

醫療排隊決策模式之研究—以急診作業為例

郭章淵* 何友鋒**

* 朝陽科技大學建築系

** 朝陽科技大學建築及都市設計研究所

(收件日期：89年5月11日；接受日期：89年5月25日)

摘要

本研究主要在於探討建築規模計劃之決策模式，以系統分析探討醫療工程之問題、分析醫療建築規模計劃之操作程序，假設醫療行為與空間之互動，並應用排隊理論考慮等待行列之問題，解決具流動性、隨機性之醫療行為系統與空間需求之關聯性；建構以排隊系統解決建築規模計劃之決策模式。並以台中榮民總醫院急診部為實例，演練本規模計劃之決策模式，從蒐集就診記錄等資料與探討相關之醫療行為，並模擬其行為模式，以考慮等待行列系統估算使用者與各科病床、就診空間之供需關係及間接成本，並提出具體結果與建議。本研究旨在探尋合理的、科學的規模計劃計量方法，以建構理性之空間量預測之決策模式，並對於該醫院之新、增建計劃，提出合於科學而確實可行之設施量建議。

關鍵詞：規模計畫、排隊論、系統分析、模擬、決策模式

一、緒論

建築設計本質在於依據使用目標及其外在條件處理空間之質與量以滿足使用者需求，在企劃或計劃階段訂定空間量（或建築規模），尋求量化問題之解答，為最首要之步驟；惟有先行掌握正確之設施量方能落實機能要求與塑造令人感動之空間質感。而規模計劃（Scaling）即為依據生活要求決定建築空間規模之過程，規模計劃並非依恣意直感而決定，應依客觀的、合理的、理論的程序所決定（王錦堂，1984）。因使用者之需求系兼具自主性、複雜性、流動性、隨機性之逐時變動，造成對訂定空間量之困難，如何掌握必要性、經濟性、實效性之平衡點為規模計劃所關注之主題。

本研究即從空間需求之決策做方法論之探討，針對建築計劃中規模計劃之空間量估算問題，基於系統分析法分析並考慮使用者動態之行為模式、由行為隨時刻變動與空間互動之關係，採行以等待行列之計算法，進而採模擬法模擬使用者之行為模式，求解醫療排隊問題與空間需求量，建立排隊系統之決策模式解決其量化計劃；並以台中榮民總醫院急診部為實例，以其診療行為模式與各科病床、診間之服務系統統計資料為需求模型，演練此個案並運作模式，提出分析結果與建議。本研究目的為基於合理與科學的規劃計量方法，探討行為需求與空間供應間

之動態關係，解決其間之流動性、隨機性、與系統間相互關聯性。成果除對於該醫院之新建、增建計劃，提出合於科學而確實可行之設施空間規模建議方案，對於決定醫院空間量與建築規劃有所助益外；並證明採行以考慮等待行列之計算法建構規模計劃之決策模式，以預測建築空間量之可行性。

二、相關理論

（一）醫院建築之規模計劃

規模計劃即是決定建築物全部以及部份的規模的最佳量的程序，以期獲得最佳效益與效率之建築物（1984，王錦堂），廣義而言醫院設施之規模計劃應先從大環境考慮其必要性、經濟性及整體性；構成醫院計劃之整體決策架構系統可廣至探索台灣地區醫療體系計劃、醫療網計劃階層，或落實於建院計劃、醫院部份增建計畫。本研究內容乃界定於純粹針對單一醫院之建築行為過程，相關之先期建築規模計畫中之服務容量決策方法為範圍。回顧相關本主題之文獻，論及對於醫院空間之規模推估與各種設施數量之關聯計算法，概如以下述：

1. 基本面積與法規限制法：依據法令基本用地面積承載量推計最大之可用面積。
2. 參考樣本法：以建成類似個案之經驗與事實為參考樣本，預計其規模需求量並估算各空間之配比。
3. 場所單位推估法：以大量之統計資料尋出容量與樓地板面積關係之比值數據區間，做設計規模之參考（王錦堂，1984）。
4. 人員單位準則推估法：以編制之服務人員或被服務人次為基本估計單位，提出對空間規模之建議。
5. 活動量推估法：以全年的就診總次數與設施之使用率作量化推估（註1）。
6. 使用者調查法：從使用者及使用單位作分級調查訪談，依其個別需求逐層統計彙整，建立需求資料。

綜合而言，各方法均有其特點與不足之處，本研究認為如下潛在的問題亟待解決：

1. 如何以多樣的、隨機的、隨時刻變動行為需求，推估固定的服務硬體系統服務量。
2. 如何以動態的醫療作業流程行為模式建構合理的空間動線系統，以反應其互動關係。
3. 如何考量候診等待之事實，解決設施供需系統平衡，以達成符合經濟與效率之理性規劃。
4. 針對不同個案或新的行為模式其規模計劃有否賦與彈性，考量其特殊需求。

本研究認為既要考量符合人性化規劃原則與實際需求，又要符合於科學化之計量方法分析建立合理之規模計劃，至少應兼顧以下四因素：

1. 依據使用者團體之行為模式與需求，建構空間系統與規模計劃；
2. 建立各具獨特性之完整之醫療作業動態流程體系，以符合實際需求；
3. 考慮醫療排隊行為之機率性、系統性關聯性與設施使用率之相互影響；
4. 規模計劃之決策，宜兼顧建設之固定成本與等待行列成本之平衡關係。

（二）排隊理論

排隊論 (Queueing Theory) 主要之構成乃是以「機率論」之思想為主，列隊等候現象之發生因隨時間而變動，故此理論須運用隨機過程之理論，其模型亦為隨機過程之模型；排隊論所探討之主題是在服務、效率、品質與經濟間如何取得平衡，依理論排隊系統由三個基本要素所組成：包括投入過程、服務次序排隊規則、服務機構。Hillier 和 Lieberman 於 1990 年提出基本的排隊過程，如下圖示：

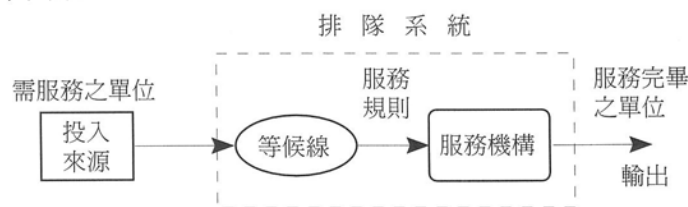


圖 1 一般之排隊系統圖

投入過程主要探討之變數為參加排隊體系之投入母體（即顧客），及其到達服務站之型態，即到達分配 (Arrival distribution)；多數之排隊現象投入過程都是隨機的到達，且多數的排隊模型而言，到達之數目分配系屬波氏分配 (Poisson distribution)，若到達數目分配為波氏分配則間隔時間必為指數分配 (高孔廉 & 張緯良，1993)。至於真實體系之現象，須以實測之數據決定，並檢定是否符合某種機率模型；首先根據原始資料作出經驗分佈，再依照統計學的方法（如卡方檢定）確認其模式符合於何種理論分佈，並計算其參數值，作法為：

1. 以 τ_i 表示第 i 號顧客到達之時刻，由間隔時間 $t_i = \tau_{i+1} - \tau_i$ 求出之各個間隔時間 t_i ，統計各樣本組數量；
2. 以卡方檢定其適合度，符合於其機率分佈模式後，方能投入該種排隊模型理論中；卡方檢定基本式如下：

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

o_i 為第 i 組的樣本觀測次數

e_i 為第 i 組的理論次數或期待次數

投入過程應用於本研究中即醫療行為過程之使用者需求量。

其次，服務次序與排隊規則可分先到先服務 (FCFS — first come, first serve)、後到先服務 (LCFS — last come, first serve)、隨機服務 (RS — random selection)、優先權服務 (PR — priority-ranking) 等多種；排隊在具體場所亦可能只是一種次序，隊列可為單線或者多線型式，排隊等候收容區可能有容量限制或者無。在本研究所關切的包括其服務次序與列隊長度，服務次序即依據診傷分類標準及急診作業規則之應用，而列隊長度為檢測服務水準之標準，為規模計劃之決策評估基準。

第三個主要因素為服務機構，服務機構包括服務設備之形態與服務時間之分配 (Service-time distribution)，服務時間可分為隨機型分佈及確定型分佈。服務設備之形態依數目可分單線式 (Single channel) 與兩個以上之平行服務設備之多線式 (Multiple channel)，多線式之排隊方式又有單線多站與多線多站兩種可能。若依服務階段之多寡可分為單站式 (Single stage) 與多站式 (Multiple stages)，將兩種分類方式合併考慮，可能不止「並列」或「串列」之單一模式，會產生較複雜之多線多站之「混合型」。本研究將服務機構應用於醫療服務設施及其處理能力，可能為設施容量與某時間內服務之個數，以型式而言為混合多線多站之複合型。（註 2）

(三) 排隊體系求解與應用

排隊系統操作之特徵主要取決於兩個統計量之性質，即投入過程之“到達間隔之機率分配”，與服務過程之“服務時間分配”；到達之間隔時間以“ $1/\lambda$ ”表示，而服務過程以單位時間能被完成之個數計，即設備之平均服務率，其值以“ μ ”表示。 μ 與 λ 是排隊論最基本之參數，在到達過程與離開過程均可以之表示。而體系內總人數（ n ）之機率是時間 t 的函數；在穩定狀態下指數排隊模式之關係式為：

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0,$$

$$P_n = \rho^n (1 - \rho)$$

P_N 是隨時間移動而變化之函數，其中 P_0 表示設備不利用之比率，亦即閒置之機率， ρ 表示設備之利用率（ $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ ），多站之情況設備利用率為（ $\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$ ）。在排隊體系中有四個主要之輸出統計量，其值均從 P_n 由 μ 與 λ 求得，如下：

L_s 體系內之平均人數

L_q 等待線之平均人數

W_s 體系內之花費時間之平均數

W_q 等待線上花費時間之平均數

本研究所探討之診療作業體系由一連串之流程網路所構成，各個節點產生不同狀態之隨機等候模型，站間非獨立事件又存有輸出輸入之依存性，前站系統輸出為下一階段系統之投入過程、亦即醫療排隊行為具有多站多層次之真實事件模式，甚難以一組數學式做完整之表達。一般而言，對於情況相當複雜之多線式排隊體系，多半以模擬方式求解（高孔廉 & 張緯良，1998）。

由於電腦軟體硬體之突破，使模擬之能力更趨於符合實際狀態，藉電腦模擬操作對排隊問題予以求解為一可行而有效率之方式。早期之排隊模擬實驗之電腦程式可用一般語言FORTRAN、COBAL等寫出，而後逐漸開發出新的模擬語言，諸如：GPSS、GASP、SIMSCRIPT、SIMULATE、SLAM等（註3）。本研究所採用之語言SIMAN（SIMulation ANalysis）IV主要之架構乃源自SLAM及IBM公司之GPSS，SLAM係由GASP與Q-GERT發展而來（註4）。本程式為半成品軟體，需由使用者依其語言撰寫程式；輸入應提供具有完整參數之敘述統計數值，服務次序與服務機構一系統，可模擬實際情況以程式語言建構，其輸出結果可提供 L_s 、 L_q 、 W_s 、 W_q 等統計量資訊（含極大極小值、平均值及變異系數等）。

排隊理論是一種應用數學邏輯建立等待行列現象的模式之科學的計量方法（Quantitative Method），在於研究需要服務的個體與服務設施之間的關係，以滿足對隨機到達個體之服務，以求資源之最經濟均衡配置；排隊論中不用決定論之方法處理問題，而考慮等待行列之機率模式，以統計的見解考慮其變動狀況，並以服務與流動狀態之統計頻度分配（frequency distribution）作為基本資料計算其平均值與變異數。故前述醫院設施規模計劃之動態的、隨機的、互動的、個別性之問題，均能以排隊模式之系統組合獲得合理解釋。

三、規模計劃與醫療排隊模式

(一) 醫療排隊行為

醫院由具關聯性之部門系統組成緊密的整體醫療作業體系，而以包括診斷（Diagnosis）及治療作業（Treatment）之診療作業流程系統居於主領地位，其他行政、服務、管理作業及病床空間之規劃等，均以診療作業系統為主軸。為落實正確之空間量估計，本研究以診療作業系統之流程體系作為決定設施規模之基本架構，依目標、內外等條件予以純化，建構診療需求與相關服務空間之行為系統，並以模擬運作處理動態性、機率性之行為模式，推計需求與服務站設施量間之關係，依此作為決定建築物規模參考。診療作業之模式是由各作業點所連結成之網狀模式，病患自到達醫院即投入一個既已組成之“行為模式系統”當中，行為模式所表現的部份資訊是一些“機率性的訊息”。服務品質與服務容量涉及合理之作業時間與民眾可接受之滿意程度，為設施量計劃應考慮之基本目標之一。本研究整理過去相關論述之調查資料（註5），分析其排隊行為得如下之結果：

- 排隊等候時間因作業流程點不同而異。
- 民眾對等候時間之認知程度產生差異。
- 其差異可用機率分佈模式予以解釋之。
- 顯示候診時間略近於某種經驗分佈曲線，如民眾候診時間略近於波式分佈。
- 診療行為模式系統中存在許多不同層次之排隊問題。

診療排隊模式亦如一般之排隊問題，當系統中設施容量為固定時，要求發生之行為隨時間而變動時，需求發生之頻度則按機率（probability）法則分佈，服務系統隨時間變化其供需間之關係亦隨時間呈動態之變化，兩者關係如圖2所示：

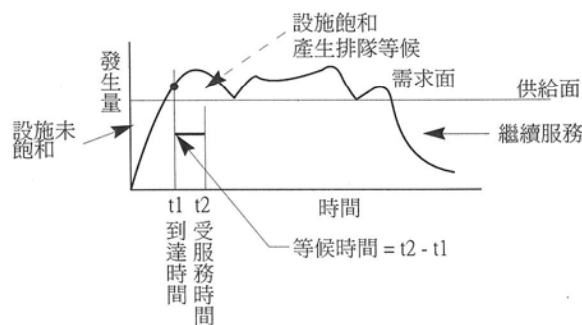


圖2 供需間動態關係圖

而排隊問題與設施需求（如病床需求數）間之互動關係，以圖3解釋：

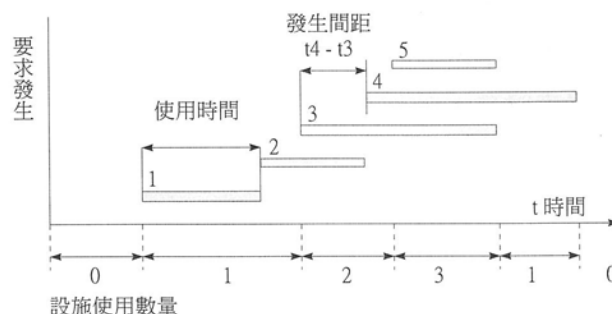


圖3 設施供需求關係圖

（二）規模計劃之程序

基診療行為模式系統與空間系統所依存之動態關係，訂定醫院之規模計劃；需從探討基本的服務需求上著手，即診療行為與病床數與診察室、加護病床、手術室各空間及總建築面積等，均存在特定之關聯性組合。基於本觀點建構醫院之規模計劃之操作程序如下：

1. 依據目標選取研究對象，界定計劃範圍，標定最大限制條件；
2. 深入瞭解使用者之背景與行為，探討診療作業流程及影響因子；
3. 依建築空間對醫療行為之程度影響簡化模式，除去與研究無關之作業系統，定位有興趣之節點數量與位置，建構醫療排隊系統模式；
4. 形成基本的診療作業網路流程，定義各節點為設施服務點（服務機構），依流程內容調查投入過程資料、各節點服務次序排隊規則，各服務機構之服務時間與預估設施數量等資料；
5. 檢定各項資料是屬於何種統計機率分佈，包括投入資料、服務時間之分佈等；
6. 依基本的診療作業網路流程為架構撰寫電腦模擬程式；並將上步驟之統計資料依排隊系統之過程正確加入；
7. 測試模式之運作是否正確，可用元體追縱法或已知資料檢測，如有錯誤應重行回饋檢討；
8. 確認模式運作正確後，將所需之設計條件投入模擬系統，俟系統運作達平衡狀態時，蒐集輸出統計資料；
9. 改變設定重複上一步驟，並分析相關資料，繪製關係圖表；
10. 提出決策建議；
11. 選定方案計算設施量與所需面積。

改變設定重複模擬目的在達成醫療系統內“空間體系之平衡狀態”，以期符合系統之最佳化設計。本研究之輸出結果經分析後，可提供如多少診間、多少病床等設施量與服務水準之相互關係，可供決策判斷規模量基準。在應用上，因應不同屬性空間各有不同之計量標準、容量水準限制（或安全係數）與利用彈性，須分別計量，可依設施量數據再乘每一單元空間之所需面積，則可正確決定建築空間之尺度。

（三）決策模式

排隊決策之目標在求服務成本與延滯時間總成本之均衡點，以尋求系統之最佳化；決策所涉及問題為在服務系統中應提供何種服務水準（level of service），服務水準包括其質量與數量。對於服務數量供給額之決定，主要依供應服務所花費之成本與等候服務者之時間成本兩因素。而服務水準可以用不同數值予以表示之諸如： λ —平均服務率、 c —服務台數、 N —最大隊列、 ρ —服務強度等。提高服務水準之質量、數量可減少等候服務者時間成本，相對的將提高供應服務之成本，兩是矛盾的狀況，合併兩種成本函數曲線如圖4（註6）：

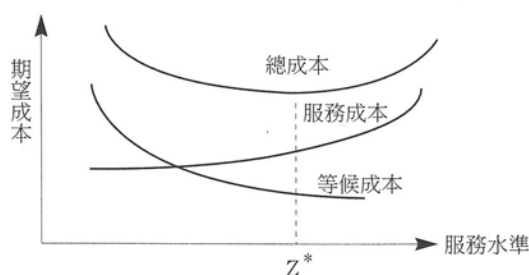


圖4 期望成本與服務水準關係

最佳服務率決策模式為決定服務系統中 μ 之最佳值，其目標函數 Z 為單位時間服務成本與顧客在系統中滯留費用之期望值。其目標函數如下式：

$$Z = C_s \mu + C_w L_s,$$

C_s 為 $\mu = 1$ 時之服務機構之單位時間之費用， C_w 為每個顧客在系統停留單位時間的費用。最佳服務設施個數之決策模式，即為在求最佳解 C^* 使 $Z(C^*)$ 為最小（註7）。

醫院建築規模計劃應考量“整體利益”，達成整體利益之目標主要包括：選取合適的興建與營運規模計劃、使供應服務者之獲得最大收入與最小支出花費、使要求服務者之得到最佳服務品質與最少之等候損失。醫療作業之成本包括醫院之建院費之固定成本與營運變動成本，包括空間與設備之維護費，人員之薪資等；單位總成本可以病床數分攤表示之，其收益=總收入—總成本（ $B=Tr-Tc$ ）如圖5。

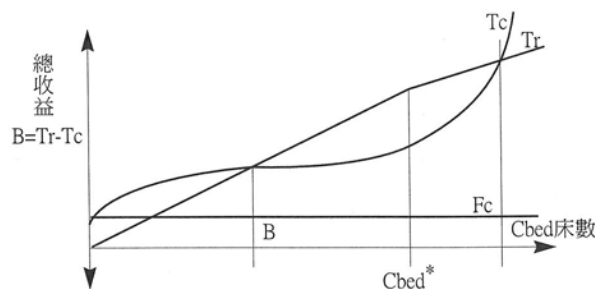
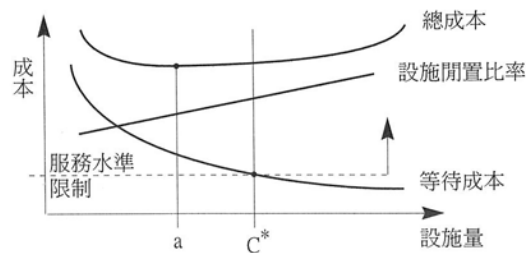


圖5 病床量之經濟模式

依總成本之變動函數，顯示極大極小均非恰當，宜尋求最佳解以決定設施規模，若考慮設施服务能力與利用率問題；排隊所存在之機率性，使一般設施之利用率無法達完全使用，當使用率過低時其收入曲線減緩，單位成本劇增，服務效率越高其單位服務成本越低，閒置比率越高其單位服務成本越高，本研究可以設施之利用率（ ρ ）做單位服務成本之衡量準則。在平均服務率為既定狀況及平均到達率（投入過程）為已知之條件下，可依排隊模式求出等待成本之關係圖，如圖6表示



但在本模式，最小總成本為a點，考慮最低服務水準時，但最佳決策點卻應是點。排隊模擬可依據不同目標值或服務品質，改變變數，作出不同設施量之單位等待成本曲線與使用率線供決策者參考，甚至對於系統之互動作用亦可依需要列入模式中。

四、實證研究

本研究以台中榮民總醫院急診部為例，基於該部相關醫療作業記錄較完整、作業體系與獨

立又逢興建第二門診兼急診大樓之初，所搜集之行為資料概括：（註8）

1. 全年病患記錄資料。
2. 作業模式與行為流程。
3. 病歷記錄及急診護理評估表。
4. 作業時間與病患滯留時間記錄。

將上述資料分析轉化分為投入過程資料、服務系統資料、及作業流程；投入過程資料分析包括：

1. 病患發生人次：探討年變化平均趨勢、每月間分日變化、每週間分日變化、單日間到達時距變化等，分析其週期性變化（棄除重大災變，重大災變該院有另一套作業系統）。
2. 病患發生間距 - 配合醫院之作業時段，發生比率分為三時段計算，日班、小夜班、大夜班，並考慮一日間之週期性變化。
3. 檢定病患發生之到達分佈：令顯著水準（Level of Significance） α 為 0.05，自由度（Degree of Freedom）為 $\nu = n-1=7-1=6$ ，1.6034 小於查卡方分配表值 12.59，在於接受區（Region of Acceptance）內，故此分配可視為符合指數分配。以全年計算其相關之每日就醫人數之參數值平均數為 123.3 人，以全年計算其到達時間間距之參數值平均數為 11.88 分鐘。

服務過程機率分派資料分析包括：病患就診科別比率、檢傷分類比率、分送至各檢查與治療室之比率等，表示元體在系統流動之模式。

表 1 台中榮總急診部就診科別比率

科別	內科	外科	小兒	婦產	眼科	耳鼻喉	牙科	皮膚科	精神
全年累計	17463	15055	9624	1411	689	700	269	350	182
每日平均	47.844	41.247	26.367	3.8658	1.8877	1.9178	0.737	0.9589	0.4986
比率	0.3818	0.3291	0.2104	0.0308	0.0151	0.0153	0.0059	0.0077	0.004

作業過程延時分析，即設施及元體使用設施之時間；依研究設計之需要可同時探討不同之站或空間，諸如診察室、X光室、手術室、急救室、病房等空間。在此各站為規模計劃所企求之設施量，而病患滯留時間之模式如診療作業時間統計分佈、佔用病床時間或滯留醫院時間資料，即代表其作業之延時。當設施量不足時排隊時間與列隊長度會增長，反之則縮短，作業時間分佈可依就醫或實地量測。如擬計算病床空間則搜集病患滯留醫院之時間比率，如表 2。

表 2 台中榮總急診部病患滯留比率（%）

	內科	外科	婦產	小兒	皮膚科	眼科	耳鼻喉	牙科	精神
一日	0.6283	0.72	0.8991	1	0.718	0.987	0.75	0.76	0.68
二日	0.1251	0.1036	0.0644	0	0.179	0.013	0.12	0.13	0.15
三日	0.0815	0.0622	0.0258	0	0.026	0	0.06	0.07	0.08
四日	0.0494	0.0398	0.0064	0	0.026	0	0.02	0.02	0
五日	0.0321	0.0207	0.0021	0	0.026	0	0.03	0	0
以上	0.0837	0.0538	0.0021	0	0.026	0	0.01	0.02	0.1

（一）模擬分析

1. 製作模擬作業流程

模擬分析之第一步驟需先分析現實世界之行為流程，並依研究之相關性除去與研究無關者；依據榮總急診部之作業流程與實地訪談其作業模式，並將其簡化其步驟後，得結果如圖 7 所示。

2. 模擬程式與實驗測試

依據所得之行為模式流程與相關統計分配模型參數，轉換為電腦模擬程式，模擬程式之撰寫分 Model Source File 與 Experiment Source File，需先將此二檔案分別編輯成為 Object File，再聯結（Linker）為 Program File；模擬程式於聯結無誤之後，必須先測試檢定其是否符合需求，達成信度與效度之確認後才能予以運用，模型之測試採 Teace Enties 法—追蹤元體在體系內運作情形，並運用已知資料與邊際資料測試。

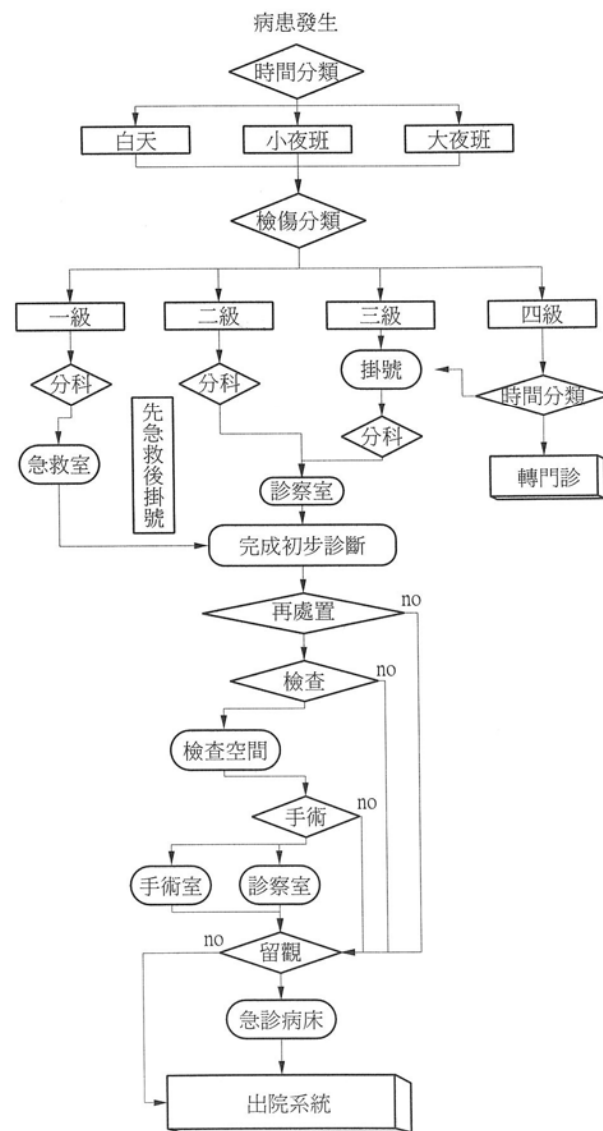


圖 7 模擬作業流程圖

(二) 模擬結果分析

本模擬以“分”為計時單位，以 ENTITY 代表病患，以 RESOURCE 代表病床數，病床分四種分別以代號表示之。相同之 λ 與 μ 對不同之個案均模擬兩天之連續狀態，重複模擬 10 次，暖機 (warm-up) 時間設定為 14 天，結果取得各統計量之最大值、平均值、極小值、及變異系數等，所得資料亦為敘述統計資料。改變設定時，以 case1 到 case9 表示不同之設施量 (c)。依其模擬結果，若先探討其平均值為例，分別統計不同個案之總平均，整理後如表 3。

表 3 不同個案病床排隊模擬結果表

case	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BED0= (床)	6	8	9	10	10	11	12	13	15
BED1= (床)	64	66	68	70	72	74	77	80	86
BED2= (床)	24	26	28	30	31	32	33	35	37
BED3= (床)	1	2	3	4	4	4	5	6	8
TIME IN BED1q	857.38	700.19	371.54	326.01	223.59	61.961	10.143	0.83579	0
TIME IN BED2q	723.89	291.49	132.09	28.365	15.101	13.238	1.3806	0.35137	0.3436
TIME IN BED3q	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIME IN SYSTEM	3557.6	3338.8	3085.1	2999.7	2699.4	2699.2	2646.5	2821.53	2706.2
WAITING OF BED0	72.646	13.791	4.6633	1.5259	1.5491	0.6857	0.6387	0.16352	0.0319
WAITING OF BED1	9.4407	8.6401	8.4824	7.4649	5.0653	1.2583	0.2368	0.02177	0
WAITING OF BED2	4.9966	2.6951	1.115	0.3418	0.1839	0.1741	0.0675	0.005	0.0044
WAITING OF BED3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIZATION OF BED0	1	0.9836	0.8928	0.7407	0.7438	0.6851	0.6462	0.5274	0.5274
UTILIZATION OF BED1	0.9749	0.9855	0.9838	0.9468	0.9291	0.8659	0.8475	0.84026	0.8068
UTILIZATION OF BED2	0.971	0.9235	0.872	0.7848	0.7709	0.7491	0.7023	0.65296	0.6275
UTILIZATION OF BED3	0.0787	0.153	0.0536	0.0322	0.0322	0.05	0.0265	0.01272	0.016
ARRIVAL (人次)	118.4	119.78	123.1	115.65	231.3	117.05	117.85	120.05	121.6
1- ρ of BED1	0.0251	0.0145	0.0162	0.0531	0.0709	0.1340	0.1524	0.1597	0.1931
1- ρ of BED2	0.0290	0.0765	0.1279	0.2152	0.2291	0.2509	0.2977	0.3470	0.3724

TIME IN BED1q 一表示內科病床之等候時間 W_q (分)

WAITING OF BED1 一表示內科病床之等候線之長度 L_q (人)

UTILIZATION OF BED1 一表示內科病床之平均利用率 ρ

ARRIVAL 一表示總到達人次數 (人次)

由表 3，已可看出不同之值對等候時間 (W_q) 與等候線之長度 (L_q) 產生之影響，而其平均利用率亦隨之變化，依數據繪出床設施量與成本之關係圖形。

1. 病床數與等候成本之關係圖

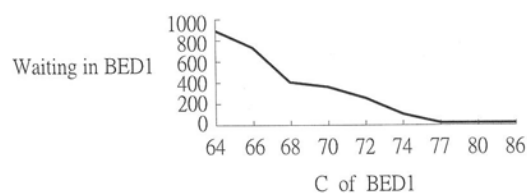


圖 8 內科病床與等待時間關係圖

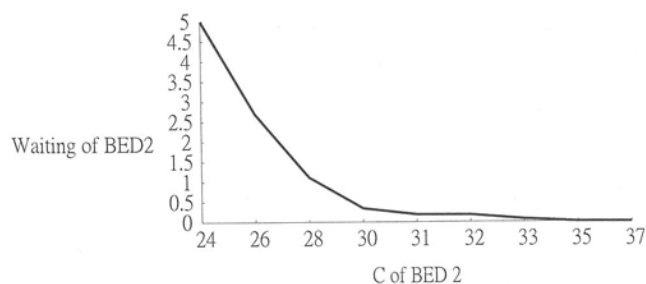


圖 9 外科病床與等待長度關係圖

2. 病床數與服務成本之關係圖

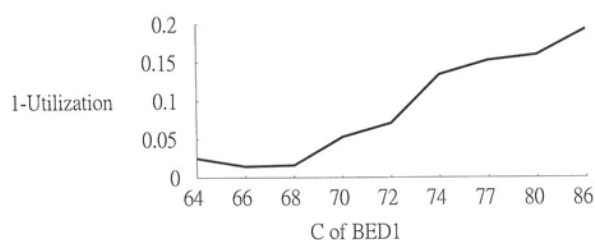


圖 10 內科病床與設施閒置率關係圖

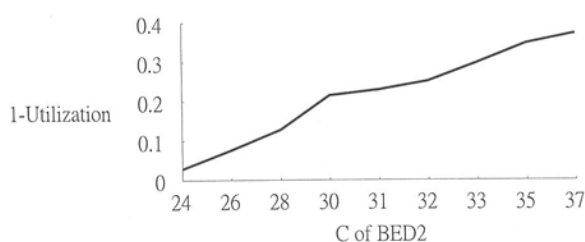


圖 11 外科病床與設施閒置率關係圖

如圖所示，若以 $1 - \rho$ 表示設施不利用之比率（即 P_0 ），在已知之投入過程與服務過程（固定 λ 與 μ ）中，設施量與閒置率呈正比之函數關係。

3. 邊際值之探討

除求取平均值外，對於排隊模式之關係，可另由其它統計數值（如最大值、最小值、變異量）之顯示予以分析 case9 之最大值相關統計量輸出整理如下：

表 4 case9 病床排隊模擬結果最大值表

輸出 MAXIUM	次數 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TIME IN BED1q	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIME IN BED2q	0	0	0	0	0	0	73.413	0	0	0
WAITING OF BED1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WAITING OF BED2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

case9-BED1&BED2 之最大等候長度大部份已趨近於 0，亦即表示在大多數之狀況下，排隊發生之情況甚微，而等待時間亦趨近於零，在此情況下可說其服務水準甚高，幾無排隊等候之現象，表示設施量在某種服務水準之下已足夠。另 case1-BED1&BED2 之最大使用率均已達 1，表示在許多機會中，其設施均處在繁忙狀態，在許多情況下（在機率性之變化下）其服務率可以達到飽和狀態；以另一角度視之所造成等候長度甚長，亦即表示在此情況下設施量無法滿足機率性之變動需求；由其變動狀態可列為設施規模計劃之決策指標。

4. 機率性數值之探討

因模擬狀況正如現實狀況產生隨機性之變化，依不同之亂數會產生不同之結果，故排隊輸出值為一組統計分配數值；亦即動態之行為模式所反應之結果並非據絕對之數值，即使選定最佳方案並不代表設施能達完全之使用率，或在系統中絕無等候現象；只可說在多少的機率之下

達成可接受之服務水準，此正是本研究能反應現實環境動態、隨機之特質，本研究再選定以最佳設施量方案進一步分析模擬 30 次之輸出結果之平均值結果繪關係圖如下：

由圖 12 顯示此方案等待時間超過 30 分鐘之機率已極小，圖 13 顯示等待長度超過 1~5 個之機率已極小，由圖 14 及圖 15 為兩種病床設施之使用率，顯示概成常態分配，其中值近於 0.8~0.9 之間。故經本模式之運作，可求得 - 服務水準與每一單位等候成本間之函數關係圖、服務水準與每一單位服務成本間之函數關係圖，而決策模式之基準可以兩種成本曲線疊圖後加入單位成本求得。

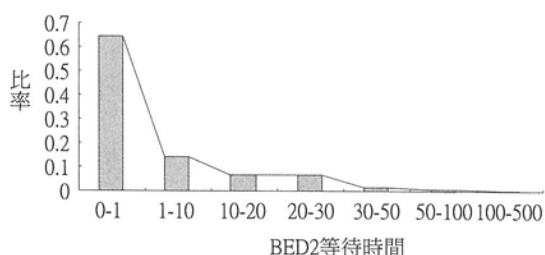


圖 12 外科病床與等待時間機率

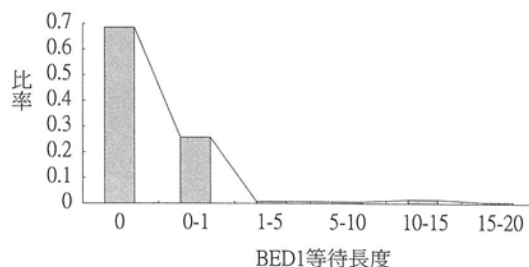


圖 13 內科病床與等待長度機率

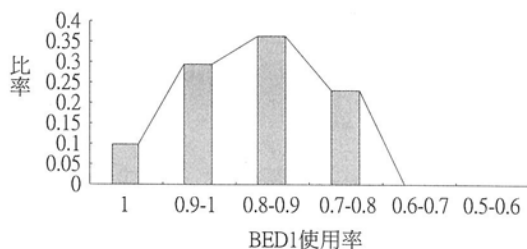


圖 14 內科病床與設施使用率機率

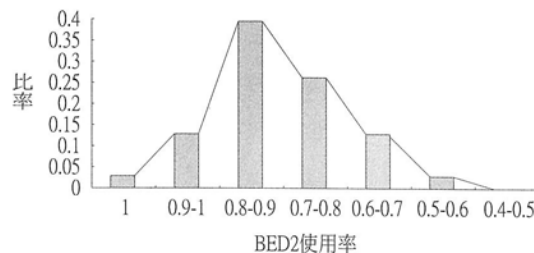


圖 15 外科病床與設施使用率機率

五、結論

本研究探討建築量化之規模計劃問題，從使用者之等待行列計畫理論，以排隊論解決理動態行為與固定空間之關係，分析醫療作業系統之建構排隊決策模式。證實本模式確實可行，且具有相當程度之準確性與詮釋力。除提供台中榮民總醫院明確之病床數量決策依據外，對於一般處理醫院排隊與設施量之關係，可修改模擬程式並加以運用；建築計畫中之隨機與動態之行為與空間量估算得以解決。

註釋

註 1. 參見文獻 2，p133-139。

註 2. 關於排隊論之敘述參考清華大學作業研究教材編寫組作業研究，與高孔廉 & 張緯良作業研究等相關排隊論著作，並依據本研究之相關性綜合整理。

註 3. 相關排隊模擬語言之發展敘述諸如：高孔廉 & 張緯良作業研究；謝茂良編譯，Decision

Making Through Operations Research 決策分析－作業研究之應用；姚景星與劉睦雄合著，作業研究；Averill M.Law & W.David Kelton,Simulation Modeling & Analysis,McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS 第三章 Simulation Software。

- 註 4. 程式主要由 SIMAN 語言 (SIMulation ANalysis) 編寫，程式之授權為逢甲大學所有，模擬之主要系統架構以圖 7 為主。
- 註 5. 參見中國醫藥學院醫務管理學研究所，蘇斌光君所著碩士論文“醫院行銷研究的應用 / 病患選擇醫院之因素分析”。
- 註 6. 清華大學，作業研究，p576。
- 註 7. 清華大學，作業研究，p579-580；高孔廉 & 張緯良，作業研究 P341-376。
- 註 8. 資料來源包括：台中榮民總醫院之 - 1. 榮民醫院業務手冊；2. 急診部作業手冊；3. 組織系統表；4. 急診部編制表；5. 急診部各年度工作計劃；6. 急診部急診掛號統計表；7. 急診部各科急診掛號人次統計報表；8. 急診部急診人數動態日積月報表 (八十二全年度)；9. 急診部急診滯留病患報表 (八十二全年度)；10. 急診部急診護理評估表 (抽樣)；11. 到達時段三班記錄 (抽樣)；12. 檢傷分類表 (抽樣)；13. 急診 X 光攝影人次及 X 光片領用表 (抽樣) 整理；部份為本研究現場調查資料。

參考文獻

1. 王錦堂，1984. 10，《建築設計方法論》，臺隆書店，台北，pp40~76。
2. 吳青芬，1991，“公保聯合門診中心服務品質之研究”，中國醫藥學院碩論。
3. 高孔廉 & 張緯良，1998，《作業研究》，五南圖書出版公司，台北，pp339~376。
4. 清華大學作業研究教材編寫組，1992，《作業研究》，儒林圖書有限公司，台北，pp525~592。
5. 黃潮岳，1986，“活動觀點探討醫院門診部門之規劃與設計”，成大建研所，pp110~139。
6. 詹遠華著，1992. 05，《醫院管理導論》，大學圖書出版社，台北，pp207~264。
7. Averill M. Law & W. David Kelton, 1991, Simulation Modeling & Analysis, McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, Singapore, pp234~266.
8. C.Dennis Pegden & Robert E.Shannon & Randall P. Sadowski, 1991, Introduction to Simulation Using SIMAN, McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, Singapore, pp1~304.
9. Chun-Yen Chang, 1993, "A Simulation Approach to Crowding in Outdoor Recreation:A Study of the YANGMINGSHAN NATIONAL PARK", Thesis of The Pennsylvania State University,pp8~30, pp154~169.

A Study of the Decision Model of Medical Queueing — A Case Study of Emergency Services

Jhun-Iuan Kuo* Yu-Feng Ho**

*Department of Architecture, Chaoyang University of Technology.

**Graduate Institute of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology.

(Date Received : May 11, 2000 ; Date Accepted : May 25, 2000)

Abstract

The primary theme of this research is the discussion on the Scaling of Facilities within architectural planning. The main purpose is to search for a suitable and scientific approach according to the needs of the users. Especially we shall place stress on the system analysis of the complicated hospital buildings. Therefore, the objective of this study is to focus on architectural planning of hospital buildings; the system analysis is the frame of the study. Solving the dynamics, stochastic and fluency of behavior through the queueing theory has become the heart of this study. Meanwhile, as we estimate the space of the buildings, the decision model of queueing theory will give us a reasonable solution and useful suggestions for the construction or re-construction of hospitals.

Keywords: Scaling, Queueing theory, System analysis, Simulation, Decision model.