



研究ノート

効率性の評価と品質管理手法への応用

森田 浩*

Efficiency Analysis and Its Application as Quality Control Technique

Key Words : Data envelopment analysis, efficiency evaluation, technical inefficiency, regression analysis, quality control

はじめに

昨今システムの効率化が強く求められ、無駄をなくすための改革が行われつつある。そのときには、まず、どこにどのような非効率なところがどれだけあるのかを的確に知ることが必要である。これを数理的に取り扱うのが効率性評価手法である。効率性評価手法としてオペレーションズリサーチの分野で広く使われるようになってきているのが包絡分析法(DEA ; data envelopment analysis)である。本稿では、DEAをはじめとする効率性評価のための数理的な手法とその統計的品質管理手法への適用の試みについて紹介する。

効率性評価手法

包絡分析法は多入力多出力システムの効率性を測定し評価するための手法として1979年に提案されたもので、線形計画法による数理計画アプローチを取る。元々、その分析対象は公共事業体のような利潤追求といった単一の目的を持たないものであり、ここで行われている活動の技術的な効率性を測定しようとするものであった。コストや利益を評価指標とした単一の尺度で活動の効率性を評価するのでは、どの部分に非効率性があるのかを知ることが難しくなるからである。その後、この考え方はいろいろな

対象へ広げられ、学校、病院、銀行、商店などの相対的な経営効率性の比較や評価が行われている。多くの適用事例が^[1]に紹介されている。

非効率性とは、効率的な活動をしていれば得られるであろう結果との差異の程度を表している。効率的な活動を理論的に定義することができればそれとの差異を明らかにすることができるが、実際にはまず不可能であるため、同様の活動を行っているものと相対的な比較を行って、その中で相対的に効率的な活動を見つけることになる。自分より優れた活動を行っているものが他にあれば、何らかの非効率性が存在しているものと考えている。効率性は一般に入出力の比で表し、少ない入力でより多くの出力を産み出している活動が効率的となる。統計的手法の一つである回帰分析では、一つの回帰モデルを仮定しており、その母回帰より良ければ良い活動であると判断している。ここでは平均的な活動に基づいて評価していて、平均的な活動より上か下かはわかるが、活動の非効率性を見つけて改善することにはつながらない。目標としているものが平均像であり、優れた活動をしているものを目標としていないからである。回帰分析ではわからなかった優れ者集団(効率的な活動をしているもの)を見つけるのがフロンティア分析法であり、数理計画アプローチによる包絡分析法や計量経済アプローチによる確率的フロンティア法がその代表として挙げられる^[2]。両者の違いは効率的な活動の集団(効率的フロンティア)の表現方法にあり、前者はデータに基づいたノンパラメトリック手法であり、後者はパラメトリックモデルによって表現する手法である。この効率的フロンティアが特定されれば、これとの差異が非効率性を表すことになり、効率的活動とするために必要な改善目標を見つけることもできる。また、単に事業体の効率性を評価するだけでなく、活動の規模の妥当

* Hiroshi MORITA
1961年1月4日生
1988年大阪大学大学院工学研究科応用物理学専攻・博士課程単位取得退学
現在、大阪大学大学院・工学研究科・応用物理学専攻、助教授、博士(工学)、オペレーションズリサーチ
TEL 06-6879-7870
FAX 06-6879-7871
E-Mail morita@ap.eng.osaka-u.ac.jp



性を検討するための「規模の経済」や活動の守備範囲の妥当性を検討するための「範囲の経済」があるかどうかを調べることもできる。過去には国鉄やNTTの分割民営化による効率性の変化を検証した報告^[3]もあり、郵政の民営化による効率性の変化についての報告もまもなく見られることであろう。

データに基づいた手法ではそのデータのもつ不確実性を考慮に入れる必要があるが、統計的手法はこの不確実性をばらつきとして積極的に捉えて評価している手法であるといえる。一方、DEAではデータのもつ不確実性は陽には取り入れられていない。統計的手法では得られたデータから全体像を把握するための評価を推定しようとしているのに対し、データが実際に得られた状況における活動の評価を下そうとしているのがDEAであり、ばらつきもデータのうちと考えているようである。不確実性を陽に考えないにもかかわらずDEAが広く使われているのは、数理計画手法によってもたらされるさまざまな情報が提供されることも一因であろう。効率的でないものに対する改善目標や非効率要因の特定が可能であり、モデルの拡張性でも優れている。偶発的な「誤差」をどう捉えるかに注力している統計学とシステムのもつ構造的な「誤差」を捉えようとしているDEAという見方もできる。しかしながら、データ固有の偶発的な「誤差」を陽に取り入れたDEAモデルの開発も必要となっている。確率的DEA法やファジィDEA法は不確実性の下での効率性評価手法として挙げられる。詳細は解説記事^[4]を参照されたい。また、参考文献^[5]にはDEAに関する論文のデータベースがCD-ROMに収められている。

品質管理技法への応用

これまでの適用対象は主として社会システムのようにマクロ的な視点からのものが多い。データのばらつきに比べてシステムの構造的な非効率性が大きく、その非効率性を明らかにするのが目的であった。一方、物理的な法則や固有技術に裏打ちされた実験データに対してはその解析において非効率性という概念は取り入れられていないように思われる。非効率性よりもデータのばらつきの方が有意となることが一般的であるためであろう。そこでは実験結果などに見られるデータのばらつきは、ほとんどの場合、観測誤差あるいは実験誤差といった不偏性のある偶発的なノイズととらえられている。実験環境や条件

が整っていて、偶発的な要因だけを考えればよい場合には、平均的な振る舞いによってその特性を評価してもよいだろう。しかし、つねにそのような理想的な環境で実験が行われるとは限らない。卑近な例として、コマの性能を測るために何回か回して止まるまでの時間を測定することを考えてみよう。コマを回す装置でもあって毎回同じ条件で回すことができれば平均時間に意味はあるだろう。しかし人が回すのであれば、うまく回すことができたときもあればちょっと失敗してしまったときもあろう。このときに平均時間に意味があるだろうか。「上手さ」と「下手さ」がともに存在すると考えれば、多くの試行を繰り返すことでコマを回すときの上手下手を相殺させることは可能である。しかし、如何に上手く回したとしても限界はあり、その限界がコマ本来の性能であると考えられる。したがって、平均時間はコマの性能を測ることにはならず、回すときの「下手さ」も同時に測っていることになる。この「下手さ」を非効率性と見ることができ、効率性分析法でいう効率的フロンティアを構成するコマ本来の性能はこの非効率性を除いて考えるべきである。

非効率性は実験環境が十分に整っていないときなどには生じる可能性がある。例えば新材料の開発段階では、原料の配合比率、添加剤の種類や量、製造条件などさまざまなパラメータを決定しなければならない。それぞれの試料に対してすべてのパラメータが最適に設定されれば材料本来の特性を引き出すことができるのだが、膨大な組合せをすべて取り上げるわけにはいかない。材料特性を引き出すことができるとされる条件設定において特性の測定を行うが、必ずしもそれが各試料に対する最適条件とは限らない。そこでは本来の特性より劣る特性値が計測されているはずで、これは非効率性とも見ることができる。一般に非効率性が存在するときには、測定値の分布は正規分布のような対称な分布にはならず歪んだ形になる。また、通常の解析では誤差分散が大きくなってしまいうような場合も非効率性が存在していることが考えられる。

この考え方に基づいて重回帰分析に非効率性の存在の可能性を仮定したモデルを作った。ここで非効率性のモデルとして何の仮定も置かなければ、非効率性と真値との区別ができなため、最も単純なモデルとしてステップ関数を仮定した。これは説明変量がある値より大きく(小さく)なると非効率性が生

じるといふ仮定である。このモデルに6つの説明変量と1つの目的変量からなるある実験データの解析に適用してみた。ある説明変量の偏回帰係数は固有技術から考えると正になるべきであったが、通常の重回帰分析では負となり解析結果の意味付けに問題が残った。この説明変量は値が大きくなると実験条件が特性に影響を及ぼす可能性もあった。そこで、非効率性の存在を許したモデルにより解析したところ、非効率性の存在が検出されその偏回帰係数は正となり、過去の経験に沿った結果であった。

おわりに

従来の効率性分析はシステム間における相対的な効率性を評価するものであったが、今回の試みはシステム内における効率性を複数回の測定により評価しようとするものである。非効率性のモデルはまだ単純なものであり、今後その拡張をすることでさらに一般的な非線形の非効率性モデルを取り扱うようにしたい。さらにモデルの妥当性・有効性を検証するためにも、さまざまなデータに適用した解析例を

多く積み上げる必要がある。

参考文献

- [1] 刀根 薫, 上田 徹監訳, 経営効率評価ハンドブック—包絡分析法の理論と応用—, 朝倉書店, (2000).
- [2] T. Coelli, D. S. Prasada Rao and G. E. Battese, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Academic Publishers, (1998).
- [3] 末吉俊幸, 町田 浩, 杉山 学, 新井 健, 山田 善靖, 国鉄の分割・民営化とその企業効率変化: DEA時系列分析による実証研究, Journal of Operations Research Society of Japan, Vol.40, No.2, pp.186-205, (1997).
- [4] 森田 浩, 確率的DEA法, オペレーションズ・リサーチ, Vol.46, No.6, pp.296-301, (2001).
- [5] W.W.Cooper, L.M.Seiford and K.Tone, Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, (2000).

