

รายงานการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน

# CERN Summer Student Programme 2019

ระหว่างวันที่ 3 มิถุนายน - 9 สิงหาคม 2562

ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส

นายธนัท เปี่ยมสุวรรณ

ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3

ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



## คำนำ

รายงานฉบับนี้ได้รวบรวมข้อมูล รายละเอียดการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น ประจำปี พ.ศ. 2562 (CERN Summer Student Programme 2019) ของนายธนัท เปี่ยมสุวรรณ นักศึกษาภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่วันที่ 3 มิถุนายน – 9 สิงหาคม 2562 ณ องค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป (เซิร์น) กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส โดยเนื้อหาประกอบด้วยรายละเอียดของโครงการ การเยี่ยมชมสถานที่ การเข้าร่วมฟังการบรรยาย โครงการที่ร่วมทำกับเซิร์น และบันทึกประจำวัน

ข้าพเจ้าหวังว่า รายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจทางด้านฟิสิกส์พลังงานสูง ผู้ที่จะเตรียมตัวเดินทางไปร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น ในปีต่อ ๆ ไป ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับอุดมศึกษาทั้งทางด้านฟิสิกส์และวิศวกรรมศาสตร์ หรือผู้ที่สนใจทั่วไป

นายธนัท เปี่ยมสุวรรณ

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้า นายธนัท เปี่ยมสุวรรณ นักศึกษาภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ทรงพระราชทานโอกาสให้ข้าพเจ้าเป็นหนึ่งในตัวแทนนักศึกษาในการเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์น ประจำปี พ.ศ. 2562 ข้าพเจ้าจะนำประสบการณ์ที่ได้ร่วมงานกับนักวิจัยระดับโลก มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และการพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านวิชาการต่อไป

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.นฤพนธ์ ฉัตรทิพาล ผศ. ดร.จิรกานต์ นันแก้ว และ ผศ. ดร.นิรุฒ ผุสดี จากภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่คอยให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุน ข้าพเจ้าตลอดมา ตั้งแต่ก่อนการตัดสินใจสมัครเข้าร่วมโครงการ การสมัครเข้าร่วมกับโครงการ ไปจนถึงระหว่างการศึกษาที่เชิร์น

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ ที่ช่วยประสานงานกับกลุ่ม CMS ของเชิร์น เพื่อให้ข้าพเจ้าได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการวิจัยในกลุ่มทดลองนี้ รวมทั้งคอยชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษาในการดำเนินชีวิต ระหว่างการเตรียมตัวและระหว่างการศึกษาที่เชิร์น รวมไปถึงให้คำแนะนำในการปรับตัวให้เข้ากับสังคมและสถานที่ท่องเที่ยวที่น่าสนใจในยุโรป

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ Albert de Roeck และ Haifa Rejeb Sfar ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าในขณะที่ยังฝึกงานกับกลุ่มทดลอง CMS ที่คอยแนะนำให้มีความรู้และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโครงการ จนโครงการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมไปถึงคุณ Eszter Badinova ที่คอยประสานงานให้กับนักเรียน Non Member State ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบโครงการ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ที่จัดโครงการอบรมฟิสิกส์อนุภาค ณ โรงเรียนกำเนิดวิทย์ จังหวัดระยอง ให้แก่นักเรียน นักศึกษา ครูมัธยม และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อข้าพเจ้าในการเตรียมความพร้อมก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมในครั้งนี้ อีกทั้งโครงการเตรียมความพร้อมในการนำเสนอเป็นภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำรายงานความก้าวหน้าก่อนจบโครงการ

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ องค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป (เชิร์น) ที่ได้จัดโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์น อย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี ทำให้นักศึกษาจากทั่วโลกได้มีโอกาสเข้ามาเรียนรู้ร่วมทำงานวิจัย และหาประสบการณ์สำหรับการทำงานในอนาคตต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น ประจำปี พ.ศ. 2562	1
1.1 จุดประสงค์ของโครงการ	1
1.2 การเข้าเยี่ยมชม	1
1.3 CMS Induction Course	3
1.4 การบรรยาย	4
1.5 การนำเสนอโครงงาน	6
1.6 กิจกรรมอื่น ๆ	7
1.7 การขยายผล	8
บทที่ 2 โครงงานที่ทำร่วมกับเซิร์น	9
2.1 ROOT Data Analysis Framework	9
2.2 Right-handed Neutrino หรือ Heavy Neutral Lepton (HNL)	9
2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับตัวโครงงานที่ทำร่วมกับเซิร์น	10
2.4 รายงานการทำงาน	12
บทที่ 3 บันทึกประจำวัน	17
ประวัติส่วนบุคคล	58

## บทที่ 1

### โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น ประจำปี พ.ศ. 2562

#### 1.1 จุดประสงค์ของโครงการ

โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น จัดขึ้นเพื่อเปิดโอกาสให้กับนักศึกษาที่มีความสนใจทางด้านฟิสิกส์ คอมพิวเตอร์ และวิศวกรรม ได้เข้ามาร่วมเรียนรู้และเป็นส่วนหนึ่งของทีมวิจัยระดับโลก เพื่อเป็นการเสริมสร้างประสบการณ์และความรู้ใหม่ ๆ โดยนักศึกษาผู้ที่ได้รับคัดเลือกจะได้ใช้ชีวิตอยู่ที่เซิร์น ในสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้มีการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมและความรู้กับนักวิทยาศาสตร์และเพื่อน ๆ ผู้มีความสนใจคล้ายคลึงกันจากหลากหลายประเทศ

นอกจากนี้ ยังมีการเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ ภายในเซิร์น และการบรรยายของผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ เช่น ฟิสิกส์อนุภาค เครื่องเร่งอนุภาค และ Detector มีการจัดกิจกรรมการนำเสนอผลงานซึ่งเปิดโอกาสให้นักศึกษา ในโครงการได้ร่วมแบ่งปันความรู้ที่ได้รับจากการทำโครงการในระหว่างที่อยู่ที่เซิร์นอีกด้วย

#### 1.2 การเข้าเยี่ยมชม (Visit)

ในช่วงต้นของโครงการจะมีการจัดให้เยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งจัดไว้ให้กับนักศึกษาทุกคนที่เข้าร่วมโครงการ สำหรับการเข้าเยี่ยมชมนั้นจะถูกจัดขึ้นให้อยู่ในช่วงเวลาที่นักศึกษาแต่ละคนเดินทางมาถึง สถานที่ต่าง ๆ ที่ทางเซิร์นจัดให้สำหรับนักศึกษาภาคฤดูร้อนเข้าเยี่ยมชม มีทั้งหมด 4 แห่ง ดังนี้

##### 1.2.1 Data Centre

ศูนย์ข้อมูลกลางของเซิร์น เป็นหัวใจสำคัญในการดำเนินงานทั้งหมดของเซิร์น ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยหรือการบริการอื่น ๆ เช่น อีเมล การประชุมทางไกล ทั้งหมดถูกจัดการผ่านศูนย์ข้อมูลกลางแห่งนี้ ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ว่าอินเทอร์เน็ตมีจุดกำเนิดเริ่มต้นที่นี่เพื่อใช้ในการทำการวิจัยทางด้านฟิสิกส์นิวเคลียร์ และด้วยข้อมูลปริมาณมหาศาลที่ต้องถูกประมวลผลในแต่ละวินาที เป็นตัวบ่งบอกถึงความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของสถานที่แห่งนี้เป็นอย่างมาก ภายในมีพิพิธภัณฑ์สำหรับจัดแสดงอุปกรณ์เก่า ๆ ไม่ว่าจะเป็นแผ่นดิสก์เก็ตที่ถูกใช้ในการเก็บข้อมูล คอมพิวเตอร์ และตัวประมวลผลต่าง ๆ



รูปที่ 1 เยี่ยมชม Data Centre

### 1.2.2 Antiproton Decelerator

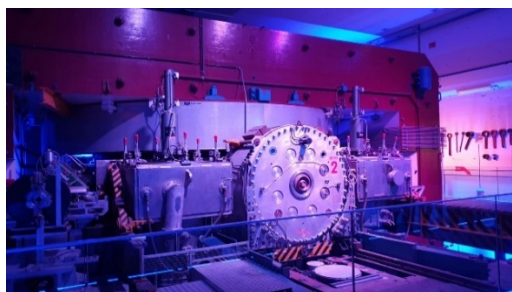
เครื่องชะลอความเร็วแอนติโปรตอน สามารถสร้างปฏิยานุภาคของโปรตอนพลังงานต่ำ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้ต่อไป ทั้งนี้ต้องใช้สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าในการกักเก็บปฏิยานุภาคไว้ มิเช่นนั้นปฏิยานุภาคอาจจะเคลื่อนที่เข้าไปชนกับผนังและเกิดการ Annihilate กับอนุภาคซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังภาชนะได้



รูปที่ 2 เยี่ยมชม Antiproton Decelerator

### 1.2.3 Synchrocyclotron

Synchrocyclotron นับเป็นเครื่องเร่งอนุภาคเครื่องแรกของเซิร์น ถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1957 เพื่อใช้ในการทดลองทางด้านฟิสิกส์อนุภาคและฟิสิกส์นิวเคลียร์ ปัจจุบันหยุดการทำงานลงและถูกจัดแสดงให้กับผู้สนใจทั่วไป หนึ่งในบทบาทสำคัญของ Synchrocyclotron คือการค้นพบการสลายตัวเป็นอิเล็กตรอนของอนุภาคโพออน



รูปที่ 3 Synchrocyclotron ซึ่งปัจจุบันได้เลิกใช้งานแล้ว

### 1.2.4 ATLAS Visitor Centre

ATLAS เป็นหนึ่งใน 4 อุปกรณ์ตรวจวัดของเซิร์นที่ถูกติดตั้งเข้ากับ Large Hadron Collider (LHC) ของเซิร์น เป็นอุปกรณ์ที่เน้นการตรวจวัดในแนว Transverse (ด้านข้างของลำอนุภาค) ATLAS ตั้งอยู่ตรงข้ามฝั่งถนนกับ Meyrin Site ของเซิร์น ซึ่งไม่ไกลจากออฟฟิศของนักศึกษาโครงการภาคฤดูร้อนมากนัก สำหรับส่วนที่เปิดให้แก่ผู้ที่สนใจทั่วไปได้เข้าชมจะอยู่ด้านหลัง Globe ซึ่งเป็นหนึ่งในตึกพิพิธภัณฑน์ของเซิร์น ภายในจะมีการจัดแสดงอุปกรณ์ประมวลผล และ Detector ที่ใช้ในการทดลองจริง และยังมีส่วนที่สามารถมองเข้าไปเห็นห้องควบคุมของ ATLAS ซึ่งจะทำให้เห็นการทำงานจริงของเจ้าหน้าที่ในนั้น เป็นที่น่าเสียดายในช่วงเวลาที่ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการนั้นเป็นช่วง Long Shutdown 2 (LS2) ทำให้ในห้องนั้นมีเพียงเจ้าหน้าที่ไม่กี่คนและไม่มีอะไรที่น่าสนใจเกิดขึ้นมากนัก



รูปที่ 4 ATLAS Control Room

## 1.3 CMS Induction Course

เป็นกิจกรรมสำหรับการแนะนำสิ่งต่าง ๆ ใน CMS ให้กับผู้ที่เดินทางมาเข้าร่วมงานวิจัยที่ CMS ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษา นักวิจัยทั่วไป รวมไปถึงนักศึกษาโครงการภาคฤดูร้อน เนื่องจากข้าพเจ้าทำงานอยู่ในกลุ่ม CMS อาจารย์นรพัทธ์ จึงแนะนำให้ข้าพเจ้าไปเข้าร่วมการอบรม CMS Induction Course ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

### 1.3.1 การบรรยาย

เป็นการบรรยายทั่วไปเกี่ยวกับ CMS ตั้งแต่ประวัติความเป็นมา การทำการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล Trigger ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ Detector ไม่ว่าจะเป็น Tracker, ECAL, HCAL และ Muon Detector รวมไปถึงแผนในการพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ CMS และ offline data preparation and computing ซึ่งเป็นการบรรยายโดยอาจารย์นรพัทธ์

### 1.3.2 การเยี่ยมชม Point 5

เป็นการเยี่ยมชม CMS Detector ของจริงที่ Point 5 ในฝั่งฝรั่งเศส CMS เป็น 1 ใน 4 อุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งเข้ากับ Large Hadron Collider (LHC) ของเซิร์น ซึ่งเป็น Detector ที่เน้นการตรวจวัดในแนว Transverse เช่นเดียวกับ ATLAS แม้จะมีขนาดเล็กกว่า ATLAS แต่มีน้ำหนักที่หนักกว่ามาก ในระหว่างการเยี่ยมชม Point 5 นี้ ข้าพเจ้าได้มีโอกาสลงไปเยี่ยมชมตัว CMS Detector

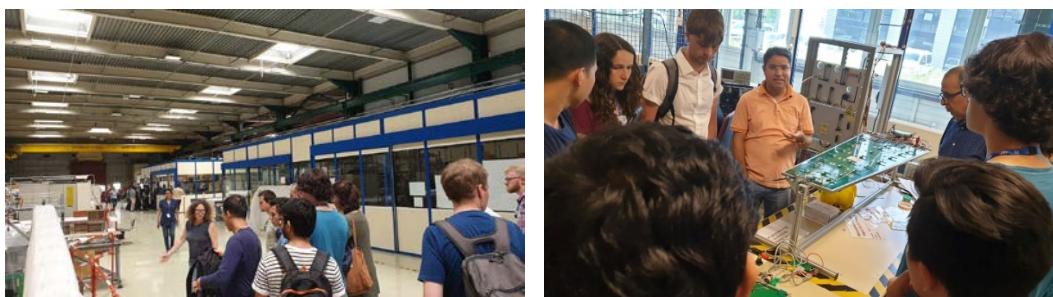
ของจริงที่ชั้นใต้ดิน แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ข้าพเจ้าไม่สามารถเข้าไปเยี่ยมชม Control Room ของ CMS ได้ เนื่องจากเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ 1 สัปดาห์ก่อนที่ข้าพเจ้าจะเดินทางถึงสมาพันธ์รัฐสวิส



รูปที่ 5 เยี่ยมชม CMS Detector ณ Point 5

### 1.3.3 การเยี่ยมชม Preveessin Site

เป็นการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการที่ทำการพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของตัว CMS Detector โดยห้องปฏิบัติการที่ข้าพเจ้าไปเยี่ยมชมนั้นกำลังทำการพัฒนาอุปกรณ์ Cathode Strip Chamber (CSC), Hadron Calorimeter และ Gas Electron Multiplier (GEM) อยู่



รูปที่ 6 เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการที่ Preveessin Site

### 1.4 การบรรยาย

ทางโครงการได้จัดการบรรยาย เพื่อเป็นการให้ความรู้เพิ่มเติมสำหรับนักศึกษาที่มาเข้าร่วม โครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์น โดยจัดการบรรยายขึ้นระหว่างวันที่ 2 กรกฎาคม – 2 สิงหาคม 2562 ในวันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 09.00 – 12.00 น. โดยส่วนใหญ่จะมีการบรรยาย 3 หัวข้อต่อวัน โดยแบ่งเป็นช่วงละ 45 นาที มีการเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม 15 นาที และอีก 15 นาที เป็นช่วงเวลาพักระหว่างการบรรยาย การบรรยายนั้นครอบคลุมหลากหลายหัวข้อ ไม่ว่าจะเป็น ฟิสิกส์อนุภาค ฟิสิกส์นิวเคลียร์ เครื่องเร่งอนุภาค (Detector), Standard Model การประยุกต์ใช้ ฟิสิกส์อนุภาคในการแพทย์และอื่น ๆ โดยการบรรยายนั้นจะมีการบันทึกเป็นวิดีโอให้นักศึกษาสามารถเข้าไปดูย้อนหลังได้ ถึงแม้ว่าข้าพเจ้าจะเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี แต่ก็ยังเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีเท่านั้น ประกอบกับเวลาอันสั้นและผู้ฟังที่มีพื้นฐานที่แตกต่างกัน ข้าพเจ้ารู้สึกว่าการบรรยายนั้นเร็วและมีเนื้อหาที่ยากเกินไป ทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถเก็บรายละเอียดได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามก็ดี



การเข้าร่วมฟังการบรรยายนี้ทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเซิร์น และเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการศึกษาต่อในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกต่อไป

หัวข้อการบรรยายมีดังต่อไปนี้

- Introduction Presentation
- Particle World
- Detectors
- Foundation of Statistics
- Accelerator Technology Challenges (Part 1: Magnet Superconductivity)
- Theoretical Concepts in Particle Physics
- Presentation by the CERN Director for Research and Computing
- Particle Accelerators and Beam Dynamics
- Electronics, DAQ and Triggers
- The Standard Model
- From Raw Data to Physics and Results
- Making Predictions at Hadron Colliders
- Accelerator Technology Challenges (Part 2: RF Superconductivity)
- Heavy Ions
- Astroparticle Physics
- Experimental Physics at Hadron Colliders
- Introduction to Cosmology
- Beyond Standard Model
- Accelerator Technology Challenges (Part 3: Accelerator Operation and Design Challenges)
- What is String Theory?
- Nuclear Physics at CERN
- Flavour Physics
- Physics and Medical Applications
- Experimental Physics at Lepton Colliders
- Future High-Energy Collider Projects
- Antimatter in the Lab
- Closing Lecture



รูปที่ 7 บรรยากาศการรับฟังการบรรยาย

## 1.5 การนำเสนอโครงการ

ทางโครงการได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้นำเสนอผลงานที่ตนเองได้รับมอบหมายให้ทำระหว่างที่เข้าร่วมโครงการให้กับนักศึกษาคนอื่น ๆ ได้รับฟัง เพื่อเป็นการเพิ่มประสบการณ์และแบ่งปันองค์ความรู้ให้กับนักศึกษาคนอื่น ๆ ภายในโครงการ ซึ่งทางโครงการได้จัดให้มีการนำเสนอหลากหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

### 1.5.1 การนำเสนอแบบบรรยาย (Oral Presentation)

การนำเสนอแบบบรรยายจะถูกจัดขึ้นที่ Main Auditorium เป็นเวลา 3 วัน ตั้งแต่วันที่ 5 – 7 สิงหาคม 2562 โดยการนำเสนอแบบบรรยายนี้จะถูกบันทึกในรูปแบบวิดีโอและสามารถเข้าไปดูย้อนหลังได้ผ่านทางเว็บไซต์ของทางโครงการได้

### 1.5.2 การนำเสนอแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

การนำเสนอแบบโปสเตอร์นั้นนักศึกษาจะต้องออกแบบโปสเตอร์ของตนเอง เพื่อใช้ในการนำเสนอโครงการที่ตนเองได้ทำในขณะที่อยู่ในโครงการ โดยผู้นำเสนอจะต้องยื่นเฝ้าโปสเตอร์ของตนเองและรอให้ผู้ที่มีความสนใจเข้ามาซักถาม ซึ่งจะมีคณะกรรมการเดินดูตามจุดต่าง ๆ

### 1.5.3 การนำเสนอใน CMS Group Meeting

เป็นการนำเสนอในลักษณะเดียวกับการนำเสนอแบบบรรยาย แต่จะเปลี่ยนกลุ่มผู้รับฟังจากนักศึกษาด้วยกันเป็นบุคลากรใน CMS แทน ซึ่งแน่นอนว่าจะทำให้มีความเข้มข้นมากขึ้นกว่าการนำเสนอแบบบรรยายของนักศึกษามาก

## 1.6 กิจกรรมอื่น ๆ

### 1.6.1 Summer Student Welcome Drink

เป็นการเลี้ยงต้อนรับนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการ ถูกจัดขึ้นที่โรงอาหาร R2 ซึ่งทางโครงการได้จัดกิจกรรมนี้ขึ้น เพื่อให้ให้นักศึกษาในโครงการจากแต่ละประเทศได้มีโอกาสพบปะสังสรรค์และทำความรู้จักกัน โดยมีเครื่องดื่ม เช่น น้ำอัดลม น้ำผลไม้ เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ต่ำและอาหารว่างจัดเตรียมไว้ให้



รูปที่ 8 บรรยากาศของ Summer Student Welcome Drink

### 1.6.2 CERN Summer Student Football Team

จะมีนักศึกษาในโครงการบางกลุ่มได้ไปติดต่อกับชมรมฟุตบอลของเซิร์น เพื่อทำการจัดการแข่งขันฟุตบอลเล็ก ๆ ในตอนเย็น และเนื่องจากข้าพเจ้ามีความชื่นชอบในกีฬาฟุตบอลทำให้ข้าพเจ้าได้ไปเข้าร่วมแข่งขันฟุตบอลกับเพื่อน ๆ ในบางครั้ง



รูปที่ 9 ทีมฟุตบอลเฉพาะกิจ Summer Student

## 1.7 การขยายผล

### 1.7.1 การจัดทำรายงานให้กับมหาวิทยาลัยต้นสังกัด

ข้าพเจ้าจะจัดทำรายงานสรุปประสบการณ์ องค์ความรู้ และโครงการที่ได้ทำในระหว่างการแข่งขันโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเชิร์น ให้กับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่อันเป็นมหาวิทยาลัยต้นสังกัดของข้าพเจ้า

### 1.7.2 การนำโครงการไปนำเสนอในการสัมมนาภายในมหาวิทยาลัยต้นสังกัด

ข้าพเจ้าจะนำโครงการที่ได้ไปนำเสนอในการสัมมนาของภาควิชา เพื่อเป็นการแบ่งปันประสบการณ์ และองค์ความรู้ที่ข้าพเจ้าได้รับจากการทำโครงการ ไปเผยแพร่ให้กับนักศึกษาในภาควิชาคนอื่น ๆ และเป็นแรงบันดาลใจให้กับนักศึกษารุ่นน้องที่มีความสนใจในการสมัครเข้าร่วมโครงการในปีถัดไป

## บทที่ 2

### โครงการที่ทำร่วมกับเซิร์น

#### 2.1 ROOT Data Analysis Framework

ROOT เป็น Framework ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ออกแบบโดยเซิร์น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากการทดลองใน Large Hadron Collider โดย ROOT จะมีองค์ประกอบหลายส่วนที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกให้กับนักฟิสิกส์อนุภาคในการใช้วิเคราะห์ข้อมูล

หัวใจสำคัญที่ทำให้ ROOT มีเอกลักษณ์ คือการจัดการข้อมูลโดยให้ TTree ซึ่งเป็น Class ชนิดหนึ่งที่ทำกรแบ่งส่วนย่อยของข้อมูลต่าง ๆ ออกเป็นกิ่งก้านสาขามากมาย โดยแต่ละสาขานั้นจะมีข้อมูลย่อยของการชนแต่ละครั้งของอนุภาคเก็บไว้ เมื่อทำการดึงข้อมูลมาใช้งานนั้นก็สามารถเลือกที่จะดึงข้อมูลย่อยใด ๆ ของการชนครั้งหนึ่ง ๆ ออกมาก็ได้ ไม่ว่าจะเป็น Transverse Momentum ( $P_t$ ) หรือ Impact Parameter เป็นต้น

#### 2.2 Right-handed Neutrino หรือ Heavy Neutral Lepton (HNL)

ใน Standard Model ซึ่งเป็นหัวใจของฟิสิกส์อนุภาคมานานนั้น แม้ว่าจะสามารถใช้อธิบายหรือทำนายผลการทดลองต่าง ๆ ที่เคยมีมาได้ แต่ก็ยังคงมีจุดบกพร่องมากมาย ทำให้มีความพยายามที่จะแก้ไข Standard Model ให้มีความครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้น เราเรียกทฤษฎีต่าง ๆ เหล่านี้ว่า Beyond the Standard Model

ปัญหาต่าง ๆ บางส่วนที่ Standard Model ยังไม่สามารถถูกนำมาใช้อธิบายได้ คือ

- **มวลและการสั่นของนิวตริโน** เป็นที่ทราบกันมาไม่นานนี้ว่านิวตริโนนั้นมีมวล ซึ่งผิดไปจากที่คาดคะเนไว้ใน Standard Model นอกจากนี้ นิวตริโนซึ่งมีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น อิเล็กตรอนนิวตริโน มิวออนนิวตริโน และทาวออนนิวตริโน สามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างกันด้วยกระบวนการที่เรียกว่าการสั่นของนิวตริโน
- **สสารมืด** คือ สสารที่ถูกคาดคะเนว่าเป็นส่วนประกอบ 85% ของเอกภพ ซึ่งยังไม่ถูกค้นพบ ซึ่งเป็นการบ่งบอกว่ายังมีสสารอีกจำนวนมากที่ยังไม่ถูกอธิบายได้โดยใช้ Standard Model
- **อสมมาตรของอนุภาคบาร์ยอนในเอกภพ** รู้จักกันอีกชื่อหนึ่งว่าปัญหาอสมมาตรของอนุภาคและปฏิยานุภาค ยังคงเป็นคำถามที่ยังไม่มีใครสามารถอธิบายได้แน่ชัดว่าทำไมเอกภพของเราจึงประกอบไปด้วยอนุภาคมากกว่าปฏิยานุภาค
- **การพองตัวของจักรวาล** หลังจากการเกิด Big Bang เอกภพมีการขยายตัวที่รวดเร็วมากอย่างไม่น่าเชื่อ หลังจากช่วงเวลาดังกล่าวนั้น เอกภพยังคงขยายตัวต่อไป แต่ด้วยอัตราที่ช้าลงมาก

หนึ่งในทฤษฎี Beyond the Standard Model ที่ถูกเสนอคือ Neutrino Minimal Standard Model ( $\nu$ MSM) ซึ่งทำการเสนอให้เพิ่ม right-handed neutrino (หรือรู้จักกันในอีกหลากหลายชื่อ ได้แก่ Heavy Neutral Lepton (HNL) และ Sterile neutrino) เข้าไปใน Standard Model เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการเพิ่มหลักการทางฟิสิกส์ใหม่ ๆ เช่น Supersymmetry หรือ extra dimension และหลีกเลี่ยงการเพิ่มช่วงพลังงานใหม่ ๆ อย่างเช่น Grand Unified Scale เป็นต้น

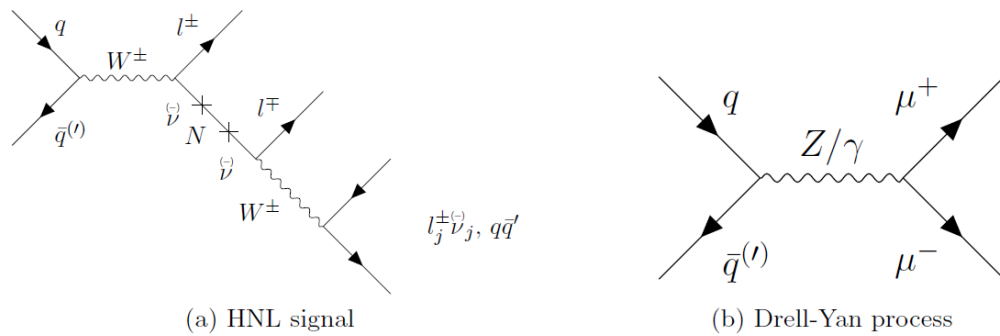
	SM			nuMSM		
mass →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV
charge →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
name →	u up	c charm	t top	u up	c charm	t top
Quarks	4.8 MeV $-\frac{1}{3}$ d down	104 MeV $-\frac{1}{3}$ s strange	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ b bottom	4.8 MeV $-\frac{1}{3}$ d down	104 MeV $-\frac{1}{3}$ s strange	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ b bottom
	0 eV 0 $\nu_e$ electron neutrino	0 eV 0 $\nu_\mu$ muon neutrino	0 eV 0 $\nu_\tau$ tau neutrino	<0.0001 eV ~10 keV 0 $\nu_e$ electron neutrino	$\sim 0.01$ eV ~GeV 0 $\nu_\mu$ muon neutrino	$\sim 0.04$ eV ~GeV 0 $\nu_\tau$ tau neutrino
	0.511 MeV -1 e electron	105.7 MeV -1 $\mu$ muon	1.777 GeV -1 $\tau$ tau	0.511 MeV -1 e electron	105.7 MeV -1 $\mu$ muon	1.777 GeV -1 $\tau$ tau
Leptons						

รูปที่ 10 อนุภาคมูลฐานใน Standard Model (ซ้าย) และอนุภาคมูลฐานใน Neutrino Minimal Standard Model (ขวา) HNL นั้นถูกแสดงด้วยตัวอักษร N

### 2.3 รายละเอียดเกี่ยวกับตัวโครงการที่ทำร่วมกับเชิร์น

หน้าที่ของข้าพเจ้าในโครงการที่ได้รับมอบหมายคือการทำโครงการเกี่ยวกับการทำนายลักษณะของสัญญาณจากข้อมูลที่ได้มาจาก Monte Carlo ภายหลังจากทำการ Cut Analysis<sup>1</sup> โดยใช้ ROOT Framework เพื่อแยกสัญญาณของ HNL ใน 2 leptons 2 quarks channel ซึ่งประกอบไปด้วยอนุภาคมิวออน 2 ตัว ออกจากพื้นหลังซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการใน Standard Model ที่ให้อนุภาคมิวออน 2 ตัว เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น กระบวนการ Drell-Yan เป็นต้น

<sup>1</sup> Cut Analysis เป็นการทำการมองหาค่าบางส่วนของข้อมูลที่มีแต่พื้นหลัง แต่ไม่มีสัญญาณที่เราต้องการมองหา แล้วทำการตัดข้อมูลส่วนนั้นทิ้ง เพื่อให้จำนวนเหตุการณ์ของพื้นหลังลดลง โดยส่งผลกระทบต่อสัญญาณของเรา น้อยที่สุดไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบบางตัวแปรที่สัญญาณมีจำนวนเหตุการณ์มากกว่าพื้นหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



รูปที่ 11 Feynman diagram สำหรับสัญญาณ HNL และ กระบวนการพื้นหลัง Drell-Yan

จากรูปที่ 11 จะเห็นได้ว่าความแตกต่างสำคัญที่ทำให้สัญญาณ HNL นั้นมีเอกลักษณ์ไปจากพื้นหลังใน Standard Model คือ การเกิดอนุภาคมิวออนตัวที่สอง ที่ไม่ได้มาจาก vertex เดียวกันกับอนุภาคมิวออนตัวแรก แต่จะเกิดจากการสลายตัวของนิวตริโน ซึ่งอาจจะเกิดการสั่นไปเป็น HNL ในบางครั้ง ซึ่งนั่นแปลว่าอนุภาคมิวออนตัวที่สองนั้นจะไม่ปรากฏใน CMS Detector ในทันที แต่จะปรากฏในภายหลังจากที่มีการกระจัดออกจากลำอนุภาคหลักเล็กน้อย นี่เป็นจุดสำคัญที่ทำให้สามารถกำจัดพื้นหลังใน Standard Model ออกไปจำนวนมาก แต่การทำ Cut Analysis เพื่อกำจัดพื้นหลังที่มาจาก pileups และ track ที่ถูก reconstruct ขึ้นอย่างหยาบยังคงจำเป็นอยู่ เนื่องจากความน่าจะเป็นที่จะเกิดกระบวนการที่เป็นสัญญาณของข้าพเจ้านั้นน้อยกว่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดกระบวนการพื้นหลังมาก

ทั้งนี้หัวใจสำคัญสุดท้ายของการตามหาอนุภาค HNL นี้คือการแหกกฎการอนุรักษ์ของเลขเล็ปตอน หรือ Lepton Number Violation (LNV) ซึ่งกล่าวว่า ก่อนและหลังกระบวนการใด ๆ จะต้องอนุรักษ์เลขเล็ปตอนเสมอ ในที่นี้กระบวนการเกิดจากควาร์ก 2 ตัวมาชนกัน ทำให้เลขเล็ปตอนรวมก่อนเกิดกระบวนการเป็น 0 ดังนั้นอนุภาคมิวออน 2 ตัวที่ได้ออกมา จึงควรมีประจุตรงข้ามกัน เพื่อให้มีเลขเล็ปตอนรวมหลังเกิดกระบวนการเป็น 0 เช่นเดิม เพียงแต่ว่า HNL ที่ข้าพเจ้ากำลังตามหา นั้นมีคุณสมบัติพิเศษคือการมีสิทธิ์เป็น Majorana Lepton ซึ่งจะทำให้แหกกฎการอนุรักษ์เลขเล็ปตอนดังกล่าวได้ผ่านการสั่นของนิวตริโน ทำให้อนุภาคมิวออนตัวที่สอง สามารถมีประจุเดียวกับอนุภาคมิวออนตัวแรกได้

## 2.4 รายงานการทำงาน

ต่อจากนี้จะเป็นรายงานที่ข้าพเจ้าได้ทำส่งให้กับเซิร์น ก่อนจบโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น

### Searching for Heavy Neutral Lepton in the $\nu$ MSM : 2 leptons 2 quarks Channel

Tanat Piumsuwan

Department of Physics and Materials Science  
Chiang Mai University, Thailand

Supervisors

Albert de Roeck, Haifa Rejeb Sfar

CERN Summer Student Report 2019

## 1 Introduction

The Neutrino Minimal Standard Model ( $\nu$ MSM) is an extension of the Standard Model of particle physics, by the addition of three-right handed neutrinos with masses smaller than the electroweak scale. This model introduces the smallest possible number of new particles without adding any new physical principles (such as supersymmetry or extra dimensions) or new energy scales (like the Grand Unified Scale) [2]. A Heavy Neutral lepton (HNL) can be produced only by mixing with an active neutrino. Plus, it can be either a Majorana or a Dirac particle. In case of Majorana nature, the HNL decays can lead to a very clean signature in the CMS detector containing LNV process.

SM						nuMSM					
mass	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	mass	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	mass	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
name	u	c	t	name	u	c	t	name	u	c	t
Quarks	up	charm	top	Quarks	up	charm	top	Quarks	up	charm	top
mass	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	mass	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	mass	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV
charge	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	charge	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	charge	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$
name	d	s	b	name	d	s	b	name	d	s	b
Quarks	down	strange	bottom	Quarks	down	strange	bottom	Quarks	down	strange	bottom
mass	0 eV	0 eV	0 eV	mass	$\sim 0.0001$ eV	$\sim 10$ keV	$\sim 10$ keV	mass	$\sim 0.01$ eV	$\sim 1$ GeV	$\sim 1$ GeV
charge	0	0	0	charge	0	0	0	charge	0	0	0
name	$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$	name	$\nu_e$	$N_1$	$N_2$	name	$\nu_e$	$N_1$	$N_2$
Leptons	electron neutrino	muon neutrino	tau neutrino	Leptons	electron neutrino	sterile neutrino	sterile neutrino	Leptons	electron neutrino	sterile neutrino	sterile neutrino
mass	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	mass	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	mass	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV
charge	-1	-1	-1	charge	-1	-1	-1	charge	-1	-1	-1
name	e	$\mu$	$\tau$	name	e	$\mu$	$\tau$	name	e	$\mu$	$\tau$
Leptons	electron	muon	tau	Leptons	electron	muon	tau	Leptons	electron	muon	tau

Figure 1: Particle content of the Standard Model (left) and its minimal extension in the neutrino sector, the  $\nu$ MSM (right). [1]

The search for HNL in pp collision with the CMS detector is done via the production of W boson, which has a very high cross section comparing to any other physics process. In our case, the W decays to a muon and a neutrino. The Feynman diagram of the signal process is shown in figure 2 along with Drell-Yan process as the background in this study.

In this study, we are only interested in signal events with  $2l2Q$  final state. It is also important to emphasize that separation between LNC (opposite sign muons) and LNV (same sign muons) signal events is essential. HNLs are produced by mixing with active neutrinos. The decay rate of an HNL to a lepton and a scalar meson final state is governed by the equation (1).

$$\Gamma^{lP} \equiv \Gamma(N_4 \rightarrow l^- P^+) = \frac{G_F^2}{16\pi} f_P^2 |V_{q\bar{q}'}|^2 |V_{l4}|^2 m_4^3 \quad (1)$$



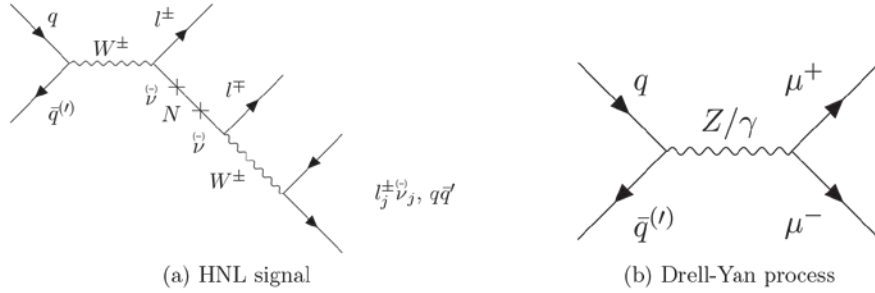


Figure 2: Feynman diagrams of the HNL production and DY background in pp collision events

The proper lifetime of the HNL is  $\frac{\hbar}{\Gamma}$  which means it is  $\propto \frac{1}{m_4^3 \times |V_{l4}|^2}$

- This explains why HNL particle has a mean proper decay length of several mm for our coupling and mass ranges of study.
- Taking into account the boost ( $\gamma\beta$ ) factor which is relativistic effect, our HNL particle can have a mean decay length of several centimetres, which makes this analysis unique from most of other analysis.

## 2 Searching Strategy

The search strategy is based on two strong points.

1. The kinematic of the HNL particle, which has an exponential decay length: the search region is binned as a function of the displacement of the 2<sup>nd</sup> muon and 1 hadronic track from the  $W^*$  decays.
2. The geometry of the Tracker detector, which consists of 2 main parts: the inner and outer Tracker, that are composed from Pixel and Strip layers.

From these, the search region is divided into 3 parts: the prompt region, the intermediate region, and the very displaced region. The intermediate region is the main focus here and is defined by the 2<sup>nd</sup> muon and at least 1 hadronic track with 0 Pixel layer hits, both of them are required to be contained in the same jet. The philosophy is that the 2 tracks are always clustered into a jet.

The problem is that the chosen signals must have enough number of events after the region selection for further analysis. In this case, the chosen signals are 5 GeV in  $P_t$  and unboosted decay length of 18 mm, 25 mm, 69 mm, and 349 mm HNL, since their number of events of the second muon hitting no Pixel layer are sufficient to be worked with. The HNL samples used in this study and their cross section are:

Steps	Samples	Cross section
1	HNL 18mm	$(7.34 \pm 0.04) \times 10^{-2}$
2	HNL 25mm	$(5.53 \pm 0.03) \times 10^{-2}$
3	HNL 69mm	$(1.98 \pm 0.01) \times 10^{-2}$
4	HNL 349mm	$(3.895 \pm 0.005) \times 10^{-3}$

Since the SM processes containing 2 muons do not have a displaced muon, most of the background events left are mostly from pileups, badly reconstructed track etc. These events shall be dealt with by applying some other cuts on the events themselves. Then,

find some region in one of the distributions that have number of signal events exceeding number of background events.

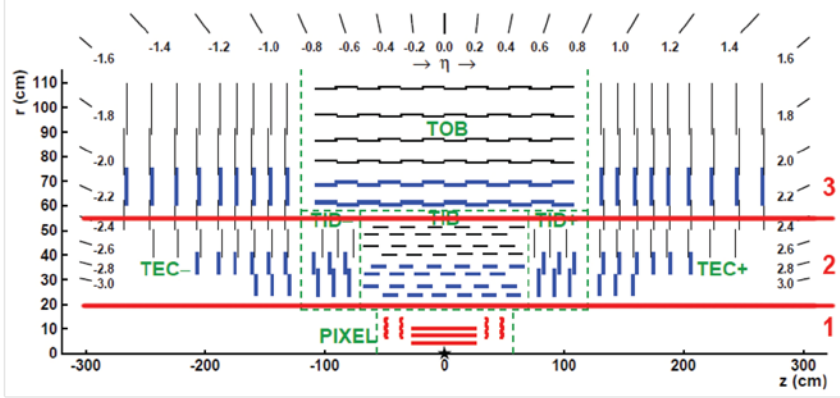


Figure 3: Schematic cross section through the CMS tracker in the  $r$ - $z$  plane. In this view, the tracker is symmetric about the horizontal line  $r = 0$ . The center of the tracker, corresponding to the approximate position of the pp (proton-proton) collision point, is indicated by a star. Two red lines divide searching region into 3 parts, which are: 1. The prompt region, 2. The intermediate region, and 3. The very displaced region. [3]

### 3 Results

Here are the list of cuts applied on the data so far. The percentages for number of events left are obtained after scaling to the luminosity of  $36 \text{ fb}^{-1}$  from 2016 run:

Steps	Cuts	% of No. of events left		
		HNL 18mm	HNL 25mm	DY
1	Preliminary cuts <sup>1</sup>	0.560	0.581	$9.96 \times 10^{-3}$
2	2 <sup>nd</sup> muon and at least 1 track in the jet are having 0 Pixel layer hits	0.369	0.380	$2.71 \times 10^{-3}$
3	0 Pixel hits hadronic track $P_t > 1 \text{ GeV}$ and $\Delta R(\text{jet}, 2^{\text{nd}} \text{ muon}) \leq 0.3$	0.353	0.365	$2.01 \times 10^{-3}$
4	Chosen 2 <sup>nd</sup> muon is Medium	0.280	0.284	$1.36 \times 10^{-3}$
5	$27.5 \leq m_{\mu\mu} \leq 75$	0.273	0.277	$1.51 \times 10^{-4}$
6	$15 \leq \text{Jet } P_t \leq 60$	0.258	0.265	$1.13 \times 10^{-4}$
7	Highest track $P_t$ in the jet $\leq 27$	0.254	0.261	$1.03 \times 10^{-4}$
8	$50 \leq \text{Jet } HT \leq 200$	0.237	0.243	$8.53 \times 10^{-5}$
9	$1.8 \leq \Delta R(1^{\text{st}} \text{ muon}, 2^{\text{nd}} \text{ muon}) \leq 4.4$	0.233	0.238	$6.84 \times 10^{-5}$

Some distributions used in the analysis for  $m_{\mu\mu}$  is shown in figure 4.

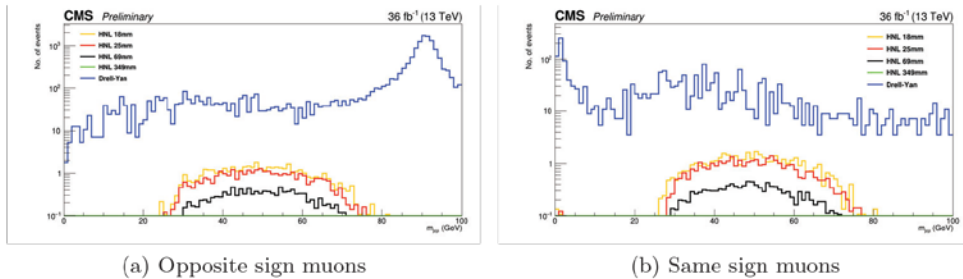


Figure 4: Distribution of the  $m_{\mu\mu}$  before the cuts.

<sup>1</sup>This cut requires the 1<sup>st</sup> muon to have  $P_t > 25 \text{ GeV}$ ,  $|\eta| \leq 2.4$ , and ID = tight. This also requires the 2<sup>nd</sup> muon to have  $P_t > 5 \text{ GeV}$ ,  $|\eta| \leq 2.4$ , and ID = loose. Lastly, the jet is also required to have  $|\eta| \leq 2.0$ .

After these cuts are applied on the data, there are some differences in behavior of number of tracks of and charged particle multiplicity of jets when plot together in a 2D histogram:

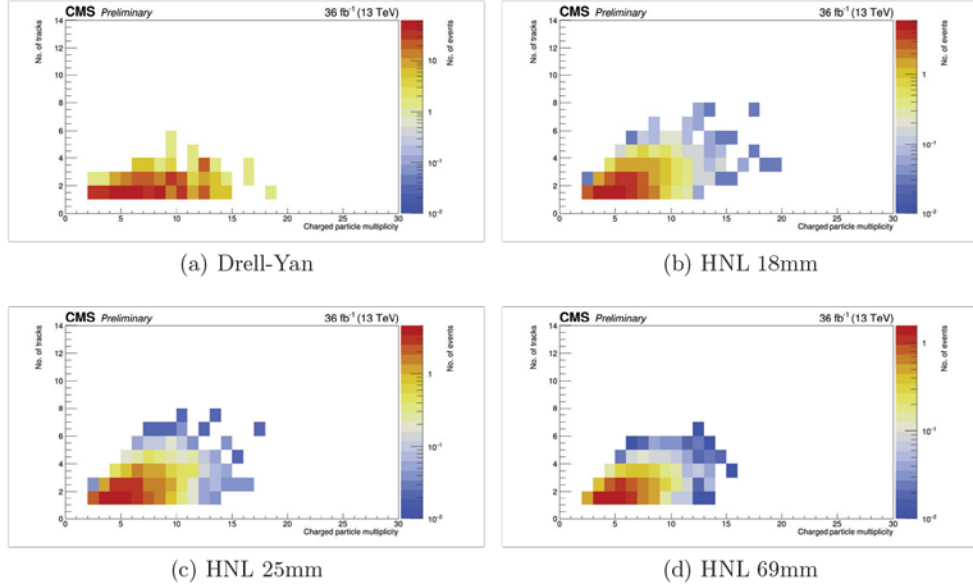


Figure 5: Number of tracks with 0 Pixel hits and total charged particles multiplicity within the jet containing the 2<sup>nd</sup> muon

Then, a variable  $\beta = \frac{\text{number of tracks with 0 Pixel hits within the jet containing the 2}^{\text{nd}} \text{ muon}}{\text{number of total charged particle multiplicity within the jet containing the 2}^{\text{nd}} \text{ muon}}$  is defined. The distributions for the opposite sign muon case and the same sign muon case of the  $\beta$  variable are shown in the figure 6.

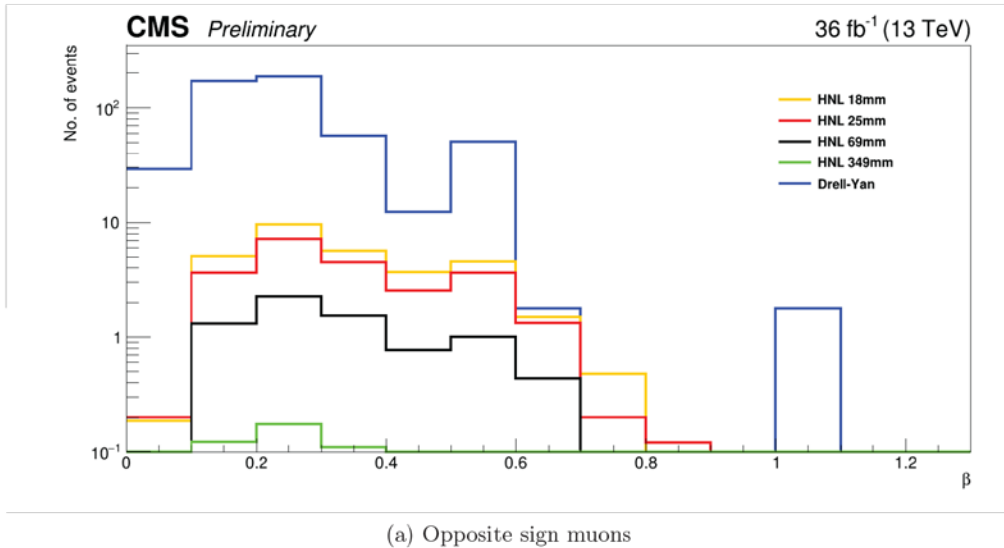


Figure 6: Distributions for the  $\beta$  variable

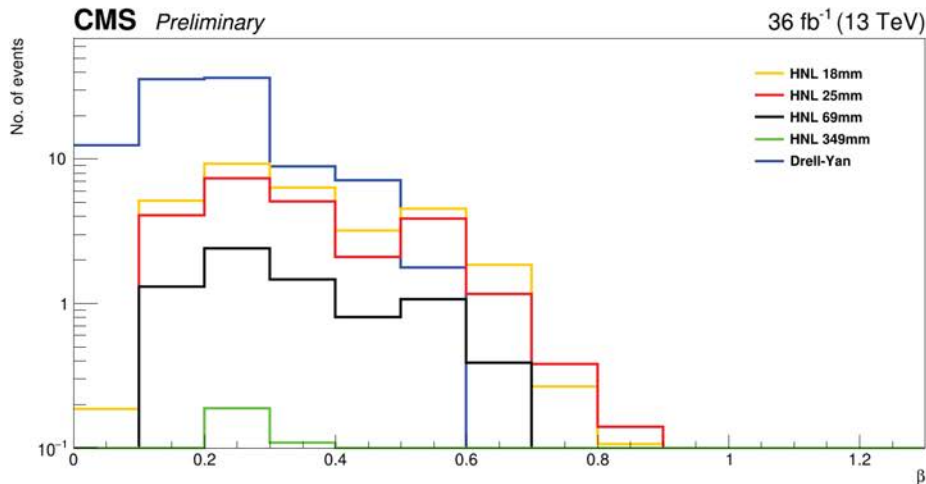


Figure 6: Distributions for the  $\beta$  variable (cont.)

There is a region where the number of events for HNL 18mm and 25mm signals are greater than the Drell-Yan background when the two muons have same sign (LNV process). A further study on the fraction between number of tracks with 0 Pixel hits and number of tracks with 3 Pixel hits will be conducted. This variable is expected to better discriminate between background-signal in general.

## 4 Conclusion and future work

The searching strategy used reduces significant amount of number of events for Drell-Yan background to only  $6.84 \times 10^{-5}\%$ , comparing to number of events for HNL 18mm and HNL 25mm signal which are only reduced down to 0.233% and 0.238%. These percentages are obtained after scaling the number of events to the luminosity of  $36 \text{ fb}^{-1}$  from 2016 run. Moreover, a region from the  $\beta$  distribution is found to have number of signal events exceeds the number of Drell-Yan background events. Some other cuts will be explored in the future, such as impact parameter for the 2<sup>nd</sup> muon and the hadronic track. Further study on other backgrounds like Wjets, TTbar, and singleTop will also be conducted. Then, the data MC agreement in the control region will be checked.

## References

- [1] A. Blondell, P. Charitos, and R. Jacobsson. *Hunting for right-handed neutrinos: the new game in town*. CERN, 2017.
- [2] D. Gorbunov, and M. Shaposhnikov. *How to find neutral leptons of the  $\nu$ MSM?*. JHEP **0511** (2007) 015 [arXiv:hep-ph/0705.1729].
- [3] The CMS Collaboration. *Description and performance of track and primary-vertex reconstruction with the CMS tracker*. CERN, 2014.

### บทที่ 3

#### บันทึกประจำวัน

#### วันอาทิตย์ที่ 2 มิถุนายน 2562

ข้าพเจ้าได้เดินทางมาถึง ณ กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส เป็นวันแรก เป็นครั้งแรกที่ได้เดินทางมายังสมาพันธรัฐสวิสและสาธารณรัฐฝรั่งเศส นับเป็นการเดินทางที่ยาวนานมาก พวกเราเดินทางโดยสายการบินกาตาร์แอร์เวย์ (Qatar Airways) โดยใช้เวลาเดินทางเป็นเวลาประมาณ 15 ชั่วโมง พวกเราเดินทางมาถึงสมาพันธรัฐสวิส ในเวลา 13.15 น. เมื่อออกมาก็ได้พบกับ อาจารย์ ดร.นรพัทธ์ กับน้อง ๆ มัธยมศึกษาตอนปลายที่เดินทางมาถึงก่อนหน้าแล้ว เนื่องจากยังมีเวลาอีกมาก อาจารย์จึงพาพวกเราไปฝากกระเป๋าแล้วเข้าไปเที่ยวในตัวเมืองเจนีวาก่อน ซึ่งสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ โบสถ์ St. Pierre Cathedral และทะเลสาบเจนีวา จากนั้นก่อนเข้าที่พัก พวกเราก็แวะทานอาหารเย็นที่ร้าน Les Brasseurs อาหารที่อร่อยมาก แล้วจึงแวะซื้ออาหารสำหรับมือเช้าในวันถัดไปที่ซูเปอร์มาร์เก็ตภายในสนามบินเจนีวา เนื่องจากวันที่เดินทางไปถึงเป็นวันอาทิตย์ทำให้ร้านซูเปอร์มาร์เก็ตในฝั่งฝรั่งเศสนั้นปิดทำการ จากนั้นเราจึงเดินทางมารับกุญแจสำรองของห้องพัก ที่ประตูทางเข้าหลัก B เนื่องจาก reception ของที่พักปิดให้ทำการในวันอาทิตย์เช่นกัน ข้าพเจ้าก็จับรุ่นพี่อีกคนหนึ่งซึ่งพักอยู่ฝั่งฝรั่งเศสตั้งแต่วันแรก แม้จะได้กุญแจมาแล้วกลับพบว่าเราพลาดรถบัสที่จะไปยังที่พักเพียงไม่ถึง 10 นาทีเท่านั้น ทำให้ต้องรอรถคันต่อไปอีกเกือบ 1 ชม. แต่เนื่องจากในขณะนั้นเป็นเวลาประมาณ 3 ทุ่มแล้ว เรา 2 คนจึงตัดสินใจเดินกลับที่พักพร้อมสัมภาระทั้งหมดที่มี นับว่าการเดินทางมาถึงวันแรกก็ได้ออกกำลังกายกันเลยทีเดียว



รูปที่ 12 ภาพวิวจากด้านบนของโบสถ์ St. Pierre Cathedral

### วันจันทร์ที่ 3 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้าตื่นเข้ามาเพื่อไปร่วมงาน Welcome Session ที่ตึก 222 เพื่อรับฟังสิ่งที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตที่นี่ และรับบัตรเดบิตสำหรับใช้จ่ายรวมถึงรับเงินจากเซิร์น ข้าพเจ้าได้เพื่อนใหม่เป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นเพื่อนจากฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี อิตาลี อินเดีย และบังกลาเทศ จากนั้นพวกเราก็ได้เดินไปทำบัตร Access Card ของเซิร์นที่ตึก 55 ด้านนอกของประตู B แต่คิวนั้นยาวเกือบ 100 คิวเลยทีเดียว ข้าพเจ้าจึงตัดสินใจไปหาอาจารย์ที่ปรึกษาและพี่เลี้ยงก่อน อาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าคือ Prof. Dr. Albert de Roeck เป็นคนเบลเยียม และพี่เลี้ยงของข้าพเจ้าคือนักเรียนในระดับ PhD. ชื่อ Haifa Rejeb Sfar เป็นคนตูนิเซีย พวกเราก็ได้คุยกันถึงโปรเจกต์ที่ข้าพเจ้าจะต้องทำคร่าว ๆ แล้ว Haifa ได้พาไปยังออฟฟิศที่ข้าพเจ้าจะต้องใช้นั่งทำงานเป็นเวลา 2 เดือนกว่า จากนั้นก็ได้เดินกลับไปตึก 55 เพื่อกลับไปทำบัตร ก็พบว่าคิวนั้นสั้นลงมาก เมื่อข้าพเจ้าทำบัตรประจำตัวเสร็จ จากนั้นจึงเดินกลับไปทำงานที่ออฟฟิศ หลังเลิกงานข้าพเจ้าได้ทดลองไปซื้อของใช้ที่คาร์ฟูร์ (Carrefour) ซึ่งอยู่ติดกับที่พักริมฝั่ง St. Genis เมื่อกลับมาอยู่ที่พักริมแล้วพบว่า Paul ซึ่งเป็นพี่นักศึกษาระดับปริญญาโทชาวฝรั่งเศสที่มาเข้าร่วม Summer Student ด้วยกัน ได้ชวนข้าพเจ้าไปยังผับในเมือง St. Genis เพื่อไปร่วมสังสรรค์กับ Summer Student กลุ่มแรก ๆ ที่มาถึง ส่วนตัวแล้วข้าพเจ้าเป็นคนที่ไม่ดื่มแอลกอฮอล์เว้นแต่จะดื่มให้เหมาะสมเป็นบางโอกาสบ้าง เพียงแต่ว่าวันนี้ข้าพเจ้าอยากทำงานที่ได้รับมอบหมายและจัดการตัวเองเรื่องที่พักให้เสร็จเรียบร้อยก่อน (เนื่องจากเมื่อวานเดินทางมาถึงดึกมาก กลับมาถึงก็ได้เขียนไดอารี่ อาบน้ำแล้วนอนทันที) จึงได้ฝาก Paul ให้ดื่มเพื่อข้าพเจ้าไปก่อน

### วันอังคารที่ 4 มิถุนายน 2562

ในช่วงเช้าข้าพเจ้าเข้าร่วมรับฟังการบรรยายของอาจารย์ Albert ที่บรรยายเกี่ยวกับเรื่อง Standard Model และรับประทานอาหารกลางวันที่โรงอาหาร 1 เป็นวันแรก อาหารที่ข้าพเจ้าเลือกเป็นลาซานยาเนื้อพร้อมสลัด จากนั้นข้าพเจ้าก็เข้าไปทำงานในออฟฟิศจนถึงเย็น วันนี้ Haifa ได้นำหนังสือ Particle Physics ของ David J. Griffith และเลคเชอร์ส่วนตัวของเธอมาให้อ่านประกอบการทำงาน จากนั้นในตอนเย็นก็ได้เจอกับรุ่นพี่ 3 ท่าน ชื่อพีวิน (เป็นคนไทยที่ทำงานที่เซิร์น และกำลังจะกลับประเทศไทยในเร็ว ๆ นี้) พี่อาร์มและพี่ปริม (เป็นนักศึกษาปริญญาเอกและทำงานอยู่ที่เซิร์น) และร่วมกันรับประทานอาหารที่โรงอาหาร 1 อีกครั้ง ส่วนตัวข้าพเจ้าคิดว่าอาหารที่นี้รสชาติถูกปากอยู่บ้าง แต่ด้วยราคาที่ค่อนข้างสูง ข้าพเจ้าคิดว่าต่อไปอาจจะทำอาหารในตอนเช้าเพื่อนำมารับประทานในตอนกลางวันน่าจะประหยัดกว่ามาก

## วันพุธที่ 5 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้าไปทำงานตามปกติและได้ทำงานที่ได้รับมอบหมายจาก Haifa เสร็จเร็วกว่าที่คิดไว้มาก ดังนั้นตอนเย็นจึงไปแวะคาร์ฟูร์อีกครั้ง เพื่อซื้อวัตถุดิบมาทำอาหารเย็น เมนูที่ข้าพเจ้าจะทำนี้ได้สูตรมาจากวิดีโอสอนทำอาหารของเชฟ Gordon Ramsay คือเมนู Mushroom and leek pasta ซึ่งข้าพเจ้ามักจะทำให้กับคุณแม่ของข้าพเจ้าทานขณะอยู่ที่ประเทศไทย แต่เมื่อมาที่นี้ข้าพเจ้าทำให้ตัวเองทานคนเดียว ข้าพเจ้าใช้วัตถุดิบในการทำซอสมากเกินไปจนทำให้เคี้ยวไม่สนุกเสียที แต่ผลลัพธ์ที่ออกมาก็เป็นรสชาติที่คุ้นเคยเหมือนตอนทำให้คุณแม่ทานไม่มีผิด หลังจากรับประทานจนอิ่ม ข้าพเจ้าได้ลองคำนวณเงินที่ใช้ทำอาหารวันนี้ นับว่าถูกมากหากเทียบกับการซื้อทานในโรงอาหาร ประหยัดไปมือละประมาณ 8.50 CHF



รูปที่ 13 เมนู Mushroom and leek pasta

## วันพฤหัสบดีที่ 6 มิถุนายน 2562

วันนี้อากาศหนาวเย็นมากเนื่องจากเมื่อคืนฝนตก ในตอนเช้าข้าพเจ้าไปซื้อซิมการ์ดสำหรับใส่โทรศัพท์มือถือเป็นแบบเติมเงินของ Lebara ราคา 40 CHF ทำให้ข้าพเจ้าสามารถใช้ระบบโทรศัพท์ 4G ได้ทั่วทั้งยุโรป จากนั้นก็ไปทำงานที่ออฟฟิศตามปกติ โดยวันนี้มี Josh ซึ่งเป็น Postdoc ชาวกรีซมานั่งทำงานเป็นเพื่อน ข้าพเจ้าทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จเร็วกว่าปกติ จึงเข้าเมืองไปกับ อาจารย์นรพัทธ์เพื่อซื้อตั๋วรถไฟสำหรับท่องเที่ยวในวันหยุดสุดสัปดาห์นี้ และเข้าไปเดินเล่นในห้างที่เจนีวา เสียขายที่สินค้าที่ข้าพเจ้าอยากได้ประเภทสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ราคาไม่ต่างจากที่ประเทศไทยเลย อย่างไรก็ตาม ก่อนเดินทางกลับข้าพเจ้าได้แวะร้านขายช็อกโกแลต แต่ไม่ได้ตัดสินใจซื้อ เพราะเชื่อว่าถ้าซื้อตอนนี้ผ่านไปอีก 2 เดือนก็คงจะไม่เหลือกลับไปฝากเพื่อน ๆ ที่ประเทศไทยแน่ ๆ เนื่องจากข้าพเจ้าเป็นคนที่ไม่มีความชอบหวานสักเท่าไร โดยเฉพาะกับช็อกโกแลต



รูปที่ 14 ตั๋วรถไฟสำหรับท่องเที่ยวในสวิสเซอร์แลนด์

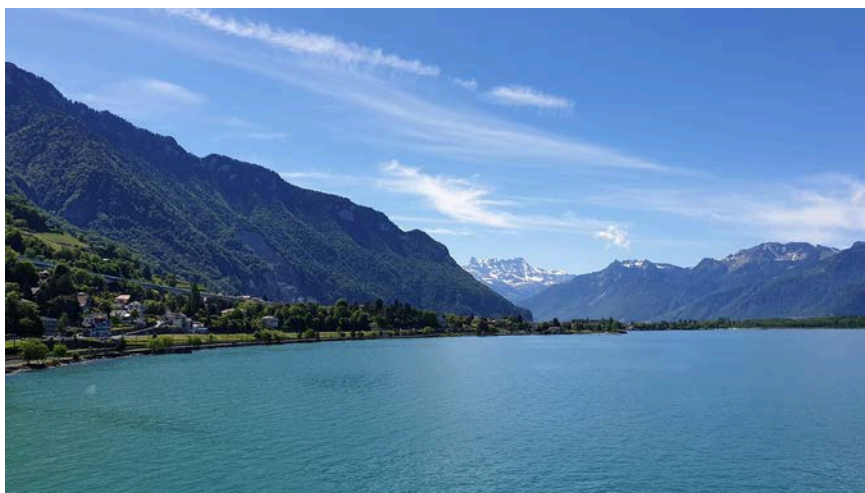
## วันศุกร์ที่ 7 มิถุนายน 2562

วันนี้อากาศอุ่นขึ้นนิดหน่อยเมื่อเทียบกับเมื่อวาน และไม่มีอะไรพิเศษเกิดขึ้นสักเท่าไร ข้าพเจ้าได้รู้จักกับนักศึกษาจีนคนหนึ่ง ซึ่งนักศึกษาคนนี้ทำงานอยู่ห้องข้าง ๆ ออฟฟิศของข้าพเจ้า เขาไม่ใช่ Summer Student แต่เป็นนักศึกษาปริญญาเอกจาก Institute of High Energy Physics ของ Chinese Academy of Sciences นอกจากนี้ ข้าพเจ้าได้ผูกมิตรกับนักวิจัยชาวอิตาลีคนหนึ่งชื่อ Salvatore ตอนนั้นเขาค่อนข้างสับสนกับรถที่จะกลับมาอยู่ที่พัก Schumann ในฝั่งฝรั่งเศส เขาบอกว่าเขานักวิจัยมาจากมหาวิทยาลัย Rettorato ในกรุงโรม (ถ้าข้าพเจ้าจำไม่ผิด เนื่องจากในโรมมีหลายมหาวิทยาลัยมากเหลือเกิน และในขณะที่จดบันทึกนี้ Rettorato คือชื่อมหาวิทยาลัยที่ข้าพเจ้าคุ้นหูที่สุดแล้ว) เราพูดคุยกันในเรื่องเกี่ยวกับอากาศ ภาษาไทย การท่องเที่ยว และฟุตบอล จนกระทั่งมาถึงที่พัก ข้าพเจ้าก็พบว่าเขาพักอยู่ตึกเดียวกันและโถงทางเดินเดียวกันกับข้าพเจ้า ข้าพเจ้าอยู่ห้อง 310 ซึ่งอยู่สุดปลายทาง ในขณะที่เขาอยู่ห้อง 301 ที่อยู่ต้นทางนั่นเอง นับเป็นเรื่องบังเอิญจริง ๆ



## วันเสาร์ที่ 8 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้าติดตามอาจารย์นรพัทธ์กับเด็ก ๆ มัธยมศึกษาตอนปลาย เดินทางไปยัง Montreux และ Lausanne ตามที่วางแผนไว้ ที่ Montreux พวกเราได้เข้าไปชมปราสาทโบราณชียง (Chateau de Chillon) ซึ่งเป็นปราสาทในยุคกลาง ตั้งอยู่ทางตะวันออกสุดของทะเลสาบเจนีวา จากนั้นในช่วงบ่ายเราจึงเดินทางไปยัง Lausanne เพื่อเข้าไปเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์โอลิมปิก (Olympic Museum) เราใช้เวลาเดินดูอยู่พักใหญ่ (เสียดายที่ข้าพเจ้าใช้เวลาในการชมสิ่งของและอ่านป้ายต่าง ๆ จนไม่ได้ถ่ายรูป) หลังจากชมพิพิธภัณฑ์โอลิมปิกเสร็จเราจึงเดินทางไปเยี่ยมชมศาลาไทยที่สร้างขึ้นเพื่อเฉลิมพระเกียรติในหลวงรัชกาลที่ 9 เนื่องในโอกาสงานฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี และปิดท้ายด้วยการไปเยี่ยมชมโบสถ์แห่งโลซาน (Cathedral de Lausanne) จากนั้นเราจึงไปรับประทานอาหารกันที่ Les Brasseurs อีกครั้ง แม้ว่าอาหารจะแพงแต่เพราะความอร่อยจึงทำให้ข้าพเจ้าไม่อาจยับยั้งชั่งใจได้ พรุ่งนี้เป็นวันที่น้อง ๆ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจะเดินทางกลับประเทศไทยแล้ว น้อง ๆ ให้อาหารกิ่งสำเร็จรูปที่ทานไม่หมดแก่ข้าพเจ้าและเพื่อน ๆ นักศึกษาอีก 3 คน ได้ทานกัน จากนั้นพวกเรา ก็บอกลากันแล้วแยกย้ายเข้าที่พัก ขณะนั้นตึกมากแล้วทำให้ข้าพเจ้าตัดสินใจเดินกลับที่พักในฝั่งฝรั่งเศสและกลับมาเตรียมตัวสำหรับทริปในวันถัดไป



รูปที่ 15 วิวจากริมทะเลสาบเจนีวา ณ Montreux



รูปที่ 16 Chateau de Chillon



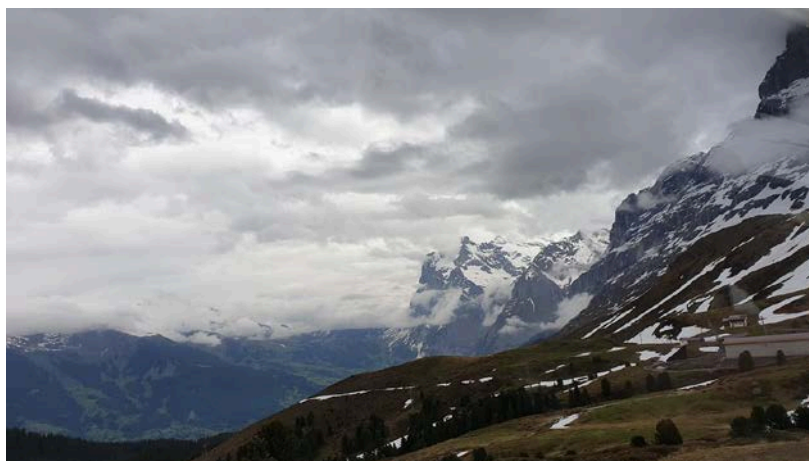
รูปที่ 17 Olympic Museum



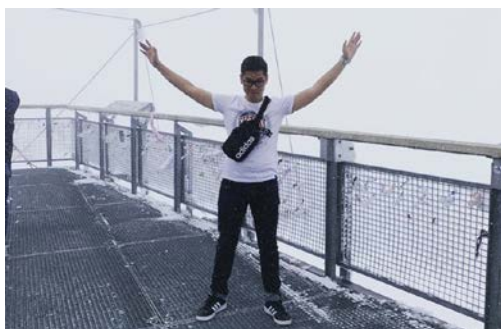
รูปที่ 18 Cathedral de Lausanne

## วันอาทิตย์ที่ 9 มิถุนายน 2562

ข้าพเจ้าเดินทางไปส่งน้อง ๆ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่สนามบิน แล้วจึงนั่งรถต่อไปยัง Interlaken ก็บอจารย์นรพัทธ์เพื่อไปสมทบกับญาติฯ เพื่อนนักศึกษาที่ร่วมโครงการเดียวกัน และอยู่ที่ Interlaken ก่อนแล้ว ชาวร้ายสำหรับวันนี้มีอยู่ 2 เรื่อง เรื่องแรกคือ วันนี้ฝนตกทำให้ท้องฟ้าไม่เปิด ส่งผลให้ภาพถ่ายที่ได้จากบนยอด Jungfrau นั้นไม่เห็นอะไรเลย และเรื่องที่สองคือ ไฟล์งานของข้าพเจ้าเกิดมีข้อผิดพลาดทำให้งานที่พิมพ์ไว้หายไปเกินครึ่ง ข้าพเจ้าจึงต้องย้ายงานทั้งหมดไปเขียนใน LaTeX แทน อย่างไรก็ตาม แม้วันนี้ฟ้าจะเปิดแต่ภาพที่ได้จาก Lauterbrunnen ระหว่างทางขึ้นไปยังยอด Jungfrau ก็มีเสน่ห์ไปอีกแบบ บนยอด Jungfrau นั้น ปฏิเสธไม่ได้เลยว่าอากาศหนาวเย็นมาก และเป็นไปตามที่คิดไว้คือไม่เห็นวิวบนยอดเขาเลย มีแต่หมอกสีขาวเต็มไปหมด รวมถึงลมที่ค่อนข้างแรงด้วย พวกเราทำได้เพียงแค่เก็บภาพไว้เป็นที่ระลึกแล้วกลับลงมายัง Interlaken ในตอนเย็นพวกเราไปเจอกับอาจารย์ชาคริตและภรรยา พวกเราไปรับประทานอาหารที่ร้านชื่อ Bebbis บรรยากาศในร้านครึกครื้นมาก ส่วนอาหารก็อร่อยมาก จากนั้นพวกเราก็แยกย้ายกันกลับไปโรงแรมเพื่อทำงานต่ออีกเล็กน้อย แล้วพักผ่อนสำหรับการท่องเที่ยวในวันพรุ่งนี้



รูปที่ 19 ภาพจากระหว่างทางขึ้นไปยังยอด Jungfrau



รูปที่ 20 ข้าพเจ้าขณะขึ้นบนยอด Jungfrau บนจุดชมวิว Sphinx Terrace (ซ้าย) และฟองดูว์ของร้าน Bebbis (ขวา)

## วันจันทร์ที่ 10 มิถุนายน 2562

เนื่องจากวันนี้เป็นวัน Whit Monday ซึ่งเป็นวันหยุดของคนที่นี่เราจึงมีเวลาเที่ยวเพิ่มอีก 1 วันเต็ม ๆ วันนี้ข้าพเจ้ากับญาติสาวแยกกับอาจารย์นรพัทธ์เพื่อเดินทางไปยัง Meiringen ซึ่งเป็นสถานที่ในตอน (เกือบ) สุดท้ายของนิยายเชอร์ล็อก โฮมส์ ซึ่งถูกประพันธ์โดยเซอร์อาร์เธอร์ โคนัน ดอยล์ ในตอนที่ชื่อว่า The Final Problem ซึ่งใกล้ ๆ กันนั้นจะมีน้ำตก Reichenbach ซึ่งเป็นสถานที่ที่โฮมส์และโมริอาตีตกลงไปเสียชีวิตพร้อมกัน (แต่เนื่องจากเสียงเรียกร้องจากแฟน ๆ ทำให้ดอยล์ต้องเขียนตอนถัดไป บ่งบอกว่าโฮมส์นั้นรอดตาย) อย่างไรก็ตาม เราสองคนตัดสินใจไปเดินเที่ยวใน Aareschlucht ก่อน ซึ่งเป็นทางน้ำที่กัดเซาะภูเขาจนเป็นร่องลึกลงมาคล้าย ๆ กับออบหลวงที่เชียงใหม่ ข้าพเจ้าจึงขอตั้งชื่อที่นี่ว่าออบหลวงสวิสก็แล้วกัน (ข้าพเจ้าและญาติสาวนั่งหัวเราะกันตอนคุยเรื่องนี้) ที่นี่คนไม่เยอะเท่าไรห์ บรรยากาศจึงสงบกว่า Jungfrau เมื่อวานมาก ส่วนฝนนั้นก็เริ่มตกลงมาไม่หยุด พวกเราจึงรีบทานมื้อกลางวันที่ด้านตะวันออกแล้วจึงรีบไปที่ Reichenbach ก่อนที่ฝนจะตกหนักกว่านี้ ที่นั่นเราขึ้นไปได้ครึ่งทางก็ยอมแพ้กับความเหนื่อยและฝนที่ตกลงมา จึงรีบเก็บภาพไว้เป็นที่ระลึก แล้วมาแวะที่พิพิธภัณฑ์เชอร์ล็อก โฮมส์ (Sherlock Holmes Museum) ซึ่งเป็นพิพิธภัณฑ์เล็ก ๆ ใน Meiringen ซึ่งไม่น่าเชื่อว่าวันนี้คนจะเยอะ เมื่อชมพิพิธภัณฑ์จุใจแล้วพวกเราจึงกลับไปยัง Interlaken เพื่อพบกับอาจารย์นรพัทธ์และเดินทางกลับเจนีวา เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับงานในวันพรุ่งนี้



รูปที่ 22 Aareschlucht ซึ่งข้าพเจ้าตั้งชื่อว่า “ออบหลวงสวิส” (ซ้าย) และ น้ำตก Reichenbach (ขวา)



รูปที่ 21 แบบจำลองห้องภายในบ้านพักของโฮมส์ที่พิพิธภัณฑ์เชอร์ล็อก โฮมส์ ใน Meiringen

### วันอังคารที่ 11 มิถุนายน 2562

วันนี้ไม่มีอะไรเป็นพิเศษนอกจากฝนที่ตกปรอย ๆ ลงมาทั้งวัน ข้าพเจ้าได้เปลี่ยนการพิมพ์เอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโปรเจคลงมาอยู่ในโปรแกรม LaTeX เรียบร้อย ข้าพเจ้ารู้สึกว่าเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ค่อนข้างสะดวกหากชินกับคำสั่งต่าง ๆ ภายในโปรแกรมแล้ว

วันนี้ Summer Student กลุ่มใหม่ ๆ เพิ่งเดินทางมาถึง แต่ข้าพเจ้ายังไม่ได้รู้จักใครใหม่ เพราะว่างานค่อนข้างยุ่งมาก

### วันพุธที่ 12 มิถุนายน 2562

วันนี้ Haifa ชวนข้าพเจ้าไปประชุมกับกลุ่ม LL HNL ซึ่งร่วมกันทำงานเกี่ยวกับการหา Heavy Neutral Lepton ซึ่งเกี่ยวกับโปรเจคของข้าพเจ้า แต่ในที่ประชุมพวกเขาคุยกันในเรื่องที่ลึกมาก ๆ ซึ่งข้าพเจ้าไม่เข้าใจเท่าไรนัก แต่ Haifa แค่อยากให้ข้าพเจ้าได้เห็นบรรยากาศเวลาที่พวกเขาทำงานกันในโปรเจคนี้จริง ๆ เป็นอย่างไร

จากนั้นในตอนบ่าย Summer Student ทั้งหมดในกลุ่มแรก ได้ไปทัศนศึกษาที่ Data Center และ Antiproton Decelerator ที่ Data Centre พวกเราได้เรียนรู้เกี่ยวกับความเป็นมาของสถานที่แห่งนี้ ได้รู้ว่าทำไม WWW (World Wide Web) ถึงถูกสร้างขึ้นที่นี่ ได้เรียนรู้ว่าข้อมูลจำนวนมหาศาลที่ถูกสร้างขึ้นจากการทดลองถูกประมวลผล ส่งต่อและเก็บรักษาได้อย่างไร ส่วนที่ Antiproton Decelerator พวกเราได้เรียนรู้ว่าที่นี่พยายามสร้างปฏิสสารอย่างไร เพื่ออะไรและตอนนี้มีความพยายามที่จะเก็บรักษามันได้อย่างไร เนื่องจากขณะที่ไปทัศนศึกษาที่นี่กำลังปิดปรับปรุง ทำให้มีความปลอดภัยที่จะเดินเข้าไปดูยังเครื่องโดยตรง ซึ่งนับว่าเป็นโอกาสที่ดีมากที่ได้ลงไปดูเครื่องนี้ด้วยตัวเอง



รูปที่ 24 เยี่ยมชม Data Centre



รูปที่ 23 เยี่ยมชม Antiproton Decelerator

### วันพฤหัสบดีที่ 13 – วันศุกร์ที่ 14 มิถุนายน 2562

สองวันนี้ข้าพเจ้าเร่งเขียนสรุปเนื้อหาทั้งหมดเกี่ยวกับ Standard Model และ CMS Tracker เพื่อที่จะได้เริ่มทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกต์จริง ๆ เสียที ในวันพฤหัสบดีนั้นท้องฟ้าสดใสมาก แต่วันศุกร์กลับมีฝนตกบ้างปรอย ๆ อย่างไรก็ตาม ข้าพเจ้า พี่ปฐมพรและญาติฯ มีแผนจะทำอาหารรับประทานกันในวันหยุดเสาร์อาทิตย์นี้ จึงคิดว่าจะนั่งรถบัสสาย 66 ไปแควะคาร์ฟูร์สาขาใหญ่หลังเลิกงานกัน ส่วนเมนูที่จะออกมานั้นคงต้องติดตามดูในวันพรุ่งนี้

### วันเสาร์ที่ 15 – วันอาทิตย์ที่ 16 มิถุนายน 2562

สองวันนี้เป็นวันหยุดสุดสัปดาห์แรกที่ได้พักอยู่ที่ห้องพัก (หลังจากใช้พลังงานในการทำงานและเที่ยวมา 2 สัปดาห์ติด) สรุปแล้วเมนูที่เราทำทานกันในวันเสาร์นั้นเป็นเมนูเด็กทั้งหมด กินคู่กับสลัดและมันฝรั่งอบ โดยต่างคนต่างเป็นคนรับผิดชอบเนื้อของตนเอง และข้าพเจ้าเป็นคนจัดการเรื่องมันฝรั่งอบ เสียหายที่ข้าพเจ้าไม่มีอุปกรณ์ในการอบมันฝรั่งอย่างจริงจัง ทำให้มันฝรั่งบดที่ออกมานั้นไม่ละเอียดพอ แต่รสชาตินั้นพี่ปฐมพรกับญาติฯบอกว่าผ่านข้าพเจ้าก็โล่งอก ส่วนสแต็กนั้นตั้งใจทำในระดับ medium ซึ่งเมื่อผ่าแล้วก็ออกมาดูดีเลยทีเดียว (สมกับที่ซ้อมมาจากที่บ้านหลายมือ) จากนั้นพวกเราสามคนก็จับเข้าคุยกันสัพเพเหระ ก่อนจะแยกย้ายกันกลับไปพักผ่อน วันต่อมาในวันอาทิตย์ อาจารย์นรพัทธ์ได้นำหม้อหุงข้าวที่ส่งต่อมาจากรุ่นพี่มาให้ข้าพเจ้า ก็เลยคิดว่าวันถัด ๆ ไปจะลองทำอาหารไทยกินบ้าง



รูปที่ 25 มื้อเย็นในวันเสาร์กับพี่ปฐมพรและญาติฯ

### วันจันทร์ที่ 17 มิถุนายน 2562

อากาศวันนี้ค่อนข้างแจ่มใส ข้าพเจ้าได้รับงานให้มาแก้ไข Thesis ที่เขียนส่งไปให้ Haifa ดูพบว่าต้องแก้ไขเยอะเลยทีเดียวเนื่องจากข้าพเจ้าเขียนหลายอย่างลืกเกินไป อย่างไรก็ตาม วันนี้มีสาวชาวจีน เป็นนักศึกษาปริญญาเอก ชื่อ Peng Na เธอเข้ามาทักข้าพเจ้า คงเนื่องด้วยเรามีออฟฟิศอยู่ตึกเดียวกัน เธอค่อนข้างน่ารักเลยทีเดียว อย่างไรก็ตาม วันนี้เป็นวันแรกที่ได้หุงข้าวที่นำมาจากประเทศไทยเสียที แต่เมนูที่ตัดสินใจทำในวันนี้กลับเบสิคมาก ๆ (ไข่เจียวกับไส้กรอกย่าง) เพราะวันนี้ข้าพเจ้าใช้เวลาซื้อของนานและอยากกลับมาทำงานที่ต้องแก้ไขต่อให้เสร็จโดยเร็ว ข้าพเจ้าจึงไม่ยอมทำเมนูที่พิสดารมากนัก ข้าวที่หุงไว้นั้นเหลือเยอะมาก ข้าพเจ้าจึงคิดว่าอาจจะเก็บใส่กล่องแช่ตู้เย็นไว้ แล้วนำออกมาทำข้าวผัดเป็นมื้อเที่ยงในวันพรุ่งนี้

### วันอังคารที่ 18 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้าตื่นเช้ามาทำข้าวผัดไขกับไส้กรอกไปทานเป็นมื้อกลางวันเพื่อลดค่าใช้จ่าย วันนี้ Haifa เริ่มให้งานข้าพเจ้าเยอะขึ้นเพราะเธอจะยุ่งอยู่กับงานของเธอเองไปสักพัก ซึ่งงานในคราวนี้จะเป็นการเล่นกับผลการทดลองจริง เริ่มจากข้อมูลการ Simulation ก่อน เพื่อหาว่าเราจะแยกสัญญาณที่สนใจออกจากสัญญาณพื้นหลังได้อย่างไร ในตอนบ่ายพวกเราได้ไปเยี่ยมชม Synchrocyclotron ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคเครื่องแรกของเซิร์น ตามมาด้วยการเยี่ยมชม ATLAS ซึ่งอยู่ตรงข้ามกับ Meyrin Site ที่นี่เองข้าพเจ้าได้เพื่อนชาวอิตาลีเพิ่มอีก 2 คน (แต่เนื่องจากข้าพเจ้ามีเพื่อนใหม่หลากหลายคนทำให้จำชื่อไม่ได้จำได้แค่ Stefano เพียงคนเดียว) Stefano เป็นหนึ่งใน 2 คนนั้น เขาเป็นแฟนคลับทีมฟุตบอล Juventus ซึ่งแย่น้อย ที่ข้าพเจ้าเป็นแฟนคลับทีมฟุตบอล Bayern Munich พวกเราเย็นคุยกันเรื่องฟุตบอลอยู่สักพัก ก่อนจะแยกย้ายกันกลับไปทำงานของตนเองต่อไป



รูปที่ 26 Synchrocyclotron ซึ่งตอนนี้เลิกใช้งานแล้ว (ซ้าย) และ ATLAS Control Room (ขวา)

## วันพุธที่ 19 มิถุนายน 2562

วันนี้ทั้งวันข้าพเจ้า พี่ปฐมพรและญาติฯ ได้ไปเข้าร่วม CMS Induction Course ซึ่งมีกิจกรรมทั้งหมด 3 วัน โดยวันนี้เป็นวันแรก ในตอนเช้าเริ่มด้วยการเลคเชอร์เกี่ยวกับประวัติคร่าว ๆ ของ CMS การวิเคราะห์ข้อมูล Tracker และ Calorimeter และในตอนบ่ายพวกเราไปเยี่ยมชม Point 5 ซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของ CMS Detector โดยที่ตอนนี้อยู่ระหว่างช่วง LS2 (Long Shutdown 2) ทำให้พวกเราได้มีโอกาสลงไปเยี่ยมชมเจ้าเครื่องนี้อย่างใกล้ชิด นับเป็นโอกาสที่สำคัญมากในชีวิตจริง ๆ เสียดยที่เราไม่ได้มีโอกาสเข้าไปเยี่ยมชม Control Room เนื่องจากเหตุการณ์ไฟไหม้ที่เกิดขึ้นเมื่อปลายเดือนพฤษภาคมก่อนพวกเราจะเดินทางมาถึง โดยรวมแล้ววันนี้ทุกอย่างราบรื่นดี ยกเว้นก็แค่แซนวิชที่ทำมารับประทานตอนเที่ยงนั้นเค็มไปหน่อย ทำให้ตอนเที่ยงข้าพเจ้าทานอาหารไม่ค่อยอิ่มท้องเท่าไรนัก



รูปที่ 27 เยี่ยมชม CMS Detector



## วันพฤหัสบดีที่ 20 มิถุนายน 2562

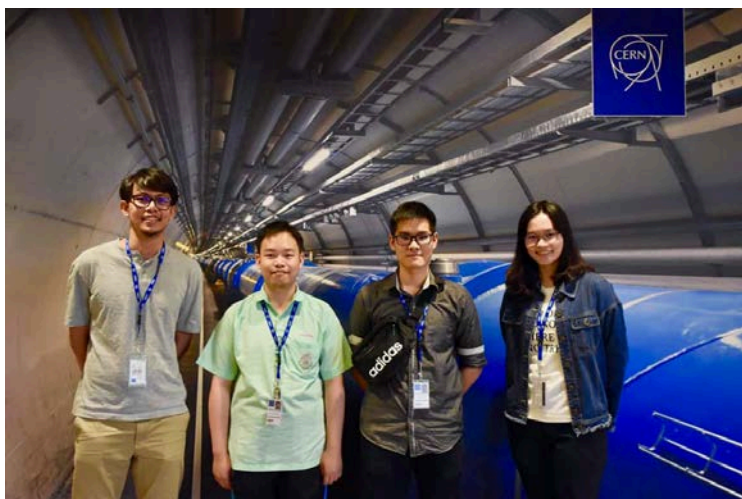
วันนี้ข้าพเจ้าเข้าฟังเลคเชอร์ของ CMS Induction Course ต่อ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ Detector Upgrade, Data Taking, L1 Trigger online software และ offline data preparation and computing (ผู้ที่มาร่วมฟังบรรยายในหัวข้อสุดท้ายก็ไม่ใช่ใครอื่น นั่นคืออาจารย์นรพัทธ์ของเรา นั่นเอง) จากนั้นในตอนบ่าย ข้าพเจ้าและพี่ปฐมพรได้เดินทางไปเยี่ยมชม ห้องปฏิบัติการที่ Prevezzin Site เพื่อไปดูสถานที่ทดลองและพัฒนา Detector สำหรับ CMS ส่วนที่ข้าพเจ้าได้ไปดูมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน ได้แก่ Hadron Calorimeter, Gas Electron Multiplier (GEM) และ Cathode Strip Chamber (CSC) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่กำลังถูกอัพเกรดจากทั้ง 3 เซนเซอร์หลัก ๆ ของ CMS ได้แก่ Calorimeter, Muon Detector และ Tracker ตามลำดับ



รูปที่ 28 เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการที่ Prevezzin Site

## วันศุกร์ที่ 21 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้ากลับมาทำงานตามแผนงานปกติ ในที่สุดก็คำนวณ Invariant Mass สำหรับคู่ Muon ในสัญญาณต่าง ๆ ที่ถูกสมมติขึ้นมาโดย Monte Carlo โดยใช้ ROOT Framework เสร็จสิ้น เหตุผลที่ต้องทำสิ่งนี้เพื่อนำสิ่งที่ได้นั้นไปเทียบกับข้อมูลจริงเพื่อแยกสัญญาณของเหตุการณ์ที่เราสนใจ นั้นออกมาจาก Background ซึ่งก็คือสัญญาณของเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เราไม่สนใจนั่นเอง นับว่าวันนี้ทำงานได้เร็วกว่ากำหนดของตัวเองพอสมควร ในตอนเย็นอาจารย์นรพัทธ์นัดพวกเราไปถ่ายรูปหมู่ เพื่อนำไปลงในเว็บเพจประชาสัมพันธ์ของโครงการความร่วมมือไทยเซิร์น ต่อจากนั้น ข้าพเจ้า ภาวนิศา และผาธรรม ได้ช่วยกันทำอาหารเย็นเป็นเมนูต้มยำทะเล ส่วนพี่ปฐมพรนั้นไม่ได้มาร่วมด้วยคงเป็นเพราะเขามีงานยุ่งพอสมควรที่จำเป็นจะต้องทำในช่วงเย็น เครื่องเทศและผักต่าง ๆ ผาธรรมเป็นคนพลิกแผ่นดินหามาเมื่อคืนเมื่อวาน (ผาธรรมไปเดินเล่นใน Ferney คนเดียว และเจอร้านขายสินค้าเอเชียหลายร้านพอสมควร) ผาธรรมเป็นคนลงมือทำต้มยำ ข้าพเจ้ากับภาวนิศาช่วยกันหุงข้าวทำไข่เจียวหมูสับ พร้อมกับเป็นลูกมือผาธรรม ผลลัพธ์ที่ได้นั้นเป็นที่น่าประทับใจมาก ผาธรรมทำอาหารไทยอร่อยจริง ๆ ถือว่าเป็นเรื่องดีที่วันนี้ข้าพเจ้าได้กินอาหารเผ็ดร้อนอย่างอาหารไทยบ้างเสียที



รูปที่ 29 ภาพหมู่ของนักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการประจำปี 2562 ฝีมือการถ่ายภาพโดย อาจารย์นรพัทธ์ (ข้างหลังเป็นเพียงแคปโสเตอร์เท่านั้น)



รูปที่ 30 ร่วมกันทำอาหารเย็น โดยเมนูคือต้มยำทะเลกับไข่เจียวหมูสับ

## วันเสาร์ที่ 22 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้าเดินทางเข้าไปในเมืองเจนีวากับพี่ปฐมพร เพื่อเดินเที่ยวซื้อหาสินค้าลดราคา ข้าพเจ้าได้หูฟัง over ear ตัวใหม่มาใช้งาน ซึ่งตัวนี้มีฟังก์ชัน Active Noise Cancelling ที่ลดเสียงรบกวนจากรอบข้างและมีคุณภาพเสียงที่ดีมากในแบบที่ข้าพเจ้าไม่เคยได้ยินมาก่อน ทำให้ข้าพเจ้าพอใจเป็นอย่างมาก ส่วนพี่ปฐมพรนั้นตั้งใจจะมาเดินหารองเท้าคู่มือให้กับเพื่อนสาวและซื้อแว่นกันแดด แต่ปรากฏว่าพี่เขาจำ pin ของบัตรตัวเองไม่ได้ ทำให้พี่เขารู้สึกอายพอสมควร อย่างไรก็ตามในช่วงเย็นพวกเราได้เดินทางไปยังร้านอาหารไทยชื่อ Jame's Pub เพื่อเลี้ยงส่งพี่วินซึ่งเป็นคนไทยที่ทำงานอยู่ที่เชิร์น และกำลังจะเดินทางกลับไปอยู่ประเทศไทย พวกเราสั่งอาหารไทยมาหลายอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็น ลาบหมู ลาบเป็ด พะแนงเนื้อ ส้มตำไทย ปลาหนังมะนาว เป็นต้น อาหารที่อร่อยมาก ๆ แต่ราคาค่อนข้างแพงเหมือนกัน จากนั้นพวกเราจึงเดินทางไปซื้อ Gelato กินอีกเล็กน้อย ก่อนที่พี่วินจะเดินทางมาส่งข้าพเจ้า พี่ปฐมพรและผาธรรม ที่ St. Genis



รูปที่ 31 มื้อเย็นเลี้ยงส่งพี่ที่เป็นคนไทยที่ทำงานงานที่เชิร์นและภรรยาที่ Jame's Pub

## วันอาทิตย์ที่ 23 มิถุนายน 2562

วันอาทิตย์นี้ข้าพเจ้าพักผ่อนอย่างเต็มที่เพื่อเก็บแรงไว้สำหรับทำงานในวันจันทร์ วันนี้ข้าพเจ้านัดกับพี่ปฐมพรไว้ว่าจะทำผัดกะเพราหมูสับกับไข่ดาว แต่เนื่องจากเราไม่มีน้ำปลาและซีอิ้วขาวทำให้เราสองคนจำใจทดลองใช้โชยุแทน ส่วนใบกะเพรานั้นก็ใช้เป็นใบโหระพาแทน รสชาติที่ออกมานั้นอร่อยมาก เทียบเท่าผัดกะเพราที่ประเทศไทยได้ ญาติฯซึ่งกลับมาจากการเที่ยว ทานชิมอาหารที่พวกเราทำก็ยืนยันอีกเสียงว่าอร่อยเช่นกัน



รูปที่ 32 เมนูผัดกะเพราหมูสับกับไข่ดาว

### วันจันทร์ที่ 24 – วันอังคารที่ 25 มิถุนายน 2562

ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายงานจาก Haifa เธอได้อธิบายถึงเป้าหมายในการค้นหาสัญญาณของเรา โดยเราจะหาสัญญาณของมิวออนตัวที่สอง ในช่วง 10 – 60 cm ของส่วน Tracker ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีสัญญาณ Background น้อยกว่า 10 cm แรก ซึ่งเป็นส่วนของ PIXEL ซึ่งจะแยกสัญญาณได้ยากกว่า อย่างไรก็ตาม ข้าพเจ้าพบว่าการทำงานกับ ROOT โดยใช้ภาษา python นั้นง่ายกว่าจริง ๆ แต่งานที่ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายในครั้งนี้ค่อนข้างเยอะมาก เนื่องจาก Haifa จะไม่อยู่ในช่วงสัปดาห์หน้า เพราะเธอจะต้องไปร่วมงานสัมมนาที่ประเทศเวียดนาม

### วันพุธที่ 26 มิถุนายน 2562

เนื่องจากปัญหาทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับตัวข้อมูล ทำให้ข้าพเจ้ากับ Haifa ต้องร่วมกันแก้ไขตรงจุดนี้โดยด่วน อย่างไรก็ตาม วันนี้อากาศร้อนมากเป็นพิเศษ อันที่จริงแล้วอากาศร้อนมากมาตั้งแต่วันจันทร์เพียงแต่ว่าวันนี้ร้อนจนข้าพเจ้าไม่สามารถนั่งทำงานในออฟฟิศของข้าพเจ้าได้ ในช่วงเช้าข้าพเจ้ามานั่งทำงานในโรงอาหารซึ่งที่นั่นมีเครื่องปรับอากาศ ส่วนตอนบ่ายข้าพเจ้าไปทำงานที่ออฟฟิศของ Haifa ที่ตึก 58 ซึ่งมีเครื่องปรับอากาศเช่นกัน ส่วนในตอนเย็นนั้นข้าพเจ้า ญาณิศ และพีปฐมพร ตกलगันทานอาหารที่ร้าน Brasseurs ในฝั่งฝรั่งเศส ที่นี้เบอร์เกอร์ถูกกว่าร้านเดียวกันในฝั่งสวิสถึง 7 – 8 ฟรังก์ ส่วนเรื่องของเมนูอาหารแม้ว่าเมนูจะต่างออกไปบ้าง แต่รสชาตินั้นอร่อยไม่แพ้กันเลย



รูปที่ 33 เบอร์เกอร์ของร้าน Brasseurs ในฝั่งฝรั่งเศส

### วันพฤหัสบดีที่ 27 มิถุนายน 2562

วันนี้อากาศร้อนกว่าเมื่อก่อนมาก ข้าพเจ้าจึงไปทำงานที่ออฟฟิศของ Haifa อีกครั้ง แต่ก็อยู่ได้แค่ช่วงเช้าเพราะเธอต้องไปเข้าเวรทำงานที่ P5 ในตอนบ่าย ทำให้ข้าพเจ้าต้องกลับมาทนนอนอยู่กับ Josh ที่ออฟฟิศอีก 42 อีกครั้ง อย่างไรก็ตามในวันนี้งานของข้าพเจ้าคืบหน้าไปมาก หลังจากคำนวณ Invariant Mass ได้แล้ว ตอนนี้ข้าพเจ้าจะต้องกรองข้อมูลเพื่อเลือกใช้สัญญาณเฉพาะที่ Muon ที่ชนกับ Strip Tracker มากกว่าที่กำหนดเท่านั้น แต่เนื่องจากเกิด bug เล็กน้อยในโค้ดซึ่งทำให้ข้าพเจ้าต้องกลับมาแก้ไขที่ห้องพัก มื้อเย็นวันนี้ข้าพเจ้าหมดไอเดียจริง ๆ ด้วยไอเดียอันน้อยนิดพร้อมวัตถุดิบเล็กน้อย ข้าพเจ้าจึงทำสเต็กสันในหมุกับมันฝรั่งต้มรับประทาน รสชาติออกมาไม่ค่อยอร่อย แต่ก็พอแก้ขัดไปได้ในช่วงหมดอารมณ์ทำอาหาร

### วันศุกร์ที่ 28 มิถุนายน 2562

วันนี้ข้าพเจ้ามีนัดทำ Overtime กับ Haifa แต่เธอหายตัวไปเฉย ๆ ทำให้ต้องล้มเลิกแผนการนั้นไปและทำให้ข้าพเจ้าว่างงานไปตลอดทั้งบ่าย มารู้อีกทีในภายหลังว่าเธอมีปัญหาเกี่ยวกับ passport ของเธอ ซึ่งข้าพเจ้าก็แจ้งเธอไปว่าหากมีปัญหาแบบนี้ในคราวหน้าควรบอกสักหน่อย เพื่อที่ข้าพเจ้าจะได้ไปทำงานอย่างอื่นแทน อย่างไรก็ตามในตอนเย็นอาจารย์รพีพัทธ์พาพวกเราไปทานอาหารจีนในเมืองเจนีวา เพื่อรับลมเย็นเป็นการแก้ขัดจากอากาศที่ร้อนเนื่องจากเกิด Heat Wave ในช่วงนี้ และขณะนั้นข้าพเจ้าซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับแฟนสาวเรื่องเรียนต่อและแผนชีวิตในอนาคตอยู่จึงหยิบเรื่องนี้มาปรึกษาทุกคน ข้าพเจ้าได้ข้อสรุปว่าถ้าในเมื่อเส้นทางชีวิตมันยังไม่บรรจบกัน การแยกทางกันไปก่อนก็เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด



รูปที่ 34 เมนูหมูกรอบและหมูแดงที่ร้านอาหารจีนที่อาจารย์รพีพัทธ์พามารับประทาน

### วันเสาร์ที่ 29 มิถุนายน 2562

ข้าพเจ้าเดินทางไปเที่ยวในเมืองเจนีวากับพี่ปฐมพรและญาติอีกครึ่ง เนื่องจากไม่อยากอยู่ที่ห้องพักเฉย ๆ ในตอนแรกพวกเราตั้งใจว่าจะกลับที่พักไปทำอาหารรับประทานกันในตอนเย็น แต่เนื่องจากว่าพวกเราอยากเดินเล่นนาน ๆ จึงตัดสินใจกินพิซซ่าที่ร้าน Domino แทน พวกเราสั่งพิซซ่าหน้า pepperoni และเบอร์เกอร์มารับประทาน ตลอดที่มีพิซซ่าหน้าเบอร์เกอร์ขาย แต่ก็ยอมรับว่าอร่อยมากจริง ๆ จากนั้นพวกเราก็ก็นั่งเล่นที่ริมทะเลสาบเจนีวา เป็นจุดเดียวกับที่อาจารย์นรพัทธ์เคยพามา แล้วจึงเดินทางกลับที่พักตอนประมาณ 2 ทุ่ม



รูปที่ 35 พิซซ่าหน้า pepperoni และเบอร์เกอร์ที่ร้าน Domino

### วันอาทิตย์ที่ 30 มิถุนายน 2562

วันนี้ตอนเย็นข้าพเจ้าทำผิดกะเพราอีกครั้ง แต่ครั้งนี้มีเพียงญาติคนหนึ่งมาทานเป็นเพื่อน เนื่องจากพี่ปฐมพรไปป็นเขาแล้วยังไม่กลับมา ในการทำผิดกะเพราครั้งนี้ได้ซื้อซีอิ๊วขาวและซอสหอยนางรมมาแล้ว ทำให้ผิดกะเพราที่มีความกลมกล่อมมากกว่าในครั้งที่แล้วมาก



รูปที่ 36 ซีอิ๊วขาวและซอสหอยนางรม (ซ้าย) เมนูผิดกะเพราในครั้งนี้ (ขวา)

### วันจันทร์ที่ 1 กรกฎาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้าพบว่า Haifa ไม่ได้ไปเวียดนามแล้ว เนื่องด้วยปัญหาที่เธอเจอในวันศุกร์ที่แล้ว แต่ยังมีโชคดีที่เธอยังสามารถนำเสนอผลงานของเธอจากที่นี่ผ่าน Skype ได้ แต่นั่นก็แปลว่าข้าพเจ้าจะยังคงว่างงานต่อไป ในวันนี้ข้าพเจ้าจึงนำ Thesis ของตัวเองขึ้นมาร่างต่อเล็กน้อย ในตอนเย็นเพื่อเป็นการชดเชยที่พี่ปฐมพรพลาดผัดกะเพราเมื่อวานไป ข้าพเจ้าจึงทำผัดกะเพราให้พี่ปฐมพรทานอีกครั้ง ด้วยวัตถุดิบที่เหลือ แต่วัตถุดิบที่ขาดไปอย่างเดียวนั้นกลับเป็นพริกน้มนเอง แต่รสชาติก็ยังถูกใจพี่ปฐมพรและเพื่อนชาวนอร์เวย์กับบอสเนียอยู่ดี ทำให้พวกเราตัดสินใจนัดกันทำอาหารมื้อใหญ่กันในวันพรุ่งนี้

### วันอังคารที่ 2 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นวันแรกที่มีการบรรยายในช่วงเช้า หัวข้อเกี่ยวกับ Particle World ส่วนที่ 1 จาก 3 ส่วน และ Particle Detector ส่วนที่ 1 จาก 3 ส่วน เนื่องจากผู้บรรยายเป็นนักฟิสิกส์สายทดลอง จึงทำให้การบรรยายนั้นไม่ซับซ้อนและยากเกินไป ในช่วงบ่ายข้าพเจ้าไปนั่งทำงานกับ Haifa ใน R1 และเริ่มงานส่วนต่อไป โดยคราวนี้ข้าพเจ้าจะต้องเช็คจำนวนของชั้น pixel ที่ muon เข้ามาตกกระทบเทียบกับ muon ที่โดนชั้น strip tracker เกิน 7 ชั้นขึ้นไป การทำเช่นนี้เพื่อเป็นการยืนยันว่า muon ที่เรากำลังเลือกจะเป็น secondary muon ที่เราต้องการในช่วง intermediate region ซึ่งจะมีสัญญาณ Background น้อยกว่า ในตอนเย็นพวกเราได้ร่วมกันทำอาหารเย็นสามสัญชาติ ได้แก่ ไทย นอร์เวย์ และบอสเนีย เมนูที่ข้าพเจ้าส่งเข้าประกวดนั้นคือเมนูพะแนงเนื้อ แต่ข้าพเจ้าไม่ได้ใส่พริกเพิ่มเนื่องจากกลัวว่ารสชาติจะออกมาเผ็ดจนเพื่อนชาวต่างชาติกินรับประทานไม่ได้ ผลลัพธ์ที่ได้คือเพื่อนทั้ง 5 คน ซึ่งมาจากนอร์เวย์ 1 คน ฝรั่งเศส 1 คน บอสเนีย 1 คน ไทเอยเซีย 1 คน และภานิศา ต่างถูกใจอาหารที่ข้าพเจ้าทำเป็นอย่างมาก แม้ว่าครั้งนี้ข้าพเจ้าจะทำเมนูพะแนงเป็นครั้งแรกและทำน้อยเกินไปหน่อยก็ตาม ส่วนพี่ปฐมพรนั้นมัวแต่ไปเล่นบาสเก็ตบอลจนกลับมาไม่ทันมือเย็นสุดพิเศษในวันนี้



รูปที่ 37 ซุปจากเพื่อนชาวบอสเนีย (ซ้าย) ผัดผัดกับแฮมมออย่างของเพื่อนชาวนอร์เวย์ และพะแนงเนื้อของข้าพเจ้า (ขวา)

### วันพุธที่ 3 กรกฎาคม 2562

การบรรยายวันนี้ยังคงเป็นหัวข้อเดิมคือ Particle World และ Particle Detector โดยมีหัวข้อใหม่เข้ามาเสริมคือ Statistic ซึ่งโดยส่วนตัวแล้ว แม้จะเป็นหัวข้อที่จำเป็นต้องใช้โดยตรง แต่ข้าพเจ้าก็รู้สึกไม่ชอบกับวิชาสถิติอยู่ดี อาจจะเป็นเพราะข้าพเจ้าคิดว่ามันจุกจิกและน่าเบื่อก็เป็นได้ วันนี้ฝนได้ตกลงมาพักหนึ่งทำให้อากาศเย็นขึ้นมาเล็กน้อย ในตอนเย็นข้าพเจ้าไปร่วมงาน Summer Student Welcome Drink ซึ่งคล้าย ๆ กับเป็นงานเลี้ยงต้อนรับเล็ก ๆ สำหรับ Summer Student ข้าพเจ้าอยู่ในงานนี้ไม่นานนักแต่ก็ได้รู้จักเพื่อนใหม่หลายคน



รูปที่ 38 บรรยากาศของ Summer Student Welcome Drink



## วันพฤหัสบดีที่ 4 กรกฎาคม 2562

การบรรยายในวันนี้เป็นครั้งสุดท้ายของหัวข้อ Particle World เป็นวันที่สามของการบรรยาย หัวข้อ Particle Detector และเป็นวันที่สองของการบรรยาย Statistic โดยระหว่างการบรรยาย ข้าพเจ้าได้รันโค้ดใน Ixplus7 ทิ้งไว้ด้วย เนื่องจากมันใช้ระยะเวลาที่นานมาก ๆ และในตอนเย็น ข้าพเจ้าได้มาเล่นฟุตบอลกับเพื่อน Summer Student แข่งกับทีมของชมรมฟุตบอลในเซิร์น ข้าพเจ้าเล่นในตำแหน่ง Center Back แต่เนื่องจากข้าพเจ้าไม่ค่อยได้ออกกำลังกายมากนักและแดดที่นี้แรงมาก ทำให้ข้าพเจ้าเล่นได้ไม่นานก็ขอเปลี่ยนตัวออกมาเสียก่อน อย่างไรก็ตาม ข้าพเจ้าได้หากิจกรรมออกกำลังกาย เมื่ออยู่ที่นี้และได้เจอเพื่อนที่ชอบฟุตบอลเหมือนกันเป็นจำนวนมาก เสียหายที่ข้าพเจ้าไม่ได้เตรียมชุดและรองเท้าสตั๊ดมาเล่นฟุตบอลจริงจังเหมือนคนอื่น ในตอนเย็นข้าพเจ้าช่วยเพื่อน ๆ ที่หอบหิ้วทำอาหารก่อนจะกลับห้องพักมาทำงานของตนเองต่อไป



รูปที่ 39 ทีมฟุตบอลเฉพาะกิจ Summer Student

## วันศุกร์ที่ 5 กรกฎาคม 2562

การบรรยายวันนี้เป็นครั้งสุดท้ายของหัวข้อ Particle Detector และ Statistic ข้าพเจ้าได้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จแล้ว ต่อไปจะเป็นการดูเงื่อนไข Pt ของ Hadronic Jet ที่มาควบคู่กับ Secondary Muon เพื่อแยกสัญญาณที่เราต้องการ (มาจากการ Decay และควรมีค่า Pt สูง) ออกจากสัญญาณ Background ซึ่งจะให้ Track ที่มี Pt ต่ำ ซึ่งอาจจะมาจาก Nuclear Interaction อื่น ๆ ซึ่งเราไม่สนใจ ในช่วงค่ำมีการรวมตัวกันของ Summer Student จำนวนมากของตึก C ที่ St. Genis พวกเขามารวมตัวกันเพื่อเล่น Board Game แต่ข้าพเจ้ารู้สึกไม่สบายและอยากไปพักผ่อนจึงแยกตัวออกมา

## วันเสาร์ที่ 6 – วันอาทิตย์ที่ 7 กรกฎาคม 2562

วันเสาร์ - อาทิตย์นี้ไม่มีอะไรเป็นพิเศษ มีฝนตกลงมาบ้างเล็กน้อยทำให้อากาศนั้นค่อนข้างเย็นสบาย แต่ข้าพเจ้ารู้สึกปวดหัวมากในตอนเช้าของวันเสาร์ทำให้ไม่สามารถไปปรับครุสังข์ที่สนามบินกับพี่ปฐมพรได้ และก็ปล่อยให้พี่ปฐมพรไปเที่ยวในเมืองเจนีวากับ Senad เพื่อนชาวบอสเนียนกันตามลำพังในวันเสาร์ ข้าพเจ้าทานแก๊ปวดไป 2 เม็ด และพักผ่อน ทำให้ในวันอาทิตย์อาการดีขึ้นเล็กน้อยและหวังว่าจะดีขึ้นสำหรับการเริ่มงานในเช้าวันจันทร์ที่จะมาถึงนี้

## วันจันทร์ที่ 8 กรกฎาคม 2562

การบรรยายในวันนี้เป็นวันแรกของหัวข้อ Accelerator Technology Challenges : Magnet Superconductivity ซึ่งเกี่ยวกับแม่เหล็กที่ใช้ในตัว LHC โดยจะเน้นไปที่วัสดุที่ใช้เป็นหลักและเป็นวันแรกของการบรรยายหัวข้อ Theoretical Concepts in Particle Physics ซึ่งจะบรรยายเกี่ยวกับ Special Relativity และ Quantum Physics พื้นฐาน จากนั้นข้าพเจ้ากลับมาทำงานต่อที่ห้องแล้วพบว่า lplus7 ทำงานช้ามากกว่าปกติหลายเท่า ข้าพเจ้ามั่นใจว่าไม่ได้เป็นที่โค้ดของข้าพเจ้าแน่นอน เพราะเพิ่มเงื่อนไขในการเช็คไม่ให้ Track ใน Jet เป็น 2<sup>nd</sup> muon แค่นั้นซึ่งมีความพยายามเพียง 1 บรรทัดเท่านั้น ในตอนเย็นข้าพเจ้าจึงพบว่าญาติาก็ประสบปัญหาเดียวกัน จึงคิดว่าอาจจะเป็นเพราะช่วงนี้มีเด็ก Summer Student เริ่มทำงานเป็นจำนวนมากแล้วทำให้ทุกคนแย่งกันใช้งานทรัพยากรส่วนกลางของเซิร์น อย่างไรก็ตามในตอนเย็นข้าพเจ้าได้ Run โค้ดทิ้งไว้จนเสร็จก่อนจะเข้านอนพอดี ระหว่างนั้นข้าพเจ้าก็ไปทำ Fish and Chips กับพี่ปฐมพรเป็นอาหารเย็น เสียอย่างเดียวคือข้าพเจ้าต้มมันนานเกินไป ทำให้มันกลายเป็นมันบดแทนเมื่อนำลงไปทอดในกระทะ ข้าพเจ้าหวังว่าคราวหน้าข้าพเจ้าจะทำ French Fries ออกมาได้ดูดีกว่านี้

## วันอังคารที่ 9 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นวันสุดท้ายของการบรรยายหัวข้อ Accelerator Technology Challenges : Magnet Superconductivity เกี่ยวกับการออกแบบตัว dipole ที่ใช้งานใน LHC จากสิ่งที่มีอยู่และได้อธิบายไปในวันแรก และวันที่สอง จาก 5 ครั้งของการบรรยาย Theoretical Concepts in Particle Physics ซึ่งวันนี้บรรยายเกี่ยวกับ Quantum Mechanics เพิ่มเติม และเป็นวันแรกของการบรรยายเกี่ยวกับตัวเครื่องเร่งที่ใช้ในการเร่งอนุภาคให้มีพลังงานสูง ๆ ในส่วนของงานในตอนบ่ายนั้น Ixplus7 ใช้ได้เร็วขึ้นมาบ้างเล็กน้อยแต่ก็ยังคงช้าอยู่ ทำให้ไม่ค่อยมีความคืบหน้าเท่าไรนัก อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเมื่อนำไปปรึกษากับ Haifa แล้ว พวกเราพบว่ามီးอะไรบางอย่างผิดปกติ ซึ่งต้องรีบตรวจสอบและแก้ไขโดยด่วน ในตอนเย็น Emma เพื่อนชาวออร์เวย์และ Harriot เพื่อนชาวสกอตแลนด์ของ Emma ได้ช่วยกันเตรียมมือเย็นชุดใหญ่ให้กับพวกเรา เธอปรุงปลาแซลมอนและสลัดมากมายหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นสลัดมันฝรั่ง สลัดโควสลอร์ สลัดถั่ว ข้าพเจ้าซึ่งเป็นคนชอบกินปลาแซลมอนมาก ๆ จึงตื่นเต้นเป็นพิเศษ ที่ไม่กล้าซื้อมาทำเองเพราะแซลมอนในคาร์ฟูร์นั้นขายเป็นแพ็คหลายชิ้นและมีราคาแพงมาก จากนั้นพี่ปฐมพรจึงถ่ายรูป polaroid การรับประทานอาหารร่วมกันไว้เป็นที่ระลึก



รูปที่ 40 มือเย็นที่ Emma เตรียมไว้ให้ (ซ้าย) รูปถ่าย polaroid ของพวกเรา

## วันพุธที่ 10 กรกฎาคม 2562

การบรรยายวันนี้เป็นวันแรกของการบรรยายในหัวข้อ Electronics, DAQ and Trigger เป็นการบรรยายถึง Electronics เป็นหลัก ทำให้ข้าพเจ้าซึ่งไม่ชอบวิชา Electronics อยู่แล้วเขียนไปบ้างเล็กน้อย คาบต่อมาเป็นวันที่ 3 ของการบรรยายหัวข้อ Theoretical Concepts in Particle Physics ซึ่งหัวข้อนี้ไปเป็นเรื่องใหม่ที่ไม่เคยเรียน คือการใช้ Fock Space ในการแก้ปัญหาเมื่อต้องเขียนสถานะของอนุภาคในแบบ Relativistic ซึ่งจะทำให้การเขียนสถานะทางควอนตัมแบบปกติที่เคยใช้กันมานั้นเพียงพอ และหัวข้อสุดท้ายซึ่งเป็นวันที่ 2 ของการบรรยายในหัวข้อ Particle Accelerator and Beam Dynamics ในตอนบ่ายนั้น เนื่องจากปัญหา Memory ของ Ixplus7 เช่นเดิม ทำให้ Haifa ยังไม่สามารถระบุได้ว่ามီးอะไรที่ผิดพลาดในตัวงานล่าสุดของข้าพเจ้าได้ ซึ่งในวันนี้มันหนักมากจนแม้แต่ Haifa เองก็ยังเข้าใจแล้วว่าที่ข้าพเจ้าทำมาตลอดในช่วง 3 – 4 วันนี้มันล่าช้าแค่ไหน ในช่วงเย็นข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรได้ทำ Fish and Chips รับประทานอาหารกันอีกครั้ง โดยที่คราวนี้ French Fries ของข้าพเจ้าออกมาดูดีเลยทีเดียว

### วันหยุดสัปดาห์ที่ 11 กรกฎาคม 2562

การบรรยายวันนี้เป็นการบรรยายในหัวข้อ Electronics, DAQ and Trigger โดยวันนี้เป็นการพูดถึง DAQ และ Trigger คาบต่อมาเป็นการบรรยายในหัวข้อ Theoretical Concepts in Particle Physics ซึ่งจากจุดนี้จะเป็นการกล่าวถึง concept ของ ladder operator และเป็นวันสุดท้ายของการบรรยาย Particle Accelerator and Beam Dynamics ในตอนบ่าย Haifa ได้พยายามนั่งแก้ข้อมูลของเราเพื่อให้การทำงานทำได้รวดเร็วมากขึ้น แต่เนื่องจากใช้เวลาพอสมควรทำให้ข้าพเจ้าไม่มีงานทำไปชั่วครว หลังจากเสร็จงานข้าพเจ้ากลับไปพักก็ล้มตัวนอนทันที เนื่องจากเมื่อคืนก่อนข้าพเจ้านอนไม่เต็มอิ่มเท่าไรหรอก

### วันศุกร์ที่ 12 กรกฎาคม 2562

วันนี้มีการบรรยายเพียง 2 วิชาเท่านั้น คือ วันสุดท้ายของการบรรยายในหัวข้อ Electronics, DAQ and Trigger ซึ่งข้าพเจ้าพูดตามตรงว่าด้วยความที่ไม่ชอบวิชา Electronics เป็นทุนเดิม ทำให้ข้าพเจ้าไม่ค่อยชอบการบรรยายครั้งนี้ ส่วนคาบที่ 2 เป็นวันสุดท้ายของการบรรยายในหัวข้อ Theoretical Concepts in Particle Physics เช่นกัน ซึ่งผู้บรรยายได้พยายามยกตัวอย่างการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่เราเรียนกันมาเป็นเวลา 4 วัน ในการนำมาใช้ตอบปัญหาว่าทำไมเราจึงเห็นฟ้าเป็นสีฟ้า ซึ่งจะทำให้เห็นได้ว่ามันไม่จำเป็นต้องคำนึงรายละเอียดอะไรซับซ้อนเลย นอกจากการสร้างสนามของอนุภาค นิยามสนามของแรง และ Hamiltonian ของ Interaction เท่านั้น ในตอนบ่ายข้าพเจ้ากับ Haifa ได้ร่วมกันทำงานต่อโดยใช้ไฟล์ Data ที่แก้ไขแล้ว แต่เมื่อข้าพเจ้าทำงานไปสักพักก็พบว่า Data ที่แก้แล้วนี้แก้ไขไม่ครบ เธอลดขนาดไฟล์ Data ลงมาโดยการตัด Branch ที่ไม่ใช่ทิ้ง และเก็บอนุภาคไว้เฉพาะที่ไม่ผ่าน PIXEL เลย แต่เธอนั้นลืมทำอย่างหลังกับ Branch ของ Particle Flow Transverse Momentum และ Impact Parameter ทำให้ใช้งานอะไรต่อไปไม่ได้ อาจารย์ Albert จึงพาพวกเราไปทานไอศกรีมและถามสารทุกข์สุกดิบเล็กน้อย ก่อนที่ข้าพเจ้าจะกลับมายังที่พักเพื่อทำผิดกะเพราะเนื้อให้เพื่อน ๆ ทานกัน ครั้งนี้ข้าพเจ้าใช้เนื้อสับเพราะอยากให้ Senad เพื่อนที่นับถือศาสนาอิสลามนั้นได้ลองชิมด้วยนั่นเอง หลังจากที่ Senad ชิมเขาบอกว่ามันเผ็ดมากสำหรับเขา ถ้าเอาพริกออกก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้และรสชาติก็อร่อยมาก

### วันเสาร์ที่ 13 – วันอาทิตย์ที่ 14 กรกฎาคม 2562

วันเสาร์นี้ข้าพเจ้าตื่นสายมาก ๆ แทบจะตื่นในตอนบ่ายเลยทีเดียวนะ วันนี้มีนัดทานข้าวพือาร์มในเมืองเจนีวาเพื่อถามไถ่สารทุกข์สุกดิบ พวกเราแวะไปที่ร้านขายของเอเชียเพื่อซื้อซอสหอยนางรมและพริกแกงพะแนงเพิ่ม พวกเราทราบว่าวันอาทิตย์นี้เป็นวันชาติของฝรั่งเศส แต่น่าเสียดายที่พวกเราไม่ได้มีแผนอะไรเตรียมไว้เลย และข้าพเจ้าก็มึนงานที่จะต้องทำให้เสร็จเช่นกัน เนื่องจากอีก 4 สัปดาห์ จะต้องกลับประเทศไทยแล้ว

## วันจันทร์ที่ 15 กรกฎาคม 2562

วันนี้เริ่มต้นด้วยการบรรยายเกี่ยวกับ Standard Model โดยผู้บรรยายเริ่มพูดถึง Lorentz Transformation เล็กน้อย ต่อมาก็บรรยายเกี่ยวกับ Lagrangians และ Dimensional Analysis ซึ่งข้าพเจ้ายอมรับว่า 2 เรื่องหลังนี้มีความซับซ้อนมากพอสมควร แต่ก็พอสามารถจับใจความสำคัญได้ ส่วนอีก 2 เรื่อง ได้แก่ From Raw Data to Physics และ Making Prediction at Hadron Colliders ซึ่งวันนี้พูดถึงเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ และทำการคำนวณความน่าจะเป็นจาก Feynman Diagram ตามลำดับ ในตอนบ่ายข้าพเจ้าไปนั่งทำงานกับ Haifa ที่ออฟฟิศของเธอและพบว่า Data ที่เธอแก้ไขมาให้นั้นยังคงไม่ถูกต้อง ทำให้ข้าพเจ้าทำการวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ๆ ของตัว Jet ก่อนได้แก่ พลังงานของ Charged Hadrons เป็นต้น ทั้งนี้ เมื่อทำไปซักรักก็พบว่าข้อมูลที่ต้องใช้ก็ยังคงขึ้นกับ Branch ที่ไม่ถูกต้องอยู่ดี เมื่อค้นไปค้นมาพบว่า เธอถามหาเงื่อนไขที่ต้องแก้กับ Branch ของ Pt และ Impact Parameter แล้ว แต่เธอดันลืมเขียนโค้ดให้มันกรองเอาเฉพาะอนุภาคที่มี 0 PIXEL hits มาเสียอย่างนั้น เราจึงรีบเร่งแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาดโดยด่วนและคาดการณ์ว่าจะสามารถทำงานตรงนี้ได้จริงจังกายในเช้าของวันพรุ่งนี้ ในช่วงเย็น พี่ปฐมพร ญาณิศ และข้าพเจ้า ได้ช่วยกันทำพะแนงไก่และแกงเขียวหวานไก่ให้ Katarina, Senad และ Emma รับประทานเป็นมื้อเย็น โดย Senad ทำลั้วกับซอสมะเขือเทศกับเฟรนช์ฟรายส์มาเสริม แม้ว่าพวกเราจะเตรียมพริกมาใส่เพิ่มก็ตาม แต่ก็เกรงใจเพื่อน ๆ ชาวต่างชาติ เราจึงตัดสินใจในตอนท้ายว่าจะไม่ใส่พริกลงไปเพิ่มเติม



รูปที่ 41 มื้อเย็นเบา ๆ ในวันจันทร์ของสัปดาห์ที่ 7 ของข้าพเจ้า

### วันอังคารที่ 16 กรกฎาคม 2562

วันนี้ผู้บรรยายหัวข้อ Standard Model ได้เริ่มพูดถึง Dimensional Analysis ต่อจากเมื่อวาน หลังจากนั้น ได้บรรยายเกี่ยวกับการคำนวณ Lifetime ของอนุภาคอย่างคร่าว ๆ เช่น Lifetime ของอนุภาค Higgs ต่อจากนั้นเป็นการพูดถึง Beta Decay ซึ่งเป็นที่มาของการเสนออนุภาค Neutrino โดย Pauli และจบการบรรยายวันนี้ด้วยการพูดถึง Weak interaction เล็กน้อย ส่วนการบรรยายถัดมาเป็นการบรรยายในหัวข้อ From Raw Data to Physics พูดถึงการ Reconstruct fundamental Physics processes จากข้อมูลดิบที่ได้จาก Detector และในการบรรยายหัวข้อสุดท้ายของวันนี้ คือเรื่อง Making Prediction at Hadron Colliders ได้พูดถึงเกี่ยวกับการนำ Cross Section ที่ได้ในวันก่อน มาเปลี่ยนเป็น Event ของจริง ในตอนบ่าย Haifa ได้ทำการแก้ไข Data ของ Drell-Yan ให้เรียบร้อย ทำให้ข้าพเจ้านั่ง Fill Histogram ของข้อมูลต่าง ๆ ของสัญญาณทั้งบายนั่นเลย พร้อมทั้งจัดเตรียมสไลด์ power point สำหรับการ discussion ในวันถัดไป ในตอนเย็นข้าพเจ้าเหนื่อยมาก เมื่อมาถึงห้องพักข้าพเจ้าอาบน้ำ แปร่งฟันแล้วเข้านอน

### วันพุธที่ 17 กรกฎาคม 2562

วันนี้ผู้บรรยายหัวข้อ Standard Model ได้พูดถึงปัญหาของการคำนวณ Cross Section ที่พูดถึงในวันก่อน ๆ ในการที่พลังงานสูง ๆ นั้นจำเป็นจะต้องมี Quantum Correction ตัวอื่นมาทำให้ Cross Section นั้นเป็นอนุกรมที่มีค่าลู่ออก จากนั้นก็พูดถึงกรุป  $U(1)$  ซึ่งสัมพันธ์กับโฟตอน และกรุป  $SU(N)$  ซึ่งสัมพันธ์กับ  $W, Z$  boson และ gluon และได้บรรยายเกี่ยวกับ Electroweak Theory ในช่วงท้าย ส่วนการบรรยายในหัวข้อ From Raw Data to Physics ซึ่งวันนี้เป็นการบรรยายครั้งสุดท้าย เขาได้บรรยายถึงการนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาในการวิเคราะห์หาสิ่งที่เราต้องการเปรียบเสมือนกับการงมเข็มในมหาสมุทร ต่อด้วยการบรรยายวิชาสุดท้ายของวันนี้เป็นการบรรยายเกี่ยวกับ RF Superconductivity ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกว่ามันลึกมากและไม่ค่อยตรงกับความสนใจของข้าพเจ้าเท่าไรหรอก ในตอนบ่ายเนื่องจาก Haifa ติดธุระด่วนในเมือง ทำให้ข้าพเจ้าใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำ Thesis สำหรับการจบการศึกษาระดับปริญญาตรีของข้าพเจ้าแทน

### วันพฤหัสบดีที่ 18 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นวันที่ 4 ของการบรรยายในหัวข้อ Standard Model ผู้บรรยายได้พูดถึง  $SU(2)$  สู่ทฤษฎีของ Fermi และ  $SU(3)$  QCD และพูดถึง Chirality ของ Weak Interaction, pion decay และได้กล่าวถึง Higgs Mechanism เล็กน้อย วิชาถัดมาเป็นวันแรกของการบรรยายในหัวข้อเรื่อง Heavy ion คร่าว ๆ คือ เป็นหนึ่งในวิธีการศึกษา QCD และสสารต่าง ๆ และการบรรยายในหัวข้อ Astroparticle Physics ในตอนบ่ายข้าพเจ้าไปทำงานกับ Haifa ที่ออฟฟิศของเธออีกครั้ง เพื่อศึกษาผลลัพธ์ที่ได้ว่าจะทำการ cut สัญญาณตรงไหนเพิ่มเติม ซึ่งข้าพเจ้าเสนอให้ตัดสัญญาณของ Jet ที่มี parton flavour เป็น Pile up กับ Gluon เนื่องจากใน Signal ของ HNL ที่ทำอยู่นั้นมี Jet จากสองอนุภาคนี้น้อยมาก ๆ ซึ่งผลที่ได้ก็ออกมาดีทีเดียว และพวกเราก็กุ๊กกั๊กกันว่าในวันพรุ่งนี้เราจะมาเทียบกันว่าเมื่อเทียบ parton flavour แล้วเราควรจะ cut สัญญาณที่ Jet Pt เท่าไรดี ในตอนเย็นข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรทำอาหารเมนูผัดกะเพรารับประทานกันสองคนแล้วจึงแยกย้ายไปพักผ่อน

### วันศุกร์ที่ 19 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นวันสุดท้ายของการบรรยายในหัวข้อ Standard Model ซึ่งทางผู้บรรยายได้พูดถึง Higgs Mechanism ต่อจากเมื่อวาน ตามด้วยปัญหาในเรื่องมวลของ Neutrino ซึ่งอาจมี Majorana Term อยู่ด้วย หลังจากนั้นได้พูดถึง Grand Unified Theory และปัญหาอื่น ๆ ที่ยังแก้ไขไม่ได้ เช่น ทำไมแรงโน้มถ่วงจึงเป็นแรงที่อ่อนมาก ๆ เป็นต้น ส่วนการบรรยายเรื่อง Heavy ion ในวันนี้ที่ประชุมพบว่าจะสนใจมากเป็นพิเศษ เพราะมีการพูดถึงการใช้ Statistical Mechanic ในการบรรยายคุณสมบัติอื่น ๆ ของ Jet ไม่ว่าจะเป็นอนุกรมหรือความดัน เป็นต้น ส่วนการบรรยายครั้งสุดท้ายของหัวข้อ Astroparticle Physics วันนี้เน้นการตรวจวัดโดยใช้กล้องโทรทรรศน์เป็นหลัก ในตอนบ่าย ข้าพเจ้าไปนั่งทำงานกับ Haifa ตามเคย เพียงแต่เราประสบปัญหาในการ cut background ings มาก จนเราต้องไปปรึกษา Albert อีกครั้ง ในตอนเย็นอาจารย์พัทธ์พาพวกเราไปทานอาหารอิตาเลียนในเมืองเจนีวา และไปจับที่คูบอลรอบนัดชิงชนะเลิศของ Africa Cup of Nations ระหว่าง Senegal กับ Algeria ที่ร้าน O'Brasseur พวกเราดูเพื่อความบันเทิง ไม่ได้เชียร์ทีมไหนเป็นพิเศษ แต่เนื่องจากเรานั่งอยู่กลางผู้คนที่เชียร์ Senegal พวกเราเลยต้องเชียร์ตามกับฝูงชนไปก่อน ผลที่ออกมาคือ Algeria เอาชนะ Senegal ไปได้ 1 – 0 คะแนน

### วันเสาร์ที่ 20 – วันอาทิตย์ที่ 21 กรกฎาคม 2562

สุดสัปดาห์นี้ไม่มีอะไรเกิดขึ้นมาก ในวันเสาร์ข้าพเจ้าอยู่ที่พักทั้งวันทำงานและเล่นเกมส์ เพื่อให้สมองผ่อนคลาย ในวันอาทิตย์ข้าพเจ้าทำงานเป็นส่วนใหญ่และก็ได้ความคืบหน้าไปมากในระดับหนึ่ง ทำให้มั่นใจได้ว่างานของข้าพเจ้าจะสำเร็จลุล่วงก่อนที่จะเดินทางกลับประเทศไทย

### วันจันทร์ที่ 22 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายวันสุดท้ายในหัวข้อเรื่อง Heavy ion ซึ่งผู้บรรยายคนเดิมไม่สามารถมาบรรยายต่อได้ แต่มีเจ้าหน้าที่ของ ATLAS มาบรรยายแทน ต่อจากนั้น เป็นการบรรยายในหัวข้อ Experimental Physics at Hadron Colliders ได้กล่าวถึงประวัติสั้น ๆ และข้อมูลคร่าว ๆ ที่ควรทราบในการชนกันของโปรตอนกับโปรตอน (pp collision) และ Introduction to Cosmology ซึ่งวันนี้พูดถึงการขยายตัวของเอกภพเป็นหลัก ส่วนในตอนบ่าย Haifa ต้องทำการเพิ่มตัวแปรที่เราน่าจะสามารถใช้ในการตัด Background เพิ่มได้ ส่วนข้าพเจ้าได้ลองนั่งหาตัวแปรที่อื่น ๆ จากข้อมูลที่มีในตอนนี ที่จะสามารถลด Background ของ Drell-Yan ลงไปอีก

### วันอังคารที่ 23 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายในหัวข้อ Beyond the Standard Model เป็นวันแรก ซึ่งผู้บรรยายมาจาก Oxford ได้อธิบายคร่าว ๆ ว่ามีอะไรที่ Standard Model ยังไม่ครอบคลุมบ้างและเนื้อหาในวันนี้เน้นไปที่ Dark Matter เป็นหลัก ต่อมาเป็นการบรรยายในหัวข้อ Experimental Physics at Hadron Colliders และ Introduction to Cosmology ผู้บรรยายได้พูดถึงเรื่องการขยายตัวของเอกภพต่อและเริ่มต้นพูดถึงเกี่ยวกับ Hot Big Bang เล็กน้อย ในตอนบ่ายข้าพเจ้าไปนั่งทำงานกับ Haifa สักพัก ก่อนที่เข้าเยี่ยมคารวะเอกอัครราชทูตผู้แทนถาวรไทย ประจำสหประชาชาติ ณ นครเจนีวา และ

ร่วมลงนามถวายพระพรชัยมงคลแด่ พระบาทสมเด็จพระปรเมนทรรามาธิบดีศรีสินทรมหาวชิราลงกรณ พระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องในโอกาสวันเฉลิมพระชนมพรรษาฯ หลังจากนั้นพวกเราเดินทางไปรับประทานอาหารเช้าในเมืองเจนีวา พวกเราได้เลือกทานอาหารที่ร้านอาหารญี่ปุ่นชื่อ Fuji (ไม่ใช่ Fuji ที่เราคุ่นเคยกันในประเทศไทย) ข้าพเจ้าสั่งมิโซะราเม็งมารับประทาน และจากนั้นจึงเดินทางไปทะเลสาบเจนีวาเพื่อรับลมสักพัก เนื่องจากอากาศเริ่มร้อนขึ้นอีกแล้ว หลังจากนั้นพวกเราไปซื้อชาไทยเย็นที่ร้านชาไข่มุกชื่อ Tapiocha ก่อนจะเดินทางกับมาพักยังที่พักของตนเอง



รูปที่ 42 บรรยากาศในห้องบรรยาย วิชา *Beyond the Standard Model*



รูปที่ 43 เข้าเยี่ยมคารวะเอกอัครราชทูตผู้แทนถาวรไทย ประจำสหประชาชาติ ณ นครเจนีวา





รูปที่ 44 มิโสะราเม็งจากร้าน Fuji (ซ้าย) และ ชาไทยเย็นจากร้าน Tapiocha (ขวา)

### วันพุธที่ 24 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายในหัวข้อ Beyond the Standard Model ผู้บรรยายได้พูดต่อเกี่ยวกับเรื่อง Dark Matter และไอเดียในการตรวจวัดสสารดังกล่าว จากนั้น ได้พูดถึงเรื่องปัญหาของ Strong CP อีกเล็กน้อย ส่วนการบรรยายในหัวข้อ Experimental Physics at Hadron Colliders ผู้บรรยายได้พูดถึงการตรวจจับ Higgs Particle เป็นเรื่องที่โด่งดังมากในช่วงที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา และสุดท้ายเป็นการบรรยายในหัวข้อ Introduction to Cosmology ผู้บรรยายได้พูดถึง Hot Big Bang ต่อจนจบ แล้วปิดท้ายด้วยเรื่องของ Inflation ซึ่งเป็นช่วงที่เอกภพมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในตอนบ่ายข้าพเจ้านั่งแก้โค้ดบางส่วนที่ใช้ในการพล็อต Histogram จาก python ให้เป็น C เนื่องจากตัว Library ของ ROOT นั้น ทำมาเพื่อใช้กับ python 2 เป็นหลัก แต่ข้าพเจ้ากำลังใช้ python 3 อยู่ทำให้บางครั้งเมื่อพล็อตกราฟออกมาแล้วจะมี bug เกิดขึ้น

### วันพฤหัสบดีที่ 25 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายในหัวข้อ Beyond the Standard Model ผู้บรรยายได้พูดต่อถึงเรื่อง Strong CP จนจบ แล้วยกเรื่อง Axion particle และ Effective Field Theory ขึ้นมาพูด ตามด้วยการบรรยายในหัวข้อ Experimental Physics at Hadron Colliders ผู้บรรยายได้กล่าวถึงไอเดียกว้าง ๆ ในการค้นหาอนุภาคที่ไม่อยู่ใน Standard Model เช่น SUSY เป็นต้น คาบสุดท้ายเป็นการบรรยายในหัวข้อ Accelerator Technology Challenges : Accelerator Operation and Design Challenges ได้กล่าวถึงการออกแบบเครื่องเร่งอนุภาคเป็นหลัก ในตอนบ่าย เนื่องจากอากาศที่ร้อนมาก ๆ ทำให้ Cooling System ของ server ที่ข้อมูลของพวกเราถูกเก็บรักษาไว้เสียหาย ทำให้ต้องมีการปิดการใช้งานเครื่อง server ดังกล่าว เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวอุปกรณ์เอง ทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถทำงานใด ๆ ได้เลย ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ดีอย่างมาก เนื่องจากข้าพเจ้าเหลือเวลาอีกเพียง 2 สัปดาห์ ในการทำงานทุกอย่างให้เสร็จสิ้น ในตอนเย็นมีพายุลูกเห็บเข้ามาซึ่งทำให้อากาศที่ร้อนในวันนี้เย็นลงบ้าง

## วันศุกร์ที่ 26 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายในหัวข้อ Beyond the Standard Model ผู้บรรยายได้ยกเรื่อง Higgs Particle ขึ้นมาพูด และได้ตั้งคำถามว่า Higgs นี้ใช่ Pion หรือไม่ ตามด้วยเรื่องสุดท้ายคือ Extra Dimension ส่วนการบรรยาย 2 เรื่องถัดไปซึ่งได้แก่ Accelerator Technology Challenges : Accelerator Operation and Design Challenges และ What is the String Theory ข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรไม่ได้เข้าร่วมรับฟัง เนื่องจากพวกเราตัดสินใจไปเข้าร่วมรับฟังเพื่อนของเราชื่อ Abhrikshma นำเสนองานของเขาที่ห้องประชุมตึก 42 เป็นการนำเสนอของ CMS Summer student ในกลุ่ม CMG ซึ่งข้าพเจ้าบอกได้เลยว่ามีความเข้มข้นมาก ๆ ทุกคนเป็นนักฟิสิกส์ที่มีความรู้เกี่ยวกับงานด้าน Machine Learning เป็นอย่างมาก ทำให้พี่ปฐมพรที่จะต้องนำเสนอในศุกร์ถัดไปมีความกังวลเล็กน้อย ในตอนบ่ายเนื่องจากปัญหาที่เบลเยียม (ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บข้อมูลดิบ) ยังไม่ได้ถูกแก้ไข ทำให้ข้าพเจ้ายังไม่มียานพาหนะ ในตอนเย็นข้าพเจ้ากับอาจารย์นรพัทธ์เดินทางไปสนามบินเพื่อขึ้นเครื่องบินเดินทางไปเที่ยวที่ Munich เที่ยวบินของพวกเรานั้นล่าช้าเล็กน้อยและพวกเราก็ก่อนเดินทางถึงเมือง Munich ในเวลาประมาณ 5 ทุ่มเศษ ๆ ก่อนที่จะนั่ง S-Bahn กลับเข้ามายัง Central Station เพื่อเข้าพักที่โรงแรม

## วันเสาร์ที่ 27 กรกฎาคม 2562

วันนี้พวกเราเริ่มต้นด้วยการเดินทางจาก Munich ไปยัง Schwangau เพื่อเที่ยวปราสาท Hohenschwangau และ Neuschwanstein การเดินทางจาก Munich ไปยัง Schwangau ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง เมื่อพวกเรามาถึงก็พบกับคนจำนวนมากที่กำลังเข้าคิวเพื่อซื้อตั๋วเข้าชมปราสาทในรอบบ่าย ซึ่งนับว่าโชคดีมากเพราะว่าถ้าเรามาช้ากว่านี้อาจจะได้เยี่ยมชมปราสาทในรอบเย็นแทน พวกเราได้รอบในการเข้าชม Hohenschwangau ซึ่งเป็นปราสาทของกษัตริย์ Maximilian และ Ludwig ก่อน ในเวลาประมาณ 13.05 น. การเดินทางจากใจกลางเมืองไปยังปราสาทนี้ไม่ยากลำบากเท่าไรนัก แต่แล้วพวกเราก็ก็นั่งรถบัสที่สะดวกสบายมากที่แท้จริง เมื่อพวกเราเดินทางขึ้นไปชม Neuschwanstein ในตอนบ่าย 2 โมง จริง ๆ แล้วปราสาทแห่งนี้จะมีรถม้ากับรถบัสคอยรับส่งนักท่องเที่ยว แต่ด้วยความคึกคะนองของพวกเราจึงตัดสินใจเดินขึ้นไปด้วยตนเอง ปัญหาคืออาจารย์นรพัทธ์ได้ไปพบกับทางลัดเข้าป่า (ในความเป็นจริงแล้วไม่ลัดเลย) เส้นทางมีความชันมากถึงมากที่สุด เมื่อไปถึงพวกเราก็ก็นั่งรถบัสรับส่งผู้โดยสารอยู่พอสมควร อย่างไรก็ตามส่วนตัวข้าพเจ้าคิดว่าการเดินทางครั้งนี้แม้ว่าจะเหนื่อยแค่ไหน แต่ก็คุ้มค่าเพราะปราสาท Hohenschwangau และ Neuschwanstein นั้นสวยงามมาก แต่เสียดายที่ไม่ให้มีการถ่ายรูปภาพภายใน ทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถเก็บภาพใด ๆ ภายในปราสาทไว้เป็นที่ระลึกได้ หลังออกมาจากปราสาทข้าพเจ้ากับอาจารย์นรพัทธ์ จึงเดินทางเข้าไปในป่าลึกเพื่อเข้าไปถ่ายภาพตัวปราสาท Neuschwanstein จากมุมสูง ภาพที่ได้ออกมานั้นดูดีมากเลยทีเดียว



รูปที่ 45 วิวใน Schwangau



รูปที่ 46 ปราสาท Hohenschwangau



รูปที่ 47 วิวของปราสาท Neuschwanstein จากบนเขา

ในตอนเย็นพวกเราเดินทางกลับไปยังเมือง Munich เพื่อไปเดินเที่ยวใน Old Town บรรยากาศในเมือง Munich ช่วงก่อนพลบค่านั้นสวยงามมาก เสียหายที่อาจารย์นรภัทร์มีปัญหาเกี่ยวกับอาหารเย็นที่รับประทานเข้าไปเล็กน้อย ทำให้พวกเราต้องเดินทางกลับโรงแรมก่อนกำหนด



รูปที่ 48 Town Hall ใน Munich



รูปที่ 49 บรรยากาศในเมือง Munich ช่วงก่อนพลบค่ำ

## วันอาทิตย์ที่ 28 กรกฎาคม 2562

วันนี้พวกเราออกจากโรงแรมตั้งแต่เช้าเพื่อไปเดินเที่ยวใน Old town เป็นการเก็บตกจากเมื่อตอนกลางคืน ก่อนที่จะนั่งรถไฟสาย U6 ไปยังสนาม Allianz Arena ซึ่งเป็นสนามเหย้าของทีมฟุตบอลโปรตของข้าพเจ้า นั่นคือทีม Bayern Munich นั่นเอง เมื่อได้มาเห็นสถานที่แล้ว บอกได้เลยว่าสนามของจริงนั้นยิ่งใหญ่มาก สามารถจุคนได้มากถึง 75,000 คนเลยทีเดียว พวกเราเดินดูทั่วสนามไม่ว่าจะเป็นภายในตัวสนาม ห้องแต่งตัวของนักกีฬา เป็นต้น จากนั้น พวกเราไปเดินต่อกันที่ Bayern Munich Museum ภายในสนามนั่นเอง โดยในปีนี้มีความพิเศษตรงที่สองตำนานของทีม ได้แก่ Franck Ribery และ Arjen Robben นั้นได้ประกาศอำลาทีมพร้อมกัน ก่อนจะออกจากสนามข้าพเจ้าจึงตัดสินใจเข้าไปซื้อของที่ระลึกเป็นเสื้อยืด 1 ตัว หมวกแก๊ป 1 ใบ ร่ม 1 คัน และที่เด็ดที่สุดก็คือเสื้อทีม Bayern Munich ประจำฤดูกาล 2019/2020 โดยสกรีนชื่อของนักเตะในดวงใจของข้าพเจ้า Thomas Muller เบอร์ 25 ไว้ที่ด้านหลัง



รูปที่ 50 ภายนอกสนาม Allianz Arena



รูปที่ 51 ภายในสนาม Allianz Arena



รูปที่ 52 สองตำนานของทีม (ซ้าย) ฤดูกาล 2012/2013 กับ 5 แชมป์



รูปที่ 53 ข้าพเจ้ากับเสื้อเบอร์ 25 ของ Thomas Muller

จากนั้นในตอนบ่ายพวกเราเดินทางไปยังชมพิพิธภัณฑ์ BMW ซึ่งอยู่ใกล้ ๆ ก่อนจะกลับมาที่ Marienplatz เพื่อขึ้นไปถ่ายรูปวิวของเมืองจากบนโบสถ์ แต่เนื่องจากข้าพเจ้าเหนื่อยล้ามาก ทำให้คนที่ขึ้นไปถ่ายรูปด้านบนนั้นมีเพียงอาจารย์นรพัทธ์เพียงคนเดียว ก่อนที่พวกเราจะนั่ง S-Bahn ไปยัง สนามบินเพื่อเดินทางกลับกรุงเทพฯ ในเวลาถัดมา

### วันจันทร์ที่ 29 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายเกี่ยวกับ Nuclear Physics at CERN, Flavour Physics ซึ่งเน้นในเรื่องของ CP Violation กับ flavour oscillation และ Physics and Medical Applications ข้าพเจ้ายังมีเรื่องที่เป็นที่น่ากังวล คือ เซิร์ฟเวอร์ที่เก็บข้อมูลของงานข้าพเจ้ายังไม่ถูก Restart เลย ทำให้วันนี้ข้าพเจ้ายังคงไม่สามารถทำงานต่อได้ ทำให้ว่างงานอยู่เหมือนเดิม ในขณะที่ Deadline ก็ย่ำเข้ามาใกล้มากขึ้น

### วันอังคารที่ 30 กรกฎาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายต่อจากเมื่อวาน เพียงแต่ข้าพเจ้าไม่ได้ร่วมรับฟังการบรรยาย Flavour Physics เนื่องจากมีปัญหาที่ต้องแก้ไขกับเพื่อนที่เชียงใหม่ อย่างไรก็ตาม ตอนบ่ายเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้เก็บข้อมูลของข้าพเจ้ากลับใช้งานได้แล้ว ทำให้ Haifa ได้ป้อนสัญญาณให้ข้าพเจ้าเพิ่ม จาก HNL 5GeV 18mm เป็น 25mm, 69mm และ 349mm ซึ่งเป็นระยะของการ Decay ที่ยังไม่ถูกบด ทำให้ในวันนี้อย่างน้อยก็มีงานให้ทำต่อ และเชื่อว่าตั้งแต่วันนี้งานคงจะดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

### วันพุธที่ 31 กรกฎาคม 2562

วันนี้การบรรยายมีเพียง 2 เรื่อง ในหัวข้อ Experimental Physics at Lepton Colliders และ Future High-Energy Collider Projects ส่วนตอนบ่าย Supervisor ข้าพเจ้าหายตัวไปและไม่สามารถติดต่อได้ ทำให้ข้าพเจ้าไม่สามารถทำงานอะไรต่อได้ ข้าพเจ้าจึงรู้สึกแย่มาก ในขณะที่เพื่อนนักศึกษาจากประเทศไทยอีก 3 คน มีงานที่จับต้องได้ไปนำเสนอไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบการบรรยายหรือโปสเตอร์กันหมดแล้ว ข้าพเจ้าซึ่งเหลือเวลาอีกเพียงไม่ถึง 2 สัปดาห์ แม้งานมีสโคปชัดเจนแล้วแต่กลับยังไม่มีตัวงานมากพอไปนำเสนอได้เลย



### วันพฤหัสบดีที่ 1 สิงหาคม 2562

ในวันนี้การบรรยายมีเรื่องเพิ่มขึ้นมาจากวันก่อนคือเรื่อง Antimatter in the Lab รวมเป็น 3 หัวข้อ ส่วนเรื่องของงานนั้น ข้าพเจ้าตัดสินใจทำงานเองโดยไม่รอ Haifa ผลลัพธ์ที่ได้นั้นยังออกมาไม่ดีเท่าที่ควร สัญญาณของข้าพเจ้าหลังจากผ่านการ Cut Analysis ยังคงต่ำกว่า Background มาก แม้ว่าจะยังไม่ได้เพิ่มเงื่อนไขที่ muon 2 ตัว จะต้องมึประจุเหมือนกัน ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่จะบอกว่าเราพบ Right-Handed Neutrino ด้วยซ้ำไป หลังจากส่งให้ Haifa ตรวจสอบแล้วในที่สุดเธอก็ได้ให้งานข้าพเจ้ามาเช็คเพิ่มเติมก่อนที่ข้าพเจ้ากับเพื่อนชาวต่างชาติจะพากันไปรับประทานอาหารไทยที่ James' Pub และไปดูพลุวันชาติของสมาพันธรัฐสวิสในตัวเมืองเจนีวาในตอนเย็น



รูปที่ 54 ภาพ polaroid ของพวกเราที่ James' Pub

## วันศุกร์ที่ 2 สิงหาคม 2562

วันนี้เป็นการบรรยายครั้งสุดท้ายในหัวข้อ Antimatter in the Lab แต่ว่าข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรไม่ได้เข้าไปร่วมฟังการบรรยายเพราะพี่ปฐมพรมีงานนำเสนอในกลุ่ม CMG ในตอนเช้า แม้ว่าข้าพเจ้าจะไม่มีความรู้ในด้าน Machine Learning เลย แต่เนื่องจากการนำเสนอของพี่ปฐมพรถูกเตรียมมาอย่างดี ทำให้ง่ายต่อการฟังและเข้าใจง่าย แม้ว่าจะมีรายละเอียดปลีกย่อยเล็ก ๆ ที่ข้าพเจ้าไม่เข้าใจบ้าง แต่โดยรวมแล้วข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้ว่าพี่เขาทำงานเกี่ยวกับอะไร ในตอนบ่ายข้าพเจ้าทำงานต่ออีกเล็กน้อย ซึ่งหลังจากทำตามที่ Haifa มอบหมายแล้ว ในที่สุดข้าพเจ้าก็เจอ Region ที่สัญญาณมี Number of events สูงกว่าของ background เพียงแต่ความผันเป็นช่วงที่แคบและสัญญาณที่สูงกว่านั้นก็ไม่ได้สูงมากพอ แต่ก็นับว่าเป็นอะไรที่ดี ข้าพเจ้าสามารถนำงานนี้กลับไปทำต่อที่ประเทศไทยให้เสร็จจนเป็นโปรเจกต์ระดับปริญญาตรีของตนเองได้ ตอนนี้มีสิ่งที่มีปัญหาคือ data ใหม่ที่ Haifa อัปเดตให้ฉันมี bug ที่ทำให้ไม่สามารถทำงานนี้เพิ่มเติมได้ ทำให้ต้องรอเธอแก้ไขปัญหาดังกล่าว

## วันเสาร์ที่ 3 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้าว่างงานอยู่เนื่องจาก Haifa ยังไม่ได้แก้ bug ให้ ข้าพเจ้าจึงตื่นแต่เช้าเพื่อไปรับอาจารย์จตุพร ซึ่งเดินทางมาเข้าร่วมโครงการครูฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนที่สนามบิน หลังจากข้าพเจ้าพาอาจารย์มาส่งที่ Hostel ใน Meyrin ข้าพเจ้าจึงนัดหมายกับอาจารย์ว่า ข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรจะไปนั่งทำงานในเมืองเจนีวาช่วงบ่ายวันนี้ หากอาจารย์สนใจก็สามารถร่วมกันเดินทางไปกับด้วยกันได้ แต่อาจารย์นักเจอเพื่อนของอาจารย์ซึ่งอยู่ที่นั่นพอดี ข้าพเจ้ากับพี่ปฐมพรจึงไปนั่งทำงานกันสองคนที่ร้าน Starbuck ในตัวเมืองตลอดทั้งบ่าย

## วันอาทิตย์ที่ 4 สิงหาคม 2562

วันอาทิตย์นี้ข้าพเจ้ายังไม่ได้รับการติดต่อจาก Haifa เลย ทำให้ข้าพเจ้าคิดว่ารายงานที่จะต้องเขียนส่งให้ทางเซิร์น อาจจะต้องเขียนอธิบายถึงขั้นตอนที่ทำเสร็จจนถึงปัจจุบันก่อน แล้วส่วนที่จะสามารถทำต่อได้จนเป็นโปรเจกต์จบในระดับปริญญาตรีนั้นค่อยกลับไปทำต่อที่ประเทศไทย และอาจารย์ Albert ได้ขยายอายุของบัญชีเซิร์นของข้าพเจ้าไปจนถึงเดือนพฤศจิกายนนี้ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถใช้บริการอีเมลและ Ixplus ของเซิร์นต่อไปได้ จึงไม่มีอะไรที่น่าเป็นห่วง

## วันจันทร์ที่ 5 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้าไปนั่งอยู่ที่ออฟฟิศของพี่ปฐมพรและได้รู้จักกับคนที่นี้เพิ่มขึ้นไม่ว่าจะเป็น Justin, Andrew ทั้งสองคนเป็นชาวลิทัวเนีย และ Marcel ซึ่งเป็นที่ปรึกษาของพี่ปฐมพร ซึ่งเป็นคนเยอรมัน ที่ออฟฟิศนี้ดูเป็นกันเองมาก และคนที่นี้ดูจะหมกมุ่นกับ meme มาก โดยเฉพาะ meme ของ Half Life 3 ซึ่ง Half Life เป็นเกมส์คอมพิวเตอร์เกมส์หนึ่งซึ่งโด่งดังมาก ภาคที่ 1 และ 2 เป็นเกมที่ปฏิวัติวงการอุตสาหกรรมเกมส์คอมพิวเตอร์เลยทีเดียว ซึ่ง Half Life 3 นั้นรอมานานถึงเกือบ 20 ปี อย่างไรก็ตาม ข้าพเจ้าเริ่มติดต่อกับ Albert และ Haifa ทางอีเมลในเรื่องรายงานที่จะต้องเขียนส่งให้กับทางเซิร์น โดยหวังว่าหลังจากที่ได้คุยกับ Haifa ไปได้ 2 สัปดาห์ก่อน Haifa จะนำเรื่องนี้ไปปรึกษากับ Albert แล้ว ส่วนข้าพเจ้าก็เริ่มด้วยการร่างตัวรายงานไว้คร่าว ๆ

ในตอนเย็นพวกเรา 5 คน ได้แก่ ข้าพเจ้า อาจารย์ นรพัทธ์ ญาณิศา พี่ปฐมพร และผาธรรม ไปรับประทานอาหารในเมืองเจนีวาและได้เลี้ยงส่งข้าพเจ้าที่กำลังจะกลับประเทศไทยในวันศุกร์นี้



รูปที่ 55 meme เกี่ยวกับ Half Life บุคคลในรูปเป็นตัวละครในเกมส์ชื่อ Gman ส่วนประแจนั้นถือเป็นอุปกรณ์แรกที่ตัวละครในเกมส์จะได้ใช้ จึงถือเป็นสัญลักษณ์เด่นหนึ่งเกมส์นี้เลยก็ว่าได้



รูปที่ 56 meme เกี่ยวกับ Half Life 3 (ซ้าย) และพัดลมส่วนตัวที่ออฟฟิศของพี่ปฐมพรที่ประกอบจากพัดลมของคอมพิวเตอร์ (ขวา)

### วันอังคารที่ 6 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้ายังไม่ได้รับการติดต่อกลับจาก Albert และ Haifa สำหรับ Albert นั้นข้าพเจ้าเข้าใจได้ เพราะเขาคงรู้ตัวว่าไม่ค่อยว่างจึงให้เราทำงานผ่าน Haifa ตั้งแต่แรก แต่ในส่วนของ Haifa นั้นกลับกลายเป็นว่าจากตอนที่เธอบอกว่าจะกลับบ้านและเธอจะติดต่อเรื่องการทำงานกับข้าพเจ้าทาง Skype และอีเมล แต่เธอไม่ได้ติดต่อกลับมา ข้าพเจ้าซึ่งร่างรายงานเสร็จแล้วจึงจะขอให้อาจารย์นรพัทธ์ตรวจให้คร่าว ๆ ก่อนจะส่งให้ Albert เช็คเป็นครั้งสุดท้าย ก่อนที่จะ upload ขึ้นไปบน CDS ส่วนในเรื่องของตัวโปรเจคนั้น ข้าพเจ้าเริ่มเกิดความไม่มั่นใจขึ้นว่า เราอยู่เซิร์นมาเป็นเวลา 10 สัปดาห์ทำงานกับ Haifa ก็ยังไม่คืบหน้ามากนัก เธออาจจะยุ่งจริง ๆ แต่เธอก็ควรจะสามารถ skim data ให้ข้าพเจ้าใช้งานหรือให้ scaling factor ข้าพเจ้าที่งัวเงียตามที่คุณไว้ก่อนจะไปทำงานส่วนอื่นโดยที่ไม่ต้องให้ข้าพเจ้ารอ 2 – 3 วัน แล้วต้องทักไปหาเธอถึงเรื่องดังกล่าวอีกหลายครั้งก่อนจะได้ data และ scaling factor มาใช้งาน แม้แต่ 2 สัปดาห์สุดท้ายเธอก็ยังหนีกลับบ้าน แล้วหายไปคือ ๆ แบบนี้ถ้าข้าพเจ้ากลับประเทศไทยแล้วไปทำโปรเจคจะเสร็จทันตามกำหนดหรือไม่ และด้วยเวลาที่ต่างกันถึง 5 ชั่วโมง ก็ยอมทำงานร่วมกันยากกว่าเมื่ออยู่ที่นี้ ถึงแม้ว่าเหลือเวลาเพียงน้อยนิดแต่ก็ไม่มารันทิวว่าตัวงานจะมากพอที่จะใช้เป็นโปรเจคจบของข้าพเจ้าได้ ข้าพเจ้าจึงไม่พอใจในความ unproductive นี้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับงานของคนอื่น ข้าพเจ้าจึงปรึกษากับที่ปรึกษาที่ประเทศไทย แล้วตกลงกันว่า เมื่อกลับไปถึงคงจะยกงานเก่าของข้าพเจ้าขึ้นมาทำต่อเองจนเป็นโปรเจคจบน่าจะดีกว่าการรอคนอื่นแบบนี้

### วันพุธที่ 7 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้ายังไม่ได้รับการติดต่อจาก Haifa เช่นเคย แล้วจากการตอบกลับของอาจารย์ Albert ทำให้ข้าพเจ้าทราบว่ Haifa ยังไม่เคยนำเรื่องนี้ไปปรึกษากับเขาตามที่ตกลงกันไว้เลย ข้าพเจ้าจึงรบกวนให้อาจารย์นรพัทธ์มาเป็นผู้ตรวจทานรายงานของข้าพเจ้าในขั้นต้นแทน

### วันพฤหัสบดีที่ 8 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้าต้องเตรียมตัวกลับประเทศไทย ในตอนเช้าข้าพเจ้าได้นั่งทานกาแฟกับเพื่อนที่พิเศษคนหนึ่ง เราใช้เวลานั่งคุยกันนานมาก หลังจากนั้นข้าพเจ้าได้ไปถอนเงินออกจากบัตรเดบิตของเซิร์น คืนหนังสือที่ยืมมาจากห้องสมุด คืน Access Card และการไปหา Eszter ที่ออฟฟิศของเธอ เธอกล่าวว่าสำหรับรายงานนั้นถ้ายังไม่เสร็จก็ไม่เป็นไร แต่เนื่องจากข้าพเจ้าไม่สามารถอัปโหลดมันได้เองหลังจากนั้นก็ให้ส่งมันผ่านอีเมลไปหาเธอเพื่อให้เธออัปโหลดให้แทน หลังจากนั้นข้าพเจ้าจึงเข้าไปในเมืองเจนีวาเพื่อซื้อของที่ระลึกและของฝากให้กับครอบครัวและเพื่อนสนิทที่ประเทศไทย ก่อนจะกลับมาพักผ่อนเร็วเป็นพิเศษเนื่องจากเที่ยวบินของข้าพเจ้าในวันรุ่งขึ้นค่อนข้างจะเช้าเป็นพิเศษ

## วันศุกร์ที่ 9 สิงหาคม 2562

วันนี้ข้าพเจ้าเดินทางออกจากที่พักไปขึ้นรถสาย 62 เพื่อเดินทางไปยังสนามบินตั้งแต่เวลา 06.00 น. ก่อนที่จะขึ้นเครื่องบินเพื่อเดินทางกลับประเทศไทย ข้าพเจ้าใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 24 ชม. ก่อนจะเดินทางถึงบ้านที่เชียงใหม่ ประสบการณ์ที่ได้โดยรวมแล้วมีทั้งดีบ้างไม่ดีบ้างปะปนกันไป แต่ก็นับเป็นโอกาสอันยิ่งใหญ่สำหรับข้าพเจ้า ที่ได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เซิร์น รวมไปถึงการได้เพื่อนใหม่ ๆ มากมาย ซึ่งข้าพเจ้าจะไม่มีวันลืมความทรงจำที่ดีนี้อย่างแน่นอน

## ประวัติส่วนบุคคล



ชื่อ - นามสกุล นายธนัท เปี่ยมสุวรรณ

### ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาววิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน

มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

### รางวัลและการเข้าร่วมการแข่งขัน

- ได้รับรางวัลเหรียญทองจากการแข่งขันฟิสิกส์โอลิมปิกระดับชาติ ครั้งที่ 14
- เป็นผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์ระดับนานาชาติ ปี ค.ศ. 2016 ณ เมือง Ekaterinburg สหพันธรัฐรัสเซีย



POWER OF INNOVATION  
FOUNDATION

