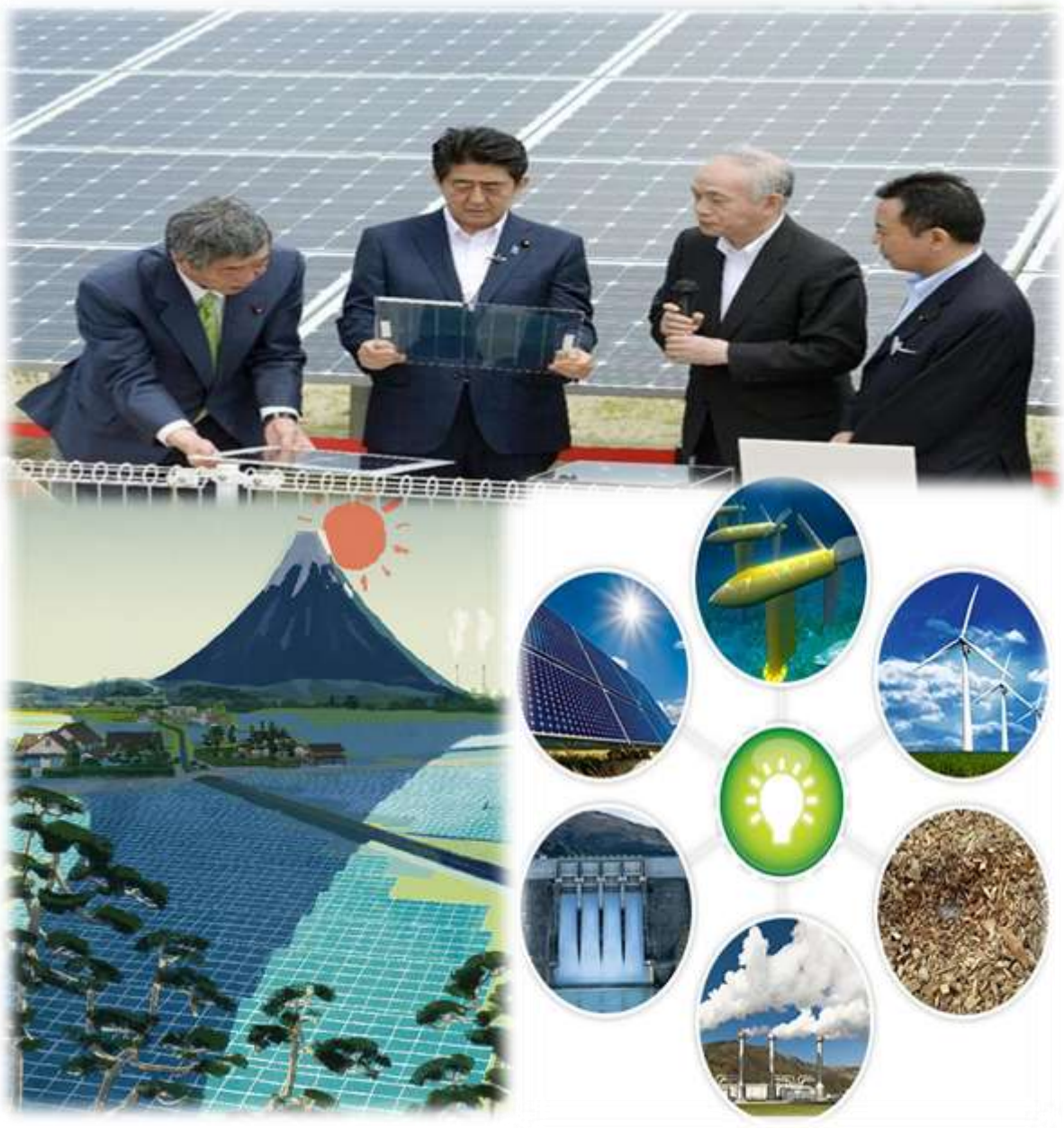
ญี่ปุ่นกับการผลิตไฟฟ้าและการพึ่งพาพลังงานหมุนเวียน
เพื่ออนาคตทางพลังงานไฟฟ้าที่มั่นคงและยั่งยืน



โดย นายตรรกวิทย์ มิ่งขวัญ
นักวิเทศสัมพันธ์ชำนาญการ กลุ่มงานภาษาญี่ปุ่นและเกาหลี
สำนักภาษาต่างประเทศ
สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร

ญี่ปุ่นกับการผลิตไฟฟ้าและการพึ่งพาพลังงานหมุนเวียน เพื่ออนาคตทางพลังงานไฟฟ้าที่มั่นคงและยั่งยืน

สถานะ แก้ไข ๑๙ ธ.ค. ๕๙ เวลา ๑๕.๕๕ น.

โดย นายตรรกวิทย์ มิ่งขวัญ นักวิเทศสัมพันธ์ชำนาญการ
กลุ่มงานภาษาญี่ปุ่นและเกาหลี สำนักภาษาต่างประเทศ
สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร

อย่างที่ทราบกันดีว่า ความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งในวาระแห่งชาติของหลายประเทศ เช่น ไทย ญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศ โดยเป็นพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การคมนาคม เป็นต้น หากไม่มีไฟฟ้าแล้ว ย่อมเกิดผลกระทบต่อระบบดังกล่าวอย่างรุนแรง ดังนั้น รัฐจึงจำเป็นต้องกำหนดนโยบายและวางแผนจัดการพลังงานไฟฟ้าให้มีความมั่นคง โดยจะต้องผลิตไฟฟ้าด้วยแหล่งพลังงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในประเทศ แบ่งออกเป็น ๒ ประเภทใหญ่ ๆ คือ ๑) แหล่งพลังงานประเภทสิ้นเปลือง เช่น น้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ปรมาณู เป็นต้น และ ๒) แหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น น้ำ ลม แสงอาทิตย์ เป็นต้น ให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม แหล่งพลังงานประเภทสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันกลับมีปริมาณลดลง ทำให้ในปัจจุบันหลายประเทศหันมาใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนกันมากขึ้น ซึ่งญี่ปุ่นเป็นหนึ่งในประเทศเหล่านั้น

๑. สภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยรวมในญี่ปุ่น

จากข้อมูลกรมพลังงาน กระทรวงเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมญี่ปุ่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘ เปิดเผยว่า โดยทั่วไปตั้งแต่ปี ๒๔๙๕ ถึง ปี ๒๕๕๖ ผู้ประกอบการไฟฟ้าได้ผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากน้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ พลังงานปรมาณู พลังน้ำ และพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งการใช้พลังงานสำคัญเพื่อการผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นออกเป็นช่วงได้ ดังนี้ ช่วงที่ ๑ ปี ๒๔๙๕ ถึง ๒๕๐๘ แหล่งพลังงานสำคัญ คือ พลังน้ำ ช่วงที่ ๒ ปี ๒๕๐๘ ถึง ๒๕๑๖ (วิกฤตกาลน้ำมันครั้งที่ ๑) แหล่งงานสำคัญ คือ พลังงานน้ำมัน และหลังจากนั้นเปลี่ยนมาเป็นใช้พลังงานจากถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ (LNG) ตามด้วยพลังงานปรมาณู จนกระทั่งเกิดมหันตภัยแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิในแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือของญี่ปุ่น เมื่อปี ๒๕๕๔ และทำให้อัตราส่วนของการใช้พลังงานปรมาณูในการผลิตกระไฟฟ้าลดลงเกือบเป็นศูนย์ โดยที่พลังงานจากก๊าซธรรมชาติยังคงครอบคลุมการผลิตไฟฟ้าเพียงครึ่งหนึ่งจากสัดส่วนของพลังงานปรมาณูที่ลดลงในปี ๒๕๕๖ สัดส่วนพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าที่มากที่สุดคือ ก๊าซธรรมชาติ อยู่ที่ร้อยละ ๔๓.๒ และนอกจากนั้น การผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงจากถ่านหินและน้ำมันรวมกันครองสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ ๘๘.๔ สำหรับสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้าด้วยแหล่งพลังงานอื่นนั้นอยู่ที่ร้อยละ ๖๑.๗ แต่เบื้องหลังของการพึ่งพาไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นยังคงหยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูสำหรับการกำเนิดไฟฟ้าอย่างที่ทุกคนทราบดีอยู่เช่นกัน

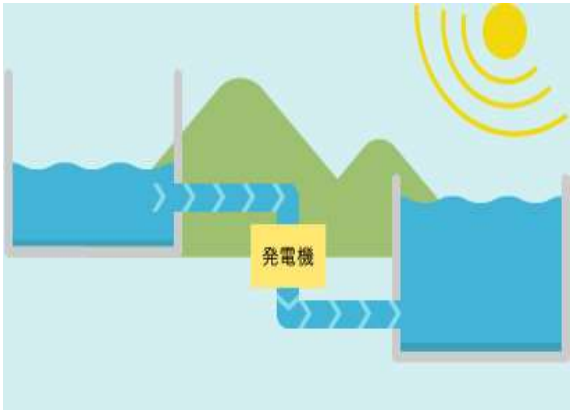
ส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำของญี่ปุ่นซึ่งมีมายาวนานนั้น ครองสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ ๘.๕ จากการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานรูปแบบอื่นทั้งหมดของประเทศ โดยแบ่งเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำจากอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กและใหญ่ (一般水力発電) (ดูรูปที่ ๑) และ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำแบบสูบกลับ (揚水発電) (ดูรูปที่ ๒)

รูปที่๑

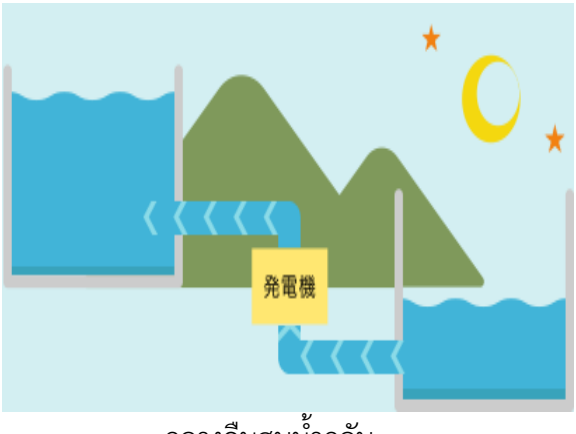
การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำทั่วไป คือ การปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำลงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานผลิตไฟฟ้าใต้เขื่อนแล้วปล่อยออกทางระบายน้ำท้ายเขื่อนโดยไม่มีการสูบกลับ

รูปที่ ๒

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำแบบสูบกลับ คือ การปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำบนลงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานผลิตไฟฟ้าซึ่งตั้งอยู่ระหว่างอ่างเก็บน้ำบนและอ่างเก็บน้ำล่างในช่วงกลางวัน โดยน้ำที่ปล่อยออกจากโรงงานผลิตจะไหลลงอ่างเก็บน้ำล่างและถูกกักเก็บไว้เพื่อสูบกลับไปยังอ่างเก็บน้ำบนในช่วงกลางคืน



กลางวันผลิตไฟฟ้า



กลางคืนสูบน้ำกลับ

ที่มาภาพ : http://www.sbenergy.jp/assets/img/study_illust_water_02_01.gif

นอกจากนี้ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนอื่น ซึ่งเป็นพลังงานที่ถูกคาดหวังให้มีการใช้ในการผลิตไฟฟ้าให้มากขึ้นนั้น ครองสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ ๒.๒ เท่านั้น โดยสูงขึ้นเพียงร้อยละ ๑.๑ จากปี ๒๕๕๒ ซึ่งมีสัดส่วนการผลิตอยู่ที่ร้อยละ ๑.๑ จึงอาจกล่าวได้ว่า สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนยังมีน้อยอยู่อย่างมาก แน่นอนว่าภายหลังจากที่รัฐบาลญี่ปุ่นนำระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนด้วยวิธีการกำหนดราคา (FIT) มาใช้ นอกจากนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นได้พยายามที่จะนำพลังงานประเภทนี้เข้ามาใช้ผลิตไฟฟ้าในภาคประชาชน อาทิ โรงเรียน ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้รับทราบส่วนใหญ่กลุ่มเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน จะเป็นภาคธุรกิจบริษัทผลิตไฟฟ้าที่ได้รับอนุญาตจากรัฐเพียงเท่านั้น จึงไม่ได้สะท้อนถึงสัดส่วนผู้ผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้นจากภาคส่วนอื่น

ทั้งนี้ ปริมาณการผลิตไฟฟ้ารวมลดลงนับตั้งแต่ปี ๒๕๕๓ ซึ่งแสดงให้เห็นประเด็นที่น่าสนใจอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการหยุดเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณู และรัฐบาลต้องวางมาตรการประหยัดไฟเพื่อให้มีไฟฟ้าเพียงพอ โดยหลังจากผลกระทบจากเหตุการณ์ภัยพิบัติแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิครั้งใหญ่ทางภาคตะวันออกผ่านมาประมาณ ๔ ปี ภาพของการประหยัดไฟฟ้าในการดำรงชีวิตของประชาชนเริ่มจางหายไป

แต่ในความเป็นจริง ยอดรวมปริมาณผลิตไฟฟ้าของบริษัทในตอนนั้นยังน้อยอยู่ เบื้องหลังคือ รัฐบาลญี่ปุ่นพยายามให้ผู้ประกอบการผลิตไฟฟ้าลดปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อการใช้อย่างประหยัด การที่ญี่ปุ่นลดปริมาณการผลิตไฟฟ้านั้นยังมองเห็นความพยายามในการประหยัดไฟฟ้าจากผู้ประกอบการไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ ภายใต้สนธิสัญญาปารีสว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก การหยุดผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงจากฟอสซิลถือเป็นกระแสนิยมระดับโลกอยู่ในขณะนี้ แต่ญี่ปุ่นกำลังถูกจับตามองเนื่องมีสัดส่วนของการใช้ถ่านหินในการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ร้อยละ ๒๗.๖ ในปี ๒๕๕๕ และเพิ่มเป็นร้อยละ ๓๐.๓ ในปี ๒๕๕๖

๒. ผลกระทบจากภัยพิบัติแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิ ปี ๒๕๕๔ กับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณู และสภาพการพึ่งพาพลังงานหมุนเวียนในญี่ปุ่น

๒.๑ การพึ่งพาพลังงานปรมาณูกับการผลิตไฟฟ้าในญี่ปุ่น

ในเดือนธันวาคม ๒๔๙๘ ญี่ปุ่นได้มีการตรากฎหมายว่าด้วยพลังงานปรมาณูแห่งญี่ปุ่น และได้กำหนดขอบเขตการใช้พลังงานปรมาณูไว้อย่างกว้างขวาง

และในปี ๒๕๐๐ การไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูแห่งญี่ปุ่นก็เริ่มดำเนินการพัฒนาด้านการผลิตไฟฟ้าในฐานะผู้ประกอบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณู

ต่อมาในปี ๒๕๐๖ ญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูเป็นครั้งแรก

ปี ๒๕๐๙ ญี่ปุ่นได้ก่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานปรมาณูเสร็จเป็นครั้งแรก และเริ่มใช้ผลิตไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูซึ่งถูกคาดหวังในฐานะเทคโนโลยีแห่งอนาคตที่จะลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นศูนย์ และรับประกันความมั่นคงทางพลังงาน แต่กลับประสบกับการเปลี่ยนแปลงด้านความต้องการของสังคมหลังเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิครั้งใหญ่เมื่อปี ๒๕๕๔ ทำให้โรงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูทั้งหมดหยุดการผลิต

ปี ๒๕๕๔ หลังจากเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิครั้งใหญ่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของญี่ปุ่น โรงงานผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูทั้งหมดหยุดการผลิต

เดือนกรกฎาคม ปี ๒๕๕๕ ถึงเดือนกันยายน ปี ๒๕๕๖ โรงงานผลิตไฟฟ้าโออิของบริษัทคันไซการไฟฟ้าซึ่งตั้งอยู่ที่จังหวัดฟุคุย ได้เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าอีกครั้ง ดังนั้น ในช่วงต้นปี ๒๕๕๖ สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูเพิ่มขึ้นอยู่ที่ร้อยละ ๑ ทั้งนี้ แต่เดิมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูถูกนำมาใช้โดยรัฐบาลเพื่อตอบสนองความต้องการไฟฟ้าที่ขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นในช่วงยุคเศรษฐกิจเฟื่องฟูของญี่ปุ่น

จนกระทั่งล่วงเข้าสู่เดือนสิงหาคม ๒๕๕๘ รัฐบาลญี่ปุ่นมีมติให้เดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อผลิตไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง จำนวน ๑ แห่ง ในเขตคิวชู และอีก ๑ แห่ง ในเขตคันไซ

ในเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๕๙ แต่ในเดือนมีนาคมปีเดียวกัน ศาลแขวงโอทสึมีคำสั่งหยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูในเขตคันไซชั่วคราว

รัฐบาลญี่ปุ่นกล่าวไว้ว่า จุดดึงดูดของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณู คือ ต้นทุนการผลิตต่ำ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีการโต้แย้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในกรณีเกิดอุบัติเหตุในโรงไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการชดเชยทางสังคมกับผู้ประสบเหตุซึ่งจะต้องคำนึงถึงอย่างรอบคอบ ทั้งนี้ เมื่อวันที่ ๓๐ มกราคม ๒๕๕๘ รัฐบาลญี่ปุ่นได้จัดตั้งคณะทำงานตรวจสอบต้นทุนทางการผลิตไฟฟ้า ภายใต้คณะอนุกรรมการว่าด้วยศึกษานโยบายพื้นฐาน คณะที่ปรึกษาด้านพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติ สังกัดกรมพลังงาน กระทรวงเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม เพื่อดำเนินการคำนวณต้นทุนการผลิตไฟฟ้า

นอกจากนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นต้องการที่จะผลักดันส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณู เนื่องจากครั้งหนึ่งญี่ปุ่นได้กำหนดว่าในอนาคตพลังงานปรมาณูเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักสำคัญภายในประเทศ โดยเทคโนโลยีปรมาณูเป็นสาขาที่มีการลงทุนระหว่างภาครัฐและเอกชนระยะยาว แต่หลังจากภัยพิบัติแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ในญี่ปุ่นทำให้ความคาดหวังต่อพลังงานชนิดนี้ลดลงอย่างมาก

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูมีความเสี่ยงต่าง ๆ อาทิ การหลอมละลายของแท่งเชื้อเพลิงปฏิกรณ์ปรมาณู ปัญหาการนำแร่กัมมันตรังสีกลับมาใช้ใหม่ การจัดเก็บและการกำจัดกากกัมมันตรังสี ดังนั้น รัฐบาลญี่ปุ่นจึงได้กำหนดแนวทางเกี่ยวกับการพึ่งพาพลังงานปรมาณูด้วยการอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานหมุนเวียน และการพัฒนาศักยภาพโรงไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อน เป็นต้น ภายใต้แผนพลังงานแนวใหม่ที่คณะรัฐมนตรีเป็นผู้กำหนด อย่างไรก็ตาม ไม่ได้หมายความว่าจะหยุดใช้พลังงานปรมาณูทั้งระบบ แต่จะมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าบางส่วนเท่านั้น

๒.๒ การพึ่งพาพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทน คือ แหล่งพลังงานแห่งอนาคตของญี่ปุ่น

จากปัญหาที่เกิดจากพลังงานปรมาณูเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้าอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้น ญี่ปุ่นได้ดำเนินการเกี่ยวกับการนำพลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนมาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งพลังงานหมุนเวียนถือเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องในธรรมชาติ และถูกเรียกว่า *“พลังงานแห่งอนาคต”*

กระทรวงเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นได้กำหนดความหมายเฉพาะทางของพลังงานหมุนเวียนไว้อย่างกว้างว่า “พลังงานประเภทนี้เป็นพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ พลังลม ความร้อนใต้พิภพ คลื่นทะเล ชีวมวล และพลังงานน้ำ เพื่อการผลิตไฟฟ้า” ทั้งนี้ พลังงานหมุนเวียนนี้จะเป็นพลังงานที่นำมาใช้ทดแทนพลังงานจากซากฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือใช้ทดแทนพลังงานปรมาณู ที่มีอันตรายสูงหากเกิดอุบัติเหตุ

จากการผลิตไฟฟ้าของผู้ประกอบการในญี่ปุ่นในปี ๒๕๕๖ สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนอยู่ที่ร้อยละ ๒.๒ ซึ่งสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปี ๒๕๕๒ ก่อนเกิดภัยพิบัติครั้งใหญ่โดยครองสัดส่วนการผลิตอยู่ที่ร้อยละ ๑.๑ ซึ่งถือเป็นตัวเลขที่ไม่มีนัยสำคัญแต่ประการใด ทั้งนี้ สาเหตุที่ทำให้การใช้พลังงานประเภทนี้ในญี่ปุ่นไม่ได้รับความนิยม เนื่องจาก**เหตุผลด้านต้นทุนการผลิต** อย่างที่ได้นำเสนอเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานปรมาณูข้างต้น ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนมีราคาสูง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันการใช้พลังงานหมุนเวียนในประเทศต่าง ๆ มีมากขึ้น จึงทำให้มีการพัฒนาและวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง

เมื่อปี ๒๕๕๕ รัฐบาลญี่ปุ่นได้เริ่มระบบรับซื้อไฟฟ้าแบบกำหนดราคาอย่างจริงจัง แต่หลังจากนั้นเริ่มมีการเคลื่อนไหวต่อต้านการซื้อขายไฟฟ้าด้วยสาเหตุความไม่มั่นคงของโครงข่ายสายส่งไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้า ดังนั้น เมื่อเข้าสู่ปี ๒๕๕๘ ที่ประชุมว่าด้วยพลังงานไฟฟ้าของกระทรวงเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นจึงได้พิจารณาเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ รวมทั้งมีแนวทางที่จะกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการซื้อขายไฟฟ้าที่ผลิตด้วยแหล่งพลังงานเช่นกัน ทั้งนี้ ญี่ปุ่นได้กำหนดนโยบายพลังงานเพื่อให้ประเทศมีทิศทางที่ชัดเจน

๒.๒.๑ นโยบายพลังงานของญี่ปุ่น

ญี่ปุ่นพึ่งพาพลังงานจากซากฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของประเทศด้วยการนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากญี่ปุ่นไม่มีแหล่งพลังงานประเภทนี้อย่างเพียงพอ ซึ่งถือเป็นจุดด้อยของประเทศในด้านพลังงาน นอกจากนี้ ญี่ปุ่นยังมีโครงสร้างทางพลังงานภายในประเทศที่ผันผวนและส่งผลกระทบเป็นอย่างมาก ดังนั้น การสร้างความมั่นคงทางพลังงานซึ่งถือเป็นเส้นโลหิตใหญ่ของกิจกรรมและการดำรงชีวิตของประชาชนในประเทศจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ และญี่ปุ่นประสบปัญหานี้มาโดยตลอด นอกจากนี้ ญี่ปุ่นยังประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงทางด้านภูมิศาสตร์การเมืองระหว่างประเทศ และการตระหนักถึงความปลอดภัยจากพลังงานต่อสิ่งแวดล้อมที่มีเพิ่มขึ้น

ดังนั้น เพื่อเป็นการรับมือกับสถานการณ์ของญี่ปุ่นเช่นนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นจึงได้ตรากฎหมายพื้นฐานว่าด้วยการนโยบายพลังงาน เมื่อเดือนมิถุนายน ๒๕๔๕ โดยมีวัตถุประสงค์สร้างความมั่นใจว่าจะสามารถดำเนินนโยบายพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งยึดแนวทางที่มีแบบแผน บูรณาการทั้งองคาพยพ และระยะยาว ภายใต้กฎหมายฉบับนี้ ญี่ปุ่นได้มีการกำหนดนโยบายฉบับแรก

เมื่อเดือนตุลาคม ๒๕๔๖ ฉบับที่สอง เมื่อเดือนมีนาคม ๒๕๕๐ ฉบับที่สาม เมื่อเดือนมิถุนายน ๒๕๕๓ ซึ่งเป็นแผนที่จะเพิ่มอัตราการพึ่งพาพลังงานด้วยตนเองและการผลิตเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิลภายในประเทศด้วยตนเองเป็นราวร้อยละ ๗๐ และการใช้แหล่งพลังงานที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น ๐ ให้เพิ่มสูงขึ้นราวร้อยละ ๗๐ เช่นกัน ตามสัดส่วนของโครงสร้างพลังงานภายในประเทศภายในปี ๒๕๗๓ จนกระทั่งภายหลังเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิครั้งใหญ่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของญี่ปุ่น เมื่อปี ๒๕๕๔ และการผันผวนทางพลังงานทั้งภายในและนอกประเทศทำให้ญี่ปุ่นจำเป็นต้องทบทวนแผนฉบับนี้ และได้จัดทำแผนฉบับใหม่ฉบับที่ ๔ ขึ้น เมื่อเดือนเมษายน ๒๕๕๗ โดยได้กำหนดหลักการพื้นฐานของนโยบายพลังงานเพิ่มเติมขึ้น ๑ หลักการ คือ หลักการด้านความปลอดภัย (S = Safety : 安全性) จากเดิม ๓ หลักการ ได้แก่ ความมั่งคงทางพลังงาน (E = Energy Security : 安定供給) ความพอเพียงทางเศรษฐกิจ (E = Economic Efficiency : 経済効率の向上) การเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (E = Environment : 環境への適合) หรือเรียกชื่อย่อว่า “๓อี + เอส” รวมทั้งยังให้ความสำคัญระดับโลก และความสำคัญทางเศรษฐกิจระยะยาว[๑]

ทั้งนี้ เพื่อเป็นการวางโครงสร้างการจ่ายพลังงานที่มีความยืดหยุ่น หลากหลายรูปแบบ หลากหลายระดับ ซึ่งญี่ปุ่นจำเป็นต้องดำเนินการดังนี้

* เสริมสร้างความเข้มแข็งทางพลังงานทุกประเภท และต้องทำให้เกิดโครงสร้างการจ่ายพลังงานที่เป็นจริงและหลากหลายระดับ

* องค์กรต่าง ๆ ต้องเข้าร่วมดำเนินการผ่านการปฏิรูประบบ และการสร้างโครงสร้างการจ่ายพลังงานที่มีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่นตัวมากขึ้น โดยวางข้อเลือกทางพลังงานที่หลากหลายรูปแบบ

* ดำเนินการปรับปรุงสัดส่วนการจ่ายพลังงานด้วยตนเองด้วยการพัฒนาพลังงานที่ผลิตภายในประเทศและการส่งเสริมการนำพลังงานมาใช้เพื่อลดผลกระทบด้านการผันผวนของสภาพการณ์โลก

๒.๒.๒ ประเภทของพลังงานหมุนเวียนที่เป็นเป้าหมายหลัก

การเริ่มผลิตไฟฟ้ารูปแบบใหม่ด้วยพลังงานหมุนเวียน ๕ ประเภท ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังลม พลังน้ำ พลังความร้อนใต้พิภพ และชีวมวล หรืออย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการสร้างโรงไฟฟ้าที่ตรงตามเงื่อนไขที่รัฐกำหนด เป้าหมายสำคัญในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน คือ ทั้งหมดจะถูกกำหนดให้อยู่ในการรับซื้อ กรณีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์น้อยกว่า ๑๐ กิโลวัตต์อาทิ จากภาคครัวเรือนจะถูกรับซื้อเฉพาะหน่วยที่เหลือจากการใช้แล้วเท่านั้น

ข้อดี – ข้อเสียของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแต่ละประเภท

ก. การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นระบบการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้าโดยตรงด้วยแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งเป็นที่แพร่หลายตั้งแต่ระดับครัวเรือนถึงระดับโรงงานผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่

ข้อดี

- การบำรุงรักษาง่ายตามความเหมาะสม
- สามารถเป็นแหล่งไฟฟ้าสำรองได้

[๑] ที่มา http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015html/3-1-0.html

ข้อเสีย

มีปัญหาเรื่องกำลังการผลิตไฟฟ้าตามสภาพอากาศ การกระจุกตัวของแหล่งผลิตไฟฟ้าที่ใดที่หนึ่ง จะทำให้เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าในระบบสายส่งไฟฟ้าสูงเกินไป ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเงินค่าใช้จ่ายในการจัดการ

ข. การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังลม

เป็นการหมุนกังหันลมด้วยพลังงานลม แล้วส่งไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าภายในจนเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา โดยมีตั้งแต่ขนาดเล็กที่ติดตั้งในโรงเรียน หรือหน่วยงานสาธารณะถึงขนาดใหญ่เช่นทุ่งกังหันลม

ข้อดี

- กรณีที่มีการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะควบคุมได้ในระดับเดียวกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเชื้อเพลิง และกำลังน้ำ
- สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนตราบเท่าที่มีลม

ข้อเสีย

ต้องใช้พื้นที่โล่งกว้างขนาดใหญ่ พื้นที่ที่เหมาะสมมีสภาพลมดีส่วนมากกระจุกตัวอยู่ในเขตจังหวัดฮอดไกโด จึงจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระบบสายส่งไฟฟ้าในพื้นที่กว้าง

พลังงานจากน้ำ พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ

ค. การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ

เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำตกตามความสูงต่างระดับของอ่างเก็บน้ำ (ดูหน้า ๒ รูปที่ ๑ และ ๒) ซึ่งในปัจจุบันเริ่มให้ความสำคัญกับเขื่อนขนาดเล็กและขนาดกลางที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้แม้ตามลำน้ำน้อยใหญ่หรือคลองชลประทานเพื่อการเกษตร

ข้อดี

- เป็นแหล่งไฟฟ้าที่มีความเชื่อมั่นสูงในเรื่องของการมีเสถียรภาพในการผลิต
- แหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กและกลางมีศูนย์ศักยภาพสูงเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่กระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อไปได้

ข้อเสีย

แหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กและกลางมีต้นทุนสูงเมื่อเปรียบเทียบแล้ว และจำเป็นต้องจัดการสิทธิ์การใช้น้ำ

ง. การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนใต้พิภพ

เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยการดึงน้ำร้อนหรือไอน้ำร้อนใต้ดินมาหมุนกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากนั้นไอน้ำที่ถูกใช้ประโยชน์แล้วจะถูกควบเย็นเป็นน้ำแล้วส่งกลับชั้นใต้ดินลึกที่บ่อเก็บกักน้ำ ทั้งนี้ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีภูเขาอยู่จำนวนมาก และมีแหล่งพลังงานประเภทนี้อย่างอุดมสมบูรณ์เป็นอันดับสามของโลก

ข้อดี

- พลังงานที่ถูกปล่อยออกมามีเสถียรภาพ และสามารถพัฒนาระดับใหญ่ขึ้น
- สามารถเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง ทั้งกลางวันและกลางคืน

ข้อเสีย

ระยะเวลาการพัฒนายาวนานเกือบ ๑๐ ปี และมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาสูงมาก นอกจากนี้ พื้นที่ในการพัฒนาแหล่งพลังงานประเภทนี้ทับซ้อนกับบ่อน้ำพุร้อนเชิงพาณิชย์ และสถานที่ราชการ ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีกับคนในท้องที่

จ. การผลิตไฟฟ้าด้วยชีวมวล

เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนชีวมวลจากพืชและสัตว์ อาทิ ซากไม้ ของเหลือทางการเกษตรเป็นพลังงานสำหรับผลิตไฟฟ้า

ข้อดี

- ช่วยลดปริมาณสิ่งเหลือใช้ด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
- สภาพอากาศไม่มีผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า

ข้อเสีย

มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา การขนส่ง การจัดเก็บวัสดุเชื้อเพลิง และการจัดหาวัสดุเชื้อเพลิงอย่างยั่งยืนสำหรับการผลิตไฟฟ้า

๒.๒.๓ เป้าหมายของสัดส่วนการตลาดด้านพลังงานหมุนเวียนของญี่ปุ่นและต่างประเทศในปัจจุบัน : ตลาดพลังงานหมุนเวียนของญี่ปุ่นเติบโตช้า

แผนแม่บทด้านพลังงาน ฉบับที่ ๓ ของรัฐบาลญี่ปุ่นซึ่งมีการแก้ไขเมื่อเดือนมิถุนายน ๒๕๕๓ กล่าวว่า ญี่ปุ่นมีแผนที่จะกำหนดการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานปรมาณูและพลังงานหมุนเวียน (รวมทั้งพลังงานน้ำ) อัตราส่วนร้อยละ ๕๐ ในปี ๒๕๖๓ และร้อยละ ๗๐ ในปี ๒๕๗๓ โดยอัตราร้อยละดังกล่าวนั้น รัฐบาลกำหนดแผนที่จะให้พลังงานหมุนเวียนครองสัดส่วนในภาพรวมของพลังงานทั้งหมดถึงร้อยละ ๑๐ ในปี ๒๕๖๓

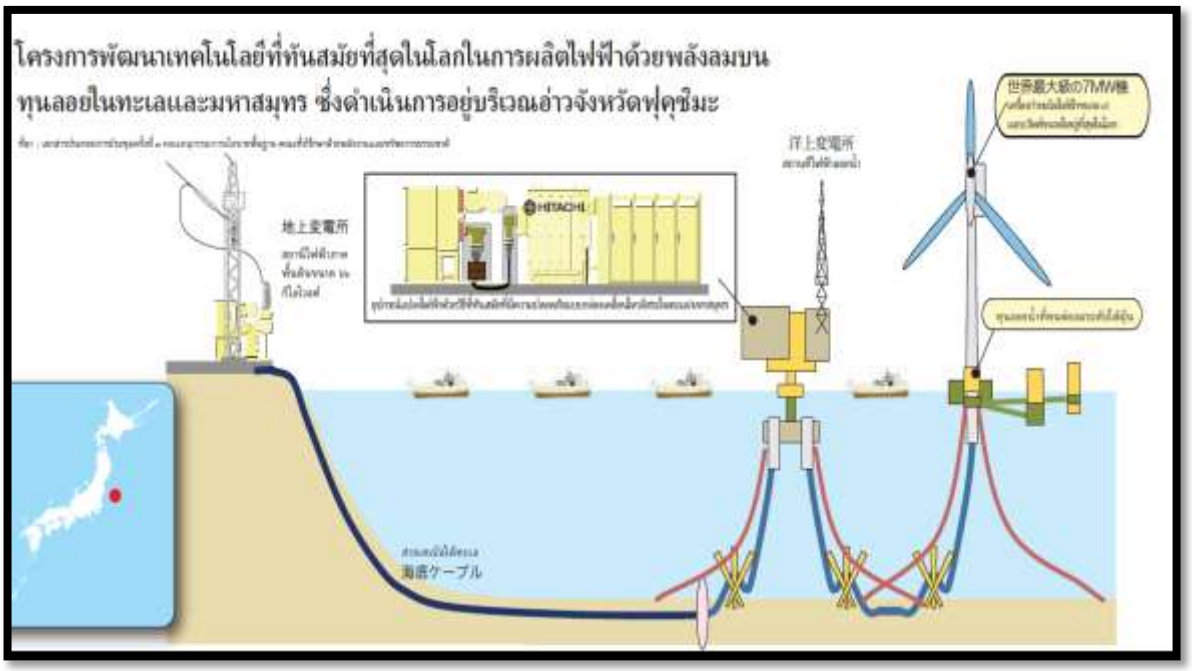
แต่แผนแม่บทด้านพลังงานฉบับดังกล่าวได้สูญเสียทิศทางการดำเนินการไปหลังเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่ผ่านมา

จนกระทั้ง คณะรัฐมนตรีญี่ปุ่นมีมติจัดทำแผนแม่บทด้านพลังงาน ฉบับที่ ๔ ขึ้นเมื่อเดือนเมษายน ๒๕๕๗ โดยได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับสถานภาพของพลังงานหมุนเวียน การกำหนดแนวนโยบาย ตลอดจนการพัฒนาพลังงานเพื่อให้ญี่ปุ่นสามารถรับมือการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมขนาดใหญ่ โดยแผนยุทธศาสตร์ฉบับนี้ได้กำหนดโครงสร้างอุปสงค์และอุปทานด้านพลังงานระยะกลาง (นับจากนี้ไป ๒๐ ปี) ประเด็นปัญหาเชิงนโยบายที่จะต้องดำเนินการแก้ไขต่อจากนี้ รวมทั้ง ทิศทางด้านนโยบายพลังงานที่เป็นแผน ภาพรวม และแผนระยะยาวด้านพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลักดันการแก้ไขระบบภายในญี่ปุ่น เช่น การแก้ไขระบบพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น รวมทั้งการกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการแก้ไขแบบเร่งรัดเพื่อสร้างโครงสร้างอุปสงค์และอุปทานด้านพลังงานอย่างยั่งยืน ภายใต้หลักพื้นฐานของนโยบายพลังงาน ได้แก่ ความมั่งคงทางพลังงาน ความพอเพียงทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย

อย่างไรก็ตาม ยังคงมีคำกล่าวว่า พลังงานหมุนเวียนสามารถเป็นแหล่งผลิตไฟฟ้าได้แท้จริงหรือไม่ ซึ่งหากมองดูโลกปัจจุบันอาจไม่สามารถกล่าวเช่นนั้นได้ ทั้งนี้ จากข้อมูลองค์กรพลังงานระหว่างประเทศ ซึ่งได้รวบรวมสถิติทางพลังงานไฟฟ้าของแต่ละประเทศ กล่าวได้ว่า ปี ๒๕๕๖ ประเทศผู้นำของโลกหลายประเทศได้เน้นย้ำให้ความสำคัญเกี่ยวกับพลังงานหมุนเวียน ถึงแม้ว่านิยามอาจจะแตกต่างกัน แต่จากสถิติเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนด้านพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นอยู่ที่ร้อยละ ๖.๐ (โดยสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยชีวมวลอยู่ที่ร้อยละ ๓.๑) และเมื่อเปรียบเทียบดัชนีนี้แล้ว จะพบว่าเยอรมันซึ่งเป็นประเทศที่พัฒนาทางสิ่งแวดล้อมครองสัดส่วน

อยู่ที่ร้อยละ ๒๑.๕ สหราชอาณาจักรครองสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ ๑๔.๓ และเดนมาร์กครองสัดส่วนอยู่ถึงร้อยละ ๔๘.๐ ส่วนสหรัฐอเมริกาซึ่งมีภาพลักษณ์ทางลบด้านสิ่งแวดล้อมกลับครองสัดส่วนพลังงานประเภทนี้สูงกว่าญี่ปุ่นเสียอีก

นอกจากนี้ ในช่วงปี ๒๕๕๘ แต่ละประเทศมีความกระตือรือร้นในการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนมากขึ้น และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นทุกปี อย่างไรก็ตาม ยังคงถือว่าญี่ปุ่นมีการสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง อาทิ ญี่ปุ่นมีการดำเนินโครงการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุดในโลกในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังลมบนทุ่นลอยในทะเลและมหาสมุทร ซึ่งดำเนินการอยู่บริเวณอ่าวจังหวัดฟุคุชิมะ (รูปข้างล่าง)



๒.๒.๔ อุปสรรคของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน และมาตรการรองรับการทดแทนพลังงานหมุนเวียน

พลังงานหมุนเวียนมีความแปรผันตามสภาพภูมิอากาศ ทำให้ขาดเสถียรภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงจำเป็นที่จะต้องมีแหล่งพลังงานสำรอง

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตได้เฉพาะช่วงกลางวันเท่านั้น ส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมสามารถผลิตได้ตลอดเวลาตราบเท่ามีกระแสลม ซึ่งหากมีความจำเป็นในการใช้ไฟฟ้าสูงก็อาจจะไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามความต้องการเมื่อไม่มีกระแสลมในหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ดังนั้น ญี่ปุ่นจึงยังคงกำหนดให้ใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน เพื่อรองรับการผลิตไฟฟ้าทดแทนพลังงานหมุนเวียน ถึงแม้ว่าเชื้อเพลิงจากฟอสซิลจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ญี่ปุ่นสามารถใช้ความร้อนจากถ่านหินได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ด้วยเทคโนโลยีมาตรฐานระดับสากล โดยคาดว่าเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจะแพร่หลายไปทั่วโลกเพื่อเป็นมาตรการหนึ่งในการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน ทั้งนี้ การก่อสร้างโรงไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากถ่านหินประสิทธิภาพภายในญี่ปุ่นมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ซึ่งภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมีการวางแผนที่จะใช้พลังงานความร้อนจากถ่านหิน เพื่อลดภาระทางสิ่งแวดล้อมด้วยการกำหนดโครงสร้างการดำเนินงาน เพื่อลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างจริงจังและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตามนโยบายพลังงานที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

๒.๓ ระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT) คืออะไร

๒.๓.๑ กลไกระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT)

ระบบรับซื้อขายไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา คือ ระบบที่รัฐกำหนดให้บริษัทการไฟฟ้าจะต้องซื้อไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนด้วยราคาที่กำหนดให้ และจะเก็บค่าใช้จ่ายแปรผันในการผลิตไฟฟ้า（賦課金）ที่เกิดขึ้นจากผู้ใช้ไฟฟ้าโดยรวมกับค่าบริการไฟฟ้า แต่ราคาต้นทุนในการก่อสร้างโรงงานผลิตไฟฟ้า/อุปกรณ์การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเหล่านี้มีราคาสูง ยังคงเป็นอุปสรรคในการนำพลังงานหมุนเวียนเข้ามาใช้ ทั้งนี้ คาดการณ์ว่าต้นทุนในการก่อสร้างโรงผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนดังกล่าวจะลดลง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความนิยมแพร่หลายมากขึ้นเช่นกัน

๒.๓.๒ สภาพการณ์ระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT) และปัญหาที่เกี่ยวข้อง ประจำปี ๒๕๕๘

ช่วงปลายปีงบประมาณ ๒๕๕๗ การอนุมัติอุปกรณ์ให้กับผู้ผลิตไฟฟ้าภายใต้ระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT) มีปริมาณการผลิตรวมเกินกว่า ๘๗ ล้านกิโลวัตต์ โดยร้อยละ ๙๔ เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ ผู้ผลิตไฟฟ้าที่เริ่มดำเนินการผลิตไฟฟ้าหลังจากเริ่มใช้ระบบรับซื้อฯ ผลิตไฟฟ้าได้เกินกว่า ๒๐ ล้านกิโลวัตต์ โดยร้อยละ ๙๗ เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ในญี่ปุ่นระบบ FIT เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๕๕ และปรากฏผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยสถิติ ดังนี้

การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในญี่ปุ่น ซึ่งมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยในปี ๒๕๕๖ มีผู้ผลิตจำนวนมากขึ้นจากปีก่อนหน้านั้น ปริมาณการผลิตรวมประมาณ ๑๔ ล้านกิโลวัตต์ และในปี ๒๕๕๗ ปริมาณการผลิตเพิ่มสูงขึ้นอีก ๙ ล้านกิโลวัตต์ ซึ่งปริมาณการผลิตรวมทั้งสองปีอยู่ราว ๒๔ ล้านกิโลวัตต์ โดยปริมาณการนำระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งปีสูงเป็นลำดับสองของโลกรองจากประเทศจีน และมูลค่าการลงทุนสำหรับพลังงานจากธรรมชาติของญี่ปุ่นในภาพรวมทั้งปีอยู่ราว ๔ ล้านล้านเยน โดยการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากธรรมชาติครองสัดส่วนอยู่ที่ร้อยละ ๑๒.๖ จากการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของญี่ปุ่น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ

ในขณะที่พลังงานจากธรรมชาติอื่นนอกจากพลังงานแสงอาทิตย์ (อาทิ พลังงานลม ความร้อนใต้พิภพ พลังงานน้ำขนาดเล็ก และพลังงานจากชีวมวล ไม่ค่อยนำมาใช้ในการผลิต ทั้งนี้ เนื่องจากพลังงานจากธรรมชาติเหล่านี้จำเป็นต้องใช้เวลาในขั้นเตรียมการขั้นดำเนินการผลิตและมีความเสี่ยงสูง โดยถือเป็นพลังงานที่มีความผันผวนและขาดเสถียรภาพซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพทางธรรมชาติที่เอื้ออำนวยต่อการผลิต

สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์การผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการอนุมัติภายใต้ระบบนี้ กรมพลังงานของญี่ปุ่นได้ประกาศทางเว็บไซต์โดยแยกข้อมูลประกาศตามพื้นที่ทั่วประเทศ ตั้งแต่เดือนเมษายน ๒๕๕๗ ซึ่งช้าล่ากว่ากำหนดราว ๓ เดือน รวมทั้งประเด็นเกี่ยวกับปริมาณการผลิตไฟฟ้าก็ได้เริ่มประกาศตัวเลขด้านพลังงานไฟฟ้าของญี่ปุ่นในภาพรวมซึ่งแสดงเป็นสถิติที่ได้จากการสำรวจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า แต่ยังต้องมีการปรับปรุงการเผยแพร่ข้อมูลต่อสาธารณะและการจัดการข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับพลังงานจากธรรมชาติ

การอนุมัติอุปกรณ์ของผู้ดำเนินการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานจากธรรมชาติรายใหม่ตั้งแต่เริ่มระบบฯ จนถึงปลายเดือนมีนาคม ๒๕๕๘ ทำให้ทราบถึงปริมาณการผลิตไฟฟ้าตามขนาดอุปกรณ์รวมเกินกว่า ๘๗ ล้านกิโลวัตต์ โดยปริมาณไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีสัดส่วนราวร้อยละ ๙๔ (ซึ่งเกินกว่าครึ่งเป็นแผงโซล่าเซลล์ขนาดใหญ่ที่ให้กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงกว่า ๑,๐๐๐ กิโลวัตต์ ส่วนการอนุมัติอุปกรณ์ในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ ๒.๓ ล้านกิโลวัตต์ การผลิตไฟฟ้าด้วยชีวมวลอยู่ที่ประมาณ ๒ ล้านกิโลวัตต์ การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำขนาดกลางและเล็กอยู่ที่ประมาณ ๖.๖ แสนกิโลวัตต์ และการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังความร้อนใต้พิภพอยู่ที่ประมาณ ๗ หมื่นกิโลวัตต์

ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังลมของญี่ปุ่นกับต่างประเทศถือว่ามีความแพร่หลายช้ากว่าประเทศอื่น อย่างไรก็ตาม ญี่ปุ่นเริ่มมีความก้าวหน้ามากขึ้น โดยต่อจากนี้ไปญี่ปุ่นจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาหลายประการ เพื่อให้เกิดความแพร่หลายอย่างจริงจัง ได้แก่ ปัญหาด้านขั้นตอนการวิเคราะห์ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในการผลิตในขณะนี้จำนวนมากกว่า ๕.๒ ล้านกิโลวัตต์ ที่จำเป็นต้องดำเนินการให้รวดเร็วขึ้น ปัญหาการจัดพื้นที่เพื่อการผลิตไฟฟ้า ปัญหาการรับความเห็นชอบจากชุมชน และปัญหาการบำรุงรักษาโครงข่ายการเชื่อมต่อไฟฟ้า สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยชีวมวลยังพบปัญหาเกี่ยวกับแผนการนำอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมเข้ามาใช้ หรือปัญหาการรักษาแหล่งเชื้อเพลิงชีวมวลที่มั่นคงและยั่งยืน รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้คุ้มค่า เช่น การใช้ระบบผลิตพลังงานร่วม หรือระบบโคเจนเนอเรชัน (熱利用コジェネ) [๒] เป็นต้น ส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนใต้พิภพหรือด้วยพลังงานน้ำ (ขนาดกลาง) ประสบปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับจากคนในพื้นที่ ปัญหาการจัดการสิทธิ์การใช้สวนป่าธรรมชาติหรือแหล่งน้ำสาธารณะ

เมื่อพิจารณาสภาพอุปกรณ์ในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนของแต่ละบริษัทผู้ผลิตไฟฟ้า พบว่า การไฟฟ้าเขตคิวชูได้อนุมัติอุปกรณ์การผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดการผลิตไฟฟ้ารวมราว

---

[๒] ระบบผลิตพลังงานร่วม หรือระบบโคเจนเนอเรชัน (congeneration) คือ ระบบที่ให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานกล และมีการใช้ประโยชน์จากพลังงานความร้อนควบคู่ไปด้วยในขณะเดียวกัน โดยอาศัยเชื้อเพลิงแหล่งเดียวกัน ประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมนั้นสูงถึงร้อยละ ๘๐ เมื่อเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพเพียงร้อยละ ๔๐ เท่านั้น เนื่องจากพลังงานความร้อนที่เหลือจากการผลิตไฟฟ้าจะถูกปล่อยทิ้งให้กับบรรยากาศโดยไม่ได้นำไปใช้งาน โดยปัจจุบันสามารถผลิตพลังงานกลได้จากเครื่องต้นกำลัง ๓ ชนิด คือ (๑) ระบบกังหันไอน้ำ (๒) ระบบกังหันก๊าซ และ (๓) ระบบเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน

ที่มา : http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Industrial(PDF)/Bay28%20Cogeneration.pdf

๒๐ ล้านกิโลวัตต์ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ ๙๘ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดการผลิตไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ทั้งหมดที่มีอยู่ในเขตคิวชูในปลายปี ๒๕๕๕ และคิดเป็นร้อยละ ๑๒๐ เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดทั้งปีทั่วประเทศ เมื่อปี ๒๕๕๖ ซึ่งถือว่าเป็นเขตเดียวที่มีกำลังการผลิตสูงเกินกว่าร้อยละ ๑๐๐ ส่วนในเขตการไฟฟ้าเขตตะวันออกเฉียงเหนือมีการอนุมัติอุปกรณ์การผลิตไฟฟ้าอยู่ราวร้อยละ ๘๐ จากทั้งหมด และมีกำลังการผลิตไฟฟ้าอยู่ราวร้อยละ ๑๐๐ จากกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด

สำหรับในเขตคันโต จูบุ และคันไซซึ่งมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงครองสัดส่วนกำลังการผลิตไฟฟ้าอยู่ราวร้อยละ ๒๐ – ๔๐ จากทั้งหมด และเมื่อพิจารณาเขตญี่ปุ่นฝั่งตะวันออกหรือญี่ปุ่นตอนกลางและฝั่งตะวันตกซึ่งเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าด้วยสายส่งไฟฟ้ากับบริษัทผลิตไฟฟ้าพบว่า สัดส่วนการอนุมัติอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนอยู่ที่ราวร้อยละ ๕๐ จากกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด

เมื่อพิจารณาอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าภายใต้ระบบ FIT พบว่า ในเขตคิวชูซึ่งมีสัดส่วนการนำอุปกรณ์มาใช้ในระบบสูงที่สุดยังคงมีกำลังการผลิตไฟฟ้าเพียงแค่ร้อยละ ๓๐ จากทั้งหมด ยิ่งไปกว่านั้นในเขตญี่ปุ่นฝั่งตะวันตกมีกำลังการผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ร้อยละ ๒๐ เท่านั้น

สำหรับค่าไฟฟ้าภายใต้ระบบ FIT คิดคำนวณจากค่าบริการที่เรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าผันผวนที่เกิดขึ้นในการผลิตไฟฟ้าของบริษัทไฟฟ้า และจำเป็นต้องมีวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าผันผวนแบบใหม่ที่สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น โดยจะต้องพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างความเคลื่อนไหวของพลังงานในการผลิตไฟฟ้ากับตลาดพลังงานไฟฟ้า ทั้งนี้ ต้องหาวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าที่โปร่งใสและเป็นธรรมมากขึ้นเพื่อเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้ประกอบการไฟฟ้ารายย่อยรับซื้อขายพลังงานไฟฟ้าจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น เพื่อมุ่งสู่การเป็นตลาดพลังงานไฟฟ้ารายย่อยเสรีนับจากนี้ไป

อย่างไรก็ตาม ญี่ปุ่นยังคงประสบปัญหาแบบใหม่ที่เกิดจากระบบ กล่าวคือ หลังจากที่เริ่มระบบการผลิตไฟฟ้าแบบ FIT ทำให้มีผู้ยื่นขอประกอบการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว จึงทำให้คณะอนุกรรมการพลังงานแนวใหม่ได้ออกมาตรการในการชะลอการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าที่ผลิตได้ภายใต้ระบบ FIT เข้าสู่ระบบไฟฟ้าที่ให้บริการหลักของบริษัทไฟฟ้าที่มีอยู่ทุกภาคของญี่ปุ่น เพื่อหลีกเลี่ยงความวุ่นวายและปัญหาในเชื่อมโยงที่อาจจะเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จำเป็นต้องทบทวนวิธีการรับซื้ออีกครั้ง ทั้งนี้ เนื่องจากการชะลอการเชื่อมโยงดังกล่าวจะส่งผลต่อผู้ประกอบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในเรื่องราคารับซื้อที่อาจมีการปรับตัวจากเดิม ซึ่งรัฐได้กำหนดกรอบเวลาสำหรับการปรับราคารับซื้อทุกหนึ่งปีซึ่งถือว่ายาวเกินไป และทำให้เกิดความเสี่ยงมากขึ้นที่ผู้ประกอบการจะเสียประโยชน์จากการซื้อขายไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ ยังประสบปัญหาผู้ประกอบการที่ได้รับการอนุมัติการผลิตไฟฟ้าขอยกเลิกหรือบอกให้เลิกเนื่องจากไม่สามารถจัดการที่ดินและอุปกรณ์ได้คิดเป็นร้อยละ ๑๐ ซึ่งแนวโน้มอาจจะมีเพิ่มสูงขึ้น

นับตั้งแต่เริ่มใช้ระบบ FIT เมื่อปี ๒๕๕๕ ผ่านมา ๔ ปี โดยในช่วง ๒ ปี ระหว่างปี ๒๕๕๘ – ๒๕๕๙ นักวิจัยญี่ปุ่นหลายท่านได้เสนอแนวทางทบทวนการใช้ระบบดังกล่าวแก่รัฐบาลญี่ปุ่น อาทิ ๑) การเพิ่มจำนวนการทบทวนปรับราคารับซื้อให้ถี่มากขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาการประกันราคา ๒) ทบทวนการดำเนินการต่าง ๆ เช่น การพิจารณาแผนการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบให้สะดวกยิ่งขึ้น และมีการแจ้งราคารับซื้อหลังจากปรับใหม่ล่วงหน้าก่อนการจัดแผนการดำเนินธุรกิจ เป็นต้น

โดยในปี ๒๕๕๙ รัฐบาลญี่ปุ่นได้ทบทวนการใช้ระบบ และปรับลดราคารับซื้อไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และในปี ๒๕๖๐ รัฐบาลญี่ปุ่นมีแผนที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการใช้ระบบนี้อีกครั้ง โดยยังคงเป้าหมายให้สัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างพลังงานไฟฟ้า ในปี ๒๕๗๓ โดยจะปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น อาทิ ๑) การทบทวนสภาพการอนุมัติการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และรักษาสมดุลระหว่างแหล่งผลิตไฟฟ้าอื่น ๒) การมุ่ง

เพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องต้นทุนในการซื้อขายไฟฟ้า ๓) การแก้ไขปัญหาการควบคุมกระแสไฟฟ้าจากการผลิตด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการจัดการและจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ รัฐบาลญี่ปุ่นมีมาตรการต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้สามารถดำเนินการดังกล่าวข้างต้นได้จริง ดังนี้

๑) การนำระบบอนุมัติแนวใหม่ซึ่งจะพิจารณาจากแผนดำเนินการของผู้ประกอบการ

๒) การนำระบบประมูลเพื่อเป็นวิธีการกำหนดราคารับซื้อแบบใหม่

๓) การปรับเปลี่ยนผู้ทำหน้าที่ในการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ประกอบการขายไฟฟ้ารายย่อยเป็นผู้ประกอบการส่งไฟฟ้าสามัญ

๔) การทบทวนระบบการลดหย่อนค่าบริการไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่

ดังนั้น ญี่ปุ่นจะต้องวางหลักการพื้นฐานสำคัญเกี่ยวกับการสร้างความหลากหลายภายใต้สภาวะตลาดพลังงานเพื่อให้เกิดการขยายตัวของการผลิตไฟฟ้าจากพลังหมุนเวียน โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ระบบ FIT ถือเป็นกลไกขับเคลื่อนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในช่วงแรก และจะต้องเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถแข่งขันกันในตลาดพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างยืน พร้อมเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อไป

๓. อนาคตของการพึ่งพาพลังงานหมุนเวียนในญี่ปุ่น : เป้าหมายการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับเป้าหมายการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียน ภายในปี ๒๕๗๓

๓.๑ การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการผลิตไฟฟ้า

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกได้พยายามกำหนดมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นที่ถูกปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศซึ่งมีผลทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน รวมทั้งลดการดูดซับก๊าซต่าง ๆ ที่ทำให้โลกร้อน ซึ่งญี่ปุ่นมีแผนในการดำเนินการดังกล่าวโดยกำหนดเป้าหมายรวมคิดเป็นร้อยละ ๒๖ (ราว ๙.๒๗ ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ จาก ๑๒.๓๕ ล้านตันฯ เมื่อปี ๒๕๕๖) แบ่งเป็น ๑) การลดการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คิดเป็นร้อยละ ๒๑.๙ ๒) ลดก๊าซเรือนกระจกอื่นคิดเป็นร้อยละ ๑.๕ และ ๓) การลดการดูดซับก๊าซในชั้นบรรยากาศคิดเป็นร้อยละ ๒.๖ ภายในปี ๒๕๗๓ (โครงสร้างการผลิตไฟฟ้าแห่งอนาคต ปี ๒๕๗๓ : พลังงานแบบผสมผสาน) โดยหนึ่งในแหล่งการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากภาคการผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ ในการผลิตไฟฟ้า นอกจากการใช้พลังงานปรมาณูและพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติแล้ว ญี่ปุ่นยังคงใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ สภาพการพึ่งพาเชื้อเพลิงจากฟอสซิลเพื่อผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นมีความผันผวนอยู่บางช่วง กล่าวคือ การใช้พลังงานจากซากฟอสซิลเหล่านี้สูงขึ้น และทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นตามไปด้วยระหว่างปี ๒๕๕๔ – ๒๕๕๕ หลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์สึนามิ เนื่องจากการหยุดเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูเพื่อการผลิตไฟฟ้า แต่หลังมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์อีกครั้งอัตราการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลลดลงและทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง (ณ ปี ๒๕๕๗) อย่างไรก็ตาม เมื่อดูภาพรวมการพึ่งพาพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นมีอัตราสูงขึ้นเรื่อยมาตั้งแต่ปี ๒๕๓๓ ถึงปี ๒๕๕๖ เฉลี่ยราวร้อยละ ๔๐ จากปริมาณรวมทั้งหมดเมื่อรวมกับภาคอุตสาหกรรมและครัวเรือน ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของแหล่งพลังงานชนิดนี้กับความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่มีสูงขึ้นเรื่อยมา แต่เนื่องจากการใช้พลังงานประเภทนี้ทำให้เกิดก๊าซที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาวะอากาศโลก จึงจำเป็นต้องตระหนักถึงการหาพลังงานแหล่งอื่นที่ไม่ปล่อยก๊าซชนิดนี้มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้น ญี่ปุ่นจึงได้กำหนดเป้าหมายที่จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการผลิตไฟฟ้า ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใหญ่แหล่งหนึ่ง จาก ๑๐.๑ ล้าน (เมื่อปี ๒๕๕๖) เป็น ๗.๓ แสนตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี ๒๕๗๓ โดยกำหนดสัดส่วนการใช้พลังงานเพื่อผลิตไฟฟ้าตามโครงสร้างพลังงานแห่งอนาคตแบบผสมผสาน ดังนี้

ประเภทพลังงาน	สัดส่วนการใช้พลังงานเพื่อใช้ผลิตไฟฟ้า (ร้อยละ)
พลังงานปรมาณู	๒๐ – ๒๒ (สูงขึ้นจากร้อยละ ๑๐ – ๑๑ เมื่อปี ๒๕๕๖)
พลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติ (พลังงานน้ำ) (พลังงานแสงอาทิตย์) (พลังงานชีวมวล : ซากไม้/เศษวัสดุเหลือใช้) (พลังงานลม) (พลังงานความร้อนใต้พิภพ)	๒๒ – ๒๔ (สูงขึ้นจากร้อยละ ๑๓ – ๑๔ เมื่อปี ๒๕๕๖) (๘.๘ – ๙.๒) (๗) (๓.๔ – ๔.๖) (๑.๗) (๑.๐ – ๑.๑)
พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ	๒๗ (ลดลงจากร้อยละ ๑๘ เมื่อปี ๒๕๕๖)
พลังงานจากถ่านหิน	๒๖ (๒๕ เมื่อปี ๒๕๕๖)
พลังงานน้ำมัน	๓ (๓๒ เมื่อปี ๒๕๕๖)

แหล่งอ้างอิง https://www.kankyo-business.jp/news/010941.php เข้าถึงข้อมูล ณ วันที่ ๕ ตุลาคม ๒๕๕๙

จากตารางข้างต้น พบว่า สัดส่วนการใช้พลังงานที่ไม่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (พลังงานปรมาณูและพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติ) มีมากกว่าพลังงานเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล และเมื่อดูสัดส่วนการใช้พลังงานปรมาณูจะพบว่ามีสัดส่วนน้อยกว่าพลังงานหมุนเวียน ทั้งนี้ เกิดจากความกังวลเรื่องความปลอดภัยจากเหตุการณ์โรงไฟฟ้าพลังงานปรมาณูระเบิดที่จังหวัดฟุคุชิมะ หลังจากเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิ อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่ท้าทายสำหรับญี่ปุ่นในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตไฟฟ้าคือ การส่งเสริมให้มีการนำพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติมาใช้ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานปรมาณูที่มีความปลอดภัย และการเพิ่มประสิทธิภาพในผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานเชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น การใช้เทคโนโลยียูเอสซี และ/หรือ เอ – ยูเอสซี และ/หรือ เอจีซีซี เป็นต้น[๓]

[๓] เทคโนโลยีเอสซี (Subcritical, Supercritical (SC)), ยูเอสซี (Ultra-supercritical (USC)), เอ – ยูเอสซี (Advanced Ultra – supercritical (A – USC)) เป็นเทคโนโลยีของหม้อน้ำที่มีการเพิ่มแรงดันและอุณหภูมิเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าด้วยถ่านหิน ทำให้เชื้อเพลิงน้อยลง จึงมีผลให้ลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ไปในตัว โดยที่กระบวนการผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน คือ เป็นโรงไฟฟ้าประเภทพลังความร้อน (ไม่ใช่ความร้อนร่วมแบบไอจีซีซี (IGCC))* โดยแบบเอ – ยูเอสซี ยังอยู่ในขั้นของการพัฒนาเช่นกัน โดยเฉพาะเรื่องของวัสดุและอุปกรณ์ที่คงทนถาวรภายใต้ความร้อนภายในหม้อน้ำที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ๕๐๐ – ๖๐๐ องศาเซลเซียสของแบบยูเอสซี เป็น ๗๐๐ องศาเซลเซียส และแรงดันที่สูงขึ้นกว่ายูเอสซีราวร้อยละ ๑๐ ดังนั้น การนำถ่านหินมาผลิตไฟฟ้าในโลกปัจจุบันในเชิงพาณิชย์สำหรับโรงไฟฟ้าใหม่ จึงมีเทคโนโลยีแค่ ๒ แบบหลัก คือ เอสซี และยูเอสซี ที่ญี่ปุ่นในปัจจุบันมีโรงไฟฟ้าทั้ง ๒ ประเภท ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน (ยูเอสซี มีประมาณร้อยละ ๔๖) โดยที่แบบยูเอสซีจะเป็นโรงไฟฟ้าขนาด ๑,๐๐๐ เมกะวัตต์ขึ้นไป สำหรับเทคโนโลยีไอจีซีซีจะเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่อยู่ในขั้นการพัฒนา โดยเป็นเทคโนโลยีที่เปลี่ยนสถานะถ่านหินให้เป็นก๊าซ (Gasification Technology) ก่อนนำไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม* เช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ระดับการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในปัจจุบันยังไม่ถึงขั้นนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยโรงไฟฟ้าแบบไอจีซีซีอยู่ในขั้นวิจัยในหลายรูปแบบ ทั้งที่เพิ่งก่อสร้างเสร็จที่เมืองนาโคโซะกำลังการผลิต ๒๕๐ เมกะวัตต์ และที่กำลังก่อสร้างที่เมืองอิวะคิ ในจังหวัดฟุคุชิมะ ประเทศญี่ปุ่นกำลังการผลิต ๑๗๐ เมกะวัตต์ ซึ่งญี่ปุ่นยังเรียกเป็น Demonstration Project (โครงการสาธิต) เป็นโครงการที่บริษัทผลิตไฟฟ้าของญี่ปุ่นร่วมกันลงทุนกับบริษัทมิตซูบิชิ โดยกระทรวงที่ดูแลด้านพลังงานของญี่ปุ่น หรือ METI วางแผนที่จะนำเทคโนโลยีไอจีซีซีมาใช้ในเชิงพาณิชย์ครั้งแรกในปี ๒๕๖๓ จากนั้นจึงจะมีการผลิตและติดตั้งในเชิงพาณิชย์กันต่อไป คำว่าเชิงพาณิชย์ คือ ต้นทุน แข่งขันได้กับเชื้อเพลิงประเภทอื่น อย่างน้อยไม่ควรแพงไปกว่าการใช้ก๊าซธรรมชาติเหลว เมื่อถึงขั้นนั้นคนไทยและทั่วโลก คงได้มีโอกาสนำเทคโนโลยีนี้มาผลิตไฟฟ้าอย่างแน่นอน
ที่มา : http://www2.egat.co.th/fuel/images/files/Clean%20Coal%20Technology/Clean%20Coal%20Technology_76.pdf

๓.๒ เป้าหมายการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติกับการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากความมุ่งมั่นของญี่ปุ่นที่จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอนาคตในการผลิตไฟฟ้าตามที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ญี่ปุ่นกำหนดสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนจากธรรมชาติในอนาคตในปี ๒๕๗๓ ประมาณ ๓.๑๒๒ แสนล้านกิโลวัตต์ หรือร้อยละ ๒๔ – ๓๓ จากสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานอื่นทั้งระบบ ซึ่งสูงขึ้นจากปัจจุบันร้อยละ ๑๐ แบ่งเป็นการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะครองสัดส่วนการผลิตมากที่สุดราว ๑.๑๗๓ แสนกิโลวัตต์ รองลงมาคือ การผลิตด้วยพลังงานน้ำราว ๘.๖๓ หมื่นล้านกิโลวัตต์ และพลังงานลมราว ๕.๓๗ หมื่นล้านกิโลวัตต์ ส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานชีวมวล พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากคลื่นหรือลมในทะเลหรือมหาสมุทรจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งเมื่อผลิตไฟฟ้าด้วยแหล่งพลังงานธรรมชาติแล้ว ย่อมทำให้ญี่ปุ่นสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ โดยรัฐบาลญี่ปุ่นได้คาดการณ์ว่า ราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะลดลง เนื่องจากต้นทุนการผลิตลดลงตามเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น และจะทำให้ประชาชนจ่ายค่าบริการไฟฟ้าถูกลงกว่าปัจจุบัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า แนวคิดและนโยบายด้านพลังงานของญี่ปุ่นมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่และคลื่นยักษ์สึนามิ ซึ่งญี่ปุ่นได้ให้ความสำคัญกับนโยบายด้านพลังงานเป็นสำคัญเพื่อให้เกิดความยั่งยืนและการเจริญเติบโตทางพลังงานของประเทศ โดยได้นำระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT) หรือการพิจารณาเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานปรมาณูอีกครั้ง (แต่มีสัดส่วนน้อยลงกว่าอดีตเนื่องจากเหตุผลด้านความปลอดภัย) รวมทั้งดำเนินการประเมินปริมาณการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีที่ละเอียดอ่อนซับซ้อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงานและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า (โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิล) และประเมินผลกระทบจากนโยบายพลังงาน ทั้งนี้ ในปัจจุบันมีการใช้ก๊าซแอลเอ็นจีมาใช้เป็นหลักในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อน เพื่อทดแทนโรงงานไฟฟ้าพลังงานปรมาณูที่หยุดดำเนินการอยู่ ซึ่งหากสถานการณ์นี้ยังคงดำเนินต่อไปจะทำให้โครงสร้างการใช้พลังงานความร้อนในการผลิตไฟฟ้ากลายเป็นโครงสร้างหลักขึ้นมา อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการผลิตแหล่งพลังงานก๊าซธรรมชาติของญี่ปุ่นมีน้อยลงและทำให้การพึ่งพิงแหล่งพลังงานจากตะวันออกกลางเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้น การสร้างความนิยมในการพึ่งพิงพลังงานหมุนเวียนในสถานการณ์เช่นนี้ จึงเป็นกุญแจสำคัญต่อการผลิตไฟฟ้าในอนาคตของญี่ปุ่น

เมื่อเป็นเช่นนี้ ญี่ปุ่นจึงได้นำระบบรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแบบกำหนดราคา (FIT) มาใช้เพื่อสร้างตลาดทางพลังงานไฟฟ้าขึ้นมาทดแทนการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงจากซากฟอสซิลหรือแม้แต่พลังงานปรมาณู อย่างไรก็ตาม การทำให้เกิดการพึ่งพิงพลังงานหมุนเวียนเพื่อการผลิตไฟฟ้าจะได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนในอนาคต แต่ค่าบริการไฟฟ้าที่ต้องเก็บจากผู้ใช้ไฟมีราคาสูงขึ้น รัฐบาลญี่ปุ่นจำเป็นต้องพิจารณาใหม่เพื่อเป็นการลดภาระด้านการเงินของประชาชนในประเทศ รวมทั้งการเปิดเสรีการรับซื้อไฟฟ้ารายย่อยภายใต้การปฏิรูประบบไฟฟ้าที่ยังคงเดินหน้าในปัจจุบันจะทำให้เกิดการแข่งขันสูง จนส่งผลให้ราคาไฟฟ้าลดต่ำลงในอนาคตได้ด้วยเช่นกัน ซึ่งจากการศึกษาวิจัยและจากประสบการณ์ของแต่ละประเทศ พบว่า ราคาไฟฟ้าที่ลดลงจะส่งผลดีบางอย่างต่อประชาชน กล่าวคือ เมื่อค่าไฟฟ้าลดลง ประชาชนจะใช้ไฟฟ้ามากขึ้น และจำนวนผู้ผลิตย่อมเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ และเมื่อผู้ผลิตมีจำนวนมากขึ้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องหาวิธีการทางการตลาด อาทิ ลดค่าบริการ เป็นต้น เพื่อดึงดูดประชาชนให้มาใช้ไฟฟ้าที่ตนผลิตและมีราคาถูกกว่าบริษัทอื่น นอกจากนี้ ญี่ปุ่นจำเป็นต้องมีโครงข่ายสายส่งไฟฟ้าที่มั่นคงและครอบคลุมในแต่ละภูมิภาค เพื่อทำให้เกิดความมั่นคงและความยั่งยืนในการพึ่งพิงพลังงานหมุนเวียน รวมทั้งการสร้างความเหมาะสมและประโยชน์จากพลังงานหมุนเวียน และจำเป็นต้องเดินหน้าการสร้างความนิยมและความแพร่หลายในการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าให้มีมากขึ้นเพื่ออนาคตด้านพลังงานที่สดใส มั่นคงและยั่งยืนภายใต้แผนแม่บทด้านพลังงานของญี่ปุ่น

รายการอ้างอิง

ภาษาญี่ปุ่น

アジアバイオマスオフィス．「再生可能エネルギーの発電電力量を 2030 年に 3 倍の 3, 000 億 kWh へ（日本）」，https://www.asiabiomass.jp/topics/1212_03.html （閲覧日： 2016 年 10 月 5 日）

石田雅也. (2015).「再生可能エネルギーを最大限に増やす、固定価格買取制度の改革案」，http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1512/17/news044.html （閲覧日： 2016 年 3 月 24 日）

枝廣淳子. (2013).「わくわく！日本の再生可能エネルギーの動向と現状」，http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id034502.html（閲覧日： 2016 年 3 月 24 日）

枝廣淳. (2013).「日本のエネルギーをめぐる現況」，http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id034327.html（閲覧日： 2016 年 3 月 24 日）

伊藤元重. (2012).「再生可能エネルギーの未来性」，http://www.nira.or.jp/pdf/review57.pdf（閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

会計検査院. (2014).「再生可能エネルギーに関する事業の実施状況等についての報告書（要旨）」，http://www.jbaudit.go.jp/pr/kensa/result/26/pdf/261008_youshi_2.pdf （閲覧日： 2016 年 3 月 24 日）

環境エネルギー政策研究所．(2014).「自然エネルギー白書 2014 サマリー版」，http://www.isep.or.jp/wp/wp-content/uploads/2014/01/JSR2014_Summary2.pdf

環境エネルギー政策研究所．(2015).「自然エネルギー白書 2015 サマリー版」，http://www.isep.or.jp/images/library/JSR2015summary.pdf （閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

環境エネルギー政策研究所．(2014).「系統連系問題と自然エネルギー本格的導入のための方策」，http://www.isep.or.jp/wp/wp-content/uploads/2014/10/BP20141002.pdf （閲覧日：2016 年 10 月 5 日）

環境書．(2015).「２０５０年を見据えた温室効果ガスの大幅削減に向けて」，https://www.env.go.jp/policy/kikouhendou/kondankai01/02_siryou1-1.pdf （閲覧日：2016 年 10 月 5 日）

環境ビジネス．(2015).「日本の温室効果ガス削減目標「2030 年に 26%削減」、正式に国連へ提出」，https://www.kankyo-business.jp/news/010941.php（閲覧日： 2016 年 10 月 5 日）

関西電力.「再生可能エネルギーの課題」http://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/newenergy/about/task.html（閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

経済産業省. (2015).「長期エネルギー需給見通し」http://www.meti.go.jp/press/2015/07/20150716004/20150716004_2.pdf （閲覧日： 2016 年１０月 5 日）

橘川武郎．(2014).「再生可能エネルギー固定価格買取制度見直しと太陽光発電拡大への課題」NIPPON.COM. http://www.nippon.com/ja/currents/d00147/（閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

佐野史典. (2015).「日本の２０３０年温室効果ガス排出削減目標の評価」Journal of Japan Society of Energy and Resources, Vol.37, No.1. http://jser.gr.jp/journal/journal_pdf/2016/journal201601_7.pdf （閲覧日： 2016 年 10 月 4 日）

Sustainable Japan.　「日本の発電力の供給量割合［最新版］（火力・水力・原子力・風力・地熱・太陽光等）」，http://sustainablejapan.jp/2016/03/20/electricity-proportion/13961 （観覧日：　２０１６年３月２１日）

資源エネルギー庁.「エネルギー基本計画」，経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf （閲覧日：2016 年 3 月 16 日）

資源エネルギー庁.「エネルギー需給の今後の見通し」，経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2005html/1-1-1.html （閲覧日： 2016 年 5 月 15 日）

資源エネルギー庁.「回避可能費用」，経済産業省.
http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/006_04_00.pdf （閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

資源エネルギー庁.「固定価格買取制度とは」，経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html （閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

資源エネルギー庁.「再生可能エネルギーの種類と特徴」，経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/outline/index.html#outline（閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

資源エネルギー庁.「はじめに 我が国のエネルギー政策」,経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2015html/3-1-0.html（閲覧日：2016 年 3 月 15 日）

資源エネルギー庁.「我が国における再生可能エネルギーの導入動向」，経済産業省.
http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2010html/1-2-2.html（閲覧日：2016 年 3 月 15 日）

JB PRESS. (2013).「再生可能エネルギー政策の抜本的見直しが始まる」，
http://jbpress.ismedia.jp/articles/-/44879 （閲覧日：2016 年 10 月 5 日）

ジャパン・フォー・サステナビリティ（JFS）. (2013).「東日本大震災後の日本のエネルギーをめぐる状況」，http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id032630.html （閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

ジャパン・フォー・サステナビリティ（JFS）. (2015).「2030 年に再生可能エネルギー33%へ、原子力にこだわらない環境省の予測」，http://www.japanfs.org/ja/news/archives/news_id035295.html （閲覧日：2016 年 10 月 5 日）

スマートジャッパン. (2015).「２０３０年に再生可能エネルギー３３％へ、原子力にこだわらない環境省の予測」，http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1504/07/news033.html（閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

スマートジャッパン.（2014）.「再生可能エネルギーの比率 20%超へ、早くも 2030 年の目標に近づく」，http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1409/17/news036.html （閲覧日：2016 年 10 月 5 日）

寺林暁良. (2014).「再生可能エネルギー固定価格買取制度の運用状況と課題――3 年度目の改正点と今後の論点」，農林中金総合研究所. https://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n1408js1.pdf（閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

寺林暁良. (2014).「再生可能エネルギー固定価格買取制度の運用状況（3）～2016 年 4 月

の買取価格改定と今後の注目点～」, 農林中金総合研究所. ttps://www.nochuri.co.jp/report/pdf/f1605fo1.pdf（閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構.「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」第２版. http://www.nedo.go.jp/content/100544816.pdf（閲覧日：2016 年 10 月 4 日）

NIRA 相互研究機関機構. (2012).「再生可能エネルギーの将来性」, http://www.nira.or.jp/president/review/entry/n120720_657.html （閲覧日：2016 年 3 月 10 日）

水谷熹伸. (2011).「再生可能エネルギー特別措置法（日本版 FIT (Feed-In Tariff) 法）の概要」, Client Alert. http://www.mofo.jp/topics/2011/09/12/PF_Client_Alert_20110912_Outline_of_Japan_s_Feed-In_Tariff_Law_for_Renewable_Electric_En.pdf （閲覧日：2016 年 3 月 14 日）

みんなの自然エネルギー.「日本の自然エネルギー（再生可能エネルギー）の現状」, http://ore30.com/（閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

濱崎博. (2013).「日本における再生可能エネルギーの可能性と課題」, http://www.fujitsu.com/downloads/JP/archive/imgjp/group/fri/report/research/2013/no405.pdf（閲覧日： 2016 年 3 月 15 日）

レコード. (2015).「固定価格買取制度が浮き彫りにした問題点とは」, http://www.recod.jp/epress/%E5%9B%BA%E5%AE%9A%E4%BE%A1%E6%A0%BC%E8%B2%B7%E5%8F%96%E5%88%B6%E5%BA%A6%E3%81%8C%E6%B5%AE%E3%81%8D%E5%BD%AB%E3%82%8A%E3%81%AB%E3%81%97%E3%81%9F%E5%95%8F%E9%A1%8C%E7%82%B9%E3%81%A8%E3%81%AF/ （閲覧日：2016 年 3 月 24 日）

<u>ภาษาไทย</u>

กระทรวงการต่างประเทศ. ๒๕๕๗. *ยุทธศาสตร์พลังงานญี่ปุ่นฉบับที่ 4 เพื่ออนาคตและความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ (บทความแปล)* อ้างในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=640&Itemid=217 สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. *เทคโนโลยีโรงไฟฟ้าถ่านหิน.* แหล่งที่มา : http://www2.egat.co.th/fuel/images/files/Clean%20Coal%20Technology/Clean%20Coal%20Technology_76.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ ๕ ตุลาคม ๒๕๕๙

กรุงเทพธุรกิจ. ๒๕๕๗. *พลังงานหมุนเวียน : อนาคตความมั่นคงด้านพลังงานของไทย*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/582385. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

พรพิมล สุคันธวณิช. ๒๕๕๖. *ความมั่นคงทางพลังงานและนโยบายทางการทูตของไทย*. กองสนเทศเศรษฐกิจ กรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ กระทรวงการต่างประเทศ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.mfa.go.th/business/contents/files/articles-20130809-180303-487591.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

พงษ์ดิษฐ พจนา. ๒๕๕๙. *วิกฤติพลังงานไฟฟ้า...ทางออกสุดท้ายที่เหลืออยู่*.(ออนไลน์). การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. แหล่งที่มา : http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=363&Itemid=217. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

ภัทรภรณ์ หิรัญวงศ์ และคณะ.๒๕๕๗. *อนาคตพลังงานไฟฟ้าไทยอนาคตพลังงานไฟฟ้าไทยพอเพียงแต่เสี่ยงภัยเพียงแต่เสี่ยง*. (วารสารออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/ArticleAndResearch/FAQ/FAQ_102.pd. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

มลนิรา ธรรมเสรีกุล และคณะ.๒๕๕๘. *การศึกษาดัชนีชี้วัดที่แสดงสถานภาพความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย : ในมุมมองของผู้ผลิตไฟฟ้า*. (วารสารออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.eri.chula.ac.th/eri-main/wp-content/uploads/2016/01/2015_A-Study-on-Energy-Security-Indicators-for-Thailand-Power-Sector-Utility-Aspect.pdf. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ มีนาคม ๒๕๕๙

ยิ่งปลิว ศุภกิตติวงศ์ (ดร.). *ไฟฟ้าพลังน้ำ (Hydroelectricity)*. บริษัท วายพี คอนซัลแตนท์ จำกัด. (วารสารออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.yp.co.th/2010-10-03-06-35-34/88.html. สืบค้นเมื่อวันที่ ๒๘ เมษายน ๒๕๕๙

ลีโอนิคส์. *เส้นทางสู่พลังงานสีเขียว ตอน พลังงานหมุนเวียน VS พลังงานสิ้นเปลือง*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/greenway05.php สืบค้นวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. *สถานการณ์ความมั่นคงทางพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.touchtechdesign.com/eppo/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%81/%E0%B8%AA%E0%B8%96%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87/. สืบค้นเมื่อวันที่ ๑๕ เมษายน ๒๕๕๙