

具土地成本的地方公共財與產業聚集*

蔡智發**

國立臺北大學
都市計劃研究所
特聘教授

林韋銘

國立臺北大學
都市計劃研究所
碩士

王千岳

國立臺北大學
都市計劃研究所
助理教授

本研究在新經濟地理學的架構下，探討公共財之提供對於產業在兩區分佈的角色。公共財的提供考慮地租內生的土地成本以及土地稀少性資源的特性。公共財在空間上的分佈有兩類，平均分佈與集中於市中心。與 Tabuchi (1998) 比較，本研究指出公共財可提升效用水準而增強聚集之向心力，當兩區的運輸成本較低時，若兩區的公共財提供之稅率相等，產業分佈有兩種可能性：完全聚集於兩區中任一區或對稱分散。與 Andersson and Forslid (2003) 比較，本研究顯示提供公共財之稅率愈高，將造成產業分散之離心力愈強，因為地方公共財之提供需要土地投入，故而減少了住宅可使用之土地。

關鍵字：地方公共財、新經濟地理學、地租、核心邊陲、稅

* 作者誠摯感謝 2018 年中央研究院人文社會科學研究中心所舉辦之「區域與都市經濟研討會」上賴孚權教授、黃鴻教授與會議參加者，以及三位匿名審查人所提供的寶貴意見與建議，使本文更加完善，惟文責仍由作者自負。

** 通訊作者，E-mail: tsaij@mail.ntpu.edu.tw

收稿日期：107 年 6 月 29 日；接受刊登日期：108 年 3 月 26 日

壹、緒論

聚集經濟為都市與區域經濟領域中很重要的研究議題，地區化經濟（localization economy）與都市化經濟（urbanization economy）為兩個主要的類別（McCann, 2013）。當產業聚集於一區域（或都市）時，廠商可藉由共享中間投入、勞工群以及資訊來降低生產成本，而消費者可以較低的價格享受較多種類的異質性財貨，這些正面外部性產生集中的向心力。另一方面，當廠商與勞工過度集中於一都市而產生擁擠的外部性，則造成分散的離心力。這些擁擠現象導致生產上的高運輸成本、勞工的高通勤成本，以及因為有限的土地資源而產生的高地租情況。

為處理聚集與分散的力量，Krugman（1991）以規模報酬遞增以及獨占性競爭的 Spence-Dixit-Stiglitz 架構為基礎（Spence, 1976; Dixit and Stiglitz, 1977），發展一個兩區域的一般均衡模型。就經濟學理而論，此模型之貢獻在於將 Marshall（1920）的三個外部性之一，「金錢外部性」¹內部化，這涉及將規模報酬遞增的效果反映在個別公司的生產函數中，其主要結論為：當區域間的運輸成本較低時，製造業廠商與勞工完全聚集於一區，而另一區只剩農業部門，亦即所謂核心邊陲型態（core-periphery pattern）；當區域間的運輸成本較高時，產業在兩區呈現分散的對稱分佈。此研究以及後續相關研究被稱為新經濟地理學（new economic geography, NEG）。² Tabuchi（1998）結合 Henderson（1974）與 Krugman（1991）的研究去檢視都市聚集議題中的區域內與區域間的運輸成本，結論為區域間的運輸成本較高以及較低時，廠商會分散；而在運輸成本為中間值時，廠商會聚集。此結果與 Helpman

1 Pecuniary externality 指由市場互動所產生的外部性。

2 此領域的相關研究很多，包括 NEG 在投入產出的連結、都市型態與都市系統、區域成長等方面的評價（Fujita and Thisse, 2009），新經濟地理發展的一些侷限性以及未來研究的可能方向（Krugman, 2011），地租起源與 NEG 的關係探討（Fujita, 2012）等。此外，以 NEG 近期新發表的文獻來看，在不同的子領域上，還是有一些新的觀點被提出來，例如：von Ehrlich and Seidel（2013）、Yang（2014）、Zeng and Uchikawa（2014）及 Zhou（2017）等。另外，結合 NEG 與公共政策分析的研究可見 Baldwin et al.（2003）。

(1998)、Krugman and Venables (1995) 及 Puga (1999) 等類似。

地方政府提供公共財的相關文獻以公共財與租稅競爭 (tax competition) 的研究為主, Tiebout (1956) 認為地方政府可以提供最符合居民偏好之公共財, 而同時達成公共財配置及人口分佈之柏瑞圖效率。在固定規模報酬及完全競爭的傳統模型下, 地方政府為吸引流動性的資本而提供公共財, 由於過度競爭, 往往會制定一個無效率的過低稅率 (如: Zodrow and Mieszkowski, 1986; Wilson, 1999)。Dembour and Wauthy (2009) 在 Hotelling (1929) 架構下探討兩相鄰區域具外溢效果的租稅競爭議題, 結果顯示基礎設施的過度投資與外溢效果的強度成反比。

但是, 在使用核心邊陲模型的架構下, 則得到不同的結果。在參數的某個範圍之下, 產業會在一區完全聚集 (Kind et al., 2000; Ludema and Wooton, 2000), 而且, 在聚集區的流動性資本可獲得一個聚集租 (agglomeration rent), 因此只要稅率的差距小於此聚集租, 聚集區中的流動性資本就不會外流 (Baldwin and Krugman, 2004)。此外, Martin and Rogers (1995) 亦在 NEG 的架構及給定的區域內與區域間運輸 (貿易) 成本為外生參數的情況下, 探討公共基礎設施對於產業區位的影響。然而, 其模型中的公共基礎設施並未包含在住戶的效用函數中。Andersson and Forslid (2003) 採用的效用函數包含製造業貨品、農業貨品及公共財, 以此來探討在 NEG 架構下的租稅競爭議題, 結果顯示對可移動勞工的稅率增加時, 在不同國家可移動勞工的分散均衡之穩定性會受影響。Ihara (2008) 與 Fenge et al. (2009) 分別探討公共財提供改善了區域生產力以及造成投入的競爭問題。近來, Tsai (2017) 延伸 Andersson and Forslid (2003), 並探討公共財具對稱與非對稱的外溢效果的影響。

上述有關公共財提供之文獻皆忽略所需之土地投入。然而, 值得注意的是: 提供公共財除了支出以外, 也需要土地這種稀少性資源。公共財的提供固然可提升效用水準, 增強廠商聚集的力量, 但提供公共財需要土地成本, 使得住宅可用的土地減少, 故而降低了勞工遷入的吸引力, 甚至降低了廠商聚集的力量。³ 因此, 探討公共財提供對於廠商聚集的影響, 不應忽略土地

3 在 NEG 架構下的相關研究如 Helpman (1998)、Tabuchi (1998)、Lanaspa and Sanz (1999)

投入所產生的問題。

本研究在 NEG 的架構下探討公共財的提供對於產業在兩區域分佈的影響。分析中為考慮公共財所需的土地資源，我們採用包含 Alonso (1964) 地租概念的 Tabuchi (1998) 架構。⁴ 此架構的設定為一個單核心都市中每位勞工需消費住宅空間並至市中心通勤。本研究的主要貢獻為：指出公共財的提供應考慮土地成本及土地資源稀少性的特性，以分析 NEG 結構下的產業分佈。考慮的土地成本為內生的地租概念，而土地稀少性的特性表示增加公共財就會減少住宅空間。

本文之後的內容如下：第二節描述欲進行分析所建立的模型；第三節探討均衡解，針對運輸成本為極端值情況的分析解進行分析；第四節進行數值模擬，並改變模型中的參數值以了解對於廠商分佈的影響；第五節則提出中央公園形式的公共財；最後為結論。

貳、模型

一經濟體系包含兩區，每一區均有一個中心商業區 (central business district, CBD)，假設其空間的大小可忽略，每一區均包含兩個部門：製造業部門與農業部門。後者為完全競爭且具固定規模報酬，生產均質化產品；前者則為獨占性競爭且生產異質性產品，任兩產品間有固定替代彈性。假設製造業勞工與農業勞工分別為此兩部門的唯一投入，且這兩類勞工無法在部門間轉換，農業勞工也無法在兩區之間遷移，而製造業勞工則可在兩區間移動，他們居住在 CBD 外圍並通勤至 CBD。總勞工數標準化為 1，有 $\mu < 1$ 的製造業勞工與 $1 - \mu$ 的農業勞工，且每區的農業勞工均為 $(1 - \mu)/2$ 。

以及 Murata and Thisse (2005) 等，亦採用土地市場進行各種不同的研究，但是並未處理公共財的提供問題。

4 競爭理論的原始概念可追溯至 von Thünen 1826 年 *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie* 一書 (von Thünen, 1966, Wartenberg 英譯本)。當每單位土地為所有出價最高者使用，則均衡的地租就被達成。

一、住戶的行為

假設 k 區每個勞工都有相同的效用函數：

$$U_k = C_{Mk}^\mu C_{Sk}^\gamma C_{Ak}^{1-\mu-\gamma} G_k^\delta, \quad k=1,2, \quad (1)$$

$$C_{Mk} = \left(\sum_{i=1}^{N_k} c_{ik}^{(\sigma-1)/\sigma} + \sum_{i=N_k+1}^N c_{ik}^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)}, \quad k=1,2, \quad (2)$$

其中 C_{Mk} 為 k 區對所有 N 種製造業財貨之整合消費指標， $N=N_1+N_2$ ， c_{ik} 為 k 區對製造業財貨 i 的消費， C_{Sk} 為 k 區的住宅消費， C_{Ak} 為 k 區的農業財貨消費， G_k 為 k 區的公共財數量，參數 μ 及 γ 代表對製造業財貨以及住宅的支出比例，參數 δ 代表住戶對公共財的偏好程度。此外， $\mu, \gamma, \delta \in (0,1)$ 且 $\mu+\gamma<1$ ，而參數 σ 代表製造業財貨之替代彈性，且 $\sigma>1$ 。

農業勞工與製造業勞工的所得限制式分別為：

$$P_k C_{Mk} + P_{Ak} C_{Ak} + r_{Ak} C_{Sk} = w_{Ak} (1 - t_k^A), \quad k=1,2, \quad (3)$$

$$P_k C_{Mk} + P_{Ak} C_{Ak} + r(x) C_{Sk} + T(x) = w_k (1 - t_k^M), \quad k=1,2, \quad (4)$$

其中 P_k 為 k 區製造業財貨的整合價格指標， P_{Ak} 為 k 區的農業財貨價格， $r(x)$ 為區位 x 的地租（住宅價格）， r_{Ak} 為都市 k 邊界的農業土地之地租。為簡化分析，假設兩區的農業地租相等， $r_{A1}=r_{A2}=r_A$ ，⁵ $T(x)$ 為區位 x （與 CBD 距離 x ）的通勤成本， w_k 為 k 區的製造業勞工薪資， w_{Ak} 為 k 區的農業勞工薪資， t_k^A 及 t_k^M 為 k 區對農業勞工與製造業勞工的稅率（薪資的比例），以提供公共財之所需。假設生產一單位均質農業財貨需一位農業勞工，且農業財貨在兩區之間運送不需運費，此外，價格經標準化設定可得 $P_{Ak}=w_{Ak}=1$ ， $k=1,2$ 。

假設製造業財貨有一個冰堡（iceberg）型式的運送成本（Samuelson, 1954）。明確地說，當一個單位的財貨離開起點，只有 $\tau \in (0,1)$ 單位抵達終點，因此，終點的財貨價格為生產地區價格的 $1/\tau$ 倍。在兩區的製造業財貨價格指標為：

5 此為一般相關研究的假設，Tabuchi（1998）也作此設定。

$$P_1 = \left[\sum_{i=1}^{N_1} p_{i1}^{1-\sigma} + \sum_{i=N_1+1}^N (p_{i2}/\tau)^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}, \quad (5)$$

$$P_2 = \left[\sum_{i=1}^{N_1} (p_{i1}/\tau)^{1-\sigma} + \sum_{i=N_1+1}^N p_{i2}^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}, \quad (6)$$

其中 p_{i1} 與 p_{i2} 分別代表在第一區及第二區生產製造業財貨 i 販售的價格。

令 Y_k 代表 k 區的可支配所得：

$$Y_k = w_{Ak}(1 - t_k^A)L_k^A + \varphi_k w_k L_k, \quad k=1, 2, \quad (7)$$

其中 φ_k 為 k 區製造業勞工之可支配所得與總所得的比例，而廠商 i 位於第一區與第二區時，面對的需求分別為：

$$c_{i1} = \mu[Y_1 p_{i1}^{-\sigma} P_1^{(\sigma-1)} + Y_2 (p_{i1}/\tau)^{-\sigma} P_2^{(\sigma-1)}/\tau], \quad (8)$$

$$c_{i2} = \mu[Y_1 (p_{i2}/\tau)^{-\sigma} P_1^{(\sigma-1)}/\tau + Y_2 p_{i2}^{-\sigma} P_2^{(\sigma-1)}]. \quad (9)$$

第(8)式在第一區生產的廠商 i 的需求等號右側得第一項為第一區的需求，第二項為第二區的需求。產品需由第一區運送至第二區，價格因含冰堡型式運費，故為原價格 p_{i1} 的 $1/\tau$ 倍，又因含冰堡型式運費之損失量，故需再乘以 $1/\tau$ 。第(9)式類似第(8)式的處理。

二、生產者的行為

假設勞工是生產製造業產品的唯一要素，且在 k 區一個廠商生產 c_k 數量的勞工需求為（為求簡化說明，廠商 i 的下標省略）：

$$\ell_k = \alpha + \beta c_k, \quad k=1, 2, \quad (10)$$

其中 α 為固定成本，而 β 為邊際成本，則 k 區廠商的利潤可表示為：

$$\pi_k = p_k c_k - w_k(\alpha + \beta c_k), \quad k=1, 2. \quad (11)$$

在利潤極大的行為之下，廠商的訂價遵循以下規則：

$$p_k \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) = \beta w_k, \quad k=1, 2. \quad (12)$$

將(12)式代入(11)式可得極大化之利潤水準。由於獨占性競爭中廠商自由進出市場，均衡利潤為零的條件必須滿足，故可導出每一廠商的均衡產出為：

$$c_k^* \equiv \frac{\alpha(\sigma-1)}{\beta}, \quad k=1,2. \quad (13)$$

將(13)式代入(10)式可得到每一廠商需要的勞工數量為 $\alpha\sigma$ ，注意此數量與需求量的大小無關。因為廠商的家數可滿足需求量，故 k 區的廠商家數為：

$$N_k = \frac{L_k}{\alpha\sigma}, \quad k=1,2. \quad (14)$$

從市場清除條件，產品需求應等於供給，將(13)式代入(8)及(9)式可得每區薪資為：

$$w_1 = \left(\frac{\sigma-1}{\sigma\beta} \right) \left\{ \frac{\beta\mu}{\alpha(\sigma-1)} [Y_1 P_1^{\sigma-1} + Y_2 \tau^{\sigma-1} P_2^{\sigma-1}] \right\}^{1/\sigma}, \quad (15)$$

$$w_2 = \left(\frac{\sigma-1}{\sigma\beta} \right) \left\{ \frac{\beta\mu}{\alpha(\sigma-1)} [Y_1 \tau^{\sigma-1} P_1^{\sigma-1} + Y_2 P_2^{\sigma-1}] \right\}^{1/\sigma}. \quad (16)$$

定義 z_k 為 k 區的支出花在第一區製造業財貨與花在第二區製造業財貨的比例，則由效用極大化的消費行為與利潤極大化的廠商訂價行為可知：

$$z_1 = \frac{L_1}{L_2} \left(\frac{w_1 \tau}{w_2} \right)^{-\sigma+1}, \quad (17)$$

$$z_2 = \frac{L_1}{L_2} \left(\frac{w_1}{w_2 \tau} \right)^{-\sigma+1}. \quad (18)$$

此外， k 區總製造業勞工所得應等於兩區所有消費者花在購買 k 區生產的製造業財貨的總支出：

$$w_1 L_1 = \mu \left[\left(\frac{z_1}{1+z_1} \right) Y_1 + \left(\frac{z_2}{1+z_2} \right) Y_2 \right], \quad (19)$$

$$w_2 L_2 = \mu \left[\left(\frac{1}{1+z_1} \right) Y_1 + \left(\frac{1}{1+z_2} \right) Y_2 \right]. \quad (20)$$

三、住宅空間

從效用極大行為，我們可得到住宅空間的消費為：

$$C_{Sk} = \gamma \frac{w_k(1-t_k^M) - T(x)}{r(x)}, \quad k=1,2. \quad (21)$$

住宅空間的消費決定於住宅的區位與 CBD 的距離 x 。將預算限制式(4)對 x 微分可得：

$$r'(x)C_{Sk} + T'(x) = 0, \quad k=1,2. \quad (22)$$

(22)式表示 Muth (1969) 條件，亦即地租消費的變動與通勤成本的變動剛好抵銷。將(21)式代入(22)式並積分可得：

$$\gamma \ln r(x) = \ln[w_k(1-t_k^M) - T(x)], \quad k=1,2, \quad (23)$$

因此，我們可得住宅的地租為：

$$r(x) = r_{0k} \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right]^{1/\gamma}, \quad k=1,2. \quad (24)$$

其中 r_{0k} 為 k 區 CBD 的地租，此點沒有通勤成本。假設兩區的農業地租相等，而通勤成本為距離的線性函數， $T(x) = hx$ ，其中 h 為通勤成本的單位距離成本。因為人口密度為消費之住宅空間的倒數，將(24)式代入(21)式可得人口密度為：

$$\frac{1}{C_{Sk}} = \frac{r_{0k} \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right]^{\frac{1}{\gamma}-1}}{\gamma w_k(1-t_k^M)}, \quad k=1,2, \quad (25)$$

則兩區的製造業勞工為：

$$\begin{aligned} L_k &= \int_0^{x_k} \frac{(1-O_k)2\pi x}{C_{Sk}} dx \\ &= \frac{2\pi r(x_k) \int_0^{x_k} (1-O_k)x \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right]^{\frac{1}{\gamma}-1} dx}{\gamma w_k(1-t_k^M) \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right]^{\frac{1}{\gamma}}}, \quad k=1,2. \end{aligned} \quad (26)$$

其中 x_k 為 k 區 CBD 至都市邊界的距離， O_k 為 k 區的公共財土地占總土地之比例，而 $(1 - O_k)$ 為住宅土地占總土地之比例。由於土地資源的稀少性，提供為公共財的土地將排擠住宅可使用土地。 k 區製造業勞工總可支配所得可由下式表示：

$$\frac{\int_0^{x_k} [w_k(1 - t_k^M) - T(x)](1 - O_k)2\pi x}{C_{Sk}} dx = \varphi_k w_k L_k, \quad k=1, 2. \quad (27)$$

將(26)式代入(27)式可得：

$$\varphi_k = \frac{(1 - t_k^M) \int_0^{x_k} x \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1 - t_k^M)} \right]^{\frac{1}{\gamma}} dx}{\int_0^{x_k} x \left[1 - \frac{T(x)}{w_k(1 - t_k^M)} \right]^{\frac{1}{\gamma} - 1} dx}, \quad k=1, 2. \quad (28)$$

四、公共財

假設公共財的提供乃平均分佈在區內，而土地成本是提供公共財的唯一成本，此成本由向製造業勞工與農業勞工課稅的稅收來負擔，⁶ 而公共財土地占總土地之比例可表示為：

$$O_k = \frac{t_k^A \frac{(1 - \mu)}{2} + t_k^M w_k L_k}{\int_0^{x_k} 2\pi x \cdot r(x) dx}, \quad k=1, 2. \quad (29)$$

(29)式中的分子為總稅收，分母為總地租，而公共財的數量則是將(29)式乘以總土地面積以得到公共財的面積：

$$G_k = \frac{t_k^A \frac{(1 - \mu)}{2} + t_k^M w_k L_k}{\int_0^{x_k} 2\pi x \cdot r(x) dx} \int_0^{x_k} 2\pi x dx, \quad k=1, 2. \quad (30)$$

6 因為地租由 Alonso (1964) 的概念內生而來，公共財提供的稅率需小於住宅空間消費占所得之比例 (γ)。

參、均衡分析

在同區內，均衡時之製造業勞工居住於其中任一區位 $x \in [0, x_k]$ 的效用皆相等，故製造業勞工跨區移動時，可針對分別位於兩區的都市邊緣 x_k 之製造業勞工的間接效用函數比較，以得長期均衡。因為模型的複雜性，本節僅針對運費極小 ($\tau \rightarrow 1$) 以及運費極大 ($\tau \rightarrow 0$) 兩種極端情況進行分析，其餘的情況則以數值模擬來分析。

定義 $f = L_1 / (L_1 + L_2)$ ，代表製造業勞工在第一區所占的比例。短期均衡探討在給定 f 之下，製造業勞工薪資總所得、製造業財貨價格指標、製造業財貨消費量、住宅空間消費量及農業財貨消費量等均衡解。把上述項目以及(30)式的公共財面積代入效用函數(1)式，可得兩區製造業勞工的間接效用函數，而兩區間接效用函數之比例為：

$$\frac{V_1}{V_2} = \Gamma \cdot \Phi^{\frac{\mu}{\sigma-1}} \cdot \Omega^\delta, \quad (31)$$

$$\text{其中 } \Gamma = \frac{w_1(1-t_1^M) - h \cdot x_1}{w_2(1-t_2^M) - h \cdot x_2},$$

$$\Phi = \frac{f w_1^{1-\sigma} + (1-f)(w_2/\tau)^{1-\sigma}}{f(w_1/\tau)^{1-\sigma} + (1-f)w_2^{1-\sigma}},$$

$$\Omega = \frac{\frac{t_1^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_1^M w_1 \mu f \int_0^{x_1} 2\pi x dx}{\int_0^{x_1} 2\pi x \cdot r(x) dx}}{\frac{t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f) \int_0^{x_2} 2\pi x dx}{\int_0^{x_2} 2\pi x \cdot r(x) dx}}。$$

就長期均衡而言，製造業勞工允許在兩區之間移動，而其移動行為決定於兩區的間接效用函數，具有較高間接效用函數的區可吸引製造業勞工，故長期均衡的達成必須滿足兩區的間接效用函數相等（亦即(31)式等於 1），或聚集的區比另一區提供較高的間接效用水準。

命題 1：當兩區的運輸成本為零時，若兩區的公共財提供之稅率相等，且因製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較高時，製造業廠商（勞工）完全聚集於兩區任一區為穩定均衡；因製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較低時，製造業廠商（勞工）在兩區平均分佈為穩定均衡。

證：(1)當 $f=0.5$ 時，(31)式為 1，表示兩區間接效用函數相等，但是，仍需證明

$\partial(V_1/V_2)/\partial f < 0$ ，才能保證平均分佈 $(L_1, L_2) = (\mu/2, \mu/2)$ 為穩定均衡。

(2)當 $f=1$ 時，需滿足 $V_1/V_2 > 1$ ，才能保證聚集於第一區 $(L_1, L_2) = (\mu, 0)$ 為穩定均衡。

當運輸成本為零時， $\tau=1$ 。將此條件代入(31)式可得 $\Phi=1$ ，故 $V_1/V_2 = \Gamma \cdot \Omega^\delta$ ，而此條件代入(15)式與(16)式時，可得對所有 $f \in [0, 1]$ ， $w_1 = w_2$ 。而從(26)式可知在給定 $w_1 = w_2$ 時， $\partial L_k / \partial x_k > 0$ ， $k=1, 2$ 。故可得在 $t_1^M = t_2^M$ 時， $\partial \Gamma / \partial f < 0$ 。而且，

亦可推得 $\partial [\int_0^{x_1} 2\pi x \cdot r(x) dx] / \partial f > 0$ 。令 $\Omega = \Omega_1 \Omega_2$ ，其中 $\Omega_1 = \frac{t_1^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_1^M w_1 \mu f}{t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f)}$ ，
 $\cdot \frac{\int_0^{x_1} 2\pi x dx}{\int_0^{x_2} 2\pi x dx}$ ， $\Omega_2 = \frac{\int_0^{x_2} 2\pi x \cdot r(x) dx}{\int_0^{x_1} 2\pi x \cdot r(x) dx}$ 。因為 $\frac{\partial \Omega_1}{\partial f} > 0$ ，而 $\frac{\partial \Omega_2}{\partial f} < 0$ ，故 $\frac{\partial \Omega^\delta}{\partial f} = \delta \Omega^{\delta-1} \left(\Omega_1 \frac{\partial \Omega_2}{\partial f} + \Omega_2 \frac{\partial \Omega_1}{\partial f} \right)$ 可能為正或負。若為較大正值，則 $\partial(V_1/V_2)/\partial f = \Omega^\delta \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial f} + \Gamma \cdot \frac{\partial \Omega^\delta}{\partial f} > 0$ ；若為較小正值或為負值，則 $\partial(V_1/V_2)/\partial f = \Omega^\delta \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial f} + \Gamma \cdot \frac{\partial \Omega^\delta}{\partial f} < 0$ （詳見附錄）。前者表示若製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較高時，則因 $f=0.5$ 時， $V_1/V_2=1$ ，而 $\partial(V_1/V_2)/\partial f > 0$ ，故可知在 $f=1$ 時， $V_1/V_2 > 1$ ，因此，廠商完全聚集於第一區 $(L_1, L_2) = (\mu, 0)$ 為穩定均衡；後者表示若製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較低時， $\partial(V_1/V_2)/\partial f < 0$ ，且因 $f=0.5$ 時， $V_1/V_2=1$ ，故平均分佈為穩定均衡。

值得注意的是當 $f=1$ 時，表示 $L_2=0$ ，且 $x_2=0$ ，故 $\int_0^{x_2} 2\pi x dx = 0$ ，會產生 Ω_1 沒有定義的問題，不過在 Ω 中，可以重新處理為 $\frac{\int_0^{x_2} 2\pi x \cdot r(x) dx}{\int_0^{x_2} 2\pi x dx}$ 與其他項的乘積，而當 $x_2 \rightarrow 0$ 時，此項趨近於 $\frac{r_A}{2}$ （詳見命題 2 證明），故可解決無定義的問題。同理，在 $f=0$ 時， $V_1/V_2 < 1$ ，因此，廠商完全聚集於第二區 $(L_1, L_2) = (0, \mu)$ 亦為穩定均衡。■

此命題乃針對運輸成本為零時的產業分佈分析，但是需滿足的條件為「因製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較高」。理論上，若此條件未滿足，則可能 $\partial(V_1/V_2)/\partial f < 0$ ，不過，在數值的模擬中未發現符合此條件者。因此，兩區平均分佈非穩定均衡，而完全聚集於兩區中任一區為穩定均衡。

命題 2：若兩區的運輸成本為無限大，則當 $\mu > \frac{\sigma-1}{\sigma}$ 時，製造業廠商（勞工）集中於一區是穩定均衡。

證：將 $f=1$ 代入(31)式可得 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{w_1(1-t_1^M) - h \cdot x_1}{w_2(1-t_2^M)} \cdot \tau^{-\mu} \cdot \Omega^\delta$ ，而 $\Omega^\delta = \left(\frac{t_1^A \frac{1-\mu}{2} + t_1^M w_1 \mu}{t_2^A \frac{1-\mu}{2}} \right)^\delta \cdot \left(\frac{x_1^2}{\int_0^{x_1} x \cdot r(x) dx} \cdot \frac{\int_0^{x_2} x \cdot r(x) dx}{x_2^2} \right)^\delta$ 。此外， $f=1$ 代表 $L_1=\mu$ ， $L_2=0$ ，且 $x_2=0$ ，表示第二區的公共財土地成本為農業地租，其中 $\frac{\int_0^{x_2} x \cdot r(x) dx}{x_2^2}$ 可由 L'Hopital Rule 求得當 $x_2 \rightarrow 0$ 時將趨近於 $\frac{r(x_2) + x_2 r'(x_2)}{2} = \frac{r(x_2)}{2} = \frac{r_A}{2}$ ， r_A 為農業地租。由(7)、(19)及(20)式可得 $w_1 = \frac{1-\mu}{1-\phi_1 \mu}$ ， $w_2 = \left(\frac{1-\mu}{1-\phi_1 \mu} \right)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \left[\left(\frac{1-\mu}{2} + \frac{1-\mu}{1-\phi_1 \mu} \phi_1 \mu \right) \tau^{\sigma-1} + \left(\frac{1-\mu}{2} \right) \tau^{-\sigma+1} \right]^{\frac{1}{\sigma}}$ 。因為 Ω 不受 τ 影響，當 $\tau=0$ 時， $\frac{V_1}{V_2}$ 決定於 $\frac{\tau^{-\mu}}{\tau^{-\frac{\sigma-1}{\sigma}}}$ ，故當 $\mu > \frac{\sigma-1}{\sigma}$ 時， $\frac{V_1}{V_2} \rightarrow \infty$ 。這表示 $(L_1, L_2) = (\mu, 0)$ 為穩定均衡。■

此命題乃針對運輸成本為無限大時的產業分佈分析。聚集於一區的穩定條件為 μ 夠大與 σ 夠小，前者表示住戶認為製造業財貨相對於農業財貨或住宅空間更為重要，而消費在製造業財貨的支出比較高；後者表示製造業財貨之間的替代性較低，且因運輸成本極大，故廠商集中於一區以提供所有製造業財貨。

若上述條件未滿足，亦即 $\mu < \frac{\sigma-1}{\sigma}$ 呢？我們可猜測應該會呈現分散的結果，但是分析解不易證明，故留待下節的數值模擬來討論。

肆、數值模擬

本節乃針對介於無運輸成本與運輸無法達成（運輸成本無限大）之間的

情況來分析，因為模型過於複雜，僅能以數值模擬進行探討。以下乃先建立一組基本案例的參數值，在運輸成本變動之下來討論製造業廠商（勞工）在兩區的分佈情形，然後再就運輸成本較低與較高兩種情況，探討一些參數的改變造成的影響。

一、基本案例

在基本案例中，模型採用的參數值為 $h=1$ 、 $\sigma=4$ 、 $\mu=0.4$ 、 $\gamma=0.3$ 、 $r_A=10$ 、 $\delta=0.1$ ，提供公共財的稅率為 $t_1^A=t_2^A=t_1^M=t_2^M=0.1$ 。模擬乃在給定上述參數值後，再給定 f 的值，並聯立求解(7)、(19)、(20)、(26)、(28)、(29)及(30)式，以得到 Y_k 、 w_k 、 x_k 、 φ_k 、 O_k 、 G_k ， $k=1,2$ ；然後，改變 f 的值再重複上述步驟。因為運輸成本為零時， $\tau=1$ ，而運輸成本為無限大時， $\tau=0$ ；當運輸成本介於其中時，製造業勞工的分佈情況如下：

$$\begin{aligned} (L_1, L_2) &= (\mu/2, \mu/2) && \text{當 } 0 \leq \tau \leq 0.46, \\ (L_1, L_2) &= (\mu_1, \mu - \mu_1), (\mu - \mu_1, \mu_1) && \text{當 } 0.46 < \tau \leq 0.52, \\ (L_1, L_2) &= (\mu/2, \mu/2) && \text{當 } 0.52 < \tau \leq 1. \end{aligned}$$

在各種運輸成本情況下，兩區間接效用水準的比值見圖 1。在 $V_1/V_2=1$ 且具負斜率的點，存在穩定均衡解。若曲線為正斜率，則完全聚集於一區或完全無製造業為穩定均衡，此即所謂核心邊陲型態。在各種運輸成本情況下，製造業廠商（勞工）在兩區的分佈情形見圖 2。此結果顯示當運輸成本較大時，產業分佈呈現分散（對稱）的分佈情況；當運輸成本較小時，產業呈現核心邊陲型態；有趣的結果為，運輸成本在中間值（ $0.46 < \tau \leq 0.52$ ）時，產業呈現不對稱分佈的情況（例如：產業在兩區的分佈為 0.4 與 0.6，或 0.3 與 0.7 等情形）。

上述廠商分佈的結果與 Tabuchi（1998）相較，在運費較大時，都是呈現分散對稱的分佈，在運費為中間值時，都有不對稱的分佈出現。但是，在運費較小時，兩者有不同的分佈，Tabuchi（1998）得到分散對稱的分佈，但是本研究則得到完全聚集的核心邊陲型態，這是因為本研究加入了公共財於效用函數中，在運費較低時，加強了產業集中的力量，此結果與一些 NEG 加

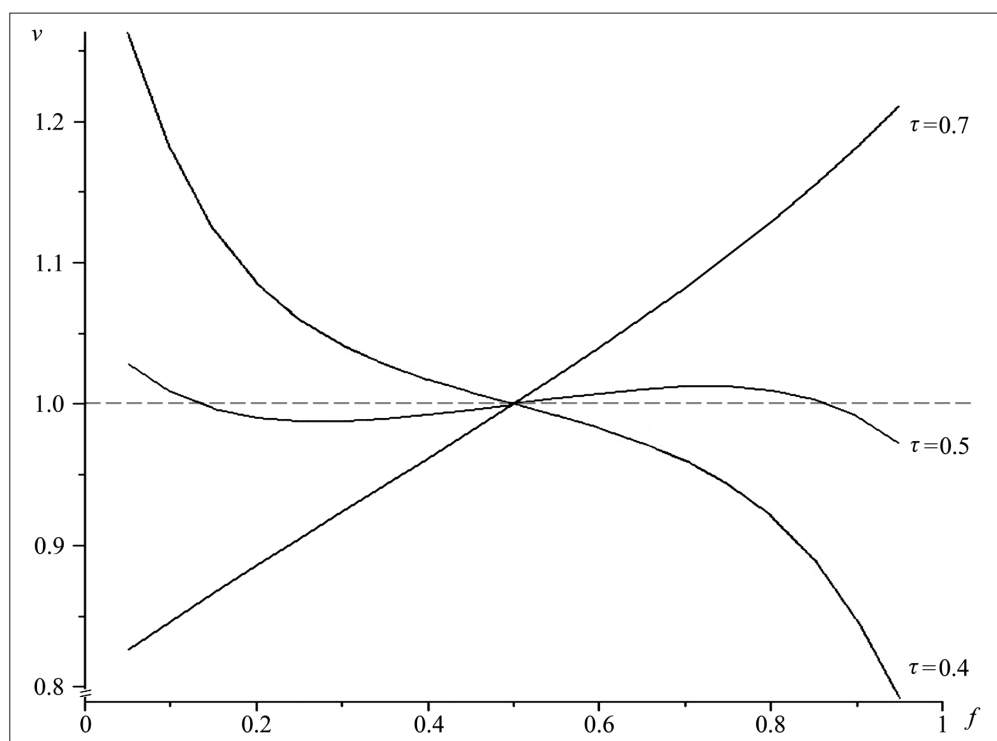


圖 1：運輸成本變動時的間接效用函數比值

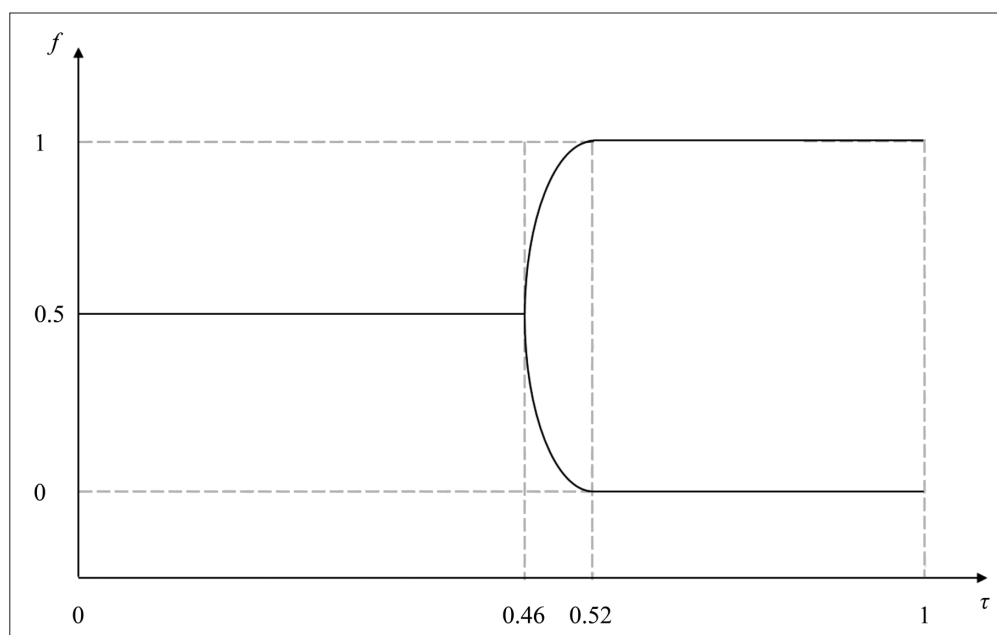


圖 2：運輸成本變動時製造業廠商（勞工）的分佈

入公共財的相關研究相同。

二、提供公共財的稅率變動

此小節分析提供公共財的稅率變動對於產業分佈的影響，我們先令兩區的稅率相同（ $t_1^A = t_2^A = t_1^M = t_2^M = t$ ），在此稅率上升時，更多的公共財被提供，但是分配給其他財貨的消費以及通勤成本的可支配所得減少。稅率的分析範圍為小於 $\gamma = 0.3$ （見註 5）。當運輸成本較低時（ $\tau = 0.7$ ），廠商在兩區的分佈見圖 3。結果顯示廠商在兩區均呈現核心邊陲型態，不受公共財稅率的影響。當運輸成本較高時（ $\tau = 0.4$ ），廠商在兩區的分佈見圖 4。結果顯示廠商在兩區均為分散對稱的分佈，亦不受公共財稅率的影響。

三、兩區課不同稅率

本小節乃討論兩區的稅率不同所產生的影響。將第二區的製造業勞工與

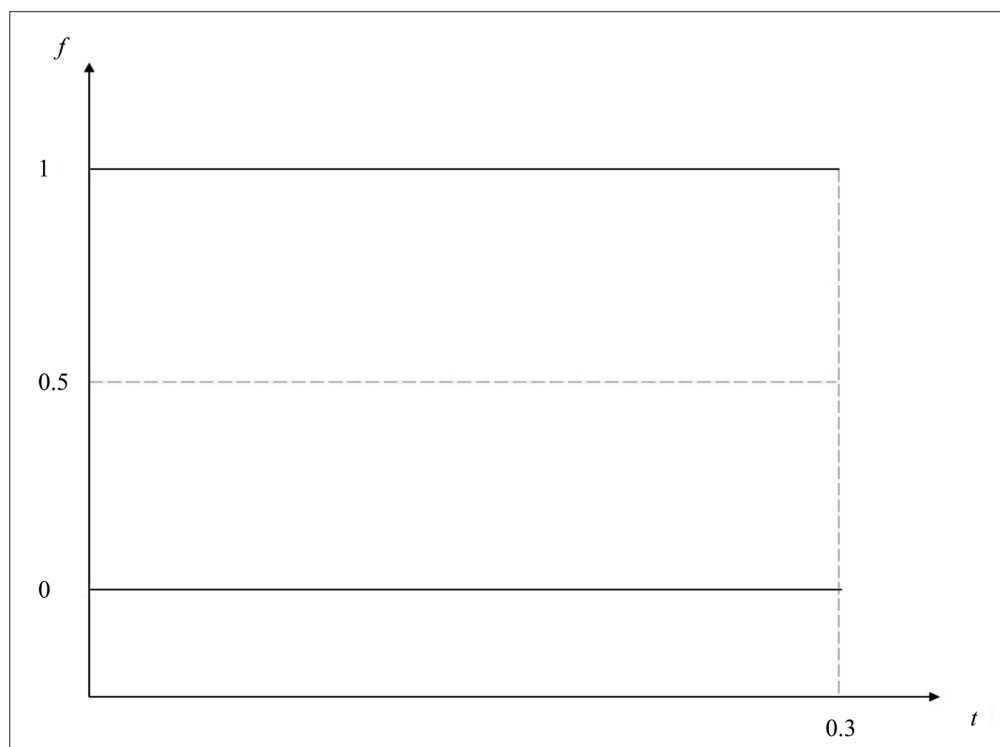


圖 3：低運輸成本時稅率變動下製造業廠商的分佈（ $\tau = 0.7$ ）



圖 4：高運輸成本時稅率變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.4$ ）

農業勞工的稅率均固定（ $t_2^A = t_2^M = 0.1$ ），然後變動第一區的稅率（ $t_1^A = t_1^M = t_1$ ），以探討製造業廠商在兩區的分佈情況。當運輸成本較低時（ $\tau=0.7$ ），廠商在第一區的分佈見圖 5。結果顯示稅率接近第二區時（ $0.0009 \leq t_1 \leq 0.17$ ），第一區有可能完全聚集或無廠商，與第二區情況相同；但是若稅率更高或更低時，則只有完全無廠商的結果。這表示當運輸成本較低時，提供高於對手的公共財或過少的公共財並不利於吸引廠商進駐，前者乃因排擠過多消費財貨，後者則因比對手提供過少的公共財而導致製造業勞工的流失。另外，當運輸成本較高時（ $\tau=0.4$ ），也有類似的結果（見圖 6）：稅率過高（ $t_1 > 0.2$ ）或過低（ $t_1 < 0.007$ ）時，只有無廠商的結果。稅率與對手接近時，有不對稱的分散分佈，當 $0.022 < t_1 < 0.1$ 時，廠商在第一區的分佈高於第二區；當 $t_1 = 0.022$ 或 0.1 時，兩區恰呈現平均分佈；而當 t_1 略高於 0.1 或略低於 0.022 時，廠商在第一區的分佈則低於第二區。這表示公共財的提供略低於對手能吸引較多的廠商進駐。

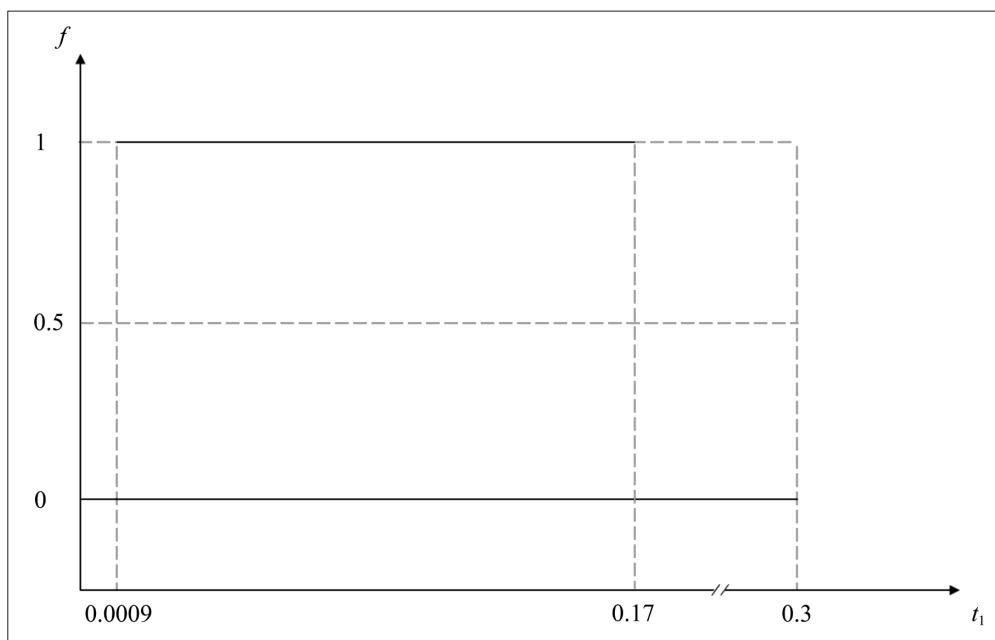


圖 5：低運輸成本時第一區稅率變動下製造業廠商在第一區的分佈（ $\tau=0.7$ ）

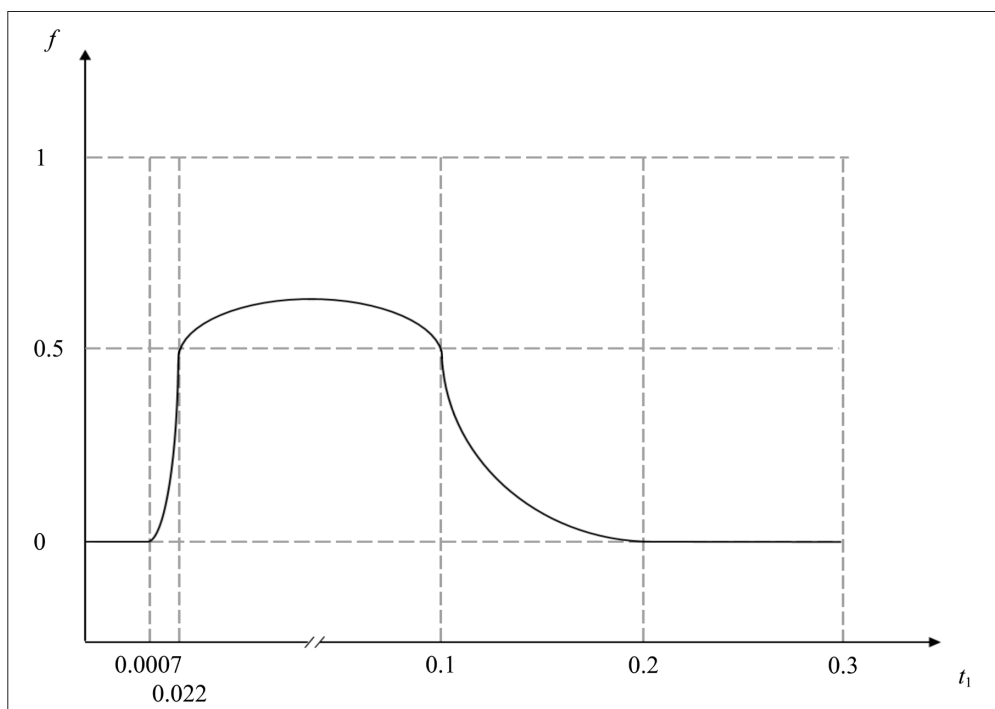


圖 6：高運輸成本時第一區稅率變動下製造業廠商在第一區的分佈（ $\tau=0.4$ ）

四、兩部門課不同稅率

本小節乃討論兩部門的稅率不同所產生的影響。將農業部門的稅率均固定 ($t_1^A = t_2^A = 0.1$)，然後變動製造業部門勞工的稅率 ($t_1^M = t_2^M = t^M$)，以探討製造業廠商在兩區的分佈情況。當運輸成本較低時 ($\tau = 0.7$)，廠商在兩區的分佈呈現核心邊陲型態，未隨稅率的高低而改變 (見圖 7)。當運輸成本較高時 ($\tau = 0.4$)，產業呈現分散對稱型態，未隨稅率的高低而改變 (見圖 8)。

五、對公共財的偏好

住戶對公共財的偏好會扮演什麼角色呢？效用函數中參數 δ 的值較大表示住戶們可以獲得較高的效用水準，因此，可以表示住戶對公共財的偏好較高。當運輸成本較低時 ($\tau = 0.7$)，產業呈現核心邊陲型態，變動參數 δ 對產業分佈未產生影響 (見圖 9)。當運輸成本較高時 ($\tau = 0.4$)，隨公共財偏好參數的上升，產業從分散對稱型態改變成核心邊陲型態，在其中階段 ($0.16 < \delta < 0.25$)，廠商呈現不對稱的分佈型態 (見圖 10)。這表示對公共財的偏好在

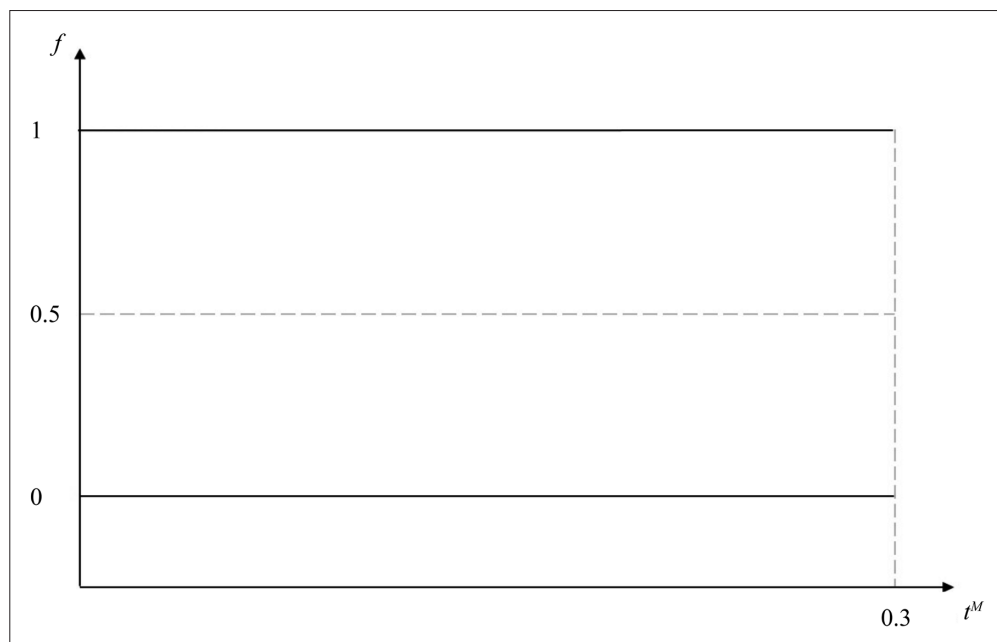


圖 7：低運輸成本時製造業廠商勞工稅率變動下製造業廠商的分佈 ($\tau = 0.7$)



圖 8：高運輸成本時製造業廠商勞工稅率變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.4$ ）

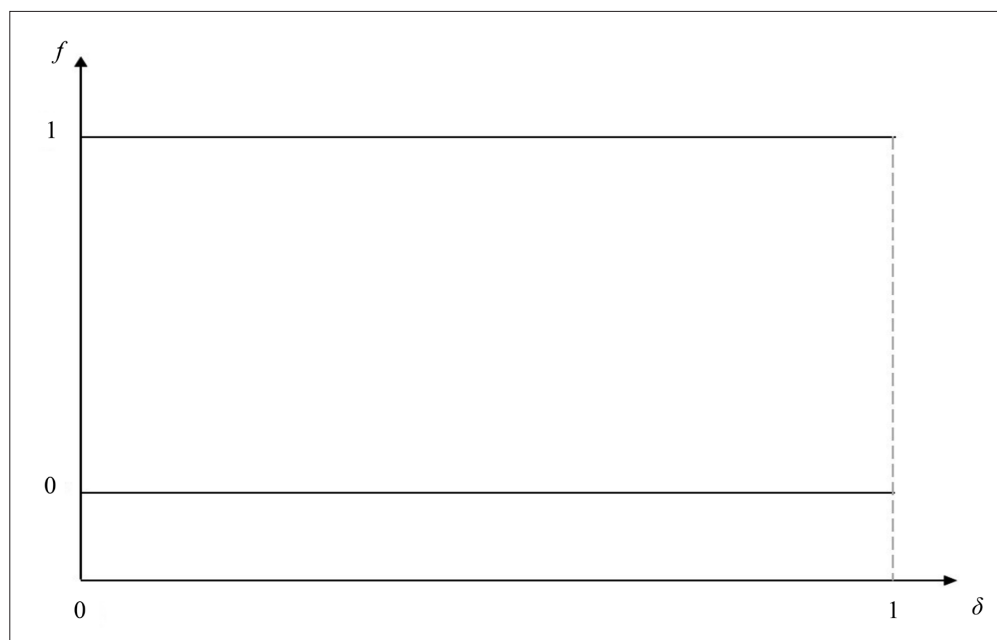


圖 9：低運輸成本時公共財偏好變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.7$ ）

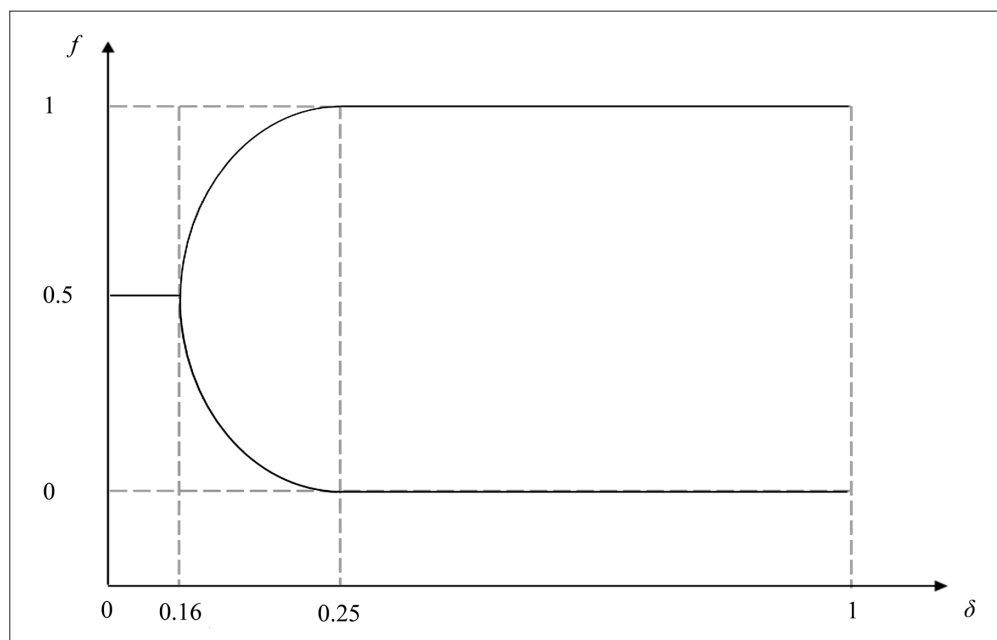


圖 10：高運輸成本時公共財偏好變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.4$ ）

運輸成本較高時對於廠商分佈影響較大，因為公共財的提供增強廠商聚集的力量，故使廠商分佈的型態由分散改變成聚集。

伍、中央公園形式

本節乃假設公共財位於市中心（CBD），而非平均分佈於都市中。此類公共財可以想像位於市中心的中央公園，或一些位於市中心的博物館，以及提供服務的市政機構或設施。假設住戶消費此類公共財的成本僅為到達成本，此成本決定於與 CBD 的距離。為簡化分析，住在區位為 x 的製造業勞工之到達成本假設為到達距離的線性函數：

$$D(x)=gx, \quad g \in [0, 1], \quad (32)$$

其中 g 為到達公共財的單位距離成本。

對於農業勞工而言，假設至此公共財的到達距離皆為都市邊界至市中心的距離，則其到達成本為：

$$D_A(x_k) = gx_k, \quad g \in [0, 1], \quad (33)$$

其中 x_k 為都市 k 的邊界。此外，所得限制式需修改第二節的限制式，而將公共財的到達成本(32)與(33)加進(3)與(4)兩方程式的左側。然後，依照先前的步驟，可知位於都市邊界的製造業勞工以及農業勞工對製造業財貨的消費分別為：

$$C_{Mk} = \mu \frac{w_k^M(1-t_k^M) - T(x_k) - D(x_k)}{P_{MK}}, \quad (34)$$

$$C_{Ak} = \mu \frac{w_k^A(1-t_k^A) - D_A(x_k)}{P_{MK}}。 \quad (35)$$

而地租函數為：

$$r(x) = r_{0k} \left[1 - \frac{T(x) + D(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right]^{1/\gamma}, \quad k=1, 2。 \quad (36)$$

假設中央公園形式的公共財乃從 CBD 至 x_{pk} 為半徑的範圍，而向兩類勞工課稅的稅收可用來負擔提供此公共財的成本，表示為：

$$\int_0^{x_{pk}} 2\pi x \cdot r(x) dx = t_k^A \frac{(1-\mu)}{2} + t_k^M w_k L_k, \quad k=1, 2。 \quad (37)$$

提供此公共財的土地與總土地的比例為：

$$O_k = \frac{\int_0^{x_{pk}} 2\pi x dx}{\int_0^{x_k} 2\pi x dx}, \quad k=1, 2。 \quad (38)$$

製造業勞工的人數為：

$$L_M = \int_{x_{pk}}^{x_k} \frac{2\pi x}{C_{Sk}} dx = \frac{2\pi r(x_k) \int_{x_{pk}}^{x_k} x \left(1 - \frac{T(x) + D(x)}{w_k(1-t_k^M)} \right)^{1/\gamma-1} dx}{\gamma w_k(1-t_k^M) \left(1 - (T(x) + D(x)) / w_k(1-t_k^M) \right)^{1/\gamma}}, \quad k=1, 2。 \quad (39)$$

兩區的可支配所得為：

$$Y_k = [(1-t_k^A) - gx_k] \frac{1-\mu}{2} + \varphi_k w_k L_k, \quad k=1, 2, \quad (40)$$

其中製造業勞工的可支配所得與總所得之比例為：

$$\varphi_k = \frac{(1-t_k^M) \int_{x_{pk}}^{x_k} x (1 - (T(x) + D(x)) / w_k (1 - t_k^M))^{1/\gamma} dx}{\int_{x_{pk}}^{x_k} x (1 - (T(x) + D(x)) / w_k (1 - t_k^M))^{1/\gamma-1} dx}, \quad k=1,2. \quad (41)$$

此外，用以判斷製造業勞工是否在兩區移動的兩區間接效用比值為：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{w_1(1-t_1^M) - (g+h)x_1}{w_2(1-t_2^M) - (g+h)x_2} \cdot \left[\frac{f w_1^{1-\sigma} + (1-f)(w_2/\tau)^{1-\sigma}}{f(w_1/\tau)^{1-\sigma} + (1-f)w_2^{1-\sigma}} \right]^{\frac{\mu}{\sigma-1}} \left(\frac{\int_0^{x_{p1}} 2\pi x dx}{\int_0^{x_{p2}} 2\pi x dx} \right)^\delta. \quad (42)$$

由於本節的均衡分析與第三節類似，故不再贅述，下文以數值模擬探討運輸成本在高低不同的情況下，產業的分佈情況。

一、基本案例

本小節的基本案例之參數值與 4.1 相同，並加入 $g=0.2$ 。數值模擬類似上一節的過程，但是再加入(37)式以得到中央公園形式公共財的半徑 x_{pk} 。在各種運輸成本情況下，製造業廠商（勞工）在兩區的分佈情形見圖 11。此分佈

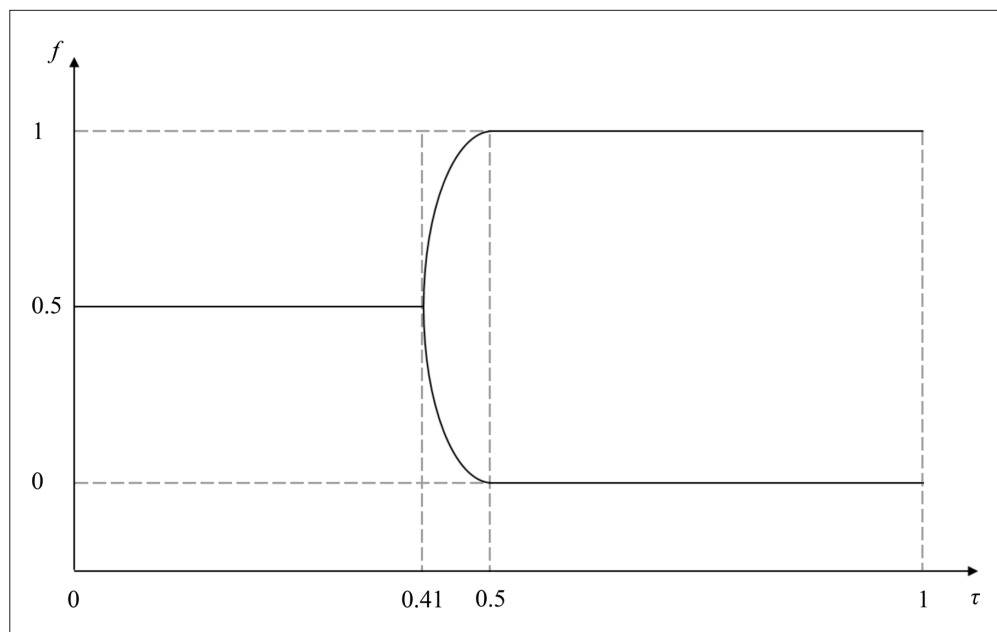


圖 11：運輸成本變動時製造業廠商（勞工）的分佈（中央公園形式）

與公共財平均分佈的結果類似，但是呈現對稱分散型態的運輸成本範圍比公共財平均分佈時為小，而呈現較大範圍的不對稱分佈，至於核心邊陲型態的運輸成本範圍則類似。

二、提供公共財的稅率變動

同 4.2 小節，本小節的分析乃假設提供公共財的稅率在兩區相等。當運輸成本較低時（ $\tau=0.7$ ），廠商在兩區的分佈呈現核心邊陲型態，不受公共財提供之稅率的影響（見圖 12）。當運輸成本較高時（ $\tau=0.4$ ），產業呈現分散的對稱分佈（見圖 13）。此與公共財平均分佈的情況（圖 4）相同。

三、兩區課不同稅率

本小節乃將第二區的製造業勞工與農業勞工的稅率均固定（ $t_2^A=t_2^M=0.1$ ），然後變動第一區的稅率（ $t_1^A=t_1^M=t_1$ ）。當運輸成本較低時（ $\tau=0.7$ ），第一區稅率變動下廠商在第一區的分佈與公共財平均分佈情況的圖 5 類似（見圖 14）。

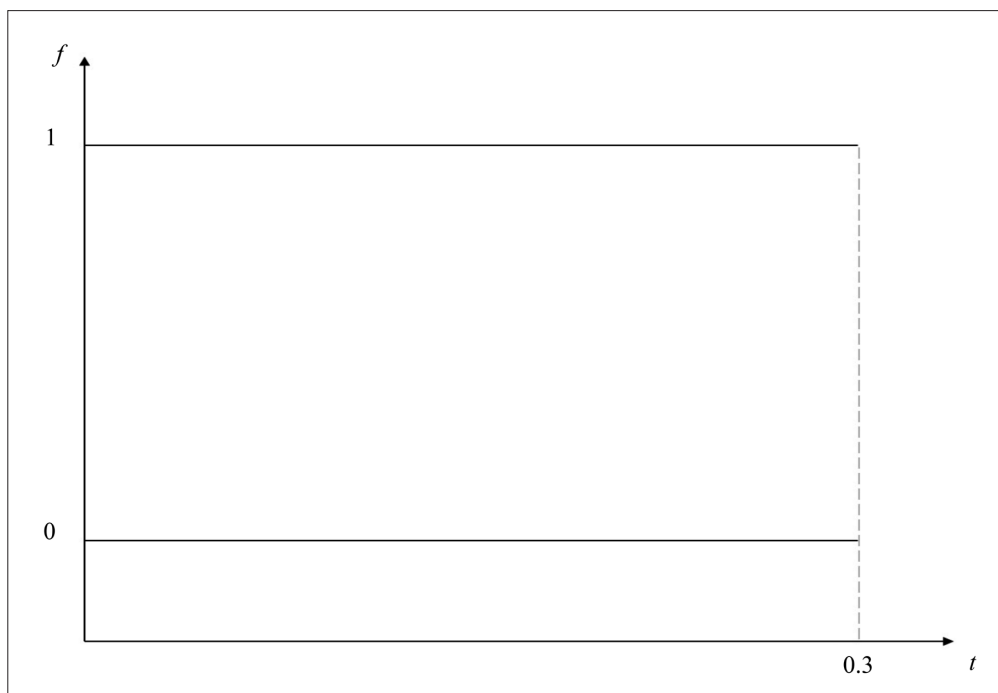


圖 12：低運輸成本時稅率變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.7$ ）（中央公園形式）

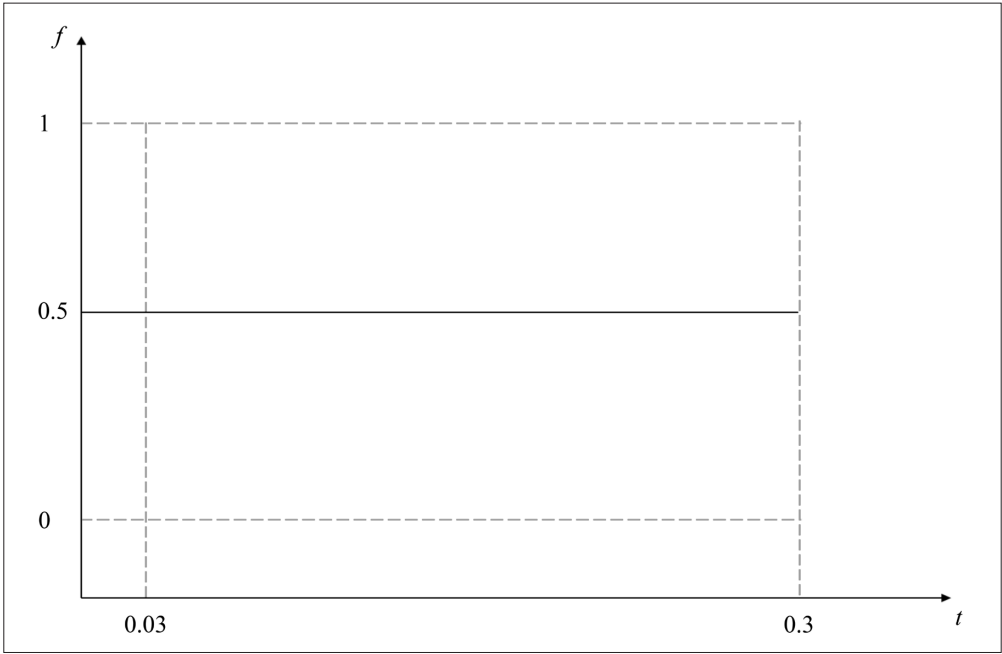


圖 13：高運輸成本時稅率變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.4$ ）（中央公園形式）

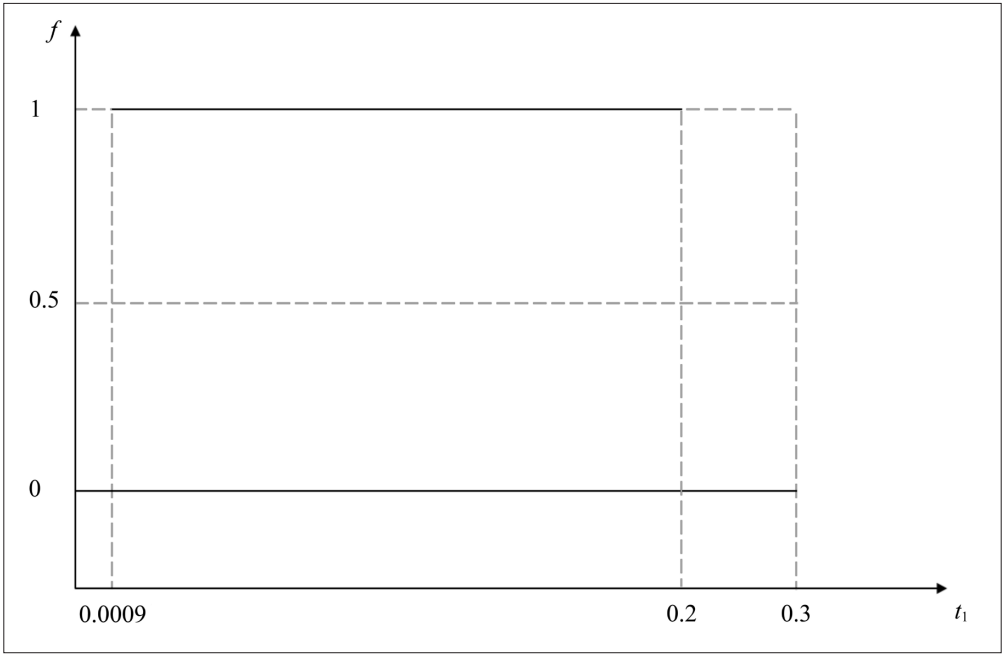


圖 14：低運輸成本時第一區稅率變動下製造業廠商在第一區的分佈（ $\tau=0.7$ ）（中央公園形式）

當運輸成本較高 ($\tau=0.4$)，稅率過高 ($t_1>0.18$) 或過低 ($t_1<0.001$) 時，只有無廠商的結果。稅率與對手接近時，有不對稱的分散分佈，當 $0.031<t_1<0.1$ 時，廠商在第一區的分佈高於第二區；當 $t_1=0.031$ 或 0.1 時，兩區剛好呈現平均分佈；而當 t_1 略高於 0.1 或略低於 0.031 時，廠商在第一區的分佈則低於第二區（見圖 15）。此與圖 6 情況類似。

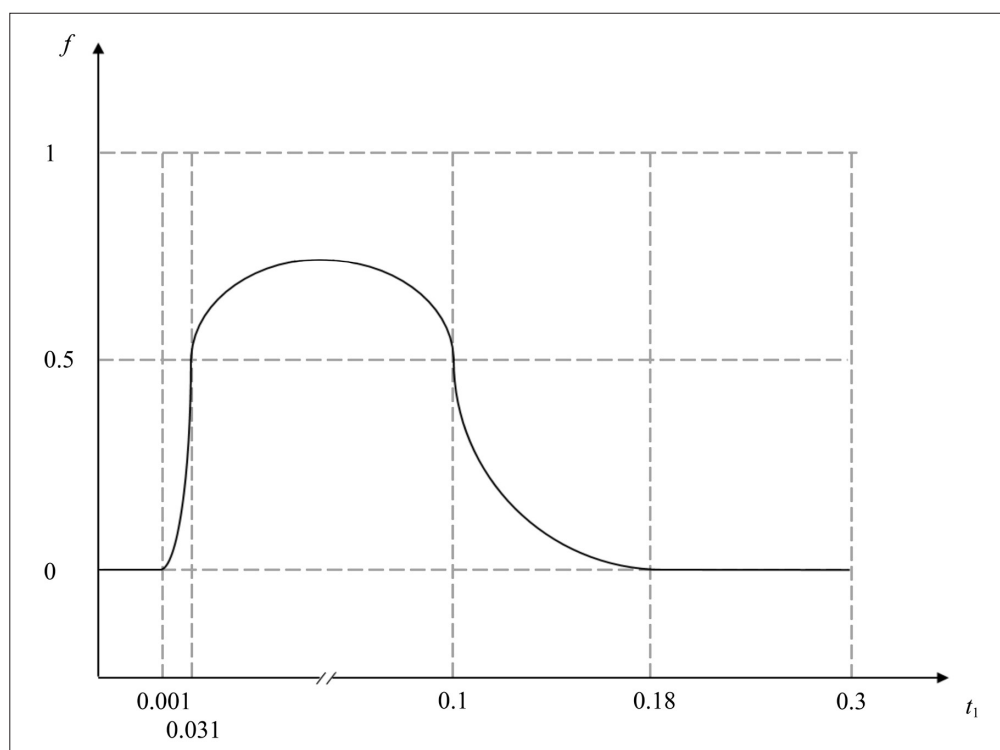


圖 15：高運輸成本時第一區稅率變動下製造業廠商在第一區的分佈
($\tau=0.4$) (中央公園形式)

四、兩部門課不同稅率

本小節將農業部門的稅率均固定 ($t_1^A=t_2^A=0.1$)，然後變動製造業部門勞工的稅率 ($t_1^M=t_2^M=t^M$)。當運輸成本較低時 ($\tau=0.7$)，廠商在兩區的分佈與公共財平均分佈情況的圖 7 相同（見圖 16），產業均呈現核心邊陲型態，未受稅率的影響。當運輸成本較高 ($\tau=0.4$)，稅率介於 0.13 與 0.22 之間時，產業呈現些微不對稱的分佈型態（見圖 17），與公共財平均分佈情況時僅有

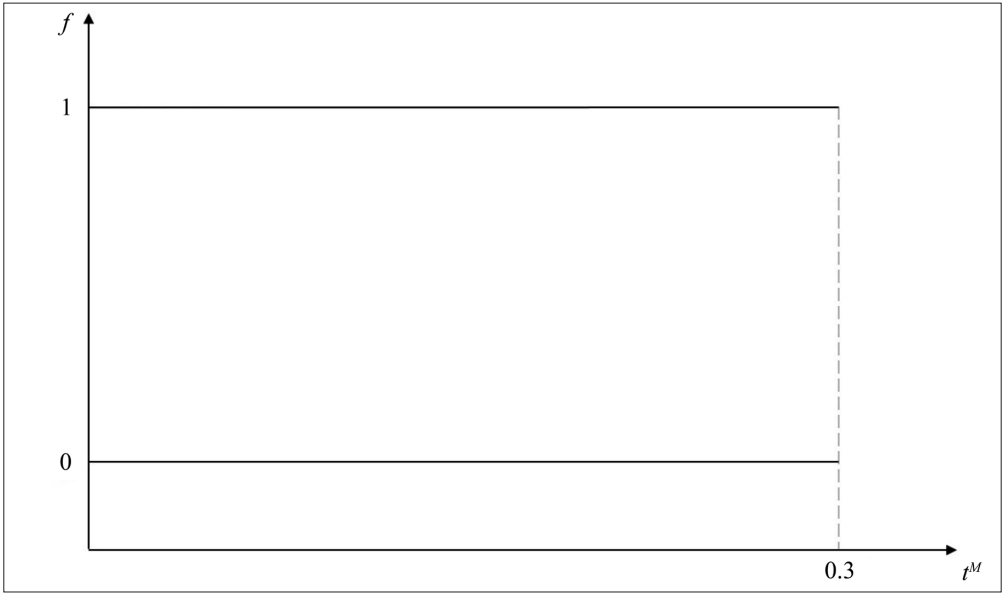


圖 16：低運輸成本時製造業廠商勞工稅率變動下製造業廠商的分佈
($\tau=0.7$) (中央公園形式)

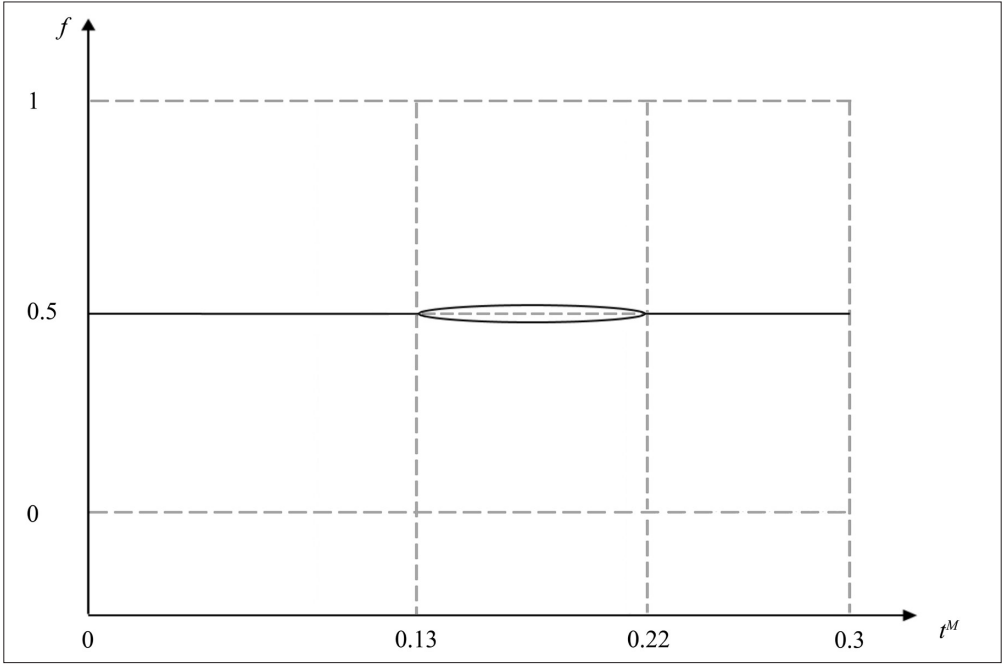


圖 17：高運輸成本時製造業廠商勞工稅率變動下製造業廠商的分佈
($\tau=0.4$) (中央公園形式)

對稱分佈（圖 8）不同。

五、對公共財的偏好

住戶對公共財偏好的改變對產業分佈的影響類似公共財平均分佈提供之情況。當運輸成本較低時（ $\tau=0.7$ ），與公共財平均分佈提供之情況相同，產業呈現核心邊陲型態，變動參數 δ 對產業分佈未受偏好變動之影響（見圖 18）。當運輸成本較高時（ $\tau=0.4$ ），隨公共財偏好參數的上升，產業從分散對稱型態改變成核心邊陲型態，在其中階段（ $0.1 < \delta < 0.22$ ），廠商呈現不對稱的分佈型態（見圖 19）。此與圖 10 情況類似。

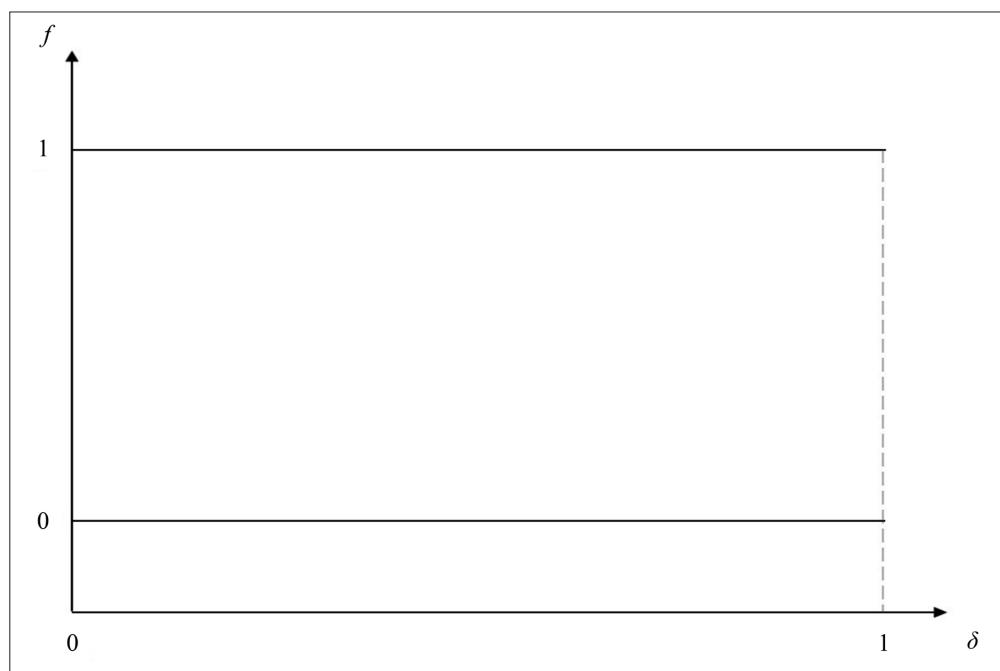


圖 18：低運輸成本時公共財偏好變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.7$ ）
（中央公園形式）

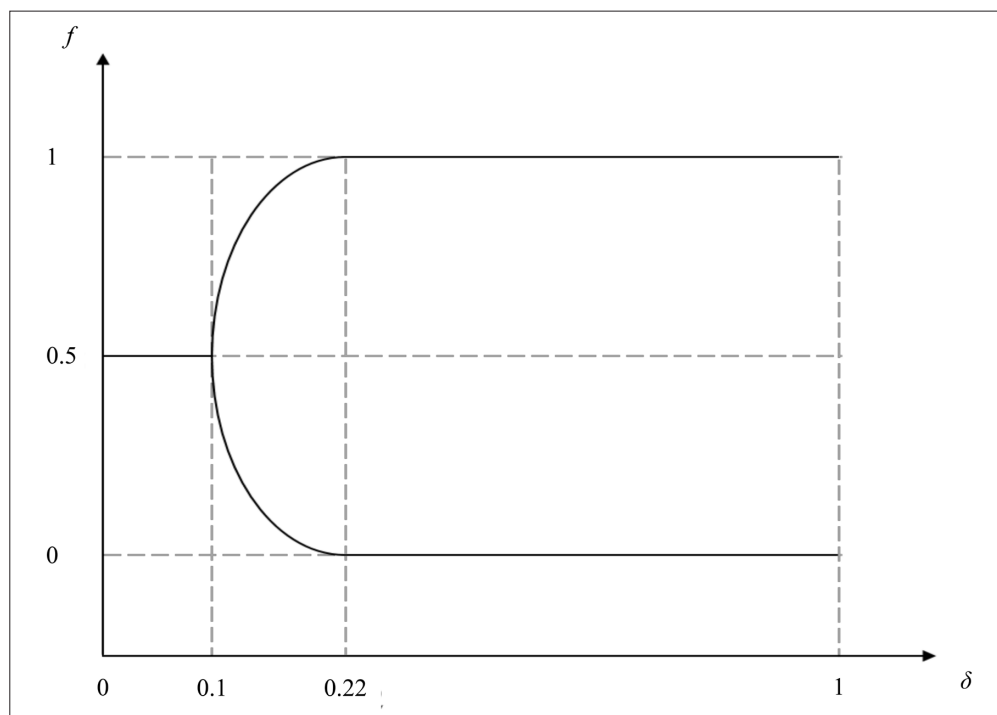


圖 19：高運輸成本時公共財偏好變動下製造業廠商的分佈（ $\tau=0.4$ ）

（中央公園形式）

陸、兩種公共財提供方式結果的比較

本研究探討的公共財提供方式有兩種：平均分佈形式與中央公園形式，其對於產業分佈的影響，前文已從各個層面分析探討，以下乃將結果的比較作一整理（見表 1）。就整體的趨勢來看，中央公園形式的公共財提供會影響產業對稱分佈的維持，尤其是運輸成本較高時（ $\tau=0.4$ ）各項參數的變動，可以達到對稱分佈的參數範圍極小，表示對稱分佈非常不易達成。從基本案例對運輸成本變化的結果來看，中央公園形式產生的產業對稱分佈之運輸成本範圍也比較小。探究其原因，這兩種公共財對於效用函數的影響參數是相同的，但是，使用這兩種公共財所花的費用不同，中央公園形式的公共財需要負擔居住點至中央公園的到達成本，而平均分佈形式的公共財則不需此項成本。由於製造業財貨的支出是可支配所得的固定比例，在中央公園形式的可

表 1：不同公共財提供形式得到的產業分佈比較

公共財形式	基本案例 運輸成本 變動	同稅率變動		製造業部門 稅率變動		偏好變動	
		$\tau=0.7$	$\tau=0.4$	$\tau=0.7$	$\tau=0.4$	$\tau=0.7$	$\tau=0.4$
平均分佈	A(0,0.46) B(0.46,0.52) C(0.52,1)	C(0,0.3)	A(0,0.3)	C(0,0.3)	A(0,0.3)	C(0,1)	A(0,0.16) B(0.16,0.25) C(0.25,1)
中央公園	A(0,0.41) B(0.41,0.5) C(0.5,1)	C(0,0.3)	A(0,0.3)	C(0,0.3)	A(0,0.13) B(0.13,0.22) C(0.22,0.3)	C(0,1)	A(0,0.1) B(0.1,0.22) C(0.22,1)

A：對稱分佈，B：不對稱分佈，C：核心邊陲型態。括弧中的數字表示該分佈型態存在的參數範圍。

支配所得較低的情況下，因製造業財貨需求所衍生的產業效果分佈的力量亦較低，相對而言，公共財影響廠商對稱（分散）分佈的力量就較強，使得中央公園形式的公共財提供較不易達成產業的對稱分佈型態。

柒、結論

本研究探討公共財之提供對於產業在 NEG 架構下之分佈的影響。公共財的土地成本與土地資源的稀少性是探討此公共財提供之重要特色。

本研究較重要的發現如下：(一)與具有土地成本但無公共財提供之 Tabuchi (1998) 相較，本模型有較強的聚集向心力；而與提供公共財但無考量土地成本之 Andersson and Forslid (2003) 比較，本模型顯示較強的離心力，因為提供公共財具土地成本，且會減少可供住宅使用的土地。(二)有別於 Tabuchi (1998) 的結果，當兩區的運輸成本較低時，若兩區的公共財提供之稅率相等，產業分佈有兩種可能性：完全聚集於兩區中任一區或對稱分散。(三)若兩區提供公共財之稅率相同，則產業在兩區之分佈未受此稅率高低之影響。(四)若兩區提供不同水準之公共財且運輸成本較高時，則略低於對手的稅率能吸引略多於對手的廠商。(五)中央公園形式的公共財比空間均勻分佈形式更不易達成產業的對稱分佈型態。

未來可能的研究方向如下：首先，本研究對於公共財提供乃外生決定，未來可考慮內生決定，兩地方政府進行租稅競爭形式的公共財提供。其次，因為模型的架構設定過於複雜，除了運輸成本較為極端的情況下，本研究的分析以數值模擬為主，建議未來的研究可考慮模型架構的重新處理，而採分析解的方式探討。

附 錄

當運輸成本為零時， $\tau=1$ 。將此條件代入(31)式可得 $\Phi=1$ ，故 $V_1/V_2=\Gamma \cdot \Omega^\delta$ ，

$$\frac{\partial(V_1/V_2)}{\partial f} = \Omega^\delta \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial f} + \Gamma \cdot \frac{\partial \Omega^\delta}{\partial f},$$

其中

$$\frac{\partial \Gamma}{\partial f} = \frac{-h \frac{\partial x_1}{\partial f} [w_2(1-t_2^M) - h \cdot x_2] + h \frac{\partial x_2}{\partial f} [w_1(1-t_1^M) - h \cdot x_1]}{[w_2(1-t_2^M) - h \cdot x_2]^2},$$

因為 $\frac{\partial x_1}{\partial f} > 0$ ，且 $\frac{\partial x_2}{\partial f} < 0$ ，故 $\frac{\partial \Gamma}{\partial f} < 0$ 。

$$\frac{\partial \Omega^\delta}{\partial f} = \delta \Omega^{\delta-1} \left(\Omega_1 \frac{\partial \Omega_2}{\partial f} + \Omega_2 \frac{\partial \Omega_1}{\partial f} \right),$$

$$\text{令 } \Omega = \Omega_1 \Omega_2, \text{ 其中 } \Omega_1 = \frac{t_1^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_1^M w_1 \mu f}{t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f)} \cdot \frac{\int_0^{x_1} 2\pi x dx}{\int_0^{x_2} 2\pi x dx}, \Omega_2 = \frac{\int_0^{x_2} 2\pi x \cdot r(x) dx}{\int_0^{x_1} 2\pi x \cdot r(x) dx}.$$

其中

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Omega_1}{\partial f} &= \frac{t_1^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_1^M w_1 \mu f}{t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f)} \cdot \frac{2x_2^2 (\partial x_1 / \partial f) - 2x_1^2 (\partial x_2 / \partial f)}{x_2^4} + \frac{x_1^2}{x_2^2} \\ &\quad \cdot \frac{t_1^M w_1 \mu \left[t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f) \right] + t_2^M w_2 \mu \left[t_1^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_1^M w_1 \mu f \right]}{\left[t_2^A \left(\frac{1-\mu}{2} \right) + t_2^M w_2 \mu (1-f) \right]^2}, \\ \frac{\partial \Omega_2}{\partial f} &= \frac{x_2 r(x_2) (\partial x_2 / \partial f) \int_0^{x_1} x \cdot r(x) dx - x_1 r(x_1) (\partial x_1 / \partial f) \int_0^{x_2} x \cdot r(x) dx}{\left[\int_0^{x_1} x \cdot r(x) dx \right]^2}, \end{aligned}$$

因爲 $\frac{\partial x_1}{\partial f} > 0$ ，且 $\frac{\partial x_2}{\partial f} < 0$ ，故 $\frac{\partial \Omega_1}{\partial f} > 0$ ， $\frac{\partial \Omega_2}{\partial f} < 0$ 。

以下針對分散與聚集兩種分佈予以說明：

- (1) 當 $f=0.5$ 時，由(31)式可得 $V_1/V_2=1$ ，表示兩區間接效用函數相等。另外，若製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較低時， $\frac{\partial \Omega^b}{\partial f}$ 爲負或較小的正值，因 $\frac{\partial \Gamma}{\partial f} < 0$ ，可得 $\partial(V_1/V_2)/\partial f < 0$ ，故保證平均分佈 $(L_1, L_2)=(\mu/2, \mu/2)$ 爲穩定均衡。
- (2) 當 $f=1$ 時，需滿足 $V_1/V_2 > 1$ ，才能保證聚集於第一區 $(L_1, L_2)=(\mu, 0)$ 爲穩定均衡。若製造業勞工增加而導致稅收增加率與土地增加率較高時， $\frac{\partial \Omega^b}{\partial f}$ 爲較大正值，且高過 $\frac{\partial \Gamma}{\partial f} < 0$ 的效果，可得 $\partial(V_1/V_2)/\partial f > 0$ ，則因 $f=0.5$ 時， $V_1/V_2=1$ ，故可知 $f=1$ 時， $V_1/V_2 > 1$ 。

參考資料

- Alonso, W.
1964 *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Andersson, F. and R. Forslid
2003 "Tax Competition and Economic Geography," *Journal of Public Economic Theory* 5(2): 279-303.
- Baldwin, R. and P. Krugman
2004 "Agglomeration, Integration and Tax Harmonisation," *European Economic Review* 48(1): 1-23.
- Baldwin, R., R. Forslid, Ph. Martin, G. Ottaviano, and F. Robert-Nicoud
2003 *Economic Geography and Public Policy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Dembour, C. and X. Wauthy
2009 "Investment in Public Infrastructure with Spillovers and Tax Competition between Contiguous Regions," *Regional Science and Urban Economics* 39(6): 679-687.
- Dixit, A. K. and J. E. Stiglitz
1977 "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *The American Economic Review* 67(3): 297-308.
- Fenge, R., M. von Ehrlich, and M. Wrede
2009 "Public Input Competition and Agglomeration," *Regional Science and Urban Economics* 39(5): 621-631.
- Fujita, M.
2012 "Thünen and the New Economic Geography," *Regional Science and Urban Economics* 42(6): 907-912.
- Fujita, M. and J.-F. Thisse
2009 "New Economic Geography: An Appraisal on the Occasion of Paul Krugman's 2008 Nobel Prize in Economic Sciences," *Regional Science and Urban Economics* 39(2): 109-119.
- Helpman, E.
1998 "The Size of Regions," pp. 33-54 in D. Pines, E. Sadka, and I. Zilcha (eds.), *Topics in Public Economics: Theoretical and Applied Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Henderson, J. V.
1974 "The Sizes and Types of Cities," *The American Economic Review* 64(4): 640-656.
- Hotelling, H.
1929 "Stability in Competition," *The Economic Journal* 39(153): 41-57.
- Ihara, R.
2008 "Transport Costs, Capital Mobility and the Provision of Local Public Goods," *Regional Science and Urban Economics* 38(1): 70-80.

- Kind, H. J., K. H. M. Knarvik, and G. Schjelderup
2000 "Competing for Capital in a 'Lumpy' World," *Journal of Public Economics* 78(3): 253-274.
- Krugman, P. R.
1991 "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy* 99(3): 483-499.
2011 "The New Economic Geography, Now Middle-Aged," *Regional Studies* 45(1): 1-7.
- Krugman, P. R. and A. J. Venables
1995 "Globalization and the Inequality of Nations," *The Quarterly Journal of Economics* 110(4): 857-880.
- Lanaspa, L. F. and F. Sanz
1999 "Krugman's Core-Periphery Model with Heterogeneous Quality of Land," *Urban Studies* 36(3): 499-507.
- Ludema, R. D. and I. Wooton
2000 "Economic Geography and the Fiscal Effects of Regional Integration," *Journal of International Economics* 52(2): 331-357.
- Marshall, A.
1920 *Principles of Economics*, 8th ed. London: Macmillan.
- Martin, P. and C. A. Rogers
1995 "Industrial Location and Public Infrastructure," *Journal of International Economics* 39(3-4): 335-351.
- McCann, P.
2013 *Modern Urban and Regional Economics*, 2nd ed. New York, NY: Oxford University Press.
- Murata, Y. and J.-F. Thisse
2005 "A Simple Model of Economic Geography à la Helpman-Tabuchi," *Journal of Urban Economics* 58(1): 137-155.
- Muth, R. F.
1969 *Cities and Housing: The Spatial Pattern of Urban Residential Land Use*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Puga, D.
1999 "The Rise and Fall of Regional Inequalities," *European Economic Review* 43(2): 303-334.
- Samuelson, P. A.
1954 "The Transfer Problem and Transport Costs, II: Analysis of Effects of Trade Impediments," *The Economic Journal* 64(254): 264-289.
- Spence, A. M.
1976 "Product Selection, Fixed Costs, and Monopolistic Competition," *The Review of Economic Studies* 43(2): 217-235.
- Tabuchi, T.
1998 "Urban Agglomeration and Dispersion: A Synthesis of Alonso and Krugman," *Journal of Urban Economics* 44(3): 333-351.

- Tiebout, C. M.
1956 "A Pure Theory of Local Expenditures," *Journal of Political Economy* 64(5): 416-424.
- Tsai, J. F.
2017 "Agglomeration and Local Public Goods with Spillovers," *Academia Economic Papers* 45(1): 129-164.
- von Thünen, J. H.
1966 *Von Thünen's Isolated State (Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie)*, C. M. Wartenberg (trans.), P. Hall (ed.). Oxford: Pergamon Press.
- von Ehrlich, M. and T. Seidel
2013 "More Similar Firms—More Similar Regions? On the Role of Firm Heterogeneity for Agglomeration," *Regional Science and Urban Economics* 43(3): 539-548.
- Wilson, J. D.
1999 "Theories of Tax Competition," *National Tax Journal* 52(2): 269-304.
- Yang, X.
2014 "Labor Market Frictions, Agglomeration, and Regional Unemployment Disparities," *The Annals of Regional Science* 52(2): 489-512.
- Zeng, D.-Z. and T. Uchikawa
2014 "Ubiquitous Inequality: The Home Market Effect in a Multicountry Space," *Journal of Mathematical Economics* 50: 225-233.
- Zhou, Y.
2017 "Urban Wage Inequality and Economic Agglomeration," *The Annals of Regional Science* 59(2): 475-494.
- Zodrow, G. R. and P. Mieszkowski
1986 "Pigou, Tiebout, Property Taxation, and the Underprovision of Local Public Goods," *Journal of Urban Economics* 19(3): 356-370.

Local Public Goods with Land Costs and Industrial Agglomeration

Jyh-fa Tsai

Distinguished Professor

Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University

Wei-ming Lin

Master

Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University

Chian-yue Wang

Assistant Professor

Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University

ABSTRACT

Under the new economic geography framework, this study analyzes the effect of provision of public goods on industrial distribution between two regions. The major properties for provision of local public goods are the endogenous land rent for land costs and the scarcity of land resources. This study explores two patterns of public goods, a uniformly spreading pattern and a concentrated pattern in the city center. Comparing with Tabuchi (1998), our model can increase the centripetal force for agglomeration due to the increase in utility level. When transportation costs are small and tax rates for provision of local public goods are equal, industrial distribution has two types, full agglomeration at one region or symmetric dispersion. However, compared with Andersson and Forslid (2003), our model shows the centrifugal force for dispersion increases with a higher tax rate because the provision of public goods needs land and thus reduces the land available for housing.

Key Words: local public goods, new economic geography, land rent, core-periphery, tax