

Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จากผลงานวิจัย สาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 3,000 เล่ม

ลิขสิทธิ์ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

หมายเลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ

ISBN : 978-974-326-528-0

พิมพ์ที่ : หจก. อรุณการพิมพ์

99/2 ซอยพระศุภี ถนนดินสอ แขวงบวรนิเวศ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200

โทร. 0 2282 6033-4 โทรสาร 0 2280 2187-8

E-mail : aroonprinting@yahoo.com <http://www.aroonprinting.com>



Foresight Research

โดยการสังเคราะห์เชิงตรรกศาสตร์
จากผลงานวิจัย

สาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่



โดย กลุ่มกิจการพิเศษ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

คำนำ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยดำริของ ศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ บุญยรัตเวช เลขานุการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ริเริ่มให้มีการจัดทำโครงการระบบฐานข้อมูลการวิจัยของประเทศ (National Research Database : NRDB) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมผลงานวิจัยของประเทศไทยที่มีอยู่เป็นจำนวนมากมาจัดหมวดหมู่ในรูปแบบที่ช่วยให้ผู้ใช้ประโยชน์สามารถสืบค้นได้ง่าย รวมทั้งดำเนินการให้มีการวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยเพื่อจัดทำเป็นสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารและนักวิจัยในแง่มุมต่าง ๆ

Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จากผลงานวิจัยใน 3 สาขา คือ เทคโนโลยีอุบัติใหม่ พลังงานทดแทน และการพัฒนาเศรษฐกิจ เป็นผลงานด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยชุดแรกของโครงการฯ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เป็นสารสนเทศสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาทิศทางการลงทุนทำวิจัย และเป็นสารสนเทศสนับสนุนนักวิจัยในการพิจารณาทิศทางการทำงานวิจัยที่มีศักยภาพเชิงเศรษฐกิจตามนโยบายการวิจัยของรัฐบาล ทั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้พิจารณามอบหมายให้บริษัท มาร์เก็ตติ้ง กูรู แอสโซซิเอชัน จำกัด เป็นผู้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยในกรอบงานดังกล่าว

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัย Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจัดพิมพ์เป็นหนังสือ 1 ชุด มีทั้งหมด 3 เล่ม นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มบุคคลเป้าหมาย รวมทั้งเป็นประโยชน์ในด้านการเผยแพร่ความรู้ด้านการวิจัยให้แก่สาธารณชนโดยทั่วไปด้วย

กลุ่มกิจการพิเศษ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สิงหาคม 2551

คำนำ

บทนำ

บทที่ 1 การรวบรวมและจัดหมวดหมู่ผลงานวิจัย	1
บทที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลได้ และ Net Present Value	53
บทที่ 3 ทิศทางและแนวโน้มการวิจัย	140

ภาคผนวก

• การประชุม Focus Group	193
◦ โครงการ	193
◦ สไลด์ประกอบการนำเสนอ	196
◦ รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม	232
◦ ภาพการประชุม	241



บทนำ

วัตถุประสงค์ของการจัดทำ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงตรรกศาสตร์

- การจัดทำ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงตรรกศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทิศทางและแนวโน้มศักยภาพงานวิจัยที่จะดำเนินต่อไป หรือมีโอกาสต่อยอดที่อาจใช้เป็นเกณฑ์หรือข้อบ่งชี้การพิจารณาในการเลือกทำโครงการวิจัยในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมและการพาณิชย์ เพื่อตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาหรือยุทธศาสตร์ของชาติโดยวิธีการสังเคราะห์เชิงตรรกศาสตร์

ขอบข่ายการดำเนินงาน

- ศึกษาผลงานวิจัยที่อยู่ในฐานข้อมูลการวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และศึกษาข้อมูลผลงานวิจัยเพิ่มเติมจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในกลุ่มที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ข้อมูลผลงานวิจัยระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2550
- รวบรวมและจัดซื้อข้อมูลผลงานวิจัยเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้นและนำไปใช้ตอบสนองยุทธศาสตร์ของชาติในเรื่อง
 - ทูนครษฐกิจ โครงสร้างพื้นฐาน ระบบการเงินการคลัง การขนส่ง และโทรคมนาคม
 - ทูลังคม ด้านภูมิปัญญาท้องถิ่น เศรษฐกิจพอเพียง วัฒนธรรม เศรษฐกิจชุมชน วิสาหกิจชุมชน
 - ทูทรัพย์ากร ในเรื่องพลังงานสะอาด การประหยัดพลังงาน พลังงานทดแทน ปัจจัยการผลิต การเกษตร ทรัพยากรท้องถิ่น นวัตกรรม เทคโนโลยีเกิดใหม่ และข่าวสารสนเทศ



- จัดข้อมูลผลงานวิจัยเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ
 - เทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology) ประกอบด้วย เทคโนโลยีดิจิทัล นานาเทคโนโลยี ไบโอเทคโนโลยี เทคโนโลยีพันธุกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีวัสดุ จำนวนรวม 541 โครงการ
 - พลังงาน (Energy) เน้นงานวิจัยด้านพลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียน และพลังงานทางเลือก เพื่อนำไปสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ พลังงานชีวภาพ พลังงานธรรมชาติ เซลล์พลังงาน เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม จำนวนรวม 276 โครงการ
 - การพัฒนาเศรษฐกิจ (Economic Development) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ระบบการเงินการคลัง ระบบการค้า ภูมิรัฐศาสตร์ และการค้าเสรี จำนวนรวม 1,095 โครงการ
- วิเคราะห์ Cost Benefit Analysis (CBA) และ Net Present Value (NPV) ของข้อมูลผลงานวิจัยทั้งสามกลุ่ม
- สังเคราะห์ข้อมูลผลงานวิจัยทั้งสามกลุ่มโดยเปรียบเทียบกันกับต่างประเทศเพื่อให้ได้ทิศทางและแนวโน้มศักยภาพงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป หรือมีโอกาสต่อยอดที่อาจใช้เป็นเกณฑ์หรือข้อบ่งชี้ในการพิจารณาเลือกทำโครงการวิจัยในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมและการพาณิชย์ เพื่อตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาหรือยุทธศาสตร์ของชาติ

การนำเสนอผลงาน

- การนำเสนอผลงานจากการดำเนินงานตามข้อบ่งชี้ข้างต้นได้จัดทำเป็นหนังสือ 1 ชุด มีทั้งหมด 3 เล่ม
- หนังสือแต่ละเล่มนำเสนอการรวบรวมข้อมูลผลงานวิจัย การวิเคราะห์ Cost Benefit Analysis และ Net Present Value และการสังเคราะห์ข้อมูลผลงานวิจัยเปรียบเทียบกับต่างประเทศเพื่อให้ได้ทิศทางและแนวโน้มศักยภาพงานวิจัยในแต่ละกลุ่มข้อมูล
- หนังสือเล่มนี้นำเสนอผลการสังเคราะห์ในกลุ่มข้อมูลเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology)



บทที่ 1

การรวบรวมและจัดหมวดหมู่ผลงานวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น ไบโอเทคโนโลยี ได้มีกำเนิดมานานมากกว่า 30 ปีแล้ว ก่อนการค้นพบเทคนิคเกี่ยวกับยีนเมื่อ 31 ปีที่แล้ว วิชชีวะระดับโมเลกุล เป็นสิ่งที่ไม่มีการเผยแพร่ มีแต่ความสนใจจำกัดในวงนักวิชาการตามสถาบันการศึกษา ไม่มีการถ่ายทอดไปสู่ภาคการค้า หากมีก็เพียงส่วนน้อยเท่านั้น ต่างจากปัจจุบันที่มีกำเนิดของเทคโนโลยีใหม่ ๆ จนมีการบัญญัติคำว่า Emerging Technology และ Converging Technology ซึ่งใช้เรียกแทนกันได้เพื่อใช้เรียกเทคโนโลยีที่ได้ค้นพบใหม่หรือมีแนวโน้มที่ก่อเกิดความแตกต่างจากเทคโนโลยีเดิม องค์กรสำคัญที่สนับสนุนวิทยาศาสตร์ แขนงใหม่ทั่วโลก เช่น National Science Foundation ของประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดว่า Emerging Technology ครอบคลุมสาขาหลัก 4 สาขา คือ

- Nano Science และ Nanotechnology
- Biotechnology และ Biomedicine, Genetic Engineering
- Information Technology, Computing and Communications
- Cognitive Science รวมทั้ง Cognitive Neuroscience*

(*Cognitive Science คือ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับจิตใจและการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพทางสมอง ซึ่งเป็นการศึกษาวิจัยที่กว้างและครอบคลุมหลายวิชารวมถึงจิตวิทยา วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสมอง ภาษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ชีววิทยาและฟิสิกส์)

หรือเรียกย่อ ๆ ว่า **NBIC** แต่ก็มีบางกลุ่มประเทศที่บัญญัติเทคโนโลยีเกิดใหม่นี้ในสาขา Genetics, Nanotechnology และ Robotics และเรียกย่อว่า GNR หรือเรียกย่อว่า GRIN ซึ่งรวมสาขา Genetics, Robotic, Information และ Nanotechnology โดยคาดหวังว่าเทคโนโลยีเกิดใหม่นี้จะสามารถทำให้มนุษย์บรรลุความสำเร็จในการปรับปรุงความสามารถของมนุษย์ ผลผลิตของประเทศชาติ สภาวะแวดล้อม ส่งผลลัพธ์ต่อสังคมมนุษย์และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นจากการ



ประสานกันของเทคโนโลยีที่แตกต่างกันนี้จะผลักดันให้เกิดการประยุกต์ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลของการบูรณาการเทคโนโลยีที่แตกต่างกันนี้

เทคโนโลยีอุบัติใหม่ หรือเทคโนโลยีที่เกิดใหม่นี้ก่อให้เกิดโอกาสที่กว้างขวาง อาจกล่าวได้ว่าเกิดการปฏิรูปอย่างมากหลังการค้นพบเทคโนโลยีที่เล็กขนาดระดับนาโน (10^{-9} เมตร) และการร่วมกันกับเทคโนโลยีอื่นก่อให้เกิดรากฐานของวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ในระดับขนาดนาโน (Nanoscale) และเมื่อมีการพัฒนาระบบการที่จะเข้าถึงคือด้านคณิตศาสตร์และการคำนวณร่วมกับเทคโนโลยี NBIC ทำให้มนุษย์เข้าใจเป็นครั้งแรกเกี่ยวกับธรรมชาติของโลก สังคมมนุษย์และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ว่ามีความใกล้ชิดกันซับซ้อนและเป็นระบบลำดับขั้นตอน

จากรากฐานการค้นพบนี้ทำให้ในระยะ 10 - 20 ปีที่ผ่านมาได้มีการนำเทคโนโลยีเกิดใหม่นี้ไปใช้ในทางอุตสาหกรรมและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงต่อมนุษย์เองและสิ่งแวดล้อมภายนอกซึ่งการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงนี้พอจะสรุปได้ดังนี้

1. การปรับปรุงเกี่ยวกับภายนอกร่างกายและสิ่งแวดล้อม

- ได้มีการปรับปรุงสินค้าใหม่ ๆ, วัสดุใหม่ ๆ, เครื่องมือและระบบอุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร
- มีองค์กรใหม่ ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม มีหุ่นยนต์ มีพืชใหม่ ๆ
- มีสื่อใหม่ ๆ เกิดขึ้นจากการมีสถานีติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์จริง หรืออุปกรณ์เลียนแบบต่าง ๆ
- มีสถานที่ใหม่ ๆ เกิดขึ้น อาจเป็นของจริงหรือเสมือนจริง (Virtual) หรือผสม 2 อย่าง

2. การปรับปรุงเกี่ยวกับภายนอกของการเป็นหมู่คณะ

- มีการกำหนดการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้
- ส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มและการมีความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ

3. การปรับปรุงเกี่ยวกับภายนอกของส่วนบุคคล

- มีสิ่งใหม่ ๆ จากการมีอุปกรณ์เลียนแบบและเครื่องมือที่เคลื่อนที่ได้หรือพับได้

4. การปรับปรุงเกี่ยวกับสิ่งที่อยู่ภายในร่างกายมนุษย์แบบชั่วคราว

- มียาและอาหารใหม่ ๆ ที่มนุษย์ใช้รับประทานเข้าไปในร่างกาย

5. การปรับปรุงเกี่ยวกับภายในร่างกายมนุษย์แบบอยู่ถาวร

- มีการทำอวัยวะใหม่ ๆ เช่น การปลูกถ่ายอวัยวะ การใช้อุปกรณ์เทียมแทนอวัยวะ
- มีความชำนาญใหม่ ๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีเกิดใหม่ ความสามารถในการใช้เครื่องมือใหม่ ๆ



- มีพันธกรรมใหม่จากความรู้เรื่องยีนและเซลล์ใหม่ ๆ

จะเห็นว่า Emerging Technology หรือ Converging Technology ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมความเป็นอยู่ การสื่อสารของมนุษย์ พฤติกรรมและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอาหารและยา เครื่องสำอาง พืชและสัตว์ การแพทย์ การรักษาโรคร้าย การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นได้ทั้งประโยชน์และโทษ และอาจมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างมาก จึงมีการก่อตั้งหน่วยงานในประเทศต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการพัฒนา Emerging Technology รวมถึงศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นด้วย งานวิจัยทางด้านนี้จึงมีเป็นจำนวนมาก มีการวิจัยอย่างต่อเนื่องและเป็นที่น่าสนใจเพื่อการคิดค้นความรู้ใหม่ ๆ นำไปสู่การประดิษฐ์และสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ และนำไปประยุกต์ต่อเพื่อการผลิตและอุตสาหกรรม ซึ่งจะก่อให้เกิดการเพิ่มผลผลิตของประเทศต่อไป

งานวิจัยด้าน Emerging Technology แบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้

1. Digital Technology, Electronics, Computer และ Information and Communication Technology
2. นาโนเทคโนโลยี (Nano Technology)
3. ไบโอเทคโนโลยี (Biotechnology)
4. วิศวกรรมพันธุกรรม (Genetic Engineering)
5. วัสดุศาสตร์ (Materials Science)
6. อาวุธ (Weapon)
7. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic Science)

1. Digital Technology, Electronics, Computer และ Information and Communication Technology

สารสนเทศ เป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่ง มีความจำเป็นต่อการดำเนินงานและการประสานงานขององค์กร ทุกหน่วยงานต้องมีการแสวงหาสารสนเทศเพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ ลดความไม่แน่นอน ความไม่ชัดเจนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อช่วยแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องการมีข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องเพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องและการบริหารงานการวางแผนสำหรับอนาคต การมีสารสนเทศที่ถูกต้อง ครบถ้วน





ทันต่อเวลาจะช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology-IT) มีความหมายขอบเขตไปในหลายสาขาของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้าน IT อาจมีเครือข่ายหน้าที่หลากหลายตั้งแต่การออกแบบและติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เน็ตเวิร์ก รวมถึงฐานเก็บข้อมูลข่าวสาร (Information databases) และการบริหารจัดการข้อมูล, วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์, ผู้ออกแบบซอฟต์แวร์และระบบฐานข้อมูล รวมถึงเป็นผู้บริหารจัดการระบบทั้งหมด

2. นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology)

นาโนเทคโนโลยี เป็นวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ขั้นก้าวหน้าในการที่จะเข้าใจและควบคุมเรื่องของสิ่งที่เรียกว่า อะตอมหรือโมเลกุลที่มีขนาด 1 - 100 นาโนเมตร (nm) (นาโนเมตร คือขนาด 1×10^{-9} เมตร) ด้วยความเข้าใจในยุคนาโนนี้ก่อให้เกิดการนำไปประยุกต์สู่ศาสตร์แขนงอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ประยุกต์ (Applied physics) วัสดุศาสตร์ (Materials science) เครื่องมือฟิสิกส์ (Device physics) เคมีซูเปอร์โมเลกุล (Super molecular Chemistry) วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสถานะกึ่งของแข็งและของเหลว (Colloidal Science) หรือแม้กระทั่งวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ นาโนเทคโนโลยีสามารถก่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากวิทยาศาสตร์ปัจจุบันต่อเนื่องไปสู่ระดับนาโนโมเลกุล

กระบวนการของการเข้าสู่การใช้นาโนเทคโนโลยีมี 2 วิธีใหญ่ ๆ วิธีแรกก็คือ การสร้างจากบนสู่ล่าง (Top-down) วิธีการนี้เป็นการสร้างวัสดุหรืออุปกรณ์จากการลดขนาดลงที่ใหญ่กว่าโดยอาศัยวิธีการตัดออก การแกะสลัก การบด เป็นต้น อีกวิธีการหนึ่งก็คือการสังเคราะห์จากล่างขึ้นบน (Bottom-up) ซึ่งเป็นการสังเคราะห์วัสดุและอุปกรณ์นาโนโดยการนำอะตอมโมเลกุลหรือส่วนประกอบย่อย ๆ มารวมต่อกันเป็นกลุ่มก้อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยให้สีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ เช่น การปล่อยอะตอมหรือโมเลกุลต่าง ๆ ประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างตามที่ต้องการ (Self-assembly)

ในการที่จะสามารถสัมผัสหรือมองเห็นโครงสร้างและอุปกรณ์ในระดับนาโนได้จะต้องมีอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ ได้แก่

- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยายสูง เช่น Scanning Electron Microscope (SEM), Transmission Electron Microscope (TEM) และกล้องที่ช่วยให้มองเห็นลักษณะพื้นผิวของวัสดุในระดับอะตอมได้ เช่น Scanning Tunneling Microscope (STM) และ Atomic Force Microscope (AFM) เป็นต้น



- อุปกรณ์ที่จำเป็นกลุ่มต่อมาคือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวัสดุและอุปกรณ์ระดับนาโน เช่น เครื่องบดอนุภาคนาโน เครื่องผสมอนุภาคนาโน เครื่อง Molecular Beam Epitaxy (MBE) และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำปฏิกิริยาเคมีอีกหลายชนิด
- อุปกรณ์อีกกลุ่มคืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุอุปกรณ์ระดับนาโน ตัวอย่างเช่น Auger Electron Spectroscopy (AES), Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF) เป็นต้น
- อุปกรณ์ที่ขาดไม่ได้อีกอย่างหนึ่งก็คือ คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงและซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้สร้างแบบจำลองและทำนายพฤติกรรมคุณสมบัติของวัสดุและอุปกรณ์ในระดับนาโนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

ในการศึกษางานวิจัยหรือเรื่องราวเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยียังต้องมีความเข้าใจในความหมายของคำศัพท์ในงานวิจัยเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น

Fullerenes (ฟูลเลอร์ีนส์) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ บัคมินสเตอร์ฟูลเลอร์ีน (Buckminsterfullerene) เป็นโครงสร้างที่สามของอะตอมคาร์บอนต่อจากกราฟิต์และเพชร ฟูลเลอร์ีนส์เกิดจากคาร์บอน 60 อะตอมเชื่อมต่อกันเป็นรูปทรงกลมคล้ายลูกฟุตบอล มีเส้นผ่าศูนย์กลางโมเลกุลประมาณ 1 นาโนเมตร เป็นวัสดุนาโนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ยารักษาโรค วัสดุเสริมแรง หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

Nanotubes (ท่อนาโน) โดยส่วนมากหมายถึงท่อนาโนคาร์บอน มีโครงสร้างโมเลกุลเป็นท่อกลวงปลายปิดหรือเปิดก็ได้ และมีทั้งแบบผนังหลายชั้น (Multi walls) และแบบผนังชั้นเดียว (Single wall) มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่น่าสนใจหลายอย่าง เช่น ทนทานกว่าเหล็กแต่น้ำหนักเบากว่า มีสภาพการนำไฟฟ้าแตกต่างกันไปตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อหรือตามเกลียวการหมุนของอะตอมคาร์บอนในท่อ สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น สายไฟซูเปอร์จิว ท่อลำเลียงโมเลกุลวัสดุเสริมแรง เป็นต้น

Nanorods (แท่งนาโน) เป็นแท่งขนาดนาโนของวัสดุประเภทโลหะหรือสารกึ่งตัวนำ ปัจจุบันนำไปใช้งานมากทางด้านโซลาร์เซลล์ (Solar Cells) อุปกรณ์ออปติกและวัสดุเสริมแรง



Molecular Nanotechnology เป็นเทคโนโลยีเกี่ยวกับการทำวิศวกรรมในระดับอะตอมหรือโมเลกุลของสสารต่าง ๆ ในระดับความเล็กต่ำกว่า 100 นาโนเมตร

Supramolecules (ซูปราโมเลกุล) เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อน เกิดจากการเชื่อมต่อของโมเลกุลหลาย ๆ โมเลกุลเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เป็นรากฐานสำคัญในการสร้างวัสดุหรืออุปกรณ์ในระดับนาโนเมตร

Dendrimer (เดนไดรเมอร์) เป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน แดกแขนงออกไปคล้ายกิ่งไม้ โดยที่ขนาดและความซับซ้อนของเดนไดรเมอร์จะขึ้นอยู่กับจำนวนรอบในการเชื่อมต่อกันและจำนวนของโมเลกุลที่มาเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยที่โมเลกุลชั้นนอกของเดนไดรเมอร์สามารถเชื่อมติดกับสารชีวโมเลกุลอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดีจึงทำให้สามารถนำไปพัฒนาเป็นยารักษาโรคหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดโมเลกุลได้

สรุปได้ว่านาโนเทคโนโลยี ก็คือ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการการสร้างหรือการวิเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องจักรหรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ในระดับนาโนเมตร (ประมาณ 1 - 100 นาโนเมตร) รวมถึงการออกแบบหรือการประดิษฐ์เครื่องมือเพื่อใช้สร้างหรือวิเคราะห์วัสดุในระดับที่เล็กมาก ๆ เช่น การจัดอะตอมและโมเลกุลในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้โครงสร้างของวัสดุหรืออุปกรณ์มีคุณสมบัติพิเศษขึ้น ไม่ว่าจะทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพ และสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3. เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)

เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นสาขาวิชาที่มีการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยี โดยมีพื้นฐานทางชีววิทยา โดยเฉพาะการนำไปใช้ในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมอาหารและยา เทคโนโลยีชีวภาพสมัยเก่า ได้แก่ การหมัก (Fermentation) ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพได้มีการค้นคว้าวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยได้มีการคิดค้นและพัฒนาเพื่อศึกษานวัตกรรมเทคนิคสมัยใหม่ต่าง ๆ ในการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต (Biological Organism) หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดในสิ่งที่มีชีวิต



เทคโนโลยีชีวภาพได้มีการพัฒนาสืบเนื่องมาอย่างยาวนาน จนกระทั่งมีการค้นพบเรื่องยีน (Gene) เมื่อ 30 กว่าปีที่แล้ว ทำให้มีการคิดค้นพัฒนาต่อเนื่องมาจนถึงยุคที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับ DNA, พันธุวิศวกรรมและจนถึงเซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cell) ที่มีการตื่นตัวอย่างกว้างขวางถึงคุณประโยชน์ การนำไปใช้และผลทางด้านศีลธรรมของมนุษยชาติ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ จึงมีการค้นคว้าวิจัยอย่างมากและต่อเนื่องต่อไปในสาขาวิชาที่แตกย่อยเป็นสาขาเฉพาะทางต่อ ๆ ไปในทางวิทยาศาสตร์และวิทยาการเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในโลกนี้

4. พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)

พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) คือ กระบวนการตัดต่อยีน หมายถึง เทคโนโลยีที่ทำการเคลื่อนย้ายยีน (Gene) จากสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์หนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกสายพันธุ์หนึ่งที่มีลักษณะดีต่างกัน เพื่อเป็นการถ่ายทอดลักษณะหรือยีนที่ต้องการ เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตรูปแบบใหม่ เทคนิคเหล่านี้เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนในการเปลี่ยนแปลงหน่วยพันธุกรรมหรือ DNA ของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยเทคนิคทางพันธุวิศวกรรมนักวิทยาศาสตร์สามารถเคลื่อนย้ายยีนที่อยู่เหนือกฎเกณฑ์ธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอาจมีแบบใหม่ทำให้เกิดลักษณะแบบใหม่ซึ่งไม่เคยปรากฏในธรรมชาติมาก่อน

จากวิธีทางพันธุวิศวกรรมที่เรียกว่า เทคโนโลยีการรีคอมบิเนนต์ดีเอ็นเอ (DNA Recombinant) โดยการนำโมเลกุลดีเอ็นเอจากต้นกำเนิดต่าง ๆ กันมารวมเข้าด้วยกันในหลอดทดลองแล้วใส่ลงไปในโมเลกุลหนึ่งตัวเพื่อสร้างยีนใหม่ขึ้นมา ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการแสดงลักษณะที่เกิดขึ้นจากการดัดแปลง เป็นวิธีการทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms) หรือ GMO การตัดแต่ง DNA มีการนำไปใช้ทดลองกับพืช สัตว์และจุลินทรีย์หลายชนิด เช่น แบคทีเรียและเชื้อรา ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ GMO มีหลากหลายอย่างมาก โดยมีการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านเกษตรกรรม การแพทย์และอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น

- การพัฒนาพืชดัดแปลงพันธุกรรมเพื่อให้สามารถต่อต้านแมลงได้ดีขึ้น หรือสามารถต้านทานโรคพืชต่าง ๆ ได้ดีขึ้น เพื่อลดการใช้ยาฆ่าแมลงและยากำจัดวัชพืช นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและอื่น ๆ
- การตัดแต่ง DNA ของจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการผลิตเอนไซม์ เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมและอุตสาหกรรม
- สัตว์ดัดแปลงพันธุกรรมก็ถูกใช้เป็นแบบทดลองในการทดสอบฟีโนไทป์ (Phenotype) กับยีนที่ยังไม่ทราบหน้าที่การทำงาน หรือเพื่อประโยชน์ในการสร้างสัตว์ทดลองที่ใช้



เพื่อทดลองในการวิจัยการแพทย์และเภสัชกรรม รวมถึงการผลิตฮอร์โมนของมนุษย์ เช่น อินซูลิน เป็นต้น

ทั้งพืชตัดแต่งพันธุกรรมและสัตว์ตัดแต่งพันธุกรรมเป็นสิ่งที่มีการวิพากษ์วิจารณ์ในวงกว้าง ถึงผลดีและผลเสียต่อระบบนิเวศวิทยาเป็นสำคัญ อีกทั้งความปลอดภัยของมนุษย์ในการบริโภคพืช GMO

ในปัจจุบัน การวิจัยทางด้านพันธุวิศวกรรมที่มีอย่างต่อเนื่องมานานในช่วง 10 - 20 ปีที่ผ่านมา ก่อให้เกิดเทคนิคใหม่ ๆ เช่น เทคโนโลยีในการใช้โมเลกุลเครื่องหมาย (Marker Assisted Selection-MAS) เป็นต้น เทคโนโลยีสมัยใหม่เหล่านี้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาย ประเทศไทย ก็สามารถนำเทคนิคใหม่ ๆ ทางพันธุวิศวกรรมมาใช้ เช่น การใช้เทคนิคพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction-PCR) เพื่อการวินิจฉัยไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้ง

5. วัสดุศาสตร์ (Materials Science)

วัสดุศาสตร์ (Materials Science) หรือ Material Engineering คือวิชาที่เกี่ยวกับ คุณสมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ในด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการศึกษา วัสดุศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับคุณสมบัติของ วัสดุ และยังรวมการศึกษามวลสารทางด้านฟิสิกส์และเคมี โดยรวมถึงวิศวกรรมทางด้านเคมี, กลศาสตร์, โยธา และวิศวกรรมไฟฟ้า จากความก้าวหน้าของการศึกษาด้านนาโนเทคโนโลยี ซึ่งมีความเกี่ยวข้องอย่างมากและเป็นเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวัดศาสตร์ทำให้ มีการศึกษาวิชาวัดศาสตร์อย่างแพร่หลาย และเป็นวิชาขึ้นแนวหน้าในปัจจุบัน

การศึกษทางด้านวัสดุศาสตร์ในปัจจุบันจะเป็นการศึกษาเพื่อค้นคว้าเกี่ยวกับ

- (1) พื้นฐานโครงสร้างของวัสดุ
- (2) กระบวนการ
- (3) คุณสมบัติของวัสดุ

ทั้งนี้เพื่อการคิดค้นวัสดุใหม่ ๆ พื้นฐานของการศึกษาวัดศาสตร์จะเกี่ยวกับการค้นหา ว่าโครงสร้างของวัสดุเป็นอย่างไร ทำให้มีคุณสมบัติที่เป็นอยู่และอะตอมทางเคมีมีโครงสร้างการ เรียงตัวอย่างไร รวมถึงวิธีการที่จะดำเนินกระบวนการจนกลายเป็นรูปแบบของวัสดุในที่สุด

วัสดุมีการใช้อย่างมากมายในวงอุตสาหกรรม วัสดุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติโครงสร้างทาง เคมีต่าง ๆ กันในการประยุกต์ใช้ทางอุตสาหกรรม วัสดุศาสตร์อาจรวมถึงการออกแบบวัสดุ, การ เปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ในการผลิตวัสดุ (Materials) ในทางอุตสาหกรรม, เทคนิคและ



กระบวนการผลิต (เช่น การหล่อ, การมัน, การหลอม, ion-implantation, crystal growth, ฟิล์มบาง (thin film) และอื่น ๆ) รวมถึงเทคนิคในการวิเคราะห์คุณสมบัติและลักษณะทางโครงสร้างโดยการใช้เครื่องมือ เช่น กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electro Microscope), เครื่องรังสีเอกซเรย์ (X-Ray Diffraction), เครื่องวัดสี (Colorimetry), กล้อง Nuclear microscope (HEFIB) และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทางด้านฟิสิกส์ของวัสดุ ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องกันอย่างมากเพื่อที่จะเรียนรู้คุณลักษณะและโครงสร้างของวัสดุจนกระทั่งมีสาขา Material Physics

6. อาวุธ (Weapon)

งานวิจัยทางด้านอาวุธนั้น เป็นไปทางด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของอาวุธที่มีอยู่และการคิดค้นอาวุธประเภทใหม่ ๆ เช่น การใช้วัสดุคอมโพสิตระดับนาโนที่ทำจากทั้งสแตน ทองแดง และไทเทเนียมไดโบไรด์ซึ่งมีความแข็งแรงมาก มีค่าการนำไฟฟ้าและนำความร้อนตามที่ต้องการในการทำปืนแบบใช้ระบบแม่เหล็กไฟฟ้าที่สหรัฐอเมริกาสร้างขึ้น เรียกว่าปืน railguns วัสดุที่ใช้ทำปืน railguns นี้มีการสึกหรอน้อยลง ใช้งานได้นานขึ้น นอกจากนี้ก็ยังสามารถพัฒนาอาวุธพวกซีปนาควูยูเรเนียมที่เจาะของแข็งหรือยานพาหนะหุ้มเกราะ

อย่างไรก็ตาม เป็นแขนงงานวิจัยที่เป็นเฉพาะกลุ่มและในประเทศไทยก็มีได้มีงานวิจัยทางด้านนี้แพร่หลาย

7. วิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือพื้นฐาน (Basic Science)

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศทางการเกษตรกรรม ปัจจุบันงานวิจัยทางด้านนี้ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง โดยเป็นงานวิจัยที่ใช้หลักการเทคนิคและวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยมุ่งที่จะเพิ่มผลผลิตปรับปรุงประสิทธิภาพหรือเป็นการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการวิทยาศาสตร์พื้นฐานหรือประยุกต์ แต่มีได้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเกิดใหม่ที่ได้กล่าวข้างต้น

การสำรวจงานวิจัยด้าน Emerging Technology ในประเทศไทย ปี 2545 - 2550

เทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology) ในประเทศไทยได้มีการตื่นตัวในด้านการคิดค้นวิจัยเช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ หน่วยงานทางการศึกษา หน่วยงานราชการและภาคเอกชน ได้เห็นประโยชน์อย่างมหาศาลของเทคโนโลยีเกิดใหม่นี้ โดยเฉพาะภาครัฐบาลได้มีการก่อตั้งและมอบหมายหน่วยงานเพื่อรับผิดชอบการส่งเสริมงานวิจัยทางด้านนี้ให้ก้าวหน้าเท่าที่นานาประเทศ



และให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อก่อให้เกิดผลผลิตต่อไป อันจะช่วยเพิ่มความสามารถให้แก่ภาคเอกชนสามารถแข่งขันในการค้าโลกได้

การสำรวจครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดกลุ่มของงานวิจัยให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาและการนำไปใช้ต่อไป อีกทั้งเป็นการวิเคราะห์หาแนวทางหรือหมวดเรื่องที่เป็นที่สนใจและมีการรับทุนวิจัยอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นฐานข้อมูลย้อนหลังให้นักวิจัย อีกทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องในการวิจัยทาง Emerging Technology ได้นำไปเปรียบเทียบกับแนวทางของหน่วยงานเอง หรือใช้เพื่อค้นคว้าแนวทางงานวิจัยที่จะเป็นไปในอนาคต เพื่อให้งานวิจัยของประเทศอยู่ในแนวทางที่สอดคล้องกับประเทศอื่น ๆ

จากการสำรวจงานวิจัยด้าน Emerging Technology ที่ได้ทำในช่วงปี 2545 - 2550 สามารถรวบรวมได้ทั้งหมด 541 เรื่อง จากหน่วยงานที่เป็นแหล่งทุนวิจัย คือ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และที่อื่น ๆ โดยรวบรวมข้อมูลผลงานวิจัยจากห้องสมุดของทั้งสองหน่วยงาน ซึ่งได้มีการเชื่อมโยง (Link) และรวบรวมข้อมูลผลงานวิจัยกับสถาบันหรือองค์กรอื่น ๆ ด้วย จึงเชื่อได้ว่ามีการครอบคลุมงานวิจัยด้าน Emerging Technology เพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งได้แสดงตามรหัสสาขาดังนี้

☞ สาขาที่ 11* Digital Technology, Electronics, Computer และ ICT แยกเป็นสาขาย่อยดังนี้

รหัสสาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย
11.1	Electronics, Digital Equipment
11.2	Hardware, Robot
11.3	Software
11.4	ICT

☞ สาขาที่ 12 งานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (Nano Technology) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

รหัสสาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย
12.1	เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (Nano Biotechnology)
12.2	นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronics)
12.3	วัสดุนาโน (Nano Materials)
12.4	Nano-Devices
12.5	Nano Science เคมี, ชีวะ, ฟิสิกส์, Mechanotronic และ Quantum

* สาขาที่ 11 : เลข 1 ตัวแรก หมายถึง สาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่
 เลข 1 ตัวที่สอง หมายถึง สาขาย่อยลำดับที่ 1



➡ สาขาที่ 13 งานวิจัยด้านไบโอเทคโนโลยี (Biotechnology) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

รหัสสาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย
13.1	Medical
13.2	Agricultural & Food Processing
13.3	Industrial & Environment
13.4	Stem Cell

➡ สาขาที่ 14 งานวิจัยด้านวิศวกรรมพันธุกรรม (Genetic Engineering) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

รหัสสาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย
14.1	Medical
14.2	Agricultural & Food Processing
14.3	Animal & Aqua Culture

➡ สาขาที่ 15 งานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ (Materials Science) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

รหัสสาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย
15.1	Fabrics สิ่งทอและวัสดุจากธรรมชาติ
15.2	Polymers และวัสดุ Composites
15.3	Alloys และ Metals
15.4	Ceramics
15.5	Cements และวัสดุก่อสร้าง
15.6	วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

รหัส สาขาที่ 16 งานวิจัยด้านอาวุธ (Weapon)

รหัส สาขาที่ 17 งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป (Basic Science)

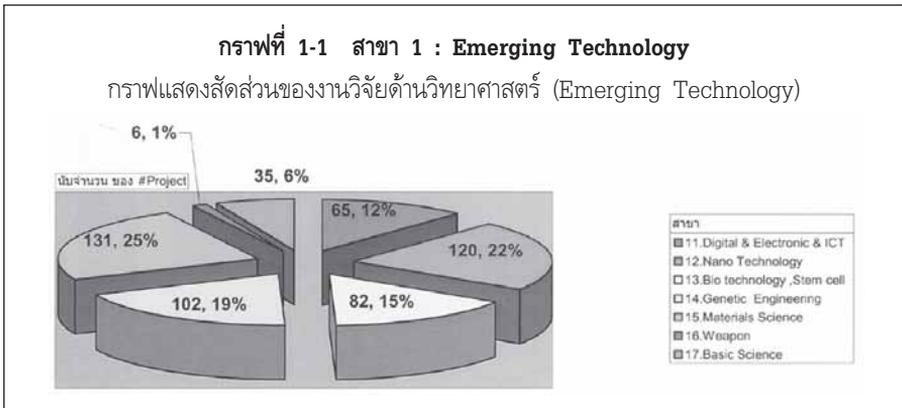
ผลการสำรวจ

1. จากกราฟที่ 1-1 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ Emerging Technology แยกตามสาขาหลัก พบว่า

- ◆ สาขา 11 เป็นงานวิจัยทางด้านดิจิทัล คอมพิวเตอร์ และ ICT
 จำนวน โครงการ 65 โครงการ คิดเป็น 12.0%



- ◆ สาขา 12 นาโนเทคโนโลยี
 จำนวน โครงการ 120 โครงการ คิดเป็น 22.0%
 - ◆ สาขา 13 คีองานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ
 จำนวน โครงการ 82 โครงการ คิดเป็น 15.0%
 - ◆ สาขา 14 งานด้านวิศวกรรมพันธุกรรม
 จำนวน โครงการ 102 โครงการ คิดเป็น 19.0%
 - ◆ สาขา 15 วัสดุศาสตร์
 มีงานวิจัยมากที่สุด จำนวน โครงการ 131 โครงการ คิดเป็น 24.0%
 - ◆ สาขา 16 งานวิจัยทางด้านอาวุธ
 จำนวนโครงการ 6 โครงการ คิดเป็น 1.0%
 - ◆ สาขา 17 งานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ทั่วไป
 มีเพียงจำนวน โครงการ 35 โครงการ คิดเป็น 7.0%
- เนื่องจากการสืบค้นครั้งนี้มุ่งเน้นที่งานวิจัยแบบ Emerging Technology เป็นสำคัญ



2. จากกราฟที่ 1-2 แสดงสาขาหลักแต่ละสาขาของ Emerging Technology แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

- 2.1 งานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และ Emerging Technology ทั้งหมด 541 โครงการ เป็นทุนวิจัยพัฒนา ดังนี้
- เป็นทุนวิจัยพัฒนา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จำนวน 250 โครงการ คิดเป็น 46.2%



- เป็นทุนวิจัยพัฒนา จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) จำนวน 291 โครงการ คิดเป็น 53.8%
- 2.2 แยกงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และ Emerging Technology เป็นแต่ละสาขา และแจกแจงตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัย ได้ดังนี้

2.2.1 สาขาดิจิทัล, อิเล็กทรอนิกส์, คอมพิวเตอร์, ICT

จำนวนโครงการทั้งหมด 65 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 40 โครงการ คิดเป็น 62%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 25 โครงการ คิดเป็น 38%

2.2.2 สาขานาโนเทคโนโลยี

จำนวนโครงการทั้งหมด 120 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 31 โครงการ คิดเป็น 26%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 89 โครงการ คิดเป็น 74%

2.2.3 สาขางานวิจัยด้านไบโอเทคโนโลยี

จำนวนโครงการทั้งหมด 82 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 24 โครงการ คิดเป็น 29%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 58 โครงการ คิดเป็น 71%

2.2.4 สาขางานวิจัยด้านวิศวกรรม

จำนวนโครงการทั้งหมด 102 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 64 โครงการ คิดเป็น 63%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 38 โครงการ คิดเป็น 37%



2.2.5 สาขางานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์

จำนวนโครงการทั้งหมด 131 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 61 โครงการ คิดเป็น 46%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 70 โครงการ คิดเป็น 54%

2.2.6 สาขางานวิจัยด้านอาวุธ

จำนวนโครงการทั้งหมด 6 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

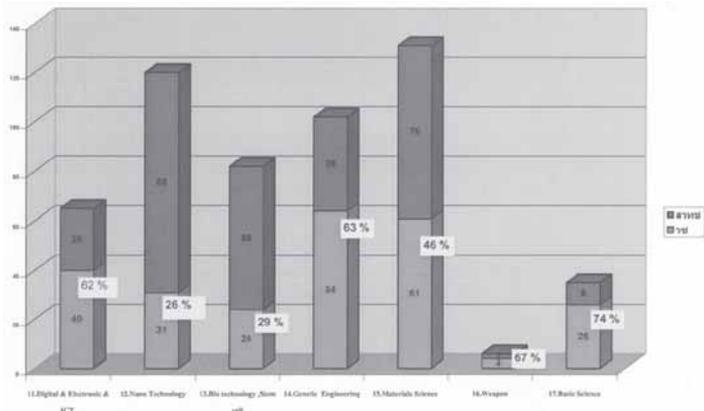
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 4 โครงการ คิดเป็น 67%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 2 โครงการ คิดเป็น 33%

2.2.7 สาขางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

จำนวนโครงการทั้งหมด 35 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 4 โครงการ คิดเป็น 74%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 2 โครงการ คิดเป็น 26%

กราฟที่ 1-2 แสดงสาขาหลักแต่ละสาขาแยกตามแหล่งที่มาของทุนวิจัยพัฒนา





3. จากกราฟที่ 1-3 แสดงสาขางานวิจัยในกลุ่มวิทยาศาสตร์และ Emerging Technology

7 สาขา แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

- 3.1 สาขางานวิจัยด้านดิจิทัล, อิเล็กทรอนิกส์, คอมพิวเตอร์, ICT
 จำนวนทั้งหมด 65 โครงการ นักวิจัยของโครงการมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 48 โดยคิดเป็น 74%
 สวทช. 15 โดยคิดเป็น 23%
 ราชการ 2 โดยคิดเป็น 3%
 เอกชน 0 โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	15	23%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	11	17%
3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	5	8%

- 3.2 สาขางานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี
 จำนวนทั้งหมด 120 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 101 โดยคิดเป็น 84%
 สวทช. 16 โดยคิดเป็น 14%
 ราชการ 2 โดยคิดเป็น 2%
 เอกชน 1 โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	23	19%
2) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	22	18%
3) สวทช.	17	18%

- 3.3 สาขางานวิจัยด้านไบโอเทคโนโลยี
 จำนวนทั้งหมด 82 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 67 โดยคิดเป็น 82%
 สวทช. 7 โดยคิดเป็น 8%
 ราชการ 8 โดยคิดเป็น 10%
 เอกชน 0 โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยมหิดล	14	17%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	10	12%
3) สวทช.	7	9%

3.4 สาขาวิจัยด้านวิศวกรรม

จำนวนโครงการ 102 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน

มหาวิทยาลัย 95 โดยคิดเป็น 92%

สวทช. 2 โดยคิดเป็น 2%

ราชการ 6 โดยคิดเป็น 6%

เอกชน 0 โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	27	27%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	16	16%
3) มหาวิทยาลัยขอนแก่น	13	13%

3.5 สาขาวิจัยด้านวัสดุศาสตร์

จำนวนทั้งหมด 131 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน

มหาวิทยาลัย 97 โดยคิดเป็น 74%

สวทช. 28 โดยคิดเป็น 21%

ราชการ 6 โดยคิดเป็น 5%

เอกชน 0 โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	28	21%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	21	16%
3) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	13	10%



3.6 สาขางานวิจัยด้านอาวุธ

จำนวนทั้งหมด	6	โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	3	โดยคิดเป็น	50%
สวทช.	1	โดยคิดเป็น	17%
ราชการ	2	โดยคิดเป็น	33%
เอกชน	0	โดยคิดเป็น	0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 6 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สำนักงานวิจัยพัฒนาการทหารกลาโหม	1	17%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	17%
3) มหาวิทยาลัยบูรพา	1	17%
4) มหาวิทยาลัยรามคำแหง	1	17%
5) สวทช.	1	17%
6) ไม่ทราบต้นสังกัด	1	17%

3.7 สาขาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

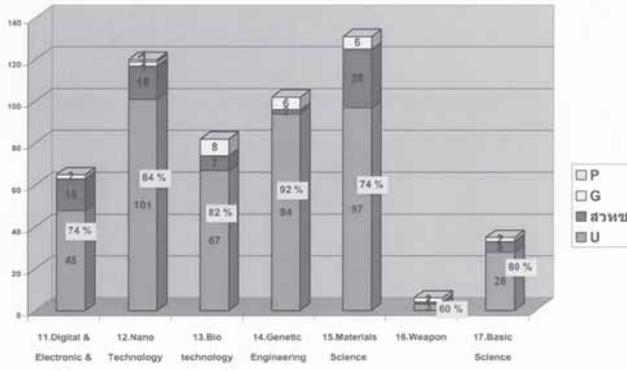
จำนวนทั้งหมด	35	โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	28	โดยคิดเป็น	80%
สวทช.	5	โดยคิดเป็น	14%
ราชการ	2	โดยคิดเป็น	6%
เอกชน	0	โดยคิดเป็น	0%

ต้นสังกัดผู้วิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด เรียง 3 อันดับแรก ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	4	11%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	4	11%
3) สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข	3	9%



กราฟที่ 1-3 แสดงสาขางานวิจัยแยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดนักวิจัย



1. เทคโนโลยีการสื่อสาร (Information Technology) ดอมพิวเตอร์ และดิจิทัล

เทคโนโลยีการสื่อสาร สารสนเทศ ดิจิทัล คอมพิวเตอร์นี้ มีความครอบคลุมไปในหลายสาขาของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร รวมทั้งสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการควบคุม การประมวลผล หรือการแสดงผลในงานทางด้านต่าง ๆ ทั้งวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเงินการธนาคาร ธุรกิจต่าง ๆ สามารถแยกออกเป็นสาขาย่อย ได้ดังนี้

1.1.1 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (Computer Technology)

คอมพิวเตอร์มีความหมายชัดเจนในตัวเอง คือ เป็นเครื่องคำนวณในรูปแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถรับข้อมูลแล้วนำข้อมูลและคำสั่งนั้นไปประมวลด้วยหน่วยประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการและแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผลตลอดจนสามารถบันทึกที่รายการต่าง ๆ ไว้เพื่อใช้งานได้ด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูลสำรอง ได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้หลาย ๆ ด้าน ทางด้านอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- การควบคุมระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น ระบบจราจร, ระบบเปิด/ปิดอัตโนมัติ
- การใช้เพื่องานวิเคราะห์ต่าง ๆ ทางด้านศึกษาและวิจัย เช่น การวิเคราะห์สภาพดินฟ้าอากาศ สภาพดิน น้ำ เพื่อการเกษตร
- การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อจำลองรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจำลองในงานวิทยาศาสตร์ จำลองโมเลกุล



- การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบทางอุตสาหกรรม เช่น การทำแม่พิมพ์ชิ้นงานต่าง ๆ
- และการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่อื่น ๆ เทคโนโลยีสื่อสารข้อมูล เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

11.2 Digital, Electronic Equipment (Measurement Testing)

เครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานบางอย่างที่ต้องการความเที่ยงตรง ในการปฏิบัติงานวิศวกรรมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีความต้องการอุปกรณ์เครื่องมือเพื่อการทดสอบ (Testing) หลากหลายประเภทตั้งแต่ที่มีราคาถูกจนถึงราคาแพง เพื่อที่จะทำงานที่มีความซับซ้อนให้สำเร็จ ดังนั้น เครื่องมือตรวจวัดและทดสอบอัตโนมัติ (Automatic Test or Measurement Equipment) จึงเป็นสาขาที่มีความสำคัญที่จะมีการค้นคว้าวิจัยเพื่อการคิดค้นประดิษฐ์เครื่องมืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ดิจิทัล อัตโนมัติต่าง ๆ

Digital Electronics ก็คือระบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้สัญญาณดิจิทัล (Digital) มักจะใช้คู่กับคอมพิวเตอร์ซึ่ง Digital Computer คือ คอมพิวเตอร์ที่อาศัยการนับทำงานกับสัญญาณข้อมูลที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ต่อเนื่องหรือ Digital signal ซึ่งก็คือสัญญาณไฟฟ้า โดยการนับของคอมพิวเตอร์ระบบนี้จะอาศัยตัวนับ (Counter) ภายในระบบฐานเวลามาตรฐาน ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนับข้อมูลที่มีค่าละเอียดได้ สามารถแสดงค่าตัวเลขได้แสดงตำแหน่งทศนิยมได้หลายตำแหน่ง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ระบบนี้ต้องอาศัยข้อมูลที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าทำให้ไม่สามารถรับข้อมูลจากต้นทางโดยตรง ต้องอาศัยการแปลงสัญญาณกลับไปมาระหว่างสัญญาณ Analog และ Digital ทำให้เสียเวลาในกระบวนการนี้พอสมควร และเนื่องจากข้อมูลที่นำมาประมวลผลเป็นสัญญาณไฟฟ้าจึงมีความสามารถบันทึกเพื่อนำมาใช้งานได้ภายหลัง

11.3 ซอฟต์แวร์ (Software) หมายถึง ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซอฟต์แวร์จึงหมายถึงลำดับขั้นตอนการทำงานที่เขียนขึ้นด้วยคำสั่งของคอมพิวเตอร์ คำสั่งเหล่านี้เรียงกันเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การทำงานของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะมีความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันได้มากด้วยซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน ซอฟต์แวร์จึงหมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกประเภทที่ทำให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือซอฟต์แวร์ จึงเป็นส่วนสำคัญที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ให้ดำเนินการตามแนวความคิดที่กำหนดไว้ล่วงหน้า คอมพิวเตอร์ต้องทำงานตามโปรแกรมเท่านั้น ไม่สามารถทำงานที่นอกเหนือที่กำหนดไว้ในโปรแกรม

ซอฟต์แวร์ อาจแบ่งตามสภาพการทำงานได้ 2 ประเภท คือ

- ซอฟต์แวร์ระบบ คือ ซอฟต์แวร์ที่บริษัทผู้ผลิตสร้างขึ้นมาเพื่อใช้จัดการกับระบบหน้าที่การทำงานของซอฟต์แวร์ระบบคือดำเนินการพื้นฐานต่าง ๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ หากไม่มี



ซอฟต์แวร์ระบบคอมพิวเตอร์จะทำงานไม่ได้ ซอฟต์แวร์ระบบใช้ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาของซอฟต์แวร์อื่น ๆ และยังรวมไปถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแปลภาษาต่าง ๆ

- ซอฟต์แวร์ประยุกต์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับงานต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ที่สามารถนำมาใช้ประยุกต์ได้โดยตรง ปัจจุบันมีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ใช้งานต่าง ๆ มากมาย การประยุกต์งานคอมพิวเตอร์จึงกว้างขวางและแพร่หลาย เราอาจแบ่งซอฟต์แวร์ประยุกต์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ซอฟต์แวร์สำเร็จและซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นใช้เฉพาะงานนั้น ๆ

การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จมักจะเป็นการใช้งานทั่วไป แต่อาจจะนำมาประยุกต์โดยตรงกับงานทางธุรกิจบางอย่างได้ เช่น ในกิจการธนาคาร งานทางด้านบัญชี ฯลฯ จึงมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้งานเฉพาะสำหรับงานแต่ละประเภทให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละราย

ซอฟต์แวร์ใช้งานเฉพาะ มักเป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้พัฒนาต้องเข้าไปศึกษารูปแบบการทำงานหรือความต้องการของธุรกิจนั้น ๆ แล้วจัดทำขึ้น ความต้องการของการใช้คอมพิวเตอร์ในงานทางธุรกิจยังมีอีกมาก ดังนั้นจึงมีความต้องการผู้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้งานเฉพาะเจาะจงต่าง ๆ อีกมากมาย

11.4 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communications Technology-ICT)

ICT หมายถึง เทคโนโลยีสำหรับการประมวลผลสารสนเทศ ซึ่งครอบคลุมถึงการรับ-ส่ง แปลง ประมวลและสืบค้นสารสนเทศ ซึ่งการประยุกต์การบริการของการสื่อสารและสารสนเทศ ยังต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของระบบอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเครือข่ายการสื่อสาร เพื่อการเปลี่ยนสัญญาณ, การเก็บ, การป้องกัน และกระบวนการประมวลผล, การรับและการส่งข้อมูลข่าวสารให้ปลอดภัยและเชื่อถือได้

ผลการสำรวจ สาขาที่ 11 งานวิจัยด้าน Digital, Electronic, Computer และ ICT

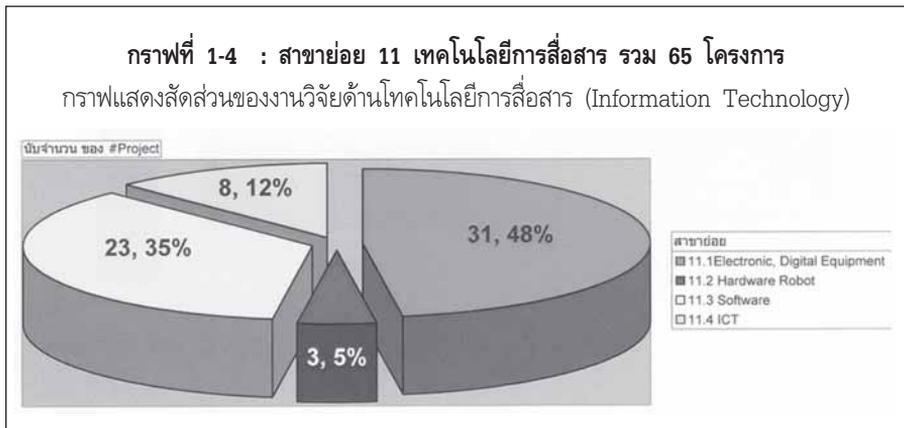
ซึ่งหมวดที่ 11 แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

- 11.1 Electronic, Digital Equipment
- 11.2 Hardware, Robot
- 11.3 Software
- 11.4 ICT

1. จากกราฟที่ 1-4 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร (Information Technology) คอมพิวเตอร์ และดิจิทัล ทั้งหมด 65 โครงการ แยกตามสาขาย่อย พบว่า



สาขาย่อย	ชื่อสาขาย่อย	จำนวน	คิดเป็น%
11.1	Electronic, Digital Equipment	31	48%
11.2	Hardware, Robot	3	5%
11.3	Software	23	35%
11.4	ICT	8	12%



2. จากกราฟที่ 1-5 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร (Information Technology) คอมพิวเตอร์ และดิจิทัล แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

สาขา 11.1 Electronic, Digital Equipment จำนวนโครงการทั้งหมด 31 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 25 โครงการ คิดเป็น 81%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 6 โครงการ คิดเป็น 19%

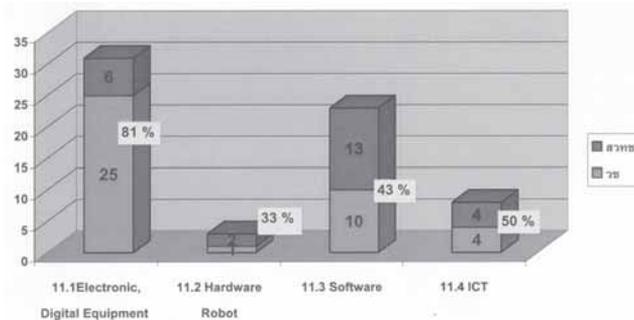
สาขา 11.2 Hardware, Robot จำนวน 3 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 1 โครงการ คิดเป็น 33%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 2 โครงการ คิดเป็น 67%



- สาขา 11.3** Software จำนวน 23 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 10 โครงการ คิดเป็น 43%
 - สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 13 โครงการ คิดเป็น 57%
- สาขา 11.4** ICT จำนวน 8 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
จำนวน 4 โครงการ คิดเป็น 50%
 - สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.)
จำนวน 4 โครงการ คิดเป็น 50%

กราฟที่ 1-5 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร (Information Technology) แยกตามแหล่งเงินทุนวิจัยพัฒนา



3. จากกราฟที่ 1-6 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร (Information Technology) คอมพิวเตอร์ และดิจิทัล แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

- สาขาที่ 11.1** งานวิจัยด้าน Electronic, Digital Equipment
- จำนวนทั้งหมด 31 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
- | | | | | |
|-------------|----|---------|------------|-----|
| มหาวิทยาลัย | 24 | โครงการ | โดยคิดเป็น | 77% |
| สวทช. | 5 | โครงการ | โดยคิดเป็น | 16% |
| ราชการ | 2 | โครงการ | โดยคิดเป็น | 7% |
| เอกชน | 0 | โครงการ | โดยคิดเป็น | 0% |



ซึ่งต้นสังกัดของนักวิจัยที่ม้งานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 4 อันดับ ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	9	29%
2) สวทช.	5	16%
3) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3	10%
4) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	3	10%

สาขาที่ 11.2 งานวิจัยด้าน Hardware, Robot

จำนวนทั้งหมด 3 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 2 โครงการ โดยคิดเป็น 67%
 สวทช. 1 โครงการ โดยคิดเป็น 33%
 ราชการ 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ซึ่งต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ 3 สถาบัน ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	1	33.3%
2) มหาวิทยาลัยนอร์ท เชียงใหม่	1	33.3%
3) มหาวิทยาลัยมหิดล	1	33.3%

สาขาที่ 11.3 งานวิจัยด้าน Software

จำนวนทั้งหมด 23 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 16 โครงการ โดยคิดเป็น 70%
 สวทช. 7 โครงการ โดยคิดเป็น 30%
 ราชการ 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ซึ่งต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	7	30%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	3	13%
3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนครเหนือ	1	13%

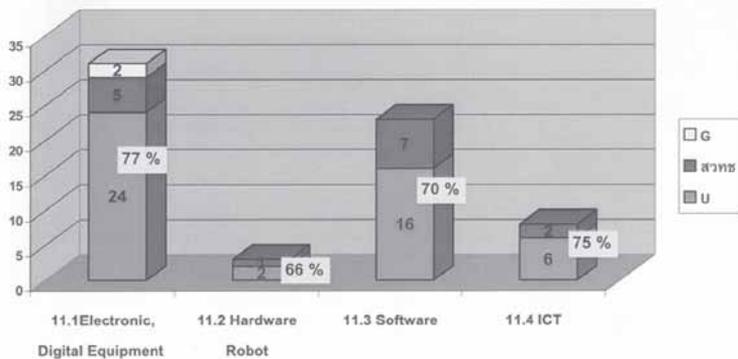


สาขาที่ 11.4 งานวิจัยด้าน ICT

จำนวนทั้งหมด	8	โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	6	โครงการ	โดยคิดเป็น 75%
สวทช.	2	โครงการ	โดยคิดเป็น 25%
ราชการ	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	2	25%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2	25%
3) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	13%

กราฟที่ 1-6 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้าน Electronic, Digital Equipment แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัด



2. นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology)

นาโนเทคโนโลยีมีการแตกแขนงเป็นสาขาย่อยจากการนำไปประยุกต์ใช้ในวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ และจากการที่มีความเชื่อมโยงกันในแต่ละสาขาจึงอาจจะแบ่งสาขางานวิจัยของนาโนเทคโนโลยีออกเป็นสาขาย่อย ดังต่อไปนี้



สาขาย่อยของนาโนเทคโนโลยี

- 12.1 นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ (Nanobiotechnology)
- 12.2 นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics)
- 12.3 วัสดุนาโน (Nanomaterials)
- 12.4 Nano-Devices
- 12.5 Nano Science - เคมี, ฟิสิกส์, ชีววิทยา, Mechanotronics และ Quantum

12.1 นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ (Nanobiotechnology)

นาโนเทคโนโลยีชีวภาพเป็นสาขาหนึ่งของนาโนเทคโนโลยีที่ประกอบไปด้วยการประยุกต์ใช้ทางด้านชีววิทยาและชีวเคมี เป็นสาขาวิชาที่มักจะศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปคิดค้นเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ

ในประเทศไทยได้มีการตั้งกลุ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาขานี้อย่างกว้างขวาง ตัวอย่างเช่น การวิจัย Nano-Encapsulation เป็นกรรมวิธีอันหนึ่งซึ่งช่วยควบคุมอัตราการปลดปล่อยของสารออกจากแคปซูลและรักษาคุณสมบัติของสารภายในแคปซูลให้คงทนและมีประสิทธิภาพซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้พัฒนางานวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยวางแผนในระยะยาวที่จะพัฒนาการรักษาเอ็นด้วยอนุภาคนาโน การรักษาโรคมะเร็งด้วยนาโนอิมัลชันของอนุภาคนาโน การพัฒนางานวิจัยด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Engineering) ตลอดจนการนำส่งยาไปยังอวัยวะเป้าหมายอย่างแม่นยำ

12.2 นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics)

คือสาขาหนึ่งของวิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขอบเขตความรู้ในระดับนาโน ถูกพัฒนาขึ้นเนื่องจากการสร้างวงจรรวมที่ใช้แนวทางอิเล็กทรอนิกส์เดิมมีอุปสรรคในการพัฒนาจากการที่มีสาเหตุที่แนวทางอิเล็กทรอนิกส์แบบเดิมไม่สามารถจะสร้างวงจรรวมอิเล็กทรอนิกส์ในระดับนาโนได้และจากการที่หลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น เรื่องการนำไฟฟ้าในระดับนาโนไม่เหมือนกับสิ่งที่เข้าใจในชีวิตประจำวัน

นาโนอิเล็กทรอนิกส์เป็นการใช้เทคโนโลยีนาโนกับส่วนประกอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยเฉพาะทรานซิสเตอร์ ถึงแม้ว่าคำว่านาโนเทคโนโลยีโดยทั่วไปจะหมายถึงการใช้เทคโนโลยีที่ได้ประโยชน์ในขนาดที่เล็กกว่า 100 nm นาโนอิเล็กทรอนิกส์มักจะอ้างถึงอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ที่มีขนาดเล็กมาก จนกระทั่งต้องมีการศึกษาอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับคุณสมบัติของปฏิกริยาระหว่างกันของอะตอม (inter-atomic interaction) และคุณสมบัติเชิงกลของควอนตัม (quantum mechanism) นาโนอิเล็กทรอนิกส์ก่อให้เกิดอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ที่มีความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์เดิมอย่างมากมาย อุปกรณ์ใหม่ ๆ นี้ในปัจจุบัน ได้แก่ ไฮบริดโมเลกุล, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เคมีคอนดักเตอร์, ท่อนาโน (nanotubes), ลวดนาโน (nanowire) และ Advanced molecular



electronics ปัจจุบันนี้ยังคงต้องมีการนำสิ่งที่ได้ศึกษาวิจัยไปพัฒนาต่อไปอีกมากเนื่องจากยังได้รับการพัฒนาน้อยและยังไม่ได้นำไปใช้ในการผลิตในขนาดต่อนี้กันแต่อย่างใด

12.3 วัสดุนาโน (Nanomaterials)

เป็นการนำเทคโนโลยีนาโนไปเป็นรากฐานในการผลิตวัสดุนาโน โดยมีความหมายถึงวัสดุที่มีขนาดอนุภาคขนาด 5 - 100 นาโนเมตร ซึ่งเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นผมประมาณ 1 แสนเท่า วัสดุนาโนเป็นวัสดุที่เป็นได้ทั้งโลหะ เซรามิก พอลิเมอร์ และคอมโพสิตซึ่งถูกสังเคราะห์ขึ้นมาโดยการดัดแปลงการจัดเรียงตัวของอะตอมหรือโมเลกุล คุณสมบัติของวัสดุนาโนตัวเหล่านี้จะมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้า คุณสมบัติเชิงกล คุณสมบัติทางแม่เหล็ก แตกต่างจากวัสดุนาโนตัวเดียวกันที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในระดับที่เราค้นพบในอดีต วัสดุนาโนสามารถแบ่งออกได้ตามการประยุกต์ใช้สอยที่สำคัญ ได้แก่

1. อนุภาคนาโน (Nanoparticles)
2. นาโนคอมโพสิต (Nanocomposites)
3. ท่อนาโนคาร์บอน (Carbon nanotubes)
4. หมดควอนตัม (Quantum Dots)
5. ฟิล์มบางนาโน (Nanofilms)
6. สารเคลือบนาโน (Nanocoating)
7. ตัวเร่งปฏิกิริยานาโน (Nanocatalysts)

วัสดุนาโนถูกผลิตโดยวิธีที่ต่างกัน ได้แก่

- วิธีความร้อน (Thermal Technique) โดยการใช้อุณหภูมิสูง หรือใช้ Gas phase synthesis
- Wet chemistry
- วิธีบด (Mechanical grinding or milling)
- วิธี Form in Place โดยการใช้ Plasma Vapour Deposition (PVD) หรือ Chemical Vapour Deposition (CVD)

12.4 Nano-Devices

เป็นสาขาทางนาโนเทคโนโลยีที่มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อความก้าวหน้าทางเครื่องมือและอุปกรณ์ โดยเฉพาะอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้นาโนเทคโนโลยีมาใช้เป็นรากฐานที่สำคัญอุปกรณ์ที่อยู่ในขอบข่ายงานวิจัย ได้แก่

- Micro-electro Mechanical System (MEMS) เครื่องกลไฟฟ้าจุลภาคใช้กับเครื่องจักรกล มอเตอร์ เกียร์ และ Nano-electro Mechanical System



(NEMS) ระบบเครื่องกลไฟฟ้านาโน

- Micro และ Nano Fluidics ซึ่งเป็นการประยุกต์และออกแบบระบบที่ใช้ปริมาณของเหลวที่น้อยมากใช้ในการพัฒนาเกี่ยวกับ DNA Chips และ Thermal Technology
- เครื่องเซนเซอร์ (Sensors) เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหลายประเภทในสภาพแวดล้อม โดยอาศัยลักษณะทางกล กายภาพ หรือทางเคมีของวัสดุที่ใช้ จึงใช้ตรวจจับ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ตรวจจับน้ำแข็งบนปีกเครื่องบิน หรือวัดประสิทธิภาพเครื่องยนต์ ประเทศไทยเองก็มีกลุ่มงานวิจัย Nano-Devices โดยมุ่งเน้นงานวิจัยด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ตรวจวัด รวมทั้งพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม สิ่งของ รวมถึงพลังงานทางเลือกรูปแบบใหม่

12.5 Nano-Science

ทางเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา Mechanotronics และ Quantum Quantum หมายถึงวิทยาศาสตร์ทางกายภาพ เกี่ยวข้องกับบทบาทของมวลสารกับพลังงานในระดับของอะตอมกับอะตอมย่อย (Sub atom particles) หรือเป็นลักษณะคลื่น Nano Science เป็นการวิจัยเพื่อศึกษา Nanotechnology ที่เกี่ยวพันถึงวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความเข้าใจต่อนาโนเทคโนโลยีและประยุกต์ใช้กับศาสตร์วิชาต่าง ๆ ต่อไป

ผลการสำรวจสาขาที่ 12 งานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (Nano Technology) ซึ่งหมวดหมู่ที่ 12 แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

- 12.1 เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (Nano Biotechnology)
- 12.2 นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronics)
- 12.3 วัสดุนาโน (Nano Materials)
- 12.4 Nano-Devices
- 12.5 Nano Science - เคมี, ชีวะ, ฟิสิกส์, Mechanotronic และ Quantum

1. จากกราฟที่ 1-7 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology)

จำนวนทั้งหมด 120 โครงการ แยกตามสาขาย่อย พบว่า

สาขา 12.1 เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (Nano Biotechnology)

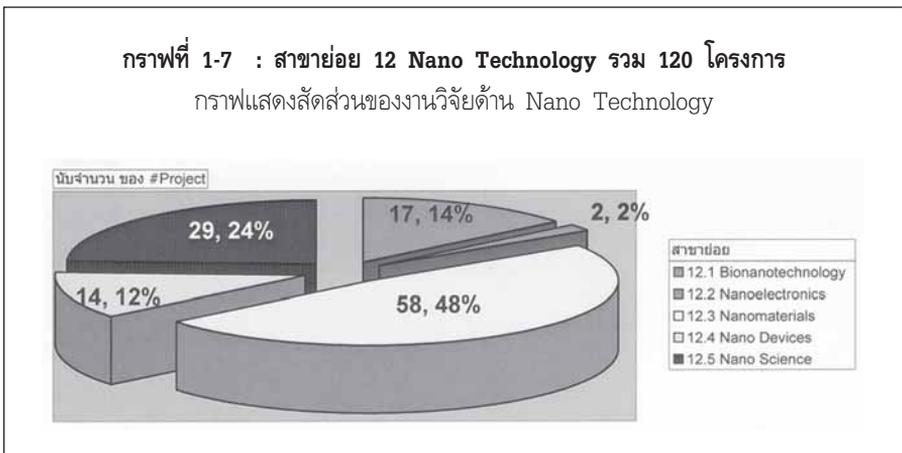
จำนวน 17 โครงการ คิดเป็น 14%

สาขา 12.2 นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronics)

จำนวน 2 โครงการ คิดเป็น 2%



- สาขา 12.3 วัสดุนาโน (Nano Materials)
 จำนวน 58 โครงการ คิดเป็น 48%
- สาขา 12.4 Nano-Devices
 จำนวน 14 โครงการ คิดเป็น 12%
- สาขา 12.5 Nano Science - เคมี, ชีวะ, ฟิสิกส์, Mechanotronic และ Quantum
 จำนวน 29 โครงการ คิดเป็น 24%



2. จากกราฟที่ 1-8 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (Nano Technology) แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

สาขา 12.1 เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (Nano Biotechnology)

จำนวนโครงการทั้งหมด 17 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 3 โครงการ คิดเป็น 18%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 14 โครงการ คิดเป็น 82%

สาขา 12.2 นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronics)

จำนวนโครงการทั้งหมด 2 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 1 โครงการ คิดเป็น 50%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 1 โครงการ คิดเป็น 50%



สาขา 12.3 วัสดุนาโน (Nano Materials)

จำนวนโครงการทั้งหมด 58 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 15 โครงการ คิดเป็น 26%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 43 โครงการ คิดเป็น 74%

สาขา 12.4 Nano-Devices

จำนวนโครงการทั้งหมด 14 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

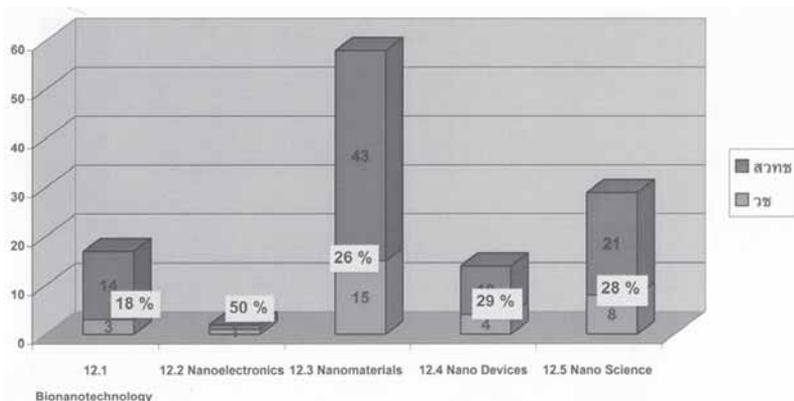
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 4 โครงการ คิดเป็น 29%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 10 โครงการ คิดเป็น 71%

สาขา 12.5 Nano Science - เคมี, ชีวะ, ฟิสิกส์, Mechanotronic และ Quantum

จำนวนโครงการทั้งหมด 29 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 8 โครงการ คิดเป็น 28%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 21 โครงการ คิดเป็น 72%

กราฟที่ 1-8 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้าน Nano Technology แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุน





3. จากกราฟที่ 1-9 แสดงสาขาย่อยของสาขาหลักในกลุ่มงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

สาขาที่ 12.1 งานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโน (Nano Biotechnology)

จำนวนทั้งหมด	17 โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	14 โครงการ	โดยคิดเป็น 82%
สวทช.	3 โครงการ	โดยคิดเป็น 18%
ราชการ	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ เรียงตามลำดับมากที่สุด 3 อันดับ

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	5	29%
2) สวทช.	3	18%
3) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	2	12%

สาขาที่ 12.2 งานวิจัยด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronics)

จำนวนทั้งหมด	2 โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	1 โครงการ	โดยคิดเป็น 50%
สวทช.	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
ราชการ	1 โครงการ	โดยคิดเป็น 50%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มี 2 สถาบันดังนี้

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน	1	50%
2) มหาวิทยาลัยขอนแก่น	1	50%

สาขาที่ 12.3 งานวิจัยด้านวัสดุนาโน (Nano Materials)

จำนวนทั้งหมด	58 โครงการ	นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	51 โครงการ	โดยคิดเป็น 88%
สวทช.	7 โครงการ	โดยคิดเป็น 12%
ราชการ	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%



ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ เรียงตามลำดับมากที่สุด 5 อันดับแรก

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	12	21%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	12	21%
3) สวทช.	7	12%
4) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	6	10%
5) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	5	9%

สาขาที่ 12.4 งานวิจัยด้าน Nano-Devices

จำนวนทั้งหมด 14 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 11 โครงการ โดยคิดเป็น 79%
 สวทช. 2 โครงการ โดยคิดเป็น 14%
 ราชการ 1 โครงการ โดยคิดเป็น 7%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ เรียงลำดับมากที่สุด 3 อันดับแรก

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	3	21%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3	21%
3) สวทช.	2	14%

สาขาที่ 12.5 งานวิจัยด้าน Nano Science - เคมี, ชีวะ, ฟิสิกส์, Mechanotronic และ Quantum

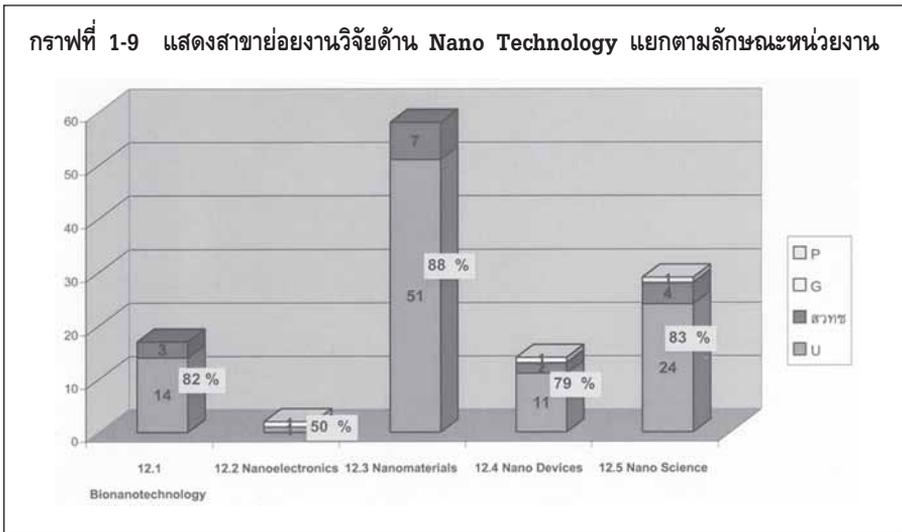
จำนวนทั้งหมด 29 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 24 โครงการ โดยคิดเป็น 83%
 สวทช. 4 โครงการ โดยคิดเป็น 14%
 ราชการ 1 โครงการ โดยคิดเป็น 3%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ 3 อันดับแรก ได้แก่



ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	5	17%
2) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	5	17%
3) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	3	10%

กราฟที่ 1-9 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Nano Technology แยกตามลักษณะหน่วยงาน



3. เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology)

เทคโนโลยีชีวภาพ เป็นสาขาวิชาที่มีการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยี โดยมีพื้นฐานทางชีววิทยา โดยเฉพาะการนำไปใช้ในด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรมอาหารและยา เทคโนโลยีชีวภาพสมัยเก่า ได้แก่ การหมัก (Fermentation) ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพได้มีการค้นคว้าวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยได้มีการคิดค้นและพัฒนาเพื่อศึกษานวัตกรรมเทคนิคสมัยใหม่ต่าง ๆ ในการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่มีชีวิต (Biological Organism) หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดในสิ่งที่มีชีวิต ซึ่งจะประยุกต์ไปใช้ในด้านสำคัญ ๆ แบ่งได้ดังนี้

- 3.1 ทางด้านเภสัชกรรมและการแพทย์ (Medical & Pharmaceutical)
- 3.2 ทางด้านเกษตรกรรมและกระบวนการผลิตอาหาร (Agricultural and Food Processing)
- 3.3 ทางด้านอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม



เทคโนโลยีชีวภาพได้มีการพัฒนาสืบเนื่องมาอย่างยาวนาน จนกระทั่งมีการค้นพบเรื่อง ยีน (Gene) เมื่อ 30 กว่าปีที่แล้ว ทำให้มีการคิดค้นพัฒนาต่อเนื่องมาถึงยุคที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับ DNA, พันธุวิศวกรรมและจนถึงเซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cell) ที่มีการตื่นตัวอย่างกว้างขวางถึงคุณประโยชน์ การนำไปใช้และผลทางด้านศีลธรรมของมนุษยชาติและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ จึงมีการค้นคว้าวิจัยอย่างมากมายและต่อเนื่องต่อไปในสาขาวิชานี้ และแตกย่อยเป็นสาขาเฉพาะทางต่อ ๆ ไปในทางวิทยาศาสตร์และวิทยาการเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในโลกนี้

3.4 เซลล์ต้นกำเนิด (Stem Cells) เป็นเซลล์ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตโดยพบได้จาก ไชกระดุก กระแสเลือด และผิวหนัง

สเต็มเซลล์ถูกจัดแบ่งตามต้นกำเนิด-แหล่งที่มาได้ 3 ชนิด

- สเต็มเซลล์จากตัวอ่อนมนุษย์ (Embryonic Cell) คือ เซลล์ที่เก็บจากตัวอ่อนมนุษย์ที่ยังอยู่ในครรภ์
- สเต็มเซลล์เต็มวัย (Adult Stem Cell) คือ สเต็มเซลล์ที่เก็บจากเนื้อเยื่อของผู้ใหญ่ เช่น ไชกระดุก สมอง หรือว่าหัวใจ
- สเต็มเซลล์จากรก (Cord Blood Stem Cells) คือ สเต็มเซลล์ที่เก็บจากรกของเด็กแรกเกิด

สเต็มเซลล์มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปเป็นเซลล์ได้ทุกประเภท นั่นคือเป็นเซลล์ของโครงสร้างร่างกาย เช่น กระดุก เม็ดเลือด หรือเซลล์สมอง และยังค้นพบว่า สเต็มเซลล์มีความสามารถในการเพิ่มจำนวนตัวเองได้อีกด้วย จึงเป็นความหวังอย่างยิ่งของนักวิทยาศาสตร์วงการแพทย์ที่จะค้นคว้าวิจัยสเต็มเซลล์เพื่อพัฒนาไปเป็นเซลล์อื่น ๆ จนสามารถที่จะนำเซลล์ไปทดแทนเซลล์หรืออวัยวะบางอย่างที่เสียหาย ปัจจุบันจึงมีแนวคิดในการเก็บสเต็มเซลล์จากสายสะดือของทารกแรกคลอดเพื่อนำมาเป็นเซลล์แม่พิมพ์ หากต่อไปเด็กคนนั้นหรือคนในครอบครัวมีความจำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยการปลูกถ่ายสเต็มเซลล์ โดยเฉพาะการรักษาโรคเลือด

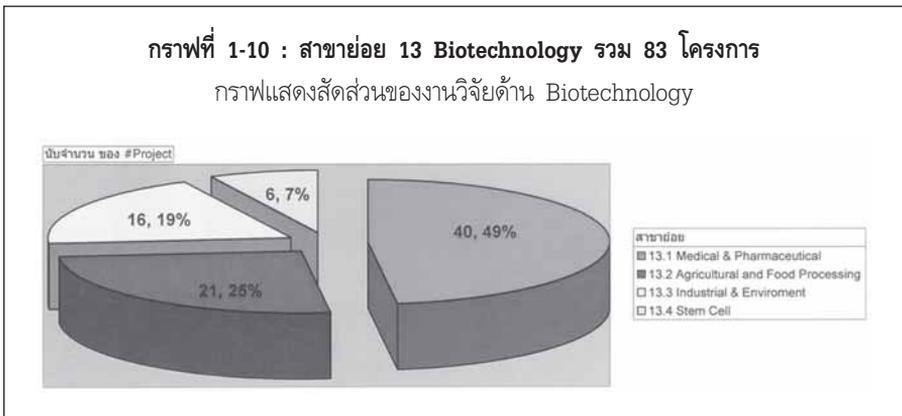
ผลการสำรวจสาขาที่ 13 งานวิจัยด้านไบโอเทคโนโลยี (Biotechnology) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

- 13.1 Medical
- 13.2 Agricultural & Food Processing
- 13.3 Industrial & Environment
- 13.4 Stem Cell



1. จากกราฟที่ 1-10 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) จำนวนทั้งหมด 82 โครงการ แยกตามสาขาย่อย พบว่า

- สาขา 13.1 เทคโนโลยีชีวภาพด้านการแพทย์ (Medical)
จำนวน 40 โครงการ คิดเป็น 49%
- สาขา 13.2 เทคโนโลยีชีวภาพด้าน Agricultural & Food Processing
จำนวน 21 โครงการ คิดเป็น 25%
- สาขา 13.3 เทคโนโลยีชีวภาพด้าน Industrial & Environment
จำนวน 16 โครงการ คิดเป็น 19%
- สาขา 13.4 เทคโนโลยีด้าน Stem Cell
จำนวน 6 โครงการ คิดเป็น 7%



2. จากกราฟที่ 1-11 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

- สาขา 13.1 เทคโนโลยีชีวภาพด้านการแพทย์ (Medical)
จำนวนโครงการทั้งหมด 40 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก
 - สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 3 โครงการ คิดเป็น 8%
 - สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 37 โครงการ คิดเป็น 92%
- สาขา 13.2 เทคโนโลยีชีวภาพด้าน Agricultural & Food Processing
จำนวนโครงการทั้งหมด 21 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก



- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 8 โครงการ คิดเป็น 38%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 13 โครงการ คิดเป็น 62%

สาขา 13.3 เทคโนโลยีชีวภาพด้าน Industrial & Environment

จำนวนโครงการทั้งหมด 16 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

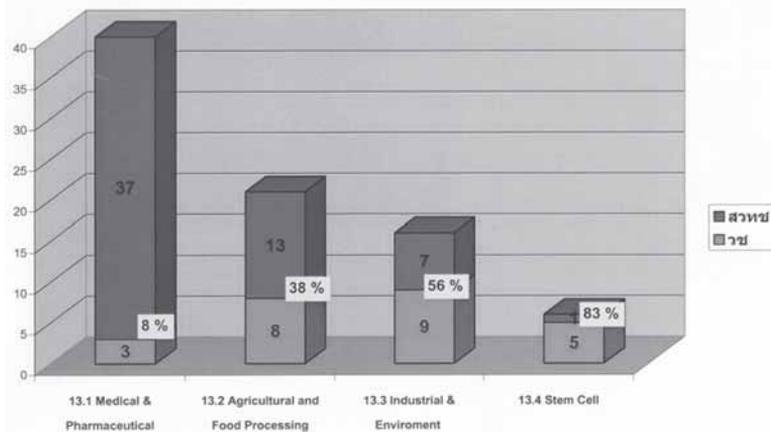
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 9 โครงการ คิดเป็น 56%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 7 โครงการ คิดเป็น 44%

สาขา 13.4 เทคโนโลยีด้าน Stem Cell

จำนวนโครงการทั้งหมด 6 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 5 โครงการ คิดเป็น 83%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 1 โครงการ คิดเป็น 17%

กราฟที่ 1-11 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Biotechnology แยกตามแหล่งเงินทุน



3. จากกราฟที่ 1-12 แสดงสาขาย่อยของสาขาหลักในกลุ่มงานวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

สาขาที่ 13.1 งานวิจัยด้าน Medical

จำนวนทั้งหมด 40 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน



มหาวิทยาลัย	34	โครงการ	โดยคิดเป็น	85%
สวทช.	4	โครงการ	โดยคิดเป็น	10%
ราชการ	2	โครงการ	โดยคิดเป็น	5%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น	0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยมหิดล	8	20%
2) มหาวิทยาลัยขอนแก่น	6	15%
3) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	6	15%

สาขาที่ 13.2 งานวิจัยด้าน Agricultural & Food Processing

จำนวนทั้งหมด 19 โครงการ นักวิจัยมาจากหน่วยงาน

มหาวิทยาลัย	17	โครงการ	โดยคิดเป็น	90%
สวทช.	2	โครงการ	โดยคิดเป็น	5%
ราชการ	2	โครงการ	โดยคิดเป็น	5%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น	0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	4	19%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	3	14%
3) สวทช.	2	10%

สาขาที่ 13.3 Industrial & Environment

จำนวนทั้งหมด 16 โครงการ นักวิจัยจากหน่วยงาน

มหาวิทยาลัย	11	โครงการ	โดยคิดเป็น	69%
สวทช.	1	โครงการ	โดยคิดเป็น	6%
ราชการ	4	โครงการ	โดยคิดเป็น	25%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น	0%



ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	4	25%
2) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2	13%
3) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2	13%

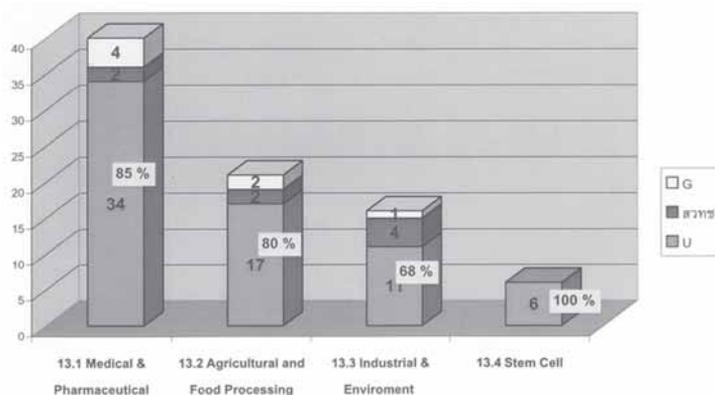
สาขาที่ 13.4 Stem Cell

จำนวนทั้งหมด	6	โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	6	โครงการ	โดยคิดเป็น 100%
สวทช.	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
ราชการ	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มี 2 สถาบัน ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยมหิดล	5	83%
2) มหาวิทยาลัยวอชิงตัน	1	17%

**กราฟที่ 1-12 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Biotechnology แยกตามลักษณะ
 หน่วยงานต้นสังกัดนักวิจัย**





4. พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering)

จากการที่วิธีทางพันธุวิศวกรรม มีการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านเกษตรกรรม การแพทย์ และอื่น ๆ ในประเทศไทยมีหน่วยงานต่าง ๆ ได้ค้นคว้าวิจัยทางพันธุวิศวกรรมนี้อย่างแพร่หลาย ทั้งการรวบรวมข้อมูลด้านพันธุศาสตร์ของพืชและสัตว์ต่าง ๆ ไว้เป็นข้อมูล และการใช้เทคนิคด้านพันธุวิศวกรรมนี้เพื่อปรับปรุงหรือคัดเลือกพันธุ์ตามลักษณะที่ต้องการ ซึ่งอาจแบ่งศาสตร์ทางด้านพันธุวิศวกรรมนี้เป็นสาขาย่อย ๆ ตามการนำไปประยุกต์ใช้ด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 4.1 ทางด้านการแพทย์ (Medical)
- 4.2 ทางการเกษตรและอาหาร (Agricultural and Food)
- 4.3 ทางด้านเกี่ยวกับปศุสัตว์และสัตว์น้ำ (Animal + Aqua Culture)

ผลการสำรวจสาขาที่ 14 งานวิจัยด้านวิศวกรรมพันธุกรรม (Genetic Engineering) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

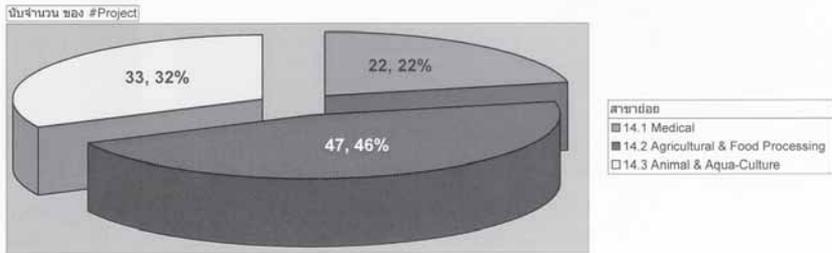
- 14.1 Medical
- 14.2 Agricultural & Food Processing
- 14.3 Animal & Aqua Culture

1. จากกราฟที่ 1-13 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) จำนวนทั้งหมด 102 โครงการ แยกตามสาขาย่อย พบว่า

- สาขา 14.1 พันธุวิศวกรรม ด้านการแพทย์ (Medical)
 จำนวน 22 โครงการ คิดเป็น 22%
- สาขา 14.2 พันธุวิศวกรรม ด้าน Agricultural & Food Processing
 จำนวน 47 โครงการ คิดเป็น 46%
- สาขา 14.3 พันธุวิศวกรรม ด้าน Animal & Aqua Culture
 จำนวน 33 โครงการ คิดเป็น 32%



กราฟที่ 1-13 : สาขาย่อย 14 Genetic Engineering รวม 102 โครงการ
 กราฟแสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้าน Genetic Engineering



2. จากกราฟที่ 1-14 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

สาขา 14.1 พันธุวิศวกรรมด้านการแพทย์ (Medical)

จำนวนโครงการทั้งหมด 22 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 13 โครงการ คิดเป็น 41%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 22 โครงการ คิดเป็น 59%

สาขา 14.2 พันธุวิศวกรรมด้าน Agricultural & Food Processing

จำนวนโครงการทั้งหมด 47 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 36 โครงการ คิดเป็น 77%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 11 โครงการ คิดเป็น 23%

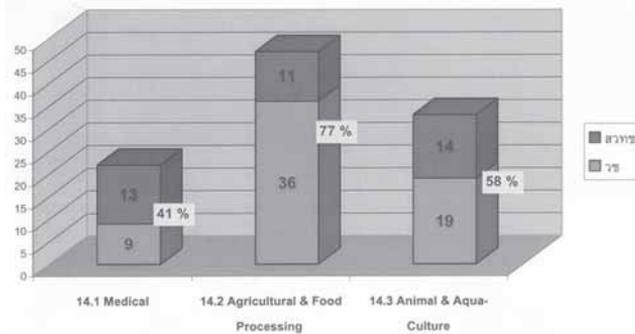
สาขา 14.3 พันธุวิศวกรรมด้าน Animal & Aqua Culture

จำนวนโครงการทั้งหมด 33 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 19 โครงการ คิดเป็น 58%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ (สวทช.) 14 โครงการ คิดเป็น 42%



กราฟที่ 1-14 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้าน Genetic Engineering แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัย



3. จากกราฟที่ 1-15 แสดงสาขาย่อยของสาขาหลักในกลุ่มงานวิจัยด้านพันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

สาขาที่ 14.1 พันธุวิศวกรรม (Genetic Engineering) ด้านการแพทย์ Medical

จำนวนทั้งหมด	22 โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	18 โครงการ	โดยคิดเป็น 82%
สวทช.	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
ราชการ	4 โครงการ	โดยคิดเป็น 18%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ เรียงมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยมหิดล	6	27%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	6	27%
3) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	3	14%

สาขาที่ 14.2 พันธุวิศวกรรม ด้าน Agricultural & Food Processing

จำนวนทั้งหมด	47 โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	45 โครงการ	โดยคิดเป็น 96%
สวทช.	2 โครงการ	โดยคิดเป็น 4%



ราชการ 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

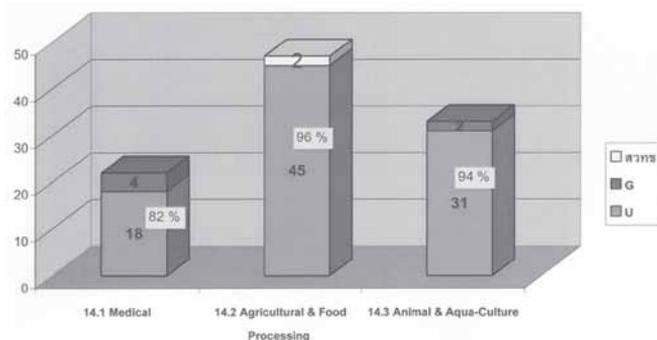
ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	19	40%
2) มหาวิทยาลัยขอนแก่น	9	19%
3) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	6	13%

สาขาที่ 14.3 พันธุวิศวกรรม ด้าน Animal & Aqua Culture
 จำนวนทั้งหมด 33 โครงการ นักวิจัยจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 31 โครงการ โดยคิดเป็น 94%
 สวทช. 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%
 ราชการ 2 โครงการ โดยคิดเป็น 6%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	8	24%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	7	21%
3) มหาวิทยาลัยขอนแก่น	4	12%

กราฟที่ 1-15 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Genetic Engineering แยกตามลักษณะ
 หน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย





5. วัสดุศาสตร์ (Materials Science)

วัสดุมีหลากหลายชนิด ในปัจจุบันมีงานวิจัยในด้านนี้มากมาย โดยเฉพาะเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้น อาจแบ่งงานวิจัยวัสดุออกเป็นประเภทหลัก ๆ ได้ดังนี้

5.1 Metal (โลหะ)

ในทางเคมีหมายถึง สารหรือธาตุที่พร้อมจะสูญเสียอิเล็กตรอน คือ electron เพื่อจะฟอร์มอออนบวก (cations) และมีพันธะการเชื่อมต่อนแบบโลหะ (Metallic bond) ระหว่างอะตอมของโลหะ โลหะจะมีรูปแบบพันธะแบบ ionic bonds กับอะตอมของพวกอโลหะ (Non-metals)

5.2 Polymer และ Composites

Polymer (พอลิเมอร์) หมายถึง สารที่ประกอบด้วยโมเลกุลมากมายและโมเลกุล มีขนาดใหญ่ประกอบเป็นโครงสร้างใหญ่ด้วยลักษณะโครงสร้างเดิมซ้ำ ๆ กัน เรียกว่า monomer ซึ่งจะถูกเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ทางเคมี (Covalent Chemical Bond) ตัวอย่างของพอลิเมอร์ ที่รู้จักกันแพร่หลาย ได้แก่ พลาสติก และ DNA

5.2.1 Polymer จากธรรมชาติ

ขณะที่พอลิเมอร์ถูกใช้อย่างแพร่หลายในรูปของพลาสติก (Plastics) Polymer ประกอบด้วยประเภทมากมายทั้งแบบที่มาจากธรรมชาติและแบบสังเคราะห์ ทำให้มีคุณสมบัติต่าง ๆ มากมาย เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ กัน ตัวอย่างของ Polymers จากธรรมชาติ คือ ครั่ง (Shellac) อำพัน (Amber) และกระดาษซึ่งเป็นการผลิตจากเซลลูโลสที่ได้มาจากพืช ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่ได้จากพืช Biopolymers ได้แก่ โปรตีนและนิวคลีอิกแอซิด (Nucleic Acids) ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการทางชีววิทยา

5.2.2 วัสดุคอมโพสิต (Composite Materials)

เรียกย่อ ๆ ว่า Composites เป็นวัสดุทางวิศวกรรมซึ่งถูกทำขึ้นจากวัสดุตั้งแต่ 2 ชนิดหรือมากกว่ามาผสมกัน ซึ่งวัสดุที่มาผสมกันมีความแตกต่างกันที่สำคัญในด้านคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ซึ่งหากตรวจสอบด้วยกล้อง Macroscopic ก็ยังคงเห็นการแยกตัวของสารประกอบที่มารวมกันเป็นวัสดุคอมโพสิต

วัสดุ Composite ทางการค้าโดยส่วนใหญ่จะใช้ Polymer เป็นวัสดุส่วนผสมทำให้ได้วัสดุที่เรียกว่า เรซิน (Resin) นอกจากนี้ ยังมีวัสดุที่มี Polymer ชนิดสูตรต่าง ๆ เป็นส่วนผสมอีกมากมาย เป็นกลุ่มที่ใหญ่และมีความหลากหลายอย่างมหาศาล โดยชนิดที่เป็น



ที่รู้จักแพร่หลาย ได้แก่ โพลีเอสเตอร์, ไวนิลเอสเตอร์, อีพอกซี (Epoxy), ฟีนอลิก (Phenolic), โพลีโพรพิลีน (Polypropylene), โพลีเอไมด์ (Polyamide) และอื่น ๆ หากใช้เป็นวัสดุเสริมแรง (Reinforcement Materials) มักจะอยู่ในรูปของเส้นใย (Fiber)

5.3 Alloys (อัลลอยด์)

Alloys (อัลลอยด์) หมายถึง สสารที่มีการผสมของสารตั้งแต่ 2 ชนิด หรือมากกว่า เพื่อให้มีผลลัพธ์ คือมีความแข็งมากขึ้น โดยส่วนผสมหลักคือโลหะ (Metal) การผสมสัดส่วนของโลหะที่แตกต่างจะได้อัลลอยด์ที่ถูกรับปรุงคุณสมบัติที่ดีกว่าโลหะบริสุทธิ์ เช่น สามารถผลิตอัลลอยด์เพื่อทำให้ไม่แตกง่าย แข็งแกร่ง ไม่ผุกร่อนหรือเป็นสนิม หรือสามารถทำสีต่าง ๆ ตามต้องการหรือมีความมันวาว

5.4 เซรามิก (Ceramics)

วัสดุเซรามิกเป็นวัสดุที่มีการศึกษาวิจัยถึงเทคโนโลยีการผลิตและการใช้เซรามิก เซรามิกมีลักษณะแข็ง มีรูพรุนและเปราะ มีการศึกษาและพัฒนาเซรามิกรวมถึงวิธีการจัดปัญหาซึ่งเกี่ยวกับคุณสมบัติของเซรามิก และรวมทั้งการสืบค้น การประยุกต์ใช้เซรามิกในงานต่าง ๆ มีการใช้เซรามิกในการทำเซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductors) จึงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคุณสมบัติ การนำไฟฟ้า ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น การประยุกต์ใช้เซมิคอนดักต์ติ้ง เซรามิกในการเป็น Gas Sensor มีก๊าซหลายชนิดที่ผ่านโพลีคริสตัลไลต์ เซรามิกจะเปลี่ยนคุณสมบัติของก๊าซต้านทานไฟฟ้า สามารถนำไปใช้ผลตอบรับที่ราคาไม่แพงในการผสมก๊าซ

ในปัจจุบันมีการคิดค้นสารคอมโพสิตของเซรามิก เป็นกลุ่มหนึ่งของ Glass ceramics เรียกว่า Bioactive glass ซึ่งเป็นเครื่องหมายการค้าแล้ว วัสดุ biocompatibility ของ Glass ceramics นี้มีการวิจัยเพื่อนำไปใช้ในการปลูกถ่ายอวัยวะมนุษย์ เพื่อซ่อมแซมและทดแทนกระดูกที่ถูกทำลายจากโรคภัย

5.5 ซีเมนต์ (Cement) และวัสดุก่อสร้าง

ซีเมนต์มีการใช้เป็นวัสดุก่อสร้างมานานแล้ว จากคุณสมบัติที่สามารถอยู่ตัวและแข็งตัวเองได้และยังสามารถเชื่อมติดวัสดุประเภทอื่น ๆ ในการก่อสร้างซีเมนต์ถูกใช้ในการผลิตคอนกรีตและ mortar เพื่อสร้างวัสดุก่อสร้างที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาวะแวดล้อม การก่อสร้างยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตจึงมีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการก่อสร้างต่อ ๆ ไป

5.6 วัสดุจำพวกไม้ และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงมีวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์และคิดค้นเพื่อนำวัสดุทางการเกษตรมาแปลงให้มีมูลค่าเพิ่มจากเดิมหรือ



มีประโยชน์ใช้งานต่อไปแทนที่จะเหลือทิ้ง ไม่มีมูลค่าราคา หรือเป็นการคิดค้นผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากการเกษตรนอกเหนือจากผลผลิตหลัก

ผลการสำรวจหมวดที่ 15 งานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ (Materials Science) แยกเป็นสาขาย่อย ดังนี้

- 15.1 Fabrics สิ่งทอและวัสดุจากธรรมชาติ
- 15.2 Polymers และวัสดุ Composites
- 15.3 Alloys และ Metals
- 15.4 Ceramics
- 15.5 Cements และวัสดุก่อสร้าง
- 15.6 วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

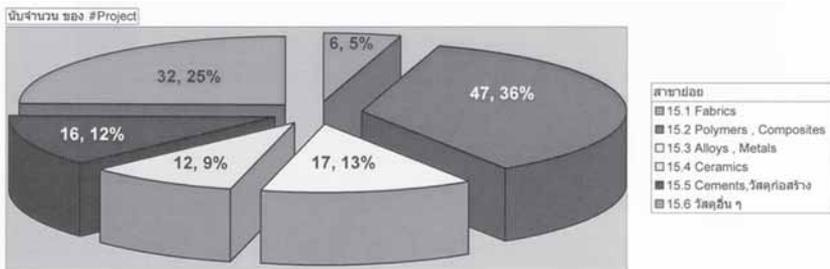
1. จากกราฟที่ 1-16 แสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ (Materials Science) จำนวนทั้งหมด 103 โครงการ แยกตามสาขาย่อย พบว่า

- สาขา 15.1 Fabrics สิ่งทอและวัสดุจากธรรมชาติ
จำนวน 6 โครงการ คิดเป็น 5%
- สาขา 15.2 Polymers และวัสดุ Composites
จำนวน 47 โครงการ คิดเป็น 36%
- สาขา 15.3 Alloys และ Metals
จำนวน 17 โครงการ คิดเป็น 13%
- สาขา 15.4 Ceramics
จำนวน 12 โครงการ คิดเป็น 9%
- สาขา 15.5 Cements และวัสดุก่อสร้าง
จำนวน 16 โครงการ คิดเป็น 12%
- สาขา 15.6 วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร
จำนวน 32 โครงการ คิดเป็น 25%



กราฟที่ 1-16 : สาขาย่อย 15 Materials Science รวม 130 โครงการ

กราฟแสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้าน Materials Science



2. จากกราฟที่ 1-17 แสดงสาขาย่อยแต่ละสาขาของงานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ (Materials Science) แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา

สาขา 15.1 Fabrics สิ่งทอและวัสดุจากธรรมชาติ

จำนวนโครงการทั้งหมด 6 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 1 โครงการ คิดเป็น 17%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) 5 โครงการ คิดเป็น 83%

สาขา 15.2 Polymers และวัสดุ Composites

จำนวนโครงการทั้งหมด 47 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 14 โครงการ คิดเป็น 30%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) 33 โครงการ คิดเป็น 70%

สาขา 15.3 Alloys และ Metals

จำนวนโครงการทั้งหมด 17 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 8 โครงการ คิดเป็น 47%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) 9 โครงการ คิดเป็น 53%

สาขา 15.5 Cements และวัสดุก่อสร้าง

จำนวนโครงการทั้งหมด 16 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก





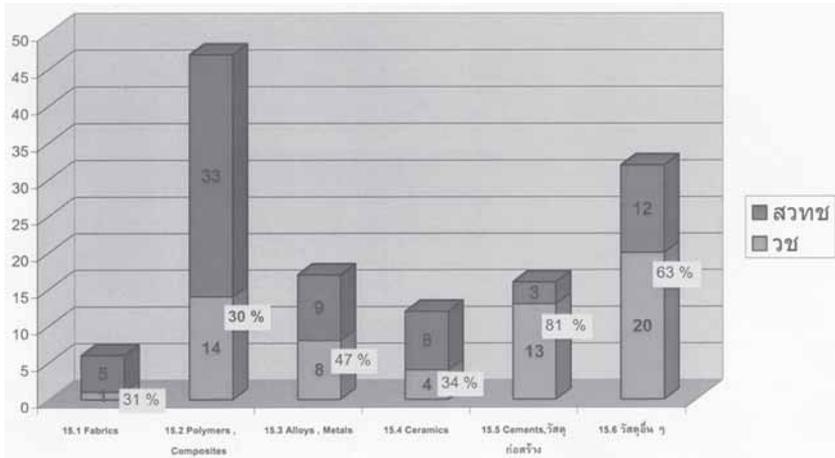
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 13 โครงการ คิดเป็น 81%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) 3 โครงการ คิดเป็น 19%

สาขา 15.6 วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

จำนวนโครงการทั้งหมด 32 โครงการ มีแหล่งทุนวิจัยจาก

- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) 20 โครงการ คิดเป็น 63%
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) 12 โครงการ คิดเป็น 37%

กราฟที่ 1-17 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้าน **Materials Science** แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัยพัฒนา



3. จากกราฟที่ 1-18 แสดงสาขาย่อยของสาขาหลักในกลุ่มงานวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ (Materials Science) แยกตามลักษณะหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย

สาขาที่ 15.1 Fabrics สิ่งทอและวัสดุจากธรรมชาติ

- จำนวนทั้งหมด 6 โครงการ นักวิจัยจากหน่วยงานมหาวิทยาลัย 4 โครงการ โดยคิดเป็น 67% สวทช. 2 โครงการ โดยคิดเป็น 33%



ราชการ	0	โครงการ	โดยคิดเป็น	0%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น	0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	2	33%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	1	16%
3) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	1	16%

สาขาที่ 15.2 Polymers และวัสดุ Composites

จำนวนทั้งหมด	47	โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	33	โครงการ	โดยคิดเป็น 70%
สวทช.	14	โครงการ	โดยคิดเป็น 30%
ราชการ	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	14	30%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	9	19%
3) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	6	13%

สาขาที่ 15.3 Alloys และ Metals

จำนวนทั้งหมด	17	โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	15	โครงการ	โดยคิดเป็น 88%
สวทช.	2	โครงการ	โดยคิดเป็น 12%
ราชการ	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
เอกชน	0	โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่



ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	5	29%
2) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	4	24%
3) สวทช.	2	12%

สาขาที่ 15.4 Ceramics

จำนวนทั้งหมด	12 โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	6 โครงการ	โดยคิดเป็น 50%
สวทช.	5 โครงการ	โดยคิดเป็น 42%
ราชการ	1 โครงการ	โดยคิดเป็น 8%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดของนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) สวทช.	5	42%
2) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2	17%
3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2	17%

สาขาที่ 15.5 Cements และวัสดุก่อสร้าง

จำนวนทั้งหมด	16 โครงการ	นักวิจัยจากหน่วยงาน
มหาวิทยาลัย	14 โครงการ	โดยคิดเป็น 88%
สวทช.	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%
ราชการ	2 โครงการ	โดยคิดเป็น 12%
เอกชน	0 โครงการ	โดยคิดเป็น 0%

ต้นสังกัดนักวิจัยที่ทำงานวิจัยสาขานี้ มากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่

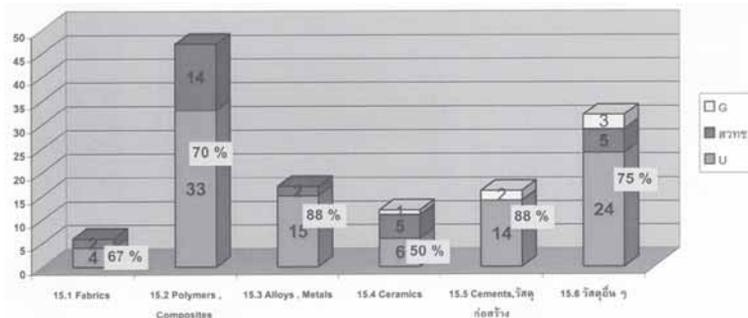
ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	3	19%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	3	19%
3) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	2	13%



สาขาที่ 15.6 วัสดุอื่น ๆ เช่น ไม้, วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร
 จำนวนทั้งหมด 32 โครงการ นักวิจัยจากหน่วยงาน
 มหาวิทยาลัย 24 โครงการ โดยคิดเป็น 75%
 สวทช. 5 โครงการ โดยคิดเป็น 16%
 ราชการ 3 โครงการ โดยคิดเป็น 9%
 เอกชน 0 โครงการ โดยคิดเป็น 0%

ชื่อสถาบัน	จำนวนโครงการ	คิดเป็น%
1) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	3	19%
2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	3	19%
3) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	2	13%

กราฟที่ 1-18 แสดงสาขาย่อยของงานวิจัยด้าน Materials Science
 แยกตามต้นสังกัดของนักวิจัย



6. อาวุธ (Weapon)

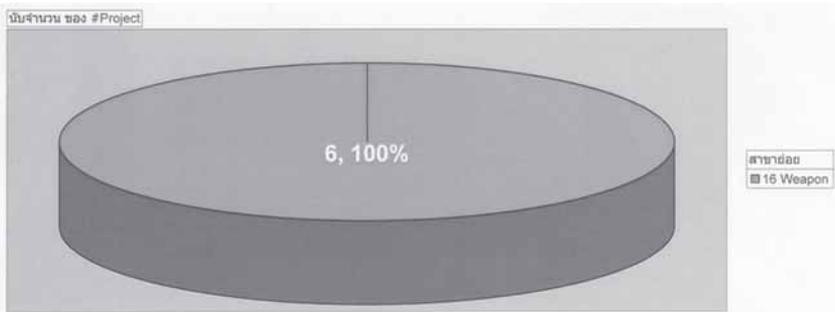
งานวิจัยทางด้านอาวุธนั้น เป็นไปทางด้าน การเพิ่มประสิทธิภาพของอาวุธที่มีอยู่ และการคิดค้นอาวุธประเภทใหม่ ๆ เช่น การใช้วัสดุคอมโพสิตระดับนาโนที่ทำจากทังสเตน ทองแดง และไทเทเนียมไดโบไรด์

อย่างไรก็ตาม อาวุธเป็นแขนงงานวิจัยที่เป็นเฉพาะกลุ่มและในประเทศไทยก็ไม่ได้มีงานวิจัยทางด้านนี้แพร่หลาย พบงานวิจัยด้านนี้เพียง 6 โครงการ และไม่ได้มีการนำ Emerging Technology มาประยุกต์ใช้แต่อย่างใด

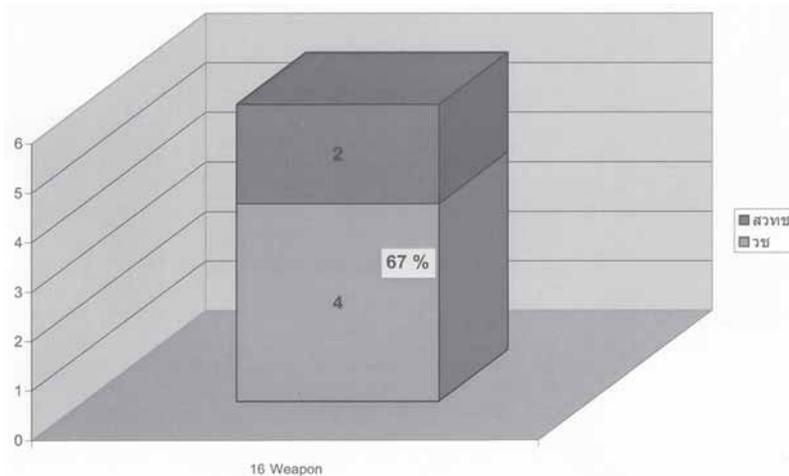




กราฟที่ 1-19 : สาขาย่อย 16 Weapon รวม 6 โครงการ
กราฟแสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้าน Weapon

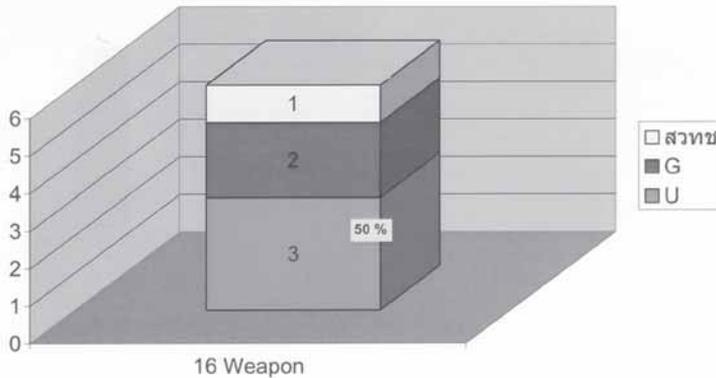


กราฟที่ 1-20 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Weapon แยกตามแหล่งที่มา
ของเงินทุนวิจัยพัฒนา





กราฟที่ 1-21 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Weapon แยกตามต้นสังกัดของนักวิจัย

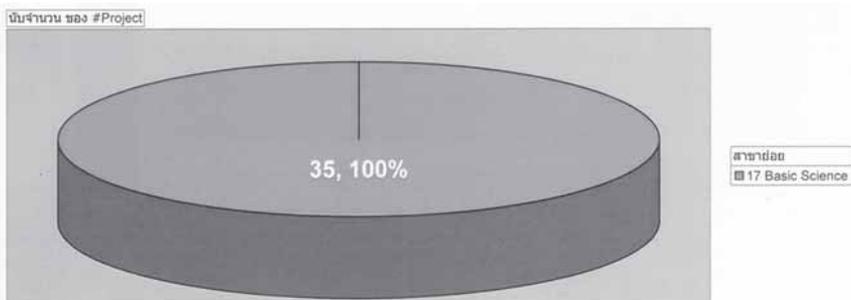


7. วิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือพื้นฐาน (Basic Science)

งานวิจัยในประเทศไทยที่พบเป็นทางด้านเกษตรกรรมและการปรับปรุงทางการศึกษา โดยเป็นงานวิจัยที่ใช้หลักการเทคนิคและวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยมุ่งที่จะเพิ่มผลผลิต ปรับปรุงประสิทธิภาพหรือเป็นการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยหลักการวิทยาศาสตร์พื้นฐานหรือประยุกต์แต่ไม่ได้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเกิดใหม่ที่ได้กล่าวข้างต้น จึงไม่ได้มีการแยกสาขาย่อยแต่อย่างใด

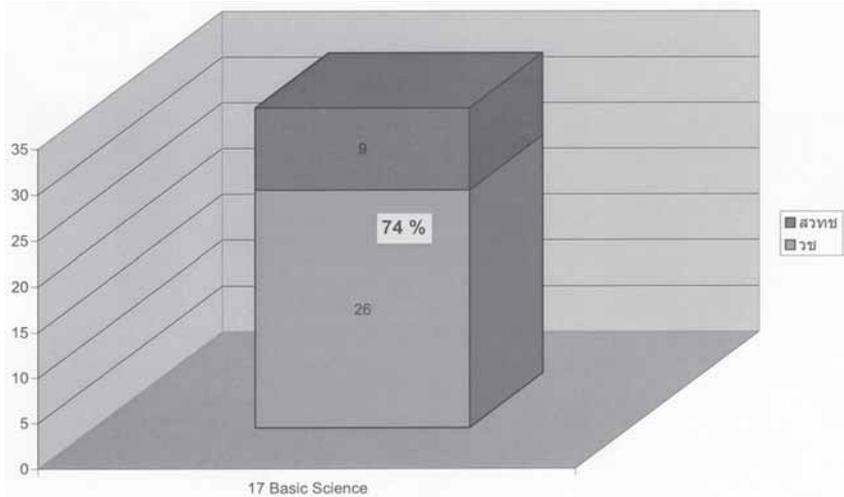
กราฟที่ 1-22 : สาขาย่อย 17 Basic Science รวม 35 โครงการ

กราฟแสดงสัดส่วนของงานวิจัยด้าน Basic Science

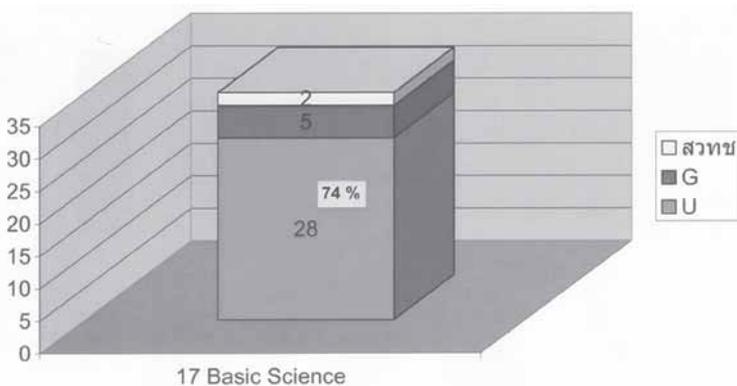




กราฟที่ 1-23 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Basic Science
แยกตามแหล่งที่มาของเงินทุนวิจัย



กราฟที่ 1-24 แสดงสาขาย่อยงานวิจัยด้าน Basic Science
แยกตามหน่วยงานต้นสังกัดของนักวิจัย





บทที่ 2

การวิเคราะห์ต้นทุน-พลัต์ และ Net Present Value

ในปัจจุบันการพัฒนาเศรษฐกิจของโลกได้ก้าวสู่ยุคของ Molecular Economy ซึ่งจะมีการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ก่อให้เกิดนวัตกรรม (Innovation) ที่จะส่งผลกระทบต่อทั้งการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก และเป็นไปอย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจแบ่งออกเป็นเทคโนโลยีหลัก ๆ (Core Technologies) ได้แก่

1. *Information and Communication Technology : ICT*

กล่าวได้ว่าเป็นเทคโนโลยีคลื่นลูกที่ 3 หรือยุคของข้อมูลข่าวสาร จากการพัฒนาเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์และ Internet ทำให้มีการแพร่กระจายของสารสนเทศอย่างกว้างขวางทั่วโลก และก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านการทำธุรกรรมทางการค้าและการบริการแบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) และนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารไปใช้ในการศึกษา (e-education) รวมทั้งการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรม (e-industry)

2. *Biotechnology และ Genetic Engineering*

เทคโนโลยีชีวภาพและวิศวกรรมพันธุกรรม เป็นการศึกษาทางด้านเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตด้วยวิชาการหลาย ๆ วิทยาการที่นำความรู้ด้านสาขาวิชา เช่น เคมี วิศวกรรมชีววิทยาโมเลกุล (Molecular Biology) ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงลักษณะทางพันธุกรรมของพืชและสัตว์ การแปรรูปอาหาร การผลิตยารักษาโรค การพัฒนาด้านการแพทย์ และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3. *Nanotechnology*

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมวัสดุขนาดเล็กมากระดับนาโนเมตร หรือ 1/1,000 ล้านเมตร โดยนาโนเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น การผลิตเครื่องจักรขนาดโมเลกุลซึ่งจะทำให้สามารถส่งเข้าไปในร่างกาย เป็นความพยายามที่จะรักษาโรค

ต่าง ๆ โดยไม่ต้องทำการผ่าตัด หรือสร้างอนุภาคขนาดเล็กมากเพื่อใช้ในการนำยาไปรักษาเฉพาะจุดที่เป็นโรค โดยไม่มีผลข้างเคียงต่อส่วนอื่น ๆ ในร่างกาย

4. *Material Science* หรือ *Material Technology* คือ เทคโนโลยีวัสดุที่สามารถพัฒนาวัสดุใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น เซรามิกทนความร้อนสูง หรืออัลลอยด์ที่มีความแข็งแรงสูงแต่น้ำหนักเบา ที่ใช้ในการพัฒนาอากาศยานที่มีความเร็วสูงกว่าปัจจุบันได้หลายเท่า เป็นต้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศ เพื่อให้สามารถแข่งขันได้กับนานาประเทศและสามารถปรับเปลี่ยนได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยภายในและภายนอก ซึ่งประเทศไทยก็ได้มีการดำเนินการเร่งพัฒนาทั้งในด้านกำลังคนและโครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะการพัฒนาเทคโนโลยีหลักดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะเป็พื้นฐานสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการเพื่อแข่งขันในตลาดโลก

สาขา 1.1 เทคโนโลยีสารสนเทศ, อิเล็กทรอนิกส์, ดอมพิวเตอร์

I. โครงสร้างของอุตสาหกรรมกลุ่ม Digital Electronic Equipment, คอมพิวเตอร์ และ ICT ประกอบด้วย

การส่งออก : ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และสินค้าสำเร็จรูป

1. **กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์** แบ่งออกเป็น
 - ชิ้นส่วนทั่วไป ได้แก่ วงจรรวม, ทรานซิสเตอร์, ไดโอด, แผ่นวงจรพิมพ์ R, C หม้อแปลง, สายไฟฟ้า, เคเบิล
 - ชิ้นส่วนเฉพาะ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องรับโทรทัศน์, ชิ้นส่วนเครื่องเสียง, ชิ้นส่วน Disk Drive เป็นกลุ่มที่เป็นฐานสำคัญของกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งมีกลุ่มผู้ผลิตในไทยทั้งที่เป็นต่างชาติ หรือร่วมทุนกับคนไทย หรือเป็นบริษัทผู้รับช่วงการผลิตของคนไทย

ลักษณะอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน :

ในปี 2543 อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทย

- มีมูลค่าการส่งออกกว่า 8 แสนล้านบาท
- มีการจ้างงานประมาณ 330,000 คน
- ผู้ประกอบการประมาณ 500 ราย ซึ่งกว่าครึ่งหนึ่งเป็นบริษัทข้ามชาติ



อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในไทยมีลักษณะกิจกรรมแบบกลุ่มที่รับประกอบ ได้แก่

- ประกอบ IC
- ประกอบ PCB
- ประกอบ Subsystem ได้แก่ Hard Disk Drive, Key Board และจอภาพ CRT (Cathode Ray Tube)
- ประกอบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ในบ้าน, เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน, คอมพิวเตอร์ PC, ส่วนประกอบและอุปกรณ์ (Peripherals) และอุปกรณ์สำนักงาน

กลุ่มสินค้าที่ยังต้องมีการนำเข้ามาก ได้แก่ อิเล็กทรอนิกส์ในยานยนต์, โทรศัพท์เคลื่อนที่ และอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอุตสาหกรรม เนื่องจากมีการนำเข้าชิ้นส่วนและส่วนประกอบจากต่างประเทศ เพื่อเข้ามาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนสำเร็จรูปในสัดส่วนที่สูง ในปี 2540 จึงประเมินมูลค่าเพิ่มในประเทศของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ได้เพียงประมาณ ร้อยละ 2.5 เท่านั้น

โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออกสูงกลับมีมูลค่าเพิ่มภายในประเทศต่ำ เช่น แผงวงจรไฟฟ้าและชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ มีมูลค่าเพิ่มเพียงร้อยละ 2.0 เท่านั้น เนื่องจากการผลิตแบบ OEM (Original Equipment Manufacturing) ใช้การพึ่งพิงจากค่าแรงงานราคาถูกในการรับจ้างประกอบผลิตภัณฑ์ให้แก่บริษัทต่างประเทศที่มาลงทุนในประเทศไทย ในกลุ่มนี้การผลิตจึงเป็นการส่งออกถึง 90%

การเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์

- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งการซื้อ Know-how จากต่างประเทศเพื่อสนับสนุนการผลิตที่จะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นในรูปการเพิ่มผลผลิตการผลิตและการใช้ชิ้นส่วนในประเทศเป็นแนวทางที่จะเพิ่มมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- สนับสนุนผู้ประกอบการให้มีการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง ลดภาระการลงทุนในเครื่องจักรและสามารถพัฒนาการผลิตที่ครบวงจรและมีการใช้ชิ้นส่วนในประเทศเพิ่มขึ้น
- ส่งเสริมการตลาดด้วยการประชาสัมพันธ์และการขยายตลาด การสร้าง Brand name ในการส่งออกของประเทศไทยด้านนั้นนอกจากการส่งออกด้านอุปกรณ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แล้วยังมีสินค้าพวกเครื่องใช้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเป็นกลุ่มสำคัญอีกอย่างหนึ่ง

2. กลุ่มผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ได้แก่

2.1 *เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในบ้าน* ได้แก่ โทรทัศน์, ตู้เย็น, วิทยุ, ไมโครเวฟ, กล้องถ่ายรูป, เครื่องปรับอากาศ เป็นกลุ่มที่มีผู้ผลิตภายในประเทศเกิดขึ้นเป็น



ระยะเวลานาน โดยส่วนใหญ่เป็นการร่วมทุนกับบริษัทต่างประเทศ โดยมีการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศแต่ปัจจุบันได้ขยายเป็นฐานการผลิตสำหรับส่งออก ไปต่างประเทศด้วย หลังจากการมีข้อตกลงด้านภาษีนำเข้าในปี 2000 กับกลุ่มอาเซียนการส่งออกก็ขยายตัวอย่างมาก

- 2.2 อุปกรณ์สำนักงานและผลิตภัณฑ์โทรคมนาคม ได้แก่ โทรศัพท์, โทรสาร, เครื่องคิดเลข, เครื่องถ่ายภาพเอกสาร, จานดาวเทียม และชิ้นส่วนเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นกลุ่มที่มีการผลิตในประเทศและผลิตเพื่อส่งออก แต่ขณะเดียวกันก็มีการนำเข้าในปริมาณใกล้เคียงกัน เนื่องจากประเทศได้มีการขยายตัวทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในอัตราที่สูง
- 2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง ได้แก่ Hard Disk Drive-HDD, จอภาพ, เครื่องพิมพ์, คีย์บอร์ด ประเทศไทยมีฐานการผลิตอยู่พอสมควร ทั้งที่เป็นการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์และเป็นการผลิตอุปกรณ์ต่อพ่วงและส่วนประกอบ โดยมีบริษัทชั้นนำหลายบริษัทที่มีฐานการผลิตอยู่ในประเทศไทย เพื่อส่งออก แต่ขณะเดียวกันก็มีการนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบมากขึ้นตามการส่งออกเช่นกัน

ตลาดในประเทศ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สามารถแบ่งออกได้เป็น กลุ่ม 3 กลุ่ม และ 1 กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุน ดังนี้

1. Hardware

ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง (PC & Peripherals) รวมถึงอุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Storage), จอภาพ, พรินเตอร์และพีดีเอโฟน ซึ่งในปัจจุบันพีดีเอโฟนมีฟังก์ชันใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์

ในการสำรวจตลาดเมื่อปี 2549 โดยสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (SIPA) ได้ประเมินมูลค่าตลาด Hardware ของประเทศไทยมีมูลค่า 65,947 ล้านบาท มีการเติบโตประมาณ 9% ต่อปี จึงประมาณมูลค่าตลาด Hardware ในปี 2550 เท่ากับ 71,882 ล้านบาท

2. กลุ่มอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์

อุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของโลกมีมูลค่าประมาณ 743,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ หรือประมาณ 25 ล้านล้านบาท โดยขนาดของตลาดซอฟต์แวร์ในประเทศไทยประมาณมูลค่าอยู่ที่ 50,000 ล้านบาท



ในปัจจุบันแผนแม่บทการวิจัยและการพัฒนา ICT ของประเทศไทย ได้กำหนดลักษณะ ยุทธศาสตร์ของกลุ่มซอฟต์แวร์ ดังนี้

- e-industry คือการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อป้อนอุตสาหกรรมของไทย เช่น การพัฒนาซอฟต์แวร์ให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร
- e-government โดยการพัฒนาวิธีการเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน เพื่อประโยชน์ของประชาชน
- e-commerce โดยการเป็นสื่อกลางในการทำธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ท่องเที่ยว โดยให้มีการจองห้องพักและสายการบินผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
- e-education ช่วยพัฒนาระบบการศึกษาไทยให้เป็นที่ไปตามมาตรฐานสากล
- e-society เป็นการพัฒนากิจกรรมเรียนรู้ด้าน ICT เพื่อลดความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร เพื่อให้เข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ทั่วถึง เพื่อการนำความรู้มาใช้ในการพัฒนาประเทศและสังคมของประเทศไทย

3. การสื่อสาร (Communication)

การสื่อสารเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ในการสำรวจตลาดที่จัดทำโดยสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (SIPA) ของประเทศไทยประจำปี 2549 ตลาดการสื่อสาร มีขนาดมูลค่าเท่ากับ 367,504 ล้านบาท และมีมูลค่าในปี 2550 ประมาณการที่มูลค่า 387,137 ล้านบาท มีมูลค่าการเติบโตในอัตราประมาณ 5% ต่อปี

ทั้งนี้ตลาดสื่อสารแบ่งออกได้เป็น

- บริการสื่อสาร มีมูลค่ามากกว่าตลาดอุปกรณ์สื่อสาร โดยมีมูลค่าประมาณ 60% ของตลาดสื่อสาร

- อุปกรณ์สื่อสาร (Communication Equipment) แบ่งออกได้เป็น 2 ตลาดย่อย คือ ตลาดอุปกรณ์สื่อสารประเภทเสียงและตลาดอุปกรณ์สื่อสารประเภทข้อมูล

■ ตลาดอุปกรณ์สื่อสารประเภทเสียง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องโทรศัพท์พื้นฐาน, เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่, ตู้ชุมสายโทรศัพท์, เครื่องโทรสาร มีมูลค่ารวมอยู่ที่ 72,298 ล้านบาท และคาดว่าในปี 2550 จะมีการขยายตัวร้อยละ 4 มีมูลค่าถึง 75,328 ล้านบาท

■ ตลาดอุปกรณ์สื่อสารประเภทข้อมูล ประกอบด้วย อุปกรณ์สื่อสารประเภทใช้สาย และไร้สาย (Wire & Wireless LAN) รวมไปถึงอุปกรณ์เครือข่าย (Network Carrier เช่น TDM Switching, IP, Core Networks เป็นต้น) คาดว่าจะมีมูลค่ารวมที่ 71,760 ล้านบาทในปี 2549 มีอัตราการเติบโต 8% มูลค่าปี 2550 เท่ากับ 77,231 ล้านบาท



4. ตลาดการบริการด้านคอมพิวเตอร์ (Service)

ได้แก่ บริการด้านการเชื่อมต่อระบบ (System Integrator and Related Services) บริการด้านฐานข้อมูลและประมวลผลข้อมูล (Data & Database Related Services) บริการด้านเว็บและเมลโฮสติ้ง (Web & Mail Hosting and Related Services) บริการจัดฝึกอบรมด้านคอมพิวเตอร์ บริการให้เช่าคอมพิวเตอร์และบริการอื่น ๆ ในการสำรวจตลาดของ SIPA ได้ประมาณมูลค่าตลาดในปี 2549 ของตลาดบริการด้านคอมพิวเตอร์เท่ากับ 12,770 ล้านบาท และคาดว่าจะมีอัตราการเติบโต 15% ต่อปีในปี 2550 จะมีมูลค่า 14,685 ล้านบาท

II. สมมติฐานการวิจัย

2.1 ผลกระทบต่อมวลรวมประชาชาติ (GDP)

- มูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) ใช้ฐานข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย และอัตราการเติบโตของ GDP ประเทศไทยใช้ฐานข้อมูลจากธนาคารโลก (World Bank) และการประมาณการ
 - ปี 2549 ประเทศไทยมีมูลค่า GDP เท่ากับ 7,816,474 ล้านบาท
 - ปี 2550 จากประมาณการของธนาคารโลกในการประเมิน GDP ปี 2550 อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอยู่ที่ 4.3% จึงได้ค่าประมาณการมูลค่า GDP ปี 2550 เท่ากับ 8,152,582 ล้านบาท
 - ปี 2551 ได้ประมาณอัตราการเติบโตของประเทศไทยที่ 6% ซึ่งเป็นประมาณการที่ได้จากฐานข้อมูลธนาคารโลก ณ วันที่ทำการวิจัยเช่นกัน ได้มูลค่า GDP ของประเทศไทยปี 2551 เท่ากับ 8,641,737 ล้านบาท
 - ปี 2552 ได้ตั้งสมมติฐานโดยผู้วิจัยให้ประเทศไทยมีการเติบโตทางเศรษฐกิจที่อัตรา 5.5% ได้มูลค่า GDP ของประเทศไทยปี 2552 เท่ากับ 9,117,033 ล้านบาท
 - ปี 2553 ได้ตั้งสมมติฐานโดยผู้วิจัยให้ประเทศไทยมีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจเท่ากับ 5.0% ได้มูลค่า GDP ของประเทศไทยปี 2553 เท่ากับ 9,572,885 ล้านบาท
 - ปี 2554 ได้ตั้งสมมติฐานโดยผู้วิจัยให้ประเทศไทยมีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจเท่ากับ 4.5% ได้มูลค่า GDP ของประเทศไทยปี 2553 เท่ากับ 10,003,664 ล้านบาท



2.2 สมมติฐานการวิจัยมูลค่าที่ได้จากงานวิจัยด้าน Digital, Electronic, Computer และการสื่อสาร

2.2.1 มูลค่าตลาดรวมของประเทศไทย

- มูลค่าตลาดรวมของประเทศไทยสำหรับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องไฟฟ้า อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้ถูกแสดงไว้ในแผนยุทธศาสตร์ด้าน ICT ของประเทศไทย ปี 2550 - 2556 ซึ่งข้อมูลมาจากการสำรวจของสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (SIPA) โดยมอบหมายให้ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (NECTEC) สำรวจประจำปี 2549 เกี่ยวกับตลาดเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)
- มูลค่าของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการส่งออก ซึ่งได้ข้อมูลการส่งออกของกรมส่งเสริมการส่งออก อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการผลิตเพื่อการส่งออกสูงถึง 90% ขณะที่ด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าก็มีการใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกมากขึ้น แต่ตลาดเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีความผันผวนจากการเติบโตทางเศรษฐกิจของไทยและถูกกระทบจากเรื่องภีนาเข้าลดเหลือ 0% ถึง 5% จาก AFTA และ FTA กับประเทศต่าง ๆ เช่น ออสเตรเลียและอินเดีย ทำให้มีการนำเข้ามามากขึ้นในปี 2005 เป็นต้นมา

2.2.2 อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม

- อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม Digital, Electronic, Computer และ ICT ในประเทศไทย ก็ได้ถูกประมาณไว้ในงานวิจัยตลาดของ SIPA ดังกล่าว (ได้อ้างแหล่งที่มาของข้อมูลจากกรมศุลกากรและบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย-IFCT)

โดยประมาณการเติบโตดังนี้

กลุ่ม Hardware	9%
กลุ่ม Software	18%
กลุ่ม Communication	5%
และบริการต่าง ๆ	15%

- กลุ่มสินค้าอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการส่งออกใช้อัตราการเติบโต 10% เป็นการประมาณด้านต่ำ ซึ่งจากการประมาณอัตราการเติบโตเฉลี่ยในอดีตระหว่างปี 2547 - 2549 มีการเติบโตในช่วง 10% ถึง 17%



2.3 Attribution Rate

สำนักงานประมาณของประเทศไทย ได้ตั้งแผนงบประมาณสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรมในปี 2551 จำนวน 11,708.80 ล้านบาท ซึ่งงบประมาณยุทธศาสตร์ การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งมีงบประมาณ ตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในปี 2551 เป็นจำนวน 5,068 ล้านบาท ดังนั้น งบประมาณด้านวิจัยตามนโยบายฯ คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 43.28 ต่องบประมาณของสำนักงาน ประมาณ ปี 2551 ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เห็นว่าเป็นค่าโดยประมาณที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนด ค่าอัตราที่โครงการวิจัยส่งผลต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสาขาของงานวิจัย ซึ่งเรียกว่า Attribution Rate ให้มีอัตรา 43.28% เนื่องจากมิได้มีการแจกแจงงบประมาณตามนโยบายฯ ในปี 2551 - 2553 ออกเป็นหมวดหมู่ตามสาขางานวิจัย Emerging Technology

Attribution Rate ของการวิจัยด้านอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และ ICT นี้ ต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และ ICT ผู้วิจัยจึงใช้ที่อัตรา 43.28% ดังสมมติฐานดังกล่าว

2.4 Adoption Rate

งานวิจัย Emerging Technology นั้น เมื่อเสร็จงานวิจัยแล้ว ยังมีได้ส่งผลต่อ อุตสาหกรรม หรือเศรษฐกิจของประเทศทันที ในขณะที่เดียวกันมักจะม้อัตรการนำไปใช้จาก ผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตสินค้าในอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น โดยสมมติให้ม้อัตรการใช้นาง วิจัยไปต่อยอดหรือนำไปใช้ในการผลิต เริ่มจากปีแรกหลังจากมีการใช้จ่ายด้านงานวิจัยของสาขา นั้นในอัตรา 5% เพิ่มเป็น 10% ในปีที่ 2 และในปีที่ 3 เพิ่มเป็น 15% โดยมีการใช้งบประมาณเป็น เวลา 3 ปี ติดต่อกัน งบประมาณในปีที่ 2 และปีที่ 3 ก็ให้ผลในอัตรา 5% เพิ่มเป็น 10% ในปีที่ 2 และในปีที่ 3 เพิ่มเป็น 15%

เมื่อคำนวณด้วยเมตริก (matrix) ดังกล่าว หลังจากใช้งบประมาณในปีที่ 0, 1 และ 2 แล้ว จะได้ผลรวมของอัตรการนำผลงานวิจัยไปใช้ในการผลิต หรือต่อยอด (Adoption rate) ในปีที่ 1, 2 และ 3 ในอัตรา 5%, 15% และ 30% ตามลำดับ

III. ผลการวิจัย

3.1 มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

มูลค่ารวมของตลาดของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มสารสนเทศและอุตสาหกรรม การ สื่อสารของประเทศไทยในปี 2549 - 2553 เป็นดังนี้ (ตารางที่ 1.1)



ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	1,413,745	ล้านบาท	คิดเป็น	18.09%	ของ GDP
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	1,542,252	ล้านบาท	คิดเป็น	18.92%	ของ GDP
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	1,682,059	ล้านบาท	คิดเป็น	19.46%	ของ GDP
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	1,855,933	ล้านบาท	คิดเป็น	20.14%	ของ GDP
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	2,005,234	ล้านบาท	คิดเป็น	20.95%	ของ GDP
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	2,191,715	ล้านบาท	คิดเป็น	21.91%	ของ GDP

และจากตารางที่ 1.1 แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เครื่องใช้ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ ICT โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.1.1 กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการส่งออกปี 2549 มีมูลค่าตลาดส่งออกในปี 2549 เท่ากับ 914,761 ล้านบาท และมีอัตราการเติบโตประมาณ 10% ต่อปี จึงประมาณมูลค่าของกลุ่มนี้ ดังนี้

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	1,006,236	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	1,106,860	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	1,217,547	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	1,339,301	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	1,473,231	ล้านบาท

(ที่อัตราแลกเปลี่ยน 34 บาทต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ)

กลุ่ม 1.1.2 ตลาด Hardware ภายในประเทศ

จากการสำรวจโดย SIPA ในปี 2549 ได้มูลค่าตลาดกลุ่มอุปกรณ์ Hardware นี้ เท่ากับ 65,947 ล้านบาท และประมาณการเติบโตของตลาดที่ 9% ต่อปี

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	71,882	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	78,352	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	85,403	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	93,090	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	101,468	ล้านบาท

กลุ่ม 1.1.3 ตลาด Software ภายในประเทศ

จากการสำรวจโดย SIPA ในปี 2549 ได้มูลค่าตลาดกลุ่ม Software ในปี 2549 เท่ากับ 52,763 ล้านบาท ด้วยการประเมินอัตราการเติบโตที่ 15% ต่อปี





ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	62,260	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	73,467	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	86,691	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	102,296	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	120,709	ล้านบาท

กลุ่ม 1.1.4 ตลาดการสื่อสารภายในประเทศ

จากการสำรวจโดย SIPA ในปี 2549 ได้มูลค่าตลาดกลุ่มการสื่อสารเท่ากับ 367,504 ล้านบาท ด้วยอัตราการเติบโต 5% ต่อปี

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	387,137	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	406,440	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	426,819	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	448,159	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	470,567	ล้านบาท

กลุ่มอื่น ๆ : ได้แก่ ตลาดบริการต่อเนื่อง (Service) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการมีอุตสาหกรรมเทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการสำรวจปี 2549 มีมูลค่าตลาดเท่ากับ 12,770 ล้านบาท ด้วยอัตราการเติบโต 15% ต่อปี

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	14,686	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	16,888	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	19,422	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	22,335	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	25,685	ล้านบาท



ตารางที่ 1.1 : แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เครื่องใช้ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ ICT
 โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย

1.1 Digital, Electronics, Computer, ICT	จำนวนโครงการ	ปี 49	50	51	52	53	54
1.1.1 Electronic, Digital Equipment	31	914,761	1,006,237	1,106,861	1,217,547	1,339,301	1,473,231
1.1.2 Hardware, Robot	3	65,947	71,882	78,352	85,403	93,090	101,468
1.1.3 Software	23	52,763	62,260	73,467	86,691	102,296	120,709
1.1.4 ICT (การสื่อสาร) อื่น ๆ (service)	8	367,504	387,137	406,494	426,819	448,159	470,567
Total	65	1,413,745	1,542,252	1,682,113	1,835,933	2,005,234	2,191,715
% of GDP		18.09%	18.92%	19.46%	20.14%	20.95%	21.91%
GDP		7,816,474	8,152,582	8,641,737	9,117,033	9,572,885	10,003,664



3.2 มูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม (Value Growth)

จากนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยพัฒนาด้านอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีและการสื่อสาร ก่อให้เกิดการเติบโตของมูลค่าตลาดในกลุ่มนี้ ดังนี้ (ตาราง 1.2)

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2550	139,860 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2551	153,820 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2552	169,300 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2553	186,480 ล้านบาท

ผลของโครงการวิจัยพัฒนาที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมนั้น หากประเมินจากมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยมีหลักสมมติฐานและข้อมูลจากหน่วยงานของราชการ และหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย ประมาณค่ามูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ สารสนเทศและการสื่อสาร รายสาขาย่อย ดังตารางที่ 1.2 ซึ่งแสดงมูลค่าการเติบโตของแต่ละกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.1.1 กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อการส่งออก มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	100,624 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	110,686 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	121,755 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	133,930 ล้านบาท

กลุ่ม 1.1.2 กลุ่ม Hardware ภายในประเทศ

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	6,469 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	7,052 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	7,686 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	8,378 ล้านบาท

กลุ่ม 1.1.3 กลุ่ม Software ปี 2550

การเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	11,207 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	13,224 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	15,604 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	18,143 ล้านบาท



กลุ่ม 1.1.4 กลุ่ม ICT : มูลค่าการสื่อสาร (Communication)

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	19,357 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	20,325 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	21,341 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	22,408 ล้านบาท

กลุ่มอื่น ๆ : ได้แก่ ตลาดบริการต่อเนื่อง (Service) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากการมี
 อุตสาหกรรมเทคโนโลยีและการสื่อสาร

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	2,203 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	2,533 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	2,913 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	3,350 ล้านบาท

3.3 มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรม

มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรมของกลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์-อุปกรณ์ไฟฟ้า และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เมื่อใช้อัตรา Attribution Rate 43.3% จากสมมติฐาน ด้านงบประมาณการวิจัยดังกล่าว และอัตรา Adoption rate แต่ละปี เป็นเวลา 3 ปี 5%, 15% และ 30% เพื่อหามูลค่าการเติบโตสุทธิที่โครงการวิจัยพัฒนามีผลต่ออุตสาหกรรมของกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์-อุปกรณ์ไฟฟ้า และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จะได้มูลค่าการเติบโตสุทธิ (Adoption Value) ของกลุ่มโดยรวม (จากตารางที่ 1.2) ดังนี้

ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	3,329 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	10,992 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	24,215 ล้านบาท



ตารางที่ 1.2 : แสดงมูลค่าการเติบโตของแต่ละกลุ่มย่อย

1.1 Digital, Electronic, Computer, ICT	จำนวนโครงการ	% หมายเหตุ การวิจัยฯ 51	สงป. 51	Factor	51	52	53	54
1.1.1 Electronic, Digital Equipment	31				100,624	110,686	121,755	133,930
1.1.2 Hardware, Robot	3				6,469	7,052	7,686	8,378
1.1.3 Software	23				11,207	13,224	15,604	18,413
1.1.4 ICT (การสื่อสาร) อื่น ๆ (service)	8				19,357	20,325	21,341	22,408
Total Value Growth	65	5,068.0	11,708.8	43.28%	139,860	153,820	169,300	186,480
Attribution Value						66,579	73,279	80,715
Adoption Index						5%	15%	30%
Adoption Value						3,329	10,992	24,215



สาขา 1.2 เทคโนโลยี (Nano Technology)

I. นาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

จากการที่เทคโนโลยีด้านนาโน เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ต้องการการวิจัยและพื้นฐานอีกมาก และต้องเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการวิจัยขั้นสูง ประเทศไทยยังมีทรัพยากรจำกัด จึงต้องมีการจัดลำดับความสำคัญและเลือกลงทุนในเฉพาะด้านเจาะจง คือ เป็น Niche area ประเทศไทยจึงได้วางกรอบการพัฒนาเทคโนโลยีใน 3 สาขาวิชาหลัก ได้แก่ นาโนวัสดุ (Nanomaterials) เทคโนโลยีนาโนชีวภาพ (Nanobiotechnology) และนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics) เพื่อที่จะนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรม ใน 7 อุตสาหกรรมหลัก และ 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมาย ได้แก่

1. กำหนดสาขาการพัฒนาในรูปแบบคลัสเตอร์เป้าหมาย

กรอบแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่สอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. 2547 - 2556 โดยมุ่งเป้าตามคลัสเตอร์เป้าหมายตามวิสัยทัศน์ของรัฐบาลใน 7 อุตสาหกรรมหลัก คือ

1. อาหารและเกษตร
2. ยานยนต์
3. อิเล็กทรอนิกส์
4. สิ่งทอและเคมี/ปิโตรเคมี
5. สินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)
6. พลังงานและสิ่งแวดล้อม
7. สุขภาพและการแพทย์

2. กำหนดกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการแข่งขัน 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์

ในการพัฒนาอุตสาหกรรมทั้ง 7 เครือข่ายวิสาหกิจให้เกิดผลอย่างเป็นรูปธรรม แผนกลยุทธ์นี้ได้เลือกเน้นการลงทุนใน “ผลิตภัณฑ์หรือโครงการเจาะจง” ที่จะเกิดผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศที่ได้กล่าวข้างต้น จากผลการศึกษาของคณะทำงาน 4 สาขาหลักและการประชุมระดมความคิดจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้กำหนดออกมาเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมาย 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังนี้คือ



- 1) **กลุ่มผลิตภัณฑ์ทางด้านเซนเซอร์** ทั้งที่ผลิตจากวัสดุทางชีวภาพและไม่ใช้ชีวภาพ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดก๊าซในงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และสิ่งแวดล้อม พอลิเมอร์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยโรคและวัสดุตรวจจับสารเคมีที่ผลิตจากเส้นใยเซรามิกนาโนกึ่งตัวนำ เป็นต้น
 - 2) **กลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์** ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์แสดงผลฟิล์มบางอินทรีย์เปล่งแสง (Organic light-Emitting Diode : OLED) เซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นไฟฟ้าโดยใช้ฟิล์มบางอินทรีย์ เป็นต้น
 - 3) **กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพร** ตัวอย่างเช่น พาหนะนำส่งยา (Drug Delivery Vehicle) ยารักษาโรคเฉพาะจุด (Targeting Drug) สารสกัดสมุนไพรเพื่อใช้ในเครื่องสำอาง เป็นต้น
 - 4) **กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน** ตัวอย่างเช่น วัสดุเคลือบผิวนาโนลดความฝืด กระจกไร้คราบสกปรก และวัสดุเคลือบสิ่งทอกันน้ำและกันเปื้อน เป็นต้น
 - 5) **กลุ่มวัสดุดูดซับ** กรองและตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวอย่างเช่น แผ่นกรองโมเลกุล แผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้า และตัวเร่งปฏิกิริยานาโนซีโอไลต์ เป็นต้น
 - 6) **กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง** ตัวอย่างเช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโนและเส้นลวดเซรามิกนาโน เป็นต้น
3. กำหนดสาขาของพื้นฐานทางวิชาการทางนาโนเทคโนโลยีและสาขาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
 ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 หมวดสาขาวิชา คือ วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีชีวภาพนาโน

แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ปี 2547 - 2556) ได้กำหนดสาขาเทคโนโลยีชีวภาพนาโน เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและการใช้งานที่ดีขึ้น หรือเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา โดยได้ประเมินว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะสามารถเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมรวมของประเทศไทยได้อีกอย่างน้อย 1% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมเฉลี่ยภายในระยะเวลา 10 ปี

II. สมมติฐานการวิจัย (Assumption)

2.1 มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

จากการสำรวจข้อมูลวิชาการของนักวิชาการทั้งในประเทศและต่างประเทศ สรุปความคิดเห็นได้ว่า ข้อมูลของผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีจะเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังจากปี ค.ศ. 2010



เนื่องจากจะเป็นยุคของการนำนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้กับการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์และเวชภัณฑ์ และวัสดุเทคโนโลยีใหม่ ๆ แต่ในยุคนี้ยังเป็นการผลิตตัววัสดุพื้นฐานของนาโน ยังไม่ได้เข้าสู่กระบวนการผลิต ได้แก่ Nano particles, Nano tubes, Quantum dots, Fullerenes, Dendrimers, Nanoporous materials อาจมีการนำไปสู่กระบวนการที่ผลิตเป็นสินค้า Intermediate ด้วยคุณสมบัติของนาโน เช่น นำไปเคลือบผิว, เป็นผ้า, เป็น Chip หน่วยความจำ, ลวดที่มีคุณสมบัติตัวนำสูง (Super Conducting)

มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะเกิดนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย คาดว่าจะเท่ากับ 1% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของประเทศไทยในปี 2556 จากการคาดการณ์ตามแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (2547 - 2556)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ประมาณมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของประเทศไทยจากฐานข้อมูลธนาคารประเทศไทย และอัตราการเติบโตจากธนาคารโลกและการประมาณการ

2.2 อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม

ทางผู้วิจัยได้ประมาณอัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์จากนาโนเทคโนโลยี ช่วงปี 2550 - 2553 จากรายงานผลของ Lux Research Inc. โดย Michael Holman, มกราคม 9, 2007

อัตราการเติบโต (Growth Rate) ของผลิตภัณฑ์นาโนของโลก

ปี 2006 - 2007 = 66%

ปี 2007 - 2008 = 33%

ปี 2008 - 2009 = 25%

ปี 2009 - 2010 = 20%

ปี 2010 - 2011 = 33%

ปี 2011 - 2012 = 14%

ปี 2012 - 2013 = 25%

ปี 2013 - 2014 = 33%

ปี 2014 - 2015 = 25%

ถ้ากำหนดให้ปี 2556 ประเทศไทยมีมูลค่าผลิตภัณฑ์นาโน เท่ากับ 1% ของ GDP ประเทศ ด้วยอัตราการเติบโต 25% จากมูลค่า ปี 2555 เมื่อคิดย้อนกลับ จะได้มูลค่าผลิตภัณฑ์นาโน เท่ากับ $1\%/1.25 = 0.8\%$ ของ GDP ปี 2515

ด้วยอัตราการเติบโตดังกล่าว นำมาประมาณมูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนของประเทศไทยต่อ GDP ประเทศ ได้ดังนี้

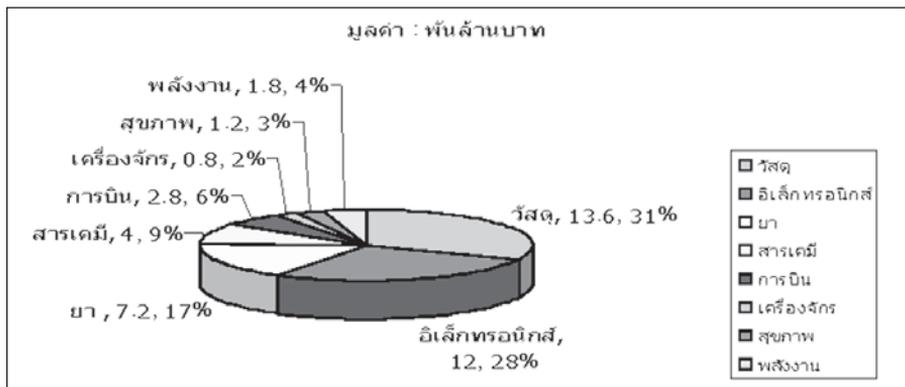


มูลค่า ปี 2549	=	0.158%	ของ GDP	(0.263%/1.66)
มูลค่า ปี 2550	=	0.263%	ของ GDP	(0.350%/1.33)
มูลค่า ปี 2551	=	0.350%	ของ GDP	(0.438%/1.25)
มูลค่า ปี 2552	=	0.438%	ของ GDP	(0.526%/1.20)
มูลค่า ปี 2553	=	0.526%	ของ GDP	(0.7%/1.33)
มูลค่า ปี 2554	=	0.70%	ของ GDP	(0.8%/1.1)
มูลค่า ปี 2555	=	0.80%	ของ GDP	(1%/1.25)

ด้วยอัตราการเติบโตข้างต้น ประเทศไทยก็จะมีมูลค่าของผลิตภัณฑ์นาโนในปี 2556 เท่ากับ 1% ของ GDP โดยประมาณ

2.3 มูลค่ารายสาขาย่อย

จากข้อมูลของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NFS) ประมาณไว้ว่าในอีก 10 ปีข้างหน้า (ประมาณปี ค.ศ. 2014 เป็นต้นไป) ผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีจะมีมูลค่ารวมมากกว่า 40 ล้านล้านบาท และสามารถแยกเป็นสัดส่วน ดังนี้



ที่มา : ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ด้านการบิน ประเทศไทยได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ทางด้านนี้
 ด้านพลังงาน ได้แยกวิเคราะห์ให้ในรายงานหัวข้อพลังงานทดแทน
 จากสัดส่วนข้างต้น ใช้คิดสัดส่วนของประเทศไทย

มูลค่าผลิตภัณฑ์รายสาขาย่อย จึงมีการประมาณการสัดส่วนจากมูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีของโลก โดยนำสัดส่วนที่เหลือ คือ 90% (100% หักการบิน 6% และพลังงาน 4%) เพื่อหาสัดส่วนแยกรายสาขาย่อยของนาโนเทคโนโลยีประเทศไทย ดังนี้



- นาโนชีวภาพ (สาขาย่อย 1.2.1)
 สัดส่วน 22.2% คิดจาก ยา 17% บวก สุขภาพ 3% = (20%/.9)
- นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (สาขาย่อย 1.2.2)
 สัดส่วน 31.1% คิดจากอิเล็กทรอนิกส์ 28% = (28%/.9)
- วัสดุนาโน (สาขาย่อย 1.2.3)
 สัดส่วน 34.4% คิดจากวัสดุ 28% = (31%/.9)
- อุปกรณ์นาโน (สาขาย่อย 1.2.4)
 สัดส่วน 2.2% คิดจากเครื่องจักร 2% = (2%/.9)
- Nano Science (สาขาย่อย 1.2.5)
 สัดส่วน 10.0% คิดจากสารเคมี 9% = (9% /.9)

2.4 Attribution Rate

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดสรรสร้างใหม่ ๆ ระดับนาโน ตัวอย่างเช่น Nanotube, Dendrimer และ Fullerenes การวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีจึงก่อให้เกิดและมีส่วน 100% ในการก่อเกิดมูลค่าผลิตภัณฑ์ แต่จากยุทธศาสตร์นาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยยังเป็นขั้นพื้นฐานของเทคโนโลยีนาโน และเป็นการพัฒนาในด้าน niche area ได้แก่ การปรับปรุงคุณภาพสินค้าบางอย่าง จึงมีความเห็นว่าควรจะใช้อัตรา Attribution rate จากสัดส่วนของงบประมาณดังนี้

สำนักงานงบประมาณของประเทศไทย ได้ตั้งแผนงบประมาณสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรม ในปี 2551 จำนวน 11,708.80 ล้านบาท ซึ่งงบประมาณยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งมีงบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในปี 2551 เป็นจำนวน 5,068 ล้านบาท ดังนั้นงบประมาณด้านวิจัยตามนโยบายฯ คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 43.28 ต่องบประมาณของสำนักงานงบประมาณ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ เห็นว่าเป็นค่าโดยประมาณที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนดค่าอัตราที่โครงการวิจัยส่งผลต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสาขาของงานวิจัย ซึ่งเรียกว่า Attribution Rate

2.5 Adoption Rate

งานวิจัย Emerging Technology นั้น เมื่อเสร็จงานวิจัยแล้วยังมิได้ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมหรือเศรษฐกิจของประเทศทันที ในขณะที่เดียวกัน มักจะมีอัตราการนำไปใช้งานผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตสินค้าในอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น โดยสมมติให้มีอัตราการใช้งานวิจัยไปต่อยอดหรือนำไปใช้ในการผลิต เริ่มจากปีแรกหลังจากมีการใช้จ่ายด้านงานวิจัยของสาขานั้นในอัตรา 5% เพิ่มขึ้นเป็น 10% ในปีที่ 2 และในปีที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 15%



เมื่อดำเนินการด้วยเมทริกซ์ (matrix) ดังกล่าว หลังจากใช้งบประมาณในปีที่ 0, 1 และ 2 แล้ว จะได้ผลรวมของอัตราการนำผลงานวิจัยไปใช้ในการผลิต หรือต่อยอด (Adoption Rate) ในปีที่ 1, 2 และ 3 ในอัตรา 5%, 15% และ 30% ตามลำดับ

III. ผลการวิจัย

3.1 มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

มูลค่ารวมของตลาดของกลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี ในปี 2549 - 2554 มีดังนี้ (จากตารางที่ 2.1)

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ 11,199 ล้านบาท	คิดเป็น 0.14% ของ GDP
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ 19,442 ล้านบาท	คิดเป็น 0.24% ของ GDP
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ 27,426 ล้านบาท	คิดเป็น 0.32% ของ GDP
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ 36,209 ล้านบาท	คิดเป็น 0.40% ของ GDP
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ 45,659 ล้านบาท	คิดเป็น 0.48% ของ GDP
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ 64,408 ล้านบาท	คิดเป็น 0.64% ของ GDP

และจากตารางที่ 2.1 แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี โดยแบ่งตาม ลักษณะตลาด กลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.2.1 กลุ่มนาโนชีวภาพ (Nano Biotechnology)

มูลค่าตลาดของกลุ่ม ตามตาราง 2.1

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ 2,486 ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ 4,316 ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ 6,089 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ 8,039 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ 10,136 ล้านบาท และ
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ 14,299 ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.2 กลุ่มนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano Electronic)

มูลค่าตลาดของกลุ่ม ตามตาราง 2.1

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ 3,483 ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ 6,047 ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ 8,530 ล้านบาท



ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	11,261	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	14,200	ล้านบาท และ
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	20,031	ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.3 กลุ่มวัสดุนาโน (Nano Material)

มูลค่าตลาดของกลุ่ม ตามตาราง 2.1

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	3,864	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	6,708	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	9,462	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	12,492	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	15,752	ล้านบาท และ
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	22,221	ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.4 กลุ่มอุปกรณ์นาโน (Nano Device)

มูลค่าตลาดของกลุ่ม ตามตาราง 2.1

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	246	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	428	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	603	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	797	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	1,004	ล้านบาท และ
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	1,417	ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.5 กลุ่ม Nano Science

มูลค่าตลาดของกลุ่ม ตามตาราง 2.1

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	1,120	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	1,944	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	2,743	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	3,621	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	4,566	ล้านบาท และ
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	6,441	ล้านบาท



ตารางที่ 2.1 : แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย

1.2 Nano Technology	จำนวนโครงการ	ปี 49	50	51	52	53	54
1.2.1 Bio Technology	17	2,486	4,316	6,089	8,039	10,136	14,299
1.2.2 Electronics	2	3,483	6,047	8,530	11,261	14,200	20,031
1.2.3 Materials	58	3,864	6,708	9,462	12,492	15,752	22,221
1.2.4 Nano-Devices	14	246	428	603	797	1,004	1,417
1.2.5 Nano Science	29	1,120	1,944	2,743	3,621	4,566	6,441
Total	120	11,199	19,442	27,426	36,209	45,659	64,408
% of GDP		0.14%	0.24%	0.32%	0.40%	0.48%	0.64%
GDP		7,816,474	8,152,582	8,641,737	9,117,033	9,572,885	10,003,664



3.2 มูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม (Value Growth)

จากนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีคาดว่าก่อให้เกิดการเติบโตของมูลค่าตลาดในกลุ่มนี้ ดังนี้ (ตารางที่ 2.2)

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2550	7,984 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2551	8,783 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2552	9,449 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2553	18,750 ล้านบาท

ผลของโครงการวิจัยพัฒนาที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมนั้น หากประเมินจากมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยมีหลักฐานและข้อมูลจากหน่วยงานของราชการ และหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย ประมาณค่ามูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยี รายสาขาย่อย ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งแสดงผลการเติบโตของแต่ละกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.2.1 กลุ่มนาโนชีวภาพ (Nano Biotechnology)

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	1,772 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	1,950 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	2,098 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	4,162 ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.2 กลุ่มนาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nano electronic)

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	2,483 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	2,732 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	2,939 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	5,831 ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.3 กลุ่มวัสดุนาโน (Nano Material)

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	2,754 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	3,030 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	3,260 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	6,469 ล้านบาท



กลุ่ม 1.2.4 กลุ่มอุปกรณ์นาโน (Nano Device)

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	176 ล้านบาท
ปี 2552	มูลค่าการเติบโต	193 ล้านบาท
ปี 2553	มูลค่าการเติบโต	208 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	412 ล้านบาท

กลุ่ม 1.2.5 Nano Science

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	798 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	878 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	945 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	1,875 ล้านบาท

3.3 มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรม

มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี เมื่อใช้อัตรา Attribution Rate 43.28% จากสมมติฐานด้านงบประมาณการวิจัยดังกล่าว และอัตรา Adoption Rate แต่ละปี เป็นเวลา 3 ปี 5%, 15% และ 30% เพื่อหามูลค่าการเติบโตสุทธิที่โครงการวิจัยพัฒนา มีผลต่ออุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี จะได้มูลค่าการเติบโตสุทธิ (Adoption Value) ของกลุ่มโดยรวม (จากตารางที่ 2.2) ดังนี้

ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	190 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	613 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	2,435 ล้านบาท



ตารางที่ 2.2 : แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมนาโนเทคโนโลยี โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย

1.2 Nano Technology	จำนวนโครงการ	นโนเมยาวัยการวิจัยฯ 51	สงป. 51	Factor	51	52	53	54
1.2.1 Bio Technology	17				1,772	1,950	2,098	4,162
1.2.2 Electronics	2				2,483	2,732	2,939	5,831
1.2.3 Materials	58				2,754	3,030	3,260	6,469
1.2.4 Nano-Devices	14				176	193	208	412
1.2.5 Nano Science	29				798	878	945	1,875
Total Value Growth	120	5,068.0	11,708.8	43.28%	7,984	8,783	9,449	18,750
Index : Attribution rate 43.30%						3,802	4,090	8,115
Adoption Index						5%	15%	30%
Adoption Value						190	613	2,435



สาขา 1.3 ไบโอเทคโนโลยี และสาขา 1.4 พันธุวิศวกรรม

I. ไบโอเทคโนโลยีและพันธุวิศวกรรมของประเทศไทย

ประเทศไทยได้ประกาศในปี 2546 ว่าเป็นปีของไบโอเทคโนโลยีและได้เน้นการใช้ประโยชน์ จากทรัพยากรด้านชีววิทยาเพื่อการพัฒนาในภาคเกษตรกรรม การแพทย์และสาธารณสุข โดยได้ สนับสนุนการวิจัยในตลาดส่งออกที่สำคัญของประเทศ คือ การเลี้ยงกุ้งทะเลและข้าว แต่ก็เป็นที่ ด้าน Niche Area เมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้วอื่น ๆ

การดำเนินงานด้านสนับสนุนการวิจัย ในปีงบประมาณ 2545 - 2549 ศูนย์พันธุวิศวกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ได้เน้นการวิจัยและพัฒนาสินค้า Commodity ในหมวดที่มีความ สำคัญของประเทศอย่างชัดเจน ซึ่งไทยสามารถแข่งขันได้โดยการใช้เทคโนโลยีเพื่อการวิจัยและ พัฒนา เช่น ยุทธศาสตร์ด้านข้าว ยุทธศาสตร์ด้านกุ้ง ยุทธศาสตร์ด้านอุตสาหกรรมอาหาร รวมทั้ง ยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยของอาหาร (Food Safety) ซึ่งมีบทบาทมากในเรื่องการส่งออกและ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพเพื่อเอาไปใช้ในทางด้านทางการแพทย์ และเกี่ยวกับการปราบปราม คัดรูกุ้งเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี

ยุทธศาสตร์ทางเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมของประเทศไทย

1. ยุทธศาสตร์ด้านการเกษตร

ประเทศไทยมียุทธศาสตร์การพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อการเกษตรสำหรับปี 2549 - 2552 ที่สำคัญดังนี้

- พัฒนาพ่อแม่พันธุ์กุ้ง ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพและระบบสืบพันธุ์ใกล้เคียงกับธรรมชาติ
- พัฒนาสายพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่ทนน้ำท่วม ด้านทานโรคขอบใบแห้ง ด้านทาน โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
- พัฒนาสายพันธุ์อ้อยคุณภาพดี และพัฒนาชุดตรวจใบขาวในอ้อย ซึ่งเป็นโรคที่พบ ระบาดในแปลงอ้อย
- พืชจีเอ็มโอ ได้พัฒนามะละกอที่ต่อต้านโรคไวรัสใบด่างจุดวงแหวน มะละกอชะลอ การสุก มะเขือเทศต้านทานต่อโรคใบหงิกเหลือง พริกต้านทานไวรัสเส้นใบด่าง ประพริก ข้าวต้านทานโรคใบหงิก เป็นต้น
- พัฒนาวิธีการตรวจวินิจฉัยโรคในสัตว์เศรษฐกิจ เช่น ไวรัสหัวเหลืองในกุ้ง พัฒนา ulya ตรวจจับไวรัสไข้หวัดนก H5N1



2. ยุทธศาสตร์ด้านการแพทย์

ประเทศไทยสามารถพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรค การพัฒนาต้นแบบมาลาเรีย รวมทั้งมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพื่อป้องกันและแก้ปัญหาไข้หวัดนก ทั้งในด้านการพัฒนาชุดตรวจหาเชื้อไข้หวัดใหญ่ชนิดเอแบบรวดเร็ว การวินิจฉัยวัคซีนต้นแบบป้องกันไข้หวัดนก รวมทั้งมีแผนการจัดตั้งโรงงานวัคซีนไข้หวัดใหญ่ จัดทำระบบเฝ้าระวังและควบคุมโรค ศึกษารูปแบบการระบาดของไข้หวัดนก รวมทั้งศึกษากรณีเชื้อไวรัสไข้หวัดนกกลายพันธุ์ระบาดในมนุษย์

3. ด้านพลังงานจากเทคโนโลยีชีวภาพ

ประเทศไทยมีนโยบายส่งเสริมการผลิตพลังงานทางเลือกที่สำคัญ เช่น การผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียและน้ำทิ้งจากโรงงานอาหารและฟาร์มปศุสัตว์ ซึ่งการดำเนินการทั้งหมดจะส่งผลให้ประเทศไทยสามารถผลิตพลังงานทดแทนน้ำมันเตาได้ 486 ล้านลิตร จากการศึกษาพร้อมด้านเทคโนโลยีชีวภาพในการบำบัดน้ำเสียและผลิตพลังงาน

ยุทธศาสตร์ที่สำคัญ ๆ ของประเทศไทยด้านเทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรมหากเกิดผลสำเร็จจะได้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ ต่อไปอาจจะยกตัวอย่างได้ดังนี้

◆ เทคโนโลยีระดับโมเลกุล

ในปัจจุบัน ประเทศไทยโดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ได้เน้นการวิจัยและพัฒนาให้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ด้านไบโอเทคโนโลยีในระดับยีนและระดับโมเลกุล โดยนักวิชาการและความรู้ในด้านแผนที่ยีน+เครื่องหมายโมเลกุล+การทดสอบภาคสนาม นำมาใช้ในการใช้ประโยชน์ในด้านค้นคว้าและวิจัยด้านเกษตรกรรม และการแพทย์ การเภสัชกรรม ตัวอย่างเช่น

1. ยาจำเพาะบุคคล
2. GMO
3. เครื่องหมายพันธุกรรมเพื่อคัดเลือกพันธุ์พืชและสัตว์
 - ตรวจ DNA เพื่อการวินิจฉัยโรค ป้องกันโรคได้ทันทั่วทั้ง โดยที่ยังไม่แสดงอาการ
 - ตรวจ DNA เพื่อดูการปลอมปน เช่น กรณีข้าวหอมมะลิ
 - การปรับปรุงพันธุ์

GMO ย่อมาจาก Genetically Modified Organisms คือ สิ่งมีชีวิตที่ได้จากการปรับแต่งหรือตัดแปลงสารพันธุกรรม (DNA) โดยใช้เทคนิคการตัดต่อยีน (gene) เป็นหลัก เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่มีคุณสมบัติตามต้องการ



เช่น การตัดต่อยีนเพื่อให้ได้พืชที่ต้านทานต่อแมลง โดยการตัดต่อยีนของเชื้อ *Bacillus thuringiensis* ใน DNA ของพืช ทำให้มีความสามารถผลิตสารพิษที่ฆ่าแมลงที่เป็นศัตรูพืช ซึ่งได้มีผลสำเร็จ ตัวอย่างเช่น ผ้ายที่ไม่มีปัญหาหนอนเจาะสมอฝ้าย หรือมะละกอที่ต้านทานโรคจากไวรัส อย่างไรก็ตาม ถึงแม้เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการตัดต่อยีนเป็นสิ่งที่ เป็นประโยชน์นี้ แต่ก็มี ความกังวลถึงภัยที่อาจเกิดขึ้นได้จากพืช GMO ที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อมและตัวมนุษย์เอง เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม หากมีการขยายพันธุ์ของพืช GMO ที่ถูกตัดต่อยีน ซึ่งเท่ากับเป็นการเคลื่อนย้ายยีนไปยังพืชชนิดอื่น หรือต้นไม้ในป่า จะเกิดปัญหาต่อสภาพป่าหรือการที่ยีน ติดต่อกันไปผสมกับยีนของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมายการผสมพันธุ์ พืช GMO ยังอาจมีผลกระทบต่อสุขอนามัยของมนุษย์ที่กินพืช GMO ว่า จะเกิดผลสืบเนื่องทางด้านลบ เช่น คุณค่าทางโภชนาการที่เปลี่ยนแปลงไป หรือเป็นการสร้างสารภูมิแพ้ต่อร่างกายมนุษย์

◆ การพัฒนาการตรวจวินิจฉัย

ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาด้านการตรวจวินิจฉัย ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

● ด้านการเกษตรและอาหาร

- ใช้ตรวจวัดการปนเปื้อนจากเชื้อโรคและสารเคมี ในวัตถุดิบและในผลิตภัณฑ์
- ใช้ตรวจวัดสารพิษโลหะหนักหรือสารปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น ฟีนอลไดออกซิน, ยาฆ่าแมลง Organophosphate, Benzene-derivatives

● ด้านอุตสาหกรรม

- ใช้วัดปริมาณสารต่าง ๆ ที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต เช่น ปริมาณน้ำตาล หรือการวัดกรดอะมิโนต่าง ๆ

● ด้านการแพทย์

ผลิตภัณฑ์ชุดตรวจวินิจฉัย ที่ให้ประสิทธิภาพสูง มีขนาดเล็ก สามารถใช้กับสารตรวจอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลือด ใช้ตรวจได้ทันที ณ จุดที่ดูแลผู้ป่วย

ซึ่งตลาดของผลิตภัณฑ์ตรวจวินิจฉัยในเมืองไทย ได้มีการประเมินมูลค่าของตลาดผลิตภัณฑ์ชุดตรวจวินิจฉัย (Diagnostics) ของประเทศไทย ปี 2549 มีมูลค่าโดยรวม 3,210 ล้านบาท โดยเป็นการนำเข้ามีมูลค่าประมาณ 3,050 ล้านบาท คิดเป็น 95% ของตลาด และเป็นผลิตภัณฑ์ตรวจวินิจฉัยที่ผลิตในประเทศมีมูลค่า 160 ล้านบาท คิดเป็น 5% ของตลาดเท่านั้น



II. สมมติฐาน (Assumption) มูลค่าเพิ่มที่ได้จากงานวิจัยด้าน Biotechnology & Genetic Engineering

2.1 มูลค่าตลาดของอุตสาหกรรม

2.1.1 จากการที่ยุทธศาสตร์ของประเทศไทยด้าน Emerging technology ได้รวมวิชาการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมด้วยกันในการวางยุทธศาสตร์ของประเทศ นอกจากนี้ สาขาพันธุวิศวกรรมนับได้ว่าเป็นสาขาย่อยของเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งเป็นสหวิชาการเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต อีกทั้งในการทำโครงการวิจัยมักจะใช้เทคนิคต่าง ๆ ในวิชาการด้านเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ร่วมกันในการทำงานวิจัยหนึ่งโครงการวิจัย

จึงได้รวมสาขาเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม เป็นตลาดรวมกันในการประเมินมูลค่าตลาดในครั้งนี้

มูลค่าตลาดรวมของผลิตภัณฑ์ที่มาจากสาขาเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ได้มีการประเมินว่ามูลค่าผลิตภัณฑ์จากไบโอเทคของ Asia Pacific มีมูลค่าในปี 2006 เท่ากับ 3,289 ล้านดอลลาร์สหรัฐ โดยมีที่มาจากรายงาน Beyond Border 2007 ของ Ernst & Young

ซึ่งมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากไบโอเทคในไทยได้ถูกประเมินไว้ที่ 15% ของ GDP ประเทศในปี 2547 (ค.ศ. 2004) (ณ ราคาปี 1988) โดยแหล่งที่มาของข้อมูลคือ ศูนย์ไบโอเทค ซึ่งอ้างที่มาจากสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (NESDB) ซึ่งเป็นการประเมินทางด้านต่ำ (Conservative) หากประเมินจากมูลค่าผลิตภัณฑ์จากไบโอเทคในไทยของประเทศไทย จากขนาดตลาดของผลิตภัณฑ์ไบโอเทคใน Asia Pacific หากคิดจากอัตราส่วน GDP ของประเทศไทยต่อ GDP รวมของ Asia Pacific มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากไบโอเทคในไทยจะมีมูลค่าผลิตภัณฑ์ถึง 120 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งเท่ากับ 4,080 ล้านบาท ที่อัตราแลกเปลี่ยน 34 บาท ต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐ

ดังนั้นการประเมินมูลค่าที่อัตรา 15% ของ GDP ประเทศไทย ซึ่งก็น่าจะเป็นการประเมินมูลค่าที่เหมาะสมทางด้านต่ำ (Conservative)

2.2 มูลค่าผลิตภัณฑ์จากไบโอเทคแยกตามสาขา

ใน พ.ศ. 2547 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ประเมินมูลค่าสินค้าจากไบโอเทคออกเป็น 3 สาขา โดยมีสัดส่วนดังนี้ การแพทย์ 3%, การเกษตร 55% และอาหาร 42%



แต่จากภาวะการณ์ในปัจจุบันและคาดการณ์ในอนาคตว่า จะมีความตื่นตัวด้านเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้มากขึ้น ทางด้านพลังงานทดแทนจากพืชเกษตรและด้านรักษาสีงแวดล้อมมากขึ้น จึงได้ใช้ฐานข้อมูลของการคาดการณ์ผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพของตลาดโลกใน ปี 2000

ตลาดโลก - โดยมีที่มาจากศูนย์ไบโอเทคแห่งชาติโดยได้อ้างแหล่งที่มาจาก www.accessexcellence.org ซึ่งแสดงสัดส่วนตลาด Biotechnology ของโลก ในปี 2000 ดังนี้

Agriculture (การเกษตรกรรม) 14%, Foods (อาหาร) 20%, Chemicals (เคมีภัณฑ์) 17%, Metal recovery 7%, Health care (การแพทย์และการสาธารณสุข) 15%, Pollution 0% และ Energy (พลังงาน) 27% เมื่อนำมาใช้ประมาณตลาดของประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคตที่มีแนวโน้มตามตลาดโลก

มูลค่าผลิตภัณฑ์จากไบโอเทคแยกตามสาขานั้น สามารถแบ่งออกเป็นอัตราส่วนตามแขนงสาขากลุ่มอุตสาหกรรมได้ดังนี้

1.3.1 Bio Technology การแพทย์ และ

1.4.1 Genetic Engineering การแพทย์ และ

1.3.4 Stem cell : สัดส่วน 15%

คิดจาก Health care (การแพทย์และการสาธารณสุข) 15%

1.3.2 Bio Technology การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ

1.4.2 Genetic Engineering การเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ

1.4.3 Genetic Engineering Animal & Aqua Culture : สัดส่วน 34%

คิดจาก Agriculture (การเกษตรกรรม) 14% บวก Foods (อาหาร) 20% = 34%

1.3.3 Bio Technology ด้านอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม : สัดส่วน 24%

คิดจาก Chemicals (เคมีภัณฑ์) 17% บวก Metal recovery 7%

สัดส่วนที่เหลือ 27% เป็นผลิตภัณฑ์ทางพลังงานจากเทคโนโลยีชีวภาพ

2.3 อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม

อัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพ & พันธุวิศวกรรม ได้ประเมินอัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพไว้ที่เฉลี่ย 11% จากปี 1990 ถึงปี 2010 โดยมีที่มาจากข้อมูลของศูนย์ไบโอเทค ซึ่งได้อ้างแหล่งที่มาจาก www.accessexcellence.org

ซึ่งก็เป็นการประเมินทางด้านต่ำ (conservative) เมื่อเทียบกับรายงานของ Ernst & Young ดังกล่าวที่ได้แสดงอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์จากไบโอเทคโนโลยีของ Asia Pacific ในปี 2006 มีการเติบโตในอัตรา 14% จากปี 2005



2.4 Attribution Rate

จากยุทธศาสตร์ของเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทยเป็นการพัฒนาในด้าน Niche area ในผลิตภัณฑ์ที่ประเทศไทยสามารถแข่งขันได้ ได้แก่ ข้าว กุ้ง จึงมีความเห็นว่าควรจะใช้อัตรา Attribution rate จากสัดส่วนของงบประมาณ ดังนี้ สำนักงานงบประมาณของประเทศไทย ได้ตั้งแผนงบประมาณสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรม ในปี 2551 จำนวน 11,708.80 ล้านบาท ซึ่งงบประมาณยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งมีงบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในปี 2551 เป็นจำนวน 5,068 ล้านบาท ดังนั้น งบประมาณด้านวิจัยตามนโยบายฯ เป็นอัตราส่วนร้อยละ 43.28 ต่องบประมาณของสำนักงานงบประมาณ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เห็นว่า เป็นค่าโดยประมาณที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนดค่าอัตราที่โครงการวิจัยส่งผลต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสาขาของงานวิจัย ซึ่งเรียกว่า Attribution Rate

2.5 Adoption Rate

งานวิจัย Emerging Technology นั้น เมื่อเสร็จงานวิจัยแล้ว ยังมิได้ส่งผลต่ออุตสาหกรรม หรือเศรษฐกิจของประเทศทันที ในขณะที่เดี๋ยวกันมักจะมีอัตราการนำไปใช้งาน ผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตสินค้าในอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น โดยสมมติให้มีอัตราการใช้งานวิจัยไปต่อยอดหรือนำไปใช้ในการผลิต เริ่มจากปีแรกหลังจากมีการใช้จ่ายด้านงานวิจัยของสาขานั้น ในอัตรา 5% เพิ่มขึ้น 10% ในปีที่ 2 และในปีที่ 3 เพิ่มขึ้น 15%

เมื่อคำนวณด้วยเมทริกซ์ (matrix) ดังกล่าว หลังจากใช้งบประมาณในปีที่ 0, 1 และ 2 แล้ว จะได้ผลรวมของอัตราการนำผลงานวิจัยไปใช้ในการผลิตหรือต่อยอด (Adoption rate) ในปีที่ 1, 2 และ 3 ในอัตรา 5%, 15% และ 30% ตามลำดับ

III. ผลการวิจัย

มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

ในการสำรวจข้อมูลในการวิจัยเพื่อประเมินมูลค่าอุตสาหกรรมจากเทคโนโลยีชีวภาพครั้งนี้พบว่า พันธุวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นสาขาเกี่ยวกับการตัดต่อยีนในประเทศไทยปัจจุบันนี้มีการวิจัยโดยใช้เทคนิคด้านการทำเครื่องหมายกับยีนของพืชศาสตร์เป็นส่วนประกอบกับเทคโนโลยีด้านชีวภาพหรือเทคนิคอื่น ๆ ในงานวิจัย ซึ่งเทคโนโลยีชีวภาพเป็นสหวิทยาการรวมหลายสาขาที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต จึงได้รวมสาขา 1.4 พันธุวิศวกรรมศาสตร์ (Genetic Engineering) เข้ากับสาขา 1.3 เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) ในการประเมินมูลค่าตลาด ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อมูลมูลค่าผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพของตลาดโลกเช่นกัน



3.1 มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 3.1 ซึ่งแสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกิดจากเทคโนโลยีชีวภาพ และพันธุวิศวกรรมพบว่า

3.1.1 มูลค่าตลาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพ

มูลค่าตลาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพของประเทศไทยนั้นมีมูลค่า ในปี 2549 ประมาณ 776,103 ล้านบาท จากอัตราการเติบโต 11% ต่อปี จึงประมาณมูลค่าของในปีต่อไปดังนี้

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	861,474	ล้านบาท	คิดเป็น	10.57%	ของ GDP
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	956,237	ล้านบาท	คิดเป็น	11.07%	ของ GDP
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	1,061,423	ล้านบาท	คิดเป็น	11.64%	ของ GDP
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	1,178,179	ล้านบาท	คิดเป็น	12.31%	ของ GDP
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	1,307,779	ล้านบาท	คิดเป็น	13.07%	ของ GDP

3.1.2 มูลค่าตลาดแยกรายสาขา

สามารถแยกมูลค่าตลาดรวมออกเป็นมูลค่าตามสาขาย่อยของผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมได้ดังนี้

กลุ่ม 1.3.1 เทคโนโลยีชีวภาพด้านการแพทย์ และ 1.4.1 พันธุวิศวกรรมด้านการแพทย์ (Medical) และ 1.3.4 Stem cell ปี 2549 มีมูลค่าตลาด 159,473 ล้านบาท คิดด้วยอัตราการเติบโต 11% (ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากข้อมูลของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ) สามารถประมาณมูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ด้านการแพทย์ และ Stem cell ได้ดังนี้

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	177,015	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	196,487	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	218,101	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	242,092	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	268,722	ล้านบาท

กลุ่ม 1.3.2 เทคโนโลยีชีวภาพด้านการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ 1.4.2 พันธุวิศวกรรมด้านการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ 1.4.3 พันธุวิศวกรรมสัตว์+ การประมง



มีมูลค่าตลาดในปี 2549 เท่ากับ 361,473 ล้านบาทด้วยอัตราการเติบโต 11% (ข้อมูลจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ) จึงประมาณมูลค่าตลาดในปีต่อ ๆ ไปได้ดังนี้

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	401,235	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	445,371	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	494,361	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	548,741	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	609,103	ล้านบาท

กลุ่ม 1.3.3 เทคโนโลยีชีวภาพด้าน อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม (Industrial & Environment) จากข้อมูลการประมาณการที่อ้างอิงจาก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ มูลค่าในปี 2549 ของกลุ่มนี้สามารถประมาณได้เท่ากับ 255,157 ล้านบาท ด้วยอัตราการเติบโต 11% ต่อปี สามารถประมาณมูลค่าปีต่อไปได้ดังนี้

ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	283,224	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	314,379	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	348,961	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	387,347	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	429,955	ล้านบาท



ตารางที่ 3.1 : แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมที่เกิดจากเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม

	จำนวนโครงการ	ปี 49	50	51	52	53	54
1.3 Biotechnology & 1.4 Genetic Engineering							
1.3.1 & 1.4.1 Medical & 1.3.4 stem cell	68	159,473	177,015	196,487	218,101	242,092	268,722
1.3.2 & 1.4.2 & 1.4.3 Agricultural & Food Processing	101	361,473	401,235	445,371	494,361	548,741	609,103
1.3.3 Industrial & Environment	16	255,157	283,224	314,379	348,961	387,347	429,955
Total	185	776,103	861,474	956,237	1,061,423	1,178,179	1,307,779
% of GDP		9.93%	10.57%	11.07%	11.64%	12.31%	13.07%
GDP		7,816,474	8,152,582	8,641,737	9,117,033	9,572,885	10,003,664



3.2 มูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม (Value Growth)

จากนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยพัฒนาด้านผลิตภัณฑ์ไบโอเทคโนโลยีและพันธุวิศวกรรม คาดว่าก่อให้เกิดการเติบโตของมูลค่าตลาดในกลุ่มนี้ ดังนี้ (จากตาราง 3.2)

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2550	94,762 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2551	105,186 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2552	116,756 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2553	129,600 ล้านบาท

ผลของโครงการวิจัยพัฒนาที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมนั้น หากประเมินจากมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมโดยมีหลักสมมติฐานและข้อมูลจากหน่วยงานของราชการ และหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย ประมาณมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านไบโอเทคโนโลยีและพันธุวิศวกรรม รายสาขาย่อย ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งแสดงมูลค่าการเติบโตของแต่ละกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.3.1 ไบโอเทคโนโลยีด้านการแพทย์ และ 1.4.1 พันธุวิศวกรรมด้านการแพทย์ (Medical) และ 1.3.4 Stem cell

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	19,472 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	21,614 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	23,991 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	26,630 ล้านบาท

กลุ่ม 1.3.2 ไบโอเทคโนโลยีด้านการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ 1.4.2 พันธุวิศวกรรมด้านการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอาหาร และ 1.4.3 พันธุวิศวกรรมสัตว์+ การประมง

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	44,136 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	48,991 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	54,380 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	60,362 ล้านบาท

กลุ่ม 1.3.3 ไบโอเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม (Industrial & Environment)



มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม	ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้
ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต 31,155 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต 34,582 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต 38,386 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต 42,608 ล้านบาท

3.3 มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรม

มูลค่าเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์ไบโอเทคโนโลยีและพันธุวิศวกรรม เมื่อใช้อัตรา Attribution Rate 43.28% จากสมมติฐานด้านงบประมาณการวิจัยดังกล่าว และ อัตรา Adoption rate แต่ละปี เป็นเวลา 3 ปี 5%, 15% และ 30% เพื่อหามูลค่าการเติบโตสุทธิที่โครงการวิจัยพัฒนามีผลต่ออุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี จะได้มูลค่าการเติบโตสุทธิ (Adoption Value) ของกลุ่มโดยรวม (จากตารางที่ 3.2) ดังนี้

ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ 2,276 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ 7,580 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ 16,829 ล้านบาท



ตารางที่ 3.2 : แสดงมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านไบโอเทคโนโลยีและพันธุวิศวกรรมรายสาขาย่อย

1.3 Biotechnology & 1.4 Genetic Engineering	จำนวนโครงการ	นโยบายการวิจัยฯ 51	สงป. 51	Factor	51	52	53	54
1.3.1 & 1.4.1 Medical & 1.3.4 stem cell	68				19,472	21,614	23,991	26,630
1.3.2 & 1.4.2 & 1.4.3 Agricultural & Food Processing	101				44,136	48,991	54,380	60,362
1.3.3 Industrial & Environment	16				31,155	34,582	38,386	42,608
Total value Growth	185	5,068.0	11,708.8	43.28%	94,762	105,186	116,756	129,600
Index : Attribution rate						45,528	50,537	56,096
Adoption Index						5%	15%	30%
Adoption Value						2,276	7,580	16,829



สาขา 1.5 วัสดุศาสตร์ (Material Science)

จากการศึกษานโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พบว่า การที่เทคโนโลยีวัสดุมีความเกี่ยวข้องกับ 3 เป้าหมายหลักในการพัฒนาด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันได้แก่ ภาคอุตสาหกรรม ภาคเศรษฐกิจชุมชน และภาคสังคมนั้น หมายถึง “เทคโนโลยีการเตรียมวัสดุเพื่อเป็นวัตถุดิบทางอุตสาหกรรม” เท่านั้น โดยเทคโนโลยีวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมวัสดุขนาดเล็กมาก (ระดับนาโนเมตร) ได้แยกออกไปเป็นอีกสาขาหนึ่ง เรียกว่า นาโนเทคโนโลยี (Nano Technology) และสำหรับ 3 เป้าหมายหลักที่เทคโนโลยีวัสดุมีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถจำแนกได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางแสดง : ความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีวัสดุกับ 3 เป้าหมายหลักในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี⁽¹⁾

เป้าหมายหลัก	เป้าหมายในแต่ละสาขา	Core Technologies (เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีวัสดุ)
ภาคอุตสาหกรรม		
อาหาร	เป็นผู้นำในการพัฒนานวัตกรรมอาหารเพื่อเป็นครัวโลก	บรรจุภัณฑ์ เมมเบรน การใช้ประโยชน์จากของเสีย
ยานยนต์	เป็นฐานการผลิตยานยนต์พาณิชย์จักรยานยนต์และชิ้นส่วนของโลก	วัสดุคอมโพสิต โลหะและอัลลอยด์ เซรามิก ยาง แม็พิมพ์
สิ่งทอ	เป็นศูนย์กลางสิ่งทอคุณภาพสูงสำหรับตลาดในเอเชียใต้และเอเชียอาคเนย์	การสังเคราะห์เส้นใย ลีเย้อม และตกแต่งสำเร็จ เครื่องมือ และสิ่งทอเฉพาะทาง
ไมโครชิป	<ul style="list-style-type: none"> อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าไทย มีการผลิตระดับต้นน้ำ มีการออกแบบและสามารถผลิตไมโครชิปขั้นสูงเพื่อใช้ในประเทศ 	เซรามิกและพอลิเมอร์ขั้นสูง
ท่องเที่ยว	เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศและโบราณคดีติดอันดับ ๑ ใน ๑๐ ของเอเชีย	<ul style="list-style-type: none"> เทคโนโลยีการบูรณะโบราณสถาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์/บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการท่องเที่ยว เช่น พลาสติกเลียนแบบธรรมชาติ กระดาษรีไซเคิล
สุขภาพ	เป็นศูนย์กลางการบริการด้านสุขภาพในเอเชีย	วัสดุทางการแพทย์

(1) แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. 2547 - 2556)

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



แผนยุทธศาสตร์เทคโนโลยีวัสดุแห่งชาติ พ.ศ. 2550 - 2559 ซึ่งเป็นแผนการพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุของประเทศในระหว่าง 10 ปีข้างหน้า ได้มุ่งเป้าไปที่ 6 อุตสาหกรรมหลัก ได้แก่

1. อาหารและการเกษตร
2. ยานยนต์
3. อิเล็กทรอนิกส์
4. แพ้ชั้น
5. พลังงาน
6. สุขภาพและการแพทย์

ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมตามวิสัยทัศน์ของรัฐบาลร่วมกับอีกหนึ่งอุตสาหกรรมสนับสนุน คือ

7. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล

1. อุตสาหกรรมสิ่งทอ

● เทคโนโลยีวัสดุเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม

ในอุตสาหกรรมแฟชั่น คุณภาพสินค้าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ยังมีมูลค่าของสินค้าและศักยภาพการแข่งขันในตลาด การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายปัจจัยรวมทั้งวัสดุและเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการผลิต การพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุจึงมักมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต เช่น การพัฒนาวัสดุเพื่อทดแทนวัตถุดิบ การเพิ่มคุณภาพของวัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้อยู่เดิม และการพัฒนาเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เป็นต้น

● อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม

1. อุตสาหกรรมเส้นใย

ประเทศไทยมีโรงงานผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์จำนวน 10 โรงงาน ไนลอน 5 โรงงาน เรยอนและอะคริลิกอย่างละ 1 โรงงาน โดยเส้นใยที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นเส้นใยโพลีเอสเตอร์

● เส้นใยโพลีเอสเตอร์

การผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์มีทั้งแบบเส้นใยสั้น แบบเส้นด้ายใยยาว และแบบเส้นด้ายใยยาวชนิด POY (Pre-oriented yarn) วัตถุดิบที่ใช้คือ กรดเทเรพทาสิกบริสุทธิ์ (Terephthalic acid : TPA) และเอทิลีนไกลคอล (Ethylene Glycol : EG) วัตถุดิบทั้งสองส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นต้นทุนร้อยละ 73 เป็นค่าวัตถุดิบ

เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยเกือบทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น เยอรมนี ญี่ปุ่น และมีราคาลูก การควบคุมระบบการผลิตต้องอาศัยแรงงานที่มีทักษะสูง สามารถควบคุม



เครื่องจักรในกระบวนการผลิตได้ ข้อมูลการนำเข้าเครื่องจักรชี้ให้เห็นว่า ในปี 2544 มีการนำเข้าเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยสังเคราะห์มากขึ้น

- **อุตสาหกรรมปั่นด้าย**

วัตถุดิบที่ใช้ในการปั่นด้าย คือ ฝ้ายและเส้นใยสังเคราะห์ ประเทศไทยไม่สามารถผลิตฝ้ายที่มีคุณภาพจึงต้องมีการนำเข้าเส้นใยฝ้ายจากต่างประเทศมากถึงร้อยละ 85 - 90 สำหรับเส้นใยสังเคราะห์ มีการใช้เส้นใยที่ผลิตในประเทศประมาณร้อยละ 80 ที่เหลือเป็นการนำเข้าเส้นใยคุณภาพสูงจากต่างประเทศ

ในปี 2544 กำลังการผลิตเส้นด้ายจากเครื่องจักรวงแหวนชนิด Ring spinning มีประมาณ 3.8 ล้านแกน (ผลิตด้ายเบอร์ 0 - 100) และระบบอัตโนมัติเครื่องจักรชนิด Open-end ประมาณ 50,000 แกน (ผลิตด้ายเบอร์ 0 - 30)

- **อุตสาหกรรมผลิตผ้าฝืน**

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตผ้าฝืน คือ เส้นด้าย คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35 ของต้นทุนการผลิต มีการใช้เส้นด้ายที่ผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 50) เส้นด้ายนำเข้ามีคุณภาพดี มีการจัดเก็บภาษีที่สูงกว่าประเทศคู่แข่งทำให้ต้นทุนการผลิตผ้าฝืนสูงตามไปด้วย

- **อุตสาหกรรมฟอก ย้อม และตกแต่งสำเร็จ**

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอก ย้อม และตกแต่งผ้าฝืน คือ สารเคมีและผ้าฝืน ปัจจุบันต้องมีการนำเข้าสีและสารเคมีจากต่างประเทศมากถึงร้อยละ 80 ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง นอกจากนี้ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพและตรงตามมาตรฐานของ ISO 1400 เพื่อรักษาสีสิ่งแวดล้อม ก็เป็นต้นทุนอีกอย่างหนึ่งที่สูง

- **อุตสาหกรรมเส้นใยและเครื่องนุ่งห่ม**

วัตถุดิบที่ใช้ คือ ผ้าฝืนคิดเป็นร้อยละ 60 ของต้นทุนการผลิต เป็นผ้าฝืนนำเข้าร้อยละ 27 และผ้าฝืนในประเทศร้อยละ 33 นอกจากนี้วัตถุดิบอื่น ๆ ได้แก่ เส้นด้าย กระดุมชิป เป็นต้น

กระบวนการผลิตประกอบด้วย การเตรียมผ้าที่จะตัด (การวางแผน การสร้างแบบ การย่อ-ขยาย การวางแบบ) การตัดผ้า (การวาดแบบ การปูผ้า การตัดผ้า การเตรียมผ้า) การตัดเย็บ การตรวจสอบและตกแต่ง

เครื่องจักรที่สำคัญในการผลิต คือ จักรเย็บผ้า ปัจจุบันโรงงานขนาดใหญ่ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทันสมัยเข้ามาผลิต เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aided Design : CAD) เครื่องตัดผ้า (Computer Cutter System : CAS) เครื่องปูผ้า



อัตโนมัติ (Computer Spreader System : CSS) และ CAM เพื่อลดขั้นตอนการทำงานให้สั้นลง และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

2. เทคโนโลยีวัสดุ

วัสดุที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมสิ่งทอมีทั้งที่เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตและที่เป็น ชิ้นส่วนอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่อุตสาหกรรมผลิตเส้นใย อุตสาหกรรมปั่นด้าย อุตสาหกรรมผลิตผ้าผืน อุตสาหกรรมฟอก ย้อม ตกแต่งสำเร็จ และอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้า และเครื่องนุ่งห่ม ตัวอย่างของวัสดุ ได้แก่

- สารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ (กรดเทรฟทาสิก เอทิลีนไกลคอล ตัวเร่งปฏิกิริยา สารเติมแต่ง TiO_2 อะคริโลไนโตรลล์ สำหรับการผลิตเส้นใย อะคริลิกไพรแลกแทม สำหรับการผลิตเส้นใยไนลอน และเซลลูโลส เยื่อไม้ สำหรับการผลิตเส้นใยเรยอน)
- เส้นใยธรรมชาติ (ฝ้าย ไหม)
- เส้นใยสังเคราะห์ ที่ผลิตในไทยมี 4 ชนิด คือ โพลีเอสเตอร์ (ร้อยละ 79) ไนลอน (ร้อยละ 6.6) อะคริลิก (ร้อยละ 6.6) และเรยอน (ร้อยละ 7.5)
- เส้นด้ายฝ้าย และเส้นใยสังเคราะห์ (โพลีเอสเตอร์ ไนลอน อะคริลิก และเรยอน)
- แกนด้าย แกนด้ายในอุตสาหกรรมปั่นด้ายมักทำจากเซรามิก ในกระบวนการผลิตด้าย จะถูกปั่นเก็บในแกนด้ายด้วยความเร็วสูง แกนด้ายจะถูกเสียดสีตลอดเวลาทำให้สึกกร่อนเร็ว ปัจจุบันแกนด้ายมักสั่งซื้อจากต่างประเทศเมื่อเกิดการสึกกร่อนหนักเกินไปเนื่องจากไม่สามารถหาผู้ที่ทำการซ่อมแซมแกนหรือกระสวยเหล่านี้
- เครื่องปั่นด้ายและชิ้นส่วนอุปกรณ์
- เครื่องตรวจวัดและควบคุมขนาดของเส้นด้ายในกระบวนการผลิต
- ผ้าทอจากฝ้าย คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณการผลิตผ้าในประเทศ
- ผ้าทอจากเส้นใยสังเคราะห์ คิดเป็นร้อยละ 60 ของปริมาณการผลิตผ้าในประเทศ
- ผ้าถัก มีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 34 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดส่วนใหญ่เป็นชนิด Circular Knit ที่ทำจากฝ้ายใยสังเคราะห์ หรือฝ้ายผสมใยสังเคราะห์
- เครื่องทอผ้าและชิ้นส่วนอุปกรณ์
- สารเคมีที่ใช้ในการฟอก ย้อม ตกแต่งสำเร็จ
- เครื่องจักรในระบบการฟอก ย้อม ตกแต่งสำเร็จ
- เครื่องจักรเย็บผ้า



■ และอื่น ๆ

2. อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน โครงสร้างอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยประกอบด้วยผู้ประกอบการหลัก 2 ประเภท คือ

1. ผู้ประกอบยานยนต์
2. ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

แต่หากอุตสาหกรรมสนับสนุนอื่น ๆ และธุรกิจต่อเนื่องที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งกลุ่มธุรกิจของอุตสาหกรรมยานยนต์ตามลักษณะของเครือข่ายวิสาหกิจยานยนต์ (Cluster) กลุ่มที่อยู่ในอุตสาหกรรมการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ คือ ตั้งแต่ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วน ซึ่งมีทั้งที่ผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศและต่างประเทศในแต่ละกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแจกแจงผู้ที่อยู่ในแต่ละกลุ่มได้ ดังนี้

1. ผู้ประกอบรถยนต์ 15 บริษัท มีจำนวนโรงงาน 17 โรงงาน
2. ผู้ประกอบรถจักรยานยนต์ 5 บริษัท มีจำนวนโรงงาน 5 โรงงาน
 ในกลุ่มที่ 1 และ 2 ส่วนใหญ่เป็นบริษัทข้ามชาติซึ่งกระจายตัวอยู่ในบริเวณ 5 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง
3. ผู้ประกอบรถยนต์ ดัดแปลง 3 ราย
4. ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ 1,709 ราย ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 Direct Supplier หรือ OEM Supplier (OEM : Original Equipment Manufacturing) ได้แก่ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผลิตชิ้นส่วนส่งให้ผู้ประกอบการยานยนต์โดยตรงมีจำนวน 709 ราย โดยเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ 386 ราย รถจักรยานยนต์ 201 ราย และผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ผลิตชิ้นส่วนส่งให้ทั้งรถยนต์และรถจักรยานยนต์อีก 122 ราย

- กลุ่มที่ 2 Indirect Supplier หรือกลุ่ม Raw Materials และกลุ่ม 2nd/3rd Tier Supplier ได้แก่ กลุ่มผู้ทำหน้าที่จัดหาวัตถุดิบให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรายย่อยที่รับจ้างผลิตชิ้นส่วนให้กลุ่ม 1st Tier ซึ่งในกลุ่มนี้บางส่วนก็อยู่ในกลุ่ม 1st Tier ด้วยเช่นเดียวกัน คือ เป็นทั้ง Direct และ Indirect Supplier กลุ่ม Indirect Supplier กลุ่มนี้มีจำนวนประมาณ 1,000 ราย ได้แก่

- (1) กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุนด้านวัตถุดิบ และชิ้นส่วนประกอบย่อย ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องหนัง อุตสาหกรรมพลาสติก อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมกระจก อุตสาหกรรมสี และชุบผิว อุตสาหกรรมปิโตรเคมี



- (2) กลุ่มอุตสาหกรรมสนับสนุนด้านการผลิต (Equipment Supplier) ได้แก่ Mold & Die, Jig & Fixture, Forging, Casting, Tooling, Cutting, Surface Treatment, Heat Treatment, Precision, Electronic Connector, Engineering Plastic

การวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศไทยยังมีศักยภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจากไม่ได้เป็นเจ้าของเทคโนโลยี และยังขาดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากบริษัทแม่มาสู่บริษัทลูกในประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ภาครัฐได้ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยต้องมีการพัฒนาและปรับเปลี่ยนแนวความคิดจากเดิม จากที่ทำการผลิตเพื่อจำหน่ายแต่เพียงอย่างเดียว ให้มามีวิสัยทัศน์ที่จะพัฒนาและปรับปรุงไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพของชิ้นส่วนหรือกระบวนการผลิต ให้เป็นที่ยอมรับจากต่างประเทศ ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการสร้างพื้นฐานความรู้ที่จะพัฒนาเทคโนโลยีให้ทัดเทียมนานาประเทศ และสามารถพึ่งพาตนเองได้ ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือ งบการวิจัยและพัฒนาซึ่งเป็นงบที่มีค่าใช้จ่ายสูง ทางรัฐบาลจึงควรให้การสนับสนุนในเบื้องต้น อาทิ การให้เงินสนับสนุนหรือลงทุนเครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบให้กับสถาบันการศึกษา หรือสถาบันวิจัยต่าง ๆ

อย่างไรก็ดี การที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ยักษ์ใหญ่จากต่างประเทศย้ายฐานการผลิตมายังประเทศไทยทำให้ไทยเป็นศูนย์รวมของผู้ผลิตรถยนต์ ทั้งเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและเพื่อเป็นฐานการส่งออกของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากการแข่งขันด้านเทคโนโลยีอย่างรุนแรงของอุตสาหกรรมยานยนต์ ทำให้บริษัทแม่ซึ่งเป็นเจ้าของเทคโนโลยีเล็งเห็นถึงความสำคัญของการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในประเทศที่เป็นฐานการผลิต เพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขัน ดังจะเห็นได้จากรัฐบาลเริ่มมีการลงทุนจัดตั้ง “ศูนย์ R & D” ขึ้นในประเทศไทย จึงนับเป็นนิมิตหมายที่ดีอีกอย่างหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทย

เทคโนโลยีวัสดุเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมหลักประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความก้าวหน้าทางวัสดุศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นเพื่อวัตถุประสงค์พื้นฐานในการผลิตและการใช้งาน หรือเพื่อวัตถุประสงค์ขั้นสูงสำหรับยานยนต์ในอนาคต เช่น วัสดุที่ช่วยประหยัดพลังงาน วัสดุที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เพื่อช่วยลดมลภาวะในอากาศหรือวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากที่สุดเป็นเพื่อลดปริมาณของเสีย เป็นต้น โดยวัสดุที่ใช้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ สามารถแบ่งตามกลุ่มการใช้งานของชิ้นส่วนได้ 8 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มชิ้นส่วนเครื่องยนต์
2. กลุ่มชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า



3. กลุ่มชิ้นส่วนระบบถ่ายทอดกำลังและขับเคลื่อน
4. กลุ่มชิ้นส่วนระบบกันสะเทือนและเบรก
5. กลุ่มชิ้นส่วนตัวถัง
6. กลุ่มชิ้นส่วนตกแต่งภายใน
7. กลุ่มแม่พิมพ์
8. กลุ่มอื่น ๆ เช่น ชิ้นส่วนพลาสติก สลักกัณฑ์ ชิ้นส่วนบาง แผ่นเหล็ก เป็นต้น

และเมื่อพิจารณาโครงสร้างพื้นฐานทางวัสดุศาสตร์ และเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาข้อมูล จึงจะแบ่งชิ้นส่วนตามประเภทของวัสดุเป็น 3 ประเภท คือ ชิ้นส่วนประเภทโลหะ ชิ้นส่วนประเภทพอลิเมอร์และชิ้นส่วนประเภทเซรามิก

ชิ้นส่วนประเภทโลหะ

อุตสาหกรรมโลหะเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ และชิ้นส่วนเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในกลุ่มของเหล็ก เช่น เหล็กทรงยาวและเหล็กทรงแบน โดยในกลุ่มของเหล็กทรงยาวจะมีปริมาณในสัดส่วนที่น้อยกว่าเหล็กทรงแบนมาก เนื่องจากมีการใช้งานเพียงเล็กน้อยในส่วนของสลักกัณฑ์เพื่อยึดส่วนประกอบต่าง ๆ ของยานยนต์ สปริง เพลา และส่วนประกอบในยางรถยนต์เท่านั้น ส่วนในกลุ่มของเหล็กทรงแบนจะใช้งานเพื่อผลิตเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของยานยนต์ทั้งที่เป็นชิ้นส่วนตัวถังภายนอกและภายในรถยนต์ ซึ่งชิ้นส่วนเหล่านี้มีอยู่หลายประเภท เช่น แคลซี ฟันรถ ประตูรถ กระป๋องรถยนต์ ถังน้ำมัน เป็นต้น

โลหะ

เทคโนโลยีการผลิตโลหะสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. กระบวนการขึ้นรูป (Shaping) แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ
 - การขึ้นรูปโดยการลดมวล (Mass Reducing) เช่น Milling, Drilling, Grinding, Blanking, Piercing, Air Arc Cutting, Gas Cutting, EMD Grinding, EMD Sawing, Electron Beam Cutting, Laser Beam Cutting, Ion Beam Cutting, Chemical Milling, Electrochemical Milling, Photochemical Milling
 - การขึ้นรูปโดยมวลคงที่ (Mass Conserving) เช่น Casting, Molding, Compacting, Deposition, Laminating, Forging, Extruding, Drawing, Rolling, Bending, Sheet Metal Forming, Explosive Forming, Electromagnetic Forming, Electrohydraulic Forming



- การเชื่อมต่อ (Joining) เช่น Mechanical Joining, Electrical Arc Welding, Electrical Resistance Welding, Gas/Chemical Welding, Electron Beam Welding, Laser Beam Welding, Plasma Arc Welding, Brazing, Soldering
- 2. กระบวนการไม่ขึ้นรูป (Nonshaping) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - การปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน (Heat Treatment) เช่น Annealing, Carburizing, Induction Hardening, Sintering
 - การปรับปรุงคุณภาพผิว (Surface Finishing) เช่น Shot Peening Preparation, Grinding, Flame Cleaning, Deburring, Degreasing, Surface Coating, Burnishing, Whot Peening, Polishing

ตัวอย่างชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผ่านกระบวนการผลิตต่าง ๆ

- การหล่อ (Casting) ชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการหล่อ ได้แก่ Rocker Arms, Cylinder Block, Fly Wheel, Rear Axle Housing, Wheel เป็นต้น
- การตีขึ้นรูป (Forging) ชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการตีขึ้นรูป ได้แก่ Connecting Rod, Crankshaft, Camshaft, Rocker Arm, Main Shaft, Rear Axles, Torsion Bar, Stabilizer, Tension Rod เป็นต้น
- การขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet Metal Forming) ได้แก่ Body Panel, Fuel Tank, Door Frame, Fender Panel เป็นต้น
- การปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน (Heat Treatment) ชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน ได้แก่ Gear Train, Crank Shaft, Cam Shaft, Fly Wheel, Door Impact Beam เป็นต้น

พลาสติก

เทคโนโลยีที่ใช้กันมากในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นพลาสติก คือ

- Injection Molding (การฉีด) ตัวอย่างชิ้นส่วน เช่น Instrument Panel Covers, Door Lock Knobs, Lamp Assemblies, Rear Vision Mirror Housing, Radiator Grills, Pillar Trims
- Extrusion (การดึงขึ้นรูป) ตัวอย่างชิ้นส่วน เช่น Plastic Hoses/Pipes, Wiring conduits
- Blow molding (การเป่าขึ้นรูป) ตัวอย่างชิ้นส่วน เช่น Windscreen Washer Bottle/Tanks, Radiator Expansion/Overflow Reservoirs, Engine Oil Reservoirs



- Sheet forming (การขึ้นรูปแผ่นแม่พิมพ์) ตัวอย่างชิ้นส่วน เช่น Fuel Tanks, Fenders/Mud Guards, Panel Trims

สำหรับโรงงานที่เป็นบริษัทต่างชาติหรือร่วมทุนกับต่างชาติ เทคโนโลยีการผลิตจะได้รับมาจากบริษัทแม่หรือบริษัทร่วมทุนซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบเพื่อช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น การเริ่มใช้ (Computer Aided Engineering : CAE) มาเพื่อการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อลดต้นทุน เช่น การออกแบบแม่พิมพ์เพื่อลดปัญหาของเสีย แต่ในส่วนของบริษัทที่ผู้ประกอบการเป็นคนไทยและส่วนใหญ่เป็นบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อม เทคโนโลยีการผลิตที่ใช้ไม่สูงมากนัก ยังต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญมาให้คำแนะนำในด้าน การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ยาง

เนื่องจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่ของไทย (ประมาณร้อยละ 59) โดยเฉพาะในโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กยังคงใช้เทคโนโลยีการผลิตที่พัฒนาขึ้นมาเองจากประสบการณ์หรือจากการสอบถามจากผู้ขายสารเคมีและเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต จึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้จากการลองผิดลองถูก โดยขาดความรู้พื้นฐานทางวิชาการที่ถูกต้อง ทำให้มีปัญหาในด้านประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์และการสูญเสียในกระบวนการผลิต

ชิ้นส่วนประเภทพอลิเมอร์

ชิ้นส่วนพอลิเมอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์โดยทั่วไปมักอยู่ในรูปวัสดุที่รู้จักกันดี 2 ประเภท คือ พลาสติก และยาง และมีแนวโน้มการใช้งานในอุตสาหกรรมนี้แทนวัสดุอื่น ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีสมบัติเด่นหลายประการ กล่าวคือ

- สามารถแปรรูปและขึ้นรูปชิ้นส่วนที่ซับซ้อนได้ง่าย ไม่ต้องมีการตกแต่ง (Finishing) หลังกระบวนการผลิต
- มีน้ำหนักเบา ทำให้สมบัติเชิงกลต่อน้ำหนักมีค่าสูง ซึ่งมีผลต่อการประหยัดพลังงาน
- ทนต่อสารเคมีและการกัดกร่อนดีมาก
- เป็นฉนวนไฟฟ้าและความร้อน
- มีสมบัติพิเศษอื่น ๆ ที่หาไม่ได้ในวัสดุประเภทอื่น เช่น ความยืดหยุ่นของยาง เป็นต้น

พลาสติก

ปัจจุบันพลาสติกได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยเป็นวัสดุที่มีการใช้งานมากเป็นอันดับสองรองจากโลหะ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของพลาสติกเอง คือ น้ำหนักเบา



ทนทานต่อการถูกร่อน ง่ายต่อการบำรุงรักษา อีกทั้งพลาสติกยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ และสามารถเสริมแต่งและดัดแปลงได้ง่าย

ชิ้นส่วนยานยนต์ ที่เป็นพลาสติกที่เราเห็นได้ทั่ว ๆ ไป ได้แก่ แผงหน้าปัด (Dashboard) ใบพัด (Fan) คอนโซล (Console) กันชน (Bumper) และพวงมาลัย (Steering Wheel) สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการนำพลาสติกเข้ามาใช้ในอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนยานยนต์ แบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ชิ้นส่วนภายใน (Inner Parts) เช่น แผงหน้าปัด (Meter Case) พวงมาลัย (Steering Wheel) คอนโซลหน้ารถ (Instrument Panel) คอนโซลที่พื้น (Floor Con) แผงบุหลังคา (Headlining) ขอบปิดเสากลางประตู (Scuff Plate) และสายไฟภายในรถยนต์ (Wiring Harness)
2. ชิ้นส่วนภายนอก (Outer Parts) เช่น กันชน (Bumper) ตะแกรงหน้าหม้อน้ำ (Radiator Grille) ไฟเลี้ยว (Turn Signal Light) ไฟท้าย (Tail Light) ไฟหน้า (Head Light) ใบพัดลม (Fan Blade) และฝาครอบล้อ (Wheel Cap)
3. ชิ้นส่วนห้องเครื่อง เช่น Engine Cover, Air Intake Manifold, Distributor Cap และอื่น ๆ

การผลิตชิ้นส่วนพลาสติกในประเทศไทยจะไม่ค่อยมีปัญหาในด้านคุณภาพวัตถุดิบมากนัก เพราะวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้มีการทดสอบคุณภาพตามที่ลูกค้ากำหนดแล้ว บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่เป็นพลาสติกของไทยส่วนใหญ่จะเป็นการรับจ้างผลิตอีกต่อหนึ่ง โดยลูกค้าจะนำวัตถุดิบมาให้ผลิตหรือกำหนดไว้ว่าให้ใช้วัตถุดิบจากที่ใดเป็นต้น ทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถเลือกวัตถุดิบได้เอง แต่ก็ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องราคาวัตถุดิบบ้าง เนื่องจากผู้ผลิตไม่สามารถที่จะคัดเลือกบริษัทให้ราคาต่ำกว่าได้

- ยาง

ชิ้นส่วนยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ประกอบด้วยกลุ่มใหญ่ 8 กลุ่ม ได้แก่

- ยางล้อ
- ยางรับแรงสั่นสะเทือน
- ยางขอบกระบอก/ประตู
- ท่อยาง
- สายพาน
- ซีล/ปะเก็น
- เบาะที่นั่ง
- อื่น ๆ เช่น ยางปิดน้ำฝน ฉนวนสายไฟ



ยงซึ้นส่วนในยานยนต์ส่วนใหญผลิตจากยงสังเคราะห์เนืองจากคุณสมบัตินในการทนน้ำมัน ทนความร้อนและโอโซน ส่วนยงธรรมชาติจะใชเเฉพาะในยงรองแท่นเครื่องและห้องเกียร้เท่านั้น

แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ยงที่ใชเป็นซึ้นส่วนยานยนต์ไดเองและ มีการส่งออกในบางส่วน ทางด้านการส่งออกก็ม้อตราการเติบโตของมูลค่าการส่งออกยงต่อเนื่อง และมีผลกระทบต่อยาไรของประเทศสูง อยงไรก็ตามก็ยังมีกรนำเข้าผลิตภัณฑ์ยงที่เป็นซึ้นส่วน ยานยนต์ด้วยเช่นกัน ซึ้นส่วนที่นำเข้ามาเป็นอันดับต้น ๆ ไดแก ยงล้อรถยนต์ (ร้อยละ 13 ของมูลค่าการนำเข้า) ทอยาง (ร้อยละ 9) ยงสายพาน (ร้อยละ 8) และยงปะเก็น/ซีล (ร้อยละ 4) โดยแหล่งนำเข้าที่สำคัญ ไดแก ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย และไต้หวัน

● **ซึ้นส่วนประเภทเซรามิก**

ในปัจจุบันเซรามิกได้เข้ามามีบทบาทแทนโลหะในซึ้นส่วนเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนและดีเซล หลายซึ้น ไม่ว่าจะเป็นส่วนโครงสร้างหรือที่เรียกวา เซรามิกโครงสร้าง และซึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ หรืออิเล็กทรอนิกส์เซรามิก เนืองจากเซรามิกมีสมบัติที่เหนือกว่าโลหะบางประการ เช่น น้ำหนักเบา ทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ทนทานต่อสารเคมี และสามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูง ๆ ได้ จากสมบัติ ที่เหนือกว่าเหล่านี้ทำให้เครื่องยนต์มีน้ำหนักเบาซึ้น การสูญเสียเนืองจากแรงเสียดทานลดน้อยลง ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูงซึ้น และเสียงดังของเครื่องยนต์ลดลง จึงมีการใช้เซรามิกเข้ามา ผลิตเป็นซึ้นส่วนรถยนต์แทน แต่อยงไรก็ตามเซรามิกโดยทั่วไปยังมีข้อด้อย คือ เปราะ จึงไม่ เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นซึ้นส่วนโครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ ดังนั้นการพัฒนาเซรามิกจึง เกิดขึ้นเพื่อแก้ไขข้อด้อยนี้

เซรามิกโครงสร้างที่สามารถนำมาผลิตซึ้นส่วนยานยนต์บางซึ้นเพื่อแทนการใช้โลหะนั้น สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทที่เป็นออกไซด์ เช่น อะลูมินา (Al₂O₃) เซอร์โคเนีย (ZrO₂) เป็นต้น และประเภทที่ไม่เป็นออกไซด์ เช่น ซิลิคอนไนไตรด์ (Si₃N₄) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) เป็นต้น

เซรามิกที่ใชทำเป็นซึ้นส่วนรถยนต์มีมากมายหลายชนิด และแต่ละชนิดมีสมบัติที่ แตกต่างกัน การจะนำเซรามิกชนิดใดมาทำเป็นซึ้นส่วนรถยนต์จะต้องคำนึงถึงสมบัติของเซรามิกและ สภาวะการทำงานของซึ้นส่วนนั้นควบคู่กันไป

เซรามิกเป็นวัสดุที่เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมซึ้นส่วนยานยนต์มากขึ้น เนืองจากมี สมบัติที่สามารถทดแทนวัสดุเดิมได้ ตัวอย่างเช่น เซรามิกที่มีความทนทานการสึกกร่อนสูงและ มีความเสียดทานต่ำนั้น เหมาะที่จะนำไปทำเป็นซึ้นส่วนรถยนต์ที่รับการเสียดสี เช่น ลูกเบี้ยว (Cam) ปลอกนำวาล์ว (Valve guide) สลักลูกสูบ (piston pin) เป็นต้น พบว่าซึ้นส่วนเครื่องยนต์ หนึ่งซึ้นสามารถเลือกใช้เซรามิกได้หลายชนิด แต่เซรามิกโครงสร้างที่นิยมใช้ทำเป็นซึ้นส่วน



เครื่องยนตโดยทั่วไปมี 3 ชนิด คือ ซิลิคอนไนไตรด์ (silicon nitride : Si_3N_4) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide : SiC) และเซอร์โคเนียเสถียรบางส่วน (partially stabilized zirconia : PSZ) ซิลิคอนไนไตรด์เป็นเซรามิกที่นิยมนำมาทำเป็นชิ้นส่วนเครื่องยนตมากที่สุด เนื่องจากซิลิคอนไนไตรด์มีน้ำหนักเบา (ประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักเหล็กกล้า) มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันได้ดี มีความแข็งแรงสูงที่อุณหภูมิและมีความต้านทานต่อการแตกหักสูง ด้วยสมบัติที่ดีเหล่านี้จึงมีการนำซิลิคอนไนไตรด์มาใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องยนตที่เคลื่อนที่ได้และมีอุณหภูมิการใช้งานสูงเป็นส่วนใหญ่ เช่น วาล์ว สลักลูกสูบ ปลายกระเดื่องกตวาล์ว หัวเผา และใบพัดของเทอร์โบชาร์จเจอร์ เป็นต้น

เซอร์โคเนียเสถียรที่อุณหภูมิห้องมีความแข็งแรงสูงมาก และมีความทนทานต่อการแตกหักที่ดีมาก แต่ที่อุณหภูมิสูงความทนทานต่อการแตกหักจะลดลงเนื่องจากเซอร์โคเนียเสถียรมีการนำความร้อนที่ไม่ดี และมีการขยายตัวทางความร้อนใกล้เคียงกับเหล็ก จึงใช้ทำเป็นฉนวนกันความร้อนโดยใช้เป็นสารเคลือบป้องกันความร้อนบนหัวลูกสูบ นอกจากนี้ยังทำเป็นปลอกกระบอกสูบและปลอกท่อผ่านต่าง ๆ

● เซรามิก

เซรามิกที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนตและชิ้นส่วนเป็น “เซรามิกก้าวหน้า (advanced ceramics) หรือ industrial ceramics” ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมดังกล่าวน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย จึงยังคงต้องพึ่งพาการนำเข้าชิ้นส่วนดังกล่าวจากประเทศเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนตจำเป็นจะต้องใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าว โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่ต้องทำงานภายใต้สภาวะที่ต้องทนการเสียดสี การกัดกร่อน หรืออุณหภูมิสูง ๆ เช่น ปลอกหุ้มหรือชิ้นรอง ไบบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูง แหวนกันซึมใน Mechanical seals สำหรับปั๊ม เป็นต้น ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมเซรามิกก้าวหน้า เพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนตและชิ้นส่วนในอนาคต

แนวโน้มการใช้วัสดุและเทคโนโลยี

การพัฒนาการใช้วัสดุและเทคโนโลยี

● การพัฒนาวัสดุประเภทโลหะ

เพื่อให้โลหะยังคงอยู่ในยานยนตโดยไม่ถูกทดแทนโดยใช้วัสดุประเภทอื่นไปเสียหมด อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนตที่เป็นโลหะจึงต้องพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของโลหะให้เป็นไปตามที่ค้ายานยนตต่าง ๆ ต้องการ เพราะอย่างไรก็ดี ยานยนตในอนาคตก็ยังคงต้องการความแข็งแรงและความปลอดภัยอยู่ และโลหะเองก็มีคุณสมบัติสำคัญดังกล่าวมากกว่าวัสดุประเภทอื่น



แนวโน้มของการพัฒนาชิ้นส่วนโลหะ ได้แก่

- High - Strength Steel เป็นการพัฒนาเหล็กกล้าให้มีน้ำหนักเบาแรงร้อยละ 24 แต่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นร้อยละ 34 และต้นทุนต่ำลง (Materials in Everyday Life; <http://www.crc4mse.org>)
- Aluminum or Steel Wheel bonding with Polyurethane เป็นการผสมหรือเคลือบล้อรถยนต์ที่ผลิตจากอะลูมิเนียมหรือเหล็กกล้าด้วย พอลิยูรีเทน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความทนทาน สามารถป้องกันการกัดกร่อนและการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดี อีกทั้งยังป้องกันรอยขีดข่วนได้ดีขึ้นอีกด้วย
- แบตเตอรี่ Nickel Metal Hydride (Ni-MH) ซึ่งเป็นแบตเตอรี่ที่เติมไฟใหม่ได้ (rechargeable) สำหรับเป็นตัวเก็บพลังงานในยานยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง
- การพัฒนาวัสดุประเภทพอลิเมอร์

มีผู้ผลิตส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับการใช้พลาสติกเป็นวัสดุทดแทน อันเนื่องมาจากความพยายามในการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต การลดน้ำหนักของรถเพื่อให้ได้มาตรฐานความประหยัดเชื้อเพลิง (CAFÉ) ความรวดเร็วในการผลิต ความยืดหยุ่นในการออกแบบความต้องการลดเสียงและเพื่อความสวยงาม และความต้องการที่จะลดของเสียโดยการนำมาใช้ใหม่ ส่วนชิ้นส่วนที่ทำจากยางนั้น ก็มีความพยายามที่จะพัฒนายางล้อรถยนต์ให้มีคุณสมบัติในการลดแรงเสียดทานเพื่อให้มีเสียงเบาและช่วยในการประหยัดน้ำมัน

ชนิดของพลาสติกและเทคโนโลยีพลาสติกที่อยู่ในความสนใจ ได้แก่

■ พอลิเมอร์คอมโพสิต (Polymer composite)

พอลิเมอร์คอมโพสิต มีส่วนสำคัญอย่างมากในการผลิตชิ้นส่วนรถให้มีน้ำหนักเบาโดยมีสมบัติทางกลใกล้เคียงกับเหล็กกล้าหรืออะลูมิเนียม ได้มีบริษัทผู้ผลิตรถยนต์บางรายได้พยายามคิดค้นกระบวนการเพื่อจะผลักดันชิ้นส่วนรถที่ผลิตด้วยวัสดุประเภทนี้ออกมาทดแทนการใช้เหล็กกล้าตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 80 แต่อย่างไรก็ตามพอลิเมอร์คอมโพสิต ไม่ประสบความสำเร็จเท่าใดนัก ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่แทบทั้งหมดมีอยู่เดิมถูกออกแบบมาเพื่อเหล็กกล้าโดยเฉพาะ อีกทั้งประสบการณ์ในการออกแบบชิ้นส่วนเพื่อเอื้อต่อการผลิตด้วยพอลิเมอร์คอมโพสิตก็ยังมีอยู่อย่างจำกัด และที่สำคัญในการที่จะเปลี่ยนกระบวนการผลิตจากเหล็กกล้ามาเป็นพอลิเมอร์คอมโพสิตยังสูงอยู่มาก อย่างไรก็ตามก็ยังมีกรานำวัสดุพอลิเมอร์คอมโพสิตไปใช้ในการผลิตชิ้นส่วนที่ไม่เป็นส่วนหนึ่งของโครงรถ (Secondary Parts) เช่น ส่วนรับแรงกระแทกของกันชน (Bumper Beams) ซึ่งพอลิเมอร์คอมโพสิตสามารถดูดซับพลังงานในการชนได้ดีกว่าเหล็กกล้า



■ พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Thermoplastics)

เทอร์โมพลาสติกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ตั้งแต่แรกเริ่มทีเดียว และด้วยความก้าวหน้าของวิทยาการพอลิเมอร์ ทำให้มีการพัฒนาเทอร์โมพลาสติกทั่ว ๆ ไป (Commodity Plastics) ขึ้นใหม่ เรียกว่า พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Thermoplastics : ETPs) ซึ่งมีสมบัติทั้งทางกลและทางความร้อนที่ดีขึ้น ในขณะที่คงสมบัติที่ดีอื่น ๆ ไว้ เช่น ความง่ายในการผลิตขึ้นรูป ความยืดหยุ่นในการออกแบบ และความสามารถในการนำไปใช้ใหม่ได้ เป็นต้น นอกจากนี้ การใช้ ETPs ยังมีข้อดีในแง่การมีของเสียที่น้อยกว่า ระยะเวลาในการผลิตที่สั้นกว่าและกระบวนการผลิตที่ง่ายกว่า

3. อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

● โครงสร้างอุตสาหกรรม

โครงสร้างของอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็น 4 ได้แก่

1. กลุ่มผลิตภัณฑ์โทรคมนาคม
2. กลุ่มผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์
3. กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
4. กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

แต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยอุตสาหกรรม 3 ส่วน ตามขั้นตอนการผลิตคือ

อุตสาหกรรมต้นน้ำ เป็นกระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานของอุตสาหกรรม ประกอบด้วย การออกแบบวงจรไฟฟ้า การผลิตและเจือสารแผ่นเวเฟอร์

อุตสาหกรรมกลางน้ำ ประกอบด้วย การตัดแผ่นเวเฟอร์ และประกอบแผ่นเวเฟอร์ติดบนกรอบขา (Lead Frame) และขั้นตอนอื่น ๆ จนได้แผงวงจรไฟฟ้า นับเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานคนจำนวนมาก ทั้งหมดนี้จัดอยู่ในประเภทอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Industry) ซึ่งเป็นหัวใจหลักของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงการผลิตแผงวงจรพิมพ์ (Printed Circuit Board : PCB) ด้วย

อุตสาหกรรมปลายน้ำ เป็นกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย เป็นการนำชิ้นส่วนทั้งหมดเข้ามาประกอบรวมกันตามที่ว่าไว้ จะได้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อการอุปโภคบริโภค

● กลุ่มผลิตภัณฑ์โทรคมนาคม

เป็นกลุ่มที่มีการผลิตในประเทศไม่มากนัก ผลิตภัณฑ์หลักที่มีการผลิตและส่งออก ได้แก่ โทรศัพท์ โทรสาร จานดาวเทียม และชิ้นส่วนเครื่องรับโทรศัพท์ ตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ





สหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ และยุโรป ขณะเดียวกันตลาดภายในประเทศก็มีการขยายตัวสูง จึงทำให้มีมูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์โทรคมนาคมสูงด้วย

● **กลุ่มผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์**

เป็นกลุ่มที่มีฐานการผลิตอยู่ในประเทศพหุสมควร ทั้งการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ และการผลิตอุปกรณ์ต่อพ่วงและส่วนประกอบ เช่น hard disk drive, floppy disk drive, monitor, switching power supply และ keyboard เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ต่อพ่วงและส่วนประกอบมีฐานการผลิตเพื่อส่งออกอยู่ในประเทศไทย มีการลงทุนของบริษัทชั้นนำหลายราย เช่น พูจีซี ซีเกท เดลต้า และต้าถุง ขณะเดียวกันการนำเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และส่วนประกอบก็เพิ่มขึ้นตามการส่งออก เนื่องจากชิ้นส่วนสำคัญ ๆ ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์และส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศ การใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศยังมีไม่มากนัก นอกจากนี้ยังมีการพึ่งพาเทคโนโลยีจากบริษัทแม่ในต่างประเทศสูงมาก

● **กลุ่มชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์**

เป็นกลุ่มที่เป็นฐานสำคัญของกลุ่มอื่น ๆ มีการลงทุนทั้งจากบริษัทต่างชาติ บริษัทร่วมทุนกับคนไทย และบริษัทรับช่วงการผลิตของคนไทยซึ่งเป็นการผลิตที่พึ่งพิงแรงงานราคาถูก โดยการรับจ้างประกอบผลิตภัณฑ์ให้แก่บริษัทต่างชาติหรือเป็นการผลิตชิ้นส่วน (Original Equipment Manufacturing : OEM) ภายใต้สิทธิบัตรจากต่างประเทศ ผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตได้แก่ ชิ้นส่วนประเภท Active parts (เช่น แผงวงจรไฟฟ้าจุลภาค IC packaging, micro-processor, memories) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อส่งออก ชิ้นส่วนที่มีการส่งออกมาก ได้แก่ แผงวงจรไฟฟ้า แผงวงจรพิมพ์ (PCB) ตลับลูกปืน อิเล็กทรอนิกส์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และอุปกรณ์กึ่งตัวนำ ตลาดสำคัญ ได้แก่ สิงคโปร์ (เป็นเมืองท่าเพื่อกระจายสินค้าไปยังตลาดอื่น) สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และยุโรป ลักษณะการผลิตมีทั้งที่ใช้แรงงานประกอบเป็นหลักและที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ มีบริษัทแม่ในต่างประเทศเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบ เครื่องจักร เทคโนโลยีและตลาด ส่วนบริษัทขนาดเล็กของคนไทยจะมารับช่วงการผลิต โดยใช้แรงงานเป็นหลัก หรือมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน การเข้าไปรับช่วงการผลิตจะต้องมีความเชื่อถือได้ในด้านคุณภาพ ราคา และความสามรถในการส่งมอบ การใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศอยู่ในระดับต่ำ เพราะสาเหตุหลายประการ เช่น ไม่มีผู้ผลิตในประเทศ มีผู้ผลิตในประเทศแต่ไม่ได้คุณภาพตามที่ต้องการ หรือมีความยุ่งยากในการซื้อขายระหว่างโรงงาน ทำให้ผู้ผลิตส่งออกสินค้าทั้งหมดไปยังสิงคโปร์ ผู้ใช้ต้องนำเข้าจากสิงคโปร์อีกทอดหนึ่ง ทำให้มูลค่าการนำเข้าชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สูงเช่นเดียวกับการส่งออก



● กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

เป็นกลุ่มที่มีในประเทศมานานแล้ว ส่วนใหญ่เป็นการร่วมทุนระหว่างบริษัทต่างประเทศกับบริษัทคนไทย เดิมเป็นการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศเป็นหลัก ต่อมาได้ขยายฐานการผลิตเพื่อการส่งออกต่างประเทศด้วย ผลิตภัณฑ์สำคัญที่มีการผลิต ได้แก่ เครื่องรับวิทยุ/โทรทัศน์ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ หม้อหุงข้าว เครื่องซักผ้า พัดลม เป็นต้น โดยเครื่องรับโทรทัศน์มียอดการผลิตเป็นอันดับที่ 4 ของโลก รองจากเกาหลีใต้ มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกา เครื่องปรับอากาศของไทยมีส่วนแบ่งในตลาดญี่ปุ่นประมาณร้อยละ 25

จากประสบการณ์ที่สั่งสมมาเป็นเวลานาน ทำให้ความสามารถทางเทคโนโลยีการประกอบการผลิตชิ้นส่วน และการดัดแปลงผลิตภัณฑ์ของไทยอยู่ในระดับดีพอสมควร แม้ยังคงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีและชิ้นส่วนสำคัญจากบริษัทแม่ในต่างประเทศอยู่ แต่ก็มีการผลิตชิ้นส่วนบางชนิดขึ้นในประเทศเองแล้ว เช่น หลอดภาพโทรทัศน์ คอมเพรสเซอร์ อินเวอร์เตอร์ มอเตอร์ ชิ้นส่วนโลหะและพลาสติก ทำให้มีสัดส่วนการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ผู้ผลิตหลายรายมีการผลิตชิ้นส่วนเพื่อใช้เอง มากกว่าการใช้ระบบรับช่วงการผลิต เพราะการซื้อมาขึ้นส่วนจากบริษัทรับช่วงการผลิตมีกฎระเบียบยุ่งยากซับซ้อน โดยเฉพาะการซื้อมา ระหว่างผู้ผลิตเพื่อส่งออกที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน หรือมีที่ตั้งอยู่ในเขตส่งเสริมการค้าชายแดน หรือเขตอุตสาหกรรมส่งออกกับผู้ผลิตที่มีการจำหน่ายในประเทศ

● ประเภทและสถานภาพของการใช้วัสดุ

1. ชิ้นส่วนประเภทโลหะ

โลหะเป็นวัสดุหลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เราจะเห็นปรากฏเกือบทุกทีในเครื่องใช้ไฟฟ้า โลหะหลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า ได้แก่ เหล็ก ทองแดง และอะลูมิเนียม เนื่องจากมีความเหมาะสมทั้งด้านคุณภาพและราคา อย่างไรก็ตาม เมื่ออยู่ในรูปของแร่บริสุทธิ์ โลหะทั้ง 3 ชนิดนี้ยังไม่เหมาะกับการใช้งานเชิงวิศวกรรม เนื่องจากยังมีสมบัติด้อยไม่เหมาะสมกับการใช้งานเชิงวิศวกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความแข็งแรงทางกล และการทนต่อสภาวะการใช้งาน

2. ชิ้นส่วนประเภทพอลิเมอร์

ปัจจุบันวัสดุประเภทพอลิเมอร์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในวิศวกรรมไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากน้ำหนักเบา ราคาถูก ทนการกัดกร่อนสูง อายุการใช้งานนาน ต้นทุนในการผลิตชิ้นส่วนต่ำ ผลิตได้ทีละมาก ๆ สามารถดัดแปลงลักษณะเฉพาะทางวิศวกรรมเพื่อสร้างเป็นชิ้นงานที่มีความแข็งแรง ความคงทน ความยืดหยุ่นสูงได้ง่าย พอลิเมอร์ส่วนใหญ่เป็นฉนวนไฟฟ้าสามารถ



ปรับแต่งสมบัติความเป็นฉนวนตามความต้องการแต่ละด้านได้ง่าย นอกจากนี้ชิ้นงานพอลิเมอร์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนด (Defects Parts) ยังสามารถนำมาหลอมเพื่อใช้ผลิตชิ้นงานใหม่ได้ง่าย

3. ชิ้นส่วนประเภทเซรามิกและแก้ว

เซรามิกและแก้วเป็นวัสดุอีกกลุ่มหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานทางไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากเซรามิกมีสมบัติเด่นมากมาย ประกอบกับเทคโนโลยีการผลิตและการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนเซรามิก ได้พัฒนาจนถึงระดับที่สามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก และมีความซับซ้อนสูงได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลงมาก

เซรามิกที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานทางไฟฟ้า คือ เซรามิกยุคใหม่ (Advanced Ceramics) หรือเซรามิกเนื้อละเอียด (Fine Ceramics) เป็นเซรามิกที่ใช้กรรมวิธีการผลิตสมัยใหม่เพื่อปรับสมบัติให้แข็งขึ้น แกร่งขึ้น ทนสารเคมีได้มากขึ้น หรือให้มีสมบัติทางไฟฟ้าตามต้องการ

สมบัติเด่นที่ทำให้เซรามิกถูกนำมาใช้ในงานวิศวกรรมมากขึ้น ได้แก่ ความแข็ง การทนการสึกหรอ การทนการสึกกร่อน การทนสารเคมี การทนความร้อน สามารถปรับแต่งสมบัติการนำความร้อน การนำไฟฟ้าและการขยายตัวตามความร้อนได้ง่าย อายุการใช้งานนานสามารถนำชิ้นส่วนมา Re-use ได้หลายรอบ นอกจากนี้ ยังได้มีการค้นพบสมบัติใหม่ ๆ ของเซรามิกที่เป็นประโยชน์สูงต่องานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สมบัติด้าน Thermoelectric (การผันไฟฟ้า-ความร้อน) ด้าน Photovoltaic (การผันแสง-ไฟฟ้า) ด้าน Piezoelectric (การผันแรงกล-ไฟฟ้า) ด้านแม่เหล็ก และด้านการนำไฟฟ้ายิ่งยวด (Superconductor) เป็นต้น

ในการผลิตเซรามิกมีจุดเด่นคล้ายพอลิเมอร์ คือ ผลิตง่าย สามารถปรับแต่งสมบัติทั้งทางไฟฟ้า ทางกล ทางเคมี และทางแสงได้ในช่วงกว้าง ทำให้สามารถผลิตชิ้นส่วนขนาดเล็กสูงในปริมาณมาก ๆ ได้ด้วยต้นทุนต่ำ เซรามิกที่นิยมใช้ในงานทางไฟฟ้า ได้แก่ อะลูมินา/ซิลิไฟร์ เบอริลเลีย เซอร์โคเนีย ซิลิกอนคาร์ไบด์ ซิลิกา ซิลิกอนไนไตรด์ และไบรอนไนไตรด์

- **การวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ**

งานวิจัยด้านวัสดุสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศมีอยู่พอสมควร ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยและพัฒนาวัสดุเซรามิก

4. อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและชิ้นส่วน

- **ความสามารถทางเทคโนโลยี**

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลได้พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีคุณภาพและความแม่นยำสูงขึ้นมาก ดังจะเห็นได้จากการนำระบบ CAM (Computer Aided Manufacture), CAD (Computer Aided Design), CNC (Computerized Numerical Control Machine),



Computer optimized และ FMS (Flexible Machining Systems) รวมทั้งระบบเครื่องจักรอัตโนมัติ และเทคโนโลยีกลุ่ม (Group technology) มาใช้

ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ กลุ่มเครื่องมือกล แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเครื่องมือกลที่สามารถผลิตได้เองในประเทศ และกลุ่มเครื่องมือกลที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในขณะที่เครื่องจักรอุตสาหกรรมแบ่งเป็นสองกลุ่มที่มีศักยภาพและความสำคัญ และหนึ่งกลุ่มที่มีศักยภาพรองลงไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มเครื่องมือกล (Machine Tools)

■ กลุ่มเครื่องมือที่สามารถพัฒนาขึ้นได้ในประเทศ ได้แก่ เครื่องกลึงโลหะที่ใช้งานทั่วไป (Horizontal Lathes) ทั้งเครื่องกลึงแบบธรรมดาจนถึงเครื่องกลึงแบบ CNC และระดับความเที่ยงตรงจากระดับปกติจนถึงระดับสูงและเนื่องจากเป็นเครื่องมือพื้นฐาน สามารถใช้ผลิตชิ้นส่วนได้หลากหลาย จึงมีความต้องการในประเทศสูงมาก เช่นเดียวกับเครื่องทุบขึ้นรูปโลหะ (Forging or Die Stamping Machines) เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ (Press Machine) ชนิด crank โดยการออกแบบระบบการทุบ เครื่องจักรกลุ่มนี้สามารถดัดแปลงเพื่อการขึ้นรูปหรือการผลิตได้หลากหลายเช่นกัน ประเทศไทยยังมีความต้องการเครื่องจักรประเภททุบขึ้นรูปอยู่ก็จำนวนมาก การนำเข้ามีทั้งเครื่องจักรใหม่และเครื่องจักรใช้แล้ว เครื่องตีขึ้นรูปก็สามารถผลิตได้ในประเทศแต่ยังคงต้องแข่งขันกับการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศที่มีราคาถูกกว่า เครื่องเลื่อย (Sawing or Cutting-off Machine) มีการออกแบบและการผลิตไม่ซับซ้อนนัก เครื่องเลื่อยแทบทุกประเภทสามารถผลิตได้ในประเทศ ซึ่งแม้จะต้องนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ แต่การวิจัยและพัฒนาคุณสมบัติให้ดีขึ้นก็สามารถทำได้ในประเทศ

■ กลุ่มเครื่องมือกลที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ได้แก่ เครื่อง Machining Center เป็นเครื่องจักรกลที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการความละเอียด แม่นยำ และเที่ยงตรง มีอัตราการผลิตสูง เหมาะกับชิ้นงานที่ต้องการ Machine หลาย ๆ ครั้ง และต้องใช้เครื่องจักรกลหลายชนิด แม้ว่าเทคโนโลยีที่ใช้จะไม่แตกต่างกันไปจากเครื่องกล CNC มากนัก แต่เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีราคาต่อหน่วยสูงมาก และการผลิตต้องใช้เทคโนโลยีสูงที่สุดในบรรดาเครื่องจักรกลทั้งหมด ดังนั้นการที่จะผลิตเพื่อใช้เองภายในประเทศก็ต้องอาศัยการร่วมทุนและการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เช่นเดียวกันกับเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ (Press Machine) ชนิด Hydraulic ที่กระบอกสูบยังไม่สามารถผลิตได้ในประเทศ การนำเข้าชิ้นส่วนดังกล่าวมีราคาสูงมาก และเครื่อง Electrical Discharge Machine (EDM) และเครื่อง Discharge Wire Cut Machine เป็นเทคโนโลยีสนับสนุนสำหรับอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ จากรายงานปี 2543 ระบุว่า มีผู้ผลิตเพียงรายเดียวในประเทศ และยังคงพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศทั้งหมด



2. เครื่องจักรอุตสาหกรรม (Industrial Machine)

เครื่องจักรอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้าและตอบสนองต่อความต้องการใช้ภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ได้แก่

■ กลุ่มเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ผลิตภัณฑ์เกษตร และบรรจุภัณฑ์

ประกอบด้วยเครื่องจักรผลิตกระป๋อง เครื่องบรรจุขวด เครื่องจักรสำหรับผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์เครื่องอบแห้ง ในอดีตมีปริมาณการนำเข้าสูงมาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารและผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตและการแข่งขันในตลาดโลก ดังนั้น เทคโนโลยีที่จำเป็นต้องพัฒนา คือ เทคโนโลยีการผลิตเพื่อให้ได้คุณภาพมาตรฐานสากล

■ เครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก

หมายถึง อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปพลาสติก เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่เติบโตเร็วมากประมาณร้อยละ 14 ต่อปี ความต้องการใช้เครื่องจักรจึงสูงขึ้น เครื่องจักรในกลุ่มนี้ประกอบด้วย เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machines) และอุปกรณ์กลุ่ม Compression Molding Machines กลุ่ม Blow Molding Machines และ Extrusion Molding Machines สำหรับประเทศไทยนั้นการผลิตเครื่องจักรกลุ่มนี้มีขีดความสามารถอยู่ในระดับสูง สามารถผลิตใช้ในประเทศและส่งออกได้ แต่โดยมากจะเป็นเครื่องจักรที่ผลิตชิ้นส่วนพลาสติกธรรมดาทั่วไป เช่น พลาสติกในครัวเรือน เป็นต้น

■ เครื่องจักรอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีศักยภาพระดับกลาง

ได้แก่ เครื่องรีดโลหะ เป็นเครื่องจักรที่รองรับสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ ส่วนประกอบสำคัญในเครื่องจักรประเภทนี้ คือ ลูกรีดซึ่งเทคโนโลยีการผลิตลูกรีดในประเทศสามารถทำได้เทียบเท่าสากล แม้ว่ากลุ่มธุรกิจร่วมทุนจะมีระบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีระดับสูงจากต่างประเทศ แต่ผู้ประกอบการไทยก็สามารถพัฒนาคุณภาพได้เทียบเคียง สามารถแข่งขันเพื่อการส่งออกได้เช่นกัน ส่วนเครื่องจักรสำหรับโรงสีเครื่องพิมพ์ เครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง เครื่องจักรสำหรับผลิตภัณฑ์หนัง รองเท้า และเครื่องตัดกระดาษ เป็นเครื่องจักรเฉพาะอุตสาหกรรม ที่มีกระแสโดยผู้ประกอบการบางส่วน ซึ่งหากเทียบจำนวนผู้ประกอบการและปริมาณความต้องการที่แท้จริง ยังคงต่ำกว่ากลุ่มเครื่องมือกลและเครื่องจักรอุตสาหกรรมในสองกลุ่มข้างต้น

● แนวโน้มอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลของประเทศไทยยังคงเป็นการนำเข้าและน่าจะยังมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี นับแต่เกิดวิกฤตทางเศรษฐกิจ โดยการนำเข้าส่วนใหญ่มาจากประเทศญี่ปุ่น เยอรมนี สหรัฐอเมริกา และไต้หวัน



มูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรกลและส่วนประกอบของประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2540 - 2545

	2540	2541	2542	2543	2544	2545
มูลค่า (ล้านบาท)	263,083	171,043	154,444	2,226,972	274,670	281,429

ที่มา : กระทรวงพาณิชย์

จากมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรกลที่อยู่ในระดับที่สูงมาก ดังนั้นการผลิตเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จึงเป็นการผลิตชิ้นส่วนเพื่อทดแทนชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ (spare parts) และส่วนมากจะเป็นชิ้นส่วนที่มีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ยกเว้นงานหล่อลูกรีดสำหรับการขึ้นรูปเหล็กกล้าที่ต้องใช้กระบวนการผลิตและเทคโนโลยีขั้นสูง ส่วนการผลิตเครื่องจักรใหญ่จะมีน้อยมาก

ด้านการใช้ชิ้นส่วนทดแทนของประเทศไทยนั้นมักมีความต้องการที่จำเพาะ ไม่สามารถกำหนดเวลาการใช้งานได้แน่นอน ประกอบกับผู้ผลิตในประเทศมีศักยภาพสูงขึ้นไป มีความยืดหยุ่นในการผลิตครั้งละน้อย ๆ จึงทำให้ได้รับการว่าจ้างให้ผลิตชิ้นส่วนกลุ่มนี้มากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

เมื่อพิจารณามูลค่าการส่งออก พบว่า มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์จากอุตสาหกรรมหล่อโลหะ

มูลค่าการส่งออกเครื่องจักรกลและส่วนประกอบของประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2540 - 2545

	2540	2541	2542	2543	2544	2545
มูลค่า (ล้านบาท)	21,776.50	30,986.00	23,199.70	31,907.90	38,143.10	40,298.10

ที่มา : กระทรวงพาณิชย์

● **นโยบายด้านภาษี**

อัตราภาษีสำหรับเครื่องจักรกลที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ไม่เอื้อต่อการผลิตเครื่องจักรกลภายในประเทศ เพราะภาษีวัตถุดิบที่ใช้ผลิตหรือประกอบเป็นเครื่องจักร มีอัตราสูงกว่าภาษีนำเข้าเครื่องจักรสำเร็จรูป เช่น เก็บภาษีนำเข้าเหล็กร้อยละ 10 ภาษีนำเข้าอะไหล่และอุปกรณ์ร้อยละ 30 ในขณะที่ภาษีนำเข้าเครื่องจักรสำเร็จรูปเก็บเพียงร้อยละ 5 เป็นต้น

● **ศักยภาพการผลิตเครื่องจักรกลในประเทศ**

จากแผนแม่บทอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ปี พ.ศ. 2543 ได้ทำการวิเคราะห์มูลค่าการนำเข้าของเครื่องมือกลประเภทต่าง ๆ และเครื่องจักรอุตสาหกรรมของประเทศไทย โดยกลุ่ม





อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ภาควิชาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ได้คาดการณ์เป้าหมายกำลังการผลิต เพื่อทดแทนการนำเข้าและส่งออก ซึ่งกลุ่มเครื่องมือกลและเครื่องจักรอุตสาหกรรมที่ถูกระบุได้ มีดังนี้

เครื่องมือกล ประกอบด้วย

- เครื่องกลึงสำหรับใช้งานทั่วไป
- เครื่องตีขึ้นรูปโลหะ
- เครื่องกลึง
- เครื่องเลื่อย
- Press Machine (Crank and Hydraulic)

เครื่องจักรอุตสาหกรรม ประกอบด้วย

- เครื่องจักรสำหรับเคลื่อนย้ายวัสดุ
- เครื่องจักรเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอและเสื้อผ้าสำเร็จรูป
- เครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร
- เครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก

ผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูง (High Potential Product) ได้แก่

1. เครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์การเกษตร
2. เครื่องเจียระไนโลหะ
3. เครื่องจักรบรรจุภัณฑ์
4. เครื่องรีดโลหะ

● **วัสดุและเทคโนโลยี**

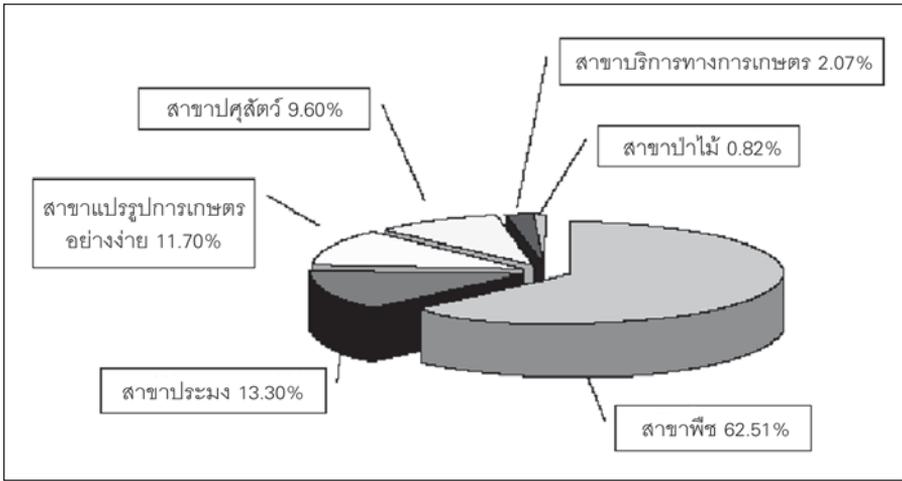
โลหะ

โลหะที่ใช้ในเครื่องจักรกลจะเน้นประโยชน์การใช้งานแตกต่างกันไป เช่น โลหะกลุ่มเหล็ก ประเภทเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดหล่อ นิยมนำมาผลิตชิ้นส่วน Chopper, Roll, Mold and dies, Blade ประเภทเหล็กหล่อเหนียว นิยมนำมาผลิตชิ้นส่วน Pinion, Gear housing, Gear box ส่วนโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ประเภทนิกเกิลและนิกเกิลผสม-รีด นิยมนำมาผลิต Heat exchanger, Nozzle, Furnace part, Spring ประเภท โมลิบดีนัม นำมาผลิตชิ้นส่วน Extrusion, Valve, Pump, Gas turbine blade, Reactor vessel ประเภทอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม-รีด นำมาผลิตชิ้นส่วน Structural, Screw machine, Heavy duty forging, Reverts for magnesium ประเภทอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมผสม-หล่อ นำมาผลิตชิ้นส่วน Valve, Pump, Meter part, Pulley



5. อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร

5.1 การเกษตร



ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

จากข้อมูลโครงสร้างเกษตร สาขาพืชมีสัดส่วนงานมากที่สุดถึง 95% ของภาคเกษตรทั้งหมด เทคโนโลยีสาขาวัสดุศาสตร์จึงมุ่งเน้นสาขาปลูกพืช โดยกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุเพื่อการเกษตร เน้นการพัฒนาการเกษตรสาขาพืชเป็นสำคัญ

พืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ประกอบด้วย

ข้าว, ข้าวโพด, มันสำปะหลัง, ยางพารา, ถั่ว (ถั่วลิสง, ถั่วเขียว และถั่วเหลือง), ปาล์มน้ำมัน, อ้อย, ไม้ผล (สับปะรด, เงาะ, ลำไย) พืชส่งออกอื่น ๆ ประกอบด้วย ผลไม้และผลิตภัณฑ์, ผักและผลิตภัณฑ์เครื่องเทศ, สมุนไพร, ไม้ดอก, ไม้ประดับ, เกษตรอินทรีย์และผลิตภัณฑ์

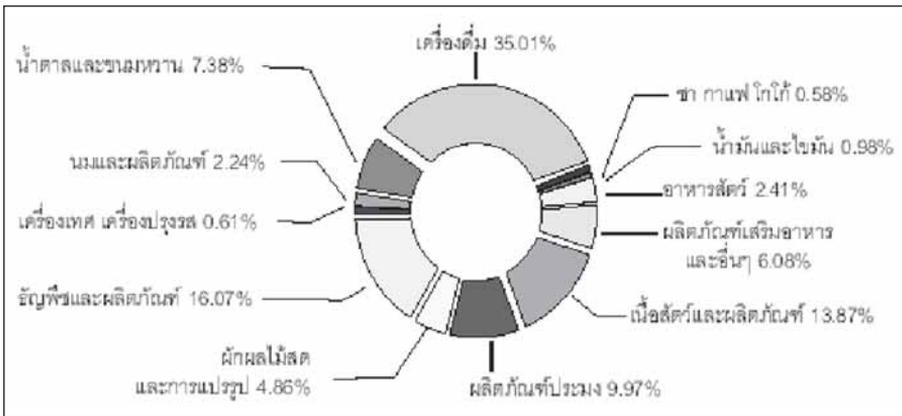
5.2 อุตสาหกรรมอาหาร (โครงสร้างอุตสาหกรรมอาหาร)

ปัจจุบันประเทศไทย เป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกสินค้าที่มีคุณภาพดีและมีชื่อเสียงที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก เนื่องจากอุตสาหกรรมของประเทศไทยที่มีศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออกมีความพร้อมทางด้านวัตถุดิบอีกทั้งผู้ประกอบการไทยมีศักยภาพในการพัฒนาคุณภาพและรูปแบบของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของตลาดได้ ทำให้ไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกสินค้าอาหารแปรรูปในอันดับต้น ๆ ของโลกหลายรายการ อาทิ ไก่แช่แข็ง, หนุ่ยกระป๋อง เป็นต้น นอกจากนี้ อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยยังมีความสำคัญในแง่ของ



- มีปริมาณการส่งออกร้อยละ 14.12 ของการส่งออกทั้งหมด
- มีการจ้างแรงงานกว่า 20 ล้านคน (รวมแรงงานทั้งหมดในภาคการเกษตร)
- มีการใช้วัตถุดิบในประเทศถึงร้อยละ 87.18

โครงสร้างอุตสาหกรรมอาหารในความหมายของกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย แบ่งออกเป็น 12 สาขาย่อย ดังนี้



ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการผลิตนับว่าเป็นมิติใหม่ของการพิจารณาระบบการผลิตและการบริโภค กล่าวคือ การพิจารณาเชิงลึกตั้งแต่กระบวนการผลิตวัตถุดิบไปจนถึงสินค้าสำเร็จรูป จะทำให้ผู้ผลิตในทุก ขั้นตอนต้องหันมาให้ความสำคัญต่อการปรับปรุงระบบการผลิต การตรวจสอบคุณภาพ ตลอดจน การวิจัยและพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานและนโยบายการค้าของโลก เหล่านี้ล้วนแล้วแต่ ต้องอาศัยความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งศาสตร์ในสาขา “เทคโนโลยีวัสดุ” ก็ได้เข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพราะสามารถเข้ามามีส่วนร่วมช่วยในการแก้ปัญหาพัฒนาและ ปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวอันจะส่งผลต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณและคุณภาพของผลิตผลทางการ เกษตรและผลิตภัณฑ์อาหาร

● **เทคโนโลยีวัสดุเพื่อการพัฒนาการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร**

อุตสาหกรรมอาหารที่มีความสำคัญและได้มีการกำหนดแผนยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยี วัสดุศาสตร์เพื่อการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย 4 สาขา คือ

1. โรงเรือน



2. เครื่องจักรการเกษตร
3. บรรจุภัณฑ์
4. เซนเซอร์เพื่อการเกษตร
1. โรงเรือน

การใช้โรงเรือนสามารถควบคุมการแพร่กระจายของศัตรูพืชและโรคระบาดต่าง ๆ ในสัตว์ได้จึงทำให้ลดการใช้สารเคมีลง ผลผลิตที่ได้ปลอดภัยและสวยงาม เป็นที่ต้องการของตลาดหรือผู้บริโภค อย่างไรก็ดี แม้การใช้โรงเรือนจะมีประโยชน์ แต่ก็มักจะมีการพูดถึง “ความคุ้มทุน” อยู่เสมอ เพราะโรงเรือนที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีภูมิอากาศและภูมิประเทศที่แตกต่างกับประเทศไทย อีกทั้งยังมีราคาสูง อันเนื่องมาจากอัตราภาษีและการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ แต่เมื่อมองศักยภาพของประเทศไทยในการพัฒนาโรงเรือนที่มีคุณภาพและราคาถูกลง โดยใช้เทคโนโลยีการออกแบบ โครงสร้างโรงเรือน การพัฒนาหรือการเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในประเทศก็เป็นไปได้ และมีศักยภาพ ซึ่งหากประเทศไทยต้องการก้าวเป็น “ครัวของโลก” การเปิดรับเทคโนโลยีสาขาอื่น ๆ เข้ามาพัฒนาระบบการเกษตร ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดที่มีมากขึ้น ซึ่งก็เป็นการเพิ่มรายได้จากการส่งออกอีกทางหนึ่งด้วย

1.1 โรงเรือนสำหรับปลูกพืช

โรงเรือนถูกนำมาใช้สำหรับปลูกพืช เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษหลายประการ ได้แก่

1. สามารถป้องกันแมลงศัตรูต่าง ๆ ได้ เช่น เพลี้ยไฟ แมลงวันทอง
2. สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้
3. สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช
4. สามารถควบคุมการให้น้ำ ทำให้ประหยัดน้ำ
5. สามารถปลูกพืชผักได้หลายชนิด
6. สามารถปลูกพืชได้ทุกฤดูกาล

โรงเรือนที่ใช้สำหรับปลูกพืชมีการแบ่งประเภทแตกต่างกันแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่าย ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างโรงเรือนจาก 2 บริษัทที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย

1.2 โรงเรือนสำหรับเลี้ยงสัตว์

จากปัญหาผลผลิตที่ค่อนข้างต่ำของเกษตรกรรายย่อยผู้เพาะเลี้ยงสัตว์ปีกที่เกิดขึ้นอย่างยาวนานและต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการเลี้ยงในโรงเรือนแบบเก่าที่เป็นระบบเปิด เพราะมีต้นทุนต่ำแต่ไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเลี้ยงได้ ไม่ว่าจะเป็นแสง อุณหภูมิ ความชื้น โรคระบาด ฯลฯ แต่ปัญหาเหล่านี้กลับไม่พบในฟาร์มของผู้ผลิตรายใหญ่ ๆ เช่น เครือ



เจริญโภคภัณฑ์ เครือเบทาโกร ทั้งนี้เพราะผู้ผลิตรายใหญ่จะใช้โรงเรือนสำหรับเลี้ยงสัตว์หรือที่เรียกว่า “โรงเรือนระบบปิด” แต่เมื่อเกิดเหตุการณ์โรคระบาดใช้หวัดนกในสัตว์ปีกอย่างรุนแรงและเป็นวงกว้างในช่วงเวลาที่ผ่านม เกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงโรงเรือนเลี้ยงไก่ใหม่ให้เป็นระบบปิดเพื่อที่จะป้องกันภาวะความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

รัฐบาลมีแนวนโยบายที่จะพัฒนาเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์ปีกทั้งประเทศให้ใช้ “โรงเรือนระบบปิด” นี้ ทำให้หลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน มีความพยายามที่จะศึกษาและออกแบบโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีกที่มีต้นทุนต่ำแต่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรรายย่อยให้มีโรงเรือนที่ทันสมัยและมีมาตรฐาน

การนำเข้า-ส่งออกของเครื่องจักรกลการเกษตรนั้นพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2544 และ 2545 มีมูลค่านำเข้าถึง 1,400 ล้านบาท และ 2,300 ล้านบาท ตามลำดับ ต่อมาในปี 2546 มีปริมาณการนำเข้าสูงถึง 2,800 ล้านบาท โดยนำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และสหรัฐอเมริกาเป็นส่วนใหญ่ (ที่มา : กรมศุลกากร กระทรวงการคลัง) เครื่องจักรกลการเกษตรที่นำเข้ามีทั้งการนำเข้าชิ้นส่วนมาประกอบในประเทศ เช่น แบริ่ง ตัวเครื่องระบบไฮดรอลิก ใบพานไถ เป็นต้น และการนำเข้าเครื่องจักรกลการเกษตรที่พร้อมใช้งานทั้งเครื่องใหม่และเครื่องมือสองที่ใช้แล้ว เช่น รถแทรกเตอร์, เครื่องเกี่ยวอ้อย, ข้าวโพด, เครื่องอบแห้ง, เครื่องสีข้าว เป็นต้น ส่วนการผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรใช้เองภายในประเทศนั้นมีมากพอสมควร เช่น รถไถเดินตาม เครื่องอบแห้งอย่างง่าย เป็นต้น แต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับเนื่องจากเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรอย่างง่าย มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ โรงงานที่ผลิตเครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทยจึงมักเป็นการประกอบชิ้นส่วนและการซ่อมบำรุงเป็นส่วนใหญ่

5.3 เครื่องจักรกลการเกษตรที่สำคัญ

เครื่องจักรกลการเกษตรสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 7 กลุ่ม คือ

1. รถแทรกเตอร์ที่ใช้ในงานเกษตร มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ นับเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความสำคัญต่อการทำการเกษตรแผนใหม่มาก เนื่องจากเป็นแหล่งต้นกำลังหลักสำหรับลากและขับเคลื่อนหรือเครื่องมือการเกษตรอย่างอื่นหลายชนิด
2. รถไถเดินตาม เป็นเครื่องทุ่นแรงที่เกษตรกรนิยมใช้กันมาก เนื่องจากมีราคาไม่แพงมากนัก สามารถผลิตขึ้นใช้เองภายในประเทศ ส่วนมากพบการใช้ในแปลงข้าว แปลงข้าวโพด เหมาะสำหรับพื้นที่ไม่ใหญ่
3. เครื่องมือเตรียมดิน (Tillage equipment) แบ่งเป็น เครื่องมือเตรียมดินครั้งแรก (Primary tillage equipment) ได้แก่ ไถชนิดต่าง ๆ เช่น ไถหัวหมู (Moldboard plow) ไถจาน (Subsoiler) ไถร่อง (Lister)



เครื่องมือเตรียมดินขั้นที่ 2 (Secondary tillage equipment) ได้แก่ พรวนจาน (disk harrow) พรวนซี่สปริง (Spring tooth harrow) คราด (Spike tooth harrow) ลูกกลิ้ง (Land roller) ฟุ่นลาก (Float)

4. เครื่องปลูก (Planting equipment) เช่น เครื่องหยอดเมล็ด (Spacing drill) เครื่องปลูกพืชหัว เช่น มันฝรั่ง (Potato planter) เครื่องดำนา (Rice tranplanter) เครื่องปลูกอ้อย (Sugar cane planter)

5. เครื่องมือบำรุงรักษา (Crop protection and Fertilizing equipment) เช่น เครื่องพ่นยา (Sprayer) เครื่องพรุนระหว่างแถว (Cultivator) เครื่องหว่านปุ๋ย (Fertilizer application machine) ฯลฯ

6. เครื่องมือเก็บเกี่ยว (Harvesting equipment) เช่น เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (Combine harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวถั่ว (Bean harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวข้าวโพด (Corn harvester) เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย (Sugar harvester)

7. เครื่องมืออื่น ๆ ได้แก่ เครื่องฟั่นแรงในการทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Crop processing equipment) เช่น เครื่องนวด (Thresher) เครื่องสีข้าว (Mills) เครื่องอบแห้ง (Dryer) เครื่องคัดขนาด (Sizer)

การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตรขั้นนี้ใช้เองในประเทศจะมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเครื่องจักรกลการเกษตรนั้นจะต้องออกแบบให้เหมาะสมและจำเพาะกับสภาพของพืช พื้นที่การเพาะปลูก ประเภทของพื้นที่ปลูก วิธีการปลูกและการบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงสภาพอากาศ ขนาดพื้นที่ รวมถึงสภาพเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ใช้งานอีกด้วย ส่วนเรื่องการประหยัดเชื้อเพลิงและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ก็จะเป็นประเด็นที่ต้องพัฒนาต่อไป และท้ายที่สุดจะต้องมีความสม่ำเสมอด้านมาตรฐานและคุณภาพของเครื่องจักรกลการเกษตรที่ผลิตขึ้นเพื่อเพิ่มศักยภาพในการส่งออก

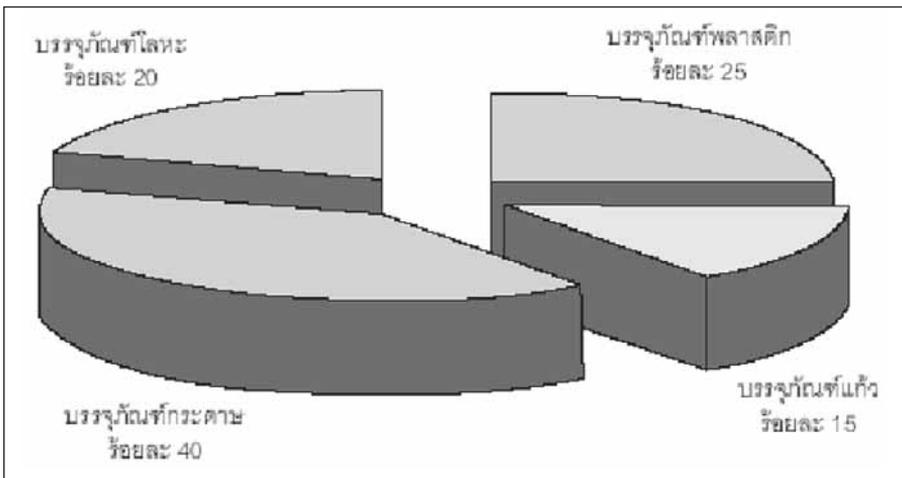
พฤติกรรมกรรมการบริโภคตลอดจนการใช้ชีวิตของมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความต้องการใช้ภาชนะที่สนองต่อความสะดวกในการดำเนินชีวิตมีมากขึ้น อีกทั้งยังให้ความใส่ใจในเรื่องของสุขภาพ ดังนั้น ความปลอดภัยของอาหารรวมถึงภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่สัมผัสอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากอาหารสะอาดและปลอดภัยแต่บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพหรือไม่ปลอดภัย ย่อมก่อให้เกิดปัญหาและผลเสียต่อผู้บริโภคทั้งทางตรงและทางอ้อม

จากความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การพัฒนาเทคโนโลยีจึงต้องเกิดขึ้นตลอดเวลา บรรจุภัณฑ์ก็เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงด้านการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุให้มีคุณสมบัติตามที่คาดหมายไว้ รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานให้ได้ตามประสิทธิภาพ



ตลาดบรรจุภัณฑ์ในโลกกระจายอยู่ใน 3 ภูมิภาค คือ อเมริกา ยุโรป และเอเชียแปซิฟิก มีสัดส่วนร้อยละ 27.0, 29.4 และ 28.9 ตามลำดับ (สัมมนา Flexible Packaging, 2547) โดยบรรจุภัณฑ์กระดาษมีสัดส่วนสูงที่สุดถึงร้อยละ 35 ตามด้วยบรรจุภัณฑ์โลหะร้อยละ 19.7 บรรจุภัณฑ์พลาสติกร้อยละ 17.7 บรรจุภัณฑ์แก้วร้อยละ 7.8 ที่เหลืออีกร้อยละ 18 เป็นบรรจุภัณฑ์ประเภทลามิเนต หรือบรรจุภัณฑ์ที่เชื่อมติดวัสดุประเภทเดียวกันหรือหลายประเภทเข้าด้วยกันเป็นชั้น ๆ ในรูปซองหรือถุง

เมื่อเปรียบเทียบกับตลาดในประเทศ พบว่า บรรจุภัณฑ์กระดาษมีสัดส่วนสูงที่สุด ร้อยละ 40 บรรจุภัณฑ์พลาสติกร้อยละ 25 บรรจุภัณฑ์โลหะร้อยละ 20 และบรรจุภัณฑ์แก้วร้อยละ 15 ดังรูป



รูปแสดงสัดส่วนการผลิตบรรจุภัณฑ์

ที่มา : สำนักมาตรการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป กรมการค้าต่างประเทศ

ประเทศไทยสามารถผลิตบรรจุภัณฑ์ทั้งเพื่อใช้เองในประเทศและเพื่อส่งออก โดยในปี 2545 ไทยสามารถส่งออกบรรจุภัณฑ์พลาสติกได้มากที่สุด มีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 68.4 รองลงมา คือ บรรจุภัณฑ์กระดาษและบรรจุภัณฑ์โลหะร้อยละ 16.9 และ 12 ตามลำดับ

● **แนวโน้มการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ในอนาคต**

จากการเปิดเสรีทางการค้าและการแข่งขันทางการค้าที่รุนแรงมากขึ้นในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้มาตรการที่ไม่ใช่ภาษี จึงควรตระหนักและปรับตัวเพื่อเตรียมรับมือกับการนำเข้าและการส่งออกสินค้าทุก ๆ ด้าน เพื่อสนองตอบต่อกฎ ระเบียบ และมาตรการทางการค้าเหล่านั้น



โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการวิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยด้านวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ในต่างประเทศส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยในหัวข้อกระบวนการผลิต คุณสมบัติของวัสดุ การยึดติดกันระหว่างวัสดุ และนาโนเทคโนโลยีสำหรับบรรจุภัณฑ์

จากฐานข้อมูลงานวิจัยของประเทศไทย ดำเนินการโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งรวบรวมจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่า มีการศึกษาวิจัยทางด้านวัสดุเพื่อบรรจุภัณฑ์อยู่บ้าง โดยส่วนใหญ่จะเป็นการพัฒนาฟิล์มพลาสติกเพื่อบรรจุอาหารและผลผลิตทางการเกษตร

5.4 เซนเซอร์ทางการเกษตร

อุปกรณ์ตรวจวัด หรือเซนเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นทางกายภาพ เช่น ความร้อน เสียง ความดัน ความเป็นแม่เหล็ก (magnetism) เป็นต้น จากนั้นจะทำการแปลงค่าทางกายภาพที่วัดได้ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เนื่องจากง่ายต่อการเก็บและประมวลผล จึงอาจกล่าวได้ว่า เซนเซอร์เป็นตัวกลางระหว่างโลกทางกายภาพกับโลกของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือคอมพิวเตอร์ ตัวกลางระหว่างโลกทั้งสองอีกส่วนหนึ่งคือ actuator ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นค่าหรือปรากฏการณ์ทางกายภาพ ดังนั้นเมื่อรวมเซนเซอร์ คอมพิวเตอร์ และ actuator เข้าด้วยกันการควบคุมโลกทางกายภาพ เช่น การปิดไฟในเวลากลางวัน เปิดไฟในเวลากลางคืน เปิดพัดลมเมื่ออากาศร้อน ปิดพัดลมเมื่ออากาศเย็นลง ที่ต้องอาศัยการควบคุมโดยมนุษย์ จึงเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติด้วยการควบคุมจากคอมพิวเตอร์ผ่านเซนเซอร์และ actuator

- **เทคโนโลยีเซนเซอร์ที่สามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรมีหลากหลาย**

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- **อุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์** ต้องการเซนเซอร์วัดแสง อุณหภูมิ ปริมาณแอมโมเนีย เพื่อควบคุมการปิด/เปิดไฟ พัดลม ม่าน การให้อาหาร

- **การปลูก** การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวพืช ต้องการเซนเซอร์ในการวัดตำแหน่ง นำทาง วัดอุณหภูมิ และความชื้น เพื่อการกำหนดตำแหน่งในการเพาะปลูก ให้น้ำ ปูยา กำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยว ในปัจจุบันต้องใช้แรงงานจำนวนมากเพื่อกิจกรรมเหล่านี้ แต่เนื่องจากการที่ค่าแรงในประเทศไทยยังไม่สูงมากนัก อันเนื่องมาจากปัจจัยหนุนของแรงงานต่างด้าวที่มีราคาถูก ทำให้การใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ในกิจกรรมนี้ยังไม่คุ้มค่าการลงทุน แต่ในระยะยาวเมื่อต้นทุนแรงงานปรับตัวสูงขึ้น เทคโนโลยีเซนเซอร์จึงเป็นสิ่งหนึ่งที่จะถูกนำมาพิจารณา



■ **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว** สำหรับผลผลิต เช่น ข้าวโพด ข้าวเปลือก ถั่ว การทำให้แห้งและการเก็บรักษาในโกดังเพื่อรอการส่งมอบ ต้องการเซนเซอร์ในการวัดอุณหภูมิและความชื้น

■ **การตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตร** ก็สามารถทำได้โดยใช้เซนเซอร์ เช่น การใช้เครื่องตรวจโลหะ (metal detector) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเศษโลหะ หรือแม้แต่การตรวจหาสารเคมีหรือเชื้อโรคปนเปื้อนไปกับผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น

เซนเซอร์ทางการเกษตรในประเทศไทยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น แม้ว่าจะเริ่มมีงานวิจัยทางด้านเซนเซอร์มากขึ้น เช่น เซนเซอร์วัดความแก่-อ่อนของทุเรียน เซนเซอร์ในการตรวจสอบคุณภาพผลไม้ เช่น มังคุด เซนเซอร์ในการคัดขนาดผลไม้ เช่น ส้ม เป็นต้น แต่กลับพบว่าเทคโนโลยีดังกล่าวแทบไม่มีการนำไปใช้งานได้จริง ด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น ผู้ทำการวิจัยขาดความเข้าใจและไม่ทราบถึงข้อมูลทางกายภาพของผักผลไม้ นั้น ๆ เทคโนโลยีที่ใช้มีราคาแพง ความเที่ยงตรงในการวัดผลยังไม่ดีพอ เป็นต้น

■ **การวิจัยและพัฒนาเซนเซอร์ทางการเกษตรในประเทศไทย**

ประเทศไทยมีงานวิจัยด้านเซนเซอร์อยู่บ้าง ทั้งในแง่การพัฒนาวัสดุที่เป็นตัวตรวจจับ อุปกรณ์แสดงผล และการเชื่อมต่อ รวมถึงการออกแบบและพัฒนาเครื่องเซนเซอร์ โดยส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาเซนเซอร์เพื่อใช้งานทางด้านเกษตรและอาหาร เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในระดับกลาง-ต่ำ ไม่มีความยุ่งยากหรือซับซ้อนมากนัก ปัจจุบันเริ่มมีการพัฒนา Biosensor ซึ่งยังอยู่ระหว่างการทดลองสำหรับตัวอย่างงานวิจัยพัฒนาเซนเซอร์ที่ใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารในประเทศไทย

การวิจัยและพัฒนาด้านเซนเซอร์ทางการเกษตรของประเทศไทยในอนาคตควรแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี **กรณีแรก** คือ การนำเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้งานโดยใช้เซนเซอร์ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป ที่มีราคาไม่สูงนัก แต่เน้นที่การพัฒนาระบบการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ผลให้ตรงตามความต้องการ เช่น การตรวจวัดความชื้นของดิน เพื่อจะได้รดน้ำเมื่อพืชต้องการ หรือการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสงในฟาร์มไก่ เพื่อให้ไก่เติบโตได้เร็วหรือช้า เป็นต้น **กรณีที่สอง** เป็นการวิจัยและพัฒนาตัวเซนเซอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น การพัฒนาเซนเซอร์ตรวจสารเคมีหรือเชื้อโรคในอาหารหรือผลผลิตทางการเกษตร หรือระบบเซนเซอร์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของ ผลผลิตทางการเกษตรเฉพาะด้าน เช่น ความอ่อน ความแก่ ความสุก ของผลไม้ เป็นต้น

5.5 กลยุทธ์พัฒนาระบบงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีวัสดุ เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมโรงเรือน เครื่องจักรกลการเกษตร บรรจุกักเก็บและเซนเซอร์เพื่อการเกษตร

1. กำหนดทิศทางการวิจัยและพัฒนา โดยมีรายละเอียดในแต่ละอุตสาหกรรม

ดังนี้



1.1 โรงเรือน ใต้ถ้ำ

- การพัฒนาสมบัติของวัสดุโครงสร้างและวัสดุคลุมเพื่อการผลิตในประเทศ
- การออกแบบโรงเรือนให้เหมาะสมกับภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศไทย และภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

1.2 เครื่องจักรกลการเกษตร ใต้ถ้ำ

- การพัฒนาวัสดุ
- การออกแบบเครื่องจักรกลให้เหมาะสมกับการใช้งานและภูมิประเทศของประเทศไทยและประเทศอื่นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเน้นการลดต้นทุนของชิ้นส่วนและเครื่องจักรกลการเกษตร และมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล

1.3 บรรจุภัณฑ์ ใต้ถ้ำ

- การพัฒนาวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการยืดอายุ รักษาคุณภาพและความปลอดภัย สำหรับผลิตผลการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารของประเทศไทย
- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวัสดุ เพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่มีสมบัติพิเศษในการเพิ่มมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ของไทยและสร้างรายได้เปรียบในการแข่งขันเพื่อส่งออก เช่น
 - บรรจุภัณฑ์ฉลาด
 - บรรจุภัณฑ์สำหรับอาหารพร้อมบริโภค
 - บรรจุภัณฑ์ที่รักษาสิ่งแวดล้อม
 - วัสดุเคลือบบรรจุภัณฑ์ประเภทระบอง

1.4 เซนเซอร์เพื่อการเกษตร ใต้ถ้ำ

- การต่อยอดเทคโนโลยีเซนเซอร์
- เซนเซอร์เพื่อการตรวจสอบคุณภาพ เช่น การวัดความแก่-อ่อน การวัดอุณหภูมิ การวัดความชื้น

6. โครงสร้างอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์

ในปี พ.ศ. 2546 การส่งออกสินค้าเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ของไทย มีมูลค่าประมาณ 40,905 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 36 จากปี พ.ศ. 2545 ในด้านข้อมูลการนำเข้าของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2546 มีมูลค่าประมาณ 12,283 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 (ที่มา : กรมศุลกากร) การส่งออกในตลาดหลักสำคัญ ๆ ยังคงดำเนินไปได้ดี ได้แก่ ตลาดญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสิงคโปร์ โดยสินค้าเครื่องมือแพทย์ของไทยมีสัดส่วนการส่งออกไปตลาดดังกล่าวรวมกันประมาณร้อยละ 75 นอกจากนี้ผลส่งออกสินค้าเครื่องมือและ



อุปกรณทางการแพทยไ้ขยายตลาดเข้าไปในประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียง เช่น พม่า กัมพูชา ลาว เวียดนาม อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ ซึ่งเป็นตลาดที่มีศักยภาพสำหรับสินค้าทางการแพทยจากไทยด้วยอีกตลาดหนึ่ง สินค้าที่ส่งออกที่สำคัญในตลาดดังกล่าวได้แก เตียงผ่าตัด เครื่องฉายเอกซเรย์ เข็มฉีดยา ถุงมือยาง ท่อสายยาง และน้ำยาตรวจวิเคราะห์ เป็นต้น สินค้าไทยในกลุ่มนี้ถือได้ว่าเป็นที่ต้องการของตลาดในภูมิภาค เนื่องจากมีคุณภาพที่ดีและราคาถูกกว่าสินค้าจากสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา อีกทั้งยังมีการบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว ตลาดภายในประเทศก็เป็นตลาดที่ผู้ประกอบการเกือบทั้งหมดให้ความสำคัญ เนื่องจากปริมาณการบริโภคของตลาดภายในประเทศมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 95.52 ของการผลิตทั้งหมด

● ประเภทของผลิตภัณฑ์เครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทยที่ผลิตเพื่อการส่งออก ได้แก่

1. ลำลี ผ้าก๊อช ผ้าพันแผล พลาสเตอร์ปิดแผล
2. สายดูดเสมหะ
3. ถุงเก็บปัสสาวะ
4. กระบอกฉีดยาและเข็มฉีดยา
5. ชุดให้น้ำเกลือ ชุดให้เลือด
6. ถุงมือยางเพื่อการตรวจโรคและผ่าตัด
7. เครื่องเอกซเรย์ และอุปกรณ์ในการทำเอกซเรย์
8. เอ็นเย็บแผล ไหม และวัสดุเย็บแผล

● เทคโนโลยีวัสดุเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม

◆ กลุ่มเครื่องมือแพทยที่มีศักยภาพในการผลิตและส่งออก

ถุงมือยาง

ถุงมือยางสำหรับใช้ในทางการแพทย (Medical Glove) ถูกกำหนดให้เป็นวัสดุทางการแพทย ดังนั้น ในการผลิตและการส่งออกถุงมือยางประเภทนี้จึงต้องผ่านการตรวจสอบมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพมาตรฐาน

วัสดุที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตถุงมือยาง คือ น้ำยางข้น เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตรวมพบว่า สัดส่วนต้นทุนของน้ำยางข้นคิดเป็นร้อยละ 38 ของต้นทุนการผลิตรวม รองลงมา ได้แก่ น้ำมันเตาร้อยละ 23 แรงงานร้อยละ 13 เคมีภัณฑ์ร้อยละ 6 และค่าไฟฟ้าร้อยละ 4

น้ำยางข้นที่ใช้ในการผลิตจะเป็นวัตถุดิบในประเทศทั้งหมด โดยมีปริมาณการใช้ยางธรรมชาติ 35,924 ตัน หรือร้อยละ 12.9 ของการใช้ยางธรรมชาติทั้งหมด (สถาบันวิจัยยาง, พ.ศ.



2545) ในปี 2546 ราคาเฉลี่ยของน้ำยางชั้นร้อยละ 60 อยู่ที่กิโลกรัมละ 35.18 บาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 53.6 จากปีก่อน ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการบริโภคน้ำยางชั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่การที่น้ำยางชั้นมีราคาสูงขึ้นก็ทำให้ต้นทุนการผลิตยางมีอย่างสูงขึ้น ซึ่งหากราคาส่งออกยังคงเท่าเดิมคือประมาณ 16 เหรียญสหรัฐ ต่อถุงมือหนึ่งพื่นขึ้น จะมีผลกระทบต่ออย่างมากต่ออุตสาหกรรมการผลิตถุงมือยาง

เลนส์

เลนส์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เลนส์เว่นตา และคอนแทคเลนส์

เลนส์ที่ผลิตจากแก้ว

ผลิตจากวัสดุ “Hard Crown Glass” มีข้อดี คือ เป็นรอยยาก ทนต่อแรงขีดข่วนได้ดี ทักเหแสงได้ดีกว่าเลนส์พลาสติก มีโมเลกุลความหนาแน่นมากกว่าพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกำลังสายตาเดียวกัน เลนส์แก้วจะบางกว่า ใส มีความคมชัดของภาพสูงกว่าพลาสติก มีแสงสะท้อนบนผิว เลนส์น้อย ราคาถูกกว่าเลนส์พลาสติก เลนส์แก้วสามารถผลิตเลนส์ มัลติโค้ท เลนส์ปรับแสง เลนส์ย่อส่วน (แก้ไขสายตาสั้น) เลนส์แก้วกรรมตา เลนส์ 2 ชั้น เลนส์ชั้นไว้รอยต่อ (Progressive Lens) และคอนแทคเลนส์ชนิดแข็ง

เลนส์ที่ผลิตจากพลาสติก

สำหรับเลนส์เว่นตาผลิตจากพลาสติกชนิดหนึ่ง มีชื่อทางการค้าว่า CR39 หรือชื่อทางเคมีว่า อัลลิลไดโกลคอลคาร์บอนเนต มีข้อดีคือ น้ำหนักเบา ตกแตกยากกว่าเลนส์แก้ว สามารถทำสีและล้างสีได้ตามต้องการ ทำขนาดได้ใหญ่กว่าเลนส์แก้ว ลดอันตรายจากอุบัติเหตุได้สูงกว่าเลนส์แก้ว สามารถเคลือบสาร UVX ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงแดดได้ เคลือบแข็งผิวหน้าของเลนส์ได้ และเคลือบได้ทั้งได้ ส่วนคอนแทคเลนส์นั้นจะผลิตจากเมทาคริลेट ซิลิโคนไฮโดรเจน และไฮโดรเจนอื่น ๆ

วัสดุตกแต่งแผล

สารโคติน-โคโตซานสามารถนำมาใช้ได้ในทางการแพทย์ โดยได้มีการศึกษาวิจัยโดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ เพื่อใช้สำหรับการรักษาแผลที่เกิดจากไฟไหม้ น้ำร้อนลวก พบว่า โคติน-โคโตซาน มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้ในการรักษาแผลที่เกิดจากอุบัติเหตุไฟไหม้ หรือน้ำร้อนลวก หรือบางแผลอื่น ๆ โดยสามารถใช้ทดแทนวิธีการรักษาแบบเดิม เช่น การใช้ผ้าก๊อชชุบน้ำวาสลินปิดหรือพันบริเวณบาดแผล หรือผ้าพันแผลชนิดพิเศษที่ทำการแพทย์นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งแผ่นโคติน-โคโตซานมีคุณสมบัติในการรักษาแผลได้ดีเทียบเท่า โดยสามารถป้องกันแผลไม่ให้ติดเชื้อ และยังสามารถดูดซับน้ำเหลืองจากแผลได้ และกระตุ้นให้มีการผลัดและสร้างเซลล์ผิวใหม่ อีกทั้งยังมีคุณสมบัติพิเศษ คือ ไม่ทำให้ผ้าพันแผลยึดติดกับบาดแผล ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการไหลของเลือดเมื่อมีการทำแผลในครั้งต่อไป





วัสดุที่ใช้ในการผลิตสารโคติน-โคโตซาน คือ เปลือกกุ้ง ปู และแกนปลาหมึก โดยหาได้จากโรงงานผู้ผลิตอาหารทะเล ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในแถบจังหวัดสมุทรสาคร ในราคาประมาณ กิโลกรัมละ 4 บาท (สำหรับเปลือกกุ้ง ปู สด) และประมาณ 6 - 7 บาท (สำหรับเปลือก กุ้ง ปู แห้ง) หรือสามารถซื้อโคโตซาน ในลักษณะ Raw material เพื่อนำมาผลิตเป็นแผ่นโคติน-โคโตซานเกรด A สำหรับการรักษาสภาพราคาประมาณกิโลกรัมละ 40 บาทขึ้นไป ขึ้นกับคุณภาพที่ต้องการ

วัสดุเย็บแผล

เช่น เอ็น ไหม ไนลอน และไหมละลาย ซึ่งทำจากพอลิเมอร์ชนิดที่ย่อยสลายได้ วัสดุเย็บแผลเป็นวัสดุทางการแพทย์ที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงมากอีกประเภทหนึ่ง คือ มากกว่า 300 ล้านบาทต่อปี และไม่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ ผู้จัดจำหน่ายจะนำเข้าจากต่างประเทศ หรือเป็นการนำเข้าวัสดุมาทำบรรจุภัณฑ์ใหม่

อวัยวะเทียมภายนอก

ขาเทียมสำหรับคนพิการขาขาด ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์ถึงร้อยละ 75 ที่ผ่านมา การผลิตขาเทียมที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้น ทำขาเทียมได้แต่ได้เข้า ส่วนเหนือเข้าไม่ค่อยนิยมทำกัน เนื่องจากมีราคาแพง ขาเทียมได้เข้าที่ได้จัดทำให้ผู้ป่วยในปัจจุบันใช้วัสดุที่เป็นมาตรฐานทั่วไปในการหล่อทำรับขาคือ โพลีเอสเตอร์ (Polyester)

รากฟันเทียม

รากฟันเทียม คือ แท่งโลหะไทเทเนียมที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย รูปร่างคล้ายสกรูทรงกระบอก ซึ่งจะถูกฝังเข้าไปในกระดูกขากรรไกรใต้เหงือก เพื่อรองรับฟันปลอมในตำแหน่งฟันที่ถูกถอนไปเนื่องจากรากฟันเทียมใช้เป็นแกนสำหรับครอบฟันได้เลย จึงไม่มีการสูญเสียเนื้อฟันข้างเคียง เป็นการเก็บรักษาเนื้อฟันไว้ได้ นอกจากนั้นการฝังรากฟันเทียมเข้าไปในกระดูกขากรรไกร จะทำให้การละลายของกระดูกซึ่งเกิดขึ้นหลังการถอนฟันลดลง การใส่รากฟันเทียมจะช่วยให้ส่งเสริมบุคลิกภาพ และทำให้เกิดความมั่นใจในการพูดมากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องคอยระวังฟันปลอมอาจจะหลุดออกมา ยิ่งไปกว่านั้นฟันปลอมที่ครอบรากฟันเทียมจะมีความสวยงามคล้ายฟันธรรมชาติ และมีประสิทธิภาพดีในการบดเคี้ยวอาหาร รวมทั้งไม่ต้องกังวลว่าจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับรากฟันเหมือนฟันแท้ เนื่องจากรากฟันเทียมเป็นโลหะไทเทเนียม จึงไม่มีฟันผุเกิดขึ้น

ในประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตได้เอง ทำให้ต้องนำเข้ามูลค่ากว่า 100 - 200 ล้านบาทต่อปี



II. สมมติฐานการวิจัย (Assumption)

2.1 มูลค่าตลาดรวมของแต่ละอุตสาหกรรม

จากยุทธศาสตร์ด้านเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ ที่มีการพัฒนาวัสดุและชิ้นส่วน และวัสดุ ใน 7 อุตสาหกรรมหลักจึงได้ใช้มูลค่าจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1.1 มูลค่าของแต่ละอุตสาหกรรม จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนา การเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (NESDB) ในการประเมินมูลค่าของอุตสาหกรรมต่อไปนี้ที่ได้ ผลประโยชน์จากการวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์ ตั้งแต่ปี 2549 ถึงปี 2554 เป็นข้อมูล รายอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 4.1

ก่อนที่จะทำการประเมินมูลค่ารายอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศ ณ ราคา ปัจจุบัน (Gross Domestic Originating from Manufacturing at Current Price) ออกเป็นแต่ละสาขาย่อยของวัสดุศาสตร์

- อุตสาหกรรมสิ่งทอ
- อุตสาหกรรมเครื่องจักรและอุปกรณ์
- อุตสาหกรรมเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์
- อุตสาหกรรมเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
- อุตสาหกรรมก่อสร้างจากแหล่งข้อมูลของ NESDB เป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์ มวลรวม รายอุตสาหกรรม ณ ราคาปัจจุบัน (Gross national Product by Industry at Current Price)
- อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นข้อมูลจากสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
- อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร เน้นเฉพาะด้านโรงเรือนและบรรจุภัณฑ์ ตามข้อมูลจากยุทธศาสตร์ ด้านเทคโนโลยีวัสดุ ปี 50 - 59 ของศูนย์ เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ
- ส่วนอุตสาหกรรมอาหาร แทนด้วยมูลค่าบรรจุภัณฑ์ แหล่งของข้อมูล ได้จากสมาคมบรรจุภัณฑ์ โดยเป็นมูลค่าเฉพาะบรรจุภัณฑ์ชนิด Flexible ใต้แก๊ส พลาสติก และกระดาษ โดยมูลค่าในปี 2549 = 37,765 ล้านบาท มีอัตราการเติบโต 6.2 % ต่อปี

มูลค่าของโรงเรือนเป็นส่วนน้อยจึงรวมในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ โดยให้มูลค่าในปี 2549 เท่ากับ 100 ล้านบาท ซึ่งได้ข้อมูลจากยุทธศาสตร์ วัสดุด้านการเกษตรดังกล่าว

2.2 อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรม

จากข้อมูลที่ได้จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (NESDB) แหล่งอื่น ๆ ใช้ปี 2548 เป็นปีฐานในการคำนวณอัตราการเติบโตของแต่ละอุตสาหกรรม ใช้การเติบโตของปี 2549 จากปี 2548 เป็นอัตราการเติบโตหลักในการประเมินการเติบโตของปีต่อ ๆ ไป ดังนี้ (ตารางที่ 4.1)

อุตสาหกรรมสิ่งทอ	อัตราการเติบโต	3.7%
อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์	อัตราการเติบโต	14.5%
อุตสาหกรรมเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์	อัตราการเติบโต	7.2%
อุตสาหกรรมเครื่องจักรและอุปกรณ์	อัตราการเติบโต	16.3%
อุตสาหกรรมเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์	อัตราการเติบโต	3.6%
อุตสาหกรรมด้านโรงเรือนและบรรจุภัณฑ์	อัตราการเติบโต	6.2%
อุตสาหกรรมก่อสร้าง	อัตราการเติบโต	11.5%

หมายเหตุ : อุตสาหกรรมก่อสร้างอัตราการเติบโตในปี 2550 ใช้การเติบโตติดลบเพียงปีเดียว ประมาณว่าลดลง 9.9% จากมูลค่าปี 2549 ตามภาวะถดถอยของอุตสาหกรรมก่อสร้าง

2.3 มูลค่ารายสาขา

จากการที่แต่ละผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มีการใช้วัสดุประเภทต่าง ๆ ปนกัน จึงใช้การประเมินอัตราส่วนงานวิจัยการใช้วัสดุแต่ละประเภทที่จะส่งผลในแต่ละผลิตภัณฑ์รายอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 4.2 เป็นอัตราส่วน เพื่อแปลงมูลค่ารายอุตสาหกรรม ตามตารางที่ 4.1 ออกเป็นมูลค่ารายประเภทของวัสดุ

Fabric	= 100% ของมูลค่าอุตสาหกรรมสิ่งทอ
Polymers & Composites	= (10% ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์)+(5% ของสิ่งทอ)+(40% ของเครื่องมือแพทย์)+(40% ของบรรจุภัณฑ์) + (5% ของการก่อสร้าง)
Alloys & Metals	= (70% อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์)+(30% ของเครื่องจักรกล)
Ceramics	= (10% ของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์) + (80% ของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์) + (10% ของเครื่องมือแพทย์)
Cements, วัสดุก่อสร้าง	= (10% ของบรรจุภัณฑ์) + (90% ของการก่อสร้าง)

มูลค่าที่เกิดจากการคูณสัดส่วนของวัสดุที่จะมีผลต่ออุตสาหกรรมกับมูลค่าของอุตสาหกรรม จะได้เป็นการประมาณมูลค่าของวัสดุศาสตร์แยกรายสาขา ตามตารางที่ 4.3



ตารางที่ 4.1 : แสดงมูลค่าของอุตสาหกรรม : ล้านบาท

มูลค่าอุตสาหกรรม	ปี 46	47	48	49	50	51	52	53	54	Growth 49/48
สิ่งทอ		342,879	360,274	373,741	387,711	402,204	417,238	432,835	449,014	3.7%
ชิ้นส่วนยานยนต์			80,891	92,624	106,059	121,443	139,058	159,229	182,324	14.5%
เครื่องไฟฟ้า & ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์		38,216	40,985	43,955	47,139	50,555	54,218	58,146	62,360	7.2%
เครื่องจักรกล		83,326	103,254	120,088	139,667	162,437	188,920	219,720	255,543	16.3%
เครื่องมือแพทย์		20,424	23,793	24,653	25,544	26,467	27,424	28,415	29,442	3.6%
บรรจุภัณฑ์+โรงเรือน				37,765	40,106	42,593	45,234	48,038	51,017	6.2%
ก่อสร้าง	174,400	194,400	216,800	241,781	217,845	242,946	270,940	302,159	336,976	11.5%



ตารางที่ 4.2 : ปริมาณการก่อสร้างของภาววัสดุที่มีผลต่ออุตสาหกรรม

วัสดุอุตสาหกรรม	ชิ้นส่วน ยานยนต์	ชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์	สิ่งทอ	เครื่องจักรกล	เครื่องมือ แพทย์	บรรจุภัณฑ์+ เรือ	การก่อสร้าง	รวม
1.5.1 Fabric			100					100
1.5.2 Polymers and Composites	10		5		40	40	5	100
1.5.3 Alloys & Metals	70			30				100
1.5.4 Ceramics	10	80			10			100
1.5.5 Cements, วัสดุก่อสร้าง						10	90	100



2.4. Attribution Rate

จากยุทธศาสตร์เทคโนโลยีวัสดุเพื่อการพัฒนาของประเทศไทย ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ มีความเห็นว่าควรจะใช้อัตรา Attribution Rate จากสัดส่วนของงบประมาณ ดังนี้

สำนักงานงบประมาณของประเทศไทยได้ตั้งแผนงบประมาณสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิจัยและนวัตกรรม ในปี 2551 จำนวน 11,708.80 ล้านบาท ซึ่งงบประมาณยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 3 การสร้างศักยภาพเพื่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งงบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ในปี 2551 จำนวน 5,068 ล้านบาท ดังนั้นงบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยฯ คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 43.28 ต่องบประมาณของสำนักงานงบประมาณ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ เห็นว่าเป็นค่าโดยประมาณที่สามารถนำมาใช้ในการกำหนดค่าอัตราที่โครงการวิจัยส่งผลต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสาขาของงานวิจัย ซึ่งเรียกว่า Attribution Rate

2.5 Adoption Rate

งานวิจัย Emerging Technology นั้น เมื่อเสร็จงานวิจัยแล้ว ยังมีได้ส่งผลต่ออุตสาหกรรม หรือเศรษฐกิจของประเทศทันที ในขณะที่เดียวกันมักจะมียุทธการนำไปใช้จากผู้ประกอบการ หรือผู้ผลิตสินค้าในอัตราที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น โดยสมมุติให้มียุทธการใช้งานวิจัยไปต่อยอดหรือนำไปใช้ในการผลิต เริ่มจากปีแรกหลังจากมีการใช้จ่ายด้านงานวิจัยของสาขานั้นในอัตรา 5% เพิ่มขึ้นเป็น 10% ในปีที่ 2 และในปีที่ 3 เพิ่มขึ้นเป็น 15%

เมื่อคำนวณด้วยเมตริก (matrix) ดังกล่าว จากการใช้งบประมาณ ในปีที่ 0, 1 และ 2 แล้ว จะได้ผลรวมของอัตราการนำผลงานวิจัยไปใช้ในการผลิต หรือต่อยอด (Adoption Rate) ในปีที่ 1, 2 และ 3 ในอัตรา 5%, 15% และ 30% ตามลำดับ

III. ผลการวิจัย

3.1 มูลค่าตลาดรวมของอุตสาหกรรม

มูลค่ารวมของตลาดของกลุ่มผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีวัสดุ ในปี 2549 - 2554 มีดังนี้ (จากตารางที่ 4.3)

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	807,881	ล้านบาท	คิดเป็น	10.34%	ของ GDP
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	821,940	ล้านบาท	คิดเป็น	10.08%	ของ GDP
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	886,117	ล้านบาท	คิดเป็น	10.25%	ของ GDP





ปี 2552 มีมูลค่าประมาณ 957,025 ล้านบาท คิดเป็น 10.50% ของ GDP

ปี 2553 มีมูลค่าประมาณ 1,035,494 ล้านบาท คิดเป็น 10.82% ของ GDP

ปี 2554 มีมูลค่าประมาณ 1,122,464 ล้านบาท คิดเป็น 11.22% ของ GDP

และจากตารางที่ 4.3 แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้รับผลจากเทคโนโลยี
 วัสดุ โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.5.1 กลุ่ม Fabric

มูลค่าตลาดของกลุ่มตามตาราง 4.3

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	373,741	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	387,711	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	402,204	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	417,238	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	432,835	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	449,014	ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.2 กลุ่ม Polymer และ Composites

มูลค่าตลาดของกลุ่มตามตาราง 4.3

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	65,006	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	67,144	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	72,026	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	77,378	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	83,254	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	89,716	ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.3 กลุ่ม Alloys และ Metals

มูลค่าตลาดของกลุ่มตามตาราง 4.3

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	100,863	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	116,142	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	133,741	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	154,017	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	177,376	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	204,290	ล้านบาท



กลุ่ม 1.5.4 กลุ่ม Ceramics

มูลค่าตลาดของกลุ่มตามตาราง 4.3

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	46,891	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	50,872	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	55,235	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	60,023	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	65,282	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	71,064	ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.5 กลุ่ม Cements & Construction

มูลค่าตลาดของกลุ่มตามตาราง 4.3

ปี 2549	มีมูลค่าประมาณ	221,379	ล้านบาท
ปี 2550	มีมูลค่าประมาณ	200,071	ล้านบาท
ปี 2551	มีมูลค่าประมาณ	222,911	ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าประมาณ	248,369	ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าประมาณ	276,747	ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าประมาณ	308,380	ล้านบาท



ตารางที่ 4.3 : แสดงมูลค่าตลาดของกลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้รับผลจากเทคโนโลยีวัสดุ โดยแบ่งตามลักษณะตลาดกลุ่มย่อย

1.5 Materials Science	จำนวนโครงการ	49	50	51	52	53	54
15.1 Fabrics	6	373,741	387,711	402,204	417,238	432,835	449,014
15.2 Polymers/Composites	47	65,006	67,144	72,026	77,378	83,254	89,716
15.3 Alloys/Metals	17	100,863	116,142	133,741	154,017	177,376	204,290
15.4 Ceramics	12	46,891	50,872	55,235	60,023	65,282	71,064
15.5 Cements & Construction	16	221,379	200,071	222,911	248,369	276,747	308,380
Total	98	807,881	821,940	886,117	957,025	1,035,494	1,122,464
% of GDP		10.34%	10.08%	10.25%	10.50%	10.82%	11.22%
GDP		7,816,474	8,152,582	8,641,737	9,117,033	9,572,885	10,003,664



3.2 มูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม (Value Growth)

จากนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์คาดว่าจะก่อให้เกิดการเติบโตของมูลค่าตลาดในกลุ่มนี้ ดังนี้ (ตารางที่ 4.4)

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2550	64,178 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2551	70,908 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2552	78,964 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตจากปี 2553	86,970 ล้านบาท

ผลของโครงการวิจัยพัฒนาที่ส่งผลต่ออุตสาหกรรมนั้น หากประเมินจากมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรม โดยมีหลักสมมติฐานและข้อมูลจากหน่วยงานของราชการ และหน่วยงานสนับสนุนการวิจัย ประมาณค่ามูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีวัสดุ รายสาขาย่อย ดังตารางที่ 4.4 ซึ่งแสดงมูลค่าการเติบโตของแต่ละกลุ่มย่อย ดังนี้

กลุ่ม 1.5.1 กลุ่ม Fabric

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	14,493 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	15,034 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	15,596 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	16,179 ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.2 กลุ่ม Polymer และ Composites

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	4,882 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	5,352 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	5,876 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	6,462 ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.3 กลุ่ม Alloys และ Metals

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	17,600 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	20,275 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	23,359 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	26,914 ล้านบาท



กลุ่ม 1.5.4 กลุ่ม Ceramics

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	4,363 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	4,788 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	5,259 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	5,783 ล้านบาท

กลุ่ม 1.5.5 กลุ่ม Cements & Construction

มูลค่าการเติบโตของกลุ่ม ในแต่ละปีเป็นดังต่อไปนี้

ปี 2551	มีมูลค่าการเติบโต	22,840 ล้านบาท
ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโต	25,458 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโต	28,378 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโต	31,633 ล้านบาท

3.3 มูลค่าการเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรม

มูลค่าการเติบโตสุทธิของอุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์จากเทคโนโลยีวัสดุ เมื่อใช้ อัตรา Attribution Rate 43.28% จากสมมติฐานด้านงบประมาณการวิจัยดังกล่าว และอัตรา Adoption rate แต่ละปี เป็นเวลา 3 ปี 5%, 15% และ 30% เพื่อหามูลค่าการเติบโตสุทธิที่โครงการวิจัยพัฒนาให้ผลต่ออุตสาหกรรมของกลุ่มผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีวัสดุจะได้มูลค่าการเติบโตสุทธิ (Adoption Value) ของกลุ่มโดยรวม (จากตารางที่ 4.4) ดังนี้

ปี 2552	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	1,535 ล้านบาท
ปี 2553	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	5,095 ล้านบาท
ปี 2554	มีมูลค่าการเติบโตสุทธิ	11,293 ล้านบาท



ตารางที่ 4.4 : แสดงมูลค่าการเติบโตของอุตสาหกรรมที่เกิดจากผลงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีวัสดุ รายสาขาย่อย

1.5 Materials Science	จำนวนโครงการ	นโยบายการวิจัยฯ 51 - 53	สงป. 51	Factor	51	52	53	54
1.5.1 Fabrics	6				14,493	15,034	15,596	16,179
1.5.2 Polymers, Composites	47				4,882	5,352	5,876	6,462
1.5.3 Alloys, Metals	17				17,600	20,275	23,359	26,914
1.5.4 Ceramics	12				4,363	4,788	5,259	5,783
1.5.5 Cements	16				22,840	25,458	28,378	31,633
Total Value Growth	98	5,068.0	11,708.8	43.28%	64,178	70,908	78,469	86,970
Index : Attribution rate						30,692	33,964	37,644
Adoption Index						5%	15%	30%
Adoption Value						1,535	5,095	11,293

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

เทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology) มีมูลค่าการเติบโตต่อปี โดยรวมจากการประเมินมูลค่ารายอุตสาหกรรม หรือผลิตภัณฑ์ และรายสาขาหลักตามลำดับ แล้วหามูลค่าการเติบโตรายปี จนได้มูลค่าการเติบโต (Value Growth) ของเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology) รายปีดังแสดงดังนี้ (จากตารางที่ 5)

ปี 2552	มูลค่าการเติบโต (Value Growth)	336,815 ล้านบาท
ปี 2553	มูลค่าการเติบโต (Value Growth)	370,775 ล้านบาท
ปี 2554	มูลค่าการเติบโต (Value Growth)	418,249 ล้านบาท

ซึ่งเมื่อนำมาคิดมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของมูลค่าการเติบโต 4 ปี (2551 - 2554) โดยให้ในปี 2551 ซึ่งเป็นปีเริ่มต้นมีค่ามูลค่าการเติบโต (Value Growth) = 0 โดยคิดว่าการลงทุนในงานวิจัย ในปีแรก คือปี 2551 ยังมิได้ทำให้เกิดมูลค่าต่ออุตสาหกรรม ในปีแรก แต่จะส่งผลให้เกิดมูลค่าต่ออุตสาหกรรมในปีต่อ ๆ ไป คือ ปีที่ 2, 3, 4... และน่าจะมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อคิดค่ามูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของมูลค่าการเติบโต 4 ปี (2551 - 2554) ที่อัตราคิดลด (Discount rate) เท่ากับ 6.77% (MLR rate 4.77% + 2%) ดังตารางที่ 5 ได้มูลค่าปัจจุบัน ของมูลค่าการเติบโต คือ

PV (Value Growth) เท่ากับ 991,817 ล้านบาท

และมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของมูลค่าการเติบโตสุทธิ (มูลค่าการเติบโตคูณอัตรา Attribution 43.28% และ Adoption 5%, 15%, 30% แล้ว) เป็นเวลา 4 ปี (2551 - 2554) ที่อัตราคิดลด (Discount rate) เท่ากับ 6.77% (MLR rate 4.77% + 2%) ได้ **PV (Adoption Value) เท่ากับ 68,524 ล้านบาท**

เมื่อนำมาหักงบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยฯ เพื่อการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมและองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร นาโนเทคโนโลยี ซึ่งมีค่าใช้จ่ายรายปี ดังนี้

ปี 2551	=	5,068 ล้านบาท
ปี 2552	=	6,846 ล้านบาท
ปี 2553	=	8,786 ล้านบาท

มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของค่าใช้จ่ายเพื่องานวิจัยดังกล่าว ของ วช. ปี 2551 - 2254 (ปี 2554 = 0 บาท) ได้มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ของค่าใช้จ่ายงานวิจัย คือ

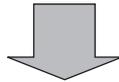
PV (R & D cost) เท่ากับ 17,970 ล้านบาท



ดังนั้น ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) คือ มูลค่าที่ประมาณว่าเกิดจากการ
ส่งผลจากงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเกิดใหม่ (Emerging Technology)

คือ **NPV (Net Present Value) เท่ากับ 50,554 ล้านบาท**

$$PV (\text{Revenue}) - PV (\text{Cost}) = \text{Net Present Value}$$



$$PV (\text{Net Value Growth}) - PV (\text{Research Cost}) = \text{Net Present Value}$$

$$68,524 - 17,970 = 50,554 \text{ ล้านบาท}$$

นั่นคือ การลงทุนในงานด้านการวิจัยและพัฒนา ด้านเทคโนโลยีเกิดใหม่ (Emerging Technology) ในปี 2551 - 2553 น่าจะก่อให้เกิดมูลค่าที่เติบโตขึ้นของอุตสาหกรรมที่ได้ผล
สืบเนื่องจากผลงานวิจัย โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เท่ากับ 50,554 ล้านบาท



ตารางที่ 5 : แสดงมูลค่าการเติบโต (Value Growth) ของเทคโนโลยีเกิดใหม่ (Emerging Technology) รายปี

Emerging Technology	จำนวนโครงการ	นโยบายการวิจัยฯ 51 - 53	สง.ป. 51	Factor	51	52	53	54	PV
1.1 Digital, Electronic, Computer, ICT	65					153,820	169,300	186,480	445,787
1.2 Nano Technology	120					8,783	9,449	18,750	31,919
1.3 Biotechnology &									
1.4 Genetic Engineering	185					105,186	116,756	129,600	307,413
1.5 Materials Science	98					70,908	78,469	86,970	206,698
Value Growth	468					338,697	373,974	421,799	991,817
Attribution Value		5,068.0	11,708.8	43.28%		146,601	161,870	182,570	
Adoption rate						5%	15%	30%	
Adoption Value					0	7,330	24,280	54,771	68,524
R & D					5,068	6,846	8,786	0	17,970
Net Present Value				6.77%					50,554



หมายเหตุ

1. แหล่งที่มาของข้อมูล

สาขา Emerging Technology

การวิเคราะห์ในสาขานี้ได้นำตัวเลขที่รวบรวมได้ของแต่ละแหล่ง ดังนี้

- มูลค่าตลาดรวมของประเทศไทย สำหรับกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ถูกแสดงไว้ในแผนยุทธศาสตร์ด้าน ICT ของไทยในปี 2550 - 2556 ของสำนักงานส่งเสริมอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์แห่งชาติ (SIPA)
- มูลค่าของผลิตภัณฑ์กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการส่งออก ได้นำตัวเลขการส่งออกจากการส่งเสริมการส่งออก
- อัตราการเติบโตของอุตสาหกรรมดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และ ICT ในประเทศไทย ได้ถูกประมาณไว้ในงานวิจัยตลาดของ SIPA จากแหล่งที่มาข้อมูลจากกรมศุลกากรและบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (IFCT)
- มูลค่ารวมของผลิตภัณฑ์ในสาขานาโนเทคโนโลยี ได้จากแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (2547 - 2556)
- อัตราการเติบโตของมูลค่าผลิตภัณฑ์จากนาโนเทคโนโลยีช่วงปี 2550 - 2553 จากรายงานผลของ Lux Research Inc. โดย Michael Holman, มกราคม 9, 2007 ส่วนข้อมูลรายสาขาย่อยของนาโนเทคโนโลยี เช่น ยา สารเคมี สุขภาพ เครื่องจักร พลังงาน วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ ได้ข้อมูลจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation : NFS) ซึ่งได้ประมาณไว้ว่าอีก 10 ปีข้างหน้า ผลิตภัณฑ์นาโนจะมีมูลค่ารวมมากกว่า 40 ล้านบาท
- มูลค่าตลาดรวมของผลิตภัณฑ์ที่มาจากสาขาเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรม ได้มีการประเมินมูลค่าผลิตภัณฑ์จากไบโอเทค ของ Asia Pacific มีมูลค่าในปี 2006 เท่ากับ 3,289 ล้าน US\$ โดยมีที่มาจากรายงาน ของ Beyond Border 2007 ของ Ernst & Young
- มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากไบโอเทคโนโลยีในประเทศไทยประเมินไว้ที่ 15% ของ GDP ปี 2547 โดยมีที่มาจากศูนย์ไบโอเทค ซึ่งอ้างที่มาจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (NESDB)

- มูลค่าของสาขาเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ ได้มาจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (NESDB)

2. ความหมาย และที่มาของศัพท์ต่าง ๆ

- Total Value คือมูลค่าอุตสาหกรรมหรือผลผลิตรวมของสาขา ที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือมูลค่าเพิ่ม Total Value Added ที่คำนวณมาจากตัวเลขสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- Value Growth คือตัวเลขการเติบโตของแต่ละปี ซึ่งหากต้องการทราบ Value Growth ของปี 2550 นำ Value Growth ปี 2550 ลบ Value Growth ปี 2549
- GDP หรือผลิตภัณฑ์ในประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) ในที่นี้ได้นำตัวเลขจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติมาเป็นฐาน ซึ่งมี GDP ในแต่ละปี ดังนี้

GDP	2550	2551	2552	2553	2554
	8,152,582	8,641,737	9,117,033	9,572,885	10,003,664

- GDP Growth % ทางทีมที่ปรึกษาได้นำตัวเลขจากราชการแห่งประเทศไทยมาใช้ในการเทียบอัตราการเติบโต

GDP	2550	2551	2552	2553	2554
Growth %	4.3%	6.0%	5.5%	5.0%	4.5%

3. สมมติฐาน (Assumption)

- Growth Rate : ประมาณการจากเป้าหมายการเติบโตของยุทธศาสตร์รายสาขา เช่น
 - สาขาพลังงานทดแทน วางเป้าหมายที่ 8% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในปี 2554
 - สาขาเทคโนโลยี วางเป้าหมายที่ 1% ของ GDP ในปี 2556 หากในยุทธศาสตร์ไม่มีระบุเป้าหมายไว้ จะใช้อัตราการเติบโตของสาขาปีล่าสุดของข้อมูลที่ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเติบโตปี 2549 จากปี 2548
- Lag Factor การทำวิจัยทำให้เกิดการเติบโตของมูลค่า Value Growth ในแต่ละปี โดยมีผลห่างออกไป 1 ปี หลังจากทำวิจัย เช่น งานวิจัยปี 2551 จะเริ่มส่งผลในปี 2552 หรือทำให้เกิด Value Growth ของสาขานั้นในปีถัดไป



- Attribution ปกติงบประมาณภาครัฐที่ใส่ลงไปจะส่งผล 100% ต่อการเติบโตมูลค่า หากแต่ในสัดส่วนนั้นเป็นส่วนงานวิจัยไม่ถึง 100% ของงบประมาณรัฐ ดังนั้นจะคาดหวังว่างบวิจัยส่งผลให้เกิดการเติบโตทั้ง 100% ของสาขานั้น ๆ ไม่ได้ เพราะฉะนั้น สัดส่วนของงานวิจัยที่ส่งผลกระทบต่อ Value Growth นั้น เท่ากับงบที่ลงในงานวิจัยหารด้วยงบประมาณภาครัฐทั้งหมดที่ส่งเข้าไปยังสาขานั้น ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและเติบโต

เช่น สาขาอุตสาหกรรม ตารางที่ 3.6 ข งบประมาณตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ลงไว้ 4,880 ล้านบาท แต่งบประมาณรัฐที่อัดฉีดเข้าไปถึง 175,876 ล้านบาท งานวิจัยพัฒนามี 2.77% ของงบด้านสาขาอุตสาหกรรมทั้งหมด ดังนั้น จะส่งผลการเติบโตต่อมูลค่าอุตสาหกรรมไม่น่าเกิน 2.7% ของ Value Growth สาขาอุตสาหกรรม ตัวเลขนี้คือค่า Attribution ของงานวิจัย

ตารางที่ 3.6 ข

อุตสาหกรรม	นโยบายการวิจัย*	สงป.*	Attribution	51	52	53	54	PV
Value growth				0	379,432	454,057	528,180	1,112,315
Attribution Value	4,880	175,876	2.77%	0	10,528	12,599	14,655	30,863
R & D				0	4,880	4,880	4,880	12,861
Net Present Value								18,003

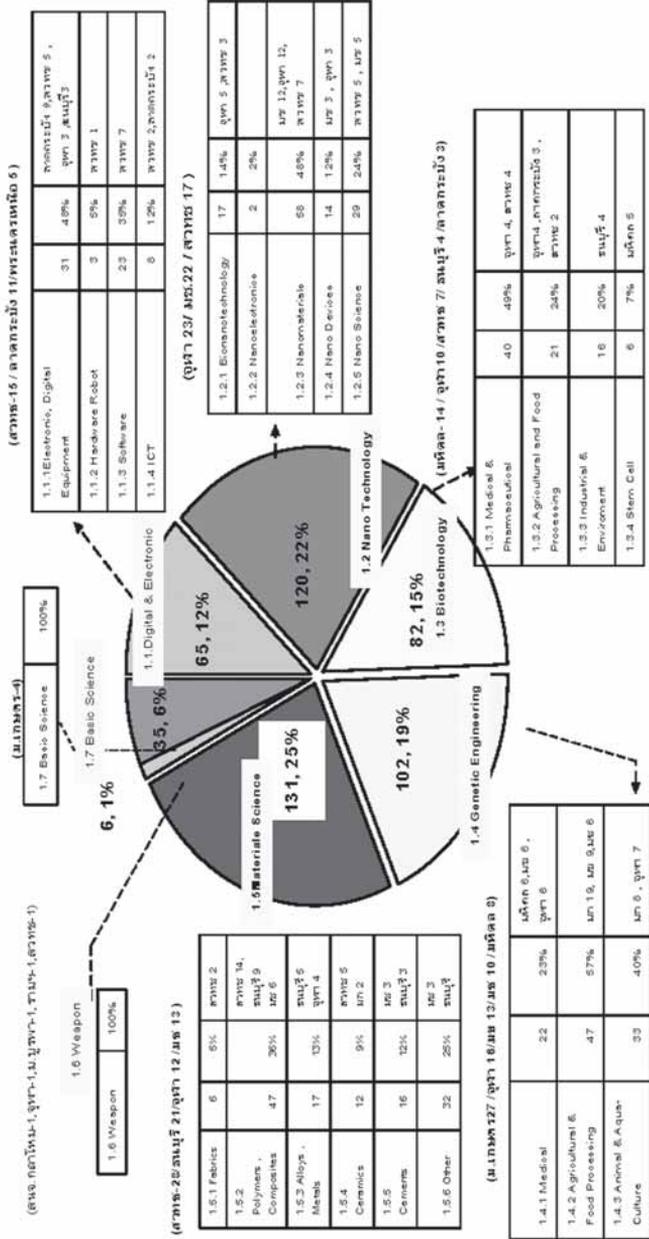
- การคิด Present Value มูลค่าที่ลดลงตามปีที่ผ่านไป (Discount Rate) เท่ากับ Real MLR อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้าชั้นดี ที่หักทอนสภาวะเงินเพื่อออกไปแล้วบวกด้วย 2% Real MLR + 2% = 4.77% + 2% ซึ่ง 4.77% คือ Real MLR ณ เดือนกันยายน จากการวิเคราะห์ของธนาคารแห่งประเทศไทย



บทที่ 3

ทิศทางและแนวโน้มการวิจัย

สาขาที่ 1 Emerging Technology N=547





แสดงการเติบโตของมูลค่า และมูลค่าปัจจุบัน ของสาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology)

: ล้านบาท

Emerging Technology	# โครงการ 47 - 50	นโยบาย การวิจัยฯ 51 - 53	สง.ป. 51	Factor	51	52	53	54	PV
1.1 ข.: Digital, Electronic Computer, ICT	65					153,820	169,300	186,480	445,787
1.2 ข.: Nano Technology	120					8,783	9,449	18,750	31,919
1.3 ข.: Biotechnology & 1.4 ข.: Genetic Engineering	185					105,186	116,756	129,600	307,413
1.5 ข.: Materials Science	98					70,908	78,469	86,970	206,698
Value Growth						338,697	373,974	421,799	991,817
Attribution Value		5,068	11,708.8	43.28%		146,601	161,870	182,570	
Adoption Rate						5%	15%	30%	
Adoption Value					0	7,330	24,280	54,771	68,524
R & D					5,068	6,846	8,786	-	17,970
Net Present Value				6.77%					50,554



1.1 เทคโนโลยีสารสนเทศ, อิเล็กทรอนิกส์, ดิจิทัล, คอมพิวเตอร์
จำนวน 65 โครงการ (PV = 445,787 ล้านบาท)

- **1.1.1 Electronic, Digital** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 31 โครงการ คิดเป็น 48%

ประเภทงานวิจัยของไทย 31 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนาวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ด้วยวงจรดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ ■ การออกแบบวงจรมอส ซีมิทริกเกอร์ และอินเวอร์เตอร์ด้วยเทคนิคการบรูสแทป ■ การออกแบบวงจรความถี่แบบเฟสเป็นเชิงเส้นสมบูรณ์ด้วยวงจรรองความถี่ดิจิทัลไอโออาร์ และสร้างบนเอฟพีจีเอ ■ การออกแบบวงจรถ่ายความถี่แบบดิจิทัล โดยใช้วิธีประมาณค่าโพลีโนเมียลแทนการใช้หน่วยความจำ ■ วงจรสวิตช์คาปาซิเตอร์ออสซิลเลเตอร์แบบควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์แบบดิจิทัล - การวิจัยพัฒนาวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับอัลตราโซนิคส์ทรานดิวเซอร์ ● โครงร่างทางอิเล็กทรอนิกส์พื้นผิวระบบ CO/PT (111) ● ชุดโครงการด้านเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิจัยเพื่อเป็นพื้นฐานสนับสนุนระบบสารสนเทศในอนาคต ได้แก่ HDD (Hard Disc Drive) หัวแม่เหล็ก (Magnetic Head) ที่เป็น Ultra fine Crystal Grains ● System LSI (Large Scale Integrated Circuits) จาก Digital AV ไปสู่ระบบ Bit patterned recording จากปัจจุบัน 65 นาโนเมตร ให้เป็น 45 นาโนเมตร และ 32 นาโนเมตรในปี 2553 ● Silicon semiconductor ● Compound semiconductor ● GaN [(Gallium (III) Nitride) เช่น semiconductor material เป็นวัสดุที่เหมาะสมจะทำ Solar cell arrays สำหรับดาวเทียมจากการที่มีคุณสมบัติที่ทำงานในอุณหภูมิสูง และให้ Voltage สูง หวังที่จะใช้ทำ Amplifier กำลังสูง ให้ความถี่คลื่นระดับ microwavel amplifier ได้มีการวิจัยอุปกรณ์และเทคโนโลยี Electron Mobility Transistors (EMT) สำหรับการทำ Compound Semiconductor เพื่อการประหยัดพลังงาน



ประเภทงานวิจัยของไทย 31 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การพัฒนาชุดปฏิบัติการเสมือนวิชาดิจิทัล ● การวิจัยและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์และคอมพิวเตอร์สนับสนุนอุตสาหกรรมในประเทศ ● พัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการควบคุมงานด้วยคอมพิวเตอร์ในงานต่าง ๆ เช่น <ul style="list-style-type: none"> ■ พัฒนาระบบจุดระเบิดอิเล็กทรอนิกส์ ■ การผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบเครื่องจับเวลาโฟโตเกตแบบเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ■ การพัฒนาเครื่องกัดเซาะโลหะแกนตั้งความเที่ยงสูง ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ■ การออกแบบอุปกรณ์แบบไฮโดรโซโคลอนในกระบวนการแยกสารโดยใช้กระบวนการทางคอมพิวเตอร์ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ทั้ง Cannon และ Toshiba ได้แสดงโทรทัศน์แบบใหม่ที่มีจอภาพเป็นแบบ Surface-Conduction Electron-Emitter Display (SED) ● การวิจัยอุปกรณ์ System-on-a-chip (SoC) devices ซึ่งจะทำให้สามารถรวมคุณสมบัติต่าง ๆ ในหนึ่งซิลิคอนชิป เพื่อให้ประหยัดพลังงาน, ประมวลขบวนการได้เร็วมากขึ้น, ขนาดเล็กกลงและต้นทุนถูกลง ด้วยการใช้เป็นชิ้นส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ <p><u>ยุโรปและสหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Future Emerging Technology-FET เป็นโครงการหนึ่งของยุโรปที่กำหนดนโยบายของการวิจัยพัฒนา ซึ่งแผน FP6 ก็ได้มีการกำหนดแนวทางการพัฒนาวิจัยเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - Quantum Computing และ Nano-electronics เพื่อการพัฒนาชิ้นส่วนประกอบ (Components) และโครงสร้าง Semiconductors ซึ่งผลักดันโดยเทคโนโลยี VLSI (Very large scale integrated) ● การวิจัยด้านสาร Organic ในการทำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเป็นการใช้พลังงานที่ลดลง



ประเภทงานวิจัยของไทย 31 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● Silicon Image ผู้ผลิตเซมิคอนดักเตอร์พัฒนาในแนวทางของอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำที่มากขึ้น ● เซมิคอนดักเตอร์ Laser TV สำหรับ Home cinema เป็นโทรทัศน์แบบเลเซอร์โปรเจกชันที่มีคุณภาพสูงด้วยต้นทุนที่ลดลง แทนการใช้โทรทัศน์ที่มีขนาดใหญ่เอะอะ

- **1.1.2 Hardware, Robot** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 3 โครงการ คิดเป็น 2%

ประเภทงานวิจัยของไทย 3 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็ก ● ห้องปฏิบัติการทดสอบประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ ● โครงการจัดตั้งศูนย์เครือข่ายประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวแพทย์ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Grid computing ● Tera FLOPS scale microprocessor ● ประเทศอินเดียผลิต Low-cost PC ต่ำกว่า 8,000 บาท (225 เหรียญสหรัฐ) ● ญี่ปุ่นและเกาหลีคิดเกี่ยวกับเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ เรียกว่า VICS : Vehicle Information and Communication System ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - Telemetric - ระบบ Navigation - Digital Video - In-car PC ● การคิดค้น Hybrid Cars, Fuel cell Cars ● ประเทศเกาหลีและญี่ปุ่นก็ประสบความสำเร็จในการใส่คอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่อง



ประเภทงานวิจัยของไทย 3 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ใช้ไฟฟ้า เช่น ตู้เย็น เพื่อเป็นแหล่งบันเทิง และเป็นแหล่งบันทึกข้อมูล รับส่งข่าวสาร แบบไร้สาย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● หุ่นยนต์และสมองกลต่าง ๆ มีการพัฒนา ให้มีความสัมพันธ์กับมนุษย์มากขึ้น เช่น การใช้หุ่นยนต์เป็นสัตว์เลี้ยง การใช้หุ่นยนต์ในการเล่นเกมที่ต้องการคำนวณมาก ๆ นอกเหนือจากการใช้หุ่นยนต์สมองกล ในการผลิตอุตสาหกรรมเป็นแนวโน้ม หุ่นยนต์ในอนาคตที่จะใช้ในบ้านมากขึ้น <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nanofabricate computation device การใช้นาโนเทคโนโลยีมาเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถและประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก ● Flexible computer interaction แนวโน้มการวิจัยและพัฒนาให้เพิ่ม Productivity และ Flexibility ของคอมพิวเตอร์ เป็นแนวโน้มของโลกเพื่อตอบสนองผู้ใช้ทั่วไปและผู้พิการ ● Electronic Paper บริษัท Start-Up Ink and LG Philips LCD ได้วิจัย Electronic Paper กว้าง 10.1 นิ้วและหนาน้อยกว่า 300 ไมครอนทำให้ความเป็นไปได้ในเรื่อง e-book and e-magazines ● MIT ผลิต 100 เหรียญ Laptop เพื่อ ตลาดเกิดใหม่

ประเภทงานวิจัยของไทย 3 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● การผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มี Wireless monitor เช่น Mac-Gray's Intelligent Laundry System ทำให้นักเรียนในหอพักสามารถรู้ว่าผ้าในเครื่องซักผ้า ซักเสร็จหรือยัง โดยดูจากข้อมูล real-time จากอุปกรณ์อะไรก็ได้ที่มี Web browser

- **1.1.3 Software** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 23 โครงการ คิดเป็น 35%

ประเภทงานวิจัยของไทย 23 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนา Software เพื่อประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น ทางการแพทย์ ช่วยในการรักษาและตรวจวินิจฉัยโรค เช่น <ul style="list-style-type: none"> - ทันตกรรม - วินิจฉัยจอประสาทตา จากโรคเบาหวาน ● พัฒนา Software เพื่อสนับสนุนงานวิจัยอื่น ๆ เช่น ด้านวัสดุศาสตร์ ตัวอย่างเช่น <ul style="list-style-type: none"> - การเขียนโปรแกรม เพื่อหาฟังก์ชันการถ่ายโอนของวัสดุ โดยใช้คุณสมบัติการยืดหยุ่นเหน็ดเชิงเส้น ● Software สำหรับอุตสาหกรรมที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น CNC Milling Machine ● ศึกษากระบวนการรักษาความปลอดภัยในคอมพิวเตอร์ ● Software เกี่ยวกับภาษาไทย เช่น ล่าหน้า โดยใช้ Frontographer 	<p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● บริษัท Microsoft และบริษัท Software อื่น ๆ มีการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยมี แนวโน้มของเทคโนโลยี 2 ข้อใหญ่ คือ <ul style="list-style-type: none"> ○ ยืดหยุ่น (Flexibility) ○ ตามความต้องการของลูกค้า (Customization) <p>จากการเข้าใจในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จะทำให้คนที่อยู่ในสถานะต่าง ๆ มีความต้องการที่ต่างกันในการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือสื่อสาร นอกจากนี้เพื่อให้สามารถตอบสนองกับผู้ใช้การให้เข้าถึงการใช้งานได้ง่ายขึ้น เช่น การพูดแทนการเขียนหรือพิมพ์ในการส่งคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ นั่นคือเทคโนโลยีในอนาคตจะเป็นสิ่งที่ทุก ๆ คนสามารถเข้าถึงได้ในรูปแบบที่เขาต้องการและเลือก</p>



ประเภทงานวิจัยของไทย 23 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนาคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่จะช่วยการคำนวณที่ซับซ้อนและโมเดลที่เป็นขั้นสูงเพื่อความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ ● พัฒนาซอฟต์แวร์ช่วยการออกแบบ <ul style="list-style-type: none"> ■ เชิงสถาปัตยกรรม สำหรับจัดวางรูปแบบวัสดุตกแต่งพื้นผิว ■ การสร้างแบบจำลองคอสะพานด้วยคอมพิวเตอร์ ● พัฒนาซอฟต์แวร์ช่วยการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผักสดและผักสดแปรรูป modified atmosphere packing ● การสร้างชุดทดลองวิชาดิจิทัลเทคนิค โดยใช้โปรแกรม Circuit Maker V4.0 ● การส่งงานคอมพิวเตอร์สมรรถภาพสูง ด้วยจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ใน 10 ปีข้างหน้าอุปกรณ์ต่าง ๆ จะรวมกันเป็น Global Positioning System (GPS) โทรศัพท์, อุปกรณ์เก็บข้อมูลและอื่น ๆ จะอยู่ในรูปแบบที่มีขนาดเล็กและเคลื่อนที่ได้ พับใส่ในเสื้อผ้าได้ ติดที่หูได้ หรือใช้ติดเหมือนเครื่องประดับ นอกจากนี้อุปกรณ์เหล่านี้จะให้ข้อมูลว่าเราอยู่ตำแหน่งไหนหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะฉุกเฉินของสิ่งแวดล้อม ยุโรป ● Future Emerging Technology (FET) ของยุโรปได้มีการส่งเสริมในด้านต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ e-learning <ul style="list-style-type: none"> - สนับสนุนการเกิดมาตรฐานของ e-Learning - ให้มีการกระจายตัวของการใช้ Open-Source Software ในการศึกษา ○ Media <ul style="list-style-type: none"> - Virtual characters - Automatic TV Production มีเป้าหมายโครงการต้องการให้มีการแสดงรายงานอากาศทุก ๆ ชั่วโมง สำหรับเมืองต่าง ๆ ในงานหลายร้อยเมือง - IP-RACINE เป็นโครงการใหญ่ของแนวโน้มใหม่ที่จะมี Digital



ประเภทงานวิจัยของไทย 23 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>Cinema คือ การนำภาพยนตร์จากฟิล์มมาเป็นการดูผ่านระบบดิจิทัล</p> <ul style="list-style-type: none"> ● สำหรับการออกแบบซอฟต์แวร์นั้น Beyond The Horizon ซึ่งเป็นคณะทำงานหนึ่งของยุโรปได้กำหนดกลยุทธ์การวิจัยเรียกว่า Software-Intensive Systems โดยคิดว่าซอฟต์แวร์ต่อไปจะมีการ interact กับ Software อื่น ๆ, ระบบอุปกรณ์เซนเซอร์กับมนุษย์ เช่น รถยนต์, เครื่องบิน, ระบบสื่อสารไร้สาย, ระบบควบคุมโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เช่น ไฟฟ้า, การขนส่ง, ระบบด้านสนับสนุนทางการแพทย์ เช่น การตรวจหาโรค การดูแลรักษา การผ่าตัด และ e-health สำหรับผู้สูงอายุ จึงต้องการคุณภาพที่สูงมากขึ้น และแทนที่จะเป็นซอฟต์แวร์ที่เข้าได้กับระบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต ซอฟต์แวร์ควรมีคุณสมบัติต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> ○ Engineering Adaptive Intensive System ซอฟต์แวร์ในอนาคตควรมีคุณสมบัติสามารถปรับเปลี่ยนเข้ากับการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดไว้ โดยยังสามารถรักษาความลับและความน่าเชื่อถือไว้ได้ ○ Managing Diversity in Knowledge การเพิ่มปริมาณมากและมีความหลากหลาย



ประเภทงานวิจัยของไทย 23 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>หลายชิ้น โดยไม่คาดไว้ของข้อมูลหรือ contents การออกแบบ การจัดการ ความรู้ในลักษณะ centralized หรือ top-down จะไม่สามารถใช้ได้ แต่จะใช้ระบบ button-Up ซึ่งทำให้ต้องมีการจัดการความรู้ที่แตกต่างกัน ให้สามารถเก็บในแต่ละท้องถิ่น พื้นที่และเป็นอิสระต่อกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Eternal Software-Intensive System ระบบซอฟต์แวร์แบบเดิมที่คิดว่าใช้สักระยะก็หมดอายุเลิกใช้ไป ทำให้ข้อมูลที่มีอยู่ หายไปด้วยต่อไปจะต้องเป็นระบบที่สามารถถ่ายทอดข้อมูล, Content และฟังก์ชันต่าง ๆ จากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่นหนึ่งได้โดย มีความสามารถที่จะ re-program หรือให้ระบบสามารถ re-program ตัวเองได้ เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก

● 1.1.4 การสื่อสารและสารสนเทศ ICT มีการศึกษาในประเทศจำนวน 8 โครงการ คิดเป็น 12%

ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนางานวิจัย e-school มีการศึกษาการพัฒนาการเชื่อมต่อมหาวิทยาลัยและโรงเรียนเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต ● โครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 	<p>เอเชีย</p> <p>ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำร่วมกับเกาหลีใต้ และจีน</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ประเทศญี่ปุ่นได้มีการวางแผนงานวิจัย R & D ด้าน ICT เป็น 3 เทคโนโลยี



ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ออกแบบและพัฒนาประมวลผลภาพดิจิทัลเชิงวิทัศน์ ● เครื่องตอบรับอัตโนมัติผ่านเครือข่าย Internet ● วิจัยและพัฒนาต้นแบบ Web terminal ● วิธีสากลในการจัดสรรหน่วยควบคุมและหน่วยคำนวณสำหรับระบบคอมพิวเตอร์งานขนานที่สามารถปรับระบบเป็น MSID/ MIMD (Multiple Instruction stream, Multiple Data stream) ● คู่มืออิเล็กทรอนิกส์วิเคราะห์ปัญหาโครงข่าย, สัญญาณผ่านสายใยแก้วนำแสง 	<ul style="list-style-type: none"> ○ New sensation Networked Technology : Photonic Network technology ○ Universal communication Technology การวิจัยการสื่อสารที่เอาชนะความแตกต่างของภาษา ○ ICT for Safety and Security R & D ในสภาวะสิ่งแวดล้อมบนโลกและอวกาศ และวิจัยเทคโนโลยีความปลอดภัยในการสื่อสาร เพื่อตอบสนองนโยบายของสังคมที่จะมีการใช้ ICT อย่างแพร่หลายในอนาคต ● Sensor network ที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง ● การใช้ electronic tags ในการกระจายสินค้าและการส่งสินค้า, สิ่งแวดล้อมและการศึกษา ● การวิจัยด้านการรวม Network Technology ที่จะใช้อย่างแพร่หลายกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ● วิจัยเทคโนโลยี Quantum Info Communication, Photonic Network Technology และ Nanotechnology ที่จะช่วยให้เกิดการดำเนินงานขั้นสูงในระบบ Network ● ศึกษา Quantum Cryptography เพื่อความปลอดภัย (Secure) ในระบบการสื่อสาร ● Nanotech และ Terahertz band sensing technology



ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารให้เป็นมาตรฐานเดียวกันกับนานาชาติ เพื่อประโยชน์ด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับภายในประเทศ ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา การสื่อสารผ่านดาวเทียม (Information Gathering Satellite : IGS) ● มีความร่วมมือกับประเทศหลักในเอเชีย ได้แก่ ญี่ปุ่น, เกาหลีใต้ และจีน ในการร่วมมือใน 7 สาขาหลักของการสื่อสาร และสารสนเทศ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. การสื่อสารระบบ 3G และการสื่อสารทางมือถือ (Mobile) ในยุคใหม่ 2. ยุคต่อไปของ Internet กับ IPv6 3. นโยบายด้านบริการของการสื่อสาร Telecommunications Service Policy 4. เครือข่ายและความปลอดภัยในการสื่อสาร (Network and Information Security) 5. ICT Cooperation สำหรับ Olympic ที่ปักกิ่งปี 2551 6. สาขา RFID 7. Wireless Sensor Network 8. Broadband access technology สามประเทศหลักได้จับมือกัน เพื่อส่งเสริมโครงการ Broadband ในเอเชียร่วมกับ



ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ประเทศใน ASEAN ญี่ปุ่นได้จับมือร่วมกับอินเดียที่เป็นตลาดใหญ่ด้านการสื่อสาร เพื่อส่งเสริมสาขา broadband, mobile communications, electronic government, R & D, information security และการใช้ networks อย่างแพร่หลาย</p> <p><u>ยุโรป</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Future Emerging Technology (FET) ของยุโรปได้กำหนดแนวทางการวิจัยของยุโรปครอบคลุมในเรื่องต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. การใช้คอมพิวเตอร์และการสื่อสารแทรกซึมในทุก ๆ เรื่องของชีวิตประจำวัน (Pervasive Computing and Communication) เป็นการวิจัยพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์และการสื่อสารที่มีการปฏิสัมพันธ์กับมนุษย์มากขึ้น การสื่อสารจะไม่ใช้การส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่ง แต่มีแนวโน้มที่จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Co-Operate และปรับอัตโนมัติ โดยไม่ต้องมีศูนย์กลางการควบคุม และแนวโน้มจะมีขนาดเล็กพกพาได้ และใช้ประโยชน์ได้หลาย ๆ อย่างต่างจากเดิมที่แยกเป็นอุปกรณ์แต่ละอย่าง อุปกรณ์การสื่อสารแบบใหม่ที่เร็วกว่า (Pervasive Computing Devices) จะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบได้ว่า ผู้ใช้อยู่หรือไม่มีความไวปรับเปลี่ยน



ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>และตอบสนองความต้องการ พฤติกรรม และอารมณ์ของผู้ใช้ มีความปลอดภัย และรักษาความลับในการเข้าใช้งานด้วยการควบคุมที่ง่ายเหมือนธรรมชาติ</p> <p>2. ใช้ Nanotechnology และ Nanoelectronics มาวิจัยพัฒนาเพื่อการปรับปรุง อุปกรณ์, ระบบ เช่น การใช้การค้นพบ Electron, Photon, Phonon ทำวัสดุใหม่ ๆ ทำให้เกิดอุปกรณ์ที่สามารถต่อเชื่อม หรือใช้คู่ขนานกับระบบเครือข่าย การสื่อสาร</p> <p>3. ระบบรักษาความปลอดภัย (Security), ความเชื่อใจ (Trust) แนวโน้มการใช้ระบบการสื่อสารที่เป็นมาตรฐาน ใช้เครือข่ายร่วมกัน เพื่อการได้ความเร็ว ในการสื่อสารสารสนเทศ ทำให้ต้องมีการคิด เรื่องการรักษาความปลอดภัย และการไว้วางใจและความเป็นส่วนตัวในการใช้ Communications Infrastructures ร่วมกัน</p> <p>ตัวอย่างเช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ความต้องการเรื่อง Security และ Cryptographic Mechanism สำหรับการใส่ Network ขนาดเล็ก เช่น RFID และ Sensors - การใช้ Quantum Technology และ Cryptology สำหรับการรักษาความ



ประเภทงานวิจัยของไทย 8 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ปลอดภัย (Security) ในระบบข้อมูล (Information)</p> <p>4. Bio-ICT Synergies เป็นการเชื่อมโยงชีววิทยากับการออกแบบเทคโนโลยีด้านการสื่อสารและคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - การพัฒนา Model หรือเทคนิคใหม่ ๆ มาเพื่อศึกษาระบบการมีชีวิต เช่น เกี่ยวกับความจำ, การตอบสนอง

ทิศทางการวิจัย สาขา 1.1 เทคโนโลยีสารสนเทศ, คอมพิวเตอร์, ดิจิทัลในอนาคต

จากการสำรวจข้อมูลของประเทศต่าง ๆ ในด้านนโยบาย การวิจัยและพัฒนาของประเทศ ผู้นำในสาขา รวมทั้งผลงานวิจัยที่ได้ทำและบรรจุในแผนงานพัฒนาเทคโนโลยีอันเป็นสิ่งที่ เป็นแนวทางของการวิจัยและพัฒนาต่อไปในอนาคตทั้งใกล้และไกล เปรียบเทียบกับงานวิจัยของประเทศไทยที่รวบรวมจากฐานข้อมูลงานวิจัย ปี 2547 - 2550 ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ตามที่คณะผู้วิจัย ได้มีการประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของงานวิจัยในด้านนี้ที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ, คอมพิวเตอร์, ดิจิทัลในอนาคต มีมูลค่าปัจจุบัน (ปี 2552 - 2554) เท่ากับ 445,787 ล้านบาท ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาในสาขานี้จึงมีความสำคัญและน่าจะก่อให้เกิดมูลค่าต่อประเทศ หากมีทิศทางการวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับสากลประเทศและอุตสาหกรรม คณะผู้วิจัยและสำรวจข้อมูลจึงขอเสนอเรื่อง (area), เทคโนโลยี, การประยุกต์ใช้, สินค้าและบริการที่จะเป็นที่ใช้แพร่หลายต่อไปเป็นสากล ซึ่งประเทศไทยน่าจะมีความสามารถวิจัยพัฒนาได้เพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่ โดยแยกตามสาขาย่อยดังนี้

1.1.1 ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์, ดิจิทัล

- MST (Microsystems Technology) และ MEMS (Micro Electro-mechanical Systems) ใช้ในตลาด IT Peripherals เช่น หัวอ่านและบันทึก มีโอกาสใช้ในเครื่องของหน่วยความจำ, ไมโครโฟน และ Chip coolers



- Nano Electronics เช่น Silicon Photonics
- Innovation ด้านการออกแบบ IC
- อิเล็กทรอนิกส์ในยานยนต์, โทรศัพท์เคลื่อนที่
- พัฒนาคุณภาพ, ต้นทุนของ RFID เพื่อให้มีการใช้แพร่หลาย
- SMART Card เช่น ใช้เพื่อทางด้านการแพทย์ ข้อมูลคนไข้ ประวัติการรักษา
- นำวัสดุนาโนมาประยุกต์ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้า
- Quantum Mechanic ซึ่งจะเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

1.1.2 Hardware, คอมพิวเตอร์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, Robot

- พัฒนาอุปกรณ์สื่อสารทั้งแบบมีสาย ไร้สาย รวมทั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลทั้งภาพ, เสียง, เพลง, วิดีโอและภาพยนตร์
- อุปกรณ์เพื่อรองรับแนวโน้มการเกิด Digital media
- Quantum mechanics และ Quantum computing ซึ่งเป็น Emerging Technology ที่จะก่อให้เกิดคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถ (power) มหาศาล และมีความปลอดภัย (secure) ในระบบสื่อสารด้วย Quantum Communication
- การวิจัยประยุกต์เพื่อรองรับแนวโน้มการเกิดการผสมผสานของ Informatics, Mechatronics และ Robotics
- อิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ (Vehicle Information and Communication System : VICS) ได้แก่
 - Telemetric
 - Digital Radio
 - Navigation Systems
 - In-Car PC

1.1.3 Software

- พัฒนา Software เพื่อรองรับการใช้งาน RFID เพื่องาน/อุตสาหกรรมต่าง ๆ
- พัฒนา Software Entertainment เพื่อการส่งออก
- พัฒนา Software ที่สามารถ upgrade ไปยังรุ่นต่อไปทำให้เป็น Software ที่ไม่มีการหมดอายุพัฒนาซอฟต์แวร์ยุคใหม่ ที่สามารถปรับเปลี่ยนเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล และ Content หรือฟังก์ชันนี้อาจเกิดในอนาคต



- พัฒนา Software ที่ใช้ได้กับระบบมาตรฐานของโลกในอนาคตจะเป็นแบบไม่มีศูนย์กลาง
- พัฒนาวิธีการเครื่องมือที่จะทดสอบ Software ว่าสามารถใช้งานได้สำหรับองค์กรหรือกระบวนการที่ออกแบบ ก่อนการใช้งจริงเพื่อลดความผิดพลาด

1.1.4 การสื่อสารและสารสนเทศ

- งานวิจัยที่เป็นการพัฒนา e-Business, e-Government
- 3G
- EDGE (Enhance Data Rate for GSM Evolution)
- Broadband access technology
- WIFI/WIMAX
- Wireless sensor network
- IPv6 networks
- พัฒนาด้านความปลอดภัย (Security) และความเชื่อมั่น (Trust) ในการใช้ระบบ ICT ซึ่ง Quantum Communication ซึ่งการสื่อสารที่ปลอดภัย (Secure) ด้วยการใช้สัญญาณแสง (Photons) ซึ่งจะเป็นแนวโน้มการสื่อสารทั้งด้วยสาย Optic Fiber และทางอากาศ (Space) ช่วยแก้ปัญหาการสื่อสารระยะทางไกล ๆ ของโลกที่แท้จริง

1.2 Nano Technology (นาโนเทคโนโลยี)

จำนวน 120 โครงการ (PV 31,919 ล้านบาท)

- 1.2.1 Nano Bio Technology มีการศึกษาในประเทศจำนวน 17 โครงการ คิดเป็น 14%

ประเภทงานวิจัยของไทย 17 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตภัณฑ์วินิจฉัยเชื้อโรค เช่น นาโนไบโอเซนเซอร์ เพื่อติดตามสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิต และปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร 	<p>เอเชีย</p> <p>ประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำในกลุ่มนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การศึกษาโมเลกุลเป้าหมายในสิ่งมีชีวิต (In Vivo Application) เช่น



ประเภทงานวิจัยของไทย 17 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตภัณฑ์วินิจฉัยโรคได้รวดเร็ว มาใช้ในการวิเคราะห์โรคในฟาร์มและไร่นา เช่น ฟาร์มกุ้ง ● พาหนะนำส่งยา (Drug Delivery Vehicle) ● สารสกัดจากสมุนไพร และสารมูลค่าสูงจากธรรมชาติเพื่อใช้ในเครื่องสำอาง ● อุปกรณ์วัดและตรวจโรคทางพันธุกรรม ● ยาที่ออกแบบเฉพาะตามต้องการ เช่น ยาตามโครงสร้างสำหรับสารต้านโรคมะเร็ง ● ศึกษาโครงสร้าง, โมเลกุลของสารด้วยนาโนเทคโนโลยี และคอมพิวเตอร์ และโมเลกุลชีววิทยาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์รักษาโรค เช่น สารยับยั้งการถ่ายแบบ HIV-1 	<ul style="list-style-type: none"> ○ อนุภาคนาโนตัวนำส่งยาไปยังเป้าหมาย (Drug Delivery System : DDS) ○ การสังเคราะห์โมเลกุลเป้าหมาย 1 โมเลกุลในเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่เพาะเลี้ยง ○ การบังคับโมเลกุลด้วย Optical Tweezers ● การประยุกต์ใช้ในหลอดทดลอง (In Vitro Application) เช่น <ul style="list-style-type: none"> ○ อนุภาคนาโนใช้บอกตำแหน่ง (Labeling Agents) ○ การทำอุปกรณ์เครื่องมือวิเคราะห์ขนาดจิ๋วด้วยการใช้เทคนิค Lithographic Technology เช่น เครื่องมือ Micro-arrays, bioMEMS, DPN, Micro arrays ที่เตรียมจาก Micro dispensers ● Nano Biotech มีเทคโนโลยีหลัก ๆ 10 เทคโนโลยีที่ได้มีการลงทุนพัฒนาโดยเงินลงทุนร่วมค้า (Venture Capital) ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. เครื่องมือวิเคราะห์เซลล์ประยุกต์จาก CD Reading Machine 2. DNA Micro-arrays โดยการใช้องศาสะท้อนของแสงที่กระจาย (Resonance light scattering) 3. เทคโนโลยีการตรวจจับโมเลกุลเดี่ยว ๆ โดยใช้ micro-channels 4. แคปซูลยาโดยทำจากไลโปโซม (Liposome)



ประเภทงานวิจัยของไทย 17 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>5. ตัวนำส่งยา (Drug Delivery System-DDS) ทำจากฟูลเลอรีน (Fullerene)</p> <p>6. DDS (Drug Delivery System) ที่เกิดจากแคปซูลนาโน</p> <p>7. การรักษาเกี่ยวกับสายตาดำด้วย Nanoshell</p> <p>8. การใช้วัสดุนาโนเพื่อซ่อมแซมหัวใจและเซลล์ประสาท</p> <p>9. การปลูกถ่ายกระดูกด้วยไบโอซิลิคอน (biosilicon)</p> <p>10. ไบโอบีโชนเซอร์ ทำจากท่อนาโน (Nanotube)</p> <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิจัยด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ ความปลอดภัยของการวิจัย (Environment, Health and Safety Research) ● พัฒนาด้าน Silicon Nano Electronics เพื่อสร้างโมเดลในอนาคตสำหรับอุตสาหกรรม เช่น อาหาร ผลิตภัณฑ์จากป่าและเกษตร ยานยนต์ไบโอเทค ● Drug Delivery System ● การรักษาโรคมะเร็ง Cancer therapy ● นำวัสดุนาโนมาผลิตสินค้า ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องสำอาง, ยา, การผลิตอาหารสำเร็จรูป, บรรจุภัณฑ์พลาสติก <p><u>ยุโรป</u></p> <p>ประเทศเยอรมนีเป็นผู้นำในกลุ่มนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Surface Phonon Photonics เป็นการพัฒนาเทคนิคด้าน Infrared



ประเภทงานวิจัยของไทย 17 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นแห่งแรกที่ค้นพบการรักษาโรคมะเร็งด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการเลือกเฉพาะเจาะจงด้วยการแทรกซึม และนำความร้อนไปยังเซลล์เพื่อทำลายเนื้องอกโดยไม่มีสารผ่าตัด ● ชุดตรวจสอบ (Nano Chemistry Set) สำหรับทดลองด้าน Chemical Nanotechnology

- **1.2.2 Nano Electronics** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 2 โครงการ คิดเป็น 2%

ประเภทงานวิจัยของไทย 2 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์แสดง ผลฟิล์มบางอินทรีย์เปล่งแสง (Organic Light-Emitting Diode : OLED) ● การพัฒนาวัสดุนาโนคอมโพสิตที่มีค่าไดอิเล็กตริกสูง ๆ สำหรับประยุกต์ใช้ในสิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <p>ญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ เป็นผู้นำในกลุ่มประเทศนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ประเทศเกาหลีใต้พัฒนานาโนเทคโนโลยีเพื่อสินค้าอุตสาหกรรมด้านเซมิคอนดักเตอร์, จอภาพ (Display), ฟูลเซลล์, เซลล์สุริยะ, fuel cell, solar cell ● พัฒนาอุปกรณ์นาโนประเภท Ultra High Speed, Ultra large scale Integration (ULSI), Ultra low voltage พัฒนาเพื่อบรรจุข้อกำหนดของเซมิคอนดักเตอร์ ● ได้ทันผลิต Magnetoresistive RAM <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนานาโนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสร้างโมเดลในอนาคตสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไบโอเทคโนโลยี, อาหาร, ผลิตภัณฑ์จากป่าและเกษตร



ประเภทงานวิจัยของไทย 2 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● จากวัสดุนาโนนำมาสู่การผลิตสินค้า Inter-mediated Product และ Finished Goods Intermediated Products ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - memory chips - Super Conducting wire - Optical Components - Contrast media เป็นต้น Finished goods ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - รถยนต์, เสื้อผ้า, เครื่องบิน, คอมพิวเตอร์, เครื่องไฟฟ้าใช้ในบ้าน, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ● จอภาพ (Display) จากท่อคาร์บอนนาโน ได้จอแบนที่มีต้นทุนถูกกว่าจอ LCD และ Plasma

● **1.2.3 Nano Materials** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 58 โครงการ 48%

ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● วัสดุสารประกอบต่าง เช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโน และเส้นลวดเซรามิกนาโน ● กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน เช่น วัสดุเคลือบผิวกระจกนาโนลดความฝ้า กระจกไร้คราบสกปรกและวัสดุเคลือบสิ่งทอ ป้องกันน้ำและกันเปื้อน ● กลุ่มวัสดุดูดซับกรองและตัวเร่งปฏิกิริยา 	<p><u>เอเชีย</u> ญี่ปุ่นเป็นผู้นำในกลุ่มประเทศนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ได้มีการศึกษาวัสดุนาโนโลหะ (Metallic Nano materials) และวัสดุคอมโพสิตเพื่อการเปลี่ยนโครงสร้างของวัสดุใหม่ ๆ ● วัสดุนาโนเซรามิก การวิจัยมีความเที่ยงตรงสูงของวัสดุนาโนเซรามิกจากการใช้เครื่อง Laser Ablation



ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<p>ตัวอย่างเช่น แผ่นกรองโมเลกุล แผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้าและตัวเร่งปฏิกิริยานาโนซีโอไลต์</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วัสดุฟิล์มบางที่มีรูพรุนนาโน (Nano porous thin film) มาใช้ในการทอหุ้มบรรจุภัณฑ์ช่วยในการเก็บรักษา และแสดงผลเมื่อหมดอายุของผลิตภัณฑ์จากสวนผลไม้และไม้ตัดดอก ● เซลล์แสงอาทิตย์ จากสารอินทรีย์ และท่อคาร์บอนนาโน ● เซลล์เชื้อเพลิงที่มีการเร่งปฏิกิริยาในรูปของสารนาโน ● การใช้วัสดุนาโนเพื่อการกำจัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม เช่น นาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ ● การกำจัดสารอินทรีย์ทางธรรมชาติโดยระบบเยื่อกรองนาโน ● การพัฒนาวัสดุคอมโพสิตจากใยธรรมชาติ ● การศึกษาและพัฒนาวัสดุคอมโพสิตต่าง ๆ เช่น Al-AIMgB14 ● วัสดุพอลิเมอร์เสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโน ● การศึกษาคักยภาพเชิงแสงของวัสดุนาโนคาร์บอนที่สังเคราะห์ในประเทศไทย ● การพัฒนาวัสดุเซรามิกรูพรุนเพื่องานด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - การศึกษาการใช้วัสดุนาโนเซรามิกกับเครื่องมือ Optical และ Photonics เช่น Ultra-high Density Optical Recording Media - การวิจัย photonic crystals และ Nonlinear optical glass จากวัสดุนาโนเซรามิก - ศึกษาการใช้ไทเทเนียมออกไซด์ที่มีรูพรุน เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ Phase-Splitting ● โครงสร้างนาโน 3 มิติ ของฟิล์มอะลูมิเนียมเพื่อการประยุกต์ใช้ในการทำ เปลี่ยนสีผิวโลหะ (Anodizing) ● วัสดุคาร์บอนนาโนและท่อคาร์บอนนาโน (Carbon Nanotubes-CNTS) มีการผลิตท่อคาร์บอนนาโนเพื่อใช้ในการผลิตด้านต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบสแกน, เครื่องแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน ● นำ Fullerene ไปใช้ในการทำแหล่งกำเนิดแสงเทียม, Gas Absorption และเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ● วัสดุที่ซ่อมแซมตัวเอง (Self-Repairing Materials) วิจัยโมเลกุลของ Polymers ที่เชื่อมต่อเป็นโซ่ได้ใหม่ ทำให้ผิวแตกร้าวซ่อมแซมตัวเองได้ ● การประยุกต์ใช้วัสดุนาโนในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม



ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้วัสดุ เช่น เส้นใยขนาดนาโนเพื่อวิศวกรรมเนื้อเยื่อ การทำเนื้อเยื่ออวัยวะเทียม กระดูกเทียม 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Super Conducting ○ วัสดุที่มีคุณสมบัติแม่เหล็กถาวร เมื่อใช้อุณหภูมิสูงของ Super-conducting ○ High power motors ○ Complex Hydrides ○ Solid Polymer Fuel Cells ○ Ion perforated films ○ Sensor ชนิดใช้วัสดุนาโนรูพรุนชนิดสารประกอบอินทรีย์ (Volatile Organic Compound : VOC และ Sensor แบบไฮบริดชนิดอินทรีย์/อนินทรีย์ ● วัสดุสำหรับความปลอดภัยและเทคโนโลยีของความปลอดภัย <ul style="list-style-type: none"> ○ เครื่องทำความร้อนที่ปรับอุณหภูมิเองได้ ○ การป้องกันการเกิดหมอก ○ การฆ่าเชื้อแบบ Sterilization ○ ใช้ในทางด้านยาด้วยลำแสงอิเล็กตรอน ● การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน <ul style="list-style-type: none"> ○ เครื่องฟอกอากาศ Ion Cluster ที่เกิดจากกระบวนการ Atmospheric Pressured Discharge Plasmas ○ เครื่องสำอางที่ใช้นาโนเทคโนโลยี เช่น มีส่วนผสมของ Fullerene ○ การผลิตต่อเนื่อง (Fabrication) จากโครงสร้างแบบ Ultra-multilayered เช่น นำมาใช้กับเส้นใย Fibers และผ้าที่มีสารป้องกันกลิ่นเหม็น ผ้าไหลอนที่



ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ชั้นน้ำได้ดีขึ้น เส้นใยโครงสร้างแบบ แซนด์วิช ระหว่างน้ำกับน้ำมันซึ่งบรรจุ สารต้านอนุมูลอิสระ (anti-oxidant) และวิตามินดี</p> <p><u>จีน</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● จีนได้มีสินค้ากว่า 30 ประเภท ที่ใช้วัสดุ นาโนในการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอ, พลาสติก, กระจก Porcelains, สาร หล่อลื่น (Lubricant), ยางและ ประเทศจีนยังอ้างในการเป็นผู้นำด้าน Carbon Nanotubes ● จีนพัฒนาสารเคลือบและป้องกันสนิม สำหรับถังน้ำมัน (Oil tanks) <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● เน้นการวิจัยวัสดุนาโน 4 ประเภท ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> ○ โลหะออกไซด์ (Metal Oxide) TiO_2 และ ZnO ○ Fluorescent Crystalline Semiconductor ○ Fullerenes ○ Carbon Nanotubes โดยพัฒนาเพื่อไปสู่ Nano Manufactur- ing ผลิตในอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภค บริโภคต่อไป ● วิจัยด้านวัสดุนาโนที่ไม่ใช่ด้านการแพทย์ แต่มีการใช้กับมนุษย์ เช่น เครื่องสำอาง ● ทดสอบทฤษฎีเฉพาะเกี่ยวกับตัวแปรที่สำคัญ



ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ด้านฟิลิกส์-เคมี ขนาดคอมโพสิต รูปร่างของพื้นผิว, สารเคมีที่มีผลต่อคุณสมบัติปฏิกิริยาทางชีววิทยาของวัสดุนาโนทั้ง 4 ประเภท</p> <p><u>ยุโรป</u></p> <p>ประเทศเยอรมนีเป็นผู้นำของยุโรป</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตภัณฑ์ขนาดนาโนที่ไม่มีสีในเวลากลางวัน แต่มีแสงฟลูออเรสเซนซ์ เพื่อใช้กับเครื่องพิมพ์ Ink-Jet ใช้ในการปกป้องสินค้าและเครื่องหมายการค้า ● การออกแบบวัสดุนาโน โดยการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุที่มีอยู่ด้วยนาโนเทคโนโลยี เช่น <ul style="list-style-type: none"> ○ อนุภาคนาโนและท่อนาโน ○ เซรามิก สำหรับเยื่อกรองและไส้กรอง (Membranes and Filters) ใช้ใน Gas Storage, Catalysis and Electrolysis Reactors ○ Metal Oxide และอนินทรีย์วัตถุ (Inorganic Supports) ○ สารเคลือบป้องกัน ใช้ในพวกเครื่องกลและความร้อน ○ สารเคลือบผิว เช่น ป้องกันการสะท้อนแสง, Electrochromic, Photochromic ● Nano Composites สำหรับพื้นผิว โครงสร้างไมโครและนาโนใช้ในการผลิต



ประเภทงานวิจัยของไทย 58 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>โครงสร้างของกระจก, เหล็กและฟิล์มพลาสติกสำหรับเลนส์, Halograms และ มีเดียเพื่อการเก็บข้อมูล</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nano Disinfectant มีคุณสมบัติหลายประการในการป้องกันเชื้อโรคและง่ายต่อการทำความสะอาดเพื่อใช้ในโรงพยาบาลและบ้าน ● Anti-Scale Protection เป็นสารเคลือบ ที่เหมาะกับการใช้ในกระบวนการขึ้นรูป Hot และ Cold Forming ป้องกันการขึ้นสนิม อุณหภูมิสูงมากกว่า 950°C ● ฟลูออเรสซิง อนุภาคนาโน ● นาโนเซรามิก โดยสามารถลดจำนวนรูพรุน และเพิ่มความใส (Transparent) ด้วยกระบวนการอัด (Pressing) ที่เรียกว่า Gel Casting ● นาโนพอลิเมอร์ที่มีคุณสมบัติป้องกันการสะท้อนแสงสำหรับกระจก ทำให้แสงที่มองเห็นได้สามารถผ่านได้ 99% ● ผลิต Nano carbontubes, Fullerenes ผลิต Dendrimers, Nanoporous, Quantum Dots นำไปสู่การผลิตสินค้า Intermediate ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> - สารเคลือบผิว (Coatings), สิ่งทอ-Fabrics, วัสดุด้านกระดูก (Orthopedic materials)

● 1.2.4 Nano-Devices มีการศึกษาในประเทศจำนวน 14 โครงการ คิดเป็น 12%

ประเภทงานวิจัยของไทย 14 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทรานสมิสชัน ศึกษาวัสดุนาโนต่าง ๆ ● การพัฒนาป็นอิเล็กตรอนแบบไมโครโฟกัส สำหรับการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ ● การพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า และการเปลี่ยนวิฤภาคของวัสดุที่อุณหภูมิต่ำ ● การศึกษาโครงสร้างนาโนของโลหะ เช่น ซิงค์ออกไซด์ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์นาโน ● การออกแบบเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนที่ทางไฟฟ้าของอนุภาค ● ปรับปรุงพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และเครื่องมือทางการแพทย์ โดยศึกษาการใช้วัสดุนาโน เช่น <ul style="list-style-type: none"> - รูพรุนของพอลิเมอร์ในเครื่อง Scanning Calorimeter - นาโนไฟเบอร์พอลิเมอร์ ปรับปรุงเครื่องวัดก๊าซพิษ - พัฒนาอุปกรณ์แสดงผลวัสดุอินทรีย์เปล่งแสง 	<p><u>เอเชีย</u> ญี่ปุ่นและเกาหลีเป็นผู้นำในกลุ่มนี้</p> <p><u>ประเทศญี่ปุ่น</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ญี่ปุ่นได้พัฒนาการวัดระดับนาโนโดยการพัฒนาประสิทธิภาพให้สูงขึ้นสำหรับกล้องจุลทรรศน์ต่าง ๆ เช่น Scanning Tunneling Microscope (STMS), Atomic Force Microscope (AFMS), New Field Optical Microscope, Transmission Electron Microscope (TEMs) มีการวิจัยพัฒนาอุปกรณ์ระดับ Quantum เพื่อพัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีของกล้องต่าง ๆ <p><u>เกาหลีใต้</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● เกาหลีใต้มีโปรแกรม Tera-Level Nano-device Development Program ครอบคลุม Nanoelectronics, Spintronics, Molecular Electronic Devices ● เกาหลีใต้จัดตั้ง Nano Scale Mechatronics & Manufacturing Technology Development Program พัฒนาระบบการผลิตและอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการผลิตขนาดนาโนและเทคโนโลยีการวิเคราะห์ การออกแบบ การควบคุม และการวัด <p><u>สหรัฐอเมริกา</u> ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำของทวีปอเมริกาและของโลก</p>



ประเภทงานวิจัยของไทย 14 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนาต่อเนื่องโดยการขยายศูนย์กลางการพัฒนาด้าน Nano-device และนาโนเทคโนโลยีด้านโรคมะเร็ง มีศูนย์ต่าง ๆ เกิดขึ้นใหม่เพื่ออำนวยความสะดวกการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อความพร้อมที่จะก้าวอย่างรวดเร็วและสู่ขั้นสูงของวิทยาศาสตร์นาโน <p>ยุโรป</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตรถกล้องไมโครสโคปชนิดต่าง ๆ ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> ○ Atomic Resolution Magnetic Microscope ○ Scanning Tunneling Microscope (STM) ○ กล้องไมโครสโคป ดู 3 มิติ Local Electrode Atom Probe Microscope : LEAP ● เครื่องมือใหม่ BELSORP-mini สำหรับวัดพื้นผิว (surface) และรูพรุน (porosity) ใช้ตรวจวัสดุที่เป็นของแข็ง (solid) ที่มีลักษณะพื้นผิว $>0.01 \text{ m}^2/\text{g}$ และขนาดรูมีการกระจายในช่วง 0.35 - 200 นาโนเมตร ● อุปกรณ์สำคัญในวงการ Optics เรียกว่า High-Quality Asphere ● เครื่องบดชนิด Ultra-Precise Asphere Grinding Machine (UPAS)



ประเภทงานวิจัยของไทย 14 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● การวัดการสะท้อนของแสงที่มองไม่เห็น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในอุปกรณ์ Photolithography ● ผลิตอนุภาคผลึกซิลิคอนขนาด 4 - 6 นาโนเมตร จาก SiO₂ เพื่อการผลิตฟิล์มสะท้อนแสง (Luminescent Film)

- **1.2.5 Nano Science** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 29 โครงการ คิดเป็น 24%

ประเภทงานวิจัยของไทย 29 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การปรับปรุงผิวคุณสมบัติของวัสดุนาโน ● การศึกษาพฤติกรรมและคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุนาโน วัสดุคอมโพสิต เช่น การศึกษาพฤติกรรมทางกลศาสตร์ และคุณสมบัติการไหลของวัสดุที่ยึดติดด้วยแรงโคเฮชัน ● การวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์ของอนุภาค เช่น <ul style="list-style-type: none"> ○ การสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของอนุภาคและก๊าซ ○ การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุนาโน ● การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์พฤติกรรมศึกษารูปร่างลักษณะของอนุภาค ● การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์ของควอนตัมไฟน์สตาร์ก 	<p><u>เอเชีย</u> ญี่ปุ่นเป็นผู้นำในด้านนาโนเทคโนโลยีในกลุ่มเอเชีย</p> <p><u>ญี่ปุ่น</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● มีการวิจัยพัฒนาระดับ Quantum ● ศึกษาการนาโน (Nano Processing) ทั้งแบบ Top-Down และ Bottom-up ● ศึกษา Nano-Simulation <ul style="list-style-type: none"> - การวิเคราะห์พื้นผิวของโครงสร้างและโมเลกุล - การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนใน Semiconductor - ปรากฏการณ์ทางเคมีฟิสิกส์ที่ยังไม่สามารถอธิบายได้โดยง่าย เช่น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้น (excited electron) - แหล่งกำเนิดของ High Temperature Super Conductivity



ประเภทงานวิจัยของไทย 29 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> - ทฤษฎีการวิเคราะห์ STM - โครงสร้างที่ซับซ้อนของโปรตีนขนาดใหญ่ เป็นต้น <p>เกาหลีใต้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● เกาหลีใต้จัดตั้ง Na-no Pattern Processing Science and Technology (KAIST) ที่ผนวกการเรียนการสอนระดับบัณฑิตวิทยาลัย และการวิจัยไว้ในที่เดียวกัน

ทิศทางการวิจัยสาขา 1.2 นาโนเทคโนโลยีในอนาคต

จากการสำรวจข้อมูลของประเทศต่าง ๆ ในด้านนโยบาย การวิจัยและพัฒนาของประเทศผู้นำในสาขา รวมทั้งผลงานวิจัยที่ได้ทำและบรรจุในแผนงานพัฒนาเทคโนโลยีอันเป็นสิ่งที่ เป็นแนวทางของการวิจัยและพัฒนาต่อไปในอนาคตทั้งใกล้และไกล เปรียบเทียบกับงานวิจัย ของประเทศไทยที่รวบรวมจากฐานข้อมูลงานวิจัยปี 2547 - 2550 ของสำนักงานคณะกรรมการ วิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยทาง ผู้วิจัยได้มีการประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของงานวิจัยในด้านนี้ ที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรม นาโนเทคโนโลยีในอนาคต มีมูลค่าปัจจุบัน 2552 - 2554) เท่ากับ 31,919 ล้านบาท ดังนั้น การวิจัย และพัฒนาในสาขานี้จึงมีความสำคัญและน่าจะก่อให้เกิดมูลค่าต่อประเทศ หากมีทิศทางการ วิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับสากลประเทศและอุตสาหกรรม ทางผู้วิจัยและสำรวจข้อมูล จึงขอเสนอ เรื่อง (area), เทคโนโลยี, การประยุกต์ใช้, สินค้าและบริการที่จะเป็นที่ใช้แพร่หลายต่อไปเป็นสากล ซึ่งประเทศไทยน่าจะมีมีความสามารถวิจัยพัฒนาได้เพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่ โดยแยกตามสาขาย่อย ดังนี้

1.2.1 Nano Biotechnology

- เครื่องมือวิเคราะห์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เช่น Biosensor ทำจาก ท่อนาโน
- Drug Delivery System จากฟูลเลอเรน (Fullerene) และแคปซูลนาโน





- การทำวัสดุเทียมและวัสดุทางการแพทย์ใหม่ ๆ
- เทคโนโลยีการตรวจจับโมเลกุลเดี่ยว
- Biocompatible Materials เส้นใย, ไหม, อื่น ๆ เป็นวัสดุที่ผลิตโดยสิ่งมีชีวิต เป็นวัสดุที่ศึกษาเพื่อเพิ่ม function ใหม่ ๆ จากการมีโครงสร้างแน่นอน เพราะผลิตโดยสิ่งมีชีวิต การสร้างนาโน (Nanostructure) นั้น เทคนิค Bottom-Up เป็นเทคนิคที่เหมาะสมเพราะไม่ต้องมีการจัดการระดับโมเลกุล การศึกษาเกี่ยวกับ Organic Polymer เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงยีนโดยไม่ใช้ไวรัส (Non-Virus Type Gene Transforming) เป็นเทคนิคสำคัญที่ใช้ในทางการแพทย์
- เทคโนโลยีวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Segregation Technology) การทำวัสดุเนื้อเยื่อเทียม เช่น ผิวหนัง ผนังหลอดเลือด ผนังหลอดอาหาร เป็นต้น

1.2.2 Nano electronics

- พลาสติกอิเล็กทรอนิกส์
 - OLED display
 - Sensor Array, Organic Sensor
 - Organic memory
 - Thin film battery
- การวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพและต้นทุนการผลิต RFID tags ให้ใช้เป็นป้ายสำหรับสินค้าเพื่อส่งเสริมการค้าส่งออก
- Hybrid electronics, MEMS (Micro-mechanotronic system)
- Solid semiconductor white lighting Technology

1.2.3 วัสดุนาโน - Nano materials

- ศึกษาคิวาวัสดุนาโนพื้นฐานชนิดต่าง ๆ เพื่อการไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ อนุภาคนาโน ได้แก่
 - Ceramic Nanoparticles เพื่อการผลิตวัสดุคอมโพสิตต่าง ๆ
 - Metal Nanoparticles ใช้เป็น Catalysis; Anti-bacteria เป็นต้น
 - Nanoporous materials ใช้เป็นวัสดุเพื่อประดิษฐ์พวก Optics, Electronics, Polymer, Silicon, Carbon สำหรับตัวนำส่งยา (DDS) เป็นต้น
 - Carbon Nanotubes
 - Nanostructured metals ใช้เป็นสารเคลือบ (Coating)



- Dendrimers ใช้ในวงการแพทย์ Drug Delivery System (DDS), การตรวจวินิจฉัยโรค (Diagnostic) หรือเครื่องสำอางและอุตสาหกรรม หมึกพิมพ์, กาว
- Quantum Dots สำหรับการพัฒนางานการ Electronics และอุตสาหกรรม อื่น ๆ
- Fullerenes ใช้ในการผลิตวัสดุคอมโพสิต เป็นสาร antioxidant ใน เครื่องสำอาง หรือใช้ในวงการอุตสาหกรรม สารหล่อลื่น, การทำเซลล์เชื้อเพลิง เป็นต้น
- Nanowires ใช้ในวงการจอภาพ, เซนเซอร์, Solar cell, อุปกรณ์ต่าง ๆ
- การพัฒนาการผลิตวัสดุนาโนให้มีปริมาณมากเพื่อการค้า
- การพัฒนาวัสดุนาโนเพื่อพลังงาน และสิ่งแวดล้อม เช่น Solar cell ราคาถูก, Organic Solar cell
- การพัฒนา Filter, Catalysts : เทคนิคและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการ กรอง, การทำให้บริสุทธิ์ กำจัดสิ่งเจือปนของน้ำ
- การศึกษาผลกระทบของการใช้นาโนเทคโนโลยี วัสดุนาโนต่อสุขภาพมนุษย์ สิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย

1.2.4 Nano Devices

- การวิจัยเพื่อพัฒนาอุปกรณ์สำหรับการผลิตและตรวจสอบอนุภาคนาโนและ วัสดุนาโน เช่น กล้อง Microscope ชนิดต่าง ๆ, เครื่องวัด เป็นต้น
- เครื่องวัดขนาด, ตรวจสอบวัสดุนาโน

1.2.5 Nano Sciences

- พัฒนาการความเชี่ยวชาญในกระบวนการนาโน (Nano-Processing) ทั้ง Top-Down และ Bottom-Up
- ศึกษา Nano-Simulation การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและปรากฏการณ์ ทางฟิสิกส์ที่ยังไม่สามารถอธิบายได้
- การผนวกการสอนวิทยาศาสตร์นาโน และการวิจัยนาโนเทคโนโลยีในบัณฑิต วิทยาลัย
- การทำศูนย์ Nano Informatics เพื่อการกระจายและแบ่งปันข้อมูลด้านนาโน เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาต่อและส่งเสริมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ในเชิง การค้า



1.3 เทคโนโลยีชีวภาพ จำนวน 82 โครงการ (15%) และ 1.4 พันธุวิศวกรรม จำนวน 102 โครงการ (19%) (PV = 307,413 ล้านบาท)

● 1.3.1 Medical (40 โครงการ), 1.3.4 Stem cell (6 โครงการ) และ 1.4.1 Genetic Engineering Medical (22 โครงการ)

ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตชุดตรวจวินิจฉัยโรค ● ผลิตอาหารสุขภาพ ● ผลิตเมล็ดพันธุ์พืช ● พัฒนา Bioinformatics เพื่อการพัฒนา ยาใหม่ ● วิจัยและพัฒนาเพื่อป้องกันการระบาดของ เขตร้อน เช่น ไข้เลือดออก มาลาเรีย ● ศึกษาวิจัยเพื่อรักษาโรคพันธุกรรม เช่น ธาลัสซีเมีย ● การศึกษาและผลิตวัคซีน เช่น โรค Hepatitis A และ B ● การศึกษาด้านการกระจายตัวของยาและ ผลของยาที่ใช้ เช่น ยาลดไขมัน ● การศึกษาเพื่อพัฒนาวัสดุจากพืชและสัตว์ มาใช้เป็นวัสดุทางการแพทย์ เช่น วัสดุปิดแผล ● การผลิตเอนไซม์จากวัสดุพืชโดยใช้จุลินทรีย์ ● การพัฒนาชุดตรวจสอบทางอาชีวกรรม ● การพัฒนาวัสดุ เช่น พวก Media เพื่อใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ออสเตรเลียศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ Genomics, Proteomics, Metabiomics และ Bioinformatics ● การทำวัคซีนในรูปแบบการกินแทนแบบฉีด เช่นการทำในรูปกล้วยที่หอบแห้งในฟิลิปปินส์ ● การลดต้นทุนการผลิตยาเพื่อกระจาย การรักษาสู่คนยากจนในจีน ● มีเป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงด้าน Genomics, Proteomics Bioinformatics และ Metabolomics ในหลายประเทศ เช่น อินเดีย ไทย เวียดนาม ● อินเดียเป็นผู้นำด้านการผลิตชุดตรวจทาง การแพทย์และการรักษา (Therapeutic) ● การทดลองด้าน Stem Cell สำหรับการ ทดลองในอนาคต และมีศูนย์ Stem Cell 18 แห่งในประเทศอินเดีย <p>การผลิตชุดตรวจสอบ (Diagnostic) โรคเขตร้อน (Tropical Disease) ของมาเลเซีย ซึ่งไม่มีที่ไหนมาก่อนในโลก</p> <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● คิดค้นยาใหม่ ๆ ในการรักษา โดยต้องมี



ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ต้นทุนที่มีประสิทธิภาพด้วยวัตถุประสงค์ที่ต้องการที่จะกระจายการรักษาโรคบางอย่างที่เคยมีการรักษาที่ราคาแพง ให้กระจายสู่ประชากรกลุ่มต่าง ๆ มากขึ้น</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Vaccine ของใช้หัวदनกและใช้หัวดชนิดอื่น ๆ และลดต้นทุนการผลิตวัคซีน ● เพิ่มพูนความรู้ในการพัฒนายาในระยะยาว ด้วยการศึกษาด้าน Molecular Genetics และ Single Nucleotide Individual Polymorphisms-SNIPS (Hap Map Project) เป็นการทำยาเฉพาะบุคคล หรือใช้ในการแก้ปัญหาอาชญากรรม ● เทคนิคการ Cloning ทำให้สามารถสร้างโปรตีนของมนุษย์เพื่อการรักษาโรค เช่น เบาหวาน ● การเปลี่ยนแปลงสายลำดับของ DNA ทำให้กลายพันธุ์ เพื่อการผลิตโปรตีนเฉพาะเป็นเทคนิคใช้รักษาโรคทางพันธุกรรม ● ผลิตภัณฑ์เพื่อการตรวจวินิจฉัยโรค ช่วยความปลอดภัยในการบริจาคโลหิต และความปลอดภัยในการใช้เลือด และผลิตภัณฑ์เพื่อวินิจฉัยโรคอื่น ๆ <p>ยุโรป</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ศึกษา Stem Cell ใหม่ ๆ เกี่ยวกับ Cancer Stem Cell เพื่อพัฒนายาที่ใช้เซลล์และเนื้อเยื่อที่สร้างจากการเพาะเลี้ยง Stem Cell จากตัวอ่อน (Embryonic Stem Cell)

ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● Biosimilars สินค้าทางยาที่มีแหล่งที่มาจากสิ่งมีชีวิต โดยกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น ยาป้องกันอาการแข็งตัวของเลือด ทำจากการเปลี่ยนยีนในแพะ ● ทำวัคซีนและแอนติบอดีจากพืช

- 1.3.2 Bio Technology Agricultural & Food Processing (21 โครงการ) และ 1.4.2 Genetic Engineering Agricultural & Food Processing (47 โครงการ)

ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น เช่น ธาตุเหล็กมากขึ้น ● การวิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ต้านทานโรคและแมลง และต้านทานสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม ● การวิจัยพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น ● การวิจัยพัฒนาเพื่อแปรรูปจากผลิตภัณฑ์เกษตรเป็นอาหารแปรรูป ● พัฒนาระบบ Bioinformatics เพื่อการค้นหายีนหรือสารพันธุกรรม เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ ● พัฒนาพ่อแม่พันธุ์กุ้ง และอาหารกุ้งเพื่อการลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตกุ้งเพื่อส่งเสริมการส่งออก ● พัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยที่รวดเร็ว แม่นยำ เพื่อรองรับคุณภาพการส่งออก 	<p>เอเชีย</p> <ul style="list-style-type: none"> ● พืช GMO ได้แก่ ข้าว, ถั่วเหลือง, ฝ้าย, ข้าวโพด, มะเขือเทศ, พริกไทย, เพทูเนีย ในจีนแต่บางประเทศในเอเชียยังไม่อนุญาตให้ปลูกพืช GMO ทำได้เพียงในแปลงทดลอง ● ตัดต่อยีนในไข่ของจีน ● การพัฒนา Golden Rice เพิ่มวิตามิน A Oligoelements กรดไขมัน ● การยืดอายุการเก็บรักษาพืชเมืองร้อน เช่น มะละกอ กัญชง ● Transgenic Mustard ในอินเดีย ● การพัฒนาอาหารสัตว์ในอินเดีย ● พัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรคในพืชและสัตว์ ● พัฒนาการใช้ r-DNA และ Non r-DNA ร่วมกับเทคโนโลยีสาขาอื่นเพื่อพัฒนาด้านการเกษตร



ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนาสัตว์น้ำใหม่เป็นทางเลือกแทนกุ้ง ● พัฒนาระบบการผลิตเพื่อยืดอายุผลผลิตทางการเกษตร ● ศึกษาพันธุกรรม องค์ประกอบพืชสมุนไพร เพื่อการพัฒนาเป็นยารักษาโรค ● ใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น DNA Amplification Finger Printing (DAF) PCR-RFLP เพื่อศึกษาพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ และสัตว์ เช่น หอยเป่าฮือ, ยางพารา, ทูเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ● พัฒนาไบโอเทคเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ปู กุ้ง ● พัฒนาไบโอเทคเพื่อการปลูกสัตว์ ได้แก่ ควาย วัว แพะ แกะ ปุ๋ยชีวภาพ สารชีวภัณฑ์ ● อาหารเสริมสุขภาพ อาหารพร้อมรับประทาน อาหารพร้อมปรุง ● พัฒนาพืช เพื่อทนต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ความเค็ม ความแห้งแล้ง ความทนต่อศัตรูพืช และเชื้อรา ● การทำ Genomic Mapping ในข้าว ● การทำ Gene Marker ในข้าว, ข้าวสาลี ● การพัฒนาเมล็ดพันธุ์เป็นอุตสาหกรรมในประเทศเวียดนาม เพื่อให้ราคาเมล็ดพันธุ์พืชลดลง 20% ● การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อไปใช้ในการเพิ่มจำนวนป่าไม้ของมาเลเซีย ● การพัฒนาเทคนิคการถ่ายถอดยีนในพืช GMO ของน้ำมันปาล์มในมาเลเซียที่อยู่ในขั้นปลูกทดสอบภาคสนาม <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● พืช GMO เพื่อต่อต้านแมลงแทนการใช้ยาฆ่าแมลง เช่น มะละกอ, ถั่วเหลืองและข้าวโพด ● อ้อยเพื่อการผลิตเอทานอล ● ตัดต่อยีนยูคาลิปตัสและส้ม



ประเภทงานวิจัยของไทย	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● การพัฒนาเนื้อสัตว์ ● อุตสาหกรรมการผลิตไวน์ในอาร์เจนตินาและชิลี ● การตัดต่อยีนในข้าวโพดของเม็กซิโก ● ถั่วเหลืองตัดต่อยีน ปลูกโดยไม่ต้องใช้ปุ๋ยหรือใช้ปุ๋ยน้อย

● **1.3.3 Industrial & Environment** มีการศึกษาในประเทศ 16 โครงการ คิดเป็น 20%

ประเภทงานวิจัยของไทย 16 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์และพลังงานแสงอาทิตย์ ● การกำจัดสีในน้ำทิ้งโรงงานและการบำบัดน้ำเสียโดยเทคโนโลยีชีวภาพ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <p>สนับสนุนการผลิตเอทานอลจากพืช โดยจีนผลิตได้อันดับ 3 ของโลก</p> <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ใช้ไบโอเทคเพื่อการผลิตอุตสาหกรรมที่ลดการใช้ น้ำ พลังงาน และลดการปล่อยน้ำเสีย ● ผลิตวัสดุที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable) ● Biomining ใช้จุลชีพจำกัดของเสียจากสินแร่ ● Bioleaching การชะล้างด้วยชีวภาพเพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อม ● Biofuel จาก Cellulose Sources (เช่น ของเหลือจากการเกษตร) ● ใช้ข้าวโพดผลิตเชื้อเพลิงแทนการใช้เป็นอาหารสัตว์



ประเภทงานวิจัยของไทย 16 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● DNA Fingerprinting ปรับปรุงด้านอาชญากรรม ความก้าวหน้าทางมานุษยวิทยา และการบริหารจัดการสัตว์ป่า ● ไบโอบีโอทานอลที่ผลิตจากของเสียของพืช โดยการใช้เอนไซม์ <p><u>ยุโรป</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● ผลิตเอนไซม์ใช้ในด้านอุตสาหกรรม เช่น Phytase, Lipases, Amylases, Phosphatases ● ผลิต Bioplastics และ Biofuel ● พัฒนาและปรับปรุงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีชีวภาพที่เป็น Non-Food และพัฒนาปรับปรุงป่าไม้ และการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ สัตว์น้ำ พลังงานชีวภาพสิ่งแวดล้อม

ทิศทางการวิจัย สาขา 1.3 และ 1.4 เทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมในอนาคต

จากการสำรวจข้อมูลของประเทศต่าง ๆ ในด้านนโยบาย การวิจัยและพัฒนาของประเทศผู้นำในสาขา รวมทั้งผลงานวิจัยที่ได้ทำและบรรจุในแผนงานพัฒนาเทคโนโลยีอันเป็นสิ่งที่เป็นแนวทางของการวิจัยและพัฒนาต่อไปในอนาคตทั้งใกล้และไกล เปรียบเทียบกับงานวิจัยของประเทศไทยที่รวบรวมจากฐานข้อมูลงานวิจัย ปี 2547 - 2550 ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยทางผู้วิจัยได้มีการประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของงานวิจัยในด้านนี้ ที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพและพันธุวิศวกรรมในอนาคต มีมูลค่าปัจจุบัน (ปี 2552 - 2554) เท่ากับ 307,413 ล้านบาท ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาในสาขานี้จึงมีความสำคัญ และน่าจะก่อให้เกิดมูลค่าต่อประเทศหากมีทิศทางการวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับสากลประเทศ และอุตสาหกรรมทางผู้วิจัยและสำรวจข้อมูล





จึงขอเสนอเรื่อง (area), เทคโนโลยี, การประยุกต์ใช้, สินค้าและบริการที่จะเป็นที่ใช้แพร่หลายต่อไปเป็นสากล ซึ่งประเทศไทยน่าจะมีความสามารถวิจัยพัฒนาได้เพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่ โดยแยกตามสาขาย่อย ดังนี้

1.3.1 Bio Technology Medical, 1.3.4 Stem Cell และ 1.4.1 Genetic

Engineering Medical

- ผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจวินิจฉัยโรค เพื่อความปลอดภัยในการบริจาคโลหิตและความปลอดภัยในการใช้เลือด และผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจวินิจฉัยโรคอื่น ๆ
- การคิดค้นการผลิตยาที่ยังมีราคาสูง ให้มีราคาถูกลงเพื่อการรักษาได้กระจายตัวออกไป โดยเฉพาะโรคที่เป็นปัญหาของประเทศไทย เช่น ยารักษาโรคเอดส์
- วัคซีนป้องกันหรือยารักษาโรคของมนุษย์ ที่ผลิตจากการเปลี่ยนแปลงยีนของพืชหรือสัตว์ให้ผลิตเป็นโปรตีนที่ต้องการ
- การศึกษาด้าน Proteinomic ซึ่งมีความกว้างขวางกว่า และยังมีข้อมูลการศึกษาน้อย เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาและนำไปใช้ในด้าน การแพทย์รักษาและการป้องกันโรค
- การเพิ่มพูนความรู้ในระยะยาวในการพัฒนายาเฉพาะบุคคลซึ่งเป็นแนวโน้มการรักษาในอนาคตด้วยการศึกษา Molecular Genetic
- วัคซีนสำหรับใช้หัดนกและใช้หัด
- การวิจัยสารจากสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาโรค
- การทำวัคซีนชนิดกินแทนการฉีด จากพืชท้องถิ่น
- การทดลองเรื่อง Stem cell หรือการรักษา รวมทั้งผลดีและผลเสียและความปลอดภัยของการรักษาด้วย Stem cell

1.3.2 Bio Technology Agricultural & Food Processing และ 1.4.2 Genetic

Engineering Agricultural & Food Processing

- การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้และสัตว์ป่า
- การวิจัยพัฒนาพันธุ์พืชให้เป็นอาหารสุขภาพและเป็นลักษณะ Functional food เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของประชากร การรักษาพยาบาล การป้องกันโรค และเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตทางการเกษตรกรรม โดยการขยายไปยังพืชอื่น ๆ ที่มีศักยภาพนอกเหนือจากข้าว
- พัฒนาพันธุ์พืชที่สำคัญในการเป็นอุตสาหกรรม เช่น ยางพารา น้ำมันปาล์ม ซึ่งมีคู่แข่งสำคัญอยู่รอบประเทศ คือ มาเลเซีย, เวียดนาม, ลาว



- พัฒนาพันธุ์พืชด้านผลไม้ที่ประเทศไทยเสียความสามารถในการแข่งขัน เนื่องจากการมี FTA กับประเทศอื่น ๆ ให้มีคุณค่าเพิ่มหรือลดต้นทุนลงได้ เช่น การยืดอายุการเก็บรักษาให้สด และคงคุณค่าทางโภชนาการ ความปลอดภัยในการบริโภค
- การวิจัยการนำพืชมาผ่านกระบวนการ เพื่อผลิตเป็นอาหารที่เป็นอุตสาหกรรมได้ หรือใช้เป็นส่วนประกอบของอุตสาหกรรม เป็นการเพิ่มมูลค่าของพืชผล
- การวิจัยพัฒนาเทคนิคความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพกับการวิจัยสาขาอื่น ๆ เช่น นาโนเทคโนโลยี, ICT เพื่อการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ
- การวิจัยพัฒนาด้านเนื้อสัตว์
- การวิจัยด้านปฏิกิริยาทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี
- พัฒนา Bioinformatics ข้อมูลพันธุกรรม ยีนของพืชและสัตว์ที่มีการศึกษามากมายเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลให้นักวิจัยได้ใช้ในการพัฒนาต่อเนื่อง ยังมีความสำคัญในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ

1.3.3 Industrial & Environment

- การวิจัยเพื่อผลิตพลังงานจากพืชและสัตว์ เช่น ของเสียจากสัตว์ กากของพืช จากการเกษตรและอุตสาหกรรม โดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพยังคงมีความสำคัญในการพัฒนาและวิจัยต่อไป
- การค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาพืชที่จะใช้ผลิตเอทานอลให้มิต้นทุนการปลูกที่ถูกลง และมีผลผลิตต่อไร่ที่สูงขึ้น
- การควบคุมสิ่งแวดล้อม และกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพและมีต้นทุนที่ประหยัดให้เป็นไปอย่างทั่วถึง
- การผลิตวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายเพื่อลดขยะ
- การใช้ไบโอเทคเพื่ออุตสาหกรรมการผลิตที่ลดการใช้น้ำ พลังงาน และลดการปล่อยน้ำเสีย
- การผลิตเอนไซม์ใช้ในด้านอุตสาหกรรม
- การพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีชีวภาพที่เป็น Non-food

1.5 วัสดุศาสตร์ จำนวน 131 โครงการ (25%) (PV = 206,698 ล้านบาท)

วัสดุศาสตร์เป็นความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ ในอนาคต ซึ่งนาโนเทคโนโลยีและไบโอเทคโนโลยีก็ได้มีส่วนสนับสนุนการพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์ในปัจจุบัน โดยเฉพาะนาโนเทคโนโลยี



มีสาขา Nanomaterials เพื่อการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุในปัจจุบันให้มีคุณสมบัติพิเศษมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการและการเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตจากวัสดุสมัยใหม่

● **1.5.1 Fabric** มีการศึกษาในประเทศ จำนวน 6 โครงการ คิดเป็น 5%

ประเภทงานวิจัยของไทย 6 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้วัสดุจากพืชและสัตว์ เช่น ไหมไทย เพื่อเป็นวัสดุทางการแพทย์ เช่น วัสดุปิดรักษาแผลและตกแต่งแผล ● การศึกษาวัสดุเส้นใยธรรมชาติ เพื่อการใช้งานด้านอุตสาหกรรมเครื่องเรือนหรือผ้าปูในรถยนต์ ● วิจัยผ้าป้องกันไรฝุ่น ● ดัดแปลงวัสดุแผ่นบาง เสริมเส้นใย ปานครนหารายถ์ และเส้นใยโพลีเอทิลีน 	<p><u>ยุโรป</u></p> <p>จากการวิเคราะห์สถานการณ์โดย TTCMSO อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มในยุโรป ซึ่งกลุ่มโครงการวิจัยชาวยุโรป ด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอ/เครื่องนุ่งห่ม โดยเฉพาะได้มุ่งการวิจัยพัฒนาเพื่อสนับสนุนธุรกิจ SMEs โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษในเรื่องนาโนเทคโนโลยี และนาโนศาสตร์ คลังความรู้ในเรื่องวัตถุ/ผ้าที่มีคุณสมบัติมูลค่าที่เพิ่มขึ้นและขั้นตอนอุปกรณ์การผลิตใหม่ ๆ จากอุตสาหกรรมสิ่งทอ/เครื่องนุ่งห่ม ยุโรปแสดงถึงการก้าวเข้าสู่นวัตกรรมใหม่ทางเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นการเพิ่มคุณค่าของผ้า ด้าย สินค้าและการออกแบบขั้นตอนการผลิตใหม่ ๆ การเพิ่มส่วนประกอบใหม่ ๆ นวัตกรรมใหม่ ๆ จากยุโรป ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> ● การสามารถรวมเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งอุปกรณ์ชาร์จเข้าในเครื่องนุ่งห่ม ● อี-เท็กซ์ไทล์ (e-textile) มีการคิดค้นสายเคเบิลเป็นครั้งแรกที่ทำจากด้าย ทำให้ไม่เกิดปัญหาเมื่อรวมเข้ากับโครงสร้างของสิ่งทออื่น ๆ เพื่อให้ความร้อนส่งผ่านข้อมูล หรือ



ประเภทงานวิจัยของไทย 6 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ป้องกันรังสี หรือทำหน้าที่ฝ้าระวัง เป็น แนวโน้มที่จะเป็นการเติบโตของตลาดซึ่งรวม การคิดค้นผ้าใหม่ ๆ เข้ากับอุปกรณ์ไฮเทค ซึ่งทำให้เกิดสมาร์ท หรือ อี-เท็กซ์ไทล์ จึงเป็นเสื้อผ้ายุคหน้าที่เป็นเสื้อผ้า และ เครื่องมืออัจฉริยะ รวมทั้งเสื้อผ้าสำหรับ ทางการแพทย์และไบโอเท็กซ์ไทล์</p> <ul style="list-style-type: none"> ● <u>สิ่งทอเฉพาะทาง</u> การนำเท็กซ์ไทล์มาใช้เป็น วัสดุก่อสร้าง ทำให้มีน้ำหนักเบา ใช้เป็น โครงสร้างของตึก และเครื่องเรือนใน หลาย ๆ ประเทศกลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่ ยุโรปและอเมริกาเหนือ สิ่งทอเฉพาะกลุ่ม เป็นสิ่งทอที่โตเร็วที่สุด มีการผลิตและ การใช้สิ่งทอเฉพาะกลุ่มคิดเป็น 40% และ มีแนวโน้มเติบโตขึ้นเพราะยังอยู่ในช่วงต้น ของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรม และบริษัทในยุโรปเหล่านี้เห็นว่าอนาคตของ บริษัทควรอยู่กับสิ่งทอเฉพาะกลุ่ม ● <u>เส้นใยสมรรถนะสูง</u> บริษัท Don & Low ในประเทศอังกฤษได้ร่วมมือกับสถาบันวิจัย และพัฒนาของสกอตแลนด์ เพื่อออกเส้นใย สมรรถนะสูง โครงการล่าสุดเกี่ยวกับเส้น ใยสังเคราะห์ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพใน การห่อหุ้มและระบายลมให้กับตึก นอกจากนี้ ยังคิดค้นผ้าสำหรับการผลิตเครื่องปั้น ที่จะช่วยลดน้ำหนักกระเบื้องการร้อนขึ้น จากพื้นดิน ผ้าสำหรับรถยนต์เพื่อช่วย





ประเภทงานวิจัยของไทย 6 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>ในการรีไซเคิลรถยนต์ง่ายขึ้น และส่วนประกอบสำหรับรับแรงกระแทก</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ไบโอเท็กซ์ไทล์ การใช้ต้นไม้ในนวัตกรรมใหม่ของการปั่นเส้นใยสั้น เส้นใยที่ได้จากต้นไม้ได้กลายมาเป็นสิ่งสำคัญในเครื่องสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไบโอเท็กซ์ไทล์ ซึ่งสามารถช่วยในเรื่องการซึมซับความชื้น ช่วยให้เย็นขึ้นและเป็นผิวหนังที่สอง <p>นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการป้องกันแบคทีเรีย และทนต่อรังสียูวี และไฟฟ้าสถิต ไม้ไฟจัดเป็นวัสดุดิบที่สามารถปลูกทดแทนได้ ทำให้น่าสนใจมากในมุมมองของนิเวศวิทยา ขณะมีการทำวิจัยอย่างกว้างขวางในยุโรป โดยเฉพาะเยอรมนี ซึ่งได้รับรางวัลโนเบล 2 รางวัล ในการวิจัยบริษัทด้านเคมีและฟิลิกส์</p> <ul style="list-style-type: none"> ● เสื้อผ้าและถุงมือที่ให้ความร้อน เป็นตัวอย่างหนึ่งของสินค้าที่พัฒนาจากการคิดค้นใหม่ ๆ มีการจดสิทธิบัตรแล้วสำหรับการทอเส้นด้ายเงินที่เป็นล่อนำพลังงานได้เข้าไปในงานทอ และให้พลังงานไฟฟ้าโดยแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จไฟได้ เสื้อผ้าทอนี้จะให้ความอบอุ่นโดยตรงไปที่ผิวโดยไม่ต้องใช้ความร้อนจากสายไฟ <p>นอกจากนี้ยุโรปยังมุ่งไปที่สินค้าอื่น ๆ ในกลุ่ม Textile นอกเหนือจากเสื้อผ้า ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Airbags



ประเภทงานวิจัยของไทย 6 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● ผ้าปิดแผลและวัสดุผ้าสำหรับการแพทย์ ● สีนํ้า Non-Fabric ที่ใช้ในการแพทย์ หรือสาขาข้างเดียว เช่น ผ้าอ้อมเด็ก ● Fibers เพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะด้านการแพทย์ และด้านอื่น ๆ เช่น เลื่อ กันกระสุน เลื่อกันไฟ หรือสีนํ้ากัน การแพ้ (Hypo Allergic Products) วัสดุเส้นใยกันฉนวน (Insulation) <p><u>ออสเตรเลีย</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● CSIRO เทคโนโลยีสิ่งทอและเส้นใยเป็นหน่วยงานที่มีจุดมุ่งหมายการวิจัยในด้านขนสัตว์ (Wool), ฝ้าย (Cotton) และวัสดุขั้นแอดวานซ์เทคนิคการผลิตสิ่งทอ และสิ่งทอแบบไม่ใช้ถักทอ (Non-wovens) <p><u>วัตถุประสงค์เพื่อ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ การค้นคว้าสิ่งประดิษฐ์ด้านเส้นใยและสิ่งทอตามความต้องการของประเทศออสเตรเลีย ○ กระตุ้นความต้องการของตลาดโลกต่อเส้นใยธรรมชาติของออสเตรเลีย ○ สร้างสินค้ำใหม่ ๆ จากวัสดุและโครงสร้างวัสดุเส้นใยขั้นสูง <ul style="list-style-type: none"> ● ออสเตรเลียมีความสามารถในการวิจัยพัฒนาด้านเส้นใยตัวอย่าง เช่น ท่อคาร์บอนนาโน, nano scrolls, regenerated protein fibers, electrospinning, melt extrusion

● **1.5.2 Polymers & Composites** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 47 โครงการ คิดเป็น 36%

ประเภทงานวิจัยของไทย 47 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การศึกษาการเตรียมวัสดุประกอบ (Com-pote) ต่าง ๆ และพอลิเมอร์เพื่อใช้เป็นวัสดุทดแทนพื้น, ผิวหนัง, กระดูก, ตกแต่ง, ศิลยกรรม ● การนำเรซิน (เช่น Polymer อย่างหนึ่ง) จากโรงงานน้ำตาลมาทำเป็นวัสดุก่อสร้างประเภทมวลเบา ● การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพอลิเมอร์และยางธรรมชาติ ● การพัฒนาโพลิเมอร์ใช้เป็นวัสดุการเพาะเลี้ยงพืช ● การพัฒนาวัสดุคอมโพสิตต่าง ๆ เช่น ฟิวซี และเส้นใยธรรมชาติ ● การพัฒนาวัสดุพอลิเมอร์และสารเติมแต่งธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการผลิต ● การปรับปรุงคุณภาพของยางธรรมชาติด้วยยางอะคริลิก ● วัสดุทดแทนไม้ 	<p>การใช้ Polymers ที่เพิ่มมากขึ้นในยุโรปจนมีปริมาณ 16.1 ล้านตันในปี 2005 โดยใช้ 37% ในบรรจุภัณฑ์, 20% ในการก่อสร้าง, อิเล็กทรอนิกส์ 9% ยานยนต์ 8%, กีฬาและงานอดิเรก 3%, เกษตร 2%, อื่น ๆ 21%</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ในยุโรป เช่น เยอรมนีมีการวิจัย Wood-Polymer Composites ในด้านกระบวนการผลิตและวัสดุ ● วิจัย Green Composites เป็นการรักษาสິงแวดล้อม ได้แก่ วัสดุที่สามารถ Recycle เช่น Recycle Synthetic Fiber-Thermoplastic Composites <ul style="list-style-type: none"> ○ การหาแหล่ง Polymers ธรรมชาติ โดยการวิจัยด้าน Biocomposites เช่น พอลิเมอร์จากแป้ง ○ วิจัย Polymers ที่ย่อยสลายได้ด้วยชีววิทยา (Biodegradable polymers) โดยศึกษาด้านกระบวนการย่อยสลาย, การสังเคราะห์ Polyhydroxyalkanotes (PHA) <p><u>งานวิจัยในอนาคตครอบคลุมเรื่องต่อไปนี้</u> <u>วัตถุดิบ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิจัย Biopolymer วิจัยด้านกระบวนการผลิตวัตถุดิบจากธรรมชาติ ได้แก่ โปรตีน, เซลลูโลส, แป้ง เป็นต้น ให้มีคุณสมบัติที่สูงขึ้น



ประเภทงานวิจัยของไทย 47 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p><u>Catalysis (การเร่งปฏิกิริยา)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิจัย Catalysis ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้สามารถสังเคราะห์ได้ผลผลิตมากขึ้น และให้มี Catalysts ที่ถูกลง <p><u>กระบวนการทางวิศวกรรม</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● งานวิจัยมุ่งพัฒนากระบวนการ Modeling, กระบวนการ Simulation และกระบวนการควบคุมเทคโนโลยีของกระบวนการผลิต เช่น <ul style="list-style-type: none"> ○ Compressing mold, ○ Injection mold ○ Extrusion ○ RTM, RIM ○ Pultrusion ○ Filament winding <p>โดยสินค้าที่อาศัย R & D ของคอมโพลีต ได้แก่ การขนส่ง, ไฟฟ้า & อิเล็กทรอนิกส์, ก่อสร้าง, กีฬา, เคมี, พลังงาน, การเดินเรือ</p> <p><u>เทคโนโลยีสารสนเทศ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● พัฒนาคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่จะช่วยการคำนวณที่ซับซ้อนและโมเดลที่เป็นขั้นสูง เพื่อความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ <p><u>ศึกษาคุนสมบัติระดับไมโครและแมโคร</u></p> <p>เพื่อเข้าใจคุนสมบัติระดับโมเลกุล และคุนสมบัติของวัสดุ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วิจัยคอมโพลีต วัสดุใหม่ ๆ พัฒนาหาคุนสมบัติใหม่ ๆ และพัฒนาคุนสมบัติเดิมของวัสดุให้ดีขึ้น

● **1.5.3 Alloys & Metals** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 17 โครงการ คิดเป็น 13%

ประเภทงานวิจัยของไทย 17 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การพัฒนาเพื่อป้องกันการสึกหรอด้วยเทคโนโลยีชุบเคลือบผิววัสดุ ● การพัฒนาลักษณะทางกล และทางกายภาพของอะลูมิเนียมและสารอื่น ๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์ ● การศึกษาการใช้กากตะกอนโลหะหนักมาผสมวัสดุอื่น ๆ เพื่อการประยุกต์ใช้งาน เช่น ใช้เป็นวัสดุยึดประสาน ● โครงสร้างจุลภาคของวัสดุผสมอะลูมิเนียม ● สังเคราะห์วัสดุผสมเหล็ก-ไทเทเนียมคาร์ไบด์ ● คุณสมบัติทางกลและกายภาพของวัสดุผสมแคพลาร์/อีพ็อกซ์/อะลูมินา ใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ ● ศึกษาปัญหาในการผลิต เช่น การยึดเกาะระหว่างวัสดุเหล็กและโพลีเอทิลีนโฝมในระบบท่อลมเย็น ● ผลกระทบของน้ำต่อผิวของสโตนแมสติก-แอสฟัลต์ที่ใช้ตะแกรงเตาหลอมเป็นวัสดุมวลรวม ● ศึกษาผลของความชื้นและสภาพแวดล้อมต่อความสามารถในการเคลื่อนตัวและอัตราตัวของผงโลหะ 	<p><u>เอเชีย</u></p> <p>ญี่ปุ่นมีความสนใจในเทคโนโลยีต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Technology สำหรับการทำให้เหล็กโดยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น ไม่ใช้เตาหลอมที่ใช้ลมเป่า (Blast Furnaces) ● Rolling Technology ที่เพิ่มความร้อน (Heat) โดยปราศจากออกซิเดชัน (Oxidation) ● พัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับ High Quality, High Speed Continuous-Casting ● การวิจัยแมกนีเซียมอัลลอยด์ (Mg Alloys) ทดแทนเหล็กและอะลูมิเนียมเพื่อลดน้ำหนักของวัสดุ โครงสร้างของพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ โดยมีคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น, ทนความร้อน และมีความต้านทานต่อการเสียรูปเมื่ออุณหภูมิสูงหรือรับน้ำหนักมาก <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● มหาวิทยาลัย MIT มีการวิจัยเกี่ยวกับ Amorphous Alloys โดยศึกษาโครงสร้างของโลหะระดับนาโน เพื่อการพัฒนาให้ทนทานและแข็งแรงมากขึ้น เพิ่มคุณสมบัติของ Metal Alloy ให้มากกว่ามาตรฐานที่มีอยู่ในการผลิตเพื่อการค้าในปัจจุบัน



● **1.5.4 Ceramics** มีการศึกษาในประเทศจำนวน 12 โครงการ คิดเป็น 13%

ประเภทงานวิจัยของไทย 12 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การใช้วัสดุประเภทเซรามิก มาศึกษา เพื่อทดแทนกระดูกหรือการซ่อมแซมทางทันตกรรม ● การพัฒนาเซรามิกสำหรับอุตสาหกรรม เช่น เครื่องมือขัดแต่งวัสดุ ● การศึกษาการใช้วัสดุพูนเซรามิกที่ทำในประเทศไทยต่อสมรรถนะการเผาไหม้ของห้องเผาไหม้ ● การขัด แกะวัสดุเซรามิกและกระจกด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ● การพัฒนาวัสดุปิดประสานประเภทเซรามิก สำหรับอุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือขัดแต่งวัสดุ ● วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นเซรามิกแตก เศษแก้วและปูนปลาสเตอร์ใช้แล้ว 	<p>เทคโนโลยี Advanced Ceramics มีผู้นำคือประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา โดยคิดจากจำนวนของการจดลิขสิทธิ์ เมื่อรวมสองประเทศนี้มีสัดส่วนมากกว่า 70% ของโลก โดยญี่ปุ่น โดยสนับสนุนมีสัดส่วน 39% และสหรัฐอเมริกา มีสัดส่วน 32%</p> <p><u>เอเชีย</u> ญี่ปุ่นมีความสนใจเทคโนโลยีต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ultralarge-Scales integrated circuits using thin films with high or low electric constants ● Application of Lead-free piezoceramic materials to information Technology ● Technology for platform integration through low temperature co-fired ceramic (LTCO) ● Thermoelectric conversion materials with a conversion efficiency of at least 10% <p><u>สหรัฐอเมริกา</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● มีการวิจัยด้านวัสดุ piezoelectric เพื่อใช้ในการปฏิรูปอุตสาหกรรมการสื่อสาร ทั้งแบบ wire line และ wireless วัสดุที่มีการวิจัย ได้แก่ piezoelectric crystal, piezoelectric ceramics และ ceramic/polymer composites



● **1.5.5 Cements** วัสดุก่อสร้าง มีการศึกษาในประเทศจำนวน 16 โครงการ คิดเป็น 12%

ประเภทงานวิจัยของไทย 16 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
<ul style="list-style-type: none"> ● การวิเคราะห์โครงสร้างถนน โดยคำนึงถึงการประยุกต์ใช้วัสดุท้องถิ่นและวัสดุสมัยใหม่ ● การผลิตวัสดุกันความชื้นจากส่วนผสมของผงโลหะ ● การพัฒนาวัสดุซีเมนต์ เพื่อการประหยัดพลังงาน ● การใช้ตะกรันเหล็กมาใช้กับแอสฟัลต์คอนกรีตผสมร้อน ● การใช้ตะกรันเหล็กเป็นวัสดุก่อสร้าง ● การศึกษาวัสดุผสมใหม่ ๆ มาใช้ในการก่อสร้าง ● การศึกษาความทนทานของวัสดุผสมซีเมนต์เสริมเส้นใย ● การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ และการนำวัสดุต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น ทรายผสมเบนโทไนท์ ตะกรันเหล็ก 	<p>ยุโรปและสหรัฐอเมริกา นาโนเคมีในเทคนิค Bottom-Up มีส่วนทำให้เกิดสินค้าใหม่ ๆ เมื่อใช้ร่วมกับเทคโนโลยีของคอนกรีต</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ซิลิโคนออกไซด์ขนาดอนุภาคนาโน (Nano-silica) ใช้เติมในคอนกรีตทำให้ปรับปรุงความเสถียรในการใช้งานและความแข็งแรงของคอนกรีต ● มีการศึกษาคุณสมบัติของซีเมนต์กับ Nano-SiO₂, TiO₂ และ Fe₂O₃ พบว่าเพิ่มความกดดันและความโค้งของการแข็งตัวของ mortars ● การศึกษาคอนกรีตด้วย Nano particles จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> - การกระจายตัวที่ดีของอนุภาคนาโนโดยเพิ่มความหนืดของภาวะของเหลวจึงช่วยการผสมตัวและการลอยตัวของซีเมนต์ซึ่งช่วยในการทำงานที่ดีขึ้น - อนุภาคนาโนช่วยให้ซีเมนต์ไม่แยกตัวจากน้ำ - การกระจายตัวที่ดีของอนุภาคนาโนช่วยเร่งการทำให้ผลซีเมนต์แห้ง (hydration) - อนุภาคนาโนช่วยเพิ่มแรงเชื่อม (Bond) ระหว่างโครงสร้างของซีเมนต์ - อนุภาคนาโนเพิ่มความเหนียว, ความทนต่อแรงดึง (tensile) เพิ่มความยืดหยุ่นของซีเมนต์



ประเภทงานวิจัยของไทย 16 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<ul style="list-style-type: none"> ● มีการวิจัยพัฒนาเรื่องตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อการใช้คุณสมบัติที่ต่ำลงในการเร่งความแห้ง (hydration) ของซีเมนต์ทั่วไป ● การบดเพื่อให้ได้ผงที่ละเอียดมาก ๆ ร่วมกับการกระตุ้นด้วยปฏิกิริยา Mechano-chemical กับซีเมนต์ (cements) ● การเสริมแรงด้วยการใช้ร่วมกับอนุภาคนาโน, แท่งนาโน, ท่อนาโน Nano dampers, Nano-Nets หรือ Nano-Springs ● ใช้ร่วมกับอนุภาคนาโนของพอลิเมอร์ เพื่อทำเป็นสารแขวนลอย (emulsions) หรือ Polymeric nano-films ● การใช้ซีเมนต์เป็นฐานของการทำวัสดุคอมโพสิตกับไฟเบอร์ที่มีส่วนประกอบของท่อนาโนเพื่อเพิ่มแรงเชื่อม (bond) ทนต่อการสึกกร่อน (หรือเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การนำไฟฟ้า) ● การคิดค้นในยุคต่อไปของ super plasticizers เพื่อให้ควบคุมการใช้งานได้โดยสมบูรณ์หรือการเพิ่มการกำจัด (Supreme Water Reduction) ● Binders ที่จะช่วยควบคุมความชื้นภายในเพื่อลดหรือไม่ให้เกิดการแตกแบบ micro cracking ● การเพิ่มความทนทานให้ซีเมนต์ ● การทำให้วัสดุสามารถซ่อมแซมตัวเองได้ โดยเทคโนโลยีการใช้ nanotube และ

ประเภทงานวิจัยของไทย 16 โครงการ	ประเภทงานวิจัยต่างประเทศ
	<p>คุณสมบัติส่วนผสมทางเคมี</p> <ul style="list-style-type: none"> ● วัสดุที่สามารถทำความสะอาดตัวเองด้วยเทคโนโลยีของ Photocatalyst ● วัสดุที่ไม่เสียรูปทรง, ไม่หดและไม่ขยาย ณ อุณหภูมิต่ำ อีกทั้งควบคุมการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ● Smart materials เช่น วัสดุที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิ, ความชื้น แรงเครียด (Stress-sensing)

ทิศทางการวิจัย สาขา 1.5 วัสดุศาสตร์ในอนาคต

จากการสำรวจข้อมูลของประเทศต่าง ๆ ในด้านนโยบายการวิจัยและพัฒนาของประเทศ ผู้นำในสาขา รวมทั้งผลงานวิจัยที่ได้ทำและบรรจุในแผนงานพัฒนาเทคโนโลยีอันเป็นสิ่งที่เป็นแนวทางของการวิจัยและพัฒนาต่อไปในอนาคตทั้งใกล้และไกล เปรียบเทียบกับงานวิจัยของประเทศไทยที่รวบรวมจากฐานข้อมูลงานวิจัย ปี 2547 - 2550 ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) โดยทางผู้วิจัยได้มีการประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของงานวิจัยในด้านนี้ที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมวัสดุศาสตร์ในอนาคตมีมูลค่าปัจจุบัน (2552 - 2554) เท่ากับ 206,698 ล้านบาท ดังนั้น การวิจัยและพัฒนาในสาขานี้จึงมีความสำคัญ และน่าจะก่อให้เกิดมูลค่าต่อประเทศ หากมีทิศทางการวิจัยเพื่อให้สอดคล้องกับสากลประเทศ และอุตสาหกรรมทางผู้วิจัยและสำรวจข้อมูลจึงขอเสนอเรื่อง (area), เทคโนโลยี, การประยุกต์ใช้, สินค้าและบริการที่จะเป็นที่ใช้แพร่หลายต่อไปเป็นสากล ซึ่งประเทศไทยน่าจะมีความสามารถวิจัยพัฒนาได้ เพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีใหม่ โดยแยกตามสาขาย่อยดังนี้

1.5.1 กลุ่ม Fabric

- ศึกษาการผลิตเส้นใยเพื่อใช้ในการผลิตผ้าเพื่ออุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์, เบาะรถยนต์



- ศึกษาการทำเส้นใยผ้าจากไม้ ซึ่งเป็นต้นไม้ที่ปลูกทดแทนได้
- ศึกษา non-woven fabric ซึ่งเป็นแนวโน้มของผ้าสมัยใหม่
- ศึกษา smart fertile หรือ e-textile
- ศึกษาวิจัยการผลิตผ้าเพื่อวัตถุประสงค์อื่นนอกจากเสื้อผ้าเพื่อสวมใส่ เช่น ด้านการแพทย์ เสื้อกันกระสุน, เสื้อกันไฟหรือผ้าที่ไม่ทำให้เกิดการแพ้, ผ้ากันโรฝุ่น

1.5.2 Polymers และ Composites

- ศึกษาวัสดุ composites เสริมแรงเพื่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ วัสดุคอมโพสิตพื้นฐาน ได้แก่
 - Fiber Reinforced Polymer หรือ FRPs ซึ่งใช้เป็นวัสดุทดแทนไม้
 - Carbon fiber reinforced plastic หรือ CFRP
 - Glass fiber reinforced plastic หรือ GRP

นอกจากนี้ยังมี

- Composites ที่เกิดจาก metal fiber reinforcing ใน metal อื่น ได้แก่ metal matrix composite-MMC
- Ceramic matrix Composite รวมทั้งกระดูกซึ่งเป็น hydroxyapatite reinforced เสริมแรงด้วย collagen fibers
- Cermets (Ceramic and metal) และคอนกรีต
- Asphalt concrete; Mastic asphalt
- Wood plastic composite วัสดุเคลือบไม้ (wood fibers) ใน polyethylene matrix
- พลาสติกเคลือบผิวบนกระดาษหรือสิ่งทอ (Textiles)
- Arborists, Formica (Plastic และ Micarta)
- ศึกษาการนำมาใช้ซ้ำ (recycle) วัสดุโพลีเมอร์ เพื่อรักษาลิ่งแวดล้อม

1.5.3 กลุ่ม Alloys, Metals

- ศึกษาการผลิตเหล็กที่คิดการใช้พลังงานลง เพื่อลดต้นทุนและแข่งขันในตลาดโลกได้
- ศึกษาการลดความสึกหรอของเหล็ก
- ศึกษาวัสดุนาโนและอนุภาคนาโน เพื่อทำวัสดุคอมโพสิตจากโลหะ (metal) ได้แก่ Metal matrix composite



- ศึกษาเทคโนโลยีเพื่อการปรับปรุงวัสดุโลหะให้มีคุณสมบัติใหม่ ๆ หรือเกิดโลหะชนิดใหม่ ๆ
- ศึกษาการนำวัสดุ Recycle ของโลหะมาใช้เพื่อลดภาระสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

1.5.4 Ceramics

- การศึกษาวิจัย Advances Ceramics ได้แก่ Carbide (SiC), Pure oxide (Al_2O_3), Nitrides (Si_3N_4), Non-Silicate glasses จากการศึกษา Ceramic มีความแข็งกว่าเหล็ก ทนต่อความร้อนและการขึ้นสนิมหรือสึกกร่อนมากกว่าเหล็กหรือพอลิเมอร์ มีความหนาแน่น (หนัก) น้อยกว่าเหล็กและอัลลอยด์ รวมทั้งวัสดุดิบราคาไม่แพงและหาได้ไม่ยาก จึงมีคุณสมบัติมากมายในการนำไปใช้ในการผลิตสินค้าในหลายอุตสาหกรรม จึงควรศึกษา Advanced Ceramics มากกว่า ceramic แบบดั้งเดิม ซึ่งได้แก่ พวกดินเซรามิก (Clay), ซิลิกา (Silica Glass) และซีเมนต์ (Cement)

1.5.5 กลุ่มซีเมนต์และวัสดุก่อสร้าง

- ศึกษาการนำนาโนวัสดุมาใช้ในการเพิ่มคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้าง เช่น ในอุตสาหกรรมสีทำให้สีมีคุณสมบัติปิดรอยร้าว หรือสามารถชะล้างสิ่งสกปรกได้เองหรือผสมสารนาโนซิลเวอร์เพื่อให้ฆ่าเชื้อโรค
- การผสมซีเมนต์ด้วยอนุภาคนาโนที่นาโนเคมี ซึ่งทำให้ซีเมนต์ใช้งานได้ง่าย หรือมีคุณสมบัติไม่แตกเป็นรอยโดยง่าย จากการศึกษาเพิ่มความทนต่อแรงดึง, ความแข็งแรงต่อแรงโค้ง, ความเหนียว



โครงการประชุมสัมมนา Focus Group เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

1. หลักการและเหตุผล

ด้วยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้จัดทำ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จากผลงานวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยจัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเรื่อง คือ

1. เทคโนโลยีเกิดใหม่ (Emerging Technology) ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล นาโนเทคโนโลยี เทคโนโลยีชีวภาพ พันธุวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีวัสดุ
2. พลังงาน โดยเน้นงานวิจัยด้านพลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือก เพื่อนำไปสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ได้แก่ พลังงานชีวภาพ พลังงานธรรมชาติ เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานจากลม
3. การพัฒนาทางเศรษฐกิจ ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานระบบการเงินการคลัง ระบบการค้า ภูมิรัฐศาสตร์ และการค้าเสรี

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) จัดข้อมูลผลงานวิจัยให้เป็นหมวดหมู่ และนำไปใช้ตอบสนองยุทธศาสตร์ของชาติ ในด้านทุนเศรษฐกิจ ได้แก่ โครงสร้างพื้นฐาน ระบบการเงินการคลัง การขนส่งและโทรคมนาคม ด้านทุนสังคม ได้แก่ ภูมิปัญญาท้องถิ่น เศรษฐกิจพอเพียง วัฒนธรรม เศรษฐกิจชุมชน และวิสาหกิจชุมชนและด้านทุนทรัพยากร ในเรื่องพลังงานสะอาด การประหยัดพลังงาน พลังงานทดแทน ปัจจัยการผลิต เกษตร ทรัพยากรท้องถิ่น นวัตกรรม เทคโนโลยีเกิดใหม่ และข่าวสารสารสนเทศ (2) วิเคราะห์ข้อมูลผลงานวิจัยในแง่ผลประโยชน์และผลได้ รวมทั้งสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ (Econometric Analysis) ต่อยุทธศาสตร์ภาครัฐ และการพัฒนาประเทศ เช่น การทำให้เกิด Net Economic Value (3) กำหนดแนวทาง หรือวิเคราะห์แนวโน้มศักยภาพงานวิจัยที่จะกำหนดต่อไป หรือมีโอกาสในการต่อยอดที่อาจใช้เป็นเกณฑ์ หรือข้อ

พิจารณาในการเลือกทำโครงการวิจัยแห่งชาติในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมและการพาณิชย์ เพื่อตอบสนองต่อทิศทางการพัฒนาหรือยุทธศาสตร์ของชาติ

ในการนี้สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยกลุ่มกิจการพิเศษได้ดำเนินการจัดทำ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำเร็จแล้ว จึงเห็นสมควรจัดประชุม Focus Group ขึ้น เพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อประมวลประกอบการจัดทำโครงการ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ครบถ้วนสมบูรณ์

2. วัตถุประสงค์

เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมประชุมสัมมนา Focus Group เพื่อประมวลประกอบโครงการ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

3. รูปแบบการสัมมนา

- 3.1 การนำเสนอโครงการ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์
- 3.2 การให้ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะโดยผู้เข้าร่วมประชุมสัมมนา

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 ความเห็นและข้อเสนอแนะเชิงวิชาการจากผู้เข้าร่วมประชุมสัมมนา
- 4.2 ความน่าเชื่อถือของ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์
- 4.3 การประเมินคุณค่าในการนำเสนอผลการจัดทำ Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ ต่อสภาวิจัยแห่งชาติ เพื่อผลักดันให้เกิดโครงการวิจัยแห่งชาติที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต

5. ผู้เข้าร่วมสัมมนา

- 5.1 ผู้แทนคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ 12 สาขาวิชาการ
- 5.2 ผู้แทนจากหน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษา
- 5.3 ผู้แทนจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน

จำนวนประมาณ 150 คน



6. ระยะเวลาและสถานที่จัดสัมมนา

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 08.30 - 14.30 น. ณ โรงแรมรามารการ์เด็น
กรุงเทพมหานคร

7. หน่วยงานผู้รับผิดชอบ

กลุ่มกิจการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 0-2561-2445 ต่อ 570, 0-2579-1370
โทรสาร 0-2561-2445 ต่อ 570 e mail : sag@nrct.go.th

8. งบประมาณ

งบประมาณเงินอุดหนุน โครงการระบบฐานข้อมูลวิจัยของประเทศ (National Research Database : NRDB) ประจำปีงบประมาณ 2549 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



การประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง

Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

จัดโดย

กลุ่มกิจการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ

29 มกราคม 2551

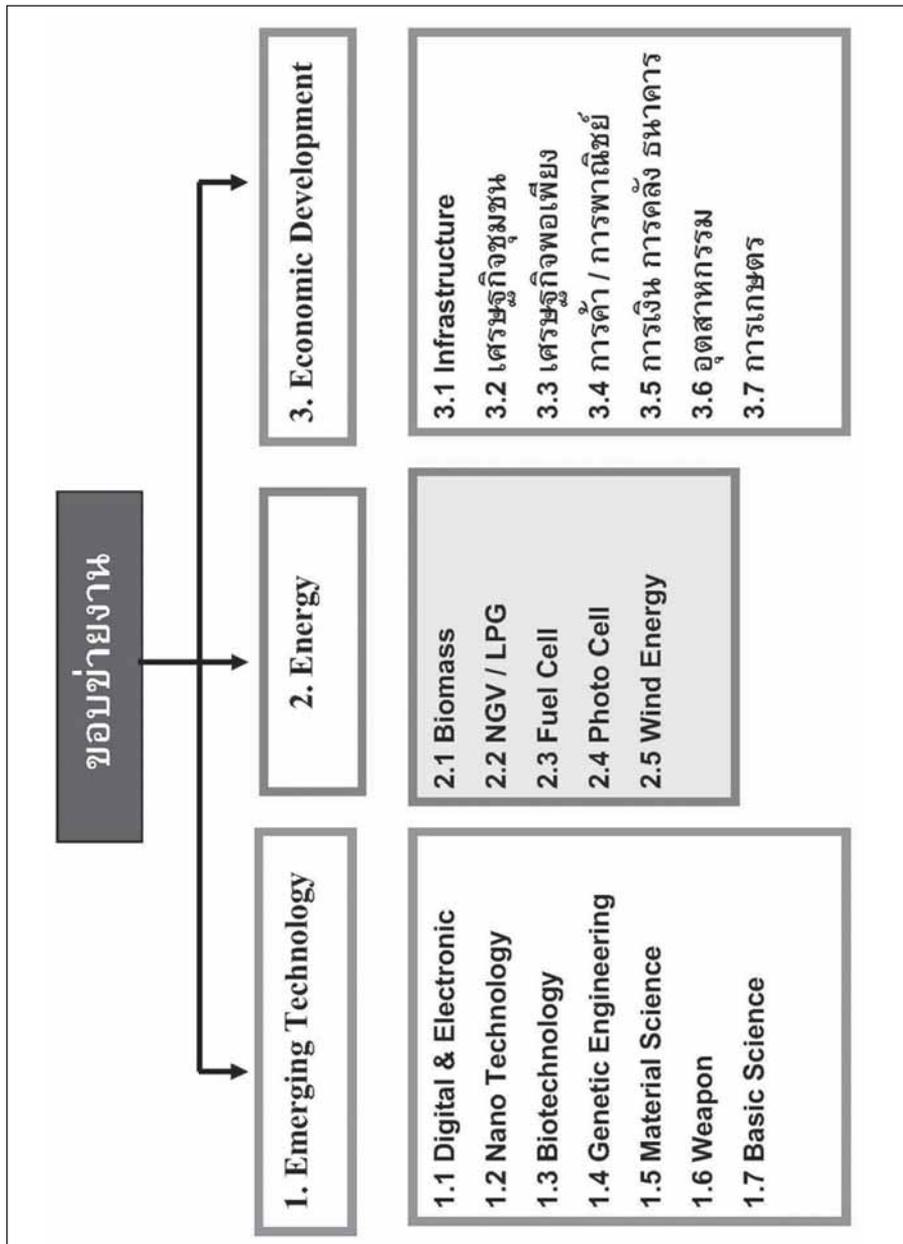


ขั้นตอนการดำเนินงาน

1 สืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลวิจัย ของสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานพัฒนา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2546-2555
และจัดหมวดหมู่ข้อมูล

2 วิเคราะห์ต้นทุน-ผลได้ และ Net Present Value

3 สร้างสรรค์เปรียบเทียบกับงานวิจัยต่างประเทศ เพื่อหา
ทิศทางและแนวโน้มการวิจัยในอนาคต





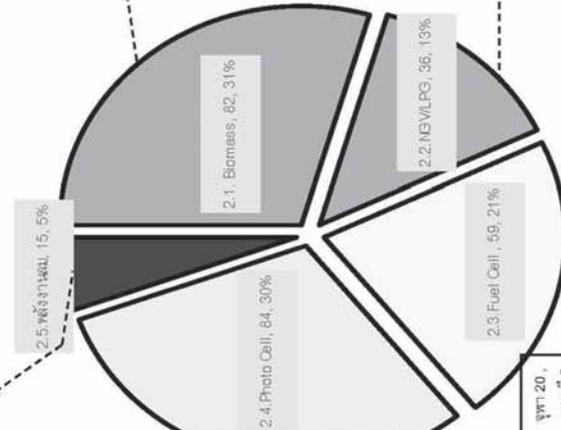
สาขา 2 Renewable Energy N=276

(ม.เกษตร-3)

25 พลังงานลม 100%

(จุฬา-18 / มก 9 / ลาดกระบัง 8 / ธนบุรี 7 / ลาดทช 5)

21.1 จากกษณะและ น้ำมันที่ใช้แล้ว	8	19%	จุฬา 2
21.2 แก๊สโซฮอล์	12	18%	จุฬา 4, ธนบุรี 3
21.3 ไปโอดีเซลจาก น้ำมันปาล์มและน้ำมัน มะพร้าว	43	51%	จุฬา 10, ลาดทช 4
21.4 ไปโอดีเซลจาก พืชอื่นๆ สมุด้า ,เมล็ด ทานตะวัน,ยางพารา	19	87%	มก 5, ลาดกระบัง 5



(เทคโนโลยีรวมหมู่-30/ ลาดกระบัง 11/ จุฬา 8)

2.4.1 การ พัฒนา เซลล์ แสงอาทิตย์	18	21%	ลาดกระบัง 5, จุฬา 3, ธนบุรี 2
2.4.2 Polymer	17	20%	ธนบุรี 6, ลาดกระบัง 2
2.4.3 Applied	49	58%	ธนบุรี 22, จุฬา 5

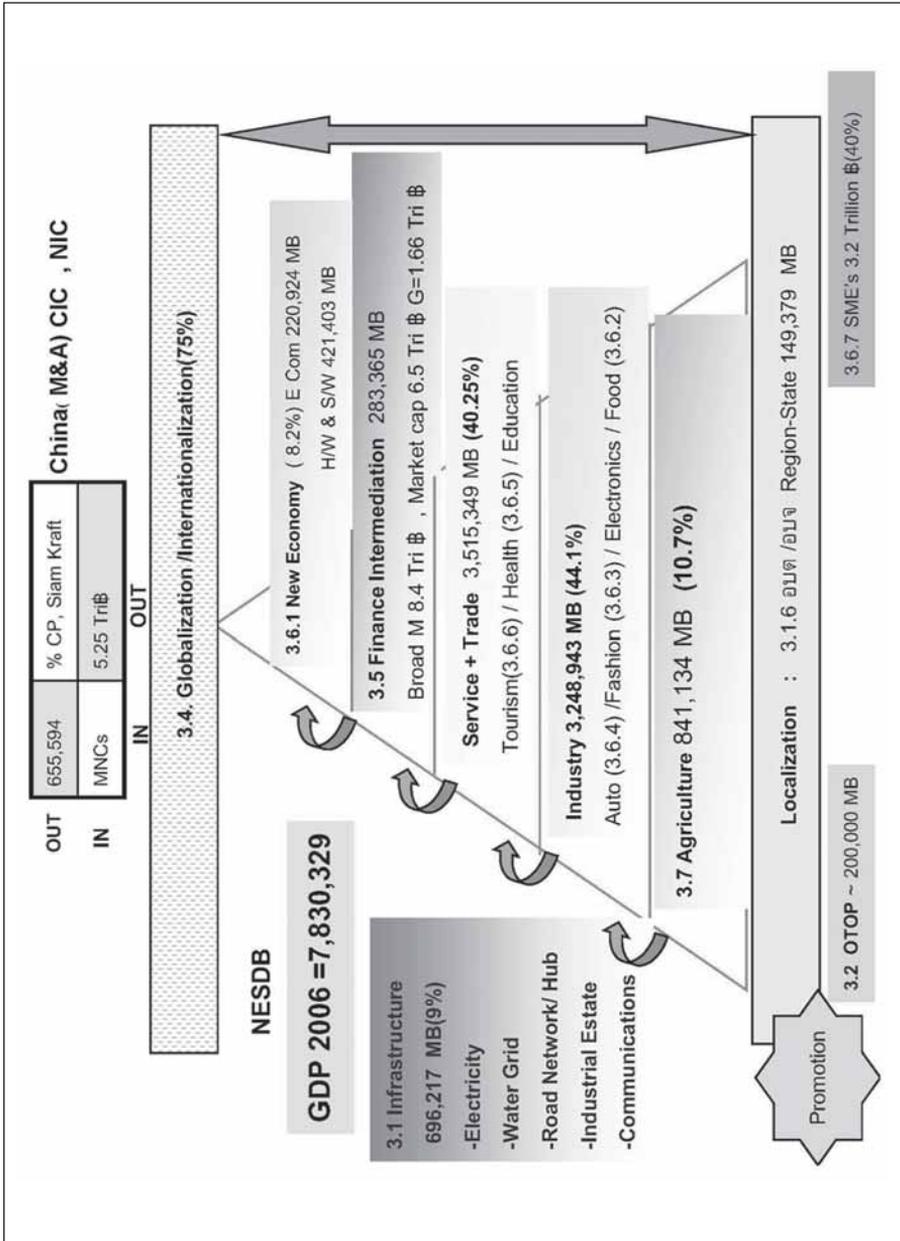
(จุฬา -22/ ธนบุรี 11/ ลาดทช 5)

2.3.1 ใช้เป็น Polymer Electrolyte	45	31%	จุฬา 20, ธนบุรี 9
2.3.2 ใช้เป็น Phosphoric Acid	1	29%	
2.3.3 Molten carbonate	0	0%	
2.3.4 ใช้เป็น Solid Oxide	13	83%	ลาดทช 5, จุฬา 2, ธนบุรี 2

(ม.เกษตร-10/จุฬา 5 / ลาดกระบัง 5)

2.2.1 NGV-ก๊าซ ธรรมชาติ	31	86%	มก 10, จุฬา 5
2.2.2 LPG -ก๊าซ หุงต้ม	5	13%	ลาดกระบัง 1, มก 1







สมมติฐานการคำนวณ

1. หากมูลค่าของแต่ละ Sector และอัตราการเติบโตเพื่อคำนวณค่า Value Growth ปี 2552 , 2553 , 2554
2. **Lag Factor** : ของงานวิจัยที่จะส่งผลให้เกิด Value Growth แต่ละ Sector ของปีถัดไป (Lag Factor = 1 ปี)
งานวิจัย ปี 2551 ➡ Value Growth ปี 2552
งานวิจัย ปี 2552 ➡ Value Growth ปี 2553
งานวิจัย ปี 2553 ➡ Value Growth ปี 2554



มูลค่าภาคเกษตร



๓ 2550-54



Attribution ของงานวิจัย

สมมติฐานประมาณรัฐจากสำนักงบประมาณจะส่งผลให้เกิด Value

Growth ของแต่ละ Sector = 100 %

อัตราส่วนของงานวิจัยสาขานั้น ๆ

= งบงานวิจัยตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัย ปี 2551

งบสงป.สาขานั้น ๆ ปี 2551

= งบวิจัย 4,880 ล้านบาท

งบภาครัฐ 175,876 ล้านบาท

= 2.77 %

ผลงานวิจัย จะส่งผลต่อ Value Growth สาขาอุตสาหกรรมในสัดส่วน

2.77 %



Adoption สำหรับสาขา Emerging Technology

ตาม Adoption Curve ประมาณการ

ความเร็วในการนำผลงานวิจัยไปใช้

ในกลุ่มเป้าหมาย

2552	2553	2554
5%	15%	30%

Discount Rate ใช้ Rate Real MLR ณ สิ้นกันยายน 2550 ของ ธปท.

Real MLR + 2%

= 4.77 % + 2 %

= 6.77 %

เป็นตัวปรับมูลค่าปัจจุบัน Present Value

PV 2552-2554 ณ ปี 2551

$$= \frac{\text{Value Growth}'52}{1+.0677} + \frac{\text{Value Growth}'53}{1 + (.0677)^2} + \frac{\text{Value Growth}'54}{1 + (.0677)^3}$$



แสดงการเติบโตของมูลค่า และมูลค่าปัจจุบัน ของสาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology)

: ล้านบาท

Emerging Technology	# โครงการ	นโยบาย วิจัยฯ	สงป. 51	Factor	51	52	53	54	PV
I.1 : Digital, Electronic, Computer, ICT	47-50 65	51-53	51			153,820	169,300	186,480	445,787
I.2 : Nano Technology	120				8,783		9,449	18,750	31,919
I.3 : Biotechnology & I.4 : Genetic Engineering	185				105,186		116,756	129,600	307,413
I.5.: Materials Science	131				70,908		78,469	86,970	206,698
Value Growth					338,697		373,974	421,799	991,817
Attribution Value		5,068	11,708.8	43.28%		146,601	161,870	182,570	
Adoption Rate						5%	15%	30%	
Adoption Value					0	7,330	24,280	54,771	68,524
R & D					5,068	6,846	8,786	-	17,970
Net Present Value				6.77%					50,554



การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานทดแทนใหม่ (2551-2554)

หน่วย : ล้านบาท

Renewal Energy	# โครงการ 47-50	นโยบาย วิจัย 51-53	สงป. 51	Factor	51	52	53	54	PV
2.1 Biomass	82				67,412.09	104,114.08	143,113.29	182,112.28	412,180.41
2.2 NGV / LPG	36				90,670.56	98,469.84	106,954.14	116,152.77	348,549.98
2.3 Fuel Cell	59			NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.4 Solar Cell / Photo Cell	84				3,158.12	5,475.56	7,134.13	11,382.86	22,381.35
2.5 Wind	15				681.42	1,135.93	1,590.22	2,044.73	4,514.56
Total Value					161,922.19	209,195.41	258,791.78	311,692.64	787,626.30
การคำนวณ Net Present Value									
Total Value Growth (2.1-2.5)					0	47,273.22	49,596.37	52,900.86	122,922.64
Attribution Value		1,100	5,681.4	19.36%	0	9,152.77	9,602.56	10,242.36	23,799.58
Adoption Rate					0	25%	50%	75%	
Adoption Value					0	2,288.19	4,801.28	7,681.77	11,862.92
Total R & D					1,100.00	1,100.00	1,100.00	-	2,898.92
Net Present Value									8,964.00



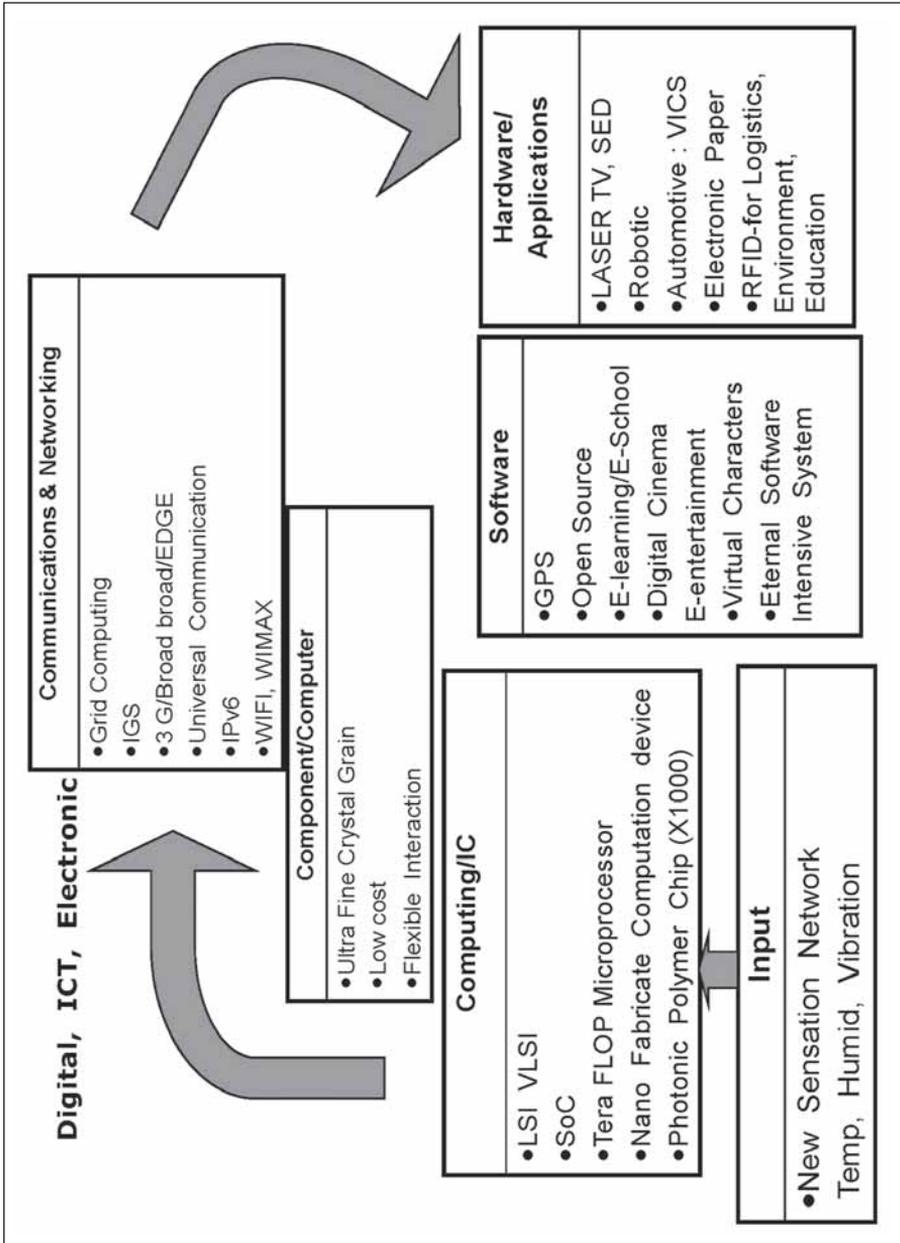
ตารางแสดงการเติบโตของมูลค่า และมูลค่าปัจจุบัน ของสาขาพัฒนาเศรษฐกิจ (Economic Development)

: ล้านบาท

สาขาพัฒนาเศรษฐกิจ (Economic Development)	# โครงการ	Value	นโยบาย วิจัยต่อ ปี	สงป.	Attribution	PV 52-54 @ 51 Value Growth	PV 52-54 Attribution Value	PV 51- 53 R & D วถ.	NPV
3.1 : Infrastructure	98	696,217	900	290,508	0.31%	98,064	304	2,372	-2,068
3.2 +3.3 : OTOP ชุมชน /เศรษฐกิจ พอเพียง	167	224,337	2,000	18,000	11.11%	32,266	3,585	5,271	-1686
3.4 : การค้า พาณิชย์ ต่างประเทศ	108	11,048,582	20	10,525	0.19%	1,601,197	3,043	53	2,990
3.5 : การเงิน การ คลัง	174	10,064,737	NA	19,837	NA	6,299,608	-	-	-
3.6 : อุตสาหกรรม	134	2,925,720	4,880	175,876	2.77%	1,112,315	30,863	12,861	18,003
3.7 : การเกษตร	414	1,186,050	1,619	89,334	1.81%	168,030	3,045	4,267	-1,221
Total	1,095	26,145,643	9,419	604,080	16.19%	9,311,480	40,840	65,664	16,018



Emerging Technology





Industry	Medical	Nanotechnology, Biotechnology Technology/Electronics
ULSI Business, Magnetoresistive -RAM OLED Display Organic Sensors & Memory Thin film battery, Fuel cell, Solar Cell	DDS-nano capsule Biosilicon-กระดูกเทียม Cancer Therapy Nano Shell-รักษาเซลล์ ----- Genomic, Proteomic, Metabolomics, Bioinformatics, GMO, Cloning, Gene Marking	
	AFMS, STMS, TEMS UPAS, LEAP, Nanoscale mechanotronic, Biosensor	Devices
Carbon Nanotube Nano ceramic-Optic Nanoporous Photonic Crystal Polymer	Fullerenes Dendrimer	Materials
-Non woven textile - Biofuel -Robot - Bio Plastics -Functional Food -Food Supplement -Biodegradable -Enzyme Lipases Phytase, Phospatase Amylase -Bio Media for tissue culture	Cosmetics Pharmaceutical Stem Cell Biosimilars	Products Applications

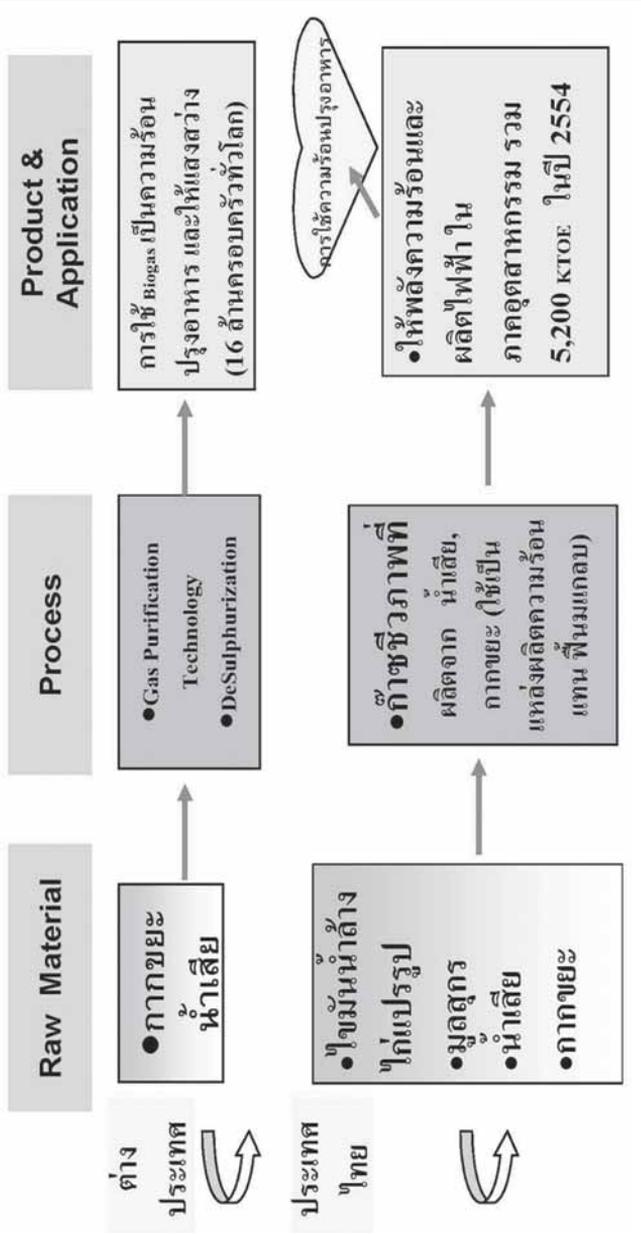


Energy



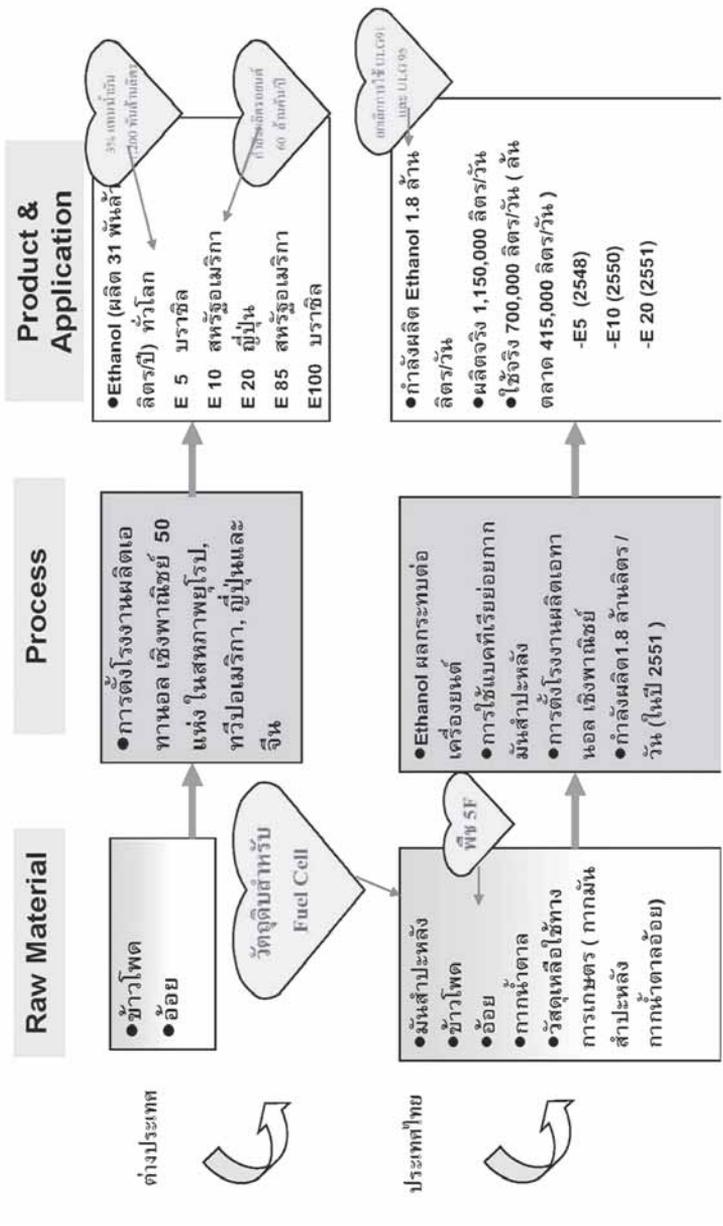
สาขา 2.1 Biomass 82 โครงการ (31%) PV (ปี2551-2555) = 412,180 MB

2.1.1 Biomass ที่ผลิตจากกากกากขยะและห้ำหมักที่ใช้แล้ว 8 โครงการ (19%) ผลิตไฟฟ้าและพลังงานความร้อน (ปริมาณพลังงานความร้อน 4,200 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบและพลังงานไฟฟ้า 1,000 KTOE ในปี 2550 มูลค่ารวม 141,914.78 ล้านบาท)





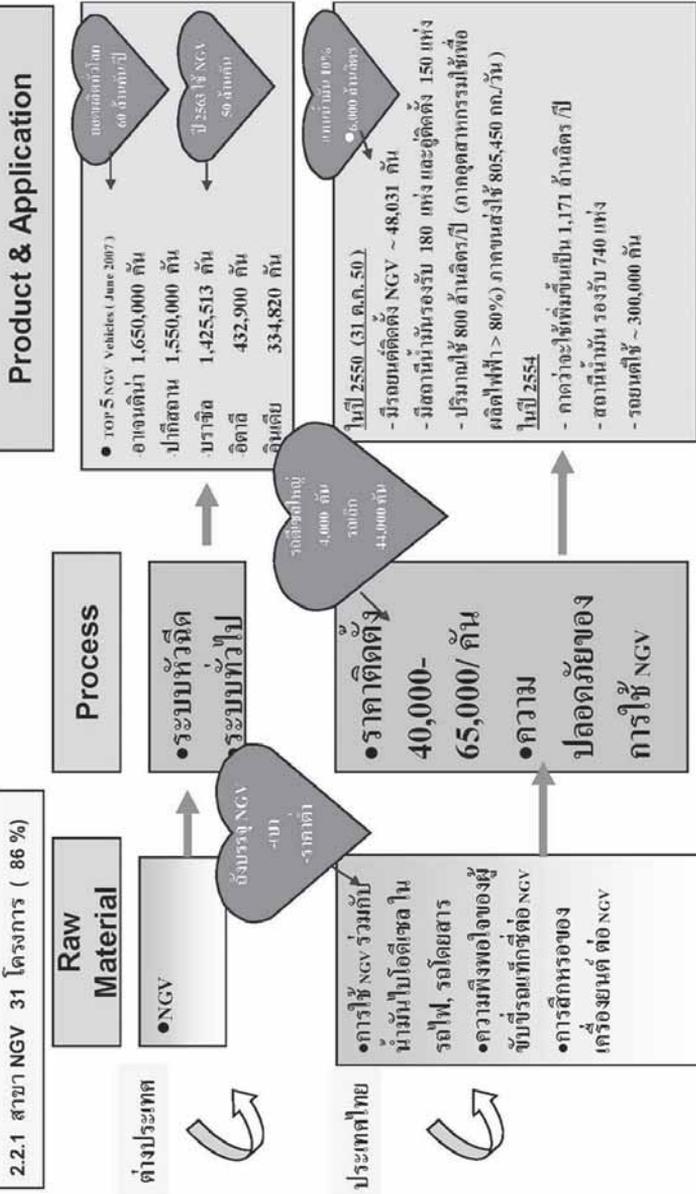
2.1.2 Biomass แก๊สโซฮอลดส์ ที่ผลิตเอทานอล (ปริมาณพลังงาน 1,000 พันตันเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ ในปี 2554 มูลค่า 22,970 ล้านบาท) 12 โครงการ (18%)

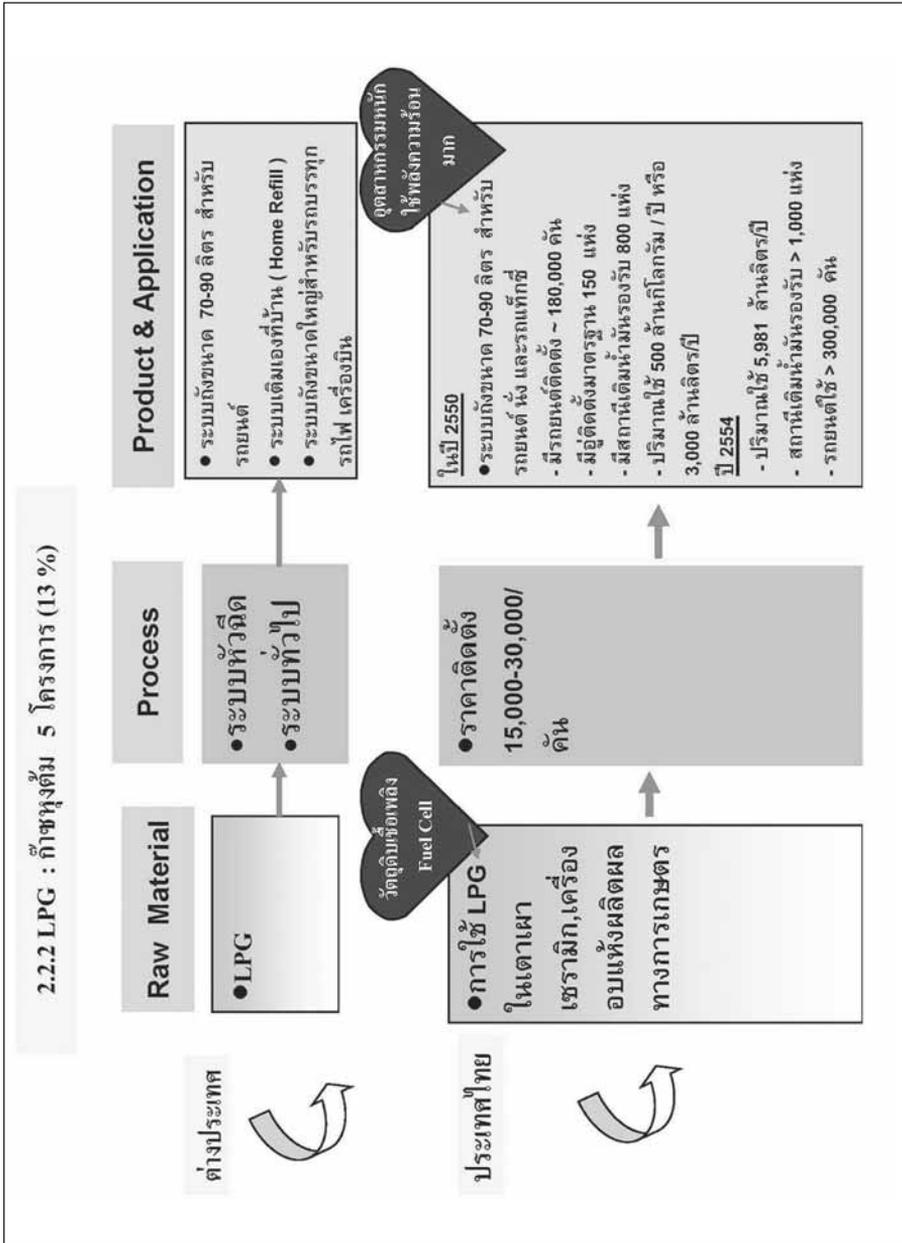




2.2 NGV /LPG 36 โครงการ (13 %) PV ปี2551-2555 = 348,549 ล้านบาท (ในปี 2554 มี มูลค่าพลังงานรวม 116,152.77 ล้านบาทแยกเป็นปริมาณที่ใช้ NGV 1,171 ลิตรและ LPG 5,981 ล้านลิตร/ปี)

2.2.1 สาขา NGV 31 โครงการ (86 %)







2.4 สาขา Solar Cell หรือ Photo Voltaic 84 โครงการ (30 %) PV (ปี 2551-2555) = 22,381.35 ล้าน บาท มูลค่าพลังงาน ในปี 2554 จำนวน 11,382.86 ล้านบาท ในปี 2554 (250.5 MW)

Next Generation
 Technology 50%
 ใน 3 ปีข้างหน้า

ต่างประเทศ

ประเภทเซลล์แสงอาทิตย์

1 st : Low-Cost Cell

- **ฟิล์มเดี่ยว (Mono)**
- **ฟิล์มรวม (Poly)**

Next : Integrated Cell

- **A Si (Amorphous Silicon)**
- **Thin Film + Poly**
- **Cd Te**
- **CIGSSE**
- **Concentrators**
- **Innovation Cell**

- **Dye sensitized**
- **Polymers**

Stage Development

Market Price for Residential PV System

- **Raw Material Supply**
- **Mass production**
(Low Interest rate, Tax incentive, deregulation)
- **High Voltage + Variety**
- **Competitive Price**

High Efficiency (2-3 USD/System)

- **Durable PV 20 → 30 ปี**
- **แบตเตอรี่ อายุใช้งาน 10 ปี**
- **ลดการใช้ Silicon**
- **ลดต้นทุนตัวเก็บประจุไฟฟ้า และจ่ายประจุไฟฟ้า**

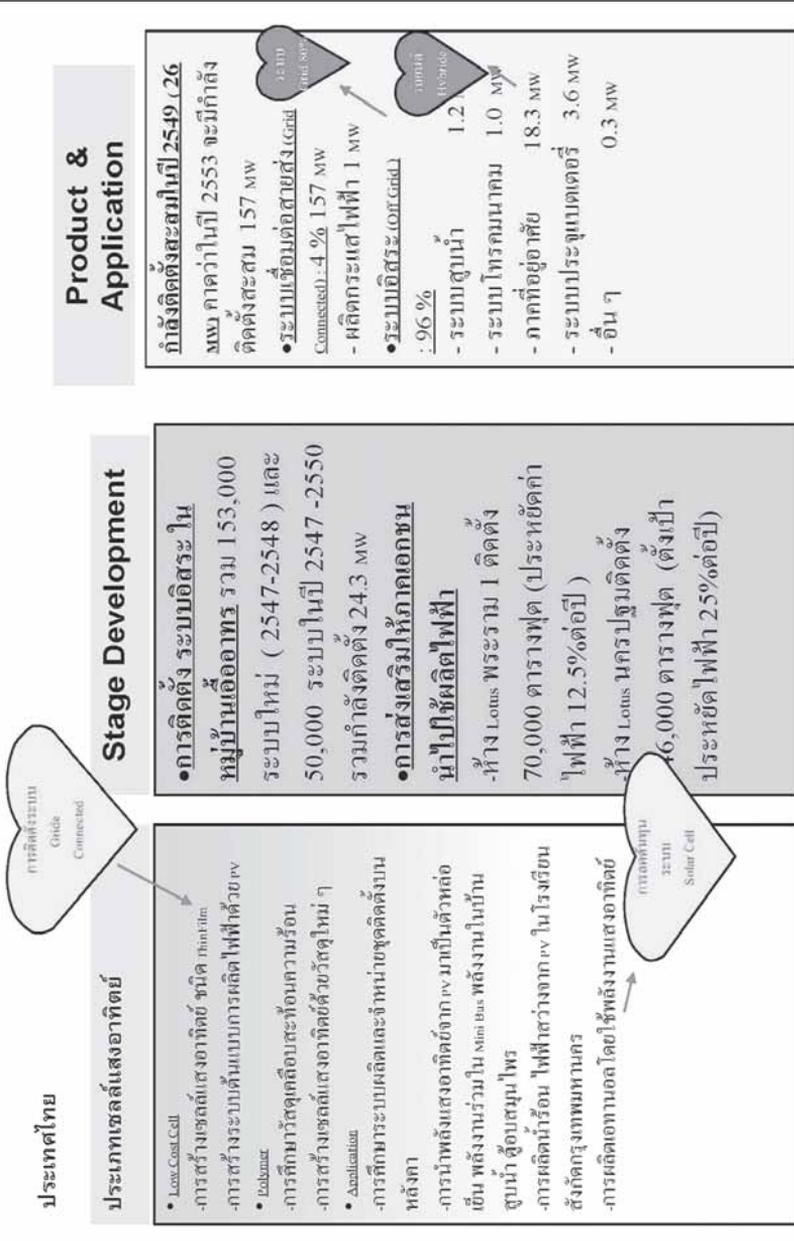
Product & Application

กำลังการผลิตสะสมทั่วโลก ณ ปี 2553 (4,000 MW)

- **ระบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid-Connected) : 81 %**
- **ภาคที่อยู่อาศัย + ภาคการค้า 3,000 MW (2 ล้านครัวเรือน)**
- **สถานีผลิตไฟฟ้า 120 MW**
- **ระบบอิสระ (Off-Grid) : 19 %**
- **ภาคขนส่ง (ใช้ร่วมกับเครื่องชนิดดีเซล) 140 MW**
- **ระบบสื่อสาร สัญญาณ**
- **ภาคที่อยู่อาศัยในสหรัฐ 180 MW**
- **ภาคที่อยู่อาศัยในประเทศอื่น ๆ 260 MW**



2.4 สาขา Solar Cell หรือ Photo Voltaic





2.5 สาขาพลังงาน (Wind Energy) 15 โครงการ (5 %) ในปี 2554 มีมูลค่า 2,044.73 ล้านบาท มีกำลังสะสมเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า 45 MW



Product & Application

- ผู้ประกอบการผลิตกังหันไฟฟ้าในปี 2547 (รวม 5,620 MW)
 - เยอรมัน 2,050 MW
 - สเปน 2,070 MW
 - สหรัฐ 390 MW
 - อินเดีย 880 MW
 - เดนมาร์ก 10 MW
 - อื่น ๆ

- เครื่องจักรออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงสูงและทนต่อการกัดกร่อนจากน้ำทะเล
- การวิจัยวัสดุสำหรับชุดเกียร์กังหันลม
- วัสดุสำหรับผลิตมอเตอร์กังหันลมจากกังหันลม

Process

- ต่างประเทศ
- วัตถุดิบ
- เซตลมแรง (ชายฝั่ง)
 - เซตลมปานกลาง
 - เซตลมต่ำ



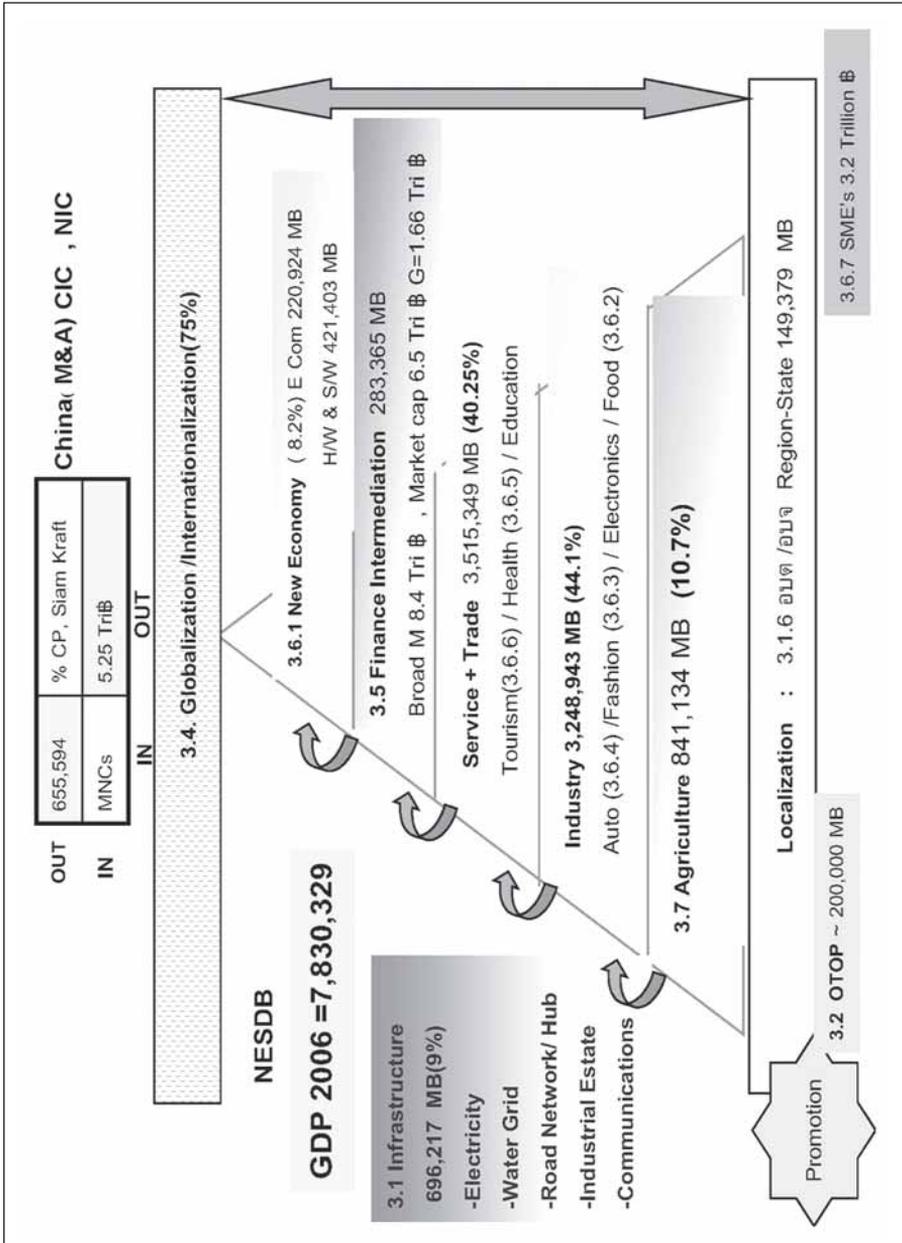
- ประเทศไทย
- พลังงานลม
 - เซตลมแรง
 - เซตลมต่ำ
 - กังหันลมสำหรับผลิตไฟฟ้า
 - มอเตอร์ไฟฟ้า
 - วัสดุชุดเกียร์

- การสร้างต้นแบบพลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
- การสร้างต้นแบบผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมบริเวณความเร็วลมต่ำ

- กำลังผลิตสะสมในปี 2550 จำนวน 115 MW จากมาตรการจูงใจที่เพิ่มขึ้นจากพลังไฟฟ้า 3.5 บาท/หน่วย (ในระยะเวลา 10 ปี)
- กำลังผลิตสะสม ในปี 2554 คาดว่าจะผลิตได้ในระดับ 500 MW (ถ้าได้รับการพัฒนาเทคโนโลยีจากผู้นำด้านพลังงานลมระดับโลก)



Economic Development





<p>3.1 Infrastructure</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Electricity Public Private Partnership (PPP) -Water Grid , Irrigation -Road Network Hub , Intelligence Highway, Indo China Hub -Industrial Estate, Export Zone , Innovation Park , S/W Park -Communications: Fixed line , Mobile, Satellite
<p>3.2 Localization</p> <p>3.2 OTOP</p> <p>3.1.6 อมต / อมจ</p> <p>3.6.7 SMEs</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Glocal VS Self –Sufficient -Region State & Geographic Cluster + Industrial Cluster -Skill & Talent/ Local Wisdom Development -Networking / Biz Matching throughout Supply Chain Activities -Financing & Micro financing -Cultural & Content Innovation – Herbs / SPA Products/ Pharmaceutical Cosmetics / IP Protection -Channel Development (Online Marketing , Retailing , Trading) -Bottom of Pyramid –BOP 4 billion people



<p>3.4 Globalization /Internationalization</p>	<p>-TRIAD , BRIC , Key Players : USA, Japan , Singapore</p> <p>-Biz Categories to be reserved</p> <p>-Non – tariff barriers</p> <p>-FDI & BOI- R&D , Testing & Measurement , Design , Finance , Engineering, Logistic ,Mktg HQ</p> <p>-FTA ,exchange rate → Commodities –Rice , Steel</p>
<p>3.7 Agriculture</p>	<p>-Functional Food / Mood Consumption</p> <p>High Nutrition / Organic Food / Food Supplement</p> <p>-High Yield / Resistance</p> <p>-GAP → GMP → GCP (Good Catering Practice)</p> <p>- ศูนย์ข้อมูล Agricultural Information Management และ ระบบเตือนภัยทางเกษตร (Early Warning System) สภาพอากาศ ,ใช้วัตถุดิบ ,โรคระบาดกึ่งก้ามกราม</p>



<p>3.6 Industry</p>	<p>-OEM → ODM → OBM</p> <p>-Fusion Food / Hybrid Fashion</p> <p>- Standardization/Certify Body/Trace back</p>
<p>3.6.5-3.6.6 Service + Trade Tourism & Health</p>	<p>-BPO :Design , Engineer , Architect ,Financial& Accounting Service , Call Center</p> <p>-Thailand Restaurant – 130,000 Outlets World-wide</p> <p>-Medical Hub ,ISO / HA, Public Health Service สปสช. / สปก.</p> <p>-Elderly Revitalization (Long Stay)</p>



<p>3.5 Finance</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Monetary Liberalization , Exchange Rate - MAI ➔ Source of Fund & Business Expansion - Micro Financing - Interest rate → Business Investment → Consumer Welfare - 60+ Money ➔ Fund ➔ Welfare (RMF, LTF)
<p>3.6.1 New Economy</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Technology diffusion , RFID , Nano IC - Technology Adoption & Adaptation ➔ Absorption ➤ Infrastructure ➤ Institutional ➤ Local Competencies



Summary of Research Trend

Emerging Technology	#โครงการ	Value 51 (MB)	PV 52-54 (MB) Value growth	NPV 51 (MB)
• Emerging Technology	501	3,551,893	991,817	50,554
1.1 Digital Electronics Computer ICT	65	1,682,113	445,787	
1.2 Nano Technology	120	27,426	31,919	
1.3+1.4 Bio technology & Genetic Engineering	185	956,237	307,413	
1.5 Material Science	131	886,117	206,698	



Summary of Research Trend

Renewal Energy	# โครงการ	Value 51 (MB)	PV 52-54 (MB) Value growth	NPV 51 (MB)
Renewal Energy	276	161,922	131,288	8,964
2.1 Bio Mass	82	67,412	100,670	
2.2 NGV/ LPG	36	90,670	22,304	
2.3 Fuel Cell	59	NA	NA	
2.4 Photo Cell	84	3,158	7,116	
2.5 Wind Energy	15	681	1,197	



Summary of Research Trend

Economic Development	# โครงการ	Value 51	PV 52-54 (MB) Value growth	NPV 51 (MB)
Economic Development	1,095	26,145,643	9,311,480	16,018
3.1 Infrastructure	98	696,217	98,064	-2,068
3.2+3.3 OTOP ชุมชน/ เศรษฐกิจพอเพียง	167	224,337	32,266	-1,686
3.4 การค้า / การพาณิชย์	108	11,048,582	1,601,197	2,990
3.5 การเงิน การคลัง	174	10,064,737	6,299,608	-
3.6 อุตสาหกรรม	134	2,925,720	1,112,315	18,003
3.7 การเกษตร	414	1,186,050	168,030	-1,221



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร



ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
1	นาง จารุณี ไกลแก้ว นักนิเวศวิทยาเคมี 8 วช	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
2	นาง จุฑามาศ กัจจรมนกุล นักวิชาการคลัง 6 ว	กรมบัญชีกลาง
3	รศ. ดร. รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
4	นาย ชติชาย สุทธาเวศ นักวิเคราะห์นโยบายและแผน	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
5	นาย ชัยพงษ์ นครำฉวี เจ้าหน้าที่วิเคราะห์งบประมาณ 7 ว	สำนักงานงบประมาณ



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
6	นาย ชำนาญ มงคลเกษม อาจารย์	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
7	ดร. พลเทพวรรณ คำพรธน์	สถาบันวิจัยและพัฒนาบริหารศาสตร์
8	ดร. ต่อศักดิ์ เลิศศรีสุภรณ์ ผู้อำนวยการโครงการเครือข่ายการส่งเสริม การนำนวัตกรรมไปใช้	สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
9	รศ. ชิงชัย สุวรรณเลิศพันธ์ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
10	นางสาว ชีวรัตน์ อีนอ่อน นักวิเคราะห์นโยบายและแผน	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)





รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
 เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร



ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
11	ดร. นเรศ ดำรงชัย ผู้อำนวยการศูนย์คาดการณ์เทคโนโลยีเอเปค	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
12	นาย นริศ ชัยสุทร ประธานกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเศรษฐศาสตร์	สภาวิจัยแห่งชาติ
13	นาง นิตยา ศุภฤทธิ์ นักวิจัยระดับดีมี 8 วช	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
14	นาย นวัตกรรม เกลิมฑูติเดช เศรษฐกร 8 ว	ศูนย์ประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
15	ผศ. ปัญญา ธีระวิทย์เลิศ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
16	นาย พงศ์บุณย์ ปองทอง เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 8 ว	สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
17	นาย พิเชษฐ์ อุไรรัตน์ ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนานโยบายอุดมศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา
18	นางสาว พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล รองผู้อำนวยการวิจัยและพัฒนา	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย
19	นาง ภาวณี วิมาตคีติปิ่น ผู้อำนวยการส่วนติดตามและประเมินผล	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
20	ดร. มารยาท สมุทรสาคร เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 8 ว	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ





รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยกำลังวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร



ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
21	นาย มัททชน พฤทธิขจรชัย พนักงานบริหารระดับกลาง	สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
22	นาง รพีณี สหมก เศรษฐกร 8	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
23	นาง รัดนา เพ็ชรอุไร ผู้อำนวยการกองบริหารงานวิจัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
24	นาง รุ่งทิพย์ มงคลเกษม อาจารย์	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง คณะวิทยาศาสตร์, Biotech
25	นาง วริดา พวงกุล รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
26	วรสิทธิ์ ประจันพด นักวิชาการคลัง 6 ว	กรมบัญชีกลาง
27	วิไลนา ปิ่นเสม ผู้อำนวยการสำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
28	นางสาว วิภาวี อุนพันธ์พิชญ์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
29	รศ. ดร. ศรัณย์ วรชนังจรียา ประธานกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา	สภาวิจัยแห่งชาติ





รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร



ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
30	ดร. สรียา ชัยรัตนานนท์ ผู้จัดการสถาบันวิจัยและพัฒนาเพื่ออุตสาหกรรม	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
31	ผศ. ดร. สุรัจตี เดชเจริญ ผู้ช่วยอธิการบดีวิจัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
32	นาง สุวิมล ชุนพันธ์ เศรษฐกร 8 ว	ศูนย์ประเมินผล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
33	นางสาว เสาวณี มุสิแดง ผู้อำนวยการสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
34	ผศ. ดร. เสาวณี ใหญ่รุ่งโรจน์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย	มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย



รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.
ณ ห้องแกรนด์ฮอลล์ 1 โรงแรมรามการ์เด้น กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
35	หญิง บุญธรรม เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 4	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
36	รศ. ดร. อภิวัฒน์ ชนชยานนท์ ผู้ช่วยอธิการบดี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
37	ดร. อรสา อ่อนจันทร์ นักวิทยาศาสตร์ 5	โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ
38	นาง อัญชลี อุไรกุล ที่ปรึกษา	สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร
39	ดร. อุทิศ ขาวเอียง รองเลขาธิการคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ





รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมสัมมนา Focus Group
เรื่อง Foresight Research โดยกำลังวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
วันอังคารที่ 29 มกราคม 2551 เวลา 09.30 - 14.30 น.

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
40	นาง กรแก้ว ไกรสิทธิ์	กองพัฒนาระบบวัสดุทอถัก สิ่งทอ การเคหะแห่งชาติ
41	นางสาว นันทิชา เอี่ยมเป็พฤกษ์	สำนักวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม
42	นางสาว เตือนจิตต์ สัตยวิวิธูห์	กรมวิชาการเกษตร
43	นางสาว วิมลรัตน์ วิริยะเมตตกุล	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
44	นาง อังคณา เคนิมพงศ์ นักวิชาการสิ่งแวดล้อม	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
45	นางสาว นฤมล เจริญดี	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง















คณะผู้จัดทำหนังสือ
Foresight Research โดยการสังเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์จากผลงานวิจัย
สาขาเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (Emerging Technology)
กลุ่มกิจการพิเศษ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

- | | | |
|------------------|-------------|---------------------------------------|
| 1. นางสาวเพชร | สังขวร | หัวหน้ากลุ่มกิจการพิเศษ |
| 2. นางสาวรัชฎา | เสนอคํา | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 6 ว. |
| 3. นางเจติยา | อินสิงห์ | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 4 |
| 4. นายฟาริส | ดุริยะพงศ์ | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 4 |
| 5. นายอนันต์ | เกตุวิวัฒน์ | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 3 |
| 6. นายชนกฤต | สาทร | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 3 |
| 7. นายสิงห์ไกรสร | ประสงค์ | เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 3 |
| 8. นางอารีย์ | เฟ่งไพฑูรย์ | เจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์ 3 |
| 9. นางสาวสุกัญญา | สุวรรณโณ | เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 3 |
| 10. นางสาวนาฏฤดี | ศรีแจ่ม | เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 3 |
| 11. นางสาวกนวรรณ | โสภางค์ | เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป 3 |

