

# การเฝ้าตรวจความปลอดภัยทางรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย ของประเทศญี่ปุ่น

เรียบเรียงโดย ผชช. นิตยา ศุภฤทธิ

สังกัดส่วนกลาง สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

## บทนำ

เมื่อผู้เขียนได้มีโอกาสไปฝึกอบรมในปี 2550 ณ สถาบันวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เมือง Tokai ภายใต้ Japan Atomic Energy Agency (JAEA) ซึ่งเป็นหน่วยงานปฏิบัติการ (operator) มีนักวิทยาศาสตร์ วิศวกรที่ทำงานเกี่ยวกับการวิจัยด้านนิวเคลียร์ และเจ้าหน้าที่ต่างๆอยู่มากกว่าหนึ่งพันคน สำหรับการบริหารจัดการในด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสี ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานมาทำหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสีเป็น 2 หน่วยงาน เพื่อดูแลความปลอดภัยทางรังสีในการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยในสถาบัน ซึ่งมีอยู่ประมาณ 3-4 เครื่อง (ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย JRR-3 และ JRR-4) รวมทั้งงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ทางนิวเคลียร์และรังสี กล่าวคือ

1. *Department of Radiation Protection* ปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม การควบคุมการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานทางรังสีและประชาชนทั่วไป หน่วยงานนี้ได้แบ่งงานออกเป็น 5 งาน กล่าวคือ *Dosimetry Management Section, Calibration Standards and Measurement Section, Environmental Radiation Control Section, Facility Radiation Control Section I* และ *Facility Radiation Control Section II*

2. *Department of Operational Safety Administration* ปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมปริมาณรังสีของสถานปฏิบัติการทางรังสีในสถาบัน จัดการระบบการป้องกันทางกายภาพ (*Physical Protection*) ของสารไอโซโทปรังสี (*radioisotope*) และวัสดุนิวเคลียร์ (*nuclear materials*) ตลอดจนการจัดการระบบป้องกันอัคคีภัย

## มาทำความเข้าใจหน้าที่ของ *Radiation Protection Supervisor* หรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีของญี่ปุ่นกันก่อน

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี (องค์กร JAEA เรียกว่า *Radiation Protection Supervisor*) ในประเทศญี่ปุ่น ที่ผ่านการสอบการเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีระดับชาติแล้ว จะถูกแต่งตั้งโดยผู้ขอใบอนุญาต ครอบครอง ใช้ ขาย เก็บรักษา ขนส่ง หรือ จัดการกากของสารไอโซโทปรังสี (Radioisotopes) หรือเครื่องกำเนิดรังสี เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีเหล่านั้นอาจเป็นนักฟิสิกส์ เกษษกร หรือ ทันตแพทย์ และมีหน้าที่เป็นที่ปรึกษาด้านความปลอดภัยทางรังสีในสถานปฏิบัติการนั้นๆ และเป็นผู้นำของ Radiation Protection Staffs

สำหรับสถาบันวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เมือง Tokai เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีจะทำงานภายใต้ Department of Radiation Protection และเป็นผู้นำของ Radiation Protection Staffs ที่ทำหน้าที่ด้านเทคนิคการป้องกันอันตรายจากรังสี ในกรณีที่อยู่ปฏิบัติงานทางรังสี ปฏิบัติงานแล้วทำให้เกิดอุบัติเหตุทางรังสี จะต้องมีการแจ้งต่อ Radiation Protection Staffs ทันทีและต้องปฏิบัติตามคำสั่งของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีทุกประการ

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีในหน่วยงาน นอกจากจะมีหน้าที่ที่จะต้องทราบกฎหมายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยทางรังสีแล้ว จะต้องมีการบริหารจัดการงานต่างๆ ในหน่วยงานที่ดำเนินการเกี่ยวกับรังสีหรือนิวเคลียร์ดังนี้

- จัดทำกฎระเบียบเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากรังสีภายในองค์กรและมีการปรับปรุงแก้ไขตามกาลเวลา
- จัดทำแผนการก่อสร้าง การซ่อมแซมแก้ไข หรือ การยกเลิกสถานปฏิบัติการทางรังสี หรือ อุปกรณ์ต่างๆในสถานปฏิบัติการทางรังสี
- ทบทวนการขออนุญาต และจัดทำรายงานเสนอต่อหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสีตามกฎหมาย
- ตรวจสอบสถานปฏิบัติการและเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับรังสีและเป็นผู้นำในการดำเนินการหากเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสี
- พิจารณาตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยทางรังสี
- แนะนำและฝึกสอนให้กับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี
- จัดทำเอกสารแนวปฏิบัติด้านบริหารจัดการความปลอดภัยทางรังสีให้กับหัวหน้าหน่วยงานของสถานปฏิบัติการทางรังสี

- เป็นผู้จัดการฝึกอบรมด้านความปลอดภัยจากการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารไอโซโทปรังสี
- เป็นผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการต่างๆ กล่าวคือ วางแผนด้านบริหารจัดการความปลอดภัยทางรังสี ออกแบบสถานปฏิบัติการทางรังสี และการจัดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นผู้ให้คำอธิบายกับผู้ตรวจสอบการกำกับดูแล หรือ Inspectors (ในที่นี้เป็นเจ้าหน้าที่ของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Ministry of Science and Technology: MEXT ในสมัยนั้น) หรือ หน่วยงานที่ลงทะเบียนเป็นผู้ตรวจสอบกับกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ไว้
- ทำการตรวจวัดรังสีในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสี
- ตรวจวัดรังสี ในสถานปฏิบัติการทางรังสีและนิวเคลียร์ รวมทั้งอุปกรณ์ เป็นประจำ

### **การบริหารจัดการความปลอดภัยทางรังสีจากการใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยของสถาบันวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เมือง Tokai; JAEA**

เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย JRR-3 และ JRR-4 ที่ตั้งอยู่ในสถาบันวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เมือง Tokai ได้อยู่ในการควบคุมดูแลการป้องกันอันตรายจากรังสี โดย Radiation Protection Staffs ในหน่วยงาน Facility Radiation Control Section I ซึ่งอยู่ภายใต้ Department of Radiation Protection และมีการบริหารจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยทางรังสีของผู้ปฏิบัติงานทางรังสีในสถาบัน และป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่กระจายรังสีไปสู่สิ่งแวดล้อม โดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี จะเป็นผู้นำและวางแผนการทำงานให้แก่ Radiation Protection Staffs โดยดำเนินการตรวจวัดรังสีดังนี้

- ทำการวัดปริมาณรังสีในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ฯ โดยมีการติดตั้ง *Area Monitors* ไว้ 2 ชนิด ได้แก่
  - *GM Counter* สำหรับการวัดปริมาณรังสีแกมมา และ
  - *BF<sub>3</sub> Counter* สำหรับการวัดรังสีนิวตรอน
 การวัดปริมาณรังสีเป็นการวัดรังสีแบบต่อเนื่อง แล้วมีการคำนวณเพื่อประเมินรังสีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- ทำการตรวจวัดการเปื้อนบนทางรังสี วิธี *smear method* และ *direct survey method* ในบริเวณพื้นอาคารเครื่องปฏิกรณ์ฯ ผนังบ่อของเครื่องปฏิกรณ์ฯ พื้นที่ทำงานเกี่ยวกับรังสี และอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ในส่วนของพื้นที่ควบคุม (*Controlled Area*)



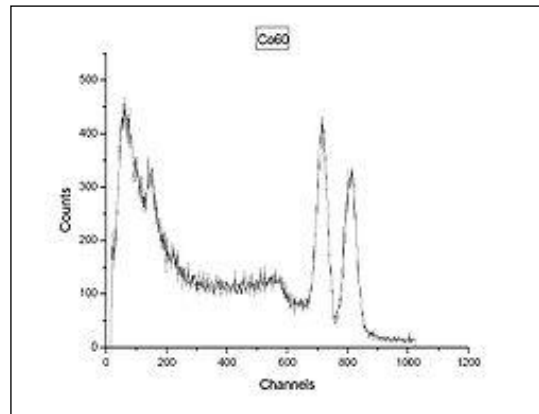
การวัดการเปื้อนบนพื้นผิวของสถานปฏิบัติการทางนิวเคลียร์ด้วย GM Counter  
(มณฑา ปุณณชัยยะ, Final Report of 20<sup>th</sup> Instructor Training Program, NuTEC, JAEA, Tokai, Japan)

- ผู้ปฏิบัติงานที่เข้าไปทำงานในส่วนพื้นที่ควบคุม (Controlled Area) ของอาคารเครื่องปฏิกรณ์ฯ มีการวัดการเปื้อนของมือ เท้า และเสื้อผ้าด้วยเครื่องวัดรังสี Hand-Foot-Cloth Monitor (HFCM) หลังจากออกจากพื้นที่ควบคุมแล้ว
- ทำการตรวจวัดปริมาณรังสีของ ก๊าซ Ar-41 และฝุ่นละอองที่ปล่อยออกทางปล่องระบาย (Stack) ของเครื่องปฏิกรณ์ฯ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง



**Gamma Spectrometer**

(มณฑา ปุณณชัยยะ, Final Report of 20<sup>th</sup> Instructor Training Program, NuTEC, JAEA Tokai, Japan)



ตัวอย่างการวัดรังสี Co-60 ด้วย NaI

**Gamma Spectrometer**

([http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma\\_Spectroscopy](http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma_Spectroscopy))

- ทำการตรวจวัดรังสีในสารละลายน้ำทิ้งรังสี
- ทำการตรวจวัดรังสีประจำตัวบุคคลของผู้ปฏิบัติงานทางรังสี ทุกๆ 3 เดือน

- ทำการตรวจวัดรังสีบีตา (Group  $\beta$ ) ของฝุ่นละอองในห้องปฏิบัติการของเครื่องปฏิกรณ์ฯ
- ทำการวิเคราะห์ปริมาณ Tritium (H-3) ในสารละลายน้ำทิ้ง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Liquid Scintillation Counter (LSC)



**Liquid Scintillation Counter**

([http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid\\_scintillation\\_counting](http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_scintillation_counting))

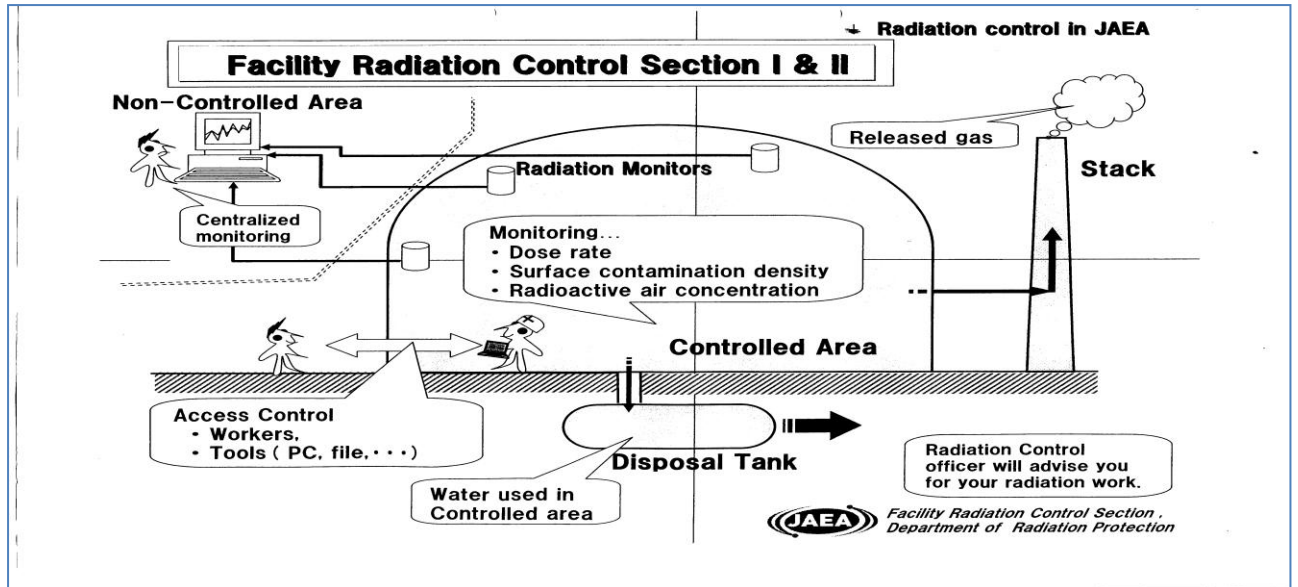


**A modern geiger counter (Geiger-Müller counter)**

([http://en.wikipedia.org/wiki/Geiger\\_counter](http://en.wikipedia.org/wiki/Geiger_counter))

- ทำการติดตั้งระบบการตรวจวัดอัตราปริมาณรังสี (dose rate) และปริมาณรังสีในอากาศภายในอาณาเขตพื้นที่ควบคุมของอาคารเครื่องปฏิกรณ์ฯ และสถานที่ตั้งเครื่องเร่งอนุภาคอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องตรวจวัดอัตโนมัติ
- กากกัมมันตรังสีที่ได้จากห้องปฏิบัติการต่างๆ ในหน่วยงานวิจัยของสถาบัน จะถูกส่งไปจัดการกากในหน่วยงาน Department of Decommissioning and Waste Management ของสถาบัน

แผนภาพการควบคุมความปลอดภัยทางรังสีของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยของสถาบันวิจัยฯ ได้แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การควบคุมความปลอดภัยทางรังสีของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยของสถาบันวิจัยฯ

โปรแกรมการตรวจวัดรังสีในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย JRR-3 และ JRR-4 ของสถาบันวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เมือง Tokai ; JAEA

การควบคุมความปลอดภัยทางรังสีจากการใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย JRR-3 และ JRR-4 ในงานวิจัยต่างๆ มีการจัดทำโปรแกรมการตรวจวัดปริมาณรังสีเป็นประจำ โดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีและ Radiation Protection Staffs ซึ่งมีการดำเนินงานต่างๆดังนี้

รายการ	ความถี่การตรวจวัด	เครื่องมือวัดปริมาณรังสี
<p>1. ตรวจวัดอัตราปริมาณรังสี (Dose Rate)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ภายในเขตพื้นที่ควบคุม (Controlled Area)</li> <li>- นอกเขตพื้นที่ควบคุม</li> <li>- พื้นผิวของเครื่องกำบังรังสี</li> </ul> <p>ในขณะที่เดินเครื่องปฏิกรณ์ฯ</p>	<p>สัปดาห์ละครั้ง</p> <p>เดือนละครั้ง</p> <p>ทุกวัน</p>	<p>วัดรังสีแกมมา ด้วยเครื่องวัด GM Counter Survey Meter หรือ Ionization Chamber Survey Meter และวัดรังสีนิวตรอน ด้วยเครื่องวัด Rem Counter</p>
<p>2. ตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมา และนิวตรอน ที่พื้นผิวของผนังบ่อเครื่องปฏิกรณ์ฯ</p>	<p>สัปดาห์ละครั้ง</p>	<p>Thermo Luminescence Detector (TLD)</p>

3. ตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมา ในอากาศที่ผ่านปล่องของเครื่องปฏิกรณ์ฯ (Stack) แล้ว	อย่างต่อเนื่อง	Gamma Counter (หัววัด NaI(Tl) Scintillation Detector)
4. ตรวจวัดปริมาณรังสีรวมแอลฟา บีตาและแกมมา โดยมีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ผ่านปล่องของเครื่องปฏิกรณ์ฯ ผ่านกระดาษกรอง (filter paper)	อย่างต่อเนื่อง	Alpha/Beta/Gamma Counter
5. ตรวจวัดปริมาณรังสีรวมแกมมา ในอากาศของห้องปฏิบัติการที่อยู่ในอาคารเครื่องปฏิกรณ์ฯ	อย่างต่อเนื่อง	Gamma Counter (หัววัด NaI(Tl) Scintillation Detector)
6. ตรวจวัดปริมาณรังสีของ Tritium (H-3) และ C-14 ปริมาณรังสีแกมมา ปริมาณรังสีรวมแอลฟา และบีตา ในกากของเหลวกัมมันตรังสี	ก่อนที่จะปล่อยเป็นสารละลายน้ำทิ้ง	เครื่องวัด Liquid Scintillation Counter, Alpha/Beta Counter และ Gamma Spectrometer
7. ตรวจวัดการประอะเปื้อนรังสีของสิ่งของต่างๆที่ใช้ในพื้นที่ควบคุม (controlled area)	ก่อนนำของออกจาก controlled area	GM Counter Survey Meter สำหรับวัดรังสีบีตา และใช้หัววัด ZnS(Ag) scintillation survey meter สำหรับวัดรังสีแอลฟา
8. ตรวจวัดการประอะเปื้อนรังสีของบุคคลที่ออกจาก controlled area	เมื่อออกจาก controlled area	Hand, Foot and Clothes Monitor (HFCM)
9. ตรวจวัดปริมาณรังสีของภาชนะที่บรรจุสารกัมมันตรังสีหรือวัสดุนิวเคลียร์เพื่อขนส่งออกจากสถานปฏิบัติการทางนิวเคลียร์และวัดการประอะเปื้อนรังสีของพื้นผิวภาชนะและรถที่ใช้ขนส่ง	เมื่อมีการขนส่ง	GM Counter Survey Meter และ Ionization Chamber Survey Meter



## บทสรุป

ไม่ว่าจะเป็นสถานปฏิบัติการนิวเคลียร์อื่นๆ หรืออาคารเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูของประเทศใดๆ แนวทางการดูแลความปลอดภัยจากการใช้ประโยชน์ทางนิวเคลียร์ เพื่อมิให้มีรังสีรั่วไหลไปสู่สิ่งแวดล้อม ควรดำเนินการคล้ายๆ กับการบริหารจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยทางรังสีจากการใช้เครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยดังกล่าวข้างต้นของประเทศญี่ปุ่น อย่างไรก็ตาม สถานปฏิบัติการทางนิวเคลียร์และรังสี จะต้องมีเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดปริมาณรังสีที่ครบถ้วน มีงบประมาณที่เพียงพอ และมีการจัดตั้งหน่วยงานความปลอดภัยทางรังสี จึงจะทำให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีในสถานปฏิบัติการฯ สามารถดำเนินการได้เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานวัดปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม อีกหน่วยงานหนึ่งในสถาบันวิจัยฯ ที่วัดปริมาณรังสีในบริเวณสถาบัน และบริเวณรอบๆ สถาบัน เพื่อวัดปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม และมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่องด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สถาบันออกแบบและจัดสร้างขึ้นเองอีกด้วย

### เอกสารอ้างอิง

1. Shinichi Suga, เอกสารประกอบการสอนวิชา Radiation Safety Management and Radiation Protection Supervisor, Instructor Training Course, JAEA/NUTEC.
2. Kotaro Yamasoto, เอกสารประกอบการสอนวิชา Radiation Protection in Controlled Area in JAEA, Instructor Training Course, JAEA/NUTEC