

รายงานโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของ หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์

น.ส.เกตุทราย ภูผาคุณ



รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

สารบัญ

1. ความเป็นมาของโครงการ	3
2. หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์	5
3. IceCube Bootcamp (Science and Software Workshop).....	8
4. Pencil Beam Project	13
5. การเยี่ยมชม Helically Symmetric eXperiment (HSX)	19
6. การเยี่ยมชม Physical Sciences Lab (PSL).....	22
7. บันทึกการเดินทาง	27
8. ภาคผนวก.....	43



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลศพราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

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 สัปดาห์ หรือประมาณ 2 เดือน โดยมีหนึ่งสัปดาห์ที่นักศึกษาไทยจะได้รับโอกาสเข้าร่วมหลักสูตรเข้มข้น และได้รับได้ประกาศนียบัตรการเข้าร่วมทางด้านรังสีคอสมิกและนิวตริโนพลังงานสูงจากอวกาศ ภายใต้การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Bootcamp ซึ่ง WIPAC ดำเนินการจัดขึ้นทุกปี (<https://events.icecube.wisc.edu/>)

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. 2565 Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center: WIPAC ทูลเกล้าฯ ถวายทุนโครงการนักศึกษาภาคฤดู เป็นจำนวน 2 ทุน โดย WIPAC จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายรายเดือนและที่พักในช่วงที่นักศึกษาทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน (University of Wisconsin - Madison) ส่วนประเทศไทยโดยโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกำลังคนที่เกี่ยวข้องกับหอสังเกตการณ์นิวตริโนในทวีปแอนตาร์กติกา (Thai-Antarctic Neutrino Observatory: TANO) ตามพระราชดำริฯ จะสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นค่าตัวเครื่องบินไป-กลับระหว่างประเทศ ค่าเบี้ยเลี้ยงเสริมจากที่ WIPAC สนับสนุน ค่าวีซ่า และค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม โดยคุณสมบัตินักศึกษาที่จะเข้าร่วมโครงการคือ กำลังศึกษาในชั้นปีที่ 3-4 ของการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือกำลัง



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลฑทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท หรือปริญญาเอก) ในสาขาที่เกี่ยวข้อง เคยได้ศึกษาในหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) รังสีคอสมิก (cosmic rays) (2) ฟิสิกส์ดาราศาสตร์พลังงานสูง (high energy astrophysics) หรือฟิสิกส์พลังงานสูง (high energy physics) (3) ฟิสิกส์ดาราศาสตร์คณนา (computational astrophysics) หรือฟิสิกส์คณนา (computational physics) (4) ดาราศาสตร์ฟิสิกส์สังเกตการณ์ (observational astrophysics) ซึ่งโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน สำหรับปี พ.ศ. 2565 จัดขึ้นระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน - 31 กรกฎาคม 2565 ณ มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน (University of Wisconsin - Madison) ประเทศสหรัฐอเมริกา



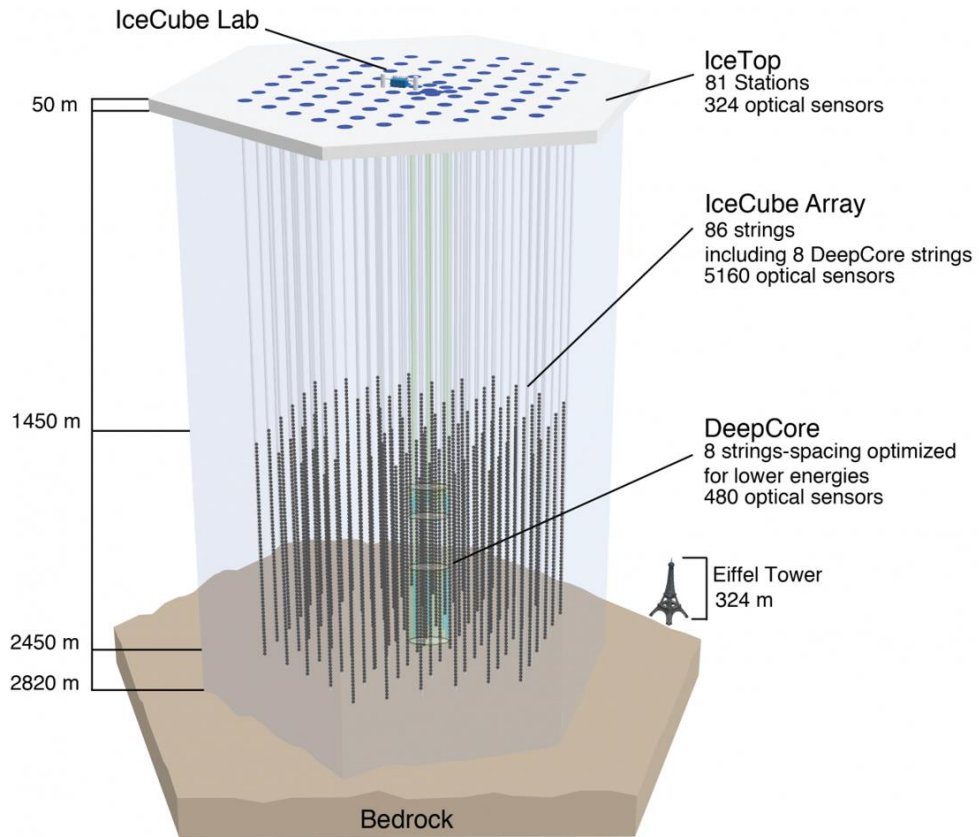
รายงาน	โครงการศึกษากาตฤร่อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

2. หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์

ไอซ์คิวบ์ (IceCube) เป็นชื่อเรียกอย่างง่ายของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ (IceCube Neutrino Observatory) ตั้งอยู่ ณ สถานีขั้วโลกใต้ อมันด์เซน-สก๊อตต์ ในทวีปแอนตาร์กติกา (Amundsen–Scott South Pole Station) หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์สร้างเสร็จเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NSF : National Science Foundation) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ไอซ์คิวบ์มีรูปแบบโครงสร้างการตรวจวัดอนุภาคนิวตริโนที่เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยตรวจวัดแสงนับพันตัวกระจายอยู่ภายในน้ำแข็งหนึ่งลูกบาศก์กิโลเมตรภายใต้ชั้นผิวหน้าของขั้วโลกใต้ หน่วยตรวจวัดแสงแต่ละหน่วยนี้มีรูปร่างเป็นทรงกลมหรือเรียกว่า ดอม (DOMs: Digital Optical Modules) ซึ่งประกอบด้วยหลอดทวีคูณแสง (photomultiplier tube: PMT) และเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์แผ่นเดียว เซนเซอร์นี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากดอมแล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลส่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในห้องปฏิบัติการไอซ์คิวบ์บนพื้นผิวของทวีปแอนตาร์กติกา ดอมทั้งหลายจะแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ 60 ตัว แขนงอยู่บนเส้นลวด (string) แต่ละเส้นลงไปใต้น้ำแข็งที่ทำให้ละลายด้วยส่วาน้ำร้อน ในระดับความลึกจากชั้นผิวหน้าระหว่าง 1,450 ถึง 2,450 เมตร ไอซ์คิวบ์ได้รับการออกแบบเพื่อทำหน้าที่ตรวจหาจุดกำเนิดของอนุภาคนิวตริโนนอกระบบสุริยะ (ซูเปอร์โนวา, หลุมดำ, พัลซาร์ ฯลฯ) ในย่านพลังงาน เทระอิเล็กตรอนโวลต์เพื่อศึกษากระบวนการพลังงานสูงทางฟิสิกส์ดาราศาสตร์ที่ทำให้เกิดอนุภาคนิวตริโนดังกล่าว เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ได้มีการแถลงข่าวว่าไอซ์คิวบ์ตรวจพบอนุภาคนิวตริโนจำนวน 28 ตัวที่มาจากแหล่งกำเนิดภายนอกนอกระบบสุริยะ และการค้นพบอนุภาคพลังงานสูงพิเศษของไอซ์คิวบ์เมื่อวันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2560 เป็นการค้นพบว่าอนุภาคพลังงานสูงดังกล่าวมีต้นกำเนิดมาจากเบลซาร์ ซึ่งเป็นหลุมดำที่ปล่อยลำเจ็ทมาที่โลกแบบพอดี ก่อนที่กล้องโทรทรรศน์ทั่วโลกและในอวกาศสามารถยืนยันการค้นพบได้ในเวลาต่อมา จากเหตุการณ์นี้ทำให้คำว่า ดาราศาสตร์พหุพาหะ (Multi-messenger astronomy) ได้รับการกล่าวขานถึงอย่างแพร่หลายจนนำมาสู่การยอมรับในระดับสากล และทำให้โครงการไอซ์คิวบ์เป็นโครงการขั้นแนวหน้า (Frontier) ในระดับโลก



รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 1 แบบจำลองหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ขั้วโลกใต้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

กลุ่มการทำงานของไอซ์คิวบ์

กลุ่มการทำงานของไอซ์คิวบ์มี 5 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทำงานของไอซ์คิวบ์				
การวิเคราะห์ข้อมูล	กลุ่มทำงานเชิงเทคนิค	เครื่องมือวัดและแบบจำลอง	การวิจัยและการพัฒนา	กลุ่มงานอื่น ๆ
<ul style="list-style-type: none"> • การสั่น • รังสีคอสมิก • การแพร่/นิวตริโนในชั้นบรรยากาศ • ซูเปอร์โนวา • ฟิสิกส์นอกเหนือจากแบบจำลองมาตรฐาน • แหล่งกำเนิดนิวตริโน 	<ul style="list-style-type: none"> • งานก่อสร้างและการวางระบบ • การดาไลเบรตามเวลาจริง 	<ul style="list-style-type: none"> • แบบจำลอง • ผลจากแบบจำลอง 	<ul style="list-style-type: none"> • อะคูสติก • AURA • RASTA • PINGU • การสลายตัวของโปรตอน • การสร้างแบบจำลอง • ส่วนขยายของไอซ์คิวบ์ • ไอซ์แอต IceAct 	<ul style="list-style-type: none"> • การสั่นของนิวตริโน • นิวตริโนพลังงานต่ำ • ทาวเลปตอนพลังงานสูงและองค์ประกอบ • อนุภาคแปลกประหลาด • WIMPs/สสารมืด • Transients Point source • การแตกตัว/ทาวเลปตอน • มิวออน • การตรวจสอบ

ในโครงการนี้ได้ทำงานร่วมกับกลุ่มการดาไลเบรท (Calibration group) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของกลุ่มทำงานเชิงเทคนิค โดยหัวข้อที่ได้รับคือ “Pencil Beam” ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ในบทที่ 4 และภาคผนวก



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

3. IceCube Bootcamp (Science and Software Workshop)

การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Bootcamp ซึ่งดำเนินการจัดขึ้นทุกปีโดย WIPAC เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรเข้มข้น ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของไอซ์คิวบ์ อาทิเช่น เครื่องมือวัดนิวตริโนไอซ์คิวบ์ ดาราศาสตร์หุพาหะ ฟิสิกส์ สติติ และรวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ชั่วโลกใต้ การอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Bootcamp จัดขึ้นทั้งหมดห้าวัน โดยเริ่มจากวันที่ 13 มิถุนายน ถึง 17 มิถุนายน 2564 โดยมีกำหนดการการอบรมดังนี้

13-Jun-2022

08:50-09:00	Introduction
09:00-09:30	Multi-messenger Astronomy
09:30-10:00	IceCube Detector
10:30-11:00	Diffuse Neutrinos from 1 TeV to 1 EeV
11:00-12:00	Computer Setup
13:00-13:45	Intro to Python
13:45-14:30	Advanced Python
15:00-16:00	Statistics-1

14-Jun-2022

09:00-10:30	Intro to IceTray
11:00-12:00	I3Tools and Visualization
13:00-13:30	Coding Best Practices



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

13:30-14:30	Distributed Computing
15:00-16:00	Statistics 2
<i>15-Jun-2022</i>	
09:00-10:00	Simulation
10:30-11:00	Snowstorm
11:00-11:30	Cosmic Rays
11:30-12:00	Neutrino Physics
13:00-13:30	Detector Physics
13:30-14:00	Oscillations and BSM
14:00-16:30	Calibrations and Ice Models
<i>16-Jun-2022</i>	
09:00-09:30	Analyses in IceCube
09:30-10:00	Filtering
10:30-11:00	Event Reconstruction
11:00-11:30	Event Selection
11:30-12:00	Gen2 Upgrade
13:00-13:10	Early Career Scientists
13:10-15:30	Diffuse Activity
15:30-16:00	Diffuse Activity Discussion
<i>17-Jun-2022</i>	
09:00-09:30	South Pole



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทรา ย ฎมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

09:30-10:00	IceCube Upgrade
10:30-11:00	IceCube Science
11:00-11:30	Radio Detection of Neutrinos
11:30-12:00	Calibration Lab Tour
13:00-13:10	DEI Intro
13:10-15:30	Point Source Activity
15:30-16:00	Point Source Activity Discussion

ในการอบรมในครั้งนี้ เปิดโอกาสให้ได้เรียนรู้หลายอย่างจาก เช่น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือวัดนิวตริโนไอซ์คิวบ์ รวมไปถึงข่าวโลกใต้ วิธีการเลือกข้อมูลจากเครื่องมือวัดและการจัดการกับข้อมูล รวมไปถึงวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ข่าวโลกใต้ นอกจากนี้ ยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับแผนการในอนาคตของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ข่าวโลกใต้ ซึ่งจะมีการอัปเดตอุปกรณ์เป็นไอซ์คิวบ์อัปเกรด (IceCube upgrade) gen2 และอื่นๆ รวมไปถึงโอกาสที่จะได้เข้าไปเยี่ยมชมแล็บของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน (University of Wisconsin - Madison) ได้มีโอกาสเห็นเซนเซอร์ในการตรวจวัดอนุภาคพลังงานสูงของจริงที่เรียกว่าดอม (DOMS) อีกด้วย นับเป็นประสบการณ์ที่มีค่ามากที่ได้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ IceCube Bootcamp ในครั้งนี้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 2 การบรรยายเรื่องขั้วโลกใต้ในการอบรม



รูปที่ 3 ผู้เข้าร่วมประชุมทางออนไลน์ เนื่องจากการระบาดของโรคโควิด 19



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 4 การเยี่ยมชมแล็ปไอซ์คิวบ์



รูปที่ 5 ถ่ายรูปร่วมกับผู้เข้าร่วมอบรมทั้งหมด



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

4. Pencil Beam Project

สำหรับงานวิจัยระยะสั้น ที่ได้ทำร่วมกับทางหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ ณ ชั่วโลกใต้ ได้ทำงานร่วมกับกลุ่มการคาลิเบรท (Calibration group) ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของกลุ่มทำงานเชิงเทคนิค โดยหัวข้อที่ได้รับคือ “Pencil Beam” ร่วมกับ Christopher Wendt นักวิทยาศาสตร์ และ Jack Nuckles วิศวกรของทางหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน

โปรเจกต์ Pencil Beam เกิดขึ้นจากหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ตั้งอยู่ชั่วโลกใต้ที่ว่าการตรวจจับอนุภาคที่มายังเครื่องมือตรวจวัด เนื่องจากหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์มีการนำเซนเซอร์ตรวจวัดไปติดตั้งไว้ที่ใต้พื้นน้ำแข็ง อนุภาคนั้นจะมาถึงเซนเซอร์ได้ต้องผ่านชั้นน้ำแข็งมาก่อน แต่ชั้นน้ำแข็งที่ชั่วโลกใต้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทำให้การที่จะวิเคราะห์ข้อมูลอนุภาคที่เข้ามาถึงเซนเซอร์ จะต้องพิจารณาคุณสมบัติน้ำแข็งร่วมด้วย ซึ่ง Pencil Beam เป็นเครื่องมือในการศึกษาน้ำแข็งในบริเวณเซนเซอร์ที่ชั่วโลกใต้ โดยมีแนวคิดที่ว่าจะยิงแสงไปยังน้ำแข็งบริเวณเซนเซอร์ และใช้โฟโตไดโอดตรวจจับแสงที่ยิงมา เพื่อที่จะหาว่าแสงที่ยิงออกมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปอย่างไร เพื่อสร้างแบบจำลองของน้ำแข็งในบริเวณเซนเซอร์ที่ชั่วโลกใต้ได้

อุปกรณ์ Pencil Beam ประกอบไปด้วยสองส่วนหลักๆคือ ส่วนของ LED ที่ทำหน้าที่ปล่อยแสงออกมาในความเข้มแสงที่เราต้องการ และโฟโตไดโอด ซึ่งจะเป็นตัวรับสัญญาณที่ถูกปล่อยออกมาจากตัว LED ในงานวิจัยระยะสั้นในครั้งนี้ พวกเราได้มีโอกาสในการเขียนโปรแกรมภาษาไพธอนเพื่อที่จะสื่อสารกับอุปกรณ์ Pencil Beam เพื่อที่จะสั่งให้ตัว LED ปล่อยแสงออกมาที่ความถี่ และความสว่างต่างกันออกไป และรับสัญญาณแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากตัว LED โดยการเขียนโปรแกรมสื่อสารกับโฟโตไดโอด เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้จากโฟโตไดโอดมาวิเคราะห์ต่อไป

สำหรับการได้มางานวิจัยระยะสั้นในครั้งนี้ ได้เปิดโอกาสให้พวกเราได้เรียนรู้เกี่ยวกับการคาริเบรทอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้จริงที่หอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ การวิเคราะห์ข้อมูล และมีโอกาสได้ร่วมนำเสนอและรายงานผลการทดลองร่วมกับ Christ และ Jack ทุกสัปดาห์ ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีที่ได้แลกเปลี่ยนมุมมองความรู้แก่กันและกัน



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 6 Jack อธิบายการโปรแกรมสื่อสารกับอุปกรณ์ Pencil Beam



รูปที่ 7 Christ กำลังแนะนำงานคำสั่งต่างๆในคอมพิวเตอร์



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 8 อุปกรณ์ Pencil Beam



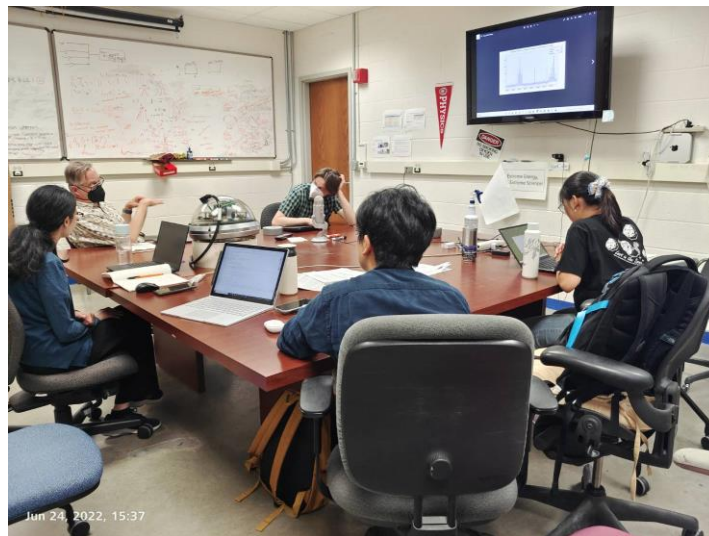
รูปที่ 9 คอมพิวเตอร์ที่ใช้สื่อสารกับอุปกรณ์ pencil beam ซึ่งเราจะทำงานกับคอมพิวเตอร์เครื่องนี้



รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 10 บรรยากาศการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



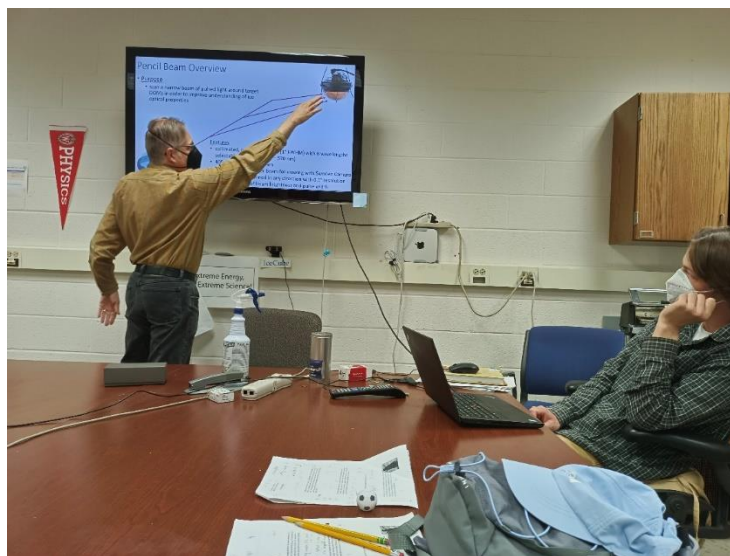
รูปที่ 11 บรรยากาศการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 12 บรรยายภาพการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



รูปที่ 13 บรรยายภาพการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



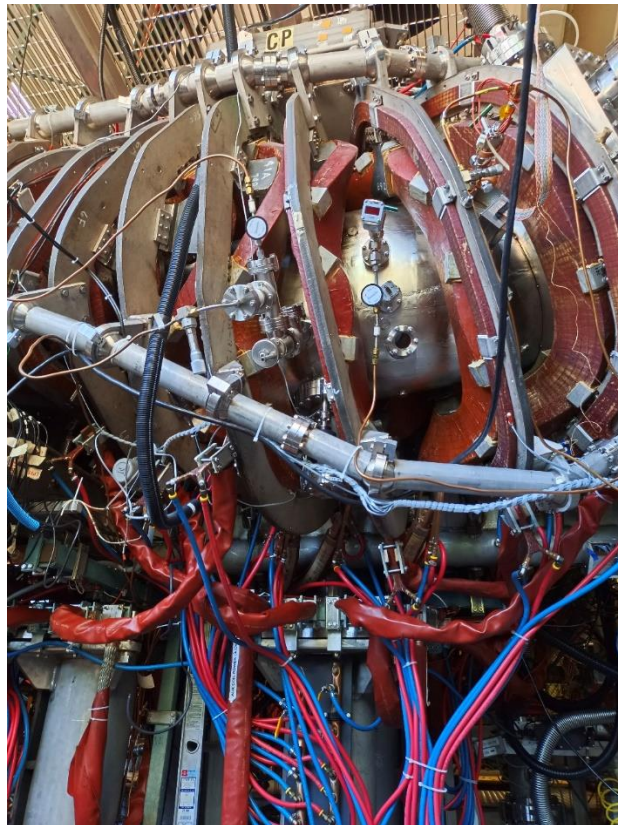
รูปที่ 14 ถ่ายรูปร่วมกับ Christ และ Jack



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

5. การเยี่ยมชม Helically Symmetric eXperiment (HSX)

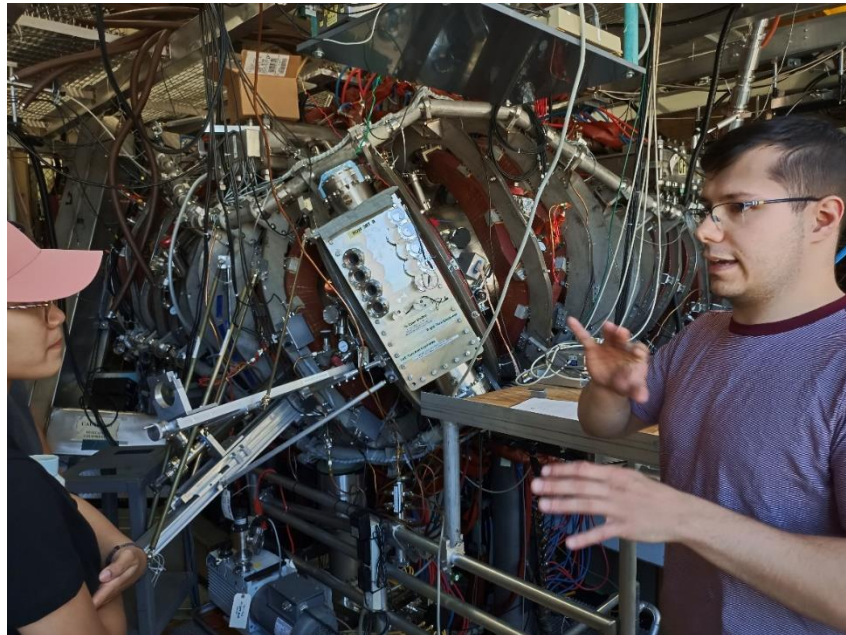
ในระหว่างการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ พวกเราได้รับโอกาสได้รู้จักพี่นักเรียนไทยที่ไปเรียนอยู่ที่มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน ที่เรียนและทำวิจัยเกี่ยวกับพลาสมาฟิสิกส์ และได้รับโอกาสจากรุ่นพี่ให้เข้าไปเยี่ยมชมแล็บที่พี่กำลังเรียนอยู่ได้ พวกเราจึงได้รับโอกาสได้เห็นเครื่องมือที่เรียกว่า Helically Symmetric eXperiment (HSX) ที่ตั้งอยู่ในอาคารวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน โดยเครื่องมือ HSX เป็นเครื่องมือในการสร้างนิวเคลียสฟิวชัน เพื่อใช้ในการศึกษาทางพลาสมาฟิสิกส์ ซึ่งหนึ่งในจุดประสงค์เกี่ยวกับพลาสมาฟิสิกส์คือการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ (transport) ความแปรปรวน (turbulence) ในสนามแม่เหล็กแบบ quasi-helically symmetric



รูปที่ 15 Magnetic field generator



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 16 นักศึกษาที่ทำวิจัยเกี่ยวกับ HSX กำลังอธิบายหลักการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 17 บรรยากาศของการเยี่ยมชม



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 18 บรรยากาศของการเยี่ยมชม



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

6. การเยี่ยมชม Physical Sciences Lab (PSL)

Prof. James Madsen – Executive Director, Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center (WIPAC), ได้พาพวกเราไปเยี่ยมชม Physical Sciences Lab (PSL) ในวันที่ 29 กค 2564

PSL เป็นแล็บที่ทำงานวิจัย ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้กับโครงการต่างๆ รวมถึงโครงการหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ด้วย นอกจากนี้ PSL ยังเปิดโอกาสให้นักวิจัย วิศวกร นักฟิสิกส์ที่สนใจเข้ามาร่วมในการทำงานวิจัยกับ PSL โดยสร้างความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน ตั้งแต่ปี พศ 2510 เป็นต้นมา โดยได้สร้างงานวิจัยไปแล้วกว่า 6000 โปรเจ็ค รวมถึงโครงการใหญ่อย่างหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ขั้วโลกใต้และเซิร์นที่สวิสแลนด์

Prof. James ได้พาพวกเราไปดูเครื่องมือเจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ (driller) และพื้นที่ของแล็บที่ทำงานวิจัยในการสร้าง DOMs และ PMT ให้กับหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์. นอกจากนี้ PSL ยังเป็นสถานที่ในการทดสอบและอบรมการใช้อุปกรณ์ของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ก่อนที่จะขนส่งไปยังขั้วโลกใต้



รูปที่ 19 สถานที่ทดสอบอุปกรณ์ก่อนส่งไปขั้วโลกใต้



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 20 กล่องอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับโครงการไอซ์คิวบ์



รูปที่ 21 บรรยากาศภายในแล็บ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 22 ฐานสำหรับอุปกรณ์ชุดเจาะน้ำแข็ง

รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 23 เครื่องมือเจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ (driller)



รูปที่ 24 เครื่องมือเจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ (driller)



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 25 ดอม (DOMs: Digital Optical Modules)



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

7. บันทึกการเดินทาง

30 -31 พฤษภาคม 2565

พวกเรากำลังเดินทางจากไทยไปอเมริกาแล้ว ตื่นเต้นมากเลย นี่เป็นการเดินทางออกนอกประเทศครั้งแรกของฉันทันที ตื่นเต้นไปหมดกับทุกสิ่งทุกอย่าง ตั้งแต่ช่องเสียบหูฟังบนเครื่องบิน หอมน้ำไฮเทคที่ญี่ปุ่น และอื่นๆอีกมากมาย หวังว่าการเดินทางครั้งนี้จะเป็นไปอย่างราบรื่นนะ ตื่นเต้นจังเลย



1 มิถุนายน 2565

วันนี้เป็นวันแรกที่พวกเราอยู่ที่แมดิสัน หลังการการเดินทางอันยาวนานจากกรุงเทพฯ พวกเรายังคงมีอาการ jet lag อยู่ ทำให้ฉันทกับน้องเฟิร์นที่เป็นเพื่อนร่วมห้องกัน ตื่นกันมาตั้งแต่ตีห้า แต่เนื่องจากเป็นช่วงฤดูร้อนของอเมริกา ทำให้ดวงอาทิตย์ขึ้นเร็วมาก ประมาณตีห้าครึ่งก็สว่างแล้ว พวกเราจึงชวนกันไปสำรวจรอบๆบริเวณหอพัก และค้นพบห้องครัวที่อยู่ใกล้บริเวณหอพัก พวกเราดีใจมาก เพราะสามารถทำอาหารกินกันเองได้ รวมทั้งรอบๆบริเวณหอพักมีทางเดินรอบๆทะเลสาบด้วย จากนั้น อ ฟน และพีคิมก็ตื่น พวกเราทั้งสี่คนจึงรวมตัวกันไปหาร้านอาหาร และพบว่า มีร้านอาหารมหาวิทยาลัยที่ชื่อ Four lake Market อยู่บริเวณใกล้ที่พักที่เรานอน พวกเราจึงไปกินข้าวเช้าที่ร้านอาหารนั้น นับเป็นอาหารมื้อแรกที่เรานำมาทานกันที่อยู่อเมริกา พวกเราทานกันเต็มที่ เตรียมพร้อมที่จะไปตะลุยแมดิสันต่อไป



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทรีโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลติทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

2 มิถุนายน 2565

วันที่สองในการตะลุยแมดิสัน วันนี้พวกเราไปเลือกซื้อของที่ Target เพื่อมาใช้ในหอพัก รวมทั้งซื้อของกินมาแช่ตู้เย็นในครัวเพื่อทำอาหารด้วย วันนี้เดินผ่าน Memorial Union Terrace ซึ่งเป็นอาคารสวยๆตั้งอยู่ริมทะเลสาบ lake view สวยมากๆ พวกเราแวะถ่ายรูปกันเป็นหลายร้อยรูป โดยเฉพาะน้องเฟิร์นผู้เป็นนางแบบประจำทริปนี้

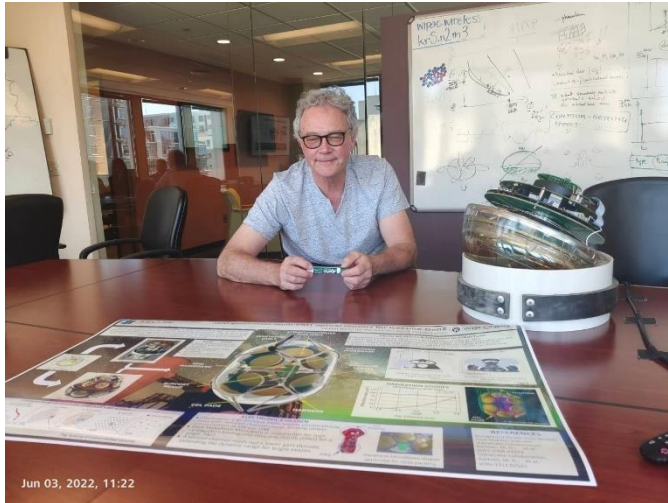


3 มิถุนายน 2565

วันนี้ Jim Madsen นัดพวกเราไปพบที่ Wisconsin IceCube Particle Astrophysics Center: WIPAC โดยที่ Jim ได้พาพวกเราไปแนะนำกับผู้ที่ทำงานที่ WIPAC รวมถึงพาเราไปดูโต๊ะของเราที่จะนั่งเวลาอยู่ที่ WIPAC นี้ด้วย จากนั้นที่คิมผู้ซึ่งอยากทานราเม็ง ก็ได้พาพวกเราไปทานราเม็งที่ร้าน Morris Ramen ซึ่งเป็นร้านที่ Jim แนะนำมา เป็นประสบการณ์เข้าร้านอาหารที่เป็นร้านอาหารแบบจริงจังครั้งแรกที่ฉันมาที่อเมริกา



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



4-6 มิถุนายน 2565

ช่วงนี้พวกเราใช้เวลาส่วนมากไปกับการตะลุยรอบๆมหาวิทยาลัย รวมถึงสนุกกับการทำอาหารแบ่งกันทานที่ครัว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นที่คัมกับน้องเฟิร์นเป็นคนทำส่วนใหญ่ ฉันทกับอาจารย์ฝนก็เป็นฝ่ายให้กำลังใจ รวมถึงช่วยเก็บล้าง

7 มิถุนายน 2565

วันนี้เราไปที่ตึกฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัย ที่ชื่อ Chamberlin Hall เพื่อไปพบกับ Christopher Wendt และ Jack Nuckles เพื่อพูดคุยเกี่ยวกับโปรเจกต์ที่จะทำในช่วงฤดูร้อนนี้ Christ กับ Jack ได้เสนอให้ทำโปรเจกต์ที่ชื่อว่า Pencil Beam เนื่องจาก Ice cube มีปัญหาใหญ่อยู่อย่างหนึ่งคือเนื่องจากหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์มีการนำ เซนเซอร์ตรวจวัดไปติดตั้งไว้ที่ใต้พื้นน้ำแข็ง อนุภาคนั้นจะมาถึงเซนเซอร์ได้ต้องผ่านชั้นน้ำแข็งมาก่อน แต่ชั้นน้ำแข็งที่ทั่วโลกได้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทำให้การที่จะวิเคราะห์ข้อมูลอนุภาคที่เข้ามาถึงเซนเซอร์ จะต้องพิจารณา คุณสมบัติ น้ำแข็งร่วมด้วย ซึ่ง Pencil Beam จะเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ทำการศึกษาในเรื่องนี้ Christ กับ Jack ก็น่ารักมาก พาเราไปชมแล็บ Ice cube ที่ตั้งอยู่ชั้น 4 ตึก Chamberlin Hall จากนั้นก็ช่วยจัดการเรื่องที่ทำหน้าที่



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

เราจะอยู่สองเดือนนี้ รวมถึงช่วยอธิบายรายละเอียดคร่าวๆสำหรับ Pencil Beam ด้วย จากนั้นเราก็นัดกันว่าจะมาเริ่ม lab หลัง Ice cube Bootcamp



8 – 12 มิถุนายน 2565

ช่วงนี้เป็นช่วงที่ Recover กับการเดินทางอันยาวนานจากประเทศไทย และเตรียมตัวในการเข้าร่วม Ice cube bootcamp ซึ่งอาจารย์ฝนได้เล่าประสบการณ์การเข้า Bootcamp ในปีที่ผ่านมาของอาจารย์ให้ฟัง และเล่าให้ฟังว่าจะเป็น Bootcamp ที่เข้มข้นมาก ฉันทกับน้องเฟิร์นจึงต้องเตรียมตัวเพื่อเข้าร่วม Bootcamp ในอาทิตย์หน้านี้

13 – 17 มิถุนายน 2565

Ice cube Bootcamp Week!! เป็นอาทิตย์ที่เข้มข้นที่เต็มไปด้วยความรู้เกี่ยวกับ Ice cube เราได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับอนุภาคพลังงานสูงต่างๆ โดยเฉพาะนิวตริโน ใน Bootcamp ยังมีการสอนการใช้โปรแกรมการ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

ทำงานสำหรับไอซ์คิวบ์โดยเฉพาะด้วย แต่เป็น Bootcamp ที่เข้มข้นสุดๆ รวมทุกเรื่องของไอซ์คิวบ์มาไว้ในอาทิตย์เดียว บางทีการเตรียมตัวอาทิตย์ที่แล้วอาจจะยังไม่พอ ต้องทำการบ้านให้มากขึ้นซะแล้วสิ

18 มิถุนายน 2565

วันนี้พวกเรานัดกันไปเที่ยวที่ Farmer Market ที่เป็นตลาดที่มีขึ้นทุกวันเสาร์ จัดรอบ Capital ของเมดิสัน โดยจะขายสินค้าทางการเกษตรที่ชาวสวนปลูกเอง เต็มไปด้วยดอกไม้ และผักผลไม้มากมาย แต่ไฮไลต์วันนี้ไม่ได้อยู่ที่ Farmer Market แต่อย่างใด ขณะที่พวกเรากำลังจะเข้าไปบริเวณภายในตลาด ก็มีชาวบ้านขี่จักรยานสวนออกมา และทุกคนไม่สวมเสื้อผ้า!! บางคนก็เขียนข้อความบนตัวหรือถือธง หรือป้ายมากับจักรยานด้วย พวกเราตกใจมากเพราะไม่เคยเห็นมาก่อน ได้แต่ยืนอึ้งให้ชาวบ้านจักรยานผ่านไป หลังจากกลับมาที่หอพักแล้ว

เลยไปหาข้อมูลพบว่าชาวบ้านที่เห็นคือ World Naked Bike Ride (WNBR) ซึ่งเป็นกิจกรรมการรณรงค์ใน Theme "Less Gas, More Ass" (ลดการใช้น้ำมัน ก้าวชนธรรมชาติ) และ "Your Body Is Beautiful" ผ่านการไม่สวมเสื้อผ้าขี่จักรยาน ซึ่งจัดกิจกรรมมาแล้วหลายที่ทั่วโลก ตั้งแต่ปี 2004 โดยมาจัดที่เมดิสันในวันนี้พอดี เป็นโชคดีของพวกเรามากที่สุดที่ได้เห็นกิจกรรมแบบนี้ เพราะฉันก็ไม่เคยรู้มาก่อนเลยว่ามีกิจกรรมแบบนี้ด้วย เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่และก็น่าสนใจมาก เพราะไม่เคยเห็นแบบนี้ที่ประเทศไทยมาก่อนเลย

19 มิถุนายน 2565

CHANNEL 3000 NEWS WEATHER SPORTS OBITS MORE ▾

LOCAL NEWS

World Naked Bike Ride returning to Madison later this month

Posted: June 3, 2022 3:27 PM
by Jaymes Langrehr



WISC-TV/Channel3000

MADISON, Wis. — Madison's most eye-catching bike ride is set to return for another year later this month.

People will once again leave their bike shorts at home and bare all for the World Naked Bike Ride on Saturday, June 18. The bike ride will begin at 11 a.m. that day, but the route will not be announced until



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

หลังจากเสร็จสิ้น Ice cube bootcamp วันนี้พวกเรามีนัดกับพี่เพชร นักเรียนไทย พสวท. ซึ่งมาเรียนอยู่ที่นี้ ในการไป Hiking กัน พวกเราลงขันกันเช่ารถสำหรับออกไป และพี่เพชรมีใบขับชื้ออเมริกาได้พาพวกเราออกนอกเมืองเมตสันไปเที่ยวกันที่ Devil's lake ซึ่งพวกเราก้ใช้เวลา hiking กันอยู่ที่นี้ประมาณสามชั่วโมง ด้านบนเขาสวยและสูงมาก เป็นหุบเขาที่ล้อมรอบไปด้วยทะเลสาบ มีคนมาปิกนิกรวมทั้ง Hiking แบบพวกเราเยอะมาก ซึ่งฉันคิดว่าเป็นข้อดีของอเมริกาหลายๆที่มีดินแดนที่กว้างมากๆ มีสวน หรือธรรมชาติสวยๆให้ได้ไปใช้เวลากับเพื่อน และครอบครัว ซึ่งเป็นสิ่งที่ฉันอยากให้มีที่ไทยมากๆ ถ้าประเทศเรามีพื้นที่สีเขียวมากกว่านี้ก็คงจะดี



20 มิถุนายน 2565

วันนี้เป็นวันแรกที่เราไปเข้าแล็บที่ Chamberlin Hall เพื่อเข้าทำวิจัยสำหรับ Pencil Beam ในวันแรก วันนี้ Jack เป็นพี่เลี้ยงในการทำโปรเจกครั้งนี้ วันนี้เรามีเป้าหมายเพื่อที่จะเรียนรู้เครื่องมือ Pencil Beam ซึ่งออกแบบโดย Christ กับ Jack โดยเราจะต้องเขียนคำสั่งโปรแกรมสำหรับสื่อสารระหว่างเครื่องมือกับคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะ



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลศพราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

เก็บข้อมูลจากไมโครคอนโทนเลอร์ ไปเป็นข้อมูลที่อ่านได้ในคอมพิวเตอร์และนำไปวิเคราะห์ต่อไป วันนี้ Jack ให้ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องมือมา พวกเราจึงนำตัวอย่างโปรแกรมไปศึกษาต่อที่ที่พัก

21 มิถุนายน 2565

หลังจากที่นำโปรแกรมไปศึกษา วันนี้พวกเราตั้งใจไปเล่นกับโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์ในแล็บ ice cube หลังจากศึกษาตัวอย่างโปรแกรมที่ Jack ให้มาเพื่อที่จะสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ให้ได้ น้องเฟิร์นได้ไอเดียในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิเคราะห์ Gaussian จากงานที่ทำที่ไทย จึงเตรียมตัวในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ Pencil Beam ไว้ก่อนล่วงหน้าร่วมกับอาจารย์ฝน ฉันทกับพีคิมก็ช่วยกันเขียนโปรแกรมเพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เพื่อดึงข้อมูลออกมาให้ได้ ซึ่งเราก็ทำสำเร็จในช่วงเวลาก่อนจะกลับพอดี หลังจากนั้นเราก็จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้ต่อไป ขั้นตอนที่เรากังวลที่สุดในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ผ่านไปได้ด้วยดี พวกเราค่อนข้างผ่อนคลายกับการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะฉันและน้องเฟิร์นมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องตรวจวัดนิวตรอนมาก่อน

22 มิถุนายน 2565

วันนี้พวกเราได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมเครื่อง Helically Symmetric eXperiment (HSX) ที่ตั้งอยู่ในอาคารวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสัน ซึ่งเป็นเครื่องผลิตพลาสมาในแล็บที่พีเพอร์เรียนอยู่นั่นเอง ซึ่งใน

มหาวิทยาลัยวิสคอนซิน-แมดิสันมีเครื่องผลิตพลาสมาแบบนี้อยู่สองเครื่อง อีกเครื่องตั้งอยู่ที่ชั้นหนึ่งของ Chamberlin Hall ที่พวกเราทำแล็บกันนี้เอง พีเพอร์เล่าให้ฟังว่าที่นี่มีการให้ทุนวิจัยต่อยอดในโครงการโปรเจกต์ต่างๆเป็นจำนวนเงินหลายล้านดอลลาร์ต่อเนื่องกันหลายปี ซึ่งฉันมองว่าเป็นเรื่องที่ดีมาก เพราะงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์





รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

บริษัทบางครั้งก็ต้องใช้เวลาในการทำงานวิจัย ซึ่งการให้เงินทุน ให้เวลา จะทำให้นักวิจัยทำงานได้ง่ายขึ้น และเป็น การเปิดกว้างให้กับไอเดียใหม่ๆที่จะเกิดขึ้นด้วย

23 - 24 มิถุนายน 2565

อาทิตย์นี้ พวกเราไปทำงานที่ Chamberlin Hall ทั้งอาทิตย์ เพื่อที่จะเก็บข้อมูลจาก Pencil Beam มาวิเคราะห์ ข้อมูลต่อไป

26 มิถุนายน 2565

วันนี้พวกเราได้รับเกียรติจากพีเชอริ พี่คนไทยที่อยู่ที่นี่เมดิสัน พร้อมทั้งครอบครัว Jim Haugen ซึ่งเคยทำงานที่ WIPAC มาก่อน ให้ไปทานข้าวที่บ้าน พี่เชอริใจดีทำอาหารไทยให้ทาน อร่อยมากๆ หายคิดถึงอาหารไทยไปได้เลย





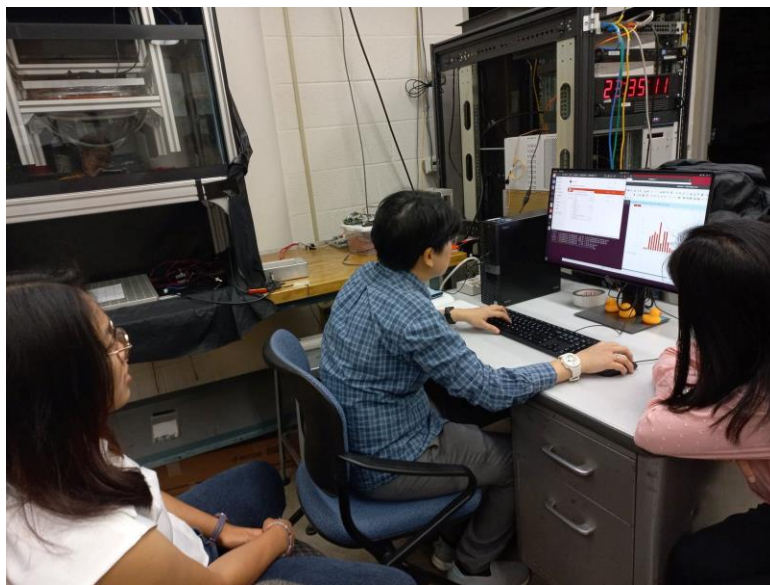
รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

27 มิถุนายน 2565 – 30 มิถุนายน 2565

อาทิตย์นี้ หลังจากเก็บข้อมูลที่ Chamberlin Hall อาทิตย์ที่แล้ว พวกเราได้ข้อมูลมาพอที่จะวิเคราะห์ประมาณหนึ่ง พวกเราจึงแบ่งงานกันวิเคราะห์ โดยฉันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสถิติของเครื่องไมโครคอนเทอร์เลอร์ ส่วนน้องเฟิร์นวิเคราะห์ Gaussian สำหรับข้อมูล เพื่อที่จะนำเสนอและช่วยกันแลกเปลี่ยนความเห็นกับ Jack และ Christ ในวันพรุ่งนี้

1 กรกฎาคม 2565

วันนี้เรามีนัดกับ Christ และ Jack ในการ Progress report สำหรับ Pencil Beam เรามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันสำหรับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ซึ่งปรากฏว่า Christ และ Jack ก็สนใจในผลที่พวกเราทำมาก โดยเฉพาะการวิเคราะห์ Gaussian สำหรับข้อมูล เพราะเราพบว่าบางช่วงของข้อมูลไม่ได้มีการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Gaussian แบบที่พวกเราคาดไว้ แต่อย่างไรก็ตาม สถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ Gaussian กับจากตัวของเครื่องไมโครคอนเทอร์เลอร์ก็มีค่าไปในแนวทางเดียวกัน Christ และ Jack ก็เสนอความถี่ที่จะเก็บข้อมูลให้มากขึ้น รวมถึงเราช่วยกันวางแผนการทดลองในอาทิตย์ต่อไปด้วย





รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

4 กรกฎาคม 2565

วันนี้เป็นวัน 4th of July หรือ Independence Day หรือเรียกง่าย ๆ ว่าวันชาติอเมริกันนั่นเอง แต่โซคร้ายที่วันนี้ฝนตกทั้งวันเลย พวกเราเลยได้แต่หลบฝนอยู่ที่หอ เลยเป็น 4th of July ที่เจียบเหงาสำหรับพวกเรามาก

5 กรกฎาคม 2565

เนื่องจากเมื่อวาน เป็นวัน 4th of July วันนี้ Jim Madsen ชวนพวกเราไปฉลองที่ cottage ของเขา และกิจกรรม



ที่ทำในวันนี้ ก็เป็นการนั่งเล่นโดมิโน และทานข้าวเย็นร่วมกัน ฉันทถาม Jim ว่าปกติที่อเมริกาจะทำอะไรในวัน 4th of July Jim ตอบว่าในแต่ละรัฐก็จะเฉลิมฉลองแตกต่างกันไป แต่สำหรับตัวเขาเองแล้ว 4th of July เป็นเหมือนวันที่ได้ใช้เวลาไปกับการพบเจอเพื่อนครอบครัว สำหรับเขาถือเป็นการเฉลิมฉลอง 4th of July ที่ดีที่สุดแล้ว

8 – 17 กรกฎาคม 2565

ช่วงนี้อาจารย์ฝนและพีคิมเดินทางไปที่เดอลาแวร์ เหลือฉันกับน้องเฟิร์นอยู่ที่เมดิสันกันสองคน แต่ถึงแม้อาจารย์จะไม่อยู่ แต่งาน Pencil Beam ก็ต้องดำเนินการต่อไป ช่วงนี้เราทดสอบอุปกรณ์กับ Filter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อนุญาตให้แสงผ่านได้ส่วนหนึ่งเท่านั้น Jack ช่วยเราหา Filter ที่มีอยู่ในแล็บ Ice cube ให้เรามาทดสอบกับอุปกรณ์ว่าการออกแบบวงจรของ Pencil Beam จะยังคงทำงานได้อยู่ไหมถ้ามี Filter ใส่เข้าไป จะมีการกระเจิงแสงที่เป็นปัญหา

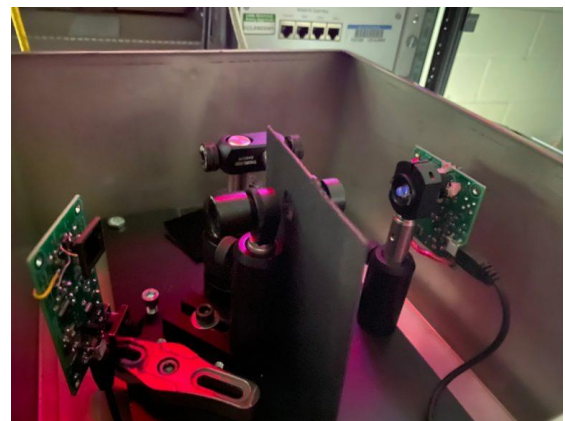
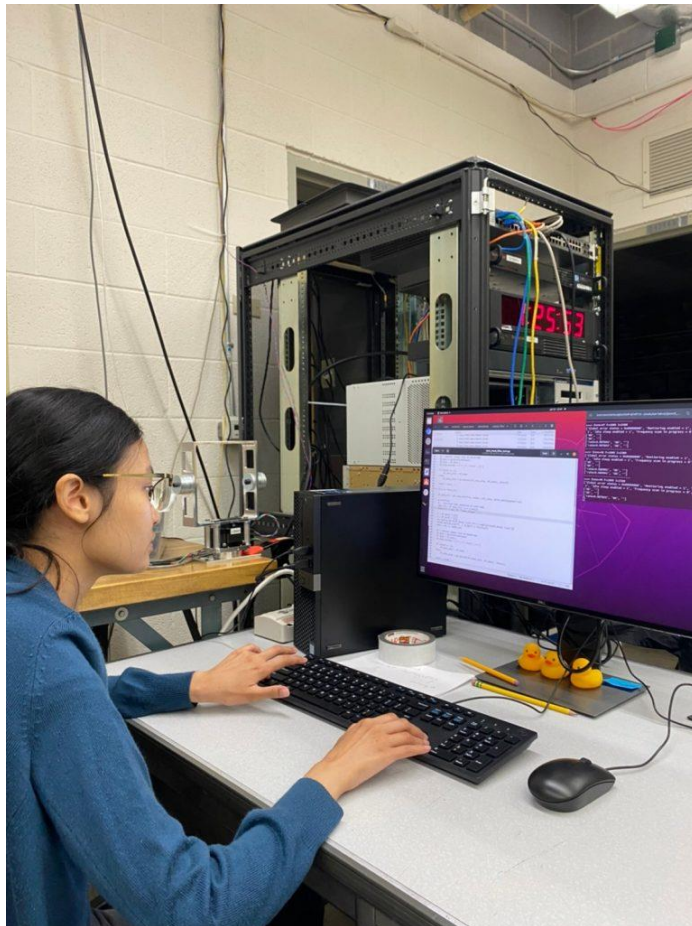


รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

หรือปล่าว เราใช้เวลาในการทดสอบกับอุปกรณ์ไปค่อนข้างมาก เพราะเหมือนใส่ Filter เข้าไปแล้วอุปกรณ์จะมีปัญหาในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์มากขึ้น ทำให้ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก

18 – 21 กรกฎาคม 2565

อาจารย์ฝนและพี่คิมกลับมาที่เมดิสันแล้วในอาทิตย์นี้ แต่โชคร้ายที่อาจารย์ฝนติดโควิดเข้า ทำให้ต้องกักตัว ฉันทกับน้องเฟิร์นก็กำลังยุ่งกับโปรเจก Pencil Beam เพราะพวกเราตั้งใจว่าจะให้เป็นอาทิตย์สุดท้ายสำหรับโปรเจกนี้ เพื่อที่จะได้เตรียมตัวกลับอาทิตย์หน้า ช่วงนี้เราเก็บข้อมูลได้มากพอสมควรแล้ว แต่จากการแลกเปลี่ยนความเห็นกับ Jack ให้ความเห็นว่ายังต้องเก็บข้อมูลต่อไปอีกหน่อย เราจึงเร่งเก็บข้อมูลกันเต็มที่ในช่วงนี้





รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลลัตทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

22 กรกฎาคม 2565

วันนี้ Progress report สำหรับ Pencil Beam เป็นวันสุดท้าย Christ และ Jack เองก็ค่อนข้างให้ feedback ที่ดีกับงานที่เราทำมา สำหรับฉันเองวันนี้เป็นวันที่มีความรู้สึกปนเปกันระหว่างดีใจที่งานเสร็จจุล่งไปได้ด้วยดี กับอีกอาทิตย์ต้องไปจากที่นี่แล้ว พวกเราอยู่ที่เมดิสันมาเกือบจะครบสองเดือนแล้ว รู้สึกใจหายเล็กๆเหมือนกันที่จะต้องจากไปจากเมืองนี้ เพราะเมดิสันเป็นเมืองที่เล็กๆ น่ารักมาก ล้อมรอบไปด้วยธรรมชาติ ทะเลสาบ ผู้คนก็น่ารัก เป็นกันเองมากๆ ฉันดีใจมากๆที่มีโอกาสได้มารู้จักกับเมืองที่น่ารักขนาดนี้

24 กรกฎาคม 2565

วันนี้เราได้รับเกียรติจากพีเชอร์รี่ และ Jim Haugen เชิญไปล่องเรือที่ Lake Monona เป็นครั้งแรกของฉันเลยที่ได้ลองขับเรือ นอกจากนี้พีเชอร์รี่ยังทำอาหารเลี้ยงส่งพวกเราด้วย เป็นปาร์ตี้ที่อบอุ่น น่ารักมาก



26 กรกฎาคม 2565

วันนี้พวกเราทำขนมไปฝาก Christ และ Jack เป็นการขอบคุณที่ช่วยดูแลเรามาตลอดสองเดือน โดยมีแม่ครัวคือพี่คิมและผู้ช่วยน้องเฟิร์นในการอบขนม ช่วงเย็นเราก็ได้รับเกียรติจาก Jim Madsen ในการเชิญไปทานอาหารเย็น



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทรา ย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

ร่วมกันที่คอนโดของ Jim เป็นสรุปโปรเจค Pencil Beam ไปในตัวด้วย ฉันรู้สึกดีใจและเป็นเกียรติมากๆ ที่ได้เป็นส่วนหนึ่งในโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์และทำออกมาได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดสองเดือนที่ผ่านมา หนึ่งในเบื้องหลังความสำเร็จในครั้งนี้นี้ต้องขอบคุณ Jim มากๆที่ให้โอกาสเราได้มาร่วมทำวิจัยกับไอซ์คิวบ์ ซึ่งเป็นกลุ่มวิจัยที่อยู่แนวหน้าระดับโลก ขอขอบคุณ Christ และ Jack ที่ช่วยดูแลเรามาตลอดสองเดือนรวมถึงให้โอกาสเราได้เข้าร่วมทำโปรเจค Pencil Beam ขอขอบคุณน้องเฟิร์น อาจารย์ฝน พีคิม ที่ร่วมทริปกันมาตั้งแต่อู่ที่ไทย ฉันคงไม่สามารถจบโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนได้อย่างงดงามและประสบความสำเร็จขนาดนี้ถ้าไม่มีทุกคนคอยช่วยเหลือ พวกเราจะต้องเตรียมตัวกลับไทยแล้วในช่วงเวลาที่เหลืออยู่อีกไม่กี่วันในเมดิสัน

27 - 28 กรกฎาคม 2565

เป็นสองวันที่พวกเราออกตามล่าของฝากกลับไทย ไม่ว่าจะเป็นร้านค้ารอบๆมหาวิทยาลัย รวมถึง Mall ที่อยู่นอกเมืองพวกเราก็ก่อไปตะลุยตามล่าหาของฝาก ยิ่งกะการไปตามล่าหาสมบัติอย่างไร้เงาอย่างจริงจังเลย

29 กรกฎาคม 2565

Jim Madsen ได้พาพวกเราไปเยี่ยมชม Physical Sciences Lab (PSL) ในวันนี้ โดย Jim ได้พาพวกเราไปดูเครื่องมือเจาะน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้ (driller) และพื้นที่ของแล็บที่ทำงานวิจัยในการสร้าง DOMs และ PMT ให้กับหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์. นอกจากนี้ PSL ยังเป็นสถานที่ในการทดสอบและอบรมการใช้อุปกรณ์ของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ก่อนที่จะขนส่งไปยังขั้วโลกใต้อีกด้วย นอกจากนี้พวกเรายังได้ช่วย Mark เพื่อนของ Jim ในสมัยวิทยาลัยในการสร้างอุปกรณ์สำหรับจัดแสดงโชว์อีกด้วย

30 กรกฎาคม 2565



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกิ้ลติพราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

วันสุดท้ายในเมดิสันแล้ว แอบใจหายอยู่นิดๆเหมือนกันว่าจะต้องกลับแล้ว วันนี้ฉันทักน้องเฟิร์นก็ตะลุมตะลองของฝากกันอีกวัน พวกเราแอบหาของที่ระลึกเล็กๆน้อยๆไปให้ Jim ด้วย เพื่อเป็นการขอบคุณที่ช่วยดูแลเรามาตลอด หวังว่า Jim จะชอบ Surprise ของพวกเรานะ

31 กรกฎาคม 2565

วันนี้พวกเราออกจากเมดิสันแต่เช้าเพื่อเดินทางไปชิคาโก สำหรับเตรียมตัวกลับไทยในวันรุ่งขึ้น เพราะเราบินเที่ยวบินที่ออกจากชิคาโกในตอนเช้า เราจึงวางแผนจะไปพักที่ชิคาโก ในวันนี้ ถือโอกาสไปเที่ยวชิคาโกไปด้วยในตัว Jim ขับรถมาส่งเราที่ป้ายรถเมล์ และดูเหมือน Surprise ของพวกเราจะประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี หลังจากลากันกับ Jim แล้ว





รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวทรีโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูผาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

เราก็ใช้เวลาเดินทางสามชั่วโมงจากเมดิสันไปชิคาโก หลังจาก Check in โรงแรม พวกเราก็ไปเที่ยวในตัวเมืองชิคาโก เป็นเมืองใหญ่ที่ให้บรรยากาศแตกต่างจากเมดิสันมากเลยทีเดียว แต่ขนาดในเมืองใหญ่อย่างชิคาโก ยังมีพื้นที่สีเขียวอยู่รอบเมือง อยากให้ประเทศไทยมีพื้นที่สีเขียวแบบนี้บ้าง

1 สิงหาคม 2565

วันนี้พวกเราบินกลับไทยตั้งแต่เช้าเลย ชีวิตสองเดือนนี้เหมือนกับความฝันเลย เป็นสองเดือนที่ได้เรียนรู้อะไรมากมาย พบเจอผู้คนใหม่ๆ สถานที่ใหม่ๆ ประสบการณ์ใหม่ๆมากมาย เป็นสองเดือนที่จะเป็นความทรงจำและบทเรียนอันยิ่งใหญ่สำหรับฉัน ลาก่อนนะอเมริกา ขอคุณมากๆสำหรับประสบการณ์ดีๆที่ผ่านมา



รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

ภาคผนวก



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสิดทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

8. ภาคผนวก

Pencil Beam Project

โปรเจกต์ Pencil Beam เกิดขึ้นจากหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์ที่ตั้งอยู่ขั้วโลกใต้ที่ว่าในการตรวจจับอนุภาคที่มายังเครื่องมือตรวจวัด เนื่องจากหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์มีการนำเซนเซอร์ตรวจวัดไปติดตั้งไว้ที่ใต้พื้นน้ำแข็ง อนุภาคนั้นจะมาถึงเซนเซอร์ได้ต้องผ่านชั้นน้ำแข็งมาก่อน แต่ชั้นน้ำแข็งที่ขั้วโลกใต้มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทำให้การที่จะวิเคราะห์ข้อมูลอนุภาคที่เข้ามาถึงเซนเซอร์ จะต้องพิจารณาคุณสมบัติน้ำแข็งร่วมด้วย ซึ่ง Pencil Beam เป็นเครื่องมือในการศึกษาน้ำแข็งในบริเวณเซนเซอร์ที่ขั้วโลกใต้ โดยมีแนวคิดที่จะยิงแสงไปยังน้ำแข็งบริเวณเซนเซอร์ และใช้โฟโตไดโอดตรวจจับแสงที่ยิงมา เพื่อที่จะหาว่าแสงที่ยิงออกมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปอย่างไร เพื่อสร้างแบบจำลองของน้ำแข็งในบริเวณเซนเซอร์ที่ขั้วโลกใต้ได้

อุปกรณ์ Pencil Beam ประกอบไปด้วยสองส่วนหลักๆคือ ส่วนของ LED ที่ทำหน้าที่ปล่อยแสงออกมาในความเข้มแสงที่เราต้องการ โดยแสงที่ปล่อยออกมาจากหลอด LED จะถูกทำให้ผ่านเลนส์จนมีลำแสงเป็นเส้นตรง เส้นผ่านศูนย์กลาง 11 มิลลิเมตร หลอด LED จะถูกควบคุมโดยวงจรที่เรียกว่า Flasher ซึ่งจะปล่อยแสงออกมาเป็น pulse ความยาวประมาณ 1 นาโนวินาที ความสว่างของ LED ถูกควบคุมโดยการเปลี่ยน “bias voltage” ของวงจร Flasher ผ่าน digital-to-analog converter (DAC) ซึ่งถูกตั้งค่าไว้ที่ 0 – 4095 ซึ่งจะสัมพันธ์กับ “bias voltage” ที่ 0 – 24 โวลต์

ส่วนที่สองคือ Photodiode ซึ่งจะเป็นตัวรับสัญญาณที่ถูกปล่อยออกมาจากตัว LED โดยเราจะสามารถคำนวณหาค่า photons/pulse จาก photodiode ได้จาก

$$N = \frac{I_{PD}}{\eta_{\lambda} E_{\lambda}^{\gamma} f}$$

โดยที่ N = photons per pulse



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

η_λ = photodiode efficiency at wavelength λ [A/W]

E^ν_λ = energy of a photon of wavelength λ [J]

f = pulse frequency [Hz]

I_{PD} = photodiode current [A] ซึ่งหาได้จาก

$$I_{PD} = \alpha * C_{signal}$$

โดยที่ α = conversion factor [A / ADC-count] = 16.3 fA / ADC-count (1 fA = 10^{-15} A)

C_{signal} = ADC counts produced by LED = C_{on} (ADC counts with LED on) - C_{off} (ADC counts with LED off)

จุดประสงค์

ต้องการจะทดสอบการทำงานของวงจรถ่าย โดยต้องการทดสอบว่าจะไม่เกิดการกระเจิงแสง (Saturation) ในวงจรถ่าย
ออกแบบ

วิธีการทดลอง

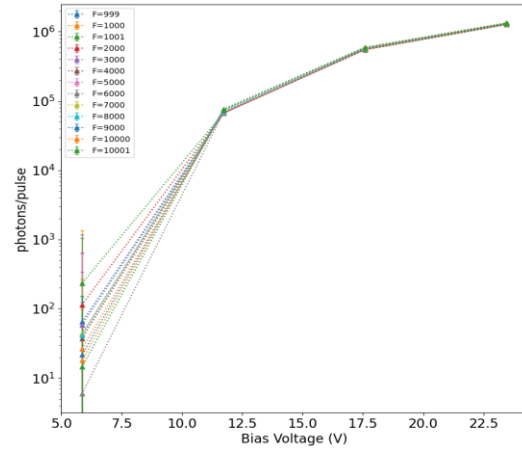
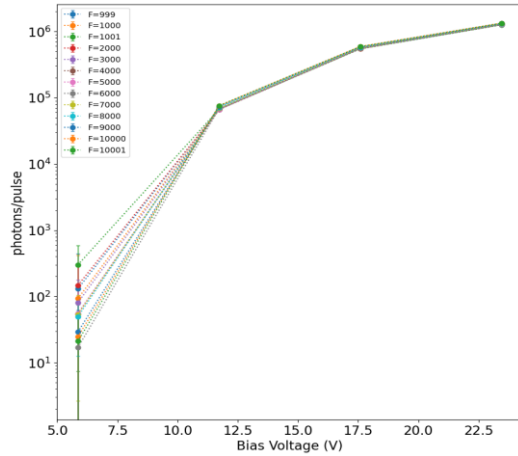
เขียนโปรแกรมเพื่อสื่อสารกับวงจรถ่าย LED และ Photodiode เพื่อที่จะเก็บข้อมูลที่มีความเข้มแสงต่างๆกัน จากนั้นนำ
ข้อมูลมาวิเคราะห์ว่าจะเกิดการ Saturation หรือไม่

ผลการทดลอง

จากการทดลองปรับ Bias Voltage เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ Photons/pulse ของ Photodiode ที่ Bias
Voltage ที่แตกต่างกันไป พบว่า Photons/pulse เพิ่มขึ้นหลังจากที่เราปรับ Bias Voltage เพิ่มขึ้น ตามภาพที่
26 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่เราคาดไว้ และนอกจากนี้เราพบว่าที่ Bias Voltage น้อยกว่า 12 V ผลของ
Photons/pulse ของ Photodiode จะแตกต่างกันตามความถี่ที่เปลี่ยนไป ในขณะที่ Bias Voltage มากกว่า 12
V Photons/pulse จะไม่ขึ้นกับความถี่ นอกจากนี้เรายังพบว่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ Gaussian กับจากตัว
ของเครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าไปในแนวทางเดียวกัน

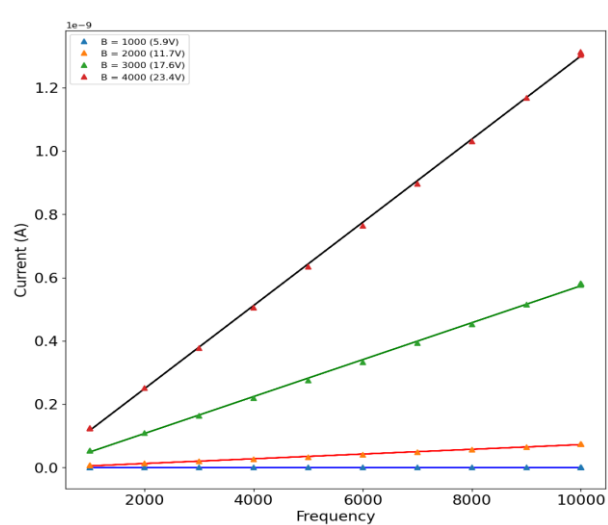
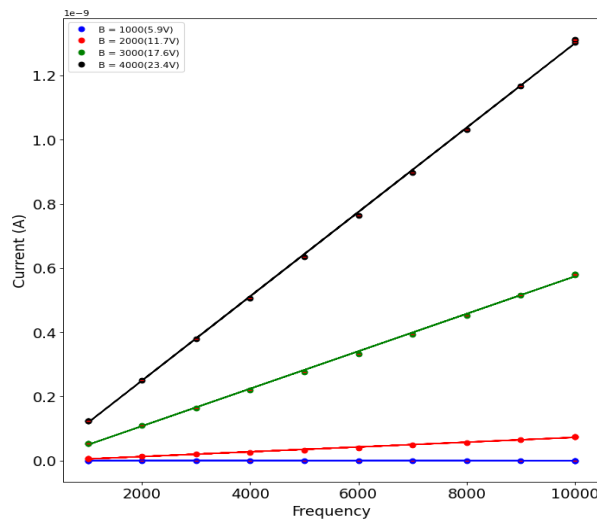


รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสตีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 26 Photons/pulse Vs Bias voltage สถิติจากเครื่องไมโครคอนเทอร์เลอร์ (ซ้าย) และจากการวิเคราะห์ Gaussian (ขวา)

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความถี่ พบว่ามีแนวโน้มเป็นเส้นตรง ความชันแตกต่างกันตาม Bias Voltage ตามภาพที่ 27



รูปที่ 27 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและความถี่ สถิติจากเครื่องไมโครคอนเทอร์เลอร์ (ซ้าย) และจากการวิเคราะห์ Gaussian (ขวา)



รายงาน	โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565

นอกจากนี้ เรายังทำการทดลองหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ Pencil Beam โดยการเพิ่ม Filter เข้าไประหว่างหลอด LED และ Photodiode Filter ที่เราใช้ในการทดลองในครั้งนี้ มีลักษณะเป็นแก้วที่เคลือบด้วยวัสดุบางอย่างที่ทำให้มีคุณสมบัติสะท้อนแสงส่วนมากที่มาตกกระทบไป และยอมให้แสงบางส่วนผ่านเท่านั้น ซึ่งแสงที่ Filter ยอมให้ผ่าน สามารถคำนวณได้จาก

$$P_{after} = T * P_{before}$$

โดยที่ P = light intensity

T = transmission factor ซึ่งคำนวณได้จาก

$$T_{nominal} = 10^{-OD}$$

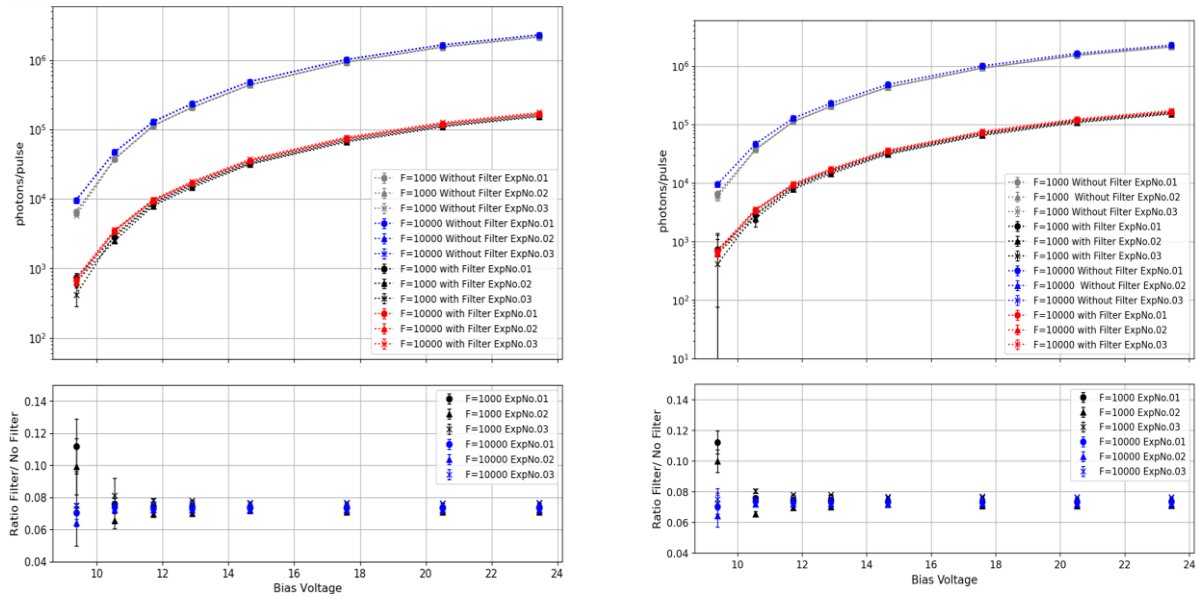
โดยที่ $T_{nominal}$ = nominal transmission factor (not exact)

OD = optical density of filter ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ ใช้ค่า $OD = 1.5$ ดังนั้น ค่า transmission factor ที่คาดหวังคือ $T = 10^{-1.5} = 0.0316$

เราทำการทดลอง โดยการปรับค่า Bias Voltages ให้ได้ค่า photons/pulse ประมาณ 10^5 จากนั้นทำการเก็บข้อมูล photons/pulse จาก Photodiode เพื่อที่จะเปรียบเทียบกันระหว่างการทดลองที่มี Filter กับไม่มี เพื่อที่จะทดสอบว่า Photodiode มีการ Saturation หรือไม่ ผลการทดลองตามภาพที่ เราพบว่าไม่มีการ Saturation ของ Photodiode แต่เราพบค่า transmission factor ของ Filter มีค่าอยู่ที่ 0.07 มากกว่าที่คาดหวังไว้ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะการผลิต Filter จากโรงงานที่จะทำให้มีค่าคาดเคลื่อนได้ และ Filter ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้มีความเก่าค่อนข้างมาก จึงอาจจะเกิดความคลาดเคลื่อนตรงนี้ได้



รายงาน	โครงการนศึกษาภาคฤดูร้อนของหอสังเกตการณ์นิวตริโนไอซ์คิวบ์
จัดทำโดย	น.ส.เกสดีทราย ภูมาคุณ
วันที่	1 มิถุนายน 2565 – 31 กรกฎาคม 2565



รูปที่ 28 (บน) Photons/pulse ของ Photodiode ระหว่างที่ไม่มี Filter (สีน้ำเงิน) และมี Filter (สีแดง) (ล่าง) ความสัมพันธ์ของ Photons/pulse ระหว่างที่มี Filter และไม่มี Filter สถิติจากเครื่องไมโครคอนโทรลเลอร์ (ซ้าย) และจากการวิเคราะห์ Gaussian (ขวา)