

第三章 火災搶救能力評估研究方法說明

第一節 火災搶救能力線性模式

臺、逐步迴歸法與迴歸參數估計與檢定

一、迴歸分析【25】【26】(Regression Analysis)

迴歸分析是一種統計最有用的分析方法，它利用一組預測變數(自變數)的值，對某一準則變數(依變數)做預測，也可用來評估做預測變數對準則變數的效用；進行迴歸分析時，依變數通常只有一個變項，而自變數可以為一個或二個以上，當只有一個自變數變項時，稱為簡單迴歸分析，而有二個以上自變數時稱為多元迴歸分析，迴歸的一般公式如下：

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

。迴歸分析的過程約可分為下列

幾個步驟。

(一) 提出假設性之迴歸模式

由於迴歸分析的主要功用在於「解釋」與「預測」，前者在探討自變項與依變項間關係之強弱與方向，而後者則在依據自變項預測樣本在依變項上之反應，不論是哪一種目的，研究者都須事先根據文獻探討之結果，提出一個假設性之迴歸模式，以做為進一步進行迴歸參數估計之理論基礎。

(二) 估計迴歸參數：

最常使用之方法為最小平方法，原理為計算所有觀察值至迴歸線之距離和，最小者即為所求迴歸線。

(三) 檢定迴歸模式與個別參數之顯著性

迴歸模式顯著性檢定的目的，在確定研究者所提出之假設性迴歸模式是一個有意義之模式，亦即研究者所提出之自變項與依變項間確實有重要之關係存在。我們可以利用F分配對決定係數 R^2 之顯著性進行檢定(如方程式 1)，若F值達到顯著水準，就表示研究者所建立之假設性迴歸模式是一個有意義之模式，所投入之自變項可以有效地解釋樣本在依變項上之變異量。另外，這也表示研究者所投入之自變項中，至少有一個自變項與依變項間之關係達顯著水準，因此在整體模式檢定達顯著後，須進一步對個別之迴歸參數做顯著性檢定，以確定究竟投入迴歸模式之自變項，有哪幾個自變項與依變項間之關係達顯著水準(如方程式 2)，若計算之t值達到預定之顯著水準，就表示該自變項與依變項間之關係達顯著水準，亦即投入迴歸模式之該自變項是一個有意義之自變項。

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)} \quad (1)$$

k：自變項個數，N：觀察值數目。

$$t = \frac{\beta_k}{S(\beta_k)} \quad (2)$$

β_k ：迴歸參數， $S(\beta_k)$ ： β_k 之標準誤。

(四) 迴歸模式的診斷，即檢定迴歸模式之配適性。

在確定所提出的是一個有意義之迴歸模式後，我們須檢定迴歸模式之配適性，若發現所提出之迴歸模式違反迴歸分析之假設，則必須進一步進行校正工作，模式之診斷有以下幾種。

1. 常態性檢定：可用殘差值與預測值的交叉散佈圖，圖形應呈水平的隨機散布，另通常用常態機率分布圖，其殘差值的累積機率會約略成一條右上到左下的 45 度線。
2. 自我相關的檢定：檢定殘差值自我相關的方法，包括 Durbin-Watson D 檢定法及鏈檢定(Run test)等，其中以前者較常用，D 值介於 0 至 4 之間，當根據殘差值所求得的 D 值在 2 左右時，表示殘差值並沒有違反無自我相關的假設，至於 D 的臨界值是多少，會隨著樣本數及自變項個數的變化而有所差異，可以查 D 值臨界值表得到。
3. 極端值及具影響力觀察值的檢定：對極端值或具影響力觀察值的檢定，除了透過圖示法，根據殘差值與預測值的交叉散佈圖，或是殘差值與依變項實際值的交叉散佈圖加以判斷外，可以用以下幾種檢定統計量數進行檢定。

(1)標準化殘差值(standardized residual):通常標準化殘差在正負 2 個標準差以外的,可能是極端值。

(2)t 化殘差值(studentized residual):將標準化殘差進行 t 分配後的殘差值在正負 2 個標準差以外的,可能是極端值。

(3)刪除後 t 化殘差值(studentized deleted residual):將某一觀察值剔除後之迴歸模式,所得之 t 化殘差值在正負 2 個標準差以外的,可能是極端值。

(4)槓桿值(leverage value):通常槓桿值超過 $2p/N$ 或 $3p/N$ (p 為自變項個數加 1, N 為樣本數)的觀察值可能是極端值。

(5)Cook's 距離值:此值越大,越可能是具影響力觀察值。

(6)模式預測值差異量(DFFITs):DFFITs 值愈大,表示某樣本愈可能是具影響力觀察值,通常 DFFITS 超過 $2p/N$ 的樣本觀察值可能是一個具影響力觀察值。

(7)參數估計值差異量(DFBETA):DFBETA 值愈大,表示某樣本愈可能是具影響力觀察值,通常 DFBETA 超過 $2/\sqrt{N}$ 的樣本觀察值可能是一個具影響力觀察值。

4.線性重合(共線性)的檢定:檢定自變項間線性重合的方法,主要有以下幾種。

(1)自變項間的積差相關係數:一般而言,當二變項間的相關係

數在 0.8 以上時，就表示二變項間可能有線性重合的問題，但此並非檢定線性重合問題的充分條件。

(2)決定係數 R^2 極高，且整體迴歸模式的F檢定結果達到顯著，但

自變項個別迴歸參數的t值多數或全部不顯著，且其正負方向出現與理論假設相矛盾的現象。因整體迴歸模式的F檢定結果達到顯著，即表示所有投入迴歸分析的自變項中，至少有一個自變項與依變項間的相關達到顯著水準，因此其迴歸參數的t值也會顯著，但當自變項個別迴歸參數的t值多數或全部不顯著，表示因為線性重合的問題，造成迴歸參數的變異數(估計標準誤)無限制膨脹，以致檢定出現不顯著的結果。

(3)變異數波動因素(VIF, variance inflation factor)：變異數波動因素定義為：

$VIF = 1 / (1 - R_i^2)$ ，其中 R_i^2 是指以第i個自變項為依變項，與其他自變項進行迴歸分析後所得到的決定係數值，其值在 0 與 1 之間，因此若第i個自變項與其他自變項間有高度線性重合問題時， R_i^2 值會很接近 1，則 VIF 值就會變高，所以 VIF 值愈高，表示線性重合問題愈嚴重，通常 VIF 值高於 10，就可能有嚴重的線性重合問題。

(4)求 $X^T X$ 矩陣之行列式值：當有任二個自變項間存在著完全線性重合時，則 $X^T X$ 矩陣(即自變項所構成的矩陣乘其轉置矩陣)

之行列式值必為 0，因此當 $X^T X$ 矩陣之行列式值非常接近於 0 時，表示自變項間可能有線性重合問題。

(5)條件指數(CI,conditional index)：條件指數定義為：

$CI_i = \lambda_{\max} / \lambda_i$ ，計算CI值前，必須根據 $X^T X$ 矩陣先計算出特徵值(eigenvalue)，若有k個自變項，則可求出k+1 個特徵值，其值總和等於k+1，其中 λ_{\max} 是k+1 個特徵值中最大的一個， λ_i 是第i個自變項所對應的特徵值，當自變項間有高度的線性重合問題時，少數幾個特徵值將會很大，相對地其他特徵值會相當接近 0，CI值就是計算最大特徵值與第i個特徵值的比值，CI值愈大，表示該自變項與其他自變項的線性重合問題愈嚴重，若CI值在 10 左右，線性重合不嚴重，若介於 30 至 100 之間，則有中度至高度的線性重合，若CI值在 100 以上，則有嚴重的線性重合問題。

(6)變異數比例(variance proportion)：變異數比例係指根據 $X^T X$ 矩陣計算出的特徵值所對應的特徵向量，當在同一個特徵值所對應的特徵向量上，任二個自變項之值均非常接近 1，則表示該二變項間可能有線性重合問題。

5.校正方法：最常用來進行校正的方法包括，1：剔除發生線性重合的自變項，2：增加新樣本，3：利用逐步迴歸(stepwise

regression)或所有可能迴歸(all possible subset regression)，4：利用減縮模式(reduced model)，5：利用脊迴歸(ridge regression)、主成分迴歸分析(principal component regression)、及潛在根迴歸方法(latent root regression)。

(五) 解釋與預測

當完成迴歸模式之診斷，並進行必要之校正工作，確定所得到之迴歸模式的配適性後，即可根據各自變項迴歸參數之顯著與否、正負方向、或是標準化迴歸參數的大小，進行變項間關係的解釋，其次，對新的觀察值，可以根據觀察值在各自變項上之表現得分，預測其在依變項上之表現。


二、路徑分析 【27】 (Path Analysis)

在迴歸分析中雖然說變項間有自變項與依變項的區別，但基本上自變項與依變項間的關係，是一種相關的關係，而不是因果的關係，因此有關變項間因果關係的探討，在行為科學的研究領域中，一直扮演著相當重要的角色，而路徑分析就是利用迴歸分析的方法，應用於變項間因果關係探討的一種重要統計方法，所謂的路徑(因果)係數，就是迴歸分析中所估計得到的標準化迴歸係數。

而事實上，路徑分析本身並不是一個發現或驗證因果關係的

統計方法，它是研究者在經由理論的建構或考量後，應用在因果模式檢證的一種統計方法，也就是說，使用路徑分析時，有一個很重要的前提就是，必須先有嚴謹的理論架構為基礎，據此以形成假設性的因果模式，然後再使用路徑分析來檢定假設的正確性，可見路徑分析的有效應用，必須基於研究者對理論知識具有充分了解的能力。

使用徑路分析除了根據理論，以形成假設性的因果關係路徑圖外，它必須符合下列五個假設：

- 
- (一) 變項間的關係是線性的、可加的、及具因果關係。
 - (二) 各變項間的殘差相互獨立。
 - (三) 變項間的因果關係是單向的，互為因果的關係不能成立。
 - (四) 變項的測量水準必須在等距尺度以上，即為等距或等比尺度。
 - (五) 變項沒有測量誤差。

進行路徑分析時，除了以標準化迴歸係數做為路徑係數的估計值，並檢定路徑係數值的顯著性外，還要計算離間係數 (coefficient of alienation)，離間係數值定義為 1 減去決定係數後的平方根，即： $\text{coefficient of alienation} = \sqrt{1 - R^2}$ 。

離間係數表示依變項的變異量不能被自變項所解釋的部分，其值在 0 到 1 之間，離間係數愈高，表示自變項與依變項

間之多元相關愈低。

另外，路徑分析只是檢定個別路徑係數的顯著性，對整個因果模式的配適度如何，並無法加以考驗，所以無法知道根據理論所提出的因果模式，與實際真相間是否相吻合；為此，我們可以用 W 統計量來檢定其配適度，此統計量之原理乃在比較飽和模式(full model)與研究者所提出的因果模式(限制模式，restricted model)間的配適度是否有差異，其公式為：

$$W = -(N - d) \ln \left[\frac{(1 - R_f^2)}{(1 - R_r^2)} \right]$$
$$R_f^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \dots (1 - R_k^2)$$
$$R_r^2 = 1 - (1 - R_1^2)(1 - R_2^2) \dots (1 - R_k^2)$$

其中 N 為樣本數，d 為被限定係數為 0 的路徑數(即研究者假定二變項間沒有因果關係存在的路徑數)，ln 為自然對數值。

上述 W 值約成以 d 為自由度的卡方分配，因此可根據卡方分配進行顯著性檢定，若 W 值未達顯著水準，表示研究者所提的因果模式可以配適實際的資料，或說研究者所提出的因果模式，與實際真象(即所蒐集的資料)間相吻合。

三、線性結構關係模式【28】【29】(LISREL，Linear Structural Relationships)

線性結構關係模式是探討變數間的線性關係，並對顯性變數

與潛在變數之因果模式(即結構)做假設之檢定，它包含了測量模式(可觀測變數與潛在變數間的關係)與結構模式(潛在變數間的關係)。

我們知道當一組數據都乘k倍時，則變換後的樣本平均數是原來樣本平均數的k倍，而變換後的資料變異數是變換前資料變異數的 k^2 倍，所以我們可利用比較y與x的變異數是否為 $\sigma_y^2 = k^2 \sigma_x^2$ 來檢驗 $y=kx$ 的關係是否成立，這是LISREL最根本的理念，當然當變數多而且結構複雜時，如何將變數間的關係式轉換成共變異數矩陣的關係變成一件很煩的工作，因此LISREL就是利用變數間的共變異數矩陣來驗證變數間是否存在某種關係式的一種方法。

其步驟如下：

- (一)將變數間相關的架構以路徑圖表達。
- (二)將路徑圖經由複雜的規則計算變數間共變異數矩陣。
- (三)利用程式驗證共變異數矩陣是否適合此模式。
- (四)做自由參數(Free Parameters)的估計與標準誤及檢定統計量。
- (五)做適合度檢定，即決定模式是否適合於此組資料。


雖然數學上執行 LISREL 很複雜，但基本的邏輯思考就是上面 5 個步驟，另外要注意的是，資料不可能完全擬合模式，一個 LISREL 只是一個理想關係式的近似，尤其當真正的關係是非線性時，則「線

性」關係只是一種可能的近似。即使資料完全擬合模式，也並不表示此模式就必然正確。而對一組資料有可能有二種以上不同模式都擬合的不錯，但對模式適合度的評估如果是合適的，我們並不會說那一個模式是理論上最正確的，只能說此模式對此組資料擬合的還不錯。

貳、選定自變項、依變項

一、多位國內學者曾探討影響火災搶救及火勢大小之因素，劉采鑫氏認為影響消防搶救滅火效果之因子大致上可分為三方面，即：

（一）時間因素



時間因素在滅火搶救上是十分重要的，就理論上而言，消防隊投入搶救的所需人力、物力及所需水量等，會與消防隊到達火場時之火勢狀況有關。若是能愈早偵知火災的發生，則在火勢尚未進入全盛期前所有控制的機率也就會越高。因此在滅火行動當中，時間變得相當重要，理論上消防搶救越早介入，其滅火效果越好。建立標準作業程序並依循處理消防搶救作業之狀況，可以縮短消防隊介入火場射水搶救的時間。

（二）火勢因素

火災發生後會影響整個搶救滅火效果的另一個重要因素乃是當時建築物火勢的狀況。火災成長隨時間而變化，火勢

越大其熱釋放率就越大，火災區劃空間內的溫度也越高。在這種情況下，消防搶救人員在超出其能忍受之火場環境溫度時，根本無法靠近射水搶救，所以其滅火效果就會受到影響。而建築物發生之火災，常因其形狀、構造、火載量(fire load)、環境等條件之不同，致其火災行為互有差異存在。

(三) 救災因素

此因素牽涉到人力裝備器材、戰術、訓練及水源等，這些因素會影響到消防搶救射水，進而造成滅火效果之不同。

根據相關文獻分析，對於影響消防搶救滅火效果之救災因素整理說明如下：



1. 人力

人及裝備是火災搶救之兩大要素；面對可能之火場規模，足夠的人力及物力是消防隊能否成功介入，以及能否達到預期搶救目標之關鍵。人力主要也就是具有足夠以及充分訓練的火場搶救人員，而其構成因素則為質與量因素：

(1) 質的因素

乃是指消防人員的執勤素質，其關連因素甚多，個別方面如消防人員所受之教育與訓練是否充足，救災經驗、技能及知識是否足夠，對裝備的操作能力是否良好等；而在整體

方面，則包括分隊所有成員執勤士氣是否良好，隊員與隊員之間對於任務的配合程度是否熟練，對於每一個隊員的個別任務分配與整體救災需求的配合性是否恰當等；而對於火場指揮官則必須衡量其火場指揮的知能是否充足，包括是否有足夠的經驗、訓練、或程序等。

(2)量的因素

乃是指當火災發生之後，是否會有足夠的消防人員操作相關裝備、器材，並且延伸水帶進行佈署，以撲滅火勢。通常在評估量的因素時，都是考量所需的消防車輛數，再以每部車輛需要多少人員進行配置。不過，亦有以火災延燒面積的多寡來計算所需佈署的瞄子數(nozzle)及水線數，從而計算所需人員數量。

2.裝備


裝備包括車輛、服裝、器材等，乃是消防人員防護及搶救火災之工具，也是搶救之兩大要素之一，裝備性能是否良好？操作是否靈活簡便？乃至於放置規劃是否妥當？對火災搶救是否有效？是否能有效防護救災人員及提供良好通訊等。

3.戰術策略【30】【31】

戰術乃火場指揮官所為去達成策略計畫之方法。火場指揮

官選擇有效的策略牽涉到幾個重要但基本的決定事項，最基本決定在於作業時必須依據可用資源之能力，以及對消防人員可能造成的傷害來判斷究竟要採攻勢還是守勢。如採攻勢作業，消防人員必須延展水帶進入火場找出火點，並將火源撲滅；而採守勢時，則只須將大水流水帶部署於火場外，進行防禦控制火勢即可。同時，策略也必須根據現場狀況分別出要將資源置於何戰術位置之優先性。故策略計畫就是界定在何處及何時要將戰力用以控制火勢，以及它們這些活動要如何整合及其優先性如何等事項。

4.訓練



教育訓練是一切的根本，不論裝備器材如何優越，但若其操作人員之知識、技能及體力不能配合，則無法達到預期之功效。因此，透過平時之教育訓練鍛鍊其體力，並藉以提升其相關搶救、防禦知識，及裝備操作與處理之技能是必要的。同時亦應有良好訓練設施及訓練方法，方能使訓練達事半功倍之效。

5.水源

水是最常用的滅火藥劑。當火災搶救時，以不同流量及不同大小之液滴噴撒，對於火勢的撲滅或控制均有影響，也會產生不同的滅火效果。

參、搶救能力評估

一、樣本觀察值之選定

本研究有關搶救能力模式之資料來源，係自新竹市消防局一一九救災救護指揮中心取得其受理案件登記簿，蒐集日期自 94 年 1 月~12 月止，蒐集對象為建築物火災，並扣除災戶自救、時間或人力數據極端有不符實際之虞者，計有 90 件列入本研究資料庫（如附錄三），火災地點斑點圖如圖 3-1-1 所示。受理案件登記簿中關於火災案件可提供之資訊，包括報案時間、地點、出勤時間、到達時間、熄滅時間、出動單位人數、車輛種類數量、建築物用途、起火場所、起火原因、損失等等，是以本研究僅能在此有限資料中選擇適合之自變項、依變項，以得出能代表該分隊之火災搶救能力模式。

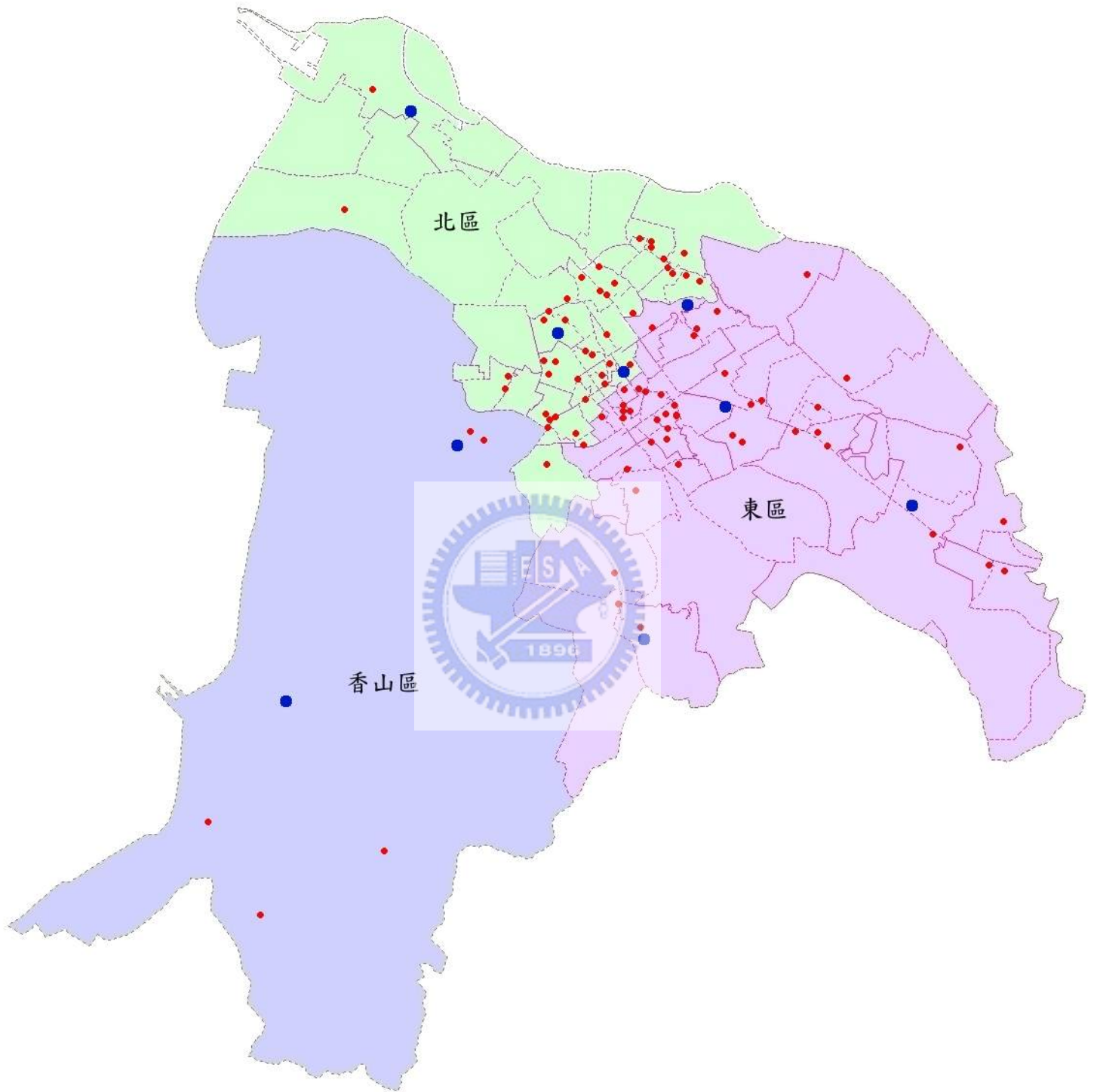


圖 3-1-1 94 年樣本建築物火災斑點圖

二、依變項：「搶救時間」。

三、自變項：「第一梯次消防力抵達現場時間」、「人力」、「車輛」。

四、依變項操作型定義：搶救時間：本研究定義為第一梯次救災人員抵達現場至火災熄滅之時間，搶救時間之單位，則配合受理案件記錄簿中之最小單位，以分鐘做為單位。

五、自變項操作型定義：

(一)第一梯次消防力抵達現場時間：本研究定義為一一九救災救護指揮中心接獲報案後至第一梯次參與火災搶救消防力抵達火災現場時間。以下簡稱「到達時間」。

(二)人力：本研究定義為參與搶救之第一梯次消防人員總人數，(不包含義消人員)。

(三)車輛：本研究定義為參與搶救且具有出水能力之所有消防車輛，故不包含救護車、指揮車、勤務車、警備車等。

茲以「搶救時間」為依變項，「抵達現場時間」、「人力」、「車輛」為自變項進行逐步迴歸，得出以「火災搶救時間」為依變項，「到達時間」、「人力」、「車輛」等為自變項，為解釋率最高之模式，逐步迴歸分析【32】【33】。

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)}$$

k：自變項個數，N：觀察值數目。

$$t = \frac{\beta_k}{S(\beta_k)}$$

β_k ：迴歸參數， $S(\beta_k)$ ： β_k 之標準誤。

六、逐步迴歸法與迴歸參數估計與檢定

依前述文獻探討本研究依變項為「搶救時間」，自變項分別為「到達時間」、「人力」、「車輛」等，今將蒐集之案件資料中，該四項變項之資料整理如附錄二。

茲以「搶救時間」為依變項，「到達時間」、「人力」、「車輛」為自變項進行逐步迴歸，得出以「搶救時間」為依變項，「到達時間」、「人力」、「車輛」為自變項為解釋率最高之模式，逐步迴歸分析結果如表 3-1-1 所示。

表 3-1-1 搶救時間迴歸模式及決定係數表

自變項 \ 依變項	「搶救時間」(Y)
第一梯次派遣車輛(X ₁) 係數	-1.839*** (-0.507)
到達時間(X ₂)係數	3.300*** (0.420)
常數項	14.730
R ² (決定係數)	0.687
調整後R ²	0.680
F檢定	31.684***
註：1.括弧內為標準化迴歸係數 2.*，p<0.05 **，p<0.01 ***，p<0.001.	

因此搶救時間模式可以表示如下：

$$Y = 14.730 - 1.839 X_1 + 3.300 X_2 \quad (3)$$

七、迴歸模式共線性診斷

上(3)式為逐步迴歸所得之「解釋率最高」的模式，是否就可以直接應用於本研究仍需進一步討論，因其自變項中是否有高度相關之變項存在，會影響模式之內在效度，其適用性將大打折扣，故需將有可能具有共線性之變項加以處理，以提昇模式之適用性；至於共線性診斷方式，本研究參考以下三種方式之數值加以判斷。

八、皮爾森積差相關係數【34】

本模式皮爾森積差相關分析如表 3-1-2 所示。

表 3-1-2 搶救時間模式各變項相關係數表

	搶救時間	到達時間	車輛	人力
搶救時間	1.000	0.722**	-0.757**	-0.273**
到達時間	0.722**	1.000	-0.595**	-0.227**
車輛	-0.757**	-0.595**	1.000	0.283*
人力	-0.273**	-0.227**	0.283*	1.000
註：*，p<0.05 **，p<0.01 ***，p<0.001.				

(一) 研究假設

(1) 到達時間和搶救時間有相關

(2) 人力和搶救時間有相關

(3) 車輛和搶救時間有相關

(二) SPSS 輸出結果

(1) 第一梯次到達時間與搶救時間之相關係數為 0.722；人力與搶救時間之相關係數為-0.273；車輛與搶救時間相關係數為-0.757。

可發現到達時間與搶救時間呈高度正相關 ($r=0.722$)，車輛則與搶救時間呈高度逆相關 ($r=-0.757$)。

(2) 研究發現三個相關式假設皆成立

a、到達時間和搶救時間有相關

b、人力和搶救時間有相關

c、車輛和搶救時間有相關

(3) 研究發現之意涵：一般而言 r 的絕對值愈接近 1 時，兩變項的線性關係愈佳，尤以第一梯次消防力抵達現場時間與搶救時間相關係數 0.722。

(三) 皮爾森共線性檢視：觀察所有變數「搶救時間」、「到達時間」、「車輛」、「人力」，彼此雖有相關達顯著標準，但彼此並未呈現出高度相關趨勢，因此應沒有存在共線性；另外再比較表 3-1-2 之迴歸係數， X_1 之係數為-1.839， X_2 之係數為 3.300，正負符號不同，代表影響方向不同，而表 3-1-3 中 X_1 、 X_2 之相關係數亦呈正負符號不同之趨勢，初步判別應沒有共線性問題存在。

九、變異數波動因素(VIF)

本模式變異數波動因素(VIF)值如表 3-1-3。

表 3-1-3 搶救能力模式自變項 VIF 值

自變項	變異數波動因素(VIF)值
車輛 (X_1)	1.000
到達時間(X_2)	1.548

通常變異數波動因素(VIF)值高於 10 表示有共線性存在，而本模式自變項 X_1 、 X_2 之VIF值為 1.000 及 1.548，均未超過 10，且變異數波動因素(VIF)值很小，因此應沒有共線性的趨勢。

十、變異數比例

本模式變異數比例值如表 3-1-4。

表 3-1-4 搶救時間模式自變項變異數比例值

特徵值	變異數比例		
	常數	車輛	到達時間
2.866	0.00	0.01	0.01
0.123	0.00	0.23	0.18
0.01085	1.00	0.77	0.82

在同一特徵值中，若二變項之變異數比例同時都很大，都接近於1，則該二變項即可能有共線性的問題，表3-1-4中可看出並未出現共線性問題。

十一、根據上述三種判斷方式，我們得知「車輛」與「到達時間」此兩預測變項共線性的機會不大，因此需先處理共線性的問題，才能得出較佳的搶救時間模式。


肆、人力評估迴歸模式

本研究欲藉前述迴歸模式之應用，得出在某程度之搶救時間下，第一時間內投入多少「人力」及「車輛」是否會影響「搶救時間」，不過，該迴歸模式並沒有把「人力」變項納入自變項，因此無法由此迴歸模式得出所需求之人力數，而雖然理論上「人力」的多寡會與消防部署或滅火能力，即「搶救時間」長短有關係，但本研究之迴歸結果卻不然。因在採逐步迴歸分析中，「人力」變項所解釋量甚低，故不予列入，造成此結果之原因，極有可能是所蒐集之資料，無法準確顯示出人力派遣之依據原則，因為以分隊之立場，一旦受理住宅火災案件，不論火勢大小，通常都會出動所有在隊人力，以確保若火勢不慎擴大，另若沒有足夠的車輛，很多人力在現場可能只是走馬看花，無法進行部署水線滅火或尋找起火點攻擊作業，因此我們可藉由車輛之多寡來判斷人力之多寡，但人力方面可能又涉及個人搶救能力問題，因此，可能「人力」變項無法像「車輛」變項突顯出與效標變項「搶救時間」有佔較大比例之解釋能力。反過來說，車輛派遣愈多，相對地，人力也會隨之愈多，因此，本逐步迴歸模式未將「人力」預測變項列入。

伍、本研究得出之迴歸模式，理論上應重視因果關係，即自變項為因，

依變項為果，可以用來解釋因果關係，或是輸入「因」，藉以得出「果」進行預測，使用上具有方向性，但本研究之目的在建立一個評估的架構，以解決本研究欲了解的問題，並非探討其因果關係，故應用及操作上，大部分會利用此模式加以反推，即藉由「果」來預測「因」，所以因果關係在本研究而言並非那麼重要，故本研究基於應用上的需求，較傾向將此模式視為一個恆等式，以恆等式的角度而言，即無所謂藉由「因」預測「果」的限制，即可以將等式二側的變項視為同等級之變項，視目的及需求進行操作與計算。

陸、迴歸模式的限制



不過此迴歸模式也並非全能與全面，在實務上應用也需謹慎與小心，因為本迴歸模式仍有一些難以解釋的地方，例如常數項的正負、自變項的互動關係等，常數項為負數，顯示出自變項皆為0時，其依變項為負數，甚至自變項代入一個較小的正值，其依變項依然為負數，此種結果在實務應用上很難解釋為何「燒毀面積」會有負數；而自變項的互動是指，該二自變項位於該等式的同一側，係數均為正，故若由依變項反推的話，一個自變項的值增加，另一個就會減少，而該自變項的值增加至某程度時，另一個甚至會變成負數，造成與上述「搶救時間」為負數時難以解

釋之現象，故此迴歸模式在使用上，各變項的值應有其適當且合理的限制範圍。

而造成此現象的原因，極有可能是因為「樣本數不夠」、「資料不夠準確」與「極端值的影響」，本研究所蒐集的受理災害登記簿，日期範圍雖有1年，但扣除災戶自救與資料明顯不合理者，篩選到最後僅有寥寥90件，雖已符合線性迴歸分析之最低門檻，但若能增加樣本數，所得之迴歸式在應用上或許會更廣泛、更精準；而資料不夠準確也是可能的懷疑，因為每一筆資料填寫的人員不盡相同，其對名詞的定義與數值的拿捏尺度不同，因此「以少報多」與「以多報少」的情形可能同時存在，造成迴歸模式的解釋率無法很高(本模式解釋率0.680在社會科學領域已屬相當高，但在自然科學領域卻仍不夠)；另外也有可能是極端值的影響，極端值指的是人力極端、時間極端或是車輛極端，通常是大火災才會有的情形，件數不多，故整體而言，本迴歸模式也許較適用於小型火災，而不是較大型火災，然而在「樣本數不足」及本研究「較傾向討論一般火災」之考量下，本研究刪除極端資料值，即搶救時間超過30分鐘以上及民眾自撲案件（即搶救時間未超過0分鐘者），如此才能造成此迴歸模式應用合理的現象，日後進一步研究，可由專責人員登錄火災案件之資料，或是藉由其

他方法，提昇資料準確性，及妥適地處理極端值，如刪除或調整，來提昇迴歸模式的應用性。

第二節 綜合分析應用

一、88 年及 94 年火災案件統計分析比較

新竹市 88 年建築物火災案件（124 件）中，第一梯次消防力到達火災現場時間平均約為 5.52 分，第一梯次抵達火災現場消防人力約為 12 人，第一梯次抵達火災現場車輛平均約為 4 輛，搶救時間平均約為 29.11 分；94 年建築物火災案件（100 件）中，第一梯次消防力到達火災現場時間平均約為 4.06 分，較 88 年減少 1.46 分。第一梯次抵達火災現場消防人力約為 22 人，較 88 年增加 10 人。第一梯次抵達火災現場車輛平均約為 8 輛，較 88 年增加 4 輛。搶救時間平均約為 17.88 分，較 88 年減少 11.23 分，如表 3-2-1、圖 3-2-1。顯示新竹市消防局自 94 年實施火場指揮救災作業規定後縮短了火災搶救到達現場的時間，並於第一梯次出勤車組中投入更多的搶救人力、車輛，也縮短了搶救時間。

表 3-2-1 新竹市 88、94 年建築物火災案件統計分析表

年別	88 年	94 年
平均值		
到達時間 (分鐘)	5.52	4.06
人力 (人)	12	22
車輛 (輛)	4	8
搶救時間 (分鐘)	29.11	17.88

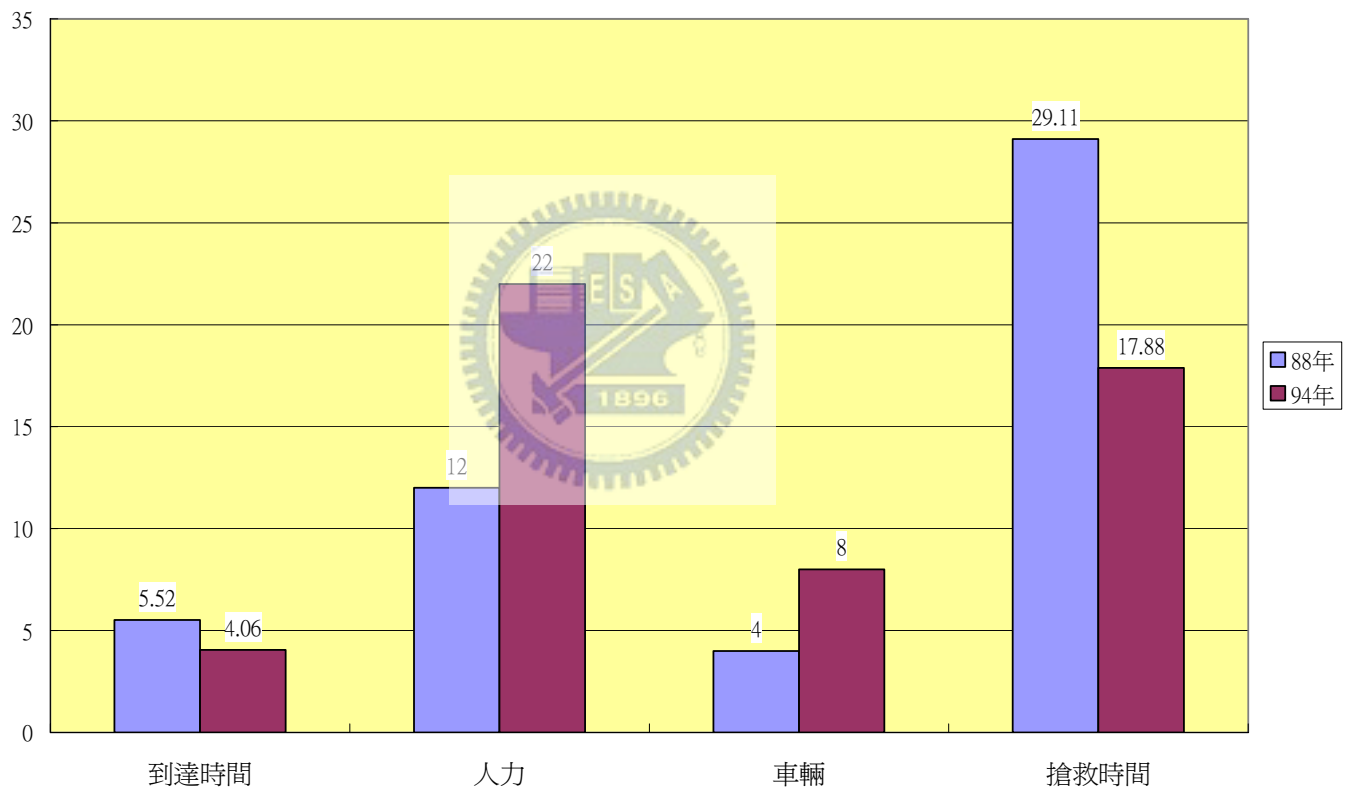


圖 3-2-1 新竹市 88、94 年建築物火災案件統計分析圖

二、依迴歸分析結果，搶救時間迴歸模式 $Y(\text{搶救時間}) = 14.730 - 1.839$

X_1 (第一梯次派遣車輛) + $3.300 X_2$ (到達時間) 及皮爾森積差

相關係數可知第一時間派遣車輛愈多，相對地人也應會愈多，對

於初期火勢之控制有極大之影響，因此可以縮短火災搶救時間。

若火災搶救規劃能考慮第一梯次出勤車輛，對於火勢控制及縮短火災時間會有很大的幫助。

三、依迴歸分析結果，搶救時間迴歸模式 $Y(\text{搶救時間}) = 14.730 - 1.839$

X_1 (第一梯次派遣車輛) + $3.300 X_2$ (到達時間)，顯示到達時間愈快，搶救時間愈短，換句話說，第一梯次消防力抵達現場時間愈短，相對地對於初期火勢之控制有極大之影響，可以縮短火災搶救時間，而火勢之成長是隨著時間平方比快速燃燒。因此火災搶救規劃需考慮那些作為可以減少第一梯次消防力抵達現場時間，以期縮短火災搶救時間。

四、綜合 88 年及 94 年建築物火災案件統計分析比較及依迴歸分析結

果，顯示此一搶救時間迴歸模式 $Y(\text{搶救時間}) = 14.730 - 1.839 X_1$ (第一梯次派遣車輛) + $3.300 X_2$ (到達時間)，可應用於新竹市消防局第一時間之派遣，而新竹市消防局自 90 年實施火場指揮救災作業規定後已收立竿見影之功效，亦驗證本研究迴歸分析之結果，若能針對「第一梯次消防力抵達時間」、「第一梯次出動消防車輛」及「第一梯次出動之消防人力」等因素思考搶救作為，必能有效減少火災搶救時間，亦更能保障市民生命財產的安全。