กรอบนโยบาย
การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย
พ.ศ. ๒๕๕๕- ๒๕๖๔

จัดทำโดย

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ร่วมกับ

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

สารบัญ

หน้า

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร I

Executive Summary

บทที่ ๑ บทนำ

๑.๑ ความเป็นมา

๑.๒ กระบวนการในการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

บทที่ ๒ สถานภาพและแนวโน้มนาโนเทคโนโลยีของโลกและประเทศไทย

๒.๑ นิยามของนาโนเทคโนโลยี ๕

๒.๒ ความสำคัญของนาโนเทคโนโลยี

๒.๓ สถานภาพและแนวโน้มนาโนเทคโนโลยีของโลก

๒.๔ สถานภาพนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

บทที่ ๓ กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

๓.๑ แนวคิดกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

๓.๒ ทิศทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

๓.๓ กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

บทที่ ๔ ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ

๔.๑ ยุทธศาสตร์ที่ ๑: ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี

๔.๒ ยุทธศาสตร์ที่ ๒: เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตด้วยนาโนเทคโนโลยี

๔.๓ ยุทธศาสตร์ที่ ๓: เสริมความมั่นคงทางพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยนาโนเทคโนโลยี

๔.๔ ยุทธศาสตร์ที่ ๔: พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

๔.๕ ยุทธศาสตร์ที่ ๕: พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ

บทที่ ๕ กลไกการบริหารกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) ไปสู่การปฏิบัติ และการติดตามประเมินผล

๕.๑ แนวทางการดำเนินงานในการบริหารจัดการ

๕.๒ กลไกการกำกับดูแล และการประเมินผลการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ

๕.๓ ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

บทที่ ๖ ผลที่คาดว่าประเทศไทยจะได้รับ

๖.๑ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อภาคเศรษฐกิจ
๖.๒ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อประชาชนและสังคม
๖.๓ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม
๖.๔ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

ภาคผนวก ข ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี

ภาคผนวก ค หน่วยงานวิจัยและรายชื่อครุภัณฑ์หลักทางด้านนาโนเทคโนโลยี

บทสรุปผู้บริหาร

ด้วยปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ทั่วโลกให้ความสำคัญสูง เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทมากขึ้นสำหรับภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม และเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม เป็นเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้อีกมากที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาศาสตร์พื้นฐานเพื่อต่อยอดในการคิดค้นวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบอุปกรณ์ และสิ่งประดิษฐ์ที่ท้าทาย นาโนเทคโนโลยีต้องการการวิจัยในหลายระดับ การวิจัยขั้นพื้นฐานเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสร้างความเข้าใจให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้สูงและกว้างขวางยิ่งขึ้น การพัฒนานี้ต้องอาศัยบุคลากรหลายด้านทำงานร่วมกัน (interdisplinary) ทั้งทางด้านนักฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิศวกรสาขาต่างๆ เช่น ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เคมี วัสดุ ฯลฯ เพื่อค้นหาแนวความคิดใหม่ๆ เพื่อสร้างฐานความรู้ในสาขาอีกมากทำให้การพัฒนาต้องอาศัยศักยภาพของบุคลากร การสนับสนุนการวิจัย การบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร การดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยี การวิเคราะห์ทดสอบ โครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา การสร้างความตระหนักและความเข้าใจแก่สาธารณะ การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสี่ยง ตลอดจนการเชื่อมโยงระหว่างภาคการวิจัยพัฒนาและ ภาคอุตสาหกรรมและสังคม แม้ว่าการลงทุนทางด้านนาโนเทคโนโลยีของไทยที่ผ่านมาจะมีการลงทุนไม่มาก แต่ถ้ามีเป้าหมาย (focus) ที่ชัดเจน ก็สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ เพราะการลงทุนอย่างเดียวไม่ใช่เงื่อนไขที่สำคัญที่สุด แต่เป็นความคิดที่สร้างสรรค์ (innovative idea) ที่จะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดการก้าวข้าม (breakthrough) ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

ตามพระราชบัญญัติว่าด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๑ ได้กำหนดให้สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) มีหน้าที่ในการจัดทำร่างนโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อเสนอต่อคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.) พิจารณา ในการนี้ สวทน. และศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ศน.) ได้ร่วมกันจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยในระยะ ๑๐ ปี โดยกระบวนการจัดทำกรอบนโยบายฯ อาศัยกลไกของคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากทุกภาคส่วน โดยมีหน้าที่หลักในการให้ความเห็น คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการกำหนด เป้าหมาย ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ มาตรการ และตัวชี้วัดตามกรอบนโยบายการพัฒนาฯ อย่างเป็นรูปธรรม

คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) และแผนยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙) เมื่อวันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๕ และได้มอบหมายให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการต่อไป

กรอบนโยบายนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔ จัดทำขึ้นโดยได้มีการพิจารณาความต้องการ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ศักยภาพ ขีดความสามารถ ความท้าทาย และปัจจัยพื้นฐานทั้งภายในและภายนอก ของการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย รวมไปถึงข้อจำกัด การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในระยะสั้นและในระยะยาว ซึ่งส่วนหนึ่งได้พัฒนาต่อจากแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๐ – ๒๕๕๖) นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับกรอบนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (ฉบับที่ ๑๑) เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีมีความเป็นพลวัตสูงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับ เป้าหมาย ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ รวมทั้งตัวชี้วัดสำหรับการประเมินผลให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน และแนวโน้มการพัฒนานาโนเทคโนโลยีในอนาคต และให้สามารถนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติได้จริง โดยกำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายหลักดังต่อไปนี้

วิสัยทัศน์ นาโนเทคโนโลยีเพิ่มขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนฯ ได้กำหนด **เป้าหมายหลัก** ไว้ ๓ ประการ คือ

๑. ยกระดับเทคโนโลยีด้านเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่ตอบสนองตรงความต้องการของตลาดมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี

๒. ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาวะ และสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนาวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบอุปกรณ์ ด้วยนาโนเทคโนโลยี

๓. ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

กรอบยุทธศาสตร์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนาฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถทางด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ยกระดับทางเศรษฐกิจ พัฒนาภาคอุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมและเสริมสร้างอุตสาหกรรมใหม่ นอกจากนี้ยังสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพชีวิต พัฒนาสังคม ตลอดจนการใช้ประโยชน์และการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ซึ่งต้องมีการบูรณาการความรู้จากเทคโนโลยีสาขาต่างๆ เพื่อการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีให้สนองตอบความต้องการผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตั้งแต่ **ต้นน้ำ กลางน้ำ** ไปจนถึง **ปลายน้ำ** แนวคิดดังกล่าว ได้นำมาสู่การกำหนดกรอบแผนกลยุทธ์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ในรายละเอียดซึ่งได้แสดงเป็น ๔ ระดับ ได้แก่

๑. การกำหนดสาขาเศรษฐกิจและสังคมของการพัฒนาใน ๔ คลัสเตอร์เป้าหมายคือ **๑) สุขภาพและการแพทย์ ๒) ภาคเกษตร และอาหาร ๓) อุตสาหกรรมการผลิต ๔) พลังงานและสิ่งแวดล้อม** และได้กำหนด ๘ อุตสาหกรรมหลัก คือ **อาหารและเกษตร อิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ สิ่งทอ และเคมี/ปิโตรเคมี สุขภาพและการแพทย์ SME/ชุมชน พลังงานและสิ่งแวดล้อม**

๒. การกำหนดกลุ่มผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการแข่งขัน ๗ กลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังนี้คือ **๑) ผลิตภัณฑ์ทางด้านเซนเซอร์** ทั้งที่ผลิตจากวัสดุจากชีวภาพและไม่ใช่ชีวภาพ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดก๊าซในงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อม พอลิเมอร์อิเล็กโตรไลต์

อุปกรณ์ตรวจวินิจฉัยโรค และวัสดุตรวจจับสารเคมีที่ผลิตจากเส้นใยเซรามิกส์นาโนกึ่งตัวนำ เป็นต้น **๒) กลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์** ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์อินทรีย์อิเล็กทรอนิกส์ อุปการณ์แสดงผลฟิล์มบางอินทรีย์เปล่งแสง เซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ฟิล์มบางอินทรีย์ เป็นต้น **๓) กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบนำส่งยา/สมุนไพร** ตัวอย่างเช่น พาหนะนำส่งยา (drug delivery vehicle) ยารักษาโรคเฉพาะจุด (targeting drug) สารสกัดจากสมุนไพรเพื่อใช้ในอาหารเสริม เป็นต้น **๔) กลุ่มเวชสำอาง** ตัวอย่างเช่น สารสกัดประกอบสำหรับเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ดูแลผิว เป็นต้น **๕) ตัวเร่งปฏิกิริยาและวัสดุดูดซับกรอง** ตัวอย่างเช่น ตัวเร่งปฏิกิริยานาโนซีโอไลต์ แผ่นกรองโมเลกุล แผ่นโพลิเมอร์นำไฟฟ้าเป็นต้น **๖) กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน** ตัวอย่างเช่น วัสดุเคลือบผิวฉนวน/สะท้อนความร้อน วัสดุเคลือบผิวนาโนลดความฝืด กระจกไร้คราบสกปรก และวัสดุเคลือบสิ่งทอกันน้ำและกันเปื้อน เป็นต้น **๗) กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง** ตัวอย่างเช่น วัสดุเสริมแรงด้วยท่อคาร์บอนนาโน เส้นลวดเซรามิกส์นาโน เป็นต้น

๓. การกำหนดสาขาหลักของพื้นฐานทางวิชาการทางนาโนเทคโนโลยีและสาขาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (core technology) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น ๓ สาขา คือ **วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีชีวภาพนาโน** และการพัฒนาเทคโนโลยีฐาน (technology platform) ใน ๓ สาขาคือ **เทคโนโลยีการเคลือบระดับนาโน เทคโนโลยีการห่อหุ้มระดับนาโน และ เทคโนโลยีการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนเชิงฟังก์ชัน**

๔. การกำหนดกลยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาปัจจัยเกื้อหนุน (enabling factors) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับฐานราก คือ **๑) ทรัพยากรมนุษย์** โดยให้มีการให้ทุนการศึกษาพัฒนานักวิจัยและอาจารย์ การปรับหลักสูตรการศึกษาตั้งการเรียนไปจนถึงการส่งเสริมเส้นทางอาชีพ เป็นต้น **๒) การวิจัยและพัฒนา** โดยมีการกำหนดทิศทางงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีฐานสำหรับภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ กระตุ้นการวิจัยร่วมกันหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน เพื่อให้เกิดการนำนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น **๓) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน** อาทิเช่น สนับสนุนให้มีห้องปฏิบัติการกลางด้านนาโนเทคโนโลยีระดับชาติที่มีขีดความสามารถในการวิจัยวิเคราะห์และให้บริการที่ได้มาตรฐานในระดับสากล สนับสนุนศูนย์แห่งความเป็นเลิศและเครือข่ายความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีในสาขาที่สำคัญ สร้างความเข้มแข็งให้กับหน่วยบ่มเพาะด้านนาโนเทคโนโลยี ร่วมลงทุนหรือรับช่วงสิทธิ์จากผู้พัฒนานาโนเทคโนโลยีในต่างประเทศ ปรับปรุงกฎระเบียบมาตรการทางกฎหมาย เครื่องมือทางการเงินการคลัง เพื่อสร้างแรงจูงใจดึงดูดการลงทุนของภาคเอกชนจากทั้งในและต่างประเทศ เป็นต้น **๔) การบริหารจัดการ** อาทิ การพัฒนาระบบการตรวจสอบคุณภาพ มาตรฐาน ความปลอดภัยและจริยธรรม เพื่อเสริมสร้างคุณภาพชีวิตและสุขภาวะ การสร้างความตระหนักโดยบรรจุเนื้อหาด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา เป็นต้น **๕) การถ่ายทอดเทคโนโลยี** การถ่ายทอดเทคโนโลยีทำให้เกิดการกระจายความรู้ ยกระดับขีดความสามารถของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ SME และสร้างความเข้มแข็งให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ

ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายข้างต้น กรอบนโยบายการพัฒนาฯ ได้กำหนดยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการเพื่อเป็นแนวทางในการผลักดันนโยบายดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ ๑ การยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี

เป้าหมาย

๑. นาโนเทคโนโลยีมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกันและลดอัตราการป่วยจากโรคที่เป็นปัญหาสำคัญ

๒. ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในสินค้าอุปโภคบริโภค

๓. มีระบบการจัดการข้อมูลความปลอดภัยด้านการพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

กลยุทธ์ที่ ๑.๑ สนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุข

มาตรการที่ ๑.๑.๑ กำหนดทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต สุขภาพ และการแพทย์

มาตรการที่ ๑.๑.๒ การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการป้องกันและการรักษาโรค

กลยุทธ์ที่ ๑.๒ สร้างความตระหนักและส่งเสริมการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจด้านนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๑.๒.๑ จัดให้มีการสื่อสารและให้ข้อมูลแก่สังคมเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีหลายทางหลายระดับอย่างต่อเนื่อง

มาตรการที่ ๑.๒.๒ บรรจุเนื้อหาทางด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตั้งแต่ระดับโรงเรียน

มาตรการที่ ๑.๒.๓ สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนในการสร้างความตระหนัก การรับรู้ การนำความรู้ที่ได้จากการพัฒนานาโนเทคโนโลยีไปเผยแพร่และนำไปพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ขององค์กรต่อไป

กลยุทธ์ที่ ๑.๓ ให้ความรู้และสร้างกลไกดูแลความปลอดภัย จริยธรรม และมาตรฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๑.๓.๑ พัฒนากลไกการให้ความรู้และการจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยและจริยธรรมด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

มาตรการที่ ๑.๓.๒ สนับสนุนบทบาทคณะกรรมการระดับชาติด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๑.๓.๓ พัฒนาศักยภาพด้านการตรวจสอบคุณภาพ มาตรฐาน และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ด้านนาโนเทคโนโลยี

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตด้วยนาโนเทคโนโลยี

เป้าหมาย

๑. มีการลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยีในภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต เพิ่มขึ้น

๒. มีจำนวนผลงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่ภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น

๓. ภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต มีอัตราการจ้างงานด้านนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

กลยุทธ์ที่ ๒.๑ **ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่มูลค่า**

มาตรการที่ ๒.๑.๑ กำหนดทิศทางงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีฐานสำหรับภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิต

มาตรการที่ ๒.๑.๒ สนับสนุนการพัฒนาและต่อยอดงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีฐาน

มาตรการที่ ๒.๑.๓ จัดให้มีการเข้าถึงข้อมูลทั้งข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลผลการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐและข้อมูลจากภาคเอกชน

กลยุทธ์ที่ ๒.๒ **ส่งเสริมกลไกเชื่อมโยงด้านการวิจัยและพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระหว่างภาคการวิจัยกับภาคเอกชน**

มาตรการที่ ๒.๒.๑ สร้างเครือข่ายการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีระหว่างภาคการวิจัยและภาคเอกชนในระดับประเทศและในระดับนานาชาติ

มาตรการที่ ๒.๒.๒ สนับสนุนการสร้างกลไก/องค์กรที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้และความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน

กลยุทธ์ที่ ๒.๓ **ผลักดันให้มีการนำงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์**

มาตรการที่ ๒.๓.๑ สร้างแรงจูงใจเพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนของภาคเอกชน

มาตรการที่ ๒.๓.๒ กระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษาและภาคเอกชน และมีการผลักดันให้มีการนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์

ยุทธศาสตร์ที่ ๓ เสริมความมั่นคงทางพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยนาโนเทคโนโลยี

เป้าหมาย

๑. ผลงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเสริมความมั่นคงทางพลังงาน

๒. ประเทศไทยเป็นผู้นำในการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาและผลิตพลังงาน และพลังงานทดแทนในภูมิภาคอาเซียน

๓. นาโนเทคโนโลยีมีส่วนช่วยสนับสนุนและพัฒนากระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีส่วนร่วมในการลดของเสียและมลพิษลงร้อยละ ๐.๕ และ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กลยุทธ์ที่ ๓.๑ ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานและพลังงานทดแทน

มาตรการที่ ๓.๑.๑ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีฐานเพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มผลผลิตพลังงาน พลังงานทดแทน

มาตรการที่ ๓.๑.๒ นำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

กลยุทธ์ที่ ๓.๒ พัฒนานาโนเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ ๓.๒.๑ พัฒนานาโนเทคโนโลยีสำหรับระบบการผลิตที่สะอาดและผลักดันให้มีการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น

มาตรการที่ ๓.๒.๒ ส่งเสริมการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อลดและบำบัดของเสียสู่การนำไปใช้งานจริงอย่างจริงจัง

มาตรการที่ ๓.๒.๓ พัฒนาอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์มลภาวะต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ ๔ พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

เป้าหมาย

๑. มีสัดส่วนบุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีต่อประชากร ๒.๕ : ๑๐,๐๐๐ คน

๒. มีบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีปฏิบัติงานในภาคเอกชนร้อยละ ๕๐

กลยุทธ์ที่ ๔.๑ เร่งสร้างบุคลากร "ตัวคูณ"

มาตรการที่ ๔.๑.๑ ให้ทุนศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยและอาจารย์ของประเทศ

มาตรการที่ ๔.๑.๒ สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนนักวิจัยระหว่างองค์กรภายในประเทศและระหว่างประเทศ

มาตรการที่ ๔.๑.๓ สนับสนุนนักวิจัยไปเสนอผลงานในการประชุมวิชาการด้านนาโนเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ

กลยุทธ์ที่ ๔.๒ สนับสนุนการสร้างกำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีร่วมกันระหว่างอุตสาหกรรม ภาคการศึกษาและภาครัฐ

มาตรการที่ ๔.๒.๑ สนับสนุนมหาวิทยาลัยให้มีหลักสูตรการศึกษาตั้งแต่การเรียนไปจนถึงการส่งเสริมเส้นทางอาชีพ

มาตรการที่ ๔.๒.๒ สนับสนุนทุนการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๔.๒.๓ สร้างแรงจูงใจ ดึงดูดนักวิจัย/ผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ

กลยุทธ์ที่ ๔.๓ ยกระดับความรู้บุคลากรเชิงปฏิบัติทั้งในภาครัฐและอุตสาหกรรม

มาตรการที่ ๔.๓.๑ ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรม ในการผลิตบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการ

มาตรการที่ ๔.๓.๒ จัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมความรู้และการฝึกปฏิบัติด้านนาโนเทคโนโลยีการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง

มาตรการที่ ๔.๓.๓ สนับสนุนผลงานวิจัยให้สามารถถออกไปสู่สาธารณะชนได้มากขึ้น

ยุทธศาสตร์ที่ ๕ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ

เป้าหมาย

๑. มีขีดความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ในลำดับชั้นแนวหน้าของอาเซียน โดยมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศ ร้อยละ ๐.๒ ของ GDP

๒. มีกลไกการเชื่อมโยงระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน โดยมีสัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีระหว่างภาครัฐต่อเอกชน ร้อยละ ๕๐

๓. สร้างแรงจูงใจดึงดูดการลงทุนของภาคเอกชนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ และส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

กลยุทธ์ที่ ๕.๑ ประกาศนโยบาย และวงเงินลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๕.๑.๑ ภาครัฐ หน่วยงานวิจัย และเอกชน ร่วมดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยแหล่งเงินจะมาจากงบประมาณแผ่นดิน เงินกองทุน เงินกู้ และเงินลงทุนภาคเอกชน ซึ่งจะลดความซ้ำซ้อนการดำเนินการและใช้งบประมาณนำไปสู่การใช้งบประมาณคุ้มค่า มีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ ๕.๑.๒ พัฒนาระบบฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานทางด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศ

มาตรการที่ ๕.๑.๓ สนับสนุน ผลักดันการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีฐานและพัฒนาโครงการวิจัยขนาดใหญ่โดยใช้โครงการที่เป็นวาระแห่งชาติเป็นฐาน

กลยุทธ์ที่ ๕.๒ สร้างความเชื่อมั่นและสนับสนุนการดึงดูดการลงทุน

มาตรการที่ ๕.๒.๑ ปรับปรุงกฎระเบียบ มาตรการทางกฎหมาย มาตรฐาน เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในเครื่องมือ/สินค้า

มาตรการที่ ๕.๓.๒ ปรับปรุงกฎระเบียบ มาตรการทางกฎหมาย เครื่องมือทางการเงินการคลัง เพื่อสร้างแรงจูงใจ ดึงดูดการลงทุนของภาคเอกชนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ และส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๕.๓.๓ ใช้ตลาดภาครัฐผลักดันให้เกิดการผลิตจากผลงานวิจัยและพัฒนา

กลยุทธ์ที่ ๕.๓ สนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิเคราะห์ทดสอบ

มาตรการที่ ๕.๓.๑ สนับสนุนศูนย์แห่งความเป็นเลิศและเครือข่ายความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีในสาขาที่สำคัญ

มาตรการที่ ๕.๓.๒ เสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในการวิเคราะห์ทดสอบและการออกมาตรฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๕.๓.๓ สนับสนุนให้มีห้องปฏิบัติการกลางด้านนาโนเทคโนโลยีระดับชาติที่มีขีดความสามารถในการวิจัย วิเคราะห์และให้บริการที่ได้มาตรฐานในระดับสากล

กลไกการบริหารแผนไปสู่การปฏิบัติและการติดตามประเมินผล

ในการบริหารจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีตามกรอบนโยบายฯ ฉบับนี้ กำหนดโครงสร้างการดำเนินงานใน ๓ ระดับ **ทั้งในระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ** เพื่อให้เกิดการบริหารที่ครอบคลุมจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ในระดับนโยบาย การบริหารจัดการและกำกับดูแลหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนตามแผนกลยุทธ์เป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของ กวทน. โดย สวทน. ดำเนินการวิจัยเชิงนโยบายและเป็นหน่วยที่ติดตามความก้าวหน้าในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของโลก ทำหน้าที่เสนอนโยบายต่อ กวทน. โดย สวทน. ร่วมกับ **ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ**ทำหน้าที่เป็น**สำนักงานเลขานุการ**ของคณะกรรมการนโยบายฯ ซึ่งอาจมีคณะอนุกรรมการดำเนินการตามกิจกรรมหลัก คือ **๑) คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนนโยบายนาโนเทคโนโลยี** ทำหน้าที่ผลักดันการดำเนินงานของกรอบนโยบาย ประสานความร่วมมือของหน่วยงานต่างๆ ในการดำเนินการตามกรอบนโยบายฯ พิจารณาข้อเสนอโครงการ/มาตรการด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง และเสนอความเห็นต่อ กวทน. และ **๒) คณะอนุกรรมการติดตามและประเมินผลนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม** ทำหน้าที่รายงานผลการดำเนินงาน ติดตามและประเมินผลนโยบายและแผนนาโนเทคโนโลยี ติดตามกิจกรรมหลักด้านนาโนเทคโนโลยี และเสนอความเห็นต่อ กวทน. โดยผลักดันผ่านทางหน่วยงานภาครัฐและเอกชน หรืออาจมี**คณะผู้เชี่ยวชาญหรือคณะทำงาน** จัดตั้งขึ้นเพิ่มเติมในแต่ละคณะอนุกรรมการตามความเหมาะสมเพื่อช่วยในการผลักดันแผนไปสู่ภาคปฏิบัติ

สำหรับการประเมิน ควรใช้หน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีและได้รับการยอมรับในสังคมให้ประเมินความก้าวหน้าและความสำเร็จของโครงการหรือกิจกรรมที่สำคัญๆ และรายงานผลการประเมินให้คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติรับทราบ เพื่อให้ข้อคิดเห็นหรือเสนอแนะแนวทางการปรับแก้กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔) ทั้งในส่วนของกรอบนโยบาย เป้าหมาย ยุทธศาสตร์กลยุทธ์ มาตรการ และแนวทางปฏิบัติให้เหมาะสมกับภาวการณ์ที่เปลี่ยนไป ซึ่งสำนักงานเลขานุการฯ จะทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้ง ๓ ระดับ (ระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ) ในการปรับปรุงกรอบนโยบายฯ และการดำเนินงานตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคณะกรรมการฯ ต่อไป

ปัจจัยสู่ความสำเร็จของการผลักดันกรอบนโยบายฯ ไปสู่การปฏิบัติ

วิชาความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีถูกมองว่าคือปัจจัยสู่ความสำเร็จของการพัฒนาเทคโนโลยีมากมายหลายชนิด การที่จะขับเคลื่อนกรอบนโยบายนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔) ไปสู่การปฏิบัติและมุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ได้นั้นต้องมีปัจจัยแห่งความสำเร็จพื้นฐานซึ่งประกอบด้วย มีความมุ่งมั่น (commitment) มีแผนการดำเนินงานที่เจาะจงชัดเจน (focus plan) มีการประเมินผลการดำเนินงาน มีการปรับกลยุทธ์และแนวทางการพัฒนาให้สามารถขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้อย่างต่อเนื่อง (continuity) นอกจากนี้แล้วยังจำเป็นต้องมีปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญ (key success factors : KSF) อีกอย่างน้อย ๓ ประการ ได้แก่ **๑) งบประมาณ** – ที่ต้องมีทั้งปริมาณและความต่อเนื่องสำหรับการสร้าง พัฒนา และต่อยอดองค์ความรู้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระยะสั้นและเพื่อการพัฒนารากฐานในระยะยาว โดยต้องมีการบริหารทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้จะต้องสามารถวัด

ประสิทธิภาพ ประสิทธิผลที่ตอบสนองความต้องการของประชาชนในประเทศได้ **๒) แรงจูงใจ** – มีมาตรการที่เสริมจุดแข็ง และลดจุดอ่อน โดยให้ความสำคัญต่อการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี การให้สิทธิประโยชน์ที่ดึงดูดและจูงใจการทำวิจัยและการลงทุนวิจัยทั้งในระดับประเทศและในระดับนานาชาติ เช่น เงินอุดหนุน มาตรการทางภาษี มาตรการสนับสนุนและดึงดูดการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยี เป็นต้น **๓) การสนับสนุนตลาดภาครัฐ** - การสนับสนุนการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (government procurement) กระตุ้นการขยายตัวของตลาด ยกระดับความสามารถของโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้เกิดความคล่องตัวสำหรับอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โครงการที่เป็นวาระแห่งชาติ (flagship projects) ที่จะมีการสนับสนุนภาครัฐและเอกชนอย่างจริงจัง เสริมให้มีความแข็งแกร่งก่อให้เกิดการพัฒนาสินค้านวัตกรรมระยะแรก ที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศและลดการนำเข้า ส่งเสริมอุตสาหกรรมเป้าหมายด้วยตลาดภายในประเทศ สร้างงานสร้างอาชีพ สร้างการยอมรับและความมั่นใจในคุณภาพมาตรฐาน เพิ่มขีดความสามารถการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของไทยให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น และเพียงพอที่จะทำให้ประเทศไทยสามารถเลือกที่จะมีจุดยืนที่เข้มแข็งอยู่ในเวทีโลกได้ และสามารถแข่งขันได้ในภาวะที่มีการอัดฉีดและทุ่มงบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนาในอัตราเร่งในระดับนานาชาติต่อไป

ผลที่คาดว่าประเทศไทยจะได้รับ

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อภาคเศรษฐกิจ

- การเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารอันดับ ๑ ใน ๓ ของโลก ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตและลดต้นทุนทางการผลิต
- การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมแฟชั่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ นวัตกรรมทางแฟชั่นอื่นๆ อาทิเช่น เครื่องหนัง อัญมณี และเครื่องประดับ
- การสร้างผู้ประกอบการใหม่หรือพัฒนาธุรกิจด้วยนาโนเทคโนโลยีไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ บริษัท จะทำให้เกิดการลงทุน เกิดผลผลิต การจ้างงานและสร้างตลาด อาทิเช่น เทคโนโลยีวัสดุพลังงานรูปแบบใหม่ที่สะอาด และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น การพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรคสำเร็จ ยาและอุปกรณ์ทางการแพทย์

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อประชาชนและสังคม

- การสร้างรูปแบบใหม่ในการพัฒนาการเรียนรู้และการศึกษาของสังคม
- การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน
- การเพิ่มความสามารถในการควบคุม ป้องกันและลดอัตราการป่วยจากโรคที่เป็นปัญหาสำคัญ
- การมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในสินค้าอุปโภคบริโภค
- การตระหนักถึงผลกระทบในเชิงลบและจริยธรรมที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

- การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาและผลิตพลังงานทดแทน
- การลดมลภาวะที่เกิดจากการใช้ฟอสซิลและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- การอนุรักษ์และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรม

ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

- มีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี ร้อยละ ๐.๒ ของ GDP
- มีสัดส่วนการทำวิจัยระหว่างภาครัฐ : ภาคเอกชน เป็น ๕๐ : ๕๐
- มีบุคลาการด้านการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี ๒.๕ : ๑๐,๐๐๐ คน
- มีสัดส่วนบุคลากรวิจัยและพัฒนาทำงานภาคเอกชนร้อยละ ๕๐
- สามารถจดสิทธิบัตรได้ไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ สิทธิบัตร และมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับสากลไม่ต่ำกว่า ๒,๐๐๐ ฉบับ
- มีกลไกเสริมสร้างความสามารถในการดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากในประเทศและต่างประเทศ มีปัจจัยเอื้อทางกฎหมาย มีมาตรการมีแรงจูงใจดึงดูดการลงทุน ปรับปรุงระเบียบทางการเงินการคลัง
- สามารถเพิ่มอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันไปสู่ ๑ ใน ๑๕ ของการจัดอันดับการแข่งขันระหว่างประเทศโดย IMD

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ ความเป็นมา

ปัจจุบันนาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ทั่วโลกให้ความสำคัญและมีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งด้านสังคมที่มีคุณภาพที่ต้องอาศัยองค์ความรู้และมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้นการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศไทยเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน และเพื่อผลักดันอุตสาหกรรมไทยให้สามารถแข่งขันได้ในเวทีโลกอย่างยั่งยืนโดยใช้นาโนเทคโนโลยี จึงเป็นเรื่องสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบแผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๐ – ๒๕๕๖ เมื่อวันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๐ และได้มอบหมายให้ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติเป็นเจ้าภาพในการทำหน้าที่ผลักดันแผนกลยุทธ์ดังกล่าวผ่านกลไกของคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (แต่งตั้งเมื่อวันที่ ๙ มิถุนายน ๒๕๔๘) และได้แต่งตั้งคณะอนุกรรมการฯ อาทิ คณะอนุกรรมการคลัสเตอร์เป้าหมายหลักด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ คณะอนุกรรมการพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ คณะอนุกรรมการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ คณะอนุกรรมการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อทำหน้าที่ขับเคลื่อนกลยุทธ์ดังกล่าว ต่อมาได้มีการจัดตั้งสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติว่าด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๑ มีภารกิจหลักในการจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมระดับชาติ

ทั้งนี้ได้มีการยกเลิกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๙ ทำให้การทำหน้าที่ของคณะกรรมการนโยบายนาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสิ้นสุดลง สวทน. ซึ่งปฏิบัติหน้าที่เป็นเลขานุการของคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.) ได้ดำเนินการจัดทำนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ในการนี้สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ จึงได้ร่วมกับ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ดำเนินการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) และแผนยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙) เมื่อวันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๕ และได้มอบหมายให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการต่อไป

๑.๒ กระบวนการในการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

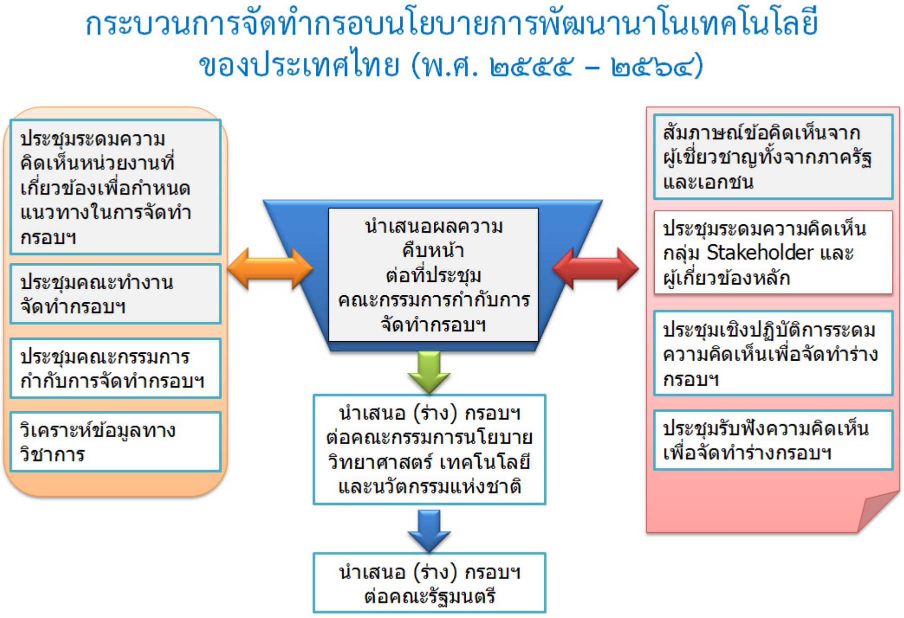
สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) ร่วมกับศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (ศน.) จัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔

โดยมีกระบวนการดำเนินงานผ่านคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔ ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา (ภาคผนวก ก) โดยคณะกรรมการกำกับฯ มีหน้าที่หลักในการให้ความเห็น คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอย่างเป็นรูปธรรมในการกำหนดยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ แนวทางการปฏิบัติและตัวชี้วัดตามกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔

คณะกรรมการฯ เห็นควรให้จัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยอย่างเต็มรูปแบบขึ้น เพื่อใช้เป็นกรอบในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีให้เกิดผลในทางปฏิบัติในระยะต่อไป ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ซึ่งเป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศในภาพรวม

การจัดทำกรอบนโยบายฯ ฉบับนี้ได้อาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องกับการพัฒนานาโนเทคโนโลยี และเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา ร่วมระดมความคิด กำหนดแนวทางการดำเนินงาน และสาระสำคัญของแผนมาโดยตลอด ดังแสดงในรูปที่ ๑.๑ เพื่อให้กรอบนโยบายฯ สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคเศรษฐกิจและสังคมอย่างแท้จริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างเป็นรูปธรรม

หลังจากนั้น คณะทำงานการจัดทำกรอบนโยบายฯ ได้นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอที่ได้รับมาประมวลสังเคราะห์และปรับแก้ไขแผนกลยุทธ์ฯ ให้มีความสมบูรณ์และเสนอต่อกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบต่อไป



รูปที่ ๑.๑ กระบวนการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

ขั้นตอนการจัดทำกรอบนโยบายนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

๑. ประชุมคณะทำงาน ดำเนินการศึกษาข้อมูลการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ประชุมระดมความคิดในการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ จำนวน ๑ ครั้ง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ๒๕๕๓

๒. ประชุมระดมความคิดหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางในการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ ในช่วงเดือนธันวาคม ๒๕๕๓

๓. ประชุมคณะทำงานปรึกษาหารือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อทบทวนแนวทางการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ จำนวน ๒ ครั้ง ในช่วงเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔

๔. ประชุมคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ครั้งที่ ๑/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๒๑ มกราคม ๒๕๕๔

๕. ประชุมคณะทำงาน ดำเนินการศึกษาข้อมูลการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ระดมความคิดในการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ จำนวน ๔ ครั้ง ในช่วงเดือน มกราคม - มีนาคม ๒๕๕๔ เพื่อจัดทำรายงานการศึกษาสำหรับใช้ประกอบการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ

๖. ประชุมคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ครั้งที่ ๒/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๑๘ มีนาคม ๒๕๕๔

๗. สัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ทั้งจากภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา ในช่วงเดือน เมษายน-พฤษภาคม ๒๕๕๔

๘. ประชุมคณะทำงาน ดำเนินการศึกษาข้อมูลการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ระดมความคิดในการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ จำนวน ๓ ครั้ง ในช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม ๒๕๕๔ และดำเนินการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ

๙. นำเสนอ (ร่าง) กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ในการประชุมระดมความคิดเห็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) และกลุ่มผู้เกี่ยวข้องหลัก เมื่อวันที่ ๒๑ มิ.ย. ๒๕๕๔ มีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน ๓๑ คน

๑๐. นำเสนอ (ร่าง) กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (workshop) ระดมความคิดเห็น เมื่อวันที่ ๒๘ มิ.ย. ๒๕๕๔ โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน ๒๖ คน พิจารณา (ร่าง) กลยุทธ์ มาตรการ และแนวทางการปฏิบัติ

๑๑. ประชุมคณะทำงาน ดำเนินการศึกษาข้อมูลการพัฒนานาโนเทคโนโลยี ระดมความคิดในการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ จำนวน ๒ ครั้ง ในช่วงเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ๒๕๕๔ และจัดทำรายงานการศึกษาเพื่อใช้ประกอบการจัดทำ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ

๑๒. ประชุมคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ครั้งที่ ๓/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๑๙ กรกฎาคม ๒๕๕๔ เพื่อพิจารณารายละเอียด (ร่าง) กรอบนโยบายฯ

๑๓. ประชุมรับฟังความคิดเห็นต่อ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ เมื่อวันที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๔ ได้เชิญผู้แทนและผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรที่เกี่ยวข้องจากทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา ซึ่งมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวน ๗๐ คน เพื่อรับฟังและให้ข้อคิดเห็นต่อ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ ให้มีความสอดคล้องกับศักยภาพด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศ อันจะนำไปสู่การพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ

๑๔. นำเสนอ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ ต่อที่ประชุมคณะกรรมการบริหารศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ ครั้งที่ ๕/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๑๘ สิงหาคม ๒๕๕๔ เพื่อพิจารณาและให้ข้อคิดเห็นในการปรับแก้ไข (ร่าง) กรอบนโยบายฯ

๑๕. ประชุมคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ครั้งที่ ๔/๒๕๕๔ เมื่อวันที่ ๒๓ กันยายน ๒๕๕๔

๑๖. นำเสนอ (ร่าง) กรอบนโยบายฯ ต่อคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.) เมื่อวันที่ ๒๘ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ โดยที่ประชุมมีมติพิจารณาอนุมัติ และมอบหมายให้ รมว.วท. นำเสนอ (ร่าง) กรอบนโยบายต่อที่ประชุมคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาอนุมัติและมอบหมายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไปดำเนินการต่อไป

๑๗. คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบในหลักการ (ร่าง) กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) และ (ร่าง) แผนยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี (พ.ศ.๒๕๕๕ – ๒๕๕๙) เมื่อวันที่ ๑๑ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๕ และได้มอบหมายให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการต่อไป

บทที่ ๒
สถานภาพและแนวโน้มนาโนเทคโนโลยีของโลกและประเทศไทย

๒.๑ นิยามของนาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยี (nanotechnology) หมายถึง “เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้าง การสังเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ เครื่องจักรหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งมีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร เทียบเท่ากับระดับอนุภาคของโมเลกุลหรืออะตอม รวมถึงการออกแบบหรือการใช้เครื่องมือสร้างวัสดุที่อยู่ในระดับที่เล็กมาก หรือการเรียงอะตอม และโมเลกุลในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง ทำให้โครงสร้างของวัสดุหรือสสารมีคุณสมบัติพิเศษ ไม่ว่าทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือชีวภาพ ส่งผลให้มีประโยชน์ต่อผู้ใช้สอย[1]” ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับโดยผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกว่าความสามารถในการสร้างหรือผลิตสสารที่มีขนาดในช่วง ๑ นาโนเมตร ถึง ๑๐๐ นาโนเมตร จัดว่าเป็นนาโนเทคโนโลยี

๒.๒ ความสำคัญของนาโนเทคโนโลยี

จากความสามารถในการปรับปรุงสมบัติของสิ่งที่เล็กมากไปจนถึงระดับอะตอมได้ทำให้นาโนเทคโนโลยีสามารถเปลี่ยนคุณสมบัติพื้นฐานของสสาร ทำให้เกิดการเร่งการพัฒนาและการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมอย่างหลากหลาย **นาโนเทคโนโลยี ถูกมองว่า**เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จ (key success factor) และเป็นเทคโนโลยีที่สามารถพลิกโฉมอนาคตได้ อาจกล่าวได้ว่า นาโนเทคโนโลยีจะเป็นตัวกำหนดทิศของทางการวิจัยและพัฒนาที่สำคัญในอนาคต ที่จะนำไปสู่ความเป็นผู้นำทางด้านเทคโนโลยี รวมทั้งการเพิ่มขีดความความสามารถทางเศรษฐกิจของประเทศ ปัจจุบันการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีมีในหลายระดับ เริ่มตั้งแต่ระดับที่เป็นการวิจัยพื้นฐานไปจนถึงการวิจัยเชิงประยุกต์ ซึ่งมีการนำมาใช้งานในภาคส่วนต่างๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ภาคเกษตร สุขภาพและการแพทย์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม การทำน้ำให้สะอาด การรักษาความปลอดภัย เป็นต้น

การพัฒนานาโนเทคโนโลยีโลกสามารถแบ่งออกได้เป็น ๓ ยุค โดยยุคแรกของการพัฒนาคือ **ยุค Building Block Age** เป็นยุคของการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตนาโนวัสดุที่เป็นพื้นฐาน หรือ ตัวต่อในการนำไปใช้เป็นอุปกรณ์นาโน จักรกลนาโนในอนาคต ถัดมาเป็น **ยุค Integrate/ Nanosystem Age** เป็นยุคที่มีการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ที่สำคัญได้แก่วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีชีวภาพนาโน เข้ากับนาโนเทคโนโลยี เพื่อสร้างความสามารถให้กับอุปกรณ์นาโนซึ่งมีมูลค่าสูงกว่าวัสดุนาโน ปัจจุบันการพัฒนานาโนเทคโนโลยีได้ก้าวเข้าสู่ยุคที่สามคือ **ยุค Nano Manufacturing Age** ซึ่งเป็นยุคของการผลิตอุปกรณ์นาโนในระดับอุตสาหกรรม

เมื่อพิจารณาเทคโนโลยีอุบัติใหม่ (emerging technology) และนาโนเทคโนโลยี[2] พบว่าเฉพาะในปี พ.ศ. ๒๕๔๘ ภาครัฐและภาคเอกชนทั่วโลกใช้เงินลงทุนกว่า ๑ หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ และในปี พ.ศ. ๒๕๕๒ ผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยใช้นาโนเทคโนโลยีมีมูลค่ารวม ๒๕๔ พันล้านเหรียญสหรัฐ และทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการลงทุนด้าน

---

[1] แหล่งข้อมูล: “Nanotechnology, A gentle introduction to the next big idea,” M. Rater and D. Ratner, Prentice Hall, 2003; “Prospects in Nanotechnology: Toward Molecular Manufacturing,” M. Krummenacker and J. Lewis, John Wiley & Sons, Inc., 1995; The Institute of Nanotechnology, UK, http://www.nano.org.ul/nano.htm

[2] Lux Research

นาโนเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. ๒๕๔๗ ทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาทั่วโลกจากภาครัฐ มีมูลค่า ๓,๖๖๐ ล้านเหรียญสหรัฐ (ซึ่งสูงเป็น ๘.๕ เท่าจากปี พ.ศ. ๒๕๔๐ ที่มีมูลค่าเพียง ๔๓๒ ล้านเหรียญสหรัฐ และพบว่า กลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา เป็นผู้นำด้านการลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยี โดยสหรัฐอเมริกา ลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยีเกือบ ๑.๕ พันล้านเหรียญสหรัฐในปี พ.ศ. ๒๕๕๑ ซึ่งสูงเป็น ๓ เท่าของการลงทุนในปี พ.ศ. ๒๕๔๔ ที่มีการลงทุน ๔๕๐ ล้านเหรียญสหรัฐ) นาโนเทคโนโลยีถูกมองว่ามีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างความสามารถทางการแข่งขันให้ประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้หน่วยงานสำคัญได้แก่ The National Science Foundation (NSF), The Department of Energy (DOE) Office of Science, The Environmental Protection Agency (EPA) และ The National Institutes of Standard and Technology (NIST) ทุ่มงบประมาณด้านการวิจัยนาโนเทคโนโลยีอย่างมหาศาล มีการจัดทำแผนกลยุทธ์ด้านนาโนเทคโนโลยี สร้างระบบกำกับดูแลและให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการและสาธารณะด้านความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เทคโนโลยี

RAND Corporation ภายใต้โครงการ The Global Technology Revolution 2020 วิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยีอุบัติใหม่ว่า เทคโนโลยีอุบัติใหม่ที่จะปฏิวัติวงการอุตสาหกรรมโลกในปี ค.ศ. ๒๐๒๐ จะมาจากการใช้เทคโนโลยีใน ๔ สาขาคือ **เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) นาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) เทคโนโลยีวัสดุ (Material technology) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology)** เมื่อพิจารณาทิศทางและแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยี ๔ สาขาพบว่า แนวโน้มที่จะเกิดกระจายเป็นเทคโนโลยีสาขาย่อย (divergence) ได้อีกเป็นจำนวนมาก และเทคโนโลยีสาขาย่อยเหล่านั้นก็สามารถบรรจบกัน (convergence) เกิดเป็นเทคโนโลยีใหม่ ก่อให้เกิดการใช้งานของเทคโนโลยี (technology application) ที่สามารถตอบสนองความต้องการเทคโนโลยีชั้นสูงเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ ๒.๑

ตารางที่ ๒.๑ เทคโนโลยีอุบัติใหม่ที่เกิดจากเทคโนโลยี ๔ สาขาพื้นฐาน

Technology Applications	Bio	Nano	Materials	Information
Cheap Solar Energy	X	X	X	
Rural wireless communications		X	X	X
Ubiquitous Information access		X	X	X
GM crops	X	X		X
Rapid bioassays	X	X	X	X
Filters and catalysts	X	X	X	
Targeted drug delivery	X	X	X	X
Cheap autonomous housing	X	X	X	X
Green manufacturing	X	X	X	X
Ubiquitous RFID tagging			X	X
Hybrid vehicles		X	X	X
Pervasive sensors	X	X	X	X
Tissue engineering	X	X	X	
Improved diagnostic and surgical methods	X	X	X	X
Wearable computers		X	X	X
Quantum cryptography		X	X	X

แหล่งที่มา : The Global technology revolution 2020, In-Depth Analyses, RAND Corp, 2005

จากประเด็นเทคโนโลยีอุบัติใหม่เหล่านี้ทำให้ตระหนักว่า นาโนเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญสนับสนุนและต่อยอดอยู่ในกลุ่มอุตสาหรรมหลักและเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดในอนาคต

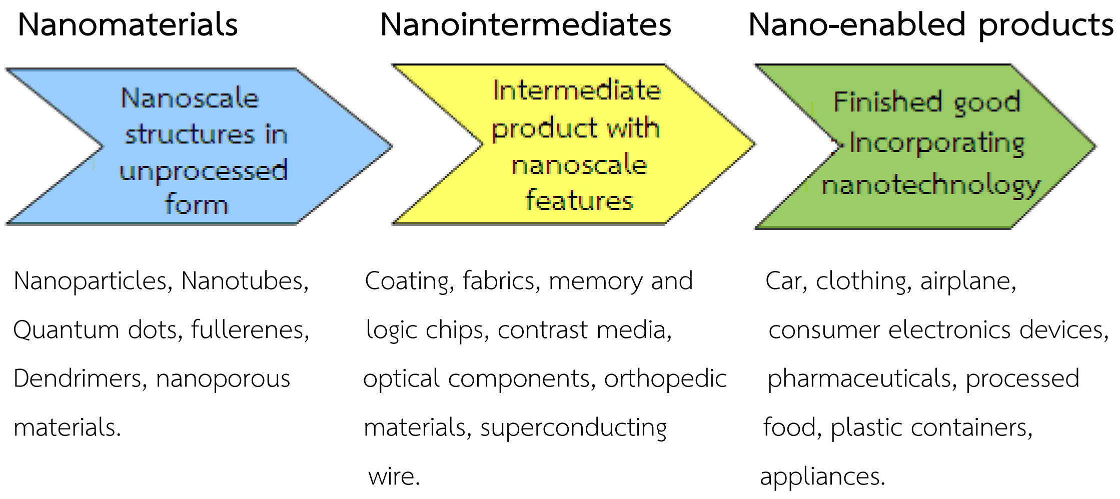
๒.๓ สถานภาพและแนวโน้มนาโนเทคโนโลยีของโลก

นาโนเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับการพัฒนาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีชีวภาพและดิจิตอล ซึ่งจากข้อมูลของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Science Foundation: NSF) พบว่าตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๔ - ๒๕๕๑ มีจำนวนการค้นคว้าวิจัย สิ่งประดิษฐ์ บุคลากร เงินทุนวิจัย และตลาดของนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ ๒๕ ต่อปี

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการเกื้อหนุนอุตสาหกรรมแขนงต่างๆ ให้พัฒนาก้าวหน้า เช่น ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ระบบการผลิตไมโครชิปในปัจจุบันเริ่มพบกับข้อจำกัดจนจะไม่สามารถลดขนาดไปได้อีก กล่าวคือการจะเพิ่มจำนวนทรานซิสเตอร์ลงไปบนไมโครชิปจะถูกจำกัดด้วยขนาดของทรานซิสเตอร์ที่เล็กลงจนกฎทางฟิสิกส์สำหรับใช้ในระดับไมโครเมตรเริ่มไม่สามารถอธิบายได้ วิธีการเอาชนะปัญหานี้คือการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ในกลุ่ม นาโนอิเล็กทรอนิกส์

นอกจากนี้มีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีสอดแทรกกระจายอยู่ตลอดห่วงโซ่มูลค่าในทุกกลุ่มอุตสาหกรรมสำคัญ โดยสามารถจำแนกการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเป็น ๓ ระดับ ดังแสดงในรูปที่ ๒.๑

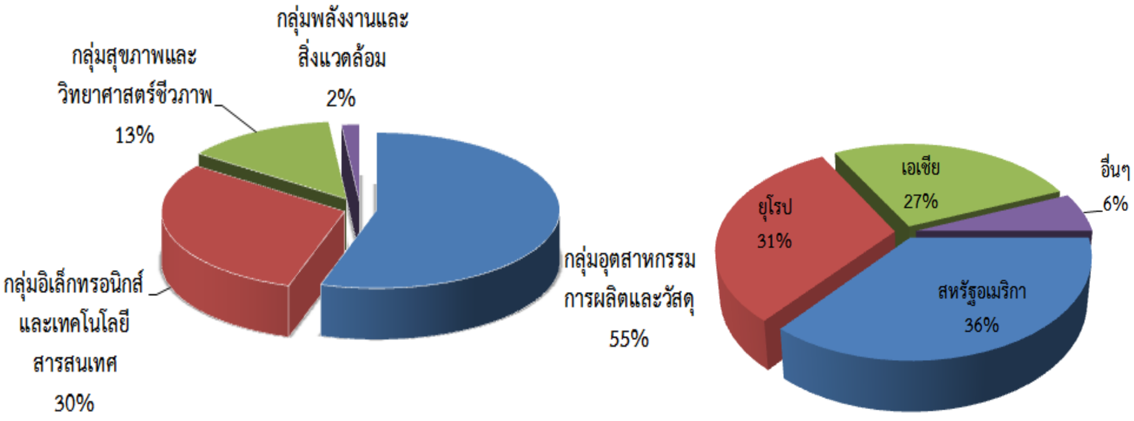
๑. วัสดุนาโน (nanomaterials) คือกลุ่มที่มีวัสดุโครงสร้างระดับนาโนที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ (raw materials) เช่น อนุภาคนาโน ท่อนาโน ควอนตัมดอท เป็นต้น
๒. ผลิตภัณฑ์นาโนขั้นกลาง (nanointermediates) เป็นวัสดุหรือเทคโนโลยีที่ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น เซมิคอนดักเตอร์ ฟิล์ม การเคลือบ เป็นต้น
๓. ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากนาโนเทคโนโลยี (nano-enabled products) เช่น เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องสำอาง ยา เป็นต้น



รูปที่ ๒.๑ ห่วงโซ่มูลค่านาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology value chain)
แหล่งที่มา : Michael Holman, Senior Analyst, Lux Research Inc. October 25, 2007

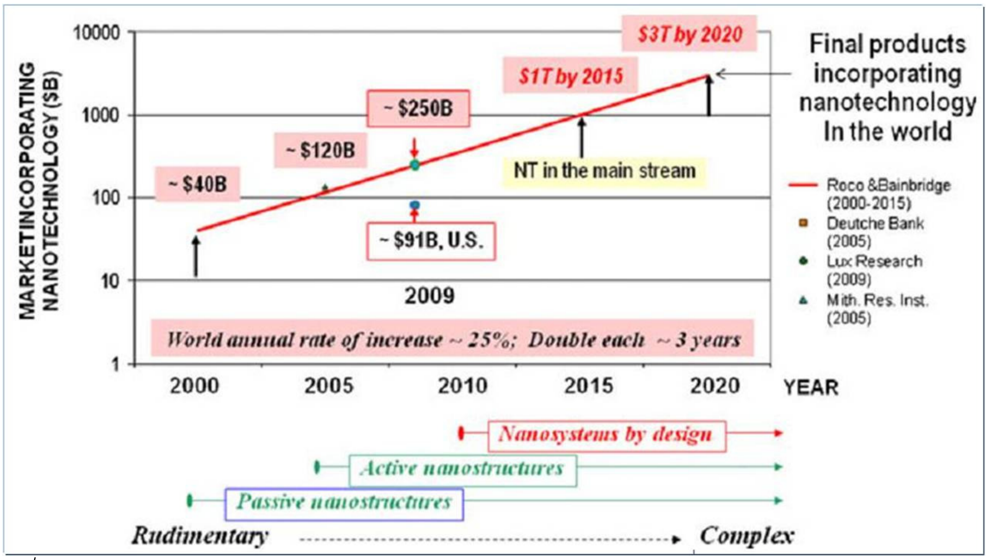
๒.๓.๑ มูลค่าตลาดนาโนเทคโนโลยีของโลก (Nanotechnology Market Value)

มูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกมีมูลค่า ๒๕๔ พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี พ.ศ. ๒๕๕๒ โดยร้อยละ ๕๕ เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตและวัสดุ ซึ่งประกอบไปด้วยอุตสาหกรรมเคมี รถยนต์ และก่อสร้าง ร้อยละ ๓๐ เป็นกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ร้อยละ ๑๓ เป็นกลุ่มสุขภาพและวิทยาศาสตร์ชีวภาพซึ่งประกอบไปด้วยยา ตัวนำส่งยา และเครื่องมือทางการแพทย์ และร้อยละ ๒ เป็นกลุ่มพลังงานและสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบไปด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ และ พลังงานทางเลือก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี (ภาคผนวก ข) ถ้าพิจารณามูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีตามภูมิภาคของโลกพบว่ามูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนของประเทศสหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศยุโรปมีมูลค่ามากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ ๓๖ และร้อยละ ๓๑ ตามลำดับ รองลงมาเป็นประเทศในแถบเอเชียคิดเป็นร้อยละ ๒๗ และประเทศอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ ๖ ดังแสดงในรูปที่ ๒.๒



รูปที่ ๒.๒ มูลค่าผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยีทั่วโลกในปี พ.ศ. ๒๕๕๒ มีมูลค่า ๒๕๔ พันล้านเหรียญฯ
แหล่งที่มา: มูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา National Science Foundation: NSF, 2010

การประมาณมูลค่าตลาดนาโนเทคโนโลยีของโลกโดยสถาบัน Roco & Bainbridge คาดว่ามูลค่าตลาดนาโนเทคโนโลยีในปี พ.ศ. ๒๕๖๓ จะสูงถึง ๓ ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ดังแสดงในรูปที่ ๒.๓



รูปที่ ๒.๓ การประมาณมูลค่าตลาดนาโนเทคโนโลยีของโลก

แหล่งที่มา: M.C. Roco, (2001) J Nanopart Res 13; 427-45

๒.๓.๒ การลงทุนทางด้านนาโนเทคโนโลยีของโลก

ทั่วโลกมีการแข่งขันเพื่อการก้าวขึ้นเป็นผู้นำด้านนาโนเทคโนโลยี และมีการลงทุนด้านวิจัยและพัฒนา (R&D) กันอย่างเข้มข้น โดยประเทศที่มีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีมากที่สุดในโลก ๕ อันดับแรกคือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน เยอรมันและเกาหลีใต้ ตามลำดับ (รายงานการศึกษาของกลุ่มประชาคมยุโรป EC, 2005) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลการจดสิทธิบัตรนานาชาติ พบว่าแต่ละประเทศมุ่งเน้นการพัฒนานาโนเทคโนโลยีและมีการจดสิทธิบัตรคุ้มครองที่แตกต่างกันคือ สหรัฐอเมริกาและเยอรมันมุ่งเน้นการพัฒนาด้านอุปกรณ์ เวชภัณฑ์ และเทคโนโลยีชีวภาพ ญี่ปุ่นมุ่งเน้นด้านอิเล็กทรอนิกส์ ในขณะที่เกาหลีใต้มุ่งเน้นด้านอิเล็กทรอนิกส์และสารเคมี จากกระแสการพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้รัฐบาลประเทศต่างๆ ทั่วโลก ตื่นตัวในการลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเทศสหรัฐอเมริกามีการวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีมุ่งเน้นการประดิษฐ์วัสดุนาโนแบบใหม่ๆ การพัฒนาทางด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ การประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และสาธารณสุข สิ่งแวดล้อมและพลังงาน อุตสาหกรรมยาและเคมี เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรกรรม คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ความมั่นคงของชาติและการทหาร รวมจนถึงการพัฒนาทางด้านอวกาศ สหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญกับนาโนเทคโนโลยีตั้งแต่สมัยประธานาธิบดี บิล คลินตันโดยจัดตั้ง National Nanotechnology Initiative (NNI) ขึ้นมาอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. ๒๕๔๓ โดยมีงบประมาณที่ใช้ในการจัดตั้งประมาณ ๒๕๐ ล้านเหรียญฯ และได้มีการเพิ่มงบประมาณในการวิจัยอย่างต่อเนื่อง ต่อมาได้มีการประกาศ "กฎหมายวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีแห่งศตวรรษที่ ๒๑ (The 21th Century Nanotechnology Research and Development Act) ในสมัย

ของประธานาธิบดี จอร์จ ดับเบิลยู บุช และกำหนดให้มีเงินลงทุน ๓.๖๓ พันล้านเหรียญฯ ในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๘-๒๕๕๑ ต่อมาสมัยของประธานาธิบดีบารัก โอบามา ได้มีการเพิ่มงบประมาณการลงทุนทางด้านนาโนฯ ในปี พ.ศ. ๒๕๕๕ เป็น ๒.๑ พันล้านเหรียญฯ แม้ว่าอเมริกาจะประสบกับภาวะเศรษฐกิจตกต่ำเป็นอย่างมากตั้งแต่ปลายปี ๒๕๕๑

- ประเทศญี่ปุ่น

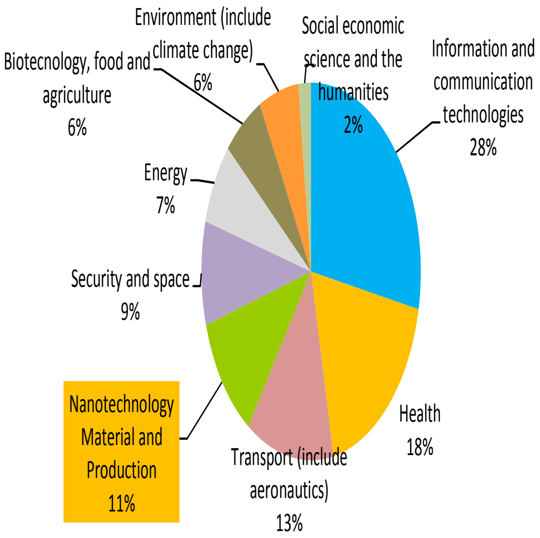
ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ในหลายๆ สาขา ซึ่งจากการสำรวจของกรมเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (OECD) พบว่าใน พ.ศ. ๒๕๔๗ ญี่ปุ่นมีจำนวนสิทธิบัตรต่อจำนวนประชากรสูงที่สุดในโลก โดยการวิจัยในญี่ปุ่นจะมีภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนหลัก นาโนเทคโนโลยีเป็นสาขาหนึ่งในเทคโนโลยีที่ทางรัฐบาลญี่ปุ่นและภาคเอกชนได้ให้ความสำคัญ โดยมีภาคเอกชนเป็นผู้ลงทุนหลักและมีการสนับสนุนงบประมาณอย่างสม่ำเสมอ แม้ว่าจะเกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๕๑ โดยในปีงบประมาณ ๒๕๕๔ รัฐบาลญี่ปุ่นมีการลงทุนด้าน R&D จำนวน ๗๕.๙ พันล้านเยน (๑ พันล้านเหรียญสหรัฐ) และงบประมาณด้านการลงทุนทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในปีงบประมาณ ๒๕๕๓ จำนวน ๙๐๗.๓ พันล้านเยน (๑๒ พันล้านเหรียญสหรัฐ) โดยงานวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยีของญี่ปุ่นในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๙-๒๕๕๓ มุ่งเน้น ๕ สาขาหลัก ได้แก่ การพัฒนาทางด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ ประดิษฐ์วัสดุนาโน นาโนเทคโนโลยีด้านชีวภาพและวัสดุชีวภาพ งานวิจัยขั้นพื้นฐานสำหรับนาโนเทคโนโลยีและวัสดุ และพัฒนาศาสตร์ทางด้านนาโนเทคโนโลยีและวัสดุ

งานวิจัยของญี่ปุ่นมีความโดดเด่นในด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการวิจัยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบอิเล็กตรอนเดี่ยว และการพัฒนานาโนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยขั้นสูงต่างๆในด้านวัสดุนาโนและนาโนเทคโนโลยีด้านชีวภาพ อาทิ เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์เชื้อเพลิง การผลิตท่อคาร์บอนนาโน การพัฒนาระบบการนำส่งยาแบบนำวิถี การพัฒนาไบโอเซ็นเซอร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ภาครัฐและภาคเอกชนยังเล็งเห็นความสำคัญในงานวิจัยนาโนขั้นพื้นฐานเช่นกัน จึงจัดให้มีศูนย์วิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีขึ้นหลายแห่งและมีโครงการวิจัยขนาดใหญ่ขึ้นหลายโครงการ เช่น โครงการเทคโนโลยีอะตอม (atom technology) ที่มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์จากการจัดการในระดับอะตอมและโมเลกุลอย่างเป็นรูปธรรม

- กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป

ปัจจุบันสหภาพยุโรปมีกรอบแผนงานวิจัย ฉบับที่ ๗ (FP7) พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๖ ซึ่งเป็นกรอบแผนงานการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งนวัตกรรม โดยกำหนดให้ “วิทยาศาสตร์นาโน เทคโนโลยีนาโน เทคโนโลยีวัสดุและผลิตภัณฑ์ใหม่” เป็นกลุ่มหัวข้อสำคัญ ซึ่งให้เงินสนับสนุนสูงถึง ๔.๗ พันล้านยูโร (๖.๗ พันล้านเหรียญสหรัฐ) หรือคิดเป็นร้อยละ ๑๑ ของงบประมาณที่ใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ ๒.๔ ในกรอบ

แผนงานจะมุ่งเน้นการพัฒนาอนุภาคนาโนด้านสุขภาพมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมร่วมกับการศึกษาทางด้านพิษวิทยา รวมถึงการพัฒนาวิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการติดตาม ครอบคลุมถึงการพัฒนาเครื่องมือวัดแบบพกพา พร้อมทั้งผลักดันเทคโนโลยีดังกล่าวสู่การประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรม ตลอดจนสร้างเสริมขีดความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโนของสหภาพยุโรปให้เป็นภูมิภาคที่มีความสำคัญในสาขานาโนอิเล็กทรอนิกส์ การแพทย์ เคมียั่งยืน และอวกาศ



รูปที่ ๒.๔ งบประมาณที่ใช้สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในสาขาต่างๆในกรอบแผนงานวิจัยฉบับที่ ๗ พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๖ ซึ่งมีจำนวนเงินทั้งหมด ๔๒,๙๕๐ ล้านเหรียญสหรัฐฯ
แหล่งที่มา: Public funding from EU to nanotechnology related research in Europe, Jyrki Suominen/ Hans Hartmann Pedersen, Programme Officer European Commission

สหภาพยุโรปมีผลิตภัณฑ์จากผลงานด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโนออกสู่ตลาดโลกนับแสนล้านเหรียญยูโร รวมทั้งการพัฒนาวัสดุและสารที่มีสมบัติดีกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่ามาใช้ทดแทนส่วนประกอบที่เป็นอันตรายที่ใช้ในปัจจุบัน อาทิ ในเครื่องหอมและเครื่องสำอาง เป็นต้น

- ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี เป็นประเทศที่มีความโดดเด่นในด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างมาก ซึ่งจะเห็นได้จากการทำให้บริษัทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ Samsung และ LG เป็นที่รู้จักทั่วโลก รัฐบาลสาธารณรัฐเกาหลีมีความพยายามในการผลักดันประเทศให้เป็นหนึ่งในสามด้านนาโนเทคโนโลยีของโลก ซึ่งตั้งเป้ามีผลผลิตคิดเป็นมูลค่าร้อยละ ๑๕ ของตลาดโลกในปี ๒๐๑๕ และ ในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๓-๒๕๕๐ สาธารณรัฐเกาหลีได้ทุ่มงบประมาณ ๑.๙ ล้านล้านวอน

(๑.๔๗ พันล้านเหรียญสหรัฐ) กับอุตสาหกรรมด้านนาโน โดยเป็นงบวิจัยและพัฒนา ๑.๓ ล้านล้านวอน (๑ พันล้านเหรียญสหรัฐ) งบการสร้างโครงสร้างสาธารณูปการ ๔๔๑.๕ พันล้านวอน (๓๔๑.๖๔ ล้านเหรียญสหรัฐ) งบการให้ความรู้และการศึกษาเพื่อเตรียมกำลังคน ๑๐๑.๒ พันล้านวอน (๗๘.๒๓ ล้านเหรียญสหรัฐ) โดยในปี ๒๐๐๕ เกาหลีใต้ถูกจัดเป็นอันดับที่ ๔ ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีนาโนตามหลังอเมริกา ญี่ปุ่นและเยอรมัน เกาหลีใต้มุ่งเน้นการวิจัยทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบวงจรรวม โดยมีการจัดตั้ง Center for Nanoscale Mechatronics and Manufacturing: CNMM และ Center for Nanostructured Material Technology: CNMT ขึ้นมาอย่างเป็นทางการและรัฐบาลสาธารณรัฐเกาหลีได้เน้นการเรียนการสอนทางด้านนาโนเทคโนโลยีในสถาบันการศึกษาหลายแห่ง ซึ่งในขณะนี้ มีองค์กรที่ทำงานเกี่ยวข้องประมาณ ๓๐๐ แห่งใน ๓๐ ประเด็น โดยคาดหวังให้มีผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

- สาธารณรัฐประชาชนจีน

รัฐบาลสาธารณรัฐประชาชนจีนได้ให้ความสำคัญกับนาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก โดยมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาให้กับภาคอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ ในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๙-๒๕๕๓ ใช้งบประมาณในการวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยี ๗๖๐ ล้านเหรียญสหรัฐ โดยเพิ่มขึ้น ๓ เท่าตัวจากในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๔๔-๒๕๔๘ อีกทั้งมีจำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นลำดับ ๒ ของโลกในปี พ.ศ. ๒๕๕๑

- สาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน)

รัฐบาลไต้หวันได้ประกาศแผน ๖ ปีของการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีระยะที่ ๒ ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๕๒-๒๕๕๗ โดยสภาวิทยาศาสตร์แห่งชาติคาดว่าก่อนปี พ.ศ. ๒๕๕๒ จะมีงบประมาณวิจัยและพัฒนาเป็นจำนวนเงิน ๖๐๐ ล้านเหรียญสหรัฐ และมีการเพิ่มร้อยละ ๑๕ ในทุกๆ ปี ซึ่งในไต้หวันมีสถาบันวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (Industrial Technology Research Institute: ITRI) เป็นองค์กรหลักในการวางรากฐานการวิจัยและพัฒนาของไต้หวันโดยผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้น อาทิเช่น วงจรรวม จอแสดงผล อุปกรณ์เก็บข้อมูล การประยุกต์ใช้ทางด้านพลังงาน และเทคโนโลยีชีวภาพ เป็นต้น

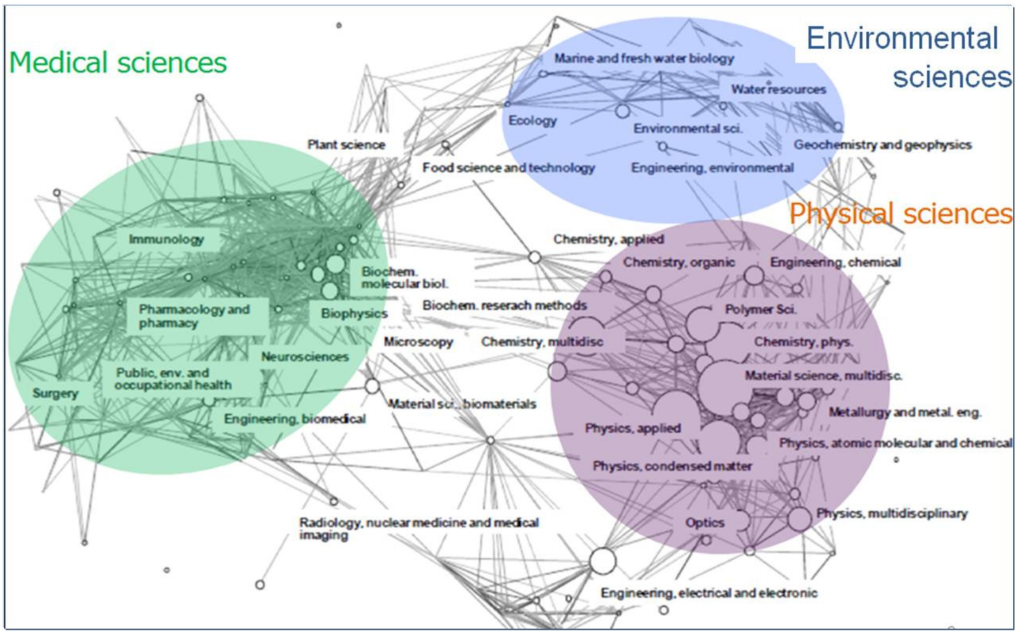
- กลุ่มประเทศอาเซียน

ในกลุ่มประเทศอาเซียนแข่งขันกันเรื่องของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และพัฒนาบุคลากรเพื่อดึงดูดการลงทุนทางด้านนาโนเทคโนโลยี โดย **ประเทศสิงคโปร์** ลงทุนสร้างห้องทดลองคุณภาพสูง มีเครื่องมือที่ทันสมัย ทุ่มเงินทุนวิจัยจำนวนมาก และสนับสนุนการคุ้มครองผลงานวิจัย เพื่อเป็นการดึงดูดนักวิจัยชั้นนำของโลกเข้ามาในประเทศเพื่อทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ให้กับนักวิทยาศาสตร์ของสิงคโปร์ เช่น ในปี พ.ศ.

๒๕๕๓ Nanostart Asia Pte Ltd ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนของเยอรมันที่มาลงทุนในประเทศสิงคโปร์ได้ร่วมกับ National Research Foundation (NRF) ให้งบลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนารวม ๒๐ ล้านเหรียญสหรัฐ โดยมุ่งเน้นทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโนและการแพทย์นาโน **ประเทศมาเลเซีย** มีแนวทางไปในทิศทางเดียวกันกับประเทศสิงคโปร์ **ประเทศเวียดนาม** ตั้งห้องปฏิบัติการนาโนเทคโนโลยี (Laboratory for Nanotechnology: LNT) โดยได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเป็นเงินจำนวน ๔.๕ ล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อมุ่งเน้นการเชื่อมโยงและถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังภาคอุตสาหกรรมโดยตรง

๒.๓.๓ แนวโน้มการวิจัยและพัฒนาในมุมมองจากผลงานตีพิมพ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยี

แนวโน้มการพัฒนานาโนเทคโนโลยีส่วนหนึ่งสามารถพิจารณาได้จากผลงานตีพิมพ์ เมื่อพิจารณาผลงานตีพิมพ์ด้านนาโนเทคโนโลยี กับ วิทยาศาสตร์แขนงอื่นแล้ว[3] พบความสัมพันธ์เชื่อมโยงหัวข้อการศึกษาต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ๒.๕ และเมื่อพิจารณาความเชื่อมโยงของหัวข้อการศึกษา สามารถจำแนกหัวข้อการศึกษาและผลงานตีพิมพ์ด้านนาโนเทคโนโลยีออกเป็น ๓ กลุ่มหลักๆ คือ กลุ่มวิทยาศาสตร์การแพทย์ (medical sciences), กลุ่มวิทยาศาสตร์กายภาพ (physical sciences) และ กลุ่มวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (environmental sciences)



รูปที่ ๒.๕ ความเชื่อมโยงผลงานตีพิมพ์ทางด้านนาโนเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์แขนงอื่น (ขนาดของวงกลมแสดงปริมาณของผลงานตีพิมพ์)

แหล่งที่มา: Rafols and Porter, 2008

[3] การวิเคราะห์ข้อมูลผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์ในฐานข้อมูล Science Citation Index Expanded ของ ISI Web of Knowledge, รายงานการศึกษาเรื่อง The Global Technology Revolution 2020 ของ RAND Corporation ในปี ค.ศ. 2006, รายงานขีดความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีของญี่ปุ่นและไต้หวัน, การสำรวจเดลฟี (Delphi survey) ด้านเทคโนโลยีในปี ค.ศ. 2008 ซึ่งจัดทำโดยสถาบันวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (National Institute of Science and Technology Policy, NISTEP, Japan)

การวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีของโลกในช่วง ๑๐ ปีที่ผ่านมาโดยมากเป็นการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ (material science) ฟิสิกส์ประยุกต์ (applied physics) และเคมี (physical chemistry) โดยประเทศที่เป็นผู้นำ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน ญี่ปุ่น และเยอรมัน และเมื่อพิจารณาการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย ในช่วงเวลาเดียวกันพบว่า ทิศทางการวิจัยด้านวัสดุศาสตร์ เคมีกายภาพ และฟิสิกส์ประยุกต์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับประเทศผู้นำ นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่ครอบคลุมในเรื่องพอลิเมอร์

๒.๔ สถานภาพนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีมีส่วนสำคัญที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้านคุณภาพของสินค้าและพฤติกรรมการบริโภคที่ส่งผลกระทบทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมทั่วโลก รัฐบาลไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างก้าวกระโดดและยั่งยืน ดังนั้น เมื่อวันที่ ๑๓ สิงหาคม ๒๕๔๖ คณะรัฐมนตรีจึงได้มติให้จัดตั้งศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติขึ้นภายใต้กำกับของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทั้งนี้ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้จัดทำ **แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๖** ซึ่งผ่านการพิจารณาอนุมัติจากคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๐ แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติฉบับแรกนี้ ได้ถูกกำหนดให้มีแนวทางที่สอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๔๗-๒๕๕๖ วัตถุประสงค์หลักคือ การเพิ่มขีดความสามารถพื้นฐานและศักยภาพของประเทศไทยทางด้านนาโนเทคโนโลยี ให้พร้อมรับกระแสการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งช่วยยกระดับอุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมและสร้างอุตสาหกรรมใหม่ เพื่อสนับสนุนการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนในระยะเวลา ๑๐ ปี โดยอาศัย กลยุทธ์ ๕ กลยุทธ์ คือ **๑) ผลักดันนาโนเทคโนโลยีเข้าหนุนการพัฒนาคลัสเตอร์เป้าหมาย ๒) พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี ๓) ลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี ๔) พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยี และ ๕) สร้างความตระหนักในความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง**

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมาก ทั้งในบริบทของโลกและของประเทศไทย ดังนั้นการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔ ซึ่งจะนำมาใช้แทนแผนกลยุทธ์ฯ พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๖ ซึ่งได้สิ้นสุดลงนั้น คณะกรรมการจัดทำฯ ได้วิเคราะห์**ผลการดำเนินงานตามแผนกลยุทธ์ฯ พ.ศ. ๒๕๕๐-๒๕๕๖** และสามารถสรุปสถานภาพด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยได้ดังนี้

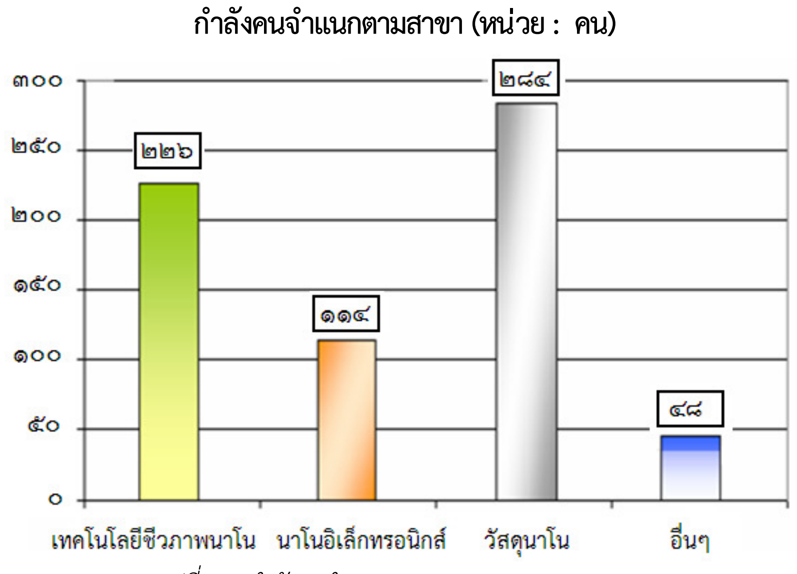
๑. การผลักดันนาโนเทคโนโลยี เข้าหนุนการพัฒนาคลัสเตอร์เป้าหมาย

โดยนาโนเทคโนโลยีถูกนำมาประยุกต์ใช้ช่วยเพิ่มมูลค่าใน ๗ อุตสาหกรรมได้แก่ สุขภาพและการแพทย์ อาหารและเกษตร ยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ สิ่งทอ/เคมี/ปิโตรเคมี OTOP พลังงานและสิ่งแวดล้อม ในส่วนของศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติและภายใต้ความร่วมมือกับพันธมิตรได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับหน่วยงานต่างๆ ๓๒ หน่วยงาน

จำแนกเป็นภาครัฐ ๓ หน่วยงาน ภาคเอกชน ๒๙ หน่วยงานและมีผลิตภัณฑ์จากโครงการดังกล่าว ไม่ต่ำกว่า ๓๐ ผลิตภัณฑ์

๒. การพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

ข้อมูลจากการจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรบุคคลด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย โดยฝ่ายวิจัยนโยบายสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติในปี พ.ศ. ๒๕๕๔ พบว่า มีบุคลากรที่ทำวิจัยและพัฒนาทางด้านนาโนเทคโนโลยี ๖๗๒ คน แบ่งเป็นสาขาเทคโนโลยีชีวภาพนาโน ๒๒๖ คน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ ๑๑๔ คน วัสดุนาโน ๒๘๔ คน และอื่นๆ ๔๘ คน ดังแสดงในรูปที่ ๒.๖ นอกจากนั้นยังสามารถผลิตนักศึกษาด้านนาโนฯ ที่มาจากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนจากศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ จำนวน ๑๕๒ คน และได้บุคลากรที่ได้รับทุนเพื่อทำการศึกษาวิจัยในต่างประเทศประมาณ ๑๐๐ ทุน มีหลักสูตรทางด้านนาโนฯ ในมหาวิทยาลัยทั่วประเทศจำนวน ๑๒ หลักสูตร โดยกระทรวงศึกษาธิการได้จัดให้มีหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมีและชีววิทยา มีการลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวะศึกษา (สอศ.) เพื่อพัฒนาหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีไปยังสถาบันการศึกษาในสังกัด สอศ.



รูปที่ ๒.๖ กำลังคนจำแนกตามสาขา (ศน., สวทช., ๒๕๕๔)

๓. การลงทุนวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี

ในช่วงปี พ.ศ. ๒๕๕๐ – ๒๕๕๓ ประเทศไทยมีการลงทุนและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีประมาณปีละ ๓๐๐ ล้านบาท ทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐาน พัฒนาบุคลากรและการทำวิจัย โดยศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทั้งทุนภายในศูนย์ฯ และสนับสนุนภายนอกจำนวน ๖๐ โครงการรวมมูลค่า ๗๔.๑๒ ล้านบาท สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จำนวน ๑๒๗ โครงการรวมมูลค่า ๑๒๔ ล้านบาท และจากฐานข้อมูลใน ISI มีผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๔๓ – ๒๕๕๒ จำนวน ๘๐๙ บทความ

๔. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยสามารถกระจายความสามารถทางด้านนาโนเทคโนโลยีในทุกภูมิภาค โดยมีโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพที่จำเป็นและมีระบบการบริหารจัดการให้บริการและการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน โดยมีจำนวนห้องปฏิบัติการและครุภัณฑ์หลักที่สามารถใช้ทางด้านนาโนเทคโนโลยี ดังนี้ ห้องปฏิบัติการที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติจำนวน ๑๑ ห้องปฏิบัติการ ศูนย์เครือข่ายความเป็นเลิศด้านนาโนเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัยต่างๆจำนวน ๑๖ แห่ง (Center of Excellence: COE ๘ แห่ง เครือข่าย CRP จำนวน ๕ แห่ง เครือข่าย CRC ๓ แห่ง) สำหรับครุภัณฑ์หลักที่ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติมี ๔๖ เครื่องและในมหาวิทยาลัยต่างๆรวม ๑๙๕ เครื่องรายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ค และมีเครือข่ายความร่วมมือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่พัฒนาระบบงานตามระบบคุณภาพ ISO/IEC 17025

๕. สร้างความตระหนักในความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง

มีการฝึกอบรมให้ความรู้และประชาสัมพันธ์ด้านนาโนเทคโนโลยีแก่ วิทยากร บุคคลทั่วไป และหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วประเทศอย่างต่อเนื่องทุกปี ซึ่งวิทยากรที่เป็นเครือข่ายได้นำความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยีไปเผยแพร่เพื่อพัฒนาต่อยอดให้กับ นักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ รวมถึงประชาชนทั่วไป ทั้งนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๕๑ – ๒๕๕๕ มีจำนวนผู้ได้รับความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยีแล้วกว่า ๒๐๐,๐๐๐ คน นอกจากนี้ ยังมีคณะอนุกรรมการบริหารความเสี่ยงและความปลอดภัยด้านนาโนเทคโนโลยี เพื่อจัดทำยุทธศาสตร์ด้านความปลอดภัยและจริยธรรมนาโนเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๕๔ – ๒๕๕๙ มีศูนย์จัดการข้อมูลข่าวสารและองค์ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี และมีสมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งมีภารกิจด้านหนึ่งคือ ให้การรับรองผลิตภัณฑ์ที่มีวัสดุนาโนเป็นส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์มีสมบัติของนาโนฯ โดยการตรวจสอบและออกฉลาก Nano Q

๒.๔.๑ ทิศทางการวิจัยและพัฒนา (R&D Direction)

ทิศทางการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีของไทย มีทิศทางที่มุ่งในการพัฒนาเทคโนโลยีสาขาหลัก (core technology) ได้แก่ วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีชีวภาพนาโน ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ และผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพและการใช้งานที่ดีขึ้นหรือเพื่อก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี (ภาคผนวก ข) โดยทิศทางการวิจัยและพัฒนาจำแนกออกเป็น ๓ กลุ่มหลัก คือ

๑. กลุ่มด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ (physical sciences) เช่น วัสดุ (material), สิ่งทอ (textile), การสร้าง/การแปรรูปและการเก็บสะสมพลังงาน (energy production /conversion & storage)
๒. กลุ่มทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ (medical sciences) เช่น กระบวนการผลิตและเก็บรักษาอาหาร (food processing & storage), การตรวจวินิจฉัยโรค (disease screening, diagnosis & health monitoring), ระบบนำส่งยา (drug delivery system)
๓. กลุ่มที่เกี่ยวกับสังคมและสิ่งแวดล้อม (social and environment) เช่น การเพิ่มผลผลิตการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ (agricultural, natural resources productivity enhancement), การตรวจจับ

และควบคุมแมลงและพาหะของโรค (vector & pest detection/ control), การบำบัดน้ำ (water treatment & remediation)

๒.๔.๒ เทคโนโลยีฐาน (Platform Technology)

การสร้างองค์ความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีฐานของไทยได้ดำเนินการตามแผนที่นำทางนาโนเทคโนโลยี พ.ศ. ๒๕๕๓–๒๕๕๖ แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๐–๒๕๕๖ และแผนแม่บทศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๐–๒๕๕๔ ได้กำหนดการแบ่งกลุ่มวิจัยออกเป็น ๓ กลุ่มคือ กลุ่มวิจัยการเคลือบระดับนาโน (nano-coating platform) กลุ่มวิจัยการห่อหุ้มระดับนาโน (nano-encapsulation platform) และ กลุ่มวิจัยการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนเชิงฟังก์ชัน (functional nanostructure platform) ซึ่งแต่ละกลุ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีฐานเพื่อมุ่งเน้นในการสร้างความสามารถของเทคโนโลยีหลัก (core technology) ดังนี้

๑. กลุ่มวิจัยการเคลือบระดับนาโน (coating) เน้นการพัฒนาเทคโนโลยีหลักด้านการเคลือบเพื่อสร้างสมบัติเฉพาะ (functional coating technology) และเทคโนโลยีการเคลือบโดยอาศัยแสง (photocatalysis coating technology)
๒. กลุ่มวิจัยการห่อหุ้มระดับนาโน (encapsulation) เน้นการพัฒนาเทคโนโลยีหลัก ๓ ด้าน คือ เทคโนโลยีการห่อหุ้มและปลดปล่อยสาร (encapsulation/incorporation & release technology) เทคโนโลยีควบคุมการปลดปล่อยสาร (control & release technology) และเทคโนโลยีการปลดปล่อยสารไปยังเป้าหมาย (target & release technology)
๓. กลุ่มวิจัยการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนเชิงฟังก์ชัน (functional nanotechnology) เน้นการพัฒนาเทคโนโลยีหลักบนพื้นฐานการออกแบบโมเลกุลและโครงสร้างระดับนาโนที่มีคุณสมบัติเฉพาะ (design of functional molecules & nanostructures) การสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาระดับนาโนหรือโครงสร้างระดับนาโน (synthesis of nanocatalysts or functional nanostructures) และการสร้างกระบวนการในการผลิตโครงสร้างระดับนาโน (fabrication process for nanostructures)

ทั้งนี้ นอกจากการมุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีฐานทั้ง ๓ แล้ว การพัฒนานาโนเทคโนโลยีจำเป็นต้องพึ่งพาองค์ความรู้หลัก (core knowledge tools) การสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ (computer modeling/simulation) การสร้างขีดความสามารถในการทดสอบผลิตภัณฑ์ (characterization/ testing) และการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยและความเสี่ยง (safety & risk management) ที่มีประสิทธิภาพ

๒.๔.๓ การวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic Research)

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้จำนวนมากที่จะสามารถพัฒนาศาสตร์พื้นฐานเพื่อนำไปใช้ต่อยอดในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่ท้าทายอีกมาก นาโนเทคโนโลยีต้องการการวิจัยในหลายระดับ การวิจัยขั้นพื้นฐานเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสร้างความเข้าใจให้สามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้สูงและกว้างขวางยิ่งขึ้น การพัฒนานี้ต้องอาศัยบุคลากร

หลายด้านทำงานร่วมกันทั้งทางด้านนักฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยาและวิศวกรสาขาต่างๆ เช่น ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เคมี วัสดุ ฯลฯ เพื่อค้นหาแนวความคิดใหม่ๆ เพื่อสร้างฐานความรู้ในสาขาทำให้การพัฒนาต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐาน และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญสำหรับการวิจัยในเชิงลึก หรือทุนในสาขาที่จำเป็น แม้ว่าการลงทุนทางด้านนาโนเทคโนโลยีของไทยที่ผ่านมาจะมีการลงทุนไม่มาก แต่การมีเป้าหมายที่ชัดเจนก็สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้เพราะการลงทุนอย่างเดียวไม่ใช่เงื่อนไขที่สำคัญที่สุด แต่เป็นความคิดที่สร้างสรรค์ (innovative idea) ที่จะเป็นตัวกำหนดที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้เกิดการก้าวข้าม (breakthrough) ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

บทที่ ๓
กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

๓.๑ แนวคิดกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) จัดทำขึ้นโดยมีแนวทางในการดำเนินงานที่สอดคล้องกับแผน/กรอบนโยบายฯ ต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ๓.๑ ดังนี้

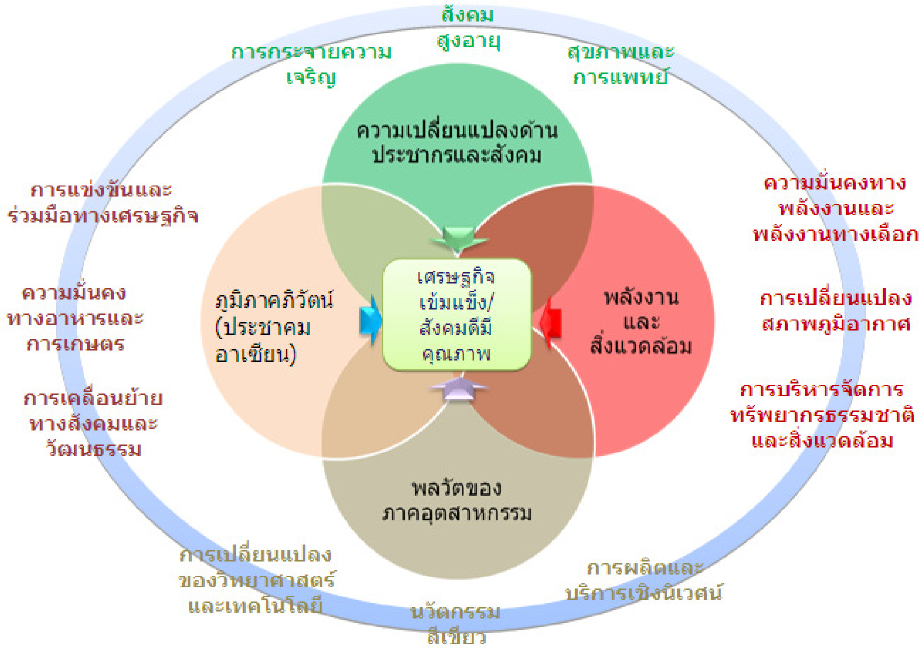
๑. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙)
๒. นโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)
๓. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ ๘ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙)
๔. แผนกลยุทธ์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๐ – ๒๕๕๖)
๕. แผนกลยุทธ์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๔๗ – ๒๕๕๖)
๖. แผนยุทธศาสตร์การกำจัดสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ ๔ (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔)

รูปที่ ๓.๑ ความสัมพันธ์ของแผนที่เกี่ยวข้องกับกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕- ๒๕๖๔)

เนื่องจากนาโนเทคโนโลยีของโลกมีพลวัตสูงมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้กรอบนโยบายฯ ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ ดังนั้นจึงแบ่งแนวคิดหลักของการดำเนินงานตาม

กรอบนโยบายฯ ใน ๑๐ ปี เป็น ๒ ระยะๆ ละ ๕ ปี โดย ๕ ปีแรกมุ่งเน้นที่กรอบ ทิศทางและขอบเขตการวิจัยเพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีหลัก ได้แก่ วัสดุนาโน นาโนอิเล็กทรอนิกส์ และ เทคโนโลยีชีวภาพนาโน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป้าหมาย และระยะที่ ๒ เน้นที่การพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งนำไปสู่ผลิตภัณฑ์กลุ่มใหม่

ปัจจุบันคนไทยได้ตระหนักถึงขีดความสามารถในการแข่งขัน คุณค่าของสินค้าชุมชน การนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ในด้านต่างๆ มากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาที่ส่งผลในหลายๆ ด้าน เช่น การเพิ่มผลิตภาพด้านการเกษตร คุณภาพชีวิตและแพทย์ทางเลือก พลังงานทดแทน และสังคมผู้สูงอายุ เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาองค์ประกอบดังกล่าว เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับรองรับในด้านต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกาภิวัตน์ พลวัตของอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงประชากรและสังคม และการเปลี่ยนแปลงทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นกรอบนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔ จึงได้กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เสริมสร้างความเข้มแข็งและยกระดับคุณภาพสังคม ดังแสดงในรูปที่ ๓.๒



รูปที่ ๓.๒ แนวคิดกรอบนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

เพื่อให้การดำเนินงานของภาครัฐ เอกชน และภาคประชาชน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การใช้ทรัพยากรของประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในระยะสั้นและลงทุนเพื่อประโยชน์ในระยะยาวไปพร้อมกัน ประเทศไทยจำเป็นต้องกำหนดลำดับความสำคัญหรือเลือกลงทุนในสาขาเป้าหมายที่ประเทศไทยมีศักยภาพความได้เปรียบและมีโอกาสสูงในการพัฒนา ทั้งในด้านของการยกระดับอุตสาหกรรมที่มีอยู่เดิมและการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ที่สร้างผลกระทบที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ การพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยมีเป้าหมายสูงสุดคือ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ยกระดับคุณภาพชีวิตและ

การพัฒนาอย่างยั่งยืน ในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้ต้องมีการวางแผนและมีการคำนึงถึงศักยภาพและความพร้อมทางทรัพยากรของประเทศและโอกาสในการพัฒนา ดังแสดงในรูปที่ ๓.๓ ทั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มคลัสเตอร์เป้าหมายออกเป็น ๔ กลุ่ม ได้แก่

๑. เกษตรและอาหาร
๒. สุขภาพและการแพทย์
๓. อุตสาหกรรมการผลิต
๔. พลังงานและสิ่งแวดล้อม

รูปที่ ๓.๓ องค์ประกอบของกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔

๓.๒ ทิศทางการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

เพื่อให้เกิดความชัดเจนของทิศทางการพัฒนาจึงได้กำหนด ๘ อุตสาหกรรมหลัก คือ

๑. เกษตรและอาหาร
๒. สุขภาพและการแพทย์
๓. อิเล็กทรอนิกส์
๔. ยานยนต์
๕. เคมี/ปิโตรเคมีและสิ่งทอ
๖. ชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME)
๗. พลังงาน
๘. สิ่งแวดล้อม

โดยได้กำหนดผลิตภัณฑ์เป้าหมายในระยะแรก ๗ กลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้แก่

๑. กลุ่มผลิตภัณฑ์ทางด้านเซ็นเซอร์
๒. กลุ่มอุปกรณ์นาโนอิเล็กทรอนิกส์
๓. กลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบส่งยาและสารสกัดสมุนไพร
๔. กลุ่มตัวเร่งปฏิกิริยาและวัสดุดูดซับ กรอง
๕. กลุ่มนาโนเวชสำอาง
๖. กลุ่มวัสดุเคลือบนาโน
๗. กลุ่มวัสดุสารประกอบแต่ง

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ยกระดับคุณภาพชีวิต เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น สามารถแบ่งได้เป็น ๓ ส่วน คือ เทคโนโลยีสาขาหลัก เทคโนโลยีฐาน และองค์ความรู้หลัก โดยเทคโนโลยีสาขาหลัก (core technology) มี ๓ สาขา ได้แก่

๑. วัสดุนาโน (nano materials)
๒. นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (nano electronics)
๓. เทคโนโลยีชีวภาพนาโน (nano biotechnology)

ในโลกของการแข่งขันทางเทคโนโลยี มีการนำเทคโนโลยีสาขาหลักแต่ละสาขามาบูรณาการกันให้เกิดเทคโนโลยีใหม่ และ/ หรือ มีการพัฒนาเทคโนโลยีแตกแขนงออกไปเป็นสาขาย่อยๆ การพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีที่สำคัญที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยีหลักสามารถจัดกลุ่มได้เป็น ๓ เทคโนโลยีฐาน (technology platform) ได้แก่

๑. เทคโนโลยีการเคลือบระดับนาโน (coating)
๒. เทคโนโลยีการห่อหุ้มระดับนาโน (encapsulation)
๓. เทคโนโลยีการสังเคราะห์โครงสร้างนาโนเชิงฟังก์ชัน (functional nanotechnology)

องค์ความรู้หลักที่ใช้ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยี จำเป็นต้องมีการสะสมองค์ความรู้เพื่อการประยุกต์ใช้โดยมีการพัฒนาความรู้พื้นฐานเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาพื้นฐาน เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมี คณิตศาสตร์ วิศวกรรม นาโนเมคาทรอนิกส์ (nanomechatronics) การประกอบสร้างชิ้นส่วนนาโน (nanofabrication) ปรากฏการณ์ทางควอนตัม (quantum phenomena) และออปโตอิเล็กทรอนิกส์ (optoelectronics) เป็นต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนา เป็นฐานสำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือเป็นพื้นฐานสำหรับต่อยอดเทคโนโลยีที่จัดหามาจากแหล่งอื่นได้อย่างรวดเร็ว การสะสมองค์ความรู้อาจทำได้โดยการสร้างขึ้นเองภายในประเทศโดยการวิจัยและพัฒนา หรือการเสาะหาจากแหล่งภายนอกด้วยการซื้อเทคโนโลยี การร่วมวิจัยกับต่างประเทศ เป็นต้น

การพัฒนาขีดความสามารถทางนาโนเทคโนโลยีของประเทศไทยให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล จำเป็นต้องมีปัจจัยเอื้อ (enabling factors) ในระดับฐานรากรวมทั้งด้านทรัพยากรมนุษย์ งบประมาณ/กองทุน

สนับสนุนการวิจัย โครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การวิเคราะห์ทดสอบ การดูดซับ/ถ่ายทอดเทคโนโลยี การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา การบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร ความตระหนัก/ความเข้าใจแก่สาธารณะ การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสี่ยง

กล่าวคือ ในด้านทรัพยากรมนุษย์ ภาครัฐเป็นผู้ผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีปริมาณและความสามารถเพียงพอ (critical mass) ที่จะสามารถขับเคลื่อนการพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีของไทย ในด้านงบประมาณ/กองทุนสนับสนุนการวิจัย ภาครัฐและเอกชนเป็นผู้ลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาไปพร้อมกับมาตรการและแรงจูงใจกระตุ้นด้านการลงทุนในภาคเอกชน ด้านโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ การลงทุนพัฒนาห้องปฏิบัติการวิจัยและจัดหาอุปกรณ์ที่มีความจำเป็น การมีระบบบริหารเครื่องมือกลางของทั่วประเทศ รวมทั้งมีบริการด้านการวิเคราะห์ทดสอบ ศูนย์การวิเคราะห์ทดสอบมีความสำคัญเนื่องจากช่วยสร้างความสามารถในการแข่งขัน เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development) ตามความต้องการของภาคเอกชน การดูดซับ/ถ่ายทอดเทคโนโลยี สนับสนุนกลไกการดูดซับเทคโนโลยี มีระบบและกลไกการถ่ายทอดเทคโนโลยี การบริหารทรัพย์สินทางปัญญา มีการบริหารระบบวิจัยแบบมุ่งเป้าและครบวงจร การสร้างความสามารถและการสร้างเครือข่าย (stakeholders, network) และการสร้างความร่วมมือด้านการวิจัยพัฒนา (collaboration, coordination) สร้างความตระหนัก/ความเข้าใจแก่สาธารณะ สร้างกลไกที่มีประสิทธิภาพในการสื่อสารและทำความเข้าใจกับประชาชน การจัดการด้านความปลอดภัย จริยธรรม และความเสี่ยง การศึกษาและสร้างมาตรการประกันความปลอดภัย จริยธรรม และความเสี่ยงในการพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

๓.๓ กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ - ๒๕๖๔) ภายใต้แนวคิดกระบวนการทำงานร่วมกันของภาครัฐ ภาคเอกชน ภาควิชาการ และภาคประชาชน ได้กำหนด วิสัยทัศน์ ดังนี้

“นาโนเทคโนโลยีสร้างขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน”

โดยมี ๓ เป้าหมายหลักที่ต้องการบรรลุผลภายในปี ๒๕๖๔ คือ

๑. ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการพัฒนา วัสดุผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ ด้วยนาโนเทคโนโลยี

๒. เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่ตอบสนองตรงความต้องการของสังคม และตลาดด้วยนาโนเทคโนโลยี

๓. ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษา และการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

เป้าหมายหลักที่ ๑ ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี โดยการพัฒนาวัสดุผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ ด้วยนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยมีการพัฒนาคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งจะก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี ๒๕๖๘ ซึ่งหากไม่มีการวางแผนป้องกันที่ดี ผู้สูงอายุจะประสบปัญหาการเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อภาระค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลของภาครัฐและผลกระทบอื่นๆที่ตามมา เช่น เศรษฐกิจและสังคมจะเกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณและคุณภาพของประชากรของประเทศเป็นต้น

การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ หรือเกื้อหนุนในกระบวนการพัฒนาวัสดุ การผลิตอุปกรณ์วินิจฉัยและตรวจวัดสภาวะสุขภาพและโรคต่างๆ เช่น นาโนไบโอเซ็นเซอร์ และระบบนำส่งยาและสารสกัดสมุนไพร จะเป็นการส่งเสริมและทำให้ระบบสุขอนามัยของประเทศมีศักยภาพในการป้องกันและบรรเทาโรคต่างๆ รวมทั้งป้องกันการระบาดของโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำ โรคซาร์สและไข้หวัดนกหรือการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ และการดูแลสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลให้ประชาชนมีสุขภาพแข็งแรงมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นลดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลได้ในอีกทางหนึ่ง

เป้าหมายหลักที่ ๒ เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตที่ตอบสนองตรงความต้องการของสังคมและตลาดมากขึ้นด้วยนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นฐานทางการเกษตรเป็นหลัก สินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องสร้างรายได้เข้าประเทศอย่างต่อเนื่อง แต่ยังมีผลผลิตส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถสร้างรายได้ให้กับผู้ผลิตเนื่องจากคุณภาพไม่ตรงกับความต้องการของตลาดหรือไม่ได้ตามมาตรฐาน ทั้งนี้อาจมาจากหลายปัจจัย เช่น มีสารปนเปื้อนหรือโลหะหนักแฝงอยู่ ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ เป็นต้น นอกจากนี้กระบวนการเพาะปลูกที่ไม่มีการพัฒนาอาจทำให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณน้อยหรือลดลงไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ นาโนเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยลดปัญหาอุปสรรคดังกล่าวได้

ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ ๑๑ นาโนเทคโนโลยีจะมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาในด้านต่างๆ ซึ่งรวมทั้งการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิต เช่น สามารถตรวจวิเคราะห์เพื่อลดปริมาณสารปนเปื้อนหรือโลหะหนัก สามารถผลิตเป็นปุ๋ยเพื่อลดค่าใช้จ่ายหรือเพิ่มผลผลิตต่อไร่ จึงเป็นความท้าทายในการพัฒนาซึ่งประเทศที่พัฒนาเทคโนโลยีช้าจะกลายเป็นผู้ซื้อและมีผลิตภาพต่ำกว่าประเทศอื่นๆ และไม่สามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้

ในระยะ ๕ ปีที่สองของกรอบนโยบายฯ จะให้ความสำคัญเพิ่มขึ้นต่ออุตสาหกรรมการผลิตชนิดใหม่ๆ ที่ต้องอาศัยนาโนเทคโนโลยีมากขึ้น

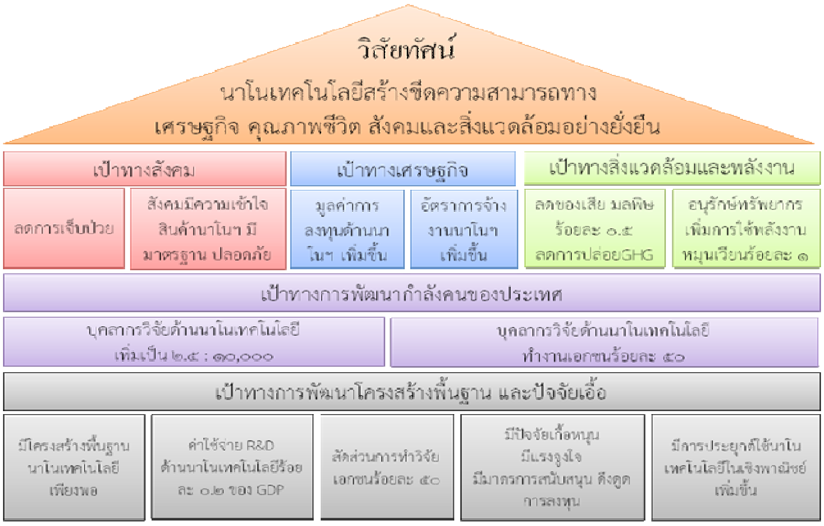
เป้าหมายหลักที่ ๓ ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีของภูมิภาคอาเซียน

เพื่อเป็นพลังขับเคลื่อนการเจริญเติบโตของประเทศในด้านต่างๆ อย่างยั่งยืนบนฐานความรู้ ภูมิปัญญา ความคิดสร้างสรรค์แบบพึ่งพาตนเอง ประเทศไทยจึงควรกำหนดเป้าหมายด้านหนึ่งเกี่ยวกับการศึกษาและวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีและเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ควรมีการส่งเสริมการสร้างบุคลากรระดับสูงเพื่อเป็นตัวคูณ ซึ่งส่วนมากจะเป็นอาจารย์ตามมหาวิทยาลัยและศูนย์เทคโนโลยีแห่งชาติ จัดให้มีหลักสูตรนาโนเทคโนโลยีในมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดงานวิจัยที่มีคุณภาพและเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับการพัฒนาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ในอนาคต ปลูกฝังให้เยาวชนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเข้าใจและสนใจด้านนาโนเทคโนโลยี ผลักดันให้เกิดการลงทุนทำการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีโดยการมีส่วนร่วมจากทั้งภาครัฐและเอกชนด้วยมาตรการจูงใจต่างๆ เพื่อให้ภาคเอกชนสนใจ

ในส่วนของการสนับสนุนจะต้องมี โครงสร้างพื้นฐาน ทรัพยากรบุคคล และงบประมาณสนับสนุนการวิจัยอย่างสมดุลกับความต้องการ จำต้องมีสถาบันวิจัยที่เป็นศูนย์แห่งชาติที่มีโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในระดับสากลและมีหน่วยปฏิบัติการวิจัยเครือข่ายทางด้านนาโนเทคโนโลยีกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย

นอกจากเป้าหมายหลักทั้ง ๓ ประการแล้ว กรอบนโยบายฯ ได้กำหนดเป้าหมายเพื่อการพัฒนาประเทศใน ๕ ด้าน ดังต่อไปนี้ (แสดงในรูปที่ ๓.๔ และตารางที่ ๓.๑)

๑. เป้าทางสังคม
๒. เป้าทางเศรษฐกิจ
๓. เป้าทางสิ่งแวดล้อมและพลังงาน
๔. เป้าทางการพัฒนากำลังคนของประเทศ
๕. เป้าทางการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ



รูปที่ ๓.๔ เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

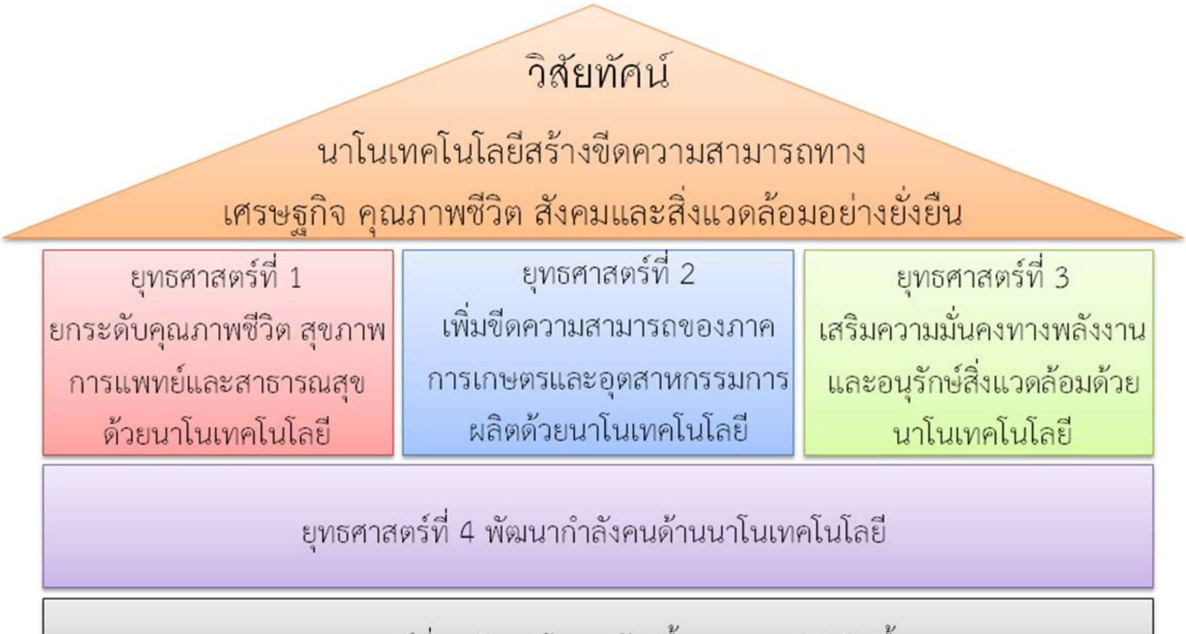
ตารางที่ ๓.๑ เป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย

การพัฒนาสังคมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีและเข้มแข็ง มีความตระหนัก	● การพัฒนาสุขภาวะของคนไทยให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นโดย ❑ การป้องกัน รักษาการเจ็บป่วยโดยการพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ภายในประเทศเพื่อลดการนำเข้าเทคโนโลยีทางการแพทย์ ● ประชาชนมีความตระหนัก มีข้อมูลความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการพัฒนาและการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ คุณภาพมาตรฐานและความปลอดภัยด้านนาโนเทคโนโลยีโดย ❑ ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในสินค้าอุปโภคบริโภค ภาคการเกษตร ธุรกิจการค้า เพิ่มมากขึ้น ❑ การพัฒนาระบบการจัดการข้อมูลความปลอดภัยด้านการพัฒนาและการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้
การพัฒนาเศรษฐกิจให้มีการเจริญเติบโตอย่างยั่งยืน	● การยกระดับขีดความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพ โดยการพัฒนาและการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ภายในประเทศโดย ❑ ภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการยกระดับขีดความสามารถทางเศรษฐกิจ ❑ อัตราการจ้างงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ● สร้างมูลค่าเพิ่มและนวัตกรรมโดยการพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ภายในประเทศโดย ❑ ภาคเกษตร อุตสาหกรรม และบริการ มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีมาใช้ทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น
การพัฒนาและการสร้างความมั่นคงทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม	● การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการพัฒนาโดย ❑ การพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียพลังงาน เพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนร้อยละ ๑ ● การส่งเสริมการพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ ภายในประเทศเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดย ❑ การพัฒนาและนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการลดปริมาณของเสียและมลพิษลงร้อยละ ๐.๕ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
การพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี	● การบูรณาการการพัฒนาและผลิตกำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้มีปริมาณที่มากพอ สร้างแรงจูงใจและพัฒนาเส้นทางอาชีพโดย ❑ เพิ่มสัดส่วนบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีเป็น ๒.๕ คนต่อประชากร ๑๐,๐๐๐ คน ❑ เพิ่มสัดส่วนบุคลากรที่ทำงานในภาคเอกชนร้อยละ ๕๐
พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยสนับสนุนการพัฒนานาโนเทคโนโลยี	● พัฒนาปัจจัยด้านเครื่องมือการเงินการคลัง ตลาด โครงสร้างพื้นฐาน กฎหมาย กฎระเบียบ การบริหารจัดการด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยกำหนดให้ ❑ มีความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ในระดับแนวหน้าของอาเซียน มีโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยีพอเพียง เกิดการลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีไม่น้อยกว่าร้อยละ ๐.๒ ของ GDP มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนใน R&D ร้อยละ ๕๐ มีปัจจัยเกื้อหนุน แรงจูงใจ มาตรการสนับสนุนดึงดูดการลงทุน และมีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น

บทที่ ๔
ยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ และมาตรการ

เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุทั้ง ๓ เป้าหมายหลักข้างต้น กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔) ได้กำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่สอดรับกับแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔ จำนวน ๕ ยุทธศาสตร์ (รูปที่ ๔.๑) และภายใต้ยุทธศาสตร์ประกอบด้วยกลยุทธ์ และมาตรการที่ใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงาน

๑. ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี
๒. เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ด้วยนาโนเทคโนโลยี
๓. เสริมความมั่นคงทางพลังงาน และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยนาโนเทคโนโลยี
๔. พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี
๕. พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ



รูปที่ ๔.๑ ยุทธศาสตร์การพัฒนานาโนเทคโนโลยีตามกรอบกรอบนโยบายการพัฒนา นาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔)

ในแต่ละยุทธศาสตร์มีรายละเอียดประกอบด้วย คำขยายความยุทธศาสตร์ กลยุทธ์ มาตรการและผู้รับผิดชอบในแต่ละกลยุทธ์ ดังต่อไปนี้

ยุทธศาสตร์ที่ ๑ ยกระดับคุณภาพชีวิต สุขภาพ การแพทย์และสาธารณสุขด้วยนาโนเทคโนโลยี

ปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้า ต่อยอดนาโนเทคโนโลยีเพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านสุขภาพและการแพทย์มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพนาโนมาใช้ในการวินิจฉัยและรักษาโรค ทั้งวินิจฉัยนอกร่างกายและในร่างกายมนุษย์เพื่อให้สามารถวินิจฉัยโรคได้ตั้งระยะแรกเริ่ม การพัฒนาวัสดุและกระบวนการนำยาไปสู่อวัยวะหรือบริเวณเป้าหมายที่จะรักษาได้อย่างแม่นยำและสามารถควบคุมได้ สำหรับด้านคุณภาพสังคมและสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ทางด้านเซ็นเซอร์ที่มีวัสดุนาโนเป็นองค์ประกอบจะมีบทบาทในเรื่องมาตรฐานความปลอดภัย โดยการพัฒนาตัวรับสัญญาณระดับนาโนที่มีความไวสูงซึ่งช่วยตรวจจับของเสียหรือเคมีตกค้างในกระบวนการผลิตเพื่อไม่ให้ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ด้านสภาพแวดล้อมใช้วัสดุนาโนในระบบกรองน้ำเพื่อการทำน้ำสะอาด

<u>เป้าหมาย</u>

๑. นาโนเทคโนโลยีมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกันและลดอัตราการป่วยจากโรคที่เป็นปัญหาสำคัญ
๒. ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในสินค้าอุปโภคบริโภค
๓. มีระบบการจัดการข้อมูลความปลอดภัยด้านการพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

กลยุทธ์ที่ ๑.๑ สนับสนุนและส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาและประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต สุขภาพ และการแพทย์

ปัจจุบันการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการคุณภาพชีวิต สุขภาพ และการแพทย์ มีความก้าวหน้ามาก โดยการแพทย์แบบนาโนในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็นได้เป็น 3 สาขาหลัก คือ การตรวจวิเคราะห์ระดับนาโน (Nanodiagnostics and Imaging) การนำส่งยาและการควบคุมการปล่อยยา (Targeted drug delivery and controlled release) และการแพทย์โดยการซ่อมแซมหรือทดแทนอวัยวะหรือเซลล์ที่ทำงานผิดปกติ (Regenarative medicine)

การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพไม่ว่าจะเป็นการป้องกัน การคัดกรอง การตรวจจับและการรักษาโรคต่างๆ มีตั้งแต่การใช้อนุภาคขนาดนาโนมาใช้เพื่อช่วยวิเคราะห์ระดับโมเลกุล การช่วยให้การถ่ายภาพอวัยวะต่างๆ มีรายละเอียดของข้อมูลมากขึ้น รวมถึงการรักษาซึ่งอาจจะซับซ้อนและสามารถทำการรักษาในระดับเซลล์

มาตรการที่ ๑.๑.๑ กำหนดทิศทางการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อการเสริมสร้างคุณภาพชีวิต สุขภาพและการแพทย์

มาตรการที่ ๑.๑.๒ การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการป้องกันและการรักษาโรค

ผู้รับผิดชอบหลัก	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
คณะทำงาน	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ
	สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข
	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา

กลยุทธ์ที่ ๑.๒ สร้างความตระหนักและส่งเสริมการสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจด้านนาโนเทคโนโลยี

การสร้างความตระหนักด้านความสำคัญและการสร้างความเข้าใจนาโนเทคโนโลยีเป็นกลยุทธ์สำคัญในการที่จะทำให้สาธารณชนตระหนักรู้ถึงความสำคัญ เพื่อการยกระดับการพัฒนาประเทศทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ทัดเทียมกับต่างประเทศ โดยมีกระบวนการสื่อสารกับสาธารณะที่มีประสิทธิภาพ การสร้างความตระหนักและการถ่ายทอดความรู้นาโนเทคโนโลยีสู่สาธารณชนทั้งภาครัฐ เอกชนรวมถึงกลุ่มประชาชน

ทั่วไป เพื่อให้ทุกภูมิภาคของประเทศไทยได้รับข้อมูล สามารถเข้าถึงความรู้ทางด้านวิชาการที่ทันสมัย และสามารถปรับตัวได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง

มาตรการที่ ๑.๒.๑ จัดให้มีการสื่อสารและให้ข้อมูลแก่สังคมเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีหลายทางหลายระดับอย่างต่อเนื่อง

มาตรการที่ ๑.๒.๒ บรรจุเนื้อหาทางด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตั้งแต่ระดับโรงเรียน

มาตรการที่ ๑.๒.๓ สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนในการสร้างความตระหนัก การรับรู้ การนำความรู้ที่ได้จากการพัฒนานาโนเทคโนโลยีไปเผยแพร่และนำไปพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ขององค์กรต่อไป

ผู้รับผิดชอบหลัก	สำนักงานคณะกรรมการสุขภาพแห่งชาติ
คณะทำงาน	กรมประชาสัมพันธ์
	สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
	สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลยุทธ์ที่ ๑.๓ ให้ความรู้และสร้างกลไกดูแลความปลอดภัย จริยธรรม และมาตรฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

ความก้าวหน้าทางด้านนาโนเทคโนโลยีมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง นาโนเทคโนโลยีถูกนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ทางการค้าในระดับอุตสาหกรรมในชีวิตประจำวันมากขึ้น อาทิเช่น สิ่งทอ ภาชนะบรรจุอาหาร ยาและเครื่องสำอาง อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจเกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีโดยเฉพาะวัสดุนาโนในการก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมยังมีข้อโต้แย้ง เนื่องจากผลของการศึกษาและมาตรฐานของแต่ละประเทศที่ไม่เท่ากัน ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาทั่วโลกได้ตระหนักและได้หามาตรฐานการประเมินความเสี่ยง (risk assessment) และการจัดการความเสี่ยง (risk management) ของวัสดุนาโนขึ้น ทำให้การควบคุมดูแลด้านความปลอดภัย การให้ความรู้ จริยธรรม และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระเบียบ/มาตรฐานด้านนาโนเทคโนโลยีมีแนวโน้มเข้มงวดขึ้น และมีความ

จำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการให้ความรู้และสร้างกลไกในการกำกับดูแล ป้องกันและแก้ไขผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

มาตรการที่ ๑.๓.๑ พัฒนากลไกการให้ความรู้และการจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยและจริยธรรมด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

มาตรการที่ ๑.๓.๒ สนับสนุนบทบาทคณะกรรมการระดับชาติด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๑.๓.๓ พัฒนาศักยภาพด้านการตรวจสอบคุณภาพ มาตรฐาน และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ด้านนาโนเทคโนโลยี

ผู้รับผิดชอบหลัก สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันการศึกษา

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ เพิ่มขีดความสามารถภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิตด้วยนาโนเทคโนโลยี

สร้างองค์ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีและสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่มูลค่า

- กำหนดทิศทางการวิจัย
- สนับสนุนการต่อยอดเทคโนโลยีฐาน
- การเข้าถึงข้อมูลการวิจัยและพัฒนา

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
กรมส่งเสริมการเกษตร
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา

สร้างความร่วมมือ กลไกความเชื่อมโยง (ภาครัฐ ภาคการศึกษา ภาคเอกชน และภาคประชาชน)

- สร้างเครือข่ายระหว่างรัฐ เอกชน
- สร้างความรู้ความร่วมมือรัฐ เอกชน

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
กรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ผลักดันให้เกิดการนำงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้

- กระตุ้นการลงทุน
- กระตุ้นการวิจัยร่วมกัน

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
กรมสรรพากร
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ ๒ เพิ่มขีดความสามารถของภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตด้วยนาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยีถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการเพิ่มขีดความสามารถในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิตในหลายส่วนตลอดห่วงโซ่มูลค่า เช่น การพัฒนาปุ๋ย วัสดุปรับปรุงดิน อุปกรณ์ตรวจจับและป้องกันโรคแมลง การใช้นาโนเซนเซอร์ในการตรวจวัดสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้น สารตกค้างหรือสารพิษ โลหะหนักรวมทั้งธาตุอาหารหลักในดิน) ในช่วงการเพาะปลูก แผ่นฟิล์มที่ใช้ในการเพาะปลูกหรือโรงเรือน การตรวจสอบเชื้อโรคในอาหาร การพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์โดยใช้ฟิล์มบางซึ่งช่วยการควบคุมการซึมผ่านของน้ำและอากาศในช่วงหลังการเก็บเกี่ยวของภาคการเกษตร การพัฒนาเส้นใยนาโนที่ใช้ในกระบวนการทอผ้าเพื่อเพิ่มความทนทานป้องกันคราบสกปรกและกันน้ำ และการพัฒนาสมบัติของวัสดุในภาคอุตสาหกรรมให้มีความแข็งแรงทนทาน และมีน้ำหนักเบาขึ้น เป็นต้น

<u>เป้าหมาย</u>

๑. มีการลงทุนด้านนาโนเทคโนโลยีในภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต เพิ่มขึ้น
๒. มีจำนวนผลงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีที่ภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น
๓. ภาคเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต มีอัตราการจ้างงานด้านนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

กลยุทธ์ที่ ๒.๑ ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตและสร้างมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่มูลค่า

นาโนเทคโนโลยีมีบทบาทเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจไทยให้ยั่งยืน สามารถแข่งขันได้ การกำหนดทิศทางงานวิจัยไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน และต่อยอดซึ่งกันและกันจำเป็นต้องพิจารณากระบวนการทั้งระบบตลอดห่วงโซ่มูลค่า เช่น ภาคการเกษตร กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ผลผลิตที่ได้รับ การส่งมอบ และผลกระทบที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ กระบวนการเข้าถึงข้อมูลจะช่วยสนับสนุนการขับเคลื่อนภาคเศรษฐกิจให้เติบโตบนฐานความรู้ ภูมิปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ อันจะนำไปสู่การส่งเสริมการลงทุนวิจัยและพัฒนา ผลักดันให้มีการนำงานวิจัยไปต่อยอด ถ่ายทอดและประยุกต์ใช้ประโยชน์ทั้งเชิงพาณิชย์และการพัฒนาสังคมชุมชน

มาตรการที่ ๒.๑.๑ กำหนดทิศทางงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีฐานสำหรับภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมการผลิต

มาตรการที่ ๒.๑.๒ สนับสนุนการพัฒนาและต่อยอดงานวิจัยนาโนเทคโนโลยีฐาน

มาตรการที่ ๒.๑.๓ จัดให้มีการเข้าถึงข้อมูลทั้งข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลผลการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐ และข้อมูลจากภาคเอกชน

ผู้รับผิดชอบหลัก	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
คณะทำงาน	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
	สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
	กรมส่งเสริมการเกษตร
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา

กลยุทธ์ที่ ๒.๒ ส่งเสริมกลไกเชื่อมโยงด้านการวิจัยและพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระหว่างภาคการวิจัยกับภาคเอกชน

ปัจจุบันเริ่มมีผู้ประกอบขนาดใหญ่และเล็กหันมาให้ความสนใจการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น การจัดให้มีเวทีอุตสาหกรรมสำหรับแลกเปลี่ยนความรู้ แสวงหาความต้องการความร่วมมือหรือการสร้างเครือข่ายความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงาน/องค์กรภาครัฐกับภาคอุตสาหกรรม ในการวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทั้งในระดับชาติและนานาชาตินับว่าเป็นกลไกสำคัญในการเชื่อมโยงด้านการวิจัยและพัฒนาและการประยุกต์ใช้ระหว่างภาคการวิจัยกับภาคเอกชน

มาตรการที่ ๒.๒.๑ สร้างเครือข่ายการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีระหว่างภาคการวิจัยและภาคเอกชนในระดับประเทศและในระดับนานาชาติ

มาตรการที่ ๒.๒.๒ สนับสนุนการสร้างกลไก/องค์กรที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงความรู้และความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน

ผู้รับผิดชอบหลัก	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
คณะทำงาน	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
	สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
	กรมส่งเสริมการเกษตร
	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
	สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา
	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

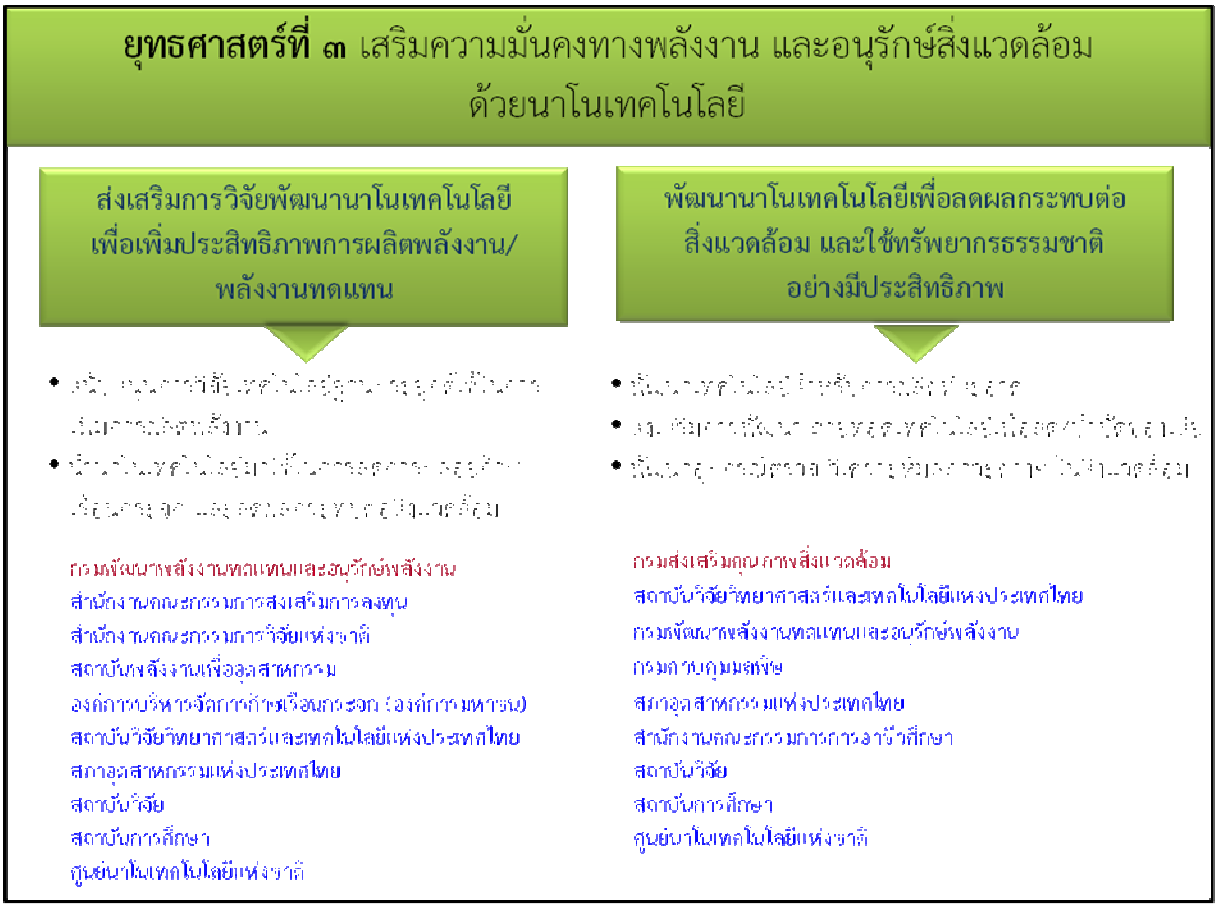
กลยุทธ์ที่ ๒.๓ ผลักดันให้มีการนำงานวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์

นาโนเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนา ภาคเกษตร อุตสาหกรรมการผลิต พลังงานสิ่งแวดล้อม สุขภาพและการแพทย์ แต่ผู้ประกอบการมีข้อมูลด้านนาโนเทคโนโลยีที่จำกัด ทำให้เป็นอุปสรรคหรือขาดความมั่นใจในการลงทุน การส่งเสริมให้มีมาตรการ ระเบียบที่เอื้อต่อการลงทุนเพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุนจึงมีความสำคัญมาก เช่น การใช้สิทธิลดหย่อนภาษีถึงร้อยละ ๒๐๐ สำหรับภาคเอกชนที่มีการลงทุนทำวิจัยเองหรือมีกระบวนการสนับสนุนทุนทำวิจัยบางส่วน หรือสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ การให้บริการเครื่องมือการให้บริการพื้นที่เพื่อทำงานวิจัยและพัฒนา และมีหน่วยบ่มเพาะธุรกิจเพื่อสนับสนุนและผลักดันงานวิจัยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีรวมทั้งติดต่อภาคอุตสาหกรรมให้กับผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ

มาตรการที่ ๒.๓.๑ สร้างแรงจูงใจเพื่อกระตุ้นให้เกิดการลงทุนของภาคเอกชน

มาตรการที่ ๒.๓.๒ กระตุ้นให้เกิดการวิจัยและพัฒนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคการศึกษาและภาคเอกชน และมีการผลักดันให้มีการนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์

ผู้รับผิดชอบหลัก	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
คณะทำงาน	กรมสรรพากร
	กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
	สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
	สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา
	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ



ยุทธศาสตร์ที่ ๓ เสริมความมั่นคงทางพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยนาโนเทคโนโลยี

แนวโน้มความต้องการพลังงานและปัญหาความมั่นคงทางพลังงานของโลกมีแนวโน้มเป็นปัญหาสำคัญ รวมถึงการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมและการเติบโตของการอุปโภคบริโภคที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นาโนเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมจึงมีส่วนสำคัญในการสร้างความมั่นคงและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างนาเทคโนโลยีฯ เช่น ฉนวนกันความร้อนที่มีส่วนประกอบของวัสดุนาโน นาโนเทคโนโลยีสำหรับการผลิตเซลล์เชื้อเพลิง การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในอุปกรณ์ตรวจจับสารพิษในน้ำ และนาโนเทคโนโลยีที่ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น

<u>เป้าหมาย</u>

๑. ผลงานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเสริมความมั่นคงทางพลังงาน

๒. ประเทศไทยเป็นผู้นำในการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาและผลิตพลังงาน และพลังงานทดแทนในภูมิภาคอาเซียน

๓. นาโนเทคโนโลยีมีส่วนช่วยสนับสนุนและพัฒนากระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีส่วนร่วมในการลดของเสียและมลพิษลงร้อยละ ๐.๕ และ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กลยุทธ์ที่ ๓.๑ ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานและพลังงานหมุนเวียน

นาโนเทคโนโลยีมีศักยภาพสำคัญที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ การเก็บสะสม และการผลิตพลังงานและพัฒนาการกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยในการประหยัดพลังงาน การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยกลุ่มนาโนเทคโนโลยีที่ใช้ในการอนุรักษ์และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ภาคพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาคอุตสาหกรรมและอาคาร ภาคขนส่ง และภาคการผลิตไฟฟ้า และกลุ่มนาโนเทคโนโลยีที่ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานทดแทนมีเทคโนโลยีที่ช่วยในการลดก๊าซเรือนกระจกที่สืบเนื่องมาจากการผลิตหรือการใช้พลังงาน ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์

มาตรการที่ ๓.๑.๑ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีฐานเพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มผลผลิตพลังงาน พลังงานหมุนเวียน

มาตรการที่ ๓.๑.๒ นำนาโนเทคโนโลยีมาใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและช่วยผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้รับผิดชอบหลัก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

สถาบันวิจัย

สถาบันการศึกษา

ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลยุทธ์ที่ ๓.๒ พัฒนานาโนเทคโนโลยีเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ

แนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของภาคอุตสาหกรรมมุ่งหน้าไปสู่ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยนาโนเทคโนโลยีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลายกระบวนการ เช่น กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (eco-design) กระบวนการผลิต (green products) การปรับใช้เทคโนโลยีสะอาด (clean

technology) ซึ่งนอกจากจะช่วยลดของเสียและสามารถลดผลพลอยได้ที่ไม่ต้องการ (by-product) แล้วยังสามารถพัฒนาเป็นอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในกระบวนการบำบัดของเสียภาคอุตสาหกรรม เช่น การบำบัดน้ำเสีย ได้อีกด้วย

มาตรการที่ ๓.๒.๑ พัฒนานาโนเทคโนโลยีสำหรับระบบการผลิตที่สะอาดและผลักดันให้มีการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น

มาตรการที่ ๓.๒.๒ ส่งเสริมการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อลดและบำบัดของเสียสู่การนำไปใช้งานจริงอย่างจริงจัง

มาตรการที่ ๓.๒.๓ พัฒนาอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์มลภาวะต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพ

ผู้รับผิดชอบหลัก กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

คณะทำงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กรมควบคุมมลพิษ
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ ๔ พัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทยหากต้องการพัฒนาประเทศให้เข้มแข็ง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีให้ได้จำนวนมากถึงระดับที่เป็นมวลวิกฤต กล่าวคือมีจำนวนนักวิจัยมีมากเพียงพอที่จะสามารถทำวิจัยและพัฒนาไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องในอัตราที่แข่งขันได้ ทั้งนี้ต้องมีการพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและผู้ปฏิบัติงานด้านนาโนเทคโนโลยีต้องมีการส่งเสริมเส้นทางอาชีพ (career path) ที่ชัดเจน

เป้าหมาย

๑. มีสัดส่วนบุคลากรวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยีต่อประชากร ๒.๕ : ๑๐,๐๐๐ คน

๒. มีบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีปฏิบัติงานในภาคเอกชนร้อยละ ๕๐

กลยุทธ์ที่ ๔.๑ เร่งสร้างบุคลากร "ตัวคูณ"

บุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีเป็นกลจักรสำคัญที่จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในด้านต่างๆ ประเทศไทยจำเป็นที่จะต้องมีบุคลากรด้านนี้อย่างพอเพียงทั้งในเชิงปริมาณที่เป็นสัดส่วนต่อประชากร และในเชิงคุณภาพที่สามารถปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมได้หรือมี

คุณสมบัติตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมในสาขาเฉพาะทาง (หรืออย่างน้อยมีความรู้ความสามารถเบื้องต้นที่สามารถนำมาฝึกพัฒนาเพิ่มเติมได้) การพัฒนากำลังคนซึ่งเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งยวดที่ต้องมีการผลิตออกมาเพื่อให้ทันต่อความต้องการ

มาตรการที่ ๔.๑.๑ ให้ทุนศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักวิจัยและอาจารย์ของประเทศ

มาตรการที่ ๔.๑.๒ สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนนักวิจัยระหว่างองค์กรภายในประเทศและระหว่างประเทศ

มาตรการที่ ๔.๑.๓ สนับสนุนนักวิจัยไปเสนอผลงานในการประชุมวิชาการด้านนาโนเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ

ผู้รับผิดชอบหลัก	กระทรวงศึกษาธิการ
คณะทำงาน	สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน
	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา
	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลยุทธ์ที่ ๔.๒ สนับสนุนการสร้างกำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยีร่วมกันระหว่างอุตสาหกรรม ภาคการศึกษาและภาครัฐ

การที่จะสร้างกำลังคนที่มีประสิทธิภาพนั้นจะเกิดขึ้นได้จากการสนับสนุนการพัฒนาความร่วมมือระหว่างภาคอุตสาหกรรม ภาคการศึกษาและภาครัฐ โดยภาคมหาวิทยาลัยทำวิจัยร่วมกับภาคเอกชนในโจทย์ที่เป็นความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และมีการปรับปรุงและสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนด้านนาโนเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนและสร้างบุคลากรป้อนให้กับภาคอุตสาหกรรม มีหน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อทำวิจัยในเรื่องที่สำคัญและจำเป็นต่อประเทศ ตลอดจนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการสร้างแรงจูงใจและการส่งเสริมเส้นทางอาชีพ

มาตรการที่ ๔.๒.๑ สนับสนุนมหาวิทยาลัยให้มีหลักสูตรการศึกษาตั้งแต่การเรียนไปจนถึงการส่งเสริม
เส้นทางอาชีพ

มาตรการที่ ๔.๒.๒ สนับสนุนทุนการศึกษาและการวิจัยด้านนาโนเทคโนโลยี
มาตรการที่ ๔.๒.๓ สร้างแรงจูงใจ ดึงดูดนักวิจัย/ผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ

ผู้รับผิดชอบหลัก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลยุทธ์ที่ ๔.๓ ยกระดับความรู้บุคลากรเชิงปฏิบัติทั้งในภาครัฐและอุตสาหกรรม

ทุกองค์กรต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถตรงกับสายงานและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีก็เช่นกันต้องมีการยกระดับองค์ความรู้และการฝึกปฏิบัติงานให้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่รับผิดชอบ ส่งเสริมให้มีความชำนาญในการใช้เครื่องมือ สนับสนุนผลการวิจัย อุปกรณ์ และการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีเพื่อการสร้างประโยชน์เชิงพาณิชย์และสู่สาธารณะ โดยทางภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา จำเป็นต้องเข้ามาช่วยกันพัฒนาบุคลากรร่วมกันตั้งแต่แรกเริ่มจึงจะสามารถผลิตบุคลากรให้ตรงความต้องการ

มาตรการที่ ๔.๓.๑ ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคอุตสาหกรรมในการผลิตบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการ
มาตรการที่ ๔.๓.๒ จัดให้มีหลักสูตรฝึกอบรมความรู้และการฝึกปฏิบัติด้านนาโนเทคโนโลยีการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง
มาตรการที่ ๔.๓.๓ สนับสนุนผลงานวิจัยให้สามารถออกไปสู่สาธารณะชนได้มากขึ้น

ผู้รับผิดชอบหลัก สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

สมาคมนาโนเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

ยุทธศาสตร์ที่ ๕ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยเอื้อ

โครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยีจัดเป็นปัจจัยเอื้อที่สำคัญมากที่สุดประการหนึ่งในการเพิ่มขีดความสามารถด้าน วทน. เพื่อการแข่งขันของประเทศในระยะยาว ภายใต้แนวคิดของการให้ความสำคัญกับการสร้างความเชื่อมโยงและความร่วมมือในรูปแบบเครือข่ายวิจัยระหว่างสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคการผลิตรวมถึงองค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านนาโนฯ เครือข่ายการตรวจวิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการทั้งที่อยู่ในศูนย์แห่งชาติและเครือข่ายทั่วทุกภูมิภาค ระบบฐานข้อมูล ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้ นอกจากใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาแล้วยังช่วยให้ภาคการผลิตและบริการสามารถใช้ประโยชน์เพื่อยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์และบริการให้ได้มาตรฐาน ซึ่งการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและปัจจัยเอื้อนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้ว การมีระบบฐานข้อมูลกลางยังช่วยให้มีการบริหารทรัพยากรอย่างคุ้มค่ามีทิศทางไม่ซ้ำซ้อน

<u>เป้าหมาย</u>

๑. มีขีดความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ในลำดับชั้นแนวหน้าของอาเซียน โดยมีค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศ ร้อยละ ๐.๒ ของ GDP

๒. มีกลไกการเชื่อมโยงระหว่างภาครัฐ ภาคการศึกษา และภาคเอกชน โดยมีสัดส่วนการลงทุนวิจัยและพัฒนา

ด้านนาโนเทคโนโลยีระหว่างภาครัฐต่อเอกชน ร้อยละ ๕๐
๓. สร้างแรงจูงใจดึงดูดการลงทุนของภาคเอกชนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ และส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

กลยุทธ์ที่ ๕.๑ ประกาศนโยบาย และวงเงินลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยี

การกำหนดประกาศนโยบายวงเงินลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนานาโนเทคโนโลยี เป็นการสร้างความเชื่อมั่นและกระตุ้นเศรษฐกิจ และการดึงดูดการลงทุนในภาพรวมเพื่อให้สร้างความเชื่อมั่นแก่ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ลดความซ้ำซ้อนในโครงสร้างการดำเนินงาน เกิดการลงทุนเพื่อการพัฒนานาโนเทคโนโลยีสำหรับผู้ผลิตและผู้บริโภค การมีระบบฐานข้อมูลทางด้านนาโนเทคโนโลยีทำให้สามารถบริการด้านข้อมูลข่าวสารที่ภาคเอกชนและประชาชนสามารถเข้าถึงได้ การประกาศนโยบายและแนวทางในการดำเนินงานระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว เช่น โครงการขนาดใหญ่ที่มีวาระแห่งชาติเป็นฐาน เป็นต้น

มาตรการที่ ๕.๑.๑ ภาครัฐ หน่วยงานวิจัย และเอกชน ร่วมดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยแหล่งเงินจะมาจากงบประมาณแผ่นดิน เงินกองทุน เงินกู้ และเงินลงทุนภาคเอกชน ซึ่งจะลดความซ้ำซ้อนการดำเนินการและใช้งบประมาณนำไปสู่การใช้งบประมาณคุ้มค่า มีประสิทธิภาพ

มาตรการที่ ๕.๑.๒ พัฒนาระบบฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานทางด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศโดยประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

มาตรการที่ ๕.๑.๓ สนับสนุน ผลักดันการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีฐานและพัฒนาโครงการวิจัยขนาดใหญ่โดยใช้โครงการที่เป็นวาระแห่งชาติเป็นฐาน

ผู้รับผิดชอบหลัก	สำนักงบประมาณ
คณะทำงาน	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
	สถาบันวิจัย
	สถาบันการศึกษา
	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

กลยุทธ์ที่ ๕.๒ สร้างความเชื่อมั่นและสนับสนุนการดึงดูดการลงทุน

ปัจจัยการผลิต การลงทุน สถานะภาพทางเศรษฐกิจ และกฎระเบียบข้อบังคับของไทยอยู่ในระดับที่แข่งขันได้ แต่ความสามารถด้านโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบการสื่อสารโทรคมนาคม การคมนาคมขนส่ง และระบบโลจิสติกส์ และเรื่องกฎระเบียบข้อบังคับต่างๆ เช่น เรื่องความแน่นอนของนโยบายรัฐบาล ความโปร่งใสของรัฐบาล ควรมีการเพิ่มประสิทธิภาพ

ปัจจัยที่ทำให้นักลงทุนกังวลหรือเชื่อมั่นในการเข้ามาลงทุนในเมืองไทยคือ นักลงทุนกังวลเรื่องเสถียรภาพทางการเมืองร้อยละ ๗๑.๓ ภาวะเศรษฐกิจโลกร้อยละ ๕๗.๘ และค่าจ้างที่สูงเกินไปร้อยละ ๓๖.๗ ขณะที่ปัจจัยที่สร้างความเชื่อมั่นแก่นักลงทุน ได้แก่ สิทธิประโยชน์และมาตรการสนับสนุน ร้อยละ ๗๑.๑ โครงสร้างพื้นฐานในประเทศร้อยละ ๖๑.๕ และอัตราค่าจ้างแรงงานที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับทักษะแรงงาน (BOI, ๒๕๕๔)[4] ร้อยละ ๖๑.๙

นักลงทุนมีความต้องการให้รัฐบาลลดอุปสรรคในการทำธุรกิจ สร้างเสริมความซื่อสัตย์ สร้างความปรองดองร่วมมือกัน และส่งเสริมศักยภาพด้านภาษา

มาตรการที่ ๕.๒.๑ ปรับปรุงกฎระเบียบ มาตรการทางกฎหมาย มาตรฐาน เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในเครื่องมือ/สินค้า

มาตรการที่ ๕.๒.๒ ปรับปรุงกฎระเบียบ มาตรการทางกฎหมาย เครื่องมือทางการเงินการคลัง เพื่อสร้างแรงจูงใจ ดึงดูดการลงทุนของภาคเอกชนจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ และส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๕.๒.๓ ใช้ตลาดภาครัฐผลักดันให้เกิดการผลิตจากผลงานวิจัยและพัฒนา

ผู้รับผิดชอบหลัก สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน
กระทรวงการคลัง
กรมสรรพากร
สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
สถาบันวิจัย
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

---

[4] ความเชื่อมั่นของนักลงทุนต่างชาติที่มีต่อประเทศไทย ประจำปี 2554 ระหว่างเดือน ก.พ - มิ.ย. จากผลการตอบแบบสอบถามทั้งหมด 404 บริษัท การศึกษาและวิเคราะห์โดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บีโอไอ)

กลยุทธ์ที่ ๕.๓ สนับสนุนโครงสร้างพื้นฐานด้านการวิเคราะห์ทดสอบ

การพัฒนาและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เอื้อประโยชน์ในการวิจัยและพัฒนานาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีเพื่อสร้างองค์ความรู้ทั้งในระดับประเทศและในระดับนานาชาติ จำเป็นต้องมีศูนย์แห่งความเป็นเลิศและศูนย์เครือข่ายความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีในสาขาที่สำคัญ รวมทั้งการเสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในการวิเคราะห์ทดสอบและรับรองมาตรฐาน ตลอดจนการมีห้องปฏิบัติการกลางระดับชาติที่มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบให้บริการ และถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิตรวมทั้งสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องกับสาธารณะชน

มาตรการที่ ๕.๓.๑ สนับสนุนศูนย์แห่งความเป็นเลิศและเครือข่ายความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีในสาขาที่สำคัญ

มาตรการที่ ๕.๓.๒ เสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในการวิเคราะห์ทดสอบและการออกมาตรฐานด้านนาโนเทคโนโลยี

มาตรการที่ ๕.๓.๓ สนับสนุนให้มีห้องปฏิบัติการกลางด้านนาโนเทคโนโลยีระดับชาติที่มีขีดความสามารถในการวิจัย วิเคราะห์และให้บริการที่ได้มาตรฐานในระดับสากล

ผู้รับผิดชอบหลัก ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ

คณะทำงาน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สถาบันวิจัย
สถาบันการศึกษา

บทที่ ๕

กลไกการบริหารกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔ ไปสู่การปฏิบัติ และการติดตามประเมินผล

องค์ประกอบสำคัญในการทำให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้คือ กลไกการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพและคล่องตัวในการผลักดันมาตรการต่างๆ ไปสู่การปฏิบัติ นอกจากนี้เพื่อให้แผนมีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีพลวัตสูง จำเป็นที่จะต้องมีกลไกการติดตามประเมินผล และดัชนีชี้วัดความสำเร็จที่ชัดเจน

๕.๑ แนวทางการดำเนินงานในการบริหารจัดการ

ในการบริหารจัดการด้านนาโนเทคโนโลยีตามกรอบนโยบายฯ ฉบับนี้ กำหนดโครงสร้างการดำเนินงานใน ๓ ระดับ ทั้ง**ในระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ** เพื่อให้เกิดการบริหารที่ครอบคลุมจากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ ดังแสดงในรูปที่ ๕.๑

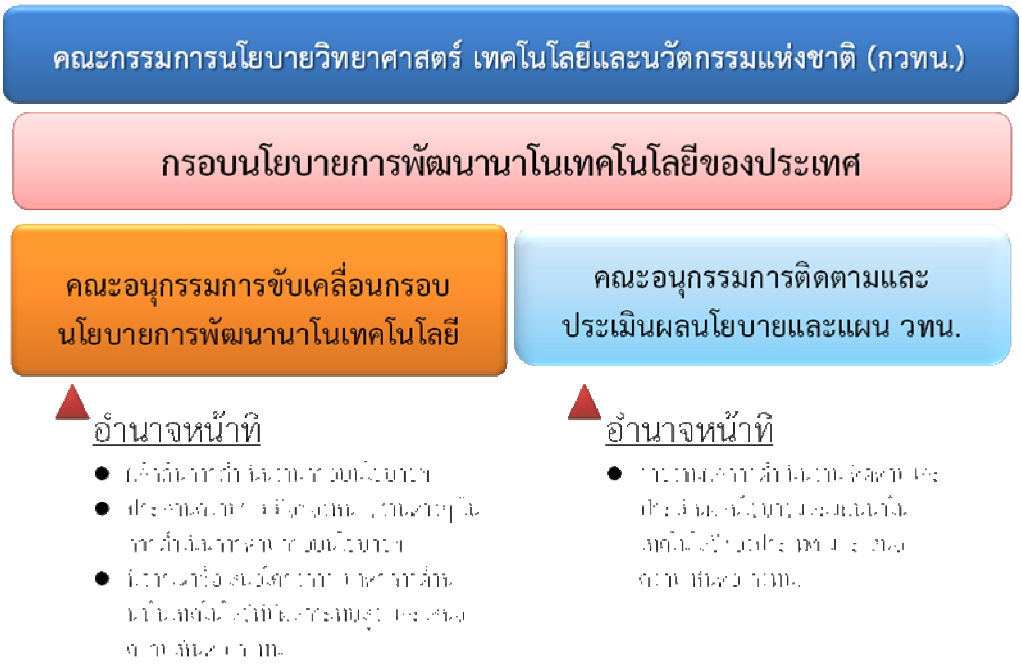
รูปที่ ๕.๑ กลไกการบริหารตามกรอบนโยบายฯ จากนโยบายไปสู่การปฏิบัติ

ในระดับนโยบาย การบริหารจัดการและกำกับดูแลหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนตามกรอบนโยบายฯ เป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของ “คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (กวทน.)” ซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และมีรัฐมนตรี ๗ กระทรวงที่เกี่ยวข้องเป็น

คณะกรรมการ โดย "สำนักคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.)" เป็นกลไกสำคัญในการทำหน้าที่กำหนดกรอบนโยบายฯ ให้ชัดเจน ส่งเสริมสนับสนุน ผลักดันการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ และติดตามประเมินผลการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง สวทน. จะทำหน้าที่เสนอนโยบายต่อ กวทน. เพื่อให้ความเห็นชอบ โดย สวทน. ร่วมกับ ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติทำหน้าที่เป็นสำนักงานเลขานุการในการขับเคลื่อนกรอบนโยบายฯให้ไปสู่การปฏิบัติ โดย กวทน. อาจตั้งคณะอนุกรรมการตามกิจกรรมหลัก ดังแสดงในรูปที่ ๕.๒

- **คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยี** ทำหน้าที่ผลักดันการดำเนินงานของกรอบนโยบายฯ ประสานความร่วมมือของหน่วยงานต่างๆ ในการดำเนินการตามกรอบนโยบายฯ พิจารณาข้อเสนอโครงการ/มาตรการด้านนาโนเทคโนโลยีที่มีผลกระทบสูง และเสนอความเห็นต่อ กวทน.
- **คณะอนุกรรมการติดตามและประเมินผลนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ** ทำหน้าที่รายงานผลการดำเนินงาน ติดตามและประเมินผลการดำเนินงานตามนโยบายและแผนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ ตามกิจกรรมหลักด้านนาโนเทคโนโลยี และเสนอความเห็นต่อ กวทน.

อนึ่ง กวทน. อาจแต่งตั้งคณะผู้เชี่ยวชาญหรือคณะทำงานขึ้นเพิ่มเติมตามความเหมาะสมเพื่อช่วยในการผลักดันกรอบนโยบายฯ ไปสู่ภาคปฏิบัติ



รูปที่ ๕.๒ กลไกการผลักดันกรอบนโยบายฯ ไปสู่การปฏิบัติ

๕.๒ กลไกการกำกับดูแล และการประเมินผลการดำเนินงานตามกรอบนโยบายฯ

สำหรับการประเมิน ควรใช้หน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญด้านนาโนเทคโนโลยีและได้รับการยอมรับในสังคมให้ประเมินความก้าวหน้าและความสำเร็จของโครงการหรือกิจกรรมที่สำคัญๆ และรายงานผลการประเมินให้คณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติรับทราบ เพื่อให้ข้อคิดเห็นหรือเสนอแนะแนวทางการปรับแก้กรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย (พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔) ทั้งในส่วนของกรอบนโยบาย เป้าหมาย ยุทธศาสตร์กลยุทธ์ มาตรการ และแนวทางปฏิบัติให้เหมาะสมกับภาวะการณ์ที่เปลี่ยนไป ซึ่งสำนักงานเลขานุการฯ จะทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้ง ๓ ระดับ (ระดับนโยบาย ระดับผลักดันแผน และระดับปฏิบัติ) ในการปรับปรุงกรอบนโยบายฯ และการดำเนินงานตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของคณะกรรมการฯ ต่อไป

อนึ่ง เพื่อให้มั่นใจว่าการวิจัยพัฒนาและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในประเทศไทยจะต้องมีความปลอดภัยนั้น อาจทำได้โดยการผลักดันให้มีการจัดตั้งคณะผู้เชี่ยวชาญ/คณะทำงานด้านความปลอดภัยและจริยธรรมขึ้นในขั้นแรก ทำหน้าที่พิจารณากลั่นกรองและประเมินในด้านความปลอดภัยและจริยธรรมของโครงการวิจัยหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี เพื่อจัดให้มีแนวปฏิบัติหรือกฎระเบียบด้านการวิจัยที่ถูกต้องและปลอดภัย รวมทั้งพยายามประสานการปฏิบัติตามกฎระเบียบให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลหรือที่กำลังจะมีขึ้นในอนาคต รวมทั้งชี้แนะผลกระทบทางด้านสุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมที่อาจเป็นผลมาจากเทคโนโลยีใหม่ผ่านสื่อมวลชนทุกประเภท

หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหน่วยงานภาครัฐ สถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา และผู้ประกอบการเอกชน สร้างความร่วมมือในการนำกรอบนโยบายฯ ไปดำเนินการอย่างจริงจัง โดยมีการกำหนดเป้าหมายการดำเนินงานในชัดเจนสอดคล้องกับกรอบนโยบายฯ และมีการติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ย่อมทำให้กรอบนโยบายฯ สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

๕.๓ ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

ตัวอย่างดัชนีชี้วัดที่สามารถใช้ในการวัดผลความสำเร็จของกรอบนโยบายฯ สามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

๑. ดัชนีชี้วัดการพัฒนาสังคมด้านคุณภาพชีวิต สุขภาพ และการแพทย์ และความตระหนักในนาโนเทคโนโลยี

- จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้าด้านสุขภาพและการแพทย์ ที่มีส่วนประกอบที่เกิดจากการใช้นาโนเทคโนโลยีหรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต
- ความตระหนักในความสำคัญและจริยธรรมในการใช้นาโนเทคโนโลยีของประชาชน
- จำนวนหนังสือ ตำรา สิ่งตีพิมพ์ต่างๆ หรือ อุปกรณ์สำหรับสาธิตการทดลอง ที่ให้ความรู้แก่สาธารณชนด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนเว็บไซต์บริการทางอินเทอร์เน็ตที่ให้ความรู้ข้อมูลและข่าวสารสาธารณะทางด้านนาโน

เทคโนโลยี

๒. ดัชนีชี้วัดการสร้างขีดความสามารถของภาคการเกษตร และอุตสาหกรรมการผลิต

- จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้าที่มีส่วนประกอบที่เกิดจากการใช้นาโนเทคโนโลยี หรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต
- มูลค่าของสินค้าและบริการที่ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ
- จำนวนเครือข่ายวิสาหกิจในอุตสาหกรรมหลักที่มีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี
- อัตราการจ้างงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยี

๓. ดัชนีชี้วัดการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางพลังงาน และสิ่งแวดล้อม

- จำนวนผลิตภัณฑ์สินค้า ด้านการรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่มีส่วนประกอบหรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิต
- จำนวนโครงการใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี ในการปรับตัวรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาพลังงาน ขนส่ง อุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง และเกษตรกรรม
- การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น
- สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้น
- จำนวนโครงการที่มีการบริหารจัดการและการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี เพื่อลดของเสียที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอย่างมีประสิทธิภาพ

๔. ดัชนีชี้วัดการพัฒนากำลังคนด้านนาโนเทคโนโลยี

- จำนวนบุคลากรนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัยและบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนเจ้าหน้าที่เทคนิคที่มีความรู้และความสามารถในการซ่อมบำรุงดูแลอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนสถาบันการศึกษาที่มีหลักสูตรการสอนและให้ปริญญาด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนผลงานตีพิมพ์ด้านนาโนเทคโนโลยีในวารสารวิชาการที่มีมาตรฐานสากล
- สัดส่วนการจ้างงานของคนที่จบการศึกษาสาขานาโนเทคโนโลยี

๕. ดัชนีชี้วัดการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และปัจจัยสนับสนุนการพัฒนานาโนเทคโนโลยี

- ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมที่ใช้นาโนเทคโนโลยี
- สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐต่อเอกชนในสาขานาโนเทคโนโลยี
- จำนวนห้องปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนและชนิดของอุปกรณ์เครื่องมือที่เอื้ออำนวยในการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยี
- จำนวนโครงการและมูลค่าการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา ของบริษัทที่ได้รับการสนับสนุนด้าน

การเงิน การคลัง และบริการทางเทคนิคจากหน่วยงานของรัฐ

- จำนวนบริษัทที่มีนวัตกรรมอันเกิดจากการวิจัยและพัฒนาในสาขานาโนเทคโนโลยี
- จำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการจดทะเบียน และจำนวนสิ่งประดิษฐ์ในสาขานาโนเทคโนโลยี

บทที่ ๖
ผลที่คาดว่าประเทศไทยจะได้รับ

นาโนเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ทุกประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญสูงซึ่งถูกระบุว่าเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญอันดับ ๑ ใน ๕ ของโลก และมีบทบาทมากขึ้นสำหรับภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรม การวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในด้านต่างๆได้อย่างแท้จริงจะส่งผลให้ลดการนำเข้า สร้างรายได้ให้กับประเทศและผลักดันอุตสาหกรรมไทยให้สามารถแข่งขันในเวทีโลกได้อย่างยั่งยืน

ประเทศไทยมีความสามารถด้านการพัฒนานาโนเทคโนโลยีโดยรวมในภาคอุตสาหกรรมไม่สูงนัก ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีชีวภาพของไทยอยู่ในระดับปานกลาง หากเมื่อพิจารณาแรงกดดันภายนอกที่รุมเร้าทั้งในเรื่องของความมั่นคงด้านเกษตรและอาหาร ความมั่นคงด้านพลังงาน และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้นอีกหลายเท่าตัวในอนาคต ประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งป้องกันและแก้ปัญหาเหล่านี้ในทุกมิติรวมถึงการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้าช่วย เมื่อพิจารณาศักยภาพด้านนาโนเทคโนโลยีของไทยแล้วพบว่ายังไม่อยู่ในระดับที่จะรับมือกับความท้าทายเหล่านี้ได้มากนัก แต่หากประเทศไทยเร่งการพัฒนา วางแผนการลงทุนเชิงรุกในเทคโนโลยีสำคัญที่จะเป็นกุญแจปลดล็อคศักยภาพในการพัฒนาประเทศอย่างมีทิศทาง จะทำให้ไทยสามารถพึ่งพาตัวเอง และขับเคลื่อนการพัฒนาภาคเกษตร อุตสาหกรรมการผลิต และบริการให้เติบโตเข้มแข็ง

รัฐบาลได้กำหนดทิศทางการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาในอีก ๑๐ ปีข้างหน้าให้มีสัดส่วนการลงทุนในค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นจากร้อยละ ๐.๒๑ ของ GDP ในปี พ.ศ. ๒๕๕๐ เป็นร้อยละ ๒.๐ ของ GDP ในปี พ.ศ. ๒๕๖๔ หากนโยบายรัฐบาลชัดเจนและสามารถผลักดันให้เกิดการปฏิบัติได้จริงประเทศไทยจะมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้าน R&D อยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศญี่ปุ่น ประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ประเทศออสเตรเลีย ที่มีค่าใช้จ่ายด้านวิจัยและพัฒนาในปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ ๒-๓ ของ GDP อย่างไรก็ดี แม้ว่าในอนาคตประเทศไทยจะมีการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนามากขึ้นถึง ๕-๑๐ เท่าตัวจากปัจจุบันแล้วก็ตาม ประเทศไทยอาจจะเห็นผลตอบแทนที่ได้กลับมาในรูปตัวเงินไม่ได้ในทันที เนื่องจากผลตอบแทนจากการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาจะกลับมาช้ากว่าการลงทุนในรูปแบบอื่น แต่ผลตอบแทนระยะยาวจะสูงมากเมื่อเกิดสินค้าและนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของคนจำนวนมากได้ ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศไทยมีการพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันแบบก้าวกระโดด

ดังนั้น ในกรอบการพัฒนาฯ ฉบับนี้ จึงได้มีการกำหนดเป้าหมาย กลยุทธ์ มาตรการและแนวทางปฏิบัติของประเทศดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยมุ่งหวังเพื่อสร้างความสามารถให้ไทยก้าวทันความรุดหน้าของเทคโนโลยีในอนาคตและสามารถรับมือกับการภาวะการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจากพัฒนาการดังกล่าวคาดว่าจะเกิดผลต่อประเทศไทยในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

๖.๑ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อภาคเศรษฐกิจ

นาโนเทคโนโลยีแขนงต่างๆ ได้แก่ ด้านวัสดุ (nano material) นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (nano electronics) และเทคโนโลยีชีวภาพนาโน (nano biology) มีบทบาทสำคัญต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ช่วยในขับเคลื่อนกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรม ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด ส่งผลให้เกิดพลังขับเคลื่อนภาคเศรษฐกิจให้เติบโตอย่างยั่งยืนบนฐานความรู้ ภูมิปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ ลงทุนวิจัยและพัฒนาและผลักดันให้มีการนำงานวิจัยไปต่อยอดถ่ายทอด และประยุกต์ใช้ประโยชน์ทั้งเชิงพาณิชย์และชุมชน เกิดผลิตภัณฑ์สินค้าที่มีส่วนประกอบที่เกิดจากการใช้นาโนเทคโนโลยี หรือใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในการผลิตเพิ่มขึ้น สร้างมูลค่าสินค้าและบริการที่ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยีต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติเพิ่มขึ้น มีจำนวนเครือข่ายวิสาหกิจในอุตสาหกรรมหลักที่มีการนำนาโนเทคโนโลยีเข้าไปประยุกต์เพิ่มขึ้น มีจำนวนบริษัทในเครือข่ายวิสาหกิจในอุตสาหกรรมหลักที่สามารถยกระดับขีดความสามารถทางเศรษฐกิจด้วยนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น มีอัตราการจ้างงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น

ความก้าวหน้าด้านอุตสาหกรรมเหล่านี้จะส่งผลให้ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้นในตลาดโลกทั้งในอุตสาหกรรมดั้งเดิมและอุตสาหกรรมการผลิตซึ่งจะสนับสนุนยุทธศาสตร์ของประเทศ ดังนี้คือ

๑. นาโนเทคโนโลยีมีส่วนสนับสนุนให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารลำดับต้นๆ ของโลก ตัวอย่างเช่น มีชุดตรวจวินิจฉัยโรคที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถให้ผลตรวจได้รวดเร็วมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาโรคในฟาร์มและไร่นา เช่น การเพาะเลี้ยงกุ้ง ในปี ๒๕๔๙ มีปริมาณการส่งออก ๓๑,๐๐๐ ล้านตัน และมีมูลค่าการส่งออกถึง ๗๗,๒๐๐ ล้านบาท การนำเทคโนโลยีฟิล์มบางที่มีความพรุนขนาดนาโน (nanoporous thin film) มาใช้ในการห่อหุ้มผลิตภัณฑ์ จะช่วยในการเก็บรักษาและแสดงผลเมื่อหมดอายุของผลิตภัณฑ์จากสวนผลไม้และไม้ตัดดอก ที่มีมูลค่าการส่งออกประมาณ ๖,๐๐๐ ล้านบาท รวมทั้งการนำเอาไบโอเซนเซอร์มาใช้ในการตรวจวัดสภาพอากาศ น้ำ และดิน เพื่อติดตามสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร
๒. การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมแฟชั่น โดยพัฒนาสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น (technical textile) เช่น ผ้าฝ้ายที่เน้นสวมใส่สบายไม่อับชื้น ผ้าไหมหรือผ้าฝ้ายที่มีคุณสมบัติกันน้ำ กันเปื้อนและไม่ยับง่าย ผ้าที่เปลี่ยนสีเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน ผ้าที่มีกลิ่น ผ้าที่ต้านเชื้อ และการประยุกต์ใช้วัสดุขนาดนาโนในการทำให้เกิดนวัตกรรมทางแฟชั่นอื่นๆ ได้แก่ เครื่องหนัง อัญมณี และเครื่องประดับ เป็นต้น
๓. การสร้างผู้ประกอบการใหม่หรือพัฒนาธุรกิจด้วยนาโนเทคโนโลยีไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ บริษัท จากกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรม จะทำให้เกิดการลงทุน เกิดผลผลิต การจ้างงานและสร้างตลาดให้กับบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา ได้แก่
    - การพัฒนาชุดตรวจวินิจฉัยโรคสำเร็จ และการลงทุนสำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมจะทำให้สามารถพัฒนาธุรกิจใหม่

- นาโนเทคโนโลยีจะช่วยให้ต่อไปประชาชนสามารถรู้ถึงโรคที่อาจจะเกิดขึ้นกับตนเอง ด้วยการตรวจสอบพันธุกรรมแบบรวดเร็ว วัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น อุปกรณ์วัดและตรวจโรคทางพันธุกรรมจะมีความก้าวหน้า ยาที่ออกแบบตามต้องการ อุปกรณ์นำส่งยาเฉพาะจุด จะช่วยให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพ ยาที่ออกแบบเฉพาะที่สามารถรักษาโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว เซลล์จำลองชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อเยื่ออวัยวะเทียม เป็นต้น
- พลังงานรูปแบบใหม่ที่สะอาด และมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์จากสารอินทรีย์และท่อนาโนคาร์บอน เซลล์เชื้อเพลิงที่มีสารเร่งปฏิกิริยาในรูปของผงนาโน และท่อคาร์บอนขนาดนาโนเพื่อเก็บก๊าซเชื้อเพลิงปริมาณมากในขนาดบรรจุน้อยๆ ซึ่งทำให้เกิดการก้าวกระโดดของอุตสาหกรรมใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มสูง ลดการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลที่มีมลภาวะ และลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลจากต่างประเทศ

๖.๒ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อประชาชนและสังคม

- การสร้างรูปแบบใหม่ในการพัฒนาการเรียนรู้และการศึกษาของสังคม

เกิดรูปแบบการพัฒนานาโนเทคโนโลยีที่ต้องอาศัยองค์ความรู้สหวิชาการที่ต้องอาศัยแนวคิดเชิงบูรณาการตั้งแต่ต้น การพัฒนาการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เข้มข้นมากขึ้น เกิดการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาด้านนาโนเทคโนโลยีทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา และระดับมหาวิทยาลัย ทำให้นักเรียน นักศึกษา อาจารย์ นักวิจัย นักอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถศึกษาและทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดเพื่อปรับปรุงสิ่งเดิมและสร้างสรรค์สิ่งใหม่เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการตลาด ทำให้เกิดความร่วมมือทางความคิด สร้างความไว้เนื้อเชื่อใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเชื่อมประสานการทำงานร่วมกันอย่างจริงจัง เป็นแรงขับให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้ สนับสนุนการเติบโตของอุตสาหกรรมของประเทศไทยอย่างก้าวกระโดด

- การพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน

สังคมชุมชนมีความตระหนักด้านการพัฒนาและประยุกต์ใช้ความรู้ด้านนาโนเทคโนโลยี เมื่อความรู้กระจายเข้าสู่สังคมชุมชนในภูมิภาคทั่วประเทศ ทำให้สามารถยกระดับความสามารถของชุมชนขึ้น ขยายโอกาสการสร้างงานใหม่ พัฒนาความรู้และนวัตกรรม รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจทางด้านนาโนเทคโนโลยีไปปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน เช่น การผลิตผงสมุนไพรขนาดนาโนซึ่งง่ายต่อการดูดซึมผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความงาม ครีมกันแดด สบู่ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์พื้นบ้าน การใช้ทรัพยากรของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิต สุขภาวะดีขึ้น ลดการเจ็บป่วย และลดการนำเข้าเทคโนโลยีทางการแพทย์

๖.๓ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม

- การลดมลภาวะที่เกิดจากฟอสซิลและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG การอนุรักษ์และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการพัฒนาในภาคอุตสาหกรรม

การนำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยี อนุรักษ์ทรัพยากรและสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นร้อยละ ๑ เช่น ฉนวนกันความร้อนที่สามารถลดการสะสมความร้อนและมีน้ำหนักเบาและสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อช่วยประหยัดพลังงานจากการลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เซลล์แสงอาทิตย์ (thin film หรือ quantum dots) หรือเซลล์เชื้อเพลิง (พัฒนามาจาก carbon nanotube และ metal organic frame work (MOFs) ที่มีพื้นที่ผิวสูงจึงสามารถกักเก็บไฮโดรเจนในรูปของ metal hydride ได้ในปริมาณมากซึ่งจะทำให้สามารถผลิตประจุไฟฟ้าได้มากขึ้น) การผลิตไฟฟ้าจากความร้อน (โดยใช้วัสดุนาโนเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนความร้อนเป็นกระแสไฟฟ้า) ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าแบบพกพา (นาโนเทคโนโลยีลดการสูญเสียพลังงานระหว่างใช้งาน) เทคโนโลยีที่ผลิตพลังงานโดยไม่ก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การลดการเกิดของเสียและมลพิษลงร้อยละ ๐.๕ การบำบัดน้ำเสีย การบำบัดมลพิษในอากาศ อุปกรณ์ตรวจวัดสิ่งแวดล้อม โดยการประยุกต์ใช้ไบโอเซนเซอร์ซึ่งจะมีขนาดเล็กและราคาถูก สามารถนำไปใช้ได้กว้างขวาง การลดมลภาวะที่เกิดจากฟอสซิลและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก GHG ลดการส่งผลกระทบต่อสภาวะความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

- การตระหนักถึงผลกระทบในเชิงลบและจริยธรรมที่อาจเกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี

นาโนเทคโนโลยี ถือว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับประชาชน ซึ่งเทคโนโลยีทุกชนิดย่อมมีทั้งผลดีและผลเสีย ดังนั้น ความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับนาโนเทคโนโลยีจะทำให้ประเทศไทยสามารถเตรียมความพร้อมรับมือกับผลกระทบในเชิงลบที่อาจเกิดขึ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้นาโนเทคโนโลยี เช่น นาโนชิพ ไบโอเซ็นเซอร์ สิ่งทอ และเครื่องสำอาง เป็นต้น ก็ไม่ได้ส่งผลร้ายโดยตรงต่อผู้ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ อาทิเช่น อุตสาหกรรมเคมี หรือ ปิโตรเคมี เป็นต้น การป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากผลิตภัณฑ์นาโนทำได้ไม่ยาก การสัมผัสโดยตรงกับสารอนุภาคนาโนหรือก๊าซที่เป็นพิษในระหว่างกระบวนการการผลิตมีโอกาสส่งผลกระทบในทางลบต่อมนุษย์ ดังนั้นการให้การศึกษาที่ถูกต้องแก่ประชาชนเพื่อให้มีความตระหนักและตื่นตัวในด้านความปลอดภัยและการป้องกันที่ถูกต้องในการใช้นาโนเทคโนโลยีช่วยในขั้นตอนการผลิตจึงมีความสำคัญยิ่ง

นอกจากนี้ มีการร้องเรียนมากขึ้นถึงจริยธรรมของผู้ประกอบการที่มีการใช้คำว่า “นาโน” เพื่อเพิ่มมูลค่าทางการค้าทั้งที่แท้จริงแล้วผลิตภัณฑ์นั้นๆ ไม่ได้มีการใช้นาโนเทคโนโลยีในการผลิตแต่อย่างใด การโจมตีถึงความไม่ปลอดภัยของนาโนเทคโนโลยีจนผู้บริโภคไม่กล้าใช้ทั้งที่บางอย่างไม่เป็นอันตราย หรือนักวิจัยหรือผู้ที่นำนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในเชิงไม่สร้างสรรค์ต่อมนุษยชาติหรือก่อให้เกิดการบิดเบือนต่อกระบวนการทางธรรมชาติ เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่จำเป็นต้องได้รับการใส่ใจและเฝ้าระวังควบคู่กันไปกับความก้าวหน้าทาง

วิชาการที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น การศึกษาในทั้งในเชิงบวกและผลกระทบเชิงลบ หรือด้านจริยธรรมต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องในอนาคต

๖.๔ ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ

ในอีก ๑๐ ปี ไทยจะมีมูลค่าการลงทุนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีคิดเป็นร้อยละ ๐.๒ ของ GDP สัดส่วนการทำวิจัยระหว่างภาครัฐ:เอกชน เป็น ๕๐:๕๐ มีโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนการพัฒนานาโนเทคโนโลยีกระจายทั่วถึง มีกลไกความเชื่อมโยงที่มีประสิทธิภาพในสามภาคส่วนมากขึ้น ได้แก่ ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา ผลจากการลงทุนพัฒนาด้านนาโนเทคโนโลยีของประเทศจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการสร้างบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับนาโนเทคโนโลยีถึง ๒.๕ คนต่อประชากร ๑๐,๐๐๐ คนในระดับต่างๆ รวมทั้งการดึงนักวิจัยในสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องเข้ามาร่วมโครงการ ผลิตภาพบุคลากรด้านนาโนเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ ๕ ผลิตบุคลากรมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดร้อยละ ๖๐ มีสัดส่วนบุคลากรวิจัยและพัฒนาทำงานภาคเอกชนร้อยละ ๕๐ มีกิจกรรมการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วหลังจากที่เกิดมวลวิกฤตขึ้น และคาดว่าองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจะสามารถจดสิทธิบัตรได้ไม่ต่ำกว่า ๕๐๐ สิทธิบัตร มีจำนวนสิทธิบัตรและผลงานที่ถูกนำเอามาใช้ในเชิงพาณิชย์ที่เกิดผลกระทบสูงเพิ่มมากขึ้น และสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับสากลไม่ต่ำกว่า ๒,๐๐๐ ฉบับ ในปี พ.ศ. ๒๕๖๔ มีกลไกเสริมสร้างความสามารถในการดูดซับและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากในประเทศและต่างประเทศ มีปัจจัยเอื้อทางกฎหมาย มีแรงจูงใจและมาตรการสนับสนุนดึงดูดการลงทุน ปรับปรุงระเบียบทางการเงินการคลัง สิ่งเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญของความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย มีความสามารถด้านนาโนเทคโนโลยีอยู่ในระดับแนวหน้าของอาเซียน มีโครงสร้างพื้นฐานด้านนาโนเทคโนโลยีอย่างพอเพียง เน้นการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนใน R&D มีปัจจัยเกื้อหนุน แรงจูงใจ มาตรการสนับสนุนดึงดูดการลงทุน มีการประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้น และอันดับความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยขยับไปสู่ ๑ ใน ๑๕ ของการจัดอันดับการแข่งขันระหว่างประเทศโดย IMD (International Institute for Management Development)

นอกจากนี้รูปแบบสื่อ การเรียนการสอน การนำเสนอ การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยี ยังช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ สนุกและไม่น่าเบื่อ สามารถทดลองพิสูจน์ให้เห็นได้จริง การสร้างแนวคิดให้คนกล้ามีฝันที่ยิ่งใหญ่ (dream big) และการทำงานเป็นทีม การมองภาพแบบองค์รวม จะจุดประกายให้สังคมเกิดความสนใจ ใคร่รู้ ฝึกตั้งคำถามและคิดหาคำตอบด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้มีการปรับทัศนคติ มุมมอง และวิธีคิด (mindset) ที่เป็นไปตามหลักเหตุและผล ก่อให้เกิดการลงมือทำและการสั่งสมต่อยอดองค์ความรู้เพื่อการพัฒนาประเทศอย่างก้าวกระโดดต่อไป

ภาคผนวก ก

รายชื่อคณะกรรมการกำกับ
การจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนา
นาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย
พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๖๔

รายชื่อคณะกรรมการกำกับการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนานาโนเทคโนโลยีของประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๕-๒๕๖๔

๑. นายกอปร กฤตยากีรณ	ที่ปรึกษา
๒. เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	ที่ปรึกษา
๓. ผู้อำนวยการสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย	ที่ปรึกษา
๔. เลขาธิการสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ	ที่ปรึกษา
๕. นายไพรัช ธัชยพงษ์	ประธานกรรมการ
๖. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	กรรมการ
๗. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน	กรรมการ
๘. ผู้แทนกระทรวงการคลัง	กรรมการ
๙. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา	กรรมการ
๑๐. ผู้แทนสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	กรรมการ
๑๑. ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	กรรมการ
๑๒. นายนินนาท ไชยธีรภิญโญ	กรรมการ
๑๓. นายศุภมิตร ชุณห์สุทธิวัฒน์	กรรมการ
๑๔. นายกฤษณะ สาคริก	กรรมการ
๑๕. นายขัติยา ไกรกาญจน์	กรรมการ
๑๖. นายจำรัส ลิ้มตระกูล	กรรมการ
๑๗. นายชาตรี ศรีไพพรรณ	กรรมการ
๑๘. พลโทฐิตินันท์ ธัญญสิริ	กรรมการ
๑๙. นายพรศิลป์ พัชรินทร์ตนะกุล	กรรมการ
๒๐. นายวิชัย บุญแสง	กรรมการ
๒๑. นางวิไลพร เจตนจันทร์	กรรมการ
๒๒. นายสุพจน์ หารหนองบัว	กรรมการ
๒๓. นายสุรินทร์ เหล่าสุขสถิตย์	กรรมการ
๒๔. ผู้อำนวยการศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	กรรมการและเลขานุการ
๒๕. นายนเรศ ดำรงชัย	ผู้ช่วยเลขานุการ
๒๖. นายเปรมวิทย์ จรีเวฬุโรจน์	ผู้ช่วยเลขานุการ

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์นาโนเทคโนโลยี

ประเทศไทย

๑. ฟิล์มพลาสติกบรรจุภัณฑ์อาหาร

รูปที่ 1 แผ่นฟิล์มพลาสติกโอพีพี (OPP) เคลือบผิวด้วยสาร TiO_2 เปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มพลาสติกที่ไม่ได้เคลือบผิว

ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา ช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุของอาหารได้ดี นอกจากนี้ฟิล์มพลาสติกยังสามารถนำมาพัฒนาเป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ (active packaging) เพื่อยืดอายุในการเก็บรักษา และรักษาคุณภาพอาหาร โดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ หรือแสงจากหลอดไฟในอาคารบ้านเรือน ร้านค้าหรือซุปเปอร์มาร์เกต ร่วมกับการใช้สารไททาเนียมไดออกไซด์(TiO_2) ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไวแสง หรือเรียกว่าโฟโตแคตะลิสต์ (Photocatalyst) เพื่อทำให้ฟิล์มพลาสติกที่บรรจุอาหารและวางขายอยู่ในร้านค้า สามารถทำหน้าที่เป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ และยืดอายุการวางขายของสินค้า (shelf-life)

๒. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิว สำหรับกำจัดแมกนีเซียม

ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวที่มีสมบัติกำจัดแมกนีเซียม

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวที่มีสมบัติในการกำจัดแมกนีเซียมที่ตกค้างบนผิวของผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อผลผลิตได้ โดยสามารถกำจัดสารแมกนีเซียมที่ตกค้างบนผิวของผู้ปฏิบัติงานได้ถึง ๑๐๐%

๓. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดย้อมสีไวแสง

สีย้อมจะทำหน้าที่รับพลังงานแสงเกิดอิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปยังโลหะออกไซด์และต่อเนื่องไปยังวงจรภายนอก กลายเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับนำไปใช้งาน จากผลการทดสอบพบว่าขั้วไฟฟ้าไททาเนียมไดออกไซด์ที่มีท่อคาร์บอนนาโนแบบผนังหลายชั้นปริมาณ ๐.๑% ของปริมาณรวมของของแข็งทั้งหมดโดยน้ำหนัก สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการแปรพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นถึง ๑.๕ เท่า เมื่อเทียบกับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดย้อมสีไวแสงแบบทั่วไป

๔. เครื่องจมูกอิเล็กทรอนิกส์ (E-NOSE)

ปัญหาการป้องกันหรือควบคุมส่วนสูญเสียจากการปนเปื้อนหรือปลอมปนของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ สามารถควบคุมได้ด้วยเครื่องตรวจสอบซึ่งราคาสูง หรือใช้จมูกมนุษย์ในการดมกลิ่น ซึ่งจมูกมนุษย์เองมีข้อจำกัดในการรับรู้กลิ่นหลายประการ จึงเกิดแนวคิดในการจำลองระบบการดมกลิ่นเพื่อเลียนแบบจมูกมนุษย์ ด้วยการสร้างอุปกรณ์ที่เรียกว่า จมูกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Nose) ขึ้นมา และในปัจจุบันได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้หลายด้าน เช่น ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้ในการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของอาหาร หรือผลิตภัณฑ์อาหาร การปนเปื้อน หรือความเสียหายที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ทางด้านสิ่งแวดล้อม ตรวจสอบวัตถุดิบ ใช้ตรวจสอบคุณภาพอากาศจากการจำแนกก๊าซมลพิษที่เจือปนในอากาศ

๕. น้ำยานาโนสำหรับผ้าไหม

น้ำยาเคลือบลงบนผ้าไหมที่ใช้นาโนเทคโนโลยี จะทำให้ผ้าไหมมีสมบัติให้สัมผัสที่ทั้งนุ่ม ลื่น และลดการยับซึ่งเป็นการช่วยลดข้อด้อยของผ้าไหมนอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของผลิตภัณฑ์ผ้าไหม

๖. Nano Zinc oxide LPG gas sensor

การพัฒนาประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในการตรวจจับการรั่วไหลของแก๊ส LPG เพื่อการป้องกันอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรมหรือรถยนต์ที่ใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง

๗. อุปกรณ์ตรวจวัดรังสีอัลตราไวโอเลต

เป็นการพัฒนาวัสดุผสมอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์และพอลิเมอร์สารกึ่งตัวนำเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับวัตถุที่มีการเคลือบสารเรืองแสงไว้โดยเฉพาะสำหรับการตรวจและเฝ้าติดตามจำนวนปริมาณหรือประยุกต์ใช้กับกระบวนการตรวจสอบต่างๆ

Prototype of UV detector measurement system

ต่างประเทศ

๑. Air Purifier & Sterilizer (2009)

Nano silver air sterilizer “Cylverguard” with Nano silver technology which is a new type to sterlizie air based on Nano technology

Ref. Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts: The Project on Emerging Nanotechnologies (pen)

๒. Nanotrim (2009)

Nanotrim is comprised of the most powerful, nano-engineered medicinal botanicals available and contains no chemically generated compounds or fillers.

Ref. Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts: The Project on Emerging Nanotechnologies (pen)

๓. Food Storage Containers (2009)

The Fresh Box super airtight food storage containers can reduce bacteria by as much as 99.9%. The naturally anti-fungal, anti-bacterial and anti-microbial properties of the finely dispersed nanosilver particles permanently imbedded in the containers will save cost.

For more information: http://www.nanoandme.org/home/

๔. Anabolic Vitakic (2010)

The Nanomolecular Multi-Action, Rapid-Release Caplet has been infused with a precise portion of a muscle-building ingredient, as well as calculated dose of the multivitamin complex that has been nanoparticulated to a size that's up to 8,800 percent smaller than normal. This exclusive process is engineered for rapid delivery of these components.

For more information: http://www.nanotechproject.org

๕. Nano in packaging (2009)

Nano is already being used in packaging, particularly for food and drink, in a number of different ways: Barrier protection Nanomaterials, mainly made from nano-sized particles of clay, are used as a filler material in the production of the plastics used to make drinks bottles to improve their barrier protection.

Now with bottles that use plastic coated with nano-clays those gases cannot escape and the beer tastes the same as it would in glass. Packaging reduction: To reduce the amount of plastic used in packaging, clays are being added in the processing method. For more information: http://www.nanoandme.org/home/

๖. AlkaStick Water energizer (2011)

The alkaStick water energizer improves ORP and pH value of tap water and reverse osmosis water up to pH 9.5 and -200 mV for only 1.5 cent per liter. This high alkalizing power is achieved by the use of the following ingredients: Tourmaline stone (energizes); Maifanshi stone (releases valuable trace elements); Far infrared stones (energize, ionize), Nano silver powder (disinfects), Calcium ions (alkalize)

For more information: http://www.nanoandme.org/home/

๗. Hair-growth treatment (2011)

Spectral.DNC-L deposits cutting-edge ingredients deep below the surface of the scalp, where they can really perform, through proprietary nanosome encapsulation. Nanosomes deliver the 5-alpha-reductase inhibitors deep within the scalp.

Ref. Woodrow Wilson International Center for Scholars and the Pew Charitable Trusts: The Project on Emerging Nanotechnologies (pen)

๘. Antibacterial Make-up Instrument (2009)

The processed nano silver coating materials can be applied on metal products such as water tap, door lock, knife, fork, scissors, trays, etc. We have developed the following products and going to develop more.

The appliance processed by this means can effectively protect people from the hairdressing-related infections such as trachoma, conjunctivitis, virosis hepatitis, dermatitis and AIDS.

For more information: http://www.nanotechproject.org

๙. Nano in sportsand leisure (2009)

Nanotechnology is behind the creation of lighter weight and much stronger materials for use in lots of different sports. Some shin-pads for footballers are nano-structured plastics, because they are light weight and their increased strength means that thin layers offer sufficient protection from a kick on the shins. However, for many sporting goods, the real advance has been with plastic materials containing carbon nanotubes to make them extremely strong, but also very light. These nanocomposite materials are now being used in squash and badminton racquets, baseball bats, hockey sticks, snowboards, skis, fishing rods and poles, golf balls and golf clubs. Floyd Landis won the Tour de France on a lightweight cycle which had a nano-based plastic frame, and now it is possible to buy mountain bikes with plastic frames.

๑๐. Window Glass and Ceramic Tile (2009)

Present protective coating for glass is a specially formulated nanotechnology product with a long term self cleaning effect for glass and ceramic surfaces. It prevents the formation of calcium deposits. The nanoparticles adhere directly to the molecules of the materials they are applied to and allow the surface to repell any dirt or water.

For more information: http://www.NanoAcceleration.com

ภาคผนวก ค

หน่วยงานวิจัยและครุภัณฑ์หลัก ทางด้านนาโนเทคโนโลยี

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ	- Particle size analyzer (Nanosizer) - High pressure homogenizer - Fluorescence spectrophotometer - Spray dryer - Carbonization oven furnace - Autoclave front loading - Freeze dryer - Surface area and pore size analyzer - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - High performance liquid chromatography (HPLC) - Gel permeation chromatography (GPC) - Contact angle analyzer - UV exposure - High pressure homogenizer - Purified water with complete set - Fluorescence microscope - Gas chromatography with FID/TCD detector - Multi angle light scattering detector - Colorimeter - High pressure reactor - Total organic carbon analyzer - Ultracentrifuge - Reaction calorimeter - Freeze dry for organic - Micro-gas chromatography - Semiconductor analyzer - Atomic force microscope (AFM) - Scanning electron microscope (SEM) - X-ray diffractrometer (XRD) - Raman microspectrometer - Differential scanning calorimeter (DSC) - Thermalgravimetric analysis (TGA)
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ	- Dip Coater - Gas chromatography–mass spectrometer (GC-MS) - High performance liquid chromatography (HPLC)

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (ต่อ)	- CHONS analyzer - Transmission electron microscope (TEM) - Field emission-scanning electron microscope (FE-SEM) - Particle size analyzer (Nanosizer) - X-ray diffractrometer (XRD) - Electron probe microanalyzer (EPMA) - Energy dispersive x-ray fluorescence (ED-XRF) - High performance liquid chromatography HPLC) - Gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS) - Inductively coupled plasma-mass spectrometer (ICP-MS) - Inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES)
ศูนย์พันธุวิศวกรรมแลเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ	- Electrospinning unit
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	- Surface area analyzer (BET) - Porosimetry and chemisorption analyzer - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - Raman spectrometer - TAP-II reactor - Transmission electron microscope (TEM) - X-ray diffractrometer (XRD) - Scanning electron microscope (SEM) - Catalytic reaction testing - Computational modeling packages - Sputtering/coating for materials - Polymerase chain reaction (PCR) - Spectrophotometer - Infrared spectrometer - DNA agarose gel electrophoresis homogenizer - Ultrasonicator - Differential thermal analysis /Thermogravimetric analyzer (DTA/TGA) - Autosorb - Microscan - Powder tester - Porosimeter

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ต่อ)	- Multi-pycnometer - Polarized microscope - Atomic absorption spectrophotometer (AAS) - High performance liquid chromatography (HPLC) - Gas chromatography (GC) - Petroleum analysis - High semi-cater - Differential scanning calorimeter (DSC) - Microfluidizer
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย	- Modified polyelectrolyte deposition process - Dip coating setup - Current–voltage test bench - Nanopressure sensor - Modified polyelectrolyte deposition process - UV-visible spectrophotometer - Gas chromatography (GC) - Dip Coater - Chemical vapor deposition (CVD) reactor
มหาวิทยาลัยมหิดล	- Langmuir–Blodgett trough - RF Magnetron sputtering system - Metal evaporator - Plasma-enhanced evaporator - Synthesis setup - Nanoparticle synthesis line - Protein purification setup - Gas chromatography (GC) - Liquid chromatography (LC) - In-house surface plasmon resonance spectrometer - Ion scattering spectrometer (ISS) - Secondary ion mass spectrometer (SIMS) - UV-Vis spectrophotometer - X-Ray diffractometer (XRD) - Fiber-Optic UV-Vis Fluorescence spectrometer - High-precision electrometer

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยมหิดล (ต่อ)	- Low-energy electron diffraction spectrometer (LEEDS) - Atomic force microscope (AFM) - Scanning probe microscope for liquid - Electrical scanning probe microscope - 3D Digital optical microscope - Surface plasmon resonance spectrophotometer - Fluorescence spectrophotometer - Differential scanning calorimeter (DSC) - Contact angle analyzer - Ellipsometer - QCM & Network analyzer - High performance computing cluster - High pressure homogenizer
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	- Organic evaporation system - Electron beam evaporator - Reactive timing RF magnetron sputtering system - Atomic force microscope (AFM) - Photoreflectance spectrometer - UV-Visible spectrophotometer - Scanning electron microscope (SEM) - Energy dispersive X-ray spectrometer (EDS) - Clean room class 10K - 3 Source thermal evaporation system - Photoluminescence spectroscopy system - Jetlab 4 Ink jet printing system
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- X-ray diffractometer (XRD) - Atomic force microscope (AFM) - Raman spectometer - Scanning electron microscope (SEM) - Transmission electron microscope (TEM) - Energy dispersive x-ray spectrometer (EDS) - Thermogravimetric and differential thermal analysis (TGA/DTA) - Sputtering machine

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ต่อ)	- Electric furnace (1,100 °C) - Nano scope multimode scanning probe microscope - High performance liquid chromatography (HPLC) - Small grain carbon coater - Focused ion beam (FIB) system - Molecular base and protein sequencer - Raman spectrometer - Sputtering system - Ellipsometer
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	- Diffusion cell - Differential scanning calorimeter (DSC) - Andersen cascade Impactor - Centrifuge - Polymerase chain reaction (PCR) - Spin coater for thin-film - Furnace - Electron beam evaporator - เครื่องรีดเมมเบรนแบบแผ่น - เครื่องทำเมมเบรนแบบท่อกลวง - Dead-end nanofiltration - Cross-flow nanofiltration - Impedance spectroscopy - Ultrasonic cleaner - Beta radiation detector - เครื่องตัดเมมเบรนแบบวงกลม - ระบบศึกษาความพรุนโดยวิธีแพร่ - ระบบศึกษาศักย์การแพร่ผ่านเมมเบรน - Plasma generator - Attritor, high energy mills, Jet mill - EPD Laboratory - Sol-gel Laboratory - Thermal carbonation Laboratory - High temperature furnace - Atomizer (low temperature) emission spectroscopy - UV spectrophotometer

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ต่อ)	- Hot stage-cold stage microscope - Metallography Laboratory - Surface area measurement apparatus and particle size apparatus - UV-VIS spectrophotometer - Ultrasonicator - Surface tensiometer - Michanical propertive testing machine - Scanning electron microscope (SEM) - Differential scanning calorimeter (DSC) - Transmission electron microscope (TEM) - Dynamic mechanical thermal analyzer (DMTA) - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - Atomic force microscope (AFM) - Particle size analyzer (Nanosizer) - Chemical vapor deposition (CVD) reactor
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	- Plasma chemical vapor deposition (CVD) equipment - Electron beam evaporator - Scanning electron microscope (SEM) - Molecular beam epitaxy (MBE) - Atomic force microscope (AFM) - Photoluminescence setup - Holographic setup - Liquid phase epitaxy - Vacuum evaporator - Differential scanning chromatography (DSC) - Thermogravimetric analysis (TGA) - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - UV-visible spectrophotometer - Hardness tester - Universal testing machine - Impact tester - Surface area and porosity analysis - Scanning electron microscope (SEM) - X-ray diffractometer (XRD) - Transmission electron microscope (TEM)

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
	- X-ray fluorescence spectrometer (XRF) - Particle size analyzer - Surface area analyzer (BET) - Surface area measurement - X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	- Electrospinning unit - Thermal chemical vapor deposition (CVD) - Hot-filament chemical vapor deposition (HFCVD) - Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD - Microwave plasma chemical vapor deposition (MPCVD) - AC-sputtering for thin-film - Quick coater - Sputtering coater and evaporation PSU - E-beam evaporator - Extruder - DI pure water system - Ultrasonic cleaner - Tube furnace : 1,200 °C - Tube furnace : 1,500 °C - Chamber furnace : 2,000 °C - Chamber furnace : 1,400 °C - Chamber furnace : 1,100 °C - Ellipsometer - X-ray diffractometer (XRD) - UV-visible spectrophotometer - Fluorometer - Raman spectroscopy - High pressure homogenizer - Electric Controller - Surface area analyzer (BET)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	- Nanopowder synthesis by mechanical alloying method and mechanochemical synthesis - Transmission electron microscope (TEM)

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยบูรพา	- Transmission electron microscope (TEM) - Differential scanning calorimeter (DSC)
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	- Particle size analyzer - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - Particle size analyzer (Nanosizer) - Contact angle measurement
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ (ต่อ)	- Zeta potential analyzer
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	- Microplate reader - Tissue culture facility and equipment - Spectrofluorometer - Polymerase chain reaction (PCR) - Electrophoresis
มหาวิทยาลัยศิลปากร	- Liposome extrusion - Particle size analyzer - Dripping machine - X-ray diffractometer (XRD) - Semi-conductor analyzer - Infrared spectrometer (IR) - Gas chromatography–mass spectrometer (GC-MS) - High performance liquid chromatography (HPLC) - Differential scanning calorimeter (DSC) - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - Electrospinning unit - Ultrasonicator - High pressure homogenizer - UV-Visible spectrophotometer - Micro-plate reader - Scanning electron microscope (SEM) - Chemical vapor deposition (CVD)
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	- Scanning electron microscope (SEM) - Differential scanning calorimeter (DSC) - Particle size analyzer

สถาบัน/หน่วยงาน	รายการครุภัณฑ์
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (ต่อ)	- X-ray diffractometer (XRD) - X-ray fluorescence spectrometer (XRF) - Thermalgravimetric analysis (TGA) - Differential scanning calorimeter (DSC) - Universal testing machine - Dilatometer - Gas chromatography–mass spectrometer (GC-MS) - High performance liquid chromatography (HPLC) - UV-Visible spectrophotometer - Fourier transform infrared spectrometer (FT-IR) - Spin coater - Compression molding machine - Electrospinning unit - Impact tester
สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)	- Particle size analyzer