# อุบัติภัยนิวเคลียร์: บทเรียนจากญี่ปุ่น

## Nuclear Accident: Lesson from Japan

**สุทิน สายสงวน***
(Sutin Saisanguan)

**บทคัดย่อ**

การศึกษาอุบัติภัยนิวเคลียร์โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนี่ยมโตไกในประเทศญี่ปุ่นด้วยวิธีการวิจัยเอกสารเพื่อระบุความรุนแรง ความเสียหาย สาเหตุและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพบว่า อุบัติภัยมีความรุนแรงระดับ 4 ของมาตรา INES มีก๊าซไอโอดีน-131 รั่วไหลสู่บรรยากาศประมาณ 1 ต่อ 200 ส่วน ประชาชนได้รับรังสี 667 คน ซึ่งได้รับปริมาณมากกว่าที่กำหนด 330 คน โดยเฉพาะคนงานในที่เกิดเหตุทั้ง 3 คน ได้รับรังสีทั้งตัวปริมาณสูงอย่างเฉียบพลันทำให้สองคนเสียชีวิตภายหลัง ส่วนอีกคนอาการสาหัส มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจช่วง 1 ปีหลังเกิดเหตุราว 15,300 ล้านเยน สาเหตุเกิดจากคนงานปฏิบัติงานลัดขั้นตอนโดยเทสารยูเรนิลไนเตรทลงในถังตกตะกอนโดยตรงแทนที่จะเทลงถังพักก่อนและมีปริมาณมากกว่าที่กำหนดราว 7 เท่า ทำให้เกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ที่ไม่สามารถควบคุมได้ ทั้งนี้โรงงานจัดทำและใช้คู่มือปฏิบัติงานที่มานานราวสองปีเพื่อลดต้นทุนให้สามารถแข่งขันทางธุรกิจยิ่งกว่านั้นคู่มือปฏิบัติงานนี้ยังไม่ผ่านการรับรองจากทางการซึ่งส่อเจตนาละเมิดกฎหมายความปลอดภัยขั้นร้ายแรง อนึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก ทบวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงพาณิชย์และอุตสาหกรรม และ IAEA

**คำสำคัญ** : อุบัติภัยนิวเคลียร์,โตไคมูระ

* นักวิจัย สถาบันเอเชียตะวันออกศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

**Abstract**

The study of the magnitude, damages, causes and involving agents of the JCO's nuclear fuel factory criticality accident happened on September 30, 1999, in Tokaimura-110 km northeast of Tokyo. The findings were found by using documentary research. Firstly, the accident happened when workers preparing nuclear fuels mixed uranium oxide with nitric acid using a stainless steel container instead of a mixing apparatus. Secondly, the shortcut was described in an illegal operating manual, drafted by the company, and had never been approved by the supervising ministry, as was legally required. Thirdly, the illegal shortcut was an attempt to save costs in order to be more competitive with foreign fuel suppliers. Fourthly, a year later, the Science and Technology Agency (STA) raised the number of people exposed to radiation to 667 people were identified as having been exposed, amongst them the two victims -workers of JCO who later died. Fifthly, at the end of October 2000, the amount of damages inside Ibaraki Prefecture was about 15,300 million yen. And lastly, JCO, STA, MITI, and IAEA are pointing the finger of responsibility.

**Keywords:** Nuclear Accident, Tokaimura

**บทนำ**

ญี่ปุ่นขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานจึงต้องนำเข้าพลังงานประมาณร้อยละ 80 สำหรับพลังงานนิวเคลียร์ญี่ปุ่นนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1966 ด้วยกำลังการผลิต 166 MWe. ปัจจุบันมีเตาปฏิกรณ์ 55 แห่ง[1](ผนวก ข.) ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 47,577 MWe (49,580 MWe gross) ราวร้อยละ 30 ของความต้องการทั้งประเทศและกำลังก่อสร้างอีก 2 แห่ง กำลังการผลิต 2,285 MWe

เมื่อ ค.ศ. 1981 เกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์[2]ครั้งแรกในญี่ปุ่น ขณะซ่อมแซมโรงงานที่ Tsuruga คนงาน 45 คนได้รับกัมมัตตภาพรังสี ถัดมาอีก 15 ปี เกิดการรั่วไหลของโซเดี่ยม 2-3 ตัน จากระบบทำความเย็นทุติยภูมิของเตาปฏิกรณ์ต้นแบบ Japan's Monju prototype fast-breeder nuclear reactor จากนั้นอีกสองปี โรงงานแปรรูปซ้ำของบรรษัทพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์และเตาปฏิกรณ์ของรัฐ ณ เมืองโตไกมูระ ระเบิดและเกิดอัคคีภัย ทำให้คนงานได้รับรังสีอย่างน้อย 35 คน แต่อุบัติภัยนิวเคลียร์ที่มีความรุนแรงตั้งแต่ระดับ 4 ตามมาตรา INES เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อวันที่ 30 กันยายน ค.ศ. 1999 ที่ โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก เมืองโตไก จังหวัดอิบารากิ ต่อมาเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม ค.ศ. 2004 โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ มิฮามา เกิดการรั่วไหลของไอน้ำร้อนที่ปราศจากการปนเปื้อนรังสี คนงาน 4 คนเสียชีวิต อีก 7 คนถูกไอน้ำร้อนลวกบาดเจ็บสาหัส และครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม ค.ศ. 2007 โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ของ Tokyo Electric Power Co (TEPCO) ที่เมือง Kashiwazaki เกิดท่อระเบิดแตกและลุกไหม้สาเหตุจากเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงระดับ 6.8 ริกเตอร์ ใกล้เมือง Niigata. เกิดการรั่วไหลของน้ำที่ปนเปื้อนรังสีปริมาณ 1.5 ลิตร[3]

บทความนี้เกี่ยวกับอุบัติภัยที่โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก ถัดจากบทนำจะเสนอลำดับเหตุการณ์ ความรุนแรง สาเหตุ ผลที่ตามมา ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง บทความนี้เกี่ยวกับอุบัติภัยที่โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก ถัดจากบทนำจะเสนอลำดับเหตุการณ์ ความรุนแรง สาเหตุ ผลที่ตามมา ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คาดว่าความรู้ความเข้าใจ จากกรณีศึกษานี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสังคมไทย ให้ระแวดระวังในการใช้พลังงานนิงเคลียร์ แม้มีโอกาสเกิดขึ้นเพียงน้อยนิด แต่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอ[4]

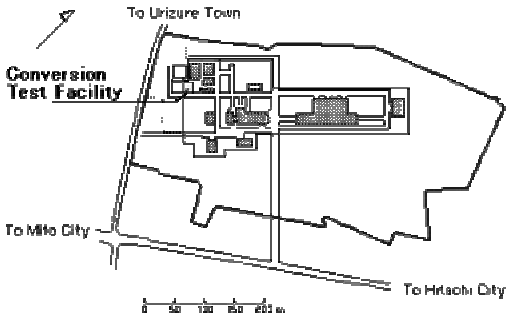
---

[1] World Nuclear Association. Nuclear Power in Japan. August 2007 http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html

[2] อุบัติภัยนิวเคลียร์หมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับเตาพลังงานนิวเคลียร์มีระดับความรุนแรงระดับ 4-7 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุในมาตรา INES (ผนวก ก) อุบัติภัยนิวเคลียร์เกิดขึ้นครั้งแรกราว 50 ปีมาแล้ว ณ เมือง Windscale (สหราชอาณาจักร เมื่อปี ค.ศ. 1957) ครั้งนั้นแท่งกราไฟท์แกนของเตาพลังงานนิวเคลียร์เกิดลุกไหม้ปลดปล่อยรังสีปนเปื้อนสภาพแวดล้อมใกล้เคียง ส่วนอุบัติภัยครั้งร้ายแรง ได้แก่ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทรีไมล์ไอส์แลนด์ (สหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1979) โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล (สหภาพโซเวียต เมื่อปี ค.ศ. 1986) โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก (ญี่ปุ่น เมื่อปี ค.ศ. 1999) เป็นต้น

[3] Nuclear and Chemical Accidents http://www.infoplease.com/ipa/A0001457.html Japan quake kills seven; radioactive matter leakshttp://www.dawn.com/2007/07/17/top14.htm

[4] RISKS OF NUCLEAR POWER http://www.physics.isu.edu/radinf/np-risk.htm




**รูป** 1 แผนผังโรงงานแปรรูปยูเรเนียมโตไก เมืองโตไก จังหวัดอิบารากิ ประเทศญี่ปุ่น

**รูป** 2 แผนที่ เมืองโตไก จังหวัดอิบารากิ ประเทศญี่ปุ่น
ที่มา http://z.about.com/d/gojapan/1/0/d/D/kanto1.gif

**[1] ระดับความรุนแรง**

โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก เป็นโรงงานแปรสภาพเชื้อเพลิงขนาดเล็กมากของบริษัท Japan Nuclear Fuel Conservation Co. (JCO) ในเครือบริษัท Sumitomo Metal Mining Co. เกิดอุบัติเหตุนิวเคลียร์เมื่อวันที่ 30 กันยายน ค.ศ.1999 โดยเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบลูกโซ่ที่ไม่สามารถควบคุมได้ หรือ Criticality accident ความรุนแรงของเหตุการณ์ดังกล่าวจัดอยู่ในระดับ 4 ตามมาตรา INES[5] กล่าวคือ ประชาชนได้รับรังสี 667 คน ซึ่งมี 330 คนได้รับรังสีในปริมาณมากกว่าที่กำหนด คนงานในที่เกิดเหตุได้รับบาดเจ็บ 3 คน ซึ่ง 2 คน ทั้งสองคนนี้ได้รับรังสีทั้งตัวปริมาณสูง 10-20,000 และ 6-10,000 mSv ซึ่งเป็นอันตรายร้ายแรงทำให้เสียชีวิตในอีก 12 สัปดาห์ และ 7

[5] มาตรา INES (International Nuclear Event Scale) ของ IAEA ซึ่งจำแนกระดับความรุนแรงเป็น 7 ระดับ กรณีความรุนแรงของเหตุการณ์ระดับ 4 แสดงว่า เป็นเหตุการณ์ระดับอุบัติเหตุ (Accident) มีระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นในบริเวณโรงงาน ตามเกณฑ์กำหนดที่ว่า มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณเล็กน้อย ประชาชนได้รับรังสีอยู่ในปริมาณที่กำหนด ผลกระทบภายในโรงงาน แกนปฏิกรณ์เสียหายบางส่วนและมีผลรังสีต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม อุบัติภัยนิวเคลียร์ที่โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนี่ยมโตไก กระทรวงวิทยาศาสตร์ (Science and Technology Agency-STA) ประเทศญี่ปุ่น ปรับระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นระดับ 5 เพราะถือว่าเจ้าของโรงงานเจตนาฝ่าฝืนกฎระเบียบความปลอดภัย (ผนวก ก)

เดือนต่อมา ตามลำดับ ส่วนคนที่สามได้รับรังสีรังสีทั้งตัวปริมาณสูง 1-5,000 mSv อาการสาหัส ในสภาพแวดล้อมมีก๊าซไอโอดีน-131 รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเล็กน้อยทางปล่องระบายอากาศประมาณ 1 ต่อ 200 ส่วนของปริมาณที่กำหนด ปริมาณรังสีแกมมาสูงสุดบริเวณภายนอกห่างจากจุดเกิดเหตุ 90 เมตร อยู่ที่ระดับ 0.84 mSv ต่อชั่วโมง แต่ไม่พบรังสีนิวตรอน รังสีแกมมาลดลงครึ่งหนึ่งหลังจากผ่านไป 9 ชั่วโมง[6]

ทั้งนี้ มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ เมื่อปีสิ้นเดือนตุลาคม ค.ศ. 2000 ประมาณ 15,302 ล้านเยน ประกอบด้วยความเสียหายด้านอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ 9,596 ล้านเยน อุตสาหกรรมเกษตร ปศุสัตว์และประมง 2,504 ล้านเยน อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว 1,472 ล้านเยน อุตสาหกรรมขนส่ง 211 ล้านเยน อุตสาหกรรมอื่นๆ 750 ล้านเยน การสูญรายได้จากการจัดเก็บเสียภาษี 769 ล้านเยน (ตาราง 1)

**[2] สาเหตุ**

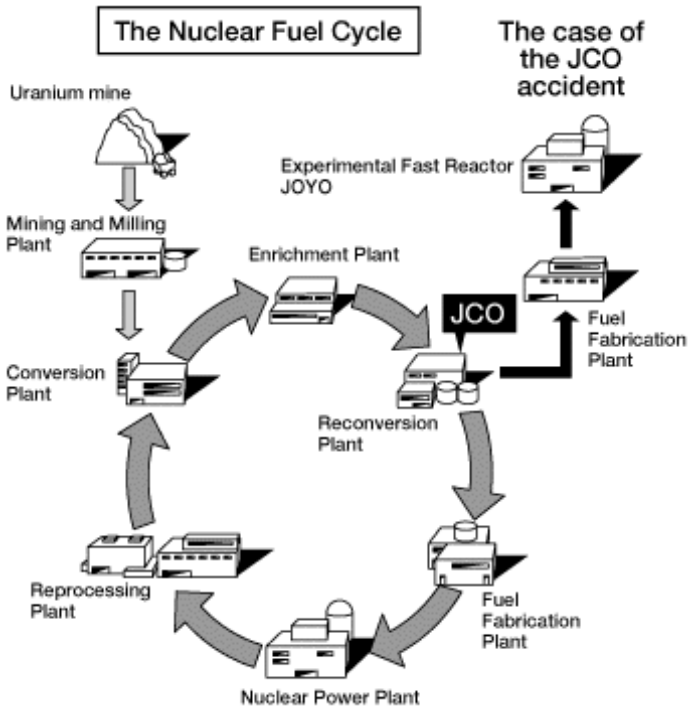
วัฏจักรของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของญี่ปุ่นมีกิจกรรมย่อยๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นห่วงโซ่ความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมโยงกันและกัน ภาพรวมของวัฏจักรดังกล่าว จะช่วยให้เข้าใจสาเหตุของอุบัติภัยได้ดียิ่งขึ้น กล่าวคือ

ตามรูป 1 วัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เริ่มจากการทำเหมืองแร่ยูเรเนี่ยม (มุมบนสุดซ้ายมือ เมื่อสกัดได้แร่ยูเรเนี่ยมก็ส่งต่อโรงแต่งแร่เพื่อขจัดสิ่งเจือปน จากนั้นเข้าสู่โรงงานแปรสภาพยูเรเนี่ยม กระทั่งได้แร่ยูเรเนี่ยมเข้มข้นสีเหลือง yellow cake (uranium concentrate) เพิ่มความเข้มข้นให้มีสัดส่วนของ uranium 235 หรือ U-235 ตามมาตรฐานสากลหรือตามความต้องการของลูกค้า โดยการทำปฏิกริยา uranium hexafluoride. ($UF_6$) เพื่อให้ U235 เข้มข้นขึ้นจากเดิมที่มีอยู่ประมาณร้อยละ 0.7 ให้มีความเข้มข้นเพิ่มร้อยละ 3 -5 แปรสภาพ $UF_6$ ที่เข้มข้นให้เป็น uranium dioxide ($UO_2$) จากนั้นทำให้อยู่ในรูปที่จะนำไปใช้ได้สะดวกและปลอดภัยสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปฏิกรณ์หรือเป็นแท่งเชื้อเพลิงในรูปแบบที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ ถัดจากนั้น หลังจากใช้งานแล้วแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วนี้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนแปรสภาพเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง จะเห็นได้ว่าโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไกก็เกี่ยวข้องกับห่วงโซ่ความสัมพันธ์ดังกล่าว แม้ว่าโรงงานนี้ไม่ได้อยู่ในวงจรเชื้อเพลิงการผลิตไฟฟ้า แต่ก็ได้รับมอบหมายให้แปรสภาพยูเรเนียม U-235 ให้มีความเข้มข้น 20% ปีละ 3 ตัน ตั้งแต่ ค.ศ. 1988 สำหรับเตาปฏิกรณ์เพื่อการวิจัยของ Joyo

[6] ทั้งนี้ หลังเกิดเหตุ 5 ชั่วโมง การประเมินเบื้องต้นพบว่า มีประชาชน 161 คน จาก 39 ครัวเรือน ที่อาศัยในรัศมี 350 เมตรจากโรงงานฯ ต้องอพยพจากบ้าน (ได้รับอนุญาตให้กลับคืนเคหสถานในอีก 2 วันต่อมาหลังจากได้ตรวจสอบความปลอดภัยจากอันตรายของกัมมันตภาพรังสี(รังสีแกมมา)แล้ว) หลังจากเกิดเหตุ 12 ชั่วโมง ผู้อยู่อาศัยในรัศมี 10 กิโลเมตรได้รับคำแนะนำจากทางการให้อยู่อาศัยเฉพาะในบ้านเท่านั้นซึ่งเป็นมาตรการป้องกันความปลอดภัยเบื้องต้น (ในบ่ายวันเดียวกันนั้นมาตรการอันนี้ก็เป็นอันยกเลิกไป) อนึ่ง การตรวจร่างกายประชาชน 436 คนซึ่งตรวจวัดรังสีอย่างละเอียด 140 คนและตรวจทั่วไป 296 คน ผลการวินิจฉัยพบว่า ไม่มีใครได้รับรังสีในปริมาณที่เกินกว่า 50 mSv ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของปริมาณรังสีที่ยอมรับได้ในแต่ละปี กล่าวคือ คนงานของโรงงานฯ 56 คนได้รับรังสีปริมาณต่างกันมีพิสัยกว้าง 1- 23 mSv คนงานอีก 21 คนได้รับรังสีขณะทำความสะอาดถังตกตะกอน คนงาน 7 คนที่ออกจากโรงงานทันทีได้รับรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมาในปริมาณ 6 - 15 mSv

**ตาราง** 1 มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ เมื่อสิ้นเดือนตุลาคม ค.ศ. 2000

| สาขาอุตสาหกรรม | มูลค่าความเสียหาย (ล้านเยน) |
|---|---|
| การพาณิชย | 9,596 |
| การเกษตร ปศุสัตว์และประมง | 2,504 |
| ท่องเที่ยว | 1,472 |
| การขนส่ง | 211 |
| อื่นๆ | 750 |
| การสูญรายได้จาการจัดเก็บเสียภาษี | 769 |
| รวม | 15,302 |




**รูป3** วัฏจักรของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ญี่ปุ่น

**การเกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์ที่โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไกมาจากสาเหตุหลายประการ** เบื้องต้นระบุว่า การเกิดอุบัติภัยครั้งนั้นมีสาเหตุจากคนงานปฏิบัติงานลัดขั้นตอนโดยเทสารยูเรนิลไนเตรทลงในถังตกตะกอนโดยตรงแทนที่จะเทลงถังพักก่อน และปริมาณสารที่เทนั้นมากกว่าที่กำหนดไว้มากกว่าถึง 7 เท่า กล่าวคือ เทสารมี 16 กิโลกรัม ขณะที่ปริมาณที่กำหนดเพียง 2.4 กิโลกรัม จึงนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ไม่อาจควบคุมได้ (Criticality accident) โดยหลักการ คนงานจำเป็นต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนการทำงานที่ปรากฏในคู่มือปฏิบัติงานของโรงงานแปรรูปสภาพยูเรเนียมโตไก คำถามที่ตามมาคือ อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้คนงานปฏิบัติงานลัดขั้นตอน สาเหตุที่มีความเป็นไปได้ อาจมีได้หลายทาง เช่น- คนงานมีความกระวนกระวายใจที่จะทำงานให้เสร็จสิ้นลุล่วงโดยพลัน - คนงานตัดสินใจเองที่จะใช้ถังตกตะกอนแทนที่จะใช้ buffer - คนงานคิดว่าไม่มีปัญหาอะไรที่จะเทสารละลายยูเรเนียม 6-7 ถัง ลงในถังตกตะกอน- หัวหน้าคนงานซึ่งอยู่ในที่เกิดเหตุไม่ได้ห้ามปรามที่จะให้คนงานใช้ถังตกตะกอน- เป็นเรื่องปกติที่คนงานจะปฏิบัติเบี่ยงเบนไปจากคู่มือการทำงานบ้าง เป็นต้น

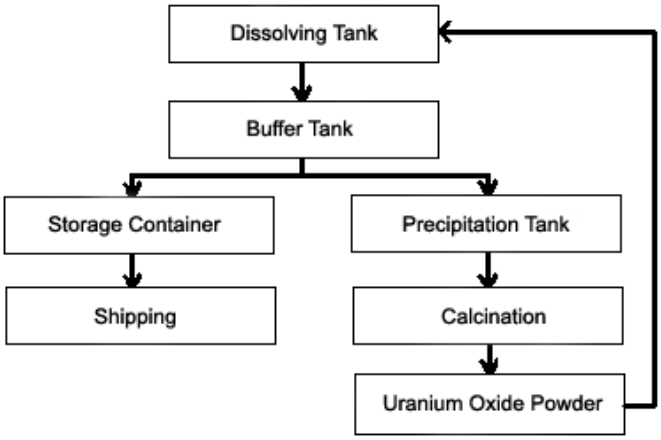
คณะกรรมาธิการสืบสวนข้อเท็จจริงค้นพบว่า “คู่มือที่ใช้ในการปฏิบัติงานซึ่งคนงานถือปฏิบัติขณะนั้นเป็นคู่มือที่บริษัทจัดทำขึ้นโดยพละการมีขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดและเป็นคู่มือที่ไม่ได้รับความเป็นชอบจากทางการ” ทั้งนี้ บริษัทจัดทำขึ้นเพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานและทุ่นเวลาเพื่อให้สามารถประหยัดต้นทุนให้สามารถแข่งขันในทางธุรกิจกับคู่แข่งขันที่เป็นบรรษัทข้ามชาติซึ่งส่อเจตนาฝ่าฝืนกฎระเบียบเกี่ยวกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์โดยมิได้คำนึงถึงความปลอดภัยหรือเสี่ยงอันตราย

ถ้าหากความพยายามในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจเป็นสาเหตุหนึ่งของอุบัติภัยครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า กรณีอุตสาหกรรมพลังงานได้เกิดการแข่งขันรุนแรงทั้งด้านเทคโนโลยีและด้านแหล่งพลังงานระหว่างธุรกิจถ่านหิน ธุรกิจน้ำมัน ธุรกิจแก๊สธรรมชาติ รวมถึงธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทน ส่งผลให้อุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์เสียเปรียบ ประกอบกับอุบัติเหตุนิวเคลียร์ กระแสอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาสิ่งแวดล้อม ฯลฯ รุมเร้าให้ธุรกิจการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในทางสันติหย่อนความสำคัญลงไปชั่วขณะ ส่งผลกระทบยอดขายและกำไรลดลงของอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์ ทำให้ต้องปรับตัวเพื่อรักษาสมรรถนะการแข่งขัน ซึ่งนำไปสู่การลดขนาดองค์กรหรือปลดพนักงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายหรือลดต้นทุน นั่นคือ การแข่งขันทางธุรกิจระดับนานาชาติที่คุกคามอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ในประเทศญี่ปุ่นได้ส่งผลกระทบต่อกิจการของโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก เกิดการปรับตัวทั้งระบบ ในที่สุดกระทบต่อเนื่องถึงคนงานทั้งการปลดคนงานออกและมีการมอบหมายงานใหม่ให้คนงานที่ยังคงอยู่ทำงานแทนคนงานที่ถูกปลดออกซึ่งอาจเป็นทั้งงานใหม่และปริมาณงานเพิ่มมากขึ้น ยิ่งกว่านั้น กรณีอุบัติภัย **โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก** สะท้อนให้เห็นว่าคนงานเป็นเหยื่อของระบบการทำงานที่จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่ระบุในคู่มือปฏิบัติงานที่โรงงานแปรรูปแร่ยูเรเนียมโตไกจัดทำขึ้นใหม่ซึ่งลัดขั้นตอนและผิดกฎหมาย ในทางเทคนิคถือว่ามีความเสี่ยงภัยอันตรายยิ่งอันก่อให้เกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์ในที่สุด

กรณีเกี่ยวข้องกับอุบัติภัยครั้งนี้ แม้ไม่ได้อยู่ในวัฏจักรเชื้อเพลิงทั่วไปของประเทศญี่ปุ่น แต่เป็นการเตรียมเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ตามความต้องการของเตาปฏิกรณ์ทดลอง JOYO ซึ่งมีความเข้มข้นของ U-235 สูงกว่ามาตรฐานทั่วไป โดย เข้มข้นสูงราว 18% แต่ใช้ในปริมาณน้อย และไม่บ่อยครั้ง นั่นคือความต้องการปริมาณน้อย และไม่สม่ำเสมอ ด้วยสาเหตุใดก็ตาม ล้วนทำให้แผนการผลิตมีปัญหาเกิดขึ้นได้

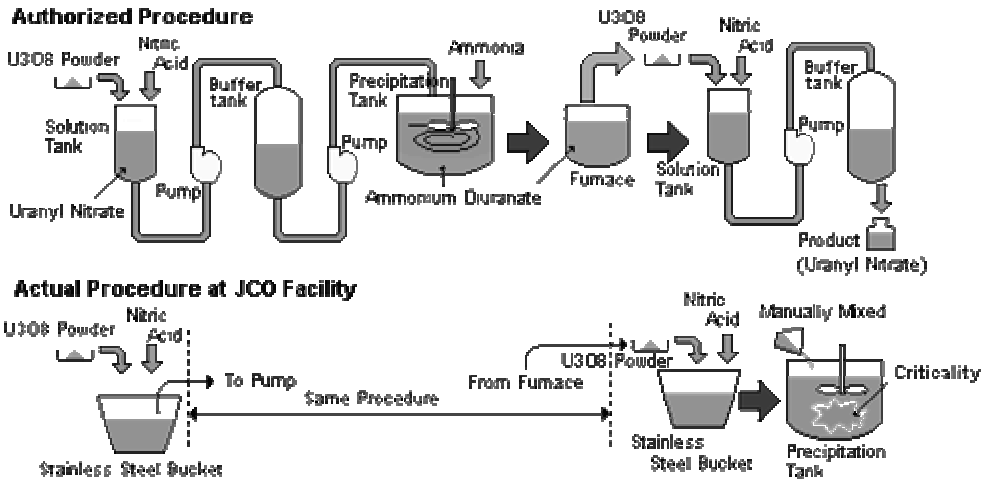
**กระบวนการแปรสภาพเชื้อเพลิงให้เข้มข้นในโรงงานแปรสภาพของ JCO**

**Block Flow Diagram for the Purification Process at the JCO Reprocessing Plant**




**รูป4** กระบวนการแปรสภาพเชื้อเพลิงให้เข้มข้นในโรงงานแปรสภาพของ JCO

การลัดขั้นตอนที่นำไปสู่อุบัติภัยนิวเคลียร์ ที่โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก (รูปล่าง)




**รูป5** เปรียบเทียบขั้นตอนฯที่ได้รับอนุญาตจากทางการ (บน) และที่ปฏิบัติจริง (ล่าง)

ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้เกี่ยวข้องทุกระดับโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไกมีพฤติกรรมที่ส่อเจตนาละเลยวัฒนธรรมความปลอดภัย กล่าวคือ ผู้บริหารของโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก มีเจตนาฝ่าฝืนกฎหมาย/ละเลยวัฒนธรรมความปลอดภัยอย่างชัดแจ้ง กล่าวคือ จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานที่ไม่มีความสอดคล้องกับกฎระเบียบกับวิธีการปฏิบัติงานตามมาตรฐานสากลหรือจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานที่ลัดขั้นตอน และ ผิดกฎหมาย สะท้อนว่าผู้บริหารของโรงงานไม่ให้ความสำคัญด้านความปลอดภัย กระบวนการผลิตขัดแย้งกับความปลอดภัย ยิ่งกว่านั้น ไม่มีการจัดการความรู้ของบุคลากร เทคโนโลยี และองค์กร อาคารดังกล่าวซึ่งดำเนินการผลิตแร่ยูเรเนียมเข้มข้นนั้น ได้ใช้ความคุ้นเคยกับการทำให้ยูเรเนียมไดออกไซค์บริสุทธิ์หรือสารละลายยูเรเนียมไดออกไซค์ในกรดไนตริกสำหรับ JOYO experimental fist reactor ซึ่งเป็นของสถาบันพัฒนาวัฏจักรนิวเคลียร์ญี่ปุ่น Nuclear Cycle Development Institute (JNC) ใบสั่งจาก JNC มีน้อยและไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น JCO จึงดำเนินการทั้งหมด อุบัติเหตุเกิดขึ้นเมื่อการผลิตอันนี้มีครั้งเดียวในรอบ 3 ปี เพื่อที่จะทำสารละลายยูเรเนียม -

ขณะเดียวกัน คนงานปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายโดยไม่คำนึงถึงวัฒนธรรมความปลอดภัย การสืบสวนพบว่า คนงานที่ปฏิบัติงานในที่เกิดเหตุสวมใส่เพียงเสื้อทีเชิ้ตธรรมดา ไม่ได้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย ยิ่งกว่านั้น คนงานต้องยึดคู่มือการปฏิบัติงานที่ JCO จัดทำขึ้นซึ่งลัดขั้นตอนและยังไม่ได้รับการอนุมัติจากทางการอันเป็นการฝ่าฝืนกฎหมายความปลอดภัย การลดขนาดหรือการปลดคนงานออกทำให้คนงานที่มารับงานใหม่ยังขาดความรู้ ขาดทัศนคติที่ดีและขาดทักษะในการแสดงบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบ ขาดความชัดเจนในหน้าที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยของบุคลากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งพนักงานที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในโรงงานแปรรูปครั้งนี้เป็นการเฉพาะกิจในกลุ่มกระบวนการของฝ่ายกระบวนการ ซึ่งหน่วยเฉพาะกิจนี้ได้รับการแต่งตั้งขึ้นในปี 1996 ประกอบด้วยสมาชิก 5 คน ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในโรงงานแปรรูปและสนับสนุนงานในอาคารกระบวนการผลิตภัณฑ์แร่ยูเรเนียมที่มีความเข้มข้นต่ำ ทั้งนี้ ก่อนที่จะมีการจัดตั้งหน่วยเฉพาะกิจ หน้าที่เหล่านี้ในอาคารแปรรูปดำเนินการโดยฝ่ายเทคนิคของ JCO

ในทำนองเดียวกัน ทางการก็ปล่อยปละละเลยไม่เข้มงวดในการบังคับใช้กฎหมาย อาจกล่าวได้ว่า ในภาพรวมแล้ว รายงานการสืบสวนของ IAEA สะท้อนว่าทางการไม่ได้เป็นผู้นำในเรื่องของความปลอดภัยที่ชัดเจน ไม่ได้ผลักดันให้มีการจัดให้ความปลอดภัยเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ขององค์กร และไม่ส่งเสริมมีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างหน่วยงานควบคุมกับหน่วยงานอื่นจากภายนอก เครื่องมือที่ใช้ในอาคารโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก ได้รับการออกแบบครั้งแรกในการที่จะผลิตผลยูเรเนียมไดออกไซค์มีความเข้มข้น 12% จากยูเรเนียมเฮกสะฟลูออไรค์ หรือยูเรเนียนเค้กสีเหลือง ขณะที่ยังเป็นของบริษัท Sumitomo Metal Mining Co. Ltd. เครื่องมือทั้งหมดยกเว้นถังตกผลึกในอาคารแปรรูปได้รับการออกแบบอย่างดี ถังตกผลึกจำเป็นในการควบคุมมวลและปริมาตรที่จะควบคุมการมีปฏิกิริยาลูกโซ่ แต่ไม่ได้รับการออกแบบตามหลักความปลอดภัยเชิงเรขาคณิตเพราะว่ารูปร่างของถังตกผลึกจะต้องได้รับการออกแบบโดยพิจารณาถึงอัตราความเร็ว และการตกผลึก ดังนั้น ใบอนุญาตที่ออกให้โดยนายกรัฐมนตรี หลังจากที่ได้มีการทบทวนโดยองค์การเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นและภายใต้คำปรึกษาของกรรมาธิการความปลอดภัยนิวเคลียร์และกรรมาธิการพลังงานอะตอมของญี่ปุ่นในการจำกัดมวลของถังตกตะกอน ตัวอย่างเช่น แร่ยูเนียมซึ่งมีความเข้มข้น 16-20% จะต้องไม่เกิน 2.4 กิโลกรัมยูเรเนียม ยิ่งกว่านั้น จำนวนของยูเรเนียมระหว่างอยู่ในถังละลายและถังตกตะกอนจะต้อง 2.4

กิโลกรัมยูเรเนียม ดังนั้น ยูเรเนียม 2.4 กิโลกรัมในครั้งที่ 2 ก็จะมีความเข้มข้น 16 – 20 % จึงจะได้ตกผลึกสมบูรณ์

**[3] ผลกระทบ**

ผลกระทบที่สำคัญเนื่องจากจากอุบัติภัยนิวเคลียร์ครั้งนี้ ได้แก่ผลกระทบทางเศรษฐกิจของ และผลกระทบทางสังคม ชีวิตและจิตใจของพลเมือง โดยเฉพาะในเมืองโดไก

3.1 **ผลกระทบในทางเศรษฐกิจ** การปนเปื้อนกัมมันตรังสีในบริเวณท้องที่รัศมี 3 กิโลเมตร วัดจากโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก (หมายความถึง JCO) พบว่า มีผู้เรียกร้องขอค่าชดเชยความเสียหายกว่า 8,000 ราย ต่อมาภายหลังได้มีการตรวจสอบผู้ที่ไม่อยู่ในข่ายได้รับการชดเชยและคัดออก 1,000 ราย คงเหลือ 7,000 ราย ซึ่งบริษัทจะต้องชดใช้ค่าเสียหายทั้งหมด

ต่อมาเมื่อเดือนธันวาคม ค.ศ. 2000 มหาวิทยาลัยอิบารากิได้สำรวจครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างจำนวน 162 ครัวเรือน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างที่ทำการเกษตรในเมืองโตไก 17 ตัวอย่าง และครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างที่ทำการเกษตรในรัศมี 10 และ 60 กิโลเมตร จำนวน 97 และ 51 ตัวอย่าง ตามลำดับ ผลการสำรวจพบว่า ครัวเรือนเกษตรกรตัวอย่างร้อยละ 34 ระบุว่ายอดขายในฤดูกาลผลิตปี ค.ศ. 1999 (เดือนพฤษภาคม ค.ศ.1999 ถึง เดือนมีนาคม ค.ศ. 2000) ลดลงกว่าครึ่ง ในภาพรวมครัวเรือนตัวอย่างร้อยละ 83 ระบุว่า ยอดขายลดลงหลังจากเกิดอุบัติภัย ทั้งนี้ รายงานการสำรวจครั้งนั้นสรุปว่า การสูญเสียที่เกิดขึ้นจริงกับเกษตรนั้นมีมากกว่าทั้งจำนวนผู้ที่ได้รับการชดเชยและวงเงินที่เกิดจากการต่อรองระหว่างเกษตรกรกับโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนียมโตไก

3.2 **ผลกระทบทางสังคม ชีวิตและจิตใจของพลเมือง** ประชาชนในท้องถิ่นที่ได้รับปริมาณรังสีสูงสุดราว 21 mSv รัฐบาลส่วนกลางได้แนะนำให้จังหวัดอิบารากิให้บริการตรวจร่างกายประจำปีแก่ประชาชนในท้องถิ่นฟรี แต่การตรวจร่างกายประจำปีครั้งที่สอง เมื่อปี ค.ศ.2001 มีประชาชนมาใช้บริการเพียง 268 คน พลเมืองจำนวนมากไม่พอใจการบริการสุขภาพจากแพทย์ที่ทางการจัดให้ซึ่งแพทย์มักปฏิเสธที่ยอมรับว่าอาการแสดงของโรคของผู้ป่วยเกี่ยวข้องกับอุบัติภัยนิวเคลียร์ครั้งนั้น ดังนั้น หลังจากเกิดอุบัติเหตุได้ไม่นานประชาชนในท้องถิ่นจึงได้มีการจัดตั้งกลุ่มเหยื่อของJCO ขึ้นเพื่อต่อรองกับรัฐบาลในการจัดทำบัตรประจำตัวผู้ป่วยที่เป็นเหยื่อของกัมมันตรังสีในทำนองเดียวกันกับผู้ป่วยที่เหยื่อที่เมืองฮิโรชิมาและนางาซากิเมื่อปลายสงครามโลกครั้งที่สอง แต่รัฐบาลก็ปฏิเสธ ผู้อยู่อาศัยในท้องถิ่นเมืองโตไกนั้นยังคงบ่นว่าอาการของโรคทางร่างกายและจิตใจหลายอย่างที่เป็นผลสืบเนื่องจากอุบัติภัยครั้งนั้น อาทิ พ่อแม่อยู่ในช่วงที่ยุ่งยากลำบากใจยังคงวิตกกังวลเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยของตนเองขณะนั้นและสุขภาพของลูกหลานในอนาคต เกิดความรู้สึกว่าได้รับการเลือกปฏิบัติ/หรือได้รับการปฏิบัติอย่างไม่เป็นธรรม

ผลพวงจากอุบัติภัยครั้งนั้นก่อให้เกิดความยุ่งยากในการดำเนินชีวิตของประชาชนในละแวกใกล้เคียงกับบริเวณที่เกิดอุบัติภัยอย่างคาดไม่ถึง กล่าวคือ ผลการสำรวจของสถาบันสารสนเทศและการสื่อสารทางสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยโตเกียว ช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2000 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในรัศมี 10 กิโลเมตรจากโรงงานที่เกิดเหตุได้รับการปฏิเสธให้เข้าพักในโรงแรมและการใช้บริการน้ำพุร้อน ยิ่งกว่านั้น ประชาชนในเมืองโตไกและในละแวกใกล้เคียงยังรู้สึกเดือดดาลเพราะก่อให้เกิดอุปสรรคในการเสาะหาคู่สมรส ผู้ตอบแบบสอบถามยังระบุว่า การรายงานข่าวอย่างยั่วยุของสื่อมวลชนนำไปสู่การเลือก

ปฏิบัติและซ้ำเติมประชาชนผู้ที่อยู่อาศัยในเมืองโตไกให้ทุกข์ทรมานมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ อุบัติภัยครั้งนั้นได้นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์หลายฉบับในเวลาต่อมา โดยเฉพาะการออกฉบับใหม่ "กฎหมายว่าด้วยอุบัติภัยนิวเคลียร์[7]"มีผลบังคับใช้ในปี 2000

**[4] หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุบัติภัย**

ในที่นี้ จะกล่าวถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงเมื่อเกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์ของประเทศญี่ปุ่น

**4.1 ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ**

ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (หรือ ที่รู้จักกันทั่วไป IAEA) เป็นองค์กรหนึ่งในสหประชาชาติ ตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม ค.ศ. 1957 เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่พัฒนาส่งเสริมและสนับสนุนให้มีความร่วมมือและความช่วยเหลือระหว่างประเทศในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ทางสันติ รวมทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านนี้สู่ประเทศสมาชิก กำกับควบคุมการผลิตการมีไว้ในครอบครองและการเคลื่อนย้ายวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ (ธาตุและสารประกอบของ ยูเรเนียม ธอเรียมและพลูโตเนียม) ของประเทศสมาชิกให้เป็นตามสนธิสัญญาไม่แพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์

กิจกรรมทางวิชาการและการบริหาร IAEA ได้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มหลักได้แก่ นิวเคลียร์กำลังและวัฏจักรเชื้อเพลิงการใช้ประโยชน์ จากพลังงานนิวเคลียร์ ความปลอดภัยด้านนิวเคลียร์และการป้องกันอันตรายจากรังสี การพิทักษ์ความปลอดภัยวัสดุนิวเคลียร์พิเศษ และ การกำหนดทิศทางและการสนับสนุน อนุสัญญาต่างๆของ IAEA มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้ประเทศสมาชิกได้มีแนวปฏิบัติและร่วมรับผิดชอบด้านการรักษาความปลอดภัย และการใช้พลังงานปรมาณูในทางสันติในทิศทางเดียวกันได้แก่ อนุสัญญากรุงเวียนนา ปี 1963 ว่าด้วยความรับผิดทางแพ่งเพื่อความเสียหายจากนิวเคลียร์ อนุสัญญาว่าด้วยการป้องกันวัสดุนิวเคลียร์ ปี 1980 อนุสัญญาว่าด้วยการแจ้งเหตุทางนิวเคลียร์โดยเร็ว ปี 1986 อนุสัญญาว่าด้วยการให้ความช่วยเหลือ ในกรณีเกิดอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์หรือเหตุฉุกเฉินทางรังสี ปี 1986 และ อนุสัญญาความปลอดภัยด้านนิวเคลียร์ ปี 1994

กรณีอุบัติภัยครั้งนี้ IAEA มีรายงาน[8] **Report on the Preliminary Fact Finding Mission Following the Accident at the Nuclear Fuel Processing Facility in Tokaimura, Japan** 1999, English. Date of Issue: 15 November 1999

**4.2 คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูและคณะกรรมาธิการความปลอดภัยนิวเคลียร์**

ญี่ปุ่นมีคณะกรรมาธิการให้คำปรึกษานายกรัฐมนตรีด้านพลังงานนิวเคลียร์ตามกฎหมายพลังงานปรมาณูจำนวน 2 คณะ คือ **คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณู** ประกอบด้วย คณะกรรมาธิการ 5 คน มีรัฐมนตรีกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเป็นประธานและมีผู้ช่วยจากผู้เชี่ยวชาญใน 9 สาขา จำนวนไม่เกิน 25 คน มีหน้าที่วางแผนให้คำปรึกษาและช่วยในการตัดสินใจในส่วนที่เกี่ยวกับการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ และ- **คณะกรรมาธิการความปลอดภัยนิวเคลียร์** มีหน้าที่วางแผนเกี่ยวกับการควบคุมและส่งเสริมการวิจัยด้านความ

[7] CNIC. "JCO Criticality Accident: Superficial Changes and Forgotten Damages," Nuke Info Tokyo. *http://www.cnic.or.jp./*

[8] http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TOAC_web.pdf

ปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนิวเคลียร์ มีหน่วยงานรับผิดชอบระดับกระทรวง 3 หน่วยงาน คือ ทบวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ทบวงทรัพยากรและพลังงานของกระทรวงพาณิชย์และอุตสาหกรรม และ กระทรวงคมนาคม

4.2.1 **ทบวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** ตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1956 มีสภาที่ปรึกษาทางรังสี ให้คำปรึกษาแก่รัฐมนตรีในด้านการกำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี แบ่งส่วนการบริหารเป็น 4 ส่วน คือ **ส่วนธุรการ** ได้แก่ สำนักเลขานุการรัฐมนตรีทำหน้าที่วางนโยบายและบริหารงานเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศ จัดหางบประมาณ ประสานงาน และประชาสัมพันธ์ **ส่วนงานวิจัยและพัฒนา** ได้แก่ สำนักงานพลังงานปรมาณู มีหน้าที่เป็นเลขานุการคณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณู วางแผนและส่งเสริมในโยบายการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ภายในประเทศ และความร่วมมือกับต่างประเทศ วางแผนพัฒนาเกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์ชั้นสูง วัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ การจัดการการกัมมันตรังสีและฟิวชั่น เป็นต้น ส่งเสริมความร่วมมือและความเข้าใจของประชาชนและสนับสนุนกิจการไม่แพร่การจายอาวุธนิวเคลียร์ แบ่งออกเป็นระดับกอง 6 กอง คือ กองนโยบาย กองวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ กองพัฒนาปฏิกรณ์กำลัง กองพัฒนาเทคนิค กองเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และกองอำนวยการสถาบัน

**ส่วนควบคุมความปลอดภัย** ได้แก่ สำนักงานความปลอดภัยนิวเคลียร์ มีหน้าที่เป็นเลขานุการคณะกรรมาธิการความปลอดภัยนิวเคลียร์ ควบคุมการตรวจสอบความปลอดภัยของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย (ทั้งการก่อสร้างและเดินเครื่อง) โรงงานเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ฯลฯ แก้ไขและปรับปรุงด้านความปลอดภัยจากบทเรียนของอุบัติเหตุและเหตุการณ์ทางรังสีที่เกิดขึ้นทั้งในและต่างประเทศ กำหนดมาตรการสำหรับเหตุฉุกเฉินทางรังสี และสำรวจปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม พิทักษ์และป้องกันการก่อวินาศกรรมวัสดุนิวเคลียร์ ควบคุมความปลอดภัยและตรวจสอบการใช้ไอโซโทปรังสี การจัดการกากกัมมันตรังสี และการขนส่งเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ มีการแบ่งการบริหารงานเป็นกองต่าง ๆ คือ กองนโยบายความปลอดภัยนิวเคลียร์ กองควบคุมเครื่องปฏิกรณ์ กองควบคุมวัสดุนิวเคลียร์ กองพิทักษ์ความปลอดภัยวัสดุนิวเคลียร์ และกองป้องกันอันตรายจากรังสี และ**ส่วนวิจัยสนับสนุน** ได้แก่ สำนักงานพลังงานปรมาณู ที่เมืองมิโตะ สถาบันรังสีวิทยาแห่งชาติ สถาบันวิจัยโลหะแห่งชาติ สถาบันวิจัยพลังงานปรมาณูแห่งญี่ปุ่น และ หน่วยงานพัฒนาปฏิกรณ์กำลังและเชื้อเพลิงนิวเคลียร์

4.2.2. **กระทรวงพาณิชย์และอุตสาหกรรม** ประกอบด้วยสภาที่ปรึกษาด้านโรงไฟฟ้าและหน่วยงานระดับกอง ทำหน้าที่ตรวจสอบและพิจารณาออกใบอนุญาตการเดินเครื่องปฏิกรณ์กำลังของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ การตรวจสอบและบริหารงานความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

4.2.3. **กระทรวงคมนาคม**มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดูแลเรือพาณิชย์ขับเคลื่อนพลังนิวเคลียร์ และออกกฎระเบียบสำหรับการขนส่งสารกัมมันตรังสี และมีหน่วยงานเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 2 หน่วยคือ ทบวงความปลอดภัยการขนส่งทางทะเล และทบวงอุตุนิยมวิทยาและมีสำนักงานความปลอดภัยในการขนส่งทางทะเลทำการตรวจสอบและกำหนดมาตรฐานการขนส่ง

4.3. **บริษัทประกันภัย** Japan's Atomic Energy Insurance Pool แจ้งว่าจะจ่ายค่าประกันความเสียหายในวงเงิน 1 พันล้านเยน และอื่นๆ รวมเบ็ดเสร็จประมาณ 13 พันล้านเยน หรือ 200 ล้านเหรียญสหรัฐ ทั้งนี้ การเจรจาต่อรองเพื่อชดเชยความเสียหายแก่เหยื่อผู้เคราะห์ร้ายจากโศกนาฏกรรมครั้งนี้มีความยืดเยื้อ

4.4 **ศูนย์ข่าวสารข้อมูลนิวเคลียร์ของประชาชน** (Citizens' Nuclear Information Center,

CNIC) เป็นองค์กรผลประโยชน์สาธารณที่ต่อต้านนิวเคลียร์ซึ่งมุ่งที่จะรักษาความปลอดภัยโลกที่ปราศจากนิวเคลียร์ ศูนย์จัดตั้งขึ้นเพื่อจัดหาข้อมูลที่เชื่อถือได้และให้การศึกษาแก่สาธารณชนในแง่มุมต่าง ๆ ของพลังงานนิวเคลียร์ การจัดเก็บและรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลของศูนย์จะจัดทำในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อสื่อมวลชนกลุ่มพลเมืองผู้จัดทำนโยบายและประชาชนทั่วไป ศูนย์นี้เป็นอิสระจากรัฐบาล และอุตสาหกรรมได้รับการสนับสนุนจากค่าบำรุงสมาชิก เงินช่วยเหลือ และการขายเอกสารสิ่งพิมพ์ สถาปนาขึ้นเมื่อปี 1975 ในกรุงโตเกียว เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ ประกอบด้วยความปลอดภัย เศรษฐกิจ และการต่อต้านนิวเคลียร์ดำเนินการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ ระหว่างปี 1995 – 97 ศูนย์นี้ริเริ่มการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องMOX ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งได้รับการเอาใจใส่จากนักวิจัยที่มีชื่อเสียงจากยุโรป อเมริกาและญี่ปุ่นจำนวนมาก

4.5 **สื่อมวลชน** อุบัติภัยครั้งนั้นพบว่า การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารของสื่อสารมวลชนแก่ประชาชนในละแวกใกล้เคียงได้รับแจ้งข่าวสารเรื่องอุบัติภัยล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตาม สื่อมวลชนที่ยึดมั่นต่อพันธะกิจที่มีหน้าที่นำเสนอข้อเท็จจริงต่อสังคมตระหนักถึงภัยต่อประชาคมโลกและได้ติดตามข้อมูลข่าวสารแบบสืบสวนสอบสวน หนังสือพิมพ์บางฉบับที่ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษออนไลน์ได้นำเสนอเหตุการณ์อย่างต่อเนื่องเช่น Japan Times Asahi เป็นต้น ขณะเดียวกัน สื่อมวลชนข้ามชาติ เช่น BBC CNN มีบทบาทสำคัญในการนำเสนอข่าวสารให้ประชาคมโลกได้ทราบข้อเท็จจริง

อาจกล่าวได้ว่า การปรับปรุงแก้ไขกฎหมายกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องก็ดี การนำผู้ละเมิดกฎหมายมาลงโทษ การชดเชยแก่เหยื่อของอุบัติภัย การจัดประชุมสัมมนาทางวิชาการ การศึกษาค้นคว้าวิจัยในแง่มุมต่างๆ (เช่นเกี่ยวกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบทางด้านสังคมจิตวิทยา เป็นต้น) การมีองค์การใหม่ๆขึ้นมาที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์อย่างรอบด้านก็ดี น่าจะได้รับอานิสงส์จากการนำเสนอข่าวสารอุบัติอย่างต่อเนื่องในทุกแง่มุมอย่างเป็นระบบของสื่อมวลชน**ตัวอย่างเช่น** Institute for Science and International Security Press Chronology and Press Reports of the Tokaimura Criticality[9] **เป็นต้น**

**[5] สรุป**

อุบัติภัยนิวเคลียร์โรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนี่ยมโตไกในประเทศญี่ปุ่นเมื่อกันยายน ค.ศ. 1999 มีสาเหตุสำคัญ คือ คนงานขาดความรู้และประมาท ขณะที่โรงงานฯ ละเมิดกฎหมายโดยจัดทำและใช้คู่มือปฏิบัติงานที่ไม่ผ่านการรับรองจากทางการเพราะมุ่งลดต้นทุนการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถการแข่งขันในธุรกิจพลังงานข้ามชาติทั้งๆที่ต้องเสี่ยงกับความปลอดภัยของสาธารณชน

อุบัติภัยกับสังคมดำเนินควบคู่กันมา แต่สำหรับประเทศพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี “อุบัติภัยเป็นสิ่งที่คาดคะเนแนวโน้มการเกิดและสามารถป้องกันได้” โดยเฉพาะความสามารถในการเฝ้าระวังสูง จึงสามารถลดความรุนแรงและความสูญเสียลงได้ ได้แก่ การกระตุ้นให้ประชาชนเปลี่ยนพฤติกรรม “เสี่ยง” มาเป็นพฤติกรรม “ปลอดภัย” โดยการบังคับใช้กฎหมายในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เป็นต้น

กรณีประเทศไทยการป้องกันและแก้ไขปัญหาอุบัติภัยยังเป็นเรื่องยากเพราะคนส่วนใหญ่มักคิดว่าเป็นเคราะห์กรรม ดังนั้น รัฐบาลจะต้องสนใจปัญหาอุบัติภัยอย่างจริงจัง นับตั้งแต่การจัดตั้งองค์กรรับผิดชอบทุกระดับครบวงจรเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องแก่ประชาชน เน้นการป้องกันเป็นสำคัญมากกว่าการระงับ

[9] http://www.isis-online.org/publications/tokai.html

และฟื้นฟู ควรให้ความรู้ความเข้าใจ และการสร้างวินัยแก่เด็กและเยาวชนหรือการนำองค์ความรู้ด้านอุบัติภัยเข้าสู่ระบบการศึกษาทุกระดับชั้น รวมทั้งเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนและภาคประชาชนมีส่วนร่วมดำเนินการ

บทเรียนจากญี่ปุ่นครั้งนั้น สะท้อนว่า สังคมโลกกำลังเผชิญหน้ากับความเสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัจจุบันทั่วโลกผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์[10] ร้อยละ 16 หรือ ราว 370,000 MWe โดยมีเตาปฏิกรณ์ 435 เตา กระจายตัวอยู่ใน 30 ประเทศ จะเห็นได้ว่า โอกาสที่จะเกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์อาจเนื่องมาจากความบกพร่องของผู้ที่เกี่ยวข้อง การแข่งขันทางธุรกิจด้านพลังงาน ความซับซ้อนของเทคโนโลยี ความเสื่อมของเตาปฏิกรณ์ และ การก่อวินาศกรรมหรือเหตุบังเอิญ รวมทั้งชาวไทยที่เดินทางไปต่างประเทศที่มีการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในทางสันติ ทั้งที่เป็นผู้ย้ายถิ่นข้ามชาติ นักท่องเที่ยวระหว่างประเทศ คู่สมรสต่างวัฒนธรรม ล้วนอยู่ในข่ายที่เสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์เช่นกัน

**[6] ข้อสังเกตบางประการ**

6.1 **สังคมที่เสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์** พลังงานนิวเคลียร์มีทั้งคุณและโทษ แม้ว่าวันนี้ไทยยังไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ แต่ทว่ามีพลเมืองไทยจำนวนมากได้เดินทางท่องเที่ยวต่างประเทศ เมื่อพิจารณาจากจำนวนนักท่องเที่ยวไทยที่เดินทางไปท่องเที่ยวต่างประเทศ ในช่วงปี 2004 – 2006[11] พบว่า คนไทยเดินทางไปต่างประเทศ 2.7 3.0 และ 3.4 ล้านคน ในปี ค.ศ.2004 2005 และ 2006 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเจาะลึกรายประเทศ พบว่านักท่องเที่ยวไทยได้เดินทางไปท่องเที่ยวในประเทศที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ ประมาณ 6 – 8 แสนคน อาจจะพอกล่าวได้ว่าทุกปีมีนักท่องเที่ยวไทย 1 ใน 3 คนเดินทางไปท่องเที่ยวในพื้นที่เสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์[12](ผนวก ค.)

6.2 **ค่านิยม** หมายถึง แบบอย่างพฤติกรรมที่พึงปรารถนาโดยสังคมถือว่ามีคุณค่า แบบอย่างพฤติกรรมนี้จะเกี่ยวข้องกับวัตถุหรือมิใช่วัตถุก็ได้ ค่านิยมในสังคมต่างๆ จะผิดแผกกันไป

ค่านิยมทางสังคมแบบญี่ปุ่นบางประการสะท้อนให้เห็นว่า ชาวญี่ปุ่นยังคงยึดถือค่านิยมแบบญี่ปุ่นดั้งเดิม เช่นค่านิยมการเก็บงำความรู้สึก ค่านิยมดังกล่าวหล่อหลอมอุปนิสัยของคนญี่ปุ่นรุ่นก่อนให้เป็นคนเคร่งขรึมไม่เปิดเผยความรู้สึกออกนอกหน้า ดังนั้นเมื่อต้องการสืบสวนสอบสวนหาข้อเท็จจริงเมื่อเกิดความไม่ชอบมาพากลขึ้นในองค์กรใดองค์กรหนึ่ง ปรากฏว่าคุณสมบัติข้อนี้ปิดกั้นสาธารณชนในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารหรือล่วงรู้ความจริงที่จำเป็นในเวลาอันควร เนื่องจากทุกคนที่เกี่ยวข้องพูดเท่าที่จำเป็น

กรณีอุบัติภัยนิวเคลียร์ครั้งนี้ก็เช่นกันมีการกระทำหลายอย่างของผู้ที่เกี่ยวข้องที่สะท้อนให้เห็นถึง

[10] World Nuclear Association .Nuclear Power in the World Today http://www.world-nuclear.org/info/inf01.html

[11] http://www2.tat.or.th/stat/download/1206/out-1-12.xls

[12] หลายทศวรรษที่ผ่านมา อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวระหว่างประเทศขยายตัวอย่างรวดเร็ว องค์การท่องเที่ยวโลกคาดว่าในปี 2020 จะมีนักท่องเที่ยวระหว่างประเทศเกือบ 1, 600 ล้านคน ขณะที่นักท่องเที่ยวเดินทางไปต่างประเทศเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ ธุรกิจ ประชุม สัมมนา ศึกษา ฝึกอบรมและดูงานเดินทางผ่านหรือพำนักแหล่งท่องเที่ยวในประเทศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์หรือใกล้เส้นทางลำเลียงพลังงานนิวเคลียร์และกากนิวเคลียร์ย่อมมีความเสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์แม้มีโอกาสเพียงน้อยนิดก็ตาม ในทำนองเดียวกัน แรงงานการย้ายถิ่นข้ามชาติของไทยที่เดินทางไปทำงานทั่วโลกปีละประมาณ 150,000 คน ตลอดจนคู่สมรสข้ามวัฒนธรรมย่อมเผชิญกับเสี่ยงต่ออุบัติภัยนิวเคลียร์เช่นกัน

อิทธิพลของค่านิยมข้างต้น[13] ชาวต่างประเทศที่อาศัยในญี่ปุ่นขณะนั้นบางรายให้ความเห็นว่า สื่อมวลชนในท้องถิ่นจะนำเสนอเหตุการณ์อย่างรวบรัดและเป็นภาษาญี่ปุ่นเท่านั้น รายการวิทยุโทรทัศน์ที่กำลังเผยแพร่ถ่ายทอดสัญญาณก็แสดงออกราวกับว่าเป็นเรื่องปกติธรรมดาไม่ใช่เรื่องสำคัญหรือจงใจปกปิดข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากสายตาชาวโลก ซึ่งเป็นเรื่องเหลือเชื่อ เมื่อชาวต่างประเทศที่อาศัย/พำนักอยู่ในประเทศญี่ปุ่นขณะเกิดเหตุและในละแวกใกล้เคียงไม่สามารถมารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นเกี่ยวกับอุบัติภัยไม่ว่าจากแหล่งใดๆ ทำให้พวกเขาต้องดิ้นรนแสวงหาข้อมูลข่าวสารด้วยการติดต่อขอความช่วยเหลือเพื่อนฝูงชาวต่างชาติที่อาศัยอยู่นอกประเทศญี่ปุ่นแจ้งให้ทราบถึงสถานการณ์ที่พวกเขากำลังเผชิญอยู่ ผ่านสื่อมวลชนข้ามชาติ

6.3 **การปรับตัวทางธุรกิจเพื่อความสามารถในการแข่งขัน** การลดขนาดหมายถึงการลดขนาดจำนวนพนักงานระดับบริหาร เช่น การลดพนักงานระดับกลางทำให้ช่องว่างระหว่างระดับสูงกับระดับปฏิบัติการลดลง หรือลดระดับล่างเพื่อเป็นการลดต้นทุนการดำเนินงาน เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

ราวสองทศวรรษก่อนเกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์ครั้งนั้น ภาคธุรกิจของญี่ปุ่นต้องเผชิญกับภาวะเศรษฐกิจฟองสบู่ที่กระหน่ำระบบเศรษฐกิจญี่ปุ่นอย่างต่อเนื่อง องค์กรธุรกิจจำนวนมากต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด บ้างต้องย้ายฐานการผลิต บางกิจการต้องปิดตัวเองลง หรือ ลดขนาดองค์กร เป็นต้น ดังนั้น JCO ซึ่งประสบปัญหาจึงได้ลดต้นทุนการดำเนินงานด้วยการลดขนาดองค์กร[14]

การลดจำนวนพนักงานของโรงงานทดสอบแปรสภาพยูเรเนี่ยมโตไกอาจมีส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดอุบัติภัยนิวเคลียร์ด้วย กล่าวคือ คนงานในที่เกิดเหตุทั้ง 3 คนนั้น มีจำนวน 2 คนที่ไม่เคยปฏิบัติงานนี้มาก่อน ขณะที่คนที่เป็นหัวหน้าก็ไม่ได้ปฏิบัติงานนี้กว่า 2 ปีแล้ว นั่นคือ คนงานระดับผู้ปฏิบัติงานไม่ได้รับการฝึกอบรมให้มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะอย่างเพียงพอ อาจกล่าวได้ว่า คนงานที่เกี่ยวข้องกับอุบัติภัยครั้งนั้น ณ ที่เกิดเหตุจำเป็นต้องปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบที่ได้รับมอบหมายแบบสุ่มเสี่ยงเพราะมีรายงานว่าคนงาน 2 คน สวมใส่เพียงเสื้อทีเชิ้ตขณะปฏิบัติงาน

6.4 **ความจำเป็น** ญี่ปุ่นขาดแคลนแหล่งพลังงาน ต้องนำเข้าพลังงานประมาณ ร้อยละ 80 พลังงานนิวเคลียร์พาณิชย์เริ่มราว ค.ศ. 1966 และอุตสาหกรรมนิวเคลียร์ได้รับการอุดหนุนโอบอุ้มจากภาครัฐในฐานะเป็นอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 ญี่ปุ่นต้องพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์ราวหนึ่งในสามของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในระบบเศรษฐกิจ

---

[13] ระยะแรกที่เกิดอุบัติภัยแทนที่ผู้เกี่ยวข้องทุกระดับชั้นของโรงงานแปรรูปแร่ยูเรเนียมจะรีบรายงานความจริงแก่หน่วยงานของรัฐในระดับท้องถิ่นหรือแจ้งไปยังหน่วยงานของรัฐบาลกลางทันทีตามที่กฎหมายกำหนด การกระทำบางอย่างดูเหมือนว่ามีการถ่วงเวลาให้ล่าช้าและแจ้งว่าอุบัติเหตุเกิดเพลิงไหม้ ยิ่งไปกว่านั้นประชาชนในละแวกใกล้เคียงในรัศมี 300 เมตร ณ จุดเกิดเหตุ ก็ไม่ได้รับแจ้งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องอุบัติภัยให้ทันท่วงทีทั้งจากทางการหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง แม้กระทั่ง การนำผู้บาดเจ็บที่ได้รับรังสีเกินขนาดเข้ารับการรักษาพยาบาลในสถานพยาบาลก็ให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับผู้ป่วยอย่างคลุมเครือหรือไม่ได้ระบุว่าเป็นอุบัติภัยนิวเคลียร์

[14] อนึ่ง เมื่อเผชิญกับภาวะเศรษฐกิจฟองสบู่ ทำให้ JCO ลดความสำคัญการผลิตในส่วนนี้ ซึ่งพยายามลดทั้งขั้นตอนการทำงาน และลดพนักงาน ซึ่งแท้ที่จริงแล้วคนงานควรจะเป็นผู้มีทักษะแต่กลับบรรจุคนที่ขาดทักษะให้ปฏิบัติงานที่เสี่ยงภัยสูง อาจพิจารณาได้ 2 ด้าน คือ -ด้านหนึ่งผู้บริหารแก้คู่มือการปฏิบัติงานมีเจตนาละเลยกฎหมายความปลอดภัย ในทางตรงข้าม ผู้บริหารเชื่อว่า วิธีการที่ทำใหม่ก็มีประสิทธิภาพและปลอดภัยเป็นความลับทางธุรกิจและมั่นใจในทางเลือกใหม่

ขณะนี้ประเทศญี่ปุ่น ชาวญี่ปุ่นจะต้องดำรงอยู่ร่วมกับพลังงานนิวเคลียร์[15] จะเห็นได้ว่าเมื่อวันที่ 29 กันยายน ค.ศ. 2001 จังหวัดอิบารากิและเมืองโตไกได้สนับสนุนการฝึกซ้อมเกี่ยวกับการป้องกันแก้ไขอุบัติภัยนิวเคลียร์โดยปฏิบัติตามคู่มือการป้องกันแก้ไขอุบัติภัยนิวเคลียร์ของจังหวัดอิบารากิที่แก้ไขปรับปรุงใหม่ให้สอดคล้องกับกฎหมายว่าด้วยอุบัติภัยนิวเคลียร์ฉบับใหม่ นับตั้งแต่อุบัติเหตุครั้งนั้นเป็นต้นมา ได้มีการฝึกซ้อมในลักษณะนี้ทั่วประเทศ แม้ว่าอาจมีบางแห่งแต่เป็นส่วนน้อยอาจหย่อนยานหรือไม่ให้ความสำคัญเท่าที่ควรก็ตาม

ทั้งนี้ กฎหมายฉบับใหม่ดังกล่าวได้กำหนดให้องค์การธุรกิจนิวเคลียร์ต้องแจ้งต่อเทศบาลท้องถิ่น และ กระทรวงMETIหรือMITIภายใน 15 นาทีทันทีที่พบว่าในบริเวณอาคารปฏิบัติการมีระดับรังสีเกินกว่า 5 microSv/h ถ้าหากว่าตรวจพบว่ามีระดับรังสีเกินกว่า 500 microSv/h นายกรัฐมนตรีจะต้องประกาศภาวะฉุกเฉินทันทีและจะต้องมีคำสั่งแจ้งให้ประชาชนอพยพออกจากพื้นที่อันตราย เจ้าหน้าที่ชุดปฏิบัติการนอกสถานที่ (Off-Site Center, OSC) ที่ได้รับมอบหมายจากทั้งส่วนกลางและท้องถิ่นจะต้องเดินทางไปสู่ ณ จุดเกิดเหตุเพื่อรวบรวมข้อมูลข่าวสารให้ได้มากที่สุด หลังจากนั้นจะต้องประชุมอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับมาตรการต่างๆ เจ้าหน้าที่ของ OSC จะติดต่อโดยตรงทางโทรคมนาคมกับนายกรัฐมนตรีและผู้ว่าราชการจังหวัดหรือหัวหน้าส่วนราชการท้องถิ่นซึ่งประจำอยู่ที่ทำเนียบรัฐบาลและจังหวัดหรือท้องถิ่นนั้นตามลำดับ การรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องจะต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนและร่วมมือประสานงานกันทุกฝ่าย

[15] Nuclear Power in Japan *August 2007* http://www.world-nuclear.org/info/inf79.html)

**เอกสารอ้างอิง**

วิเชียร อินทะสี. 2549. ภัยคุกคามต่อระบบป้องกันการแพร่กระจายของอาวุธนิวเคลียร์ : กรณีศึกษาเกาหลีเหนือ. รัฐสภาสาร ปีที่ 54 ฉบับที่ 49 กันยายน 2549.

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. ข้อมูลเชิงวิชาการ สถิตินักท่องเที่ยว.
http://www2.tat.or.th

องค์การท่องเที่ยวโลก Tourism 2020 Vision.
http://www.world-tourism.org

World Nuclear Association Nuclear Power in the World Today.
http://www.world-nuclear.org

Meshkati, Najmedin and Joseph Deato. "Tokaimura Accident's First Anniversary: Japan's Obligation to the Victims". *The Japan Times* October 2, 2000.

The International Atomic Energy Agency (IAEA). Report on the Preliminary Fact Finding Mission Following the Accident at the Nuclear Fuel Processing Facility in Tokaimura, Japan. November 1999,

Japan's Nuclear Safety Commission (NSC). Criticality accident at Tokai nuclear fuel plant ,Japan. December 1999.
http:// www.wise-uranium.org

Institute for Science and International Security Press. Chronology and Press Reports of the Tokaimura Criticality. SEPTEMBER 30, 1999- FEBRUARY 11, 2000.
http://www.isisonline.org

The Federation of Electric Power Companies of Japan. 2006. Nuclear Power Plants in Japan .
http://www.fepc.or.jp

Cohen , Bernard L. . RISKS OF NUCLEAR POWER
http://www.physics.isu.edu

Meshkati, Najmedin. 1999. Tokaimura Nuclear Accident: It's Causes, Health & Environmental Effects.http://www-bcf.usc.edu

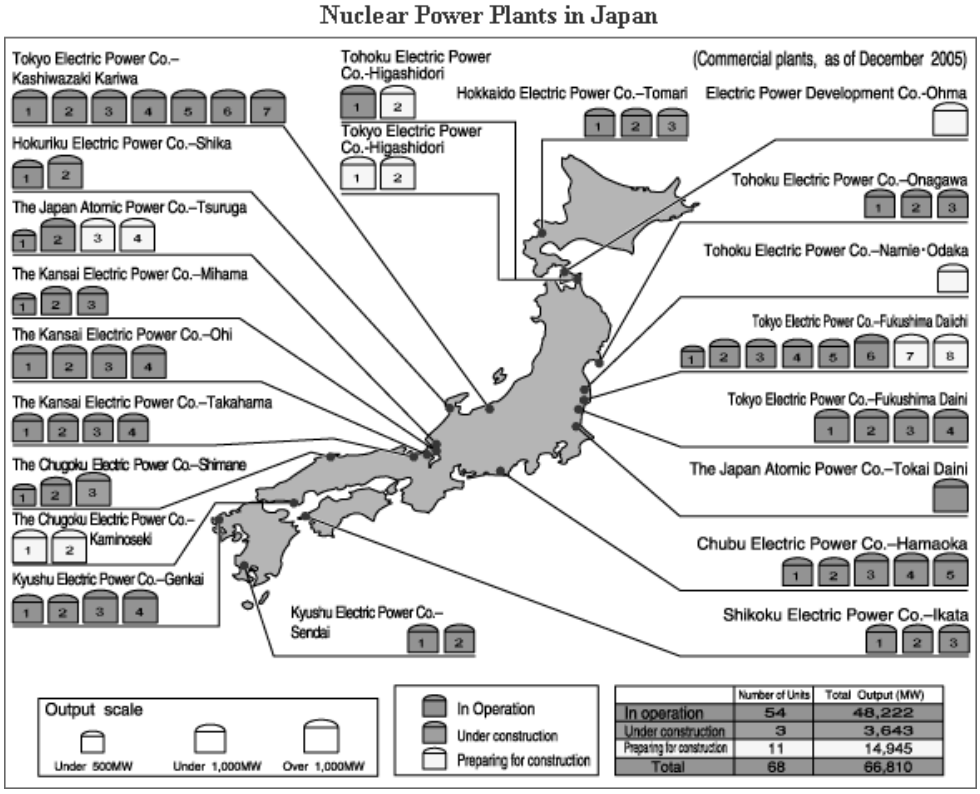
**ภาคผนวก**

ผนวก ก ระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ ตามมาตรา INES

| เหตุการณ์ | | | เกณฑ์กำหนด | | ตัวอย่างเหตุการณ์ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ผลกระทบภายนอกโรงไฟฟ้า | ผลกระทบภายในโรงไฟฟ้า | |
| อุบัติเหตุ (ACCIDENT) | 7 | อุบัติเหตุรุนแรงที่สุด | มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณมาก ในบริเวณกว้าง ส่งผลกระทบ ต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม | รุนแรงมาก | โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล-4 (Ukraine) ค.ศ. 1986 |
| | 6 | อุบัติเหตุรุนแรง | มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณมาก และมีการปฏิบัติการณ์เสริมด้วยแผนฉุกเฉินเต็มอัตรา | รุนแรง | โรงงานสกัดเชื้อเพลิง Kyshtym (Russia) ค.ศ. 1957 |
| | 5 | อุบัติเหตุที่ส่งผลกระทบถึงภายนอก | มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณจำกัดและมีการปฏิบัติการเสริมด้วยแผนฉุกเฉินทางรังสีบางส่วน | แกนปฏิกรณ์ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง | โรงไฟฟ้าวินด์สเกล ไพล์ (UK) ค.ศ. 1957 รฟ. ทรีไมล์ ไอส์แลนด์ (USA) ค.ศ. 1979 โรงงานทดลองแปรสภาพยูเรเนียมโตไก(Japan) ค.ศ. 1999 |
| | 4 | อุบัติเหตุเฉพาะบริเวณโรงไฟฟ้า | มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณเล็กน้อย ประชาชนได้รับรังสีอยู่ในช่วงปริมาณที่กำหนด | แกนปฏิกรณ์เสียหายบางส่วนมีผลทางรังสีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติ งานอย่างเฉียบพลัน | โรงงานสกัดเชื้อเพลิง วินด์สเกล (UK)ค.ศ. 1973 โรงไฟฟ้าเซน ลอเรนท์ (France) ค.ศ. 1980 |
| เหตุขัดข้อง (INCIDENT) | 3 | เหตุขัดข้องรุนแรง | มีการปลดปล่อยสารรังสีปริมาณน้อยมาก ประชาชนได้รับรังสีต่ำกว่าปริมาณที่กำหนด | มีการเปรอะเปื้อนทางรังสีอย่างมาก ผู้ปฏิบัติงานได้รับรังสีเกินปริมาณกำหนด | โรงไฟฟ้าแวนเดลลอส (Spain) ค.ศ. 1983 |
| | 2 | เหตุขัดข้อง | ไม่มี | ไม่มี | |
| | 1 | เหตุผิดปกติ | ไม่มี | ไม่มี | |
| เหตุการณ์ปกติ (DEVIATION) | 0 | เหตุการณ์ปกติ | | | |

ที่มา: ดัดแปลงจาก IAEA, International Nuclear Event Scale: **INES**

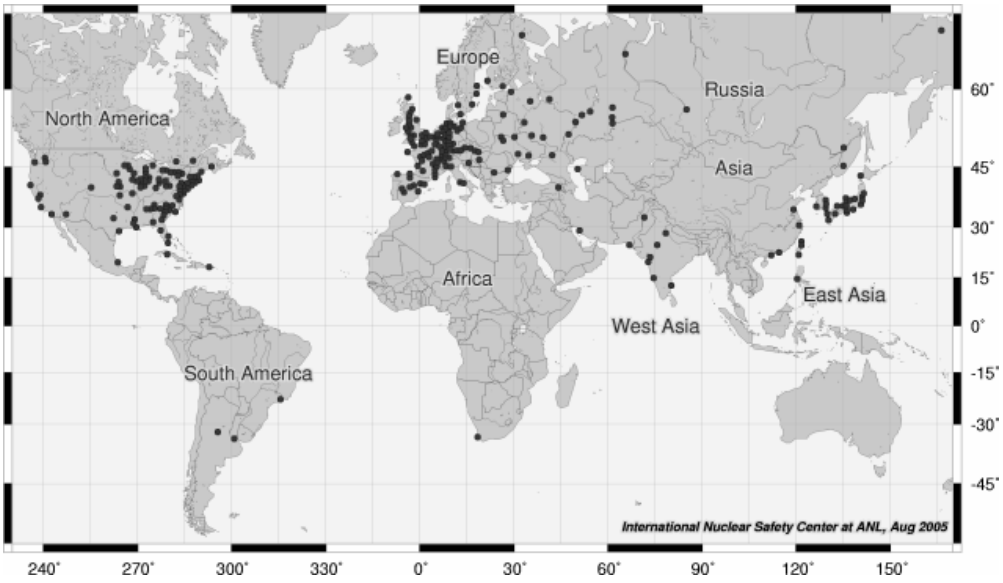
ผนวก ข แผนที่โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ของญี่ปุ่นจำแนกตามกำลังการผลิต




*ที่มา: The Federation of Electric Power Companies of Japan. 2006.* ***Nuclear Power Plants in Japan*** *http://www.fepc.or.jp/english/nuclear/generation/plants.html*

หมายเหตุ: แก้ไข ณ วันที่ 7 กรกฎาคม ค.ศ. 2006

ผนวก ค แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ทั่วโลก




ที่มา International Nuclear Safety Center (INSC)

http://www.insc.anl.gov/pwrmaps/map/world_map.png