บทที่ 3

กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

3.1 คำนิยามของการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต

การวิจัยและพัฒนา (research and development)[1]

การวิจัยและพัฒนา หมายถึง งานที่มีลักษณะสร้างสรรค์ ซึ่งกระทำอย่างเป็นระบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการใหม่ การวิจัยและพัฒนาแตกต่างจากกิจกรรมอื่น ๆ ตรงที่มีความแปลกใหม่ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาต่าง ๆ การวิจัยและพัฒนา มี 3 ชนิด คือ การวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) การวิจัยประยุกต์ (Applied Research) และการพัฒนาเชิงทดลอง (Experimental Development) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การวิจัยพื้นฐาน (basic research)

เป็นการศึกษาค้นคว้าทางทฤษฎี หรือในห้องทดลอง เพื่อหาความรู้ใหม่ ๆ โดยที่ยังไม่มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนหรือเฉพาะเจาะจงในการนำผลการวิจัยไปใช้ในงานทางปฏิบัติ เช่น การตีพิมพ์บทความในวารสารด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม

- การวิจัยประยุกต์ (applied research)

เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความรู้ใหม่ ๆ โดยมีวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายเบื้องต้นที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเพื่อหาวิธีการใหม่ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แล้วล่วงหน้า

- การพัฒนาเชิงทดลอง (experimental development)

เป็นการศึกษาอย่างมีระบบโดยนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาสร้างวัตถุดิบ เครื่องมือ ผลิตภัณฑ์กระบวนการผลิต ระบบและการบริการใหม่หรือปรับปรุงผลิตภัณฑ์/กระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้นอย่างมาก (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

[1] นิยามของการวิจัยและพัฒนาได้มาจากคู่มือของ Frascati Manua(OECD), 2002

นวัตกรรม (Innovation)

นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจาก innovare ในภาษาลาติน แปลว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา โดยแนวคิดนี้ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 จากแนวคิดของนักเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมโดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างสรรค์ การวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสำคัญ ความหมายของนวัตกรรมในเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ การนำแนวความคิดใหม่หรือการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วมาใช้ในรูปแบบใหม่ เพื่อทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ กล่าวอีกนัยหนึ่ง นวัตกรรม หมายถึง การนำความรู้ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้ว มาประยุกต์ใช้ในรูปแบบของเทคโนโลยีให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผลที่ได้จากการทำงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีขึ้นกว่าเดิม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

ลักษณะของกิจกรรมนวัตกรรมสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ[2] ดังนี้

1. นวัตกรรมแบบถอนรากถอนโคน (Radical Innovation) หมายถึง ขบวนการเสนอสิ่งใหม่ที่ใหม่อย่างแท้จริงสู่สังคม โดยการเปลี่ยนแปลงค่านิยม (value), ความเชื่อเดิม (belief) ตลอดจนระบบคุณค่า (value system) ของสังคมอย่างสิ้นเชิง ตัวอย่างเช่น อินเตอร์เน็ต (Internet) จัดว่าเป็นนวัตกรรมหนึ่งในยุคโลกข้อมูลข่าวสาร การนำเสนอระบบอินเตอร์เน็ตทำให้ค่านิยมเดิมที่เชื่อว่า โลกข้อมูลข่าวสารจำกัดอยู่ในวงเฉพาะทั้งในด้านเวลา และสถานที่นั้นเปลี่ยนไป อินเตอร์เน็ตเปิดโอกาส ให้ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลไร้ขีดจำกัด ทั้งในด้านของเวลาและระยะทาง การเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้ ทำให้ระบบคุณค่าของข้อมูลข่าวสารเปลี่ยนแปลงไป บางคนเชื่อว่า อินเตอร์เน็ตจะเข้ามาแทนที่ระบบการส่งข้อมูลข่าวสารในระบบเดิม อย่างสิ้นเชิงในไม่ช้า อาทิเช่น ระบบไปรษณีย์ ”

2. นวัตกรรมส่วนเพิ่ม (Incremental Innovation) เป็นขบวนการการค้นพบ (discover) หรือ คิดค้นสิ่งใหม่ (invent) โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดใหม่ (new idea) หรือความรู้ใหม่ (new knowledge) ที่มีลักษณะต่อเนื่องไม่สิ้นสุด โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ของมนุษย์ และการค้นค้นเทคนิคหรือเทคโนโลยีใหม่ นวัตกรรมส่วนเพิ่มจึงมีลักษณะของการสะสมการเรียนรู้ (cumulative learning) อยู่ในบริบทของสังคมหนึ่ง

---

[2] อ้างใน “http://www.hrcenter.co.th/HRKnowView.asp?id=645&mode=disp”, อำนาจ วัดจินดา

ประเภทของนวัตกรรมในภาคอุตสาหกรรมการผลิต[3] สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (product innovation) หมายถึง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีลักษณะทางเทคโนโลยีหรือการใช้งานแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมอย่างมาก เช่น การผลิตเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่เหลือใช้ หรือดิกชั่นนารีอิเล็คทรอนิกส์ที่สามารถแปลภาษาอังกฤษเป็นไทยได้ (Talking Dict) หรือผลิตภัณฑ์เดิมที่มีคุณสมบัติที่ดีขึ้นเป็นอย่างมาก เช่น จักรยานยนต์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม การปรับเปลี่ยนการรับคลื่นในวิทยุเพื่อให้สามารถรับสัญญาณได้ในพื้นที่ห่างไกล

- กระบวนการผลิตใหม่ (process innovation) หมายถึง การพัฒนาหรือรับเอาวิธีการผลิตที่มีเทคโนโลยีใหม่ หรือที่ดีขึ้นอย่างมากมาใช้ โดยการใช้เครื่องจักรใหม่หรือปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเดิม เช่น การใช้หุ่นยนต์พ่นสีในโรงงานรถยนต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต หรือการใช้ CAD/CAM เพื่อช่วยให้การประกอบรถจักรยานทำได้เร็วขึ้น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

ทั้งนี้ หากมองในด้านของอุปสงค์และอุปทานนวัตกรรมสามารถอธิบายได้โดย นิยามของนวัตกรรมจากด้านอุปสงค์ (Demand Side) เป็นกระบวนการที่มูลค่าถูกสร้างขึ้นสำหรับผู้บริโภคไม่ว่าจะโดยการผ่านองค์กรสาธารณะ หรือเอกชนเป็นกระบวนการที่ผสมผสานความรู้และเทคโนโลยีทั้งเก่าและใหม่ จนได้ผลผลิตเป็นสินค้าและบริการที่ทำกำไร นั่นคือนวัตกรรมสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคยอมจ่ายเงินแพงขึ้นสำหรับความพึงพอใจที่เพิ่มขึ้น

ส่วนนิยามของนวัตกรรมจากด้านอุปทาน (Supply Side) คือการนำเอาความคิดที่มีอยู่หรือที่เกิดขึ้นใหม่มาใช้พัฒนาให้เกิดประโยชน์ สามารถผลิตสินค้าและบริการได้มากขึ้นโดยที่ใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม หรือพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้สูงขึ้น โดยไม่มีการปรับในราคา หรือมีการปรับในราคาในสัดส่วนที่ต่ำกว่าคุณภาพที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น การพัฒนาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก มีขนาดที่เล็กลง ใช้งานได้หลากหลายขึ้น แต่ราคากลับลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2550 : หน้า 2-177))

---

[3] นิยามของนวัตกรรมได้มาจากคู่มือของ Oslo Manual (OECD), 1997

ผลิตภาพการผลิต (Productivity)

ตามแนวคิดของสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ[4] (Thailand Productivity Institute) ผลิตภาพการผลิต (productivity) หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณและ/หรือมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยคำนึงถึงการใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพปัจจัยการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบ อุปกรณ์การผลิต ตลอดจนบุคลากรที่มีส่วนร่วมในการผลิต แต่เพื่อให้เป็นที่เข้าใจร่วมกัน ผลิตภาพในที่นี้ หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าอันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) หรือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง(continuous improvement) ด้วยจิตสำนึกเป็นแรงผลักดัน และใช้เทคนิคและเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต/ผลิตภาพ (Productivity Techniques and Tools) เป็นตัวช่วยให้ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้ ผลิตภาพแตกต่างจากประสิทธิภาพตรงที่ ผลิตภาพ (productivity) คือ ปริมาณของผลผลิตที่เกิดขึ้นเทียบกับปริมาณของทรัพยากร (เวลาและเงิน) ที่ใช้ไปในการผลิต ส่วนประสิทธิภาพ (efficiency) คือ มูลค่าของผลผลิตเทียบกับต้นทุนของปัจจัยนำเข้าที่ถูกใช้ในการผลิต โดยผลิตภาพเพิ่มขึ้น (productivity improve) เมื่อปริมาณของผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณของปัจจัยนำเข้า ขณะที่ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (efficiency improve) เมื่อต้นทุนของปัจจัยนำเข้าลดลงเทียบกับมูลค่าของผลผลิต ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงราคาของปัจจัยนำเข้าอาจจะทำให้หน่วยผลิตเปลี่ยนรูปแบบการผสมของปัจจัยนำเข้าที่ใช้ในการผลิต เพื่อลดต้นทุนของปัจจัยนำเข้าเกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยปราศจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณผลผลิตเมื่อเทียบกับปริมาณของปัจจัยนำเข้า อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอาจจะทำให้หน่วยผลิตมีผลผลิตมากขึ้นโดยใช้ปัจจัยนำเข้าเท่าเดิม เช่น การเพิ่มขึ้นในผลิตภาพซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถทางเทคโนโลยี แต่อาจไม่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการจัดสรร (allocative efficiency)[5]

การวัดผลิตภาพการผลิตสามารถวัดได้หลายวิธีด้วยกันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดและข้อมูลที่หามาได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธีหลักๆ คือ (1) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตเฉพาะส่วน (single factor productivity หรือ partial factor productivity) และ (2) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (multifactor productivity, MFP หรือ total factor productivity, TFP) การวัดผลิตภาพการผลิตเฉพาะส่วน (partial factor productivity) เป็นการวัดที่เชื่อมโยงระหว่างผลผลิตกับปัจจัยการผลิตชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น แรงงาน หรือทุน โดยกำหนดให้ปัจจัยการผลิตชนิดอื่นคงที่ ซึ่งผลิต

---

[4] ที่มา : http://www.ftpi.or.th/th/knwinf_pcornergrossary.php

[5] ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Productivity

ภาพการผลิตเฉพาะส่วนที่นิยมใช้มากที่สุด คือ ผลิตภาพแรงงาน คำนวณได้จากผลผลิตที่ได้ต่อหนึ่งหน่วยของแรงงานที่ป้อนเข้าไป ถึงแม้ว่าผลิตภาพแรงงานจะเป็นที่นิยมใช้ แต่อันที่จริงแล้วการผลิตจะมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิตอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งบางอุตสาหกรรมอาจใช้ปัจจัยแรงงานเข้มข้น ในขณะที่บางอุตสาหกรรมอาจใช้ปัจจัยทุนเข้มข้น นอกจากนี้สัดส่วนความเข้มข้นของการใช้ปัจจัยการผลิตอาจมีการเปลี่ยนแปลง จึงเป็นการยากที่จะระบุว่าแต่ละอุตสาหกรรมหรือแต่ละหน่วยผลิตมีการใช้ปัจจัยชนิดใดเข้มข้น ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นการดีกว่าที่จะวัดผลิตภาพการผลิตจากปัจจัยการผลิตหลายๆชนิดรวมกัน โดยเรียกว่า ผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (multifactor productivity, MFP หรือ total factor productivity, TFP) (กฤษดา, 2549)

ตารางที่ 3.1 แสดงวิธีการวัดผลิตภาพการผลิตที่นิยมใช้ทั่วๆ ไป ประกอบด้วยการวัดผลิตภาพปัจจัยการผลิตเฉพาะส่วนที่มาจากปัจจัยการผลิตด้านแรงงาน หรือทุน และการวัดผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม สำหรับการวัดผลผลิตแบ่งเป็น ผลผลิตรวม (gross output) กับผลผลิตส่วนเพิ่ม (value added output) ซึ่งผลิตภาพการผลิตที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ผลิตภาพการผลิตของปัจจัยแรงงาน รองลงมาเป็นผลิตภาพการผลิตของปัจจัยแรงงานร่วมกับทุน (capital-labor MFP) และผลิตภาพการผลิตของปัจจัยแรงงานร่วมกับทุนและปัจจัยขั้นกลางต่างๆ (KLEMS MFP) (OECD, 2001)

ตารางที่ 3.1

ภาพรวมการวัดผลิตภาพการผลิต

Type of output measure	Type of input measure			
	Labor	Capital	Capital and labor	Capital, labor and intermediate inputs (energy, materials, services)
Gross output	Labor productivity (based on gross output)	Capital productivity (based on gross output)	Capital-labor MFP (based on gross output)	KLEMS multifactor productivity
Value added	Labor productivity (based on value added)	Capital productivity (based on value added)	Capital-labor MFP (based on value added)	-
	Single factor productivity measures		Multifactor productivity (MFP) measures	

ที่มา: OECD (2001) หน้า 13

3.2 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

กรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิตในงานศึกษานี้จะเป็นการนำเสนอให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต โดยจะอธิบายถึงความสัมพันธ์กันระหว่างการวิจัยและพัฒนากับนวัตกรรม การวิจัยและพัฒนากับผลิตภาพการผลิต และนวัตกรรมกับผลิตภาพการผลิต นอกจากนี้ยังอธิบายถึงแนวคิดของระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (National Innovation System) ดังนี้

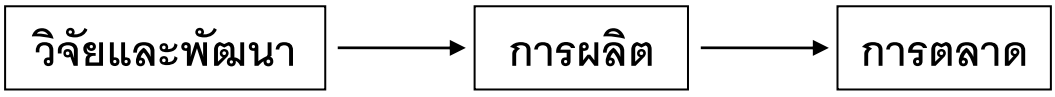
3.2.1 กรอบแนวคิดความเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยและพัฒนากับนวัตกรรม

แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางนวัตกรรมในอดีตมองว่าความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีรากฐานมาจากงานวิจัยและพัฒนาเป็นหลัก และผลงานวิจัยและพัฒนาจะนำไปสู่การผลิตและการตลาดในที่สุด นโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านมาได้ให้ความสำคัญแก่งานวิจัยและพัฒนาเป็นอย่างมากและถือว่างานวิจัยและพัฒนาเป็นรากเหง้า

ของความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542) กล่าวคือ จะพิจารณาว่า นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (technological innovation) ถูกขับเคลื่อนโดยแรงผลักดันจากวิทยาศาสตร์และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางนวัตกรรมมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งกรอบแนวคิดนี้ถูกเรียกว่า แบบจำลองแรงผลักดันทางวิทยาศาสตร์ (science-push model) หรือแบบจำลองเชิงเส้น (linear model) โดยกิจกรรมหนึ่งดำเนินการต่อเนื่องจากกิจกรรมหนึ่งในลักษณะลูกโซ่เชื่อมโยงจากต้นไปสู่ปลาย เริ่มจากการทำวิจัย โดยการทำวิจัยก่อให้เกิดการพัฒนา การพัฒนาก็จะนำไปสู่การผลิตและนำออกสู่ตลาด (Metakunavut, 1999) ดังแสดงในภาพที่ 3.1 แต่ในปัจจุบัน การศึกษากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการพัฒนากระบวนการใหม่ทำให้เข้าใจถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงซึ่งมิได้เป็นไปในลักษณะแนวเส้นตรงอย่างที่เคยเข้าใจกันแต่เดิม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542)

ภาพที่ 3.1

แบบจำลองเส้นตรงของกระบวนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์



ที่มา : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2542) หน้า 8

ต่อมาภายหลัง แบบจำลองแรงผลักดันทางวิทยาศาสตร์ (science-push model) ถูกมองว่ามีความไม่ถูกต้องและถูกยกเลิกไป เนื่องจากการที่แบบจำลองนี้กำหนดให้ความต้องการของตลาด (market demand) ไม่ได้เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการทางนวัตกรรม (Hall, 1994) ซึ่งงานศึกษาของ Schmookler (1966) ได้นำเสนอ สมมติฐานของการชี้นำโดยตลาดและยังคงมีความสำคัญต่องานศึกษาที่รวมอิทธิพลทางด้านเศรษฐกิจเข้ามาด้วย ซึ่งทั้งปัจจัยทางด้านอุปสงค์และอุปทานต่างก็มีความสำคัญและมีความเชื่อมโยงกัน ด้วยเหตุนี้ทำให้กรอบแนวคิดนี้จึงเป็นที่ยอมรับในการวิเคราะห์นวัตกรรม อย่างไรก็ตามแนวคิดดังกล่าวยังคงไม่มีแผนภาพที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทางนวัตกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้น

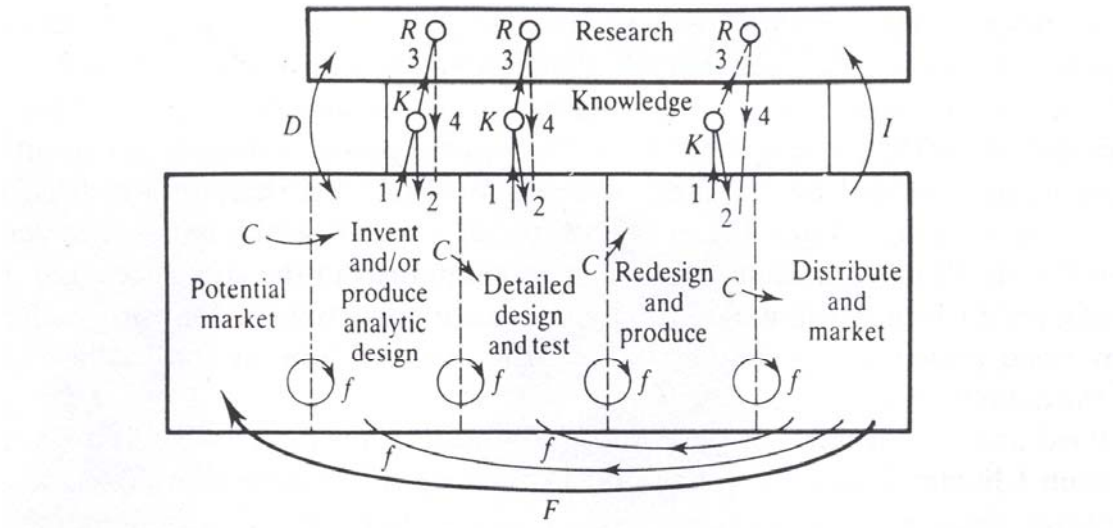
ภายหลัง Kline and Rosenberg (1986) ได้นำเสนอแบบจำลองที่สามารถอธิบายกระบวนการทั้งหมดของนวัตกรรมโดยเรียกว่า แบบจำลองห่วงโซ่สัมพันธ์ของนวัตกรรม (Chain-link model of innovation) โดยอธิบายว่า กระบวนการทางนวัตกรรมประกอบด้วยกลุ่มของ

กิจกรรมที่เชื่อมโยงกัน (set of linked activities) ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นโดยมีลำดับขั้นตอนหรือเกิดขึ้นพร้อมกันก็ได้ ทั้งนี้ความเร็วและทิศทางของนวัตกรรมจะมีความเกี่ยวข้องกับปริมาณความรู้ทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ ณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ และความยากง่ายในการประสบความสำเร็จจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของความรู้ที่มีอยู่ ทักษะและความสามารถในการติดต่อ การดูดซับความรู้ แรงจูงใจ ซัพพลายเออร์และผู้ใช้เทคโนโลยี โดยแบบจำลองนี้มองว่า นวัตกรรมเป็นการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างโอกาสทางการตลาดกับฐานความรู้และความสามารถของบริษัท และยังเน้นถึงบทบาทของการป้อนกลับ (feedback) ของนวัตกรรมผ่านกระบวนการเรียนรู้

แบบจำลองของ Kline and Rosenberg (1986) ประกอบด้วยลักษณะของการเชื่อมโยง 5 รูปแบบที่อาจจะเกิดการไหลเวียนของข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 3.2 โดยสาระสำคัญของแบบจำลองประกอบด้วยการเชื่อมโยงฟังก์ชันในสายหลักและการเชื่อมโยงฟังก์ชันของบริษัทที่มีปฏิกิริยาร่วมกันและกัน อันได้แก่ ตลาดที่มีศักยภาพ การประดิษฐ์ และ/หรือการผลิตต้นแบบ การออกแบบโดยละเอียดและการทดสอบ การออกแบบใหม่และการผลิต การจำหน่ายและการตลาด ทั้งนี้ในแต่ละฟังก์ชันยังประกอบด้วยกระบวนการย่อยจำนวนหนึ่ง ซึ่งการทำงานแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยความรู้ที่มีอยู่ในบริษัท ปัญหาที่ความรู้ในบริษัทแก้ไม่ได้ก็ต้องแก้ด้วยการวิจัย ลักษณะที่สำคัญของแบบจำลองนี้ก็คือ ความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ (output) ของแต่ละฟังก์ชัน ซึ่งทำให้จำเป็นต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนต่างๆก่อนหน้านี้อีก เพื่อแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นและเพื่อที่จะให้เดินไปข้างหน้าได้ ลักษณะนี้ก็คือลักษณะของการป้อนกลับ (feedback) ระหว่างส่วนต่างๆของกระบวนการ ในลักษณะเดียวกันแต่ละฟังก์ชันยังอาจจะต้องดึงเอาสารสนเทศหรือความรู้มาจากงานวิจัยและพัฒนาซึ่งอาจเป็นของบริษัทเองหรืออาจมาจากแหล่งภายนอก ความสำเร็จของนวัตกรรมขึ้นอยู่กับลักษณะ/แนวทางการจัดการของบริษัทในแต่ละฟังก์ชันและการเชื่อมโยงระหว่างฟังก์ชันและขั้นตอนของกระบวนการนวัตกรรม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542)

ภาพที่ 3.2

แบบจำลอง Chain-Link model ของ Kline and Rosenberg



Symbols on arrows: C = central-chain-of-innovation; f = feedback loops; F = particularly important feedback. K–R: Links through knowledge to research and return paths. If problem solved at node K, link 3 to R not activated. Return from research (link 4) is problematic – therefore dashed line. D: direct link to and from research from problems in invention and design. I: support of scientific research by instruments, machines, tools and procedures of technology

ที่มา : Hall (1994) หน้า 24

จากภาพที่ 3.2 การเชื่อโยงส่วนแรกคือ ศูนย์กลางห่วงโซ่ของนวัตกรรม (central chain of innovation) แสดงโดยลูกศร C โดยเริ่มต้นจากความต้องการของตลาดที่มีศักยภาพ (potential market) กระตุ้นให้เกิดการออกแบบกระบวนการใหม่ที่มีความเกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (product innovation) หรือการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ให้มีความได้เปรียบทางด้านราคามากกว่าเดิม จากนั้นจึงนำผลผลิตที่ได้ไปทำการตลาดและจำหน่าย การเชื่อมโยงแบบที่สอง จะเน้นในส่วนของการเชื่อมโยงแบบป้อนกลับ (feedback) แสดงโดยลูกศร F ทั้งนี้สิ่งสำคัญอย่างมากต่อการเชื่อมโยงนี้คือ ผู้ใช้ที่มีอยู่เดิมและมีศักยภาพ โดยการตัดสินใจทำการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องอาศัยการตอบสนองกลับจากผู้บริโภคเหล่านี้ ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาจจะมาจากปัจจัยหลายๆด้าน ได้แก่ การบริหารจัดการและการตลาดที่ดี, บริษัทคู่แข่งและซัพพลายเออร์ รวมถึงผู้บริโภค (Twiss, 1987 หน้า 12) ซึ่งการตอบสนองเหล่านี้จะเป็นส่วนสำคัญหลักในการออกแบบ เป็นแนวทางให้เกิดการปรับปรุงในรายละเอียดของระบบการออกแบบ หรือเป็นแนวทางให้หน่วยผลิตเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างองค์กร เช่น การเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างการผลิตเพื่อลดต้นทุน

การเชื่อมโยงส่วนที่สามและสี่เป็นส่วนเชื่อมโยงศูนย์กลางห่วงโซ่ของนวัตกรรมเข้ากับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ แสดงโดยลูกศร D และ K ตามลำดับ จากลูกศร D จะเห็นได้ว่า การค้นคว้าวิจัยมีความเชื่อมโยงโดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะก่อให้เกิดนวัตกรรม โดยส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (science-based industries) ซึ่งอาศัยความรู้ขั้นสูงทางด้านวิทยาศาสตร์ในการพัฒนา เช่น อุตสาหกรรมยาและเทคโนโลยีชีวภาพ นอกจากนี้ Kline and Rosenberg ยังเน้นย้ำว่า นวัตกรรมส่วนใหญ่ยังขึ้นอยู่กับการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ (ลูกศร K) ได้แก่ อุตสาหกรรมที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือวัดทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งอุตสาหกรรมเหล่านี้ต่างก็ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่มาทำการปรับปรุง ทำให้เกิดวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีขั้นสูงในผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองตลาดหรือนำมาใช้ในองค์กรตนเอง อย่างไรก็ตาม เมื่อความรู้ที่มีอยู่เดิมไม่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในศูนย์กลางห่วงโซ่ของนวัตกรรมได้ ทำให้องค์กรจำเป็นต้องหาความรู้ใหม่เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาผ่านทางการวิจัย โดยลูกศรย้อนกลับจากขั้นตอนการวิจัย (แสดงโดยจุด R) ที่เห็นเป็นเส้นประนั้นชี้ให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ซึ่งไม่จำเป็นเสมอไปที่จะต้องแก้ปัญหาด้วยการวิจัยหากความรู้ที่มีอยู่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ สำหรับลูกศร I แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ด้านนวัตกรรมอาจจะมีส่วนช่วยเหลือในการเพิ่มพูนความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น กล้องจุลทรรศน์ (microscope) ที่มีผลต่อการวิจัยทางการแพทย์สมัยใหม่ หรือกล้องโทรทรรศน์ (telescope) ที่ส่งผลทางด้านดาราศาสตร์ (Hall, 1994)

กล่าวโดยสรุป การอธิบายถึงกระบวนการทางนวัตกรรมโดยใช้แนวคิดห่วงโซ่สัมพันธ์ของนวัตกรรม (Chain-link model of innovation) สามารถจำแนกกระบวนการทางนวัตกรรมได้ชัดเจนกว่าแนวคิดแบบเส้นตรง (linear model) โดยนวัตกรรมทั้งหมดเป็นผลมาจากเทคโนโลยีที่มีอยู่ภายในองค์กร จากการประดิษฐ์ การวิจัยและกิจกรรมการพัฒนา รวมถึงความต้องการของตลาด ทั้งนี้ ในแบบจำลองมองงานวิจัยว่าเป็นส่วนที่จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการนวัตกรรม กล่าวคือ เมื่อเกิดปัญหาขึ้นระหว่างการดำเนินกระบวนการบริษัทก็จะใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาและหากยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ บริษัทก็จะทำการวิจัยเพื่อจุดมุ่งหมายเฉพาะนี้ ในรูปแบบนี้งานวิจัยจึงไม่จำเป็นต้องเป็นกิจกรรมที่กระทำล่วงหน้าก่อนนวัตกรรมเสมอไป แต่อาจเป็นกิจกรรมที่ทำควบคู่ไปกับกระบวนการนวัตกรรม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542)

อย่างไรก็ตาม การวิจัยและพัฒนาซึ่งโดยทั่วไปมักใช้ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นตัวแทนในการอธิบายถึงปัจจัยนำเข้าด้านนวัตกรรม ก็ไม่ได้แสดงถึงความพยายามทั้งหมดของหน่วยผลิตในการทำนวัตกรรม เนื่องจากสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีบางอย่างไม่ได้มาจากค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา เช่น การได้มาซึ่งความรู้ (acquisition of knowledge) การวิจัยและพัฒนาที่มีรูปแบบไม่เป็นทางการ (informal R&D) หรือทุนมนุษย์ (human capital) ซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่บทบาทสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถขององค์กรหรือเพิ่มโอกาสทางเทคโนโลยีในการแปลงการวิจัยและพัฒนาไปเป็นนวัตกรรม (Abhinorasaeth**,** 2007) โดยวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตขององค์กรที่มาจากภายใน (endogenous growth literature) เห็นด้วยว่า ทุนมนุษย์เป็นตัวผลักดันความก้าวหน้าในระยะยาวผ่านทางความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆจากกระบวนการทางนวัตกรรมที่ไม่เป็นทางการ (informal process of innovation) (Temple, 2001) นอกจากนี้ในงานศึกษาของ Vinding (2006) ยังแสดงให้เห็นว่า การจัดการทรัพยากรมนุษย์ภายในหน่วยผลิตก็มีส่วนช่วยในการเพิ่มความสามารถในการทำนวัตกรรมด้วย ดังนั้น การใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเป็นเงื่อนไขที่ค่อนข้างจำเป็นแต่อาจจะไม่ก่อให้เกิดนวัตกรรม

3.2.2 <u>กรอบแนวคิดความเชื่อมโยงระหว่างการวิจัยและพัฒนากับผลิตภาพการผลิต</u>

งานศึกษาเชิงประจักษ์ทางเศรษฐศาสตร์มากมายเกี่ยวกับผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ชี้ให้เห็นว่า การลงทุนของรัฐบาล (public investment) ด้านวิทยาศาสตร์และการลงทุนของภาคเอกชน (private investment) ในการวิจัยและพัฒนาได้ส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของโลกทั้งช่วงเวลาที่ผ่านมาและในอนาคต (Mansfield, 1965 และ Griliches and Mairesse, 1983, 1990 และ Cuneo and Mairesse, 1984 และ Clark and Griliches, 1984) แต่ทว่า งานศึกษาที่ผ่านมาไม่สามารถระบุได้ว่าระดับการลงทุนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันมีมากหรือน้อยเกินไป หรือเข้าใจถึงผลตอบแทนจากการลงทุนที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และไม่เพียงพอที่จะอธิบายถึงประเภทของการลงทุน ในการตอบคำถามเหล่านี้จำเป็นต้องใช้การเติบโตทางเศรษฐกิจที่ผ่านมาและบทบาททางด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงการวิจัยและพัฒนาของภาคอุตสาหกรรมในการอธิบาย (Griliches, 1995)

ในการวิเคราะห์และประเมินการมีส่วนช่วยเหลือของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (contribution of R&D investment) ที่มีต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ผ่านมามีอยู่ 3 แบบ ได้แก่

การศึกษาจากงานศึกษาเชิงประจักษ์ในอดีต (historical case study), การวิเคราะห์จากจำนวนสิ่งประดิษฐ์และสถิติของสิทธิบัตร และงานศึกษาทางเศรษฐมิติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภาพการผลิตกับการวิจัยและพัฒนา โดยการศึกษาจากงานศึกษาเชิงประจักษ์เกี่ยวกับนวัตกรรมในอดีตส่วนใหญ่เป็นการหาผลลัพธ์และคำนวณอัตราผลตอบแทนของภาคเอกชนและสังคมจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (private and social rate of return to R&D investment) โดยพบว่า อัตราผลตอบแทนที่ได้จากค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และยังพบผลตอบแทนทางสังคมอยู่ในระดับที่สูงกว่า (Griliches, 1958 และ Manfield et al., 1977 และ Evenson et al., 1979) อย่างไรก็ตาม การศึกษาด้วยวิธีนี้เป็นสิ่งที่ยากและมีต้นทุนในการติดตามสูง อีกทั้งยังมุ่งเน้นแต่หน่วยผลิตที่มีชื่อเสียงและประสบความสำเร็จ (Griliches, 1995)

สำหรับการวิเคราะห์จากจำนวนสิ่งประดิษฐ์พยายามที่จะประเมินความเกี่ยวข้องกันระหว่างเศรษฐกิจกับวิทยาศาสตร์ แต่ในการคัดเลือกประชากรที่ใช้ในการศึกษามีขอบเขตที่ไม่ชัดเจน ทำให้เป็นการยากที่จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา หรือผลตอบแทนที่เปลี่ยนแปลงไปผ่านช่วงเวลา (Baily and Chakrabarti, 1988) ในส่วนของการใช้สถิติสิทธิบัตรนั้นมีข้อได้เปรียบในเรื่องของคำจำกัดความทางด้านกฎหมาย ซึ่งในปัจจุบันนักเศรษฐศาสตร์มีความเข้มงวดในการคัดเลือกและวิเคราะห์ข้อมูลสิทธิบัตร โดยพบว่าสิทธิบัตรเป็นตัวชี้วัดที่ดีในการศึกษาผลกระทบของแรงกระตุ้นทางเศรษฐกิจ (economic force) ที่มีผลต่อทิศทางของกิจกรรมการประดิษฐ์และยังสามารถใช้ในการอธิบายการมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) และการส่งผ่านเทคโนโลยี (technology flow) ข้ามอุตสาหกรรมด้วย (Griliches, 1990) เช่น การใช้ข้อมูลสิทธิบัตรในยุโรปทำให้มีความชัดเจนในการประเมินมูลค่าปัจจุบันของสิทธิบัตร อย่างไรก็ตาม สิทธิบัตรส่วนใหญ่ไม่มีมูลค่าที่แท้จริง (real value) และมีสิทธิบัตรเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่มีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล (Pakes and Schankerman, 1984 และ Pakes and Simpson, 1989) ทำให้เป็นการยากเช่นกันในการใช้จำนวนสิทธิบัตรเป็นดัชนีชี้วัดผลผลิตที่ได้จากกิจกรรมการวิจัยและพัฒนา (Caballero and Jaffe, 1993)

อนึ่ง หากพิจารณาถึงผลกระทบของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเติบโตของผลผลิตทางสังคม (growth of social output) และการขยายตัวของผลิตภาพการผลิตแล้ว พบว่า การขยายตัวของผลิตภาพการผลิตมีความเกี่ยวข้องกันกับค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาและผลิตภาพการผลิตส่วนใหญ่จะอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการผลิตความรู้ (knowledge production) ในการอธิบาย โดยใน Griliches (1995) แสดงให้เห็น

ว่า กระบวนการผลิตความรู้ของหน่วยผลิตเกิดขึ้นมาจากประสบการณ์ในการวิจัยและพัฒนาของหน่วยผลิตในช่วงที่ผ่านมา โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติเกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิต (production function model) ในรูปแบบ Cobb-Douglas ในการอธิบายถึงการมีส่วนช่วยเหลือของการวิจัยและพัฒนา (contribution of R&D) ต่อผลิตภาพการผลิต แสดงโดยสมการ

$$Y(t) = a(t)X(t)^{\beta}K(t)^{\gamma}$$

แปลงให้อยู่ในรูปของลอการิทึม จะได้ว่า

$$\log Y = a(t) + \beta(\log X) + \gamma(\log K) + u \qquad (3.1)$$

โดยที่ Y คือ ผลผลิตของหน่วยผลิต, อุตสาหกรรม หรือของประเทศ

X คือ เวกเตอร์ของปัจจัยนำเข้าทางด้านเศรษฐศาสตร์ (economic input) เช่น ชั่วโมงการทำงาน (man-hour), เครื่องจักรและอุปกรณ์, พลังงานที่ใช้

K คือ ทุนความรู้สะสม (knowledge-capital stock)

a(t) คือ ปัจจัยกระตุ้นอื่นๆที่มีผลกระทบต่อผลผลิตและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบตลอดช่วงเวลา

u คือ ปัจจัยสุ่มทั้งหมดที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในผลผลิต

รูปแบบของสมการนี้เป็นสมการเส้นตรงในรูปของลอการิทึม โดยจะมุ่งเน้นที่การนิยามและการวัดค่าของทุนความรู้สะสม (K) และการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ γ ซึ่งเป็นค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตจากการใช้ทุนทางการวิจัยและพัฒนา (elasticity of output with respect to R&D capital) ซึ่งโดยทั่วไปค่า K ได้จากการถ่วงน้ำหนักผลรวมค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาที่ผ่านมาด้วยค่าถ่วงน้ำหนักที่สะท้อนถึงผลกระทบแฝงของการวิจัยและพัฒนาต่อผลผลิต และค่าเสื่อมราคาขั้นสุดท้าย แสดงโดยสมการ

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + R_t$$

โดยที่ ทุนความรู้สะสม (K) สร้างขึ้นโดยอาศัย Perpetual-Inventory Method ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงถึงการลงทุนด้านปัจจัยทุน (capital investment) และ R แสดงถึงการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา ทั้งนี้ กำหนดให้ไม่มีค่าเสื่อมราคาของทุนความรู้สะสม $(\delta = 0)$

อนึ่ง สมการ 3.1 สามารถคำนวณในรูปของอัตราการเติบโต (growth rate) แสดงโดยสมการ

$$(d\log Y)/dt = a + \beta(d\log X)/dt + \gamma(d\log K)/dt + du/dt$$

โดยที่ $\gamma(d\log K)/dt$ สามารถแปลงให้อยู่ในรูปอย่างง่ายโดยใช้นิยามของ

$$\rho \equiv dY/dK = \gamma(Y/K)$$

และจะได้ว่า $$\gamma(d\log K)/dt = \frac{\rho(R - \delta K_{-1})}{Q} \approx \rho(R/Y)$$

นำมาแทนค่าจะได้

$$(d\log Y)/dt = a + \beta(d\log X)/dt + \rho(R/Y) + du/dt \qquad (3.2)$$

โดยที่ ρ แสดงถึงอัตราผลตอบแทนของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งในสมการนี้อัตราการเติบโตของผลผลิตหรือผลิตภาพการผลิตมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา (R/Y) ซึ่งโดยทั่วไปจะวัดในรูปของการลงทุนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งหนึ่งที่อาจเกิดขึ้นได้กับแบบจำลองนี้คือ ความยากลำบากในการวัดผลผลิตและอัตราการเติบโตของผลผลิตโดยตรงในอุตสาหกรรมที่ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเข้มข้น และยังมีปัญหาในเรื่องของค่าเสื่อมราคา, ปัจจัยแอบแฝงที่อยู่ในตัวแปร K และวิธีการวัดการลงทุนสุทธิในการวิจัยและพัฒนาที่เหมาะสม[6] อย่างไรก็ตาม ถึงแม้จะมีข้อจำกัดบางประการดังที่กล่าวมาแต่ยังมีนักวิจัยที่นำแบบจำลองนี้ไปศึกษาและได้ผลสรุปที่น่าสนใจ โดยผลสรุปที่ได้จากสมการแรก (สมการ 3.1) พบว่า สัดส่วนของเงินลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่ใช้

[6] รายละเอียดของปัญหาที่เกิดจากการวัดสามารถดูได้ใน “Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change”, Stoneman (1995)

ไปในการวิจัยขั้นพื้นฐาน (basic research), ทุนทางการวิจัยและพัฒนาที่สะสมไว้ (stock of R&D capital) และสัดส่วนการช่วยเหลือทางการเงินเพื่อการวิจัยและพัฒนาให้แก่ภาคเอกชน (privately-financed R&D) ล้วนมีส่วนช่วยเหลืออย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต (Griliches and Mairesse, 1983, 1990 และ Cuneo and Mairesse, 1984 และ Griliches, 1980,1986) สำหรับผลสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์สมการแสดงอัตราการเติบโต (growth rate) (สมการ 3.2) ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน โดยพบว่า การขยายตัวของการวิจัยและพัฒนา (R&D growth), สัดส่วนเงินลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาที่ใช้ไปในการวิจัยขั้นพื้นฐาน และสัดส่วนการช่วยเหลือทางการเงินเพื่อการวิจัยและพัฒนาให้แก่ภาคเอกชน ล้วนมีส่วนช่วยเหลืออย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพการผลิต (productivity growth) (Mansfield, 1965 และ Clark and Griliches, 1984 และ Scherer, 1982)

3.2.3 <u>กรอบแนวคิดความเชื่อมโยงระหว่างนวัตกรรมกับผลิตภาพการผลิต</u>

นวัตกรรมอาจมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต, ผลิตภัณฑ์ รวมถึงระบบการผลิต โดยรวมผ่านทางการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (technological change) หรือการเปลี่ยนแปลงทางเทคนิค (technical change) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสองประเภทนี้ต่างก็มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับนวัตกรรมและส่งผลให้มีผลิตภาพการผลิตสูงขึ้น (Hall (1994)) ซึ่งตามแนวคิดของ Neo-Shumpeter เชื่อว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องมีลักษณะของการสะสมและการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่การออกแบบ การใช้ การดัดแปลงแก้ไขและการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งกระบวนการสะสมของการเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) และการเรียนรู้โดยการใช้เทคโนโลยี (Learning by using) จะเป็นตัวที่ช่วยให้เกิดแนวความคิดตามธรรมชาติในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต การออกแบบ และการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้และการสะสมต่อเนื่องไปถึงการสร้างเทคโนโลยีใหม่ ข้อมูลความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และขีดความสามารถทางเทคโนโลยี ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยเวลา ทรัพยากร และความสามารถในการจัดหา ดัดแปลงและพัฒนาเพื่อสะสมเป็นข้อมูลความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และขีดความสามารถทางเทคโนโลยีในระดับที่สูงขึ้นไป การก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของเทคโนโลยีจะไม่สัมฤทธิ์ผล หากระบบการผลิตที่สร้าง กระจาย หรือรับเทคโนโลยีขาดพื้นฐานในการสะสมข้อมูล ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และขีดความสามารถอย่างเพียงพอ นั่นคือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจะเกิดขึ้นจากการพร้อมภายในระบบนั่นเอง (อนุภาพ (2536 อ้างใน

สุภาวดี (2547)) เช่นเดียวกับงานศึกษาของ Rosenberg (1976) ในเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในส่วนของสินค้าทุน พบว่า การสะสมความรู้ก่อให้เกิดผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม ทั้งในกระบวนการนวัตกรรมและการแพร่กระจาย (diffusion) โดยการปรับปรุงในกระบวนการสะสมความรู้เป็นการเรียนรู้จากการกระทำและจากการใช้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่จะนำไปสู่นวัตกรรมและการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

ในการวัดผลกระทบของกระบวนการทางนวัตกรรมนั้น โดยทั่วไปจะดูที่ผลิตภาพการผลิต (productivity) หรือต้นทุนต่อหน่วย (unit cost) โดยผลิตภาพการผลิตเป็นการวัดผลผลิตที่ได้จากการใส่ปัจจัยการผลิตเข้าไป แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลักๆ คือ (1) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตเฉพาะส่วน และ (2) ผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFP) อนึ่ง หากพิจารณาในแง่ของผลิตภาพแรงงานซึ่งการวัดที่เหมาะสมควรวัดจากมูลค่าเพิ่มที่แท้จริงต่อจำนวนชั่วโมงในการทำงาน (real value-added per hour of labor) การเพิ่มขึ้นของผลิตภาพ (growth in productivity) จะเท่ากับอัตราการขยายตัวในมูลค่าเพิ่มเนื่องจากแรงงาน โดย Hall (1994) กล่าวว่า ผลิตภาพแรงงานอาจเพิ่มขึ้นเนื่องจากเหตุผล 3 ประการด้วยกัน โดยประการแรก เทคโนโลยีที่มีอยู่อาจจะถูกใช้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเป็นผลมาจากการเรียนรู้จากการทำงาน (on the job training) ในกระบวนการผลิต, การฝึกอบรมและการศึกษาซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพของแรงงาน และ/หรือปรับปรุงขั้นตอนและการจัดการการผลิต (organization and management of production) ซึ่งในกรณีนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิค (technical efficiency) ประการที่สอง วิธีการผลิตใหม่ที่ถูกนำมาใช้ ผ่านทางการซื้อเครื่องจักรใหม่หรือปัจจัยการผลิตขั้นกลางทางนวัตกรรม (innovational intermediate input) รวมถึงการทำการวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมหรือหน่วยผลิต ซึ่งในกรณีนี้นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (technological innovation) เป็นตัวขับเคลื่อนให้ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้น ประการสุดท้าย เทคโนโลยีที่มีอยู่อาจช่วยเพิ่มผลิตภาพการผลิต หากผลิตสินค้าในปริมาณมากซึ่งจะเป็นเช่นนี้ก็ต่อเมื่อเทคโนโลยีที่มีอยู่มีลักษณะแบบประหยัดจากขนาด (economy of scale) ทั้งนี้ หากพิจารณาในระดับมหภาค ผลิตภาพการผลิตอาจจะเพิ่มขึ้นจากการเคลื่อนย้ายของทรัพยากรจากแหล่งที่มีผลตอบแทนจากแรงงานต่ำไปสู่แหล่งที่มีผลตอบแทนจากแรงงานสูง

โดยหลักการแล้ว เหตุผล 2 ประการสุดท้ายสามารถเกิดขึ้นได้เองด้วยเทคโนโลยีที่มีอยู่โดยเป็นอิสระจากนวัตกรรม แต่อาจจะส่งผลกระทบต่อนวัตกรรมและอาจถูกกระทบโดยนวัตกรรม นี่จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งว่าทำไมจึงเป็นการยากที่จะแยกแยะผลกระทบเชิงปริมาณของนวัตกรรมออกจากปัจจัยอื่นๆที่มีผลกระทบต่อการเพิ่มผลิตภาพ ยิ่งกว่านั้นหากมุ่งประเด็นไปที่มูลค่าเพิ่ม

ผลิตภาพที่เพิ่มขึ้นที่วัดจากอุตสาหกรรมหนึ่งอาจจะส่งผลต่อผลิตภาพในอุตสาหกรรมอื่นๆด้วย และผลจากการเอ่อล้นทางนวัตกรรม (spill-over effects of innovation) ที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมอื่นอาจจะไม่สามารถพิจารณาแยกออกจากกันได้ (Hall, 1994)

ในการอธิบายถึงการมีส่วนช่วยเหลือของนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่มีต่อผลิตภาพการผลิตในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ Hall (1994) อธิบายโดยใช้ฟังก์ชันการผลิตที่อยู่ในรูป Cobb-Douglas ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตมีลักษณะผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (constant return to scale) แสดงโดยสมการ

$$Q(t) = T(t)K^{a}(t)L^{b}(t) \tag{3.3}$$

โดยที่ Q(t) คือ ผลผลิตที่แท้จริง

L(t) คือ ปัจจัยแรงงาน

K(t) คือ ปัจจัยทุน

T(t) คือ ปัจจัยอื่นๆนอกเหนือจากปัจจัยทุนและแรงงานที่มีผลต่อฟังก์ชันการผลิต ซึ่งกำหนดให้เป็นค่าที่ไม่สามารถวัดได้จากการเก็บข้อมูล เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เป็นต้น

ค่า a และ b เป็นสัดส่วนของปัจจัยทุนและแรงงานในผลผลิต

เมื่อทำให้อยู่ในรูปของลอการิทึม แล้วทำการดิฟเฟอเรนเชียลเทียบกับเวลา t (differential with respect to time t) จะได้ว่า การเติบโตของผลผลิต (growth in output) เป็นผลจาก 2 ส่วน ประกอบด้วย ผลจากอัตราการเติบโตเนื่องจากปัจจัยทุนและแรงงาน และส่วนที่สองเป็นผลเนื่องจากการเติบโตของส่วนเหลือ (residual) จากการเติบโตของปัจจัยทุนและแรงงาน ซึ่งก็คืออัตราการเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFPG) นั่นเอง แสดงโดย

$$(dQ/dt)/Q = a(dK/dt)/K + b(dL/dt)/L + (dT/dt)/T \tag{3.4}$$

เมื่อทำการย้ายข้างสมการจะได้

$$(dT/dt)/T = (dQ/dt)/Q - a(dK/dt)/K - b(dL/dt)/L \tag{3.5}$$

จากสมการที่ 3.5 จะเห็นได้ว่า อัตราการเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFPG) จะเท่ากับ อัตราการเติบโตของผลผลิตลบด้วยอัตราการเติบโตเนื่องจากปัจจัยทุนและแรงงานซึ่งถูกถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนของปัจจัยการผลิตชนิดนั้นๆในผลผลิต การเติบโตของผลิตภาพปัจจัยการผลิตโดยรวม (TFPG) อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพทางเทคนิค (Technical Efficiency) ที่ได้รับผลกระทบจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีโดยเป็นผลมาจากนวัตกรรม หรือจากการลดลงของความไม่มีประสิทธิภาพในการบริการจัดการที่ก่อให้เกิดการประหยัดจากขนาดและการประหยัดจากขอบเขต

กล่าวโดยสรุป ไม่ว่าจะพิจารณาผลของนวัตกรรมในแง่ใดก็ตาม ก็เป็นที่เข้าใจตรงกันตามแนวคิดของงานศึกษาหลายเรื่องที่ผ่านมาว่านวัตกรรมก่อให้เกิดผลิตภาพการผลิตที่สูงขึ้น (Sherer, 1983 และ Black and Lynch, 1996 และ Baily et al., 1985 และ Geroski, 1989)

3.2.4 แนวคิดเกี่ยวกับระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (National Innovation System)

กระบวนการทางนวัตกรรมเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนและมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องมากมายหลายองค์ประกอบ การศึกษาระบบนวัตกรรมจะช่วยให้สามารถเข้าใจกระบวนการนวัตกรรมได้ดีขึ้น โดยระบบนวัตกรรมแห่งชาติเป็นแนวทางการศึกษานวัตกรรมของประเทศโดยพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกันในระดับประเทศ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาและทำความเข้าใจถึงกระบวนการนวัตกรรม การกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ในการส่งเสริมการพัฒนาความสามารถทางนวัตกรรมตามที่ต้องการ ทำให้แนวคิดระบบนวัตกรรมแห่งชาติเริ่มได้รับความสนใจในฐานะที่เป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี การเพิ่มระดับความสามารถทางนวัตกรรมและเทคโนโลยีของประเทศ ซึ่งถือเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในระยะยาว (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549 และ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542, 2548)

แนวคิดเกี่ยวกับระบบนวัตกรรมแห่งชาติเริ่มมีปรากฏในช่วงทศวรรษ 1980 โดยนักวิชาการหลายท่านได้ให้คำจำกัดความของระบบนวัตกรรมแห่งชาติ ดังต่อไปนี้[7]

---

[7] OECD (1997) อ้างอิงจาก สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2549) หน้า 330

Freeman (1987) กล่าวว่า ระบบนวัตกรรมแห่งชาติ หมายถึง เครือข่ายของสถาบันต่างๆ ของภาครัฐและภาคเอกชนที่มีกิจกรรมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้อันจะนำไปสู่การริเริ่ม การนำเข้า การดัดแปลง และการแพร่กระจายของเทคโนโลยีใหม่ๆ

Lundvall (1992) ให้ความหมายระบบนวัตกรรมว่าเป็นองค์ประกอบและความสัมพันธ์ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในการผลิต การแพร่กระจาย และการใช้ความรู้ใหม่ๆ ที่มีประโยชน์เชิงเศรษฐกิจซึ่งองค์ประกอบและความสัมพันธ์เหล่านี้ต้องตั้งอยู่ภายในอาณาเขตของประเทศ

Nelson and Rosenberg (1993) ให้ความหมายว่าระบบนวัตกรรมเป็นกลุ่มของสถาบันต่างๆ ในประเทศที่มีการปฏิสัมพันธ์เป็นตัวกำหนดผลงานทางนวัตกรรมของบริษัทภายในประเทศ

Edquist and Lundvall (1993) กล่าวว่า ระบบนวัตกรรมแห่งชาติถูกจัดตั้งขึ้นโดยสถาบันและโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่มีผลต่ออัตราและทิศทางการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในสังคม

Niosi et al. (1993) ให้ความหมายของระบบนวัตกรรมแห่งชาติว่าเป็นระบบของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบริษัทเอกชน มหาวิทยาลัย และหน่วยงานภาครัฐ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการผลิตผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายในอาณาบริเวณของประเทศ ซึ่งการปฏิสัมพันธ์ระหว่างภาคส่วนต่างๆ เหล่านี้อาจเป็นไปในด้านเทคนิค การค้า กฎหมาย สังคม และการเงิน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการพัฒนา การคุ้มครอง การช่วยเหลือทางการเงิน หรือการกำหนดกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Patel and Pavitt (1994) กล่าวว่า ระบบนวัตกรรมแห่งชาติประกอบด้วยสถาบันแห่งชาติต่างๆ โครงสร้างแรงจูงใจและองค์ความรู้ของสถาบันต่างๆ ซึ่งกำหนดอัตราและทิศทางของการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีในประเทศ

Metcalfe (1995) กล่าวว่า ระบบนวัตกรรมแห่งชาติประกอบด้วยกลุ่มของสถาบันที่มีลักษณะแตกต่างกัน แต่อาจทำงานร่วมกันหรือทำงานอย่างอิสระในการสร้างสรรค์ การพัฒนาและการแพร่กระจายเทคโนโลยีใหม่ ซึ่งกลุ่มสถาบันร่วมกันจัดทำกรอบโครงร่างของระบบ โดยมีรัฐบาลเป็นผู้จัดทำและดำเนินนโยบายที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการนวัตกรรม โดยที่ระบบนวัตกรรมทำหน้าที่เชื่อมโยงสถาบันเหล่านี้ เพื่อสร้างสรรค์ จัดเก็บ และถ่ายโอนความรู้ ทักษะ และการประดิษฐ์ที่จัดว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่

ทั้งนี้ แบบจำลองระบบนวัตกรรมแห่งชาติเป็นการจำลองสภาพความเป็นจริงของระบบนวัตกรรมที่มีความซับซ้อนสูงให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายขึ้น ในขณะเดียวกันก็พยายามสะท้อนให้

เห็นถึงพฤติกรรมของระบบในความเป็นจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความสัมพันธ์หลักระหว่างองค์ประกอบต่างๆในระบบนวัตกรรม ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดถึงพฤติกรรมโดยรวมของระบบ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งก็จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบอื่นๆ และระบบโดยรวม ซึ่งหัวใจหลักของระบบนวัตกรรมแห่งชาติอยู่ที่การสร้างความเข้มแข็งของผู้มีบทบาท (actors) ในภาคส่วนต่างๆ อาทิ รัฐบาล บริษัทเอกชน มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย สถาบันเชื่อมโยงความรู้ (เช่น สมาคมการค้าและอุตสาหกรรม) สถาบันการเงิน องค์กรเอกชนไม่แสวงหากำไร ตลอดจนกฎหมาย กฎระเบียบ และวิถีการปฏิบัติต่างๆ โดยจะสร้างความเชื่อมโยงระหว่างผู้มีบทบาทเหล่านั้นให้มีระบบของการปฏิสัมพันธ์ (interactive system) ทั้งในทางเทคนิค ทางการค้า ทางการเงิน หรือทางกฎหมาย เพื่อมุ่งหวังให้เกิดการผลิตความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (S&T) ขึ้นภายในประเทศ ซึ่งจะมีผลต่อการริเริ่ม, การนำเข้า, การดัดแปลง และการแพร่กระจายของเทคโนโลยีและวิธีการปฏิบัติใหม่ๆ อันจะนำไปสู่การปรับปรุงความสามารถทางนวัตกรรม (innovative performance) ตลอดจนความสามารถในการแข่งขันของแต่ละประเทศ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2542, 2548) ดังแสดงในภาพที่ 3.3

อนึ่ง แนวคิดระบบนวัตกรรมแห่งชาติ (National Innovation System) ได้เปลี่ยนกรอบความคิดเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีของอุตสาหกรรม (industrial technology development) โดยแนวคิดนี้เน้นรูปแบบที่เป็นระบบของกระบวนการ ดังนี้

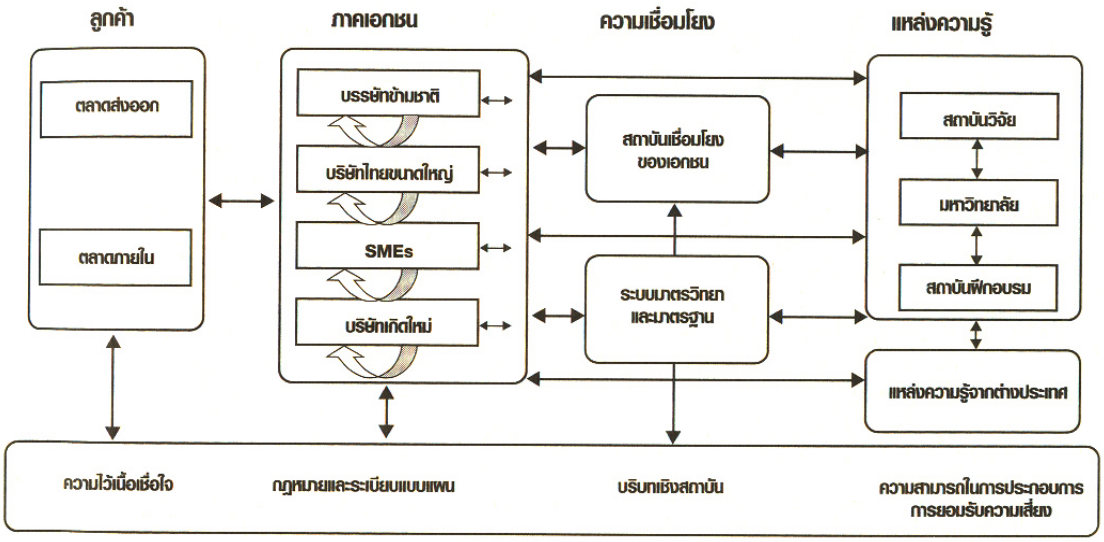
- การพัฒนาทางเทคโนโลยีมักเกี่ยวข้องกับผู้มีบทบาทขององค์กรและกิจกรรม มิใช่เพียงแค่ในหน่วยผลิตนวัตกรรมเอง หรือองค์กรอื่น และไม่ใช่เพียงแค่การวิจัยและพัฒนา

- ความสัมพันธ์ของโครงข่ายของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมและผู้ที่มีบทบาท

- ระบบแรงจูงใจ, กลไกการกำหนดนโยบายและปัจจัยอื่นที่ฝังอยู่ในองค์กร, กฎหมาย, สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของการพัฒนาทางเทคโนโลยี มีอิทธิพลต่อการกำหนดแนวทางของผู้มีบทบาทและการปฏิสัมพันธ์กัน

ภาพที่ 3.3

กรอบในการศึกษาระบบนวัตกรรมแห่งชาติ



ที่มา : Arnold et al. (2000) อ้างในสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548

สำหรับกรณีของประเทศไทย พบว่า ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 ที่ประเทศไทยเริ่มมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 เป็นต้นมา ซึ่งในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-4 (พ.ศ. 2501-2524) ที่ผ่านมา นโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่ได้รับความสำคัญแต่อย่างใด จนกระทั่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 ได้เริ่มเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ขอบเขตของนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยค่อนข้างแคบ โดยคลอบคลุมเรื่องหลัก 4 ประการ คือ การวิจัยและพัฒนา การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การถ่ายทอดเทคโนโลยี และโครสร้างพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างไรก็ตาม นวัตกรรมก็ไม่ได้บรรจุไว้เป็นเรื่องหลักของนโยบายการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

รายงานการศึกษาเกี่ยวกับประเทศไทยที่ผ่านมาล้วนยืนยันตรงกันว่า บริษัทในประเทศไทยส่วนใหญ่เติบโตมาโดยไม่มีการเพิ่มพูนความสามารถทางเทคโนโลยี นอกจากนี้การเรียนรู้เทคโนโลยีของบริษัทยังเป็นไปอย่างเชื่องช้า (TDRI, 1989 และ Dahlman and Brimble, 1990 และ Mukdapitak, 1994 และ Lall, 1998) เช่นเดียวกับงานศึกษาของ Intarakumnerd (2002) ที่ศึกษาถึงระบบนวัตกรรมแห่งชาติของไทยในการไล่ตามทางเทคโนโลยี (technology catching-

up) โดยกล่าวว่า ในช่วงเวลาที่ผ่านมาภายหลังเกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจในปี 2540 อุตสาหกรรมการผลิตของไทยแทบไม่มีการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีและมีการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีที่ต่ำ การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศเพิ่มการจ้างงานแต่ไม่ได้เพิ่มศักยภาพของความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศ นโยบายรัฐบาลไม่มีประสิทธิภาพและขาดความสอดคล้องกัน มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษามีผลการวิจัยไม่ตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมกับองค์กรอื่นๆยังคงมีน้อย รวมถึงการไม่สนับสนุนการลงทุนทางด้านเทคโนโลยีของสถาบันการเงิน นอกจากนี้ หากพิจารณาในแง่ของความเชื่อมโยงระหว่างบริษัท ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศที่มีการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก แต่การเชื่อมโยงเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและความสามารถทางเทคโนโลยีร่วมกันระหว่างบริษัทข้ามชาติกับบริษัทท้องถิ่นในประเทศที่เป็นผู้รับการลงทุนกลับมีน้อยมาก โดยส่วนใหญ่เป็นเพียงการถ่ายทอดเทคโนโลยีในระดับการใช้งาน (operation) เท่านั้น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548) เช่นเดียวกันกับงานศึกษาของ Dahlman et al. (1991) ที่พบว่า บริษัทข้ามชาติในประเทศไทยมีการทำวิจัยน้อยมาก อีกทั้งยังไม่สนใจที่จะพัฒนาหรือให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคโนโลยีแก่ซัพพลายเออร์ในประเทศอีกด้วย ส่วนหนึ่งอาจเนื่องจากซัพพลายเออร์ไทยมีขีดความสามารถในการดูดซับเทคโนโลยีที่ต่ำและนโยบายของรัฐไม่ได้ให้การสนับสนุน จึงทำให้บริษัทข้ามชาติเหล่านี้ไม่ต้องการที่จะลงทุนในการยกระดับซัพพลายเออร์ในประเทศ

อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากวิกฤติเศรษฐกิจในปี 2540 ทำให้บริษัทไทยมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่ดีขึ้น โดยบริษัทขนาดใหญ่หลายบริษัทมีการเพิ่มการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา และหลายบริษัทมีการเปลี่ยนทัศนคติจากการพึ่งพาการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นการเน้นการทำวิจัยและพัฒนาเองมากขึ้น ขณะที่บริษัทขนาดเล็กจำนวนหนึ่งมีการร่วมมือกับมหาวิทยาลัยในการทำการวิจัยและพัฒนาเพื่อที่จะสามารถอยู่รอดได้และ/หรือสามารถเข้าถึงตลาดที่ให้ผลกำไรสูง นอกจากนี้ยังเริ่มมีบริษัทเกิดใหม่ (start-up firm) ที่มีกิจกรรมในการออกแบบทางวิศวกรรมหรือการวิจัยและพัฒนาเป็นของตนเอง (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548 และ Arnold et. al. (2000)) โดยในยุคสมัยของรัฐบาลทักษิณ (พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา) ได้มีการให้ความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับจุลภาค (ระดับบริษัทหรือองค์กร) และระดับมัชฌิมภาค (ระดับรายอุตสาหกรรมหรือรายคลัสเตอร์) โดยการเพิ่มขีดความสามารถทางด้านนวัตกรรมเริ่มได้รับความสำคัญเป็นอย่าง

มากในฐานะที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มและรักษาไว้ซึ่งความสามารถในการแข่งขันระหว่างประเทศในระยะยาว

ดังนั้น ระบบนวัตกรรมแห่งชาติของไทยในปัจจุบันจึงอยู่ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงจากระบบที่อ่อนแอและกระจัดกระจายไปสู่ระบบที่เข้มแข็งและบูรณาการ โดยผู้มีบทบาท (actors) ในระบบนวัตกรรมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยรัฐบาลเปลี่ยนบทบาทจากผู้ควบคุมและกำกับดูแล เป็นผู้ส่งเสริมและผลักดัน รวมถึงการกำหนดนโยบายและมาตรการในระดับบริษัท/องกรค์ และระดับรายอุตสาหกรรมหรือคลัสเตอร์ และเพื่อปฏิรูปกลไกการขับเคลื่อนนโยบายทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ภาคเอกชนเริ่มตระหนักในความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยได้รับการกดดันให้ร่วมมือและตอบสนองความต้องการของภาคเอกชนมากขึ้น นอกจากนี้ สถาบันการเงินยังเริ่มให้การสนับสนุนบริษัทเอกชนในเรื่องการพัฒนานวัตกรรม อีกทั้ง วัฒนธรรมในสังคมในเรื่องของการยอมรับความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ใหม่และ/หรือกระบวนการผลิตใหม่ที่ออกสู่ตลาดเริ่มมีมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2548)

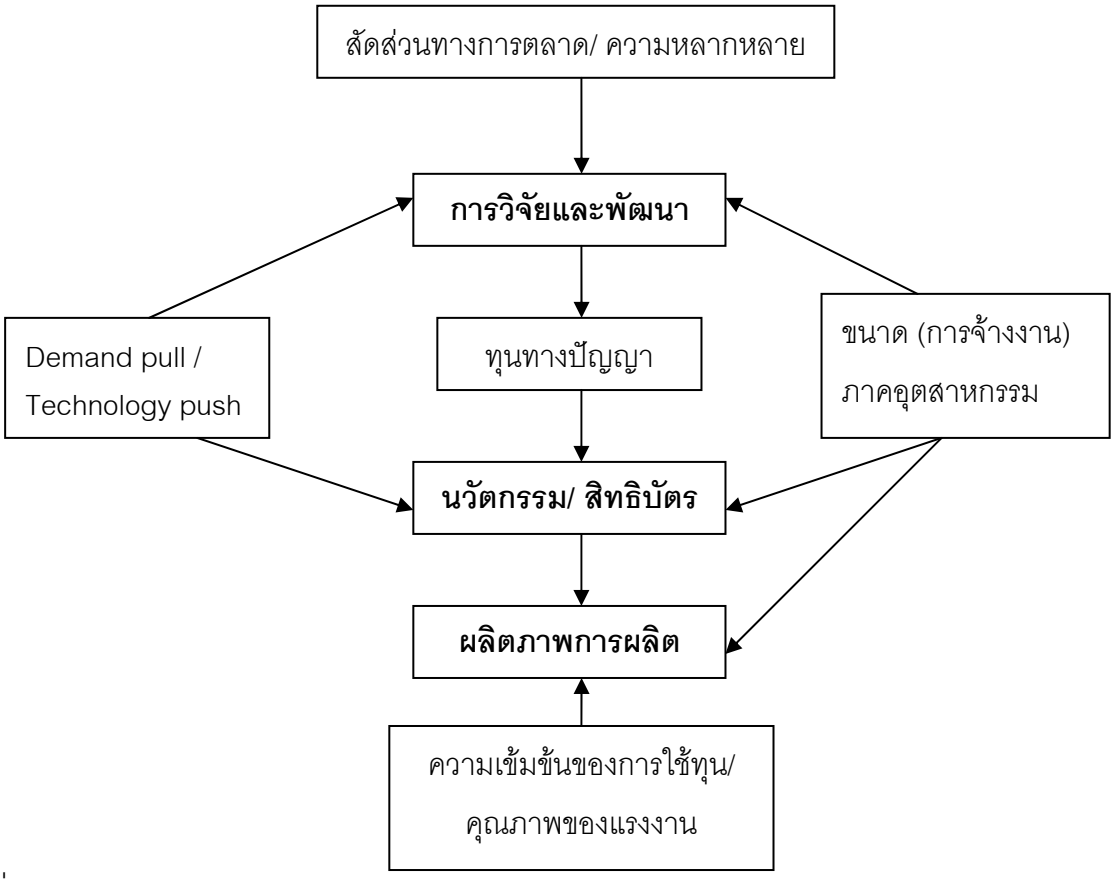
3.3 โครงสร้างแบบจำลอง CDM model

Crepon, Duguet and Mairesse (1998) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลอง CDM model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมระดับหน่วยผลิตที่ได้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างความพยามยามในการสร้างนวัตกรรม ผลผลิตทางนวัตกรรม (innovation output) และผลิตภาพการผลิต (productivity) ของหน่วยผลิตเข้าด้วยกัน และมีการใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา selectivity และ simultaneity bias ที่เป็นปัญหาในงานศึกษาที่จำนวนมากที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม

แนวคิดพื้นฐานของแบบจำลองนี้คือ หน่วยผลิตเป็นผู้ตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรไปยังกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม จากนั้นจะได้ผลผลิตทางนวัตกรรมออกมา ซึ่งผลผลิตทางนวัตกรรมนี้จะไปเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพและผลิตภาพของหน่วยผลิตนั้นๆ โดยกระบวนการนวัตกรรมอธิบายในภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

กระบวนการนวัตกรรมในแบบจำลอง CDM



ที่มา : Crepon et al. (1998) หน้า 22

โครงสร้างของแบบจำลองประกอบด้วยสมการ 4 สมการ แบ่งเป็น 2 สมการในสมการการวิจัยและพัฒนา, 1 สมการในสมการนวัตกรรม และอีก 1 สมการในสมการผลิตภาพการผลิต ซึ่งแต่ละสมการจะใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน แสดงโดย

3.3.1 <u>สมการการวิจัย (Research equation)</u>

ในการแสดงถึงพฤติกรรมในการวิจัยของหน่วยผลิต ได้อาศัยแบบจำลองโทบิต (generalized tobit model) (Heckman, 1976,1979) ประกอบด้วย 2 สมการ โดยสมการแรกแสดงถึงการตัดสินใจของหน่วยผลิตในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา

(decision to do R&D activity) สมการที่สอง แสดงถึง ความเข้มข้นของการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา (R&D intensity) โดยที่

สมการแรกสมมติว่ามีตัวแปรตามภายใน (latent dependent variable), g_i^* สำหรับหน่วยผลิต i แสดงโดย

$$g_i^* = x_{0i}b_0 + u_{0i} \tag{3.6}$$

โดยที่ g_i^* = เกณฑ์ในการตัดสินใจ เช่น มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

X_{0i} = เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย (vector of explanatory variables)

b_0 = เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient vector)

U_{0i} = ค่าความผิดพลาด (error term)

ทั้งนี้หน่วยผลิตจะลงทุนในการวิจัยและพัฒนาถ้า g_i^* มีค่าเป็นบวกและมากกว่าค่าวิกฤติ (threshold) โดยกำหนดให้ค่า g_i^* เป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) สำหรับสมการที่สองแสดงถึง ความเข้มข้นของการทำการวิจัยที่คาดหวัง (expected intensity of research) k_i^* แสดงโดย

$$k_i^* = x_{1i}b_1 + u_{1i} \tag{3.7}$$

โดยที่ X_{1i} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย

b_1 คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์

U_{1i} คือ ค่าความผิดพลาด

กำหนดให้ $k_i = k_i^*$ คือ ค่าใช้จ่ายในการวิจัยที่แท้จริงต่อจำนวนแรงงาน (ความเข้มข้นของการทำการวิจัยและพัฒนา) ซึ่งค่า k_i จะถูกสังเกตได้หากค่า g_i^* มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ

3.3.2 <u>สมการนวัตกรรม (Innovation equation)</u>

สมการถัดไปของแบบจำลองคือ สมการนวัตกรรม โดยขึ้นอยู่กับจำนวนสิทธิบัตร, n_i หรือสัดส่วนยอดขายที่มาจากนวัตกรรม, t_i ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของผลผลิตทางนวัตกรรม แสดงโดย

$$n_i^* = E\left(n_i \left| k_i^*, x_{2i}, u_{2i}; \alpha_K, b_2\right.\right) = \exp\left(\alpha_K k_i^* + x_{2i}b_2 + u_{2i}\right) \tag{3.8ก}$$

หรือ $$t_i^* = \alpha_k k_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i} \quad (3.8ข)$$

เมื่อ k_i^* คือ ความเข้มข้นของการทำวิจัย, x_{2i} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย สมมติให้เป็นตัวแปรภายนอก (exogenous variable), u_{2i} คือ ค่าความผิดพลาด ส่วน α_K คือ ตัวบ่งผลกระทบหรือผลตอบแทนของการวิจัยที่มีต่อผลผลิตทางนวัตกรรม ขณะที่ b_2 คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ของ x_2

3.3.3 สมการผลิตภาพการผลิต (Productivity equation)

สมการสุดท้ายของแบบจำลองคือสมการผลิตภาพการผลิต โดยมีฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas ซึ่งสามารถวัดได้จากจำนวนสิทธิบัตรที่คาดหวัง (n_i^*) หรือความเข้มข้นในการทำนวัตกรรม (t_i^*) ดังนี้

$$q_i = \alpha_I \ln(n_i^*) + x_{3i} b_3 + u_{3i} \quad (3.9ก)$$

หรือ $$q_i = \alpha_I t_i^* + x_{3i} b_3 + u_{3i} \quad (3.9ข)$$

เมื่อ q_i คือ ผลิตภาพแรงงาน (labor productivity), α_I คือ ผลกระทบของผลผลิตทางนวัตกรรมที่มีต่อผลิตภาพการผลิต ส่วน x_{3i} คือ เวกเตอร์ของปัจจัยที่กำหนดผลิตภาพการผลิต

3.3.4 ภาพรวมของแบบจำลอง (Overall model)

นำสมการการวิจัย, นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต มารวมกันเพื่อสร้างเป็น recursive nonlinear system โดยมี 2 รูปแบบ คือ ในรูปของจำนวนสิทธิบัตร และสัดส่วนยอดขายที่มาจากนวัตกรรม ดังนี้

$$g_i^* = x_{0i} b_0 + u_{0i} \quad (3.6)$$

$$k_i^* = x_{1i} b_1 + u_{1i} \quad (3.7)$$

$$\ln n_i^* = \alpha_K k_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i} \quad (3.8ก)$$

$$q_i = \alpha_I \ln(n_i^*) + x_{3i} b_3 + u_{3i} \quad (3.9ก)$$

หรือ

$$t_i^* = \alpha_k k_i^* + x_{2i} b_2 + u_{2i} \quad (3.8ข)$$

$$q_i = \alpha_I t_i^* + x_{3i} b_3 + u_{3i} \quad (3.9ข)$$

ทั้งนี้ในทั้ง 2 รูปแบบ ตัวรบกวนสามารถมีความสัมพันธ์ต่อกันได้ และเนื่องจากแบบจำลอง CDM สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลใหม่ๆที่มาจากการสำรวจนวัตกรรม ซึ่งครอบคลุมถึงสัดส่วนของยอดขายที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม หรือดัชนีเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมของหน่วยผลิตทำให้แบบจำลองนี้เป็นที่นิยมในปัจจุบัน