

中国における地域別TFPの推計に関する研究

野田 真一郎¹・白川 博章²・井村 秀文³

¹学生会員 工修 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)
E-mail:snoda@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 博 (学術) 名古屋大学助手 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³正会員 工博 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

近年、中国は急速に経済成長を遂げているが、その成長は技術進歩を伴わず、主に資源投入の増大によってもたらされたものではないかと懸念されている。そこで、本研究では、省市レベルを対象として、経済成長の源泉を分析するための代表的な手法である成長会計分析を用いて、経済成長の要因の分布と、全要素生産性TFPの成長率とGDP当りの総エネルギー消費量との関係を分析した。その結果、中国における高い経済成長は、その大部分を資本の投資によって支えられてきたことが分かった。ただし、地域間で比較すると、内陸部に比べ沿岸部ではTFP成長率は高く、一方、資本の成長率は低い傾向がある。さらに、TFP成長率が高い地域ほどGDP当りのエネルギー消費量が少ないということが明らかとなった。

Key Words : economic growth, regional economic gaps, total factor productivity, energy consumption per GDP

1. はじめに

21 世紀の世界の経済と環境問題の趨勢を左右するのは中国である。中国は、「改革開放」政策が始まった1978 年から 2003 年までの 26 年間で、実質GDP成長率が年平均 8.2%¹⁾という非常に高い経済成長を遂げてきた。その結果、インフラ整備や住宅の建設、マイカーブームなどをはじめとして、膨大な資源・エネルギー需要が発生し、深刻な資源・エネルギー問題に直面している。また、Krugman (1994) ²⁾が、東アジアの高い経済成長は専ら生産要素の投入によって達成されたものであると主張しているように、こうした中国の経済成長は、技術革新を伴わず、主に資源投入の増大によってもたらされたものではないかと懸念されている。さらに、地域間の経済格差も非常に大きく、2003 年における中国 31 省の中で実質一人当たりGDPの最多は上海市、最少は貴州省であるが、その差はおおよそ 10 倍になっている^{1), 3)}。

このような背景から、本研究では、直轄市、省、自治区レベルを対象として、経済成長の源泉を分析するための代表的な手法である成長会計分析を用いて、経済成長の要因の分布と、全要素生産性 (Total Factor Productivity, 以後 TFP) の成長率と実質 GDP 当りの総エネルギー消費量との関係を示す。

2. TFPの推計方法

(1) 既往研究

成長会計分析とは、経済成長を、資本や労働などの投入量の変化と技術進歩や効率性の向上などを含むTFPの変化に分解する手法である。TFPには、生産能率の向上や生産要素の質の変化、規模の経済性、資源再配分効果等の要因が含まれ⁴⁾、経済成長のうちで資本及び労働では説明できない残余として計算でき⁵⁾、「ソロー残差」⁶⁾と呼ばれている。これは、直接的に計測することが困難であるために、経済成長に対する資本と労働の寄与度を差し引いた値として間接的に求める。

TFPの推計にはSNA統計で公表されている資本ストックや労働統計が必要である。しかし、中国では資本ストックのデータが公表されていない。そこで、江崎他 (1998) ⁷⁾は、成長会計分析と投資累積式を統合し、毎期の投資フロー・データを組み合わせ、TFPと資本ストックとを同時かつ整合的に推計する方法を提案し、1980 年から1995年を対象として、中国ではほとんどTFPが成長していないことを明らかにした。しかし、その後も中国は1997年のアジア通貨危機後も年率8%^{1), 3)}程度を続けており、資本投入の増加だけでは長期間成長を維持することは難しいのではないかと考えられる。そこで、本研究では1991年から2003年を対象としてTFPを推計した。

(2) TFPの推計方法

本研究では、中国において資本ストックのデータが公表されていないことから、江崎他（1998）によって提案された、成長会計分析と投資累積式を統合し、それに毎期の投資フロー・データを組み合わせて、TFPと資本ストックの両者を同時かつ整合的に決定・推計する方法を採用した。以下にその方法論を示す。

まず、生産関数を次式(1)のように仮定する。

$$Y = F(K, L, t) \quad (1)$$

ここで、 Y はGDP、 K は資本ストック、 L は労働投入、 t は時間を表す。式(1)を時間 t について微分し、両辺を生産額 Y で除すると式(2)になる。

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\partial F}{\partial K} K \frac{dK}{dt} + \frac{\partial F}{\partial L} L \frac{dL}{dt} + \frac{\partial F}{\partial t} Y \quad (2)$$

式(2)において、前から、 $(\partial Y / \partial t) / Y$ は実質GDPの成長率、 $(\partial F / \partial K) K / Y$ は資本分配率（産出の資本弾力性）、 $(dK / dt) / K$ は資本ストックの成長率、 $(\partial F / \partial L) L / Y$ は労働分配率（産出の労働弾力性）、 $(dL / dt) / L$ は労働投入の成長率、 $(\partial F / \partial t) / Y$ はTFPを表す。

ここで、 $g_Y = (\partial Y / \partial t) / Y$ 、 $g_K = (dK / dt) / K$ 、 $\omega = (\partial F / \partial L) L / Y$ 、 $g_L = (dL / dt) / L$ 、 $g_T = (\partial F / \partial t) / Y$ と置く。また、規模に関して収穫一定と仮定すると、 $(\partial F / \partial K) K / Y + (\partial F / \partial L) L / Y = 1$ となるので、式(2)は式(3)のように書き直せる。

$$g_Y = \omega g_L + (1 - \omega) g_K + g_T \quad (3)$$

次に、実質投資額 I は資本ストック K の増減に一致し、資本ストックに成長率 g_K と減価償却率 δ をかけたものの和として表せるので、式(4)ができる。

$$I = K(g_K + \delta) \quad (4)$$

式(3)、(4)から資本ストックの成長率 g_K を消去すれ

ば、資本ストック K と投資フロー I との間の関係式(5)を導くことができる。

$$K = \frac{1 - \omega}{\{g_Y - \omega g_L - g_T + (1 - \omega)\delta\}} I \quad (5)$$

ここで、この関係式に、分析対象期間の13ヵ年（1991-2003年）において、まず初期値としての適当な水準のTFP成長率 g_T を設定し、次に、現実を観察され

た13ヵ年の実質GDPと労働投入の平均の成長率 g_Y 及び g_L 、13ヵ年平均の労働分配率 ω と減価償却率 δ 、

さらに13ヵ年で平均された実質投資額 I を適用すれば、13ヵ年平均の資本ストック K を計算することができる。これを対象期間中央、つまり1997年の中央の資本ストックとみなすことにする。この1997年中央の資本ストックをベースに、毎年の実質投資額 $I(t)$ を下の式(6)、

(7)に従って、前後13ヵ年間で累積すれば、各期の資本ストックが計算され、結果として13ヵ年平均の資本ストック成長率 g_K が得られる。

$$K(t+1) = (1 - \delta)K(t) + \frac{I(t) + I(t+1)}{2} \quad (6)$$

$$K(t-1) = \frac{K(t) - \frac{I(t) + I(t-1)}{2}}{1 - \delta} \quad (7)$$

この成長率を成長会計式(3)に適用すると13ヵ年平均のTFP成長率 g_T が新たに計算される。この新たに計算されたTFP成長率 g_T は初期値と異なるから、初期値を適切な方向で変化させ、同じ計算を再度実行し、新しく得られた g_T を変化させた g_T の初期値と比較する。この計算プロセスを繰り返せば、プロセス初頭の g_T とプロセス末尾の g_T とが一致する。この繰り返し計算による方法は、一般に、TFP成長率を未知数 x にする高次多項式（期間が13年の場合は x^{14} の式）の解を求める問題に帰着する。従って、理論的には解が複数個存在することになるのだが、この中でTFP成長率と資本ストック水準から判断して現実の意味のある解を選べばよい。

(3) 用いたデータと分析の問題点

分析に用いたデータは次の通りである。本研究で用いたデータは、TFPの推計については、その殆どが中国国家統計局が正式に公表している「中国統計年鑑」（各年版）³から採られ、GDPデフレータのみ、world bankが公表している「World Development Indicators 2005」¹⁾から採られている。

次に TFP 成長率と資本ストックの推計に必要な5種類のデータ g_Y , g_L , ω , δ , I について説明する。まず、

GDP 成長率 g_Y は、直轄市・省・自治区の全てのレベルで、実質 GDP に依拠しており、GDP デフレータは2000年を基準としている。次に、労働投入成長率 g_L について

は、「就業人数」のデータに、そして、労働分配率 ω は「労働者報酬」に基づいている。各省レベルで1993年から2003年のデータが利用可能であるので、その平均値を1991年から2003年の13年間の平均値とみなした。減価償却率 δ については、江崎他（1998）を参考に0.049とした。最後に、毎年の実質投資額 I であるが、「全社会固定資産投資」を「固定資産価格指数」を用いて、2000年を基準として実質化した。

しかし、問題となるのは、これらのデータの制約である。まず、労働投入量のデータについては、「就業人数」であるために労働時間の変化および質の変化は考慮されていない。また、「全社会固定資産投資」については総額のデータであり、各種投資財の構成や効率性は全く考慮されていない。よって、それを累積して推計される資本ストックも総量のデータであるため、各種資本財の構成や効率性を考慮せず、かつ景気変動に伴う稼働率の変動も直接には考慮されない。よって、労働と資本の質的变化、労働時間・資本稼働率の変動が、残差としてのTFP 成長率に含まれることになる。さらに、分析方法に関しても問題があり、13 年平均の資本ストック K を分析対象期間の中央である1997年の中央の資本ストックとしてみなし、これをベースに、毎年の実質投資額 $I(t)$ を前後13 年間で累積していることである。

3. 省市別TFP成長率の推計結果と考察

(1) 推計結果

図-1, 2, 3はそれぞれ、繰り返し計算によって求められた資本、労働、TFPの成長率の対象期間（1991年～2003年）における平均値を、直轄市、省、自治区ごとに

示したものである。ただし、重慶市は四川省に含まれ、データの制約上西藏自治区は除いている。

まず、資本投入の成長率の平均については、沿岸部に比べ内陸部で非常に高い値を示している。一方、労働投入の成長率の平均に関しては、あまり大きな傾向は見られなかった。TFPの成長率の平均に関しては、内陸部で負の値を示している一方で、沿岸部等では3～6%と高い値を示している。中でも、実質一人当たりGDPが最小である、内陸部の貴州省に関しては-4.1%で最低であった。また、労働、TFPの成長率の平均値の全省市の平均がそれぞれ1.1, 1.8%であるのに対して、資本のそれは18.8%という非常に高い成長を示している。これは、中国における高い経済成長が、その大部分を資本の投資によって支えられてきたことを意味している。

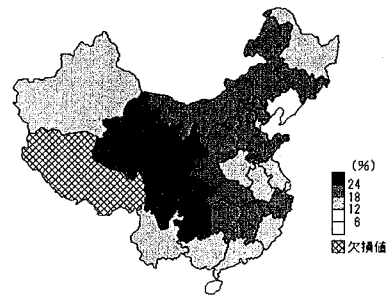


図-1 資本の成長率の平均値（1991～2003年）

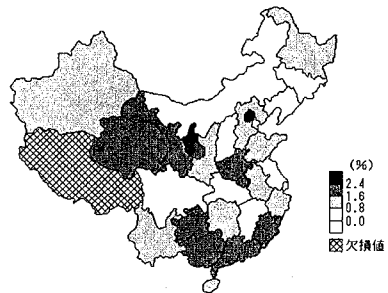


図-2 労働の成長率の平均値（1991～2003年）

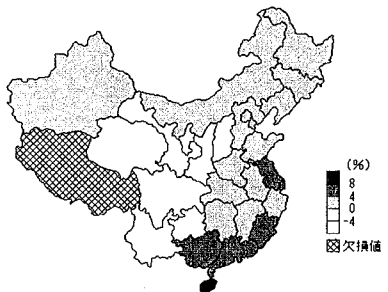


図-3 TFP成長率の平均値（1991～2003年）

(2) エネルギー効率

図-4, 5は、対象期間の初頭と末尾の年である1991年と2003年における実質GDP当りの総エネルギー消費量（標準石炭換算値、単位：トン/万元）^{39)~40)}を、直轄市、省、自治区ごとに示したものである。これらからは、北部から西部にかけてが高く、内陸部が低いことが分かる。また、この約10年間でエネルギー効率の改善は進んでいるが、沿岸部のほうが改善の割合が大きい。

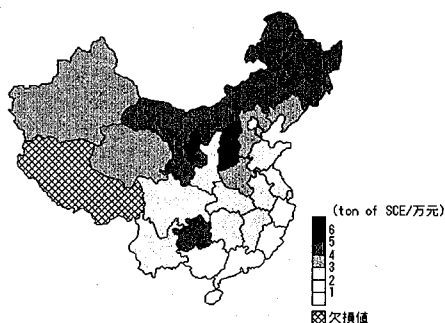


図-4 実質GDP当りのエネルギー消費量（1991年）

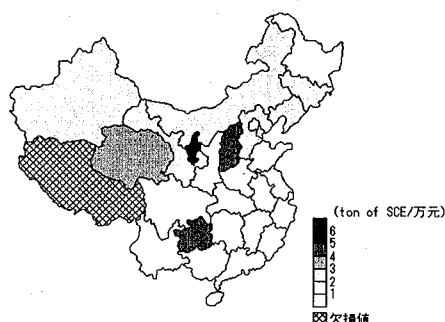


図-5 実質GDP当りのエネルギー消費量（2003年）

(3) TFP成長率とGDP当りのエネルギー消費量の比較

図-6は、直轄市、省、自治区における、対象期間である1991年から2003年までのTFP成長率の平均値とGDP当りのエネルギー消費量の平均値についてプロットしたものである。表-1, 2は、TFP成長率の平均値とGDP当りのエネルギー消費量の平均値とを回帰分析した結果である。決定係数 R^2 値は0.5270で、あまり高い値ではないが、ある程度の相関はみられる。また、直線の傾きの t 値は、有意水準1%でも棄却域に入らなため、「傾きは0である」という帰無仮説は棄却され、これらに変数の関係は負の相関を持つことが分かる。つまりこれは、技術進歩などを示すTFP成長率が高い地域ほどGDP当りのエネルギー消費量が少ないということを示している。

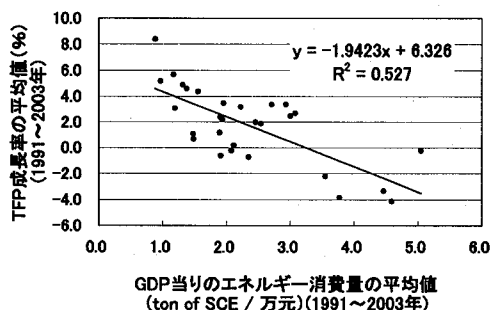


図-6 TFP成長率とGDP当りのエネルギー消費量の関係（1991～2003年）

表-1 回帰統計

重相関R	重決定R ²	補正R ²	標準誤差	観測数
0.7259	0.5270	0.5095	2.0542	29

表-2 回帰分析の結果

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	6.326	0.9125	6.932	1.89E-07
傾き	-1.9423	0.3541	-5.485	8.31E-06

4. 結論と今後の課題

本研究では、中国の直轄市、省、自治区レベルを対象として、経済成長の源泉を分析するための代表的な手法である成長会計分析を用いて、経済成長の要因の分布と、TFPの成長率と実質GDP当りの総エネルギー消費量との関係について分析した。その結果、以下の点が明らかになった。

まず、資本の成長率がTFPや労働の成長率よりも大きいことから、中国における高い経済成長は、その大部分を資本の投資によって支えられてきたことが分かった。ただし、地域間で比較すると、内陸部に比べ沿岸部ではTFP成長率は高く、一方、資本の成長率は低い傾向がある。さらに、TFP成長率が高い地域ほどGDP当りのエネルギー消費量が少ないということが明らかとなった。これらのことが地域間の経済格差の原因となっていると考えられる。

本研究の今後の課題としては、1) TFP成長率やGDP当りのエネルギー消費量に関して国際比較をすることにより、現在の水準を評価することや、2) エネルギー消費量と同様に、GDP当りの主要資源消費量とTFP成長率を比較すること、さらに、3) 同じ方法論を各産業に適用し分析することによってさらに細かい評価をすることなどが考えられる。

参考文献

- 1) The World Bank: World Development Indicators 2005, CD-ROM, 2005.
- 2) Krugman, Paul: The Myth of Asia's Miracle, Foreign Affairs, Vol. 73, No.6, pp.62-78, 1994.
- 3) 中華人民共和国国家統計局: 中国統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 4) Jorgenson, D.W.: Productivity and Postwar U.S. Economic Growth, Journal of Economic Perspectives 2 (4), pp.23-42, 1988
- 5) 中山裕文, 高尾彰, 島岡隆行, 井村秀文: 中国都市の経済成長と市街地拡大に関する一考察, 環境システム研究論文集 Vol.31, pp.227-233, 2003
- 6) Solow, R.M.: A Contribution to the Theory of Economic Growth, 1956.
- 7) 江崎光男, 孫林: 中国経済の成長会計分析 (1981-95年), 国際開発研究フォーラム, 第10巻, pp.1-15, 1998.
- 8) 中華人民共和国国家統計局: 中国能源統計年鑑2004, 中国統計出版社
- 9) 中華人民共和国国家統計局: 中国能源統計年鑑 (2000-2002), 中国統計出版社
- 10) 中華人民共和国国家統計局: 中国能源統計年鑑 (1997-1999), 中国統計出版社
- 11) 中華人民共和国北京市統計局: 北京統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 12) 中華人民共和国天津市統計局: 天津統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 13) 中華人民共和国河北省統計局: 河北経済統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 14) 中華人民共和国山西省統計局: 山西統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 15) 中華人民共和国内蒙古自治区統計局: 内蒙古統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 16) 中華人民共和国遼寧省統計局: 遼寧統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 17) 中華人民共和国吉林省統計局: 吉林統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 18) 中華人民共和国黒龍江省統計局: 黒龍江統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 19) 中華人民共和国上海市統計局: 上海統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 20) 中華人民共和国江蘇省統計局: 江蘇統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 21) 中華人民共和国浙江省統計局: 浙江統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 22) 中華人民共和国安徽省統計局: 安徽統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 23) 中華人民共和国福建省統計局: 福建統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 24) 中華人民共和国江西省統計局: 江西統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 25) 中華人民共和国山東省統計局: 山東統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 26) 中華人民共和国河南省統計局: 河南統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 27) 中華人民共和国湖北省統計局: 湖北統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 28) 中華人民共和国湖南省統計局: 湖南統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 29) 中華人民共和国広東省統計局: 広東統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 30) 中華人民共和国広西壮族自治区統計局: 広西統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 31) 中華人民共和国海南省統計局: 海南統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 32) 中華人民共和国重慶市統計局: 重慶統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 33) 中華人民共和国四川省統計局: 四川統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 34) 中華人民共和国貴州省統計局: 貴州統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 35) 中華人民共和国雲南省統計局: 雲南統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 36) 中華人民共和国陝西省統計局: 陝西統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 37) 中華人民共和国甘肅省統計局: 甘肅統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 38) 中華人民共和国青海省統計局: 青海統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 39) 中華人民共和国寧夏回族自治区統計局: 寧夏統計年鑑各年版, 中国統計出版社
- 40) 中華人民共和国新疆維吾爾自治区統計局: 新疆統計年鑑各年版, 中国統計出版社

STUDY ON ESTIMATION OF TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY BY REGION IN CHINA

Shinichiro NODA, Hiroaki SHIRAKAWA and Hidefumi IMURA

Recently, the economic growth in China advanced rapidly, but it is said that it didn't result from technological innovation but from a large quantity of investment in fixed assets. In this paper, we estimated capital stock and rate of Total Factor Productivity (TFP) by using both growth accounting analysis and accumulation formula for investment by region, so as to analysis the cause of economic growth in China and the relation between the growth rate of TFP and energy consumption per GDP. As a result, the high economic growth in China resulted from a large quantity of investment in fixed assets mostly. But in costal region the growth rate of TFP was higher and the growth rate of capital stock was lower in comparison with inner region. And it is cleared that the higher the growth rate of TFP was, the less an energy consumption per GDP was.