

國立臺灣大學社會科學院經濟學系

碩士論文

Department of Economics

College of Social Sciences

National Taiwan University

Master Thesis

產業間存貨行為差異之原因

Inventory Behaviors in Upstream and Downstream

Industries: Theory and Evidence



Li-Wen Hsu

指導教授: 王泓仁 博士

Advisor: Hung-Jen Wang, Ph.D.

中華民國 98 年 7 月

July, 2009

謹以此文  
紀念祖母與父親



## 謝詞

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

— *Leonhard Euler*

感謝指導教授王泓仁老師的協助、體諒及包容，本文之所以能順利完成，絕大部分都要歸功於王老師對於教學的熱忱；感謝口試委員毛慶生老師、陳南光老師及姚睿老師，對於本文之建議及指正；感謝吳聰敏老師在百忙之餘，還能協助論文的編排。賴景昌老師的熱心教學，及李顯峰老師在專案上的指導，亦令學生受益良多。在此引用 Feynman 對於 Euler's identity 所發出的讚嘆：“the most remarkable formula in mathematic”，表達內心最誠摯的感動。再次感謝諸位老師，在您的細心教導下，學生看到了經濟學最美好的一面。

感謝多位同窗好友的陪伴，讓我渡過了充實而又美好的研究所生活。

最後，家人的陪伴是本文得以完成的要件之一，尤其要感謝母親的支持，讓面對而立之年我，還能在無後顧之憂的情況下，悠然地徜徉於學海之中。

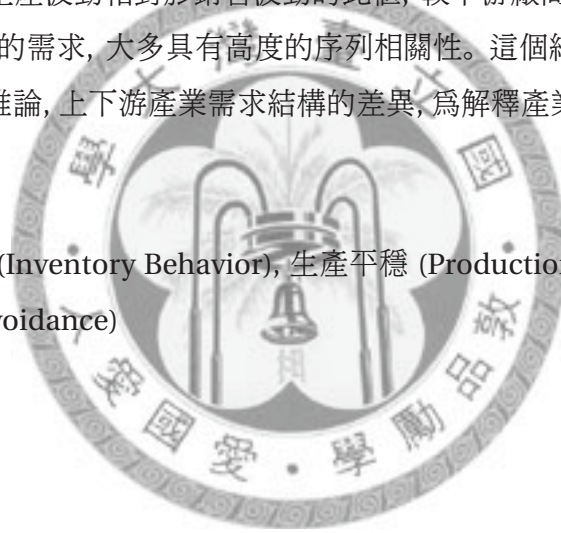
許力文

2009年7月

## 論文提要

Krane and Braun (1991) 在探討各產業存貨行為時，觀察到若干生產原物料的產業，其持有存貨的動機及行為，似乎不同於其他生產最終消費品的產業。本文以此觀察為出發，提出一個以 Kahn (1987) 所發展之避免缺貨模型為基礎的存貨模型，解釋此一現象。我們在原始需求為  $AR(1)$  的假設下，推導下游廠商的存貨行為，並以此引伸出原物料需求，作為分析上游廠商存貨行為的基礎，最後比較雙方存貨行為差異。由理論模型得知，當原始需求呈現高度序列正相關時，上游廠商的生產波動相對於銷售波動而言，會大於下游廠商。在實證方面，我們以「工業生產統計資料庫」中「工業產品群資料」為基礎，以較嚴謹的方式，計算上下游廠商生產波動對銷售波動的比值。結果發現，上游廠商生產波動相對於銷售波動的比值，較下游廠商大的產業樣本組中，其下游廠商所面對的需求，大多具有高度的序列相關性。這個結果與理論模型的預測相同，因此本文推論，上下游產業需求結構的差異，為解釋產業間存貨行為差異的原因之一。

關鍵字: 存貨行為 (Inventory Behavior), 生產平穩 (Production Smoothing), 避免缺貨 (Stock Out Avoidance)



# 目錄

<b>1</b>	<b>前言</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>文獻回顧</b>	<b>5</b>
2.1	早期研究及實證現象 .....	5
2.2	理論文獻 .....	6
2.3	模型的選擇 .....	8
2.4	後續研究發展 .....	9
<b>3</b>	<b>模型設定</b>	<b>11</b>
3.1	廠商間互動及模型環境 .....	11
3.2	下游廠商之存貨行為 .....	14
3.3	上游廠商之存貨行為 .....	18
3.4	產業間存貨行為之理論差異 .....	22
3.5	模型設定小結 .....	24
<b>4</b>	<b>實證分析</b>	<b>25</b>
4.1	資料來源及簡介 .....	25
4.2	實體單位資料與生產平穩 .....	27
4.3	產業間存貨行為之實證差異 .....	28
4.4	實證分析小結 .....	32
<b>5</b>	<b>結語</b>	<b>33</b>

附錄	35
<b>A 圖形及其說明</b>	<b>36</b>
A.1 產銷變異比之差異 .....	36
A.2 彙整資料之影響 .....	37
<b>B 表格及說明</b>	<b>38</b>
B.1 存貨投資與產出間之關係 .....	38
B.2 去除季節因素之產銷變異比 .....	39
B.3 工業產品群之資料說明 .....	40
B.4 變異比對照表之計算說明 .....	42
B.5 產業對照表 .....	44
B.6 相關係數之估計誤差 .....	47
<b>C 數學附錄</b>	<b>49</b>
C.1 最適決策求解過程 .....	49
C.2 產銷變異比之計算 .....	53
參考文獻	58



# 第 1 章

## 前言

存貨投資的金額雖然只佔了國民生產毛額中的一小部分，但其顯著的變異卻明顯地影響整體經濟的波動。Blinder (1981) 將美國 GNP 變化的變異予以分解後，發現存貨投資的改變可以解釋美國 GNP 變化的三分之一，這所有項目中最大的。而以臺灣的資料來說，由 1988 年至 2007 年的年資料所計算之結果，雖然不如前面所述明顯，但這 20 年中的平均存貨投資變動亦佔了 GNP 變動的 10% 以上。<sup>1</sup>

存貨投資的變動提供了一個洞察經濟波動的方向；然而要了解存貨投資波動的原因，則勢必得先了解廠商的生產及存貨行為。<sup>2</sup> 廠商持有存貨有許多目的，讓我們先從持有存貨的動機開始討論起。

存貨的第一種可能用途在於使生產水準得以平穩進行，避免生產的波動。由於維持平穩的生產水準，其生產成本將較波動式的生產為低；因此當廠商面對起伏不定的需求時，在銷售低落情況下，廠商生產會多於銷售，此時其間的差異將轉為存貨的累積；而當銷售高漲時，則把存貨作為生產與銷售差額的緩衝。這種持有存貨的動機，稱為生產平穩 (production smoothing)。<sup>3</sup>

持有存貨的第二個可能原因是，當生產須要耗費時間時，廠商常常必須在了解顧客需求之前做出生產決策，以避免缺貨。例如，出版商在知道某一新書的受歡迎程度之前，必須先行決定印刷冊數；如果讀者需求量大於所準備的數量，則出版商將因缺

---

<sup>1</sup>存貨投資變動與 GNP 變動之資料明細，請詳附錄表 B.1。

<sup>2</sup>關於存貨投資的總體實證研究，可以參考下列文章：由 Metzler (1941) 首開先河，研究存貨的加速原理對於景氣波動之影響；Lovell (1961) 進一步地將存貨投資區分為原料及半成品與製成品，以分別討論廠商的持有動機；Blinder (1981) 則從廠商的決策行為出發，將名目利率導入存貨投資的解釋變數中。

<sup>3</sup>Blinder (1981) 詳細地說明了，廠商持有存貨的生產平穩動機。

貨而損失潛在的銷售收入及利潤。爲了防止這種情況發生, 所持有之存貨動機, 則被稱爲避免缺貨 (stock-out avoidance)。<sup>4</sup>

爲使生產順利完成, 減少因運送所耗費的等待時間, 廠商所持有的原物料 (raw materials), 及產品生產過程中, 僅部分完成的在製品 (work in process); 這些在爲生產所必須存在的部分, 亦爲廠商持有存貨的動機之一。

在衆多的存貨持有動機中, 生產平穩動機是最受經濟學者重視、研究得最深入的假說之一。在直觀上, 當廠商面對需求的波動時, 相對於銷售平穩地生產產品, 其生產成本可能較波動生產爲低。例如, 爲應付耶誕假期的產品需求, 玩具製造商可以在假期前的一段時間, 即以小規模的生產方式持續生產並囤積存貨, 因應可預期到的需求變動; 而不須臨時地增加生產規模, 造成生產成本的增加。亦即, 廠商應該在需求較低的時節, 建構存貨存量, 當銷售強勁時, 再使用這些存貨來滿足需求。<sup>5</sup>

然而由於上述的論點, 在實證上所得到的支持甚爲薄弱, 使得生產平穩理論受到許多的質疑。例如, 根據生產平穩理論, 存貨扮演了生產與銷售間緩衝的功能, 即使銷售的波動很大, 因爲有存貨的存在, 廠商依然可以相對平穩的生產, 因此生產的波動應小於銷售的波動; 然而 Blinder (1981) 和 Blanchard (1983) 卻發現在大部分的產業資料中, 生產的波動大於銷售的波動。此外, 在存貨作爲產出面對需求波動時的緩衝下, 銷售的短期激增將使存貨下降, 反之則應上升, 因此應觀察到存貨變動與銷售反向變異的現象; 然而事實上發現並非如此, 在實證資料中兩者間的共變異數並非負數。

爲了能對實證所觀察到的存貨現象有更好的解釋, 衆多學者紛紛提出了新的存貨理論。Blinder (1981) 提出 (S,s) 的存貨模型, 以解釋前述的生產及存貨行爲。Blinder (1986a) 在不放棄古典存貨理論的基本技術性假設下, 引入廠商生產面的不確定性, 重新爲實證上生產平穩假說所面臨的矛盾現象, 循求解決的方法。Kahn (1987) 則從存貨對於銷售所產生的潛在價值出發, 發展了一個以避免缺貨動機爲基礎的生產及存貨模型。

---

<sup>4</sup>Blanchard and Fischer (1989) 對於持有存貨的避免缺貨動機有詳細的說明。

<sup>5</sup>Miron and Zeldes (1988) 認爲因爲銷售的季節性波動中, 有一大部分是可以預期的, 因此理性的廠商應該在需求較低的季節, 建構並累積存貨存量, 以滿足旺季時的產品需求。



從實證資料處理的角度切入, Krane and Braun (1991) 認為生產波動較大的事實, 可能是由於不適當的資料所造成; 該文中使用實體單位的資料, 並得到了在大部分的產業中, 生產波動小於銷售波動的實證結果。<sup>6</sup> Wang (2002) 則進一步由實體單位資料所計算的真實銷售變異比、與觀測到的貨幣價值單位所計算的變異比間之代數關係, 說明在生產平穩的前提假說下, 當價格變異在通貨膨脹調整過程中, 沒有完全地從資料中清除掉時, 所觀測到的產銷變異比會有向上偏誤傾向, 進而更頻繁地拒絕生產平穩假說。<sup>7</sup>

在這些探索存貨行為的文獻中, 值得特別注意的是, Krane and Braun 在探討各產業的存貨行為時, 發現生產煙煤、廢鋼、和廢紙等被其他生產者當作是原物料的產業, 其持有存貨的動機及其行為, 似乎不同於其他的下游產業; 在該實證資料的 38 個樣本中, 有 13 個產業其生產波動大於銷售波動, 而之中有 9 個是屬於生產農產及木材等原物料產品的產業。這發現似乎提示了, 廠商的生產波動與銷售波動間的大小關係, 與該廠商處於上游或下游產業有關。惟該文中並沒有提出一個嚴謹的理論模型, 以解釋此一現象。

因此本文以此觀察為出發, 提出一個嚴謹的理論模型, 來解釋產業間生產及存貨行為差異的原因; 並使用更詳細的實證資料, 對上述模型進行驗證。在本文中我們提出下列假說: 上下游廠商在需求結構上的差異, 將可能造成實證中, 上下游廠商的生產與銷售行為上的不同。例如, 在先前玩具製造商的例子中, 玩具商老闆面對的是一般大眾對於玩具的原始需求, 而作為生產玩具原料的塑膠廠, 面對的則是玩具商決策後的引申需求; 這兩種不同需求結構, 將影響廠商持有存貨的動機及行為, 進而產生實證上, 廠商間生產波動與銷售波動比例的差異。

為了更進一步地解釋需求差異原因, 並比對可能產生的生產與存貨行為差異; 本文提出一個, 以 Kahn (1987) 所發展出的避免缺貨動機為基礎的存貨模型, 討論下游廠商在面對原始消費品需求下之行為, 再以下游廠商對於原物料的需求, 討論上游廠商的存貨行為。進一步比較上下游廠商之存貨行為後, 我們由模型中發現, 當原始需

<sup>6</sup>在此之前, Ghali (1987) 尚已使用產業的實體單位資料, 得到了部分產業其生產是較平穩的結果。

<sup>7</sup>Blinder and Maccini (1991) 對於生產及存貨行為的初期相關文獻, 有相當生動又深入的介紹; Ramey and West (1999) 一文中亦對廠商生產及存貨行為文獻, 有一完整的敘述。

求的各期序列相關程度較大時,上游廠商之產銷變異亦會較大(亦即相對於銷售之變異而言,上游廠商的生產波動會比下游來廠商得大),反之,當各期需求相關程度較小時,上游廠商的產銷變異比就會較小。

其次本文由「行政院經濟部統計處」建構之「工業生產統計資料庫」,取得以實體單位衡量、未經季節調整的產品別月資料,驗證生產平穩假說及本文理論模型之實證意涵。在實證分析結果中,上游廠商生產相對於銷售波動的比值,較下游廠商大的產業,正如模型中所預期的,這些下游廠商所面對的需求,亦大多具有高度的序列相關。在本文的存貨模型中,成功地以需求結構的差異,解釋了實證資料中,為何上游廠商的生產波動會大於下游的現象;因此本文推論,需求結構的差異,可能是導致產業間存貨行為差異的原因之一。<sup>8</sup>

此外在以詳細的臺灣資料驗證後發現,使用實體資料進行實證分析雖然已更接近生產平穩理論所預測之結果,但仍有部分產業其生產波動大於銷售波動。因此,在實體單位資料對於生產平穩假說的支持證據方面,本文並未得到與 (Krane and Braun, 1991) 相同,如此一致地支持生產平穩的證據。

在下一章中,我們將推導一個兩階層的存貨模型,並假設下游廠商面對最終消費品的原始需求,而上游廠商則面對下游廠商決策後的原物料需求,希望藉此了解上下游廠商間的存貨行為差異。在第三章中,我們使用台灣工業產品群資料,回答下列兩個問題,其一、使用實體資料是否能得到生產波動大於銷售波動的結果,進而支持生產平穩假說,其二、實證資料是否與本文模型中所預測的存貨行為一致。第四章則為全文之彙整說明。最後,為了讓文章盡量簡潔,且讀起來更為順暢,本文將絕大部分的資料及計算細節放置於附錄之中。

---

<sup>8</sup>本文的推論,僅在於需求結構的差異是產業間存貨行為差異的充分條件之一,而非必要條件。亦即需求結構的差異會導致存貨行為的差異,但不表示需求結構沒有差異,存貨行為就不會存在差異,亦不代表實證上所觀查到的存貨行為差異,就一定是需求結構差異所造成。除了需求結構差異外,尚有許多因素會導致存貨行為的差異,例如該產業在供應鏈中的影響力,及該產業的生產特性(訂單生產及成本函數性質等,更多的細節請詳 (Ghali, 2003) )。

## 第 2 章

### 文獻回顧

在本章中我們將對重要的存貨模型, 及其理論發展作一簡要的回顧; 並經由相關文獻之討論, 說明選擇避免缺貨模型作為本文基礎模型之原因。

#### 2.1 早期的存貨行為研究及實證現象

就像其他學科一樣, 經濟學研究的關注焦點, 總是不斷地交替循環著。存貨行為的研究, 起源於 Metzler (1941) 應用存貨加速原理對於景氣循環原因的解釋; 在 1950 年代及 1960 年代早期, 由於該理論對於美國當時景氣波動的解釋相當成功, 因此研究存貨行為, 成為當時研究景氣循環領域中的一門顯學。隨後相關研究沉寂了一段時間, 直到人們發現 Metzler 的存貨循環可以解釋 1973 年至 1975 年的景氣緊縮後, 研究的焦點才又集中到了存貨行為的研究上。<sup>1</sup>

在眾多的存貨行為研究中, 生產平穩動機最為學者所重視, 亦是研究得最為深入的理論之一。然而該理論在實證上所得到的支持卻甚為薄弱, 進而使得其招受到莫大的質疑。

首先, 根據生產平穩假說, 當廠商生產的邊際成本遞增, 且面對具有波動性的需求時, 持有存貨是為了平穩生產, 以降低平均的生產成本; 因此在生產平穩假說下, 生產的波動應小於銷售的波動。然而 Blinder (1981) 與 Blanchard (1983) 卻發現, 在總體資料中 GNP 變異大於最終銷售變異的現象, 在產業分析的實證資料中依然存在 (亦即在大部分產業中生產的變異大於銷售的變異); 另於 Blinder and Maccini (1991) 一文中亦發現, 在幾乎所有的產業資料中, 生產的變異都大於銷售的變異。

---

<sup>1</sup>關於存貨早期的研究, Blinder and Maccini (1991) 一文中已有詳細的說明。

其次, 如果存貨真如生產平穩假說所言, 作為生產面對需求衝擊時的緩衝 (安全庫存), 則在銷售短期激增時, 存貨存量應下降, 反之應上升; 亦即存貨投資應具有逆景氣循環的特性。然而實證研究中, Blinder (1986a) 與 Blinder (1986b) 在嘗試了解存貨與未預期銷售的關係時, 只有少數的產業資料展現出負向關係的結果。Ramey and West (1999) 亦進一步證實, 大部分的產業其生產變異大於銷售變異, 且存貨投資與景氣循環具有同向的關係。

最後, 在 Feldstein and Auerbach (1976) 的存貨模型研究中, 發現實證資料顯示, 當廠商面對銷售衝擊時, 通常要花費好幾個月甚至幾年, 才會將存貨水準由景氣峰頂調整至景氣谷底, 然而此項存貨水準的差異, 事實上只需要幾天即可生產完成。(Blinder, 1986b) 亦發現了廠商存貨調整速度非常緩慢的證據。

## 2.2 存貨的理論文獻

就在生產平穩假說, 因實證上無法得到強力的支持而備受質疑時; 許多經濟學者紛紛提出新模型與新理論, 以解釋生產平穩假說在實證分析上所面臨的矛盾現象。

### 2.2.1 生產平穩模型的延伸

有一部分的文獻試圖對於生產平穩假說進行修改, 以期於實證資料有較一致的結果。其中 Eichenbaum (1989) 討論了供給面的衝擊對於生產平穩假說的影響; 而 Ramey (1991) 則藉由修改模型中的生產函數, 討論當生產成本為並非遞增時, 廠商的存貨行為。Bresnahan and Ramey (1994) 認為固定的生產成本在生產過程中具有關鍵角色; 該文中以汽車工業為例, 說明了固定生產成本的重要性。Blinder (1981) 與 Caplin (1985) 認為訂購的固定成本, 對於了解廠商的存貨行為具有非常重要的地位。

再者 Blinder (1986a) 分析了美國的產業別名月資料後; 試圖在生產平穩模型中, 討論需求隨機干擾項之結構, 及其對於生產及存貨行為之影響, 來對生產平穩動機提出支持的證明; 該文的結果顯示, 在某些情形下, 資料與修正後的存貨模型結果可能 (maybe) 一致。此外 Blinder (1986a) 亦考慮了一個價格固定的總合供需模型; 其結果發現, 如將凱恩斯的總合需求曲線, 附和在生产平穩的總合供給曲線上, 將可幫助生產平穩模型對於實證上存貨行為的解釋。

### 2.2.2 實證方法的討論

除了對理論模型的延伸及修改外,有一些文獻對於實證資料的處理及實證方法的選用上,提出了不同的看法。

Fair (1989) 及 Ghali (1987) 聲稱,在實證分析中,生產變異大於銷售變異的結果,是由於使用了不正確的資料所造成;在他們的研究中發現,大部分的產業在使用了實體單位的生產及存貨資料後,生產的波動會小於銷售的波動。

另外,Krane and Braun (1991) 為防止因物價波動所導致的實證研究誤差,亦使用實體單位資料執行實證分析。在該文所蒐集到的38個產業(生產、存貨及出貨量)實體單位資料中,只有13個產業的產銷變異比大於1(其中只有4個產業具有統計上的顯著性);當計算差分後的產銷變異比時,只剩下7個產業的變異比大於1(只有3個產業是顯著的)。該文認為使用實體單位資料,可以得到生產變異小於銷售變異的結果,進而得到對於生產平穩假說的支持。

Wang (2002) 則進一步由實體單位所計算的產銷變異比,與貨幣價值單位所計算的產銷變異比間的代數關係,說明在生產平穩的前提假說下,當價格變異在通貨膨脹調整過程中,沒有被完全地從資料中清除時,使用非實體資料所觀測到的產銷變異比,會向上偏誤的傾向,進而更頻繁地拒絕生產平穩假說。

關於存貨的速度調整, Maccini and Rossana (1984) 聲稱會得到如此慢的存貨調整速度,是因為使用了不正確的估計方法,他們採用 Hatanaka (1974) 所提供的兩階段參數估計方法,得到了不同於以往的存貨調整速度。為此 Blinder (1986b) 提出不同看法,該文以一個誤差項為  $AR(1)$  的簡單存貨調整模型,論證在模型中區分序列相關與調整速度是相當困難的事,並輔以實證資料,指出 Maccini and Rossana 一文中,並未能成功地解釋為何存貨調整速度會如此地緩慢。

### 2.2.3 其他存貨模型

另有一些文獻,對於存貨理論的發展提出了不同的看法。其一,將模型中的存貨視為生產要素,或者考慮存貨與其他生產因素間的關係。Ramey (1989) 主張,在每個生產階段中所持有的存貨,將有助於廠商的生產與銷售,因此存貨應該被當成是生產要素之一;作者將生產過程細分成三個階段,並將存貨導入生產過程中,以討論各階段間

存貨的關係，進而得到存貨與景氣可能同循環的結果。

存貨理論模型發展的第二個面向，考慮了存貨對於廠商收益的影響。其中 Abel (1985)、Blanchard (1983) 及 West (1986) 討論了存貨的避免缺貨動機。Kahn (1987) 聲稱在存貨為非負的限制，及各期需求具有序列相關下，避免缺貨動機可以解釋何以生產波動會大於銷售波動。Kahn (1992) 再進一步主張，大部分的生產及存貨特徵，都可以歸因於廠商在存貨不得為負數的限制下，避免缺貨動機對於不確定需求的反應。另外 Bils and Kahn (2000) 延伸了這方面的研究，在需求為可供銷售商品存量的非線性函數假設下，討論廠商的生產及存貨行為。

### 2.3 模型的選擇

在存貨的模型中，最常被拿來討論與比較的，其一為在生產成本為常數的假設下，討論廠商如何生產，以避免因需求波動而失去獲取利潤機會之避免缺貨 (avoid stock-outs) 模型；根據避免缺貨理論，當生產需要耗費時間，且無法立即反應突如其來的需求時，廠商持有的存貨是為了避免損失的潛在銷售的機會，結果廠商產生了“過度生產”以因應市場需求變化的誘因，進而造成了生產的大幅波動（相對於銷售而言），和存貨投資與景氣同循環的結果。<sup>2</sup>

其二為生產平穩 (production smoothing) 模型；此模型中廠商持有存貨，是為了在需求具有波動性下平穩生產，以降低生產成本，該假說預期生產的變異會小於銷售的變異，並且存貨投資與銷售為反向關係，亦即存貨投資具有逆景氣循環的特性。<sup>3</sup>

其中 Wen (2005) 在詳細且謹慎的檢查美國和其他 OECD 國家的總體季資料後，發現生產和存貨的行為在長期景氣循環與短期循環中，表現出矛盾的特徵：其一，在較短的景氣循環頻率 (high frequencies) 中 (例如：2 至 3 季的景氣週期)，存貨投資且有強烈逆景氣循環 (countercyclical) 現象；只有在較長的景氣循環中 (例如：8 至 40 季的景氣週期)，存貨投資才會與景氣呈現同向的波動 (procyclical)。其二，在短期的景氣循環中，生產的波動小於銷售的波動；只有在較長的景氣循環中，生產的波動才會比較大。而在以長短期循環的存貨行為特徵，作為試驗理論的試金石下，該文表明，

<sup>2</sup>關於避免缺貨模型的詳細說明，請詳 Kahn (1987)。

<sup>3</sup>關於生產平穩模型的詳細說明，請詳 Blinder (1986a) 及 Holt (1960)。

由 Kahn (1987) 所發展出來的避免缺貨模型, 相對於其他存貨理論而言, 具有比較好的解釋能力。此外 Blinder and Maccini (1991) 亦於比較生產平穩及 (S,s) 模型後, 認為避免缺貨模型在理論上及實證上都有較好的表現。

因此, 考量模型於比較上下游產業時的可操作性, 及對於實證資料的解釋能力後; 本文決定採用 Kahn (1987) 所發展的避免缺貨模型, 作為分析上下游廠商存貨行為之基礎模型。

## 2.4 後續研究發展

在眾多後續的存貨研究中, 我們選取與本文模型較相關的主題:「避免缺貨模型的延伸」及「更一般的存貨模型」, 作為本章節探討標的。

### 2.4.1 避免缺貨模型的延伸

在 Kahn (1987) 模型中, 假設需求為外生且邊際生產成本為定值; 在此局部均衡架構下, 由於產品的價格無法充分反應市場的供需情況, 從而可能扭曲的模型中生產和銷售的推論結果。而此一觀點已被 Khan and Thomas (2007) 所證明, 該文發現, 當在一般均衡模型中討論存貨持有動機時, 將對銷售相對於生產的變異有負面影響。

另模型中假設邊際生產成本為常數, 因此生產平穩動機已先驗上地被排除了; 且這個強烈的假設抑制了生產平穩動機與避免缺貨動機間可能的相互作用, 進而令人對於避免缺貨基本模型是否穩健 (robustness) 產生了疑慮, 為此 Coen-Pirani (2004) 在局部均衡下, 將遞增的邊際生產成本引入避免缺貨模型中, 以討論異質廠商的生產及存貨行為。而 Maccini and Zabel (1996) 一文中, 則將避免缺貨基本模型的條件放寬, 使其包含儲存成本和更一般的需求衝擊過程。

### 2.4.2 更一般的存貨模型

由於本文的重點在於比較產業間存貨行為的相對關係, 因此在個別廠商的存貨模型中, 只單純考慮了避免缺貨動機。而在 Blanchard and Fischer (1989) 一書中, 展現了一個包含避免缺貨本質、並且產生生產平穩動機的存貨模型。<sup>4</sup> 在該模型中, 風險

<sup>4</sup>此外尚有一些文獻, 對於存貨模型有不同的討論, 例如: Ramey (1991) 探索了避免缺貨動機與生產

中立的廠商在給定銷售過程下, 最小化生產成本,<sup>5</sup> 在此模型中廠商持有存貨是爲了滿足預期的銷售並降低生產成本;

在該文中考慮兩個簡單的例子: 其一爲沒有生產衝擊, 而只有需求衝擊時, 在此情況下, 模型結論爲廠商的生產波動大於銷售波動。第二個例子將重點放在生產衝擊的影響, 假設需求爲定值且生產力爲一  $AR(1)$  過程時, 該模型展現了與實證資料相一致的結果; 生產與期初存貨爲負相關, 且與生產衝擊正相關。由此可知, 在較一般的存貨模型中, 其結果與本文所採用的避免缺貨模型相同, 且亦與實證資料結果相符。



---

平穩的相對重要性。West (1986) 則將重點放在成本與需求衝擊的相對重要性上。

<sup>5</sup>將銷售視爲給定, 是一個簡化分析及處理過程的捷徑; 而讓廠商可以選擇價格、生產及銷售並不會影響其定性 (qualitatively) 的分析結果, 在 Blanchard and Fischer (1989) 的第七章中, 延伸了局部均衡的存貨模型, 並展現了廠商在一般均衡模型中的生產及存貨行爲。



## 第 3 章

### 模型設定

本文採用 Kahn (1987) 所發展的避免缺貨模型, 作為本文模型之基礎; 並針對上下游廠商的生產及存貨行為, 及其間關聯做進一步的假設, 將原模型延伸, 以探討廠商間存貨行為之差異。<sup>1</sup>

一種產品的生產, 通常涉及多種生產投入, 因此一般生產者須面對諸多的原物料供應商; 然而為具體呈現上下游廠商間, 生產及存貨行為之關係; 在解釋上下游廠商於面對不同需求結構, 對於自身行為所產生的影響時, 我們假設模型中, 只有兩個呈現上下游關係之產業, 且各產業只有一個廠商, 分別生產單一消費品及其原物料。對下游廠商的而言, 其生產決策為, 在給定的產品市場價格及固定邊際成本下, 面對不確定之市場需求 (原始需求), 生產由單一原物料所組成的消費品。上游廠商則在相似的條件下, 面對下游廠商之原物料需求 (引申需求), 生產下游廠商所需之原物料。<sup>2</sup>

在本章接下來的篇幅中, 我們對上下游廠商間的互動及模型的環境設定進行說明, 再討論下游廠商面對消費者原始需求時的行為, 及上游原料供應者, 面對下游廠商 (決策後) 引申需求時的存貨行為; 最後再彙總說明, 模型中所表現出的 (產業間) 生產及存貨行為差異。

#### 3.1 廠商間互動及模型環境

由於上下游間廠商的互動, 及其存貨行為之差異, 為本文模型之討論重點, 因此明確

---

<sup>1</sup>雖然 Blanchard and Fischer (1989) 討論了一個包含避免缺貨及生產平穩動機的存貨模型, 但由於模型結構及其結果較為複雜, 因此不適合用來討論上下游間生產及存貨行為的差異。

<sup>2</sup>亦即假設所有市場 (包含商品及勞動市場) 皆為完全競爭, 廠商之生產技術為固定規模報酬, 且市場的供給彈性無限大。

地了解廠商行為的流程,並區分其間的差異,對於釐清廠商間行為的差異有很大的助益。在此先定義模型中所使用的符號:(在第  $t$  期時)

$x_t$ : 廠商所面對之需求。

$n_t$ : 期末存貨。

$y_t$ : 廠商之生產數量。

$a_t$ : 當期可供銷售之商品數量。

$z_t$ : 實際銷售數量。

另,為了方便符號的記憶及使用,上述符號上方加注 "-" 者,即表示上游廠商之行為符號;未加注者,則代表下游廠商的行為。

### 3.1.1 下游廠商 (消費品生產者) 的生產及存貨行為

給定消費品之生產者 (下游廠商) 在第  $t-1$  期期末剩餘庫存為  $n_{t-1}$  單位下 (請參照圖 3.1 的上半部); 第  $t$  期的一開始, 下游廠商依循既有資訊, 決定最適之生產數量 ( $y_t$ ), 隨後立即向上游廠商提出原物料需求 ( $y_t^d$ )。在不考慮下游廠商的原物料存貨, 及半成品存貨行為下, 由於消費品係由單一原物料所組成, 因此當期的原物料需求量會等於決策之生產數量。而在原物料不會缺貨且運輸時為零的假設下, 下游廠商會立即取得原物料 ( $y_t^s$ ), 且原物料的供給量會等於需求量。

廠商於第  $t$  期期初開始進行生產, 在生產沒有不確定性的假設下, 於本期期末前完成。此時廠商倉庫中的可供銷售商品 ( $a_t$ ), 共計有期初留下來的存貨 ( $n_{t-1}$ ) 及本期所生產的數量 ( $y_t$ ), 亦即

$$a_t = n_{t-1} + y_t,$$

在期末當需求來臨時, 由於生產時間已過, 廠商只能以  $a_t$  因應需求。當  $a_t$  小於需求時, 當期的銷售數量 ( $z_t$ ) 即為需求量, 期末庫存 ( $n_t$ ) 則為  $a_t - z_t$  單位; 反之, 當發生缺貨時, 銷售數量會等於可供銷售商品數量, 而此時期末庫存為零。

3.1.2 上游廠商 (原物料生產者) 的生產及存貨行為

對於原物料生產者之生產及存貨行為, 與前述之消費品生產者相似, 其差異處在於(請參照圖 3.1 的下半部):

面對的需求不同 下游廠商面對最終消費品的需求, 而上游廠商則面對, 下游廠商因生產所產生的原物料需求。

擁有的資訊不同 下游廠商在面對前期消費品需求後, 立即進行決策並對上游廠商下達本期之原物料訂單。因此上游廠商在進行本期的生產決策, 以滿足下游廠商的原料需求時, 只知道兩期以前 (不包含前期) 的最終消費品需求。<sup>3</sup>

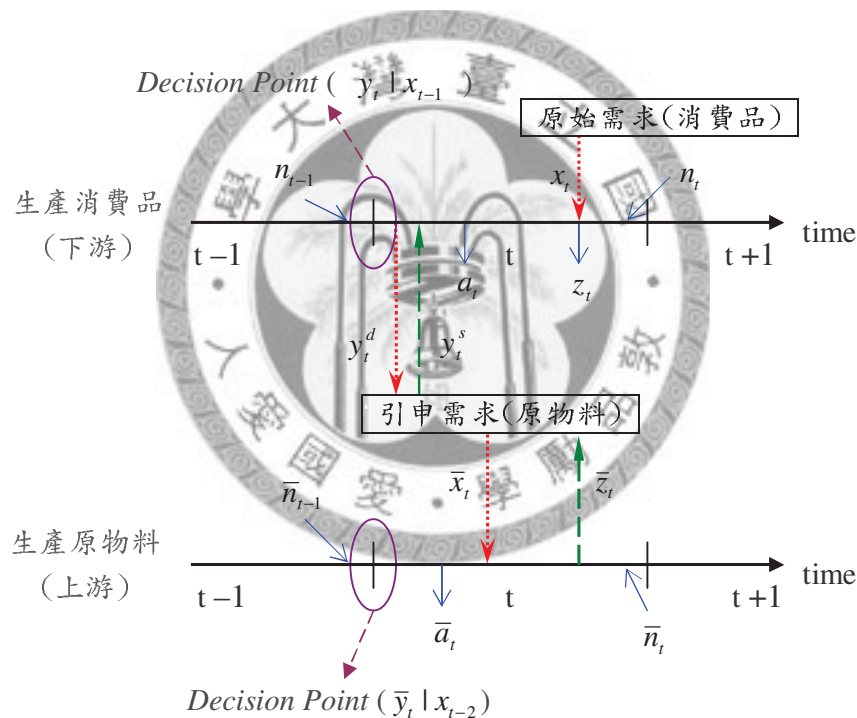


圖 3.1: 廠商間之決策流程

<sup>3</sup>亦即上游廠商在進行本期生產決策時, 前期的消費品需求尚未發生。由於前期消費品需求發生後, 下游廠商立即產生本期的原物料需求; 因此在生產耗時的假設下, 上游廠商為滿足本期原物料需求, 而訂定生產決策時, 上游廠商當然無從得知尚未發生的前期消費品需求。

### 3.2 下游廠商面對消費品需求之行為

假定下游廠商面對一個完全競爭市場，且消費品的需求為一階自我迴歸 [AR(1)] 過程

$$x_t = d + \rho x_{t-1} + u_t, \quad (3.1)$$

其中  $-1 < \rho < 1$ ；而  $u_t$  為需求的誤差項 (或稱干擾項)，是一個獨立同態且為常態分配的隨機變數，其平均數為零，變異數為  $\sigma^2$ ，累積分配函數則定義為  $F(\cdot)$ 。假設廠商在生產當期產量 ( $y_t$ ) 時，尙未知悉期末的實際需求；若事後市場需求過多，則廠商除本期生產之數量外，尙可以前期留存之存貨 ( $n_{t-1}$ ) 因應；若需求少於生產，則多餘之產量，將累積成爲存貨的一部份。因此可供銷售商品數量 ( $a_t$ )，等於前期的期末存貨，加上本期生產的數量。而當期實際的銷售數量 ( $z_t$ )，則等於當期的需求量 ( $x_t$ ) 與可供銷售商品數量間較小者，亦即

$$z_t = \min(n_{t-1} + y_t, x_t). \quad (3.2)$$

在廠商以可供銷售商品因應當期的需求時，如當期需求無法被滿足 (即發生缺貨時)，此需求隨即消失，無法遞延至下期；惟此缺貨之情形，不會影響到以後各期消費者之需求數量。<sup>4</sup>

#### 3.2.1 下游廠商所面臨的決策問題

廠商當期的銷售收入爲  $p z_t$ ，其中價格 ( $p$ ) 爲固定常數，亦即下游廠商對於消費品沒有訂價能力。生產當期產量  $y_t$  的生產成本爲  $c y_t$ ，其中單位生產成本 ( $c$ ) 亦爲固定常數；也就是說，廠商是在固定生產成本爲零、邊際生產成本爲定值，且沒有產能限制的環境下進行生產。廠商當期的利潤即爲銷售收入減去生產成本 ( $p z_t - c y_t$ )。

進一步地假設廠商爲風險中立者，則下游廠商在面對消費品需求時的生產決策，

<sup>4</sup>雖然在當下未被滿足的需求會自動消失，但只要各期需求間具有正的序列相關，則本期較高的需求 (無論是否被滿足)，亦隱含著次期將會有較高的預期需求。實際上，在某些產業中，有時候需求是可以被積壓的；亦即廠商在某些範圍內，可將當期未完成的訂單，延至下一期；在此情況下，缺貨的損失將會減少。然而除了極端的情況外，模型中加入需求可積壓的條件，雖會使分析更加完整，但並不會改變本模型之結論。進一步的分析及說明，請詳 (Kahn, 1987)。

可表達為

$$\begin{aligned} & \max_{\{y_s\}_{s=t}^{\infty}} \left\{ E_{t-1} \left[ \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} (pz_s - cy_s) \right] \right\} \\ & \text{s.t.} \\ & z_t = \min [n_{t-1} + y_t, x_t] \\ & x_t = d + \rho x_{t-1} + u_t \\ & n_t = n_{t-1} + y_t - z_t, \end{aligned}$$

其中  $\beta$  為折現因子;  $n_t = n_{t-1} + y_t - z_t$  為存貨等式, 用以表示當期的期末存貨會等於, 期初存貨加上本期生產數量, 減去本期銷售量。

經由動態規劃的方法可以求得, 下游廠商最適生產決策的一階條件為<sup>5</sup>

$$-c + \text{Prob}(x_t > a_t)p + \text{Prob}(x_t < a_t)c\beta = 0. \quad (3.3)$$

定義  $A_t = n_t + y_t - E_{t-1}(x_t)$ , 則上式可改寫成<sup>6</sup>

$$-c + [1 - F(A_t)]p + F(A_t)c\beta = 0, \quad (3.4)$$

式中  $A_t$  定義為可供銷售之商品數量與預期需求量之差異; 亦表示廠商除了提供需求的預期數量  $[E_{t-1}(x_t)]$  外, 再額外提供  $A_t$  單位之商品作為安全庫存, 以備不時之需。因此缺貨發生於  $u_t$  大於  $A_t$  時, 而  $1 - F(A_t)$  則表示發生缺貨的機率; 反之,  $F(A_t)$  為缺貨不會發生的機率, 亦即滿足消費品需求的機會, 是故本文又稱  $F(A_t)$  為廠商的服務水準。在一階條件中,  $c$  為生產的邊際成本, 至於邊際收益則分成兩個部分; 其一, 有  $F(A_t)$  的機率不會發生缺貨, 此時多生產一單位的商品, 只能帶到下一期, 進而減少下一期的生產成本  $c$ , 取現值後即得本期未缺貨時的預期收益  $F(A_t)c\beta$ ; 另一方面, 當存貨準備不足而發生缺貨時, 多生產一單位的商品, 本期銷售即可多增加一單位, 從而得到  $p$  的收益, 將其乘以缺貨發生的機率後, 即得本期缺貨時的預期收益  $[1 - F(A_t)]p$ 。因此 (3.4) 式即表示在廠商最適的決策下, 多生產一單位的邊際生產

<sup>5</sup>詳細的推導過程, 請詳數學附錄 C.1。

<sup>6</sup> $\text{Prob}(x_t < a_t) = \text{Prob}[x_t - E_t(x_t) < a_t - E_t(x_t)] = \text{Prob}(u_t < A_t) = F(A_t)$ 。

成本, 必須要等於預期的邊際收益。將該式移項後即得

$$F(A_t) = \frac{p - c}{p - c\beta}. \quad (3.5)$$

因上式右邊均為外生參數, 且與時間無關; 由此可知, 在廠商的最佳決策中, 廠商每期的最適服務水準  $[F(A_t)]$  亦為相同定值。這表示在給定每期外生參數為固定下, 廠商的最適安全庫存存量  $(A_t)$  亦為與時間無關之固定常數。

### 3.2.2 下游廠商的生產決策及銷售行為

令  $k = F^{-1}[(p - c)/(p - \beta c)]$ , 則由  $A_t$  之定義及 (3.5) 式, 可得下游廠商之最適可供銷售商品數量為

$$a_t = k + d + \rho x_{t-1},$$

由式中可知, 下游廠商在面對最終消費品需求時, 其最佳的可供銷售之商品數量決策為, 預期的需求量  $(d + \rho x_{t-1})$ , 加上滿足最適服務水準所需之安全庫存  $(k)$ 。

將上式代入 (3.2) 式, 可得當期的實際銷售量為

$$z_t = \min(a_t, x_t) = d + \rho x_{t-1} + \min(k, u_t),$$

上式說明, 下游廠商除了當期期望需求量外, 亦額外準備  $k$  單位之安全庫存, 以期在利潤最大化下, 滿足當期需求的隨機變動量  $(u_t)$ 。當  $u_t$  大於  $k$  時, 即表示廠商所準備的安全庫存不足, 此時銷售量即為可供銷售商品之數量  $(z_t = a_t = d + \rho x_{t-1} + k)$ ; 反之, 銷售數量即為當期之需求量  $(z_t = x_t = d + \rho x_{t-1} + u_t)$ 。

而廠商的期末存貨量可表示成

$$n_t = a_t - z_t = k - \min(k, u_t),$$

式中說明, 當需求無法預期的部分 (即需求之隨機干擾項:  $u_t$ ), 大於廠商所準備的安全庫存時, 表示當期可供銷售數量皆已售出 (亦即發生缺貨), 因此期末存貨為 0; 反之則剩餘  $(k - u_t)$  單位的期末存貨。

另由上段說明, 可推論前期的期末存貨 ( $n_{t-1}$ ) 等於  $k - \min(k, u_{t-1})$ ; 將其代入  $A_{t-1}$  的定義, 則得到廠商當期的生產決策為

$$y_t = d + \rho x_{t-1} + \min(k, u_{t-1}).$$

由前面討論我們已經知道, 在未考慮訂單積壓 (backlog) 的問題下, 前期缺貨與否並不會影響本期的需求; 是故當前期發生缺貨時, 本期除了預期需求量 ( $d + \rho x_{t-1}$ ) 外, 廠商只須多生產最適服務水準下的安全庫存 ( $k$ ) 即可, 反之, 當前期未發生缺貨時, 由於倉庫中尚有 ( $k - u_{t-1}$ ) 單位的庫存, 可供本期之銷售, 因此本期除預期需求外, 只須多生產  $u_{t-1}$  單位, 即可達到廠商的最適安全庫存數量。

### 3.2.3 下游廠商的存貨行為

由前述之廠商生產及銷售行為中, 我們可以發現其兩者間的重要差異來源在於, 最終消費品需求的隨機誤差項, 與當期需求相關, 但與以前各期已現實之需求無關。為進一步討論生產及銷售行為的差異, 再定義  $v_t = \min(k, u_t)$ , 則廠商的當期生產決策可改寫如下

$$y_t = d + \rho x_{t-1} + v_{t-1},$$

此式穩含下游廠商的生產波動可表示為

$$\text{Var}(y) = \rho^2 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + \text{Var}(v) + 2\rho \text{Cov}(u, v).$$

同理可得到, 下游廠商的銷售變異數為

$$\text{Var}(z) = \rho^2 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + \text{Var}(v).$$

比較前述二式可知, 生產波動的最後一項, 即為生產變異可能大於銷售變異的原因。當各期需求具有正的序列相關時, 在此模型中, 廠商的生產波動即會大於銷售波動。就直觀上而言, 在廠商尚有存貨時, 當消費品需求增加一單位, 銷售即會增加一單位; 而生產的變動則來自兩個部分, 其一為反應銷售增加所造成的存貨變動 (減少一單位), 此時生產亦會增加一單位; 其二為滿足預期需求的增加 (在需求具有正相關的

情況下), 此時由於預期次期需求會增加  $\rho$  單位, 因此生產亦會同幅增加  $\rho$  單位。而前述的第一部分使得生產與銷售作同幅的變動, 第二部分則使生產的變異大於銷售的變異; 由此可知, 在未缺貨時, 廠商想要避免缺貨的動機, 導致了生產的波動大於銷售的波動。而相同的推論及結果亦適用於缺貨時。是故此模型中, 在各期需求間具有正的序列相關下, 生產波動即會大於銷售的波動。<sup>7</sup>

### 3.3 上游廠商面對原物料需求之行為

雖然本文係沿用 Kahn (1987) 的模型, 並予以延伸討論上下游廠商間存貨行為的差異, 但在應用於上下游廠商間的關係時, 仍然須對模型環境作更進一步的假設與簡化。以下先對相關的問題及其假設作一簡單的探討, 再對上游廠商的生產及存貨行為與其決策進行說明。

#### 上游廠商對於原料料需求之預測

上游廠商對於下游廠商的原物料需求, 必須立即回應, 因此在得知下游廠商當期的需求 ( $y_t$ ) 之前, 上游廠商即須先對其需求進行預測並完成生產。因而當下游廠商以第  $t-1$  期的銷售量, 執行生產決策並產生對原物料的需求時, 上游廠商只能從落後期的資訊決定當期的生產決策。亦即, 當上游廠商對原物料需求進行預測時, 只能觀察到第  $t-2$  期及其之前的消費品需求資訊。另假設, 上游廠商對於本模型之外生參數, 及下游廠商的決策方式皆為已知。

經由前述之說明, 我們可以得到上游廠商對於原物料需求之預期為 (其資訊集合為  $t-2$  期以前之消費品需求及其隨機干擾項)

$$\begin{aligned} E_{t-1}(y_t) &= E[y_t | x_{t-i}, u_{t-i} \ i \geq 2] \\ &= E[d + \rho(d + \rho x_{t-2} + u_{t-1}) + \min(k, u_{t-1}) | x_{t-i}, u_{t-i} \ i \geq 2] \\ &= d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + E[\rho u_{t-1} + \min(k, u_{t-1}) | u_{t-i} \ i \geq 2]. \end{aligned}$$

<sup>7</sup>此外, 此模型亦隱含存貨投資與未預期到的銷售成負相關, 此部分之討論, 請詳 Blanchard and Fischer (1989) 中第六章的內容。



### 缺貨之影響

我們假設原物料不能囤積 (因此無存貨問題), 且上游一定能供應足夠的原物料。如此就不會發生因上上游廠商供貨不足, 影響上游廠商的供貨, 進而又影響下游消費品供貨數量的情況。

#### 3.3.1 上游廠商所面臨的決策問題

上游廠商所面臨的決策問題為: 面對下游廠商的原物料訂單時, 如何在給定的產品物價及生產成本下, 極大化各期利潤。其中上游廠商所面對的需求 ( $\bar{x}_t$ ) 為

$$\begin{aligned}\bar{x}_t = y_t &= d + d\rho + \rho^2 x_{t-2} + \rho u_{t-1} + \min(k, u_{t-1}) \\ &= d + d\rho + \rho^2 x_{t-2} + \omega_{t-1},\end{aligned}$$

$\omega_{t-1} = \rho u_{t-1} + \min(k, u_{t-1})$  代表原物料需求的隨機干擾項; 另定義  $\omega$  的累積分配函數為  $\bar{F}(\cdot)$ 。在第  $t$  期時, 上游廠商可供銷售的數量 ( $\bar{a}_t$ ) 等於, 前期期末存貨 ( $\bar{n}_{t-1}$ ), 加上本期的生產決策 ( $\bar{y}_t$ )。而在市場價格夠高的假設下, 我們可以得到廠商第  $t$  期的實際銷售量 ( $\bar{z}_t$ ) 為

$$\bar{z}_t = \min [\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t, \bar{x}_t]. \quad (3.6)$$

上游廠商生產 ( $\bar{y}_t$ ) 單位的生產成本為  $\bar{c}\bar{y}_t$ , 銷貨收入為  $\bar{p}\bar{z}_t$ , 其中  $\bar{c}$  與  $\bar{p}$  皆為已知的固定值; 而廠商本期的淨利潤等於  $\bar{p}\bar{z}_t - \bar{c}\bar{y}_t$ 。因此上游廠商在面對原物料需求時, 其決策問題可表示為

$$\max_{\{\bar{y}_s\}_{s=t}^{\infty}} \left\{ \mathbb{E}_{t-1} \left[ \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} (\bar{p}\bar{z}_s - \bar{c}\bar{y}_s) \right] \right\}$$

s.t.

$$\bar{z}_t = \min [\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t, \bar{x}_t]$$

$$\bar{x}_t = y_t = d + d\rho + \rho^2 x_{t-2} + \omega_{t-1}$$

$$\bar{n}_t = \bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t - \bar{z}_t,$$

經由動態規劃的技巧我們可以得到, 上游廠商最適生產決策的一階條件為<sup>8</sup>

$$-\bar{c} + \text{Prob}(\bar{x}_t > \bar{a}_t)\bar{p} + \text{Prob}(\bar{x}_t < \bar{a}_t)\bar{c}\beta = 0.$$

令  $\bar{A}_t = (\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t) - (d + d\rho + \rho x_{t-2})$  則

$$\begin{aligned} 0 &= (\bar{p} - \bar{c})[1 - \text{Prob}(\omega_{t-1} < \bar{A}_t)] - \bar{c}(1 - \beta)\text{Prob}(\omega_{t-1} < \bar{A}_t) \\ &= (\bar{p} - \bar{c})[1 - \bar{F}(\bar{A}_t)] - \bar{c}(1 - \beta)\bar{F}(\bar{A}_t), \end{aligned} \quad (3.7)$$

其中  $\bar{A}_t$  表示廠商當期可供銷售數量, 與確定需求 (即不包含隨機項之原物料需求) 之差異; 亦即在極大化自身利潤的考量下, 廠商為了滿足需求無法確定的部分, 所以多生產出  $\bar{A}_t$  單位的安全庫存以備不時之需。

對於廠商的最適生產決策, 其直觀的解釋為: 廠商的缺貨發生於  $\omega_{t-1}$  大於  $\bar{A}_t$  時, 因此缺貨發生的機率為  $1 - \bar{F}(\omega_{t-1} < \bar{A}_t)$ ; 此時每增加生產一單位, 所得到的收益為  $\bar{p} - \bar{c}$ ; 反之, 尚有存貨的機率為  $\bar{F}(\omega_{t-1} < \bar{A}_t)$ , 此時廠商如增加一單位的產出, 會損失延遲一期的生產成本, 亦即  $\bar{c}(1 - \beta)$ 。而在廠商的最適化決策下, 其生產的預期邊際利潤必須等於零。

由第 (3.7) 式中, 我們可以得到

$$\bar{A}_t = \bar{F}^{-1} [(\bar{p} - \bar{c})/(\bar{p} - \bar{c}\beta)], \quad (3.8)$$

由於原物料的售價、生產成本、折現因子及需求隨機項之分配, 皆為外生給定的固定參數, 因此由上式我們可以得知, 廠商每一期所準備的可供銷售數量與確定需求之差異亦為固定值; 亦即, 在給定各外生參數下, 廠商各期最適的安全庫存 ( $\bar{A}_t$ ) 皆為相同定值。<sup>9</sup>

### 3.3.2 上游廠商的生產決策及銷售行為

令  $\bar{K} = \bar{F}^{-1} [(\bar{p} - \bar{c})/(\bar{p} - \bar{c}\beta)]$ , 則可以由  $\bar{A}_t$  的定義及 (3.8) 式, 得到上游廠商最適決策下之可供銷售商品數量為

$$\bar{a}_t = d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + \bar{K},$$

<sup>8</sup>一階條件的推導過程, 請詳數學附錄 C.1。

<sup>9</sup>為方便後續說明, 我們稱  $\bar{F}(\omega_{t-1} < \bar{A}_t)$  為上游廠商在安全庫存為 ( $\bar{A}_t$ ) 時之服務水準。

我們可以看到，廠商每期的最適可供銷售商品數量，等於需求確定發生的部分 ( $d + d\rho + \rho x_{t-2}$ ) 加上一個固定常數 ( $\bar{K}$ )；而此常數係由售價、生產成本、折現因子及需求隨機項之分配等外生參數所決定。再者，使用上式及 (3.6) 式，可以解出上游廠商最適決策下的生產、銷售及存貨行為，列示如下

$$\begin{aligned}\bar{y}_t &= \bar{a}_t - \bar{n}_{t-1} \\ &= d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + \min(\bar{K}, \omega_{t-2}), \\ \bar{z}_t &= \min(\bar{a}_t, y_t) \\ &= d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + \min(\bar{K}, \rho u_{t-1} + \min(k, u_{t-1})) \\ &= d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + \min(\bar{K}, \omega_{t-1}), \\ \bar{n}_t &= \bar{a}_t - \bar{z}_t \\ &= \bar{K} - \min(\bar{K}, \omega_{t-1}).\end{aligned}$$

### 3.3.3 上游廠商的存貨行為

由上列各式，我們可以看出來，廠商的生產與銷售行為之重要差異在於，原物料需求的隨機干擾項 ( $\omega_t$ ) 與本期消費品需求 ( $x_t$ ) 相關，但是與以前各期已實現的需求無關。令  $\theta_{t-2} = \min(\bar{K}, \omega_{t-2})$ ，則可以得到

$$\bar{y}_t = d + \rho d + \rho^2 x_{t-2} + \theta_{t-2},$$

這意味著上游廠商的生產波動為

$$\text{Var}(\bar{y}) = \rho^4 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + \text{Var}(\theta) + 2\rho^2 \text{Cov}(u, \theta),$$

同理，上游廠商的銷售變異為

$$\text{Var}(\bar{z}) = \rho^4 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + \text{Var}(\theta).$$

由於  $u$  與  $\theta$  的共變異為正數，因此我們可以清楚地看出，在上游廠商的存貨行為中，其生產的波動一定大於銷售的波動。從直觀上來看，當上下游廠商皆未發生缺貨

時, 消費品需求增加一單位, 下游廠商的生產即會增加  $1 + \rho$  單位, 並同時產生  $1 + \rho$  單位的原物料需求, 進而使上游廠商的銷售同幅增加; 而上游廠商的生產變動則來自兩個部分, 其一為反應銷售之增加所造成的存貨變動, 此時生產會增加  $1 + \rho$  單位; 其二由於預期次期原物料需求會增加  $\rho^2$  單位, 因此生產亦同幅增加  $\rho^2$  單位。而前述的第一部分, 使得上游廠商的生產與銷售同幅變動, 第二部分則使得廠商的生產變異超過銷售變異; 由此可知, 在未缺貨時, 上游廠商為避免缺貨的動機, 導致了生產的波動大於銷售的波動。而相同的推論及結果亦適用於缺貨時。<sup>10</sup>

### 3.4 產業間存貨行為之差異

在本章節中我們將討論, 由理論模型所展現出來的 (產業間) 存貨行為差異。依照 Blinder (1986a) 的建議, 我們使用生產變異數與銷售變異數之比值,<sup>11</sup> 作為衡量廠商生產及存貨行為的指標; 並比較上下游廠商間之產銷變異比, 以作為討論產業間存貨行為差異之衡量依據。

在前面節章中, 我們已經討論並且說明了上下游產業的各別決策及行為。但在比較產業間產銷變異比之差異時, 由於模型所展現出的存貨行為十分複雜, 無法求得以代數表示的封閉解 (closed-form solution), 因此我們採用電腦模擬的方式, 討論在各種最終消費品需求之序列相關程度, 及各種由外生參數所決定的廠商最適服務水準下,<sup>12</sup> 上下游產業間產銷變異比之變動情形。

其完整結果列示於附錄圖 A.1; 為方便分析及說明, 本章節錄部分之結果, 並列示實際數字於表 3.1。

<sup>10</sup>在實證資料中, 有部分產業之產銷變異比小於一, 探究其原因, 可能是廠商決策中存在生產平穩動機所至; 惟本文為將焦點集中於產業間存貨行為差異的研究上, 故對於存貨模型進行一定程度之簡化, 而沒有再於廠商基礎模型中, 納入生產平穩動機; 因而至使部分模型推論結果與實證資料無法完全一致。同時考量避免缺貨動機與生產平穩動機的更一般存貨模型, 請詳文獻回顧一章。

<sup>11</sup>不管廠商持有存貨的動機的為何, 存貨或多或少都扮演了生產與銷售間的一種緩衝功能; 以生產平穩假說為例, 在該假說下, 即使銷售的波動很大, 但因為有存貨的作為緩衝, 所以我們可以相對平穩的生產, 我們預期生產相對於銷售的變異比例會小於一。也因此很多文獻都以生產變異相對於銷售變異的關係, 來探討廠商的存貨行為。

<sup>12</sup>產銷變異比之計算過程, 請詳數學附錄 C.2。

表 3.1: 產業間產銷變異之差異

	服務水準 (%)						
	50	60	70	80	90	95	99
0.20	-0.425	-0.402	-0.380	-0.359	-0.338	-0.328	-0.320
0.40	-0.432	-0.457	-0.466	-0.466	-0.459	-0.454	-0.449
0.60	-0.128	-0.200	-0.256	-0.298	-0.330	-0.342	-0.349
$\rho$ 0.80	0.136	0.103	0.066	0.027	-0.012	-0.031	-0.046
0.90	0.133	0.135	0.132	0.123	0.110	0.103	0.096
0.95	0.083	0.093	0.099	0.103	0.105	0.105	0.105
0.99	0.019	0.023	0.026	0.030	0.033	0.034	0.035

\* 原始需求中的隨機干擾項之變異程度，雖會影響各別產業中的生產變異數，及銷售變異數，但不影響生產變異與銷售變異之比值；亦即需求干擾項之波動程度，並不會對表內之各數字產生影響。

<sup>b</sup> 在計算產銷變異比之差異時，為簡化分析，本文假定上下游廠商的最適服務水準相同。

表中“服務水準”代表由產品售價、生產成本、折現因子及需求隨機項之分配等外生參數，所決定的廠商最適服務水準；數字愈大，表示服務水準愈高，亦即發生缺貨的機率愈低。“ $\rho$ ”表示最終消費品需求中，各期需求的序列相關程度。而表格中的數字，則為上游廠商的產銷變異比，減去下游之產銷變異比；因此當數字大於零時，代表上游廠商的生產波動相對於銷售的變動而言，大於下游廠商的生產波動。各外生參數對於產業間產銷變異比差異之影響，分別說明如下：

#### 服務水準之影響

一般而言，產品的價格、生產的成本及廠商對時間的偏好，皆會影響廠商的生產及存貨行為，進而影響生產相對於銷售的波動；但由表 3.1 中可知，在假設上下游廠商的服務水準相同下，由各外生參數所決定之最適服務水準的變動，對於產業間產銷變異比之差異影響不大。

#### 需求的相關係數之影響

另由表 3.1 中可看出，在原始需求的各期序列相關程度較大時，上游廠商之產銷變異

比亦會較大 (即相對於銷售之變異而言, 上游的生產波動會比下游來得大), 反之當各期原始需求相關程度較小時, 上游廠商的產銷變異比會較小。

### 3.5 模型設定小結

本章將 Kahn (1987) 之避免缺貨模型加以延伸, 討論造成產業間存貨行為差異之原因。文中首先在給定的消費品需求結構、固定的產品價格及不變的生產成本下, 求出生產消費品廠商的生產決策、存貨行為, 及其生產所需原物料的需求結構; 其次, 在相同的條件設定下, 上游廠商再以下游廠商的原物料需求, 作為自身決策時之需求限制條件, 進而得到其生產原物料的相關決策及存貨行為; 最後再比較上下游間理論上生產及存貨行為的差異。<sup>13</sup>

本模型之貢獻, 在於對由需求結構不同, 所造成的存貨行為差異, 提出了一個理論上的依據; 由模型中顯示, 在最終消費品需求的各期序列相關程度較大之產業, 其上游廠商的產銷變異比, 較可能大於下游廠商的產銷變異比。



<sup>13</sup>當存在生產衝擊時 (包含生產成本及生產數量之衝擊), 由廠商所面對的決策問題及其一階條件可知, 在廠商為風險中立的假設下, 只要該衝擊與生產決策無關, 則所有結論與正文中之模型相同; 至於生產衝擊與生產決策相關的情況, 請詳 Blanchard and Fischer (1989) 所討論之包含避免缺貨及生產平穩動機的存貨模型。而市場價格存在不確定性之情形, 亦與上述討論相似; 只要該商品價格與銷售數量無關, 則所有結論與正文中之模型相同; 至於放寬廠商為價格接受者之假設, Kahn (1987) 一文中有詳細的討論。另 Blanchard and Fischer (1989) 亦有提及一個一般均衡的存貨模型 (亦即市場價格由模型內生決定)。

## 第 4 章

### 實證分析

本章採用「行政院經濟部」建構之「工業生產統計資料庫」,取得「工業產品群資料」以驗證:(1)使用實體單位資料所計算之生產變異是否小於銷售變異,進而得到如 Krane and Braun (1991) 所述,一致性地支持生產平穩的證據;(2)檢驗產銷變異比值在上下游產業間,是否存在明顯的差異,從而取得支持前章所述理論模型的實證意涵。

#### 4.1 資料來源及簡介

在「工業生產統計資料庫」的「工業產品群資料」中,包含產品類別為7碼細類的生產量(值)、銷售量(值)、存貨量(值)及外銷量(值),並提供了未經季節調整的月、季及年資料。其資料係由經濟部統計處,按月蒐集國內主要製造廠商所自行生產產品的產銷存量值,透過比率推估法,推計各主要工業產品群之母體值而得。年資料最早可追溯至1981年,月(季)資料則可追溯至1982年1月(季)。<sup>1</sup>本文由「財團法人經濟資訊推廣中心」所建置之「AREMOS/Windows 經濟統計資料庫系統」,取得上述資料庫之資料。<sup>2</sup>文中實證分析之樣本區間為1998年1月至2007年12月,共計取得363項產品、10年間之月資料;扣除遺漏值及資料長度不足者後,尚有257項產品,本文即以此作為實證分析之研究基礎。

本文所使用之工業產品群資料,對於廠商生產及存貨行為的實證分析而言,具有下列四個特點:

---

<sup>1</sup>其他關於工業產品群資料的說明,請詳附錄之說明B.3。

<sup>2</sup>該資料庫包含工業產品群資料約90%之資訊。感謝推廣中心的鄭漢川老師,不厭其煩地教導AREMOS系統之使用方法。

1. 實體單位資料 在大部分的存貨模型設定中，廠商係在局部均衡條件與給定的價格下，決定生產數量及其存貨行爲；一般來說，若直接使用名目的資料來估計產銷變異比，則該比例之變動可能反應的是物價波動，而不是廠商生產數量的變動；因此相較於名目資料，使用實體單位可使資料與理論更具一致性。

在實證研究中，大多使用生產者物價指數，將貨幣價值 (dollar-value) 資料，按通貨膨脹調整折算 (deflated) 爲固定價值 (constant-dollar) 資料。然而 Wang (2002) 證明當價格變異在通貨膨脹調整過程中，沒有完全地被清除時，在生產平穩的前提假設下，觀測到的變異比會有向上偏誤的傾向。此外 Krane and Braun (1991) 亦認爲，以貨幣價值爲衡量單位的資料中，由於生產及銷售是以市價表達，而存貨卻是以會計帳面價值顯示，故一般而言皆須將存貨調整爲市值；然而在調整的過程中，將不可避免地引入一些誤差。因此在進行存貨行爲的實證分析時，通常建議使用最原始之實體單位資料。

2. 未經加總的細項資料 在存貨理論的模型中，通常討論代表性廠商的生產及存貨行爲；但大多數產業資料，在彙總廠商資訊的過程中，資料的變異常會面臨不同程度的中和或抵銷，而使其無法顯現出廠商實際的生產與銷售波動，進而造成具有偏差的實證結果。<sup>3</sup> Lovell (1976) 亦提及，由於產業中某些廠商的產出，可能是其他廠商的中間投入，因此就此一產業而言，產出與需求可能會在加總的過程中被高估。
3. 未經季節調整 當季節變動是造成需求與生產波動的主因時，在資料中將季節因素移除，可能會使資料的主要變動因素消失，進而使存貨行爲的檢定產生誤差；所以在一般存貨行爲的研究中，都會使用未經季節調整的資料。<sup>4</sup>
4. 主動調查且直接取得之資料 在該資料中，直接取得了各產品項目之貨幣價值及實體單位資料，因此避免了一般文獻在估算存貨市值時的衡量誤差。<sup>5</sup> 也由於該資料係由政府單位主動調查，因此較不會有 Wakim (1987) 所言，漏報資

<sup>3</sup>附錄的圖 A.2 中，模擬了加總資料所可能產生的偏差。

<sup>4</sup>關於季節因素進一步的討論，及其存貨行爲的影響，可參考 Miron and Zeldes (1988) 一文。

<sup>5</sup>關於存貨市值誤差的討論，請詳 (West, 1983) 及 (Krane and Braun, 1991)。



料及分類不當的問題。

#### 4.2 實體單位資料與生產平穩

在早期的實證研究中, 產業的生產變異通常大於銷售變異, 進而讓人懷疑生產平穩假說在實證上的有效性;<sup>6</sup> 然而使用實體單位資料, 是否就能得到生產變異數大於銷售變異數的結果, 進而支持生產平穩假說? 我們試圖使用更詳盡的臺灣資料來回答的問題。

Krane and Braun (1991) 在試圖尋找支持生產平穩的證據時, 爲了得到實體單位的資料, 從超過10個以上的產業組織及政府局處, 蒐集到了38個產業的生產量、存貨量及出貨量之月資訊; 在其所計算出來的產銷變異比中, 只有13個產業的變異比大於一, 且其中只有4個產業具有統計上的顯著性; 更進一步地, 當計算差分後的產銷變異比時, 只剩下7個產業的比例大於一 (其中顯著者減少至3筆)。

文中延用 Krane and Braun (1991) 所採用的計算方式, 計算 (去除時間趨勢後) 生產與銷售的變異數。以生產資料爲例, 首先以線性的時間趨勢及月份的虛擬變數, 對原始生產數量進行迴歸分析, 而去除趨勢後的生產變異數, 即爲“殘差變異數”與“季節變異數”之加總; 其中殘差變異數由迴歸之均方誤 (mean squared error) 估計; 令  $sq$  爲季節變數之迴歸係數 (coefficients on the monthly dummies), 則季節變異數爲  $\sum_{j=1}^{12} [(sq_j - \sum_{i=1}^{12} sq_i / 12)^2]$ 。再以相同的計算方式, 求得去除時間趨勢後的銷貨變異數, 並以此計算出實體單位的產銷變異比。其計算結果彙總如下<sup>7</sup>

<sup>6</sup>在使用非實體單位資料的實證研究中, Blinder (1981) 發現, 批發和零售業中, 有7/8的比例其生產變異大於銷售變異; Blinder (1986a) 發現, 在製造業的20個產業中, 只有1個產業的產銷變異比小於一。另一方面, West (1986) 發現在11個產業中, 有10個產業其差分後的生產變異大於差分後的銷售變異。

<sup>7</sup>另, 本文亦進一步地, 將資料執行季節調整後, 計算產銷變異比; 其結果有些許的差異; 相關說明, 請詳附錄中的表B.2。

表 4.1: 產銷變異數比率彙總

	$\frac{\text{Var}(P)}{\text{Var}(S)} \checkmark$		$\frac{\text{Var}(\Delta P)}{\text{Var}(\Delta S)} \checkmark$	
	$\geq 1$	$< 1$	$\geq 1$	$< 1$
區分並加總季節變異與殘差變異 <sup>b</sup>				
Obs	117	140	105	152
Mean	1.5852	0.7686	1.6691	0.7297
Std. Dev.	2.4745	0.2153	1.6615	0.2360
Median	1.1540	0.8525	1.1772	0.8039
不區分季節變異 <sup>c</sup>				
Obs	119	138	105	152
Mean	1.7085	0.7817	1.6700	0.7301
Std. Dev.	3.2533	0.2116	1.6828	0.2354
Median	1.1285	0.8481	1.1744	0.8010

<sup>✓</sup> 表中  $P$ 、 $S$  及  $\Delta$ , 分別代表生產、銷售及差分。

<sup>b</sup> 本欄係採用 Krane and Braun (1991) 之方法計算生產及銷售變異數。

<sup>c</sup> 本欄以原始生產(銷售)資料對線性時間趨勢進行迴歸分析;以迴歸均方誤作為生產(銷售)變異數之不偏估計量。

\* 比較前述兩者之計算結果顯示,使用 Krane and Braun (1991) 之方法所計算的變異比較小,但對於變異比是否大於1,則沒有太大的影響。

Krane and Braun (1991) 使用實體單位資料,得到了生產變異小於銷售變異之結果,但以臺灣的實體單位,採用相同的計算方式後,依然有45%的產品項目,其生產變異數大於銷售變異;而取差分後有41%的產品其變異比大於1。就比率而言,使用實體資料明顯地可以降低變異比,進而得到比較支持生產平穩行為的結果,但依然有不少的產品項目,其變異比大於1,此結果明顯異於生產平穩假設。這意味著,廠商存貨持有動機中,可能並不只有生產平穩而已;亦表示,如果只以生產平穩的觀點,來了解廠商的存貨行為,可能會有所遺漏。

### 4.3 產業間存貨行為之差異

前一章的模型顯示,上下游廠商所表現出的生產與存貨行為,存在明顯的差異。具體

而言,當最終需求具有高度序列相關時,上游廠商的生產變異相對於銷貨變異的比值,會比下游廠商來得大。在本節中,我們將使用工業產品群資料,為上述理論模型的實證意涵找尋證據,以了解實際資料是否支持該模型之結果。

為了符合模型的設定,我們將先從資料中認定產業間的上下游關係,然後比較其生產及存貨行為的差異。為了實證分析的一致性,此研究中的下游產業,限定為生產最終消費產品的生產者。

與之對應的上游產業,我們的認定方式為:若該上游廠商對下游廠商的原料供應,在前者的生產佔有重要比例、且亦為後者中間投入的重要部分,則此上下游關係即被確立。實際使用的資料及認定的過程簡述如下:

1. 使用行政院主計處所出版的「產業關聯表編製報告」中「161 部門產業關聯表」之「表 1、生產者價格交易表 (進口品按 C.I.F. 計值)」尋找面對消費者原始需求的最終下游產業,及與該產業具有密切關係的原物料供應者 (上游產業)。<sup>8</sup>
2. 由「工業生產統計資料」中之「工業產品群資料」計算各產業 (產品) 的生產相對於銷售的波動情形。
3. 由產業關聯表編製報告中,我們已得知那些產業是最終消費品生產者,及那些產業為其重要的上游;也從工業生產統計資料中,計算產業別的產銷變異比;但由於兩者間產業分類並未統一,且亦無現成之產業名稱對照表,因此須以人工的方式,從各自的產業明細及名稱中,作個別之比對及認定。<sup>9</sup>

經由上述步驟,最終消費品之生產者、其重要上游及兩者間的生產相對於銷售之波動情況,詳列於表 4.2。<sup>10</sup>

<sup>8</sup>尋找 (最終) 下游產業,及與該產業有密切關係的原物料供應產業之過程,請詳附錄中說明 B.4。

<sup>9</sup>產業名稱之對照結果,列示於附錄中之表 B.5。

<sup>10</sup>表中之資料來源及詳細說明,請詳附錄中說明 B.4。

表 4.2: 上下游間產銷變異比對照表

$\rho$	上游產業		下游產業		變異比 遞增
	產業名稱	$X_{rate}^{up}$	產業名稱	$X_{rate}^{down}$	
0.96	棉及棉紡織品	(0.7488)	梭織成衣	(0.9504)	
0.95	電腦組件	(0.9837)	電腦產品	(1.0117)	✓
	光電元件及材料	(1.1261)			
0.90	米	(1.0089)	酒	(0.9278)	✓
	金屬容器	(0.9600)			
0.90	半導體	(0.9559)	電腦組件	(0.9837)	✓
	電子零組件	(1.2704)			
0.89	半導體	(0.9559)	通信器材	(0.9464)	✓
	光電元件及材料	(1.1261)			
	電子零組件	(1.2704)			
0.86	光電元件及材料	(1.1261)	電腦週邊設備	(1.0304)	✓
0.84	棉及棉紡織品	(0.7488)	針織布	(0.7379)	✓
	人造纖維紡織品	(0.7745)			
	印染整理	(1.0133)			
	合成纖維	(1.0585)			
0.84	針織布	(0.7379)	針織成衣	(0.7674)	
0.76	屠宰生肉及副產	(1.1615)	冷凍食品	(0.8176)	✓
0.75	電腦產品	(1.0117)	金屬加工機械 <sup>b</sup>	(0.9491)	✓
0.72	金屬容器	(0.9600)	非酒精飲料	(1.4416)	
0.41	製粉	(1.0252)	其他食品	(1.3905)	
0.39	皮革	(0.9899)	皮鞋	(0.9445)	✓
0.35	製粉	(1.0252)	糖果及烘焙炊蒸食品	(0.9981)	✓

<sup>b</sup> 顯然地此產品並非一般所認知之消費用品; 進一步由最終需要之組成可以看出, 該產品主要是用於出口; 惟依照本文對於下游產業之定義, 該產品依然歸類為生產最終消費品之下游產業。

表中的產業名稱，為「產業關聯表編製報告」之分類；下游產業表示最終消費品之生產者，上游產業則為其重要原料供應商， $X_{rate}$  代表生產變異與銷售變異之比值；最右邊變異比遞增欄中有打勾者，代表上游產業之產銷變異比大於下游產業者。另由於需求資訊取得不易，因此我們使用工業生產統計資料所提供之銷售數量資訊，作為計算各期需求間之序列相關程度的近似估計值，其結果則列示於  $\rho$  欄中。<sup>11</sup> 而使用銷售量所可能產生的估計誤差，請詳附錄中的表 B.6。

另為方便說明，我們將其結果彙整於表 4.3 中。在 14 個產業樣本組中（下游生產最終消費品，且具有重要上游者），有 10 個產業（約占總樣本的 72%），其上游產業的產銷變異比大於下游；進一步觀查這 10 個產業，其中有 8 個（約占變異比遞增產業數的 80%），其下游產業所面對的原始需求之序列相關係數大於 0.75。但反觀產銷變異比遞減的 4 個產業組中，只有 2 個產業的原始需求相關係數高於 0.75。

Krane and Braun 發現，生產被原物料的產業，其持有存貨的動機及其行為，似乎不同於其他產業。本文則進一步地由實證資料，得到產業間存貨行為的實際差異；在原始需求具有高度序列相關時，生產原物料的上游產業其產銷變異比，有較大的機率會大於生產消費品的下游產業。

表 4.3: 產業間變異比差異之彙總

	產銷變異比			
	遞增 (增加)		遞減 (下降)	
	產業數	比率	產業數	比率
產業樣本數	10	(72%)	4	(28%)
原始需求中 $\rho$ 大於 0.75 之產業 <sup>b</sup>	8	(80%)	2	(50%)
$\rho$ 大於 0.80	6	(60%)	2	(50%)
$\rho$ 大於 0.85	5	(50%)	1	(25%)

<sup>b</sup> 在原始需求為 AR(1) 的假設下， $\rho$  為兩期需求間的序列相關程度。

<sup>11</sup> 銷售與需求的主要差異在於缺貨數量與未完成之訂單。

#### 4.4 實證分析小結

在前一章中,我們從 Kahn (1987) 的避免缺貨模型出發,討論了上下游廠商的存貨行為差異,並得到了當消費品需求的時間序列相關程度高時,上游廠商的產銷變異比會大於下游廠商之結果。而本章中,使用臺灣的實證資料,比對上下游的存貨行為後發現,實證資料的結果與前述模型相互呼應。由此推論,廠商間生產與存貨行為差異的原因,有一重要部分存在於上下游廠商之間;而此項差異的產生,則導因於上下游廠商間需求結構的差異。



## 第 5 章

### 結語

存貨波動與總體經濟波動息息相關，文獻中也提出諸多理論來解釋存貨波動的現象。在後續的研究中，Krane and Braun (1991) 觀察到若干原物料產業，其持有存貨的動機及行爲，似乎不同於其他下游產業；而其實證結果更進一步地指出，原物料產業的產出變異相對於銷售變異的比值，有較高的現象。本研究以此項觀察爲出發，提出一個以 Kahn (1987) 所發展的避免缺貨動機爲基礎之存貨模型，並以需求的結構不同，來討論產業間生產及存貨行爲之差異。

此理論結果的關鍵原因在於，消費者對於 (下游產業) 消費品的原始需求，與經由廠商最佳化決策所產生的 (上游產業) 原物料引申需求，其結構上必然存在些許差異；而因應這些結構不同的需求，所得到的生產決策亦不會相同，也因此產生了上下游產業間存貨行爲的差異。本文模型中包含了上下游廠商的最適化生產決策，並以下游廠商的決策結果，作爲上游廠商進行生產決策時所面對的需求。

由理論模型分析的結果顯示，上下游廠商的生產及存貨行爲，確實存在明顯的差異。爲了具體量化其間的差異，我們選用 Blinder (1986a) 在測驗生產平穩假說時，所採用的生產變異相對於銷售變異之比率，作爲衡量存貨行爲的指標。將模型的結果以電腦進行模擬，並計算上下游廠商的生產及銷售之變異數後，我們發現，上下游廠商間的決策生產行爲差異，與原始需求中的序列相關係數有關；當需求在各期間呈現很高的正相關時，上游廠商的生產波動相較銷售波動而言，會大於下游廠商，反之，當原始需求各期的相關程度較小時，上游廠商的生產波動 (相對於銷售波動而言) 會小於下游廠商。

此結果說明, 即使廠商的決策行為確如同各存貨理論所描述, 但由於各產業間需求結構的差異, 各廠商表現出來的存貨行為依然可能不同。

本研究並以詳細的台灣產業資料, 驗證生產平穩假說及此理論模型的實證意涵, 其中包含: (1) 生產對銷售的變異比值, 是否小於1, 及 (2) 此比值在上下游產業間, 是否存在明顯差異。台灣實體資料顯示, 雖然實證結果已更接近生產平穩理論之預測, 但仍有部分產業其生產波動大於銷售波動; 這部分的結果證實了 Wang (2002) 的發現, 即相較於名目資料, 實體資料更能正確的衡量產銷波動比值, 以避免系統性高估的現象; 惟此結果並未得到 (Krane and Braun, 1991) 如此一致地支持生產平穩的證據。此外, 實證資料所包含的14個產業樣本中, 有 10 個產業其上游廠商生產相對於銷售波動的比值, 較下游廠商大, 且正如模型中所預期的, 這些樣本中的下游廠商, 其所面對的需求大多具有高度序列相關。

本文的存貨模型, 成功地以需求結構的差異, 解釋了何以實證資料中, 上游廠商的生產波動會大於下游廠商的存貨行為差異; 因此本文推論, 上下游產業需求結構的差異, 可能是導致產業間存貨行為差異的原因之一。



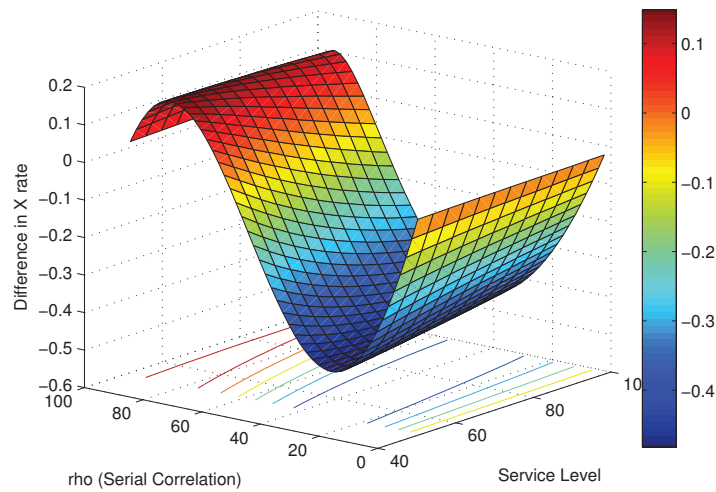


附錄



## 附錄 A 圖形及其說明

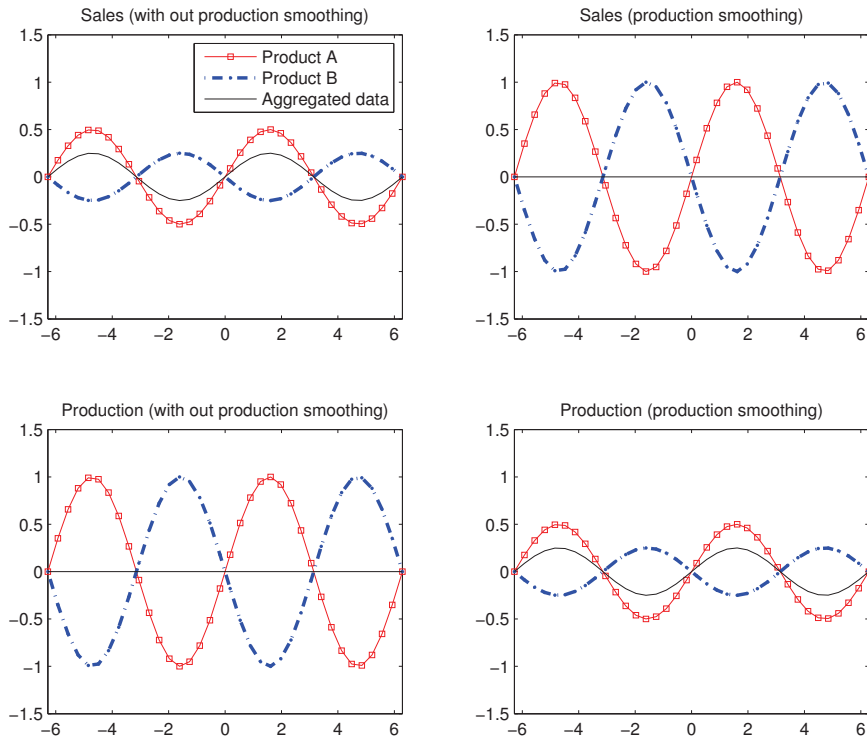
### A.1 產業間產銷變異比之差異



圖中“Service Level”代表由產品售價、生產成本、折現因子及需求隨機項之分配等外生參數，所決定的廠商最適服務水準；軸中的數字愈大，表示服務水準愈高，亦即發生缺貨的機率愈低。“rho (Serial Correlation)”表示最終消費品需求中，各期需求的序列相關程度；數值愈大表示需求序列相關程度愈高。而 z 軸中的“Difference in X rate”，則為上游廠商的產銷變異比，減去下游之產銷變異比；因此當 z 軸的數字大於零時，代表上游廠商的生產波動相對於銷售的變動而言，大於下游廠商的生產波動。

由上圖可得知，在本文的模型中所得到的產業間存貨行為的差異結果為：當原始（消費品）需求各期序列相關程度較大時，上游廠商之產銷變異比亦會較大（即相對於銷售之變異而言，上游廠商的生產波動會比下游廠商來得大）。

A.2 彙整的資料對於生產及存貨行為之影響



由上圖可以看到，在資料彙整的過程中，可能使得廠商原本的劇烈波動生產行為（相對於銷售而言），產生生產平穩的錯覺（如左邊之圖形）；反之彙總的資料，亦可能隱藏廠商的平穩生產行為（如右邊之圖形），而得到生產劇烈變動的結果。

## 附錄 B

### 表格及說明

#### B.1 存貨投資與產出間之關係

存貨投資的金額雖然只佔了國民生產毛額中的一小部分，但其顯著的變異卻明顯地影響整體經濟的波動。本文使用臺灣的實證資料，並彙總於下表。由第一欄的數據可以看出，每年存貨投資的金額佔生產毛額 (GNP/GDP) 的比例不超過 1%，但每年存貨投資的變動，卻可以解釋約 10% 的生產毛額變異。第二欄的數字表示，去除時間趨勢後的存貨投資金額，佔生產毛額的比例則皆超過 20%。

	$\frac{I.I.}{GDP}$ / $\frac{I.I.}{GNP}$	$\frac{\Delta I.I.}{\Delta GDP}$ / $\frac{\Delta I.I.}{\Delta GNP}$
Published data (at Current prices) <sup>b)</sup>	0.86% / 0.84%	9.93% / 10.12%
Data around linear time trend <sup>c)</sup>	22.51% / 23.33%	65.27% / 289.09%

\* 其中“I.I.”為存貨投資的簡稱；“Δ”代表取差分後的資料。

\*\* 表中資料係由中華民國統計資訊網，所取得之歷年各季國民生產毛額依支出分 (93SNA) 之資料，並選取 1988 年至 2007 年之年資料為計算樣本。另外，在嘗試將樣本擴大至 30 年時，其結果與上表差異不大。

<sup>b)</sup> 本行數字由左至右分別表示：每年之存貨投資金額除以每年之產出，取絕對值後之平均數；及，將每年存貨投資的增加數除以每年產出的增加數，取絕對值後再計算其平均數。

<sup>c)</sup> 首先，將存貨投資與產出的資料，分別對線性時間趨勢進行迴歸分，取迴歸殘差作為去除時間趨勢後的資料；本行左邊的數字為，去除時間趨勢後的存貨投資除以去除時間趨勢後的產出後，取絕對值再平均；而將去除時間趨勢的資料先取差分後，再依前述之方式即可得到右邊之數字。

## B.2 去除季節因素後之產銷變異比彙總表

爲了解季節因素對於廠商生產平穩動機的影響，本文嘗試將原始資料中的季節因素去除後，再計算產銷變異比，並將所得之結果與前文作一初步之比較，其結果彙整於下表。從資料中我們可以看到，對於取差分後之資料，在變異比大於一的產品數及平均數上，皆與表 4.3 所得到的結果無明顯差異；但值得注意的是，當原始資料去除季節因素及時間趨勢後，產銷變異比大於一的比率，由 46% 上升至 52%，也就是說，當去除季節因素後，廠商生產平穩動機即會下降，而這個結果與一般存貨理論中，認爲季節因素是促成廠商平穩生產的原因之一相吻合。

	$\frac{\text{Var}(P)}{\text{Var}(S)}$ <sup>b</sup>		$\frac{\text{Var}(\Delta P)}{\text{Var}(\Delta S)}$ <sup>c</sup>	
	≥ 1	< 1	≥ 1	< 1
without seasonal effect				
Obs	133	124	117	140
Mean	1.5782	0.7646	1.6650	0.7127
Std. Dev.	2.3613	0.2197	1.7657	0.2372
Median	1.1744	0.8541	1.1739	0.7791

<sup>b</sup> 將生產與銷售之原始資料，對線性時間趨勢及月份之虛擬變數，進行迴歸分析，並以迴歸之均方誤估計原始資料之變異數。

<sup>c</sup> 以差分後之原始資料作爲迴歸的應變數，月份之虛擬變數作爲的自變數，變異數之計算則與前述之說明相同；須注意的是，迴歸模型中並“不包含”線性時間趨勢。

### B.3 行政院經濟部工業產品群資料說明

1. 資料來源: 由經濟部統計處按月蒐集, 國內主要製造廠商所自行生產的產品之產銷存量 (值),<sup>1</sup> 透過比率推估法, 推計各主要工業產品群之母體值而得。<sup>2</sup>
2. 產品分類: 以 95 年經濟部編印之工業產品分類為依據, 共計 2,493 項產品, 再將產品按其性質的異同予以合併成為 628 項產品群。
3. 資料週期: 按年資料最早可追溯至 1981 年; 月 (季) 資料則由 1982 年 1 月 (季) 開始。
4. 資料之處理: 每月之產銷存動態調查表, 先以人工逐表逐項審核其生產、銷售、存貨及計量單位、電腦編號等, 再作詳細之電腦檢誤, 俟確實合理後, 始進行編算各類指數。
5. 統計項目定義:<sup>3</sup>
  - 生產量: 各工廠自行購買原材料從事生產之產品, 以及由顧客提供原材料委託加工或裝配為成品等之總計生產量。
  - 銷售量: 各工廠生產、委託他廠加工收回或進貨之產品直接售給國內各企業或消費者之數量 (內銷量); 加上各工廠生產或進貨之產品直接售給國外之數 (直接外銷量), 不含透過國內貿易商間接外銷。
  - 存貨量: 我國各工廠生產之產品的月底實際庫存數量, 不含原材物料之庫存。(說明: 存貨只包含成品, 而不包含半成品及原材物料)
  - 調查表內各欄目關係為恆等式: 月初存貨量 + 本公司生產量 + 代客加工量 + 國內進貨量 + 國外進口量 - 自用量 - 代客加工交出量 - 內銷量 - 外銷量 - 其他出貨及耗損 = 月底存貨量。

<sup>1</sup>由經濟部統計處印發「工業產銷存動態調查」調查表, 分別調查廠商各月之生產量、國內外進貨量、自用量、內外銷量值、存貨量及其生產量變動原因。

<sup>2</sup>本篇說明, 主要係參考經濟部統計處網頁, 及請教該處人員之結果。在此一併感謝, 經濟部統計處周于晶小姐, 對於問題的耐心回應。

<sup>3</sup>在此僅例示本文所使用之統計項目; 另, 調查表中未對外公佈之項目為: 國內外進貨量、自用量、代客加工交出量、其他出貨及耗損。

6. 抽樣方法:

- 母體: 經濟部工廠校正暨營運調查母體檔抽出調查樣本。
- 抽樣方法: 視各企業對象之規模及行業別, 採用不同抽出法, 凡礦業及土石採取業、用水供應業、建築工程業及公營企業單位 (含國營及市營生產事業單位) 等, 採全部調查外, 其餘均採截斷抽出法。
- 分業標準: 產品分類前四碼根據「中華民國行業標準分類 (第七次修訂)」加以修訂, 第五碼係以產品群歸類, 第六、七碼則為產品流水號。
- 分層抽出程序: 依其各產品之各工廠產值大小排列, 凡各產品產值累計達 70% 以上者, 各該產品之製造工廠, 全部抽選列入調查。



## B.4 產銷變異比對照表之資料來源及其說明

### 資料來源

使用行政院主計處所出版的「產業關聯表編製報告」之「161 部門產業關聯表」, 以其中的「表 1、生產者價格交易表 (進口品按 C.I.F. 計值)」尋找產業間的上下游關係, 作為比較產銷變異比之基礎。另, 與 Wang (2002) 一文相同的是, 表 4.2 中並不考慮製造業以外之產業。再者, 表中括號內之數字來源及說明, 請詳附錄中表 B.5。

### 找尋 (下游產業) 消費品生產者

在產業關聯表中, 某產業之所面對之最終需要佔總需要的 80% 以上者, 即認定該產業為生產最終消費品之下游產業; 有一點須要說明的是, 在本文中敘述之最終消費品, 並非僅指一般家計之消費用品, 而是對不再作為本國中間投入使用之產品的通稱, 故最終消費品會包含部分之出口產品。另最終消費品亦包含可能於次期作本國中間投入使用之存貨變動項目, 惟, 該項目絕大部分不超過該產品總需要的 5%, 是故對於是否為最終消費品之認定結果影響不大。<sup>4</sup>

### 找尋 (上游產業) 原物料生產者

假設 A 產業為生產最終消費品之下游產業, 當 B 產業的投入佔 A 產業的商品組成 (只計算中間投入) 中達 7% 以上時, 即認定 B 產業為 A 產業之直屬上游。當 A 產業對 B 產業的需求, 佔 B 產業所提供之中間需求達 7% 以上時, 即認定 A 產業為 B 產業之直屬下游。而在前述兩個條件皆成立時, 則稱 B 產業為最終生產者之重要上游, 亦即認定 B 產業為原物料之生產者。簡言之, 表 4.2 中所列示的下游產業, 其所生產之產品大部分皆作為最終消費使用; 而列示於上游產業之條件則為, 下游產業對於該上游產業的需求, 對下游產業的生產所須的中間投入而言具有一定的重要性, 且該項需求對於上游產業所面對的中間需求而言, 亦具有一定的重要性; 另, 我們排除了上下游為同一產業之情況。最後尚會刪除沒有重要上游產業之最終消費品生產者。

<sup>4</sup>在生產者價格交易表中, 最終需要 = 家計消費 + 政府消費 + 固定資本形成 + 存貨變動 + 海關輸出 + 非海關輸出。



### 變異比之差異

理論上,當某上游產業所生產的產品完全作為某下游產業之投入(不作它用)時,兩者間產銷變異比之比較,應能完整地反應出因上下游差異所導致的存貨行為的不同;而當上游產業不只一個時,本文則以下游產業之需求佔上游產業之產出比率作為加權,估算上游所代表的產銷變異比,以實際比較上下游產業間變異比之差異,並以此了解其間存貨行為的不同之處。

除了“096 電腦產”及“099 電腦組件”外,在大部份的樣本組中,皆可明顯地比較出上下游產業產銷變異比之大小;由產業關聯表中可知,“099 電腦組件”及“103 光電元件及材料”分別投入自身產出(不計算作為最終使用的部分)的38%及13%至“096 電腦產品”,以此所計算出的加權產銷變異比為1.02,大於下游產業之變異比(1.0117)。“102 半導體”及“104 電子零組件”,對於“099 電腦組件”之投入分別為21%及12%,所得到之變異比(1.07)亦大於下游產業。



## B.5 「產業關聯表編製報告」與「工業生產統計資料」之產業對照表

產業關聯表編製報告 產業編號及名稱	工業生產統計資料 產業編號及名稱	$X_{rate}$ / 產品數 / $\rho$
017 屠宰生肉及副產	813 肉品製造業	( 1.1615 / 1 / 0.46 )
019 製粉	862 磨粉製品製造業	( 1.0252 / 2 / 0.33 )
020 米	861 碾穀業	( 1.0089 / 1 / 0.24 )
024 冷凍食品	812 冷凍冷藏肉類製造業 897510 冷凍調理食品	( 0.7834 / 1 / 0.70 ) ( 0.8519 / 1 / 0.82 )
028 糖果及烘焙炊蒸食品	891 烘焙炊蒸食品製造業 894 糖果製造業	( 0.9600 / 1 / 0.18 ) ( 1.0362 / 1 / 0.53 )
029 其他食品	892 麵條、粉條類食品製造業 895 製茶業	( 1.4009 / 2 / 0.39 ) ( 1.3696 / 1 / 0.44 )
030 非酒精飲料	920 非酒精飲料製造業	( 1.4416 / 5 / 0.72 )
031 酒	919 其他酒精飲料製造業	( 0.9278 / 1 / 0.90 )
033 棉及棉紡織品	1121 棉梭織布業	( 0.7488 / 1 / 0.88 )
035 人造纖維紡織品	1113 人造纖維紡紗業 1114 人造纖維加工絲業	( 0.4274 / 1 / 0.89 ) ( 0.9480 / 2 / 0.75 )
036 針織布	1125 針織布業 1140020 針織布印染整理	( 0.5880 / 2 / 0.89 ) ( 1.0378 / 1 / 0.74 )
038 印染整理	1140 印染整理業	( 1.0133 / 3 / 0.72 )
039 梭織成衣	1211 梭織外衣製造業	( 0.9504 / 1 / 0.96 )
040 針織成衣	1221 針織外衣製造業	( 0.7674 / 2 / 0.84 )
042 皮革	1301 皮革、毛皮整製業	( 0.9899 / 1 / 0.70 )
043 皮鞋	1302 鞋類製造業	( 0.9445 / 1 / 0.39 )
044 其他皮革製品	N/A	

接次頁

承上頁

產業關聯表編製報告 產業編號及名稱	工業生產統計資料 產業編號及名稱	$X_{rate}$ / 產品數 / $\rho$
045 製材	1401 製材業	( 1.1710 / 1 / 0.60 )
046 合板	1402 合板及組合木材製造業	( 0.7437 / 2 / 0.77 )
048 非金屬家具	N/A	
056 合成纖維	1850 人造纖維製造業	( 1.0585 / 3 / 0.66 )
083 金屬容器	2539 其他金屬容器製造業	( 0.9600 / 1 / 0.72 )
087 金屬加工機械	2912 金屬切削工具機製造業	( 0.9318 / 7 / 0.75 )
	2919 其他金屬加工用機械設備製造業	( 1.0098 / 2 / 0.72 )
096 電腦產品	2711 電腦製造業	( 1.0117 / 1 / 0.95 )
097 電腦週邊設備	2719 其他電腦週邊設備製造業	( 1.1324 / 2 / 0.83 )
	2712 顯示器及終端機製造業	( 0.8264 / 1 / 0.93 )
099 電腦組件	2691 印刷電路板組件製造業	( 1.3306 / 3 / 0.85 )
	2699 未分類其他電子零組件製造業	( 0.4634 / 2 / 0.97 )
101 通信器材	2721 電話及手機製造業	( 1.0712 / 1 / 0.95 )
	2729 其他通訊傳播設備製造業	( 0.9048 / 3 / 0.87 )
102 半導體	2613 半導體封裝及測試業	( 0.9559 / 1 / 0.99 )
103 光電元件及材料	2649 其他光電材料及元件製造業	( 1.1358 / 4 / 0.87 )
	2641 液晶面板及其組件製造業	( 1.0872 / 1 / 0.91 )
104 電子零組件	2620 被動電子元件製造業	( 1.4184 / 3 / 0.85 )
	2630 印刷電路板製造業	( 0.8265 / 1 / 0.91 )

由於我們需要經由產業關聯表編製報告中,得知那些產業是最終消費品生產者,及那些是這些產業的重要上游;也需要從工業生產統計資料中,計算產業別的產銷變異比;但由於兩者間產業分類未統一,且亦無現成之對照表,因此須從各自之產業明細及名稱中作個別之比對及認定。上表中列示了符合研究所需之產業及其對照之結果。

其中，產業關聯表的“044 其他皮革製品”及“048 非金屬家具”，在工業生產統計資料中，並未取得與應之產品資料，因此在認定上下游關係時不予納入考慮。另為節省篇幅，在對應的工業生產統計資料中，7碼的產品細類會儘可能的以4碼的產業類別表達，但依然有“897510 冷凍調理食品”及“1140020 針織布印染整理”，因其所屬之產業中，有部分產品在產業關聯表中分屬不同產業，因此需以產品細類列示。又，原產業關聯表中的“024 冷凍食品”原本包含水產及蔬果類，但在認定上下游關係時發現，其重要上游只有“017 屠宰生肉及副產”；如在比較產銷變異比時，依原始資料比對，預期將會得到明顯不合理之結果，因此本文刪除了“024 冷凍食品”中的水產及蔬果類。

從表中可以得知，大部分的產業對照，為一個關聯表產業，對上多個工業生產統計資料的產品；<sup>5</sup> 因此在計算產業之產銷變異比時，尚需討論如何將工業生產統計資料中的產品產銷變異比，彙總至產業關聯表中相對應之產業。本文曾試圖使用產品之銷售金額，作為計算變異比之權數；唯結果發現有部分產業，因其包含某些單價相對較高的產品，而導致該產業之產銷變異比受其影響甚巨；惟本文模型中暫不考慮價格之因素，是故在一致性的考量下，本文採用簡單平均數，計算彙整產業的產銷變異比。另，因為每個產品之產量單位不同（有些是重量單位，有些是長度單位...），因此亦無法以產量作為計算變異比之基礎。

在計算產品別之產銷變異比時，亦發現有部分產品，長期間之生產數量與銷售數量比顯著不等於1；這有可能是因有部分公司具有多重產品線，且其生產之產品可作為其他產品之中間投入所至；亦有可能是公司將部分生產線外包，或外購所致。唯去除此部分之樣本，並不影響最終之結果，故本文予以保留，以免誤刪樣本。另，由於本文所得到的資料相當短，因此擴充的 DF 單根檢定可能會有 Shiller and Perron (1985) 所述，低檢定力的問題，是故文中並無執行單根檢定。

---

<sup>5</sup>為方便說明，本章節使用“產業”表示關聯表中之資訊，“產品”代表工業生產統計資料。

B.6 模擬使用銷售資料估計需求相關係數所產生之誤差

		$\rho=0.2$	$\rho=0.5$	$\rho=0.9$	$\rho=0.95$	$\rho=0.99^b$
SL=50% <sup>b</sup>	mean	0.0894	0.1219	0.0401	0.0266	0.0155
	S. D.	0.0591	0.0467	0.0177	0.0142	0.0101
	10th percentile	0.0139	0.0603	0.0200	0.0117	0.0047
	90th percentile	0.1657	0.1878	0.0647	0.0451	0.0294
SL=80%	mean	0.0285	0.0522	0.0250	0.0171	0.0103
	S. D.	0.0329	0.0288	0.0119	0.0110	0.0073
	10th percentile	(0.0109)	0.0190	0.0118	0.0063	0.0033
	90th percentile	0.0701	0.0898	0.0399	0.0323	0.0187
SL=90%	mean	0.0136	0.0260	0.0138	0.0098	0.0058
	S. D.	0.0211	0.0193	0.0083	0.0063	0.0044
	10th percentile	(0.0125)	0.0036	0.0052	0.0030	0.0016
	90th percentile	0.0409	0.0503	0.0256	0.0181	0.0108
SL=95%	mean	0.0073	0.0139	0.0077	0.0056	0.0035
	S. D.	0.0137	0.0114	0.0059	0.0042	0.0043
	10th percentile	(0.0080)	0.0010	0.0017	0.0015	0.0007
	90th percentile	0.0247	0.0285	0.0151	0.0112	0.0075

\* 表格內之數字為: 在各種需求相關係數 (0.2–0.99), 及各種最佳服務水準下 (50%–95%), 分別使用銷售資料與需求資料, 所估計出之相關係數差異的各統計量 (平均數、標準差、10分位及90分位數)。

<sup>b</sup> “SL”為服務水準的簡稱;

“ $\rho$ ”代表虛擬資料中, 前後兩期需求間的相關係數。

假設期初需求 ( $D_0$ ) 為0, 後期的需求則由  $D_t = \rho D_{t-1} + u_t$  產生, 其中之隨機干擾項 ( $u_t$ ) 為獨立同態 (*iid*) 之標準常態分配。而銷售數量則由廠商的服務水準決定; 當某期需求干擾項超過, 廠商依照服務水準生產的安全庫存時, 超過的部分為缺貨, 並以未缺貨之部分即為各期之銷售數量; 另, 本文假設缺貨與否並不會影響至次期之需求。在模擬的過程中, 共計生成240期之銷售與需求資料, 在去除前120筆資料後, 分別使用銷售及需求資料估計相關係數 ( $\rho$ ), 並計算其差異; 重複執行500次後再予以彙集, 即得到表中之各項統計量。

由上表可知,除了服務水準為50%時之情形外,就平均數而言,扣除兩極端值後;使用銷售資料所估計之 $\rho$ 值,約會較需求資料之估計值高0.006至0.029;由此模擬結果我們可以知道,在使用銷售資料估計需求相關係數時,會有高估需求相關係數之傾向,但其高估之情形並不嚴重。在討論中忽略服務水準為50%之情形,係因為在日常的消費品中,如存在長期缺貨情況如此嚴重之產業,其存貨行為與產業特性可能與一般產業不同,因此文中暫不納入考慮。



附錄 C  
數學附錄

C.1 最適決策求解過程

$d(E_{t-1}z_t)/dy_t$

$$\begin{aligned} E_{t-1}(z_t) &= E_{t-1} \min(n_{t-1} + y_t, x_t) \\ &= E_{t-1} [\min(n_{t-1} + y_t, d + \rho x_{t-1} + u_t)] \\ &= \int_{-\infty}^{n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})} x_t f(u_t) du_t + \int_{n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})}^{\infty} (n_{t-1} + y_t) f(u_t) du_t. \end{aligned}$$

為簡化符號，令  $A_t \equiv n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})$  則可得

$$\begin{aligned} \frac{d(E_{t-1}z_t)}{dy_t} &= \frac{d}{dy_t} \left[ \int_{-\infty}^{A_t} x_t f(u_t) du_t + \int_{A_t}^{\infty} (n_{t-1} + y_t) f(u_t) du_t \right] \\ &= [x_t f(u_t)] \Big|_{u_t=A_t} \frac{dA_t}{dy_t} \\ &\quad + \left\{ \int_{A_t}^{\infty} \left[ \frac{d}{dy_t} (n_{t-1} + y_t) f(u_t) \right] du_t - [(n_{t-1} + y_t) f(u_t)] \Big|_{u_t=A_t} \frac{dA_t}{dy_t} \right\} \\ &= (d + \rho x_{t-1} + A_t) f(A_t) + \int_{A_t}^{\infty} 1 f(u_t) du_t - (n_{t-1} + y_t) f(A_t) \\ &= [d + \rho x_{t-1} - (n_{t-1} + y_t) + A_t] f(A_t) + F(\infty) - F(A_t) \\ &= 1 - F(A_t) = 1 - F[n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})] = \text{Prob}(n_{t-1} + y_t < x_t). \end{aligned}$$

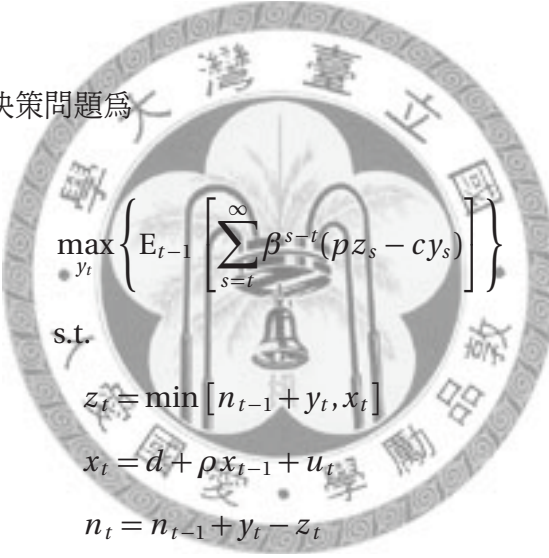
其中  $d(E_{t-1}z_t)/dy_t = \text{Prob}(n_{t-1} + y_t < x_t)$  表示: 當發生缺貨時, 生產變動1單位會使銷售增加1單位, 反之, 未缺貨時, 生產的變動不會影響銷售數量, 因此生產變動對銷售變異的期望影響, 即為缺貨發生之機率。

同理, 對於上游廠商而言, 多生產一單位對於銷售的期望影響, 亦為缺貨發生之機率, 其結論簡述如下

$$\frac{d(E_{t-1}\bar{z}_t)}{d\bar{y}_t} = \text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t < \bar{x}_t) \times 1 + \text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t > \bar{x}_t) \times 0.$$

### Bellman equation

下游廠商所面對的決策問題為



$$\begin{aligned} & \max_{y_t} \left\{ E_{t-1} \left[ \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} (pz_s - cy_s) \right] \right\} \\ & \text{s.t.} \\ & z_t = \min [n_{t-1} + y_t, x_t] \\ & x_t = d + \rho x_{t-1} + u_t \\ & n_t = n_{t-1} + y_t - z_t \\ & u_t \sim N(0, \sigma^2). \end{aligned}$$

將需求函數與銷售非負限制式, 代入目標函數, 並定義價值函數 (Value function:V) 為各期 (極大化) 利潤折現加總; 在給定期初存貨為  $(n_{t-1})$  下, 廠商的生產決策可以改寫成

$$V(n_{t-1}) = \max_{y_t} \{ E_{t-1} [p \min(n_{t-1} + y_t, x_t) - cy_t] + \beta E_{t-1} V(n_t) \}.$$



F.O.C ( $y_t$ )

將目標函數對決策變數 (生產) 微分, 可得到一階條件為:

$$\text{Prob}(n_{t-1} + y_t < x_t) \cdot p - c + \beta E_{t-1} \left( \frac{dV(n_t)}{dn_t} \frac{dn_t}{dy_t} \right) = 0,$$

其中

$$\begin{aligned} \text{Prob}(n_{t-1} + y_t < x_t) &= \text{Prob}(n_{t-1} + y_t < x_t) \\ &= \text{Prob}[u_t > n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})] \\ &= 1 - F(A_t), \end{aligned}$$

因為  $(dV(n_t)/dn_t)$  之值由  $u_{t+1}$  所決定, 而  $(dn_t/dy_t)$  與  $u_t$  相關, 故在  $u_{t+1}$  與  $u_t$  互為獨立的設定下, 上式可整理為:

$$p - pF(A) - c + \beta E_{t-1} \left( \frac{dV(n_t)}{dn_t} \right) E_{t-1} \left( \frac{dn_t}{dy_t} \right) = 0.$$

又因為  $y_t = z_t + n_{t+1} - n_t$ , 且已知  $d(E_{t-1}z_t)/dy_t = 1 - F(A_t)$ , 故  $d(E_{t-1}n_{t+1})/(dy_t) = E_{t-1}[dn_{t+1}/dy_t] = F(A_t)$ , 則可得

$$E_{t-1} \left( \frac{dV(n_t)}{dn_t} \right) = \frac{-p + pF(A_t) + c}{\beta F(A_t)},$$

此即為上游廠商於最適決策時, 所須符合的一階條件 (更貼切地說) 又稱為邊際條件; 意指廠商之生產決策, 在使邊際之生產成本等於邊際之預期利潤。

Envelope condition

在給定生產決策不變下, 將價值函數對狀態變數 (期初存貨) 微分, 則可得到

$$\begin{aligned} \frac{dV(n_{t-1})}{dn_{t-1}} &= \text{Prob}[u_t > n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})] p \\ &\quad + \text{Prob}[u_t < n_{t-1} + y_t - (d + \rho x_{t-1})] 0 \\ &\quad + \beta E_{t-1} \left( \frac{dV(n_t)}{dn_t} \right) E_{t-1} \left( \frac{dn_t}{dn_{t-1}} \right) \\ &= p - pF(A_t) - p + pF(A_t) + c = c. \end{aligned}$$

其中  $dV(n_{t-1})/dn_{t-1} = c$  表示: 當期初存貨增加一單位時, 在給定的生產決策下, 其產生的價值即在於, 本期可以減少生產一單位 (亦即可以節省一單位的生產成本)。

在  $t$  期時,  $dV(n_{t-1})/dn_{t-1}$  為常數, 同理  $t + 1$  期時依然成立, 取期望值後, 可得

$$E_{t-1} \left[ \frac{dV(n_t)}{dn_t} \right] = c,$$

將上式代入廠商之一階條件後, 可得

$$c = \frac{-p + pF(A_t) + c}{\beta F(A_t)},$$

整理後即可解出文中之式子

$$\begin{aligned} -c + p(1 - F(A_t)) + c\beta F(A_t) &= 0, \\ (p - c)[1 - F(A_t)] - c(1 - \beta)F(A_t) &= 0. \end{aligned}$$

□

依循類似的推論, 上游廠商的最適生產決策, 可由下式解出

$$\begin{aligned} -\bar{c} + \bar{p}\text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t < \bar{x}_t) + \bar{c}\beta[1 - \text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t < \bar{x}_t)] &= 0, \\ (\bar{p} - \bar{c})\text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t < \bar{x}_t) - \bar{c}(1 - \beta)[1 - \text{Prob}(\bar{n}_{t-1} + \bar{y}_t < \bar{x}_t)] &= 0. \end{aligned}$$

□

## C.2 產銷變異比之計算

首先定義  $f(x)$  及  $F(X)$  為平均數為 0, 變異數為  $\sigma^2$  之常態分配的 pdf 與 cdf; 另, 為方便計算產銷變異比時之運用, 本小節先將常用之算式及其結果列示於下。

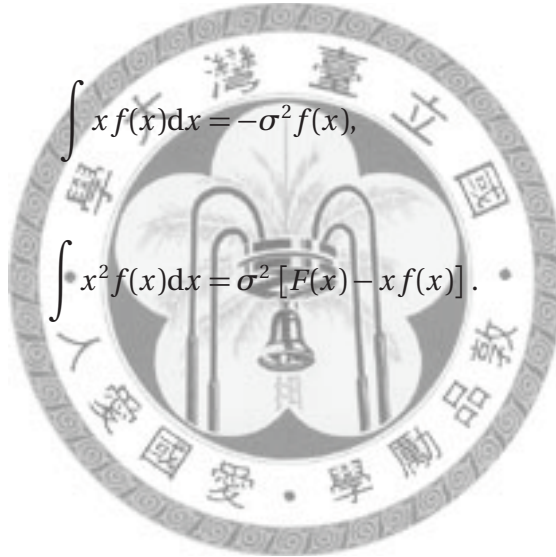
$$\lim_{x \rightarrow \pm\infty} x f(x) = \lim_{x \rightarrow \pm\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \frac{x}{e^{\frac{x^2}{2\sigma^2}}} = 0,$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x F(x) = \infty,$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} x F(x) = 0,$$

$$\int x f(x) dx = -\sigma^2 f(x),$$

$$\int x^2 f(x) dx = \sigma^2 [F(x) - x f(x)].$$



¶ Calculate  $X_{rate}^{down}$  [ Let  $v = \min(u_{t-1}, k)$  ]

$$\begin{aligned}
 E(v_{t-1}) &= E[\min(u_{t-1}, k)] \\
 &= \int_{-\infty}^k u f(x) du + \int_k^{\infty} k f(u) du \\
 &= [f(u)]|_{-\infty}^k + k [F(u)]|_k^{\infty} \\
 &= \sigma^2 [f(-\infty) - f(k)] + k [F(\infty) - F(k)] \\
 &= k - kF(k) - \sigma^2 f(k),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E(v_{t-1}^2) &= E[\min(u_{t-1}, k)^2] \\
 &= \int_{-\infty}^k u^2 f(x) du + \int_k^{\infty} k^2 f(u) du \\
 &= \sigma^2 [F(u) - u f(u)]|_{-\infty}^k + k^2 [F(u)]|_k^{\infty} \\
 &= \sigma^2 [F(k) - k f(k)] - \lim_{x \rightarrow -\infty} [F(x) - x f(x)] + k^2 [F(\infty) - F(k)] \\
 &= k^2 + (\sigma^2 - k^2)F(k) - \sigma^2 k f(k),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(v_{t-1}) &= E(v_{t-1}^2) - E(v_{t-1})^2 \\
 &= [k^2 + (\sigma^2 - k^2)F(k) - \sigma^2 k f(k)] - [k - kF(k) - \sigma^2 f(k)]^2 \\
 &= k^2 + (\sigma^2 - k^2)F(k) - \sigma^2 k f(k) \\
 &\quad - \{k^2 - 2k [kF(k) + \sigma^2 f(k)] + [kF(k) + \sigma^2 f(k)]^2\} \\
 &= (\sigma^2 + k^2)F(k) + \sigma^2 k f(k) - [kF(k) + \sigma^2 f(k)]^2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cov}(u_{t-1}, v_{t-1}) &= E(u \times v) - E(u)E(v) = E[u \times \min(u, k)] \\
 &= \int_{-\infty}^k u^2 f(u) du + k \int_k^{\infty} u f(u) du \\
 &= \sigma^2 [F(u) - u f(u)]|_{-\infty}^k + k [-\sigma^2 f(u)]|_k^{\infty} \\
 &= \sigma^2 [F(k) - k f(k)] + k \sigma^2 f(k) \\
 &= \sigma^2 F(k).
 \end{aligned}$$

⇒

$$\begin{aligned}
 X_{rate}^{down} &= \frac{\rho^2 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + V(v) + 2\rho \text{Cov}(u_{t-1}, v_{t-1})}{\rho^2 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + V(v)} \\
 &= \frac{\Omega + 2\rho \sigma^2 F(k)}{\Omega}, \\
 \Omega &\equiv \rho^2 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + (\sigma^2 + k^2) F(k) + \sigma^2 k f(k) \\
 &\quad - [k F(k) + \sigma^2 f(k)]^2.
 \end{aligned}$$

□

¶ Calculate  $X_{rate}^{up}$  {Let  $\omega = \min[\bar{K}, \rho u_{t-1} + \min(u_{t-1}, k)]$ }

爲避免其他外生因素，對於存貨行爲產生不可預期之影響，本文假設上下游廠商的最適服務水準相同，即  $\text{Prob}(\rho u + \min(k, u) < \bar{K}) = \text{Prob}(u < k)$ ，亦即假設  $[(p - c)/(p - \beta c)] = [(\bar{p} - \bar{c})/(\bar{p} - \beta \bar{c})]$ 。

首先讓我們來討論  $\bar{K}$  與  $k$  間之關係：

當  $u < k$  時  $\min(k, u) = u$ ，由上述假設可得

$$\begin{aligned}
 \text{Prob}(\rho u + u < \bar{K}) &= \text{Prob}(u < \bar{K}/(\rho + 1)) \\
 &= \text{Prob}(u < k), \\
 \Rightarrow \bar{K} &= k \times (\rho + 1).
 \end{aligned}$$

當  $u > k$  時  $\min(k, u) = k$ ，由上述假設可得

$$\begin{aligned}
 \text{Prob}(\rho u + k > \bar{K}) &= \text{Prob}(u > (\bar{K} - k)/\rho) \\
 &= \text{Prob}(u > k), \\
 \Rightarrow \bar{K} &= k \times (\rho + 1).
 \end{aligned}$$

由此推論，在服務水準相同的假設下，上下游廠商的最適決策存在  $\bar{K} = k \times (1 + \rho)$  的關係。

$$\begin{aligned}
 E(\omega_{t-1}) &= \int_{-\infty}^k (1+\rho)u f(u)du + \int_k^{\infty} \bar{K} f(u)du \\
 &= (1+\rho) [\sigma^2 f(u)]|_{-\infty}^k + \bar{K} F(u)|_k^{\infty} \\
 &= \bar{K} [1 - F(\bar{K})] - (1+\rho)\sigma^2 f(\bar{K}),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E(\omega_{t-1}^2) &= \int_{-\infty}^k (1+\rho)^2 u^2 f(u)du + \int_k^{\infty} \bar{K}^2 f(u)du \\
 &= (1+\rho)^2 \sigma^2 [F(u) - u f(u)]|_{-\infty}^k + \bar{K}^2 F(u)|_k^{\infty} \\
 &= (1+\rho)^2 \sigma^2 [F(k) - k f(k)] + \bar{K}^2 [1 - F(k)] \\
 &= \bar{K}^2 + [(1+\rho)^2 \sigma^2 - \bar{K}^2] F(\bar{K}) - (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(k),
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(\omega_{t-1}) &= E(\omega_{t-1}^2) - E(\omega_{t-1})^2 \\
 &= \bar{K}^2 + [(1+\rho)^2 - \bar{K}^2] F(k) - (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(K) \\
 &\quad - [\bar{K} - \bar{K} F(K) - (1+\rho)\sigma^2 f(K)]^2 \\
 &= \bar{K}^2 + [(1+\rho)^2 - \bar{K}^2] F(k) - (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(K) \\
 &\quad - [\bar{K} - [\bar{K} F(K) + (1+\rho)\sigma^2 f(K)]]^2 \\
 &= \bar{K}^2 + [(1+\rho)^2 - \bar{K}^2] F(k) - (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(K) \\
 &\quad - [\bar{K}^2 - 2\bar{K}^2 F(K) - 2\bar{K}(1+\rho)\sigma^2 f(K)] \\
 &\quad + [\bar{K} F(K) + (1+\rho)\sigma^2 f(K)]^2 \\
 &= \bar{K}^2 + [(1+\rho)^2 - \bar{K}^2] F(k) - (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(K) \\
 &\quad - \bar{K}^2 + 2\bar{K}^2 F(K) + 2k(1+\rho)^2 \sigma^2 f(K) \\
 &\quad - [\bar{K} F(K) + (1+\rho)\sigma^2 f(K)]^2 \\
 &= [(1+\rho)^2 \sigma^2 + \bar{K}^2] F(k) + (1+\rho)^2 \sigma^2 k f(k) \\
 &\quad - [\bar{K} F(K) + (1+\rho)\sigma^2 f(K)]^2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cov}(u_t, \omega_t) &= E(u \times \omega) - E(u) \times E(\omega) \\
 &= E \left[ u \times \min(\bar{K}^2, \rho u + \min(u, k)) \right] \\
 &= \int_{-\infty}^k (1+\rho)u^2 f(u) du + \bar{K} \int_k^{\infty} u f(u) du \\
 &= (1+\rho)\sigma^2 [F(u) - u f(u)] \Big|_{-\infty}^k + \bar{K}^2 [-\sigma^2 f(u)] \Big|_k^{\infty} \\
 &= (1+\rho)F(k) - (1+\rho)\sigma^2 k f(k) + \sigma^2 \bar{K} f(k) \\
 &= (1+\rho)F(k) - (1+\rho)\sigma^2 k f(k) + \sigma^2(1+\rho)k f(k) \\
 &= (1+\rho)F(k).
 \end{aligned}$$

⇒

$$\begin{aligned}
 X_{rate}^{up} &= \frac{\rho^4 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + V(\omega_{t-1}) + 2\rho^2 \text{cov}(u_{t-1}, \omega_{t-1})}{\rho^4 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + V(\omega_{t-1})} \\
 &= \frac{\Phi + 2\rho^2 [(1+\rho)\sigma^2 F(k)]}{\Phi}, \\
 \Phi &\equiv \rho^4 \sigma^2 / (1 - \rho^2) + [(1+\rho)^2 + \bar{K}^2] F(k) + (1+\rho)\sigma^2 \bar{K} f(k) \\
 &\quad - [\bar{K} F(k) + (1+\rho)\sigma^2 f(k)]^2.
 \end{aligned}$$

□

## 參考文獻

- Abel, Andrew B. (1985), “Inventories, stock-outs and production smoothing”, *The Review of Economic Studies*, 52(2), 283–293.
- Bils, Mark and Kahn, James A. (2000), “What inventory behavior tells us about business cycles”, *The American Economic Review*, 90(3), 458–481.
- Blanchard, Olivier J. (1983), “The production and inventory behavior of the american automobile industry”, *The Journal of Political Economy*, 91(3), 365–400.
- Blanchard, Olivier Jean and Fischer, Stanley (1989), *Lectures on Macroeconomics*, The MIT Press.
- Blinder, Alan S. (1981), “Retail inventory behavior and business fluctuations”, *Brookings Papers on Economic Activity*, (2), 443–505.
- (1986a), “Can the production smoothing model of inventory behavior be saved?”, *The Quarterly Journal of Economics*, 101(3), 431–453.
- (1986b), “More on the speed of adjustment in inventory models”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 18(3), 355–365.
- Blinder, Alan S. and Maccini, Louis J. (1991), “Taking stock: A critical assessment of recent research on inventories”, *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 73–96.
- Bresnahan, Timothy F. and Ramey, Valerie A. (1994), “Output fluctuations at the plant level”, *The Quarterly Journal of Economics*, 109(3), 593–624.
- Caplin, Andrew S. (1985), “The variability of aggregate demand with (s, s) inventory policies”, *Econometrica*, 53(6), 1395–1409.
- Coen-Pirani, Daniele (2004), “Markups, aggregation, and inventory adjustment”, *The American Economic Review*, 94(5), 1328–1353.
- Eichenbaum, Martin (1989), “Some empirical evidence on the production level and production cost smoothing models of inventory investment”, *The American Economic Review*, 79(4), 853–864.
- Fair, Ray C. (1989), “The production-smoothing model is alive and well”, *Journal of Monetary Economics*, 24(3), 353–370.
- Feldstein, Martin and Auerbach, Alan (1976), “Inventory behavior in durable-goods manufacturing: The target-adjustment model”, *Brookings Papers on*



- Economic Activity*, 1976(2), 351–396.
- Ghali, Moheb A. (1987), “Seasonality, aggregation and the testing of the production smoothing hypothesis”, *The American Economic Review*, 77(3), 464–469.
- (2003), “Production-planning horizon, production smoothing, and convexity of the cost functions”, *International Journal of Production Economics*, 81–82, 67–74.
- Hatanaka, Michio (1974), “An efficient two-step estimator for the dynamic adjustment model with autoregressive errors”, *Journal of Econometrics*, 2(3), 199–220.
- Holt, Charles C. et al. (1960), *Planning production, inventories, and work force*, Prentice Hall.
- Kahn, James A. (1987), “Inventories and the volatility of production”, *The American Economic Review*, 77(4), 667–679.
- (1992), “Why is production more volatile than sales? theory and evidence on the stockout-avoidance motive for inventory-holding”, *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 481–510.
- Khan, Aubhik and Thomas, Julia K. (2007), “Inventories and the business cycle: An equilibrium analysis of (s,s) policies”, *The American Economic Review*, 97(4), 1165–1188.
- Krane, Spencer D. and Braun, Steven N. (1991), “Production smoothing evidence from physical-product data”, *The Journal of Political Economy*, 99(3), 558–581.
- Lovell, Michael (1961), “Manufacturers’ inventories, sales expectations, and the acceleration principle”, *Econometrica*, 29(3), 293–314.
- Lovell, Michael C. Comments on (1976), “Inventory behavior in durable-goods manufacturing: The target-adjustment model”, *Brookings Papers on Economic Activity*, (2), 351–408.
- Maccini, Louis J and Rossana, Robert J (1984), “Joint production, quasi-fixed factors of production, and investment in finished goods inventories”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 16(2), 218–36.
- Maccini, Louis J. and Zabel, Edward (1996), “Serial correlation in demand, backlogging and production volatility”, *International Economic Review*, 37(2), 423–452.
- Metzler, Lloyd A. (1941), “The nature and stability of inventory cycles”, *The Review of Economics and Statistics*, 23(3), 113–129.
- Miron, Jeffrey A. and Zeldes, Stephen P. (1988), “Seasonality, cost shocks, and the production smoothing model of inventories”, *Econometrica*, 56(4), 877–908.
- Ramey, Valerie A. (1989), “Inventories as factors of production and economic fluctuations”, *The American Economic Review*, 79(3), 338–354.

- (1991), “Nonconvex costs and the behavior of inventories”, *The Journal of Political Economy*, 99(2), 306–34.
- Ramey, Valerie A. and West, Kenneth D. (1999), “Inventories”, in J. B. Taylor and M. Woodford (eds.), *Handbook of Macroeconomics*, volume 1, chapter 13, 863–923, Elsevier.
- Shiller, Robert J. and Perron, Pierre (1985), “Testing the random walk hypothesis : Power versus frequency of observation”, *Economics Letters*, 18(4), 381–386.
- Wakim, Anne. (1987), “Evaluation of coverage and response in the manufacturers’ shipments, inventories, and orders survey”, in *1986 Proceedings of the Business and Economic Statistics Section*, Alexandria, Va.: American Statis. Assoc.
- Wang, Hung-Jen (2002), “Nominal data and the production smoothing hypothesis”, *Economics Letters*, 76(2), 245–250.
- Wen, Yi (2005), “Understanding the inventory cycle”, *Journal of Monetary Economics*, 52(8), 1533–1555.
- West, Kenneth D. (1983), “A note on the econometric use of constant dollar inventory series”, *Economics Letters*, 13(4), 337–341.
- (1986), “A variance bounds test of the linear quadratic inventory model”, *The Journal of Political Economy*, 94(2), 374–401.

