

エネルギー価格と技術進歩

——距離関数を利用した世界規模での分析——

田 中 健 太*

スレンダー・クマー**

馬 奈 木 俊 介*

1 はじめに

近年、原油価格が上昇し、現在もなお高い価格水準で依然としてとどまっている。こうした情勢のなか、技術開発・移転を目的とした「クリーン開発のためのアジア太平洋パートナーシップ」(APP)の構築に見られるように、技術開発、技術移転を積極的に行う必要性が高まっている。投入要素の価格上昇が長期的に技術革新に繋がる可能性は以前から指摘されていたが、エネルギーに関わる分野について価格の上昇が与える影響については、実証的には限られた範囲での分析がされていただけであった。本研究では、エネルギー価格の上昇が技術開発を促進させる大きな要因としてどのような意味があるかに注目する。

エネルギー価格の上昇に対する技術開発の影響を分析する基本は技術開発・革新に寄与するエネルギー価格上昇による内生的な影響(内生要因)と一般的な科学技術の発展のような外的な影響(外生要因)のそれぞれの程度を識別、明確化にある。つまり、前者の影響が大きければ、エネルギー価格の上昇は技術進歩に対して支配的な要因となることになる。こうした分析

は今後のエネルギー、環境政策に大きな意義のある結果をもたらすと考えられる。

技術進歩の分析はこれまで理論的にも多く行われてきた。例えばもっとも先駆的な例ではHicks(1932)があげられる。Hicks(1932)では生産に不可欠な生産要素価格の上昇がその生産要素の節約を行うような技術進歩を促すことを理論的に示した。このような生産要素価格の変化による内生的技術進歩は理論的にも分析がなされてきた(例えばHayami and Ruttan, 1971)。

一方で実証分野においても費用関数、生産関数もしくは利潤関数などを用い生産技術を表し、生産要素間の影響の識別や生産技術フロンティアの動向を分析してきた(例えば, Celikkol and Stefanou, 1999; Paris and Caputo, 2001)。しかし、これまでの多くの分析には問題があった。例えばCelikkol and Stefanou(1999)やParis and Caputo(2005)の推計では価格を反映する需要、供給曲線の導関数が所与の横断的導関数(cross derivatives)を十分にとらえることができなかった。そこで、本研究では指向性距離関数(Directional Distance Function)を用い、マクロ経済データを使った実証分析を行う。また今後の原油価格の動向が与える技術変化への影響について考察する。

*横浜国立大学

**TERI 大学

2 モデル

2.1 指向性距離関数

本分析において、生産技術を評価するモデルとして指向性距離関数を用いた。距離関数は特定の多くのインプット（投入要素）、アウトプット（産出要素）を考慮し、分析が出来る点で利点がある。そしてインプットをより少なく、アウトプットをより大きくする方法、技術について検討できる手法である。

しかし、それ以上に距離関数にはこれまで行われてきた分析に勝る点がある。既存の分析ではすべての意思決定単位が最も効率性の高い生産フロンティア上で生産を行っているとは仮定され、そのために生産フロンティアのシフトが技術変化であると考えられるだけだった。しかし実際にはフロンティア上だけでなく、それ以下の効率性のレベルでの生産技術で生産を行っている企業や経済などの意思決定単位は少なくなく、こうした意思決定単位がフロンティアに近づく動きが技術の普及ということが言える。

そのため距離関数を用いることにより、生産技術の変化をより正確に理解できる。つまり、どのように意思決定単位が新たな生産技術フロンティアに近づいたか（技術普及において）外生要因と内生要因の二つの側面から捉えることができる。生産技術は実現可能なインプットとアウトプットの組み合わせとして以下で表される。

$$T = \{(x, y) : x \text{ can produce } y\} \quad (1)$$

そして指向性関数は以下のように表すことができる。

$$D(x, y; g) = \max_{\beta} \{\beta : (x - \beta \cdot g_x, y + \beta \cdot g_y) \in T\} \quad (2)$$

ここで、インプットは $x \in R_+^M$ 、アウトプットは $y \in R_+^N$ のベクトルである。 $g = (g_y, -g_x)$ は

指向性ベクトルである。この指向性関数はより少ないインプットとより大きなアウトプットの組み合わせを実現させる最適解 β のような技術によって生産が生産フロンティアとして表されることを示す関数である。つまり β の値が少ないほど生産の効率性が高く、アウトプットの増加可能性とインプットの削減可能性がより最適な状況であることが示される。通常の距離関数ではアウトプットの増加、もしくはインプットの減少可能性のどちらかを考慮した最適解しか求めることができない。しかし現実的に本研究で取り扱う各国の経済状況において、アウトプットの増加とインプットの減少のどちらも各国がコントロールできると考えられる。そのため本研究では指向性距離関数が分析に適切であると考えられる。

2.2 ルエンバーガー生産性指標

本分析では、技術変化を捉える生産性変化(PC)指標としてルエンバーガー生産性指標を使用する。ルエンバーガー生産性指標は、Chanber (2002) によって導入された内生要因による技術変化(ITC)を評価するために使用する指標である。

ルエンバーガー生産性指標は効率性変化(EC)と技術変化(TC)の二つの側面から生産性変化を分けて分析することができる。本分析では、さらにTCを外生要因による技術変化(ETC)とエネルギー価格上昇による内生的な技術変化(ITC)とに分け分析を行う。本分析で用いるモデルはFäre et al. (2005) に倣い、距離関数の関数形を二次式の関数形を仮定し、効率性を推計する。モデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned} D^{kt}(x^{kt}, y^{kt}; g, t, \bar{r}) = & \alpha_0 + \sum_{n=1}^3 \alpha_n x_n^{kt} + \beta_1 y^{kt} + \gamma_1 t + \gamma_2 \bar{r}^{kt} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^3 \sum_{n=1}^3 \alpha_{mn} x_m^{kt} x_n^{kt} + \sum_{n=1}^3 \delta_n x_n^{kt} y^{kt} + \sum_{n=1}^3 \eta_n x_n^{kt} t + \sum_{n=1}^3 \eta_{n2} x_n^{kt} \bar{r}^{kt} \\ & + \frac{1}{2} \beta_2 y^{kt} y^{kt} + \mu_1 y^{kt} t + \mu_2 y^{kt} \bar{r}^{kt} + \frac{1}{2} \gamma_{11} t t + \phi \bar{r}^{kt} + \frac{1}{2} \gamma_{22} \bar{r}^{kt} \bar{r}^{kt} \\ & + \sum_{j=1}^3 \varphi_j G_j \end{aligned} \quad (3)$$

t は時点を表し、 \bar{r} は長期的なエネルギー価格 (原油価格)、 G は各国別グループのためのダミー変数である。さらに、(3)は中立的技術変化と技術変化バイアスを捉えることができる。外生要因による中立的技術変化の影響は r_1 及び r_{11} の係数から捉えられ、内生要因による影響は r_1 及び r_{22} という係数から捉えることができる。ETC と ITC の投入バイアスの程度は係数 η_{n1} 、 η_{n2} によって推定される。一方で、産出バイアスは μ_1 、 μ_2 によって推定する。また、係数 ϕ は ITC と ETC の相互作用による影響を捉えている。さらにこの距離関数を EC、ETC、ITC による技術進歩の影響を詳しく分解するために、Diewert (1976) の二次恒等式の補題を適用し、以下のルエンバーガー生産性指標の推計モデルに変化させた。

$$L = \underbrace{(D^{t+1} - D^t)}_{EC} - 0.5 \underbrace{\left[\frac{\partial D^{t+1}}{\partial t} + \frac{\partial D^t}{\partial t} \right]}_{ETC} - 0.5 \underbrace{\left[\frac{\partial D^{t+1}}{\partial \bar{r}} + \frac{\partial D^t}{\partial \bar{r}} \right]}_{ITC} (\bar{r}^{t+1} - \bar{r}^t) \quad (4)$$

(4)式において ITC では原油価格 (\bar{r}) を用い、その変化からおきる技術変化をとらえることができる。また生産指標 L (PC) は EC、ETC、ITC によって決まる。つまり、 $PC=EC+ETC+ITC$ となる。

2.3 多要素投入バイアス

内生要因と外生要因のどちらが技術変化において支配的な要因となるか分析するために、今回の分析では、Binswanger (1974) が提唱した技術変化を引き起こす生産要素価格の割合における変化を利用した多要素投入バイアスを推定した。モデルは次の通りである。

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon} &= -\frac{\partial \ln D}{\partial \ln x_i} \bigg/ -\sum_{i=1}^n \frac{\partial \ln D}{\partial \ln x_i} \\ B_{it}^E &= \frac{\partial \ln(\varepsilon_i / \varepsilon)}{\partial \ln t} \\ B_{it}^I &= \frac{\partial \ln(\varepsilon_i / \varepsilon)}{\partial \ln \bar{r}} \end{aligned} \quad (5)$$

B_{it}^E は外生要因のバイアスの程度であり、 B_{it}^I は内生要因のバイアスの程度である。外生要因の場合、時間を考慮することにより、その影響の程度が区別され、一方で内生要因は長期的なエネルギー価格の変化を考慮することにより、影響を分け分析することができる。バイアスの大きさが 0 よりも大きければ、各生産要素が節約され、逆に 0 よりも小さければ、各要素がより多く生産に必要となる。そのために、このバイアスの大きさが技術進歩の程度を表し、外生要因と内生要因のバイアスの大きさを比べることにより、どちらが技術進歩に支配的な要因となっているか判別することができる。

3 データ

多くの既存の分析において、マクロレベルのデータによる分析は少ない。そこで本分析では 1974 年から 2000 年の期間、55 カ国 (先進国、発展途上国を含む) に及ぶパネルデータを構築し、技術変化を測定した。今回の分析では、分析対象国を低所得国 (一人当たり国民所得 825 ドル未満)、低中所得国 (826 ドル以上 3256 ドル未満)、中高所得国 (3256 ドル以上、10065 ドル以下)、高所得国 (10066 ドル以上) に分けた。GDP に関しては 1996 年の購買力平価をもとに実質 GDP を計算した。

生産のインプットとして、資本の指標として、ネットの意味での固定資本ストックを計算した。また労働力は労働人口を使用した。エネルギー消費は原油換算 (kt) によるデータを使用し、アウトプットとしては、実質 GDP を使用した。資本、労働力及び実質 GDP のデータは Marquetti (2002) から使用し、エネルギー消費は世界銀行のデータベースである World

Development Indicators を用いた。また、エネルギー価格については、原油価格を使用し、指標は国際通貨基金の国際金融統計 (International Financial Statistics) を用いて、現在為替レートと消費者物価指数を用いて国ごとのエネルギー価格を計算した。

4 分析結果

4.1 世界全体での生産性の変化

世界全体での生産性 (PC) の大きさは分析対象期間で、最終的に1%減少したことがわかった。この生産性の低下の最も大きな理由は生産技術の非効率性であったと考えられる。

1995年までに低所得国に於いては、ECはプラスで推移していたが、他の国 (低中所得国、高所得国) では、効率性が減少していた。しかし、高所得国では1985年までに強力な効率性の向上が見られたが、85年以降減少へ転じた。このことは高所得国において、既存の技術ではなく、新技術の導入が85年以降中心になっていったことが理由として考えられる。

4.2 外生要因と内生要因

技術変化の影響を本研究では、内生要因と外生要因の二つの要因に分けて分析する。図1が所得水準別グループ別の外生要因による技術変化の影響を時系列で示したものであり、一方で図2が内生要因 (エネルギー価格) による技術変化への影響を時系列で示した図である。また表1は各国グループの期間別における各指標の平均値である。分析結果として、まず低所得、低中所得国では技術変化に対する影響として、分析対象全般で、内生要因による影響は弱く、外生要因による影響が強いことがわかった。技術変化全体では、内生要因の影響よりも、外生要因によるプラスの影響が大きいため、プラスになっており、外生要因によって技術開発、普及が進んでいたと考えられる。

一方で、中高所得国では1990年までの内生、外生要因ともにプラスであり、高所得国では

1990年まで外生要因はマイナスであるが、内生要因はプラスに作用することがわかった。また、高所得国のなかでも、日本とアメリカを除外して分析を行った場合では外生要因の影響はプラスに働くことがわかった。そして、中高所得国では内生要因のプラスの影響よりも、外生要因による効果のほうがより大きく、高所得国 (日本、アメリカを除いた) においても同様のことがあてはまった。

それ以上に注目すべき結果は、これらの中高、高所得国において、世界的なエネルギー価格上昇が顕著な時期 (1974年、1980年の石油ショック時期) に持続的に内生要因効果が上昇し技術開発が促進され、1986年の最も原油価格が低迷した時期 (1986-1990) においては内生要因効果が減速していったことがわかる。

しかしこうした分析は各国ごとの経済実態やエネルギー生産のレベル、エネルギー消費活動を把握する必要がある。低所得、低中所得国の多くでは高所得国と比べて、経済への政府介入の役割が大きく、市場を介した経済活動は限られている。さらに、低所得国のエネルギー消費のレベルは高所得国よりもかなり低い。

そこで各発展段階における代表例として、インドと日本、アメリカのITCとETCの蓄積的な変化の動向を分析した。時系列での技術変化の推移は図3であり、表2が各グループ別の外生要因のバイアスの程度および内生要因のバイアスの各期間別平均を示している。分析対象期間において、インドでは高い外生要因による促進効果と低い内生要因効果がみうけられる。この結果は途上国であるインドの技術開発活動が公共部門を中心となって行われており、民間セクターにおける経済的な自由度の低さが影響しているように思われる。

一方で、先進国である日本とアメリカでは、外生要因による促進効果はないことが分析により判明した。しかし、各石油ショック (第一次、二次、三次) 直後においては、高い内生要因による効果により、技術開発が促進されたことが

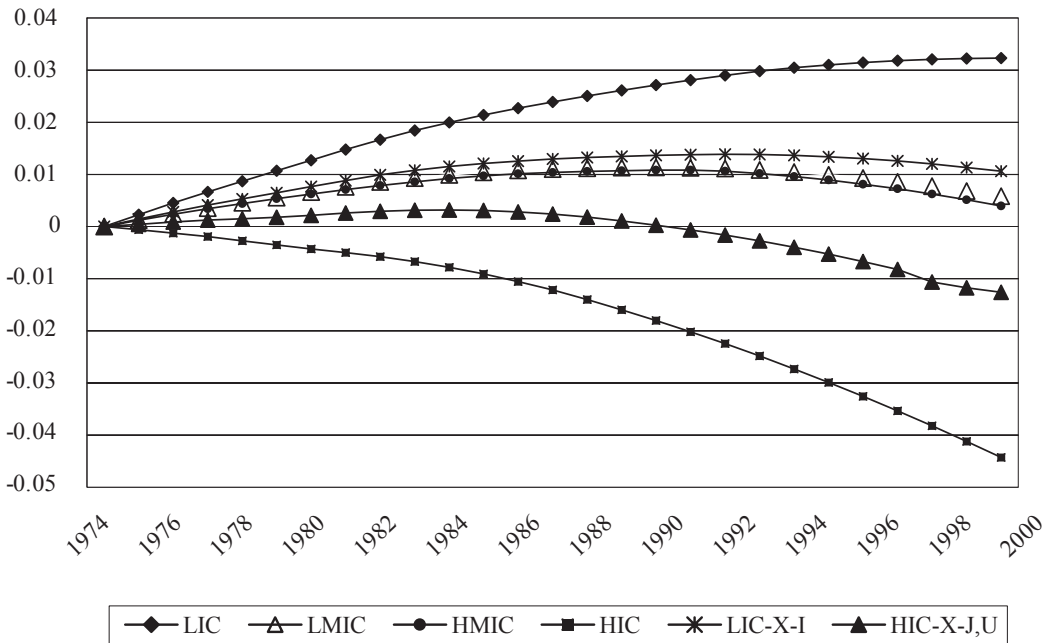


図1 外生要因による蓄積的な技術変化

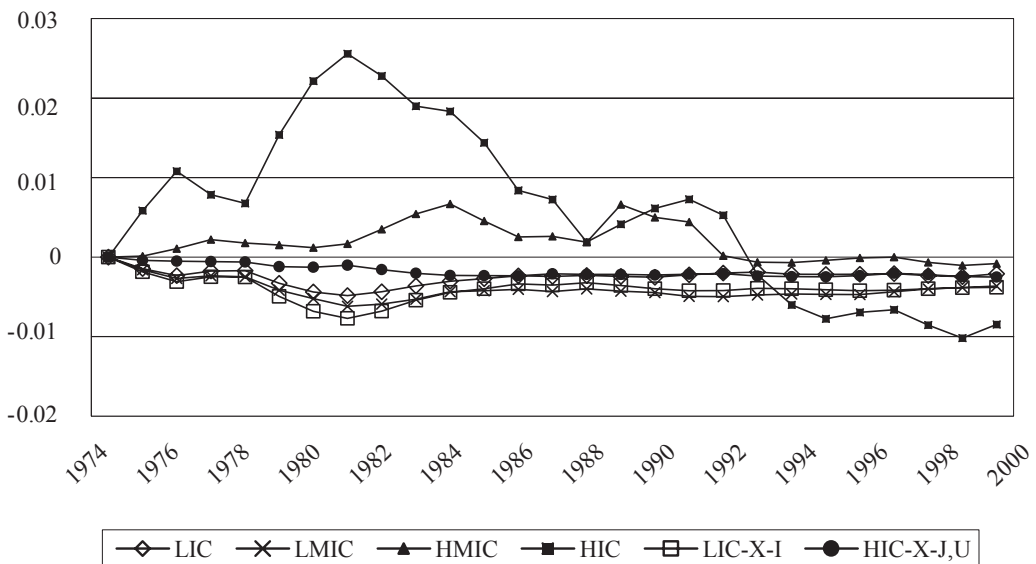


図2 内生要因による蓄積的な技術変化

表1 国グループ別平均非効率性と累積生産性変化と技術変化

年	非効率性	EC	ETC	ITC	TC	PC
低所得国 (LIC: 一人当たり国民所得: < \$825)						
1974-1980	0.0362	0.0038	0.0127	-0.0044	0.0083	0.0121
1981-1985	0.0390	0.0044	0.0214	-0.0027	0.0187	0.0231
1986-1990	0.0402	0.0053	0.0271	-0.0025	0.0246	0.0299
1991-1995	0.0471	0.0050	0.031	-0.0022	0.0288	0.0338
1996-2000	0.0426	-0.0019	0.0323	-0.0021	0.0302	0.0283
低所得国 (LIC-X-I: 一人当たり国民所得: < \$825 ※インドを除く)						
1974-1980	0.0301	-0.0016	0.0076	-0.0068	0.0008	-0.0007
1981-1985	0.0301	-0.0005	0.0121	-0.0040	0.0081	0.0076
1986-1990	0.0285	0.0006	0.0136	-0.0040	0.0097	0.0102
1991-1995	0.0284	0.0002	0.0134	-0.0041	0.0093	0.0095
1996-2000	0.0305	-0.0043	0.0106	-0.0038	0.0068	0.0025
低中所得国 (LMIC: 一人当たり国民所得: \$826-3256)						
1974-1980	0.0439	-0.0034	0.0066	-0.0052	0.0014	-0.0020
1981-1985	0.0397	-0.0089	0.0104	-0.0042	0.0062	-0.0028
1986-1990	0.0346	-0.0068	0.0113	-0.0045	0.0069	0.0001
1991-1995	0.0474	-0.0078	0.0099	-0.0047	0.0052	-0.0025
1996-2000	0.0475	-0.0151	0.0058	-0.0037	0.0022	-0.0129
中高所得国 (HMIC: 一人当たり国民所得: \$3256-10065)						
1974-1980	0.0411	-0.0196	0.0062	0.0012	0.0074	-0.0122
1981-1985	0.0386	-0.0283	0.0097	0.0045	0.0143	-0.0141
1986-1990	0.0259	-0.0413	0.0108	0.0050	0.0158	-0.0255
1991-1995	0.0550	-0.0522	0.0089	-0.0004	0.0085	-0.0437
1996-2000	0.0731	-0.0602	0.0039	-0.0008	0.0031	-0.0571
高所得国 (HIC: 一人当たり国民所得: > \$10066)						
1974-1980	0.0385	0.0312	-0.0043	0.0222	0.0179	0.0491
1981-1985	0.0284	0.0519	-0.0234	0.0395	0.0161	0.0680
1986-1990	0.0409	0.0424	-0.0181	0.0061	-0.0119	0.0305
1991-1995	0.0480	0.0028	-0.0299	-0.0077	-0.0377	-0.0349
1996-2000	0.0506	0.0042	-0.0443	-0.0085	-0.0528	-0.0486
高所得国 (HIC-X-J,U: 一人当たり国民所得: > \$10066) (※日本, アメリカを除く)						
1974-1980	0.0534	0.0099	0.0021	-0.0013	0.0009	0.0107
1981-1985	0.0421	0.0176	0.0031	-0.0023	0.0007	0.0183
1986-1990	0.0453	0.0077	0.0003	-0.0023	-0.0020	0.0057
1991-1995	0.0574	0.0007	-0.0053	-0.0025	-0.0078	-0.0071
1996-2000	0.0630	-0.0019	-0.0134	-0.0022	-0.0157	-0.0176

注: EC: 効率性変化; ETC: 外生要因による技術変化; ITC: 内生要因による技術変化; TC: 技術変化; PC: 生産性変化

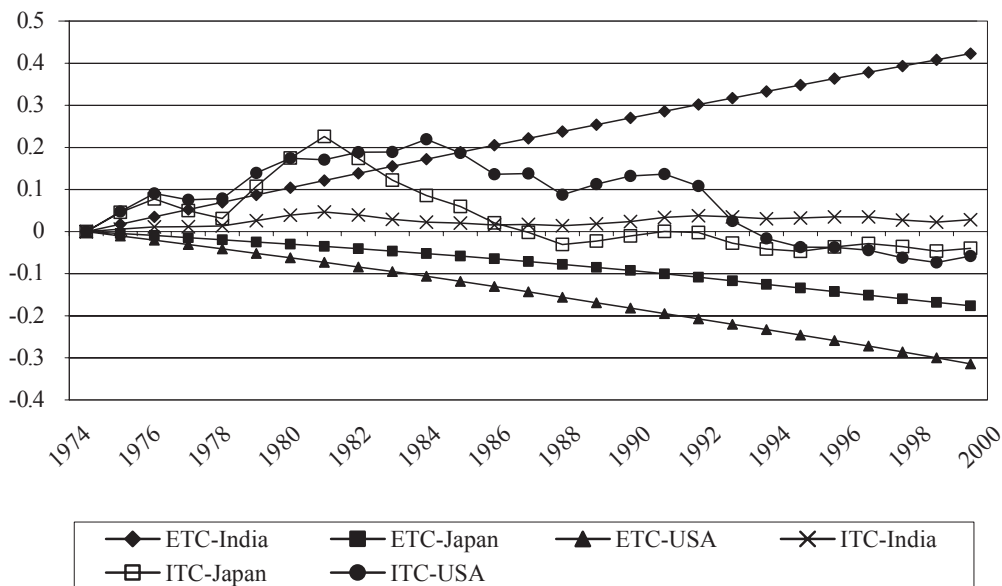


図3 主要国における蓄積的な ITC と ETC の変化

わかった。

4.3 支配的な要因

エネルギー価格の変化による技術変化の支配的な要因はエチオピア、ガーナ、インド、セネガル、スリランカ、タンザニア、トーゴ、ペルーでは、労働力や資本のインプットが改善された影響が大きかったものの、全体的にはエネルギー価格の変化による内生要因の影響によるバイアスの上昇が外生要因による影響よりも大きかった。つまり、内生要因（エネルギー価格上昇）が技術変化において、支配的な要因であることがわかった。

5 まとめ

世界的な気候変動はエネルギー消費との関連が強い。省エネルギー技術の開発と普及はエネルギー消費を減らすことが可能である。本研究では1974年から2000年までの55カ国にのぼるパネルデータを使用し、技術変化を原油価格

の上昇による内生要因効果によるものとその他の外生要因とに分けて、技術開発への影響を分析した。このような技術開発の要因の明確化は、今後の温暖化に対する技術開発に大きく寄与するものである。

これまで行われてきた費用、生産、利潤関数を用いた生産技術の分析では要素代替と生産技術フロンティアのシフトの区別が正確にできなかった。しかし、指向性距離関数による分析では、より少ないインプットでより大きなアウトプット得る方法を模索することができ、より現実性の高い各国の生産性を分析可能である。

マクロ経済データを使用した今回の分析によりいくつかの重要な考察を得ることができた。第一に世界全体の分析結果として、技術変化がないと仮定しても、潜在的に世界全体で、GDPが0.04増加することがわかった。第二に主要なエネルギー価格が上昇したとき、つまり、第一次（1974）、二次（1980）オイルショックの直後に、先進国の内生要因による技術開発

表2 国グループ別平均外生投入バイアスと内生投入バイアス

年	外生投入バイアス			内生投入バイアス		
	労働	資本	エネルギー	労働	資本	エネルギー
低所得国 (LIC: 一人当たり国民所得: < \$825)						
1974-1980	-0.0149	0.0061	0.0087	-0.0356	0.0071	0.0285
1981-1985	-0.0076	0.0035	0.0041	-0.0172	0.0009	0.0163
1986-1990	-0.0063	0.0030	0.0033	-0.0143	0.0002	0.0141
1991-1995	-0.0060	0.0027	0.0033	-0.0138	-0.0001	0.0139
1996-2000	-0.0059	0.0026	0.0033	-0.0139	-0.0002	0.0141
低所得国 (LIC-X-I: 一人当たり国民所得: < \$825) ※インドを除く						
1974-1980	-0.0039	0.0023	0.0016	-0.0080	-0.0011	0.0091
1981-1985	-0.0041	0.0024	0.0017	-0.0087	-0.0012	0.0099
1986-1990	-0.0044	0.0024	0.0020	-0.0096	-0.0009	0.0105
1991-1995	-0.0048	0.0023	0.0025	-0.0110	-0.0007	0.0117
1996-2000	-0.0053	0.0023	0.0029	-0.0123	-0.0005	0.0128
中所得国 (LMIC: 一人当たり国民所得: \$826-3256)						
1974-1980	-0.0027	0.0022	0.0005	-0.0046	-0.0036	0.0082
1981-1985	-0.0027	0.0022	0.0005	-0.0046	-0.0038	0.0084
1986-1990	-0.0028	0.0023	0.0006	-0.0051	-0.0035	0.0086
1991-1995	-0.0030	0.0023	0.0007	-0.0058	-0.0032	0.0090
1996-2000	-0.0031	0.0023	0.0008	-0.0062	-0.0031	0.0093
中高所得国 (HMIC: 一人当たり国民所得: \$3256-10065)						
1974-1980	-0.0026	0.0023	0.0003	-0.0037	-0.0034	0.0072
1981-1985	-0.0025	0.0022	0.0003	-0.0040	-0.0038	0.0078
1986-1990	-0.0025	0.0021	0.0004	-0.0042	-0.0040	0.0081
1991-1995	-0.0022	0.0020	0.0003	-0.0038	-0.0044	0.0082
1996-2000	-0.0021	0.0018	0.0002	-0.0036	-0.0046	0.0082
高所得国 (HIC: 一人当たり国民所得: > \$10066)						
1974-1980	-0.0025	0.0015	0.0010	0.0010	-0.0085	0.0075
1981-1985	-0.0017	0.0016	0.0001	-0.0001	-0.0082	0.0083
1986-1990	-0.0016	0.0016	0.0001	0.0000	-0.0084	0.0084
1991-1995	-0.0014	0.0015	-0.0001	-0.0004	-0.0082	0.0086
1996-2000	-0.0013	0.0014	-0.0001	-0.0006	-0.0080	0.0086
高所得国 (HIC-X-J,U: 一人当たり国民所得: > \$10066) ※日本, アメリカを除く						
1974-1980	-0.0011	0.0013	-0.0002	-0.0013	-0.0058	0.0071
1981-1985	-0.0011	0.0013	-0.0002	-0.0015	-0.0061	0.0076
1986-1990	-0.0010	0.0012	-0.0002	-0.0015	-0.0063	0.0078
1991-1995	-0.0010	0.0012	-0.0002	-0.0015	-0.0064	0.0079
1996-2000	-0.0010	0.0012	-0.0002	-0.0016	-0.0064	0.0080

促進効果が発展途上国よりも高かったことがわかった。しかも、石油ショック後も外生要因による影響は小さかった。

そして、第三に距離関数によるパラメータ推定により、内生要因による効果の大きさが外生要因による効果よりも高いことがわかった。つまり、内生要因が技術開発を促進する支配的な要因であることがわかった。

今回の分析の結果、日本やアメリカにおいて、技術進歩は内生要因が支配的な要因であることがわかった。つまり、原油価格が今後も高い水準で推移し続けることが予測される現状では、より市場にまかせたほうが技術進歩は促進されることが考えられる。一方で、外生要因を刺激するような施策を行っても、効果は少ないことも考えられる。そのため、「クリーン開発のためのアジア太平洋パートナーシップ」のような施策も、日本の技術進歩への寄与は小さく、既存技術の移転を促進させるインセンティブが明確化されない限り施策の意義はなくなってしまふと考えられる。

参考文献

Binswanger, H. P. (1974) The measurement of technical change biases with many factors of production, *American Economic Review*

64, 964-976.

Chanber, R. G. (2002) Exact nonradical input output and productivity measurement, *Economic Theory* 20, 751-765.

Celikkol, P. and Stefanou, S. (1999) Measuring the impact of price induced innovation on technological progress: Application to the U.S. food processing and distribution sector, *Journal of Productivity Analysis* 12, 135-151.

Diewert, W., E. (1976) Exact and superlative index numbers, *Journal of Econometrics* 4, 115-145.

Marquetti, Adalmir. (2002) Extended Penn World Tables 2.0 Data set.

Färe, R., Grosskopf, S., Noh, D., and Weber, W. (2005), 'Characteristics of a polluting technology: theory and practice', *Journal of Econometrics* 126, 469-492.

Hayami, Y., and Ruttan, V. W. (1971), *Agricultural Development: An International Perspective*, Baltimore MD: John Hopkins University Press.

Hicks, J. R. (1932) *The Theory of Wages*, New York: St. Martins.

Paris, Q. and Caputo, M. R. (2001) Price-induced technical progress and comparative statics, *Economics Bulletin* 15 (8), 1-8.

[たなか けんた 横浜国立大学大学院国際社会科学研究所博士課程後期]

[スレンダー クマー テリー大学教授]

[まなぎ しゅんすけ 横浜国立大学経営学部准教授]

