

Logistic Regression Discriminant and Cluster Analysis

Kanlaya Vanichbuncha: Ph.D.

Classification Technique

1. Cluster Analysis
2. Discriminant Analysis
3. Logistic Regression Analysis

Discriminant Analysis (DA) / Logistic Regression (LA)

- **DA/LA techniques are used to classify individuals into one of two or more alternative groups (or population) on the basis of a set of measurements.**

- The populations are known to be distinct, and each individual belongs to one of them.

- Number of groups must be defined before.

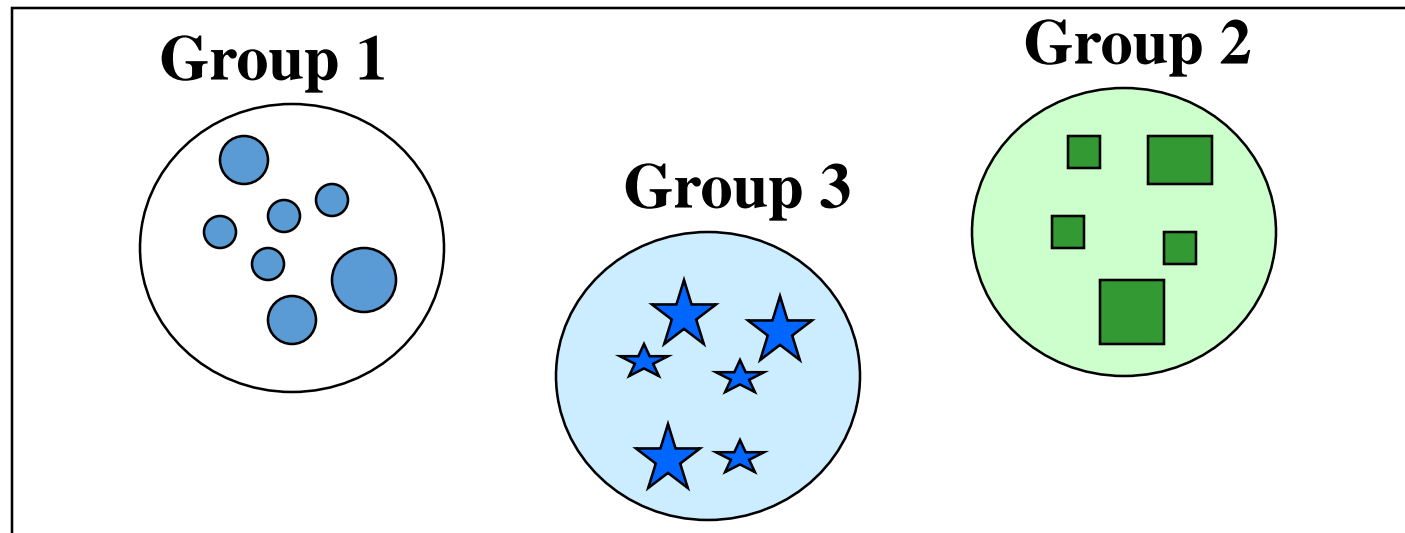
Objectives

1. Determine which variables count most in explaining intergroup differences.

2. Developing procedures for assigning new cases, firms, or individuals, whose profiles but not group identity are known, to one of the two groups.

Logistic Regression/Cluster Analysis/Discriminant Analysis

- Common Objective
- classify objects/cases into relatively homogeneous groups based on set of variables considers.



Cluster Analysis (CA)

- ❄ Cluster analysis is a technique used for classifying observations into groups or clusters.
- Each cluster or group is homogeneous or compact with respect to certain characteristics. That is observations in each group are similar to each other.
- Each group should be different from other groups with respect to the same characteristics; that is, observations of one group should be different from the observation of other groups.

Objective of Cluster Analysis

To group observations into clusters such that each cluster is as homogeneous as possible with respect to the clustering variables.

DA/LA vs. CA

DA / LA	CA
<p data-bbox="131 382 915 489">Conditions</p> <ul data-bbox="79 544 890 1179" style="list-style-type: none">- Know number of group before- Identify each case to a group- Find important factor for discriminate group- Predict new case to group- Reliability	<p data-bbox="1014 382 1818 489">- No Condition</p> <ul data-bbox="948 558 1889 1179" style="list-style-type: none">- Do not know No. of group before- Do not assign case to group before-No Relationship function- Cannot predict new case- Cannot check reliability

Multiple Linear Regression Analysis

Regression :

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

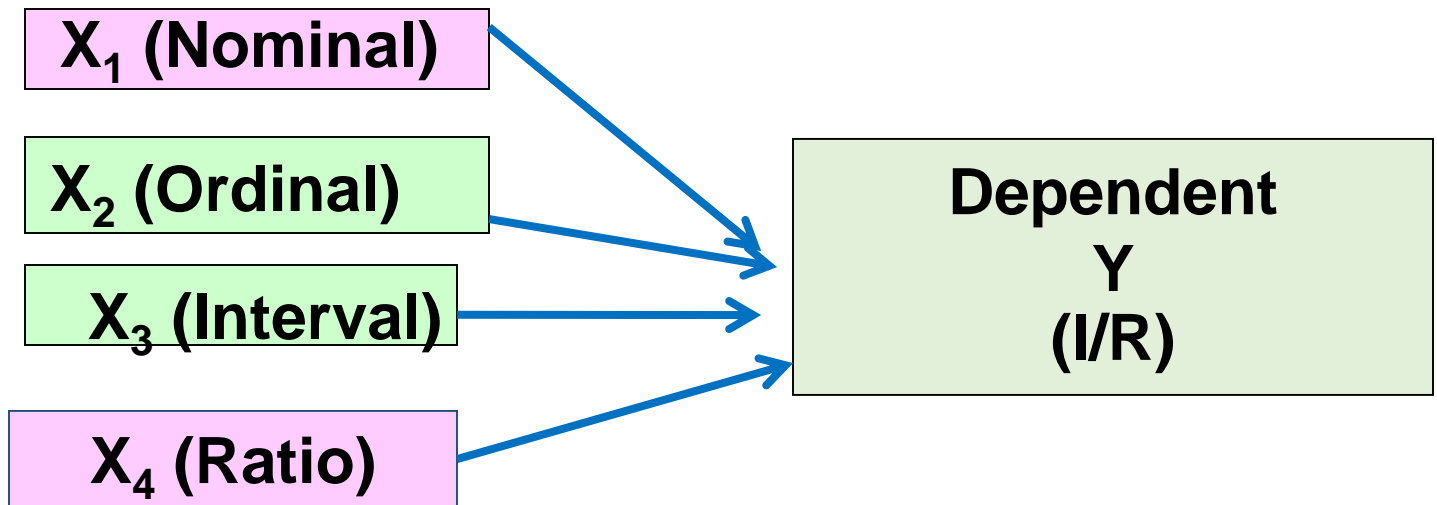
Dependent : Y : quantitative variable

Independent : X_1, X_2, \dots, X_p are quantitative and
categorical variable

Multiple Linear Regression

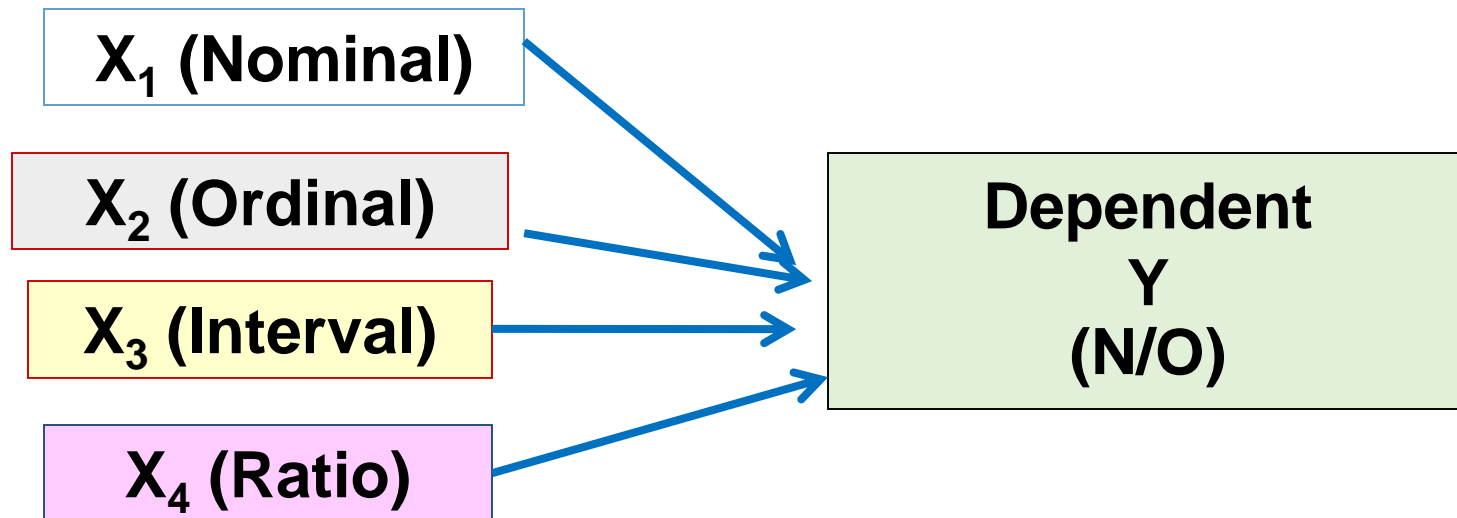
One dependent and at least 2 independent variables (k independent variables are potentially related to the dependent variable).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + e \quad p \geq 2$$



Logistic Regression

One dependent and at least 2 independent variables (k independent variables are potentially related to the dependent variable).



Logistic Regression

Dependent :

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{Heart Attack} \\ 0 & \text{No Heart Attack} \end{cases}$$

OR

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{No heart attack} \\ 2 & \\ \vdots & \\ k & \text{Very serious heart attack} \end{cases}$$

Logistic Regression

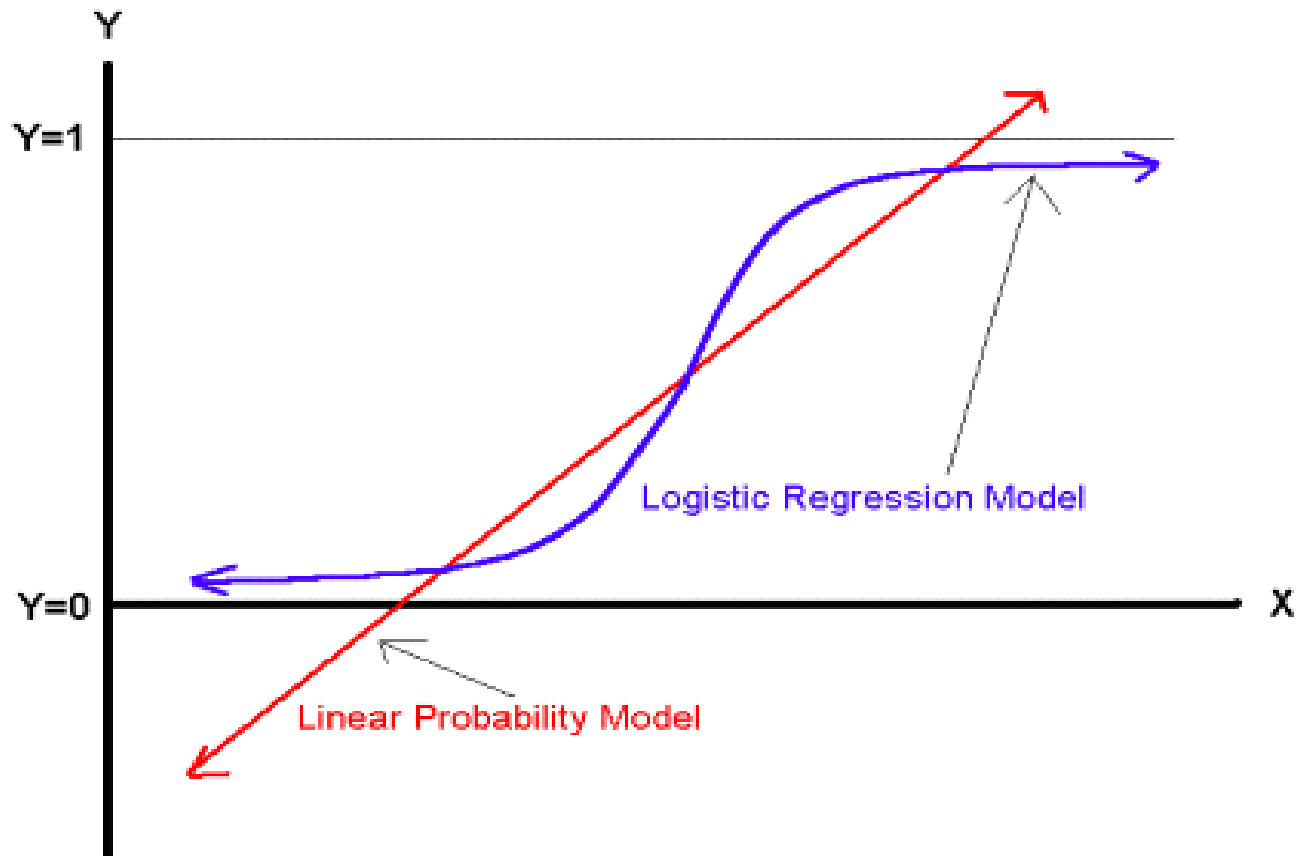
Dependent :

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{Bad customer} \\ 0 & \text{Good customer} \end{cases}$$

OR

$$Y = \begin{cases} 0 ; & \text{plan A} \\ 1 ; & \text{plan B} \\ 2 ; & \text{plan C} \end{cases}$$

Comparing the LP and Logit Models



Types of Logistic Regression

I. Binary Logistic Regression

- Dependent variable has only 2 values

$$Y = \begin{cases} 1 & \text{Interest} \\ 0 & \text{Not Interest} \end{cases}$$

Types of Logistic Regression

- **1.1 Simple Binary Logistics Regression**

Only one Independent Variable; Quantitative or Categorical variable (X)

- **1.2 Multiple Binary Logistic Regression**

- More than 1 independent variables $(X_1, X_2, \dots, X_p; p \geq 2)$
- All of independent variables are quantitative variables
- All of independent variables are categorical variables
- Independent variables can be quantitative and categorical variables

Types of Logistic Regression

II. Multinomial Logistic Regression

- Dependent variables has more than 2 values or has more than 2 groups

$$Y = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ k \end{cases} \quad Y = \begin{cases} 1 & \text{regular customer} \\ 2 & \text{plam customer} \\ 3 & \text{Exclusive customer} \end{cases}$$

$k \geq 3$

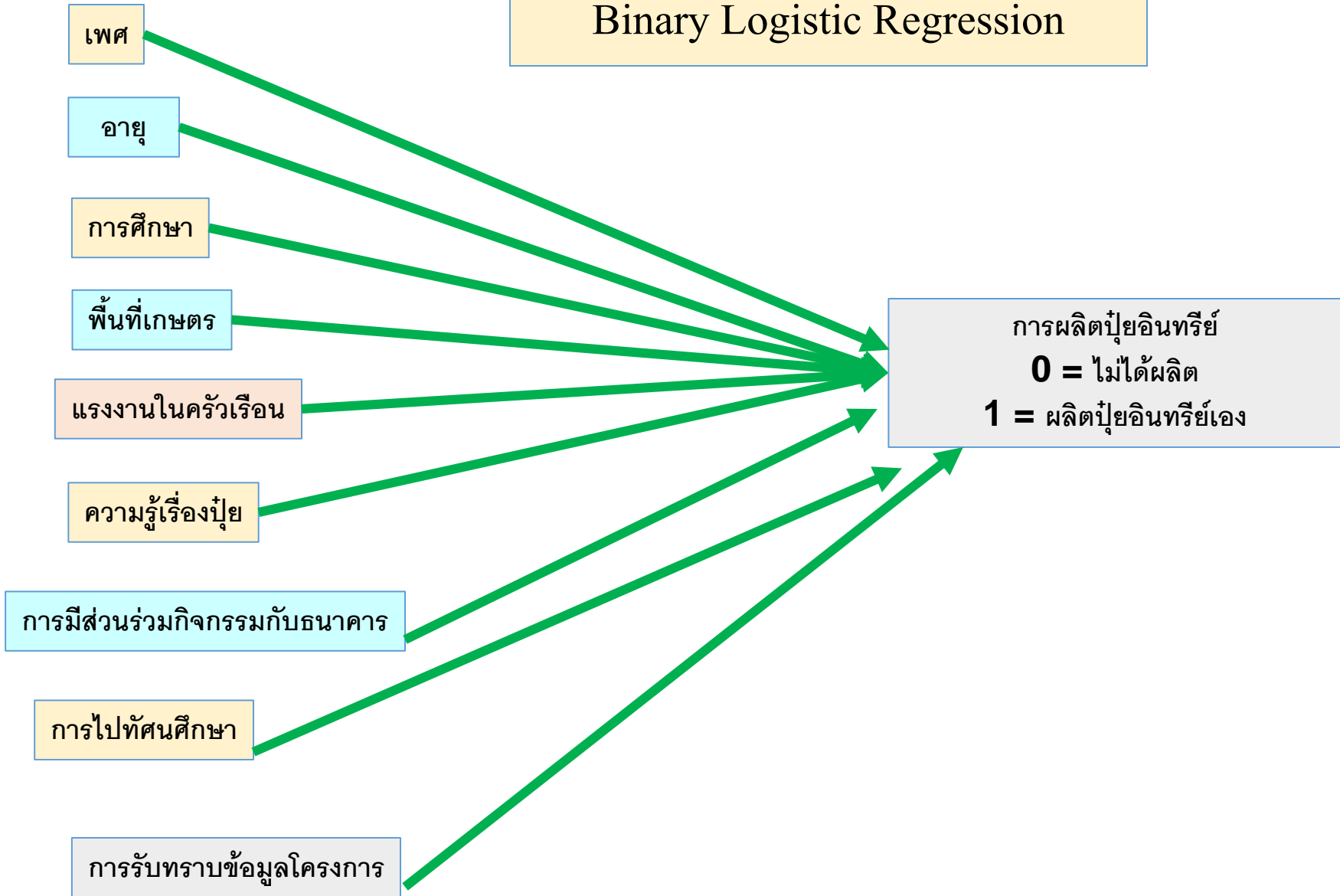
Dependent variable : nominal

Binary Logistic Regression

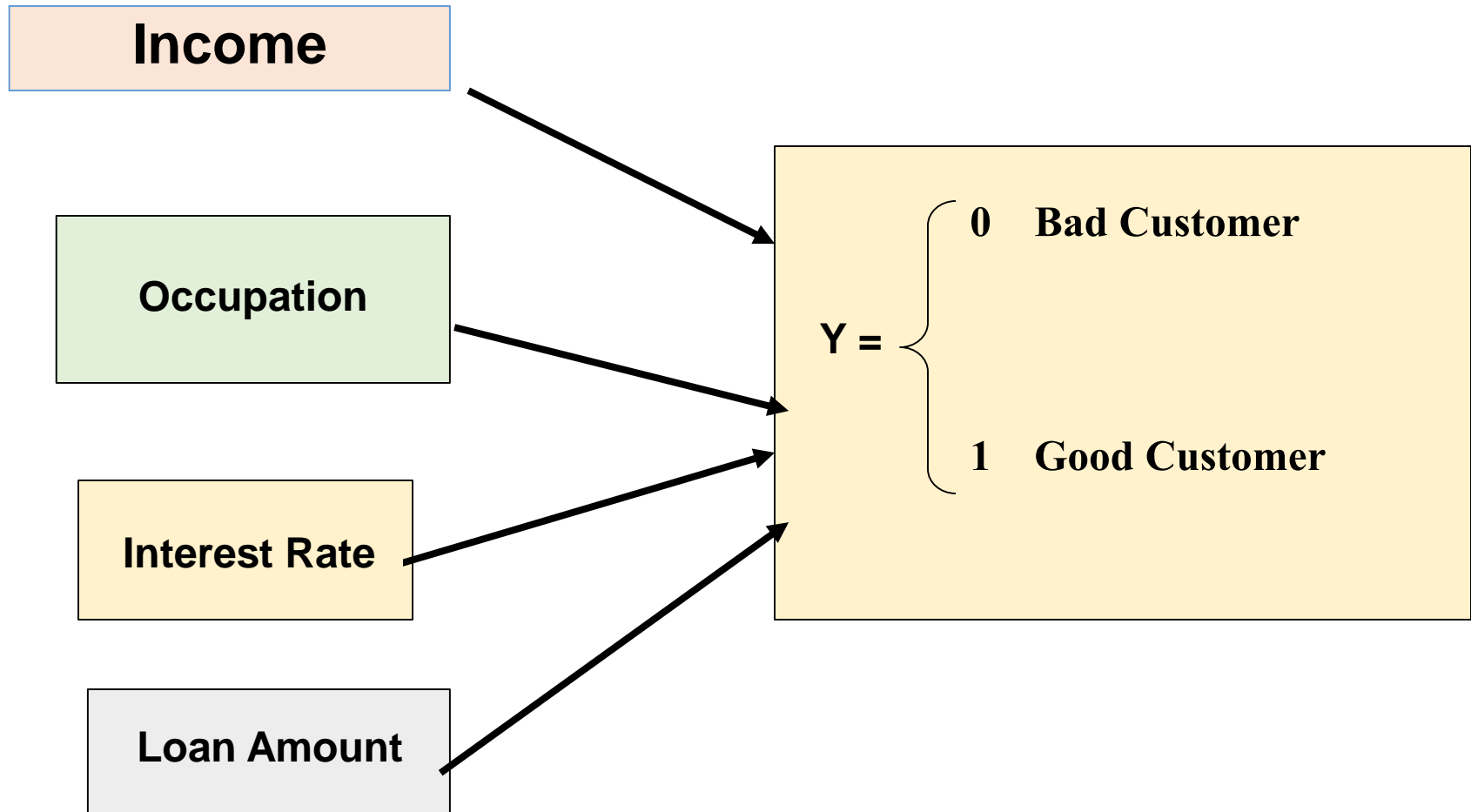
Objective of Binary Logistic Regression

To estimate probability that an interested event is happen or estimate $P(Y=1)$

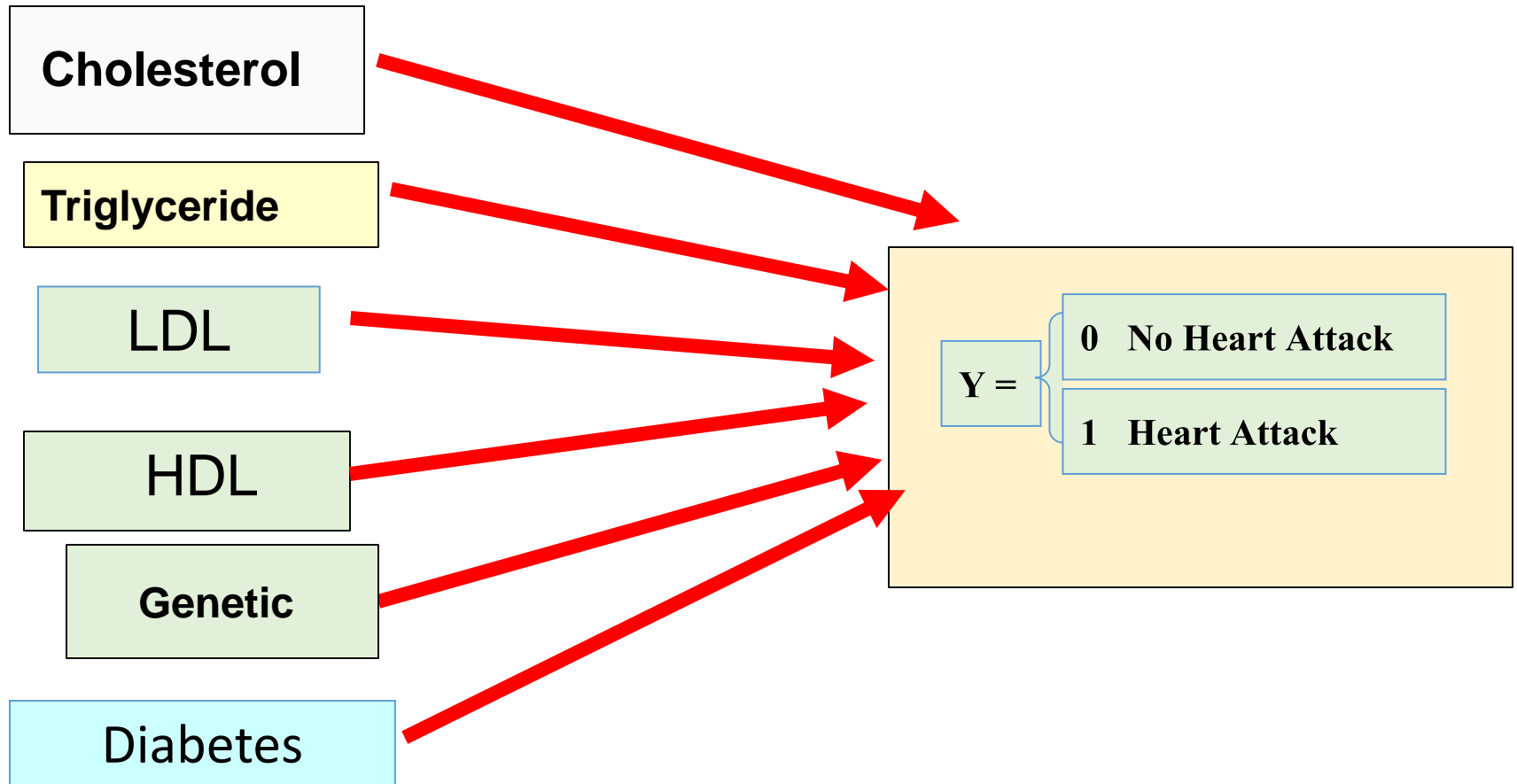
Binary Logistic Regression



Binary Logistic Regression



Binary Logistic Regression



Binary Logistic Regression

- Y is Bernoulli distribution with parameter p
- $Y \sim \text{Bernoulli}(p)$

$$P(y) = p^y (1 - p)^{1-y}; \quad y = 0, 1 \quad 0 \leq p \leq 1$$

$$P(y = 1) = p$$

$$E(Y) = \sum_{y=0}^1 yP(y) = p$$

Binary Logistic Regression

$$P(y) = p^y (1-p)^{1-y}; \quad y = 0,1 \quad 0 \leq p \leq 1$$

$$P(y = 0) = p^0 (1-p)^{1-0} = 1 \cdot (1-p) = 1-p$$

$$P(y = 1) = p^1 (1-p)^{1-1} = p \cdot (1-p)^0 = p$$

$$E(Y) = \sum_{y=0}^1 yP(y) = 0 \cdot (1-p) + 1 \cdot p = p$$

$$0 \leq p \leq 1$$

$$P = 0.7 \rightarrow 1-p = 0.3$$

Binary Logistic Regression

If $y = 1, 2$

$$P(y) = p^y (1-p)^{1-y}; \quad y = 0, 1 \quad 0 \leq p \leq 1$$

$$P(y = 1) = p^1 (1-p)^{1-1} = p \cdot (1-p)^0 = p = 0.7$$

$$P(y = 2) = p^2 (1-p)^{1-2} = \frac{p^2}{1-p} = \frac{(0.7)^2}{1-0.7} = \frac{0.49}{0.3} = 1.633$$

Binary Logistic Regression

$$p = E(Y) = P(Y = 1) \\ = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}$$

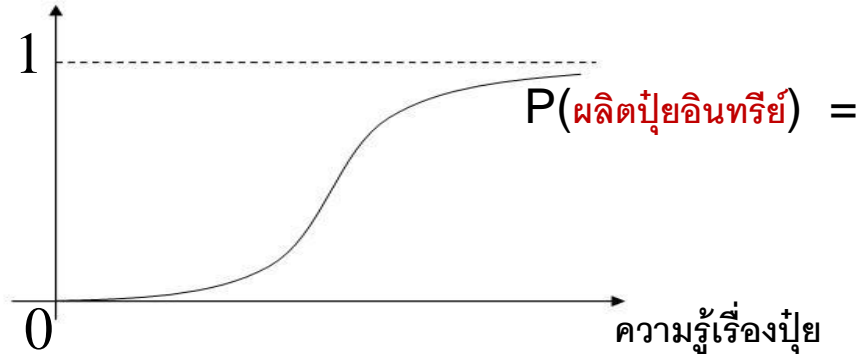
$$0 \leq p = E(Y) = P(Y = 1) \leq 1$$

$$E(Y) = P(Y = 1) = P(\text{Interested Event})$$

$$P(Y = 0) = P(\text{No interested event}) = 1 - P(Y = 1) = 1 - p$$

Simple Binary Logistic Regression

P(ผลิตปุ๋ยอินทรีย์)

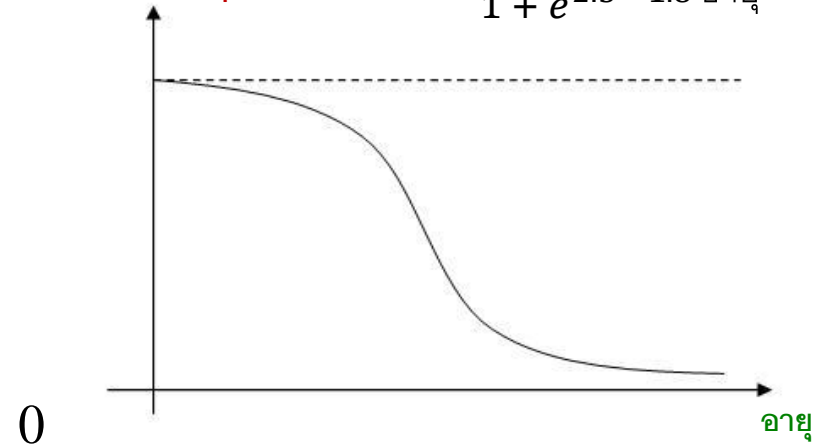


$$P(\text{ผลิตปุ๋ยอินทรีย์}) = \frac{e^{-10+0.7 \text{ ความรู้เรื่องปุ๋ย}}}{1 + e^{-10+0.7 \text{ ความรู้เรื่องปุ๋ย}}}$$

(a): Logistic Curve when $\beta_1 > 0$ 1

(b): Logistic Curve when $\beta_1 < 0$

$$P(\text{ผลิตปุ๋ยอินทรีย์}) = \frac{e^{25 - 1.8 \text{ อายุ}}}{1 + e^{2.5 - 1.8 \text{ อายุ}}}$$



Binary Logistic Regression

- Simple Binary Logistic Regression

$$p = P(Y = 1) = P(\textit{Interest Event})$$

$$0 \leq P(Y = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} \leq 1$$

$$P(\textit{Bad Customer}) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 \textit{Income}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \textit{Income}}}$$

Fitting the Logistic Regression Model

Estimate β_0, β_1 with b_0, b_1 by Maximum Likelihood Estimator method (MLE)

L = likelihood function

For random sample size n

$$L = \prod_{i=1}^n P(y_i) = \prod_{i=1}^n p^{y_i} (1-p)^{1-y_i}$$

When

$$p = P(Y = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}}$$

Fitting the Logistic Regression Model

In $L = \log$ Likelihood

$$\begin{aligned} \text{LL} = \ln L &= \sum_{i=1}^n [y_i \ln(p) + (1 - y_i) \ln(1 - p)] \\ &= \sum_{i=1}^n [y_i \ln(p(x_i)) + (1 - y_i) \ln(1 - p(x_i))] \end{aligned}$$

To find β that maximize LL we differentiate LL with respect to β_0 and β_1 and set equal to zero.

Fitting the Logistic Regression Model

$$\sum_{i=1}^n |y_i - p(x_i)| = 0 \text{-----(1)}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i |y_i - p(x_i)| = 0 \text{-----(2)}$$

- equations (1) and (2) are nonlinear
- use iterative methods with Newton-Rapson method to estimate β with $\tilde{\beta}$

Model Estimation Fit

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Use Likelihood Ratio Test

$$-2LL = -2 \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln\left(\frac{\hat{p}_i}{y_i}\right) + (1 - y_i) \ln\left[\frac{1 - \hat{p}_i}{1 - y_i}\right] \right\}$$

$$0 \leq -2LL < \infty$$

If

$$-2LL = 0 \Rightarrow \text{Perfect Fit}$$

Model Estimation Fit

Test statistics

1. *Model Chi-Square* = $-2LL(\text{model without indep. var.}) - 2LL(\text{model with indep. var.})$

$$= -2 \ln \left[\frac{\text{likelihood without indep. variable}}{\text{likelihood with indep. variable}} \right]$$

➤ Model Chi-Square has Chi-square distribution with p df

$$G \sim \chi_p^2$$

where p = no. of independent variables in model

Model Chi-Square

- The model likelihood ratio (LR), statistic is

$$LR[p] = -2[LL(\alpha) - LL(\alpha, \beta)]$$

- $LR[p] = [-2LL \text{ (of beginning model)}] - [-2LL \text{ (of ending model)}]$
- The LR statistic is distributed chi-square with p degrees of freedom, where p is the number of independent variables
- Use the “Model Chi-Square” statistic to determine if the overall model is statistically significant.

Model Estimation Fit

Example

ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์
X



Y = การผลิตปุ๋ยอินทรีย์
= $\begin{cases} 1 \text{ ผลิต} \\ 0 \text{ ไม่ได้ผลิต} \end{cases}$

$$P(Y = 1) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 \text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 \text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}$$

when no independent variable (ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์)

$$P(\text{การผลิตปุ๋ยอินทรีย์} = 1) = \frac{e^{\beta_0}}{1 + e^{\beta_0}} \quad \hat{P}(\text{การผลิตปุ๋ยอินทรีย์} = 1) = \frac{e^{b_0}}{1 + e^{b_0}}$$

Model Estimation Fit

1. Use Model Chi-Square

$$LL(0) = LL(\text{without ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}) = -68.331$$

$$-2LL(0) = +136.662$$

$$LL(\text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}) = -53.667$$

$$-2LL(\text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}) = +107.334$$

$$\hat{P}(\text{การผลิตปุ๋ยอินทรีย์} = 1) = \frac{e^{-5.309+0.111\text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}{1 + e^{-5.309+0.111\text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Model chi-Square} &= [-2LL(0)] - [-2LL(\text{ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์})] \\ &= [136.662] - [107.334] \\ &= 29.31 \end{aligned}$$

Reject H_0 if Model Chi-Square $> \chi^2_{1;0.95} = 3.84$

Model Estimation Fit

2. Wald Test

$$W = \left[\frac{b_1}{SE(b_1)} \right]^2 = \left[\frac{0.111}{0.024} \right]^2 = [4.61]^2 = 21.25$$

Reject H_0 if $W > Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$

or Reject H_0 if $W > \chi_1^2$

Multiple Binary Logistic Regressions

$$P(Y=1) = P(\text{Interest event}) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}$$

$$\text{Odds Ratio (OR)} = \frac{P(Y = 1)}{P(Y = 0)} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}$$

$$\ln(\text{OR}) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p$$

Logit response function

Multiple Binary Logistic Regressions

$P(Y=1) = P(\text{Interest event})$

$$= \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p}}$$

Step 1

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$H_1 : \text{At least one of } \beta_i \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, p$

Multiple Binary Logistic Regressions

Test Statistics

Model Chi-Square

$$= [-2LL(\text{No indep. vars.})] - [-2LL(\text{p indep. vars.})]$$

Model Chi-Square $\sim \chi_p^2$

df = different of independent variable

$$= p - 0 = p$$

Reject H_0 if Model Chi-Square $> \chi_{p;1-\alpha}^2$

Multiple Binary Logistic Regressions

Step 2

$$H_0 : \beta_i = 0; i = 1, 2, \dots, p$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Test statistics : Wald

$$W_i = \left[\frac{b_i}{SE(b_i)} \right]^2$$

Reject H_0 if

$$W_i > Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

Assessing the Goodness-of-Fit of the Estimated Model

1. Hosmer and Lemeshow (1982)
2. Pseudo R^2 or R^2_{logit}
3. Classification
4. ROC Curve

Assessing the Goodness-of-Fit of the Estimated Model

1. Hosmer-Lemeshow

Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test with the null hypothesis that the model has a good fit. P-value in excess of 0.05 is desirable.

HO : Model fit

H1: Model not fit

Use Chi-Square

Assessing the Goodness-of-Fit of the Estimated Model

2. Pseudo R^2 or R^2_{logit}

$$2.1. R^2_{\text{logit}} \text{ (Mc Fadden R square)} = \frac{[-2LL(\text{null})] - [-2LL(\text{model})]}{[-2LL(\text{null})]}$$

$$0 < R^2_{\text{logit}} < 1$$

2.2 Cox and Snell R^2

$$\text{Cox and Snell } R^2 = 1 - \left[\frac{L(\text{null})}{L(\text{model})} \right]^{\frac{2}{n}}$$

$$2.3. \text{Nagelkerke } R^2 = \frac{\text{Cox and Snell } R^2}{\text{Cox and Snell } R^2_{\text{max}}}$$

$$R^2_{\text{max}} = 1 - \left[\frac{L(\text{null})}{L(\text{model})} \right]^{\frac{2}{n}}$$

Assessing the Goodness-of-Fit of the Estimated Model

3. Classification Table

Percentage of correctly classified (depend on cut value)

4. ROC Curve

- ROC (Receiver Operating Characteristic)
- Plots probability of detecting true signal (sensitivity) and false signal (1-specificity) for an entire range of possible cut points
- Area under ROC curve range from 0 to 1

Assessing the Goodness-of-Fit of the Estimated Model

1. $ROC = 0.5$	No discrimination
2. $0.5 < ROC \leq 0.69$	Unacceptable
3. $0.7 \leq ROC < 0.8$	Acceptable discrimination
4. $0.8 \leq ROC < 0.9$	Excellent discrimination
5. $ROC \geq 0.9$	Outstanding discrimination

Binary Logistic Regression

Classification

Can Specify cut point

$\hat{P}(event) \geq 0.5 \Rightarrow Y = 1$ or event

$\hat{P}(event) < 0.5 \Rightarrow Y = 0$ or no event

SPSS :Analyze – Regression – Binary Logistic

Steps for Logistic Regression

Step 1. Select sample data

- Training data
- Testing (hold out or validation sample)

Step 2. Estimation of the Logistic Model

Estimate β by $\hat{\beta}$ by MLE

Step 3. Measure of overall Fit

Hosmer and Lemeshow $H-L \sim \chi^2_{g-2}$; $n \geq 50$
 $g=10$

Step 4. Test Hypothesis

Step 4.1 Test for Overall independent variables

Likelihood Ratio Test

Model Chi-Square = $[-2LL(\text{null})] - [-2LL(\text{model})]$

Step 4.2 Test for each independent variable

Wald Statistic

Steps for Logistic Regression

Step 5 . Pseudo R^2 Measure

Step 6. Interpretation the result

Step 7. *Validation of the Results*

7.1 Classification Table

7.2 ROC curve

1. Classification Accuracy, Sensitivity and Specificity (ROC Curve)

- To measure the performance of the classification models with the binary target variable
- Calculate the classification accuracy (CA), sensitivity and specificity

Binary Logistic Regression

Conditions

1. $Y = 1, 0$
2. $E(e) = 0$
3. e_t and e_{t+1} are independent
4. e_i and X_j are independent
5. X 's are independent

Binary Logistic Regression

$$\text{Odds Ratio (OR)} = \frac{P(\text{Event})}{P(\text{No Event})}$$

$$\text{Odds Ratio} = \exp(b_0 + b_1X_1 + \dots + b_pX_p)$$

$$\text{Odds Ratio} = e^{b_0} \cdot e^{b_1} \dots e^{b_p}$$

$$\log(\text{odds}) = \log \left[\frac{P(\text{event})}{P(\text{noevent})} \right]$$

$$\log(\text{Odds}) = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_p X_p$$

or logit response function

Binary Logistic Regression

Conditions

1. $Y = 1, 0$
2. $E(e)=0$
3. e_t and e_{t+1} are independent
4. e_i and X_j are independent
5. X 's are independent

Binary Logistic Regression

Classification

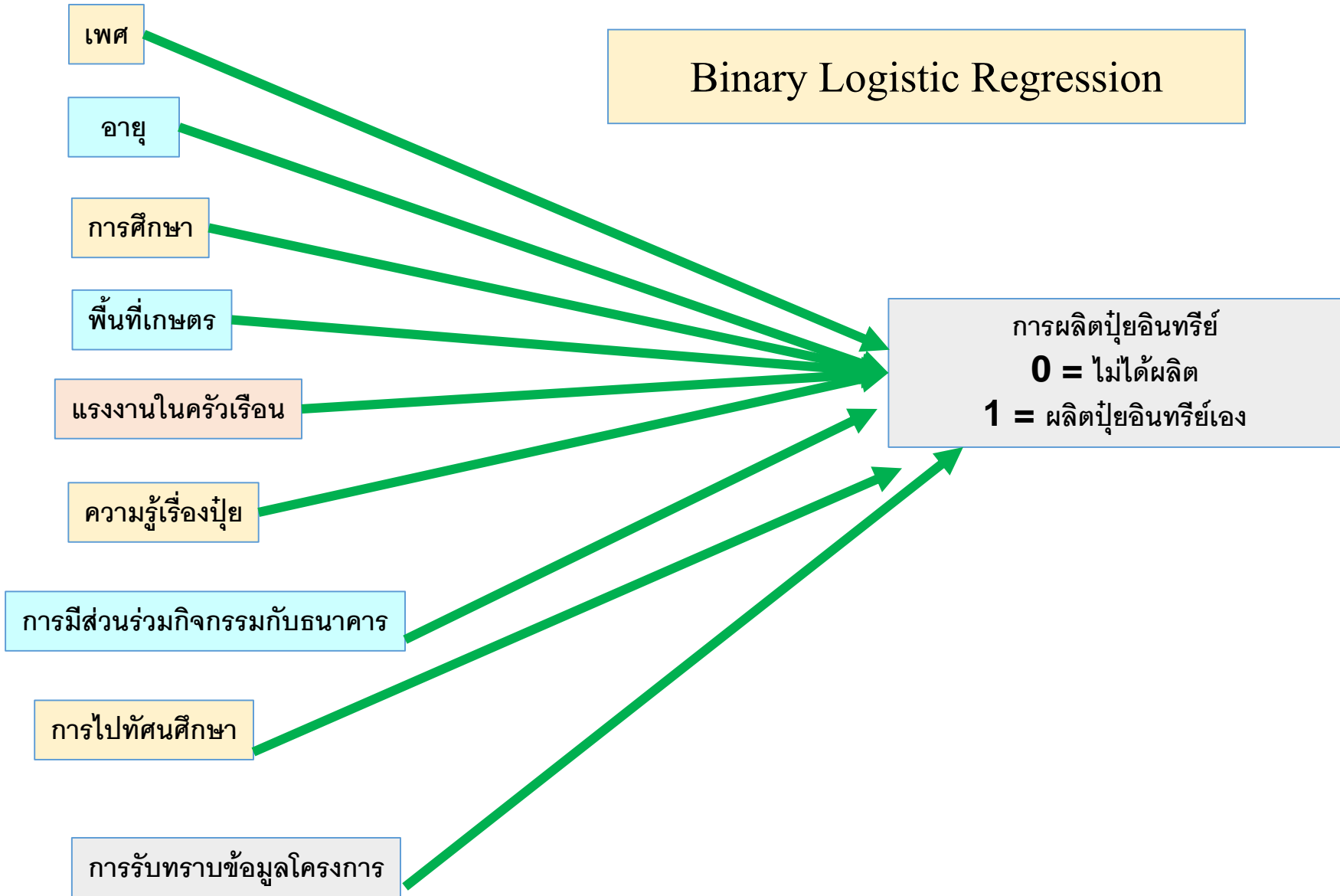
Can Specify cut point

$$\hat{P}(event) \geq 0.5 \Rightarrow Y = 1 \text{ or event}$$

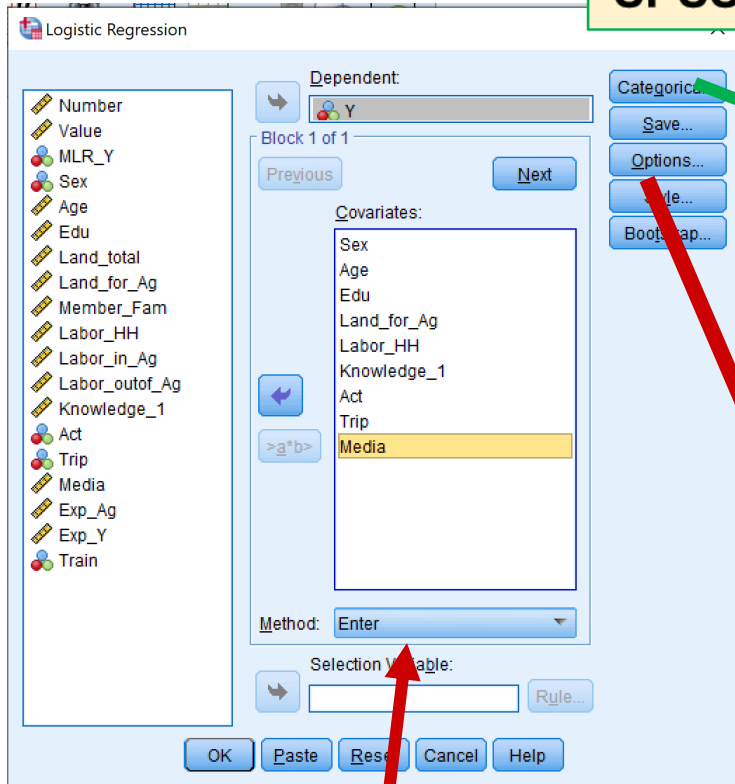
$$\hat{P}(event) < 0.5 \Rightarrow Y = 0 \text{ or no event}$$

Analyze – Regression – Binary Logistic

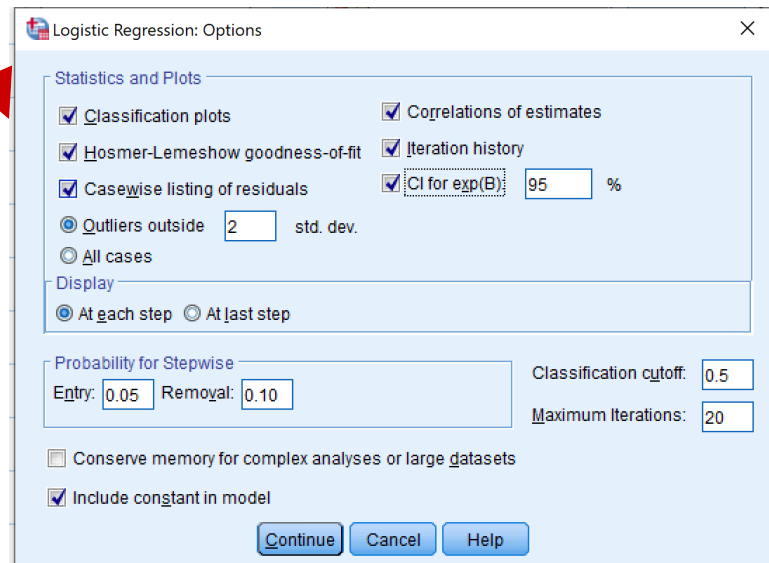
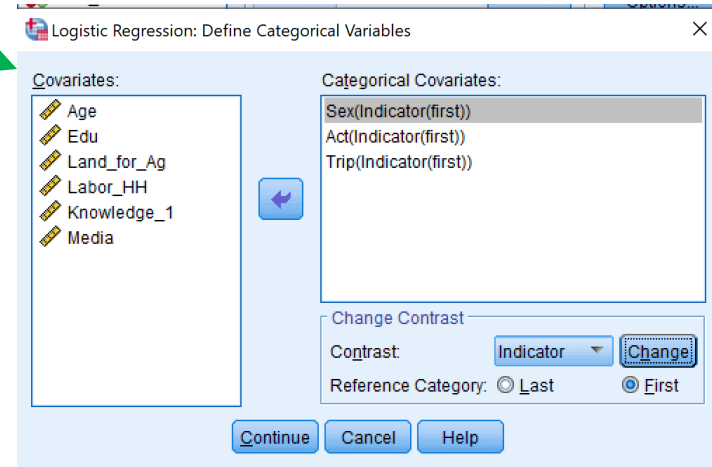
Binary Logistic Regression



SPSS: Analyze → Regression → Binary Logistic



1. Enter Method



Case Processing Summary			
Unweighted Cases ^a		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	313	100.0
	Missing Cases	0	.0
	Total	313	100.0
Unselected Cases		0	.0
Total		313	100.0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

Dependent Variable Encoding	
Original Value	Internal Value
ไม่ได้ผลิต	0
ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง	1

Categorical Variables Codings			
		Frequency	Parameter coding
			(1)
เคยไปดูงานทัศนศึกษา	ไม่เคยไป	194	.000
	เคยไป	119	1.000
มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่	ไม่มีส่วนร่วม	22	.000
	มีส่วนร่วม	291	1.000
เพศ	เพศหญิง	155	.000
	เพศชาย	158	1.000

Iteration History ^{a,b,c}			
Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients
			Constant
Step 0	1	426.208	.313
	2	426.208	.316
	3	426.208	.316
a. Constant is included in the model.			
b. Initial -2 Log Likelihood: 426.208			
c. Estimation terminated at iteration number 3 because parameter estimates changed by less than .001.			

Variables in the Equation						
	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0 | Constant	.316	.114	7.608	1	.006	1.371

Variables not in the Equation					
	Variables		Score	df	Sig.
Step 0		เพศ(1)	8.363	1	.004
		อายุ	6.477	1	.011
		ระดับการศึกษา	3.208	1	.073
		พื้นที่ในการทำเกษตร	.645	1	.422
		มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	5.252	1	.022
		มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ ธนาคารหรือไม่(1)	.595	1	.441
		ไปดูงานทัศนศึกษา(1)	20.463	1	.000
		การรับทราบข่าวสารการ ประชาสัมพันธ์โครงการ	.015	1	.903
		จำนวนแรงงานในครัวเรือน	.046	1	.831
		Overall Statistics		42.442	9	.000

Block 1: Method = Enter

Iteration History^{a,b,c,d}

Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients									
			Constant	เพศ(1)	อายุ	ระดับการศึกษา	พื้นที่ในการทำงาน	มีความรู้เรื่องบัญชีในระดับใด	มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่(1)	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ	จำนวนแรงงานในครัวเรือน
Step 1	1	381.879	.522	.691	-.034	-.007	-.004	.116	.310	1.023	.012	-.095
	2	380.894	.616	.805	-.040	-.008	-.005	.134	.360	1.184	.014	-.110
	3	380.887	.625	.812	-.040	-.008	-.006	.135	.365	1.194	.014	-.111
	4	380.887	.625	.812	-.040	-.008	-.006	.135	.365	1.194	.014	-.111

a. Method: Enter

b. Constant is included in the model.

c. Initial -2 Log Likelihood: 426.208

d. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.

Omnibus Tests of Model Coefficients

Hosmer and Lemeshow Test

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	45.321	9	.000
	Block	45.321	9	.000
	Model	45.321	9	.000

Step	Chi-square	df	Sig.
1	8.138	8	.420

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

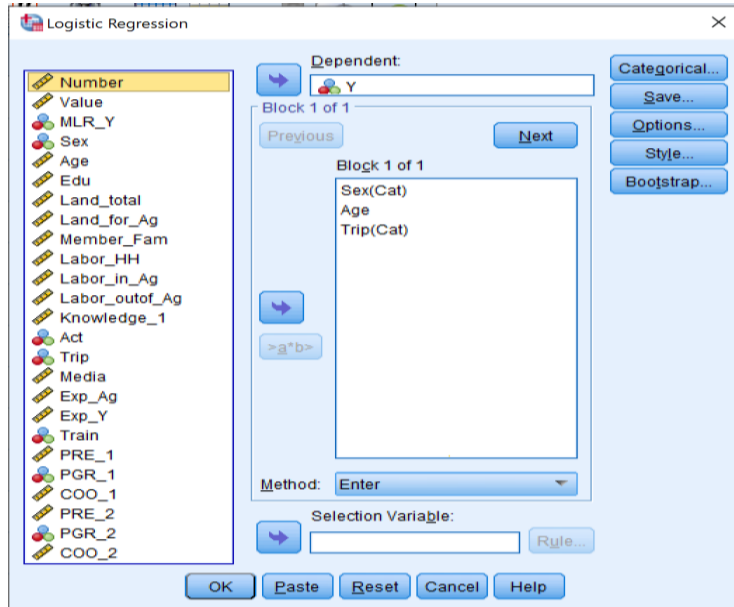
		การผลิิตปุ้ยใช้เอง = ไม่ได้ผลิต		การผลิิตปุ้ยใช้เอง = ผลิตปุ้ย อินทรียใช้เอง		Total
		Observed	Expected	Observed	Expected	
Step 1	1	27	22.857	4	8.143	31
	2	17	19.562	14	11.438	31
	3	16	17.593	15	13.407	31
	4	16	15.573	15	15.427	31
	5	11	14.007	20	16.993	31
	6	15	12.073	16	18.927	31
	7	9	10.213	22	20.787	31
	8	7	8.531	24	22.469	31
	9	7	6.702	24	24.298	31
	10	7	4.891	27	29.109	34

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	380.887 ^a	.135	.181
a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.			

Classification Table ^a					
		Predicted			
		การผลิตรายใช้เอง		Percentage Correct	
Observed		ไม่ได้ผลิต	ผลิตรายอื่นที่รายใช้เอง		
Step 1	การผลิตรายใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	70	62	53.0
		ผลิตรายอื่นที่รายใช้เอง	42	139	76.8
Overall Percentage					66.8
a. The cut value is .500					

Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	เพศ(1)	.812	.257	9.959	1	.002	2.253	1.360	3.732
	อายุ	-.040	.015	7.387	1	.007	.961	.934	.989
	ระดับการศึกษา	-.008	.039	.043	1	.836	.992	.919	1.070
	พื้นที่ในการทำเกษตร	-.006	.004	1.591	1	.207	.994	.986	1.003
	มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	.135	.078	3.021	1	.082	1.144	.983	1.333
	มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่(1)	.365	.486	.564	1	.453	1.441	.556	3.734
	เคยไปดูงานที่ศนศึกษา(1)	1.194	.276	18.659	1	.000	3.300	1.920	5.674
	การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ	.014	.102	.019	1	.890	1.014	.830	1.239
	จำนวนแรงงานในครัวเรือน	-.111	.111	1.008	1	.315	.895	.720	1.112
	Constant	.625	1.498	.174	1	.677	1.868		
a. Variable(s) entered on step 1: เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, พื้นที่ในการทำเกษตร, มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด, มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่, เคยไปดูงานที่ศนศึกษา, การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ, จำนวนแรงงานในครัวเรือน.									

2. Enter method with 3 independent variables



Iteration History ^{a,b,c}			
Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients
			Constant
Step 0	1	426.208	.313
	2	426.208	.316
	3	426.208	.316

a. Constant is included in the model.

b. Initial -2 Log Likelihood: 426.208

c. Estimation terminated at iteration number 3 because parameter estimates changed by less than .001.

Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 0	Constant	.316	.114	7.608	1	.006	1.371

Variables not in the Equation

			Score	df	Sig.
Step 0	Variable s	เพศ(1)	8.363	1	.004
		อายุ	6.477	1	.011
		เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	20.463	1	.000
	Overall Statistics		35.277	3	.000

Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	37.162	3	.000
	Block	37.162	3	.000
	Model	37.162	3	.000

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	9.470	8	.304

Iteration History^{a,b,c,d}

		Coefficients				
		-2 Log likelihood	Constant	เพศ(1)	อายุ	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)
Step 1	1	389.621	1.359	.644	-.032	1.001
	2	389.047	1.558	.729	-.036	1.129
	3	389.046	1.565	.732	-.037	1.134
	4	389.046	1.565	.732	-.037	1.134

a. Method: Enter

b. Constant is included in the model.

c. Initial -2 Log Likelihood: 426.208

d. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.

Variables in the Equation									
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	เพศ(1)	.732	.246	8.838	1	.003	2.079	1.283	3.369
	อายุ	-.037	.013	8.431	1	.004	.964	.941	.988
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.134	.260	19.045	1	.000	3.109	1.868	5.174
	Constant	1.565	.696	5.052	1	.025	4.784		
a. Variable(s) entered on step 1: เพศ, อายุ, เคยไปดูงานทัศนศึกษา.									

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	389.046 ^a	.112	.151
a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.			

$$P(\text{การผลิตปุ๋ยใช้เอง} = 1) = \frac{e^{1.565 + 0.732 \text{ เพศ} - 0.037 \text{ อายุ} + 1.134 \text{ การดูงานทัศนศึกษา}}}{1 + e^{1.565 + 0.732 \text{ เพศ} - 0.037 \text{ อายุ} + 1.134 \text{ การดูงานทัศนศึกษา}}}$$

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	389.046 ^a	.112	.151
a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.			

Classification Table ^a					
	Observed	Predicted			
		การผลิตรายใช้เอง		Percentage Correct	
		ไม่ได้ผลิต	ผลิตรายอื่นหรือใช้เอง		
Step 1	การผลิตรายใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	67	65	50.8
		ผลิตรายอื่นหรือใช้เอง	46	135	74.6
	Overall Percentage				64.5
a. The cut value is .500					

3 . Forward LR

Iteration History ^{a,b,c,d}							
Iteration		-2 Log likelihood	Coefficients				
			Constant	เคยไปดูงานที่สวน ศึกษา(1)	เพศ(1)	อายุ	พื้นที่เนกา ทำเกษตร
Step 1	1	405.293	-.082	1.040			
	2	405.124	-.083	1.124			
	3	405.124	-.083	1.126			
	4	405.124	-.083	1.126			
Step 2	1	398.175	-.362	1.002	.583		
	2	397.859	-.392	1.106	.641		
	3	397.858	-.392	1.109	.642		
	4	397.858	-.392	1.109	.642		
Step 3	1	389.621	1.359	1.001	.644	-.032	
	2	389.047	1.558	1.129	.729	-.036	
	3	389.046	1.565	1.134	.732	-.037	
	4	389.046	1.565	1.134	.732	-.037	
Step 4	1	386.096	1.449	1.060	.685	-.032	-.005
	2	385.314	1.685	1.209	.785	-.037	-.006
	3	385.309	1.700	1.217	.790	-.037	-.006
	4	385.309	1.701	1.218	.790	-.037	-.006
a. Method: Forward Stepwise (Likelihood Ratio)							
b. Constant is included in the model.							
c. Initial -2 Log Likelihood: 426.208							
d. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.							

Omnibus Tests of Model Coefficients				
		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	21.084	1	.000
	Block	21.084	1	.000
	Model	21.084	1	.000
Step 2	Step	7.266	1	.007
	Block	28.349	2	.000
	Model	28.349	2	.000
Step 3	Step	8.812	1	.003
	Block	37.162	3	.000
	Model	37.162	3	.000
Step 4	Step	3.737	1	.053
	Block	40.898	4	.000
	Model	40.898	4	.000

Hosmer and Lemeshow Test			
Step	Chi-square	df	Sig.
1	.000	0	.
2	.777	2	.678
3	9.470	8	.304
4	1.492	8	.993

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.126	.254	19.72	1	.000	3.083	1.876	5.067
	Constant	-.083	.144	.330	1	.566	.921		
Step 2 ^b	เพศ(1)	.642	.240	7.176	1	.007	1.901	1.188	3.042
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.109	.256	18.72	1	.000	3.032	1.835	5.011
	Constant	-.392	.186	4.435	1	.035	.675		
Step 3 ^c	เพศ(1)	.732	.246	8.838	1	.003	2.079	1.283	3.369
	อายุ	-.037	.013	8.431	1	.004	.964	.941	.988
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.134	.260	19.04	1	.000	3.109	1.868	5.174
	Constant	1.565	.696	5.052	1	.025	4.784		
Step 4 ^d	เพศ(1)	.790	.250	9.989	1	.002	2.203	1.350	3.596
	อายุ	-.037	.013	8.740	1	.003	.963	.940	.987
	พื้นที่ในการทำเกษตร	-.006	.004	2.218	1	.136	.994	.986	1.002
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.218	.266	20.90	1	.000	3.379	2.005	5.694
	Constant	1.701	.706	5.795	1	.016	5.477		

a. Variable(s) entered on step 1: เคยไปดูงานทัศนศึกษา.

b. Variable(s) entered on step 2: เพศ.

c. Variable(s) entered on step 3: อายุ.

d. Variable(s) entered on step 4: พื้นที่ในการทำเกษตร.

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	405.124 ^a	.065	.088
2	397.858 ^a	.087	.116
3	389.046 ^a	.112	.151
4	385.309 ^a	.122	.165

a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.

Classification Table ^a					
	Observed	Predicted			Percentage Correct
		การผลิตปุ๋ยใช้เอง			
		ไม่ได้ผลิต	ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง		
Step 1	การผลิตปุ๋ยใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	101	31	76.5
		ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง	93	88	48.6
	Overall Percentage				60.4
Step 2	การผลิตปุ๋ยใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	62	70	47.0
		ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง	39	142	78.5
	Overall Percentage				65.2
Step 3	การผลิตปุ๋ยใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	67	65	50.8
		ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง	46	135	74.6
	Overall Percentage				64.5
Step 4	การผลิตปุ๋ยใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	70	62	53.0
		ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง	43	138	76.2
	Overall Percentage				66.5

a. The cut value is .500

3. Backward method

Iteration History^{a,b,c,d}

		-2 Log likelihood	Coefficients									
			Const ant	เพศ(1)	อายุ	ระดับการศึกษา	พื้นที่ในการทำเกษตร	จำนวนแรงงานในครัวเรือน	มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่(1)	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ
Step 1	1	381.879	.522	.691	-.034	-.007	-.004	-.095	.116	.310	1.023	.012
	2	380.894	.616	.805	-.040	-.008	-.005	-.110	.134	.360	1.184	.014
	3	380.887	.625	.812	-.040	-.008	-.006	-.111	.135	.365	1.194	.014
	4	380.887	.625	.812	-.040	-.008	-.006	-.111	.135	.365	1.194	.014
Step 2	1	381.897	.623	.688	-.034	-.007	-.004	-.094	.117	.308	1.023	
	2	380.913	.736	.801	-.040	-.009	-.005	-.109	.136	.358	1.184	
	3	380.906	.745	.808	-.040	-.009	-.006	-.110	.137	.362	1.194	
	4	380.906	.745	.808	-.040	-.009	-.006	-.110	.137	.362	1.194	
Step 3	1	381.948	.511	.680	-.033		-.004	-.093	.117	.301	1.019	
	2	380.965	.607	.791	-.038		-.005	-.107	.135	.349	1.179	
	3	380.957	.617	.798	-.038		-.006	-.109	.136	.354	1.190	
	4	380.957	.617	.798	-.038		-.006	-.109	.136	.354	1.190	
Step 4	1	382.445	.825	.680	-.033		-.004	-.087	.111		1.033	
	2	381.499	.985	.789	-.038		-.005	-.101	.127		1.192	
	3	381.492	1.000	.796	-.038		-.006	-.102	.128		1.203	
	4	381.492	1.001	.796	-.038		-.006	-.102	.128		1.203	
Step 5	1	383.260	.622	.678	-.033		-.005		.110		.997	
	2	382.368	.733	.787	-.038		-.006		.127		1.147	
	3	382.363	.743	.793	-.038		-.006		.128		1.156	
	4	382.363	.743	.793	-.038		-.006		.128		1.156	

a. Method: Backward Stepwise (Likelihood Ratio)

b. Constant is included in the model.

c. Initial -2 Log Likelihood: 426.208

d. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.

Omnibus Tests of Model Coefficients				
		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	45.321	9	.000
	Block	45.321	9	.000
	Model	45.321	9	.000
Step 2 ^a	Step	-.019	1	.891
	Block	45.302	8	.000
	Model	45.302	8	.000
Step 3 ^a	Step	-.051	1	.821
	Block	45.251	7	.000
	Model	45.251	7	.000
Step 4 ^a	Step	-.535	1	.464
	Block	44.715	6	.000
	Model	44.715	6	.000
Step 5 ^a	Step	-.871	1	.351
	Block	43.845	5	.000
	Model	43.845	5	.000
a. A negative Chi-squares value indicates that the Chi-squares value has decreased from the previous step.				

Hosmer and Lemeshow Test			
Step	Chi-square	df	Sig.
1	8.138	8	.420
2	10.041	8	.262
3	8.697	8	.369
4	8.963	8	.345
5	8.347	8	.400

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	380.887 ^a	.135	.181
2	380.906 ^a	.135	.181
3	380.957 ^a	.135	.181
4	381.492 ^a	.133	.179
5	382.363 ^a	.131	.176

a. Estimation terminated at iteration number 4 because parameter estimates changed by less than .001.

Classification Table ^a					
	Observed	Predicted			Percentage Correct
		การผลิตน้ใช้เอง			
		ไม่ได้ผลิต	ผลิตน้ใช้เอง		
Step 1	การผลิตน้ใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	70	62	53.0
		ผลิตน้ใช้เอง	42	139	76.8
	Overall Percentage				66.8
Step 2	การผลิตน้ใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	69	63	52.3
		ผลิตน้ใช้เอง	41	140	77.3
	Overall Percentage				66.8
Step 3	การผลิตน้ใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	70	62	53.0
		ผลิตน้ใช้เอง	41	140	77.3
	Overall Percentage				67.1
Step 4	การผลิตน้ใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	72	60	54.5
		ผลิตน้ใช้เอง	42	139	76.8
	Overall Percentage				67.4
Step 5	การผลิตน้ใช้เอง	ไม่ได้ผลิต	70	62	53.0
		ผลิตน้ใช้เอง	39	142	78.5
	Overall Percentage				67.7

a. The cut value is .500

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
								Lower	Upper
Step 1 ^a	เพศ(1)	.812	.257	9.959	1	.002	2.253	1.360	3.732
	อายุ	-.040	.015	7.387	1	.007	.961	.934	.989
	ระดับการศึกษา	-.008	.039	.043	1	.836	.992	.919	1.070
	พื้นที่ในการทำเกษตร	-.006	.004	1.591	1	.207	.994	.986	1.003
	จำนวนแรงงานในครัวเรือน	-.111	.111	1.008	1	.315	.895	.720	1.112
	มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	.135	.078	3.021	1	.082	1.144	.983	1.333
	มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่(1)	.365	.486	.564	1	.453	1.441	.556	3.734
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.194	.276	18.659	1	.000	3.300	1.920	5.674
	การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ	.014	.102	.019	1	.890	1.014	.830	1.239
	Constant	.625	1.498	.174	1	.677	1.868		
Step 5 ^a	เพศ(1)	.793	.251	9.966	1	.002	2.210	1.351	3.615
	อายุ	-.038	.013	8.947	1	.003	.963	.939	.987
	พื้นที่ในการทำเกษตร	-.006	.004	2.415	1	.120	.994	.986	1.002
	มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	.128	.075	2.872	1	.090	1.136	.980	1.316
	เคยไปดูงานทัศนศึกษา(1)	1.156	.269	18.442	1	.000	3.176	1.874	5.382
	Constant	.743	.902	.678	1	.410	2.102		

a. Variable(s) entered on step 1: เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, พื้นที่ในการทำเกษตร, จำนวนแรงงานในครัวเรือน, มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด, มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่, เคยไปดูงานทัศนศึกษา, การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ.

1. Enter

Cox & Snell R Square = 11.2%

$$\widehat{P}(\text{การผลิตปุ๋ยใช้เอง} = 1) = \frac{e^{1.565+0.732 \text{ เพศ} -0.037 \text{ อายุ} +1.134 \text{ การดูงานทัศนศึกษา}}}{1+e^{1.565+0.732 \text{ เพศ} -0.037 \text{ อายุ} +1.134 \text{ การดูงานทัศนศึกษา}}}$$

2. Forward LR

Cox & Snell R Square = 12.2%

$$\widehat{P}(\text{การผลิตปุ๋ยใช้เอง} = 1) = \frac{e^{1.701+0.79 \text{ เพศ} -0.037 \text{ อายุ} +1.218 \text{ การดูงานทัศนศึกษา} -0.006 \text{ พื้นที่เกษตร}}}{1+e^{1.701+0.79 \text{ เพศ} -0.037 \text{ อายุ} +1.218 \text{ การดูงานทัศนศึกษา} -0.006 \text{ พื้นที่เกษตร}}}$$

3. Backward method

Cox & Snell R Square = 13.1%

$$\widehat{P}(\text{การผลิตปุ๋ยใช้เอง} = 1) = \frac{e^{0.743+0.793 \text{ เพศ} -0.038 \text{ อายุ} +1.156 \text{ การดูงานทัศนศึกษา} -0.006 \text{ พื้นที่เกษตร} +0.018 \text{ ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}{1+e^{0.743+0.793 \text{ เพศ} -0.038 \text{ อายุ} +1.156 \text{ การดูงานทัศนศึกษา} -0.006 \text{ พื้นที่เกษตร} +0.018 \text{ ความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์}}}$$

Multinomial Logistic Regression

Dependent Variable : nominal

-number of group (k) > 2

-Choice of health plan

$$Y = \begin{cases} 1; & \text{plan A} \\ 2; & \text{plan B} \\ 3; & \text{plan C} \end{cases} \quad \text{or} \quad Y = \begin{cases} 0; & \text{plan A} \\ 1; & \text{plan B} \\ 2; & \text{plan C} \end{cases}$$

Y=0 as base or reference group

Multinomial Logistic Regression

For $k=3$ groups

We have 2 logit function

$$\begin{aligned}g_1(\underline{x}) &= \ln\left[\frac{P(Y = 1 | \underline{x})}{P(Y = 0 | \underline{x})}\right] \\ &= \beta_{10} + \beta_{11}x_1 + \cdots + \beta_{1p}x_p \\ g_2(\underline{x}) &= \ln\left[\frac{P(Y = 2 | \underline{x})}{P(Y = 0 | \underline{x})}\right]\end{aligned}$$

Multinomial Logistic Regression

$$P(Y = 0 | \underline{x}) = \frac{1}{1 + e^{g_1(\underline{x})} + e^{g_2(\underline{x})}} \quad P(Y = 1 | \underline{x}) = \frac{e^{g_1(\underline{x})}}{1 + e^{g_1(\underline{x})} + e^{g_2(\underline{x})}}$$

$$P(Y = 2 | \underline{x}) = \frac{e^{g_2(\underline{x})}}{1 + e^{g_1(\underline{x})} + e^{g_2(\underline{x})}}$$

Odd Ratio of $Y=j$.vs. $Y=0$

For $x=a$.vs. $x=b$ is

$$OR_j[a,b] = \frac{P(Y = j | x = a) / P(Y = 0 | x = a)}{P(Y = j | x = b) / P(Y = 0 | x = b)}$$

Multinomial Logistic Regression

$$Y = \begin{cases} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ k \end{cases}$$

X_1, X_2, \dots, X_p are quantitative and categorical Variable

SPSS: Analyze – Regression – Multinomial Logistic

Multinomial Logistic Regression

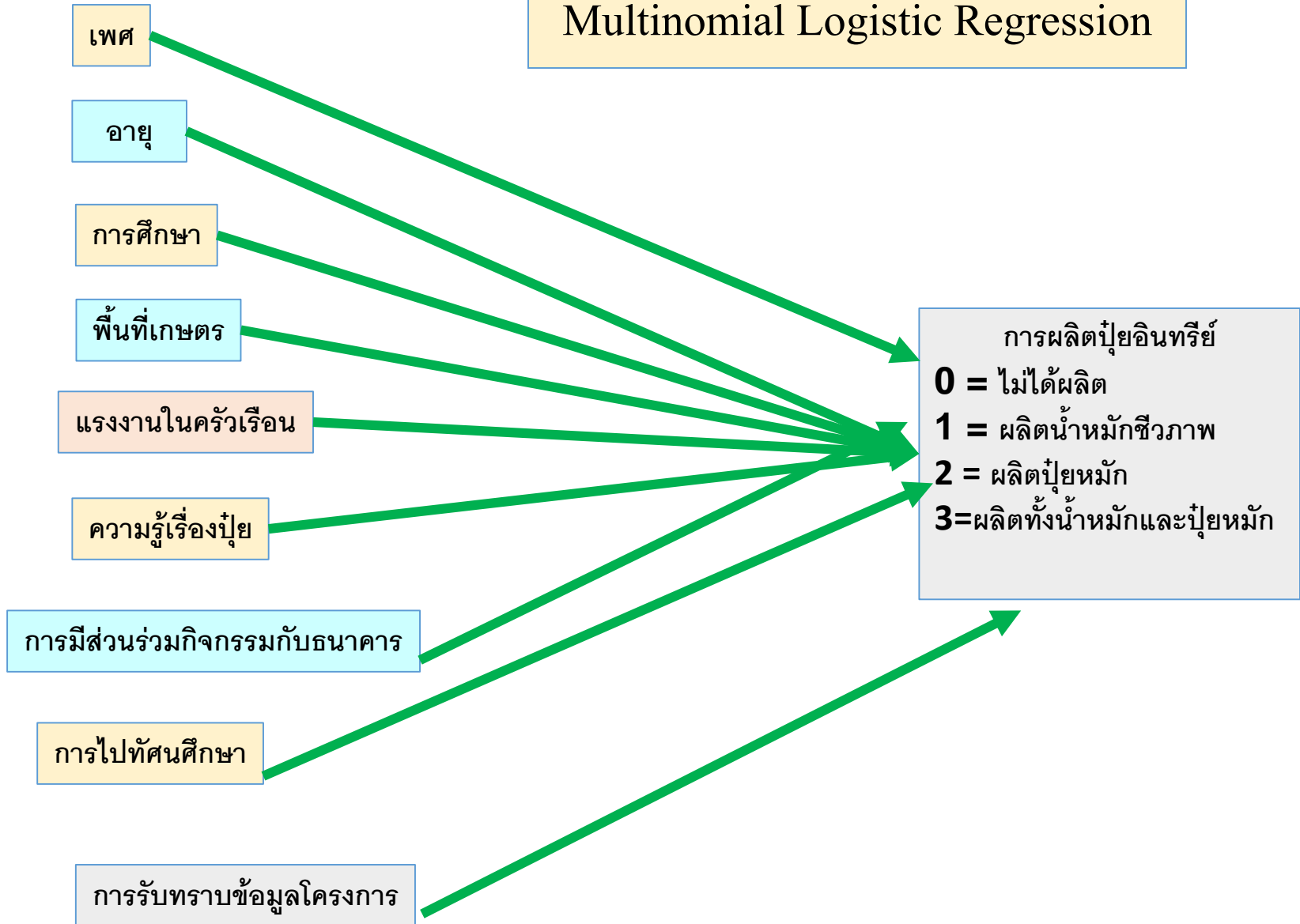
$$P(Y = i) = \frac{e^{g_i}}{\sum_{j=1}^k e^{g_j}}$$

$$g_i = \ln\left(\frac{P(\text{group}_i)}{P(\text{group}_j)}\right) = b_{i0} + b_{i1}X_1 + \dots + b_{ip}X_p$$

Multinomial Logistic Regression

- If all independent variables are categorical .
- We can use Log-Linear Model or Multinomial Logistics Regression.

Multinomial Logistic Regression



Warnings

There are 939 (75.0%) cells (i.e., dependent variable levels by subpopulations) with zero frequencies.

Case Processing Summary			
		N	Marginal Percentage
การผลิตปุ๋ยชนิดต่างๆ	ไม่ผลิต	132	42.2%
	ผลิตน้ำหนักชีวภาพ	107	34.2%
	ผลิตปุ๋ยหมัก	25	8.0%
	ผลิตทั้งน้ำหนักและปุ๋ยหมัก	49	15.7%
เพศ	เพศหญิง	155	49.5%
	เพศชาย	158	50.5%
มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่	ไม่มีส่วนร่วม	22	7.0%
	มีส่วนร่วม	291	93.0%
เคยไปดูงานที่ต้นศึกษา	ไม่เคยไป	194	62.0%
	เคยไป	119	38.0%
Valid		313	100.0%
Missing		0	
Total		313	
Subpopulation		313 ^a	
a. The dependent variable has only one value observed in 313 (100.0%) subpopulations.			

Model Fitting Information				
Model	Model Fitting Criteria	Likelihood Ratio Tests		
	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	765.736			
Final	704.265	61.471	27	.000

Pseudo R-Square	
Cox and Snell	.178
Nagelkerke	.195
McFadden	.080

Goodness-of-Fit			
	Chi-Square	df	Sig.
Pearson	936.802	909	.254
Deviance	704.265	909	1.000

Likelihood Ratio Tests

Effect	Model Fitting Criteria	Likelihood Ratio Tests		
	-2 Log Likelihood of Reduced Model	Chi-Square	df	Sig.
Intercept	704.265 ^a	.000	0	.
อายุ	718.679	14.414	3	.002
ระดับการศึกษา	707.176	2.911	3	.406
พื้นที่ในการทำเกษตร	707.272	3.008	3	.390
มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	710.768	6.503	3	.090
การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ	704.314	.049	3	.997
จำนวนแรงงานในครัวเรือน	705.927	1.662	3	.645
เพศ	717.321	13.056	3	.005
มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่	705.184	.919	3	.821
เคยไปดูงานทัศนศึกษา	725.166	20.901	3	.000

The chi-square statistic is the difference in -2 log-likelihoods between the final model and a reduced model. The reduced model is formed by omitting an effect from the final model. The null hypothesis is that all parameters of that effect are 0.

a. This reduced model is equivalent to the final model because omitting the effect does not increase the degrees of freedom.

การผลิตปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ^a		B	Std. Error	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)	
								Lower Bound	Upper Bound
ผลิตน้ำหมักชีวภาพ	Intercept	4.518	1.70	7.063	1	.008			
	อายุ	-.060	.017	12.38	1	.000	.942	.911	.974
	ระดับการศึกษา	-.036	.044	.638	1	.425	.965	.885	1.053
	พื้นที่ในการทำเกษตร	-.005	.005	.864	1	.353	.995	.985	1.006
	มีความรู้เรื่องปุ๋ยอินทรีย์ในระดับใด	.065	.087	.555	1	.456	1.067	.900	1.265
	การรับทราบข่าวสารการประชาสัมพันธ์โครงการ	.004	.115	.001	1	.971	1.004	.802	1.257
	จำนวนแรงงานในครัวเรือน	-.158	.127	1.549	1	.213	.854	.665	1.095
	[เพศ=0]	-.806	.290	7.743	1	.005	.447	.253	.788
	[เพศ=1]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
	[มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่=0]	-.276	.555	.248	1	.619	.759	.256	2.252
	[มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการธนาคารหรือไม่=1]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
	[เคยไปดูงานที่ศูนย์ศึกษา=0]	-1.254	.310	16.400	1	.000	.285	.155	.524
	[เคยไปดูงานที่ศูนย์ศึกษา=1]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.

References

กัลยา วานิชย์บัญชา (Kanlaya Vanichbuncha) การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows (*Advanced Statistics with SPSS for Windows*)

กัลยา วานิชย์บัญชา (Kanlaya Vanichbuncha) การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร (*Multivariate analysis*)