

## マイクロデータを用いた生産性成長率分解手法の概観

村尾，徹士  
九州大学大学院経済学研究院経済工学部門：准教授

<https://hdl.handle.net/2324/7172195>

---

出版情報：Financial Review. 128, pp.41-54, 2016-11. Policy Research Institute, Ministry of Finance

バージョン：

権利関係：



## マイクロデータを用いた生産性成長率分解手法の概観

村尾 徹士<sup>\*1</sup>

### 要 約

本論文では、企業・事業所レベルのパネルデータを利用して集計生産性成長率を幾つかの要因に分解する手法の最近の展開を紹介する。これらの手法は、とりわけ生産性成長における資源再配分効果の重要性という観点から注目されてきた。本稿ではこれらの手法を、(i) 生産関数推定を利用した手法（BHC-FHK 分解，OP 分解，PL 分解）と、(ii) 内生的成長モデルの構造推定を利用した手法（LM 分解）とに大別し、それぞれを概観する。現在までに広く用いられている前者の手法の長所と短所を再検討したうえで、後者の手法の最大の強みであると考えられる仮想的な政策評価への応用について、筆者らの最近の研究を紹介しながら解説を行う。

キーワード：生産性成長率分解，資源再配分，参入規制緩和

JEL Classification：O43，O47

## I. はじめに

近年の実証研究によって、ヒト・モノ・カネの移動や配置が企業間でどの程度スムーズになるかが、経済全体の生産性に無視しえないインパクトを与えることが明らかになりつつある。経済活動にかかわる種々の規制や法制度は、こうした「資源再配分」を促進あるいは阻害することを通じてマクロ経済に影響を及ぼすものと考えられる。本稿では、このような資源再配分の重要性が認識される契機となった、マイクロデータを利用した生産性成長率分解に関する最近の展開を紹介する。以下ではまずこれらの手法を、(i) 生産関数推定を利用した手法（BHC-FHK 分解，OP 分解，PL 分解）と、(ii)

内生的成長モデルの構造推定を利用した手法（LM 分解）とに大別し、それぞれについて概観していくことにする。

本稿の第1の目的は、生産関数推定を利用した分解手法の長所と短所を再検討することによって、内生的成長モデルの構造推定に基づく手法の意義を議論することである。本稿で指摘する諸点について、筆者が知る限り既存文献では言及がなされていない。本稿の第2の目的は、仮想的な政策評価への応用可能性について、筆者の最近の研究である Murao and Nirei (2015) を紹介しながら解説することである<sup>1)</sup>。生産関数推定を利用した手法は事後的な政策評価に広

\* 1 九州大学大学院経済学研究院准教授。

く利用されてきた一方で、仮想的な政策評価に用いることはできない。内生的成長モデルの構造推定に基づく手法の最大の強みは、仮想的な政策評価への応用が可能な点であるといえる。主要な分析結果は以下のとおりである。結果の1つ目は、参入規制の強さとマクロ生産性成長率のあいだにはU字型の関係があるというものである。すなわち参入規制の緩和は必ずしもマクロ生産性成長率を高めるわけではない。結果の2つ目は、現状の日本では参入規制の緩和によってマクロ生産性成長率は高まるというものである。

論文の構成は以下の通りである。続くII節で

は生産関数推定を利用した生産性成長率である、BHC-FHK分解、OP分解、そしてPL分解について紹介する。III節では、生産関数推定を利用した手法の理論的整合性について、既存研究によってなされた批判を紹介する。IV節では、生産関数推定を利用した手法の長所と短所をまとめる。V節では、内生的成長モデルの構造推定に基づくLM分解を紹介する。VI節ではLentz and Mortensen (2008)のモデルを拡張することで仮想的な参入規制緩和政策の影響をLM分解によって検討したMurao and Nirei (2015)の分析結果を紹介する。最後にVII節で結論を提示する。

## II. 生産関数推定を利用した生産性成長率分解手法

既存の生産性成長率分解手法は大きく、生産関数推定を利用した手法と内生的成長モデルの構造推定にもとづく手法とに大別できる。本節ではまず、生産関数推定を利用した代表的な3種類の手法である、BHC-FHK分解、OP分解、そしてPL分解について解説する。

### II-1. BHC-FHK分解

まず、Melitz and Polanec (2015)に依拠しながら、BHC-FHK分解を紹介する<sup>2)</sup>。企業レベルの市場シェアと生産性のパネルデータが手元にあるとき、時点tにおける集計生産性は次のように定義される：

$$\Phi_t = \sum_i s_{it} \varphi_{it}$$

ただし、 $s_{it}$ は企業iの時点tにおける市場シェア、 $\varphi_{it}$ は企業iの時点tにおける生産性（対数値）である。このもとで、第1期から第2期に

かけての集計生産性成長率は $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ で表される。個別企業による $\Delta\Phi$ への貢献は $(s_{i2}\varphi_{i2} - s_{i1}\varphi_{i1})$ で表されるが、これらは次の3つのカテゴリーに分類することができる：

- (i) 存続企業（第1期も第2期もともに存続する企業）： $s_{i1} > 0, s_{i2} > 0$
- (ii) 参入企業（第2期初に市場に参入する企業）： $s_{i1} = 0, s_{i2} > 0$
- (iii) 退出企業（第1期末に市場から退出する企業）： $s_{i1} > 0, s_{i2} = 0$

このような観察に基づいて、Baily, Hulten, Cambell (1992)は集計生産性成長率に関する以下のような分解手法を提案した：

$$\Delta\Phi = \sum_{i \in S} (s_{i2}\varphi_{i2} - s_{i1}\varphi_{i1}) + \sum_{i \in E} s_{i2}\varphi_{i2} - \sum_{i \in X} s_{i1}\varphi_{i1}$$

ここで、第1項目は集計生産性成長への存続企業による貢献、第2項目は参入企業による貢献、第3項目は退出企業による貢献を表している。

1) ただしLentz and Mortensen (2008)では仮想シミュレーションは行われていない。

2) Melitz and Polanec (2015)は、以下で紹介するOP分解に参入効果と退出効果を含めた手法を提案し、DOPD分解と呼んでいる。彼らは、BHC-FHK分解には参入効果・退出効果が過大に計測されるというバイアスが存在することを指摘し、この点でDOPD分解がOP分解よりも望ましいことを示している。

ただし、Sは存続企業のインデックスの集合、Eは参入企業のインデックスの集合、Xは退出企業のインデックスの集合である。この式の右辺に $\sum_{i \in S} (s_{i2} \varphi_{i2} - s_{i1} \varphi_{i1})$ を足して引くと、以下のBHC分解を得る：

$$\Delta \Phi = \sum_{i \in S} s_{i1} (\varphi_{i2} - \varphi_{i1}) + \sum_{i \in S} (s_{i2} - s_{i1}) \varphi_{i2} \\ + \sum_{i \in E} s_{i2} \varphi_{i2} - \sum_{i \in X} s_{i1} \varphi_{i1}.$$

第1項は個別企業シェアを固定したときの個々の企業の生産成長に起因する集計生産性成長を表し、within効果と呼ばれる。第2項は生産性を固定したときの企業シェアの変化に起因する集計生産性成長を表し、between効果と呼ばれる。第3項は参入効果であり、第4項は退出効果である。この式を書き換えると、以下のBHC-FHK分解を得る：

$$\Delta \Phi = \sum_{i \in S} s_{i1} (\varphi_{i2} - \varphi_{i1}) + \sum_{i \in S} (s_{i2} - s_{i1}) \varphi_{i1} \\ + \sum_{i \in S} (s_{i2} - s_{i1}) (\varphi_{i2} - \varphi_{i1}) + \sum_{i \in E} s_{i2} \varphi_{i2} - \sum_{i \in X} s_{i1} \varphi_{i1}.$$

ただし、1項目がwithin効果、2項目がbetween効果、3項目はcross効果と呼ばれる。

## II-2. OP分解

次に、Olley and Pakes (1996) によって提案されたOP分解を紹介する。 $\bar{s}_i \equiv (1/n) \sum_i s_{it}$ 、 $\bar{\varphi}_i \equiv (1/n) \sum_i \varphi_{it}$ 、 $\Delta s_{it} \equiv s_{it} - \bar{s}_i$ 、 $\Delta \varphi_{it} \equiv \varphi_{it} - \bar{\varphi}_i$ とすると、集計生産性は以下のように書き換えることができる：

$$\Phi_t \equiv \sum_i s_{it} \varphi_{it} = \sum_i (\bar{s}_i + \Delta s_{it}) (\bar{\varphi}_i + \Delta \varphi_{it}) \\ = \sum_i \bar{s}_i \bar{\varphi}_i + \bar{s}_i \sum_i \Delta \varphi_{it} + \left( \sum_i \Delta s_{it} \right) \bar{\varphi}_i + \sum_i \Delta s_{it} \Delta \varphi_{it}.$$

上式の2項目および3項目の2項は、平均からの偏差の和であるため、ともに0となる。結局、上式は1項目と4項目のみが残り、以下のOP分解を得る：

$$\Phi_t = \bar{\varphi}_t + \sum_{i \in E} (s_{it}^H - \bar{s}_t) (\varphi_{it}^H - \bar{\varphi}_t).$$

第1項の平均生産性は、生産性分布のシフトを捉えていると考えることができる。第2項は「共分散効果」と呼ばれる。BHC-FHK分解のcross効果が同一企業の異時点間の生産性と市場シェアに関する共分散として計算されていたのに対して、市場シェアと生産性に関する同時点内の分布から計算された共分散となっている。次節で見るように、この違いが2つの分解手法の理論的整合性（確率的定常均衡モデルとの整合性）と深くかかわっている。

## II-3. PL分解

BHC-FHK分解とOP分解は、低TFP企業から高TFP企業への資源再配分による集計TFPの成長を捉えるための手法であるといえる。これに対してPetrin and Levinsohn (2012)は、集計生産性成長を技術効率性改善による貢献分と資源再配分による貢献分とに分解する代替的な手法を提案したうえで、BHC-FHK分解など技術効率性の情報のみに依存する分解手法は理論的な整合性を持たないと論じている。以下では彼らが提案したPL分解を紹介する。簡単のために参入退出については捨象して説明を進める<sup>3)</sup>。

企業*i*の生産関数が以下で表されるとする<sup>4)</sup>：

$$y_{it} = f(k_{it}, \ell_{it}, \varphi_{it}).$$

ただし、*y*は（実質）産出量；*k*は資本投入量；*ℓ*は労働投入量；*φ*は生産性を表す。するとマクロ生産性成長（APG）はソロー残差の変化量として以下で定義できる：

$$APG(t) = \sum_{i=1}^n \dot{p}_i(t) dy_i(t) - \sum_{i=1}^n r_i(t) dk_i(t)$$

3) 参入退出がある場合の拡張についてはPetrin and Levinsohn (2012)の補論を参照。

4) 簡単のために、ここでは中間投入の存在を捨象することにする。

$$- \sum_{i=1}^n w_i(t) d\ell_i(t).$$

ただし、 $p$  は生産物価格； $w$  は賃金； $r$  は資本費用を表す。以上のもとで PL は、マクロ生産性成長（APG=Aggregate Productivity Growth）を以下の技術効率性項と再配分項とに分解する公式を提案した：

$$APG = TE + RE,$$

ただし、

$$\begin{aligned} TE &\equiv \sum_i p_i d\phi_i, \\ RE &\equiv \sum_i \left( p_i \frac{\partial y_i}{\partial k_i} - r_i \right) dk_i \\ &+ \sum_i \left( p_i \frac{\partial y_i}{\partial l_i} - w_i \right) dl_i, \end{aligned}$$

である。ここで TE は「技術効率性項」（Technical efficiency）を表し、RE は「再配分項」（Reallocation term）を表す。技術効率性項は、生産要素投入量を一定とした場合の産出の増加に起因する集計生産性の増加を捉えている。一方で再配分項は次のように解釈できる。まず再配分項は、限界生産物価値と名目要素価

格の「ギャップ」（ $p \cdot MPL - w$ ,  $p \cdot MPK - r$ ）と生産要素投入変化量との積を全ての企業で集計したものとなっている。Petrin and Levinsohn（2012）に従い、労働を例にとって再配分項の意味を説明する。いま、企業  $j$  から企業  $i$  へと労働を 1 単位再配分する場合を考える（賃金は企業間で同一であると仮定する）。すなわち、 $d\ell_i = 1$  および  $d\ell_j = -1$  である。すると経済全体では、総労働投入量一定のもとで、産出が

$$p_i \frac{\partial y_i}{\partial l_i} - p_j \frac{\partial y_j}{\partial l_j}$$

単位だけ増加する。従って、限界生産物価値の低い企業から限界生産物価値の高い企業へと資源を再配分することで、生産要素投入量の増加や技術効率性の増加なしに、経済の産出を増加させることができる。一般に、限界生産物価値と名目要素価格の「ギャップ」が小さい企業から大きい企業へと資源を再配分することで産出は増加するが、PL 分解の再配分項はまさしくこの効果を捉えている。言い換えれば、PL 分解の再配分項が正の値を取るの、正の「ギャップ」が存在し、かつギャップの小さい企業からギャップの大きい企業へと時間を通じて資源が再配分されている場合である<sup>5)</sup>。

### Ⅲ. BHC-FHK 分解および OP 分解の理論的整合性

生産性成長率分解の手法は、現在に至るまで実証研究に広く用いられているが、一部の手法については理論的整合性の観点から批判も存在する。そこで以下では、上記で紹介した生産性成長率分解手法についての代表的な批判について見ていくことにする。

#### Ⅲ-1. 確率的定常均衡モデルにおける BHC-FHK 分解

Lentz and Mortensen（2008）は、確率的定常均衡モデルを前提とすると、BHC-FHK 分解の between 効果と cross 効果とはともに 0 となると主張した。Lentz and Mortensen（2008）はよ

5) Petrin and Levinsohn（2012）の Corollary3 において示されているように、PL 分解の再配分項がゼロになるのは 2 つの両極端なケースである：(i)（恐らくは十分に大きなフリクションが存在するがゆえに）資源の移動が全く生じない場合（ $dL=0$ ,  $dK=0$ ）と、(ii) フリクションが全く存在せず、従って「ギャップ」がゼロになる場合、である。

り一般的なケースで示したが、ここでは簡単な例でこの点を確認する。経済には多数の企業が存在し、生産性の高い企業（Hタイプ）と低い企業（Lタイプ）いずれかに分類されるものとする。説明を簡単化するために、ここでは企業の参入・退出については捨象する。従って生産性成長は全て既存企業の効率性改善と資源再配分に帰着する。HタイプとLタイプの企業数をそれぞれ  $n_H$  および  $n_L$  で表す。Hタイプ企業の集計生産性への寄与は  $\Phi_t^H = \sum_{i \in I_H} s_{it}^H \varphi_{it}^H$ 、Lタイプ企業の集計生産性への寄与は  $\Phi_t^L = \sum_{i \in I_L} s_{it}^L \varphi_{it}^L$  と書ける（ $I_H$  はタイプH企業のインデックスの集合を表し、 $I_L$  はタイプL企業のインデックスの集合を表す）。すなわち、

$$\Phi_t \equiv \sum_i s_{it} \varphi_{it} = \sum_{i \in I_H} s_{it}^H \varphi_{it}^H + \sum_{i \in I_L} s_{it}^L \varphi_{it}^L \equiv \Phi_t^H + \Phi_t^L.$$

である。従って、

$$\begin{aligned} \Delta \Phi^H &\equiv \sum_{i \in I_H} s_{it}^H (\varphi_{i2}^H - \varphi_{i1}^H) + \sum_{i \in I_H} (s_{i2}^H - s_{i1}^H) \varphi_{i1}^H \\ &\quad + \sum_{i \in I_H} (s_{i2}^H - s_{i1}^H) (\varphi_{i2}^H - \varphi_{i1}^H), \end{aligned}$$

が成立する。ただし、1項目が within 効果、2項目が between 効果、3項目は cross 効果である。

Lentz and Mortensen (2008) は、各企業が生産性によって有限個の「タイプ」に分類され（すなわち、 $\varphi_{it}^H = \varphi_t^H, \forall t$ ）、かつ個別企業のシェアが確率的に変動するようなモデルにおける定常均衡では、企業シェアのタイプごとの平均は時間を通じて一定（つまり  $(1/n_H) \sum_{i \in I_H} s_{it}^H \equiv \bar{s}_t^H = \bar{s}^H, \forall t$ ）が成立する必要があると論じた。そこで  $\varphi_{it}^H = \varphi_t^H$  および  $(1/n_H) \sum_{i \in I_H} s_{it}^H \equiv \bar{s}^H$  を上式に代入すると、

$$\begin{aligned} \Delta \Phi^H &= (\varphi_2^H - \varphi_1^H) \sum_{i \in I_H} s_{i1}^H + \varphi_1^H \sum_{i \in I_H} (s_{i2}^H - s_{i1}^H) \\ &\quad + (\varphi_2^H - \varphi_1^H) \sum_{i \in I_H} (s_{i2}^H - s_{i1}^H) \\ &= (\varphi_2^H - \varphi_1^H) \sum_{i \in I_H} s_{i1}^H + \varphi_1^H (\bar{s}_1^H - \bar{s}_1^H) \\ &\quad + (\varphi_2^H - \varphi_1^H) (\bar{s}_1^H - \bar{s}_1^H) \end{aligned}$$

$$= (\varphi_2^H - \varphi_1^H) \sum_{i \in I_H} s_{i1}^H.$$

が得られる。すなわち、between 項と cross 項はともに0となり、従って、これらの和である gross reallocation 項も0となってしまう。以上の結果から LM は、BHC-FHK 分解は確率的定常均衡モデルと整合的ではないと論じている。ただし、実際のデータには測定誤差と一時的ショックが含まれているため、これらの項が厳密に0なるわけではない。LM はデンマークのデータを用いて BHC-FHK 分解を実行し、between 効果と cross 効果はともに0ではないが、それらの和である gross reallocation 効果は0となるという結果を得ている。

### Ⅲ-2. 確率的定常均衡モデルにおける OP 分解

では、代表的な生産性成長率要因分解手法である OP 分解は確率的定常均衡モデルと整合的であろうか。LM ではこの点について論じられていないため、以下では前節の例を用いて検討することにする。引き続き企業の参入・退出を捨象して議論を進める。  $\bar{s}_t \equiv (1/n) \sum_i s_{it}$ 、 $\bar{\varphi}_t \equiv (1/n) \sum_i \varphi_{it}$ 、 $\Delta s_{it}^H \equiv s_{it}^H - \bar{s}_t$ 、 $\Delta \varphi_{it}^H \equiv \varphi_{it}^H - \bar{\varphi}_t$  とすると、集計生産性に対するタイプH企業の貢献  $\Phi_t^H$  は以下のように書き換えることができる：

$$\begin{aligned} \Phi_t^H &= \sum_{i \in I_H} s_{it}^H \varphi_{it}^H = \sum_{i \in I_H} (\bar{s}_t + \Delta s_{it}^H) (\bar{\varphi}_t + \Delta \varphi_{it}^H) \\ &= \sum_{i \in I_H} \bar{s}_t \bar{\varphi}_t + \bar{s}_t \sum_{i \in I_H} \Delta \varphi_{it}^H + \left( \sum_{i \in I_H} \Delta s_{it}^H \right) \bar{\varphi}_t \\ &\quad + \sum_{i \in I_H} \Delta s_{it}^H \Delta \varphi_{it}^H. \end{aligned}$$

$\Phi_t^L$  についてもこれと同様の計算を行い、上式の2項目および3項目のそれぞれについて、タイプH企業とタイプL企業について足し合わせると、これら2項はともに0となる（平均からの偏差の和は0であるため）。結局、上式は1項目と4項目のみが残ることになり、以下のように表すことができる：

$$\Phi_t^H = n_H \bar{s}_t \bar{\varphi}_t + \sum_{i \in I_H} (s_{it}^H - \bar{s}_t) (\varphi_{it}^H - \bar{\varphi}_t).$$

ここで、LM モデルの定常均衡では (i) 任意の時点において同タイプの企業は同じ生産性を持つこと (すなわち、 $\varphi_{it}^H = \varphi_t^H, \forall t$ )、(ii) 企業シェアのタイプごとの平均は時間を通じて一定 (すなわち、 $(1/n_H) \sum_{i \in I_t} s_{it}^H \equiv \bar{s}_t^H = \bar{s}^H, \forall t$ ) であることから、上式は：

$$\Phi_t^H = n_H \bar{s}_t \bar{\varphi}_t + n_H (\bar{s}^H - \bar{s}) (\varphi_t^H - \bar{\varphi}_t),$$

と書き換えることができる<sup>6)</sup>。この式の1項目は経済全体の平均生産性に対するタイプH企業の貢献分であり、2項目は「共分散効果」に対するタイプH企業の貢献分である。

以上の結果を用いて、集計生産性に対するタイプH企業の寄与 $\Phi_t^H$ の時間変化を計算すると、

$$\begin{aligned} \Delta \Phi_t^H &\equiv \Phi_t^H - \Phi_{t-1}^H = n_H (\bar{s}_2 \bar{\varphi}_2 - \bar{s}_1 \bar{\varphi}_1) \\ &\quad + n_H (\bar{s}^H - \bar{s}) [(\varphi_t^H - \varphi_{t-1}^H) - (\bar{\varphi}_2 - \bar{\varphi}_1)], \end{aligned}$$

を得る。繰り返しになるが、この式の1項目は経済全体の平均生産性に対するタイプH企業の貢献分であり、2項目は「共分散効果」に対するタイプH企業の貢献分である。従って、確率的定常均衡モデルを前提とした場合であっても、OP分解の共分散項はゼロとはならない。すなわち、BHC-FHK分解とは異なり、OP分解は確率的定常均衡モデルと整合的な手法であると結論づけることができる。

### Ⅲ-3. Petrin and Levinsohn (2012) による批判

Petrin and Levinsohn (2012) は、別の角度から BHC-FHK 分解には理論的な問題点があ

ると論じている。いま同質的な財を生産する2社の企業が存在する経済を考える。生産要素は労働だけであり、総労働供給は $\bar{l}$ で非弾力的に供給されているとする。また生産関数は以下の仮定を満たすとする： $f_l > 0; f_{ll} < 0; f_w > 0$ 。企業1の生産性は企業2生産性よりも高いという状況を考える ( $\omega_1 > \omega_2$ )。以上のもとで、経済全体の産出量を最大にする労働投入量は、以下を満たす ( $l_1^*, l_2^*$ ) で与えられる：

$$\begin{aligned} \frac{\partial y(l_1^*, \omega_1)}{\partial l} &= \frac{\partial y(l_2^*, \omega_2)}{\partial l}, \\ l_1^* + l_2^* &= \bar{l}. \end{aligned}$$

以上の効率性条件が成立しているもとで、生産性の低い企業2から生産性の高い企業1へと労働を1単位再配分すると、両企業の新たな労働供給量は  $l_1 > l_1^*$  および  $l_2 < l_2^*$  となるため

$$\begin{aligned} \frac{\partial y(l_1, \omega_1)}{\partial l} &< \frac{\partial y(l_1^*, \omega_1)}{\partial l} \\ &= \frac{\partial y(l_2^*, \omega_2)}{\partial l} < \frac{\partial y(l_2, \omega_2)}{\partial l}, \end{aligned}$$

が成立し、従って

$$\frac{\partial y(l_1, \omega_1)}{\partial l} - \frac{\partial y(l_2, \omega_2)}{\partial l} < 0,$$

であるから、このような労働再配分によって経済全体の産出量は低下する。一方で、技術効率性のみにもとづく BHC-FHK 分解では、以上のような生産性の高い企業への労働再配分によって集計生産性指標 $\Omega$ は増加してしまう。

## IV. 生産関数推定を利用した要因分解手法の長所と短所

生産関数推定を利用した要因分解手法の利点は、それらが極めてシンプルな手法であるとい

う点に集約される。具体的には以下の2つの利点を有すると考えられる。

6)  $\bar{s} = \bar{s}_t = (1/n) \sum_i s_{it} = 1/n, \forall t$  である。

生産関数推定に基づく分解手法の第1の利点は、これらの分解手法が容易に実行可能であることである。それゆえ世界各国・様々な時代のデータを用いて、比較可能な成果が蓄積されてきた。これによって生産性ダイナミクスに関する一般的な理解が深まるとともに、様々な経済現象が、とりわけ資源再配分という観点から見直される契機となった。まず前者に関して、Bartelsman, Haltiwanger and Scarpetta (2013) は国際比較が可能なデータセットを用いて各国のOP分解を実行し、OP共分散項がマクロ生産性に重要な役割を果たすことを示している。また Fukao and Kwon (2006), Nishimura, Nakajima and Kiyota (2009), 深尾 (2012), Kwon, Narita and Narita (2015) などの研究は、バブル崩壊後の日本の長期停滞を生産性ダイナミクスの観点から検討してきた。後者に関しては紙幅の都合から2種類の文献を挙げるにとどめる。まず Melitz (2003) は、貿易自由化が生産性の異なる企業間での資源再配分を促し経済厚生を高めるといふ、貿易の利益に関する新たなメカニズムを提示している<sup>7)</sup>。また Hsieh and Klenow (2009) は製造業事業所の個票データを用いて、米国とインドのマクロ全要素生産性の差の約半分が両国の資源再配分の効率性の差によって説明されることを明らかにしている。

生産関数推定に基づく分解手法の第2の利点は、シンプルであるがゆえに広範な拡張可能性を有する点である。この点に関しては、Collard-Wexler and De Loecker (2015) や Nishiwaki and Kwon (2014) を参照されたい。

生産関数推定に基づく分解手法は以上のような利点を持つ一方で、次の3つの限界を有しているものと思われる。

第1に分析の仮定に関する問題である。生産関数推定に基づく分解手法は一見すると特定の理論モデルに基づかず、従って特定化の誤りに

伴う懸念が少ない手法であるようにも思われる。しかしながら、上記で紹介した手法はいずれも、生産性ダイナミクスに関する暗黙の仮定を置いている点には注意を要する：すなわち、労働投入は技術効率性に影響を与えないという仮定である。しかしながら、研究開発に関する実証研究が明らかにしている通り、技術効率性成長の少なくとも一部は（広い意味での）イノベーションによってもたらされていると考えるのが自然である。この場合、企業はイノベーションの将来便益を考慮したうえで研究開発などの労働投入を決定しているはずであり、PL分解のように（静学的な）限界生産物価値と要素価格との「ギャップ」に基づいて再配分項を定義するのは望ましいとはいえないであろう。また、そもそも生産関数の推定に広く用いられているOP推定 (Olley and Pakes, 1996) やLP推定 (Levinsohn and Petrin, 2003) は「生産性は外生の確率過程に従う」という仮定に基づいている。生産関数推定と要因分解を行う際には同一の理論的仮定を置く必要があるため、上記の問題は生産関数推定に基づく分解手法に共通した問題であるといえる。

第2に、測定された各項の値がどのようなメカニズムによって決定されたかについてはブラックボックスのままという問題がある。これは特に生産性成長率要因分解を政策評価に応用する場合に問題となりうる。政策実施前後のデータが入手できる場合、生産性成長率要因分解手法を適用することで、政策によって要因分解結果の各項がどのように変化したかを分析することが可能となる。このような政策分析への応用例として、例えば Pavcnik (2002) は貿易自由化前後のチリの事業所データを用いてOP分解を行い、結果を比較している。また Petrin and Sivadasan (2013) も同じチリのデータを用いてPL分解を行い、解雇規制の変更が再配分項に与える影響を検討している。しかしなが

7) Melitz モデルなど異質の企業を含む国際貿易論の理論・実証研究については、石瀬 (2013) が詳細なレビューを提供している。

ら、政策による再配分項の変化が個別企業のいかなる行動変化によってもたらされたのかは、これらの研究からは明らかではない。一方で、同様の政策が異なる国や地域でどの程度の政策効果を持つかを判断するためには、これらの政策が再配分項・技術効率性項・参入退出項を変化させるメカニズムを把握する必要があるはずである。

第3に、生産関数推定に基づく生産性成長率

要因分解を政策効果分析に応用できるのは、政策実施前後のデータが入手できる場合に限られる。従って、政策担当者にとって最も興味があるはずの、仮想的な政策効果の推計に用いることはできない。

以上の問題はいずれも、生産関数推定に基づく要因分解手法が、各要因の大きさを決定する理論的なメカニズムを有していないことに起因している。

## V. 内生的成長モデルの構造推定に基づく生産性成長率要因分解—LM 分解

Lentz and Mortensen (2008, 以降 LM) は、Klette and Kortum (2004, 以降 KK) による内生的成長モデルを拡張することで、技術効率性の成長 (LM では内部効果と呼ばれている)、既存企業間の資源再配分、そして参入退出の全てが内生的に決定される経済成長モデルを構築し、このモデルにおける生産性成長率要因分解公式を導出している。モデルの構造パラメータを企業パネルデータから推定することにより、要因分解結果の各項を定量的に評価することができる。また彼らは仮想的な政策シミュレーションを実行しているわけではないが、Murao and Nirei (2015) では LM モデルに自由参入条件と参入規制強度を導入したうえで、参入規制緩和がマクロ生産性成長率と LM 分解結果に与える影響を検討している。本節では、LM 分解と Murao and Nirei (2015) による仮想政策評価の応用例を紹介することにする。

### V-1. LM モデルの概要

LM 分解は理論モデルから直接的に導かれる式であるため、まず Klette and Kortum (2004) およびその拡張である Lentz and Mortensen (2008) のモデルを紹介する。

これらのモデルは Grossman and Helpman (1991) および Aghion and Howitt (1992) によ

て開発された「品質階梯」(quality ladder) モデルに基づく。経済には1種類の最終消費財が存在する。この最終消費財は多数の中間財を投入することで生産される。品質階梯モデルがもたら注目するのは、この中間財の品質を改善するための研究開発 (R&D) である。各中間財はそれぞれ1社の企業によって生産されている。すなわち、それぞれの中間財 (カテゴリー) について最も高品質の財を生産できる企業だけが生産を行っている。以下では既に中間財の生産に携わっている企業を**既存企業**と呼ぶことにする。

経済にはさらに、中間財市場への参入を目指す**潜在的参入企業**が存在する。潜在的参入企業は既存中間財の品質改善を目的とした R&D (プロセス R&D) に従事しており、品質改善に成功すると市場に参入し、その財を生産していた既存企業を市場から駆逐する。品質階梯モデルにおける「経済成長の源泉」は、このような「創造的破壊」を伴うイノベーションに他ならない。すなわち、品質階梯モデルは創造的破壊による経済成長というシュンペーターのアイデアを厳密なモデルで表現したものであると言える。

1990年代以降、企業レベルのマイクロデータを用いた研究結果が急速に蓄積されるにつ

れ、産業区分を可能な限り詳細にしてもなお同一産業内の企業間に非常に大きな生産性や規模の格差が観察されることが明らかになった。Klette and Kortum (2004) は、オリジナルの品質階梯モデルに企業規模の異質性を導入することで、このような状況を考察するのに適したフレームワークを提案した。

オリジナルの品質階梯モデルと異なり、KKモデルでは各既存企業は2種類以上の中間財を同時に生産することができる。この拡張によって、潜在的参入企業のみならず既存企業もまたR&Dを行う誘因を持つことになる。なぜなら、他企業が生産する中間財の品質改善に成功すれば新たな中間財の市場を獲得することができるためである。KK-LMモデルでは、既存企業が生産する中間財の数が企業ごとに異なるため、（例えば従業員数で測った）企業規模に比較的大きな格差が生じることになる。

加えてLMモデルは、生来の「イノベーション効率性」（大きな品質改善の成功しやすさ）が企業ごとに異なることを許容している<sup>8)</sup>。その結果、同一企業年齢コホート内において、イノベーション効率性の高い企業の製品シェアが時間を通じて拡大していく。すなわち、LMモデルでは高効率企業のシェア拡大という新たな生産性成長の経路（「企業選別効果」と呼ばれる）が存在する。まとめると、LMモデルには3種類の生産性成長の経路が存在する。すなわち、①企業の参入・退出（「参入退出効果」）、②既存企業間での市場シェアの再配分（「企業選別効果」）、③中間財のイノベーションそれ自体による効果（「内部効果」）である。Lentz and Mortensen (2008) は、これら3つの効果の大きさをデンマークのマクロデータを用いて推定している。

## V-2. 定常均衡の特徴：既存企業間の市場シェア再配分

イノベーション効率性が企業異質的である

LMモデルでは、イノベーション効率性が高い企業ほどR&D投資のインセンティブもより高くなる。そのため同一企業年齢のコホート内を見ると、イノベーション効率性のより高い企業は、より低い企業の市場シェアを徐々に侵食していくことになる。一方でこの経済には、各イノベーション効率性の中間財市場シェアが時間を通じて一定となるような（つまり高タイプと低タイプで生産する中間財種類数の割合が一定となるような）定常均衡が存在する。これら2つの事実は一見相反するように見えるが、そもそも同一企業年齢のコホートは企業退出により時間を通じて縮小していくため、整合的である。すなわち定常均衡では、時間の経過に伴って、同一企業年齢コホート内の高イノベーション企業のシェアが高まりつつ、一方でコホートの規模自体は縮小していく。

## V-3. LM分解公式

Lentz and Mortensen (2008) は、モデルの定常競争均衡におけるマクロ生産性成長率が、以下のように分解できることを示した：

$$g = \underbrace{\eta \sum_{\tau} E[\ln \tilde{q}_{\tau}] \phi_{\tau}}_{\text{参入退出効果}} + \underbrace{\sum_{\tau} \gamma_{\tau} E[\ln \tilde{q}_{\tau}] [K_{\tau} - \phi_{\tau}]}_{\text{企業選別効果}} + \underbrace{\sum_{\tau} \gamma_{\tau} E[\ln \tilde{q}_{\tau}] \phi_{\tau}}_{\text{内部効果}}$$

ただし、 $\eta$  は新規企業参入率； $\gamma_{\tau}$  はタイプ $\tau$ 企業にとってのイノベーション到来率； $E[\ln \tilde{q}_{\tau}]$  はタイプ $\tau$ 企業が生産する製品の生産性改善率の期待値； $K_{\tau}$  は定常均衡におけるタイプ $\tau$ 企業の製品シェア； $\phi_{\tau}$  はタイプ $\tau$ 企業の参入時におけるコホート内製品シェアである。参入規制強度と自由参入条件を新たに導入したMurao and Nirei (2008) においても、この式

8) オリジナルの品質階梯モデルでは「イノベーション効率性」は全ての企業で同一とされていた。

と全く同じ形をした分解公式が成立する。この式には参入規制強度（モデルでは  $c_e$ ）は含まれないが、参入規制強度はイノベーション到来率  $\gamma_t$  や新規参入率  $\eta$  といった内生変数を通じて上記分解公式の各項に影響を与えることになる。

分解公式の各項は次のように説明される。まず「参入退出効果」とは企業の参入退出を通じた成長の貢献分であり、瞬時的な参入確率（ $\eta$ ）と参入企業による平均生産性成長率（ $\Sigma_t E[\ln \tilde{q}_t]$   $\phi_t$ ）の積で与えられる；また「企業選別効果」は低効率既存企業から高効率既存企業へと市場シェアが再配分することによる成長、すなわちイノベーション効率性の分布が参入時の分布（ $\phi_t$ ）から定常均衡における分布（ $K_t$ ）に変化することによる成長の貢献分である；最後に「内部効果」は、（イノベーション効率性の分

布を一定に保ったまま）既存企業の効率性が改善することによる成長の貢献分である。

LM による生産性成長率分解公式の際立った特徴は、理論モデルから直接的に導かれている点にある。BHC-FHK 分解、OP 分解、PL 分解といった生産関数推定を利用した生産性成長率分解公式は生産性ダイナミクスを記述する理論モデルから導出されているわけではないため、仮想的な政策変更（例えば参入規制緩和）によって生産性成長の各チャネルの大きさが定量的にどの程度変化するかを明らかにすることはできない。一方で LM 分解はこうした仮想政策シミュレーションに利用することができる。Murao and Nirei (2015) では、仮想的な参入規制緩和政策の評価を LM 分解を用いて行っている。

## VI. LM 分解の仮想政策シミュレーションへの応用

本節では LM 分解の仮想政策シミュレーションへの応用例として、Murao and Nirei (2015) の結果を紹介する。Murao and Nirei (2015) は LM モデルに自由参入条件と参入規制強度を導入し、日本の『企業活動基本調査』の個票データを用いて構造パラメータを推定した。そのうえで参入規制強度（ $c_e$ ）の値をデータから推定された値とは異なる水準に設定してモデルを解きなおし、再度上式の各項を評価することで仮想的な参入規制緩和が各項に与える影響を定量的に評価している。Murao and Nirei (2015) ではさらに、Lentz and Mortensen (2008) の推定結果を使ってデンマークの参入規制強度を推定し、デンマークにおける仮想的な LM 分解を実行している<sup>9)</sup>。

参入規制の緩和は、マクロ生産性成長率にど

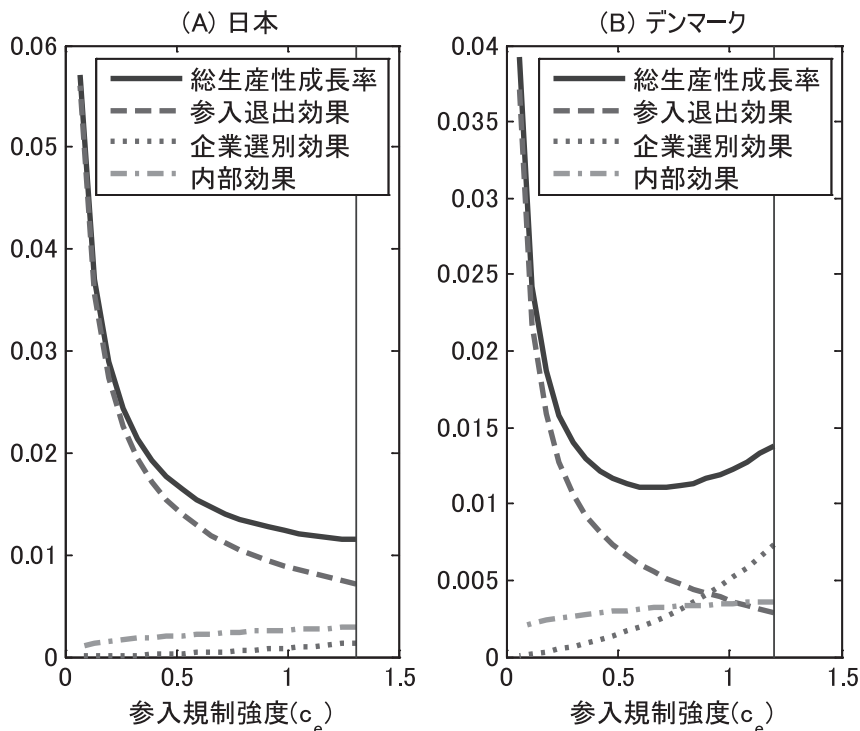
のような影響を与えるのだろうか。また、それはどのようなメカニズムを通じてだろうか。参入規制強度  $c_e$  を実際の推定値とは異なる仮想的な水準に設定してモデルを数値的に解き分解公式を評価し直すことで、これら 2 つの問いに答えることができる。図 1 は、日本・デンマーク両国のシミュレーション結果である。

図 1 より以下のことが分かる。

1. 参入規制強度の低下に伴って、2 種類の再配分効果—参入退出効果と企業選別効果—は逆方向に変化する：参入退出効果は増加する一方で企業選別効果は減少する。
2. 参入規制強度が低下するにつれて、内部効果は単調に減少する。
3. 参入規制強度が低下するにつれて、日本ではマクロ生産性成長率は単調に増加する。す

9) LM が報告している推定結果からデンマークの参入規制強度を推定できるのは、参入規制強度と自由参入条件の存在を無視したオリジナルの LM の推定結果には、（総労働供給の推定値を除き）バイアスが存在しないためである。詳しくは Murao and Nirei (2015) を参照のこと。

図1 参入規制緩和の仮想政策シミュレーションの結果



(注) 図中の垂線は実際のデータから推定された参入規制強度の値を表す。

(出所) Murao and Nirei(2015)の結果を用いて著者作成。

なわち、参入退出効果の増加が企業選別効果および内部効果の低下を大きく上回る。

4. 参入規制強度が低下するにつれて、デンマークのマクロ生産性成長率はU字カーブを描く。すなわち、参入退出効果の増加を企業選別効果（および内部効果）の低下があるところで上回る。

上記のうち、とりわけ説明を要するのは参入規制強度の低下に伴う企業選別効果の減少であろう。これは参入規制の緩和によって、低効率企業から高効率企業への資源再配分が不活発になることを意味する。その経済学的な直観は次のように説明することができる。

まず、Grossman and Helpman (1991) および Aghion and Howitt (1992) によるオリジナルの品質階梯モデルでは  $c_e$  の低下（すなわち参入規制の緩和）に伴って内部効果は低下する

ことが知られている：まず、 $c_e$  の水準が低ければ低いほど企業参入は増加する。これはイノベーターによる既存企業の駆逐、すなわち「創造的破壊」がより活発に生じることを意味するが、その結果として、既存企業のR&Dインセンティブはより低くなる。なぜなら創造的破壊の活発化によって、イノベーションに成功した場合に中間財市場を独占できる期間が平均的には短くなるからである。言い換えれば、 $c_e$  の低下は、イノベーションの成功による追加的利潤（ポスト・イノベーション・レント）を減少させる効果を持ち、これは「シュンペーター効果」と呼ばれている。

$c_e$  の低下に伴って企業選別効果が減少するのは、このシュンペーター効果の大きさが企業ごとに異なるためである。上記のモデルにはイノベーション効率が高い企業と低い企業が存在

するが、Murao and Nirei (2015) の推定結果では、イノベーション効率が最も低い企業は参入後に一切の R&D を行わない（ちなみに、このような企業が企業活動基本調査の製造業企業のサンプルの約 60% を占める）。このもとでは、「シュンペーター効果の大きさ」も企業ごとに異質的となる。この理由は次のように説明される：まず、イノベーション効率が相対的に高く、それゆえ R&D 水準が正である企業については  $c_e$  の低下に伴って R&D インセンティブが減少するものの、イノベーション効率が最低で元々 R&D を全く行っていなかった企業については  $c_e$  の低下による R&D インセンティブの変化はない（ゼロのままである）。すなわち  $c_e$  の低下

によって高効率企業と低効率企業の R&D インセンティブの格差は低下し、低効率企業に対する淘汰圧は弱まることになる。その結果、低効率企業から高効率企業への資源再配分は不活発になり、企業選別効果は低下することとなる。

では、参入規制の緩和は経済成長にとって有害なのだろうか。図 1 より、デンマークではその可能性があるものの、日本の現状水準からの規制緩和はマクロ生産性成長率（すなわち経済成長率）を高めることが分かる。すなわち、参入規制強度の低下が生産性成長に与える正の効果（参入退出効果の上昇）は負の効果（企業選別効果の低下および内部効果の低下）を上回るといえる。

## VII. 結論

本稿では、企業レベルのパネルデータを利用して集計生産性成長率を幾つかの要因に分解する手法の最近の展開を紹介した。本稿ではこれらの手法を、(i) 生産関数推定を利用した手法と、(ii) 内生的成長モデルの構造推定を利用した手法とに大別し、生産関数推定を利用した手法の長所と短所を再検討することによって、内生的成長モデルの構造推定に基づく手法の意義を議論した。また本稿では、仮想的な政

策評価への応用可能性について、筆者の最近の研究である Murao and Nirei (2015) を紹介しながら解説を行った。とりわけ構造推定を利用した生産性成長率分解の研究はまだ緒に就いたばかりでありであるが、生産性ダイナミクスに対する関心は経済学の様々な分野で益々高まっており、さらなる研究の蓄積が望まれる分野である。

## 参 考 文 献

- 石瀬寛和 (2013) 「国際貿易論の近年の進展：異質的企業の貿易行動に関する理論と実証」、『金融研究』, 32(2), 1-62.
- 深尾京司 (2012) 『「失われた 20 年」と日本経済』日本経済新聞出版社.
- Aghion, P. and P. Howitt (1992), "A Model of Growth through Creative Destruction", *Econometrica*, vol. 60(2), 323-51.
- Asplund, M. and V., Nocke (2006), "Firm Turnover in Imperfectly Competitive Markets", *Review of Economic Studies*, vol. 73(2), 295-327.
- Bailey, M., G. Hulten, and D. Campbell (1992) "Productivity dynamics in manufacturing plants". In *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, vol. 4, 187-267.

- Barseghyan (2004), "Entry costs and cross-country differences in productivity and output," *Journal of Economic Growth*, 13: 145-167.
- Bartelsman, E., J. Haltiwanger and S. Scarpetta (2013) "Cross-Country Differences in Productivity: The Role of Allocation and Selection," *American Economic Review*, Vol. 103(1), 305-334.
- Blanchard, O. and Giavazzi (2003), "Macroeconomic Effects of Regulation and Deregulation in Goods and Labour Markets," *Quarterly Journal of Economics*, 118(3), 879-907.
- Cohen, W.M. and Klepper, S. (1992), "The Anatomy of Industry R&D Intensity Distributions," *American Economic Review*, vol. 82(4), 773-99.
- Collard-Wexler, A. and J. De Loecker (2015) "Reallocation and Technology: Evidence from the US Steel Industry," *American Economic Review*, 105(1), 131-171.
- Dasgupta, P. and Stiglitz, J., (1980), "Industrial structure and the nature of innovative activity", *Economic Journal*, vol. 90(358), 266-93.
- Djankov, R. La Porta, and F. Lopez-de-Silanes, A.S. Shleifer (2002), "The Regulation of Entry", *Quarterly Journal of Economics*, CXVII(1), 1-37.
- Foster, L., J.C. Haltiwanger and C.J. Krizan (2001), "Aggregate Productivity Growth. Lessons from Microeconomic Evidence", in *New Developments in Productivity Analysis*, 303-372.
- Fukao, K. and H.U. Kwon (2006) "Why Did Japan's TFP Growth Slow Down in the Lost Decade? An Empirical Analysis Based on Firm-Level Data of Manufacturing Firms", *Japanese Economic Review*, Vol. 57(2), 195-228.
- Grossman, G. and E. Helpman (1991), *Innovation and growth in the global economy*, MIT Press, Boston(大住圭介監訳 (1998)『イノベーションと内生的経済成長』創文社)
- Hopenhayn, H.A (1992), "Entry, Exit, and Firm Dynamics in Long Run Equilibrium", *Econometrica*, vol. 60(5), 1127-50.
- Hopenhayn, H. and R. Rogerson (1993), "Job Turnover and Policy Evaluation: A General Equilibrium Analysis", *Journal of Political Economy*, vol. 101(5), 915-38.
- Hsieh, C-T. and P., Klenow (2009), "Misallocation and manufacturing TFP in China and India", *Quarterly Journal of Economics*, 124, 1403-1448.
- Kaufmann, D., A. Kraay, and M. Massimo (2010), "The worldwide governance indicators: methodology and analytical issues", *Policy Research Working Paper Series* 5430, The World Bank.
- Klette, T.J. and S. Kortum (2004), "Innovating Firms and Aggregate Innovation", *Journal of Political Economy*, vol. 112(5), 986-1018.
- Kwon, H.U., F. Narita and M. Narita (2015), "Resource Reallocation and Zombie Lending in Japan in the 1990s", *Review of Economic Dynamics*, vol. 18(4), 709-732.
- Levinsohn, J. and A. Petrin (2003), "Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables", *Review of Economic Studies*, Vol. 70(2), 317-341.
- Lentz, R. and D. Mortensen (2008), "An Empirical Model of Growth through Product Innovation", *Econometrica*, 76(6), 1317-1373.
- Loayza, N., A.M. Oviedo., and L. Servén (2005), "Regulation and macroeconomic performance", *World Bank Research Paper*, 3469.
- Melitz, M.J. (2003), "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate

- Industry Productivity”, *Econometrica*, vol. 71(6), 1695-1725.
- Melitz, M.J. and S. Polanec (2015), “Dynamic Olley-Pakes productivity decomposition with entry and exit”, *RAND Journal of Economics*, Vol. 46(2), 362-375.
- Murao, T. and M. Nirei (2015), “Non-monotonic Relationship between Competition and Growth: The Role of Resource Reallocation”, mimeograph, Kyushu University.
- Nicoletti, G. and S. Scarpetta (2003), “Regulation, productivity, and growth: OECD evidence”, *Economic Policy*, 18(36), 9-72.
- Nicoletti, G., S. Scarpetta, and O. Boylaud (2000), “Summary Indicators of Product Market Regulation with an Extension to Employment Protection Legislation”, *OECD Economics Department Working Papers*.
- Nishimura, K.G., T. Nakajima, and K. Kiyota, (2005) “Does the Natural Selection Mechanism Still Work in Severe Recessions? Examination of the Japanese Economy in the 1990s,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, 58(1), 53-78.
- Nishiwaki, M. and H.U. Kwon (2013) “Are Losers Picked? An Empirical Analysis of Capacity Divestment and Production Reallocation in the Japanese Cement Industry,” *Journal of Industrial Economics*, 61(2), 430-467.
- Olley, S and A. Pakes (1996), “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry,” *Econometrica*, 64, 1263-1298.
- Pavcnik, N. (2002), “Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants,” *Review of Economic Studies*, 69(1), 245-276.
- Petrin, A. and J. Levinsohn (2012), “Measuring aggregate productivity growth using plant-level data,” *RAND Journal of Economics*, 43(4), 705-712.
- Petrin, A. and J. Sivadasan (2013) “Estimating Lost Output from Allocative Inefficiency, with an Application to Chile and Firing Costs,” *Review of Economics and Statistics*, 95(1), 286-301.
- Pryor, F.L. (2002), “Quantitative Notes on the Extent of Governmental Regulations in Various OECD Nations,” *International Journal of Industrial Organization*, 20(5), 693-714.
- Restuccia, D. and R. Rogerson (2004), “Policy Distortions and Aggregate Productivity with Heterogeneous Establishments,” *Review of Economic Dynamics*, 11(4), 707-720.