

## 第貳章 文獻探討

### 2.1 協同商務

協同商務主要是應用在虛擬企業間，以合作為導向之商業模式。Michael Harris (2002) 所定義的協同商務：「流程管理與整合科技的歷史新頁。」依據 Surgency (2001) 的註解，協同商務的定義：「協同商務主要是應用在虛擬企業間，以合作為導向之商業模式。」Nolan (2001) 則定義出「協同商務由虛擬的組織間互動所構成，其組織包括二個或更多的團體著重於知識的交換和彼此的企業流程相互連結，使價值創造能更有效的進行」。Michael E. Porter 在來台演講中強調協同合作對於企業未來生存的重要性，認為台灣電子交易市集應朝向積極整合產業價值網絡，建構新知識經濟平台下的企業協同運作模式 (CNET 網站，2001)。陳世運 (2001) 所謂的協同商務是：「強調從產品的設計端、計畫研擬端、生產過程、產品交貨、財務處理、甚至是最後的成效評估端等，都透過電子市集讓交易的夥伴能夠同步作業。」張嘉仁 (2002) 對於協同商務的看法為：「供應鏈管理與電子市集的整合改良，供應鏈管理促成上下游間企業的緊密結合，提升企業間之合作效率。」Gartner Group (2001) 認為 2000 年之後企業已算是邁入協同商務時代。在隨著全球化的來臨，企業間之合作已從過去的單打獨鬥演變至今的策略聯盟，根據 Gartner Group 研究，到了 2005 年擁有協同商務能力的供應商與客戶，與沒有協同商務能力的企業競爭時，將能贏得超過八成的商機。此一研究結果也正好呼應 Michael E. Porter 的觀點。

根據 META Group (2002) 將協同商務分成四大分類，包括設計協同 (Design Collaboration)、行銷／銷售協同 (Marketing/Selling Collaboration)、採購協同 (Buying Collaboration)、規劃／預測協同 (Planning/Forecasting Collaboration)，其敘述如下 (陳曉萍，2002)：

### 1. 設計協同商務 (Design Collaboration)

這是指顧客與供應商之間能進行共同設計同一產品的協同合作，其對象涵括所有非連續性製造產品(Discrete Manufactured Product)與客製化生產(Configured To Order; CTO)產品，包含衣服、電腦等產品，這類產品擁有較長的產品生命週期，如電廠的渦輪；具有季節性循環，如衣服；擁有較短的生產週期，如塑膠瓶。以上產品的共通特色是需要從規格文件 (Specification Document) 開始著手，如工程繪圖、圖解式圖表等，而這些規格文件必須能為合作雙方所共享或修改。此類協同可以是簡單的、樣本的傳送，亦可以是複雜而需透過協同工具來追蹤、管理整個協同工作流程，如利用文字、語音、圖形、視訊與 3D 虛擬實境等方式來展現產品，以協助廠商間合作開發與設計產品 (Thomas, K., 2000)。

### 2. 行銷／銷售協同商務 (Marketing/Selling Collaboration)

行銷／銷售協同商務指與轉銷商、配銷商等通路夥伴之間的協同商務，著重於彼此之間的資訊共享，及訂單／價格／品牌管理等流程的共享，並提供可供承諾的資訊。此形式的協同商務包含建立一個共同品牌的虛擬展示空間，讓從製造商到零售商之間各通路可以協力支援終端消費者對於產品或服務的需求。

### 3. 採購協同商務 (Buying Collaboration)

這是指數家買主結合較大的數量來採購某些產品或服務，以求降低採購成本的協同商務。採購協同商務可以是公開的電子交易市集，也可以是個別企業結合各事業單位對成品或原料的所有需求，一致對外採購。相對地，供應商也可以結合彼此力量提供產品或服務，方便買主一次大量採購，無須向數家供應商下訂單。

### 4. 規劃／預測協同商務 (Planning/forecasting Collaboration)

這是指銷售通路商與製造商交貨流程間的協同合作，此類協同商務的驅動力來自於 VICS (The Voluntary Inter-industry Commerce Standards) 所推動的「協同規劃、預測與補貨 (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment; CPFR)」

模式，CPFR 模式製定了九大步驟協助企業與企業之間（尤指從供應商到零售商之間）如何在規劃、預測與補貨等方進行合作。CPFR 強調價值鏈合作夥伴間調和計劃、減低供需差異的商業流程，以讓供應鏈更符合需求導向。下一部份將加以介紹關於 CPFR 之詳細內容。

## 2.2 協同規劃、預測與補貨（CPFR）

CPFR 由美國的非營利機構 Voluntary Interindustry Commerce Standards(自發性產業間商務標準協會，簡稱 VICS 協會)所提出，CPFR 是一個供應鏈合作的應用實務，讓合作夥伴運用網際網路分享預測和結果資訊，供應鏈體系成員間透過資訊來促成產品的流通，需求的規劃預測基於實際資料不斷的回饋後在之後不斷的修正，而非僅是傳統的詢價、訂貨、交貨那麼簡略。CPFR 由一連串的流程所組成，即所謂的處理模式(Process Model)，九項主要的流程活動又稱之為 CPFR 九大協同商業運作步驟，分述如下（薛旭志，2004）：

Step 1—建立協同關係：買賣雙方共同建立商業協定，包含雙方對於協同目標的共識、正式協議、資料共享、合作計劃可動用的資源。

Step 2—建立共同營運計劃：買賣雙方交換共同策略和商業規劃的資訊，以品類管理的原則而言，先開創夥伴關係策略後，再共同定義產品的角色、品項銷售目標和達成目標的戰術。

Step 3—建立銷售預測：使用消費資料預測品項特定期間的銷售，消費資料包含 POS 資料、配貨中心提領或製造商直接銷售資料，再加上影響銷售的因果資訊和行銷規劃事件，由根據不同劇本而裁定的仲裁者決定最後的銷售預測量。

Step 4—識別銷售預測的異常狀況：找出銷售預測限制外的異常品項。

Step 5—協同解決異常項目：解決銷售預測異常是透過分享資料、電子郵件、電話交談、會議等等，說明對銷售預測所產生的改變。

Step 6—建立訂單預測：依據銷售預測、影響訂單的因果資訊和存貨策略來產生未來特定時間特定品項和地點的訂單預測，短期預測可用下單，長期部份可用來做規劃，由根據不同劇本而裁定的仲裁者決定最後的訂單預測。

Step 7—識別訂單預測的異常狀況：找出訂單預測限制外的異常品項。

Step 8—協同解決異常項目：調查訂單預測異常的程序，以透過分享資料、電子郵件、電話交談、會議等等，說明對訂單預測結果的改變。

Step 9—產生訂單：轉換訂單預測成為實際的訂單。

其中 Step 1 與 Step 2 屬於規劃階段，Step 3 到 Step 8 屬於預測階段，至於 Step 9 則為補貨階段。VICS 則在 2004 年進一步提出 CPFR 協同合作的八個主要任務，說明如圖 2-1。CPFR 流程適用於許多協同情境，針對各個流程中主導角色的不同可分為四個情境，整理如表 2-1。在四個情境內，買賣雙方都必須針對每個流程提供輸入資料，但只有一方擁有主導權。情境 A 中買方主導預測流程與產生訂單；情境 B、情境 C 與情境 D 則如同 VMI (Vendor-Managed Inventory) 將產生訂單之權責委任給賣方。情境 B 中買方須提供需求預測，賣方則專注於補貨流程；情境 C 中買方則進一步主導訂單預測流程；情境 D 中所有流程將由賣方主導。

表 2-1 CPFR 流程中針對主導角色的四個情境

情境	銷售預測	訂單預測	產生訂單
情境 A	買方	買方	買方
情境 B	買方	賣方	賣方
情境 C	買方	買方	賣方
情境 D	賣方	賣方	賣方

資料來源：<http://www.vics.org>

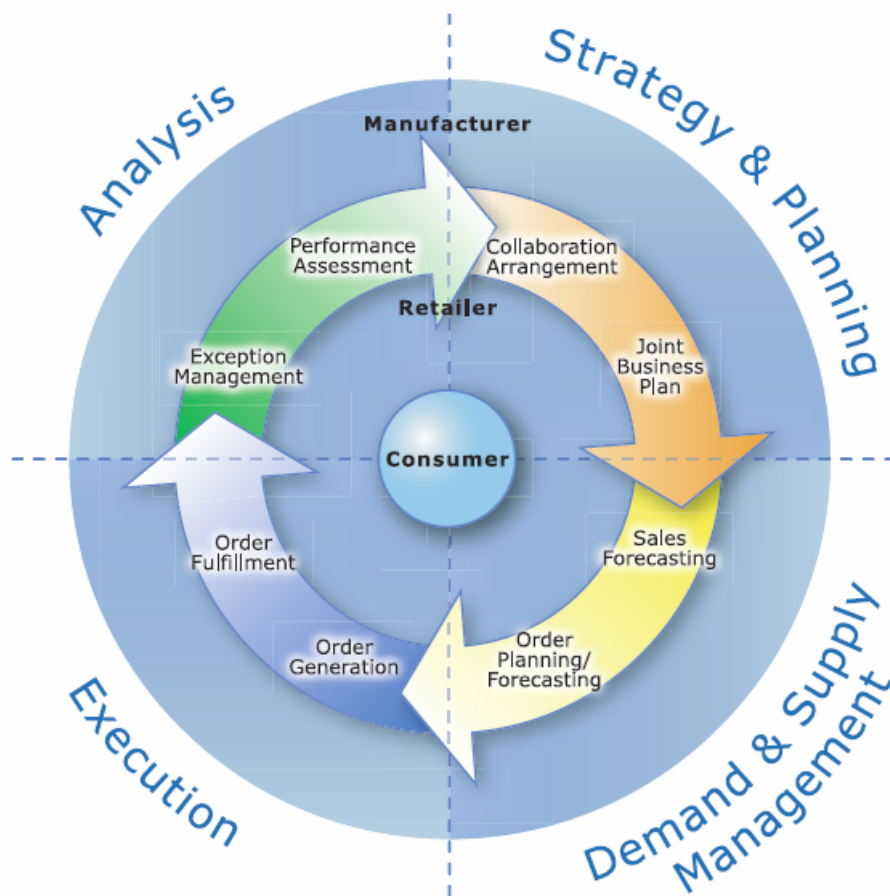


圖 2-1 CPFR 協同合作的八個主要任務

資料來源：<http://www.vics.org>

施仁和（2000）指出導入 CPFR 的效益如下：

1. 買賣雙方共同訂定一套預測計劃，由於共同參與預測，相對也必須共同承擔風險，可以同樣的標準指標來評量績效。
2. 根據共同預測計劃，零售商及製造商承諾凍結訂單，可讓製造商庫存量減少且改善客戶服務水準，而零售商可確保其訂單能被滿足，不會失信於顧客。
3. 如果投資資訊系統能夠延展到交易夥伴間，進而減少許多作業上成本，則科技投資報酬率相對提高。
4. 以損益表角度來說，由於供應鏈效率及行銷費用生產力改善，使得費用降

低，以資產負債表而言，庫存降低使營運資金提高，進而提高整體投資報酬率。

Wal-Mart 與 Sara Lee 運用 CPFR 的成功經驗是一個經典案例。Wal-Mart 一直深信與供應商的密切合作是促使其成功的主要關鍵因素，再者與供應商間的資訊交換，也為他們與交易夥伴產生了獨一無二的綜效，因此他們深信標準化的交換產業銷售與預測資訊，將會持續節省整個供應鏈的成本，而且增加整體的利潤；Sara Lee 深信長期的企業合作關係，是建構在顧客滿意的基礎之上，因此雙方於 1987 月，初步進行 24 週（約半年）的導入計畫，範圍鎖定在 Sara Lee 的 23 項女性品牌內衣商品。在程序方面，將 CPFR 分成三大階段來進行導入，包括如下：

1. 建立銷售預測。
2. 確認銷售預測的例外狀況。
3. 合作和解決銷售預測的例外狀況。

另一方面，計畫的重點工作著重在確認例外狀況和解決相關問題，至於建立銷售預測的工作則相對較不重要（實際上，建立銷售預測的工作，在最初階段就已經開始著手建置，如此但並不會影響到整個 CPFR 計畫的進行），但銷售預測的方式仍會持續的進行更新與改進。整個計畫是依據指引中的營運與技術規格，來驗證所有的步驟，而且在過程中也會非正式性的走過所有結合性的企業流程步驟，以確保關鍵性資料的輸入已經包含在技術規格之中，以及主要的企業流程也定義在營運規格之中。在執行方式上，本計畫首先檢視了 VICS 的 CPFR 指引，建構出導入的執行架構，並由指標和目標的協議工作階段開始進行整個的計畫。實際執行上，先訂定出討論的時程表，在前八週，每週以電話會議的方式討論，之後則一個月進行一次。再者，對於實務面的考量，清楚的責任歸屬也是確保穩定成長的要件，例如在進行上由 Sara Lee 提供主要分析的資料，做為討論的基礎，在協議達成後，再改進雙方的政策來執行（如預測的方式）。討論的範圍則

包括了庫存量的訂定、POS 資料分析、預測資料間比較、預測的正確性、促銷活動以及商品可利用率等重點議題。但是像是商品可利用率等議題討論，在製造商與經銷商對立的情況下，是非常困難解決的，在過程中是採取專業與實務性的原則來解決，以獲得雙贏的結果。另外對於影響執行過程的各種事件，也將會被記錄下來，並回到計畫階段進行彙整，以避免同樣的錯誤再次的發生。就整體目標而言，此計畫成功的達成預期的目標。在執行目標達成方面，經過 24 週，也成功的改進各項指標：

1. 庫存量改善：改善 2% 的店內庫存。
2. 降低每週持有庫存水準：改善 14% 店內庫存水準。
3. 更準確的預測：反應於庫存與銷售的改善上。
4. 降低缺貨率：提升 32% 的銷售量，增加 17% 的商品周轉率。

另外一個著名案例為 Sears 與 Michelin 的 CPFR 導入。為了維持商店的補貨率，Sears 與 Michelin 就如同大多數的零售商與供應商所面臨的問題一樣，須隨時準備高囤積的存貨量，並花費可觀的運載配送，而且實際的庫存供應量並不一定總是能滿足顧客的要求，再加上不協調的規劃與不正確的預測常導致其供應鏈執行效率低落。雖然 Sears 與 Michelin 長期有彼此交換資料的經驗，但他們維護整個供應鏈持續的正確預測能力卻受限於缺乏一致且即時的資訊，不正確的預測讓 Michelin 無法做出最佳生產排程的決策。Sears 與 Michelin 彼此之間缺乏正規程序來確認所有相關功能資料是否被有效排入營運計畫裡，倉儲與供應計畫常缺乏促銷資訊，當需求波動時就會造成物流與生產的混亂，所以 Sears 與 Michelin 意識到商務流程的完整性整合與資訊能見度提升的必要性。在此同時，Sears 電子市集的軟體供應商—GlobalNetXchange (GNX)—準備提供 CPFR 的軟體來協助 Sears 根據 VICS 的 CPFR Model 來促進供應商與零售商的協同合作。基於以上因素，Sears 與 Michelin 決定導入 CPFR 來解決非正確預測所造成的庫存短缺或過剩的問題。整個 CPFR 的導入工作於 2001 年 11 月展開，並在 2002 年 1 月開始

實施私有品牌產品的協同合作，並在整個年度實行整個產品的計畫。導入流程的說明如下：

#### 1. 資料集中化：

在尚未導入 CPFR 之前，協同資訊並不是集中放在同一個地方。雖然 Sears 與 Michelin 內部都各自有供應鏈的相關資料，但是一家公司都只有其他公司所擁有的一部分資料，然而決策的制定乃根源於所獲得的資料，資料不完整的結果就可能容易導致決策的品質不好。透過使用 GNX 所提供的 CPFR 平台，兩家公司現在都可以直接把資料傳到此平台上，這些資料可能包括一般與促銷期間的銷售預測、Sears 商店和配銷中心與 Michelin 倉儲的庫存、Michelin 生產計畫中的在製品庫存、Sear 未來的需求庫存以及實際的銷售量。資料的統一觀點使得協同合作能變的更加「有意義」與「一致性」。所謂的「有意義」指的是當建立良好計畫和預測所需的關鍵資訊能被掌握後，就可以確保正確的產品再正確的時間到達正確的地方。至於「一致性」指的是使用者在固定的一段時間更新同樣的資料元素，而使得有單一的資料觀點，有效提升雙方的信任。此外，資料集中化使得一些規範或演算法更容易嵌入到系統中。例如，CPFR 軟體會對照兩家公司實際與預測的結果來計算銷售預測的正確性，而且透過保存過去一整年的歷史資料，讓兩家公司可以比較未來的計畫與歷史績效。

#### 2. 例外報告：

系統根據企業規則產生有意義的例外報告給決策者以便採行應對之策，例如，當 Michelin 未來的生產計畫無法滿足 Sears 所預測的需求時，Sears 與 Michelin 就會適時地被通知。CPFR 軟體每個禮拜會產生例外報告，過去這些訊息是人工手動分析資料並透過電子郵件來傳送給兩家公司，然後這樣的程序是相當的花時間且容易產生錯誤，因為資料不完整以及在任何的手動程序中都可能發生錯誤。透過自動化的訊息提示，把原本事後反應的層級提高到事前反應，也就是說可以提早採取行動來面對各種突發狀況。舉例來說，藉由例外報告 Michelin 可以



決定何時該增加生產量來確保有足夠的產品來滿足預期的需求，甚至讓 Sears 一直到補貨品送到時才知道有貨品短缺的情況。

### 3. 每月的會議：

CPFR 流程使得家公司的會議能夠更有效率，這些會議的內容可能包括重新檢視行銷績效、銷售預測、銷售趨勢、需求存貨與銷售歷史紀錄，而 CPFR 軟體能夠產生自動化報表以提供會議人員相關分析資料。

Sears 與 Michelin 導入 CPFR 的效益可分為兩個部分來討論：

#### 1. 財務效益：

- (1) Sears 商店的現貨量改善 4.3%。
- (2) Sears 配銷中心補貨率提高 10.7%。
- (3) Sears 與 Michelin 的存貨減少 25%。
- (4) 藉由事前的例外報告，使的 Sears 產生更多額外的毛利。

#### 2. 流程效益：

- (1) 企業流程的文件化：藉由文件化企業流程的文件化，兩家公司重新檢視整個供應鏈的操作流程，且促進了彼此公司內部與外部的溝通。
- (2) 例外管理：依循 CPFR 流程與使用 CPFR 的科技，Sears 與 Michelin 能夠確認並根據特定標準處理例外事件。
- (3) 月報表的檢視：自動化的報表產生使得會議進行更有效率，而且不論是 Sears 或 Michelin 都可以透過各種產品的層級與角度來取得想要的資訊。
- (4) 產品代換：資訊透明度提高後，讓存貨可以有效的降低，當存貨週轉率高時，產品週轉率也就變短，公司也就能具有更快速的市場反應能力。

從以上兩個案例我們可以確信 CPFR 具有實務的可行性，能針對客戶需求、

市場趨勢、等因素決定出最佳的供應鏈互動模式，並降低供應鏈的成本，即時反應市場變化，提升企業夥伴間的合作性發展。

### 2.3 預測概論

預測是企業制定戰略規劃、生產安排、銷售計畫，尤其是物流管理計畫的重要依據，準確的預測可以提升客戶滿意度，提升企業的競爭力。客戶在做出購買決策後，對於交貨的要求也越來越高。他們總會希望是立即的，至少是在合理時間內收到所購買的產品，享受所需要的服務。如果企業根本沒有預測，或是預測不準確，就無法滿足客戶對交期的要求。隨著市場競爭的激烈，企業為此而喪失的訂單會越來越多。預測為企業所帶來的優勢說明如下：

1. 準確的預測可以減少企業的庫存：對於任何一個企業而言，其流動資金都是有限的，如果預測準確，可以降低對安全庫存的要求，並減少因庫存時間長而產生的產品過時或過期帶來的損失。產品過時，往往會折價處理，而產品過期只能銷毀，這樣為企業造成大量的損失。
2. 準確的預測可以有效地安排生產計劃：對於任何生產企業而言，其生產力也是有限的。如果零售商可以提供給供應商準確的預測，不僅可以提升其採購訂單的滿足率，而且也有利於與供應商的長期合作。
3. 準確的預測可以改善運輸管理：根據預測進行運輸安排，對於距離較近的經銷商或客戶，可以採用集中運輸的模式，既可以節約運輸成本，還可以減少運輸時間，減少商品損壞率。
4. 準確的預測可以作更有效的促銷決策：促銷或者價格調整都是為了使銷售數量增加，準確的預測可以使這些決策更有針對性，提升決策的效率。

根據 APICS 的定義：「預測的主要目的在估計未來的需求，藉由歷史需求資料，以數學的方法來進行預估，也可能主觀的由個人來判斷，或由這兩種方式組合而成。」有預測便一定會有誤差，因為裡面包括了許多無法確定的因素，像是：過長的規劃範圍、有太多的考量和會造成相互干擾的因素、無法形式化的決策問題和無法準確得知顧客的習性等；但是如果瞭解產品的特性和利用成熟的預測技術，用績效指標做評估等方法，我們還是可以將不確定性減到最低(Chen, 2000)。根據預測的目的或間隔，可以將預測分為三種類型 (Wheelwright, 1973)：

### 1. 長期性預測 (Long-term Forecasting)

預測的時間通常相隔幾年以上，以長期的年資料作為數據，大概作五年甚至十年以上的長期預測。採用此種預測有一基本假設為：雖然經濟現象的商業循環變動，往往使實際值大於或小於趨勢值。但從整個時期來看，每年的變動仍趨近於長期趨勢線，所以可根據此趨勢線來推測未來。長期預測因討論的區間在五年或五年以上，故此種預測可稱為成長預測 (Growth Forecasting) 或長期趨勢投射 (Long-term Projection)。因此應用長期預測的前提是，在某一時間內變動是否成穩定狀態。

### 2. 中期性預測 (Medium-term Forecasting)

此類預測的時間通常為一至三年，目的是欲對近期概況瞭解所使用的一種預測方式。尤其為了避免在長期下出現之結構性變動，使用中期預測更能推測正確的結果。

### 3. 短期性預測 (Short-term Forecasting)

基本上根據月或季資料作為其一至三個月的預測，甚至更短的是以週為單位。由於短期內經濟現象可能發生循環與季節性的變動，因此在預期時必須觀察該現象的季節、循環與不規則變動的因素。短期預測被廣泛的應用到商業經營上，對於決策非常重要。預測的時間越短，未來情況的不確定性越小，預測的精

確度也越大。所以短期預測不僅能提供未來的發展，更可作為長期的基礎。

預測的方式可大致分為「統計法」與「判斷法」兩類，統計法著重客觀歷史資料數據的收集，進行數學統計分析，或偏向使用因果變數的關聯模型；而判斷法則是必須依賴專家或者有經驗的人來操作。根據黃蘭禎（2004）所整理之傳統預測方法如表 2-2。

表 2-2 預測模型特性整理

模型型態	使用假設	預測方法
時間序列 (Time Series)	假設過去的資料模式在未來會持續發展。	簡單平均 (Simple Averages)、 移動平均 (Moving Averages)、 指數平滑 (Exponential Smoothing)、 線性趨勢 (Linear Trend)
因果關係 (Cause-and-effect)	假設模式中的自變數和因變數間具有強而穩定的關係。	迴歸分析 (Regression)、 計量經濟分析 (Econometric)、 輸入-輸出分析 (Input-Output)、 類神經網路 (Artificial Neural Network)
判斷 (Judgemental)	用於歷史資料缺乏或過去事件再發生機會很小的假設下。	貝氏法 (Baysian)、 德氏法 (Delphi)、 專家訪談與意見調查 (Analog and Survey)

資料來源：黃蘭禎（2004）

廖嘉偉（2003）透過產品生命週期的階段性考量，分析出生產面（market dimensions）與市場面（production dimensions）影響銷售的因子以及次因子的關聯性，以提供建構銷售預測模式中所參考的合理變數，而在預測模式的準確度落於合理接受誤差範圍外時（即異常事項發生時），提出案例式推理法的方式即時

動態的修正改善問題，並進而管理存貨的數量。然而其研究僅止於二階模式，但現今的產業供應鏈體系並不止於二階型態，大多屬於多階型態的協同作業規劃。黃蘭禎（2004）結合時間序列預測模型、多元迴歸模型與基因演算法之三階段預測模型，並根據基因演算流程之不同，而發展出兩種基因演算預測模型，達到互補個別方法長短之功效，且較傳統預測方法為佳，若試著把模糊邏輯加入預測模型，將可同時納入專家經驗，預測結果會更為精確。

## 2.4 訂單預測

CPFR 流程下的協同預測主要分成銷售預測與訂單預測，其中銷售預測又是訂單預測其中一個輸入變數，相互關係如圖 2-2 所示。訂單預測與銷售預測之預測項目與目的並不相同，且兩者所需要之資訊亦有所差異。銷售預測著重在市場需求部份的預測，即預測未來短期內消費者的需求量；訂單預測則是依據銷售預測、存貨狀況與生產面因素來做實際訂單之預測，以作為補貨之用。

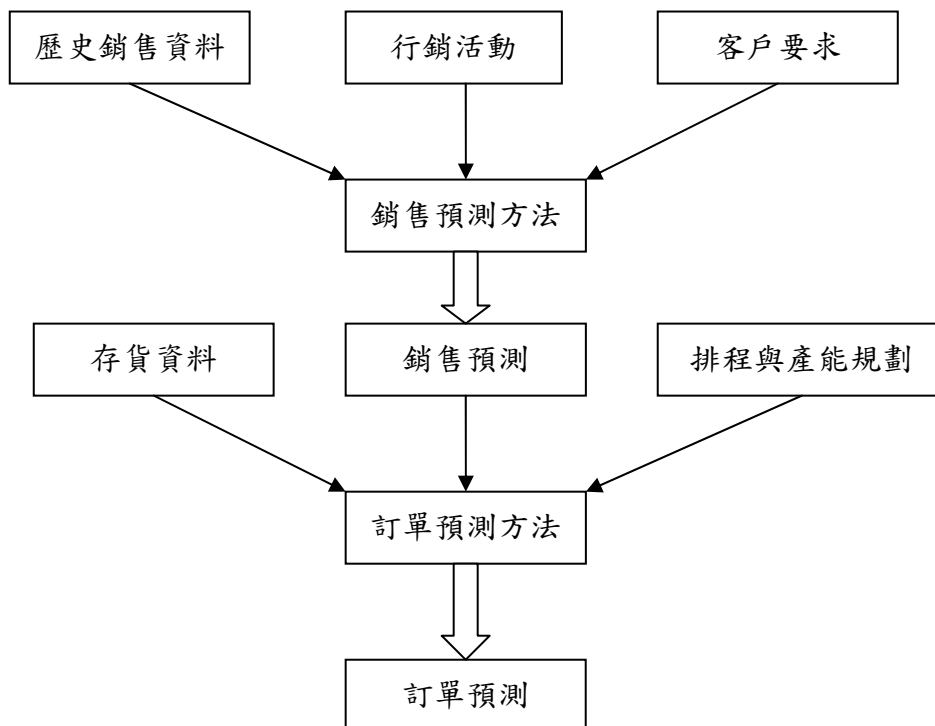


圖 2-2 協同預測關係圖

協同預測中的預測，與供應鏈中的需求預測的模組相似，只是這裡加上「協同」的概念，因為在供應鏈中各成員皆有自己的預測，但由於資訊透明度不夠且不一致而導致不佳的預測結果。Deanna Diehn (2001) 定義出七個協同預測的成功流程，分別為：

1. 確認優勢因子。
2. 取得關鍵領導者的參與。
3. 建立高度功能分工的工作成員。
4. 讓整個預測流程透明化。
5. 推行結果。
6. 不斷地改善流程。
7. 與其他組織建立網路。

Matt Johnson (1999) 指出由於商業與技術上的因素，一般零售商並不會產生訂單預測。因為有些零售商認為訂單預測會限制其調整存貨與來源產品之彈性，且訂單預測的結果往往只涵蓋基本的需求量，而無法處理不同程序狀況下之促銷訂單。CPFR 利用協同合作整合訂單預測與促銷訂單，其中的參與者必須搜尋所有的資料來源與擁有者，而零售商便可根據銷售預測與供應商擁有之資訊來做回饋比較，透過這樣的改善就能把促銷因素納入考量，其預測的結果將更加精確。Fred Baumann (2002) 指出許多協同夥伴在發展銷售預測與訂單預測時採用各自分開與非連續的預測程序，然而銷售預測與訂單的相互連結是非常重要的，當銷售預測量改變時，訂單預測必須能夠同步化調整預測的結果。為了能夠正確的將銷售預測轉換成訂單預測，轉換過程中所需要的輸入變數包括可得庫存

(on-hand and on-order inventory positions of the customer)、訂單週期 (order cycle / order frequency policies)、存貨策略的改變 (changes to inventory policy)、運輸需求 (shipping requirements)、前置時間 (lead time)、轉換單位 (unit translation)。

CPFR 下產生訂單預測的資料流如圖 2-3 所示。

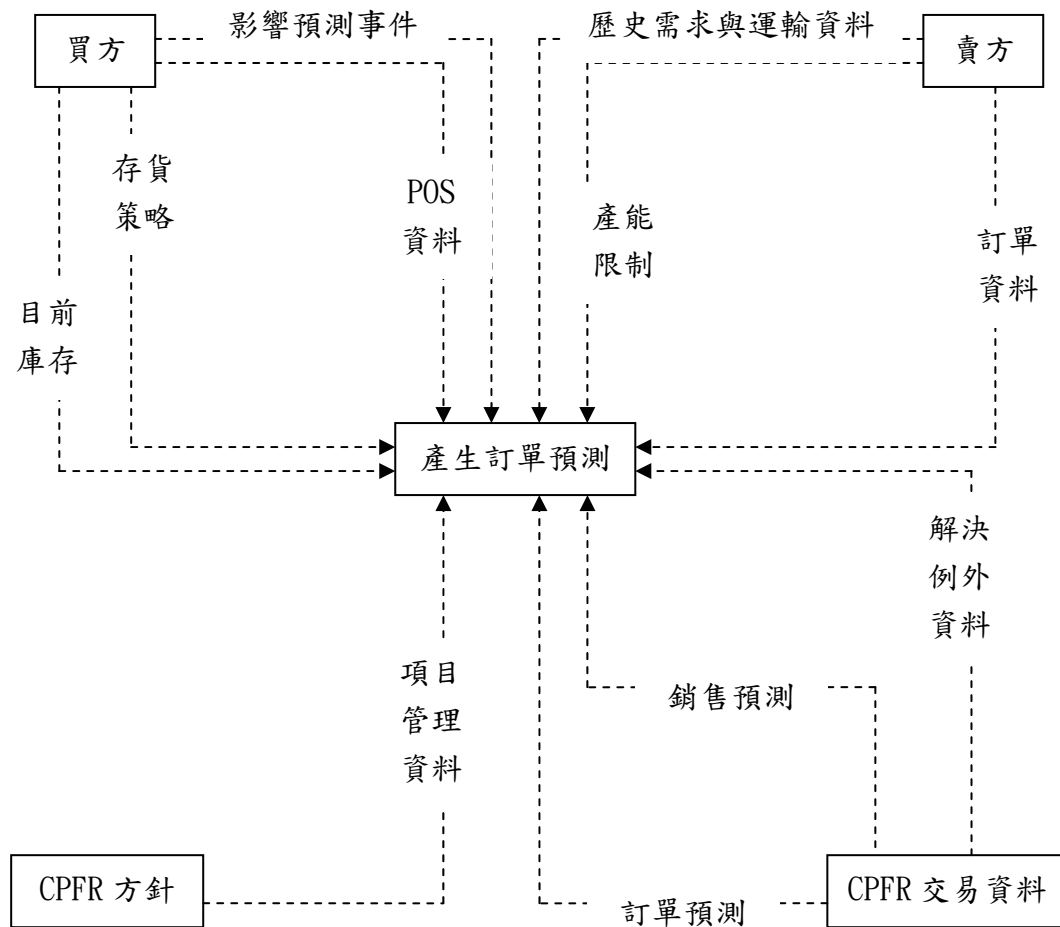


圖 2-3 產生訂單預測的資料流

資料來源：<http://www.vics.org>

Jain (2002) 針對 1236 家企業所使用的預測模型來進行研究調查，研究發現 61.33% 採用時間序列分析、22.35% 採用因果分析、13.92% 採用判斷分析法、2.10% 採用其他自行建構之方法。因果分析在企業預測中的應用是屬於較新且正在成長的，透過因果分析可以考量到促銷、庫存策略與特殊事件等因素對訂單的影響，但時間序列分析卻無法解釋這些資訊，因此許多企業相繼或考慮採用因果分析模型。在 CPFR 流程中，透過協同合作讓上、下游廠商彼此間資訊能即時分享，讓預測資訊的取得成本相對降低。因此，若將 CPFR 模型與因果分析模型在企業預測中重要性漸增的趨勢結合起來思考，CPFR 流程下之訂單預測應該採用時間序

列與因果分析之結合預測模型，加上最佳化演算法，將可提供較佳的解釋力與預測準確性。

## 2.5 演化策略法

演化策略法是由 Rechenberg (1994) 所提出，最初是為了解決流體力學模型控制裡實數參數最佳化的問題，因為體認到工程上的一些非線性模型的數值問題，無法用傳統的數學線性方法求解，便發展了一種新的方法以求解決問題，就是演化策略法。其研究發展完全建立在嚴密的數值分析與機率理論上，每個演化策略單元由一組實數數值參數所構成。最早的演化策略法非常簡單，類似隨機搜尋，被稱為「(1 + 1)演化策略」，其中只有兩個單元，步驟說明如下：

1. 選出一個實數數值。
2. 將此實數數值當作父代，利用突變的方法產生另一實數數值。
3. 比較父代和後代，若後代較好，則後代將父代取而代之。
4. 若產生的實數數值達到要求或連續幾次實數數值都無變化則停止。否則回到步驟 2。

Rechenberg 並以機率的觀點，發展了關於突變的 1/5 成功率規則，即突變後之子代和原先父代相比較，若子代比父代好的機率大於 1/5，則增加突變的程度。若子代比父代好的機率小於 1/5，則減少突變的程度。等於 1/5 則不變。上述的意義為讓子代取代父代的成功率保持在 1/5，若高於 1/5，則增加突變程度，而這意謂著子代和母代差異性會加大，也就是子代就比較不易取代父代，而 1/5 這個數字是由計算得出，當成功率設為 1/5 時，此演算法之效率最高。隨著電腦記憶的增大，Rechenberg 又再發展了多元演化策略—「 $(\mu, \lambda)$  演化策略」和「 $(\mu + \lambda)$  化策略」，使控制演化的策略參數加入隨著各單元一同演化。 $(\mu, \lambda)$  演化策略又稱為 comma-strategy； $(\mu + \lambda)$  化策略又稱為 plus-strategy。「(1 + 1)演化



策略」是一個父代產生一個子代，而多元演化策略則是多個父代，而每個父代又各自產生多個子代。 $(\mu, \lambda)$ 演化策略的步驟說明如下：

1. 選出  $\mu$  個父代。
2. 每個父代又各自產生  $a$  個子代，從子代中（共  $\mu * a$  個），選出最好的  $\mu$  個成為新的父代。
3. 若所得數值已合乎要求則停止，否則回到步驟 2。

$(\mu + \lambda)$ 演化策略的步驟說明如下：

1. 選出  $\mu$  個父代。
2. 每個父代又各自產生  $a$  個子代，從所有的父代和子代中（共  $\mu + \mu * a$  個），選出最好的  $\mu$  個成為新的父代。
3. 若所得數值已合乎要求則停止，否則回到步驟 2。

故 $(\mu + \lambda)$ 演化策略和 $(\mu, \lambda)$ 演化策略不同處在於 $(\mu, \lambda)$ 演化策略中父代一定會被取代掉，不能參與演化。而 $(\mu + \lambda)$ 演化策略的父代還是一起參與演化。演化策略法之簡化流程如圖 2-4 所示。

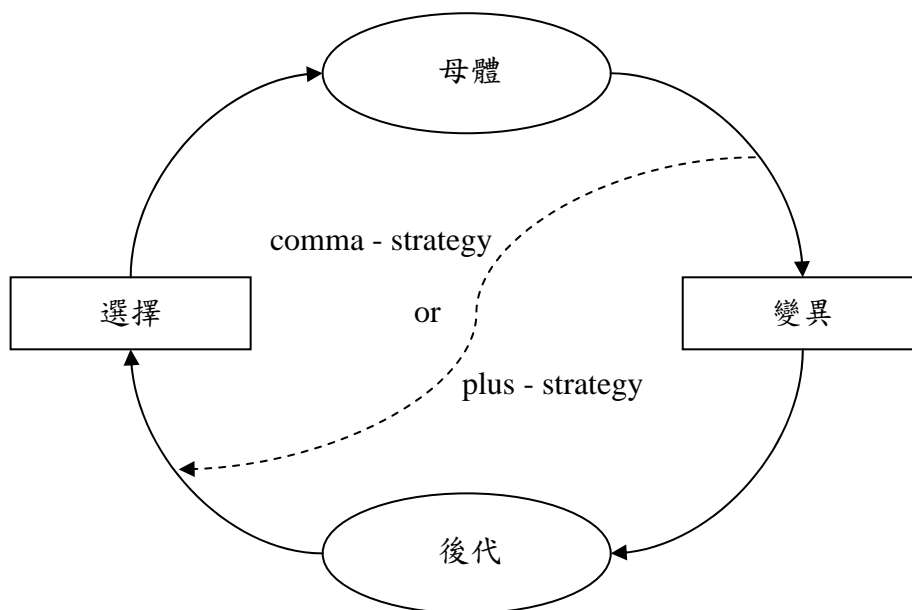


圖 2-4 演化策略法之簡化流程圖

資料來源：Dirk (2003)

在演化策略法的機制中，單元染色體的重組是發生在表現型，而非在基因型。所謂的表現型就是意味各單元中的實數參數，基因型是指在電腦中構成實數的位元，其中的重組是以實數參數為基本單位，而非如遺傳演算法（Genetic Algorithms; GA）以位元為基本單位。因此在演化策略法的程序中，不止是群體中各單元參數演化，也將突變強度的策略加入演化。這種演化過程被稱為「移變演化」（meta-evolution）或「第二類最佳化」（optimization of second kind）。

演化策略法發展完全建立在嚴密的數值分析與機率理論上，和基因演算法最大的不同點，是其演化觀點及基因編碼方式。根據生物演化的現象，Rechenberg認為演化會使生物過程達到最佳化，而演化本身也是一種生物過程，所以演化必然使本身也達到最佳化。換言之，演化策略法在演化時的相關參數將隨著演化過程動態改變。因此，演化策略中個體的染色體中包含了個體在演化時的相關參數，使其在演化過程可以動態的調整演化參數。演化策略法中個體的染色體是以實數所表現，而非如遺傳演算法一般，以位元為基本單位。這種表示方式，染色體的內容即是問題的可能解，可避免個體在合適度評估時做數值轉換；但也因為這種表現方式，使得在個體在交配時，無法產生差異度較大的子代，使得演化過程不易朝多方面發展，導致演化過程緩慢。因此將突變率、突變強度等演化參數，加入個體染色體之中一起參與演化過程。而在演化策略法模型中，演化過程中除了可求得問題最佳解之外，還可得到一組效率最高的演化參數。

演化策略法與基因演算法同為類比自然界中自然進化過程的一種隨機搜尋方法。演化策略法是從一系列的初始可行解開始，經過變異、選擇、循環迭代直至找到問題的一個近似全域最佳解，但有別於基因演算法的是：

1. 連續型決策變數採用實數的編碼方式。
2. 演化策略的選擇過程是按照確定性的規則進行的，而不是隨機的。
3. 採用拒絕非可行解的方法來處理問題的限制條件。
4. 演化策略對於整個解空間的搜尋倚賴於標準差。

Thomas (1996) 列舉演化策略法與基因演算法不同之處，並指出演化策略法在連續型變數應用問題與參數最佳化實驗上比基因演算法較佳。演化策略法與基因演算法之比較整理如表2-3。

表2-3 演化策略法與基因演算法之比較表

	演化策略法	基因演算法
編碼型式	實數	位元
適應度	目標函數值	評量目標函數值
自我適應	標準差	無
重組交配	離散型 (Discrete)、 中間產物型 (Intermediate)	單點交配 (One-point Crossover)、 雙點交配 (Two-point Crossover)、 均勻交配 (Uniform Crossover)、 字罩交配 (Mask Crossover)
突變	高斯分配函數	位元轉置
選擇	決定論的 (Deterministic)	機率論的 (Probabilistic)
限制	絕對不等式	編碼的上下界

資料來源：Thomas (1996)