วาระที่ 3.4

โครงการความร่วมมือไทย - GSI/FAIR

ตามพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
(ประจำปี 2568)

รายงานเมื่อ
16 มีนาคม 2569

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

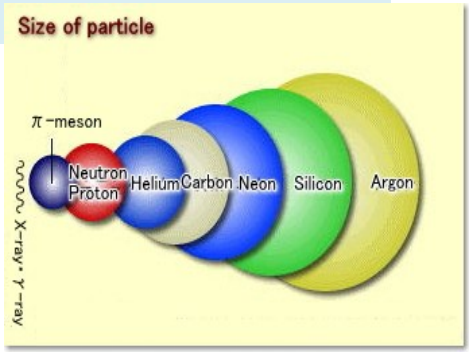
1. สถาบันวิจัยไอออนหนักเฮล์มโฮลทซ์จีเอสไอ (GSI Helmholtz Center for Heavy Ion Research)

- ได้รับการสนับสนุนจากทั้งรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อวิจัยด้านไอออนหนัก
- ตั้งอยู่**ทางตอนหนือ**ของเมือง**ดาร์มสตัดท์ ประเทศเยอรมนี**
- ก่อตั้งเมื่อ ค.ศ. 1969 เป็นสมาคมวิจัยไอออนหนัก (Society for Heavy Ion Research)เรียกย่อ ๆ ว่า **GSI(Gesellschaft für Schwerionen forschung)**
- ต่อมาจึงเปลี่ยนมาเป็นชื่อปัจจุบันในฐานะสมาชิกของเฮล์มโฮลทซ์
- งานวิจัยมีทั้งพื้นฐานและประยุกต์ทางฟิสิกส์ ที่สำคัญได้แก่ **ฟิสิกส์พลาสมา 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

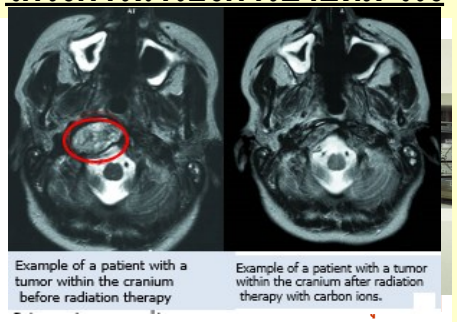
- สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารีเสด็จเยือน GSI/FAIR **เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2560** และทรงเป็นประธานการลงนามข้อตกลงความร่วมมือ (MoU) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ GSI/FAIR จำนวน 5 หน่วยงาน คือ (1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2) รพ.จุฬาลงกรณ์ (3) ม.เทคโนโลยีสุรนารี (4) สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)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

- เริ่มก่อสร้างค.ศ.2017คาดว่าจะเริ่มทดสอบค.ศ.2025 ของโครงการใหม่ชื่อ **Facility for Anti proton and Ion Research (FAIR) ซึ่งเป็นโครงการนานาชาติ** ใช้ปฏิโปรตอนและไออ็อนในการวิจัย ลงทุน 3.3 พันล้านเหรียญอียู
- มี 9 ประเทศร่วมลงทุน(share holders)ได้แก่**ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เยอรมนี อินเดีย โป แลนด์ โรมาเนีย รัสเซีย สโลวาเนียและสวีเดน**
- ประเทศไทยได้เริ่มเข้าร่วมกิจกรรมของ**PANDA Experiment**

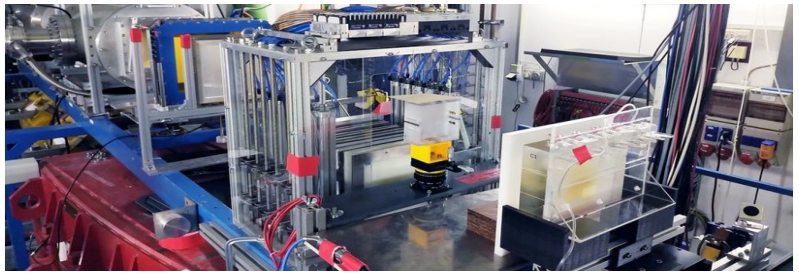


ตามแผนFAIRจะมี4 Experimentsคือ
APPA : Atomic , Plasma Physics and Applications
PANDA : Antiproton Annihilation at Darmstadt
CBM : Compressed Baryonic Matter
NUSTAR : Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions

โครงการนำร่องการบำบัดมะเร็ง



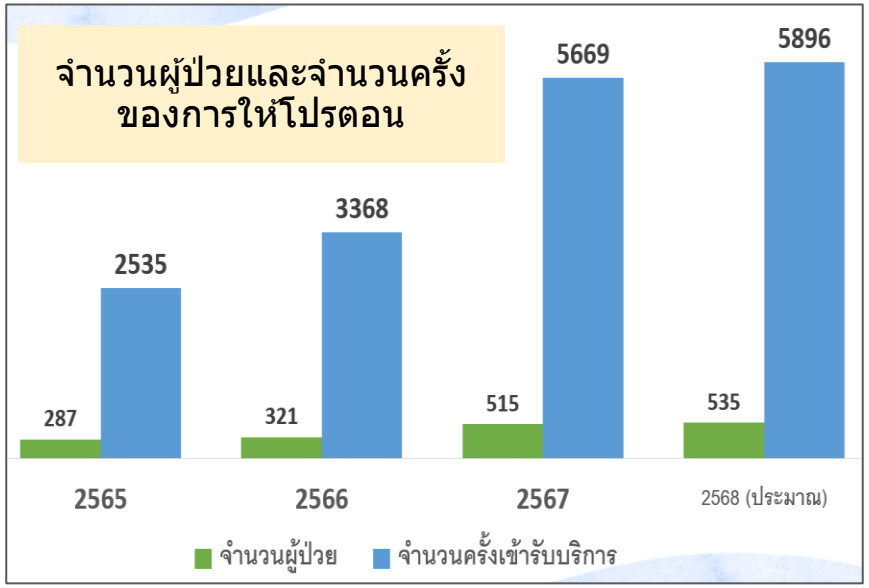
- ระหว่าง ค.ศ. 1997-2008 จีเอสไอเปิดให้บริการบำบัดมะเร็งด้วย**ไอออนของคาร์บอน** ร่วมกับมหาวิทยาลัยไฮเดลเบิร์ก สถาบันวิจัยมะเร็งเยอรมัน และศูนย์วิจัยโรเซนดอร์ฟใกล้เมืองเดรสเดน
- บำบัดคนไข้ราว 450 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมะเร็งบริเวณฐานของกระโหลกศีรษะ เป็นคนไข้นอกที่มารับการบำบัดราว 30 นาทีต่อครั้งจำนวน 20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

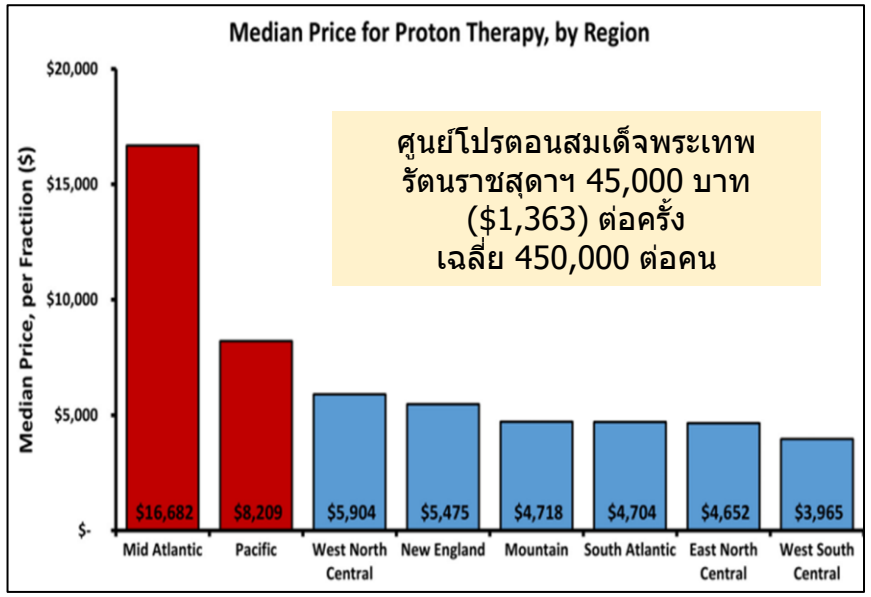


- (GSIมิถุนายน2021)ได้มีการทดลองครั้งแรกของ **FLASH "lightning " irradiation ด้วยอิเล็กตรอน** ที่บำบัดด้วยปริมาณรังสีสูงในเวลาที่สั้น(<100 ms)กว่าวิธีเดิมที่ใช้รังสีต่ำแต่เวลานาน
- พบว่า FLASHเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อปกติน้อยลง

2.ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพ รัตนราชสุดาฯ รพ.จุฬา2568(1/2)

ผู้ป่วยรายแรก 2 สิงหาคม 2564





<u>หมายเหตุ</u>:ปี 2568 จะใกล้เคียงกับปี 2567 เพราะถึง maximum capacity ของเครื่องแล้ว ศูนย์โปรตอนที่อื่น มีค่าเฉลี่ยทำได้ประมาณ 300 คน/ห้อง/ปี แต่ที่ จุฬา ทำได้ถึง 500 คน/ห้อง/ปี

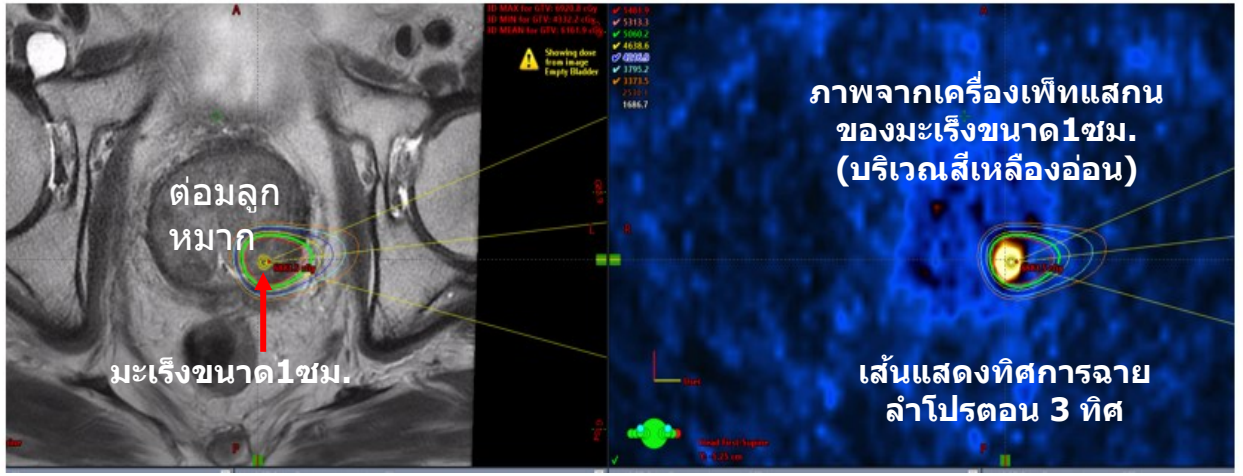
การเบิกจ่ายค่ารักษาด้วยอนุภาคโปรตอน

- 1 มิถุนายน 2566 กรมบัญชีกลาง ให้เบิกค่ารักษาด้วยอนุภาคโปรตอน โดยมีข้อบ่งชี้
  - ✓ เนื้องอกและมะเร็งในเด็ก (อายุไม่เกิน ๑๕ ปี)
  - ✓ เนื้องอกและมะเร็งที่ไม่สามารถรักษาด้วยรังสีเอ็กซ์/โฟตอน ได้อย่างปลอดภัยเนื่องจากมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตรายต่อชีวิต
- เมษายน 2567
  - ✓ สปสช ให้งบ 50 ล้านบาท/ปี + เริ่ม โครงการเพิ่มสิทธิประโยชน์การรักษาด้วยโปรตอน ด้วยข้อบ่งชี้เดียวกับกรมบัญชีกลาง ของ สปสช (ขอประเมินเป็นรายปี)

รศ. นพ. ชลเกียรติ ขอประเสริฐ
ผอ. ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

ความต้องการมากขึ้น

- ให้บริการรักษาผู้ป่วยด้วยอนุภาคโปรตอนแห่งแรกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
- ปัจจุบัน 1 สถานี ให้บริการเต็มศักยภาพ (472 ครั้ง/เดือน, 6.00-21.00 น.) ผู้ป่วยต้องรอคอยเฉลี่ย 60 วัน
- ขณะนี้อยู่ระหว่างการของบประมาณ เพื่อเพิ่มเครื่องอนุภาคโปรตอนอีก 2 สถานี



ผู้ป่วยอายุ 78 ปี มีมะเร็งต่อมลูกหมาก เคยได้รับการฉายรังสีแอ็กซ์เต็มทั้งต่อมลูกหมากมาก่อน ต่อมามีโรคกลับซ้ำ จึงได้รับการฉายโปรตอนไปยังจุดที่โรคกลับซ้ำ หลังการรักษา 2 ปี เมื่อตรวจเลือดแล้วไม่พบค่ามะเร็ง

2.ศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ รพ.จุฬา2568(2/2)

วันที่ 22 ธันวาคม 2565 สมเด็จพระ ราชาธิบดี ชิกเม เคซาร์ นัมเกยล วังชุกและสมเด็จพระราชินี แห่งประเทศภูฏานเสด็จเยี่ยมศูนย์โปรตอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

ภาพกิจกรรมประชุมวิชาการโปรตอนระดับชาติ ปี 2565 และ 2568

การจัดประชุมวิชาการโปรตอนระดับชาติ เมื่อ ปี 2565 และ 2568

Next PTCOG Conferences

- เจ้าภาพในการจัดงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติประจำปี 2570 ของ PTCOG (Particle Therapy Cooperative Group, แพทย์+นักฟิสิกส์+นักรังสีการแพทย์ > 1,200 คน)

PTCOG 64	François Baclesse Comprehensive Cancer Center and CYCLHAD SAS, Caen, France	June 8-13, 2026
PTCOG 65	Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn Proton Center, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok, Thailand	May 18-23, 2027 (date provisional)
PTCOG 66	Mayo Clinic in Florida - Mayo Clinic, Department of Radiation Oncology, Jacksonville, FL.	June 4-9, 2028 (date provisional)

3. โครงการการตอบสนองของ (1) เซลล์มะเร็งสมองชนิด U87 (2) เซลล์มะเร็งท่อน้ำดีชนิด KKU-055 และ(3)เซลล์มะเร็งเยื่อหุ้มสมองชนิด HKBMM ต่อการบำบัดด้วยรังสีเอกซ์ โปรตอนและนิวตรอน (BNCT) 2568 (1/2)

1. วัตถุประสงค์ (1) พัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงสายเซลล์มะเร็ง (cell line) แบบต่างๆ ด้วยเทคนิคแบบ 2 มิติ (ด้วยอาหาร 3 ชนิดรวมกันคือ DMEM + FBS + antibiotics) และ 3 มิติ (ด้วยอาหารชื่อ Matrigel) (2) ศึกษาการตอบสนองทางชีวภาพของเซลล์มะเร็งต่าง ๆ กับ รังสีเอ็กซ์ โปรตอน และ นิวตรอน (3) ศึกษาอัตราการรอดชีวิตของเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ หลังจากการฉายรังสี เช่น รังสีเอ็กซ์ โปรตอน และ นิวตรอน (BNCT) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการรักษา (**หมายเหตุ**:งานวิจัยด้านฟิสิกส์การแพทย์ และชีวรังสี ต่อยอดจากการไปทำวิจัยร่วมกับ GSI)

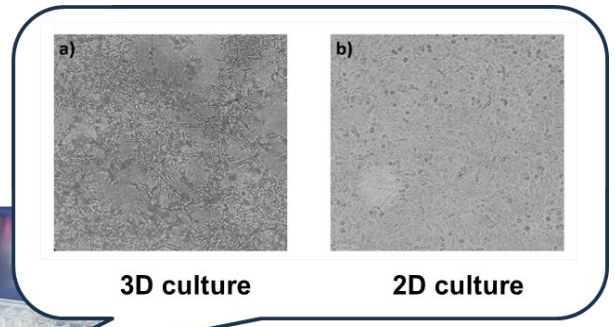
2. นักวิจัย หัวหน้าโครงการ:: ผศ. ดร. ชิโนรัตน์ กอบเดช
หน่วยงาน : ม.เทคโนโลยีสุรนารี จุฬาฯ ม.ราชภัฏนครปฐม ม.อุบลราชธานี
ผู้เข้าร่วม: รศ. ดร. ชุติมา ตลับนิน นาย จิตตินันท์ แสนภูวา
Dr. Dea Aulia Kartini นส.อัญชนิดา เตโช นายอติราช พิทักษ์ตระกูล นส.ยุวดี มะลาด ศ.ดร.จักรพงษ์ แก้วขาว ผศ.ดร.ทวีป แสงแห่งธรรม ดร.พงษ์นเรศ บุญถึง
ระยะเวลา: พ.ศ.2565-ปัจจุบัน
แหล่งทุน:กองทุน ววนประเภท Fundamental Fund ประมาณ 10 ล้านบาท

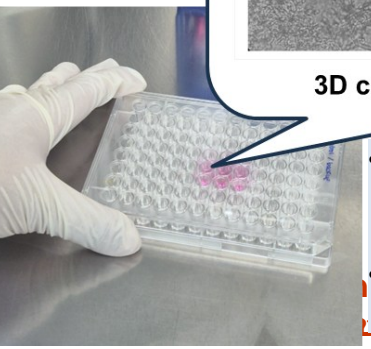
ผศ. ดร. ชิโนรัตน์ กอบเดช
หัวหน้านักวิจัย

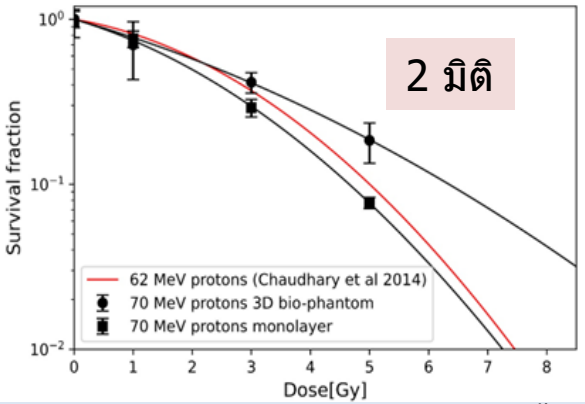
3. การเลี้ยงเซลล์แบบ 3 มิติ คือ สามารถจำลองสภาพแวดล้อมในร่างกายได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการเลี้ยงแบบ 2 มิติ ทำให้ผลการทดลองมีความแม่นยำและนำไปใช้ทางคลินิกได้ดียิ่งขึ้น

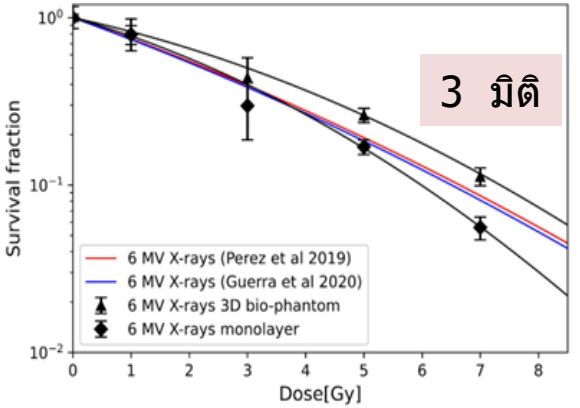
4. การตอบสนองทางชีวภาพเพื่อใช้ยืนยันว่าเซลล์มะเร็งถูกกำจัดในการทดลองนี้ **(1) การทดสอบ Clonogenic** เป็นการประเมินความสามารถของเซลล์เดี่ยวในการแบ่งตัวและความสามารถในการเจริญเติบโตเป็นกลุ่ม(colony)ได้ต่อไปหรือไม่ **(2) ความมีชีวิตของเซลล์ (Cell Viability)** เป็นการวัดว่าเซลล์ยังมีชีวิตและทำงานได้ตามปกติหรือไม่ **(3) γH2AX** เป็นการดูโปรตีนฮิสโตน(Histone) ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลจากความเสียหายของ DNA **(4) การหยุดวงจรเซลล์ (Cell Cycle Arrest)** เป็นยืนยันกระบวนการที่เซลล์หยุดการแบ่งตัวชั่วคราวหรือถาวรเมื่อเซลล์ตรวจพบความเสียหายของ DNA **(5) การแสดงออกของยีน (Gene Expression)** เป็นการวัดการผลิต RNA หรือโปรตีนจากยีนใดยีนหนึ่งในเซลล์ เพื่อประเมินว่าเซลล์ตอบสนองต่อรังสี อย่างไร

5. **ผลการดำเนินงาน : 5.1 การเพาะเลี้ยงเซลล์แบบ 2 และ 3 มิติ แล้วนำมาฉายด้วยรังสีเอกซ์และโปรตอนด้วยเครื่องที่ รพ. จุฬาฯ** เซลล์มะเร็งกลิโอบลาสโตมาของมนุษย์ (U87) คือ เซลล์มะเร็งสมองที่ซื้อเป็นcell line แล้ว นำเพาะเลี้ยงในเมทริเจล(Matrigel) ภายในหลุมเพลทขนาด 96 หลุม แล้วไปฉายด้วย**รังสีเอกซ์ และรังสีโปรตอน**









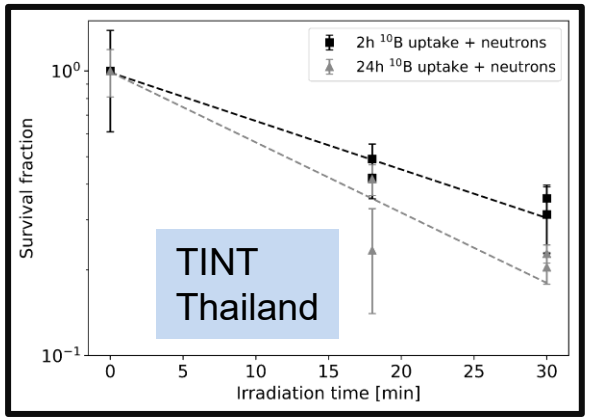
- เซลล์ที่เพาะเลี้ยงแบบสามมิติ (3D culture) **แสดงพฤติกรรมดื้อต่อรังสีหลังจากได้รับการฉายรังสีเอกซ์ และรังสีโปรตอน**
- ปัจจุบันยังไม่มีการทดลองที่เกี่ยวข้องกับ BNCT (Boron Neutron Capture Therapy)

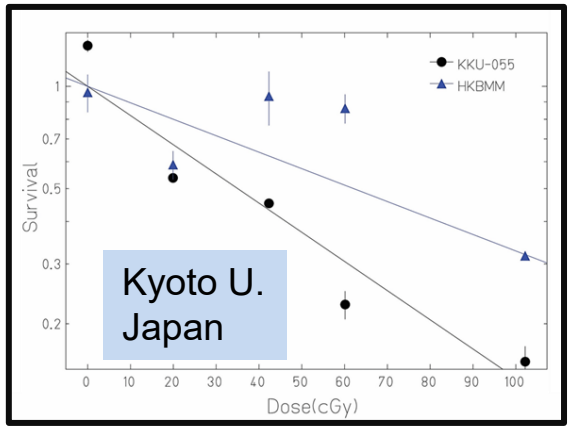
- **กราฟอัตราการรอดของเซลล์สายพันธุ์ U87** ในการเพาะเลี้ยงแบบสองมิติ (2D) และสามมิติ (3D) หลังจากได้รับการฉายรังสีโปรตอน (ด้านซ้าย) และรังสีเอกซ์ (ด้านขวา)
- พบว่าแบบ 3 มิติจะดื้อต่อรังสีเอกซ์และโปรตอนมากกว่าแบบ 2 มิติ ซึ่งใกล้ความเป็นจริงที่เซลล์มะเร็งในร่างกายจะอยู่แบบ 3 มิติมิใช่ 2 มิติ

3. โครงการการตอบสนองของ (1) เซลล์มะเร็งสมองชนิด U87 (2) เซลล์มะเร็งท่อน้ำดีชนิด KKU-055 และ (3) เซลล์มะเร็งเยื่อหุ้มสมองชนิด HKBMM ต่อการบำบัดด้วยรังสีเอกซ์ โปรตอนและนิวตรอน(BNCT) 2568 (2/2)

5.2 การทดลองด้วยนิวตรอน(BNCT) สำหรับมะเร็งท่อน้ำดี (Cholangiocarcinoma / Bile duct cancer) ชนิด KKU-055 ที่ได้รับจาก ม. ขอนแก่น

- การทดลองด้วยรังสีนิวตรอนที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์(องค์การมหาชน) หลังการฉายรังสี พบว่าอัตราการรอดของเซลล์มะเร็งชนิด KKU-055 **ลดลงเหลือประมาณ 20%** เนื่องจากพลังงานนิวตรอนสูงไม่เพียงพอ เพราะอัตราการรอดของเซลล์**ในทางปฏิบัติต้องลดลงต่ำกว่า 10%** จึงนำไปทดลองกับกับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยที่มหาวิทยาลัยเกียวโต(Kyoto University Research Reactor: KUR) พบว่าสามารถลดลงไปต่ำกว่า 10%





ผลงานที่ตีพิมพ์ HKBMM

นอกจากม.เกียวโตแล้วยังได้สร้างความร่วมมือกับศูนย์วิจัยการบำบัดด้วยนิวตรอน (ม.โอกายามะ)

อัตราการรอดของเซลล์ KKU-055 หลังการฉายรังสีด้วยนิวตรอนที่ TINT (Thailand Institute of Nuclear Technology)(ด้านซ้าย) และ การทดลองที่ม.เกียวโต (ด้านขวา) เซลล์สายพันธุ์ KKU-055 และ HKBMM ถูกฉายด้วยลำอนุภาคนิวตรอนที่มีฟลักซ์เท่ากับ 1.89 $\times 10^9$ $n\ cm^{-2}\ s^{-1}$ พบว่ามีความเสียหายของดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นและอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ลดลงต่ำกว่า 10%

5.3 การพัฒนาหน่วยตรวจวัดรังสีแบบเรืองแสงชนิดแก้วเพื่อใช้ทางการแพทย์

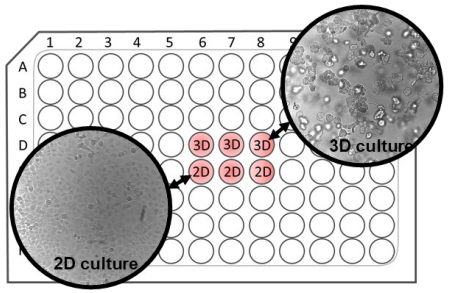
การวิจัยโดยนำแก้ว มาเจือด้วยไอออนโลหะหายาก เช่น, Ce^{3+}, Dy^{3+}, Eu^{3+}, , Tb^{3+} และ Sm^{3+} ทำให้มีคุณสมบัติทางกายภาพเพิ่มขึ้น สามารถนำมาตรวจจับรังสีเอกซ์และโปรตอน เพื่อพัฒนาการถ่ายภาพทางการแพทย์ หรือตรวจสอบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ

ผลงานที่ตีพิมพ์หน่วยตรวจวัดเรืองแสง

6. แผนงานในอนาคต

การจัดเตรียมและการฉายรังสีสายเซลล์ มะเร็งเยื่อหุ้มสมองชนิด IOMM-Lee เพื่อศึกษา

- การเพิ่มจำนวนของเซลล์ IOMM-Lee ในระบบเพาะเลี้ยงสองมิติเทียบกับระบบสามมิติ
- ผลของการฉายรังสีโปรตอนต่อการหยุดชะงักของวัฏจักรเซลล์
- การแสดงออกของยีน สำหรับตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับวัฏจักรเซลล์
- การแสดงออกของยีนของ IOMM-Lee สำหรับตัวบ่งชี้ที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมดีเอ็นเอ
- กราฟอัตราการรอดชีวิตของเซลล์ IOMM-Lee หลังการฉายรังสีเอกซ์และโปรตอน



4. ความร่วมมือจุฬาฯ- GSI/FAIR ในปี 2568

นางสาววริศรา จารุจินดา
นิสิตป.เอก สาขาวิชาฟิสิกส์
เข้าร่วมค่ายฤดูร้อน GSI/FAIR ในปี 2562

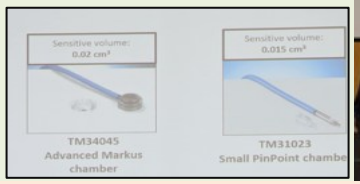
Prof.Dr. Ulrich Weber

Prof.Dr. Marco Durante

- ศึกษาปริญญาตรี(จบปี **2561**)และปริญญาโท(จบปี**2564**)ม.จุฬาฯเรื่องโปรตอนบำบัดมะเร็งร่วมกับ ผศ.ดร.นฤมล สุวรรณจันทร์ดี และ ผศ.ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ ในพ.ศ. **2562** ได้รับการคัดเลือกไปค่ายฤดูร้อน GSI/FAIRศึกษาเรื่องโปรตอนบำบัดมะเร็ง
- ระหว่าง **11 ม.ค. 65 – 10 มิ.ย. 65** รับทุนพสวท.ไปวิจัยที่ GSI/FAIR ร่วมกับ Dr. Ulrich Weber นักวิจัย Biophysics Department , GSI/FAIR

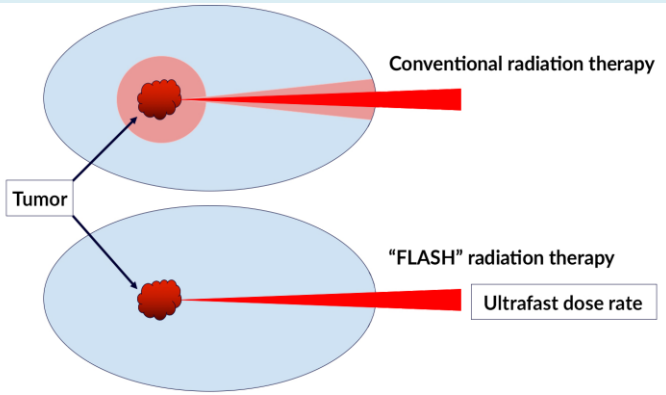
- ปัจจุบันทำงานที่ GSI/FAIR และศึกษาป.เอกไปด้วยที่ม.เทคโนโลยีดาร์มสตัดท์ (Technische Universität Darmstadt) เยอรมนี ด้านไอออนบำบัดมะเร็งร่วมกับ Prof. Dr. Ulrich Weber หัวหน้ากลุ่มวิจัย Radiation physics และ Prof. Dr. Marco Durante หัวหน้าแผนก Biophysics, GSI/FAIR
- ได้รับเงินเดือนจาก GSI ประมาณ 74,000 บาท เป็น**ระยะเวลาประมาณ 3.5 ปี** เริ่มตั้งแต่วันที่ **15 ก.พ. 66 และสิ้นสุดในเดือน ส.ค. 2569** สนับสนุนโดยสมาคม European Laboratories for Accelerator Based Sciences (EURO-LABS web.infn.it/EURO-LABS/)
- ขณะนี้อยู่ในระหว่างรวบรวมข้อมูลเพื่อเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ โดยคาดว่าจะจบการศึกษาภายในเดือน ส.ค. 2569 นี

- **<u>การฉายรังสีแบบแฟลช (flash irradiation)</u>** คือ เทคนิคการรักษาด้วยรังสีรูปแบบใหม่ที่ให้ปริมาณรังสีสูงมากในเวลาอันสั้น (น้อยกว่า 200 มิลลิวินาทีเทียบกับแบบเดิมที่มากกว่า 1 นาที) ซึ่งสามารถฆ่าเซลล์มะเร็งได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเท่าการฉายรังสีแบบเดิม <u>แต่มีข้อดีคือทำลายเนื้อเยื่อปกติโดยรอบน้อยกว่าทำให้ลดผลข้างเคียง</u> (รูปที่1)เทคนิคนี้กำลังอยู่ระหว่างการพัฒนาและยังไม่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในผู้ป่วย
- อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์มาตรฐานสำหรับงานประกันคุณภาพรังสี ดังเช่นหัววัดปริมาณรังสี(ionization chamber : IC) (รูปที่2) มักให้สัญญาณที่ต่ำกว่าปริมาณรังสีจริงเมื่อถูกฉายรังสีด้วยเทคนิค FLASH เนื่องจากเกิดการรวมตัวของประจุ (ion recombination) ภายในหัววัด
- งานวิจัยของวริศราจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาวิธีการประเมิน"ค่าแก้เรียกว่า Ks เนื่องจากประจุไฟฟ้ารวมตัว" ที่เหมาะสมกับ FLASH เพื่อให้การอ่านค่าจาก IC ถูกต้องและสอบกลับได้
- **<u>หัวข้อวิทยานิพนธ์ป.เอก: การวัดปริมาณรังสีสัมบูรณ์สำหรับเทคนิคการฉายรังสีแบบระยะสั้น (FLASH) ด้วยหัววัดรังสีแบบการแตกตัวเป็นไอออนแบบมาตรฐาน</u>**: การพัฒนาระเบียบวิธีการวัด "ค่าแก้เนื่องจากประจุไฟฟ้ารวมตัว Ks" และการพัฒนาโปรแกรมการจำลองปรากฏการณ์ประจุไฟฟ้ารวมตัว
- การนำไปทดลองที่สถาบันวิจัยเช่น Heidelberg Ion-Beam Therapy Center (HIT) และสำนักมาตรฐาน Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) เป็นต้น



รูปที่ 3 Prof.Dr.Ulrich Weber เสนอผลงานที่การประชุมวิชาการ DGMP56 เบอร์ลิน เยอรมนี 24 - 27 ก.ย. 2568

รูปที่ 2 หัววัดรังสีแบบมาตรฐานที่ใช้ในศูนย์รังสีรักษา แต่ทว่ามีปัญหาเมื่อถูกใช้ในการวัดรังสีที่มีการถ่ายเทพลังงานอย่างรวดเร็ว



รูปที่1เปรียบเทียบการฉายรังสีแบบปกติกับFLASH วงแหวนสีชมพูรอบเนื้องอกแสดงเนื้อยื่อปกติที่ได้รับผลกระทบแต่แบบFLASHไม่มี (Credit: C. Ralston, Berkeley Lab)
https://als.lbl.gov/clarifying-the-flash-effect-for-cancer-radiation-therapy/

5. ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ รุ่นที่ 7 ประจำปี 2568 (1/2)

นักศึกษาภาคฤดูร้อน เซิร์น เดซี จีเอสไอ ไอซ์คิวบ์ อีเทอร์ ประจำปี 2568 เข้าเฝ้าฯ เมื่อ 13 พฤษภาคม 2568 ณ วังสระปทุม

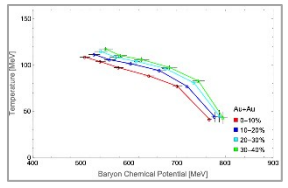
- GSI/FAIR ทูลเกล้าฯ ถวายทุน นักศึกษาไทยเข้าร่วมโปรแกรมภาคฤดูร้อน ปีละ 2 คน ตั้งแต่ 2560-2568 มี 7 รุ่น (ปี 60, 61, 62, 65, 66, 67, 68) รวม 14 คน ต้องยกเลิก 2 ปี (ปี 63, 64) เนื่องจาก covid-19
- ในปี 2569 GSI/FAIR ทูลเกล้าฯ ถวายทุน 2 คน ระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดย GSI/FAIR สนับสนุนค่าใช้จ่ายรายเดือนและที่พัก ประเทศไทยสนับสนุนค่าเดินทางและค่าเบี้ยเลี้ยงเพิ่มเติม

นักศึกษาที่ได้รับคัดเลือกเข้าค่ายฤดูร้อน GSI / FAIR รุ่นที่ 7 ปี 2568 (2025) ระหว่างวันที่ 21 กรกฎาคม – 11 กันยายน 2568

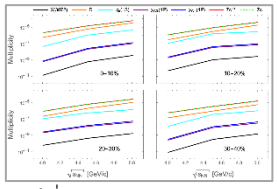
หัวข้อวิจัย: Charmed Exotica at SIS100 Energies
(การศึกษาการเกิดสถานะเอ็กโซติกที่มีชาร์มในพลังงานระดับ SIS100)

นางสาวธนพร ฉิมเรือง
ปริญญาโท ปีที่ 1
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
สาขาฟิสิกส์
ม.เทคโนโลยีสุรนารี

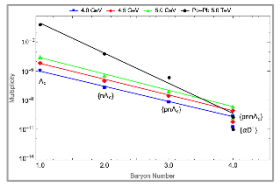
วัตถุประสงค์งานวิจัย : 1) เพื่อทำนายการเกิดของอนุภาคและนิวเคลียสที่มี charm ของแบบจำลองสถิติ 2) เพื่อประเมินอัตราการเกิดของอนุภาคเอ็กโซติก ในการชนของนิวเคลียสหนักและโปรตอนนิวเคลียส (Au+Au และ p+Au) ที่พลังงาน SIS100 3) เพื่อเปรียบเทียบกับการเกิดอนุภาคในพลังงานสูงสุด ที่ LHC (Pb+Pb at 5.02 TeV) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างระบบพลังงานต่ำและสูงในการผลิต charm



รูปที่ 1 อุณหภูมิและศักย์เคมีของแบรีออนในการชน Au+Au



รูปที่ 2 ทำนายจำนวนอนุภาคเอ็กโซติกในการชนกันของนิวเคลียสทองคำ Au+Au



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอนุภาคที่ผลิตได้กับจำนวนแบรีออนในการชน Au+Au และ Pb+Pb

ประโยชน์งานวิจัย: 1) เป็นข้อมูลอ้างอิงเชิงทฤษฎี สำหรับการทดลองในอนาคตที่ FAIR/GSI โดยเฉพาะ CBM experiment เพื่อช่วยวางแผนการตรวจวัดอนุภาคที่มี charm 2) ช่วยทำความเข้าใจกลไกการเกิดอนุภาคที่มี charm ในพลังงานต่ำใกล้ threshold ซึ่งเป็นบริเวณที่การผลิต charm เริ่มเกิดขึ้น เป็นขอบเขตใหม่ของการศึกษาควอนตัมโครโมไดนามิกส์ (QCD) 3) แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างการชนพลังงานต่ำและพลังงานสูง (SIS100 และ LHC) ทำให้เข้าใจวิวัฒนาการของสสารควาร์ก-กลูออนและการรวมตัว (hadronization) ของ charm ครอบคลุมมากขึ้น

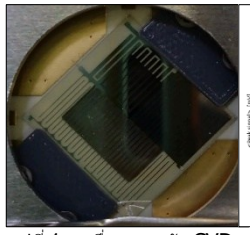
การประชุมคณะกรรมการมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี วันที่ 16 มีนาคม 2569

หัวข้อวิจัย: Characterization of CVD Diamond Detector
(การจำแนกลักษณะของเครื่องตรวจจับ CVD)

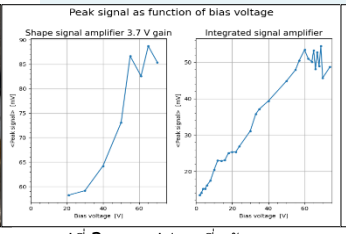
นาย ปิติธรัศมิ์ อัฐพนธ์
ปริญญาตรี ปีที่ 4
วิทยาลัยนานาชาติ
มหาวิทยาลัยมหิดล

วัตถุประสงค์งานวิจัย : เพื่อจำแนกคุณลักษณะของเครื่องตรวจจับ CVD และระบุรูปแบบอิเล็กโตรดที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพที่สัมพันธ์กับแรงดันไบแอส (Bias voltage efficiency) ฟังก์ชันการตอบสนอง (Response function) และประสิทธิภาพต่อไอออนพลังงานต่ำ (Low Ion Energy efficiency) สำหรับการตรวจจับไอออนพลังงานต่ำในการทดลองวัดกำลังหยุดยั้ง (Ion stopping power experiment) ในพลาสมา

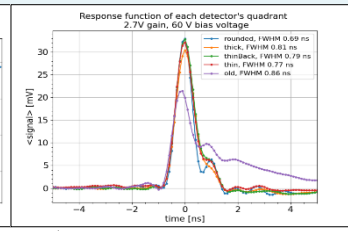
ประโยชน์งานวิจัย: กำลังหยุดยั้งของไอออนอธิบายถึงการสูญเสียพลังงานของไอออนเมื่อเคลื่อนที่ผ่านวัตถุหรือพลาสมา ตัวแปรนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในเครื่องปฏิกรณ์ฟิวชันแบบเลเซอร์ หรือที่รู้จักกันในชื่อ Inertial Confinement Fusion (ICF) เนื่องจากค่ากำลังหยุดยั้งของไอออนในเครื่องปฏิกรณ์ต้องถูกควบคุมอย่างแม่นยำ เพื่อให้ปฏิกิริยาฟิวชันสามารถดำเนินต่อเนื่องได้อย่างมีเสถียรภาพและผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ



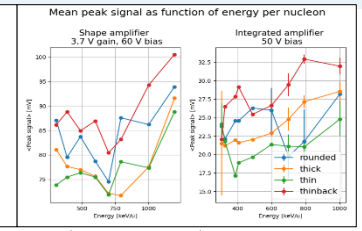
รูปที่ 1: เครื่องตรวจจับ CVD แสดงการออกแบบอิเล็กโตรด



รูปที่ 2: กราฟค่าเฉลี่ยสัญญาณการตรวจจับไอออนสัมพันธ์กับแรงดันไบแอส

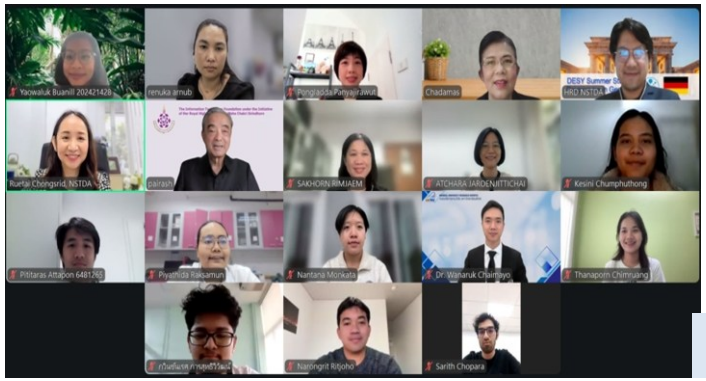


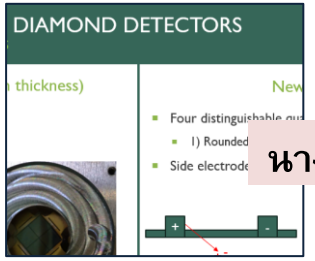
รูปที่ 3: กราฟฟังก์ชันการตอบสนองของเครื่องตรวจจับ CVD ในแต่ละรูปแบบอิเล็กโตรด เครื่องตรวจจับรุ่นเก่า



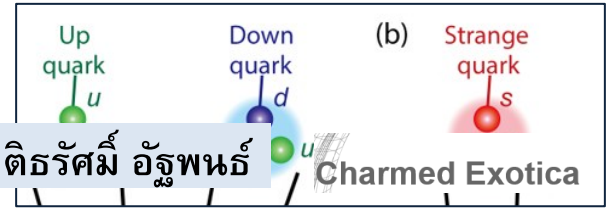
รูปที่ 4: กราฟค่าเฉลี่ยของสัญญาณการตรวจจับไอออนที่สัมพันธ์กับพลังงานไอออนต่อนิวคลีออน สำหรับแต่ละรูปแบบอิเล็กโตรด

5. ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ รุ่นที่ 7 ประจำปี 2568 (2025) (2/2)





นางสาวธนพร ฉิมเรือง



นายปิติธรัศมิ์ อัฐพนธ์

<u>ก่อนการเดินทาง</u> เมื่อ 23-25 พฤษภาคม 2568 นักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ จำนวน 2 คน เข้าร่วมการอบรมฟิสิกส์อนุภาค จัดโดยโครงการความร่วมมือไทย-เซิร์น ณ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเดินทางเข้าร่วมค่ายฤดูร้อนที่สถาบันวิจัยจีเอสไอ

<u>หลังการเดินทาง</u> เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2568 สวทช. จัดให้นักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ จำนวน 2 คน ได้นำรายงานผลการเข้าร่วมทำวิจัย ณ สถาบันวิจัยจีเอสไอ (รายงานผลร่วมกับนักศึกษาเดซี)

6. ผู้แทนประเทศไทยโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ รุ่นที่ 8 ประจำปี 2569 (2026)

การคัดเลือกนักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ : คณะทำงานโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนเซิร์น เดซี จีเอสไอ และอีเทอร์ สัมภาษณ์ (ออนไลน์) คัดเลือกนักศึกษา เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2568

นักศึกษาที่ได้รับคัดเลือกเข้าค่ายฤดูร้อน GSI / FAIR รุ่นที่ 8 ปี 2569 (2026)
27 กรกฎาคม – 17 กันยายน 2569

นางสาวพลอยพิมณ จงตระการสมบัติ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
เกรดเฉลี่ย 3.42 / 4.00

นายหฤษฎ์ ตันกิม
สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปริญญาโท ชั้นปีที่ 1
เกรดเฉลี่ย 3.91 / 4.00 (ปริญญาตรี)

7.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.2564 – ก.ย.2568 ศูนย์โปรตรอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ให้การรักษาผู้ป่วยแล้ว 1,658 ราย (โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ + รับส่งต่อจาก รร.แพทย์อื่น) ขณะนี้ ให้บริการเต็มศักยภาพ (472 ครั้ง/เดือน, 6.00-21.00 น.) ผู้ป่วยรอคอยเฉลี่ย 60 วัน และอยู่ระหว่างของบประมาณเพิ่มเครื่องอนุภาคโปรตอนอีก 2 สถานี
5. เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2567 เสด็จพระราชดำเนินเยือน Proton Therapy Center ผลิตเองในประเทศและทรงทอดพระเนตรการดำเนินงานด้านการใช้รักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง ณ Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine ของประเทศจีน
6. เมื่อวันที่ 8 มกราคม 2568 เสด็จพระราชดำเนินเยือน Proton Therapy Center ของ National Cancer Centre Singapore (NCCS) สิงคโปร์ ซึ่งเป็นศูนย์โปรตรอนแห่งหนึ่งใน 3 แห่งของสิงคโปร์เพื่อสร้างความร่วมมือกับศูนย์โปรตรอนสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
7. มทส.,จุฬา, ม.ราชภัฏนครปฐม, ม.อุบลราชธานี ได้จัดทำโครงการการตอบสนองรังสีของเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีชนิด KKU-055 และเซลล์มะเร็งเยื่อหุ้มสมองชนิด HKBMM ต่อการบำบัดรังสีรักษา BNCT เป็นงานวิจัยที่ต่อยอดจากการวิจัยร่วมกับสถาบัน GSI วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์มะเร็ง เพื่อนำมาศึกษาการตอบสนองทางชีวภาพและเปรียบเทียบอัตราการรอดชีวิตของเซลล์มะเร็งภายหลังการฉายรังสีเอ็กซ์โปรตอน และนิวตรอน (BNCT) โดยได้รับสนับสนุนจากกองทุน ววน. ประมาณ 10 ล้านบาท ทีมวิจัยกำลังขยายผลความร่วมมือกับศูนย์วิจัยในญี่ปุ่น (ม.โอกายามะ) เพื่อศึกษาการตอบสนองของยีนมะเร็งและการซ่อมแซม DNA หลังฉายรังสี เพื่อยกระดับการรักษามะเร็งในอนาคต
8. น.ส.วริศรา จารุจินดานักศึกษาป.โท ฟิสิกส์ จุฬาฯ ปี 2562 เคยเข้าค่ายฤดูร้อน GSI/FAIR ปัจจุบันทำงานที่ GSI และศึกษาป.เอกไปด้วยที่ม.เทคโนโลยีดาร์มสตัดท์ (Technische Universität Darmstadt) เยอรมนี ด้านไอออนบำบัดมะเร็งร่วมกับ Prof. Dr. Ulrich Weber หัวหน้ากลุ่มวิจัย Radiation physics และ Prof. Dr. Marco Durante หัวหน้าแผนก Biophysics, GSI/FAIR
9. GSI ทูลเกล้าฯ ถวายทุนสำหรับพระราชทานให้นักศึกษาไทยเข้าร่วมโครงการนักศึกษาภาคฤดูร้อนจีเอสไอ ปีละ 2 คน ตั้งแต่ ปี 2560-2568 รวม 7 รุ่น 14 คน (ส่วน ปี63,64ไม่มีเนื่องจากการระบาดของโควิด-19) ในปี 2569 (2026) ได้คัดเลือกนักศึกษารุ่นที่ 8 จำนวน 2 คน ไปอยู่ GSI ระหว่าง 27 กรกฎาคม – 17 กันยายน 2569

ประเด็นเสนอที่ประชุม
เพื่อรับทราบผลการดำเนินงาน ปี 2568
และเห็นชอบแผนการดำเนินงานและงบประมาณปี 2569