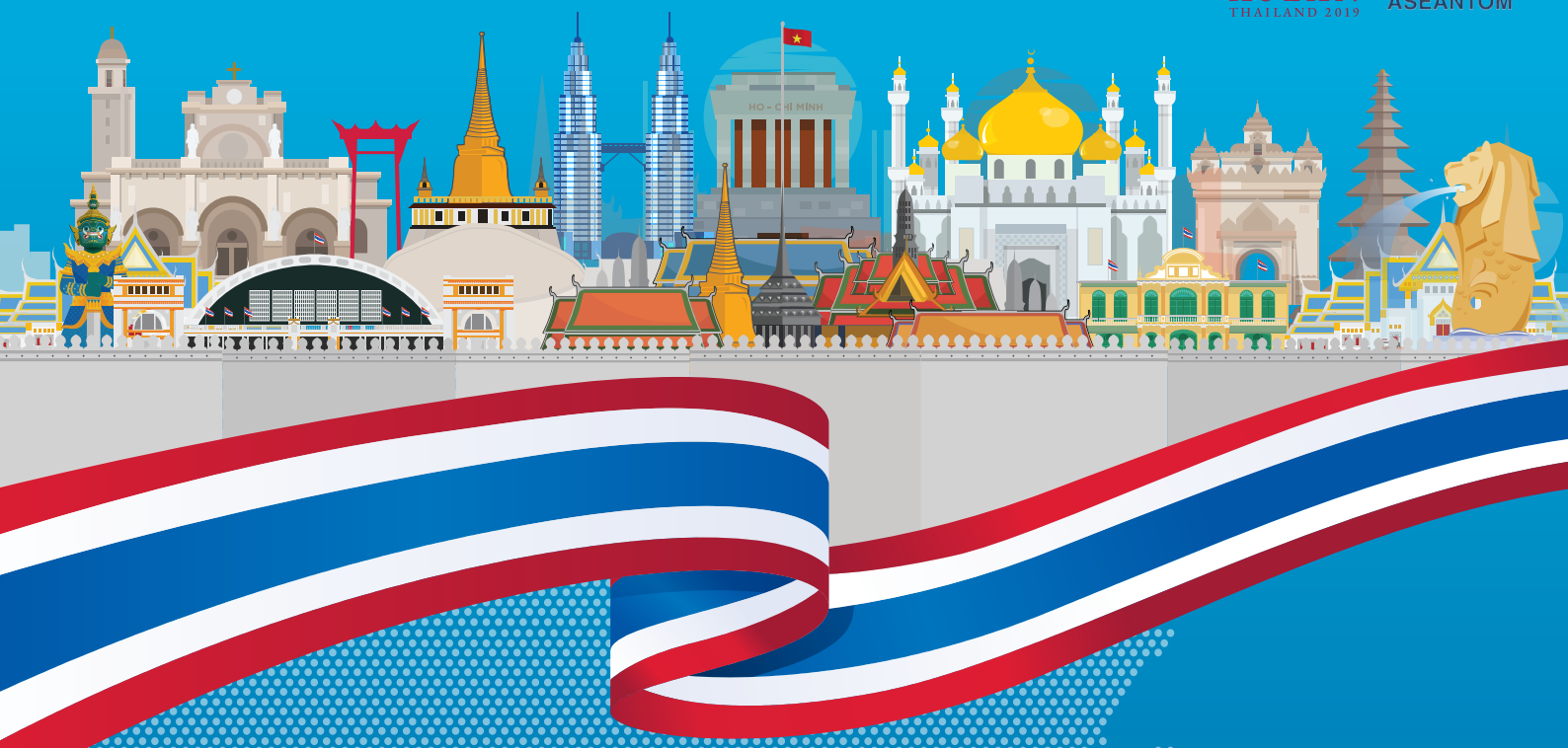
วารสาร
Atoms for Peace Journal
ปรมาณูเพื่อสันติ
ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 ประจำปี 2562



ASEANTOM
Thailand 2019

บก. เปิดเล่ม

พบกันอีกครั้งกับวารสารปรมาณูเพื่อสันติ ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 ประจำปี 2562 ฉบับนี้ขอนำเสนอบทความเด่นเรื่อง *“ASEANTOM”* ซึ่งปีนี้เป็นปีสำคัญของไทยในเวทีระดับภูมิภาคและระดับนานาชาติ โดยการเป็นประธานอาเซียน และที่สำคัญ ปส. ยังรับหน้าที่เป็นประธานเครือข่ายหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณูในภูมิภาคอาเซียน หรือ ASEANTOM (ASEAN Network of Regulatory Bodies on Atomic Energy) ซึ่งได้ดำเนินการจัดประชุมประจำปีครั้งที่ 6 ของเครือข่ายฯ ณ จังหวัดกระบี่ ระหว่างวันที่ 1–4 กรกฎาคม 2562 ที่ผ่านมา

สำหรับคอลัมน์ Nuclear Update ฉบับนี้จะมาในหัวข้อ *“RU-106 Eye Plaque กับการใช้งานอย่างปลอดภัย”* ซึ่งเป็นการนำวัสดุกัมมันตรังสีมาใช้ในการรักษาโรคทางตา ทั้งนี้ผู้จัดทำวารสารปรมาณูเพื่อสันติหวังว่า บทความในวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ รวมทั้งทำให้ทุกท่านรู้จักกับพลังงานนิวเคลียร์และรังสีในด้านต่างๆ มากขึ้น

บรรณาธิการ

จัดทำโดย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ที่ปรึกษา

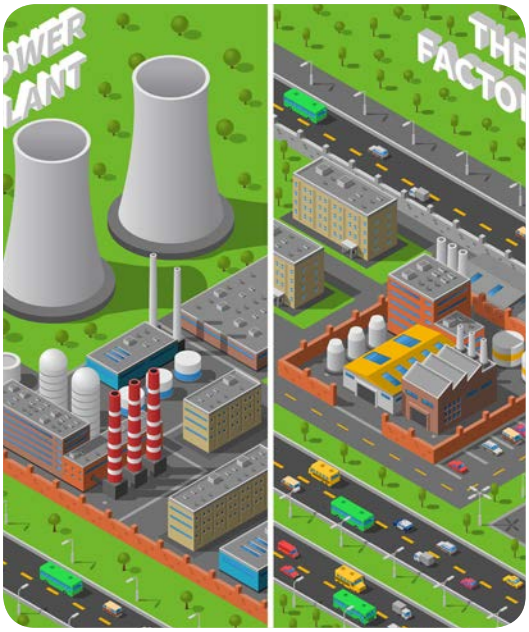
1. นางสาววิไลวรรณ ตันจ้อย — เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
2. นางรัชดา เหมปฐวี — รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คณะทำงานพิจารณาเอกสารวิชาการและสื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (กองบรรณาธิการ)

1. นางสุชิน อุดมสมพร — ผู้อำนวยการกองยุทธศาสตร์และแผนงาน
2. นางสาวอัมพิกา อภิชัยบุคคล — ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพัฒนาระบบบริหารจัดการด้านพลังงานปรมาณู
3. นางวราภรณ์ วัชรสุรกุล — ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์
4. นายอารักษ์ วิทิตธีรานนท์ — รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสี
5. ดร. พิภัทร พฤกษาโรจนกุล — รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู
6. นางดารุณี พีขุนทด — นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
7. นางสุนันทา สาวิกันย์ — นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
8. ดร. รุจจพัน เกตุกล่ำ — วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
9. ดร. ไชยยศ สุนทราภา — วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการ
10. นางสาวกรรณิกา มณีวรรณ์ — นักวิชาการเผยแพร่ชำนาญการพิเศษ (เลขานุการ)
11. นางสาวนุชจรีย์ สัจจา — นักวิชาการเผยแพร่ปฏิบัติการ (ผู้ช่วยเลขานุการ)

ออกแบบและพิมพ์ที่ : บริษัท อิสระดี จำกัด

Content



4 เครือข่ายหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณูในภูมิภาคอาเซียน (ASEAN Network of Regulatory Bodies on Atomic Energy : ASEANTOM)

8 การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อตั้งสถานประกอบการทางนิวเคลียร์

12 การกำกับดูแลการใช้ประโยชน์เรเดียม-223 ในทางการแพทย์

16 มารู้จักกับนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

19 ระบบจัดการพิกัดนิวเคลียร์และรังสีด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

20 Ru-106 Eye Plaque กับการใช้งานอย่างปลอดภัย

วารสารปรมาณูเพื่อสันติจัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ภารกิจและการดำเนินงานของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ รวมทั้งข่าวสาร บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

บรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการคัดเลือกและแก้ไขต้นฉบับทั้งเรื่องและภาพตามแต่จะเห็นสมควร โดยไม่ต้องขอความเห็นชอบจากเจ้าของเรื่องและไม่ส่งต้นฉบับคืน

ข้อคิดเห็นหรือบทความในเอกสารฉบับนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียน ซึ่งไม่มีข้อผูกพันกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแต่อย่างใด

ผู้สนใจส่งข้อเขียน หรือข้อเสนอแนะ

สามารถติดต่อได้ที่กลุ่มส่งเสริมฝึกอบรมและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1108-1114, 3104-3107 โทรสาร 0 2561 3013

: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ASEANTOM
ASEANTOM Workshop on Capacity Building and
Strengthening the Nuclear and Radiation Safety and
Security Network in the ASEAN Region
6 - 9 march 2017
Office of Atoms for Peace
Bangkok, Thailand

เครือข่ายหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณูในภูมิภาคอาเซียน

(ASEAN Network of Regulatory Bodies on Atomic Energy: ASEANTOM)

ดร. พิภัทร พฤกษาโรจนกุล
วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานปรมาณู
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยโดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติภายใต้การบริหารงานของศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว ได้ริเริ่มแนวคิดที่จะจัดตั้งเครือข่ายของผู้กำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสีในภูมิภาคอาเซียนขึ้น เพื่อส่งเสริมการดำเนินงานด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ ความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์ และการพิทักษ์ความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ (Safety, Security, Safeguards: 3S) เพื่อรองรับการเติบโตอย่างรวดเร็วของการใช้ประโยชน์จากพลังงานปรมาณูในภูมิภาค ตลอดจนการดำเนินการเข้าสู่ความเป็นประชาคมอาเซียน การดำเนินงานของเครือข่ายมุ่งเน้นการสร้างความร่วมมือ ช่วยเหลือแลกเปลี่ยนข้อมูล พัฒนาบุคลากรในด้านการกำกับดูแลการเตรียมความพร้อมและตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน การตรวจวัดรังสีในสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อยกระดับให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA)

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติดำเนินการเชิงรุกเรื่อยมาจนกระทั่ง ASEANTOM ได้รับการรับรองสถานะเป็นองค์กรรายสาขา (Sectoral body) ของประชาคมการเมืองและความมั่นคงอาเซียน (ASEAN Political Security Community: APSC) ภายใต้ Annex I ของกฎบัตรอาเซียน (ASEAN Charter) ในปี พ.ศ. 2558

การเป็นประธานเครือข่าย ASEANTOM

หน่วยงานด้านการกำกับดูแลความปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสีของประเทศสมาชิกอาเซียนผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันในการทำหน้าที่ประธานเครือข่าย ASEANTOM โดยมีวาระ 1 ปี ในปีที่ประเทศนั้น ๆ ทำหน้าที่ประธาน ASEAN

กิจกรรม	วันที่	สถานที่จัดกิจกรรม
การประชุม Kick off Meeting of ASEANTOM/NNSA Exercise DevelopmentTraining Series (EDTS) ร่วมกับ U.S. DOE	2–4 เมษายน 2562	ณ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี
การประชุมประจำปีครั้งที่ 6 ของเครือข่าย ASEANTOM และการสัมมนาที่เกี่ยวข้อง	1–4 กรกฎาคม 2562	ณ จังหวัดกระบี่
การฝึกอบรม Initial Training of EDTS	6–9 สิงหาคม 2562	ณ กรุงเทพมหานคร
การฝึกอบรม RCARO-ASEANTOM Regional Training Course Rapid Radiation Measurement and Individual Dose Assessment following Nuclear and Radiological Emergency	7–11 ตุลาคม 2562	ณ กรุงเทพมหานคร
การประชุม Final Project Review Meeting of RAS9077 “Supporting Regional Nuclear Emergency Preparedness and Response in ASEAN Region”	2–6 ธันวาคม 2562	ณ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งทำหน้าที่เป็นประธานเครือข่าย ASEANTOM ในปี พ.ศ. 2562 มีกำหนดจัดกิจกรรมภายใต้โครงการความร่วมมือระหว่าง ASEANTOM และหน่วยงานคู่เจรจาจำนวน 5 กิจกรรม รวมถึงการประชุมประจำปีครั้งที่ 6 ของเครือข่าย ASEANTOM และสัมมนาด้านความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์ ซึ่งมีกำหนดจัดระหว่างวันที่ 1–4 กรกฎาคม 2562 ณ จังหวัดกระบี่ เพื่อวางแผน หารือด้านนโยบายและทิศทางการดำเนินงานของเครือข่าย ASEANTOM การประชุมฯ จะเป็นเวทีให้ประเทศสมาชิกนำเสนอการดำเนินงานภายใต้เครือข่ายฯ สาขาหรือหัวข้อที่ประสงค์ขอรับความช่วยเหลือจากหน่วยงานหรือประเทศคู่เจรจา รวมถึงหารือถึงการขยายความร่วมมือกับหน่วยงานคู่เจรจาในอนาคต

โครงการถ่ายทอดความรู้เพื่อเสริมสร้างศักยภาพในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีและระดับรังสีในสิ่งแวดล้อมของประเทศลาวและประเทศกัมพูชา

ประเทศไทยโดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเล็งเห็นถึงความสำคัญของการมีเครือข่ายความร่วมมือในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีและระดับรังสีในสิ่งแวดล้อมของภูมิภาคอาเซียนที่เข้มแข็ง สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือตลอดจนแจ้งเตือนให้กับประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาคได้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที หากเกิดเหตุการณ์รั่วไหลหรือแพร่กระจายของวัสดุกัมมันตรังสีสู่สิ่งแวดล้อมจากอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์และรังสีที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติจึงได้ริเริ่มโครงการนี้ขึ้นโดยให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ การถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ และเทคโนโลยีของประเทศไทยในการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีและระดับรังสีในสิ่งแวดล้อมและประชาชนให้แก่หน่วยงานกำกับดูแลการใช้พลังงานนิวเคลียร์และรังสีของประเทศเพื่อนบ้าน ให้มีความพร้อมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายความร่วมมือในตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีและระดับรังสีในสิ่งแวดล้อมของภูมิภาคอาเซียน รูปแบบการดำเนินการประกอบด้วยการฝึกอบรมให้กับเจ้าหน้าที่จากประเทศเพื่อนบ้านและการส่งผู้ชำนาญการของ ปส. ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อติดตั้งระบบตรวจวัดระดับรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ติดตั้งระบบการบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ปส. เริ่มนำร่องโครงการกับประเทศลาวในปี พ.ศ. 2560 และประเทศกัมพูชาในปี พ.ศ. 2561 และยังมีแผนการจะดำเนินโครงการเดียวกันนี้กับประเทศมาเลเซียในปี พ.ศ. 2562

โครงการความร่วมมือกับทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA)

1. โครงการ RAS9077 “Supporting Regional Nuclear Emergency Preparedness and Response in ASEAN Region”

โครงการนี้ดำเนินการภายใต้รูปแบบของโครงการความร่วมมือทางวิชาการระดับภูมิภาค (Regional Technical Cooperation Project) ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการในการเตรียมความพร้อมและตอบโต้เหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสีในระดับประเทศและในระดับภูมิภาคอาเซียน โครงการนี้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 และจะสิ้นสุดปี พ.ศ. 2562 โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก IAEA และประเทศญี่ปุ่น ผลลัพธ์ที่ได้รับจากโครงการจะนำไปสู่การปฏิบัติจริงผ่าน The ASEAN Coordinating Center for Humanitarian Assistance on disaster management (AHA Center) ซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบเรื่องการจัดการภัยพิบัติและรับมือเหตุฉุกเฉินในภูมิภาคอาเซียน

2. โครงการ ASEANTOM-IAEA regional project “Strengthening Regulatory Capacities for Licensing, Inspection and Enforcement for the Security of Radioactive Materials and Associated Facilities in Southeast Asia”

โครงการดังกล่าวริเริ่มโดย Division of Nuclear Security, IAEA ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2562 เพื่อยกระดับการกำกับดูแลด้านการออกใบอนุญาต การตรวจสถานประกอบการทางรังสี และการบังคับใช้กฎหมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความมั่นคงปลอดภัยวัสดุกัมมันตรังสีและสถานประกอบการทางรังสีที่เกี่ยวข้อง ภายใต้โครงการนี้ IAEA วิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงปลอดภัยวัสดุกัมมันตรังสีของประเทศสมาชิก ASEANTOM เพื่อออกแบบสื่อและเอกสารสำหรับการฝึกอบรมที่เหมาะสมและสร้างความเข้าใจร่วมกัน เพื่อเป็นการยกระดับการทำงานเชิงบูรณาการในเรื่องความมั่นคงปลอดภัยระหว่างประเทศให้มีประสิทธิภาพและไร้ข้อบกพร่องให้มากที่สุด

โครงการความร่วมมือกับคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission)

1. โครงการ EC-ASEAN Regional Project on Enhancing Emergency Preparedness and Response (EPR) in ASEAN: Technical Support for Decision Making

โครงการนี้เป็นโครงการระดับภูมิภาค มีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2563 ซึ่งต่อยอดมาจากโครงการระดับทวิภาคีระหว่างประเทศไทยกับคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission: EC) “Feasibility Study on Enhancing Regional Cooperation on Emergency Preparedness & Response in Southeast Asia (2013-2015)” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตั้งระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) ในกรณีเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์และรังสี ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมการคำนวณการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีที่เรียกว่า JRODOS และ ARGOS ให้กับประเทศสมาชิกอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ โดยที่แต่ละประเทศจะเลือกใช้โปรแกรมตามความพร้อมทางด้านบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานของแต่ละประเทศ โปรแกรมทั้งสองจะช่วยประเมินและวิเคราะห์การแพร่กระจายของสารรังสีและปริมาณการได้รับรังสีของบุคคลและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังภัยทางรังสี ข้อมูลภูมิศาสตร์ (geographic information) และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (meteorological information) ซึ่งสามารถนำผลไปใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีรับมือเหตุฉุกเฉินทางนิวเคลียร์และรังสีได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2. โครงการ EU-ASEANTOM on Radiological and Nuclear Emergency Preparedness and Response: ASEAN Early Warning Radiation Monitoring Network

โครงการมีแผนการที่จะเริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2563 ถึงปี พ.ศ. 2565 ซึ่งจะเป็นการพัฒนาศักยภาพของประเทศสมาชิก 10 ประเทศ บนพื้นฐานความรู้ด้านการวิเคราะห์การแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีและการประเมินปริมาณการได้รับรังสีจากโครงการก่อนหน้านี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตั้งสถานีตรวจวัดทางรังสี 2 ประเภท คือ สถานีตรวจวัดทางรังสี (Gamma dose rate) และสถานีตรวจวัดวิเคราะห์นิวไคลด์กัมมันตรังสี (Radionuclide analysis) และปรับปรุงระบบหรือสถานีตรวจวัดทางรังสี รวมถึงติดตั้งระบบเพื่อจัดตั้งศูนย์ข้อมูลระดับภูมิภาค (Regional data center) ซึ่งมีไว้เพื่อเก็บรักษาข้อมูลการตรวจวัดทางรังสีจากประเทศสมาชิกและแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันเฉพาะในภูมิภาคอาเซียน ประเทศไทยโดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติถือได้ว่ามีความพร้อมทั้งทางด้านบุคลากรและสถานที่ในการดำเนินการศูนย์ข้อมูลระดับภูมิภาคนี้ เพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังภัยทางนิวเคลียร์และรังสีของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน

ทั้งนี้ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติมีความพร้อมในการกำกับดูแลความปลอดภัยเพื่อให้เทคโนโลยีนิวเคลียร์เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศ โดยดำเนินงานด้านความร่วมมือทางนิวเคลียร์และรังสีในระดับภูมิภาคอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งผลักดันให้เครือข่าย ASEANTOM เข้าเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนประชาคมอาเซียนอย่างจริงจัง เพื่อตอบสนองแนวคิดหลักของการเป็นประธานอาเซียนของไทย *“Advancing Partnership for Sustainability”* หรือ *“ร่วมมือ ร่วมใจ ก้าวไกล ยั่งยืน”*

การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อตั้งสถานประกอบการทางนิวเคลียร์

นางสาวธนาภรณ์ ศรีแก้ว
วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการ
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ในการก่อสร้างสถานประกอบการทางนิวเคลียร์ ขั้นตอนการคัดเลือกพื้นที่ตั้งถือเป็นจุดเริ่มต้นที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง พื้นที่ตั้งที่มีความเหมาะสมจะสามารถป้องกันหรือหลีกเลี่ยงอุบัติภัยต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อสถานประกอบการ อีกทั้งยังช่วยลดผลกระทบทางรังสี ทั้งกรณีดำเนินงานในสภาวะปกติและกรณีเกิดอุบัติเหตุได้อีกด้วย ดังนั้นการพิจารณาเลือกพื้นที่ตั้งจะต้องดำเนินการตามข้อกำหนดทุกขั้นตอนด้วยความรอบคอบ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และประเมินผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในทุกแง่มุม

การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งสำหรับสถานประกอบการทางนิวเคลียร์ในแต่ละประเทศนั้นได้อ้างอิงและใช้เกณฑ์การประเมินตามมาตรฐานสากลของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศเป็นหลักในการพิจารณา บางประเทศอาจมีข้อพิจารณาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงเกณฑ์การพิจารณาตามลักษณะภูมิประเทศ เพื่อปรับให้เหมาะสมกับแต่ละประเทศ เช่น สถานประกอบการทางนิวเคลียร์ในประเทศญี่ปุ่นได้ออกแบบให้ทนทานต่อแผ่นดินไหวไว้ 2 ระดับ

เอกสารของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ตั้งตาม Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations Specific Safety Guide No. SSG-35 แบ่งออกเป็น 3 หมวด คือ

1. เกณฑ์ด้านความปลอดภัย ได้แก่ เกณฑ์ความปลอดภัยสำหรับภัยธรรมชาติ เกณฑ์ความปลอดภัยต่อภัยจากอุบัติเหตุที่เกิดจากมนุษย์ ลักษณะพื้นที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม และการเตรียมพร้อมต่อเหตุฉุกเฉิน

2. เกณฑ์เพื่อป้องกันการก่อวินาศกรรม พื้นที่ตั้งต้องไม่อยู่ในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อวินาศกรรมสูง ไม่เป็นบริเวณที่เปิดโล่งมองเห็นชัดเจนจากรอบด้าน เส้นทางเข้าถึงมีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แหล่งน้ำระบายความร้อนไม่ถูกทำลายโดยง่าย และอยู่ห่างจากบริเวณศูนย์กลางประชากรและเส้นทางคมนาคมสาธารณะ

3. เกณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย เช่น ลักษณะภูมิประเทศ การเข้าถึงแหล่งน้ำ เส้นทางคมนาคม โครงข่ายไฟฟ้า การยอมรับของประชาชน ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

ข้อกำหนดทั่วไป

การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งจะต้องประเมินผลกระทบ 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. ลักษณะของภูมิประเทศและเหตุการณ์ภายนอกต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของสถานประกอบการ

- ผลกระทบจากเหตุการณ์ทางธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว รอยเลื่อนบนผิวดิน รอยเลื่อนมีพลัง สภาพอากาศ คลื่นน้ำที่เกิดจากแผ่นดินไหวหรือปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาอื่น ๆ การพังทลายของชั้นดินที่ลาดชัน และน้ำท่วม เป็นต้น
- ผลกระทบจากการดำเนินงานและกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุบัติเหตุจากเครื่องบินตกชน การระเบิดของสารเคมี ความเป็นอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ไฟป่า ดังนั้นพื้นที่ตั้งไม่ควรอยู่ใกล้โรงกลั่นน้ำมัน คลังเก็บน้ำมัน

สนามบิน หรือหน่วยงานทางทหาร เป็นต้น และควรอยู่ห่างไกลจากสถานที่ซึ่งอาจเกิดการรั่วของก๊าซพิษหรือก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือติดไฟได้ เช่น โรงงานเคมี โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ ท่อส่งก๊าซ เป็นต้น

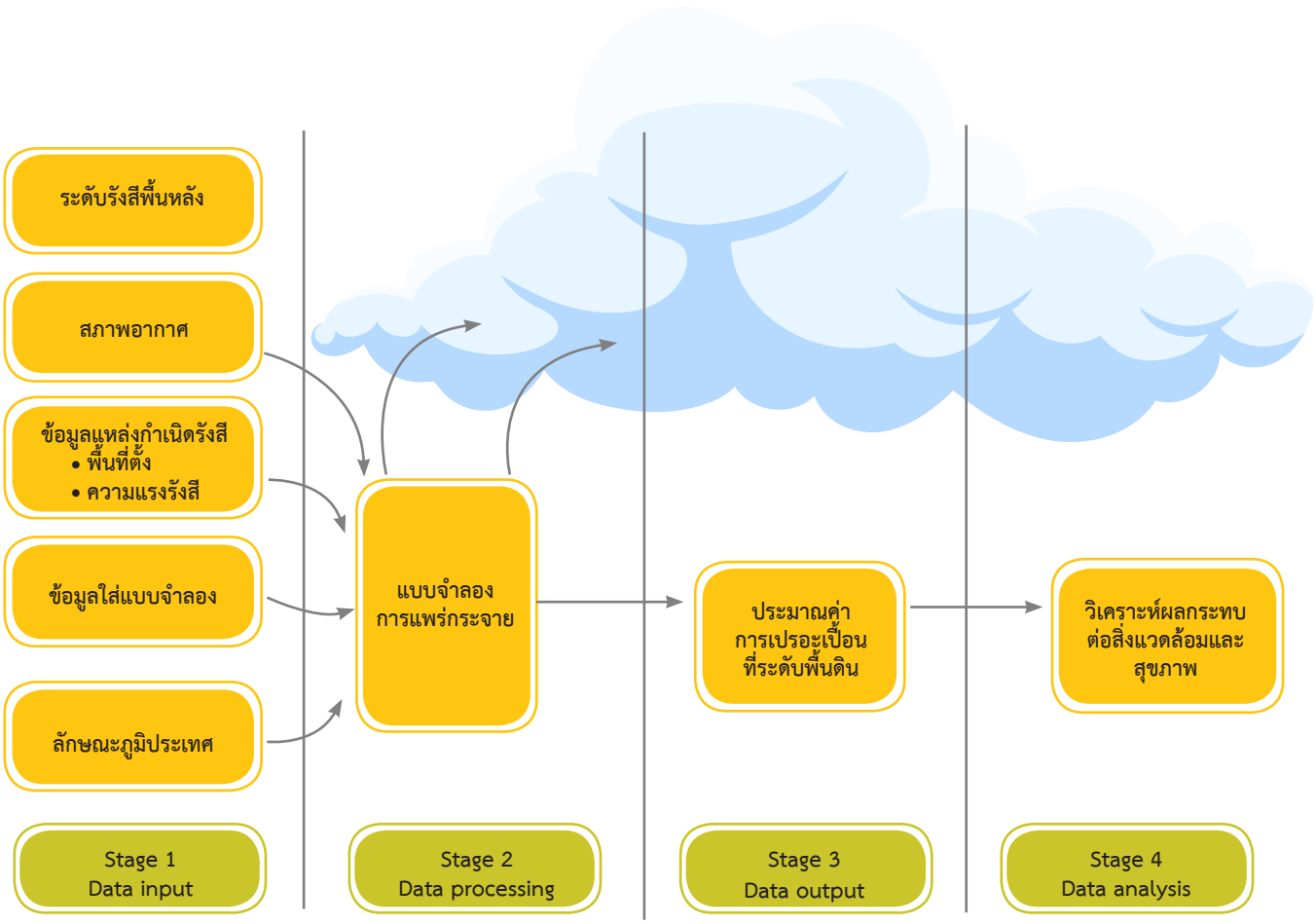
2. ผลกระทบจากการปล่อยวัสดุกัมมันตรังสีของสถานประกอบการไปสู่มนุษย์และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่

การประเมินผลกระทบจากการปล่อยวัสดุกัมมันตรังสีสู่มนุษย์และสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ตั้งต้องประเมินการรั่วไหลของวัสดุกัมมันตรังสีทั้งในสภาวะเหตุการณ์ปกติและกรณีเกิดอุบัติเหตุดังนี้

- การประเมินผลกระทบจากการปล่อยวัสดุกัมมันตรังสีในบรรยากาศ
- การประเมินผลกระทบจากการปล่อยวัสดุกัมมันตรังสีผ่านทางผิวน้ำ แหล่งน้ำใต้ดิน การใช้พื้นดินและน้ำในพื้นที่ รวมถึงการเข้าสู่ระบบห่วงโซ่อาหาร

3. ลักษณะความหนาแน่นและการกระจายตัวของประชากรโดยรอบพื้นที่ตั้งที่มีผลกระทบกับการดำเนินการควบคุมเหตุฉุกเฉิน

ต้องประเมินผลกระทบทางรังสีที่ประชากรอาจได้รับทั้งในภาวะการเดินเครื่องปกติและกรณีอุบัติเหตุ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การกระจายตัวของประชากร อัตราการเจริญเติบโตของประชากรในพื้นที่และโดยรอบพื้นที่ตั้ง ระบบคมนาคมขนส่งในท้องถิ่น ระยะห่างจากจุดศูนย์รวมประชากรกลุ่มประชากรที่มีความยากลำบากในการอพยพ ดังนั้น พื้นที่ตั้งควรอยู่บริเวณที่มีประชากรไม่หนาแน่น เพื่อให้สามารถดำเนินมาตรการแก้ไขสถานการณ์ในภาวะฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันผลกระทบทางรังสีที่อาจเกิดขึ้น



การพิจารณาด้านอื่นๆ ที่สำคัญ

- พื้นที่ตั้งควรอยู่ใกล้กับระบบสายส่งไฟฟ้า เพื่อสะดวกแก่การก่อสร้าง การดำเนินงาน และการจัดหาไฟฟ้าสำรองให้แก่สถานประกอบการ
- พื้นที่ตั้งควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ โดยคำนึงถึงคุณภาพน้ำ ปริมาณ และระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูด้วย เนื่องจากการระบายความร้อนออกจากเครื่องปฏิกรณ์จำเป็นต้องใช้น้ำ
- ด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากผลกระทบทางรังสี เช่น ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำระบายความร้อนต่อสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศวิทยา ทัศนียภาพ สถานที่ท่องเที่ยว วัฒนธรรมที่สำคัญ ผลกระทบทางเสียงและฝุ่นละอองระหว่างการก่อสร้าง เป็นต้น

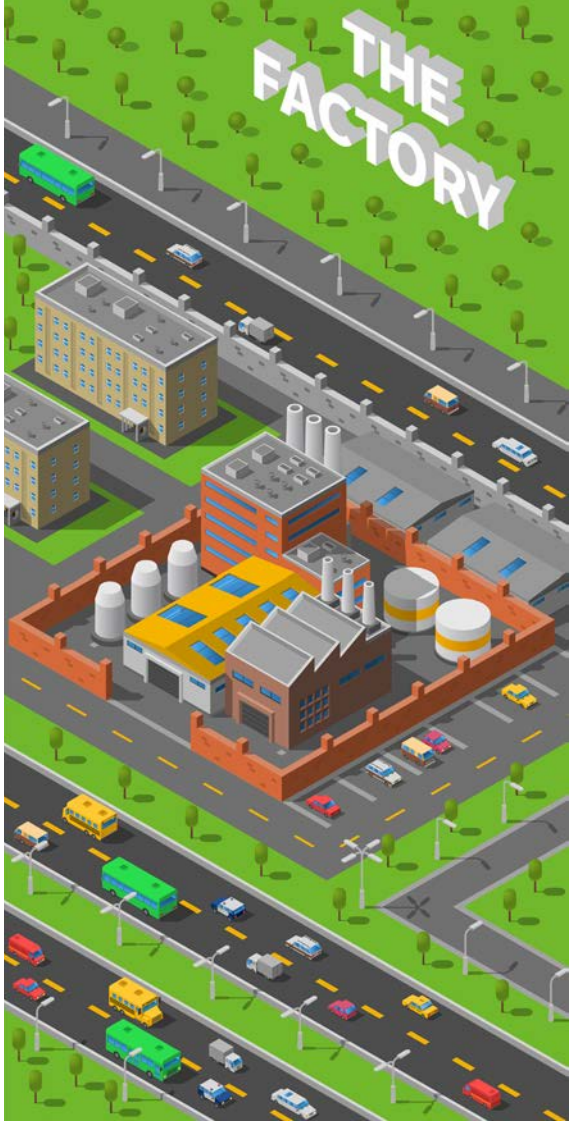
กระบวนการในการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ตั้ง

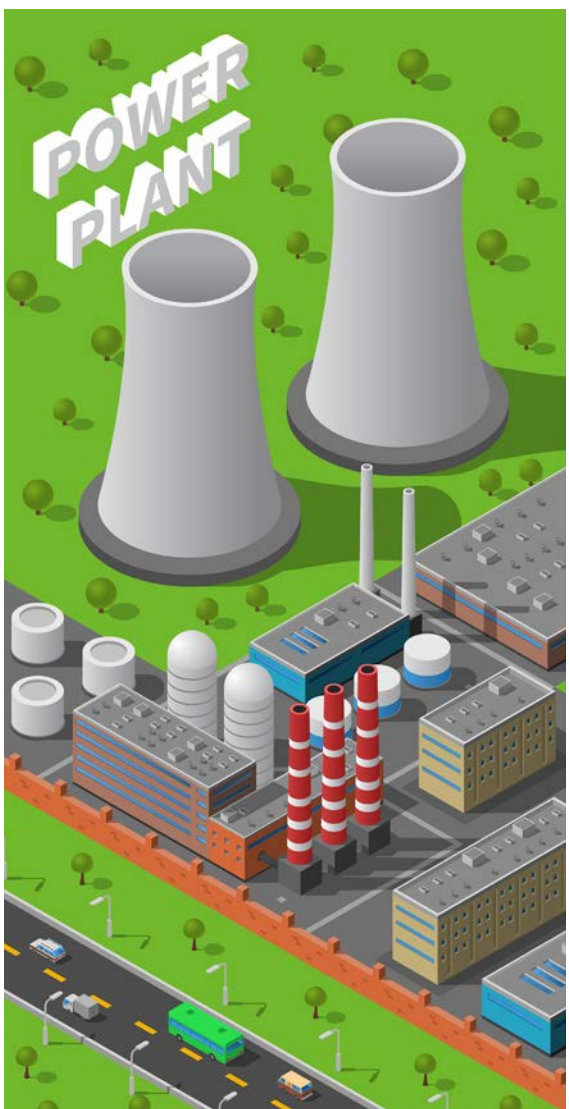
- ⇨ การสำรวจพื้นที่ตั้งที่เป็นไปได้ (Site survey)
- ⇨ การประเมินสถานที่ตั้ง (Site Evaluation) จะต้องทำการประเมินเป็นระยะ ๆ ตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องปฏิกรณ์ เพื่อให้แน่ใจว่าสถานที่ตั้งยังคงมีความเหมาะสมและปลอดภัย
- ⇨ เลือกพื้นที่ตั้งที่จะทำการประเมิน (Site Selection)
- ⇨ ประเมินความปลอดภัยของสถานที่ตั้ง (Site Assessment)
- ⇨ ระยะก่อนเริ่มดำเนินการเดินเครื่องปฏิกรณ์ (Pre-Operational)
- ⇨ ระหว่างการดำเนินการเดินเครื่องปฏิกรณ์ (Operational)

SITE SURVEY STAGE:	SITE SELECTION STAGE:	SITE ASSESSMENT STAGE:	PRE-OPERATIONAL STAGE:	OPERATIONAL STAGE:
Identification of potential regions, potential sites and candidate site through screening and comparison.	Evaluation aiming at selecting the final site trough the ranking of candidate sites	Confirmation of acceptability and complete site characterization; Derivation of site related design basis.	Confirmatory and monitoring work.	Confirmatory, monitoring and re-evaluation as per Periodic Safety Reviews.

SITING

SITE EVALUATION





การประเมินความปลอดภัยของพื้นที่ตั้งนั้นจะต้องดำเนินการทั้งสองฝ่ายคือ ผู้ขอรับใบอนุญาต และหน่วยงานกำกับดูแล เพื่อตรวจสอบและยืนยันความปลอดภัยอีกชั้นหนึ่ง ทั้งนี้ หากผลการประเมินชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ตั้งนั้นมีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ และไม่สามารถแก้ไขหรือออกแบบเพื่อรองรับความปลอดภัยได้ พื้นที่ตั้งนั้นถือว่าไม่มีความเหมาะสม แต่หากมีการออกแบบเพื่อป้องกันหรือแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ โดยสามารถพิสูจน์และรับรองได้ว่าการดำเนินงานจะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อประชากรในพื้นที่ในระดับเกินกว่าที่สามารถยอมรับได้ ก็สามารถใช้พื้นที่นั้นสำหรับก่อสร้างสถานประกอบการได้

ด้วยลักษณะเฉพาะของธรรมชาติ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การกระจายตัวของประชากร และสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ตั้งเป็นสิ่งไม่แน่นอน ไม่คงที่ อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา และอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการดำเนินงานของสถานประกอบการ ดังนั้นแม้ว่าจะคัดเลือกพื้นที่ตั้งได้แล้ว การก่อสร้างแล้วเสร็จ และสถานประกอบการได้มีการดำเนินงานแล้วก็ตาม แต่ยังคงต้องสังเกตการณ์ สำรวจ ทบทวน และประเมินความปลอดภัยของสถานที่ตั้งเป็นระยะ ๆ ไปตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องปฏิกรณ์ นอกจากนี้จำนวนและกำลังของเครื่องปฏิกรณ์ รวมถึงปริมาณวัสดุนิวเคลียร์ทั้งหมดที่คาดว่าจะใช้ในสถานประกอบการจะถูกนำไปพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกพื้นที่ตั้งและนำไปสู่การออกแบบก่อสร้างตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและความมั่นคงปลอดภัย หากภายหลังมีการติดตั้งเครื่องปฏิกรณ์เพิ่มเติม เพิ่มกำลังการเดินเครื่องปฏิกรณ์ หรือมีการเพิ่มวัสดุนิวเคลียร์อย่างมีนัยสำคัญและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการดำเนินงาน จะต้องทำการประเมินความเหมาะสมของสถานที่ตั้งใหม่ตามบริบทที่เปลี่ยนแปลงไป

แม้ว่าแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศฉบับใหม่ (PDP2018) จะไม่มีแผนการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทยแล้วก็ตาม แต่ปัจจุบันยังคงมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย และมีแผนการก่อสร้างเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัยเครื่องใหม่ ซึ่งการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ตั้งสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และสถานประกอบการนิวเคลียร์นั้นใช้หลักการเดียวกัน แต่ข้อกำหนดและเกณฑ์ในการพิจารณาสำหรับพื้นที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีความละเอียดและซับซ้อนกว่ามาก ดังนั้นการพิจารณาพื้นที่ตั้งสำหรับสถานประกอบการทางนิวเคลียร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากคุณลักษณะและความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ตั้งจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์โดยตรง ทั้งจากภัยธรรมชาติและภัยจากการกระทำของมนุษย์ อีกทั้งเครื่องปฏิกรณ์เองก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบทางรังสีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบสถานที่ตั้งได้ ทั้งในสภาวะการดำเนินงานตามปกติและกรณีเกิดอุบัติเหตุ

การก่อสร้างและการดำเนินงานของสถานประกอบการจะสำเร็จได้นั้น ประชาชนในพื้นที่ต้องมีความเข้าใจและต้องได้รับการยอมรับจากชุมชนในพื้นที่ เพื่อให้สถานประกอบการ ชุมชน และสิ่งแวดล้อมอยู่ด้วยกันได้อย่างยั่งยืน

การกำกับดูแลการใช้ประโยชน์ เรเดียม-223 ในทางการแพทย์

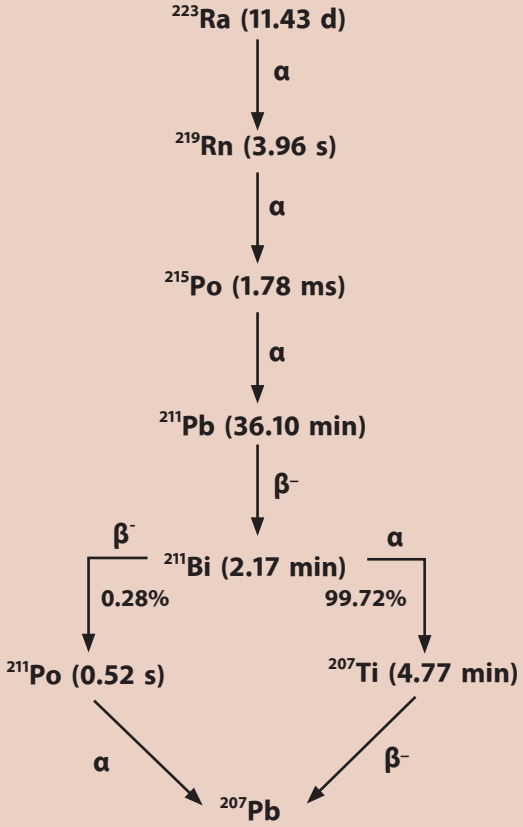
นางสุนันทา สาวิกันย์ นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
นางกนกพร ธรฤทธิ์ นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ปัจจุบันมีการนำไอโซโทปรังสีมาใช้ในทางการแพทย์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งไอโซโทปรังสีเรเดียม-223 ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในการรักษามะเร็งที่ต่อมลูกหมาก (Prostate cancer) ระยะแพร่กระจายสู่กระดูก (Bone metastasis) ที่ดื้อต่อการรักษาด้วยวิธีลดการสร้างฮอร์โมนเพศ โดยการรักษาจะใช้เรเดียมในรูปของ Ra-223 dichloride ฉีดเข้าทางหลอดเลือดดำ การรักษานี้เป็นที่ยอมรับว่าสามารถบรรเทาการเจ็บปวดแก่ผู้ป่วยได้ โดยในกลุ่มประเทศภูมิภาคอาเซียน (ASEAN country) ประเทศสิงคโปร์เป็นประเทศแรกที่ได้นำไอโซโทปรังสีนี้มาใช้รักษามะเร็งที่ต่อมลูกหมาก และได้ตีพิมพ์บทความวิชาการเรื่อง *"New therapy for prostate cancer patient"* เมื่อเดือนพฤษภาคม 2557

รูปภาพที่ 1 ภาพของ Ra-223 dichloride

รูปภาพที่ 2 ภาชนะบรรจุ Ra-223 dichloride ซึ่งกำบังรังสีได้

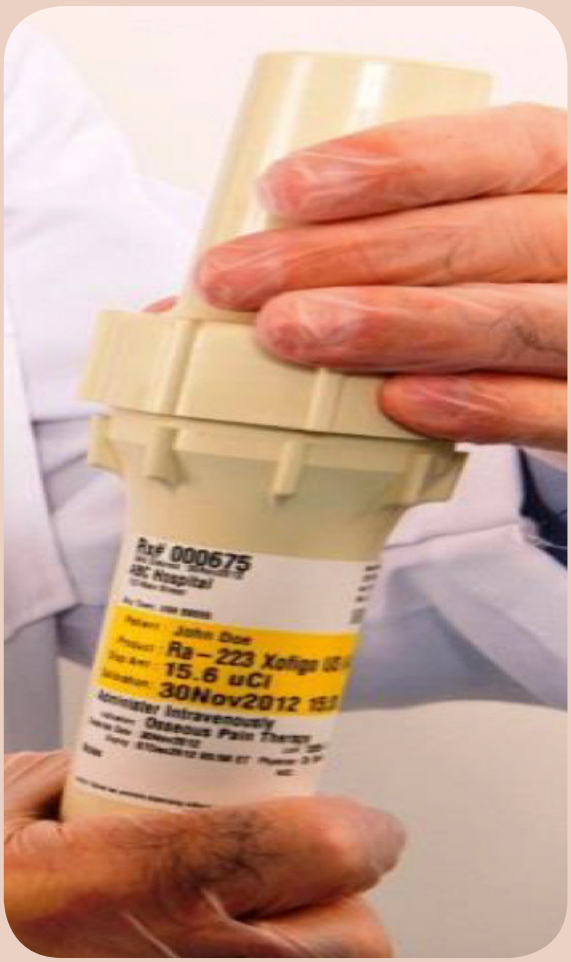
เรเดียมเป็นโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท จัดอยู่ในกลุ่ม 2 ของตารางธาตุ ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนแคลเซียม จึงทำให้เรเดียมสามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับ hydroxyapatite ของกระดูกได้เช่นเดียวกับแคลเซียม เรเดียม-223 เป็นไอโซโทปรังสีมีค่าครึ่งชีวิต 11.43 วัน สลายตัวให้รังสีแอลฟาร้อยละ 95.3 รังสีบีตาร้อยละ 3.6 รังสีแกมมาร้อยละ 1.1 การสลายตัวของเรเดียมในขั้นตอนสุดท้ายจะได้ธาตุที่เสถียรคือ Pb-207 จากการสลายตัวให้รังสีแอลฟาร้อยละ 95.3 นี้จึงเป็นเหตุผลให้เรเดียม-223 ถูกนำมาใช้ในการรักษามะเร็งต่อมลูกหมาก เพราะมีค่า LET สูง ค่า LET หรือ Linear Energy Transfer เป็นพลังงานที่รังสีชนิดก่อไอออน เช่น รังสีแอลฟา ถ่ายเทให้กับตัวกลางที่รังสีนั้นผ่านไป ต่อระยะทางที่รังสีนั้นผ่านไป เมื่อเรเดียมถูกจับไว้โดยเซลล์มะเร็งที่แพร่มาที่กระดูก ก็จะทำให้ DNA ที่เป็นพันธะคู่แตกออก และไม่สามารถซ่อมแซมตัวเองได้และเซลล์มะเร็งจะตายในที่สุด นอกจากนี้เซลล์ข้างเคียงก็ได้รับผลกระทบจากรังสีน้อยมาก



รูปภาพที่ 3 แผนผังการสลายตัวของ Ra-223

รูปภาพที่ 4 การวัดระดับรังสีของผู้ป่วยหลังได้รับสารรังสี

รูปภาพที่ 5 ภาชนะที่ใช้บรรจุวัสดุกัมมันตรังสีชนิด Type A



รูปภาพที่ 6 Syringe shielding container

การรักษาโรคมะเร็งที่ต่อมลูกหมากด้วยเรเดียม-223 จะใช้ปริมาณเรเดียม-223 อยู่ในช่วง 50-200 กิโลเบ็กเคอเรล (50-200 kBq) หรือ 1.35-5.40 ไมโครคูรี (1.35-5.40 μCi) ผู้ป่วยต้องได้รับการฉีดเรเดียมทุก ๆ 4 สัปดาห์ต่อครั้ง และการฉีดเรเดียมสูงสุด 6 ครั้งต่อการรักษา ซึ่งปริมาณรังสีและจำนวนครั้งที่ใช้ในการรักษาถือว่าเป็นปริมาณที่น้อย ความเป็นพิษของไอโซโทปรังสี (Radiotoxicity) เรเดียม-223 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มมีพิษต่ำ (Low radiotoxicity) ดังนั้นเมื่อผู้ป่วยได้รับ

การฉีดเรเดียม-223 แล้วจะสามารถกลับบ้านได้โดยไม่ทำให้บุคคลอื่นได้รับรังสีเกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี ปริมาณเรเดียม-223 ที่อยู่ในผู้ป่วยจะค่อย ๆ สลายตัวลดลงในแต่ละวัน และบางส่วนจะถูกขับออกมาทางปัสสาวะและอุจจาระ และจะเริ่มหมดไปภายใน 1 สัปดาห์หลังการรักษา อัตราการแผ่รังสีของเรเดียม-223 จากการคำนวณและที่ได้จากการวัดจริงตามตารางที่ 1 และอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยที่ได้รับเรเดียม-223 ตามตารางที่ 2 และการตรวจวัดระดับรังสีก่อนให้ผู้ป่วยกลับบ้านเป็นไปตามรูปที่ 4-6

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการแผ่รังสีของเรเดียม-223 จากการคำนวณและที่ได้จากการวัดจริง

ระยะทางจากต้นกำเนิดรังสี	อัตราการแผ่รังสีที่ได้จากการคำนวณ μSv/h per MBq	อัตราการแผ่รังสีที่ได้จากการวัดจริง μSv/h per MBq
100 เซนติเมตร	~0.02	<0.1
10 เซนติเมตร	~2	<5
1 เซนติเมตร	~200	-

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการวัดรังสีที่แผ่จากตัวผู้ป่วยหลังได้รับ Ra-223 dichloride จากการคำนวณและที่ได้จากการวัดจริง

เวลาหลังการรับ Ra-223 (ชั่วโมง)	อัตราการแผ่รังสีจากการคำนวณที่ระยะ 1 เมตร (μSv/h Per MBq)	ตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีโดย Memorial Sloan Kettering cancer center (μSv/h Per MBq)			ตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีโดย Yokohama City University Hospital (μSv/h Per MBq)		
		ประชิดตัวผู้ป่วย	30 เซนติเมตร	1 เมตร	ประชิดตัวผู้ป่วย	30 เซนติเมตร	1 เมตร
0	0.046	0.53	0.22	0.08	0.76	0.20	0.06
24	N/A	0.93	0.16	0.06	0.69	0.11	0.02
48	N/A	1.08	0.19	0.05	0.15	0.06	0.03
144	N/A	0.07	0.03	0.01	0.04	0.01	0.00

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติมีหน้าที่ในการกำกับดูแลความปลอดภัยในการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์และรังสี การนำเรเดียม-223 มาใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์เพื่อรักษาผู้ป่วยมะเร็งต่อมลูกหมาก มีข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัยดังนี้

1. แต่งตั้งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี เพื่อดำเนินการด้านการป้องกันอันตรายจากรังสีตามที่กฎหมายกำหนด
2. การจัดแบ่งพื้นที่ เช่น พื้นที่บริหารวัสดุกัมมันตรังสีแก่ผู้ป่วยต้องมีการปูวัสดุเพื่อป้องกันการเปรอะเปื้อน พื้นที่จัดเก็บวัสดุกัมมันตรังสีและจัดการกากกัมมันตรังสีต้องมีความปลอดภัยทางรังสี

3. ต้องจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องสำรวจระดับรังสี และเครื่องตรวจวัดการเปรอะเปื้อนทางรังสี อุปกรณ์เพิ่มระยะทางในการปฏิบัติงาน เช่น คีม (Tong) และปากคีบ (Forceps) กระบอกฉีดยาพร้อมวัสดุกำบังรังสี (Syringe shield) ภาชนะบรรจุวัสดุกัมมันตรังสีที่มีการกำบังรังสีที่เหมาะสม ถาดสำหรับใส่อุปกรณ์ต่าง ๆ อุปกรณ์สวมใส่เพื่อป้องกันการเปรอะเปื้อน ได้แก่ เสื้อคลุม ถุงมือ ถุงคลุมรองเท้า ถังเก็บกากกัมมันตรังสีพร้อมอุปกรณ์กำบังรังสี

4. จัดทำข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับการปฏิบัติงานรังสี
5. ต้องมีการตรวจวัดระดับรังสีจากตัวผู้ป่วยก่อนที่จะให้ผู้ป่วยกลับบ้าน พร้อมบันทึกผลการตรวจวัด
6. จัดทำข้อแนะนำผู้ป่วยหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี เช่น
   - ดื่มน้ำมาก ๆ ในช่วงวันแรก ๆ ที่ได้รับสารเภสัชรังสี
   - ให้นั่งปัสสาวะแทนการยืน หรือใช้ที่รองปัสสาวะในช่วง 2-3 วันแรกที่ได้รับสารเภสัชรังสี
   - ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งที่เข้าห้องน้ำ
   - กดน้ำ 2 ครั้ง หลังการใช้ห้องน้ำ
   - เช็ดที่รองนั่งโถชักโครกทุกครั้งที่ใช้งาน เมื่อต้องใช้ห้องน้ำร่วมกับผู้อื่น
   - ไม่ซักเสื้อผ้าร่วมกับผู้อื่น
   - พกบัตรผู้ป่วยที่ได้รับสารเภสัชรังสี

การนำเรเดียม-223 มาใช้งานต้องมีการประเมินความปลอดภัยทางรังสี เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ปฏิบัติงาน ผู้ป่วยที่มารับการรักษา และประชาชนทั่วไปมีความปลอดภัยจากรังสี และต้องได้รับใบอนุญาตจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ทั้งนี้ผู้ขอรับใบอนุญาต ต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการขอรับใบอนุญาต

เอกสารอ้างอิง

New therapy for prostate cancer patients. Available from : http://www.themalaysiantimes.com.my/new-therapy-for-prostate-cancer-patients/

Emmanuel Deshayes;/et al.//(2017/September).//Radium 223 dichloride for prostate cancer treatment.//Drug Design, Development and Therapy.//from ; https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5593411/

Emilio Bombardieri.//(2513). Treatment of Bone Metastases with Radium-223 in Patients with Castration Resistant Prostate Cancer (CRPC): Alternative or Complementary to Innovative Molecular Therapies?.IAEA-TM-44815.// Available from : inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:45091408

Ra 223 therapy (Xofigo). Available from ; www.cancerresearchuk.org/about-cancer/cancer-in-general/treatment/radiotherapy/internal/radioactive-liquid-treatment/radium-223

Jurgen Gray.//(2015). Safe Handling of Alpha Emitting Radiopharmaceuticals Ra-223 Dichloride, Xofigo.// Available from; https://humanhealth.iaea.org/HHW/NuclearMedicine/Conferences/IPET2015/Presentations/Wednesday/12_Plenary_Session_10_-_M1/03_JUERGEN_GAY.pdf

มารู้จักกับ
นิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

กลุ่มพัฒนาด้านความมั่นคงและพิทักษ์ความปลอดภัย
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

นิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ (Nuclear Forensics)

นิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เป็นการดำเนินการที่หาความเชื่อมโยงของวัสดุกัมมันตรังสี วัสดุนิวเคลียร์และวัตถุพยานที่ปนเปื้อนรังสี เพื่อนำไปสู่การสืบหาแหล่งที่มา กระบวนการผลิต สถานที่ผลิต วัตถุประสงค์ในการใช้งาน และผู้ถือครอง เพื่อมาประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย ทั้งนี้ ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางนิติวิทยาศาสตร์มาประกอบเพื่อสนับสนุนการพิสูจน์ข้อเท็จจริงในกระบวนการยุติธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ งานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสนับสนุนงานความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสี ในส่วนของการยับยั้ง และตอบโต้ภัยคุกคามทางนิวเคลียร์ ซึ่งตามหลักของการรักษาความมั่นคงนั้น โดยมากแล้วผู้ก่อการร้ายจะไม่เลือกปฏิบัติการกับประเทศที่มีศักยภาพทางนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์เพราะมีโอกาสล้มเหลวสูง รวมทั้งการที่ประเทศมีศักยภาพด้านนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ถือเป็นปฏิบัติการทางจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการป้องปราม รวมถึงการเบี่ยงเบนความสนใจต่อการก่อวินาศกรรม ซึ่งต้องอาศัยการประสานความร่วมมือของเครือข่ายทั้งในประเทศและระหว่างประเทศให้มีความเข้มแข็งอย่างต่อเนื่อง

กระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

บริหารจัดการ
สถานที่เกิดเหตุ

ตรวจสอบและระบุ
ชนิดของรังสี

เก็บรวบรวม
วัตถุพยาน

วิเคราะห์วัตถุพยานและแปลผล

ดำเนินคดี
ตามกฎหมาย

นิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ของประเทศ

ตามลักษณะภูมิประเทศ ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของการเดินทางและการขนส่งของภูมิภาคอาเซียน จึงทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอาชญากรรมและการลักลอบที่เกี่ยวข้องกับวัสดุกัมมันตรังสีและวัสดุนิวเคลียร์ จากการประชุมระดับผู้นำประเทศว่า ด้วยความมั่นคงทางนิวเคลียร์ประจำปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยได้กล่าวถ้อยคำแถลง เพื่อแสดงเจตนารมณ์ถึงความสำคัญของการปกป้องประชาคมอาเซียนจากกลุ่มผู้ไม่หวังดีในการก่อการร้ายทางนิวเคลียร์ ประเทศไทยจึงมีมาตรการระดับชาติโดยริเริ่มงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ เพื่อสร้างความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์ในภูมิภาค โดยประเทศไทยกำลังอยู่ในกระบวนการการก่อตั้งศูนย์ตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ทางนิวเคลียร์ เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับศักยภาพทางเทคนิคในเรื่องสืบค้นทางนิวเคลียร์

ในปี พ.ศ. 2556 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติได้ดำเนินการจัดตั้งห้องปฏิบัติการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ทางนิวเคลียร์ขึ้น เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานด้านนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ ภายใต้การสนับสนุนของรัฐบาลไทย และทุนจากสหภาพยุโรปโครงการ 30 คือ “Network of Excellence for Nuclear Forensics in South East Asia Region” โดยวัตถุประสงค์ของโครงการคือการสนับสนุนการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระดับภูมิภาคอาเซียนด้วยการเพิ่มศักยภาพทางนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์และวิธีการวิเคราะห์วัสดุกัมมันตรังสีและวัสดุนิวเคลียร์ รวมทั้งสนับสนุนเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อให้เป็นศูนย์กลางการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ของภูมิภาค

ในส่วนของขั้นตอนปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ของประเทศมีการดำเนินงานดังนี้

1. การบริหารจัดการสถานที่เกิดเหตุ

ดำเนินการอบรมวิธีการเผชิญเหตุที่เกี่ยวข้องกับรังสีให้แก่ ตำรวจพิสูจน์หลักฐาน เจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐาน และผู้ปฏิบัติงานส่วนหน้า เป็นประจำทุกปี

2. การวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์

สร้างศักยภาพการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ ทางนิวเคลียร์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล

3. การพัฒนาฐานข้อมูลทางนิวเคลียร์และรังสี

ปรับปรุงฐานข้อมูลให้เป็นปัจจุบันและสามารถสนับสนุนงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การสร้างเครือข่ายของประเทศ

ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับประเทศและในระดับสากล

ทั้งนี้ ได้ดำเนินการพัฒนางานหลักตามกรอบทั้ง 4 ส่วนไปพร้อมกัน รวมทั้งจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ของประเทศร่วมกับสำนักงานตำรวจแห่งชาติ โดยมีแผนจัดการฝึกซ้อมร่วมกับเครือข่ายเป็นประจำทุกปี เพื่อให้สามารถสนับสนุนการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางนิวเคลียร์และรังสีของประเทศได้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ

ระบบจัดการพิกัดนิวเคลียร์และรังสีด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

กลุ่มส่งเสริมฝึกอบรมและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อการพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ มากมาย อาทิ ด้านการแพทย์ ด้านการเกษตร ด้านอุตสาหกรรม และด้านการศึกษา เป็นต้น ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ทำให้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายเป็นที่ยอมรับมากขึ้น และทำให้ผู้ประกอบการสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม จนปัจจุบันพลังงานนิวเคลียร์ได้เข้ามาเป็นตัวช่วยเหลือผู้ประกอบการในงานด้านต่าง ๆ มากมาย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในการกำกับดูแลให้ประชาชนชาวไทยมีความปลอดภัยจากพลังงานนิวเคลียร์ จึงตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญในการพัฒนาระบบตรวจตราและเฝ้าระวังภัยทางรังสี เพื่อให้ประชาชนชาวไทยมีความปลอดภัยจากการนำพลังงานนิวเคลียร์และรังสีมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติร่วมกับสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) พัฒนาระบบจัดการพิกัดนิวเคลียร์และรังสี โดยนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศซึ่งแสดงผลในลักษณะแผนที่ภูมิศาสตร์แบบออนไลน์ มาใช้ระบุพิกัดสถานประกอบการทางนิวเคลียร์และรังสีภายในประเทศให้มีความละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ช่วยเสริมสมรรถนะการตรวจสอบสถานประกอบการ ซึ่งเป็นภารกิจหลักของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ให้มีประสิทธิภาพ อาทิ มีความแม่นยำในการระบุตำแหน่งที่ตั้งของสถานประกอบการ และพื้นที่สำคัญโดยรอบสามารถติดตามและประเมินความเหมาะสมในการประเมินความปลอดภัยเพื่อออกใบอนุญาต ทำให้ทราบข้อมูลวัสดุนิวเคลียร์และต้นกำเนิดรังสีที่อยู่ในการครอบครองของสถานประกอบการต่าง ๆ โดยระบบนี้นอกจากจะช่วยให้บุคลากรของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ สามารถค้นหาและทราบข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการทั่วประเทศผ่านระบบออนไลน์อย่างสะดวกรวดเร็วแล้ว ยังสามารถนำข้อมูลทางภูมิศาสตร์มาประมวลผลและวิเคราะห์เหตุ เพื่อรองรับสถานการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นรวมทั้งแจ้งเตือนออนไลน์ เพื่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับประชาชน

ปลอดภัย มั่นใจกับ ปส. ด้วยระบบระบุสถานประกอบการนิวเคลียร์และรังสี Online

ระบบการจัดการพิกัดสถานประกอบการทางนิวเคลียร์และรังสีด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ แสดงผลในลักษณะแผนที่ภูมิศาสตร์แบบออนไลน์ สร้างความมั่นใจและเสริมสมรรถนะการกำกับดูแลความปลอดภัยของ ปส. ด้านการตรวจสอบและการระบุพิกัดสถานประกอบการภายในประเทศด้วยความแม่นยำผ่าน 4 การทำงานหลัก

ระบุพิกัดสถานประกอบการอย่างแม่นยำ

ระบุตำแหน่งสถานประกอบการและบริเวณสำคัญโดยรอบ ผ่านการแสดงผลในลักษณะแผนที่ออนไลน์อย่างแม่นยำ

ประเมินความปลอดภัยการออกใบอนุญาต

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความเหมาะสมและความปลอดภัยในการออกใบอนุญาตให้กับสถานประกอบการประเภทต่าง ๆ

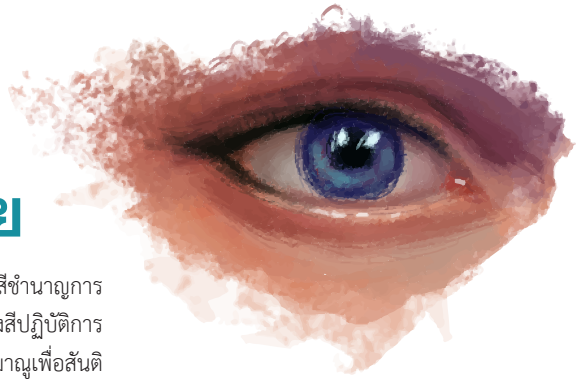
การแจ้งเตือน

แจ้งเตือนการต่อหรือขาดของใบอนุญาตประเภทต่าง ๆ ของสถานประกอบการ เพื่อความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

วิเคราะห์เหตุฉุกเฉิน

นำข้อมูลจากระบบมาช่วยวิเคราะห์เหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อประชาชนได้

Ru-106 Eye Plaque
กับการใช้งานอย่างปลอดภัย



นางสาวจุไรรัตน์ อุตส่าห์ดี นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
นายศักดิ์สิทธิ์ คำภามิ่ง นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

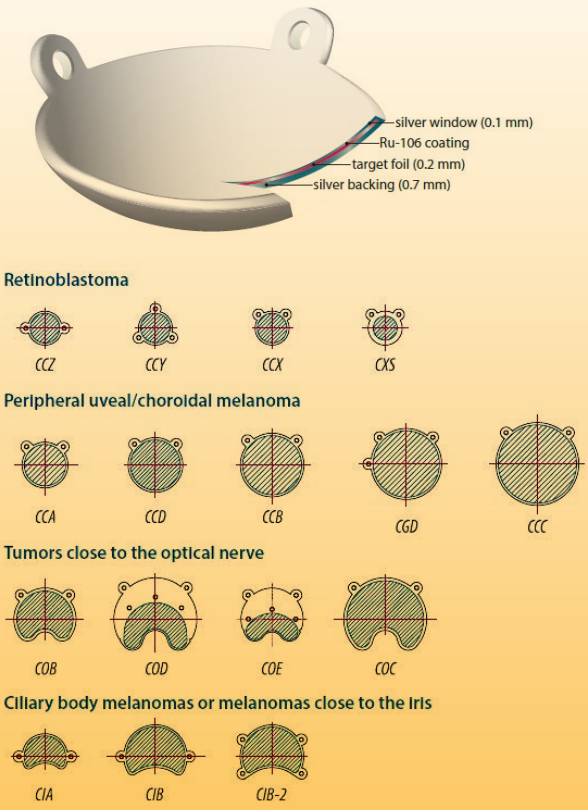
ปัจจุบันมีการนำวัสดุกัมมันตรังสีมาใช้ในการรักษาโรคทางตา เช่น รักษาเนื้องอกในตา (Eye tumors) รักษามะเร็งในจอประสาทตา (Retinoblastoma) ในระยะเริ่มต้น เป็นต้น ลักษณะการรักษาเป็นการนำวัสดุกัมมันตรังสีไปวางไว้ใกล้กับก้อนเนื้องอกหรือบริเวณที่ต้องการรักษา เรียกว่า Manual brachytherapy โดยวัสดุกัมมันตรังสีที่มีการนำมาใช้ในการรักษาโรคทางตา ได้แก่ Strontium-90 (Sr-90), Iodine-125 (I-125) และ Ruthenium-106 (Ru-106) แต่เนื่องจาก Sr-90 มีข้อจำกัดคือ เหมาะสำหรับการรักษาเนื้องอกขนาดตื้น ๆ (Shallow tumor) จึงมีการเปลี่ยนแปลงไปใช้วัสดุกัมมันตรังสีที่สามารถรักษาโรคทางตาที่มีเนื้องอกขนาดลึกได้ดีขึ้น ได้แก่ I-125 และ Ru-106 การเลือกใช้วัสดุกัมมันตรังสีนั้นจึงขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของรอยโรค รวมทั้งดุลพินิจของแพทย์ด้วยเช่นกัน

ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้นำวัสดุกัมมันตรังสีดังกล่าวมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ประเทศในแถบทวีปยุโรปและทวีปอเมริกาเหนือ เช่น ประเทศสเปน อิตาลี สหรัฐอเมริกา และแคนาดาจะนิยมใช้ Ru-106 ประเทศรัสเซียมีการใช้ทั้ง Sr-90 และ Ru-106 ประเทศในแถบทวีปเอเชีย เช่น ประเทศอินเดียและเกาหลีใช้ทั้ง I-125 และ Ru-106 ประเทศญี่ปุ่นจะนิยมใช้ Ru-106 รวมถึงประเทศไทยที่เริ่มมีการรักษาโรคทางตาโดยใช้ Ru-106 การนำวัสดุกัมมันตรังสีมาใช้งานนั้นต้องมีมาตรการความปลอดภัยทางรังสีที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยทางรังสี

1. คุณลักษณะของ Ru-106 Eye Plaque

Ruthenium-106 (Ru-106) เป็นวัสดุกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิต 373.6 วัน สลายตัวให้รังสีบีตาพลังงาน 3.54 MeV ได้วัสดุกัมมันตรังสีลูกเป็น Rhodium-106 (Rh-106) มีค่าครึ่งชีวิต 29.8 วินาที และสลายตัวต่อเป็นไอโซโทปเสถียร Palladium-106 (Pd-106) ปัจจุบันมีการนำ Ru-106/Rh-106 มาใช้ในการรักษาโรคทางตา เรียกว่า Ru-106 Eye Plaque ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่า “Plaque”

Plaque มีลักษณะรูปร่างเป็นครึ่งทรงกลมโค้งหรือลักษณะคล้ายรูปไต มีรัศมี 12-14 มิลลิเมตร ด้านหน้าของ plaque มีวัสดุกัมมันตรังสี Ru-106 เคลือบอยู่ ซึ่งมีหน้าต่างบาง ๆ เป็นฟอยล์เงิน (Silver window) หนาประมาณ 0.1 มิลลิเมตร เคลือบอยู่อีกชั้นหนึ่ง ส่วนด้านหลังของ plaque เป็นผิวโค้งและหุ้มด้วยเงินบริสุทธิ์หนา 0.7-1.0 มิลลิเมตร ทำหน้าที่กำบังรังสีและสามารถดูดกลืนรังสีบีตาพลังงาน 3.5 MeV ได้ถึง 95% ใน plaque แต่ละอันจะมีห่วง (Eyelet) ลักษณะเป็นรูใช้ยึด plaque กับตาขาว โดยทั่วไป Ru-106 Eye Plaque ที่ใช้ในการรักษาโรคทางตาจะมีปริมาณกัมมันตภาพรังสีอยู่ในช่วง 10-20 MBq (Dose rate 3-8 Gy/h) และมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกัน 16 ชนิด ซึ่งถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับลักษณะและขนาดของรอยโรค ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะและรูปร่างของ Ru-106 Eye Plaque

ที่มา https://www.bebig.com/fileadmin/bebig_neu/user_uploads/Products/Ophthalmic_Brachytherapy/Fact_sheet_Ru-106_Eye_Applicators_Rev.05_English.pdf

นอกจาก Ru-106/Rh-106 จะให้รังสีบีตาพลังงานสูงแล้ว ยังสลายตัวให้รังสีแกมมาพลังงานเฉลี่ย 567 keV รังสีบีตาที่ปลดปล่อยออกมานั้นถึงแม้จะมีอำนาจทะลุทะลวงต่ำและสามารถเคลื่อนที่ในน้ำได้เพียงประมาณ 17 มิลลิเมตร แต่เป็นรังสีบีตาพลังงานสูง (3.54 MeV) หากไปกระทบกับโลหะตัวกลางที่มีค่าเลขอะตอมสูง จะทำให้เกิดรังสีเอ็กซ์ ซึ่งมีอำนาจทะลุทะลวงสูงเช่นเดียวกับรังสีแกมมา ดังนั้นการใช้งาน plaque ควรจะตระหนักและพึงระวังถึงรังสีทั้งสองชนิดที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

2. ขั้นตอนการรักษาด้วย Ru-106 Eye Plaque และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับรังสี

เริ่มต้นด้วยการตรวจวัดขนาดของก้อนเนื้อหรือรอยโรคโดยใช้อัลตราซาวนด์หรือใช้เทคนิคอื่น ๆ แล้วจึงทำการผ่าตัดตาเพื่อใส่ plaque ในบริเวณก้อนเนื้อหรือรอยโรค แล้วให้ผู้ป่วยพักในโรงพยาบาลตามระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้ก้อนเนื้อหรือรอยโรคได้รับปริมาณรังสีตามที่แพทย์กำหนด (ประมาณ 2-7 วัน สำหรับปริมาณรังสี 100-120 Gy) สรุปขั้นตอนการรักษาโดยสังเขปดังนี้

ขั้นตอนการรักษา	บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับรังสี
1. ตรวจวัดขนาดของก้อนเนื้อหรือรอยโรคโดยใช้อัลตราซาวนด์	-
2. ฆ่าเชื้อ (Sterilization) plaque	นักฟิสิกส์การแพทย์/นักรังสีเทคนิค
3. ผ่าตัดตาแล้วกำหนดตำแหน่งของก้อนเนื้อหรือรอยโรค เพื่อใส่ dummy ก่อนใส่ plaque จริง และเย็บติดตาขาวแบบหลวมๆ โดยในระหว่างผ่าตัดต้องใส่ยาชาตลอด	แพทย์ผ่าตัดตา/พยาบาล/เจ้าหน้าที่วางยาสลบหรือยาชา
4. ใส่ plague แทนที่ตำแหน่งของ dummy และเย็บ plague ติดกับตาขาว เพื่อไม่ให้ plaque หลุด	แพทย์ผ่าตัดตา/พยาบาล/เจ้าหน้าที่วางยาสลบหรือยาชา
5. ให้ผู้ป่วยพักในโรงพยาบาลตามระยะเวลาที่แพทย์กำหนด	พยาบาล
6. เมื่อครบกำหนดแล้วจึงผ่าตัดตา เพื่อเอา plaque ออก	แพทย์ผ่าตัดตา/พยาบาล/เจ้าหน้าที่วางยาสลบหรือยาชา

3. ข้อพึงปฏิบัติด้านความปลอดภัยทางรังสี

การกำหนดมาตรการความปลอดภัยทางรังสี

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะพบว่ามีบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับรังสีในแต่ละขั้นตอนการรักษา ซึ่งบุคลากรเหล่านี้ต้องมีการเฝ้าระวังทางรังสี เพื่อประเมินผลการได้รับรังสีไม่ให้เกินตามที่กำหนดในกฎหมาย ดังนั้นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี (RSO) ต้องจัดทำมาตรการความปลอดภัยทางรังสีให้ครอบคลุมทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน

จัดทำแผนป้องกันอันตรายจากรังสี

จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน กำหนดหน้าที่รับผิดชอบให้ชัดเจน แสดงรายละเอียดแต่ละขั้นตอนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน มีการจัดแบ่งพื้นที่ให้เหมาะสม เตรียมการอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ จัดทำประวัติการเปลี่ยนถ่ายวัสดุกัมมันตรังสี แผนการตรวจวัดรังสี แผนกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินทางรังสี แผนในการขนส่งวัสดุกัมมันตรังสีไปใช้งาน แผนการจัดการเมื่อเลิกใช้งานวัสดุกัมมันตรังสี เป็นต้น

จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสี

เมื่อจัดทำแผนแล้วต้องจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้เหมาะสมและเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงานทางรังสีตามที่ได้ระบุไว้ในแผน (เครื่องสำรวจรังสี อุปกรณ์บันทึกรังสีประจำตัวบุคคล และอุปกรณ์ป้องกันรังสีอื่นๆ ตามความเหมาะสมและจำเป็นในระหว่างปฏิบัติงาน)

จัดฝึกอบรมให้ความรู้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสี

ฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจในขั้นตอนการทำงานและหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน รวมทั้งฝึกอบรมหลักการป้องกันอันตรายจากรังสีให้ผู้ปฏิบัติงานทราบและถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

การเฝ้าระวังทางรังสีและการประเมินผลการได้รับรังสี

ในการปฏิบัติงานต้องเฝ้าระวังไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีเกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี และสำหรับประชาชนทั่วไปไม่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยจัดเตรียมอุปกรณ์การตรวจวัดระดับรังสีและอุปกรณ์บันทึกผลการได้รับรังสีประจำตัวบุคคลให้เหมาะสมและเพียงพอกับผู้ปฏิบัติงานทางรังสี และมีการจัดทำบันทึกผลการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานทุกคนเป็นประจำทุกปีเพื่อประเมินผลการได้รับรังสี

ควรนำหลัก ALARA (As Low As Reasonably Achievable) มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลและได้รับรังสีน้อยที่สุด เช่น ต้องมีการตรวจวัดระดับรังสีและประเมินเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยในแต่ละขั้นตอนการรักษา หลีกเลี่ยงการจับหรือสัมผัสวัสดุกัมมันตรังสีโดยตรง เป็นต้น การเฝ้าระวังทางรังสีและประเมินผลการได้รับรังสีในแต่ละขั้นตอนการรักษากล่าวโดยสังเขปดังนี้

ก่อนทำการรักษา

- ตรวจสอบสภาพความพร้อมใช้งานของ plaque ตรวจวัดระดับรังสีที่ภาชนะบรรจุ (Container) เพื่อประเมินระดับรังสีในระหว่างขนส่ง plaque ไปใช้ในห้องผ่าตัด
- ขั้นตอนการฆ่าเชื้อต้องทำในภาชนะบรรจุเฉพาะและควรใช้อุปกรณ์ที่ช่วยลดการได้รับรังสี เช่น คีมคีบยาว ถุงมือตะกั่ว แว่นตาตะกั่ว เป็นต้น ควรตรวจวัดระดับรังสีและแจ้งผลการประเมินการได้รับรังสีให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ
- ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายทางรังสีก่อนเริ่มทำการรักษา

ระหว่างทำการรักษา

- ขั้นตอนระหว่างการผ่าตัดเพื่อใส่ plaque และขั้นตอนการเอา plaque ออก ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสีตามความเหมาะสมและจำเป็น และควรตรวจวัดระดับรังสีและประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

หลังทำการรักษา

- หลังจากผู้ป่วยออกจากห้องผ่าตัด ควรให้ผู้ป่วยพักในห้องเฉพาะและไม่ควรพักรวมกับผู้ป่วยทั่วไป ควรตรวจวัดระดับรังสีที่ระยะสัมผัสที่ตาผู้ป่วยหรือระยะที่คาดว่าต้องเข้าไปดูแลผู้ป่วยเป็นระยะเวลานาน เพื่อประเมินผลการได้รับรังสีและระยะเวลาที่พยาบาลจะดูแลผู้ป่วยได้อย่างปลอดภัย
- แนะนำให้ความรู้กับผู้ป่วยและการปฏิบัติตัวของญาติที่จะเข้าเยี่ยมผู้ป่วย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยและได้รับรังสีน้อยที่สุด
- ตรวจสอบสภาพของ plaque หลังใช้งานอีกครั้งและเก็บในภาชนะบรรจุ วัดระดับรังสีโดยรอบภาชนะบรรจุเพื่อเปรียบเทียบกับก่อนใช้งานว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติหรือไม่ แล้วนำไปเก็บไว้สถานที่จัดเก็บ

นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสีควรมีการตรวจวัดระดับรังสี เพื่อเฝ้าระวังและประเมินการได้รับรังสีของบุคลากรที่ไม่เกี่ยวข้องกับรังสีหรือประชาชนทั่วไป โดยควรตรวจวัดระดับรังสีบริเวณพื้นที่ข้างเคียงห้องพักผู้ป่วยเพื่อประเมินผลการได้รับรังสีของประชาชนทั่วไป

การจัดเก็บและการขนส่งวัสดุกัมมันตรังสี

การจัดเก็บ ควรจัดเก็บ plaque ในภาชนะบรรจุเฉพาะ (Specialized container) ซึ่งมาพร้อมกับวัสดุกัมมันตรังสี (ภาชนะบรรจุเฉพาะนี้เป็นทั้งภาชนะสำหรับใช้ในการขนส่งและใช้ในการฆ่าเชื้อ) ไม่ควรเก็บนอกภาชนะบรรจุและไม่เก็บรวมกับวัสดุที่มีโอกาสทำให้เกิดการกัดกร่อน หรือวัสดุประเภทพลาสติก เนื่องจากพลังงานจากรังสีอาจจะทำให้พลาสติกละลายและอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับ plaque ได้ และเก็บในสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสมมีกุญแจล็อก จัดทำบันทึกการเบิกจ่ายวัสดุกัมมันตรังสีไปใช้ในการรักษา เพื่อป้องกันการใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตและป้องกันวัสดุกัมมันตรังสีสูญหาย หรือในกรณีที่วัสดุกัมมันตรังสีสูญหายจะสามารถติดตามได้รวดเร็วขึ้น

การขนส่ง ควรขนส่งโดยใช้ภาชนะบรรจุเฉพาะ ตรวจสอบการล็อกของภาชนะบรรจุให้เรียบร้อย ควรใส่รถเข็นเพื่อเป็นการเพิ่มระยะห่าง ซึ่งสามารถลดปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับ ยึดหรือล็อกภาชนะบรรจุกับรถเข็นเพื่อป้องกันการตกหล่นเกิดความเสียหายกับ plaque และยังเป็นการป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องมาหยิบไปใช้ได้ หากเป็นไปได้ควรเลือกเส้นทางขนส่งที่มีคนน้อยที่สุด

รูปที่ 2 ภาชนะบรรจุเฉพาะ (Specialized container) ภายในเป็นอะลูมิเนียม ภายนอกเป็นสแตนเลส ใช้ลดทอนรังสีบีตาและแกมมา
ที่มา https://www.bebig.com/fileadmin/bebig_neu/user_uploads/Products/Ophthalmic_Brachytherapy/Fact_sheet_Ru-106_Eye_Applicators_Rev.05_English.pdf

การประกันคุณภาพ (Quality assurance)

- ควรมีการตรวจสอบลักษณะรูปร่างและขนาดของ plaque ให้เหมาะสมกับรอยโรคก่อนการรักษา
- การฆ่าเชื้อควรทำโดยบุคลากรที่มีความชำนาญและควรปฏิบัติตามคู่มือของบริษัทผู้ผลิต เพื่อป้องกันการแตกหักหรือเกิดความเสียหายแก่วัสดุกัมมันตรังสี
- ควรมีการทำ Source calibration ของวัสดุกัมมันตรังสีอันใหม่ก่อนการรักษา โดยเปรียบเทียบกับค่ากัมมันตภาพรังสีหรือค่า Kerma rate ในใบรับรองวัสดุกัมมันตรังสี (Source certificate)
- ควรมีการทำ contamination check โดยวิธี wipe test ทุกครั้งก่อนและหลังการรักษา หากพบว่าค่ากัมมันตภาพรังสีเกินกว่า 200 Bq หรือระดับรังสีมากกว่าสองเท่าของระดับรังสีพื้นหลัง ให้หยุดใช้งาน plaque พร้อมบันทึกผลไว้

4. ข้อกฎหมายที่ควรทราบ

1. ผู้มีไว้ในครอบครองหรือใช้วัสดุกัมมันตรังสีต้องได้รับใบอนุญาตจากเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ตามพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559

2. ผู้มีไว้ในครอบครองหรือใช้วัสดุกัมมันตรังสีต้องจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทางรังสี (RSO) ปฏิบัติหน้าที่ในสถานที่ทำการอย่างน้อยหนึ่งคนประจำอยู่ตลอดเวลาที่ทำการ ตามพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559

3. การดำเนินการขอรับใบอนุญาตต้องเป็นไปตามกฎกระทรวงกำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู พ.ศ. 2550

4. ผู้มีไว้ในครอบครองหรือใช้วัสดุกัมมันตรังสีต้องเสนอแนวทางการจัดการกากกัมมันตรังสี และต้องเป็นไปตามกฎกระทรวงการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. 2561

5. แนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยทางรังสีตามประกาศคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสี พ.ศ. 2549

เอกสารอ้างอิง

พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504. (2504, 25 เมษายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 79 ตอนที่ 36.

กฎกระทรวง กำหนดเงื่อนไข วิธีการขอรับใบอนุญาต และการดำเนินการเกี่ยวกับวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ วัสดุต้นกำลัง วัสดุพลอยได้ หรือพลังงานปรมาณู พ.ศ. 2550. (2550, 17 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 124 ตอนที่ 44 ก.

กฎกระทรวง กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการกากกัมมันตรังสี พ.ศ. 2546. (2546, 1 เมษายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 124 ตอนที่ 44 ก.

ประกาศคณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เรื่อง มาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับรังสี ออกตามความในพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 พ.ศ. 2549. (2549, 29 มิถุนายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 123 ตอนที่ 63 ง.

Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA). (2005). Code of Practice for the Exposure of Humans to Ionizing Radiation for Research Purposes, Radiation Protection Series No. 14.3, ARPANSA, Yallambie.

The American Brachytherapy Society. (2008). The American Brachytherapy Society consensus guidelines for plaque brachytherapy of uveal melanoma and retinoblastoma. Ophthalmic Oncology Task Force. Elsevier. p. 1-14.

Sarma S.D, Shanta A, Palani Selvam T, Tripathy U.B, Bhatt B.C. (2004). Medical Physics Aspect of Ophthalmic Brachytherapy. Mumbai, India.

Eckert & Ziegler BEBIG GmbH. (2018). Ophthalmic Brachytherapy. Retrieved from https://www.bebig.com/fileadmin/bebig_neu/user_uploads/Products/Ophthalmic_Brachytherapy/Ophthalmic_Brochure__Rev._05__English.pdf

New South Wales Government (NSW), South Eastern Sydney Local Health District. (2016). Quality Assurance Procedures for Radiation Therapy. Australia.

International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). (2004). Dosimetry of Beta Rays and Low-Energy Photons for Brachytherapy With Sealed Sources. J. ICRU 4, 2–2.

Behrens R, Hilgers G. (2011). Photon spectra from beta sources of the Beta Secondary Standard BSS 2. IOP Publishing Ltd and SISSA.

แนวปฏิบัติหากพบวัสดุต้องสงสัย หรือ "ที่มีรังสี"

1. ถ่ายภาพไว้เป็นหลักฐานและรีบแจ้งสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

2. อยู่ห่างเพื่อความปลอดภัย
และห้ามชำแหละหรือแยกชิ้นส่วนโดยเด็ดขาด

3. ประสานข้อมูลเบื้องต้นและบอกพิกัด
หลังจากนั้นรอเจ้าหน้าที่ลงพื้นที่ตรวจสอบ
และเก็บกู้วัสดุที่น่าสงสัยว่ามีอันตรายทางรังสี

หากพบวัสดุต้องสงสัยที่มี **"สัญลักษณ์ทางรังสี"** อยู่ในสถานที่ที่ไม่สมควรหรือไม่เหมาะสม อาทิ ร้านรับซื้อของเก่า ข้างทาง หรือจุดทิ้งขยะต่าง ๆ โปรดแจ้ง **"สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.)"** โดยด่วน

ข้อสังเกต

1. ลักษณะภายนอก (สัญลักษณ์ใบพัดสามแฉก ข้อความ Radioactive, Isotope, Cautions, Danger สีม่วงวาว-ฉูดฉาด รูปร่างแปลกๆ และหนักผิดปกติ)
2. มีตัวอักษรตามด้วยเลข เช่น Co-60, Cs-137 และมีตัวอักษร Bq หรือ Ci

แจ้งเหตุฉุกเฉินทางรังสี

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (www.oap.go.th)

สายด่วน 1296 หรือ 08 9200 6243 (ตลอด 24 ชม.)

ติดต่อสอบถาม 0 2596 7600 ต่อ 4309 (เวลาราชการ)

Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

@vwx9419j

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1108-1114, 3104-3107 โทรสาร 0 2561 3013

: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

: www.oap.go.th