รายงาน

การเข้าร่วมโครงการจัดส่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปศึกษาดูงานที่เซิร์น ประจำปี 2568

HIGH SCHOOL VISIT PROGRAM AT CERN 2025

24 พฤษภาคม ถึง 1 มิถุนายน 2568

ณ เซิร์น กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส

Preface

โครงการจัดส่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปศึกษาดูงานที่เซิร์น (CERN) เป็นโครงการที่จัดขึ้น ภายใต้พระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีที่ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อม สนับสนุนให้นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 18 คน พร้อมครูผู้ดูแลนักเรียน จำนวน 2 คน ไปศึกษาดูงานที่องค์การวิจัยนิวเคลียร์ยุโรป หรือเซิร์น ณ กรุงเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส ซึ่งเป็นการทำให้ได้เรียนรู้หลักการทำงาน และทฤษฎีพื้นฐานของฟสิกส์อนุภาคและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดเป็นแรงผลักดันให้ นักเรียนและคุณครูที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาตนเอง ทั้งในด้านวิชาการและความรับผิดชอบ นอกจากนี้การศึกษาดูงานครั้งนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับนานาประเทศที่เข้าร่วม อีกทั้งยังพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างครู และนักเรียนให้ช่วยเหลือ เติบโต และเรียนรู้ไปพร้อมๆกัน

รายงานฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นมาเพื่อบรรยายถึงประสบการณ์ต่างๆที่ได้พบเจอตลอดระยะเวลา 6 วันที่กรุงเจนีวา ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และอธิบายถึงจุดกำเนิดและจุดประสงค์ขององค์กรเซิร์น กับการทดลองต่างๆที่เซิร์นได้ทำและนำไปปรับใช้ พร้อมทั้งสรุปทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์อนุภาคพื้นฐาน โดยคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน เป็นแนวทางและแรงบันดาลใจในการศึกษาวิชาฟิสิกส์อนุภาค สำหรับผู้ที่สนใจและกลุ่มนักเรียนและคุณครูที่ได้รับคัดเลือกในการไปศึกษาดูงานที่เซิร์น ในปีต่อ ๆ ไป หากผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะนักเรียนและครู

โครงการจัดส่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไปดูงานที่เซิร์นประจำปี พ.ศ. 2568

Acknowledgement

ด้วยสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้นอันหาที่สุดไม่ได้ ในสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ได้พระราชทานโอกาสให้นักเรียนทั้งหมดจำนวน 18 คน และครู จำนวน 2 คน ได้เข้าร่วมโครงการจัดส่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปศึกษาดูงานที่เชิร์นสมาพันธรัฐสวิส ประจำปีพ.ศ. 2568 ซึ่งนับเป็นโอกาสอันล้ำค่า ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ เปิดโลกทัศน์ และพัฒนาตนเองให้เป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติ สมดังพระราชปณิธานแห่งการทรงส่งเสริมการศึกษาและการพัฒนาคนไทยให้มีศักยภาพอย่างแท้จริง

ขอกราบขอบพระคุณมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี รวมถึงคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ดำเนินการคัดเลือกและมอบโอกาสนี้กับคณะเดินทางเป็นตัวแทนไปร่วมกิจกรรมในครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผศ. ดร.นรพัทธ์ ศรีมโนภาษ คุณสุนิสา วงค์เหล็ก และคุณทิชาภัช อุปถัมภ์ สำหรับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและประสานงานสำหรับกิจกรรมครั้งนี้

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) สำหรับความช่วยเหลือทางด้านเอกสารและการจัดการและการดำเนินกิจต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงขณะอยู่ที่ประเทศไทย รวมถึงการจัดกิจกรรมและให้โอกาสนักเรียนจากทุกภาคส่วนได้ไปศึกษาดูงานที่เชิร์นในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้ออกนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนร่วมในการทำให้โครงการจัดส่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปศึกษาดูงานที่เชิร์น ประจำปี พ.ศ. 2568 ผ่านไปได้ด้วยดี

Table of Contents

Preface 1

Acknowledgement 2

CERN Experiences 4

DAY 0 & 1 [24-25/05/2025] 5

DAY 2 [26/05/2025] 7

DAY 3 [27/05/2025] 10

DAY 4 [28/05/2025] 13

DAY 5 [29/05/2025] 15

DAY 6 [30/05/2025] 19

Day 7 & 8 [31-1/06/2025] 20

Lecture details 21

[26/05/2025] – Visit to ATLAS visitor centre 22

[26/05/2025] – Visit to Synchrocyclotron 25

[26/05/2025] - Meeting with national communities 27

[27/05/2025] – Self-guided Visit to CERN Science Gateway 28

[28/05/2025] – Lecture: CERN AI and Quantum technologies 36

[28/05/2025] - Lecture: Experimental Programme at CERN 38

[28/05/2025] – Visit to CCC 41

[30/05/2025] – Lecture: CERN Accelerator complex 44

[30/05/2025] – Visit to AD facility 50

[30/05/2025] - Visit to Data Centre Visitor Point 53

[30/05/2025] – Last Lecture: Next steps in physics? 55

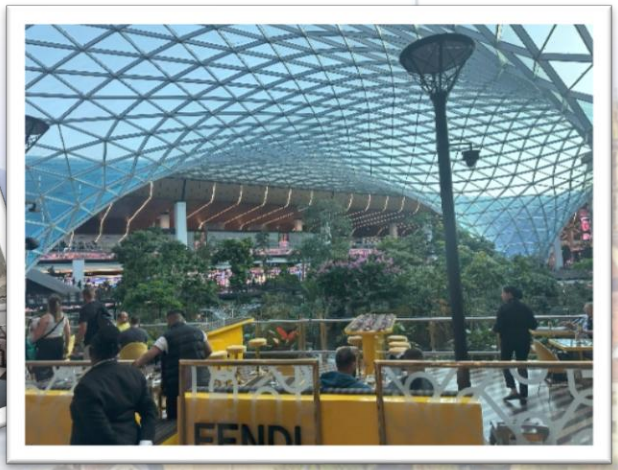
Application and Future Work 57

CERN Experiences

DAY 0 & 1 [24-25/05/2025]

เราทุกคนนัดเจอกันที่สนามบินสุวรรณภูมิตอนเวลา 22:00 น.ที่ประตู 8 ซึ่งเวลา check-in ของเราเปิดตอนประมาณ 22:55 น. จึงทำให้มีเวลาชักพักในการทำ swiss travel pass สำหรับคนที่ยังไม่ได้ทำออนไลน์ พอถึงเวลา พี่วาก็รวบรวม passport ไปทำ check-in แบบออนไลน์ให้ ซึ่งก็มีการติดขัดนิดหน่อย เนื่องจากตอนพิมพ์ตั๋วตัวแท็กกระเป๋าที่จะต้องติดกระเป๋าเพื่อโหลดใต้เครื่องนั้นออกมาเพียงแค่ครึ่งเดียวทำให้คนที่ได้แท็กกระเป๋าแล้วก็ไปโหลดกระเป๋าก่อนเลย ส่วนคนที่ยังไม่ได้แท็กกระเป๋าก็ต้องไปเช็คอิน โดยกว่าจะเสร็จก็ประมาณ 23:30 น. แล้วกว่าเราจะผ่านด่านตรวจเข้าไปถึงตัวสนามบินก็ประมาณ 00:00 น. แล้ว ซึ่งเกทที่เราได้ก็เป็นเกท S-115 ซึ่งอยู่อีกฝั่งก็ต้องนั่งรถไฟข้ามไป ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

พอไปถึงเกทเราก็วางของเอาไว้ก่อนจะแยกย้ายกันไปหาอะไรกินกันก่อนขึ้นเครื่อง ซึ่งหลักๆก็จะไปกินแมคโดนัลด์กัน เราขึ้นเครื่องประมาณ 02:00 น. ซึ่งพอขึ้นไปก็มีอาหารให้ 1 มื้อก่อนที่ทุกคนจะหลับกัน เราใช้เวลาเดินทางประมาณ 6 ชั่วโมง โดยเราลงจอดที่สนามบิน Doha Qatar ประมาณ 04:00 น.เวลาท้องถิ่น พอเราถึง เราทุกคนก็เดินไปวางของที่เกทกันก่อน ซึ่งเป็นเกท 84C อยู่ค่อนข้างไกล เดินประมาณ 10-20 นาที พอวางของเสร็จเราก็แยกย้ายกันเดินเล่น โดยนัดรวมอีกทีที่เกทประมาณ 07:00 น. แล้วเราก็แยกย้ายกันไปเดินเล่น ก็มีบางกลุ่มนั่งหลับอยู่ที่เกท และบางกลุ่มก็ไปเดินเล่นในสนามบิน ซึ่งเป็นสนามบินที่ใหญ่มาก มีทั้งสวนอยู่ด้านใน และมีของขายเยอะมาก มีกระทั่งรถ supercar อย่าง McLaren 720S มาขาย และที่โดฮาสว่างไวและร้อนมาก สว่างตั้งแต่ประมาณ 05:00 น. พอถึงเวลาเราทุกคนก็ไปรวมกัน และขึ้นเครื่อง ซึ่งเครื่องรอบนี้ก็มีอาหารให้ 1 มื้อ ตลอด 6 ชั่วโมงเช่นกัน

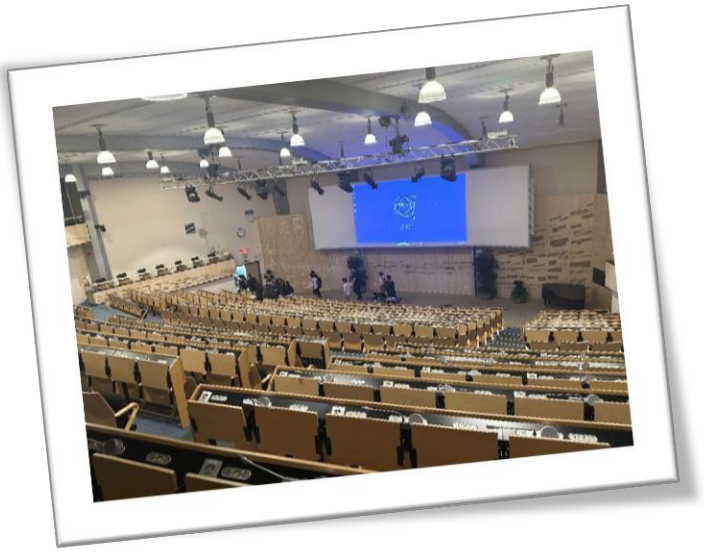


เราลงจอดที่สวิตเซอร์แลนด์ประมาณ 14:00 น. แต่กว่าจะออกจากสนามบินมาได้ก็ประมาณ 15:30 น. เนื่องจากใช้เวลานานที่ ตม. พอเราเอากระเป๋ากันเสร็จ อาจารย์นรพัทธ์ก็มารับ และพานั่งรถแทรมไป CERN ซึ่งเราก็ซื้อตั๋วแบบใช้ได้ทั้งวันในราคา 10 CHF ที่สามารถใช้ได้ 2 คนแต่จะมีขายเฉพาะวันเสาร์อาทิตย์เท่านั้น เรานั่งรถสาย 23 ไปต่อสาย 18 ไปถึงเซิร์น พอถึงแล้วเราก็เก็บสัมภาระเข้าที่พักกันเรียบร้อย จากนั้นได้มีการนัดรวมตัวกันอีกครั้งในเวลาประมาณ 17:00 น. เพื่อออกไปเดินเล่นรอบเมืองเจนีวา (Geneva) โดยเริ่มต้นจากการนั่งรถแทรมไปที่สถานี Gare Cornavin ซึ่งเป็นสถานีหลักใจกลางเมือง พอถึงแล้ว อาจารย์ก็ให้เวลา 30 นาทีไปซื้อของกิน เพื่อไปนั่งกินที่ริมทะเลสาบ ทุกคนก็แยกย้ายกันไปซื้ออาหารตามสถานี ซึ่งก็มีร้านอาหาร fast food อยู่ในบริเวณเช่น Five guys หรือ Mcdonald's โดยคนอื่นๆที่ไม่กิน fast food ก็ไปซื้อของในร้านสะดวกซื้อ พวกแซนด์วิช ซึ่งราคาค่อนข้างสูง ตามมาตรฐานค่าครองชีพในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่ง 1 มื้อก็ประมาณ 500 บาทไทยโดยเฉลี่ย

หลังจากซื้อข้าวกันเสร็จเรียบร้อย พวกเราก็เดินเลาะทะเลสาบไปนั่งถ่ายรูป และกินข้าวที่ซื้อกันอยู่ตรงเกาะบริเวณกลางทะเลสาบเจนีวา ซึ่งบรรยากาศโดยรวมนั้นสวยงามมาก ถึงตอนนั้นจะเป็นเวลา 19:30 น.แล้วก็ตาม แต่ยังคงสว่างอยู่ และบรรยากาศเหมือนพลบค่ำบ้านเรา น้ำทะเลสาบใสมากจนเห็นถึงหินบนพื้นทะเลสาบ และรอบๆก็มีคนเล่นกันอยู่ อีกทั้งมีทั้งห่านและเป็ดว่ายอยู่ในน้ำ นับเป็นบรรยากาศที่สวยงามมาก และหันกลับไปด้านหลังก็มีน้ำพุ Jet d'Eau ซึ่งเป็นน้ำพุที่ใหญ่ และสวยมากเมื่อรวมกับตึกต่างๆ และวิวภูเขาที่ไร้ที่ติ เป็นบรรยากาศที่ดีมาก พอถึงเวลาประมาณ 20:30 น. เราก็เดินทางกลับเซิร์นกัน ระหว่างทางตัวเมืองก็ยังคงสวย เป็นเหมือนช่วงเวลาพระอาทิตย์กำลังจะตก แสงจึงสวยมาก พอถึงที่พักเราก็แยกย้ายกันไปเตรียมตัวเข้าอบรมวันแรกในวันพรุ่งนี้

DAY 2 [26/05/2025]

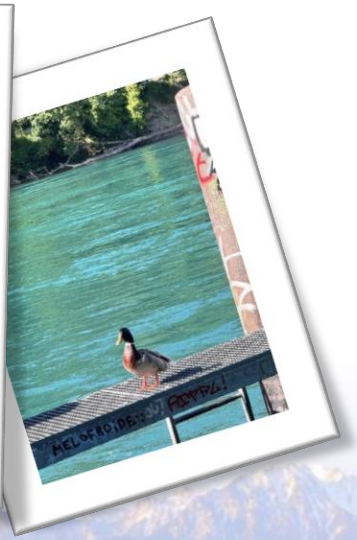
วันนี้เราทุกคนนัดเจอกันตอน 8 โมงเช้า ที่โรงอาหาร เพราะจะมีการแนะนำคนประสานงาน ซึ่งคือ Ernest กับ Aimmy ซึ่งพอทุกคนมาถึงเค้าก็เดินเข้ามาแนะนำตัวแต่ใช้เวลาไม่ถึงสิบนาทีเท่านั้น และเราก็ไปซื้อข้าวกินกันซึ่งอาหารเช้าก็จะเป็นเดินตักคล้ายกับบุฟเฟ่ต์อาหารเช้าที่โรงแรมโดยจะคิดราคาตามน้ำหนักและก็จะมีขนมปังที่ขายเป็นชิ้น กับกาแฟให้กดด้วย พอตักอาหารเสร็จเราก็ไปคิดเงินที่เคาน์เตอร์ โดยเฉลี่ยแล้วราคาก็จะอยู่ประมาณ 10 CHF ซึ่งถือว่ากลางๆสำหรับ 1 มื้อที่สวิตเซอร์แลนด์ พอกินอาหารกันเสร็จเราก็ออกไปถ่ายรูปกันที่ท่อแม่เหล็ก Icon ของเซิร์นที่ตั้งอยู่หน้าโรงอาหาร ก่อนจะเดินไป Science Gateway ที่อยู่หน้าเซิร์น ซึ่งระหว่างเดินก็มีหลงทางบ้าง แต่ก็ไปจนถึง แต่พอไปถึงแล้วกลับพบว่ามันปิดทุกวันจันทร์ เราเลยกลับที่พักกันเนื่องจากมี lecture อีกทีตอน 11:45 ทำให้ไปไหนไกลมากไม่ได้ โดยก็มีบางคนที่ระหว่างรอก็ไปเล่นปิงปองกันซึ่งมีโต๊ะกับอุปกรณ์ให้เล่นครบอยู่ในอาคารโรงอาหาร บางคนก็ไปเดินเล่น พักผ่อนตามอัธยาศัย พอถึง 11:30 น. Aimmy ก็มารับเราที่หน้าโรงแรมและพาเราไปห้อง Auditorium เพื่อฟัง Introduction Lecture และก็เป็นครั้งแรกที่เราได้เจอเพื่อนต่างชาติที่จะอยู่กับเราใน 7 วันนี้อย่างเป็นทางการ ซึ่งคือนักเรียนจากประเทศ Latvia และ Malta ซึ่งก็เข้ามาทักทายและพูดคุยกันเล็กน้อยก่อนเริ่มการบรรยาย ซึ่งห้องที่เราฟังบรรยายนี้เป็นห้องประชุมที่ใหญ่มาก และเป็นห้องที่ใช้ในการประกาศการค้นพบ Higgs Boson ในปี 2012 ด้วย พวกเรามีความตื่นเต้นมากที่ได้มาเรียนในห้องนี้ ในส่วนของการบรรยายก็เป็น Introduction Lecture แนะนำเซิร์นคร่าวๆ ประมาณ 45 นาที ซึ่งสิ่งที่บรรยายมาส่วนใหญ่ก็เป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซิร์นอยู่แล้ว



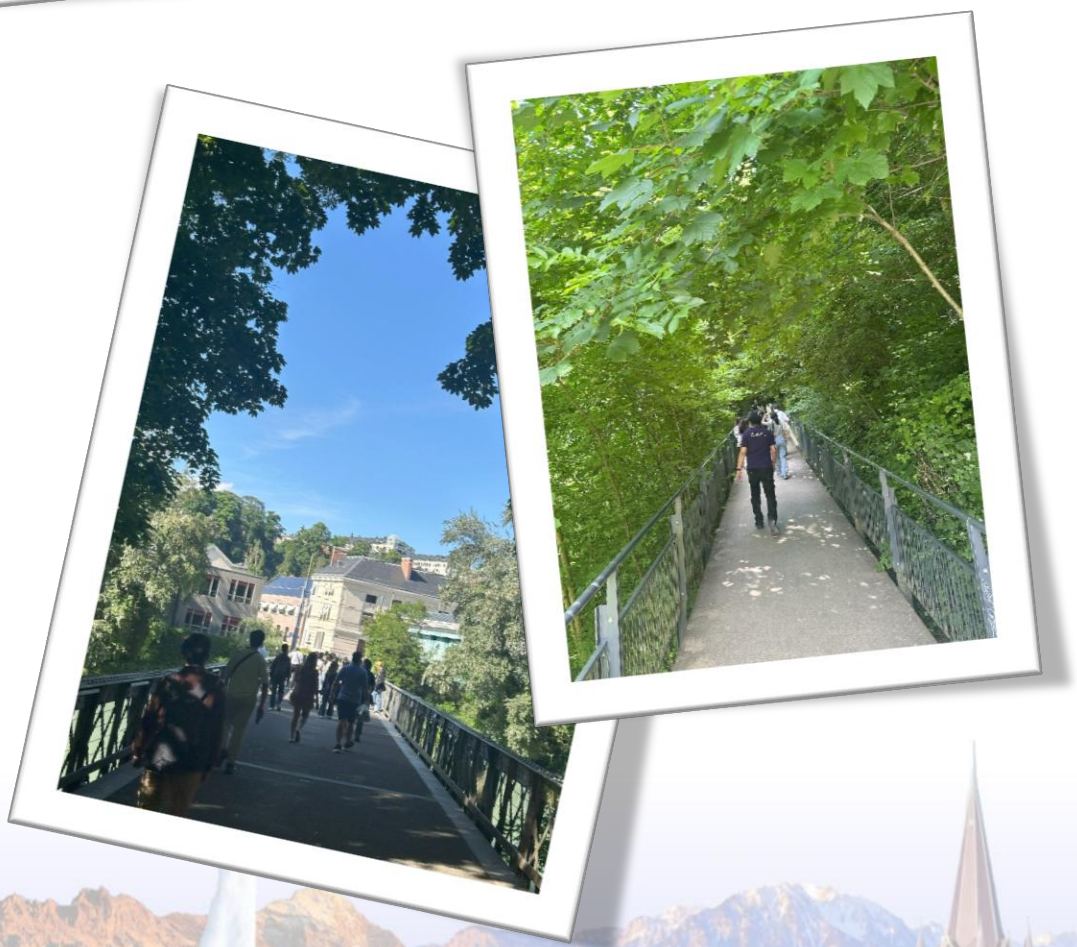
พอ lecture เสร็จเราก็ลงไปทานข้าวเที่ยงกันด้านล่าง ซึ่งคนเยอะมาก และเราก็มีเวลาแค่นิดเดียวในการกินเนื่องจากกิจกรรมต่อไปเป็นตอน 13:30 น. ทำให้ต้องรีบกิน ซึ่งพอถึงเวลาเราก็ไปรวมตัวกับนักเรียนต่างประเทศที่หน้าโรงแรม โดยกิจกรรมต่อไปจะเป็นการ visit site Synchrocyclotron and Atlas แต่เนื่องจากสถานที่นึงสามารถดูแลผู้เข้าชมได้เพียงประมาณ 24 คน ทำให้เราแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งคือกลุ่มไทย และกลุ่ม latvia กัย malta

เราจะไปดู ATLAS กันก่อน ซึ่งก็ต้องเดินออกไประยะนึง พอไปถึงเราก็เจอคนที่จะมาบรรยายให้เรา ซึ่งเค้าน่ารักมาก เค้าแนะนำเราเกี่ยวกับ ATLAS detector ว่าองค์ประกอบมีอะไรบ้าง วัตถุประสงค์คืออะไร และก็เปิดให้ดูห้องที่ใช้ในการควบคุม ATLAS แบบจริงๆ ซึ่งก็ยังคงมีพนักงานทำงานอยู่ **[อ่านรายละเอียดได้ที่ lecture วันที่ 26 - ATLAS]** หลังจากนั้นเราก็สลับกับเพื่อนต่างชาติไปดูเครื่อง Synchrocyclotron แทน ซึ่งก็ต้องเดินกลับเข้าไปนิดนึง ในตัวของ Synchrocyclotron จะถูกเก็บไว้ในห้องคอนกรีทหนา และในห้องก็เป็นห้องมืด **[อ่านรายละเอียดได้ที่ lecture วันที่ 26 - Synchrocyclotron]** หลังจากที่เรา visit site เสร็จประมาณ 15:00 น. เราก็กลับที่พักไปเก็บของกัน

วันนี้เราตกลงกันว่าจะให้อาจารย์พัทธ์พาไปที่แม่น้ำสองสีกัน ซึ่งพอทุกคนรวมตัวกันที่โรงอาหารเสร็จแล้วเราก็เริ่มเดินทาง ซึ่งเราก็เดินทางไปด้วยรถแทรมกันเหมือนเดิม แต่คราวนี้เราต้องเดินต่อเนื่องจากไม่มีรถสาธารณะที่ถึงเลย เราก็เดินทางเท้าเอา ซึ่งก็ได้ซึมซับบรรยากาศของเมืองที่สวยงามไปอีกแบบ เดินไปเรื่อยๆเราก็พ้นเขตเมืองเริ่มเข้าสู่นอกเมืองที่เหมือนจะเป็นสวนสาธารณะ เป็นบรรยากาศที่ดีไปอีกแบบ บริเวณที่เราเดินผ่านเหมือนจะเป็นสวน มีชิงช้า และสนามเด็กเล่น มีพ่อแม่เอาเด็กมาเล่นแถวนั้นกันบ้าง หรือบางทีก็จะเจอคนเอาหมามาเดินเล่นในสวน เราเดินเลาะตามทางไปเรื่อยๆ ทางขวาของเราก็เป็นรางรถไฟ มีรถไฟวิ่งเป็นช่วงๆ เป็นบรรยากาศที่ดีมาก พอเดินถึงจุดนึงเราก็ถึงสะพาน ซึ่งพอมองลงไปก็เห็นแม่น้ำสองสีจริงๆ ซึ่งเหมือนเป็นน้ำที่มาจากทะเลสาบไปรวมกับน้ำที่มาจาก Mont Blanc จากทางใต้ ซึ่งเป็นวิวที่สวยมาก เราเห็นไปถึงในเมืองเจนีวา และน้ำพุ Jet d’Eau



พอเราถ่ายรูปอะไรกันเสร็จ อาจารย์พัทธ์ก็พาเดินลงไปด้านล่างบริเวณเกาะกลางที่ทั้งสองแม่น้ำมาเชื่อมกัน โดยเดินเลาะไปตามภูเขา และอุทยาน เป็นบรรยากาศที่ร่มรื่นมาก พอลงไปถึงถ่ายรูปอะไรกันเสร็จเรียบร้อย เราก็เดินทางกลับเซิร์นด้วยรถแทรมเหมือนเดิม ที่วันนี้เรากลับเร็วเนื่องจากมีกิจกรรม Meeting with Respective National Community ที่โรงอาหารตอนเวลา 19:00 น. พอเราถึงเซิร์นเราก็เก็บของและไปเจอกันที่โรงอาหารตามเวลาที่นัด ซึ่งพอไปถึงเราก็ได้พบปะพูดคุยกับพี่ๆคนไทยที่ทำงานอยู่ที่เซิร์น **[อ่านรายละเอียดได้ที่ lecture วันที่ 26 - meeting with respective national community]** หลังจากที่พูดคุยกันเสร็จประมาณ 20:30 น. เราทุกคนก็แยกย้ายกันไปทำภารกิจส่วนตัว เข้านอนเตรียมตัวสู่วันถัดไป



DAY 3 [27/05/2025]

วันนี้เรามีกิจกรรมที่ต้องทำเพียงกิจกรรมเดียว นั่นก็คือ Self guided at Science Gateway ในช่วงครึ่งเช้า **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 27 - CERN Science Gateway]** หลังจากที่เราเดินดู exhibition และซื้อของฝากจาก Science Gateway เป็นที่เรียบร้อยเราก็เอาของไปเก็บที่พักและเตรียมตัวไปต่างเมือง เนื่องจากวันนี้เราว่างทั้งบ่าย เราเลยสามารถไปเที่ยวที่ต่างเมืองได้ ซึ่งแผนเราคือจะไป Lausanne กับ Montreux ด้วยรถไฟกัน โดยเราจะขึ้นรถไฟที่สถานีใหญ่นั่นก็คือ Gare Cornavin พอเราไปถึงเราก็นั่งรถไฟประมาณ 1 ชั่วโมงเพื่อไปยังเมือง Luasanne จุดหมายแรกของเรานั่นเอง วิวตลอดตลอดทางรถไฟสวยงามมาก ทั้งทุ่งนา และทะเลสาบเป็นวิวที่น่าตื่นตาตื่นใจสำหรับเรามาก

เมื่อเรานั่งรถไฟไปถึงก็มีคนมารับเรานั่นคือ “พี่อีฟ” หรือ “อาจารย์อีฟ” โดยพี่อีฟเป็นคนไทยที่ไปเรียนต่อปริญญาโทที่ Switzerland พี่อีฟอาสามาเป็นไกด์นำเที่ยวให้กับพวกเราตลอดทั้งช่วงบ่ายนี้ เริ่มที่เมืองแรก “Lausanne” เมืองที่มีเสน่ห์และประวัติศาสตร์อันลึกซึ้ง ตั้งอยู่ริมทะเลสาบเจนีวา ท่ามกลางทิวทัศน์ของเทือกเขาแอลป์ เมืองนี้ได้รับการขนานนามว่าเป็น "อัญมณีแห่งเลอม็อง" ด้วยบรรยากาศโรแมนติกและสถาปัตยกรรมที่ผสมผสานระหว่างยุคกลางกับความทันสมัย ตัวเมืองมีความครึกครื้นเนื่องจากเป็นเมืองที่ค่อนข้างใหญ่ และอยู่บริเวณใจกลางทะเลสาบพอดี ทำให้มีผู้คนเยอะ โดยเรามีความตั้งใจแรกว่าอยากจะนั่งเรือข้ามฟากสักครั้งที่ทะเลสาบเจนีวา เราจึงเริ่มต้นด้วยการไปตามหารอบเดินเรือ จึงได้ไปแถวริมทะเลสาบ ถึงแม้จะได้ผลสรุปว่าไม่มีรอบเรือข้ามฟากที่เหมาะสม แต่บรรยากาศของธรรมชาติภูเขาและทะเลสาบ ผสมผสานกับสถาปัตยกรรมที่สวยงามของเมืองนี้ แค่ช่วงครึ่งชั่วโมงแรกที่เราได้มาเหยียบที่โลซานเราก็รู้สึกคุ้มค่าแล้ว หลังจากพวกเราถ่ายรูปและชื่นชมวิวกันเสร็จแล้ว พี่อีฟได้พาพวกเรานั่งรถไฟใต้ดินขึ้นไปในส่วนของเมืองเก่า และพาเราเดินไปชมส่วนต่างๆของเมือง Lausanne

เริ่มต้นจาก Cathédrale de Lausanne ซึ่งถือเป็นผลผลิตทางสถาปัตยกรรมอันล้ำค่าทางศาสนาที่เก่าแก่ เป็นวิหารขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่ใจกลางเมือง Lausanne ทำให้สามารถมองเห็นวิวได้ทั้งเมือง และยาวไปถึงวิวทะเลสาบได้เลย ตัวโบสถ์สร้างสรรค์มาได้อย่างสวยงามและยิ่งใหญ่ มีทั้งการบรรเลงออร์แกนซึ่งทำให้บรรยากาศในโบสถ์ดูขลังขึ้นทันที หลังจากเราได้ถ่ายรูปและเดินชมโบสถ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เราก็เดินกลับไปที่สถานีรถไฟเพื่อไปเที่ยวอีกจุดหมายต่อไปของเรา โดยระหว่างทางเดินไปสถานีรถไฟก็มีการหยุดซื้อของ และซื้อไอศกรีมนั่งกินกันรอใกล้ถึงเวลาที่รถไฟจะมา

หลักจากกินกันเสร็จแล้วเราก็เดินไปยังสถานีรถไฟต่อไปยังเมือง “Montreux” ซึ่งเป็นเมืองที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคที่เรียกว่า ‘Swiss Riviera’ ด้วยภูมิประเทศที่สวยงาม ทั้งทะเลสาบที่ใสราวกระจก แนวภูเขาสูงตระหง่าน อากาศอบอุ่น และบรรยากาศโรแมนติก เมืองนี้จึงดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทั่วโลก อีกทั้งยังเป็นที่พำนักของศิลปินและนักดนตรีชื่อดังในอดีต โดยเรานั่งรถไฟไปลงสถานีที่เลยตัวเมืองไปเล็กน้อยเนื่องจากเราจะไปดูปราสาท Château de Chillon กันก่อน เมื่อไปถึง เราได้เดินลัดเลาะตามทางเพื่อมุ่งไปยังปราสาท Château de Chillon ประวัติศาสตร์ยาวนานกว่า 800 ปี บรรยากาศคึกคัก มีนักท่องเที่ยวมากมาย แต่ยังให้ความรู้สึกสงบ ร่มเย็น เนื่องจากทิวทัศน์ที่สวยงามของทะเลสาบที่โอบล้อมปราสาทชิลยองไว้ โดยพี่อีฟตั้งใจจะไปดูรอบเรือให้แต่ปรากฏว่ารอบสุดท้ายนั้นคืออีกไม่กี่นาที ซึ่งเพื่อนๆยังอยู่ที่ตัวปราสาทน่าจะมาที่ท่าเรือไม่ทัน จึงเป็นเรื่องน่าเสียดายที่ทริปนี้เราไม่ได้นั่งเรือที่ล่องบนทะเลสาบเจนีวา

หลังจากที่เราถ่ายรูปกันเสร็จ พวกเราก็ตัดสินใจจะเดินเข้าเมือง Montreux แล้ว ทำให้เราต้องเดินกลับไปยังป้ายรถแทรม โดยเดินเลาะทะเลสาบไป เราก็ได้ชมวิวทะเลสาบที่สวยงามอย่างใกล้ชิด มีทั้งผู้คนเล่นน้ำ หรือนั่งปิคนิคกันอยู่ หลังจากถึงป้าย พวกเราก็นั่งแทรมเพื่อกลับไปลงสถานีใจกลางเมือง เมื่อถึงพวกเราจึงแยกย้ายกันไปกินข้าวเย็น ซึ่งก็แยกย้ายกันเป็นกลุ่มเล็กๆ กลุ่มที่มีอาจารย์รัฐและอาจารย์ใบตองได้ตัดสินใจไป COOP ในส่วนของกลุ่มที่อาจารย์อีฟอยู่ด้วยได้ตกลงกันว่าจะซื้อพิซซ่าแล้วนำมานั่งกินด้วยกันที่สวนสาธารณะริมทะเลสาบ จุดที่มี Freddie Mercury Statue ซึ่งสุดท้ายทุกคนก็ตัดสินใจมานั่งอยู่ด้วยกันที่บริเวณรูปปั้น Freddie Mercury กินอาหารเย็น และชมวิวพระอาทิตย์ตกอันสวยงามของเมือง Montreux ด้วยกันที่นี่ ถึงประมาณหนึ่งทุ่มครึ่งพวกเราก็แยกย้ายกับพี่อีฟและเดินทางกลับเซิร์นทางรถไฟเหมือนอย่างที่เรามา

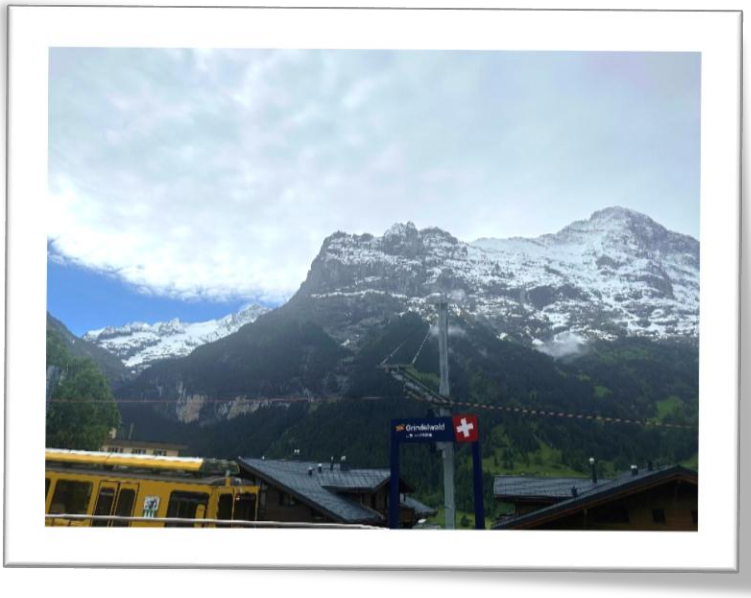
DAY 4 [28/05/2025]

ในเช้าวันที่สี่นี้ เราได้พักผ่อนกันอย่างเต็มที่จากทริปเมื่อวาน และพร้อมที่จะเข้าฟัง Lecture วันนี้แล้ว วันนี้ Lecture แรกอยู่ช่วง 11:00 น. จึงทำให้เรามีเวลาตอนเช้าค่อนข้างเยอะ ทั้งไปพักผ่อน ตื่นมาทานอาหารก่อน หรือไปเดินเล่น พอถึงเวลาประมาณ 10:45 เอมมี่ พี่ที่ดูแลเราก็มาพาเราไปยังห้อง Lecture ซึ่งอยู่ตึกบริเวณข้างๆ ที่พักเราพอดี โดย Lecture นี้เป็น Lecture เกี่ยวกับการใช้ AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลใน เซิร์น **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - CERN AI]**

หลังจากเราฟัง Lecture จบและทานข้าวกันเรียบร้อย เราก็เตรียมตัวที่จะไป lecture ต่อไป ซึ่งคือการ visit site AMS & CCC แต่เนื่องจากบริเวณที่เราจะไปนั้นอยู่ทางฝั่งฝรั่งเศส หรือก็คืออีกฝั่งของเซิร์น ซึ่งค่อนข้างไกลทำให้เราต้องนั่งรถบัสไป ทำให้เราต้องรีบออกกันมากกว่าปกติ พอเรานั่งรถไปถึง กิจกรรมแรกที่เราต้องทำคือการเข้าฟัง Lecture ซึ่งจะเป็น lecture เกี่ยวกับสิ่งที่เซิร์นทำ **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - Experimental Programme at CERN]** หลังจากที่เราฟัง lecture เสร็จเค้าก็แบ่งเราออกเป็นสองกลุ่มเหมือนเดิม นั่นคือกลุ่มคนไทย และกลุ่มคน latvia กับ malta เพื่อที่จะเข้าไปดู CCC (CERN Control Center) **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 -CCC]** หลังจากที่เราเข้าชม CCC เสร็จเราก็สลับกลุ่มกับนักเรียนต่างประเทศ ก็กลายเป็นว่าเรามีเวลาว่างระหว่างที่นักเรียนต่างประเทศกำลังชม CCC อยู่ เนื่องจากมีละอองฝน ทำให้เราไม่สามารถออกไปเดินเล่นได้ พวกเราจึงปิงปองกันรอ นี่เป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่ทำให้เรารู้ว่าเพื่อนๆในโครงการนี้ ไม่ได้เป็นเพียงเด็กที่เรียนเก่ง แต่ละคนมีความสามารถรอบด้าน หลังจากที่ทุกคนทำกิจกรรมกันเสร็จแล้ว เราก็เดินทางกันกลับที่พักด้วยรถบัสเหมือนเดิม

วันนี้เรามีแผนว่าจะทำอาหารกันกิน ซึ่งก็ถามความสมัครใจของแต่ละคนได้บทสรุปว่าเราจะทำอาหารกินด้วยกันประมาณ 10 คน ที่เหลือจะแยกไปซื้อกินเองเมื่อบัสถึงโรงแรมเราจึงแบ่งทีมแล้วรีบไปซื้อของกัน เนื่องจาก supermarket ที่เราได้รับคำแนะนำจากเพื่อนชาวลัทเวียนั้นปิดเวลา 19:30 และตอนนี้ก็เป็นเวลาประมาณ 18:50 น.แล้ว ทำให้คนที่ต้องไปซื้อวัตถุดิบนั้นรีบกันมาก เนื่องจากจะต้องนั่งรถแทรมไปด้วย และพวกเราก็กลัวว่าจะไม่ทัน ทำให้เรารีบวิ่งกันเต็มที จนไปถึง supermarket กันตอนประมาณ 19:10 เป็นอีกประสบการณ์ที่สนุกและตื่นเต้น ไปถึงแล้วปัญหายังไม่หมด คือเราหาวัตถุดิบไม่เจอ หาของได้ไม่ครบ เพราะส่วนใหญ่ฉลากไม่ได้มีภาษาอังกฤษอยู่จึงทำให้เราสับสน แต่สุดท้ายเราก็หาซื้อวัตถุดิบได้ครบตามที่ต้องการ พอเรากลับมาเราก็เตรียมของเพื่อทำอาหารกัน ระหว่างทำอาหารเราก็มีของว่าง คือ ชีสบอร์ด ที่เราซื้อของมาทำกินเราทำ 3 เมนู มี แซลมอนเซียร์ด้วยเนย เฟตตูชินีคาโบนาร่า และเฟตตูชินีเพสโต สุดท้ายพอมาหารกันมื้อนี้จ่ายคนละสองร้อยบาท ซึ่งถือว่าราคาดีคุ้มค่ามาก ส่วนอีกกลุ่มที่ไม่ได้ไปด้วยพอลงบัสก็ไปแวะที่ปั๊มน้ำมัน มีนักเรียนสี่คนไปกับครูใบตองเพื่อซื้ออาหารมาทานและซื้อของฝากกลับไทย พอซื้อของเสร็จแล้วออกมาเราเจอป้ายถังน้ำแข็งข้างๆร้านเขียนว่า ICE CUBE จึงได้หยอกล้อกันว่าทริปนี้ได้ไปทั้งเซิร์นทั้ง ICE CUBE จากนั้นก็ไปที่ครัวไปต้มมาม่ากินกัน แล้วเราก็แยกย้ายขึ้นห้องไปนอนกัน

DAY 5 [29/05/2025]



เริ่มต้นเช้าวันใหม่ที่สดใสแต่ไม่สดชื่น วันนี้เราต้องตื่นกันมาตั้งแต่เช้าเนื่องจากเป็นวันเที่ยวของเราและเรามีแพลนที่จะเดินทางไกล ทำให้ต้องออกจากเชิร์นตั้งแต่พระอาทิตย์ยังไม่ขึ้นกันเลย เรานัดเจอกันตอน 4:20 น. บางคนก็ตื่นตี 3 ขึ้นมาเตรียมตัว บางคนก็พึงตื่นตอนตี 4 ซึ่งก็ทำให้แต่ละคนข่อนข้างหมดแรง พวกเราเดินไปขึ้นแทรมกันโดยมีจุดหมายคือ Gare Cornavin เนื่องจากเราต้องนั่งรถไฟข้ามเมือง โดยจุดหมายแรกของเราคือ Grindelwald เรานั่งรถไฟต่อประมาณ 3 เที่ยว เริ่มจาก Geneva ไปยัง Bern และจาก Bern ไปยัง Interlaken Ost และจาก Interlaken Ost ไปยัง Grinderwald ซึ่งถือว่าเป็นการเดินทางที่ยาวนานมาก ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมงเลยทีเดี่ยว แต่ก็เป็นการเดินทางที่ผ่านไปเร็วเพราะส่วนใหญ่เราก็หลับกัน ซึ่งรถไฟเที่ยวนี้ ระหว่างที่นั่งจาก Geneva ไปยัง Bern ก็ปรากฏว่ามีการดีเลย์ ทำให้เราต้องเลื่อนและไปถึง Grinderwald ช้าลง 30 นาที ถือเป็นประสบการณ์ใหม่ เพราะตลอด 5 วันที่อยู่สวิสเซอร์แลนด์มาเรายังไม่เคยเจอดีเลย์เลย แม้แต่ครั้งเดียว การดีเลย์ก็ทำให้เราไปถึง Grinderwald ตอนประมาณ 9:30 ซึ่งพอเราลงรถไฟ เราก็พบกับวิวภูเขาที่สวยงามมาก ทั้งหิมะที่ขาวสะท้องแสงไปถึงทุ่งหญ้าที่เขียวขจีและเต็มไปด้วยดอกไม้ เป็นภาพที่ตระการตา และอธิบายความสวยงามออกมาได้ยากมาก จุดที่เราลงรถไฟเป็นจุด check-in พอดี ทำให้เราก็ได้ถ่ายรูปกับวิวอันสวยงามกันอย่างเต็มที่ แต่พอมาเช็คอีกทีก็พบว่าจุดที่เราควรจะลงจริงๆนั้นคือสถานีก่อนหน้าทำให้เราต้องรอรถไฟอีกเที่ยวที่จะพาเรานั่งกลับไปสถานีก่อนหน้าเพื่อไปขึ้นกระเช้า พอเราไปถึงก็มีความวุ่นวาย เนื่องจากเราก็ไม่รู้ว่าจะขึ้นกระเช้าตรงไหน ซึ่งพอถึงสถานีเราก็ตัดสินใจแบ่งกันเป็นสองกลุ่ม กลุ่มนึงคือขึ้นกระเช้าไปยังยอดเขา Grinderwald อีกกลุ่มนึงคือจะเดินขึ้นเขากัน โดยเรานัดเจอกันที่ terminal ในอีก 2 ชั่วโมงข้างหน้า

กลุ่มนั่งกระเช้า

พวกเรานั่งกระเช้าขึ้นไปถึง stop สูงสุดเลย คือ Grindelwald, First ระยะเวลาในการนั่งกระเช้าอยู่ที่ประมาณ 30 นาที ระหว่างนั่งเราก็ได้เห็นบรรยากาศภูเขาใน Junfrau Region ในมุมกว้าง ซึ่งสวยมากๆรู้สึกคุ้มค่าที่เราตื่นเช้ามากระเช้านั่งแล้วอาจจะเมานิดหน่อย แต่ได้ชมบรรยากาศอย่างคุ้มค่าแน่นอน ระหว่างทางเราจะได้เห็นว่ามีการเล่นกิจกรรมต่างๆมากมายที่ภูเขานี้ เช่น Trottibike ลงภูเขา ชมซับบรรยากาศ แต่เราไม่มีเวลามากพอจะไปเล่นกิจกรรม

พอไปถึงจุดสูงสุดเราก็ได้ไปเดินถ่ายรูปกัน บรรยากาศดีมาก สวยไปหมดทุกมุม ภาพที่ถ่ายออกมาไม่ต้องกลัวเลยว่าจะไม่สวย ทิวทัศน์ที่น่าเหลือเชื่อนี้พวกเราได้ไปเห็นด้วยตาของตัวเองเป็นสิ่งที่เราประทับใจมาก เนื่องจากวันก่อนหน้ามีหิมะตก ทำให้ที่ภูเขายังมีหิมะอยู่เป็นหย่อมๆ เราไม่ได้ไปช่วงที่หิมะตกซึ่งพวกเราค่อนข้างเสียดาย แต่ว่าแค่นี้ก็คุ้มมากแล้วมันสวยงามมากจริงๆ

กลุ่มปีนเขา

พวกเราเริ่มเดินตั้งแต่ตีนเขาโดยถามทางคนที่ดูพอจะมีประสบการณ์ปีนเขาบ้าง ซึ่งเค้าก็บอกว่าช่วงแรกจะชันที่สุด ซึ่งก็เป็นจริงตามนั้น เรามีการเดินหลงทางบ้าง และเดินขึ้นเนินที่ชันมากๆ อยู่หลายเนินกว่าจะเจอทางที่ถูกต้อง แต่ตลอดข้างทางที่หลงนั้นก็ได้พบอะไรต่างๆ เช่น ได้เห็นบ้านคน สวนดอกไม้ หรือน้ำที่ให้ดื่มได้ตามข้างทาง ถือว่าเป็นประสบการณ์ที่ดี พอเราเริ่มเดินตามทางที่ถูกต้องแล้วทางก็ยังคงชันอยู่ ก็มีการหยุดพัก นั่งตามเก้าอี้เป็นระยะๆบ้างพอให้หายเหนื่อย แต่ตลอดข้างทางนั้นยิ่งเราปีนสูงขึ้นไปวิวก็ยิ่งตระการตา และสายงามยิ่งขึ้น ทั้งวิวภูเขาที่กว้างใหญ่สุดลูกหูลูกตาที่ล้อมรอบเรา ทั้งทุ่งหญ้าที่เต็มไปด้วยดอกไม้ และเสียงกระดิ่งจากวัว หรือป่าที่เราเดินผ่านที่ร่มรื่น และสวยงาม วิวต่างๆที่เราได้เห็นนั้นแทบทำให้เราลืมความเหนื่อยที่เดินมาเลย แต่เนื่องจากระยะทางไกลทำให้เราไม่สามารถเดินไปถึงสุดได้ และเราก็จำเป็นที่จะต้องลงมาก่อนผ่านกระเช้าที่จุดพักตรงกลาง

เราทุกคนกลับมารวมตัวกันประมาณ 13:00 น. ซึ่งเลทจากที่นัดกันประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้จากแผนเดิมที่จะไปเมือง Chamonix เป็นเมืองต่อไปนั้น ดูเป็นไปไม่ได้แล้ว เนื่องจากการไป Chamonix นั้นใช้เวลานานมาก และเราไม่อยากที่จะกลับดึกมาก ทำให้เราต้องเลือกใหม่ว่าจะไปที่ไหนกัน โดยสุดท้ายจาก 2 ตัวเลือกคือ interlaken กับ Bern คนส่วนใหญ่ก็เลือกที่จะไป Bern กัน ทำให้จุดหมายต่อไปของเราก็คือ Bern เมืองหลวงของสวิสเซอร์แลนด์ ซึ่งจะใช้เวลาเดินทางประมาณ 1 ชั่วโมง ตลอดการนั่งรถไฟวิวก็สวยงามมาก ผ่านทั้งเมือง Interlaken และทะเลสาบ ซึ่งน้ำใสมากๆ และภูเขาก็สวยงาม เราบางคนก็นั่งเล่นบอร์ดเกมกันบนรถไฟ เป็นบรรยากาศที่ดีมาก พอถึง Bern เราก็แยกย้ายกันเดินตามเดิม มีอาร์มกับข้าวโอ๊ตที่แยกไปเดินกับเพื่อนที่อยู่ที่นี่พอดี และกลุ่มอื่นก็แยกกันไปเดินใน Old town และหาอะไรกินกัน หลังจากนั้นเราก็เดินทางกลับด้วยรถไฟขบวนเดิมนั่งตรงไปยัง Geneva กลับไปยังเซิร์นหลังจากผ่านการเดินทางอันยาวนานมาก

DAY 6 [30/05/2025]

วันนี้เป็นวันสุดท้ายของการฟัง Lecture ที่เซิร์นแล้ว วันนี้ Lecture แรกของเราคือ Lecture ที่ Ernest จะเป็นคนให้บรรยาย ซึ่งเป็น Lecture เกี่ยวกับภาพรวมของ Accerator Complex ของเซิร์น **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - The Accerelator complex]** ซึ่ง Lecture นี้ก็เสร็จประมาณ 11:20 น. และ Lecture ต่อไปที่เราต้องไปซึ่งก็คือ Data center and AD facility จะเริ่มในเวลา 11:45 น.ทำให้เราไม่มีเวลากินอาหารเที่ยง และต้องเดินไปที่ AD facility เลยหลังจากฟัง Lecture แรกจบ พอเราเดินกันไปถึงที่ Data center เสร็จ เราก็ทำการแยกกลุ่มเหมือนเดิม ซึ่งคือกลุ่มคนไทย และกลุ่มนักเรียนต่างประเทศ โดยกลุ่มเราได้ไปดู AD facility ก่อน ซึ่ง

คือสถานที่ทดลองเกียวกับ Anti-matter ของเซิร์น **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - AD facility]** และหลังจากที่เราเข้าชม AD facility เสร็จเราก็ทำการสลับกลุ่มกลับนักเรียนต่างชาติ ไปชม Data center ซึ่งคือห้องเก็บข้อมูลและ server ขนาดใหญ่ของเซิร์น **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - Data center]** หลังจากที่เราฟังเสร็จเราก็เดินกันกลับไปทานอาหารกลางวันที่ยังไม่ได้ทาน และพักผ่อนกันจนถึงประมาณ 15:00 น. ซึ่งจะเป็น Lecture สุดท้ายของเราที่ เซิร์นนี้แล้ว โดย Lecture นี้ Ernest ก็จะเป็นคนบรรยายให้เช่นกัน **[อ่านรายละเอียดได้ที่ วันที่ 28 - Next step in Physic]**

หลังจากที่เราฟัง Lecture เสร็จ เราก็ออกไปถ่ายรูปหมู่ด้วยกัน และพูดคุยกับนักเรียนต่างชาติก่อนจะไม่ได้เจอกันอีกแล้ว หลังจากถ่ายรูปเสร็จ พวกเราก็วางแผนที่จะเข้าเมือง Geneva ไปเดินเที่ยว Old town ซึ่งพอเรานั่งรถแทรมเข้าไปถึง เราก็แยกกันเดินเป็นกลุ่มย่อยๆเช่นเดิม โดยนัดเวลารวมตัวกันก่อนเดินทางกลับเซิร์น ซึ่งเป้าหมายหลักๆก็คือ Cathédrale Saint-Pierre ซึ่งปรากฏว่าปิดอยู่ ทำให้เราได้แค่ถ่ายรูปกันข้างหน้า จากนั้นก็เดินเล่นกัน บางคนก็ได้อาหารเย็นหรือได้ของฝากติดไม้ติดมือกันระหว่างเดินชมก่อนจะกลับเซิร์น

Day 7 & 8 [31-1/06/2025]

วันนี้เป็นวันสุดท้ายกับการอยู่ที่ Cern แบบจริงๆ เพราะวันนี้เป็นวันที่เราต้องเดินทางกลับไทย โดยไฟลท์จาก เจนีวาไปโดฮา คือเวลาบ่ายสามโมงของเวลาสวิตเซอร์แลนด์ ในช่วงเช้าแต่ละคนก็แยกย้ายกันทานข้าวเช้า มีกลุ่มที่นำด้วยครูใบตองเพื่อไป Science Gateway ซื้อของฝากเพิ่มเติม เราเดินทางออกจาก Cern ตอนเวลาประมาณเที่ยง เราไปถึงสนามบินก่อนเวลา Check-in ประมาณ 30 นาที เราต่อแถวรอซึ่งกว่าจะได้เข้าไปใน Gate เราก็เหลือเวลาก่อนขึ้นเครื่องแค่ประมาณสามสิบนาที อาหารบนเครื่องรอบนี้อร่อยมากๆ พอถึงโดฮาก็ไม่มีอะไรมากเราก็แยกย้ายกันไปเดินเล่นซื้อของ หลังจากนั้นก่อนขึ้นเครื่องประมาณชั่วโมงนึงเราก็ต้องเปลี่ยน Gate ระหว่างอยู่บนเครื่องทุกคนก็หลับกันสนิท พอถึงที่ไทย มีพันวา ข้าวโอ๊ต และโน๊ต รีบไปก่อนเพราะต้องไปขึ้นเครื่องต่อ หลายๆคนพอได้กระเป๋าก็แยกย้ายกันหาผู้ปกครอง รูปกลุ่มครั้งสุดท้ายจึงมีไม่ครบทุกคน อย่างไรก็ตาม โครงการส่งนักเรียนระดับมัธยมปลายไปดูงานที่เซิร์น ประจำปี 2025 จะอยู่ในความทรงจำของพวกเราตลอดไป เราได้เพื่อนๆที่ดี อาจารย์ที่น่ารัก ดูแลกันและกันเป็นอย่างดี ได้ประสบการณ์ดีๆมากมาย ความรู้ใหม่ๆ ได้รับแรงกระตุ้น แรงผลักดันในการใช้ชีวิต มุมมองที่ในฐานะนักเรียนธรรมดาๆคนนึงอาจจะไม่เคยได้เห็นถ้าหากไม่ได้รับโอกาสในการไปดูงานที่เซิร์นในครั้งนี้ สุดท้ายนี้เราจะนำสิ่งที่เราได้รับจากโอกาสที่ยิ่งใหญ่ในครั้งนี้ ไปพัฒนาตนเองเพื่อเป็นบุคคลที่มีคุณภาพต่อไป

Lecture details

[26/05/2025] – Visit to ATLAS visitor centre

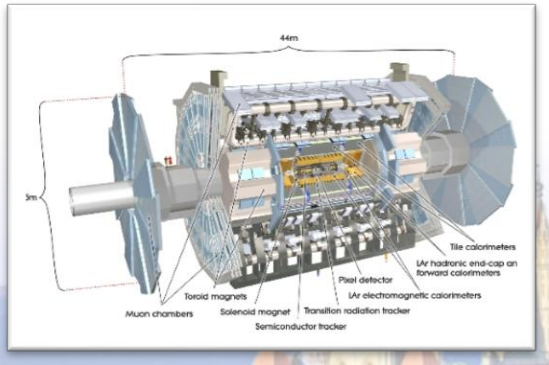
Duration : 13:30 – 14:15

Speaker : Steven Goldfarb (University of Melbourne (AU))

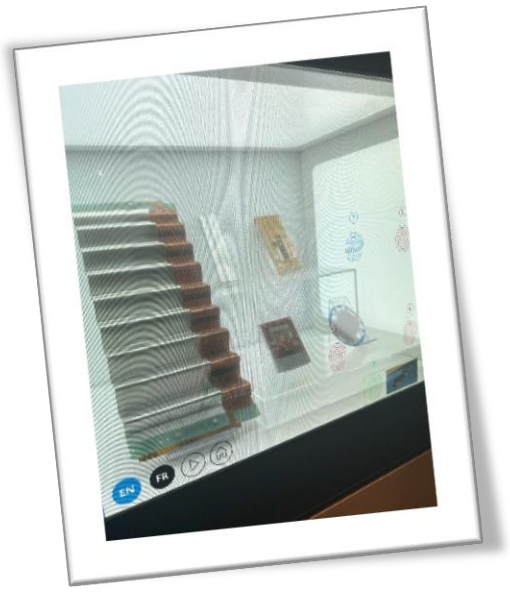
-—หน้าทางเข้าของสถาบันเซิร์น, ในอีกฟากของถนน Meyrin, ผ่านอาคาร Science Gateway... คือ ที่ตั้งของ ATLAS Experiment หนึ่งในการค้นคว้าสำคัญของเซิร์น เพื่อไขปริศนาของจักรวาล—-

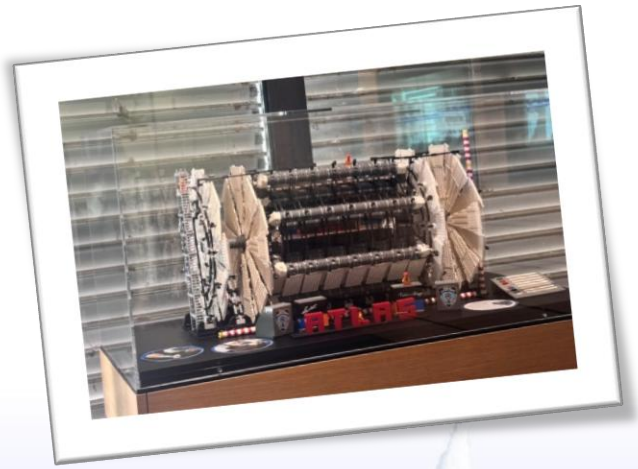
หลังจากได้ฟังการบรรยายปฐมบทในช่วงเที่ยง พวกเราได้เดินทางมายัง ATLAS visitor centre ที่นี่เป็นศูนย์ขนาดเล็กที่จัดแสดงเรื่องราวของการทดลอง ATLAS ทั้งในแง่มุมของประวัติศาสตร์, ฟิสิกส์, โครงสร้าง, และอุปกรณ์ ของการทดลอง

โดยเมื่อเราเข้าไป กิจกรรมแรกที่เราได้ทำคือการรับชมวิดีโอแนะนำเกี่ยวกับ ATLAS Detector ซึ่งเป็นการอธิบายภาพรวมเบื้องต้นให้พวกเราพอเข้าใจว่าที่ ATLAS นั้นทำอะไรบ้าง หลังจากนั้นพวกเราได้รับฟังการบรรยาย ซึ่งบรรยายได้ดีมาก เข้าใจง่าย และเล่ารายละเอียดทุกอย่างเกี่ยวกับ ATLAS อย่างครบถ้วน ซึ่งสนุกและน่าสนใจมาก เริ่มตั้งแต่การอธิบายจุดประสงค์ของ ATLAS ว่าเป็นหนึ่งในเครื่องตรวจจับอนุภาคขนาดใหญ่ที่สุดในโลกที่ติดตั้งอยู่ที่ CERN ใช้สำหรับศึกษาปรากฏการณ์ฟิสิกส์พลังงานสูง เช่น การค้นหาอนุภาคฮิกส์ (Higgs boson) และการศึกษาอนุภาคมูลฐานอื่นๆ หลังจากนั้นอธิบายกระบวนการวางแผน การออกแบบ ไปจนถึงการสร้าง และเล่ารายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆ ของ detector ซึ่งน่าสนใจมาก เช่น



1. **Inner Detector** เป็นระบบที่อยู่ใกล้กับจุดชนอนุภาคมากที่สุด ทำหน้าที่ติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคโดยใช้ Silicon Pixel Detectors และ Silicon Microstrip Detectors ที่ทำจากวัสดุตัวนำไฟฟ้าซึ่งเมื่ออนุภาคมีประจุเคลื่อนผ่าน จะทำให้เกิดการแตกตัวของอิเล็กตรอนในวัสดุ (ionization) แล้วสร้างสัญญาณไฟฟ้าที่ระบบอ่านค่าได้
2. **Calorimeter System** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่วัดพลังงานของอนุภาค โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก
    1. **Electromagnetic Calorimeter (ECAL)** สำหรับวัดพลังงานของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและโฟตอน
    2. **Hadronic Calorimeter (HCAL)** สำหรับวัดพลังงานของอนุภาคประเภทฮาดรอน เช่น โปรตอนและนิวตรอน หลักการทำงานคืออนุภาคที่พุ่งผ่านจะชนกับวัสดุดูดซับ (absorber material) เช่น lead หรือ iron แล้วเกิด shower ของอนุภาคย่อย จากนั้นพลังงานจะถูกวัดโดยวัสดุเซนซิ่ง เช่น **liquid argon** หรือ **plastic scintillator** ซึ่งแปลงพลังงานเป็นแสงหรือสัญญาณไฟฟ้า
3. **Muon Spectrometer** อยู่ชั้นนอกสุด ใช้ตรวจจับอนุภาคมิวออนที่สามารถทะลุผ่าน calorimeter ออกมาได้ โดยจะมี Cathode Strip Chambers (CSC) และ Resistive Plate Chambers (RPC) วางซ้อนกันหลายชั้น ตรวจวัดเส้นทางของมิวออนด้วยสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแม่เหล็กขนาดใหญ่รอบๆ





โดยนอกจากนั้นบริเวณทางเข้าก็มี LEGO model จำลอง ATLAS Detector ซึ่งทำออกมาได้ละเอียดและสวยงามมาก พร้อมกับบรรยายประวัติความเป็นมาของโมเดลนี้ และอธิบายการออกแบบแต่ละชิ้นส่วนว่าจำลองจากส่วนไหนของ detector นอกจากนี้ บริเวณพื้นก็มีแท่งใยแก้วนำแสง (optical fiber) วางเรียงกัน โดยเค้าอธิบายว่าการที่แท่งแต่ละแท่งมีความเข้มแสงต่างกันนั้นมาจากคุณสมบัติการดูดกลืนแสงของอนุภาคที่พลังงานต่างกัน ซึ่งหลักการนี้ถูกนำไปประยุกต์ใน **Particle Therapy** ทางการแพทย์ เช่นการยิงอนุภาคโปรตอน หรืออนุภาคคาร์บอน เพื่อทำลายเซลล์มะเร็งเฉพาะจุดโดยไม่ทำลายเนื้อเยื่อข้างเคียง

หลังจากอธิบายเรื่อง detector หลักๆ เสร็จ ก็พาเราไปชมห้องควบคุม (Control Room) ของ ATLAS Detector จริงๆ ซึ่งปกติอยู่หลังกระจกตลอดเวลา โดยเป็น magic glass (กระจกที่จากขุ่นมัวจะใสขึ้นได้เพียงสัมผัส) ซึ่งเราก็ได้เห็นนักวิทยาศาสตร์กำลังทำงานจริงๆ ในห้องนี้เต็มไปด้วยจอมอนิเตอร์จำนวนมาก แสดงค่าพารามิเตอร์ของการทดลองแบบ real-time เช่น อุณหภูมิของเครื่องตรวจจับแต่ละส่วน ความดัน ระบบระบายความร้อน ตำแหน่งของอนุภาค และค่าพลังงานที่วัดได้ เค้ายังอธิบายว่าการเก็บข้อมูลต้องละเอียดมาก เพราะการทดลองระดับนี้การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลต่อผลลัพธ์ได้ นอกจากนี้ก็มีความน่ารักปนขันของนักฟิสิกส์ เช่น ตุ๊กตาเป็ด ที่เค้าวางไว้เนื่องจากสำเนียงภาษาอังกฤษของนักวิทยาศาสตร์แต่ละชาติไม่เหมือนกัน เวลาเจออนุภาค quark จะชี้ไปที่เป็ดซึ่งร้องว่า "quack" แทนการพูด เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ส่วน ตุ๊กตาเสือ (Tigger จาก winnie the pool) ก็นำมาตั้งไว้เพราะคำว่า trigger ที่นักฟิสิกส์มักพูดกัน บางครั้งออกเสียงใกล้เคียงกับคำไม่เหมาะสม เลยใช้ตุ๊กตาแทนการพูดออกมาตรงๆอีกเรื่องที่น่าสนใจคือการทำงานที่นี่แบ่งเป็น 3 กะต่อวัน กะละ 8 ชั่วโมง เพื่อดูแล detector ตลอด 24 ชั่วโมง ถึงแม้ว่า LHC จะชนอนุภาคเพียง 2 ชั่วโมงต่อวันก็ตาม เพื่อป้องกันเหตุขัดข้องหรือความผิดพลาดไม่คาดคิด และบนจอภาพจะเห็นข้อมูล real-time ทั้งหมด ทั้งค่าต่างๆ ของเครื่อง รวมถึงข้อมูลเล็กๆ น้อยๆ ที่อาจดูไม่สำคัญแต่จำเป็นต่อการตรวจสอบความผิดปกติของระบบ

จากการเยี่ยมชม ATLAS visitor centre พวกเราได้รับความรู้ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์, คอมพิวเตอร์, และยังได้เห็นภาพของบรรยากาศ และรูปแบบการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแรงบันดาลใจที่ยอดเยี่ยมต่อการตัดสินใจเลือกสายอาชีพในอนาคตของพวกเรา

[26/05/2025] – Visit to Synchrocyclotron

Duration : 14:15 – 15:00

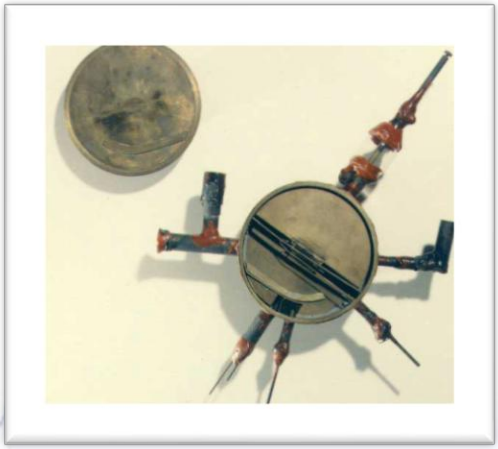
Speaker : Maria Aquilina (University of Malta (MT))

ในช่วงหลังจากที่ได้ไปที่ ATLAS Visitor center พวกเราก็ได้เข้าไปดูเครื่อง Synchrocyclotron ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคเก่าที่ไม่ได้ใช้แล้ว ทางเซิร์นจึงได้ดัดแปลงมาเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้โดยได้เก็บเกี่ยวความรู้มาดังต่อไปนี้

Synchrocyclotron เป็นชนิดของเครื่องเร่งอนุภาคที่ถูกออกแบบและเสนอในปี 1945 เพื่อใช้ในการเร่งอนุภาคเช่น โปรตอน โดยใช้สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่มีความถี่ที่เปลี่ยนแปลงได้

ประวัติศาสตร์ของ Synchrocyclotron

ก่อนการกำเนิดของเครื่อง synchrocyclotron ได้มีเครื่องเร่งอนุภาคอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า cyclotron ซึ่งถูกออกแบบโดย Ernest O. Lawrence และ M. Stanley Livingston แม้ว่าเครื่อง cyclotron จะสามารถเร่งอนุภาคโปรตอนได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็ยังคงมีข้อจำกัดสำคัญประการหนึ่ง คือ เมื่ออนุภาคมีความเร็วสูงขึ้นจนเข้าใกล้ความเร็วแสง พลังงานที่ได้รับจะเปลี่ยนไปเป็นมวลตามทฤษฎีสัมพัทธภาพ ส่งผลให้คาบการหมุนของอนุภาคไม่สอดคล้องกับความถี่ของสนามไฟฟ้าที่ใช้เร่งอนุภาคนั้น ทำให้ประสิทธิภาพในการเร่งลดลงในปี 1945 เครื่อง synchrocyclotron จึงได้ถูกออกแบบมาโดย Edwin M. McMillan และ Veksler เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่พบในเครื่อง cyclotron โดยการใช้ frequency modulation หรือการที่เครื่องเร่งมีการปรับความถี่ของสนามไฟฟ้าให้สัมพันธ์กับคาบการหมุนของอนุภาคที่มีการเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง



เครื่อง cyclotron ขนาด 4.5 นิ้วของ Lawrence (ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclotron)

ในปี 1952-1957 CERN ได้มีการสร้างเครื่อง Synchrocyclotron ที่เขต Meyrin ของเมือง Geneva โดยชิ้นส่วนของเครื่องเร่งได้ถูกสร้างมาจากพื้นที่ต่างๆในยุโรปเพื่อมาทำการประกอบใน Geneva นอกจากนี้ขดลวดแม่เหล็กของเครื่องเร่งจำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก เมื่อมีการขนส่งผ่านพื้นที่หมู่บ้านต่างๆในสวิตเซอร์แลนด์

การขนส่งแม่เหล็กของเครื่องเร่งอนุภาคมายัง Meyrin, Geneva (ที่มา: Synchrocyclotron Visitor center)

ส่วนประกอบและหลักการทำงานของ Synchrocyclotron

1. ระบบแม่เหล็ก: ขดลวดแม่เหล็กที่ถูกจ่ายกระแสไฟฟ้าถึง 1800 แอมป์สามารถสร้างสนามแม่เหล็กขนาด 2 Tesla ที่ตั้งฉากกับระนาบการเคลื่อนที่ของอนุภาค ทำให้อนุภาคที่มีประจุนั้นเริ่มเคลื่อนที่ในลักษณที่เป็นวงกลม นอกจากนี้ กรอบที่ใช้ในการคร่อมแม่เหล็กยังถูกสร้างมาจากเหล็กกล้าหนักรวม 2500 ตัน
2. Dees: อิเล็กโทรดโลหะกลวงลักษณะคล้ายรูปของตัวอักษร “D” 2 ชิ้น ใช้ในการสร้างสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงทิศทางสลับไปมาตามเวลาทำให้เกิดการเร่งอนุภาคทุกครั้งเมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่างอิเล็กโทรด 2 ชิ้นดังกล่าว
3. RF Oscillator: ใช้ในการสร้างศักย์ไฟฟ้าแบบสลับให้กับ Dees ซึ่งความถี่ของ RF นั้นมีค่าน้อยลงเรื่อยๆเพื่อให้สอดคล้องกับมวลของอนุภาคที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ
4. แหล่ง ION: สร้างอนุภาคที่มีประจุเช่น proton เพื่อการเร่ง
5. เครื่องดูดอากาศ: สร้างความเป็นสูญญากาศให้กับระบบเพื่อป้องกันการรบกวนของอนุภาคอื่นที่มีต่ออนุภาคที่เร่ง
6. ระบบสร้างความเย็น: ใช้น้ำเพื่อลดความร้อนที่สูญเสียจาก ระบบแม่เหล็ก Dee และ RF Oscillator
7. ระบบการควบคุมและกำหนดเวลา: ใช้ในการควบคุมความถี่ RF และเวลาที่มีการใส่ ION เข้าไปในระบบ โดยในช่วงแรกเป็นระบบแบบอานาล็อกแต่ภายหลังมาได้ใช้ Transistor และระบบดิจิตัล

[26/05/2025] - Meeting with national communities

Duration : 19:00 – 20:30

Speaker : None

กิจกรรม Meeting with respective national community นั้นคือกิจกรรมที่พวกเราจะได้เจอกับพี่ๆคนไทยที่ทำงานอยู่ที่เซิร์น ซึ่งในวันนี้เราก็มารวมตัวกันที่โรงอาหารรอพี่ๆ โดยพี่ๆคนไทยที่มานั้นมีทั้งหมด 5 คน รวมอาจารย์พัช โดยพี่แต่ละคนก็จะทำหน้าที่ในแต่ละส่วนตามความเชี่ยวชาญของตัวเอง โดยพี่คนแรกก็เป็นนักวิจัยที่กำลังทำการวิจัยเกี่ยวกับแม่เหล็กหกขั้ว (hexapole magnet) ซึ่งเป็นแม่เหล็กที่จะใช้ใน FCC โดยตอนนี้การวิจัยยังคงอยู่ในช่วง R&D อยู่ โดยมีเป้าหมายในการสร้างต้นแบบให้สำเร็จก่อน 1 แท่งก่อน เพื่อยืนยันความเป็นไปได้ในการสร้าง FCC ซึ่งจำเป็นต้องใช้แม่เหล็กชนิดนี้เป็นจำนวนหลายร้อยแท่ง พี่คนที่สองเป็นนักวิจัยสถาบันแสงซิงโครตรอนของไทย ซึ่งเป็นหนึ่งในคนที่สร้างเครื่องแร่งอนุภาคแบบเส้นตรงของประเทศไทย โดยมาที่เซิร์นเพื่อศึกษาการสร้างเครื่องเร่งอนุภาค และนำเอาความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ต่อ ส่วนพี่ๆอีก 2 ท่านไม่ใช่นักฟิสิกส์แต่เป็นผู้เชี่ยวชาญเรื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีพี่ที่เป็น computer science ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับ software ที่เซิร์นใช้ในการประมวลผลข้อมูลมหาศาลที่เซิร์นสร้าง ส่วนพี่อีกคนเป็น computer engineer ซึ่งทำหน้าที่คอยเช็คคอมพิวเตอร์และระบบของสถาบันที่จะเข้าร่วม computer grid กับเซิร์นว่าสเป็คผ่านการตรวจเช็คหรือไม่

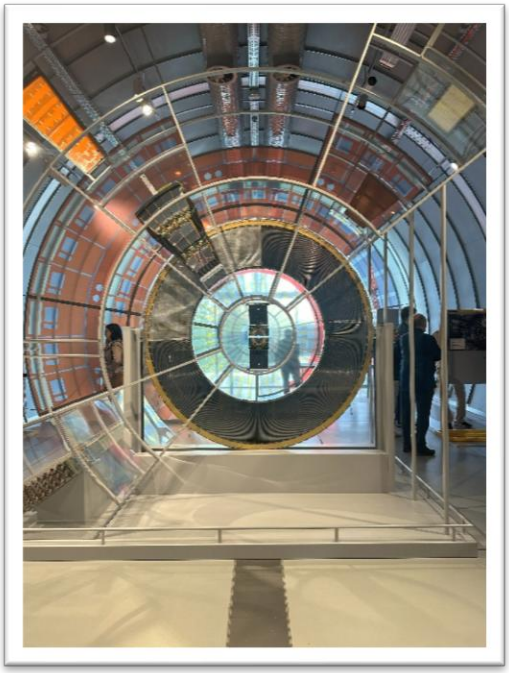
[27/05/2025] – Self-guided Visit to CERN Science Gateway

Duration : 9:00 – 12:00

Speaker : None

ตอนพวกเราไปที่ CERN Science Gateway สิ่งแรกที่สะดุดตาคืออาคารมันออกแบบเป็นเหมือนท่อขนาดใหญ่ คล้ายๆ อุโมงค์ใต้ดินที่ใช้จริงสำหรับเครื่องเร่งอนุภาค มันเท่มากๆ แล้วพอเข้าไปข้างในก็จะเจอกับนิทรรศการหลักชื่อว่า **Discover CERN** ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 โซน คือ Accelerate กับ Collide

Exhibit 1: Discover CERN



เริ่มจากโซนแรก ในโซน Accelerate พวกเราได้เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องเร่งอนุภาค ที่มีหน้าที่เร่งอนุภาคเล็กๆ ให้วิ่งเร็วเกือบเท่าแสงเพื่อเอาไปชนกัน ตอนเดินเข้าไปจะเห็นเครื่องเร่งอนุภาคของจริงขนาดเล็กชื่อ ELISA อยู่ตรงกลาง โคตรเจ๋งเพราะมันไม่ใช่แค่ของโชว์ แต่มันยังทำงานจริงๆ อยู่ด้วย ELISA นี่เร่งโปรตอนได้ถึง 2 MeV แล้วเอาไปยิงใส่ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของมัน ข้างๆ กันก็มีแม่เหล็กจาก LHC ของจริงตั้งอยู่ เป็นแม่เหล็กตัวใหญ่ที่ใช้ควบคุมทิศทางอนุภาคในวงแหวนเร่งอนุภาคขนาด 27 กิโลเมตรที่ CERN ใช้อยู่จริงๆ พวกเรายืนมองใกล้ๆ แล้วรู้เลยว่าเครื่องเร่งอนุภาคของจริงมันอลังการขนาดไหน ที่สนุกมากๆ คือโซนนี้เขามีเกมให้เล่นด้วย พวกเราได้ลองควบคุมเครื่องเร่งอนุภาคในห้องจำลองเหมือนนักวิทยาศาสตร์จริงๆ มีเกมขับหุ่นยนต์เจาะอุโมงค์ แล้วก็เกม “ฟุตบอลโปรตอน” ที่ต้องควบคุมอนุภาคให้วิ่งเป็นวงๆ เหมือนในเครื่องเร่งโปรตอนจริงๆ เล่นไปขำไป แต่ได้ความรู้มากกว่าที่คิด พอเดินมาถึงโซน Collide ก็จะเกี่ยวกับการตรวจจับอนุภาคที่เกิดจากการชนกัน โซนนี้มีเครื่อง VR ให้ใส่เหมือนเราเข้าไปอยู่ในเครื่องตรวจจับอนุภาคของจริง ลองช่วยกันลดชิ้นส่วนเครื่องตรวจจับลงไปในห้องทดลองใต้ดิน พวกเรายังได้ออกแบบเครื่องตรวจจับอนุภาคของตัวเองด้วย สนุกมากๆ

ที่เจ๋งอีกอย่างคือเขานำชิ้นส่วนจริงจากการทดลองใหญ่ๆ ของ CERN มาให้ดูด้วย เป็นชิ้นส่วนเครื่องตรวจจับขนาดใหญ่ที่ใช้เก็บข้อมูลเวลามีการชนอนุภาค พอได้เห็นของจริงตรงหน้า แล้วฟังพี่ๆ นักวิทยาศาสตร์เขาเล่าว่ากว่าจะเก็บข้อมูลแต่ละอย่างและประมวลผลออกมาได้ต้องใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันทั้งโลกถึงเข้าใจเลยว่ามันยิ่งใหญ่แค่ไหน นอกจากนี้เขายังเล่าว่าเทคโนโลยีบางอย่างจาก CERN เอาไปใช้กับวงการแพทย์ด้วย อย่างเครื่องสแกนมะเร็ง หรืออุปกรณ์ถ่ายภาพร่างกายระดับละเอียดที่มาจากเทคโนโลยีเครื่องตรวจจับอนุภาคนี่แหละ โดยรวมแล้ว นิทรรศการ Discover CERN มันไม่ได้เป็นแค่นิทรรศการธรรมดาๆ เลย มันเหมือนพาเราเข้าไปอยู่ในโลกของนักวิทยาศาสตร์จริงๆ ได้เห็นทั้งเครื่องจักร เทคโนโลยี การทดลอง และผลกระทบที่เกิดกับชีวิตประจำวันของเราแบบจับต้องได้ สนุก เข้าใจง่าย แล้วก็น่าทึ่งมากๆ

Exhibit 2: Our Universe

หลังจากเดินเล่นในโซน Discover CERN กันเสร็จ พวกเราก็เดินต่อไปอีกโซนที่ชื่อว่า Our Universe อยู่ในอาคารท่ออีกอันที่ดีไซน์ล้ำๆ เหมือนกัน โซนนี้จะเล่าเรื่องเกี่ยวกับกำเนิดจักรวาลและฟิสิกส์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคทุกอย่างที่รวมกันเป็นตัวเราและสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัวพื้นที่ในโซนนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ Back to the Big Bang กับ Exploring the Unknown

ในส่วน Back to the Big Bang นี่เหมือนพาเราย้อนเวลากลับไป 13.8 พันล้านปีก่อน ไปดูตั้งแต่ช่วงที่จักรวาลเพิ่งกำเนิดใหม่ๆ ว่าอนุภาคแต่ละตัวมันเริ่มก่อตัวมาเป็นธาตุ เป็นสสาร เป็นดาว เป็นทุกอย่างได้ยังไง แล้วก็ค่อยๆ ไล่เรื่องราวมายังปัจจุบัน ที่เจ๋งคือเขาเชื่อมโยงเหตุการณ์ใหญ่ๆ ในจักรวาลกับการทดลองของ CERN ด้วย อย่างช่วงที่จักรวาลยังร้อนจัดเต็มไปด้วย ควาร์ก-กลูออนพลาสมา (quark–gluon plasma) ซึ่งเป็นเหมือนน้ำแกงร้อนๆ ของอนุภาคมูลฐานที่เกิดขึ้นแค่ไม่กี่ไมโครวินาทีหลังบิ๊กแบง

แล้วตอนนี้ CERN ก็ยังพยายามจำลองสภาพนั้นใหม่ๆ ด้วยการชนกันของไอออนหนักๆ (Heavy-Ion Collisions) พวกเรายังได้เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาปฏิสสาร (Antimatter) ด้วย ซึ่งเกี่ยวข้องกับคำถามใหญ่ๆ ว่าทำไมในจักรวาลถึงมีสสารมากกว่าปฏิสสาร ทั้งๆ ที่ตอนจักรวาลเกิดใหม่ๆ มันควรมีพอๆ กัน นี่เป็นเรื่องที่นักวิทยาศาสตร์ยังค้นหาคำตอบอยู่ ที่เด็ดคือในโซนนี้จะมีเครื่องเล่นให้ลองเยอะเลย อย่างเกมออกแบบดาวของตัวเองแล้วปล่อยขึ้นไปในอวกาศ เพื่อดูว่าดาวสร้างธาตุต่างๆ แล้วกระจายไปทั่วจักรวาลได้ยังไง มีเครื่องชั่งโปรตอนแบบเล่นๆ ให้เทียบดูว่าอนุภาคต่างๆ หนักเบาแค่ไหน ซึ่งทำให้เห็นภาพเรื่องมวลในระดับอนุภาคได้ชัดขึ้น อีกอย่างที่สนุกคือกิจกรรมจับปฏิสสาร จำลองการใช้สนามแม่เหล็กดักจับอะตอมของแอนไฮโดรเจน เหมือนที่นักวิทยาศาสตร์ CERN ทำอยู่จริงๆ ตอนนี้ ซึ่งกิจกรรมพวกนี้จะโยงเข้ากับเรื่องการกำเนิดธาตุในดาว (nucleosynthesis) ธรรมชาติของมวลในระดับเล็กๆ ไปจนถึงปริศนาของปฏิสสารในจักรวาล บรรยากาศในส่วนนี้จะค่อนข้างมืดๆ หน่อย เหมือนพาเราย้อนเวลากลับไปในช่วงแรกของจักรวาลจริงๆ แต่ถ้าใครต้องการแสงเพิ่ม เขาก็มีปรับให้ได้

ส่วนถัดมา **Exploring the Unknown** อันนี้บอกเลยว่าพวกเราประทับใจสุดๆ เพราะมันเปลี่ยนจากเรื่องราวในไทม์ไลน์จักรวาล มาเป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปริศนาฟิสิกส์ที่ยังไม่มีคำตอบ เช่น **ธรรมชาติของเวลา**, **ความว่างเปล่าในอวกาศ (quantum vacuum)**, **สสารล่องหนอย่าง dark matter** และอีกหลายเรื่อง แต่ที่ไม่เหมือนที่อื่นคือ เขาไม่ได้จัดแบบนิทรรศการวิทยาศาสตร์ธรรมดาๆ แต่เป็นพื้นที่แสดงงานศิลปะร่วมสมัยที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการพูดคุยกับนักวิทยาศาสตร์ของ CERN ศิลปินจากหลายประเทศมาพำนักและทำโปรเจกต์ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นงานศิลป์สุดแปลก

ตัวอย่างชิ้นหนึ่งที่พวกเราชอบมาก เป็นประติมากรรมเคลื่อนไหวที่สร้างเงา 3 มิติ ของวัตถุ 4 มิติ ซึ่งทำให้เราได้คิดตามเรื่องมิติที่เกินกว่าสามมิติที่เราอยู่ในทุกวัน โซนนี้ไม่ได้เน้นอธิบายหรือให้คำตอบ แต่เปิดพื้นที่ให้คนดูตั้งคำถามต่อยอดไปเรื่อยๆ ว่าจักรวาลจริงๆ มันคืออะไร มีอะไรซ่อนอยู่อีกบ้างที่เรายังไม่รู้ และทำให้รู้สึกว่าโลกวิทยาศาสตร์มันก็มีมุมศิลป์ที่ลึกและน่าค้นหาไม่แพ้กัน รวมๆ แล้วโซน **Our Universe** นี้ถือว่าทั้งสนุก ทั้งได้ความรู้ และได้คิดเยอะมากๆ เพราะมันทำให้เราเห็นว่าการศึกษาจักรวาลและกำเนิดของทุกสิ่งมันเกี่ยวโยงกับสิ่งที่ CERN ทำอยู่ทุกวัน ทั้งการจำลองสภาพเริ่มต้นของจักรวาล การศึกษาอนุภาคปฏิสสาร และการตั้งคำถามถึงสิ่งที่วิทยาศาสตร์เองยังตอบไม่ได้

Exhibit 3: Quantum World

โซนถัดไปที่พวกเราไปกันชื่อว่า **Quantum World** อันนี้ไม่เหมือนสองโซนก่อนที่อยู่ในอาคารท่อ แต่มาอยู่ในอาคารข้างๆ กัน ซึ่งพอเดินเข้าไป บรรยากาศคือเหมือนเรากลายเป็นอนุภาคจิ๋วๆ เดินอยู่ในโลกที่กฎของฟิสิกส์แบบปกติใช้ไม่ได้อีกต่อไป บรรยากาศข้างในเขาออกแบบให้ดูมืดๆ ลึกลับหน่อย แล้วเราจะได้ฟังเสียงบรรยายพาเดินทีละกลุ่ม ประมาณ 8 คน ต่อรอบ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที เหมือนเรากำลังออกเดินทางไปในโลกของควอนตัมจริงๆ ตอนเริ่ม เขาจะบอกเราก่อนเลยว่า **“จริงๆ แล้วโลกเราก็อยู่ภายใต้กฎควอนตัมเหมือนกัน”** ไม่ว่าจะเป็นการที่ดวงอาทิตย์ส่องแสงได้ การที่ต้นไม้สังเคราะห์แสง หรือเทคโนโลยีพวกมือถือกับเลเซอร์ก็ล้วนใช้หลักควอนตัมทั้งนั้น แต่มันเป็นเรื่องที่พวกเราไม่เคยรู้สึกตัว เพราะมันเกิดขึ้นในระดับเล็กจิ๋วสุดๆ

ระหว่างที่เดินชม ก็จะมีคำถามให้คิดไปเรื่อยๆ อย่าง **“เอ๊ะ แล้วทำไมอนุภาคถึงเป็นได้ทั้งอนุภาคและคลื่น?”** หรือ **“ทำไมบางทีอนุภาคถึงอยู่ได้หลายสถานะพร้อมกัน?”** ซึ่งมันแปลกมากๆ เพราะโลกปกติของเรามันไม่เป็นแบบนั้น

หลังจากจบทัวร์สั้นๆ ก็จะมีโซนกิจกรรมให้เล่นกัน แต่ละโซนเป็นเกมหรือการทดลองเล็กๆ ที่อธิบายหลักควอนตัมแบบเข้าใจง่ายสนุกๆ ด้วย

- **Quantum Tennis** เกมปิงปองควอนตัม ที่ลูกบอล (หรืออนุภาค) จะไม่ได้เด้งไปแบบธรรมดา บางทีก็หาย บางทีก็โผล่ผิดที่ ทำให้เห็นว่าในโลกควอนตัม ทุกอย่างเกิดขึ้นแบบคาดเดาไม่ได้
- **Quantum Karaoke** อันนี้เป็นกิจกรรมสนุกๆ ที่เล่นกับเสียงหรือดนตรี แล้วจะมีความสุ่ม ความไม่แน่นอนในแต่ละรอบคล้ายๆ การเกิด superposition หรือการอยู่ในหลายสถานะพร้อมกัน
- **Quantum Tunnelling Game** เกมที่ให้อนุภาควิ่งผ่านกำแพงได้ แม้ว่าตามหลักปกติแล้วมันไม่น่าจะทะลุได้ อธิบายเรื่องการ **tunneling** ของอนุภาค
- **Entangled Particles Challenge** เกมจับคู่หาอนุภาคที่มีสถานะเชื่อมโยงกันแบบลึกลับ (entanglement) วัดตัวนี้แล้วอีกตัวรู้ผลทันทีแม้ว่าจะอยู่ไกลกันแค่ไหน
- **Double-slit Experiment** อันนี้คือการทดลองสุดคลาสสิกในฟิสิกส์ควอนตัม ที่ทำให้เห็นว่าอนุภาคเล็กๆ อย่างอิเล็กตรอนหรือโฟตอน มันสามารถทำตัวเป็นทั้งอนุภาคและคลื่นได้ในเวลาเดียวกัน

แต่ละเกมแต่ละกิจกรรมจะทำให้เราเซอร์ไพรส์แล้วก็เริ่มตั้งคำถามว่า **"ทำไมมันถึงเป็นแบบนี้?"** แบบที่ปกติไม่มีใครคิดถึงอย่างเกม **Double-slit** นี่พอเห็นลายคลื่น interference ที่เกิดจากอนุภาควิ่งผ่านร่องสองอันแล้วกลายเป็นคลื่นซ้อนกัน ก็รู้เลยว่าโลกควอนตัมมันเหนือความเข้าใจจริงๆ แล้วก็ยังมีเรื่องของ **superposition** หรือการที่สิ่งๆ หนึ่งสามารถอยู่ในหลายสถานะได้ในเวลาเดียวกัน กับ **uncertainty principle** ที่บอกว่าเราจะไม่สามารถวัดคุณสมบัติบางอย่างพร้อมกันได้ เช่น ตำแหน่งกับความเร็วของอนุภาค บรรยากาศในโซนนี้สนุกมากๆ เพราะพวกเราจะได้ลองเล่น ลองร้องเพลง ลองขยับตัวดูการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคจริงๆ แบบไม่ต้องอ่านทฤษฎีเยอะ แต่มันทำให้เข้าใจธรรมชาติของควอนตัมแบบง่ายๆ

พอเดินออกมาจากโซนนี้ ทุกคนในกลุ่มต่างรู้สึกเหมือนกันว่า **ฟิสิกส์ควอนตัมมันทั้งน่าทึ่ง ทั้งลึกลับ** เพราะมันอธิบายได้ตั้งแต่การทำงานของโลกที่เราอยู่ ไปจนถึงเทคโนโลยีทันสมัยที่ใช้กันทุกวัน นิทรรศการ **Quantum World** นี่ทำหน้าที่ได้ดีมากๆ ในการเปลี่ยนเรื่องยากๆ ให้สนุก เข้าใจง่าย และเข้าถึงคนทั่วไปได้ดีจริงๆ พวกเราทุกคนประทับใจมาก

Additional Exhibit: Arts at CERN

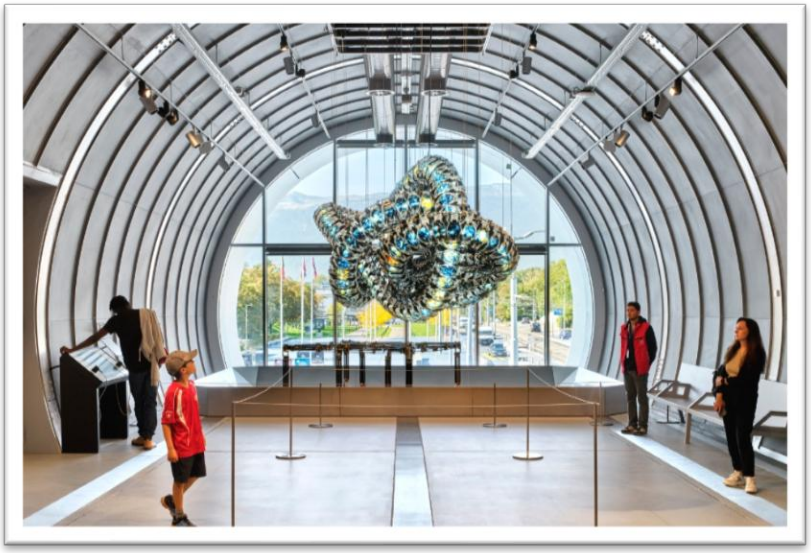
อีกโซนที่พวกเราแวะไปดูกันก็คือ **“Exploring the Unknown”** ซึ่งเป็นนิทรรศการศิลปะร่วมสมัยที่จัดอยู่ใน Science Gateway ของ CERN ความพิเศษของที่นี่คือเป็นการเอาศิลปะมาผสมกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างลงตัว ผ่านโปรแกรมชื่อ **Arts at CERN** ซึ่งจัดขึ้นมานานกว่าทศวรรษแล้ว แม้ว่าฟังดูเหมือนศิลปะกับฟิสิกส์อนุภาคจะเป็นคนละโลกกัน แต่จริงๆ แล้วทั้งสองสายก็มีอะไรคล้ายกันอยู่นะ เพราะทั้งนักวิทยาศาสตร์กับศิลปินต่างก็อยากสำรวจและเข้าใจความจริงของธรรมชาติในรูปแบบของตัวเองเหมือนกัน

CERN ก็เลยทำโปรเจกต์นี้ขึ้น โดยเชิญศิลปินจากทั่วโลกมาพำนักที่ CERN แล้วได้มีโอกาสทำงานร่วมกับนักฟิสิกส์จริงๆ ซึมซับบรรยากาศการทดลอง แล้วก็เอาแรงบันดาลใจจากงานวิจัยสุดล้ำพวกนี้ไปถ่ายทอดเป็นงานศิลปะ พวกเราว่ามันเจ๋งตรงที่ไม่ได้เล่าเรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยตัวหนังสือหรือกราฟแบบที่เคยเจอ แต่มาในรูปแบบผลงานศิลป์ที่ทำให้เรา **รู้สึก** และ **ตั้งคำถาม** มากกว่าหาคำตอบ

ทีมผู้จัดนิทรรศการนี้นำโดย **Mónica Bello** (หัวหน้า Arts at CERN) กับ **Iliana Tatsi** (ภัณฑารักษ์ของ CERN) ร่วมกันวางธีมหลักของนิทรรศการไว้ 3 เรื่อง คือ **Space & Time (อวกาศและเวลา)**, **the Void (ความว่างเปล่า หรือ quantum vacuum)** และ **the Invisible (สิ่งที่มองไม่เห็น อย่าง dark matter)** แต่ละธีมจะเริ่มด้วยการเล่าเรื่องจากนักฟิสิกส์ของ CERN ก่อนว่าแต่ละหัวข้อนี้สำคัญและน่าค้นหายังไง แล้วค่อยต่อด้วยผลงานศิลปะที่ตีความจากหัวข้อเดียวกัน ในนิทรรศการนี้ตอนที่พวกเราไป มี 4 ผลงานหลักๆ ที่ทำขึ้นเพื่อเปิดตัว Science Gateway โดยเฉพาะ และศิลปินแต่ละคนเคยมาใช้ชีวิตใน CERN กันหมดแล้ว

1. **Round About Four Dimensions** — ผลงานของ **Julius von Bismarck** กับ **Benjamin Maus** เป็นประติมากรรมเคลื่อนไหวเองได้ (kinetic sculpture) ที่จำลองการพับตัวไปมาของวัตถุ 4 มิติ (หรือ tesseract) ซึ่งปกติเราไม่เห็นได้ในโลก 3 มิติ พอได้ไปดูจริงๆ มันเหมือนเห็นเงา 3 มิติของวัตถุ 4 มิติที่ขยับเปลี่ยนรูปร่างไปเรื่อยๆ ชวนให้คิดว่าขนาดที่เรารู้จักอาจยังไม่ครบทุกมิติ
2. **Chroma VII** — ผลงานของ **Yunchul Kim** เป็นเครื่องติดตั้งศิลปะยาว 15 เมตร ประกอบด้วยหลอดใสๆ 320 หลอด ข้างในใส่ของเหลวเอาไว้ แล้วที่เจ๋งคือมันตอบสนองต่ออนุภาคมูลฐานจริงๆ! ถ้ามีอนุภาคพลังงานสูง (เช่น รังสีคอสมิก) วิ่งผ่าน หลอดพวกนี้ก็จะเปล่งแสงและสีขึ้นมา พอเราเดินผ่านจะเห็นแสงมันไหลเวียนเปลี่ยนไปตลอด เหมือนทำให้สิ่งที่มองไม่เห็นในธรรมชาติโผล่ออกมาให้เราเห็นด้วยศิลปะ
3. **TAFAA – TINA UNFOLLOW ALICE** — งานของ **Chloé Delarue** ชิ้นนี้เล่นกับขอบเขตระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน โดยตั้งคำถามเรื่อง **“สสารคือสิ่งที่ทำให้เราจับต้องได้จริงๆ หรือ?”** แล้วก็ว่าความไม่แน่นอนในกระบวนการค้นคว้าวิทยาศาสตร์คืออะไร งานชิ้นนี้พาเรารู้สึกเหมือนหลุดเข้าไปในอีกโลกหนึ่ง บรรยากาศคล้ายๆ Alice in Wonderland ที่อะไรๆ ก็แปลกและเหนือจริง
4. **data.gram [n°4]** — ผลงานของ **Ryoji Ikeda** เป็น installation ที่ใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์จริงๆ มาสร้างเป็นภาพและเสียงซิงโครไนซ์กัน ตอนเราเดินเข้าไปเหมือนโดนระเบิดประสาทสัมผัสเต็มๆ ทั้งภาพ เสียง และข้อมูลที่เกี่ยวกับจักรวาลและอนุภาค มันทำให้เรารู้สึกถึงความเวิ้งว้างของจักรวาลและความเงียบแบบแปลกๆ ของ quantum vacuum ได้แบบไม่ต้องมีคำอธิบาย

ทุกผลงานศิลปะในนิทรรศการนี้ต่างก็ได้แรงบันดาลใจจากวิทยาศาสตร์จริงๆ และพยายามแปลความยากๆ ให้สัมผัสได้ในเชิงอารมณ์และความรู้สึก **Exploring the Unknown** เลยไม่ใช่แค่การดูงานศิลป์เฉยๆ แต่เหมือนพาเราไปตั้งคำถามเดียวกับที่นักฟิสิกส์ตั้งไว้ เช่น **“เวลาแท้จริงคืออะไร?”**, **“ความว่างเปล่ามันมีอะไรอยู่ไหม?”** หรือ **“dark matter ที่มองไม่เห็นแต่มีจริงๆ นั้นคืออะไร?”** ซึ่งแต่ละงานก็จะตั้งคำถามผ่านการตีความ ผ่านสี เสียง การเคลื่อนไหว และพื้นที่ที่จัดวางไว้ พวกเรารู้สึกว่านิทรรศการนี้ทำให้เข้าใจว่าจริงๆ แล้ว **วิทยาศาสตร์กับศิลปะมันไม่ได้ไกลกันขนาดนั้น** และการตั้งคำถามต่อสิ่งที่ยังไม่รู้ ก็เป็นเรื่องธรรมดาของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นนักวิทยาศาสตร์หรือศิลปิน เดินออกมาแต่ละคนคือทึ่งมาก รู้สึกเหมือนได้คุยกับจักรวาลผ่านงานศิลปะ และรับรู้ได้เลยว่า **โลกเรายังมีเรื่องที่เรายังไม่รู้เยอะมาก**

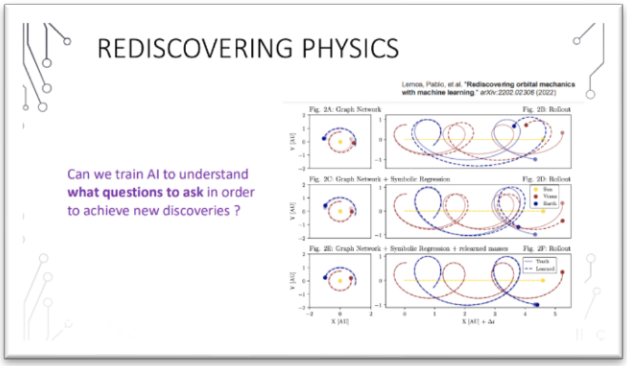


[28/05/2025] – Lecture: CERN AI and Quantum technologies

Duration : 11:00 – 12:30

Speaker : Dr Sofia Vallecorsa (CERN)

ช่วงแรกได้กล่าวถึงประโยชน์ของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence - AI) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) และ การเรียนรู้เชิงลึกโดยเครือค่ายประสาทเทียม (Deep learning) โดยได้ให้ความหวังไว้ว่า ผู้ฟังจะสามารถอภิปรายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นนำมาใช้เพื่อการศึกษาฟิสิกส์อนุภาคที่เซิร์น (CERN) ได้อย่างไร หลังจากนั้น ได้กล่าวถึงการคำนวณทางควอนตัมและคณิตกรณ์เชิงควอนตัม (Quantum Computer) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาบางอย่างที่คณิตกรณ์แบบดั้งเดิม (Classical computer) สามารถแก้ได้แต่ช้า และได้กล่าวถึงบทบาทของคณิตกรณ์เชิงควอนตัมแบบคร่าว ๆ ได้แก่ ช่วยเร่งการถอดรหัส การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมหาศาล การส่งสารแบบเร็วเหนือแสง (ซึ่งความจริงแล้วเป็นไปไม่ได้) และยังกล่าวว่าคณิตกรณฑ์เชิงควอนตัมจะเร็วกว่าคณิตกรณ์แบบดั้งเดิมแบบเอกซ์โพเนนเชียล (ซึ่งความจริงแล้วก็ได้แค่ความเร็วเชิงกรณ์ของความเร็วแบบฉบับ)



หลังจากนั้น ได้กล่าวถึงสถานะของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน โดยเล็งเห็นว่าวิทยาศาสตร์นั้นได้เปลี่ยนแปลงจากการศึกษาธรรมชาติจากการสังเกตเหตุการณ์รอบตัวเพื่อหาคำอธิบายเชิงคณิตศาสตร์ มาเป็นการศึกษาธรรมชาติโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ในสมัยนิวตัน ที่สังเกตว่าดวงจันทร์ลอยอยู่บนฟ้า แล้วจึงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ว่าด้วยแรงโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่แบบวงกลมมาอภิปราย แต่ในสมัยนี้ ทุกอย่างที่เป็นกฎแห่งธรรมชาติที่จะเขียนขึ้นมาเพิ่ม ต้องเป็นผลที่วิเคราะห์มาจากข้อมูลแบบเชิงประจักษ์ ไม่สามารถใช้การสังเกตแบบเชิงประจักษ์ได้ แต่ในช่วงหลัง นักวิทยาศาสตร์เองก็เริ่มจะไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ได้แล้ว เนื่องจากข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องตรวจวัดการชนของอนุภาคนั้นมากเกินไป ต่อการชนครั้งหนึ่ง จะได้ข้อมูลมาประมาณหนึ่งพันเพทาไบท์ (Petabyte) ดังนั้น จึงต้องนำตัวแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ต่าง ๆ มาช่วยวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากปัญญาประดิษฐ์สามารถหารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลต่าง ๆ ในข้อมูลที่มีสัญญานรบกวนมากได้ดี

เนื่องจากเวลามีไม่มากพอ จึงไม่ได้นำเสนอเรื่องการใช้ปัญญาประดิษฐ์ ณ เซิร์นอย่างถี่ถ้วน ทางฝั่งไทยจึงยังไม่ทราบว่าโดยแท้แล้วเซิร์นใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไรบ้าง นอกจากการนำมาใช้ "วิเคราะห์ข้อมูล" แบบกว้าง ๆ ผู้นำเสนอจึงข้ามไปถึงเรื่องเทคโนโลยีเชิงควอนตัมเสียก่อน

ในช่วงสองได้กล่าวถึงประวัติศาสตร์ของกลศาสตร์ควอนตัม ซึ่งเชื่อว่าน่าจะเป็นเรื่องที่ได้ยินกันนับไม่ถ้วนครั้งแล้ว เริ่มด้วยการแบ่งชั้นของพลังงานเชิงควอนตัม การกระเจิงของแสงรังสีเหนือม่วงที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยกลศาสตร์แบบฉบับ ฯลฯ และได้กล่าวถึงการปฏิวัติทางควอนตัมครั้งแรกกับครั้งที่สอง การปฏิวัติครั้งแรกนั้น ว่าด้วยทรานซิสเตอร์ ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของคณิตกรณ์แบบดั้งเดิม และการปฏิวัติครั้งที่สองนั้น ว่าด้วยคณิตกรณ์เชิงควอนตัม ซึ่งเป็น "สิ่งที่เซิร์นใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้" ก่อนจะจบคาบ ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างคิวบิตและบิต ทั้งคู่เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของคณิตกรณ์ แต่คิวบิตที่ใช้ในคณิตกรณ์เชิงควอนตัมนั้น "เป็นได้ทั้งศูนย์และหนึ่ง" ในเวลาเดียวกัน และเนื่องจากสมบัติทางควอนตัมของคิวบิต เช่น การพัวพันทางควอนตัมและสมบัติการซ้อนทับกันเชิงควอนตัม ทำให้คิวบิตนั้น "เร็วกว่าบิตมาก" และได้กล่าวถึงว่าเซิร์นนั้นใช้คณิตกรณ์เชิงควอนตัมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลมาก แต่เนื่องจากเวลามีไม่มากพอ จึงไม่ได้นำเสนอเรื่องการใช้คณิตกรณ์เชิงควอนตัมอย่างชัดเจน

[28/05/2025] - Lecture: Experimental Programme at CERN

Duration : 14:30 – 16:00

Speaker : Christoph Rembser (CERN)

เกี่ยวกับการทดลองที่ CERN

การทดลองที่ CERN มีเป้าหมายเพื่อเข้าใจจักรวาล ผ่านการเข้าใจกฎเกณฑ์ของจักรวาลก่อน โดยวิธีในการเข้ากฎเกณฑ์ของธรรมชาติคือ เราสร้างทฤษฎีที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์หนึ่งขึ้นมา แล้วก็ทดลองอีก แล้วปรับทฤษฎีให้สอดคล้องกับทุกการทดลอง วนไปเรื่อย ๆ จนมั่นใจว่าทฤษฎีนั้นอธิบายปรากฏการณ์ได้ครบถ้วน

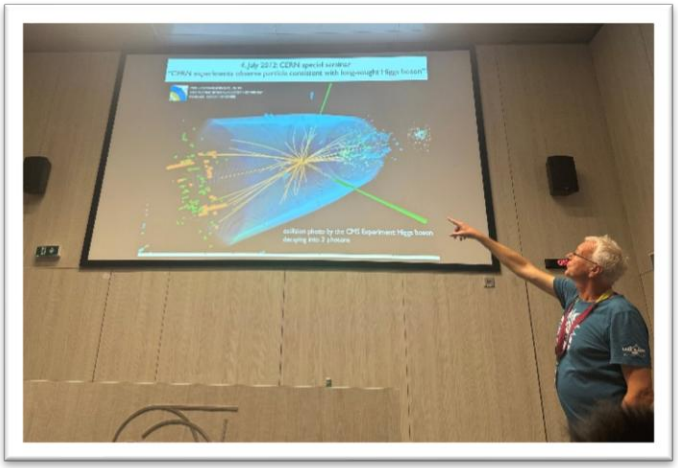
และ CERN นั้นก็สามารถจำลองปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจได้นั้นผ่านเครื่องมือต่าง ๆ ภายใน CERN ซึ่งสามรถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน

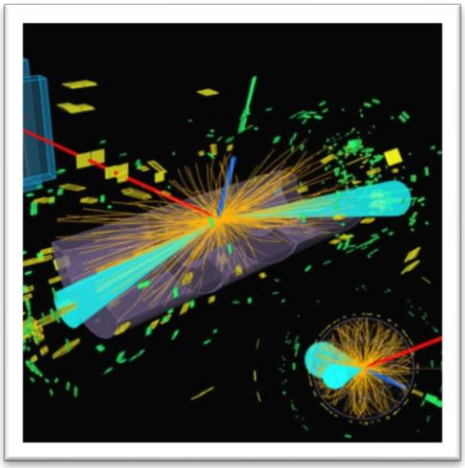
1. เครื่องคุมอนุภาค : ใช้ในการสร้างการทดลอง โดยคุมพฤติกรรมของอนุภาคที่จะศึกษา อย่างพลังงานภายในอนุภาค หรือทิศที่จะชน เป็นต้น
    - ตัวอย่างเช่นเครื่อง Large Hardon Collider (LHC), Proton Synchroton (PS), Antimatter decelerator (AD) เป็นต้น
2. เครื่องตรวจจับ (detector) : ใช้สำหรับอ่านค่าผลการทดลอง ตรวจจับการชน
    - ตัวอย่างเช่นเครื่อง ATLAS, CMS, ALICE, LHCb เป็นต้น
3. เครื่องประมวลผลข้อมูล : วิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งภายใน CERN ก็เคยเกิดการทดลองขึ้นมามากมาย เช่น

1. Finding Higgs Boson

Higgs boson ถูกเสนอขึ้นในปี 1964 โดย Peter Higgs และนักฟิสิกส์อีกหลายคน การมีอยู่ของ Higgs boson เพื่อให้ทฤษฎี Standard Model สามารถคงอยู่ต่อไปได้ เนื่องจากอนุภาคแต่ละตัว (ที่เข้าใจว่ามีมวล) จะมีมวลได้ก็ต่อเมื่อมัน interact กับ Higgs field ไม่สามารถมีมวลได้ด้วยตัวมันเอง หรือมีมวลแต่แรกอยู่แล้ว ไม่เช่นนั้นจะทำให้ทฤษฎีพังลง ดังนั้นการมีอยู่ของ Higgs boson จึงเป็นสิ่งสำคัญ

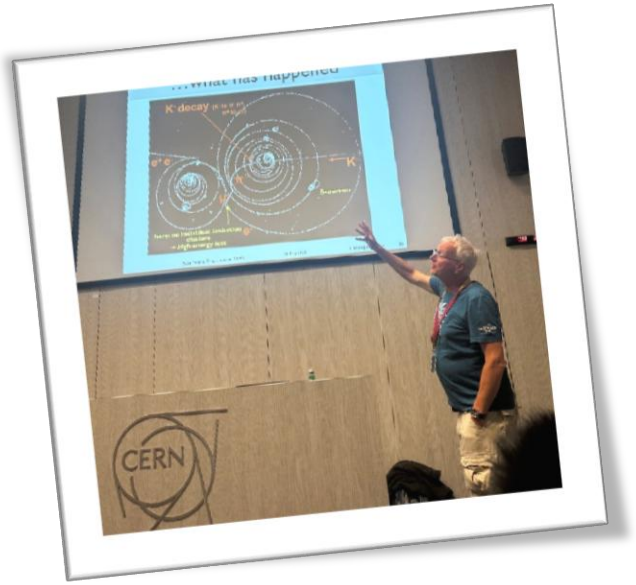




การทดลองหา Higgs นั้นทำโดยการเร่งอนุภาค proton เข้าชนกันที่พลังงานสูง โดย quarks ใน proton เมื่อชนกันจะเกิด interact กันออกมาเป็นอนุภาคมูลฐานต่าง ๆ ซึ่งในการที่เราจะหาอนุภาค Higgs ได้นั้นเราต้องรู้ก่อนว่ามันสามารถสลายตัวเป็นอะไรได้บ้างเนื่องจาก อนุภาค Higgs นั้นมีอายุที่สั้นมาก ~10^-22 วินาที ซึ่งสั้นกว่าที่เครื่องจะสามารถตรวจจับได้ จึงต้องตรวจสอบจากสิ่งที่เกิดจากการสลายตัวแทน จากทฤษฎีอนุภาค Higgs นั้นสามารถสลายตัวได้หลายรูปแบบ ดังนั้นตรงจุดนี้เองที่ต้องเลือกรูปแบบสนใจให้ดี เช่นสนใจ Higgs ที่สลายไปเป็น 2 photon เนื่องจากการสลายตัวแบบนี้นั้นยากที่อนุภาคอื่นจะเลียนแบบได้ แต่ก็ต้องแลกกับการที่ Higgs นั้นมีโอกาสที่ไม่มากที่จะสลายตัวในรูปแบบเช่นนี้ เมื่อสามารถ detect ได้ photon 2 ตัวตามที่สนใจแล้ว (อาจจะพบเจอ photon หลายตัวเมื่อเกิดการชน แต่เราก็ค่อย ๆ เลือก photon เป็นคู่มาพิจารณา ไปทีละคู่ด้วยคอมพิวเตอร์) เราก็จะสามารถคำนวณไปยังสภาพก่อนที่จะสลายได้ โดยการใช้ข้อมูลจากสถานะของ photon หลังชน (อย่างโมเมนตัม) และจากทฤษฎีรวมกับข้อมูลต่าง ๆ เราก็พอทราบได้อยู่ว่า Higgs boson จะมีมวลประมาณ ~120-130 GeV และเมื่อทดลองแล้วพบว่ากราฟระหว่างค่ามวลตั้งต้นกับจำนวนครั้งที่มวลตั้งต้นนั้นสลายตัวให้ 2 photon มวล 125 GeV ให้การสลายตัวเป็น 2 photon มากเป็นพิเศษ (เมื่อเทียบกับคาดหมายเมื่อคำนวณแบบไม่มี Higgs boson) ซึ่งมีความแตกต่างถึงระดับ 5σ (ค้นพบในปี 2012 ที่ CERN) จึงสามารถสรุปได้ว่าเจอ Higgs boson แล้วจริง

2. Antiparticle Experiment at CERN

แนวคิดเรื่อง ปฏิอนุภาค (Antiparticle) เริ่มต้นตั้งแต่ทฤษฎีของ Paul Dirac ในปี 1928 ที่เขียนสมการ Dirac ขึ้นมาเพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเชิงสัมพัทธภาพ แต่ผลลัพธ์จากสมการนี้ทำให้พบว่ามันมีคำตอบเป็นพลังงานลบ ซึ่งในตอนแรกเข้าใจว่าน่าจะเป็นข้อผิดพลาด แต่ Dirac เสนอว่า มันอาจหมายถึงการมีอยู่ของอนุภาคที่มีประจุตรงข้ามกับอิเล็กตรอนและมวลเท่ากัน ซึ่งต่อมาก็มีการค้นพบ positron (ปฏิอิเล็กตรอน) จริงในปี 1932 โดย Carl Anderson ผ่านการตรวจจับรอยวิถีใน cloud chamber เมื่ออิเล็กตรอนพลังงานสูงจากรังสีคอสมิคชนกับอะตอมในอากาศ



โดยที่ CERN นี้ถือเป็นหนึ่งในศูนย์วิจัยที่ศึกษาเรื่อง **ปฏิอนุภาค** อย่างจริงจังและต่อเนื่องที่สุดแห่งหนึ่งของโลก การทดลองที่เกี่ยวข้องกับปฏิอนุภาคที่สำคัญ ๆ เช่น การผลิตปฏิไฮโดรเจน (Antihydrogen) โดยปฏิไฮโดรเจนคืออะตอมที่ประกอบด้วย positron (ประจุบวก) เป็นอิเล็กตรอน และ antiproton (ปฏิโปรตอน) เป็นนิวเคลียส ซึ่งเริ่มผลิตสำเร็จครั้งแรกที่ CERN ในปี 1995 ด้วยเครื่องเร่งอนุภาค Low Energy Antiproton Ring (LEAR) โดยการยิงโปรตอนพลังงานสูงไปชนโลหะเป้าหมายจนได้ antiproton ออกมา หลังจากนั้น antiproton จะถูกชะลอความเร็วด้วย decelerator และนำมารวมกับ positron เพื่อสร้างอะตอมปฏิไฮโดรเจนซึ่งที่เซิร์นก็นำไปใช้ในการทดลองต่างๆต่อเพื่อหาคุณสมบัติของอะตอมปฏิไฮโดรเจน เช่นในการทดลองของ AEGIS และ ALPHA ที่ทดสอบการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของอะตอมปฏิไฮโดรเจน

[28/05/2025] – Visit to CCC

Duration : 14:30 – 16:00

Speaker : Maria Aquilina (CERN)

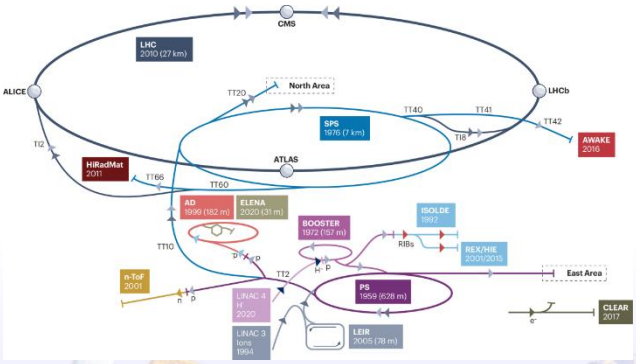
เมื่อเราเข้าไปแล้วสิ่งแรกที่เจอคือโต๊ะที่วางโมเดลจำลองขององค์ประกอบของเครื่อง LHC ซึ่งสิ่งแรกที่เราจะได้รับคือการฟังบรรยายเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาค LHC ซึ่งก็จะเล่าตั้งแต่ที่มาของอนุภาคที่ใช้เร่งซึ่งเป็นเพียงแค่ไฮโดรเจนถังเล็กๆ และเล่าไปจนถึงส่วนประกอบหลักๆของเครื่อง LHC โดยเนื้อหาโดยละเอียดมีดังนี้

ระบบการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาค LHC

เริ่มต้นจาก Duoplasmation ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างลำอนุภาค โดยใช้ไฮโดรเจนเหลวจากขวดบรรจุไฮโดรเจน จากนั้นฉีดเข้าไปเพื่อให้ได้โมเลกุลของไฮโดรเจน ก่อนจะทำการดึงอิเล็กตรอนออก เหลือเพียงโปรตอนซึ่งเป็นอนุภาคที่ต้องการเร่ง

โปรตอนจะถูกเร่งความเร็วผ่าน **RF linac (linear accelerator)** ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency) โครงสร้างของ RF cavity จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ ตามที่โปรตอนเคลื่อนที่ผ่านไป เนื่องจากโปรตอนจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่ผ่านแต่ละ cavity โดย RF cavity จะทำงานด้วยหลักการสลับขั้วไฟฟ้า โดยก่อนที่โปรตอนจะผ่าน cavity จะมีขั้วลบเพื่อดึงดูดโปรตอนเข้ามา จากนั้นเปลี่ยนเป็นกลางให้โปรตอนผ่านได้ และสุดท้ายเปลี่ยนเป็นขั้วบวกเพื่อผลักโปรตอนให้ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว

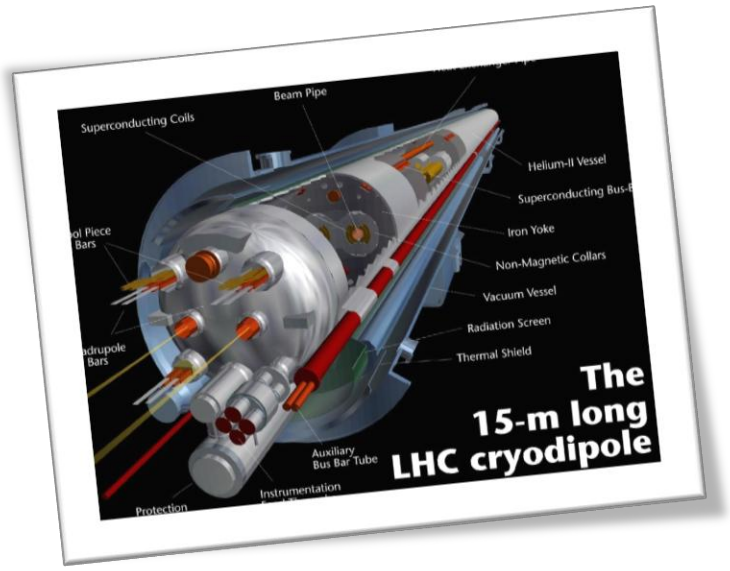
หลังจากนั้น ลำอนุภาคจะผ่านเข้าสู่ **Booster หรือ PS Booster** ซึ่งช่วยเพิ่มพลังงานให้กับโปรตอนอย่างต่อเนื่อง เราสามารถตรวจสอบรูปร่างของลำอนุภาคผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า wire scanner ซึ่งจะแสดงรูปร่างของลำอนุภาคในลักษณะ Gaussian form เพื่อดูความหนาแน่นของโปรตอน



ถัดมา ลำอนุภาคจะเข้าสู่เครื่องเร่งที่เรียกว่า **SPS (Super Proton Synchrotron)** ซึ่งจะเริ่มโค้งไปตามเส้นทาง โดยใช้แม่เหล็กในการบังคับทิศทาง และใช้ RF cavity เพื่อเพิ่มพลังงานเพิ่มเติม และในการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เราใช้ Pilot beam เพื่อดูว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของลำอนุภาคเป็นไปอย่างถูกต้องก่อนที่จะยิงลำอนุภาคหลักซึ่งมีจำนวนโปรตอนสูงกว่ามาก

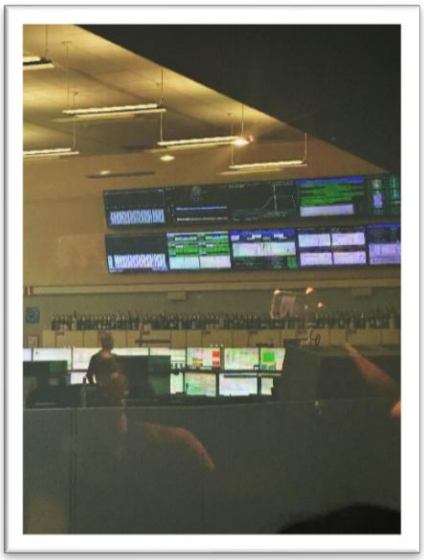
ในขั้นตอนสุดท้าย ลำโปรตอนจะถูกส่งเข้าสู่ **LHC (Large Hadron Collider)** ซึ่งเป็นวงแหวนเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ โดยโครงสร้างของ LHC ไม่ได้เป็นวงกลมสมบูรณ์แบบ แต่มีส่วนตรงและส่วนโค้งสลับกัน ส่วนตรงใช้สำหรับการเร่งอนุภาค ส่วนโค้งใช้แม่เหล็กเพื่อบังคับให้ลำอนุภาคให้โค้งไปตามทิศทางที่ต้องการ

ภายใน LHC มีท่อส่งอนุภาค 2 ท่อ โดยท่อหนึ่งใช้ **แม่เหล็กสองขั้ว (dipole magnet)** สำหรับบังคับทิศทางลำอนุภาคให้โค้ง และอีกท่อหนึ่งใช้**แม่เหล็ก 4 ขั้ว (quadrupole magnet)** เพื่อโฟกัสลำอนุภาคให้อยู่รวมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยจะมีการเบี่ยงเบนเล็กน้อยประมาณ 0.3 องศา เพื่อลดการกระจายของลำอนุภาคและป้องกันอุบัติเหตุ เราจะใช้ **Collimators** ซึ่งมีช่องเปิดเพียง 1 มิลลิเมตร ทั้งแนวตั้งและแนวนอน เพื่อควบคุมขนาดของลำอนุภาค



เมื่อเข้าสู่ช่วง **การชนกันของอนุภาค (Collision)** ลำแสงจะชนกันทุก ๆ 25 ns ทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานและอนุภาคใหม่ ๆ ออกมาสำหรับการศึกษาโครงสร้างของสสารในระดับพื้นฐาน

CERN Control Center (CCC)



หลังจากที่ฟังบรรยายเกี่ยวกับ LHC เสร็จเค้าก็เปิดให้ดูห้องความคุมซึ่งอยู่หลังกระจกเช่นเคย โดยภายใน **ห้องควบคุม (Control Room)** จะมีโต๊ะควบคุมหลัก 4 โต๊ะ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมส่วนประกอบหลักๆของ CERN ทั้ง 4 ส่วนนั้นก็คือ PS, SPS, LHC และ Transfer Line (TL) ซึ่งทำหน้าที่วัดความเข้มของลำอนุภาคและพลังงานของลำอนุภาค โดยในห้องควบคุมก็มีนักวิจัยกำลังทำงานอยู่จริงๆ โดยเค้าก็เล่าต่อว่าที่โต๊ะฝั่ง LHC นั้นก็จะมีปุ่มที่ใช้ทิ้ง hydrogen beam หลังจากใช้งานเสร็จแล้ว ซึ่งเค้าก็เคยได้กดหนึ่งครั้งตลอดการอยู่ที่เซิร์นมาหลายเดือน ซึ่งเค้าภูมิใจมาก เพราะมันแสดงว่านักวิจัยคนอื่นๆยอมรับในตัวเค้า และให้เค้าได้กดทิ้ง beam นอกจากนั้นหากมองไปยังสุดขอบห้องจะเห็นขวดแชมเปญเปล่าหลายขวดตั้งเรียงกันมาก โดยขวดแชมเปญเปล่าเหล่านั้นมาจากการฉลอง โดยที่เซิร์นทุกๆครั้งที่ประสบความสำเร็จในการค้นพบ หรือทำอะไรใหม่ๆเสร็จ ที่ Control Center นี้ก็จะเปิดแชมเปญมาเฉลิมฉลองกัน โดยเค้าเล่าว่าขวดล่าสุดที่เปิดฉลองน่าจะเป็นในตอนที่สามารเพิ่มพลังงานสูงสุดของลำแสง LHC ได้เกินกว่าที่เคยทำได้ และนอกจากฉลองแชมเปญก็จะมีการติดสติกเกอร์เฉลิมฉลองบนผนังเพื่อเป็นเกียรติประวัติของการทดลองนั้น และถ้าถามว่าขวดแชมเปญที่สำคัญที่สุดที่เปิดตอนเฉลิมฉลองการค้นพบ higgs นั้นอยู่ที่นี่หรือไม่ คำตอบก็คือไม่ เนื่องจากขวดนั้นได้ถูกนำไปเก็บดูแลไว้อย่างดีใน CERN Science Gateway เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

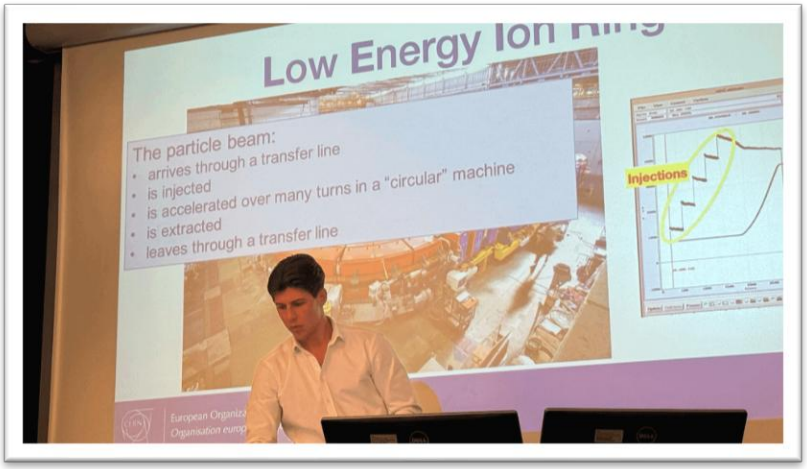
[30/05/2025] – Lecture: CERN Accelerator complex

Duration : 9:30 – 11:00

Speaker : Ernest Sylwester Zakrzewski (CERN)

ระบบเครื่องเร่งอนุภาคของ CERN (CERN Accelerator Complex)

ในเลคเชอร์นี้ สมาชิกนักวิจัยของเซิร์น (Ernest) ที่เป็นวิทยากรในการบรรยายครั้งนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับระบบเครื่องเร่งอนุภาคของ CERN (CERN Accelerator Complex) โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้



ความจำเป็นของเครื่องเร่งอนุภาค (Why Accelerator)

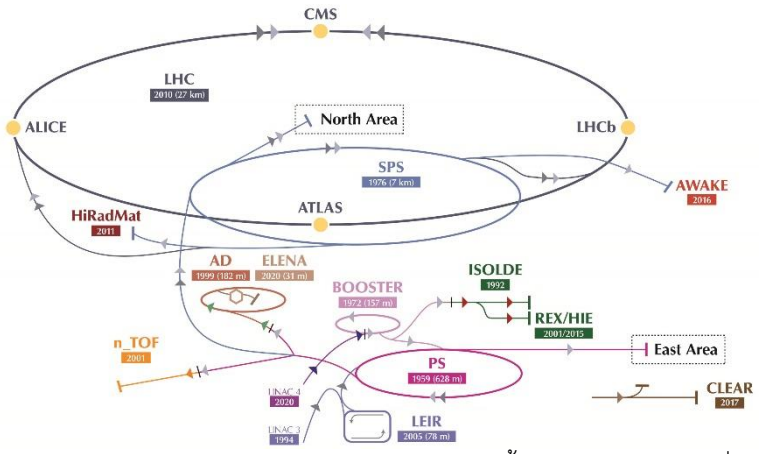
คำถามที่หลายคนสงสัยคือ ทำไมจึงจำเป็นต้องสร้างเครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่มากขนาดนี้ เครื่องเร่งอนุภาคเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษาฟิสิกส์อนุภาคมูลฐาน (Elementary Particle Physics) ได้ เนื่องจากอนุภาคมูลฐานมีขนาดเล็กกว่า 10^{-18} เมตร จึงไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ทั่วไป เครื่องเร่งอนุภาคจึงเสมือนกล้องจุลทรรศน์ขนาดยักษ์ที่ทรงพลังมาก และต้องใช้พลังงานสูงในการสร้างสภาพที่คล้ายกับพลาสมาร้อนจัดหลังเกิดบิกแบง (Big Bang) เพื่อสำรวจอนุภาคเหล่านี้ โดยเป้าหมายสูงสุดคือระดับประมาณ 10^{-35} เมตร หรือระยะ Plank Length (1.616×10^{-35} เมตร) ซึ่งเป็นขอบเขตของฟิสิกส์แรงโน้มถ่วงควอนตัม (Quantum Gravity) และถือเป็น holy grail ของวงการฟิสิกส์

ปัจจุบันทั่วโลกมีเครื่องเร่งอนุภาคกว่า 30,000 เครื่อง ในจำนวนนี้ 10,000 เครื่องใช้ในทางการแพทย์ เช่น การรักษามะเร็งด้วยรังสี อีก 20,000 เครื่องใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และน้อยกว่า 1% ใช้ในงานวิจัยทางฟิสิกส์บริสุทธิ์ (Pure Physics) เพื่อพิสูจน์และค้นคว้าทฤษฎีใหม่ ๆ แสดงให้เห็นว่าเรายังสามารถพัฒนาสาขานี้ในแง่ของอุปกรณ์ได้อีกยาวไกล

กล่าวโดยสรุปคือ เครื่องเร่งอนุภาคเป็นเครื่องมือหลักที่ใช้พิสูจน์ทฤษฎีฟิสิกส์บริสุทธิ์ (Pure Physics) ด้วยการทดลองนั่นเอง ส่วนผลพลอยได้ที่ตามมานั้น จะมีประโยชน์หรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้คนที่ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้มา

ระบบเครื่องเร่งอนุภาคของ CERN (CERN Accelerator Complex)

จุดประสงค์ของระบบเครื่องเร่งนี้คือการเร่ง Hadron (ในกรณีนี้มักจะเป็นโปรตอน) เพื่อชนกันใน LHC ด้วยพลังงานสูงสุดประมาณ 13.6 TeV ในการชนกันแต่ละครั้ง



ทุกอย่างเริ่มจากส่วนของ LINAC (Linear Accelerator) ในเลคเซอร์นี้ นักวิจัยอธิบายถึงเครื่อง LINAC 2 เริ่มด้วยการสกัดโปรตอนจากแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งใช้การทำให้อะตอมแยกเป็นไอออน (Ionization) และใช้สนามไฟฟ้าแยกประจุบวกและลบ (โปรตอนและอิเล็กตรอน) หลังจากนั้นจะเร่งผ่าน Radiofrequency (RF) Cavity ที่ใช้สร้างสนามไฟฟ้าสลับบวกลบด้วยความถี่ระดับคลื่นวิทยุเพื่อเร่งอนุภาคขึ้นไปถึงประมาณ 50 MeV แต่เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลกับหน้าเว็บไซต์ของ CERN พบว่าปัจจุบันมีการอัพเกรดจาก LINAC 2 เป็น LINAC 4 ที่เร่ง H– ไอออนแทนโปรตอนโดยตรง เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่ายกว่าการผลิตโปรตอนโดยตรง แล้วการแยกโปรตอนในภายหลังสามารถทำได้โดยการใช้แผ่นคาร์บอนในขั้นตอนต่อไป รวมทั้งยังเร่งความเร็วได้สูงขึ้นอีกด้วย

Proton Synchrotron Booster (PSB) เป็นวงแหวนซิงโครตรอน 4 ชั้นซ้อนกันใต้ดิน ซึ่งได้รับลำจาก LINAC เครื่องใช้สนามแม่เหล็กแบ่งลำและฉีดเข้าทั้ง 4 วง พร้อมเร่งพลังงานจนถึง 2 GeV ในเครื่องที่อัพเกรดล่าสุด แล้วจึงส่งต่อไปยังเครื่องต่อไป

Proton Synchrotron (PS) เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี 1959 ซึ่งเป็นเครื่องซิงโครตรอนหลักในระบบ จนถึงวันนี้ยังคงใช้งานทั้งในการทดลองแบบ fixed-target และเป็นส่วนหนึ่งของสายส่งลำไปยัง SPS และ LHC โดยเร่งโปรตอนจาก 2 GeV (จาก PSB) ไปถึงราว 25–28 GeV

Super Proton Synchrotron (SPS) วงแหวนยาว 6.9 กม. ใช้เร่งโปรตอนจาก 25 GeV ใน PS ให้ถึง 450 GeV ก่อนส่งเข้าสู่ LHC ปัจจุบัน SPS เป็นแหล่งฉีดลำหลักของ LHC พร้อมกับให้ลำ fixed-target สำหรับการทดลองอื่น ๆ เช่น COMPASS, NA61 และ NA62 ในอดีตเป็น SpS collider ที่ช่วยค้นพบ W และ Z bosons ซึ่งนำมาสู่รางวัลโนเบลในปี 1984

Large Hadron Collider (LHC) คือเครื่องเร่งอนุภาคที่ทรงพลังที่สุดในโลก มีวงแหวนความยาว 27 กม. ฝังใต้ดินระหว่างสวิตเซอร์แลนด์–ฝรั่งเศส เร่งโปรตอนได้ถึง 6.8 TeV ต่อบีม (ชนรวม 13.6 TeV) โครงสร้างใช้แม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด (superconducting electromagnet) จำนวน 1232 แม่เหล็กสองขั้ว (dipole magnet) ในการเบนลำให้ไปตามแนวโค้งของท่อสุญญากาศยิ่งยวด (Ultra High Vacuum) โปรตอนใน LHC ชนกันทุก ๆ 25 ns หรือที่ความถี่ 40 MHz ทำให้เกิดข้อมูลการชนมหาศาลจาก Detector ที่ต้องผ่านระบบวิเคราะห์ข้อมูลอันล้ำสมัยของ CERN

นอกจากนี้ LHC ยังสามารถเร่งไอออนหนัก เช่น ไอออนตะกั่ว โดยไอออนตะกั่วจะถูกเร่งจาก LINAC 3 แล้วถูกส่งไปยังวงแหวนไอออนพลังงานต่ำ (Low Energy Ion Ring, LEIR) ก่อนที่จะเดินทางตามเส้นทางเดียวกับโปรตอนไปสู่พลังงานสูงสุดใน LHC

และเป็นที่ LHC นี้เองที่มีเครื่องตรวจจับ (Detector) ที่เราคุ้นหูกันบ้างติดตั้งอยู่ ไม่ว่าจะเป็น ALICE ที่ศึกษา Quark-gluon plasma หรือ ATLAS และ CMS ที่ร่วมกันค้นพบ Higgs Boson เป็นต้น

แม้เครื่องที่สมบูรณ์จะยิ่งใหญ่มากก็ตาม แต่ก็เคยเกิดความผิดพลาดครั้งใหญ่ ในปี 2008 เกิดปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรซึ่งทำให้ฮีเลียมรั่วไหล เครื่องต้องหยุดซ่อมแซมและปรับปรุงเป็นเวลานาน 14 เดือน ก่อนจะกลับมาเดินเครื่องได้อีกครั้งในช่วงปลายปี 2009 ซึ่งเหตุการณ์นี้ได้แสดงให้เห็นถึงความละเอียดอ่อนของโครงการอันยิ่งใหญ่ของมนุษยชาติ

องค์ประกอบหลักของเครื่องเร่งอนุภาค (Main Ingredients)

ระบบเครื่องเร่งอนุภาคสามารถแบ่งส่วนที่สำคัญเป็น 3 ประการ ได้แก่ วัตถุดิบ, ความเข้าใจทางทฤษฎี และเครื่องมือที่ใช้ทดลอง

เราเริ่มจากวัตถุดิบ หรืออนุภาคที่ใช้ในการทดลอง ไม่ว่าจะเป็นอนุภาคเล็กอย่าง electron หรือ positron หรือจะเป็น hadron ที่เกิดจากการรวมตัวของ quark ต่าง ๆ เช่นโปรตอน ในการหา 'ฟิสิกส์ใหม่' เราจำเป็นจะต้องหาสิ่งที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ซึ่งทำให้จำเป็นที่จะต้องทดลองกับสิ่งต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อผลการทดลองที่ไม่ซ้ำเดิม

ในการควบคุมคุณภาพของลำอนุภาค (Beam) นักฟิสิกส์นิยามสิ่งที่เรียกว่า Luminosity (ความส่องสว่างของลำอนุภาค) เพื่อแสดงถึงอัตราการชนกันของอนุภาค ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับผลการทดลองที่ได้ โดยมีสมการที่ใช้อธิบายคือ L=4**πσ**x**σ**yN1N2 frevNbF นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่สำคัญอีกตัวคือ Collimator ทำหน้าที่ควบคุมรูปร่างและขนาดของลำอนุภาค ช่วยป้องกันอนุภาคที่อยู่นอกลำ (Halo particles) ไม่ให้กระจายไปชนกับส่วนอื่นๆ ของเครื่องเร่ง โดยทำหน้าที่ "ตัดแต่ง" ลำอนุภาคให้มีขนาดและรูปทรงที่เหมาะสมก่อนเข้าสู่จุดชน

ในเชิงทฤษฎี ฟิสิกส์อนุภาคมีพื้นฐานมาจากหลักการสัมพัทธภาพพิเศษ (Special Relativity) และกลศาสตร์ควอนตัม (Quantum Mechanics) ซึ่งต่อมาถูกพัฒนาเป็นทฤษฎีสนามควอนตัม (Quantum Field Theory) และนำไปสู่ แบบจำลองมาตรฐาน (Standard Model) ที่สามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคได้เกือบทั้งหมด อย่างไรก็ตาม เป้าหมายของนักฟิสิกส์ไม่ใช่การหาการทดลองที่เป็นไปตามทฤษฎี แต่เป็นการหาผลการทดลองที่ *ไม่* เป็นไปตามทฤษฎี เพราะนั่นคือสัญญาณของ 'ฟิสิกส์ใหม่' นั่นเอง

ในการควบคุมอนุภาค เราสามารถใช้กฎแรงของลอเรนซ์ (Lorentz Force Law) โดยใช้สนามไฟฟ้าในการเร่งอนุภาค และใช้สนามแม่เหล็กในการเบนทิศทาง ในส่วนของเครื่องมือนั้นประกอบด้วยระบบท่อสุญญากาศยิ่งยวด (Ultra High Vacuum) และแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด (Superconducting Electromagnet) ซึ่งต้องใช้ฮีเลียมเหลวหล่อเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 1.9 K

อย่างไรก็ตาม เครื่องเร่งจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพและความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น ระบบป้องกัน Quench ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่แม่เหล็กสูญเสียสภาพการเป็นตัวนำยิ่งยวดอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอุณหภูมิ ณ จุดใดจุดหนึ่งสูงขึ้นเกินค่าวิกฤต ดังนั้นจึงต้องมีระบบติดตามสภาพของวัสดุโดยการตรวจจับความต่างศักย์ในตัวแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้งาน นอกจากนี้ยังมีระบบ Damper เพื่อลดแรงสั่นสะเทือนจากภายนอกอีกด้วย วิทยากรเล่าให้ฟังว่าระหว่างการทดสอบหนึ่ง พบว่าผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดไว้แบบที่เป็นไปไม่ได้เลย เหมือนกับมีบางอย่างผิดแปลกไปแน่นอน จนกระทั่งพบว่าจริง ๆ แล้วเกิดจากแรงสั่นสะเทือนของรถไฟที่ออกจาก Geneva ไปฝรั่งเศส แรงสั่นที่เกิดจากรถไฟมากพอที่ทำให้ผลการทดลองเพี้ยนไปอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผู้ที่พบสาเหตุก็พบโดยบังเอิญตอนสังเกตรถไฟนั่นเอง สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่าระบบของการทดลองมีความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อมมาก ๆ และการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเหล่านี้สำคัญมากเพียงใด

อนาคตของระบบเครื่องเร่งอนุภาค (Future of Particle Physics)

CERN มีแผนการสำหรับอนาคตมากมาย แผนอนาคตบางส่วนที่เปิดเผยมีดังต่อไปนี้:

- High-Luminosity LHC (HL-LHC): จะเพิ่มคุณภาพในเชิง Luminosity ของลำอนุภาคขึ้น 10 เท่า ใช้แม่เหล็กและระบบ collimation ที่มีความแม่นยำยิ่งขึ้น กำหนดเริ่มใช้งานในปี 2029
- High-Energy LHC (HE-LHC): เป็นแนวคิดในการเพิ่มพลังงานการชนอนุภาคถึงระดับ 27 TeV โดยใช้แม่เหล็กใหม่ที่มีสนามแม่เหล็กสูงถึง 16-20 T ซึ่งยังอยู่ในระหว่างการวิจัยและพัฒนา
- International Linear Collider (ILC): จะเน้นศึกษาการชนอนุภาคอิเล็กตรอน-โพสิตรอนด้วยพลังงานตั้งแต่ 250 GeV ถึง 1 TeV และถูกวางแผนให้เป็น “Higgs factory”
- Compact Linear Collider (CLIC): เป็นโครงการเครื่องเร่งเชิงเส้นที่มีเป้าหมายให้ได้พลังงาน 3 TeV โดยใช้เทคโนโลยีคลื่นวิทยุความถี่สูง
- Future Circular Collider (FCC): เป็นโครงการใหญ่ที่สุดที่ CERN วางแผนสร้างวงแหวนใหม่ขนาด 100 km ที่สามารถเร่งอนุภาคได้ถึง 100 TeV เพื่อสำรวจฟิสิกส์อนุภาคในระดับที่ละเอียดสูงสุด โดยคาดว่าจะแล้วเสร็จประมาณปี 2090

แม้ว่าแผนการพัฒนาเหล่านี้จะฟังดูน่าทึ่งมาก แต่ความเป็นไปได้ที่ทั้งหมดจะเกิดขึ้นล้วนขึ้นอยู่กับศักยภาพของนักวิจัยในตอนนี้และในอนาคต รวมถึงการเมืองโลกอีกด้วย และในส่วนของ FCC นั้น แม้ในอนาคตจะได้รับการอนุมัติ แต่ก็อาจสร้างไม่ทันให้คนในรุ่นเราได้ชมความยิ่งใหญ่ของมัน นับเป็นความน่าเสียดายที่ฟิสิกส์ที่เล็กมากกลับต้องใช้อุปกรณ์ที่ใหญ่มาก และก็ไม่อาจดูได้โดยตรง ต้องพึ่งการตรวจจับทางอ้อมผ่าน Detector

โดยส่วนตัวแล้วผู้เขียนรู้สึกว่าการบรรยายครั้งนี้ไม่ได้มีเนื้อหาที่พิเศษมากเท่ากับการบรรยายครั้งอื่น เช่น การบรรยายก่อนเยี่ยมชม CERN Control Center แต่ก็มีข้อมูลบางอย่างที่วิทยากรได้เล่าอย่างน่าตื่นเต้นและมีข้อมูลที่ไม่ได้เปิดเผยอย่างกว้างขวาง เช่น ปัญหาแรงสั่นจากรถไฟในพื้นที่ใกล้เคียง นับเป็นประสบการณ์ที่ได้ยินสิ่งใหม่ ๆ นอกเหนือเรื่องทั่วไปในการบรรยาย

การบรรยายนี้เป็นการบรรยายครั้งสุดท้ายก่อนกลับจาก CERN ผู้เขียนสังเกตว่าแนวทางการบรรยายของทุกคนค่อนข้างจะคล้ายกัน คือ ไม่เน้นความยากของหลักการ แต่จะเน้นความเข้าใจอย่างง่ายและการทำให้เห็นภาพ ซึ่งเหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมปลายที่เริ่มสนใจ Particle Physics อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นเนื้อหาขั้นต้นที่สามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองพอสมควร จึงอาจทำให้ผู้ที่พอมีพื้นฐาน โดยเฉพาะนักเรียนไทยที่ผ่านค่ายอบรมที่เข้มข้นมาก ไม่ได้สัมผัสประสบการณ์ที่แตกต่างมากนัก

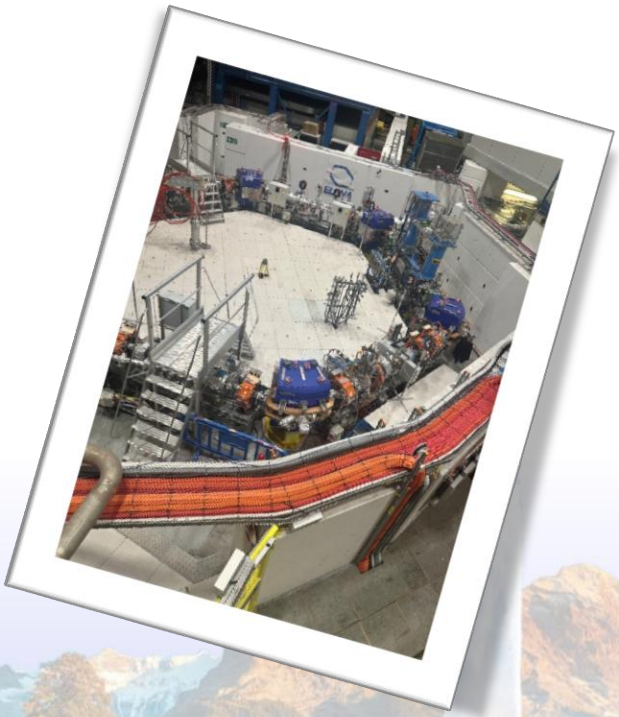
[30/05/2025] – Visit to AD facility

Duration : 12:00 – 12:45

Speaker : Niklas Herff (CERN), Sonia Natale

พวกเราเข้าชม AD facility โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เนื่องจากพี่ที่ดูแลสามารถดูแลได้แค่ที่ละ 12 คน พวกเราเริ่มเข้าชมกันที่โซน Antimatter Factory หรือที่เรียกว่า AD Facility (Antiproton Decelerator) ซึ่งที่นี่ถือเป็นหนึ่งในไฮไลต์สำคัญของ CERN เลย เพราะเป็นที่ที่เขาผลิต ปฏิสสาร (antimatter) โดยเฉพาะ แอนติโปรตอน (antiproton) และ ปฏิไฮโดรเจน ซึ่งเป็นสิ่งที่เซิร์นเป็นคนทำได้สำเร็จเป็นที่แรก

ก่อนเข้าชม เขาเริ่มด้วยการบรรยายเล่าประวัติการค้นพบ antimatter ให้พวกเราฟัง ตั้งแต่การค้นพบ antimatter โดยบังเอิญ ซึ่งทำให้เรารู้ว่ายังมีอะไรอีกเยอะแยะที่เรายังไม่รู้ ทำให้เริ่มทำการวิจัยเกี่ยวกับ antimatter ซึ่งก็ทำให้พบคำถามที่ยังหาคำตอบไม่ได้จนถึงปัจจุบัน และยังคงพยายามหาคำตอบอยู่นั่นก็คือ ตั้งแต่ตามทฤษฎี เราเชื่อว่าในจักรวาลควรจะมี matter และ antimatter อย่างละเท่าๆ กัน เพราะทุกๆ อนุภาคควรมีคู่ตรงข้าม แต่ปัญหาคือเมื่อเราสังเกตจากจักรวาลจริงๆ เราไม่เห็น antimatter เลย ซึ่งมันหายไปไหน นี่แหละคือคำถามใหญ่ที่ CERN พยายามหาคำตอบ จากนั้น เขาพาเราไปดูบริเวณโรงงานผลิตปฏิสสาร (antimatter factory) ก่อนเข้าไปก็หยิบ เครื่องวัดกัมมันตรังสีแบบพกพา (หน้าตาคล้ายๆ เครื่องห้อยคอ) มาให้เราดู พร้อมอธิบายว่าถึงแม้จะมีป้ายเตือนกัมมันตรังสีติดอยู่หลายจุด แต่ตรงบริเวณที่เราเข้าชมนั้นปลอดภัยไม่มีอันตรายอะไร



ในส่วนของกระบวนการผลิต antimatter เขาเล่าว่า CERN จะใช้ เครื่องเร่งอนุภาค PS (Proton Synchrotron) ยิง proton พลังงานสูงใส่วัตถุเป้าหมาย (เช่น แท่งโลหะ) ทำให้เกิดการชนปะทะอย่างรุนแรงจนได้ antiproton และอนุภาคอื่นๆ เช่น proton, neutron, pion ฯลฯ ซึ่งก่อนการชน จะต้องคำนวณความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการ

ชนด้วย หลังจากนั้นจะใช้ แม่เหล็ก มาช่วยกรองแยก antiproton ออกมา เนื่องจาก proton และ antiproton มีประจุตรงข้ามกัน แล้วนำเข้าเครื่อง decelerator เพื่อลดความเร็ว เพราะตอนเกิดใหม่ๆ อนุภาคจะมีพลังงานสูงมาก ถ้าไม่ชะลอ มันจะกระจายออกไปหมดจนทำการทดลองต่อไม่ได้

ที่นี่มี decelerator อยู่ 2 ตัว

- ตัวใหญ่เรียกว่า Antiproton Decelerator (AD)
    - ซึ่งเป็นเครื่อง Decelerator ขนาดใหญ่ที่วนรอบทั้งอาคาร มีเส้นรอบวง 183 เมตร ซึ่งเป็นขั้นแรกในการลดพลังงานของ anti-proton
- ตัวเล็กลงมา เรียกว่า ELENA
  (Extra Low Energy Antiproton Ring)
    - ซึ่งจะทำหน้าที่ในการลดพลังงานของ anti-proton ลงอีกขั้นนึงก่อนที่จะส่งไปยังบริเวณที่ทำการทดลองต่างๆ

โดยเครื่องเหล่านี้จะใช้ **แม่เหล็ก dipole** ดัดเบนทิศทางลำอนุภาค และ **quadrupole magnet** ช่วยโฟกัสลำแสงให้อยู่ในแนว

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาปฏิสสารที่นี่มีอยู่ 2 อย่าง

1. **เรื่องแรงโน้มถ่วง (Gravitation)** เพราะก่อนหน้านี้เราไม่รู้เลยว่า **antimatter** จะตกลงบนพื้นเหมือน **matter** หรือเปล่า ซึ่งมีการทดลอง 2 การทดลองหลักๆที่ศึกษาเรื่องการตกของ anti-hydrogen ภายใต้แรงโน้มถ่วง นั้นก็คือ
    1. ALPHA experiment : เป็นการทดลองแรกที่ศึกษาแรงโน้มถ่วงต่อปฏิสสาร โดยการศึกษาหลักๆคือการสร้าง anti-hydrogen แล้วนำอะตอมเหล่านั้นไปเก็บไว้ใน chamber สูญญากาศที่ไม่มีแรงจากภายนอก ทั้งแรงแม่เหล็กไฟฟ้า หรือสนามอื่นๆที่จะมีผล และจากนั้นค่อยทำการวัดอัตราการตกของ anti-hydrogen โดยในการทดลองนี้พึ่งได้ข้อสรุปเมื่อปี 2024 และพบว่ามันตกลงพื้นเหมือนกัน
    2. AEGIS experiment : เป็นการทดลองที่มีหลักการคล้ายๆกับ ALPHA แต่มีการเปลี่ยนวิธีในการตรวจจับอัตราการตกของ antihydrogen จากการตั้งไว้ใน chamber เฉยๆ ให้เป็นการยิง anti-hydrogen beam ไปผ่านเกรดติ้งและวัดการตกของ pattern เอา ซึ่งงานวิจัยนี้ยังคงอยู่ในขั้นตอนทดลองอยู่ โดยคาดหวังที่จะลดความคลาดเคลื่อนของ ALPHA

2. **เรื่องลักษณะการแผ่รังสีของ antimatter (Spectral Signature)**
    หากเรามีแอปเปิลหนึ่งลูก กับ **antimatter** แอปเปิลอีกหนึ่งลูก มันจะดูเหมือนกันมั้ย สีของมันจะเหมือนกันหรือเปล่า? ซึ่งสีเกิดจากการปลดปล่อย **คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** ตามชนิดธาตุ และเราสามารถทดลองวัดลักษณะสเปกตรัมนี้ได้ใน **antimatter** เช่นกัน

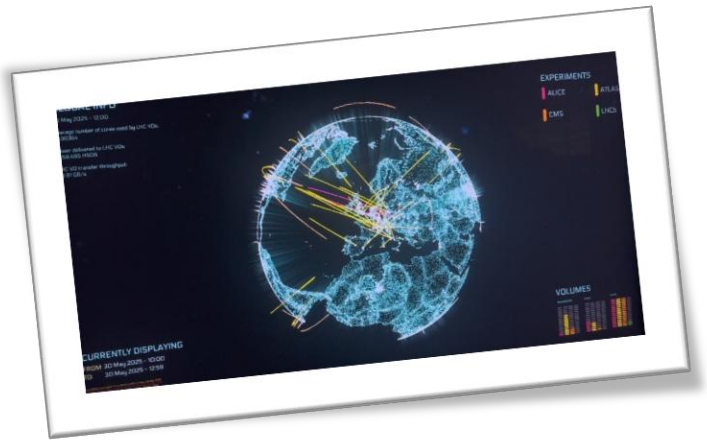
ส่วนมากการทดลองของที่นี่จะใช้ **antihydrogen** (ประกอบด้วย **antiproton** และ **positron**) เพราะมันเป็น **antimatter** ที่ผลิตได้ง่ายที่สุด ก่อนออก เขายังพาเราไปดู **ลิฟต์ที่ใช้ลงไปชั้นใต้ดิน** (พวกเราไม่ได้ลงนะ เพราะต้องผ่านมาตรการความปลอดภัยหลายขั้น) พร้อมอธิบายนโยบายและระบบความปลอดภัยเวลาจะเข้า-ออกจากพื้นที่ใต้ดินของ facility นี้ โดยรวมถือเป็นการเข้าชมที่น่าตื่นตาตื่นใจ และได้ความรู้แบบละเอียดมาก

[30/05/2025] - Visit to Data Centre Visitor Point

Duration : 12:45 – 13:30

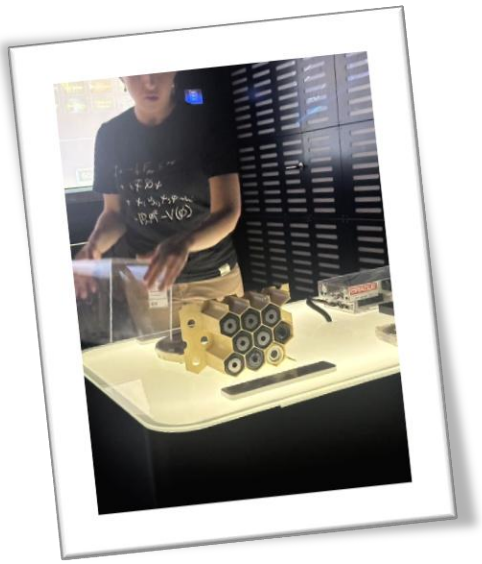
Speaker : Maria Aquilina (University of Malta (MT))

ที่ **Data Centre Visitor Point** เป็นศูนย์กลางการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลจากการทดลองใหญ่ๆ ของ CERN อย่าง **LHC** หรือ world wide web server โดยตัว Data Center เป็นอาคารขนาดใหญ่ที่ด้านในเป็นห้องเซิร์ฟเวอร์เกือบทั้งหมด



โดยใน lecture นี้จะเริ่มจากการฟังบรรยาย พร้อมกับชมวิดีทัศน์อธิบายภาพรวมระบบการจัดการข้อมูลขนาดมหาศาลของที่นี่ ซึ่งจะเล่าตั้งแต่การคัดกรองข้อมูล โดยเมื่อได้ข้อมูลการชนกันของอนุภาคมาแล้ว จะใช้ระบบ **trigger** ในคัดกรองข้อมูลที่สำคัญๆ ออกมาก่อน โดยจะตัดชุดข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปทำอะต่อได้ เช่นอนุภาคหลุดจากการตรวจจับหรือการชนกันที่ได้อนุภาคที่ไม่ต้องการ จากนั้นระบบจะเก็บค่าที่จำเป็นของข้อมูลที่ผ่านการคัดกรองขั้นแรกมาแล้ว เช่น **P (โมเมนตัม)** และ **E (พลังงาน)** แล้วจากนั้นจะผ่านการคัดกรองอีกขั้น เนื่องจากข้อมูลที่เซิร์นได้รับจาก LHC นั้นมีจำนวนเยอะมากจึงไม่สามารถเก็บทุกข้อมูลที่เกิดการชนกันอย่างสมบูรณ์ได้ จึงต้องคัดเหลือแค่ชุดข้อมูลที่น่าสนใจ โดยจะใช้ Algorithm ที่เซิร์นเป็นคนพัฒนาในการจัดการแยกข้อมูลเหล่านี้ โดยข้อมูลที่ไม่ผ่านการคัดแยกก้จะถูกลบไปอย่างถาวร ส่วนข้อมูลที่จะเก็บไว้จะถูกส่งต่อเข้าสู่ระบบจัดเก็บและกระจายข้อมูลไปยัง **data centre ทั่วโลก**

หลังจากนั้นเขาเล่าให้ฟังถึงวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่ใช้ในเซิร์น โดยมีตั้งแต่



1. **การจัดเก็บข้อมูล (data storage)**
    - โดยมีตัวอย่างโชว์ไว้ตั้งแต่การจัดเก็บข้อมูลที่เซิร์นใช้ในยุคแรกๆ ซึ่งจะเป็นเทปขนาดใหญ่ และก็มีตัวอย่างของวิวัฒนาการเรื่อยมา จากเทปก็เป็นแผ่นดิสก์ และก็พัฒนาต่อมาเรื่อยๆ มีการซ้อนกันและมีขนาดที่เล็กลง และจากแผ่นดิสก์ก็เป็นแท่งหกเหลี่ยม จนมาถึงปัจจุบันที่เป็นเทปตลับ
2. **การประมวลผลข้อมูล (data processing)**
    - ก็แสดงถึงการประมวลข้อมูลที่เซิร์นได้รับจากการทำลองในอดีตมาจนถึงปัจจุบัน ก็มีการโชว์คลิปวีดีโอให้ถูกตั้งแต่คอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่เซิร์นใช้ในการคำนวน ซึ่งมีขนาดใหญ่มาก และมีความยุ่งยากในการใช้งาน ซึ่งก็ถูกพัฒนามาเรื่อยๆ จนกลายเป็นชิป และลดขนาดลงมาเป็น processing unit ขนาดเล็กที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
3. **การส่งข้อมูล (data distribution)**
    - โดยเค้าก็บรรยายให้เห็นถึงการส่งข้อมูลตั้งแต่แรก ตั้งแต่ยุคที่ยังส่งข้อมูลผ่านการปั่นจักรยานและถือเทปขนาดใหญ่ไปยังตึกต่างๆ และก็พัฒนามาเป็นเทป ซึ่งก็ยังคงมีความผิดพลาดที่จำเป็นต้องใช้คนในการช่วยดูแลอยู่ มาจนถึงปัจจุบันที่ทำการส่งข้อมูลได้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างอิสระ

ซึ่งก็ทำให้เห็นว่าปัจจุบันนี้ระบบทั้งหมดพัฒนาขึ้นมาก จนทำให้ข้อมูลจาก **LHC** ที่เคยต้องใช้เวลาหลายปีในการประมวลผล ปัจจุบันสามารถจัดการข้อมูลได้ครบในเวลาเพียงหนึ่งปี และในอนาคตก็มีแผนจะพัฒนาเป็นระบบ **cloud storage** ด้วย

หลังจบบรรยาย เขาก็พาเราไปดู **ห้อง Data Centre** จริงๆ (ผ่านกระจก/จอ projector) ซึ่งข้างในประกอบด้วย

- ส่วนเก็บข้อมูล (storage)
- ส่วนเซิร์ฟเวอร์ (server)
- ส่วนประมวลผล (processing unit)

ทั้งหมดนี้เป็นโครงสร้างสำคัญในการรองรับข้อมูลขนาดใหญ่ระดับหลาย **petabyte** ต่อปีจากการทดลองของ CERN

พวกเราทุกคนประทับใจกับความเป็นระบบ และการออกแบบเครือข่ายข้อมูลระดับโลกที่เชื่อมต่อกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

[30/05/2025] – Last Lecture: Next steps in physics?

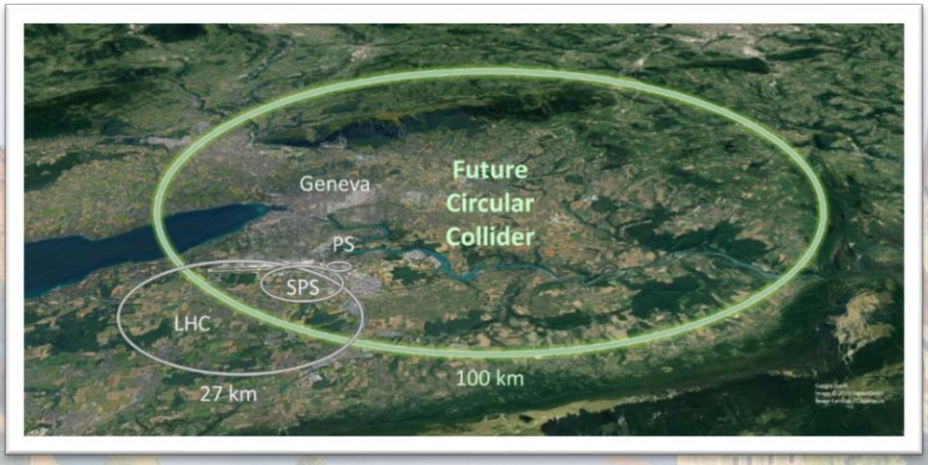
Duration : 15:00 – 16:30

Speaker : Ernest Sylwester Zakrzewski (CERN)

การบรรยายนี้เป็นบรรยายหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับ **CERN ในวันนี้และอนาคต** รวมไปถึงโครงการเครื่องเร่งอนุภาคแห่งอนาคตทั้ง **ILC (International Linear Collider)** และ **FCC (Future Circular Collider)**

โดยมี **Ernest** เป็นผู้บรรยายในครั้งนี้ เค้าเล่าได้อย่างน่าสนใจมาก เขาเปรียบเทียบ **FCC** ว่าเหมือน **"แหจับปลา"** ที่กว้างพอจะครอบคลุมทะเลกว้าง ๆ แต่ตาก็ถี่พอที่จะจับสิ่งเล็ก ๆ และความผิดปกติที่ซ่อนอยู่ในธรรมชาติได้ ซึ่งเปรียบเทียบถึงความสามารถของเครื่องเร่งอนุภาคขนาดยักษ์นี้ที่จะตรวจจับอนุภาคหรือปรากฏการณ์ที่ LHC อาจตรวจไม่เจอ จากนั้นเขาพาเราย้อนกลับไปเล่าถึงจุดเริ่มต้นของ **CERN** ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 นักวิทยาศาสตร์จากหลายประเทศในยุโรปตัดสินใจรวมตัวกันเพื่อทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน และก่อตั้ง CERN ขึ้นในปี 1954 โดยถือเป็น **ห้องทดลองวิจัยฟิสิกส์อนุภาคแห่งแรกของโลก** และเป็น **"กลุ่มพันธมิตรของความเห็นต่าง"** (consortium of opinions) เพราะเปิดรับความเห็นจากหลากหลายประเทศให้ทำงานร่วมกัน เนื้อหาสำคัญที่ Ernest ได้เล่าต่อ คือการวางแผนอนาคตของ CERN ผ่านโครงการ **Future Circular Collider (FCC)** ซึ่งจะเป็นเครื่องเร่งอนุภาควงแหวนขนาดใหญ่ที่สุดในโลก เส้นรอบวงถึง **91 กิโลเมตร** (ใหญ่กว่า LHC เกือบ 4 เท่า) และแบ่งออกเป็น 3 เฟส

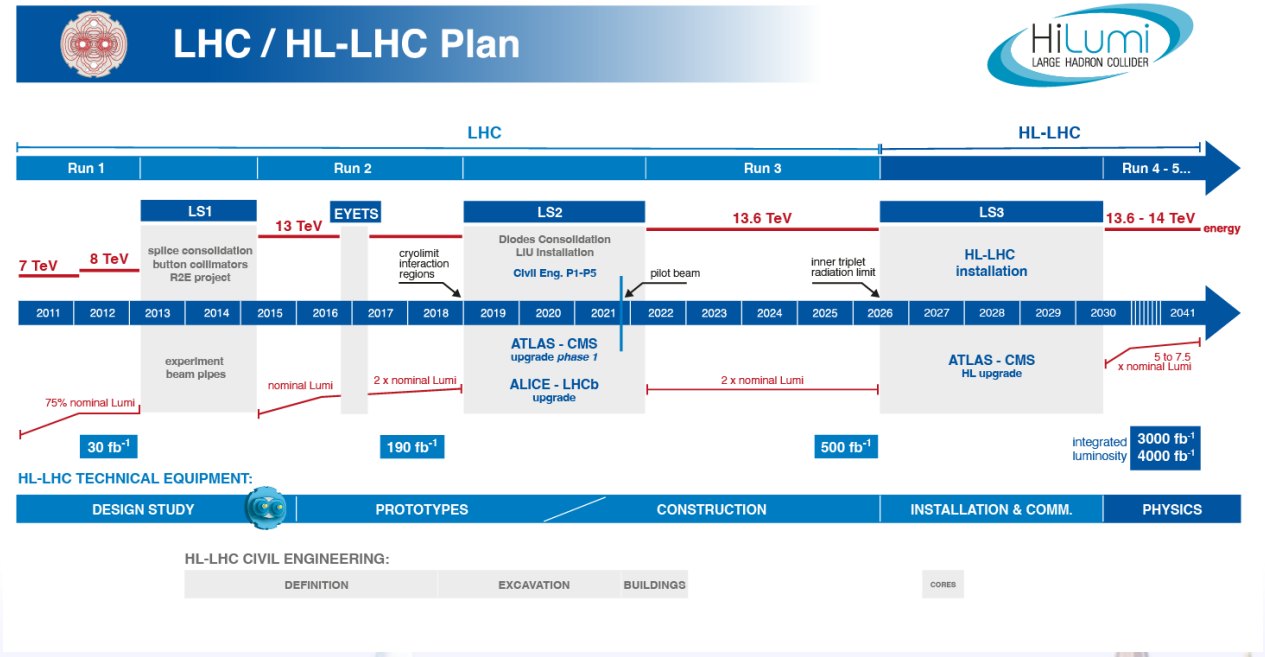
- **FCC-ee** (electron–positron collider) สำหรับศึกษารายละเอียดของ **Higgs Boson** และอนุภาคมูลฐาน
- **FCC-hh** (proton–proton collider) สำหรับชนโปรตอนที่พลังงานสูงกว่าปัจจุบันถึง 7 เท่า เพื่อค้นหาอนุภาคหรือแรงใหม่ ๆ ในธรรมชาติ
- เฟสทดลองพิเศษอื่น ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต



หัวข้ออื่น ๆ ที่ได้ฟังจากการบรรยาย

- อนาคตของ CERN และโครงการเครื่องเร่งอนุภาคขนาดยักษ์
- ภารกิจของ CERN ในด้าน **การวิจัยพื้นฐาน, การรักษาโรคด้วยเทคโนโลยีการเร่งอนุภาค (radiotherapy)**, การพัฒนาเครื่องมือวินิจฉัยทางการแพทย์, การอนุรักษ์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (scientific heritage) และการให้ความรู้แก่เยาวชนทั่วโลก
- นวัตกรรมที่เกิดจากการวิจัยที่ CERN เช่น **การคิดค้น World Wide Web** ในปี 1989, การพัฒนาเทคนิคการถ่ายภาพเพื่อวินิจฉัยโรค (PET scan, hadron therapy)
- การออกแบบระบบ **WLCG (Worldwide LHC Computing Grid)** เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุดในโลกที่เชื่อมโยงศูนย์ประมวลผลข้อมูลจากการทดลอง LHC ทั่วโลก

การบรรยายยังเสริมว่าถึงตอนนี้ **HL-LHC (High Luminosity LHC)** ก็เริ่มพัฒนาอยู่ โดยจะทำให้การทดลองมีอัตราการชนอนุภาคสูงขึ้น 5–10 เท่า เก็บข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งเป็นการปูทางก่อนที่ **FCC** จะสร้างเสร็จในอนาคต บรรยากาศตลอดช่วงการฟังบรรยายเต็มไปด้วยแรงบันดาลใจ เพราะนอกจากจะได้รู้แผนพัฒนาเครื่องเร่งอนุภาคแห่งอนาคตแล้ว ยังได้เห็นแนวคิดของการทำงานร่วมกันระดับนานาชาติที่คงไว้ตั้งแต่วันก่อตั้ง CERN จนถึงวันนี้



Application and Future Work

หลังจากกลับมาจากเซิร์นพวกเราก็ประทับใจกับสิ่งต่างๆที่ได้พบเจอมากๆ ทั้งได้รับความรู้เกี่ยวกับอนุภาคฟิสิกส์ที่น่าสนใจ หรือทั้งได้รับมุมมองเกี่ยวกับการทำการทดลองวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ชั้นแนวหน้าใช้กันจริงๆ ซึ่งก็ได้ทำให้เรารู้สึกตื่นเต้น และอยากนำเอาความรู้ที่เราได้เหล่านี้ไปเล่าบอกกล่าวเพื่อนๆ และนำไปประยุกต์ใช้จริงๆ โดยต่อจากนี้จะเป็นเรื่องราวตัวอย่างการนำเอาสิ่งที่พวกเราแต่ละคนได้จากเซิร์นมาต่อยอด

อาร์ม

ผมได้เห็นและประทับใจในศูนย์วิจัย Antimatter factory เป็นอย่างมากเนื่องจากผมเคยได้ทำสัมนาเกี่ยวกับการทดลอง AEGIS ซึ่งเป็นการทดลองที่ทำที่ศูนย์วิจัยแห่งนี้ และเป็นการทดลองที่ผมชอบมาก และยังคงมีคำถามมากมายที่อยากจะถาม ทำให้การได้มาที่เซิร์นครั้งนี้นั้น ทำให้ผมได้คำตอบเกี่ยวกับการตัดสินใจของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการทดลองนี้ และได้เห็นมุมมองใหม่ๆที่ผม และอาจารย์ที่ปรึกษาผมก็ยังไม่เคยคิด ทำให้ผมได้ไปเล่าต่อให้ทั้งเพื่อนๆที่สนใจ และอาจารย์ที่ปรึกษาของผมที่ช่วยอ่านงานวิจัยนี้กับผม ทำให้อาจารย์ก็ได้เห็นมุมมองของเซิร์นและนำไปเล่าต่อให้น้องๆ ที่โรงเรียนได้ฟังในคาบเรียนวิชาฟิสิกส์ นอกจากนั้นผมก็ได้รับคำตอบของคำถามที่ผมมีเกียวกับการทดลอง ALPHA ด้วย ซึ่งคือคำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล และค่าความแปรปรวนว่ามุมมองที่มีต่อมันเป็นอย่างไร และเท่าไหร่ถึงยอมรับได้ ซึ่งพอเล่าให้เพื่อนที่ยังคงทำโครงงานอยู่ฟังก็ทำให้เพื่อนสามารถเปิดมุมมองใหม่ๆ และวิเคราะห์ผลการทดลองของตัวเองในอีกมุมมองนึง ทำให้ได้ข้อสรุปใหม่ในงานวิจัยของตัวเอง นอกจากนั้นผมก็ได้เห็นความสำคัญของการเก็บรักษาข้อมูลของเซิร์น เพราะเซิร์นเก็บทุกอย่างไว้ดีมาก ตั้งแต่ของที่ใช้ในอดีตถึงปัจจุบัน และมีการทำพิพิธภัณฑ์ ซึ่งก็ได้ทำให้ผมเริ่มทำการเก็บข้อมูลเก่าๆ และจัดเรียงสิ่งต่างๆในชีวิตให้เป็นระเบียบมากขึ้น ซึ่งก็ได้ช่วยให้ใช้ชีวิตง่ายขึ้นด้วย

นิ้ง

หนูได้รับความรู้ใหม่ๆ เปิดมุมมองเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แขนงนี้มากขึ้น จุดประกายความคิดทำให้อยากต่อยอดความรู้ที่ได้มาให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยได้ทำการ นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการไป CERN มาแชร์ต่อผ่านกิจกรรม Talk show แนะแนวรุ่นน้องที่โรงเรียน , แชร์ประสบการณ์ ความรู้ที่ได้มาให้คนทั่วไปทราบถึง โครงการ high school visit program ผ่านการทำรายงาน(โครงการวมวแชร์ลงหน้าเพจ https://www.facebook.com/share/p/1fB9SH8q7o/), เอาความรู้ไปลงแข่งสร้างบอร์ดเกมควอนตัม ของ อพวช NSM Board Game Design Contest 2025 , เป็นแรงบันดาลใจสำหรับเส้นทางที่จะศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา, การได้รู้จักเพื่อนๆที่เก่งและมีความสามารถทุกคน ทั้งชาวไทยและต่างชาติ ทำให้ได้แชร์มุมมองความคิดกัน เกิดเป็นไอเดียใหม่ๆ สำหรับการศึกษาต่อในอนาคต

ซีรีน

การไปครั้งนี้ทำให้เราได้เปิดมุมมองใหม่ ๆ เยอะมาก ทั้งเรื่องแนวคิดนวัตกรรม แนวทางการเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย รวมถึงการใช้เทคโนโลยีมาช่วยพัฒนางานวิจัยในหลายด้าน รู้สึกเลยว่าทริปนี้ช่วยจุดประกาย passion ในหลาย ๆ อย่าง ทำให้เข้าใจมุมมองของคนอื่นมากขึ้นด้วย ตอนนี้กำลังจัดทำคลิปประจำวันเพื่อนำไปแชร์ลงเพจโครงการและมีการจัดแนะแนวสำหรับรุ่นน้องที่สนใจ

พราว

ไปครั้งนี้ถือเป็นประสบการณ์ที่มีคุณค่ามากๆ ไม่เพียงแต่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาคและเทคโนโลยีล้ำสมัยในระดับโลก แต่ยังได้เพื่อนใหม่ๆต่างโรงเรียนจากทั่วประเทศไทยและต่างประเทศ(ทั้ง Latvia และ Malta)อีกด้วย ซึ่งแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และมุมมองที่แตกต่างกัน ทำให้ได้มีโอกาสที่จะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ ฉันเลยได้เรียนรู้ที่จะเปิดใจ เข้าใจวิธีคิดและมุมมองหลายๆด้าน ได้จุดประกายแนวคิดใหม่ๆในการนำความรู้ด้านฟิสิกส์และเทคโนโลยีไปบูรณาการเข้ากับสาขาอื่น อีกทั้ง ได้นำความรู้และประสบการณ์เหล่านี้ไปนำเสนอให้น้องๆในโรงเรียนได้ฟัง เพื่อช่วยสร้างแรงบันดาลใจให้น้องๆมีความสนใจเรื่องฟิสิกส์อนุภาค กับการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ข้าวโอ๊ต

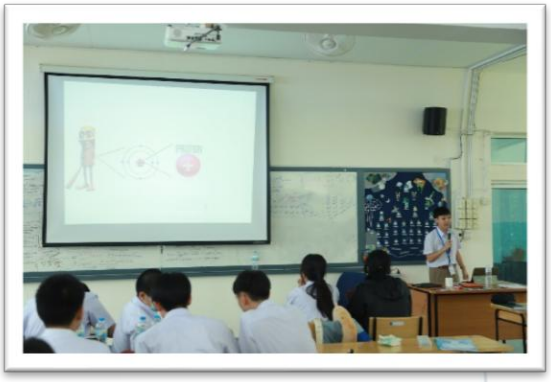
ทริป CERN ครั้งนี้เป็นการเปิดโลกทัศน์ในอีกรูปแบบหนึ่ง แม้จะคาดหวังว่าจะได้สัมผัสกับฟิสิกส์อันลึกซึ้งและเทคโนโลยีล้ำสมัยอย่างเต็มที่ แต่ก็ต้องยอมรับว่าทริปนี้เน้นไปที่ประสบการณ์ทางสังคมและการท่องเที่ยวมากกว่าที่คิดไว้มาก ที่สำคัญที่สุดคือการได้รู้ว่าสำหรับการทำงานที่ CERN ไม่ได้จำเป็นต้องเรียนจบสาขาฟิสิกส์หรือสาขาที่เกี่ยวข้องเพียงอย่างเดียว แต่มีอีกมากมาย เช่น คอมพิวเตอร์ ที่จำเป็นมากในการรัน CERN ให้ไปข้างหน้า เป็นการเปลี่ยนมุมมองของอาชีพในอนาคตมาก ๆ เลย
ถ้ามีโอกาสจะดีใจมากที่จะได้แบ่งปันประสบการณ์จากการเดินทางครั้งนี้ให้คนอื่นได้เอนจอย ไม่ว่าจะเป็นช่วงเวลาที่สนุกสนานประทับใจ หรือแม้แต่บทเรียนจากช่วงเวลาที่ยากลำบากก็ตาม ส่วนตัวแล้วประสบการณ์นี้ทำให้อยากทำ podcast ของตัวเอง เพื่อเล่าเรื่องราวการเดินทางนี้ทั้งแง่ดีและไม่ดี เพื่อให้ผู้ฟังได้ทั้งข้อมูลและมุมมองที่หลากหลาย และได้ถกเถียงกันอย่างมีเหตุผล ทั้งในแง่ฟิสิกส์และสังคม

ธรรม

จากการที่ได้ไปครั้งนี้ทำให้รู้ว่าฟิสิกส์ที่เรารู้เบื้องต้นที่เราคิดว่ามันมีเพียงเท่านี้แท้ที่จริงแล้วมันมีหลายสิ่งที่ให้เราได้สามารถค้นคว้าเพิ่มเติมอีกมากมายซึ่งจากที่ได้ไปเรียนรู้เทคโนโลยีที่ CERN ใช้เทคโนโลยีมากมาย ย้อนกลับไปในสมัยที่ยังไม่มีอินเตอร์เน็ตการสื่อสารระยะไกลถือเป็นเรื่องยากจึงคิดค้นการโทรคมนาคม วิธีการส่ง DATA ขนาดใหญ่และกระบวนการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ โดยถ้าย้อนกลับมาถามว่าจะมีเครื่องเร่งอนุภาคไปใช้ทำอะไร ก็ต้องย้อนกลับไปเมื่อตอนที่ยังไม่มีโลกของเรา ในระหว่างการเกิดบิกแบง จะมีอนุภาคพื้นฐานที่รวมตัวใกล้กันในสภาวะ Extreme conditions ด้วยเหตุนี้การสร้างเครื่องเร่งอนุภาคมีไว้เพื่อใช้ในการศึกษาส่วนประกอบพื้นฐานของสสารในธรรมชาติโดยเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้ก็คือเพื่อเข้าใจถึงต้นกำเนิดแล้วก็โครงสร้างของจักรวาล โดยวิธีการศึกษาค้นคว้าของ CERN ก็คือสร้างเครื่องเร่งอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่ง ณ ปัจจุบันใช้เป็นเครื่อง LHC โดยเครื่องนี้ทำหน้าที่เร่งอนุภาคโปรตอนให้มีพลังงานสูงเกือบความเร็วแสงแล้วก็จับกันชนกันในระหว่างการชนกันเนี่ยมันจะเกิดสภาวะที่คล้ายๆกับหลังการเกิดบิกแบงเลยซึ่งเครื่อง ATLAS เป็นเครื่องที่เอาไว้ใช้ในการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคที่มวลสูงมากแล้วก็เพื่อค้นคว้าต่อได้ในอนาคต โดยหลังจากการกลับมาจาก CERN ได้นำความรู้ที่ได้มาพูดหน้าเสาธงให้กับเพื่อนๆพี่ๆน้องๆที่สนใจรับฟังและหากมีเพื่อนที่สงสัยก็จะรับฟังและตอบคำถามนั้นๆ ครับ

อชิ

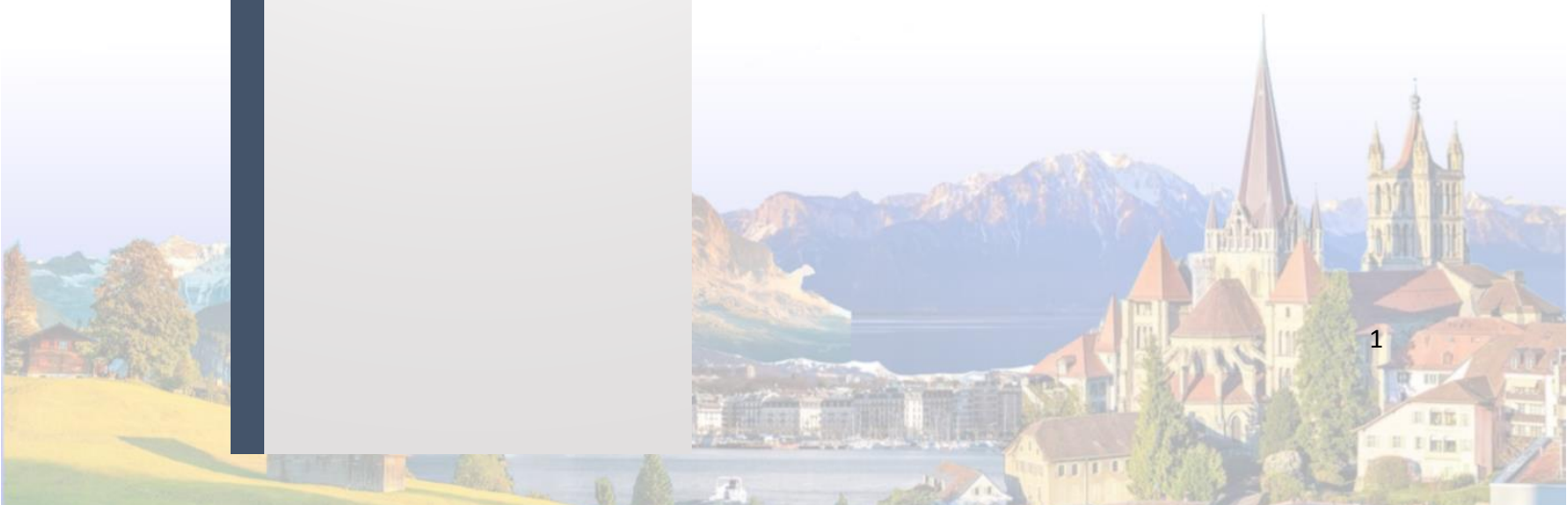
ได้เปิดประสบการณ์ทั้งด้านการเดินทางและด้านฟิสิกส์ จากในอดีตที่เป็นเด็กตกฟิสิกส์ตอน ม.4 จนถึงตอนนี้ที่ได้มีโอกาสในการศึกษาฟิสิกส์อนุภาคขั้นสูง ที่สามารถนำมาประยุกต์ได้ในหลายศาสตร์เลยทีเดียวไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ด้านวิศวกรรมหรือแม้แต่ธุรกรรมทางการเงิน ซึ่งเป็นโครงงานที่ผมกำลังทำอยู่ ณ ตอนนี้ เมื่อกลับมาก็ได้มีโอกาสเล่าถึงประสบการณ์แหล่งแบ่งปันความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์อนุภาคให้น้องๆ 4/2 ฟังกัน



From our hearts

พวกเราอยากขอบคุณทุกๆท่านที่ให้โอกาศเราได้มาเข้าร่วมกิจกรรมดีๆแบบนี้ สำหรับพวกเราการที่เราได้ไปเซิร์นในครั้งนี้มันเป็นมากกว่าแค่การไปศึกษาดูงาน เพราะพวกเราได้เจอทั้งเพื่อนใหม่ๆ ได้ประสบการณ์ที่เราไม่เคยคิดว่าจะได้เจอมาก่อน ได้ความรู้และมุมมองแนวคิดใหม่ๆจากการฟังบรรยายเหล่านี้ และที่สำคัญที่สุดสิ่งที่เราได้จากการไปที่เซิร์นครั้งนี้คือเราได้รับแรงบันดาลใจที่จะนำความรู้เหล่านี้ไปต่อยอด ศึกษาต่อ และนำกลับมาพัฒนาประเทศในอนาคตต่อไป

Teacher’s Report



บันทึกการเข้าร่วมโครงการจัดส่งนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไปศึกษาดูงานที่เซิร์น

High School Visit Program at CERN ประจำปี พ.ศ.2568

นายรัฐ มโนธัม ครูโรงเรียนดรุณสิกขาลัย โครงการ วมว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

และ นางสาวปิยาอร ทรัพย์ผ้าพับ โรงเรียนสตรีวิทยา สังกัด สพฐ.

ข้าพเจ้าทั้งสองคนในนามของครูผู้ดูแลนักเรียน ขอแสดงความปลื้มปีติอย่างยิ่งที่ได้รับพระกรุณาจาก สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ คัดเลือกให้พวกข้าพเจ้าเป็นครูผู้ดูแลนักเรียนจาก 15 โรงเรียน จำนวน 18 คน ในโครงการศึกษาดูงานที่ CERN ภายใต้โครงการ High School Visit Program at CERN ประจำปี 2568 ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 24 พฤษภาคม ถึง 1 มิถุนายน 2568 ที่นครเจนีวา สมาพันธรัฐสวิส การได้รับโอกาสครั้งนี้ถือเป็นเกียรติและพระมหากรุณาธิคุณที่ข้าพเจ้าจะจดจำและใช้ประโยชน์ในการพัฒนาความรู้และประสบการณ์ให้แก่นักเรียนและสังคมอย่างสุดความสามารถ

คณะครู นักเรียน และผู้ประสานงานจาก สซ. ได้รับพระราชทานโอกาสให้เข้าเฝ้าสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีณ วังสระประทุม ก่อนออกเดินทางไปศึกษาดูงานที่เซิร์น

ในสายตาของครูผู้พาเด็กไทยไปไกลถึง CERN

สำหรับครูทั้งสองคน การเดินทางสู่ CERN ไม่ได้เป็นเพียงแค่ภารกิจดูแลนักเรียนให้ปลอดภัยระหว่างเดินทาง หากแต่เป็นโอกาสอันล้ำค่าที่จะได้เห็นการเติบโตของนักเรียนด้วยตาและหัวใจของครู **ดร.รัฐ มโนธัม** ครูฟิสิกส์จากโครงการ วมว. โรงเรียนดรุณสิกขาลัย ผู้บ่มเพาะนักเรียนให้รักในวิทยาศาสตร์มายาวนาน มองว่าการได้เดินทางมาเยือน CERN คือการ “มีส่วนร่วมในประวัติศาสตร์แห่งการค้นพบ” ซึ่งไม่เพียงแต่เติมไฟให้เขาในฐานะครูผู้สอน แต่ยังเปรียบเสมือนการต่อสายตรงจากห้องเรียนสู่ขอบฟ้าแห่งจักรวาลจริง ๆ เขาเล่าถึงความตั้งใจที่จะนำประสบการณ์อันลึกซึ้งนี้กลับไปถ่ายทอดให้กับนักเรียนไทย ให้พวกเขาเห็นว่า ฟิสิกส์ไม่ใช่เพียงแค่ทฤษฎีในตำรา แต่คือประตูสู่โลกแห่งความจริง ที่มนุษย์กำลังใช้ความรู้ไขความลับของธรรมชาติ

ขณะเดียวกัน **ครูปิยาอร ทรัพย์ผ้าพับ** ครูฟิสิกส์จากโรงเรียนสตรีวิทยา ผู้ได้รับคัดเลือกให้ดูแลนักเรียนจากหลากหลายโรงเรียนทั่วประเทศ เธอมองโครงการนี้เป็น “พื้นที่แห่งแรงบันดาลใจ” ที่จะผลักดันให้นักเรียนได้รู้จักตนเอง รู้จักโลก และเข้าใจคุณค่าของการเรียนรู้ เธอเห็นว่าการได้สัมผัสกับงานวิจัยระดับโลกจะทำให้นักเรียนเกิดภาพฝันที่ชัดเจนขึ้นในใจ และในฐานะครู เธอก็หวังจะเป็นเหมือนผู้ปิดทองหลังพระที่ช่วยประคองพวกเขาให้กล้าก้าวเดินตามฝันนั้น

ครูทั้งสองต่างมีพื้นเพและบริบทการสอนที่แตกต่างกัน แต่จุดร่วมสำคัญของพวกเขาคือ “ความเชื่อมั่นในศักยภาพของเด็กไทย” พวกเขามองเห็นแววตาที่เปล่งประกายของนักเรียนทุกคนตั้งแต่วันแรก และพร้อมจะสนับสนุนให้ประกายไฟนั้นลุกโชนด้วยพลังแห่งโอกาสและการเรียนรู้

CERN จึงไม่ใช่แค่จุดหมายของการเดินทาง แต่คือเวทีที่ครูสองคนได้เห็น “เด็กไทยของพวกเขา” เริ่มเติบโต ... และมองฟ้ากว้างด้วยหัวใจนักวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

การเตรียมตัวเดินทาง

การเตรียมตัวเดินทางครั้งนี้ไม่ใช่แค่การเก็บกระเป๋า แต่เป็นการเตรียมหัวใจให้พร้อมเปิดรับโลกใบใหม่ ทั้งเด็กและครูต่างค่อย ๆ เรียนรู้กันไปพร้อมกัน ตั้งแต่วันอบรมฟิสิกส์อนุภาคพื้นฐานที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เด็ก ๆ เริ่มละลายพฤติกรรมด้วยบทสนทนาเล็ก ๆ ความรู้เรื่องเครื่องมือและฟิสิกส์อนุภาคอันซับซ้อน ก่อให้เกิดการผูกมิตรเด็กต่างโรงเรียน ทำให้รู้สึกว่า “เราอยู่ทีมเดียวกันนะ”

เบื้องหลังของการเตรียมตัวครั้งนี้ มีเจ้าหน้าที่จากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ซึ่งเป็นเสมือนกลไกสำคัญในการประสานงานด้านเอกสาร การยื่นวีซ่า และข้อมูลทางเทคนิคที่จำเป็นสำหรับการเดินทางต่างประเทศ โดยเฉพาะสำหรับเด็ก ๆ และครูที่หลายคนยังไม่เคยมีประสบการณ์เดินทางไปยุโรปมาก่อน ความใส่ใจในรายละเอียดของทีมประสานงาน เช่น การตรวจสอบเอกสาร การนัดยื่นวีซ่ากลุ่ม หรือแม้แต่การเตือนเรื่องเอกสารที่หลายคนอาจหลงลืม ล้วนช่วยให้ทุกอย่างผ่านพ้นไปอย่างราบรื่นและอุ่นใจ

เด็กบางคนหอบกระเป๋าเป้ใบโต เตรียมโน้ตไว้จดสิ่งที่อยากเรียนรู้ที่ CERN บางคนวางแผนการสังเกตงานวิจัยด้วยความตั้งใจ บางคนขอให้ครูช่วยซ้อมบทสนทนาภาษาอังกฤษก่อนขึ้นเครื่อง ขณะที่บางคนกลัวจะนอนหลับแล้วตกเครื่องตอนเปลี่ยนไฟลต์ที่โดฮา ความกังวลเล็ก ๆ ซึ่งล้วนจริงใจและน่าเอ็นดูในแบบของเขา ทำให้เราเห็นชัดขึ้นทุกวัน คือ “ความรับผิดชอบในแบบฉบับของเยาวชนไทย” ไม่ว่าจะเป็นการตั้งใจประชุมออนไลน์ทุกครั้ง การช่วยกันตรวจเอกสารขอวีซ่า การยื่นมือช่วยเพื่อนที่มีปัญหาเรื่องเอกสาร หรือแม้แต่การที่เด็กบางคนเลือกจะประหยัดค่าขนม เพื่อไม่ให้ภาระตกกับครอบครัว

ในช่วงเวลาที่ครูสองคนคอยดูแลและสังเกตพวกเขาอย่างเงียบ ๆ เรารู้เลยว่า “เด็กกลุ่มนี้พร้อมจะเรียนรู้ พร้อมจะเติบโต และพร้อมจะเป็นตัวแทนประเทศไทยอย่างภาคภูมิ” และนั่นทำให้ทุกขั้นตอนที่วุ่นวาย ทั้งการจัดกลุ่ม ประสานงาน ประชุม เตรียมตัว ล้วนมีความหมายอย่างที่สุด **เพราะเบื้องหลังของการออกเดินทางครั้งนี้ไม่ใช่แค่เรื่องตั๋วเครื่องบินหรือพาสปอร์ต** แต่คือความตั้งใจของเด็กไทยกลุ่มหนึ่ง ที่จะก้าวเข้าไปอยู่ในสถานที่ที่ความรู้คือพลัง และอนาคตของมนุษยชาติคือเรื่องที่จับต้องได้

ภาพการเข้าร่วมโครงการอบรมฟิสิกส์อนุภาคพื้นฐาน ระหว่างวันที่ 23-25 เมษายน 2568 ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

“พอเห็นหน้ากันครบทั้ง 18 คนตรงจุดนัดหมายที่สนามบินสุวรรณภูมิในคืนวันที่ 25 พฤษภาคม ความรู้สึกหนึ่งแล่นวาบขึ้นมา ... เด็ก ๆ พวกนี้กำลังจะบินข้ามทวีป เพื่อไปยืนอยู่ในที่ที่นักวิทยาศาสตร์ระดับโลกยืนอยู่” เวลา 4 ทุ่มของคืนนั้น สนามบินคึกคักไปด้วยผู้ปกครองที่มาส่งลูก ๆ ด้วยความตื่นเต้นไม่แพ้กัน บ้างยิ้มทั้งน้ำตา บ้างกอดแน่นอยู่หน้าประตู ผู้ปกครองหลายคนเดินวนรอบกลุ่มเด็ก ๆ ซ้ำไปซ้ำมาเหมือนไม่อยากจาก บางคนส่งถุงขนมใบสุดท้าย บางคนยื่นแจ้งเตือน “อย่าลืมแลกเงินนะลูก” แม้จะบอกไปแล้วสามรอบก็ตาม

สำหรับเด็ก ๆ บางคน นี่คือการขึ้นเครื่องบินครั้งแรก บางคนไม่เคยเดินทางออกนอกประเทศ บางคนแม้ดูมั่นใจแต่พอเครื่องบินเทคออฟก็แอบบีบมือตัวเองเบา ๆ ครูทั้งสองจึงเฝ้าสังเกตอย่างเงียบ ๆ และอยู่ข้าง ๆ ตลอดแบบไม่ให้รู้ตัว การแบ่งที่นั่งอาจจะไม่ได้อยู่ด้วยกันทุกคน แต่ความเป็นห่วงก็ลอยอยู่รอบตัวพวกเขาเสมอ เครื่องบินลำแรกพาเรามุ่งหน้าไปโดฮา ประเทศกาตาร์ ก่อนจะเปลี่ยนเครื่องอีกครั้งเพื่อไปยังเจนีวา แม้จะใช้เวลาบนเครื่องนานเกือบ 12 ชั่วโมง และต้องรอเปลี่ยนเครื่องอีกหลายชั่วโมง แต่ไม่มีเสียงบ่นเลยสักคน เด็ก ๆ ต่างใช้เวลานั้นเดินเล่นรอบสนามบิน อ่านป้าย เปรียบเทียบราคาของฝากที่แพงจนตกใจ แล้วหัวเราะกันเบา ๆ ว่า “กลับไทยก่อนค่อยซื้อ”

เมื่อเครื่องบินลำที่สองแตะรันเวย์เจนีวาในช่วงบ่าย พวกเราก็ได้พบกับอาจารย์นรพัทธ์ ที่มารอต้อนรับและพาเดินทางเข้าสู่ที่พักภายใน CERN ทุกอย่างผ่านพ้นอย่างราบรื่นแม้จะเหนื่อยล้าจากการเดินทาง แต่เมื่อวางกระเป๋าลง เด็ก ๆ ก็ยังมีแรงพอจะเดินเล่นรอบเมืองเจนีวาได้ต่อ — เดินไปจนถึงทะเลสาบเจนีวา ถ่ายภาพกับน้ำพุเจ็ตโด สัญลักษณ์ของเมืองเจนีวา บางคนแอบกระซิบครูว่า “หนูตื่นเต้นมากเลยค่ะ ได้เห็น UN ของจริง” บางคนก็พูดกับเพื่อนว่า “บ้านเมืองเขาสะอาดเนอะ แค่นั่งเฉย ๆ ยังรู้สึกฉลาดขึ้นเลย”

คืนนั้น ก่อนแยกย้ายกันเข้านอน ครูสองคนได้แต่สบตากันเงียบ ๆ ด้วยความรู้สึกบางอย่างที่พูดไม่ออก เรากำลังเห็นเด็กไทยกลุ่มหนึ่ง ค่อย ๆ เปิดตา เปิดใจ และเปิดชีวิต เข้าสู่บทเรียนใหม่ที่ไม่มีในหนังสือเรียน และทั้งหมดเพิ่งแค่ “วันแรก” เท่านั้นเอง

ภาพซ้าย นักเรียนเดินทางมาถึงสมาพันธรัฐสวิส **ภาพขวา** นักเรียนบางส่วนและครูนั่งพักหลังจากเดินชมบริเวณทะเลสาบเจนีวา

วันที่ 26 พฤษภาคม 2568

เช้าวันนั้นอากาศเย็นสบาย เด็กบางคนตื่นมาวิ่งออกกำลังกายรอบที่พัก บางคนหยิบอาหารที่เตรียมจากเมืองไทยออกมาอุ่นกิน กลายเป็นมื้อเช้าที่ให้กลิ่นความอบอุ่นของบ้าน เมื่อเดินไปเจอหน้ากัน เด็ก ๆ ทักทายกันพร้อมรอยยิ้มที่ดูสดใสกว่าเมื่อวาน บางคนพูดกับครูเบา ๆ ว่า “เมื่อคืนหลับสบายมากเลยครับ ถึงจะเหนื่อย แต่รู้สึกดีที่ได้อยู่ตรงนี้” ในเวลา 8 โมงเช้า พวกเราทั้งหมดได้รับการต้อนรับอย่างอบอุ่นจากคุณ Ernest และทีมงานจาก CERN พร้อมกับเพื่อนร่วมโครงการจากประเทศลัตเวียและมอลตา เด็ก ๆ แต่งเครื่องแบบนักเรียนไทยอย่างภาคภูมิ พร้อมรอยยิ้มและความตั้งใจเต็มเปี่ยมที่ฉายชัดในแววตา

หลังจากถ่ายภาพที่ระลึกเสร็จ เราได้ใช้ช่วงสายเดินสำรวจรอบ ๆ พื้นที่ CERN สถานที่ที่เคยเห็นแต่ในรูปกลับกลายมาอยู่ตรงหน้า ต้นไม้อันเขียวชอุ่ม เส้นทางเดินที่รายล้อมด้วยประติมากรรมวิทยาศาสตร์ กำแพงที่มีสมการของฮิกส์โบซอน วงแหวนจำลองของเครื่องเร่งอนุภาค เด็กหลายคนได้ใช้โอกาสนี้ถ่ายภาพกับประติมากรรมที่มีสมการอันสวยงามของนักฟิสิกส์ระดับโลก

ภาพประติมากรรมของพัฒนาการของวิทยาการจากอดีตจนถึงปี ค.ศ.2012 ซึ่งได้ค้นพบอนุภาคฮิกส์

ใกล้เที่ยง เด็ก ๆ ได้ฟังบรรยายจาก **Dr. Emmanuel Tsesmelis** นักฟิสิกส์ผู้มากประสบการณ์จาก CERN ซึ่งพูดถึงภารกิจขององค์กรวิจัยนิวเคลียร์แห่งยุโรป การสร้างเครื่องเร่งอนุภาคเพื่อจำลองเงื่อนไขหลัง Big Bang และบทบาทของวิทยาศาสตร์ในระดับที่ส่งผลต่อมนุษยชาติทั้งโลก บรรยายยังไม่จบดี มือหลายคู่ก็ยกขึ้นถาม ซึ่งไม่ใช่คำถามที่ครูเตรียมไว้ให้ แต่เป็นคำถามที่ “อยากรู้จริง ๆ” เสียงหัวเราะเล็ก ๆ จากวิทยากร และคำตอบที่ลึกแต่เข้าใจง่าย ทำให้บรรยากาศทั้งห้องเต็มไปด้วยความสดชื่นของการเรียนรู้

บ่ายวันนั้น เด็ก ๆ ได้เยี่ยมชม **เครื่อง Synchrocyclotron (SC)** ซึ่งเป็นเครื่องเร่งอนุภาคเครื่องแรกของ CERN ที่แม้วันนี้จะไม่ได้ใช้งานแล้ว แต่ยังคงถูกเก็บรักษาไว้อย่างดี พร้อมระบบแสง สี เสียง ที่ทำให้ประวัติศาสตร์กลายเป็นภาพจำอันมีชีวิต จากนั้นเรามุ่งหน้าไปยัง **ศูนย์ ATLAS Visitor Centre** จุดแสดงงานค้นพบอนุภาคฮิกส์ที่เป็นหมุดหมายสำคัญของฟิสิกส์ยุคใหม่ นักเรียนได้เห็นทั้งชิ้นส่วนจริงของเครื่องตรวจวัดและห้องควบคุมที่นักวิทยาศาสตร์ทำงานกันจริง ๆ

ไม่ใช่แค่เด็กที่ตื่นตา ครูเองก็รู้สึกเหมือนฝัน เพราะเรากำลังยืนอยู่ใน “หัวใจของฟิสิกส์พลังงานสูง” อย่างแท้จริง ค่ำวันนั้น เป็นช่วงเวลาพิเศษที่เราได้พูดคุยกับ **นักวิจัยไทยที่ทำงานอยู่ CERN** — รุ่นพี่ที่พูดภาษาเดียวกัน แบ่งปันประสบการณ์เส้นทางอาชีพที่เริ่มต้นจากโรงเรียนในไทยเช่นเดียวกับเด็กกลุ่มนี้ บางคนเงียบ ๆ ทั้งวัน พอเจอนักวิจัยที่ทำงานด้านที่ตัวเองสนใจ กลับกลายเป็นคนถามไม่หยุด ราวกับว่าบางคนที่เคยไม่กล้าพูดหน้าชั้นเรียนกลับยกมือถามอย่างมั่นใจราวกับโลกทั้งใบไม่มีอะไรต้องกลัว

ก่อนเข้านอนค่ำคืนนั้นอบอวลด้วยพลังบางอย่างที่บอกเราได้ว่า หรือว่า **“เด็ก ๆ เหล่านี้เริ่มเห็นภาพในหัวแล้วว่า...เขาอยากโตไปเป็นอะไร”**

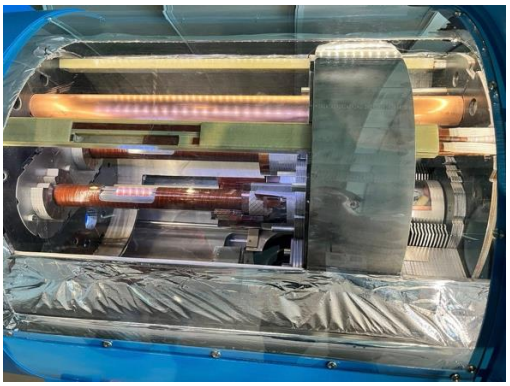
ภาพซ้าย นักเรียนเข้าฟังบรรยายเกี่ยวกับเครื่อง ATLAS **ภาพขวา** นักเรียนกำลังฟังบรรยายเกี่ยวกับเครื่อง SC

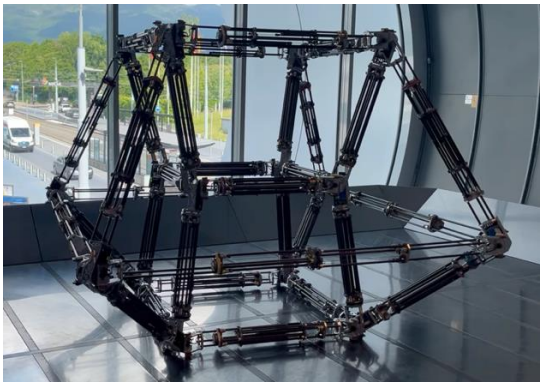
วันที่ 27 พฤษภาคม 2568

เช้าวันนี้พวกเราไม่ต้องเร่งรีบมากนัก หลังจากสองวันที่ผ่านมาค่อนข้างเข้มข้น เด็ก ๆ ดูผ่อนคลายขึ้น บางคนเริ่มพูดคุยกับเพื่อนใหม่อย่างสนิทใจ บางคนเดินเล่นรอบที่พักกับกล้องในมือ บางคนเงียบแต่แววตาเริ่มมีชีวิตชีวาแบบที่ครูรู้ว่า “เด็กคนนี้กำลังสนุกกับการเรียนรู้”

เราเริ่มต้นวันด้วยการเดินไปยัง **Science Gateway** — อาคารจัดแสดงวิทยาศาสตร์เชิงอินเทอร์แอคทีฟสุดล้ำของ CERN ที่เพิ่งเปิดไม่นาน ทุกอย่างถูกออกแบบให้จับต้องได้ เข้าใจง่าย และเล่นได้ เด็ก ๆ เหมือนหลุดเข้าไปอยู่ในเกมวิทยาศาสตร์ ที่ทุกอย่างไม่ต้องจินตนาการอีกต่อไป เพราะเขาสามารถหมุน ดึง เปิด ส่อง ทดสอบ และสัมผัสได้ด้วยมือ

ห้องแรกที่เราเข้าไปคือ “Discover CERN” เด็ก ๆ ยืนล้อมรอบแบบจำลองของเครื่องเร่งอนุภาค ส่องกล้องอินฟราเรด ลองควบคุมแขนกล และชมกระบวนการจำลองการชนกันของอนุภาคในรูปแบบ VR ต่อด้วย “Our Universe” ที่พาเราย้อนเวลากลับไปสู่เสี้ยววินาทีหลัง Big Bang และส่วนสุดท้าย “Quantum World” ห้องที่แม้ครูเองยังต้องขออ่านซ้ำหลายรอบ แต่เด็กบางคนกลับอธิบายให้เพื่อนฟังได้อย่างเข้าใจง่ายเสียด้วยซ้ำ เสียงหัวเราะ เสียงว้าวและคำถามที่ถาโถมกลายเป็นดนตรีประจำวันนั้น หลังจบกิจกรรม เด็ก ๆ เดินต่อไปยัง CERN Shop เพื่อซื้อของที่ระลึก เช่น เสื้อลากรานเจียน (Lagrangian), ปากกา, สมุดโน้ต, การ์ดเกมควอนตัม, และแม่เหล็กติดตู้เย็น ที่หลายคนตั้งใจเก็บไว้ให้ผู้ปกครอง ญาติ เพื่อน และครูที่เมืองไทย “เป็นของขวัญจากอีกซีกโลกหนึ่ง”





ภาพซ้าย แสดงส่วนประกอบภายในของท่อลำเลียงอนุภาค **ภาพขวา** หุ่นจำลองรูปร่างของลูกบาศก์ใน 3 และ 4 มิติ

บ่ายวันนั้น เราออกเดินทางไกลไปยังเมืองริมทะเลสาบที่มีชื่อว่า **Lausanne** โดยมี **คุณอีฟ** รุ่นพี่นักเรียนไทยในสวิตเซอร์แลนด์ มารับหน้าที่เป็นไกด์พิเศษ เด็ก ๆ ได้เดินชมเมือง โบสถ์เก่าแก่อายุหลายร้อยปี และทะเลสาบที่ส่องแสงสะท้อนยอดเขาหิมะอย่างน่าอัศจรรย์

สิ่งที่ครูชอบที่สุดไม่ใช่แค่ภาพวิว หรือสถาปัตยกรรม แต่คือการเห็นเด็กบางคนยืนเงียบ ๆ อยู่หน้าวิหารอย่างตื่นตาตื่นใจ ด้วยความขลัง ความศักดิ์สิทธิ์ของสถานที่ ประกอบเพลงบรรเลงด้วยออแกน เราแวะที่ **เมือง Montreux** ต่อในช่วงเย็น ซึ่งเต็มไปด้วยชีวิตชีวาของผู้คนท้องถิ่น ครอบครัวที่มานั่งริมทะเลสาบ ดนตรีข้างถนน และกลิ่นอาหารอบอวลทั่วสวน เด็ก ๆ เลือกซื้ออาหารเย็นแล้วนั่งล้อมวงพูดคุย ถ่ายภาพ และแลกเปลี่ยนความรู้สึกกัน

คุณอีฟเล่าให้เด็กฟังถึงชีวิตการเรียนในต่างแดน ความต่างทางวัฒนธรรม และเส้นทางของการเป็นนักวิจัยในยุโรป ซึ่งหลายคนตั้งใจฟังแบบตาไม่กะพริบ แต่การเดินทางยาวนานในวันนั้นก็ทำให้เด็กบางคนเริ่มล้า บางคนเงียบลง มีน้ำมูก มีอาการเพลีย ครูจึงเริ่มสลับกันดูแลใกล้ชิด และเตือนให้ทุกคนดูแลสุขภาพตัวเองเป็นพิเศษ

ในขณะที่ครูกำลังเป็นห่วง เด็ก ๆ เองก็เริ่มดูแลกันและกันโดยไม่ต้องบอก บางคนหยิบยาดมให้เพื่อน บางคนแบ่งน้ำ บางคนถือเสื้อกันหนาวเผื่อใครลืม วันนั้นไม่ใช่แค่วันที่เราเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่เป็นวันที่เราได้เห็น “ความอ่อนโยนในความเป็นนักเรียนไทย” กล่าวได้ว่าวันนี้เป็นวันที่วิทยาศาสตร์กลายเป็นของเล่น เมืองกลายเป็นห้องเรียน และเพื่อนร่วมทางกลายเป็นครอบครัว

ภาพซ้าย นักเรียนรวมตัวกันถ่ายรูปที่ริมทะเลสาบเมือง Lausanne

ภาพขวา นักเรียนถ่ายภาพภายใน Church of St. Leodegar

วันที่ 28 พฤษภาคม 2568

หลังจากวันที่เต็มไปด้วยการเดินทางไกล เด็ก ๆ เริ่มรู้วิธีจัดสมดุลระหว่าง "ท่องเที่ยวกับเรียนรู้" เช้านี้จึงค่อนข้างสงบ เด็กหลายคนเลือกนอนต่ออีกนิด หรือเดินเล่นรอบที่พักแบบไม่เร่งรีบ แต่ก็ไม่มีใครหลงลืมว่าวันนี้คือวันสำคัญอีกวัน วันที่จะได้ฟังบรรยายจากนักวิจัยตัวจริง เกี่ยวกับเรื่องที่เด็กไทยส่วนใหญ่เคยได้ยินแต่ในข่าวหรือในข้อสอบแข่งขันระดับประเทศ

เวลาราว 11 โมง เด็ก ๆ ทยอยเดินเข้าห้องบรรยายด้วยใบหน้าที่เต็มไปด้วยความคาดหวัง ห้องนั้นคือที่ที่พวกเขาจะได้พบกับ **Dr. Sofia Vallecorsa** ผู้เชี่ยวชาญด้าน AI และ Quantum Computing จาก CERN เธอไม่ได้พูดด้วยศัพท์เทคนิคยาก ๆ แต่พาเด็ก ๆ ดำดิ่งไปในโลกที่การวิเคราะห์ข้อมูลของ CERN ไม่สามารถทำได้ด้วยมนุษย์เพียงลำพังอีกต่อไป เพราะข้อมูลจากการชนของโปรตอนในเครื่องเร่งอนุภาคมีมากจนแทบจะเรียกมันได้ว่าเป็น “มหาสมุทรดิจิทัล” AI จึงกลายเป็นผู้ช่วยคนสำคัญในการคัดกรอง จัดกลุ่ม และมองหาความผิดปกติ (anomalies) ที่มนุษย์อาจมองไม่เห็น Quantum Computing ก็เข้ามาเติมเต็มในสิ่งที่แม้แต่ AI ก็ยังต้องยอมความเร็วและพลังคำนวณระดับที่อธิบายได้เพียงว่า "ล้ำกว่าจินตนาการ" เด็กบางคนเริ่มกระซิบกับเพื่อนว่า **“นี่มันคือโลกอนาคตเลยนะ”** และแววตาเด็กอีกหลายคนอีกหลายคนแสดงอย่างชัดเจนว่า **“อยากศึกษาต่อด้านนี้”**

บ่ายวันนั้น พวกเราได้เข้าฟังอีกหนึ่งเลกเชอร์ที่เปลี่ยนความคิดเด็กไปอย่างสิ้นเชิง **Dr. Christoph Rembser** นักฟิสิกส์ผู้พาเราย้อนกลับไปตั้งแต่เสี้ยววินาทีแรกของ Big Bang อธิบายแรงทั้งสี่ของจักรวาล และเหตุผลว่าทำไมมนุษย์จึงต้องสร้างเครื่องจักรขนาดมหึมาที่ซับซ้อนเหลือเชื่อ เพื่อจะหาคำตอบที่ดูเหมือนเป็นคำถามง่าย ๆ เช่น **“จักรวาลเกิดขึ้นได้อย่างไร?”** หรือ**“เรามีอยู่เพราะอะไร?”** การบรรยายของเขาทำให้เด็ก ๆ หลายคนเกิดคำถามใหม่ที่ไม่เคยนึกมาก่อน และครูเองก็รู้สึกไม่ต่างกัน

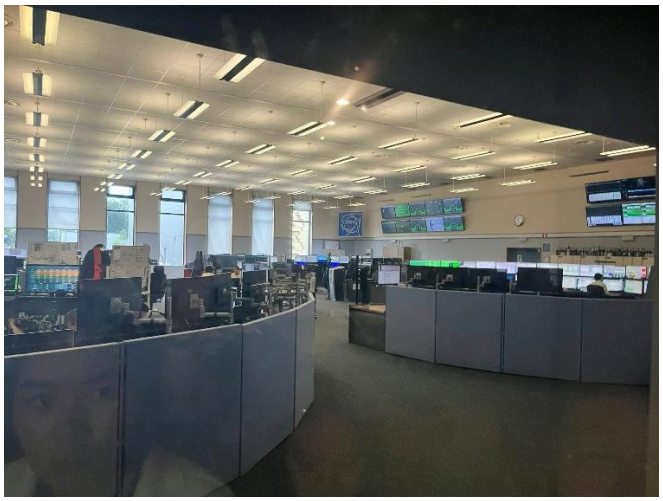
ภาพซ้าย Sofia ขณะบรรยาย เรื่อง AI and Quantum technologies **ภาพขวา** นักเรียนกำลังนั่งฟังเลคเชอร์จาก Christoph

หลังจบช่วงถาม - ตอบ เราออกเดินทางต่อไปยังฝั่งประเทศฝรั่งเศส เพื่อเยี่ยมชม **CERN Control Centre (CCC)** — ศูนย์ควบคุมหลักของเครื่องเร่งอนุภาคทั้งหมด เด็ก ๆ ได้เห็นด้วยตาตัวเองว่าเบื้องหลังการทดลองระดับโลกนี้ต้องใช้ความแม่นยำระดับนาโน ทั้งการเร่งอนุภาค การคุมเส้นทาง การป้องกันเหตุการณ์ quench หรือการสั่งหยุดเครื่องฉุกเฉิน พวกเราชม **อนิเมชันและจอควบคุมจริง** ที่นักวิจัยใช้ในการเฝ้าระวังและเก็บข้อมูล และที่น่าประทับใจยิ่งกว่าคือ การได้เห็นนักวิทยาศาสตร์นั่งทำงานจริงตรงหน้าพวกเขา

แต่บทเรียนของวันนี้ยังไม่จบ

ช่วงเย็น เด็ก ๆ กลุ่มหนึ่งได้รับภารกิจใหม่ ไปซื้อของสดที่ซูเปอร์มาร์เก็ตใกล้ที่พัก เพื่อกลับมาทำอาหารเย็นด้วยกันถึงแม้จะวิ่งกันหอบหิ้วแข่งกับเวลาปิดร้าน แต่กลับกลายเป็นหนึ่งในคืนที่ครูเห็นรอยยิ้มเด็ก ๆ เยอะที่สุด ห้องครัวเล็ก ๆ ภายในที่พัก CERN เต็มไปด้วยเสียงหัวเราะ กลิ่นเมนูอาหารที่นักเรียนช่วยกันรังสรรค์ และบทสนทนาที่เริ่มสนิทกันมากขึ้นเรื่อย ๆ

วันหนึ่งที่เริ่มต้นจากเรื่องไกลตัวอย่าง AI และปฏิสสาร กลับจบลงด้วยกลิ่นอาหารร้อน ๆ และมิตรภาพที่เริ่มอุ่นใจเหมือนบ้าน



ภาพบรรยากาศการทำงานใน CCC ซึ่งเป็นส่วนควบคุมหลักของ CERN

วันที่ 29 พฤษภาคม 2568

ในเช้ามืดของวันที่ 29 เด็ก ๆ ทั้งหมดรวมตัวกันอย่างเงียบ ๆ ในเวลาตีสี่กว่า เตรียมออกเดินทางไกลไปยัง **Grindelwald** หมู่บ้านกลางหุบเขาอันงดงามของสวิตเซอร์แลนด์ แม้จะเป็นเวลาเช้าที่ร่างกายยังไม่ตื่นเต็มที่ แต่อากาศเย็นและเสียงพูดคุยเบา ๆ ทำให้การเริ่มต้นเช้าวันนั้นเต็มไปด้วยความเรียบร้อย

การเดินทางยาวนานผ่านรถไฟหลายสาย ทำให้เห็นพฤติกรรมเล็ก ๆ น้อย ๆ ของนักเรียนที่เริ่มพัฒนาในแบบที่น่าชื่นใจ การช่วยกันดูเวลาขึ้นลงรถไฟ การชะลอฝีเท้ารอเพื่อน การรับส่งข้อมูลปลายทางกันอย่างสม่ำเสมอ ทั้งหมดนี้สะท้อนความเป็นทีมที่เริ่มแน่นแฟ้นขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ

เมื่อมาถึง Grindelwald เด็ก ๆ ได้พบกับภูมิประเทศที่สวยงามเกินจะบรรยาย หมู่บ้านไม้เล็ก ๆ ที่ตั้งอยู่ท่ามกลางเทือกเขาแอลป์ มีหิมะเกาะยอดเขาและป่าสนเขียวขจี ทุกคนต่างเก็บภาพความประทับใจตามแบบของตัวเอง บางกลุ่มขึ้นกระเช้าเพื่อชมวิวจากมุมสูง บางกลุ่มเดินตามเส้นทางธรรมชาติอย่างตั้งใจ ส่วนบางคนเลือกนั่งนิ่ง ๆ ดื่มด่ำกับบรรยากาศ

ภาพซ้าย นักเรียนขณะเริ่มออกเดินทางจาก CERN เพื่อไป **Grindelwald ภาพขวา** ทิวทัศน์ภูเขาใน Grindelwald

ในช่วงบ่าย หลังจากรวมกลุ่มกันที่สถานีกลาง พวกเราเดินทางต่อไปยัง **Bern** เมืองหลวงของสวิตเซอร์แลนด์ที่เปี่ยมด้วยบรรยากาศทางวัฒนธรรม ตัวเมืองเก่าเต็มไปด้วยสถาปัตยกรรมคลาสสิก นาฬิกาดาราศาสตร์ และถนนที่เงียบสงบแต่เปี่ยมชีวิตชีวา หนึ่งในจุดหมายสำคัญของวันนั้นคือ **บ้านของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์** ที่เขาเคยอาศัยอยู่ระหว่างทำงานที่สำนักงานสิทธิบัตรในสวิตเซอร์แลนด์ ห้องเล็ก ๆ ที่จัดแสดงข้าวของส่วนตัว โต๊ะทำงาน หนังสือ และภาพถ่ายของครอบครัว เป็นภาพเรียบง่ายแต่ทรงพลัง

เด็กหลายคนหยุดนิ่งอยู่นานหน้ากระจกที่ตั้งจดหมายเก่าของไอน์สไตน์ ไม่มีใครพูดอะไรมาก แต่ครูรู้ดีว่าพวกเขากำลังคิดอะไรอยู่ในใจ เย็นวันนั้น พวกเรานั่งรถไฟกลับ CERN เงียบ ๆ ด้วยความเหนื่อยจากการเดินทาง แต่ก็เต็มไปด้วยความรู้สึกที่ยังอธิบายไม่ได้ทั้งหมด เพราะทั้งธรรมชาติของเทือกเขาและรวมวิถีชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ตลอดกาลได้กลายเป็น “บทเรียนพิเศษ” สำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ โดยไม่จำเป็นต้องมีคำอธิบาย

ภาพซ้าย หอนาฬิกาในกรุง Bern **ภาพขวา** นักเรียนกำลังถ่ายภาพบรรยากาศในบ้านไอน์สไตน์

วันที่ 30 พฤษภาคม 2568

วันที่ 30 พฤษภาคม คือวันรองสุดท้ายในตารางกิจกรรม และเป็นหนึ่งในวันที่เข้มข้นที่สุดในแง่ของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เช้านั้น นักเรียนทุกคนพร้อมหน้าพร้อมตาอย่างเงียบ ๆ ไม่ใช่เพราะเหนื่อยล้า แต่เพราะเริ่มรู้แล้วว่าวันเวลาที่ CERN กำลังจะสิ้นสุดลงในอีกไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้า

กิจกรรมเริ่มต้นด้วยการฟังบรรยายจาก **Ernest Zakrzewski** ผู้เชี่ยวชาญของ CERN ซึ่งพาเราดำดิ่งสู่โลกของ **accelerator complex** หรือระบบเครื่องเร่งอนุภาคที่ซับซ้อนและแม่นยำระดับสูง เขาอธิบายกระบวนการตั้งแต่การเตรียมลำอนุภาค การควบคุมทิศทาง การบีบให้ความหนาแน่นสูงขึ้น จนถึงการชนกันที่ใจกลางเครื่องตรวจจับ โดยมีเทคโนโลยีสนับสนุนมากมาย ทั้งระบบสุญญากาศเย็นจัด สนามแม่เหล็กความเข้มสูง และระบบควบคุมความปลอดภัยที่ละเอียดถึงระดับอนุภาคเดียว

เด็ก ๆ นั่งฟังเงียบ ๆ ขณะที่ภาพจำลองของลำอนุภาคไหลผ่านท่อโค้งยาวกว่าสิบกิโลเมตร ฉายอยู่บนหน้าจอใหญ่กลางห้องครูมองเห็นนักเรียนบางคนเปิดสมุดจดด้วยท่าทางตั้งใจ บางคนพยักหน้าช้า ๆ ไม่มีคำถามมากมายหลังจบบรรยาย เพราะสิ่งที่ได้รับคือ "ความรู้" ที่ต้องกลับไปย่อยอีกครั้งด้วยตัวเอง

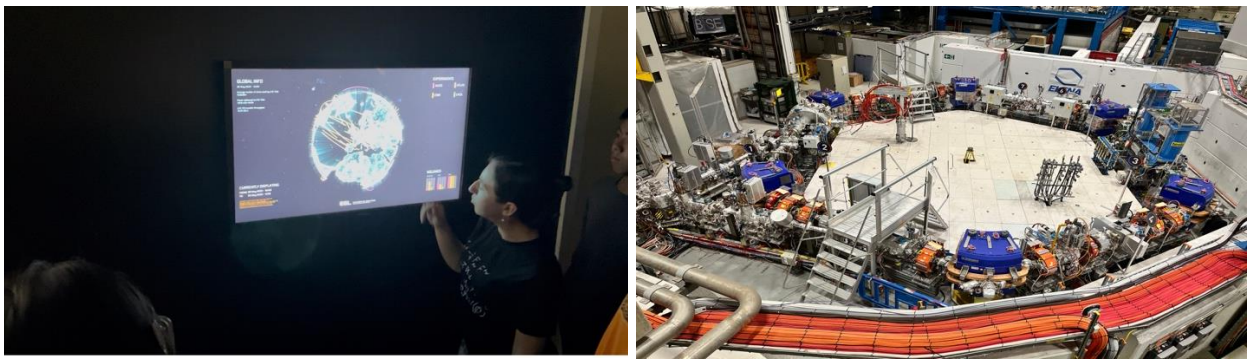
ในฐานะครู ข้าพเจ้ามองว่าการบรรยายครั้งนี้ไม่เพียงแต่ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเป็นแรงบันดาลใจให้เห็นว่าฟิสิกส์อนุภาคไม่ใช่เรื่องไกลตัว และสามารถเชื่อมโยงกับความพยายามของมนุษย์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ได้อย่างน่าทึ่ง โดยเฉพาะการเน้นถึงความร่วมมือระหว่างนักวิทยาศาสตร์จากนานาชาติ และการที่ CERN ไม่ได้สร้างเพื่อเฉพาะนักฟิสิกส์ แต่พยายามสื่อสารกับสาธารณชน เพื่อให้สังคมมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ไปพร้อมกันด้วย นี่จึงเป็นประสบการณ์ที่มีค่าทั้งในฐานะผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งสามารถนำไปขยายผลต่อได้ในห้องเรียนและในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนไทยต่อไปในอนาคต

ภาพ Ernest ขณะเลคเชอร์ในหัวข้อ CERN Accelerator complex ให้กับนักเรียน

จากนั้น ในช่วงสาย เราได้เข้าเยี่ยมชม **Data Centre Visitor Point** — จุดศูนย์กลางของการจัดการข้อมูลจากการทดลองทั้งหมดของ CERN นักเรียนได้เห็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลรุ่นเก่า และห้องเซิร์ฟเวอร์จริงในปัจจุบัน พร้อมจอมอนิเตอร์แสดงภาพการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ข้ามทวีปไปยังศูนย์วิเคราะห์ทั่วโลก สำหรับหลายคนแล้ว นี่คือภาพที่จับต้องได้ของคำว่า “Big Data” ในระดับที่เกินกว่าทุกนิยามที่เคยเรียนในห้อง

ช่วงบ่าย เราเดินทางไปยัง **Antiproton Decelerator Facility (AD)** — หนึ่งในสถานที่วิจัยที่ล้ำสมัยและท้าทายที่สุดของ CERN เด็ก ๆ ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการผลิต **ปฏิสสาร (antimatter)** โดยเฉพาะ **Anti-hydrogen** ซึ่งเกิดจากการทำให้แอนติโปรตอนและโพซิตรอนจับคู่กัน ทั้งหมดนี้เกิดขึ้นภายในเครื่องเร่งที่เรียกว่า **ELENA** ซึ่งสามารถลดพลังงานของแอนติโปรตอนให้อยู่ในระดับที่ควบคุมได้ เพื่อการศึกษาทางฟิสิกส์ระดับลึก เช่น ความสมมาตรของจักรวาล หรือแม้แต่ผลของแรงโน้มถ่วงต่อปฏิสสาร

ภายในห้องที่มีการรักษาความปลอดภัยอย่างเข้มงวด ครูและนักเรียนได้เห็นอุปกรณ์ตรวจวัดรังสี เครื่องเร่งอนุภาคขนาดย่อม และชิ้นส่วนที่ปกติจะพบได้แต่ในตำราเรียน ที่นี่ ไม่มีคำอธิบายฟุ่มเฟือย สิ่งที่พูดออกมาเรียบง่าย ตรง และชัดเจน เพราะเรื่องที่ทำอยู่ซับซ้อนเกินกว่าจะขยายความได้หมดในไม่กี่นาที



ภาพซ้าย แสดงการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง CERN และศูนย์คอมพิวเตอร์ทั่วโลก **ภาพขวา** ELENA เครื่องให้กำเนิด Anti-hydrogen

เมื่อจบกิจกรรม เรากลับมาที่ห้องบรรยายเดิมเพื่อเข้าร่วม **Closing Lecture** โดย Ernest อีกครั้ง คราวนี้เขาพาเราก้าวไปสู่อนาคต โครงการ **Future Circular Collider (FCC)** ที่ CERN กำลังวางแผนสร้าง เพื่อเร่งอนุภาคด้วยพลังงานสูงถึง 100 TeV เขาอธิบายว่าแม้โครงการนี้จะใช้เวลาหลายสิบปี และบางคนในห้องอาจไม่มีโอกาสทำงานร่วมในช่วงเริ่มต้น แต่สิ่งสำคัญคือ **"เราต้องตั้งคำถามและกล้าฝันอยู่เสมอ"**

เมื่อมองไปรอบห้อง ครูรู้สึกได้ว่า เด็กบางคนเริ่มมองไกลขึ้น ไม่ใช่แค่ใฝ่ฝันจะเรียนต่อในสาขาใด แต่เริ่มตั้งคำถามว่า "แล้วเราจะมีบทบาทตรงไหนในอนาคตนั้น" ปิดท้ายวันด้วยการถ่ายภาพร่วมกับวิทยากรและเพื่อนจากลัตเวียและมอลตา นักเรียนไทยได้มอบของที่ระลึกเล็ก ๆ เช่น ยาดมหงส์ไทย ปากกา และสมุดโน้ต พร้อมบัตรอวยพรภาษาไทยเขียนคำว่า "ขอบคุณ" อย่างตั้งใจ

แม้จะเป็นวันสุดท้ายของกิจกรรม แต่บรรยากาศไม่ได้เศร้า ตรงกันข้าม มันเหมือนกับว่า CERN เพิ่งเปิดประตูให้เด็ก ๆ เห็นว่า “อนาคตเป็นเรื่องจริง และเรามีสิทธิ์เดินไปถึงได้”

ภาพถ่ายนักเรียนและครูร่วมกับ Ernest หลังจาก Closing lecture

วันที่ 31 พฤษภาคม 2568

เช้าวันนี้ เงียบกว่าวันอื่นเล็กน้อย ไม่ใช่เพราะความเหนื่อยล้า แต่เพราะทุกคนรู้ว่า ... วันนี้คือวันสุดท้ายที่เราจะได้ตื่นมาในที่พักของ CERNในเมืองที่วิทยาศาสตร์เดินได้ในบรรยากาศที่ความคิดลึกซึ้งเป็นเรื่องธรรมดาในสถานที่ที่ทำให้เด็กไทยกลุ่มหนึ่งได้มองเห็นตัวเองในมุมใหม่

นักเรียนบางคนเดินเล่นเงียบ ๆ รอบบริเวณที่พัก บางคนเลือกไปซื้อของที่ระลึกชิ้นสุดท้ายจาก Science Gateway ขณะที่บางคนเก็บภาพวิวมุมเดิมอีกรอบ ทั้งที่รู้ว่าถ่ายไว้แล้วหลายครั้ง แต่ครั้งนี้กลับมีอะไรบางอย่างเปลี่ยนไป อากาศยามเช้าในเจนีวาเย็นสบาย ฟ้าสีอ่อนเหมือนเปิดทางให้เรากล่าวคำลาอย่างอ่อนโยน ครูเดินตรวจความเรียบร้อย ชั่งน้ำหนักกระเป๋าให้เด็ก ๆ เตือนให้นำของออกจากตู้เย็น และไม่ลืมตรวจพาสปอร์ตอีกครั้ง

เวลา 11 โมง เราออกเดินทางสู่สนามบินเจนีวา โดยมีสัมภาระหนึ่งชิ้นที่ไม่มีใครแบก แต่ทุกคนรู้ว่าหนักมาก นั่นคือ **ประสบการณ์** เมื่อถึงสนามบิน เด็ก ๆ ต่อคิวเช็กอินกันอย่างคล่องแคล่ว แม้จะเจอความล่าช้าบ้างจากการรอตรวจเอกสารและโหลดกระเป๋า แต่ไม่มีใครแสดงความหงุดหงิด ทุกคนรู้วิธีรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่ได้ดั่งใจด้วยความนิ่งและมีวุฒิภาวะ เหมือนโตขึ้นอีกขั้นในเวลาเพียงไม่กี่วัน

ก่อนขึ้นเครื่อง บางกลุ่มรวมตัวถ่ายภาพกับครูและเพื่อน บางคนเขียนการ์ดขอบคุณทีมวิจัย บางคนซื้อช็อกโกแลตกลับไปฝากคนที่บ้าน ไม่มีน้ำตา แต่มีความรู้สึกบางอย่างลอยอยู่ในอากาศที่ใคร ๆ ก็สัมผัสได้ การเดินทางขากลับผ่านโดฮาเช่นเดิม ก่อนที่เครื่องบินลำสุดท้ายจะพาเราทุกคนกลับถึงสนามบินสุวรรณภูมิในวันที่ 1 มิถุนายน เมื่อเครื่องแตะรันเวย์ในประเทศไทย ทุกอย่างดูจะกลับมาเหมือนเดิม แต่นักเรียนในชุดเดิมเหล่านั้น ... ไม่เหมือนเดิมอีกต่อไป พวกเขาไม่ได้แค่ไปเห็น **CERN** แต่ได้เห็น **โลก** ได้เห็น **ตัวเอง** และได้เห็นว่า “**ความรู้**” ไม่ใช่ของที่มีไว้แค่ในห้องเรียน แต่มันอยู่ในเส้นทางที่เราเดิน ในผู้คนที่เราพบ และในคำถามที่เราอยากหาคำตอบไม่รู้จบ

ภาพถ่ายนักเรียนและครูขณะกำลังรอเช็กอินเพื่อเดินทางกลับประเทศไทย

คณะผู้จัดทำ

นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

1.	นางสาวจิณัฐตา	ศรีบุญเจริญชัย	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
2.	นายณัฐกร	ชูกำเนิด	โรงเรียนกำเนิดวิทย์
3.	นายพันวา	ธรรมมารักษ์	โรงเรียนนานาชาติเชียงใหม่
4.	นายวีรากร	ระวีกุล	โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน
5.	นายชยุตม์	วรรณสินธพ	โรงเรียนทวีธาภิเศก
6.	นายทีฆทัศน์	ธรรมมะ	โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรราชวิทยาลัย ชลบุรี
7.	นายธนวรรธ	ลีละธนาฤกษ์ มูลกว้าง	โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล
8.	นางสาวภัทรลักษณ์	เกตุษา	โรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย
9.	นางสาวจิรัชยา	จันท์ครบ	โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย
10.	นายภูริพัฒน์	ถัมภ์บรรฑุ	โรงเรียนดรุณสิกขาลัย
11.	นางสาวซีรีน	ตนคลัง	โรงเรียนป่าพะยอมพิทยาคม
12.	นายกานต์ธี	ลีนานุนารถ	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
13.	นายอัยยา	สุทธิกุลบุตร	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
14.	นายอภินัทธ์	งามพันธุ์ไพศาล	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์
15.	นางสาวเซอรีนา	รูฟโฟโล	โรงเรียนจิตรลดา
16.	นางสาวแพรวา	ปิยสุนทราวงษ์	โรงเรียนจิตรลดา
17.	นายณภูดล	ศรีรัตนา	โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย
18.	นายธนบดี	สีห์โสภณ	โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย

ครูผู้ควบคุมดูแล

1.	นางสาวปิยาอร	ทรัพย์ผ้าพับ	โรงเรียนสตรีวิทยา
2.	นายรัฐ	มโนธัม	โรงเรียนดรุณสิกขาลัย