บทที่ 5

วิธีการศึกษา

การศึกษาในส่วนนี้จะแบ่งการอธิบายออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการอธิบายแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาและวิธีการประมาณค่าที่เลือกใช้ ส่วนที่สองเป็นการอธิบายถึงตัวแปรที่เลือกใช้ในการศึกษาและสมมติฐานเครื่องหมาย และส่วนสุดท้ายจะอธิบายถึงข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับแบบสำรวจนวัตกรรม

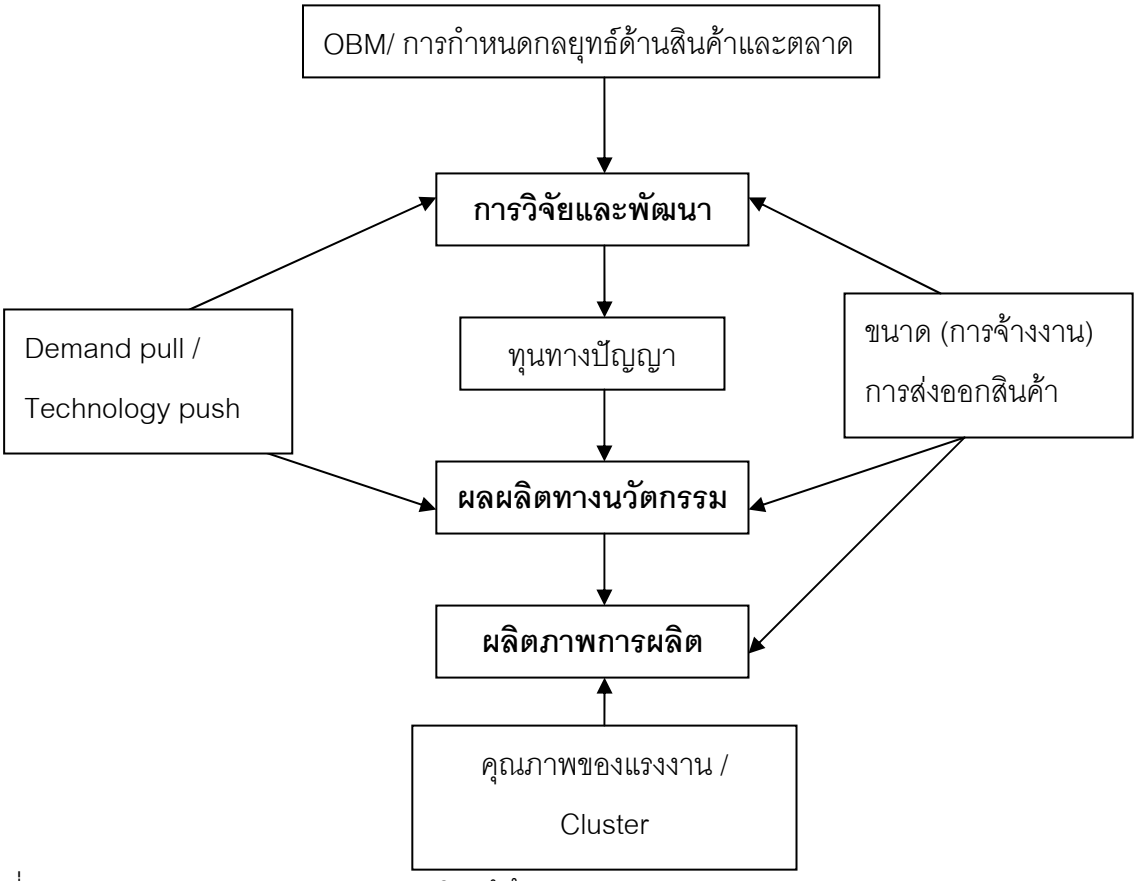
5.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษามีพื้นฐานมาจากกรอบแนวคิดของแบบจำลอง CDM ของ Crepon et al. (1998) กล่าวโดยสรุปคือ หน่วยผลิตเป็นผู้ตัดสินใจเป็นผู้ตัดสินใจในการจัดสรรทรัพยากรไปยังกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม จากนั้นจะได้ผลผลิตทางนวัตกรรมออกมา ซึ่งผลผลิตทางนวัตกรรมนี้จะไปเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพและผลิตภาพของหน่วยผลิตนั้นๆ โดยกระบวนการของแบบจำลอง CDM สามารถอธิบายดังภาพที่ 5.1 สำหรับขั้นตอนของแบบจำลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรก แสดงถึง การตัดสินใจของหน่วยผลิตว่าจะทำการวิจัยและพัฒนาหรือไม่ และจะจัดสรรเงินทุนและทรัพยากรบุคคลสำหรับกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาเท่าใด แสดงโดยสมการการวิจัยและพัฒนา ขั้นตอนที่สอง อาศัยแนวคิดพื้นฐานของ knowledge production function ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อผลผลิตของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม (output of innovation activity) แสดงโดยสมการผลผลิตทางนวัตกรรม และในขั้นตอนสุดท้าย เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทางนวัตกรรมกับสมรรถภาพของหน่วยผลิต (firm's performance) แสดงโดยสมการผลิตภาพการผลิต

โครงสร้างของแบบจำลองประกอบด้วยสมการ 4 สมการ แบ่งเป็น 2 สมการในสมการการวิจัยและพัฒนา, 1 สมการในสมการนวัตกรรม และอีก 1 สมการในสมการผลิตภาพการผลิต ซึ่งแต่ละสมการจะใช้วิธีการทางเศรษฐมิติที่แตกต่างกัน โดยแบบจำลองนี้มี 2 เวอร์ชัน คือ basic version และ extended version ซึ่ง extended version จะมีการเพิ่มเติมตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์ (demand pull) และอุปทานทางเทคโนโลยี (technology push) และการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐในสมการการวิจัยและพัฒนาและสมการนวัตกรรม และเพิ่มตัวแปรเครือข่าย

พันธมิตรทางธุรกิจ (clusters) ในสมการผลิตภาพการผลิต ขณะที่แบบจำลองใน basic version ไม่มีในส่วนนี้

รูปที่ 5.1
กระบวนการนวัตกรรมในแบบจำลอง CDM



ที่มา : Crepon et al. (1998) ดัดแปลงโดยผู้ศึกษา

5.1.1 สมการการวิจัยและพัฒนา

ในการแสดงถึงพฤติกรรมในการวิจัยของหน่วยผลิต ได้อาศัยแบบจำลอง Heckman two-step model (Heckman, 1976,1979)[1] ประกอบด้วย 2 สมการ โดยสมการแรกแสดงถึงการ

[1] สำหรับรายละเอียดแบบจำลองสามารถดูเพิ่มเติมในภาคผนวก ก.

ตัดสินใจของหน่วยผลิตในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา สมการที่สองแสดงถึงค่าใช้จ่ายหรือความเข้มข้นของการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา โดยมีหลักการดังนี้

สมมติว่า ค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนา, y*, จะถูกสังเกตได้เฉพาะในบริษัทที่ตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น, z* >0, โดยการที่บริษัทจะตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนาหรือไม่นั้น บริษัทจะทำการวิเคราะห์ถึงความพร้อมของปัจจัยที่มาจากภายใน เช่น ความรู้, เงินทุน และเทคโนโลยี เป็นต้น และการสนับสนุนจากปัจจัยภายนอกของบริษัท ซึ่งหน่วยผลิตจะตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนาหากความพร้อมของปัจจัยที่มาจากภายในและภายนอกมากกว่าค่าๆหนึ่ง แต่เนื่องจากความพร้อมของปัจจัยที่มาจากภายในและภายนอกของหน่วยผลิต, z^* , เป็นค่าที่ไม่สามารถสังเกตได้ (unobservable data) ทำได้เพียงแต่สังเกตค่า z=1 หากบริษัทตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนา และ z=0 หากบริษัทตัดสินใจไม่ทำการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น แสดงโดย

สมการทางเลือก

$$z_{0i} = \begin{cases} 1 & if\ z_{0i}^* > 0 \\ 0 & if\ z_{0i}^* \le 0 \end{cases} \tag{5.1}$$

โดยที่ $z_{0i}^* = W_{0i}'\gamma_0 + u_{0i}$

สมการค่าใช้จ่าย

$$y_{1i} = \begin{cases} y_{1i}^* & if\ z_{0i} = 1 \\ 0 & if\ z_{0i} = 0 \end{cases} \tag{5.2}$$

โดยที่ $y_{1i}^* = X_{1i}'\beta_1 + \varepsilon_{1i}$

และ

$$\begin{pmatrix} u_{0i} \\ \varepsilon_{1i} \end{pmatrix} \sim N\left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho_1\sigma_{\varepsilon 1} \\ \rho_1\sigma_{\varepsilon 1} & \sigma_{\varepsilon 1}^2 \end{pmatrix} \right]$$

โดยที่ $y_{1i} = y_{1i}^*$ คือ ความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา แสดงโดย ลอการิทึมของค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาต่อแรงงาน

z_{0i}^* คือ เกณฑ์ในการตัดสินใจ เช่น มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

W_{0i} และ X_{1i} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบายของสมการทางเลือกและสมการค่าใช้จ่าย (vector of explanatory variables)

γ_0 และ β_1 คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient vector)

U_{0i} และ ε_{1i} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (error term)

ρ_1 คือ ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนของทั้งสองสมการ

จากการที่หน่วยผลิตจะตัดสินใจทำการวิจัยและพัฒนาถ้า z_{0i}^* มีค่าเป็นบวกและมากกว่าค่าวิกฤติ (threshold) (ในที่นี้กำหนดให้เท่ากับ 0) และตัวแปร y_{1i} จะถูกสังเกตได้ก็ต่อเมื่อ z_{0i}^* มีค่ามากกว่าศูนย์ ซึ่งจากทฤษฎี moment of truncated bivariate normal distribution[2] จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E(y_{1i}|z_{0i}^* > 0) &= E\left[y_{1i}|u_{0i} > -W_{0i}'\gamma_0\right] \\ &= E\left[X_{1i}'\beta_1 + \varepsilon_{1i}|u_{0i} > -W_{0i}'\gamma_0\right] \\ &= X_{1i}'\beta_1 + E\left[\varepsilon_{1i}|u_{0i} > -W_{0i}'\gamma_0\right] \\ E(y_{1i}|z_{0i}^* > 0) &= X_{1i}'\beta_1 + \rho_1\sigma_{\varepsilon 1}\lambda_{0i}(\alpha_u) \end{aligned} \tag{5.3}$$

โดยที่ $\lambda(\alpha_u) = \dfrac{\phi(W_{0i}'\gamma_0)}{\Phi(W_{0i}'\gamma_0)}$ และเรียก $\lambda(\alpha_u)$ ว่า inverse Mill ratio ซึ่งใช้ในการตรวจสอบผลกระทบที่มาจากการเลือกตัวอย่าง (selectivity effect) ทั้งนี้ เราสามารถเขียนสมการถดถอยสำหรับการตัดปลายได้ดังนี้

$$\begin{aligned} y_{1i}|z_{0i}^* > 0 &= E\left[y_{1i}|z_{0i}^* > 0\right] + \varepsilon_{1i} \\ &= X_{1i}'\beta + \beta_\lambda\lambda_{0i}(\alpha_u) + \varepsilon_{1i} \end{aligned} \tag{5.4}$$

โดยที่ $\beta_\lambda = \rho\sigma_\varepsilon$ จากสมการ 5.4 จะเห็นได้ว่า หากประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของตัวแปรอธิบาย X และ λ_0 ที่มีต่อ y ค่าประมาณ $\hat{\beta}_1$ และ $\hat{\beta}_\lambda$ ที่ได้จะมีความน่าเชื่อถือ (consistent) แต่หากละทิ้งตัวแปร λ_0 จะทำให้เกิดปัญหาที่เกิดจากความผิดพลาดจากการระบุแบบจำลอง (specification error) ที่มาจากการละทิ้งตัวแปร ทำให้พารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จะมีความไม่น่าเชื่อถือ (inconsistent)

---

[2] อ้างใน Greene (2002) หน้า 781

ทั้งนี้ ในการประมาณค่าแบบจำลอง Heckman selection สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การประมาณค่าแบบ maximum likelihood และการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน (two-step procedure) ซึ่งแต่ละวิธีมีค่าประมาณที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกัน โดยในที่นี้จะเลือกการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน เพื่อความสะดวกในการแปลความหมายแบบจำลอง โดยหลักการของวิธีการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน มีดังนี้

1) <u>ขั้นตอนแรก</u> จะประมาณค่าสมการทางเลือกด้วยวิธี maximum likelihood เหมือนในแบบจำลองโพรบิท เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\gamma}_0$ ซึ่งแต่ละค่าของตัวอย่างจะสามารถคำนวณค่า inverse Mill ratio $\hat{\lambda}(\alpha_u) = \frac{\phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)}{\Phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)}$ และค่า $\hat{\delta}_{0i} = \hat{\lambda}_{0i}(\hat{\lambda}_{0i} - W_{0i}'\hat{\gamma}_0)$ ออกมาได้ ดังแสดงโดย

เนื่องจากในสมการทางเลือกค่าตัวแปรตาม z ที่สังเกตได้มีลักษณะข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) ทำให้ไม่สามารถประมาณค่าค่าคาดหวังของแบบจำลองได้ ทำได้แค่เพียงหาค่าความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นเท่านั้น ซึ่งในแบบจำลองโพรบิทความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น (z=1) เมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอธิบายมาให้ มีค่าเท่ากับ

$$Prob(z=1|W_{0i}) = \Phi(W_{0i}'\gamma_0)$$

และความน่าจะเป็นที่ z=0 คือ

$$Prob(z=0|W_{0i}) = 1-\Phi(W_{0i}'\gamma_0)$$

โดยที่ $\Phi(W_{0i}'\gamma_0)$ คือ ฟังก์ชันการแจงแจงความน่าจะเป็นสะสมแบบมาตรฐาน (standard normal cumulative distribution function) ทั้งนี้ในการประมาณค่าแบบจำลองโพรบิทจะอาศัยวิธี maximum likelihood โดยที่ likelihood function ประกอบด้วยความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นและไม่เกิดขึ้น แสดงโดย

$$L = \prod_{z_{0i}=0}\left(1-\Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)\right)\prod_{z_{0i}=1}\Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right) \qquad (5.5)$$

เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปของลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm) จะได้ว่า log likelihood คือ

$$\ln L = \sum_{z_{0i}=0} \ln\left(1-\Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)\right) + \sum_{z_{0i}=1} \ln \Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right) \tag{5.6}$$

ภายใต้เงื่อนไขลำดับที่หนึ่ง (first order condition) ของสมการที่ 5.6 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ที่ทำให้ log likelihood function มีสูงสุด จะได้ว่า

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \gamma_0} = \sum_{z_{0i}=0} \frac{-\phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)}{1-\Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)} W_{0i} + \sum_{z_{0i}=1} \frac{\phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)}{\Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)} W_{0i} = 0 \tag{5.7}$$

ทำการแก้สมการ 5.7 เพื่อหาค่าประมาณ $\hat{\gamma}_0$ และเมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ไม่ทราบค่าที่ได้จากการประมาณจะได้สมการประมาณค่าของแบบจำลองโพรบิท ดังนี้

$$Prob\left(z=1\middle|W_{0i}\right) = \Phi\left(W_{0i}'\hat{\gamma}_0\right) \tag{5.8}$$

ในการแปลความหมายแบบจำลองโพรบิทจะอธิบายโดยใช้ค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (marginal effect) แสดงโดย

$$\begin{aligned} E\left(z\middle|W_{0i}\right) &= \Phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right) \\ \frac{\partial E\left(z\middle|W_{0i}\right)}{dW_{0i}} &= \frac{\partial F\left(W_{0i}'\gamma_0\right)}{\partial\left(W_{0i}'\gamma_0\right)} \cdot \frac{d\left(W_{0i}'\gamma_0\right)}{dW_{0i}} = \phi\left(W_{0i}'\gamma_0\right)\gamma_0 \end{aligned} \tag{5.9}$$

จะเห็นได้ว่า เมื่อได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\hat{\gamma}_0$ ก็จะสามารถคำนวณค่า $\Phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)$ และ $\phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)$ คือ standard normal CDF และ PDF ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้เราสามารถคำนวณค่า inverse Mill ratio $\hat{\lambda}(\alpha_u) = \dfrac{\phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)}{\Phi(W_{0i}'\hat{\gamma}_0)}$ และค่า $\hat{\delta}_{0i} = \hat{\lambda}_{0i}(\hat{\lambda}_{0i} - W_{0i}'\hat{\gamma}_0)$ เพื่อไปใช้ในสมการถดถอยในขั้นตอนที่สองได้

2) <u>ขั้นตอนที่สอง</u> เป็นการประมาณค่าสมการค่าใช้จ่ายหรือสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของตัวแปรอธิบาย X และ $\hat{\lambda}_0$ (ที่คำนวณได้จากสมการทางเลือก) ที่มีต่อ y เพื่อหาค่าประมาณ $\hat{\beta}_1$ และ $\hat{\beta}_\lambda$ ซึ่งการกำหนดให้ค่า inverse Mill ratio เป็นตัวแปรอธิบายที่รวมอยู่ในสมการค่าใช้จ่ายจะทำให้สามารถขจัดปัญหาที่เกิดจากการเลือกตัวอย่างได้ (selectivity bias) โดยสมการถดถอยที่ใช้ในการประมาณค่า แสดงโดย

$$\begin{aligned} y_{1i} \left| z_{0i}^{*} > 0 = E\left[y_{1i} \left| z_{0i}^{*} > 0 \right.\right] + \varepsilon_{1i} \right. \\ = X_{1i}'\beta + \beta_\lambda \hat{\lambda}_{0i}(\alpha_u) + \varepsilon_{1i} \end{aligned} \tag{5.10}$$

จะเห็นได้ว่าหากประมาณค่าสมการ 5.10 ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของตัวแปรอธิบาย X และ $\hat{\lambda}_0$ (ที่คำนวณได้จากสมการทางเลือก) ที่มีต่อ y จะทำให้ค่าประมาณ $\hat{\beta}_1$ และ $\hat{\beta}_\lambda$ ที่ได้มีความไม่เอนเอียง (unbiased) และมีความน่าเชื่อถือ (consistent)

สำหรับตัวแปรอธิบายที่เลือกใช้ได้มีการพิจารณาจากวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยกำหนดการทำการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ ขนาดของหน่วยผลิต, สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ, สัดส่วนการส่งออกสินค้า, การพัฒนาและออกแบบ และขายภายใต้ตราสินค้าของตนเอง (Original Brand Manufacturing: OBM), การได้รับความรู้จากภายนอก, การเห็นความสำคัญของข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท, การกำหนดกลยุทธ์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด รวมถึงตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์ (demand pull), อุปทานทางเทคโนโลยี (technology push) และการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ โดยที่

$$W_{0i} = \begin{pmatrix} size, export, foreign, obm, knowledge, within, \\ market, techpush, demandpull, gov1, gov2 \end{pmatrix}$$
$$X_{1i} = \left(size, export, within, market, techpush, demandpull, gov1, gov2 \right)$$

กำหนดให้ size คือ ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมด export คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้า, foreign คือ สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ, OBM คือ การพัฒนาและออกแบบ และขายภายใต้ตราสินค้าของตนเอง, knowledge คือ การได้รับความรู้จากภายนอก, within คือ การเห็นความสำคัญของข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท, market คือ การกำหนดกลยุทธ์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด, techpush คือ อุปทานทางเทคโนโลยี, demandpull คือ ตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์, gov1 คือ การรับบริการ

หรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช. และ gov2 คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้ กำหนดให้ตัวแปร foreign, OBM และ knowledge มีผลกระทบทางอ้อมต่อสมการค่าใช้จ่ายผ่านทางการตัดสินใจทำการวิจัย ส่วนตัวแปรที่เหลือส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา

5.1.2 <u>สมการนวัตกรรม</u>

สมการถัดไปของแบบจำลองคือสมการนวัตกรรม โดยใช้การมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจเป็นตัวแทนของผลผลิตทางนวัตกรรม โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการอยู่แล้วในช่วงเวลาที่กำหนด และเท่ากับ 0 หากหน่วยผลิตไม่มีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการ สมการผลผลิตทางนวัตกรรม แสดงโดย

$$\begin{aligned} t_{2i}^{*} &= \alpha_2 y_{1i}^{*} + X_{2i}'\beta_2 + u_{2i} \\ &= W_{2i}'\gamma_2 + u_{2i} \\ t_{2i} &= \begin{cases} 1 & if\ t_{2i}^{*} > 0 \\ 0 & if\ t_{2i}^{*} \le 0 \end{cases} \end{aligned} \tag{5.11}$$

โดยที่ t_{2i} คือ ตัวแปรหุ่นที่แสดงถึงมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ

y_{1i}^{*} คือ ความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา

X_{2i} , W_{2i} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบาย (vector of explanatory variables)

$\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ คือ เวกเตอร์ของค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient vector)

U_{2i} คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (error term) โดยมีการแจกแจงแบบมาตรฐานและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 ความแปรปรวนเท่ากับ 1 $u_{2i} \sim N(0,1)$

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลทำให้ผลผลิตทางนวัตกรรมที่แท้จริง t_{2i}^{*} ไม่สามารถสังเกตได้ ทำได้เพียงสังเกตค่า t=1 หากหน่วยผลิตมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการอยู่แล้วในช่วงเวลาที่กำหนด และ t=0 หากหน่วยผลิตไม่มีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรม

กระบวนการ ซึ่งในการประมาณค่าสมการนวัตกรรมจะเลือกใช้วิธี maximum likelihood เหมือนในแบบจำลองโพรบิท

สำหรับตัวแปรอธิบายที่เลือกใช้ได้มีการพิจารณาจากวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยกำหนดการนวัตกรรม ได้แก่ ขนาดของหน่วยผลิต, สัดส่วนการส่งออกสินค้า, การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา, ตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์ (demand pull), อุปทานทางเทคโนโลยี (technology push) และการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ นอกจากนี้ยังรวมผลของความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนาเข้าไปในสมการด้วยเพื่อทดสอบผลกระทบที่มีต่อผลผลิตทางนวัตกรรมผ่านกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยที่

$$W_{2i} = (intent, size, export, finance, techpush, demandpull, gov1, gov2)$$

กำหนดให้ size คือ ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมด export คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้า, finance คือ การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา, knowledge คือ การได้รับความรู้จากภายนอก, within คือ การเห็นความสำคัญของข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท, market คือ การกำหนดกลยุทธ์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด, techpush คือ อุปทานทางเทคโนโลยี, demandpull คือ ตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์, gov1 คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช. และ gov2 คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้กำหนดให้ตัวแปร foreign และ knowledge มีผลกระทบทางอ้อมต่อสมการนวัตกรรมผ่านการวิจัยและพัฒนา ส่วนตัวชี้วัดเงื่อนไขทางด้านอุปสงค์, อุปทานทางเทคโนโลยี รวมถึงการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลผลิตทางนวัตกรรม

5.1.3 <u>สมการผลิตภาพการผลิต</u>

สมการสุดท้ายของแบบจำลองคือสมการผลิตภาพการผลิต โดยในส่วนนี้จะพิจารณาเป็นระบบในรูปของสมการแบบเกี่ยวพันธ์กัน (simultaneous equation system) แบบ recursive nonlinear system กับสมการนวัตกรรม (สมการ 5.11) โดยอาศัยแนวคิดแบบจำลอง Treatment effects model ที่นำเสนอโดย Maddala (1983)[3] ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมในการ

[3] สำหรับรายละเอียดแบบจำลองสามารถดูเพิ่มเติมในภาคผนวก ก

ประมาณค่าแบบจำลองสมการแบบเกี่ยวพันธ์กันในกรณีที่ตัวแปรภายในตัวหนึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบสองทางเลือกและอีกตัวหนึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยพิจารณาถึงผลกระทบของตัวแปรภายในที่มีลักษณะแบบสองทางเลือก (endogenously chosen binary) ที่ส่งผลต่อตัวแปรภายในที่มีความต่อเนื่องของข้อมูล (endogenous continuous variable)

โครงสร้างแบบจำลอง treatment effects ประกอบด้วยสมการ 2 สมการ คือ สมการถดถอย (regression equation) และสมการส่งผลกระทบ (equation for treatment effects) หรือสมการนวัตกรรม โดยสมมติว่า ฟังก์ชันการผลิตความรู้ (knowledge production function) (ผลผลิตทางนวัตกรรม) ซึ่งเป็นผลจากปัจจัยนำเข้าทางด้านนวัตกรรม (innovation input) ส่งผลต่อผลิตภาพการผลิตของหน่วยผลิต โดยที่ผลผลิตทางนวัตกรรมมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการอยู่แล้วในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ และเท่ากับ 0 หากหน่วยผลิตไม่มีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการ ขณะที่ผลิตภาพการผลิตมีลักษณะข้อมูลแบบต่อเนื่องโดยวัดจากลอการิทึมของยอดขายทั้งหมดต่อจำนวนแรงงาน โดยมีรูปแบบสมการ ดังนี้

สมการผลิตภาพการผลิต

$$q_{3i} = X'_{3i}\beta_3 + \delta_3 t_{2i} + \varepsilon_{3i} \tag{5.12}$$

สมการนวัตกรรม

$$\begin{aligned} t^*_{2i} &= W'_{2i}\gamma_2 + u_{2i} \\ t_{2i} &= \begin{cases} 1 & if\ t^*_{2i} > 0 \\ 0 & if\ t^*_{2i} \le 0 \end{cases} \end{aligned} \tag{5.13}$$

โดยที่

$$\begin{pmatrix} u_{2i} \\ \varepsilon_{3i} \end{pmatrix} \sim N\left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho_3\sigma_{\varepsilon 3} \\ \rho_3\sigma_{\varepsilon 3} & \sigma^2_{\varepsilon 3} \end{pmatrix} \right]$$

โดยที่ W_{2i} และ X_{3i} คือ เวกเตอร์ของตัวแปรอธิบายของสมการนวัตกรรมและสมการผลิตภาพการผลิต ตามลำดับ และความคลาดเคลื่อน ε_{3i}, u_{2i} มีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าสหสัมพันธ์ ρ_3 (bivariate normal and correlation ρ) ทั้งนี้ ค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไข (conditional expected) เมื่อหน่วยผลิตมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการ คือ

$$
\begin{aligned}
E\left(q_{3i}\middle|t_i=1,X_{3i},W_{2i}\right) &= X_{3i}'\beta_3+\delta_3+E\left[\varepsilon_{3i}\middle|t_{2i}=1,X_{3i},W_{2i}\right] \\
&= X_{3i}'\beta_3+\delta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\left(\frac{\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}\right) \\
&= X_{3i}'\beta_3+\delta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\lambda\left(-W_{2i}'\gamma_2\right)
\end{aligned}
\tag{5.14}
$$

ขณะที่ ค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไขเมื่อหน่วยผลิตไม่มีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการ คือ

$$
\begin{aligned}
E\left(q_{3i}\middle|t_{2i}=0,X_{3i},W_{2i}\right) &= X_{3i}'\beta_3+E\left[\varepsilon_{3i}\middle|t_{2i}=0,X_{3i},W_{2i}\right] \\
&= X_{3i}'\beta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\left(\frac{-\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}\right)
\end{aligned}
\tag{5.15}
$$

โดยที่ $\Phi(W_{2i}'\gamma_2)$ คือ ฟังก์ชันการแจงแจงความน่าจะเป็นสะสมแบบมาตรฐาน (standard normal cumulative distribution function) และ $\lambda_{2i}=\frac{\phi(W_{2i}'\gamma_2)}{\Phi(W_{2i}'\gamma_2)}$ คือ inverse Mill ratio ซึ่งใช้ในการตรวจสอบผลกระทบที่มาจากการเลือกตัวอย่าง (selectivity effect) ทั้งนี้ ความแตกต่างของค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไขทั้งสองแบบคือ

$$
\begin{aligned}
E\left(q_{3i}\middle|t_{2i}=1,X_{3i},W_{2i}\right)-E\left(q_{3i}\middle|t_{2i}=0,X_{3i},W_{2i}\right) &= \delta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\left(\frac{\phi(\cdot)}{\Phi(\cdot)}+\frac{\phi(\cdot)}{1-\Phi(\cdot)}\right) \\
&= \delta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\left(\frac{\phi(\cdot)\left(1-\Phi(\cdot)\right)+\phi(\cdot)\Phi(\cdot)}{\Phi(\cdot)\left(1-\Phi(\cdot)\right)}\right) \\
E\left(q_{3i}\middle|t_{2i}=1,X_{3i},W_{2i}\right)-E\left(q_{3i}\middle|t_{2i}=0,X_{3i},W_{2i}\right) &= \delta_3+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\left(\frac{\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\left(1-\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\right)}\right)
\end{aligned}
$$

เราสามารถเขียนสมการถดถอยแบบมีเงื่อนไข ได้ดังนี้

$$
\begin{aligned}
q_{3i}\middle|t_{2i} &= X_{3i}'\beta_3+\delta_3 t_{2i}+\rho_3\sigma_{\varepsilon 3}\lambda_{2i}+\varepsilon_{3i} \\
&= X_{3i}'\beta_3+\delta_3 t_{2i}+\beta_\lambda\lambda_{2i}+\varepsilon_{3i}
\end{aligned}
\tag{5.16}
$$

โดยที่ $\beta_\lambda = \rho_3\sigma_{\varepsilon 3}$ จากสมการ 5.16 จะเห็นได้ว่า หากประมาณค่าสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) โดยละทิ้งตัวแปร λ_2 เท่ากับว่าเราเพิกเฉยต่อการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่มาจากตัวแปรส่งผลกระทบ (treatment dummy variable) จะทำให้ผลการประมาณค่าที่ได้เกิดปัญหาจากความผิดพลาดในการระบุแบบจำลอง (specification error) ที่มาจากการละทิ้งตัวแปร ทำให้พารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้มีความเอนเอียงและไม่น่าเชื่อถือ

สำหรับการประมาณค่าแบบจำลอง treatment effects Maddala (1983) ได้นำเสนอวิธีการประมาณค่าทั้งวิธี maximum likelihood และวิธีการประมาณค่า 2 ขั้นตอน (two-step estimator) ซึ่งแต่ละวิธีมีค่าประมาณที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกัน โดยในที่นี้จะเลือกการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน เพื่อความสะดวกในการแปลความหมายแบบจำลอง โดยหลักการของวิธีการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน มีดังนี้

1) <u>ขั้นตอนแรก</u> ทำการประมาณค่าสมการนวัตกรรมด้วยวิธี maximum likelihood เหมือนในแบบจำลองโพรบิท เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ $\hat{\gamma}_2$ ซึ่งแต่ละค่าของตัวอย่างจะสามารถคำนวณค่า inverse Mill ratio $\hat{\lambda}_{2i} = \dfrac{\phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)}{\Phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)}$ และค่า $\hat{d}_{2i} = \hat{\lambda}_{2i}(\hat{\lambda}_{2i} - W_{2i}'\hat{\gamma}_2)$ ออกมาได้ ดังแสดงโดย

จากการที่ในสมการนวัตกรรม ค่าตัวแปรตาม t ที่สังเกตได้มีลักษณะข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) ทำให้ไม่สามารถประมาณค่าค่าคาดหวังของแบบจำลองได้ ทำได้แค่เพียงหาค่าความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นเท่านั้น ซึ่งในแบบจำลองโพรบิทความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้น (t=1) เมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอธิบายมาให้ มีค่าเท่ากับ

$$Prob(t = 1 | W_{2i}) = \Phi(W_{2i}'\gamma_2)$$

และความน่าจะเป็นที่ t=0 คือ

$$Prob(t = 0 | W_{2i}) = 1 - \Phi(W_{2i}'\gamma_2)$$

โดยที่ $\Phi(W_{2i}'\gamma_2)$ คือ ฟังก์ชันการแจงแจงความน่าจะเป็นสะสมแบบมาตรฐาน (standard normal cumulative distribution function) ทั้งนี้ ในการประมาณค่าแบบจำลอง

โพรบิทจะอาศัยวิธี maximum likelihood โดยที่ likelihood function ประกอบด้วยความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นและไม่เกิดขึ้น แสดงโดย

$$L=\prod_{t_{2i}=0}\left(1-\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\right)\prod_{t_{2i}=1}\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right) \tag{5.17}$$

เมื่อแปลงให้อยู่ในรูปของลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm) จะได้ว่า log likelihood คือ

$$\ln L=\sum_{t_{2i}=0}\ln\left(1-\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\right)+\sum_{t_{2i}=1}\ln\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right) \tag{5.18}$$

ภายใต้เงื่อนไขลำดับที่หนึ่ง (first order condition) ของสมการที่ 5.18 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ที่ทำให้ log likelihood function มีสูงสุด จะได้ว่า

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \gamma_2}=\sum_{t_{2i}=0}\frac{-\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{1-\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}W_{2i}+\sum_{t_{2i}=1}\frac{\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}W_{2i}=0 \tag{5.19}$$

ทำการแก้สมการ 5.19 เพื่อหาค่าประมาณ $\hat{\gamma}_2$ และเมื่อแทนค่าพารามิเตอร์ไม่ทราบค่าที่ได้จากการประมาณจะได้สมการประมาณค่าแบบจำลองโพรบิท ดังนี้

$$Prob\left(t=1\middle|W_{2i}\right)=\Phi\left(W_{2i}'\hat{\gamma}_2\right) \tag{5.20}$$

ในการแปลความหมายแบบจำลองโพรบิทจะอธิบายโดยใช้ค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (marginal effect) แสดงโดย

$$\begin{aligned} E\left(t\middle|W_{2i}\right)&=\Phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\\ \frac{\partial E\left(t\middle|W_{2i}\right)}{dW_{2i}}&=\frac{\partial F\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{\partial\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}\cdot\frac{d\left(W_{2i}'\gamma_2\right)}{dW_{2i}}=\phi\left(W_{2i}'\gamma_2\right)\gamma_2 \end{aligned} \tag{5.21}$$

จะเห็นได้ว่า เมื่อได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ $\hat{\gamma}_2$ ก็จะสามารถคำนวณค่า $\Phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)$ และ $\phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)$ คือ standard normal CDF และ PDF ตามลำดับ ซึ่งแต่ละค่าของตัวอย่างจะสามารถคำนวณค่า inverse Mill ratio ได้ โดยที่

$$\hat{\lambda}_{2i} = \begin{cases} \dfrac{\phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)}{\Phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)} & if \quad t_i = 1 \\ \dfrac{-\phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)}{1-\Phi(W_{2i}'\hat{\gamma}_2)} & if \quad t_i = 0 \end{cases} \tag{5.22}$$

และค่า $\hat{d}_{2i} = \hat{\lambda}_{2i}(\hat{\lambda}_{2i} - W_{2i}'\hat{\gamma}_2)$

2) <u>ขั้นตอนที่สอง</u> เป็นการประมาณค่าสมการผลิตภาพการผลิตหรือสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของตัวแปรอธิบาย X δ และ $\hat{\lambda}_2$ (ที่คำนวณได้จากสมการนวัตกรรม) ที่มีต่อ q เพื่อหาค่าประมาณ $\hat{\beta}_3$ และ $\hat{\beta}_\lambda$ โดยมีสมการถดถอยที่ใช้ในการประมาณค่าคือ

$$\begin{aligned} q_{3i}\,|\,t_{2i} &= E(q_{3i}\,|\,t_{2i}) + \varepsilon_{3i} \\ &= X_{3i}'\beta_3 + \delta_3 t_{2i} + \beta_\lambda \hat{\lambda}_{2i} + \varepsilon_{3i} \end{aligned} \tag{5.23}$$

และ $\text{var}\left(q_{3i}\,|\,t_{2i}\right) = \sigma_{\varepsilon 3}^2\left(1-\rho_3^2 d_{2i}\right)$

ทั้งนี้ การกำหนดให้ค่า inverse Mill ratio เป็นตัวแปรอธิบายที่รวมอยู่ในสมการถดถอยแล้วทำการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ของตัวแปรอธิบาย X δ และ $\hat{\lambda}$ ที่มีต่อ q จะทำให้สามารถขจัดปัญหาความผิดพลาดจากการระบุแบบจำลองได้ ทำให้ค่าประมาณ $\hat{\beta}_3$ และ $\hat{\beta}_\lambda$ ที่ได้มีความไม่เอนเอียง (unbiased) และมีความน่าเชื่อถือ (consistent)

สำหรับตัวแปรอธิบายที่เลือกใช้ได้มีการพิจารณาจากวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยกำหนดผลิตภาพการผลิต ได้แก่ ขนาดของหน่วยผลิต, สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ, สัดส่วนการส่งออกสินค้า, การฝึกอบรมบุคลากรในบริษัท, การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงาน, การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงความยืดหยุ่นของการผลิต รวมถึงตัวแปรเครือข่ายพันธมิตรทางธุรกิจ (clusters) ได้แก่ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศ, ซัพพลายเออร์ต่างชาติ, บริษัทแม่ในต่างประเทศ, สถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย และการร่วมมือกับบริษัทคู่แข่ง นอกจากนี้ยังรวมผลของผลผลิตทางนวัตกรรมเข้าไปในสมการด้วยเพื่อทดสอบผลกระทบที่มีต่อผลิตภาพการผลิต โดยที่

$$X_{3i} = \begin{pmatrix} inno, size, export, foreign, training, organize, flexible \\ lsupply, fsupply, parent, universe, compet \end{pmatrix}$$

กำหนดให้ size คือ ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมด export คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้า, foreign คือ สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ, training คือ การฝึกอบรมบุคลากรในบริษัท, organize คือ การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงาน, flexible คือ การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงความยืดหยุ่นของการผลิต, Lsupply คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม, Fsupply คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติ, parent คือ การร่วมมือกับบริษัทแม่ในต่างประเทศ, universe คือ การร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย และ compet คือ การร่วมมือกับบริษัทคู่แข่ง

5.1.4 <u>ภาพรวมแบบจำลองและการประมาณค่า</u>

นำสมการการวิจัย, นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต มารวมกันเพื่อสร้างเป็น recursive nonlinear system ดังนี้

$$z_{0i}^{*} = W_{0i}'\gamma_0 + u_{0i} \tag{5.24}$$

โดยที่

$$z_{0i} = \begin{cases} 1 & if \quad z_{0i}^{*} > 0 \\ 0 & if \quad z_{0i}^{*} \le 0 \end{cases}$$

$$y_{1i}^{*} = X_{1i}'\beta_1 + \varepsilon_{1i} \tag{5.25}$$

โดยที่

$$y_{1i} = \begin{cases} y_{1i}^{*} & if \quad z_{0i} = 1 \\ 0 & if \quad z_{0i} = 0 \end{cases}$$

$$t_{2i}^{*} = \alpha_2 y_{1i}^{*} + X_{2i}'\beta_2 + u_{2i} \tag{5.26}$$

$$t_{2i} = \begin{cases} 1 & if \quad t_{2i}^{*} > 0 \\ 0 & if \quad t_{2i}^{*} \le 0 \end{cases}$$

$$q_{3i} = X_{3i}'\beta_3 + \delta_3 t_{2i}^{*} + \varepsilon_{3i} \tag{5.27}$$

ทั้งนี้ กำหนดให้ตัวรบกวนสามารถมีความสัมพันธ์ต่อกันได้ สำหรับการประมาณค่าเลือกใช้วิธี Heckman two step procedure กับสมการ 5.24 และ 5.25 จากนั้นนำค่า predicted

value ของสมการความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนาที่คำนวณได้ $\hat{y}_{1i}^{*}$ ไปใส่ในสมการ 5.26 เพื่อเป็นปัจจัยนำเข้าทางด้านนวัตกรรม โดยสมการ 5.26 และ 5.27 จะพิจารณาเป็นระบบในรูปของสมการแบบเกี่ยวพันธ์กัน (simultaneous equation system) โดยอาศัยแนวคิดแบบจำลอง Treatment effects model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พิจารณาถึงผลกระทบของตัวแปรภายในที่มีลักษณะแบบสองทางเลือกที่ส่งผลต่อตัวแปรภายในที่มีความต่อเนื่องของข้อมูล สำหรับวิธีการประมาณค่าเลือกใช้วิธีการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน (two step estimator) แทนที่จะเป็น maximum likelihood เนื่องด้วยเหตุผล 2 ประการคือ 1) การประมาณด้วยวิธี maximum likelihood จำเป็นต้องใช้เวลามากหากข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งการประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน จะมีความสะดวกกว่าในการจัดการกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และง่ายต่อการจัดการกับระบบที่มีความซับซ้อน 2) การประมาณค่าแบบ 2 ขั้นตอน มีความสะดวกกว่าในการแปลความหมายแบบจำลอง เนื่องจากขั้นตอนที่สองของแบบจำลองเป็นการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (OLS) ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้สามารถแปลผลได้เหมือนกับแบบจำลองสมการถดถอยเชิงเส้นทั่วไป

5.2 ตัวแปรที่เลือกใช้ในการศึกษา

จากบทที่ผ่านมาเกี่ยวกับการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม และผลิตภาพการผลิต รวมถึงวรรณกรรมปริทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง CDM model เมื่ออาศัยวิธีการทบทวนวรรณกรรมปริทัศน์อย่างเป็นระบบของ Becheikh et al. (2005) ทำให้สามารถจำแนกปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม และผลิตภาพการผลิตออกเป็นปัจจัยจากภายในและปัจจัยจากสภาพแวดล้อม โดยในการศึกษานี้จะคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่ได้จากแบบข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ในส่วนของตัวแปรอธิบายที่ใช้ในการศึกษาจะนำเสนอแยกเป็นส่วนๆไปพร้อมกับสมมติฐานเครื่องหมายที่คาดการณ์ไว้ ดังนี้

5.2.1 ตัวแปรตาม (dependent variable)

select : คือ เกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำการวิจัยและพัฒนา โดยเป็นตัวแทน (proxy) ของตัวแปรตามในสมการการตัดสินใจทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา (decision to do R&D equation) มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ

1 เมื่อหน่วยผลิตมีการรายงานเกี่ยวกับการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนาภายในปี 2546 และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา

intent : คือ ความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา วัดจากค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาต่อจำนวนแรงงาน (R&D expenditure per employee) โดยจะคำนวณในรูปของลอการิทึม และเป็นตัวแปรตามในสมการความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา

inno : คือ ผลผลิตทางนวัตกรรมของหน่วยผลิต วัดจากการทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการในระหว่างที่ทำการสำรวจ มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตมีนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการอยู่แล้วในช่วงเวลาที่กำหนด และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา โดยเป็นตัวแทนของตัวแปรตามในสมการผลผลิตทางนวัตกรรม

Q : คือ ผลิตภาพการผลิต วัดจากยอดขายทั้งหมดต่อจำนวนแรงงาน (total sale per employee) โดยจะคำนวณในรูปของลอการิทึม และเป็นตัวแปรตามในสมการผลิตภาพการผลิต

5.2.2 <u>ตัวแปรอธิบายที่ส่งผลต่อการวิจัยและพัฒนา</u>

Size : เป็นตัวแปรที่แสดงถึงขนาดของหน่วยผลิต วัดจากจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต โดยจะคำนวณในรูปของลอการิทึม ซึ่งกำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Foreign : คือ สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีสัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติมากกว่า 50 % และเท่ากับ 0 เมื่อไม่ใช่ โดยกำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Export : คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของหน่วยผลิต โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการวิจัยและพัฒนา

OBM : คือ สัดส่วนรายได้ของบริษัทที่มาจากผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาและออกแบบ และขายภายใต้ตราสินค้าของตนเอง (Original Brand Manufacturing : OBM) โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Knowledge : คือ การได้รับความรู้จากภายนอก โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อมีการซื้อความรู้จากภายนอก อาทิ ใบอนุญาตเพื่อใช้ทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น เช่น สิทธิบัตร ความรู้ (know-how) และเท่ากับ 0 เมื่ออยู่นอกเหนือที่กล่าวมา ทั้งนี้ กำหนดให้การได้รับความรู้จากภายนอกส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Within : คือ การเห็นความสำคัญของข้อมูลสำหรับการวิจัยและพัฒนาที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตเห็นความสำคัญของข้อมูลสำหรับการวิจัยและพัฒนาที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท และเท่ากับ 0 เมื่อไม่ใช่ ทั้งนี้ กำหนดให้ตัวแปรนี้ส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Market : คือ การที่หน่วยผลิตกำหนดกลยุทธ์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตมีวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด และเท่ากับ 0 เมื่อไม่ใช่ ทั้งนี้ กำหนดให้ตัวแปรนี้มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Gov 1 : คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช. ในการดำเนินกิจกรรมวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตเคยใช้บริการที่ดำเนินการโดย สวทช. ในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และเท่ากับ 0 เมื่อหน่วยผลิตไม่เคยใช้บริการ ทั้งนี้ กำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการวิจัยและพัฒนา

Gov 2 : คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการดำเนินกิจกรรมวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตเคยใช้บริการที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และเท่ากับ 0 เมื่อหน่วยผลิตไม่เคยใช้บริการ ทั้งนี้ กำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการวิจัยและพัฒนา

Techpush : คือ การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Likert scale แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยที่ 1-ไม่สำคัญน้อย, 5-สำคัญมาก ทั้งนี้ กำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

Demandpull : คือ การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า) ที่มีต่อการทำวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Likert scale แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยที่ 1-ไม่สำคัญน้อย, 5-สำคัญมาก ทั้งนี้ กำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการวิจัยและพัฒนา

5.2.3 <u>ตัวแปรอธิบายที่ส่งผลต่อนวัตกรรม</u>

Size : เป็นตัวแปรที่แสดงถึงขนาดของหน่วยผลิต วัดจากจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต โดยจะคำนวณในรูปของลอการิทึม ซึ่งกำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อนวัตกรรม

Export : คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของหน่วยผลิต โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับนวัตกรรม

Finance : คือ การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีเงินทุนของตนเองในการทำวิจัยและพัฒนา และเท่ากับ 0 เมื่อไม่ใช่ ทั้งนี้ กำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับนวัตกรรม

Gov 1 : คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช. ในการดำเนินกิจกรรมวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตเคยใช้บริการที่ดำเนินการโดย สวทช. ในการทำนวัตกรรม และเท่ากับ 0 เมื่อหน่วยผลิตไม่เคยใช้บริการ ทั้งนี้ กำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการทำนวัตกรรม

Gov 2 : คือ การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการดำเนินกิจกรรมวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อหน่วยผลิตเคยใช้บริการที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรมในการทำนวัตกรรม และเท่ากับ 0 เมื่อหน่วยผลิตไม่เคยใช้บริการ ทั้งนี้ กำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการทำนวัตกรรม

Techpush : คือ การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Likert scale แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยที่ 1-ไม่สำคัญน้อย, 5-สำคัญมาก ทั้งนี้ กำหนดให้ส่งผลต่อการทำนวัตกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผ่านการวิจัยและพัฒนา

Demandpull : คือ การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า) ที่มีต่อการทำวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นแบบ Likert scale แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยที่ 1-ไม่สำคัญน้อย, 5-สำคัญมาก ทั้งนี้ กำหนดให้ส่งผลต่อการทำนวัตกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผ่านการวิจัยและพัฒนา

5.2.4 <u>ตัวแปรอธิบายที่ส่งผลต่อผลิตภาพการผลิต</u>

Size : เป็นตัวแปรที่แสดงถึงขนาดของหน่วยผลิต วัดจากจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต โดยจะคำนวณในรูปของลอการิทึม ซึ่งกำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Foreign : คือ สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ มีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) โดยเท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีสัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติมากกว่า 50 % และเท่ากับ 0 เมื่อไม่ใช่ โดยกำหนดให้ส่งผลทางบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Export : คือ สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศของหน่วยผลิต โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Training : คือ การฝึกอบรมบุคลากรในบริษัททั้งการฝึกอบรมภายในและภายนอก โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการฝึกอบรมบุคลากร และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มี โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Organize : คือ การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงาน โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงาน และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มี โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Flexible : คือ การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงความยืดหยุ่นของการผลิต โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงความยืดหยุ่นในการผลิต และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มี โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Lsupply : คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศ และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Fsupply : คือ การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติ และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Parent : คือ การร่วมมือกับบริษัทแม่ในต่างประเทศในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับบริษัทแม่ในต่างประเทศ และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Universe : คือ การร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัยในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับสถาบันวิจัยและพัฒนา/มหาวิทยาลัย และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

Compet : คือ การร่วมมือกับบริษัทคู่แข่งในการทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม โดยมีลักษณะข้อมูลเป็นตัวแปรหุ่น (dummy variable) เท่ากับ 1 เมื่อบริษัทมีการร่วมมือกับบริษัทคู่แข่ง และเท่ากับ 0 เมื่อไม่มีการร่วมมือ โดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิต

จากตัวแปรที่กล่าวมาทั้งหมด เมื่อนำมาจัดให้อยู่ในรูปตารางเพื่อความง่ายต่อการเข้าใจโดยตารางที่ใช้ในการรายงานประกอบด้วย การจำแนกประเภทของตัวแปร, ตัวแปร, ลักษณะข้อมูล และสมมติฐานเครื่องหมาย ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	สมมติฐาน เครื่องหมาย	คำถาม
ตัวแปรตาม	select = เกณฑ์ในการตัดสินใจในการทำ R&D	binary		B.1
	intent = ความเข้มข้นในการวิจัยและพัฒนา วัดจากลอการิทึมของค่าใช้จ่ายใน R&D ต่อจำนวนแรงงาน	number		B.4
	inno = ผลผลิตทางนวัตกรรมของหน่วยผลิต วัดจากการทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และ/หรือนวัตกรรมกระบวนการ	binary		C.1
	Q = ผลิตภาพการผลิต วัดจากลอการิทึมของยอดขายทั้งหมดต่อจำนวนแรงงาน	number		A.3
	ปัจจัยภายในที่กำหนดการวิจัยและพัฒนา			
คุณลักษณะทั่วไปของหน่วยผลิต	Size = ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต	number	+	A.6
	Foreign = สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ	binary	+	A.2
	Export = สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ	percent	+	A.4
	OBM = การพัฒนาและออกแบบ และขายภายใต้ตราสินค้าของตนเอง	percent	+	A.5(ง)
ทรัพยากรภายในและความสามารถ	Knowledge = การได้รับความรู้จากภายนอก	binary	+	C.7
	Within = การเห็นความสำคัญของข้อมูลที่มาจากแหล่งข้อมูลภายในบริษัท	binary	+	E.1(ก)

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	สมมติฐาน เครื่องหมาย	คำถาม
ตัวแปรด้านกลยุทธ์	Market = การกำหนดกลยุทธ์ในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งตลาด	binary	+	C.8(จ)
	ปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดการวิจัยและพัฒนา			
นโยบายรัฐบาล	Gov 1 = การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช.	binary	+	D.2(ก)
	Gov 2 = การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรม	binary	+	D.2(ข)
	Techpush = การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี	Likert scale 1-5	+	C.9(จ)
	Demandpull = การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า)	Likert scale 1-5	+	C.9(ฎ)
	ปัจจัยภายในที่กำหนดนวัตกรรม			
คุณลักษณะทั่วไปของหน่วยผลิต	Size = ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต	number	+	A.6
	Export = สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ	percent	+	A.4
ทรัพยากรภายในและความสามารถ	Finance = การมีเงินทุนของตนเองสำหรับทำกิจกรรมวิจัยและพัฒนา	binary	+	B.5(ก)
	ปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดนวัตกรรม			
นโยบายรัฐบาล	Gov 1 = การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดย สวทช.	binary	+	D.2(ก)
	Gov 2 = การรับบริการหรือการส่งเสริม/สนับสนุนที่ดำเนินการโดยกระทรวงอุตสาหกรรม	binary	+	D.2(ข)
	Techpush = การเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี	Likert scale 1-5	+	C.9(จ)
	Demandpull = การเห็นความสำคัญของอุปสงค์ (ทางด้านตลาดและลูกค้า)	Likert scale 1-5	+	C.9(ฎ)

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร	ลักษณะข้อมูล	สมมติฐาน เครื่องหมาย	คำถาม
	ปัจจัยภายในที่กำหนดผลิตภาพการผลิต			
คุณลักษณะทั่วไปของหน่วยผลิต	Size = ขนาดของหน่วยผลิต วัดจากลอการิทึมของจำนวนแรงงานทั้งหมดของหน่วยผลิต	number	+	A.6
	Foreign = สัดส่วนการถือหุ้นโดยบริษัทต่างชาติ	binary	+	A.2
	Export = สัดส่วนการส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ	percent	+	A.4
ทรัพยากรภายในและความสามารถ	Training = การฝึกอบรมบุคลากรในบริษัททั้งการฝึกอบรมภายในและภายนอก	binary	+	C.7
	Organize = การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงาน	binary	+	C.8(ฎ)
	Flexible = การเห็นความสำคัญของการปรับปรุงความยืดหยุ่นของการผลิต	binary	+	C.8(ช)
	ปัจจัยแวดล้อมที่กำหนดผลิตภาพการผลิต			
พันธมิตรทางธุรกิจ	Lsupply = การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ในประเทศในการทำ R&D, นวัตกรรม	binary	+	E.2(ข)
	Fsupply = การร่วมมือกับซัพพลายเออร์ต่างชาติในการทำ R&D, นวัตกรรม	binary	+	E.2(ค)
	Parent = การร่วมมือกับบริษัทแม่ในต่างประเทศในการทำ R&D, นวัตกรรม	binary	+	E.2(ง)
	Universe = การร่วมมือกับมหาวิทยาลัยในการทำ R&D, นวัตกรรม	binary	+	E.2(จ)
	Compet = การร่วมมือกับบริษัทคู่แข่งในการทำ R&D, นวัตกรรม	binary	+	E.2(ฌ)

ที่มา : จากการรวบรวมโดยผู้ศึกษา

5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ข้อมูลระดับหน่วยผลิตจากผลการสำรวจข้อมูลด้านการวิจัยและพัฒนาและกิจกรรมนวัตกรรม ประจำปี 2546 ที่จัดทำโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยบริษัทที่เป็นประชากรของการสำรวจในครั้งนี้ได้แก่ บริษัทที่มีรายได้ในปี 2546 ไม่น้อยกว่า 12 ล้านบาท โดยครอบคลุมอุตสาหกรรมการผลิตจำนวน 23 ประเภทอุตสาหกรรม ซึ่งมีจำนวนบริษัททั้งสิ้น 16,432 ราย จากนั้นได้ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อสุ่มตัวอย่างสำหรับใช้ในการส่งแบบสอบถามโดยมีจำนวนบริษัทที่ได้รับแบบสอบถามทั้งสิ้น 4,850 รายในจำนวนนี้ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์กลับคืนมาทั้งสิ้น 2,050 ราย (ร้อยละ 42.3) ขณะที่อุตสาหกรรมภาคบริการจะไม่ถูกนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากแบบสำรวจนวัตกรรมในประเทศไทยไม่ได้สอบถามถึงนวัตกรรมกระบวนการในอุตสาหกรรมภาคบริการ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลจากการสำรวจนี้ คลอบคลุมถึงตัวแปรบางตัวที่เกี่ยวข้องกับความลับทางการค้า เช่น ตัวเลขยอดขาย, ค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ ทางผู้ศึกษาจึงใช้การสร้างค่า (Generate) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยอาศัยพิสัย (range) ของข้อมูลจริง ในการสร้างค่าที่ใช้เป็นตัวแทน (proxy) แทนตัวแปรที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ในการคำนวณ ดังนั้นการนำผลที่ได้จากแบบจำลองไปใช้จึงควรคำนึงถึงข้อจำกัดในการศึกษาอันนี้ไว้ด้วย

จากตารางข้อมูลทางสถิติที่ได้จากแบบสำรวจ จะเห็นได้ว่า บริษัทในประเทศไทยส่วนใหญ่มีการดำเนินกิจกรรมนวัตกรรมเพียงส่วนน้อยเท่านั้น โดยมีเพียง 168 บริษัท (ร้อยละ 8.2) และมีบริษัทที่ทำการวิจัยและพัฒนาเพียง 277 บริษัทเท่านั้น ซึ่งถือว่ามีสัดส่วนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนบริษัททั้งหมดที่ตอบแบบสอบถามกลับมา ทั้งนี้ บริษัทที่ทำนวัตกรรมส่วนใหญ่จะทำทั้งนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกระบวนการโดยมีมากถึงร้อยละ 61.3 ขณะที่มีบริษัทที่ทำนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว 43 บริษัท (คิดเป็นร้อยละ 25.6) และทำนวัตกรรมกระบวนการเพียงอย่างเดียว 22 บริษัท (คิดเป็นร้อยละ 13.1) นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่าหน่วยผลิตที่ไม่ทำนวัตกรรมส่วนใหญ่จะไม่มีการวิจัยและพัฒนาด้วยเช่นกัน โดยมีมากถึงร้อยละ 91.87 ส่วนบริษัทที่มีกิจกรรมนวัตกรรมจะมีการวิจัยและพัฒนาควบคู่กันไป คิดเป็นร้อยละ 73.81

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 5.2 พบว่า ทั้งบริษัทที่ไม่มีการทำนวัตกรรมและทำนวัตกรรมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะถือหุ้นโดยคนไทย (คิดเป็นร้อยละ 80 ของบริษัทที่ทั้งหมด) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 400 คน) คิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 80.24 และ 68.5 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มียอดขายน้อยกว่า 500 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละสะสมเท่ากับ 73.5 และ 56 ตามลำดับ นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า บริษัทที่มีการทำนวัตกรรมจะมีสัดส่วนบริษัทที่ส่งออกสินค้ามากกว่า 50% คิดเป็นร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับจำนวนบริษัทที่ทำนวัตกรรมทั้งหมด ซึ่งมากกว่าบริษัทที่ไม่ทำนวัตกรรมที่มีสัดส่วนบริษัทที่ส่งออกสินค้ามากกว่า 50% เพียงร้อยละ 24.5 เมื่อเทียบกับจำนวนบริษัทที่ไม่ทำนวัตกรรมทั้งหมด สะท้อนให้เห็นถึงบริษัทที่ทำนวัตกรรมจะมีสัดส่วนบริษัทที่ทำการส่งออกสินค้ามากกว่าบริษัทที่ไม่ทำนวัตกรรม โดย Arnold et al. (2000) กล่าวว่า แรงจูงใจของหน่วยผลิตจะเกิดขึ้นจากแรงกดดันและโอกาส (opportunities) ในตลาดสินค้าและตลาดปัจจัยการผลิต ซึ่งแรงกดดันและโอกาสที่สูงจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดความต้องการที่จะพัฒนาเทคโนโลยี (demand for technology development) มากขึ้นด้วย ดังนั้น แรงกดดันและโอกาสที่เกิดจากการส่งออกสินค้าที่จะต้องเกี่ยวข้องและเผชิญหน้ากับตลาดในต่างประเทศจะเป็นส่วนสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดความพยายามในการพัฒนาทางเทคโนโลยี (technology development efforts) มากกว่าแรงกดดันและโอกาสที่เกิดขึ้นจากการขายสินค้าเฉพาะในประเทศเท่านั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การที่หน่วยผลิตมีการส่งออกสินค้าจะทำให้ต้องเผชิญหน้ากับการกดดันและการแข่งขันกับตลาดในต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้หน่วยผลิตเกิดการลงทุนในการพัฒนาทางเทคโนโลยีมากขึ้น เพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่/ กระบวนการผลิตใหม่สู่ตลาด นอกจากนี้ การที่หน่วยผลิตมีการข้องเกี่ยวกับตลาดในต่างประเทศมักจะก่อให้เกิดการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ๆ ผ่านทางลูกค้าและซัพพลายเออร์ รวมถึงข้อมูลที่มีส่วนสนับสนุนต่อการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของหน่วยผลิตของตน

ตารางที่ 5.2

ข้อมูลทางสถิติที่ได้จากแบบสำรวจนวัตกรรม

หน่วย : ร้อยละ

	non-innovative	innovative	innovative product	innovative process	both
จำนวนบริษัท	1,882	168	43	22	103
จำนวนพนักงาน (คน)					
< 100	52.50	25.00	30.23	18.18	24.27
101-200	13.92	17.86	18.60	18.18	17.48
201-400	13.82	25.60	18.60	31.82	27.18
401-600	6.27	5.95	4.65	18.18	3.88
>600	13.50	25.60	27.91	13.64	27.18
ยอดขาย (ล้านบาท)					
<100	49.31	25.00	27.91	18.18	25.24
101-500	24.18	30.95	23.26	40.91	32.04
501-1,000	8.98	15.48	23.26	13.64	12.62
>1,000	17.53	28.57	25.58	27.27	30.10
บริษัทส่งออกสินค้า	24.50	29.76	30.23	27.27	30.10
โครงสร้างความเป็นเจ้าของ					
- บริษัทถือหุ้นโดยคนไทย	80.45	80.95	86.05	95.45	75.73
- บริษัทข้ามชาติ	19.55	19.05	13.95	4.55	24.27
บทบาทการวิจัยและพัฒนา					
- ทำการวิจัยและพัฒนา	8.13	73.81	95.35	59.09	67.96
- ไม่ทำการวิจัยและพัฒนา	91.87	26.19	4.65	40.91	32.04

ที่มา : จากการรวบรวมโดยผู้ศึกษา