วารสาร
Atoms for Peace Journal

ปรมาณูเพื่อสันติ

ปีที่ 35 ฉบับที่ 1 ประจำปี 2565

ฟุกุชิมะ: การระบายน้ำปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสีลงสู่ทะเล

โครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศ

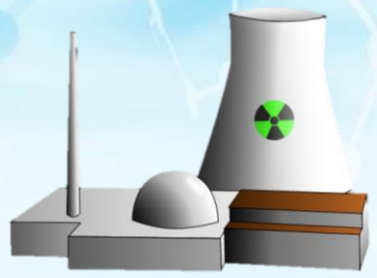
ความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์และรังสีคืออะไร อย่างไร???

บก. เปิดเล่ม

ก้าวเข้าสู่ ปีที่ 35 กับวารสารปรมาณูเพื่อสันติ ฉบับที่ 1 ประจำปี 2565 ฉบับนี้ขอนำเสนอบทความเด่นเรื่อง ฟุกุชิมะ: การระบายน้ำปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสีลงสู่ทะเล โดยประเทศญี่ปุ่นมีแผนปล่อยน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีที่มีการบำบัดแล้วลงสู่ทะเล และยังประกอบด้วยลำดับเหตุการณ์สำคัญเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ ให้ผู้อ่านได้ติดตามกันอีกด้วย

พร้อมกันนี้ เราจะพาทุกท่านไปทำความรู้จักกับ “โครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศ” และไปร่วมหาคำตอบกับเรื่อง “ความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์และรังสี คืออะไร อย่างไร???”

บรรณาธิการ



จัดทำโดย สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ที่ปรึกษา

1. นายเพิ่มสุข สัจจาภิวัฒน์ เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
2. นางสุชิน อุดมสมพร รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
3. นางเพ็ญนภา กัญชนะ รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

คณะทำงานพิจารณาเอกสารวิชาการและสื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (กองบรรณาธิการ)

1. นางสาวอัมพิกา อภิชัยบุคคล ผู้อำนวยการกองยุทธศาสตร์และแผนงาน
2. นางวราภรณ์ วัชรสุรกุล ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านความปลอดภัยทางนิวเคลียร์
3. นายรุ่งธรรม ทาคำ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านความปลอดภัยทางรังสี
4. นางสาวธนวรรณ แจ่มสุวรรณ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการพัฒนาระบบบริหารจัดการด้านพลังงานปรมาณู
5. นายยุทธนา ตุ้มน้อย รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพลังงานปรมาณู
6. นายวิทิต ผึ่งกัน รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสี
7. นางสาวอุษา กัลลประวิทย์ นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ
8. นางอภิสรา เจริญศรี นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ
9. นางสุนันทา สาวิกันย์ นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
10. นายไชยยศ สุนทราภา วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
11. นายณรงค์เวทย์ บุญเต็ม นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
12. นางสาวนุชจรีย์ สัจจา นักวิชาการเผยแพร่ชำนาญการ (เลขานุการฯ)
13. นายนภดล ศรีใจวงศ์ นักวิชาการเผยแพร่ (ผู้ช่วยเลขานุการฯ)

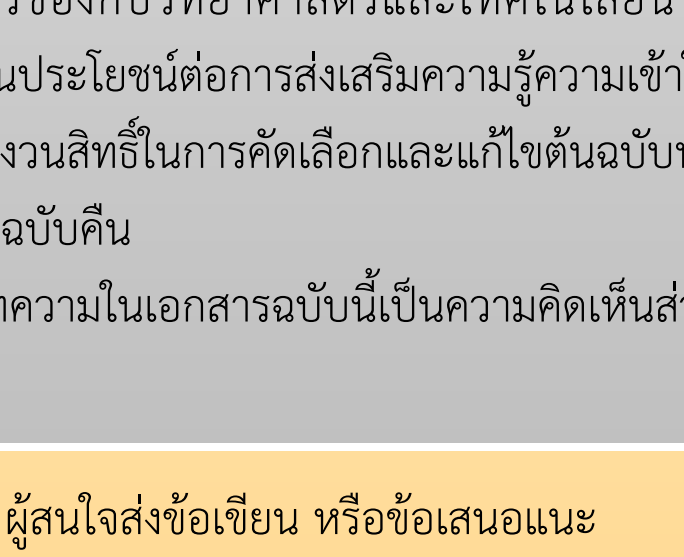
ออกแบบ : กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์

Content

4 ฟุกุชิมะ:
การระบายน้ำปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสีลงสู่ทะเล

15 โครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศ

25 ความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์และรังสี คืออะไร อย่างไร???



วารสารปรมาณูเพื่อสันติจัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ภารกิจและการดำเนินงานของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ รวมทั้งข่าวสาร บทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในทางเทคโนโลยีนิวเคลียร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

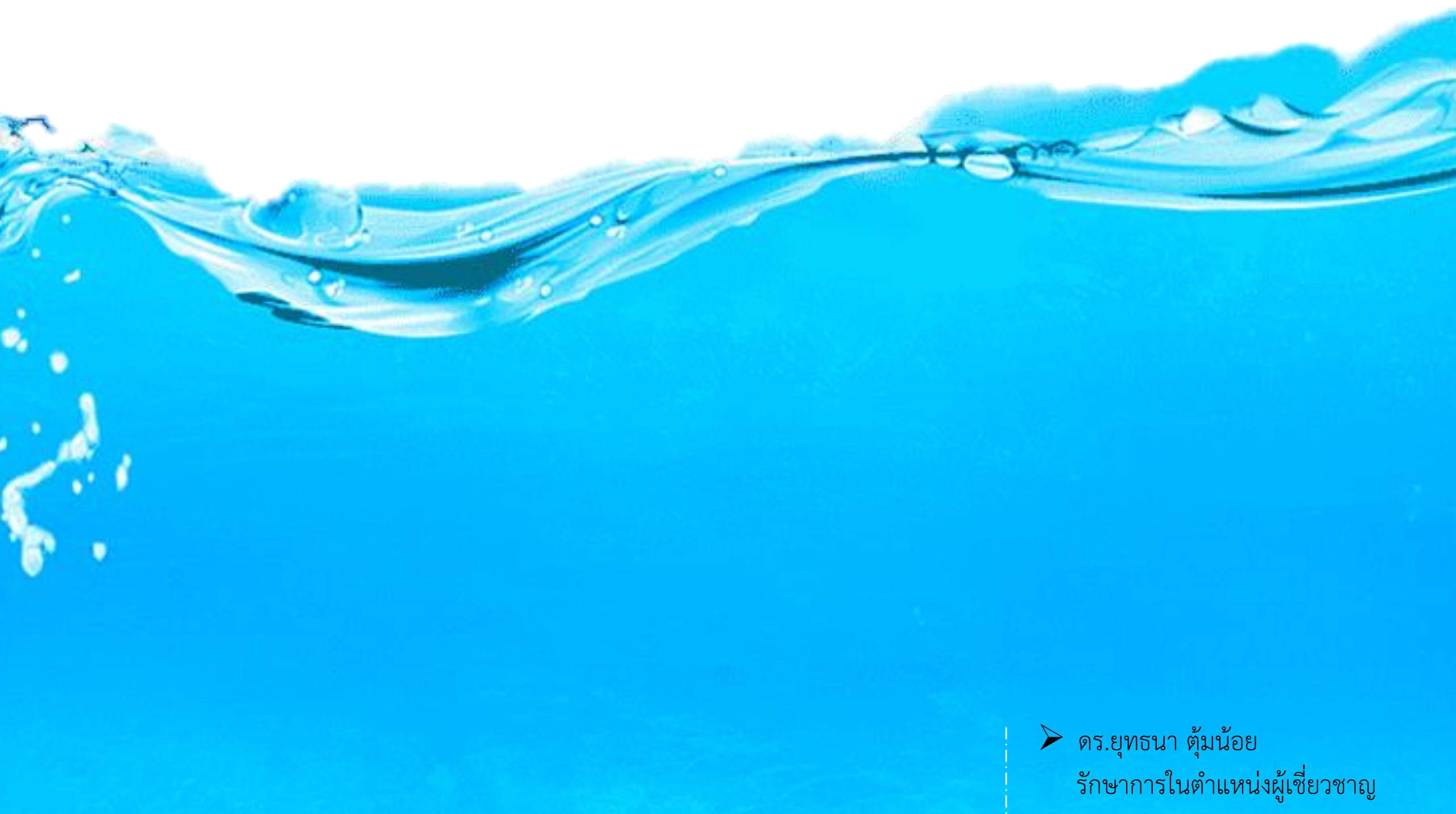
บรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการคัดเลือกและแก้ไขต้นฉบับทั้งเรื่องและภาพตามแต่จะเห็นสมควร โดยไม่ต้องขอความเห็นชอบจากเจ้าของเรื่องและไม่ส่งต้นฉบับคืน

ข้อคิดเห็นหรือบทความในเอกสารฉบับนี้เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียน ซึ่งไม่มีข้อมูลผูกพันกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแต่อย่างใด

ผู้สนใจส่งข้อเขียน หรือข้อเสนอแนะ
สามารถติดต่อได้ที่กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1110,1120 โทรสาร 0 2561 3013
: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
: www.oap.go.th : officeofatomsforpeace : @atomsnet

ฟุกุชิมะ:

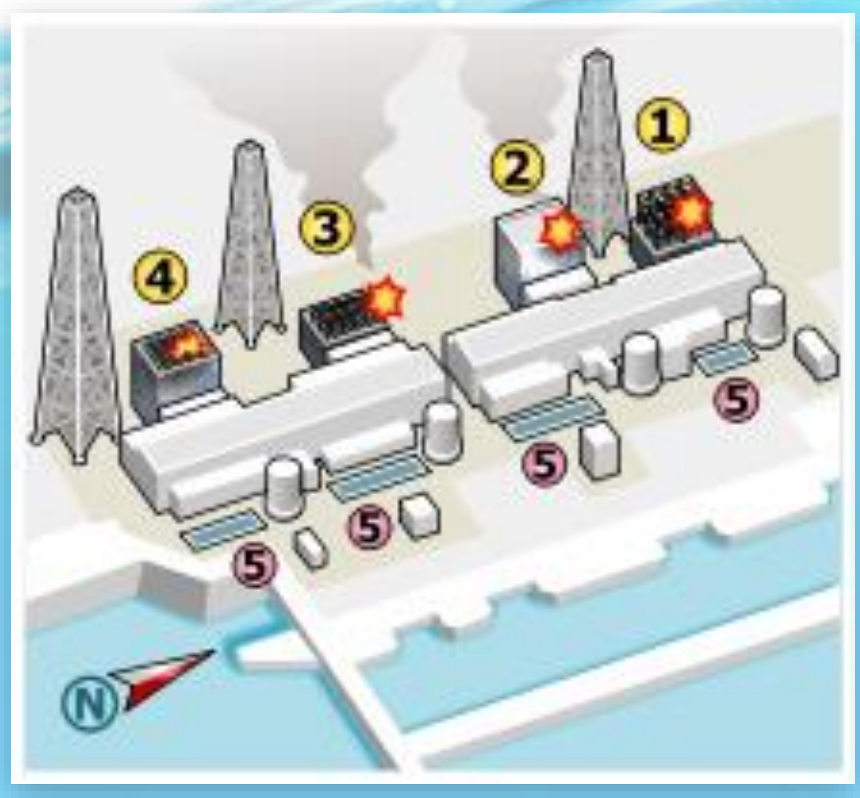
การระบายน้ำปนเปื้อนกัมมันตภาพรังสีลงสู่ทะเล



- ดร.ยุทธนา ตุ้มน้อย
  รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านพลังงานปรมาณู
  นักชีววิทยารังสีชำนาญการพิเศษ
- อุษา กัลลประวิทย์
  นักนิวเคลียร์เคมีชำนาญการพิเศษ
- ดร.สะเราะ นิยมเดชา
  นักชีววิทยารังสีปฏิบัติการ
- วราลี คงเจริญ
  นักชีววิทยารังสีปฏิบัติการ

การระบายน้ำทิ้งของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ

จากเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์ ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิของบริษัทโตเกียวอิเล็กทริกเพาเวอร์ (TEPCO) เมื่อมีนาคม ค.ศ. 2011 ปัจจุบันมีน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีกว่า 1.25 ล้านเมตริกตัน ถูกกักเก็บอยู่ในถังเก็บขนาด 1,400 ลูกบาศก์เมตร ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งนี้ ซึ่งต่อมารัฐบาลญี่ปุ่นประกาศยืนยันเมื่อวันที่ 13 เมษายน ค.ศ. 2021 ว่ามีแผนจะระบายน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีกว่า 1 ล้านเมตริกตัน ที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิลงสู่ทะเล การระบายน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีที่บำบัดแล้วนี้อาจเริ่มต้นในอีกหลายปีข้างหน้า และต้องใช้เวลานานนับสิบ ๆ ปี กว่าจะแล้วเสร็จ รัฐบาลญี่ปุ่นแถลงว่าการระบายน้ำเหล่านี้ออกสู่ธรรมชาติมีความปลอดภัย เนื่องจากผ่านการบำบัดและขจัดสารกัมมันตรังสีออกเกือบหมด และเมื่อลงสู่มหาสมุทรก็จะยิ่งเจือจางลงไปอีก ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) โดยนายราฟาเอล มาริอาโน กรอสซี ผู้อำนวยการใหญ่ IAEA ได้ประกาศรับรองการระบายน้ำออกจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ พร้อมยืนยันว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งอื่น ๆ ในโลกก็มีกระบวนการกำจัดน้ำเสียที่ไม่แตกต่างกัน นายกรัฐมนตรี โยชิฮิเดะ ซูงะ แห่งญี่ปุ่นกล่าวต่อที่ประชุมคณะรัฐมนตรีว่าการระบายน้ำออกจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ “เป็นภารกิจที่หลีกเลี่ยงไม่ได้” และต้องใช้เวลาอีกหลายสิบปีกว่าจะปิดโรงไฟฟ้าแห่งนี้ลงอย่างถาวร โดยการระบายน้ำปนเปื้อนที่บำบัดแล้วจากโรงไฟฟ้าจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ “มั่นใจว่ามีความปลอดภัย” และต้องทำควบคู่ไปกับมาตรการ “ปกป้องชื่อเสียงของประเทศ”



รูปที่ 1 แสดงแผนผังตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องปฏิกรณ์ (Unit 1-5) และความเสียหายของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ [1]

น้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ ประกอบด้วยน้ำที่ใช้หล่อเย็นแท่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ซึ่งเกิดการหลอมละลายหลังเหตุการณ์สึนามิเมื่อปี ค.ศ. 2011 รวมกับน้ำฝนและน้ำใต้ดินที่ไหลซึมเข้ามาทุก ๆ วัน โรงไฟฟ้าแห่งนี้มีการติดตั้งระบบปั๊มและกรองน้ำที่เรียกกันว่า Advanced Liquid Processing System (ALPS) ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียได้วันละหลายตัน ซึ่งจะกรองเอาสารกัมมันตรังสีส่วนใหญ่ออกไปจากน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีดังกล่าว บริษัท TEPCO ซึ่งเป็นผู้บริหารโรงไฟฟ้ามีแผนที่จะกรองน้ำเพื่อแยกไอโซโทปต่าง ๆ ออกเหลือเพียงทริเทียม ซึ่งเป็นไอโซโทปหนึ่งใน 3 ชนิดของไฮโดรเจนที่ยากจะแยกออกจากน้ำได้ หลังจากนั้นจะนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไปเจือจางเพิ่มด้วยน้ำทะเล จนกระทั่งความเข้มข้นรังสีของทริเทียมไม่เกินกว่าที่กฎหมายกำหนดแล้วจึงจะระบายออกสู่ทะเล

ผู้เขียนได้รวบรวมเหตุการณ์สำคัญ ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 2011 - 2021) โดยสืบค้นข้อมูลจากเอกสารเผยแพร่ต่าง ๆ และข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เกี่ยวข้อง เช่น จากเว็บไซต์ของกระทรวงเศรษฐกิจ การค้าและอุตสาหกรรม (Ministry of Economy, Trade and Industry: METI) ของญี่ปุ่น เป็นต้น เพื่อศึกษารูปแบบและผลกระทบจากแผนการระบายน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีที่บำบัดแล้วจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิของบริษัท TEPCO ดังกล่าว ต่อน่านน้ำและสิ่งแวดล้อมของไทย ตลอดจนความเป็นไปได้ที่เจ้าหน้าที่ของไทยจะเข้าไปมีส่วนร่วมในการสังเกตการณ์แผนปฏิบัติการดังกล่าว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลำดับเหตุการณ์สำคัญ ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ ในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา[1]

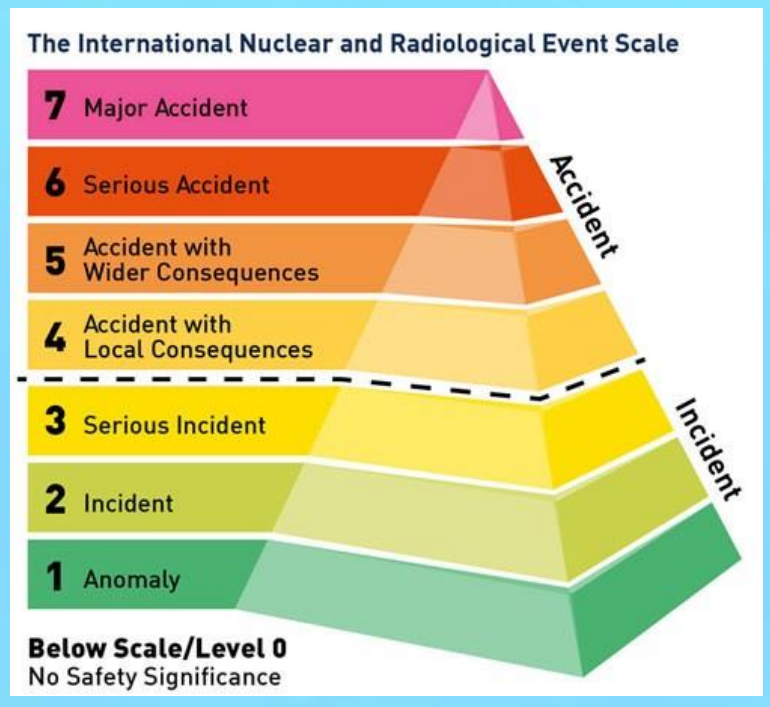
ปี ค.ศ.	เหตุการณ์สำคัญ
2011	เดือนเมษายน ญี่ปุ่นประกาศเพิ่มความรุนแรงของระดับมาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี (รูปที่ 3) เป็น ระดับ 7 “อุบัติเหตุรุนแรงสูงสุด” ซึ่งเป็นระดับเดียวกับอุบัติเหตุใหญ่ที่เชอร์โนบิล
2012	- เดือนตุลาคม บริษัท TEPCO ยอมรับเป็นครั้งแรกว่าล้มเหลวในการใช้มาตรการที่เข้มงวดขึ้นในการป้องกันภัยพิบัติ เนื่องจากกลัวว่าจะเกิดการฟ้องร้องหรือการประท้วงต่อโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของบริษัท - บริษัท TEPCO จะสามารถบรรเทาผลกระทบจากอุบัติเหตุได้ หากมีระบบพลังงานและระบบทำความเย็นที่หลากหลาย โดยให้ความสำคัญกับมาตรฐานสากลและข้อเสนอแนะอย่างใกล้ชิด และให้พนักงานได้รับการฝึกอบรมด้วยทักษะการจัดการวิกฤตที่นำไปใช้ได้จริง
2013	- รัฐบาลญี่ปุ่นยอมรับว่ามีการรั่วไหลของน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีลงสู่น้ำบาดาลและลงสู่มหาสมุทรตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 ทำให้เกิดกัมมันตภาพรังสีในน้ำใต้ดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อน้ำดื่มและในมหาสมุทรแปซิฟิก - เดือนสิงหาคม สำนักงานกำกับดูแลนิวเคลียร์ของญี่ปุ่น (Japanese Nuclear Regulation Authority, NRA) ประกาศความรุนแรงของการรั่วไหลของน้ำตามมาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี (INES) ที่ระดับ 3 “อุบัติการณ์รุนแรง”
2014	- เนื่องจากมีปัญหากับอุปกรณ์วัด จึงมีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาลที่นำมาจากบ่อน้ำในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 2013 อีกครั้ง เพื่อยืนยันค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาของ สทรอนเชียม-90 (ค่าครึ่งชีวิต: 28.79 ปี) ยืนยันจาก 0.9 MBq/L เป็น 5 MBq/L ซึ่งสูงเป็นประวัติการณ์ค่ากัมมันตภาพรังสีบีตารวม (Gross Beta) ซึ่งจะรวมค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาจากอิตเทรียม (Y-90 ค่าครึ่งชีวิต 2.5 วัน) และไอโซโทปอื่น เท่ากับ 10 MBq/L - เดือนธันวาคม บริษัท TEPCO รายงานว่าแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วทั้งหมดได้ถูกนำออกจากแหล่งกักเก็บที่เครื่องปฏิกรณ์ หมายเลข 4 อย่างปลอดภัยแล้ว
2015	สร้างกำแพงป้องกันชายทะเลแล้วเสร็จเพื่อลดปริมาณน้ำปนเปื้อนที่รั่วไหลลงสู่ทะเล
2016	มีการประเมินปริมาณกากกัมมันตรังสีที่จะมีถึงปี ค.ศ. 2027
2017	เดือนกรกฎาคม หุ่นยนต์ควบคุมระยะไกลถ่ายภาพแรกของแกนที่หลอมละลายของเครื่องปฏิกรณ์ หมายเลข 3
2018	มีการตรวจสอบห้องกักกันหน่วยที่ 2 ด้วยกล้องพบว่า "ไม่มีความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญ“ ที่ผนังด้านในอัตราปริมาณรังสีในห้องกักกันแตกต่างกันระหว่าง 7-42 Gy/hr ขึ้นกับตำแหน่งที่วัด
2019	เดือนกุมภาพันธ์ หุ่นยนต์ที่มี "นิ้ว" สองนิ้วสัมผัสกับเศษเชื้อเพลิงในแทงก์กักกันหลัก (PCV) ของเครื่องปฏิกรณ์หมายเลข 2 เป็นครั้งแรก และสามารถเคลื่อนย้ายเศษซาก 7 ใน 10 ตำแหน่งที่ตรวจสอบได้

รูปที่ 2 แสดงภาพถังเก็บขนาด 1,400 ลูกบาศก์เมตร มากกว่า 1,000 ถังเก็บ ถูกเก็บเบียดอัดแน่นในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ [5]

เดือนเมษายน ค.ศ. 2021 บริษัท TEPCO ประกาศว่าจะทิ้งน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีหลายล้านเมตริกตันลงในมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากความจุในการจัดเก็บ 1.37 เมตริกตัน จะเต็มภายในปลายปี ค.ศ. 2022

มาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี (International Nuclear and Radiological Event Scale; INES)

มาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี (International Nuclear and Radiological Event Scale; INES, ไอเนส) ในการเตรียมความพร้อมฉุกเฉินด้านนิวเคลียร์และรังสี ไอเนสถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารความสำคัญด้านความปลอดภัยของเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสีต่อสาธารณชน โดยจำแนกออกเป็น 7 ระดับ (ดังแสดงในรูปที่ 3 และตารางที่ 2)



รูปที่ 3 แสดงมาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี [2]

แผนภูมิแสดงมาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี จำแนกเหตุการณ์ตามนัยสำคัญด้านความปลอดภัย (ล่างไปบน) จากน้อยไปหามาก จากความผิดปกติ อุบัติการณ์ อุบัติการณ์ร้ายแรง อุบัติเหตุที่มีผลกระทบภายในสถานประกอบการนิวเคลียร์ อุบัติเหตุที่มีผลกระทบในวงกว้าง อุบัติเหตุร้ายแรง และอุบัติเหตุรุนแรงสูงสุด ตามลำดับ ดังนี้

- เหตุการณ์ที่มีนัยสำคัญด้านความปลอดภัยมาก ระดับ 4 - 7 เรียกว่า “อุบัติเหตุ” (Accident)
- เหตุการณ์ที่มีนัยสำคัญด้านความปลอดภัยน้อยลงมา ระดับ 1 - 3 เรียกว่า “อุบัติการณ์” (Incident)
- ส่วนเหตุการณ์ที่ไม่มีนัยสำคัญด้านความปลอดภัย ระดับ 0 เรียกว่า “เหตุผิดปกติ” (Anomaly) หรือ “การเบี่ยงเบน” (Deviation)

ตารางที่ 2 คำอธิบายมาตราระหว่างประเทศว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์และรังสี (INES)[3]

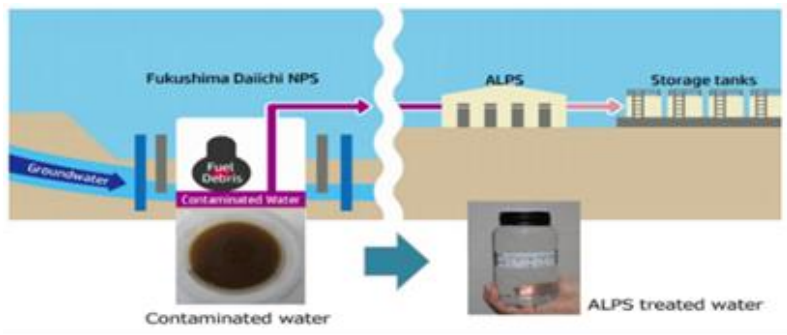
ระดับ (Level)	ผลกระทบ (Impact)			ตัวอย่างเหตุการณ์
	ภายนอกสถานที่ตั้ง (Off-Site)	ในสถานที่ตั้ง (On-site)	ความสูญเสียการป้องกันเชิงลึก (Defence in Depth Degradation)	
ระดับ 7 อุบัติเหตุรุนแรงสูงสุด (Accident)	อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีออกสู่ภายนอกสถานประกอบการนิวเคลียร์ในปริมาณมหาศาล มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง			- Chernobyl ยูเครน (ค.ศ. 1986) เชื้อเพลิง เกิดการหลอมเหลวและเกิดเพลิงไหม้
ระดับ 6 อุบัติเหตุรุนแรง (Accident)	อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีออกสู่ภายนอกสถานประกอบการนิวเคลียร์ในปริมาณสูงและต้องดำเนินการตามแผนฉุกเฉินเฉพาะที่อย่างเต็มรูปแบบ			- Mayak ที่ Ozersk รัสเซีย (ค.ศ. 1957) โรงงานแปรสภาพซ้ำเชื้อเพลิงเกิดสภาวะวิกฤต
ระดับ 5 อุบัติเหตุที่มีผลกระทบถึงภายนอกสถานที่ตั้ง	มีการแพร่กระจายของสารกัมมันตภาพรังสีออกสู่ภายนอกสถานประกอบการนิวเคลียร์ปริมาณจำกัด ทำให้ต้องมีการใช้แผนฉุกเฉินเฉพาะที่บางส่วน หรือ	อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงต่อสถานประกอบการนิวเคลียร์ (ต่อแกนเครื่องปฏิกรณ์หรือต่อตัวกั้นทางรังสี)		- Windscale กองทัพบก อังกฤษ (ค.ศ. 1957) - Three Mile Island สหรัฐอเมริกา (ค.ศ. 1979) เกิดเชื้อเพลิงหลอมเหลว
ระดับ 4 อุบัติเหตุที่ไม่มีผลกระทบภายนอกสถานที่ตั้ง	มีการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีออกสู่ภายนอกสถานประกอบการนิวเคลียร์เล็กน้อย ยังผลให้กลุ่มบุคคลที่ล่อแหลมต่อเหตุการณ์ได้รับปริมาณรังสีในเกณฑ์กำหนด หรือก่อให้เกิดความเสียหายในสถานที่ตั้ง (On-site)	อุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายในระดับสำคัญต่อแกนเครื่องปฏิกรณ์ ตัวกั้นทางรังสี และผู้ปฏิบัติงาน		Saint-Laurent A1 ฝรั่งเศส (ค.ศ. 1969) เชื้อเพลิงแตก และ A2 (ค.ศ. 1980) แกรไฟต์ร้อนเกิน - Tokai-mura ญี่ปุ่น (ค.ศ. 1999) สภาวะวิกฤต ในโรงงานผลิตเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องปฏิกรณ์ระดับทดลอง
ระดับ 3 อุบัติการณ์ร้ายแรงหรือเหตุขัดข้องรุนแรง (Incident)	มีการแพร่กระจายสารกัมมันตรังสีปริมาณเล็กน้อยออกสู่ภายนอกสถานประกอบการนิวเคลียร์ กลุ่มบุคคลที่ล่อแหลมต่อเหตุการณ์ได้รับรังสีในช่วงเป็นเศษส่วนในสิบของเกณฑ์กำหนด หรือก่อให้เกิดความเสียหายในสถานที่ตั้ง (On-site)	เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีภายในบริเวณสถานประกอบการนิวเคลียร์อย่างรุนแรง ผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสี ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขอนามัย	เหตุการณ์ที่ใกล้เคียงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเหลือเพียงระบบป้องกันขั้นสุดท้ายยังคงทำงานอยู่	- Vandellos สเปน ปี ค.ศ. 1989 เทอร์ไบน์ ติดไฟ - Davis-Besse สหรัฐอเมริกา (ค.ศ. 2002) การกัดกร่อนอย่างรุนแรง - Paks ฮังการี (ค.ศ. 2003) เชื้อเพลิงเสียหาย
ระดับ 2 อุบัติการณ์หรือเหตุขัดข้อง (Incident)	ไม่มีผลกระทบ	เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีภายในบริเวณสถานประกอบการนิวเคลียร์อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสีเกินเกณฑ์กำหนด หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่ตั้ง (On-site)	เหตุการณ์ซึ่งส่งผลกระทบด้านความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระบบป้องกันอื่น ๆ ยังสามารถควบคุมสภาวะผิดปกติอื่น ๆ ได้	
ระดับ 1 เหตุผิดปกติ (Anomaly)	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	เหตุการณ์ที่แตกต่างจากเงื่อนไขตามที่ อนุญาตให้เดินเครื่องของสถานประกอบการนิวเคลียร์แต่ไม่มีผลกระทบด้านความปลอดภัย ไม่มีการเปื้อนสารกัมมันตรังสี หรือผู้ปฏิบัติงานไม่ได้รับรังสีเกินเกณฑ์กำหนด	
ระดับ 0 การเบี่ยงเบน (Deviation)	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	เหตุการณ์ที่คลาดเคลื่อนเล็กน้อยจากการเดินเครื่องของสถานประกอบการนิวเคลียร์ตามปกติ ไม่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยต่าง ๆ	
ต่ำกว่า 0	ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	ไม่ส่งผลต่อกระทบต่อความปลอดภัยใด ๆ	

น้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีเกิดขึ้นได้อย่างไร[4, 5]

แหล่งน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ มาจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ

1. น้ำหล่อเย็น เพื่อให้ซากแท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์อยู่ในสภาพคงที่
2. น้ำบาดาล ซึ่งอยู่เหนือระดับน้ำภายในอาคารเสมอ และไหลเข้าสู่อาคารอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ปนเปื้อนในเครื่องปฏิกรณ์ไหลออกจากอาคารเครื่องปฏิกรณ์
3. น้ำฝนแทรกซึมทะลุหลังคาอาคาร

รูปที่ 4 แสดงภาพน้ำบาดาลไหลเข้าสู่อาคารอย่างต่อเนื่อง[4]



Status of treated water in FDNPS (As of February, 2021)	
Tank storage volume	About 1.25 million m³
Tank capacity (at the end of 2020)	About 1.37million m³
Increase of treated water	About 50,000 to 60,000 m³/year

รูปที่ 5 แสดงแหล่งที่มาของน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีและวิธีการบำบัดด้วย ALPS เพื่อลดปริมาณ Sr-90 และสถานะของน้ำที่บำบัด ณ กุมภาพันธ์ ค.ศ. 2021[4]

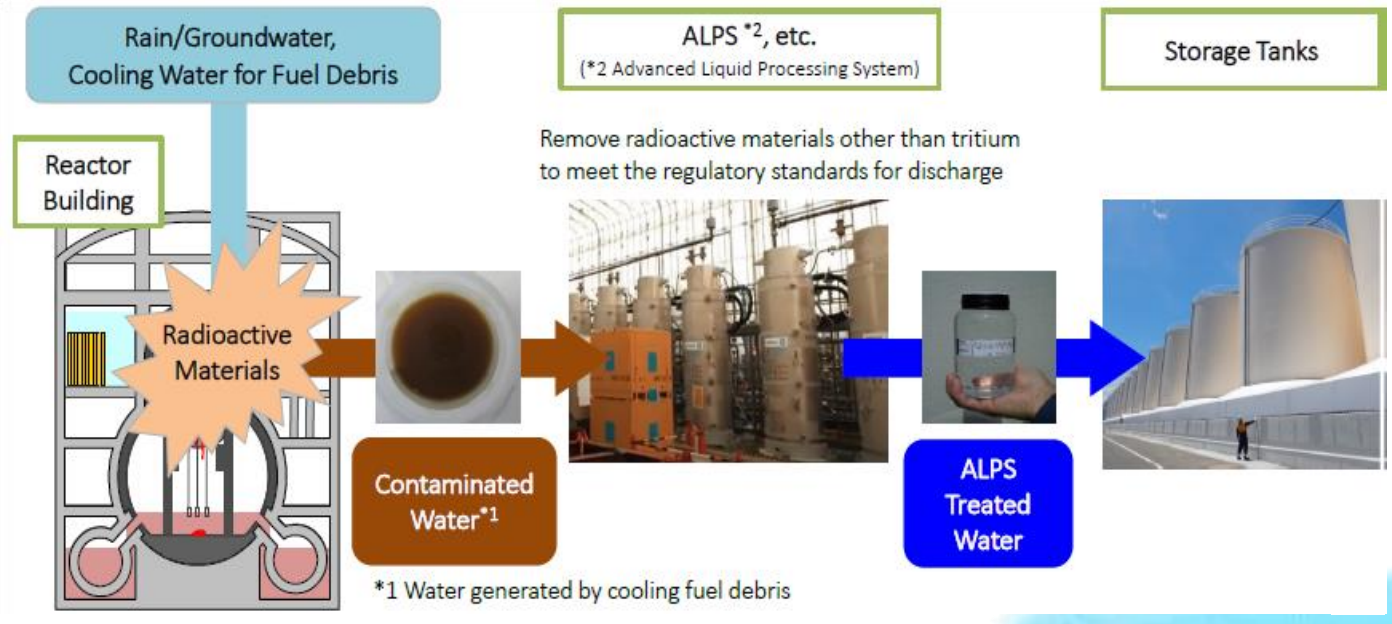
การขจัดสิ่งปนเปื้อนและการจัดเก็บน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีชั่วคราว[4, 5]

แกนเครื่องปฏิกรณ์ที่ได้รับความเสียหายจะถูกฉีดน้ำเพื่อระบายความร้อนที่มีอยู่ โดยน้ำที่ถูกฉีดจะนำไปบำบัดและนำกลับมาใช้อย่างต่อเนื่องตลอด 10 ปีที่ผ่านมา จึงจำเป็นต้องมีการประมวลผลอย่างต่อเนื่องของซีเซียมและสทรอนเชียมที่มีการปนเปื้อนสูงจากห้องใต้ดิน ด้วยในบรรดาผลิตภัณฑ์ฟิชชันรังสีแกมมาที่ปนเปื้อนและมีค่าครึ่งชีวิตยาวที่สุดมาจากซีเซียม-137 (Cs-137 ค่าครึ่งชีวิต 30.17 ปี) ส่วนสทรอนเชียม-90 เป็นผลิตภัณฑ์ฟิชชันรังสีบีตาที่ปนเปื้อนและมีค่าครึ่งชีวิตยาวที่สุดเช่นกัน (Sr-90 ค่าครึ่งชีวิต 28.79 ปี) ระบบการกำจัดซีเซียมขั้นต้น (Kurion และ SARRY) ทำการบำบัดน้ำปนเปื้อนมากกว่า 2.4 ล้านเมตริกตัน เพื่อลดระดับรังสีแกมมา ซึ่งสามารถกำจัดซีเซียมได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ จนถึงปัจจุบันระบบเหล่านี้ใช้ซีโอไลต์ดูดซับกัมมันตภาพรังสีสูงซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในถังเก็บขนาด 1,400 ลูกบาศก์เมตร มากกว่า 1,000 ถัง ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ

หลังจากการกำจัดซีเซียมขั้นต้นระดับรังสีแกมมาจะลดลงเพื่อให้สามารถกำจัดเกลือโดยระบบออสโมซิสผันกลับหรือออสโมซิสย้อนกลับ (reverse osmosis, RO) ซึ่งเป็นกระบวนการกรองด้วยเยื่อเมมเบรน โดยการให้ความดันที่สูงกว่าความดันออสโมติก (osmotic pressure) ทำให้โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่จากสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าผ่านเยื่อกึ่งซึมผ่านได้ (semi permeable membrane) ไปยังสารละลายที่เจือจางกว่า ซึ่งจะแยกสทรอนเชียม-90 และไอโซโทปอื่น ๆ ที่มีความเข้มข้นสูงออกจากน้ำที่ปนเปื้อน น้ำที่บริสุทธิ์ขึ้นจะถูกฉีดกลับเข้าไปที่ส่วนบนของแกนเครื่องปฏิกรณ์

ระบบการบำบัดน้ำเสียขั้นสูง (Advanced liquid processing systems; ALPS) [4, 5]

ระบบการบำบัดน้ำเสียขั้นสูง (ALPS) สามระบบสร้างขึ้นเพื่อกำจัดสารสทรอนเชียม-90 และสารไอโซโทปอื่น ๆ อีก 62 ชนิด ออกไปจนระดับรังสีแกมมาต่ำกว่ามาตรฐานสากลการควบคุมการปล่อยน้ำจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ลงมหาสมุทร เหลือแต่ทริเทียมแต่ระดับความแรงรังสีต่ำพอที่จะทำให้เจือจางลงได้ต่ำกว่ามาตรฐานความปลอดภัยสากลและการปกป้องสิ่งแวดล้อม จนถึงปัจจุบันระบบเหล่านี้ได้บำบัดน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีไปแล้วกว่า 1.2 ล้านเมตริกตัน



รูปที่ 6 แสดงกลไกการเกิดน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีและระบบการบำบัดน้ำเสียขั้นสูง (ALPS) [4, 5]

การเกิดทริเทียม (H-3 ค่าครึ่งชีวิต 12.32 ปี)

ทริเทียมมักถูกผลิตขึ้นในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยการกระตุ้นนิวตรอนของลิเทียม-6 ปลดปล่อยทริเทียมและฮีเลียม ทริเทียมส่วนใหญ่ที่ผลิตในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มาจากโบรอน ซึ่งเป็นตัวดูดซับนิวตรอนที่ดี ใช้ในการควบคุมปฏิกิริยาลูกโซ่ในแกนเครื่องปฏิกรณ์ สุดท้ายทริเทียมจะกลับเข้าไปยังน้ำหล่อเย็น ทริเทียมปริมาณเล็กน้อยอาจเกิดจากการแตกตัวของยูเรเนียม-235 ในแกนเครื่องปฏิกรณ์ หรือเมื่อมีสารเคมีอื่น ๆ (เช่น ลิเทียมหรือน้ำมวลหนัก) ในน้ำหล่อเย็นดูดซับนิวตรอน

การกำจัดทริเทียม[4,5]

นับเป็นเรื่องยากมากที่จะขจัดน้ำมวลหนักออกจากน้ำมวลปกติ เนื่องจากมีคุณสมบัติเหมือนกัน ปัจจุบันยังไม่มีเทคโนโลยีการแยกน้ำมวลหนักความเข้มข้นต่ำออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดปริมาณมาก (แม้แต่ IAEA)

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วมีสารกัมมันตรังสีอื่น ๆ หรือไม่[4,5]

น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่เก็บไว้ในถังเก็บมีสารกัมมันตรังสีอื่น ๆ นอกเหนือจากทริเทียมที่ความเข้มข้นเกินมาตรฐานกำหนด ดังนั้นการกรองน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจึงได้เริ่มต้นขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการกำกับดูแลนิวไคลด์กัมมันตภาพรังสีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกเจือจางอย่างเพียงพอเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการกำกับสารไอโซโทปก่อนที่จะปล่อยลงสู่ทะเล

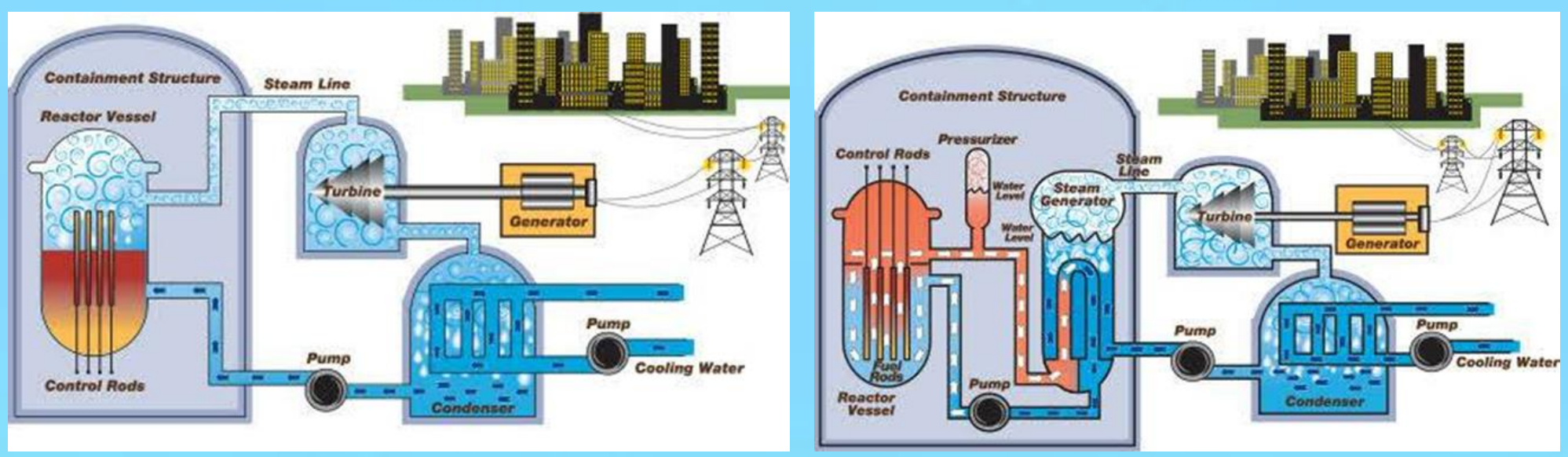
ทริเทียมในน้ำบำบัดระบายจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

มาตรฐานการควบคุมทริเทียม

ค่ามาตรฐานการควบคุมเกี่ยวกับทริเทียม **ที่ควรทราบ** มีดังนี้

- น้ำประปา: 1 Bq/L
- ร่างกายมนุษย์: ในระดับ 10 Bq/L
- ค่ามาตรฐานการควบคุมทริเทียมในน้ำบำบัดระบายจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (จำแนกตาม graded approach ชนิดและกำลังของเครื่องปฏิกรณ์/สถานประกอบการนิวเคลียร์/ปี)
  - Boiling Water Reactor (BWR); 1000 GBq/GWe(a)
  - Pressurized Water Reactor (PWR); 26000 GBq/GWe(a)

ในขณะที่สำนักงานกำกับดูแลนิวเคลียร์ของญี่ปุ่น (NRA) กำหนดค่ามาตรฐานการควบคุมทริเทียมในน้ำบำบัดระบายจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 100 Ci/reactor สำหรับ BWR และ 1,000 Ci/reactor สำหรับ PWR และจะพิจารณาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางรังสีวิทยาของ บริษัท TEPCO ภายใต้สถานการณ์การได้รับรังสีที่วางแผนไว้ (Planned Exposure Situation) ว่า วิธีการประเมินสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยของ IAEA ที่เกี่ยวข้องหรือไม่ ผลกระทบที่ประเมินต่อมนุษย์มีน้อยเพียงพอหรือไม่ สำหรับการรีวิวนี้ NRA ได้กำหนดเกณฑ์ข้อจำกัดไว้ที่ “50 μSv/a” และผลกระทบต่อพืชและสัตว์มีขนาดต่ำสุดของระดับรังสี อ้างอิงการพิจารณาที่ได้รับหรือไม่ (Derived Consideration Reference Levels คือ ค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้สำหรับผลกระทบของรังสีชนิดก่อไอออนต่อบุคคลหรือสปีชีส์นั้น หากปริมาณรังสีที่ได้รับมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดนี้ อาจนำไปสู่ผลกระทบในระดับประชากร)



รูปที่ 7 แสดงแผนภาพชนิดของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์

ซ้าย: Boiling Water Reactor (BWR) ขวา: Pressurized Water Reactor(PWR)[6]

ตัวอย่างเครื่องปฏิกรณ์ฟุกุชิมะไดอิชิ (รุ่น Mark I) เป็นเครื่องปฏิกรณ์น้ำเดือด (BWR) ออกแบบในช่วงต้นทศวรรษ 1960 ก่อสร้างโดยบริษัท GE ร่วมกับ Toshiba และ Hitachi Unit 1 มีกำลังการผลิต 460 MWe Unit 2-5 กำลังการผลิต 784 MWe และ Unit 6 กำลังการผลิต 1100 MWe ตามลำดับ กำลังการผลิตรวม 4.696 GWe

มาตรฐานการกำกับดูแลทริเทียมของสำนักงานกำกับดูแลนิวเคลียร์ของญี่ปุ่น (NRA) กำหนดระดับความแรงรังสีในการระบายทริเทียมในน้ำ คือ 60,000 Bq/L[7]

เหตุใดจึงต้องระบายน้ำที่บำบัดด้วย ALPS[4,5] TEPCO ให้เหตุผลในประเด็นนี้ไว้อย่างน้อย 3 ประการ ดังนี้

(1) ถังเก็บจะเต็มความจุในฤดูร้อนปี ค.ศ. 2022

(2) การรื้อถอนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการฟื้นฟูฟุกุชิมะ เพื่อให้การฟื้นฟูเสร็จสมบูรณ์ จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายถังเก็บทั้งหมดออกไป

(3) ปัญหาการระบายน้ำปนเปื้อนที่บำบัดแล้วไม่สามารถเลื่อนอีกต่อไปได้

TEPCO มีแผนที่จะบำบัดและเจือจางน้ำก่อนสูบออกในอีกประมาณ 2 ปีนับจากปี ค.ศ. 2021 จะมีน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีมากกว่า 1 ล้านเมตริกตัน จากโรงงานที่ต้องระบายออก อาจใช้เวลาหลายทศวรรษกว่าจะระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทั้งหมด

การระบายน้ำบำบัดจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ (FDNPS) ทิ้งลงทะเลมีอันตรายหรือไม่

- Brent Heuser ศาสตราจารย์ด้านวิศวกรรมแห่งมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ให้ความเห็นไว้ว่าแผนการของญี่ปุ่นที่จะระบายน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีที่ผ่านการบำบัดแล้วจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิที่พังเสียหายจะมี “ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นศูนย์”[8]
- ในขณะที่นายราฟาเอล มาริอาโน กรอสซี ผู้อำนวยการใหญ่ IAEA ยินดีกับการประกาศของญี่ปุ่นและให้การสนับสนุนแผนการดังกล่าวของญี่ปุ่นโดยกล่าวในแถลงการณ์ว่า “วิธีการกำจัดน้ำที่ญี่ปุ่นเลือกนั้นเป็นไปได้ทั้งทางเทคนิคและสอดคล้องกับแนวปฏิบัติสากล”[9]
- สหรัฐอเมริกา ให้ความเห็นว่าแผนปฏิบัติการของญี่ปุ่นมีความโปร่งใสและแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับ “มาตรฐานความปลอดภัยทางนิวเคลียร์ที่เป็นที่ยอมรับทั่วโลก”[10]
- ในขณะที่องค์การอาหารและยาแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. Food and Drung Administration: FDA) ให้ความเห็นต่อข้อกังวลใจเกี่ยวกับทริเทียมไว้ว่า “การบริโภคทริเทียม มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ต่ำมาก และผลกระทบความเสี่ยงด้านสุขภาพใด ๆ จะลดลงอีกจากการเจือจางเมื่อปล่อยลงสู่มหาสมุทร ณ ปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานว่าตรวจพบสารกัมมันตรังสีจากเหตุการณ์ฟุกุชิมะมีอยู่ในแหล่งอาหารของสหรัฐอเมริกา ในระดับที่ไม่ปลอดภัยจนก่อให้เกิดความกังวลด้านสาธารณสุขและเชื่อว่าภารกิจนี้จะไม่ส่งผลต่อความปลอดภัยของอาหารที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นและผลิตภัณฑ์อาหารในประเทศของสหรัฐอเมริกา รวมทั้ง อาหารทะเลที่จับได้นอกชายฝั่งสหรัฐอเมริกา”[11]

ข้อกังวลใจของประเทศเพื่อนบ้านญี่ปุ่นและประเทศไทย

เมื่อพิจารณาจากพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวและสึนามิในโทโฮคุ (ชายฝั่งตะวันออกของญี่ปุ่น) และกระแสน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิกทั่วไป ไม่น่าแปลกใจว่าทำไมจีนและเกาหลีจึงแสดงความกังวลใจต่อแผนปฏิบัติการของ TEPCO เนื่องจากที่ตั้งทางธรณีวิทยาของทั้งสองประเทศใกล้กับประเทศญี่ปุ่นที่สุด ดังนั้นอาจมีความเป็นไปได้ที่การระบายน้ำที่มีกัมมันตภาพรังสีลงสู่มหาสมุทรแปซิฟิก อาจส่งผลกระทบต่อการทำประมงและการขายอาหารทะเลของญี่ปุ่น จีนและเกาหลีในบริเวณน่านน้ำใกล้เคียง[12]

รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งการเกิดแผ่นดินไหว[11] ที่ตั้งของประเทศเพื่อนบ้าน[12] ระยะห่างจากจุดเกิดเหตุถึงอ่าวไทย[13] และสภาพการหมุนเวียนของกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิก[16]

สำหรับประเทศไทย หากพิจารณาจากตำแหน่งทางธรณีวิทยา ระยะทางจากฟุกุชิมะถึงอ่าวไทย (7,860.41 ไมล์/12,650.11 กิโลเมตร) และกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิก มีความเป็นไปได้น้อยมากที่กัมมันตภาพรังสีจะส่งผลกระทบต่อชายฝั่งทะเลของประเทศไทย แต่การตรวจสอบอาหารทะเลจากชายฝั่งของประเทศไทยจะยังคงต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยความร่วมมือของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและหน่วยงานพันธมิตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมประมง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมควบคุมมลพิษ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เป็นต้น หน่วยงานเหล่านี้จะร่วมกันตรวจสอบสภาพแวดล้อมทางทะเลตามแนวชายฝั่งของประเทศไทยตั้งแต่ต้นจนจบภารกิจนี้ การตรวจสอบอาหารทะเลนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่นจะดำเนินการเพื่อประกันความปลอดภัยของผู้บริโภคไทยเช่นเดียวกัน

จากข้อมูลที่ญี่ปุ่นวางแผนที่จะระบายน้ำเปื้อนทริเทียมลงสู่ทะเลที่ระดับ 22,000 GBq/a (โดยการเจือจางทริเทียมเป็น 1,500 Bq/L ก่อนระบายทิ้ง) ซึ่งเป็นระดับปฏิบัติการปกติที่ใช้ในการระบายน้ำปนเปื้อนทริเทียมจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟุกุชิมะไดอิชิ ก่อนเหตุการณ์ในปี ค.ศ. 2011 จากข้อมูลนี้ประมาณการว่าจะสามารถระบายน้ำทิ้งได้ 400 ล้านเมตริกตัน/ปี

ข้อเสนอเพื่อลดความกังวลและผลกระทบของรังสีต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล

เพื่อลดความกังวลและผลกระทบของรังสีต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลของประเทศเพื่อนบ้านและทุกฝ่ายที่อาจได้รับผลกระทบและเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ รวมถึงองค์กรระหว่างประเทศ อาจมีข้อเสนอร่วมกัน ดังนี้

1) ขอให้ญี่ปุ่นเปิดเผยข้อมูลที่ถูกต้อง ตรงไปตรงมา รายงานผลการวัดกัมมันตภาพรังสีอย่างสม่ำเสมอและทันเวลา (ก่อนและหลังการระบายน้ำ) รวมถึงระดับทริเทียมและสารกัมมันตรังสีอื่น ๆ

2) เปิดโอกาสให้ประเทศที่สามเข้าร่วมในคณะทำงานด้านเทคนิคเพื่อประเมินขั้นตอนการดำเนินการเพื่อความโปร่งใสของญี่ปุ่น และเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในประเทศเหล่านั้นและองค์กรระหว่างประเทศ

3) คณะทำงานด้านเทคนิคจะเป็นการดำเนินการร่วมกันภายใต้กรอบพหุภาคี ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากประเทศจีน เกาหลีใต้ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเทศที่สาม โดยมี IAEA เป็นผู้ประสานงาน เพื่อดำเนินการประเมินความปลอดภัยอย่างเป็นธรรมในการปฏิบัติการดังกล่าว และเพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินการเป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยสากล ซึ่งการดำเนินการตามข้อเสนอข้างต้นจำเป็นต้องได้รับงบประมาณสนับสนุนการร่วมภารกิจจากรัฐบาลของประเทศสมาชิกและจาก IAEA

เอกสารอ้างอิง

1. Timeline of the Fukushima Daiichi nuclear disaster https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Fukushima_Daiichi_nuclear_disaster
2. International Nuclear and Radiological Event Scale (about emergency preparedness); https://www.nrc.gov/about-nrc/emerg-preparedness/about-emerg-preparedness/emerg-classification/event-scale.html
3. สุรศักดิ์ พงศ์พันธุ์สุข สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ และ มาตราระหว่างประเทศ ว่าด้วยเหตุการณ์ทางนิวเคลียร์ http://www0.tint.or.th/nkc/nkc54/content-01/nstkc54-029.html
4. METI Q&A; https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/qa.html
5. METI,The Situation of TEPCO's Fukushima Daiichi NPS, https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/pdf/20191129_4.pdf
6. Roman Mouginot and Hannu Hänninen, Microstructures of nickel- base alloy dissimilar Metal welds, Aalto University, 2012
7. Act on the Regulation of Nuclear Source Material, Nuclear Fuel Material and Reactors ; Act No. 166, June, 1957
8. https://www.cnbc.com/2021/04/16/fukushima-japans-plan-to-dump-radioactive-water-is-not-dangerous-prof-says.html
9. IAEA Ready to Support Japan on Fukushima Water Disposal, Director General Grossi Says, https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-ready-to-support-japan-on-fukushima-water-disposal-director-general-grossi-says
10. U.S. expresses support for Japan's release of Fukushima nuclear plant water, https://www.reuters.com/business/environment/us-expresses-support-japans-release-fukushima-nuclear-plant-water-2021-04-13/
11. FDA Response to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Facility Incident, https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/fda-response-fukushima-daiichi-nuclear-power-facility-incident
12. South Korea and China are unhappy with Japan's decision to release radioactive water from Fukushima into the Pacific Ocean, https://www.insider.com/south-korea-china-object-to-japan-releasing-fukushima-water-into-sea-2021-4
13. The Fukushima disaster in maps and charts; Ten years after Japan's deadly earthquake and tsunami, we take a look at how the disaster unfolded.; https://www.aljazeera.com/news/2021/3/10/fukushima-disaster-in-maps-and-charts
14. https://bangkok.unesco.org/content/asia-and-pacific
15. East Asia Asia-Pacific Pacific Ocean Middle East Map, asia, world, world Map png, https://www.pngegg.com/en/png-zukun
16. https://www.slideshare.net/tanujjoshig609/ocean-currents-pacific

โครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศ

- ดร.วิทิต ผึ่งกัน
  รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญ
  เฉพาะด้านการประเมินค่ากัมมันตภาพรังสี
  นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
- ธนพล เดชวิริยะกิจ
  นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ

โครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพ

โครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพ (Quality Infrastructure : QI) เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นในการพัฒนาเศรษฐกิจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าสู่ตลาดการค้าระหว่างประเทศให้สูงขึ้น ดังนั้นองค์กรเพื่อการพัฒนาระดับชาติและระดับนานาชาติรวมถึงหน่วยงานขององค์การสหประชาชาติ จึงมีโครงการสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพนี้ในประเทศกำลังพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพจึงมีบทบาทเพิ่มขึ้นจากเดิมในกลุ่มที่ทำงานในทุกสาขา

ในวันที่ 30 มิถุนายน 2560 Network on Metrology, Accreditation and Standardization for Developing Countries (DCMAS) ได้มีการหารือเกี่ยวกับนิยามของโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพ เพื่อให้เกิดความชัดเจนในความหมายและความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม ในการประชุมประจำปี โดยมี United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) เป็นเจ้าภาพ ซึ่งที่ประชุมได้ให้การรับรองนิยามของโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพดังนี้

“โครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพ เป็นระบบที่ประกอบขึ้นจากองค์กรทั้งองค์กรภาครัฐและเอกชนโดยมีนโยบาย กฎหมายและกรอบการกำกับดูแลและแนวปฏิบัติร่วมกัน โดยพึ่งพากระบวนการ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านมาตรวิทยา ด้านการกำหนดมาตรฐาน ด้านการรับรอง ด้านระบบงานการตรวจสอบและรับรอง และด้านการกำกับดูแลตลาด โดยหลักการแล้วการดำเนินการทั้ง 5 ด้านควรเป็นอิสระจากกันในทางวิชาการ แต่มีการประสานทิศทางและนโยบายให้สอดคล้องกันเพื่อให้องค์ประกอบทั้งหมดทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบมีทิศทางและเป้าหมายเดียวกัน”

กลุ่มแกนหลักประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ **มาตรวิทยา** (Metrology) **การกำหนดมาตรฐาน** (Standardisation) และ **การรับรองระบบงาน** (Accreditation) โดยทั้ง 3 ด้านมีการเชื่อมโยงในระดับนานาชาติผ่านการจัดทำข้อตกลงระดับพหุภาคีเพื่อสร้างการยอมรับร่วมกันระหว่างประเทศสมาชิก ดังนั้นการดำเนินการใน 3 ด้านแรกนี้ จึงอยู่ในความรับผิดชอบของรัฐ ดำเนินการโดยหน่วยงานรัฐหรือหน่วยงานที่รัฐมอบหมาย มีสถานะเป็นผู้แทนของรัฐในการดำเนินการ รวมทั้งเป็นผู้แทนรัฐในการเจรจาระหว่างประเทศและลงมติในด้านนั้นๆ

กลุ่มบริการและกำกับดูแลประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ **การตรวจสอบและรับรอง** (Conformity Assessment) และ**การกำกับดูแลตลาด** (Market Surveillance) ทำหน้าที่ถ่ายทอดผลลัพธ์ของการดำเนินงานของ 3 ด้านหลักมาสู่ภาคการใช้งาน (User) และตลาด (Market) ดำเนินการโดยหน่วยที่มีความสามารถ (Competency) หรือได้รับมอบหมาย (Authorised) โดยที่การตรวจสอบและรับรองทำไปเพื่อแสดงคุณภาพหรือความสอดคล้องกับมาตรฐานจึงเป็นการดำเนินการโดยสมัครใจ ในขณะที่การกำกับดูแลตลาดเป็นการดำเนินการโดยอาศัยอำนาจตามกฎหมายเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมทางการค้าและในการแข่งขันทางการค้ารวมไปถึงการคุ้มครองผู้บริโภค

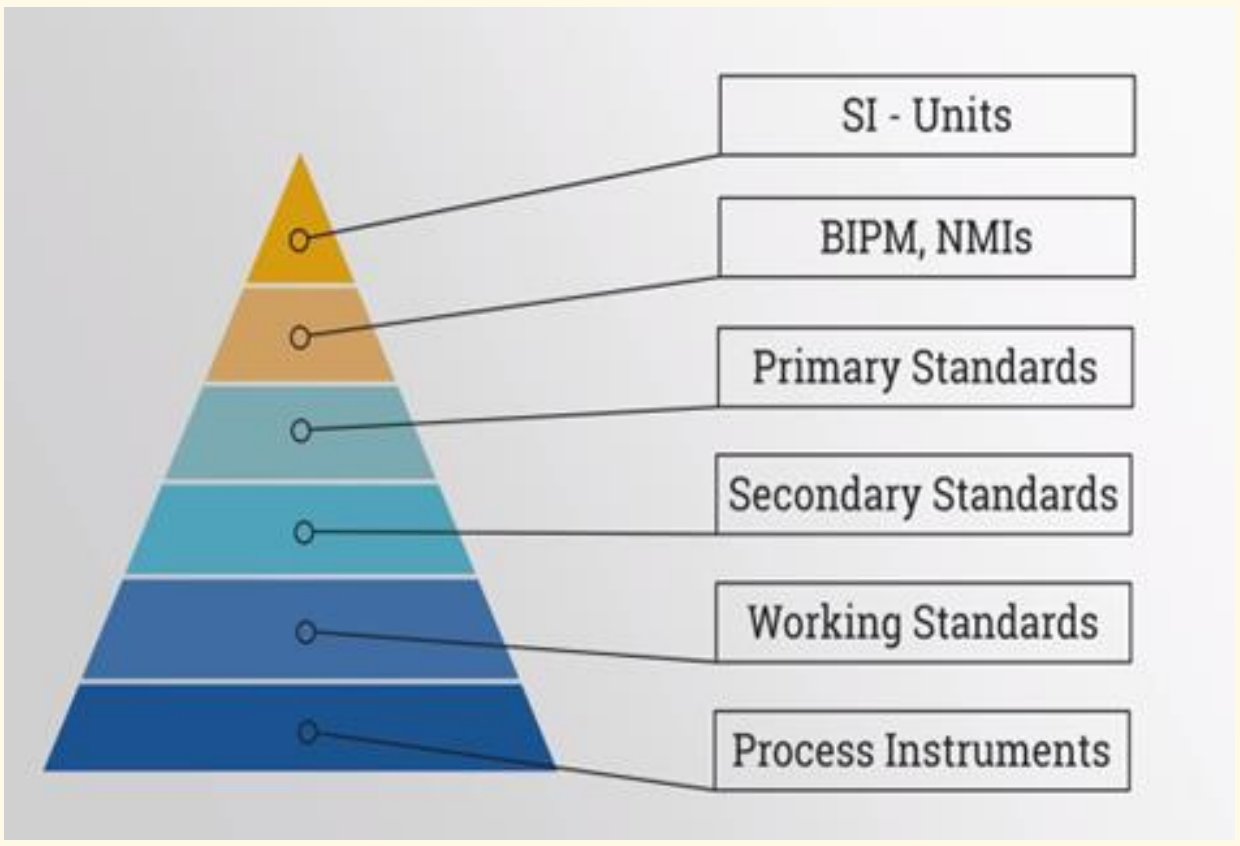
การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพระหว่างประเทศ สำหรับ 3 ด้านหลักแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือระดับนานาชาติ (International level) ระดับภูมิภาค (Regional level) และระดับชาติ (National level) มีการจัดทำข้อตกลงยอมรับร่วม (Mutual Recognition Arrangement :MRA) ของประเทศสมาชิกเป็นเครื่องมือกำหนดเกณฑ์การยอมรับร่วม (mutual recognition criteria) ซึ่งประเทศสมาชิกมีหน้าที่ในการดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวโดยองค์กรระดับชาติขององค์ประกอบนั้น ๆ เป็นผู้ดำเนินการเพื่อให้การยอมรับร่วมเกิดขึ้นได้จริงในทางปฏิบัติ

ตารางที่ 1 การพัฒนาโครงการสร้างพื้นฐานทางคุณภาพระหว่างประเทศ

		มาตรวิทยา (Metrology)	การกำหนดมาตรฐาน (Standardisation)	การรับรองระบบงาน (Accreditation)
ระดับชาติ	ไทย	NIMT	TISI	TISI
	เยอรมัน	PTB	DIN	DAkks
	สหรัฐอเมริกา	NIST	ANSI	A2LA
	จีน	NIM	SAC	CNAS
	ญี่ปุ่น	NMIJ	JISC	IAJapan
	อังกฤษ	NPL	BSI	UKAS
ระดับภูมิภาค		APMP/EURAMET/ SIM/COOMET/ AFRIMET	PASC/CEN/CENELEC/ ETSI/COPANT/ARSO	APLAC/EA/IAAC/ AFRAC/SADCA/ARAC
ระดับนานาชาติ		BIPM/OIML	ISO/IEC/Codex/ITU/ICAO	ILAC/IAF

โดยมาตรวิทยามีวัตถุประสงค์ขอบข่ายกระบวนวิธีและองค์กรระดับชาติ ดังนี้

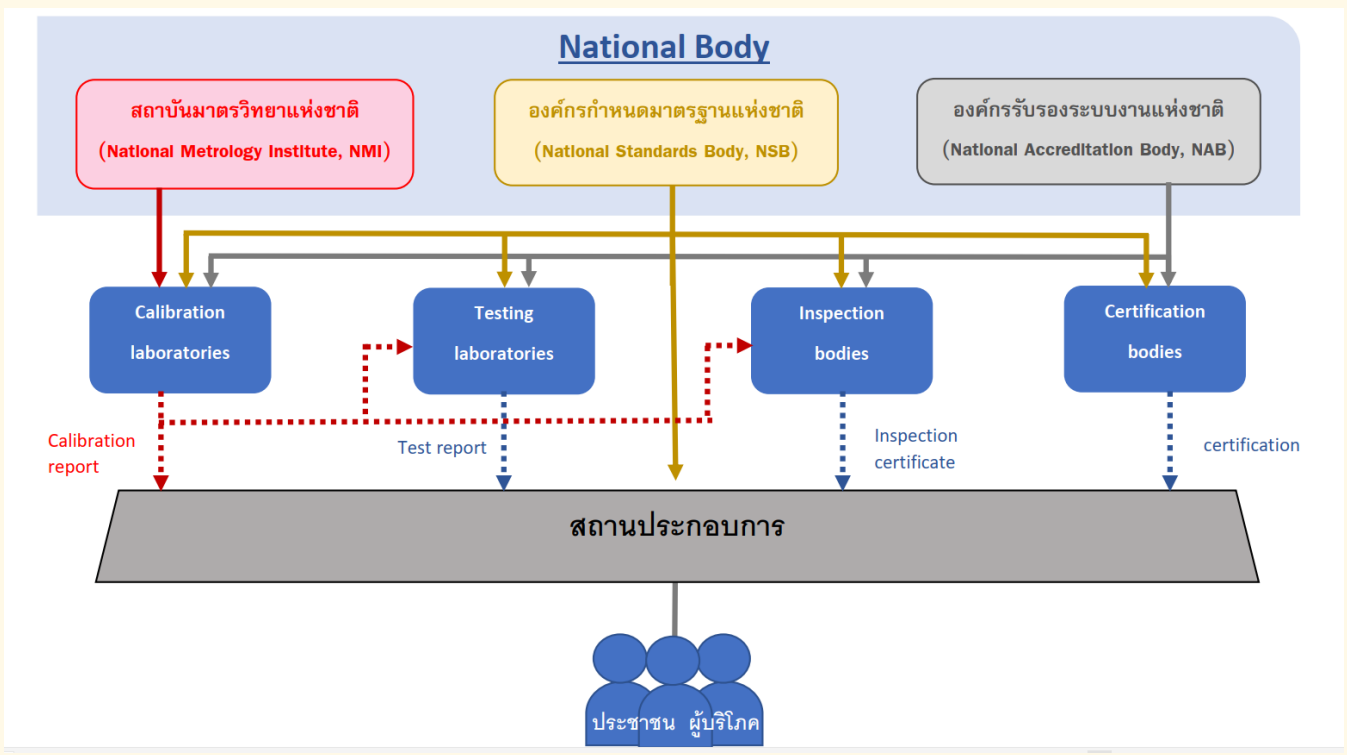
มาตรวิทยา (metrology) หมายถึงวิทยาศาสตร์ของการวัด (Science of Measurement) จึงมีวัตถุประสงค์ในการทำให้การวัด (Measurement) มีความแม่นยำและเที่ยงตรงและผลการวัด (measurement result) ไม่ว่าจะกระทำที่ใดเมื่อใด หรือโดยผู้ใดสามารถเปรียบเทียบกันได้และผลการวัดสามารถนำไปใช้งานได้ตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ กระบวนการมาตรวิทยาเริ่มต้นจากการตกลงเลือกหน่วยวัด (Unit of Measurement) เพื่อเป็นปริมาณอ้างอิง ดังนั้นระบบมาตรวิทยาระหว่างประเทศ จึงเริ่มต้นจากการจัดตั้งระบบหน่วยที่ยอมรับร่วมกันทั่วโลก เนื่องจากระบบหน่วยดังกล่าวเป็นพื้นฐานของการค้าระหว่างประเทศ จึงทำให้การตกลงยอมรับระบบหน่วยวัดร่วมกันนี้กระทำในรูปแบบของอนุสัญญาระหว่างประเทศเรียกว่า อนุสัญญาเมตริก (The Convention of the Metre) มีการลงนามครั้งแรกในปี พ.ศ. 2418 (ค.ศ. 1875) ระบบหน่วยดังกล่าวได้พัฒนาต่อมาจนเป็นระบบหน่วยเอสไอ (International System of Units: SI Units) ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการวัดทั้งปวง ในปัจจุบันหน่วยฐาน (Base Unit) ในระบบหน่วยเอสไอ คือปริมาณอ้างอิงหากผลการวัดจะสามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างมีความหมาย (Meaningful) ก็หมายความว่าผลการวัดจะต้องอ้างอิงกับปริมาณอ้างอิงเดียวกัน ดังนั้นแนวคิดเรื่องความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยา (Metrological Traceability) จึงเป็นแนวคิดหลักของกระบวนการมาตรวิทยาความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยานี้ แสดงผ่านมาตรฐานการวัด (Measurement Standards) กล่าวคือ มาตรฐานการวัดอ้างอิงของประเทศหรือ มาตรฐานการวัดแห่งชาติ (National Measurement Standard) ต้องมีความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยาไปยังหน่วยเอสไอ ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการที่รับรองว่ามาตรฐานการวัดแห่งชาติของประเทศต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบกันได้เพื่อเป็นหลักอ้างอิงส่วนมาตรฐานการวัดระดับรองลงมาในประเทศใด ๆ ให้มีความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยาไปยังมาตรฐานการวัดแห่งชาติ นอกจากจะเป็นหลักอ้างอิงในการค้าขายแลกเปลี่ยนสินค้าผ่านกระบวนการชั่ง ตวง และวัด แล้วปัจจุบันมาตรวิทยายังได้รับการประยุกต์ในอีกหลายด้าน เช่น ในกระบวนการผลิตและควบคุมคุณภาพทางอุตสาหกรรมในกระบวนการนิติวิทยาศาสตร์ และในการตรวจวินิจฉัยและรักษาทางการแพทย์ เป็นต้น โครงสร้างของกระบวนการทางมาตรวิทยาสามารถแสดงได้ดังแผนภูมิด้านล่าง



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของกระบวนการทางมาตรวิทยา

โครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพของประเทศ (National Quality Infrastructure: NQI)

ในหัวข้อก่อนหน้านี้ได้กล่าวถึงการจัดตั้งโครงสร้างระหว่างประเทศของโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพเพื่อประสานความร่วมมือและบริหารจัดการข้อตกลงยอมรับร่วมซึ่งข้อตกลงนี้กำหนดเกณฑ์การยอมรับร่วมไว้ด้วย ซึ่งประเทศสมาชิกมีหน้าที่ในการดำเนินการให้เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อให้ในท้ายที่สุดผลการตรวจสอบและรับรองจะได้รับการยอมรับโดยทุกภาคส่วนในทุกประเทศ ดังนั้นในประเทศต่าง ๆ จึงมีการจัดตั้งโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพของประเทศหรือ NQI เช่นกัน ซึ่งประกอบไปด้วยองค์กรระดับชาติที่รับผิดชอบดำเนินการใน 3 องค์ประกอบแรกส่วนการตรวจสอบและรับรองดำเนินการโดยหน่วยงานที่มีความสามารถเฉพาะทางในสาขาต่าง ๆ และการกำกับดูแลตลาดดำเนินการโดยผู้ได้รับมอบอำนาจตามกฎหมายโดยทั่วไป NQI มีโครงสร้างดังแสดงในแผนภูมิต่อไปนี้



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพของประเทศ

กลุ่มที่เป็นองค์กรระดับชาติ (National Body) มีหน้าที่สร้างความสามารถให้เป็นไปตามเกณฑ์ยอมรับร่วมตามข้อตกลงยอมรับร่วมระหว่างประเทศ เพื่อเป็นจุดเชื่อมโยงและรับประกันว่าการดำเนินการตรวจสอบและรับรองและการกำกับดูแลตลาดในประเทศมีความถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับร่วมกับองค์กรระดับชาติดังกล่าวนี้ คือสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (National Metrology Institute, NMI) องค์กรกำหนดมาตรฐานแห่งชาติ (National Standards Body, NSB) และองค์กรรับรองระบบงานแห่งชาติ (National Accreditation Body, NAB) องค์กรระดับชาตินี้ควรดำเนินการอย่างเป็นอิสระและเป็นอิสระจากกัน อย่างไรก็ตามองค์กรระดับชาติบางองค์กรสามารถดำเนินการภายใต้ระบบการบริหารเดียวกันได้ กลุ่มที่แสดงด้วยกล่องสีฟ้าคือกลุ่มที่ให้บริการตรวจสอบและรับรอง(Conformity Assessment Services, CAS) กลุ่มนี้ทำหน้าที่ให้บริการตรวจสอบและรับรองผลิตภัณฑ์และระบบว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่ NSB กำหนดดังนั้น CAS จึงต้องได้รับการรับรองระบบงานจาก NAB เพื่อให้มั่นใจว่ามีความสามารถและมีกระบวนการที่เป็นกลางในการตรวจสอบและรับรองโดยเครื่องมือวัดที่ CAS ใช้ในกระบวนการตรวจสอบและรับรองต้องมีความสามารถสอบกลับได้ทางมาตรวิทยาไปยังมาตรฐานการวัดแห่งชาติที่ NMI ดูแลรักษาอยู่

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

การดำเนินงานด้านมาตรวิทยาของประเทศไทยมีหน่วยงานรับผิดชอบที่ชัดเจนคือสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) จัดตั้งขึ้นตามพระราชบัญญัติพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติ พ.ศ. 2540 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2559 รับผิดชอบพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติและมาตรฐานการวัดแห่งชาติทุกสาขา การวัดส่วนการนำมาตรวิทยาไปใช้ในทางกำกับดูแลเครื่องมือวัดตามที่กฎหมายกำหนดหรือมาตรวิทยาเชิงกฎหมาย (legal metrology) ดำเนินการโดยสำนักกลางชั่งตวงวัด กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ ตามพระราชบัญญัติชั่งตวงวัด พ.ศ. 2542 ความสามารถทางการวัดของ มว. บางส่วนได้รับการยอมรับในความเท่าเทียมตามข้อตกลงระหว่างประเทศ อย่างไรก็ตาม มว. ไม่สามารถที่จะดำเนินการพัฒนามาตรฐานการวัดทุกสาขาได้เอง บางสาขาต้องมอบหมายหน่วยงานชำนาญการเฉพาะทางให้ดำเนินการแทน เช่น ด้านรังสีก่อไอออน ได้มอบให้สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ปส.) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ดำเนินการ นอกจากนี้ในบางสาขาที่มีความหลากหลายและความซับซ้อนสูงมาก เช่น มาตรวิทยาเคมีและมาตรวิทยาชีวภาพ จำเป็นต้องดำเนินการเป็นเครือข่าย มาตรวิทยามีความจำเป็นที่ต้องเร่งพัฒนาความสามารถทางการวัดและสร้างการยอมรับตามข้อตกลงระหว่างประเทศของเครือข่ายหน่วยที่ได้รับการมอบหมาย (Designated Institute, DI) และของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติเองโดยเฉพาะในปริมาณและย่านการวัดที่จำเป็นต่อการผลิตของอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์และการคุ้มครองผู้บริโภค

มาตรวิทยารังสี

ปส. มีภารกิจหลักเกี่ยวกับการกำกับดูแลความปลอดภัยในการใช้ต้นกำเนิดรังสีและการป้องกันอันตรายจากรังสีสำหรับประชาชน รวมถึงการดำเนินการเกี่ยวกับมาตรฐานทางรังสีและกัมมันตภาพรังสีของประเทศ การบำรุงรักษามาตรฐานการศึกษาพัฒนาการสอบเทียบ การออกใบรับรอง และการถ่ายทอดค่ามาตรฐานหน่วยวัดสากลทางปริมาณรังสีและกัมมันตภาพรังสี เพื่อให้สอดคล้องกับภารกิจหลักนี้ จึงมีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางการวัดรังสีและกัมมันตภาพรังสีขึ้นดำเนินงานทางด้านมาตรวิทยารังสีของประเทศ สนับสนุนการพัฒนาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการใช้พลังงานปรมาณู เมื่อปลายปี พ.ศ. 2519 ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA) ได้แจ้งแก่ประเทศสมาชิกให้จัดทำโครงการขอรับความช่วยเหลือด้านมาตรฐานการวัดปริมาณรังสีเกี่ยวกับการจัดตั้งห้องปฏิบัติการจาก IAEA ทาง ปส. ได้รับความช่วยเหลือในการจัดตั้งห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิเพื่อการป้องกันอันตรายจากรังสี (Establishment of a Secondary Standards Dosimetry Laboratory, IAEA/WHOSS-DL-Networks) เรียกย่อ ๆ ว่า SSDL-OAEP

ส่วนด้านมาตรฐานการวัดรังสีในกิจการแพทย์ทางกองป้องกันอันตรายจากรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ขอรับความช่วยเหลือจาก IAEA เป็นระบบมาตรฐานทุติยภูมิด้านการวัดปริมาณรังสีในทางการแพทย์ด้วยเช่นกัน (Secondary Standards Dosimetry Laboratory for Medical Use) และเรียกย่อ ๆ ว่า SSDL-DRPS (DRPS มาจากชื่อกอง Division of Radiation Protection Services)

จากการได้รับความช่วยเหลือทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงทุนฝึกอบรมและผู้เชี่ยวชาญทาง ปส. ได้ปรับปรุงห้องที่มีอยู่ให้เป็นห้องกำบังรังสี มีพื้นที่รวม 111 ตารางเมตร ระหว่างปี พ.ศ. 2524 ถึงปี พ.ศ. 2529 Mr. J. G. Haider ผู้เชี่ยวชาญจาก IAEA เดินทางมาเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและติดตั้งเครื่องฉายรังสีมาตรฐานจำนวนทั้งสิ้น 6 เครื่อง คือเครื่องฉายรังสีโคบอลต์ Buchler OB2 Cobalt irradiator, เครื่องฉายรังสีซีเซียม OB6 Cesium irradiator, เครื่องฉายนิวตรอน OB26 Neutron irradiator, เครื่องฉายรังสีรอบทิศทาง OB34 Panoramic irradiator, เครื่องฉายรังสีแกมมาแบบรวม OB85 Multipurpose irradiator และเครื่องฉายรังสีบีตามาตรฐาน BSS Beta Secondary Standards

SSDL-OAEP ได้รับเครื่องวัดปริมาณรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ จำนวน 3 ชุด ชุดแรกคือ IONEX2500/3electrometer with NE2575 600 cc ionization chamber and NE2576 stability check source ชุดที่สองคือ FARMER2570A electrometer with NE2575 ionization chamber and NE2576 stability check source และชุดที่สามคือ Austrian Research Center, Direct Current Integrator DCI8500 with 1 liter and 10 liter ionization chamber and reference check source เครื่องวัดปริมาณรังสีทั้ง 3 ชุดนี้ผ่านการสอบเทียบและรับรองจากห้องปฏิบัติการมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary Standards Dosimetry Laboratory, PSDL) จาก NPL และ IAEA ผลการตรวจวัดความคงที่ของระบบดังกล่าวในระยะเวลา 40 ปีที่ผ่านมา ระบบวัดรังสีมาตรฐานมีความคงที่เมื่อวัดเทียบกับสารรังสีอ้างอิงที่กล่าวข้างต้นโดยมีค่าความไม่แน่นอนไม่เกิน ±5%

อุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีความสำคัญในห้องปฏิบัติการได้รับความช่วยเหลือ คือระบบรางเลื่อนและที่จับยึดเพื่อจัดวางหัววัดและเครื่องมืออย่างละเอียด ระบบกำหนดตำแหน่งและวัดระยะทางแบบเทเลสโคปและเลเซอร์พร้อมไม้บรรทัดโลหะปลอดสนิม ระบบโทรทัศน์วงจรปิด ระบบตรวจวัดระดับรังสีในห้องปฏิบัติการ (Area monitors) และระบบเตือนภัยทางรังสีมูลค่ารวมที่ได้รับความช่วยเหลือจาก IAEA ในครั้งแรกมีประมาณ 300,000 ดอลลาร์สหรัฐ จากจุดเริ่มต้นดังกล่าวมานี้ ปส. ได้ดำเนินงานจัดระบบห้องปฏิบัติการมาตรฐานการวัดรังสีต่อเนื่องมาโดยตลอดพร้อมทั้งให้บริการสอบเทียบและปรับเทียบเครื่องมือวัดปริมาณรังสีและระดับรังสีต่าง ๆ ด้วยปณิธานที่ว่า เมื่อเครื่องวัดรังสีที่ใช้ในประเทศทุกเครื่องผ่านการสอบเทียบเป็นประจำการใช้ประโยชน์จากรังสีและสารรังสีจะมีความปลอดภัยและผลการวัดสามารถอ้างอิงได้ การสอบเทียบและปรับเทียบเครื่องวัดรังสี เพื่อการป้องกันอันตรายตามระบบมาตรฐานทุติยภูมินี้ ใช้หลักการเช่นเดียวกับการสอบเทียบเครื่องมือวัดทั่วไป คือการเปรียบเทียบเครื่องวัดปริมาณรังสีมาตรฐานกับเครื่องวัดรังสีที่ต้องการ โดยเลือกใช้สนามรังสีจากเครื่องฉายรังสีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการฯ และมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้คงที่ เช่น เลือกใช้สนามรังสีที่เป็นแบบ Collomated beam quality เมื่อต้องสอบเทียบและปรับเทียบเครื่องวัดรังสีที่ใช้สำหรับการสำรวจระดับรังสี ซึ่งถ้ารังสีมาจากทิศทางอื่นๆ เครื่องวัดจะอ่านผลได้ไม่ถูกต้องและเลือกใช้สนามรังสีแบบรอบทิศทางซึ่งมาจาก panoramic pointsources ในกรณีที่ต้องการสอบเทียบ field dosimeters ต่าง ๆ ที่วัดรังสีระดับต่ำจากปัญหาการสอบเทียบกรณีเครื่องมือวัดรังสีที่ใช้วัดรังสีที่มีพลังงานต่ำกว่ารังสีแกมมาจากซีเซียม-137 การเพิ่มคุณสมบัติของสนามรังสีที่ใช้เพื่อให้การบริการสอบเทียบเครื่องวัดรังสีเหล่านี้จึงมีความจำเป็น SSDL-OAEP จึงขอรับความช่วยเหลือจาก IAEA ในหัวข้อ“Upgrading SSDL-OAEP” ระหว่างปี พ.ศ. 2533 ถึง พ.ศ. 2534 และได้รับความช่วยเหลือเพิ่มเติมเป็นเครื่องเอกซเรย์พลังงานต่ำ (Superficial X-ray machine, Phillips MG165D) พร้อมอุปกรณ์ประกอบอื่นที่จำเป็น ความช่วยเหลือที่ได้รับครั้งที่สองนี้มูลค่ารวม 110,000 ดอลลาร์สหรัฐ

การพัฒนางานด้านมาตรวิทยาทางรังสีได้พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ โดยเมื่อปี พ.ศ. 2547 ปส. และ มว. ได้ทำบันทึกข้อตกลงฉบับแรกว่าด้วยความร่วมมือในการพัฒนาหน่วยวัดแห่งชาติ เพื่อกำหนดข้อตกลงและเงื่อนไขของความร่วมมืออันจะก่อให้เกิดการพัฒนาหน่วยวัดแห่งชาติสาขารังสีก่อไอออน โดย ปส. จะเป็นตัวแทนในการพัฒนาและร่วมมือกับหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศในสาขารังสีก่อไอออน เพื่อให้ระบบการวัดแห่งชาติมีความเข้มแข็งขึ้นสามารถถ่ายทอดความถูกต้องของการวัดสู่ผู้ใช้งานภายในประเทศได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในส่วนของระบบคุณภาพสากล ISO/IEC 17025 นั้น ห้องปฏิบัติการฯ ได้เริ่มนำระบบคุณภาพสากลมาเป็นมาตรฐานในการพัฒนาห้องปฏิบัติการฯตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ในช่วงแรกของการพัฒนาคุณภาพนั้นเป็นการศึกษาแนวทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับระบบสากลการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในข้อกำหนดคุณภาพ ในปี พ.ศ. 2551 ห้องปฏิบัติการฯ ได้รับงบประมาณในโครงการพัฒนาระบบมาตรฐานรังสีก่อไอออนแห่งชาติเพื่อดำเนินการพัฒนาห้องปฏิบัติการฯให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น มีการแต่งตั้งคณะทำงานจัดทำระบบคุณภาพ การทดลองแนวทางพัฒนาระบบสู่การปฏิบัติ การจัดทำเอกสารคุณภาพ การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานการสอบเทียบเครื่องมือ การตรวจสอบงานการจัดการตัวอย่าง และกิจกรรมที่เกี่ยวกับระบบคุณภาพอื่น ๆ วันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2552 ห้องปฏิบัติการฯ ได้เข้าเป็นสมาชิกขององค์กรมาตรวิทยาระหว่างประเทศ ASIA PACIFIC METROLOGY PROGRAMME (APMP) อย่างเป็นทางการหลังจากได้รับอนุมัติจากคณะรัฐมนตรี จากนั้นในวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ห้องปฏิบัติการฯ ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการสอบเทียบด้านการสอบเทียบเครื่องมือวัดรังสีตามมาตรฐานสากล มอก.17025-2548 จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เนื่องจากความถูกต้องและความปลอดภัยในการวัดรังสีเป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์และรังสี และการใช้สารกัมมันตรังสีหรือสารเภสัชรังสีในกิจการแพทย์ ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานการวัดรังสีและปรับปรุงให้มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากลและมีความทันสมัย ปส. ซึ่งรับผิดชอบในด้านกฎเกณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ต้นกำเนิดรังสีทั้งของผู้ใช้รังสีและในการป้องกันอันตรายจากรังสีสำหรับประชาชน ตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 และพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการ พ.ศ. 2545 โดยมอบหมายให้กลุ่มงานมาตรฐานการวัดรังสีและกัมมันตภาพรังสี สังกัดสำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู (ปัจจุบันพระราชบัญญัติพลังงานนิวเคลียร์เพื่อสันติ พ.ศ. 2559 และพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการ พ.ศ. 2561 ได้เปลี่ยนชื่อเป็นกลุ่มมาตรฐานการวัดทางนิวเคลียร์และรังสี สังกัดกองพัฒนาระบบและมาตรฐานกำกับดูแลความปลอดภัย) มีหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับมาตรฐานทางรังสีและกัมมันตภาพรังสีของประเทศ การบำรุงรักษามาตรฐาน การศึกษาพัฒนาการสอบเทียบ การออกใบรับรอง และการถ่ายทอดค่ามาตรฐานหน่วยวัดสากลทางปริมาณรังสีและกัมมันตภาพรังสี จึงได้ขอจัดตั้งห้องปฏิบัติการมาตรฐานทางการวัดรังสีและกัมมันตภาพรังสีขึ้น ภายใต้โครงการพัฒนาระบบวัดรังสีก่อไอออนแห่งชาติ เพื่อดำเนินงานทางด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศให้สอดคล้องและสนับสนุนการพัฒนาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการใช้พลังงานปรมาณู ในปี พ.ศ. 2563 ห้องปฏิบัติการฯ ได้รับรองความสามารถห้องปฏิบัติการสอบเทียบจำนวน 13 ขอบข่าย ครอบคลุมทุกห้องปฏิบัติการภายใต้กลุ่มมาตรฐานการวัดทางนิวเคลียร์และรังสี และมีแผนจะยื่นขยายขอบข่ายการรับรองเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมทุกช่วงการใช้งานในประเทศ รวมถึงขอบข่ายการสอบเทียบเครื่องมือวัดรังสีในระดับปฐมภูมิ โดยมีจุดมุ่งหมายสูงสุดที่จะเผยแพร่ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (CMC) ของห้องปฏิบัติการฯ ในเวปไซด์ของ BIPM ในปี พ.ศ. 2564 ห้องปฏิบัติการฯ ได้พัฒนาขอบข่ายการสอบเทียบเครื่องมือวัดรังสีให้อยู่ในระดับปฐมภูมิ จำนวน 2 ปริมาณ คือ Primary Standard for Cs-137 Air Kerma in radiation protection level และ Primary Standard for Low energy and W/Mo mammography x-ray ในปี พ.ศ. 2565 ปส. ได้สานต่อความร่วมมือกับ มว. เพื่อพัฒนาขีดความสามารถด้านมาตรวิทยารังสีก่อไอออน โดยเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2565 ปส. และ มว. ได้ลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือเพื่อการพัฒนาหน่วยวัดรังสีแห่งชาติ โดยให้ ปส. เป็นตัวแทนในกิจกรรมด้านมาตรวิทยาสาขารังสีก่อไอออนในระดับประเทศและระหว่างประเทศ เพื่อพัฒนาหน่วยวัดแห่งชาติในสาขารังสีก่อไอออนให้เกิดความเข้มแข็ง สามารถถ่ายทอดค่ามาตรฐานสู่ผู้ใช้งาน ครอบคลุมทุกขอบข่ายการใช้งานภายในประเทศและเป็นที่ยอมรับในระดับสากลต่อไป

รัฐบาลไทยแต่งตั้ง "คณะกรรมการพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ"

รัฐบาลประกาศใช้พระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และจัดตั้งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ*

ปส. ก่อตั้งห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard Dosimetry Laboratory, SSDL)

ห้องปฏิบัติการฯ ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ มอก. 17025 – 2548

โครงการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการด้านนิวเคลียร์และรังสี

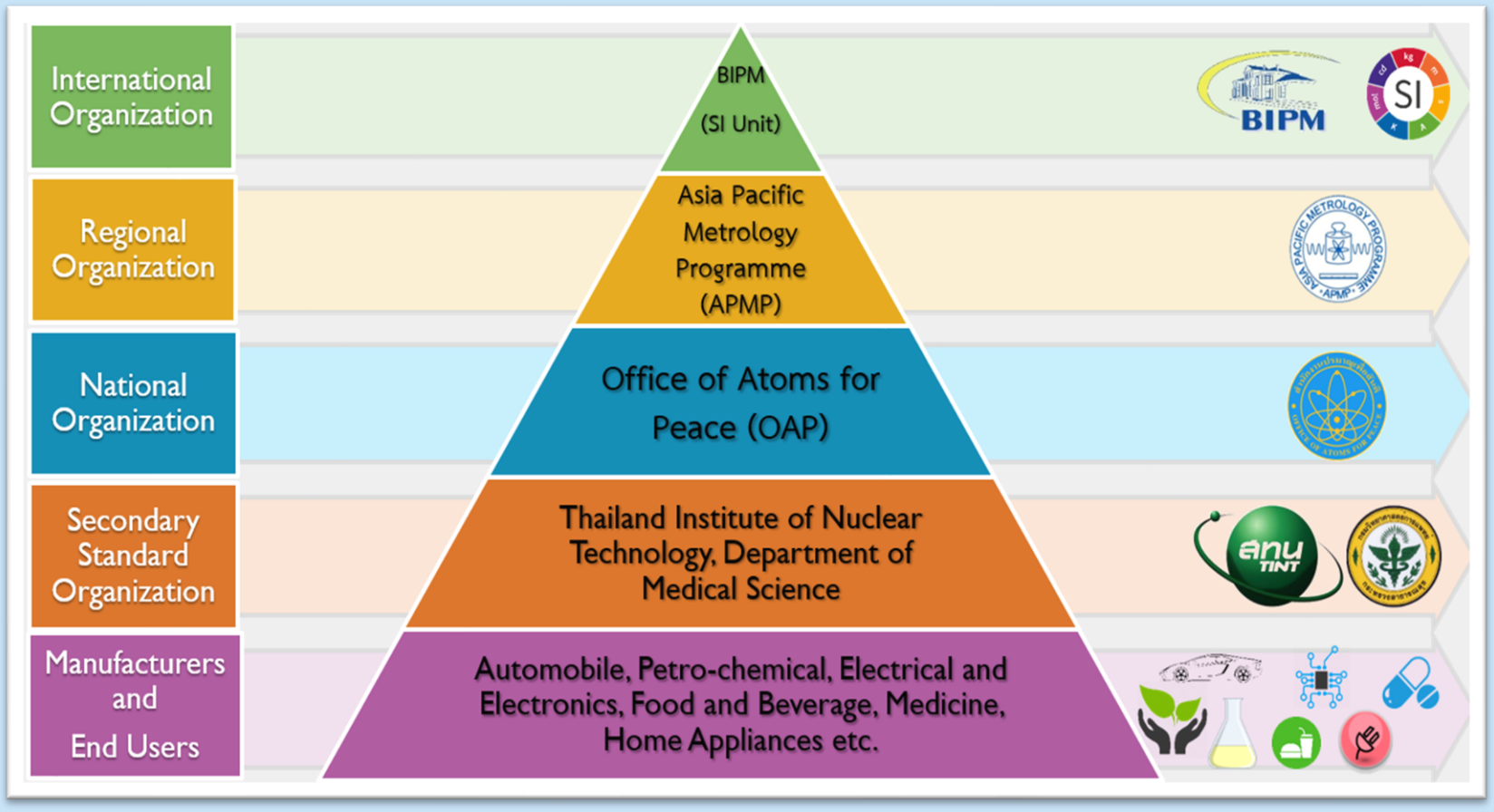
ห้องปฏิบัติการฯ ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ มอก. 17025 – 2561

ความร่วมมือระหว่างประเทศ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ปส. มอบหมายให้กลุ่มมาตรฐานการวัดทางนิวเคลียร์และรังสีเข้าร่วมการประชุมองค์กรมาตรวิทยาระดับภูมิภาค และระดับนานาชาติที่สำคัญ รวมทั้งเป็นเจ้าภาพจัด Interlaboratory Comparison ตามความเหมาะสม ซึ่งถือได้ว่าเป็นโอกาสในการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับสถาบันมาตรวิทยาทางรังสีในประเทศต่าง ๆ เพื่อเจรจาขอความร่วมมือความช่วยเหลือที่เอื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบมาตรวิทยาแห่งชาติด้านรังสี ปส. ส่งเจ้าหน้าที่เข้าร่วมประชุม/สัมมนากับองค์กรต่าง ๆ ในต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และวิทยาการที่ทันสมัยเช่น การประชุม Asia-Pacific Metrology Programme (APMP) ในสาขา TCRI หรือการจัดประชุม ASEAN Next เป็นต้น

โครงสร้างพื้นฐานด้านมาตรวิทยาทางรังสีของประเทศ

ตามที่สถาบันมาตรวิทยารังสีแห่งชาติ (มว.) ได้มอบหมายให้ ปส. ดูแลงานด้านมาตรวิทยาด้านรังสีก่อไอออน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2547 ดังนั้น ปส. จึงมีบทบาทหน้าที่และมีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกับ มว. แต่ดูแลในขอบเขตงานเฉพาะด้านมาตรวิทยาด้านรังสีก่อไอออนเท่านั้น โดยมีหน่วยงานตรวจสอบ อาทิ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) และรับรองระบบงาน (คณะอนุกรรมการพิจารณารับรองห้องปฏิบัติการ) รับผิดชอบงานด้านระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการฯ ทั้งนี้ ปส. เป็นหน่วยงานระดับประเทศในการพัฒนาและรักษามาตรฐานการวัดทางนิวเคลียร์และรังสี ที่มีหน้าที่หลักในการถ่ายทอดค่ามาตรฐานทางรังสีสำหรับการทดสอบและสอบเทียบทางรังสีให้กับหน่วยงานที่ให้บริการการทดสอบและสอบเทียบทางรังสี (สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์) ซึ่งหน่วยงานทั้ง 2 นี้จะให้บริการทดสอบและสอบเทียบทางรังสีให้กับหน่วยงานที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ต่อไป โดย ปส. มีความสามารถสอบย้อนกลับได้ทางการวัดสู่ระดับภูมิภาคผ่าน Asia Pacific Metrology Programme (APMP) และหน่วยมาตรฐานสากล (SI unit)



รูปที่ 3 แสดงความสามารถในการสอบกลับได้ของการวัด (traceability) ในสาขามาตรวิทยาทางรังสี

เอกสารอ้างอิง

สมุดปกขาว “การปฏิรูปการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางคุณภาพของประเทศ (National Quality Infrastructure: NQI)”
นายดำริ สุโขธนัง ประธานคณะทำงาน
ผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการมาตรวิทยาแห่งชาติ
IR METROLOGY ปส. ก้าวสู่ทศวรรษที่ 6 แห่งการขับเคลื่อนโครงการมาตรวิทยารังสีแห่งชาติ

ความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์และรังสี คืออะไร อย่างไร???

- ดร.ไชยยศ สุนทราภา
  วิศวกรนิวเคลียร์ชำนาญการพิเศษ
- ป้องนภา พึ่งทอง
  นิติกรปฏิบัติการ
- ปานรวี ปาณะศรี
  นิติกร

“สี่เท้ายังรู้พลาด นักปราชญ์ยังรู้พลั้ง” ไม่ว่าการใช้พลังงานนิวเคลียร์และรังสีจะมีมาตรฐานสูงเช่นไร แต่อุบัติเหตุเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์ เช่น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หรือ “อุบัติเหตุทางนิวเคลียร์” ย่อมมีผลกระทบกับผู้คนในวงกว้าง และอาจไม่จำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นแต่อาจขยายไปไกลข้ามประเทศหรือข้ามทวีปได้ เช่น อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบิล ส่วนอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้รังสี เช่น การใช้วัสดุกัมมันตรังสีหรือเครื่องกำเนิดรังสี หรือ “อุบัติเหตุทางรังสี” แม้ไม่มีผลกระทบในวงกว้างเหมือนอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ แต่อาจทำให้ผู้ได้รับผลกระทบหรือผู้เสียหายจากอุบัติเหตุทางรังสีได้รับบาดเจ็บหรือถึงแก่ชีวิตได้ รวมทั้งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกิดอุบัติเหตุทางรังสี แม้มีวงจำกัดแคบกว่ากรณีของอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ แต่อาจสร้างความกังวลทางจิตวิทยา ทำให้ผู้คนไม่กล้าเข้าในพื้นที่นั้นแม้จะชำระการเปื้อนทางรังสีในพื้นที่นั้นไปแล้ว ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจตามมา

มาตรการทางกฎหมายในการเยียวยาชดใช้ความเสียหายจากอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์และรังสี จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เกิดการเยียวยาชดใช้ความเสียหายแก่ผู้ที่ได้รับผลกระทบอย่างทั่วถึง เป็นธรรม และเป็นไปด้วยความรวดเร็ว กรณีอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ การเข้าร่วมเป็นภาคีในกลุ่มอนุสัญญาความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์นั้นเป็นอีกหนึ่งวิธีในการทำให้ประเทศไทยมีมาตรการทางกฎหมายที่รัดกุม มีประสิทธิภาพ มีความเหมาะสม และเมื่อเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ขึ้นในกลุ่มประเทศภาคีอนุสัญญาแล้วอาจมีผลกระทบถึงประเทศไทย

เนื่องจากประเทศไทยยังไม่ได้เข้าร่วมเป็นภาคีในกลุ่มอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ ไม่ว่าจะเป็นอนุสัญญากรุงเวียนนาว่าด้วยความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ (Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage) หรืออนุสัญญาชดเชยเพิ่มเติมสำหรับความเสียหายทางนิวเคลียร์ (Convention on Supplementary Compensation for Nuclear Damage; CSC) เป็นต้น ทำให้ไทยไม่มีข้อผูกพันต่อการต้องปฏิบัติตามพันธกรณีภายใต้อนุสัญญาดังกล่าว จึงยังไม่มีการจัดทำกฎหมายภายในที่จะรองรับเรื่องดังกล่าว

1

ก่อนอื่นขออธิบายเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานในกลุ่มอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดทางแพ่ง จากความเสียหายทางนิวเคลียร์ อย่างแรกในกลุ่มอนุสัญญาจะใช้คำว่า อุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์ (nuclear incident) แทนคำว่า อุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ (nuclear accident) ตามที่เราใช้กันจนติดปาก อุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์จะกว้างกว่าอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ เนื่องจากถูกนิยามไว้ว่า “อุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์” หมายความว่า เหตุการณ์ที่เกิดหรือเกิดขึ้นต่อเนื่องมาจากต้นเหตุเดียวกัน อันทำให้เกิดความเสียหายทางนิวเคลียร์หรือทำให้เกิดภัยอันใกล้จะถึงที่จะก่อให้เกิดความเสียหายทางนิวเคลียร์ ซึ่งต้องใช้มาตรการป้องกันต่อภัยดังกล่าว

2

อย่างที่สอง กลุ่มอนุสัญญาจะให้ผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์ (ส่วนใหญ่ก็คือโรงไฟฟ้านิวเคลียร์) เป็นผู้รับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียวจากความเสียหายที่เกิดขึ้นจากสถานประกอบการนั้น ๆ ไม่ใช่ผู้ก่อสร้างสถานประกอบการ หรือผู้จัดหา (supplier) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในสถานประกอบการ หลักความรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว (exclusive liability) ที่ผู้เสียหายไม่สามารถฟ้องผู้อื่นให้รับผิดได้อีกนอกจากผู้ดำเนินการสถานประกอบการ ทำให้เกิดความแน่นอนทางกฎหมายและความรวดเร็วในทางกระบวนการยุติธรรมที่ไม่ต้องหาคนอื่นที่ต้องรับผิด

3

อย่างที่สาม กลุ่มอนุสัญญากำหนดให้ผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์มีความรับผิดตามหลักความรับผิดโดยเคร่งครัด (strict liability) เมื่อเกิดอุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์ขึ้นในสถานประกอบการทางนิวเคลียร์ของตน หรือเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งวัสดุนิวเคลียร์หรือวัสดุกัมมันตรังสีที่ใช้ในสถานประกอบการไปยังที่ใดก็ตาม ผู้ดำเนินการสถานประกอบการต้องรับผิดโดยไม่มีข้ออ้างใด ๆ เว้นแต่ความเสียหายจากอุบัติการณ์ดังกล่าวนั้นเกิดขึ้นโดยตรงจากการพิพาทกันด้วยอาวุธ สงครามกลางเมือง และการจลาจล หลักการข้อนี้ทำให้ลดภาระการพิสูจน์แก่ผู้เสียหาย โดยไม่ต้องพิสูจน์ว่าความเสียหายนั้นเกิดขึ้นจากการกระทำโดยจงใจหรือการประมาทเลินเล่อของผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์

อย่างที่สี่ ความรับผิดสำหรับผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์จะถูกจำกัดด้วยเวลาและจำนวนเงินที่ต้องรับผิด (limitation of liability in time and amount) นั่นคือ ผู้เสียหายต้องฟ้องคดีภายใน 30 ปี นับแต่วันที่เกิดอุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์ สำหรับความเสียหายต่อชีวิตและร่างกาย และภายใน 10 ปี นับแต่วันที่เกิดอุบัติการณ์นิวเคลียร์สำหรับความเสียหายอย่างอื่น นอกจากนี้ คดีจะขาดอายุความภายในระยะเวลา 3 ปี นับแต่วันที่ผู้เสียหายรู้หรือสมควรรู้ถึงความเสียหายและตัวผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์ที่ต้องรับผิด ทั้งนี้ จำนวนเงินที่ต้องรับผิดจะมีเพดานจำกัดอยู่ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 300 ล้าน SDR ซึ่งเป็นสิทธิพิเศษในการถอนเงินของกองทุนการเงินระหว่างประเทศ ปัจจุบัน 1 SDR อยู่ที่ประมาณ 50 บาท คิดเป็นเงิน 15,000 ล้านบาท ที่ผู้ดำเนินการสถานประกอบการทางนิวเคลียร์จะต้องเตรียมจัดหาหลักประกันไว้

อย่างที่ห้า กลุ่มอนุสัญญากำหนดให้มีศาลที่มีเขตอำนาจเพียงศาลเดียว (exclusive jurisdiction) เป็นศาลที่อำนาจในการพิจารณาคดีอันเกี่ยวกับความรับผิดจากอุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นในอาณาเขต (territory) หรือในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (exclusive economic zone) ของรัฐภาคีอนุสัญญาที่ศาลนั้นตั้งอยู่

นอกจากนี้ หลักการความรับผิดจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ข้างต้นอาจนำมาปรับใช้กับความเสียหายทางรังสีได้ด้วย ความเสียหายทางรังสีต่างจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ อย่างง่าย ๆ คือ เป็นความเสียหายที่เกิดจากวัสดุกัมมันตรังสีหรือวัสดุนิวเคลียร์ที่ไม่ได้ใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หลักการที่จะนำใช้ก็คล้ายคลึงกับของความเสียหายทางนิวเคลียร์ แต่อาจไม่มีการจำกัดเรื่องจำนวนเงินที่ต้องรับผิดและเขตอำนาจศาล เนื่องจากความร้ายแรงและขอบเขตของความเสียหายทางรังสีจะค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับของความเสียหายทางนิวเคลียร์ ความเสียหายทางรังสีในประเทศไทยที่รู้จักกันดี คือ กรณีโคบอลต์-60 ที่สมุทรปราการ ที่ศาลใช้หลักเรื่องละเมิดตามกฎหมายแพ่งในการตัดสินเยียวยาผู้เสียหาย ซึ่งต่างจากหลักการที่อธิบายไปข้างต้น

จึงเป็นที่มาว่าทำไมประเทศไทยควรเข้าเป็นภาคีในกลุ่มอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ เพราะจะเป็นการรับประกันได้ว่าหากเกิดความเสียหายอันเกิดจากอุบัติการณ์ทางนิวเคลียร์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ไม่ว่าจะในประเทศไทยหรือประเทศใกล้เคียงที่เป็นรัฐภาคี ผู้เสียหายจะได้รับการชดเชยและเยียวยาที่เหมาะสมและสมควรแก่ผลกระทบที่ตนได้รับ ปัจจุบันสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กำลังร่างพระราชบัญญัติฉบับใหม่ที่มีบทบัญญัติรองรับพันธกรณีภายใต้กลุ่มอนุสัญญาที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางนิวเคลียร์ก่อนที่จะเข้าเป็นภาคีอนุสัญญาได้ รวมทั้งให้มีบทบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับความรับผิดทางแพ่งจากความเสียหายทางรังสีด้วย

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

เลขที่ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1110,1120 โทรสาร 0 2561 3013

: pr@oap.go.th : Atoms4Peace สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

: www.oap.go.th : officeofatomsforpeace : @atomsnet