

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

同質性生產系統人員配置相對效率成本函數之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2416-H-343-001-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：南華大學管理科學研究所

計畫主持人：陳森勝

計畫參與人員：李建中、施育地、王建鈞

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 9 月 30 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

(計畫名稱)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93 - 2416 - H - 343 - 001 -

執行期間： 2004年 8月 1日至 2005年 7月 31日

計畫主持人：陳森勝

共同主持人：

計畫參與人員： 李建中、施育地、王建鈞

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：

中 華 民 國 94 年 9 月 30 日

(一) 計畫中文摘要。

關鍵字: 同質性生產系統、相對服務效率、服務項目、服務品質、成本函數。

所謂同質性生產系統係指，生產(服務)體系具有相同之生產(服務)項目結構，客戶進入該服務體系中則依其屬性的不同，而接受不同的服務項目流程後離開該服務體系，具此特性之服務體系謂之同質性生產系統，實務上屬同質性生產系統之體系有銀行、郵局、區公所、戶政事務所、稅捐處及綜合醫療院所等機構；如何在有限的人力資源及成本結構下將人力做最佳之配置以提高該體系之服務績效，產生該體系間相對效率之績效評比模式，該相對效率之評比模式將排除各服務體系間先天上的環境差異因素，如地理位置、服務對象、服務宗旨與規模大小等不可控制因素，僅就該體系主管可控制因素之績效來做衡量，政府主管單位可以運用該績效指標作為資源分配之依據，而該體系中之各服務項目主管更可依該指標作為資源爭取之依據；在電腦科技與網路發達之今日該同質性生產體系如何運用網路科技以改善服務流程、提高服務品質、降低服務成本與提高營運績效，是該體系在面對科技進步的首要課題，故本研究進而以綜合醫療院所為例發展一成本函數，求取在某一固定服務品質之下的最低成本結構，提供該體系作為成本控制的參考。

(二) 計畫英文摘要。(五百字以內)

Keywords: homogeneous production system、relative service efficiency、service items、service level、cost function.

The homogeneous production system is a kind of system and each system has the same structure of production (service) items. In this system, customers are served with different flow processes between service items by their individual attributes, and then leave the service system. Such a production is so-called a homogeneous production system. In practice, the homogeneous production system includes the bank, the post office, the local civil administration office, the local household registration office and the general hospital.

How to allocate human resources to improve the service efficiency of such a service system, and to develop a model to measure the relative service efficiency for this kind of systems is mainly focused by this research. The proposed relative service efficiency can exclude the uncontrollable factors (inherent differences) among those service systems, such as the location, the service objects, the organizational (service) goal, and the scale of the organization. The performances of the leaders in an organization have to be evaluated only by the controllable factors.

In addition, how to improve the service flow, the service level, the service performance, and to achieve the optimal service cost through the network and computer technologies at current time is the major consideration in this research. Therefore, this research is going to establish a cost function of the general hospital to be an exemplified case for regarding as the reference of the cost control and showing the optimal total cost and human resource allocation under a given service level policy.

報告內容

一・前言

本研究針對同質性生產系統，如何將人力做最佳之配置以提高該體系之服務績效，而績效之衡量本研究提出該相對效率之概念排除各服務體系間先天上的環境差異等不可控制因素，僅就該體系主管可控制因素之績效來做衡量，並以綜合醫院，考量其病患到達率、員工人數(人員工時)、等候時間、服務時間及單一病患的總花費時間，提出綜合醫院的相對服務效率。本研究更應用等候理論來增進其可衡量性。此外，本研究針對給定的期望服務水準下之綜合醫療院所對不同的醫療服務項目如何去配置不同人數(人員工時)以使成本最小化為目標。本文亦建構一個多重輸入與多重輸出的綜合醫療院所之成本函數。另外，尋求人員數(NCF) 成本函數模式解的啟發式解法亦被發展出來在本研究附錄中提出。

二・研究目的

1. 制定一同質性非營利體系績效衡量標準，並協助該體制建立一內部資源最佳配置的參考方向。
2. 落實Giokas (2001) 推崇的綜合醫療院所服務水準採用相對效率的概念。
3. 本研究同質性生產體系在績效衡量上採相對效率之概念。
4. 內部人力資源配置模式之構建與解法之發展，以求解多元投入與多元產出之成本模式。

三・文獻探討

Sloan, Whetten-Goldstein & Wilson (1997) 的研究顯示，透過管理過程的改善，確可使醫療院所中藥局的成本下降並提供更具效率的醫療服務。 Calvin, Becker, Biering & Grobe (1999) 指出，近年來就病患對醫療照料品質的感受度而言，疼痛管理逐漸地受到重視，亦因此成為照料醫療水準的一項重要指標與參考的依據。

多位學者如 Andrew W. Fisher (1971)；石曜堂 (1978)；韓揆 (1994) 等都以醫療體系管理服務水準為其主要研究對象。韓揆 (1994) 在其研究中更具體的將醫療體系管理服務品質分述成二構面來探討。一為「臨床工作品質」：指醫事人員的作業及行為規範面的奉行狀況，此屬行為面的服務品質；另一為「臨床週邊工作品質」：指醫院組織程序構面軟硬體設施執行狀況之服務品質。

Zhou & Cai (1997) 在其研究中提出了多種不同型式的衡量績效的方法，在其研究中亦說明到採用不同的績效衡量方法將導致不同的績效結果。因為每一綜合醫院的病患到達率並不相同，因此相對服務效率才是衡量綜合醫院服務水準的公平方法。Giokas (2001) 對評估綜合醫療院所服務水準採用相對效率的概念是極力支持與推崇的。根據 Giokas's (2001) 的研究指出，綜合醫療院所服務水準的衡量較公正的方式必需採用相對服務效率。相對服務效率，可降低醫院大小、不同病患到達率及可提供之員工人數所造成的影響。當考量到一給定之相對服務效率時，較低的病患到達率將導致較少的人力資源投入。

四・研究方法與內容

為了構建出本研究之成本函數模型，以下的各項假設和符號必需先行定義及解釋清楚。

4.1 研究假設

1. 在綜合醫院中，每一醫療服務項目乃基於掛號的順序服務病患。
2. 平均病患到達率假設為卜瓦松分配。
3. 每個醫療服務項目之病患到達率亦假設為卜瓦松分配，且互相獨立。
4. 第 j 個醫療服務項目之診斷處理時間(包括服務與等候時間)假設為 x_j (第 j 個醫療服務項目所需提供之員工人數或人員工時) 的遞減函數。

5. 病患到達率被假設為綜合醫療院所服務水準的增函數。

4.2 符號說明

j ：醫療服務項目數， $j=0,1,2,\dots,h$ 。

i ：疾病項目數， $i=1,2,\dots,n$ 。

θ_{ij} ：醫療服務項目 j 用於疾病項目 i 之機率。

B ：綜合醫療院所的期望服務水準。

$r(B)$ ：在 B 服務水準下，單位時間內綜合醫療院所之平均病患到達率。

τ_i ：到達綜合醫療院所病患中患有疾病 i 之機率；其中 $\sum_{i=1}^n \tau_i = 1$ 。

p_j ：醫療服務項目 j 用於綜合醫療院所病患之機率；其中 $p_j = \sum_{i=1}^n \tau_i \theta_{ij}$ 。

u_j ：單位時間內醫療服務項目 j 之平均服務率。

$x_j(B)$ ：在 B 服務水準下，單位時間內提供給第 j 個醫療服務項目之員工人數（人工工時）。

$t_j(x_j(B))$ ：在 B 服務水準下，第 j 個醫療服務項目，當提供員工人數（人工工時） $x_j(B)$ 時，

$$\text{每一病患所需之診斷處理時間， } t_j(x_j(B)) = \frac{1}{\mu_j - \frac{r(B)p_j}{x_j(B)}}。$$

X_B ： $X_B = (x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B))$ ，在 B 服務水準下，所有醫療服務項目在單位時間內的實際員工人數所構成的向量。

T_{X_B} ：第 j 個醫療服務項目在員工人數（人工工時） $x_j(B)$ 下，病患在綜合醫療院所內的期望

$$\text{花費時間。 其中 } T_{X_B} = \sum_{j=1}^h p_j t_j(x_j(B)) = \sum_{j=1}^h \frac{p_j x_j(B)}{u_j x_j(B) - p_j r(B)}。$$

\bar{T} ：每個醫療項目在員工人數（人工工時）無限時，病患在綜合醫院內的期望花費時間。其中

$$\bar{T} = \sum_{j=1}^h p_j t_j(\infty) = \sum_{j=1}^h \frac{p_j}{u_j}。$$

$S(X_B)$ ：第 j 個醫療服務項目在員工人數（人工工時） $x_j(B)$ 時，綜合醫療院所之相對服務效率。在此

$$S(X_B) = \frac{\bar{T}}{T_{X_B}}，且 0 < S(X_B) < 1。$$

c_j ：單位時間內，單位員工作業工時下，第 j 個醫療服務項目的成本。

C_{X_B} ：在 B 服務水準下，綜合醫療院所中各項醫療服務之員工人數（人工工時）， X_B ，投入下之總成本。

4.3 醫療小組單位數成本函數模式

本研究在考慮給定服務績效水準之目標下及每項醫療服務之人員數投入等因素，本節提出一個尋求在給定服務績效水準下，每項醫療服務之最佳人員數目的配置以趨向成本最小化之目標。另外，有關尋求人員數成本函數模式解之啓發式解法以置於附錄中。

4.3.1 模式建立

本研究討論在給定服務績效水準之目標下，綜合醫療院所中每項醫療服務所投入之人員數，因此人員數成本函數（NCF）模式可被構建如下。目標函數式（4.10）顯示綜合醫療院所中各項醫療服務中投入人力的總成本。限制式（4.11）表示相對服務效率式；且其必需介於 0

與 1 兩數之間。限制式 (4.12) 限制每個醫療項目中所需的員工數必需為正整數。

$$\left\{ \begin{array}{l} \min_{X_B} \sum_{j=1}^h c_j x_j(B) \quad (4.10) \\ \text{NCF 模式} \left\{ \begin{array}{l} \text{s.t. } S(X_B) = \frac{\sum_{j=1}^h \frac{p_j}{u_j}}{\sum_{j=1}^h \frac{p_j x_j(B)}{u_j x_j(B) - p_j r(B)}} \geq B, \quad (4.11) \\ x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B) \geq 0 \text{ 且為正整數} \quad (4.12) \end{array} \right. \end{array} \right.$$

其中， B ， $r(B)$ ， c_j ， u_j 及 p_j 是給定的參數及函數，而 h 亦為已知數。另外，

$X_B = (x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B))$ 是 NCF 模式的決策變數。

4.3.2 啟發式解法架構

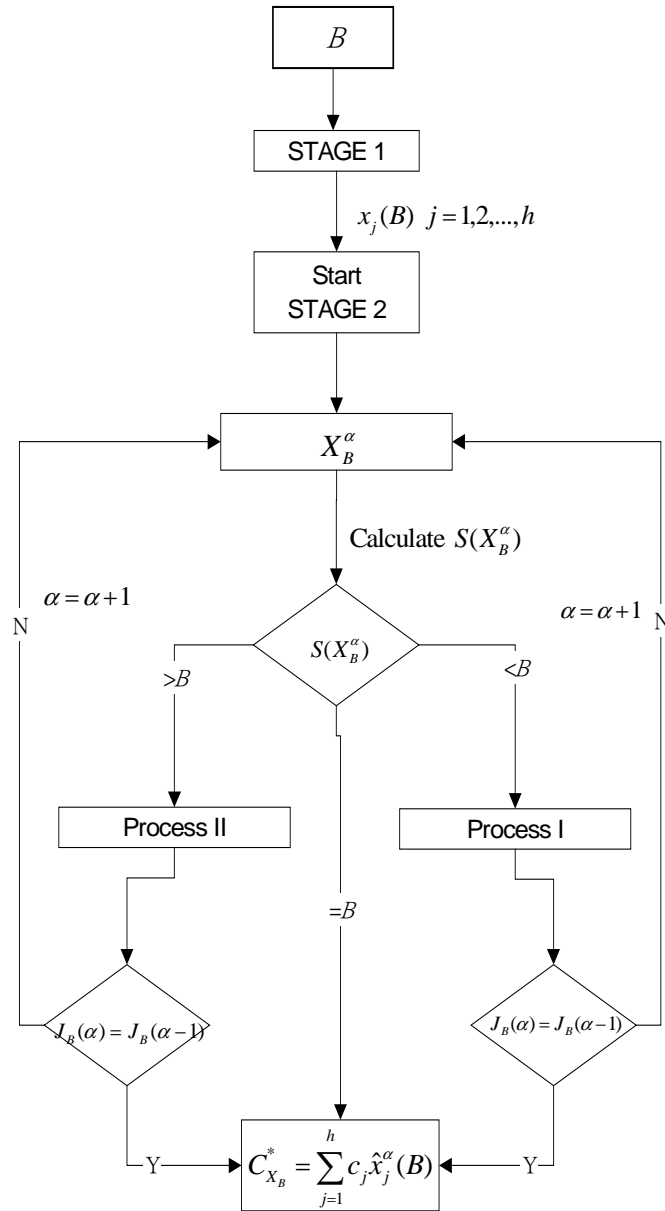


圖 1. 啟發式解法之流程圖架構

五・結果與討論

本研究建構醫療小組單位數 (NCF) 成本函數之數學模式，以尋找在給定的服務績效

水準下，醫療小組單位數的最適配置之情形。此模式同時考慮到不同綜合醫療院所病患到達率，每項醫療項目的服務率，每項醫療項目應配置的醫療小組作業工時或單位數，每個病患在綜合醫療院所中期望所花費的時間，以及不同醫療項目中醫療小組單位作業工時的薪資等因素。本問題著實是一個難以解決的課題。無論如何，透過本研究所提的 NCF 模式以及所發展的啓發式解法，上述的課題變成具體且容易求解。NCF 模式最主要的貢獻可列述如下：第一，本研究提出了一個評估綜合醫療院所服務績效水準較公平、公正的方法。第二，多元輸入及多元輸出的兩成本函數模式 NCF 模式在本研究中被建構，同時，搜尋模式最適解的方法亦被提出。第三，本研究提供了綜合醫療院所一套對各項醫療項目中最適醫療小組單位數之配適以達成本最小化的決策工具。第四，拉氏乘數值所代表的含義為增加每單位相對服務效率時總醫療小組作業工時成本之變動量。也就是說當提升一單位服務績效水準時政府的補助款若低於拉氏乘數值時，該綜合醫療院所將會審慎的考慮是否該提升該醫療院所之相對服務效率。

參考文獻

- [1] Calvin, A., Becker, H., Biering, P., and Grobe, S. (1999), "Measuring patient opinion of pain management," *Journal of Pain and Symptom Management*, Vol. 18, No.1, pp. 17-26.
- [2] Cooper, R.J., McLaren, K.R., and Wong, G.K.K. (2001), "On the empirical exploitation of consumers' profit functions in static analyses," *Economics Letters*, Vol. 72, No.2, pp. 181-187.
- [3] Fisher, A.W. (1971), "Patients evaluation of outpatient medical care," *Journal of Medical Education*, Vol. 46, pp. 238-244.
- [4] Gaynor, M. and Anderson, G.F. (1995), "Uncertain demand, the structure of hospital costs and the cost of empty hospital beds," *Journal of Health Economics*, Vol. 14, No.3, pp. 291-317.
- [5] Sloan, F.A., Whetten-Goldstein, K. and Wilson, A. (1997), "Hospital pharmacy decisions, cost containment, and the use of cost-effectiveness analysis," *Social Science & Medicine*, Vol. 45, No.4, pp. 523-533.
- [6] Tsekouras, KD and Zagouras, NG (1998), "A cost function of Greek non-ferrous metal industry," *International Journal of Production Economics*, Vol. 56-57, pp. 621-640.
- [7] Valdmanis, V.G. (1990), "Ownership and Technical Efficiency of Hospitals," *Medical Care*, Vol. 28, No.6, pp. 552-561.
- [8] Vivas, A.L. (1997), "Profit efficiency for Spanish saving banks," *European Journal of Operational Research*, Vol. 98, No.2, pp. 381-394.
- [9] Zhou, X. and Cai, X. (1997), "General stochastic single-machine scheduling with regular cost functions," *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 26, No.3, pp. 95-108.
- [10] 石曜堂 (1978), "醫藥品質評估," 醫院, 11 卷, 第 106-107 頁。
- [11] 邱玉蟬 (2000), "全民健保: 追求普及, 犧牲品質?" 健康雜誌, 19 卷, 第 30-39 頁。
- [12] 賴美淑 (1998), "以服務為宗旨, 建構健保新時代," 全民健康保險, 第 12 期, 第 1 頁。
- [13] 韓揆 (1994), "醫療品質管理及門診服務定性指標," 中華公共衛生雜誌, 13 卷, 第 35-51 頁。

計畫成果自評

一・研究內容與原計畫相符程度

原計畫重點如下：

1. 建立一同質性生產體系績效衡量標準，並協助該體制建立一內部資源最佳配置的方法。
2. 以相對效率之概念做為績效衡量之標準。
3. 發展在某一固定服務品質之下的最低成本結構之成本模式，提供該同質性生產體系作為成本控制的參考。

於研究內容中均已完成該計畫重點，故研究內容與原計畫完全相符。

二・達成預期目標情況

研究內容之目的如下：

1. 制定一同質性非營利體系績效衡量標準，並協助該體制建立一內部資源最佳配置的參考方向。
2. 落實Giokas (2001) 推崇的綜合醫療院所服務水準採用相對效率的概念。
3. 本研究同質性生產體系在績效衡量上採相對效率之概念。
4. 內部人力資源配置模式之構建與解法之發展，並以啟發式解法求解多元投入與多元產出之成本模式。

亦已達成原計畫重點目標。

三・研究結果之學術或應用價值

1. 學術價值：

本研究之施行與資料包絡分析法 (DEA) 做一比較。其中 DEA 位於效率前緣上效率值 $\delta=1$ 的 DMU 群間，其效率值相同且並列為第一，造成無法排序與比較優劣之情勢，故會產生結 (Tie) 的現象。然本研究提出之模式的產出變數 S (相對服務效率衡量指標值)，在個別不同的綜合醫療院所間，其 S 值幾乎不可能完全相同，因此本研究所提的相對服務效率衡量指標值 S ，可將綜合醫療院所之優劣順序一一排序，而不會造成無法比較的現象即結 (Tie) 的情形。

2. 應用價值：

資料包絡分析法 (DEA) 以個別醫院與其效率前緣的比值，來衡量績效，未能排除各綜合醫療院所就先天環境上即存在的差異因素後再來進行比較。更甚者，若全國醫政主管單位，均以資料包絡分析法 (DEA) 之績效指標做為醫療資源管理與分配之依據時，則具先天環境優勢的綜合醫療院所，永遠取得更多的補助與資源分配，進而造成醫療資源的過度集中之現象。而與現行大力推動的全國醫療政策目標：尋求“醫療資源的均衡與發展”之方針嚴重地背道而馳。

四・是否適合在學術期刊發表或申請專利

適合在學術期刊發表與申請專利。

五・主要發現或其他有關價值

1. 本研究提出了一個評估綜合醫療院所服務績效水準較公平、公正的方法。
2. 多元輸入及多元輸出的兩成本函數模式 NCF 模式在本研究中被建構，同時，搜尋模式最適解的方法亦被提出。
3. 本研究提供了綜合醫療院所一套對各項醫療項目中最適醫療小組單位數之配適以達成本最小化的決策工具。
4. 拉氏乘數值所代表的含義為增加每單位相對服務效率時總醫療小組作業工時成本之變動量。

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：94年9月30日

國科會補助計畫	計畫名稱：同質性生產系統人員配置相對效率成本函數之研究 計畫主持人：陳森勝 計畫編號：NSC 93 - 2416 - H - 343 - 001 - 學門領域：管理二
技術/創作名稱	人員配置相對效率成本函數
發明人/創作人	陳森勝
技術說明	<p>中文：</p> <p>所謂同質性生產系統係指，生產(服務)體系具有相同之生產(服務)項目結構，客戶進入該服務體系中則依其屬性的不同，而接受不同的服務項目流程後離開該服務體系，具此特性之服務體系謂之同質性生產系統，實務上屬同質性生產系統之體系有銀行、郵局、區公所、戶政事務所、稅捐處及綜合醫療院所等機構；如何在有限的人力資源及成本結構下將人力做最佳之配置以提高該體系之服務績效，產生該體系間相對效率之績效評比模式，該相對效率之評比模式將排除各服務體系間先天上的環境差異因素，如地理位置、服務對象、服務宗旨與規模大小等不可控制因素，僅就該體系主管可控制因素之績效來做衡量，政府主管單位可以運用該績效指標作為資源分配之依據，而該體系中之各服務項目主管更可依該指標作為資源爭取之依據；在電腦科技與網路發達之今日該同質性生產體系如何運用網路科技以改善服務流程、提高服務品質、降低服務成本與提高營運績效，是該體系在面對科技進步的首要課題，故本研究進而以綜合醫療院所為例發展一成本函數，求取在某一固定服務品質之下的最低成本結構，提供該體系作為成本控制的參考。</p>

	<p>英文：</p> <p>The homogeneous production system is a kind of system and each system has the same structure of production (service) items. In this system, customers are served with different flow processes between service items by their individual attributes, and then leave the service system. Such a production is so-called a homogeneous production system. In practice, the homogeneous production system includes the bank, the post office, the local civil administration office, the local household registration office and the general hospital.</p> <p>How to allocate human resources to improve the service efficiency of such a service system, and to develop a model to measure the relative service efficiency for this kind of systems is mainly focused by this research. The proposed relative service efficiency can exclude the uncontrollable factors (inherent differences) among those service systems, such as the location, the service objects, the organizational (service) goal, and the scale of the organization. The performances of the leaders in an organization have to be evaluated only by the controllable factors.</p> <p>In addition, how to improve the service flow, the service level, the service performance, and to achieve the optimal service cost through the network and computer technologies at current time is the major consideration in this research. Therefore, this research is going to establish a cost function of the general hospital to be an exemplified case for regarding as the reference of the cost control and showing the optimal total cost and human resource allocation under a given service level policy.</p>
<p>可利用之產業 及 可開發之產品</p>	<p>1. 服務體系具有相同之(服務)流程項目結構，如銀行、郵局、區公所、戶政事務所、稅捐處及綜合醫療院所等機構。</p> <p>2. 同質性體系之機構間績效評比系統。</p>
<p>技術特點</p>	<p>採相對效率概念來衡量機構間績效，但可淡化先天環境上如地理位置、規模大小、營運目的等的差異因素，有利於資源的分配與城鄉均衡發展。</p> <p style="text-align: center;">13.</p>

推廣及運用的價值	以資料包絡分析法 (DEA) 來衡量績效，未能排除各綜合醫療院所就先天環境上存在的差異因素後再來進行比較，具先天環境優勢的綜合醫療院所，永遠取得更多的補助與資源分配，進而造成醫療資源的過度集中之現象，與現行大力推動的“醫療資源的均衡與發展”之方針嚴重地背道而馳；本研究模式雖同樣以相對效率衡量績效，但可淡化先天環境上存在的差異因素，有利於資源的均衡與發展。
-----------------	--

附錄 · 啟發式解法

本附錄中，二階段的啟發式解法被發展出來以尋求 NCF 模式之解。**STAGE 1** 應用拉氏法 (Lagrange Method) 去找出在給定服務水準 B 下之的一般成本函數模式之非整數解。接著發展出逐步數學演算法將 **STAGE 1** 所求得的非整數解透過微調使其趨向 NCF 模式之解。而這二階段的啟發式解法被發展如下：首先，令限制式 (4.11) 等於 B ，並且忽略限制式 (4.12) 整數解的限制來構成一般成本函數 (GCF) 模式如下。接著敘述 **STAGE 1**。

$$\text{GCF 模式} \begin{cases} \min_{X_B} \sum_{j=1}^h c_j x_j(B) \\ \text{s.t. } S(X_B) = \frac{\sum_{j=1}^h \frac{p_j}{u_j}}{\sum_{j=1}^h \frac{p_j x_j(B)}{u_j x_j(B) - p_j r(B)}} = B. \end{cases}$$

STAGE 1 產生初始解， $X_B = (x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B))$

首先，設 GCF 模式之解為 $(x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B))$ ，並令 L_B 為在服務水準為 B 下之拉氏函數 (Lagrange Function)， $L_B = \sum_j c_j x_j(B) + \lambda_B (B - S(X_B))$ 。

接著應用拉氏法 (Lagrange Method)，而拉氏法所需之必要條件如下：

將 L_B 對 $x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B)$, and λ_B 做偏導數且令其值為 0，則可得下式。

$$0 = \frac{\partial L_B}{\partial x_j} = c_j + \lambda_B \left(\frac{\bar{T} \frac{-p_j^2 r(B)}{[u_j x_j(B) - p_j r(B)]^2}}{T_{X_B}^2} \right)$$

$$i.e. \quad u_j x_j(B) - p_j r(B) = \frac{p_j \sqrt{\lambda_B r(B) \bar{T}}}{T_{X_B} \sqrt{c_j}} \quad (4.13)$$

$$0 = \frac{\partial L_B}{\partial \lambda_B} = B - \frac{\bar{T}}{T_{X_B}} \quad i.e. \quad T_{X_B} = \frac{\bar{T}}{B} \quad (4.14)$$

合併式 (4.13) 與式 (4.14)，可得

$$x_j(B) = \frac{p_j}{u_j} \left(r(B) + \frac{\sqrt{\lambda_B r(B) \bar{T}}}{\frac{\bar{T}}{B} \sqrt{c_j}} \right) = \frac{p_j}{u_j} \left(r(B) + B \sqrt{\frac{\lambda_B r(B)}{\bar{T} c_j}} \right) \quad (4.15)$$

合併式 (4.14), (4.15) 及方程式 $T_{X_B} = \sum_{j=1}^h \frac{p_j x_j(B)}{u_j x_j(B) - p_j r(B)}$ ，則拉氏乘數 (Lagrange multiplier)

λ_B 可由下式決定。

$$\frac{\bar{T}}{B} = \sum_{j=1}^h \frac{\frac{p_j^2}{u_j} \left(r(B) + B \sqrt{\frac{\lambda_B r(B)}{\bar{T} c_j}} \right)}{p_j B \sqrt{\frac{\lambda_B r(B)}{\bar{T} c_j}}} = \sum_{j=1}^h \frac{p_j}{u_j} \left(\frac{1}{B} \sqrt{\frac{c_j r(B) \bar{T}}{\lambda_B}} + 1 \right) \quad (4.16)$$

將 λ_B 代入式 (4.15)，則非整數解 $(x_1(B), x_2(B), \dots, x_h(B))$ 可被決定。同時，**STAGE 1** 完成並進入 **STAGE 2**。

STAGE 2 調整非整數解趨向整數解。

在此步驟中需考慮到解為整數的限制，令 $\bar{x}_j^0(B) = \lceil x_j(B) + 0.5 \rceil \forall j$ 成為 NCF 模式的初始解，其中 $x_j(B) \forall j$ 為得自於 **STAGE 1** 之結果。因此，有二種可能性在此需要被討論，因此兩個執程序 (執程序 I 及 執程序 II) 將被構建去處理這兩種不同的可能性。

執程序 I 的概念是將所有醫療項目中具有增加單位服務水準，且擁有最小成本增加的

醫療項目群中選擇最小 j 的醫療項目來增加一個員工進入該醫療項目。這是因為每增加一個員工進入此醫療項目中能以最低成本來增加一單位的服務水準。**執行情序 I** 乃處理當解為 X_B^α 時之相對服務效率 $S(X_B^\alpha)$ 小於服務水準 B 時之狀況。另外，當 $J_B(\alpha) = J_B(\alpha-1)$ 且 α 與 $\alpha-1$ 來自於不同的執行情序時，則程式將跳至 **執行情序 II** 中之步驟 II.3 去計算和儲存現行的目標值。此乃當此狀況發生時代表現行解已無法再進行改善。若 $J_B(\alpha) \neq J_B(\alpha-1)$ ，則使用新的相對服務效率 $S(X_B^{\alpha+1})$ 來重複執行以上所述之程序。相同的程序一再重複直到新的相對服務效率超過 B 為止。此時，**執行情序 I** 結束，進入 **執行情序 II**。

反之，**執行情序 II** 的概念是將所有醫療項目中具有減少單位服務水準，並擁有最大成本下降的醫療項目群中選擇最小 j 的醫療項目來減少一個員工。這是因為每減少一個此醫療項目中的員工，能以最高成本來下降一單位的服務水準。**執行情序 II** 乃處理當解為 X_B^α 時之相對服務效率 $S(X_B^\alpha)$ 大於服務水準 B 之狀況。另外，當 $J_B(\alpha) = J_B(\alpha-1)$ 且 α 與 $\alpha-1$ 來自於不同的執行情序時，則程式將跳至 **執行情序 II** 中之步驟 II.3 去計算和儲存現行的目標值。此乃當此狀況發生時，代表現行解已無法再行改善。若 $J_B(\alpha) \neq J_B(\alpha-1)$ ，則使用新的相對服務效率 $S(X_B^{\alpha+1})$ 來重複執行以上所述之程序。同樣的程序一再重複直到新的相對服務效率小於 B 為止。此時 **執行情序 II** 結束，進入 **執行情序 I**。

當 $S(X_B^\alpha)$ (精確度到小數第三位；即 $S(X_B^\alpha) = \frac{[S(X_B^\alpha) \times 1000 + 0.5]}{1000}$) 等於 B 時，直接進入步驟 II.3。圖 4.2 為此二階段啟發式解法之步驟流程圖，且 **STAGE 2** 的逐步數學演算法亦被詳細描述如後。

輸入來自 **STAGE 1** 所得之解和 $r(B), c_j, p_j, u_j, x_j(B) \forall j, h$ 及 B ，然後進入 **STAGE 2**。

STAGE 2

初始值 $\alpha=1$;

步驟 0: $J_B(0) = \phi$, $\bar{x}_j^0(B) = [x_j(B) + 0.5] \forall j$, 執行下一步驟。

步驟 1: 計算 $X_B^\alpha = (\hat{x}_1^\alpha(B), \hat{x}_2^\alpha(B), \dots, \hat{x}_h^\alpha(B))$; 其中 $\hat{x}_j^\alpha(B) = \bar{x}_j^{\alpha-1}(B) \forall j$

$$S(X_B^\alpha) = \frac{\sum_{j=1}^h \frac{p_j}{u_j}}{\sum_{j=1}^h \frac{p_j \hat{x}_j^\alpha(B)}{u_j \hat{x}_j^\alpha(B) - r(B) p_j}} = \frac{\bar{T}}{T_{X_B^\alpha}} ;$$

若 $S(X_B^\alpha) < B$, 進入 執行程序 I,

若 $S(X_B^\alpha) = B$, 進入步驟 II.3,

否則, 進入 執行程序 II。

執行程序 I

步驟 I.1: 決定 $J_B(\alpha) = \min_j \left\{ j \left| \frac{c_j}{\frac{\partial S(X_B^\alpha)}{\partial x_j}} = \min_{k=1,2,\dots,h} \frac{c_k}{\frac{\partial S(X_B^\alpha)}{\partial x_k}} \right. \right\}$ 即

$$J_B(\alpha) = \min_j \left\{ j \left| \frac{c_j [u_j \hat{x}_j^\alpha(B) - r(B) p_j]^2 (T_{X_B^\alpha})^2}{(p_j^2 r(B)) \bar{T}} = \min_{k=1,2,\dots,h} \frac{c_k [u_k \hat{x}_k^\alpha(B) - r(B) p_k]^2 (T_{X_B^\alpha})^2}{(p_k^2 r(B)) \bar{T}} \right. \right\}$$

若 $J_B(\alpha) = J_B(\alpha-1)$, 且 α 與 $\alpha-1$ 來自於不同的執行程序時, 則令

$$\hat{x}_j^\alpha(B) = \hat{x}_j^{\alpha-1}(B) \forall j \text{ 然後進入步驟 II.3 ;}$$

否則, 執行下一步驟。

$$\text{步驟 I.2: 令 } \bar{x}_j^\alpha(B) = \begin{cases} \hat{x}_j^\alpha(B) + 1 & \text{for } j \in J_B(\alpha) \\ \hat{x}_j^\alpha(B) & \text{for } j \notin J_B(\alpha) \end{cases}.$$

而後設 $\alpha = \alpha + 1$ ，回到步驟 1。

執行程序 II

$$\text{步驟 II.1: 決定 } J_B(\alpha) = \min_j \left\{ j \left| \frac{c_j}{\frac{\partial S(X_B^\alpha)}{\partial x_j}} = \max_{k=1,2,\dots,h} \frac{c_k}{\frac{\partial S(X_B^\alpha)}{\partial x_k}} \forall u_j(\hat{x}_j^\alpha(B) - 1) > r(B)p_j \right. \right\} \text{. 即}$$

$$J_B(\alpha) = \min_j \left\{ j \left| \frac{c_j(u_j \hat{x}_j^\alpha(B) - r(B)p_j)^2 (T_{X_B^\alpha})^2}{(p_j^2 r(B)) \bar{T}} = \max_{k=1,2,\dots,h} \frac{c_k(u_k \hat{x}_k^\alpha(B) - r(B)p_k)^2 (T_{X_B^\alpha})^2}{(p_k^2 r(B)) \bar{T}} \forall u_j(\hat{x}_j^\alpha(B) - 1) > r(B)p_j \right. \right\}$$

$$\text{若 } \begin{cases} J_B(\alpha) = J_B(\alpha - 1), \text{ 且 } \alpha \text{ 與 } \alpha - 1 \text{ 來自於不同的執行程序時} \\ \text{則令 } \hat{x}_j^\alpha(B) = \hat{x}_j^{\alpha-1}(B) \forall j \text{ 進入步驟 II.3.} \\ J_B(\alpha) = \phi, \text{ 進入步驟 II.3} \end{cases}$$

否則，進入下一步驟。

$$\text{步驟 II.2: 令 } \bar{x}_j^\alpha(B) = \begin{cases} \hat{x}_j^\alpha(B) - 1 & \text{for } j \in J_B(\alpha) \\ \hat{x}_j^\alpha(B) & \text{for } j \notin J_B(\alpha) \end{cases},$$

而後設 $\alpha = \alpha + 1$ ，回到步驟 1。

$$\text{步驟 II.3: 計算並儲存 } C_{X_B}^* = \sum_{j=1}^h c_j \hat{x}_j^\alpha(B) \text{。}$$