

我國與歐美國家間留學互動模式之探索

余民寧* 張芳全**

摘 要

本研究旨在探索我國與美國及我國與德國間留學生的互動關係。以民國43年到民國77年共35年的時間資料為樣本，進行線性結構關係模式（即LISREL）的分析與二次式分配準則（即QAP）的驗證性分析。結果顯示：影響我國與美（德）國間留學生的互動因素，具有推拉關係的因果模式存在；並且，我國與該二國間之留學互動的模式是一致的。

壹、緒 論

自1960年代以來，世界各國為促進其國內政治、文化、經濟、與科技發展，莫不輸出學生到他國從事海外學習(study abroad)，以吸取海外經驗。根據聯合國教育科學文化組織（簡稱為UNESCO）的統計，在1988年到1989年間，全球共有1158906位高中程度以上的畢業生不是在自己祖國完成高等教育，而是到其他國家就讀大學，歐洲和北美洲是他們留學的目的地。在全球中，有490500位高中畢業生（佔總數42%）前往歐洲國家接受高等教育；另380900位高中畢業生（佔總數33%）前往北美洲留學；而到其他國家留學者，則少於10%。由UNESCO的統計可以看出，到海外從事學習已是一件平常的事。

*作者為本校教育系專任副教授

**作者為本校教育研究所博士班研究生

***本研究報告部分接受國科會專題研究案（編號：NSC-83-0301-H-004-084）經費補助，在此銘謝；同時，作者亦感激兩名匿名評審提供寶貴建議與評論，在此亦一併致謝。

自1970年至1989年間，世界主要接受留學生的國家（host countries，簡稱為「留學地主國」）分別是美國、法國、前西德、前蘇聯、和英國等五個國家，這些國家接受各國來的留學生人數，正如表1所示。由表1可以看出，這五大留學地主國接受外來留學生人數，有逐年增加的趨勢。

表1 全球五大主要留學地主國及其接受留學生人數統計表

地主國	1970	1975	1980	1985	1988	1989
美 國	144708	179350	311882	343777	366354	386851
法 國	34500	93750	110763	131979	125574	143640
前西德	27769	53560	61841	79354	91926	97985
前蘇聯	27918	43287	62942	—	115300	74737
英 國	24606	49032	56003	53694	63223	70717

註：資料來源取自UNESCO（1992）

就以輸出留學生到美國的國家（sending countries，簡稱為「留學送出國」）來說，居前十名的國家如表2所示。由表2可知，這十個國家中，除了加拿大外，其餘均為亞洲國家，其中又以中國大陸、日本、和台灣分居第一、二、三名。可見美國是亞洲留學生的主要集中地。若單獨以台灣的留學生人數來看，從表中數據可知，每百位留美學生中就有將近9位是來自台灣，這種留學生比率的確相當高。

表2 留學美國的主要國家及其人數

國 別	總 人 數
中國大陸	42940
日 本	40700
台 灣	35550
印 度	32530
南 韓	25720
加 拿 大	19190
香 港	13190
馬來西亞	12650
印 尼	10250
巴基斯坦	8120
所有國家	419585

註：資料來源取自Open doors（1991~1992）

我國與歐美國家間留學互動模式之探索

自從政府遷台後，我國的留學政策大抵以民國43年的「留學規程」為依據，而後隨政治、經濟、社會、及國際情勢的消長而有所修正。民國43年「留學規程」中規定留學生出國前均需經教育部考試及格；51年首次修訂、53年第二次修訂「留學規程」，開始有「免試」出國之規定；56年將「免試」改為「甄試」，使出國人數大為減少；民國65年取消自費留學考試，改以「審查」方式進行；民國77年修訂「留學規程」，開放高中生出國留學；民國78年廢止「留學規程」，自此除了役男外，所有學生都可以自由出國留學，不受任何限制；相對的，教育部自此就不再有出國留學人數的統計。

根據教育部的統計（民82），我國每年的留學生人數成長非常迅速。就總人數而言，民國43年只有399位留學生，到了民國77年已高達7122人，是民國43年人數的18倍；民國78年廢止「留學規程」後，凡出國留學者不需要再到教育部登記，由此可以想見，民國78年以後的留學人數成長倍數，何止是民國43年人數的18倍而已（參見表3所示）。

表3 1954-1988年間我國留學美國及德國的人數統計表

年度	留美	留德	總人數	年度	留美	留德	總人數	年度	留美	留德	總人數
43	355	0	399	55	1696	24	2189	67	4350	68	4756
44	626	6	760	56	2047	29	2472	68	5463	66	5801
45	410	3	519	57	2272	31	2711	69	5572	73	5933
46	400	13	479	58	3015	54	3444	70	4976	82	5363
47	570	11	674	59	1825	21	2056	71	5572	65	5925
48	521	4	625	60	2289	28	2558	72	5371	61	5690
49	531	2	643	61	1867	37	2149	73	5066	60	5410
50	733	23	978	62	1650	42	1966	74	5532	81	5979
51	1387	43	1833	63	1992	37	2285	75	6499	103	7016
52	1685	33	2125	64	1842	68	2301	76	6052	92	6599
53	2026	34	2514	65	3173	70	3641	77	6382	144	7122
54	1843	39	2339	66	3369	60	3852				

註：資料取自教育部統計（民82）

從民國43年到77年三十五年間，我國留學生主要的留學地區是美洲，約佔總人數的90%，其次是歐洲，約佔10%。在前往的國家中，美洲是以美國為首，共有103533位留學生；歐洲則以德國為首，一共有1702位留學生。由於美國每年接受台灣留學生的人數都在80%以上，德國亦是接受我國留學生人數最多的歐陸國家，並且，這二個國家目前都是全球五大主要留學地主國之一，想必有其吸引我國留學生前往之處。因此，本研究擬將這二個國家納入討論，進一步探討台灣與美國（簡稱為台—美）及台灣與德國（簡稱為台—德）間，留學互動的型態是否一致，此為本研究的研究動機之一。

其次，目前有關國際間留學生流動的國內外實證研究文獻並不多。現有的也多半以橫斷面(cross-section)和縱慣面(time-series)來描述留學生的留學情況，以及分析影響留學生流動的因素居多。例如，採橫斷面分析者，有的發現留學送出國本身高等教育量的不足、過度需求高等教育、國內受科學教育人口比例、師生比例、生活水準、國民所得、是否以英語為主要國家語言、以及距離等因素，是影響其輸出留學生的主要因素(Lee & Tan, 1985)；有的則發現中等教育在學率的高低和是否參與區域性政治組織，是影響輸出留學生的主要因素(Cummings, 1984; Cummings & So, 1985)；有的則發現一國留學生的多寡與該國的經濟成長率有很大的關係(Fry, 1984)；有的更發現是否使用英語、教育經費支出佔GNP的百分比、每人實質的國民所得、接受高等教育的成本、以及訊息存量等因素，才是影響輸出留學生的主要因素(Wobbekind & Graves, 1989)。而採縱慣面分析者，有的發現留學送出國本身的教育需求度、美國高等教育成本、高等教育的機會成本、訊息存量、每人國民所得、以及工業化程度等因素，是影響其輸出留學生到美國的主要因素(Wobbekind & Graves, 1989)；有的則發現在美國接受高等教育的成本、本國所提供高等教育的機會、以及在美國接受研究所教育的成本等因素，是影響其輸出留學生到美國接受大學及研究所教育的主要因素(Agarwal & Winkler, 1985; Agarwal & Winkler, 1989)；有的則發現本國的經濟能力、國際貿易額的多寡、本國對教育的重視性、以及教育機會的可獲得性等因素，是影響其輸出留學生的主要因素(McMahon, 1992)。這些研究不論是採用橫斷面或縱慣面，所探討的因素都僅從留學送出國的觀點來考慮，所使用的研究方法都以迴歸分析為主，常因樣本及指標的選取和定義不夠客觀，造成許多研究結果間的差異和不一致。目前，從留學送出國和留學地主國雙邊的因素

來考量的研究，首推McMahon(1992)提出有關影響國際間留學生流動的「推力」因素和「拉力」因素的看法，並且提出影響各國送出留學生的「推的模式」(push model)和「拉的模式」(pull model)。為使影響留學生互動的因素更加明顯，他進一步將選入全球分析的國家區分為高、低所得組，並將研究結果摘要於表4和表5中。由表4可知，McMahon所指的「推的模式」是以留學送出國的因素為出發點，選出像經濟能力、對全球貿易額、對教育的重視性、和可獲得的教育等因素，來對依變項「留學生的比例」進行迴歸分析，研究結果顯示因國家所得高低的不同而有不同影響因素的差異結論；不過就整體來看，所選用的這四個自變項因素可以說都是影響留學送出國送出留學生的重要因素。而由表5可知，McMahon所指的「拉的模式」則是以留學地主國的因素為出發點，選出像相對美國的經濟能力、與美國貿易額、受美國的政治援助、和受美國教育資助等因素，來對依變項「某一國留美學生佔美國總接受留學生數的比例」進行迴歸分析，研究結果亦顯示因國家所得高低的不同而有不同影響因素的差異結論；不過就整體來看，所選用的這四個自變項因素可以說都是影響美國吸引他國留學生進入美國的重要因素。然而，McMahon研究的最大弱點是他將這兩個模式分開處理，分別探討影響留學送出國和留學地主國留學生流動的雙邊因素，他缺乏統整的觀點，一併將這雙邊的因素來考量。因此，本研究擬嘗試從留學送出國和留學地主國雙邊的因素來考量，企圖探索影響二國留學生互相流動（簡稱為「互動」）的因素間是否具有潛在的一股看不見力量在主導，並借助較高層次的統計測量方法來間接測量及解釋這股力量的存在，此即本研究的第二個研究動機。

最後，本研究擬從上述文獻中挑出數個可以量化、且具有代表性的測量指標，並將研究範圍局限在與我國留學生互動最多的留學地主國——美國及德國，作為探索的對象，進一步探討台—美及台—德間的留學生互動模式各是如何？並以新近提出之驗證性技術：「二次式分配準則」(quadratic assignment paradigm, 簡稱為QAP) (余民寧, 民81) 分析技術，來檢定台—美及台—德間留學生互動模式的適配矩陣(fitted matrix)是否為一致？此即本研究的第三個研究動機。

綜合上述研究動機，本研究目的旨在探討下列的問題：

1. 探索我國與美國間留學生的互動模式。

表4 McMahan推的模式之研究結果

依變項	自變項	關係假設	所有國家組	低所得國家組	高所得國家組
留的 學比 生例	1.經濟能力	+	-	-*	-*
	2.對全球貿易額	+	+	+	+
	3.對教育的重視性	+	+	+	+
	4.可獲得的教育	-	-**	+	-*
R ²			.35	.53	.75
樣本數			54	27	27

註：**P<.01；*P<.05

表5 McMahan拉的模式之研究結果

依變項	自變項	關係假設	所有國家組	低所得國家組	高所得國家組
Y	1.相對美國的經濟能力	+	+	+	+
	2.與美國貿易額	+	+	-	+
	3.受美國的政治援助	+	-	-	+
	4.受美國教育資助	+	-	-	-
R ²			.47	.52	.69
樣本數			54	27	27

註：1.**P<.01；P<.05

2.Y = 某一國留美學生佔美國總接受留學生數的比例

- 2.探索我國與德國間留學生的互動模式。
- 3.探索台—美與台—德間的留學生互動模式是否一致。

貳、研究方法

一、模式的建立

本研究擬針對McMahon(1992)所提之看法，進一步將留學送出國與留學地主國雙邊的因素同時加以考慮，並認為影響留學送出國送出留學生的因素中，各自變項間可能測量到一

股看不見的隱藏力量（即潛在因素）在主導這些因素；同時，亦認為影響留學地主國吸引他國學生前往留學的因素中，各自變項間亦可能測量到一股看不見的隱藏力量（即潛在因素）在主導這些因素。由於這兩股隱藏力量可能發揮不同的影響力或交互作用，所以才會產生留學送出國與留學地主國間留學生的互動。

本研究即擬針對上述的假想，採用可以測量潛在因素的結構方程式模式(structural equation model)和測量模式(measurement model)為基礎，嘗試去測量這兩股潛在因素，並將源自留學送出國的這股潛在因素暫時命名為「推力」，源自留學地主國的這股潛在因素暫時命名為「拉力」，這兩股力量將產生因果結構的關係，形成二國間留學生互動的理論模式。因此，本研究擬提出下列的模式假設圖，並根據McMahon(1992)的看法，挑選出已獲得文獻佐證及實證分析支持的指標如下：

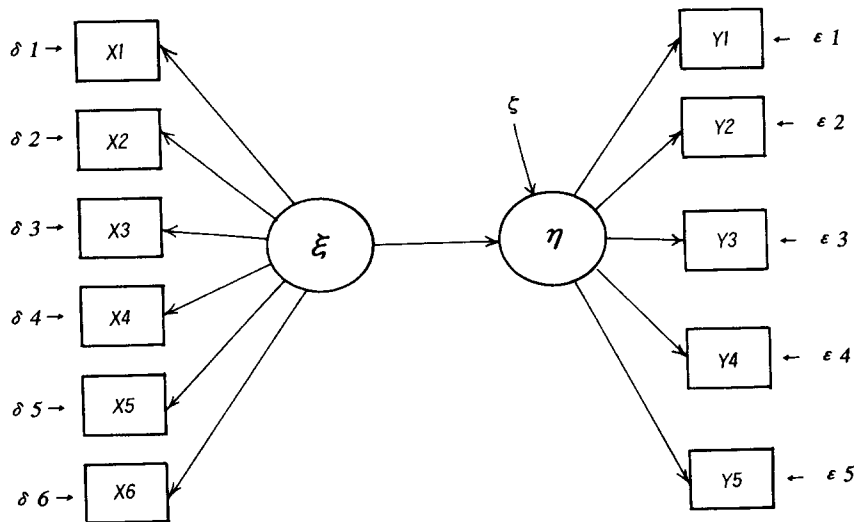


圖1 我國與美（德）國間留學生互動模式假設圖

圖1的符號意義說明如下：

ζ ：推的力量

η ：拉的力量

○：觀察不到的潛在因素

□：測量變項

X1：我國留美（德）學生比例

X2：我國高等教育在學率

X3：我國教育經費支出佔GNP百分比

X4：我國每人國民所得

X5：我國出口到美（德）國貿易額百分比

X6：我國經濟成長率

$\delta_1 \sim \delta_6$ ：X變項的殘差

Y1：美（德）國留學台灣的學生比例

Y2：美（德）國教育經費支出佔GNP百分比

Y3：美（德）國出口至台灣的貿易額百分比

Y4：美（德）國相對於台灣的消費者物價指數比例

Y5：美（德）國對台灣經濟援助

$\varepsilon_1 \sim \varepsilon_5$ ：Y變項的殘差

由圖1所示，本研究擬說明這兩種潛在因素：「推力」與「拉力」之各個測量指標的內涵，及其與推力和拉力之間的關係。

(一)測量「推力」的指標計有：

X1：我國留美（德）學生比例。此一變項是以某一年度我國總留學生人數為分母，以當年度留美（德）學生人數為分子，化作百分比值。此變項與「推力」的關係呈正相關。

X2：我國高等教育在學率。此一變項代表我國歷年可能出國留學人數比例的指標，當這個數值愈高時，則可能出國進修高級學位的人數也愈多。由於民國77年以前我國並不開放高中生出國留學，民國78年「護照條例」修正實施後，國人申請出國唸書不再有事由之限制，申請書亦無需填寫出國前往的地名，所以，本研究受政策及時間樣本上的限制，只能研究到民國77年止。此變項與「推力」的關係呈正相關。

X3：我國教育經費支出佔GNP百分比。此一變項代表我國對教育的重視程度。此變項與

「推力」的關係呈正相關。

X4：我國每人國民所得。此一變項代表個人是否有能力出國留學的重要經濟因素。此變項與「推力」的關係呈正相關。

X5：我國出口到美（德）國貿易額百分比。此一變項代表我國與美（德）二國間經濟互動的關係，當兩國間互動愈頻繁，則兩國雙邊性交流管道愈多，而派遣留學生是管道之一。此變項與「推力」的關係呈正相關。

X6：我國經濟成長率。此一變項代表我國經濟情況的良窳指標。此變項與「推力」的關係呈正相關。

(二)測量「拉力」的指標計有：

Y1：美（德）國留學台灣的學生比例。此一變項是以美（德）國每一年度來台灣留學的學生總人數，除以當年台灣接受外國留學生的總人數，並化作百分比值。此變項與「拉力」的關係呈正相關。

Y2：美（德）國教育經費支出佔GNP百分比。此一變項代表美（德）國對教育的重視程度。此變項與「拉力」的關係呈正相關。

Y3：美（德）國出口至台灣貿易額百分比。此一變項代表美（德）國與我國間經濟互動的關係。此變項與「拉力」的關係呈正相關。

Y4：美（德）國相對於台灣的消費者物價指數比例。此一變項代表留學生出國留學的成本指標。由於目前在這方面的詳細資料無法取得，故以此變項來替代。當美（德）國相對於我國消費者物價指數愈高時，則表示前往該國留學的成本愈高，留學人數可能因此減少。此變項與「拉力」的關係呈負相關。

Y5：美（德）國對台灣經濟援助。此一變項代表美（德）國的經濟援助愈多時，則與我國間的互動愈頻繁。此變項與「拉力」的關係呈正相關。

根據上述所擬各測量變項對推力與拉力間的假設關係，可以歸納如表6所示。

根據上述假設，本研究即擬考驗所提出的結構方程式模式與測量模式的假設圖，並用來說明這些測量變項與潛在因素（即推力和拉力）間的關係。

表6 各測量變項對推力與拉力間的假設關係

測量變項	推的力量	拉的力量
X1	+	
X2	+	
X3	+	
X4	+	
X5	+	
X6	+	
Y1		+
Y2		+
Y3		+
Y4		-
Y5		+

二、研究資料

本研究蒐集國內外相關文獻（包括書籍、期刊及學術論文），作為實證研究的理論依據。所擬分析的變項資料，是以下列官方資料為準：

1. 「中華民國教育統計」（教育部，民82）
2. 「中華民國台灣地區統計提要」（行政院主計處，民國48～72年）
3. 「中華民國統計年鑑」（行政院主計處，民國73～78年）
4. 聯合國教育科學文化組織統計(UNESCO, 1963～1976, 1978～1979, 1982, 1984～1992)
5. International Financial Statistics Yearbook (International Monetary Fund, 1990)
6. Open doors (Institute of International Education, 1991～1992)

本研究僅探討民國43年至民國77年間，共35年我國與美國、德國間留學生的互動關係，所得到的資料是以「年」為單位。在資料處理上，因各指標單位不一，因此，全部化為百分比值來計算。

由於國際官方資料在台灣蒐集不易，在使用上有所限制。例如，本研究所用的美（德）國教育經費支出佔GNP百分比一項，國內只可蒐集到UNESCO從1959到1989年間的資料而

已；其中，美國在1962年、1984年及德國在1976年的資料缺失。本研究擬用前後各二年的平均值予以補上。而在國內資料中，由於美援只在民國42年到民國59年間才有，民國60年以後即無美援，故在資料處理上，於民國60年以後即不將此一變項納入分析。在物價指數變項上，由於行政院主計處只統計民國50年以後的資料，民國50年以前的資料缺乏，本研究另從International Financial Statistics Yearbook中整理出來。

本研究所蒐集的指標，是以McMahon(1992)的理論為根據，再加上研究者的專業判斷，選擇數個有意義、可以量化、且具有代表性的測量指標為準，其餘沒有意義、不可以量化、或不具有代表性的測量指標一律捨棄不用。但在官方統計資料中，有些指標不易取得，因此，在指標的選擇上仍有限制。

三、統計分析方法

本研究在探討模式結構時，主要是以Joreskog & Sorbom(1989)所發展的線性結構關係(linear structural relationship, 簡稱爲LISREL)模式及設計的LISREL 7套裝軟體程式來進行分析。

其次，在模式結構驗證後，LISREL 7套裝軟體程式可以自動印出兩個模式(即台一美與台一德)的適配矩陣。因此，在檢定這兩個適配矩陣間是否爲一致時，本研究乃採用余民寧(民81)所設計之二次式分配準則的分析技術與電腦程式來進行分析。二次式分配準則假定兩個矩陣間相對應元素的乘積和(sum of product)可以 Γ 符號來表示如下：

$$\Gamma = \sum \sum X_{ij} Y_{ij} \quad (\text{公式1})$$

公式1中的 Γ 值即表示兩個矩陣中相對應元素共同變化之傾向的指標，當 Γ 值愈大時，即表示該二個矩陣相似性愈高。根據二次式分配準則的運算規則(余民寧，民81)，我們可以獲得 n 個 Γ 值，這些 Γ 值可以構成一個常態分配，並且可以使用 Z 分數檢定方法來考驗最初的 Γ 值之顯著水準。其方法可以表示如下：

$$Z = \{ \Gamma - E(\Gamma) \} / \sqrt{\text{Var}(\Gamma)} \quad (\text{公式2})$$

$$E(\Gamma) = \sqrt{A_1 B_1} / n(n-1) \quad (\text{公式3})$$

而 Γ 之變異數則為：

$$\begin{aligned} \text{Var}(\Gamma) = & -\frac{A_1 B_1}{n^2(n-1)^2} + \frac{2A_3 B_3}{n(n-1)} + \frac{4(A_2 - A_3)(B_2 - B_3)}{n(n-1)(n-2)} + \\ & \frac{(A_1 - 4A_2 + 2A_3)(B_1 - 4B_2 + 2B_3)}{n(n-1)(n-2)(n-3)} \end{aligned} \quad (\text{公式4})$$

式中， $A_1 = (\sum \sum X_{ij})^2$

$$A_2 = \sum \left(\sum_j^n X_{ij} \right)^2$$

$$A_3 = \sum \sum (X_{ij})^2$$

$$B_1 = (\sum \sum Y_{ij})^2$$

$$B_2 = \sum \left(\sum_j^n Y_{ij} \right)^2$$

$$B_3 = \sum \sum (Y_{ij})^2$$

$n = \text{變項數}$

根據二次式分配準則的方法，兩個近以矩陣間之關聯程度的係數指標，可以表示如下：

$$\Gamma_r = \frac{\sum \sum X_{ij} Y_{ij} - \frac{(\sum \sum X_{ij})(\sum \sum Y_{ij})}{n(n-1)}}{\sqrt{\sum \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum \sum X_{ij})^2}{n(n-1)}} \sqrt{\sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{(\sum \sum Y_{ij})^2}{n(n-1)}}}$$

$$\Gamma - E(\Gamma)$$

$$\sqrt{A_3 - \frac{(A_1)}{n(n-1)}} \quad \sqrt{B_3 - \frac{(B_1)}{n(n-1)}} \quad (\text{公式5})$$

本研究即擬運用上述五個二次式分配準則的計算公式，來驗證台—美與台—德間之留學生互動模式是否一致。

參、研究結果

一、我國與美國間留學生互動模式

本研究的第一個問題是以我國的「推力」與美國的「拉力」（其中的測量變項見圖1的說明）進行線性結構關係模式的分析，其結果如表7所示。

表7 問題一的結構模式參數估計的結果

參數	SC估計值	參數	SC估計值	參數	SC估計值	R ² 值	
λ X11	.502*	δ1	.748*	γ11	.944*	R ² (X1) = .252	TCD(X) = .799
λ X21	.676*	δ2	.543*	ζ	.108	R ² (X2) = .457	TCD(Y) = .667
λ X31	.712*	δ3	.493*			R ² (X3) = .507	TCD(η) = .892
λ X41	.508*	δ4	.742*			R ² (X4) = .258	χ ² = 14.23
λ X51	.676*	δ5	.542*			R ² (X5) = .458	(P = 1.00)
λ X61	.609*	δ6	.630*			R ² (X6) = .370	df = 43
λ Y11	.340*	ε1	.884*			R ² (Y1) = .116	GFI = .932
λ Y21	.664*	ε2	.559*			R ² (Y2) = .441	AGFI = .895
λ Y31	.413*	ε3	.829*			R ² (Y3) = .171	RMSR = .216
λ Y41	-.590*	ε4	.652*			R ² (Y4) = .348	χ ² / df = 0.33
λ Y51	.504*	ε5	.746*			R ² (Y5) = .254	最大正規化 殘差 = .638

註：1.*P < .05

2.本模式使用變異數—共變數矩陣作輸入資料

3.sc = completely standardized solution

表7是以最大概似估計法(maximum likelihood)來進行參數估計，茲將其結果說明如下：

(一)基本適合度方面

從表7中可以看出，所有參數估計值（即 λ 值）皆達顯著水準，而且誤差值都沒有負值， γ 值也達顯著。

(二)整體模式適合度考驗方面

表7中的 χ^2 值未達顯著水準，此即表示問題一的結構模式應予接受，亦即我國與美國間

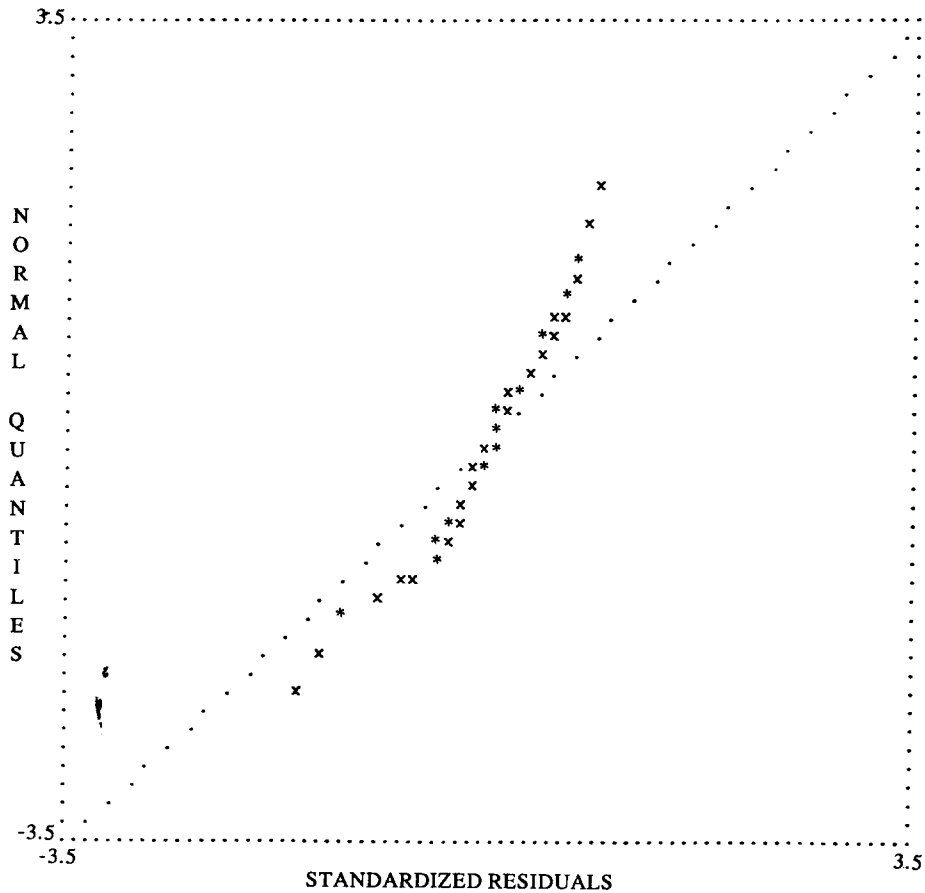


圖2 我國與美國間留學生互動模式之Q-Plot圖

留學生互動模式上具有因果關係存在。整體的適合度指數(goodness-of-fit)是.932，調整後的適合度指數(adjusted goodness-of-fit index)是.895，離最大值1不遠，表示本研究所假設的模式與理論上的模式相符合，模式的可信度高；而且結構方程式的整體決定係數(total coefficient of determination for structural equations)是.892， χ^2 與自由度的比值小於3很多，最大正規化殘差是.638。另外，本模式的Q-Plot圖的殘差分佈線斜度大於45度，如圖2所示。所以，本研究所擬探索的假設模式，經由線性結構關係模式的分析後，其因果關係被證實是存在的。

(三)模式內在結構適合度考驗方面

各測量指標的信度，X與Y的 R^2 值並不是很高，在.116到.507之間，顯示本模式仍有誤差存在，這可能是受到樣本數過少的限制所致。但由於推力因素的解釋量有79.9%，且拉力因素的解釋量亦有66.7%，顯示內部結構還不錯。

經由上述分析可知，本研究問題一獲得解決，亦即我國與美國間留學生互動的推拉模式是存在的。茲將參數估計的結果，畫成結構模式圖，如圖3所示。

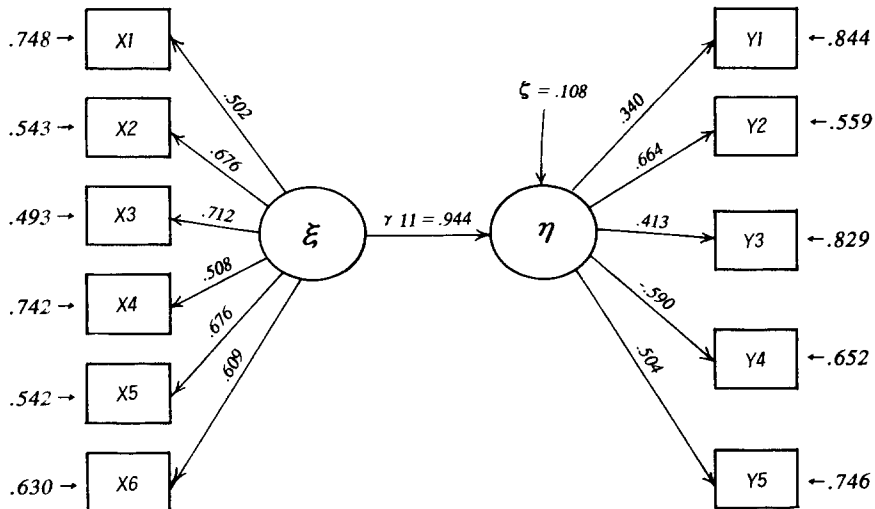


圖3 我國與美國間留學生互動的推拉模式圖

圖3的符號意義如圖1所示

從圖3中可以看出，X1到X6六個測量變項均能測量到相同的潛在因素 ζ （即推的力量）。左邊模式圖的涵義可以解釋如下：當我國歷年留美學生比例愈高、高等教育在學率愈高、教育經費支出佔GNP百分比愈多、每人的國民所得愈高、我國出口到美國的貿易額愈多、以及經濟成長率穩定中持續成長，則我國「推」留學生到美國的力量也愈強。此結果將McMahon(1992)中「推的模式」假設予以結構化。

另外，Y1到Y5五個測量變項也都測量到相同的潛在因素 η （即推的力量）。右邊模式圖的涵義可以解釋如下：當歷年美國留學台灣的學生人數愈多、美國教育經費佔GNP百分比愈高、美國出口到我國的貿易額愈多、美國消費者物價指數相對於我國消費者物價指數愈低、以及美國對台灣的經濟援助（僅1954~1970年）愈高，則美國「吸引」我國留學生前往留學的拉力也愈強。此結果亦將McMahon(1992)中「拉的模式」假設予以結構化。

綜合上述，測量影響我國留學生留學美國的六項指標中，其實發揮了一股潛在且看不見的「推力」力量，將我國的留學生「推向」美國；而測量影響美國吸引我國留學生前往留學的五項指標中，其實亦發揮了一股潛在且看不見的「拉力」力量，將我國的留學生「拉向」美國。由於這二個國家間的推拉力量，於是造成我國與美國間留學生的留學互動關係，這關係可以用結構方程式因果模式來加以解釋。同時，本研究的這項探索性發現，也正可以支持和補充解釋McMahon(1992)的看法。

二、我國與德國間留學生互動模式

本研究的第二個問題是以我國的「推力」與德國的「拉力」（其中的測量變項見圖1的說明）進行線性結構關係模式的分析，其結果如表8所示。

表8以最大概似估計法來進行參數估計，茲將其結果說明如下：

(一)基本適合度方面

由表8中可以看出，估計的參數值（即 λ 值）有三個未達顯著，但誤差項都達顯著，而且沒有負值出現。另外， γ 值也達顯著。

表8 問題二的結構模式參數估計的結果

參數	SC估計值	參數	SC估計值	參數	SC估計值	R ² 值	TCD (X) = .735
λ X11	.151	δ 1	.977*	γ 11	1.027*	R ² (X1) = .023	TCD (Y) = .706
λ X21	.649*	δ 2	.579*	ζ	-.055	R ² (X2) = .421	$\chi^2 = 14.24$
λ X31	.714*	δ 3	.490*			R ² (X3) = .510	(P = 1.00)
λ X41	.551*	δ 4	.696*			R ² (X4) = .304	df = 43
λ X51	.244	δ 5	.941*			R ² (X5) = .059	GFI = .926
λ X61	.574*	δ 6	.671*			R ² (X6) = .329	AGFI = .886
λ Y11	.568*	ϵ 1	.678*			R ² (Y1) = .322	RMSR = .432
λ Y21	.597*	ϵ 2	.644*			R ² (Y2) = .356	$\chi^2 / df = 0.33$
λ Y31	.288	ϵ 3	.917*			R ² (Y3) = .083	最大正規化
λ Y41	-.628*	ϵ 4	.605*			R ² (Y4) = .395	殘差 = 1.447
λ Y51	-.623*	ϵ 5	.612*			R ² (Y5) = .388	

註：1.*P<.05

2.本模式使用變異數一共變數矩陣作輸入資料

3.sc = completely standardized solution

(二)整體模式適合度方面

表8中的 χ^2 值未達顯著水準，此即表示問題二的結構模式應予接受，亦即我國與德國間留學生互動模式上具有因果關係存在。整體的適合度指數是.926，調整後的適合度指數也在.886，離最大值1不遠。 χ^2 與自由度的比值小於3，最大的正規化殘差是1.447。另外，本模式的Q-Plot圖的殘差分佈線斜度大於45度，如圖4所示。由此可見，本研究所擬探索的假設模式，經由線性結構關係模式的分析後，其因果關係被證實的存在的。

(三)模式內在結構適合度考驗方面

在各測量變項的信度方面，X與Y的R²值並不高，在.023到.510之間，顯示本模式仍有許多誤差存在，這可能是受到樣本數過少的限制所致。由於拉力因素的解釋量為70.6%，推力因素的解釋量為73.5%，也都在中等以上，顯示內部結構還不錯。

經由上述分析可知，整體而言，本研究問題二獲得解決，亦即我國與德國間留學生互動的推拉模式是存在的。茲將參數估計的結果，畫成結構模式圖，如圖5所示。

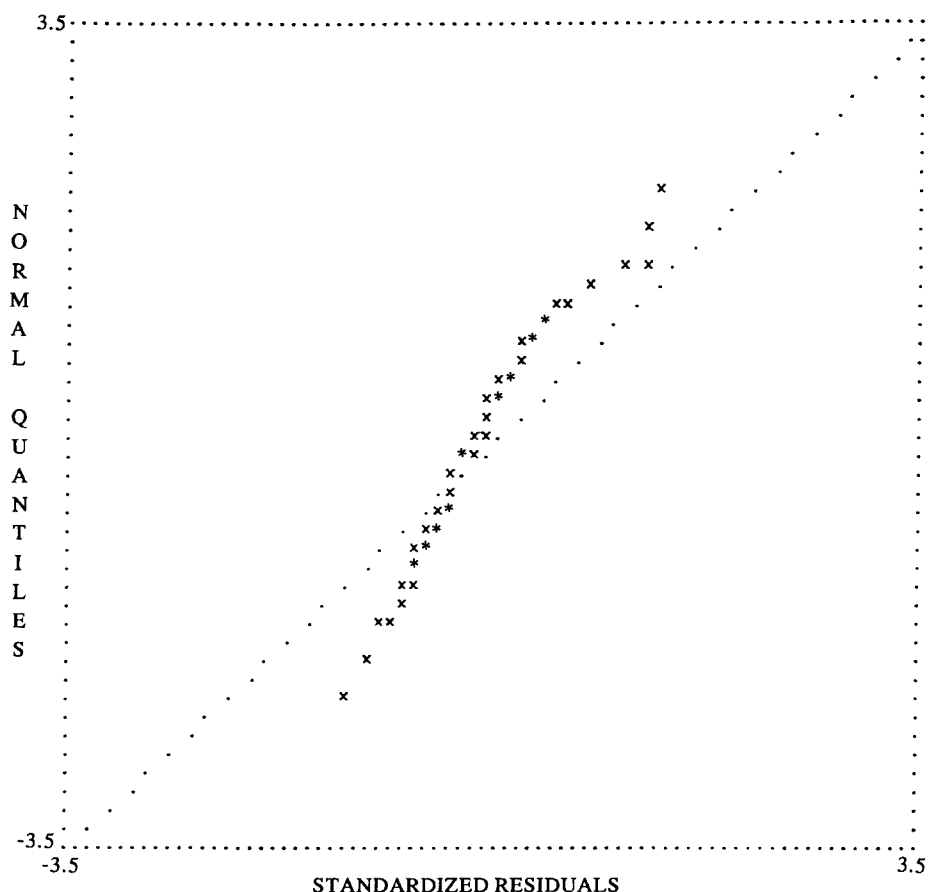


圖4 我國與德國間留學生互動模式之Q-Plot圖

圖5的符號意義如圖1所示

從圖5中可以看出，X1到X6六個測量變項中，有二個未能顯著測量到相同的潛在因素 ζ （即推的力量），表示這二個參數估計值仍有很大的誤差存在。不過該估計值與推力間是呈正向關係，與原先的假設是一致的，因此，左邊模式圖的涵義可以解釋如下：當我國歷年留德學生比例愈高、教育經費支出佔GNP百分比愈高、高等教育在學率愈高、每人的國民所得愈高、經濟持續地成長、以及我國出口到德國的貿易額愈多，則我國「推」留學生到德國的力量也愈強。此結果將McMahon(1992)中「推的模式」假設予以結構化。

我國與歐美國家間留學互動模式之探索

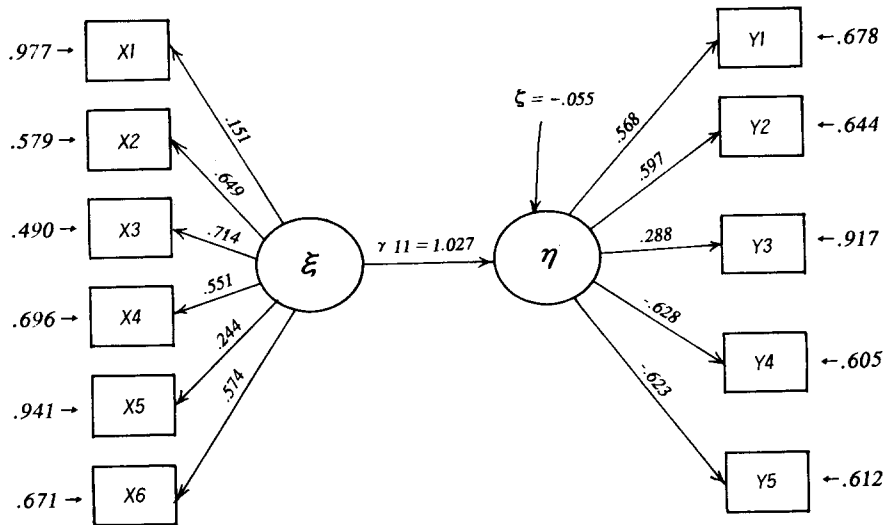


圖5 我國與德國間留學生互動的推拉模式圖

另外，Y1到Y5五個測量變項也都測量到潛在因素 η （即拉的力量），右邊模式圖的涵義可以解釋如下：當歷年德國來台灣留學的人數愈多、德國教育經費支出佔GNP百分比愈高、德國出口到我國的貿易額愈多、德國消費者物價指數相對於我國消費者物價指數愈低、以及德國經濟援助（僅1954到1970年）我國愈少，則德國「吸引」我國留學生前往留學的拉力也愈強。然而，在這些測量變項中，德國經濟援助我國一項是呈反向關係，與原先假設相反，這一點可能是因為德國對台灣的經濟援助在1954到1970年間相當少，而且逐年遞減所致；另外，由於我國與德國及德國與我國的雙邊貿易額呈不穩定的起伏狀態，亦可能是造成這些測量變項不顯著的原因。不過整體而言，此結果將McMahon(1992)中「拉的模式」假設予以結構化。

綜合上述，測量影響我國留學生留學德國的六項指標中，整體而言，其實發揮一股潛在且看不見的「推力」力量，將我國的留學生「推向」德國；而測量影響德國吸引我國留學生前往留學的五項指標中，整體而言，其實亦發揮了一股潛在且看不見的「拉力」力量，將我國的留學生「拉向」德國。由於這二個國家間的推拉力量，於是造成我國與德國間留學生的留學互動關係，這關係可以用結構方程式因果模式來加以解釋。同時，本研究的這項探索性發現，也正可以支持和補充解釋McMahon(1922)等人的看法。

綜合上述，茲將上述二個問題之檢定結果與原先之假設關係，摘要於表9。

表9 模式中測量變項之關係假設與驗證後的結果

測量變項	推的力量	拉的力量	我國	美國	我國	德國
X1	+		+*		+	
X2	+		+*		+*	
X3	+		+*		+*	
X4	+		+*		+*	
X5	+		+*		+	
X6	+	+	+*		+*	
Y1		+		+*		+*
Y2		+		+*		+*
Y3		-		+*		+
Y4		+		-*		-*
Y5				+*		-*

註：1.*P<.05

2.變項順序同表6所示

由表9中可知，驗證後結果顯示我國與美國間的模式關係與原先的推力、拉力關係假設是一致的；而我國與德國間的模式關係，除對台灣經濟援助一項外，其餘也與原先的關係假設一致。由此可見，本研究問題一和問題二大致上獲得解決。

三、台—美與台—德間的留學生互動模式是否一致

根據問題一與問題二的估計結果，得到表10、表11二個適配共變數矩陣，本研究繼續以二次式分配準則檢定這二個矩陣間的關係是否一致。

在運用二次式分配準則檢定矩陣之前，我們先令：

表10 我國與美國間留學生互動模式的適配共變數矩陣

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Y1	0.000	.462	.225	-.422	.274	.135	.557	.832	.589	.920	.425
Y2	.462	0.000	.865	-1.625	1.055	.518	2.143	3.589	2.269	3.542	1.637
Y3	.225	.865	0.000	-.790	.513	.252	1.042	1.745	1.103	1.722	.769
Y4	-.422	-1.625	-7.90	0.000	-.964	-.474	-1.958	-3.237	-2.073	-3.237	-1.495
Y5	.274	10.55	.513	-.964	0.000	.307	1.271	2.128	1.345	2.100	.970
X1	.135	.518	.252	-.474	.307	0.000	.700	1.173	.741	1.157	.535
X2	.557	2.143	1.042	-1.958	1.271	.700	0.000	4.849	3.066	4.786	2.211
X3	.932	3.589	1.745	-3.237	2.128	1.173	4.849	0.000	5.133	8.015	3.703
X4	.589	2.269	1.103	-2.073	1.345	.741	3.066	5.133	0.000	5.067	2.341
X5	.920	3.542	1.722	-3.237	2.100	1.157	4.786	8.015	5.167	0.000	3.655
X6	.425	1.637	.796	-1.495	.970	.535	2.211	3.703	2.341	3.655	0.000

註：Y1：美國來台灣留學生比例(1954-1988)

Y2：美國教育經費支出佔GNP百分比(1959-1988)

Y3：美國出口至台灣的貿易額百分比(1954-1988)

Y4：美國相對於台灣的消費者物價指數比(1954-1988)

Y5：美國對台灣的經濟援助(1954-1970)

X1：我國留美學生比例(1954-1988)

X2：我國高等教育在學率(1954-1988)

X3：我國教育經費支出佔GNP百分比(1954-1988)

X4：我國每人國民所得(1954-1988)

X5：我國出口至美國的貿易額百分比(1954-1988)

X6：我國的經濟成長率(1954-1988)

表10為Y矩陣

表11為X矩陣

在檢定此一關係時，為避免變項本身的變異數自乘而使 Γ 值膨脹，按照二次式分配準則的檢定原則，將本身之變異數以 \circ 取代，代入公式，得到下列的結果：

表11 我國與德國間留學生互動模式的適配共變數矩陣

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Y1	0.000	1.933	1.031	-2.546	-4.755	.229	2.700	4.895	3.376	1.253	2.108
Y2	1.933	0.000	.723	-1.785	-3.333	.161	1.893	3.431	2.367	.878	1.478
Y3	1.031	.723	0.000	-.923	-1.724	.083	.979	1.775	1.224	.454	.764
Y4	-2.546	-1.785	-.923	0.000	4.259	-.205	-2.418	-4.384	-3.024	-1.122	-1.888
Y5	-4.755	-3.333	-1.724	4.259	0.000	.383	-4.516	-8.186	5.646	-2.095	-3.525
X1	.229	.161	.083	-.205	-3.83	0.000	.206	.374	.258	.096	.161
X2	2.700	1.893	.979	-2.418	-4.516	.206	0.000	4.408	3.040	1.128	1.898
X3	4.895	3.431	1.775	-4.384	-8.186	.374	4.408	0.000	5.511	2.045	3.441
X4	3.376	2.367	1.224	-3.024	-5.646	.258	3.040	5.511	0.000	1.410	2.373
X5	1.253	.878	.454	-1.122	-2.095	.096	1.128	2.042	1.410	0.000	.881
X6	2.108	1.478	.764	-1.888	-3.525	.161	1.898	3.441	2.373	.881	0.000

註：Y1：德國來台灣留學生比例(1954-1988)
 Y2：德國教育經費支出佔GNP百分比(1959-1988)
 Y3：德國出口至台灣的貿易額百分比(1954-1988)
 Y4：德國相對於台灣的消費者物價指數比(1954-1988)
 Y5：德國對台灣的經濟援助(1954-1970)
 X1：我國留美學生比例(1954-1988)
 X2：我國高等教育在學率(1954-1988)
 X3：我國教育經費支出佔GNP百分比(1954-1988)
 X4：我國每人國民所得(1954-1988)
 X5：我國出口至美國的貿易額百分比(1954-1988)
 X6：我國的經濟成長率(1954-1988)

$$\Gamma = (\sum \sum (X_{ij} Y_{ij}) = 297.69 \quad (\text{公式1})$$

$$E(\Gamma) = 30.75 \quad (\text{公式3})$$

$$\text{Var}(\Gamma) = 14234.53 \quad (\text{公式4})$$

$$r_r = 0.43 \quad (\text{公式5})$$

$$Z = \{ \Gamma - E(\Gamma) \} / \sqrt{\text{Var}(\Gamma)} = 2.237 \quad (\text{公式2})$$

由於Z值2.237大於查表的臨界Z值1.96，已達到.05顯著水準，因此，本研究問題三亦獲得解決，此即表示台-美與台-德二個推拉模式之適配矩陣間，具有明顯的關聯程度，其值為.43；也就是說，台-美與台-德間留學生互動的推拉模式關係是一致的。

肆、討論與結論

國際間留學生的流動可以看成是一種人口遷移(migration)，而遷移之所以會產生的原因，乃由於原住地的推力(push force)或排斥力，以及遷入地的拉力(pull force)或吸引力，二者交互作用而成。其基本上而言，它隱含二個假設：第一，它認為人的遷移行為是經過理性的選擇；第二，它認為遷移者對原住地及遷入地的訊息有某種程度的瞭解，由於對客觀環境的認識，再加上主觀的感受與判斷，最後才決定是否遷移。這種論點和看法便是推拉理論(push-pull theory)，該理論源自拉文斯坦(Ravenstein)的遷移法則(The laws of migration)，後經李氏(Lee,1966)的發揚，才有完整的遷移理論的誕生（廖正宏，民74）。

由於人口遷移學說應用到國際間留學生互相流動的實證研究並不多，且現有的文獻也在研究方法論上有所缺失，因此，本研究才擬依據前人的研究成果，進一步探索其間的關係。本研究文獻中亦曾評論過去研究所使用的方法僅止於迴歸分析，常因依變項和自變項指標的選用不一，而造成結論不一的情況；另外，過去的研究方法，都是將留學送出國和留學地主國的各種影響因素分開來討論和進行迴歸分析，即使首度提出雙邊考量的McMahon(1992)研究，亦是分開來進行迴歸分析，而不是合併起來一起探討，且雙邊所使用的變項不盡相同，在這種情況下，很難去比較兩個適配矩陣間是否具有一致的關聯性存在。因此，為了改進前人研究方法不足的地方，才会有本研究提出的研究策略與方法。

本研究從留學的送出國與地主國兩方面同時考慮，將測量影響留學生流動的許多變項因素納入一起分析，並以結構方程式模式來間接測量這些變項背後所隱含的兩股潛在因素：即推力與拉力，並將這兩股力量合併考慮，認為影響我國與美（德）國間留學生互相流動的原因中，正可以使用一個推力和一個拉力等潛在因素，來予以證實和詮釋。研究結果顯示：由問題一和問題二的相繼解決，這項看法和假想已獲得支持，同時，亦支持和補充解釋McMahon(1992)所提出的模式假設和看法；亦即，影響我國與美（德）國間留學生的互動因素中，具有推拉關係的結構模式存在。同時，經由二次式分配準則的檢定可知，我國與美（德）國間留學生的互動模式是一致的；亦即，決定台—美與台—德間留學生的互動型態是

一樣的。

雖然本研究所獲得的上述結論與假設者很一致，這並不就是表示留學生的互動模式已獲得驗證。其實，本研究的結果只是一種暫時性、初探性的研究結果而已，誠如Joreskog & Sorbom(1989)所言，因果關係的實證分析是暫時性的，必須要不斷的探索，才能逼真；也就是說，後續仍需要有相當多的相容性研究進行探索，累積研究成果至一定量後，才能進入真正的驗證性研究階段。

此外，本研究所使用的資料全為時間系列資料，每個變項本身均有自我相關（autocorrelation）存在，在研究分析上是否適合使用LISREL程式處理？尚有許多爭議之處。雖然Joreskog & Sorbom(1989)曾引用此一模式對Klein(1950)之經濟計量資料進行分析，且能得出與Klein相同之參數估計結果，不過在對標準誤和整體模式的檢定上是否能符合獨立性假設，連作者也有所存疑，因此，在使用上還是以小心謹慎為原則。也許有待日後方法論的更進一步突破，方能驗證這種統計分析方法是否經得起韌性考驗（robust test）。

最後，本研究亦運用二次式分配準則的方法，檢定台—美與台—德二個適配的共變數矩陣間的相似性，結果顯示這二個適配矩陣間具有顯着的相似性和一致性，其間的關聯性係數為.43，亦達顯着水準。有關這一點，可以從本研究問題三的檢定中獲得證實。

綜合上述的研究結果與討論，本研究擬扼要結論如下：影響我國與美國（德國）間留學生互動的因素，具有推拉關係的因果模式存在；並且，我國與該二國間留學生的互動型態是一致的。

參 考 書 目

- 行政院主計處（民48-72）。中華民國台灣地區統計提要。
- 行政院主計處（民80）。中華民國台灣地區國民所得統計提要。
- 行政院主計處（民72-78）。中華民國統計年鑑。
- 余民寧（民81）。二次式分配準則在估計再測信度上的應用。《教育與心理研究》，15期，21-38頁。
- 教育部（民82）。教育統計。
- 廖正宏（民74）。人口遷移。台北：三民。
- Agarwal, V. B., & Winkler, D. R. (1985). Migration of foreign students to the United States. *Journal of Higher Education*, 56, 509-522.
- Agarwal, V. B., & Winkler, D. R. (1989). Foreign demand for the United States higher education: A study of developing countries in the eastern hemisphere. *Economic Development and Cultural Change*, 33, 623-644.
- Cummings, W. K. (1984). Going overseas for higher education: The Asian experience. *Comparative Education Review*, 28, 241-257.
- Cummings, W. K., & So, W. C. (1985). The preference of Asian overseas for the United States: An Examination of the context. *Higher Education*, 14, 403-423.
- Fry, G. W. (1984). The economic and political impact. *Comparative Education Review*, 28, 203-220.
- Institute of International Education (1991-1992). *Open doors* (all issues). New York: IIE.
- International Monetary Fund (1990). *International Financial Statistics Yearbook*.
- Joreskog, K. G., & Sorbom, D. (1989). *LISREL 7 user's reference guide*. Mooresville, IN: Scientific Software.
- Lee, E. S. (1966). A theory of migration. *Demography*, 3, 45-57.
- Lee, K. H., & Tan, J. P. (1985). The international flow of third level lesser developed country students to developed countries: Determinants and implications. *Higher Education*, 13, 687-707.
- McMahon, M. E. (1992). Higher education in a world market: An historical look at the global context of international study. *Higher Education*, 24, 465-481.
- United Nation Education, Scientific & Cultural Organization (UNESCO; 1963-1976, 1978-

1979, 1982, 1984-1992), *Statistical Yearbook*.

Wobbekind, R. L., & Graves, P. E. (1989). International student demand for higher education in the United States. *Research in Higher Education*, 30, 273-289.