



บทความสมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย Nuclear Society of Thailand Articles

ความเป็นไปได้ในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นในประเทศไทย

รศ. ดร. รัชชัย สุมิตร
อดีตอธิการบดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อดีตนายกสมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย

บทคัดย่อ

ความเป็นไปได้ในการใช้พลังงานนิวเคลียร์ เพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง อาทิ ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การกำหนดนโยบาย และการตัดสินใจ การออกกฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง การออกใบอนุญาต และการควบคุมดูแล ความเป็นไปได้ในการขจัด หรือจัดการกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ภายในประเทศ ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน การยอมรับจากประชาชน ฯลฯ

1. บทนำ

ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2549) ประเทศไทยมีความต้องการใช้ไฟฟ้า ประมาณวันละ 300 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง และความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 22,000 เมกะวัตต์ ถึงแม้ว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจจะชะลอตัวไปบ้าง แต่อัตราการเพิ่มของความต้องการไฟฟ้ายังคงมีสูง คือ เฉลี่ยประมาณปีละ 6 เปอร์เซ็นต์ คือ ต้องจัดหากำลังไฟฟ้าเพิ่มเติม ปีละประมาณ 1,300 เมกะวัตต์โดยเฉลี่ย

ในช่วงที่ผ่านมามีการจัดหาพลังงานต้นเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า ใช้แหล่งเชื้อเพลิงในประเทศเป็นส่วนใหญ่ เช่น พลังน้ำ ถ่านลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาติ ในระยะนี้แหล่งพลังงานในประเทศเริ่มร่อยหรอลง ทำให้การนำเข้าพลังงานเช่น นำเข้าพลังงานไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน นำเข้าก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหิน เริ่มจะมีมากขึ้น และในอนาคตข้างหน้า คงจะเหลือทางเลือกอยู่ 2 ทางหลัก ที่ต้องตัดสินใจ คือ นำเข้าถ่านหิน หรือ นำเข้าเชื้อเพลิงนิวเคลียร์หรือ ทั้งสองอย่าง



เมื่อดูเผินๆ การเลือกใช้ถ่านหินอาจจะดูง่ายกว่าการเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ เพราะดู ไม่น่ากลัวเท่า แต่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และภาวะที่ตามมาอันมีมาก จึงจำเป็นต้องคิดให้ดีก่อนนำมาใช้เพิ่มในปริมาณมากๆ ถ่านหินนั้นเมื่อเผาไหม้แล้ว จะก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะไปทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก มีผลทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้น เป็นผลกระทบในระดับทั่วโลก และอาจมีผลทำให้เกิดอุทกภัย คือ น้ำทะเลท่วมสูงบริเวณชายฝั่ง พืชและสัตว์หลายชนิดอาจสูญพันธุ์ ดังนั้นประเทศต่างๆ รวมทั้งประเทศไทย จึงได้ตกลงกันที่เมืองริโอเดจาเนโร ประเทศบราซิล เมื่อปี พ.ศ. 2535ว่าจะไม่เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ และจะพยายามลดให้น้อยลงหากเป็นไปได้ ดังนั้น การมีโรงไฟฟ้าที่ปล่อยก๊าซชนิดนี้มากๆ จะทำให้การจัดการ เพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงนั้นยากขึ้น หรือเป็นไปได้เลย นอกจากนั้น โรงไฟฟ้าชนิดนี้ ยังปล่อยก๊าซที่ทำให้เพิ่มสภาพความเป็นกรดในสิ่งแวดล้อม คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ โลหะหนัก ซัลเฟอร์ และฝุ่นละอองอีกมากมาย ซึ่งล้วนแต่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนและสัตว์ อีกทั้งยังมีผลเสียต่อพืชด้วย จึงต้องกำจัดและปล่อยออกจากโรงไฟฟ้าให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ส่วนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น ดูน่ากลัวกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหินมาก เพราะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุรุนแรง ที่มีผลกระทบสูงได้ เช่น อุบัติเหตุที่เกิดจากโรงไฟฟ้าเชอร์โนบีล (ประเทศยูเครน) ถึงแม้ว่าอุบัติเหตุระดับนั้น เกือบไม่มีโอกาสเกิดขึ้นเลยกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ใช้ในโลกตะวันตกในปัจจุบันก็ตาม แต่ประชาชนโดยทั่วไปยังโยงความคิดระหว่างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และอุบัติเหตุเชอร์โนบีล หรือระเบิดปรมาณูเมื่อสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง ทำให้บดบังข้อดีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในส่วนที่ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และทำให้การควบคุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำได้ง่ายขึ้นออกไปประเด็นเรื่องความเข้าใจและการยอมรับของประชาชนนี้เป็นประเด็นที่สำคัญที่สุด ส่วนประเด็นอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่นโยบายและการออกกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ความพร้อมที่จะใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์ ความเป็นไปได้ในการจัดการกากกัมมันตรังสีภายในประเทศ การพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน ฯลฯ



กลุ่มควันจากการเผาไหม้ถ่านหินประกอบด้วยก๊าซ CO_2 , SO_2 , NO_2 สาเหตุของภาวะโลกร้อนและการเกิดฝนกรด ใอน้ำจากหอบรรบายความร้อนของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

2. ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน

โครงการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโครงการที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงมาก และต้องลงทุนล่วงหน้าเป็นเวลานาน กว่าจะเริ่มมีรายได้จากการขายไฟฟ้า แต่โดยที่ประเทศได้พัฒนาไปมากและมีฐานเศรษฐกิจที่ดีพอสมควร ความพร้อมในแง่การลงทุนจึงไม่น่ามีปัญหา เพียงแต่ว่านโยบายการใช้พลังงานนิวเคลียร์และการตัดสินใจใช้พลังงานในรูปแบบนี้ จะต้องมีความแน่นอนมากจึงจะทำให้การลงทุนมีอัตราเสี่ยงต่ำ เพราะถ่าลงทุนไปแล้วเกิดมีการเปลี่ยนใจ เปลี่ยนนโยบาย และยกเลิกไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ดังเช่นในบางประเทศแล้ว การลงทุนนั้นจะเป็นการลงทุนที่สูญเปล่าทันที

3. ความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง

สืบเนื่องมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่าสิบปี ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสูงขึ้นมาโดยลำดับ จากอุตสาหกรรมที่ประกอบผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว ไปเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องมีการผลิตชิ้นส่วนและทดสอบคุณภาพมากขึ้น หลายอุตสาหกรรม เป็นอุตสาหกรรมที่ได้มาตรฐานระดับสากล และหลายอุตสาหกรรมก็กำลังก้าวไปสู่จุดนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ประเทศไทยมีความพร้อมในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมากขึ้นพอสมควร บุคลากรจำนวนไม่น้อยมีคุณภาพดีขึ้น ถึงแม้ว่าจะมีความขาดแคลนอย่างหนัก หากมีการใช้เทคโนโลยีนิวเคลียร์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นในประเทศ จะเกิดความต้องการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพิ่มขึ้นอีกมาก ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างที่ต้องมีคุณภาพสูง การทดสอบแบบไม่ทำลาย เทคโนโลยีเพื่อป้องกันการก่อกวน การประกันคุณภาพ เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ฯลฯ ดังนั้น การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นจะเป็นการกระตุ้นให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในหลายสาขา เพราะโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ต้องใช้เทคโนโลยีที่มีคุณภาพสูง ซึ่งจะเป็นการยกระดับเทคโนโลยีให้สูงขึ้นโดยรวม และจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นโดยปริยาย การใช้เทคโนโลยีขั้นสูงนี้จะต้องมีการพัฒนาบุคลากรที่เหมาะสม แต่ก็จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วย

4. นโยบายการออกกฎหมาย กฎระเบียบ ใบอนุญาต และการควบคุมดูแล

ในแง่ของประเทศ การกำหนดนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนา และการใช้พลังงานเป็นเรื่องที่สำคัญ เช่น ถ้านโยบายชี้ชัดว่า ประเทศจะต้องใช้พลังงานนิวเคลียร์แน่ ถึงแม้จะเป็นอีก 20 ปีข้างหน้าก็แล้วแต่ การเตรียมตัวของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องคงจะดีกว่า ฝ่ายผลิตไฟฟ้าและดำเนินการ ฝ่ายอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ฝ่ายการศึกษาและผลิตบุคลากร ฝ่ายกิจการสาธารณะ และประชาสัมพันธ์ เป็นต้น แต่ถ้านโยบายชี้ชัดว่า ไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์แน่ การเตรียมตัวคงจะเป็นอีกแบบหนึ่ง คือ เป็นแบบที่ไม่มุ่งเน้นการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้า บุคลากรที่มีอยู่ปัจจุบันจะได้หันไปทำงานทางด้านอื่น และไม่จำเป็นต้องจัดหาหรือผลิตบุคลากรอื่นมาทดแทนหรือเสริมให้มากขึ้น เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรมนุษย์ ที่มีน้อยอยู่แล้ว ให้คุ้มค่าขึ้น แต่การใช้พลังงานนิวเคลียร์ทางด้านอื่น เช่น การแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจะยังคงต้องมีอยู่ แต่การใช้นโยบายที่เป็นแบบรอดูท่าทีไปก่อนเรื่อยๆ เช่น ปัจจุบัน ทำให้ต่างฝ่ายต่างหยุดคิดมั่งอยู่ แต่ไม่มีการพัฒนาใดๆ ที่มีความหมายเกิดขึ้นอย่างจริงจัง

การกำหนดนโยบายที่ชัดเจนเป็นเรื่องที่ยาก ต้องอาศัยความรู้ การมองการณ์ไกล เหตุผลที่แท้จริงและความกล้าหาญ เมื่อตัดสินใจอย่างหนึ่งอย่างใดลงไปแล้ว ต้องมีความมั่นคงและพร้อมที่จะอธิบาย รวมทั้งยืนยันในสิ่งนั้นได้ ประเทศเราไม่สู้จะมีความสามารถในเรื่องนี้มากนัก จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากมาย ต้องตามแก้ปัญหาอันหลังกันอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความเสียหาย และสิ้นเปลืองเงินทองเกินความจำเป็น ดังจะเห็นได้จากระบบสาธารณสุข และสาธารณสุขปกศต่างๆ เช่น ระบบขนส่งมวลชน ประปา เขื่อน สนามบิน ท่าเรือ การคมนาคมสื่อสาร การป้องกันน้ำท่วม การป้องกันอัคคีภัย และการบรรเทาสาธารณภัย ฯลฯ

การออกกฎระเบียบและกฎหมายที่รองรับและควบคุมการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในขณะนี้ยังไม่พร้อมเพียงพอ เนื่องจากยังไม่มียุทธศาสตร์ที่แน่ชัด จึงทำให้เกิดความรู้สึกว่ายังไม่รีบด่วน แต่หากไม่ทำ และรอให้เกิดโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นก่อน อาจจะมีปัญหาตามมาอีกหลายประการ และไม่ก่อให้เกิดความมั่นใจแก่ประชาชนโดยทั่วไปได้



5. การขจัด หรือ จัดการกากกัมมันตรังสี

ในการดำเนินการตามปกติ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแบบอื่นๆ เพราะไม่มีการปล่อยของเสียออกขณะเดินเครื่อง กากที่เกิดขึ้น จะอยู่ในแท่งเชื้อเพลิงจนกว่าจะเอาออก แต่ตามความเข้าใจของคนทั่วไปนั้น มักจะเข้าใจว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง เพราะไปเข้าใจว่ากากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์เป็นสารกัมมันตรังสี ซึ่งมีอายุยืนยาว และจะกระจายไปทั่ว ทำให้เกิดกัมมันตรังสี และอาจมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ จึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสม

โดยความรู้และเทคโนโลยีปัจจุบัน การจัดการกากกัมมันตรังสีมักจะทำเป็นหลายๆ ระยะ เพื่อความสะดวก ปลอดภัย และประหยัด กล่าวคือ กากที่อยู่ในเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ในระยะแรก มักปล่อยให้อยู่ในแท่งเชื้อเพลิงและเก็บแท่งเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วนี้ไว้ในบ่อน้ำ ซึ่งอยู่ภายในตัวโรงไฟฟ้าเอง เพื่อให้สารกัมมันตรังสีส่วนใหญ่สลายตัวหรือที่เรียกตามภาษาสามัญว่าปล่อยให้เย็นลง ขั้นตอนนี้เป็นการเก็บกากกัมมันตรังสีไว้ภายใต้การดูแลที่เข้มงวดภายในโรงไฟฟ้าเอง ในระยะนี้ สารกัมมันตรังสีจะสลายตัวลงอย่างรวดเร็ว หลังจากเก็บไว้ 3 เดือน กัมมันตรังสีจะลดลงไปแล้วครึ่งหนึ่ง พอถึง 1 ปี กัมมันตรังสีจะลดลงไปถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และถ้าปล่อยทิ้งไว้ 10 ปี จะสลายตัวไปแล้ว ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่เหลือ 10 เปอร์เซ็นต์นั้นมียุทธศาสตร์เป็นพันปี จึงจะต้องมีการเก็บอย่างถาวรด้วย เพื่อไม่ให้มีโอกาสเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ การเก็บกากกัมมันตรังสีอย่างถาวรนั้น จนถึงบัดนี้ยังไม่มีผู้ใดปฏิบัติ เนื่องจากยังไม่ถึงเวลาอันควร แต่ก็ไม่ได้มีการศึกษา ออกแบบ และทดสอบกันมานานพอสมควรแล้ว จนสรุปว่าวิธีการที่แน่นอนที่สุด คือการเก็บไว้ในใต้ดิน ในที่ซึ่งสภาพทางธรณีวิทยามีความคงตัวสูง และในแต่ละประเทศที่มีการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ก็มักมีการพิจารณาเลือกสถานที่ในเบื้องต้นไว้แล้วเป็นส่วนใหญ่

ในโลกปัจจุบัน เป็นที่ยอมรับว่าใครเป็นผู้ทำให้เกิดขยะหรือของเสียผู้หนึ่งจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ ไม่ว่าจะขยะจากครัวเรือน หรือสารเคมีที่มีพิษ หรือกากกัมมันตรังสี หรืออื่นๆ จะยกไปให้ประเทศอื่นรับผิดชอบไม่ได้ ยกเว้นว่าเขาจะรับทำเป็นอาชีพ ดังนั้น ถ้าประเทศไทยจะเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าในอนาคต ก็ควรที่จะเริ่มดูในเรื่องของสถานที่เก็บกากกัมมันตรังสีภายในประเทศด้วย ว่ามีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงไรและควรเตรียมตัวทำอะไรบ้าง เพื่อให้ประชาชนอุ่นใจว่า ถ้าจะมีกากกัมมันตรังสีจากโรงไฟฟ้าเกิดขึ้นแล้วจะมีที่เก็บที่ปลอดภัย และประชาชนยอมรับได้ภายในประเทศ โดยปกติแล้ว สถานที่ที่ประเทศต่างๆ เลือกไว้ มักจะมีสภาพธรณีวิทยาที่เป็นชั้นหินแกรนิตหรือเป็นเหมืองเกลือ สำหรับในประเทศไทยเรา อาจเลือกเป็นชั้นดินเหนียวหรือดินดานหรือหินแบบอื่นก็ได้ แต่อาจจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม จากที่เคยมีการทำมาแล้วในประเทศอื่น

6. การพัฒนาบุคลากร

ประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้การใช้พลังงานนิวเคลียร์มีความปลอดภัยคือ ต้องมีบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถสูงในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การออกกฎหมาย การตรวจสอบ ควบคุม และออกใบอนุญาตต่างๆ การก่อสร้าง เดินเครื่อง ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ และระบบบุคลากรทางด้านความปลอดภัยทางรังสี การวัดรังสีสิ่งแวดล้อม การศึกษาออกแบบ ดูแลระบบจัดการกาก ความพร้อมในการบรรเทาสาธารณภัย รวมทั้งการป้องกัน บำบัดรักษาพยาบาล สภาพที่เนื่องมาจากรังสี การวิจัยที่เกี่ยวข้องและอื่นๆ

อันที่จริง น่าจะได้เริ่มเตรียมความพร้อมของบุคลากรเหล่านี้แต่เนิ่นๆ บางส่วน เช่น บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการออกกฎระเบียบ ใบอนุญาต วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ การจัดการกากกัมมันตรังสี ฯลฯ อาจจะต้องลงทุนเตรียมพร้อมไว้ ให้มีจำนวนมากพอที่จะสามารถทำงานได้ผล ดีกว่าที่จะรอให้โครงการเริ่มแล้วจึงเริ่มเตรียมซึ่งจะไม่ทัน จะต้องฟังความเห็นของบริษัวิศวกรที่ปรึกษาจากต่างประเทศเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าโครงการนี้ไม่เกิด บุคลากรคุณภาพสูงเหล่านี้ ก็น่าจะทำประโยชน์ให้กับสังคมได้ในเรื่องอื่นๆ

สำหรับบุคลากรที่จะทำงานเกี่ยวกับการเดินเครื่อง การบำรุงรักษาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น อาจจะมีเวลาพอและรอให้โครงการมีความแน่นอนก่อนจึงจะเริ่มพัฒนา



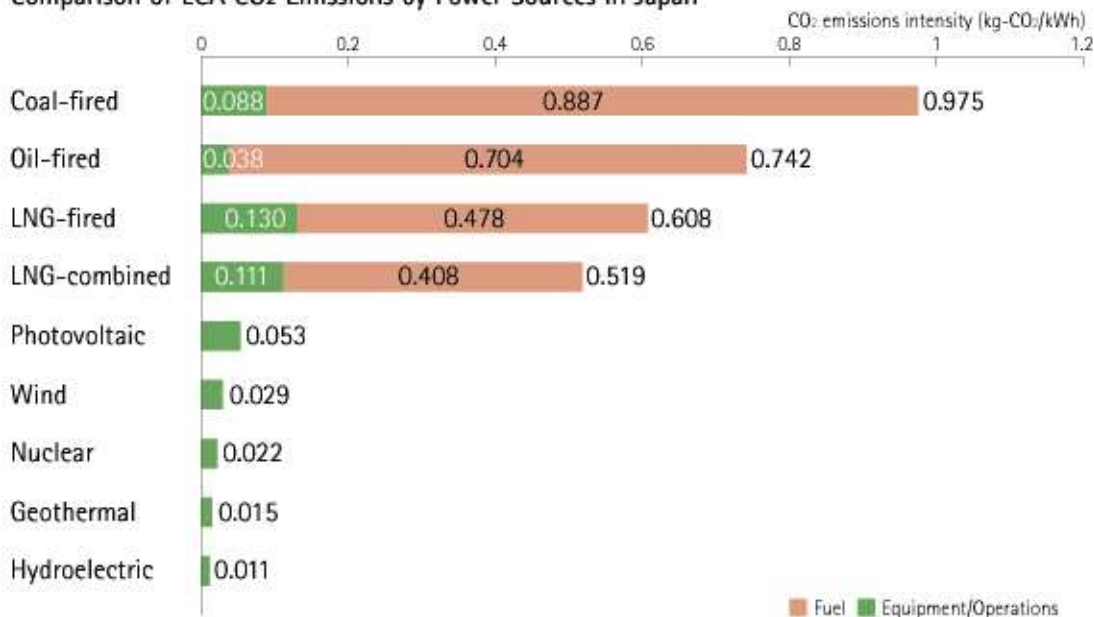
7. การยอมรับจากประชาชน

ในขณะนี้ ยังไม่แน่ชัดว่าประชาชนคนไทยจะยอมรับการใช้พลังงานนิวเคลียร์เพื่อผลิตไฟฟ้าหรือไม่ แต่การหยังเสียงที่ทันใจ คงจะไม่เกิดประโยชน์ เพราะก่อนที่จะมีการลงความเห็นใดๆ ของชนหมู่มากนั้น ควรที่ทุกฝ่ายจะได้ให้ความรู้ ข้อมูล เหตุผล และผลที่จะเกิดขึ้นจากการตัดสินใจเลือกใช้ ก็จะมีผลที่ตามมาทั้งในทางดีและไม่ดี แต่การตัดสินใจไม่ใช้ ก็จะมีผลที่ตามมาทั้งในทางดีและไม่ดีเช่นกัน จึงน่าที่ทุกคนจะได้ใส่ใจในข้อนี้และพยายามทำให้สังคมของเรามีความรู้ และมีความรับผิดชอบที่จะก้าวไปข้างหน้าได้อย่างมั่นคง

8. สรุป

การสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นในประเทศไทยนั้น มีปัจจัยเกื้อหนุนหลายประการ แต่จะเป็นไปได้มากน้อยหรือรวดเร็วเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับว่ารัฐบาลเรามีความพร้อมแค่ไหน ในการกำหนดนโยบายระยะยาว การตัดสินใจและดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสม การให้ความรู้แก่ประชาชนทั้งในส่วนดีและส่วนไม่ดี ที่สามารถทำให้เข้าใจผลที่จะตามมา จากการใช้หรือไม่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ปัจจัยเรื่องการยอมรับจากประชาชนนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ จะต้องได้รับการยอมรับจากประชาชน ถึงระดับหนึ่งแล้วเท่านั้น จึงจะสามารถดำเนินโครงการได้

Comparison of LCA CO₂ Emissions by Power Sources in Japan



Note: Life cycle assessment (LCA) CO₂ emissions refer to CO₂ emissions produced by all activities of electric power companies, ranging from construction and operation to waste disposal.

Source: Prepared from the Report of the Central Research Institute of the Electric Power Industry

สัดส่วนเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าแต่ละชนิดของญี่ปุ่น