

データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較
—— ウィンドー分析の結果に対するローソク足を用いたグラフ化の提案と鉄道各社の比較結果 ——

杉 山 学

経営管理研究室

The relative efficiency evaluation for
the Japan Railway companies and Japan's major private
railway companies by DEA and Inverted DEA :
Illustrating trends of the relative efficiencies and inefficiencies of
each railway company using the DEA/Window Analysis
and the Inverted DEA/Window Analysis

Manabu SUGIYAMA

Management and Decision Science

群馬大学社会情報学部研究論集
第20巻 33～48頁
2013年 2月28日

JOURNAL OF SOCIAL AND INFORMATION STUDIES

No. 20 pp. 33—48

Faculty of Social and Information Studies

Gunma University

Maebashi, Japan

February 28, 2013

データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較
—— ウィンドー分析の結果に対するローソク足を用いたグラフ化の提案と鉄道各社の比較結果 ——

杉 山 学

経営管理研究室

The relative efficiency evaluation for
the Japan Railway companies and Japan's major private
railway companies by DEA and Inverted DEA :
Illustrating trends of the relative efficiencies and inefficiencies of
each railway company using the DEA/Window Analysis
and the Inverted DEA/Window Analysis

Manabu SUGIYAMA

Management and Decision Science

Abstract

This study evaluates the relative efficiencies of Japan Railway companies and Japan's major private railway companies, using various types of DEA (Data Envelopment Analysis). As the sixth step of the evaluation, this paper illustrates trends of the relative efficiencies and inefficiencies of each railway company using the DEA/Window Analysis and the Inverted DEA/Window Analysis. In this paper, trends of the relative efficiencies and inefficiencies of each railway company became clear by illustrations based on the Candlestick. In the past papers of the author, the first step of the evaluation focused on the time series performance data analysis of the Japan Railway companies. The second step of the evaluation focused on the relative efficiencies of Japan Railway companies using the DEA/Window Analysis. The third step of the evaluation focused on the relative inefficiencies of Japan Railway companies using the Inverted DEA/Window Analysis. The fourth and fifth steps of the evaluation focused on the relative

efficiencies and inefficiencies of Japan's major private railway companies (in eastern and western Japan) using the DEA/Window Analysis and the Inverted DEA/Window Analysis.

キーワード：JR (JR 旅客各社)，大手私鉄 (大手民鉄)，相対的効率性評価，時系列分析，
ローソク足，DEA/ウィンドー分析，Inverted DEA/ウィンドー分析

1. はじめに

1987年 (昭和62) に“国鉄の分割・民営化”は行われ、国鉄から JR という企業体集合 (以下「JR グループ」) にかわって約25年が経過した。その間 JR グループは、地震などの自然災害やバブル経済の崩壊などの外的要因から影響を受けつつも、大手私鉄並みの事業活動の効率改善が求められてきたといえる。本研究は、本当に JR は国鉄時代の事業活動から、大手私鉄並みの事業活動に改善されたかを、データ包絡分析法 (DEA: Data Envelopment Analysis)^[2] の諸手法^[3, 4, 11, 19, 23, 24] を用いて実証的に検証、評価することが目的である。

しかし、本研究は非常に多くのデータを扱い、様々な DEA の諸手法を用いて実証的に様々検証するために、数本の論文に分けて研究成果を発表せざるをえない。本論文はその第 6 報である。なお本研究の評価対象は、JR グループ 7 社のうち JR 旅客 6 社を対象としており、JR 貨物 (日本貨物輸送) は取り扱っていない。そして、JR 旅客 6 社と比較するのは大手私鉄 (大手民鉄) 15 社であり、事業規模は大きい地下鉄などの異なる性質の事業者は比較対象としていない。

本研究の一部成果は既に数本の論文^[17, 18, 20, 21, 22] にて発表されており、これらの内容を踏まえる目的で以下に簡潔に示す。まず、本研究の第 1 報である論文^[17] では DEA の諸手法を用いた本格的な分析に入る前段階として、まず JR グループの現在までの経緯を踏まえた上で、JR と大手私鉄を比較した既存研究^[7, 9, 12] の研究結果を整理した。そして、鉄道事業者の事業活動に対する効率性評価の枠組みを改めて定義し、その中で使用される各種業績データに基づいて JR 旅客各社の推移についてまとめ、考察を行った。

本研究の第 2 報である論文^[18] では、第 1 報^[17] で示された鉄道事業者の事業活動に対する効率性評価の枠組みを用い、企業の側面である“効率性の追求”の面から評価を行った。すなわち、DEA/ウィンドー分析 (DEA/Window Analysis)^[1, 3, 23, 24] を適用して、本格的に JR 旅客各社と大手私鉄の事業活動を時系列的に効率性評価し、JR 旅客各社の推移に関して実証的に検証、考察を行った。

本研究の第 3 報である論文^[20] では、第 2 報と同様に第 1 報^[17] で示された鉄道事業者の事業活動に対する効率性評価の枠組みを用い、公共的側面である“非効率性の改善”の面から評価を行った。すなわち、Inverted DEA (Inverted Data Envelopment Analysis)^[13, 14, 15, 16, 19, 20, 27, 28] の 1 つのヴァリエーションである Inverted DEA/ウィンドー分析 (Inverted DEA/Window Analysis)^[15, 16, 20] を適用して、本格的に JR 旅客各社と大手私鉄の事業活動を時系列的に非効率性評価し、JR 旅客各社の推移に関し

て実証的に検証、考察を行った。

本研究の第 4 報である論文^[21]では、第 2 報^[18]と第 3 報^[20]での分析の際に、既に分析済みであったが、掲載できなかった大手私鉄の中でも東日本で事業活動している鉄道事業者 8 社について、企業の側面である“効率性の追求”の面から評価した DEA/ウィンドー分析の結果と、公共的側面である“非効率性の改善”の面から評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果を報告し、考察を行った。

本研究の第 5 報である論文^[22]では、第 4 報と同様に第 2 報^[18]と第 3 報^[20]での分析の際に、既に分析済みであったが、掲載できなかった大手私鉄の中でも西日本で事業活動している鉄道事業者 7 社について、企業の側面である“効率性の追求”の面から評価した DEA/ウィンドー分析の結果と、公共的側面である“非効率性の改善”の面から評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果を報告し、考察を行った。

以上を踏まえ第 6 報である本論文では、JR 旅客各社と大手私鉄に関するこれら分析結果の第 2 報^[18]から第 5 報^[22]に対し、総合的な分析・評価の第 1 段階として、鉄道事業者の分析結果を全体的に整理し、考察を行う。そのためには DEA と Inverted DEA に関するウィンドー分析の結果の数値表を、時系列で相対的な要素を取り入れた上で、直感的にわかり易く表現する方法が求められるが、このような既存の方法は皆無である。そこで、本論文では「ローソク足 (Candlestick)」^[8]という、株価などの相場の値動きを時系列に沿ってグラフとして表す手法を利用して表現することを新たに提案する。すなわち、副題の「ウィンドー分析の結果に対するローソク足を用いたグラフ化の提案と鉄道各社の比較結果」を中心に報告する。なお、鉄道事業者の事業活動に対する総合的な分析・評価は、次回以降の論文でも詳しく報告する予定である。

このように、今後も本研究をさらに進めることで、JR 発足後から近年まで、JR が大手私鉄並みの事業活動に改善されたか否かに対する結論が導けると考える。これにより、国鉄の分割・民営化に対する本来の目的が達成されたかを議論でき、一連の政策決定が妥当なものであったかを議論する上で、重要な資料を提示できると考える。

ここで本論文の構成は次のようにまとめることができる。まず、2 節では鉄道事業者の事業活動に対する効率性評価に用いる分析モデルと評価の枠組みについて改めて簡潔に示す。3 節では本研究におけるウィンドー分析の諸設定と、分析結果に関するそれぞれの数値表の対応関係について改めて簡潔に示す。そして、DEA と Inverted DEA に関するウィンドー分析の結果の数値表を、直感的にわかり易く表現するために、「ローソク足」というグラフ化手法を利用して表現する方法を提案する。4 節では鉄道事業者(本研究では JR 旅客各社と大手私鉄)に関して、第 2 報から第 5 報で掲載された分析結果の数値表を、本論文で提案するグラフ化手法を利用して整理した図を示し、その考察を示す。5 節では本論文をまとめ、次の研究課題を示す。

2. 鉄道事業に対する効率性評価に用いる分析モデルと評価の枠組み

まず、本研究の第1報^[17]において詳しく記述したように、鉄道事業者の事業活動は、公共的側面と企業的側面の両面を持ち合わせ、その評価も複雑となる。そこで、鉄道事業者の事業活動を公共的側面と企業的側面という観点から効率性評価に当てはめると、公共的側面の追求とは“非効率性の改善”となり、企業的側面の追求とは“効率性の追求”であるにとらえることができる。これらに基づき第2報^[18]では鉄道事業者の事業活動に対する“効率性の追求”の面（企業的側面）の分析を行い、第3報^[20]では鉄道事業者の事業活動に対する“非効率性の改善”の面（公共的側面）の分析を行った。すなわち、鉄道事業者を多入力多出力システムととらえ、第2報では時系列的に効率測定ができる DEA/ウィンドー分析を用いて評価し、第3報では時系列的に非効率測定ができる Inverted DEA/ウィンドー分析を用いて評価した。なお、論文^[16,18,20]には DEA/ウィンドー分析と Inverted DEA/ウィンドー分析を数理的に詳しく記述した内容がある。

次に、第1報^[17]において詳しく記述したように本研究では、日本の第3セクター鉄道の効率性を分析した坂元の論文^[10]で用いられている分析の枠組みを基本的に採用し、効率性分析を行っている。再度簡潔に述べるならば、鉄道産業の活動を、費用、作業、事業、効果という4つの活動局面に区分し、それぞれが代表する項目は表1の内容とした。そして、これらの4つの活動局面をそれぞれ入出力項目とし、表2で示された4つの効率性の定義を用い、分析を行うものである。

表1：各活動局面を代表する項目

活動局面	代表する項目	データの種類
費用	人件費, 人件費外営業経費	金銭的データ
作業量	職員数, 車両数	数量的データ
事業量	旅客車両キロ, 輸送人員数	数量的データ
効果量	営業収入	金銭的データ

表2：4つの効率性の定義とその入出力項目

効率性	入力項目	出力項目
コスト性	費用【人件費, 人件費外営業経費】	作業量【職員数, 車両数】
生産性	作業量【職員数, 車両数】	事業量【旅客車両キロ, 輸送人員数】
収益性	事業量【旅客車両キロ, 輸送人員数】	効果量【営業収入】
企業性	費用【人件費, 人件費外営業経費】	効果量【営業収入】

本研究の公表済み論文^[17,18,20,21,22]にも記載があるように、本研究の評価対象となる事業体は、JR貨物を除くJR旅客6社と大手私鉄(大手民鉄)15社の計21社とし、各鉄道会社の入出力のデータは、1987年度(昭和62)から2005年度(平成17)の19年間である。なお、本研究で使用されたデータの出所は鉄道統計年報の当該年度版^[6,26]からである。

3. ウィンドー分析の数値表とグラフ化の提案

3.1. ウィンドー分析の結果と数値表の対応関係

第1報から第5報の論文^[17, 18, 20, 21, 22]において記述したように、本研究では、DEAモデルとInverted DEAモデルともに、規模に関する収穫一定のCCRモデル(比率形式)、かつ、ウィンドー分析で評価した。3節において再度示した本研究が採用する分析の枠組みから分析対象となる事業体(鉄道会社)、すなわちDMU(Decision Making Unit)の数は $n=21$ 、入出力データの期間は $k=19$ である。そして、文献^[3]で示された計算式を用いることでウィンドー数 p を10期($p=10$)と設定し、さらに、1期の場合($p=1$)と5期の場合($p=5$)を加え、合計3パターンを設定してウィンドー分析を行い、詳しく時系列分析を行なった。

したがって、本研究では1期($p=1$)を分析対象としたDEA/ウィンドー分析、すなわち、単年度毎にDEAを用いた4つの効率性に関するJR旅客6社と大手私鉄15社の詳しい結果の数値表は第2報^[18]の表4~7である。また、1期($p=1$)を分析対象としたInverted DEA/ウィンドー分析、すなわち、単年度毎にInverted DEAを用いた4つの効率性に関するJR旅客6社と大手私鉄15社の詳しい結果の数値表は第3報^[20]の表4~7である。

隣接する5期($p=5$)のDEA/ウィンドー分析を用いた4つの効率性に関するJR旅客6社の詳しい結果の数値表は第2報^[18]の表8~11、東日本の大手私鉄8社の詳しい結果の数値表は第4報^[21]の表3~6、西日本の大手私鉄7社の詳しい結果の数値表は第5報^[22]の表3~6である。また、隣接する5期($p=5$)のInverted DEA/ウィンドー分析を用いた4つの効率性に関するJR旅客6社の詳しい結果の数値表は第3報^[20]の表8~11、東日本の大手私鉄8社の詳しい結果の数値表は第4報^[21]の表11~14、西日本の大手私鉄7社の詳しい結果の数値表は第5報^[22]の表11~14である。

隣接する10期($p=10$)のDEA/ウィンドー分析を用いた4つの効率性に関するJR旅客6社の詳しい結果の数値表は第2報^[18]の表12~15、東日本の大手私鉄8社の詳しい結果の数値表は第4報^[21]の表7~10、西日本の大手私鉄7社の詳しい結果の数値表は第5報^[22]の表7~10である。また、隣接する10期($p=10$)のInverted DEA/ウィンドー分析を用いた4つの効率性に関するJR旅客6社の詳しい結果の数値表は第3報^[20]の表12~15、東日本の大手私鉄8社の詳しい結果の数値表は第4報^[21]の表15~18、西日本の大手私鉄7社の詳しい結果の数値表は第5報^[22]の表15~18である。

3.2. ウィンドー分析の結果に対するグラフ化の提案

前述の3.1節で解説したように、第1報から第5報の論文^[17, 18, 20, 21, 22]において記載したウィンドー分析の結果の数値表は、4つの効率性(コスト性、生産性、収益性、企業性)を採用、ウィンドー数 p を3パターン設定、さらにDEAとInverted DEAで分析するために非常に多数存在($24=4 \times 3 \times 2$)することとなった。加えて、その1つの数値表自体に掲載されている数値も分析対象となるDMUの数が $n=21$ と比較的多いために、非常に大きなサイズの表となった。

この状況を踏まえ、JR 旅客各社と大手私鉄の総合的な分析・評価を全体的に整理し、考察を行うためには、DEA と Inverted DEA に関するウィンドー分析の結果の数値表を、時系列で相対的な要素を取り入れた上で、直感的にわかり易く一目で表現する方法が求められる。そこで、本論文では株価などの相場の値動きを時系列に沿ってグラフとして表す手法「ローソク足 (Candlestick)」^[8] を利用してグラフ化する方法を新たに提案する。

ローソク足をグラフとして表現するためには、単位期間を定め、単位期間中に初めに付いた値を始値、最後に付いた値段を終値、最も高い値を高値、最も低い値を低値とした情報を設定する必要がある。そして、この 4 種の値をローソク足と呼ばれる一本の棒状の図形に作図し、時系列に沿って並べて値の変動をグラフとして表現するのがローソク足チャート (Candlestick chats) である。

したがって、ウィンドー分析の結果の数値表に関して、ローソク足を利用したグラフ化は、その目的によって様々設定が可能である。本論文では、ウィンドー分析を数理的に詳しく記述した論文^[18,20]の表記に従い、鉄道各社の傾向を時系列で相対的に、直感的に一目で比較可能であることを目的に次のように設定する。

まず鉄道各社 (DMU_o) に対して、時系列の変化を表現したいので、想定する単位期間と 4 種の値を、DEA/ウィンドー分析では各社の $\theta_{o_d}^*$ ($o=1, \dots, n; d=1, \dots, w$) の値 (表中の Average の値) で設定してローソク足をそれぞれ作図することとする。そして、鉄道各社 (DMU_o) の相対的な比較を行いたいため、作図した各社のローソク足を 1 つの図中に並べて記述することとする。また、Inverted DEA/ウィンドー分析では $\phi_{o_d}^*$ ($o=1, \dots, n; d=1, \dots, w$) の値 (表中の Average の値) で設定してローソク足を作図し、各社のローソク足を 1 つの図中に並べて同様に表記することとする。

DEA/ウィンドー分析の場合について、論文^[18]の記述に従いより具体的に示すならば、まず DMU_o ($o=1, \dots, n$) の時系列の変化がわかるように、単位期間はウィンドー分析の番号 d の期間 ($d=1, \dots, w$) とし、単位期間中の始値を $\theta_{o_1}^*$ 、終値を $\theta_{o_w}^*$ 、高値を $\max\{\theta_{o_d}^* \mid d=1, \dots, w\}$ 、低値を $\min\{\theta_{o_d}^* \mid d=1, \dots, w\}$ としてローソク足を作図する。そして、 DMU_o の相対的な関係がわかるように、 DMU_o のローソク足を 1 つの図中に並べて図とする。また、Inverted DEA/ウィンドー分析の場合について、論文^[20]の記述に従いより具体的に示すならば、まず DMU_o の時系列の変化がわかるように、単位期間はウィンドー分析の番号 d の期間 ($d=1, \dots, w$) とし、単位期間中の始値を $\phi_{o_1}^*$ 、終値を $\phi_{o_w}^*$ 、高値を $\max\{\phi_{o_d}^* \mid d=1, \dots, w\}$ 、低値を $\min\{\phi_{o_d}^* \mid d=1, \dots, w\}$ としてローソク足を作図する。そして、 DMU_o の相対的な関係がわかるように、 DMU_o のローソク足を 1 つの図中に並べて図とする。

なお、1 期 ($p=1$) を分析対象としたウィンドー分析、すなわち、単年度毎に分析した場合は、想定する単位期間と 4 種の値は、単純に分析対象の年度期間と各年度の各社の効率値で設定してローソク足をそれぞれ作図することとする。これらの方法に基づいてグラフ化した図を次節で示すこととする。

4. 分析結果の整理と考察

JR 旅客 6 社と大手私鉄15社の計21社に対して、企業の側面である“効率性の追求”の面を時系列評価した DEA/ウィンドー分析の結果と、公共的側面である“非効率性の改善”の面を時系列評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果について、前述した 4 つの効率性(コスト性, 生産性, 収益性, 企業性), それぞれの分析結果を, 3 節で提案したグラフ化手法を利用して整理した図を示し, その考察を示す。なお, 本研究の目的は, JR が大手私鉄並みの事業活動に改善されたかを, DEA の諸手法を用いて実証的に検証, 評価することである。したがって, 本節で取り上げる内容も JR 旅客 6 社を中心とした考察を示すこととする。

4.1. コスト性

JR 旅客 6 社と大手私鉄15社の計21社に対して, 1 期 ($p=1$) を分析対象とした DEA/ウィンドー分析, すなわち, 単年度毎の DEA による評価結果を整理したのが図 1 である。そして, 隣接する 5 期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが, それぞれ図 2 と図 3 である。

また, 1 期($p=1$)を分析対象とした Inverted DEA/ウィンドー分析, すなわち, 単年度毎の Inverted DEA による評価結果を整理したのが図 4 である。そして, 隣接する 5 期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の Inverted DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが, それぞれ図 5 と図 6 である。

コスト性に関する各社の考察を次に示す。まず, 企業の側面の“効率性の追求”を評価した DEA/ウィンドー分析の結果の図 1～3 から, 大手私鉄15社と比較して JR 北海道だけが非常に優れており, 他の 5 社は並もしくは劣っている状況が読み取れる。また傾向としては, 本州 3 社の JR 東日本, JR 東海, JR 西日本が大幅な悪化傾向にあり, いわゆる 3 島会社の JR 北海道, JR 四国, JR 九州は概ね横ばい傾向にあることが読み取れる。また, 在東日本の大手私鉄 8 社は総じて悪化傾向にあり, 在西日本の大手私鉄 7 社は全体的に優れており, 改善傾向にあることが読み取れる。

次に, 公共的側面の“非効率性の改善”を評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果の図 4～6 から, 大手私鉄15社と比較して JR 東海が非常に劣っており, 他の 5 社も総じて劣っている状況が読み取れる。また傾向としては, JR 東日本と JR 西日本が大幅な悪化傾向にあり, JR 北海道, JR 東海, JR 四国, JR 九州は概ね横ばい傾向にあることが読み取れる。また, 在東日本の大手私鉄 8 社は総じて悪化傾向にあり, 在西日本の大手私鉄 7 社は逆に改善傾向にあることが読み取れる。

4.2. 生産性

JR 旅客 6 社と大手私鉄15社の計21社に対して, 1 期 ($p=1$) を分析対象とした DEA/ウィンドー分析, すなわち, 単年度毎の DEA による評価結果を整理したのが図 7 である。そして, 隣接する 5 期

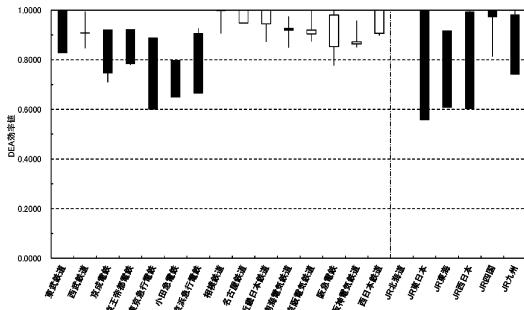


図1：各社のコスト性 (DEA： $p=1$)

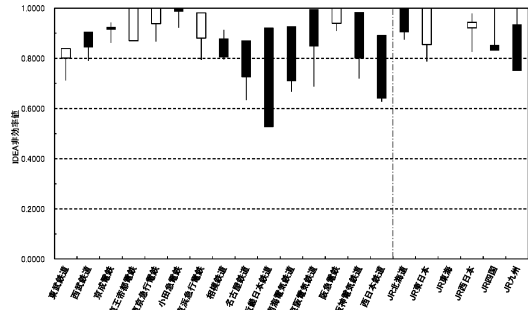


図4：各社のコスト性 (Inverted DEA： $p=1$)

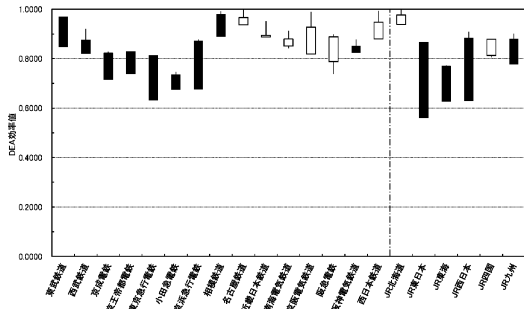


図2：各社のコスト性 (DEA： $p=5$)

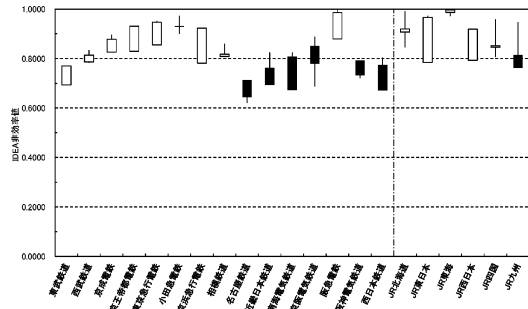


図5：各社のコスト性 (Inverted DEA： $p=5$)

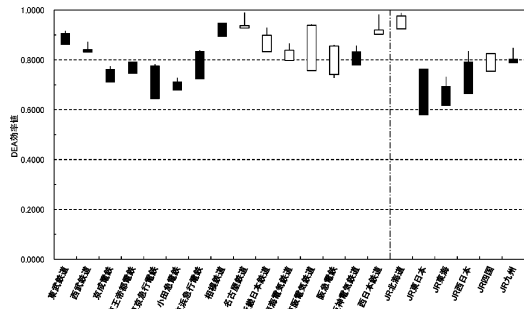


図3：各社のコスト性 (DEA： $p=10$)

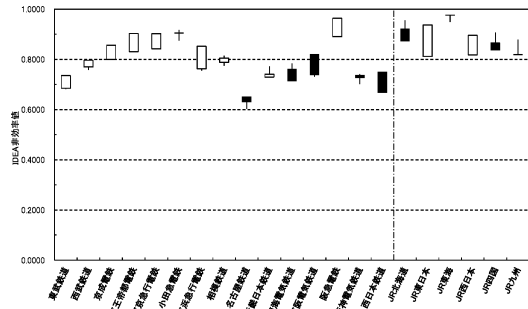


図6：各社のコスト性 (Inverted DEA： $p=10$)

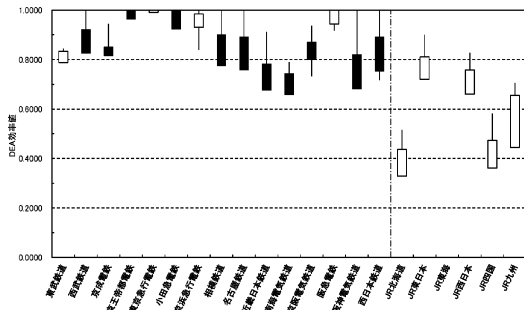


図7：各社の生産性 (DEA : $p = 1$)

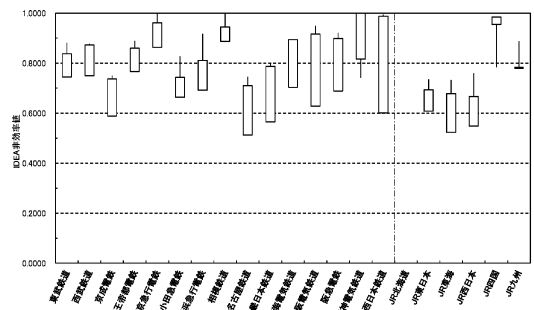


図10：各社の生産性 (Inverted DEA : $p = 1$)

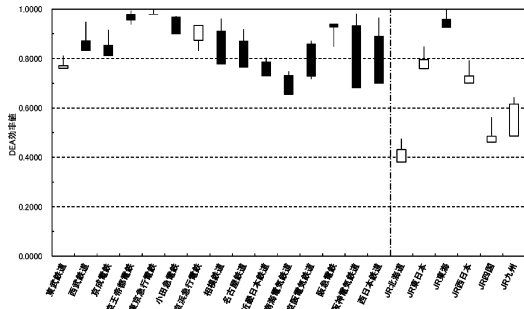


図8：各社の生産性 (DEA : $p = 5$)

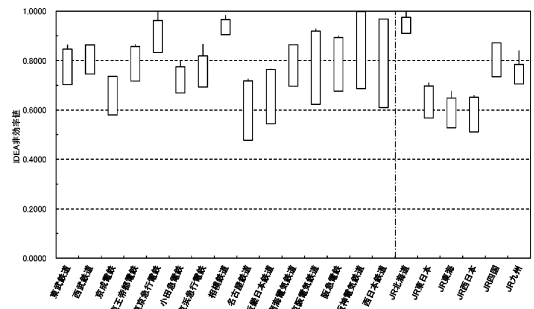


図11：各社の生産性 (Inverted DEA : $p = 5$)

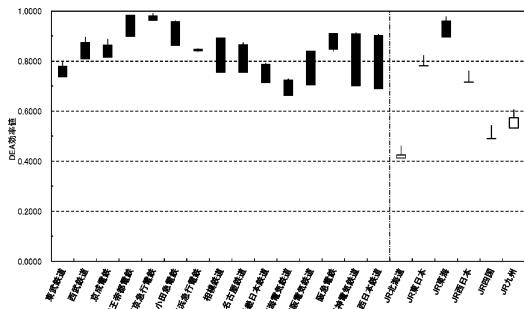


図9：各社の生産性 (DEA : $p = 10$)

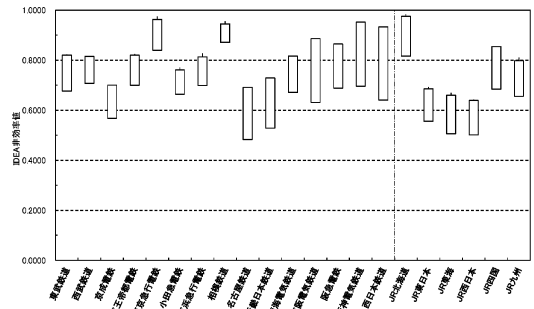


図12：各社の生産性 (Inverted DEA : $p = 10$)

($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが、それぞれ図8と図9である。

また、1期 ($p=1$) を分析対象とした Inverted DEA/ウィンドー分析、すなわち、単年度毎の Inverted DEA による評価結果を整理したのが図10である。そして、隣接する5期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の Inverted DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが、それぞれ図11と図12である。

生産性に関する各社の考察を次に示す。まず、企業の側面の“効率性の追求”を評価した DEA/ウィンドー分析の結果の図7～9から、大手私鉄15社と比較して本州3社の JR 東日本、JR 東海、JR 西日本は優れており、いわゆる3島会社の JR 北海道、JR 四国、JR 九州は劣っている状況が読み取れる。また傾向としては、JR 旅客6社ともに概ね若干の改善もしくは横ばい傾向にあることが読み取れる。また、大手私鉄15社は総じて悪化傾向にあることが読み取れる。

次に、公共的側面の“非効率性の改善”を評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果の図10～12から、大手私鉄15社と比較して本州3社の JR 東日本、JR 東海、JR 西日本は優れており、これに対し JR 北海道は劣っており、JR 四国と JR 九州は並である状況が読み取れる。また傾向としては、JR 旅客6社ともに大幅な悪化傾向にあることが読み取れる。また、大手私鉄15社もみな大幅な悪化傾向にあることが読み取れる。

4.3. 収益性

JR 旅客6社と大手私鉄15社の計21社に対して、1期 ($p=1$) を分析対象とした DEA/ウィンドー分析、すなわち、単年度毎の DEA による評価結果を整理したのが図13である。そして、隣接する5期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが、それぞれ図14と図15である。

また、1期 ($p=1$) を分析対象とした Inverted DEA/ウィンドー分析、すなわち、単年度毎の Inverted DEA による評価結果を整理したのが図16である。そして、隣接する5期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の Inverted DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが、それぞれ図17と図18である。

収益性に関する各社の考察を次に示す。まず、企業の側面の“効率性の追求”を評価した DEA/ウィンドー分析の結果の図13～15から、大手私鉄15社と比較して JR 東海が非常に優れ、JR 東日本も優れており、他の4社は並である状況が読み取れる。また傾向としては、JR 四国が悪化傾向であるが、他の5社は概ね横ばい傾向にあることが読み取れる。また、大手私鉄15社の中でも唯一、東京急行電鉄が優れており、改善傾向にある。他の大手私鉄14社は総じて改善傾向もしくは横ばい傾向にあることが読み取れる。

次に、公共的側面の“非効率性の改善”を評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果の図16～18から、大手私鉄15社と比較して JR 九州を除く JR 旅客5社は優れており、特に本州3社の JR 東日本、

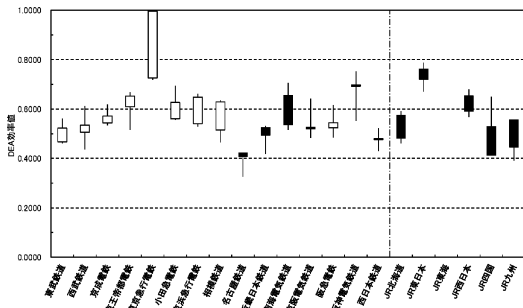


図13：各社の収益性 (DEA : $p = 1$)

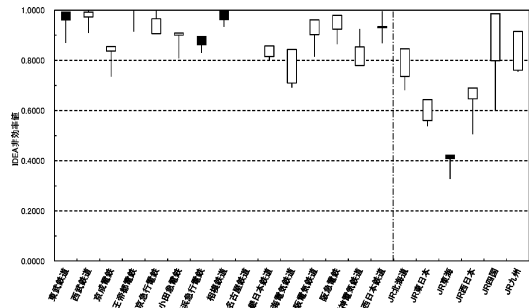


図16：各社の収益性 (Inverted DEA : $p = 1$)

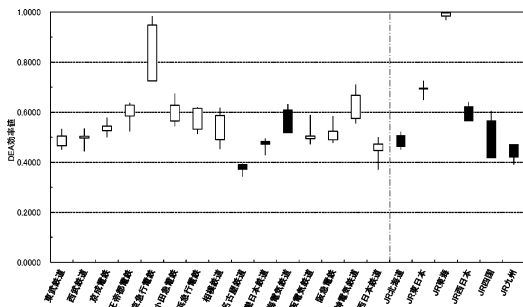


図14：各社の収益性 (DEA : $p = 5$)

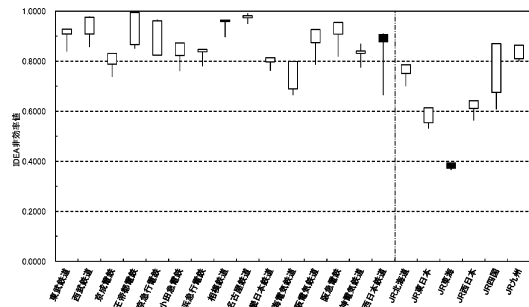


図17：各社の収益性 (Inverted DEA : $p = 5$)

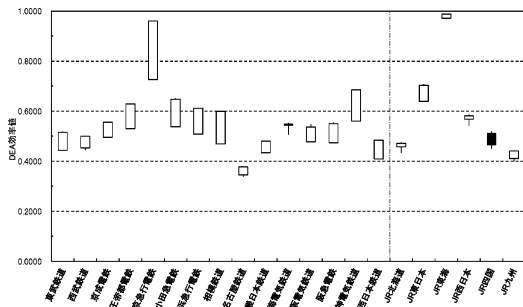


図15：各社の収益性 (DEA : $p = 10$)

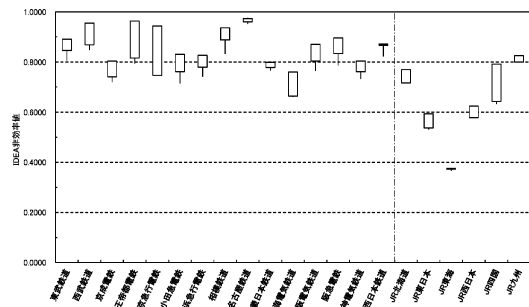


図18：各社の収益性 (Inverted DEA : $p = 10$)

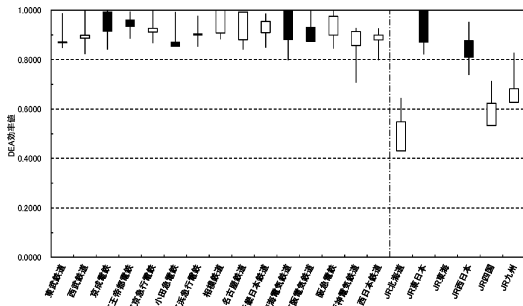


図19：各社の企業性 (DEA : $p = 1$)

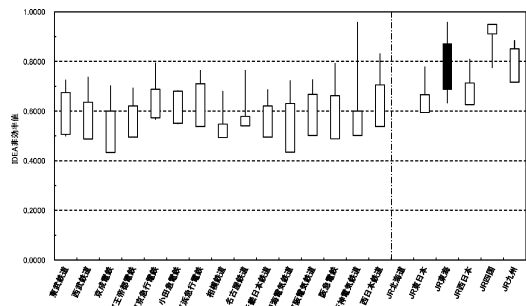


図22：各社の企業性 (Inverted DEA : $p = 1$)

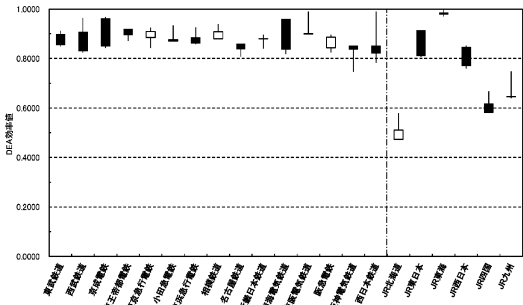


図20：各社の企業性 (DEA : $p = 5$)

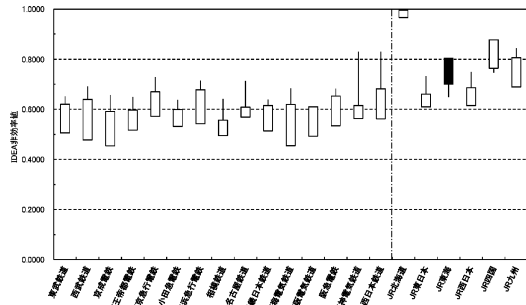


図23：各社の企業性 (Inverted DEA : $p = 5$)

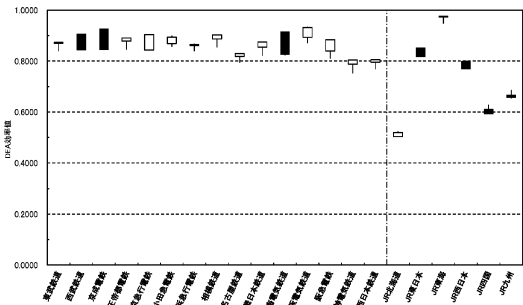


図21：各社の企業性 (DEA : $p = 10$)

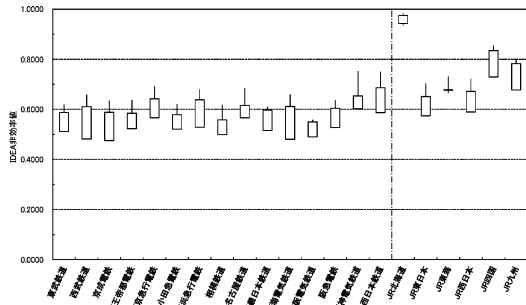


図24：各社の企業性 (Inverted DEA : $p = 10$)

JR 東海, JR 西日本が非常に優れている状況が読み取れる。また傾向としては, JR 東海が横ばい傾向にあり, 他の 5 社は概ね悪化傾向にあることが読み取れる。また, 大手私鉄15社は JR 旅客 6 社と比較して全体的に劣っており, 総じて悪化傾向にあることが読み取れる。

4.4. 企業性

JR 旅客 6 社と大手私鉄15社の計21社に対して, 1 期 ($p=1$) を分析対象とした DEA/ウィンドー分析, すなわち, 単年度毎の DEA による評価結果を整理したのが図19である。そして, 隣接する 5 期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが, それぞれ図20と図21である。

また, 1 期 ($p=1$) を分析対象とした Inverted DEA/ウィンドー分析, すなわち, 単年度毎の Inverted DEA による評価結果を整理したのが図22である。そして, 隣接する 5 期 ($p=5$) と隣接する10期 ($p=10$) の Inverted DEA/ウィンドー分析による評価結果を整理したのが, それぞれ図23と図24である。

企業性に関する各社の考察を次に示す。まず, 企業の側面の“効率性の追求”を評価した DEA/ウィンドー分析の結果の図19~21から, 大手私鉄15社と比較して本州 3 社の JR 東日本, JR 東海, JR 西日本が優れており, いわゆる 3 島会社の JR 北海道, JR 四国, JR 九州が劣っている状況が読み取れる。また傾向としては, JR 旅客 6 社は概ね若干の悪化もしくは横ばい傾向にあることが読み取れる。また, 大手私鉄15社は全体的に優れており, 総じて横ばい傾向にあることが読み取れる。

次に, 公共的側面の“非効率性の改善”を評価した Inverted DEA/ウィンドー分析の結果の図22~24から, 大手私鉄15社と比較して JR 旅客 6 社は全体的に劣っており, 特に JR 北海道が非常に劣っている状況が読み取れる。また傾向としては, JR 東海が改善傾向にあるが, 他の 5 社は概ね悪化傾向にあることが読み取れる。また, 大手私鉄15社は総じて悪化傾向にあることが読み取れる。

5. おわりに

本研究は, 国鉄の分割・民営化から約25年が経過し, 本当に JR は国鉄時代の事業活動から, 大手私鉄並みの事業活動に改善されたかを, DEA の諸手法を用いて実証的に検証, 評価することが目的である。そこで第 6 報である本論文では, JR 旅客各社と大手私鉄に関する分析結果の第 2 報^[18] から第 5 報^[22] に対して, 総合的な分析・評価の第 1 段階として, 鉄道事業者21社の分析結果を全体的に整理し, 考察を行った。そのためには DEA と Inverted DEA に関するウィンドー分析の結果の数値表を, 時系列で相対的な要素を取り入れた上で, 直感的にわかり易く表現することが必要であり, 本論文では「ローソク足」というグラフ化手法を利用して表現する方法を提案し, それを用いて整理した図を示した。すなわち, 副題の「ウィンドー分析の結果に対するローソク足を用いたグラフ化の提案と鉄道各社の比較結果」を中心に報告した。

本研究の一連の分析結果^[17, 18, 20, 21, 22], さらに, 各年度の運輸白書^[25] や国土交通白書^[5] にも記述があるように, 本州3社のJR東日本, JR東海, JR西日本については, 三大都市圏の路線及び新幹線を有していることから, 大手私鉄と相対的に比較しても, 概ね順調な経営を続けていることが本論文のグラフ化でより明確に示された。そして, いわゆる3島会社のJR北海道, JR四国, JR九州については, 発足当初より非常に厳しい経営状況が続いていることも本論文のグラフ化でより明確に示された。本研究の第4報^[21] と第5報^[22] でも記述したが, 大手私鉄の中でもローカル線を多く抱え, かつ, 3島会社と事業規模が近い東武鉄道, 名古屋鉄道, 近畿日本鉄道の3社の各種評価が比較的良いことも改めて本論文のグラフ化でより明確に示された。したがって, これら大手私鉄3社の事業活動内容は3島会社の事業改善の参考になると考える。ただ, JR九州は九州新幹線鹿児島ルートが2011年(平成23)3月12日に全線開業し, おおむね好調な状況であることから, 経営状況が抜本的に改善されることが期待される。今後この影響や効果に関する検証も行う必要があり, JRグループ各社の再建と整備新幹線の進め方を議論する上で重要な研究課題として挙げられる。

また2011年(平成23)3月11日に発生した東日本大震災の影響は極めて甚大であり, 鉄道事業者に関する直接的な被害, さらに原子力発電所の事故による電力不足に伴った震災年度(2011年度)の計画停電や電力使用制限令による運行の影響などが今後各種資料やデータで明らかになってくることだろう。このような鉄道各社にとって外的要因である大きな自然災害は, 1995年(平成7)1月17日に発生した阪神・淡路大震災で既に経験済みである。しかし, 今回は被災地域が広範囲でかつ被害が深刻であること, そして震災以後, 原子力発電所の稼働停止による全国的な電力不足, さらに東京電力管内の電力料金値上げなど, 一過性ではない影響が長期間続くことが予想されることから, JRと大手私鉄を含めた鉄道事業者の今後の経営状況を引き続き注視する必要がある。

これらを踏まえた分析をさらに行っていくことで, JRが大手私鉄並みの事業活動に改善されたか否かに対する結論が導け, 国鉄の分割・民営化に対する本来の目的が達成されたかを議論できると考える。なお次回以降の論文でも, 鉄道事業者の事業活動に対する総合的な分析・評価に関する報告を行う予定である。

謝 辞

本論文の査読者の方々からは有益なコメントをいただきました。ここに心から感謝の意を表します。

(原稿提出 平成23年9月6日)

参考文献

- [1] Charnes,A., Clark,T., Cooper,W.W. and Golany,B.: A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Force, Thompson,R.G. and Thrall,R.M. (eds.), *Annals of Operations Research*, Vol.2 (1985), 95-112.
- [2] Charnes,A., Cooper,W.W. and Rhodes,E.: Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*, Vol.2 (1978), 429-444.
- [3] Cooper,W.W., Seiford,L.M. and Tone,K.: *Data Envelopment Analysis : A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [4] Cooper,W.W., 刀根薫, 高森寛, 末吉俊幸: DEA の解釈と展望 その 1-3, オペレーションズ・リサーチ, Vol.39 (1994), 419-425, 480-485 and 547-555.
- [5] 国土交通省: 国土交通白書 各年度, 財務省印刷局, 2002~2007.
- [6] 国土交通省鉄道局: 鉄道統計年報 各年度, 政府資料等普及調査会, 2002~2007.
- [7] 中島隆信, 福井義高: 日本の鉄道事業の全要素生産性, 運輸と経済, Vol.56 (1996), 32-40.
- [8] 野坂晃一, 増田克実: 移動平均線の新しい読み方, かんき出版, 2010.
- [9] 織田恭司, 大坪嘉章: 国鉄民営化以降の鉄道事業の全要素生産性, 運輸と経済, Vol.60 (2000), 52-60.
- [10] 坂元純一: DEA を用いた第三セクター鉄道の効率性, オペレーションズ・リサーチ, Vol.42 (1997), 488-492.
- [11] 末吉俊幸: DEA ー経営効率分析法ー, 朝倉書店, 2001.
- [12] 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 the Operations Research Society of Japan*, Vol.40 (1997), 186-205.
- [13] Sugiyama,M. and Yamada,Y.: Data Envelopment Analysis Using Virtual DMU as Intermediates: An Application to Business Analysis of Japan's Automobile Manufactures, *Journal of Japan Industrial Management Association*, Vol.50 (2000), 341-354.
- [14] 杉山学, 山田善靖: DEA と合意形成, オペレーションズ・リサーチ, Vol.46 (2001), 284-289.
- [15] 杉山学: 事業体の総合評価手法 ー電力事業体の効率性評価の事例ー, 経営システム, Vol.15 (2005), 239-244.
- [16] 杉山学: 電力自由化後の電力各社の生産性推移, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.14 (2007), 131-153.
- [17] 杉山学: データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較のための時系列業績データ基礎分析 ー各種業績データに基づく JR 旅客各社の推移ー, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.15 (2008), 53-70.
- [18] 杉山学: データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較 ーDEA/ウィンドー分析による JR 旅客各社の推移ー, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.16 (2009), 61-82.
- [19] 杉山学: 経営効率分析のための DEA と Inverted DEA ー基本概念と方法論から, 主観的な判断を加味できる応用モデルまでー, 静岡学術出版, 2010.
- [20] 杉山学: データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較 ーInverted DEA/ウィンドー分析による JR 旅客各社の推移ー, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.17 (2010), 47-69.
- [21] 杉山学: データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較 ーDEA と Inverted DEA のウィンドー分析による大手私鉄各社 (在東日本) の推移ー, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.18 (2011), 67-96.
- [22] 杉山学: データ包絡分析法による JR と大手私鉄の事業活動効率比較 ーDEA と Inverted DEA のウィンドー分析による大手私鉄各社 (在西日本) の推移ー, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.19 (2012), 17-45.
- [23] 刀根薫: 経営効率性の測定と改善 ー包絡分析法 DEA によるー, 日科技連, 1993.
- [24] 刀根薫, 上田徹 監訳: 経営効率評価ハンドブック ー包絡分析法の理論と応用ー, 朝倉書店, 2000.

- [25] 運輸省：運輸白書 各年度，大蔵省印刷局，1986～2001.
- [26] 運輸省交通局：鉄道統計年報 各年度，政府資料等普及調査会，1987～2001.
- [27] 山田善靖，松井知己，杉山学：DEA モデルに基づく新たな経営効率性分析法の提案，*Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol.37 (1994), 158-168.
- [28] 山田善靖，末吉俊幸，杉山学，貫名忠好，牧野智謙：日本的経営の為の DEA 法：日本経済に果たす公共事業投資の役割，*Journal of the Operations Research Society of Japan*, Vol.38 (1995), 381-397.