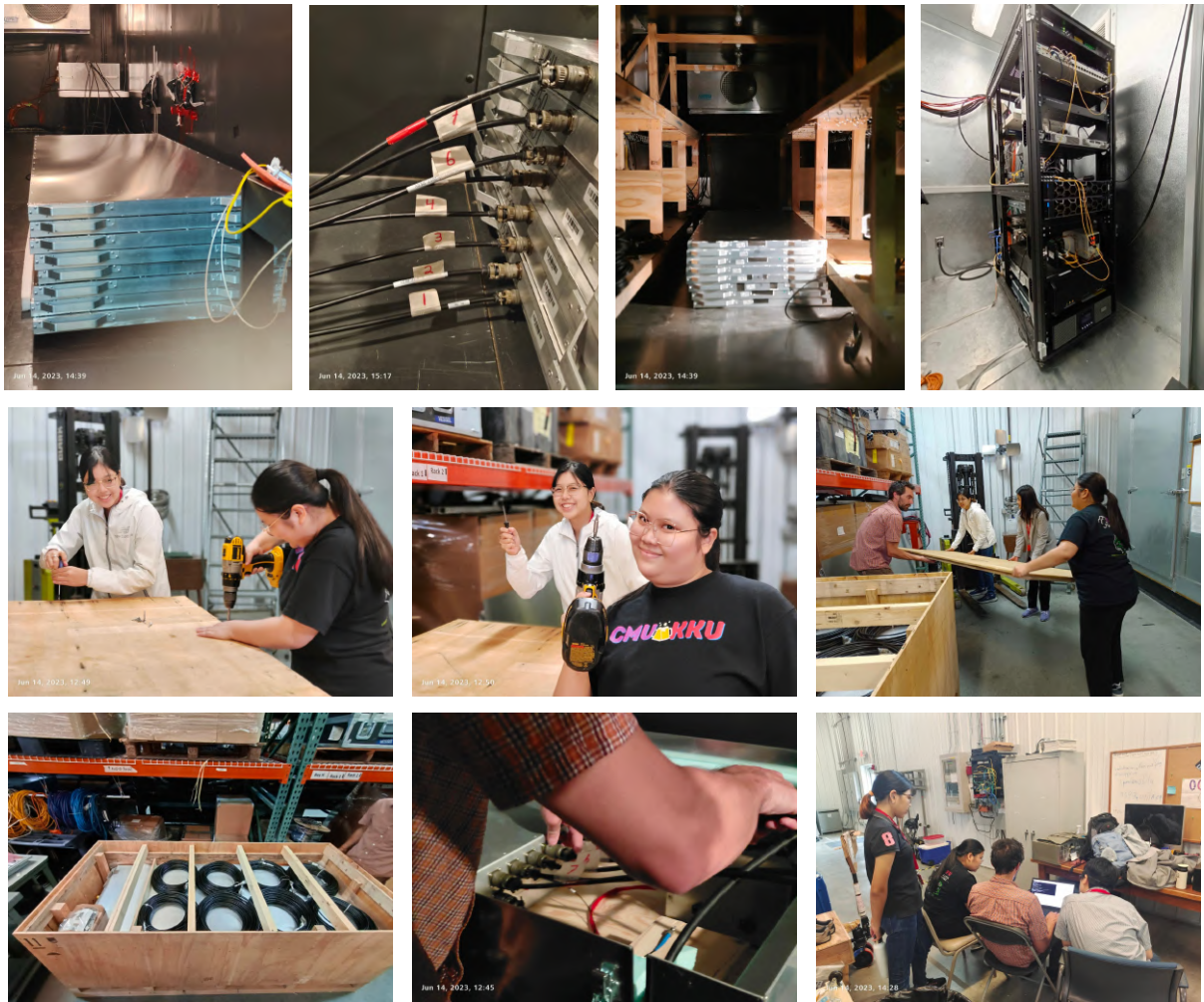


Figure 4: บรรยากาศการทำงานที่ Physical Science Lab (PSL)

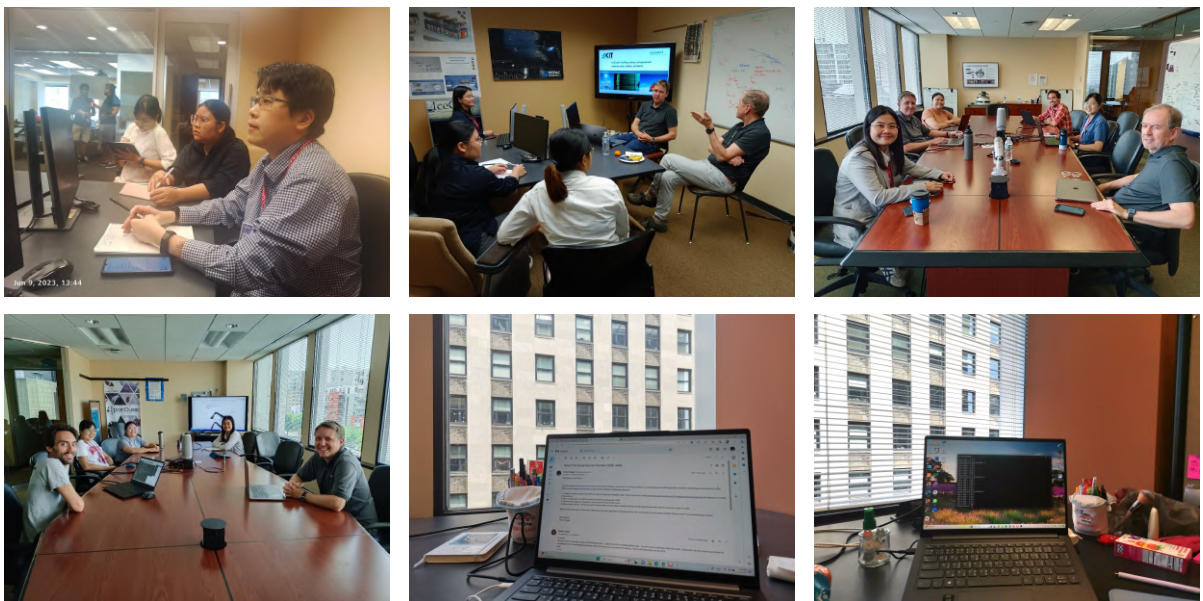


Figure 5: บรรยากาศการทำงานที่ Network22



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

5 การเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการต่างๆในระหว่างการเข้าร่วมโครงการฯ

5.1 Physical Science Lab (PSL)

เรามีโอกาสไปเยี่ยมชม Physical Science Lab หรือ PSL ภายในบริเวณ PSL มีหลายอาคารแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ เป็นสถานที่สำหรับทำวิจัย, ทดสอบ, ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับโครงการต่าง ๆ รวมถึงโครงการหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ทั้งยังเป็นสถานที่สำหรับฝึกอบรมวิศวกรในการใช้อุปกรณ์ของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ก่อนที่จะขนส่งไปยังขั้วโลกใต้อีกด้วย เราได้มีโอกาสเข้ามาทำงานที่นี่ 2 ครั้ง เพื่อทำการเคลื่อนย้าย scintillator panels เพื่อเก็บข้อมูล, วิเคราะห์และคาร์ิเบรท ตามงานที่เราได้รับมอบหมาย ใกล้เคียง ๆ กับอาคารหรือโกดังที่เราทำการทดสอบ scintillator มีเครื่องขุดเจาะน้ำแข็ง (driller) ที่ใช้เจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ด้วย



Figure 6: บรรยากาศการเยี่ยมชม Physical Science Lab (PSL)

5.2 Plasma Lab: The Helically Symmetric eXperiment (HSX)

ที่มหาวิทยาลัยคอนซิน-เมตสันนั้น มีห้องปฏิบัติการพลาสมาอยู่ประมาณ 5 แห่งทั่วทั้งมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย 1. the Pegasus Spherical Tokamak, 2. the Madison Symmetric Torus (MST) Reversed Field Pinch, 3. the Helically Symmetric eXperiment (HSX) Stellarator, 4. the Madison Plasma Dynamo eXperiment (MPDX) และ 5. the Magnetized Anisotropic Ion-distribution Apparatus (MARIA) ซึ่งเราได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการหนึ่งคือ the Helically Symmetric eXperiment (HSX) ซึ่งตั้งอยู่ในตึกวิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัยคอนซิน-เมตสัน โดยคนที่พาเราทัวร์แลปคือ ไมเคิล และอเล็กซ์ นักศึกษาบัณฑิตที่อยู่ในกลุ่มวิจัยนี้และเป็นเพื่อนของพี่เพชร ไมเคิลและอเล็กซ์พาเราไปเยี่ยมชมเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในแลป เราได้เห็นเครื่อง HSX ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสร้างนิวเคลียร์ฟิวชัน สำหรับศึกษาพลาสมาฟิสิกส์ ในสนามแม่เหล็กแบบ quasi-helically symmetric ไมเคิลกับอเล็กซ์ใจดีและน่ารักมาก ค่อย ๆ อธิบายให้พวกเราเข้าใจ และก่อนกลับไมเคิลได้โชว์การเกิดพลาสมาในไมโครเวฟให้พวกเราดูด้วย ไม่กล้าลองทำเองเลย เพราะกลัวทำไม่โครเวฟระเบิด



Figure 7: บรรยากาศการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ Helically Symmetric eXperiment (HSX)



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

5.3 Plasma Lab: The Madison Symmetric Torus (MST)

ก่อนเดินทางกลับเรามีโอกาสไปเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ The Madison Symmetric Torus (MST) ตั้งอยู่ที่ Chamberlin Hall และเป็นแลปที่พี่เพชรทำงานวิจัย ซึ่ง MST นั้นผลิตพลาสมาแบบ toroidal มีลักษณะเครื่องเป็น tokamak แบบ reversed-field pinch (RFP) ซึ่งใช้ในการศึกษาผลกระทบของพลาสมาขนาดใหญ่ที่ถูกกักขัง, ตรวจสอบการปั่นป่วนของ reversed-field pinch (RFP), ไดนาโม และการขนส่ง โครงสร้างของ MST มีลักษณะพิเศษตรงที่มีด้านนอกเป็นอลูมิเนียม ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งภาชนะสุญญากาศและแม่เหล็กสมดุ

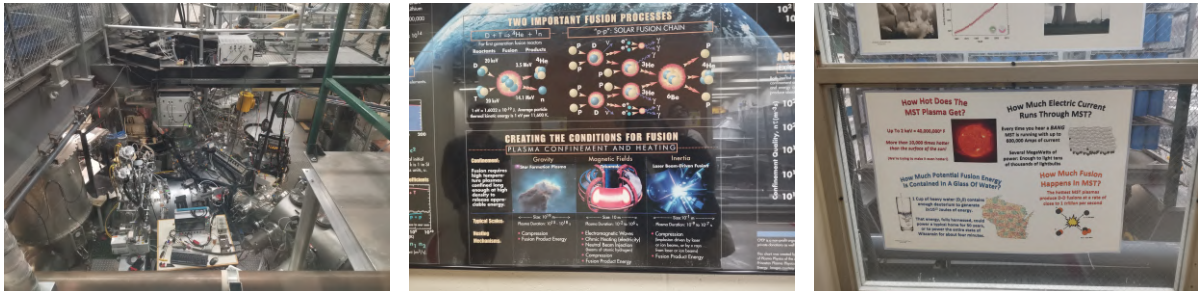


Figure 8: บรรยากาศการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ Madison Symmetric Torus (MST)

5.4 Quantum Lab: Atomic Qubit Array (AQa)

เรามีโอกาสไปเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการควอนตัมของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-เมดิสันโดยพี่ลี นักศึกษาที่ทาววิจัยในแลปนี้ เป็นผู้พาชม ซึ่งแลปนี้ทำเกี่ยวกับ quantum computing โดยเป็นการสร้างระบบอะตอมเดี่ยวเพื่อใช้เป็น qubit สำหรับควอนตัมคอมพิวเตอร์ เรียกว่า Atomic Qubit Array (AQa) หรือแถบ 2 มิติของอะตอม ควอนตัมคอมพิวเตอร์นั้นจะสามารถประมวลผล ได้รวดเร็วกว่าคอมพิวเตอร์ทั่วไปในบางกรณี และอาจจะสามารถแก้ไขปัญหาการคำนวณที่ยากจะแก้ไขในปัจจุบันได้ ถ้าระบบนั้นเสถียรมากพอ

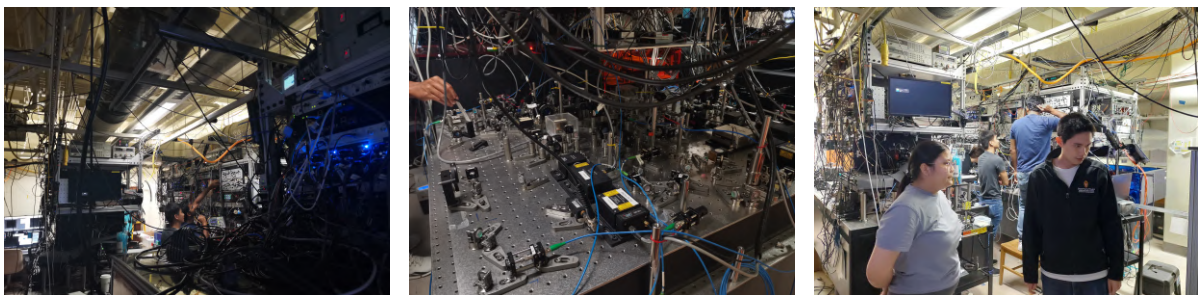


Figure 9: บรรยากาศการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ Atomic Qubit Array (AQa)



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวญานี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

6 บันทึกการเดินทาง

1 มิถุนายน 2566 วันนี้เป็นวันที่เราซึ่งประกอบด้วย ผศ.ดร.วราภรณ์ นันทียกุล (อาจารย์ฝน), ดร.อัจฉรา เสรีเพียรเลิศ (พีคิม), ดร.วิรินทร์ สนธิเศรษฐี (อาจารย์ปี), นางสาววรรษชล คำมีมูล (ต้นหลิว) และ ดิฉัน นางสาวญานี ต่างใจ เดินทางมาถึงยังประเทศสหรัฐอเมริกาอย่างเป็นทางการ การมาอเมริกาครั้งนี้ไม่ใช่ครั้งแรกของฉัน ทำให้ไม่ได้ตื่นเต้นมาก กลับรู้สึกตื่นเต้นกับการเดินทางมากกว่า แม้ว่าจะปวดหลังที่นั่งนาน แต่ก็มีความสุขกับอาหารบนเครื่องบินสุด ๆ ครั้งนี้เราเดินทางไปอเมริกาจากสนามบินสุวรรณภูมิ ประเทศไทยไปต่อเครื่องที่สนามบินนาริตะ, โตเกียว ประเทศญี่ปุ่น จากนั้นก็ไปลงเครื่องที่สนามบินโอแฮร์ ชิคาโก แต่จุดหมายปลายทางของเราคือ แมดิสัน, วิสคอนซิน พีคิมจึงจัดแจงซื้อตั๋วรถบัสเพื่อเดินทางไปแมดิสันให้กับพวกเราทั้ง 5 คน แต่เรื่องตลกก็เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจุดรับ-ส่งจากด้านหน้าสนามบินไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยเริ่มเปลี่ยนวันที่ 1 มิถุนายน พอดิฉัน ตอนนั้นเราทั้ง 5 คนต่างก็สับสนเพราะไม่ทราบสถานที่ดังกล่าว รวมทั้งพนักงานบริเวณนั้นก็ให้ข้อมูลสวนทางกับคนขับรถบัส แต่สุดท้ายเราก็ถึงแมดิสันโดยสวัสดิภาพ ในเวลา 4 ทุ่ม และเกือบเช็คอินเข้าห้องพักไม่ทัน ครั้งนี้เราได้แยกกันพักคนละตึก โดยฉันและต้นหลิวพักตึกเดียวกัน ส่วนอาจารย์ฝน, พีคิม และอาจารย์ปี พักอีกตึกหนึ่ง

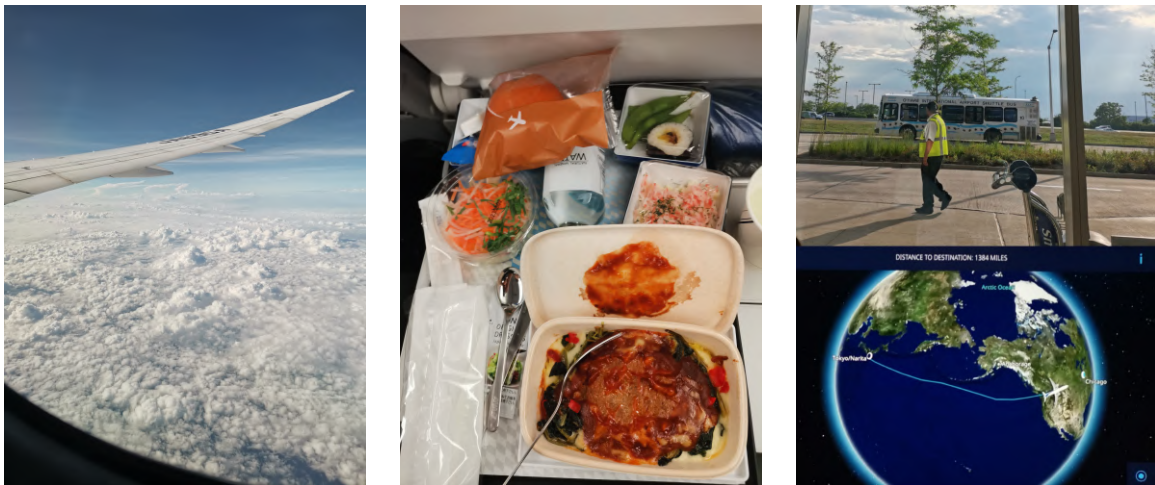


Figure 10: บรรยากาศระหว่างการเดินทางมายังประเทศสหรัฐอเมริกา

2 มิถุนายน 2566 วันนี้อาจารย์ฝนและพีคิม พาเราเดินสำรวจเส้นทางรอบ ๆ ทะเลสาบและมหาวิทยาลัย รวมทั้งซื้อของใช้ที่จำเป็น จากนั้นอาจารย์ฝนและพีคิมมีงานที่ต้องทำจึงได้กลับไปที่พักก่อน ฉันทัน, ต้นหลิวและอาจารย์ปี จึงชวนกันไปเดินเที่ยวต่อ ซึ่งพวกเราคุยกันว่าจะเดินไปยังตึก 222 ที่จะต้องมาเข้าร่วม IceCube summer school 2023 หรือ IceCube bootcamp และเพื่อสำรวจเส้นทางด้วย โกล์ ๆ กับตึก 222 มีสถานที่ที่เรียกว่า state capital ซึ่งเราสามารถเข้าไปเยี่ยมชมได้ฟรี บนดาดฟ้าของตึกสามารถมองเห็นวิวของเมืองแมดิสันได้ ซึ่งเป็นจุดชมวิวที่สวยงาม จากนั้นก็เดินไปซื้ออาหารมาแชร์กันกินสามคน รวมทั้งแวะซื้อขนมไม่มุกด้วย ตอนเย็น ๆ อาจารย์ฝนและพีคิม พาฉันนั่งรถบัสเพื่อไปซื้อของที่ร้านจีนแห่งหนึ่งตรง state street เพื่อมาทำกับข้าวกินกัน วันนี้สนุกมากแต่ก็ยังคง jet lag อยู่ ทำให้ง่วงนอนมาก ๆ ในตอนเย็น ๆ เพราะที่อเมริกาเวลา -12 ชั่วโมง ซึ่งตรงข้ามกับไทยเลย การได้ไปเดิน state street วันนี้ ทำให้นึกถึงช่วงเวลาเก่า ๆ ที่เคยมาที่นี่ จากตอนนั้นปี 2019 จนถึงตอนนี้ปี 2023 หลาย ๆ อย่างเปลี่ยนไปมาก ทั้งผู้คนและร้านอาหาร เจอคนไทยที่มาเรียนและมา work and travel เยอะมาก รวมทั้งร้านอาหารจีนที่เพิ่มขึ้นด้วย และมีร้านค้าบางร้านที่ปิดไปเช่นกัน ผู้คนที่นี้พูดเก่ง มีความเป็นมิตร เจอกันก็ทักตลอด ชอบบรรยากาศที่นี่มาก ๆ เลย



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566



Figure 11: บรรยากาศของเมืองแมดิสัน

3 มิถุนายน 2566 วันนี้อาจารย์ฝนและพี่คิมชวนไปดูของที่ hilldale แต่ละคนก็ได้ของกลับมาคนละชิ้นสองชิ้น บางคนก็เริ่มซื้อของฝากกลับไทย เราทานข้าวกลางวันที่นั่นก่อนเดินทางกลับไปยัง campus หลังจากนั้น ฉันทัน และอาจารย์บี ได้นัดกันที่ Terrace เพื่อเตรียมตัวสำหรับ IceCube bootcamp ที่จะถึงในวันที่ 5 มิถุนายนนี้ รวมทั้งได้นัดเจอพี่เพชร พี่คนไทยที่เป็นนักศึกษาปริญญาเอกที่นี่ เพื่อทำความรู้จักด้วย เรานั่งคุยกันจนถึง 3 ทุ่มเลย เนื่องจากที่นี่พระอาทิตย์ตกหลัง 2 ทุ่มครึ่งทำให้เรารู้สึกว่ามีเวลาเยอะขึ้น เพราะพระอาทิตย์ยังไม่ตก แต่จริง ๆ ไม่ใช่เลย มันทำให้เราออกไปทำกิจกรรมข้างนอกเยอะขึ้น พอกลับถึงหอเราเลยล้า รวมทั้งอาการ jet lag ทำให้เรานอนหลับเกือบทันทีเลยหลังจากอาบน้ำเสร็จ

4 มิถุนายน 2566 เช้าวันนี้เราไปทานอาหารเช้าที่ Four Lakes Market เช่นเคยเหมือนทุกวัน ซึ่งเป็นอาหารสไตล์อเมริกาในรูปแบบบุฟเฟ่ต์โดยทาง Jim Madsen ได้จ่ายค่าอาหารเช้าให้พวกเราทั้งหมดไว้แล้ว เช้านี้ได้คุยกับตันหลิวว่าจะกลับที่พักไม่เกิน 5 โมงเย็น เพื่อให้เรามีเวลาทำกิจกรรมของตัวเองบ้าง และไม่ล้าจนทำให้ไม่ได้ทำอะไรเลย เพราะที่ผ่านมากลับห้องปั๊บก็อาบน้ำนอนเลย วันนี้เราทั้ง 5 คนได้ทำการเช่าจักรยานไฟฟ้ารายเดือน เพื่อใช้เดินทางไปยังที่ทำงานของเรา (Network222) และได้ชวนกันลองปั่นจักรยานรอบทะเลสาบโมนอนา (Monona Lake) ซึ่งเรียกเส้นทางนี้ว่า Lake Loop โดยมีผู้นำทางคือพี่เพชร เราปั่นรอบทะเลสาบและแวะเที่ยวตามจุดต่าง ๆ เพื่อถ่ายรูป, กินไอติม และนำจักรยานไปเก็บที่ dock เพราะต้อง return จักรยานทุก ๆ 90 นาที ในหลาย ๆ จุดแวะพัก มีจุดหนึ่งเรียกว่า Olbrich Botanical Gardens ซึ่งมีศาลาทรงไทยด้วย สวยสวยมาก ๆ และดอกไม้แปลกตาไม่ค่อยเห็นที่ไทย หลังจากเดินชมสวนเสร็จ พวกเราจึงไปทานอาหารไทยที่ร้าน Monsoon Siam 2 เพราะแอบคิดถึงอาหารรสเผ็ดแบบที่ไทย หลังจากทานอาหารเสร็จก็เดินทางกลับหอพักเพื่อพักผ่อน หลังจากกลับถึงหอพัก ฉันทันและตันหลิวจึงชวนกันไปซักผ้า ก่อนกลับมาพักผ่อนเพื่อเตรียมตัวเข้าร่วม IceCube bootcamp ในวันพรุ่งนี้

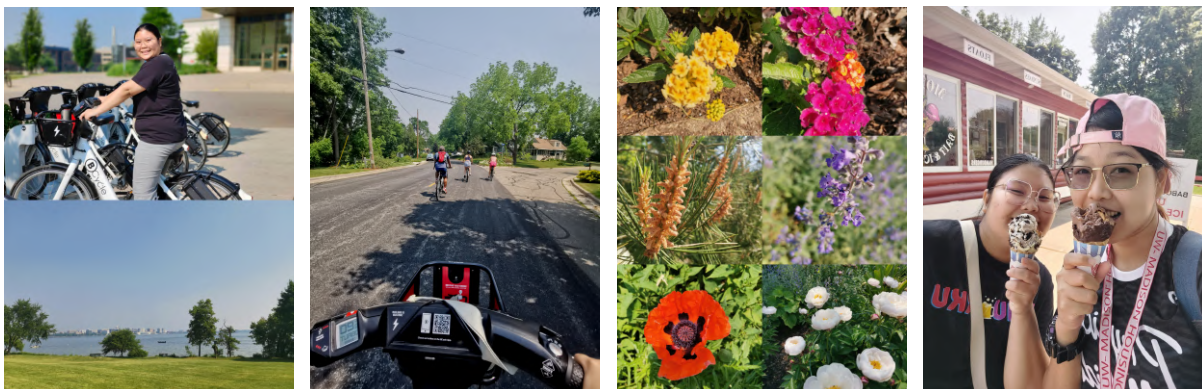


Figure 12: บรรยากาศระหว่างการปั่นจักรยานเที่ยว Lake Loop และดอกไม้บางส่วนจาก Olbrich Botanical Gardens



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวญานี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

5 มิถุนายน 2566 Bootcamp เริ่มต้นแล้ว วันนี้หลังจากทานข้าวเสร็จพวกเราทั้ง 5 คนก็ปั่นจักรยานไปยังตึก Network222 การใช้จักรยานเดินทางทำให้เราถึงจุดหมายเร็วขึ้นมาก bootcamp วันแรกทำให้เราได้เจอเพื่อนใหม่เยอะมาก ตอนกลางวันมีนักศึกษาปริญญาเอกที่มาจาก University of Texas at Arlington ซึ่งเป็นคนอินเดีย ชื่อ Akshima ไปกินข้าวกับพวกเราด้วย เราชวนกันไปกินร้านอาหารจีน Ruyi Hand Pulled Noodle ทุกคนสั่ง spicy beef กันทุกคนเลย ส่วน Akshima สั่งไก่ พวกเราคุยกันเกี่ยวกับเรื่องทั่วไปก่อนเดินทางกลับไปเข้าร่วมโปรแกรมในช่วงบ่าย วันนี้เป็น bootcamp วันแรก จึงมี social event ซึ่งฉัน, ต้นหลิว และอาจารย์ปีก็เข้าร่วมด้วย กิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมละลายพฤติกรรม ชวนกันมานั่งพูดคุยเป็นกลุ่ม ๆ เราทั้งสามคน คุยกับเพื่อนใหม่เยอะมาก ทั้งเรื่องอาหารการกิน เรื่องสภาพอากาศ สถานที่เที่ยวต่าง ๆ ในแมดิสัน มีการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกันเล็กน้อย เพราะเราคุยกันเรื่องความต่างของวัฒนธรรม ก่อนกลับที่พัก Marjon ที่เป็น PostDoc ได้แนะนำให้เราทาน cheeses curds และพาเราเดินไปซื้อ ช่วงเย็นของวันนี้เราได้ฝากที่เพชรซื้อชิมของอเมริกามาให้ เพื่อจะได้มีอินเทอร์เน็ตใช้สำหรับเชื่อมต่อกับแอปใช้งานจักรยาน รวมทั้งใช้ในพื้นที่นอกเขตมหาวิทยาลัยที่ไม่มีสัญญาณ Wifi เรามานั่งรวมหัวกัน activate เพื่อใช้งานซิมการ์ด หลังจากทุกคนมีหมายเลขโทรศัพท์ของอเมริกา จึงได้ชวนกันปั่นจักรยานไปที่ picnic points ซึ่งเป็นจุดที่สวยงาม ๆ เราได้เจอน้องแรคคูนมาช่วยขยะต่อหน้าต่อตาด้วย



Figure 13: บรรยากาศวันแรกของงาน IceCube bootcamp ประจำปี 2023

6 มิถุนายน 2566 bootcamp วันนี้ก็ยิ่งสนุกตามเคย ไม่ได้มีอะไรพิเศษมาก แต่ตอนเย็นหลังเลิก bootcamp ได้รับเชิญจากพี่เซอร์ซึ่งเป็นคนไทย และ Jim Haugen สมาชิกพี่เซอร์ ให้ไปที่บ้านเพื่อทานอาหารไทย วันนี้มีเด็กไทยที่มาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มาเรียนปี 4 ที่นี่ พอดคนเยอะบรรยากาศครึกครื้นมาก พี่เซอร์ทำต้มยำไก่, ไข่เจียว, ลาบ, น้ำพริกหนุ่ม, แคนหมู และไฮไลต์เลยคือไก่ย่าง อร่อยมาก ๆ หลังจากทุกคนกินกันเสร็จ เราก็มานั่งเล่นเกมการ์ดกัน เราเล่น Slave กันไปประมาณ 7 เกม ซึ่งเราได้เป็น King ถึง 4 เกม สนุกมาก ๆ จากนั้นเราก็แยกย้ายกันกลับ เพราะแต่ละคนมีที่ตั้งที่ไทยกัน วันนี้กลับที่พักก่อน 3 ทุ่มทำให้มีเวลาเคลียร์งานของตัวเองมากขึ้น

7 มิถุนายน 2566 เช้าวันนี้เราเลือกเส้นทางปั่นจักรยานใหม่ สนุกมาก ครั้งนี้ไปปั่นบนถนนที่ส่วนใหญ่เป็นรถยนต์วิ่ง แอบกลัว แต่จริง ๆ ไม่น่ากลัวเลย เขามีเลนให้จักรยานวิ่งชัดเจนเลย ส่วนที่ bootcamp วันนี้มีเลี้ยงพิซซ่า อร่อยมาก และมีถ่ายรูปกลุ่มด้วย



Figure 14: บรรยากาศการเล่น Slave ที่บ้านพี่เซอร์ และงาน IceCube bootcamp



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

8 มิถุนายน 2566 วันนี้ตอนเย็นเวลา 6 โมงเย็น Jim Madsen ชวนพวกเรา 5 คนไปทานข้าวที่คอนโด แต่เนื่องจาก bootcamp เลิกตั้งแต่ 4 โมงเย็น พวกเราเลยนั่งรอกันที่ Network222 และพอถึงเวลาก็มี Albrecht Karle ไปทานข้าวด้วย ฉันทันหิว, พีคัม และอาจารย์บี ร่วมกันเป็นลูกมือช่วยจิมเตรียมวัตถุดิบ และช่วยกันเสิร์ฟอาหาร หลังจากกลับจากทานอาหารกับจิม พวกเราก็ก่อนจักรยานกลับหอเหมือนเช่นเคย แต่วันนี้มี Madison night market และคนเยอะมาก พวกเราจึงต้องจูงจักรยานจนถึง Terrace ฉันทันหิวและตื่นใจเดินกลับมาที่ Market อีกครั้ง เพื่อมาดูบรรยากาศกับของที่ขาย เพราะมีแค่ 1 ครั้งต่อเดือน หลังจากนั้นพวกเราก็ก่อนจักรยานกลับหอ

9 มิถุนายน 2566 วันนี้เป็นวันสุดท้ายของ bootcamp แล้ว ได้มีโอกาสคุยกับ Albrecht Karle และ John Kelley เกี่ยวกับโปรเจกต์ที่จะต้องทำใน IceCube Summer Student Program ตื่นเต้นมาก ๆ เลย พอตอนเย็นจิมก็พาเราไปซื้อของที่ร้าน Asian Midway food และเราก็กินข้าวกับอาจารย์ฝน พีคัม ตันหิว และอาจารย์บี พร้อมทั้งพูดคุยนิดหน่อย ก่อนที่อาจารย์บีจะขอลากลับไปเก็บของเพื่อเดินทางกลับในวันพรุ่งนี้



Figure 15: ประชุมหัวข้องานกับ Albrecht Karle (ขวาสุด) และ John Kelley (ด้านขวามือของ Albrecht จากรูป)

10 มิถุนายน 2566 วันนี้ที่ capital square มี farmer's market ฉันทันหิวเลยไปเดินดูของกัน มีสินค้าน่าสนใจเยอะมาก มีชีสที่เป็นของขึ้นชื่อของ Wisconsin มีน้ำผึ้ง เมเปิ้ลไซรัป และผักผลไม้ ตอนเย็นพวกเราแวะไปซื้อของที่ร้านจีนเพื่อมาทำผัดกะเพรา โดยมีน้องตันหิวเป็นเชฟ ตันหิวทำอาหารอร่อยมาก

11 มิถุนายน 2566 ตื่นเช้าวันนี้มาเจอกับฝนตก ซึ่งจริง ๆ มีนัดไปที่ cottage กับจิม ตอน 10 โมงเช้า แต่ด้วยสภาพอากาศจิมเลยขอยกเลิกนัด อาจารย์ฝนและพีคัมจึงชวนไปเที่ยวที่ east town mall เพื่อซื้อของ และเลี้ยงต้อนรับฉันทันหิวและน้องตันหิว อีกทั้งวันนี้เป็นวันเกิดตันหิวด้วย วันนี้อากาศหนาวและมีลมพัดตลอดทั้งวันเลย อุณหภูมิประมาณ 11 องศาเซลเซียส คนที่ state street ก็น้อยมาก ไม่แน่ใจว่าเพราะอากาศหรือเพราะเขาอยู่กับครอบครัวกัน แต่ก็ยังมีบางคนออกมาวิ่งออกกำลังกาย ใส่เสื้อยืดหรือเสื้อกล้าม แต่บางคนก็ใส่เสื้อแจ็คเก็ตแขนยาว

12 มิถุนายน 2566 วันนี้อากาศยังคงเย็นอยู่เหมือนเดิม มีลมพัดนิดหน่อย วันนี้เป็นวันแรกที่ได้เริ่มงานในส่วนของ summer student program เราได้พูดคุยเรื่องงานที่จะทำกับ Matt Kauer ซึ่งเป็นผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์(นักเทคนิค) และพูดคุยเรื่องวันที่จะเดินทางไปทำงานที่ Physical Science Laboratory (PSL) ปีนี้เรื่องที่เราได้ทำนั้นเกี่ยวกับ Scintillator panels ของ IceTop tank ที่จะนำไปไว้ที่ South Pole ในอนาคต โดยอุปกรณ์นี้จะส่งจากเยอรมันมาถึงที่ PSL ในวันนี้

13 มิถุนายน 2566 วันนี้ฝนยังคงตกและอากาศเย็น สำหรับฉันทันหิวแล้ว ฉันทันหิวชอบอากาศแบบนี้มากมันเย็นสบายไม่หนาว วันนี้ Hannah นักศึกษาปริญญาเอกที่นี่ ชวนฉันทันหิวเข้าร่วม X-meeting ซึ่งจัดทุกวันอังคาร เวลา 12:30น. เป็น meeting ที่นักศึกษาที่ทำวิจัยที่นี่ จะมา Progress งานของตัวเอง โดยผู้เข้าฟังก็คือนักศึกษาและ PostDoc ที่ทำงานใน IceCube นี้แหละ แหวนำบอกว่าเขาจะมีลิสต์รายชื่อคนที่จะนำเสนอในแต่ละสัปดาห์ไว้ โดยฉันทันหิวสามารถนำเสนองานที่ตัวเองทำได้ และ highlight ของ meeting คือเราจะได้กินพิซซ่าฟรี ทุกวันอังคารเลย

14 มิถุนายน 2566 วันนี้ Matt นัดเราเวลา 11:45น. เพื่อเดินทางไป Physical Science Lab (PSL) ซึ่งอยู่ห่างจาก WIPAC ไปประมาณ 30 นาที เมื่อเดินทางไปถึง Matt ก็พาดูอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเราจะต้องเข้าใจการทำงานของมัน และ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

เราได้ช่วยกันยก Scintillator panel ออกจากกล่องไปวางในห้องคอนเทนเนอร์ที่เราจะใช้ทดสอบ โดยในเปเปอร์บอกไว้ว่า 1 panel ใช้คนยก 2 คน แต่เราคิดว่าน่าจะเป็น 2 คนที่เป็นผู้ชาย เพราะผู้หญิงอย่างพวกเราต้องยกกัน 4 คนเลย หนักมาก แต่สนุกเหมือนกัน พอย้ายเสร็จ Matt ก็ขอเซตอุปกรณ์บางอย่าง ก่อนจะให้เรามาดูการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าว หลังจากเสร็จภารกิจซึ่งก็เป็นช่วงเย็นแล้ว เราเลยขอให้ Matt ไปส่งที่ hilldale เพื่อทานข้าว ซึ่งเป็นทางกลับบ้านของเขาพอดี



Figure 16: บรรยากาศการทำงานที่ Physical Science Lab (PSL)

15 มิถุนายน 2566 - 16 มิถุนายน 2566 สองวันนี้ฉัน และต้นหลิว นั่งอ่านเปเปอร์เกี่ยวกับ scintillator ที่ Matt ให้เกือบทั้งช่วงเช้า และต้องรอโปรแกรมจาก Matt ด้วย ฉันเลยใช้เวลาส่วนใหญ่กับการเตรียมสไลด์สำหรับพรีเซนต์งานให้ IceTop working group ที่ University of Delaware ในวันอังคารที่จะถึงนี้

17 มิถุนายน 2566 วันนี้เวลา 10:45น. Albrecht ชวนอาจารย์ฝน, พี่คิม, ฉัน และต้นหลิวไปตีหมาแพะและกินเบเกอรี่ที่บ้าน เพื่อพูดคุยและเตรียมตัวไปร่วมกิจกรรม Education & Outreach Activity ที่ Penn Park กิจกรรมนี้สนุกมาก มีเด็ก ๆ มาเที่ยวในบูธเต็มเลย ในบูธมีลองให้เด็กเจาะหลุมบนก้อนน้ำแข็ง เพื่อจำลองการขุดเจาะที่เกิดขึ้นที่ขั้วโลกใต้ มีให้ลองใส่ชุดแบบคนที่ขั้วโลกใต้ มี Virtual Reality (VR) ให้เด็ก ๆ ลองเล่น และมีเกมโยนถุงถั่วหลุม โดยจำลองว่าถุงถั่วเป็นอนุภาคและหลุมเป็น detector ในส่วนของ VR นั้นได้รับความนิยมมาก ๆ มีทั้งเด็กและผู้ใหญ่เข้ามาต่อแถวดู ฉันได้ช่วยแอนนา ชักชวนเด็ก ๆ มาเจาะหลุม แต่บางครั้งก็ไปเล่นกับเด็กตรงที่โยนถุงถั่ว สนุกมาก ๆ ก่อนจะกลับที่พักในช่วงบ่ายเพื่อเตรียมสไลด์นำเสนองานต่อ



Figure 17: บรรยากาศงาน Education & Outreach Activity ที่ Penn Park

18 มิถุนายน 2566 วันนี้เวลา 13:00น. ได้นัดอาจารย์ฝนและพี่คิม เพื่อซักซ้อมการนำเสนอและตอบคำถามที่จะไปนำเสนอกับ IceTop Tank working group ใน University of Delaware meeting หลังจากนั้นก็พูดคุยเรื่องเปเปอร์ที่เกี่ยวกับ scintillator ซึ่งนำโดยน้องต้นหลิว และเราก็จบวันนี้ด้วยการไปซื้ออาหารมานั่งทานกันที่ Terrace

19 มิถุนายน 2566 วันนี้ยังคงมาทำงานปกติ เนื่องจากต้องรอโปรแกรมจาก Matt ฉันจึงแก้ไขสไลด์และเตรียมตัวสำหรับซ้อมพรีเซนต์ในตอนบ่ายสามโมงอีกครั้ง โดยครั้งนี้เราลองซ้อมผ่านซูมจริง ๆ เพื่อจะได้ไม่เกิดปัญหาในวันพรุ่งนี้ ทั้งเรื่องเสียงและภาพ

20 มิถุนายน 2566 วันนี้จะต้องนำเสนอแล้ว ตื่นเต้นมาก ฉันเป็นคนที่ยืดหยุ่นง่าย ๆ เลย แต่สุดท้ายวันนี้ก็ผ่านไปด้วยดี ทุกคนแฮปปี้ และได้รับคำชมจากพอลด้วย ดีใจมาก ๆ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตรณณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

21 มิถุนายน 2566 วันนี้มาทำงานปกติ อากาศร้อนมาก บนถนนมีวงดนตรีมาเล่นหลายวง บางคนมาคนเดียว บางคนมาเป็นวง ไม่ทราบว่าเขามีงานอะไร แต่ตามจุดต่าง ๆ บนถนน ตามหัวมุม มีคนมาเล่นดนตรี และคนมามุงดูเต็มไปหมด วันนี้พวกเราได้ลองเข้า server ของ IceCube ตามคำแนะนำของ Matt เพื่อจะเข้าไปเอาข้อมูล

22 มิถุนายน 2566 วันนี้เราก็มารทำงานปกติ และตอนเย็นเราก็กลับหอไปทำชาบูกินกัน ต้องบอกเลยว่าพวกเราทั้ง 4 คนชอบกินชาบูมาก ๆ เราซื้อก้อนหม่าล่ามาเป็นซูปหม่าล่า แล้วแค้ใส่หมูสามชั้น, ผัก, ไข่ และลูกชิ้นลงไป รอแป๊บเดียวก็ทานได้แล้ว พวกเราคุยกันว่ารู้สึกไม่ได้คิดถึงอาหารไทยเท่าไร เพราะแค้มีชาบูก็เหมือนอยู่ไทยแล้ว นั่งตั้นหลิวซึ่งเป็นเซฟของทรินนี่ ทำอาหารอร่อยมาก และสิ่งที่พวกเราชอบมาก ยกเว้นพีคิมคือผัดผักใส่หมูสับ กับพริกน้ำปลา เราไม่ได้เตรียมผงโลบ้อะไรมาเลยฝีมือเซฟตั้นหลิวล้วน ๆ เลย

23 มิถุนายน 2566 วันนี้เกรซ ซึ่งเป็นนักศึกษาที่อาจารย์ฝนเคยทำวิจัยด้วยในช่วง summer ของปี 2017 ชวนพวกเราทั้ง 4 คนไปเที่ยวที่บ้าน เกรซขับรถมารับเราและพาเราไปที่เมือง Sheboygan ซึ่งติดกับ Lake Michigan สวยมาก ๆ เรานั่งรถประมาณ 2 ชม. นิด ๆ จากแมดิสันมายังเมืองนี้ เพื่อมาทานข้าว กินไอศกรีม ก่อนเดินทางกลับไปบ้านเกรซที่ Manitowoc ซึ่งก่อนถึงบ้าน เกรซก็พาพวกเราไปทัวร์ Lighthouse ของเมืองนี้ สนุกมาก ๆ ฉันทเคยเจอเกรซครั้งแรกเมื่อปี 2019 เกรซชวนไปนอนที่บ้านเหมือนครั้งนี้ แต่ครั้งนั้นเกิดเหตุการณ์น่ากลัวมากเพราะเจอทอร์นาโด ในระหว่างขับรถไปยังบ้านเกรซ และแถวบ้านเกรซก็มีต้นไม้สูงเยอะ ต้นไม้ล้มทับสายไฟจนเราอยู่บ้านเกรซแบบไม่มีไฟฟ้าใช้ มาครั้งนี้แม่เกรซเลยแฉวเรื่องเมื่อคราวก่อน



Figure 18: บรรยากาศของ Lake Michigan ที่เมือง Sheboygan และ Lighthouse ที่เมือง Manitowoc

24 มิถุนายน 2566 วันนี้คุณแม่ลิซ่าแม่ของเกรซและเกรซ พาเราเดินทางจาก Manitowoc ไปที่ shotgun eddy raft rental เพื่อเล่น rafting หรือ ล่องแก่ง เป็นครั้งแรกเลยที่เราได้ลองเรือยางตามแม่น้ำแบบนี้ เคยแต่เล่น kayak กับ Paddle-board ในทะเลสาบหลังบ้านเกรซ แต่รอบนี้คือเราต้องพายเรือกันยาว ๆ 5-6 ชั่วโมงเลย เราแบ่งคู่กันโดย ฉันทคู่ตั้นหลิว, อาจารย์ฝนคู่พีคิม และเกรซกับแม่ การล่องเรือครั้งนี้มีความท้าทายมาก ๆ เพราะเราต้องล่องผ่านน้ำตก(ขนาดเล็ก) บางอันก็เป็นน้ำตกที่ไหลเร็ว ซึ่งฉันทเห็นฝรั่งเขานั่งด้านบนแล้วพายหลบอย่างง่ายดาย เลยลองทำบ้างปรากฏว่าตกเรือตั้งแต่ น้ำตกแรก ได้ผลนิทหนอยที่ขาเพราะตรงน้ำตกมันเป็นหิน แต่ก็นึกได้ว่าเรามีประสบการณ์ถึงทำอย่างนั้นได้ เราผู้ไม่มีก็ลงไปนั่งข้างล่างจะดีกว่า ปรากฏว่าหลังจากนั้นไม่ตกอีกเลย ผ่านมาได้ด้วยดีทุกอัน แต่ทุกครั้งที่ผ่านมา น้ำตก เราต้องเหน็บบนเรือทิ้ง เพราะน้ำกระเด็นเข้ามาเต็มเรือเลย หลังจากที่เราเล่นเสร็จก็เดินทางกลับเพื่อไปทานอาหารที่ร้าน The Wharf Manitowoc ซึ่งเป็นร้านที่บรรยากาศดีมาก อยู่ติด Lake Michigan และมีดนตรีสดด้วย วันที่เราไปเพลงส่วนใหญ่เป็นภาษาสเปนและทุกคนเต้นออกแนวเหมือนการเต้นซัลซ่า แต่พวกเราก็ไม่หวั่นลงไปเต้นกับเขา ทั้งฉันท, ตั้นหลิว, เกรซ, ลิซ่า, อาจารย์ฝน และพีคิม วันนี้สนุกมาก ๆ แต่ก็แลกมาด้วยอาการปวดหลังเพราะพายเรือทั้งวัน ประสบการณ์วันนี้ถือเป็นประสบการณ์ที่ดีมาก เราได้ลองทำสิ่งที่ไม่เคยทำในไทยเยอะมาก ผู้คนที่นี้ก็ดี เรือติดก็ไปช่วยกัน มาแนะนำเทคนิคต่าง ๆ ด้วย มาถามว่าโอเคไหม ไม่เป็นไรใช่ไหมตอนเราตกน้ำ คนที่นี่ชอบทำอะไรที่ท้าทายกันมากเลย



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวญานี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566



Figure 19: บรรยากาศการล่องแก่ง (rafting) ที่ Wolf river และการทานอาหารเย็นที่ร้าน The Wharf Manitowoc

25 มิถุนายน 2566 วันนี้เราจะต้องเดินทางกลับแมดิสันแล้ว ก่อนกลับพวกเราทั้ง 6 คนไปเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์เรือดำน้ำ Wisconsin Maritime Museum เราลงไปชมภายในเรือดำน้ำ แล้วก็เดินชมพิพิธภัณฑ์ที่แสดงโมเดลเรือแบบต่าง ๆ ที่อยู่ด้านบน จากนั้นก็ซื้อของที่ระลึกก่อนเดินทางกลับ พวกเราแต่งตัวเหมือนกันเป็นคู่ ๆ เลย สามารถสังเกตได้จากรูปด้านล่าง วันนี้มีฝนตกสลับกับแดดออก เราคุยกันว่า เกษเกษมากเลยสามารถขับรถพาเราเที่ยวที่ไกล ๆ ได้แบบชิว ๆ ไป-กลับ 4 ชม. กว่าเลย แต่เกษ บอกแค่นี้ถือว่าน้อยมากเพราะเขาเคยขับนานกว่านี้อีก นับถือมาก ๆ เลย



Figure 20: บรรยากาศการเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์เรือดำน้ำ Wisconsin Maritime Museum

26 มิถุนายน 2566 วันนี้เราได้เจอกับประธานศิษย์เก่าของ University of Wisconsin-Madison ที่เป็นคนไทย แล้วก็พั่งรู้ว่ามีคนไทยที่มาเรียนที่นี่มีเยอะมาก ๆ เราพูดคุยกันนิดหน่อย ก่อนจะไปพูดคุยกับกลุ่มที่ทำ scintillator เกี่ยวกับสิ่งที่เราจะทำคร่าว ๆ และแผนการต่าง ๆ

27 มิถุนายน 2566 วันนี้พวกเรามีนัดประชุมกันเพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่จะต้องทำ และช่วยกันดูเรื่องโปรแกรม ตอนเย็น Albrecht ชวนนักศึกษาและอาจารย์ใน WIPAC ไปนั่งชิวกันที่ Terrace และไปพูดคุยแสดงความยินดีกับ Manuel นักศึกษาปริญญาเอกที่เพิ่งสอบจบไป อาทิตย์นี้ที่แมดิสันเจอฝุ่นควัน pm 2.5 อากาศแย่มาก ๆ ฟ้าที่สุดคือ 270 กว่าเลย บางคนก็ใส่หน้ากากอนามัยบางคนก็ไม่ใส่ แต่สัดส่วนคนที่ใส่คือน้อยมาก ซึ่งจากพยากรณ์แล้วเห็นว่าวันศุกร์อากาศจะดีขึ้น



Figure 21: ประชุมรายงานความก้าวหน้า



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทรีโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

28 มิถุนายน 2566 - 29 มิถุนายน 2566 ยังคงไปทำงานที่ Network222 เหมือนเดิม ช่วงนี้อากาศร้อนมาก ไม่แน่ใจว่าชินกับอากาศที่นี้ไปแล้วรึป่าว อุณหภูมิประมาณ 21 องศาเซลเซียสเอง ถ้าเทียบกับไทยคือไทยร้อนกว่ามาก ๆ ตอนนี้อากาศยังคงไม่ดี แต่ค่า pm 2.5 ลดลงเยอะมาก วันนี้อยู่ที่ 170 กว่า หวังว่าสุดท้ายสัปดาห์จะดีขึ้น

30 มิถุนายน 2566 วันนี้พวกเราแพลนว่าจะทำงานที่หอพัก ไม่เข้าไปทำงานที่ Network222 เรารันข้อมูลไปได้ 2 ช่วงข้อมูลแล้ว แต่เหมือน server มีปัญหาเข้าไม่ได้ ทำให้ยังเข้าไปรันงานไม่ได้ เราจึงนำข้อมูลที่ได้ไปพลอตเพื่อดูผลก่อน ก่อนหน้านี้พวกเราไปทานข้าวที่ร้านอาหารจีน Taste of Sichuan แล้วก็ไปนั่งชิลกันข้างทะเลสาบ Mendota เนื่องจากวันนี้อากาศดีขึ้นมาก ๆ แล้ว อยู่ที่ประมาณ 60 กว่า คนที่ Terrace ก็เยอะด้วยเช่นกัน เรานั่งฟังเพลงกันจนถึง 3 ทุ่มเลย

1 กรกฎาคม 2566 วันนี้จิมเชิญชวนให้ไปสังสรรค์วันชาติของอเมริกา หรือ 4th of July ที่บ้านพอล (พี่ชายคนโตของจิม) ที่เมือง Mount Pleasant ซึ่งอยู่ทางใต้ของ Milwaukee เราเอาของใช้ส่วนตัวและอาหารไปเก็บไว้ที่ cottage บ้านริมทะเลสาบ Koshkonong ของไอรินแม่ของลินดาภรรยาของจิม เพราะเราจะนอนที่นั่นคืนนี้ (ระหว่างทางมาที่นี้เราเจอทางด้วย น้องเดินมาเหมือนจะข้ามถนน พอจิมจอดให้ น้องกลับยืน งง ๆ ไม่ยอมข้าม) จากนั้นเราก็ก็นั่งรถไปบ้านพอล คนที่บ้านพอลเยอะมาก ส่วนใหญ่เป็นพี่น้องลูกหลาน และเพื่อนของพอล งานปาร์ตี้นี้เป็นการรวมตัวกันในครอบครัวและฉลองวันชาติกัน รวมทั้งเป็นงานแสดงความยินดีให้ลูกสาวของพอลที่เรียนจบปริญญาเอกด้านเภสัชกรรม ทุกคนต้อนรับพวกเราดีมาก พอลเอาเนื้ออกวางมาให้พวกเราลองชิม อร่อยมากเป็นครั้งแรกของฉันทันทีที่ได้ลองกินเนื้ออกวาง เราอยู่ที่นั่นทั้งวันได้เล่นเกมกับเด็ก ๆ ด้วย เล่นไปประมาณ 2 เกม เพราะอีกเกมเขาโยนไขกันซึ่งเล่นไม่ได้เพราะไม่มีชุดเปลี่ยน เราได้พูดคุยกับ Maryann ซึ่งเป็นคนจีนที่ถูกรับมาเลี้ยง เขาดูตื่นเต้นมากที่ได้เจอคนเอเชียด้วยกัน ประมาณ 18:40น. เราก็ก็นั่งรถกลับไป cottage ระหว่างทางกลับเราเจอถนนที่มีป้ายปิดทางเยอะมาก พอไปอีกทางก็เจอถนนปิดอีก มากกว่า 10 ครั้ง ถือเป็นการผจญภัยรูปแบบหนึ่ง และเราก็ก็นั่ง google maps ไม่ได้เช่นกัน เพราะมันพาไปแต่ทางที่ปิด ตลกมาก แต่สุดท้ายเราก็ก็นั่งมาถึง cottage ในท้ายที่สุด จิมจัดแจงเปลี่ยนฟูกที่นอนให้พวกเรา แล้วมานั่งดูเขาจุดพลุกันตรงระเบียง เขาเริ่มฉลองวันชาติกันตั้งแต่วันนี้เพราะเป็นวันหยุดสุดสัปดาห์ พี่น้องญาติมิตรก็จะเดินทางมาหากันสะดวกกว่าวันที่ 4 กรกฎาคม ซึ่งเป็นวันชาติจริง ๆ เพราะตรงกับวันอังคาร และวันหยุดก็จะต้องมาทำงาน

2 กรกฎาคม 2566 วันนี้ฉันทื่นนอนตอน 6 โมงเช้า ซึ่งเชื่อกว่าปกติของฉันทันทีมาก จิมชวนฉันทมาทำ scone สำหรับทานเป็นอาหารเช้า บอกเลยว่านี่เป็นครั้งแรกที่ได้ทำอาหารพวกเบเกอรี่ หรืออาหารที่ต้องนำเข้าเตาอบ ปกติชอบทำแต่ต้ม ผัด แกง ทอดเฉย ๆ (เดี๋ยวกลับไปไทยต้องลองไปทำกินเองบ้างละ) ระหว่างรอ scone จิมก็มอมหมอมให้ต้นหลิวเฝ้าเบ็ดตกปลาจากกระเบียง ฉันทกับต้นหลิวเลยชวนกันลงไปดูใกล้ ๆ แต่ก็ยังไม่ปลามาติดเบ็ด เราเลยกลับไปทานอาหารเช้าแล้วเล่น Domino กัน สนุกมาก ๆ ระหว่างนั้นจิมก็ดูเบ็ดตกปลาไปด้วย แล้วสุดท้ายก็มีปลามาติดเบ็ดแต่ฉันทไม่แน่ใจว่าเป็นปลาอะไร จากนั้นไอรินก็มาพร้อมน้องหมาชื่อ chance น้องน่ารักมาก น้องชอบเล่นน้ำมาก ๆ วันนี้จะมีญาติฝั่งลินดาภรรยาของจิมมา แต่ลินดาไม่ได้มาด้วยเพราะไปอยู่กับน้องเมตต์หลานสาวของจิมและลินดาที่เพิ่งเกิด ระหว่างวันเราเล่นเกมเยอะมากทั้ง domino ทั้งโยนลูกแก้ว และจิมยังพาไปดูสวนผักของเขาด้วย พอตอนบ่าย ๆ ด้วยความขง พวกเราเลยชวนจิมไปล่องเรือในทะเลสาบ จิมสอนพวกเราขับเรือด้วย เป็นครั้งแรกของฉันทันที ตื่นเต้นมาก ๆ ฉันทไปลองขับไปโดนสาหร่ายบ่อยมาก จนสาหร่ายเข้าไปพันใบพัดเรือข้างล่างจนทำให้เรือเคลื่อนที่ช้า ระหว่างที่ฉันทบังคับเรืออยู่เราเจอนกตัวหนึ่งจิมก็บอกให้ลองขับไปใกล้ ๆ น้องเป็นเหยี่ยวชนิดหนึ่ง ได้ยินชื่อไม่ชัดเพราะเสียงเครื่องยนต์เรือดังมาก หลังจากกลับจากการขับเรือในทะเลสาบ น้องสาวของลินดาชวนไปเดินเล่นตรง trail ด้านหน้าบ้านกับน้องหมา chance เพราะน้องชอบหญ้า แล้วเราก็ก็นั่งรถไปช่วยจิมทำอาหารสำหรับตอนเย็น รอบนี้ต้นหลิวเป็นลูกมือจิมในการทำซอสราดสเต็ก ส่วนฉันทเป็นผู้ช่วยเตรียมข้าวโพดต้ม เตรียมสลัด วันนี้ได้ลองกินเนื้อ alligator ซึ่งโดนหลอกว่าเป็นเนื้อไก่ มันเหมือนมากแต่มีกลิ่นเฉพาะตัว อาหารเย็นวันนี้ของเราคือ แซลมอน, เนื้อลูกแกะ (lamb) และเนื้อย่าง ซึ่งอาหารเยอะมาก และต่อด้วยของหวานคือ rhubarb pie ทานคู่กับไอศกรีม ซึ่งเข้ากันดีมาก รสเปรี้ยวจาก rhubarb และรสหวานจากไอศกรีม หลังจากทานเสร็จก็เป็นเวลาเย็นมาก ๆ แล้ว จิมเลยพาพวกเรากลับไปแมดิสัน



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566



Figure 22: บรรยากาศการสังสรรค์ที่บ้านของพอล และวันหยุดที่บ้านริมทะเลสาบกับ Jim Madsen

3 กรกฎาคม 2566 สืบเนื่องจากเมื่อวานจิมบอกเราว่าวันนี้คนที่ Network222 น่าจะน้อย และวันนี้อากาศร้อนมาก ๆ พวกเราเลยแพลนว่าจะไปนั่งทำงานกันที่ study room ของหอพักอาจารย์ ซึ่ง server ที่เราต้องเข้าไปรันงานและเอาข้อมูลก็ยังคงเข้าไม่ได้ เราเลยทำได้แต่พยายามเข้าใจงานของเขาเพื่อจะสามารถทำอะไรเพิ่มเติมให้เขาได้ วันนี้ตอนเย็นหลังจากกินข้าวกันเสร็จ ฉันอยากไป Target เพื่อซื้อแชมพูและยาสีฟัน แต่จักรยานไม่มีให้ใช้เลยไม่แน่ใจว่าเขาไปร่วมงานหรือดูพลุกันที่ไหน เพราะปีนี้มีหลายจุดมาก คนที่ Terrace ก็น้อย แต่สุดท้ายเราก็ได้จักรยาน แต่คันที่ฉันได้นั้นแบตเตอรี่เหลือเล็กน้อยมาก (เรียกว่าแทบไม่มีเลยนั่งกระพริบไม่หยุด) ต้องใช้แรงตัวเองปั่นซึ่งเหนื่อยมาก น้องเป็นจักรยานไฟฟ้าพอต้องมาใช้แรงตัวเองปั่นคืออยากมาก เนินสูง ๆ น้องปั่นแทบไม่ไปเลย แต่ถ้าน้องมีแบตเตอรี่เราแทบไม่ต้องออกแรงปั่นเลย

4 กรกฎาคม 2566 วันนี้เป็นวันหยุด เป็นวันชาติของสหรัฐอเมริกา หรือเรียกว่า วันประกาศอิสรภาพ (Independence Day) สมาชิกในครอบครัวชาวอเมริกัน จะถือโอกาสนี้กลับมาใช้เวลาร่วมกัน ด้วยการชมการแสดงดอกไม้ไฟและรับประทานบาร์บีคิวนอกบ้านด้วยกัน เราเคยไปดูพลุกที่ Stillwater รัฐ Minnesota ตอนปี 2019 มันสวยมาก ๆ มียิงปืนใหญ่ด้วย ปีนี้เลยอยากจะไปดูพลุกอีก พี่เพชรได้ชวนฉัน และต้นหลิวไปดูพลุกตอน 21:30น. ที่ Blackhawk Country Club ใกล้ ๆ กับ hilldale เราปั่นจักรยานจากหอพักไปไม่นานก็ถึงเราออกจากหอพักตั้งแต่ 2 ทุ่มครึ่ง แต่จักรยานบริเวณหอพักไม่มีเลย เราเลยต้องเดินไปเอาจักรยานกันที่ Terrace และเราก็ไปถึงที่หมายก่อนจุดพลุกพอดี พอไปถึงเขาก็เริ่มจุดเตือนว่า จะเริ่มจุดพลุกแล้ว พวกเราไม่ได้เก็บจักรยานที่ dock เพราะมันเต็มหมดเลย เราเอามาไว้ข้างตัวกันเพราะกลัวหาย หลังจากดูพลุกเสร็จก็เป็นเวลา 4 ทุ่มแล้ว พี่เพชรก็ได้ปั่นจักรยานมาส่งเราที่หอพัก จากที่บอกว่าวันนี้เป็นวันหยุด ฉันเลยตื่นสายมาก ๆ และตื่นมานั่งดูซีรีส์ทั้งวันเลย เป็นวันที่ได้พักผ่อนจริง ๆ ปร. รูปถ่ายพลุกดูไม่ค่อยสวยแต่ของจริงสวยมาก คนเยอะมากด้วย



Figure 23: ดอกไม้ไฟ

5 กรกฎาคม 2566 วันนี้ server ที่จะเข้าไปรันงานสามารถใช้งานได้แล้ว แต่การ set อุณหภูมิก็ต้องใช้เวลาเช่นกัน ประมาณ 8-12 ชม. เลย วันนี้ตอนเช้าอากาศร้อนมาก ๆ แต่ช่วงบ่ายกลับฝนตกซะงั้น ก่อนกลับก็คิดว่าฝนหยุดแล้ว แต่ระหว่างทางฝนดันตกอีก พวกเราเลยแวะจอดแล้วไปเดินดูของร้านค้าระหว่างทางรอฝนหยุด เป็นวันที่เปียกปอนมากเลย

6 กรกฎาคม 2566 - 7 กรกฎาคม 2566 สองวันนี้ยังคงทำงานเหมือนเดิม แต่วันที่ 7 กรกฎาคม 2566 มีประชุม progress งานที่ทำผ่านมา และตอนเย็นเรามีนัดกับพี่เพชร เพื่อไปเยี่ยมชมแลปพลาสมาของเพื่อนพี่เพชรที่ตีควิควรรวม ไมเคิล และอเล็กซ์ พาชมแลปพลาสมาของพวกเขา อธิบายการทำงานต่าง ๆ พาไปดูห้องเครื่องปั่นไฟ เราได้เห็นอุปกรณ์หลาย ๆ อย่างเลย หลังจากเที่ยวชมแลปพลาสมาของเพื่อนพี่เพชรเสร็จแล้ว เราก็ไปเที่ยวชมแลปควอนตัมของฟีลี ที่ Chamberlin Hall ฟีลีเป็นเด็กไทยอีกคนที่มาเรียนปริญญาเอกที่ University of Wisconsin Madison หลังจากเที่ยวชมแลปควอนตัม ฉัน, ต้นหลิว และพี่เพชร ก็ไป



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

ทานอาหารที่ร้าน Taiwan Little Eats แล้วไปนั่งพูดคุยกันต่อที่ Terrace ก่อนจะปั่นจักรยานกลับกันตอน 4 ทุ่ม วันนี้ใช้เวลาข้างนอกเยอะมากๆเลย



Figure 24: บรรยากาศการประชุมรายงานความก้าวหน้าประจำสัปดาห์ และการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการพลาสมาและควอนตัม

8 กรกฎาคม 2566 วันนี้ตื่นสายมาก ๆ ตื่นเกือบเที่ยงเลย อาจจะเพราะเป็นวันหยุดด้วย เราเลยตื่นสายกัน วันนี้ฉัน และต้นหลิว เริ่มมือเช้าในเวลาเที่ยงวันด้วย อาหารไทยที่ร้าน Rising Sons Thai Restaurant ที่ state street ฉันสั่งก๋วยเตี๋ยวเรือ ส่วนต้นหลิวสั่งขนมจีน รสชาติอาหารคือเหมือนอาหารไทยมาก ๆ แต่ที่เจ้าของร้านเป็นคนลาว และใจดีมาก ๆ ซึ่งพี่เขาบอกว่าอยากทานอะไรสั่งได้เลย ถ้าทำได้จะทำให้ ก๋วยเตี๋ยวเรือที่ฉันสั่งก็ไม่มีในเมนูเช่นกัน หลังจากทานอาหารเสร็จ ฉันและต้นหลิวเดินเที่ยว เข้า-ออก ร้านขายของต่าง ๆ บน state street เพื่อซื้อของที่อยากได้ และของที่อยากได้ ฉันและต้นหลิวซื้อ postcard ด้วย แพลนว่าจะส่งให้ตัวเองตามที่อยู่ของไทย เป็นเหมือนของที่ระลึก ฉันและต้นหลิวไปเที่ยวงาน Art fair ที่จัดขึ้นที่ Capitol Square ในงานมีศิลปินจำนวนมากมาขายรูปวาด เครื่องปั้นดินเผา และงานศิลปะอื่น ๆ มากมาย มีการแสดงดนตรีต่าง ๆ ด้วย ฉันและต้นหลิวยังไปเที่ยวชมงานศิลปะที่ Madison Museum of Contemporary Art (MMoCA) ซึ่งช่วงนี้แสดงผลงานศิลปะของ Floyd Newsom (:evolution of sight) และ Ava Wanbli (:sertraline dolls) หลังจากนั้นเราได้เที่ยวชม Wisconsin Veterans Museum ฉันชอบพิพิธภัณฑ์นี้มาก เพราะมันเกี่ยวกับประวัติศาสตร์และสงคราม เขาจัดแสดงได้น่าสนใจมาก ๆ มีของที่ระลึกหรือของที่มาจากประเทศต่าง ๆ ระหว่างที่เขาเคยไปทำสงครามหรือไปช่วยสงคราม ฉันชอบพิพิธภัณฑ์ที่เกี่ยวกับประวัติศาสตร์มาก แต่ก็ชอบชมศิลปะนะ ที่ชอบประวัติศาสตร์เพราะมันมีเรื่องราว มีเส้นเรื่องที่ น่าสนใจ เราเดินกันทั้งวันเลย ก่อนจะแวะพักที่ Terrace แล้วกลับที่พัก

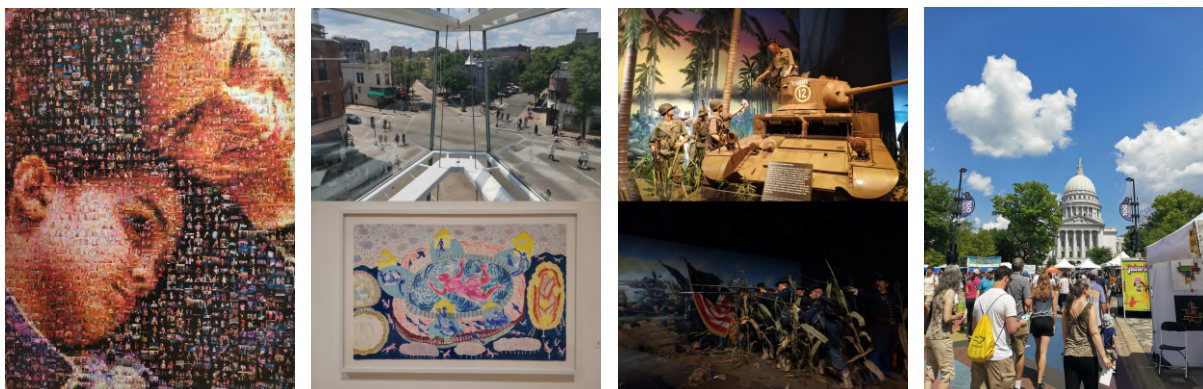


Figure 25: บรรยากาศการเที่ยวชมพิพิธภัณฑ์และงานศิลปะ

9 กรกฎาคม 2566 วันนี้ฉันกับต้นหลิวใช้เวลาวันหยุดไปกับการเดินซื้อของฝาก และเดินเที่ยวร้านต่าง ๆ บน state street วันนี้ฉันยังคงเยอะเหมือนเดิม เพราะมีงาน Art fair ในตอนเย็น Albrecht ชวนพวกเราทั้ง 4 คน ไปทานอาหารเย็นที่บ้าน เนื่องจากอาจารย์ฝนและพี่คิมจะเดินทางไป Delaware ในวันพรุ่งนี้และจะกลับไทยในอาทิตย์หน้า Albrecht เลยชวนมากินข้าวด้วยกัน ทั้งนี้ยังมีผู้ร่วมงานคนอื่น ๆ มาด้วยอีกหลายคน เรานั่งทานข้าวกันที่หลังบ้านของ Albrecht แต่ละคนก็นำอาหารมาแชร์



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

กัน อาจจะไม่ได้เรียกว่าวัฒนธรรมแต่เหมือนเป็นมารยาทมากกว่าที่คนที่มาร่วมงานจะนำอะไรมาด้วย ของที่เอามาส่วนใหญ่ก็จะ เป็นของที่เรากินอยู่แล้ว จริง ๆ ก็เหมือนที่ไทยเลย

10 กรกฎาคม 2566 - 14 กรกฎาคม 2566 อาทิตย์นี้อาจารย์ฝนกับพี่คิม เดินทางไปคุยงานวิจัยที่ Delaware ฉันกับต้นหลิวก็ยังคงทำงานอยู่ที่ Network 222 อาทิตย์นี้เป็นอาทิตย์ที่ฝนตกเกือบทุกวันเลย มีหนึ่งวันที่ฝนตกทั้งวันด้วย เรา เลยทำงานแบบรีโมตอยู่ที่ห้อง ตอนนั้นก็เหลือเวลาอีกแค่ 2 อาทิตย์ที่จะได้ทำงาน ที่นี้ รู้สึกสนุกและชอบบรรยากาศการทำงานที่นี้มาก เวลามีปัญหาเราสามารถไป ถามเจ้าหน้าที่ ถามนักเทคนิคได้ อยากให้มีบรรยากาศการทำงานแบบนี้ที่ไทยด้วย เนื่องจากเราใช้ข้อมูลของเขา ก็เป็นการยากนิดหน่อยที่เราต้องอีเมลล์ไปถามในตอน ที่เราอยู่ไทย แต่อยู่ที่นี้เราสามารถไปคุยกับเขาได้ด้วยตรง การมาที่นี้ของฉันทำให้ ได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ เยอะมาก ทั้งบรรยากาศการทำงาน การมีที่ตั้ง เราเคยเข้ามีต ดั้งที่เป็นกลุ่มทำงานเกี่ยวกับ scintillator จากหลาย ๆ ประเทศ และเรามีที่ตั้งกัน



Figure 26: ทานอาหารเย็นร่วมกันที่บ้าน Albrecht

เสร็จแบบรวดเร็วมากภายในไม่ถึง 10 นาทีด้วย นอกจากงานที่ต้องทำใน IceCube summer student program แล้ว งาน วิจัยของฉันที่ทำที่ไทยก็ก้าวหน้าขึ้นด้วยเพราะได้มาพูดคุยกับคนที่เขาเกี่ยวข้องจริง ๆ ได้พูดคุยเรื่องงานและแลกเปลี่ยนความคิด เห็นกันใน IceTop tank working group ด้วย ซึ่งเขาคุยยินดีที่จะได้ร่วมงานกับเราในอนาคตด้วย สุดสัปดาห์นี้มีงาน Maxwell Street Days Summer Sidewalk Sale แต่ละร้านบน state street ก็เอาของมาขายลดราคาเยอะมาก ๆ ถือเป็นโอกาสที่ดี ให้เราซื้อของฝากด้วย

15 กรกฎาคม 2566 - 16 กรกฎาคม 2566 วันหยุดนี้ ฉัน, ต้นหลิว, พี่เพชร, พี่ลี และพี่เดียร์ (นักศึกษาปริญญาเอกคณะ สัตวแพทย์ซึ่งมาทำวิจัยที่เมดิสัน) ไปเที่ยวที่ Devil's Lake State Park กัน เราคุยกันเยอะมากระหว่างนั่งรถ ที่ Devil's Lake มีเส้นทางให้เลือกเดินหลายแบบ เราคิดว่าจะเดินกันรอบทะเลสาบเป็นวงกลมจากฝั่งใต้ไปเหนือแล้วกลับมาฝั่งใต้ เราเดินไป ตามหน้าผาหินชันประมาณ 80 องศาได้ แต่เดินง่ายมาก เราเดินจากฝั่งใต้ไปยังฝั่งเหนือ(ได้ประมาณครึ่งวงกลม) ซึ่งเป็นเวลาบ่าย แล้ว เราเลยแวะซื้อของกินกัน สุดท้ายเราก็ตัดสินใจว่าจะไม่เดินรอบทะเลสาบแล้ว แต่จะพายเรือแทน เราพายกันจากฝั่งเหนือไป ยังฝั่งใต้เพื่อให้พี่เพชรไปเอารถ ส่วนเราก็พายกลับฝั่งเหนือ วันนี้อากาศดีมากเย็นสบายไม่ร้อน แต่แดดตรงที่มีฝุ่นควันนิดหน่อย หลังจากเราพายเรือกันเสร็จ เราได้ขับรถไปเที่ยวในตัวเมือง Wisconsin Dells และแวะทานข้าวเย็นที่ร้าน Famous Dave's Bar-B-Que ซึ่งมีคนไทยทำงานที่นั่นด้วย เขาแนะนำเมนูประจำร้านและมันอร่อยมาก เราไปเดินเล่นริมน้ำตรง Riverwalk ด้วย เมืองนี้มีสวนน้ำและสวนสนุกเยอะมาก ระหว่างทางเราผ่านสวนน้ำหนึ่งที่กว้างและเครื่องเล่นเยอะมาก เราแวะถ่ายรูปนิดหน่อย ก่อนเดินทางกลับ เป็นวันที่ยาวนานมาก ช่วงดึกที่เมดิสันฝนตกด้วยโชคดีมากที่ไม่ตกระหว่างที่เราไปเที่ยว



Figure 27: ทริปการไปเที่ยว Devil's Lake and Wisconsin Dells Downtown



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

17 กรกฎาคม 2566 วันนี้อาจารย์ฝนและพี่คิมมาทำงานที่ Network222 เป็นวันสุดท้ายก่อนกลับประเทศไทย เราคุยสรุปงานที่ทำกัน และรายงานความก้าวหน้าถึงสิ่งที่ทำเสร็จแล้วและสิ่งที่จะทำต่อในอนาคตให้กลับ Matt, Albrecht และ John ฟัง และตอนเย็น Albrecht ได้ชวนพวกเราและผู้ร่วมงานที่เกี่ยวข้องไปทานพิซซ่าที่ร้าน Pizza Brutta ใกล้ ๆ บ้านของ Albrecht อร่อยมาก ๆ

18 กรกฎาคม 2566 วันนี้ฉันทันและตันหลิว ยังคงมาทำงานที่ Network222 เข้าร่วม X-meeting เข้าร่วม IceTop Meeting ปกติ เนื่องจากวันนี้อากาศดีมาก ๆ ตอนเย็นพวกเราเลยชวนพี่เพชรไปปั่นจักรยานที่ University of Wisconsin-Madison Arboretum ซึ่งไม่ไกลจากหอพักเลย Arboretum เป็นสวนที่ใหญ่มากมีสนามกอล์ฟข้าง ๆ มีสวนสน และทะเลสาบ มีคนมาปั่นจักรยานและวิ่งออกกำลังกายเยอะมาก พี่เพชรบอกว่าคนที่นี่ถ้าเป็นช่วงฤดูร้อนจะออกมาทำกิจกรรมข้างนอกบ่อย ๆ เพราะฤดูหนาวหนาวประมาณ 6 เดือนเลย และไม่สามารถทำอะไรข้างนอกได้ ระหว่างปั่นจักรยานเราเจอไก่อังป่าเป็นฝูงเลย เหมือนน้องออกมาหาอาหารกินกัน และเจอนกกระเรียนเนินทราย (sandhill crane) ด้วย คนที่นี่จะทานไก่อังเลี้ยงมากกว่าไก่อังป่า และน้องไก่อังป่ามันก้าวร้าวมาก น้องสามารถวิ่งไล่เราหรือรถได้ ระหว่างขากลับฉันทันกับพี่เพชรไปซื้อขนมไปฝากกินกัน ก่อนแยกกันกลับ ฉันทันแวะไปนั่งชมพระอาทิตย์ตกที่ Terrace ด้วย เพราะวันนี้อากาศดีมาก ๆ



Figure 28: ออกกำลังกายหลังเลิกงาน โดยการปั่นจักรยานบริเวณ University of Wisconsin-Madison Arboretum

19 กรกฎาคม 2566 - 21 กรกฎาคม 2566 ช่วงนี้เรายังคงไปทำงานที่ Network222 ตอนเย็น ๆ หลังเลิกงานเราก็จะออกไปเที่ยวรับลม นั่งริมทะเลสาบกัน อีก 1 อาทิตย์เราก็จะกลับไทยแล้ว เราเลยพยายามเก็บเกี่ยวสถานที่ ที่นี้ให้มากที่สุด ส่วนใหญ่เราจะไปนั่งรับลมที่ Mendota Terrace วันนี้เลยลองไปที่ Monona Terrace Community and Convention Center บ้าง ซึ่งอยู่ใกล้บริเวณ state capital บรรยากาศต่างกันนิดหน่อยฝั่งนี้คนน้อยกว่าแต่ก็ชิลดี วันที่เราไปมีคอนเสิร์ตแถว ๆ state capital ด้วย คนเยอะมาก ๆ อากาศก็เย็นกำลังดี ชิลมาก ๆ เลย

วันศุกร์ที่ Network 222 คนยุ่งนิดหน่อย เพราะเขาเตรียมตัวไป ICRC 2023 ที่ญี่ปุ่นกัน ปกติมี Jesse นั่งข้างหลัง ทักทายกันเกือบทุกเช้า-เย็น จะไม่ได้ยินเสียงหัวเราะของ Jessi กับเดอะแก๊งค์ด้วย รู้สึกเหงาขึ้นเลย วันนี้ Albrecht ก็ยุ่ง เพราะจะไป ICRC เหมือนกัน กว่าเราจะได้คุยงานกันก็เย็นมาก ๆ เลย

22 กรกฎาคม 2566 วันนี้พี่ ๆ คนไทยที่เรียนที่ UW-Madison ชวนฉันทันและตันหลิวไปทานอาหารไทยกันที่ Rennebohm Park ฉันทันและตันหลิวเลยซื้อเครื่องดื่มและขนมไปแชร์ด้วย พี่ลึกับพี่เบน ทำส้มตำ ข้าวเหนียว และซุปร้อน ๆ พี่เพชรทำลาบอีสาน และหมักหมูมาสำหรับทำหมูปิ้ง พี่ปอกก็ทำบราวนี่มาแชร์ด้วย ฉันทัน, ตันหลิว, พี่เพชร และพี่ปอ ช่วยกันเสียบหมูเพื่อนำไปย่าง ส่วนพี่เซน, พี่เบล และพี่ลิวช่วยกันจุดไฟเพื่ออย่างหมู อาหารที่ทุกคนทำมาคืออร่อยมาก ๆ แบบเหมือนที่ไทยเลย แบบเหมือนมาก ๆ เราทานได้ไปสักพัก กำลังจะย่างหมูลือตที่ 2 ฝนก็ตกลงมา เราเลยย้ายขึ้นไปทานที่ห้องของพี่ลิวและพี่เบล หลังจากทานกันเสร็จเราก็เล่น Slave กัน รอบนี้ได้เป็น King แค่อครั้งเดียว นอกนั้นเป็น Slave บ่อยมาก เราเล่นไปด้วยคุยไปด้วย จนถึง 5 ทุ่มเราก็แยกย้ายกันกลับ พี่เซนก็ไปส่งเราที่หอ เป็นวันที่สนุกมาก ๆ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณานิ ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566



Figure 29: บรรยากาศการทานอาหารกับพี่ ๆ คนไทยที่ไปเรียนที่ UW-Madison (พี่เบล พี่ป้อ ต้นหลิว ฉัน พี่เพชร พี่เซน และ พี่ลิ จากซ้ายไปขวา)

23 กรกฎาคม 2566 วันนี้เป็นวันหยุดสุดสัปดาห์ เป็นวันหยุดสัปดาห์สุดท้ายที่จะอยู่ที่แมดิสัน เพราะอาทิตย์หน้าเราต้องเดินทางกลับไทยแล้ว อยู่มาเกือบจะ 2 เดือนแล้ว กลับไปต้องคิดถึงมากแน่ ๆ ทั้งบรรยากาศและผู้คน วันนี้ฉันและต้นหลิวแพลนจะไปซื้อของฝากกัน และปั่นจักรยานเที่ยวจุดต่าง ๆ รอบ ๆ state capital

24 กรกฎาคม 2566 - 25 กรกฎาคม 2566 อาทิตย์นี้เราสองคนแพลนว่าจะทำงานแบบรีโมตอยู่ที่ห้อง เพราะที่ Network222 คนส่วนใหญ่ไป ICRC 2023 ที่ญี่ปุ่นกัน ตึกเลยเงียบนิดหน่อย อีกอย่างงานของเราสามารถทำที่ไหนก็ได้ด้วย วันนี้หลังจากรันงานเสร็จ เราเลยไปเที่ยวสวนสัตว์ใกล้ ๆ มหาวิทยาลัยกันชื่อ Henry Vilas Zoo เราแพลนว่าจะไปดูน้องหมีขั้วโลก แต่ไม่ทันคิดว่าช่วงนี้เป็นฤดูร้อน เลยได้ดูน้องหมี grizzly แทน สวนสัตว์ที่นี้เข้าฟรี แม้ว่าอากาศจะร้อน แต่ต้นไม้ก็เยอะมากและมีลมพัด ทำให้โดยรวมเราสามารถเดินได้ชิล ๆ ขอบอกว่า มีเด็กมาเที่ยวชมสวนสัตว์เยอะเลย เด็กเล็ก ๆ พ่อแม่ก็พาน้องนั่งรถเข็นมาดูสัตว์ น่ารักมาก ๆ เลย หลังจากกลับจากสวนสัตว์เราก็ไปซื้อขนมไม่มุกกินกัน ที่แมดิสันมีอะไรหลาย ๆ อย่างคล้ายที่ไทย มีร้านอาหารจีนและร้านขนมเยอะมาก ๆ เราสามารถทำอาหารเอเชียทานกันโดยไม่ทำให้เรารู้สึกว่าอยากกลับไทย เพราะอาหารไทยเลย



Figure 30: บรรยากาศการเที่ยวชมสวนสัตว์ Henry Vilas

26 กรกฎาคม 2566 วันนี้เรานำเสนองานให้ Matt และ John เป็นครั้งสุดท้ายก่อนกลับไทย เราคุยกันเกี่ยวกับงานเยอะมากรวมทั้งแพลนในอนาคตด้วย เนื่องจาก Scintillator มีทั้งหมด 6 กล่อง ตอนนี้เราเพิ่งทำเสร็จไปเพียงแค่ 1 กล่อง และเขาไม่มีคนช่วยทำด้วย เราสองคนเลยอาสาทำและเขาก็ยินดีมาก ๆ ตอนบ่ายฉัน, ต้นหลิว และ Matt ไปที่ PSL เพื่อทำการเปลี่ยน Scintillator panel เซตใหม่ หลังจากเสร็จงานเราก็กลับมาที่ Network222 เพื่อมาลาทุกคนที่เราเคยคุยด้วย

27 กรกฎาคม 2566 วันนี้พวกเราไม่ได้ไปทำงานที่ Network222 วันนี้เป็นวันที่เราเก็บของเตรียมตัวกลับไทยกัน ตอนเย็นจิมชวนพวกเราไปทานอาหารที่ร้านของเพื่อนจิม แถว ๆ บริเวณ state capital ชื่อร้าน Señor Machetes อร่อยมาก ๆ ฉันสั่งเป็น Fajita Machete ไซส์เล็กสุดแต่ก็ยังไม่ค่อยอยู่ดี สุดท้ายเราก็เลยต้องใส่กล่องกลับ เนื่องจากวันนี้เป็นวันหยุดสุดท้ายที่แมดิสัน ฉันกับต้นหลิวเลยไปนั่งชมวิวกันที่ Terrace พระอาทิตย์ตกวันนี้สวยมาก ๆ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณานิ ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

28 กรกฎาคม 2566 วันนี้เราตื่นตั้งแต่เช้าเตรียมตัวเดินทางไปยังชิคาโก เราจะนอนกันที่ชิคาโก 1 คืน เพราะกลัวว่าจะเดินทางไปถึงสนามบินไม่ทัน เนื่องจากเป็นไฟล์ทต่างประเทศด้วย เราเดินทางจากแมดิสันไปชิคาโก ใช้เวลาไปประมาณ 4 ชั่วโมงครึ่ง จากบริเวณสนามบินไปที่ตัวเมืองชิคาโก เนื่องจากเขาทำถนนทำในการจราจรบนถนนนั้นช้ามาก ๆ เรามาถึงตัวเมืองประมาณเกือบ 3 โมง ระหว่างรอรอบัส เราเลยกดซื้อตั๋วจากเครื่องซื้อตั๋ว ซึ่งเครื่องเก่ามาก และตัวหนังสือ LED ที่บอกว่าเครื่องนี้ไม่มีเงินทอนก็ไม่แสดงด้วย ทำให้เราใส่ธนบัตร 20 ดอลลาร์สหรัฐแล้วเครื่องไม่ทอนให้ โทรหาคอลเซนเตอร์ก็บอกแค่ว่าเครื่องมันบอกอยู่ด้านบนว่าไม่มีทอน สรุปคือพวกเราเคราะห์ร้ายกันเอง หลังจากซื้อตั๋วเสร็จสักพักรถก็มา เราเข้าเช็คอินห้องพักแล้วออกมาเดินชมเมืองชิคาโกกัน เราพักใกล้ ๆ กับ Millennium Park เราเข้าไปถ่ายรูปที่ Cloud Gate ด้วย แล้วเดินไปซื้อของฝากกันก่อนจะเดินไปยังตึก 875 North Michigan Avenue ซึ่งมีร้าน The Signature Room at the 95th ที่เราจองทานอาหารเย็นไว้ ตอน 2 ทุ่มครึ่ง บรรยากาศที่ร้านดีมาก เราต้องใส่ชุดสุภาพ คนที่มาทานที่นี่แต่งตัวดีกันทุกคนเลย พี่พนักงานน่ารักมาก ๆ มากุยกัยพวกเราด้วยอาจจะเพราะเราดูเด็กด้วย คนอื่นมากันแบบครอบครัว คนรัก แต่เราเหมือนเด็กน้อยสองพี่น้องไปทานข้าวกัน เราทานเสร็จและกลับถึงที่พักเกือบเที่ยงคืนเลย คืนนี้มีฝนตกและฟ้าร้อง และมีข่าวเตือนให้เฝ้าระวังเรื่องทอร์นาโดด้วย แอบกลัวนิดหน่อยว่าจะมีปัญหาในวันพรุ่งนี้ที่เราจะเดินทางกลับไทย



Figure 31: Fajita Machete



Figure 32: บรรยากาศของเมืองชิคาโกในยามค่ำคืน, บรรยากาศเมืองมุมสูงจากร้าน The Signature Room at the 95th

29 กรกฎาคม 2566 วันนี้เราจะเดินทางกลับไทยแล้ว รู้สึกตื่นเต้นมาก ๆ พอยังเป็นวันที่ใกล้กลับไทยความอยากกินอาหารไทยก็สูงขึ้นเยอะมาก ๆ เราเป็นคนที่ชอบก๋วยเตี๋ยวมาก ตื่นเต้นมากอยากรีบกลับไปกิน เข้านี้อากาศดีมากต่างจากเมื่อคืนมาก ๆ เราออกจากโรงแรมประมาณ 10 โมงเช้า จากนั้นเดินไปยังป้ายรถไฟใกล้ ๆ เพื่อเดินทางไปสนามบิน เราต้องซื้อตั๋วผ่านตู้เหมือนเดิม แต่ครั้งนี้ตู้ดีมากบอกชัดเจนว่าไม่มีทอน และเรามีประสบการณ์แล้วว่าเครื่องจะไม่ทอนจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อวาน เราใช้เวลาเดินทาง 1 ชั่วโมงนิด ๆ กว่าที่จะถึงสนามบิน ไฟล์ทของเราออกตอนประมาณ 5 โมง ซึ่งคนเยอะมาก ๆ กว่าที่เราจะได้เข้ามาที่เกทก็ใช้เวลาานเหมือนกัน การที่เราได้พักที่ชิคาโกก่อน 1 คืนนั้นดีมาก ๆ เพราะทำให้เรามีเวลาสำหรับเตรียมตัวเช็คอิน และเวลาไม่กระชั้นชิดเกินไปเมื่อเทียบกับการเดินทางจากแมดิสันมาที่ชิคาโกแล้วรีบมาเช็คอิน

30 กรกฎาคม 2566 เป็นการเดินทางที่ยาวนานมาก ๆ ใช้เวลาเดินทางประมาณ 12 ชั่วโมงกว่าเลย เราเดินทางมาถึงญี่ปุ่นในเวลา 4 ทุ่มกว่า ระหว่างที่อยู่บนเครื่องบิน ฉันพยายามไม่นอนแม้ว่าจะจะเป็นช่วงดึกของเวลาที่อเมริกา แต่เป็นช่วงกลางวันของไทย เลยต้องพยายามตื่นโดยการนั่งดูหนัง แต่สุดท้ายก็เผลอหลับตอนใกล้ถึงญี่ปุ่น

31 กรกฎาคม 2566 เราเดินทางจากญี่ปุ่นมาถึงไทยใช้เวลาไม่นาน ประมาณ 6 ชั่วโมง ฉันพยายามนอนเพราะเป็นช่วงกลางวันของไทย แต่เหมือนจะหลับ ๆ ตื่น ๆ เราเดินทางมาถึงสนามบินสุวรรณภูมิในตอนเช้าของวันนี้ ซึ่งช้ามาก ๆ ดันหลิวแยกย้ายกลับ ส่วนฉันต้องรอเดินทางกลับเชียงใหม่ในเวลา 11 โมง ทำให้มีเวลาเหลือเยอะในการจัดแจงของ และนั่งเขียนไดอารี่นี้ และสุดท้ายนี้ฉันก็ถึงเชียงใหม่อย่างปลอดภัย ฉันต้อนรับการกลับมาของตัวเองด้วยก๋วยเตี๋ยวที่ฉันรักในมือกลางวัน



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

7 ภาคผนวก: Scintillator Panel Calibration

7.1 บทนำ

Scintillator เป็นหนึ่งในอาเรียของอุปกรณ์พื้นผิวของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Neutrino Observatory) ที่บริเวณขั้วโลกใต้ การสะสมของหิมะที่ไม่สม่ำเสมอบน IceTop tank ส่งผลให้เกิดการลดทอนของสัญญาณที่ไม่สม่ำเสมอ จึงได้มีการอัปเดต IceTop tank โดยการเพิ่มอาเรียของ scintillator panel และ Antenna เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจจับสัญญาณของอุปกรณ์ IceTop tank โดยในงานนี้จะทำการทดสอบเฉพาะ scintillator panel เท่านั้น

Scintillator panels ตัวต้นแบบถูกนำไปปรับใช้กับ IceTop tank ที่บริเวณขั้วโลกใต้ ตั้งแต่ปี 2018 และมีการปรับใช้กับ IceTop tank ในสถานีอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น โดยหนึ่งสถานีจะประกอบด้วย scintillator panels 8 ตัว, radio antennas 3 ตัว และ field hub box 1 ตัว ในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2566 scintillator panels ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วถูกส่งจาก Karlsruhe Institute of Technology (KIT) ประเทศเยอรมัน มาอยู่ที่ PSL โดยเราได้รับมอบหมายให้ทำการคาลิเบรต scintillator จำนวน 48 แผ่น สำหรับ 6 สถานี ก่อนนำไปติดตั้งที่บริเวณขั้วโลกใต้ในอนาคต

Scintillator panel ประกอบด้วย polystyrene ที่อัดขึ้นรูปจำนวน 16 แท่ง ขนาด 5 ซม. x 1 ซม. x 187.5 ซม. แต่ละแท่งเคลือบด้วยชั้นของ TiO_2 ที่สะท้อนแสงขนาด $250 \mu m$ อนุภาคของแสงหรือ photon ที่สว่างวาบเมื่อกระทบกับชั้นของ TiO_2 จะเคลื่อนที่ผ่านเส้นใยที่เรียกว่า wavelength-shifting (WLS) ซึ่งอยู่บริเวณตรงกลางของแต่ละแท่ง และจะมี silicon photomultiplier (SiPM) เป็นตัวรับและขยายสัญญาณ ซึ่งทั้งหมดนี้จะถูกหุ้มด้วยฟอยล์, โฟม และแผ่นอลูมิเนียมหนา ตามลำดับ Scintillator มีน้ำหนักน้อยกว่า 50 กิโลกรัม เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และสามารถทำงานได้ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมรุนแรง

7.2 จุดประสงค์

- ต้องการคาลิเบรต scintillator panels ก่อนนำไปติดตั้งที่หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ที่บริเวณขั้วโลกใต้
- การทำงานของระบบ และการทำงานของ scintillator panels เป็นไปตามที่คาดหวัง
- field hub สามารถทำงานได้ปกติ

7.3 วิธีการทดสอบ

7.3.1 การเตรียมอุปกรณ์

- เดินทางไปที่ PSL
- นำ scintillator panels ออกจากกล่อง
- นำ scintillator panels ไปวางไว้ในตู้คอนเทนเนอร์ที่สามารถควบคุมความเย็นได้
- เซตระบบ และเปิดใช้งานระบบ

7.3.2 การทดสอบ

- ทำ Voltage scans โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส เราจะทำการเปลี่ยนอุณหภูมิทีละ 5 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของระบบคงที่ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลผ่านระบบที่เรียกว่า TAXI01 โดยในการทำ voltage scan เราจะกำหนด config ของ voltage ให้แตกต่างกันในแต่ละอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิของระบบเปลี่ยน voltage ก็จะเปลี่ยนด้วย จากนั้นเราจะนำข้อมูลที่เรากำหนดไว้มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมภาษา python ผ่าน IceCube JupyterHub



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

- ทำ Threshold scans โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของระบบตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส หลังจากการทำ voltage scan เราจะได้ค่า MIP คงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งอยู่ที่ประมาณ 1000 adc และกำหนดให้ voltage คงที่ จากนั้นทำการสแกน threshold ตั้งแต่ 1300 ถึง 1550 สำหรับที่อุณหภูมิที่ต่างกันตั้งแต่ -40 องศาเซลเซียส ถึง 15 องศาเซลเซียส โดยเก็บข้อมูลผ่าน TAXI01 และวิเคราะห์ผ่าน IceCube JupyterHub

7.4 ผลการทดสอบ

7.4.1 Relation between Hit Charge and Time from first hit

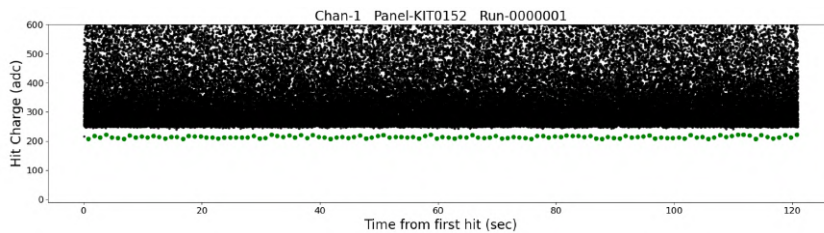


Figure 33: ข้อมูล ที่ อ่าน ได้ จาก Scintillator panels ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ ระหว่าง Hit Charge กับ เวลา

7.4.2 Relation between counts and charge (MIP fitting)

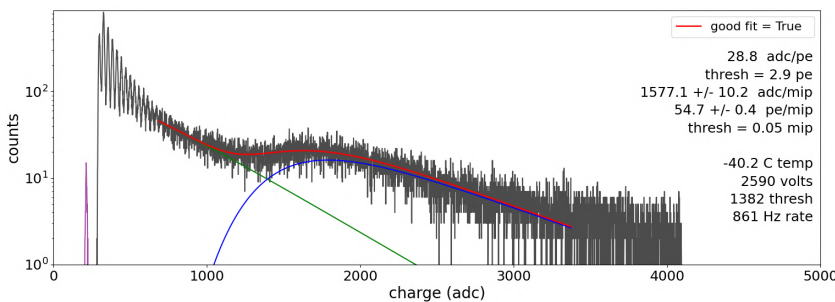


Figure 34: ความสัมพันธ์ระหว่าง counts และ charge (adc)

7.4.3 Relation between freezer temperature and time

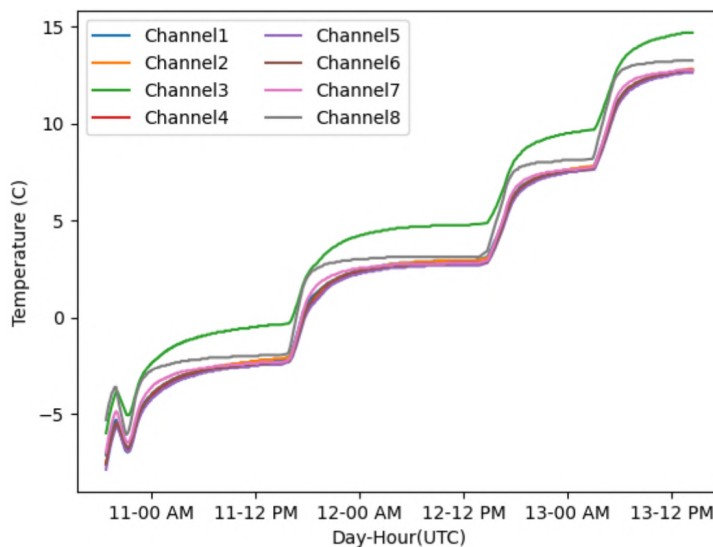


Figure 35: ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของคอนเทนเนอร์ที่ควบคุมความเย็นกับเวลาที่อุณหภูมิเริ่มคงที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Scintillator panel ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง ในการเปลี่ยนอุณหภูมิ จากค่าหนึ่งเป็นค่าหนึ่งจนเริ่มคงที่



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

7.4.4 MIP vs. temp and voltage fits

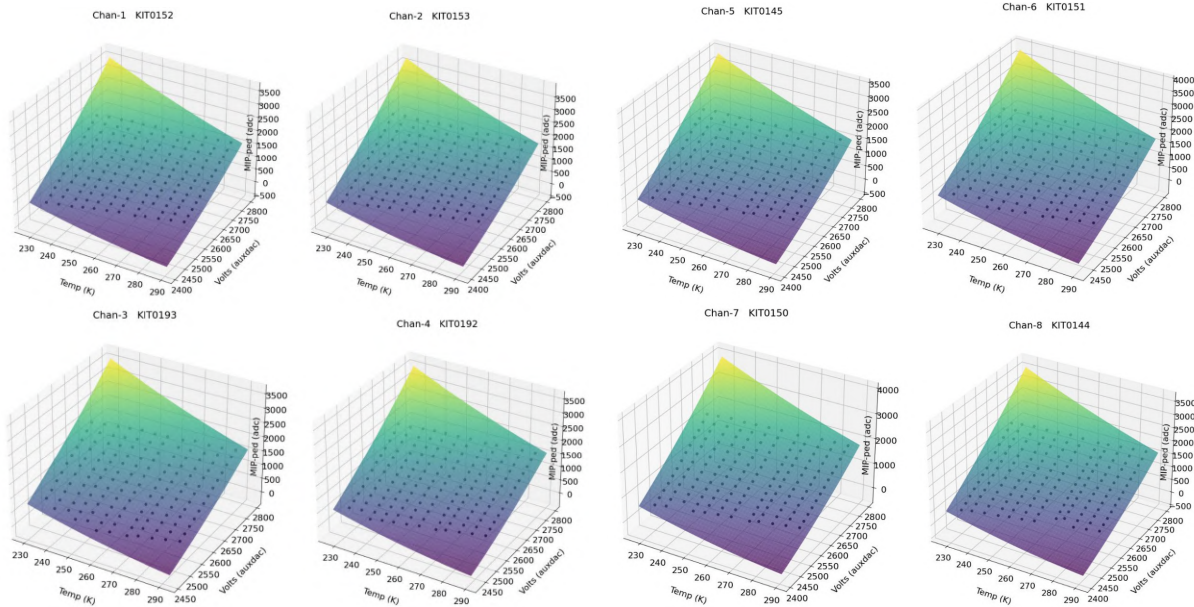


Figure 36: ความสัมพันธ์ระหว่าง MIP, อุณหภูมิ และแรงดันไฟฟ้า

MIP fit parameters

$$\text{MIP} = p[0] + p[1]T + p[2]V + p[3]TV + p[4](T^2) + p[5](V^2) \quad (1)$$

T คือ อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน, V คือ แรงดันไฟฟ้าในหน่วย auxdac และ $p[0]$, $p[1]$, $p[2]$, $p[3]$, $p[4]$, $p[5]$ เป็นค่าคงที่ โดยในแต่ละแผงจะมีพารามิเตอร์ ดังนี้

panel no.	p[0]	p[1]	p[3]	p[4]	p[5]
1	-1.0926e+04	4.6739e+01	-4.8249e-02	1.1063e-01	3.6876e-03
2	-1.0645e+04	4.3489e+01	-4.8545e-02	1.1706e-01	3.7454e-03
3	-1.0612e+04	4.5313e+01	-5.1408e-02	1.2691e-01	3.8541e-03
4	-9.1563e+03	3.5531e+01	-4.4871e-02	1.1595e-01	3.4744e-03
5	-9.9604e+03	4.0409e+01	-4.6292e-02	1.1358e-01	3.5611e-03
6	-9.9318e+03	4.0615e+01	-4.5846e-02	1.1098e-01	3.5387e-03
7	-9.9755e+03	4.1370e+01	-4.7098e-02	1.1500e-01	3.6033e-03
8	-1.0913e+04	4.5980e+01	-4.8711e-02	1.1216e-01	3.7629e-03

โดยที่ $p[2] = 0$ เนื่องจากมีค่าน้อยมากจนสามารถละได้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

7.4.5 Threshold vs. rate and temp fits (MIP = 1000 adc)

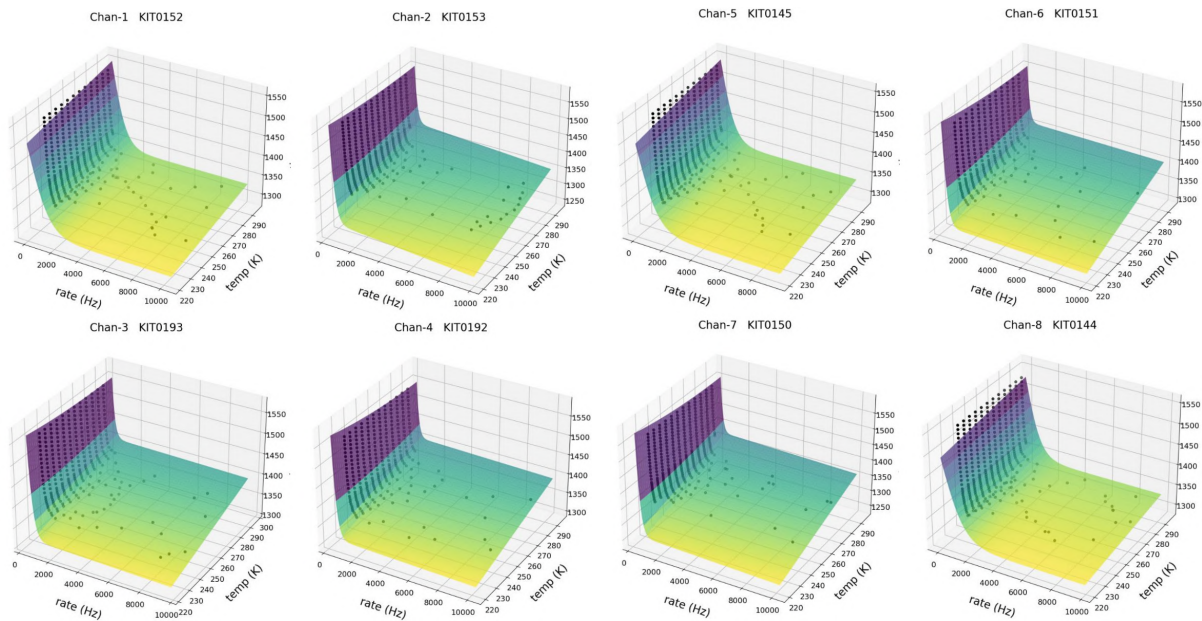


Figure 37: ความสัมพันธ์ระหว่าง Threshold, rate และอุณหภูมิ

Threshold fit parameters

$$\text{Thresh} = \left(\frac{p[0]}{1 + e^{\left[\frac{R}{p[1]} \right] \left[\frac{T}{p[2]} \right]}} \right) + p[3] + p[4]R + p[5]T \quad (2)$$

T คือ อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน, R คือ trigger rate ในหน่วย Hz และ $p[0]$, $p[1]$, $p[2]$, $p[3]$, $p[4]$, $p[5]$ เป็นค่าคงที่ โดยในแต่ละแผงจะมีพารามิเตอร์ ดังนี้

panel no.	p[0]	p[1]	p[2]	p[3]	p[4]	p[5]
1	4.3621e+02	2.3191e+02	6.9222e+02	1.1538e+03	-2.4032e-18	6.0443e-01
2	1.9196e+03	1.5949e+02	2.8852e+02	9.8002e+02	-2.9018e-03	1.3605e+00
3	1.6348e+03	1.6310e+02	2.9709e+02	1.0682e+03	-6.9278e-04	1.1237e+00
4	2.0676e+03	1.5799e+02	2.6585e+02	1.0508e+03	-9.1476e-04	1.1934e+00
5	4.1545e+02	2.2180e+02	6.8042e+02	1.1494e+03	-9.4283e-21	6.3318e-01
6	2.0871e+03	1.5765e+02	2.6249e+02	1.0290e+03	-6.5715e-04	1.2837e+00
7	2.5343e+03	1.7741e+02	2.2125e+02	9.1001e+02	-1.3379e-03	1.5783e+00
8	3.9616e+02	2.2746e+02	7.2346e+02	1.1829e+03	-5.9172e-22	4.9984e-01



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	นางสาวณัฐณี ต่างใจ
วันที่	1 มิถุนายน 2566 - 31 กรกฎาคม 2566

7.5 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่า การทำงานของระบบและการทำงานของ scintillator ทั้งหมดทุกแผงทำงานได้ดีเป็นไปตามที่คาดไว้, field hub สามารถทำงานได้ปกติ, ได้ MIP fit parameter ที่เหมาะสมสำหรับอุณหภูมิต่างๆ และพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม voltage ที่ใช้ในการควบคุมระบบก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

7.6 งานที่ต้องทำในอนาคต

ปัจจุบันทำการทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว 2 กล่อง (16 scintillator panels) เหลืออีกจำนวน 4 กล่อง (32 scintillator panels) และคาดว่าจะทำเสร็จทั้งหมดภายในต้นปี 2024

หมายเหตุ: มีการนัดประชุมรายงานความก้าวหน้าหลังจากทำเสร็จในแต่ละกล่อง