

倒傳遞類神經網路與 時間數列方法於 國防預算額度預測能力比較

●廖士豪

摘 要

擬訂可行的兵力整建計畫及十年建軍構想，必須仰賴精準的國防預算預測；因此，本研究之目的即在尋找一有效的國防預算額度預測方法。基此，本研究引用著名的倒傳遞類神經網路與時間數列方法預測國防預算額度。首先，蒐整 1980 至 2004 年之預算資料並給予分類，以及從相關文獻中初步擷取影響因素。其次，透過相關性分析，確認彙整的影響因素。最後，比較倒傳遞類神經網路與時間數列於國防預算額度之預測能力。研究結果顯示利用倒傳遞類神經網路所建構之模型的預測能力相較於時間數列來的準確。

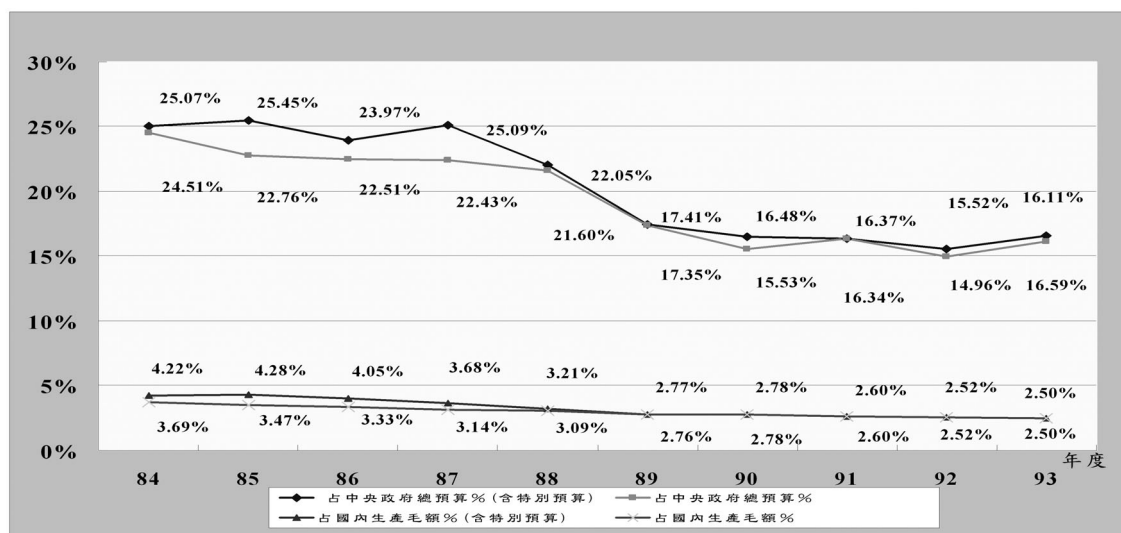
關鍵詞：國防預算、倒傳遞類神經網路、時間數列。

壹、緒 論

一、研究背景

鑑於現今兩岸形勢與國際現實等嚴酷環境，據此，國防安全之議題是不容被忽視的。而國防安全在於國防力量的支撐，國防力量則直接相關於國防預算規模，但從 93 年的國防報告書的統計資料中，可發現我國國防預算占中央政府總預算的比率已逐年下降，由民國 84 年度的 24.51% 逐年降低至民國 93 年度的 16.59%，如納入特別預算則占中央政府總預算比率亦由民國 84 年度的 25.07% 逐年降低至民國 93 年度的 16.11%；而占國內生產毛額之比率，也由民國 84 年度的 3.69%，逐年降低至民國 93 年度的 2.50%，而納入特別預算後亦由民國 84 年度的 4.22%，逐年降低至民國 93 年的 2.50%，如圖 1-1：

圖 1 近十年國防預算占中央政府總預算及國內生產毛額比率圖



資料來源：93 年國防報告書

二、研究動機與目的

邇來，在有限政府預算的限制上，加上國防投資效益難以直接且明確顯現之，非相關國防事務團體，又將國防預算視為主要排擠刪減的對象。因此，面對國防預算的持續緊縮，並嚴重影響國防施政品質的情況下，提出一套具體有效的「年度國防預算」預測方法，促使國防部能有足夠之反應時間調整內部各項軍事投資預算，即為一非常重要之研究議題。

而由相關文獻中可發現，楊志清（1999）等國內學者是以民國 43 年到民國 86 年的數據來進行研究，然其距今已有一定的時間，且當時的政治、經濟與社會環境與今日差距甚大，所以相信是需要對其研究結論做一全面更新的驗證。

而在 Tawfiq Al-Sab（1999）等國外學者的

研究中，其將類神經網路的概念當作工具，應用於長期間電力負載預測的領域，得到類神經網路優於時間數列的結論出現。因此在基於尋求一個更簡便與有效的預測模式且為驗證類神經網路是否優於時間數列的考量下，本研究欲以類神經網路的概念運用於國防預算推論的領域上，希望藉著以簡馭繁且更加精確的分析方式來取代以往利用迴歸分析或系統動態學，以其為工具進行預測推論模式的建構。綜上所述，本研究目的即為應用「倒傳遞類神經網路與時間數列方法於國防預算額度預測能力比較」。

三、研究範圍與限制

而本研究主要參考中共國家統計局編印「中國統計年鑑」、我國經濟部投資業務處、中央選舉委員會的「選舉資料庫」、行政院大陸委員會

中的「兩岸大事紀」及國防報告書等資料，由於中共國防預算額度資料的取得困難及現今環境的考量，而將研究期間訂為民國 69 年至 93 年之間。

貳、文獻探討

本研究發現在過去的文獻中，專家學者曾對「國防預算」之定義、影響因素、曾應用的預測方法及我國國防預算編列的情形，有相當精闢的

論述。

一、國防預算影響因素的相關研究

主要針對專家學者曾對國防預算所做之研究從中加以收集與整理，希望透過文獻的探討，能更具體有效的選取到真正影響國防預算額度之關鍵因素，以為本研究選取變數之用。而目前在國防預算影響因素文獻（傅澤偉，2004）中所考量的主要論點【13】，整理如表 2 並分述如下：

表 2 研究國防預算的主要論點

方面	論 點	主 要 論 述
國防預算影響因素	預算來源論	認為國家經濟能力越強則相對能提供國防預算的金額越高。
	兩岸關係論	認定中共為我國的主要敵人，是以當中共的經濟能力或國防支出增加時，我國國防預算也當相對增加以加以因應。
	預算增量論	業務單位在編列預算時，並無明確的單位目標時，以依循以往的業務及預算來源來編列預算。
	政治因素論	政府預算畢竟還是先須由政府部門的編制、然後才會再經由民意代表機構的審核。
	整體考量論	認為國防預算的影響因素絕對不是單一或少數幾個因素，故需考量多個可能因素才能較正確預測。

二、國防預算編列

劉立倫（2005）認為：「通常年度預算需求額度之建立係採取理性分析模式，由組織系統的下層，逐次的往系統的上層進行彙整；而預算供給額度之分配方式，則正好相反，有時採取政治模式或是策略分析的模式在組織不同層級間進行協調，並且由組織的上層依層級體系逐次的往下分配」【2】。而李洛普（Lancer T. Leloup，1978）更強調每年度預算不只是一個單向的過

程，更是從個體到總體的總合。預算應視為是一個同時「由上而下」及「由下而上」的上下調合、協商，並且重視環境變化的影響結果【25】。

參、研究方法

一、類神經網路理論

類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)是由生物學所得的靈感，其模式如同生物之神經

組織，藉由神經元相互連結，以模擬生物神經網路的資訊處理能力。它是屬於人工智慧的一種，有別於其他人工智慧的方法，是在於其具有自我學習的功能，使用者無須設計複雜程式來解決問題，只需從外界環境或者其他人工神經元提供資料來加以運算，可廣泛的應用在需要分類與預測的各個領域。

(一)類神經網路基本架構

類神經網路可以說是一種「基於腦神經系統

研究所啓發的一種資訊處理技術」。葉怡成(1997)在「應用類神經網路」中之研究其結構圖如圖 3 所示，人腦中約有 1000 億個神經元（neuron），每個神經元約有數千到數萬根連接（connection），輸入的結構成樹枝狀的組織束稱為樹突（dendrite），可以透過突觸（synapse）而從其他神經元輸入訊號。神經元的輸出也是透過類似的維束，稱為軸索（axon）傳送到其他神經元。

圖 3 生物神經元模型



(二)倒傳遞類神經網路

自從 1986 年 Rumelnhart et al.發表了倒傳遞類神經網（Back-Propagation Neural Network, BPNN）的倒傳遞法論文後，成為目前類神經網路學習模式中最具代表性，應用最普遍的模式。其運算基本原理是利用最陡坡降法（the gradient steepest descent method）的觀念，將誤差函數予以最小化；換句話說，以期望輸出值減去推論輸出值，來得到誤差信

號，然後在將此誤差信號傳回網路，經過反覆修正，使誤差達到最小。此網路模式是屬於多層前饋式網路，採用監督式學習，其網路中包含了輸入層、隱藏層與輸出層 3 種基本架構，對網路所提供的資料需具有輸入值與目標輸出值，才能在反覆學習之下精準的去計算到推論輸出值，並且在不斷學習迭代運算的過程中，使網路推論輸出值與目標輸出值之間的差距縮小，達到收斂的效果。

二、時間數列

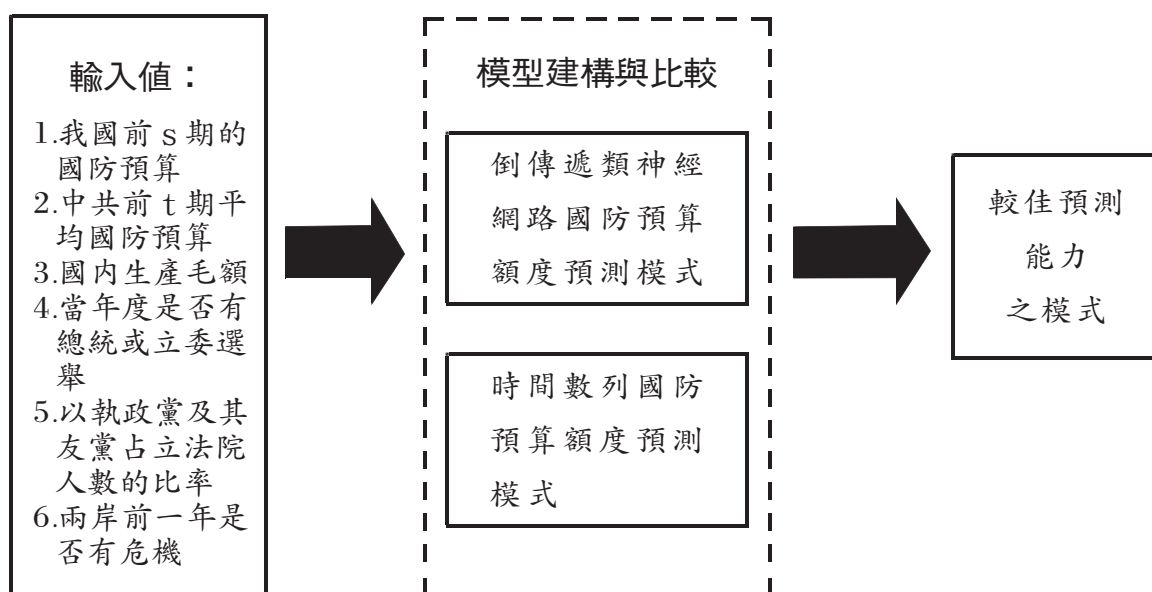
時間數列係指隨時間順序出現之一連串觀測值數列，此數列實際為有限個數的觀測資料集合。由於時間數列的方法具有短期預測精準高之優點，對於殘差值有一套完整的診斷模式步驟，且預測結果具有穩定性，因此近年來被各界所廣泛使用，時間數列分析法在建模時最重要的觀念，即是如何利用過去的資料來預判變量未來的走勢，以及內含不同變量之間同期或前後期之關聯性。

肆、實證分析與比較

一、研究模式建構

本研究將對台灣國防預算（Y）、中共前 t 期平均國防預算（X1）、我國前 s 期的國防預算（X2）、國內生產毛額（X3）、兩岸前一年是否有危機（X4）、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率（X5）、當年度是否有總統或立委選舉（X6）等參數資料分析，然後再分別採用倒傳遞類神經網路與單變量時間數列方法，透過預測「國防預算額度」去進行模式建構分析與比較，以選出具有較佳預測能力之模式，本文整理如表 4-1 所示。

表 4-1 研究架構圖



(一)相關性分析 (Correlation analysis)

基於為了知道從文獻中所選出的影響因素與國防預算額度是否有關係，本研究選

STATISTICA 6.0 的統計軟體，來對以做相關性分析。其結果如表 4-2

表 4-2 相關性分析的相關矩陣

Variable	Correlations (Spreadsheet1) Marked correlations are significant at $p < .0500$ N=22 (Casewise deletion of missing data)						
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Y
X1	1.00	0.59	0.78	0.17	-0.80	0.47	0.55
X2	0.59	1.00	0.92	0.30	-0.26	0.42	0.93
X3	0.78	0.92	1.00	0.39	-0.41	0.56	0.89
X4	0.17	0.30	0.39	1.00	0.19	0.51	0.33
X5	-0.80	-0.26	-0.41	0.19	1.00	-0.05	-0.21
X6	0.47	0.42	0.56	0.51	-0.05	1.00	0.38
Y	0.55	0.93	0.89	0.33	-0.21	0.38	1.00

資料來源：本研究整理

而從中可發現，因素中的（0.55）、（0.93）、（0.89）是為顯著，而反觀因素中的（0.33）、（-0.21）、（0.38）並不顯著，雖說，國軍在政治中立的政策指導下，較不受政黨輪替等政治力的影響，但綜觀現實政治環境下，國防預算的編列不免成為政治角力的籌碼，因此在基於為使國防預算之編制趨於完善性的考量下，將其納入影響因素的作法。

(二)倒傳遞類神經網路模型建構

本研究將各變數數據資料當成倒傳遞類神經網路模式所需之輸入值與實際值，用此作為模式的建構，並將透過模式所得到的預測值與實際值做比較，以利找出研究所需目標值。

(三)網路訓練過程

本研究嘗試將不同的演算法（表 4-3）透過本研究中的六種預測模式（表 4-4）進行訓練比較，以找出有著最佳演算法的預測模式。

表 4-3 各種訓練演算法

簡寫	訓練演算法
<i>trainbfg</i>	<i>BFGS quasi-Newton backpropagation.</i>
<i>traincgb</i>	<i>Powell-Beale conjugate gradient backpropagation.</i>
<i>traincgf</i>	<i>Fletcher-Powell conjugate gradient backpropagation.</i>
<i>traincgp</i>	<i>Polak-Ribiere conjugate gradient backpropagation.</i>
<i>traingd</i>	<i>Gradient descent backpropagation.</i>
<i>traingda</i>	<i>Gradient descent with adaptive lr backpropagation.</i>
<i>traingdm</i>	<i>Gradient descent with momentum backpropagation.</i>
<i>trainlm</i>	<i>Levenberg-Marquardt backpropagation.</i>
<i>trainoss</i>	<i>One step secant backpropagation.</i>
<i>trainrp</i>	<i>Resilient backpropagation (Rprop) .</i>
<i>trainscg</i>	<i>Scaled conjugate gradient backpropagation.</i>

資料來源：羅華強（2001）

表 4-4 各模式所需之變數

模式類型	所需變數
模式一	中共前 3 期平均國防預算、我國前 1 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。
模式二	中共前 3 期平均國防預算、我國前 2 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。
模式三	中共前 2 期平均國防預算、我國前 1 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。
模式四	中共前 2 期平均國防預算、我國前 2 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。
模式五	中共前 1 期平均國防預算、我國前 1 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。
模式六	中共前 1 期平均國防預算、我國前 2 期的國防預算、國內生產毛額、兩岸前一年是否有危機、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、當年度是否有總統或立委選舉。

因此本研究的六種模式的形成即是依據我國前 s 期的國防預算 ($s=1, 2$)、中共前 t 期平均國防預算 ($t=1, 2, 3$) 的交互組合建構而成。而所要選定較佳模式的方法則依據下述原則決定【14】。

$$1. \text{MSE (均方誤差)} : \text{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - T_i)^2}{n}$$

n ：推算樣本組數； Y_i ：實際值； T_i ：預

測值。

2. MAPE (平均絕對誤差)：

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n \left[\frac{Y_i - T_i}{Y_i} \right] \times 100\% \right)$$

n ：推算樣本組數； Y_i ：實際值； T_i ：預測值。

而各模式在依據上述的原則判斷後，其最佳選定如下：

表 4-5 各模式之 MSE 值

訓練 演算法 (MSE 值)	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
trainbfg	0.00589618	0.0130231	0.00707008	0.01063	0.00917506	0.00791608
traincgb	0.00892944	0.0122287	0.0080528	0.00854604	0.00340056	0.00676291
traincgf	0.00532349	0.00749731	0.00632487	0.0083849	0.00304117	0.00641192
traincgp	0.00437418	0.00803745	0.00635751	0.00332391	0.00382912	0.0117216
traingd	0.0203229	0.0296856	0.0238734	0.0179856	0.0158142	0.0158662
traingda	0.0121736	0.015603	0.0288244	0.0142641	0.011142	0.0124533
traingdm	0.036328	0.0198154	0.0160704	0.01588	0.0141402	0.0196912
trainlm	0.00618855	0.00296645	0.01476353	0.00743067	0.00190661	0.0060506
trainoss	0.00505593	0.013018	0.010505481	0.00906323	0.00316163	0.01461256
trainrp	0.00518459	0.00892643	0.00683009	0.010232	0.00399725	0.00750491

由以上各模式的預測與實際結果相較的情況下，我們可以知道在以下各種演算法訓練所得結果中，在模式一的 CGP 演算法（Polak-Ribiere conjugate gradient backpropagation）的配適情況最佳且其預測值與實際值的數值僅低於 3.11% 的差異最為精確；而在模式五的 LM 演算法（Levenberg-Marquardt back-

propagation.）的應用下，則其預測值與實際值的數值高於 9.05% 的差異。

(四)單變量時間數列模型之建立

本節是以台灣國防預算（Y）為觀測值，並採用單變量模式作為時間數列模型的建構。本研究將針對台灣國防預算來建構單變量時間數列模型。

表 4-6 模式參數

INPUT：國防預算；AR：（1,0,0）；MA：（0,0,1）				
	估計參數	標準差	t 值	p
p(1)	0.9360	0.5955	15.711862	0.00000000
q(1)	-.70223	.169078	-4.153265	0.00049161

觀察表 4-6，我們知道台灣國防預算實際資料趨勢是有往右的趨勢存在，因此我們需要對其取差分才可將其轉換為平穩性資料。也因此我們從上得知之最適估計模式為：

$(1-0.936B)y_t = (1+0.70223B)a_t$ 其中；
B：後移運算因子， y_t ：國防預算， a_t ：殘差項



表 4-7 單變量時間模式預測與實際結果比較情況表

單變量 時間模式	年 度				
	89	90	91	92	93
實 際 值	2631	2697.5	2603.925	2571.943	2640.745
預 測 值	2809.19	2609.05	2671.30	2583.72	2553.79
MAPE					0.032781

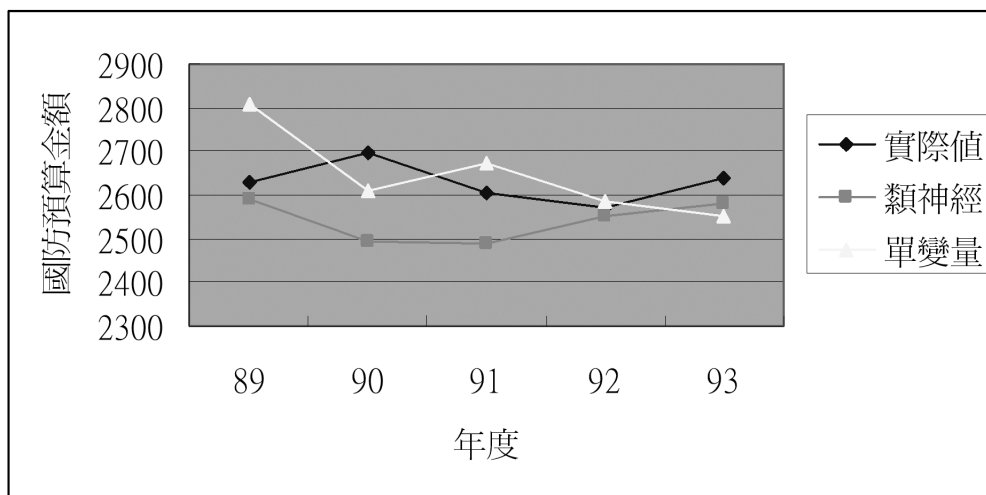
由上述模式經預測與實際值相較的情況下，
我們可以知道其誤差比率最高也僅差異

6.77%左右，顯示其預測能力最少可能達到
93%以上的效果。

表 4-8 類神經網路與單變量時間模式比較情況表

模 式 類 型	年 度					MAPE
	89	90	91	92	93	
實 際 值	2631	2697.5	2603.92	2571.94	2640.74	0.031155
類神經網路預測值	2590	2492.5	2488.3	2549.6	2578.5	
單變量時間預測值	2809.19	2609.05	2671.30	2583.72	2553.79	

圖 4-1 預測值與實際值比較情況



由上述模式經預測與實際值相較的情況下，
我們可以知道利用倒傳遞類神經網路所建構
之模型的預測能力（MAPE：0.031155）相

較於單變量時間數列（MAPE：0.032781）
來的準確。

伍、結 論

本研究僅依據可能影響我國國防預算額度的因素—我國前 s 期的國防預算、中共前 t 期平均國防預算、國內生產毛額、當年度是否有總統或立委選舉、以執政黨及其友黨占立法院人數的比率、兩岸前一年是否有危機等參數資料，去分別採用倒傳遞類神經網路與單變量時間數列方法，去進行「國防預算額度」預測的模式建構分析與比較，以選出具有較佳預測能力之模式。所獲結論如下：

- (一)在進行「國防預算額度」預測的模式建構中，以倒傳遞類神經網路所建構出之模型的預測能力是比以單變量時間數列所建構的為佳。
- (二)在以倒傳遞類神經網路進行「國防預算額度」預測的模式建構中，且能得到最佳預測效果的演算法為 CGP 演算法(Polak-Ribiere conjugate gradient backpropagation)。
- (三)本研究中，在倒傳遞類神經網路與單變量時間數列二模型中，雖倒傳遞類神經網路所建構模式為本研究較佳之模型，但相信如在簡便且注重短期預測的考量下，單變量時間數列所建構模式是為一可行之預測模式。

參考文獻

一、中文部份（依筆劃順序）

- 【1】李蕭傳(1993)，「不同戰略型態之國防預算分配政策」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學

院，頁 87。

- 【2】李允傑等(2003)，政府財務與預算，台北：空中大學，頁 584。
- 【3】李崇賢（2005），「以類神經模糊系統預測網路教學機績效之研究」，國防管理學院國防決策科學研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 79。
- 【4】唐麗英（2003），STATISTICA 6.0 版與基礎統計分析，台北：儒林，初版，頁 454。
- 【5】梁蜀東（1991），「國防預算規模之決定」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 73。
- 【6】梁蜀東（2001），「國防預算編列執行與建軍」，主計月報，第 543 期，頁 37-43。
- 【7】陳隆麟（1992），現代財務管理：理論與應用，台北：華泰，初版，頁 318。
- 【8】陶在樸（1999），系統動態學，台北：五南，初版，頁 384。
- 【9】陳仁龍（2001），「軍事投資最適化比例之研究」，國防管理學院國防決策科學研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 106。
- 【10】國防部編（2004），國防報告書，台北：國防部。
- 【11】葉怡成（1997），應用類神經網路，台北：儒林，初版，頁 526。
- 【12】葉恒菁（2003），「國家經濟能力、軍事防禦能力與國防預算關係之研究」，國防管理學院國防財務資源研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 84。
- 【13】傅澤偉（2004），「經濟成長下國防財力之最適運用：影響近期國防預算規模



- 的影響探討」，2004 年國防財力管理小型研討會，國防管理學院會計系。
- 【14】楊承亮（1998），「國防預算額度估測解析性模式」，第六屆國防管理學術暨實務研討會論文集，頁 507-521。
- 【15】楊志清（1999），「時間數列模型在國防預算編列上之應用」，淡江大學統計研究所碩士論文，台北：淡江大學，頁 85。
- 【16】楊開銘（2000），「中共國防費估測模式之研究」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 97。
- 【17】潘俊興（1998），「我國國防預算估測可行性探討：時間數列模式之應用」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 73。
- 【18】鄧瀛培（1999），「我國國防預算規劃策略之研究－系統動態學之應用」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 62。
- 【19】盧斯駿（2002），「不同情境下國防預算短中期預測之研究：從國防部門角度」，國防管理學院國防財務資源研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 65。
- 【20】劉立倫（2005），國防財務資源管理，台北：揚智文化，初版，頁 579。
- 【21】闕興紹（1989），「國防預算需求預測模式之研究」，國防管理學院資源管理研究所碩士論文，台北：國防管理學院，頁 54。
- 【22】羅華強（2001），「類神經網路-MATLAB 的應用」，台北：清蔚科技，頁 51-105。
- 【23】顏良恭（2004），「國防財力資源分配

評估機制與模式之研究」，國防部九十二年委託研究成果發表會論文集，頁 238-263。

二、英文部份（依字母順序）

- 【23】Jyh-Shing Roger Jang(1993)，“ANFIS：Adaptive-Network-Based FuzzyInference Systems” ,IEEE Transactions on Systems, Man,and Cybernetics ,Vol.23 ,No.03 ,pp. 665-685.
- 【24】Jyh-Shing Roger Jang,Chuen-Tsai Sun（1995），“Neuro-Fuzzy Modeling and Control” ,The Proceeding of the IEEE , Vol.83 ,No.3 ,pp.378-406.
- 【25】Lance Leloup（1978），“The Myth of Incrementalism：Analysis Choice inBudget Theory” ,Polity,pp.488-509.
- 【26】Tawfiq Al-Saba ,Ibrahim El-Amin (1999), “Artificial neural networks asapplied to long-term demand forecasting” ,Artificial Intelligence in Engineering,pp.189-197.

作者簡介



廖士豪上尉，現任陸軍北高地區指揮部主計組預財官；國防管理學院統計系 46 期、國防決策科學研究所（一般組）7 期；歷任陸軍 862 旅中尉預財官、陸軍特種作戰指揮部中尉預財官、陸軍裝甲 586 旅上尉預財官、陸軍北高地區指揮部上尉預財官；著述倒傳遞類神經網路與時間數列方法於國防預算額度預測能力比較。