

# Innovation, Firm Size Distribution, and Gains from Trade

Introduction by 楊樂思 (R06323049)

## 1 What is the question of the paper?

首先，作者在文章中把創新，分成兩種不同的類型：**產品創新** (product innovation)，也就是如何研發創造出異質性商品的創新，作者認為這主要是商品進入市場前的成本；另一種是**過程創新** (process innovation)，也就是在商品進入市場後，如何提升商品的生產力 (productivity) 的研究。這篇文章著重後者，所以文章中 productivity 跟 innovation 是有點混著用。

接下來，在過去的實證文獻之中，一些研究發現廠商的生產力、規模的分配會滿足 **power law**，這篇文章就想從理論角度：

- (1.) 考慮貿易之前，也就是封閉經濟 (close economy) 時，廠商的生產力、規模的分配是不是會內生的顯現出 power law？
- (2.) 考慮貿易之後，也就是開放經濟 (open economy) 時，廠商的生產力、規模的分配是不是會內生的顯現出 power law？
- (3.) 接下來，作者想要看廠商決定出口與否的決策，以及一些外生變量的改變怎麼影響廠商？

最後，作者回到 ACR 論文的重點：

- (4.) 貿易是否會提升社會福利 (social welfare)，提升多少？還有，跟 Melitz (2003) 的模型結果進行比較。

## 2 Why should we care about it?

本篇文章是一篇貿易理論的文章，異質性廠商的分析在過去的二十年不斷發展，自從 Melitz (2003) 的文章發展了一套「異質性廠商的動態產業模型」來分析「國際貿易中的跨產業效果」之後，到了這篇文章引用最多的 Arkolakis, Costas, and Rodriguez-Clare (ACR, 2012) 的文章，也是利用 Melitz (2003) 理論模型來進行對異質性廠商的分析。

但是，這些文章都沒有解釋到底為甚麼實證上能一直發現廠商的生產力、規模的分配會展現 power law。本文是第一篇把創新的過程加進 Melitz 理論模型，推導出來 power laws 是模型內生的性質，這也是這篇文章最主要的貢獻。

另外，作者認為他們 calibration 的社會福利變化比 Melitz 的模型高出 40% (由 calibration 中得出  $\tau = 2.097$  所對應的社會福利增加得出)，是因為創新會受到貿易成本影響更多 (i.e., iPhone 零件的產地)，所以作者認為他們的模型更真實的反映成本對社會福利的影響。

**作者提出的例子：** Trump 對中國產品提升關稅，根據他們的模型是應當會有很大的影響，因為貿易成本上升會影響的是中國大型的企業。

## 3 What is the authors' answer?

(1.) 在封閉經濟體模型，也就是還沒有任何貿易的情況下，在 Assumption 1 跟 2 的條件下，廠商的生產力分配可以被近似成  $g(\varphi) \approx \frac{K}{F(\gamma_D)} \frac{C_Q^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}}{C_L} \sigma^{\frac{\theta}{\sigma}} \varphi^{-\theta-1}$ ，也就是服從 tail index 為  $\theta$  的 power law (**Proposition 1**)；廠商的規模分配也可以被

近似成  $g(s) \approx \frac{K}{F(\gamma_D)} \frac{C_Q^{\frac{\beta\sigma-1}{\sigma}}}{C_L} (\sigma-1)^{\beta} s^{-\frac{\theta}{\sigma-1}-1}$ ，也就是服從 tail index 為  $\frac{\theta}{\sigma-1}$  的 power law (**Corollary 1**)。\* **最重要的結果！**

(2.) 在開放經濟體模型， $n+1$  個城市的廠商可以互相交易，同樣的在 Assumption 1 跟 2 的條件下，作者證明了廠商的生產力也可以被近似成滿足 tail index 為  $\min_j \theta_{ij}$  的 power law 的函數 (Proposition 2 前的一段)，和廠商的規模可以被近似成滿足 tail index 為  $\min_j \frac{\theta_{ij}}{\sigma_j-1}$  的 power law 的函數 (**Proposition 2**)。

(3-1.) 在  $\kappa_e \in (0, E(\Pi)|_{\gamma_D=1})$  時，均衡存在且唯一，而且有的廠商會出口，有的不會。(**Proposition 3**)

(3-2.) 在得出各個變數在均衡時的形式，作者進一步考慮各變數之間的關係和比較，證明了 (**Proposition 4**)

情景	供本國商品 R&D 失敗率 $\gamma_D$	供外國商品 R&D 失敗率 $\gamma_X$	廠商生產力 $\varphi$
(1) 供本國商品成本 $\kappa_D$ 上升	下跌	上升	上升
(2) 出口商品成本 $\kappa_X$ 上升	上升	下跌	上升
(3) 貿易成本 $\tau$ 上升	上升	下跌	上升

(4-1.) 貿易變化為  $\frac{dnW}{dn\tau} = \frac{1}{\epsilon} \frac{dn\lambda}{dn\tau} = -(1-\lambda)$  以及貿易彈性  $\epsilon$  (見 formula 42)，其中  $\lambda = \frac{\Gamma_D + (\phi(\sigma^{\sigma-1}-1)\Gamma_X)}{\Gamma_D + [(1+n\tau)(1-\sigma)\phi(\sigma-1)-1]\Gamma_X}$  是本國支出比例， $\Gamma_z = \int_0^{\gamma_z} \gamma^{-\frac{\sigma-1}{\sigma}} dF(\gamma)$  函數是衡量廠商生產力在  $(0, \gamma_z)$  間的預期利潤 (**Proposition 5**)；

在不考慮出口成本的時候 (i.e.,  $\kappa_X = 0$ )，R&D 失敗率 ( $\gamma$ ) 低於  $\gamma_D^{\kappa_X=0}$  廠商能存活並選擇出口，社會福利函數會滿足 ACR formula，而且貿易彈性會是常數  $\epsilon^{\kappa_X=0} = 1 - \sigma < 0$  (**Proposition 6**)。

(4-2.) 作者這邊有很多零散的參數結果，其中最主要的是他們的社會福利變化。像是 **Figure 3** 中的  $|\frac{dnW}{dn\tau}|$  的曲線，IN 的曲線在不同的貿易成本  $\tau > 0$  之下，都是在 MP 所計算出來的值之上。

**註：**作者圖中的 PI 應該是筆誤，因為全文沒有這個縮寫。

## 4 How did the author get there?

(1-1.) 從簡單的封閉經濟體模型出發，先假設有  $N$  個同質個體，經濟體內每個產業都有 1 單位的勞動力作為稟賦：

需求面：個人的效用函數： $U = \int_{v \in \Upsilon} u(q(v)) dv$ ， $\Upsilon$  是 R&D 失敗率所服從的分配；預算限制式： $\int_{v \in \Upsilon} p(v)q(v)dv = w$ ；

供給面：廠商的利潤函數： $\pi(\varphi) = pq - \varphi^{-1}q - \kappa_D$ ， $\varphi$  是生產力， $\kappa_D$  是勞動力的需求 (假設  $w = 1$ ，所以也是勞動成本)

- (1-2.) 接下來，作者把 R&D 活動刻畫成一連串的實驗，而且一旦失敗則終止：失敗率為  $\gamma$  (服從  $\Upsilon$  分配)、每個階段需要投入 1 單位勞動力 (i.e., 1 位 RA)、成功則能增加下一階段的 quality (不知道它具體是甚麼，但我的理解是，像是知識的累積。廠商不斷的研發，之前成功的經驗可以為下一階段研發的方向帶來正面的幫助)。(概念可以看 Figure 1)
- (1-3.) 為了要得到廠商生產力分配和廠商規模的分配，作者需要讓他們滿足一些好的性質 (i.e., varies smoothly, 收斂等)，也就是為了證明 Proposition 1 和 Corollary 1 作準備的 Assumption 1 和 2, Lemma 1, 2, 和 3；
- (2.) 把貿易放進來，作者推廣到開放的經濟體模型，假設有  $n+1$  個城市之間互相交易，這邊廠商的利潤函數還可以拆成從  $i$  城市的廠商賣給  $j$  城市的廠商的利潤為： $p_{ij}(\varphi) = p_{ij}q_{ij} - \tau_{ij}w_i\varphi^{-1}q_{ij} - \kappa_{ij}$ ，其中  $\tau_{ij}$  是這兩個城市之間貿易的成本；
- (3.) 為了看廠商的出口的行為，作者參考 Melitz (2003) 去假設 CES 需求函數為  $p = (\frac{N}{P^{1-\sigma}})^{\frac{1}{\sigma}}q^{-\frac{1}{\sigma}}$ ，推出供本國生產量為  $q_D(\varphi) = \frac{N}{P^{1-\sigma}}(\frac{\sigma-1}{\sigma})^\sigma\varphi^\sigma$  和供國外市場的生產量  $q_X(\varphi) = \tau^{-\sigma}\frac{N}{P^{1-\sigma}}(\frac{\sigma-1}{\sigma})^\sigma\varphi^\sigma$ ，以及對應的利潤為  $\pi_D(\varphi) = \frac{N}{P^{1-\sigma}}\frac{(\frac{\sigma-1}{\sigma})^\sigma}{\sigma-1}\varphi^{\sigma-1} - \kappa_D$  和  $\pi_X(\varphi) = \tau^{1-\sigma}\frac{N}{P^{1-\sigma}}\frac{(\frac{\sigma-1}{\sigma})^\sigma}{\sigma-1}\varphi^{\sigma-1} - \kappa_X$ ，還有其他變數在均衡時的形式；
- (4-1.) 比照 ACR (2012) 的架構，作者利用  $W_j = w_jN_j/P_j$  來衡量福利， $d \ln W / d \ln \tau$  來衡量貿易對福利的影響。
- (4-2.) 利用 Penn World Table 9.0 和 US's Input-Output Table 中 2002 年的資料，作者對 Melitz 的模型結果 (MP) 和自己的模型結果 (IN) 進行 calibration，再進行對比。