

電子資訊產業供應鏈管理()—子計畫一:電子資訊產業長鞭效應之模式構
建與實證研究

Supply Chain Management in Electronics and Information Industry--
Investigation of Bullwhip Effect

計畫編號: NSC89-2213-E-009-032

執行期限: 88/08/01—89/07/31

主持人: 巫木誠 mcwu@cc.nctu.edu.tw

執行單位: 國立交通大學工業工程與管理系

一、中文摘要

DRAM (Dynamic Random Access Memory) 是半導體產業中產值最大的單一產品別, 由於 DRAM 價格的變動經常大幅震盪, 全球 DRAM 相關產業投資者的損益也因此暴漲暴跌。由於供需之間的變化對 DRAM 價格的影響極大, 而供給與需求行為是一個供應鏈結構互動的主體, 因此本研究從供應鏈角度由 DRAM 產業上游至下游訪談其決策模式, 並且依據此等訪談資料, 構建一供需互動模式, 期以解釋 DRAM 價格劇烈變動的機制。依據本研究所發展的模式, 短期的需求變動會造成未來數期價格的持續上升與下跌, 此種現象與長鞭效應頗為類似。

關鍵詞: 隨機動態記憶體、價格變動、長鞭效應、供應鏈管理

Abstract

DRAM (Dynamic Random Access Memory) is a very important product in semiconductor industry, which accounts for the largest sales in all types of semiconductor products. The price of DRAM has been highly fluctuated and might cause the DRAM makers formidable loss. This research aims to develop a model to explain why the price of DRAM would be highly fluctuated. We first investigate the decision-making behaviors in the supply chain of DRAM. Based on these investigations, we develop a

supply-demand interaction model for illustrating the fluctuating behavior of DRAM price. In this model, we found that a small and short-term fluctuation in demand would cause high and long-term price fluctuation. This phenomenon is very similar to the Bullwhip effect in the supply chain management area.

Keywords: DRAM, price fluctuation, Bullwhip effect, supply chain management.

二、計畫緣由與目的

DRAM (Dynamic Random Access Memory) 是半導體產業中產值最大的單一產品別, 佔整體半導體產值約 15%, 在 1995 年甚至達到 32% [1]。由於個人電腦對於 DRAM 的大量需求 (目前個人電腦在 DRAM 的基本需已達 64 Mega Byte), 使得 DRAM 產品更顯其重要性; 不論是新電腦的需求或者是舊電腦的升級需求, 都為 DRAM 相關產業帶來生機, 全球投資人都對 DRAM 價格的變化投以高度關切。

然而, DRAM 價格的變動起伏大幅震盪, 讓全球 DRAM 相關產業的投資者, 投資的損益差別甚大。對於可以掌握價格變動節奏的投資者而言, 便可以在一次價格上揚的週期中獲取暴利, 但這畢竟是少數; 大多數的投資者都是嚴重虧損, 甚至撐不過 DRAM 景氣循環低潮期, 應聲倒閉的廠商也很多, 因此在 1998 年便有「50

億元俱樂部」的名稱出現，亦即我國每家 DRAM 廠該年皆虧損新台幣 50 億元以上。

2000 年 DRAM 價格的變化如圖 1 所示，價格變動非常劇烈。供需失衡導致 DRAM 價格驟變是眾所周知的論調，然而供需失衡是由許多複雜的原因所構成，本研究的目的是利用供應鏈的理論，希望提供一個可以解釋 DRAM 價格變動的機制。

三、研究方法

由於供需之間的變化對 DRAM 價格的影響極大，而供給與需求本身就是一個供應鏈的結構，因此本研究擬從供應鏈角度由 DRAM 的產業上游至下游對其決策行為做一番瞭解。

在供應鏈管理中有一個非常重要的課題就是長鞭效應 (Bullwhip Effect)，它的意義是說在一產業供應鏈的最下游端的需求所產生的微小變化，往供應鏈上游所造成的訂單、生產與存貨變化會逐層擴大。

本研究認為這種現象和 DRAM 產業中因終端需求些微的供需失調便輾轉造成 DRAM 價格大幅變動的現象非常相似；因此，在本研究中，便從 DRAM 供應鏈結構的各階層行為模式做為探討 DRAM 價格變化的主軸，解釋 DRAM 供應鏈中需求產生些微變化時，透過不同的決策模式而產生 DRAM 交易價格的變化。

由於 DRAM 的主要用途是在個人電腦，個人電腦對 DRAM 的用量約在佔 DRAM 整體用量的 60%-70%，因此對需求端的研究是以個人電腦對 DRAM 的需求為主。

綜上所述，本研究的方法包括以下幾點：

1. 建構 DRAM 應用在 PC 產品的供應鏈結構。
2. 分析各個構成單元 (DRAM 廠、模組商、通路商、PC 廠) 的各種決策

模式。希望透過實際訪查的方式，配合專刊或報導性資料能夠瞭解各階層下列的行為。

- (a) 需求預測模式
- (b) 生產決策
- (c) 出貨決策
- (d) 存貨決策

3. 依據上述的決策模式，建構一個模式，期能用來解釋造成 DRAM 價格變動的機制。

3.1 DRAM 應用在 PC 產品的供應鏈結構

為了建構一完整的 DRAM 在 PC 產業的供應鏈結構，本研究實地拜訪分屬在供應鏈中不同階層的廠商。根據這些實務界的訪談結果，彙整得到 DRAM 在 PC 產業的供應鏈結構 (圖 2)。

DRAM 供應鏈結構由供給面與需求面所構成，在此所指的供給面為 DRAM 顆粒商所生產出來的 DRAM 顆粒；PC 市場需求面則由 PC 廠 (包含內含 DRAM 模組線與未含 DRAM 模組線的 PC 廠) 與一般門市零售的需求所組成。由供給面的製造商生產出來之後，一直到最終應用產品 (PC) 的需求面，有下列幾種不同的路徑：

1. DRAM 廠將 DRAM 顆粒製造出來之後，由下游獨立模組商購買並將一顆一顆的 DRAM 加工成一條條的 DRAM 模組，之後經由通路商販售到一般的零售門市店。流程如圖中箭號 (1) - (2) - (3)。或者從模組商加工出來之後，銷售到沒有模組線的電腦商，流程如圖中箭號 (1) - (4)。
2. DRAM 廠將 DRAM 顆粒製造出來之後，並在廠內加工成模組，之後銷售到沒有模組線的電腦廠。流程如圖中箭號 (5)。
3. DRAM 廠將 DRAM 顆粒製造出來之後，銷售到有模組生產線的 PC 廠。由於 PC

廠害怕發生缺貨以致整台 PC 無法出貨的情況，因此會預先大量買進顆粒。一旦 PC 出貨量減少會進而影響到 PC 廠對 DRAM 顆粒的需求，因此，PC 廠會將剩餘的顆粒拋售到開放市場，由 broker (仲介商) 再轉手賣到模組商或通路商的手上。流程如箭號 (6) - (7) - (8/9) - (2) - (3)。

3.2 各階層的行為模式

本研究訪談 DRAM 供應鏈各階層的決策行為之後，為描述 DRAM 價格的變動，將所有的 DRAM 需求者與供給者分別各整合成一個單位，茲供需雙方的行為互動模式，及價格變動的要因簡化描述如下。

3.2.1 變數說明

P_t : DRAM 第 t 期的價格

B_t : 需求者第 t 期的採購量，考慮價格因素及庫存上限。

X_t : 只考慮價格因素時，需求者第 t 期擬採購的數量。

M_t : 供給者對第 t 期的生產量

W_t : 供給者第 t 期期末的庫存量

I_t : 需求者第 t 期期末的庫存量

D_t : 需求者第 t 期的使用量

S_t : 供給者第 t 期的可供給量

$$= M_t + W_{t-1}$$

Q_t : 供給者對第 t 期的出貨量

C_p : 供給者的產能上限

UB: 需求者的庫存上限當

TC: DRAM 供給者滿載生產的單位總成本

VC: DRAM 供給者生產的單位變動成本

3.2.2 價格模式

DRAM 的價格變動模式如下列之公式：

$$P_t = P_{t-1} \{1 + r[(B_t/M_t) - 1]\}$$

$$\text{If } P_t < 0, \text{ then } P_t = VC$$

當需求者的採購量大於當期供給者的生產量時，必然造成供給者的庫存減少，價格因此上漲。 r 是代表供需失衡造成價格上漲的程度， r 值越大代表少量的供需失衡會造成價格的大幅變動。

當根據上述公式計算結果，DRAM 的價格是負值時，因為價格不可能為負值，DRAM 製造商為了維持其市場佔有率，不可能完全停產，因此以 DRAM 的單位變動成本為其價格。

3.2.3 採購模式

需求者的採購模式如下二公式所示。

$$X_{t+1} = (P_t/P_{t-1}) D_{t+1}$$

$$B_{t+1} = \text{Min}(UB - I_t, X_{t+1})$$

只考慮價格因素時，需求者的採購行為有「追漲避跌」的行為模式，亦即當價格上漲時，會採購比預期需求量高的數量，以避免未來價格更上漲；當價格下跌時，採購量反而會減少，以避免未來價格更下跌。

但是採購的數量並非無上限，需求者的庫存有其上限，即使需求者擬「追漲」而增加採購量，最終之庫存量亦不得超過其上限，以避免存貨跌價之風險。

3.2.3 供給者與需求者之庫存等式

需求者與供給者之庫存等式分別如下所示：

$$I_t = I_{t-1} + Q_t - D_t$$

$$W_t = W_{t-1} + M_t - Q_t$$

3.2.4 供給者生產模式

當 DRAM 的價格高於滿載生產的單位總成本時，供給者將滿載生產；反之，當 DRAM 的價格小於滿載生產的單位總成本時，供給者將移轉部分產能不生產 DRAM。供給者的生產模式可描述如下：

If $P_t \geq TC$, then $M_{t+1} = C_p$
If $P_t < TC$, then $M_{t+1} = s \cdot C_p$
 $s < 1$

3.2.5 供給者出貨模式

當採購量小於可供給量時，供給者按採購量出貨；當採購量大於可供給量時，供給者按可供給量出貨。

If $B_t \geq S_t$, then $Q_t = S_t$

If $B_t < S_t$, then $Q_t = B_t$

四、實例說明

根據上述的供需決策模式，本研究以下列數據來說明，短期的需求變動會造成長期的價格上升與下跌。

4.1 起始條件

$P_1 = \$4$

$TC = \$3.14$

$VC = \$2.5$

$C_p = 1000$

$W_1 = 4000$

$I_1 = 1000$

$D_2 = 1050$

$D_{21} = 900$

$D_t = 1000, t = 3-20; t = 21-40$

$B_1 = 1000$

$M_1 = 1000$

$s = 0.8$

$r = 1.0$

4.2 價格變動行為

根據上述的起始條件和供需決策行為模式，吾人可發現 DRAM 價格從第二期開始將持續攀升直到第 20 期，該期的價格將升高至 \$10.1。

這其間供給者的庫存持續降低，由期初的 4000 單位降低至 3050 單位；需求者

的庫存則持續升高，由期初的 1000 單位上升至 1850 單位。

就需求者而言，雖然庫存不斷升高，但是因為 DRAM 價格不斷上揚，而且尚未到達庫存上限，因此會持續加碼採購。供給者由於庫存不斷降低，意旨供不應求，因此價格不斷攀升。

當到達第 21 期時，由於需求突然降低為 900 單位，根據採購公式，採購量必然減少；根據價格公式，價格必然會下跌；價格下跌之後，由於採購者「避跌」的心裡，根據採購公式，採購量會更減少，價格因而會更下跌。在第 37 期時價格將降為 \$4.1。

假設在第 21 期之後需求持續下跌為 900 單位，此時 DRAM 價格將大幅下跌，在第 26 期即將降至變動單位成本的價格。

五、結論

本研究發展一 DRAM 價格劇烈變動的解釋模式。此模式是經由訪談相關廠商的決策行為，據以假設其行為模式。基本上 DRAM 的採購是「追漲避跌」行為模式，因此短期的需求變動，由於「追漲避跌」的效應，會造成價格持續的攀升或下跌。

當價格持續攀升時，DRAM 製造商的庫存會持續減少，DRAM 需求者的庫存會持續增加。反之，當價格持續下跌時，DRAM 製造商的庫存會持續增加，DRAM 需求者的庫存則會持續減少。

六、參考文獻

- 【1】 劉政欣，DRAM 經營啟示錄，工業技術研究院，1999 年 1 月。
- 【2】 <http://www.aice.com>

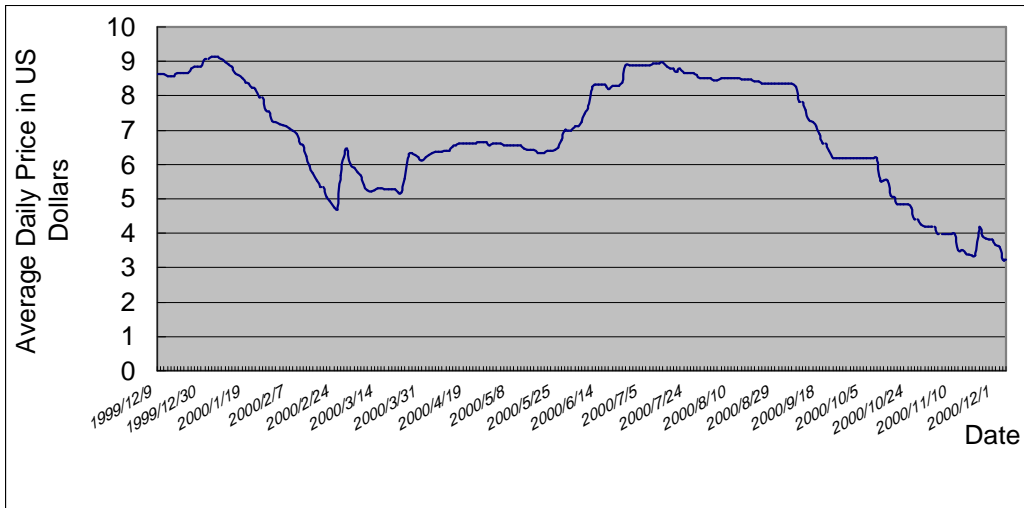


圖 1 64Mb DRAM 在 2000 年的價格變化 [2]

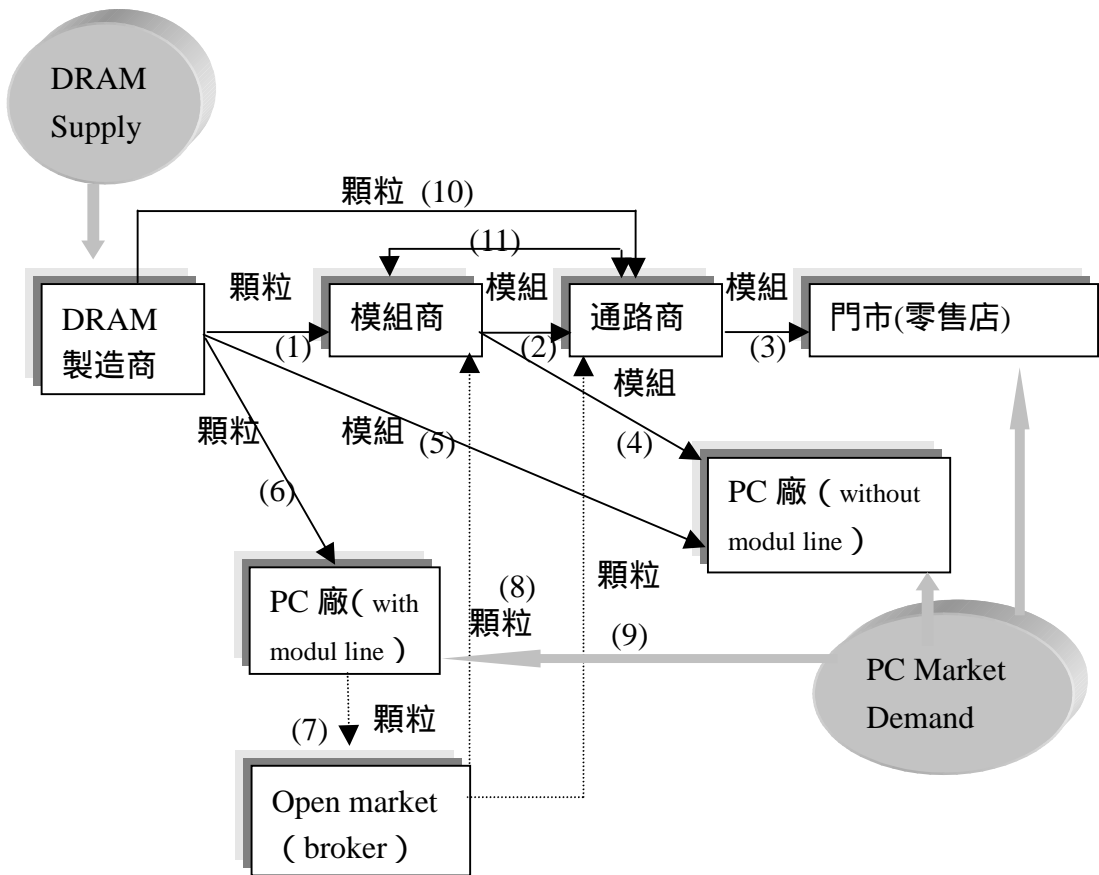


圖 2 完整之 DRAM 應用在 PC 供應鏈結構圖