

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

資源配置最適化二階層線性規劃模型 - 以科技專案計畫預算分配為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2416-H-009-011-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：國立交通大學科技管理研究所

計畫主持人：虞孝成

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 8 月 10 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

資源配置最適化二階層線性規劃模型－以科技專案計畫預算分配為例

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC 94－2416－H－009－011－
執行期間：2005 年 08 月 01 日起至 2006 年 07 月 31 日

計畫主持人：虞孝成
共同主持人：
計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
 涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：交通大學科技管理研究所

中華民國九十五年八月十日

資源配置最適化二階層線性規劃模型之研究

—以科技專案計畫預算分配為例

摘要

在「資源有限」而「需求無度」的現實環境下，有效的資源分配一直是公營機構不斷追求的理想。傳統上資源分配的方法多傾向依據專家的主觀經驗來判斷，而衡量指標大部分仍以申請單位過去的績效表現為主，以作為資源分配的依據。這種單向思維的分配模式很難達到資源配置最適化之目標。因此，如何突破過去由上而下的單向資源分配思維，建構一套客觀、公平、及可量化的「資源配置最適化」模型，來克服因資源配置不當所衍生的相關問題，是值得深入研究的議題。

本研究的目的係在有限的資源條件下，避免資源過度集中，讓資源分配者與被分配者均覺得公平與滿意，使資源配置能發揮最大效益。基此，本研究結合改良式Fishbein模式，再透過預算分配二階層線性規劃模型，採取線性規劃法及「漸近法(successive approximations)」求解，對經濟部2003年「法人科技專案」之87筆研發計畫進行實證研究，結果發現運用二階層線性規劃模式進行預算分配時，可使各產業分別累積的貢獻度達到最大，且可使不同產業的滿意程度落差由40.8%大幅縮減至2.6%。

關鍵字：資源配置、最適化、二階層線性規劃、科技專案

Abstract

Due to the fact that precious resource is always limited but the needs for it are unlimited, the optimal allocation of resource is a problem of paramount importance in government or in business. Existing practices of resource allocation are generally based on past performance measures by projects or by organizations. Simple arithmetic average of such performance measures was used to calculate the average unit of resource that an average performer can receive. However, other important criteria should be considered to make resource allocation more objective and more acceptable to resource contenders. Additional resource allocation objectives include: maximizing the overall potential benefits of projects to be funded, minimizing the difference between the highest and the lowest hit rates of resource contending organizations, and special considerations for projects with strategic importance etc.

To formulate a mathematical resource allocation model with the above objectives and constraints is a challenging problem. To be able to solve this type of problems is even a bigger challenge. The mathematical model of bi-level linear programming will be attempted to address this problem. The R&D funding subsidy of Ministry of Economic Affairs' "Technology Development Program" will be used as an example to demonstrate the feasibility of our proposed model formulation and solution algorithms for resource allocation

Key words: Resource allocation, optimal, bi-level linear programming, MOEA, technology development program (TDP)

緒 論

在「資源有限」而「需求無度」的現實環境下，因為資源稀少凸顯資源合理分配的重要性，無論是國家資源、公營機構資源、亦或是民營企業資源，都必須盡力做到合理有效的分配，使資源的效益極大化，但是要如何做到資源合理有效的分配？要如何創造資源的效益極大化？此等資源配置的相關問題一直是產、官、學、研各界不斷努力的目標。

我們不難察覺當面對資源配置時，總有些單位會採取儘量向上階層機關爭取資源的策略，而造成多數資源流向少數單位的現象，倘真如此，可能會因大部份的資源被不當分配，其結果除造成資源的浪費外，更會影響下階層單位的長期發展。許多組織在面對資源分配的相關問題時，在「魚與熊掌」如何兼得的考量下，常常造成決策者許多決策上的猶疑與困擾。一般而言，資源分配的決策者多傾向採用由上而下(Top-down)的單向(Single-side)決策行為模式來主導所有的資源配置，而審查標準通常係依據申請單位過去的績效表現為衡量指標，以作為資源分配的依據。然傳統上經常運用資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)或層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)從事績效的評估，惟上述方法最後多半將求得的績效值以簡單加權法(Simple Weight Additive; SWA)、或算術平均法(Arithmetic Average Method)來執行資源分配。在檢視傳統資源分配作業的過程中，不難發現二個癥結問題：第一是由上而下的單向決策行為模式，忽略了下階層的決策行為與個別目標；第二是簡單加權、或算術平均等方法雖然簡單，但卻很難達到資源配置最適化之目標。其結果通常易導致資源配置不當，並造成綜合效益的急遽下降。

過去經濟部「科技專案計畫」決定產業技術領域別之經費分配比率及實際執行預算分配作業時，由於成本效益分析所需資料不易取得，且難度頗高，故在執行上往往透過專家評估或專家問卷調查等方式進行，所以分配結果較易受到個人因素或利益團體的影響。為克服此錯綜複雜的問題，本研究將運用資源配置二階層線性規劃模型用來對經濟部「法人科技專案計畫」進行實證研究，結合改良Fishbein模式，將單位績效值導入二階層規劃模型，採取線性規劃法及「漸近法(successive approximations)」求解方式，企圖解決各層級結構中因期望所衍生的取捨(Trade off)問題，以取代傳統的分配模式，讓資源分配者與被分配者均覺得公平與滿意，使有限的資源能達到最有效率的運用。

本研究架構於第二節將回顧資源分配文獻與相關理論，第三節探討二階層線性規劃之理論，第四節建構資源配置二階層線性規劃模型，第五節則針對科技專案計畫預算分配為例進行實證研究，第六節為本研究之結論與建議。

資源分配文獻與基礎理論探討

1. 資源分配文獻探討

在蒐集相關文獻的過程中，發現國內外專家學者對「資源分配」的相關研究成果尚稱豐富，除定(質)性的研究外，使用數量方法的研究概述如后：

在教育資源分配方面，林全等人(1996)[6]依補助制度理論，從補助款的運用效率、促進水平公平與垂直公平的效果、及對縣市財政自主程度的影響，來檢討國內現行中央政府對地方國民教育經費的補助制度，並就「教育基本補助」及「獎勵性補助」兩個面向，運用函數模型訂出新的補助款分配公式，以修正原來固定補助總額的公式。顧志遠(1999)[18]以生產力觀點，修正 DEA 模式使其具有提供多種改善方案的能力，輔以 DHP(Delphi Hierarchy Process)[25]方法完成評估指標，最後建立高等教育整合性生產力評估與資源分配模式。

在國防資源分配方面，鄭定洲(1985)[16]利用 Frank-Wolfe Algorithm 之觀念，發展二階層群策型多目標規劃法，可有效解決國防資源之分配問題，惟引用此法的先決條件是國防部決

策者和各總部決策者，均能夠妥善設定對兩總部間之加權比，及一對目標間的加權比。葉金成等人(1995)[15]依據系統與環境互動的觀點，考量國防系統和國防環境相關因素，利用系統動態學建構國防預算系統之因果關係結構，以瞭解在軍力優勢與劣勢時，我宜採行之預算分配政策。楊有恆等人(2004)[13]運用二階層線性規劃模式建構國防工業訓儲制度員額核配模型，來探討「中央主管機關」如何對政府單位與民營機關等「用人單位」實施公平、合理的員額核配，使人力作最佳的配置，以發揮人才效益最大化之目標。

在公共資源分配的問題方面，馮正民等人(1998)[12]採用路線別方式對服務路線與一般路線進行虧損補貼及績效補貼，結合公式型補貼及申請型補貼，並考慮中央與地方階層性的政府決策行為建立二階層補貼分配模式，進行補貼計畫的選取與補貼款的分配。Cassidy, Kirgy & Raike(1971)[19]則運用二階層線性規劃建構了聯邦政府財政資源之分配模式。

在科專預算分配方面，王健全(2000)[3]針對國科會科技評審專家進行調查，將科技專案經費分配之優先順序視專家評估準則及其賦予準則上之權重而定，並運用Fishbein的非補償模式處理評估之資料，進而推算科技資源的分配。孫克難(1998)[8]主要乃結合產業經濟學及公共經濟學的分析基礎，並引入Porter之「競爭策略」及「國家競爭優勢」的觀念，提出「企業目標、競爭環境與國家策略的雙輪多層面互動模式」，以供科技專案經費在產業別分配時之參考。

其他方面包括：高強等人(1994)[9]採拍拉圖最佳組織(Pareto Optimal Organization)之觀念，針對多決策單位之組織，以DEA評估其相對效率值，再引用一般化線性規劃問題解法，冀望總資源不變的條件下，求解出各決策單位認為最理想之資源分配方式，將資源重新分配與各決策單位，期能獲得整體更高的效率。

然經文獻分析後從二個面向來觀察，第一個面向是資源分配的相關研究雖然廣泛，但傳統上仍常運用 DEA、AHP、或 DHP 等法來評估申請單位的績效表現，並據以實施資源分配，這種單方面由上而下的處理過程中，常會過度簡化資源分配的實際問題，其結果通常非最適解。第二個面向是過去二階層線性規劃法的應用範圍雖然廣泛，大部份文獻仍以理論研究的發展與探討為主，因二階層線性規劃的求解過程通常較為繁瑣及困難，故對有關求解方法的相關文獻迄今仍付之闕如，因此，本研究試圖建構一個二階層規劃模式運用於資源分配上，並以自行研究的「漸近法」求解方式，以求出資源最適分配之有效解。

2. 補助制度理論

丁志權(1999)[2]指出美國補助制度依不同的標準有不同的種類，而各類補助款的效果亦各有不同。其實質內涵分述如后。

(1). 依是否指定用途分

依補助款是否指定用途為標準，可分為一般補助(General Grants)、與特定補助(Specific Grants)。所謂一般補助是指政府補助經費，不限定用途，受補助的單位可自由運用。在美國通常把特定補助稱為專項補助(Categorical Grants)。

(2). 依是否需配合款分

上級政府對下級政府的補助，往往或多或少需視下級政府的努力程度而定，而要求下級政府自籌部分配合款。配合款的規定方式不一，有開放式配合款(Open Ended Grants)、超額配合款(Increments in Matching)、變動配合款(Variable Matching)、及封閉式配合款(Closed Ended Matching)。

(3). 依計算方式分

補助金依計算方式的不同，可分為單位補助(Unit Grants)、及公式補助(Formula Grants)。單位補助係按單位數量多寡分配補助款；公式補助則是根據二項以上的相關要素，以計算補助款的多寡。

(4). 依是否具競爭性

補助款的分配依是否具競爭性為標準，可分為競爭補助(Competitive Grants)、及資格補助(Entitlement Grants)。競爭補助的獲得必須是受補機關提出比其他機關更好的條件，才能獲得補助；而資格補助則只要該機關符合某一資格者，便可取得補助，不必與其他機關競爭。

依補助制度的分類與內涵可以確知，科技專案計畫研發經費之分配係屬於「專案總額補助」。

3. 專案管理理論

(1). 專案管理目標

許光華等人(1998)[10]認為一個成功的專案，係指在成本(Budjeded Cost)、時間(Time Limit)的限制情況下，達到預期成果(Performance)¹。因為在執行專案時，成本、時間、成果都是事先設定的，所以專案管理(Project Management)必須在同時達成此三個互相獨立的目標。圖 1 即是代表此種關係。

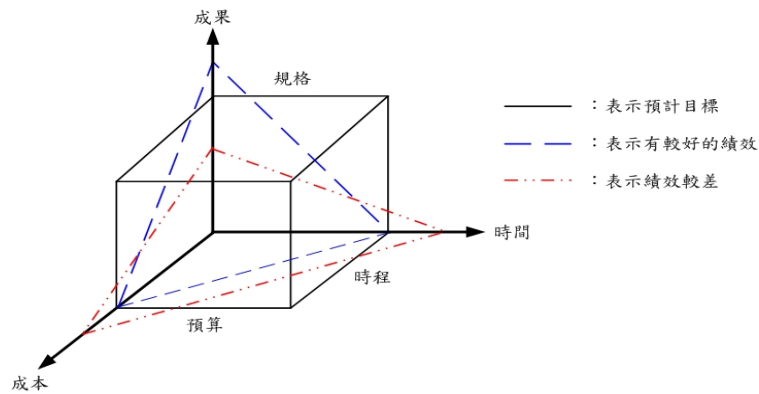


圖 1 專案管理的目標及其限制

資料來源：許光華、何文榮(1998)，「專案管理—理論與實務」，華泰書局，頁 4。

(2). 資源分配原則

許榮榕於 1995 年[11]從系統分析的觀點，研擬資源的最佳分配與運用效果，藉由成本效益分析選定最佳系統以符合任務的要求。資源最佳分配原則與成本效益分析關係詳如圖 2 所示。

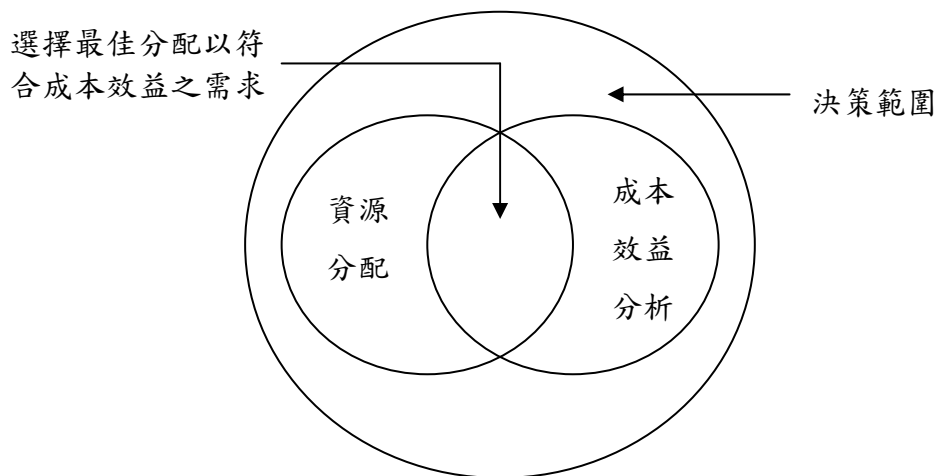


圖 2 資源最佳分配原則與成本效益分析之關係

¹ 在衡量專案的績效時，通常以規格作為成果的指標，以預算作為成本的指標，以時程作為時間的指標。

資料來源：許榮榕(1995)，「系統方法專案管理」，天一圖書公司，頁145。

二階層線性規劃理論探討

1. 背包問題

假設一個徒步旅行者準備攜帶一個背包去旅行，因背包可承受的最大重量為 W 公斤，所以在出發前他必須從食物、飲水、衣服等眾多可攜帶的品項(I)中，選擇適當的物品裝入背包，使背包內的物品總價值為最大，以利徒步旅行者能順利完成旅行，此即所謂的「背包問題(Knapsack Problems)」[17]。

已知徒步旅行者可攜帶的品項為 I_1, I_2, \dots, I_k ，每個品項的重量為 w_1, w_2, \dots, w_k ，每個品項對徒步旅行者可產生的價值為 v_1, v_2, \dots, v_k 。因考量背包能承受最大重量的限制下，為解決徒步旅行者在面對眾多物品中的取捨問題，本研究導入「決策變數」的概念。首先令 x_i 代表 I_i 之決策變數，且 $x_i \in \{1, 0\}$ ，當 $x_i = 1$ 時，表示該品項對徒步旅行者非常重要，故被挑選出來放入背包；當 $x_i = 0$ 表示該品項對徒步旅行者相對較不重要，故將予以捨棄，惟被挑選出來放入背包的物品總重量(w)不能超出該背包所能承受的最大重量(W)。從徒步旅行者可攜帶品項之 w 、 v 、 x 關聯建構背包問題之目標式與限制式詳如式(1)、(2)。

令 $det(X) = det(x_1, x_2, \dots, x_k)$ ，求得

$$Max \sum_{i=1}^k v_i \cdot x_i \quad (1)$$

$$s.t. \quad \sum_{i=1}^k w_i \cdot x_i \leq W \quad (2)$$

$$v, w, W > 0$$

$$x_i \in \{0, 1\}$$

w_i ：第 i 個物品之重量

v_i ：第 i 個物品對徒步旅行者之價值

x_i ：第 i 個物品之決策變數

W ：背包所能承受之最大重量

背包問題是最單純的整數規劃問題(Integer Programming Problems)，屬「單一階層的規劃模式」。而 Dantzig, G. B. [21,17]在 1957 年運用線性規劃法解決背包問題，係依單位重量的價值比由高而低排列形成 $v_1/w_1 \geq v_2/w_2 \geq v_3/w_3 \geq \dots \geq v_k/w_k$ ，這也就是說第 1 件物品每單位重量的價值比第 2 件物品高(或相等)，第 2 件物品又比第 3 件物品高(或相等)，其餘類推。

假如在背包問題中我們限定 v_i 均為正整數($i=1, 2, \dots, k$)，則很明顯的 $x_i = W/w_i$ 是線性規劃求解式(1)、(2)的最佳途徑。因此，本研究可採用「近似解」來處理複雜的背包問題，即令 x_i 代表 I_i 之決策變數，且 $x_i \in \{1, 0\}$ ，則

$$x_1 = [W/w_1],$$

$$x_2 = [(W - w_1 x_1)/w_2],$$

$$x_3 = [(W - w_1 x_1 - w_2 x_2)/w_3],$$

⋮

$$x_k = \left\lceil \left(W - \sum_{i=1}^{k-1} w_i x_i \right) / w_k \right\rceil \quad (3)$$

式(3)內之 $\lceil x \rceil$ 為 Gauss 符號，表示不大於 x 的最大整數。

2. 二階層線性規劃概念

二階層線性規劃法可視為二個階層背包問題的延伸，係一種層級分明的規劃模式。二階層的決策模式是現行生活中常見的自然模式，亦為多層階規劃模式最簡單的表現方式。

Liu & Hart(1994)[26,27]指出二階層線性規劃問題係上、下二個擁有目標衝突(conflicting objectives)的計畫階層所組合而成，每一個計畫階層均獨自控制其唯一的決策變數子集合，以優化各自的目標。二階層線性規劃之層級式架構乃利用一種嚴謹的層級秩序來規範每一個計畫者控制其決策變數的選擇，其決策機制係當外部計畫者(the outer planner)為達到最適價值(feasible values)，選擇企圖優化其目標函數的決策變數，而內部計畫者(the inner planner)在瞭解外部計畫者決策變數之完整資訊後，則選擇自己控制且可優化其目標函數的決策變數，以達到其最適價值。因此，二階層線性規劃問題意即在一個解集合(The Feasible Region)中求得最適解(The Optimal Solution)。由此可知，二階層決策系統運作程序為：(1)上級藉資源分配規則及審查機制之制定，向下級傳達明確的命令；(2)依據上級的命令，下級考量自己的目標與資源條件，訂定一組最佳「決策」；(3)下級依其最佳決策向上級提出資源需求計畫書(Proposal)；(4)俟上級受理下級單位提出的所有計畫書，依據本身的知識與權限完成審查作業，最後對有限資源作出「最適分配」的決定。

由二階層決策系統運作程序得知，上階層直接控制變數 x ，而下階層僅能直接控制變數 y ，且 x 、 y 均為決策變數，在總資源 u 的條件限制下，上、下階層之互動模式詳如圖3。

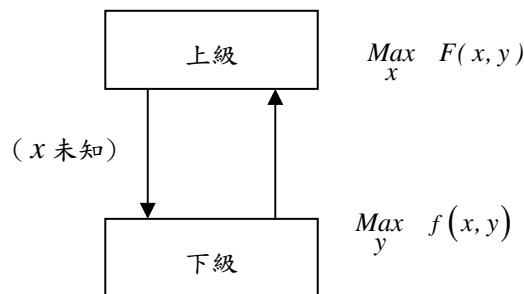


圖3 二階層線性規劃模式示意圖

Liu & Hart[26](1994)為解決二階層線性規劃問題，首先令向量 $a, c, x \in \mathfrak{R}^n$ ， $b, d, y \in \mathfrak{R}^{n_2}$ ；而 $u \in \mathfrak{R}^m$ ，再者，令 A 和 B 為 $m \times n_1$ 、 $m \times n_2$ 之矩陣，依其特性及程序得知，二階層規劃問題在總資源 u 的條件限制下，上、下二個階層之目標式與限制式詳如式(4)、(5)。

$$\text{上階層 } \quad \underset{x}{\text{Max}} \quad F(x, y) = ax + by, \quad (4)$$

where y solves

$$\text{下階層 } \quad \underset{y}{\text{Max}} \quad f(x, y) = cx + dy$$

$$\text{限制式 } \quad (x, y) \in S \quad (5)$$

The constraint set

$$S = \{(x, y) : Ax + By \leq u, (x, y) \geq 0\}$$

假設 S 集合有一個界限，且 $\mathcal{R}^{n_1+n_2} \setminus \mathcal{R}^{n_1+n_2}$ 不是一個空的子集合，既然 S 集合被假設為有界限，且不屬於空集合，則對應每一個向量 \bar{x} ，其下階層計畫者(the inner planner)的問題可界定為

$$\begin{aligned} \underset{y}{\text{Max}} \quad & f(x, y) = dy \\ \text{s.t.} \quad & By \leq u - A\bar{x}, \\ & y \geq 0 \end{aligned}$$

有關於向量 \bar{x} 的所有理想解集合被稱為下階層計畫者的最適反應集合(The Feasible Reaction Set)，以 $Y(\bar{x})$ 符號表示之；而上階層計畫者(the outer planner)的可行區域係包含在 S 集合內之 f 函數所有合理反應的集合，其定義為

$$\psi(S) = \{(x, y) : (x, y) \in S, y \in Y(x)\}$$

A point $(x', y') \in \psi(S)$ such that

$$ax' + by' \geq ax'' + by''$$

for all $(x'', y'') \in \psi(S)$

(6)

式(6)即為二階層線性規劃問題之最佳解(An Optimal Solution)。另有關於二階層線性規劃問題的幾何特性、定義、證明及解題技巧的討論可參考 Liu & Hart(1994)[26,27]、Hart, S. M.(1989)[23]的相關論述。

舉例說明頂點列舉法，假設二階層線性規劃目標式與限制式別為

$$\text{上階層} \quad \underset{x}{\max} \quad x + 3y$$

$$\text{下階層} \quad \underset{y}{\max} \quad -y$$

$$\text{s.t.} \quad -x + y \leq 3$$

$$x + 2y \leq 12$$

$$4x - y \leq 12$$

$$\text{且 } x \geq 0; y \geq 0$$

依限制式繪製圖 4，可以求得 $\psi(S)$ 子集合為(0,0)、(3,0)、(4,4)三個點的連線，接著在求解二階層線性規劃的問題時，為滿足下階層的目標式使 y 值達最大化($-y$)，且同時滿足上階層的目標式使 $x + 3y$ 值達最大化，故運用「頂點列舉法」可求出 BLLP 之最佳解為(4,4)

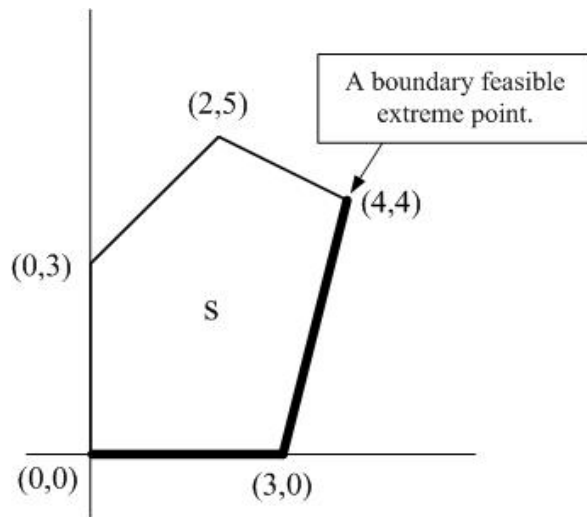


圖 4 二階層線性規劃之解集合與最佳解

資源配置二階層線性規劃模型建構

1. 資源配置一般概念

假設某總部(Head Quarter, HQ)年度內有一筆總計\$B元的預算，計畫分配給轄屬之下級單位(Units) U_1, U_2, \dots, U_k 運用，而總部之決策者應作出可優化其目標函數的決策，而下階層決策者則依上階層的決策結果，在優化自己的目標下選擇最佳方案，使預算能達到最有效率的運用，此為典型的「資源配置最適化」問題。換句話說，就是在有限資源充分發揮的考量下，上階層機構應要求下級單位實際產出的價值為最大，且同時控制各單位資源分配之相對差異為最小，使各單位均能得到正常與平衡的發展。預算分配二階層規劃示意詳如圖 5。

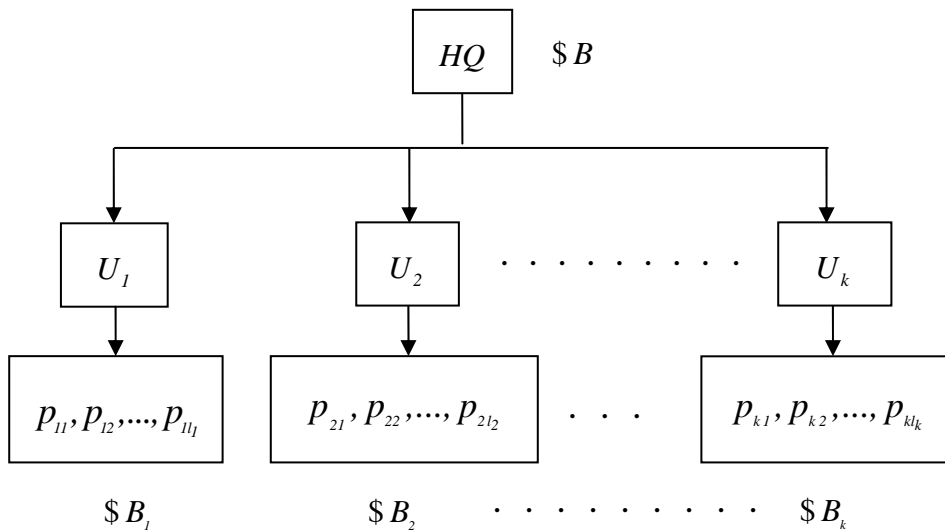


圖 5 某機構預算分配二階層規劃示意圖

如何在該機構有限的預算\$B元(已知)下，決定各個下級單位的預算\$B_i元分配(未知)。首先該機構計畫部門必須依總部決策者的指導擬訂具體的預算分配辦法，並要求下級單位依辦

法提出周詳的計畫申請書(Proposals)，而每一個計畫內容至少應包括二項資料，一是欲申請的預算金額(c)，二是計畫完成後所預期達成的價值(w)，以利總部實施審查與預算分配。

2.二階層規劃模式

一般而言，總部在執行資源分配時，所訂定的目標係在追求下級各計畫案所產生的價值為最大，此種價值稱為「絕對價值」。倘總部在絕對價值的政策指導下，將可能導致下級單位為創造更大價值，而在各計畫案中巧立名目暗中灌水，以爭取最大的預算，造成資源的過度浪費，而無法達到資源最有效率運用的目標。因此本研究採用「相對價值」的衡量方式來解決，也就是以「貢獻度」的方式來衡量。而貢獻度係下級單位「計畫產生價值」與「計畫獲得資源分配」的比率，式(7)之 v_{ij} 為第 i 個單位第 j 個計畫的貢獻度。

$$\text{貢獻度 } v_{ij} = \frac{w_{ij}}{c_{ij}} \quad (7)$$

位居上層階者要求下階層在總資源(B)的限制內產生最大之貢獻度，其目標式與限制式如式(8)、(9)。下階層之目標式表各單位追求計畫的貢獻度為最大；限制式則表示下階層單位間的資源分配總和不得大於上階層所掌握的總資源數。

$$\text{Max} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot x_{ij} \quad (8)$$

$$\text{S.t. } \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^k B_i \leq B$$

$$x_{ij} = \{0,1\}$$

總部在執行資源分配時，除要求下級各計畫案所產生的貢獻度為最大外，另應避免資源集中在少數單位而造成配置不公(當)的現象，故特應考量下階層單位所獲得資源分配的「相對差異」為最小，以達到資源運用最適化之目標。本研究採用「滿意度」的衡量方式來達到各單位相對差異最小，所謂滿意度係下級單位「實際獲得資源分配」與「期望獲得資源分配」的比率，式(10)之 R_i 為第 i 個單位全部計畫所獲得資源分配的滿意度。

令 $R_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ，則

$$\text{滿意度 } R_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{j=1}^n c_{ij}} \quad (10)$$

$$0 \leq R_i \leq 1$$

為確保下階層單位間資源分配合理，應先衡量下階層單位對上階層資源分配的滿意程度。首先令 U 為 R_1, R_2, \dots, R_n 之最大值，而 u 則為 R_1, R_2, \dots, R_n 之最小值。當下階層各單位滿意度之差距為最小時，表示對下階層單位而言資源分配愈均衡，其目標式詳如式(11)。

$$\text{Min}\{U - u\} \cdot \tag{11}$$

$$U = \text{Max } R(x_{ij} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n) ;$$

$$u = \text{Min } R(x_{ij} | i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n)$$

上述所建構的二階層資源分配模型，其最佳解必須能同時達到兩個目標，其一是下階層在總資源(B)的限制下必須能夠產出最大的價值，其二是下階層各單位滿意度之差距必須為最小，因上、下二個階層所追求的目標可能會產生互斥現象，而造成求解的困難度。然而從二階層資源分配模型得知，因下階層各單位計畫的價值(w_{ij})與所需資源(c_{ij})均為已知，故求解的關鍵係在上階層如何給予下階層每個計畫適當的決策變數(x_{ij})。

本研究試圖藉運用「線性規劃法」及「漸近法」綜合運用以求解。其解題的過程說明如后。

- 從各單位每件計畫所詳列之價值(w_{ij})與所需資源(c_{ij})，計算出各單位每筆計畫可產生之貢獻度(單位資源的價值比)。
- 依各計畫之貢獻度由高而低排列，也就是說排在第一筆計畫的貢獻度比排在第二筆計畫的貢獻度高(或相等)，依序類推。
- 採用線性規劃法的「近似解」來處理二階層資源分配的問題，以求解決策變數 x_i 。
- 依決策變數 x_i 計算各下級單位間的滿意程度。
- 採用漸近法經演繹求得滿意度差距趨近於最小時，即為二階層規劃問題之理想解(The Feasible Solution)。
- 倘若理想解未能趨近於最小時，則必須重新調整決策變數 x_i ，直至其理想解漸近至可接受的最適範圍內為止。

實證研究—以科專計畫預算分配為例

1.研究設計

(1).評估準則

林欣吾(2002)[7]從科專計畫投入與產業價值鏈間的關係切入來探討「績效觀測指標」，他認為科專計畫是一種政府支援國內產業技術研發的工具，所以從產業價值鏈的角度來看，科專計畫所構成的技術支援體系，產生的效益就必須在產業價值鏈各個環節發揮出來。準此，對應於產業價值鏈的每一環節，當可找出科專計畫投入後所產生的效益類別。故所產生的效益可區分成「創新/前瞻」、「關鍵產品/技術」、「共通/檢測性服務」、及「資訊、法律/其他服務」等四類，並進一步以此架構為基礎，發展完整的指標內容，以表示所顯現之效益[4]。以上四類效益類別之績效觀測指標詳如表 1。

表1 效益類別之績效觀測指標

效益類別	績效觀測指標
創新/前瞻	1.技術合作件數、技術引進件數、技術移轉金額
	2.專利(申請)件數、專利授權金
	3.參與制定國際標準件數

關鍵產品/技術	4. 學界合作研究件數 1. 技術合作件數、技術引進件數、技術移轉金額 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 產品或技術獲得國際認證數
共通/檢測性服務	1. 技術合作件數、技術引進件數 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 學界合作研究件數
資訊、法律/ 其他服務	1. 技術合作件數、技術引進件數 2. 專利(申請)件數、專利授權金 3. 研究報告與論文數 4. 研討會場次、人數

資料來源：林欣吾(2002)，一般科專計畫績效評估指標，台灣經濟研究月刊，第 25 卷 11 期：頁 70-71。

從表 1 效益類別之績效觀測指標可以彙整為「技術合作件數」、「技術引進件數」等十項指標。從經濟部技術處「科技研究發展專案簡介」[1]、及「九十二年度科技專案執行年報」[5]中所統計之指標包括「論文篇數」、「研究報告篇數」等九項指標。初步選取之績效指標、代號及定義彙整詳如表 2。

表2 績效指標名稱、代號及定義彙整表

代號	指標名稱	指標定義
k_1	論文篇數	在國內、外專業性雜誌、期刊上發表的篇數。
k_2	研究報告篇數	獲致國內外技術性報告、產業研究調查報告、及訓練心得報告。
k_3	研討會人數	與研究計畫現行技術有關的會議，以總人次為指標。
k_4	專利獲得應用件數	獲證國內外專利件數，及專利可授權給業界、學界使用之次數。
k_5	技術引進金額	藉與國外技術合作等方式，取得國外技術並引進國內之金額。
k_6	技術移轉金額	技術移轉給業界所收取的技術授權金與權利金之總額。
k_7	分包研究金額	將部分工作計畫交由業界或學界負責之轉委託金額。
k_8	委託案及工業服務金額	藉科技專案建立之技術，接受民間、政府委託從事特定產品之研究開發計畫，或對業界提供檢校、維修、技術輔導等服務。
k_9	促成投資生產產值	藉由技術移轉、業界合作等方式，促使廠商投資相關技術而衍生之產品生產，包括投資金額及相關產品之年產值。

資料來源：經濟部技術處「九十二年度科技專案執行年報」，頁 163-172。

(2).科專預算分配模型

中華經濟研究院王健全(2000)[3]認為要評估科技專案經費分配之優先順序，實無法純粹從經濟模式來分析，因此轉而從專家的觀點來探討，並利用 Fishbein 模式(1975)[22]處理評估之資料，進而推算科技資源的分配。但從王健全推展之 Fishbein 模式在求得每一個技術類別科技發展的評價後，僅運用簡單加權平均法來計算各技術類別的資源分配，並非資源分配的最適解。因此，本研究將修正 Fishbein 模式，並導入第四節所介紹的資源配置二階層線性規劃模型，以求取科技專案計畫預算分配之最適解。

依 Fishbein 模式修正，並計算出每個產業各個計畫的研發效益，其計算詳如式(12)。

$$e_{ij} = \sum_{k=1}^p w_k \cdot u_{ijk} \quad (12)$$

(且 $\sum_{k=1}^p w_k = 1$)

e_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫預期產生研發效益

w_k ：第 k 個評估準則的權重

u_{ijk} ：第 i 個產業第 j 個計畫在第 k 個評估準則預期獲得的成果

p ：準則數目

依式(12)所求得每個計畫的研發效益，再計算每個計畫對科技發展預期產生的貢獻度，即每個產業各計畫之「預期產生效益」與「預期預算分配」的比率，其公式詳如式(13)。

$$v_{ij} = \frac{e_{ij}}{c_{ij}} \quad (13)$$

v_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫預期產生貢獻度

c_{ij} ：第 i 個產業第 j 個計畫申請的預算金額

最後將式(13)導入二階層線性規劃模型，使每個產業均能達到各個計畫的貢獻度為最大外，經濟部亦能有效掌握資源的最適分配，以促進各產業的均衡發展。科專計畫預算分配二階層線性規劃模型之目標式與限制式詳如式(14)、(15)。

經濟部 $Min\{U - u\} \quad (14)$

$$U = Max R(x_{ij} | i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, n);$$

$$u = Min R(x_{ij} | i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, n);$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}}{\sum_{j=1}^n c_{ij}}$$

$$(0 \leq R_i \leq 1)$$

其中 x_{ij} 解得自

各產業 $Max \sum_i \sum_{j=1}^n v_{ij} \cdot x_{ij}$

$$v_{ij} = \frac{e_{ij}}{c_{ij}}$$

S.t. $\sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \leq B_i \quad (15)$

$$\sum_i B_i \leq B$$

$$x_{ij} = \{0, 1\}$$

(3).研究架構

本研究設計係透過文獻分析篩選出適當的評估準則，並計算出準則權重，再結合改良 Fishbein 模式以求取各產業之計畫貢獻度，最後透過預算分配二階層線性規劃模型，採「線性規劃法」及「漸近法」對科技專案計畫進行預算分配之實證分析。研究架構詳如圖 6 所示。

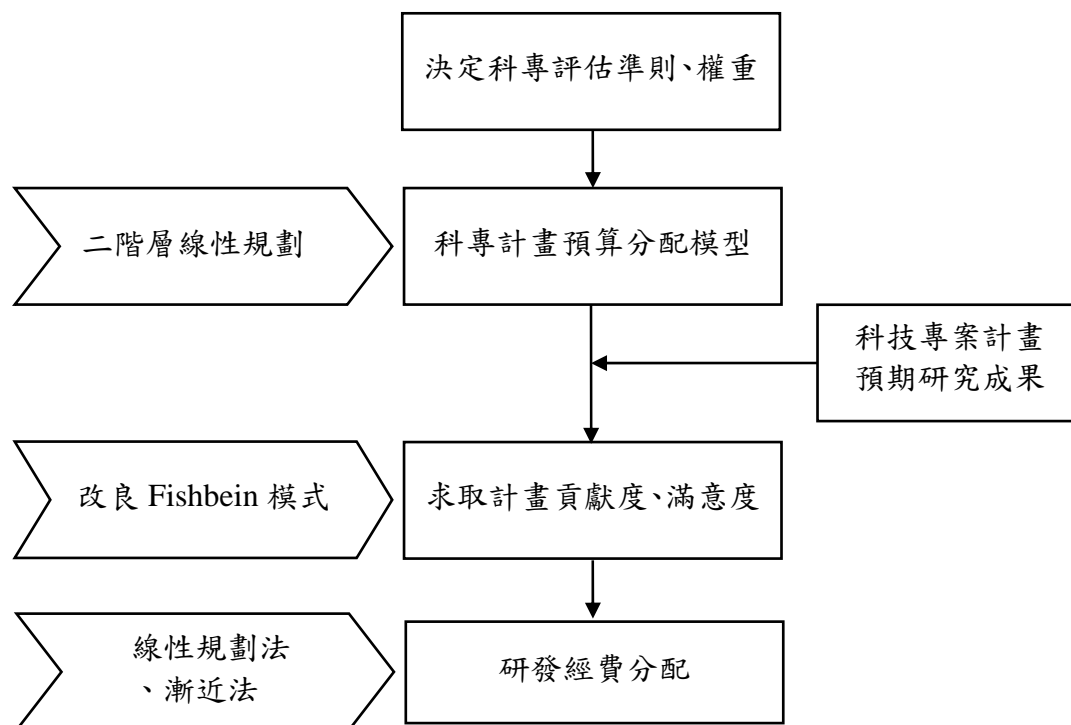


圖 6 論

文研究架構

2. 科專預算分配實證分析

(1). 資料蒐集

本研究實證資料來源係依據經濟部技術處(2004)[5]所出版之「九十二年度科技專案執行年報」，研究對象為2003年參與經濟部技術處法人科技專案計畫共87項，區分為通訊與光電產業17項、機械與航太產業21項、材料與化工產業22項、生技與藥品產業17項、其他產業10項，92年度各產業科技專案計畫經費分配比詳如表3。而各計畫之研究成果詳如附表1。

表 3 九十二年度科技專案計畫經費分配比

產業別	計畫數(筆)	研發預算(元)	百分比
通訊與光電	17	3,573,301,273	25 %
機械與航太	21	2,610,445,041	18 %
材料與化工	22	2,624,741,590	19 %
生技與藥品	17	1,814,261,797	13 %
其他	10	3,458,196,997	25 %
總計	87	14,080,946,698	100 %

(2). 資料處理

本研究係以「論文篇數」等九項準則作為科專計畫產出的績效值，因上述九種績效值的計算單位不盡相同，故在實證分析前，應先完成資料處理(Data Manipulations)，而本研究採用標準化(Standarization)及正規化(Normalization)兩種方法處理附表 1 之次級資料。

資料標準化主要目的是消除指標(觀察值)之間的計算單位，轉換成為一個純量值(scales)，以利數學運算及指標間之相互比較。標準化公式詳如式(16)。

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (16)$$

S ：樣本標準差

\bar{X} ：樣本平均數

n ：樣本數

然後再將標準化後之數值再利用正規化將標準化數值予以轉換，其正規化公式詳如式(17)。

$$\tilde{x} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \times 100 \quad (17)$$

經式(17)正規化後的數值將界於數值 0 至 100 之間，其正規化數值詳如附表 2，本研究將以該正規化後的數值進行各科專計畫研發效益與貢獻度的計算。

(3). 準則權重

經濟部考評委員會每年依政策指導及計畫目的重新檢討適度修訂準則權重，故每年權重均不盡相同。然近年來其審查標準仍以計畫可產出的利潤為首要考量因素，其次為技術引進與移轉、專利獲得與應用、論文、研討會、及其他服務，故本研究依經濟部對評估準則的重視程度賦予得點，再依得點計算出準則權重，其權重大小依序為 $k_9 > k_6 = k_5 > k_4 > k_1 = k_2 > k_3 > k_8 = k_7$ ，評估準則得點(d)及權重(w)如表 4。

表 4 科技專案計畫評估準則得點及權重

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	Σ
d	3	3	2	4	5	5	1	1	6	30
w	0.100	0.100	0.067	0.133	0.167	0.167	0.033	0.033	0.200	1.000

(4). 研發效益與貢獻度

將表 4 科技專案計畫評估準則權重(w)，及附表 2 科技專案正規化之績效值(u)代入式(12)中，計算每個產業各個計畫的研發效益(e)，結果詳如表 5。

表 5 各產業科技專案計畫研發效益

	通訊光電	機械航太	材料化工	生技藥品	其他
1	13.62	1.19	5.17	3.76	3.56
2	0.28	3.46	2.72	1.35	19.43
3	3.59	1.01	1.14	1.74	4.29
4	4.08	9.41	2.40	0.52	1.25
5	9.22	2.48	2.13	2.31	36.30
6	3.47	12.74	7.42	1.91	2.09
7	2.73	9.06	8.60	0.65	9.65
8	0.64	6.89	0.36	4.25	2.43
9	0.91	2.34	1.28	0.96	1.17
10	4.06	7.57	10.40	4.98	1.56
11	7.92	3.52	2.12	1.15	0.00
12	8.23	8.90	13.89	18.34	0.00
13	9.63	2.16	4.42	1.48	0.00
14	5.65	3.35	5.13	2.86	0.00

15	12.47	4.45	3.74	3.99	0.00
16	5.89	1.86	0.58	0.46	0.00
17	60.57	1.23	2.61	1.47	0.00
18	0.00	4.55	7.93	0.00	0.00
19	0.00	4.88	1.27	0.00	0.00
20	0.00	14.92	0.50	0.00	0.00
21	0.00	0.00	5.49	0.00	0.00
22	0.00	0.00	3.06	0.00	0.00

再將表 5.4 各產業科技專案計畫研發效益(e)、及表 5.1 各產業研究計畫經費(c)代入(式 5.5)中，計算每個產業各個計畫每一億元可產生的貢獻度(v)，其計算結果詳如表 6。

表 6 各產業科技專案計畫貢獻度(v)

	通訊光電	機械航太	材料化工	生技藥品	其他
1	1.88	4.42	3.49	2.52	0.94
2	1.95	4.95	1.87	1.77	5.79
3	8.17	2.18	9.51	1.61	1.60
4	3.03	4.90	2.38	1.26	1.76
5	6.65	5.21	3.58	2.51	2.15
6	2.49	7.89	4.07	1.96	2.18
7	3.00	7.97	4.05	1.10	2.76
8	1.44	4.12	2.47	3.59	2.23
9	2.69	2.31	5.19	1.16	4.19
10	1.52	3.94	3.85	3.69	1.20
11	3.74	1.92	3.26	0.79	—
12	3.85	6.48	5.02	11.02	—
13	2.99	2.89	3.08	1.66	—
14	5.99	6.24	4.66	3.56	—
15	8.24	7.08	4.18	2.12	—
16	4.53	2.05	2.53	1.13	—
17	7.40	2.74	4.26	1.01	—
18	—	4.05	4.47	—	—
19	—	3.74	2.74	—	—
20	—	2.79	2.29	—	—
21	—	0.00	1.53	—	—
22	—	—	3.71	—	—

(5).研發預算分配

本研究在進行預算分配之前，首先必須提出三個研究假設如后，以利實證推導。

- 93 年度研發經費將從原來的 140 億元，縮減為 110 億元，意謂於 92 年度法人科技專案中研發效益不佳的計畫將不再核給補助經費。
- 93 年度通過初步資料審查的計畫提案皆為 92 年度之延續計畫，而且每個計畫的研發經費和研發效益都是彼此獨立的。
- 92 年度的已核定的研發經費作為 93 年度計畫申請之研發經費，而法人科專計畫屬於「專案總額補助」方式。

考量經濟部技術處要求法人機構追求其計畫產出之貢獻度為最大的目標指導下，將表 6 各產業科技專案計畫依其貢獻度(v)由大至小予以排序，並採用「線性規劃法」來處理，直至總計畫預算累計達 110 億元以內為止，再針對每一個計畫依其排序給定一個決策變數 x_{ij} 值(選

取計畫 $x_{ij} = 1$ 、未選取計畫 $x_{ij} = 0$ ，以作為預算分配之依據，如此，可使各計畫的累積貢獻度為最大。計算過程如后：

$$\begin{aligned}
 x_{D12} &= 110/1.66 = 1 \\
 x_{C3} &= (110 - 1.66)/0.12 = 1 \\
 x_{A15} &= (110 - 1.66 - 0.12)/1.51 = 1 \\
 &\vdots \\
 x_{B11} &= (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14)/1.83 = 1 \\
 x_{A1} &= (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14 - 1.83)/7.23 = 0 \\
 x_{C2} &= (110 - 1.66 - 0.12 - \dots - 0.14 - 1.83)/1.45 = 1
 \end{aligned}$$

表 7 各計畫貢獻度由大至小排序彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>p</i>	D12	C3	A15	A3	B7	B6	A17	B15	A5	B12
<i>c</i>	1.66	0.12	1.51	0.44	1.14	1.61	8.19	0.63	1.39	1.37
<i>v</i>	11.02	9.51	8.24	8.17	7.97	7.89	7.40	7.08	6.65	6.48
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>p</i>	B14	A14	E2	B5	C9	C12	B2	B4	C14	A16
<i>c</i>	0.54	0.94	3.35	0.48	0.25	2.77	0.70	1.92	1.10	1.30
<i>v</i>	6.24	5.99	5.79	5.21	5.19	5.02	4.95	4.90	4.66	4.53
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>p</i>	C18	B1	C17	E9	C15	B8	C6	B18	C7	B10
<i>c</i>	1.77	0.27	0.61	0.28	0.90	1.67	1.82	1.12	2.12	1.92
<i>v</i>	4.47	4.42	4.26	4.19	4.18	4.12	4.07	4.05	4.05	3.94
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>p</i>	C10	A12	A11	B19	C22	D10	D8	C5	D14	C1
<i>c</i>	2.70	2.14	2.12	1.30	0.83	1.35	1.18	0.59	0.80	1.48
<i>v</i>	3.85	3.85	3.74	3.74	3.71	3.69	3.59	3.58	3.56	3.49
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
<i>p</i>	C11	C13	A4	A7	A13	B13	B20	E7	B17	C19
<i>c</i>	0.65	1.43	1.34	0.91	3.22	0.75	5.34	3.49	0.45	0.46
<i>v</i>	3.26	3.08	3.03	3.00	2.99	2.89	2.79	2.76	2.74	2.74
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
<i>p</i>	A9	C16	D1	D5	A6	C8	C4	B9	C20	E8
<i>c</i>	0.34	0.23	1.49	0.92	1.39	0.14	1.01	1.01	0.22	1.09
<i>v</i>	2.69	2.53	2.52	2.51	2.49	2.47	2.38	2.31	2.29	2.23
	61	62	63	64	65	66	67	68	70	Σ
<i>p</i>	B3	E6	E5	D15	B16	D6	A2	B11	C02	69
<i>c</i>	0.46	0.96	16.92	1.88	0.91	0.98	0.14	1.83	1.45	109.85
<i>v</i>	2.18	2.18	2.15	2.12	2.05	1.96	1.95	1.92	1.87	283.54

註：A：通訊與光電產業；B：機械與航太產業；C：材料與化學產業；D：生技與藥品產業；E：其他產業；*p*：研發計畫；*c*：研發經費(億元)；*v*：計畫貢獻度。

當排序至第 68 筆計畫(B11)時，預算已達 108.4 億元，若接受第 69 筆計畫(A01)時，則預算將超出 110 億元，若接受第 70 筆計畫(C02)，則可使預算達到最大(109.85)之要求。各計畫貢獻度排序、決策變數、及預算分配詳如表 7、8、9。

表 8 各產業每筆計畫之決策變數彙整表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

A	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
D	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 9 各產業經核准之計畫預算表

產業別	申請筆數	核准筆數	申請金額	核准金額	百分比
通訊與光電	17	14	35.73	25.38	23.10
機械與航太	21	20	26.10	25.43	23.15
材料與化工	22	21	26.25	22.67	20.64
生技與藥品	17	8	18.14	10.27	9.35
其他產業	10	6	34.58	26.10	23.76
Σ	87	69	140.8	109.85	100.00

註：金額單位為新台幣億元

依表 5.6 計算各產業的累計貢獻度²(V)為： $V_1 = \sum v_{1j} = 64.71$ ； $V_2 = \sum v_{2j} = 87.88$ ； $V_3 = \sum v_{3j} = 80.67$ ； $V_4 = \sum v_{4j} = 30.97$ ； $V_5 = \sum v_{5j} = 19.31$ ； $V = \sum v_i = 64.71 + 87.88 + \dots + 19.31 = 283.54$

經濟部在執行研發經費分配時，除追求各計畫案所產出之總貢獻度為最大外，另為考量產業間的均衡發展，以避免資源過度集中在明星產業，而阻礙了新興產業的發展，故應同時考量對各產業間所核准的預算分配滿意度落差趨近為最小，以達到經費運用最適化之目標。從表 9 各產業獲核准得預算額度可計算出各產業間之滿意度³(R)為：

$$R_1 = 25.38/35.73 = 71\% ; R_2 = 25.43/26.10 = 97.4\% ; R_3 = 22.67/26.25 = 86.4\% ; R_4 = 10.27/18.14 = 56.6\% ; R_5 = 26.10/34.58 = 75.5\%$$

R 為所有單位的最大滿意度，而 r 則為所有單位的最小滿意度。將 R=97.4 與 r=56.6 代入式(14)，求得 R-r=97.4-56.6=40.8。

而上述方式僅依所有計畫貢獻度大小為選取之必要條件，雖可使各計畫的累積貢獻度為最大(V=283.54)，但僅可滿足下階層的目標式與限制式之要求，但各產業間滿意度之差距卻高達 40.8。因此，我們必須重新調整並排序。

首先計算所有產業的平均滿意度約為 78%(R=(110/140)=78.6%)。接著採用「線性規劃法」及「漸近法」來處理，區分各產業依計畫之貢獻度由大至小予以排序，然後再從各產業別中選取可獲補助之計畫，直至各產業的滿意度約達 78%左右為止，除可使各業產的貢獻度達到最大外，也使各產業間滿意度的差距為最小，最後針對每一個計畫依其排序給定一個決策變數 x_{ij} 值，以作為預算分配之依據。經重新試算與排序後，求得各產業研發經費(c)、貢獻度(v)、決策變數(x)彙整詳如表 10~表 16。

表 10 通訊與光電產業研發經費、貢獻度彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

² V_1 ：通訊與光電產業之貢獻度； V_2 ：機械與航太產業之貢獻度； V_3 ：材料與化學產業之貢獻度； V_4 ：生技與藥品產業之貢獻度； V_5 ：其他產業之貢獻度； V ：所有產業之總貢獻度。

³ R_1 ：通訊與光電產業對研發經費分配之滿意程度； R_2 ：機械與航太產業之滿意程度； R_3 ：材料與化學產業之滿意程度； R_4 ：生技與藥品產業之滿意程度； R_5 ：其他產業之滿意程度。

<i>p</i>	A15	A3	A17	A5	A14	A16	A12	A11	A4	A7	A13	
<i>c</i>	1.51	0.44	8.19	1.39	0.94	1.30	2.14	2.12	1.34	0.91	3.22	
<i>v</i>	8.24	8.17	7.40	6.65	5.99	4.53	3.85	3.74	3.03	3.00	2.99	
	12	13	14									Σ
<i>p</i>	A9	A6	A10									14
<i>c</i>	0.34	1.39	2.67									27.91
<i>v</i>	2.69	2.49	1.52									64.28

表 11 機械與航太產業研發經費、貢獻度彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>p</i>	B7	B6	B15	B12	B14	B5	B2	B4	B1	B8	B18	
<i>c</i>	1.14	1.61	0.63	1.37	0.54	0.48	0.70	1.92	0.27	1.67	1.12	
<i>v</i>	7.97	7.89	7.08	6.48	6.24	5.21	4.95	4.90	4.42	4.12	4.05	
	12	13	14	15								Σ
<i>p</i>	B10	B19	B13	B20								15
<i>c</i>	1.92	1.30	0.75	5.34								20.77
<i>v</i>	3.94	3.74	2.89	2.79								76.67

表 12 材料與化工產業研發經費、貢獻度彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>p</i>	C3	C9	C12	C14	C18	C17	C15	C6	C7	C10	C22	
<i>c</i>	0.12	0.25	2.77	1.10	1.77	0.61	0.90	1.82	2.12	2.70	0.83	
<i>v</i>	9.51	5.19	5.02	4.66	4.47	4.26	4.18	4.07	4.05	3.85	3.71	
	12	13	14	15	16	17	18	19				Σ
<i>p</i>	C5	C1	C11	C13	C19	C16	C8	C20				19
<i>c</i>	0.59	1.48	0.65	1.43	0.46	0.23	0.14	0.22				20.21
<i>v</i>	3.58	3.49	3.26	3.08	2.74	2.53	2.47	2.29				76.42

表 13 生技藥品產業研發經費、貢獻度彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>p</i>	D12	D10	D8	D14	D1	D5	D15	D6	D2	D13	D3	
<i>c</i>	1.66	1.35	1.18	0.80	1.49	0.92	1.88	0.98	0.76	0.90	1.08	
<i>v</i>	11.02	3.69	3.59	3.56	2.52	2.51	2.12	1.96	1.77	1.66	1.61	
	12	13										Σ
<i>p</i>	D4	D9										13
<i>c</i>	0.41	0.83										14.24
<i>v</i>	1.26	1.16										38.42

表 14 其他產業研發經費、貢獻度彙整表

	1	2	3	4	5	6	7					Σ
<i>p</i>	E2	E9	E7	E8	E6	E5	E4					7
<i>c</i>	3.35	0.28	3.49	1.09	0.96	16.92	0.71					26.81
<i>v</i>	5.79	4.19	2.76	2.23	2.18	2.15	1.76					21.07

表 15 各產業每筆計畫之決策變數彙整表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
B	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
C	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
D	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

表 16 各產業經核准之計畫預算表

產業別	申請筆數	核准筆數	申請金額	核准金額	百分比
通訊與光電	17	14	35.73	27.91	25.4
機械與航太	21	15	26.10	20.77	18.9
材料與化工	22	19	26.25	20.21	18.4
生技與藥品	17	13	18.14	14.24	12.9
其他產業	10	7	34.58	26.81	24.4
Σ	87	68	140.8	109.94	100.0

註：金額單位為新台幣億元

經重新排序後，在總研發經費的限制下，共選取 68 筆計畫。而各產業之平均貢獻度(V)為： $V_1 = \sum v_{1j} = 64.28$ ； $V_2 = \sum v_{2j} = 76.67$ ； $V_3 = \sum v_{3j} = 76.42$ ； $V_4 = \sum v_{4j} = 38.42$ ； $V_5 = \sum v_{5j} = 21.07$ ； $V = \sum v_i = 64.28 + 76.67 + \dots + 21.07 = 276.86$

另依表 16 各產業可獲核准之預算分配額度，計算出各產業的滿意度(R)分別為： $R_1 = 78.1\%$ 、 $R_2 = 79.6\%$ 、 $R_3 = 77.0\%$ 、 $R_4 = 78.5\%$ 、 $R_5 = 77.5\%$ ，再將 $R=79.6$ 與 $r=77.0$ 代入公式(14)，求得 $R-r=79.6-77.0=2.6$ 。此結果使各產業各自的貢獻度仍可達到最大之要求外，各產業滿意度之差距卻從原來的 40.8 大幅縮減至 2.6，而所有產業累積之總貢獻度也僅從 283.54 小幅微降至 276.86，由此可知，此分配結果為有效解。故經濟部技術處可據表 10~表 14 執行研發經費之分配。

經上述演算過程所得的預算分配，已確能達到各產業所產出的相對價值為最大，及滿意度之差距為最小之雙重目標。

3. 討論

(1). 傳統排序的預算分配模式

本研究採傳統「貢獻度排序」之模式實施預算分配時，以研發計畫可預期產出的貢獻度作為主要依據，依其研發的貢獻大小予以排序，並在總預算 110 億元的限制下進行預算分配。將各產業計畫申請預算與獲准分配的預算對照調製成圖 7，從圖中觀察發現，機械與航太產業被核准之研發預算佔年度總預算的 23.2%，較申請預算的 18.5% 大幅提昇了 4.7%，而生技與藥品產業被核准之研發預算佔總預算的 9.4%，較申請預算的 12.9%，下降了 3.5%。僅以貢獻度大小排序之預算分配模式，表面上似乎可使科專計畫所產出之貢獻予以極大化，但卻可能因申請與獲准預算額度的變化幅度太大，而造成預算在產業間的快速挪移與震盪，此種結果將不利於產業間的均衡發展。

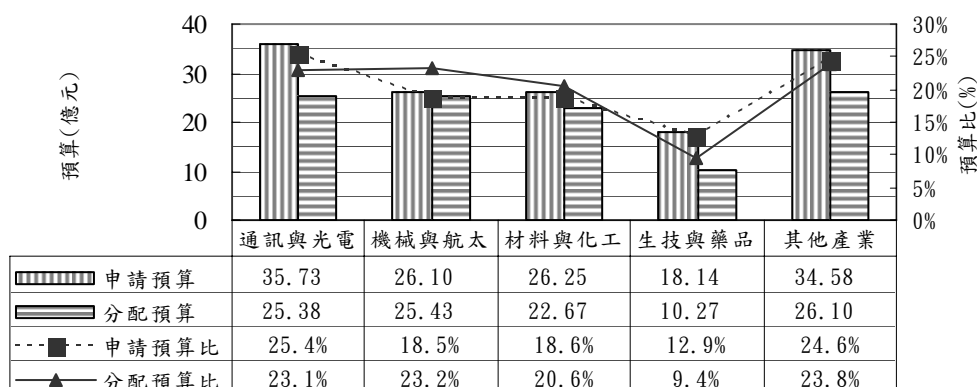


圖 7 傳統排序之預算分配對照

(2).二階層線性規劃的預算分配模式

本研究以「二階層線性規劃」模式進行預算分配，除考量研發計畫可預期產出的貢獻度外，亦顧及產業間未來整體的均衡發展。因此，在預算分配時，應先律定各業產間適切的預算分配比例，再將 93 年度 87 筆專案計畫區分產業別，並依其貢獻度大小予以排序，在總預算 110 億元的限制下執行預算分配，使各產業科專計畫預期產出的貢獻度為最大，也使各產業間對預算分配的滿意程度差距為最小。將各產業計畫申請預算與獲准分配的預算對照調製成圖 8，從圖中觀察發現，各產業間計畫申請的預算分配比例與獲核准的預算分配比例之變化幅度明顯縮小，其預算分配結果將不致對產業發展造成劇烈的衝擊，使每個產業皆能在國家政策的指導與培植下均衡地發展。

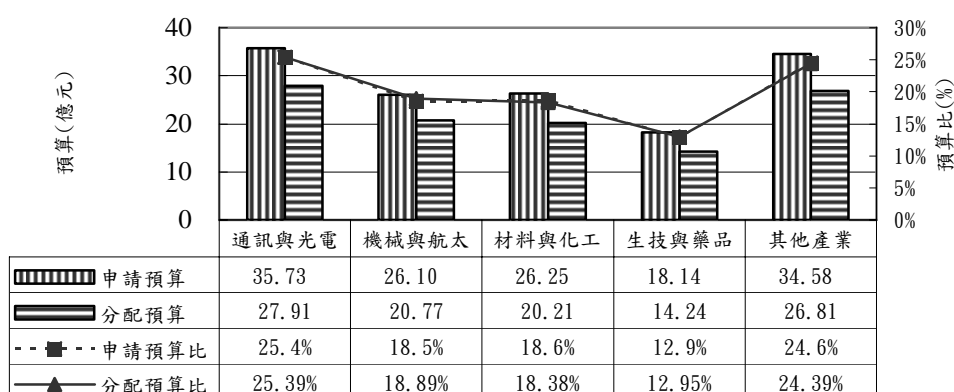


圖 8 二階層線性規劃之預算分配對照

(3).預算分配模式的比較

本研究將「貢獻度排序」及「二階層線性規劃」二種分配模式產生的貢獻度與滿意度⁴調製成圖 9。從圖上觀察發現，採用傳統規劃模式進行預算分配時，機械與航太產業對預算分配的滿意度高達 97.4%，而生技與藥品產業對預算分配的滿意度卻僅達 56.6%，機械及生技兩個產業對滿意程度的差距竟然高達 40.8%，可見傳統規劃模式將造成年度的研發經費過度集中於機械與航太產業，而直接影響了生技與藥品產業的整體發展；若改採二階層線性規劃模式進行預算分配時，則各產業的滿意程度落差將從原來的 40.8% 大幅縮減至 2.6%，雖然機械與航太產業、及材料與藥品產業可獲分配的經費減少，滿意度略呈下降情形，但其遭刪除

⁴ 圖中所示貢獻度(1)：係由傳統規劃(貢獻度大小排序)模式求得；貢獻度(2)：係二階層規劃模式求得；滿意度(1)：傳統規劃模式求得；滿意度(2)：二階層規劃模式求得。

的均為該產業中研發成效不佳的計畫，如此作法卻有助於新興的生技與藥品產業之萌芽與發展。由此可知，二階層線性規劃之預算分配模式是不失為一種合理的解決方法。

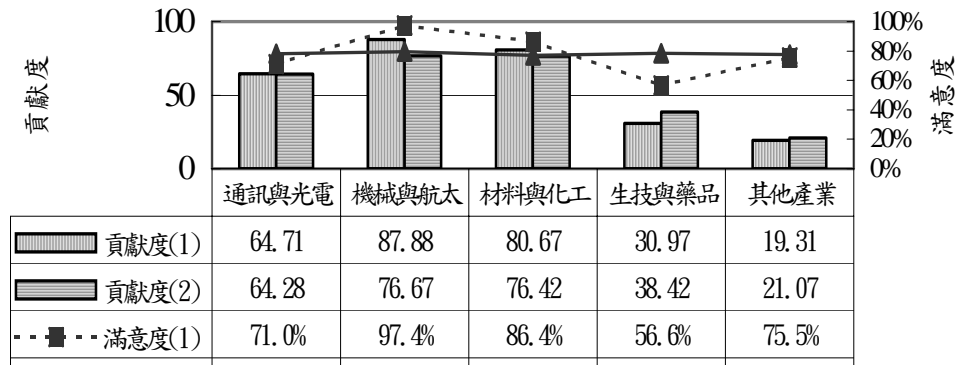


圖 9 各產業科專計畫貢獻度與滿意度對照

結論與建議

本研究經模型的建構與實證分析後，已獲致相當的研究成果與貢獻，惟同時也發現一些本研究未能涵蓋的問題，特綜整於結論與建議中，以利後續之研究。

1. 結論

- (1). 經實證發現，本模型確能讓經濟部在總研發經費的限制條件，及不影響產業均衡發展的前提下，促使各產業的研發計畫預期產出的貢獻度為最大，並可同時追求各產業間所獲預算分配的差異為最小，達到預算分配最適化之要求。未來將針對其他類型的資源進行實證研究，以強化此模型的操作性。
- (2). 本研究最大的貢獻在於結合了改良式的 Fishbein 模式，將單位績效值導入二階層線性規劃模式，建構出一個客觀的「資源分配」模型，並採取自創的「漸近法」求解方式，來取代傳統以專家主觀經驗來判斷的分配模式，這種以兩階層雙向的互動模式打破了過去由上而下的單向思維模式，不但可使資源分配者與被分配者均覺得公平與滿意，更可將有限的資源達到最有「效率」的運用。
- (3). 科專計畫審查的評估準則與權重不易獲得，本研究採文獻分析與專家討論的方式來萃取準則與設定權重，這是本研究最大的限制因素，未來若能獲取更貼進真實與具體的準則變數與權重，對模型的解釋將更具說服力。

2. 建議

- (1). 制定「產業評估標準」：法人科技專案計畫目前概區分為通訊與光電、機械與航太、材料與化工、生技與藥品等四個產業，每個產業所處的產業環境與定位均不盡相同，所以會呈現不同的產業特性與發展，因而導致不同的研發方向與研究重點。生技與藥品產業因仍處於萌芽階段，故研發成果應以期刊、論文、或專利申請為主，而通訊與光電產業已進入成熟期，故研發成果以能創造出的利潤為評估標準，基此，經濟部應依每個產業的特性重新建立不同的評估標準，並作為研發經費分配之依據，方不致因評估的偏差而扭曲了產業的發展。
- (2). 設定「貢獻臨界值」：從表 5.16 得知，除生技與藥品產業因產業的特性而導致貢獻度普遍呈現不佳的情形外，通訊與光電產業的貢獻度亦不盡理想，這種現象將不利於科技專案計畫的長遠發展。因此，經濟部技術處應針對每一個產業特性，分別設定一個合理的臨界值(Critical Point)，作為研發績效控管的機制，凡年度科專計畫所預期的研發貢獻低於產業

的臨界值時，則要求相關機構將全案重新檢討或撤消，期使每筆獲准核定的專案計畫均能達到一定的貢獻水準之上。

- (3). 建立「獎懲配套機制」：科專預算的分配主要係以研發計畫可預期產出的研發成果為主要審查依據，而在年度財政預算的限制條件下，預算的配置多少都會發生一些排擠的現象，為避免產業間因過度競爭而衍生出研發計畫浮報成果的情形，經濟部應研擬相關獎懲配套機制，嚴格控管研發經費執行情形，舉凡發現有預算支用不當、或研發成效不佳的計畫時，應即予以懲處，以昭公信；另對於研發績效卓著、或特殊貢獻之計畫，應適時著予獎勵，以提升研發士氣。

參考文獻

1. 2004 科技研究發展專案簡介，經濟部技術處，2004 年。
2. 丁志權，中美英三國教育經費財源與分配制度之比較研究，師大書苑，台北，1999 年。
3. 王健全，「科技專案經費分配之優先順序：專家的觀點」，亞太經濟管理評價，第 4 卷第 1 期，1-17 頁，2000 年。
4. 周妍劭，「專家為主、指標為輔—科技專案績效考評作業運作模式」，台灣經濟研究月刊，第 27 卷 1 期：27-33 頁，2004 年。
5. 周霞麗等，九十二年度科技專案執行年報，經濟部技術處，台北，2004 年。
6. 林全、王震武、林文瑛，中央對國民中小學教育經費補助制度之研究，行政院教育改革審議委員會，台北，1996 年。
7. 林欣吾，「一般科專計畫績效評估指標」，台灣經濟研究月刊，第 25 卷 11 期，62-71 頁，2002 年。
8. 孫克難，「政府角色與科技專案經費分配的理論基礎」，經濟情勢暨評論，第 4 卷第 1 期，106-126 頁，2004 年。
9. 高強、高重光，「由資源分配提升多單位組織之整體效率」，中山管理評論，第 2 卷 2 期，18-28 頁，1994 年。
10. 許光華、何文榮，專案管理—理論與實務，華泰書局，台北，1998 年。
11. 許榮榕，系統方法專案管理，天一圖書公司，台北，1995 年。
12. 馮正民、林佳宜，「大眾運輸補貼分配制度與模式之研發」，運輸計劃季刊，第 27 卷第 1 期，51-76 頁，1998 年。
13. 楊有恆、劉宜欣、虞孝成，「國防工業訓儲員額核配二階層規劃模式」，第三屆工研院創新與科技管理研討會論文集，新竹，2004 年。
14. 經濟部技術處全球資訊網，<http://doit.moea.gov.tw/03know/product.asp>。
15. 葉金成、李蕭傳，「國防環境、戰略和資源分配之關係--適合我國情境之預算分配政策分析」，國防管理學院學報，第 16 期，33-44 頁，1995 年。
16. 鄭定洲，「國防資源分配多目標規劃之探討」，國防管理學院學報，第 3 期，9-24 頁，1985 年。
17. 鄧進財，「完整背包問題之研究」，科學發展，第 5 卷第 4 期，309-319 頁，1977 年。
18. 顧志遠，「高等教育單位之生產力評估與資源分配整合模式研究」，管理與系統，第 6 卷第 3 期，347-364 頁，1999 年。
19. Cassidy G., Kirby M. J. L., and Raike W. M., "Efficient Distribution of Resources Through Three Levels of Government", Management Science, Vol.17, No.8, pp.462-473, 1971.
20. Cleland, David I., & King, William R., Systems Analysis and Project Management, McGraw-Hill, New York, 1983.
21. Dantzig, G. B., "Discrete-Variable Extremum Problems", Operations Research, No.5, pp.266, 1957.
22. Fishbein, M., Attitude Theory and Measurement, John Wiley & Sons., New York, 1975.

23. Hart, S. M., "An efficient solution for the linear bilevel programming problem: Theory and technique", Master's Thesis, University of Nebraska at Omaha, 1989.
24. Jinn-Tsair Teng & F. K. Hwang, "A Matrix Algorithm for Larger Knapsack Problems", Bulletin of The Institute of Mathematics Academia Sinica, Vol.6, No.1, pp.197-201, 1978.
25. Khorramshahgol, R. and Moustakis, V. S., "Delphi Hierarchy Process(DHP): A Methodology for Priority Setting Derived from the Delphi Method and Analytical Hierarchy Process", European Journal of Operations Research, Vol.37, No.3, pp.347-354, 1988.
26. Liu Yi-Hsin & Hart Stephen M., "Characterizing an Optimal Solution to the Linear Bi-level Programming Problem", European Journal of Operational Research, Vol.73, No.1, pp.164-166, 1994.
27. Liu Yi-Hsin & Thomas H. Spencer, "Solving a Bilevel Linear Program When the Inner Decision Maker Controls Few", European Journal of Operational Research, Vol.81, No.3, pp.644-651, 1995.
28. Wayne, F., "Multilevel Optimization", University at Buffalo, Industrial Engineering, 2002, http://www.acsu.buffalo.edu/~bialas/info/whatis_x.html.

附表 1 九十二年度法人科技專案成果統計

單位：新台幣千元

Item	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
A1	10	81	301	29	0.0	27,202.0	0.0	1,434.0	0.0
A2	1	4	195	2	0.0	0.0	620.0	2,000.0	0.0
A3	10	21	124	20	0.0	322.0	1,000.0	25,628.0	3,110,000.0
A4	4	90	4,653	15	0.0	2,384.5	2,094.9	4,384.0	0.0
A5	23	68	966	54	0.0	7,605.7	3,998.4	5,314.3	2,571,400.0
A6	16	23	1,314	16	0.0	2,893.1	2,499.2	0.0	840,000.0
A7	17	28	821	13	0.0	679.1	2,755.4	7,281.0	1,267,000.0
A8	9	14	351	0	0.0	0.0	1,180.3	472.5	275,000.0
A9	7	19	290	1	0.0	500.0	1,398.0	4,700.0	161,500.0
A10	3	35	630	6	0.0	1,600.0	51,223.0	0.0	0.0
A11	32	55	587	31	0.0	6,839.5	6,297.8	150.0	3,405,943.0
A12	24	99	653	30	903.0	5,094.3	6,837.1	4,520.0	4,084,000.0
A13	31	76	783	54	0.0	5,668.0	7,914.2	5,167.2	4,145,000.0
A14	13	9	196	17	0.0	4,750.0	490.3	142,374.8	1,871,000.0
A15	24	22	59	71	0.0	8,569.6	2,450.0	320,582.3	1,268,400.0
A16	20	40	1,208	5	9,000.0	0.0	8,330.0	3,418.9	3,900,000.0
A17	104	275	2,459	220	531.0	43,411.2	14,357.9	306,440.2	44,347,507.0
B1	18	14	140	5	0.0	390.0	1,050.0	964.1	120,000.0
B2	17	46	327	14	0.0	300.0	3,200.0	36,295.3	1,985,200.0
B3	3	11	270	1	0.0	560.0	2,850.0	1,593.4	710,000.0
B4	14	87	40,669	5	0.0	560.0	9,900.0	19,913.3	45,000.0
B5	14	40	269	5	2,062.2	757.6	2,000.0	2,118.9	785,000.0
B6	26	72	576	21	0.0	564.0	5,700.0	8,791.4	20,420,000.0
B7	11	44	99	38	0.0	773.3	2,200.0	109,835.0	9,628,000.0
B8	25	126	542	11	0.0	1,720.0	12,200.0	161,679.5	1,987,214.0
B9	10	18	398	8	0.0	1,678.7	2,800.0	25,096.5	605,000.0
B10	21	102	519	1	0.0	360.0	0.0	273,400.0	5,664,900.0
B11	33	32	521	3	0.0	241.5	11,887.3	113,034.0	519,000.0
B12	7	132	144	16	4,877.8	901.1	1,750.0	85,878.0	7,541,674.5
B13	8	21	105	7	0.0	240.0	3,600.0	664.7	2,175,000.0
B14	21	11	340	32	0.0	1,545.4	1,000.0	0.0	195,500.0
B15	4	24	155	3	0.0	7,880.0	13,974.0	0.0	280,450.0
B16	18	52	230	4	0.0	40.0	1,578.0	8,320.0	613,000.0
B17	9	8	2,779	5	0.0	200.0	700.0	4,920.0	0.0
B18	17	42	110	2	9,188.0	100.0	9,865.0	29,610.3	870,507.0
B19	24	41	16	14	0.0	399.0	26,364.0	33,730.9	2,576,400.0
B20	98	211	1,093	54	0.0	5,376.4	18,600.0	243,209.5	1,883,892.5
B21	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

C1	17	56	589	24	0.0	1,871.0	2,400.0	48,237.9	2,487,000.0
C2	21	36	368	11	0.0	1,320.0	4,745.0	6,417.9	487,600.0
C3	5	5	830	0	0.0	399.1	0.0	833.5	1,455,000.0
C4	6	13	500	4	0.0	500.0	2,150.0	30,870.0	2,550,000.0
C5	6	26	1,310	8	0.0	2,076.7	0.0	412.8	296,670.0
C6	28	32	85	13	9,000.0	2,714.0	12,270.0	131,992.0	796,650.0
C7	22	29	2,085	5	17,850.0	1,643.0	7,600.0	129,790.0	826,600.0
C8	6	2	0	1	0.0	200.0	0.0	230.9	122,500.0
C9	8	3	58	5	0.0	350.0	0.0	30,866.7	636,000.0
C10	82	90	1,032	21	7,472.0	5,329.7	5,700.0	53,643.9	2,603,000.0
C11	9	16	0	12	0.0	0.0	0.0	2,401.0	2,100,000.0
C12	68	68	1,951	55	0.0	10,803.6	2,900.0	95,012.2	5,526,000.0
C13	27	24	309	12	0.0	1,622.9	3,400.0	95,477.4	2,060,700.0
C14	35	28	312	5	0.0	1,040.0	6,300.0	982.4	6,418,000.0
C15	11	43	692	18	0.0	400.0	3,500.0	2,813.2	2,982,400.0
C16	6	11	410	0	0.0	300.0	300.0	1,502.1	180,000.0
C17	40	47	1,300	0	0.0	1,498.0	1,200.0	6,118.0	331,205.0
C18	117	42	2,266	23	0.0	2,334.5	14,100.0	118,333.2	352,036.0
C19	6	10	10	4	0.0	250.0	300.0	27.6	1,420,000.0
C20	7	5	108	3	0.0	0.0	0.0	2,677.0	93,615.0
C21	48	52	946	5	0.0	511.4	400.0	49,773.0	5,537,440.0
C22	38	57	2,378	0	1,567.0	350.0	1,044.0	27,663.0	385,600.0
D1	1	94	0	6	6,779.6	172.0	0.0	1,411.0	732,000.0
D2	22	13	30	2	0.0	250.0	800.0	449.0	907,000.0
D3	18	24	312	8	0.0	125.0	2,810.0	13,676.1	306,500.0
D4	2	12	0	4	0.0	0.0	300.0	4,549.5	0.0
D5	29	11	312	1	4,100.0	125.0	3,300.0	6,300.0	277,460.0
D6	19	6	190	0	4,800.0	0.0	1,350.0	12,807.6	12,912.4
D7	9	23	168	0	0.0	0.0	1,820.0	851.5	0.0
D8	35	51	95	9	0.0	3,530.0	1,860.0	5,003.0	1,536,000.0
D9	2	42	310	3	0.0	0.0	2,062.0	21.0	0.0
D10	17	34	11,499	12	3,220.0	500.0	4,900.0	24,411.9	102,000.0
D11	8	16	59	1	0.0	0.0	2,900.0	51,877.1	3,500.0
D12	5	10	181	6	68,431.0	871.0	1,800.0	34,879.3	550,000.0
D13	10	35	0	0	0.0	0.0	2,400.0	6,720.4	1,303,000.0
D14	10	4	188	5	0.0	3,000.0	21,689.9	16.7	151,500.0
D15	13	61	0	7	0.0	3,562.7	0.0	56,836.0	1,031,235.0
D16	16	4	0	0	0.0	0.0	951.0	140.0	0.0
D17	1	0	150	8	0.0	100.0	0.0	15,377.1	1,633,240.0
E1	8	52	2,036	0	6,747.0	247.6	8,549.5	6,796.3	235,000.0
E2	13	102	4,930	1	58,029.0	50.0	13,300.0	16,528.3	4,200,000.0
E3	30	174	5,506	0	0.0	0.0	6,120.0	0.0	0.0

E4	21	28	2,365	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
E5	446	717	2,154	107	21,815.0	1,500.0	70,394.8	23,506.9	0.0
E6	25	66	140	5	0.0	145.9	4,789.4	300.0	0.0
E7	53	201	17,975	0	0.0	0.0	18,843.6	175,287.0	0.0
E8	11	99	1,966	0	0.0	225.0	7,773.6	2,744.0	4,948.0
E9	13	57	346	0	0.0	0.0	0.0	2,870.0	0.0
E10	0	30	2,025	0	0.0	0.0	17,200.0	0.0	0.0

註：A：通訊與光電產業；B：機械與航太產業；C：材料與化學產業；D：生技與藥品產業；E：其他產業；k1：論文篇數；k2：研究報告篇數；k3：研討會人數；k4：專利獲得應用件數；k5：技術引進金額；k6：技術移轉金額；k7：分包研究金額；k8：委託及工業服務金額；k9：促成產業投資金額。

資料來源：經濟部技術處「九十二年度科技專案執行年報」，頁 163-168。

附表 2 九十二年度法人科技專案正規化之績效值

Item	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9
A1	2.24	11.30	0.74	13.18	0.00	62.66	0.00	0.45	0.00
A2	0.22	0.56	0.48	0.91	0.00	0.00	0.88	0.62	0.00
A3	2.24	2.93	0.30	9.09	0.00	0.74	1.42	7.99	7.01
A4	0.90	12.55	11.44	6.82	0.00	5.49	2.98	1.37	0.00
A5	5.16	9.48	2.38	24.55	0.00	17.52	5.68	1.66	5.80
A6	3.59	3.21	3.23	7.27	0.00	6.66	3.55	0.00	1.89
A7	3.81	3.91	2.02	5.91	0.00	1.56	3.91	2.27	2.86
A8	2.02	1.95	0.86	0.00	0.00	0.00	1.68	0.15	0.62
A9	1.57	2.65	0.71	0.45	0.00	1.15	1.99	1.47	0.36
A10	0.67	4.88	1.55	2.73	0.00	3.69	72.77	0.00	0.00
A11	7.17	7.67	1.44	14.09	0.00	15.76	8.95	0.05	7.68
A12	5.38	13.81	1.61	13.64	1.32	11.73	9.71	1.41	9.21
A13	6.95	10.60	1.93	24.55	0.00	13.06	11.24	1.61	9.35
A14	2.91	1.26	0.48	7.73	0.00	10.94	0.70	44.41	4.22
A15	5.38	3.07	0.15	32.27	0.00	19.74	3.48	100.00	2.86
A16	4.48	5.58	2.97	2.27	13.15	0.00	11.83	1.07	8.79
A17	23.32	38.35	6.05	100.00	0.78	100.00	20.40	95.59	100.00
B1	4.04	1.95	0.34	2.27	0.00	0.90	1.49	0.30	0.27
B2	3.81	6.42	0.80	6.36	0.00	0.69	4.55	11.32	4.48
B3	0.67	1.53	0.66	0.45	0.00	1.29	4.05	0.50	1.60
B4	3.14	12.13	100.00	2.27	0.00	1.29	14.06	6.21	0.10
B5	3.14	5.58	0.66	2.27	3.01	1.75	2.84	0.66	1.77
B6	5.83	10.04	1.42	9.55	0.00	1.30	8.10	2.74	46.05
B7	2.47	6.14	0.24	17.27	0.00	1.78	3.13	34.26	21.71
B8	5.61	17.57	1.33	5.00	0.00	3.96	17.33	50.43	4.48
B9	2.24	2.51	0.98	3.64	0.00	3.87	3.98	7.83	1.36
B10	4.71	14.23	1.28	0.45	0.00	0.83	0.00	85.28	12.77
B11	7.40	4.46	1.28	1.36	0.00	0.56	16.89	35.26	1.17
B12	1.57	18.41	0.35	7.27	7.13	2.08	2.49	26.79	17.01
B13	1.79	2.93	0.26	3.18	0.00	0.55	5.11	0.21	4.90
B14	4.71	1.53	0.84	14.55	0.00	3.56	1.42	0.00	0.44
B15	0.90	3.35	0.38	1.36	0.00	18.15	19.85	0.00	0.63
B16	4.04	7.25	0.57	1.82	0.00	0.09	2.24	2.60	1.38
B17	2.02	1.12	6.83	2.27	0.00	0.46	0.99	1.53	0.00
B18	3.81	5.86	0.27	0.91	13.43	0.23	14.01	9.24	1.96
B19	5.38	5.72	0.04	6.36	0.00	0.92	37.45	10.52	5.81
B20	21.97	29.43	2.69	24.55	0.00	12.38	26.42	75.86	4.25
B21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C1	3.81	7.81	1.45	10.91	0.00	4.31	3.41	15.05	5.61

C2	4.71	5.02	0.90	5.00	0.00	3.04	6.74	2.00	1.10
C3	1.12	0.70	2.04	0.00	0.00	0.92	0.00	0.26	3.28
C4	1.35	1.81	1.23	1.82	0.00	1.15	3.05	9.63	5.75
C5	1.35	3.63	3.22	3.64	0.00	4.78	0.00	0.13	0.67
C6	6.28	4.46	0.21	5.91	13.15	6.25	17.43	41.17	1.80
C7	4.93	4.04	5.13	2.27	26.08	3.78	10.80	40.49	1.86
C8	1.35	0.28	0.00	0.45	0.00	0.46	0.00	0.07	0.28
C9	1.79	0.42	0.14	2.27	0.00	0.81	0.00	9.63	1.43
C10	18.39	12.55	2.54	9.55	10.92	12.28	8.10	16.73	5.87
C11	2.02	2.23	0.00	5.45	0.00	0.00	0.00	0.75	4.74
C12	15.25	9.48	4.80	25.00	0.00	24.89	4.12	29.64	12.46
C13	6.05	3.35	0.76	5.45	0.00	3.74	4.83	29.78	4.65
C14	7.85	3.91	0.77	2.27	0.00	2.40	8.95	0.31	14.47
C15	2.47	6.00	1.70	8.18	0.00	0.92	4.97	0.88	6.73
C16	1.35	1.53	1.01	0.00	0.00	0.69	0.43	0.47	0.41
C17	8.97	6.56	3.20	0.00	0.00	3.45	1.70	1.91	0.75
C18	26.23	5.86	5.57	10.45	0.00	5.38	20.03	36.91	0.79
C19	1.35	1.39	0.02	1.82	0.00	0.58	0.43	0.01	3.20
C20	1.57	0.70	0.27	1.36	0.00	0.00	0.00	0.84	0.21
C21	10.76	7.25	2.33	2.27	0.00	1.18	0.57	15.53	12.49
C22	8.52	7.95	5.85	0.00	2.29	0.81	1.48	8.63	0.87
D1	0.22	13.11	0.00	2.73	9.91	0.40	0.00	0.44	1.65
D2	4.93	1.81	0.07	0.91	0.00	0.58	1.14	0.14	2.05
D3	4.04	3.35	0.77	3.64	0.00	0.29	3.99	4.27	0.69
D4	0.45	1.67	0.00	1.82	0.00	0.00	0.43	1.42	0.00
D5	6.50	1.53	0.77	0.45	5.99	0.29	4.69	1.97	0.63
D6	4.26	0.84	0.47	0.00	7.01	0.00	1.92	4.00	0.03
D7	2.02	3.21	0.41	0.00	0.00	0.00	2.59	0.27	0.00
D8	7.85	7.11	0.23	4.09	0.00	8.13	2.64	1.56	3.46
D9	0.45	5.86	0.76	1.36	0.00	0.00	2.93	0.01	0.00
D10	3.81	4.74	28.27	5.45	4.71	1.15	6.96	7.61	0.23
D11	1.79	2.23	0.15	0.45	0.00	0.00	4.12	16.18	0.01
D12	1.12	1.39	0.45	2.73	100.00	2.01	2.56	10.88	1.24
D13	2.24	4.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	2.10	2.94
D14	2.24	0.56	0.46	2.27	0.00	6.91	30.81	0.01	0.34
D15	2.91	8.51	0.00	3.18	0.00	8.21	0.00	17.73	2.33
D16	3.59	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	0.04	0.00
D17	0.22	0.00	0.37	3.64	0.00	0.23	0.00	4.80	3.68
E1	1.79	7.25	5.01	0.00	9.86	0.57	12.15	2.12	0.53
E2	2.91	14.23	12.12	0.45	84.80	0.12	18.89	5.16	9.47

E3	6.73	24.27	13.54	0.00	0.00	0.00	8.69	0.00	0.00
E4	4.71	3.91	5.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	100.00	100.00	5.30	48.64	31.88	3.46	100.00	7.33	0.00
E6	5.61	9.21	0.34	2.27	0.00	0.34	6.80	0.09	0.00
E7	11.88	28.03	44.20	0.00	0.00	0.00	26.77	54.68	0.00
E8	2.47	13.81	4.83	0.00	0.00	0.52	11.04	0.86	0.01
E9	2.91	7.95	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00
E10	0.00	4.18	4.98	0.00	0.00	0.00	24.43	0.00	0.00
