วาระที่ 3.4

โครงการความร่วมมือไทย - GSI/FAIR

ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
(ประจำปี 2565)

รายงานเมื่อ
13 มีนาคม 2566

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

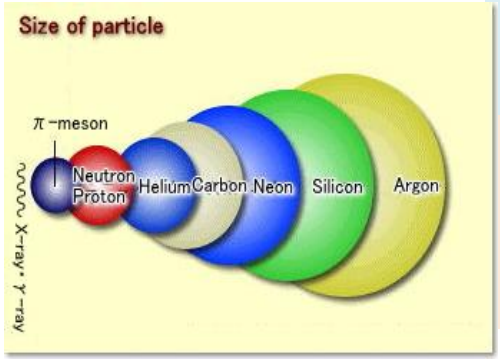
1. สถาบันวิจัยไอออนหนักเฮล์มโฮลทซ์จีเอสไอ (GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research)

- ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อวิจัยด้านไอออนหนัก
- ตั้งอยู่**ทางตอนหนือ**ของเมือง**ดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี**
- ก่อตั้งเมื่อ ค.ศ. 1969 เป็นสมาคมวิจัยไอออนหนัก (Society for Heavy Ion Research) เรียกย่อ ๆ ว่า GSI(Gesellschaft für Schwerionenforschung)
- ต่อมาจึงเปลี่ยนมาเป็นชื่อปัจจุบันในฐานะสมาชิกของเฮล์มโฮลทซ์
- งานวิจัยมีทั้งพื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ ที่สำคัญได้แก่ **ฟิสิกส์ พลาสมา ฟิสิกส์ของอะตอม โครงสร้างนิวเคลียส และปฏิกิริยาของนิวเคลียส ฟิสิกส์ชีวภาพและการแพทย์ เป็นต้น**
- ผู้ถือหุ้นได้แก่รัฐบาลกลาง (90%) ที่เหลือเป็นของรัฐเฮ็สส์ (8%) ทูรินเจีย (Thuringia) (1%) และไรน์แลนด์-พาลาทิเนต (Rhinelan-Palatinate) (1%)
- ปัจจุบันมีพนักงาน 1,520 คน ยังมีนักวิจัยราว 1,000 คน จากมหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยทั่วโลกมาร่วมใช้อุปกรณ์
- บริหารโดยคณะกรรมการสถาบัน ซึ่งมาจากกระทรวงศึกษาและวิจัยของรัฐบาลกลางและรัฐท้องถิ่น

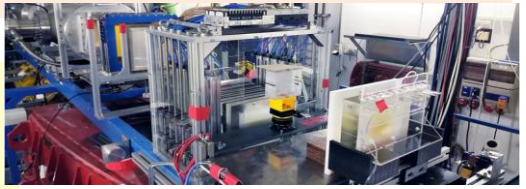
Professor Dr. Paolo Giubellino, Scientific Managing Director of GSI and FAIR

- สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี 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

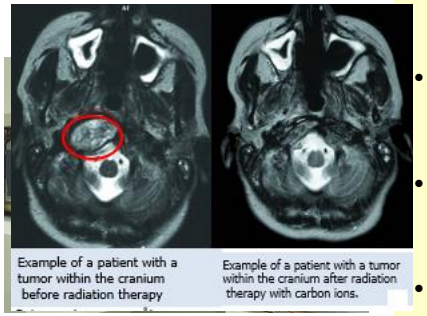
- ปัจจุบันกำลังก่อสร้าง**Facility for Anti proton and Ion Research (FAIR) ซึ่งเป็นโครงการนานาชาติ** ใช้ปฏิโปรตอนและไออ็อนในการวิจัยลง ทุน 1.6 ล้านเหรียญอียู มี 9ประเทศที่ร่วมโครงการได้แก่**ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมันนี อินเดีย โป แลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย สโลวาเนียและสวีเดน**วางแผนเริ่มใช้งานค.ศ.2025
- ประเทศไทยได้เริ่มเข้าร่วมกิจกรรมของ**PANDA Experiment**



ตามแผนFAIRจะมี4 Experimentsคือ
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 ผลข้างเคียงในคนไข้น้อยมากเพียง2-3 คน
- ปัจจุบันขยายผลเชิงพาณิชย์ที่**เมืองไฮเดลเบิร์กและเชี่ยงไฮ้**

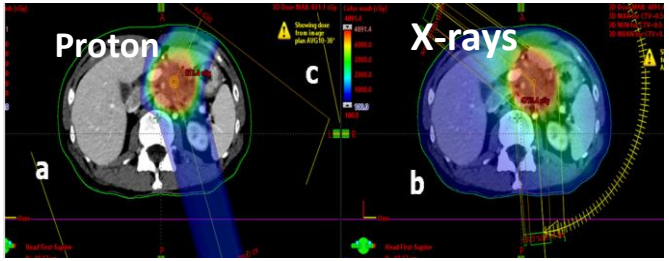
- (GSIมิถุนายน2021)ได้มีการทดลองครั้งแรกของ **FLASH "lightning " irradiation ด้วยอิเล็กตรอน**ที่บำบัดด้วยปริมาณรังสีสูงในเวลาที่สั้น(<100 ms)กว่าวิธีเดิมที่ใช้รังสีต่ำแต่เวลานาน
- พบว่า FLASHเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อปกติน้อยลง

2. ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ รพ.จุฬา(1/2)

สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรม สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยาม บรมราชกุมารี เสด็จเป็นประธานในพิธีเปิดศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี วันที่ 5 ก.ย. 2565

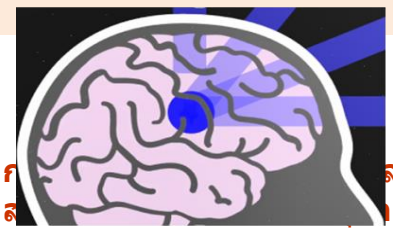
การรักษามะเร็งตับอ่อน

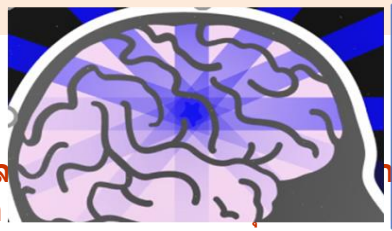
- มะเร็งตับอ่อนที่ไม่สามารถผ่าตัดได้เนื่องจากก้อนมะเร็งติดกับเส้นเลือดสำคัญ
- ผู้ป่วยได้รับยาเคมีบำบัดแล้ว 12 ครั้ง ก้อนมะเร็งเล็กลง แต่ยังอยู่ติดกับเส้นเลือดยังไม่สามารถผ่าตัดได้
- ผู้ป่วยควรได้รับการรักษาด้วยรังสี เพื่อให้ก้อนมะเร็งยุบลงและถ้ายุบมากพอ ผู้ป่วยจะได้รับการผ่าตัดเอาก้อนมะเร็งออกได้
- จากการวางแผนการรักษาเปรียบเทียบการใช้ โปรตอน กับรังสีเอกซ์ พบว่า โปรตอนสามารถให้รังสีไปยังก้อนมะเร็งที่เกือบจะไม่มีรังสีไปโดนอวัยวะที่สำคัญ เช่น ปริมาณรังสีที่ ตับ ไต ไขสันหลังและกระเพาะอาหาร แต่ถ้าใช้รังสีเอกซ์ จะมีรังสีไปโดนตับ ไต ไขสันหลัง และกระเพาะอาหารในบริเวณกว้าง
- ผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยโปรตอน 6 ครั้ง มีผลข้างเคียงเล็กน้อย เช่น คลื่นไส้ ท้องเสียเล็กน้อย
- หลังการรักษา 2 อาทิตย์ ค่ามะเร็งในเลือดเริ่มลดลง
- 1 ปี 1 เดือน หลังการรักษา ก้อนมะเร็งมีขนาดเท่าเดิม ไม่โตขึ้น (อาจจะเป็นพังผืด) ค่ามะเร็งในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ ผู้ป่วยสบายดี และไม่มีผลข้างเคียงจากการรักษา

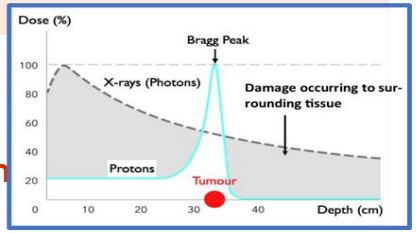


(a)การฉายด้วยลำโปรตอน
(b)การฉายด้วยรังสีเอกซ์และ
(c)ปริมาณรังสีแสดงด้วยสีแดง(สูง)จนถึงน้ำเงิน(ต่ำ)

ภาพ(b)อวัยวะอื่นได้รับผลกระทบจากรังสีเอกซ์ (มีรังสีไปโดนที่ตับและไตมากกว่า) แต่ภาพ(a)กระทบเฉพาะอวัยวะอื่นบนเส้นทางของลำโปรตอน 2 ลำเท่านั้น (ปริมาณรังสีที่โดนเนื้อเยื่อปกติน้อยมาก)







การฉายด้วยโปรตอนนั้นลำโปรตอน(ภาพซ้ายสุด)จะไปสิ้นสุดที่ตำแหน่งมะเร็งเท่านั้นขณะที่หากใช้รังสีเอกซ์ลำรังสีจะเลยไปกระทบเนื่อเยื่ออื่นด้วย(ภาพกลาง) ภาพขวาสุดเปรียบเทียบทั้งสองปริมาณรังสีกับระยะทาง

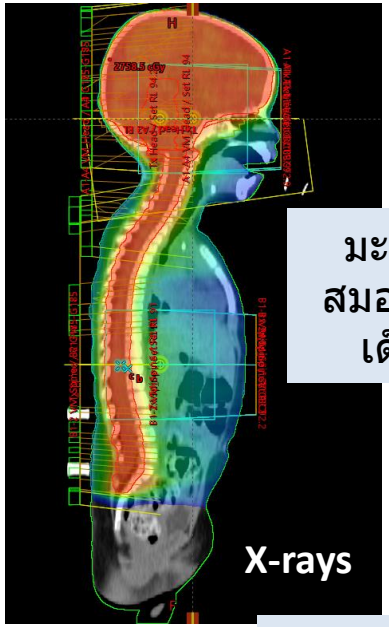
2. ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ รพ.จุฬา(2/2)

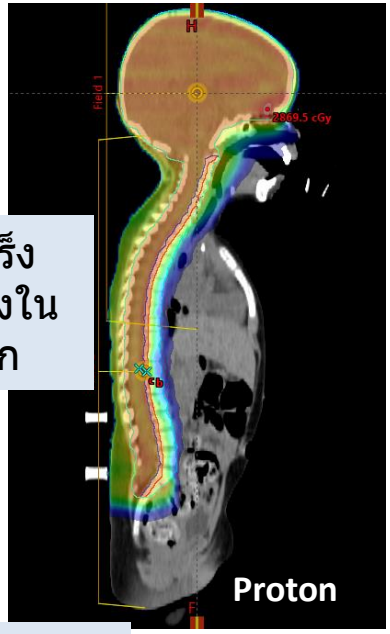
เครื่องฉายอนุภาคโปรตอน

นพ.ชลเกียรติ ขอประเสริฐ
หัวหน้าโครงการฯ

<u>การดำเนินงาน ส.ค.2564 –ก.ย.2565</u>

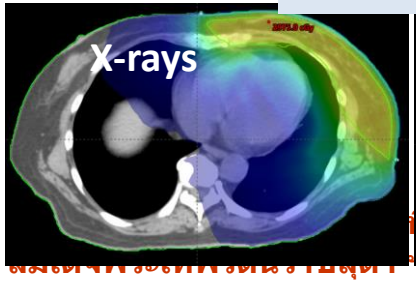
- **ให้การรักษาผู้ป่วย 252 ราย (โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ + รับส่งต่อจากรร.แพทย์อื่น + ต่างประเทศได้แก่ สิงคโปร์และเมียนมาร์(10%))**
- ผู้ป่วยส่วนใหญ่ถ้าให้รังสีรักษาด้วยเอกซเรย์จะมีอันตรายสูง
- ผู้ป่วยรักษาโปรตอน มีผลข้างเคียงน้อยมาก
- ผู้ป่วยโรคมะเร็งที่สามารถติดตามผลค่ามะเร็งในเลือดได้ พบว่าค่ามะเร็งลดลงอย่างรวดเร็ว
- **โดยรักษามะเร็งตับ มะเร็งเต้านม มะเร็งสมอง และมะเร็งศีรษะและลำคอ มากที่สุด 4 อันดับแรก**
- ซึ่งคาดว่าในปี 2566 จะรองรับผู้ป่วยได้**<u>ปีละ300-400 คน</u>**

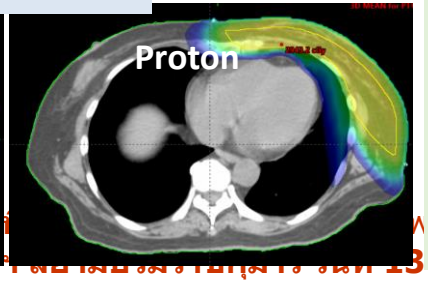


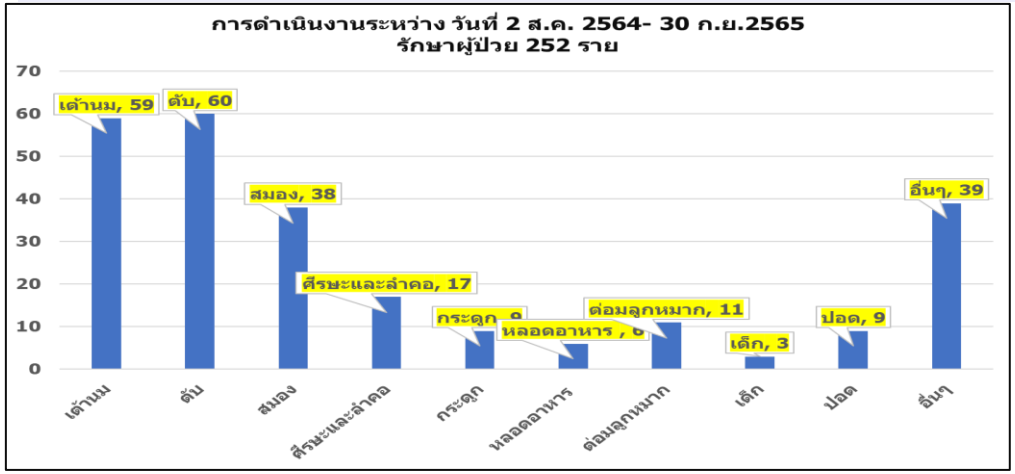


มะเร็งสมองในเด็ก

มะเร็งเต้านม







<u>หมายเหตุ</u>

- ค่าเครื่อง 1200 ล้านบาทบำรุงรักษาประมาณ 100 ล้าน/ปี
- ค่าใช้จ่ายในการรักษาครั้งละ 45,000 บาท(ในเวลาราชการ)และ 54,000 บาท(นอกเวลาราชการ)
- บางคน/บางโรคก็ฉาย 5 ครั้ง แต่บางคน/บางโรค อาจจะฉาย 20,30,35,39,44 ครั้ง

2.2 โครงการสร้างภาพตัดขวางด้วยลำอนุภาคโปรตอน (proton Computed Tomography, pCT)(มทส.,สดร.,สซ., รพ.จุฬา, ราชภัฏนครปฐม, Uni. of Bergen และ GSI)

Silicon sensors

1.วัตถุประสงค์

1.1 ออกแบบและสร้างต้นแบบของระบบสร้างภาพตัดขวางจากลำอนุภาคโปรตอนเพื่อระบุตำแหน่งเซลล์มะเร็งในผู้ป่วยสำหรับวางแผนรักษาโรคมะเร็งด้วยอนุภาคโปรตอน

1.2 พัฒนาระบบประมวลผลภาพ 3 มิติของภาพตัดขวางจากเซนเซอร์ซิลิกอนแบบ CMOS

1.3 ออกแบบและพัฒนาเซนเซอร์ซิลิกอนแบบ CMOS สำหรับ เครื่อง pCT

2.นักวิจัย

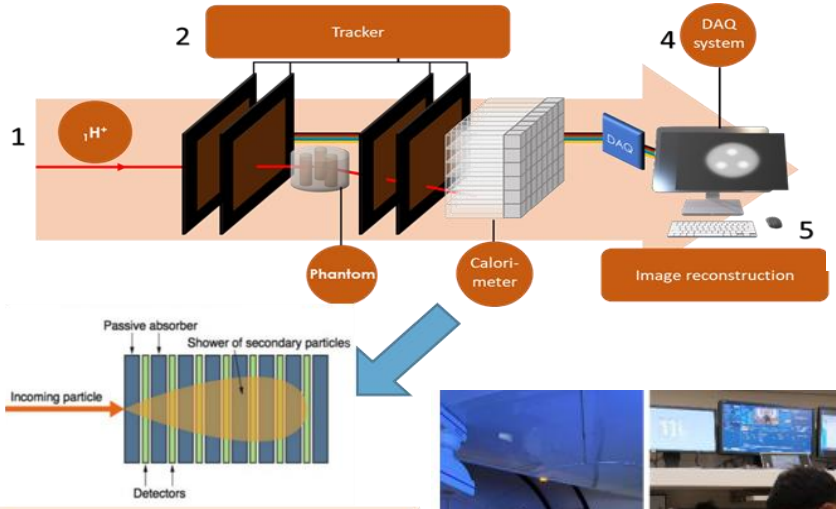
- **มทส**:ผศ.ดร.ชิโนรัตน์ กอบเดช(หัวหน้าโครงการ) ดร. ณรงค์ฤทธิ์ ฤทธิ์จอหอ,ผศ. ดร. คริสทอฟ เฮโรล์ด ,ผศ. ดร. ชุติมา ตลับนิล
- **สซ**: ดร. ณรงค์ จันทร์เล็ก
- **รพ.จุฬา**: ดร. ทวีป แสงแห่งธรรม
- **ราชภัฏนครปฐม**:รศ. ดร. จักรพงษ์ แก้วขาว
- **Uni. of Bergen** : Prof. Dr. Dieter Roehrich **GSI** : Dr. Martina Christina Fuss

3.งบประมาณ 20 ล้านบาท(จากศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์และสกว (ปัจจุบันคือสกสว))

4.ระยะเวลา 10 ปี (เริ่มปี2563)

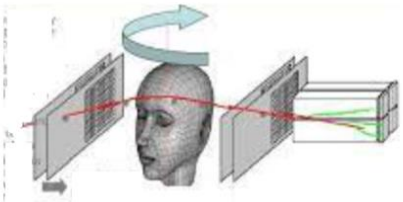
- **5ปีแรก**: ต้นแบบรุ่นที่1(เซนเวอร์เดี่ยวในแต่ละชั้น)
- **5ปีหลัง**: ทดสอบการใช้งาน เพื่อนำไปพัฒนาต้นแบบรุ่นที่ 2 (เพิ่มจำนวนเซนเซอร์เป็นarray)

5.ไดอะแกรมของproton Computed Tomography

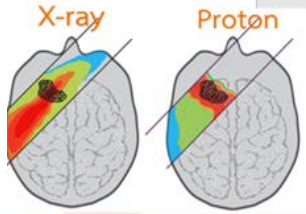


Calorimeterประกอบด้วย
- absorber ดูดซับเพื่อลดระดับพลังงานอนุภาค
- detector เป็นตัววัดสัญญาณ

นักวิจัยทดลองที่ศูนย์โปรตอนฯ



6.โปรตอนให้ปริมาณรังสีต่ำต่อเนื้อเยื่อปกติแต่สูงที่เซลล์มะเร็ง



7.ผลงานตีพิมพ์

7.1 **A High-Granularity Digital Tracking Calorimeter Optimized for Proton CT**, *Frontier in Physics*, 8 (2020) 568243

7.2 **Validation of a pseudo-3D phantom for radiobiological treatment plan verifications,** *Physics in Medicine and Biology*, 65 (2022), 225039

7.3 **Investigating particle track topology for range telescopes in particle radiography using convolutional neural networks**, *Acta Oncologica*, 60 (2021) 1413

7.4 **Helium radiography with a digital tracking calorimeter—a Monte Carlo study for secondary track rejection,** *Physics in Medicine and Biology*, 66 (2021) 035004

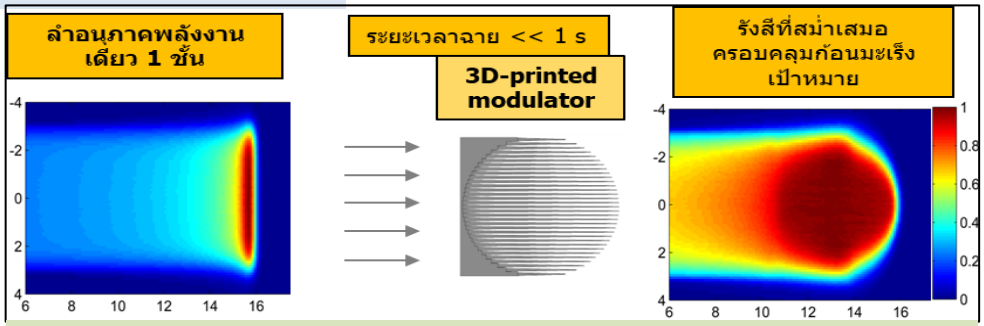
7.5 **3D high resolution clonogenic survival measurement of xrs-5 cells in low-dose region of carbon ion plans,** *International Journal of Radiation Biology*, 2022

3. ความร่วมมือจุฬาฯ- GSI/FAIR ในปี 2565(1/2)

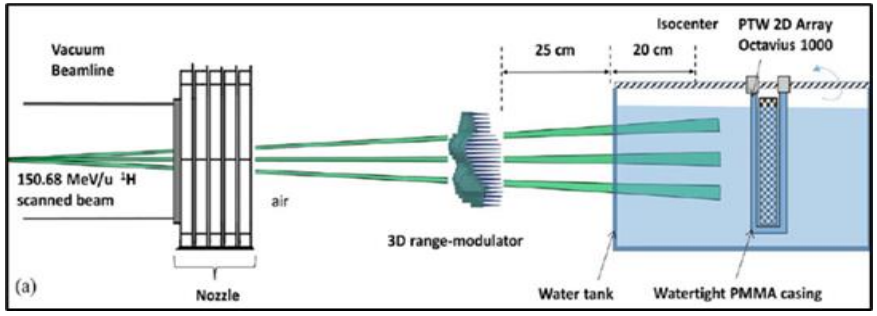
- น.ส.วริศรา จารุจินดา
- นักศึกษาป.โท
- ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬา

- **พ.ศ. 2562** ค่ายฤดูร้อนGSI/FAIRตอนป.ตรีศึกษาเรื่องโปรตอนบำบัดมะเร็ง
- **พ.ศ.2564** ขณะอยู่ประเทศไทยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(FLUKA)สร้าง 3D-printed modulatorและจำลองรักษาโรคมะเร็งหรือเนื้องอกบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวตามการหายใจ เช่น มะเร็งปอด มะเร็งตับ โดยการฉายลำอนุภาคค่าเดียวในเวลาอันสั้น (<< 1 วินาที) เพียงพอที่ผู้ป่วยจะสามารถกลั้นหายใจครั้งเดียว
- **<u>11 ม.ค. – 10 มิ.ย. 65</u>** ไปทำวิจัยเพิ่มเติมที่ GSI/FAIR กับ Dr. Ulrich Weberเพื่อยืนยันผลการจำลองที่ทำเมืองไทยว่าสอดคล้องกับผลวิจัยนานาชาติที่มีมาก่อนหรือไม่

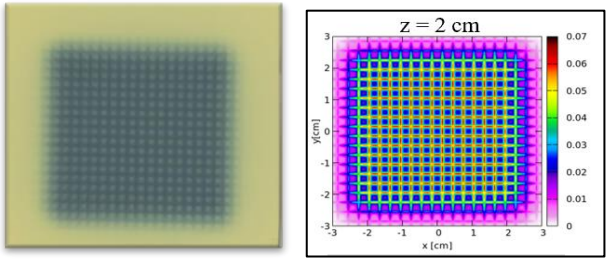
- Dr. Ulrich Weber
- Biophysics Dpt. GSI/FAIR



ลำไอออนพลังงานค่าเดียว(ซ้าย)ฉายผ่าน 3D Printed Modulatorไปครอบคลุมเนื้องอกเป้าหมาย (ขวา) Ref: Y. Simeonov et al 2017



ลักษณะการจัดวาง 3D-printed modulator ในการทดลอง Ref: Y. Simeonov et al 2022



radiochromic filmของการทดลองที่เดนมาร์ก(ซ้าย) กับผลการวิจัยของวริศรา(ขวา)ซึ่งสอดคล้องกัน

วัตถุประสงค์ (1)ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการกระจายของรังสีนด้านหลัง 3D-printed modulatorจากการจำลองด้วย FLUKA
(2) หาระยะใกล้เป้าที่สุดในการวาง 3D-printed modulator เพื่อให้รังสีกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเนื้อเยื่อของผู้ป่วยที่แต่ละระดับความลึก

ผลการวิจัย

1. โปรแกรม FLUKA สามารถจำลองโครงสร้างของ 3D-printed modulator ตามต้องการได้
2. ควรวาง 3D-printed modulator ห่างจากตัวผู้ป่วยเป็นระยะ 30-50 ซม.
3. ผลจากการจำลองด้วยโปรแกรม FLUKA ของวริศราสอดคล้องกับradiochromic film ของการทดลองจริงที่เดนมาร์กซึ่งมีมาก่อน

หมายเหตุ
(1) เข้าร่วมการทดลอง Carbon ion FLASHระหว่าง 26 - 27 พ.ค. 65ที่GSI/FAIRด้วย
(2) **วริศรากำลังจะจบป.โทและDr.Weberกำลังหาทุนป.เอกให้ไปศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยในเยอรมัน**

ภาพหลังนำเสนอผลการวิจัยให้แก่คณาจารย์และนักฟิสิกส์การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

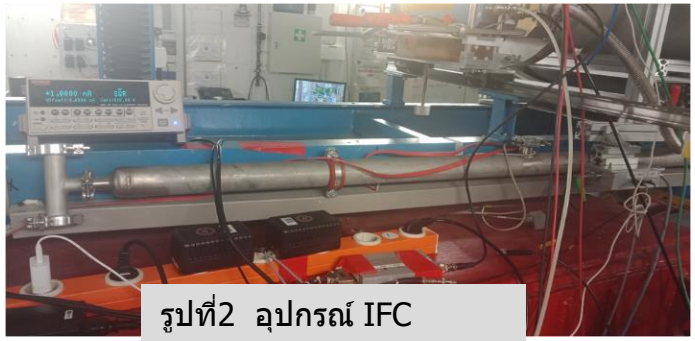
การเสนอผลงานแบบบรรยายที่งานประชุมวิชาการ SPC2022

3. ความร่วมมือจุฬาฯ- GSI/FAIR ในปี 2565 (2/2):เรื่อง FLASH

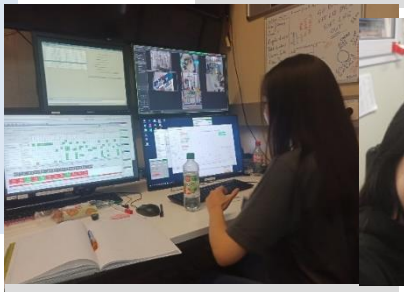
- FLASH เป็นการบำบัดมะเร็งแบบใหม่ที่คาดว่ามีประโยชน์มากในอนาคต ”Flash” ให้ความหมายของสายฟ้าแลบ(lightning)
- เพื่อฉายรังสีที่โดสสูงห้วงสั้นๆ2-3ห้วงๆละต่ำกว่า 100 มิลลิวินาที
- การทดลองแบบ in-vivo(ในเซลล์หรือสัตว์ทดลอง)ของFLASHพบว่าการใช้อิเล็กตรอนที่โดสสูงทำอันตรายต่อเซลล์ปกตินน้อย**<u>แต่ให้ประสิทธิภาพเทียบเท่าวิธีที่ใช้โดสปกติในการหยุดการเติบโตของมะเร็ง</u>**

รูปที่ 1 setup ของ การทดลอง Carbon ion FLASH

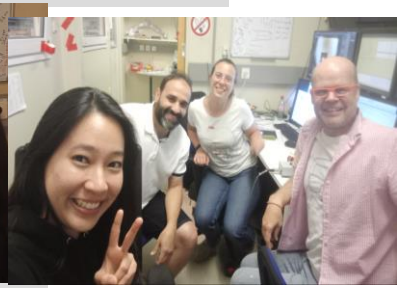
- วริศราได้เข้าร่วมการทดลอง Carbon Ion FLASH Experiment ระหว่าง 26 - 27 พ.ค. 2565
  1. เตรียมการทดลอง และ calibrate อุปกรณ์ขยายและแปลงสัญญาณจาก Ionization Chamber ให้เป็นความถี่(Current-to-Frequency Converters :IFC)
  2. ควบคุมการฉายลำคาร์บอนไอออนไปยังสัตว์ทดลอง 2 ลักษณะตามความต้องการของกลุ่มวิจัยที่ศึกษาต่างกัน คือ (1) กลุ่มวิจัยจาก Biophysics group ของ GSI/FAIR และ(2)กลุ่มวิจัยจาก German Cancer Research Center (DKFZ)
- ทำให้ได้รับประสบการณ์และความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการการทดลองด้านรังสีการแพทย์ และโอกาสร่วมงานกับนักวิจัยจากนานาชาติ



รูปที่2 อุปกรณ์ IFC



รูปที่ 3 การทดลอง Carbon ion FLASH



รูปที่4 วริศรากับ Dr. Uli Weber (ขวาสุด) และนักวิจัยผู้ร่วมทำการทดลอง

การนำเสนอผลงานวิชาการ

- นำเสนอผลงานแบบบรรยายที่งานประชุมวิชาการ Siam Physics Congress 2022 (SPC2022) ซึ่งจัดขึ้นที่ Khao Yai Convention Center (KYCC) จ. นครราชสีมา ระหว่างวันที่ 22 - 24 มิ.ย. 65
- บทความวิจัยในหัวข้อ “3D Range-Modulators for Proton Therapy: Near Field Simulations with FLUKA and Comparison with Film Measurements” ซึ่งจะถูกตีพิมพ์ในวารสาร *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)* ของสำนักพิมพ์ *IOP*

More at https://www.gsi.de/en/start/news/details/2021/06/16/flash-fuer-schwerionen-bestrahlung

4. โครงการคัดเลือกนักศึกษาเพื่อเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อนที่ GSI / FAIR

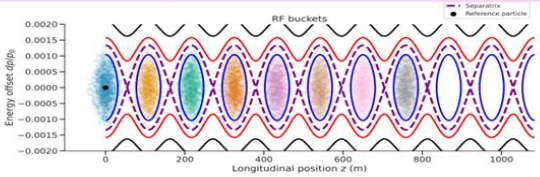
ความเดิม: GSI/FAIR ทุลเกล้าฯ ถวายทุน นักศึกษาไทยเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อน ปีละ 2 คน ตั้งแต่ 2560-65 มี 4 รุ่น รวม 8 คน (ปี 2560, 61, 62, และ65) อนึ่ง เนื่องจาก covid-19 ทาง GSI/FAIR ต้องยกเลิก 2 ปี (ปี 2563และ64)

- ในปี 2566 GSI/FAIR ทุลเกล้าฯ ถวายทุน 2 คน ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดย GSI/FAIR สนับสนุนค่าใช้จ่ายรายเดือนและที่พัก ประเทศไทยสนับสนุนค่าเดินทางและค่าเบี้ยเลี้ยงเพิ่มเติม

2.1นักศึกษาค่ายฤดูร้อน GSI / FAIR รุ่นที่ 4 ปี 2565 (2022) 25 กรกฎาคม–15 กันยายน 2565

- นายธิติ อึ่งเจริญ
- ปริญญาตรี ชั้นปี 4
- คณะวิทยาศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์
- เกรดเฉลี่ย : 3.93

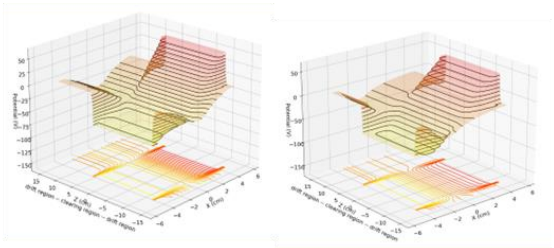
หัวข้อวิจัย:ความไม่เสถียรแบบคู่ควบในทิศตามขวางภายในเครื่องเร่งอนุภาค SIS100โดยที่ถังใส่อนุภาคบางถังว่างเปล่า (Transverse coupled-bunch instability with empty buckets in SIS100)



แบบจำลองเครื่องเร่งอนุภาค SIS100 ที่มีถังใส่อนุภาคว่างสองถัง จากการจำลองด้วยแบบจำลอง PyHEADTAIL

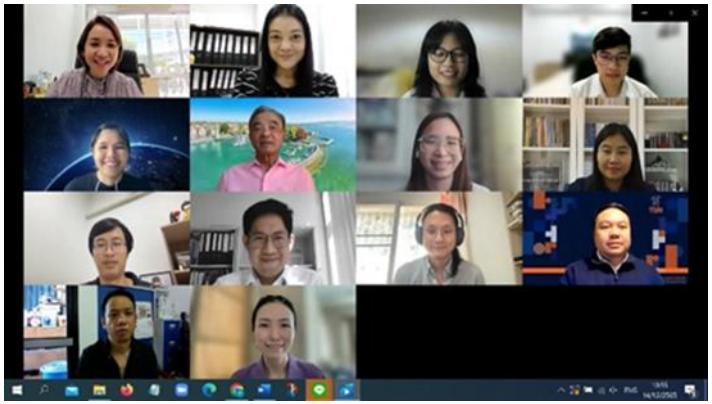
- นางสาวสุรวดี คำมี
- ภาคฟิสิกส์และวัสดุ ม.เชียงใหม่
- ปริญญาตรี ชั้นปี 3
- เกรดเฉลี่ย : 3.79

หัวข้อวิจัย:การพัฒนาของระบบหล่อเย็นด้วยอิเล็กตรอนทีCRYRING@ESR (Developments at the CRYRING@ESR Electron Cooler)



บริเวณที่มีการกำจัดไอออนเมื่อลำอิเล็กตรอนอยู่ตรงกลางและขยับไปทางแกน -x 2 เซนติเมตร

2.2 การคัดเลือกนักศึกษาเพื่อเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อน GSI / FAIR ปี 2566 (2023)



คณะกรรมการคัดเลือก สัมภาษณ์ นักศึกษา
เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2565

นักศึกษาที่ได้รับคัดเลือกเข้าค่ายฤดูร้อน
HGS-HIRe Summer Student Programme 2023
รุ่นที่ 5 ปี (2566) ณ สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี
25 กรกฎาคม – 14 กันยายน 2566

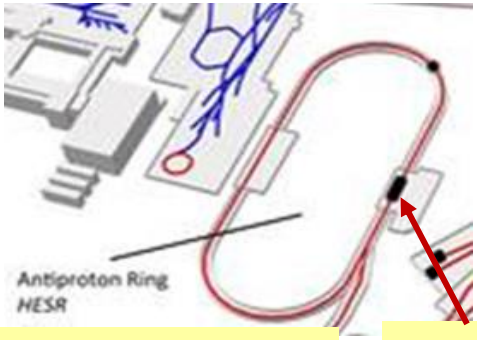
(1) **นางสาวเยาวลักษณ์ บัวนิล** อายุ 21 ปี
กำลังศึกษา ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย**เทคโนโลยีสุรนารี**
เกรดเฉลี่ยสะสม 3.69

(2) **นางสาวนันทนา มนต์คาถา** อายุ 23 ปี
กำลังศึกษา ปริญญาโท ชั้นปีที่ 1
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
เกรดเฉลี่ยสะสม 3.68 (ปริญญาตรี)

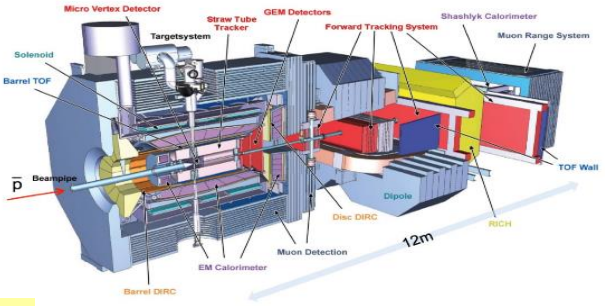
5. ความร่วมมือกับสซ. ปี 2565 : การร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้าของสถานี PANDA(1/3)

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

- **เมื่อ 11 มีนาคม 2562** ที่การประชุมPanda Collaboration ที่กระบี่ ได้มีการลงนาม EoI ระหว่าง PANDAกับม.สุรนารี สซ.และม.เชียงใหม่เพื่อร่วมมือกันในการและโครงการที่(1)ออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ควบคุมหน่วยตรวจวัด Forward Trackers โครงการที่(2)ออกแบบและสร้างเมคานิกส์ของหน่วยตรวจวัดForward Trackers และโครงการที่(3)พัฒนาระบบเลือกอนุภาคเกิดใหม่ด้วยปัญญาประดิษฐ์ของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง
- **Prof.Klaus Peters ซึ่งเป็น PANDA spokespersonได้เดินทางมาลงนามกับฝ่ายไทยซึ่งมี ดร.ชิโนรัตน์(ม.สุรนารี) ดร.กีรติ มานะสถิตพงศ์(สซ.)และดร.สาคร ริมแจ่ม(ม.เชียงใหม่)**



วงแหวนกักเก็บแอนติโปรตอน HESR



สถานีทดลอง PANDA

ภาพขยายสถานีทดลองแพนดา

- **สถานี PANDA** (anti**P**roton **AN**nihilations at **DA**rmstadt)สร้างขึ้นเพื่อตรวจวัดผลที่เกิดจากการชนกันของแอนติโปรตอนชนกับโปรตอนเป้านิ่ง(และธาตุอื่นในอนาคต)
- แอนติโปรตอนพลังงาน 15 GeV/c^2 อยู่ในวงแหวนกักเก็บชื่อ HESR (High Energy Storage Ring)

3. วัตถุประสงค์ สร้างความร่วมมือ**ระหว่างสซ. และ GSI/FAIR** ในงานวิจัยระดับสูงเพื่อรับถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความซับซ้อนสูง ร่วมกัน 2 โครงการได้แก่

- **โครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker** ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดเส้นทางเดินของลำอนุภาคที่เกิดขึ้นจากอันตรกริยาต่าง ๆ ในทิศทางไปข้างหน้า
- **โครงการออกแบบและสร้างโครงสร้างเชิงกลของชุดทดแทน Tracking Module สำหรับ Forward Spectroscopy** พัฒนาระบบเชิงกลสำหรับรองรับชุดทดแทนของอุปกรณ์ Forward Tracker ตัวที่ 5 และ 6 ซึ่งได้รับการบริจาคจาก Outer Tracker ของ CERN เนื่องจากทาง PANDA ไม่สามารถจัดสร้างได้ทันในเฟสแรกของการทดสอบเครื่อง โครงการนี้ทำให้นักวิจัยและวิศวกรของสซ.มีประสบการณ์ในการออกแบบระบบเชิงกลที่มีความซับซ้อนสูงรวมทั้งเข้าร่วมติดตั้งและทดสอบระบบหัววัดที่ซับซ้อนร่วมกับเจ้าหน้าที่ของ PANDA

2. รายชื่อนักวิจัย (สซ.)

ดร. กีรติ มานะสถิตพงศ์ (นักวิจัยผู้ประสานงานโครงการ)

- นายนฤพนต์ ว่องประชานุกูล (วิศวกร ส่วนงานระบบควบคุม)
- นายสุรชัย ผ่องอำไพ (วิศวกร ส่วนงานระบบเชิงกล)
- นายพงจักร ธราวรกาญจน์ (วิศวกร ส่วนงานระบบเชิงกล)

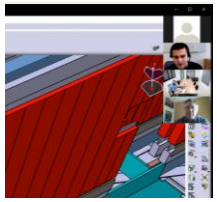
4.งบประมาณ – ตลอดโครงการ≈ 18 ล้านบาท แบ่งเป็น

- สร้างระบบควบคุม ≈ 1 ล้านบาท
- สร้างและขนส่งระบบเชิงกล ≈ 15 ล้านบาท
- ค่าใช้จ่ายสำหรับเดินทางไปประชุมและติดตั้งอุปกรณ์ ≈ 2 ล้านบาท

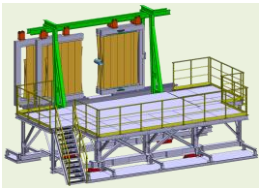
ปีงบประมาณ 2566 ได้ของบประมาณไปยังแหล่งทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม บพค.แล้ว ≈ 3 ล้านบาท

5. ความร่วมมือกับสซ. ปี 2565 : การร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้าของสถานี PANDA(2/3)

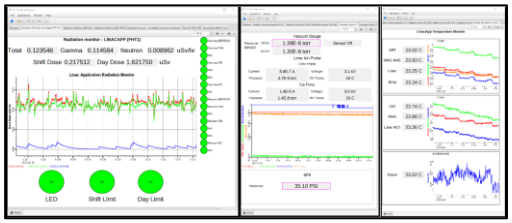
5. การดำเนินงานปี 2565



การประชุมผ่านระบบออนไลน์ร่วมกับเจ้าหน้าที่ของ GSI



แบบ conceptual design ของโครงสร้างเชิงกล



การแสดงผล การควบคุมและการเก็บข้อมูลต่างๆ ด้วยโครงสร้างสำหรับระบบควบคุม

5.1 ประชุมร่วมกับเจ้าหน้าที่ของ GSI จำนวน 4 ครั้ง ได้ข้อสรุป (1) กรอบเวลาในการพัฒนาระบบต่าง ๆ ของสถานีทดลอง PANDA (2) รายละเอียดในการออกแบบโครงสร้างเชิงกล เช่น ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ รายละเอียดอุปกรณ์ที่ยึดเข้ากับโครงสร้าง เป็นต้น (3) หารือเรื่องวัสดุต่าง ๆ ของโครงสร้าง (4) รายละเอียดของ platform ที่ใช้รองรับโครงสร้าง

5.2 โครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker (ออกแบบ)

- ได้แบบ conceptual design ของโครงสร้างเชิงกล โดยทาง PANDA จะเป็นผู้รับผิดชอบ platform และคานที่จะรองรับโครงสร้างเชิงกล
- PANDA เห็นชอบแบบที่ทางสซ.ได้ออกแบบเบื้องต้นแล้ว โดยจะออกแบบโดยละเอียดหลังจากได้ข้อมูลของ platform ในเดือนม.ค 2566

5.3 โครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker (ทดสอบ)ได้ทดสอบโครงสร้างระบบควบคุมเพิ่มเติมที่สซ.

- ติดตั้งโครงสร้างสำหรับระบบควบคุมด้วยชุดซอฟท์แวร์ EPICS ณ.เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนแล้วเสร็จประมาณ 80% เหลือการเชื่อมต่อระบบย่อยของสถานีวิจัยต่างๆ เข้ากับโครงสร้างหลักของระบบเครื่องเร่งอนุภาค
- ทดสอบการแสดงผล การควบคุมและการเก็บข้อมูลต่างๆด้วยโครงสร้างสำหรับระบบควบคุมแล้วเสร็จ
- เริ่มต้นพัฒนาระบบสนับสนุนที่จำเป็นตามรายงานเชิงเทคนิคของ PANDA เช่น ระบบตั้งค่าอุปกรณ์อัตโนมัติ ระบบแจ้งเตือน เป็นต้น

5.4 จัดอบรมเจ้าหน้าที่ ใช้งาน EPICS การใช้งานระบบ EPICS จำนวน 16 คน เนื้อหาการใช้งานโครงสร้างของระบบควบคุม

6. แผนการดำเนินงานปี 2566

โครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker	
พ.ย. 65	จัดซื้ออุปกรณ์วัดสัญญาณ
ม.ค. 66	ทดสอบระบบควบคุมต้นแบบ
ก.พ.– พ.ค. 66	พัฒนาระบบควบคุมระบบจริง
มิ.ย. 66	ทดสอบระบบควบคุม ณ.สซ.
ก.ย. 66	ศึกษาการติดตั้งระบบควบคุมเข้ากับระบบของ PANDA

โครงการออกแบบและสร้างโครงสร้างเชิงกลของชุดทดแทน Tracking Module สำหรับ Forward Spectroscopy	
ม.ค. 66	จัดทำแบบสำหรับโครงสร้างแล้วเสร็จ
มี.ค. 66	จัดซื้ออุปกรณ์สำหรับการผลิต
มี.ค.–ก.ย. 66	ผลิตโครงสร้างเชิงกล
ก.ย.– พ.ย. 66	ทดสอบโครงสร้างที่ผลิต
ธ.ค. 66	เตรียมการขนส่งโครงสร้างเชิงกลไปยัง PANDA

6.สรุป

1. สถาบัน GSI เป็นหน่วยงานที่ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นตั้งอยู่ทางตอนเหนือของเมืองดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี เพื่อวิจัยด้วยเครื่องเร่งอนุภาคไอออนหนัก
2. งานวิจัยมีทั้งวิทยาศาสตร์พื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ ที่สำคัญได้แก่ ฟิสิกส์พลาสมา ฟิสิกส์ของอะตอมโครงสร้างนิวเคลียสและปฏิกิริยาของนิวเคลียส ฟิสิกส์ชีวภาพและการแพทย์ เป็นต้น
3. สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ 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
4. ตั้งแต่ ส.ค.-ก.ย.65 ศูนย์โปรตรอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ให้การรักษาผู้ป่วยแล้ว 252 ราย โดยรักษามะเร็งตับ มะเร็งเต้านม มะเร็งสมอง และมะเร็งศีรษะและลำคอ มากที่สุด 4 อันดับแรก คาดว่าในปี 2566 จะรองรับผู้ป่วยได้ปีละ 300-400 คน
5. มทส.,สดร.,สซ., รพ.จุฬา, ราชภัฏนครปฐม ร่วมมือกับ Uni. of Bergen และ GSI ได้จัดทำโครงการสร้างภาพตัดขวางด้วยลำอนุภาคโปรตอน (proton Computed Tomography, pCT) ระยะเวลา 10 ปี (เริ่มปี 2563) ปัจจุบันการดำเนินงานทดสอบอยู่ในขั้นตอนการวัดอนุภาคโปรตอนที่รพ.จุฬาฯ ด้วยเครื่องต้นแบบ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างภาพตัดขวาง
6. น.ส.วริศรา จารุจินดานักศึกษาป.โท ฟิสิกส์ จุฬาฯ ปี 2562 เคยเข้าค่ายฤดูร้อนGSI/FAIR ในปี 2564 ขณะอยู่ประเทศไทยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์(FLUKA)สร้าง 3D-printed modulatorและจำลองรักษาโรคมะเร็งหรือเนื้องอกบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวตามการหายใจ และ ปี 2565 ได้ไปทำวิจัยเพิ่มเติมที่ GSI/FAIR และร่วมการทดลอง Carbon Ion FLASH Experiment ด้วย การเข้าร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่องจะทำให้ได้รับประสบการณ์และความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการการทดลองด้านรังสีการแพทย์ และโอกาสร่วมงานกับนักวิจัยจากนานาชาติ
7. GSI ทูลเกล้าฯ ถวายทุนสำหรับพระราชทานให้นักศึกษาไทยเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อน ปีละ 2 คน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2017 ปัจจุบันมี น.ศ. เข้าร่วมโครงการดังกล่าวแล้ว 8 คน ปี 2566 (2023) เริ่มคัดเลือกนักศึกษาฤดูร้อนใหม่นับเป็นรุ่นที่ ถ ไปอยู่ GSI ระหว่าง กรกฎาคม – กันยายน 2566
8. สซ.ร่วมออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดไปข้างหน้าของสถานีทดลอง PANDAของGSI/FAIR ปัจจุบันโครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker ได้แบบ conceptual design ของโครงสร้างเชิงกล โดยทาง PANDA เห็นชอบแบบที่ทางสซ.ได้ออกแบบแล้ว สำหรับโครงการพัฒนาระบบควบคุมสำหรับอุปกรณ์ Forward Tracker สซ.ได้ติดตั้งโครงสร้างสำหรับระบบควบคุมด้วยชุดซอฟท์แวร์ EPICS แล้วเสร็จประมาณ 80%

ประเด็นเสนอที่ประชุม

เพื่อรับทราบผลการดำเนินงาน ปี 2565
และเห็นชอบแผนการดำเนินงาน ปี 2566

จบ

การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศ ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องสืบเนื่องเพื่อพิจารณา : ผลการดำเนินงานปี 2565 และแผนดำเนินงานปี 2566 โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามพระราชดำริฯ

3.1 โครงการความร่วมมือไทย – KATRIN และ KITตามพระราชดำริฯ

3.2 โครงการความร่วมมือไอซ์คิวบ์ตามพระราชดำริฯ

3.3 โครงการความร่วมมือไทย – สิงคโปร์เพื่อพัฒนานาฟิกาอะตอมเชิงแสงตามพระราชดำริฯ

3.4 โครงการความร่วมมือไทย - GSI/FAIR ตามพระราชดำริฯ

3.5 โครงการความร่วมมือไทย – เดซี ตามพระราชดำริฯ

3.6 โครงการความร่วมมือไทย – เซิร์น ตามพระราชดำริฯ

3.7 โครงการความร่วมมือไทย – สภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติจีน ตามพระราชดำริฯ

3.8 โครงการวิจัยขั้วโลกตามพระราชดำริฯ

3.9 โครงการภาคีวิศวกรรมชีวการแพทย์ (Biomedical Engineering Consortium) ตามพระราชดำริฯ