พลังงานนิวเคลียร์: หนึ่งทางออกของปัญหาโลกร้อน

นายธีรพล คังคะเกตุ *

* สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลังงานนิวเคลียร์

โครงการ Manhattan เป็นโครงการลับที่สหรัฐอเมริกาทำการวิจัยและพัฒนาระเบิดนิวเคลียร์ จนประสบความสำเร็จในการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ลูกแรกที่ทะเลทรายในนิวเม็กซิโก ในวันที่ 16 กรกฎาคม 2488 และถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของ ***ยุคนิวเคลียร์*** ต่อมาสหรัฐอเมริกาได้ทิ้งระเบิดนิวเคลียร์ที่ Hiroshima และ Nagasaki ในวันที่ 6 และ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2488 โดยระเบิดนิวเคลียร์ที่ใช้ถล่มเมือง Hiroshima ใช้ยูเรเนียม (U–235) ส่วนระเบิดนิวเคลียร์ที่ใช้ถล่ม Nagasaki นั้นใช้พลูโตเนียม (Pu–239) จะเห็นได้ว่างานวิจัยด้านพลังงานนิวเคลียร์ในระยะแรก ๆ ส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ แต่เมื่อสงครามโลกครั้งที่สองยุติลง รัฐบาลสหรัฐฯได้สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในเชิงสันติในกิจกรรมพลเรือน ต่อมาในวันที่ 20 ธันวาคม 2494 สหรัฐอเมริกาประสบความสำเร็จในการทดลองผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์เป็นครั้งแรก และอีกหกปีต่อมาใน พ.ศ. 2500 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในเชิงพาณิชย์ได้ถูกก่อสร้างขึ้นมาเป็นครั้งแรกที่เพนซิลวาเนีย โดยเตาปฏิกรณ์เป็นแบบ light–water reactor ในวันที่ 1 ตุลาคม 2500 องค์การสหประชาชาติ หรือ **UN** ได้ก่อตั้งทบวงพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ หรือ **IAEA** (International Atomic Energy Agency) ขึ้นเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานนิวเคลียร์อย่างสันติและเพื่อป้องกันการแพร่ขยายอาวุธนิวเคลียร์ ช่วงทศวรรษ 1960 (พ.ศ. 2503–2512) เป็นช่วงเวลาที่อุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์ในสหรัฐอเมริกาได้เติบโตอย่างรวดเร็ว โดยถูกมองว่าเป็นพลังงานรูปแบบใหม่ในการผลิตไฟฟ้าที่ *ประหยัด สะอาดและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม* แต่ต่อมาเมื่อความวิตกกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์ การกำจัดกากนิวเคลียร์และปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นจึงมีผลทำให้การเติบโตของอุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์ในสหรัฐอเมริกาลดลง นอกเหนือจากสหรัฐอเมริกาแล้วได้มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุโรป อย่างไรก็ตามภาพความน่าสะพึงกลัวของระเบิดนิวเคลียร์ก็ยังเป็นภาพที่ติดใจของคนทั่วไปในยุคนั้นและยุคต่อมา รวมทั้งในระยะหลัง ๆ ที่มีอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เกิดขึ้นจนทำให้ความวิตกกังวลของประชาชนต่อความปลอดภัยของการใช้พลังงานนิวเคลียร์มีเพิ่มมากขึ้น ดังเช่น กรณีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ ***Three Mile Island*** (พ.ศ. 2522) และ ***Chernobyl*** (พ.ศ. 2529) ส่งผลให้ในช่วง 20–30 ปีที่ผ่านมานี้การขยายตัวของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ทั่วโลกลดลงบางประเทศ เช่น อิตาลีและเยอรมันนีได้ประกาศนโยบายยุติการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ในทางตรงกันข้ามก็มีบางประเทศที่ยังเชื่อมั่นและพึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้า เช่น ฝรั่งเศส และญี่ปุ่น (แม้ว่าหลังเหตุการณ์สึนามิในช่วงต้นปี 2554 ทำให้ต้องปิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ ***Fukushima*** ไปก็ตาม)

พลังงานไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นรูปแบบพลังงานที่กล่าวได้ว่าโลกนำมาใช้ประโยชน์มากและหลากหลายที่สุด ตั้งแต่การใช้ในครัวเรือนในชีวิตประจำวัน ตลอดไปจนถึงภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตรและการคมนาคมขนส่ง นับวันโลกก็จะมีแต่เพิ่มการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นและหลากหลายมากขึ้น จนเราอาจกล่าวได้ว่า "ไฟฟ้า" เป็นปัจจัยที่ห้าของชีวิตในยุคสมัยนี้ *แล้วเราได้พลังงานไฟฟ้ามาจากไหน ? ได้มาอย่างไร ?* เราสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้หลายวิธี แต่หลักการสำคัญที่เป็นพื้นฐานของการผลิตกระแสไฟฟ้า คือการเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นไฟฟ้าโดยใช้หลักการของกฎพื้นฐานของฟาราเดย์หรือที่เรียกว่า ***Faraday's laws of electromagnetic induction*** ซึ่งค้นพบมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2374 ดังนั้นสิ่งที่ต้องการในการผลิตไฟฟ้าคือการหาพลังงานที่ทำให้เกิดพลังงานกลเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัตถุนำไฟฟ้าภายใต้สนามแม่เหล็กนั่นเอง หลักการนี้ใช้กับการผลิตไฟฟ้าทั้งจากพลังน้ำ พลังงานนิวเคลียร์ และจากการเผาไหม้ (เชื้อเพลิงฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงอื่น ๆ) การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เกือบทั้งหมดใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ) โลกได้พึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นอย่างมากในการผลิตไฟฟ้า เดิมทีมลพิษทางอากาศที่เป็นเป้าหมายของการควบคุมก๊าซเสียจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลได้แก่ SO_2 NO_x และฝุ่นละออง เป็นต้น เนื่องจาก CO_2 ไม่ใช่ก๊าซพิษที่มีผลกระต่อมนุษย์ สัตว์และพืชแต่เมื่อได้เริ่มรับรู้ถึงภัยคุกคามของ CO_2 ที่เกิดขึ้นและเมื่อผลพวงของสภาวะเรือนกระจกได้เกิดขึ้นจนทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน และเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามมาโลกจึงได้ตระหนักถึงภัยที่แฝงมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างไม่มีขอบเขต ดังนั้นจึงไม่เหลือทางเลือกมากนักถ้าไม่ต้องการให้สภาพการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเลวร้ายไปกว่านี้ ซึ่งส่งผลเสียหายต่าง ๆ ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทางออกก็คือลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและหาพลังงานทดแทนที่สามารถ

นำมาใช้ได้อย่างยั่งยืน กล่าวคือเป็นพลังงานที่มีใช้ได้ตลอดไปอย่างยาวนานหรือไม่มีวันหมด และไม่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงหรือร้ายแรง (โดยเฉพาะปัญหาโลกร้อน) ดังเช่นการใช้พลังงานฟอสซิลดังที่เป็นอยู่ ***หนึ่งในพลังงานทดแทนดังกล่าวคือพลังงานนิวเคลียร์***

การใช้พลังงานของโลก *กับ*ปัญหาโลกร้อน

ก่อนหน้านี้ไม่กี่ร้อยปีที่ผ่านมา "อาหารและน้ำ" เป็นปัจจัยที่สำคัญและจำเป็นมากสำหรับมนุษย์ แต่หลังยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา "พลังงาน" ได้เข้ามีบทบาทสำคัญมากขึ้นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ยิ่งหลังช่วงที่มีการค้นพบ "ไฟฟ้า" โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ***Michael Faraday*** (พ.ศ. 2334–2410) และการประดิษฐ์อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิกส์โดยนักประดิษฐ์ชาวอเมริกา ***Thomas Alva Edison*** (พ.ศ. 2390–2474) เป็นต้นมา "ไฟฟ้า" ได้เริ่มเข้ามามีส่วนร่วมในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ มากขึ้น จนปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่าคนในยุคนี้ขาดไฟฟ้าไม่ได้ ในช่วงสี่สิบกว่าปีที่ผ่านมาการผลิตพลังงานของโลกเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าจาก 6,106 ล้านตันน้ำมันในปี พ.ศ. 2516 เป็น 13,371 ล้านตันน้ำมันในปี พ.ศ. 2555 ทั้งนี้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลักโดยมีสัดส่วนการใช้คิดเป็น 86.7 และ 81.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ข้อมูลจากตารางที่ 1 บอกให้รู้ชัดว่า ความต้องการและการใช้พลังงานของโลกนับวันมีแต่จะเพิ่มขึ้น และโลกยังคงต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ท่ามกลางความวิตกกังวลที่เพิ่มมากขึ้นต่อการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของ CO_2 ในบรรยากาศโลก แต่เมื่อมาดูถึงการผลิตไฟฟ้าแล้วพบว่าในช่วงสี่สิบปีที่ผ่านมาโลกผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากกว่า 3 เท่า จาก 6,106 TWh ในปี พ.ศ. 2516 เป็น 22,668 TWh ในปี พ.ศ. 2555 (ตารางที่ 2) ทำให้เห็นภาพได้ชัดใน 3 ภาพ คือ ความต้องการใช้พลังงานมีเพิ่มมากขึ้นและไฟฟ้าเป็นรูปแบบพลังงานที่โลกต้องการมากขึ้น (*ลองเปรียบเทียบดูง่าย ๆ ว่าในช่วงสี่สิบปีนี้การผลิตพลังงานเพิ่มเป็น 2 เท่า และในขณะที่การผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า*) และประเด็นที่สาม คือ บทบาทของเชื้อเพลิงฟอสซิลต่อการผลิตพลังงานของโลกโดยมีสัดส่วนการใช้ถึง 75.2 และ 67.9 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ข้อมูลจากตารางที่ 3 สนับสนุนต่อความวิตกกังวลต่อสถานการณ์พลังงานโลกที่ยังคงต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในปริมาณมหาศาลและส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ CO_2 ทั้งนี้การปลดปล่อย CO_2 ได้เพิ่มจาก 15,633 ล้านตันในปี พ.ศ. 2516 เป็น 31,734 ล้านตันในปี พ.ศ. 2555

โดยสรุปกล่าวได้ว่าการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลถึงแม้ว่ามีสัดส่วนลดลง ซึ่งนั่นแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการใช้แหล่งพลังงานอื่น ๆ เพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแต่จากความต้องการการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากและรวดเร็วก็ยังคงทำให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มกว่าสองเท่าในรอบสี่สิบปีที่ผ่านมาซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อย CO_2 จากการใช้เชื้อเพลิงซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าเช่นกัน

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการผลิตพลังงานปฐมภูมิของโลกในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2555 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิงและหรือแหล่งพลังงาน หน่วย : ล้านตันน้ำมัน (Mtoe หรือ million tonnes of oil equivalent)

เชื้อเพลิง/พลังงาน	พ.ศ. 2516		พ.ศ. 2555	
	Mtoe	%	Mtoe	%
Oil	2817	46.1	4205	31.4
Coal	1501	24.6	3878	29.0
Natural gas	979	16.0	2844	21.3
Total fossil fuel	***5297***	***86.7***	***10927***	***81.7***
Nuclear	53	0.9	642	4.8
Hydro	110	1.8	316	2.4
Biofuel&Waste	640	10.5	1343	10.0
Others	6	0.1	143	1.1
รวมทั้งหมด	**6106**	**100.0**	**13371**	**100.0**

ที่มา: IEA, Key World Energy Statistics 2014, International Energy Agency, France.

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบชนิดเชื้อเพลิงและหรือแหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโลกในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2555 หน่วย : พันล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ TWh (tetrawatt-hour)

เชื้อเพลิง/พลังงาน	พ.ศ. 2516		พ.ศ. 2555	
	TWh	%	TWh	%
Oil	1520	24.8	1133	5.0
Coal	2374	38.3	9158	40.4
Natural gas	742	12.1	5100	22.5
Total fossil fuel	*5453*	*75.2*	*15391*	*87.9*
Nuclear	202	3.3	2471	10.9
Hydro	1281	20.9	3672	16.2
Others	37	0.6	1133	5.0
รวมทั้งหมด	**6129**	**100.0**	**22668**	**100.0**

ที่มา: IEA, Key World Energy Statistics 2014, International Energy Agency, France.

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการปลดปล่อย CO_2 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิงและหรือแหล่งพลังงานในปี พ.ศ. 2516 และ พ.ศ. 2555 หน่วย : ล้านตัน

เชื้อเพลิง/พลังงาน	พ.ศ. 2516		พ.ศ. 2555	
	ล้านตัน	%	ล้านตัน	%
Oil	7910	50.6	11202	35.3
Coal	5472	35.0	13931	43.9
Natural gas	2251	14.4	6442	20.3
Others	0	0.0	159	0.5
รวมทั้งหมด	**15633**	**100.0**	**31734**	**100.0**

ที่มา: IEA, Key World Energy Statistics 2014, International Energy Agency, France.

สหรัฐอเมริกากับโลกร้อน

USEPA ได้เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับผลเสียของ carbon pollution แก่ประชาชนชาวอเมริกาว่าทำให้เกิดผลกระทบและความเสียหายหลายประการและสุดท้ายก็จะส่งผลต่อสุขภาพและความผาสุขของชาวอเมริกัน อาทิ ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในระยะยาว การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนรูปแบบของฤดูกาลและฝน การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์และความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้นำไปสู่ความเสี่ยงต่อปัญหาสาธารณสุข เช่น การเกิดคลื่นความร้อนและความแห้งแล้ง การเกิดหมอกควัน (มลพิษของโอโซนระดับพื้น) ความรุนแรงที่เพิ่มขึ้นของภัยธรรมชาติต่าง ๆ (พายุเฮอริเคน ฝนตกหนักและน้ำท่วม) และการเพิ่มขึ้นของยุง/แมลงที่ทำให้มีการแพร่กระจายของโรค เป็นต้น

ก๊าซเรือนกระจก หรือ **GHGs** มีหลายชนิดและแบ่งออกได้ในหลายลักษณะ ได้แก่ แบ่งตามลักษณะเกิดคือตามธรรมชาติหรือจากมนุษย์ แบ่งตามอายุหรือช่วงชีวิตที่คงอยู่ในบรรยากาศว่าสั้นหรือยาวหรืออาจแบ่งตามความสามารถในการกักเก็บความร้อนว่ามากหรือน้อย เป็นต้น แต่ไม่ว่าจะแบ่งประเภทอย่างไรก็ตาม **CO_2** และ **CH_4** เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญมากที่สุดสำหรับ CO_2 ได้รับความสำคัญในลำดับแรก ๆ เนื่องจากคิดเป็นประมาณสามส่วนสี่ (75 %) ของ GHGs ที่ปล่อยออกมาทั่วโลกและมากกว่าสี่ในห้า (80%) ของการระบาย GHGs ของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็น CO_2 ในปี พ.ศ. 2555 (ค.ศ. 2012) ภาคการผลิตไฟฟ้าของสหรัฐอเมริกามีการปล่อย GHGs เกือบหนึ่งในสามของปริมาณทั้งหมดโดยมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิงหลัก การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกจากทำให้เกิด CO_2 แล้ว อุตสาหกรรม

การผลิตน้ำมันและก๊าซธรรมชาติยังเป็นแหล่งสำคัญของการแพร่ระบายของ CH_4 เริ่มตั้งแต่การขุดเจาะตลอดไปจนถึงการขนส่งถึงผู้ใช้ปลายทางดังตัวอย่างในปี พ.ศ. 2555 พบว่า 30 เปอร์เซนต์ของการปล่อย CH_4 ทั้งหมดของสหรัฐฯ มาจากอุตสาหกรรมน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้ CH_4 เป็น GHGs ที่มีความรุนแรงมากกว่า CO_2 ถึง 20 เท่า ทั้งหมดที่ได้กล่าวถึงนี้เพื่อย้ำให้เห็นว่าการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นภาคพลังงานที่สำคัญภาคหนึ่งยังคงใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนจาก CO_2 และ CH_4 แล้วยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศอื่น ๆ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฝุ่นละอองและโลหะหนัก เช่น ปรอท เป็นต้น

การขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ ทำให้มีการแพร่กระจายของ CH_4 ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติออกมา นอกจากนี้ กระบวนการแยกก๊าซ การขนส่งและกระจายก๊าซก็ทำให้มีการแพร่กระจายของ CH_4 ด้วยเช่นกัน

3 ส.ค. พ.ศ. 2558 ประธานาธิบดี บารัค โอบามา และ **EPA** ได้ประกาศแผนพลังงานสะอาด หรือ *Clean Power Plan* (**CPP**) ซึ่งถือได้ว่าเป็นก้าวสำคัญก้าวหนึ่งในประวัติศาสตร์ในการลด carbon pollution จากโรงผลิตไฟฟ้า โดยตั้งเป้าหมายที่จะลด CO_2 ในปี พ.ศ. 2573 ลง 32 เปอร์เซ็นต์จากระดับในปี 2548 และ EPA เองก็ได้นำเสนอตัวอย่างของการลด CO_2 ในภาคการผลิตไฟฟ้า ดังเช่น

- การทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยพลังงานทดแทนที่ยั่งยืนหรือ renewable energy ได้แก่ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ และพลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น
- การจับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือ Carbon dioxide (CO_2) capture and sequestration (CCS)
- *การใช้พลังงานนิวเคลียร์แทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล*

ทั้งนี้ EPA ได้คาดหวังว่า ***พลังงานนิวเคลียร์*** จะเป็นเทคโนโลยีพลังงานสะอาดที่เป็นหนึ่งในกุญแจดอกสำคัญในการบรรลุเป้าหมายของแผนพลังงานสะอาด (**CPP**) โดยมีข้อดี คือ เป็นแหล่งพลังงานที่เชื่อถือและวางใจได้ที่สร้างความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศ ในขณะเดียวกันยังเป็นพลังงานที่ปลอดคาร์บอน (*ไม่มีการปล่อยระบายคาร์บอนออกมาโดยตรงขณะที่ผลิตไฟฟ้า*) แม้ในมุมมองของกลุ่มนักสิ่งแวดล้อมชั้นนำจะเห็นด้วยถึงความจำเป็นของการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล แต่ส่วนใหญ่ก็ไม่สนับสนุนการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งต่างออกไปจากนักวิทยาศาสตร์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศชั้นนำหลายท่านที่มองว่า พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถตอบสนองความต้องการพลังงานให้กับโลกได้เช่นพลังงานนิวเคลียร์

การฟื้นคืนกลับมาของพลังงานนิวเคลียร์

หลังการค้นพบการผลิตไฟฟ้าของ Michael Faraday และประดิษฐกรรมของ Thomas Edison โลกได้ก้าวสู่ยุคเทคโนโลยีที่อาจกล่าวได้ว่าต้องพึ่งพาและผูกติดกับการใช้ไฟฟ้าเป็นต้นมา นับวันพลังงานไฟฟ้าก็ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตความเป็นอยู่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ถือกำเนิดมากว่า 60 ปี นับแต่สงครามโลกครั้งที่สองยุติลงไม่กี่ปีและหลังจากที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งแรกได้ถูกสร้างขึ้นที่สหรัฐอเมริกาในปี พ.ศ. 2500 อีกสิบปีต่อมาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ก็ได้ถูกก่อสร้างขึ้นอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในกลุ่มประเทศตะวันตกที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงรวมทั้งมีความพร้อมด้านความรู้และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2530 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้ถูกสร้างขึ้นถึง 200 กว่าแห่งทั่วโลก (ไม่นับรวมสหรัฐอเมริกา)*.....มีเกร็ดประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจคือ **อินเดีย** เป็นชาติแรกของเอเชียที่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และมีสองแห่งที่สร้างขึ้นตั้งแต่ ปี พ.ศ 2512 ที่ยังเปิดดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน (ข้อมูล ณ ปี พ.ศ.2557) ชาติเอเชียถัดมาที่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์คือ **ญี่ปุ่น**.....*อย่างไรก็ตามอันตรายจากพลังงานนิวเคลียร์ก็ยังเป็นสิ่งที่ค้างคาใจของสาธารณชน ทั้งจากภาพความน่าสะพึงกลัวของระเบิดนิวเคลียร์ที่ฮิโรชิมาและนางาซากิประกอบกับอุบัติภัยหลายครั้ง

ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ขึ้นชื่อและจดจำกันมาจนถึงทุกวันนี้ก็น่าจะเป็นอุบัติภัยที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิลและล่าสุดคืออุบัติภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะที่เกิดจากคลื่นยักษ์สึนามิ

ดังนั้นในช่วงหลังปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมาการเพิ่มขึ้นของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จึงลดลงค่อนข้างมากในช่วงทศวรรษ 1990 มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เกิดขึ้นใหม่ประมาณ 50 แห่ง (ไม่นับรวมสหรัฐอเมริกา) และถัดมาในทศวรรษ 2000 ได้ลดลงเหลือประมาณ 30 แห่งเท่านั้น (ไม่นับรวมสหรัฐอเมริกา) ในทวีปยุโรปเองก็มีหลายประเทศที่ประกาศนโยบายลดการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในอนาคตอันใกล้ ได้แก่ เยอรมนี อิตาลี สวิส และเบลเยี่ยม เป็นต้น อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่ช่วงทศวรรษ 2010 เพียงสามปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ 2554–2557) ปรากฏว่ามีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แห่งใหม่เกิดขึ้น 24 แห่ง (ไม่นับรวมสหรัฐอเมริกา) ซึ่งอาจเป็นสัญญาณบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ของการฟื้นตัวของพลังงานนิวเคลียร์

เป็นเวลายี่สิบกว่าปีมาแล้วที่โลกได้ตระหนักถึงปัญหาของการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ในฐานะพลังงานหลักของโลก นอกเหนือจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ CO_2 ที่มาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล ปัญหาอื่น ๆ ได้แก่ ความจำกัดของแหล่งเชื้อเพลิงสำรองอันมีผลต่อความมั่นคงทางพลังงานของโลกในอนาคต ความผันผวนของราคาเชื้อเพลิงฟอสซิล รวมทั้งมลพิษทางอากาศจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โลกจึงจำต้องหามาตรการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อรับมือและจัดการกับปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เช่น มาตรการประหยัดพลังงาน การเสาะหาแหล่งเชื้อเพลิงและพลังงานทดแทน การกักเก็บ CO_2 เป็นต้น ทั้งนี้โดยมีเป้าหมายสำคัญอันดับแรกคือ การชะลอการเพิ่มขึ้นของ CO_2 ในบรรยากาศโลก

แม้ว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลได้สร้างความกังวลใจในเรื่องการเพิ่มขึ้นของ CO_2 และผลกระทบต่อเนื่องที่ตามมาก็ตาม นักสิ่งแวดล้อมก็ยังไม่สนับสนุนหรือเห็นด้วยกับการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งต่างจากนักวิทยาศาสตร์ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลาย ๆ ท่านที่สนับสนุนโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เนื่องจากเห็นว่าพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ยังไม่สามารถตอบโจทย์เรื่องความมั่นคงของพลังงานได้ ทั้งนี้ประเด็นหลักหรือประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการพิจารณาแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงคือ

1) การผลิตและป้อนไฟฟ้าเข้าสู่เครือข่ายระบบจ่ายไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง
2) อัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษ
3) ความพอเพียงและความยั่งยืนของแหล่งพลังงาน/เชื้อเพลิง
4) ราคา (ต้นทุน) และความผันแปรของการผลิตไฟฟ้า

เชื้อเพลิงฟอสซิลมีจุดแข็งในประเด็นแรก คือ มีความมั่นคงของการผลิตพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่เครือข่ายระบบจ่ายไฟในระดับสูง แต่ในสามประเด็นหลังกล่าวได้ว่าเป็นจุดอ่อนของเชื้อเพลิงฟอสซิล พลังงานทดแทน เช่น พลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์มีจุดเด่นที่เป็นพลังงานสะอาดและยั่งยืน แต่ก็มีข้อด้อยที่ความต่อเนื่องของการผลิตไฟฟ้าและราคา ยกตัวอย่างเช่น การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยอาจเกิดได้ยากถ้าราคารับซื้อไม่ถูกชดเชยจากหน่วยงานที่รับซื้อไฟฟ้า ส่วนเพลังงานนิวเคลียร์มีข้อดีครบทั้งสี่ประเด็น **แต่** ติดอยู่ที่ปัญหาหลักคือเรื่อง **ความปลอดภัย** และเรื่องอื่น ๆ เช่น ต้นทุนและระยะเวลาที่ยาวนานของการก่อสร้าง ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบการเกิด CO_2 ของการผลิตไฟฟ้าระหว่างเชื้อเพลิง/พลังงานประเภทต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ช่วงชีวิตของการผลิตไฟฟ้า (LCA หรือ life cycle assessment) เพื่อให้เห็นภาพรวมของการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิง/พลังงานประเภทต่าง ๆ ในภาพรวม ตัวอย่างเช่น พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ อาจไม่มีการสร้าง CO_2 ขึ้นโดยตรงจากระบบผลิตไฟฟ้า แต่เมื่อนับรวมขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นก็พบว่ามี CO_2 เกิดขึ้นโดยอ้อม สำหรับตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนทั้งหมดในการผลิตไฟฟ้าของเชื้อเพลิงฟอสซิล เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ของประเทศสหรัฐอเมริการะหว่างปี พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2557 (1995–2014)

ความวิตกกังวลต่ออันตรายของพลังงานนิวเคลียร์
o การรั่วไหลของสารกัมมันตภาพรังสีทั้งที่อาจจะเกิดจากความบกพร่องของบุคลากร จากความผิดปกติของระบบการทำงานและจากภัยธรรมชาติ
o การจัดการกับกากนิวเคลียร์
o ภัยจากการก่อการร้าย
o การแพร่ขยายของอาวุธนิวเคลียร์

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบการเกิด CO_2 ระหว่างเชื้อเพลิง/พลังงานประเภทต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ช่วงชีวิตของการผลิตไฟฟ้า (LCA)

เชื้อเพลิง/พลังงาน	**GHG emissions** (tonneCO2eq/GWh)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ลิกไนท์	1054	790	1372
ถ่านหิน	888	756	1310
น้ำมัน	733	547	935
ก๊าซธรรมชาติ	499	362	891
แสงอาทิตย์ (PV)	85	13	731
ชีวมวล	45	10	101
นิวเคลียร์	29	2	130
พลังน้ำ	26	2	237
พลังลม	26	6	124

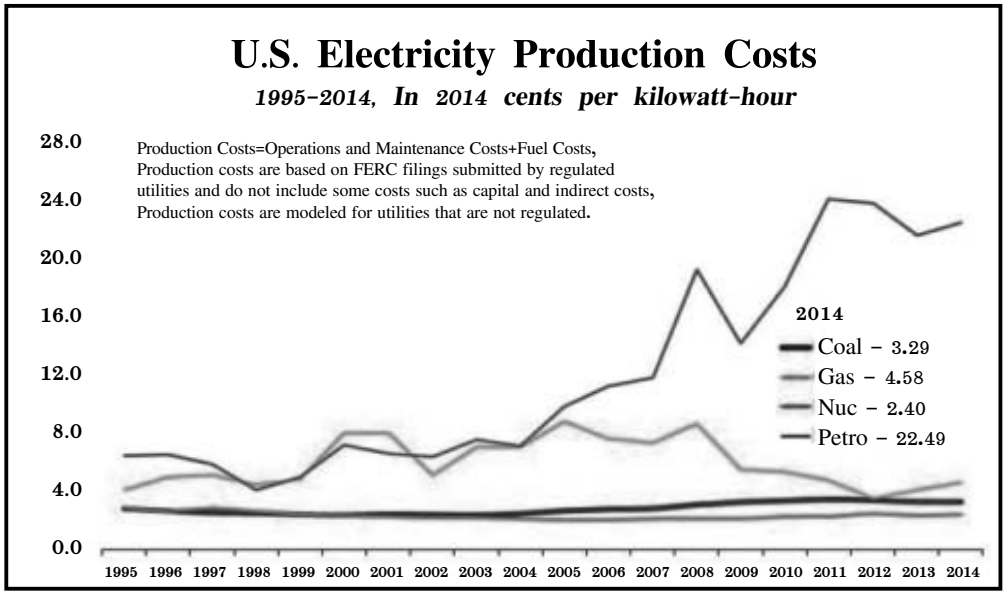
ที่มา: WNA, *Comparison of Lifecycle of Various Electricity Generation Sources*, World Nuclear Report, 2011

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเชื้อเพลิงฟอสซิล และเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี 1995-2014 (หน่วย : เซนต์/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ปี ค.ศ.	ต้นทุนการผลิต			
	ถ่านหิน	ก๊าซธรรมชาติ	ปิโตรเลียม	นิวเคลียร์
1995	2,83	4.12	6.42	2.89
2000	2.37	8.02	7.16	2.34
2005	2.67	8.81	9.81	2.06
2010	3.36	5.35	18.06	2.25
2014	3.29	4.58	22.49	2.40

ที่มา : http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/Costs-Fuel,-Operation,-Waste-Disposal-Life-Cycle/US-Electricity-Production-Costs-and-Components

รูปที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าของเชื้อเพลิงฟอสซิล และเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1995-2014 (หน่วย : เซนต์/ กิโลวัตต์-ชั่วโมง)



ที่มา : http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/Costs-Fuel,-Operation,-Waste-Disposal-Life-Cycle/US-Electricity-Production-Costs

เส้นทางของพลังงานนิวเคลียร์

แม้ว่าจะมีบางประเทศในยุโรป เช่น เยอรมันนี และ อิตาลี เป็นต้น ประกาศชัดเจนถึงนโยบายไม่เอาพลังงานนิวเคลียร์ก็ตาม แต่ก็มีประเทศอีกมากกว่าทั้งในยุโรป อเมริกาและเอเชียที่ยังยืนยันในการเดินหน้าก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นใหม่อีกต่อไป สำหรับ**ญี่ปุ่น** ที่แต่เดิมดูเหมือนว่าจะหยุดการใช้เพลังงานนิวเคลียร์หลังจากที่ได้ปิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ฟูกูฉิมะจากเหตุการณ์มหันตภัยสึนามิในปี พ.ศ. 2554 แต่ปัจจุบันก็ได้หันกลับมาใช้พลังงานนิวเคลียร์เช่นเดิม เนื่องจากพลังงานนิวเคลียร์ไม่ก่อปัญหาโลกร้อนและมลพิษทางอากาศ อีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่มั่นคงสามารถผลิตไฟฟ้าในได้อย่างต่อเนื่อง ราคาถูกและไม่ผันผวน ต่างจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีข้อจำกัดในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง และมีจุดอ่อนในเรื่องการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่รวมทั้งต้องอยู่ในพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ และประการสำคัญสุดท้ายที่น่าจะเป็นตัวอย่างให้กับประเทศอื่น ๆ คือ ญี่ปุ่นไม่มีแหล่งพลังงานเป็นของตนเอง ดังนั้นพลังงานนิวเคลียร์จึงน่าจะเป็นทางออกหนึ่งที่ญี่ปุ่นหลีกเลี่ยงไม่ได้

ประเทศที่ยืนยันเดินหน้าโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์	
<u>เอเชีย</u>	<u>ยุโรป/อเมริกา</u>
o จีน	o อังกฤษ
o อินเดีย	o รัสเซีย
o เกาหลีใต้	o โปแลนด์
o เวียดนาม	o ตุรกี
	o สาธารณเชค
	o สหรัฐอเมริกา
	o ฝรั่งเศส

ปัจจุบันทั่วโลกได้เริ่มเดินหน้าโครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ด้วยเหตุผลต่าง ๆ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม (ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล) ด้านเศรษฐกิจและด้านความมั่งคงของพลังงานของแต่ละประเทศ นับจนถึงกรกฎาคม 2558 มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เปิดดำเนินการแล้ว 438 แห่งใน 30 ประเทศครอบคลุมเกือบทุกทวีปในโลก และมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง 67 แห่งใน 15 ประเทศ โดยประเทศที่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่กำลังก่อสร้างมากที่สุดคือ จีน รองลงมาคือ รัสเซีย อินเดีย และสหรัฐอเมริกาประเทศอื่นในเอเชียที่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างคือ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ไต้หวัน และปากีสถาน

จากสถิติในปี พ.ศ. 2557 พบว่ามีถึง 13 ประเทศที่พึ่งพาพลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตไฟฟ้าในสัดส่วนที่มากกว่าหนึ่งในสี่ (>25%) ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด อันดับหนึ่งคือ ฝรั่งเศสผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์คิดเป็น 76.9% และเกาหลีใต้อยู่ในอันดับที่ 10 ที่การผลิต 30.4% [อันที่จริงแล้วถ้าญี่ปุ่นไม่ประสบปัญหาสึนามิจนต้องปิดโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ฟูกูชิมะในช่วงต้นปี พ.ศ. 2554 แล้ว ญี่ปุ่นอาจอยู่ในลำดับที่รองจากฝรั่งเศสในการพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ก็เป็นได้]

ความกังวลต่อการแพร่ขยายของอาวุธนิวเคลียร์เป็นหนึ่งในสาระสำคัญของการต่อต้านพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตบางประการที่น่าสนใจ ดังนี้

1) ทั้งโลกมีประเทศที่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีอยู่ทั้งหมด 31 ประเทศ แต่ประเทศที่มีอาวุธนิวเคลียร์ในครอบครองมีเพียง 9 ประเทศเท่านั้น คือ สหรัฐอเมริกา รัสเซีย อังกฤษ ฝรั่งเศส จีน อินเดีย ปากีสถาน อิสราเอล และเกาหลีเหนือ

2) ในช่วง 25 ปีที่ผ่านมานี้มีเพียงสองประเทศที่มีการพัฒนาอาวุธนิวเคลียร์ขึ้นมา คือ ปากีสถาน และเกาหลีเหนือ

3) ถึงแม้จะใช้ทฤษฎีเดียวกันในด้านนิวเคลียร์ฟิสิกส์ แต่ในทางปฏิบัติการพัฒนาโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และอาวุธนิวเคลียร์มีเส้นทางที่ต่างกัน ดังเช่น อิสราเอล และเกาหลีเหนือมีอาวุธนิวเคลียร์แต่ไม่มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ดังนั้นการที่ประเทศใดประเทศหนึ่งต้องการพัฒนาไปในทางใดก็จะต้องเตรียมแผนงานตั้งแต่แรก

4) ที่ผ่านมาจนถึงในปัจจุบัน IEAE เข้มงวดมากกับการที่ประเทศใดประเทศหนึ่งจะทำการพัฒนาแผนงานก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ดังนั้นการเตรียมการและวางแผนจึงใช้เวลานับสิบปีสำหรับประเทศที่จะเริ่มพัฒนาแผนงานก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นเป็นครั้งแรก ตัวอย่างเช่น ประเทศเวียดนาม ยกเว้นกรณีเกาหลีเหนือที่เป็นการลักลอบนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตอาวุธนิวเคลียร์โดยตรง

5) U–235 และ Pu–239 เป็นธาตุกัมมันตรังสีที่ใช้ในการสร้างปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้งในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และในอาวุธนิวเคลียร์เช่นเดียวกัน แต่ต่างกันที่การใช้สำหรับอาวุธนิวเคลียร์ต้องมีความบริสุทธิ์สูงกว่ามาก (จำเป็นต้องมีโรงงานที่ใช้เสริมสมรรถนะโดยเฉพาะ) ซึ่งใช้เป็นข้อบ่งชี้ที่ชัดเจนว่าการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ประสงค์จะพัฒนาไปในทางใด *สันติหรือสงคราม*

โดยสรุปกล่าวได้ว่าถึงแม้เพลังงานนิวเคลียร์จะยังไม่สามารถลบภาพของความน่าสะพึงกลัวออกไปได้ แต่การพัฒนาเทคโนโลยีด้านนิวเคลียร์ก็ยังคงดำเนินต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อให้บรรลุถึงความเป็นพลังงานสะอาดที่ยั่งยืนและปัจจุบันได้อยู่ระหว่างการพัฒนาในขั้นที่สี่ แปลกที่ว่ามีความกังวลในปัญหาการเพิ่มขึ้นของ CO_2 จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ในขณะเดียวกันก็มีความกังวลในความจำกัดของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่อาจมีให้เราใช้ได้ไปอีกไม่กี่ร้อยปี ดังนั้นความจำเป็นในการหาแหล่งพลังงานที่สะอาดและยั่งยืนเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลจึงมีส่วนผลักดันและส่งเสริมต่อการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ในอีกทางหนึ่งเพื่อให้บรรลุถึงความเป็นพลังงานสะอาดที่ยั่งยืนและปลอดภัย

บรรณานุกรม

1. IEA, *Key World Energy Statistics 2014* , International Energy Agency, France.

2. http://www2.epa.gov/cleanpowerplan/learn-about-carbon-pollution-power-plants#what

3. https://www.epa.gov/cleanpowerplan/fact-sheet-clean-power-plan-opportunities-nuclear-power

4. https://www.epa.gov/cleanpowerplan/clean-power-plan-existing-power-plants

5. http://www3.epa.gov/airquality/oilandgas/basic.html

6. http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/electricity.html

7. http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/World-Statistics

8. http://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/Costs-Fuel,-Operation,-Waste-Disposal-Life-Cycle/US-Electricity-Production-Costs-and-Components

9. NEA, *The Role of Nuclear Energy in a Low-carbon Energy Future*, Nuclear Energy Agency, 2012 ISBN 978-92-64-99189-7

10. WNA, Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources , World Nuclear Association, July

11. http://www.forbes.com/sites/jamesconca/2014/09/25/the-nuclear-weapons-states-who-has-them-and-how-many/