รายงานการเข้าร่วมโครงการเอพีโอ

12-IN-108-SPP-OSM-B

Observation Study Mission on Photovoltaic and Solar Cell Technology

ระหว่างวันที่ 14-18 ตุลาคม พ.ศ. 2556

ณ กรุงโตเกียวและเมืองคิตะคิวชู ประเทศญี่ปุ่น

จัดทำโดย รองศาสตราจารย์ ดร.สมชัย รัตนธรรมพันธ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

1.1 รหัสโครงการและชื่อโครงการ

รหัสโครงการ 12-IN-108-SPP-OSM-B

ชื่อโครงการ Observation Study Mission on Photovoltaic and Solar Cell Technology

1.2 ระยะเวลาโครงการ

ระยะเวลา 5 วัน ระหว่างวันที่ 14-18 ตุลาคม พ.ศ. 2556

1.3 สถานที่จัด

กรุงโตเกียว และ คิตะคิวชู ประเทศญี่ปุ่น

1.4 เจ้าหน้าที่เอพีโอประจำโครงการ

Ms. Akemi Oikawa

Mr. Masaya Amau

1.5 จำนวนและรายชื่อวิทยากรบรรยาย

1.5.1 หัวข้อและการบรรยายจำนวน 6 หัวข้อดังนี้

1.5.1.1 Green Productivity, Green Growth and Sustainable Society บรรยายโดย Emeritus Prof. Ryoichi Yamamoto, Tokyo Univ. & APO GPAC Vice Chair.

1.5.1.2 Policy on Promotion of Renewable Energy Focusing on Photovoltaic and Solar Energy บรรยายโดย Mr. Sato, METI, Japan.

1.5.1.3 Overview of Renewable Energy and Status of Solar Energy Adoption in Japan บรรยายโดย Prof. Matsumoto, Tokyo Univ.

1.5.1.4 Trend and Photovoltaic and Solar Cell Technology in Singapore and Asia Pacific บรรยายโดย Mr. Christrophe Inglin, Phoenix Solar Pte Ltd, Singapore.

1.5.1.5 Application of Solar Energy Technology in Rural Community บรรยายโดย Mr. Takimiya, GS Yuasa Intl` Ltd.

1.5.1.6 Solar Energy in Smart Community from Asian Perspectives บรรยายโดย Mr. Takada, NEDO – new energy and industrial tech. develop .org.

1.5.2 การเยี่ยมสถานที่

1.4.2.1 City of Kyushu

1.4.2.2 Eco-Techno 2013

1.4.2.3 Kitakyushu Smart Community at Higashida Area

1.4.2.4 Townsmen Solar Power Station

1.4.2.5 Choshu Industry`s Solar Power Module Plant

1.4.2.6 J-Power & NEDO's Solar Power Station at Hibikinada

1.6 จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการและประเทศที่เข้าร่วมโครงการ

จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 19 คนจากประเทศที่เข้าร่วมโครงการ 11 ประเทศรายละเอียดดังต่อไปนี้

16.1 ประเทศกัมพูชา จำนวน 2 คน

16.2 ประเทศฟิจิ จำนวน 1 คน

16.3 ประเทศอินเดีย จำนวน 3 คน

16.4 ประเทศอินโดนิเซีย จำนวน 2 คน

16.5 ประเทศ สปป. ลาว จำนวน 1 คน

16.6 ประเทศมองโกเลีย จำนวน 1 คน

16.7 ประเทศปากีสถาน จำนวน 2 คน

16.8 ประเทศสิงคโปร์ จำนวน 1 คน

16.9 ประเทศศรีลังกา จำนวน 2 คน

16.10 ประเทศไทย จำนวน 3 คน

16.11 ประเทศเวียดนาม จำนวน 1 คน

ส่วนที่ 2 เนื้อหา/องค์ความรู้จากการเข้าร่วมโครงการ

2.1 ที่มาหรือวัตถุประสงค์ของโครงสร้างการโดยย่อ

2.1.1 เพื่อเรียนรู้กลยุทธ์ของการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน

2.1.2 เพื่อเรียนรู้การใช้พลังงานจากเทคโนโลยีชั้นสูงและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้ประโยชน์สูงสุด

2.1.3 การกำหนดแนวทางสำหรับการถ่ายทอดและการใช้งานเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

2.2 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากการบรรยาย

2.2.1 Green Productivity, Green Growth and Sustainable Society

บรรยายโดย Emeritus Prof. Ryoichi Yamamoto, Tokyo Univ.& APO GPAC Vice Chair.

ในหัวข้อนี้ผู้บรรยายได้กล่าวถึงผลกระทบของวิวัฒนาการทางอุตสาหกรรมที่ทำให้ระบบนิเวศน์ของโลกเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากของเสียหรือมลภาวะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทำให้ความสมดุลของปริมาณการผลิตหรือการปลอดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการย่อยสลายของก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติเกิดความไม่สมดุลขึ้น โดยในช่วงแรกนั้นมนุษย์มิได้ตระหนักถึงปัญหานี้ อันเป็นผลทำให้สภาวะแวดล้อมของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลา 100 ปีที่ผ่านมา โดยผลนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอากาศและอุณหภูมิ สภาพภูมิศาสตร์ การลดลงของปริมาณน้ำสะอาดสำหรับการบริโภค ระดับน้ำในทะเลและมหาสมุทรมีระดับสูงขึ้น รวมถึงปริมาณของมลภาวะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การลดปริมาณของก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศ และการเพิ่มของปริมาณมลพิษในดิน ในน้ำ ในอากาศ ฯลฯ ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากการปลดปลอดของเสียหรือมลภาวะที่เกิดขึ้นถูกจากกระบวนในการผลิต แต่ตามปกติแล้วธรรมชาติสามารถขจัดมลภาวะดังกล่าวได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งการขจัดของธรรมชาตินั้นสามารถรองรับไดในปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณที่มนุษย์สร้างขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนมีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชากรโลก ดังนั้นเพื่อเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรบนโลกและช่วยเหลือให้คุณภาพชีวิตของประชากรโลกให้ไม่เหลวร้ายมากยิ่งขึ้นและปรับปรุงความเป็นอยู่ของประชากรโลกให้ดีขึ้นด้วยการลดการปลดปล่อยมลภาวะและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยลง พื้นฐานสำคัญที่รองรับความเป็นอยู่ของประชากรโลกนั้นประกอบด้วยการมีความมั่นคงด้านอาหาร น้ำสะอาดสำหรับการอุปโภคและบริโภค รายได้ การศึกษา บริการด้านสาธารณสุขที่ดี และความมั่นคงด้านพลังงาน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่วนใหญ่มีอยู่เฉพาะในประเทศที่เจริญแล้ว ดังนั้นในการพัฒนาคุณภาพของประชาการโลกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกระจายปัจจัยเหล่านั้นไปสู่ชุมชนที่ขาดแคลน โดยการพัฒนานี้ทำให้ก๊าซเรือนกระจกเกิดขึ้นในปริมาณที่สูงขึ้น ดังนั้นในการป้องกันการเปลี่ยนสภาวะโลกร้อนที่เป็นกุญแจหลักที่สาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่มีผลกระทบของประชากรโลกคือการลดการปลอดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยตัวอย่างการวิเคราะห์ดังรูปที่ 1 ซึ่งประเทศที่เจริญแล้วจะต้องลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000 สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาจะต้องดำเนินการลดการปลดปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2020 โดยแบบจำลองนี้อ้างอิงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยทั้งหมดในปี ค.ศ. 1990 ซึ่งแบบจำลองนี้กำหนดให้ประเทศต่าง ๆ สามารถปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นหลัง ปี ค.ศ. 1990 แต่หลังจากนั้นทุกประเทศจะต้องดำเนินการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยกลุ่มประเทศที่เจริญแล้วสามารถดำเนินการได้ก่อนกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา

รูปที่ 1 แผนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นไม่เกิน 2° C

ซึ่งระยะเวลาที่ผ่านมามนุษย์ได้นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้มากกว่า 90% ของปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ และจากการพัฒนาอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิดของเสียขึ้นอย่างมากมาย ดังนั้นการลดมลภาวะจากกระบวนการผลิต โครงการ Eco-products จึงได้เกิดขึ้น โดยมีหลักการดังนี้

ก) ด้านวัสดุ

- มีอายุใช้งานได้นาน
- ประหยัดทรัพยากร
- สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- ไม่เป็นพิษ
- สามารถผลิตได้จากแหล่งทรัพยากรที่นำกลับใช้ใหม่
- เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาด
- สามารถผลิตได้ด้วยกระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- กระบวนการผลิตมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
- หากเป็นวัสดุดิบในการผลิตพลังงานต้องเป็นเชื้อเพลิงสำหรับแหล่งพลังงานสีเขียว

ข) ผลิตภัณฑ์

- สามารถย่อยสลายหรือแยกส่วนได้ง่าย
- สามารถนำชิ้นส่วนขององค์ประกอบกลับมาใช้ใหม่ได้

ค) อาคารและสิ่งก่อสร้าง

-ใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานสะอาด

-ประหยัดพลังงาน

ง) เมือง

-ระบบการนำทรัพยากรต่าง ๆ กลับมาใช้ใหม่

-ระบบการบริหารน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

-ระบบขนส่งที่ยั่งยืน

-ระบบอาหารที่ยั่งยืน

-วัฒนธรรมและสันธนาการที่ยั่งยืน

-การบริโภคที่ยั่งยืน

-การบริการต่าง ๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาเกิดการเปลี่ยนทางธุรกิจเนื่องจากนวัตกรรมที่เกิดขึ้นใหม่อย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ในวัฏจักรแรกยุคของการกำเนิดเครื่องจักรกล ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1770 ในวัฏจักรที่สองยุคเครื่องจักรไอน้ำและการขนส่งระบบราง ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1830 ในวัฏจักรที่สามยุคไฟฟ้าและเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1880 ในวัฏจักรที่สี่ยุครถยนต์และการผลิตเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990 วัฏจักรที่ห้ายุคไบโอเทคโนโลยี ข้อมูลและการสื่อสาร ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1980 และวัฏจักรที่หกยุคโลกสีเขียว โดยแต่ละวัฏจักรนั้นมีระยะเวลาประมาณ 30-50 ปี ดังในรูปที่ 2 และในการเปลี่ยนวัฏจักรเกิดจากนวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นในแต่ละยุค โดยนวัตกรรมในแต่ละวัฏจักรจะลดลงเมื่อเริ่มต้นเข้าสู่ยุคใหม่ สำหรับวัฏจักรปัจจุบันเกิดนวัตกรรมใหม่ขึ้นอย่างมากมาย นับตั้งแต่ กระบวนการผลิตสินค้าที่มีสมรรถนะสูง เช่น รถยนต์ประหยัดพลังงาน แหล่งพลังงานทดแทน วัสดุชนิดใหม่ เป็นต้น การออกแบบใหม่ให้ได้สินค้าที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง นวัตกรรมเชิงฟังก์ชัน ได้แก่ เครื่องมือเครื่องใช้ที่สามารถใช้งานได้หลายอย่างในเครื่องเดียว เป็นต้น และนวัตกรรมเชิงระบบ ได้แก่ ระบบเครื่องใช้หรือยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรนี้มีชื่อเรียกว่า Kondratiev Cycles

รูปที่ 2 แผนภาพความสัมพันธ์ของวัฏจักรเริ่มต้นจนถึงวัฏจักรปัจจุบัน

ซึ่งแนวคิดในการออกแบบสำหรับสินค้าที่ประสิทธิภาพและมีประโยชน์การใช้งานสูงนี้มีพื้นฐานแนวคิดของ Green Economy และ Ecological Civilization ประกอบด้วยกระบวนการเพิ่มสมรรถนะผลิตภัณฑ์ การออกแบบใหม่ นวัตกรรมของสินค้าที่มีฟังก์ชันที่ดีกว่าของเดิม นวัตกรรมของระบบที่ดีกว่าเดิม ซึ่งทางประเทศญี่ปุ่นได้ให้ความสำคัญสำหรับการนี้ โดยมีการจัดงาน Eco-product เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและให้ความรู้แต่ประชาชน ซึ่งกิจกรรมนี้ได้มีการจัดขึ้นทุกปี ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000 นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นได้ส่งเสริมกิจกรรมในลักษณะนี้ในประเทศต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน โดยการจัดงาน Eco-product International Fair และกิจกรรมนี้เคยจัดขึ้นในประเทศไทย ใน ปี 2005

2.2.2 Policy on Promotion of Renewable Energy Focusing on Photovoltaic and Solar Energy บรรยายโดย Mr. Mitsunobu Sato, METI, Japan.

ในหัวข้อนี้ผู้บรรยายได้กล่าวถึงที่มาของโครงการนี้เริ่มต้นจากก่อนวันที่ 11 มีนาคม 2011 นั้นประเทศญี่ปุ่นมีแหล่งพลังงานที่เป็นพลังงานทดแทนอยู่ประมาณ 10% ของทั้งหมดตามรายละเอียดดังในรูปที่ 3 โดยแบ่งเป็นพลังงานน้ำประมาณ 9 % และพลังงานอื่น ๆ อีก ประมาณ 1 % ซึ่งได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ และเมื่อเกิดอุบัติภัยขึ้นที่ทำให้โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ที่ Fukushima เกิดปัญหาขึ้น ทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องทบทวนนโยบายพลังงานของประเทศขึ้นใหม่ และจากการนี้ทำให้สัดส่วนของพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเป็น 1.6 % ในปี 2012 โดยนโยบายนี้รัฐบาลญี่ปุ่นได้ส่งเสริมให้ประชาชนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์และรับซื้อพลังงานไฟฟ้าคืนในราคาที่สูงกว่าราคาพลังงานที่ประชาชนซื้อจากผู้ผลิตไฟฟ้า โดยนโยบายนี้คล้ายคลึงกับนโยบาย Rooftop Solar Cell ที่กระทรวงพลังงานของประเทศไทยได้ดำเนินการอยู่ในขณะนี้ ประเทศญี่ปุ่นได้มีการส่งเสริมได้เริ่มต้นด้วยการซื้อพลังงานไฟฟ้าส่วนเกิน (Surplus purchase system) ใน ปี. ค.ศ. 2003 และได้เปลี่ยนเป็นวิธีจ่ายค่าธรรมเนียมตามปริมาณ

พลังงานที่จ่าย (Feed-in tariff) ดังในรูปที่ 4 และการใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีอัตราการเจริญโตที่สูงกว่าแหล่งพลังงานชนิดอื่น ๆ ซึ่งนโยบายที่รัฐบาลญี่ปุ่นได้ดำเนินการทำให้การใช้พลังงาทดแทนชนิดอื่น ๆ ได้ขยายตัวอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นเดียวกัน นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่น ๆ เช่น เขื่อน กังหันลม ก๊าซชีวภาพ พลังงานความร้อนจากใต้ธรณี ได้ถูกผนวกไว้ในนโยบายนี้ แต่อัตราค่าพลังงานไฟฟ้านี้มีความแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมตามต้นทุนในการก่อสร้างหรือติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงาน วัตถุประสงค์ของนโยบายนี้เพื่อสร้างเสถียรภาพด้านพลังงาน ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อป้องกันสภาวะโลกร้อน และการกระจายแหล่งผลิตพลังงานให้กระจายอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งรายละเอียดของอัตราค่าพลังงานรับซื้อคืนดูได้จากหัวข้อต่อไป สำหรับอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าที่รับซื้อนั้นรัฐบาลกลางจะกำหนดราคากลางเป็นรายปีตามสภาวะการเงินของประเทศ โดยใช้ข้อมูลการนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงานและต้นทุนอื่น ๆ นำมาคำนวณในการกำหนดราคา และตัวแปรอีกตัวหนึ่งคือขนาดของแหล่งผลิตพลังงานก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการพิจารณาในการกำหนดราคาค่าพลังงาน สำหรับค่าพลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานทดแทนในการรับซื้อคืนนั้นรัฐบาลพิจารณาจากต้นทุนในการลงทุนติดตั้งระบบ โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดพลังงานที่มีขนาดใหญ่นั้นราคารับซื้อคืนนั้นจะได้ราคาต่อหน่วยที่สูงกว่าเล็กน้อย ตัวแปรอีกประการหนึ่งที่รัฐบาลนำมาใช้ในการพิจารณาในการส่งเสริมคือความไม่ต่อเนื่องของแหล่งพลังงานทดแทน เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลม ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาความเหมาะสมของสภาพภูมิศาสตร์และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้า

สำหรับในการสมัครเข้าโครงการนั้นผู้สมัครจะต้องยื่นเอกสารการสมัครต่อกระทรวง Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) รูปแบบของการสนับสนุน ได้แก่ การอุดหนุนในการเริ่มต้นติดตั้งระบบ และอัตราค่าพลังงานที่มีอยู่สองแบบคือ อัตราตามการตกลงและอัตรากลางคงที่ อัตราตามการตกลงได้สิ้นสุดเมื่อ ปี ค.ศ. 2012 สำหรับอัตราการอุดหนุนนั้นปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 2013) นั้น ระบบที่มีราคา 410,000 JPY/kW หรือต่ำกว่าจะได้อุดหนุน 20,000 JPY/kW สำหรับระบบที่มีราคา 500,000 JPY/kW หรือต่ำกว่าจะได้อุดหนุน 15,000 JPY/kW ซึ่งระบบที่มีราคาสูงนั้นส่วนใหญ่จะเป็นระบบขนาดใหญ่ที่มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า ส่วนราคาที่ต่ำกว่านั้นจะเป็นราคาที่ติดตั้งบนอาคารที่อยู่อาศัย สำหรับอัตราของการอุดหนุนรัฐบาลจะประกาศเป็นรายปี และที่ผ่านมาอัตราการอุดหนุนได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจากราคาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง การให้การสนับสนุนในการอุดหนุนนี้ในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประชาชนธรรมดาอีกด้วย ทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศญี่ปุ่นได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยข้อมูลในปี 2012 ประเทศญี่ปุ่นมีระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 7,290 MW

รูปที่ 3 แผนภาพของสัดส่วนพลังงานต่าง ๆ ที่ประเทศญี่ปุ่นใช้ใน ปี ค.ศ. 2012

รูปที่ 4 แผนภาพสัดส่วนของพลังงานทดแทนของประเทศญี่ปุ่นช่วง ปี ค.ศ. 2003-2012

2.2.3 Overview of Renewable Energy and Status of Solar Energy Adoption in Japan

บรรยายโดย Prof. Mayumi Matsumoto, Environment and Energy Department,

The Faculty of Arts and Science, Univ. of Tokyo.

สำหรับในหัวข้อนี้ผู้บรรยายได้กล่าวถึงความเป็นมาของการใช้พลังงานทดแทนและนโยบายด้านพลังงานทดแทน รวมถึงสถานะของพลังงานทดแทนในประเทศญี่ปุ่นในปัจจุบัน โดยนโยบายด้านพลังงานทดแทนของประเทศญี่ปุ่นมีเป้าหมายหลักสำคัญ 3 ประการคือ ความมั่นคงและเสถียรภาพของแหล่งพลังงานภายในประเทศ ความเหมาะสมของสภาพสิ่งแวดล้อม และการใช้กลไกตลาดที่สอดคล้องกับเป้าหมายหลัก 2 หัวข้อหลักข้างต้นฯ สำหรับเป้าหมายแรกในการสร้างความมั่นคงนั้นจากที่ผ่านมาประเทศญี่ปุ่นพึ่งพาจากแหล่งพลังงานฟอสเซิลมากกว่า 80% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ทั้งประเทศ และประมาณ 12% ได้จากพลังงานนิวเคลียร์ โดยประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศอันดับที่ 5 ที่บริโภคพลังงานปฐมภูมิมากที่สุดของโลก รองจาก สหรัฐอเมริกา จีน อินเดียและรัสเซีย ซึ่งพลังงานทั้งหมดกว่า 96% ได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศ และพลังงานที่เหลืออีก 4% เป็นพลังงานที่ได้จากพลังงานน้ำและพลังงานทดแทนภายในประเทศ เมื่อพิจารณาจากแหล่งพลังงานสำหรับพลังงานไฟฟ้าแล้วประเทศญี่ปุ่นได้จากก๊าซธรรมชาติ 29% ถ่านหิน 25% นิวเคลียร์ 29% ปิโตรเลียม 7% พลังงานน้ำ 8% และพลังงานทดแทนอื่นๆ 1% แต่หลังจากการเกิดวิกฤติการณ์ Fukushima ในเดือนมีนาคม ค.ศ. 2011 ทำให้ค่าอัตราส่วนของพลังงานนิวเคลียร์ลดลงเหลือ 10.7% และลดลงเหลือ 1.7% โดยพลังงานส่วนที่หายไปนี้ได้รับการทดแทนจากพลังงานจากก๊าซ LNG แต่ก็ไม่เพียงพอสำหรับความต้องการพลังงานภายในประเทศญี่ปุ่น และจากที่ผ่านมาราคาของน้ำมันดิบที่แหล่งพลังงานสำคัญได้มีการปรับราคาขึ้นอย่างมากในช่วง ปี ค.ศ. 2008-2009 ทำให้รัฐบาลญี่ปุ่นได้ทบทวนนโยบายพลังงานของประเทศในปี ค.ศ. 2009 เพื่อสร้างความมั่นคงในระบบพลังงานของประเทศขึ้น โดยการลดการใช้พลังงานน้ำมันในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการขนส่ง เพิ่มการนำเข้าก๊าซธรรมชาติ ปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ส่งเสริมการพัฒนาพลังงานเพื่อทดแทนเชื่อเพลิงจากฟอสเซิลจากก๊าซธรรมชาติและมีเทนไฮเดรท (Methane Hydrate)

Energy Structure that is heavily dependent on fossil resource.

รูปที่ 5 แผนภาพสัดส่วนการใช้พลังงานของประเทศญี่ปุ่นในช่วง ปี ค.ศ. 1965-2009

สำหรับชนิดพลังงานทดแทนที่เป็นเป้าหมายของประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนจากใต้ธรณี และก๊าซชีวภาพ เดิมนั้นรัฐบาลญี่ปุ่นมีนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนมาตั้งแต่ เดือน เมษายน ปี ค.ศ. 2003 เริ่มการใช้ระบบ Renewable Portfolio Standard (RPS) เดือน พฤศจิกายน ค.ศ. 2009 ได้มีเริ่มใช้ระบบ Purchasing residential Surplus Solar Electricity โดยทั้งสองระบบนี้สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในเดือน สิงหาคม ค.ศ. 2011 ระบบ Renewable Energy Bill และในวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2012 ได้เริ่มต้นระบบ Feed-in Tariff ซึ่งสองระบบหลังนี้เป็นระบบสำหรับพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานทดแทนทุกชนิด โดยระเบียบนี้ได้กำหนดราคากลางของการติดตั้งแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าแต่ละชนิด พร้อมทั้งกำหนดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการบำรุงรักษาที่เป็นราคากลาง อัตราการค่าไฟฟ้าที่รับซื้อทั้งก่อนและหลังหักภาษีการบริโภค (Consumer tax) และระยะเวลาการรับซื้อ ราคาอัตราค่าไฟฟ้าที่รับซื้อคืนจะแตกต่างกันไปตามต้นทุนและขนาดกำลังไฟฟ้า โดยราคาเฉลี่ย 13-42 JPY/หน่วยดังมีรายละเอียดดังในรูปที่ 6 ซึ่งปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากบ้านที่อยู่อาศัยมีปริมาณมากที่สุด สำหรับปริมาณของพลังงานทดแทนนับตั้งแต่ใช้ระบบ Feed-in Tariff มีแหล่งพลังงานทดแทนที่เชื่อมต่อระบบ 3,666 MW และกิจกรรมการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศญี่ปุ่นได้พัฒนาไป เพื่อเพิ่มอัตราส่วนของพลังงานทดแทนในระบบให้มีค่ามากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการในการสร้างความมั่นใจสำหรับระบบพลังงานที่มีเสถียรภาพ และประเด็นนี้กลายเป็นวาระเร่งด่วนและท้าทายสำหรับประเทศญี่ปุ่นในการแก้ไขปัญหาวิกฤติพลังงานหลังจาเดือนมีนาคม ค.ศ. 2011

Energy source		Solar PV		Wind power		Geothermal power		Small- and medium-scale hydraulic power		
Procurement category		10 kW or more	Less than 10 kW (purchase of excess electricity)	20 kW or more	Less than 20 kW	15MW or more	Less than 15MW	1MW or more but less than 3MW	200 kW or more but less than 1MW	Less than 200 kW
Cost	Installation cost	325,000 yen/kW	466,000 yen/kW	300,000 yen/kW	1,250,000 yen/kW	790,000 yen/kW	1,230,000 yen/kW	850,000 yen/kW	800,000 yen/kW	1,000,000 yen/kW
	Operating and maintenance costs (per year)	10,000 yen/kW	4,700 yen/kW	6,000 yen/kW	—	33,000 yen/kW	48,000 yen/kW	9,500 yen/kW	69,000 yen/kW	75,000 yen/kW
Pre-tax IRR (Internal Rate of Return)		6%	3.2%(*1)	8%	1.8%	13%(*2)		7%	7%	
Tariff (per kWh)	Tax inclusive (*3)	42.00 yen	42 yen(*1)	23.10 yen	57.75 yen	27.30 yen	42.00 yen	25.20 yen	30.45 yen	35.70 yen
	Tax exclusive	40 yen	42 yen	22 yen	55 yen	26 yen	40 yen	24 yen	29 yen	34 yen
Duration		20 years	10 years	20 years	20 years	15 years	15 years	20 years		

(*1) Solar PV power generation using systems for residences
The price for solar PV power generation of less than 10 kW is seemingly the same as that for solar PV power generation of 10 kW or more. However, considering the subsidy of 35,000 yen per kW (FY2012) granted for power generation using systems for residences, the price will be 48 yen in effect.

(*2) IRR for geothermal power generation
Given that about 4.6 billion yen is required for site development, including surface surveying and exploration well drilling, and that the rate of successfully starting practical operation is low (about 7%), the IRR (Internal Rate of Return) for geothermal power generation is set higher than that of the other energy sources, at 13%.

Energy source		Biomass				
Biomass type		Biogas	Wood fired power plant (Timber from forest thinning)	Wood fired power plant (Other woody materials)	Wastes (excluding woody wastes)	Wood fired power plant (Recycled wood)
Cost	Installation cost	3,920,000 yen/kW	410,000 yen/kW	410,000 yen/kW	310,000 yen/kW	350,000 yen/kW
	Operating and maintenance costs (per year)	184,000 yen/kW	27,000 yen/kW	27,000 yen/kW	22,000 yen/kW	27,000 yen/kW
Pre-tax IRR (Internal Rate of Return)		1%	8%	4%	4%	4%
Tariff (per kWh)	Tax inclusive	40.95 yen	33.60 yen	25.20 yen	17.85 yen	13.65 yen
	Tax exclusive	39 yen	32 yen	24 yen	17 yen	13 yen
Duration		20 years				

รูปที่ 6 ตารางค่าธรรมเนียมตามปริมาณพลังงานที่จ่าย (Feed-in tariff) เริ่มตั้งแต่ 1 ก.ค. 2012

สำหรับอนาคตของพลังงานทดแทนเมื่อพิจารณาตามชนิดของพลังงานทดแทน พลังงานลมในประเทศญี่ปุ่นมีกังหันกว่า 1913 ชุด ซึ่งสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 2.6 GW เนื่องจากกังหันลงผลิตไฟฟ้ามีต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ แต่อย่างไรก็ตามกังหันนั้นมีขีดจำกัดการใช้งานที่ถูกจำกัดด้วยสภาพภูมิศาสตร์ ได้แก่ ฟ้าผ่า เสียงรบกวนจากกังหัน ความไม่แน่นอนของกระแสลม พายุ ไต้ฝุ่น และการตีนกของใบกังหันขณะหมุน ฯลฯ เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีสภาพเป็นภูเขาสูงเป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่เหมาะสมสำหรับกังหันผลิตไฟฟ้าได้ชายฝั่งด้านตะวันตก และทางตอนเหนือตั้งแต่จังหวัด Wajima เป็นต้นไปมีพื้นที่ที่ราบอยู่จำกัด ดังนั้นแนวความคิดในการติดตั้งกังหันลมในทะเลจึงกลายเป็นของธุรกิจพลังงานที่สำคัญในประเทศญี่ปุ่นในขณะนี้ สำหรับกังหันลมผลิตไฟฟ้าในทะเลนั้นจะทำการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้า พร้อมทั้งติดตั้งสถานีย่อย (Substation) อยู่ไม่ห่างไกลจากกังหันมากนัก โดยกังหันลมทุกตัวในพื้นที่จะมีการเชื่อมต่อกับสถานีย่อยด้วยสายไฟฟ้าใต้ทะเล ซึ่งสถานีย่อยนี้จะเป็นสถานี

สำหรับการตรวจสอบกังหันลมและเป็นสถานีไฟฟ้าให้การเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าที่ได้ให้เป็นไฟฟ้าแรงสูง เพื่อส่งผ่านพลังงานเข้าสู่แผ่นดินใหญ่หรือเกาะที่อยู่ห่างไกล สำหรับพลังงานน้ำนั้นเป็นแหล่งผลิตพลังงานที่มีเสถียรภาพดี แต่ประเทศญี่ปุ่นมีข้อจำกัดสำหรับเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำด้วยสภาพภูมิศาสตร์ อีกประการหนึ่งเขื่อนขนาดใหญ่นั้นมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์อย่างมาก ดังนั้นเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำในประเทศญี่ปุ่นจึงเป็นเขื่อนขนาดไม่เกิน 1 MW เป็นส่วนใหญ่ สำหรับพลังงานความร้อนจากใต้ธรณีนั้นประเทศญี่ปุ่นมีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้า 23.5 ล้าน kW แต่เนื่องจากราคาของระบบที่มีราคาแพงและแหล่งความร้อนดังกล่าวจะอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการออกแบบและการก่อสร้างจึงต้องเป็นไปตามกฎหมายและหลีกเลี่ยงต่อปัญหาการกระทบรีสอร์ทที่ให้บริการน้ำพุร้อน สำหรับพลังงานจากมวลชีวภาพ (Biomass) นั้นมีกำลังการผลิตไฟฟ้า 1.5 ล้าน kW ซึ่งได้จากผลิตภัณฑ์มวลชีวภาพจากผลิตผลทางการเกษตร ของเสียจากสิ่งมีชีวิต ของเหลือจากการบริโภค ถูกรวบรวมนำและนำกลับมาใช้ประโยชน์ส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งนำมาผ่านกระบวนการหมักและแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงสำหรับยนต์พาหนะ นอกจากนี้ประเทศญี่ปุ่นได้นำเข้าเศษไม้เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าอีกด้วย

รูปที่ 7 ตัวอย่างของกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่เสียหายจากภัยธรรมชาติ

รูปที่ 8 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของโรงผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมของเอกชนในประเทศญี่ปุ่น

จากพลังงานทดแทนทั้งหมดที่ได้กล่าวมาพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีบทบาทสำคัญต่อเสถียรภาพด้านพลังงานของประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตขึ้นเองภายในประเทศ สามารถทำการติดตั้งได้รวดเร็ว และไม่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขณะที่ผลิตไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ราคาแพง พลังงานไฟฟ้าที่ได้ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ความไม่ต่อเนื่องของพลังงานไฟฟ้าที่ได้ และพลังงานที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มอย่างต่อเนื่องทุกปี เนื่องจากราคาเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์มีราคาลดลงอย่างรวดเร็วและการส่งเสริมจากภาครัฐบาล จากสถิติปี ค.ศ. 2012 มีการติดตั้งเพิ่ม 7 GW

รูปที่ 9 ตัวอย่างการพื้นที่ในการเกษตรร่วมกับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

สำหรับประเทศญี่ปุ่นมีกฎหมายสงวนการใช้พื้นที่เกษตรกรรมสำหรับการเกษตรเท่านั้น แต่ได้มีแก้ไขเพิ่มเติมให้มีการใช้พื้นที่การเกษตรกรรมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ได้ แต่การติดตั้งเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการกู้ภัยหรือเพื่อการเพิ่มผลผลิตการเกษตรเท่านั้น ซึ่งปัจจุบันจะเห็นได้ในเขต Fukushima โดยเป็นระบบผสมระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมด้านล่างและเซลล์แสงอาทิตย์ด้านบน ทำให้เกษตรกรสามารถมีรายได้เพิ่มจากการขายพลังงานไฟฟ้าและยังคงดำเนินการกิจกรรมการเกษตรได้เช่นเดิม

2.2.4 Solar in the City state

บรรยายโดย Mr. Chritophe Inglin, Phoenix Solar Pte Ltd, Singapore.

สำหรับในหัวข้อนี้ผู้บรรยายได้กล่าวถึง Clean energy roadmaps สำหรับส่วนสาธารณะและส่วนบุคคลของประเทศสิงคโปร์ โดยหัวข้อบรรยายนี้ได้เริ่มต้นด้วยสาระย่อยจากคำถามที่ถามกันบ่อยที่เกี่ยวกับด้านเชิงพาณิชย์และด้านเทคนิคของเซลล์แสงอาทิตย์ ปัจจุบันเป็นยุคของเซลล์แสงอาทิตย์ และการวิจัยเชิงประยุกต์สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับพื้นที่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ประเทศสิงคโปร์เป็นตัวอย่างในการบรรยายนี้ ซึ่งประเทศสิงคโปร์นั้นตลาดของการติดตั้งระบบเซลล์อาทิตย์ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับจากปี ค.ศ. 2008 และก่อนหน้านั้นรัฐบาลสิงคโปร์ได้มีการต่อตั้งหน่วยงานขึ้น โดยมีหน้าที่กำหนดแนวทางการส่งเสริมการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในโครงการที่ชื่อว่า Green Mark Programme ภายใต้การกำกับของ BCA และ EDB ที่ได้กำหนดแผน Clean Energy ในปีเดียวกันที่ใช้งบประมาณ SGD350m จากนั้นในปี ค.ศ. 2008 ได้มีการก่อตั้ง Solar Energy Research Institute of Singapore (SERIS) เพื่อทำการศึกษาและวิจัยเรื่องเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับพื้นที่แถบเส้นศูนย์สูตร และ CERT สำหรับการส่งเสริมการศึกษาวิจัยสำหรับภาคเอกชน นอกจากนี้ EDB ยังได้ตั้งหน่วยงาน SCS เพื่อสนับสนุนภาคเอกชน จากการตั้งงบประมาณปี ค.ศ. 2007 จำนวน SGD350m นั้นตามโครงการนั้นสิ้นสุดใน ปี ค.ศ.2011 โดยได้รับงบประมาณหลักจาก National Research Foundation (NRF) SDG170 m สำหรับการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งสร้างบุคลากรในด้านพลังงานสะอาด สำหรับงบประมาณนอกเหนือจากนี้ได้จาก Building and Construction Authority สำหรับงานด้าน Research Fund for Environment ในการส่งเสริมการพัฒนาอาคารสิ่งก่อสร้างสีเขียว จาก Agency for Science, Technology and Research (A*star) สำหรับงานวิจัย และจาก National Environment Agency สำหรับ Innovation for Environment Sustainability Fund ในการส่งเสริมการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ดังรายละเอียดในรูปที่ 10

รูปที่ 10 กราฟปริมาณสะสมของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศสิงคโปร์ ในช่วง ปี ค.ศ. 2008-2013

รูปที่ 11 แผนการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานสะอาดของประเทศสิงคโปร์

ซึ่งตัวอย่างหนึ่งของกรณีศึกษา ได้แก่ Zero-Energy Building ที่ออกแบบใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลังคา โครงการ Eco-Precinct อาคารที่ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โครงการ Garden by the Bay สวนที่มีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ โครงการ Marina Barrage ที่มีการออกแบบให้มีการเรียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้กลมกลืนกับสายน้ำและสิ่งแวดล้อม และโครงการอาคาร Green Building ใน Singapore Polytechnic อาคารที่มีแหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยงบประมาณส่วนใหญ่ของ CERT ที่ให้แก่ภาคเอกชนในโครงการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนอาคาร ได้แก่ อาคาร BCA Academy อาคาร HDB ที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบ rooftop PV สนามบิน Changi อาคาร NUS CREATE สวน Gardens by the Bay สวน Marina Barrage และ Singapore Polytechnic สำหรับโครงการที่กำลังดำเนินการอยู่อีกหลายโครงการ โดยมีลักษณะการติดตั้งเป็น Solar Roof สำหรับตัวอย่างโครงการที่ได้รับการสนับสนุนดังในรูปที่ 12 โดยโครงการเหล่านี้เป็นกรณีตัวอย่างเพื่อจูงใจภาคเอกชนอื่น ๆ ให้มาสนใจการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

รูปที่ 12 ตัวอย่างของโครงการที่ได้รับการสนับสนุนที่สำเร็จเรียบร้อยแล้ว

สำหรับในประเทศสิงคโปร์การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ของภาคเอกชนนั้นยังขาดแรงจูงใจ โดยการติดตั้งนั้นจะนิยมสำหรับอาคารใหม่ที่มีการออกแบบรองรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบที่ติดตั้งก็มีขนาดเล็กประมาณ 10 kW ส่วนการชดเชยจากภาครัฐบาลนั้นน้อยกว่า 30% สำหรับระบบที่มีราคาตั้งแต่ 1 ล้าน SDG และการชดเชยนี้จะจ่ายคืนให้ในระยะเวลา 2 ปี และอีกกิจกรรมการส่งเสริมของรัฐบาลสิงคโปร์คือการให้รางวัล Green Mark Gold สำหรับอาคารมีค่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ตามเกณฑ์ที่กำหนด

นอกเหนือจากนี้ในประเทศสิงคโปร์ยังมีคำถามอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น เราสามารถผลิตน้ำร้อนจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถต่อเชื่อมกับระบบสายส่งของการไฟฟ้าหรือไม่ เราจะสะสมพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ในยามค่ำคืนอย่างไร ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายพลังงานเพียงพอในการใช้เครื่องปรับอากาศ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถคืนทุนได้ภายใน 5 ปี กลไกการสวิทช์เปลี่ยนระหว่างไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และสายส่งทำงานอย่างไร

โดยคำตอบสำหรับคำถามเหล่านั้นได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับสายส่ง (Grid-tied system) ซึ่งไม่มีการต่อแบตเตอรี่ โดยอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์จะทำหน้าที่ในการป้องกันและแยกระบบเซลล์แสงอาทิตย์ออกจากระบบในสภาวะที่แสงน้อยหรือไม่มีแสง สำหรับปริมาณพลังงานที่จ่ายออกและที่ใช้ถูกบันทึกด้วยมิเตอร์ต่อไป

สำหรับประเทศสิงคโปร์นั้นตั้งอยู่แถบศูนย์สูตร (Equator) ดังนั้นจึงให้อาคารในสิงคโปร์สามารถติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งบนหลังคาและผนังด้านข้างของอาคารได้ทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น สำหรับในประเทศสิงคโปร์นั้นนอกจากพลังงานไฟฟ้าที่ขายได้แล้ว อาคารที่ติดตั้งยังได้ประโยชน์ในเชิงการค้าโดยเป็นที่ดึงดูดใจให้ลูกค้าเข้ามาให้อาคารมากขึ้นและทำให้ยอดขาย

สินค้าและบริการเพิ่มขึ้น จากปัจจัยนี้รวมถึงราคาเซลล์แสงอาทิตย์ ราคาค่าติดตั้งมีราคาลดลงอย่างมากทำให้การติดตั้ง สำหรับประเทศสิงคโปร์การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถให้รายได้ตอบแทนคืนทุนได้ภายในเวลา 8 ปี ปัจจัยอีกประการหนึ่งคือราคาพลังงานไฟฟ้าที่มีราคาเพิ่มขึ้นทุกอย่างต่อเนื่องทำให้ภาคเอกชนในประเทศสิงคโปร์ทำการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยกำไรทางอ้อมที่ได้มีมูลค่ามากกว่ารายได้จากการขายพลังงานไฟฟ้า สำหรับประเทศสิงคโปร์มีแผนที่จะติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง โดยประมาณ ในปี ค.ศ. 2025 จะมีเซลล์แสงอาทิตย์ 2 GW บนพื้นที่รวม 20 Km^2 หรือประมาณ 3% ของพื้นที่ทั้งประเทศและพลังงานที่ได้ 4.8% ของพลังงานที่ต้องการใช้

(ก) (ข)

รูปที่ 13 (ก) ตัวอย่างอาคารที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งบนหลังคาและด้านข้าง
(ข) แบบจำลองของแสงตกกระทบอาคารด้านบนหลังคาและด้านข้าง
โดยแสงที่มีค่าความเข้ม 1000 W/m^2

สำหรับข้อดีจากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์อีกประการหนึ่งคือการได้ร่มเงาจากเซลล์แสงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิในอาคารลดลง ด้วยที่ตั้งประเทศอยู่แถบเส้นศูนย์สูตรทำให้สามารถติดตั้งบนผนังอาคาร และการเชื่อมระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับสายส่งทำให้ระบบไฟฟ้าที่เสถียรภาพยิ่งขึ้น

2.2.5 Application of Solar Energy Technology in Rural Community

บรรยายโดย Mr. Taro Takimiya, GS Yuasa Intl` Ltd.

สำหรับในหัวข้อนี้ผู้บรรยายได้แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์เครื่องประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือและโคมส่องสว่างแบบหลอด LED สำหรับการส่องสว่างที่ได้รับพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ องค์ประกอบภายในอุปกรณ์ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าสำหรับควบคุมการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่และเครื่องวงจรสำหรับควบคุมกำลังการส่องสว่างของโคม และวงจรสำหรับการประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งข้อดีของคือขนาดเล็ก

น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย เหมาะสำหรับหมู่บ้านหรือชุมชนที่อยู่ห่างไกลและไม่มีสายไฟฟ้าเข้าถึง โดยผลิตภัณฑ์นี้สามารถทำให้ความเป็นอยู่ของประชากรในชุมชนห่างมีคุณภาพที่ดีขึ้น รวมถึงมีการศึกษาที่ดีขึ้น นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ส่องสว่างหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับเครื่องมือขนาดเล็กในหน่วยกู้ภัยอีกด้วย

ก) ระบบขนาด 10 w สำหรับชาร์ตมือถือ

ข) ระบบขนาด 100 W สำหรับแสงสว่างและชาร์ตมือถือ

อายุการใช้งาน	6 ปี
ความสว่างระยะ 1 เมตร	100 lux
ขนาดแบตเตอรี	60 Wh
อายุแบตเตอรี	1.5-2 ปี
อายุแผงเซลล์แสงอาทิตย์	20 ปี

ค) ระบบขนาด 10 W สำหรับชาร์ตมือถือและแสงสว่างและพิกัด

รูปที่ 14 ภาพของเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่จากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับโคมส่องสว่างและชาร์ตโทรศัพท์มือถือแบบต่าง ๆ ของ YUASA

2.2.5 Solar Energy in Smart Community from Asian Perspectives

บรรยายโดย Mr. Kazuyuki Takada, Smart Community department, NEDO, Japan

ผู้บรรยายได้กล่าวบรรยายถึงความเป็นมาของหน่วยงาน NEDO ในลำดับแรกเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของ NEDO โดย NEDO หรือ New Energy and Industrial Technology Development Organization เป็นองค์กรมหาชนที่ให้การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา รวมถึงการเผยแพร่เทคโนโลยีอุตสาหกรรม พลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมและร่วมแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งก่อตั้งขึ้นในวันที่ 1 ตุลาคม ค.ศ. 2008 โดยเป็นหน่วยงานที่มีการบริหารแบบกึ่งราชการ จนถึงวันที่ 1 ตุลาคม ค.ศ. 2003 ได้ยกระดับขึ้นเป็นองค์กรอิสระภายใต้กระทรวง The Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) มีที่ตั้งของสำนักในเมือง Kawasaki จังหวัด Kanagawa มีเจ้าหน้าที่ประมาณ 1,000 คน

พลังงานทดแทนในประเทศญี่ปุ่นนั้นได้มีการเริ่มการศึกษาและนำมาใช้เพื่อลดการเพิ่งพาพลังงานจากน้ำมัน โดยปัจจุบันแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าหลัก ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าจากเขื่อน โรงฟ้านิวเคลียร์ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน ที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายระดับไฟฟ้าแรงสูงระบบ 500/275 kV และมีแหล่งกำเนิดจากพลังงานทดแทนจากพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จาก Solar farm และSolar Roof จากข้อมูลแผนงานของ Advisory Committee for Natural Resources and Energy ได้เสนอแผนระยะยาวสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000 การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึง ปี ค.ศ. 2012 ได้มีการพิจารณาถึงค่าแรงดันมาตรฐานสำหรับระบบจำหน่าย และ ในปี ค.ศ. 2016 ต้องมีการทำแผนของ Fault Ride Through (FRT) ใน ปี ค.ศ. 2024 และการแก้ปัญหาของความไม่สมดุลของระบบไฟฟ้าแรงสูง และปี ค.ศ. 2031 แนวทางในการแก้ไขความไม่สมดุลระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และความต้องการ ซึ่งโดยประมาณการประเทศญี่ปุ่นจะมีพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 80% ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการของทั้งประเทศ สำหรับพลังงานลมนั้นอุปกรณ์จะเป็นกังหันลมซึ่งมี 3 ลักษณะคือกังหันบนฝั่ง (Onshore) กังหันแบบถาวรในทะเล (Fixed type Offshore) และกังหันแบบทุ่นลอยในทะเล (Floating type Offshore) มีแผนการเพิ่มที่แตกต่างคือในช่วง ปี ค.ศ. 2000-2035 จะมีการเพิ่มขึ้นโดยมีอัตราการเพิ่มสูงในช่วงแรกจากนั้นอัตราการเพิ่มจะค่อย ๆ ลดลงจนเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวสำหรับกังหันบนฝั่งและกังหันลมแบบถาวรในทะเล เนื่องจากพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งที่มีจำกัด สำหรับกังหันลมแบบทุ่นในทะเลก็ลักษณะการเพิ่มที่คล้ายกันแต่การอิ่มตัวนั้นจะอยู่ใน ปี ค.ศ. 2045 เนื่องจากกังหันลมแบบทุ่นในทะเลมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง โดยประมาณการประเทศญี่ปุ่นจะได้พลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมประมาณ 50,000 MW ในปี ค.ศ. 2048

รูปที่ 15 แผนภาพพลังงานจากกังหันลมที่สะสมตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000-2050

จากความต้องการพลังงานและแหล่งกำเนิดพลังงานนั้นมีประเด็นที่สำคัญในการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดพลังงานจากพลังงานทดแทนและระบบเครือข่ายสายส่ง ได้แก่

ความสมดุลระหว่างความสามารถในการจ่ายพลังงานของแหล่งกำเนิดพลังงานและความต้องการพลังงาน ในด้านการจ่ายและการหยุดจ่ายพลังงาน การตอบสนองต่อสภาวะของโหลดที่เปลี่ยนแปลงไป และการควบคุมค่าถี่ของ ซึ่งทาง NEDO ก็ได้มีการทดลองเพื่อศึกษาปัญหาดังกล่าวในโครงการ Wakkanai Utility-Scale PV Project สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์และโครงการ Tomamae Wind Power Project สำหรับพลังงานลม โครงการ Hawaii Project สำหรับการศึกษาเสถียรภาพของเครือข่าย

สำหรับระบบจำหน่ายระบบป้องกันการไหลกลับของพลังงานที่สถานีย่อยต้องมีระบบป้องกันทั้งในด้านไฟฟ้าแรงสูงและแรงต่ำ นอกจากนี้ผลของกำลังไฟฟ้าไหลย้อยกลับยังมีผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นในระบบจ่าย ซึ่งวิธีการป้องกันสามารถทำได้โดยการตัดแหล่งจ่ายพลังงานบางส่วนออกจากระบบวิธีการเหล่านี้ได้จากการเรียนรู้จากโครงการ Hawaii

สำหรับประสบการณ์ของ NEDO ที่ได้จากโครงการวิจัยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ยุคคือ ยุคก่อน ปี ค.ศ.2000 ยุคของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อเชื่อมต่อเครือข่ายสำหรับแหล่งกำเนิดพลังงานทดแทนเพียงชนิดเดียว ยุค ปี ค.ศ. 2000-2010 ยุคของการเชื่อมต่อเครือข่ายของแหล่งกำเนิดจากพลังงานทดแทนหลาย ๆ ชนิดที่มีกำลังการผลิตสูง และยุคหลังปี 2010 ยุคของเครือข่ายอัจฉริยะ สำหรับวิธีการป้องกันปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยต่อแบตเตอรี่ขนาดที่เหมาะสมเข้าไปในระบบ ซึ่งทาง NEDO ได้มีประสบการณ์จากการทดลองในการป้องกันไหลย้ายกลับของพลังงานในกรณีต่าง ๆ จากโครงการทั้งในและต่างประเทศ สำหรับโครงการทดลองของ NEDO มีอยู่ 7 แห่งในประเทศญี่ปุ่น ได้แก่

ก) เมือง Ota ชื่อโครงการ Voltage technology for cluster PV systems ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2002-2007 โดยลักษณะของเครือข่ายเป็นแบบ Grid-interconnection of clustered PV power generation systems ซึ่งมีบ้านเข้าร่วมโครงการ 553 หลัง ขนาดกำลัง PV รวม 2,129 kW ค่ากำลังเฉลี่ยประมาณ 3.85 kW/หลังคาเรือน สำหรับองค์ความที่ได้จากโครงการนี้

- การพัฒนาอินเวอร์เตอร์ชนิดใหม่สำหรับการตรวจสอบระบบที่ถูกโดดเดียว
- การพัฒนาการใช้งานแบตเตอรี่แหล่งสะสมพลังงานและเครือข่ายที่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้า
- การพัฒนาเทคโนโลยีการจำลองสถานการณ์

โดยผลที่ได้จากโครงการนี้ทำให้เข้าใจการควบคุมแรงดันไฟฟ้าและการป้องกันแรงดันเกินด้วยการใช้แบตเตอรี่และสามารถตรวจสอบระบบ PV ที่ถูกโดดเดียวภายในคลัสเตอร์

รูปที่ 16 แผนอาคารที่อยู่อาศัยในเมือง Ota ในโครงการ Solar Roof

ข) เมือง Hachinohe ชื่อโครงการ Demonstrative project on regional power grids with various new energy ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2003-2007 ซึ่งโครงการนี้ประกอบด้วยระบบ PV 2 ระบบคือระบบที่ Wakkanai ที่มีเซลล์แสงอาทิตย์ที่เป็นผลึก (crystalline) ขนาด 5 MW และแบตเตอรี่ NaS ขนาด 1500 kW-7.2 hrs และระบบที่ Hokuto ที่มีเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 27 ชนิดมีกำลังรวม 1.8 MW โดยความรู้ที่ได้จากโครงการนี้คือ

- เทคโนโลยีการลดความผันผวนของค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยการใช้แบตเตอรี่
- การพัฒนาอินเวอร์เตอร์ชนิดใหม่ที่เหมาะสมสำหรับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่มีขนาดใหญ่ (Mega-solar plant)
- การทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่าง ๆ

ค) เมือง Wakkanai ชื่อโครงการ Interconnection technology for large scale PV generation system ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2006-2010

ง) เมือง Kyotango ชื่อโครงการ Demonstrative project on regional power grids with various new energy

จ) เมือง Aichi ชื่อโครงการ Control of supply system with several energy and dispersed generator ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2003-2007

ฉ) เมือง Tomamae ชื่อโครงการ Control of supply system with several new energy and dispersed generator ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2003-2007

ช) เมือง Sendai ชื่อโครงการ Voltage control technologies for distribution system when many DGs are connected and Development of supply system with different power quality ช่วงการศึกษา ปี ค.ศ. 2004-2007 โดยโครงการนี้มีลักษณะเป็น Micro-grid และมีแบตเตอรี่ 3 ชนิดที่จำแนกตามคุณภาพคือ ประเภทแรก High Quality A ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ที่ต่อกับระบบตลอดเวลาทำหน้าจ่ายกำลังและชดเชยแรงดัน ประเภทที่ 2 High Quality B ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ที่จะต่อเข้าระบบเพื่อจ่ายกำลังภายใน 15 ms ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ ประเภทที่ 3 Standard quality C เป็นแบตเตอรี่ที่จะต่อเข้าระบบเพื่อจ่ายกำลังภายใน 1 นาทีในกรณีเกิดไฟฟ้าดับ นอกจากนี้ยังมีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง สำหรับที่ตั้งของโครงการที่ได้กล่าวดังในรูปที่ 17

รูปที่ 17 แผนอาคารที่อยู่อาศัยในเมือง Ota ในโครงการ Solar Roof

สำหรับโครงการนี้ได้ถูกทดสอบจากธรรมชาติในวันที่ 11 มีนาคม ค.ศ. 2011 เวลา 14.46 นาฬิกา ด้วยเหตุการณ์แผ่นดินไหวใหญ่ ระบบไฟฟ้าของโรงพยายามในเขต Sendai ฟื้นกลับมาได้ก่อนเที่ยงวันของวันที่ 12 มีนาคม ค.ศ. 2011 และระบบไฟฟ้าของเมือง Sendai ฟื้นตัวในวันที่ 14 มีนาคม ค.ศ. 2011 จากเหตุการณ์เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกและค่าความถี่ลดลงในช่วงเวลาสั้น ๆ โดยแบตเตอรี่และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบได้บางส่วน

สำหรับโครงการอื่นๆ ของ NEDO ที่ดำเนินการอยู่ในขณะนี้ ได้แก่ โครงการชุมชนพึ่งพาตนเอง (Smart Community) และเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart grid) โดยโครงการต่าง ๆ นั้นเน้นความสะดวก ความน่าเชื่อถือและระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ระบบดังกล่าวมีการเชื่อมต่อกันระหว่างแหล่งจ่ายพลังงานและผู้ใช้ผ่านระบบ IT ในการประสานงานและการทำงานร่วมกัน และโครงการเหล่านี้อยู่นอกประเทศญี่ปุ่น ตัวอย่างเช่น โครงการ Smart Community ในเมือง Lyon ประเทศฝรั่งเศส โครงการรถยนต์ไฟฟ้าในเมือง Malaga ประเทศสเปน โครงการ Smart grid ในเมือง Gongquingcheng City, Jiangxi Province ประเทศจีน โครงการ smart grid ที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในเมือง New Mexico ประเทศสหรัฐอเมริกา โครงการ Smart grid ที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ และมีแหล่งพลังงานในรูปกังหันลม สำหรับเติมพลังงานแก่รถยนต์ไฟฟ้า บนเกาะ Maui Island รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น โดยโครงการเหล่านี้เป็นการร่วมมือระหว่าง NEDO บริษัทผู้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้ผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและธนาคารรวม 19 บริษัทและผู้บริหารเมืองต่าง ๆ เพื่อทำการวิจัยเทคโนโลยีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์อีกด้วย

2.3 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากกรณีศึกษาของประเทศสมาชิก

2.3.1 กรณีของประเทศอินเดีย ประเทศอินเดียมีอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศ โดยมีกำลังผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ 1000 MW และการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2000 MW และเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตนั้นผลิตขึ้นจากผลึกเดียวซิลิกอน (Silicon Single Crystalline) ซึ่งการผลิตนี้เป็นการส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศด้วยอาศัยจุดเด่นในด้านค่าแรงงานที่ถูกกว่า แต่ในอนาคตอันใกล้นี้ประเทศอินเดียมีแผนการที่จะผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จากผลึกหลายรูปจากซิลิกอน (Silicon Polycrystalline) แต่อย่างไรก็ดีรัฐบาลยังไม่มีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมด้านนี้อย่างชัดเจน และในขณะนี้รัฐบาลมีการก่อตั้งศูนย์วิจัยแห่งชาติสำหรับเทคโนโลยีด้านนี้

2.3.2 กรณีของประเทศอินโดนีเซีย ด้วยสภาพภูมิศาสตร์ประเทศอินโดนีเซียเป็นประเทศเกาะและมีจำนวนเกาะใหญ่น้อยอยู่มากมาย ทำให้เป็นการยากต่อการสร้างโครงข่ายสายส่งไฟฟ้าในการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านสายส่งไฟฟ้าใต้ทะเล ซึ่งมีราคาแพงและยากต่อการบำรุงรักษา ดังนั้นระบบเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นทางออกที่ดีที่สุดในการนี้ โดยการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนเกาะต่าง ๆ ที่อยู่ห่างไกล และประเทศอินโดนีเซียได้เริ่มโครงการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนเกาะที่อยู่ห่างไกลตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2012 จนถึง ปี ค.ศ. 2021 นอกจากนี้ประเทศอินโดนีเซียมีแผนการเพิ่มการใช้พลังงานทดแทนชนิดอื่น ๆ เช่น พลังงานความร้อนใต้ธรณี (Geothermal) และพลังงานน้ำ (Hydro power) โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง สำหรับการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในประเทศอินโดนีเซียนั้นก็เช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ ที่มีการรับซื้อพลังงานที่ได้ในค่าอัตราที่จูงใจ และแผนการส่งเสริมการผลิตซิลิกอนสำหรับอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์

2.3.3 กรณีของประเทศ สปป ลาว โดยรัฐบาลของประเทศ สปป ลาว นั้นได้มีนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนให้เพิ่มมากขึ้นในประเทศ สปป ลาว เพื่อเพิ่มความความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ ซึ่งการส่งเสริมนี้ได้มีการออกกฎหมายและคำแนะนำในการติดตั้งแหล่งพลังงานทดแทนให้แก่ประชาชน สำหรับรูปแบบพลังงานที่ได้รับการส่งเสริม ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น นอกจากนี้ประเทศ สปป ลาว ยังได้รับการสนันสนุนจากองค์กรต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ในการดำเนินกิจกรรมด้านนี้

2.3.4 กรณีศึกษาสำหรับประเทศไทย สำหรับประเทศไทยมีนโยบายส่งเสริมเฉพาะการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายแก่การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าภูมิภาคสำหรับ Solar farm แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังขาดแคลนบุคลากรในด้านนี้อย่างมาก รวมถึงไม่มีเทคโนโลยีของตนเอง ซึ่งการแก้ไขอุปสรรคนี้สามารถทำได้จากการส่งเสริมทั้งด้านการส่งเสริมการลงทุนและการพัฒนาบุคลากรในด้านนี้ สำหรับกิจกรรมด้านพลังงานทดแทนของประเทศไทยนั้นได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐบาลจากโครงการรับซื้อพลังงานที่ได้แหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงาน

ลม พลังงานน้ำ พลังงานจากก๊าซชีวมวล เป็นต้น รวมถึงการส่งเสริมการลงทุน สำหรับการส่งเสริมการใช้พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับอาคารที่อยู่อาศัยนั้นมีโครงการที่เรียก Solar PV Rooftop ที่รับซื้อพลังงานไฟฟ้าแบบ Feed-in Tarfiff ภายใต้การกำกับของกระทรวงพลังงาน และการใช้งานของเซลล์อาทิตย์ในประเทศไทย ตัวอย่างได้แก่ การใช้ในระบบเตือนภัย การประปาหมู่บ้าน แสงสว่าง การเกษตรกรรม การเลี้ยงปลา การศึกษา เป็นต้น นอกจากนี้ในประเทศได้มีใช้ระบบผสมระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก เซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลม เป็นต้น ที่ผ่านมาประชากรในชุมชุนแต่ละชุมชนส่วนใหญ่นั้นยังขาดความเข้าใจในการใช้เซลล์แสงอาทิตย์และความมีส่วนร่วมในการบริหาร จึงทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ต้นไม้และหญ้าขนาดใหญ่ขึ้นในลานที่มีติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ การเสียหายการของแข็งที่ตกกระทบหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การเสียหายของสายไฟฟ้าจากการกัดเทาะของสัตว์ ฯลฯ เป็นต้น

2.4 **เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากศึกษาดูงานแต่ละแห่ง**

2.4.1 City of Kyushu

สำหรับการเยือนศาลากลางเมือง Kitakyushu โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อม (Environment Bureau) ได้ให้การต้อนรับ และผู้อำนวยการสำนักงาน Ms. Murakami ได้กล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ Approaches for Low-Carbon Society by the City of Kitakyushu จากปี 1901 เขต Kitakyushu ได้เริ่มต้นอุตสาหกรรมหนักขึ้นและทำให้เกิดมลภาวะของเสียขึ้นจากกระบวนการผลิตอย่างมากมายและต่อเนื่องสะสมมาเป็นเวลายาวนานกว่า 50 ปี จนถึงปี ค.ศ. 1960 นโยบายการควบคุมมลภาวะก็ได้เริ่มต้นขึ้น เพื่อฟื้นฟูสภาวะแวดล้อมของเมือง Kitakyushu จากความตื่นตัวของคนในเขต Kitakyushu ทำให้เกิดการรณรงค์ในการฟื้นฟูสภาวะสิ่งแวดล้อมตั้งแต่บัดนั้น และจากปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ถูกบัญญัติออกเป็นกฎหมายท้องถิ่นในการส่งเสริม พัฒนาฟื้นฟูสภาพแวดล้อม จนถึงปัจจุบัน จากปี ค.ศ. 1950 การรณณรงค์ในการต่อต้านการสร้างมลภาวะและการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมของเมือง Kitakyushu ทำให้สภาพแวดล้อมของเมืองได้ถูกปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้นเรื่อยมาตามลำดับ แต่มีมลภาวะที่สำคัญคือ CO_2 ได้ถูกละเลย จนในปี ค.ศ. 2009 ทางคณะกรรมการเมืองฯ ได้ดำรินโยบายการลดการปลดปล่อย CO_2 ของเมืองขึ้น โดยมีเป้าหมายในการลดลง 30% ของปริมาณที่ปล่อยใน ปี ค.ศ. 2005 หรือ 4.1 ล้านตัน สำหรับในเขตเมือง สำหรับแผนระยะปานกลาง ในปี ค.ศ. 2030 และ การลดลง 50% ของปริมาณที่ปล่อยใน ปี ค.ศ. 2005 หรือ 8 ล้านตัน ลดลง 150 % ของปริมาณที่ปล่อยใน ปี ค.ศ. 2005 สำหรับในทวีปเอเชีย สำหรับแผนระยะยาว ในปี ค.ศ. 2050 ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในเมือง Kitakyoshu นั้นส่วนใหญ่เกิดจากภาคอุตสาหกรรม 68% ภาคขนส่ง 11% ภาคพาณิชย์ 9% และภาคที่อยู่อาศัยอีก 5% สำหรับวัตถุประสงค์ของโครงการนี้คือการทำให้เมืองน่าอยู่ มีพลังงานอย่างเพิ่งพอ มีน้ำและสิ่งแวดล้อมที่

สะอาด เมืองที่ถูกสุขอนามัย การบำรุงดูแลรักษาที่ง่าย ทำให้เมืองเป็นสถานที่อยู่อาศัยและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ส่วนที่สำคัญที่สุดของเมืองสำหรับการนี้คือระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งทางผู้บริหารเมือง Kitakyoshu ได้กำหนดนโยบายระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่สมดุล เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าไม่สามารถเก็บสะสมได้เหมือนน้ำหรือก๊าซ ดังนั้นในการทำให้เกิดสมดุลของพลังงานนั้นสามารถทำได้ด้วยการบริหารแหล่งผลิตพลังงานที่มีรองรับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในที่นี้ได้แก่ เขื่อนผลิตไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน เป็นต้น แต่เนื่องจากแหล่งพลังงานที่เป็นฐานนั้น ได้แก่ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ต้องเดินเครื่องอยู่ตลอดเวลา แต่แหล่งพลังงานบางชนิด เช่น กังหันลม จะผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่ต่อเนื่องและขึ้นกับฤดูกาลและสภาวะอากาศ ดังนั้นในกรณีนี้จึงเป็นต้องใช้แหล่งพลังงานเหล่านี้เป็นแหล่งพลังงานสำรอง สำหรับการทำให้เกิดความสมดุลสามารถทำได้โดยการทำให้พลังงานสำรองมีความพร้อมในกรณีที่เกิดความต้องการขึ้น โดยแบบจำลองในการนี้ชุมชนจะต้องเป็นผู้ผลิตพลังงานสำรองเพื่อรองรับความต้องการของชุมชน รวมถึงการปรับเปลี่ยนตารางการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุมชนให้สอดคล้องกับแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าสำรองด้วยการกำหนดราคาพลังงานที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาของวัน นอกจากนี้ราคาพลังงานยังเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอีกด้วย

สำหรับโครงการ Smart Community Creation Project ของเมือง Kitakyushu ได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาลกลาง เพื่อเป็นต้นแบบของเมืองอุตสาหกรรมสมัยใหม่ของประเทศญี่ปุ่น โดยมีการร่วมมือขององค์กรและบริษัทจำนวน 53 หน่วยงาน โดยมีพื้นที่ประมาณ 120 ha ในเขต Higashida, Yahata-higashi ward ในช่วงระยะเวลา 2010-2012 และงบประมาณ 16.3 พันล้าน JPY สำหรับโครงการนี้ได้ส่งเสริมการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลมผลิตไฟฟ้า ในอาคารต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีโครงข่ายสายส่งไฟฟ้าและสถานีก๊าซไฮโดรเจนสำหรับรถยนต์ โรงไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ เครือข่ายไอที และศูนย์บริหารระบบพลังงาน ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งโครงข่ายนี้มีชื่อเรียกว่า Smart grid หรือโครงข่ายอัจฉริยะ สำหรับก๊าซไฮโดรเจนนั้นได้จากโรงงานเหล็กที่จ่ายผ่านท่อก๊าซสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติและประวัติศาสตร์ของเมืองขนาด 100 kW จำนวน 1 เซลล์ บ้านสาธิตขนาด 1 kW จำนวน 7 เซลล์ Eco Club house ขนาด 1 kW จำนวน 2 เซลล์ Eco House 1 kW จำนวน 1 เซลล์ สถานีไฮโดรเจน 3 kW จำนวน 1 เซลล์และ Home improvement center 1 kW จำนวน 1 เซลล์ ขั้นตอนการพัฒนาโครงการนี้จนประสพความสำเร็จ ได้แก่ ประสพการณ์ที่ได้การเรียนรู้จากเขต Yahata Higashida แบบจำลองของเมืองสมัยใหม่ที่มีการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยของเขต Jono และการพัฒนาเมือง Kitakyushu ทุกพื้นที่ด้วยองค์ความรู้ที่ได้จากเขต Yahata Higashida จากความสำเร็จนี้ทำให้เมือง Kitakyushu เป็นต้นแบบของเมืองที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ

ที่สุด จนปัจจุบันกลายเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้แห่งเอเชียในด้านชุมชนที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนต่ำที่สุด

สำหรับอีกนโยบายหนึ่งที่มีความสำคัญคือนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานของชุมชนในการใช้พลังงานจากแหล่งในท้องถิ่นเป็นหลัก การพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ในท้องถิ่น เช่น LNG ถ่านหิน พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (Mega solar power) พลังงานไฟฟ้าจากกังหันลม รวมถึงโครงข่ายสายส่งพลังงานอัจฉริยะ (Smart grid) องค์ความรู้จากเขตสาธิต Yahata Higashida ได้ถูกนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาอุตสาหกรรมของเมือง Kitakyushu และเป็นเมืองต้นแบบของชุมชนพึ่งพาตนเองหนึ่งในสี่เมืองในประเทศญี่ปุ่น สาเหตุในการเลือกเขต Yahata Higashida เนื่องจากพื้นที่นี้มีแหล่งทรัพยากรพลังงานอย่างมากมายเช่น ก๊าซ LPG ถ่านหิน แหล่งผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานลม รวมถึงความต้องการพลังงานที่สูงและมีประเภทของอุตสาหกรรมที่หลากหลาย จึงทำให้เหมาะสมกับเป็นตัวอย่างต้นแบบในการศึกษา และแนวทางในการส่งเสริมสำหรับกิจกรรมนี้ ได้แก่ การใช้พลังงานทดแทนให้มากที่สุด โดยการนำพลังงานจากแหล่งพลังงานที่มีอยู่มาใช้ในอุตสาหกรรมในท้องที่ ด้วยความหลากหลายของอุตสาหกรรมทำให้โครงข่ายสายส่งไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญที่ทำให้สามารถนำพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานลมมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด โดยมีพลังงานจากถ่านหินมาเป็นแหล่งพลังงานหลักในการรองรับพลังงานทดแทนอื่น ๆ ด้วยการเลือกที่ตั้งโรงไฟฟ้าจากถ่านหินที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด สุดท้ายระบบโครงข่ายสายส่งไฟฟ้าอัจฉริยะทำให้การบริหารได้ประสิทธิภาพสูงสุดด้วยการควบคุมจาก CEMS ที่ศูนย์ควบคุมอยู่ในเขต Higashi และปัจจัยสำคัญคือการนำความร้อนที่ต้องปล่อยทิ้งมาใช้ประโยชน์ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของพื้นที่นี้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน สำหรับการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนนี้ทำให้มีการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากกังหันลมแล้ว โดยมีกำลังผลิตไฟฟ้า 17,005 kW และอยู่ในแผนที่กำลังดำเนินการอยู่อีก 2 โครงการโดยมีกำลัง 1,500 kW จำนวน 10 หน่วย และ 1990 kW จำนวน 1 หน่วย นอกจากนี้ยังโครงการติดตั้งกังหันลมในทะเลอีกในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งเป็นกังหันลมขนาด 2000 kW และ 2700 kW ขนาดละ 1 หน่วย โดยโครงการเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนในการติดตั้งจากคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ของเมือง จากที่ผ่านมาได้มีการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์รวม 49,116 kW โดยแบ่งเป็น 37,573 kW ในบ้านที่อยู่อาศัย 9,311หลังคาเรือน และ 11,543 kW ในอาคารสำนักงานอาคารสาธารณะ 337 หลัง โดยได้รับการสนับสนุนและคำแนะนำจากรัฐบาลท้องถิ่น ในอนาคตเมือง Kitakyushu มีโครงการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 660,000 kW ในปี ค.ศ. 2030 และ 1,410,000 kW ในปี ค.ศ. 2050 สำหรับบ้านที่อยู่อาศัย สำหรับอาคารสำนักงาน อาคารสาธารณะ 120,000 kW ในปี

ค.ศ. 2030 และ 320,000 kW ในปี ค.ศ. 2050 จากข้อมูลสถิติของกำลังผลิตไฟฟ้าสะสมของเซลล์แสงอาทิตย์ของเมืองจะมีมากกว่า 50,000 kW ในสิ้นปี ค.ศ. 2013

รูปที่ 18 แผนภาพของกำลังสะสมของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงปี ค.ศ. 2007-2013

FY	Number of subsidized projects	Total output [kW]	Total amount of subsidies [thousand JPY]	Amount of subsidies	Average amount of subsidies per project [thousand JPY]
2007	81	284.7	13,490	50,000 JPY/kW (Max. 200,000 JPY)	167
2008	155	517.7	22,756	50,000 JPY/kW (Max. 200,000 JPY) 30,000 JPY/kW (Max. 120,000 JPY)	147
2009	259	965.8	27,103	30,000 JPY/kW (Max. 120,000 JPY)	105
2010	1,374	5,261.4	95,683	30,000 JPY/kW (Max. 70,000 JPY)	69.6
2011	1,714	6,932.7	119,543	30,000 JPY/kW (Max. 70,000 JPY)	69.7
2012	1,381	5,877.8	82,860	60,000 JPY (flat amount)	60
Total	4,964	19,840.1	362,917		73.1

รูปที่ 19 ตารางของโครงการ ขนาดรวม งบประมาณ อัตราการสนับสนุน และค่าเฉลี่ยแต่ละโครงการ

นอกจากนี้รัฐบาลท้องถิ่นได้ให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณในการติดตั้งสำหรับบ้านที่อยู่อาศัย ตั้งแต่ ค.ศ. 2007 เป็นต้นมา โดยรายละเอียดของอัตราการสนับสนุน จำนวนโครงการ ขนาดรวม จำนวนงบประมาณรวม และค่าเฉลี่ยการสนับสนุน ดังในรูปที่ 19 ซึ่งจำนวนโครงการที่ยื่นขอการ

สนับสนุนมีจำนวนเพิ่มขึ้นในแต่ละปี จึงทำให้มีการกำหนดเพดานสูงสุดในการสนับสนุน และจะเห็นค่าเฉลี่ยการสนับสนุนของลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุเนื่องจากราคาเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาลดลงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้โครงการการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ นับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2008 เป็นต้นมา มีจำนวน 13 โครงการ มีกำลังรวม 55,400 kW สำหรับโครงการขนาดกลางที่มีขนาด 500-900 kW ตั้งแต่ ปี คศ 2012 มีจำนวน 5 โครงการ มีกำลังรวม 2,967 kW

สำหรับกฎหมายและระเบียบการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีกฎหมายท้องถิ่นสำหรับการใช้พื้นที่ในเมืองการกำหนดให้การพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในเขตเมืองเป็นเขตควบคุมพิเศษ พื้นที่สีเขียวเป็นพื้นที่อนุรักษ์รวมถึงพื้นที่เขตอนุรักษ์ หรือกฎหมายผังเมือง กฎหมายพื้นที่เกษตรกรรมกำหนดให้ห้ามิให้เปลี่ยนแปลงพื้นที่การเกษตรกรรมไปดำเนินการกิจกรรมด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ยังอุดมสมบูรณ์ กฎหมายการอนุรักษ์ป่าว่าด้วยระเบียบการตัดไม้และการสงวนป่า และกฎหมายการฟื้นฟูสภาพพื้นดินมีการปนเปื้อนโดยห้ามการเปลี่ยนแปลงสภาพดินสำหรับพื้นที่ที่เป็นบริเวณเกินกว่า 3,000 ตร.เมตร ระเบียบปฏิบัติสำหรับมาตรการรักษาความปลอดภัยจะต้องมีการติดตั้งเครื่องหมายเตือนสำหรับอาณาบริเวณที่มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดตั้งแต่ 50 kW ขึ้นไป โดยให้หัวหน้าวิศวกรไฟฟ้าเป็นผู้กำหนด

Power Source		Solar		Wind		Geothermal		Small & medium sized hydraulic		
Power generation capacity		10kW & over	Less than 10kW	20kW and over	Less than 20kW	15,000 kW and over	Less than 15,000 kW	1,000 k W and over, less than 30,000	200kW and over, less than 1,000 W	Less than 200 kW
Tariff (JPY/kWh)	Tax inclusive	37.8	38*	23	57.75	27.30	42	25.2	30.45	35.70
	Net-of-Tax	36	36.2	22	55	26	40	24	29	34
Purchase guarantee (years)		20	10	20	20	15	15	20		

Power Source		Biomass						
Power generation capacity		Gasification (Sewage sludge)	Gasification (Livestock excreta)	Solid fuel (unharnessed wood)	Solid fuel (Wood)	Solid fuel (Solid waste)	Solid fuel (Sewage sludge)	Solid fuel (recycled wood)
Tariff (JPY/kWh)	Tax inclusive	40.95		33.60	25.20	17.85		13.65
	Net-of-Tax	39		32	24	17		13
Purchase guarantee		20						

*PV with fuel cell: 31 JPY/kWh

31

รูปที่ 20 อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับแหล่งพลังงานแบบต่าง ๆ ของเมือง Kitakyushu

สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าที่รับซื้อเป็นตามไปราคาที่รัฐบาลท้องถิ่นกำหนด โดยมีราคาแตกต่างกันไปตามชนิดของแหล่งพลังงานทดแทนและขนาดของแหล่งผลิตพลังงาน รวมถึงระยะเวลาของสัญญา ซึ่งอ้างอิงตามระยะเวลาคุ้มทุนตั้งแต่ 15-20 ปี สำหรับหลักเกณฑ์ในการกำหนดราคาได้พิจารณาต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยมีรายละเอียดดังในรูปที่ 20 สำหรับงบประมาณ

ในการรับซื้อค่าพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนนั้นได้จากเก็บจากส่วนเกินที่เก็บเพิ่มจากค่าไฟฟ้าปกติ งบประมาณสนับสนุนในการติดตั้งแหล่งพลังงานทดแทนที่เพิ่มนั้นจะถูกเก็บเพิ่มจากผู้ใช้ไฟฟ้า โดยผู้ให้บริการในแต่ละพื้นที่จะเป็นผู้ดำเนินการและเก็บเพิ่มจากค่าไฟฟ้าปกติ โดยผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องจ่ายโดยเฉลี่ย 87 JPY/เดือน/หลังคาเรือน สำหรับบ้านที่อยู่อาศัยที่ใช้ไฟฟ้า 300 หน่วย/เดือน สำหรับค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะแตกต่างไปตามพื้นที่ ตั้งแต่ 75-111 JPY โดยราคาต่ำที่สุดที่ Hokkaido และสูงสุดที่ Kyushu

สำหรับพลังงานทดแทนอีกชนิดที่เมือง Kitakyushu ได้มีการสาธิตพลังงานทดแทนจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลง โดยมีขนาด 1.4 kW

สำหรับโครงการส่งเสริมการประหยัดพลังงานและประหยัดกำลังงานเป็นอีกหนึ่งมาตรฐานที่สำคัญ โดยการจัดงานประกวดและแข่งขันการประหยัดพลังงานและกำลัง รวมถึงการประกวดโปสเตอร์รณรงค์การประหยัดพลังงานในฤดูร้อนและฤดูหนาว สำหรับการประกวดแบ่งประเภทเป็นที่อยู่อาศัยประเภทอุตสาหกรรมและพาณิชย์

สำหรับตัวอย่างของวิธีการประหยัดพลังงานในสำนักงานเมือง Kitakyushu ได้แก่ การเปลี่ยนสวิทช์ที่ผนังเป็นสวิทช์เชือกที่โคมไฟฟ้าและมีติด Mascot เชิญชวนการประหยัดไฟฟ้าที่ปลายเชือก การปิดเครื่องอากาศในเวลาอาหารกลางวัน และการงดทำงานล่วงเวลา สำหรับการลดการพลังงานฐาน การงดใช้เครื่องจักรและการใช้พลังงานจากเผาของเสียในช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูง นอกจากนี้การใช้ปลูกพืชและต้นไม้สำหรับการบังแดดเพื่อลดความร้อน การใช้พลังงานสะอาด การเปลี่ยนมาใช้หลอด LED ส่องสว่าง รวมถึงการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ และทางเมือง Kitakyushu ได้มีการออกใบประกาศรับรองให้แก่อาคารและหน่วยงานต่าง ๆ ที่สามารถปฏิบัติได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

รูปที่ 21 โคมแสงสว่างที่มีการเปลี่ยนสวิทช์เป็นแบบสวิทช์ดึงเชือกและ Mascot ที่ปลายเชือก

สำหรับในอนาคตทางเมือง Kitakyushu จะได้จัดตั้ง Next-Generation Energy Park ขึ้นในเขต Hibikinada เพื่อสาธิตและศึกษาแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าชนิดใหม่ เช่น โรงไฟฟ้าไอน้ำ โรงไฟฟ้าพลังงานลม โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ โรงไฟฟ้าก๊าซจากถ่านหิน โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ โรงน้ำมัน และโรงก๊าซธรรมชาติ โดยเป้าหมายของโครงการนี้คือ Low-Carbon Society ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ ประชาชนที่มีความสุข และการเติบโตทางเศรษฐกิจที่มั่นคง

2.4.2 2013 Eco-Technology Exhibition and Renewable Energy Advanced Technology Exhibition 2013 (Eco-Techno 2013)

สำหรับ Eco-Techno 2013 เป็นงานแสดงสินค้าที่เกี่ยวข้องกับสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมซึ่งจัดขึ้นที่ The West Japan General Exhibition Center โดยสินค้าที่นำมาแสดงในงานเป็นสินค้าที่เครื่องมือประหยัดพลังงานและพลังงานทดแทน รวมถึงเครื่องมือในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลมผลิตไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับเขื่อนขนาดเล็กและอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับพลังงานทดแทน ตัวอย่างสินค้าที่นำมาแสดงได้แก่ รถยนต์ประหยัดน้ำมัน เครื่องปั้นไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง เครื่องปั้นไฟฟ้าแบบผสมที่ผลิตน้ำร้อนได้ สติกเกอร์เรืองแสงสำหรับใช้ทำเครื่องจราจรและเครื่องบอกทาง เซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์การทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องสุขภัณฑ์ประหยัดพลังงานและน้ำ สารเคลือบอาคารสำหรับลดความร้อน นอกจากนี้มหาวิทยาลัยในเมือง Kitakyushu รวมถึงมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ใน Kyushu ได้นำผลงานวิจัยด้านพลังงานและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น พลาสติกที่ได้จากพืช น้ำมันสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่ได้จากน้ำมันทำอาหารที่ใช้แล้ว รวมถึงกระบวนการนำของเสียนำกลับมาใช้ใหม่และการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน สำหรับประเภทของหน่วยงานที่เข้าร่วมในงานแสดงนี้ประกอบด้วยธุรกิจขนาดกลางจำนวน 47 บริษัท ผู้จำหน่วยและผลิตเครื่องมือและอุปกรณ์พลังงานทดแทนจำนวน 58 หน่วยงาน ภาคธุรกิจจากต่างประเทศ 6 หน่วยงาน และหน่วยงานที่ไม่หวังกำไร 25 องค์กร

2.4.3 Kitakyushu Smart Community at Higashida Area

Kitakyushu Smart Community at Higashida Area เป็นพื้นที่ทดลองสาธิตเกี่ยวกับชุมชนเครือข่ายอัจฉริยะพลังงานสีเขียวที่ตั้งอยู่ ณ Higashida district ใน Yahatahigashi-ku บนพื้นที่ 120 ha มีเจ้าหน้าที่ประมาณ 6000 คน มีโรงงานและหน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการนี้ประมาณ 210 หน่วยงาน และมีผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ประมาณ 900 ครัวเรือน โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการดังนี้

ก) เปลี่ยนหน้าที่ของผู้ใช้พลังงาน (Consumer) เดิมให้เป็นผู้ผลิตและใช้พลังงาน (Prosumer ที่มาจากคำว่า Producer-Consumer) โดยการส่งเสริมให้มีการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์และแหล่งผลิตพลังงานอื่น ๆ ที่เป็นพลังงานสะอาด

ข) การส่งเสริมการบริษัทจัดการความต้องการด้วยตนเอง (Demand-side self-management) ในทุกหน่วยในชุมชนในการบริหารจัดการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ค) การใช้อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าที่เรียกว่า dynamic pricing และการส่งเสริมและการเชิญชวนให้ประชาชนในชุมชนเข้าร่วมโครงการนี้

โดยเป้าหมายของโครงการนี้

ก) เพื่อทำการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือ CO_2 ให้ลดลงมากกว่า 50% จากของเดิมก่อนการเริ่มโครงการนี้

ข) เพื่อทำให้ค่าแรงดันและค่าความถี่ของระบบพลังงานไฟฟ้าให้มีเสถียรภาพยิ่งขึ้น (แรงดัน 101 $\pm$ 6V ความถี่ 60 Hz)

สำหรับแหล่งจ่ายพลังงานของชุมชนแห่งมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลักเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังแหล่งสะสมพลังงานในรูปของ Fuel Cell ก๊าซไฮโดรเจน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากกังหัน เซลล์แสงอาทิตย์กระจายอยู่ทั่วพื้นที่และมีการตั้งเป็นสถานีจ่ายพลังงานที่เรียกว่า Smart Spot ซึ่ง Smart spot เหล่านี้เป็นสถานีเติมพลังงานแก่รถยนต์ รถจักรยานไฟฟ้า ในรูปของพลังงานฟ้าหรือก๊าซไฮโดรเจน และบางสถานีให้บริการ Car Sharing หรือ Bicycle sharing โดยมี Human Media Creation Center เป็นศูนย์กลางในการตรวจสอบควบคุม Smart Spot และสถานีพลังงานต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่าย

รูปที่ 22 ภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ Higashida district ในเขต Yahatahigashi-ku

สำหรับ Dynamic pricing เป็นมาตรการการกำหนดราคาค่าพลังงานไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ โดยราคาค่าไฟฟ้าจะมีราคาถูกในช่วงที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าน้อยและจะมีราคาแพงขึ้นในช่วงที่มีผู้ใช้ไฟฟ้ามาก และราคาในช่วงนี้จะแปรผันตามปริมาณพลังงานที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้านี้ถูกกำหนดจากคณะกรรมการที่เรียกว่า Regulator เป็นผู้กำหนด นอกจากนี้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถตรวจสอบพฤติกรรมและค่าไฟฟ้าได้ Smart meter เพื่อทำการปรับเปลี่ยนการใช้ไฟฟ้าของตนเองได้อีกด้วย สำหรับแนวความคิดนี้มาจากการประหยัดพลังงานเพื่อลดการพลังงานในช่วงที่การใช้พลังงานสูงสุด การใช้พลังงานทดแทนสูงสุด และการบริหารเมืองให้มีความมั่นคง จากแนวความคิดนี้ทำให้แหล่งพลังงานจ่ายพลังงานสมดุลกับความต้องการ ราคาพลังงานที่แตกต่างตามช่วงเวลาสอดคล้องกับราคาต้นทุนสำหรับแหล่งพลังงานทดแทน และการบริหาร CEMS สามารถแบ่งออกเป็นหน่วยเล็กให้สอดคล้องกับธุรกิจของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยราคาค่าไฟฟ้าจะแตกต่างไปตามฤดูกาล ซึ่งรัฐบาลกลางจะเป็นผู้กำหนด ปัจจุบันโครงการนี้เป็นภาคสมัครใจ และผลการสำรวจพบว่าผู้ที่เข้าโครงการในแบบที่อยู่อาศัยสามารถบริหารการใช้ไฟฟ้าและลดค่าไฟฟ้าลงกว่า 20% และการใช้พลังงานรวมลดลง 18-22 % ใช้ช่วงที่มีการใช้พลังงานสูงสุด จากการสำรวจในปี ค.ศ. 2011

สำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อไปของโครงการนี้คือการนำองค์ความรู้ที่ได้จากเขต Yahata Higashida ไปใช้ในเขต Jono district และจากนั้นทำไปใช้ในเขตอื่น ๆ ของเกาะ Kyushu ซึ่งปัจจุบันเมือง Kitakyushu ได้เป็นที่ยอมรับในระดับโลกว่าเป็นต้นแบบของที่มีการปลอดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุดในโลก และได้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังประเทศต่าง ๆ เช่น จีน เวียดนาม อินเดีย เป็นต้น นอกจากนี้โครงการนี้กระตุ้นให้เกิดอุตสาหกรรมใหม่ ๆ ขึ้น เช่น รถยนต์ไฟฟ้า หลอดส่องสว่าง LED รวมถึงธุรกิจใหม่ในด้านการบริหารพลังงานและการขนส่ง

สำหรับโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีในประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ เขต Kamaishi เขต Jono district สำหรับโครงการในต่างประเทศ ได้แก่ Surabaya ในอินโดนิเซีย DMIC ในอินเดีย Putrajaya และ Cyberjaya ในมาเลเซีย

2.4.4 Townsmen Solar Power Station

Townsmen Solar Power Station เป็นสถานี Photovoltaic Power Plant ที่สร้างขึ้นเพื่อฉลองการครบรอบ 50 ปีของการร่วมมือในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของเมืองระหว่างเมือง Kitakyushu และประชาชนในเมือง Kitakyushu ในปี ค.ศ. 2013 เพื่อเป็นสัญลักษณ์ของเมืองและแสดงออกถึงความร่วมมือของประชาชนและภาคอุตสาหกรรมของเมือง Kitakyushu โดยมีสถานที่ตั้ง ณ Higashida-Higashi Area waste disposal plant site บนพื้นที่ 2.3 ha ขนาดการผลิตไฟฟ้า 1,500 KW สำหรับการจัดตั้งสถานีแห่งนี้ได้จากการบริจาคของประชาชนชาวเมือง Kitakyushu เป็นจำนวน 20 ล้าน JPY และการขายพันธบัตรของเมือง Kitakyushu จำนวน 500 ล้าน JPY โดยพลังงานไฟฟ้าที่

ได้นี้ถูกขายให้แก่บริษัท Kyushu Electric Power ในราคา 42 JPY/หน่วย เป็นระยะเวลา 20 ปี ซึ่งรายได้ที่ได้จากการขายพลังงานไฟฟ้านี้มีปริมาณ 1,350,000 หน่วย/ปี หรือเท่ากับรายได้ประมาณ 42 ล้านเยน/ปี โดยมีการแบ่งรายได้ 10 ล้าน JPY/ปี เข้ากองทุน Water and Greenery Fund และมีการแบ่งรายได้คืนให้แก่ชาวเมือง Kitakyushu ผ่าน Board of Education ปีละ 10 ล้านเยน สำหรับรายได้ที่เหลือนั้นนอกจากนี้นำมาชำระดอกเบี้ยของพันธบัตรและสะสมไว้ชำระคืนพันธะเมื่อครบกำหนด

รูปที่ 23 Townsmen Solar Power Station

2.4.5 Choshu Industry`s Solar Power Module Plant

Chosho Industry's Solar Power Module Plant เป็นโรงงานประกอบแผง Module เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเดิมนั้นบริษัทนี้เป็นผู้ผลิตเครื่องผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์นับตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1981 จากนั้นได้มีการขยายฐานธุรกิจในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับสุญญากาศสำหรับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีโรงงานในเครือมากกว่า 14 แห่งทั่วประเทศญี่ปุ่น โดยทางบริษัทได้เริ่มต้นการจำหน่ายระบบพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ในปี ค.ศ. 1998 และได้เริ่มต้นผลิตโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ในปี ค.ศ. 2009 ในปี ค.ศ. 2013 ได้เริ่มต้นการผลิต Silicon Ingot สำหรับใช้ในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ โดยโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ของทางบริษัทจะเน้นไปสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับ Rooftop นอกจากนี้ทางบริษัทยังมีสถานีผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตกำลังไฟฟ้าจ่ายเข้าสายส่งขนาด 1,000 KW สำหรับในการนี้ได้มีโอกาสได้ชมกระบวนการผลิตโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ดังในรูปที่ 24

รูปที่ 24 ภาพถ่ายทางอากาศของ Choshu Industry`s Solar Power Module Plant

(ก) เครื่องป้อนแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์เข้าระบบ

(ข) เครื่องจักรจัดเรียงแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์

(ค) กระบวนการตรวจสอบก่อนเข้าโมดูล

(ง) เครื่องประกอบโมดูล

รูปที่ 25 กระบวนการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.4.6 J-Power & NEDO's Solar Power Station at Hibikinada

สำหรับ J-Power & NEDO's Solar Power Station at Hibikinada เป็นสถานีวิจัยของบริษัท J-Power ที่ได้รับการสนับสนุนจาก NEDO ซึ่งมีสถานที่ตั้งอยู่ ณ ตำบล Wakamatsu ในเขตจังหวัด Kitakyusho โดยสถานีวิจัยแห่งนี้มีหน้าที่หลักในการทำวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานลม ซึ่งเดิมนั้นสถานีแห่งเป็นสถานีผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานความร้อนจากถ่านหินตั้งแต่ปี ค.ศ. 1961 ตลอดระยะที่ผ่านมาได้มีการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดการผลิตมลภาวะจากการเผาไหม้ให้น้อยลง พร้อมทั้งมีระบบการกำจัดเถ้าของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ใน

ปี ค.ศ. 2007 ทางบริษัทได้เริ่มต้นทำการศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในปัจจุบันสถานีแห่งนี้มีกำลังการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 1,000 KW

รูปที่ 26 สถานีไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ของ J-Power & NEDO ที่ Hibikinada

2.5 เนื้อหา/องค์ความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

สำหรับองค์ความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มนั้น ทาง APO ได้เชิญให้ Mr. Christophe Inglin เป็นผู้บรรยายให้รายละเอียดของบทบาทเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีต่อสังคมโลกและปัญหาที่เกิดขึ้นในการดูแลบริหารการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ โดยหัวข้อหลักในการวิเคราะห์เพื่อให้แนวทางในการทำให้การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ได้ประโยชน์สูงสุด โดยแบ่งหัวข้อหลักออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้

2.5.1 Policy for Grid Connected Markets

สำหรับในหัวข้อนี้สมาชิกในกลุ่มได้ทำการวิเคราะห์จากตัวอย่างในแต่ละประเทศของสมาชิกกลุ่มและปัญหาที่ไม่สนับสนุนการใช้ลงทุนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับระบบที่ต่อเชื่อมกับโครงข่ายสายส่ง ซึ่งปัญหาหลักคือความไม่คุ้มทุนเนื่องจากขาดนโยบายสนับสนุนในอัตราที่เหมาะสม และการขาดบุคลากรที่มีความชำนาญ สำหรับแนวทางการแก้ไขนั้นรัฐบาลต้องมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนในการติดตั้งตั้งแต่ให้เงินชดเชยเริ่มต้นในการติดตั้ง นโยบายการรับซื้อพลังงานในอัตราที่จูงใจและมีระยะเวลาที่เหมาะสมกับการลงทุน นอกจากนี้เรื่องความชัดเจนในเรื่องภาษีจากได้รายของผู้ลงทุน สำหรับปัญหาเรื่องการขาดแคลนบุคลากรนั้นสามารถแก้ไขโดยการส่งเจ้าหน้าที่ไปฝึกอมรมในต่างประเทศ รวมถึงการแลกเปลี่ยนความรู้หรือบุคลากรในประเทศสมาชิกในการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อไป

2.5.2 Policy for Off-Grid Markets

สำหรับในหัวข้อนี้ปัจจัยสำคัญของระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดดเดี่ยวหรือระบบที่ไม่ได้ต่อเชื่อมโครงข่ายสายแสงนั้น ได้แก่ งบประมาณ การบริหาร วัฒนธรรมของชุมชน และเทคโนโลยี ซึ่งระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดดเดี่ยวราคาพลังงานต่อหน่วยมีราคาแพงเมื่อเปรียบกับพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งอื่น ๆ แต่พลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนห่างไกลที่ภาครัฐมิอาจละเลยได้ นอกจากนี้การขาดบุคลากรที่มีความเข้าใจในการดูแลบำรุงรักษาระบบและการบริหาร รวมถึงในบางพื้นที่มีสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ ปัญหาอีกประการรายได้ของประชากรในชุมชนห่างไกลนั้นต่ำมากจนไม่สามารถจ่ายค่าพลังงานได้ โดยแนวทางในการแก้ไขคือการอุดหนุนจากรัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การฝึกอมรมบุคลากรให้แก่ชุมชน การให้ข้อมูลและส่งเสริมอาชีพให้แก่ชุมชน นอกจากนี้ให้ด้านเทคโนโลยีรัฐบาลต้องส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและร่วมมือกับมิตรประเทศในกิจกรรมนี้

2.5.3 Monitoring & Maintenance for Long Term Performance

สำหรับในหัวข้อได้วิเคราะห์ถึงปัญหาหลักของการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่การขาดการตรวจสอบดูและรักษาระบบอย่างสูงต้อง เนื่องจากการขาดเครื่องมืออุปกรณ์ การขาดลุคลากร รวมถึงอุปกรณ์ที่มีอยู่ไม่มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดความเสียหายจากการขาดงบประมาณ การขาดการดูแล การขาดการรู้สึกเป็นเจ้าของของคนในชุมชุน โดยปัญหาเหล่านี้ทำให้ระบบเกิดความเสียหายหรือสูญหายจากการลักทรัพย์ สำหรับการแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้แก่การอมรบบุคลากรในชุมชนในการดูและรับผิดชอบ โดยได้รับการสนับสนุนจากองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่นและส่วนกลาง

2.5.4 Managing Intermittency in PV-Grid Integration

สำหรับในหัวข้อนี้ได้วิเคราะห์ให้เห็นที่มาของความจำเป็นในการต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในการต่อเชื่อมเข้ากับโครงข่ายสายส่งที่มีความต้องการของพลังงานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากแนวโน้มของราคาต้นทุนพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีราคาลดลงและราคารับซื้อพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ในอัตราที่จูงใจจากนโยบายในการรับซื้อพลังงานของภาครัฐ และราคาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสเซิลที่มีแนวราคาสูงขึ้นทุกปี ทำให้การลงทุนในการขายพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งข้อความคำนึงในการลงทุนในด้านนี้คือเสถียรภาพของระบบ

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงระบบ ความเป็นที่ยอมรับของผู้มีส่วนได้เสีย และการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ฯลฯ เป็นต้น สำหรับการรองรับความต้องการข้างนั้นสามารถทำได้การตรวจสอบข้อมูลสภาพอากาศเพื่อทำการพยากรณ์อากาศ การบริหารด้านอุปาทานของการใช้การต่อแบตเตอรี่ การพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงและ/หรือเซลล์อาทิตย์ที่มีราคาถูก และการใช้โครงข่ายอัจฉริยะ (Smart grid)

ส่วนที่ 3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการเข้าร่วมโครงการ

3.1 ประโยชน์ต่อตนเอง

3.1.1 ได้เพิ่มพูนองค์ความรู้ใหม่ของเซลล์แสงอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งาน

3.1.2 ได้เพิ่มพูนองค์ความรู้ใหม่ของพลังงานสะอาด

3.1.3 ได้เพิ่มพูนองค์ความรู้ใหม่ของเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart Grid)

3.2 ประโยชน์ต่อหน่วยงานสังกัด

3.2.1 ได้ข้อมูลและแนวทางสำหรับใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

3.2.2 ได้ข้อมูลและแนวทางสำหรับใช้ในการทำวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรมสำหรับเรื่องพลังงานทดแทน

3.3 ประโยชน์ต่อหน่วยงานหรือวงการในหัวข้อนั้น ๆ

3.3.1 ให้คำแนะนำจากประสพการที่ได้ไปเรียนรู้มาจากกิจกรรมนี้

3.3.2 ได้แนวทางสำหรับการทำวิจัยร่วมกับหน่วยงานอื่น ๆ ด้านพลังงานทดแทน Smart grid และด้านสิ่งแวดล้อม

3.4 กิจกรรมการขยายผลที่ได้ดำเนินการภายใน 1 เดือนหลังเข้าร่วมโครงการ

3.4.1 การเตรียมเอกสารการบรรยายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ภายในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2 การเผยแพร่รายงานนี้ไปยังสถาบันและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต มหาวิทยาลัยอื่น ๆ ที่มีการเรียน/การสอนด้านพลังงานทดแทน ฯลฯ

3.5 กิจกรรมการขยายผลที่ได้จะดำเนินการภายใน 6 เดือนหลังเข้าร่วมโครงการ

3.5.1 การบรรยายเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้เข้าร่วมโครงการในครั้งนี้สำหรับบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัย

3.5.2 การเขียนบทความเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้

ส่วนที่ 4 เอกสารแนบ

4.1 กำหนดการฉบับล่าสุด

Sunday, 13 October 2013

Arrival in Tokyo

Monday, 14 October 2013 (Program Day 1)

08:50	Assemble at the lobby of the hotel
09:00	Leave Tokyu Stay Suidobashi Hotel for APO on foot
09:30 – 10:15	APO Orientation at the Conference Room
10:15 – 10:30	Break
10:30 – 12:00	Presentation Green Productivity, Green Growth and Sustainable Society by Emeritus Professor Ryoichi Yamamoto, University of Tokyo
12:00 – 13:30	APO Secretary-General Hosted Lunch At Domani il resto
13:30 – 15:00	Presentation Policy on Promotion of Renewable Energy with Special Focus on Photovoltaic and Solar Energy* by Mr. Mitsunobu Sato, New and Renewable Energy Division, Agency for Natural Resources Energy, Ministry of Economy, Trade and Industry
15:00 – 15:15	Break
15:15 – 16:15	Presentation Overview of Renewable Energy and Status of Solar Energy Adoption in Japan by Prof. Mayumi Matsumoto, Visiting Associate Professor, University of Tokyo
16:15 – 17:15	Presentation Trend of Photovoltaic and Solar Cell Technology in Singapore and Asia Pacific by Mr.Christophe Inglin, Managing Director, Phoenix Solar Cell Pte Ltd.
17:15 – 17:45	Q & A Session
18:00	Leave APO for Hotel on foot
18:15	Estimated time of return to the hotel Hotel: Tokyu Stay Suidobashi Hotel Address: 1-1-12 Misaki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo Phone: 81-3-3923-0109

Tuesday, 15 October 2013 (Program Day 1)

08:30	Check out the room and Assemble at the lobby of the hotel
08:45	Leave the hotel by chartered bus for APO

09:00 – 09:45 Presentation

Application of Solar Energy Technology in Rural Community*

by Mr. Taro Takimiya, Assistant Manager, Marketing Department, GS Yuasa International Ltd.

09:45 – 10:45 Presentation

Solar Energy in Smart Community from Asian Perspectives

by Mr. Kazuyuki Takada, New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)

10:45 Leave APO for Haneda Airport

Haneda ⟶ Kitakyushu NH3879

12:30 14:10

14:30 Leave Kitakyushu airport for City of Kitakyushu

15:30-16:15 **Visit**

City of Kitakyushu – Initiatives of Kitakyushu City Hall for introduction of Solar Energy Technology

By Ms. Emiko Murakami, Manager, Officer for Environmental Future City Promotion

Environment Bureau, City of Kitakyushu

16:15 Estimated time of check-in the hotel

Hotel: Rihga Royal Hotel Kokura

Address: 2-14-2 Asano, Kokura Kita, Kitakyushu, Fukuoka

Tel: 81-93-531-1121

17:30-18:30 Networking Reception: APO Dinner

At the Emerald Room, 4F, Rihga Royal Hotel

Wednesday, 16 October 2013 (Program Day 3)

09:30 Assemble at the lobby of the hotel

09:50 Leave the hotel on foot

10:00 – 14:45 **Visit the Eco-Techno 2013**

West Japan General Exhibition Center

14:50 Assemble at the Galleria, 2F, Exhibition Hall

15:10 Leave the hotel

15:30 – 17:00 **Site Visit - Kitakyushu Smart Community**

17:15 Leave for the hotel

17:40 Estimated time of arrival to the hotel

Hotel: Rihga Royal Hotel Kokura

Address: 2-14-2 Asano, Kokura Kita, Kitakyushu, Fukuoka

Tel: 81-93-531-1121

Thursday, 17 October 2013 (Program Day 4)

08:50	Assemble at the lobby of the hotel
09:00	Leave the hotel by chartered bus
09:30 – 10:00	**Site Visit - Townsmen Solar Power Station – Kitakyushu Style**
10:05	Leave for hotel by chartered Bus
10:30 – 12:00	**Preparation of Action Plan** *Facilitated by Mr., Christophe Inglin* *At the Sakura Room, 4F, Righa Royal Hotel*
12:00 – 12:50	Lunch
12:55	Assemble at the lobby of the hotel
13:00	Leave for Yamaguchi Prefecture by chartered bus
14:00 – 15:30	**Site Visit - Solar Power Module Plant – Choshu Industry Co., Ltd.**
15:30 – 16:30	Return to Kitakyushu Hotel: Rihga Royal Hotel Kokura Address: 2-14-2 Asano, Kokura Kita, Kitakyushu, Fukuoka Tel: 81-93-531-1121
16:30 – 18:30	**Preparation of Action Plan (Cont'd)** ***Facilitated by Mr. Christophe Inglin*** ***At the Sakura Room, 4F, Righa Royal Kokura Hotel***

Friday, 18 October 2013 (Program Day 5)

08:30	Check out the room and Assemble at the lobby of the hotel
08:45	Leave the hotel by chartered bus
09:30 – 10:30	**Site Visit - Hibikinada Solar Power Station by J-Power**
10:40	Leave for Kitakyushu Airport
11:40	Arrive at the Kitakyushu Airport
12:00 – 13:00	Lunch
13:00 – 15:30	**Presentation of Action Plans / De-briefing Session** Facilitated by Mr. Christophe Inglin, Ms. Mariko Kamiuchi and Masaya Amau (APO) at Meeting Room, Kitakyushu Airport
15:55	Move to the Kitakyushu Airport
16:55	Leave for Kitakyushu Airport

Kitakyushu ⟶ Haneda JAL 376

16:55 18:20

19:20 Estimated time of arrival to the hotel

Hotel: Tokyu Stay Suidobashi Hotel

Address: 1-1-12 Misaki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo

Phone: 81-3-3923-0109

Saturday, 19 October 2013

Departure for home

4.2 เอกสารประกอบการประชุม/สัมมนา

ดูได้จากภาคผนวก ก

4.3 ประวัติโดยสังเขปของวิทยากรบรรยาย

4.3.1 Prof. Ryoichi Yamamoto

Emeritus Professor

University of Tokyo

Professor Ryoichi Yamamoto เกิดเมื่อปี ค.ศ. 1946 ในเมือง Mito จังหวัด Ibaraki และจบการศึกษาระดับปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยโตเกียว (University of Tokyo) หลังจากนั้นได้เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ในภาควิชาวัสดุโลหะศาสตร์ (Metallic materials) วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยโตเกียว และได้รับตำแหน่งศาสตราจารย์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นสูง (Advanced Science and Technology) มหาวิทยาลัยโตเกียว และในปี ค.ศ. 1992 ได้รับตำแหน่งศาสตราจารย์ประจำสถาบันวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม (The Institute of Industrial Science) มหาวิทยาลัยโตเกียว ในระหว่างปี ค.ศ. 2001-2002 ได้รับตำแหน่งอำนวยการศูนย์วิจัยร่วม (The Center for Collaborative Research) มหาวิทยาลัยโตเกียว สำหรับตำแหน่งภายนอกได้รับตำแหน่งที่ปรึกษาของกระทรวงการศึกษา สังคม กีฬา และเทคโนโลยี ตั้งแต่ ค.ศ. 2004 นอกจากนี้ยังดำรงตำแหน่งประธานกิตติมศักดิ์ของ Eco Material Society ประธานของ International Green Purchasing Network รวมทั้งที่ปรึกษาอื่น ๆ อีกมากมาย ปัจจุบันได้รับตำแหน่งศาสตราจารย์กิตติคุณของมหาวิทยาลัยโตเกียว

4.3.2 Mr. Mitsunobu Sato

New and Renewable Energy Devision

Agency for Natural Resource and Energy

Ministry of Economy, Trade and Industry (METI)

4.3.3 **Ms. Mayumi Matsumoto**

Visiting Associate Professor

University of Tokyo

Ms. Mayumi Matsumoto เกิดที่ Kumamoto Prefecture และจบการศึกษาจากคณะต่างประเทศศึกษา (The Faculty of Foreign Studies) มหาวิทยาลัยโซเฟีย (Sophia University) จากนั้นได้เริ่มต้นทำงานเป็นผู้ประกาศข่าวประจำสถานี TV Asahi นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นผู้รายงานข่าวอีกด้วย หลังจากนั้นได้ร่วมงานกับ the Japan Broadcasting Corporation (NHK) ในตำแหน่งผู้ประกาศข่าวช่อง BS 1 channel และต่อมาได้รับหน้าที่รับผิดชอบรายการข่าวรอบโลกเป็นเวลา 6 ปี Professor Matsumoto มีความสนใจด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน โดยได้ทำงานร่วมองค์กรที่ไม่แสวงกำไรอีกหลายแห่ง และตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2009 ได้ร่วมงานกับศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นสูง มหาวิทยาลัยโตเกียว ในตำแหน่งนักวิจัยวิสามัญ (Specially appointed researcher) และได้ตำแหน่งรองศาสตร์ไม่ประจำ (Visiting Associate Professor) ในเดือนเมษายน ค.ศ. 2013

4.3.4 **Mr. Christophe Inglin**

Managing Director, Phoenix Solar Pte, Ltd.

Chairman, Clean Energy Committee, Sustainable Energy Association of Singapore (SEAS)

Mr. Chritophe Inglin สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และปริญญาโท สาขาบริหารธุรกิจ จาก INSEAD ประเทศเยอรมัน หลังจากนั้นได้ขึ้นทำงาน Siemens Semiconductors and Siemens Management Consulting ใน Munich ประเทศเยอรมัน ใน California ประเทศสหรัฐอเมริกา และใน Zurich ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ตามลำดับ จากนั้นได้เข้าทำงานกับ Phoenix Solar AG ใน Munich ประเทศเยอรมัน ต่อมาได้รับตำแหน่งกรรมการผู้จัดการบริษัท Shell Solar Pte Ltd ในประเทศสิงคโปร์ โดยรับผิดชอบในแถบเอเชียแปซิฟิก และมีประสบการณ์เกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์กว่า 14 ปีทั้งด้านการผลิต Silicon ingot จนถึงการบริหารสถานีผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ปัจจุบันท่านได้ดำรงตำแหน่งเป็นผู้จัดการของบริษัท Pheonix Solar Pte ซึ่งท่านเป็นผู้ร่วมก่อตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 2006 ปัจจุบันบริษัท Pheonix Solar Pte เป็นผู้นำในการให้บริการการออกแบบ ให้คำปรึกษาและ

ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ นอกจากนี้ท่านยังดำรงตำแหน่งประธานของคณะกรรมการพลังงานสะอาด (The clean energy committee) ของสมาคมพลังงานยั่งยืนประเทศสิงคโปร์ (The sustainable energy association of Singapore) ซึ่งก่อนที่ท่านจะมาประจำที่ประเทศสิงคโปร์ ท่านได้รับเชิญให้ผู้ฝึกสอนในโครงการเซลล์แสงอาทิตย์ที่จัดโดย Singapore National Environment Agency (NEA), the building & Construction Authority Academy (BCCA)

4.3.5 Mr. Taro Takimiya

International Business Units

GS Yuasa International Ltd.

4.3.6 Mr. Kazuyuki Takeda

Deputy Director, Smart Community Department

New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)

4.4 รายงานก่อนการเดินทาง

สำหรับรายการก่อนการเดินทางได้นำเสนอ ตัวอย่างการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในกิจกรรมต่าง ๆ ในประเทศไทย และปัญหาที่เกิดขึ้น รวมการพัฒนาระบบพลังงานทดแทน 2 ชนิดคือแบบผสมระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันลม แบบผสมระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก สำหรับรายละเอียดดูได้จากภาคผนวก ข

4.5 เอกสารนำเสนอผลงานหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม

สำหรับหัวข้อที่ได้รับมอบหมายในการนำเสนอผลงานหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มโดยมีชื่อหัวข้อกลุ่ม Managing Intermittency in PV-grid Integration โดยสาระที่นำเสนอได้กล่าวถึงความสำคัญในการบริหารระบบ PV ที่ต่อเชื่อมเข้าระบบสายส่งและนำเสนอวิธีการบริหารที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยการพยากรณ์สภาวะอากาศ การบริหารด้านการใช้พลังงานและการใช้แบตเตอรี่ให้การสะสมพลังงานสำหรับในสภาวะที่แสงน้อยหรือในเวลาค่ำคืน การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมถึงโครงข่ายอัจฉริยะ (Smart grid) สำหรับรายละเอียดดูได้ในภาคผนวก ค