



## รายงาน

การประชุมหารือเกี่ยวกับการกำกับดูแลความปลอดภัยการเดินเครื่อง  
ปฏิกรณ์ Tokamak กับ PSFC แห่ง MIT  
ณ เมืองบอสตัน มลรัฐแมสซาชูเซตต์ สหรัฐอเมริกา

การเข้าร่วมประชุม Regulatory Information Conference  
ครั้งที่ ๓๐

เมือง ร็อกวิลล์ มลรัฐแมริแลนด์ สหรัฐอเมริกา

ระหว่างวันที่ ๑๐ - ๑๘ มีนาคม ๒๕๖๑

### คณะผู้แทนสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

๑. ดร. อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์      เลขานุการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
๒. ดร. พิภัทร พุกษาโรจนกุล      รักษาการผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู

## บทสรุปผู้บริหาร

คณะกรรมการกำกับดูแลทางนิวเคลียร์แห่งสหรัฐอเมริกา (US.NRC) จัดการประชุม Regulatory Information Conference เป็นประจำทุกปี เพื่อเป็นศูนย์รวมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจการที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ รวมไปถึงอภิปรายประเด็นสำคัญต่างๆ ในเรื่องของการกำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ การประชุมในครั้งนี้ มีผู้เข้าร่วมการประชุมมากกว่า ๓,๐๐๐ คน จาก ๓๒ ประเทศทั่วโลก นอกจากนี้คณะผู้แทนจาก ปส. ยังมีโอกาสได้ร่วมประชุมหารือในลักษณะทวิภาคีกับผู้ประสานงานของ US. NRC. เพื่อขับเคลื่อนและขยายผลภายใต้กรอบความความตกลงฯ ที่ได้มีการลงนามไว้ก่อนหน้านี้ คือ

๑. ความตกลงระหว่างคณะกรรมการกำกับดูแลนิวเคลียร์ แห่งสหรัฐอเมริกา กับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ แห่งประเทศไทย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อสนเทศทางวิชาการและความร่วมมือด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ (ฉบับแม่บท)

๒. ความตกลงเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เรื่อง การประยุกต์และการใช้บำรุงรักษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้านเทอร์มัลไฮโดรลิกส์ ระหว่างคณะกรรมการกำกับดูแลนิวเคลียร์ แห่งสหรัฐอเมริกา กับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (CAMP)

นอกจากนี้ คณะผู้แทนของ ปส. ยังได้ใช้โอกาสนี้ ประชุมหารือกับองค์กรชั้นนำของประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ฟิวชัน ประเภท Tokamak เพื่อให้การกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ดังกล่าวในประเทศไทย เป็นไปอย่างเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ซึ่งคณะผู้แทนของ ปส. ได้รับความรู้อย่างมาก และมีการสร้างสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความร่วมมือที่ดีในอนาคต



## ๑. การประชุมหารือเกี่ยวกับการกำกับดูแลความปลอดภัยเครื่องปฏิกรณ์ Tokamak กับ PSFC แห่ง MIT

### ผู้เข้าร่วมการประชุม

- |                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| ๑. ดร.อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์ | เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ     |
| ๒. ดร.พิภัทร พุกษาโรจนกุล  | รักษาการผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู |
| ๓. Prof. Dr. Dennis Whyte  | Director of PSFC                      |
| ๔. Dr. Martin Greenwald    | Deputy Director of PSFC               |
| ๕. Dr. Zach Hartwig        | Assistant Professor                   |
| ๖. Dr. Jim Irby            | Research Scientist                    |

คณะผู้แทนของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติได้เข้าร่วมการประชุมหารือกับคณะผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของ Plasma Science and Fusion Center (PSFC) แห่ง Massachusetts Institute of Technology (MIT) เพื่อเรียนรู้ถึงลักษณะการใช้งาน ประเด็นด้านความปลอดภัย และประโยชน์ของเครื่องปฏิกรณ์ Tokamak สำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในภารกิจของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติในการกำกับดูแลการใช้เครื่องปฏิกรณ์ประเภทนี้ ในประเทศไทย คณะผู้แทนของ ปส. ได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีและได้บรรลุวัตถุประสงค์ของการประชุมหารือ โดยมีข้อสรุปจากการประชุม ดังนี้

๑. PSFC เป็นหน่วยงานวิจัยชั้นนำในสังกัดสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซต เป็นศูนย์รวมนักวิจัยด้านฟิวชันและพลาสมาระดับโลกเพื่อให้เกิดการทำงานเชิงบูรณาการ และมุ่งเน้นการพัฒนาวิธีการนำพลังงานฟิวชันมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยมีจุดมุ่งหมายสูงสุดคือการผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ระบบโดยปราศจากการสร้างและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ

๒. Prof. Dr. Dennis Whyte บรรยายถึงลักษณะสำคัญของพลาสมาในแง่มุมต่างๆ เช่น การสร้างพลาสมา การควบคุมพลาสมา และประยุกต์ใช้พลาสมาในการเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยาฟิวชัน พร้อมทั้งได้นำเยี่ยมชมเครื่องปฏิกรณ์ Tokamak ซึ่งใช้สนามแม่เหล็กขนาด ๑๐ เทสลา ในการควบคุมพลาสมา

๓. คณะของ ปส. ได้รับทราบว่า เครื่องปฏิกรณ์ Tokamak ไม่ได้ได้รับการกำกับดูแลจากคณะกรรมการกำกับดูแลทางนิวเคลียร์แห่งสหรัฐอเมริกา (US.NRC) เนื่องจากถูกจัดประเภทเป็นเครื่องเร่งอนุภาค จึงถูกกำกับตามข้อบังคับทางด้านรังสีจากมลรัฐแมสซาชูเซต ประเด็นที่เป็นข้อกังวลในเรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสีจากเครื่อง Tokamak คือ นิวตรอนพลังงานสูงที่เกิดจากปฏิกิริยาฟิวชันของดิวทีเรียม และ อิเล็กตรอนพลังงานสูงที่อาจหนีรอดออกนอกเครื่อง Tokamak ได้

๔. PSFC ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าประเด็นด้านความปลอดภัยที่ต้องคำนึงถึงในการเดินเครื่อง Tokamak มีดังต่อไปนี้

- โครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักของเครื่อง Tokamak
- ระบบไฟฟ้า

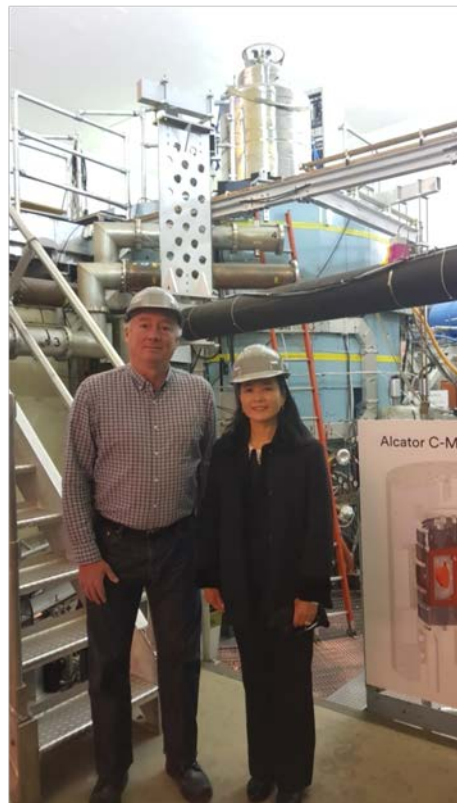
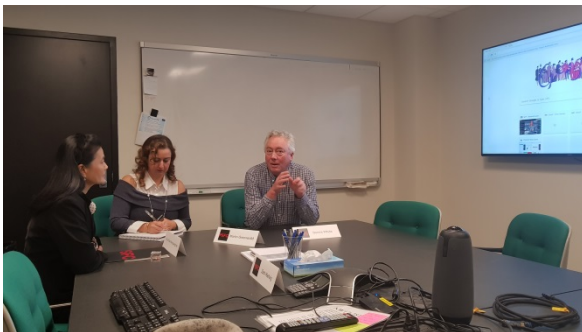
- ระบบเคมี
- ระบบโลหะเย็นที่ต้องใช้ในระบบตัวนำยิ่งยวด (Superconductor)
- สนามแม่เหล็กความแรงสูง
- การใช้ Laser
- การใช้ Radio Frequency
- การป้องกันอันตรายจากรังสี

ประเด็นทั้งหมดนี้จะคล้ายคลึงกับเครื่องเร่งอนุภาคทั่วไป

๕. PSFC ยินดีจะให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับเครื่อง Tokamak ที่ประเทศไทยได้รับในการส่งผู้เชี่ยวชาญมายังประเทศไทย เพื่อประเมินทางด้านเทคนิค หากมีการร้องขอจาก ปส. โดยจะมีการหารือในรายละเอียดต่อไป

๖. PSFC ยินดีส่งมาตรการด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่อง Tokamak ให้ ปส. เพื่อนำไปปรับใช้ และกำหนดเป็นมาตรการด้านความปลอดภัยการกำกับดูแลเครื่อง Tokamak ของประเทศไทยต่อไป

๗. PSFC ได้ริเริ่มโครงการวิจัย SPARC ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากภาคเอกชนเป็นจำนวนเงินอย่างน้อย ๕๐ ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์ฟิวชันต้นแบบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า และคาดว่าโครงการวิจัยนี้จะสำเร็จผลภายในระยะเวลาไม่เกิน ๗ ปี



๒. การประชุมหารือร่วมกับผู้แทนของ US. NRC. เรื่องการดำเนินการตามความตกลงเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เรื่อง การประยุกต์และการใช้บำรุงรักษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านเทอร์มัลไฮโดรลิกส์ ระหว่าง คณะกรรมการกำกับดูแลนิวเคลียร์ แห่งสหรัฐอเมริกา กับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (CAMP)

### ผู้เข้าร่วมการประชุม

๑. ดร. อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์      เลขานุการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
๒. ดร. พิภัทร พุกษาโรจนกุล      รักษาการผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู
๓. Mr. Barry Miller              Senior International Relations Officer
๔. Mr. Jack Ramsey              Program Manger
๕. Mr. Eric Stahl                  Senior International Relations Officer

ดร. อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์ ได้ลงนามความตกลงเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ เรื่อง การประยุกต์และการใช้บำรุงรักษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านเทอร์มัลไฮโดรลิกส์ ระหว่างคณะกรรมการกำกับดูแลนิวเคลียร์ แห่งสหรัฐอเมริกา กับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (CAMP) ในวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๐ กับ Ms. Kristine L. Svinicki ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลทางนิวเคลียร์แห่งสหรัฐอเมริกา ตามมติคณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๖๐ จึงได้จัดการประชุมหารือกับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการภายใต้ความตกลงฯ กับเจ้าหน้าที่ของ US. NRC ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวางแผนการดำเนินการในระยะสั้น และมีข้อสรุปดังนี้

๑. ดร. อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์ ได้แจ้งให้ผู้แทนของ US. NRC. ทราบว่า ปส. ได้กำหนดผู้ดำเนินการ ภายใต้ความตกลงฯ แล้วจำนวน ๔ รายดังนี้

- ดร. สรทศ ตันติธีรวิทย์      วิศวกรนิวเคลียร์ปฏิบัติการ (ผู้ดำเนินการหลัก)
- ดร. ปานทิพย์ อัมพรรัตน์      วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการ
- นายศีกษิต แสงแก้ว          นักนิวเคลียร์ฟิสิกส์ชำนาญการ
- ดร. พีรวุฒิ บุญสุวรรณ      วิศวกรนิวเคลียร์ปฏิบัติการ

ผู้ดำเนินการฯ มีความจำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมขั้นพื้นฐานสำหรับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ประเทศไทยได้รับทางด้าน Thermalhydraulics คือ RELAP และ TRACE

๒. Mr. Jack Ramsey แจ้งว่า US.NRC อยู่ในระหว่างการเจรจาการจ้าง Brookhaven National Laboratory เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าว คาดว่าจะแล้วเสร็จภายใน ๒ เดือน หลังจากนั้น จะสามารถส่งผู้เชี่ยวชาญมายังประเทศไทยได้ และแจ้งว่าการฝึกอบรมเป็นการลงทุนทั้งในเรื่องเวลา และเงินทุนเป็นจำนวนมาก ผู้ดำเนินการหรือผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมต้องมีความมุ่งมั่นและทุ่มเทให้การฝึกอบรม และภาระงานที่จะเกิดขึ้นทั้งก่อนและหลังการฝึกอบรม ซึ่ง ดร. อัจฉรา ได้ยืนยันว่า บุคลากรที่ได้รับมอบหมายมีศักยภาพและได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายบริหารให้ดำเนินการได้อย่างเต็มที่

๓. Mr. Jack Ramsey เสนอว่า US. NRC. สามารถสนับสนุนค่าใช้จ่ายให้บุคลากรไทยจำนวน ๒ คน ในการเดินทางมายัง Brookhaven National Laboratory ในการฝึกอบรมการใช้ RELAP และ TRACE เพื่อต่อยอดและเพิ่มความชำนาญ หลังจากการฝึกอบรมเบื้องต้นในประเทศไทย

๔. ปส. จะได้รับประโยชน์ในการพัฒนาผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินวิเคราะห์เชิงเทอร์มัลไฮดรอลิกส์ สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์วิจัยในปัจจุบัน และประยุกต์ใช้กับเครื่องปฏิกรณ์กำลังแบบต่างๆ ได้ในอนาคต



### ๓. การประชุมหารือกับผู้แทนของ US. NRC. เรื่องแนวทางการกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาฟิวชัน

#### ผู้เข้าร่วมการประชุม

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| ๑. ดร. อัจฉรา วงศ์แสงจันทร์ | เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ              |
| ๒. ดร. พิภัทร พุกษาโรจนกุล  | รักษาการผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู          |
| ๓. Mr. Barry Miller         | Senior International Relations Officer         |
| ๔. Mr. John Monninger       | Division Director, Office of New Reactors      |
| ๕. Mr. William Reckley      | Senior Project Manager, Office of New Reactors |

สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) ลงนามข้อตกลงกับ Chinese Academy of Science เพื่อรับบริจาคเครื่อง Tokamak ประเภท HT-6M เพื่อให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านนิวเคลียร์ขั้นสูงในประเทศไทย ปส. จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและเตรียมการกำกับดูแลเครื่อง Tokamak เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับทั้งผู้ใช้งาน ประชาชน และสิ่งแวดล้อม ในการเข้าร่วมการประชุมในครั้งนี้ คณะของ ปส. มีโอกาสหารือกับผู้แทนของ US. NRC. ที่รับผิดชอบในเรื่องการกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ชนิดใหม่ โดยมีข้อสรุปดังนี้

๑. Mr. William Reckley ได้แจ้งให้คณะของ ปส. ทราบว่า US.NRC. มีการพิจารณาเรื่องการกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานฟิวชัน ซึ่งรวมถึงเครื่อง Tokamak มาตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๕๒ และเห็นว่าปริมาณพลังงานฟิวชันที่ผลิตในเครื่องปฏิกรณ์ในงานวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน ไม่มีปริมาณมากพอที่จะกระทบต่อสุขภาพของประชาชน และสิ่งแวดล้อม จึงไม่มีการกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ประเภทนี้ในลักษณะเดียวกับเครื่องปฏิกรณ์ฟิวชัน ถึงแม้ว่านิยามของพลังงานฟิวชันจะเข้าข่ายนิยามของพลังงานนิวเคลียร์หรือพลังงานปรมาณูก็ตาม

๒. US.NRC. ใช้แนวทางการกำกับดูแลเครื่องปฏิกรณ์ฟิวชันในลักษณะเดียวกับเครื่องเร่งอนุภาค (ซึ่งอยู่ในการกำกับดูแลของกระทรวงพลังงาน) และเพิ่มเติมมาตรการที่กำกับดูแลวัสดุกัมมันตรังสีที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาฟิวชัน

๓. Mr. Barry Miller จะติดต่อผู้รับผิดชอบในเรื่องการกำกับดูแลเครื่องเร่งอนุภาคของกระทรวงพลังงานให้กับ ปส. ต่อไป



#### ๔. การเยี่ยมชม US. NRC. Operation Center

คณะของ ปส. ได้มีโอกาสเยี่ยมชม US. NRC Operation Center ซึ่งเป็นศูนย์กลางตอบโต้สภาวะฉุกเฉินทางนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกา และประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ตามกรอบดำเนินงานระดับชาติ โดยมีหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

๑. ประเมินความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่อยู่ในสถานการณ์
๒. เสนอแนะมาตรการป้องกันประชาชน และสิ่งแวดล้อม
๓. สนับสนุนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานโดยรอบบริเวณ
๔. ประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
๕. แลกเปลี่ยนข้อมูลกับสื่อมวลชน และสาธารณชน

US.NRC Operation Center สามารถเรียกกระดุมพลได้ภายใน ๑ ชั่วโมง และประกอบด้วย ๔ ส่วนหลัก

๑. ส่วนบัญชาการ
๒. ส่วนประเมินความปลอดภัย
๓. ส่วนป้องกันอันตราย
๔. ส่วนประสานงานหน่วยงานต่างๆ
๕. ส่วนประชาสัมพันธ์

US. NRC ถือว่าเป็นหน่วยงานที่มีความพร้อมทั้งทางด้านความเชี่ยวชาญในด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ กฎระเบียบ และการบังคับใช้กฎหมาย แต่ก็ไม่เคยเลยมาตรการต่างๆ และการเตรียมพร้อมสำหรับการตอบสนองต่อสถานการณ์ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสี ที่ผ่านมา US. NRC Operation Center ยังไม่เคยได้ถูกใช้งานตามวัตถุประสงค์จริง แต่เป็นการดำเนินการเชิงเผื่อระวัง เช่น กรณีอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ประเทศญี่ปุ่น เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๔ เป็นต้น

ถึงแม้ว่า ประเทศไทยไม่มีจำนวนสถานประกอบการทางนิวเคลียร์เป็นจำนวนมากพอที่จะจัดตั้งศูนย์บัญชาการสถานการณ์ฉุกเฉินในลักษณะนี้ แต่การเยี่ยมชมครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงแนวปฏิบัติที่ดี และสามารถใช้เป็นแบบอย่างในการพัฒนาศูนย์บัญชาการฯ ในอนาคต ในกรณีที่มีความจำเป็น

