

# บทสรุปผู้บริหาร

## Executive Summary

### 1. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

#### 1.1 ชื่อโครงการ

การวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อนรวมถึงอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์และวัสดุที่ใช้ประกอบ  
Research and Development on Flexible Electronic Devices including Organic Light  
Emitting Display and Their Materials

#### 1.2 ชื่อคณะผู้วิจัย

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนากร โอสนาพันธ์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เต็มศักดิ์ ศรีศรีรินทร์
- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ แดงดี

หน่วยสร้างเสริมศักยภาพทางนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี  
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักษชาติ ไตรผล

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิช พรหมอารักษ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

- ดร.สมบุญ สหสิทธิวัฒน์

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

ฝ่ายต่างประเทศ

- Prof. Y. Sawada (Ph.D)
- Prof. T. Uchida (Ph.D)
- Prof. M. Ohtsuka (Ph.D)
- Prof. Y. Hoshi (Ph.D)
- Prof. S. Kobayashi (Ph.D)
- Prof. T. Satoh (Ph.D)
- Prof. Y. Nishimoto (Ph.D) (Kanagawa University)

8. Prof. T. Nishide (Ph.D)

9. S. Seki (Ph.D)

Tokyo Polytechnic University, 1583 Iiyama, Atsugi, Kanagawa, Japan

### 1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ประจำปี  
งบประมาณ พ.ศ. 2549-2550 และ 2553 งบประมาณที่ได้รับ 500,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 3 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2551 และ 2553-2554

## 2. สรุปโครงการวิจัย

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันจะใช้ผลึกเดี่ยวซิลิกอนเป็นแผ่นฐานรอง จึงทำให้สิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องมีแผงวงจรที่แข็งไม่ให้เกิดการแตกหักของผลึกซิลิกอนเหล่านั้น และได้มีความพยายามที่จะลดขนาดหน่วยทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้มีขนาดเล็กลงมาก ๆ จนถึงใกล้เคียงกับระดับโมเลกุล จึงได้มีความพยายามพัฒนาสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานได้ด้วยตัวโมเลกุลเอง จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อน ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยหน่วยทำงานที่เป็นโมเลกุล สารอินทรีย์และ/หรือโมเลกุลสายโซ่พอลิเมอร์ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีการประดิษฐ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อนนี้ยังต้องการค้นคว้าวิจัยเพื่อค้นหาเทคนิคที่เหมาะสม ให้ได้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถใช้ได้ยาวนาน อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ภายในประเทศไทยยังคงพึ่งการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทแม่ในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประเทศญี่ปุ่น ความร่วมมือกับนักวิจัยในประเทศญี่ปุ่นจะช่วยให้มีความเข้าใจในวิทยาการและได้รับรู้เทคนิคการประดิษฐ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่นี้เพื่อเป็นรากฐานต่อการวิจัยและพัฒนาในระดับอุตสาหกรรม

โครงการวิจัยนี้จึงได้ร่วมกันศึกษาวิจัยและพัฒนาการประดิษฐ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นฐานรองพลาสติก โดยจะได้มุ่งเน้นโดยเฉพาะที่การวิจัยอุปกรณ์อินทรีย์เปล่งแสงทั้งทางด้านวัสดุและการประดิษฐ์อุปกรณ์ และจะได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์การวิจัย และ ข้อมูลเชิงกว้าง ทางด้านอุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์

โครงการความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-ญี่ปุ่น ในการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีแผ่นฐานรองชนิดอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งประดิษฐ์อินทรีย์เปล่งแสง ได้ประสบความสำเร็จซึ่งแสดงได้จาก ความร่วมมือกันจัดประชุมสัมมนาเชิงวิชาการอย่างต่อเนื่องถึงสิบเอ็ดครั้ง ทั้งในประเทศไทย และญี่ปุ่น ได้ร่วมกันเขียนผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติที่มีการอ้างอิงได้ถึงสามเรื่องโดยมีผู้เขียนทั้งนักวิจัยไทยและนักวิจัยญี่ปุ่นร่วมกัน โดยได้มีนักวิจัยญี่ปุ่นจำนวนเพิ่มขึ้น มาร่วมปรึกษาหารือหัวข้อวิจัย และร่วมในการประชุมสัมมนาวิชาการในประเทศไทย โดยได้เพิ่มจากสองคนเป็นสามและห้าคนในปีพ.ศ. 2549 2550 และ 2551 ตามลำดับ สถานที่จัดการประชุมก็ได้เวียนไปจัดตามหน่วยงานวิจัยในโครงการสังกัดอยู่ทั่วประเทศ ทั้งที่มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี การเปลี่ยนสถานที่ปรึกษาหารือและให้สัมมนานี้ ทำให้นักวิจัยญี่ปุ่นได้มีความเข้าใจ และทราบถึงศักยภาพการวิจัยทางด้านอุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์ ในประเทศ อีกทั้งนักวิจัยและนักศึกษาตามหน่วยงานต่าง ๆ จะได้เข้าถึงกลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่นนี้ ทำให้ได้ปรึกษาหารือกัน หัวข้อวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย นักวิจัยไทยได้มีโอกาสทำการวิจัยในห้องปฏิบัติการที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลานาน ทำให้ได้เรียนรู้หาประสบการณ์ เทคนิคในการทำงานวิจัย ทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แผ่นฐานรองที่อ่อนนี้ มีนักวิจัยสามท่านจากมหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ได้ดำเนินการวิจัยที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลาหลายเดือน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน การที่แต่ละคนได้มีโอกาสทำการวิจัยเป็นเวลานานทำให้

สามารถเรียนรู้เทคนิค และดำเนินการวิจัยตลอดกระบวนการ และสามารถเขียนผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติได้

นอกจากการประดิษฐ์อุปกรณ์อินทรีย์เปล่งแสงกลุ่มนักวิจัยไทยยังได้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อยอดเชื่อมโยงประสบการณ์ในด้านกระบวนการผลิตและการประดิษฐ์อุปกรณ์อินทรีย์เปล่งแสงไปพัฒนาเป็นอุปกรณ์อินทรีย์ทรานซิสเตอร์ และเซลล์เปลี่ยนสีได้ด้วยไฟฟ้า โดยได้พัฒนาการประกอบอุปกรณ์อินทรีย์ทรานซิสเตอร์จากสารเพนทาซีน และโลหะแพทโลไฮยาไนน์ได้เป็นผลสำเร็จอย่างดียิ่ง โครงสร้างของอุปกรณ์อินทรีย์ทรานซิสเตอร์นี้มีความคล้ายคลึงกับอุปกรณ์อินทรีย์เปล่งแสงแต่มีความซับซ้อนมากกว่าที่ต้องมีชั้นฉนวนและขั้วไฟฟ้าถึงสามขั้ว

จากการดำเนินงานในโครงการวิจัยนี้ กลุ่มนักวิจัยได้ร่วมกระตุ้นอุตสาหกรรมการพิมพ์ในประเทศไทยให้ตระหนักถึงความสำคัญของความก้าวหน้าของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อินทรีย์ ที่สามารถจะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์ในการประกอบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อินทรีย์นี้ได้ และจะเป็นการกระโดดก้าวข้ามจากยุคการพิมพ์แบบสเมิร์ทไปสู่การพิมพ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยในการประชุมของสมาคมการค้าวัสดุอุปกรณ์การพิมพ์ไทย ได้มีการเชิญนักวิจัยญี่ปุ่นในโครงการนี้ ซึ่งเป็นตัวแทนของสมาคมการพิมพ์ในญี่ปุ่น มาร่วมนำเสนอและปรึกษาหารือแนวโน้มของอุตสาหกรรมต่อที่ประชุมของสมาคมการค้าวัสดุอุปกรณ์การพิมพ์ไทย จะเห็นได้ว่าความสำเร็จของโครงการวิจัยนี้ไม่ได้มีประโยชน์แต่เฉพาะโดยตรงต่อนักวิจัยไทย ญี่ปุ่น หากแต่ได้สามารถสร้างผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิตได้ด้วย

### 3. บทคัดย่อ

โครงการความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-ญี่ปุ่นที่ผ่านมากว่าสามปี ทางด้านการวิจัยและพัฒนา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อนรวมถึงอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์และวัสดุที่ใช้ประกอบ ทำให้คณะนักวิจัยได้เรียนรู้และซึมซับ ความเข้มแข็งของการสนับสนุนซึ่งกันและกัน ระหว่างหน่วยงานวิจัยในภาคการศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิทยาการที่ต่างกัน และกลุ่มผู้พัฒนาและใช้เทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม เทคโนโลยี อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อน และอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่มีกระบวนการผลิตแตกต่างจากเทคโนโลยีการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซิลิกอนแบบดั้งเดิม อุตสาหกรรมการผลิตจึงต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ เทคนิคการผลิต ที่มีการพัฒนาทั้งในหน่วยงานวิจัย หน่วยการผลิต และการตลาด กระบวนการเหล่านี้ยังเป็นจุดด้อยที่สำคัญในการพัฒนางานวิจัยในประเทศไทย ซึ่งจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีตัวอย่างของการพัฒนาที่ประสบความสำเร็จ แล้วมีความเชื่อใจกันระหว่างกลุ่มวิจัยและภาคอุตสาหกรรม ที่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนในกลุ่มวิจัยญี่ปุ่นในระหว่างการดำเนินโครงการ

โครงการความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-ญี่ปุ่น ทางด้านการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อนรวมถึงอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์และวัสดุที่ใช้ประกอบ ได้ครอบคลุมการวิจัยในส่วนการพัฒนาการเคลือบชั้นฟิล์มโปร่งใสนำไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเทคนิคการเคลือบที่ไม่ทำลายชั้นสารอินทรีย์หรือแผ่นฐานรองชนิดอ่อน ซึ่งทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่โค้งงอได้ มีการพัฒนาออกแบบวัสดุใหม่ด้วยการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ มีการพัฒนาการสังเคราะห์สารอินทรีย์ทั้งในกลุ่มพอลิเมอร์และสารประกอบโลหะอินทรีย์ มีการวิจัยตรวจวิเคราะห์ลักษณะและสมบัติสารและชั้นฟิล์ม มีการพัฒนาการประดิษฐ์อุปกรณ์ให้เป็นอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์บนแผ่นฐานรองชนิดอ่อนและแบบมอดูลผ่านตลอดจนได้พัฒนาต่อยอดไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกันได้แก่ อุปกรณ์เปล่งแสงสารผสมอินทรีย์และอนินทรีย์ อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ฟิลด์เอฟเฟกต์สารอินทรีย์ และอุปกรณ์เซลล์เปลี่ยนสีด้วยไฟฟ้า

โครงการความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-ญี่ปุ่นนี้ ได้เปิดโลกทัศน์ให้นักวิจัยสามารถมองเห็นมุมมองสาระสำคัญ ทิศทาง เป้าหมาย และกระบวนการทางความคิดในการดำเนินงานวิจัยทั้งในแง่มุมมองนักวิจัยอุตสาหกรรม และ สังคม งานวิจัยในการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดอ่อน โดยเฉพาะอุปกรณ์แสดงผลอินทรีย์และวัสดุที่ใช้ประกอบได้แสดงให้เห็นถึง กระบวนการพัฒนามาตรฐานแบบ ตลอดไปจนถึงการนำไปประกอบเป็นส่วนหนึ่งของการผลิตจอแสดงผลในอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ ซึ่งการวิจัยมีผลกระทบโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และความต้องการของอุตสาหกรรมเองก็ส่งผลกลับมาสู่การวิจัยด้วย นอกจากนี้กิจกรรมของโครงการวิจัยในช่วงท้ายนี้ ยังได้กระตุ้นให้ภาคอุตสาหกรรมการพิมพ์ในประเทศไทยได้ตระหนักถึงการก้าวกระโดดของเทคโนโลยีการพิมพ์ จากยุคการพิมพ์แบบสมาร์ตเข้าสู่ยุคการประยุกต์ใช้การพิมพ์ในการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนสิ่งพิมพ์

ความสำเร็จของโครงการความร่วมมือระหว่างนักวิจัยไทย-ญี่ปุ่น ในการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีแผ่นฐานรองชนิดอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งประดิษฐ์อินทรีย์เปล่งแสง (OLED) สามารถแสดงได้จากความร่วมมือกันจัดประชุมสัมมนาเชิงวิชาการอย่างต่อเนื่องถึงสิบเอ็ดครั้ง ทั้งในประเทศไทย และญี่ปุ่น ได้ร่วมกันเขียนผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติที่มีการอ้างอิงได้ถึงสามเรื่องโดยมีผู้เขียนทั้งนักวิจัยไทยและนักวิจัยญี่ปุ่นร่วมกัน

ได้มีนักวิจัยญี่ปุ่นจำนวนเพิ่มขึ้น มาร่วมปรึกษาหารือหัวข้อวิจัย และร่วมในการประชุมสัมมนาวิชาการในประเทศไทย โดยได้เพิ่มจากสองคนเป็นสามและห้าคนในปีพ.ศ. 2549 2550 และ 2551 ตามลำดับ สถานที่จัดการประชุมก็ได้เวียนไปจัดตามหน่วยงานวิจัยในโครงการสังกัดอยู่ทั่วประเทศ ทั้งที่มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี การเปลี่ยนสถานที่ปรึกษาหารือและให้สัมมนานี้ ทำให้นักวิจัยญี่ปุ่นได้มีความเข้าใจ และทราบถึงศักยภาพการวิจัยทางด้านอุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์ ในประเทศ อีกทั้งนักวิจัยและนักศึกษาตามหน่วยงานต่าง ๆ จะได้เข้าถึงกลุ่มนักวิจัยชาวญี่ปุ่นนี้ ทำให้ได้ปรึกษาหารือกันหัวข้อวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

ในปีพ.ศ. 2554 นักวิจัยญี่ปุ่นในโครงการได้เป็นตัวแทนจากสมาคมการพิมพ์ในญี่ปุ่นมาบรรยายในการประชุมของสมาคมอุตสาหกรรมการค้าวัสดุอุปกรณ์การพิมพ์ไทย จะเห็นได้ว่าความสำเร็จของโครงการวิจัยนี้ไม่ได้มีประโยชน์แต่เฉพาะโดยตรงต่อนักวิจัยไทย ญี่ปุ่น หากแต่ได้สามารถสร้างผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิตด้วย

นักวิจัยไทยได้มีโอกาสทำการวิจัยในห้องปฏิบัติการที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นช่วงระยะเวลาานานมากพอที่สามารถเกิดกระบวนการเรียนรู้ เกิดความสนิสนมส่วนตัวมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้เรียนรู้หาประสบการณ์ เทคนิคในการทำงานวิจัย ทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แผ่นฐานรองที่จอได้นี้ โดยเฉพาะการประดิษฐ์โครงสร้าง OLED มีนักวิจัยสามท่านจาก มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ได้ดำเนินการวิจัยที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลาหลายเดือน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าในช่วงปีนั้นจะมีนักวิจัยไทยจำนวนไม่มากได้มีโอกาสไปทำการทดลองในประเทศญี่ปุ่น แต่การที่แต่ละคนได้มีโอกาสทำการวิจัยเป็นเวลานานทำให้สามารถเรียนรู้เทคนิค และดำเนินการวิจัยตลอดกระบวนการ และสามารถเขียนผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติได้

ในขณะที่นักวิจัยไทยได้ทำการวิจัยในประเทศญี่ปุ่นนั้น ทางนักวิจัยญี่ปุ่น ได้จัดให้มีการประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ ที่มุ่งเป้าให้พันธมิตรทางอุตสาหกรรม และนักศึกษาวิจัยชาวญี่ปุ่น เข้าร่วมและนำเสนอในการประชุมด้วย ทำให้นักวิจัยในโครงการสามารถขยายขอบเขตความสัมพันธ์บรรลุวัตถุประสงค์ไปยังกลุ่มคนที่กว้างขวางมากขึ้น ทำให้นักวิจัยไทยได้เข้าใจกลไกความร่วมมือของบริษัทพันธมิตรทางอุตสาหกรรม กับนักวิจัยในสถาบันศึกษามากขึ้น อีกทั้งการให้นักศึกษาญี่ปุ่นเข้าร่วมนำเสนอทำให้นักศึกษาญี่ปุ่นที่ทำการวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้อง ได้รายงานผลการทดลองในที่ประชุมนานาชาติ ซึ่งเป็นการสร้างประสบการณ์ในระดับนานาชาติ แก่นักศึกษาที่เข้าร่วมด้วย

ความก้าวหน้าทางวิชาการที่สำคัญที่ประสบความสำเร็จ ในโครงการความร่วมมือไทย- ญี่ปุ่นนี้ คือ การพัฒนาให้อุปกรณ์แปลงแสงอินทรีเตรียมได้บนแผ่นฐานรองที่งอได้ ซึ่งเกิดขึ้นได้จริง จากความสามารถในการพัฒนาเทคนิคการเคลือบปิดอุปกรณ์ ด้วยการพอลิเมอร์ไรซ์ด้วยแสงเหนือม่วง การเตรียมขั้วไฟฟ้าแปลงแสงที่ไม่ทำลายชั้นสารอินทรี ทั้งในขั้วไฟฟ้าด้านบน และด้านล่าง และเทคนิคการเตรียมสิ่งประดิษฐ์บนแผ่นรองพอลิเมอร์ที่เคลือบด้วยขั้วไฟฟ้าที่โปร่งแสง อีกทั้งได้มีการนำคอนจูเกตพอลิเมอร์หลายชนิดที่สังเคราะห์ได้โดยนักวิจัยไทย ไปใช้ในโครงสร้าง OLED ที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ประเทศญี่ปุ่นด้วย

การแลกเปลี่ยนและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในโครงการนี้ ทำให้ไม่เพียงแต่เกิดการพัฒนาด้านการวิจัย การเตรียมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บนแผ่นฐานรองที่งอได้ แต่ยังเกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นทั้งในด้านกิจกรรมวิจัย และวัฒนธรรมของทั้งสองประเทศ ความร่วมมือที่สำเร็จนี้ ทำให้เกิดความเชื่อใจที่เหนียวแน่นระหว่างกลุ่มนักวิจัยไทยและญี่ปุ่น สามารถสานต่อเพื่อพัฒนาอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป โดยที่กลุ่มนักวิจัยที่ร่วมในโครงการนี้มาจากหลายหน่วยงาน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการขยายความร่วมมือนี้ออกไปยังกลุ่มต่าง ๆ ในแต่ละประเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมวิจัยโดยรวมได้

ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีในระยะเวลามากกว่าสามปีที่ผ่านมา นักวิจัยไทยและญี่ปุ่นได้มีความเข้าใจกันทั้งทางด้านความเชี่ยวชาญเชิงเทคนิค วิชาการ ทรัพยากร เครื่องมือ และบุคลากร ทำให้กลุ่มนักวิจัยสามารถดำเนินความร่วมมือกันต่อไปได้ และสามารถขยายขอบข่ายความร่วมมือไปยังกลุ่มต่าง ๆ ในทั้งสองประเทศนี้ได้ดังจะเห็นได้จากความร่วมมือกับกลุ่มนักวิจัยญี่ปุ่นด้านการคำนวณ และการสร้างความตระหนักของเทคโนโลยีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อินทรีให้แก่กลุ่มอุตสาหกรรมการพิมพ์ในประเทศไทย

## Abstract

The three years of corporation joint research between Thai and Japanese researchers in developing the flexible electronics devices especially organic light emitting display and their materials enable the researchers to understand and appreciate the strengthen of supporting each other between interdisciplinary researchers in academic sections and technology user and development in industrial parts. The technology in flexible electronics devices and organic light emitting display are new technology which is totally different from the conventional silicon electronic device fabrication technology. The industrial production strongly depends on the knowledge, understanding, experience and technique developed in research units, production house and marketing. The research in Thailand lacks this process which plays the crucial role in research development. It is necessary to have the success research-development case in order to initiate the mutual trust amount researchers and industrial group. The self support can be observed in Japanese researchers during the conducting this cooperative research project.

The corporation joint research between Thai and Japanese researchers in developing the flexible electronics devices especially organic light emitting display and their materials includes the research on the development of transparent electrode coating especially for non-destructive to underneath organic or flexible substrate layer, in which can be applied for flexible electronic devices. In addition, there are researches and developments on the material design by computer calculation, synthesis of organic material for polymer and metal complex compound groups, characterization of material and thin films. At the beginning of the project, the development is focused on fabricating the organic light emitting display devices on flexible substrate and for transparent devices. Later years, other devices with similar technology are developed including electro-luminescence device with hybrid organic and inorganic materials, organic field effect transistors and electro-chromic devices.

This corporative research project between Japan and Thai can open up the researcher perspectives to be able to visualize the various points of view, major subject contents, research direction and goal, and thinking process in conducting the particular research. These are not only in the researcher point of view but also in the view point of related industry and society. The corporation joint research in developing the flexible electronics devices especially organic light emitting display and their materials indicates the

whole development process beginning with material and prototype development till the part of display device in mobile telephone product. This research and development has the direct impact to the electronic device production industry while the competition ability of industrial affects to the research direction as well. In addition for the last year activity, this project is also able to excite the Thai printing industry to be aware of the incoming technology of electronic printing beside present technology of smart printing.

The success of the corporation between Thai and Japanese researchers in developing the flexible electronics devices especially organic light emitting devices (OLED) can be demonstrated from the organizing eleven consequently international conferences both in Thailand and Japan together with three international journal publications with coauthor from both Thai and Japanese researchers. The number of Japanese professors came to visit and discuss on the related researches was increase from two researchers in year 2006 to three and six people in year 2007 and 2008, respectively. The locations of discussions and conferences in Thailand were also moved through among the participated research organizers including Mahidol University, Naresuan University, National Metals and Material Technology (MTEC) and Ubon Rachathani University. This allowed Japanese researcher having good understanding in Thai side as well as other Thai researchers and students in various places could have a good opportunity to meet and discuss to these experts from Japan.

In year 2011, the Japanese researcher in this project was the representative of the printing industrial association in Japan to present the talk at the meeting of the association of Thai printing industrial. This indicates that the success of the project is not only benefit for Thai and Japan researchers but also can have an impact to the production industrial in Thailand.

Thai participated researchers spend long enough periods of time for visiting Japan research laboratory and this allowed them to gain much experience in conducting research on flexible electronics devices especially OLED. Three researchers from Mahidol University, MTEC and Naresuan University conducted the intensive research at Japan laboratory for a few months at different periods of time. Although on that year less people could visit Japan, a longer visit could make a significant training experience and the strong collaboration. During the stay in Japan, the international conferences were arranged and the encouragement on the business partners and Japanese research students to also give the

presentation and discussion made this project success in wider communities. This let Thai researcher to understand more in the business research partner while the Japanese students could have opportunity to be participate in an international environment.

A large progress in research activity resulting from this corporation is in the development of the OLED on the realistic flexible electronic substrates. These included the development on the encapsulation technique by ultra-violet cured polymerization, fabricating the low damage transparent conductive both for the bottom and top electrodes and the technique to fabricate the device on the flexible polymer substrate with transparent conductive layer. While the various conjugated polymers synthesized by Thai researcher were used to incorporate in the OLED structure fabricated at Japanese laboratory. The exchange and development in these science and technology leaded to not only the step up in the flexible electronic device research but also the good understanding both in research activities and culture of two countries. This accomplish corporation allowed the strong connection between Thai and Japanese researchers to make a further development in the related devices. Since the researches involving in this joint project came from various places, the possibility on the extension of this connection to other groups in each country can lead this bilateral project to achieve to the whole communities.

With the well collaboration more than three years, both Thai and Japanese researchers have well understanding each other including technical expertise, academic, resources, equipments, and personals. This can lead the continue collaboration in future and also extend to the other research groups in each country. This example can be demonstrated by the continue organizing the computational material design workshop with Japanese experts in Thailand. Moreover this project can also enable Thai printing industrial to be aware of new coming technology of printing electronic.