

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23510165

研究課題名(和文) 先端最適化技術活用による信頼性と実用性向上を目指した非線形性組み込みDEAの構築

研究課題名(英文) Development of the nonlinear DEA aimed at improvement of the reliability and the practicality by the advanced optimization techniques

研究代表者

関谷 和之 (Sekitani, Kazuyuki)

静岡大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60256667

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円、(間接経費) 1,080,000円

研究成果の概要(和文)：DEAは、様々な組織の業績/効率を評価する管理のアプローチである。DEAは普及したOR手法の1つであり、生産経済学とともに発展している。DEAは、評価対象の効率値と改善目標を提供する。ただし、改良目標の特定は、数理計画法問題として定式化されるDEAモデルに依存する。従来のDEA研究は線形計画法(LP)によりアプローチされ、モデリングや分析にとって扱いやすいが、退化および改良上で最も遠いベンチマークの特定という欠点を含む。本研究計画は、Lpノルムを組み込んだDEAモデルと先端最適化技術を用いた分析法を開発した。その研究結果の一部は2013年に日本オペレーションズ・リサーチ学会によって表彰を受けた。

研究成果の概要(英文)：Data Envelopment Analysis (DEA) is a managerial approach to evaluate performance/efficiency of various organizations. The DEA is one of very popular OR (Operations Research) methods. Furthermore, DEA is closely linked to production economics. DEA provides not only the efficiency score of each Decision Making Unit (DMU) but also a target to improve the efficiency of the DMU. Identification of the improvement target depends on DEA models that are formulated as mathematical programming problems. The previous DEA studies are explored in the analytical framework of a linear programming (LP). The LP-based DEA is easy to modeling and analysis, however, it has several shortcomings, such as the degenerations and finding the farthest benchmark on improvement.

This research project develops nonlinear DEA models and its solutions explored in advanced optimization techniques. A part of the research project result is rewarded by the Operations Research Society of Japan in 2013.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：DEA 数理計画

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。その当時までに 3 千超の DEA の適用結果が報告され、DEA に関する将来展望は総合報告で Cooper 等により与えられた。その総合報告では DEA の発展は数理計画法、特に LP との結合が成功の最大要因であることを指摘した。実際、LP ソフトウェアがあれば、DEA による効率性分析は手軽に実施でき、入出力に対する関係や事前情報を線形関数で記述しモデルに容易に組み込める。

LP の利便性に加え、多入力多出力のシステムに対する効率性測定が可能、さらに、改善目標を提示することから、オペレーションズリサーチ (Operations Research : 以下 OR と略す) だけでなく、DEA を用いた実証研究が政策科学、計量経済学、環境科学等の分野でも報告されている。

しかしながら、DEA では LP が武器であるが両刃の剣でもある。LP ベースに由来した効率値の数値と質への信頼性そして改善目標の実用性に関わる問題点それぞれが以下のように指摘されていた。

- (a) 入出力と効率値間の非線形関係に対する強引な線形化もしくは安直な数値計算
- (b) 複数最適解による隠れた分析結果の存在と公理系の破たん
- (c) 改善目標として最も実現困難なものを選択

2. 研究の目的

本研究では、過度な LP 依存から脱却し、DEA に LP 距離で与えられる非線形性を組み込み、効率性尺度の公理系順守に限界があること、隠れた分析結果により失われた結論が存在することを中心とした諸問題の解決を試みる。本研究の目的は“先端最適化技術活用による信頼性と実用性向上を目指した非線形性組み込み DEA の構築”にある。

3. 研究の方法

効率性尺度の公理系に関連する文献調査を進めるとともに、実用性と数値計算の容易性の観点から非線形な非効率性尺度として LP 距離最小化を選定した。生産可能集合分割法を実現するために、全解列挙法、凸包生成法の文献調査を進めるとともに、混合整数計画法を発展させ、それぞれのアルゴリズムの作成・実装に取り組んだ。さらに、LP 距離最小化 DEA モデルを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

本研究では、線形計画法 (LP) に過剰に依存することなく、望ましい性質を有する効率性尺度を持つ DEA モデルを提案し、さらに、それらにおける実用的な効率値計算を実現した。また、開発した DEA をプログラムコンテストにおける敢闘賞決定に適用し、その有効性と実用性を実証した。これらの研究成果は主に論文発表により公開した。

具体的には、放射型効率性尺度において公理系を最大に満足する DEA モデルの存在、生産可能集合の面列挙、P ノルム距離最小化原理による DEA モデル開発等に関する論文が OR 関連およびマイクロ経済学関連の著名な国際雑誌に掲載された。さらに、そのうちの 1 本の論文は日本 OR 学会から 2013 年度論文賞を受賞した。国内外で開催された会議、学会で、研究成果の途中報告を行った。その中では、研究分担者である福山氏の海外発表をきっかけにして、デンマークの Hougard 氏との共同研究が開始されたことは今後の研究に繋がる成果であった。

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 7 件)

Hirofumi Fukuyama, Hiroya Masaki, Kazuyuki Sekitani, Jianming Shi, Distance optimization approach to ratio-form efficiency measures in data envelopment analysis, Journal of Productivity Analysis,

査読有, 採録決定,
10.1007/s11123-013-0366-7

Hirofumi Fukuyama, Yasunobu Maeda, Kazuyuki Sekitani, Jianming Shi, Input-output substitutability and strongly monotonic p-norm least distance DEA measures, European Journal of Operational Research, 査読有, Vol. 237, No. 3, 2014, 997-1007

安藤和敏, 金満達也, 前田恭伸, 関谷和之, 最短距離DEAの単調性に関する検証, オペレーションズ・リサーチ, 査読有, Vol.58 No.12, 2013, 732-742

Kazutoshi Ando, Atsuhiko Kai, Yasunobu Maeda, Kazuyuki Sekitani, Least distance based inefficiency measures on the Pareto-efficient frontier in DEA, Journal of Operations Research of Japan, 査読有, Vol. 55, No. 1 2012, 73-91

Hirofumi Fukuyama, Kazuyuki Sekitani, Decomposing the efficient frontier of the DEA production possibility set into a smallest number of convex polyhedrons by mixed integer programming, European Journal of Operational Research, 査読有, Vol. 221, 2012, 165-174

Hirofumi Fukuyama, Kazuyuki Sekitani, An efficiency measure satisfying the Dmitruk-Koshevoy criteria on DEA technologies, Journal of Productivity Analysis, 査読有, Vol. 38 No.2, 2012, 131-143

安藤和敏, 伊藤公人, 甲斐充彦, 前田恭伸, 関谷和之, 最短距離DEAによるプログラムコンテスト「敢闘賞」の決定, オペレーションズ・リサーチ, 査読無, Vol. 57, No.6, 2012, 315-321

[学会発表](計 12 件)

福山博文, 正木裕也, 関谷和之, 施建明: Distance optimization approach to ratio-form efficiency measures in DEA, 日本OR学会春季研究発表会 (2014年3月) 大阪大学

関谷和之, 安藤和敏, 金満達也, 前田恭伸: 2入力1出力DEAに対する最短距離非効率尺度の単調性の特徴付け, 日本OR学会秋季研究発表会 (2013年9月) 徳島大学

関谷和之, 福山博文: Input-oriented enhanced efficiency measures and Malmquist Indexes: An application to Japanese Banking, 13th European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis (2013年6月) Helsinki, Finland, Aalto University

関谷和之: 最短距離DEAの発展と諸問題, 日本オペレーションズリサーチ学会研究部会「評価のOR」(2012年12月) 政策研究大学院大学

関谷和之, 笹山賢司: Linking conditions of Network DEA, 日本OR学会秋季研究発表会 (2012年9月) ウィンクあいち

Hirofumi Fukuyama, Kazuyuki Sekitani, Jianming Shi: LEAST DISTANCE EFFICIENCY MEASURES SATISFYING STRONGMONOTONICITY ON THE EFFICIENT FRONTIER, 10th International Conference on DEA (2012年8月) Pestana Natal

Hirofumi Fukuyama, Kazuyuki Sekitani, William L. Weber: Measuring Japanese Bank Performance: A Dynamic Network DEA Approach, Asia-Pacific Productivity Conference (APPC 2012) (2012年6月) King Mongkut's Inst. of Tech. Ladkrabang

関谷和之, 土屋佳祐: Simultaneous identification of efficiency status and efficiency score in DEA, 日本OR学会春季研究発表会 (2012年3月) 防衛大学校

Kenji Sasayama, Kazuyuki Sekitani, Hirofumi Fukuyama, S.M Mirdehghan: Some properties of efficiency and inefficiency in network DEA, DEA Symposium 2012 (2012年2月) 成蹊大学

Ando Kazutoshi, Kai Atsuhiko, Maeda Tadanobu, Sekitani Kazuyuki: Least distance based inefficiency measure of the Pareto efficient frontier of DEA 日本OR学会 (2011年9月) 甲南大学

関谷和之: Minimum distance based inefficiency measure to the Pareto efficiency frontier, 横浜国立大学経営学部ワークショップ (2011年8月) 横浜国立大学

関谷和之: 削減不可能な入出力に対する

改善目標の設定 -グループ学習活動評価
への DEA の適用- 日本 OR 学会研究部
会「評価の OR」(2011 年 6 月)政策研
究大学院大学)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

関谷和之 (Sekitani Kazuyuki)
静岡大学大学院・工学研究科・教授
研究者番号 : 60256667

(2) 研究分担者

施建明 (Jainming Shi)
東京理科大学・経営学部・教授
研究者番号 : 70287465

福山博文(Fukuyama Hirofumi)
福岡大学・商学部・教授
研究者番号 : 80218958