

Zipf 法則之驗證： 以臺灣地區城市人口分布為例

林俊宏、鄭美君、徐慶柏*

摘 要

過去研究指出 Pareto 分配對於都市的規模分配具有良好的解釋力，且透過 Pareto 指數可衡量人口的集中度。因此本研究將透過臺灣 1971 年至 2010 年以人口數衡量的前 50 大都市，探討臺灣都市規模分配的變化，並檢驗是否符合 Zipf 法則。研究結果顯示臺灣 1971 年至 2010 年皆不符合 Zipf 法則，且臺灣都市的規模分配較 Zipf 法則下更為平均。本研究進一步研究發現政府支出、工業化程度、平均每人國內生產毛額、都市化程度及全球化程度為影響臺灣都市規模分配的主要因素。

關鍵詞：臺灣人口分布、Zipf 法則、Pareto 指數、都市規模
JEL 分類代號：J11, R12, R23

* 三位作者分別為聯絡作者：鄭美君，財團法人台灣經濟研究院副研究員，10461 臺北市德惠街 16 之 8 號 8 樓，電話：02-25865000 轉 815，E-mail: maggiecheng1224@gmail.com。林俊宏，淡江大學產業經濟學系教授，25137 新北市淡水區英專路 151 號，電話：02-26215656 轉 2566，E-mail: chlin@mail.tku.edu.tw。徐慶柏，國立中央大學經濟學研究所博士生，32001 桃園縣中壢市中大路 300 號，電話：03-4227151 轉 66314，E-mail: cosine54@gmail.com。作者由衷感謝兩位匿名評審教授以及編輯委員細心指正與寶貴建議，謹致謝忱。
投稿日期：民國 101 年 6 月 11 日；修訂日期：民國 101 年 8 月 15 日；
接受日期：民國 102 年 8 月 29 日。

1. 前言

都市的形成是起源於人類對群居生活方式的需要，受到人類生產行為與經濟發展的影響，早期因採集和遊牧活動而形成部落，進而演變成以農業為主的村莊，而在工業革命之後，鄉村人口便紛紛的移往都市，形成大都會。由此可知，都市化與一國的土地資源、人口以及經濟成長有著密切的關係。以社會的變遷與發展的觀點來看，都市化是一個具有歷史性及全球性的過程。以臺灣為例，自 1970 年以來，臺灣社會的工業和經濟快速成長，帶動了都市化和大都市的發展。在 1971 年居住在都市的人口為 43.92%，¹ 到 2010 年增加更是增加為 59.77%。

早期人們在選擇居住地點時主要考量的因素為地理環境，而現今除了考量地理因素外還受經濟活動的影響，絕大多數的人認為經濟因素是影響遷移的主要因素。以臺灣為例，隨著公共建設的普及和運輸成本的下降，促使都市的擴張及發展。近幾十年來鄉鎮人口開始往發展較為健全的都市移動，導致許多都市的人口呈現逐年增加的趨勢。除此之外，近十年來高科技產業的蓬勃發展，對勞動需求增加及工資的提高，也誘發人口的遷移。而網路通訊的發達更是促進了國際間的交流，許多跨國組織或跨國企業紛紛興起，除了打破國土疆界的屏障，也逐漸建立起全球化的秩序，區域與區域之間的移動及聯繫成本大為降低，因此全球化的快速演進亦對人們對居住地的選擇產生影響。

我們可透過詳細的數據資料來了解臺灣歷年人口的變化，由表 1 臺灣總人口數可發現自 1971 年到 2010 年臺灣的總人口已由 15,073,216 人增加為 23,162,123 人，臺灣總人口呈現逐年增長的趨勢，而前 50 大都市人口占總人口數的比例亦由 52.16%逐年增加到

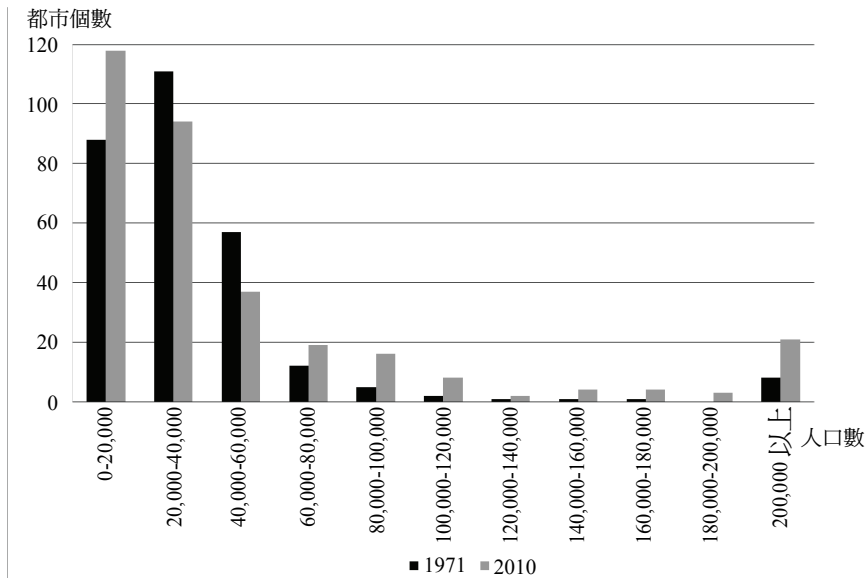
¹ 含直轄市、省轄市以及縣轄市，共 39 個。

表 1 臺灣地區歷年都市人口表

年度	臺灣總人口數	前 50 大都市 總人口	前 50 大都市 人口占總人口 比例(%)	前 50 大都市 平均人口
1971	15,073,216	7,862,710	52.16	157,254
1972	15,367,774	8,253,043	53.70	165,061
1973	15,642,467	8,515,402	54.44	170,308
1974	15,927,167	8,832,332	55.45	176,647
1975	16,223,089	9,070,645	55.91	181,413
1976	16,579,737	9,349,109	56.39	186,982
1977	16,882,053	9,599,533	56.86	191,991
1978	17,202,491	9,889,551	57.49	197,791
1979	17,543,067	10,248,321	58.42	204,966
1980	17,866,008	10,526,900	58.92	210,538
1981	18,193,955	10,800,828	59.36	216,017
1982	18,515,754	11,141,287	60.17	222,826
1983	18,790,538	11,391,848	60.63	227,837
1984	19,069,194	11,644,103	61.06	232,826
1985	19,313,825	11,817,073	61.18	236,341
1986	19,509,082	12,055,624	61.79	241,112
1987	19,725,010	12,040,343	61.04	240,807
1988	19,954,397	12,573,134	63.01	251,463
1989	20,156,587	12,775,876	63.38	255,518
1990	20,401,305	13,238,220	64.89	264,764
1991	20,605,831	13,138,047	63.76	262,761
1992	20,802,622	13,269,760	63.79	265,395
1993	20,995,416	13,383,385	63.74	267,668
1994	21,177,874	13,523,869	63.86	270,477
1995	21,357,431	13,640,369	63.87	272,807
1996	21,525,433	13,768,075	63.96	275,362
1997	21,742,815	13,926,466	64.05	278,529
1998	21,928,591	14,111,645	64.35	282,233
1999	22,092,387	14,271,305	64.60	285,426
2000	22,276,672	14,448,095	64.86	288,962
2001	22,405,568	14,549,236	64.94	290,985
2002	22,520,776	14,665,680	65.12	293,314
2003	22,604,550	14,757,869	65.29	295,157
2004	22,689,122	14,851,435	65.46	297,029
2005	22,770,383	14,921,766	65.53	298,435
2006	22,876,527	15,033,820	65.72	300,676
2007	22,958,360	15,118,888	65.85	302,378
2008	23,037,031	15,201,559	65.99	304,031
2009	23,119,772	15,263,863	66.02	305,277
2010	23,162,123	15,329,497	66.18	306,590

資料來源：內政部統計月報、各縣市統計年鑑及本研究整理。

66.18%。進一步比較 1971 年與 2010 年的人口數分配情形，由圖 1 可發現相較於 1971 年，2010 年人口數少於 20,000 人的都市個數明顯增加許多（由 88 個增加為 118 個）。此外，人口數在 60,000 以上的都市個數皆呈現增加的情形，其中又以人口為 200,000 以上增加最多（由 8 個增加為 21 個）。此隱含鄉鎮人口往都市移動，導致鄉鎮人口數減少而都市人口數增加，這也是為何人口數少於 20,000 人的都市個數增加，而人口數在 60,000 以上的都市個數呈現增加的原因。



資料來源：本研究整理。

圖 1 1971 年與 2010 年人口數分配圖

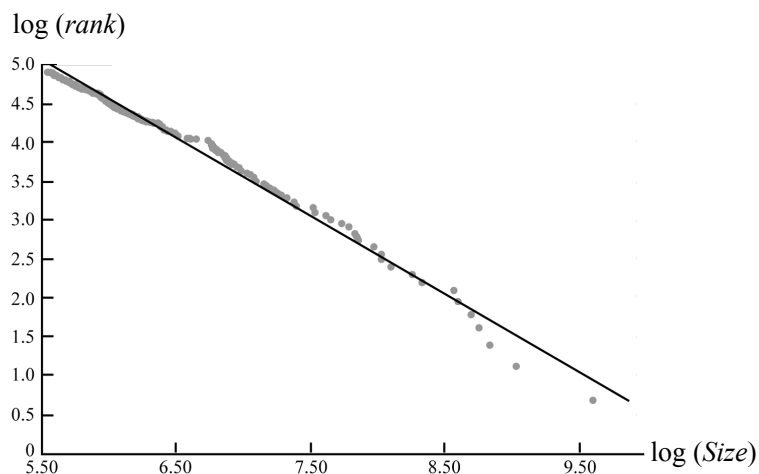
透過上述統計圖表我們發現，臺灣總人口呈現逐年增加的趨勢，人口分布變動也逐年向相對較大的城市集中，顯示臺灣人口分布似乎逐漸趨向不平均的情形。而影響人口遷移的因素有許多，如地理環境、經濟因素以及隨時代變遷所誘發的因素，而本文將透過 Zipf 法則的分析架構，探討臺灣近幾十年來的都市分配情況以及其影響因素。

都市人口分布研究，最早始於 Auerbach (1913)，他提出以人口衡量的都市規模分配近似 Pareto 分配，² 接著 Singer (1936) 發現人口分配不僅服從 Pareto 分配，Pareto 指數更可用來衡量人口的集中度。Zipf (1949) 將都市規模分配加以發展並建構其理論基礎，提出等級大小法則 (rank-size rule) 說明都市規模與其等級的相關性。實證方面，將都市依人口數排序後，再將其都市的排序與都市的人口數取對數後進行迴歸，所得的斜率值取絕對值後即為 Pareto 指數。估計式為 $\log y = \log A - \alpha \log x$ ，其中 A 為常數項， x 為都市的人口數， y 為都市的排序， α 為 Pareto 指數 ($\alpha > 0$)。當 α 值為 1 時我們稱之為 Zipf 法則 (Zipf's law)。

我們以 Gabaix (1999) 的例子說明，其研究利用 1993 年美國統計摘要 (Statistical Abstract of the United States) 所公佈之 1991 年美國 135 個都會區 (metropolitan areas) 進行探討。結果如圖 2 所示，縱軸為美國 1991 年都市規模排序取對數後的值，橫軸表示都市規模（以人口數衡量）取對數後的值，所估計出的斜率值為 -1.003，Pareto 指數相當接近於 1。

對於此一現象產生的原因過去的文獻上並沒有明確的論證，Zipf 曾對 James Joyce 所寫的小說—尤里西斯 (Ulysses) 裡所有的文字作研究，全書字數為 260,430 共計有 29,899 個單字。Zipf 將此 29,899 個單字依出現的次數做排序，發現其斜率值接近於 -1。此現象亦在都市的階層及人口的規模上出現，其實證發現人口規模愈小者出現的頻率愈高，反之，規模愈大者出現的頻率愈少。雖然過去的文獻對於此現象並未詳述，但都市的排序及人口規模呈負線性相關確是實證結果。

² Pareto 分配： $y = Ax^{-\alpha}$ ， x 為都市的人口數， y 為都市的排序， α (Pareto 指數) 及 A 為常數項。



資料來源：Gabaix (1999)。

圖 2 1991 年美國都市規模與排序

關於 Zipf 法則有許多不同的解釋方法，但其所闡述的皆為同一種現象，以下提出三種說法：

- (i) 當此法則成立時，第二大城市的人口數將會是第一大城市人口數的 $1/2$ ，而第三大城市的人口數將會是第一大城市人口數的 $1/3$ ，以此類推。因此 Zipf 法則又稱為等級大小法則。
- (ii) Gabaix (1999) 則透過數學式來表達此法則，當一個城市的規模 ($Size$) 大於 S 時的機率會與 $1/S$ 呈某一比例； $P(Size > S) = A/S^\alpha$ ， $\alpha = 1$ 。
- (iii) Auerbach (1913) 則透過冪次定律 (power law) 來解釋此現象，當 Zipf 法則成立時，各城市的人口數與其排序相乘後為一固定常數。

過去關於都市規模分配的實證研究主要分為兩個分領域。第一，針對單一國家，探討其都市規模分配是否服從 Zipf 法則或探討其都市的成長率。第二，比較不同國家的 Pareto 指數，或是探討影響都市規模分配的決定因素為何，亦即找出 Pareto 指數的影響因素為何。

過去文獻所探討的國家，主要為國土幅員較為遼闊的國家，如：美國、馬來西亞、德國、中國等，而臺灣屬於海島型且山地與丘陵共約占臺灣總面積的三分之二，就地形上來說與上述國家有明顯的不同，因此都市發展與人口分布情形應與一般大陸型國家不同。都市規模分配是否符合 Zipf 法則，值得加以探討。因此本文主要目的為驗證臺灣以人口衡量的都市規模分配是否符合 Zipf 法則，並進一步深入探討臺灣 1971 年至 2010 年的都市規模分配主要受哪些因素所影響。過去文獻所探討的因素大多包含經濟變數、政治變數以及地理因素。然而，隨著國際貿易、資本流通、跨國企業與資訊科技的迅速發展，全球化現象成為文獻探討的熱門議題。而過去研究並未考量全球化對都市分配的影響，因此本研究將對全球化與都市化做一連結。

本文與過去研究不同之處為，過去的研究大都只針對單一國家某幾年進行探討（見表 2）或進行跨國的比較，皆屬橫斷面的分析，而本研究是利用臺灣地區 1971 年至 2010 年共計 40 個年度的資料進行時間序列分析。

表 2 各國研究比較

文獻	國家	都市樣本定義	期間（年）	Pareto 指數
Krugman (1996)	美國	都會區	1993	1.003
Rosen and Resnick (1980)	跨國(44 國)	各國前 50 大都市	1966~1971	0.8090~1.936
Song and Zhang (2002)	中國	中國所有都市	1991	0.9231
			1998	1.0414
Soo (2005)	跨國(75 國)	人口數 10,000 以上的都市	1988~2001	0.7287~1.719
			1957	1.079
			1970	0.923
Soo (2007)	馬來西亞	人口數 10,000 以上的都市	1980	0.832
			1991	0.887
			2000	0.856

資料來源：Krugman (1996)、Rosen and Resnick (1980)、Song and Zhang (2002)、Soo (2005) and Soo (2007)。

2. 文獻回顧

在 Auerbach (1913) 對都市人口分布情形進行研究，提出若將都市的規模以人口來衡量，其都市規模分配將會近似 Pareto 分配，自此之後便開始有學者將焦點放在都市規模是否符合 Pareto 分配。直到 Singer (1936) 開始有系統的探討都市規模分配，研究發現都市的人口分配不僅服從 Pareto 分配，且透過 Pareto 指數值的大小可衡量人口的集中度，之後更有許多文獻指出，許多國家的都市規模皆服從 Pareto 分配。Zipf (1949) 將此現象加以發展並建構出理論基礎，他提出等級大小法則以說明都市規模與其等級的相關性。其論點在於都市發展有二種力量：趨集力及分散力。趨集力會促使人口較為集中，人們會傾向聚集在大都市，而分散力則會使人口分散。Pareto 指數即為上述兩種力量的比值（分散力／趨集力）。當 Pareto 指數愈大，表示人口會愈分散，每個都市的規模也愈平均；當 Pareto 指數愈小，表示人口愈集中，都市的規模愈不平均，而 Pareto 指數等於 1 時（亦即分散力和趨集力相同），此時稱符合 Zipf 法則（或稱等級大小法則）。若以圖形表示，可將 y 軸以 $\log(rank)$ 表示，x 軸以 $\log(Size)$ 表示，可以畫出一條斜率為 Pareto 指數的直線，當 Pareto 指數為 1 時，即為符合 Zipf 法則（如圖 2）。

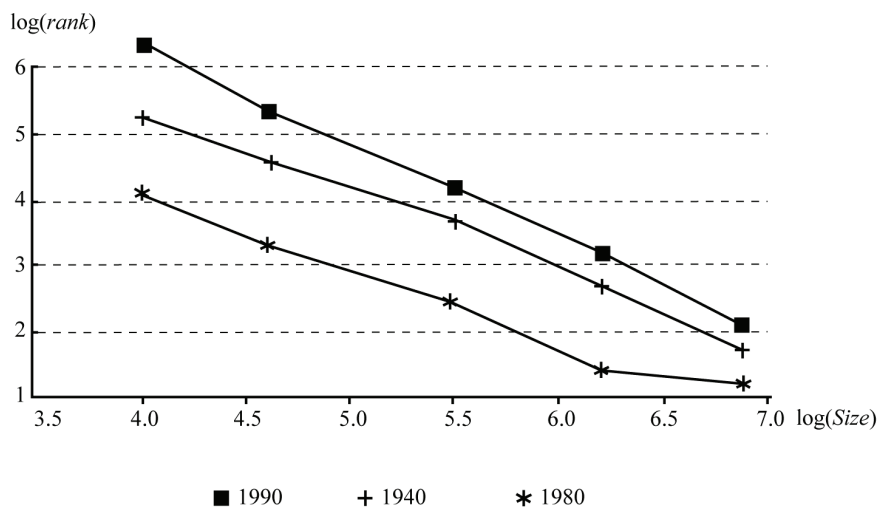
自 Zipf 提出 Zipf 法則後，便開始陸續有研究嘗試去解釋為何都市規模分配存在此法則。Gabaix (1999) 透過機率分配來解釋 Zipf 法則，若採用某一固定數量的都市時，隨著時間經過都市的規模成長率將會是一隨機過程，且這些都市會有類似的成長過程，亦即相同的成長率及變異數，這個同質的成長過程稱為 Gibrat 法則，而這些都市的規模分配最終將會收斂至 Zipf 法則。

早期研究 Zipf 法則主要是採用普通最小平方法進行迴歸分析，但 Gabaix (2004) 透過蒙特卡羅分析發現利用迴歸分析所得的 Pareto 指數會有偏誤的情形發生，且其標準差有低估的現象，因此他們建

議可採用 Hill (1975) 估計量，此估計量是利用最大概似法所推得的最大概似估計量，因此採用此估計量的前提是都市規模的分配須服從 Pareto 分配，一旦都市的規模分配不服從 Pareto 分配，此時 Hill 估計量將會產生偏誤。另外，近期 Gabaix and Ibragimov (2011) 他們對原始 Zipf 迴歸式做出修正，透過簡單的修正即可解決 Pareto 指數偏誤及標準差低估的問題（詳見第 3 節研究方法）。雖有不少研究嘗試解釋 Zipf 法則，然而亦有學者持有不同的論點，Gan et al. (2006) 研究發現 Zipf 法則會只是一個統計事件，並未具有經濟理論的意涵。

在實證方面，有許多學者針對不同國家的都市規模進行 Zipf 法則的檢定，以及做出跨國的比較。在單一國家方面 Krugman (1996) 針對美國近一百年來的都市規模進行研究，Krugman 利用美國統計摘要 (Statistical Abstract of the United States, 1993) 所公佈之 1991 年美國 135 個都會區進行探討。結果如圖 2 所示，縱軸為美國 1991 年都市規模排序取對數後的值，橫軸表示都市規模（以人口數衡量）取對數後的值，所估計出的斜率值為 -1.003 即 Pareto 指數相當接近於 1。此外 Krugman (1996) 亦利用美國歷史統計大全 (Historical Statistics of the United States) 所公佈之都市人口進行分析，採用的年度有 1940 年、1980 年、1990 年，其結果發現美國近一百年來 Pareto 指數呈現穩定的規律性（如圖 3）。近年，Kosmopoulou et al. (2007) 亦對美國的都市規模進行研究探討，採用的年度有 1900 年、1950 年、1990 年以及 2000 年，且利用兩種不同的都市門檻值進行探討。其結果發現城市地區 (urban place) 在 1900 年較符合 Zipf 法則，而都會區則在 1990 年及 2000 年較為符合 Zipf 法則。

自從馬來西亞自 1957 年獨立後，都市的人口便開始快速的成長，因此 Soo (2007) 針對馬來西亞 1957 年、1970 年、1980 年、1991 年以及 2000 年，五個年度來探討馬來西亞的都市規模分配是否符合 Zipf 法則。採用的方法為一般最小平方法以及 Hill (1975) 估計量。其研究發現馬來西亞只有在 1957 年符合 Zipf 法則，且都



資料來源：Krugman (1996)。

圖 3 近百年美國都市規模與排序

市規模分配不完全符合 Pareto 分配，Pareto 指數呈現下降的趨勢（Pareto 指數介於 1.079 至 0.832 之間）。此外其研究利用 Gibrat 法則探討馬來西亞的都市規模與其成長率之間的關係，發現大型都市的成長率較小型都市的成長率慢，即都市規模與其成長率呈負相關，不符合 Gibrat 法則，因此不符合 Zipf 法則。

除美國以及馬來西亞外，近期 Giesen and Südekum (2011) 利用德國的都市規模分配來檢視其是否符合 Zipf 法則，其發現德國的都市不論是以全國整體探討或是分區域來探討皆符合 Gibrat 法則，且服從 Zipf 法則，這結果與 Gabaix (1999) 所提出的理論一致。

亦有學者針對中國進行探討其都市規模分配，Song and Zhang (2002) 利用 1991 年及 1998 年探討中國都市規模的改變，其發現中國都市規模分配變得較為平均，而之所以會有這現象是因為都市的數量變多使然。近期 Peng (2010) 則利用滾動迴歸法 (rolling sample regression methods)，來探討中國的都市規模分配，其研究發現平均而言 Pareto 指數為 0.84。

實證方面除上述針對單一國家進行研究外，尚有針對不同國家所進行的跨國比較，其文獻有 Rosen and Resnick (1980)、Alperovich (1993)、Soo (2005) 以及 Nitsch (2005) 等。

Rosen and Resnick (1980) 對 44 個國家的前 50 大都市比較其 Pareto 指數，發現 Pareto 指數介於 0.81 至 1.96 之間，而 Pareto 指數平均為 1.14，在 44 個國家中有 32 個國家的 Pareto 指數大於 1，表示大多數國家的都市規模分配較 Zipf 法則下更為平均。此外作者亦針對此結果做進一步的探討，他們利用平均每人國民所得、總人口、土地面積及鐵路密度對 Pareto 指數進行迴歸分析，發現總人口及每人平均所得對人口分布情形有顯著正影響、而土地面積以及鐵路密度則對人口佈為顯著負影響。Alperovich (1993) 延續 Rosen and Resnick (1980) 的研究結果，亦採用不同的解釋變數對此現象進行迴歸分析，其研究發現平均每人國民所得、人口密度以及都市化程度，對人口分布情形有顯著的正影響，而政府支出占國民生產毛額比、工業化程度、國家發展程度則有顯著的負影響，國家的土地面積為正影響但不顯著。Nitsch (2005) 利用整合性分析，將 Zipf 法則應用在都市規模分配的文獻加以彙整，發現 Pareto 指數平均來說大於 1 且相當接近 1.1，表示整體而言都市規模分配較 Zipf 法則更為平均。

Soo (2005) 利用 73 個國家的都市以及 26 個國家的都會區檢定 Zipf 法則是否存在，採用的估計方法為一般最小平方法 (ordinary least squares, OLS) 以及 Hill 估計量。在都市方面，採用最小平方法估計時，有 73 個國家中有 39 個的 Pareto 指數顯著大於 1，14 個國家顯著小於 1，20 個國家等於 1。若採用 Hill 估計量時，73 個國家中有 24 個的 Pareto 指數顯著大於 1，6 個國家顯著小於 1，43 個國家等於 1。其針對都會區進行估計，發現採用都會區所估出的 Pareto 指數較小，且採用一般最小平方法較易拒絕 Zipf 法則。其研究除了檢定各國是否符合 Zipf 法則外，亦進一步探討 Pareto 指數

主要受哪些因素所影響，採用地理經濟變數如：運輸成本、規模經濟、貿易占國內生產毛額的比例等，政治變數採用政府支出占國內生產毛額比、有無戰爭的發生以及獨立的時間，其餘變數有土地面積、總人口、每人平均所得以及虛擬變數，檢定發現政治因素及地理因素對都市的規模影響較大。

由以上的文獻與理論探討的過程中發現，Pareto 分配已被廣泛的應用在都市的規模分配，且陸續有研究開始嘗試解釋 Zipf 法則存在的原因。實證方面，有探討單一國家的都市規模分配亦或是進行跨國的比較。然而，過去的文獻主要針對大陸型國家進行探討，而臺灣屬於小型的島嶼國家，由於自然環境與一般大陸型國家有明顯的不同，因此人口的聚散及都市的發展是否符合 Zipf 法則，是值得加以研究的。此外，過去文獻並未有以時間序列的資料進行分析，有鑑於此，本文乃以臺灣都市的人口分布之資料進行探討。

3. 研究方法

3.1 Zipf 法則之介紹及實證方法

Auerbach (1913) 提出都市規模分配近似 Pareto 分配，自此之後便開始有學者將焦點放在都市規模是否符合 Pareto 分配。而 Singer (1936) 研究發現人口分配不但服從 Pareto 分配，且 Pareto 指數可用來衡量不同都市的人口的集中度，之後更有許多研究發現，不少國家的都市規模皆服從 Pareto 分配。

根據 Auerbach (1913) 所提出的 Pareto 分配為

$$y = Ax^{-\alpha} \quad (1)$$

將 (1) 式取對數後為

$$\log y = \log A - \alpha \log x \quad (2)$$

其中 A 為常數項， x 為都市的人口數 (*Size*)， y 為都市的排序 (*rank*)， α 為 Pareto 指數 ($\alpha > 0$)。

Zipf (1949) 加以發展並建構理論化基礎，提出等級大小法則以說明都市規模與其等級的相關性。其論點在於都市發展有二種動力：(i) 趨集力及 (ii) 分散力。趨集力會促使人口較為集中，人們會聚集在大都市，而分散力則會使人口分散，如分散在原物料較為充足的地方，進而有許多小城市的產生。Pareto 指數 α 值為上述兩種力量的比值（分散力／趨集力）。當 α 值愈大，表示分散力相對趨集力大，因此人口會愈分散，每個都市的規模也愈平均（當 $\alpha \rightarrow \infty$ 時，表示所有都市規模一致）；當 α 值愈小，表示趨集力的力量相對較大，此時人口愈集中，每個都市的規模愈不平均，存在許多小都市及較少的大都市。

透過 Zipf (1949) 的觀點，其認為都市發展主要受分散力及趨集力的影響，而 Pareto 指數即為上述兩種力量的比值。兩者力量的強度不同將會使 Pareto 指數有大於 1、等於 1 或是小於 1 的情形。而當趨集力及分散力兩者力量相同時，Pareto 指數為 1，此時即為符合 Zipf 法則（或稱等級大小法則）。以等級大小法則來解釋，當符合此法則時，第二大城市的人口數將會是第一大城市人口數的 1/2，而第三大城市的人口數將會是第一大城市人口數的 1/3，以此類推。若以 Gabaix (1999) 的觀點來看 Zipf 法則，表示隨著時間經過都市的規模成長率將會是一隨機過程，且這些都市會有相同的成長率及變異數，這個同質的成長過程稱為 Gibrat 法則，這些都市的規模分配最終將會收斂至 Zipf 法則。人口的流動會造成都市規模結構產生變化，隨著時間經過人口會逐漸分散或累積。若人口規模相對較小的小城市，其人口規模逐漸增長，並持續追趕大城市之人口規模，則整體都市規模分配將愈平均。反之，若人口規模持續增長的為大城市，則都市規模分配將愈不平均，此時人口規模愈小的城市出現的頻率愈高，而規模愈大的城市出現的頻率愈小。

早期研究 Zipf 法則主要是根據 (2) 式透過一般最小平方法進行迴歸分析，但 Gabaix (2004) 透過蒙特卡羅分析發現利用迴歸分析所得的 α 值是有偏誤的，且其標準差有低估的現象，會產生此現象是因為存在序列相關。近期 Gabaix and Ibragimov (2011) 提出另一種可解決 α 值偏誤、標準差低估的方法，他們對 (2) 式做出修正，而修正後的 Zipf 迴歸式為

$$\log(y - \gamma) = \log A - \alpha'' \log x \quad (3)$$

原始的 Zipf 迴歸式為 $\gamma=0$ ，當 $\gamma=1/2$ 時將可減少 α 值的偏誤且標準差將會更接近真實的標準差，此時採用加入 $\gamma=1/2$ 修正過後 Zipf 迴歸式將會較原始的 Zipf 迴歸式更加良好。

在樣本選擇方面 Rosen and Resnick (1980) 提出了兩種都市樣本的選擇標準：

1. 採用固定數量的都市，例如：都市人口為全國前 10 大都市。
2. 訂定人口規模的門檻，如：都市規模為 1 萬名居民以上的都市。

Wheaton and Shishido (1981) 則提出第三種都市抽樣的選擇標準：採用某一固定比例的國家人口，如：佔全國人口 10% 都市總數。

本研究首先將根據上述所提 (2) 式以及 (3) 式，二種不同模型進行分析及比較。由於臺灣總人口近 40 年來大幅增長，因此若採第二、三種方式，會使每年都市樣本個數懸殊。因此，本研究採用 Rosen and Resnick (1980) 所提出第一種樣本選擇方法。此外，因臺灣只有 5 個大都會區會有樣本過少的問題，因此本研究將採用臺灣 1971 年至 2010 年的前 50 大都市進行探討。³

³ 由於本研究年度共有 40 年且每年前 50 大都市不完全相同，為避免內文過於繁雜因此於附錄中列出 1971 年、1980 年、1990 年、2000 年以及 2010 年所採用之都市，與上述各年度所選前 50 大都市人口的極大值與極小值，詳見附表 1。

3.2 Pareto 指數之影響要素

Pareto 指數除了可用來衡量都市的規模是否一致外，亦可用來衡量人口的集中度，而影響人口分布的因素有很多，如經濟發展、政治因素、地理環境等，某些因素會使人口聚集，某些因素則會促使人口較為分散。以生產效率來說明，若當愈來愈多經濟活動集中在大都市時，規模經濟和聚集經濟將是達成生產效率最重要的因素。這是因為大都市所擁有的機能及資源較為豐富，因而存在聚集經濟的現象，也因此將會吸引許多廠商駐進此都市，這將會持續增加此都市的功能以及規模，直到成本（如租金、運輸成本等）逐漸提高而規模經濟消失為止，而此時此都市的規模將達到最大。

基於上述的考量，探討各經濟變數與 Pareto 指數之間的關係可利用下式來衡量：

$$\alpha_t = f(GOV_t, IND_t, PGDP_t, ROAD_t, URB_t, DFT_t, u_t), \quad (4)$$

其中 t 為年份， GOV_t 為政府支出占國內生產毛額比例， IND_t 為製造業生產毛額占國內生產毛額比例， $PGDP_t$ 為平均每人國內生產毛額， $ROAD_t$ 為公路密度（公里／平方公里）， URB_t 為都市化程度（都市總人口占總人口比例）， DFT_t 為貿易依存度（進出口占國內生產毛額比例）， u_t 為誤差項。

自 1973 年政府開始規劃「十大建設」、1984 年再度推出大型基礎設施建設「十四項建設」、1991 年的「國家建設六年計畫」。這些重大建設的推行，促使臺灣經濟及工業化迅速發展，公共建設更加完善、國民所得增加。其中以北部地區的經濟發展最為迅速，因此鄉村的青壯年開始選擇北上打拼或是遷往發展較為完善的都市，導致鄉鎮人口開始有外流的現象。由此可知，政府政策對於都市的發展具有舉足輕重的地位，政府可透過一些重大政策帶動許多產業的發展，也因而改善都市的生活環境。Alperovich (1993) 亦指出政府對於都市的發展具有舉足輕重的地位，其利用政府支出占國內生產

毛額比來衡量政府對於都市規模分配所產生的效果，本研究亦採用此變數來衡量政府對於都市規模分配所產生的效果。而我們預期此變數的符號為負，即當政府支出愈多會促使人口愈集中。

工業化程度所帶來得規模經濟、聚集經濟及市場規模亦會對都市規模分配造成的衝擊，因此 Alperovich (1993) 透過「製造業生產毛額占國內生產毛額比例」來衡量，此變數可衡量一國的工業化程度。當此比例愈高時表示國內生產毛額中製造業生產毛額占的比重愈大，這意味著工業化程度高。我們預期此變數的符號為負，即工業化程度愈高人口愈集中。

一個國家在不同發展階段人口分布的情形將有所不同。當一個國家仍為發展階段時，因核心都市（如：經濟中心或政治中心）具有較豐富的資源，因此生產行為及人口會傾向於居住在這類的核心都市。當國家經過充分發展後，集中在核心都市的益處將會逐漸減少，人口及生產行為也因此會由往核心都市周圍擴散。關於國家的發展情形 Rosen and Resnick (1980)、Alperovich (1993) 及 Soo (2005) 皆透過「平均每人國內生產毛額」來衡量。當國家為開發中國家時，人口會較為集中，我們預期此符號為負；國家為已開發國家時，人口會較為分散，因此變數的符號將轉為正。

另一個會影響人口分配的變數為運輸成本，當運輸成本愈高隱含分配成本愈高，此時追求利潤極大化的廠商為了降低分配成本，會將生產活動自核心都市轉移至需求量相對較大的周圍都市以減少分配成本，所以較高的運輸成本將會促使生產行為及人口分散。然而，廠商透過控制運輸成本來追求利潤極大化，若以家戶的角度觀看此變數，運輸成本則可衡量交通的便利程度亦即衡量生活的品質，當公路密度愈高表示城市交通的便利程度愈高，亦即城市生活的品質愈好，此時人口較將會為集中。由於此變數較難衡量，Alperovich (1993) 採用每人擁有車輛衡量，Rosen and Resnick (1980) 則利用鐵路密度 (railway mileage density) 取代。由於每人擁有車輛數據不易取得，因此本研究利用公路密度 (highway density) 衡量運輸成

本。當公路密度愈不密集表示所產生的運輸成本會愈高，生產及人口將較為分散，因此預期此變數的符號為負。

當愈來愈多經濟活動集中在都市時，規模經濟和聚集經濟將會持續增加。而規模經濟、聚集經濟及市場規模對都市規模分配造成的衝擊，Alperovich (1993) 透過「都市化的程度」來衡量。本研究採用都市人口比率（都市人口占總人口比率）來衡量其都市化程度。當此比例愈高，表示都市化所帶來的規模經濟、聚集經濟的效果大，人口會傾向集中於大都市，人口分布較不均。因此預期此變數符號為負，亦即此比例愈高，人口分布愈不平均。

上述幾種變數為過去文獻所採納的變數，但近一、二十年來在這以知識經濟為主的社會裡，網路通訊的發達更是促進了國際間交流，許多跨國組織或跨國企業紛紛興起，除了打破國土疆界的屏障，也逐漸建立起全球化的秩序，區域與區域之間的移動成本及聯繫成本大為降低，國與國之間的人口移動亦較過去更為頻繁。Friedman (2007) 在他所寫的一本書：世界是平的 (The World Is Flat) 中提到世界的抹平是透過十輛推土機的運作所產生的，⁴ 而這十輛推土機大致上為政治事件、科技發明以及企業創新所匯聚起來的。透過這十輛推土機使得在商品、資本、人力以及知識在國與國之間移動上的成本大為降低。然而此現象不只發在國與國之間，在同一國內的各區域之間亦會發生。因此全球化的快速演進理應可使人們居住地更為分散。

然而 Glaeser (2009) 提出相反的看法，他認為人類屬於社交類的動物且具有物以類聚的特性，當與聰明的人相處在一起將會使自己變得更聰明。此外，隨著全球化及科技的發展，將會吸引人們聚集在都市化較佳的大城市中，其中又以那些擁有高科技技術的人才最為明顯，這些人才到大城市工作可獲得較高的報酬，例如美國科

⁴ (1) 1989 年柏林圍牆的倒塌；(2) 1995 年網景 (Netscape) 上市；(3) 工作流軟體；(4) 資源開放；(5) 外包；(6) 岸外生產；(7) 供應鏈；(8) 內包；(9) 資訊搜尋；(10) 輕科技「類固醇」。

技重鎮矽谷 (Silicon Valley)。而具有高知識的人才聚集在同一地區工作時能彼此互惠且使得知識的累積倍增，例如印度資訊重鎮具有印度矽谷之稱的班加羅爾 (Bangalore)。由 Glaeser (2009) 的觀點看全球化與人口集中度將會是負向關係，亦即隨著全球化程度愈高，人口會愈集中於大都市。以臺灣為例，全球化的快速演進究竟會使人們居住地更為分散抑或是更為集中，值得我們進一步探討。

在評估「全球化」情形有二份主要報告，其一為瑞士蘇黎世聯邦理工學院 (Erdgenössische Technische Hochschule Zürich, ETH) 的經濟形勢研究所 (Konjunkturforschungsstelle, KOF)；另一份則是美國科爾尼 (A. T. Kearney) 外交政策雜誌 (Foreign Policy Magazine)，但 KOF 並未有臺灣資料因而本研究並未採用，而外交政策雜誌從 2001 年才開始公布，由於年度不夠長因而本研究亦未採用。除了上述兩份報告，根據吳孟道 (2008)、Li and Reuveny (2003)、Li and Schaub (2004) 與 Dreher et al. (2008)，皆採用貿易依存度 (degree of dependence on foreign trade) 來衡量全球化的程度，即透過出口與進口占國內生產毛額比例衡量。由於全球化對人口分布的影響意見分歧，而對臺灣會促使人口分散抑或是集中，值得我們深入探討。

3.3 資料來源與說明

本研究所採用的人口資料根據「內政部統計月報」以及 1971 年至 1985 年臺北縣統計要覽、臺北市統計要覽、基隆市統計要覽、桃園縣統計要覽、新竹縣統計要覽、新竹市統計要覽、苗栗縣統計要覽、臺中縣統計要覽、臺中市統計要覽、台南縣統計要覽、台南市統計要覽、雲林縣統計要覽、嘉義縣統計要覽、嘉義市統計要覽、高雄縣統計要覽、高雄市統計要覽、屏東縣統計要覽、台東縣統計要覽、花蓮縣統計要覽、宜蘭縣統計要覽、澎湖縣統計要覽，各縣市所公佈之人口統計，將臺灣所有鄉、鎮、縣轄市、省轄市及直轄市，進行排序後採前 50 大都市進行分析。

而本文第二部份將利用第一部分所推得的 Pareto 指數進行探討。本文將透過政府支出占國內生產毛額比例、⁵ 製造業生產毛額占國內生產毛額比例、平均每人國內生產毛額、公路密度、⁶ 都市化程度與貿易依存度，⁷ 六個變數進行探討。本研究所採用變數之數據來源以及預期符號如表 3 所敘述，相關係數詳見附表 2。

表 3 本研究變數名稱及代號

變數	代號	預期符號	資料來源	平均數	標準差
都市規模 (以人口數衡量)	x		內政部統計月報及 各縣市統計要覽		
都市排序 (排序為 1~50)	y		本研究整理		
Pareto 指數 (未修正)	α		本研究整理	1.1107	0.0244
Pareto 指數(修正)	α''		本研究整理	1.2158	0.0259
政府支出占國內生產毛額比例 (%)	GOV_t	-	中華民國統計 資訊網	13.8822	1.9399
製造業生產毛額占國內 生產毛額比例 (%)	IND_t	-	中華民國統計 資訊網	29.6258	4.3662
平均每人國內生產毛額 (萬元)	$PGDP_t$	+	中華民國統計 資訊網	29.5778	16.0946
公路密度(公里/平方 公里)	$ROAD_t$	-	中華民國統計 資訊網	52.2844	4.1096
貿易依存度(進出口占 國內生產毛額比例)	DFT_t	+	行政院主計總處及 本研究整理	86.1012	14.2315
都市化程度(都市人口 占總人口比, %)	URB_t	-	內政部統計月報、 各縣市統計要覽及 本研究整理	55.7371	5.1210

資料來源：本研究整理。

⁵ 按政事別分類包含的項目有：一般政務支出、國防支出、教育支出、科學支出、文化支出、農業支出、工業支出、交通支出、其他經濟服務支出、社會保險支出、社會救助支出、福利服務支出、國民就業支出、醫療保健支出、社區發展支出、環境保護支出、退休撫恤支出、債務支出及雜項支出。

⁶ 公路係指國道、省道、縣道、鄉道及專用公路，供車輛通行之道路。

⁷ 都市包含直轄市、省轄市以及縣轄市，共 39 個。

4. 實證分析

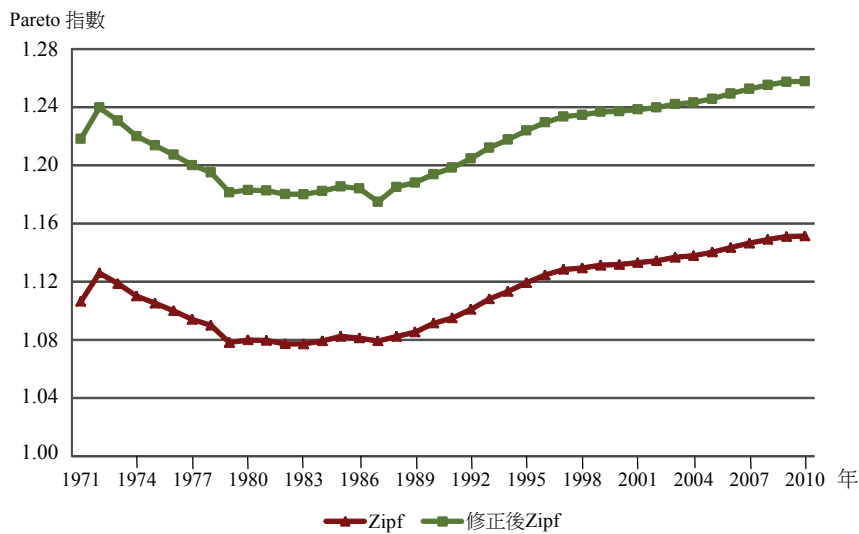
本研究主要分為兩大部分，第一部分將利用 (2) 式及 (3) 式探討臺灣 1971 年至 2010 年，以人口數衡量所得的前 50 大都市是否符合 Zipf 法則。此外由於經濟發展程度、政治因素、地理環境等因素皆會影響人口分布，因此本研究第二部份將利用第一部分所推得的 Pareto 指數作為解釋變數，透過迴歸分析 (4) 式，探討其影響因素，解釋變數有政府支出占國內生產毛額比例、製造業生產毛額占國內生產毛額比例、平均每人國內生產毛額、公路密度、都市化程度與貿易依存度，六個變數進行迴歸分析。

4.1 Zipf 法則之驗證

表 4 為臺灣 1971 年至 2010 年，利用人口數衡量都市規模所得的前 50 大都市，分別為上述二種模型所估出的 Pareto 指數。其中在 (2) 式採用 Newey and West (1987) 標準誤修正一階自我相關的現象。由表 4 可知，在 Zipf 迴歸式下，Pareto 指數介於 1.0771 至 1.1513 之間（分別為 1983 年以及 2010 年）。修改後的 Zipf 迴歸式，Pareto 指數介於 1.1749 至 1.2577 之間（分別為 1987 年以及 2010 年），比較兩式所估出的 Pareto 指數，可發現修正後的 Zipf 迴歸式其 Pareto 指數較為大，但兩種迴歸式所估得的 Pareto 指數皆大於 1。我們進一步檢定近 40 年臺灣的都市規模分配式是否符合 Zipf 法則，根據表中 t 值可知，在顯著水準 5% 時，1971 年至 2010 年的 Pareto 指數皆為顯著，亦即所有年度皆不符合 Zipf 法則。我們將 Pareto 指數透過圖形的方式表達（圖 4），可明顯看出兩條迴歸式所估出的 Pareto 指數的確有明顯的差異，但其歷年的趨勢卻是類似的。(2) 式及 (3) 式，所估出的 Pareto 指數皆在 1972 年至 1987 年間呈現下降的趨勢，而 1987 年之後則開始緩慢的上升，顯示都

市的規模分配相對於過去已相對平均，亦即相對於過去人口由集中轉為分散。

劉克智與董安琪（2003）探討了臺灣都市發展的演進過程，其文中提到臺灣在 1990 年至 2000 年為都市郊區化階段，⁸ 隨著科技的升級促成了都市的發展，臺灣的科學園區及工業區大多座落在西部平原地帶。隨著東、西部不同的區域都市化及各種層次產業聚落形成，具有不同研發、生產和生活特性的勞動市場亦隨之逐漸發展。我們可將此演進過程，與本研究圖 4 對照發現，1990 年後 Pareto 指數的確呈現逐年上升的情形，相對於過去人口由集中轉為分散。



資料來源：本研究整理。

圖 4 各種方法之比較

⁸ 居民移居郊區，促使郊區擁擠，都市中心人口減少。

表 4 兩種估計式之估計結果

年度	Zipf 迴歸式		修正後 Zipf 迴歸式	
	α	t 值	α''	t 值
1971	1.1063**	2.1176	1.2182***	8.0778
1972	1.1259**	2.4154	1.2397***	9.9256
1973	1.1185**	2.4612	1.2306***	10.5491
1974	1.1101**	2.5725	1.2199***	11.5304
1975	1.1050***	2.7282	1.2137***	11.7793
1976	1.0999***	2.9507	1.2072***	10.8782
1977	1.0940***	3.0656	1.2001***	10.0313
1978	1.0899***	3.1287	1.1951***	9.1385
1979	1.0780***	2.8705	1.1813***	8.2758
1980	1.0798***	2.9506	1.1830***	7.9258
1981	1.0795***	2.9729	1.1825***	7.7844
1982	1.0772***	2.8061	1.1801***	7.6560
1983	1.0771***	2.8401	1.1799***	7.7039
1984	1.0791***	2.8401	1.1822***	7.2209
1985	1.0823***	3.3438	1.1854***	8.5582
1986	1.0811***	3.3427	1.1840***	8.7254
1987	1.0791***	3.1055	1.1749***	8.2828
1988	1.0823***	3.4218	1.1850***	8.9931
1989	1.0852***	3.7479	1.1880***	9.5382
1990	1.0913***	3.7050	1.1938***	8.8419
1991	1.0940***	4.4389	1.1983***	10.6144
1992	1.1009***	4.8671	1.2046***	11.1264
1993	1.1081***	5.4187	1.2121***	11.5187
1994	1.1133***	5.4929	1.2176***	11.9147
1995	1.1192***	5.6127	1.2239***	12.1525
1996	1.1245***	5.6298	1.2294***	11.8036
1997	1.1284***	5.5715	1.2335***	11.3857
1998	1.1293***	5.3380	1.2346***	11.1567
1999	1.1312***	5.3157	1.2367***	10.8306
2000	1.1318***	5.3172	1.2371***	10.6251
2001	1.1330***	5.3782	1.2383***	10.5364
2002	1.1343**	5.3731	1.2396***	10.5164
2003	1.1367***	5.3921	1.2420***	10.3952
2004	1.1379***	5.3230	1.2432***	10.2304
2005	1.1402***	5.3155	1.2457***	10.1673
2006	1.1434***	5.3876	1.2493***	10.3299
2007	1.1464***	5.5041	1.2525***	10.4104
2008	1.1489***	5.5954	1.2552***	10.4643
2009	1.1510***	5.6194	1.2573***	10.4185
2010	1.1513***	5.5797	1.2577***	10.3520

資料來源：本研究整理。

說明：檢定 Pareto 係數是否為 1，*、** 與 *** 分別表示變數達 10%、5% 與 1% 的顯著水準。

由上述分析可發現不論採取哪一種估計式，臺灣皆不符合 Zipf 法則，且皆大於 1，隱含臺灣都市的規模分配較 Zipf 法則下更為平均，亦即人口分布平均。接下來將透過一些變數解釋臺灣人口分布情形的影響因素有那些，而採用的變數有：政府支出占國內生產毛額比例、製造業生產毛額占國內生產毛額比例、平均每人國內生產毛額、公路密度、都市化程度與貿易依存度進行分析討論。由於根據 (2) 式所估出的 Pareto 指數會有偏誤且標準差低估的情形存在，因此本文第二部份所採用的 Pareto 指數，將只針對 (3) 式所估出的 Pareto 指數進行探討。

4.2 Pareto 指數影響因素之探討

表 5 為利用 (3) 式所估得之 Pareto 指數所得之結果進行迴歸分析之結果。由於當殘差有異質變異時，若採用 OLS 估計式的變異數會有偏誤，因此本研究考慮異質變異形式的頑強共變異數 (robust covariance)。由於製造業生產毛額占國內生產毛額比例與平均每人國內生產毛額、平均每人國內生產毛額與公路密度、公路密度與都市化程度相關係數皆高於 0.8，為避免此三組變數間存在高度相關，因此表 5 模型 1 未將平均每人國內生產毛額以及都市化程度放入迴歸式中，模型 2 則未將平均每人國內生產毛額公路密度放如迴歸式中。模型 3 未將製造業生產毛額占國內生產毛額比以及公路密度放入迴歸式中。

根據表 5 模型 1 與模型 2 發現政府支出占國內生產毛額比例、製造業生產毛額占國內生產毛額比例皆為負顯著。其政府支出占國內生產毛額比例為負顯著，隱含政府對於都市的發展的確具影響力，即當政府支出愈多會促使人口愈集中。顯示臺灣歷年來重大建設的推行，促使臺灣經濟及工業化迅速發展，公共建設更加完善、國民所得增加。此外因這些重大建設的推行亦使得交通運輸更為完善，進而帶動許多產業的發展。然而，過去所推行的重大建設雖促

使臺灣經濟發展，但由於城鄉發展不一致使得人口較傾向集中於較大型的都市以享有較佳、較便利的生活品質。此結果與薛明生與賴世剛（2002）的結果一致，其研究利用臺灣的資料探討高速公路興建之公共政策對人口分布的影響，以及探討冪次定律 (power law) 顯著性與人口聚散程度的關係，而其研究發現高速公路興建之公共政策對於人口分布冪次係數（即 Pareto 指數）具有影響，高速公路沿經區域的 Pareto 指數大於高速公路未沿經區域。透過薛明生與賴世剛（2002）可知政府公共建設確實造成城市發展不一致使得人口較傾向集中於較大型的都市以享有較佳、較便利的生活品質。

工業化程度所帶來得規模經濟、聚集經濟及市場規模亦會對都市規模分配造成的衝擊，因此本研究透過製造業占國內生產毛額比例來衡量工業程度，而其結果為負向顯著，隱含隨著工業化程度愈高人口將愈集中，亦即愈傾向居住於大都市。

根據表 5 模型 3 可發現政府支出占國內生產毛額比例仍為負顯著，平均每人國內生產毛額、都市化程度以及貿易依存度亦為顯著。其中平均每人國內生產毛額為正顯著，顯示臺灣處於已開發國家，經濟發展水準以及生活水準高，因此人口較為分散且不再只是集中於政治中心或經濟中心之類的核心中心。此外，由於集中在核心都市的益處已減少，因此人口以及生產行為已由核心都市往其周圍都市擴散，因而使人口較為分散。都市化程度為負顯著，隱含當都市化過程所帶來的規模經濟和聚集經濟將會持續增加，愈來愈多經濟活動集中在都市時，人口會傾向集中於大都市，人口分布較不均。衡量全球化指標的貿易依存度，其結果為負向顯著，亦即在臺灣的例子中，全球化與人口集中度為是負向關係，亦即全球化對於人口分布情形在本研究中較支持 Glaeser (2009) 的觀點，隨著全球化程度的快速演進，人口會愈集中於大都市，以獲取知識的累積及較佳的居住環境。而非 Friedman (2007) 所陳述的，全球化的快速演進使人們居住的地區更為分散，不需要集中於各種設施較為齊全的大城市中。

表 5 實證結果

解釋變數	模型 1	模型 2	模型 3
	α''	α''	α''
截距項	1.4587*** (0.0445)	1.4479*** (0.0381)	1.3811*** (0.0426)
GOV_t	-0.0026*** (0.0008)	-0.0027*** (0.0009)	-0.0029*** (0.0010)
IND_t	-0.0055*** (0.0004)	-0.0054*** (0.0004)	
$PGDP_t$			0.0020*** (0.0002)
$ROAD_t$	-0.0008 (0.0007)		
URB_t		-0.0005 (0.0005)	-0.0017** (0.0007)
DFT_t	0.0002 (0.0002)	0.0002 (0.0002)	-0.0007*** (0.0002)
樣本數	40	40	40
R ²	0.8287	0.8264	0.7656
Adj. R ²	0.8088	0.8065	0.7388
F 值	42.2365	41.6406	28.5745

資料來源：本研究整理。

說明：*、** 與 ***分別表示變數達 10%、5% 與 1% 的顯著水準，括弧內為異質穩健標準誤 (heteroskedasticity-robust standard errors)。

本研究發現不論是透過未修正的 Zipf 迴歸式或是修正的 Zipf 迴歸式，其所估得的 Pareto 指數皆大於 1，且所有年度皆不符合 Zipf 法則。由圖一比較 1971 年與 2010 年人口分配情形，發現人口分布逐漸往相對較大的都市集中，而根據本研究結果發現 1987 年後 Pareto 指數開始緩慢上升（詳見表 4），顯示此類相對較大的都市（臺灣前 50 大都市）已相對於過去由集中轉為分散。本文根據過去文獻 Rosen and Resnick (1980)、Alperovich (1993)、Soo (2007) 納入

政府支出、工業化程度、平均每人國內生產毛額、運輸成本以及都市化程度，進一步探討可能影響臺灣人口分布的因素為何。研究結果發現臺灣地區的人口分布情形主要受政府支出、工業化程度、平均每人國內生產毛額、都市化程度所影響。此外由於過去研究並未考量全球化對都市分配的影響，因此本研究將對全球化與都市化做一連結。Friedman (2007) 認為全球化的快速演進應會促使人們居住地較為分散，然而 Glaeser (2009) 提出相反的看法。以臺灣為例發現，全球化對於人口分布情形較支持 Glaeser (2009) 的觀點，亦即隨著全球化的發展將會吸引人們聚集在都市化較佳的大城市中。

5. 結論

本文主要的兩個研究重點為：第一、探討臺灣地區的都市人口分布情形是否符合 Zipf 法則，第二、臺灣地區的人口分布情形主要受哪些因素所影響。在第一部份中利用最小平方估計 Zipf 迴歸式以及由 Gabaix and Ibragimov (2011) 所提出的修改後 Zipf 迴歸式。經過實證發現不論採取哪一種模型臺灣地區 1971 年至 2010 年皆不符合 Zipf 法則，且 Pareto 指數皆大於 1，隱含臺灣都市的規模分配較 Zipf 法則下更為平均，亦即城市人口分布平均。在 Zipf 迴歸式、修改後的 Zipf 迴歸式下，皆發現都市的規模分配由不均轉為平均，亦即人口由集中轉為分散。因此本文第二部份所採用的 Pareto 指數，將只針對修改後的 Zipf 迴歸式所推估而得的 Pareto 指數進行探討。

本文的第二個研究重點為：臺灣地區的人口分布情形主要受哪些因素所影響。根據本文研究發現政府支出、工業化程度、平均每人國內生產毛額、都市化程度及全球化程度，對臺灣的人口分布較有顯著的影響。早期在政府陸續堆動許多大型建設下，促使臺灣經濟及工業化迅速發展，公共建設更加完善、國民所得增加。其中以北部地區的經濟發展最為迅速，因此鄉村的青壯年開始選擇北上打

拼或是遷往發展較為完善的都市，導致鄉村人口開始有外流的現象。這些重大建設的推行使得交通運輸更為完善，進而帶動許多產業的發展。然而，過去所推行的重大建設雖促使臺灣經濟發展，但由於城鄉發展不一致使得人口較傾向集中於較大型的都市以享有較佳、較便利的生活品質。

本文利用製造業占國內生產毛額比來衡量工業程度，而其結果為負向顯著，隱含工業化程度所帶來得規模經濟、聚集經濟及市場規模的確會對都市規模分配造成的衝擊，而隨著工業化程度愈高人們將愈集中，亦即愈傾向於居住在大都市。平均每人國內生產毛額的增加表示臺灣的經濟發展以及生活水準提高，因而使得人口較為分散不再只是集中於政治中心或經濟中心等核心中心。都市化程度為負顯著，隱含當都市化過程所帶來的規模經濟和聚集經濟將會持續增加，愈來愈多經濟活動集中在都市時，人口會傾向集中於大都市，人口分布較不均。

近十年來高科技產業的蓬勃發展，對勞動需求增加及工資的提高，也誘發人口的遷移。而網路通訊的發達更是促進了國際間的交流，區域與區域之間的移動及聯繫成本大為降低，因此全球化的快速演進亦對人們對居住地的選擇產生影響。以臺灣的例子我們發現，全球化的快速演進的確會對人口的分布情形產生影響，自從加入 WTO 之後，臺灣全球化的速度較過去更為快速，而全球化快速演進的同時也使得人口分布更為的集中。

本研究發現，政府支出的增加會促使人口愈集中，顯示政府對於都市的發展扮演著重要的角色。政府政策的實施旨在促進臺灣整體的均衡發展，但同時也可能因資源分配不均而使得城鄉差距拉大，因此在政策實施的同時應注意區域間的均衡發展。而一個國家在不同發展階段其人口分布情形將有所不同，若為發展中國家人口會傾向於集中在核心都市以獲取較豐富的資源。而隨著國家的發展，集中在核心都市的益處將會逐漸減少，人口也因而向核心都市周圍擴散，因此提升國家發展將有助於分散過度集中的人口。而工

業化更是國家發展的必經階段，在工業化過程會帶動就業的增加進而吸引人口的聚集，此外工業區的設立會有聚集經濟與規模經濟的效益，因此將此效益擴散以提升周圍都市的發展更顯重要。以臺灣的經驗顯示，新興工業國在促進國家發展的同時，區域間的均衡發展與產業長期發展規劃與轉型更顯重要。全球化及科技的發展將吸引人們聚集在大城市，使彼此工作時能互惠以及加速知識的累積，在這知識經濟為主與網路通訊發達的社會，如何將都市的特色及獨特性彰顯出來以提升國際的能見度亦相當重要。

附錄

附表 1 臺灣各年度前 50 大都市

排序	1971	1980	1990	2000	2010
1	臺北市	臺北市	臺北市	臺北市	臺北市
2	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市	高雄市
3	臺南市	臺中市	臺中市	臺中市	臺中市
4	臺中市	臺南市	臺南市	臺南市	臺南市
5	基隆市	板橋市	板橋市	板橋市	板橋市
6	三重市	基隆市	三重市	中和市	新竹市
7	新竹市	三重市	中和市	基隆市	中和市
8	嘉義市	新竹市	基隆市	三重市	桃園市
9	屏東市	中和市	新竹市	新莊市	新莊市
10	彰化市	嘉義市	新莊市	新竹市	三重市
11	板橋市	鳳山市	鳳山市	桃園市	基隆市
12	鳳山市	中壢市	中壢市	中壢市	中壢市
13	豐原市	永和市	嘉義市	鳳山市	鳳山市
14	永和市	屏東市	永和市	新店市	新店市
15	新店市	彰化市	桃園市	嘉義市	嘉義市
16	花蓮市	桃園市	新店市	土城市	土城市
17	中和市	新莊市	彰化市	彰化市	彰化市
18	員林鎮	新店市	屏東市	永和市	永和市
19	臺東市	豐原市	豐原市	屏東市	永康市
20	斗六市	臺東市	平鎮市	永康市	屏東市
21	瑞芳鎮	花蓮市	土城市	平鎮市	平鎮市
22	宜蘭市	員林鎮	永康市	大里市	蘆洲市
23	苗栗市	平鎮市	八德市	太平市	大里市
24	岡山镇	八德市	大里市	蘆洲市	汐止市
25	鹿港鎮	南投市	員林鎮	八德市	八德市

附表 1 臺灣各年度前 50 大都市 (續前頁)

排序	1971	1980	1990	2000	2010
26	新營市	宜蘭市	太平市	汐止市	樹林市
27	虎尾鎮	埔里鎮	樹林市	豐原市	太平市
28	清水鎮	斗六市	臺東市	樹林市	豐原市
29	竹東鎮	大寮鄉	花蓮市	楊梅鎮	楊梅市
30	東勢鎮	苗栗市	蘆洲市	員林鎮	淡水鎮
31	大寮鄉	草屯鎮	南投市	淡水鎮	蘆竹鄉
32	二林鎮	楊梅鎮	楊梅鎮	大寮鄉	竹北市
33	美濃鎮	岡山鎮	龜山鄉	龜山鄉	龜山鄉
34	馬公市	永康市	汐止市	臺東市	員林鎮
35	新莊市	清水鎮	大寮鄉	花蓮市	龍潭鄉
36	卑南鄉	樹林市	草屯鎮	龍潭鄉	花蓮市
37	北港鎮	大里市	斗六市	南投市	大寮鄉
38	大甲鎮	鹿港鎮	苗栗市	斗六市	臺東市
39	內埔鄉	龜山鄉	宜蘭市	蘆竹鄉	斗六市
40	和美鎮	竹東鎮	埔里鎮	草屯鎮	南投市
41	旗山鎮	太平市	岡山鎮	岡山鎮	三峽鎮
42	頭份鎮	大溪鎮	淡水鎮	宜蘭市	潭子鄉
43	蘇澳鎮	新營市	清水鎮	苗栗市	草屯鎮
44	羅東鎮	瑞芳鎮	龍潭鄉	竹北市	頭份鎮
45	西螺鎮	虎尾鎮	鹿港鎮	潭子鄉	岡山鎮
46	朴子市	頭份鎮	頭份鎮	頭份鎮	竹東鎮
47	永康市	和美鎮	大溪鎮	竹東鎮	宜蘭市
48	淡水鎮	汐止市	和美鎮	埔里鎮	大溪鎮
49	麻豆鎮	淡水鎮	竹東鎮	和美鎮	苗栗市
50	林園鄉	大甲鎮	竹東鎮	清水鎮	大雅鄉
人口極大值	1,839,641	2,220,427	2,719,659	2,646,474	2,618,772
人口極小值	49,437	64,695	73,562	85,135	89,825

資料來源：本研究整理。

附表 2 相關係數表

	GOV_t	IND_t	$PGDP_t$	$ROAD_t$	DFT_t	URB_t
GOV_t	1.0000	-0.1403	-0.0224	0.2167	-0.4301	0.1851
IND_t	-0.1403	1.0000	-0.8082	-0.5562	-0.2193	-0.4831
$PGDP_t$	-0.0224	-0.8082	1.0000	0.8327	0.6265	0.6889
$ROAD_t$	0.2167	-0.5562	0.8327	1.0000	0.4203	0.8640
DFT_t	-0.4301	-0.2194	0.6265	0.4203	1.0000	0.3452
URB_t	0.1851	-0.4831	0.6889	0.8640	0.3452	1.0000

資料來源：本研究整理。

參考文獻

- 內政部 Minister of the Interior (2011), 「內政部統計月報」“Monthly Bulletin of Interior Statistics”, <http://sowf.moi.gov.tw/stat/month/list.htm>。
- 行政院主計總處 Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan (2011), 「中華民國統計資訊網」“National Statistics”, <http://ebas1.ebas.gov.tw/pxweb/Dialog/statfile9L.asp>。
- 行政院主計總處 Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan (1971~1985), 各縣市統計要覽 *The Statistics Yearbook of Counties*, 臺北：行政院主計總處 Taipei: Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan。(in Chinese)
- 吳孟道 Wu, Meng-Dao (2008), 「總體經濟學的兩個議題」“Two Essays on Macroeconomics”, 博士論文 Ph. D. Dissertation, 國立臺北大學經濟學系 Department of Economics, National Taipei University。(in Chinese with English abstract)
- 劉克智、董安琪 Liu, Paul K. C. and An-Chi Tung (2003), 「臺灣都市發展的演進－歷史的回顧與展望」“Urban Development in Taiwan: Retrospect and Prospect”, 人口學刊 *Journal of Population Studies*, 26, 1-25。(in Chinese with English abstract)
- 薛明生、賴世剛 Hsueh, Min-Shen and Shin-Kung Lai (2002), 「人口時空分布冪次定律的普遍性與恆常性－臺灣本島實證研究」“Invariability and Universality of the Power Law of Population Distribution in Time and Space: A Case Study of the Taiwan Island”, 台灣土地研究 *Journal of Taiwan Land Research*, 5:1, 67-86。(in Chinese with English abstract)

- Alperovich, G. (1993), "An Explanatory Model of City-size Distribution: Evidence from Cross-country Data," *Urban Studies*, 30:9, 1591-1601.
- Auerbach, F. (1913), "Das Gesetz der Bevölkerungskonzentration," *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 59, 73-76.
- Dreher, A., J. E. Sturm and H. W. Ursprung (2008), "The Impact of Globalization on the Composition of Government Expenditures: Evidence from Panel Data," *Public Choice*, 134:3-4, 263-292.
- Friedman, T. L. (2007), *The World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century*, New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Gabaix, X. (1999), "Zipf's Law for Cities: An Explanation," *The Quarterly Journal of Economics*, 114:3, 739-767.
- Gabaix, X. (2004), "The Evolution of City Size Distributions," in *Handbook of Regional and Urban Economics*, ed., J. Vernon Henderson and J. F. Thisse, 2341-2378, Amsterdam: Elsevier Science.
- Gabaix, X. and R. Ibragimov (2011), "Rank-1/2: A Simple Way to Improve the OLS Estimation of Tail Exponents," *Journal of Business & Economic Statistics*, 29:1, 24-39.
- Gan, L., D. Li and S. Song (2006), "Is the Zipf Law Spurious in Explaining City-size Distributions?" *Economics Letters*, 92:2, 256-262.
- Giesen, K. and J. Südekum (2011), "Zipf's Law for Cities in the Regions and the Country," *Journal of Economic Geography*, 11:4, 667-686.
- Glaeser, E. L. (2009), "Why Has Globalization Led to Bigger Cities?" *New York Times*, <http://economix.blogs.nytimes.com/2009/05/19/why-has-globalization-led-to-bigger-cities/>.
- Hill, B. M. (1975), "A Simple General Approach to Inference about the Tail of a Distribution," *The Annals of Statistics*, 3:5, 1163-1174.

- Kosmopoulou, G., N. Buttry, J. Johnson and A. Kallsnick (2007), "Suburbanization and the Rank-size Rule," *Applied Economics Letters*, 14:1, 1-4.
- Krugman, P. (1996), *The Self-organizing Economy*, UK and Cambridge, MA: Blackwell Publishers Oxford.
- Li, Q. and R. Reuveny (2003), "Economic Globalization and Democracy: An Empirical Analysis," *British Journal of Political Science*, 33:1, 29-54.
- Li, Q. and D. Schaub (2004), "Economic Globalization and Transnational Terrorism a Pooled Time-Series Analysis," *The Journal of Conflict Resolution*, 48:2, 230-258.
- Newey, W. K. and K. D. West (1987), "A Simple, Positive Semi-definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix," *Econometrica*, 55:3, 703-708.
- Nitsch, V. (2005), "Zipf Zipped," *Journal of Urban Economics*, 57:1, 86-100.
- Peng, G. (2010), "Zipf's Law for Chinese Cities: Rolling Sample Regressions," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389:18, 3804-3813.
- Rosen, K. T. and M. Resnick (1980), "The Size Distribution of Cities: An Examination of the Pareto Law and Primacy," *Journal of Urban Economics*, 8:2, 165-186.
- Singer, H. W. (1936), "The "Courbe Des Populations." A Parallel to Pareto's Law," *The Economic Journal*, 46:182, 254-263.
- Song, S. and K. H. Zhang (2002), "Urbanization and City Size Distribution in China," *Urban Studies*, 39:12, 2317-2327.
- Soo, K. T. (2005), "Zipf's Law for Cities: A Cross-country Investigation," *Regional Science and Urban Economics*, 35:3, 239-263.

Soo, K. T. (2007), "Zipf's Law and Urban Growth in Malaysia," *Urban Studies*, 44:1, 1-14.

Statistical Abstract of United States (1993), (113th edition) Washington, DC: U.S. Bureau of Census, http://www.census.gov/prod/www/statistical_abstract.html.

Wheaton, W. C. and H. Shishido (1981), "Urban Concentration, Agglomeration Economies, and the Level of Economic Development," *Economic Development and Cultural Change*, 30:1, 17-30.

Zipf, G. K. (1949), *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Cambridge, MA: Addison-Wesley.

Zipf's Law and City Size Distributions in Taiwan

Lin, Chun-Hung, Mei-Chun Cheng and Ching-Po Hsu

Abstract

Several studies have suggested that city size distribution follows a Pareto distribution, and the Pareto exponent can serve as a concise measure of population concentration. We examine Taiwan's city size distributions over the period of 1971 to 2010, using Zipf's law. The results show that Zipf's law for the size distribution of cities in Taiwan is rejected for each year in the sample period, indicating that city size distribution is more equal than what is predicted by Zipf's law. Moreover, we investigate the explanations of the variation in the Pareto exponent. We find that government expenditure, degree of industrialization, per capita GDP, degree of urbanization, and degree of globalization are the main determinants of the cities' size distribution in Taiwan.

Keywords: Population Distributions in Taiwan, Zipf's Law, Pareto Exponent, City Size Distribution

JEL Classification: J11, R12, R23

Cheng, Mei-Chun, Taiwan Institute of Economic Research, 8F, No. 16-8, Te-hui St., Taipei City 10461, Taiwan, R.O.C., Tel: 886-2-25865000 ext. 815, E-mail: maggi Cheng1224@gmail.com. Chun-Hung Lin, Industrial Economics, Tamkang University, No. 151, Yingzhuang Rd., Tamsui Dist., New Taipei City 25137, Taiwan, R.O.C., Tel: 886-2-26215656 ext. 2566, E-mail: chlin@mail.tku.edu.tw. Ching-Po Hsu, Department of Economics, National Central University, No. 300, Jhongda Rd., Jhongli City, Taoyuan County 32001, Taiwan, R.O.C., Tel: 886-3-4227151 ext. 66314, E-mail: cosine54@gmail.com.

Received 11 June 2012; revised 15 August 2012; accepted 29 August 2013.