

จากยุทธศาสตร์การเพิ่มสมรรถนะและขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งนำมาสู่แนวทางการพัฒนา และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้วยการปรับกระบวนการวิจัยพัฒนา โดยการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนางานวิจัยอุตสาหกรรมที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ อันจะทำให้บรรลุถึงเป้าประสงค์เชิงยุทธศาสตร์ได้ ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และอุตสาหกรรมวิจัย จึงได้จัดให้มีการจัดทำชุดโครงการวิจัยเรื่อง “โครงการบูรณาการโครงการวิจัยจัดทำเส้นทางเทคโนโลยี (Technology Roadmap) ของชาติด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และอุตสาหกรรม” ของ 4 ชุดโครงการ ได้แก่อุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก (ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) พลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ดำเนินการโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) การพัฒนาคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ฮาร์ดแวร์ (ดำเนินการโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) และเทคโนโลยีสะอาดและเทคโนโลยีการจัดการของเสีย (ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต) โดยโครงการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีวัตถุประสงค์หลักของโครงการคือการวิจัยสถานภาพของอุตสาหกรรม โดยใช้กรณีศึกษาของการจัดทำเส้นทางเทคโนโลยี 4 ชุดโครงการดังกล่าวเพื่อเป็นต้นแบบในการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีสำหรับโครงการอุตสาหกรรมทั่วไป

การจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีอยู่บนพื้นฐานของการพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ต้องการโดยตลาดเป้าหมายเป็นตัวกำหนดผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนดเทคโนโลยี เทคโนโลยีกำหนดการวิจัย อันจะนำไปสู่หัวข้อหรือโครงการวิจัยตามระยะเวลา โดยเทคโนโลยีที่บูรณาการประกอบด้วย เทคโนโลยีหลัก และ เทคโนโลยีสนับสนุนสำหรับการผลิตอุตสาหกรรมนั้นๆ ซึ่งวิธีการศึกษาการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีสำหรับโครงการวิจัยมีดังนี้ 1) รวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษาค้นคว้าจากโครงการวิจัย 4 ชุดโครงการ ตลอดจนรวบรวมข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2) บูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีของ 4 ชุด โดยใช้หลักการห่วงโซ่มูลค่าตั้งแต่ต้นน้ำ-กลางน้ำ-ปลายน้ำ อันประกอบด้วย วัตถุดิบ-การเก็บเกี่ยว-การขนส่ง-กระบวนการผลิต/การแปรรูป-การบรรจุภัณฑ์-การขนส่ง-การตลาด-การส่งออก 3) ปรีกษาและระดมสมองเพื่อขอข้อคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ประกอบการสำหรับการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำแผนวิจัยแห่งชาติ 4) จัดเตรียมเอกสารเพื่อเสนอเป็นแผนการวิจัยแห่งชาติด้านอุตสาหกรรม จากผลการศึกษาค้นคว้าการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีสำหรับการวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมของ 4 ชุดโครงการสามารถสรุปได้ดังนี้

อุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก การศึกษาชุดโครงการวิจัยเส้นทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมส่งออก ที่ดำเนินการโดยมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเทคโนโลยี ได้เสนอการวิจัยเทคโนโลยีในช่วงเวลา 10 ปี โดยเริ่มจากปี 2549 แต่ไม่ได้แบ่งการวิจัยเป็นช่วงระยะต่างๆ อย่างไรก็ตามในการศึกษาบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีของ 4 ชุดโครงการ ต้องมีการดำเนินการศึกษาในรูปแบบเดียวกัน คณะผู้ศึกษา (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) จึงได้ทำการแบ่งช่วงระยะเวลาออกเป็น 3 ช่วง คือ 1-2 ปี 3-5 ปี และ 6-10 ปี โดยในช่วง 1-2 ปีแรก เทคโนโลยีที่ควรวิจัยคือเทคโนโลยีด้านระบบการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Identification; RFID) ฟิล์มสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร (Packaging film technology) การให้ความร้อนที่ทันสมัยเพื่อลดการใช้พลังงานแต่คงคุณค่าทางอาหาร (Hurdle technology for minimizing loss in nutrients and other qualities) การใช้สารธรรมชาติเพื่อยืดอายุการเก็บ (Shelf life extending by combined natural preservation) การตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability technology) เทคโนโลยีสารสนเทศด้านอาหาร (Food Information Technology) การตรวจสอบความปลอดภัยและแม่นยำ (Food safety & efficacy test) โลจิสติกส์

(Logistic technology) เทคโนโลยีสะอาด (Cleaner technology) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพในการบริโภค ส่วนในช่วง 3-5 ปี เทคโนโลยีที่ควรวิจัยคือ เทคโนโลยีอาหารเม็ด (Pellet foods technology) เทคโนโลยีการแยกด้วยเทคโนโลยีเมมเบรน (membrane technology) เทคโนโลยีการแยกให้บริสุทธิ์ เทคโนโลยีไมโครเวฟ (Microwave technology) เทคโนโลยีความดันสูง (High pressure technology) เทคโนโลยีอัตโนมัติและหุ่นยนต์ (Automatic & robotic) เทคโนโลยีนาโนทางด้านอาหารและบรรจุภัณฑ์ (Nanotechnology for food and packaging technology) และไบโอโพลิเมอร์ (Biopolymer) สำหรับในช่วง 6-10 ปี คือ พันธุวิศวกรรมสำหรับอาหารเฉพาะทาง (Engineering for functional food) เทคโนโลยีการสร้างเครือข่ายประสาท (Neural network) หนึ่งงานวิจัยที่จำเป็นสำหรับเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ (ซึ่งจัดอยู่ในเทคโนโลยีที่ต้องการการเติมเต็มและเทคโนโลยีทางลัด) นั้นควรบ่งชี้เฉพาะถึงความหมายและเทคโนโลยีที่ต้องการวิจัย โดยพยายามใช้วัสดุทุกชนิดมาผลิตบรรจุภัณฑ์ ภายใต้หลักการของการปกป้องสินค้า ให้ข้อมูลสินค้า ให้ความสะดวกต่อการนำมาใช้ ตลอดจนการมุ่งเน้นในการซื้อและมีความปลอดภัยต่อการนำมาบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนวโน้มการใช้คือ บรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปร (Modified Atmosphere Packaging) บรรจุภัณฑ์ที่มีปฏิกิริยาในตัว (Active Packaging) บรรจุภัณฑ์แบบปลอดเชื้อ (Aseptic Packaging) บรรจุภัณฑ์แบบทนความร้อนสูง (Retortable Pouch) กระป๋องแบบเปิดง่าย (Easy-open can) และฟิล์มที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable Film) ซึ่งต้องอาศัยการศึกษาวิจัยระดับนาโนโมเลกุล

สำหรับการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีสำหรับงานวิจัยด้านอุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก (ศึกษาโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น) โดยใช้ข้าว ไข่ และอ้อยเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่าเทคโนโลยีหลักและเทคโนโลยีสนับสนุนที่เชื่อมโยงกัน ซึ่งนำมาสู่การจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามห่วงโซ่มูลค่า ตั้งแต่วัตถุดิบ-การเก็บเกี่ยว-การขนส่ง-กระบวนการผลิต/การแปรรูป-การบรรจุภัณฑ์-การขนส่ง-การตลาด-การส่งออก และจากเส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการนำไปสู่การจัดทำร่างแผนวิจัยด้านต่างๆ ดังนี้ 1) การพัฒนาวัตถุดิบที่มีคุณภาพและราคาต้นทุนต่ำ 2) เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ระบบคลังสินค้าและระบบขนส่ง 3) กระบวนการผลิตและเพิ่มมูลค่า โดยประกอบด้วยการพัฒนากระบวนการผลิตและการเพิ่มมูลค่า/ การใช้ประโยชน์ของผลิตผลพลอยได้/การจัดการของเสีย การพัฒนาวัตถุดิบเพื่อลดการนำเข้า การพัฒนาวิธีการทดสอบและประสิทธิภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ตามความต้องการของผู้บริโภค การพัฒนาเครื่องสำอาง สารต้นแบบ ตลอดจนวิธีการสังเคราะห์ที่ทันสมัย 4) การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ 5) การพัฒนาองค์ความรู้ที่สนับสนุนอุตสาหกรรมอาหารและสมุนไพรและความปลอดภัยด้านอาหาร 6) โลจิสติกส์และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยตัวอย่างงานวิจัยสำหรับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้กล่าวข้างต้น

พลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากการทบทวนผลการศึกษาเส้นทางเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (ซึ่งดำเนินการโดยสถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) พบว่าการศึกษาได้มุ่งเน้นเส้นทางเทคโนโลยีสำหรับแหล่งพลังงานเป้าหมาย 3 ชนิด ได้แก่ 1) พลังงานทดแทนจากการเผาไหม้ชีวมวล 2) พลังงานทดแทนจากไบโอดีเซล และ 3) พลังงานทดแทนจากแก๊สโซฮอล์ และสำหรับการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีพลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น) ตามแนวความคิดการบูรณาการดังกล่าวข้างต้นได้กำหนดพลังงานทดแทนเป้าหมาย 2 ชนิดคือ ไบโอดีเซลและเอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์หลัก และนำเอาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสะอาดมาสนับสนุนในห่วงโซ่มูลค่าตั้งแต่วัตถุดิบ-การเก็บเกี่ยว-การขนส่ง-กระบวนการผลิต/การแปรรูป-การบรรจุภัณฑ์-การขนส่ง-การตลาด-การส่งออก

ซึ่งการจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการ สามารถขยายแนวคิดต่อไปยังงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดทำร่างแผนวิจัยสำหรับอุตสาหกรรมด้านพลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดย

เส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการได้บ่งถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในกระบวนการต่างๆ ในห่วงโซ่มูลค่า พร้อมแสดงประเด็นปัญหาขอบเขตงานวิจัย ดังตัวอย่างประเด็นปัญหาที่สำคัญได้แก่ การใช้พลังงานทดแทนกับเครื่องจักรกลเกษตร การใช้พลังงานทดแทนในยานยนต์ขนส่ง การจัดการการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน การลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถใช้หลักการและแนวคิดในการจัดทำเส้นทางเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ด้านพลังงานทดแทนอื่น ซึ่งอาจมีความซับซ้อนหรือง่ายกว่าได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับห่วงโซ่มูลค่าของผลิตภัณฑ์นั้นๆ สำหรับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพให้มากขึ้น สามารถทำได้ 4 แนวทางดังนี้คือ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบรีคิวเพอเรทีฟ (Recuperative) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบรัน-อราวด์ คอยล์ (Run-around Coil) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบรีเจนเนอเรทีฟ (Regenerative) และปั๊มความร้อน (Heat Pump) ปั๊มความร้อนจัดได้ว่าเป็นอีกอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการดึงพลังงานกลับมาใช้ใหม่โดยมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับระบบการแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศสู่อากาศ

คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ฮาร์ดแวร์ จากการวิเคราะห์ศักยภาพทางเศรษฐกิจ พบว่าระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยบางส่วนเปลี่ยนผ่านจากระดับการพัฒนาเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อได้เปรียบจากปัจจัยพื้นฐานในการผลิต (Factor-Driven Economy) ไปสู่ระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยการลงทุน (Investment-Driven Economy) ซึ่งหากจะทำให้ประเทศไทยมีความได้เปรียบในการแข่งขันที่แท้จริงจะต้องมีการลงทุนเพื่อสร้างปัจจัยที่มีลักษณะเฉพาะและก้าวหน้ากว่าเดิม เช่น แรงงานที่มีทักษะสูง การพัฒนาศักยภาพทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม สร้างความเชื่อมโยงในเชิงกิจกรรมและความร่วมมือของกลุ่มอุตสาหกรรมต่างๆ ส่งเสริมมาตรการการลดการละเมิดลิขสิทธิ์ ส่งเสริมบริบทการแข่งขันและประสิทธิภาพของระบบราชการ ส่งเสริมการลงทุนเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันระยะยาว ส่งเสริมการนำเสนอสินค้าและบริการที่มีคุณค่าแตกต่างจากคู่แข่ง (Product differentiation) นอกจากนี้แล้วสิ่งสำคัญคือ การสร้างตราสินค้า รวมทั้งการกำหนดและจัดลำดับความสำคัญของตลาดเป้าหมาย การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าและบริการ (Value added creation) จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ฮาร์ดแวร์เป็นได้ทั้งอุตสาหกรรมหลักและอุตสาหกรรมสนับสนุน (Enabler Technology) สำหรับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ฮาร์ดแวร์ที่มีบทบาทเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยส่งเสริมขีดความสามารถของอุตสาหกรรมอื่นๆ (Enabler Technology) และเพิ่มผลผลิตภาพของอุตสาหกรรมต่างๆ จะช่วยลดระดับการพึ่งพาการนำเข้าซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ราคาแพงจากต่างประเทศ อันจะทำให้อุตสาหกรรมของไทยสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลกและเติบโตได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้ประเทศไทยควรเน้นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่มีมูลค่าเพิ่มสูง เช่น ด้านอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ระบบควบคุมอัตโนมัติอุตสาหกรรม (Industrial Automation) ระบบการจัดการระบบขนส่ง เช่น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ (Automotive Electronic), การชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (Smart Card and RFID) และโลจิสติกส์ (Logistic Telemetries)

ข้อเสนอในการพัฒนาอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ฮาร์ดแวร์สามารถสรุปได้ 3 ประเด็น ดังนี้ 1) การพัฒนาอุปสงค์โดยการสร้างตลาดให้กับผู้ประกอบการผ่านโครงการต่างๆ ของภาครัฐ ปรับปรุงระบบการประมูลโครงการของภาครัฐ และการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการใช้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของไทย 2) การพัฒนาอุปทานโดยการพัฒนาศักยภาพบุคคล และนำเข้าบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถจากต่างประเทศและสร้างศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการในสาขาต่างๆ ตลอดจนปรับปรุงระเบียบให้เอื้อต่อการลงทุนในอุตสาหกรรม 3) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของอุตสาหกรรมในด้านต่างๆ เช่น การผลักดันกฎหมายอิเล็กทรอนิกส์และการปกป้องทรัพย์สินทางปัญญา การจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรม การพัฒนาระบบบ่มเพาะผู้ประกอบการ (Incubation) การเปิดเสรีโทรคมนาคม การผลักดันให้บริษัทไทยได้รับมาตรฐานระดับสากล การกำหนดยุทธศาสตร์ของอุตสาหกรรมและบทบาทของหน่วยงานที่ทำหน้าที่ส่งเสริมอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีสะอาดและเทคโนโลยีการจัดการของเสีย เทคโนโลยีสะอาดและเทคโนโลยีการจัดการของเสียจะใช้เป็นเทคโนโลยีสนับสนุนของทุกประเภทอุตสาหกรรมได้ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีสะอาดในทุกขั้นตอนหรือทุกหน่วยปฏิบัติการของห่วงโซ่มูลค่าตั้งแต่วัตถุดิบ การเก็บเกี่ยว การผลิต การแปรรูป การบรรจุภัณฑ์ การขนส่ง การส่งออกและการตลาด ซึ่งเทคโนโลยีสะอาดจะเป็นการป้องกันมลพิษหรือการลดมลพิษ ณ ปัจจัยนำเข้า (Input) ของทุกหน่วยปฏิบัติการในห่วงโซ่มูลค่า ซึ่งครอบคลุมการลด (Reduction) การแปรรูปใช้ใหม่ (Recycle) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) อย่างไรก็ตามยังมีของเสียเกิดขึ้นซึ่งต้องการเทคโนโลยีการจัดการของเสีย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทอุตสาหกรรม ส่วนในการศึกษานี้ได้เน้นการวิจัยเกี่ยวกับ การวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Analysis) นิเวศอุตสาหกรรม (Industrial Ecology) โดยในที่นี้การพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดทำฐานข้อมูลของสารในวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญมาก เนื่องจากในปัจจุบันยังต้องอาศัยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในต่างประเทศ นอกจากนี้ยังต้องการงานวิจัยเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนของเสีย (Waste Exchange) โดยนำของเสียจากอุตสาหกรรมหนึ่งมาเป็นวัตถุดิบอีกอุตสาหกรรมหนึ่ง ตลอดจนการใช้ของเสียจากทุกหน่วยการผลิตมาเป็นพลังงาน เป็นต้น

ผลจากการศึกษาด้านการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการสำหรับการวิจัยด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม สรุปได้ว่า เส้นทางเทคโนโลยีแบบบูรณาการควรมีลักษณะที่บ่งชี้ถึงเทคโนโลยีหลักและเทคโนโลยีสนับสนุนที่มุ่งสู่การผลิตกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักที่พัฒนาขึ้นตามช่วงเวลา และอธิบายถึงความเชื่อมโยงและบูรณาการของเทคโนโลยีหลักและเทคโนโลยีสนับสนุนโดยการเพิ่มมูลค่าตามลำดับขั้นของห่วงโซ่มูลค่า ภายใต้กรอบระยะเวลาที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งบ่งชี้ถึงจุดเน้นและลำดับความสำคัญของการพัฒนางานวิจัยตามลำดับของห่วงโซ่มูลค่า อันได้แก่ วิจัยพื้นฐาน/ประยุกต์ ลำดับความสำคัญ สูง ปานกลาง หรือต่ำ เป็นต้น และกล่าวได้ว่าการบูรณาการเส้นทางเทคโนโลยีเป็นกลไกอันสำคัญต่อการพัฒนาการวิจัยสำหรับอุตสาหกรรมภายใต้หลักการพัฒนายั่งยืน ทำให้สามารถนำประเด็นวิจัยไปดำเนินการเพื่อเกิดผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างตรงเป้าหมายของการพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศได้

In order to accomplish the goal of the national strategy on increasing of economical competition capability, the paradigm shift on the result based research concept could be made by the integration of technology roadmap for industry. The national research council by the committee of engineering and industrial research had designated the research program titled "Integration of National Technology Roadmap Research Projects on Science Technology and Industry". Technology roadmap of four industries were accordingly integrated including export food industry (researched by King Mongkut university of technology Thonburi), renewable energy and efficient utilization of energy (researched by King Mongkut institute of technology Ladkrabang), development of software-hardware computer (researched by King Mongkut institute of technology Ladkrabang) and cleaner technology/waste management technology (researched by Kasem Bundit university). The main objective of this research program, which had been conducted by Khon Kaen university, was to analyze the industrial status using the case study of such four technology roadmaps to be the prototype for integration of any industries.

Technology roadmap of any products was established by the subsequently related designation which is a market to a product, a product to a technology and a technology to a research. The integrated technologies consist of the major and supporting technologies which lead to research issues or projects on the timeframe. The research methodology was performed as follows: 1) Reviewing and analyzing the data and information of such four research programs as well as other references, 2) Integrating of such four research programs using the value chain concept starting from raw material-post harvesting-inbound logistics-processing/modification-packaging-outbound logistics-marketing and exporting, 3) Consulting and brainstorming with the experts, entrepreneur, and academia for comments, suggestions/recommendations, and 4) Finalizing the integration of technology roadmap and drafting the national industrial research plan. Integrating result of technology roadmaps of four industries are summarized as follows.

Export food industry : The research program on technology roadmap of export food industry conducted by King Mongkut's University of Technology Thonburi has proposed the technology research for the period of 10 years (started in 2006) without dividing in to a phase period. However, integration of four research programs (conducted by Khon Kaen University) need to conduct in the same pattern. It thus had to be divided into 3 phases, 1-2 year, 3-5 years and 6-10 years. For the first 1-2 years period, the technologies to be researched include RFID, packaging film technology, Hurdle technology for minimizing loss in nutrients and other qualities, shelf life extending by combined natural preservation, traceability technology, food information technology, food safety & efficacy test, logistic technology, cleaner technology. For the period of 3-5 years, the technologies to be researched are pellet foods technology, membrane technology, microwave technology, high pressure technology, automatic & robotic, nanotechnology for food and packaging and biopolymer technology. The period of 6-10 years

technologies involved are genetic engineering for functional food, neural network, etc. In addition, the research needed for packaging technology, which is categorized in the needed technology gap and short cut technology, should be specifically clarified. The effort should be made for using all the materials for production of package under the concept of goods protection, information, convenient use, attraction to buy, safety for food as well as environmental friendly materials. Trend of technology needed are Modified Atmosphere Packaging, Active Packaging, Aseptic Packaging, Reportable Pouch, Barrier Plastic Bottles, Easy-open can and Biodegradable Film which require nano molecule research.

Regarding the integration of technology roadmap toward research project on export food industry (conducted by Khon Kaen University), the products considered as prototype included rice, chicken and sugar cane. It was found that the technology needed for these product prototypes are similar. Then the integration of technology roadmap was made on the value chain basis from raw material-post harvesting/inbound logistics-production process/modification of product-packaging-logistics-marketing-export. Then, the integrated technology would be compiled toward drafting of the research plan on the value chain as follows: 1) Development of qualified and economical cost raw material, 2) Post harvest technology/inbound logistics, 3) Development of production and value added process, utilization of by products/waste management, development of testing and efficacy method/ consumer oriented new products/drug and cosmetic, 4) Packaging to maintain quality of product with safety to health and environment, 5) Development of knowledge that enhance for food and herbal food/medicine industry and food safety, and 6) Logistics and Supply chain management. Examples of research on the integrated technologies for export food industry have been already mentioned.

Renewable energy and efficient utilization of energy : From reviewing the study of technology roadmap on renewable energy and efficient utilization of energy (conducted by King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang), three types of renewable energy sources were targeted including biomass, bio-diesel and gasohol. However, on the study of Khon Kaen University using the concept of integration on value chain, two target products were considered for bio-diesel and ethanol. The integration technology of each type of renewable energy includes the principle and supporting technologies along the value chain. Then, the research issues created from the integrated technology were drafted. It mainly involved with the utilization of renewable energy for agro-machinery and transport automobile, energy saving transportation management, energy reduction in production process, etc. The concept on integration of technology roadmap for such two types of renewable energy can be applied to other renewable energy resources. The technology might be simpler or more complicated depending on the value chain of such products. Regarding with the efficient utilization of energy, the research issues on energy recovery should be considered such as recuperative heat exchanger, run-around coil and regenerative heat exchanger as well as heat pump.

Software/Hardware Computer : Based on the analysis of economic potential, it reveals that the economic system of Thailand has partially transformed from factor-driven economy to investment-driven economy. If the country would like to make an advantage on economic competition, it requires an investment for the specific factors and more advance technology such as high skill workforce, development of technology and innovation. Other relevant factors needed to promote for industrial development include constructing activity network and cooperation of various industrial sectors, enhancing the measure on deduction of copyright violation, enhancing the context of competition and efficiency operation of the governmental system, encouraging investment for competition capability developing in the long run, and promoting the product and service differentiation. Moreover, the most important factors are brand creation as well as designation and prioritization of target market. Software/hardware computer could be both principle technology and supporting technology (known as enabler technology. For the role of software/hardware computer technology as enabler technology, it would increase industrial productivity as well as minimizing import of the expensive software and hardware. This could lead to strengthening competition capability of Thai industry in the world market as well as sustainable economic growth. Thailand should then focuses the high value added industry such as Industrial Automation, Automotive Electronic, Smart Card and RFID and Logistic Telemetries.

Proposal for software/hardware computer could be summarized for 3 aspects, 1) development of demand side by establishing the market for the entrepreneur through the projects of governmental sector, improvement of bidding system of governmental projects, providing a public relation and promoting on using Thai software/hardware, 2) development of supply side by developing human resource, importing the high competency experts and establishing the excellent center as well as adjusting regulation that support investment, and 3) development of infrastructure and other relevant aspects for industry such as pushing on electronic law and protection of intellectual property, establishing funding source for industrial promotion, developing an incubation, opening the free telecommunication system, pushing the Thai company to reach the international standard, developing the strategy of industry and designating the role of industrial promotion agency.

Cleaner technology and waste management technology : Cleaner technology and waste management technology are the supporting technologies for any industries. They can be integrated to every step or unit operation on the value chain of raw material-post harvesting-production process-modification-packaging-logistic-marketing-export. Cleaner technology is under the concept of pollution prevention or waste minimization at source or input of any each operation unit. It consists of reduction, recycle, and reuse. However, there is still some amount of wastes remained that require further waste treatment. Waste treatment technology is dependent on industrial types. Cleaner technology interested are life cycle analysis and industrial ecology. Developing the program for data base of substances in life cycle of product is very important since at present it is still dependent on the program developed aboard. In addition, the research are needed for waste exchange, wastes utilized to energy, etc.

Lesson learned from this research study demonstrate the integrated technology roadmap toward research project is characterized by indicating the primary and support technologies undertaken to produce the target products, explaining the connection of such technologies on the value chain along the time frame, as well as indicating the research types (basic or applied research) and priority of research ranked as high, medium, low. It could be stated that integration of technology roadmap is the significant tool to develop research issue and project on the sustainability basis. The research issues and project could be directly performed to the target of industrial development that enable enhancing the economic competitiveness both in the country and world market.