



Small Modular Nuclear Reactors: Safety and Public Acceptance

Vutthi Bhanthumnavin

*School of Management Technology
Shinawatra University, Thailand*

Duchduen Bhanthumnavin

*The Graduate School of Social and Environmental Development
National Institute of Development Administration, Thailand*

Abstract

Confronting to situations of climate change due to increasing of green house gas (GHG) emission, depletion of fossile energy sources, population growth with increasing demand of energy consumption, dilemma of nuclear energy uses in post Fukushima Daiichi nuclear accident and geopolitical instability in the middle east, countries around the world are preparing for alternative sources of energy in form of “energy mixed” in order to cope up with the confronting problems in a sustainable and safety ways for development. In this paper, small modular nuclear reactors (SMR) is introduced as alternative sources of energy supply for sustainable development. Brief summary on present and possible near future technologies of SMR are described. A comparisons between SMR and large nuclear reactor (LR) are presented, especially in terms of safety of nuclear power plant (NPP) and safety of public. Public acceptance (PA) which is an important key of success of implimentation of nuclear electric generation is emphasized together with involving factors and steps leading to PA for SMR.

Keywords: Green house gas (GHG), Nuclear energy, Small modular reactor (SMR),
Comparison of SMR and LR, Safety, Public acceptance



เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็กและกลาง : ความปลอดภัย และการยอมรับทางสังคม

วุฑฒิ พันธมนาวิน

คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยชินวัตร

ดุจเดือน พันธมนาวิน

คณะพัฒนาลังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

บทคัดย่อ

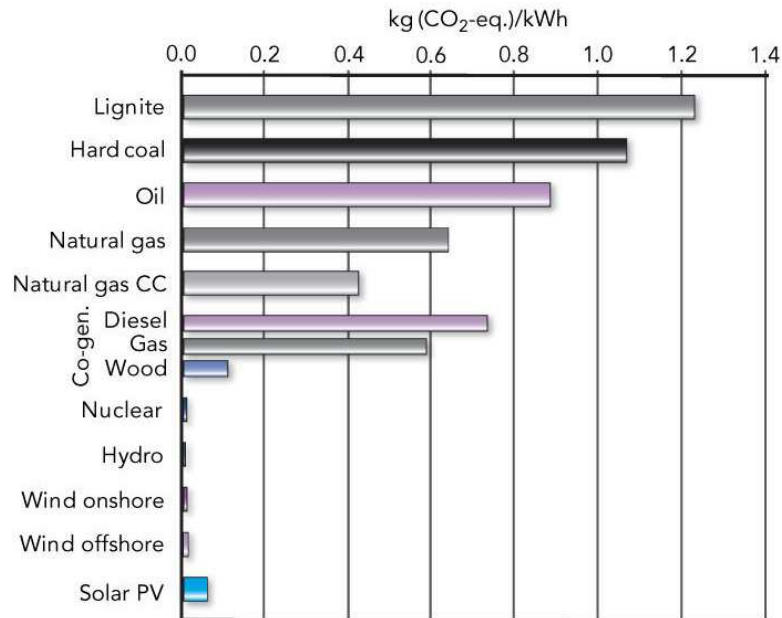
สถานการณ์ของการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแหล่งพลังงานฟอสซิลที่กำลังจะหมดไป ทำให้ราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลสูงขึ้น รวมทั้งการเพิ่มของความต้องการพลังงานเพื่อการพัฒนาจากการเพิ่มจำนวนของประชากร ปัญหาที่จะต้องตัดสินใจใช้พลังงานนิวเคลียร์ต่อไปหรือไม่ภายหลังเหตุการณ์อุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ และปัญหาของความไม่มีเสถียรภาพอันเนื่องมาจากภูมิรัฐศาสตร์ในภาคตะวันออกกลาง ทำให้ประเทศต่าง ๆ มองหาคำตอบเกี่ยวกับแหล่งพลังงานที่จะเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในรูปแบบพลังงานทางเลือก ในลักษณะของการใช้พลังงานต่างๆ แบบผสมผสาน (Energy mixed) พลังงานนิวเคลียร์ที่มาจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง (SMR) จะเป็นพลังงานทางเลือกอีกทางหนึ่ง ในบทความนี้มีการกล่าวโดยย่อเกี่ยวกับ SMR เทคโนโลยีปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ ตลอดจนการเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยระหว่าง SMR และ LR (Large reactor) โดยเน้นหนักในเรื่องของความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และความปลอดภัยของประชาชน นอกจากนี้ก็ยกแฉะสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จของการจัดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (NPP) แบบ SMR และการนำพลังงานนิวเคลียร์ไปใช้นั้น คือ การยอมรับของภาคประชาชน ซึ่งในบทความนี้ได้อธิบายหลักการ โครงการ และวิธีการเพื่อนำไปสู่การยอมรับของภาคประชาชนไว้ด้วย

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก พลังงานนิวเคลียร์ เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง การเปรียบเทียบระหว่างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลางกับขนาดใหญ่ ความปลอดภัย การยอมรับของภาคประชาชน

บทนำ

สภาวะของการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศในปัจจุบันได้ปรากฏให้เห็นชัดขึ้นและบ่อยขึ้นในภาคส่วนต่างๆ ของโลก ทั้งนี้ก็มีสาเหตุหนึ่งอันเนื่องมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas: GHG) ความต่อเนื่องอย่างมากของการเพิ่มก๊าซเรือนกระจกนี้ได้เกิดขึ้นภายหลังที่ได้มีการปฏิบัติทางอุตสาหกรรมขึ้น ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1750 เป็นต้นมา การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน) และการขยายพื้นที่เพาะปลูก โดยการเผาไม้ทำลายป่า เป็นสาเหตุหลักทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ปัญหาเรื่องของการเพิ่มประชากรโลก ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และการลดน้อยลงของแหล่งพลังงานฟอสซิลในอนาคต จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน อันส่งผลกระทบต่อให้ราคาของพลังงานทุกรูปแบบสูงขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาใหม่เกี่ยวกับความมั่นคงทางพลังงาน (Energy security) ซึ่งเป็นความมั่นคงที่สำคัญของประเทศ ประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้พยายามหาทางใช้พลังงานทางเลือก (Alternative energy) ชนิดต่างๆ ในรูปแบบผสมผสาน (Energy mixed) เพื่อสำหรับการ

พัฒนาประเทศ พลังงานทางเลือกที่มีหลายชนิด ซึ่งหนึ่งในจำนวนนั้นก็คือ พลังงานนิวเคลียร์ ที่เป็นที่รับรู้โดยทั่วกันว่าเป็น “พลังงานสะอาด” ที่ปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ออกมาน้อยมาก ดังปรากฏในภาพ 1



ภาพ 1 การเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ จากพลังงานต่างๆ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 KiloWatt (NEA/OECD, 2008, p.122)

ดังนั้นความจำเป็นที่จะต้องลดก๊าซเรือนกระจกอย่างเหมาะสมโดยการใช้พลังงานทางเลือกที่สะอาด จึงเป็นสิ่งที่ต้องเตรียมการและวางแผนไว้ครอบคลุมในระยะยาวด้วย ในปัจจุบันหลังจากเกิดเหตุการณ์อุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2554 แล้วนั้น ทำให้ประเทศต่างๆ มีความกังวลในการที่จะใช้พลังงานนิวเคลียร์ต่อไป สำหรับประเทศที่ใช้อยู่แล้ว และประเทศที่คิดจะนำพลังงานนี้มาใช้ก็เกิดความลังเล และประกาศเลื่อนการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ออกไป อย่างเช่นประเทศไทยนั้นก็ได้มีการประกาศเลื่อนการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ตามแผนพลังงาน (PDP2010) (EPPO, 2010) ออกไปอีก 3 ปี ปัญหาการยอมรับของภาคประชาชน (Public acceptance: PA) ของพลังงานนิวเคลียร์กลับมาเป็นปัญหาสำคัญและยุ่งยากกว่าเดิมอีกครั้งหลังจากที่เกิดอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Three Mile Island (TMI) ในปี ค.ศ. 1979 ที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เชอร์โนบีลในปี ค.ศ.1986 และที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ ประเทศญี่ปุ่น เมื่อ ค.ศ. 2011 ประเทศต่างๆ เช่น ญี่ปุ่น, เยอรมัน, ฝรั่งเศส, สหราชอาณาจักร และสหรัฐอเมริกา ต่างก็ตระหนักถึงความปลอดภัยและการยอมรับของภาคประชาชนและได้ดำเนินการอย่างเร่งรีบและรัดกุม เพื่อให้แน่ใจถึงการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ต่อไปอีกอย่างมีปัญหาลดน้อยที่สุดในอนาคต

ปัญหาสำคัญของการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงไปสู่เทคโนโลยีที่ไม่คุ้นเคยในสังคมนั้น มีอยู่ 2 ประเด็นหลัก คือ ประเด็นของความปลอดภัย (Safety) และประเด็นของการยอมรับ (Acceptance) ของหมู่ชนและปัจเจกชน จะเห็นได้จากตัวอย่างในอดีตของการนำเครื่องจักรไอน้ำมา

ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งก่อให้เกิดการต่อต้านอย่างรุนแรงในอดีต หรือแม้แต่นำกล้องถ่ายรูปมาใช้งานในสมัยสั้นกว่าปีในประเทศไทยก็เกิดความกลัวต่างๆ ซึ่งเกี่ยวกับความกลัวเทคโนโลยีที่เรียกว่า Technophobia เป็นการกลัวเทคโนโลยีใหม่ๆ โดยขาดเหตุผลและความรู้ในเรื่องนั้น

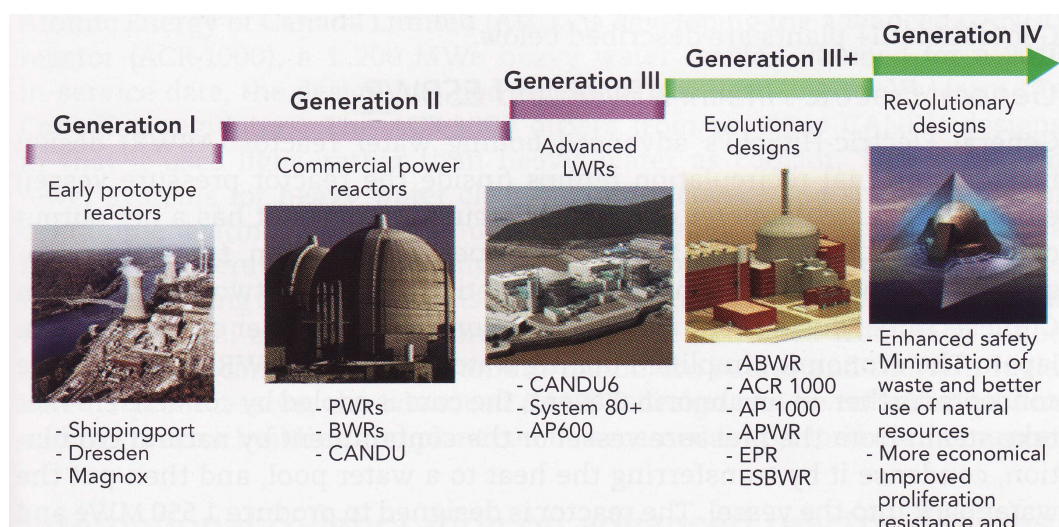
สำหรับทางด้านการนำเทคโนโลยีนิวเคลียร์มาใช้ในการพัฒนาก็เช่นกัน ประเด็นทางด้านความปลอดภัย และประเด็นการให้ข้อมูลข่าวสาร ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจเห็นประโยชน์และโทษและนำไปสู่การยอมรับทางภาคสังคมนั้น เป็นประเด็นหลักและสำคัญที่สุด ซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดในบทความนี้ต่อไป

ความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดเล็กและกลาง

เมื่อกล่าวถึงโรงไฟฟ้านิวเคลียร์นั้น ประชาชนจะตระหนักถึงความปลอดภัยเป็นอันดับต้นๆ ทั้งนี้ก็เพราะจะกระทบต่อสุขภาพ ชีวิตและทรัพย์สินของพวกเขานั้นเอง ความปลอดภัยจึงแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรก ความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ตลอดจนเทคโนโลยีของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Bhanthumnavin, & Bhanthumnavin, 2009a; IAEA, 1986) และประเภทที่สองคือ ความปลอดภัยของประชาชนจากการถูกรังสีที่แพร่กระจายมาจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ โดยประชาชนเหล่านี้อาจตั้งบ้านเรือนอยู่ในบริเวณใกล้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ หรืออยู่ห่างไกลออกไป

ความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ กับเทคโนโลยีของเตาปฏิกรณ์

ในปัจจุบันเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้พัฒนามาตามลำดับเป็นเวลามากกว่า 50 ปี โดยมีความปลอดภัยมากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 การพัฒนาเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (Nuclear Energy Agency, 2008, p. 373)

จากภาพ 2 จะเห็นว่าเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ นั้น เป็นรุ่นที่ 2 (Generation II) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเก่ามากแล้วใช้งานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 40 ปี ในขณะนั้นความปลอดภัยอันเกิดจากเทคโนโลยีสมัยนั้นยังเป็นแบบ Active safety คือ เป็นการควบคุมความปลอดภัยจากเครื่องควบคุมต่างๆ ที่ต้องใช้พนักงานกำกับดูแล ถึงแม้บางระบบจะเป็นไปโดยอัตโนมัติแต่ก็ต้องอาศัยกระแสไฟฟ้าจากภายนอกระบบมาดำเนินการ เช่น เมื่อเกิดไฟฟ้าภายนอกดับก็ต้องอาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองดีเซล (Diesel generator: DG) ทำงาน เป็นต้น ตัวอย่าง เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่ 2 ซึ่งใช้ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ ประเทศญี่ปุ่น และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ เมืองทรีไมล์ ไอแลนด์ รัฐเพนซิลเวเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ต่างก็ใช้ระบบความปลอดภัยแบบ Active safety เช่นนี้

อย่างไรก็ตาม ได้มีการพัฒนาเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์อย่างต่อเนื่องและได้นำบทเรียนในอดีตมาใช้ในการปรับปรุงเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น เช่น การปรับปรุงเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์จนทำให้โอกาสการหลอมเหลวของแกนปฏิกรณ์ที่เคยมีในระดับ 10^{-4} (หรือ โอกาสที่จะเกิดการหลอมเหลวของแกนปฏิกรณ์ มีเพียงหนึ่งในหมื่น) นั้น ขณะนี้โดยพัฒนาดีขึ้นจนเหลือในระดับ 10^{-8} (หรือ โอกาสที่จะเกิดการหลอมเหลวของแกนปฏิกรณ์ จะเกิดยากขึ้น โอกาสที่จะเกิดมีเพียงหนึ่งในร้อยล้าน) กล่าวคือ มีพัฒนาการเพิ่มดีขึ้นกว่าเดิมถึง 10^{-4} เท่า (หมื่นเท่า) เป็นต้น (รายละเอียด ดูเพิ่มเติมใน Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2011) สำหรับเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในปัจจุบันที่สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้นั้น อยู่ในรุ่นที่ 3⁺ (Generation III⁺) ตัวอย่างเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นนี้ ได้แก่ AP1000 ที่ผลิตโดยบริษัท Westinghouse ที่ได้รับรองจาก USNRC เมื่อประมาณเดือนธันวาคม 2554 นี้เอง (USNRC, 2011)

ความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่ 3⁺ (Generation III⁺) นั้นอาศัยหลัก Passive safety (ไม่ใช่หลัก Active safety แบบของเดิม) กล่าวคือ อาศัยหลักการของธรรมชาติตามกฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ เป็นต้นว่า เรื่องของอุณหภูมิหรือแรงโน้มถ่วง มาดำเนินการแทนการอาศัยระบบไฟฟ้าจากภายนอกหรือระบบสำรองมาสั่งการให้เครื่องควบคุมทำงาน ตัวอย่างเช่น ถ้าเตาปฏิกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเกินระดับความปลอดภัย จำนวนปฏิกิริยาฟิชชันจะลดลง เนื่องจากเกิด nuclear dopple effect ซึ่งจะทำให้มีการดูดจับนิวตรอนมากขึ้น และมีนิวตรอนพลังงานต่ำลดน้อยลง จึงทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันจะหยุดทำงาน การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์โดยใช้ Passive safety นี้ ไม่มีใช้ในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล (Chernobyl) ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของเตาปฏิกรณ์ของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิลสูงขึ้นก็ยิ่งเป็นการเร่งการเพิ่มปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน จึงเกิดการระเบิดอย่างรุนแรงทันที ตัวอย่างการใช้แรงโน้มถ่วงของโลกมาทำงานให้มีการเปิดไหลของน้ำสำรองเพื่อใช้ในการทำเตาปฏิกรณ์เย็นตัวลงในกรณีมีอุบัติเหตุ นั้น ได้มีใช้ในรุ่น (Generation III⁺) (Cummins, Corletti, & Schultz, 2003) ในบางระบบของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นนี้ระบบความปลอดภัยจะดำเนินการเองโดยอัตโนมัติเป็นระยะเวลา 3 วัน (Landrey, & Reyes, 2011) โดยไม่ต้องใช้พนักงานควบคุมดูแล ยิ่งในเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง (SMR) ที่กำลังพัฒนาและใกล้จะออกมาใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว ระบบรักษาความปลอดภัยจะทำงานเองโดยอัตโนมัติได้ไม่ต่ำกว่า 7 วัน (WNA, 2012) ซึ่งจะยืดระยะเวลาให้พนักงานและเจ้าหน้าที่ทั้งหลายได้มีเวลาดำเนินการตั้งตัวรับมือประณินสถานการณ์ได้ชัดเจนและเตรียมการให้เหมาะสมทันเวลา (ในกรณีของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ)

จึงต้องใช้เวลาน้อย 3 วัน จึงจะสามารถนำกระแสไฟฟ้าจากภายนอกเข้ามาใช้กับเครื่องควบคุมการทำงานของเตาปฏิกรณ์ได้ ทั้งนี้เพราะมีอุปสรรคของแผ่นดินไหว สายไฟฟ้าขาด ระบบสายส่ง (Grid) พังชำรุด เป็นต้น) ดังนั้น คำตอบที่จะใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้นกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิก็คือ การใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง (SMR) นั่นเอง (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2011).

SMR ดังกล่าวนี้นี้เป็นเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่ 3⁺ (Generation III + advanced technology) กล่าวคือ เป็นรุ่นที่ 3⁺ ผสมกับเทคโนโลยีทันสมัยมาประยุกต์ให้เกือบจะกลายเป็นรุ่นที่ 4 (Generation IV) ขณะนี้ SMR หลายระบบกำลังยื่นขอใบอนุญาต (License) กับ USNRC และคาดว่าจะบางระบบจะนำออกใช้ในเชิงพาณิชย์ประมาณปี 2016 เป็นต้น รายละเอียดของ SMR จะกล่าวต่อไปในบทความนี้

ความปลอดภัยของประชาชน

นอกจากความปลอดภัยของโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์ซึ่งขึ้นอยู่กับพัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยีอันทันสมัยแล้ว ความปลอดภัยของประชาชนอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานนิวเคลียร์ก็สำคัญยิ่งยวด เพราะอันตรายจากการได้รับรังสีเมื่อมีอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ และอันตรายเหล่านี้ อาจจะยังคงอยู่อีกเป็นระยะเวลานาน ความปลอดภัยดังกล่าวได้มีกล่าวไว้ในแหล่งต่างๆ (เช่น Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2009a, 2009b)

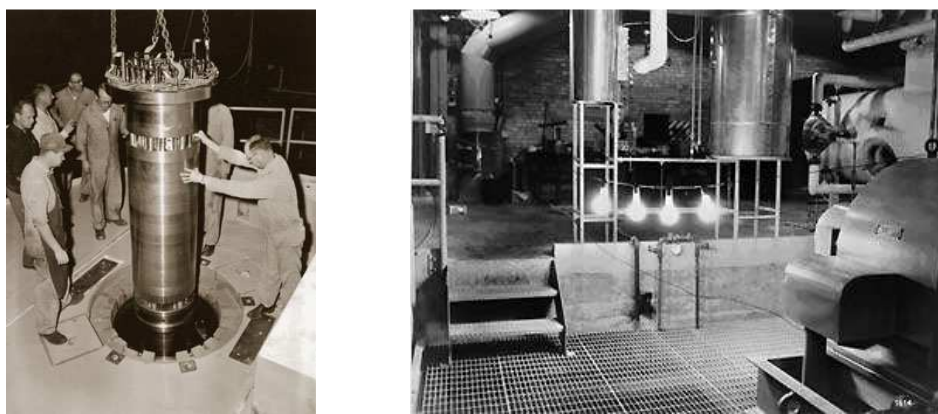
นอกจากนี้ยังได้มีการวางกฎเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ หลายรูปแบบ เช่น ระยะห่างของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จากชุมชน สถานที่ (Site) ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เกณฑ์ระดับจำนวนปริมาณของรังสีต่างๆ ที่ได้รับอันตราย ตลอดจนการขนถ่ายเชื้อเพลิงนิวเคลียร์และกากเชื้อเพลิง และการกักเก็บกากเชื้อเพลิง เป็นต้น ความปลอดภัยในบริบทต่างๆ ดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งยวด ที่จะต้องแจ้งให้ประชาชนรับทราบและทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การยอมรับของภาคประชาชนอย่างแท้จริงและหลีกเลี่ยงตัดปัญหาที่จะตามมาในภายหลังและเพื่อเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development) ต่อไปในอนาคต

ความปลอดภัยของประชาชนจะสัมฤทธิ์ผลหรือมีผลออกมาได้ ประชาชนและเจ้าหน้าที่ในโรงไฟฟ้านิวเคลียร์จำเป็นต้องมี “วัฒนธรรมความปลอดภัย” (Safety culture) มากำกับ (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2009b) การปลูกฝังวัฒนธรรมความปลอดภัย (IAEA, 2006) และทำให้คงไว้นั้น เป็นขบวนการซับซ้อนและต้องทำต่อเนื่องตลอดเป็นระยะเวลายาวนาน โดยเริ่มตั้งแต่เด็กเล็กเป็นต้นไป โดยมีการสอดแทรกวัฒนธรรมความปลอดภัยในบทเรียน หลักสูตร การอบรมต่างๆ และการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบของสื่อต่างๆ และการวางกฎเกณฑ์ ตลอดจนการมีองค์กรกำกับดูแล (Regulator) และกฎหมายในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (Laws) เป็นต้น รายละเอียดมีมากมายซึ่งจะขอละไว้ ณ ที่นี้

อย่างไรก็ตาม ตามที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้นเกี่ยวกับ SMR ที่เป็นคำตอบบางประการแก่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ นั้น จะขอกล่าวในรายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของ SMR ต่อไป

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง ในด้านความปลอดภัย

เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก/กลาง ได้มีการใช้งานมากกว่า 60 ปีแล้ว โดยเริ่มต้นจากใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ EBR-I (Experimental Breeder Reactor-I) ในปี ค.ศ. 1950 (Michal, 2001; The American Society of Mechanical Engineers, 1979) ที่ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติไอดาโฮ (Idaho National Laboratory: INL) รัฐไอดาโฮ ประเทศสหรัฐอเมริกา เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์นี้มีขนาดกำลัง 20 MWe โดยเป็นปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบ Fast Breeder ใช้โซเดียมเป็นตัวหล่อเย็น (Coolant) ได้ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานนิวเคลียร์เป็นครั้งแรกของโลก ดังในภาพ 3



ภาพ 3 ภาพของเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก EBR-1 และหลอดไฟฟ้าที่สว่างจากกระแสไฟฟ้าผลิตโดย EBR-1 และหลอดไฟฟ้าที่สว่างจากกระแสไฟฟ้าผลิตโดย EBR-1 (INL, 2012 (left); ENS, 2012 (right))

หลังจากนั้นได้มีการใช้ SMR ในด้านการทหาร เฉพาะในค่ายทหารที่ห่างไกลจากระบบสายส่งกระแสไฟฟ้า (Grid) อาทิเช่น ในสถานีเรดาร์ของสหรัฐอเมริกาทางตอนเหนือของประเทศที่เรียกว่า DEW Line (Distant Early Warning Line) ในระหว่างสงครามเย็น บริเวณขั้วโลกใต้ บริเวณห่างไกลและกันดาร เป็นต้น ต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็กผลิตกระแสไฟฟ้านิวเคลียร์ (NPP) ครั้งแรกในเชิงพาณิชย์ เมื่อ ปี ค.ศ. 1960 ที่ Shipping Port รัฐเพนซิลเวเนีย โดยมีกำลังการผลิต 60 MWe (Ingersoll, 2009) ต่อมาในทศวรรษที่ 1960 โดยมีการใช้ SMR ที่มีกำลัง 200 MW thermal ขับเคลื่อนเรือดำน้ำนิวเคลียร์ลำแรกของโลกชื่อ Nautilus ในปี ค.ศ. 1955 และหลังจากนั้นก็ใช้ขับเคลื่อนเรือบรรทุกเครื่องบินจนถึงปัจจุบันนี้

เครื่องปฏิกรณ์ SMR มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 5 ประเภท (Ingersoll, 2009) คือ

1. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สำหรับงานวิจัย (Research reactor)
2. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์สำหรับการทดสอบ เพื่อการศึกษาเทคโนโลยีใหม่และคุณสมบัติของวัสดุ (Testing reactor)
3. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ต้นแบบ (prototype or demonstration reactor)

4. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ใช้ในการขับเคลื่อน (Propulsion reactor) มีไว้ใช้ขับเคลื่อนเรือ โดยเฉพาะเรือดำน้ำ เรือบรรทุกเครื่องบิน หรือ เรือตัดน้ำแข็ง
5. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อการพาณิชย์ ซึ่งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและหรือผลิตความร้อน (Processed heat) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

จากบรรดาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ SMR 5 ประเภทนี้ในบทความนี้จะกล่าวถึงประเภทที่ 5 เท่านั้น ทั้งนี้ IAEA ได้เริ่มต้นขึ้นการพัฒนา SMR ขึ้นในปี ค.ศ. 1985 (IAEA, 1985) ภาพของ SMR ในเรื่องราคาลงทุนถูก สถานที่ตั้งของ SMR ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ สามารถใช้กับระบบสายส่งไฟฟ้าขนาดเล็ก (Small grid) การเตรียมองค์บุคคลากร(Human Resource Development: HRD) ที่จะมาดำเนินการเป็นจำนวนน้อย ตลอดจนมีความปลอดภัยสูง จึงเหมาะกับประเทศที่กำลังพัฒนาที่กำลังเงินสำหรับการลงทุนน้อย IAEA จึงสนับสนุนการใช้เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ SMR ให้แก่ประเทศที่กำลังพัฒนาเหล่านั้น นอกจากนี้ยังได้ให้นิยามของ SMR (IAEA , 1997; 2005) ไว้ดังนี้คือ

1. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็ก (Small nuclear reactor) เป็นเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่เกิน 300 MWe
2. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ขนาดกลาง (Medium nuclear reactor) เป็นเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ระหว่าง 301 – 700 MWe
3. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่มีขนาดตั้งแต่ 1000 MWe ขึ้นไป ถูกจัดไว้เป็นเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดใหญ่ (Large reactor; LR) ซึ่งในปัจจุบันเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ Generation II, III, III⁺ (Advanced nuclear reactors) (NEA, 2008, p.373)

เนื่องจากบทความนี้จะเน้นถึงความปลอดภัยของ SMR ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงเทคโนโลยีของเครื่อง SMR ที่ใช้ระบบการผลิตความร้อนในรูปแบบพร้อมกับความปลอดภัยของเทคโนโลยีนั้นโดยสังเขป เทคโนโลยีที่ใช้กับ SMR นั้น จะกล่าวตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นที่เป็นชนิดตัวต้นแบบ และที่กำลังวิจัยพัฒนาอยู่ กล่าวคือ

1. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ความดันสูงที่ใช้น้ำเป็นตัวหล่อเย็นและเป็นมอดูเลเตอร์ (Modulator) ที่เรียกว่า Pressurized Water Reactor (PWR) เครื่องปฏิกรณ์ชนิด PWR นี้ ได้มีใช้ในระยะเริ่มแรกมานานแล้ว และยังใช้มาตลอดจนถึงปัจจุบัน กล่าวคือ ใช้เป็นทั้งเครื่องปฏิกรณ์ชนิด LR ในเชิงพาณิชย์ และใช้เป็นเครื่องปฏิกรณ์ขนาดเล็กในการขับเคลื่อนในเรือดำน้ำ เรือบรรทุกเครื่องบินมานานกว่า 50 ปีแล้ว PWR มีประวัติการใช้งานและสถิติเยี่ยมในเรื่องความปลอดภัย ง่ายในการควบคุมการทำงาน และการบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก (ทำงานที่อุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 315°C และที่ความกดดันบรรยากาศประมาณ 160 เท่าของบรรยากาศปกติ) แต่มีประสิทธิภาพประมาณ 30% ใช้เชื้อเพลิงแรงแปรเปลี่ยนเสริมสมรรถนะ ความเข้มข้น 5% ถึง 7%

2. เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์อุณหภูมิสูง High Temperature Reactor (HTR) ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูงกว่าแบบ PWR กล่าวคือ อุณหภูมิของการทำงานอยู่ประมาณ 900-1000°C ไป ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้นประมาณ 50% โดยใช้ก๊าซเป็นตัวหล่อเย็น (Coolant) เช่น ก๊าซฮีเลียม (He) และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นต้น ซึ่งแบบนี้เรียกว่า High Temperature Gas Cool Reactor (HTGR) ตัวอย่างของ HTGR ได้แก่ เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ Pebble Bed Modular

Reactor (PBMR) ใช้เชื้อเพลิงยูเรเนียมออกไซด์ (Uranium oxy carbide) เป็นเมลต์กลม ขนาดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ที่มีความเข้มข้นของ U-235 ที่ 20% และเมลต์เชื้อเพลิงนี้ถูกห่อหุ้ม ด้วยชั้นของคาร์บอนและซิลิคอนคาร์ไบด์ (C-S Carbide) โดยมีความทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า 1800°C ซึ่งสูงกว่าจุดหลอมเหลวของยูเรเนียมด้วย ในกรณีที่ระบบหล่อเย็นของเตาปฏิกรณ์ล้มเหลว (Lack of Cooling Accident; LOLA) เมลต์เชื้อเพลิงแบบนี้จะไม่มีการหลอมละลาย ทำให้มีความปลอดภัยสูง ระบบ PBMR นี้เป็นเทคโนโลยีของประเทศเยอรมัน ซึ่งเป็นผู้คิดค้น แต่น่าเสียดายที่ประเทศเยอรมัน ระวังการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ดังนั้นจึงมีประเทศอื่นๆ อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี นำไปใช้สร้างทดลองเป็นต้นแบบ คาดว่าอีกไม่เกิน 5 ปี คงจะนำออกใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ ระบบ HTR นั้นยังมีการใช้ Coolant และ moderator แบบอื่นๆ อีก ซึ่งจะขอละไว้ในที่นี้

3. ระบบเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบนิวตรอนความเร็วสูง (Fast Neutron Reactors หรือ ที่เรียกว่า Fast Breeder Reactor: FBR) เครื่องปฏิกรณ์แบบ FBR นี้ไม่ใช่ของใหม่ในวงการนิวเคลียร์ ฟิสิกส์ เพราะได้มีการสร้างและใช้งานทดลองต้นแบบมาใช้ ทศวรรษ 1950 - 1960 มาแล้วที่ Idaho National Laboratory (INL) โดยเตาปฏิกรณ์นั้นเรียกว่า EBR-I และ EBR-II (Science Council for Global Initiative, 2012)

ต่อมา EBR-II เป็นเครื่องต้นแบบที่ทำให้มีการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ แบบ FBR ใช้ โลหะเหลวโซเดียม (Sodium liquid metal) เป็นตัวหล่อเย็น มีระบบความปลอดภัยสูงคือ เป็นระบบ ปิดการทำงานโดยตัวมันเองเมื่อเครื่องปฏิกรณ์มีอุณหภูมิสูงกว่ากำหนด โดยมีระบบที่ชลอหรือหยุด การทำงานของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์เมื่อมีอุณหภูมิสูงมาก (Negative temperature coefficient of reactivity) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของโซเดียม (Na) หรือ NaK โลหะผสมโซเดียม - โพแทสเซียม ระบบนี้ รวมอยู่ในระบบ Passive safety ที่ควบคุมการทำงานของเตาปฏิกรณ์ โดยไม่ต้องใช้ระบบควบคุมโดย ใช้ไฟฟ้าหรือใช้พนักงานควบคุม ดังนั้นจึงมีความปลอดภัยสูง

ตัวอย่างของ SMR (ตาราง 1) ที่อาจจะสามารถออกนำมาใช้ในอนาคตอันใกล้นี้โดยใช้ เทคโนโลยีต่างๆ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และเป็นรูปแบบหลายๆ ยูนิตมารวมกันได้ (Modular unit) ซึ่งกำลังอยู่ในขั้นการพัฒนา การทดสอบ และขอใบอนุญาตใช้ในเชิงพาณิชย์ พอสรุปได้ โดยสังเขป (WNA, 2010)

ตาราง 1 ตัวอย่าง SMR ที่อยู่ในขั้นตอนการขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์ (WNA, 2010)

เทคโนโลยี	เตาปฏิกรณ์	กำลัง MWe	สถานภาพ
1. Pressurized water reactors (PWR)	1. Westinghouse	225 MWe	ทดสอบแล้ว กำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC
	2. IRIS (Westinghouse)	335 MWe	ทดสอบแล้ว กำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC
	3. mPower	125 MWe	ทดสอบแล้ว กำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC และทำสัญญากับ Tennessee Valley Authority (TVA) สร้างโรงงานต้นแบบขนาด (6X125)=750 MWe ที่ Clinch river Tennessee

ตาราง 1 (ต่อ)

เทคโนโลยี	เตาปฏิกรณ์	กำลัง MWe	สถานภาพ
	4. NuScale	45 MWe	กำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC จะออกใช้งาน ค.ศ. 2015
2. High Temperative Reactor (HTR/HTGR)	Pebble Bed Modular Reactor (PBMR)	165MWe	กำลังทดสอบและกำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC โดยสหรัฐอเมริกา จีน รัสเซีย อัฟริกาใต้ กำลังพัฒนาระบบนี้อยู่
3. Fast Neutron Reactor/ Fast Breeder Reactor (FBR)	1. Hyperion Power	25MWe	กำลังพัฒนา
	2. 4s Toshiba	10MWe 50Mwe	ทดสอบแล้ว และกำลังขอใบอนุญาตเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์จาก USNRC คาดว่าจะออกใช้ในเชิงพาณิชย์ ปี ค.ศ. 2014
	3. Traveling wave (Terra Power)	100-1000MWe	ออกแบบและทดลองโดย Microsoft (Bill Gate) และ Toshiba ใช้กากเชื้อเพลิงยูเรเนียมที่ใช้แล้วจะถูกนำมาเป็นเชื้อเพลิง โดยเปลี่ยน U-238→P-239 อายุการใช้งาน >30 ปี ไม่ต้องเติมเชื้อเพลิง คาดว่าตัวต้นแบบจะออกมาในปี ค.ศ. 2016 และใช้ในเชิงพาณิชย์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020

เนื่องจาก SMR ได้มีประวัติในการพัฒนายาวนานกว่า 50 ปี โดยใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาตียิ่งขึ้นตามลำดับ จึงทำให้เกิดรูปแบบเตาปฏิกรณ์เชิงพาณิชย์มากมายที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา รัสเซีย ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น จีน เกาหลี ฯลฯ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในปัจจุบันและอนาคตตามที่แสดงไว้ในภาพ 2 นั้น ได้เน้นถึงด้านความปลอดภัย และด้านการลงทุนต่ำ โดยใช้หลักการการผลิตจำนวนมาก (Economy of mass production) และสามารถปรับปรุงได้ตลอดเวลา (N^{th} of a kind : NOFK) แทนที่จะเป็นแบบเศรษฐศาสตร์ตามขนาด (Economy of scale: EoS) ซึ่งเป็นแบบ First of a Kind (FOAK) นอกจากนี้ SMR มีขนาดเล็กและเป็นแบบผสมระบบต่างๆ ให้รวมเป็นยูนิตเดียว (Integral unit) และเป็นแบบโมดูล (Modular unit) สามารถต่อเชื่อมจากหน่วยย่อยๆ มารวมเป็นหน่วยใหม่ให้สามารถจ่ายกำลังได้มากพอกับแบบ LR นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งพอสรุปรวบรวมจากลักษณะความปลอดภัยของหลายๆ ระบบของ SMR ได้ดังนี้

ประการแรก SMR จัดอยู่ในการพัฒนาเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ระยะที่ 3⁺ และ 4 (Generation III⁺, IV) ที่มีการพัฒนาระบบความปลอดภัยให้รัดกุมและมีประสิทธิภาพมากกว่ารุ่นเดิม

ประการที่สอง SMR มีขนาดเล็กและรวมเป็นหน่วยเดียว ดังนั้นมีการใช้เชื้อเพลิงน้อยลงต่อหน่วย ทำให้เกิดกากเชื้อเพลิงน้อยลงด้วย จึงมีความปลอดภัยมากกว่าระบบ LR เนื่องจากเป็นการรวบรวมระบบต่างๆ ของ LR ในลักษณะของการรวมระบบต่างๆ ของเตาปฏิกรณ์แบบ integral unit ทำให้ท่อน้ำสำหรับการหล่อเย็นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงหรือไม่ต้องมีเลย เพราะอยู่ในหน่วยเดียวกัน บางรูปแบบของ SMR ไม่ต้องการเครื่องปั๊มน้ำหรือไม่ต้องการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเลย

เพราะใช้การหมุนเวียนของตัวหล่อเย็นแบบธรรมชาติ (Natural circulation/convection) ดังนั้นเมื่อเกิดแผ่นดินไหว จึงมีโอกาสน้อยของการที่ท่อของระบบต่างๆและท่อตัวหล่อเย็นแตก ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะเกิดการลอมเหลวของแกนเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (LOCA) ดังนั้น SMR จึงมีความปลอดภัยจากแผ่นดินไหวมากกว่า LR

ประการที่สาม เนื่องจาก SMR มีขนาดเล็กดังนั้นความร้อนที่ได้ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชันจึงน้อยลงด้วย การควบคุมความร้อนจะง่ายไม่ซับซ้อน เมื่อเกิดการขาดน้ำหรือตัวหล่อเย็น ที่เรียกว่า Loss of Coolant Accident (LOCA) จะทำให้มีพลังงานความร้อนจำนวนไม่มาก หลังจากปิดเครื่องแล้ว ซึ่งสามารถจัดการถ่ายเทออกไปได้ดีกว่าระบบ LR

ประการที่สี่ มีระบบความปลอดภัย แบบ Passive safety ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้นของบทความนี้ว่าดีกว่าระบบ Active safety ของ NPP รุ่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะต้องพึ่งพาเครื่องมือควบคุมที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกหรือกรณีฉุกเฉินต้องอาศัยไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลสำรอง (Diesel generator: DG) รวมทั้งต้องอาศัยพนักงานควบคุมกำกับดูแลด้วย แต่ระบบ Passive safety ของ SMR นั้น บางระบบความปลอดภัยทำงานเองโดยอัตโนมัติได้นาน 7 วัน (เช่น Westinghouse SMR) (WNA, 2012) โดยใช้กฎธรรมชาติทางฟิสิกส์ เช่น แรงโน้มถ่วงโลก กฎของความดัน เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้หน่วยกักกักภายนอกมีเวลาพอที่จะเข้ามาจัดการ

ประการที่ห้า ระบบความปลอดภัยของ SMR นั้น หรือ ระบบ LR รุ่นใหม่ๆ แบบ Generation III⁺ จะใช้ตัวหล่อเย็นที่มีคุณสมบัติที่สัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิเชิงลบมาควบคุมการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ (Negative temperature coefficient of reaction) (Larmarsh & Baratta, 2001) กล่าวคือ เมื่อมีการสูญเสียการหล่อเย็นของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขึ้น (LOCA) อุณหภูมิของเตาปฏิกรณ์จะสูงขึ้น แต่คุณสมบัติของตัวหล่อเย็นจะทำให้นิวตรอนในเตาปฏิกรณ์มีความเร็วสูงมากขึ้น ทำให้ปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบ ฟิชชันลดลงในเวลาต่อมา ซึ่งระบบแบบนี้ใช้กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ PWR BWR และอื่นๆ สำหรับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ FBR นั้น มีตัวหล่อเย็นและนำความร้อนส่งไปต้มน้ำที่ใช้โซเดียม (Na) หรือ สารผสมโซเดียม – โพแทสเซียม (NaK) หรือตะกั่ว (Lead) หรือตะกั่วผสมบิสมัท (Pb – Bi) ซึ่งมีคุณสมบัติที่เมื่อมีอุณหภูมิสูงมากๆ จะทำให้นิวตรอนที่ผ่านเป็นนิวตรอนแบบช้า (Slow neutron หรือที่เรียกว่า Thermal neutron) จึงไม่สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ในเตาปฏิกรณ์แบบ FBR ได้ จึงทำให้ไม่เกิดอุบัติเหตุทำให้แกนเตาปฏิกรณ์ลอมละลายแบบ LOCA

ประการที่หก เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบ SMR นั้นส่วนใหญ่ถูกออกแบบให้ฝังใต้ดิน ดังนั้นเมื่อเกิดอุบัติเหตุ การแพร่กระจายรังสีจะถูกจำกัด และเนื่องจากเป็นเตาปฏิกรณ์ขนาดเล็กการแพร่กระจายของปริมาณสารกัมมันตรังสีก็น้อยด้วย การแก้ปัญหาด้วยการกลบฝัง (Entombment) โดยใช้ซีเมนต์เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีก็จะทำได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นเป้าที่เล็ก (Target) จึงยากลำบากต่อการก่อการร้าย โดยเฉพาะเป็นการยากที่จะโจมตีด้วยการใช้เครื่องบินโดยสารขนาดใหญ่พุ่งเข้าชน เพราะเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ถูกฝังอยู่ใต้พื้นดิน แต่ก็ต้องระวังเรื่องน้ำท่วมแทน

ประการที่เจ็ด การแพร่กระจายโดยการโจรกรรมเชื้อเพลิงนิวเคลียร์หรือกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ (Proliferation) จากผู้ก่อการร้ายกระทำได้ยาก เพราะกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์นั้นถูกเก็บไว้ในระบบ คือ อยู่ในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์นั่นเอง โดยบางระบบของ SMR ไม่มีการหยุดพักเติมและถ่ายเชื้อเพลิง (Refueling process) แต่ประการใด เมื่อใช้เชื้อเพลิงหมดแล้ว ก็จะถูกเก็บอยู่ในรูปกล่องที่ปิดมิดชิด (Cartridge) นำส่งกลับไปยังโรงงานผู้ผลิตโดยไม่ให้รังสีรั่วไหลออกมาภายนอกระหว่างการขนส่งแต่ประการใด

ประการที่แปด นอกจากนั้นแล้ว SMR ที่เป็นแบบ FBR ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่ได้จากกากเชื้อเพลิง (Nuclear waste) ของ NPP ในปัจจุบันเป็นเชื้อเพลิงสำหรับปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ใช้นิวตรอนความเร็วสูง (Fast neutron) ที่สามารถนำกากเชื้อเพลิงที่เกิดจากเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้อีก จึงเป็นการกำจัดปริมาณกากเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ให้ลดน้อยลงและเปลี่ยนกัมมันตภาพที่มีครึ่งชีวิตประมาณ 100,000 ปี ให้เป็นกัมมันตภาพอื่นที่มีครึ่งชีวิตลดลงเหลือเพียงประมาณ 20,000 ปีหรือน้อยกว่านั้นอีกด้วย สรุปแล้วคือ ลดทั้งปริมาณกากเชื้อเพลิงแบบมีการแผ่กัมมันตภาพรังสีอย่างแรง (High level waste: HWL) และลดอายุของการแผ่รังสีลง ทำให้เกิดความปลอดภัยในระยะยาวอีกด้วย

ตามที่ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความปลอดภัยของ SMR มาแล้วนั้น เพื่อให้เข้าใจได้มากขึ้น จึงขอเสนอข้อสรุปของสมาคมนิวเคลียร์ของสหรัฐอเมริกา (American Nuclear Society: ANS) โดยได้พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดใหญ่ (LR) กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ขนาดเล็กและกลาง (SMR) ในด้านระบบความปลอดภัย (Safety system) และระบบสนับสนุน (Supporting system) (WNA, 2012) ไว้ดังนี้ (ตาราง 2 และ 3)

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความปลอดภัยของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ LR และ SMR ที่กำลังพัฒนาหรือออกแบบ (WNA, 2012)

ระบบความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ LR ในปัจจุบัน	ระบบความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ SMR ในปัจจุบัน
1. มีปั๊มความดันสูงและต่ำ เพื่อส่งน้ำหรือสารหล่อเย็นเข้าสู่ระบบซึ่งเป็นระบบ Active safety	1. ในบางแบบของ SMR ไม่มีระบบดังกล่าว การหล่อเย็นของเตาปฏิกรณ์ใช้ระบบ Passive safety
2. การทำงานของระบบปั๊มฉุกเฉินเพื่อให้เกิดแรงดูด (Net positive suction head; NPSH) ต้องการปั๊มตัวอื่นทำงานช่วย	2. ไม่จำเป็นต้องมีปั๊มดังกล่าว
3. ต้องการมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินสำรอง (Diesel Generator: DG) ไว้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่องควบคุมต่างๆ ทำงานเพื่อการหล่อเย็น	3. ระบบ Passive safety ไม่ต้องการระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินดังกล่าว (DG) เพื่อการหล่อเย็นแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในกรณีฉุกเฉิน ความร้อนจากแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์และถูกถ่ายออกผ่านตัวเตาปฏิกรณ์ (Reactor Vessel: RV) สู่ภายนอก โดยไม่มีอันตราย

ตาราง 2 (ต่อ)

ระบบความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ LR ในปัจจุบัน	ระบบความปลอดภัยของเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ SMR ในปัจจุบัน
4. ต้องมีระบบกักเก็บความร้อนแบบ Active containment	4. ไม่ต้องการ เพราะระบบ Passive safety มีการนำความร้อนออกจากตัวเตาปฏิกรณ์ (RV) อยู่แล้ว
5. มีระบบฟ้นละอองน้ำ เพื่อหล่อลตอุณหภูมิของไอน้ำในกรณีฉุกเฉิน	5. ไม่จำเป็นต้องมีระบบดังกล่าวในการลดความดันของไอน้ำและจำกัดกัมมันตภาพรังสีไอโอดีนจากตัวครอบคลุม (Containment)
6. มีระบบการหล่อเย็นฉุกเฉินของแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (ECCS) ต้องใช้แผงวงจรไฟฟ้าควบคุมมีความสลับซับซ้อนและใช้พนักงานดำเนินการควบคุมกันไป (Human interface)	6. มีระบบทำงาน ECCS แบบง่าย/หรือใช้ระบบ Passive safety แทบไม่สลับซับซ้อนและไม่ต้องใช้พนักงานควบคุม ซึ่งไม่ต้องเสี่ยงกับ Human error แต่ประการใด
7. จำเป็นต้องมีระบบป้อนน้ำจากภายนอก ระบบควบแน่น (Condenser system) เพื่อกักเก็บน้ำที่ควบแน่นจากไอน้ำและต้องมีระบบจ่ายน้ำหล่อเย็นสำรองในกรณีฉุกเฉิน	7. มีขีดความสามารถหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับออกแบบของ SMR โดยมีขีดความสามารถนำความร้อนออกจากแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์โดยไม่ต้องใช้ระบบป้อนน้ำฉุกเฉินดังกล่าวเหมือน LR

ตาราง 3 การเปรียบเทียบระบบสนับสนุน (Support system) ของ LR กับ SMR (WNA, 2012)

ระบบสนับสนุนที่ใช้กับเตาปฏิกรณ์แบบ LR	ระบบสนับสนุนที่ใช้กับเตาปฏิกรณ์แบบ SMR
1. ต้องมีระบบกันรั่วซึม (Seal) ของปั๊มต่างๆ การรั่วซึมเป็นปัญหาสำคัญ บำรุงรักษาเป็นงานใช้เวลามากและค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องหยุดเตาปฏิกรณ์ เพื่อซ่อมบำรุง	1. SMR เป็นระบบแบบรวมเป็นหน่วยเดียวกัน (Integral) ตัดปัญหาการรั่วซึมโดยไม่ต้องใช้ตัวกันรั่วซึม (Seal)
2. จำเป็นต้องมีระบบเชื่อมต่อกับภายนอก (แม่น้ำ, ทะเล) เพื่อระบายความร้อน ระบบเหล่านี้เป็นระบบแบบ Active safety ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ขัดข้องต่างๆ กระแสไฟฟ้าดับ, อากาศแปรปรวน แผ่นดินไหว สึนามิ ฯลฯ	2. SMR ใช้ระบบแบบ Passive safety ระบบความร้อนโดยใช้การนำความร้อน (Conduction) และการหมุนเวียนเป็นระบบตามธรรมชาติ ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (แม่น้ำ, ทะเล ฯลฯ)

ตาราง 3 (ต่อ)

ระบบสนับสนุนที่ใช้กับเตาปฏิกรณ์ แบบ LR	ระบบสนับสนุนที่ใช้กับเตาปฏิกรณ์ แบบ SMR
3. ต้องมีระบบปิดของน้ำหล่อเย็น (Closed cooling water system) ที่ใช้กับระบบถ่ายเทความร้อนจากแกนเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์และระบบอื่นๆ	3. ไม่มีระบบดังกล่าวจึงทำให้มีความปลอดภัยสูง แต่การเกิดแตกรั่วซึมและขาดน้ำมาหล่อเย็น
4. การทำความร้อน การถ่ายเทอากาศ และระบบเครื่องปรับอากาศ (HVAC) ต้องการระบบอื่นๆ โดยใช้กระแสไฟฟ้ามาสนับสนุนเพื่อการทำงานของระบบความปลอดภัย หากเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จะทำให้เกิด LOCA นำไปสู่การหลอมละลายของแท่งเชื้อเพลิง	4. SMR มีการใช้ระบบ HVAC น้อยที่สุดหรือไม่เลยในเตาปฏิกรณ์บางชนิด และไม่มีการใช้น้ำหล่อเย็นแบบระบบปิด (Closed water cooling system) แต่อย่างใด

จากตารางการเปรียบเทียบในตาราง 2 และ 3 ที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า SMR ได้ถูกออกแบบโดยใช้ระบบ Passive safety เพื่อการหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ของ LR ที่เกิดขึ้นในอดีต และสามารถครอบคลุมกรณีอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิอยู่แล้ว หรือมีแนวโน้มจะเกิดออกไปได้มาก ทั้งนี้โดยใช้ระบบ Passive safety ที่หลีกเลี่ยงการทำงานของระบบควบคุม (Control system) ของ LR ที่ต้องพึ่งกระแสไฟฟ้าและพนักงานมาดำเนินการ (Human interface) เกี่ยวกับด้านความปลอดภัย ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสี่ยงสูง หากกระแสไฟฟ้าดับ หรือเกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดของมนุษย์ดังเช่นกรณีของอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Three Mile Island (TMI) ในปี ค.ศ.1979 และที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ Chernobyl ในปี ค.ศ. 1986 เป็นต้น

กรณีอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะไดอิจิ ที่ใช้เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นเก่า (Generator II) มานานกว่า 40 ปี จะไม่เกิดอุบัติเหตุ ถ้าใช้ SMR ซึ่งถูกออกแบบพัฒนาเป็นรุ่น Generation III⁺ หรือ Generation IV เพราะ SMR มีขนาดเล็ก สามารถติดตั้งตัวป้องกันแผ่นดินไหว (Earthquake suppressor) ได้โดยตรงที่ตัวเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และไม่จำเป็นต้องพึ่งกระแสไฟฟ้าสำรองจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล (DG) แต่ประการใด ถึงแม้ว่าจะท่วมเตาปฏิกรณ์ก็ไม่มีผลอะไรในการแพร่กระจายกัมมันตรังสี เพราะตัวเตาปฏิกรณ์ได้หยุดทำงานแล้ว และปริมาณความร้อนที่หลงเหลืออยู่มีจำนวนน้อยกว่าและจะถูกถ่ายเทโดยระบบตามธรรมชาติ (Passive safety) ไปแล้ว

ดังนั้น ความหวาดกลัวจากอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบ รุ่นที่ 3⁺ (Generation III⁺) หรือรุ่นที่ 4 (Generation IV) คงอาจจะเป็นเรื่องของความหวาดระแวงกลัวโดยไม่เข้าใจถึงมาตรการความปลอดภัยของระบบ SMR มากกว่า หรืออาจจะเป็นความหวาดกลัวเทคโนโลยีนิวเคลียร์โดยปราศจากเหตุผล (Nuclear energy technophobia) การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ใช้กับเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์รุ่นที่ 3⁺ และรุ่นที่ 4 ที่มีการพัฒนาระบบความปลอดภัยอยู่ตลอดเวลา จะทำให้ SMR ปลอดภัยมากที่สุด และสามารถนำมาใช้ในทุก

สภาพภูมิศาสตร์โดยเฉพาะไม่จำเป็นต้องตั้งอยู่ใกล้แหล่งน้ำแต่ประการใด สามารถติดตั้งใช้ได้ ในทะเลทราย ในสภาพหิมะตกมาก บริเวณใกล้ขั้วโลก หรือสามารถใช้ได้ในเรือใหญ่ที่ทำหน้าที่เป็น สถานีผลิตกระแสไฟฟ้าให้แก่เกาะแก่งทั้งหลาย ที่ไม่จำเป็นต้องมีระบบสายส่ง (Grid) จากแผ่นดินใหญ่ แต่ประการใด เป็นต้น

ความปลอดภัยอีกด้านหนึ่งได้แก่ ความปลอดภัยของการใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (NPP) ต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยด้านนี้จำเป็นต้องมีการสื่อสารให้ความรู้แก่ประชาชน (Public nuclear information: PI) ผ่านสื่อต่างๆ ในรูปแบบที่เหมาะสมแก่สภาพและสถานการณ์ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจของประชาชนและในที่สุดเกิดการยอมรับของภาคประชาชน (Public Acceptance; PA)

การยอมรับของภาคประชาชน (Public acceptance)

การยอมรับของภาคประชาชนนั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเกิดผลสำเร็จของโครงการที่จะจัดทำ การสร้างการยอมรับนี้เป็นสิ่งที่จะต้องเริ่มกระทำก่อนการลงมือดำเนินการของโครงการนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการจัดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (IAEA, 2007) และนอกจากนั้น ระหว่างการดำเนินโครงการและเสร็จสิ้นการก่อสร้างแล้ว ก็ต้องมีการพัฒนาการยอมรับของภาคประชาชนต่อโครงการนั้นๆ ต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงขั้นตอนการรื้อถอน (Decommission) ของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ สรุปแล้วคือ การยอมรับของภาคประชาชนนั้นสำคัญยิ่งและต้องทำอยู่ตลอดเวลา โดยอาศัยขบวนการให้ความรู้ (Public information: PI) การมีส่วนร่วมรับรู้ (Public right to know) และการมีส่วนร่วมในการดำเนินการ (Public participation) ในทุกขั้นตอน ตลอดจนการมีส่วนร่วมให้การยอมรับ/ไม่ยอมรับ (Public right to accept/ not to accept) ทั้งนี้ก็เพราะในปัจจุบันนี้ มีปัจจัยเกื้อหนุนที่ต้องระวังและพิจารณาให้รอบคอบคือ สังคมในปัจจุบันเป็น “สังคมที่ยอมรับการมีหรือการแสวงความหลากหลายทางความคิด” (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012) ที่เรียกโดยทั่วไปว่า “สังคมประชาธิปไตย” ที่ต้องใช้เหตุผลทางวิชาการมาประกอบการตัดสินใจและเป็นการยอมรับจากเสียงส่วนมากโดยการใช้เหตุผล

อย่างไรก็ตามด้วยความเคยชินที่ติดมาในการตัดสินใจกระทำอะไรของผู้มีอำนาจรับผิดชอบดำเนินการมักจะล้มตราบทกในข้อความจริงของสังคมประชาธิปไตยที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้มีอำนาจจึงมักตัดสินใจและดำเนินการตามขบวนการที่เรียกว่า “DADA” คือ “ตัดสินใจ→ประกาศ→ปกป้องการกระทำนั้น→ยกเลิกโครงการ” (Decide→Announce→Defense→Abundance) ดังตัวอย่างโครงการพลังงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอดีตที่เราได้พบมาแล้ว ที่เกิดขึ้นเช่นนี้ก็เพราะ ผู้มีอำนาจตัดสินใจเหล่านั้นขาดข้อมูลต่างๆ และให้ความสำคัญของภาคประชาชน (Socio-social politics) น้อยเกินไป จึงทำให้เกิดมีการต่อต้าน คัดค้าน และพัฒนาจนกลายเป็นการเผชิญหน้า ซึ่งก่อให้เกิดความแตกแยกอย่างรุนแรง และทำให้ต้องระงับโครงการเหล่านั้นไปในที่สุด

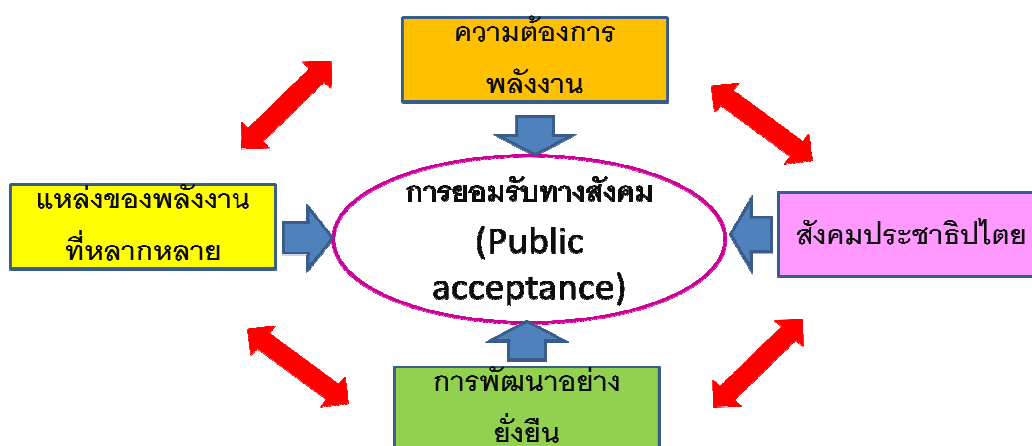
ปัจจัยที่นำไปสู่ประเด็นการยอมรับทางสังคม

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความอยู่ดีมีสุขของมนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยี และเทคโนโลยีเหล่านี้จะการใช้การได้ก็ต้องอาศัยแหล่งพลังงาน ซึ่งในปัจจุบันแหล่งพลังงานต่างๆ กำลังจะ

หมดไป รวมทั้งพลังงานจากฟอสซิล (เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ) นอกจากนั้นการใช้พลังงานดังกล่าวยังก่อให้เกิดสภาวะที่ทำลายโลกอีกด้วย อาทิเช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจก การทำลายสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการแสวงหาแหล่งพลังงานใหม่ และพัฒนาพลังงานเหล่านั้นมาใช้ให้มนุษย์มีความอยู่ดีมีสุขนั้น ย่อมมีทั้งกลุ่มคนที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับการใช้พลังงานนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานนิวเคลียร์ ในภาพ 4 ได้แสดงถึงปัจจัย 4 ประการ ที่อาจนำไปสู่ประเด็นเกี่ยวกับ “การยอมรับทางสังคม” (Public acceptance) ของทุกประเทศ ได้แก่

ประการแรก ความต้องการพลังงาน (Needs for energy source) การพัฒนาของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดอารยธรรม (Civilization) จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงาน ในชีวิตประจำวันของเราทุกคนต้องอาศัยพลังงานมาช่วยทุนแรง เช่น จักรยานที่ใช้ปั๊มไปซื้อของแทนที่พวกเราจะเดินไปซื้อของ จักรยานจะเคลื่อนที่ไม่ได้ ถ้าไม่มีน้ำมันซื้อเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง หรือ โทรศัพท์มือถือ จะกลายเป็นก้อนหินก้อนหนึ่ง ถ้าไม่ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานสะอาด แต่ผลิตมาจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล (น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ) ที่ทำลายสภาวะแวดล้อมของโลก เป็นต้น และความต้องการพลังงานนี้ยิ่งทวีคูณมากยิ่งขึ้นเพราะประชากรของโลกได้เพิ่มมากขึ้น

ประการที่สอง แหล่งของพลังงานที่หลากหลาย (Variety of energy resources) แหล่งพลังงานที่มนุษย์ทั่วโลกพึ่งพาอยู่นั้น ล้วนแต่เป็นแหล่งพลังงานจากธรรมชาติทั้งสิ้น ซึ่งค้นพบแหล่งพลังงาน และศักยภาพในการนำพลังงานเหล่านี้มาใช้ในชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้น ขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละยุคสมัย ในสมัยดึกดำบรรพ์ที่มนุษย์ยังไม่มีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไฟ และความร้อนคือแหล่งพลังงานที่มนุษย์ใช้พึ่งพามากที่สุด ตั้งแต่การไล่ศัตรู และสัตว์ร้าย ใช้สร้างศาสตราวุธ ให้ความสว่าง ตลอดจนใช้ในกระบวนการทำอาหารต่างๆ ไฟทำให้อารยธรรมของมนุษย์พัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น การที่จำทำให้ไฟและความร้อนมีอยู่ตลอดไป มนุษย์ยุคนั้นจึงตัดต้นไม้มาเป็นเชื้อเพลิง เมื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้ามากขึ้น แต่ความต้องการไฟและความร้อนก็ยังคงมีอยู่และมีมากยิ่งขึ้นเรื่อยๆ เพราะ



ภาพ 4 ปัจจัยที่นำไปสู่ประเด็น การยอมรับทางสังคม (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012)

ประชากรโลกได้เพิ่มขึ้น (Takabut, 2008) มนุษย์ได้ค้นพบแหล่งพลังงานในรูปของเชื้อเพลิงในธรรมชาติที่สามารถผลิตไฟและความร้อนได้ นั่นคือ ถ่านหิน ต่อมาคือ น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ที่รวมเรียกว่า เชื้อเพลิงฟอสซิล ที่มนุษย์ยุคปัจจุบันกำลังพึ่งพาอาศัยเชื้อเพลิงเหล่านี้ผลิตพลังงานประจำวันชีวิตของมนุษย์ทุกคนต้องสัมผัสกับเชื้อเพลิงเหล่านี้ทุกวัน เช่น ทำกับข้าวก็ต้องใช้ก๊าซหุงต้ม ชี้อรรถยานยนต์หรือรถยนต์ก็ต้องใช้น้ำมัน เป็นต้น

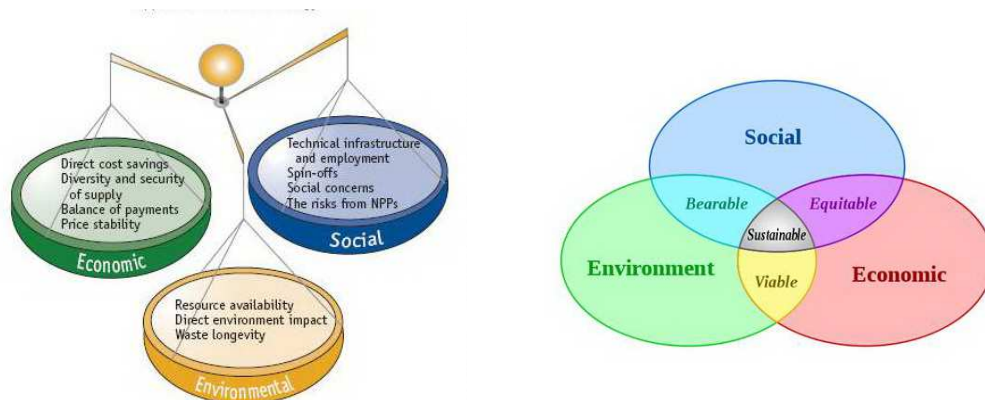
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าในการแปรรูปพลังงานจากแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลเหล่านี้ รวมทั้งพลังงานจากน้ำให้เป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด เป็นพลังงานสามารถขนถ่ายไปในที่ไกลๆ ได้ เป็นพลังงานที่สามารถกักเก็บได้ (เช่น ในรูปของแบตเตอรี่) และเป็นพลังงานที่สามารถแปรรูปกลับไปเป็นไฟและความร้อน/ความเย็นได้อีก ชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบันต้องพึ่งพาไฟฟ้าอย่างมากและแทบจะขาดไม่ได้เลย

อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงฟอสซิลเหล่านี้บางอย่างกำลังจะหมดไป และเชื้อเพลิงเหล่านี้ถูกพบว่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้สภาพอากาศแปรปรวน ฝนตกหนักมากจนน้ำท่วม น้ำป่าไหลหลาก และดินโคลนถล่มฉับพลัน หรือเกิดความแห้งแล้ง ร้อนจัดหรือหนาวจัดเป็นต้น ทำให้เกิดความเสียหายแก่ชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจอย่างมาก จึงทำให้เกิดการแสวงหาแหล่งรูปแบบใหม่ที่ไม่ทำลายธรรมชาติ เช่น ลม แสงอาทิตย์ เป็นต้น แต่แหล่งพลังงานเหล่านี้ไม่มีความคงที่ไม่แน่นอน (Intermittency) บางวันมีลมและแสงจ้า แต่บางวันก็ไม่มีลมและเกิดมีเมฆหรือพายุมาบดบังแสงอาทิตย์ ตลอดจนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแปรรูปพลังงานลมและแสงอาทิตย์ยังไม่เจริญก้าวหน้ามากพอ จึงยังไม่คุ้มกับการลงทุนที่จะนำมาใช้ในอุตสาหกรรม แต่อาจมีความเหมาะสมกับชุมชนขนาดเล็กมากกว่า

ในปัจจุบัน วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ทำให้มนุษย์รู้ว่า ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่มนุษย์พึ่งพามาตั้งแต่ดึกดำบรรพ์จนถึงปัจจุบันในรูปของความร้อนและแสงอาทิตย์ และยังมีพลังงานอีกมากมายให้เราใช้เป็นหลายล้านปี ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยพลังงานอันมหาศาลมาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชั่น (Fusion) ซึ่งวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า การนำอะตอมของธาตุบางชนิด เช่น ยูเรเนียม พลูโตเนียม และธอเรียม เป็นต้น มาทำปฏิกิริยานิวเคลียร์กับนิวตรอนก็จะทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชั่น (Fission) และปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาได้คล้ายกับดวงอาทิตย์ พลังงานนี้ถูกเรียกว่า พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งมีการคำนวณกันว่า เชื้อเพลิงที่สามารถผลิตไฟฟ้าที่ใช้ให้แก่ประชากร จำนวน 560,000 คน ใน 1 ปี ซึ่งใกล้เคียงกับจำนวนประชากรของจังหวัดพิจิตร หรือจังหวัดสระแก้ว ทั้งจังหวัดตามสถิติของปี พ.ศ. 2554 (Wikipedia, 2012) ต้องใช้ถ่านหินถึง 2,300,000 ตัน (สองล้านสามแสนตัน) หรือเท่ากับ น้ำมัน 10,000,000 บาเรล (สิบล้านบาเรล) หรือเท่ากับ ก๊าซธรรมชาติ 1,800,000,000 ลูกบาศก์เมตร (หนึ่งพันแปดร้อยล้านลูกบาศก์เมตร) หรือตันไม้ 3,000,000 ตัน (สามล้านตัน) แต่ใช้ยูเรเนียมที่เป็นเชื้อเพลิงในพลังงานนิวเคลียร์ 33 ตัน (สามสิบล้านตัน) (Carbon, 2006) ดังนั้น ประเทศต่างๆ จึงสนใจพลังงานนิวเคลียร์ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้เชื้อเพลิงน้อย ให้พลังงานที่แน่นอน และไม่ปล่อยก๊าซที่ทำลายสภาพภูมิอากาศของโลกที่กำลังเป็นปัญหาในขณะนี้

ประการที่สาม การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development) การพัฒนาที่มีประสิทธิภาพสูงสุด มิใช่การพัฒนาเพื่อความเจริญมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ หรือไม่ใช้การวัดที่การมีวัตถุ

สิ่งของเครื่องอำนวยความสะดวกเพียงเท่านั้น แต่ต้องประเมินจากการพัฒนาที่ไม่ทำลายการพัฒนานั้นคือ การพัฒนาที่ทำให้ความเจริญรุ่งเรืองนั้นยังคงอยู่ได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน มิใช่เจริญเพียงชั่วครั้งชั่วคราว แล้วหลังจากนั้นก็พังพินาศหมด ดังนั้น การพัฒนาจึงต้องคำนึงถึงหลักความยั่งยืน โดยเฉพาะการพัฒนาบนหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (Steering Subcommittee for Sufficiency Economy, 2004) เมื่อการพัฒนาต้องอาศัยแหล่งพลังงาน จึงทำให้การตัดสินใจใช้แหล่งพลังงานที่มีประสิทธิผลสูง มีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันความผิดพลาด มีความมั่นคงถาวร ผลิตพลังงานได้ยาวนาน และทำลายสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด



ภาพ 5 องค์ประกอบของการพัฒนาที่ยั่งยืน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบนั้นๆ (NEA/OECD, 2005 (left); IUCN, 2006 (right))

ประการที่สี่ ความเป็นสังคมประชาธิปไตย (Democratic society) เนื่องจากสังคมนี้เป็นสังคมแห่งเสรีภาพและความเสมอภาคเท่าเทียมกันในหลายด้าน รวมทั้งด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร จึงทำให้เกิดความหลากหลายทางด้านความคิดด้วย ตลอดจนประชาชนมีสิทธิในการเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจในบางขั้นตอนในดำเนินโครงการต่างๆ ที่รัฐบาลจะดำเนินการ (Chongkum. & Kornduangkaew, 2011) โดยเฉพาะโครงการทางด้านพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อประชาชน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม รัฐบาลจะต้องสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนก่อนที่ลงมือดำเนินการก่อสร้างโครงการทางด้านพลังงาน เช่น โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น เพื่อให้ประชาชนทราบถึงข้อดีข้อเสีย และหาแนวทางร่วมกันในการสร้างแหล่งพลังงานของประเทศ เพื่อแก้ปัญหาวิกฤตพลังงานของประเทศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ ในขณะนี้เป็นที่น่าวิตกมาก เนื่องจากประชาชนบางฝ่ายที่อาจจะไม่ใช่เจ้าของพื้นที่แต่ทำการคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้า การปฏิเสธโรงไฟฟ้าทุกรูปแบบ รวมทั้งเรียกร้องให้ใช้แหล่งพลังงานในรูปแบบอื่น (เช่น ลม แสงอาทิตย์) ที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่มีการพัฒนาได้อย่างสมบูรณ์พอจะนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ นอกจากจะมีการอุดหนุนจากภาครัฐ (ซึ่งก็คือเงินภาษีจากประชาชนนั่นเอง) รวมทั้งในขณะนี้เรากำลังเผชิญกับสภาพภูมิอากาศแปรปรวนมาก จะส่งผลกระทบกลับไปยังสังคมของเราในที่สุด เพราะนั่นหมายถึงการผลักดันให้ประเทศเราต้องสั่งซื้อพลังงานจากต่างประเทศ (เช่น ก๊าซ และน้ำมัน) มากยิ่งขึ้น ในราคาที่แพงสูงมากขึ้นเรื่อยๆ หรือผลักดันให้ประเทศของเราต้องพึ่งพาซื้อกระแสไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่ง

เป็นการพึ่งพาที่มีความไม่แน่นอน ถ้าประเทศเพื่อนบ้านส่งไฟฟ้าให้เราไม่ได้ ไม่ว่าในกรณีใดๆ เช่น เกิดปัญหาทางด้านเทคนิค ปัญหาการพิพาทระหว่างประเทศ หรือปัญหาภัยธรรมชาติ เป็นต้น ประเทศเราก็จะเป็นอัมพาตทันทีโดยไม่ได้ตั้งใจ จะทำให้ประเทศอยู่ในสภาวะขาดความมั่นคงทางพลังงาน (Energy crisis) แหล่งเชื้อเพลิงไม่ว่าจะเป็น น้ำมัน ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ ยูเรเนียม ลม หรือ แสงอาทิตย์ ต่างก็มีข้อดีและข้อเสียด้วยกันทั้งสิ้น จึงก่อให้เกิดประเด็นที่นำไปสู่ปัญหาการยอมรับในสังคมที่ปรากฏในปัจจุบันนี้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับทางสังคม

ในปัจจุบันที่ปัญหาการยอมรับทางสังคมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกบริบท โดยเฉพาะบริบทในด้านพลังงาน ก่อให้เกิดความขัดแย้งของประชาชน ตลอดจนยับยั้งความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการยอมรับพลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย (เช่น Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2010; Bhanthumnavin, 2011; Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, in progress) และการประมวลเอกสารต่างๆ ทำให้สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับทางสังคม ซึ่งเรียกว่า “โมเดลของการยอมรับทางสังคมเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์” (Nuclear acceptance model) ได้ดังภาพ 6 ว่า มีปัจจัยที่สำคัญอย่างน้อย 8 มิติ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการยอมรับทางสังคมในเรื่องของพลังงานนิวเคลียร์ ได้แก่ 1) การมีเทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัยและปลอดภัย 2) ความปลอดภัยทางด้านชีวิตและสิ่งแวดล้อม 3) การได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องทันสมัยอย่างเหมาะสม 4) การมีกฎหมายรองรับ และการตรวจสอบได้ 5) การมีส่วนร่วมของประชาชน 6) ความไว้วางใจรัฐ และ 7) การชดเชยที่เป็นธรรม ปัจจัยเหล่านี้เป็นเพียงข้อเสนอ



ภาพ 6 องค์ประกอบของการยอมรับทางสังคม (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012)

เบื้องต้นที่รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องให้ทุนสนับสนุนการวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยทางสาขาจิตพฤติกรรมศาสตร์ สาธารณสุข กฎหมาย สิ่งแวดล้อม และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ และการสนับสนุนการพัฒนาปัจจัยเหล่านี้ให้อื้อต่อการเพิ่มการยอมรับทางสังคมโดยเร็ว

มิติ 1 การมีเทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัยและปลอดภัย มิติต้องอาศัยการทดลองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทุกด้านที่เกี่ยวข้องที่มีพัฒนาการมายาวนาน ในกรณีเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์นั้น ได้มีพัฒนาการมายาวนานกว่า 50 ปี ซึ่งในปัจจุบันเป็นรุ่น General III⁺ ที่ได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพในการทำความร้อน และมีการพัฒนาระบบความปลอดภัยมาจนได้รับการยอมรับแล้ว ผลในส่วนนี้จึงเป็นพื้นฐานให้กับมิติที่ 2 ด้วย

มิติ 2 ความปลอดภัยทางด้านชีวิตและสิ่งแวดล้อม เป็นประเด็นที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดการยอมรับทางสังคมน้อยถึงมาก เพราะเกี่ยวข้องกับสุขภาพ ชีวิต และสิ่งแวดล้อมของเราทุกคน การนำข้อมูลผ่านการวิจัยอันยาวนาน มาให้ความรู้และอธิบายแก่ประชาชนจะช่วยทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ แต่การกระทำเช่นนี้จะต้องทำอย่างยาวนานต่อเนื่อง อาจต้องกระทำก่อนการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อย่างน้อย 3-5 ปี และกระทำตลอดไปจนกว่าโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์จะปิดตัวลง ซึ่งจะมีอายุการใช้งานถึง 60 ปี ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรังสี และปริมาณรังสีที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดูรายละเอียดได้ที่ (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2009a; 2010)

มิติ 3 การได้รับข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้อง ทันสมัยอย่างเหมาะสม เนื่องประชาชนไทยส่วนใหญ่ไม่เคยชินกับวิทยาศาสตร์ และมีความกลัววิชาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และคณิตศาสตร์ ซึ่งดูได้จากผลการทดสอบ ONET ของวิชาเรียนต่าง ยังพบว่านักเรียนไทยโดยเฉลี่ยแล้วยังไม่เป็นที่น่าพอใจ และยิ่งต่ำกว่าหลายประเทศในอาเซียน (Office of The Basic Education Commission, 2011) ที่จะพบว่าเด็กไทยได้คะแนนวิชาเหล่านี้ รวมทั้งคะแนนวิชาภาษาอังกฤษอยู่ในลำดับท้ายๆ เมื่อมีความกลัวและไม่คุ้นเคยเช่นนี้ ก็ยิ่งทำให้ประชาชนไทยยังมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ทันสมัย สิ่งที่เราได้มาจากการบอกต่อๆ กันมา จากผู้ที่ไม่มีความรู้ที่ถูกต้องมากพอและมีอคติปน จึงทำให้กระจายความรู้ และความเข้าใจ ที่ผิดพลาด และฝังลึกลงเป็นทัศนคติและความเชื่อที่เปลี่ยนแปลงยาก ดังนั้น การให้ข้อมูลข่าวสาร โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณรายการในโทรทัศน์ที่มีสาระและความรู้ เช่น สารคดีทางวิทยาศาสตร์ และปรับปริมาณรายการที่มีสาระน้อย เช่น ละคร เกมโชว์ ทอล์คโชว์ ให้เป็นรายการที่มีการสอดแทรกสาระเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ให้มากขึ้น ก็จะทำให้ประชาชนไทยค่อยๆ มีความรู้และความเข้าใจที่ดีขึ้น สารคดีต่างๆ คนไทยไม่จำเป็นต้องผลิตเอง เพราะสามารถนำสารคดีทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม และอวกาศ จากช่องรายการต่างประเทศมาแปลออกอากาศได้มากมาย

มิติ 4 การมีกฎหมายรองรับ และการตรวจสอบได้ หนึ่งในสิ่งที่ประเทศไทยยังขาดและมีความ"ชราภาพ" มากอยู่นั้น คือ การมีกฎหมายที่ครอบคลุม ทันสมัย และมีความยุติธรรมที่เอื้อแก่ประโยชน์ของสังคมโดยรวม นิวเคลียร์ก็เช่นกัน (Thirawat, 2012) การที่จะดำเนินการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ได้อย่างมั่นใจ มีความปลอดภัยสูง และเป็นที่ยอมรับของทั้งประชาชนในประเทศและประชาคมโลก (Wongwuttikul, 2012) (เช่น จาก IAEA) นั้น ประเทศไทยต้องปฏิรูปและออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องในทุกด้านเพื่อเป็นการรองรับการดำเนินการต่างๆ เช่น กฎหมายทางด้านนิวเคลียร์โดยตรง ไม่ว่าจะเป็นการจัดตั้งองค์กรนิวเคลียร์ในการกำกับดูแล การดูแลเรื่องเชื้อเพลิงและ

ภาคเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ กฎหมายทางด้านอาคารบ้านเรือนและสาธารณสุขโรคที่จะเกี่ยวข้อง กฎหมายในด้านสิ่งแวดล้อม กฎหมายทางด้านรังสี ความปลอดภัยและสาธารณสุข กฎหมายความมั่นคงทั้งในและระหว่างประเทศ กฎหมายทางด้านการบรรเทาและป้องกันสาธารณภัยหรือเหตุการณ์ภัยพิบัติฉุกเฉิน กฎหมายคุ้มครองผู้บริโภคและผู้อยู่อาศัยใกล้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น กฎหมายเหล่านี้จะเป็นแนวทางในการปฏิบัติที่มีการวางแผนเป็นระบบล่วงหน้าเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ และต้องให้ความรู้ด้านกฎหมายเหล่านี้แก่ประชาชนด้วย ซึ่งจะทำให้ประชาชนมีความอุ่นใจ สบายใจว่า พวกเขาจะได้รับประโยชน์และความสะดวกสบายจากเทคโนโลยีนิวเคลียร์ แต่เมื่อมีเหตุฉุกเฉินพวกเขาจะได้รับการคุ้มครอง ดูแลชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งมีการชดเชยที่เป็นธรรมด้วย ถ้าเป็นเช่นนี้ได้ ประชาชนก็จะมีการยอมรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มากยิ่งขึ้น

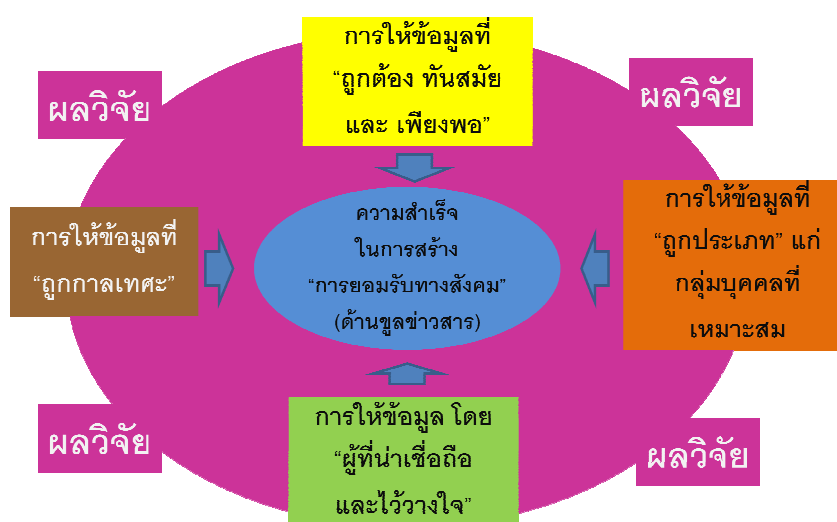
มิติ 5 การมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยทำให้เห็นถึงความเป็นสังคมประชาธิปไตย โดยการให้ประชาชนหรือตัวแทนของกลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรงและอยู่ในพื้นที่ที่จะมีการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ได้เข้ามามีส่วนร่วมวางแผน วางแผน ตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ และประเมินผลเพื่อการปรับปรุงในหลายๆ ขั้นตอนของการดำเนินการโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ความร่วมมือระหว่างภาคประชาชนเหล่านี้กับภาครัฐที่จะเป็นผู้กำกับดูแล และหรือภาคเอกชนที่มาลงทุนก่อสร้าง ควรอยู่บนพื้นฐานของความเป็นธรรมที่มีความพอดีและมีเหตุมีผลมิใช่การเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อจะป้องกันกีดกันแต่ผลประโยชน์ของตนหรือกลุ่มของตน จนลืมผลประโยชน์ของส่วนรวมหรือทำให้สังคมเดือดร้อน

มิติ 6 ความไว้วางใจรัฐ เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งทั้งนี้เป็นเพราะประเทศอื่นที่มีการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ไม่เข้าใจหรือลงมือประเด็นนี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศเหล่านี้กระทำโดยภาคเอกชนที่เข้ามาลงทุน แต่ในประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งเป็นองค์กรรัฐวิสาหกิจจะเป็นผู้ตัดสินใจ ดำเนินการก่อสร้าง และดำเนินการจัดการเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์นี้ ดังนั้น ประเด็นความไว้วางใจรัฐจึงส่งผลกระทบอย่างยิ่งต่อการยอมรับทางสังคมที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย ประเด็นนี้จะประกอบด้วยสาเหตุในรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น การคอร์รัปชัน การคดโกงระหว่างดำเนินการก่อสร้างที่ไม่เป็นไปตามแบบที่กำหนด การมีผลประโยชน์ทับซ้อนของผู้มีอำนาจในภาครัฐ การเรียกสินบน เป็นต้น ผลการวิจัยเกี่ยวกับการยอมรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ปรากฏอย่างเด่นชัดว่า ความไว้วางใจรัฐเป็นตัวทำนายที่สำคัญลำดับต้นๆ ของการยอมรับให้มีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในประเทศไทย (Pet-In, 2012; Punyasakulvong, 2012)

มิติ 7 การชดเชยที่เป็นธรรม เป็นอีกหลักประกันหนึ่งที่ภาคประชาชนให้ความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะประเภทของการชดเชย ปริมาณการชดเชย ความยุติธรรมในการชดเชย และความรวดเร็วในการจ่ายชดเชย เป็นที่สำคัญ ซึ่งในหลายเหตุการณ์ ประชาชนได้รับการชดเชยที่ไม่สมเหตุสมผล ไม่ได้รับการชดเชยอย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย เพราะอาจถูกหักเบี่ยงเบี่ยงรายทาง ตลอดจนการดำเนินการแจกจ่ายค่าชดเชยมีความล่าช้าซึ่งยิ่งทำให้ความเสียหายเกียจคร้านและเลวร้ายลงมากเกินกว่าค่าชดเชยที่ถูกประเมินในตอนแรก ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่รู้สึกว่ามันถูกเอาเปรียบ จึงเกิดการต่อต้านคัดค้านในโครงการใหม่ๆ ของภาครัฐ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างการยอมรับทางสังคมในด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร

การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกของความสำเร็จในการในการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เพราะการรับข่าวสารที่ผิดไม่ทันสมัย จะยิ่งก่อให้เกิดความไม่เข้าใจเทคโนโลยีและความเชื่อที่ผิดพลาด ดังนั้น มีปัจจัย 4 ประการที่อาจมีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ซึ่งความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยเหล่านี้ในเชิงของความสัมพันธ์ระหว่างกันเองของปัจจัยเหล่านี้ ความเกี่ยวข้องกับการยอมรับทางสังคมโดยเฉพาะเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ ยังต้องการผลการวิจัยทางด้านจิตพฤติกรรมศาสตร์อีกมาก เพื่อการพัฒนา ปัจจัยต่างๆ มีดังนี้ (ภาพ 7)



ภาพ 7 ปัจจัยที่เป็นพลวัตร ที่นำไปสู่ความสำเร็จในการยอมรับทางสังคม (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012)

ประการแรก การให้ข้อมูลที่ถูกต้องทันสมัยและเพียงพอทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ช่องทางการให้ข้อมูลที่รวดเร็วเข้าถึงประชาชนไทยได้มากที่สุดคือ รายการโทรทัศน์ แต่เนื้อหาของรายการโทรทัศน์อาจสะท้อนถึงคุณภาพของประชาชนในประเทศนั้นๆ ได้ จึงมักจะเห็นว่า ประเทศที่พัฒนาแล้ว มักเน้นข้อมูลที่เป็นข่าวสารและสารคดีที่มีสาระ มากกว่าละครหรือเกมส์โชว์ที่ให้ความบันเทิง ข้อมูลที่จะให้แก่ประชาชนต้องเป็นข้อมูลที่ทันสมัย และเพียงพอจะไม่ให้เกิดความสงสัยเกี่ยวกับศักยภาพและความปลอดภัยของพลังงานนิวเคลียร์ เช่น ข้อดีข้อเสียของพลังงานนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานในรูปแบบอื่น ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ควรอยู่ในรูปทั้งเป็นทางการ เช่น การแสดงข้อมูลจากทางภาครัฐ ซึ่งต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ และเป็นความจริงให้มากที่สุด และข้อมูลที่ไม่เป็นทางการ เช่น สารคดีที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอวกาศ ที่มีช่องรายการต่างๆ โดยเฉพาะต่างประเทศ เช่น History channel, National Geographic, Discovery channel หรือ

ช่องสำรวจโลก ได้ทำสารคดีที่ย่อความรู้และภาษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีขั้นสูง ให้เป็นภาษาที่ประชาชนเข้าใจง่ายและมีภาพ animation แสดงที่ชัดเจน จึงทำให้เข้าใจง่ายและเป็นการปูพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอวกาศ ที่หลายประเทศได้สอดแทรกให้ประชาชนของเขาได้เรียนรู้ร่วมกันไปว่า ในขณะที่รัฐบาล และหน่วยงานต่างๆ กำลังคิดจะทำโครงการ กำลังดำเนินการโครงการ หรือมีข้อผิดพลาดอะไรเกิดขึ้นกับโครงการในอดีต เราสามารถยับยั้งโดยการปรับปรุงเทคโนโลยีและสร้างการป้องกันไว้แล้วในอนาคต ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยสร้างการยอมรับของประชาชนมากยิ่งขึ้น

ประการที่สอง การให้ข้อมูลที่ถูกต้องประเภท แก่กลุ่มบุคคลที่เหมาะสม กล่าวคือ บางครั้งถึงแม้ข้อมูลที่ให้นั้นเป็นข้อมูลที่ถูกต้องทันสมัย แต่นำไปบอกให้แก่บุคคลที่ยังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล เช่น ข้อมูลเทคนิคขั้นสูง ไปบอกให้นักเรียนประถมฟัง หรือ อธิบายปฏิกิริยาฟิชชั่นให้แก่ชาวนา เป็นต้น ก็จะทำให้เกิดทัศนคติและความเชื่อทางลบที่ไม่ดีได้ นักวิทยาศาสตร์และนักวิศวกรรมศาสตร์ ด้านนิวเคลียร์ที่ไม่ได้มีองค์ความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ความเชื่อและพฤติกรรมของมนุษย์ แต่กลับต้องมาทำงานด้านการเปลี่ยนความเชื่อของมวลชน จึงมักดำเนินการตามที่ “ตน” เคยชิน หรือตามขั้นตอนและการให้ข้อมูลที่ “ตน” เห็นความควรให้ แต่สิ่งที่กำลังดำเนินการ หรือประเภทข้อมูลที่ให้แก่ประเภทของบุคคลต่างๆ กลับยิ่งทำให้เกิดผลเสียทางลบมากกว่าผลดี คนที่มาฟังกลับกลายเป็นเกลียดและชิงชังพลังงานนิวเคลียร์ เช่น ให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ว่าเป็นโรงงานไฟฟ้าทันสมัยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงทางนิวเคลียร์ ใช้ นักวิทยาศาสตร์/วิศวกรที่มาดำเนินการต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญพิเศษ และมีประสบการณ์สูง เป็นต้น ข้อมูลนี้เป็นความจริงทุกประการ แต่กลับไปออกทางโทรทัศน์ให้คนทั่วไปฟัง ซึ่งคนทั่วไปยังขาดข้อมูลเรื่องความปลอดภัยของโรงไฟฟ้า จะมีทัศนคติเชิงลบทันทีว่า แล้วสร้างไปทำไม ก็ในเมื่อประเทศของเรา มีบุคลากรดังกล่าวที่มีความรู้และประสบการณ์น้อยมาก ถ้าดำเนินการไม่ดีพอจะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้ ประกอบความไว้วางใจในรัฐบาลในเรื่องทุจริตในการก่อสร้างมาเสริมอีกด้วย ข้อมูลดังกล่าวนี้ จึงไม่เหมาะสม กับกลุ่มบุคคลดังกล่าวเป็นต้น

ดังนั้น องค์ความรู้จากการวิจัยทางด้านจิตพฤติกรรมศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ชี้แนวทางว่า 1) ข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์มีกี่ประเภทที่สำคัญที่ประชาชนส่วนใหญ่ต้องการทราบ เช่น ความปลอดภัย ระบบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ค่าไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ หรือการเปรียบเทียบกับแหล่งพลังงานอื่นๆ เป็นต้น 2) ควรให้ข้อมูลประเภทใดแก่ประชาชนประเภทไหน เช่น ในนักเรียนระดับมัธยม ข้อมูลเรื่องเทคโนโลยีของระบบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ อาจจะยังไม่จำเป็น แต่เรื่องความปลอดภัยและค่าใช้จ่าย อาจเหมาะสมแก่นักเรียน เป็นต้น และ 3) ข้อมูลเหล่านี้ในแต่ละประเภทของแต่ละกลุ่มบุคคลมีความสำคัญในลำดับใดบ้าง เช่น ในกลุ่มนักเรียน ความปลอดภัย มีถูกเน้นมากกว่าเรื่องค่าไฟฟ้า เป็นต้น การจะได้คำตอบเหล่านี้จะต้องมาจากการวิจัยขั้นสูง เช่น การวิจัยความสัมพันธ์เปรียบเทียบ และการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับการชักจูงเพื่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ มิใช่มาจากการสำรวจ

ประการที่สาม การให้ข้อมูลโดยผู้ที่น่าเชื่อถือและไว้วางใจได้ ในสาขาวิชาจิตวิทยา นักวิชาการต่างประเทศได้ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ซึ่งความน่าเชื่อถือเหล่านี้แตกต่างกันไปตามกลุ่มของบุคคล เรื่องนี้เป็นธรรมชาติของมนุษย์ เพราะจะต้อง “ศรัทธา” ในตัวบุคคลเสียก่อน การเชื่อถือและยอมรับจึงจะเกิดขึ้นง่ายและแนบแน่น อาทิเช่น ถ้าให้

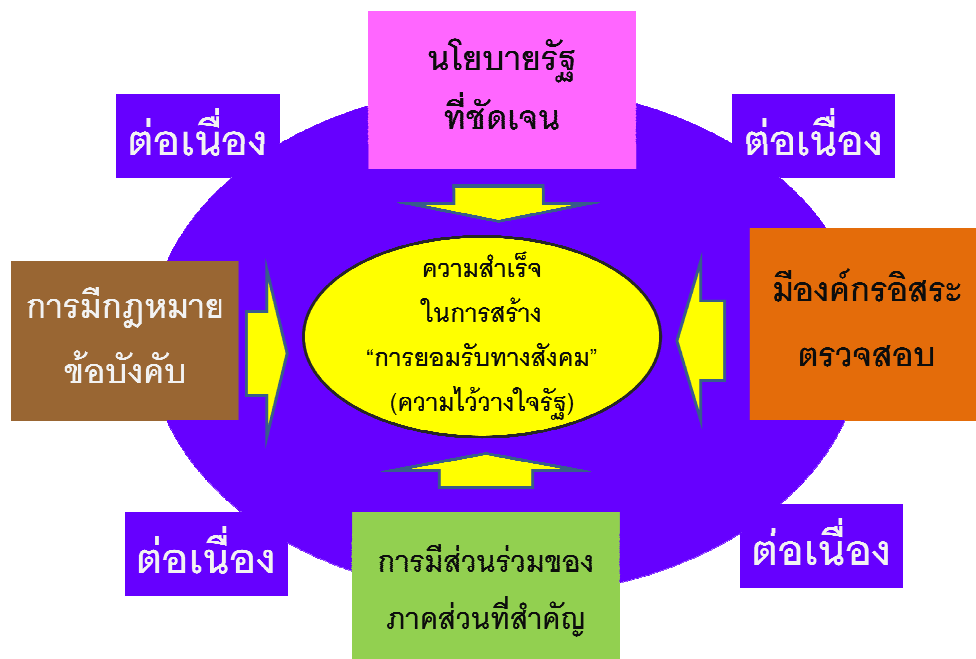
เจ้าหน้าที่จากการไฟฟ้าหรือนักการเมืองที่เกี่ยวข้อง เป็นผู้ออกไปชักจูงชาวบ้านให้เห็นด้วยกับการก่อตั้งโรงไฟฟ้า ชาวบ้านอาจไม่เชื่อถือ เพราะผู้ที่มาพูดหวานล่อมนั้น อาจเป็นมีส่วนได้ส่วนเสียกับการสร้างโรงไฟฟ้านั้น การดำเนินการในส่วนนี้จึงจำเป็นต้องมีนักวิชาการที่มีองค์ความรู้และเทคนิคในการปรับเปลี่ยนทัศนคติมาดำเนินการร่วมด้วย แต่มีข้อสังเกตว่า นักวิชาการเหล่านี้ต้องเป็นผู้ที่มีความรู้จริงอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านี้และต้องมีจริยธรรมเป็นกลางในการบอกข้อมูล มิเช่นนั้นข้อมูลที่จะใช้ในการทำความเข้าใจกับชาวบ้าน จะเป็นข้อมูลด้านเดียวที่ได้มาจากองค์กรที่ต้องการสร้างโรงไฟฟ้า ทำให้นักวิชาการเหล่านี้อาจตกเป็นเครื่องมือได้ และในที่สุดเมื่อชาวบ้านรู้ความจริงอีกด้านหนึ่งจากองค์กร NGO ก็จะทำให้เกิดความไม่ไว้วางใจนักวิชาการ ซึ่งนำไปสู่การต่อต้านในที่สุด

ประการที่สี่ การให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับกาลเทศะ ในบางครั้งข้อมูลที่ให้นั้นเป็นจริง แต่ผู้รับกำลังอยู่ในสภาวะลังเลใจ หรือยังไม่มี การพิสูจน์แน่ชัด จะทำให้การยอมรับได้ผลไม่ดีพอ จำเป็นต้องดูสถานการณ์และคาดคะเนผลกระทบต่อการให้ข้อมูลนั้นให้รอบคอบก่อน เป็นต้น ดังนั้น จึงควรมีการทำวิจัยว่า ในสภาพใด การให้ข้อมูลประเภทไหน และมีขั้นตอนการให้ข้อมูลอย่างไร โดยสื่ออะไร ที่จะทำให้กลุ่มคนประเภทต่างๆ มีการปรับเปลี่ยนทัศนคติได้มากที่สุด งานวิจัยเหล่านี้มีในต่างประเทศถึงแม้ว่าจะนำมาประยุกต์กับเรื่องนิวเคลียร์ได้บ้าง แต่ยังมีจุดอ่อนอย่างมาก คือ 1) ผลงานวิจัยเป็นของต่างประเทศ จึงมีข้อตกลงเบื้องต้นบางอย่างที่ไม่เหมือนกัน เช่น ชาวต่างชาติมีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจจะมากกว่าคนไทย 2) ผลวิจัยส่วนใหญ่ไม่ใช้ในประเด็นการปรับเปลี่ยนทัศนคติทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น พลังงานนิวเคลียร์ แต่งานวิจัยที่มักทำกันในประเด็นนี้ เช่น ทัศนคติเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ และระบบการธนาคารออนไลน์ เป็นต้น และ 3) งานวิจัยทางด้านการปรับเปลี่ยนความคิดจิตใจ และพฤติกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี กลับได้รับความสนใจน้อยจากนักพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย จึงทำให้ภาระนี้ตกอยู่กับนักวิจัยที่ไม่ได้มีความชำนาญหรือมีองค์ความรู้เกี่ยวกับจิตใจ ความคิด ความเชื่อและพฤติกรรมของบุคคล การทำวิจัยของนักวิจัยเหล่านี้จึงมีจุดอ่อนอย่างมาก และเมื่อนำผลวิจัยที่มีจุดอ่อนเหล่านี้มาวางนโยบายหรือแนวทางการจัดการพัฒนา ก็อาจจะทำให้ผลดีที่ต้องการเกิดขึ้นช้าลง หรืออาจจะยังทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี ดังนั้นจึงขอเรียกร้องให้มีการสนับสนุนนักวิจัยทางด้านจิตพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ในการทำวิจัยและร่วมกันพัฒนาในประเด็นการยอมรับทางสังคมของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยการทำให้ประเด็นนี้เป็น “วาระแห่งชาติ” (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2010) เพื่อร่วมมือกันแก้ไขวิกฤตพลังงานและสถานะโลกร้อนที่จะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้นในอนาคต ถ้าประเทศเราและนานาชาติยังพยายามหลีกเลี่ยงและปล่อยปละกับปัญหาการยอมรับทางสังคมเช่นนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการยอมรับทางสังคมด้านพลังงานนิวเคลียร์

ปัจจัยต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว เป็นปัจจัยที่มีพลวัตดังนั้นข้อมูลที่ได้มาต้องได้มาจากการทำวิจัยอยู่เสมอติดต่อนื่องตลอดมา จึงจะทันต่อเหตุการณ์และใช้ได้เหมาะสม สรุปว่าจะต้องทำการวิจัยและนำผลของการวิจัยไปใช้พัฒนาที่เรียกว่า “การวิจัยนำการพัฒนา”

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น เกี่ยวกับองค์ประกอบของการยอมรับทางสังคม (ภาพ 6) ที่เกี่ยวกับ “ ความไว้วางใจรัฐ ” นั้น ปัจจัยนี้สำคัญอย่างยิ่ง เพราะรัฐบาลเป็นผู้ลงมือ คิดและดำเนิน

โครงการให้แก่ผู้รับคือประชาชน หากประชาชนไม่ไว้วางใจในรัฐบาลเสียแล้ว การต่อต้านจะเกิดในทุก รูปแบบและรุนแรงตามลำดับ ดังปรากฏอย่างชัดเจนในอดีต เช่น โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหิน ที่ตำบล บ่อนอก ตำบลบ้านกรูด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นต้น เป็นเพราะการใช้วิธีการ DADA จึงเป็นผลให้ ระเบียบโครงการเหล่านั้นไป ความสำเร็จในการสร้างการยอมรับทางสังคมในด้านความไว้วางใจรัฐ อาจมี ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 4 ประการ ซึ่งแสดงไว้ ในภาพ 8 (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012) สามารถสรุปได้ ดังนี้



ภาพ 8 ปัจจัยในการนำไปสู่ความสำเร็จของการยอมรับทางสังคมด้าน ความไว้วางใจในรัฐ (Bhanthumnavin & Bhanthumnavin, 2012)

ประการแรก นโยบายของรัฐที่ชัดเจนเกี่ยวกับแผนนโยบายพลังงานชาติ โดยรัฐจะต้องให้การ สนับสนุนการทวิจ้ยทั้งทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับพลังงานต่างๆ ซึ่งมักเป็น การต้องทำวิจ้ยล่วงหน้าเป็นระยะเวลานาน มิใช่การทำวิจ้ยเฉพาะกิจหรือแบบสูกเอาเผากิน “hot issue” ซึ่งเป็นการทำวิจ้ยแบบไฟไหม้ฟางแต่ไม่เกิดประโยชน์อันใดมากนัก การมีผลการวิจ้ยชั้น สูงจากทุกสาขาวิชาอย่างต่อเนื่อง จะแสดงเหตุผลและความจำเป็นที่แน่ชัดเพื่อการตัดสินใจวางแผน นโยบายพลังงานของชาติ มิใช่การวางแผนนโยบายที่เกิดจากผลประโยชน์หรือความจำเป็นที่บีบ บังคับโดยไม่มีการเตรียมความพร้อมแก่ทุกภาคส่วน ทั้งๆ ที่รู้มาล่วงหน้าแล้วว่า อาจจะมี ปัญหาขึ้น ดังนั้น นโยบายและโครงการด้านพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานนิวเคลียร์ จึงต้องจัดเป็น “วาระแห่งชาติ” ที่ทุกภาคส่วน (กระทรวง, ทบวง, กรมกอง, การบริหารส่วนท้องถิ่น ฯลฯ) ต้องมี การทำงานประสานกันอย่างสอดคล้องในการผลักดันให้เกิดเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง ประเทศที่มี นโยบายพลังงานนิวเคลียร์เป็นนโยบายชาติดังเช่น สหรัฐอเมริกา เกาหลีใต้ ฝรั่งเศส และจีน เป็นต้น ทั้งๆ ที่เกิดอุบัติเหตุที่โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ แต่ประเทศเหล่านั้นยังเดินหน้าต่อไปโครงการพลังงาน

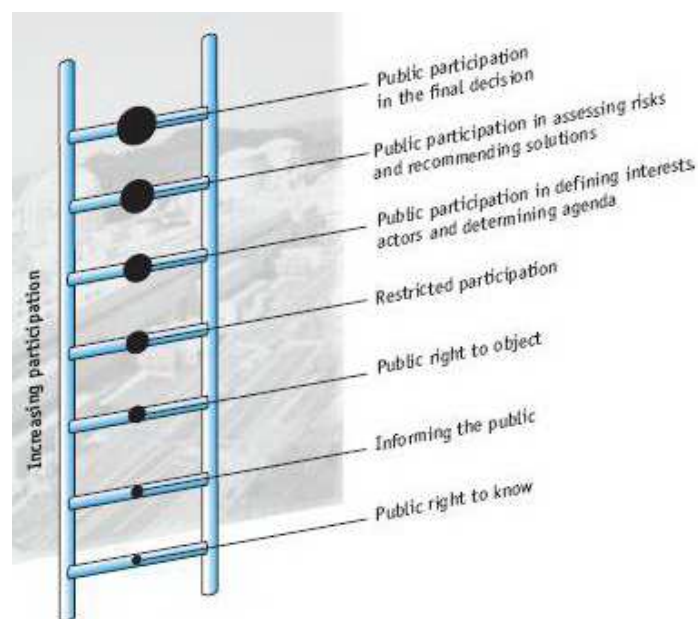
นิวเคลียร์และมีความสุขรอบคอบเกี่ยวกับความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ประเทศไทยกลับยังไม่มียุทธศาสตร์ที่ชัดเจนในการสร้างความมั่นคงทางพลังงานที่เป็นของตนเอง แต่กลับเน้นนโยบายการพึ่งพาแหล่งงานจากภายนอกประเทศแทน ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงมากในอนาคตเกี่ยวกับวิกฤติพลังงานของชาติ

ประการที่สอง การมีองค์กรอิสระ ไม่ขึ้นกับรัฐบาล มาเป็นคนกลางในการควบคุม (Regulator) โดยมีกฎหมายต่างๆ รองรับและมีอำนาจในการตัดสินใจ เมื่อมีกรณีข้อพิพาทเกิดขึ้นทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ การจัดตั้งองค์กรที่มีความเป็นกลางและตกอยู่ภายใต้อิทธิพลทางการเมืองให้น้อยที่สุด ยังเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย ทำให้ประชาชนหลายฝ่ายเกิดความไม่แน่ใจว่า จะมีใครมาเป็นผู้ควบคุมดูแล และตัดสินใจเมื่อเกิดปัญหาต่างๆ ให้เกิดความยุติธรรมมากที่สุด

ประการที่สาม การตรากฎหมายต่างๆ มากมาย เพื่อเป็นบรรทัดฐานและแนวทางในการปฏิบัติ เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการโครงการจัดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ กฎหมายเกี่ยวกับการดำเนินการ กฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัย และกฎหมายเกี่ยวกับการชดเชย เป็นต้น โดยให้อำนาจแก่องค์กรอิสระใช้กฎหมายในการกำกับ ติดตาม ประเมิน และพัฒนาโครงการนั้นๆ

ประการที่สี่ การมีส่วนร่วมของประชาชนในภาคส่วนที่สำคัญของโครงการ ปัจจุบันนี้มีความสำคัญที่สุดต่อความไว้วางใจรัฐ และต่อความสำเร็จของโครงการและพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งนี้เพราะผู้มีส่วนร่วม (Stakeholders) คือประชาชน มีบทบาท ที่จะตัดสินใจ และรับผิดชอบร่วมกันในการดำเนินการของโครงการ และเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปสำหรับลูกหลานในอนาคต

การมีส่วนร่วมของประชาชน ต่อโครงการนั้นได้แสดงให้เห็นชัดต่อโครงการต่างๆ ที่ประสบผลสำเร็จในอดีตและยังคงมีสภาพยั่งยืนจนถึงปัจจุบัน ซึ่งได้มีการแสดงไว้ในที่ต่างๆ ในกรณีนี้ของประเทศญี่ปุ่น ดังแสดงไว้ในภาพ 9 (Bhanthumnavin, 2010; Shiraga 2002)



ภาพ 9 ขั้นตอนของการมีส่วนร่วมของสังคม (Shiraga, 2002: p 4)

จากภาพ 9 จะพบว่า ก่อนที่จะลงมือดำเนินการของโครงการนั้นควรจะทำการศึกษาการยอมรับทางสังคม ในด้านการมีส่วนร่วมของประชาชนเสียก่อน (ไม่ใช่วิธี DADA) โดยเริ่มต้นจากการมีสิทธิรับรู้ของประชาชน ต่อโครงการนั้นๆ เสียก่อน (บันไดขั้นแรก) และต่อมาตามด้วย การให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ประชาชน ตลอดจนการมีสิทธิไม่ยอมรับของประชาชน ขึ้นไปเรื่อยๆ ตามลำดับขั้นบันได ในท้ายที่สุด การมีส่วนร่วมของประชาชนในการตัดสินใจขั้นสุดท้าย จะพบว่าหากทำได้ตามขั้นตอนเหล่านี้แล้ว การยอมรับทางสังคมจะเป็นไปอย่างราบรื่นและลดการเผชิญหน้า และสามารถจะคงการพัฒนาแบบยั่งยืนต่อไปได้อย่างดี เพราะประชาชนยอมรับแล้ว ซึ่งจะเป็นการสอดคล้องต่อการอยู่ในสังคมประชาธิปไตย (อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข) หรือสังคมที่เรียกว่าง่าย ๆ ว่า สังคมแห่งความคิดหลากหลาย ที่ทุกคนมีสิทธิและรับผิดชอบร่วมกันอย่างเสมอภาค

ดังนั้นจะเห็นว่า การยอมรับทางสังคมต่อโครงการใดก็ตาม เป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง ต้องกระทำก่อนที่จะลงมือ ดำเนินการโครงการ และจะต้องกระทำติดต่อนไปตลอดไปเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการนี้ จำเป็นต้องนำมาจากผลของการวิจัยที่รัดกุม นอกเหนือจากทางด้านเทคโนโลยีแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงทางด้านสังคมศาสตร์/ด้านพฤติกรรมศาสตร์ เป็นสำคัญ เพราะงานตามโครงการนั้นกำลัง เกี่ยวข้องกับมนุษย์และลูกหลานของเขาเหล่านั้น ในอนาคตอีกด้วย

สรุปและข้อเสนอแนะ

ความปลอดภัยและการยอมรับทางสังคม เป็นเรื่องละเอียดอ่อนและเกี่ยวข้องกับประชาชนหลากหลายกลุ่ม, อาชีพ, อายุ, เพศ ฯลฯ และรวมถึงหน่วยงานต่างๆ ของรัฐ ที่มีหน้าที่โดยตรงและโดยอ้อม ดังนั้นการจะเห็นผลสำเร็จตามเป้าหมายของโครงการพัฒนาต่างๆ นั้น จำเป็นต้องกระทำเป็นขบวนการ, เป็นระบบที่การวัดการบริหารอย่างดี และต้องใช้ผลวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ โดยเฉพาะด้านจิตวิทยาสังคม (Behavioral Science) ด้านมนุษยวิทยา (Sociology) ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) มาผนวกประสมประสาน (Economics) ด้านเทคโนโลยี (Technology) โดยจะต้องหาทางผสมผสานให้พอเหมาะลงตัว เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development) ต่อไป ในอนาคตอีกด้วย

ในปัจจุบันได้มีการเริ่มต้นตระหนักในเรื่องของการยอมรับทางสังคมมากขึ้น เพราะอาจจะถึงทางตัน (Dead end) แล้วถ้าหากไม่มีการยอมรับทางสังคมด้วยเหตุผลที่สังคมในปัจจุบัน เป็นสังคมของความหลากหลายทางความคิด คือ สังคมประชาธิปไตย (อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข) ตามที่กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น เพื่อเป็นการสนับสนุนให้เกิดการยอมรับทางสังคมดียิ่งๆ ขึ้นไปอีก ผู้เขียนบทความนี้ ขอเสนอแนะข้อคิดเห็นและแนวทางปฏิบัติบางประการ ซึ่งบางส่วนกำลังดำเนินการอยู่ในต่างประเทศ และได้ผลซึ่งอาจนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพทางสังคมของประเทศเรา ดังนี้

1. ควรมีนโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับโครงการนั้นๆ อย่างแน่ชัด เป็นขั้นตอน เป็นระบบ การบริหารจัดการที่ดี ตลอดจนมีความโปร่งใส เพื่อสะดวกในการให้ประชาชนเข้าถึงและสามารถตรวจสอบได้

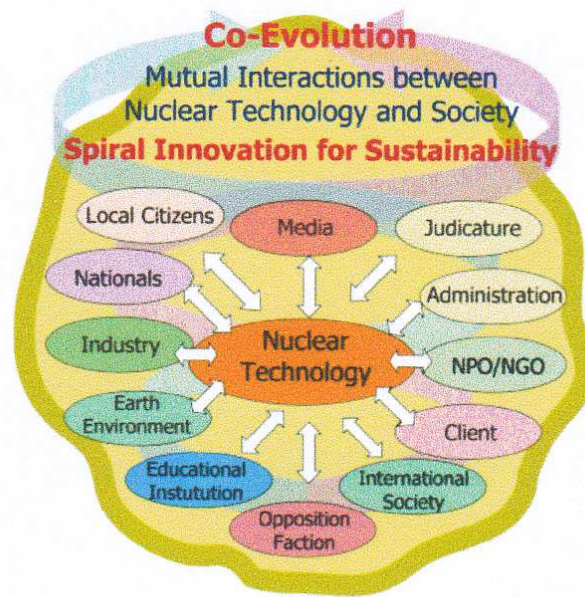
2. ต้องมีกฎหมายพิเศษ/เฉพาะเพื่อเอื้ออำนวยในการดำเนินการของโครงการ โดยเฉพาะการเวนคืนที่ดิน การชดเชยใช้ค่าเสียหาย และหรือเพื่อการชดเชยในกรณีต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงการ

ดำเนินการภายหลังโครงการ มีกฎเกณฑ์ที่รัดกุมในเรื่องของการประกันสุขภาพ ประกันสภาพรายได้ที่ได้จากผลกระทบจากโครงการ กล่าวคือต้องมี Socio-economics และการดูแลสุขภาพและความปลอดภัยให้กับทุกคนที่มีผลกระทบ ตัวอย่างเช่น ขณะนี้ยังไม่มีกฎหมายที่เกี่ยวกับการจัดตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แต่อย่างใด หากคิดจะตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขณะนี้ทันทีคงจะมีปัญหา อุปสรรคที่ไม่ควรเกิดอีกนับประการ โดยเฉพาะด้านความปลอดภัย และการมีองค์กรอิสระ (Independent regulator) ในเรื่องนี้โดยเฉพาะ

3. รัฐบาลจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมว่าโครงการสำคัญอาทิเช่น โครงการพัฒนา/แผนพัฒนา ด้วยพลังงานควรเป็นวาระแห่งชาติ (National agenda) ที่ทุกภาคส่วนของรัฐและเอกชนต้องมีส่วนร่วมช่วยกันสนับสนุนให้เกิดผลออกมาเป็นรูปธรรม และยั่งยืน อาทิเช่น ด้านพลังงานนิวเคลียร์ มิใช่เป็นหน้าที่ของกระทรวงพลังงาน และของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแต่อย่างเดียว กระทรวง/ทบวง/กรมอื่นๆ เช่น กระทรวงศึกษาธิการ, กระทรวงมหาดไทย, กระทรวงสาธารณสุข, การทรวงวิทยาศาสตร์, การทรวงอุตสาหกรรม, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฯลฯ ตลอดในสำนักงานป้องกันอุบัติภัยแห่งชาติ, สภาวิจัยแห่งชาติ เป็นต้น ก็ต้องมีบทบาทในเรื่องนี้ ให้สอดคล้องประสานกันตามแผนแม่บทที่กำหนดไว้

นอกจากนี้แล้วเมื่อมีแผนแม่บทชัดเจนแล้ว หลักการและแนวทางควรจะมีไว้ และใช้ตลอดไป ยกเว้นจะมีการปรับปรุงให้รัดกุมดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินการมีความต่อเนื่อง มิใช่พอเปลี่ยนรัฐบาล เปลี่ยนตัวรัฐมนตรี ก็ยกเลิก แผนเดิมกำลังดำเนินอยู่แล้วรื้อทิ้ง แล้วเอาแผนใหม่มาทำ โดยแทบจะเริ่มใหม่ไม่รู้จักจบสิ้น

4. เมื่อได้ดำเนินการตามข้อเสนอที่ 1, 2, และ 3 แล้วก็สามารถทำการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ (Public Informations) คือใช้สื่อ, หนังสือพิมพ์, โทรทัศน์, วิทยุ, การอบรมท้องถิ่น, โรงเรียน, มหาวิทยาลัย ฯลฯ เป็นต้น ตัวอย่างการให้/รับรู้ข้อมูลจากประชาชนได้แก่ โครงการ COE-INES (Center of Excellence – Innovative Nuclear Energy System) (Sekimoto, 2008) ที่สถาบันเทคโนโลยีโตเกียว (Tokyo Institute of Technology) ในปี คศ. 2005 เป็นต้นมา ได้มีการเข้าถึงประชาชนโดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาเอก ออกไปทำการพบปะประชาชนในรูปแบบ “ประชาคมสังสรรค์” (Local Civic Forum) (Yamano, 2007; Yamano, 2012) ซึ่งเป็นการพัฒนาไปด้วยกัน (Co-evolution) ของเทคโนโลยีและสังคมดังแสดงในภาพ 10 ซึ่งเป็นโครงการในประเทศญี่ปุ่นในการสร้างการยอมรับทางสังคมเกี่ยวกับพลังงานนิวเคลียร์ และมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ประเทศไทยจึงได้เรียนรู้จากโครงการนี้จากประเทศญี่ปุ่นในการสร้างการยอมรับทางสังคมในประเด็นต่างๆ รวมทั้งพลังงานนิวเคลียร์ด้วย



ภาพ 10 หลักการของ Co-evolution ของเทคโนโลยีและสังคม (Yamano, 2012)

รายการเอกสารอ้างอิง

- Bhanthumnavin, D., & Bhanthumnavin, V. (2010). *Knowledge deficiency as obstruction to nuclear power plant acceptance in Thai university students*. Full manuscript. The First International Conference on Technical Education (ICTE 2009), January 21-22, 2010. King Mongkut 's University of Technical at North Bangkok, Bangkok, Thailand.
- Bhanthumnavin, V. (2010). Nuclear Energy in Sustainable Development. *Journal of Social Development*, 12(1), 93-120.
- Bhanthumnavin, V. & Bhanthumnavin, D. (2009a). Nuclear power plant wastes: Impacts, management and social responses. *Journal of Social Development*, 11(1), 1-24.
- Bhanthumnavin, V. & Bhanthumnavin, D. (2009b). Nuclear power plant :Knowledge, safety culture, and acceptance. *Journal of Social Development*, 11(2), 114-141.
- Bhanthumnavin, V. & Bhanthumnavin, D. (2010). Small and medium nuclear reactor for development. *Journal of Social Development*, 12(2), 53-91.
- Bhanthumnavin, V. & Bhanthumnavin, D. (2011). Fukushima Daiichi nuclear accident : Causes and social impacts. *Journal of Social Development*, 13(1), 102-128.
- Bhanthumnavin, V. & Bhanthumnavin, D., (2012). *Powerpoint presentation: Public acceptance*. Training course for high ranked government officials, Ministry of Energy, March 8, 2012, Bangkok, Thailand.

- Bhanthumnavin, D., & Bhanthumnavin, V. (in progress). *Psychological and situational antecedents as correlates of nuclear power plant acceptance in Thai university students*. Research report. School Management Technology, School Management Technology, Shinawatra University in collaboration with, The Graduate School of Social and Environmental Development, Nation Institute of Development Administration Thailand.
- Carbon, M. (2006). *Nuclear power: Villain or victim?* CA: Pebble Beach Publishing.
- Chongkum, S., & Kornduangkaew, A. (2011). *Nuclear power plant*. Retrieved from <http://www.nst.or.th/article/notes01/article010.htm>.
- Cummins, W.E., Corletti, M.M., & Schultz, T.L. (2003). *Westinghouse AP1000 Advanced passive plant*. Proceedings of ICAPP 2003, May 4th -7th, 2003, Cordoba, Spain
- European Nuclear Society. (2012). *Nuclear power plants, world-wide*. Retrieved from <http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-world-wide.htm>.
- Energy Policy and Planning Office (EPPO). Ministry of Energy. Royal Thai Government. (2010b). *Power Development Plan (PDP) 2010*. Retrieved from <http://www.eppo.go.th/power/pdp/index.html>, 2010
- International Atomic Energy Agency. (1985). *Small and Medium Power Reactors: Project Initiation study phase I*. IAEA-TEDOC 374. Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency. (1986). *INSAG-1*. IAEA. Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency. (1997). *Introduction to small and medium reactors in developing countries*. IAEA-TECDOC-999. Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency. (2005). *Innovative small and medium sized reactors: Design, features, safety approaches and R&D trends*. IAEA-TECDOC-1451. Vienna, Austria.
- Idaho National Laboratory. (2012). *Experimental Breeder Reactor -I*. Retrieved from <http://www.inl.gov/research/experimental-breeder-reactor-1/>.
- International Atomic Energy Agency. (2006). *Applications of management system for facilities and activities*. IAEA safety standard series No.GS-G-3.1. IAEA, Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency. (2007). *Managing the First Nuclear Power Plant Project*. IAEA-TECDOC-1555. Vienna, Austria.
- Ingersoll, D.T. (2009). Deliberately small reactors and the second nuclear era. *Progress in Nuclear Energy* 51, 589-603.

- IUCN. (2006). *The Future of Sustainability: Rethinking Environment and Development in The Twenty – first century*. Report of The IUCN Renowned Thinkers Meeting 29-31 January, 2006.
- Lammarsh, J.R., & Baratta, A.J. (2001). *Introduction to nuclear engineering* (3rd Ed.) Englewood Cliffs, NY: Prentice Hall.
- Landrey, B., & Reyes, J.N., Jr. (2011). *Powerpoint : NuScale’s passive safety approach*. Retrieved from www.nuscale.com
- Michal, R. (2001). Fifty years ago in December: Atomic reactor EBR-I produced first electricity. *Nuclear News*, p. 28-29.
- Nuclear Energy Agency. (2005). *Nuclear energy today*. Paris, France.
- Nuclear Energy Agency (2008). *Nuclear energy outlook*. Paris, France.
- Office of The Basic Education Commission. (2011). *Strategic 2011*. The Ministry of Education. Retrieved from <http://www.sea12.go.th/sea12/images/stories/pdf/apr54/planobec54.pdf>.
- Pet-In, N. (2012). Effects of persuasive message and psycho-social on favorable attitudes toward nuclear power plant and NPP acceptance in undergraduate students. *Journal of Social Development*, 14(1), 165-188.
- Punyasakulvong, N. (2012). Effects of persuasive message and persuasive writing on nuclear power plant acceptance in Thai university students. *Journal of Social Development*, 14(1), 138-164.
- Science council for global initiative. (2012). *Operating and Test Experience for the Experimental Breeder Reactor II (EBR-II)*. Retrieved from <http://www.thesciencecouncil.com/dr-john-sackett/171-operating-and-test-experience-for-the-experimental-breeder-reactor-ii-ebrii.html>.
- Sekimoto (2008) Progress in COE-INES, *Progress in Nuclear Energy* 50, 71-74
- Shiraga, K. (2002). Understanding society and nuclear energy. *NEA News*, 20.2, 4-6.
- Steering Subcommittee for Sufficiency Economy. (2004). *The Philosophy of Sufficiency Economy*. Office of The National Economic and Social Development Board.
- Takabut, K. (2008). Choices for nuclear energy. *Council of Engineering Newsletter*, 6(1), 6-9
- The American Society of Mechanical Engineers. (1979). *Experimental Breeder Reactor I. Idaho National Engineering Laboratory*. Retrieved from <http://files.asme.org/asmeorg/communities/history/landmarks/5543.pdf>
- Thirawat, J. (2012). Laws for Thailand’s nuclear power plant project. *Journal of Social Development*, 14(1), 33-61.

- United States Nuclear Regulation Commission. (2011). *The AP1000 is certified – Where do we go from here?*. Retrieved from <http://public-blog.nrc-gateway.gov/2011/12/22/the-ap1000-is-certified-where-do-we-go-from-here/>.
- Wikipedia. (2012). *Population by province in Thailand*. Retrieved from <http://th.wikipedia.org/wiki/รายชื่อจังหวัดในประเทศไทยเรียงตามจำนวนประชากร>.
- World Nuclear Association. (2010). *Small nuclear reactors (SMR)*. World Nuclear Association. Retrieved from <http://www.world-nuclear.org/info/inf33.html>.
- World Nuclear Association. (2012). *Small nuclear power reactor*. Retrieved from <http://www.world-nuclear.org/info/inf33.html>.
- Wongwuttikul, K. (2012). Establishment of national nuclear safety organization: International standards and comparisons. *Journal of Social Development*, 14(1), 62-112.
- Yamano, N. (2007). *Co-Evolution of Nuclear Technology and Society - Nuclear Social Responsibility and Education*. International Conference on Advances in Nuclear Science and Engineering in Conjunction with LKSTN 2007 (283-288).
- Yamano, N. (2012). *Co-evolution process for Nuclear Consensus Building*. Retrieved from http://www.rine.u-fukui.ac.jp/english/images/lab/E_yamano_lab.pdf.