

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01251

研究課題名（和文）高品位な効率性尺度と多彩な分析機能を統合するダイナミックDEAの理論構築と実践

研究課題名（英文）Dynamic DEA integrating high-quality efficiency measure and analytical functions: Theory and practice

研究代表者

関谷 和之（sekitani, kazuyuki）

東京理科大学・経営学部経営学科・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

研究成果の概要（和文）：本研究は直列型システムにおける生産技術の効率性測定の理論構築とその検証に取り組んだ。多段階工程の生産要素である中間材を既存研究では入力面もしくは出力面のいずれか一方に注目してモデル化されているが、本研究では、中間材を陰的表現としてモデルに組み込むことで、両面の性質を同時に許容することに成功した。このモデル化により、単一工程に関する既存研究の理論とリンクすることが可能になった。構築した理論を元に、Tokyo2020における日本メダル可能性を検証した。その研究成果の一部、EJOR(2021年2月)で公開した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生産年齢人口の減少が著しい日本では、生産における組織活動の効率化は喫緊の課題であり、超スマート社会では、組織活動の効率性測定は必須のデータ解析技術である。本研究は直列型システムにおける生産技術の効率性測定の理論構築とその検証に取り組んだ。開発したモデルと理論を用いて、Tokyo 2020における日本のメダル獲得数を予測した。金26個、銀15個、銅22個を予測し、実績（金27個、銀14個、銅17個）に近いものとなり、本研究の成果は実践でも十分に通用することがわかった。今後は生産現場でも本研究の成果が普及し、組織活動の効率化が進展することを期待する。

研究成果の概要（英文）：This study has worked on theory construction of the technical efficiency measurement for series production systems as well as verification of the theory's application potentiality. The existing research models the intermediate good, which is one of the production factors of the multi-step process, by focusing on either its input item or output item, while this study enables simultaneous consideration of the both items by incorporating the intermediate good into the model as an "implicit expression." This modeling establishes a link with the theory of existing research on single processes. Based on our model, we have analyzed the counts of gold, silver and bronze medals won by Japan in Tokyo 2020 Olympic Games and reported some results in EJOR (February 2021).

研究分野：オペレーションズ・リサーチ

キーワード：データ包絡分析 効率性測定 意思決定分析 最適化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

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、多段階工程における生産性効率性分析があった。これが本研究開始の当初の背景にあった。また、生産年齢人口の減少が著しい日本では、生産における組織活動の効率化は喫緊の課題であり、超スマート社会では、組織活動の効率性測定は必須のデータ解析技術である。このような背景のもとで、研究プロジェクトを開始した。

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。本研究の目的は、直列型システムにおける生産技術の効率性測定の理論構築とその検証し、実効性の研磨にある。さらに、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 DEA モデル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

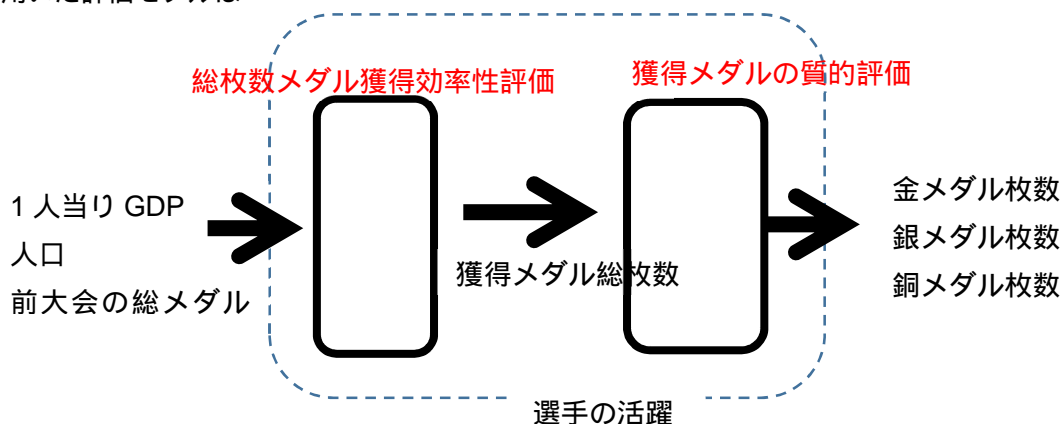
多段階効率性尺度の公理系に関連する文献調査と DEA ベンチマーキングに関する文献調査を進めるとともに、DEA 実践におけるデータ収集を実施した。

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。多段階工程の生産要素である中間材を既存研究では入力面もしくは出力面のいずれか一方に注目してモデル化されているが、本研究では、中間材を陰的表現としてモデルに組み込むことで、両面の性質を同時に許容することに成功した。例えば、本科研費によって作成した論文

K. Sekitani, Y. Zhao, "Performance benchmarking of achievements in the Olympics: An application of Data Envelopment Analysis with restricted multipliers", European Journal of Operational Research, 294, 1202-1212, 2021

で用いた評価モデルは



であり、中間財には獲得総メダル数を用いた。

分析結果では日本の獲得メダル数を 金 26 枚, 銀 15 枚, 銅 22 枚と予想した。実際の獲得枚数は、金 27 枚, 銀 14 枚, 銅 17 枚であり金メダル枚数 1 枚が実際から少ない予想であるが、その代わり銀 1 枚、銅 5 枚少ない予想となった。実用的にも十分な有効性を示すことができた。

この中間財のモデル化により、単一工程に関する既存研究の理論とリンクすることが可能になった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 趙 宇, 関谷 和之	4. 巻 66
2. 論文標題 DEAによるJORSJ掲載論文の評価 JORSJの国際的地位の向上に向けて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ 経営の科学	6. 最初と最後の頁 748-753
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuyuki Sekitani Yu Zhao	4. 巻 -
2. 論文標題 Performance benchmarking of achievements in the Olympics: An application of Data Envelopment Analysis with restricted multipliers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Operational Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejor.2021.02.040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Izunaga, T. Matsui, and Y. Yamamoto,	4. 巻 275
2. 論文標題 A doubly nonnegative relaxation for modularity density maximization	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Discrete Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 69 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dam.2018.09.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 関谷和之	4. 巻 63
2. 論文標題 プログラミングコンテストへの敢闘賞の導入と DEAによる候補選定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ	6. 最初と最後の頁 267 273
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡部誠, 甲斐充彦, 嶋田陽子, 関谷和之	4. 巻 63
2. 論文標題 乗数形式2段階DEA比率尺度モデルの改訂と 動的DEAへの展開	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ	6. 最初と最後の頁 287 294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ando Kazutoshi, Minamide Masato, Sekitani Kazuyuki, Shi Jianming	4. 巻 260
2. 論文標題 Monotonicity of minimum distance inefficiency measures for Data Envelopment Analysis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 European Journal of Operational Research	6. 最初と最後の頁 232 ~ 243
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejor.2016.12.028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 関谷和之	4. 巻 63
2. 論文標題 プログラミングコンテストへの敢闘賞の導入とDEAによる候補選定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ - 経営の科学-	6. 最初と最後の頁 268 ~ 274
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岡部誠, 甲斐充彦, 嶋田陽子, 関谷和之	4. 巻 63
2. 論文標題 乗数形式2段階DEA比率尺度モデルの改訂と動的DEAへの展開	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 オペレーションズ・リサーチ - 経営の科学-	6. 最初と最後の頁 287 ~ 294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Yu Zhao Kazuyuki Sekitani
2. 発表標題 Measuring Olympic achievements in DEA: a data fitting technique subject to downside-deviation restrictions
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関谷 和之
2. 発表標題 DEA効率値の分解と乗数制約 五輪メダル獲得効率性評価への適用 -
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関谷和之
2. 発表標題 プログラミングコンテスト敢闘賞決定について
3. 学会等名 日本オペレーションズリサーチ学会・関西支部シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂井 祐輝, 関谷 和之
2. 発表標題 顧客満足度優位性獲得を目指した競合製品評価ANPモデルの開発
3. 学会等名 日本オペレーションズリサーチ学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高木祥多, 関谷 和之
2. 発表標題 プログラムコンテスト敢闘賞選定結果に対する予選本選の感度分析
3. 学会等名 日本オペレーションズリサーチ学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 著 Elizabeth S. Meckes, Mark W. Meckes, 訳 山本 芳嗣	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京化学同人	5. 総ページ数 398
3. 書名 基礎数学 線形代数	

1. 著者名 山本芳嗣, 関谷和之	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東京化学同人	5. 総ページ数 36
3. 書名 基礎数学IV: 最適化理論	

1. 著者名 高木英明, 関谷和之	4. 発行年 2017年
2. 出版社 筑波大学出版会	5. 総ページ数 72
3. 書名 サービスサイエンスの事訊(ことわけ)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	山本 芳嗣 (yamamoto yoshitsugu) (00119033)	筑波大学・システム情報系(名誉教授)・名誉教授 (12102)	
研究 分 担 者	趙 宇 (Zhao Yu) (40879384)	東京理科大学・経営学部経営学科・助教 (32660)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関