

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 考慮共同性物料下之訂單允諾分配機制之研究(2/2) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2416-H-002-005-  
執行期間：95年08月01日至96年07月31日  
執行單位：國立臺灣大學工商管理學系

計畫主持人：郭瑞祥  
共同主持人：蔣明晃  
計畫參與人員：碩士級-專任助理：高永駿

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年08月19日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 考慮共同性物料下之訂單允諾分配機制之研究(2/2)

### Available-to-Promise Allocation Mechanism with Consideration of Common Components (2/2)

計畫編號：NSC 95-2416-H-002-005

執行期限：95/08/01 ~ 96/07/31

主持人：郭瑞祥 台灣大學工商管理學系 rsguo@ntu.edu.tw

共同主持人：蔣明晃 台灣大學工商管理學系 cmh@ntu.edu.tw

#### 摘要

本二年計畫旨在以訂單允諾的概念為研究平台進行兩大研究議題：(1) 最佳化訂單允諾分配分配機制之研究；(2) 考慮共同性物料下之訂單允諾分配分配機制之研究。

在第二年計畫中，我們已完成建立了考慮共同性物料下之製造商最佳化可允諾量分配模型，並透過實驗設計、模式模擬與實證分析，探討各種因子對於可允諾量分配模型的影響。

與傳統可允諾量分配模型不同的是，我們建立的最佳化可允諾量分配模型，將生產、物料、銷售等供給面與需求面限制及各訂單的收入與成本資訊皆納入考量，可供製造商作為決策支援之用。

我們並驗證出：在產能有限的情況下，當需求變異低時，由於共同性物料帶來的穩定的訂貨頻率，可以為製造商帶來較高的利潤；而當需求變異加大，製造商則因共同性物料帶來的訂購頻率降低，將遭受較大的違約成本，因此須將物料採購整合起來，以較少的訂購次數來達成成本節省。製造商可針對需求變異之程度，決定採用共同性物料之作為，進而獲取最大的利潤。

**關鍵詞：**可允諾量分配、共同性物料、供應鏈管理

#### Abstract

In the two-year research, it is aimed to develop optimal ATP allocation models without consideration of common components in the first year and with the consideration of common components in the second year.

We have completed the 2nd year's task. Contrary to traditional proportional allocation method, the optimization model promises orders with full consideration of resources and demands. The model can provide manufacturers an optimal solution for customers' orders and makes manufacturers gain more profits and utilize capacity in an effective and efficient way.

We also prove that under the condition of limited capacity, adopting common components achieves higher profits in the long run because of the significant order pooling effects. In general, low demand variation results in stable order frequencies of materials and higher profits. As demand variation gets higher, manufacturers achieve cost savings from significant order pooling effects. The manufacturers can make their managerial decisions based on the demand variability.

**Keywords:** available-to-promise, common components, supply chain management

# 壹、緒論

## 一、研究動機

在高度競爭的環境下，企業如何以彈性的運作方式來快速滿足顧客需求，同時又兼顧公司策略與成本實為各企業所面臨最大的挑戰之一。對於製造商而言，達成顧客滿意的第一步來自於有效的訂單回應。以往實務界在面對顧客訂單時，銷售部門為了快速回應顧客的需求，通常是主觀地藉由過往的經驗法則來決定是否承接顧客的訂單，而忽略了客觀的數據作為決策根據，如此的訂單管理方式僅考量訂單允諾的可能性卻忽略了訂單能否達交的重要性。

可允諾量 (Available-to-Promise, ATP) 的概念就是因應訂單允諾管理的需求而發展出來的，然而傳統的可允諾量係根據主排程 (Master Production Schedule, MPS) 的結果，由前期的期末存貨水準加上當期預計生產完成的產品再扣除已承諾其他客戶的數量而得，換言之，傳統的可允諾量只是單純地記錄製造商尚未被完全消耗完的可供給額度。為提昇傳統可允諾量機制的成效，因此後來衍生出結合接單後組裝 (Make-to-Order) 及能允諾量 (Capable-to-Promise, CTP) 的概念，以整合訂單允諾與供應鏈達到較好的規劃效果，利用這種概念可以使一旦由傳統的可允諾量計算方式發現顧客訂單無法被滿足，能夠進而採用能允諾量機制試著去尋找多餘的產能或物料供給來滿足顧客需求。

在此同時，為了快速反應顧客需求與減少過多原物料存貨，企業也發展出使用模組化與共同性物料的概念，將客製化的時點延遲以滿足少量多樣的顧客需求。一般而言，採用共同性物料的好處包括 (Hayes *et al.*, 1988)：

- 由於共同性物料取代了好幾種不同的物料，使得製造商只需管理少量物料。
- 訂貨的頻率減少，儘管單筆訂購量可能會加大，但由於訂貨次數減少進而減少交易成本。
- 由於風險分擔的效果造成安全存貨的下降。
- 總物料存貨成本減少。

在這樣的情況下，由於共同性物料可以普遍使用於多種產品，在供給來源的穩定度上也較使用特殊料穩定，因此，使用共同性物料可以增加製造商對於物料配置的彈性，進而更有效率地滿足顧客訂單需求。

然而，在現有的文獻研究部分，可允諾量機制的重心多半是在探討此機制引入企業的必要性及其特色，僅有少數文獻對於可允諾量機制建構一個可供管理者進行決策參考的數量模型，何況在文獻回顧的過程中，更沒有看到將共同性物料納入可允諾量機制的

研究。

綜合以上探討，本研究欲建立一最佳化可允諾量分配模型，使製造商能在同時考量顧客需求、產能限制與物料供給的情況下提出合理的訂單允諾量，同時，將共同性物料納入分配模型，並藉由實驗設計的方式來探討共同性物料對於此機制的影響，希望藉由上述共同性物料的優勢可以提昇可允諾量分配模型的表現，進一步使得製造商在合理的成本範圍內達到更高的顧客服務水準，並增加企業的獲利能力。

此外，本研究定位於探討分配模式之可允諾量(Allocated Available-to-Promise, AATP)，作為製造商在做中程備料與顧客允諾量分配的參考，而非如在顧客詢問訂單可交貨量時點即承諾達交的數量之即時答覆模式之可允諾量(Real-Time Mode Available-to-Promise)。在規劃上，分配模式之可允諾量著重於對製造商訂單允諾(Order Promising)整體掌控的能力，藉由將顧客需求以整體的利潤為考量再從事規劃工作，以決定資源的分配與交付量之承諾，在概念上與主規劃有較強的聯結性；而即時答覆模式之可允諾量則偏重於顧客訂單達交可行性的及時反應，與工廠規劃(Factory Planning)及排程規劃的聯結性較強。

## 二、文獻回顧與研究目的

為了有效滿足顧客需求，製造商採用可允諾量機制來規劃企業資源並估計可交付顧客的訂單數量，期能藉由快速的訂單回應達成更高的顧客滿意，而為了有效節省成本，製造商採用共同性物料以獲取風險分攤(Risk Pooling)與共同訂購(Order Pooling)所帶來的好處。由於目前尚無將兩者合併探討的研究，以下我們將分別介紹可允諾量與共同性物料的文獻。

近期的研究開始從訂單允諾的觀點來討論可允諾量的機制，Taylor 和 Plenert (1999) 採用一套啟發解稱之為「有限產能允諾」(Finite Capacity Promising; FCP)將過去可允諾量的數量都記錄下來，以此找出可行的交期交付顧客訂單。Kilger 和 Schneeweiss (2000) 曾闡述可允諾量配置 (Allocated Available-to-Promise, AATP) 的概念，並提出利用時間軸 (Time)、顧客層級 (Customer)、及替代品 (Product) 等三個構面來決定製造商是否能承接顧客的訂單。陳飛龍、蔡紹達、洪一仁 (2000) 提出一個將供給與需求情況列入系統限制因素的供應鏈配銷模型，其目的是希望能夠在最低庫存成本的前提下，達到最高的客戶滿意度，而為了降低市場需求不確定性所帶來的不良效應，模型中導入市場客戶區隔以及供應商管理存貨 (Vender Managed Inventory, VMI) 的概念以掌握住較可靠的需求，然後再以二段式的分配法則 (ATP & AATP) 在不同的時間點下，考慮供應商產能與客戶的需求以產生最佳之分配計畫。Chen *et al.* (2001) 利用混合整數規劃 (Mixed Integer Programming) 提出可允諾量模式，他們將物料間的替代關係納入模式當中，並且包括了主規劃 (Master Planning) 來確認訂單達交 (Demand Fulfillment) 的可行性。

關於共同性物料的部分，許多文獻探討共同性物料對於風險分擔所造成的影響。Backer *et al.* (1986) 以一簡單模型來探討共同性物料對安全存貨的影響，在此模型中假設存在兩種產品、均勻需求分配與預設之服務水準，此研究顯示共同性物料可降低安全存貨水準。Gerchak *et al.* (1988) 將此結果延伸，進一步納入任意數量之產品與聯合需求分配。然而，以上兩篇文獻未將成本納入模型考量。

Eynan 和 Rosenblatt (1996)觀察共同性物料對於成本的影響，並指出即使共同性物料的價格較其所取代的原料成本為高，採用共同性物料仍是較佳的選擇。Eynan (1996)指出當產品需求呈負向關係，採用共同性物料的優勢亦隨之增加。Jönsson 和 Silver (1989) 考量接單後組裝系統(Assemble-to-Order, ATO)採用共同性物料的情況，並發展一套啓發解使之在物料存貨水準的預算限制下，求利潤的最大化。Zhou 和 Crubbstrom (2004)則考慮多層級的製造系統中的共同性物料問題，即當 BOM 中，許多層級的物料皆以共同性物料代替的情況下，運用傳統 MRP 理論中的物料平衡公式與拉式轉換(Laplace transform)決定訂購量，研究結果顯示共同性物料的使用確實能夠降低存貨水準與設置次數(set-ups)。以上這些研究多假設單期模式，對於物料需求僅進行單次採購，然而在實際的情況下，許多存貨系統是以多期的模式運作。

Gerchak 和 Henig (1989)考量一個多期的模式並指出最適的存貨水準是穩定的且一個近期解(Myopic Policy)即為最佳解。Hillier (1999, 2000)利用此結果發展多期成本模式的有限範圍，討論在無產能限制的情況下，定期檢視存貨政策(Periodic Review Policy)下接單後組裝(ATO)模型的存貨水準與進貨量。研究結果指出，當共同性物料的價格高於其所取代的特殊性物料，在多期的情況下，採用共同性物料的優勢消失，任何風險分擔所造成的成本節省很容易就被更高的物料採購成本所抵銷並超越。然而，以上不論是單期或多期的模式都忽略共同性物料所帶來的另一項優勢—共同訂購。Hillier (2002)進一步發展一成本模型，其存貨政策乃根據批量、再訂購點((Q, r) Policy)執行，並以啓發解選擇批量與再訂購點。此研究顯示，共同訂購乃共同性物料的主要優勢來源之一，在許多的情況下，共同訂購所造成的成本節省較風險分擔效果所帶來的節省更為顯著。

如同我們前面所提到的，在我們所探討的可允諾量相關文獻當中，除了 Chen *et al.*(2001)所提出的模型外，以往的數量模型鮮少同時考量產能、物料供給、及顧客需求來進行可允諾量分配。傳統上共同性物料的研究領域著眼於採用共同性物料所帶來的成本節省，然而，共同性物料對於利潤面的影響，以及採用共同性物料所造成的穩定性物料供應之益處，仍尚未被廣泛討論到。比較本研究所建立的模型與相關訂單允諾文獻所建立的模型之異同，整理如表 1。

因此本研究提出以下四項議題，作為本研究之研究目的：

- 建立多期的製造商最佳化可允諾量分配模型：本研究將以製造商利潤最大化為

目標，結合生產製造、物料供給、顧客需求等限制，建立製造商之最佳化可允諾量分配模型。

- 採用模擬方式探討各個實驗因子對於可允諾量分配模型結果之影響：實驗因子包括訂購成本、確定訂單違約成本、需求變異性、需求相關性與物料共同性指標。實驗所衡量的結果為製造商之利潤與訂單滿足率。
- 採用實際資料探討傳統之可允諾量分配模型與本研究之最佳化可允諾量分配模型之不同並進行比較。
- 提供管理意涵與建議：探討共同性物料對於可允諾量分配模型的影響，提出其應用上的限制與採行的優點與缺失。

表 1 本文與訂單允諾相關文獻建立之模式比較表

	主要作者	採用模型	衡量指標
訂 單 允 諾	Taylor & Plenert (1999)	啟發解	訂單交期
	陳飛龍、蔡紹達、洪一仁 (2000)	兩階段最佳化	最低庫存量
	Chen <i>et al.</i> (2001)	混合性整數規劃	利潤
	本研究	混合性整數規劃	利潤

本研究之研究架構圖，可表為圖 1 所示。

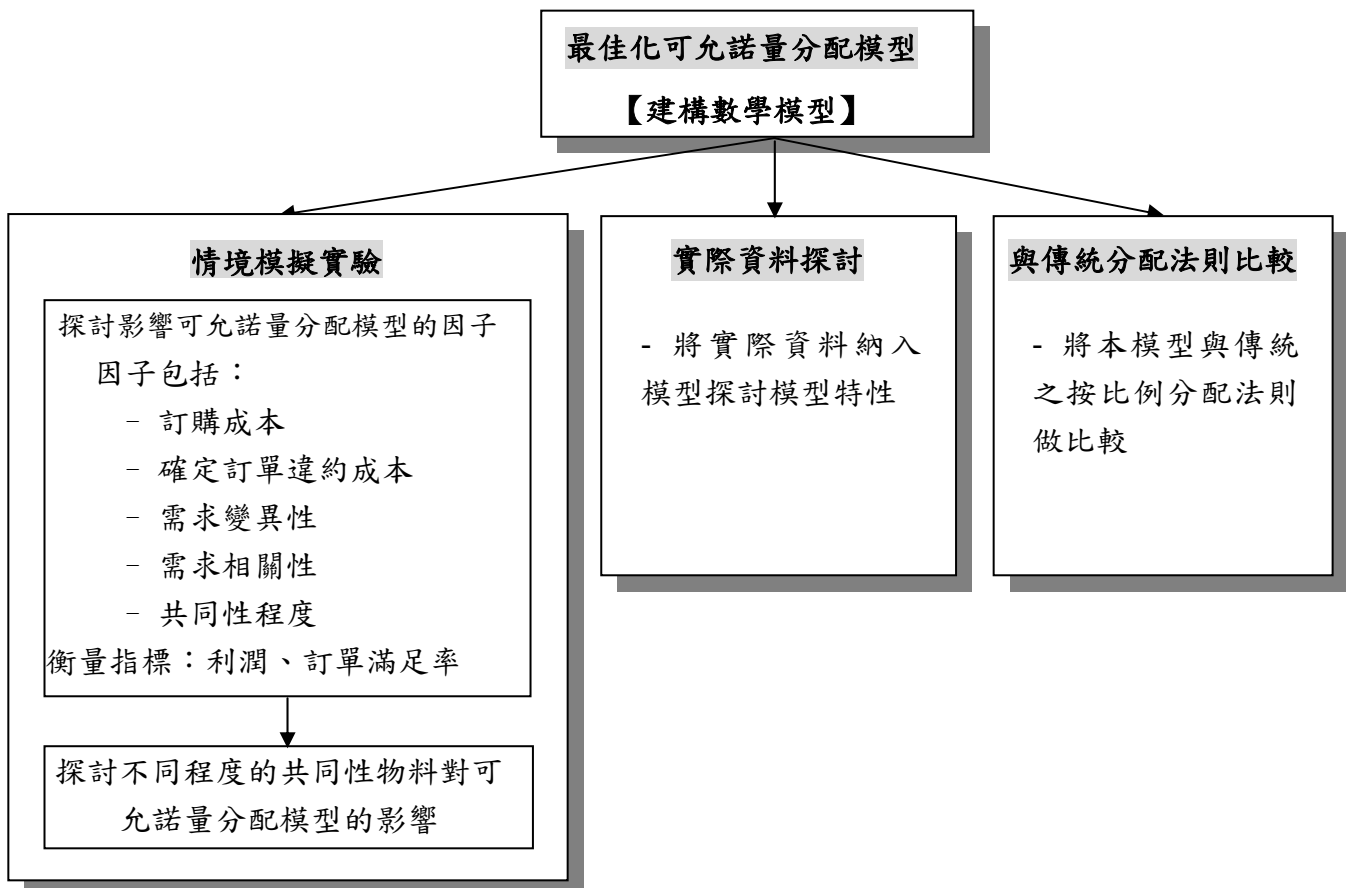


圖 1 研究方法架構圖

本研究其餘章節安排如下：第貳節建立考慮共同性物料下之製造商最佳化可允諾量分配模型，第參節說明情境設計與分析，第肆節則為實際資料分析，第伍節為最佳化模型與傳統分配之比較，最後則為本研究之結論與建議。

## 貳、最佳化可允諾量分配模型的建立

在本章節我們提出最佳化可允諾量的分配模型，包括模型基本假設、參數與決策變數定義、目標式與限制式之設定。

### 一、基本假設

1. 模式所牽涉的供應鏈層級只有三層，由上游原物料供應商、一家製造商及顧客所組成，但是主要的決策層級為製造商。
2. 本研究假設製造商採接單後生產 (make to order) 或者是接單後組裝 (assemble to order) 方式來生產的策略，故並無將庫存考慮在內，尤其在 MTO 或 ATO 的環境下，多數企業會採取備原料庫存而不會採取備成品庫存，一旦產品產出便交給顧客，不會有預先生產、備置成品存貨的情形發生，故無完成品存貨成本。
3. 生產或組裝前置時間設為 1 期。
4. 本模型之可允諾量為批量模式之可允諾量 (Batch-mode ATP) 而非即時答覆模式之可允諾量 (Real-time Mode ATP)。
5. 顧客訂單需求包含確定訂單 (Confirmed Orders) 及沖銷後預測 (Netted Forecast)。
6. 一張訂單只能訂購一種產品，數量不限。若一張訂單有訂購多種產品，則可以分為多張訂單同一交期進行處理。
7. 僅針對顧客訂單所需之重要原物料做採購規劃 (假設其他物料的取得無匱乏之虞)。
8. 下單購買原物料的到貨前置期間為 0，若放鬆假設，到貨前置期不為零，則預期對訂單的影響不大，只是購買物料的時間前移；另外，本文的存貨成本計算以到貨起算，是以前置時間的假設估計僅會造成訂購決策時間點的前移，對於整體收入及成本並不會有重大影響。

### 二、符號說明

- 註標
- $i$ : 產品訂單， $i=1,2,\dots,N$
- $m$ : 物料， $m=1,2,\dots,M$
- $t$ : 時間， $t=1,2,\dots,T$

- 決策變數

- $ATP_{it}$ : 第  $t$  期分配給產品訂單  $i$  的 ATP
- $Q_{mt}$ : 第  $t$  期物料  $m$  的採購量
- $Z_{mt}$ : 第  $t$  期物料  $m$  訂購與否；若有訂購，亦即  $Q_{mt}$  為正數則  $Z_{mt}$  為 1，否則為 0

- 引申變數

- $I_{mt}$ : 第  $t$  期期末物料  $m$  的存貨量

- 輸入參數

- $P_i$ : 產品訂單  $i$  的單位收入
- $CUO_i$ : 製造商無法滿足產品訂單  $i$  確定訂購量的單位違約成本
- $CUF_i$ : 無法滿足產品訂單  $i$  預測訂購量的單位訂單流失成本
- $h_m$ : 物料  $m$  的單位持有成本
- $FC_{mt}$ : 物料  $m$  在第  $t$  期的單次訂購成本
- $VC_{mt}$ : 物料  $m$  在第  $t$  期的單位變動採購成本
- $O_{it}$ : 第  $t$  期產品訂單  $i$  的確定訂單
- $F_{it}$ : 第  $t$  期產品訂單  $i$  的沖銷後預測
- $K$ : 製造商每期的產能上限
- $k_i$ : 產品訂單  $i$  每單位產品的產能耗用量
- $u_{im}$ : 產品訂單  $i$  每單位產品的物料  $m$  耗用量
- $IniI_m$ : 物料  $m$  的期初存貨水準
- $EndI_m$ : 物料  $m$  的期末目標存貨水準
- $UpperQ_m$ : 物料  $m$  每期的購買上限

### 三、數學模型

#### (一)目標式

$$\begin{aligned}
 & \text{Max} \left( \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N P_i \cdot ATP_{it} \right) && \text{銷售收入} \\
 & - \left( \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N CUO_i \cdot (O_{it} - ATP_{it})^+ \right) && \text{確定訂單違約成本} \\
 & - \left( \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N CUF_i (F_{it} - (ATP_{it} - O_{it}))^+ \right) && \text{不確定訂單違約成本} \\
 & - \left( \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M h_m \cdot I_{mt} \right) && \text{物料持有成本} \\
 & - \left( \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M FC_{mt} \cdot Z_{mt} \right) && \text{物料訂購成本} \\
 & - \left( \sum_{t=1}^T \sum_{m=1}^M VC_{mt} \cdot Q_{mt} \right) && \text{物料採購成本}
 \end{aligned}$$



.....(1)

(二)限制式

- ATP 分配量限制式

$$ATP_{it} \leq O_{it} + F_{it} \quad , \forall i, t \quad \text{.....(2)}$$

- ATP 分配量和確定訂購量之關係式

$$ATP_{it} + (O_{it} - ATP_{it})^+ - (ATP_{it} - O_{it})^+ = O_{it} \quad , \forall i, t \quad \text{.....(3)}$$

- 產能限制式

$$\sum_{i=1}^N k_i \cdot ATP_{it} \leq K \quad , \forall i, t \quad \text{.....(4)}$$

- 物料存貨平衡限制式

$$I_{mt} = I_{m,t-1} + Q_{mt} - \sum_{i=1}^N u_{mi} \cdot ATP_{it} \quad , \forall m, t \quad \text{.....(5)}$$

$$I_{m0} = IniI_m \quad , \forall m \quad \text{.....(6)}$$

$$I_{mT} \geq EndI_m \quad , \forall m \quad \text{.....(7)}$$

- 物料採購限制式

$$Q_{mt} \leq UpperQ_m \cdot Z_{mt} \quad , \forall m, t \quad \text{.....(8)}$$

- 變數限制式

$$ATP_{it} \geq 0 \quad , \forall i, t \quad \text{.....(9)}$$

$$Q_{mt} \geq 0 \quad , \forall m, t \quad \text{.....(10)}$$

$$I_{mt} \geq 0 \quad , \forall m, t \quad \text{.....(11)}$$

$$Z_{mt} = 0,1 \quad , \forall m, t \quad \text{.....(12)}$$

## 參、模式情境模擬與分析

本節將針對本研究所提出之最佳化模型，利用實驗設計的技巧，進行模擬，以 ILOG OPL studio (version 3.1) 求解各種情境下的製造商利潤與訂單滿足率，試圖找出影響製造商利潤與訂單滿足率的因子及探討不同程度的共同性物料對可允諾量分配模型的影響，以瞭解模型之特性。

### 一、情境實驗設計說明

#### (一) 參數設計

本研究之參數設計以使用一家工業電腦製造商之實際的資料為參考依據進行模擬驗證。

1. 期間以「週」為單位，共十三週，即共十三期。
2. 考慮一家製造商主要生產二種產品，但每個產品可有多張訂單，生產這些產品需要七種主要原物料。(物料 A 至物料 F 為特殊性物料而與物料 X 為共同性物料)
3. 二種產品帶給製造商之單位收入皆相同。
4. 顧客的預測訂單單位流失成本估計約為單位收入之六分之一。
5. 假設每位顧客訂購之產品其對於產能的需求相同，但不同產品對於物料的需求則不同。附錄 A 列出不同顧客訂購之不同單位產品所需耗用產能及製造商總產能設定，物料單(BOM)及物料每期購買上限及成本設定。
6. 顧客每期的訂單數量會依循常態分配。

#### (二) 實驗設計與因子選擇

本研究試圖將影響可允諾量分配模型的因子納入考量，模擬其變動對於製造商利潤的影響，由於本研究主要是探討共同性物料對可允諾量分配模式的影響，因此，首先選擇與共同性物料有關的因子為欲探討的因子，根據文獻探討，這些重要的因子分別是：產品原物料之共同性程度及可能會影響共同性物料的共同訂購及風險分攤效果的訂購成本、兩期間產品需求的變異性、產品間需求的相關性；另外在成本方面，則選擇確定訂單違約成本為欲探討的因子。分別以因子 A、B、C、D、E 代表訂購成本、確定訂單違約成本、需求變異性、產品需求相關性、共同性程度，各因子之水準設定，說明於表 2。

表 2 各因子之高低水準

因子		低水準	高水準
A	訂購成本	訂購成本= \$10/單位	訂購成本= \$20/單位
B	確定訂單違約成本	違約成本= \$3/單位	違約成本= \$5/單位
C	需求變異性	變異係數= 0.1	變異係數= 0.8
D	需求相關性	相關係數= -0.5	相關係數= +0.5
E	共同性程度	共同性指標= 0.14	共同性指標= 0.71

在共同性指標部分，我們是採用 Wacker 及 Treleven (1986)所訂的 TCCI 指標，TCCI 的表示方式為：

$$TCCI = 1 - \frac{d-1}{\sum_{j=1}^d \phi_j - 1} \quad 0 \leq TCCI \leq 1$$

$d$ : 零組件之種類

$\sum_{j=1}^d \phi_j$ : 總物料使用量。

TCCI 值越高表示產品間的共同性程度越高。實驗中假設有兩種情境：共同性程度低(Low Commonality Scenario, LCS)與共同性程度高(High Commonality Scenario, HCS)。以圖 3 說明兩種不同共同性程度的產品結構。

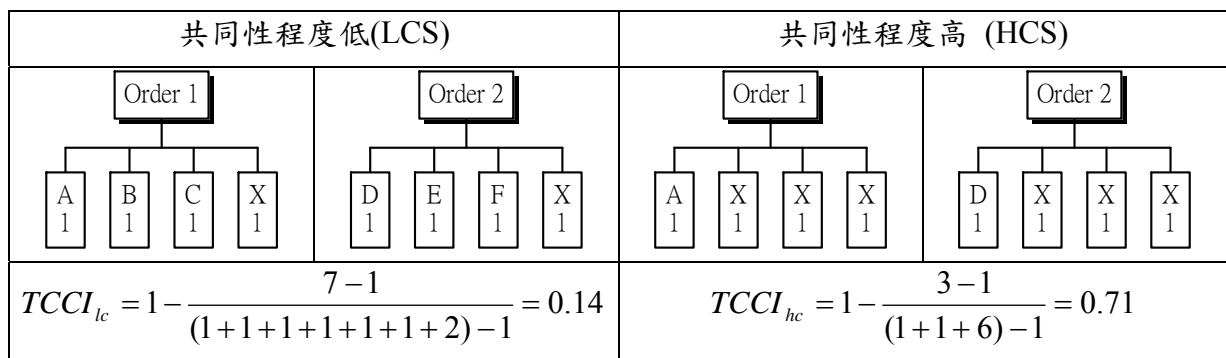


圖 3 共同性程度不同下之物料結構

根據以上因子設定，我們可以得到  $2^5=32$  種實驗情境，並求算各種情境下之製造商利潤。

## 二、模擬結果分析與討論

### (一)製造商之利潤分析

對各情境下由最佳化模式計算之利潤與欲探討之各因子，進行之變異數分析，分析結果整理於表 3。由表 3 之數據可以發現，在 95%的顯著水準下，五項因子皆為影響製造商利潤的顯著因子(p-value<0.05)，而交互作用方面，訂購成本與需求變異性、共同性

程度的交互作用；確定訂單違約成本與需求變異性、需求相關性的交互作用；以及需求變異與需求相關性的交互作用也達到顯著。

表 3 可允諾量利潤結果之變異數分析表

變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	p-value
模式	16318660	10	1631866	1662	< 0.0001
A	1926059	1	1926059	1962	< 0.0001
B	384236	1	384236	391	< 0.0001
C	9173999	1	9173999	9343	< 0.0001
D	599916	1	599916	611	< 0.0001
E	3252350	1	3252350	3312	< 0.0001
AC	5107	1	5107	5	0.0331
AE	388306	1	388306	395	< 0.0001
BC	333438	1	333438	340	< 0.0001
BD	21513	1	21513	22	0.0001
CD	233736	1	233736	238	< 0.0001
殘差	20619	21	982		
總和	16339279	31			

根據上述顯著因子建立迴歸模型，可得模型之 Adjusted R<sup>2</sup> 為 0.9981，可允諾量的利潤模式如下：

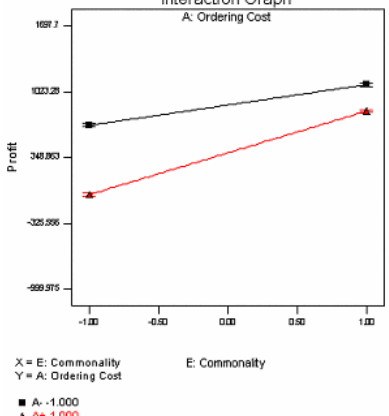
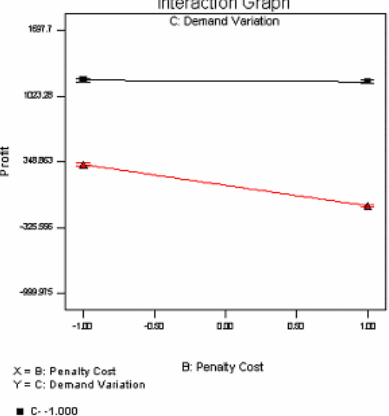
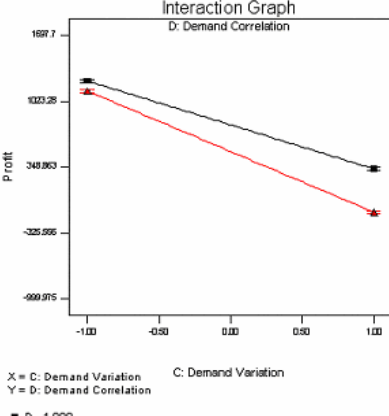
$$\begin{aligned}
 \text{利潤} = & 645 - 245 * \text{訂購成本} - 110 * \text{確定訂單違約成本} - 535 * \text{需求變異性} \\
 & - 137 * \text{需求相關性} + 319 * \text{共同性程度} + 13 * \text{訂購成本} * \text{需求變異性} \\
 & + 110 * \text{訂購成本} * \text{共同性程度} - 102 * \text{確定訂單違約成本} * \text{需求變異性} \\
 & - 26 * \text{確定訂單違約成本} * \text{需求相關性} - 85 * \text{需求變異性} * \text{需求相關性}
 \end{aligned}$$

由上面的式子可看出，就主效果而言，當訂購成本低、確定訂單違約成本低、需求變異性小、兩產品需求為負相關且共同性程度高時，製造商可以獲得最大的利潤，大體而言這與我們的認知一致。從成本面來看，不論是訂購成本或是違約成本降低對製造商而言無疑會造成利潤增加；從需求面來看，當需求變異小、且需求為負相關（產品具替代關係高）時，製造商由於面對較為穩定的顧客需求，且因兩產品的需求為負相關而達到風險分擔的效果，故能得到較高的利潤。此外，共同性程度因子的係數為 319，僅次於需求變異性對於製造商利潤的影響，顯示對於製造商而言，共同性物料的使用程度對其利潤有相當大的影響，隨著共同性物料的使用量增加，製造商就能獲得更大的利潤。

關於各因子交互作用對於製造商利潤的影響，在此僅討論交互作用較明顯的訂購成

本與共同性程度、確定訂單違約成本與需求變異性與需求變異性與需求相關性之交互作用，分析說明整理如表 4 所示。

表 4 影響製造商利潤因子之交互作用

交互作用項	相關性	說明
訂購成本與共同性程度	 <p>Interaction Graph A: Ordering Cost</p> <p>Profit</p> <p>X = E: Commonality Y = A: Ordering Cost</p> <p>■ A- 1.000 ▲ A+ 1.000</p>	<p>由圖可以觀察到兩條線斜率略有差異，顯示訂購成本與共同性程度的交互作用對於製造商利潤存在影響力。隨著共同性程度提高—即使用較多的共同性物料時—製造商利潤也相對提高，尤其是當訂購成本在高水準時，共同性物料的使用可以加大製造商的利潤。</p>
確定訂單違約成本與需求變異性	 <p>Interaction Graph C: Demand Variation</p> <p>Profit</p> <p>X = B: Penalty Cost Y = C: Demand Variation</p> <p>■ C- 1.000 ▲ C+ 1.000</p>	<p>左圖顯示確定訂單違約成本與需求變異性之交互作用對於製造商利潤有顯著影響。由圖可見，在需求變異低時，製造商所獲得的利潤較高，確定訂單違約成本之高低對於製造商利潤並無影響；當需求變異高時，較高的確定訂單違約成本會造成製造商的利潤下降。</p>
需求變異性與需求相關性	 <p>Interaction Graph D: Demand Correlation</p> <p>Profit</p> <p>X = C: Demand Variation Y = D: Demand Correlation</p> <p>■ D- 1.000 ▲ D+ 1.000</p>	<p>在需求變異性與需求相關性兩交互作用中，需求變異性仍主導製造商的利潤高低；隨著需求變異加大，製造商的利潤明顯下降。從右圖來看，當需求變異低時，兩產品的需求是正相關或是負相關對於利潤並無顯著影響；然而當需求變異高時，產品需求正相關會使製造商出現較低利潤。</p>

## (二) 製造商之訂單滿足率分析

針對各情境下製造商之訂單滿足率與各因子進行變異數分析，並將顯著因子之分析結果整理於表 5。表 5 顯示需求變異性、需求相關性與共同性程度與兩兩之間的交互作用會顯著地影響製造商訂單滿足率的表現。

表 5 可允諾量訂單滿足率結果之變異數分析表

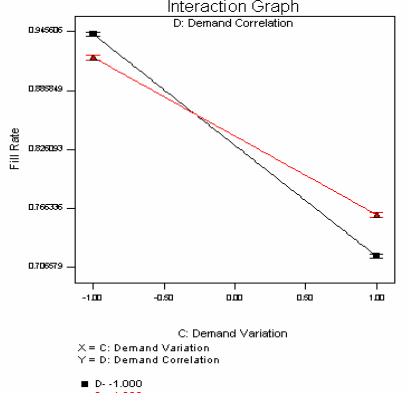
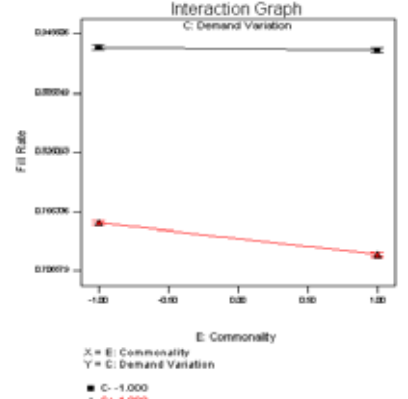
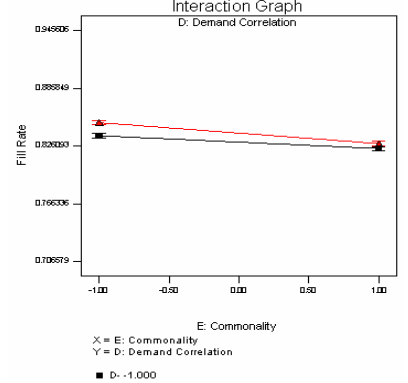
變異來源	平方和	自由度	均方和	F 值	p-value
模式	0.3083	6	0.0514	2792.60	< 0.0001
C	0.2947	1	0.2947	16018.52	< 0.0001
D	0.0007	1	0.0007	37.69	< 0.0001
E	0.0024	1	0.0024	132.26	< 0.0001
CD	0.0086	1	0.0086	466.78	< 0.0001
CE	0.0017	1	0.0017	92.82	< 0.0001
DE	0.0001	1	0.0001	7.53	0.0111
殘差	0.0005	25	1.84E-05		
總和	0.308753	31			

根據上述顯著因子建立迴歸模型，可得模型之 Adjusted  $R^2$  為 0.9982，可允諾量的訂單滿足率模式如下：

$$\begin{aligned} \text{訂單滿足率} = & 0.834884 - 0.0960 * \text{需求變異性} + 0.0047 * \text{需求相關性} \\ & - 0.0087 * \text{共同性程度} + 0.0164 * \text{需求變異性} * \text{需求相關性} \\ & - 0.0073 * \text{需求變異性} * \text{共同性程度} - 0.0021 * \text{需求相關性} * \text{共同性程度} \end{aligned}$$

由上述迴歸式可看到出，就主效果而言，當需求變異性低、兩產品需求呈正相關以及產品共同性程度低時，製造商的訂單滿足率較高。從係數大小來看，只有需求變異性對於訂單滿足率的影響達 10% (-0.0960)，需求變異性與需求相關性的影響也有 1.6% (0.0164)，其他的因子影響力則不到 1%，顯示就訂單滿足率而言，需求變異性是影響模型最顯著的因子。各因子對訂單滿足率的影響，不僅只視各因子之主效果而定，仍需考量到各因子交互作用的影響，故接下來探討交互作用項對於製造商訂單滿足率的影響，分析說明整理如表 6。

表 6 影響訂單滿足率因子之交互作用

交互作用項	相關性	說明
需求變異性與需求相關性		<p>由圖之兩直線相交的情況，得知需求變異性與需求相關性呈現明顯存在交互作用。當需求變異性與兩產品需求相關性兩者皆呈低水準時，製造商可充份利用風險分攤的效果，達到較高的滿足率，而當兩者呈高水準時，共同訂購的效果加強，因而提升訂單滿足率。</p>
需求變異性與共同性程度		<p>當需求變異性低時，共同性程度對於製造商的訂單滿足率並無影響，隨著需求變異加大，共同性程度低會有稍高的訂單滿足率，需求變異大的時，可允諾量分配模型會選擇減少訂購次數來節省成本，卻也同時減損了其滿足顧客的能力。</p>
需求相關性與共同性程度		<p>由圖可知兩線不但斜率相近，顯示需求相關性與共同性程度兩因子的交互作用並不明顯，究其原因，在於當需求呈正相關、共同性程度低時，可允諾量分配模型的共同訂購效果最弱，這時僅管會負擔稍高的成本，但在訂單的滿足率上會比高度共同性物料與負相關需求的情境為佳。</p>

(三)共同性程度不同時之利潤與訂單滿足率分析

接著比較在各個因子條件皆相同，惟共同性程度不同的情況下之利潤與訂單滿足率，比較結果整理如表 7。由表 7 可知：在製造商利潤方面，高共同性程度情境的獲利情況皆較低共同性程度為佳，這顯示對於製造商而言，採用共同性物料對其最大的好處在於提高獲利，如前所述，共同性物料的優點在於風險分擔與共同訂購，使得製造商在面對成本提高(如訂購成本、確定訂單違約成本提高)，或是不穩定的市場需求(如需求變異性大、兩產品需求呈負相關)時，能避免屯積過多不必要的特殊性物料，減少訂購頻率與訂購成本，達到滿足顧客需求的目標並獲得利潤。

表 7 低共同性程度與高共同性程度之利潤與訂單滿足率比較

訂購成本	確定訂單 違約成本	需求 變異性	需求相 關性	LCS 利潤	HCS 利潤	利潤增加比率 $\frac{ (HCS-LCS) }{LCS}$	LCS 滿足率	HCS 滿足率	滿足率增加比率 $\frac{ (HCS-LCS) }{LCS}$
10	3	0.1	-0.5	1288	1698		94.42%	93.89%	-0.53%
20	3	0.1	-0.5	533	1419	166%	94.56%	94.16%	-0.40%
10	5	0.1	-0.5	1282	1692	32%	94.42%	93.89%	-0.53%
20	5	0.1	-0.5	527	1413	168%	94.56%	94.16%	-0.40%
10	3	0.8	-0.5	512	958	87%	72.62%	70.66%	-1.96%
20	3	0.8	-0.5	-175	688	493%	73.85%	70.73%	-3.12%
10	5	0.8	-0.5	183	630	244%	72.57%	70.66%	-1.91%
20	5	0.8	-0.5	-504	360	171%	72.49%	70.73%	-1.76%
10	3	0.1	0.5	1196	1601	34%	91.89%	91.85%	-0.04%
20	3	0.1	0.5	445	1321	197%	92.04%	91.87%	-0.17%
10	5	0.1	0.5	1172	1577	35%	91.89%	91.85%	-0.04%
20	5	0.1	0.5	421	1297	208%	92.04%	91.87%	-0.17%
10	3	0.8	0.5	167	576	245%	78.06%	73.77%	-4.29%
20	3	0.8	0.5	-483	323	167%	78.51%	73.95%	-4.56%
10	5	0.8	0.5	-349	57	116%	77.70%	73.88%	-3.82%
20	5	0.8	0.5	-1000	-197	80%	78.15%	73.95%	-4.20%

而訂單滿足率方面，存在一個有趣的現象：在需求變異高的情況下，使用高度的共同性物料反而造成較低的訂單滿足率。這現象應是由共同訂購效果與資源限制所造成。在需求存在變異與採用共同性物料的情況下，可允諾量分配模型會將物料訂購集合起來，以減少訂購頻率的方式降低成本，然而由於物料與產能供應存在上限，製造商無法在減少訂購頻率的同時購得滿足顧客需求的所有物料，或是生產出滿足顧客需求數量的產品，經過取捨後，分配模型以較少的訂購頻率來得到大幅的成本節省，卻在此同時降低了顧客滿足率。

此外，本模型還有一項重要的參數限制—產能限制。由於總產能低於顧客需求總和，即使有足夠的原物料供應，製造商仍無法滿足顧客需求，此限制使得共同性物料穩定的供給特性，及風險分攤效果無法彰顯。

總結各項情境模擬之分析結果，有了幾項發現。首先，在產能限制之下，風險分攤的效果較無法彰顯。第二是相較於特殊性物料，採用共同性物料確實能使製造商藉由少次大量的方式採購物料，達到共同訂購的優點；第三是需求變異性是影響製造商利潤與訂單滿足率最為顯著的因子，在需求變異低的情況下，可允諾量模型會以穩定的訂購頻率來滿足顧客需求，需求變異高時，可允諾量模型則會選擇將物料採購集合起來，以較少的訂購次數來達成更高的成本節省。



#### (四) 綜合討論

本研究使用一般性的數學模型，藉由測試資料探討共同性物料的存在對於製造商利潤及訂單滿足率的影響，茲以表 8 說明共同性物料對於可允諾量分配模型之影響。

表 8 對於可允諾量分配模型之利潤與訂單滿足率具顯著影響力之因子

變異來源*	利潤		訂單滿足率	
	P 值	與利潤之關係	P 值	與訂單滿足率之關係
A	< 0.0001	負向	不顯著	
B	< 0.0001	負向	不顯著	
C	< 0.0001	負向	< 0.0001	負向
D	< 0.0001	負向	< 0.0001	正向
E	< 0.0001	正向	< 0.0001	負向
AC	0.0331	同向關係	不顯著	
AE	< 0.0001	同向關係	不顯著	
BC	< 0.0001	反向關係	不顯著	
BD	0.0001	反向關係	不顯著	
CD	< 0.0001	反向關係	< 0.0001	同向關係
CE	不顯著		< 0.0001	反向關係
DE	不顯著		0.0111	反向關係

由表 8 可以看出，五個因子皆對製造商利潤有顯著影響，而對顧客的訂單滿足率而言，僅需求變異性、需求相關性及共同性程度對於訂單滿足率有顯著影響。關於主效果有兩點值得注意：

1. 共同性物料與製造商利潤的關係為正向、但與訂單滿足率的關係為負向：

此結果顯示採用較多的共同性物料可以增加製造商的利潤，但卻會降低顧客的訂單滿足率。究其原因，主要在於共同性物料的共同訂購(Order Pooling)效果強烈，採用共同性物料的主要優點在於以少次多量的方式購得製造商所需的物料，在需求變異大時，可允諾量分配模型更傾向將需求較少的週別與需求多的週別之物料採購集合起來，以較少的訂購頻率爭取更大的成本節省；然而在另一方面，由於物料購買存在上限，減少訂購頻率可能無法購足滿足顧客需求的數量，這使得分配模型必須在成本節省與獲取利潤間做取捨，我們的模擬結果顯示在資源有限的情況下，可允諾量分配模型會選擇減少顧客的滿足率而獲得更大的成本節省。如前面小點所述，此結果意謂著完全允諾顧客需求並不能達到企業利潤的最大化，在資源的考量下，捨棄利潤較低的訂單才能為企業帶來最大獲利。

2. 需求相關性與製造商利潤的關係為負向、但與訂單滿足率的關係為正向：

此結果顯示對製造商而言，當兩產品需求為負相關時製造商可以獲得較高的利潤，

但此時的訂單滿足率卻會降低。訂單滿足率低意謂著較低的收入，而負需求相關情境在較低的滿足率情況下卻獲得較高的利潤意謂著當產品需求為負相關時，製造商所需付出的成本大幅低於產品需求正相關的情況。究其原因，在於當兩產品需求為負相關時，製造商可因共同性物料所帶來的風險分攤(Risk Pooling)與共同訂購(Order Pooling)效果而有顯著的成本節省；然而由於每次的物料訂購存在購買上限，可允諾量分配模型選擇以減少訂購頻率來降低成本而犧牲滿足顧客訂單所會帶來的收入，這意謂著對製造商而言，完全允諾顧客需求並不能達到企業利潤的最大化，依照企業資源能力來允諾達成交量才能使製造商有最大的獲利。

總結來說，根據第參節情境模擬，得到以下三點結論：

#### 1. 共同性物料的風險分攤效果在產能有限的情況下較難顯現：

由於總產能低於顧客需求總和，即使有足夠的原物料供應，製造商仍無法滿足顧客需求，此限制使得共同性物料穩定的供給特性無法彰顯。在產能寬鬆的情況下，存貨水準的高低是根據欲達成的顧客滿意度決定，通常欲達到高的顧客滿意度製造商就必需保有較高的存貨，採用共同性物料可以使製造商以較低的存貨水準達成與採用特殊性物料同樣水準的顧客滿足率；然而在產能有限的情況下，即使有足夠的物料供應，製造商仍無產能生產，物料存貨的高低受限於產能而非顧客需求，故在此情況下，採用共同性物料並不會使製造商有顯著的成本節省進而增加獲利。

#### 2. 共同訂購為採用共同性物料的主要優點：

採用共同性物料的主要優點之一在於簡化製造商的物料管理成本，包括因減少物料供應商所帶來的行政成本節省、減少因應不同物料所需花費的存貨管理成本、同時由於共同性物料可以使用於多種產品的特性，使得製造商在大量購買時能得到折扣優惠。在本研究當中，相較於特殊性物料，採用共同性物料使製造商能夠減少訂購頻率進而減少訂購成本，藉由少次大量的方式採購物料，一旦訂購成本上升，採用共同性物料的廠商可因較低的訂購頻率而減少成本上升的衝擊。

#### 3. 需求變異對於採用共同性物料的影響顯著：

需求變異在本研究當中為影響製造商利潤最為顯著的因子，此與物料共同訂購的決策有極為密切的關係。在需求變異低的情況下，可允諾量模型會以穩定的訂購頻率來滿足顧客需求，在此情況下，不論兩產品需求是正相關性或負相關性，製造商都能儘量滿足顧客需求，甚至在負相關的情境下得到風險分攤的利益；然而在需求變異高的情況下，可允諾量模型會選擇將物料採購集合起來，以較少的訂購次數來達成更高的成本節省。然而由於物料供給存在上限，製造商無法在一次訂購時就購足滿足顧客的數量，此時就必需在減少訂購頻率與滿足顧客需求當中做取捨，亦即在減少成本或增加收入當中做取捨。我們的分配模型在求達到製造商利潤最大化的目標下，減少訂購頻率對製造商而言利潤較高，但這也相對減低了製造商滿足顧客的能力。

此結論同時反應出許多製造商在實務上面臨的問題：為了滿足顧客需求，常需負擔較不具效率的存貨數量與物料採購成本。本研究建議製造商應將顧客流失成本(Lost Sale

Cost)納入考量，若顧客流失成本極高，顯示該顧客對於製造商十分重要，則即使需額外負擔成本，製造商仍需符應顧客需求。相反地，若該顧客的流失成本相對較低，即非製造商的核心顧客，製造商應審慎評估接單的必要性，避免為服務利潤低的顧客而造成本身運作的低效率。

## 肆、實際資料分析

為進一步探討本研究所提出模型在實際資料狀況下之特性，我們採用某工業電腦製造廠商之部分產品資料，以十三週的需求為規劃範圍，利用本研究模型試算製造商之最佳化可允諾量並比較與傳統分配模式之不同。

### 一、產品與物料資料

附錄 B 列出本節所採用的產品與物料資料，包括物料結構(BOM)、產品之單位收入與成本、產能需求與限制、物料之成本及購買限制。所有的產品分別屬於四位不同顧客（顧客 1, 顧客 2, 顧客 3, 顧客 4）所下之訂單，而產品由物料 A, B... ,H 及共同性物料 X 所組成，其中物料 B, C, E 可使用在不同的產品，為使用範圍稍小的共同性物料。

### 二、最佳化可允諾量分配模型結果分析

本研究以線性規劃軟體 ILOG OPL Studio (version 3.1)作為求解工具，藉由提出之最佳化模型，可以在合理的時間範圍內求得製造商之最佳化可允諾量，同時獲得製造商為滿足可允諾量所會發生的成本、存貨水準與產能利用率。

#### (一) 總收入與總成本：

經過計算後，最佳化可允諾量分配模型求得製造商所獲得的總收入為 1,290,795 元，總成本為 750,732 元，利潤為 540,063 元，詳細資料列於表 9。

表 9 製造商之收入、成本與利潤(單位：元)

總收入	1,290,795
總確定訂單違約成本	5,293
總預測訂單流失成本	6,006
總訂購成本	2,483
總物料採購成本	733,191
總物料存貨成本	3,759
淨利	540,063

#### (二) 各訂單之可允諾量：

表 10 列出製造商採用最佳化可允諾量分配模型所分配於各訂單的保證交付量，由

於成本資料存在小數點，使得求得的可允諾量亦包含小數點，我們將其四捨五入至整數；表 10 也列出各訂單之訂單滿足率。

表 10 四訂單各週之可允諾量(單位：單位)與訂單滿足率(單位：%)

週數	顧客 1		顧客 2		顧客 3		顧客 4	
	可允諾量	訂單滿足率	可允諾量	訂單滿足率	可允諾量	訂單滿足率	可允諾量	訂單滿足率
1	55	100.00	120	100.00	118	100.00	158	100.00
2	44	100.00	135	95.18	125	100.00	217	65.46
3	62	100.00	85	100.00	146	100.00	217	84.77
4	74	100.00	134	100.00	215	100.00	135	47.12
5	73	100.00	97	100.00	135	100.00	214	89.81
6	80	100.00	97	100.00	170	91.11	184	52.79
7	33	100.00	156	100.00	124	100.00	213	61.59
8	56	100.00	132	100.00	136	100.00	204	84.30
9	72	100.00	138	100.00	152	100.00	181	69.08
10	46	100.00	105	100.00	158	100.00	206	62.05
11	51	100.00	113	100.00	162	100.00	197	95.39
12	39	100.00	104	100.00	177	100.00	196	54.53
13	37	100.00	107	100.00	91	100.00	260	68.72

由表 10 可看出，顧客 1 的滿足率最高，其次為顧客 2 與顧客 3，顧客 4 則受限於產能限制滿足率最低。對於製造商而言顧客 1 的利潤最高，單位利潤達 90.2 元，且生產一單位所需耗用的產能最低，故在產能分配上優先生產。顧客 4 則由於單位利潤僅 16.4 元，且生產一單位需耗用的產能最大，故在產能有限的情況下，只能滿足顧客 4 的部分需求。

## 伍、最佳化模型與傳統之比例分配法則比較

本節使用工業電腦製造商之實際的資料，對最佳化模型分配的結果與傳統的比例分配的結果進行比較，本文所採之比例分配法是實務上常用的產能分配機制，製造商依顧客當期的訂購比例來分配產能，當顧客的訂購量越大，其被分配到的產能越多。比較的內容包括製造商的總利潤與總成本、訂單滿足量與滿足率。

### 一、總收入與總成本

由表 11 可以看到，對兩種模式而言，主要的成本都發生在物料採購成本，顯示物料成本的高低對製造商有最大的影響。此外，按比例分配所獲得的總收入與淨利皆低於最佳化分配，又比例分配的確定訂單違約成本與預測訂單流失成本皆高於最佳化分配，顯示在顧客服務的能力方面，最佳化模型有較好的表現。

表 11 兩模式之收入與成本比較表

項目	最佳化分配		比例分配	
	金額	百分比	金額	百分比
總收入	\$1,290,795.0	100.0%	\$1,113,782.4	100.0%
總確定訂單違約成本	5,293.2	0.4%	14,049.0	1.3%
總預測訂單流失成本	6,005.7	0.5%	24,838.6	2.2%
總訂購成本	2,483.0	0.2%	2,483.0	0.2%
總物料採購成本	733,191.0	56.8%	637,849.1	57.3%
總物料存貨成本	3,759.3	0.3%	124.7	0.0%
總成本	750,732.4	58.2%	679,344.3	61.0%
淨利	540,063.0	41.8%	434,438.0	39.0%

## 二、訂單滿足量

為了進一步探討兩策略對於滿足顧客訂單優先順序之不同，我們以圖 4 與圖 5 說明。

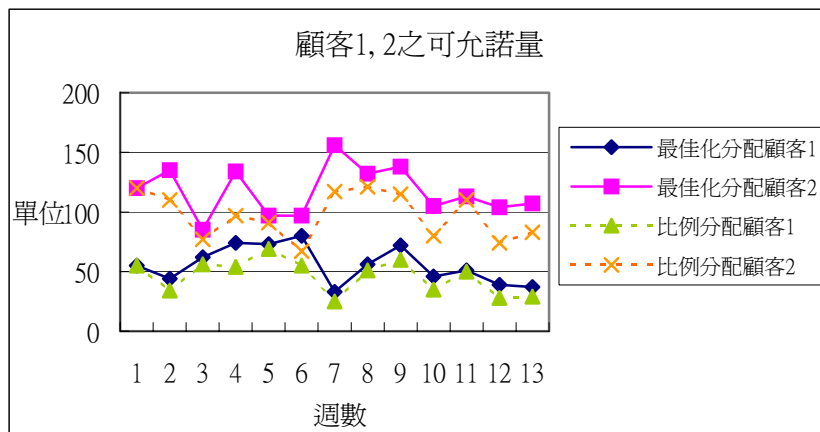


圖 4 製造商在不同模式下對於顧客 1, 2 之可允諾量

在圖 4 中，實線為最佳化模型對於顧客 1, 2 的可允諾量，虛線則為比例分配對兩顧客的可允諾量，我們可以發現，最佳化模型對於顧客 1, 2 的可允諾量高於比例分配。圖 5 則顯示不同的情況，最佳化分配模型對於顧客 3 的可允諾量仍高於比例分配，而對於顧客 4 比例分配則提供較高的可允諾量。對於製造商而言，滿足顧客 1 所獲得的單位利潤最高，故在最佳化模型下製造商會優先滿足顧客 1，再滿足利潤次之的顧客 2，最佳化分配模型會依照顧客單位利潤的高低滿足其需求。然而比例分配模式方面，因製造商將產能依照顧客訂單大小分配，使得製造商優先滿足訂單數量最大的顧客 4，然而顧客 4 卻是所有顧客當中利潤最低且產能耗用率最高的一個，因此使得製造商在使用比例分配時，利潤不及採用最佳化模型。

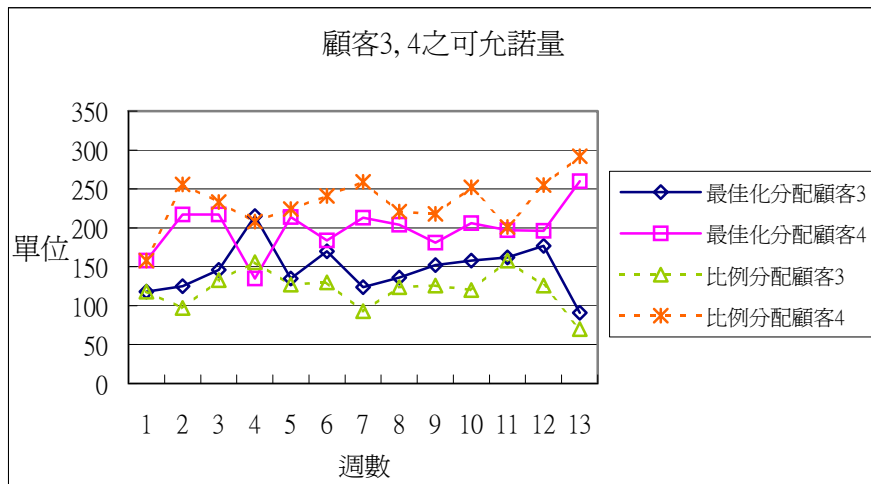


圖 5 製造商在不同模式下對於顧客 3, 4 之可允諾量

### 三、訂單滿足率

關於兩種分配模式的訂單滿足率我們整理於表 12，由表 12 可看到，在最佳化模式下，利潤最高的顧客 1 滿足率最高，其次為顧客 2 與顧客 3，利潤最低的顧客 4 則受限於產能限制滿足率最低。在比例分配的情況下，因為產能有限，當製造商能生產的數量為總需求的 70%，每位顧客所能得到的可允諾量就大約為其訂購量的 70%，故在比例分配的情況下，每位顧客的訂單滿足率十分相近，不會因製造商可獲得之利潤高低而有差異。

表 12 訂單滿足率之比較(單位：%)

週數	最佳化分配				比例分配			
	顧客 1	顧客 2	顧客 3	顧客 4	顧客 1	顧客 2	顧客 3	顧客 4
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	100.0	95.2	100.0	65.5	77.3	77.5	77.6	77.3
3	100.0	100.0	100.0	84.8	90.3	90.6	91.1	91.0
4	100.0	100.0	100.0	47.1	73.0	72.4	72.6	72.7
5	100.0	100.0	100.0	89.8	94.5	93.8	94.1	94.1
6	100.0	100.0	91.1	52.8	68.8	69.1	69.5	69.3
7	100.0	100.0	100.0	61.6	75.8	75.0	75.0	75.1
8	100.0	100.0	100.0	84.3	91.1	91.7	91.2	91.3
9	100.0	100.0	100.0	69.1	83.3	83.3	82.9	83.2
10	100.0	100.0	100.0	62.1	76.1	76.2	75.9	75.9
11	100.0	100.0	100.0	95.4	98.0	97.3	97.5	97.6
12	100.0	100.0	100.0	54.5	71.8	71.2	71.2	71.0
13	100.0	100.0	100.0	68.7	78.4	77.6	76.9	77.2

## 陸、結論與建議

本研究運用可允諾量的概念，以製造商的利潤觀點，同時考量其生產、物料、銷售等供給面與需求面限制，及納入使用共同性物料的情況下，建立多期的最佳化可允諾量分配模型，提供製造商作為決策支援參考之用。一方面透過實驗設計與模式模擬，探討共同性物料對於可允諾量分配模型的影響；另一方面藉由實際資料探討，比較製造商採用本模型與傳統按比例分配法則的結果，二方面的結果顯示：

1. 共同性物料的風險分攤效果在產能有限的情況下難以顯現：不同於以往文獻假設產能無上限，本研究在產能有限的情況下，發現即使有足夠的物料供應，製造商仍無產能生產，物料存貨的高低受限於產能而非顧客需求，故在此情況下，採用共同性物料並不會使製造商有顯著的成本節省而增加獲利。
2. 共同訂購為採用共同性物料的主要優點：採用共同性物料降低製造商的訂購頻率，藉由少次大量的方式採購物料，一旦訂購成本上升，採用共同性物料的廠商可因其較低的訂購頻率，而減少因成本上升所造成之衝擊。
3. 需求變異對於採用共同性物料的影響顯著：需求變異在本研究當中為影響製造商利潤最為顯著的因子，此與物料共同訂購的決策有極為密切的關係。大體而言，需求變異低時由於穩定的訂貨頻率可以為製造商帶來較高的利潤；當需求變異加大，製造商則因物料訂購頻率降低而遭受較大的訂單違約成本。
4. 相較於傳統的按比例分配法則，本研究建構之最佳化模型可使製造商達到較佳的利潤與顧客服務：由於傳統的比例分配法僅以顧客訂單數量作為產能配置的基礎，而非以訂單單位利潤為基礎，造成企業資源分配的不效率，而最佳化模型則由於將各訂單的收入與成本資訊皆納入考量，再配合上顧客需求、物料供給與產能限制，因此能提供製造商對於各訂單最適的可允諾量，獲取最大的利潤。

此結論同時反應出許多製造商在實務上面臨的問題，為了滿足顧客需求，製造商常需負擔較不具效率的存貨數量與物料採購成本，本文建議製造商應將顧客流失成本納入考量，若顧客流失成本極高，即未能滿足訂單其產品之單位利潤極高時，顯示該顧客十分重要，即使需額外負擔成本，製造商都需符應顧客需求。相反地，若該顧客的流失成本相對較低，即非製造商的核心顧客，製造商應審慎評估接單的必要性，避免為服務利潤低的顧客而造成本身運作的低效率。

## 參考文獻

- [1] 陳飛龍、蔡紹達、洪一仁(2000), 「整合供給與需求的供應鏈配銷系統」, 工業工程學刊, 第 17 卷第 6 期, 頁 671-681.
- [2] Becker, K.R., M.J. Magazine, and H.L.W. Nuttle (1986), “The Effect of Commonality on Safety Stocks in a Simple Inventory Model,” Management Science, 32, pp.982-988.
- [3] Chen, C.Y., Z.Y. Zhao and Michael O. Ball (2001), “Quantity and Due Date Quoting Available to Promise,” Information Systems Frontiers, 3(4), pp.477-488.
- [4] Eynan, A., and M. Rosenblatt (1996), “Component Commonality Effects on Inventory Costs,” IIE Transactions, 28, pp.93-104.
- [5] Eynan, A. (1996), “The Impact of Demands’ Correlation on the Effectiveness of Component Commonality,” International Journal of Production Research, 34, pp.1581-1602.
- [6] Gerchak, Y., M.J. Magazine, and A.B. Gamble (1988), “Component Commonality with Service Level Requirements,” Management Science, 34, pp.753-760.
- [7] Jönsson, H., and E.A. Silver (1989), “Common Component Inventory Problems with a Budget Constraint: Heuristics and Upper Bounds,” Engineering Costs and Production Economics, 18, pp.71-81.
- [8] Gerchak, Y. and M. Henig (1989), “Component Commonality in Assemble-to-order System: Models and Properties,” Naval Research Logistics, 36, pp.61-68.
- [9] Hayes, R.H., S.C. Wheelwright, and K.B. Clark (1988), Dynamic Manufacturing, The Free Press, New York.
- [10] Hillier, M.S. (1999), “Product Commonality in Multiple-period, Make-to-stock Systems,” Naval Research Logistics, 46, pp.737-751.
- [11] Hillier, M.S. (2000), “Component commonality in multiple-period, assemble-to-order systems,” IIE Transactions, 32, pp.755-766.
- [12] Hillier, M.S. (2002), “The costs and benefits of commonality in assemble-to-order systems with a (Q,r)-policy for component replenishment,” European Journal of



Operational Research, 141, pp.570-586.

- [13] Kilger, C. and L. Schneeweiss (2000), “Demand fulfillment and ATP” In: Stadtler, H., C. Kilger eds. Supply Chain Management and Advanced Planning Concepts, Models, Software and Case Studies Berlin, Germany: Springer, pp.135-148.
- [14] Taylor, S.G., and G.J. Plenert (1999), “Finite capacity promising,” Production and Inventory Management Journal, 40, pp.50-56.
- [15] Wacker, J.G. and M. Trevelen (1986), “Component part standardization: an analysis of commonality sources and indices,” Journal of Operations Management, 6, pp.219-244.
- [16] Zhou, Li and R. W. Crubbstrom (2004), “Analysis of the effect of commonality in multi-level inventory systems applying MRP theory”, International Journal of Production Economics, 90, pp.251-263

## 附錄 A

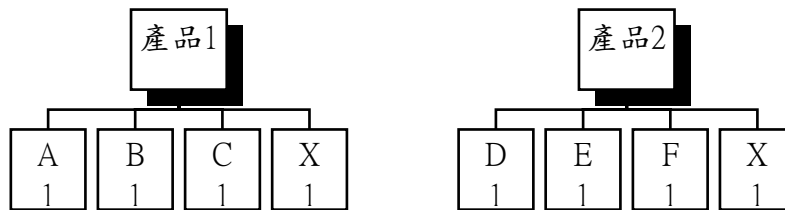
### 1. 單位產品所需耗用產能及製造商總產能

	產品 1	產品 2	總產能**
單位產品耗用產能*	2	2	180

\*單位：耗用產能/單位產品

\*\*單位：總產能/週

### 2. 物料單

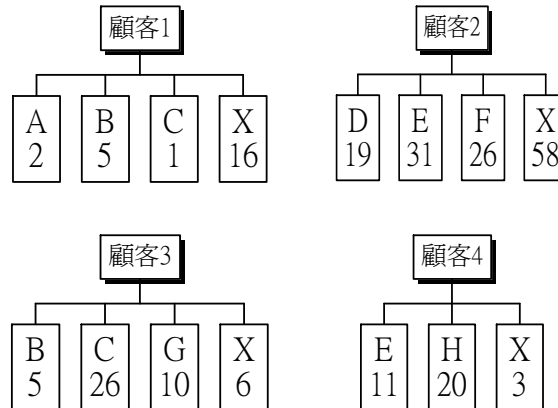


### 3. 物料每期購買上限及成本設定

物料	採購上限 (單位)	採購成本 (元/單位)	存貨成本 (元/單位)	期初存貨 (單位)	期末預定存貨 (單位)
物料 A	100	1	0.25	0	0
物料 B	47	1	0.25	0	0
物料 C	50	1	0.25	0	0
物料 D	100	1	0.25	0	0
物料 E	59	1	0.25	0	0
物料 F	87	1	0.25	0	0
物料 X (共同性物料)	800	1.05	0.2625	0	0

## 附錄 B

### 1. 四顧客訂單之物料結構



### 2. 四顧客訂單之相關資料

	顧客訂單 1	顧客訂單 2	顧客訂單 3	顧客訂單 4
平均需求 <sup>1</sup>	60	120	150	300
單位收入 <sup>2</sup>	420	300	160	50
確定訂單單位違約成本 <sup>3</sup>	100	140	54	17
預測訂單單位流失成本 <sup>4</sup>	37.5	52.5	20	6.25
每單位產品產能耗用量 <sup>5</sup>	2	2	3	4

<sup>1</sup>單位：單位/週 <sup>2</sup>單位：元/單位 <sup>3</sup>單位：元/單位 <sup>4</sup>單位：元/單位 <sup>5</sup>單位：耗用產能/單位產品

### 3. 物料相關資料

	購買上限 (單位)	採購成本 (元/單位)	存貨成本 (元/單位)	訂購成本 (元/次)	期初存貨水準 (單位)	期末存貨水準 (單位)
物料 A	500	5	1.25	50	100	10
物料 B	1500	3	0.75	30	50	10
物料 C	4000	1.2	0.3	12	32	10
物料 D	2500	1	0.25	10	18	10
物料 E	7500	0.6	0.15	10	13	10
物料 F	3300	0.4	0.1	8	34	10
物料 G	1600	1	0.25	15	22	10
物料 H	7000	0.8	0.2	16	60	10
物料 X (共同性物料)	20000	4	1	40	42	10

## 計畫成果自評

研究內容與原計畫相符、已達成預期目標情況、研究成果適合在學術期刊與國際會議發表。

研究主要發現：我們驗證出在產能有限的情況下，當需求變異低時，由於共同性物料帶來的穩定的訂貨頻率，可以為製造商帶來較高的利潤；而當需求變異加大，製造商則因共同性物料帶來的訂購頻率降低，將遭受較大的違約成本，因此須將物料採購整合起來，以較少的訂購次數來達成成本節省。製造商可針對需求變異之程度，決定採用共同性物料之作為，進而獲取最大的利潤。