第三章　理論及實證模型

第一節　理論模型

Grossman(1972)醫療需求模型為本研究理論模型之基礎，該模型假設個人的跨期決策為

$$\text{Max } U = U(\phi_0 H_0, ..., \phi_n H_n, C_0, ..., C_n) \quad (1)$$

$$\text{s.t} \quad I_i = I_i(M_i, TH_i, E_i) \quad (2)$$

$$C_i = C_i(X_i, T_i, E_i) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{P_{M_i} M_i + P_{X_i X_i}}{(1+r_i)} = \sum_{i=1}^{n} \frac{W_i TW_i}{(1+r_i)} + A_0 \quad (4)$$

$$TW_i + TL_i + TH_i + T_i = \Omega \quad (5)$$

n:壽命

i:年齡(期間)

ϕ_i:每單位健康存量所能產生的健康天數

H_0:第 0 期(原始)健康存量

H_i:第 i 期健康存量

$h_i = \phi_i H_i$:第 i 期總健康天數

C_i:第 i 期其他商品總消費量

I_i:健康的毛投資

其中　$H_{i+1} - H_i = I_i - \delta_i H_i$

δ_i:健康的折舊率

M_i:醫療照顧

TH_i:對健康投資所需的時間投入

E_i:人力資本存量(教育)

X_i: 生產 C_i 所需的要素投入

T_i:生產C_i所需的時間投入

P_{M_i}:醫療需求價格

P_{X_i}:其他財貨價格

r:利率

W_i:工資率(可視為健康時間的貨幣價格)

TW_i:工作小時

A_0:期初資產

TL_i:生病或受傷時間

Ω:期間長度

其中　$TL_i = \Omega - h_i$

第(1)式表個人跨期效用函數，其中第$i+1$期的健康存量等於第i期對健康的毛投資加上第i期扣除折舊後的健康存量，即$H_{i+1} = I_i + (1-\delta)H_i$。

第(2)式與第(3)式表家計的生產函數。第(2)式為健康存量的毛投資函數，其包含醫療需求、投資健康所需的時間、教育程度。表示個人可從市場上購買醫療服務，並利用自己的時間來投資生產自身的健康，而教育程度的改變會影響個人生產健康的效率，也就是教育程度越高，生產健康越有效率。第(3)式與第(2)式相似，其為個人消費其它財貨C_i所必須投入的要素X_i與所需花費之時間。

第(4)式表財富限制式。等式右邊表示，個人一生所擁有的財富為期初個人所擁有的資產（非薪資所得）加上工作所賺取的薪資所得之折現值；等式左邊表示，個人將所有的財富皆購買醫療服務和其他財貨所須花費總支出之折現值。

第(5)式表時間限制式。個人在第 i 期全部的時間（Ω）用於工作（TW_i）、生病或受傷（TL_i）、投資健康（TH_i）、生產其他財貨 C_i（T_i）。

因此，個人會在第(2)式、第(3)式、第(4)式、第(5)式之限制條件下，追求第(1)式之效用極大。又 $H_{i+1} = I_i + (1-\delta)H_i$，故可知最適的健康投資水準決定了最適的健康存量，所以個人可藉由選擇最適的健康投資水準，進而決定出最適的健康存量。該最適投資決策條件為

$$\gamma_i + a_i = r - \tilde{\pi}_{i-1} + \delta_i \qquad (6)$$

其中　γ_i：健康毛投資的邊際報酬率

a_i：精神報酬酬率(psychic rate of return)

r：利率

$\tilde{\pi}_{i-1}$：第 i 期與第 i-1 期健康毛投資的邊際成本變動百分比

δ_i：健康的折舊率

均衡時，健康毛投資的總報酬率會等於健康毛投資的使用成本。由於醫療服務可用在投資生產健康資本，因此，當個人決定自身的健康需求後，可依據健康存量的毛投資函數，即用於醫療照顧、投資健康所需時間、教育水準之投資健康資本生產要素，再透過投資成本極小化條件決定最適醫療需求，也就是

$$\frac{P_{M_{i-1}}}{MP_{M_i}} = \frac{W_{i-1}}{MP_{T_i}} \qquad (7)$$

其中　$P_{M_{i-1}}$：第 i-1 期的醫療需求價格

W_{i-1}：第 i-1 期工資率（可視為健康時間的貨幣價格）

$$MP_{M_i} = \frac{\partial I_i}{\partial M_i}$$：醫療需求投資健康的邊際生產力

$$MP_{T_i} = \frac{\partial I_i}{\partial TH_i}$$：投資健康所花時間的邊際生產力

當均衡達成時，最後一元花費於購買醫療服務所增加的毛投資會等於最後一元花費於投資健康之時間所增加的毛投資，其會在第(6)式與第(7)式決定最適的健康需求與醫療需求。

第二節　實證模型

在探討醫療資源使用時，健康狀態為一重要影響因子，然而健康狀態又可分主觀健康狀況與客觀健康狀況，主觀健康狀況（即自評健康）可能受慢性病數、日常生活活動(ADL)[10]、工具性日常生活活動(IADL)[11]等之影響，也就是客觀健康狀況會影響主觀健康狀況，因此在討論健康狀態對醫療資源使用之影響時，不得將此一變數直接放入估計，否則所得之係數會有偏誤。

當中老年人在使用醫療資源時，該行為分為有使用醫療資源或沒有使用醫療資源，亦即被解釋變數屬二元選擇情況。若採用線性機率模型(linear probability model)會面臨一些問題：問題一是殘差項為異質變異(heteroskedasticity)，也就是每個觀察值的殘差項(ε_i)之變異數皆不同；問題二為自變數超過某範圍，預測得出的應變數值可能小於 0 或大於 1，違反機率的定理；問題三則是此模型的自變數對應變數發生機率的邊際影響是固定的數值。由於$0 \le P_i \le 1$，因此固定比例的增加是不合理的。基於上述之問題，故本研究採用非線性的 Probit 模型來估計。

[10] ADL(Activities of Daily Living)包含吃飯、洗澡、穿衣、如廁、上下床或椅、在室內外走動等，大致上而言，老人必須具備上述 6 項基本行動能力才能不靠外力的協助，獨立居住於社區中，因此後來學者藉此指標用以衡量老人客觀健康狀況。

[11] IADL(Instrumental Activities of Daily Living)係根據 ADL 衍生出來的行動能力指標，其中包括是否有能力打電話、準備三餐食物、上街購物、處理個人財務支出等。

Probit 模型將機率分配形態轉換成累積機率函數，機率的變動由機率曲線之斜率所決定，斜率會隨著自變數的增加而變動，因而修正了線性機率模型的缺失，該模型之基本假設有下述四點：第一，研究母體樣本不用符合常態分配；第二，殘差項必須符合常態分配；第三，自變數之間無共線性；第四，樣本大小必須超過迴歸參數之個數，以便在進行估計時有足夠的自由度。此外，Probit 模型係利用最大概似法進行估計，使用此模型有以下優點：第一，可以解決二元分類問題；第二，適用於非線性狀況；第三，估計的機率介於 0 至 1 之間，符合機率的基本假設。

接著我們將進一步討論中老年人在選擇使用西醫門診或中醫門診是受到哪些因素影響。通常個人在決定看西醫門診或中醫門診時，兩者容易產生替代或互補的影響，欲了解在哪些情況下，中老年人將使用中醫門診或西醫門診或兩者皆使用抑或兩者皆不使用，故我們將採用 Multinominal Logit 模型進行分析。

本研究實證模型之形式為

$$H_i^* = \alpha_0 + \alpha_1' x_i + \varepsilon_i$$

$$M_i = \beta_0 + \beta_1' x_i + \beta_2' z_i + \beta_3' H_i^* + e_i$$

$$Y_i = \gamma_0 + \gamma_1' x_i + \gamma_2' z_i + \gamma_3' H_i^* + \omega_i$$

其中

H_i^*：真正健康狀況

M_i：醫療資源利用之變數

Y_i：選擇使用中、西醫門診組合之變數

x_i：影響自評健康狀況之變數

z_i：除 x_i 以外之變數

α_0、β_0、γ_0：常數項

$\alpha_1^{'}$、$\beta_1^{'}$、$\beta_2^{'}$、$\beta_3^{'}$、$\gamma_1^{'}$、$\gamma_2^{'}$、$\gamma_3^{'}$：係數

ε_i、e_i、ω_i：誤差項

因此，本研究討論之步驟如下：先探討影響自評健康狀況之因素，再將其得出之自評健康預測值代入 Probit 模型，進而探討影響中老年人醫療資源利用的因素；最後再討論哪些因素會影響中老年人使用中、西醫門診。其各模型設定詳細情形如下。

一、Ordered Probit 模型

自評健康狀況是由數值 0-4 所表示，其分別代表自評健康狀況很不好、不太好、普通、好、很好，由於自評健康狀況之數值是有次序且有意義的，所以採用 McKelvey and Zavoina (1975)提出的序列機率模型(ordered probit model)，估計個人自評健康狀況函數。

假設決定個人真正健康狀況之函數為

$$H_i^{*} = \alpha_0 + \alpha_1^{'} x_i + \varepsilon_i \qquad i = 1,2,.....,n \qquad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

其中，H_i^{*} 為第 i 個人無法觀察到的真正健康狀態；x_i 為影響個人健康狀況的外生變數；α_0、$\alpha_1^{'}$ 為欲估計的參數；ε_i 為隨機誤差項，且呈標準常態分配。

利用真正健康狀況與某些臨界值(threshold)之比較決定了個人主觀自評健康狀況的好壞，即

$H_i = 0 \qquad \text{if} \quad H_i^* \le \mu_0$

$H_i = 1 \qquad \text{if} \quad \mu_0 < H_i^* \le \mu_1$

$H_i = 2 \qquad \text{if} \quad \mu_1 < H_i^* \le \mu_2$

$H_i = 3 \qquad \text{if} \quad \mu_2 < H_i^* \le \mu_3$

$H_i = 4 \qquad \text{if} \quad \mu_3 < H_i^*$

亦即

$H_i = 0$ 表示第 i 個人自評健康為很不好

$H_i = 1$ 表示第 i 個人自評健康為不太好

$H_i = 2$ 表示第 i 個人自評健康為普通

$H_i = 3$ 表示第 i 個人自評健康為好

$H_i = 4$ 表示第 i 個人自評健康為很好

因為 ε_i 為一標準常態分配，故各個自評健康狀況分類所對應之機率為

$$\text{Prob}(H=0) = \Phi(\mu_0 - \alpha_1' x)$$

$$\text{Prob}(H=1) = \Phi(\mu_1 - \alpha_1' x) - \Phi(\mu_0 - \alpha_1' x)$$

$$\text{Prob}(H=2) = \Phi(\mu_2 - \alpha_1' x) - \Phi(\mu_1 - \alpha_1' x)$$

$$\text{Prob}(H=3) = \Phi(\mu_3 - \alpha_1' x) - \Phi(\mu_2 - \alpha_1' x)$$

$$\text{Prob}(H=4) = 1 - \Phi(\mu_3 - \alpha_1' x)$$

其中 Φ 為一累積機率密度函數

在中老人自評健康狀況中，依健康好壞區分為 0-4，所以第一個臨界值 $\mu_0 - \alpha_1' x$ 左邊對應 $H = 0$（自評健康為很不好）；第一個臨界值 $\mu_1 - \alpha_1' x$ 至第二個臨界值 $\mu_0 - \alpha_1' x$ 之間對應 $H = 1$（自評健康為不太好）；第二個臨界值 $\mu_2 - \alpha_1' x$ 至第三個臨界值 $\mu_1 - \alpha_1' x$ 之間對應 $H = 2$（自評健康為普通）；第三個臨界值 $\mu_3 - \alpha_1' x$ 至第四個臨界值 $\mu_2 - \alpha_1' x$ 之間對應 $H = 3$（自評健康為好）；在第四個臨界值 $\mu_3 - \alpha_1' x$ 右邊則對應 $H = 4$（自評健康為很好）。透過最大概似估計法(method of maximum likelihood)可以估計序列機率模型中的參數 α_1' 及臨界值 μ_0、μ_1、μ_2、μ_3。

在估計自評健康狀況之估計式中，被解釋變數為中老年人自評健康，解釋變數則包含個人特性、社經狀況、健康狀態、健康行為變數等。

二、Probit 模型

本研究另一目的是探討影響中老年人醫療資源利用的因素，故假設個人存在兩種預期效用，一是使用醫療資源得到之效用 U_1，另一是未使用醫療資源得到之效用 U_0。此兩種效用會受個人特徵、家庭結構、經濟情況、健康狀態等相關因素影響，若使用醫療資源所得到的效用 U_1 大於未使用醫療資源得到的效用 U_0，則個人會選擇使用醫療資源。用 M_i^* 表示觀察不到的隱含變數(latent varivable)。

假設M_i有兩種情況：0 或 1。$M_i=1$，表示使用醫療資源；$M_i=0$，表示未使用醫療資源。

$$M_i \begin{cases} 1, & if \quad M_i^* > 0 \\ 0, & if \quad M_i^* \le 0 \end{cases}$$

其中，$M_i^* = U_1 - U_0$。因此可知，當無法觀察到的變數大於零時，中老年人將使用醫療資源；反之，當無法觀察到的變數小於或等於零時，則中老年人將不會使用醫療資源。

$$M_i = \beta_0 + \beta_1^{'} x_i + \beta_2^{'} z_i + \beta_3^{'} H_i^* + e_i$$

M_i為實際觀察到之反應函數，其表示為利用醫療資源之變數；M_i^*為無法觀察到之反應變數；x_i、z_i、H_i^*為解釋變數，分別代表影響自評健康狀況之變數、除x_i以外之變數、自評健康狀況；β_0常數項，$\beta_1^{'}$、$\beta_2^{'}$、$\beta_3^{'}$為係數，e_i為誤差項。

Probit 函數與標準常態機率分配有關。若 Z 為標準常態隨機變數，則其機率密度函數為

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$$

Probit 函數則為

$$F(z) = \text{Prob}[Z \le z] = \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$$

當 $M_i = 1$ 表事件發生，$M_i = 0$ 表事件未發生。因此事件機率可以表示為

$$\text{Prob}(M_i = 1) = \text{Prob}(M_i^* > 0) = \text{Prob}(\beta_0 + \beta_1' x_i + \beta_2' z_i + \beta_3' H_i^* + e_i)$$

$$= \text{Prob}(e_i < \beta_0 + \beta_1' x_i + \beta_2' z_i + \beta_3' H_i^*)$$

$$= F(\beta_0 + \beta_1' x_i + \beta_2' z_i + \beta_3' H_i^*)$$

$$= \int_{-\infty}^{z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$$

其中，$F(\beta_0 + \beta_1' x_i + \beta_2' z_i + \beta_3' H_i^*)$ 與 $f(z)$ 分別為標準常態分配之累積密度函(CDF)與機率密度函數(PDF)。

一般而言，估算此二元選擇模型(binary choice model)所採用的方法，為最大概似估計法，故以此法估算參數，取概似函數(likelihood function)如下：

$$L = \prod_{M_i=1} P_i \prod_{M_i=0} (1 - P_i)$$

三、Multinominal Logit 模型

本研究在探討使用醫療資源係採住院、西醫門診、中醫門診此三個面向，藉由 Probit 模型已了解究竟是哪些因素影響這些醫療資源的使用，我們將更進一步討論中老年人在選擇使用西醫門診或中醫門診是受到哪些因素影響。本研究將中老年人看診(中、西醫門診)情形區分為：使用中、西醫門診(Y=0)；僅使用西醫門診(Y=1)；僅使用中醫門診(Y=2)；中、西醫門診皆未使用(Y=3)。將以上四類類的選擇作為被解釋變數，該被解釋變數的類別為三類以上，且類別之間並無次序關係，故適合採用 Multinominal Logit 模型進行分析。Y_i 代表已選擇類型；x_i 是個人特性變數。

第 i 個個人面對 J 種看診類型的選擇（本研究中，$J=4$）。

第 i 個個人選擇第 j 種類型的機率 $=\text{Prob}(Y_i=j)=\dfrac{\exp(x_i\beta_j')}{1+\sum_{q=0}^{J-1}\exp(x_i\beta_q')}$　$q=0,1,2,3$

第 i 個個人選擇第 0 個類型的機率 $=\text{Prob}(Y_i=0)=\dfrac{1}{1+\sum_{q=0}^{J-1}\exp(x_i\beta_q')}$　$q=0,1,2,3$

因此我們可以得到第 i 個個人選擇第 j 種類型相對於選擇第 0 個類型的發生比：

$$\frac{\text{Prob}(Y_i=j)}{\text{Prob}(Y_i=0)}=\exp(x_i\beta_q') \qquad j=0,1,2,3$$

取對數後，得到回歸式為

$$Ln\left[\frac{\text{Prob}(Y_i=j)}{\text{Prob}(Y_i=0)}\right]=(x_i\beta_q') \qquad j=0,1,2,3$$