บทที่ 4
การทดแทนกันระหว่างสองคุณลักษณะ

แบบจำลองโลจิตที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยปกตินักวิจัยจะอ่านค่า Marginal effect ว่าหากปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรคุณลักษณะบางประการให้เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วยแล้ว จะทำให้โอกาสที่จะเลือกทางเลือกที่อยู่ในความสนใจเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกเท่าใด ดังนี้

$$\text{Marginal effect} = \frac{\partial \Pr(y=1)}{\partial x_k}$$

ในตารางผลการวิเคราะห์ก็จะเต็มไปด้วยค่า Marginal effect ซึ่งบอกว่าถ้าเพิ่มตัวนี้แล้วจะดีขึ้น ถ้าลดตัวนี้แล้วจะดีขึ้น เช่น ในกรณีของหมู่บ้านท่องเที่ยว ถ้าเพิ่มจำนวนเส้นทางท่องเที่ยวแล้วจะดีขึ้น ถ้าลดเวลาในการเดินทางมายังหมู่บ้านได้ก็จะดีขึ้น ฟังดูก็ไม่น่าจะมีปัญหาอะไร แต่ถ้าบอกอีกว่า ถ้าเพิ่มจำนวนการแสดงแล้วจะดีขึ้น ถ้าปรับปรุงมาตรฐานห้องน้ำแล้วจะดีขึ้น ถ้ามีบริการรับส่งนักท่องเที่ยวแล้วจะดีขึ้น และถ้าลดราคาให้ด้วยก็จะยิ่งดีขึ้น แบบนี้เริ่มน่าคิดว่าจะทำได้ไหม

แน่นอนว่าผู้บริโภคต้องการคุณลักษณะทุกอย่างให้ดีขึ้นทั้งนั้น และก็แน่นอนอีกว่าอะไรที่เป็นต้นทุนทั้งหลาย ทั้งเรื่องค่าใช้จ่ายและการเสียเวลาก็ต้องการให้ลดลงทั้งนั้น ในอุดมคติอาจจะทำได้ แต่ในความเป็นจริงมันต้องเลือกเอาว่าจะทำอย่างไหนและไม่ทำอย่างไหน เช่น ถ้ามีบริการรับส่งนักท่องเที่ยวแล้วยังต้องลดราคาให้อีก แบบนี้คิดว่าไม่มีหมู่บ้านไหนอยากทำเพราะต้องแบกรับภาระสองต่อ ในขณะที่ผู้บริโภคได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในทางปฏิบัติจึงไม่สามารถเสนอแนะให้หมู่บ้านท่องเที่ยวปรับปรุงทุกอย่างให้ดีขึ้นได้ทั้งหมด และไม่สามารถเสนอให้ลดราคาหรือสิ่งที่ส่งผลทางลบได้ทั้งหมด ดั่งที่ค่า Marginal effect แสดงออกมา

การที่นักวิจัยมักจะเสนอแนะว่า “ถ้าเป็นไปได้” ก็ให้ปรับปรุงให้ดีขึ้นทั้งหมด แต่ถ้าไม่ได้ก็ให้ปรับปรุงสิ่งที่มีค่า Marginal effect มากที่สุดเป็นอันดับแรก อย่างนั้นถูกต้องจริงหรือ คำตอบคืออาจจะจริง ถ้าตัวแปรคุณลักษณะ (x) ทั้งหมดทุกตัวเป็น Dummy variable ที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 เท่านั้น การเปลี่ยนแปลงค่าหนึ่งหน่วยย่อมหมายถึงเปลี่ยนจาก “ไม่มี” เป็น “มี” หรือจาก “อย่างหนึ่ง”

เปลี่ยนเป็น "อีกอย่างหนึ่ง" เช่น จากสกปรกเป็นสะอาด (ซึ่งก็คือจากไม่มีความสะอาดเปลี่ยนเป็นมีความสะอาด) แต่หากตัวแปรคุณลักษณะมีตัวใดตัวหนึ่งที่มีค่าเป็นจำนวนจริงคือมีค่าได้หลายค่า การเปลี่ยนแปลงหนึ่งหน่วยก็มีความหมายว่าค่า ๆ นั้นเปลี่ยนไปเท่ากับหนึ่ง เช่น ราคาลดลงหนึ่งบาท เมื่อเป็นอย่างนี้จะเอา Marginal effect ไปเทียบกับตัวแปรที่เปลี่ยนจากสกปรกเป็นสะอาดไม่ได้ เพราะหน่วยวัดไม่เหมือนกัน ดังนั้นจะเรียงลำดับความสำคัญของตัวแปรด้วยค่า Marginal effect จากมากไปหาน้อยไม่ได้ เรื่องนี้ต้องระวัง

เมื่อผลการวิจัยให้ค่า Marginal effect ออกมาแล้วและนักวิจัยก็ไม่แน่ใจว่าเรื่องไหนมีอิทธิพลมากที่สุดซึ่งควรจะปรับปรุงเป็นอันดับแรก ก็มักจะโยนไปให้ผู้ใช้ผลการวิจัยเป็นผู้ตัดสินใจ โดยการส่งมอบผลการวิจัยให้แล้วให้เขาไปคิดเอง โดยมากผู้ใช้ผลการวิจัย เช่น หมู่บ้านท่องเที่ยว ก็มีอะไรบางอย่างในใจว่าอยากจะปรับปรุงอะไรเป็นอันดับแรกอยู่แล้วตามกำลังทรัพย์ที่มีและตามที่คิดว่าจะดี เมื่อเห็นผลการวิจัยสนับสนุนในเรื่องนั้นก็ตกลงว่าทำเรื่องนั้นก่อน แต่จริง ๆ แล้วก็ยังตอบไม่ได้ว่าเรื่องนั้นสำคัญที่สุดจริงหรือไม่ มีเรื่องนี้ที่สำคัญกว่า อันเป็นเรื่องที่จะเพิ่มรายได้ให้กับหมู่บ้านได้มากกว่าซึ่งถ้ารอให้มีกำลังทรัพย์มากขึ้นอีกนิดหน่อยแล้วทุ่มลงทุนไปในจุดนั้นจะให้ผลดีกว่าลงทุนทำในสิ่งที่หมู่บ้านอยากทำในปัจจุบันมาก อุปมาเหมือนอดเปรี้ยวไว้กินหวาน เรื่องนี้นักวิจัยไม่สามารถบอกหมู่บ้านได้ในกรณีที่ตัวแปรคุณลักษณะมีหน่วยนับที่ไม่เหมือนกัน

นอกจากนั้นถ้าเราเพิ่มอย่างหนึ่งแล้วลดอย่างหนึ่งจะทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่ามันแย่ลงไหม เช่น ถ้าเพิ่มจำนวนการแสดง แต่ให้นักท่องเที่ยวจ่ายเพิ่มขึ้นอีกนิดหน่อย (ลดเงินในกระเป๋านักท่องเที่ยวลงอีกนิดหน่อย) ผู้บริโภคจะรับได้ไหม กรณีนี้จะให้ความพอใจเท่ากับการมีจำนวนการแสดงเท่าเดิมแต่ราคาเท่าเดิมไหม เรื่องนี้นักวิจัยก็ยังไม่สามารถบอกได้

ในบทนี้จึงจะได้กล่าวถึงการทดแทนกันระหว่างสองคุณลักษณะว่า ถ้าอย่างหนึ่งเพิ่มแล้วจะลดอีกอย่างหนึ่งได้ไหม ถ้าลดได้จะลดได้เท่าไร และจะแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการเปรียบเทียบว่าคุณลักษณะไหนควรได้รับการปรับปรุงก่อนและหลัง ทั้งในกรณีที่หน่วยนับเหมือนกัน และหน่วยนับต่างกัน เนื้อหาจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือเริ่มต้นด้วยเรื่องการทดแทนกันแบบเพิ่มอย่างหนึ่งและลดอย่างหนึ่งแล้วให้ความพอใจเท่าเดิม จากนั้นในส่วนที่สองจึงจะได้กล่าวถึงการทดแทนกันแบบเปรียบเทียบว่าอย่างไหนดีกว่ากัน

4.1 การทดแทนกันโดยให้ความพอใจเท่าเดิม

เนื้อหาในส่วนนี้จะเริ่มพิจารณาจากกรณีที่ง่ายที่สุดก่อนคือ มีการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรด้านคุณลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์ (หมู่บ้านท่องเที่ยว) เพียงหนึ่งตัว จากนั้นจะดูว่าถ้าปรับค่าตัวแปรมากกว่าหนึ่งตัวแล้วจะเป็นอย่างไร ต่อไปเป็นการเพิ่มผลร่วม (interaction) ระหว่างตัวแปรสองตัว และสุดท้ายจะดูว่าการเพิ่มตัวแปรคุณลักษณะของนักท่องเที่ยวด้วยจะทำได้ไหม ถ้าทำได้แล้วจะส่งผลอย่างไร

4.1.1 การปรับค่าตัวแปรด้านคุณลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์เพียงหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดให้นักท่องเที่ยวได้รับความพอใจจากการมาเที่ยวหมู่บ้านแห่งหนึ่งตามสมการดังนี้

$$U_1 = \alpha + \beta_1 x_{1,1} + \beta_2 x_{2,1} + \gamma \qquad \text{.......(4.1)}$$

เมื่อ $U_1 =$ ความพอใจ (utility) ของนักท่องเที่ยว

$x_{i,t} =$ คุณลักษณะของหมู่บ้านท่องเที่ยวเรื่องหนึ่งในเวลาหนึ่ง

$\gamma =$ ปัจจัยอื่นที่ไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย

แล้วหมู่บ้านทำการปรับปรุงคุณลักษณะ x_1 ให้ดีขึ้น จาก $x_{1,1}$ เป็น $x_{1,2}$ ถามว่าความพอใจของนักท่องเที่ยวจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด อันดับแรกก็ต้องมาดูก่อนว่าความพอใจหลังการปรับปรุงเป็นเท่าใด ดังนี้

$$U_2 = \alpha + \beta_1 x_{1,2} + \beta_2 x_{2,1} + \gamma \qquad \text{.......(4.2)}$$

สังเกตว่าค่า α, β ไม่ต่างกันในสองเวลา เพราะว่าเป็นนักท่องเที่ยวคนเดียวกัน ย่อมมีโครงสร้างการตัดสินใจและการรับรู้ถึงความพอใจเหมือนกันไม่ว่าจะอยู่ในเวลาใดก็ตาม เดิมถ้าชอบก็คือชอบ ถ้าไม่ชอบก็ยังคงไม่ชอบ ไม่เปลี่ยนไปเปลี่ยนมาเพราะจะกลายเป็นเหมือนคนบ้าที่คาดเดาไม่ได้ว่าเรื่องเดียวกันจะทำให้เขาหัวเราะหรือร้องไห้ สิ่งเดียวที่เปลี่ยนแปลงคือสิ่งที่รับเข้ามา คือ จากเดิมรับ $x_{1,1}$ ต่อมารับเอา $x_{1,2}$ เข้ามา ส่วนค่า γ ที่ไม่เปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเพราะปัจจัยแวดล้อมภายนอกไม่เปลี่ยนแปลง เช่น ไม่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวหรือน้ำท่วมฉับพลัน ไม่มีการทะเลาะเบาะแว้งกันในครอบครัวหรือทางการเมืองในช่วงเวลาที่กำลังพิจารณา เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงของความพอใจจึงจะออกมาดังนี้

$$U_2 - U_1 = (\alpha - \alpha) + \beta_1(x_{1,2} - x_{1,1}) + \beta_2(x_{2,1} - x_{2,1}) + (\gamma - \gamma) \quad \ldots\ldots(4.3)$$

$$\Delta U = \beta_1(\Delta x_1)$$

หลังจากที่เรามีหลักการทางเศรษฐศาสตร์แล้ว ในลำดับต่อไปเรามาเข้าแบบจำลองโลจิตกันดู โดยกำหนดให้

$$y = \begin{cases} 1 & if \quad \Delta U > 0 \\ 0 & if \quad \Delta U \leq 0 \end{cases}$$

แปลง่าย ๆ ว่า ถ้าเปลี่ยนคุณลักษณะของ x_1 จาก $x_{1,1}$ เป็น $x_{1,2}$ แล้วถ้านักท่องเที่ยวพอใจมากขึ้นก็ให้ค่าเป็น $y = 1$ แต่ถ้าพอใจเท่าเดิมหรือกลับไม่พอใจให้ค่าเป็น $y = 0$

เมื่อ y ถูกกำหนดโดย ΔU ซึ่ง ΔU ถูกกำหนดโดย Δx_1 อีกที ดังนั้น y ย่อมถูกกำหนดโดย Δx_1 แน่นอน ตามกฎของการถ่ายทอด เช่น เราจะยิ้มหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่าเราดีใจหรือไม่ แล้วถ้าเราดีใจหรือไม่ขึ้นอยู่กับว่าเราได้ขนมเพิ่มหรือไม่ ดังนั้นเราจะยิ้มหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับว่าเราจะได้ขนมเพิ่มหรือไม่นั่นเอง เมื่อปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ทั้งหลายไม่เปลี่ยนแปลง (สังเกตว่าค่า γ คงที่)

ดังนั้นแบบจำลองโลจิตของเราก็ออกมาได้แล้วว่า

$$\Pr(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-\beta_1(x_{1,2} - x_{1,1})}} \quad \ldots\ldots(4.4)$$

การที่เราตั้งสมการอย่างนี้ก็เนื่องด้วยว่า $\beta_1(x_{1,2} - x_{1,1})$ เป็นตัวกำหนดว่า $y = 1$ หรือไม่ ซึ่งก็มีโอกาสที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ โอกาสฝ่ายที่เป็นไปได้ก็เท่ากับที่แสดงในสมการ (4.4) ส่วนโอกาสฝ่ายที่เป็นไปไม่ได้ก็จะแสดงในสมการที่ (4.5) ดังนี้

$$\Pr(y=0) = \left[1-\Pr(y=1)\right] = \frac{e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}}{1+e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}} \qquad \ldots\ldots(4.5)$$

หากท่านจำไม่ได้ว่าสมการนี้มาได้อย่างไรให้ย้อนกลับไปดูสมการที่ (1.2) ในบทที่ 1

จากนั้นเราจะหาแต้มต่อ (odd ratio) ระหว่างโอกาสที่นักท่องเที่ยวจะยิ้มและไม่ยิ้ม ดังนี้

$$\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)} = \frac{\left(\dfrac{1}{1+e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}}\right)}{\left(\dfrac{e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}}{1+e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}}\right)} = \frac{1}{e^{-\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}} = e^{\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)} \qquad \ldots\ldots(4.6)$$

แล้วตามระเบียบก็คือ take ln เข้าไปทั้งสองข้าง จะได้ log odds ออกมา เพื่อปรับให้สมการที่ (4.6) กลายเป็นสมการเส้นตรง

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \ln\left(e^{\beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right)}\right) = \beta_1\left(x_{1,2}-x_{1,1}\right) \qquad \ldots\ldots(4.7)$$

ตอนนี้ทุกอย่างก็เสร็จแล้ว จะสังเกตว่าเราจะรันแบบจำลองโลจิตโดยไม่มีค่าคงที่ในสมการที่ (4.7) ดังนั้นการรันโดยผ่าน origin ย่อมรับได้เพราะมาจากการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ว่าไม่ต้องมีค่าคงที่ในแบบจำลอง แต่ถ้ามีคนทักท้วงว่าจะทำให้เกิดการเบี่ยงเบน (bias) เราก็อาจจะรันแบบจำลองโดยมีค่าคงที่ด้วยก็ได้ แต่คาดไว้ก่อนได้เลยว่าค่าคงที่นั้นจะไม่มีนัยสำคัญ หรือมีค่าเท่ากับศูนย์นั่นเอง การรันแบบจำลองทั้งสองแบบทั้งที่มีและไม่มีค่าคงที่ก็ทำมาทั้งคู่แล้วเปรียบเทียบกันได้ไม่เสียหายอะไร

4.1.2 การปรับค่าตัวแปรด้านคุณลักษณะของตัวผลิตภัณฑ์มากกว่าหนึ่งตัว

สมมุติว่าหมู่บ้านท่องเที่ยวปรับปรุงคุณลักษณะสองด้าน คือ ทั้งตัวแปร x_1 และตัวแปร x_2 แล้วอะไรจะเกิดขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของความพอใจของนักท่องเที่ยวจะออกมาดังนี้

$$U_2 - U_1 = (\alpha - \alpha) + \beta_1 (x_{1,2} - x_{1,1}) + \beta_2 (x_{2,2} - x_{2,1}) + (\gamma - \gamma) \qquad \text{.......(4.8)}$$

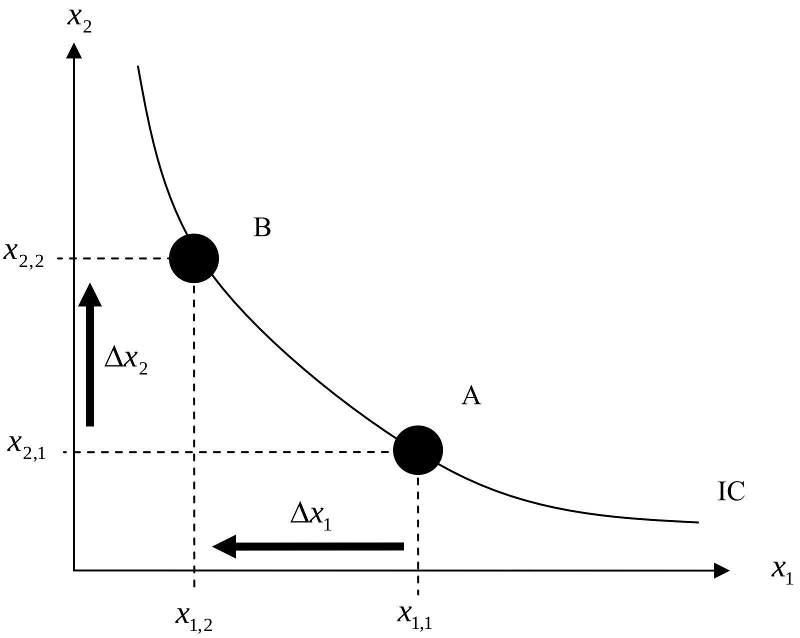
$$\Delta U = \beta_1 (\Delta x_1) + \beta_2 (\Delta x_2)$$

แล้วตามกระบวนการเดิมทุกอย่างจะลงท้ายที่ log odds ดังนี้

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \ln\left(e^{\beta_1(x_{1,2}-x_{1,1})+\beta_2(x_{2,2}-x_{2,1})}\right) = \beta_1 (x_{1,2}-x_{1,1}) + \beta_2 (x_{2,2} - x_{2,1}) \qquad \text{.......(4.9)}$$

เมื่อดูไปแล้วก็ไม่น่าจะมีความแตกต่างกับการปรับปรุงเพียงคุณลักษณะเดียวแต่อย่างใด แต่การปรับปรุงสองคุณลักษณะนี้ทำให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์สิ่งที่เรียกว่า อัตราการทดแทนกันหน่วยสุดท้าย หรือ Marginal rate of substitution (MRS) ได้

ก่อนอื่นขอกล่าวถึงเรื่อง MRS ก่อนเพื่อทบทวนทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาค MRS คือ ถ้าลดอย่างหนึ่งแล้วจะต้องเพิ่มอีกอย่างหนึ่งเท่าใดเพื่อให้ได้ความพอใจเท่าเดิม มองภาพง่าย ๆ บนแกนสองมิติ ซึ่งมีแกนคือ x_1 และ x_2 แล้วมีเส้นความพอใจเท่ากัน (Indifference curve: IC) เส้นหนึ่งอยู่ตรงกลาง ถ้าเดิมนักท่องเที่ยวได้บริโภค $x_{1,1}$ กับ $x_{2,1}$ พร้อม ๆ กัน ต่อมาเมื่อลด x_1 ลงเหลือ $x_{1,2}$ แล้วจะต้องชดเชย x_2 ให้เพิ่มขึ้นเป็น $x_{2,2}$ จึงจะทำให้ได้ความพอใจเท่าเดิม (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 การทดแทนกันระหว่างสองคุณลักษณะเพื่อทำให้ความพอใจเท่าเดิม

อัตราการทดแทนกันระหว่าง x_1 และ x_2 ดูได้ง่าย ๆ ว่า ต้องเพิ่ม x_2 อยู่ Δx_2 หน่วยเพื่อชดเชย x_1 ที่ลดลงไป Δx_1 หน่วย ดังนั้นจึงคำนวณได้ดังนี้

$$MRS = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{x_{2,2} - x_{2,1}}{x_{1,2} - x_{1,1}} \qquad \text{.......(4.10)}$$

จริง ๆ แล้วควรจะเขียนว่า MRS_{12} เพื่อให้ชัดเจนตามหลักเศรษฐศาสตร์ แต่เพื่อความสะดวกแก่ผู้อ่านในสาขาอื่นจึงละไว้เพื่อไม่ต้องการให้สับสนว่าเลข 12 มาจากไหน ซึ่งถ้าต้องการทราบก็คือมันเป็นสัญลักษณ์ (subscript) ที่รู้กันในหมู่นักเศรษฐศาสตร์ว่าให้เอา Δx_2 ไว้ข้างบนของเศษส่วน แล้ว Δx_1 อยู่ด้านล่าง หรือให้ Δx_2 เป็นแกนตั้ง แล้วให้ Δx_1 เป็นแกนนอนในกราฟของ Indifference curve ความหมายก็มีเพียงเท่านั้น

ลำดับต่อไปเราจะเล่นกลทางคณิตศาสตร์นิดหน่อย โดยอ้างถึงสิ่งที่นักเศรษฐศาสตร์รู้จักกันดี นั่นก็คือ Marginal utility (MU) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$MU = \frac{\partial U}{\partial x}$$

Marginal utility ของ x_1 และ x_2 จะหาได้ดังนี้

$$MU_1 = \frac{\partial U}{\partial x_1} \qquad \text{และ} \qquad MU_2 = \frac{\partial U}{\partial x_2}$$

ถ้าเราเอา Marginal utility ของทั้ง x_1 และ x_2 มาหารกัน เราก็จะรู้ว่า Marginal utility ของใครใหญ่กว่าใครกี่เท่า เช่น

$$\frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\left(\frac{\partial U}{\partial x_1}\right)}{\left(\frac{\partial U}{\partial x_2}\right)} = \frac{\partial x_2}{\partial x_1} \quad \text{เท่า}$$

เมื่อ x_1 และ x_2 เป็นจำนวนนับ (discrete) เราก็สามารถกล่าวได้ว่า

$$\frac{\partial x_2}{\partial x_1} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$$

โดยสรุปแล้วเราเชื่อมโยง MRS ไปหา MU ได้ในที่สุด ดังนี้

$$\frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\partial x_2}{\partial x_1} = \frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = MRS \qquad \text{…….(4.11)}$$

ประโยชน์ของสมการที่ (4.11) นี้ จะทำให้เราหา MRS ได้โดยการคำนวณผ่าน MU มาถึงตรงนี้ท่านอาจจะถามว่าทำไมเราไม่คำนวณโดยตรงจาก $\dfrac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ เลย นั่นก็เพราะว่าเราไม่รู้ว่าต้องใช้สัดส่วนของตัวแปรทั้งสองเท่าไรที่จะทำให้ความพอใจของนักท่องเที่ยวคงที่ เพราะเราวัดความพอใจออกมาตรง ๆ ไม่ได้ สัดส่วน $\dfrac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ จึงเป็นสิ่งที่เราไม่รู้มาก่อน จริงอยู่ที่เราอาจจะกำหนดค่า Δx_1 ได้ แต่เราไม่รู้ว่า Δx_2 เท่าไรจึงจะพอดีให้ความพอใจเท่าเดิม ดังนั้นจึงต้องหาวิธีคำนวณทางอ้อม และโชคดีที่เราเล่นกลทางคณิตศาสตร์ (พีชคณิต) ไปจนพบว่าเราสามารถคำนวณผ่าน MU ได้

การคำนวณหา MU ทำได้ดังนี้

$$MU_1 = \frac{\partial U}{\partial x_1} = \frac{\partial(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma)}{\partial x_1} = \beta_1$$

$$MU_2 = \frac{\partial U}{\partial x_2} = \frac{\partial(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma)}{\partial x_2} = \beta_2$$

แล้วสามารถคำนวณ MRS ได้ดังนี้

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

ประโยชน์ของค่า MRS ที่ได้ออกมาก็คือ ตอนนี้เรารู้สัดส่วนระหว่าง $\dfrac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$ แล้วว่าเท่าไรจึงจะทำให้นักท่องเที่ยวได้ความพอใจเท่าเดิม ดังนั้นหากเราลด x_1 ลงไปเท่ากับ Δx_1 เราย่อมคำนวณหา Δx_2 ที่ทำให้นักท่องเที่ยวจะได้ความพอใจเท่าเดิมได้ ดังนี้

$$\Delta x_2 = \left(\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}\right) * \Delta x_1 \quad = MRS * \Delta x_1 = \quad \left(\frac{\beta_1}{\beta_2}\right) * \Delta x_1 \qquad ....(4.12)$$

โปรดสังเกตว่าค่า β_1 และ β_2 เป็นกุญแจหลักในการคำนวณ MRS และสังเกตว่าการหาค่า β_1 และ β_2 สามารถทำได้สองวิธี คือ

หนึ่ง วิธีประมาณค่าแบบจำลองด้วยการใช้ค่าผลต่างของตัวแปร ดังที่ได้แสดงไว้ในบทนี้

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \quad \ln\left(e^{\beta_1(x_{1,2}-x_{1,1})+\beta_2(x_{2,2}-x_{2,1})}\right) = \quad \beta_1(x_{1,2}-x_{1,1}) + \beta_2(x_{2,2}-x_{2,1})$$

สอง วิธีประมาณค่าแบบจำลองด้วยการใช้ค่าระดับของตัวแปร (level) โดยไม่ต้องหาผลต่างออกมา ดังแสดงไว้ในบทที่หนึ่ง

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \quad \ln\left(e^{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\gamma}\right) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \gamma$$

ทั้งสองวิธีต่างกันเพียงแบบแรกไม่ต้องรันโดยมีค่าคงที่ (regression through origin) ในขณะที่แบบที่สองต้องมีค่าคงที่ในแบบจำลองด้วย

มาถึงตรงนี้ท่านอาจจะอยากถามว่าแล้วทำไมต้องมีบทนี้เพิ่มเข้ามาด้วย คำตอบคือในบางครั้งตัวแปรอิสระ (X) ไม่ได้อยู่ในรูปของระดับ (level) แต่อยู่ในรูปผลต่าง (difference) เช่น แบบสอบถามประเภทที่จับคู่สินค้าเป็นคู่ ๆ แล้วให้ผู้บริโภคเลือกตอบว่าชอบแบบไหนมากกว่ากัน แล้วมีให้เลือกหลาย ๆ คู่ แบบสอบถามประเภทนี้จะได้ตัวแปรอิสระในรูปผลต่างระหว่างคุณลักษณะของสินค้าในแต่ละคู่ ดังนั้นจะใช้วิธีวิเคราะห์แบบตรงไปตรงมาอย่างในบทที่หนึ่งไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องแยกบทนี้ออกมาเพื่อจัดการกับตัวแปรในรูปผลต่างนั่นเอง

4.1.3 การเพิ่มผลร่วม (interaction) ระหว่างตัวแปรสองตัว

บางครั้งเราพบว่าหากตัวแปรสองตัวอยู่ด้วยกันแล้วจะทำให้เกิดผลที่แตกต่างออกไปอย่างมหาศาล เช่น ออกซิเจนกับไฮโดรเจน เมื่ออยู่แยกกันก็มีประโยชน์ไปแบบหนึ่ง แต่พอมาอยู่ด้วยกันดันกลายเป็นน้ำ ซึ่งน้ำมีคุณประโยชน์มหาศาลแก่มวลมนุษย์ เป็นต้น

ในทางเศรษฐศาสตร์ว่าด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท่องเที่ยว เราอาจจะพบตัวแปรสองตัวที่เมื่อมาอยู่ด้วยกันในที่เดียวกันแล้วจะก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมากเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ทางดีและมีน้ำตกรับรองว่าหมู่บ้านนั้นจะมีคนมาเที่ยวมากมายมหาศาล ตรงกันข้ามกับหมู่บ้านที่มีทางดี ที่ไหน ๆ ก็ทางดีทั้งนั้นก็ไม่เห็นมีใครไปเพราะไม่มีอะไรให้ดู ในขณะที่หมู่บ้านที่มีน้ำตกแต่อยู่ในป่าลึก ก็ไปยากแสนยาก คนที่ไปถึงจริง ๆ ก็คงเป็นกลุ่มที่รักการผจญภัยและมีจำนวนน้อยกว่ามาก

การมีพจน์ตัวแปรร่วมทำให้การเสนอแนะเชิงนโยบายง่ายและได้ผลมากขึ้นอีกด้วย เพราะการลงทุน “จับคู่” อะไรบางอย่างเข้าด้วยกัน มักจะได้ผลมากกว่าการลงทุนสร้างอะไรบางอย่างขึ้นมาอย่างโดดเดี่ยว ยกตัวอย่าง กรณีน้ำตกห้วยแก้ว ซึ่งอยู่เชิงดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ มีถนนอย่างดีเยี่ยมไปถึงแต่น้ำตกไม่ค่อยมีน้ำ ส่งผลให้นักท่องเที่ยวลดลง สิ่งที่ผู้บริหารตัดสินใจทำในขณะนั้นคือการต่อท่อน้ำไปยังน้ำตกเพื่อให้มีน้ำไหลมากขึ้นอันส่งผลให้การท่องเที่ยวบริเวณนั้นคึกคักขึ้นมาผิดตา อีกตัวอย่างหนึ่งคือน้ำตกของหมู่บ้านแม่กำปอง อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่บนเขาและห่างจากตัวเมืองไปประมาณ 50 กิโลเมตร น้ำตกนี้สวยมากมีด้วยกันเจ็ดชั้น แต่ปรากฏว่าเส้นทางเชื่อมระหว่างทางหลักกับทางไปหมู่บ้านความยาวประมาณ 5 กิโลเมตรเป็นเส้นทางที่ไม่ค่อยดี รถยนต์ทั่วไปผ่านไม่ได้ เมื่อทางการตัดสินใจทำถนนอย่างดีให้ไปจนถึงน้ำตก ปรากฏว่ามีคนไปท่องเที่ยวหมู่บ้านนี้มากมาย จนทำให้หมู่บ้านแม่กำปองกลายเป็นหมู่บ้านท่องเที่ยวแถวหน้าของเมืองไทย

การสร้างแบบจำลองที่มีผลร่วมระหว่างตัวแปรสองตัวทำได้โดยการเพิ่มพจน์ที่ตัวแปรทั้งสองคูณกันเข้าไป เหตุผลก็คือหากตัวใดตัวหนึ่งอยู่ในสถานะที่ “ไม่มี” คือ หากตัวแปรใดมีค่าเท่ากับศูนย์แล้วย่อมทำให้พจน์นั้นเป็นศูนย์ไปด้วย เพราะศูนย์คูณอะไรก็ได้เท่ากับศูนย์ (ส่วนปัญหาเรื่องศูนย์คูณกับศูนย์นั้น อย่างน้อยในโปรแกรม Excel ก็คำนวณให้ศูนย์คูณศูนย์ได้เท่ากับศูนย์ด้วยก็ถือว่าใช้ได้)

อันดับแรกเราจะทำในแบบที่ใช้ค่าระดับ (level) ก่อน จากนั้นค่อยทำในแบบที่ใช้ค่าผลต่าง (difference)

ก) แบบจำลองที่ใช้ค่าระดับ (level)

(ก-1) หน้าตาของแบบจำลองที่ใช้ค่าระดับจะออกมาดังนี้

$$U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \gamma \qquad \text{.......(4.13)}$$

ซึ่งในที่สุดจะได้ค่า log odds เพื่อนำไปประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \ln\left(e^{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1 x_2)+\gamma}\right) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \gamma$$

(ก-2) โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น โอกาสที่นักท่องเที่ยวจะเลือกไปเที่ยว คำนวณได้ดังนี้

$$\Pr(y=1) = \frac{1}{1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1 x_2)+\gamma\}}}$$

(ก-3) ค่า Marginal effect หาได้ดังนี้

$$\text{Marginal effect ของ } x_1 = \frac{\partial \Pr(y=1)}{\partial x_1} = \frac{\partial \left(\dfrac{1}{1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}} \right)}{\partial x_1}$$

$$= (-1)\left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_x+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)^{-2} \left\{ \frac{\partial\left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_x+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)}{\partial x_1} \right\}$$

$$= (-1)\left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)^{-2} e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}} \left\{ \frac{\partial(-1)\left(\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2\right)+\phi_1\left(x_1x_2\right)+\gamma}{\partial x_1} \right\}$$

$$= \left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)^{-2} e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}} \left(\beta_1+\phi_1 x_2\right)$$

สรุปแล้ว

$$\text{Marginal effect ของ } x_1 = \frac{\left(\beta_1+\phi_1 x_2\right)e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}}{\left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)^2}$$

$$\text{Marginal effect ของ } x_2 = \frac{\left(\beta_2+\phi_2 x_1\right)e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}}{\left(1+e^{-\{\alpha+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\phi_1(x_1x_2)+\gamma\}}\right)^2}$$

ในตัวอย่างนี้ต้องระวังว่า $\phi_1=\phi_2$ เพราะว่ามี interaction คู่เดียว แต่ถ้ามีหลายคู่มันจะไม่เท่ากันแล้ว $\left(\phi_1 \neq \phi_2\right)$

สังเกตว่ามันยาวมาก มิน่าตำราของ Judge, et al (1988) ถึงเขียนสั้น ๆ ว่า

Marginal effect ของ $x_k = \dfrac{\beta_k e^{-\{x'\beta\}}}{\left(1+e^{-\{x'\beta\}}\right)^2}$ สำหรับกรณีไม่มีผลร่วมของสองตัวแปร

แล้วถ้ามีผลร่วมของสองตัวแปร จะเขียนได้ว่า

Marginal effect ของ $x_k = \dfrac{\left(\beta_k + x_j{}'\phi_k\right)\ e^{-\{x'\beta\}}}{\left(1+e^{-\{x'\beta\}}\right)^2}$ เมื่อ $j \neq k$

(ก-4) Marginal utility หาได้ดังนี้

$$U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \gamma$$

$$MU_1 = \frac{\partial\left(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \gamma\right)}{\partial x_1} = \beta_1 + \phi_1 x_2$$

$$MU_2 = \frac{\partial\left(\alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \gamma\right)}{\partial x_1} = \beta_2 + \phi_2 x_1$$

อย่าลืมระวังว่า $\phi_1 = \phi_2$ เพราะว่ามี interaction คู่เดียว

(ก-5) Marginal Rate of Substitution

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\beta_1 + \phi_1 x_2}{\beta_2 + \phi_2 x_1}$$

ข) แบบจำลองที่ใช้ค่าผลต่าง (difference)

ความพอใจ ณ สองจุดซึ่งมีผลร่วมระหว่างตัวแปรสองตัว เขียนได้ดังนี้

$$U_1 = \alpha + \beta_1 x_{1,1} + \beta_2 x_{2,1} + \phi_1 \left(x_{1,1} x_{2,1} \right) + \gamma \qquad \text{…….(4.14)}$$

$$U_2 = \alpha + \beta_1 x_{1,2} + \beta_2 x_{2,2} + \phi_1 \left(x_{1,2} x_{2,2} \right) + \gamma \qquad \text{…….(4.15)}$$

โปรดสังเกตว่าเราเขียนแบบจำลองหลังการเปลี่ยนแปลงให้ตัวแปรทั้ง x_1 และ x_2 ซึ่งก็ยังใช้ได้หากตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งไม่เปลี่ยน เพราะเราก็จะได้ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวแปรนั้นเท่ากับศูนย์

การเปลี่ยนแปลงของความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว เขียนได้ดังนี้

$$U_2 - U_1 = (\alpha - \alpha) + \beta_1 \left(x_{1,2} - x_{1,1} \right) + \beta_2 \left(x_{2,2} - x_{2,1} \right) + \phi_1 \left(x_{1,2} x_{2,2} - x_{1,1} x_{2,1} \right) + (\gamma - \gamma)$$

…….(4.16)

$$U_2 - U_1 = \beta_1 \left(\Delta x_1 \right) + \beta_2 \left(\Delta x_2 \right) + \phi_1 \left(\Delta x_1 x_2 \right)$$

(ข-1) ค่า log odds เพื่อนำไปประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)} \right) = \ln\left(e^{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \left(\Delta x_1 x_2 \right)} \right) = \beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \left(\Delta x_1 x_2 \right)$$

(ข-2) โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น โอกาสที่นักท่องเที่ยวจะเลือกไปเที่ยว คำนวณได้ดังนี้

$$\Pr(y=1)=\frac{1}{1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1(\Delta x_1 x_2)\}}}$$

(ข-3) ค่า Marginal effect หาได้โดยอาศัยแนวคิดว่า ถ้าผลต่างเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วยแล้ว โอกาสที่จะทำให้เกิดสิ่งที่เราสนใจจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าใด ระวังว่าเรากำลังพิจารณาผลต่าง เพราะฉะนั้นต้องใช้ว่าถ้า "ผลต่าง" เปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย

$$\text{Marginal effect ของ } x_1 = \frac{\partial \Pr(y=1)}{\partial(\Delta x_1)} = \frac{\partial\left(\dfrac{1}{1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1 x_2)\}}}\right)}{\partial(\Delta x_1)}$$

$$=(-1)\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1 x_2)\}}\right)^{-2} e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1 x_2)+\gamma\}}\left\{\frac{\partial(-1)(\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2)+\phi_1\Delta(x_1 x_2)}{\partial\Delta x_1}\right\}$$

ขั้นต่อไปให้ระวังเป็นอย่างยิ่งในพจน์ท้ายสุด เพราะว่าสามารถจัดรูปใหม่ให้เป็น Δx_1 ขึ้นมาได้ ดังนี้

$$\Delta(x_1 x_2) = x_{1,2}x_{2,2} - x_{1,1}x_{2,1}$$

$$= (x_{1,2}-x_{1,1})x_{2,2} + x_{2,2}x_{1,1} - x_{1,1}x_{2,1}$$

$$= \Delta x_1 x_{2,2} + \Delta x_2 x_{1,1}$$

ดังนั้น Marginal effect ของ $x_1 = \left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1 x_2)\}}\right)^{-2} e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1 x_2)+\gamma\}} + \{\beta_1+\phi_1 x_{2,2}\}$

สรุปแล้ว Marginal effect ของ $\Delta x_1 = \dfrac{(\beta_1 + \phi_1 x_{2,2})e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}}{\left(1 + e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}\right)^2}$ …….(4.17)

Marginal effect ของ $\Delta x_2 = \dfrac{(\beta_2 + \phi_2 x_{1,1})e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}}{\left(1 + e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}\right)^2}$ …….(4.18)

เมื่อ $\phi_1 = \phi_2$ เฉพาะที่มี interaction คู่เดียว

Marginal effect ของ $\Delta x_1 x_2 = \dfrac{(\phi)e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}}{\left(1 + e^{-\{\beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta(x_1 x_2)\}}\right)^2}$ …….(4.19)

Marginal effect ของพจน์ interaction เช่น จากไม่มีคู่ระหว่างน้ำตกและถนนดี เป็นมีทั้งน้ำตกและถนนดี

(ข-4) Marginal utility และ Marginal Rate of Substitution

เนื่องจากการหา MU และ MRS จะหาจากสมการเริ่มต้น คือ สมการที่ (4.13) เหมือนกับกรณีของการใช้ค่าระดับ (level) ทำให้ได้ผลออกมาเหมือนกับที่แสดงไว้แล้วในข้อ (ก-4) และ (ก-5)

4.1.4 การเพิ่มตัวแปรด้านคุณลักษณะของนักท่องเที่ยวเข้าไปด้วย

ในวงการแบบจำลองโลจิตมีคำศัพท์ที่รู้กันเฉพาะในวงการอยู่สองคำ คือ Characteristics กับ Attributes คนนอกวงการเข้ามาอ่านก็จะไม่รู้เรื่องว่าคืออะไร แล้วก็ไม่ค่อยมีใครอธิบายเท่าไร สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเพราะสองคำนี้ใช้กันมาแต่ดั้งเดิมสมัย Domencich and McFadden (1975) ในงานวิจัยที่สุดคลาสสิคที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ดังนั้นจึงถือว่าเป็นที่รู้กัน สองคำนี้มีความหมายดังนี้

Characteristics คือ คุณลักษณะของคน ผู้ซึ่งเป็นคนตัดสินใจเลือก เช่น เพศ อายุ การศึกษา รายได้ อาชีพ ความสนใจ งานอดิเรก เป็นต้น ภาษาทางเศรษฐศาสตร์ที่เป็นทางการกว่าจะเรียกว่า Socio-economic variables

Attributes คือ คุณลักษณะของทางเลือก ซึ่งเป็นสิ่งที่ถูกเลือก เช่น ในการวิจัยเรื่องการเลือกซื้อของที่ระลึก เช่น น้ำหนัก ขนาด วัสดุที่ใช้ผลิต สีสัน มีคำว่าเชียงใหม่หรือไม่ เป็นของสะสมได้ หรือในเรื่องหมู่บ้านท่องเที่ยว เช่น สภาพถนน ภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ มีน้ำตกหรือไม่ ระยะทาง เป็นต้น

การจะเลือกว่าในแบบจำลองโลจิตควรมี Attributes หรือ Characteristics เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างอยู่ด้วยกัน คิดง่าย ๆ ตามตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ความเหมาะสมที่จะใส่ Attributes หรือ Characteristics ในแบบจำลองโลจิต

แบบที่	สถานการณ์	สิ่งที่ควรใส่เข้าไป	เหตุผล
1	คนหนึ่งคน เลือกครั้งเดียว (แบบสอบถามมีเพียงข้อเดียว โดยมีเพียงสองทางเลือก ถามว่าจะเลือกอะไร เมื่อเลือกแล้วก็จบแล้วก็หาคนต่อไป)	Characteristics เท่านั้น นอกจากว่า ค่า Attribute ต่างกันไปตามผู้เลือกแต่ละราย ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นให้ใส่ Attribute ด้วยก็ได้ เช่นงานของ Domencich and McFadden (1975) ดังที่ได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 3	Attributes จะซ้ำกันทุก observation ทำให้ไม่ significance แต่เพิ่มภาระในการคำนวณ ทำให้ต้องหา observation มากขึ้นโดยเปล่าประโยชน์ อีกอย่างหนึ่งเราก็รู้อยู่แล้วว่าสองทางเลือกนั้นต่างกันอย่างไร โดยมากเราอยากรู้ว่าใครที่เลือกทางซ้ายหรือขวามากกว่า ดังนั้นจุดสนใจของแบบจำลองนี้จะอยู่ที่ลักษณะของคน ยกเว้นว่า Attributes จะต่างกันไปตามผู้เลือกแต่ละราย เช่น ระยะทางจากจังหวัดของนักท่องเที่ยวมายังหมู่บ้านแม่กำปอง หรือเวลาที่ใช้ในการเดินทาง แบบนี้มันจะต่างกันระหว่างนักท่องเที่ยวได้ ตัวแปร Attribute ที่แปรผันตามผู้เลือกแบบนี้เท่านั้นที่ใส่ไปพร้อม Characteristics ได้

แบบที่	สถานการณ์	สิ่งที่ควรใส่เข้าไป	เหตุผล
2	คนหนึ่งคนเลือกครั้งเดียว แต่เลือกได้หลายข้อ (แบบสอบถามมีรายการสินค้ามาให้เลือกมากมาย ผู้ตอบแต่ละคนเลือกสินค้าที่ตนเองชอบกี่อย่างก็ได้)	Attributes เท่านั้น	บางทีรายการสินค้าที่ให้เลือกมีมากถึงร้อยชนิด แบบนี้ถ้าใส่ Characteristics เข้าไปด้วยจะทำให้ซ้ำกันหลายครั้ง ผลคือจะไม significance และเป็นการเพิ่มภาระในการคำนวณซึ่งก็ต้องหา observation มาเพิ่มโดยเปล่าประโยชน์เช่นกัน แบบจำลองอย่างนี้มุ่งความสนใจไปที่องค์ประกอบของสินค้ามากกว่า
3	คนหนึ่งคนเลือกครั้งละหนึ่งข้อแต่เลือกหลายครั้ง (แบบสอบถามมีทางเลือกให้ครั้งละ 2 ทางเลือก แต่มีให้เลือกหลายชุด แบบสอบถามแบบนี้ต้องวิเคราะห์ด้วยการใช้ค่าผลต่าง ยกเว้นว่าจะหาค่าผลต่างไม่ได้ ให้กลับไปใช้แบบค่าระดับตามปกติ)	ใส่ได้ทั้ง Characteristics และ Attributes แต่มีเงื่อนไขว่าจะต้องวิเคราะห์ผลร่วม (interaction) ระหว่าง Characteristics และ Attributes ด้วย มิเช่นนั้นให้ใส่เฉพาะ Attributes	การวิเคราะห์แบบนี้ต้องใช้ค่าผลต่าง ทำให้เมื่อใส่ Characteristics เข้าไปแล้วจะเกิดการหักลบกัน ทำให้ไม่เหลือพจน์ที่เป็น Characteristics อีกต่อไป นอกเสียจากจะทำให้เป็นพจน์ผลร่วม (interaction) ระหว่าง Characteristics และ Attributes ซึ่งจะคงค่าอยู่ได้ในรูปผลต่าง และทำให้เกิดความแตกต่างใน Marginal effect และ Marginal rate of substitution ข้อควรระวังคือ ตัวแปรต้องหาผลต่างได้ หากไม่ได้ก็ต้องใช้แบบค่าระดับ
4	คนหนึ่งคนเลือกครั้งละหลายข้อและต้องเลือกหลายครั้ง	ปกติในวงการไม่ทำกัน	การเลือกหลายครั้งเหมือนกับที่กล่าวไว้ในแบบที่ 3 แต่เมื่อต้องเลือกหลายข้อก็ไม่รู้ว่าจะหาผลต่างอย่างไร ดังนั้นจึงไม่ทำกัน

ในส่วนนี้จะขยายความแบบจำลองแบบที่ 3 ที่ใช้รูปแบบค่าผลต่าง ซึ่งการใส่ Characteristics เข้ามาในรูปผลต่างไม่ได้ทำให้อะไรเปลี่ยนแปลง แต่หากใส่เข้ามาในรูปของผลร่วม (interaction) แล้วจะมีผลทันที ดังนี้

$$U_1 = \alpha + \beta_1 x_{1,1} + \beta_2 x_{2,1} + \phi_1\left(x_{1,1}x_{2,1}\right) + \theta z + \lambda_1(x_{1,1}z) + \lambda_2\left(x_{2,1}z\right) + \gamma \qquad \text{.......(4.20)}$$

$$U_1 = \alpha + \beta_1 x_{1,2} + \beta_2 x_{2,2} + \phi_1\left(x_{1,2}x_{2,2}\right) + \theta z + \lambda_1(x_{1,2}z) + \lambda_2\left(x_{2,2}z\right) + \gamma \qquad \text{.......(4.21)}$$

จากสมการที่ (4.20) และ (4.21) มีสามพจน์ที่เพิ่มเข้ามา คือ

$z =$ คุณลักษณะของผู้เลือก (Characteristics)
$x_1 z =$ ผลร่วม (interaction) ระหว่าง Attribute ที่ 1 กับ Characteristics
$x_2 z =$ ผลร่วม (interaction) ระหว่าง Attribute ที่ 2 กับ Characteristics

$$U_2 - U_1 = \beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1 \Delta\left(x_1 x_2\right) + \lambda_1 \Delta\left(x_1 z\right) + \lambda_2 \Delta\left(x_2 z\right) \qquad \text{.......(4.22)}$$

จากสมการที่ (4.22) จะเห็นว่า Characteristics ที่ใส่เข้ามาเฉย ๆ คือ θz ลบกับตัวมันเองแล้วหายไป แต่พจน์ที่เป็นผลร่วมทั้งของ $x_1 z$ และ $x_2 z$ ยังอยู่ต่อไปได้

มาถึงตรงนี้ก็คงไม่ยากแล้วที่จะคำนวณ Marginal Utility และ Marginal rate of substitution เพราะเพียงแต่คิดว่า z ที่เพิ่มเข้ามานั้นเหมือนเป็น x อีกตัวหนึ่ง ผลลัพธ์ก็จะได้ดังนี้

(1) ค่า log odds เพื่อนำไปประมาณค่าพารามิเตอร์ ดังนี้

$$\ln\left(\frac{\Pr(y=1)}{\Pr(y=0)}\right) = \beta_1 \Delta x_1 + \beta_2 \Delta x_2 + \phi_1\left(\Delta x_1 x_2\right) + \lambda_1 \Delta\left(x_1 z\right) + \lambda_2 \Delta\left(x_2 z\right)$$

(2) โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ เช่น โอกาสที่นักท่องเที่ยวจะเลือกไปเที่ยว คำนวณได้ดังนี้

$$\Pr(y=1)=\frac{1}{1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1(\Delta x_1 x_2)+\lambda_1\Delta(x_1 z)+\lambda_2\Delta(x_2 z)\}}}$$

(3) Marginal effect

การคำนวณให้ระวังพจน์สุดท้าย เพราะแตกออกมาเป็น Δx ได้อีก ดังนี้

$$\Delta(x_1 z)=x_{1,2}z-x_{1,1}z=(\Delta x_1)z$$

สรุปแล้ว Marginal effect ของ $\Delta x_1=\dfrac{(\beta_1+\phi_1 x_{2,2}+\lambda_1 z)e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}}{\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}\right)^2}$

…….(4.23)

Marginal effect ของ $\Delta x_2=\dfrac{(\beta_1+\phi_2 x_{1,1}+\lambda_2 z)e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}}{\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}\right)^2}$

…….(4.24)

Marginal effect ของ $\Delta(x_1x_2)=\dfrac{(\phi)e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}}{\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}\right)^2}$

…….(4.25)

Marginal effect ของ $\Delta(x_1 z) = \dfrac{(\lambda_1)e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}}{\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}\right)^2}$

…….(4.26)

Marginal effect ของ $\Delta(x_2 z) = \dfrac{(\lambda_2)e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}}{\left(1+e^{-\{\beta_1\Delta x_1+\beta_2\Delta x_2+\phi_1\Delta(x_1x_2)+\lambda_1\Delta(x_1z)+\lambda_2\Delta(x_2z)\}}\right)^2}$

…….(4.27)

Marginal effect ของ $\Delta(z) =$ ไม่มี เพราะ $\Delta(z) = 0$

(4) Marginal utility

จากสมการ Utility

$U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1(x_1 x_2) + \theta z + \lambda_1(x_1 z) + \lambda_2(x_2 z) + \gamma$ …….(4.20)

สามารถคำนวณได้ว่า

$MU_1 = \beta_1 + \phi_1 x_2 + \lambda_1 z$

$MU_2 = \beta_2 + \phi_2 x_1 + \lambda_2 z$ เมื่อ $\phi_1 = \phi_2$

(5) Marginal rate of substitution

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\beta_1 + \phi_1 x_2 + \lambda_1 z}{\beta_2 + \phi_2 x_1 + \lambda_2 z}$$

4.2 การทดแทนกันโดยให้ความพอใจมากกว่าเดิม

ประโยชน์ของการคำนวณ MRS ที่สามารถนำไปใช้ได้อีกอย่างหนึ่งคือการคำนวณราคาที่เหมาะสมเมื่อเราเพิ่ม Attribute อะไรบางอย่างเข้าไป ลองดูในสมการนี้

ให้ $x_1 =$ เวลาในการเดินป่า

$P =$ ราคาของการเดินป่า

แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีหน้าตาง่าย ๆ ดังนี้

$$U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 P + \gamma$$

แน่นอนว่า

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_P} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

ถ้าเวลาเดินป่าเพิ่มขึ้น Δx_1 นาที แล้วควรจะเก็บเงินเพิ่มขึ้นเท่าไร

คำตอบคือ เมื่อ $MRS = \frac{\Delta P}{\Delta x_1} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$ แล้ว $\Delta P = \frac{\beta_1}{\beta_2} * \Delta x_1$ บาท

ราคาที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า Price equivalent แปลว่าเงินที่นักท่องเที่ยวจ่ายเพิ่มไปกับคุณภาพสินค้าที่ดีขึ้นนั้นคุ้มกันพอดี คือ ไม่ทำให้ได้ความพอใจเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพราะอยู่บนเส้น Indifference curve คือ ความพอใจคงที่

หากราคาที่เป็นจริงน้อยกว่าราคาที่คำนวณได้ย่อมหมายความว่าผู้บริโภคได้ Consumer's surplus มาก นั่นคือการทดแทนที่ทำให้นักท่องเที่ยวได้รับความพอใจเพิ่มขึ้น กลยุทธ์การตั้งราคาขึ้นอยู่กับผู้บริหารว่าต้องการจะทำอะไรระหว่างเก็บเงินให้ได้มากที่สุดซึ่งเป็นประโยชน์เฉพาะหน้า หรือให้ความพอใจแก่นักท่องเที่ยวมากที่สุด เพื่อให้นักท่องเที่ยวกลับไปบอกต่อ แล้วจะได้มีนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่เข้ามาอีกเรื่อย ๆ ซึ่งหากเป็นกรณีแรกก็คงต้องเก็บค่าใช้จ่ายให้เต็มกับที่คำนวณได้ แต่หากเป็นกรณีหลังก็คงจะเก็บเพิ่มบ้างแต่ไม่ต้องถึงกับเต็มจำนวน ดังนี้

กลยุทธ์ราคาแบบที่ 1: กระตุ้นรายได้เฉพาะหน้า คิดถึงประโยชน์ระยะสั้น (อาจเพราะจำเป็น)

$$\Delta P^* = \Delta P$$

กลยุทธ์ราคาแบบที่ 2: เพิ่มมูลค่าให้นักท่องเที่ยว คิดถึงประโยชน์ในระยะยาว

$$0 \le \Delta P^* < \Delta P$$

เมื่อ $\Delta P^* =$ ราคาที่เก็บเพิ่มจริง ๆ

$\Delta P =$ ราคาที่คำนวณออกมา

ในการคำนวณหา Price equivalent นี้มีข้อสังเกตอยู่ว่า หากใช้แบบจำลองที่ต่างกันจะได้ค่าต่างกัน ซึ่งสรุปจากเนื้อหาที่ผ่านมาได้ดังนี้

แบบที่ 1:

สมการตั้งต้น $U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 P + \gamma$

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_P} = \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

แบบที่ 2: $U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1 (x_1 x_2) + \gamma$

สมการตั้งต้น

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\beta_1 + \phi_1 x_2}{\beta_2 + \phi_2 x_1}$$

แบบที่ 3

สมการตั้งต้น $U = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \phi_1 (x_1 x_2) + \theta z + \lambda_1 (x_1 z) + \lambda_2 (x_2 z) + \gamma$

$$MRS = \frac{MU_1}{MU_2} = \frac{\beta_1 + \phi_1 x_2 + \lambda_1 z}{\beta_2 + \phi_2 x_1 + \lambda_2 z}$$

สังเกตว่าแบบที่ 1 นั้น ค่า MRS ออกมาเป็นค่าคงที่แน่นอน ส่วนแบบที่ 2 นั้น หากตัวแปรมีค่าเป็น Dummy variable ทั้งหมดซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 หรือ 0 ก็ย่อมที่จะให้ค่าคงที่อีกเช่นกัน ในขณะที่สมการแบบที่สาม โดยปกติแล้วเราจะใส่ Characteristics ของผู้เลือกเข้าไปมากกว่าหนึ่งคุณลักษณะ ทำให้โอกาสที่ค่า z จะมีค่าเท่ากับศูนย์ทั้งหมดนั้นมีน้อยมาก เช่น อายุ ซึ่งไม่เท่ากับศูนย์แน่นอน ดังนั้นสมการแบบที่สามจึงจะให้ค่า MRS ที่ไม่คงที่

ค่า MRS ที่คงที่และไม่คงที่นั้นต่างกันอย่างไร MRS ที่ให้ค่าคงที่หมายความว่าเส้น Indifference curve เป็นเส้นตรง นั่นคือคุณลักษณะทั้งสองประการทดแทนกันได้โดยสมบูรณ์ หรือ Perfect substitution ในขณะที่ค่า MRS ที่ไม่คงที่นั้นหมายถึงคุณลักษณะทั้งสองประการทดแทนกันได้ไม่สมบูรณ์ หรือ Imperfect substitution ซึ่งโดยปกติแล้วคุณลักษณะสองอย่างไม่สามารถทดแทนกันได้โดยสมบูรณ์ ทำให้สมการแบบที่ 3 ให้ค่า MRS ที่เข้ากับหลักเศรษฐศาสตร์ข้อนี้ได้มากกว่าสมการแบบอื่น แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการตั้งสมการแบบที่ 1 และ 2 ก็ไม่ได้ผิด ตราบใดที่หลักเศรษฐศาสตร์เรื่องความสมบูรณ์ของการทดแทนกันของคุณลักษณะทั้งสองประการไม่ได้เป็นประเด็นใหญ่ในการอภิปรายประเด็นปัญหา แต่หากเกิดเป็นประเด็นขึ้นมาก็ควรเลือกใช้แบบจำลองแบบที่ 3 แทนเพื่อขจัดปัญหาดังกล่าว

ขอความกรุณาท่านผู้อ่านที่อ้างอิงเนื้อหาจากเอกสารฉบับนี้ ช่วยเขียนในบรรณานุกรมของท่านดังนี้ ขอบคุณมากครับ

คมสัน สุริยะ. 2552. **แบบจำลองโลจิต: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในการวิจัยทางเศรษฐศาสตร์**. เชียงใหม่: ศูนย์การวิเคราะห์เชิงปริมาณ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. [online] http://www.tourismlogistics.com

ผู้เขียนน้อมรับคำแนะนำและคำวิจารณ์ รวมทั้งการแจ้งข้อผิดพลาดอันเกิดจากการพิมพ์
กรุณาส่งข้อคิดเห็นของท่านมายัง suriyakomsan@yahoo.co.th จักขอบคุณยิ่ง