

平成 30 年 5 月 31 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12461

研究課題名(和文) 工学的技術効率性と経済学的効率性の接合

研究課題名(英文) Connecting technological and economic efficiency

研究代表者

福重 元嗣 (Fukushige, Mototugu)

大阪大学・経済学研究科・教授

研究者番号：10208936

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)： 経済学におけるパラメトリックな接近方法と、包絡線分析が仮定するノンパラメトリックな接近方法を接合するためには、局所的にパラメーターが変化するタイプのパラメトリックな接近方法が有効であることが分かった。しかしながら、通常用いられるようなテイラー展開を用いた生産関数や費用関数の近似は、包絡線分析と関数形を用いた分析を接合するには、十分な近似が得られないことが明らかとなった。これに対して、分位点回帰は、分位点ごとに推計されるパラメーターの値が異なることを許容しており、包絡線分析法とフロンティア関数による分析を接合するためには、分位点回帰がその中間的存在として重要であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)： Our finding is about the possible approximation of non-parametric type approach, which includes data envelopment analysis (DEA), by regression like parametric approaches. When we try to approximate the DEA by usual non-linear production or cost function using Taylor expansion, we cannot obtain a practical and useful approximation of non-parametric frontiers obtained by DEA.

One of the most promising approach seems quantile regression approach. This approach admits the variations in parameters with different quantiles. It seems a promising medium to connect frontier production or cost function to DEA.

研究分野：経済統計学

キーワード：工学的効率性 経済学的効率性

1. 研究開始当初の背景

(1) 経営工学においては、効率性という概念は、工学的な技術の効率性を示す概念に基づき、数理計画法を含む数理工学の応用として多くの研究がなされてきた。一方、経済学においては、生産関数や費用関数といった道具立てを基に、金銭的な価値や利潤の最大化といった観点も含めた経済学的な生産効率性や費用効率性といった概念について研究がなされてきた。

(2) 前者の効率性を測定する手法としては、包絡線分析法 (Data Envelopment Analysis) と呼ばれる手法が提案されている。経済学的な効率性については、計量経済学の一分野としてフロンティア関数と呼ばれる分野が計測方法の中心である。

(3) 研究開始時点では、前者の包絡線分析法においては、確率的包絡線分析法と呼ばれる、観測誤差の存在をデータの許容した分析方法が開発されている。また、後者のフロンティア関数においても、確率的フロンティア関数という、非効率性に関する誤差だけでなく、観測誤差を許容した分析手法も開発されている。

(4) これらの二つの分野(工学と経済学)における効率性の概念には、重複する部分もあるが、その概念の相違や共通部分について、充分整理されているとは言い難いのが現状である。例えば生産性や効率性についてサーベイを行っている Coell *et al* (2005) や Fried *et al* (2008) の本においても数理工学的な手法と計量経済学的な手法が並列的に取り扱われているのみで、個々の分析手法の違いや、それらの手法の補完性や代替性についての整理は全くなされていない。

<参考文献>

Coelli, T.J., Prasada Rao, D.S., O'Donnell, C.J. & G.E. Battese, 'An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis', 2nd Ed., Springer, 2005.

Fried, H.O., Knox Lovell, C.A. & S.S. Schmidt, 'The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth,' Oxford U. Press, 2008.

2. 研究の目的

(1) 本研究では、この二つの分野(工学と経済学)における効率性の概念の相違点を整理した上で、具体的に計測されているものの相違を明らかにする。

(2) 工学的な技術効率性、経済学的な効率性の概念を接合する方法について、開発する。この作業によって、それぞれの手法が計測している効率性の概念を明確に整理し、実際に工学と経済学の分野で個別に行われている効率性評価の相違を明らかにし、どのように総合的に評価すべきなのか、実践的な活用方法を提案する。

3. 研究の方法

(1) 研究の第一段階として、経済学的な生産効率性と費用効率性について、線形近似等の解析的な分析方法に基づく理論的な検討に加え、シミュレーションに基づく近似による推計方法も利用しながら、その関係を理論的あるいは数量的に検討する。

(2) 第二段階では、工学的技術効率性と経済学的生産効率性の接合の関係の分析である。この段階での研究方法は、シミュレーションによる評価方法が、その中心となる。具体的な方法は、生産関数の仮定が正しい場合の包絡線分析法の結果と、包絡線分析法における仮定が正しい場合の生産関数の推計結果のシミュレーションによる比較である。

(3) 第三段階の研究では、理論的に明らかと

なった効率性指標の関係について、理論的な近似が一般的な包絡線分析法における仮定の下ではどのように成り立っているのか、また、その逆のケースである、一般的な生産関数や費用関数の仮定の下で、包絡線分析における効率性に関する近似がどのように成り立っているのか、シミュレーション等を用いて行い、近似の有効性を検討する。

4. 研究成果

(1) 経済学において一般的に想定されている生産関数の仮定が正しい場合に、この生産関数に非効率性を表す誤差項を付加して発生させたデータに対して、包絡線分析法を適応して得られる非効率性指標を用いて、もとの生産関数が想定する、規模に対する収穫の逓減、一定及び逓増といった仮定に関する統計学的な検定方法について理論的に検討を行った。実際のデータについて分析を行う際には、経済学において生産関数では一般には対数線形モデルを基にデータが発生していると想定しており、包絡線分析法では、対数変換する前のレベルのデータを基に推計するといった、理論的な近似が充分ではないケースが想定されており、それぞれの効率性概念において経済学では効率的であるが、工学では非効率である、あるいはその逆のケースが存在し、従来の二つの分野における効率性概念には、齟齬があることが明らかとなった。このことは、観測誤差を導入した、確率的包絡線分析法と確率的フロンティア関数においても、二つの効率性概念の齟齬が残っていることを示すものである。

(2) 観測されたデータに対して対数変換を行えば、経済学的効率性は包絡線分析法によりある程度の分析が可能であることが明らかとなった。具体的には、工学的効率性ではインプットもアウトプットも通常は計測されたレベルのみを対象としているが、経済学的な効率性を捉えるためには、対数変換した変数に

対して包絡線分析法を適応することによってある程度の分析が可能であることが分かった。しかしながら、変数変換によっても、包絡線分析法の特徴である、複数のアウトプットに対する効率性概念を、経済学におけるフロンティア関数で扱うためには、費用関数に複数のアウトプットを説明変数として加える場合にのみ分析可能であることが明らかとなったが、その場合における非効率性概念が、あいまいなものであることも同時に明らかとなった。

(3) シミュレーションによる分析を通じて明らかとなったことは、確率的フロンティア関数による分析は、観測誤差と非効率性を表すそれぞれの誤差項に対する仮定、前者は通常は正規分布であり、後者は指数分布や半正規分布(Half-Normal Distribution)を仮定しているが、この仮定は、二つの確率的な項を識別するには非常に脆弱であり、一般的なシミュレーションに耐え得るものではなく、識別できるケースが、非常に限られているものであることが明らかとなった。

(4) 理論的な分析の中で、経済学においてしばしば用いられる確率的フロンティア関数と分位点回帰の間に理論的な関係があることが明らかとなった。確率的フロンティア関数と分位点回帰の関係について、その理論的關係が存在することは明らかとなったが、具体的な分位点と識別された観測誤差と非効率性の分散の比率及び後者の期待値との関係には、引き続き数値計算を含む検討が必要であることが明らかとなった。極端な例である、計量経済学的手法である修正通常最小二乗法

(COLS: Corrected Ordinary Least Squares)は、分位点回帰におけるにおける、分位点を限りなく100%に近づけたものと、ほぼ同等のものであることがシミュレーションによって確認された。しかしながら、確率的フロンテ

ニア関数において識別された観測誤差と非効率性を示す誤差項の期待値と分散は、分位点回帰における特定の分位点との関係をシミュレーションで明らかにすることは現在のところ成功しておらず、数値解析等の追加的分析が必要であることが明らかとなった。(雑誌論文①、②、③及び学会発表①、②、③は、この研究成果を踏まえたうえで実証分析に応用したものである。)

(5) 経済学における生産関数や費用関数においては、たとえ確率的フロンティア関数を仮定したとしても、推計に用いられたデータの範囲においては、推計されるパラメーターの安定性が仮定されており、包絡線分析が仮定するノンパラメトリックな仮定とは、微妙なずれが生じている。この二つの分析手法を接合するための基本的な接近方法は、前者において非線形の関数による生産関数や費用関数の近似が、包絡線分析におけるノンパラメトリックな包絡線(フロンティア)を近似する、ということである。これに対して、分位点回帰は、分位点ごとに推計されるパラメーターの値が異なることを許容しており、包絡線分析法とフロンティア関数による分析を接合するためには、分位点回帰がその中間的存在として重要であることが明らかとなった。この点について、実例をもとに。その可能性を検討した、包絡線分析及びフロンティア関数分析による生産の効率性分析の双方を包含するものとしての分位点回帰の位置づけについて検討した論文を現在作成中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① Mototsugu FUKUSHIGE, Yingxin SHI, Efficient Scale of Prefectural Government in China, China Finance and Economic Review, 査読有、4:2, 2016、1-18. (DOI 10.1186/s40589-016-0026-y)

- ② Mototsugu FUKUSHIGE, Yingxin SHI, Intergovernmental Fiscal Relationships in China: A Simple Model Based on the Nonsymmetric Nash Solution, Asia-Pacific Journal of Regional Science, 査読有、Vol.1, No.2、2016、495-509、(DOI 10.1007/s41685-017-0040-6)
- ③ Niematallah ELAMIN, Mototsugu FUKUSUHIGE, Forecasting extreme seasonal tourism demand: the case of Rishiri Island in Japan, Asia-Pacific Journal of Regional Science, 査読有、近刊、2018、(DOI: 10.1007/s41685-017-0048-y)

[学会発表] (計3件)

- ① Niematallah ELAMIN, Mototsugu FUKUSUHIGE, Japan 2011 Earthquake and Tsunami: Effects on load demand magnitude and pattern, 25th Pacific Conference of the RSAI (Tainan, Taiwan)、2017
- ② Niematallah ELAMIN, Mototsugu FUKUSUHIGE, Quantile regression model for electricity peak demand forecasting: Approximation by local triangular distribution to avoid blackouts, IAAE 2017 (Sapporo, Japan)、2017
- ③ Kaoru OKAMURA, Mototsugu FUKUSUHIGE, To Be or Not To Be?: Medical Expenditure's View, The 12th iHEA World Congress, Boston 2017、2017

[図書] (計0件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等 無し

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福重 元嗣 (FUKUSHIGE, Mototsugu)
大阪大学・大学院経済学研究科・教授
研究者番号: 10208936