

## 第二章、文獻探討

### 2.1 供應鏈管理與 CPFR

#### 2.1.1 供應鏈管理的定義

供應鏈管理(Supply Chain Management, SCM)是在 1980 年代早期被提出的一種管理概念，在全球化競爭壓力、經濟與顧客需求等不確定性因素增加、科技快速發展等因素下，快速引起企業界關注。美國生產和存貨管理協會(American Production and Inventory Control Society, APICS)於 1998 年第九版辭典中，供應鏈管理的定義則為：

「供應鏈中各項活動的計畫、組織與控制(The planning, organizing and controlling of supply chain activities.)」。

簡單而言，供應鏈管理是一種策略，是企業交易夥伴共同承諾一起緊密的合作，在多個合作組織間提供早期的需求變動，使供應鏈成員及早得知需求變動的資訊，以協調各組之間的企業流程；有效率及有效益的管理供應鏈中的資訊流、物流與資金流，以期在整體供應鏈成本付出最少下，為消費者與客戶帶來最大價值，提高競爭力與各戶滿意度，並為整體供應鏈成員帶來創造最大利潤，共造多贏局面。

#### 2.1.2 供應鏈管理發展與趨勢

早期管理概念中，雖然有一條供應鏈由上往下流動，但供應鏈裡的各個環節並沒有緊密的連結，資訊的傳遞不即時亦不透明。一方面因為科技的限制，一方面則因為供應鏈各個環節廠商缺乏相互信任，每個環節只是追求本身最大的利益，單憑本身擁有的稀少資訊與下游廠商之訂單資訊，以各自的方法來預測需求。企業內各部門以至於供應鏈各廠商因應變動的需求，對於應該在什麼時點、生產多少數量、提供多少產品，各有不同的規劃。下游廠商因為供應廠商數多、少批量訂購、價格波動與短期需求不確定因素，進行貨品囤積。上游廠商因為需求波動與變異、預測資訊稀少與資訊品質不佳，亦進行生產與囤積，以防突來大量需求。這種資訊不透明與不協調的產銷關係，導致需求的失真與變異。當市場需求有較大變動時，上下游無法及時反應市場動態，造成失去商機或是產生太多呆滯料與存貨，即所謂長鞭效益(Bullwhip Effect)。

在網際網路與相關資訊科技日臻成熟之際，供應鏈管理正朝向供應鏈各廠的協同合作(Collaboration)與同時性(Synchronization)發展(Anderson and Lee, 1999)，希望能減少長鞭效益現象發生與其發生時產生之損害。在此趨勢下

，供應鏈成員間應透過合作的方式改變過去推的系統(不考慮需求，大量製造，再向下推銷)為拉的系統(由下游往上游，傳遞需求資訊再行製造與供貨的)；以需求導向牽引製造(由購買引起的需求，牽引補貨所需的生產與運輸，使生產的數量更接近需求的數量，減少庫存需求)。供應商需求的預測，應該結合銷售端人員的銷售資訊與預測意見、行銷與促銷計畫資訊，使生產預測更貼近需求，並建立一個使用者方便使用的資料站，透過此資料站聯結預測、銷售點和促銷資料，透過電子化的輸送資訊，適時適地將資訊分享給適當需要的人，以求作有效快速回應，並提供顧客適時適地適當而所需的產品服務。在需要時才啟動貨物流動，以隨時讓供應鏈中的庫存量最低，去除多餘無效的成本支出，整個供應鏈內成員視為生命共同體，成員彼此分享與追求共同目標與願景，各自貢獻分享其資訊與專長，尋求整體獲利最佳化。

根據 Syncra 公司(2000)的研究報告，供應鏈管理方面，創造性的發展相當多元，主要可歸類為：供應商管理存貨、有效消費回應、協同規劃預測與補貨、即時供貨、每日最低價格(Every Day Lowest Price, EDLP)。其中供應商管理存貨是讓供應商能直接對零售端公司的貨架進行管理與補貨，銷售端不需再為保有多少庫存而煩惱。但是，這只是將存貨的成本轉嫁給供應商。為確保高效率的補給循環與準時的交貨，以滿足可能的消費者需求，供應商仍需進行需求預測，進行庫存保有。完整的消費需求資訊，例如何種商品最暢銷、市場流行趨勢等資訊，銷售端人員最了解，但並未有效分享出來，並幫助供應商和製造商一同進行這些高購買率產品的生產與補充或研發。供應商的需求預測仍有極大的不準確性，銷售端公司獲取了大部分的利益，並未能有效幫助快速與彈性反應的提升，長期而言供應商將因無獲利而合作意願低。VMI 這樣的管理概念能夠為整體供應鏈成員創造的價值並不多。

由 VICS 機構於 1998 年「CPFR Voluntary Guidelines」中正式提出的 CPFR，整合了供應商管理存貨、有效消費回應、協同規劃預測與補貨、即時供貨等的原則，目前屬於供應鏈管理下熱門的企業規範，供應鏈中的各廠可以針對客戶的需求進行協同的規劃、預測與補貨(CPFR)，讓供應鏈更符合需求導向。

### 2.1.3 協同規劃預測與補貨(CPFR)

自從 90 年代初期，Cross Docking、供應商管理存貨(VMI)和持續補貨(CRP)等初步協同供應鏈管理方法被證實具有高度效益，進階的協同合作概念 CPFR 開始發展

表 3、CPFR 與 VMI、JMI 之比較

	內涵與定義	優缺點
供應商	製造商自動的接收與存取零售端的商品資	優點：

<b>管理存貨(VMI)</b>	訊、POS 資訊，以取得零售端或配銷商的存貨與銷售資訊，作出適當的預測與補貨規劃，進行補貨。在此模式下，訂單與數量是由製造商所產生的；而存貨雖然到達零售端，但商品擁有權仍為製造商所有，亦即對製造商而言，真正的出貨，是在商品賣到最終消費者時，才確立。	較傳統由零售端決定補貨需求之方式佳。有效改善製造商因需求波動之存貨問題與零售端缺貨率。  <b>缺點：</b> 協作層度低。而且商品預測的層級(Level of detail)較高，對於細節問題部分較不精確。
<b>聯合管理存貨(JMI)</b>	一個以合作夥伴團隊為基礎的存貨管理模式。透過資訊分享與聯合管理計畫，合作團隊共同補貨規劃與執行作業，並深入探討與審視各種供需面問題。	<b>優點：</b> 協作程度高。預測可以較為精準。可以有效反應消費需求與降低存貨。
<b>協同規劃預測與補貨(CPFR)</b>	透過「聯合管理」的規劃流程與資訊分享，來促進供應鏈中成員夥伴彼此間的關係的倡議活動。強調共同的存貨規劃、預測與自動補貨。隱含 JMI 之概念，並將資訊分享部分，擴及行銷、製造、財務規劃等。	<b>優點：</b> 1. 基於製造商產能限制下所作的預測； 2. 重視例外因素與事件的即時解決； 3. 對於例外的即時處理，以適當委任授權、協調處理方式進行； 4. 交易夥伴間的關係更具彈性。

料來源：本研究整理

CPFR 意味者更高度的信任、透過有品質的資訊分享來達到可衡量的改進 (Schroder, 2002)。其主要目標為增加需求預測和補貨規劃之正確性，以降低供應鏈中的存貨及能夠使正確的產品在正確的地方獲得較高的服務水準。唯有企業之間能藉由一連串共通的處理流程來彼此合作、分享知識時，此一目標才能落實。而 CPFR 是由一連串的企業流程所組成，這一連串的处理模式(process model) 將供應鏈中交易夥伴共同擬定之企業目標及方法、聯合銷售及作業性計畫、電子化整合及更新銷售預測及補貨計畫連貫起來。

對大部分的消費產業經濟專家來說，CPFR 是原來 ECR 概念的演化與延伸。ECR 的本質是改善生產者與零售業者間的關係，而 CPFR 的本質就是 ECR 的本質，只是它更強調供應端的有效消費回應與需求端的平衡。在哈佛商業學院學者 Dirk Seifert 所提出的第二代的 ECR 中，將 CPFR 整合到 ECR 概念中(如圖 2)，認為應

該加強行銷領域(品項管理)和運籌領域(供應鏈管理)的合作,在規劃與需求預測部分的資訊交換,除了銷貨管理資訊,更應加入運籌、行銷、財務等資訊,以求更佳的效率回應,並作為新的策略管理工具

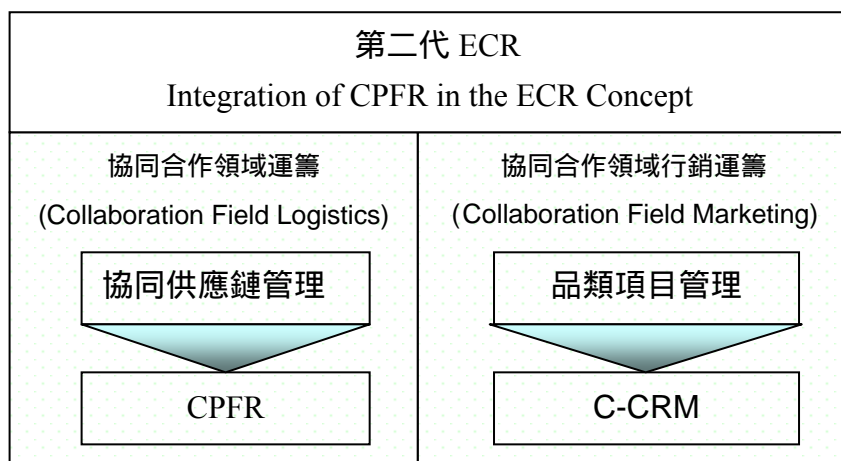


圖 2、第二代 ECR

資料來源：Dr.Dirk Seifet(2002)

整個 CPFR 之參與成員可以包含供應鏈中上下游的成員,最基礎的是一階交易夥伴,以一對一方式進行協同合作,如供應商(製造商)與配銷商(零售商) 在進行 CPFR 之前,首先必須先找尋具默契、擁有共同方向目標、願意遵守協議規定的合作夥伴,以作為協調合作的前提 另外,必須準備的雙方的企業計畫資訊、製造生產資訊、配銷資訊,以作為協作計畫的素材

整個 CPFR 的原則,大致為：

1. 以消費者與整個供應鏈成功為導向
2. 交易夥伴間,共同管理「唯一」的消費者需求,需求預測透過整個供應鏈協作計畫來驅動
3. 夥伴間共同承擔風險與分享預測

CPFR 流程模型,涵蓋了供應管理中的 3 個重要階段與 9 個步驟 (如表 4)

表 4、CPFR 的三階段與九流程步驟

階段	流程步驟
規劃	1.發展前端協議
	2.制定聯合商業計畫

預測	銷售 預測	3. 制定銷售預測
		4. 界定找出影響銷售預測之例外狀況，並列出例外商品項目
		5. 針對例外商品項目，協同解決該例外狀況
	訂單 預測	6. 制定訂單預測
		7. 界定找出影響訂單預測之例外狀況，並列出例外商品項目
		8. 針對例外商品項目，協同解決該例外狀況
補貨		9. 產生訂單

資料來源：<http://www.cpfr.org/>

當預測時間間隔期(forecasting horizon)越長，預測愈不準確 為增加需求預測和補貨規劃之正確性，CPFR 強調透過零售端、供應端已規劃之事件、市場消息、歷史資訊之交流，以進行持續修正且短期之預測 在 CPFR 流程模型中，銷售預測與訂單預測之預測項目與目的並不同 其使用與參考之資訊亦有差異 在銷售預測的部分著重於市場需求部分的預測 以零售業來看，預測未來短期內的消費者需求量，重視市場面與銷售端因素 訂單預測則是依據銷售預測 存貨、供給面狀況作實際訂單之預測，以作為補貨之用 零售業者可依據銷售預測作採購訂單之參考，並分析可能價格策略、行銷組合與促銷事件之效果 上游廠商則可依據該銷售預測進行物料銷求之初估，進行備料與可能之產能調整

依據 VICS 所提之流程模型與 Armingier(2002)發表之文獻，對 CPFR 銷售預測與訂單預測考量因素差異整理如表 5：

表 5、CPFR 流程模型中的銷售預測與訂單預測之差異

銷售預測	訂單預測
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 歷史銷售資料</li> <li>2. 行銷事件，如：價格促銷、非價格促銷活動、廣告</li> <li>3. 行事曆，如：新產品、產品變更、商店之新開幕或結束營業、特殊節日</li> <li>4. 客戶需求</li> </ol>	<p>假設：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 只對下一次交貨期前之訂單(存貨)需求作預測</li> <li>2. 無延遲訂單(Back Order)</li> </ol> <p>考量因素：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 銷售預測</li> <li>2. 銷售端(POS)資料</li> <li>3. 存貨因素</li> <li>4. 存貨政策、未來可得存貨量</li> <li>5. 廠商配送計劃</li> <li>6. 後勤資源可得性</li> </ol>

	7. 生產面因素(如可得產能)
--	-----------------

本研究整理，資料來源：Gerhard(2002)與 VICS CPFR process model

若我們將 CPFR 與需求管理的概念相比較，可以發現施行 CPFR 即是在進行需求管理，只是 CPFR 更強調企業間協同合作的部門 而在整個 CPFR 流程中，協同預測扮演了很重要的角色

## 2.1.4 需求管理

在需求管理中，預測是重要的元件之一 需求管理是一個涉及在預測與規劃流程中將需求與供應平衡的流程(Lapide,2000-2001) 它包含了規劃、預測、協調與處理所有有關滿足客戶需求的活動，進行需求預測、配合產能使企業其他功能可以展開，同步化生產、採購、配銷 在整個管理流程中，需求的預測是重要的一環 組織內不同層級不同部門需要進行不同的預測，如行銷部門的產品類別預測、存貨部門(門市、倉庫)的預測、依地區別預測等等

Arminger(2002)進一步提出整合需求以及供應鏈管理的概念 他認為銷售需求預測以及訂單建立為供應鏈的總成本最小化的過程中扮演了一個中心的角色。銷售預測以及訂單建立組成了一個將產品由製造商送至配銷中心或商店的實體流程反向或對偶(dual)的流程。實體的配送流程組成了供應鏈管理的流程，個別商店的個別客戶的需求應該產生由配銷中心到商店 以及由製造商到配銷中心的訂單。因此客戶的需求，藉由預測商店等級的銷售額以及建立適當的成本最小化的訂單，組成了需求鏈管理的流程。因為在預測以及訂單建立的過程中，客戶需求的拉力、製造商及零售商藉由廣告及促銷等的推力、以及特殊的展覽等都必須加以整合，因此這整個流程就叫做整合需求以及供應鏈管理(稱為 IDSCM 而不是單單的 SCM)。

由此可見，不管是需求管理或是整合需求以及供應鏈管理，預測流程在其中都扮演不可或缺的角色 它亦可以說是供應鏈與需求鏈的銜接點

## 2.2 銷售預測與預測方法

預測的準確度決定了整個預測流程的績效 其中預測模型與方法的使用是準確度提升與否的關鍵 因為許多研究都指出透過系統化的演算方法會比人為的推論與預測來的準確且穩定 以下就傳統預測方法與一些學者對企業預測模型與方法採用趨勢之實證研究介紹：

## 2.2.1 傳統預測技術相關理論

預測所使用的方法分為兩類：一類是運用計量經濟模式與時間序列分析，稱為屬量性預測方法；另一類則為整合專家意見，稱為屬質性預測方法。Gorden(1997)，將預測方法分為三類，包括判斷法、時間序列與因果法。主張單一模式無法滿足企業的預測需求，應根據預測時間水平(Forecast horizon)長短(週、月、年)、可取得資料與產品市場的動態性，選擇合適的方法。Jain(2000)有相同的看法，他進一步提出企業在選取預測模型時應依據資料模式(Data pattern)、分析需求資料量的可得性(Amount of data available)、資料呈現的季節性(Seasonality)、資料間是否有強烈而穩定的因果關係(Strong and stable cause and effect relationship)、預測時間水平、模型分析結果能達成目的性(What and if analysis)等六項來判別其適用性。表 6 為針對時間序列與因果關係模型特性資料整理：

表 6、預測模型特性整理

模型型態	使用假設	使用之預測方法	適用時機
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)等	(1) 資料模式呈現平滑(Smooth)與持續(Consistent)特性 (2) 資料模式呈現季節特性 (3) 資料模式出現一些凸點(Spikes)或 outliers 時亦可用之，不過須先經過前處理 (4) 資料量可得且適足 (5) 環境較穩定、變化慢
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	回歸分析 (Regression) 計量經濟分析 (Econometric) 輸入-輸出分析 (Input-output)— 類神經網路	(1) 資料模式出現一些凸點或 outliers。(最適合用回歸分析，利用 Dummy variable) (2) 資料模式呈現季節特性 (3) 資料量可得且適足 (4) 環境較穩定、變化慢
判斷法 (Judgmental)	用於歷史資料缺乏，或過	貝氏法(Baysian) 德菲法(Delphi)	(1) 歷史資料缺乏 (2) 要求快速的預測結果

	去事件不太會再發生的假設下	專家訪談與意見調查(Analog and survey)	
--	---------------	------------------------------	--

本研究整理，資料來源：Jain, "Which forecasting model should we use?", Journal of Business Forecasting, Fall 2000

Makridakis & Wheelwright(1997)針對一般預測方法績效進行實證研究，歸納以下結論：

- (1)並沒有一致性的實證結果顯示哪一種類方法較其他預測方法好
- (2)屬質性判斷方法其成本較數量方法高，然正確性卻較低
- (3)計量經濟模式預測的結果並沒有比時間序列方法準確，但是可以提供變數間的因果關係
- (4)不管是時間序列或因果模式，小而簡單之預測方法準確性並未較大而複雜的方法低
- (5)實證結果顯示，給予所有的資料相同權數的簡單最小平均法，其預測準確性低於依據資料的新舊特性給予較高、低權數的折扣平均法

Charles(2000)提到，透過合併使用多種不同的預測方法，截長補短，可以提升預測結果的精準度。當預測時間範圍較長時，統計預測方法中透過趨勢線外推的結果多為偏離事實的，使用合併眾多預測方法的預測模型結果會較短期區間預測為佳。

Ozturkmen(2000)在分析通訊產業時，提到在產業環境變化不穩定下，傳統的預測方法如時間序列分析和計量經濟模型預測方式已經變的較不精確。他認為應該結合標準的經濟技術與市場實況資訊來抓住通訊產業的動態。他提出了具規劃視界的預測模型(Baseline Model with Planning view overlays)。將預測劃分為兩階段：第一階段，透過傳統的預測模型，利用產業歷史趨勢資料，找出基準的最佳預測模型；第二階段，透過健全性檢測(Sanity checks)加入補充的環境因子予以修正，這些趨勢外的因子如未來制度上的改變、科技研發的可能、價格政策的影響等。

Jain 等人(2002)之文獻與 Jain (2002)之實證調查中發現許多企業並無具體與系統化的預測方法，單以經驗、專家意見或歷史資料作天真預測。而有較具體之量化預測系統者，一般以統計時間序列分析、因果回歸分析為主。這些常用的預測方法與模型有其缺點與不適用性：使用單一方法或考量過於簡化，不能滿足



與因應現在變化快速而環境與生命週期短的產品特性需求 只使用歷史資料或天真法作預測的傳統預測方法其準確性低，導致存貨的增加、成本的提高

此外，由於組織內外各部門、單位間基於業務特性與預測需求不同、具有專業知識與預測資訊不同，常自行進行預測，加以預測方法不統一、預測結果難以解釋分析，因此對於本身之外的預測常抱有疑異、不信服，導致企業內多重預測、多種計劃，難以協調與取得共識 在這種缺乏整合與互信、各自預測現象下，企業內與供應鏈成員間產生分析孤島(islands of analysis)—多種預測存在，導致組織內各部門、供應體系內計劃間的衝突與矛盾 協同預測可以來解決分析孤島之問題

## 2.2.2 協同預測

所謂「三個臭皮匠勝過一個諸葛亮」協同的預測可以增進預測的準確性 不管是組織內部同部門成員協同預測或組織間夥伴協同團隊進行預測，觀念皆同 因為每個單位或組織成員因為接觸需求的面不同，擁有自己對需求的見解 截長補短下，最能收集完整的資訊、減低需求不確定性 一般而言，人們相信供應鏈夥伴間增加的協同互動會減少總成本並提昇服務績效 當夥伴間(1)願意一起工作；(2)了解其他夥伴的觀點；(3)分享資訊與資源；(4)達成共同的目標，則協作的效益將發生，運籌服務績效也會改善 理論上，協同合作，應跨公司、起始於客戶，並向後延伸，從製成品配送到製造，在往後到原物料採購與物料和服務供應商 因此，整合與協同合作必須涵蓋組織內與組織外 而最近的供應鏈管理話題，多著重在組織外，體系成員間的合作，最新的供應鏈趨勢主要強調供應商管理(SRM)，少有強調組織內協同之重要性者 Stank and Keller(2001)在研究內部協同、外部協同與運籌服務績效間的關係時，亦發現要增進運籌服務績效，內部協同較外部協同來的更重要 而在過去預測流程中，並未強調協同合作預測的部分，多是重在企業內部個別單位的需求預測

Levee(1992)點出了內部協同預測的精神 他認為各企業功能交互作用是能夠促使預測結果較精準的機制之一 相關人員需要不斷的提供資訊並透過及時與互動的過程來進行預測 此外，若要從預測系統中了解投資的價值與報酬，必須使系統的設計與發展能夠支援公司的銷售預測程序

對於協同預測方法，Lapade (2000)認為可以透過加權的平均—將各方的預測以權重方式加總的方式取得共識 統一的預測值 但是這些方法並非真正協同預測，組織中仍存在不同的預測系統，缺乏資訊交換與溝通與回饋的步驟，協調與同步合作度低

### 2.2.3 企業預測技術之採用趨勢

企業採取預測技術上有成本效益、解釋性與可理解性、技術熟悉度、方便性的考量

Ronald & Henry( 2001)認為企業對預測模型選擇的成本效益考量，在下列情況下，會較願意投資較高的成本，以蒐集較多資訊，求得較準確預測(1)銷售量較高；(2)產品生命週期較短；(3)產品銷售期較長(Sold for longer periods)；(4)產品具季節性；(5)欲提高客戶服務水準；(6)缺貨成本高、存貨成本低

Jain(2002)對 1236 家企業使用的預測模型的研究調查提供了數據佐證，調查結果如圖 3 研究中發現 61.33% 採用時間序列分析、22.65% 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 而時間序列中，又以簡單移動平均與線性趨勢分析為多，主要是因為簡單且為人所熟悉

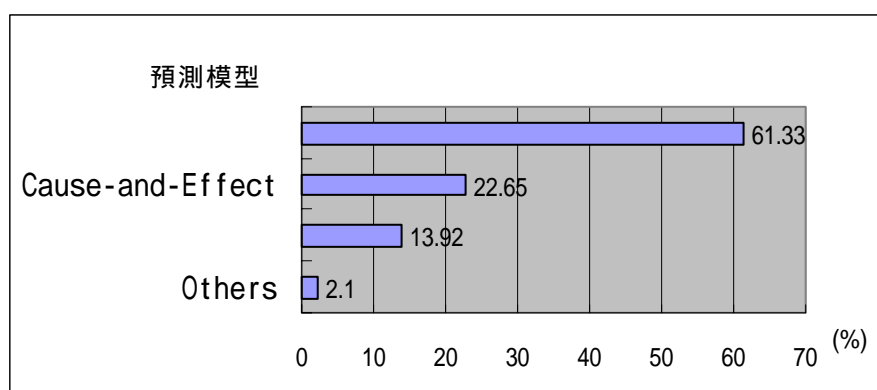


圖 3、企業預測模型採用狀況

資料來源，Jain, "Benchmarking forecasting models," The Journal of Business Forecasting Methods and System, Vol.21, No.3 ,pp.18-20,30,2002

不過在環境愈趨複雜下，簡單的時間序列分析似乎無法滿足預測準確度的需求 Jain(2002)研究中指出因果分析在企業預測部份的應用是較新且正在成長的 許多企業認知到促銷、特殊事件、經濟、價格等因素對銷售的重要影響，但時間序列分析法中，無法解釋這些訊息，因此相繼採用或考慮採用因果分析模型 在其調查中發現因果分析模型的企業，又以回歸分析為最多佔 68.57% 另外，計量經濟分析佔 22.86%、屬於黑箱預測的類神經網路則為 8.57% 這樣的數據可以發現，決策者使用模型時，偏好可以產生易於理解、穩定預測值，可以簡單操作的預測模型

促使因果分析模型使用率提升的原因，除了企業認知到因果分析的重要性外，使用因果分析模型的成本也隨者資訊科技與網際網路的進步而降低，因為資

訊的取得成本相對降低 如行動通訊與網路設備使銷售人員可即時回饋客戶端訊息與反應；企業系統的整合、資料倉儲建置與網路暢通使企業營運資料如存貨等可以彙整、同步 資料分析工具如資料採掘之發展使的事件間關係得以被分析、發覺，進而建置有效之分析模型 資料交換機制的發展，幫助資訊的交換與可用性

在預測模型的選擇上，Rice & Mahmoud(1990)認為進行預測前必須確認三個問題，包括預測什麼、如何預測、以及如何執行預測 亦即在決定預測主題時，必須決定需要預測哪些變數，而這些變數又受哪些因素所影響 然後針對預測主題選定合適的預測方法，包括屬量性與屬質性 想要完美的執行一項預測，關鍵在於與管理決策結合，且必須依照企業特質專案設計

若我們將 CPFR 模型與因果分析模型在企業預測中重要性漸增的趨勢一起來看，可以發現，在 CPFR 模型下之銷售預測應該採用混合模型，兼具時間序列方法資訊與經濟計量因果分析模型，以對短期銷售進行預測，提供較佳的解釋力與預測準確性，並可以進一步提供事件影響性之分析

#### 2.2.4 時間序列方法

時間序列是將銷售量資料等資訊，依照時間順序排列的數列 許多公司在假設過去資料掌握因果關係，且未來會持續以該模式(Pattern)發展下，採用時間序列資料作預測

一產品過去之銷售量(Y)的時間序列可分為四個主要成份 第一部分為長期趨勢(T)，是人口、資本形成與技術等基本因素發展之結果 透過以往之銷售，可成為一直線或曲線 第二部分為循環性變動(C)，是銷售波狀移動之部分 受一般經濟活動之趨勢影響，這些趨勢具週期性，循環性變動有助於中期預測 第三部分為季節性變動(S)，指一年內銷售變動一致性之狀態，如每小時、每日、每週、每月或每季銷售型態之重複等 季節性因素可能受氣候、假日與貿易習慣有關 季節性型態可為短期銷售預測之規範 第四部份則為不規則性變動(E)，包括罷工、天災、人禍等干擾性因素 此部分無法作有效定義與預期或透過過去修正 由以上敘述，銷售量 Y 可表達為  $Y=T+C+S+E$  一般時間序列方法如表 6 中所整理的，有簡單移動平均、與線性趨勢分析、平滑法 簡介如下：

##### (1)簡單移動平均法

一般簡單移動平均法是對於過去 N 個資料採取同等權重之加權平均數，以 N 期之平均數作為預測值 使用前提是當資料數列呈現平穩時(資料數列依照特定常數上下隨機跳動)較適用

## (2) 線性趨勢分析法

線性趨勢分析法是由數列中找出趨勢線，利用趨勢線作延伸外推分析進行預測。當資料呈現穩定之線性趨勢時，適用之。

## (3) 平滑法

平滑法主要是利用反饋自我調節原理，透過對資料作動態加權，越近期之資料其權數呈指數上升。平滑法須由預測者指定一個或多個平滑參數才能算出各觀察值的權數。基本單一指數平滑法以前期預測值加上對前期預測誤差之調整值對下一期進行預測。

**基本單一指數平滑法，公式如下：**

$$F_{(t+1)} = F_{(t)} + a(X_{(t)} - F_{(t)})$$

$$= F_{(t)} + a e_{(t)}$$

$F_{(t)}$  表第  $t$  期預測值； $e_{(t)}$  表預測誤差； $a$  表平滑係數

進階之平滑法如布朗(Brown)的一個參數線性指數平滑法、賀特的兩個參數平滑法、溫特的三個參數平滑法。

**布朗的一個參數線性指數平滑法：**

$$S1_{(t)} = aX_{(t)} + (1-a)S1_{(t-1)}$$

$$S2_{(t)} = aS1_{(t)} + (1-a)S2_{(t-1)}$$

$$A_{(t)} = S1_{(t)} + (S1_{(t)} - S2_{(t)}) = 2S1_{(t)} - S2_{(t)}$$

$$B_{(t)} = [a(t)/(1-a)] * (S1_{(t)} - S2_{(t)})$$

$$F_{(t+m)} = A_{(t)} + B_{(t)} * m$$

其中， $S1_{(t)}$  是單一指數平滑值； $S2_{(t)}$  為雙重指數平滑值；

$m$  表往後預測之期數； $a$  表平滑係數

相較於布朗，賀特(Holt)利用兩個參數分別對趨勢作平滑，提供了較大的彈性。直接利用前期一次平滑值加上前期二次平滑值來調整本期一次平滑值( $S1_{(t)}$ )，可以幫助消去時差，使  $S1_{(t)}$  較能反映目前狀況。

**賀特兩個參數指數平滑法，公式如下：**

$$S1_{(t)} = \alpha * X_{(t)} + (1-\alpha) * [S1_{(t-1)} + S2_{(t-1)}]$$

$$S2_{(t)} = b * [S1_{(t)} - S1_{(t-1)}] + (1-b) * S2_{(t-1)}$$

$$F_{(t+m)} = S1_{(t)} + S2_{(t)} * m$$

其中，

$S1_{(t)}$  表一次平滑值； $S2_{(t)}$  表二次平滑值

$X_{(t)}$  表第  $t$  期銷售量； $a, b$  表平滑係數； $m$  表示往後預測之期數

上述平滑方法可以處理非季節性的資料，但對於季節因素存在時，這些方法不理想。溫特的三個參數平滑法，較賀特方法多了一個處理季節性的因子，在季節性因素存在時特別適用。使用溫特之方法，其限制為至少需要一個季節特性完整週期(L 期)資料來決定  $I_{(t-L)}$ 。

**溫特的三個參數平滑法**，公式如下：

$$S1_{(t)}=a*(X_{(t)}/I_{(t-L)})+(1-a)*(S1_{(t-1)}+S2_{(t-1)})$$

$$S2_{(t)}=r*(S1_{(t)}-S1_{(t-1)})+(1-r)*S2_{(t-1)}$$

$$I_{(t)}=b*(X_{(t)}/S1_{(t)})+(1-b)*(I_{(t-L)})$$

$$F_{(t+m)}=(S1_{(t)}+b_{(t)}*M)*I_{(t-L+M)}$$

其中，

$S1_{(t)}$ 表一次平滑值； $S2_{(t)}$ 表二次平滑值；

$I_{(t)}$ 表季節性調整因子；

L 表季節性長度(或稱週期，如一年的月數或季數)

$X_{(t)}$ 表第 t 期銷售量；a、b、r 表平滑係數；

m 表示往後預測之期數

指數平滑法被廣泛使用之因主要為簡單且成本低，至於準確性部分則較其他複雜方法堅肯斯模式(ARIMA)為低。不過亦有學者指出指數平滑法與 ARIMA 模型之績效並無太大差異(Mills, 1990)。

Kolter(1991)指出，在擁有產品線過百個項目之公司，作有效且經濟之短期預測可以使用指數平滑法。另外，由於短期預測中，銷售量受促銷等事件影響變動性大，為了能夠反應該變動性，對不同時期資料採取不同資料加權，本研究將捨去固定加權之平均法，採用簡單且成本低之平滑法。而考量「週」為單位之銷售量資料變化性大、季節特性不明顯，所以將採用賀特兩個參數指數平滑法於本模型中。

然而時間序列方法僅將過去銷售量作為未來銷售量之函數，不考慮其他實際需求與影響因素，本研究透過多元回歸統計方法將這些影響因素考量進來。

## 2.2.5 因果銷售預測函數型態

在一般的因果銷售預測函數中，依其複雜性有一般線性回歸、非線性回歸。為方便操作，非線性回歸須轉換為線性，轉換後以半對數(Semi-log)線性回歸和雙對數(Double-log)線性回歸模型為常見。這些線性回歸模型定義如下：

■ 一般多元回歸線性模型： $Y = \alpha + \sum_i \beta_i X_i$

- 半對數線性回歸模型： $\ln Y = \alpha + \sum_i \beta_i X_i$
- 雙對數線性回歸模型： $\ln Y = \alpha + \sum_i \beta_i X_i + \sum_j \gamma_j \ln X_j$

其中  $X_i, X_j$  皆為解釋變數； $\beta_i, \gamma_j$  為解釋變數之係數

各文獻中使用函數型態，舉例如表 7：

表 7、因果銷售預測函數型態

作者	銷售函數型態
Venkatesh and Lakshman(1996)	雙對數線性
Francis J. Mulhern 等(1998) Blattberg and Wisniewski(1989) Mulhern and Leone(1991) Bolton(1989) 呂百舟(2000)	半對數線性
Jeong 等人(2002)	一般線性回歸

#### 本研究整理

一般而言，非線性回歸較線性回歸函數更能符合銷售量之變化趨勢，但是關於非線性函數對於銷售函數之績效，則說法不一。

Venkatesh and Lakshman(1996)認為銷售量函數以半對數方法表示並不太恰當。他認為銷售量之解釋變數，其解釋度並非全部都可以用指數表示之。統計模型中，對於質化因子(如品牌、顏色、性別等)多以虛擬變數(Dummy variable)「1」或「0」來表示該特徵值的有無。這些指標性變數，以指數來表示還算恰當。但對於彈性、邊際效果之解釋(如價格彈性)在轉換半對數形式後，會有過份高估之現象，使用雙對數線性形式可減輕這現象。

本研究中，由於銷售量預測回歸模型各解釋變數之數值差異甚大，指標性變數與一般性變數如價格同時存在，若用半對數線性函數並不恰當，易發發生變數影響效果被低估或高估之現象，故採用雙對數線性函數形式以減輕此現象。

### 2.2.6 銷售量影響因素

為建構出銷售預測之多元回歸模型，以下探討影響銷售量之相關因素。

影響銷售量之因素有很多，因為消費者購買行為一直是難以預測與理解的，長久以來許多學者試圖找出其主要影響因素。

企業透過制定行銷策略，採取各種行銷 4P 組合與行銷活動，來增加與刺激

消費者買氣 所謂行銷 4P 是指產品(Product)、價格(Price)、配銷(Place)、促銷(Promotion) 隨者 4P 組合的不同，會影響銷售量

Anderson & Simester(2003)指出零售商定價標示不同會影響產品之消費者購買決策，因而影響銷售量 他們認為零售商會透過各種方式向顧客發出信號，讓消費者覺得所標示的一個售價是相對較高或較低價格，如在售價標示旁加上「特價」標籤、9 字尾的標價、提供指標性商品以及售價比照保證。譬如在產品型錄或商品陳列架上之產品售價旁標示「特價」兩個字，就可以讓銷售量提升。此外，使用 9 字尾標價來暗示消費者降價出售的手法雖然常見，卻很有用。其對女性服飾型錄進行的研究結果顯示，當一產品的售價從 34 美元調漲至 39 美元，會讓消費者有低價的感覺，可以使銷售量提升三分之一。由此可見產品之定價、售價與價格變化會影響銷售量

Shankar & Krishnamusthi (1996)透過實證研究發現，不同連鎖店定價策略、價格折扣數、特徵廣告(Feature)與賣場特別展示(Display)等與銷售量間有顯著相關性

Mulhern & Leone(1995)在針對價格變動對銷售影響之研究中，透過對價格變動之幅度作分類進行銷售預測，發現不同價格變動幅度與商店特徵廣告、商品特別展示之有無會影響產品銷售量

其他零售相關研究(Mulhern, Williams & Leone 1998, Voss & Seiders 2003 等)亦指出產品本身價格因素(定價、售價、價格變動)、零售商與品牌商廣告、促銷活動(價格則扣幅度、促銷期長度)、賣場展示、特定假期與時間等因素會影響消費者購買行為，影響短期產品銷售量 而其他相關產品(如替代性、相依性產品等產品)之價格與促銷活動、品牌效益等亦會影響銷售量

此外，產品所處之產品生命週期階段其銷售量亦會不同 所謂產品生命週期是描述產品銷售史(Sales history)之概念 Kolter(1991)指出產品之銷售會經歷不同階段，在不同產品生命週期產品之銷售量、成本、利潤、行銷目標與價格策略等皆不同 在導入期產品銷售量成長緩慢，在成長期快速上升，而成熟期銷售量達到最高，成長率呈現停滯，於衰退期呈現負成長，而利潤在導入期最低，成長期快速上升，於成長期末即達到頂點

表 8、產品生命週期特徵

		導入期	成長期	成熟期	衰退期
特徵	銷售量	低	快速上升	達於顛峰	下降
	成本	高	中等	低	低
	利潤	負	逐漸上升	高	逐漸下降

	顧客	創新者	早期採用者	中期採用者	延遲購買者
行銷目標		產品知名度 與適用性	市場佔有率 極大	利潤極大、維持 市場佔有率	減少支出
價格策略		成本加成法	市場滲透定 價	配合或攻擊競 爭者價格	將低價格

本研究整理，資料來源：Kolter, "Marketing management-Analysis, Planning, Implementation and Control," 7<sup>th</sup> ed, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall Inc., 1991

Arminger(2002)亦指出銷售預測應考量資訊項目中，買賣方銷售促銷、行事曆規劃事件(如新產品上市、下市等)、產品製造商活動、產品歷史銷售資訊、季節與特殊節日等資訊

由以上文獻探討可以發現，影響銷售量之因素主要有價格、特徵廣告與展示、促銷活動、產品所處之生命週期階段、假期與特殊節日或季節性、競爭產品價格與促銷活動等 本研究將以上述因素建構銷售預測模型

## 2.3 基因演算法

基因演算法(Generic Algorithm)是由密西根大學 John Holland 教授於 1970 年代提出來的一般性最佳演算法則 是一種自然演進的搜尋式演算法，可以有效的解決函數最佳化和控制問題 因為該方法在使用上與邏輯上具有簡易性與易理解性，已經被應用在許多領域如商業、科學或工程上的最佳化問題上 尤其是在預測上 許多學者使用基因演算法來求預測模型的參數 也有一些學者將他與其他演算法合併，如類神經網路、simulated annealing、taboo search，以及一些探索啟發式應用上

基因演算法是一種模擬自然界演化程序的搜尋法，採取自然淘汰法精神，把欲找到的解答，透過染色體編碼、解碼，依據求解特性設計之適應函數計算適應性，將適應性較高染色體進行不斷的運算(複製、交配、突變)、世代繁衍，而搜尋到題目所要求的近似最佳解 類似傳統搜尋方法之漫步法(Random Walk Method)，是全搜尋法的一種 一般基因演算法演化流程如圖 4



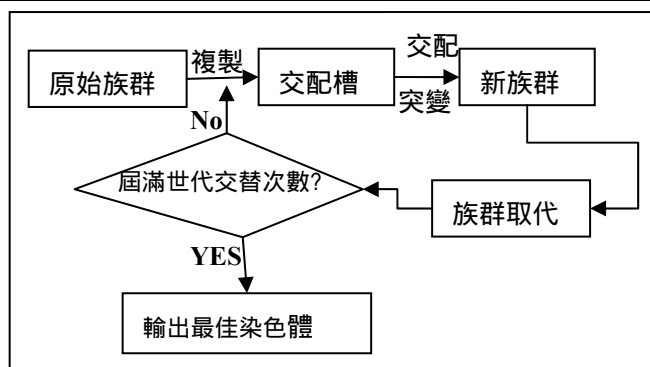


圖 4、基因演算法之演化流程圖

### 2.3.1 基因演算法運作流程

在進行基因演算法前，首先必須定義好適應函數(Fitness function)、以及編碼(Coding)、解碼(Decoding)方式，然後產生原始族群

#### 1. 定義適應函數

適應函數是基因演算法的績效指標 如  $\text{Max } f(X_1, X_2) = X_1 + X_2^2$ ，是以  $X_1$ 、 $X_2$  為適應性函數  $f$  的參數，而其目的為求最大之  $f$  值 則基因演算法演算法的目的就是要找到使  $f$  函數值最大的參數向量  $(X_1, X_2)$

#### 2. 決定編碼與解碼方式

為了有效的搜尋參數空間，首先需確認每個參數的搜尋範圍，再將每個參數以固定長度字串編碼 在基因演算法的編碼方式中，最常為人所用的有兩種—二進位編碼(Binary coding)與浮點數編碼(Float encoding)或稱為實數編碼(Real encoding)

在二進位編碼方式中，每一個實數參數都被預先轉換為  $n$  位元的二進位數字 例如  $x_1=9$  可編為 01001， $x_2=6$  編碼為 00110 參數搜尋的精確度決取於  $n$  的大小，也就是編碼的長度 越長者精確度越大，但是相對必須付出較高的記憶體空間和花費較長之計算時間，面對複雜問題如多維度或高精確度需求時也可能失真 當在連續空間中求參數最佳解時，二進位表示法會與真實問題的空間有所差異

在實數編碼方式，每一個參數不需再轉換為二進位數字，而是直接將所有參數編成一條染色體來進行運算，他可以較真切的表示真實的設計空間，如此對問題的運算較不會因編碼失真 在面對較複雜或變數較多的問題時，實數編碼方式較二進位編碼更有效率，運算速度較快

Herrera 等人(1997)等與陳建安(2000)透過研究發現以實數編碼之基因演算法效果較二進位編碼者為佳

### 3. 產生染色體

在基因演算法的術語中，將參數  $x_i$  串起來所構成的一個參數向量  $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$  稱為一個染色體(Chromosome)，而組成染色體的各個參數  $x_i$  稱為遺傳基因(Gene) 不同的基因(參數值)組合會產生不同的染色體(參數組合)，而每一個染色體對應到參數解空間中的一組解 基因演算法便是藉由模擬生物演化過程保留優良基因、淘汰不良者，以使適應能力指標逐代提高

在二進位編碼中，同時將每個參數所對應的二元碼串成二位元字串，即

$$P=b_1^1 b_1^2 \dots b_1^n \quad b_2^1 b_2^2 \dots b_2^n \quad \dots \quad b_m^1 b_m^2 \dots b_m^n ,$$

其中  $b_m^1 b_m^2 \dots b_m^n$  表參數  $x_m$  所對應的二進位碼， $m$  表參數個數

在實數編碼中，則直接將每一個參數  $x_i$  串起來構成一個參數向量，不再進行二進位編碼 表示為參數向量  $P=(x_1, x_2, \dots, x_n)$

### 4. 產生原始族群(Population)

在開始運算前，一般而言需藉由隨機方式產生  $Y$  個染色體，成為原始族群，亦即問題之初始解 族群的大小視問題的複雜度而定，域複雜者族群可設越大

以下介紹基因演算法的基本運算原理

### 5. 基因演算法的基本運算

#### (1). 複製(Reproduction)

依據適應函數值來決定哪個染色體將被複製到交配槽中與被複製的個數 合適性愈高者，其被複製的機率愈高，數目越多 輪盤法為較常使用的複製演算法 其適合度(適應能力)定義為： $PS_i = f_i / (f_1 + f_2 + \dots + f_y)$ ，其中  $f_i$  為第  $i$  個染色體的適應函數值， $PS_i$  為第  $i$  個染色體被選擇的機率， $y$  表族群大小

#### (2). 交配(Crossover)

交配運算子提供訊息交換機制，使染色體可以隨機的混合交換基因，以產生優秀的下一代染色體 以下分別介紹二進位編碼與實數編碼之交配方法

#### A. 二進位表示法

在二位元編碼方式中，其交配方式為，首先從交配槽中隨機選出一對染色體，然後再隨機選擇基因交換位置。根據文獻，目前已提出的二位元編碼之交配方法有單點交配、雙點交配及字罩交配等三種，以下將詳細介紹：

(i) 單點交配(One-point Crossover)：在選取的兩個染色體內隨機選擇一個交配點，將交配點後的基因全部交換 如下所示：

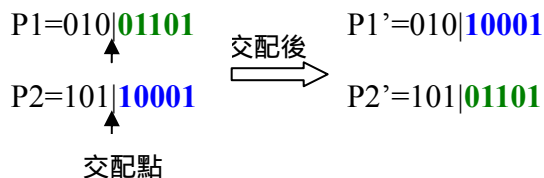


圖5、單點交配

(ii) 雙點交配(Two-point Crossover)：在選取的兩個染色體內隨機選擇二個交配點，將兩個交配點內的基因全部交換 如下所示：

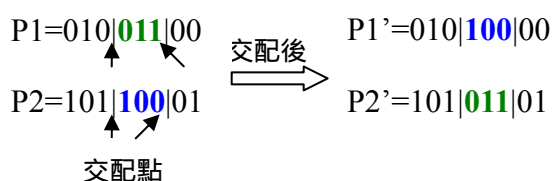


圖 6、雙點交配

(iii) 字罩交配(Mask Crossover)：先產生一與染色體長度相同之字串，即稱為字罩 字罩由0與1隨機產生之字串組合，當字罩位元為1時，則兩個染色體於字罩為1的位置互換，以形成新的染色體 如下所示：

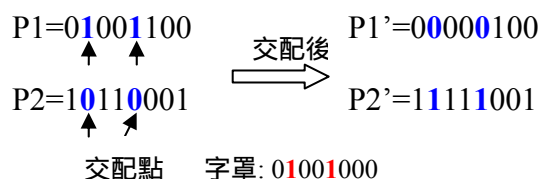


圖 7、字罩交配

## B. 實數表示法

除了上述的交配方式外，也有很多的文獻在討論交配的方式，包括多點交配等等。由於二進位的編碼方式無法滿足現實生活中所需解決的問題，且無法保證子代一定會比母代好，因此以實數為編碼方式的基因演算法因而產生。

一般較常見的實數編碼交配運算有簡單交配、算數線性交配等

(i) 簡單交配：

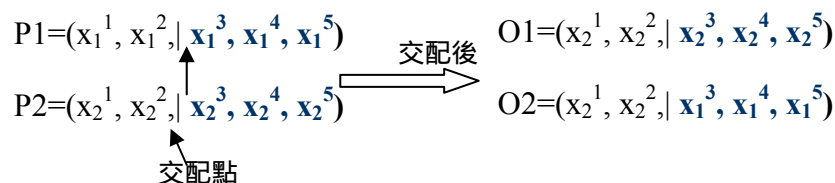


圖 8、實數編碼之簡單交配

(ii) 算數線性交配：

$$O1 = \alpha * P1 + (1 - \alpha) * P2$$

$$O2 = \alpha * P2 + (1 - \alpha) * P1$$

其中， $0 \leq \alpha \leq 1$

Herrea等人(1997)將模糊運算子(交集、聯集、補集合)之集合概念應用於基因演算法的交配中，強調交配時不只是透過點對點基因對換，在保留親代優良基因的同時，加入適當程度的變異，產生多個不同差異程度子代，使族群的相似度降低，以改善過早收斂、區域最佳解的問題。驗證發現該方法產生的解較其他交配方式來的佳。概念與運作介紹如下：

(iii) 模糊運算子交配(Fuzzy connectives based crossover)

將染色體基因( $X_i$ )的可變化範圍 $[A_i, B_i]$ 區分為四個區塊：

1. 已探索區(Exploitation zone)
2. 下未探索區(lower exploration zone)
3. 上未探索區(upper exploration zone)
4. 延伸的已探索區(relaxed exploitation zone)，其定義與公式如圖9與表9所示

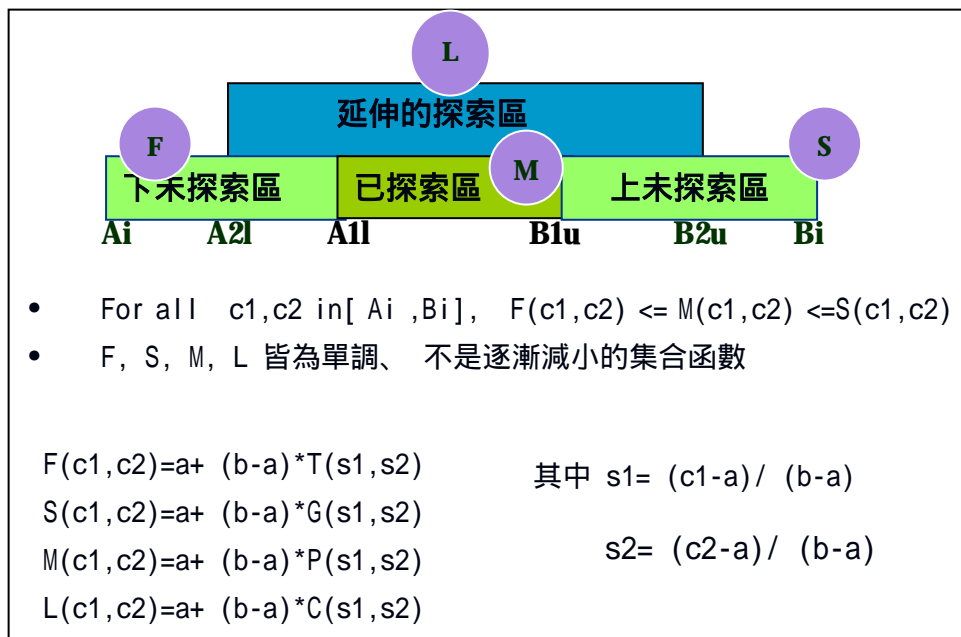


圖 9、模糊運算子交配相關公式與示意圖

(本研究整理，資料來源 Herrea 等人(1997))

表 9、模糊運算子交配相關公式與示意圖

運算子	交集 (T-norm)	聯集 (T-conorm)	平均函數 (Averaging fun. (0 ≤ ≤ 1) )	補集 (Gen.com.op)
運算子公式	$T(s_1, s_2) = \min(s_1, s_2)$	$G(s_1, s_2) = \max(s_1, s_2)$	$P(s_1, s_2) = (1 - \quad) * s_1 + \quad * s_2$	$C(s_1, s_2) = T(1 - \quad) - G$

(本研究整理，資料來源 Herrea 等人(1997))

透過此方式，對應上述四區塊，每次交配會產生四個子代，M、F、S、L 以下以 P1, P2 兩個染色體之第一個基因(參數)之交換運作機制，說明如下：

$$P1 = (5.9, 1.9, -0.8, -2.4, 0.5)$$

$$P2 = (5, -1.8, -0.5, -2.2, 0.8)$$

設第一個基因值之變化範圍為 [4.5, 7]，且加權平均之權數 = 0.3

由上述公式可得

$$s1=(5-4.5)/(7-4.5)=0.2$$

$$s2=(5.9-4.5)/(7-4.5)=0.64$$

$$T=\min(0.2,0.64)=0.2$$

$$G=\max(0.2,0.64)=0.64$$

$$P=(1-0.3)*0.2+0.3*0.64=0.374$$

$$C=0.2^{(1-0.3)}*0.64^{0.3}=0.2835$$

產生四個子代：

$$F=4.5+(7-4.5)*T=5.0748$$

$$M= 4.5+(7-4.5)*P=5.435$$

$$S= 4.5+(7-4.5)*G=6.1$$

$$L= 4.5+(7-4.5)*C=5.20875$$

Michalewicz(1992)、林郁文(2003)指出以方向為主 ( Direction-based ) 的運算子就是為了改善交配過程的演化，使子代能比母代更好。以方向為主的交配運算子使用目標函數的值來決定搜尋的方向。假設有兩個母代P1和P2，產生子代C1，則  $C1=P2+r*(P2-P1)$ ，其中r是介於1和0的隨機變數，且假設P2不比P1差，也就是說對於最大化問題，  $Fitness (P2) > fitness (P1)$

### (3)突變(Mutation)

基本上經由複製和交配的運算步驟已使問題解朝最佳化邁進，但為避免陷入區域最佳解 ( Local Optimal )，突變即是尋求另一種參數組合 ( 染色體 ) 的方式。突變是染色體中的某些基因偶然改變，染色體的每一個基因都有相等的機會突變，由突變機率來決定其選擇，通常突變機率都非常小，是為避免將優良的染色體大量遺失，染色體之基因不一定全部都要突變，通常給定一個突變機率來決定是否突變。

## 6. 族群取代方式

以新族群取代舊族群，如此進行汰舊換新的最佳化過程 一般取代方式有二，如下所述：

### (1). 整代取代：

假設新族群完全優於舊族群，將舊族群染色體完全以新染色體取代

## (2). 保留精英：

將舊族群適合度較高的前 M 名保留，其餘以新的染色體認挑 Y-M 個或選擇適合度較高的前 Y-M 個取代

## (3) 親子互競：

將親代染色體與子代染色體一起相比較挑出最佳者，進入新族群中

## 7. 停止運算演化條件

在正常運作下，要終止演化，通常有下列方式，視資料與問題複雜度設定之

## (1). 設定演化代數

## (2). 設定演化時間

## (3). 設定每代合適性之差異程度，當差異小到預設的值時，如 0.000001 則可以停止

## 2.3.2 基因演算法之特性與優、缺點與相關改善方法之文獻

Goldberg(1989)，蘇木春與張孝德(2003)、林郁文(2003)等人歸納幾項基因演算法的特性如下：

1. 基因演算法的運作是關於編碼後的參數，而不是參數本身 因此可以使用的範圍更廣
2. 在搜尋過程中，針對整個母體進行多點搜尋，而非僅是單點，相對於傳統最佳化搜尋法可以降低落入區域最佳解(Local optimum)的可能性，並且較快的獲得整體最佳解(Global optimum)
3. 基因演算法使用目標函數資訊不需微分或其他補助資訊，因此可以適用在各種型態的適應函數，如多目標或非線性函數等
4. 運用機率性(Probabilistic)規則引導搜尋方向求解，而不是使用明確性(Deterministic)規則 使其運作更有彈性，可以符合各類之最佳化問題

Potts等人(1994)、Herrea等人(1997)指出基因演算法雖然較傳統的演算法可以提供較佳的解，但是仍存在區域最佳解的問題 其中的原因有族群大小、適應函數設計、基因運算子(如複製、交配率、突變率等)之選擇與操作不當 除此之外，在演化的世代族群間缺乏相異性(diversity)，而對於子代基因的交換

部分其活動的範圍變化小，總是集中在親代基因值附近，造成難以跳脫區域解

Herrea等人(1997)利用模糊運算子(交集、聯集、補集合)之集合概念應用於基因演算法的交配中，強調交配時不只是透過點對點基因對換，在保留親代優良基因的同時，加入適當程度的變異，產生多個不同差異程度子代，使族群的相似度降低，以改善過早收斂、區域最佳解的問題

Jeong等人(2002)提出藉由比較最近一期最佳解與最佳解集合內所有解的相似度，計算族群差異指數，以做為判斷族群相似度的指標，以跳脫區域最佳解之陷阱 稱為群體差異指數(Population Diversity Index,PDI)，PDI概念圖如圖 10

PDI 公式如下：

$$PDI = \frac{\sum_{j=1}^{t-2} (\log_{t-1}(1+j)) * (\sum_{i=1}^n |Fi(t-1) - Fi(j)| / n)}{\sum_{j=1}^{t-2} \log_{t-1}(1+j)}$$

其中，t 表期間； t>=3;

n: 基因個數(參數量)；

i: 基因位置

j: 期間

$\log_{t-1}^{(1+j)}$  表權重值，期間差距愈大者，權重欲小

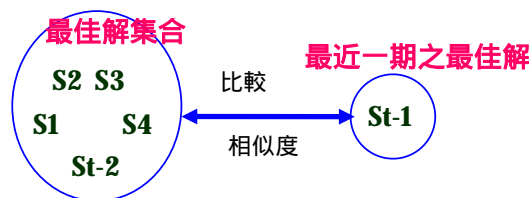


圖 10、群體差異指數之概念式意圖

資料來源：Jeong 等人(2002)

### 2.3.3 供應鏈中使用基因演算法的因果預測系統文獻

Jeong 等人(2002)結合統計線性回歸模型與基因演算法，提出了供應鏈中的一般性的因果預測系統 他們將預測系統分為二個階段，階段一為回歸訓練階段，透過線性回歸模型求解 階段二為基因演算訓練階段，將回歸模型解視為初始解，加以進行最佳化求解 他以玻璃工廠生產鎔鑄流程為例，預測鎔鑄過程的



績效與可能產品失誤率 他在基因演算法流程中加入族群差異指標(PDI)來引導演化方向,求全域最佳解 該研究結果顯示,結合基因演算法與族群差異指標的預測系統,預測結果(MAD=21.11)較傳統回歸模型預測結果(MAD=128.03)來的佳

該研究提供了基因演算法結合統計因果預測方法的觀念與架構 但是該架構為一般化之預測系統架構,非完整的短期銷售預測模型:

1. 該研究模型為一般性架構,並未針對短期銷售預測模型進行探討 且模型中僅採用一般因果回歸模型,未納入銷售量之時間序列特性,需加以調整才能適用於協同銷售預測中 .

2. 該架構中以線性回歸作為預測模型 但是根據第二章對於因果銷售預測函數型態文獻討論中發現,非線性回歸模型之績效一般而言比線性更能描述出實際資料之特徵

1