

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350421

研究課題名(和文) 組織に対する的確な改善目標と質保証された効率性測定を両立するDEA理論の構築

研究課題名(英文) A DEA theoretical foundation coping with both precise improvement target and quality assurance of efficiency measurement

研究代表者

関谷 和之 (Sekitani, Kazuyuki)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：60256667

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：DEAは様々な組織の業績/効率性を評価する管理ツールである。DEAは広く普及したOR手法であり、その理論背景にはミクロ経済学がある。DEAは評価対象の組織の効率値と改善目標を与える。従来のDEAは評価対象の組織からかけ離れた改善目標を与える。かけ離れた改善目標は実際に達成することは困難である。本研究では、DEAモデルの最小距離非効率性尺度を開発した。最小距離非効率性尺度では、単調性保証が議論になるが、最小距離非効率性尺度が単調性を満たすDEAモデルのクラスが存在を示した。

研究成果の概要(英文)：Data Envelopment Analysis (DEA) is a marginal approach to evaluate performance/efficiency of various organizations. The DEA is one of very popular OR (Operations Research) schemes and it has a theoretical background of micro economics. The DEA provides not only the efficiency score but also improvement target. The conventional DEA models find the farthest target from the evaluated organization. The farthest target is difficult to be practically attained because there is significant difference between the target and the organization. This study explores the minimum distance inefficiency measure for the DEA model. A critical issue is that this measure does not satisfy monotonicity, i.e., the measure may provide a better evaluation score to an inferior decision making unit (DMU) than to a superior one. To overcome this, we focus several special classes of the DEA model, and show that for these models, the minimum distance inefficiency measure satisfies the monotonicity property.

研究分野：オペレーションズリサーチ

キーワード：経営効率性分析 最適化問題 公理的アプローチ 列挙アルゴリズム

## 1. 研究開始当初の背景

包絡分析法(Data Envelopment Analysis: 以下 DEA と略す)は1970年代にCooper等によって提案された効率性測定法であり、測定対象とする組織活動を入力から出力への変換プロセスとして見なし、その入出力比で効率を測定する。その当時から現在までに数千超のDEA研究が報告され、DEAに関する将来展望は総合報告が2007年にDEA創始者であるCooper等により与えられた。その総合報告では、DEAの今後なすべき課題の1つに、望ましい改善目標特定を効率性尺度の質保証との組み合わせが明示された。これが本研究開始の当初の背景にあった。

本研究グループでは、大学専門教育における1つである「アクティブラーニング」を担当し、そこでの課題「受講生のやる気継続の仕組み作り」に取り組んでいた。研究グループが担当する学部専門科目「プログラムコンテスト」に「敢闘賞」を2011年度創設したことに始まる。プログラムコンテストでは受講生4~5名をグループに編成し、グループ毎にプログラム性能を競い合う。コンテストへの挑戦意欲維持のため、能力の低いグループでもそれなりの成果を収めれば、敢闘賞として表彰する。「敢闘賞」決定にDEAの効率値を利用した。さらに、表彰式での各グループへの講評では、DEAの改善目標の情報を利用した。手が届きやすい改善目標であれば、グループには受け入れやすい。手の届きやすさを最短距離に対応させ、「敢闘賞」決定には最短距離DEAを用いた。しかし、その効率性尺度への質保証がなければ、表彰への信頼が失われる。受け入れやすい改善目標選定と質保証された効率性尺度の両立が実践の場で必要であった。

## 2. 研究の目的

少子高齢化社会を進む日本では、限られた資源の有効活用が重要である。一方、アジアの

急速な産業発展の中で環境問題などの社会的課題への解決法が望まれている。そのような社会動向の中で、組織活動の効率性分析であるDEAが注目を浴びている。DEAの長所は非効率な活動に対する改善目標と効率性に関するランキングを与える点にある。本研究の目的は、DEAの分析結果である改善目標への期待される性質とその成否を実践の場で明らかにし、望まれるDEAモデルを構築し、さらに、その効率値計算のアルゴリズムを開発することである。実践を介して改善目標の実用性向上と効率性尺度の品質向上のバランスをとり、計算技術開発によりそれらを実現させる点が本研究の特徴である。

## 3. 研究の方法

効率性尺度の公理系に関連する文献調査とDEAベンチマーキングに関する文献調査を進めるとともに、DEA実践におけるデータ収集と聞き取り調査を実施した。それらの調査から非効率性尺度としてL1距離最小化を選定し、生産可能集合として、3つのタイプ、FDHタイプ、CRSタイプとVRSタイプを選定した。CRSタイプまたはVRSタイプでは入力(出力)項目数2以下に対する必要投入(産出可能)集合の効率的フロンティア列挙のアルゴリズムを開発した。さらに、実装容易性の観点から混合整数計画モデルを構築した。これらの効率値計算実装により、L1距離最小化DEAモデルを実データ84個とプログラミングコンテストでの敢闘賞決定に適用し、実証研究を行った。

## 4. 研究成果

研究は主に論文作成により、その成果を公開した。FDHタイプ生産可能集合またはVRSとCRSタイプ生産可能集合におけるL1距離最小化原理によるDEAモデルを開発し、その効率値計算を提案した論文がOR関連およびミク

口経済学関連の著名な国際雑誌に掲載された。その中の1本は、デンマークの Hougaard 氏との国際共同研究である。

#### 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2件)

Kazutoshi Ando, Masato Minamide, Kazuyuki Sekitani, Jianming Shi, Monotonicity of Minimum Distance Inefficiency Measures for Data Envelopment Analysis, European Journal of Operational Research, 査読有, Vol. 260, No. 1, 2017, 232-243

Hirofumi Fukuyama, Jens Leth Hougaard, Kazuyuki Sekitani, Jianming Shi, Efficiency measurement with a non-convex free disposal hull technology, Journal of the Operational Research Society, 査読有, Vol. 67, No. 1, 2016, 9-16

[学会発表](計11件)

関谷和之, 南翔太: 五輪メダル獲得国別評価に対する最短距離非凸 DEA モデルと金銀銅メダル枚数で表示する非効率性尺度の開発, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会 (2016年9月16日) 山形大学 小白川キャンパス

中澤友哉, 吉竹洵人, 関谷和之: 乗数形式2段階 DEA における非協力・協力型モデルとの一致性, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会 (2016年3月16日) 慶応義塾大学 矢上キャンパス

中澤友哉, 山本芳嗣, 関谷和之: 乗数形式2段階 DEA 協力型モデルの効率値に対する計算, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 春季研究発表会 (2016年3月16日) 慶応義塾大学矢上キャンパス

南出将仁, 安藤和敏, 関谷和之, 施建明: Monotonic inefficiency measures of least distance DEA, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, (2016年3月17日) 慶応義塾大学矢上キャンパス

北森拓也, 関谷和之: Sensitivity analysis of dynamic slacks-based measure for change of uniformly distributed weights to term, 日本OR学会研究部会「評価のOR」(2015年12月12日) 東京理科大学 森戸記念館

関谷和之: Harker 法拡張による ANP 開発と品質機能展開への応用, 日本OR学会研究部会「評価のOR」(2015年11月21日) 筑波大学 春日地区

榊井 洋平, 関谷和之: Harker 法拡張による ANP 開発と QFD への応用, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会 (2015年3月26日) 東京理科大学 神楽坂キャンパス

南出 将仁, 中澤 友哉, 関谷和之: データ変換による単調な最短距離 DEA の適用拡張, 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会 (2015年3月26日) 東京理科大学 神楽坂キャンパス

関谷和之: 多入力2出力における出力指向型最短距離 DEA の性質, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会 (2014年8月28日) 北海道科学大学

北森拓也, 関谷和之: 入出力データの変動に応じて効率値が変化する2段階 DEA, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2014年秋季研究発表会 (2014年8月28日) 北海道科学大学

関谷和之: An Illustrated Guide to the ANALYTIC HIERARCHY PROCESS and the ANALYTIC NETWORK PROCESS, 日本OR学会研究部会「評価のOR」(2014年8月6日) 斜里町公民館 (夢ホール知床・会議室)

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

関谷 和之 (Sekitani, Kazuyuki)

静岡大学・工学部・教授

研究者番号：60256667

### (2)研究分担者

山本 芳嗣 (Yamamoto, Yoshiatsugu)

静岡大学・工学部・客員教授

研究者番号：00119033

安藤 和敏 (Ando, Kazutoshi)

静岡大学・工学部・准教授

研究者番号：00312819