บทที่ 2

กรอบแนวคิดทางทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

1) ทฤษฎีพฤติกรรมผู้บริโภค

เริ่มจากการที่ผู้บริโภคแต่ละรายประสงค์จะสร้างอรรถประโยชน์สูงสุดจากการจับจ่ายใช้สอยสินค้าจำนวน n ชนิด ภายใต้งบประมาณที่มีอยู่ นั่นคือ

$$MaxU = f\left(q_1, q_2, ..., q_n\right) \tag{2.1}$$

s.t.

$$I - \sum_i p_i q_i = 0 \tag{2.2}$$

ด้วยเงื่อนไขขั้นแรกของการหาอรรถประโยชน์สูงสุด สามารถนำมาสู่เส้นอุปสงค์ของผู้บริโภคแต่ละรายสำหรับสินค้าแต่ละชนิด คือ

$$\begin{aligned} q_1 &= q_1\left(p_1, p_2, ..., p_n, I\right) \\ q_2 &= q_2\left(p_1, p_2, ..., p_n, I\right) \\ q_3 &= q_3\left(p_1, p_2, ..., p_n, I\right) \end{aligned} \tag{2.3}$$

ทั้งนี้โดยมีเงื่อนไขขั้นที่สองเพื่อยืนยันการบรรลุอรรถประโยชน์สูงสุด (Hendreson and Quandt, 1980 : 33, Intrilligator et al., 1998 : 243-248)

เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ $\left(p_j, I\right)$ คงที่เราสามารถเขียนสมการอุปสงค์สำหรับสินค้าชนิดที่ 1 ได้ดังนี้

$$q_1 = D_1\left(p_1\right) = q_1\left(p_1, \overline{p}_2, ..., \overline{p}_n, I\right) \tag{2.4}$$

และสำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการบริโภคเมื่อรายได้เปลี่ยนแปลงเมื่อกำหนดให้ราคาคงที่จะได้เส้น Engel curves คือ

$$\begin{aligned} \overline{p}_1 q_1 &= E_1(I) = \overline{p}_1 q_1\left(p_1, \overline{p}_2, ..., \overline{p}_n, I\right) \\ \overline{p}_n q_n &= E_n(I) = \overline{p}_n q_n\left(p_1, \overline{p}_2, ..., \overline{p}_n, I\right) \end{aligned} \tag{2.5}$$

ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของสินค้า i (Own-Price Elasticty)

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial q_i}{\partial p_i} * \frac{p_i}{q_i} = \frac{\partial \ln q_i}{\partial \ln p_i} \tag{2.6}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความยืดหยุ่นไขว้ของอุปสงค์ต่อราคา (Cross-Price Elasticity)

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial q_i}{\partial p_j} * \frac{p_j}{q_i} = \frac{\partial \ln q_i}{\partial \ln p_j} \tag{2.7}$$

ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้

$$\eta_i \frac{\partial q_i}{\partial I} * \frac{I}{q_i} = \frac{\partial \ln q_i}{\partial \ln I} \tag{2.8}$$

ในการนำทฤษฎีพฤติกรรมผู้บริโภคไปใช้ในการประมาณค่านั้นมีเงื่อนไขต่างๆ จำนวนมากที่ต้องนำมาร่วมพิจารณาเพื่อให้แน่ใจว่าสมการอุปสงค์ที่ได้มาเป็นเส้นอุปสงค์ที่ถูกต้อง (Intrilligator et al.1998:244-254) ได้เรียบเรียงเงื่อนไขต่างๆ ไว้เป็นอย่างดี ดังนี้

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ระบุว่า สมการที่ (2.5) จะต้องตรงตามเงื่อนไขงบประมาณรวม และเพื่อความสะดวก สมมติให้มีสินค้าเพียง 2 ชนิด

$$p_1 q_1(p_1, p_2, I) + p_2 q_2(p_1, p_2, I) = I \tag{2.9}$$

และเมื่อหารตลอดด้วยงบประมาณ (I) จะได้ผลรวมของสัดส่วนค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1

$$\frac{p_1 q_1(p_1, p_2, I)}{I} + \frac{p_2 q_2(p_1, p_2, I)}{I} = 1 \quad \text{หรือ} \quad s_1 + s_2 \tag{2.10}$$

เนื่องจากอุปสงค์มีลักษณะ Homogeneous Of Degree Zero In Price And Income นั่นคือเมื่อราคาและรายได้เปลี่ยนแปลงด้วยสัดส่วนเดียวกันแล้วปริมาณการบริโภคและสัดส่วนค่าใช้จ่ายของสินค้าแต่ละชนิดยังคงเดิม นั่นคือ เมื่อ α คือค่าใดๆ

$$\begin{aligned} q_1(\alpha p_1, \alpha p_2, \alpha I) &= q_1(p_1, p_2, I) \\ q_2(\alpha p_1, \alpha p_2, \alpha I) &= q_2(p_1, p_2, I) \end{aligned} \tag{2.11}$$

และจากทฤษฎีของ Euler's theorm ของสมการ Homogeneous นี้เขียนได้ว่า

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_1}{\partial p_1} p_1 + \frac{\partial q_1}{\partial p_2} p_2 \frac{\partial q_1}{\partial I} I = 0 \\ \frac{\partial q_2}{\partial p_1} p_1 + \frac{\partial q_2}{\partial p_2} p_2 \frac{\partial q_2}{\partial I} I = 0 \end{aligned} \tag{2.12}$$

ซึ่งเงื่อนไขเอกพันธ์ (Homogeneity) ที่ทำให้มั่นใจได้ว่าสมการที่ (2.4) เป็นสมการอุปสงค์จากสมการ (2.12) สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของความยืดหยุ่นได้คือ ในแถวแรกและแถวที่สองหารด้วย q_1 และ q_2 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_{12} + \eta_1 = 0$$
$$\varepsilon_{21} + \varepsilon_2 + \eta_2 = 0 \qquad (2.13)$$

หมายความว่าผลรวมของค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์หักลบกันเท่ากับศูนย์

เงื่อนไขชุดสำคัญอีกชุดหนึ่งคือ Slutsky Conditions ซึ่งพิจารณาจากผลการเปลี่ยนแปลงของรายได้และราคา ประกอบด้วย

1. เงื่อนไขความเป็นลบ (Negativity Conditions)

$$\frac{\partial q_1}{\partial p_1} + \frac{\partial q_1}{\partial I} q_1 \le 0$$
$$\frac{\partial q_2}{\partial p_2} + \frac{\partial q_2}{\partial I} q_2 \le 0 \qquad (2.14)$$

และเมื่อใช้สัดส่วนค่าใช้จ่าย (s) ข้างต้นจะสามารถเขียนในรูปความยืดหยุ่นได้

$$\varepsilon_1 + s_1 \eta_1 \le 0$$
$$\varepsilon_2 + s_2 \eta_2 \le 0 \qquad (2.15)$$

2. เงื่อนไขสมมาตร (Symmetry Condition)

$$\frac{\partial q_1}{\partial p_2} + \frac{\partial q_1}{\partial I} q_2 = \frac{\partial q_2}{\partial p_1} + \frac{\partial q_2}{\partial I} q_1 \qquad (2.16)$$

และในรูปความยืดหยุ่น และสัดส่วนค่าใช้จ่ายจะได้

$$\frac{1}{s_2}\varepsilon_{12} + \eta_1 = \frac{1}{s_1}\varepsilon_{21} + \eta_2 \qquad (2.17)$$

เงื่อนไขชุดต่อไปเรียกว่าเงื่อนไขการรวม (Aggregation Conditions) ซึ่งได้จากการหาอนุพันธ์ของสมการงบประมาณ (สมการ 2.2)

3. เงื่อนไข Engel Aggregation

$$p_1 \frac{\partial q_1}{\partial I} + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial I} = 1 \qquad (2.18)$$

แสดงค่าผลรวมของค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มเท่ากับ 1 เมื่อรายได้เพิ่มขึ้นรายได้หรืองบประมาณนี้จะถูกนำไปใช้ซื้อสินค้า เงื่อนไขนี้จึงเรียกอีกอย่างว่าเงื่อนไขผลรวม (Adding Up Condition) และสามารถเขียนในรูปของความยืดหยุ่นได้คือ

$$s_1\eta_1 + s_2\eta_2 = 1 \qquad (2.19)$$

ความหมายคือ ผลรวมของความยืดหยุ่นอุปสงค์ต่อรายได้ถ่วงน้ำหนักด้วยสัดส่วนของค่าใช้จ่ายจะเท่ากับ 1 (Henderson and Quandt, 1980 : 24)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. เงื่อนไข Cournot Aggregation กล่าวว่า

$$p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_1} + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_1} + q_1 = 0 \quad (2.20.1)$$

$$p_1 \frac{\partial q_1}{\partial p_2} + p_2 \frac{\partial q_2}{\partial p_2} + q_2 = 0 \quad (2.20.2)$$

สมการ (2.20.1) หารด้วย q_1 และหาร (2.20.2) ด้วย q_2 จะได้

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 + \frac{s_2}{s_1}\varepsilon_{21} + 1 = 0 \\ \frac{s_1}{s_2}\varepsilon_{12} + \varepsilon_2 + 1 = 0 \end{aligned} \quad (2.21)$$

พึงสังเกตว่าเงื่อนไขเหล่านี้ไม่ได้เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นจึงสามารถหาเงื่อนไขหนึ่งจากอีกเงื่อนไขหนึ่งได้ การศึกษาอุปสงค์ของผู้บริโภครายบุคคลหรือของครัวเรือนในยุคใหม่มักใช้สมการอรรถประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Utility Function) หรือ U^* ซึ่งก็คือการใส่สมการอุปสงค์ สมการที่ (2.5) ลงในสมการอรรถประโยชน์นั่นเอง

$$U^* = U\left(q_1\left(p_1, p_2, I\right), q_2\left(p_1, p_2, I\right)\right) = U^*\left(p_1, p_2, I\right) \quad (2.22)$$

เมื่อ U^* คือ อรรถประโยชน์สูงสุดที่หาได้จากระดับราคา และรายได้ (p และ I) การหาค่าอรรถประโยชน์สูงสุดจากสมการอรรถประโยชน์ $U\left(q_1, q_2,\right)$ โดยพิจารณาจากปริมาณสำหรับราคาและรายได้ที่กำหนดให้ภายใต้เงื่อนไขงบประมาณที่มีอยู่จะได้ระดับอรรถประโยชน์เดียวกับ $U^*\left(p_1, p_2, I\right)$ เมื่อพิจารณาราคาและรายได้สำหรับปริมาณสินค้าที่กำหนดให้

สมการ (2.5) เรียกว่า Marshallian Demand Function (หรือ Uncompensated Demand) เมื่อใช้หลักของ Roy หรือ Roy’s identity สมการ (2.5) สามารถหาได้จาก Indirect Utility Function โดยการหาอนุพันธ์โดยพิจารณาราคา กับอนุพันธ์โดยพิจารณารายได้

$$q_i = -\frac{\partial U^* / \partial p_j}{\partial U^* / \partial I} = x_j\left(p_1, p_2, I\right) \quad (2.23)$$

เมื่อ $j = 1, 2$ ชนิดของสินค้า

อีกด้านหนึ่งของ Indirect Utility Function คือ สมการค่าใช้จ่าย (Expenditure หรือ Cost Function) ซึ่งหาได้จากการหาต้นทุนต่ำสุดสำหรับระดับอรรถประโยชน์ที่กำหนดให้

$$\begin{aligned} E^* &= E^*\left(p_1, p_2, U\right) \\ &= \min\left(p_1 q_1 + p_2 q_2\right) \end{aligned} \quad (2.24)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

s.t. $U\left(q_1, q_2\right) \geq U$

คำตอบที่ได้จากสมการ (24) คือ ค่า q_1 และ q_2 ซึ่งก็คือสมการอุปสงค์ของสินค้าที่ได้จากการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดเพื่อให้ได้ระดับอรรถประโยชน์ระดับหนึ่ง โดยการหาอนุพันธ์ตามวิธีการของ Shephard's lemma

$$q_j = \frac{\partial E^*}{\partial p_j} = q_j\left(p_1, p_2, U\right) \tag{2.25}$$

เรียกสมการอุปสงค์ (2.25) นี้ว่า Hicksian Demand Function โดยสรุปแล้วสมการอรรถประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Utility Function) และสมการค่าใช้จ่าย (Expenditure Function) เป็นด้านตรงข้ามของกันและกัน (Dual) และสรุปได้ คือ

$$U^*\left[p_1, p_2, E^*\left(p_1, p_2, U^*\right)\right] = U^* \tag{2.26}$$

และ

$$E^*\left[p_1, p_2, U^*\left(p_1, p_2, E^*\right)\right] = E^*$$

สมการทั้งหมดนี้ได้แก่ สมการอรรถประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม เงื่อนไขทางงบประมาณ สมการค่าใช้จ่าย และสมการอุปสงค์ทั้ง 2 ประเภท (Marshallian และ Hicksian) ตลอดจนคุณลักษณะของ

สมการเหล่านี้เป็นองค์ประกอบหลักของทฤษฎีผู้บริโภค (หรือ ครัวเรือน) และเป็นฐานและจุดเริ่มต้นของการสร้างแบบจำลองอุปสงค์ของผู้บริโภค (ครัวเรือน)

2) การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานเชิงประจักษ์

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ได้เสนอรูปแบบกว้างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เชิงประจักษ์ในแบบจำลองอุปสงค์ของตลาดนั้น ปริมาณ ถูกสมมุติให้ขึ้นอยู่กับราคาของสินค้าที่ศึกษา ราคาของสินค้าอื่นๆ รายได้ และอาจมีตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม ได้แก่ ประชากร เป็นต้น ทฤษฎีอุปสงค์ได้แนะนำถึงตัวแปรเหล่านี้และระบุว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและราคาของสินค้าจะเป็นไปในทางตรงข้าม ปริมาณและรายได้มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน แต่ทฤษฎีไม่ได้บอกลักษณะความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงของตัวแปรหรือขนาดของค่าสัมประสิทธิ์สำหรับสินค้าที่กำลังศึกษาอยู่นั้น ว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงหรือไม่ เพื่อให้เข้าใจความหมายและการใช้แบบจำลองเราจะเริ่มจากแบบจำลองง่ายๆ ของการกำหนดราคาในตลาดแข่งขัน โดยใช้สมการอุปสงค์และอุปทานที่เป็นเส้นตรง ในดุลยภาพนิ่งซึ่งราคาและปริมาณถูกกำหนดพร้อมๆ กันนั้น เราสามารถกำหนดสมการ 2 สมการคือสมการอุปสงค์ และอุปทาน และสมการที่สามเป็นสภาพดุลยภาพ คือ ปริมาณซื้อจะเท่ากับปริมาณขาย

สมการอุปสงค์ $$Q_t^D = a - bP_t \tag{2.27}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการอุปทาน $Q_t^S = c + dP_t$ (2.28)

ดุลยภาพ $Q_t^D = Q_t^S$ (2.29)

ระบบสมการ (2.27) - (2.29) เป็นแบบจำลองของระบบสมการที่เรียกว่า Simultaneous Equations ตัวแปรซึ่งกำหนดค่ากันเองพร้อมๆ กัน (Simultaneously Determined) คือ P เรียกว่าตัวแปร Endogenous Variable และตัวแปรที่กำหนดค่ามาจากนอกระบบเรียกว่า Exogenous Variable หรือ Predetermined

นักเศรษฐศาสตร์สามารถตั้งข้อสังเกตไว้ก่อนว่าปริมาณอุปทานจะถูกกำหนดด้วยราคาในอดีตหรือไม่ และทดสอบแบบจำลองด้วยข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ในกรณีเช่นนี้ราคาอดีตถูกใช้เป็นเครื่องมือของราคาคาดคะเน (Expected Price) ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งไม่มีโอกาสจะรู้ล่วงหน้าว่ารูปแบบราคาคาดคะเนจะเป็นอย่างไร และเราจะต้องเลือกรูปแบบที่เหมาะสมจากการทดลองวิเคราะห์หลายๆ รูปแบบ จะสังเกตได้ว่าความสนใจมุ่งไปอยู่ที่ด้านอุปทาน ทั้งนี้ก็เพราะการตอบสนองด้านอุปสงค์ต่อราคาจะเกิดในขณะเดียวกับราคานั่นเอง

3) การวิเคราะห์อุปสงค์โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลที่หาง่ายกว่าข้อมูลตัดขวาง การศึกษาอุปสงค์ส่วนใหญ่จึงมาจาก ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีอยู่ การใช้ข้อมูลอนุกรมเวลามีความยุ่งยากในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ต่างๆ และเรื่องของระยะเวลาหลายประการด้วยกัน สรุปประเด็นปัญหาที่สำคัญ คือ

1. ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอธิบาย เช่น เมื่ออยู่ในสภาวะเงินเฟ้อ ราคาสินค้าทุกชนิดต่างก็สูงขึ้นตามกันไปหมด ทำให้การแยกผลการทดแทนระหว่างสินค้าทำได้ยาก การวัดผลทางการทดแทนระหว่างสินค้าที่ศึกษากับสินค้าอื่นๆ ทุกตัวจึงเป็นไปไม่ได้ ทางเลี่ยงก็คือ ต้องเลือกเอาเฉพาะสินค้าทดแทนตัวสำคัญๆ ไว้ในสมการเท่าที่เป็นไปได้ หรืออาจต้องจัดกลุ่มของสินค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกันไว้เป็นกลุ่มๆ ซึ่งหากเป็นเช่นนี้แล้วค่าประมาณที่ได้จะเป็นผลการทดแทนของกลุ่มสินค้ามิใช่ผลการทดแทนของสินค้าเฉพาะตัวใดตัวหนึ่ง

ความสามารถในการทดแทนของสินค้า ขึ้นอยู่กับสภาพทางกายภาพ ชีวภาพและการใช้งานโดยเปรียบเทียบกับราคา สินค้าบางอย่างทดแทนกันไม่ได้ในคุณสมบัติบางประการแต่สามารถที่จะเป็นสินค้าทดแทนได้ในคุณสมบัติด้านอื่น ดังนั้นถ้าปริมาณอุปทานไม่เกินอุปสงค์ของคุณสมบัติด้านอื่นที่พิเศษนี้แล้วราคาจะสูงมาก แต่ถ้าอุปทานเพิ่มขึ้นราคาจะตกลงอย่างมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการวิเคราะห์ความยืดหยุ่นโดยไม่มีตัวแปรของสินค้าทดแทน (ราคาหรือปริมาณ) อยู่ในสมการ ค่าที่ประมาณได้จะมีอคติอย่างมาก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวแปรสินค้าทดแทนเหล่านี้ (Tomek and Robinson 1979 : 344)

2. ปัญหาความสัมพันธ์ไม่แท้จริงจากการถดถอย (Spurious Regression) เป็นปัญหาระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอธิบายเพื่อใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา อันเนื่องมาจากตัวแปรทางเศรษฐกิจที่มักมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน การที่ข้อมูลอนุกรมเวลามีลักษณะไม่นิ่ง (Non-Stationary) ทำให้ไม่สามารถสังเกตความสัมพันธ์แท้จริงระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรอธิบายได้ เศรษฐมิติยุคใหม่จึงนำเอาเทคนิคการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Cointegration และ Error Correction มาใช้เพื่อพิสูจน์ก่อนว่าตัวแปรตามมีความสัมพันธ์ในระยะยาว และการปรับตัวในระยะสั้นหรือไม่อย่างไร

3. ปัญหาเกี่ยวกับการล่าของตัวแปร (Lagged Variables) การศึกษาอุปสงค์ส่วนมากใช้ข้อมูลรายปี ราคาจึงค่อนข้างมีความยืดหยุ่นน้อยทั้งระดับขายปลีก และระดับฟาร์ม การศึกษาโดยใช้ข้อมูลรายวัน รายสัปดาห์และรายเดือน มีมากขึ้นในระยะหลัง (Tomek and Robinson, 1977) สำหรับข้อมูลช่วงสั้นนี้ เส้นอุปสงค์ที่ได้เป็นเส้นอุปสงค์ระยะสั้น จะพบว่าความยืดหยุ่นของราคาอาจมีค่ามากกว่าเมื่อใช้ข้อมูลรายปี และมีผู้แย้งว่าการใช้ข้อมูลรายปีไม่ได้ให้เส้นอุปสงค์ระยะยาวเสมอไป อย่างไรก็ตามนักเศรษฐศาสตร์เชื่อว่าผลกระทบของราคามิได้จบสิ้นลงในช่วงเวลาเดียว ดังนั้น นักเศรษฐศาสตร์ซึ่งรวมเอาการล่าในการปรับตัวของปริมาณเข้าไว้ในสมการเพื่อศึกษาอุปสงค์ระยะยาว เช่น งานของ Nerloveand Waugh (1961) ใช้แบบจำลองของ Working (1954) แบบจำลองของ Working มีรูปแบบดังนี้

$$Q_t = a + b_o P_t + \sum_{1} b_i P_{ti} + u_t \qquad (2.30)$$

$$b_i = b_1 + \lambda(i-1), i = 1 \ldots n \qquad (2.31)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ระยะสั้น คือ b_0 และสัมประสิทธิ์ระยะยาวเป็นผลรวมของ b ทั้งหมด สมการ (2.30) และ (2.31) เขียนใหม่ได้ว่า

$$Q_t = a + b_0 P_t + b_1 P_{t-1} + \lambda \sum_{i} (i-1) P_{t-i} + u_t \qquad (2.32)$$

แสดงว่าความผันแปรของ Q ในระยะ t นี้ นอกจากถูกกำหนดด้วยตัวแปร P ในระยะปัจจุบัน (t) แล้วยังได้รับอิทธิพลจากตัวแปรของ P ในระยะก่อนๆ ด้วยแต่น้ำหนักของผลกระทบในระยะที่ถอยห่างกลับไปยิ่งนานเท่าไรผลกระทบก็ยิ่งน้อยลง P_{t-1} เป็นค่าธรรมดา แต่ส่วนหลังของสมการสุดท้ายเป็นตัวแปร P ที่ถ่วงน้ำหนักแล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ดังนี้

สมพร อิศวิลานนท์ (2542)ได้วิเคราะห์อุปทานการผลิตอ้อยโดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการการตอบสนองของพื้นที่เพาะปลูกอ้อย โดยวิธี Seemingly Unrelated Technique ใช้ข้อมูลการปลูกพืช 21 ชนิดในระดับจังหวัด 26 จังหวัดในช่วงปี 2514-2539 เป็นข้อมูลแบบ Pooling Cross-Section-Time Series Data พบว่า ค่าความยืดหยุ่นของอุปทานอ้อยต่อราคาในระยะสั้นเท่ากับ 0.3883 ซึ่งมาจากการตอบสนองของพื้นที่เพาะปลูกต่อราคาและการตอบสนองของผลิตภาพการผลิตอ้อยต่อราคาซึ่งมีค่า 0.2266 และ 0.1617ตามลำดับ และมีค่าความยืดหยุ่นรวมในระยะยาว 0.5187 ซึ่งในระยะยาวเกิดจากการขยายตัวของพื้นที่เป็นส่วนสำคัญ ค่าความยืดหยุ่นของอุปทานอ้อยต่อราคาข้าวในระยะสั้นเท่ากับ -0.468 และระยะยาวเท่ากับ -0.7388 แสดงว่าราคาข้าวมีอิทธิพลต่ออุปทานอ้อย คือหากราคาข้าวต่ำกว่าในรูปราคาเปรียบเทียบจะทำให้เกษตรกรปรับตัวโดยเพิ่มพื้นที่ปลูกอ้อย

กัณชิง เทพหัสดิน ณ อยุธยา (2544) ศึกษาต้นทุนการผลิตเอทานอล เพื่อเป็นเชื้อเพลิงยานพาหนะในประเทศไทย ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ และพิจารณาระดับราคามันสำปะหลังที่ 1,000 บาท/ตัน และราคาอ้อยพิจารณาระดับราคาที่ 500 บาท/ตัน และกากน้ำตาล 1,250 บาท/ตัน โดยเป็นราคารวมค่าขนส่งจากไร่ถึงโรงงาน ค่าแรงขั้นต่ำใช้อัตรา 130 บาท/วัน การศึกษาได้วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเอทานอลของโรงงานที่มีกำลังการผลิตต่างกัน 4 ระดับคือขนาด 150,000 ลิตร/วัน ขนาด 300,000ลิตร/วัน ขนาด 500,000 ลิตร/วัน และ ขนาด 700,000 ลิตร/วัน โดยใช้วัตถุดิบต่างกันคือ มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล พบว่า โรงงานขนาด 500,000 ลิตร/วัน ที่ใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบมีต้นทุนต่ำที่สุด คือ 10.58 บาท/ลิตรและเมื่อหักมูลค่าของผลพลอยได้ที่ได้รับจากกระบวนการผลิตจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 8.80 บาท/ลิตร และโรงงานขนาด 500,000 ลิตร/วัน ที่ใช้อ้อยและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบมีต้นทุนต่ำที่สุดสำหรับการใช้อ้อยและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบคือ 11.35 บาท/ลิตรและเมื่อหักมูลค่าของผลพลอยได้ที่ได้รับจากกระบวนการผลิตจะทำให้ต้นทุนลดลงเหลือ 8.87 บาท/ลิตร

กิ่งกาญจน์ โพธิวัฒน์ (2544) ศึกษาผลกระทบของการผลิตเชื้อเพลิงเอทานอล ในด้านการผลิต การบริโภค และการค้าของมันสำปะหลัง ใช้ข้อมูลทุติยภูมิแบบอนุกรมเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2543 คำนวณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองชั้น การศึกษาพบว่าเมื่อมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล อุปทานของหัวมันสำปะหลัง ราคาของหัวมันสำปะหลัง ราคาขายส่งแป้งมันสำปะหลังในกรุงเทพฯ และราคาขายส่งมันสำปะหลังอัดเม็ดในกรุงเทพฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.2864 0.29726 0.05372 และ 0.30542 ตามลำดับ ส่วนอุปสงค์ของแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในประเทศ และอุปสงค์ของมันสำปะหลังอัดเม็ดเพื่อการส่งออกมีแนวโน้มลดลงโดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.00543 และ 0.14238 ตามลำดับ จะเห็นว่าการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลส่งผลให้ราคาและอุปสงค์เปลี่ยนแปลงไม่มาก จึงให้ข้อเสนอแนะว่า มันสำปะหลังเหมาะสมในการพิจารณาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตเอทานอล

ไพฑูรย์ ไกรพรศักดิ์ (2549) ศึกษาการบริโภคพลังงานของไทยในระยะยาว โดยใช้ Almost Ideal Demand System(AIDS) โดยแบ่งกลุ่มสินค้าเป็น สินค้าพลังงาน สินค้าที่เป็นอาหารและสินค้าอื่นนอกจากนี้ ส่วนแรกจะคำนวณโดยวิธี Static AIDS โดยวิธีSeemingly unrelated regression ซึ่งการคำนวณจะคำนวณโดยไม่มีข้อจำกัด Homogeneous และ symmetry ก่อน และตามด้วยแบบกำหนดให้มีข้อจำกัด Homogeneous และ Symmetry โดยใช้ผลปรากฏว่าเมื่อนำไปทดสอบว่าอุปสงค์มีลักษณะ Homogeneous Of Degree Zero In Price And Income หรือไม่โดยใช้ Wald Test พบว่าผลที่ได้ปฏิเสธสมมติฐานว่าง แต่ก็ยังเลือกใช้แบบกำหนดให้มีข้อจำกัด Homogeneous และ Symmetry ในการคำนวณหาค่าความยืดหยุ่น ค่าความยืดหยุ่นเฉลี่ยของพลังงานต่อราคาที่คำนวณได้คือ -0.1506 ความยืดหยุ่นเฉลี่ยของอุปสงค์ของสินค้าอาหารต่อราคาที่คำนวณได้ คือ -1.7162 และความยืดหยุ่นเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อรายได้ของสินค้ากลุ่มพลังงาน คือ 0.991787 ต่อมาส่วนที่สองจะคำนวณโดยวิธี Dynamic AIDS โดยใช้ Cointegration เนื่องจากการใช้ Static AIDS อาจพบปัญหาของ Serial Correlation เพราะข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลตามกาลเวลา(Time Series) ซึ่งอาจพบปัญหา Non-Stationary ได้ แต่กลับพบว่า ผลที่คำนวณได้จากวิธี Static AIDS ไม่มีปัญหา White Noise ขณะที่ วิธี Dynamic AIDS มีปัญหา White Noise ขณะที่ได้ค่าความยืดหยุ่นไม่ต่างกันมาก

จาตุรันต์ ทองไทยนันท์ (2550) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาเอทานอลที่ผลิตจากอ้อยโดยใช้สมการถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression) และการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534-2550 พบว่าปริมาณและราคาของกากน้ำตาลมีอิทธิพลต่อต้นทุนการผลิตเอทานอล ปริมาณกากน้ำตาลขึ้นอยู่กับปริมาณอ้อยที่เข้าหีบในแต่ละปี และปริมาณอ้อยจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการผลิตในรูปของผลผลิตต่อไร่ จากการศึกษาการส่งผ่านราคาพบว่า ราคากากน้ำตาลมีความเชื่อมโยงกับราคาอ้อยขั้นสุดท้าย มีความยืดหยุ่นการส่งผ่านราคาเท่ากับ 1.845 และราคาอ้อยขั้นสุดท้ายมีความเชื่อมโยงกับราคาน้ำตาลทราย ณ หน้าโรงงาน มีความยืดหยุ่นการส่งผ่านราคา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เท่ากับ 1.226 ดังนั้นราคาเอทานอลซึ่งผลิตมากจากกากน้ำตาลจะเชื่อมโยงกับ ราคาอ้อยและราคาน้ำตาลทราย ณ หน้าโรงงานค่อนข้างมาก แต่มีความเชื่อมโยงกับราคาน้ำตาลในตลาดต่างประเทศน้อยโดยมีค่าความยืดหยุ่นการส่งผ่านราคาเท่ากับ 0.271 เพราะประเทศไทยเป็นประเทศเล็กจึงไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อราคาในตลาดโลก และการส่งเสริมให้มีการผลิตเอทานอลจากอ้อยทำให้ราคากากน้ำตาลมีแนวโน้มสูงขึ้นเพราะปริมาณการผลิตอ้อยยังไม่เพียงพอกับความต้องการและปริมาณความต้องการการใช้กากน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อื่นก็ยังมีไม่เพียงพอ

Mark W. Rosegrant (2008) ได้ศึกษาผลกระทบจากนโยบายพืชพลังงานและราคาธัญพืช พบว่าราคาธัญพืชได้ไต่ระดับเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากความต้องการการผลิตพืชพลังงาน เช่น การขยายการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดทำให้อุปสงค์ข้าวโพดเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนจากการนำไปใช้เป็นอาหารไปผลิตพลังงาน ดังนั้นการเพิ่มราคาของข้าวโพดจะส่งผลต่อราคาพืชอื่นๆ ดังนี้ ในด้านอุปสงค์ราคาของข้าวโพดที่สูงขึ้นจะทำให้การบริโภคข้าวโพดเปลี่ยนเป็นอย่างอื่น ในด้านอุปทานการเพิ่มของราคาข้าวโพดจะทำให้ข้าวโพดทำกำไรมากขึ้นมีผลให้ชาวนาเปลี่ยนพื้นที่การเพาะปลูกจากพืชชนิดอื่นมาปลูกข้าวโพด ในการศึกษานี้ได้ใช้ International Food Policy Research Institute’s (IFPRI) Impact Model (International Model for Policy Analysis Of Agricultural Commodities and Trade) เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน (Partial Equilibrium Model) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุปทานและอุปสงค์ของสินค้าเกษตร และการค้าของ 115 ประเทศในโลกโดยใช้ปี 2007 เป็นปีฐาน การศึกษาแบ่งเป็นสามส่วน ส่วนแรก เปรียบเทียบระหว่างพืชพลังงานมีอัตราการเติบโตต่อเนื่องจากอัตราในปี 1990-2000 เทียบกับสถานการณ์ที่มีการเพิ่มอุปสงค์พลังงานชีวภาพเท่ากับการประมาณค่าในปี 2000-2007 ที่เกิดขึ้นจริงซึ่งผลการประมาณค่าราคาธัญพืชโดยมีการถ่วงน้ำหนักเพิ่มขึ้นร้อยละ30 พบว่าส่งผลกระทบต่อราคาข้าวโพดอย่างมากโดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 39 ราคาข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 21 และราคาข้าวสาลีเพิ่มขึ้นร้อยละ 22 ส่วนที่สอง ถ้าให้การผลิตพืชพลังงานมีอัตราคงที่ที่ระดับในปี 2007 สำหรับพืชทุกชนิดในทุกประเทศ ราคาข้าวโพดจะลดลงร้อยละ 6 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 14 ในปี 2015 ราคาพืชน้ำมันลดลงร้อยละ 2 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 6 ในปี 2015 ราคามันสำปะหลังลดลงร้อยละ 2 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 5 ในปี 2015 ราคาข้าวสาลีลดลงร้อยละ 2 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 4 ในปี 2015 ราคาน้ำตาล ลดลงร้อยละ 2 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 4 ในปี 2015 ส่วนที่สาม เป็นผลกระทบจากสมมติสถานการณ์ให้มีการเลิกผลิตพืชพลังงาน พบว่าราคาข้าวโพดจะลดลงร้อยละ 20 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 21 ในปี 2015 ราคาพืชน้ำมันลดลงร้อยละ 1 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 1 ในปี 2015 ราคามันสำปะหลังลดลงร้อยละ 14 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 19 ในปี 2015 ราคาข้าวสาลีลดลงร้อยละ 8 ในปี 2010 และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดลงร้อยละ 11 ในปี 2015 ราคาน้ำตาล ลดลงร้อยละ 11 ในปี 2010 และลดลงร้อยละ 12 ในปี 2015

วีระศักดิ์ คงฤทธิ์ และ สมพร อิศวิลานนท์ (2552) ได้ศึกษาการตอบสนองของอุปทานข้าวไทยต่อราคาพืชพลังงาน โดยสมการการตอบสนองของพื้นที่เพาะปลูก และสมการการตอบสนองของผลผลิต ประมาณค่าโดย Seemingly Unrelated Technique (SUR) ข้อมูลที่ใช้คือ ข้อมูลพืชรายจังหวัด 22 ชนิดแบบ Cross Section-Time Series Data ระหว่างปี 2532-2550 การศึกษาพบว่า ราคาข้าวมีผลในทางบวกต่อพื้นที่การปลูกข้าวและปริมาณข้าว ค่าความยืดหยุ่นของพื้นที่ปลูกข้าวต่อราคาข้าวในระยะสั้นเท่ากับ 0.173 ในระยะยาวเท่ากับ 0.235 ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อราคาข้าวในระยะสั้นเท่ากับ 0.259 ในระยะยาวเท่ากับ 0.319 และราคาพืชพลังงาน ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด มีผลทางลบต่อพื้นที่ปลูกข้าวและผลผลิตข้าวโดยค่าความยืดหยุ่นของพื้นที่ปลูกข้าวต่อราคาของพืชพลังงานระยะสั้นเท่ากับ -0.099 และในระยะยาวเท่ากับ-0.134 ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตข้าวต่อราคาพืชพลังงานในระยะสั้นเท่ากับ -0.097และ ในระยะยาวเท่ากับ -0.131 แสดงว่าราคาพืชพลังงานมีผลกระทบทางลบต่อการเปลี่ยนแปลงอุปทานผลผลิตข้าว โดยมีผลกระทบในระยะยาวมากกว่าในระยะสั้น

สัณฐิติ ทองช่วง และ ศรีสุดา ถุงสุวรรณ (2552) ศึกษาปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 ในประเทศไทยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยสมการการถดถอยเชิงซ้อน(Multiple Regression Analysis) ใช้ข้อมูลทุติยภูมิรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2551-2552 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 คือราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ E20 ราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ 95 (E10) ราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ 91 (E10) ราคาขายปลีกเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน 95 และราคาขายปลีกเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งมีค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 ต่อราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ E20 ร้อยละ -22.6435 ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20ต่อราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ 95 (E10)ร้อยละ 130.8730 ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 ต่อราคาขายปลีกเฉลี่ยของแก๊สโซฮอล์ 91 (E10) ร้อยละ -114.9124 ค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 ต่อราคาขายปลีกเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน 95ร้อยละ 9.2085 และค่าความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ E20 ต่อราคาขายปลีกเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน 91ร้อยละ 7.0456

Barney Foran และ David Crane (2009) ได้ศึกษาการส่งผ่านพลังงานชีวภาพต่อระบบเศรษฐกิจในประเทศออสเตรเลียโดยใช้ OzEcco Embodied Energy Model ในปี ค.ศ. 1980-2050

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดย Base Case สร้างมาจาก 5 ปีล่าสุดภายใต้ข้อสมมติต่างๆดังนี้ การเพิ่มของประชากรเป็น 25,000,000 คนในปี 2550 การส่งออกอาหารคงที่ที่ระดับปัจจุบัน การค้นพบก๊าซธรรมชาติและน้ำมันอยู่ที่ร้อยละ 50 ของค่าที่ประมาณไว้จาก Australian Geological Survey Organisation และการส่งออกก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินและ แร่ เติบโตตามการขยายตัวของตลาดโลก ชนิดของพลังงานและประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าขึ้นอยู่กับนโยบายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของรัฐบาล พื้นที่การเพาะปลูกมีการขยายตัวถึง 600,000,000 เอเคอร์ ในปี 2050 การศึกษาแบ่งเป็น 3 กรณี 2 กรณีแรกศึกษาเมทานอลรวมกับพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวลโดยมีข้อสมมติที่แยกออกมาจาก Base Case คือมีการผลิตเมทานอลถึงร้อยละ 90 ของความต้องการน้ำมันทั้งหมดในออสเตรเลียและวัตถุดิบทั้งหมดมาจากการเพาะปลูก พบว่าอัตราการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ต่ำกว่า Base Case ร้อยละ 0.5 ในปี ค.ศ. 2005-2020 เนื่องจากการลงทุนในด้านการผลิตเชื้อเพลิง เช่น โรงไฟฟ้า การขยายพื้นที่เพาะปลูก และเพิ่มมาอยู่ในระดับเดียวกันในปีถัดมาถึง 2050 ในกรณีนี้รายได้ต่อหัวของประชากรเพิ่มขึ้น และสามารถลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลได้ถึงร้อยละ 75 ในปี ค.ศ. 2550 กรณีศึกษาแก๊สโซฮอล์รวมกับพลังงานไฟฟ้าจากชีวมวล มีข้อสมมติคือมีปริมาณร้อยละ 40 ของความต้องการใช้น้ำมันในออสเตรเลีย และสัดส่วนวัตถุดิบคือร้อยละ 75 มาจากการเพาะปลูกและอีกร้อยละ 25 มาจากของเสียจากอุตสาหกรรมในเมือง พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) ต่ำกว่า Base Case ร้อยละ 0.5 ใน 25 ปีแรกหลังจาก ปี 2000 เนื่องจากการลงทุน และต่ำกว่า Base Case ร้อยละ 1.5 ใน 25 ปีหลัง ในกรณีนี้รายได้ต่อหัวของประชากรลดลงเล็กน้อยหลัง ค.ศ.2010 แต่สามารถลดการใช้พลังงานจากฟอสซิลได้ร้อยละ 50 ในปี ค.ศ. 2550

JunJie Wu (2010) ศึกษาการตอบสนองระหว่างราคาอาหาร ตลาดพลังงาน และนโยบายพลังงานชีวภาพ วิเคราะห์โดยแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป (General Equilibrium Analysis) การศึกษาพบว่า ถ้าความยืดหยุ่นของผลผลิตของธัญพืชที่ใช้ในการผลิตพลังงานต่อการผลิตอาหารมีค่าค่อนข้างมากการให้เงินอุดหนุนพลังงานชีวภาพจะทำให้ราคาของธัญพืชและอาหารเพิ่มขึ้นเพราะจะส่งเสริมให้นำธัญพืชไปผลิตพลังงานมากขึ้น ด้านอุปทานการให้เงินอุดหนุนพลังงานชีวภาพจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลทางตรงคือทำให้ราคาพลังงานชีวภาพลดลง แต่ขณะเดียวกันก็มีผลทางอ้อมคือทำให้ราคาธัญพืชสูงขึ้น ถ้าหากความยืดหยุ่นของอุปทานของธัญพืชมีค่าน้อยจนแทบไม่เปลี่ยนแปลงการให้เงินอุดหนุนพลังงานชีวภาพจะทำให้ราคาพลังงานชีวภาพมีค่าสูงขึ้นและสวัสดิการของผู้บริโภคโดยรวมลดลงเพราะผลจากราคาธัญพืชที่สูงขึ้นมากกว่าราคาพลังงานที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดลง ส่วนการให้เงินอุดหนุนพลังงานชีวภาพไม่ส่งผลต่อราคาน้ำมันดิบแต่ราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ราคาอาหารและธัญพืชเพิ่มขึ้นและสวัสดิการโดยรวมลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved