

市場需求波動與生產技術伸縮性

馬泰成*

(收稿日期：92 年 6 月 12 日；第一次修正：93 年 5 月 18 日；
接受刊登日期：93 年 9 月 29 日)

摘要

本文嘗試利用一個獨占模型，以研究廠商經營所面臨的不確定性與生產技術伸縮性間之關係。我們將廠商的營運過程分成兩個階段，並將伸縮性當成一個內生性變數，此時，廠商首先在事前的投資階段決定生產函數所具有伸縮性的大小，其次，則在事後的生產階段決定產出。結論顯示：價格波動幅度增加會使獨占者採取較具伸縮性之成本結構，而使廠商平均成本線愈為平坦。此外，獨占廠商在價格波動情形下的期望產出則大於價格穩定情形下的產出，反映在新進者無法進入市場的前提下，價格波動幅度增加，透過凸性的利潤函數，會使廠商的期望利潤增加。

關鍵詞彙：伸縮性，需求波動，子賽局

壹·前言

市場需求波動與生產技術伸縮性 (flexibility) 間之關係，自 Stigler (1939) 以來，即廣泛於相關文獻中討論，Stigler 認為平均成本線斜率的大小會影響廠商產出對於需求變化反映的敏感程度，平均成本線愈平坦，廠商產出對於需求變化反映的敏感度愈高，代表廠商生產方式愈有伸縮性，因此，當市場需求波動程度增加時，伸縮性較大生產技術的期望利潤將高於伸縮性較小生產技術的期望利潤。其後，Dreze and Gabszewicz (1967), Marschak and Nelson (1962), Scheshinski and Dreze (1976), Carlton (1978), Mills (1984), Mills and Schumann (1985), Roller and Tombak (1990), 及 Ungern-Sternberg (1990) 均曾針對 Stigler 之論點，在完全競爭市場的架構下，就需求波動對廠商行為之影響加以研究，各家研究結論主要可歸納為以下二點：(一)需求波動幅度增加將使廠商採取較具伸縮性之成本結構，而使廠商平均成本線愈為平坦。(二)競爭性均衡 (competitive equilibrium) 會造成廠商有超額產能的現象，亦即需求波動情形下

* 作者簡介：馬泰成，國立高雄應用科技大學金融系助理教授。

之期望產出 (expected output) 小於價格穩定情形下的產出水準。¹

以上模型均係在完全競爭市場的架構下，分析價格波動與廠商行為間之關係，但是，迄今仍未有文獻針對獨占者在需求波動環境下，所採取的市場行為加以分析，且除 Mills (1984) 以外，多數文獻均假設一個外生的伸縮性 (exogenous flexibility) 並認為伸縮性與產出係同時決定，但是，在現實的經濟體系，往往是廠商首先在投資階段決定生產方式的伸縮性，其次，才在市場階段決定實際產出，而且廠商在投資階段決定伸縮性大小時，亦會將其在市場階段所面臨的產品需求波動幅度列入考慮，並據以調整其內部組織。因此，為彌補此一缺口，本文嘗試在獨占的產業架構下，將廠商的營運過程分成兩個階段，並將伸縮性當成一個內生性變數，獨占者首先在事前的投資階段決定生產方式所具有之伸縮性，其次，則在事後的生產階段決定產出，並以子賽局完美性 (subgame perfection) 的概念驗證前述命題是否成立。

兩階段模型的結論顯示：在獨占的架構下，價格波動幅度增加的確會使獨占者採取較具伸縮性之成本結構，而使廠商平均成本線愈為平坦，此一結論與完全競爭市場模型結論相同。但是，與競爭模型不同的是，獨占廠商在價格波動情形下之期望產出卻大於價格穩定情形下的產出，此一結論主要係反映在新進者無法進入市場的前提下，需求波動幅度增加，透過凸性的利潤函數 (convex profit function)，會使廠商的期望利潤增加。

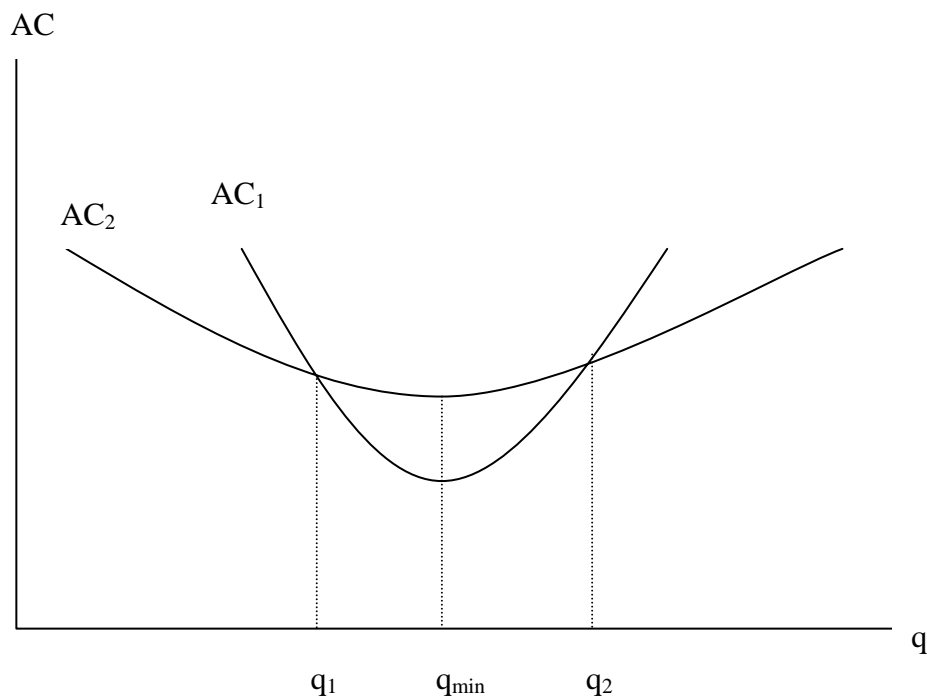
以下，本文首先引用依據 Marschak and Nelson (1962) 的論文對 Stigler 所提出的伸縮性概念作一說明，其次，則在獨占市場的架構下，建立一個二階段模型，對市場需求波動現象做一分析，以比較其與競爭架構下的結論有何不同之處，最後並引申相關之結論。

貳·伸縮性的定義及成本函數之設定

依據 Marschak and Nelson (1962)，Stigler 所提出的伸縮性，其實就是廠商產出對於需求變化反映的敏感程度，而此一敏感程度 Marschak 及 Nelson 則是以成本函數來做說明，亦即伸縮性與平均或邊際成本線之斜率成反比，平均(邊際)成本線愈平坦(陡峭)，廠商產出的伸縮性愈大(小)。

¹ 在競爭性均衡下，價格穩定情形下的產出水準其實就是平均成本最低 (minimum average cost) 下的產出水準。此外，藉由當期望產出小於平均成本最低的產出水準的現象，傳統模型導出許多關於廠商處理需求波動的生產行為，例如：期望邊際成本 (expected marginal cost) 低於最低平均成本 (Scheshinski and Dreze (1976))；期望總成本高於價格穩定情形下的總成本 (Mills (1984))。

另一方面，最低平均成本則與伸縮性成正比，伸縮性愈高，代表廠商生產設備雖然可以適應各種不同產出的需要得以靈活調整，但是，卻無法「專業」於某一特定產量，以致伸縮性愈高，最低平均成本愈高。圖一顯示兩條在相同產出數量達到平均成本最低的成本線，其中，伸縮性較低的第一種成本結構 (AC_1) 在產出 q_1 與 q_2 之間的平均生本較低，反之，伸縮性較高的第二種成本結構 (AC_2) 則在其他範圍內享有成本優勢，因此，伸縮性與靜態的生產效率之間存有替代關係，當價格波動幅度低，產出變化小時，專業於 q_{\min} 生產數量以致伸縮性低的成本結構當然享有較低之生產成本，反之，當價格波動幅度高，產出變化幅度超出 q_1, q_2 時，伸縮性大的生產方式則具有成本優勢。



圖一 高伸縮性與低伸縮性平均成本函數的比較

為表達以上伸縮性之概念，以下，本文參酌Mills (1984) 之處理方式，假設一個穩定的²二次式的總成本函數如下：

$$TC(q, c) = a(c) + b(c)q + \frac{q^2}{2c} \quad (1)$$

² 亦即廠商面臨一個穩定 (不會發生波動) 的成本函數，因此，在生產要素市場沒有不確定性。

$a > 0$ 代表固定成本，而與變動成本相關的 b 亦假設為正。此外，平均成本為 $\frac{TC}{q} = \frac{a}{q} + b + \frac{q}{2c}$ ，邊際成本為 $\frac{\partial TC}{\partial q} = b + \frac{q}{c}$ ，最後， $\frac{\partial^2 TC}{\partial q^2} = \frac{1}{c}$ 則表示 c 為測量生產技術伸縮性的變量， c 愈高，平均成本線或邊際成本線愈平坦，伸縮性愈高。藉由以下對成本函數的基本假設，我們將會證明 c 值為正：

$$a_c = \frac{\partial a}{\partial c} < 0 \quad (2-a)$$

$$b_c = \frac{\partial b}{\partial c} > -\frac{d\sqrt{2a/c}}{dc} > 0 \quad (2-b)$$

假設 (2-a) 顯示伸縮性較高之生產方式會造成固定資本投資減少。³表面而言，本假設似乎過強，但是，Mills and Schumann (1985) 曾利用標準普爾 (Standard and Poor's) 公司 COMPUSTAT 資料庫中美國境內 1,741 家製造商產銷資料，發現伸縮性確實與固定成本規模大小呈現相反關係，而使本假設之合理性得以提高。⁴

至於假設 (2-b) 則源自 Mills (1984) 對於 Stigler (1939) 所主張最低平均成本與伸縮性呈相同方向變化的數學表達方式，既然 $AC = \frac{a}{q} + b + \frac{q}{2c}$ ，最低平均成本下之產量可表達為：

$$q_{\min} = \sqrt{2ac} \quad (3)$$

再將(3)代入 AC ，可得知最低平均成本為

$$AC_{\min} = b + \sqrt{2a/c} \quad (4)$$

因此，將 AC_{\min} 對 c 微分，假設 (2-b) 即代表伸縮性增加將使最低平均成本提高，顯示伸縮性與生產效率之間存在替代關係，廠商勢必需要犧牲生產效率以提高生產技術的伸縮性。

³ $a_c < 0$ 的成本結構係反映：伸縮性較大 (小) 的生產方式，需要固定成本較少 (多)，變動成本較多 (少)。

⁴ 樣本採樣時間介於 1970 年至 1980 年之間。

參・需求波動、成本與伸縮性

本節在獨占市場的架構下，建立一個兩階段賽局，並假設該獨占者係面臨一條逆市場需求曲線，廠商在第一階段決定生產技術伸縮性的高低（亦即 c ），在第二階段則決定實際產出，當廠商於第一階段決定伸縮性 c 後，該伸縮性在第二階段即無法更改。此外，廠商在第一階段決定伸縮性 c 時，會面臨發生在第二階段的產品價格波動，而且價格波動主要係源自於市場需求波動，與成本面相關的要素價格則是固定不變。因此，獨占廠商在第一階段決定伸縮性時，所面對的不確定性係來自於邊際收益（ MR ），而非邊際成本（ MC ）。但是，廠商卻能瞭解邊際收益變化的機率分配，亦即平均值 \overline{MR} 或變異數 σ_{MR}^2 。

值得注意的是，廠商在第二階段決定實際產出時，已完全知曉市場需求，因此，不確定性係發生於第一階段，當廠商在第二階段制定產出及價格時，並沒有任何不確定性因素之存在，準此，以下就市場需求波動、生產成本與伸縮性等關係研析如次。

命題零：（眾所皆知的獨占均衡）獨占廠商的均衡產出為

$$q^*(p) = c_0 \left[P \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) - b \right]。$$

證明：

有鑑於子賽局模型解需以逆向歸納（backward induction）方式為之。因此，以下首先針對第二階段，探討廠商在短期內生產方式伸縮性固定不變情形下（亦即 $c = c_0$ ），如何決定產出 q 之最適化行為如下：

$$\max_q \pi = p(q)q - a - bq - \frac{q^2}{2c_0} \quad (5)$$

透過利潤極大化之一階條件，且在 $MR > b$ 使供給函數為正的情形下，廠商的供給函數可寫為：

$$\begin{aligned} q^*(p) &= c_0 \left(p + q \frac{\partial p}{\partial q} - b \right) \\ &= c_0 (MR - b) \\ &= c_0 \left[P \left(1 - \frac{1}{\varepsilon} \right) - b \right] \end{aligned} \quad (6)$$

由於廠商在第二階段決定實際產出時，已完全知曉市場需求或 MR ，因此， $q^*(p)$ 代表價格穩定情形下廠商的產出。

說明：

1. 在現實的世界中，往往是廠商首先在投資階段決定生產方式，其次，才在市場階段決定實際產出。為反應此一序列現象，理想的處理方式應將廠商的營運過程分成兩個階段，亦即在第一個投資階段決定生產方式所具有之伸縮性，及在第二個生產階段決定產出，並將伸縮性當成一個內生性變數，以子賽局完美性 (subgame perfection) 的概念分析廠商如何因應價格波動。但是，傳統文獻分析多屬單一階段競爭模型或主張廠商係同時決定投資的伸縮性及產出，忽略了在動態過程中，廠商在第一階段所決定投資的伸縮性對第二階段產出之影響。
2. 因為廠商在第一階段所決定的伸縮性會直接影響其在第二階段的產出水準，因此，廠商在第一階段制定決策時，均衡產出將決定於伸縮性的大小，亦即 $q^* = q^*(c)$ 。

命題一： 廠商在第一階段所決定伸縮性的值為正，且該伸縮性與價格波動程度呈正相關。

證明：

廠商在第一階段賽局中對生產技術縮性大小的選擇行為如下：

$$\max_c \pi = E[pq^*(c) - a(c) - b(c)q^*(c) - \frac{(q^*(c))^2}{2c}] \quad (7)$$

在不影響及理論架構的情形下，以下將“*”省略，以求符號精簡，並代入 (6) 及透過 Envelope theorem⁵ 將一階條件表示為：

$$E[a_c + b_c(MR - b)c - \frac{(MR - b)^2}{2}] = 0 \quad (8)$$

⁵ 第二階段的最適條件原應為 $E[\frac{\partial \pi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial c} + \frac{\partial TC(q)}{\partial c}] = 0$ ，但是將第一階段的最適條件 $\frac{\partial \pi}{\partial q} = 0$

代入前式，則第二階段的最適條件成為 $E[\frac{\partial TC(q)}{\partial c}] = 0$ 。

令 $E(MR) = \overline{MR}$ 及 $E(MR - \overline{MR})^2 = \sigma_{MR}^2$ ，經過處理後，最適的伸縮性 c^* 可寫為：

$$c^* = \frac{1}{2b_c} \left[(\overline{MR} - b) + \frac{\sigma_{MR}^2}{(\overline{MR} - b)} - \frac{2a_c}{(\overline{MR} - b)} \right] \quad (9)$$

由於 $a_c < 0$ 且 $b_c > 0$ ，所以，廠商在第一階段所定的伸縮性的值 c 為正，且該伸縮性與收益面波動程度 σ_{MR}^2 成正比。因此，市場需求波動幅度增加，將使廠商採取較具伸縮性之成本結構，而使廠商平均成本線愈為平坦。⁶

說明：

1. 如果伸縮性為一內生變數並決定於事前的投資階段，則廠商在投資（第一）階段決定生產函數的伸縮性時，由於會考慮市場（第二）階段的市場需求波動，因此，廠商將會依據需求波動幅度的大小調整內部生產組織及管理方式⁷，以建立一個最適的伸縮性，從而抵銷了需求波動對產出決策所帶來的不確定性。
2. 由於伸縮性與生產效率間具有替代關係，因此，伸縮性並非不勞而獲，但是，當廠商所面臨之市場價格變異增加，廠商仍需犧牲生產效率以提高生產技術之伸縮性；反之，當廠商所面臨之市場價格變異減少，廠商也會減少伸縮性以提昇生產效率，因此，在兩階段模型的架構下，廠商在第一階段進行資本性投資時，伸縮性 c 應為一個內生變數，並取決於價格波動的程度及預期市場價格等因素。
3. 伸縮性與價格波動程度呈正相關的結論與多數實證文獻的結論相同⁸，例如：Mills and Schumann (1985) 利用 1970-80 年間 COMPUSTAT 資料庫中美國境內 1,741 家製造商產銷資料，並以各廠商銷售額的變異程度作為衡量市場需求波動的指標；又由於勞力與原物料等變動生產要素投入占銷售比重愈高，代表廠商的生產方式愈有彈性，因此，他們在迴歸分析中以固定資本占銷售額的比重代表伸縮性，該比重愈高代表變動要素投入

⁶ 如果吾人得知 a_c 及 b_c 的函數型態，則可解出 c^* 的 reduced form，但是，即使 c^* 的 reduced form 未能解出，式(9)在後述的命題二中，仍可用以證明 $E(q) > q^*$ 。

⁷ 依據 Mills (1984)，此種調整方式包括：在生產技術上，調整固定資本與變動成本間之比重；在企業組織上，變動管理階層的生產控制內容等。

⁸ 例如：Mills and Schumann (1985) 曾整理自 1940 年代以來 Alexander 等多位經濟學家所撰寫的論文共 9 篇，並發現這些研究均主張伸縮性與價格波動間成正比。

比重愈小，伸縮性愈低；他們在控制市場占有率與產業特性等因素後，發現伸縮性與需求波動成正比⁹。

命題二：二階段模型中，如果伸縮性為一內生變數，並決定於廠商的投資階段，則廠商在面臨需求波動情形下的期望產出大於在需求穩定狀態時的產出，亦即 $E(q) > q^*$ 。

證明：

當廠商在第一階段決定伸縮性時，面臨市場波動，使邊際收益波動的機率分配的平均值為 $E(MR) = \overline{MR}$ ，變異數為 $\sigma_{MR}^2 > 0$ ，則依照方程式(9)，最適的伸縮性為： $c^* = \frac{1}{2b_c} [(\overline{MR} - b) + \frac{\sigma_{MR}^2}{(\overline{MR} - b)} - \frac{2a_c}{(\overline{MR} - b)}]$ ，此時，該廠商在第二階段的期望產出，依照方程式(6)，將為

$$\begin{aligned} E(q) &= E[c^*(MR - b)] \\ &= c^*(\overline{MR} - b) \\ &= \frac{1}{2b_c} [(\overline{MR} - b)^2 + \sigma_{MR}^2 - 2a_c] \end{aligned} \quad (10)$$

至於當市場需求穩定的情形下，假設 $MR = \overline{MR}$ 固定不變，因此，廠商的經營沒有不確定性，亦即 $\sigma_{MR}^2 = 0$ ，此時廠商在第一階段所決定的伸縮性，依照方程式(9)將為 $c_s^* = \frac{1}{2b_c} [(\overline{MR} - b) - \frac{2a_c}{(\overline{MR} - b)}]$ ，最後，依(6)，第二階段最適產出為：

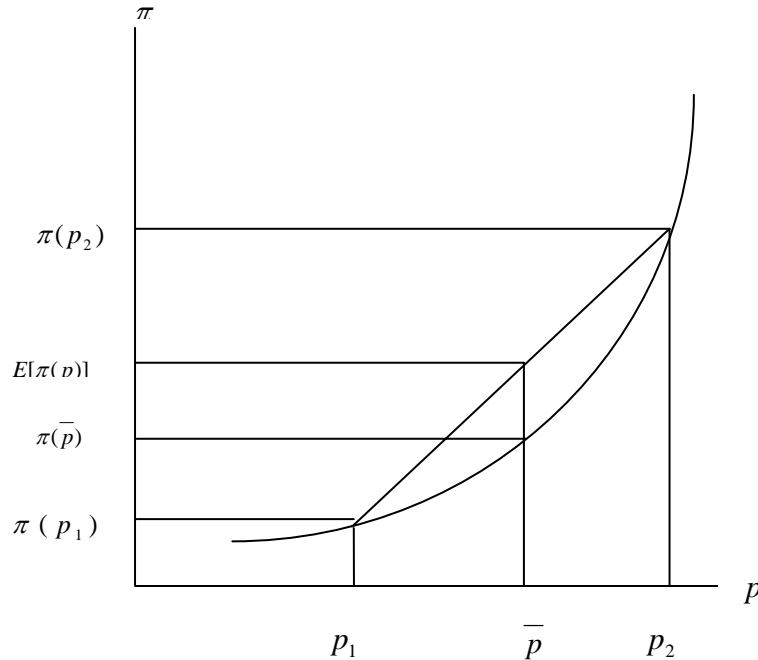
$$\begin{aligned} q^* &= c_s^*(\overline{MR} - b) \\ &= \frac{1}{2b_c} [(\overline{MR} - b)^2 - 2a_c] \end{aligned} \quad (11)$$

比較(10)與(11)，顯然 $E(q) > q^*$ 。

說明：Dreze and Gabszewicz (1967), Marschak and Nelson (1962), Scheshinski and Dreze (1976), Carlton (1978), Mills (1984), Mills and Schumann (1985) 等文獻所推導出的共同結論：廠商在面臨價格波動情形下的期望產出小於在價格穩定狀態時的產出， $E(q) < q^*$ ，基本上，係反映完全競爭廠商須

⁹ 也就是固定資本比重與銷售額的變異成相反關係。

在一個凸性邊際成本線 (convex MC) 的遞增階段定價 $p = MC$ ，以及廠商自由出入市場所導致期望利潤為零的結果，亦即 $E(\pi) = 0$ 。¹⁰



圖二 廠商的利潤函數

但是，在獨占的情形，由於廠商僅有一家且新進者無法進入市場，如果價格長期高於平均成本將會產生超額利潤，加以廠商面臨凸性的利潤函數 (convex profit function)，因此，價格波動自然會提高廠商的期望利潤，也就是 $E[\pi(p)] > \pi(\bar{p})$ (請參閱圖二)，此時，如果價格在 p_1 及 p_2 間波動，且波動的平均值為 \bar{p} ，則廠商在面臨市場需求波動環境下的平均產出自然較高，如此才能維持較高的期望利潤，從而使 $E(q) > q^*$ 。此一推論與完全競爭市場的結果相反，獨占者在第一階段的期望產出與期望利潤會因市場需求的波動而增加。

¹⁰ 詳請參閱 Scheshinski and Dreze (1976) 第 734 頁的圖示說明。

肆· 結論與策略意涵

傳統文獻對於伸縮性的分析多係在完全競爭市場的架構下，分析價格波動與廠商行為間之關係，並未針對獨占者在需求波動環境下，所採取的市場行為加以分析。雖然就現實經濟環境而言，獨占多數發生在水、電、瓦斯等公用財產業，且該等行業的定價與經營又受到政府的高度管制，不可能發生獨占力濫用的行為；但是，實際上，仍有若干私有財生產廠商由於智慧財產權的保護（例如：生產視窗軟體的微軟）、或是生產者掌握重要原料（例如：生產鑽石的 De Beers），使新進者無法進入市場競爭，從而形成獨占力量；特別是近來因受科技創新影響，許多資訊產品規格益趨複雜，產品系統除了主體（primary part）外，尚包括其運作所需的互補性附件（complementary component）¹¹，消費者首次購買產品系統時，都是以具有耐久財性質的主體，作為採購標的，但是，在使用過程中，往往會產生對附件的需要，而廠商如果採取與其他廠牌不同的附件規格，往往會形成不同廠牌間的主體與附件的不相容性，使系統廠商在下游附件市場成爲一個獨占者，而使得附件售價提高，相信消費者對於付出 1,800 元購買一部噴墨式彩色印表機後，卻需花費 1,650 元購買一組彩色及黑色墨水匣的經驗應不陌生，因此，在現實環境下，獨占情形也會經常發生，所以針對獨占廠商經營行為的研究其實也是具有若干的實務價值。

此外，多數伸縮性研究的文獻¹²均假設一個外生的伸縮性，並認爲伸縮性與產出係同時決定，但是，在現實的經濟體系，往往是廠商首先在投資階段決定生產方式的伸縮性，其次，才在市場階段決定實際產出，而且廠商在投資階段決定伸縮性大小時，亦會將其在市場階段所面臨的產品需求波動幅度列入考慮，並據以調整其內部組織。針對以上現象，本文係採取二階段賽局的設定，獨占廠商首先在第一個階段決定生產方式所具有伸縮性的大小；其次，則在第二階段決定產出，而獨占者在第二階段決定實際產出時，已完全知曉市場需求，並沒有不確定性因素存在，因此，不確定性係發生於第一階段，所幸獨占者在第一階段決定伸縮性高低時，已然完全明瞭其在第二階段所面臨邊際收入 MR 的機率分配，亦即平均值 \overline{MR} 或變異數 σ_{MR}^2 ，因此，其有充裕的資訊可以決定最適的伸縮性，以抵銷價格波動對產出決策所帶來的不確定性，當市場變異增加（減少），獨占者會採取伸縮性較高（低）的生產方式，此一結論與 Mills and

¹¹ 這類產品系統常見於與電機（電子類）相關的產品，例如：任天堂的主機（主體）及卡帶（附件）。

¹² Mills (1984) 是一個例外。

Schumann (1985) 等多數實證文獻所得的結論相同。又由於實際產出是發生於第二階段，獨占者在第一階段只能依據需求波動的機率分配預期其未來的產出，此時，所謂的期望產出也就是在各種可能情形下產出的平均數，又因為凸性的利潤函數會使價格波動下的期望利潤高於價格穩定時的利潤，而使廠商在第一階段面臨市場需求波動下的期望產出較需求穩定狀態下的產出為高。

其實，以上兩階段模型的基本設計，就是將第一階段視為長期，第二階段視為短期，並以之引申出各項的動態概念，當時間遞延為長期，則理性廠商自會依據對未來需求的波動或是產出大小的預期，調整相關的生產技術及管理方式，但是，在短期內（第二階段）由於生產技術及管理方式需要在長期（第一階段）決定，因而固定不變，廠商只能決定實際的產出。

至於就未來的研究方向而言，由於本文與所引用的相關文獻對於伸縮性的分析，均係假設廠商採取風險中立 (neutral) 的態度，在此一架構下，廠商係以預期利潤作為極大化的標的，因此，大幅簡化了推理過程，並得以提出相關結論；反之，如果廠商有不同的風險態度，例如：具有風險趨避的效用函數，自然會影響模型推論的結果，依據作者推斷，可能的結論至少會包括：廠商會在第一階段採取較式(9)更高的生產技術伸縮性，以減少市場不確定對預期效用的影響；至於廠商期望產出的變化方向為何？則恐需進一步探討，相信會是一個甚為有趣的研究方向。

參考文獻

- Dreze, J. H., and J. J. Gabszewicz, "Demand Fluctuations, Capacity Utilization and Prices", *Operations Res. Verfahren*, (3), 1967, pp. 119-141.
- Marschak, T. and R. Nelson, "Flexibility, Uncertainty, and Economic Theory", *Metroeconomica*, (14), 1962, pp. 42-58.
- Mills, D. E., "Demand Fluctuations and Endogenous Firm Flexibility", *Journal of Industrial Economics*, (33), 1984, pp. 55-71.
- Mills, D. E. and L. Schumann, "Industry Structure with Demand Fluctuations", *American Economic Review*, (75), 1985, pp. 758-767.
- Sheshinski, E. and J. H. Dreze, "Demand Fluctuations, Capacity Utilization", and costs, *American Economic Review*, (66), 1976, pp. 741-742.
- Stigler, G., "Production and Distribution in the Short Run", *Journal of Political Economy*, (47), 1939, pp. 305-327.
- Ungern-Sternberg, T., "The Flexibility to Switch between Different Products", *Economica*, (57), 1990, pp. 366-369.

Roller L. and M. M. Tombak, "Strategic Choice of Flexible Production Technologies and Welfare Implications", *Journal of Industrial Economics*, (38), 1990, pp. 417-431.

Demand Fluctuations and Production Flexibility

TAY-CHENG MA *

ABSTRACT

This article uses a monopoly model to investigate the relation between flexibility and uncertainty. The evidences presented show that the greater is price variation, the higher the degree of flexibility. This conclusion is consistent with the finding of competitive model. On the other hand, our model shows that with fluctuations expected output for the monopolistic firm is larger than the output in the absence of uncertainty. This fact reflects a convex profit function.

Keywords: flexibility, demand fluctuations, subgame

* Tay-Cheng MA, Assistant Professor, Department of Kaohsiung University of Applied Sciences.