วาระที่ ๓.๓

โครงการความร่วมมือไทย - GSI/FAIR

ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
(ประจำปี ๒๕๖๒)

รายงานเมื่อ
๑๓ มีนาคม ๒๕๖๓

หน่วยงานร่วมโครงการ
1. มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ
2. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน)
3. รพ.จุฬาลงกรณ์
4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี วันที่ ๑๓ มีนาคม ๒๕๖๓

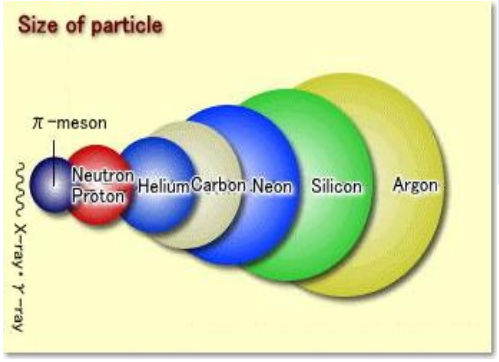
1. สถาบันวิจัยไอออนหนักเฮล์มโฮลทซ์จีเอสไอ (GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research)

- ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อวิจัยด้านไอออนหนัก
- ตั้งอยู่**ทางตอนเหนือ**ของเมือง**ดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี**
- ก่อตั้งเมื่อ ค.ศ. 1969 เป็นสมาคมวิจัยไอออนหนัก (Society for Heavy Ion Research) เรียกย่อ ๆ ว่า GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung)
- ต่อมาจึงเปลี่ยนมาเป็นชื่อปัจจุบันในฐานะสมาชิกของเฮล์มโฮลทซ์
- งานวิจัยมีทั้งพื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ ที่สำคัญได้แก่ **ฟิสิกส์พลาสมา ฟิสิกส์ของอะตอม โครงสร้างนิวเคลียส และปฏิกิริยาของนิวเคลียส ฟิสิกส์ชีวภาพและการแพทย์ เป็นต้น**
- ผู้ถือหุ้นได้แก่รัฐบาลกลาง (90%) ที่เหลือเป็นของรัฐเฮ็สส์ (8%) ทูรินเจีย (Thuringia) (1%) และไรน์แลนด์-พาลาทิเนต (Rhinelan-Palatinate) (1%)
- ปัจจุบันมีพนักงาน 1,350 คน ยังมีนักวิจัยราว 1,000 คน จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยทั่วโลกมาร่วมใช้อุปกรณ์
- บริหารโดยคณะกรรมการสถาบัน ซึ่งมาจากกระทรวงศึกษาและวิจัยของรัฐบาลกลางและรัฐท้องถิ่น

Professor Dr. Paolo Giubellino, Scientific Managing Director of GSI and FAIR

- สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จเยือน GSI/FAIR **เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2560** และทรงเป็นประธานการลงนามข้อตกลงความร่วมมือ (MoU) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ GSI/FAIR จำนวน 5 หน่วยงาน คือ (1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2) รพ.จุฬาลงกรณ์ (3) ม.เทคโนโลยีสุรนารี (4) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน) และ (5) ม.เชียงใหม่
- มูลนิธิไอทีตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารีลงนามเป็นพยานและทำหน้าที่ประสานงาน

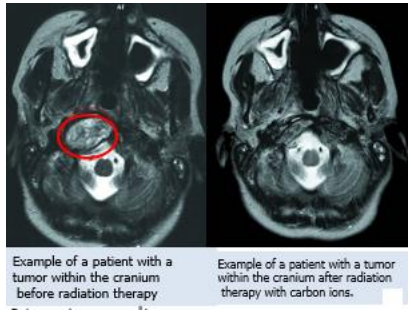
- ปัจจุบันกำลังก่อสร้าง **Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)แซึ่งเป็นโครงการนานาชาติ** ใช้ปฏิโปรตอนและไออ็อนในการวิจัยลง ทุน 1.6 ล้านเหรียญอียู มี9ประเทศที่ร่วมโครงการได้แก่ **ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมันนี อินเดีย โปแลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย สโลวาเนียและสวีเดน**วางแผนเริ่มใช้งาน ค.ศ.2025
- ประเทศไทยได้เริ่มเข้าร่วมกิจกรรมของ **PANDA Experiment**



ตามแผน FAIR จะมี 4 Experiments คือ
APPA : Atomic , Plasma Physics and Applications
PANDA : Antiproton Annihilation at Darmstadt
CBM : Compressed Baryonic Matter
NUSTAR : Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions

โครงการนำร่องการบำบัดมะเร็ง

- ระหว่าง ค.ศ. 1997-2008 จีเอสไอเปิดให้บริการบำบัดมะเร็งด้วย**ไอออนของคาร์บอน** ร่วมกับมหาวิทยาลัยไฮเดลเบิร์ก สถาบันวิจัยมะเร็งเยอรมัน และศูนย์วิจัยโรเซนดอร์ฟใกล้เมืองเดรสเดน
- บำบัดคนไข้ราว 450 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมะเร็งบริเวณฐานของกระโหลกศีรษะ เป็นคนไข้นอกที่มารับการบำบัดราว 30 นาทีต่อครั้งจำนวน 20 ครั้ง ของทุกวันติดต่อกัน
- การติดตามผลคนไข้ใน 5 ปี พบว่าการเติบโตของมะเร็งได้หยุดลงในจำนวน 75-90% ของคนไข้ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของมะเร็ง ผลข้างเคียงในคนไข้น้อยมากเพียง 2-3 คน
- ปัจจุบันขยายผลเชิงพาณิชย์ที่**เมืองไฮเดลเบิร์กและเซี่ยงไฮ้**

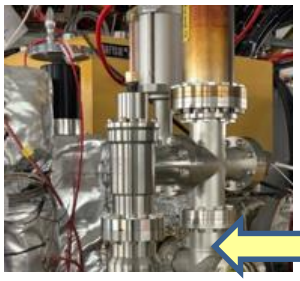


2.นักศึกษาฤดูร้อนที่ GSI /FAIR รุ่นที่ 3 พ.ศ. 2562 (2019) 22 กรกฎาคม – 13 กันยายน 2562 (1/2)

หัวข้อวิจัย : การเตรียมอุปกรณ์ถ่ายภาพสำหรับอนุภาคไอออนในเครื่องเร่งอนุภาค
Preparation of Neutral Fragment Imaging for Stored Ions in CRYRING@ESR

การออกแบบระบบถ่ายภาพเพื่อสังเกตพฤติกรรมเส้นทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในเครื่องเร่งอนุภาค พลังงานต่ำ CRYRING@ESR โดยอาศัยลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาคบางส่วนที่ไม่สามารถเคลื่อนเป็นวงกลมรอบเครื่องเร่งอนุภาค ซึ่งจะมาตกกระทบบริเวณกระจกแล้วสะท้อนแสงสีเหลืองออกมาตามคุณสมบัติของสารเคลือบ การระบุพฤติกรรมการเคลื่อนที่ได้จะสามารถนำไปประยุกต์เพื่อหาสาเหตุที่อนุภาคไม่สามารถถูกเร่งจนครบรอบ เช่น ขนาดสนามแม่เหล็กที่ไม่สมมาตรบริเวณต่างๆ

- นายศุภโชค บัวรักษ์
- ปริญญาตรีปีที่ 4
- ภาควิชาฟิสิกส์ ม.สงขลานครินทร์
- GPA 3.87



ระบบการทดลองถ่ายภาพอย่างง่าย ออกแบบและประกอบระบบโดยนายศุภโชค

กระจกเคลือบที่ใช้กับระบบถ่ายภาพถูกติดตั้งกับเครื่องเร่งอนุภาค

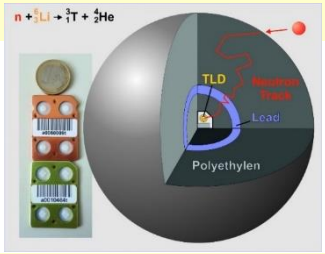
หัวข้อวิจัย : การจำลองแบบมอนติคาโลสำหรับงานป้องกันอันตรายจากรังสี
Monte Carlo Simulation for Radiation Protection

การศึกษาเครื่องตรวจวัดพลังงานของรังสี 2 ชนิด คือ นิวตรอน และรังสีเอ็กซ์ หรือ รังสีแกมมา เครื่องตรวจวัดชนิดแรกคือ เครื่องตรวจวัดพลังงานนิวตรอนรูปทรงกลมของโบนเนอร์ ซึ่งสามารถตอบสนองต่อนิวตรอนที่มีพลังงานตั้งแต่ 0.001 eV จนถึง 100 GeV ทำให้เครื่องชนิดนี้มีประโยชน์ในงานป้องกันรังสีนิวตรอนที่มาจากเครื่องเร่งอนุภาค ส่วนเครื่องตรวจวัดชนิดที่สองคือ เครื่องตรวจวัดพลังงานรังสีเอ็กซ์และรังสีแกมมาชนิดแคดเมียมเทลลูไลด์ ในการศึกษาเครื่องตรวจวัดทั้ง 2 ชนิดนี้ จะใช้โปรแกรมการจำลองแบบมอนติคาโลที่ชื่อ FLUKA มาใช้ในการจำลองการฉายรังสีและเก็บข้อมูลจากการตอบสนองของเครื่องตรวจวัด ซึ่งโปรแกรมการจำลองนี้จะมีประโยชน์ต่อการใช้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจวัด และระบบป้องกันรังสีที่เป็นอันตราย

- น.ส.วริศรา จารุจินดา
- ปริญญาตรีปีที่ 4
- ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- GPA: 3.61

ชุดเครื่องตรวจวัดพลังงานนิวตรอนของโบนเนอร์ที่ GSI

รื่องตรวจวัดพลังงานรังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมมาชนิดแคดเมียมเทลลูไลด์ (CdTe)



เครื่องตรวจวัดพลังงานนิวตรอนรูปทรงกลมของโบนเนอร์ ที่มี Thermoluminescent Dosimeter

7. นักศึกษาฤดูร้อนที่ GSI /FAIR รุ่นที่ 3 พ.ศ. 2562 (2019) : กิจกรรมก่อนเดินทาง

นักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น เดซี และ จีเอสไอ และครูสอนฟิสิกส์ภาคฤดูร้อนเซิร์นเข้าเฝ้า ณ อาคารชัยพัฒนา สวนจิตรลดาเมื่อ 8 พฤษภาคม 2562

ชื่อ: นายศุภโชค บัวรักษ์
ภาควิชา: ฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ระดับชั้น: ปริญญาตรี ปีที่ 4 เกรดเฉลี่ย : 3.87

ชื่อ: น.ส.วริศรา จารุจินดา
ภาควิชา: ฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ระดับชั้น: ปริญญาตรี ปีที่ 4 เกรดเฉลี่ย : 3.61

เตรียมความพร้อมก่อนเดินทาง
ฝึกอบรมภาษาอังกฤษ Academic Presentation Training Course ให้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการฤดูร้อน ณ เซิร์น, เดซี และ จีเอสไอ เมื่อ 30-31 พ.ค. 2562 จัดโดย สวทช.

กิจกรรมหลังเดินทาง
นักศึกษารายงานต่อคณะกรรมการ เมื่อ 3 พ.ย. 62 ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย สวทช.

8. โครงการคัดเลือกนักศึกษาเพื่อเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อน ที่ GSI / FAIR ปี 2563 (2020)

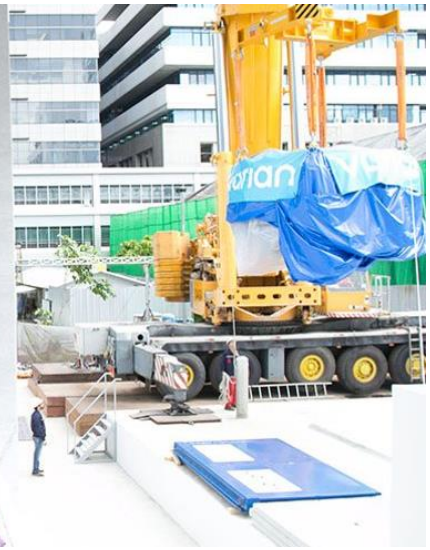
ชื่อ : นางสาวแพรวา การุญ
ภาควิชา : ฟิสิกส์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี
ระดับชั้น : ปริญญาตรี ปีที่ 4
เกรดเฉลี่ย : 3.96

ชื่อ : นายนครินทร์ จายโจง
ภาควิชา : ฟิสิกส์ ม.มหิดล
ระดับชั้น : ปริญญาโท ปีที่ 2
เกรดเฉลี่ย : 3.76

คณะกรรมการคัดเลือก สัมภาษณ์ นักศึกษา ณ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย สวทช. เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2562

นักศึกษาฤดูร้อนที่ GSI /FAIR รุ่นที่ 4 พ.ศ. 2563 (2020) ระหว่าง 27 กรกฎาคม – 17 กันยายน 2563

3.ความก้าวหน้าศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ (1/2)



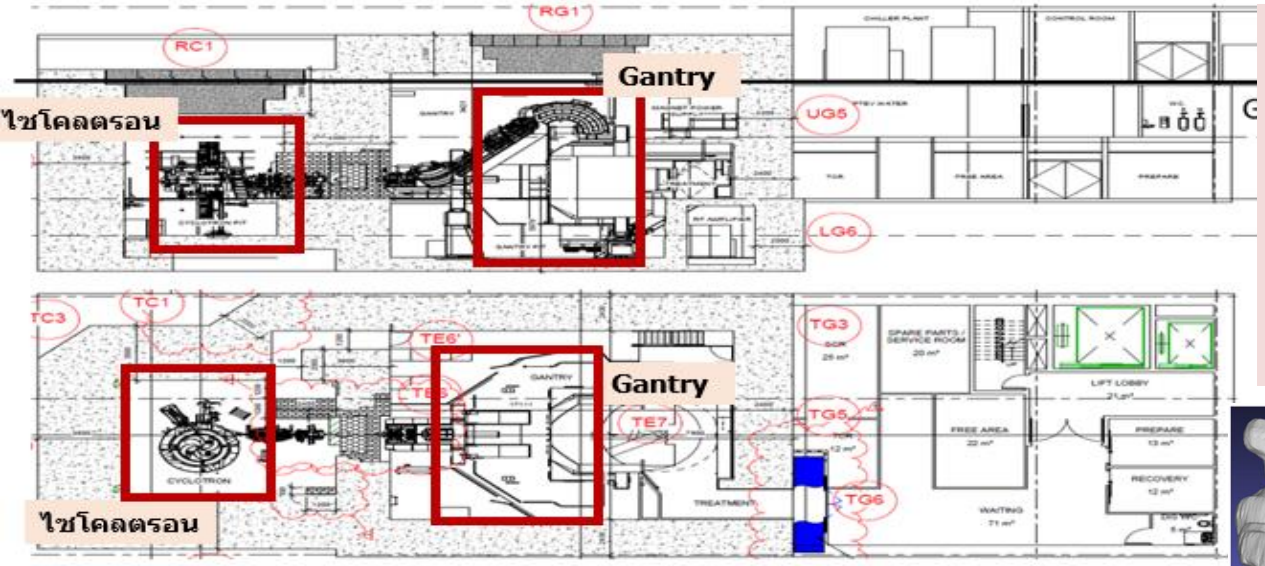
		แผนเวลา
2017	Jun-Dec	
2018	Jan-Dec	Building design & construction
2019	Jan-Feb	
	Mar-Dec	Installation
2020	Jan-Mar	
	Apr-Sep	Acceptance & Commissioning
	Sep	First patient treatment

พิธีติดตั้งเครื่องไซโคลตรอน ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ 21 มิถุนายน 2562

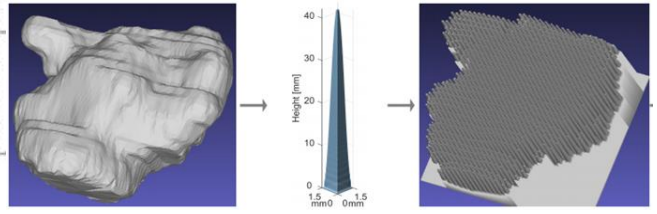
3.ความก้าวหน้าศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ(2/2)

- นายธนวัฒน์ ถาวรวงษ์นิสิตป.เอกฟิสิกส์การแพทย์ปี 3 (หลักสูตร5ปี)เดินทางไปฝึกที่ GSI/FAIR
- สนับสนุนค่าใช้จ่ายของ รพ.จุฬาลงกรณ์ระหว่าง 2 พ.ค.-30 ก.ค.2562
- เรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสีเน้นนิวตรอนที่เกิดจากการที่โปรตอนไปกระทบกับวัสดุต่างๆในเครื่องบำบัดมะเร็งด้วยโปรตอน

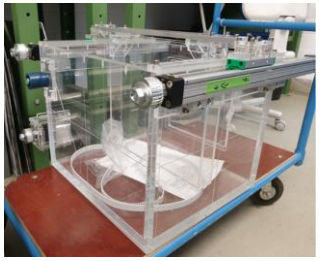
ความร่วมมือกับ GSI/FAIR



- ผังแสดงเครื่องโปรตอนบำบัดมะเร็งของ รพ.จุฬา
- นายธนวัฒน์จะนำความรู้ที่ได้รับมาตรวจวัดเพื่อป้อง กันอันตรายดังกล่าวกับเครื่องของโรงพยาบาลตรงบริเวณวงกลมและกรอบสีแดงในผัง



รูปร่างของก้อนมะเร็ง

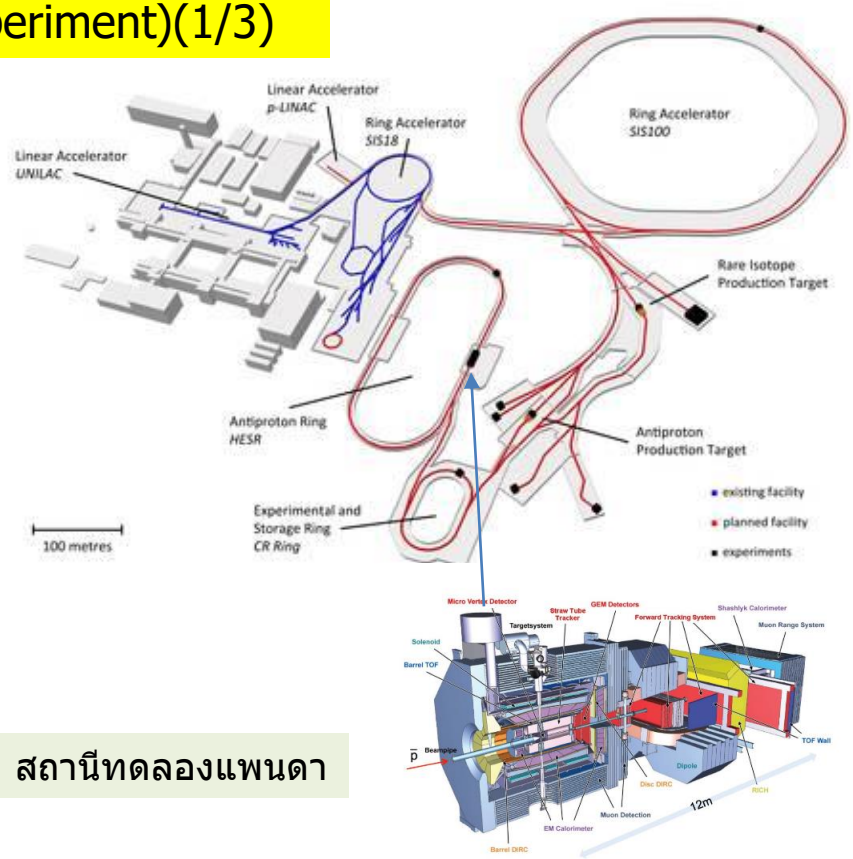


compensator ของแต่ละลำรังสี

- นอกจากนี้นายธนวัฒน์ยังได้มีโอกาสศึกษาเทคนิค Patient-specific 3D range-modulator & Beam verificationของ GSI ที่มีการสร้าง compensator สำหรับผู้ป่วยแต่ละรายวางหน้าลำโปรตอน ทำให้มีการสแกนลำโปรตอนโดยใช้เพียงพลังงานเดียวสามารถให้ปริมาณรังสีครอบคลุมก้อนมะเร็งทั้งหมด ทำให้ลดเวลาในการฉายรังสีลงได้และมีความแม่นยำในการรักษา

4.ความร่วมมือกับสซ.: สถานีวิจัยแพนดา(PANDA Experiment)(1/3)

- **PANDA** (anti**P**roton **AN**nihilations at **DA**rmstadt)สร้างขึ้นเพื่อให้แอนติโปรตอนชนกับเป้าอยู่กับที่(ได้แก่โปรตอนในเบื้องต้นและธาตุอื่นในอนาคต)ทำให้เกิดจากการชนนี้
- สถานีแพนดาจะมีหน่วยตรวจวัดช่วยจำแนกชนิดและพลังงานของอนุภาคที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการศึกษาฟิสิกส์ที่เกี่ยวกับแรงอ่อนแรงเข้ม สถานะแปลกใหม่(exotic states)ของสสารและโครงสร้างฮาดร็อน
- ความร่วมมือแพนดาประกอบด้วยนักวิทยาศาสตร์ 500 คนจาก 20 ประเทศที่จะรวมกันวิจัยข้างต้น
- การผลิตลำแอนติโปรตอนนั้นเริ่มจากการผลิตโปรตอนด้วยเครื่องเร่งโปรตอนเชิงเส้นp-LINAC จนได้พลังงานประมาณ 70 MeVแล้วจึงส่งไปเร่งเพิ่มขึ้นโดยเครื่องซินโครตรอน SIS18 และ SIS100
- จากนั้นโปรตอนจะถูกส่งชนเป้า(ซึ่งประกอบด้วยธาตุนิเกิลและทองแดง)เพื่อผลิตแอนติโปรตอน
- แอนติโปรตอนที่เกิดขึ้นจะมีโมเมนตัมสูงสุดถึง 15 GeV/c2 ถูกส่งไปยังวงแหวนกักเก็บ HESR(High Energy Storage Ring)และ CR เพื่อนำไปใช้งานต่อไป
- ที่ด้านหนึ่งของวงแหวน HESR จะมีสถานีทดลอง PANDA (anti**P**roton **AN**nihilations at **DA**rmstadt)



สถานีทดลองแพนดา

PANDA@THAILAND (https://panda.gsi.de/article/panda-thailand)

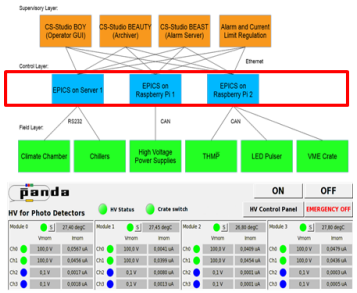
- เมื่อ 11 มีนาคม 2062 ที่การประชุมPanda Collaboration ที่กระบี่ ได้มีการลงนาม EoI ระหว่างPANDAกับม.สุรนารี สซ.และม.เชียงใหม่เพื่อร่วมมือกันในการ(1)ออกแบบและสร้างเมคานิกส์ของหน่วยตรวจวัดForward Trackersและ(2)ออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ควบคุมหน่วยตรวจวัด Forward Trackers และ(3)พัฒนาระบบเลือกอนุภาคเกิดใหม่ด้วยปัญญาประดิษฐ์ของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง
- Prof.Klaus Peters ซึ่งเป็น PANDA spokespersonได้เดินทางมาลงนามกับฝ่ายไทยซึ่งมีดร.ชิโนรัตน์(ม.สุรนารี) ดร.กีรติ มานะสถิตพงศ์(สซ.)และดร.สาคร ริมแจ่ม(ม.เชียงใหม่)

หมายเหตุ

- สสารแปลกใหม่(exotic matter)หมายถึงสสารที่แปลกไปจากสสารปกติและมีคุณสมบัติที่แปลกใหม่ไปจากปกติ นิยามอย่างอย่างกว้างๆของสสารแปลกใหม่คือมันไม่ได้เป็นสสารที่ส่วนประกอบเป็นโปรตอนและนิวตรอน(ซึ่งเรียกรวมกันว่าแบริอ็อน) เช่นสสารมืด อนุภาคที่มีควาร์ก5ตัวเป็นต้น
- ตัวอย่างข่าวจากเซิร์นเช่น "CERN lab on hunt for dark matter"เมื่อ 5 มีนาคม ค.ศ. 2019, "Exotic particles containing five quarks discovered at the Large Hadron Collider"เมื่อ 27 มีนาคม ค.ศ.2019 เป็นต้น

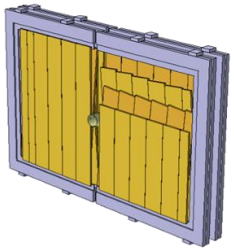
4.ความร่วมมือกับสซ.:การร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้า(2/3)

โครงการ1:ระบบควบคุมหน่วยตรวจวัดไปข้างหน้า**(FT DCS)**



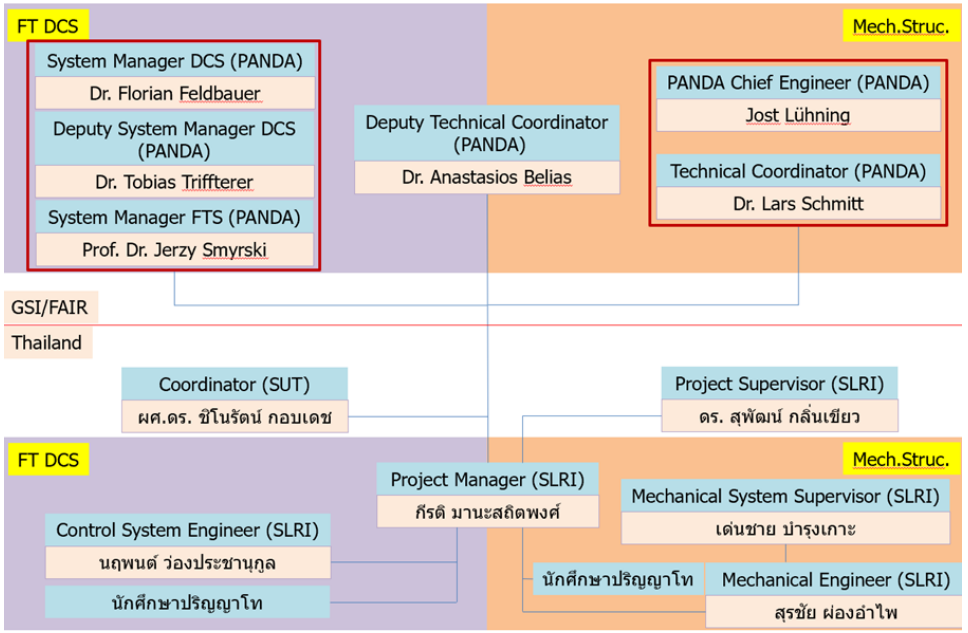
ชื่อโครงการ	1.ระบบควบคุมหน่วยตรวจวัดไปข้างหน้า(Forward Tracker Detector Control System)เรียกย่อๆว่า FT DCS
เป้าหมาย	• ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมพารามิเตอร์ของ Forward Tracker รวมทั้งตรวจวัดพารามิเตอร์เหล่านี้ให้อยู่ในสภาวะการทำงานที่ต้องการเช่น การไหลของก๊าซ ศักย์ไฟฟ้าแรงสูง ศักย์ไฟฟ้าแรงต่ำ ความชื้น อุณหภูมิเป็นต้น • ซอฟต์แวร์นี้ชื่อว่า EPICS ซอฟต์แวร์นี้ใช้ควบคุมและตรวจสอบพาราพมิเตอร์เท่านั้นและจะไม่ใช้เก็บข้อมูลตำแหน่งของอนุภาคขณะทดลอง
ความรับผิดชอบ	• ออกแบบและสร้างซอฟต์แวร์ควบคุม • จัดหาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพื่อติดตั้งระบบควบคุม • จัดหาอุปกรณ์วัดสัญญาณ • ติดตั้งและทดสอบระบบ ณ.สถานีทดลอง PANDA

โครงการ2:โครงสร้างเชิงกลของชุดทดแทนTracking Module สำหรับForward Spectroscopy **(Mech.Struc.)**



ชื่อโครงการ	2.โครงสร้างเชิงกลของชุดทดแทน Tracking Module สำหรับ Forward Spectroscopy (Mech.Struc.)
เป้าหมาย	• ออกแบบและสร้างโครงสร้างเพื่อรองรับชุดทดแทน Tracking module • โครงสร้างจะประกอบด้วยกรอบ(Frame)สำหรับยึด Tracker และกลไกที่ใช้เคลื่อน Tracker ออกจากแนว beam pipe
ความรับผิดชอบ	• ออกแบบโครงสร้างเพื่อรองรับชุดทดแทน Tracking module • สร้างโครงสร้าง • ขนส่งและติดตั้ง ณ.สถานีทดลอง PANDA • ออกแบบระบบ alignment ตำแหน่ง detector

โครงสร้างผู้รับผิดชอบโครงการ



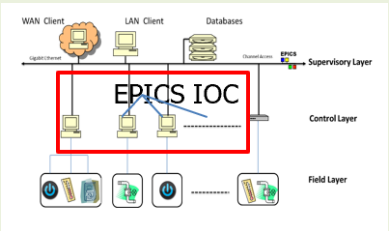
การประชุมปรึกษาหารือมีนาคม2562
จ.กระบี่ ประเทศไทย

การประชุมปรึกษาหารือมกราคม2562
ดาร์มสตัด เยอรมันนี

4.ความร่วมมือกับสซ:การร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้า(3/3)

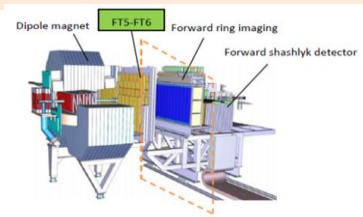
โครงการ1:ระบบควบคุม FT DCS

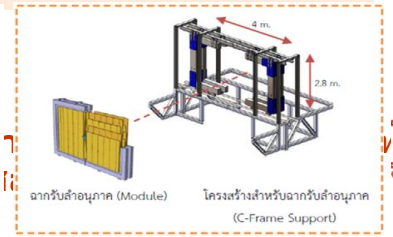
- นักวิจัยจะใช้ชุดซอฟต์แวร์ EPICS (Experiment Physics and Industrial Control System)ที่แพร่หลายในสถาบันวิจัยเครื่องเร่งอนุภาคทั่วโลก
- มีเครื่องมือสำหรับสร้างระบบควบคุมเช่น ไดรเวอร์สำหรับ
- ควบคุมอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ ซอฟต์แวร์ส่งสัญญาณเตือน (alarm) ซอฟต์แวร์บันทึกข้อมูลอุปกรณ์ (Archiver) โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมด
- สามารถติดตั้งบนคอมพิวเตอร์หลากหลายแพลทฟอร์มเช่น ไมโครซอฟท์วินโดว์ ลินุกซ์ ยูนิกซ์ หรือแมคอินทอช ทั้งแบบ PC แล็ปท็อป บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก หรือคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ตามความต้องการของผู้ใช้



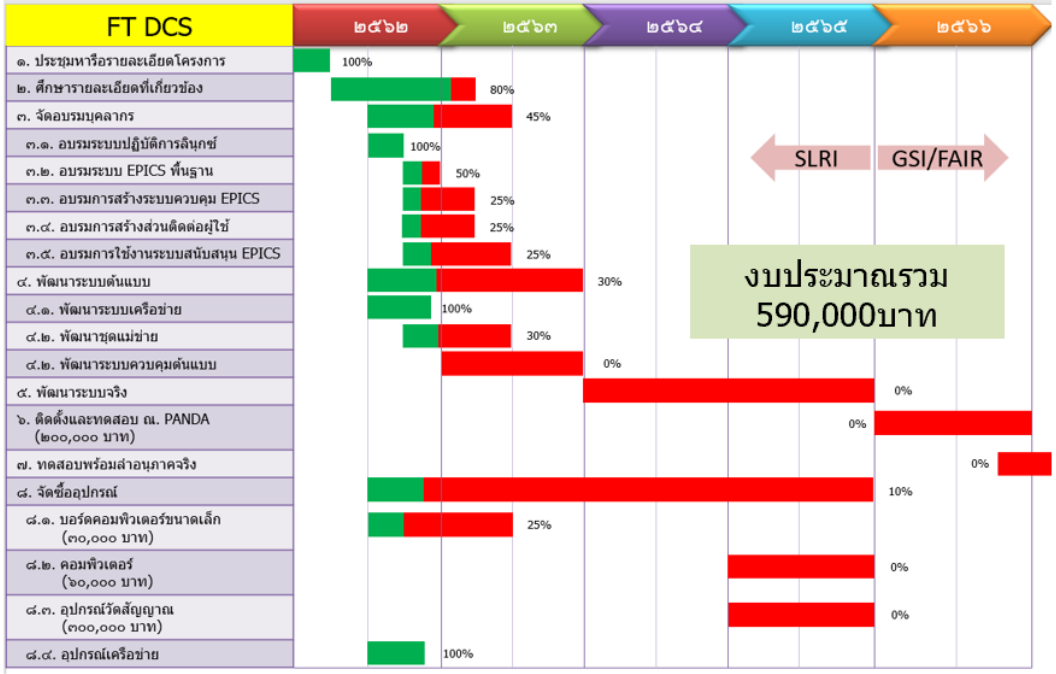
โครงการ2:โครงสร้างเชิงกล Mech. Struc.

- ในเฟสแรกสถานีวิจัย PANDA ไม่สามารถสร้าง FT5 และ FT6 ได้ทัน(FTหมายถึง Forward Trackers มีทั้งหมดตั้งแต่ FT1 ถึง FT6)
- ประจวบกับCERN ต้องการอัพเกรด Outer Tracker และจะรื้อถอนชุดเก่าออกไป
- สถานีวิจัย PANDA เห็นว่า Outer Tracker ที่ถูกรื้อถอนสามารถนำมาใช้เป็น FT5 และ FT6 ได้
- อย่างไรก็ดี Outer Tracker ของ CERN มีขนาดใหญ่กว่า Forward Tracker ที่ PANDA ต้องการ
- สถานีวิจัย PANDA จึงจำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์ยึดจับสำหรับ Outer Tracker ขึ้นใหม่ จึงเป็นที่มาของโครงการ Mech.Struc
- ขณะนี้ Outer Tracker จาก CERN ได้ถูกนำมาเก็บรักษาไว้ที่ GSI แล้ว





แผนเวลาและงบประมาณของระบบควบคุม FT DCS



แผนเวลาและงบประมาณของโครงสร้างเชิงกล Mech. Struc.

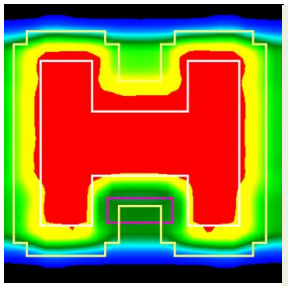
5.กิจกรรมความร่วมมือกับ GSI ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2562

5.1 การเดินทางไปฝึกทำวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 1 คน

นายพิทยา อภิวัฒนกุล นักศึกษา ป.ตรี โครงการ พสวท. สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ ม. เชียงใหม่ ซึ่งมี ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา การคัดเลือกอิสระ ฝึกทำวิจัย ณ GSI ระหว่าง 14 พ.ค.-13 ส.ค. 2562

หัวข้อวิจัย: Robust Optimization for Biological Uncertainties in Heavy Ion Particle Therapy ที่ปรึกษา: Dr. Christian Graeff

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้เป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ด้านการศึกษาเพื่อคำนวณหาเงื่อนไขและปัจจัยในการหาความไม่แน่นอนในการฉายลำไอออนสำหรับการรักษาโรคมะเร็ง



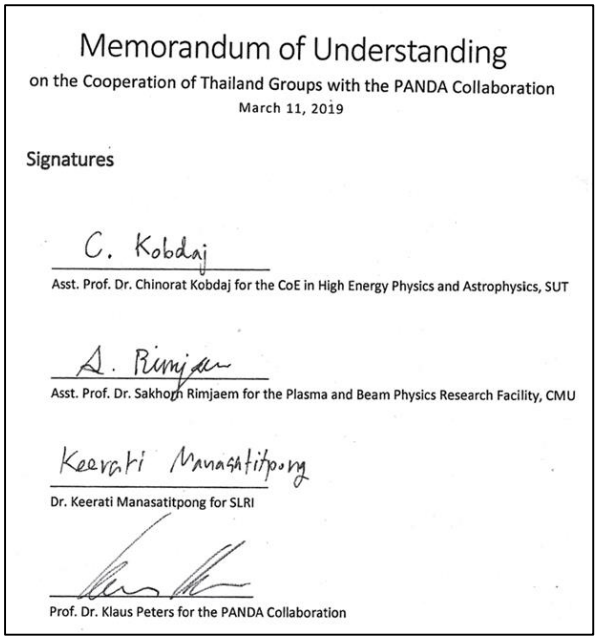
ลักษณะของ H-shaped target volume ที่ใช้ในการศึกษา Relative Biological Effectiveness (RBE) uncertainty ในการฉายลำไอออนสำหรับการรักษามะเร็ง

5.2 การเข้าร่วมการประชุมวิชาการนานาชาติ PANDA collaboration meeting 2019 และการลงนาม MoU

ดร.สาคร ริมแจ่ม ได้เข้าร่วมการประชุมวิชาการนานาชาติ PANDA collaboration meeting ณ โรงแรมดิวาน่า พลาซ่า **จังหวัดกระบี่ วันที่ 11 มีนาคม 2562**

- จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- Prof. Dr. Klaus J. Peters (Head of Hadron Physics and PANDA Spokesperson) เป็นผู้ประสานงานจาก GSI
- มีการลงนาม MoU Cooperation of Thailand Groups with PANDA Collaboration ประกอบด้วย SUT, CMU (PBP), (SLRI, GSI (PANDA Collaboration)

ดร.สาคร ได้บรรยายเรื่อง Overview of Activities at the Plasma & Beam Physics (PBP) Research Facility ในการประชุมPANDA collaboration meeting 2019



Memorandum of Understanding

on the Cooperation of Thailand Groups with the PANDA Collaboration

March 11, 2019

Signatures

C. Kobdaj

Asst. Prof. Dr. Chinorat Kobdaj for the CoE in High Energy Physics and Astrophysics, SUT

S. Rimjaem

Asst. Prof. Dr. Sakhorn Rimjaem for the Plasma and Beam Physics Research Facility, CMU

Keerati Manasatitpong

Dr. Keerati Manasatitpong for SLRI

Prof. Dr. Klaus Peters for the PANDA Collaboration

6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับ GSI/FAIR(1/2)

6.1 **ม.สุรนารีช่วยดำเนินการประสานงานดังนี้**

(1.1) ระหว่าง16-17 มกราคม 2562 ณ. สถาบัน GSI เมืองดาร์มชตัดท์ คณะนักวิจัย ส.แสงซินโครตรอน (นายเด่นชัย บำรุงเกาะ ดร.กีรติ มานะสถิตพงศ์ ดร.สมใจ ชื่นเจริญ น.ส.แพรวา การุญ) ร่วมหารือกับคณะนักวิจัย PANDA-GSI/FAIR (ดร. ธาโซส เบลิเอส และ ดร. ลาร์ ชมิดท์และศาสตราจารย์ไมเคล ดูแรนเต) เรื่อง (1) โครงสร้างสนับสนุนเชิงกลของสเปกโตรมิเตอร์ (2) ระบบควบคุมหัววัดทางเดินด้านหน้า (3) เครื่องเร่งสำหรับการเกษตรและการแพทย์

(1.2) กุมภาพันธ์ 2562ดร. ประทีป กอช Programme Coordinator GET_Involved Council Issues Office FAIR GmbH ในการลงนามข้อตกลงความร่วมมือระหว่างม.สุรนารีกับ GSI/FAIR ในการส่งนักศึกษาและนักวิจัยไปปฏิบัติงานวิจัยระยะสั้นที่ GSI/FAIR

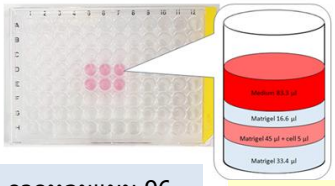
(1.3) 11-15 มีนาคม 2562 ณ โรงแรมดีวาน่าพลาซาอ่าวนาง กระบี่

- จัดการประชุม PANDA Collaboration Meeting
- ลงนามเจตจำนงความร่วมมือระหว่าง ผศ. ดร. ชิโนรัตน์ กอบเดช ม.สุรนารี กับ ศ. เคลาส์ ปีเตอร์ส โฆษกของ PANDA
- ดร. กีรติ มานะสถิตพงศ์ผู้แทนส.แสงซินโครตรอน และ ผศ. ดร. สาคร ริมแจ่มผู้แทน ม.เชียงใหม่ ร่วมลงนามแสดงเจตจำนงความร่วมมือเรื่อง(i)การออกแบบและสร้างชุดฉากรับลำอนุภาค (C-Frame)ของ PANDA สเปกโตรมิเตอร์ (ii) การพัฒนาระบบควบคุมหัววัดทางเดินด้านหน้า (Forward Tracker Detector Control System)และ(iii) การพัฒนาและออกแบบระบบซอฟแวร์โดยใช้หลักการเรียนรู้ของเครื่อง

6.2 **เมษายน-สิงหาคม 2562 นางสาวเดอา ออเลีย คาร์ตินี นักศึกษาระดับปริญญาเอก ม.สุรนารี**

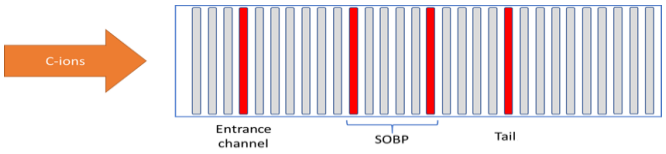
- ปฏิบัติงานวิจัย ที่ GSI ด้านชีววิทยารังสีด้านอัตราการอยู่รอดของเซลล์ปกติและเซลล์มะเร็งหลังการฉายด้วยรังสีเอกซ์และอนุภาคคาร์บอน ในโครงสร้างถาดหลุมโดยใช้สารในการเลี้ยงทั้งแบบ 2 มิติ (monolayer) และ 3 มิติ (matrigel)
- ปฏิบัติงานวิจัยร่วมกับ ดร. มาร์ตินา ฟุสส์ และ ดร. โอลกา โซคอล ได้รับการสนับสนุนจาก ทุน มทส.-อาเซียน และศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์

Matrigel เป็นสารเลี้ยงเซลล์เพื่อให้เติบโตได้ใน 3 มิติ คือ ทั้งแนวกว้าง ยาว และลึก ทำให้เซลล์มีลักษณะ 3 มิติเหมือนกับที่อยู่ในร่างกายสิ่งมีชีวิต

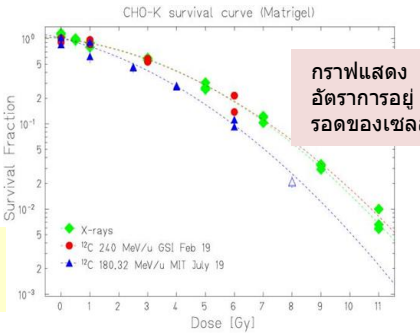


ถาดหลุมแบบ 96 หลุมที่ใช้เลี้ยงนำเซลล์

Courtesy: O. Sokol, 2019



นำถาดหลุมมาเรียงกับเป็นชั้น ๆ ก่อนที่จะนำไปฉายรังสี เพื่อทดสอบการกระจายตัวของแบรกก์ที่ความหนาต่าง ๆ กัน (SOBP) เพื่อดูอัตราการอยู่รอดของเซลล์

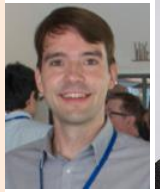


กราฟแสดงอัตราการอยู่รอดของเซลล์

6.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกับ GSI/FAIR(2/2)

6.3 ปี2563นาย ชาญทัศน์ พานนนท์ นักศึกษาปริญญาโทม.สุรนารีมีแผนเดินทางไปปฏิบัติงานวิจัย ที่ PANDA-GSI เพื่อพัฒนาและออกแบบระบบซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

- การทดลองที่ PANDA ที่กำลังจะเกิดขึ้นที่ FAIR มีการศึกษาการรวมตัวกันของควาร์กชนิดชาร์มเกิดอนุภาคใหม่หลังจากการชนที่เกิดขึ้นมากถึง 20 ล้านครั้งต่อวินาที ดังนั้นการคัดเลือกข้อมูลที่ดีจากข้อมูลจำนวนมหาศาลมาศึกษาจึงต้องใช้เทคนิคที่รวดเร็วและเหมาะสมด้วยปัญญาประดิษฐ์
- ดร. คริสโตฟ แฮโรลด์ อาจารย์ของม.สุรนารีและ ดร.เคลาส์ เกอท์เซน จาก PANDA จะร่วมให้คำ ปรึกษากับ นาย ชาญทัศน์ พานนนท์ ในการทำวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท เรื่องการออกแบบอัลกอริธึมการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (ML) ในการคัดเลือกดังกล่าว



ดร. คริสโตฟ แฮโรลด์

ดร.เคลาส์ เกอท์เซน

นาย ชาญทัศน์ พานนนท์

7. ความก้าวหน้าของความร่วมมือระหว่างจุฬาฯ กับ GSI ในปี 2562

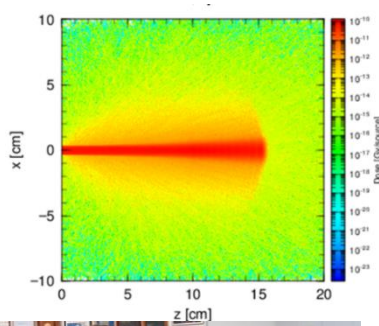
1. น.ส.วริศรา จารุจินดา เข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนของสถาบันวิจัยไอออนหนักจีเอสไอ (GSI) ประจำปี 2562 ระหว่าง 22 กรกฎาคม - 12 กันยายน 2562 ทำงานวิจัยเรื่อง "Monte Carlo Simulation for Radiation"
2. น.ส.วริศรา จารุจินดา นำเสนอผลงานเรื่อง SOBP Generating Functions for the Depth-Dose Distribution Based on the Monte Carlo Simulation Using PHITS ในการประชุม Siam Physics Congress 2019 โรงแรมหรรษา เจบี หาดใหญ่ จสงขลา เมื่อ 6 มิถุนายน 2562

Monte Carlo Simulation for Radiation Protection

Warisara Charuchinda

Chulalongkorn University, c.warisara@hotmail.com

At GSI during experiments, the most contribution to the dose comes mainly from neutrons and during shutdown from gammas. In this project, neutron spectrometer which is Bonner TLD set, and CdTe x-ray and gamma detector were studied by using Monte Carlo simulation code FLUKA. The calibration of the GSI ball with $^{241}Am(\alpha,n)Be$ and $^{252}Cf(sf)$ was also done.



3. ผศ. ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ผศ. ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ น.ส.วริศรา จารุจินดา เข้าร่วมหารือกับ Prof. Dr. Marco Durante, Dr. Michael Krämer และ Dr. Martina Fuß ณ GSI วันที่ 6 กันยายน 2562

8.สรุป

- สถาบัน GSI เป็นหน่วยงานที่ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นตั้งอยู่ทางตอนเหนือของเมืองดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี เพื่อวิจัยด้วยเครื่องเร่งอนุภาคไอออนหนัก
- งานวิจัยมีทั้งวิทยาศาสตร์พื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ที่สำคัญได้แก่ **ฟิสิกส์พลาสมา ฟิสิกส์ของอะตอมโครงสร้างนิวเคลียสและปฏิกิริยาของนิวเคลียส ฟิสิกส์ชีวภาพและการแพทย์ เป็นต้น**
- สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเป็นประธานการลงนามข้อตกลงความร่วมมือ (MoU) ระหว่าง 5 หน่วยงานของไทย (1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2) รพ.จุฬาลงกรณ์ (3) ม.เทคโนโลยีสุรนารี (4) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) และ (5) ม.เชียงใหม่) กับ GSI เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2560 ณ สถาบัน GSI ประเทศเยอรมนี
- GSI ทูลเกล้าฯ ถวายทุนสำหรับพระราชทานให้นักศึกษาไทยเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ปีละ 2 คน ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2017 ปัจจุบันมี น.ศ. เข้าร่วมโครงการดังกล่าวแล้ว 6 คน
- ในปี ค.ศ. 2020 จะมีนักศึกษาไทยเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนตามพระราชดำริฯ จำนวน 2 คน
- สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเปิดพิธีติดตั้งเครื่องไซโคลตรอนศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ เมื่อ 21 มิถุนายน 2562 จะทรงเปิดศูนย์นี้ในปีพ.ศ.2563 เพื่อเฉลิมฉลอง 65 พรรษาโดยคนไข้ 65 คน จะได้รับการรักษาฟรี และเริ่มรับคนไข้ราว 300 – 600 คน/ปี งบประมาณรวม 1,200 ล้านบาท
- ปัจจุบัน GSI กำลังก่อสร้าง **Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)** ซึ่งเป็นโครงการนานาชาติใช้ปฏิโปรตอนและไอออนในการวิจัยลงทุน 1.6 ล้านเหรียญอียู มี 9 ประเทศที่ร่วมโครงการ แผนใช้งานตั้งแต่ ค.ศ.2025 จึงเริ่มมีชื่อเรียกว่าGSI/FAIR
- สซ.ร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้าของสถานีทดลอง **PANDA** (antiProton ANnihilations at DArmstadt)
- มช. มทส.และสซ.ได้เข้าร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ PANDA collaboration meeting 2019 และการลงนาม MoU 11-15 มีนาคม 2562 ณ โรงแรมดีวาน่าพลาซาอ่าวนาง กระบี่
- มช. มทส. จุฬาและรพ.จุฬาได้เข้าร่วมโครงการพัฒนากำลังคนทั้งโดยตรงและผ่านโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน

จบ

การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศ ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องสืบเนื่องเพื่อพิจารณา : ผลการดำเนินงานปี 2562 และแผนดำเนินงานปี 2563
โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามพระราชดำริฯ

3.1 โครงการพัฒนานาฬิกาอะตอมเชิงแสงด้วยไอออนเย็นของธาตุอิธเธอเบียม

3.2 โครงการความร่วมมือไทย – KATRIN ตามพระราชดำริฯ

3.3 โครงการความร่วมมือไทย – GSI/FAIR ตามพระราชดำริฯ

3.4 โครงการไทย-เดซีเพื่อพัฒนากำลังคนและการวิจัยพัฒนา

3.5 โครงการความสัมพันธ์ไทย-เซิร์น ตามพระราชดำริฯ

3.6 โครงการความร่วมมือกับสภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติจีน (Chinese Academy of Sciences: CAS) เพื่อพัฒนากำลังคนและการวิจัยพัฒนา

Backup slides

1. สถาบันวิจัยไอออนหนักเฮล์มโฮลทซ์จีเอสไอ (GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research)

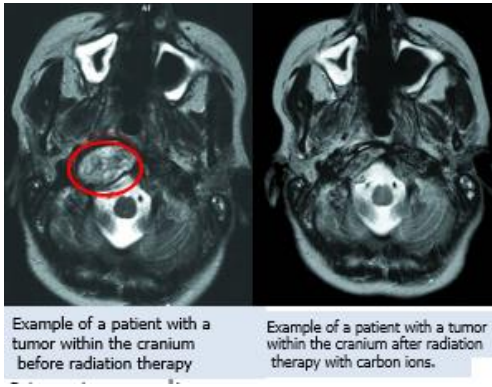
- เป็นหน่วยงานที่ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อวิจัยด้านไอออนหนัก
- ตั้งอยู่**ทางตอนหนือ**ของเมือง**ดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี**
- ก่อตั้งเมื่อ ค.ศ. 1969 เป็นสมาคมวิจัยไอออนหนัก (Society for Heavy Ion Research)เรียกย่อ ๆ ว่า GSI(Gesellschaft für Schwerionenforschung) เพื่อวิจัยด้วยเครื่องเร่งอนุภาคไอออนหนักซึ่งนับเป็นศูนย์วิจัยสำคัญในรัฐเฮ็ส (Hesse)
- ต่อมาจึงเปลี่ยนมาเป็นชื่อปัจจุบันในฐานะสมาชิกของเฮล์มโฮลทซ์
- งานวิจัยมีทั้งวิทยาศาสตร์พื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ ที่สำคัญได้แก่ **ฟิสิกส์พลาสมา ฟิสิกส์ของอะตอม โครงสร้างนิวเคลียสและปฏิกิริยาของนิวเคลียส ฟิสิกส์ชีวภาพและการแพทย์เป็นต้น**
- ผู้ถือหุ้นได้แก่รัฐบาลกลาง (90%) ที่เหลือเป็นของรัฐเฮ็สส์ (8%) ทูรินเจีย (Thuringia) (1%) และไรน์แลนด์-พาลาทิเนต (Rhinelan-Palatinate) (1%)
- ปัจจุบันมีพนักงาน 1,350 คน ยังมีนักวิจัยราว 1,000 คน จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยทั่วโลกมาร่วมใช้อุปกรณ์
- บริหารโดยคณะกรรมการสถาบัน ซึ่งมาจากกระทรวงศึกษาและวิจัยของรัฐบาลกลางและรัฐท้องถิ่น

Professor Dr. Paolo Giubellino, Scientific Managing Director of GSI and FAIR

- ปัจจุบันกำลังก่อสร้าง**Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)ซึ่งเป็นโครงการนานาชาติ** ใช้ปฏิโปรตอนและไอออนในการวิจัยลงทุน 1.6 ล้านเหรียญอียู มี9ประเทศที่ร่วมโครงการได้แก่**ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมันนี อินเดีย โปแลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย สโลวาเนียและสวีเดน**วางแผนเริ่มใช้งาน (commissioning)ค.ศ.2025

โครงการนำร่องการบำบัดมะเร็ง

- ระหว่าง ค.ศ. 1997-2008 จีเอสไอเปิดให้บริการบำบัดมะเร็งด้วย**ไอออนของคาร์บอน** ร่วมกับมหาวิทยาลัยไฮเดลเบิร์ก สถาบันวิจัยมะเร็งเยอรมัน และศูนย์วิจัยโรเซนดอร์ฟใกล้เมืองเดรสเดน
- บำบัดคนไข้ราว 450 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมะเร็งบริเวณฐานของกระโหลกศรีษะ เป็นคนไข้นอกที่มารับการบำบัดราว 30 นาทีต่อครั้ง จำนวน 20 ครั้ง ของทุกวันติดต่อกัน
- การติดตามผลคนไข้ใน 5 ปี พบว่าการเติบโตของมะเร็งได้หยุดลงในจำนวน 75-90% ของคนไข้ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของมะเร็ง ผลข้างเคียงในคนไข้น้อยมากเพียง2-3 คน
- ปัจจุบันขยายผลเชิงพาณิชย์ที่**เมืองไฮเดลเบิร์กและเซี่ยงไฮ้**



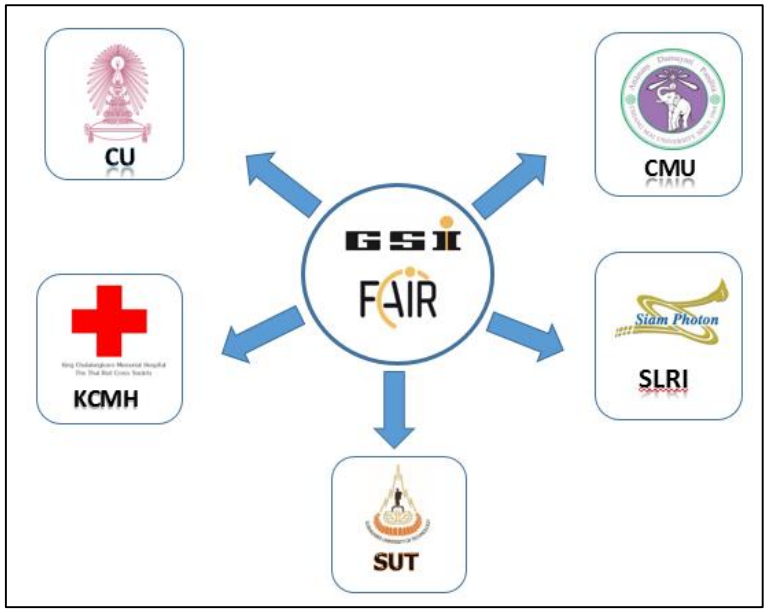
Example of a patient with a tumor within the cranium before radiation therapy

Example of a patient with a tumor within the cranium after radiation therapy with carbon ions.

2. การเสด็จเยือน GSI/FAIR: การลงนาม MoU

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี เสด็จเยือน GSI/FAIR **<u>เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2560</u>** และทรงเป็นประธานการลงนามข้อตกลงความร่วมมือ (MoU) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ GSI/FAIR จำนวน 5 หน่วยงาน คือ (1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2) รพ.จุฬาลงกรณ์ (3) ม.เทคโนโลยีสุรนารี (4) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน(องค์การมหาชน) และ (5) ม.เชียงใหม่

มูลนิธิไอทีตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารีลงนามเป็นพยานและทำหน้าที่ประสานงาน



Topics	Thailand	GSI/FAIR
• Hadron and hadronic • Quark matter physics	SUT, CMU	PANDA, CBM, Theory
• Atomic Physics • Plasma physics • Materials research	CMU, SUT, SLRI, CU	APPA
• Radiation biophysics and therapy-related research with proton and ion beams • Medical Physics	KCMH, SUT, CU, CMU	APPA
• Accelerator physics and technology • Detector instrumentation and technology	SLRI, CMU, SUT, CU	Technical Integration Accelerator Operations
• High performance computing, hardware and software development	SUT	PANDA , Scientific IT & HPC

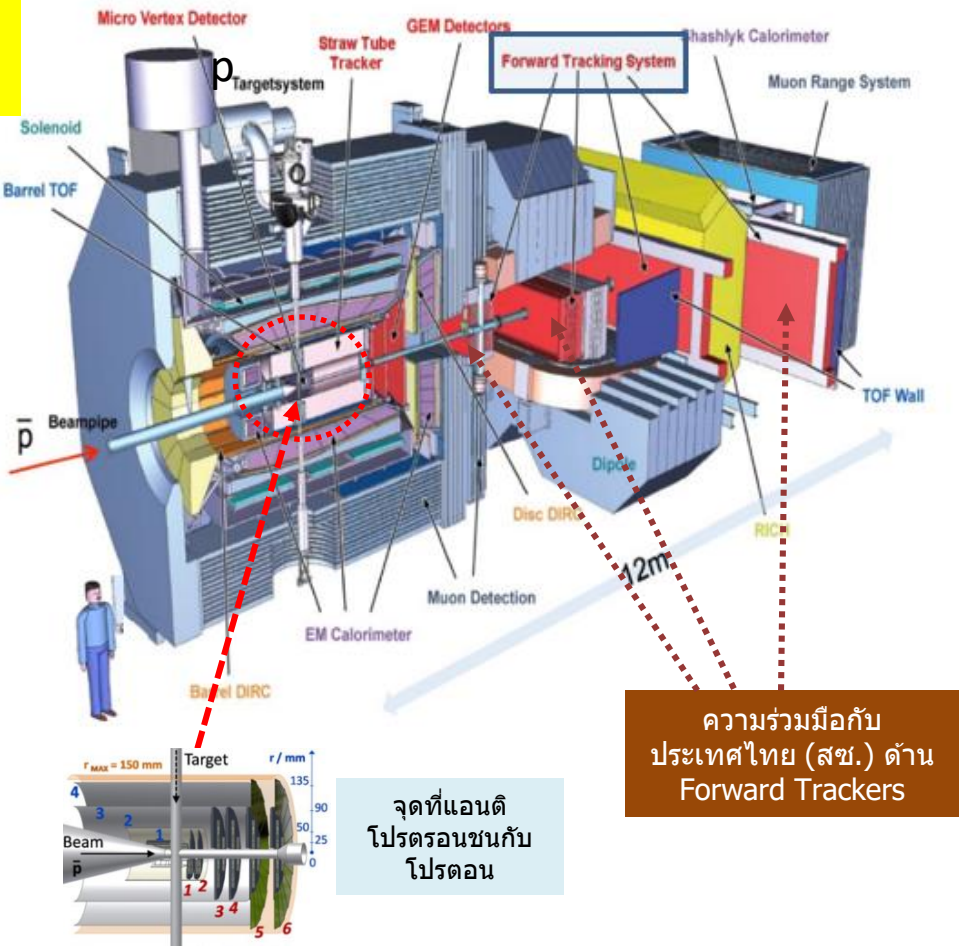
This list should be revised/refined later when both sides become more familiar with each other and have better understanding of their research mutual interests.

<u>CU : Chulalongkorn University</u>
<u>KMCH : King Chulalongkorn Memorial Hospital, Chulalongkorn University</u>
<u>CMU : Chiang Mai University</u>
<u>SLRI : Synchrotron Light Research Institute</u>
<u>SUT : Suranaree University of Technology</u>

APPA : Atomic , Plasma Physics and Applications
PANDA : Antiproton Annihilation at Darmstadt
CBM : Compressed Baryonic Matter
NUSTAR : Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions

6.ความร่วมมือกับสซ.: หน่วยตรวจวัดอนุภาคของแพนดา(2/6)

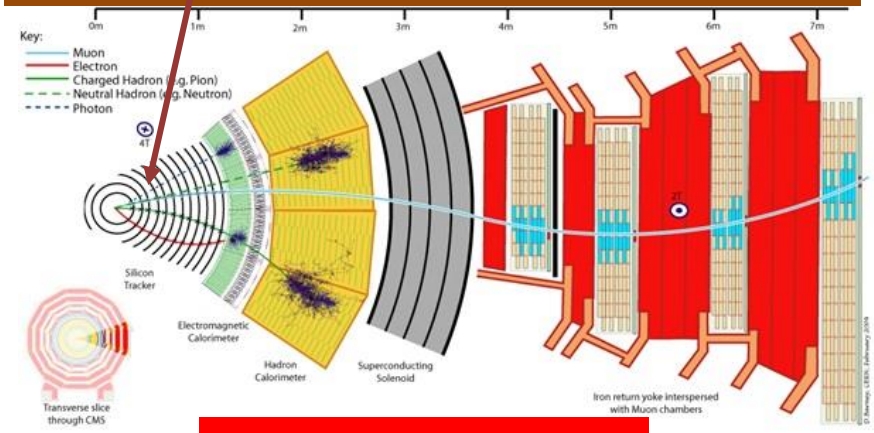
- แอนติโปรตอนกับโปรตอนจะชนกันทำให้เกิดอนุภาคใหม่ที่ส่วนใหญ่พุ่งไปข้างหน้าในกรอบทรงกรวย((±10 องศาแนวราบและ±5 องศาแนวตั้ง)ดังนั้นจึงต้องมีหน่วยตรวจวัดซึ่งประกอบด้วย
  1. ระบบติดตาม(Trackers) ประกอบด้วย(1.1)Micro Vertex Detector (1.2) Straw tube Detector (1.3)GEM Detectors และ(1.4)Forward Trackers
  2. ระบบแคลอรีมิเตอร์(Calorimeter) ประกอบด้วย EM Calorimeterและ Shashlyk(Hadronic) Calorimeter
  3. ระบบตรวจวัดมิวออน(Muon Detectors)ประกอบด้วย Muon Detectionและ Muon Range System
- ระบบหน่วยตรวจวัดติดตามไปข้างหน้ามีหน้าที่วัดทิศทางของอนุภาคมีประจุที่จะเดินทางใต้อิทธิพลสนามแม่เหล็กทำให้ได้โมเมนตัมของอนุภาค
- ระบบหน่วยตรวจวัดคาลอรีมิเตอร์ทำหน้าที่วัดพลังงานของอนุภาค
- เนื่องจากมิวออนไม่ทำอันตรกิริยากับระบบติดตามและระบบคาลอรีมิเตอร์จึงต้องมีหน่วยวัดตรวจวัดมิวออนแยกออกไป



จุดที่แอนติโปรตรอนชนกับโปรตอน

ความร่วมมือกับประเทศไทย (สซ.) ด้าน Forward Trackers

ประเทศไทย (มทส สซ สวทช/เนคเทค มจธ) มีประสบการณ์ทำงานร่วมกันทำ Inner Tracking System (พ.ศ.2556-63) กับ ALICE ของเซิร์นมาก่อน



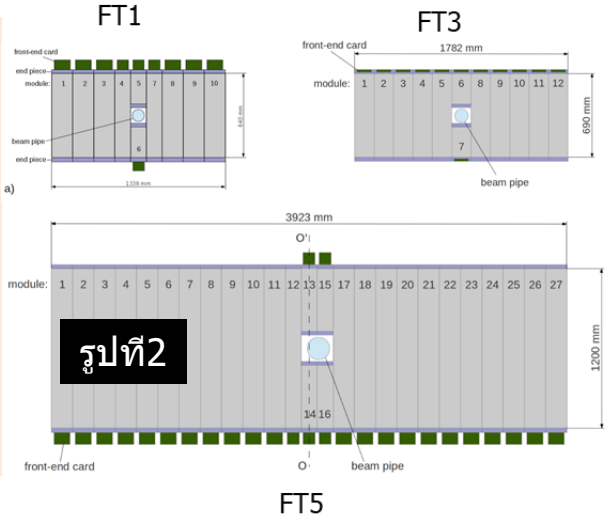
ระบบตรวจวัดอนุภาคของLHC

- สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนและม.สุรนารีจะร่วมมือกับแพนดาในการพัฒนาหน่วยตรวจวัดติดตามไปข้างหน้า(Forward Trackers) 2 งานคือ
  1. ระบบควบคุม detector สำหรับควบคุมการทำงานของ Forward Tracker
  2. โครงสร้างเมคานิกส์เพื่อรองรับชุดทดแทน Tracking module

6.ความร่วมมือกับสซ.:โครงสร้างและการทำงานของหน่วยตรวจวัดไปข้างหน้า(Forward Tracker:FT) (3/6)

รูปที่1

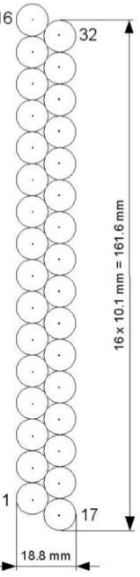
- **<u>รูปที่1</u>**แสดงภาพด้านข้างของ Forward Tracker จัดเป็นคู่จำนวน 3 คู่ทำหน้าที่ตรวจวัดอนุภาคตำแหน่งต่าง ๆ กัน
  - ✓ คู่แรก(FT1และFT2)ตรวจวัดอนุภาคก่อนเข้าสู่สนามแม่เหล็ก
  - ✓ คู่ที่สอง(FT3และFT4)ตรวจวัดอนุภาคในสนามแม่เหล็ก
  - ✓ คู่สุดท้าย(FT5และFT6)จะตรวจวัดอนุภาคหลังออกจากสนามแม่เหล็ก



รูปที่2

- **<u>รูปที่2</u>**แสดงตัวอย่างภาพด้านหน้าของForward Trackers (แสดงเฉพาะFT1,FT2และFT5เท่านั้น)
- FT1มี10กล่อง FT2 มี 12 กล่องและ FT5 มี 27 กล่อง

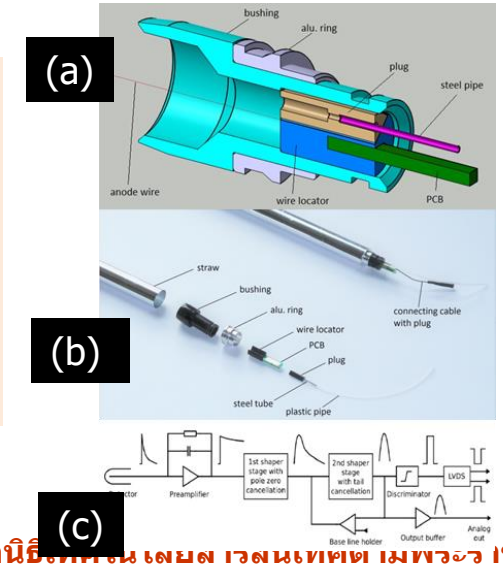
รูปที่3



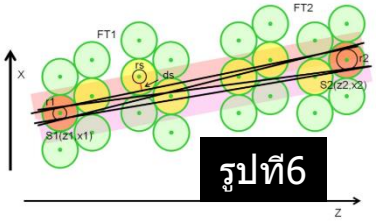
รูปที่4

- ภายในแต่ละกล่องจะมีราว(support frame) 2 ราว
- แต่ละราวจะมีโมดูลแขวนอยู่2ข้างดังแสดงในรูปที่3
- แต่ละโมดูลจะประกอบด้วยท่อ ๓๒ท่อ ดังรูปที่ 4

รูปที่5



- ภายในแต่ละท่อประกอบก๊าซและอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า
- ก๊าซที่ใช้จะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และอาร์กอน
- รูปที่5(a)และ(b)แสดงถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของท่อ โดยรูปที่5(a)มาจากซอฟต์แวร์ CAD และรูปที5(b)แสดงชิ้นส่วนจริงแต่ละชิ้น
- ขณะทำหน้าที่ตรวจวัดตำแหน่งของอนุภาคจะมีศักย์ไฟฟ้าราว1700-1800 โวลต์จ่ายคร่อมตัวท่อ
- เมื่ออนุภาควิ่งผ่านจะทำให้เกิดประจุ(ionization)ซึ่งสามารถวัดได้เป็นสัญญาณจากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังแสดงในรูปที่5(c)

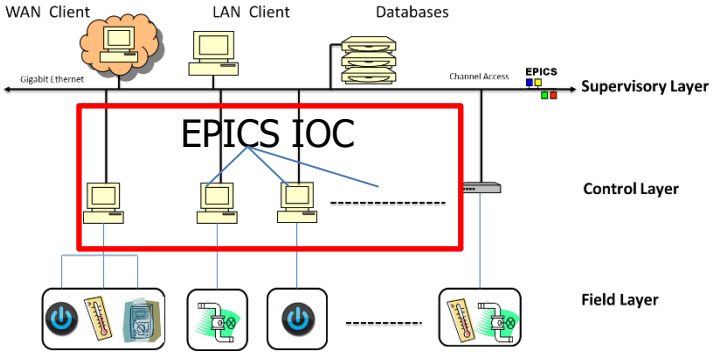


รูปที่6

- เมื่ออนุภาควิ่งผ่านโมดูลดังรูปที่6 มันจะทิ้งสัญญาณไว้ในท่อที่วิ่งผ่าน สัญญาณนี้จะถูกนำไปประมวลผลด้วยเทคนิค reconstruction เพื่อให้ได้เส้นทางวิ่งของอนุภาค เส้นทางดังกล่าวสามารถใช้ในการคำนวณโมเมนตัมของอนุภาคได้

6.ความร่วมมือกับสซ.:การร่วมออกแบบและพัฒนาระบบควบคุม **FT DCS** (3/4)

- ระบบควบคุมนี้จะใช้ชุดซอฟต์แวร์ EPICS (Experiment Physics and Industrial Control System) เป็นหลัก
- เป็นซอฟต์แวร์สำหรับสร้างระบบควบคุมที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในสถาบันวิจัยเครื่องเร่งอนุภาคทั่วโลก
- มีเครื่องมือสำหรับสร้างระบบควบคุมเช่น ไดรเวอร์สำหรับควบคุมอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์ส่วนติดต่อผู้ใช้ ซอฟต์แวร์ส่งสัญญาณเตือน (alarm) ซอฟต์แวร์บันทึกข้อมูลอุปกรณ์ (Archiver) โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมด
- สามารถติดตั้งบนคอมพิวเตอร์หลากหลายแพลทฟอร์มเช่น ไมโครซอฟท์วินโดว์ ลินุกซ์ ยูนิกซ์ หรือแมคอินทอช ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ แลปทอป บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก หรือคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ตามความต้องการของผู้ใช้

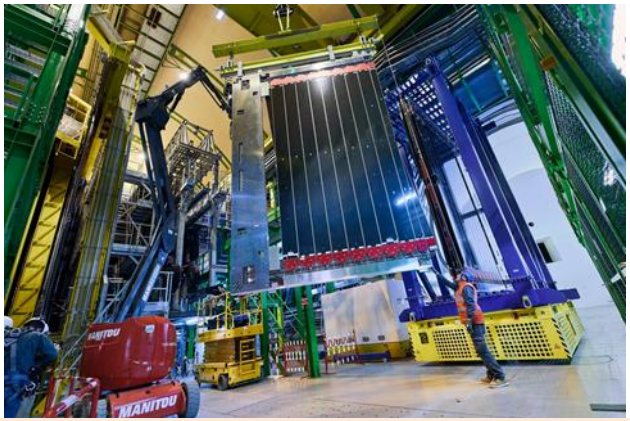


IOC (Input Output Controller) จะถูกติดตั้งลงบนบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry Pi ซึ่งมีราคาต่ำ ประหยัดพลังงาน และมีประสิทธิภาพพอเพียงในการควบคุมและตรวจสอบพารามิเตอร์

- ระบบควบคุมของ PANDA แบ่งเป็น 3 ชั้น คือ Supervisor, Control และ Field
- ชั้น Field จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น แหล่งจ่ายไฟ หัววัด เซนเซอร์เป็นต้น ซึ่งควบคุมหรือตรวจวัดพารามิเตอร์
- ชั้น Supervisory จะประกอบด้วยซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่เช่น สั่งการระบบ จัดเก็บข้อมูล ติดต่อ ผู้ควบคุม (operator)และ แจ้งเตือน เป็นต้น
- ชั้น Control จะประกอบด้วยซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อระหว่างชั้น Supervisory และ Field เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง การสื่อสารระหว่างชั้น Supervisory และ Control จะใช้ EPICS เป็นตัวกลาง

6.ความร่วมมือกับสซ.:การร่วมออกแบบและสร้างโครงสร้างเชิงกลของForward Trackers ชุด FT5 และ FT6 **(Mech. Struc.)(**4/4)

- ในเฟสแรกสถานีวิจัย PANDA ไม่สามารถสร้าง FT5 และ FT6 ได้ทัน
- ประจวบกับCERN ต้องการอัพเกรด Outer Tracker และจะรื้อถอนชุดเก่าออกไป
- สถานีวิจัย PANDA เห็นว่า Outer Tracker ที่ถูกรื้อถอนสามารถนำมาใช้เป็น FT5 และ FT6 ได้
- อย่างไรก็ดี Outer Tracker ของ CERN มีขนาดใหญ่กว่า Forward Tracker ที่ PANDA ต้องการ
- สถานีวิจัย PANDA จึงจำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์ยึดจับสำหรับ Outer Tracker ขึ้นใหม่ จึงเป็นที่มาของโครงการ Mech.Struc
- ขณะนี้ Outer Tracker จาก CERN ได้ถูกนำมาเก็บรักษาไว้ที่ GSI แล้ว



Outer Tracker ได้ถูกรื้อถอนจาก CERN และย้ายไปเก็บไว้ที่ GSI เรียบร้อยแล้วเมื่อเดือนมีนาคม 2562