

# 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

— DEA/ウィンドー分析による JR 旅客各社の推移 —

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 :  
Trends of each Japan Railway company  
by the DEA/Window Analysis

Manabu SUGIYAMA

Management and Decision Science

群馬大学社会情報学部研究論集

第16巻 61～82頁 別刷

2009年 3月31日

*reprinted from*

JOURNAL OF SOCIAL AND INFORMATION STUDIES

No. 16 pp. 61—82

Faculty of Social and Information Studies

Gunma University

Maebashi, Japan

March 31, 2009

# 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 —— DEA/ウィンドー分析による JR 旅客各社の推移 ——

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 :  
Trends of each Japan Railway company  
by the DEA/Window Analysis

Manabu SUGIYAMA

Management and Decision Science

## Abstract

This study evaluates the relative efficiency of each Japan Railway company and each Japan's major private railway company, using various types of DEA (Data Envelopment Analysis). As the second step of this evaluation, this paper evaluates the relative efficiency of each Japan Railway company and each Japan's major private railway company by using the DEA/Window Analysis. In this paper, trends of the relative efficiency of each Japan Railway company became clear by comparing with each Japan's major private railway company.

## 1 はじめに

1987年(昭和62)に行われた“国鉄の分割・民営化”から今年で21年が経過した。その間 JR は、国鉄から JR という新しい企業体集合(以下「JR グループ」)にかわることで、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)<sup>[4]</sup> 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。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。そこで, 本研究の第 1 報である論文<sup>[20]</sup> 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「各業績データに基づく JR 旅客各社の推移」を中心に報告した。なお本研究の分析対象は, 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) については取り扱っていない。

本研究の第 1 報についてより詳しく述べるならば, 論文<sup>[20]</sup> では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<sup>[9,10,14]</sup> 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。

この分析結果からは, 各年度の運輸白書<sup>[23]</sup> や国土交通白書<sup>[7]</sup> で記述されているように, JR 東日本, JR 東海, JR 西日本の, 本州 3 社については, 三大都市圏及び新幹線を有していることから, 比較的良好な経営環境にあり, 概ね順調な経営を続けていることが各種業績データの推移からも確認できた。一方, JR 北海道, JR 四国, JR 九州の, いわゆる 3 島会社については, 特別の措置が講じられてきたものの, 発足当初より厳しい経営状況が続いていることが各種業績データの推移からも改めて確認できた。しかし, これらの分析結果からは, JR 旅客各社の事業活動の現状は把握できたが, JR 旅客各社が大手私鉄並みの事業活動に改善されたかは把握できていない。

そこで第 2 報である本論文では, 第 1 報の論文<sup>[20]</sup> 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, 本格的に DEA/ウィンドー分析 (DEA/Window Analysis)<sup>[3]</sup> を適用して, 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を行い, 実証的に検証した内容を報告する。すなわち, 副題の「DEA/ウィンドー分析による JR 旅客各社の推移」を中心に報告する。また, 今後とも本研究をさらに進めることで, JR 発足後から現時点まで, 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, 今回用いる分析モデルについて示す。3 節では鉄道事業者の事業活動に対する効率性評価の枠組みについて改めて示す。4 節では分析結果をまとめ, その考察について示す。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

本研究の第 1 報である論文<sup>[20]</sup> において詳しく述べたように, 鉄道事業者の事業活動は, 公共的側面

と企業の側面の両面を持ち合わせており、その評価も複雑であるといえる。そして、鉄道事業者の事業活動を公共的側面と企業の側面という観点から効率性評価に当てはめるならば、公共的側面の追求とは“非効率性の改善”ととらえることができ、企業の側面の追求とは“効率性の追求”であるととらえることができる。本論文では、鉄道事業者の事業活動に対する“効率性の追求”の面（企業の側面）に絞った分析を行う。そこで、鉄道事業者を多入力多出力システムととらえ、効率測定ができる DEA を用い、さらに時系列的に効率性を評価することができる DEA/ウィンドー分析を用いる。なお、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）に絞った分析は、次の論文にて報告を行う予定である。

## 2.1 DEA モデル

DEA モデルに関する記述は様々 [5, 6, 13, 15, 16, 17, 21, 22] あり、モデル自体は様々なヴァリエーション [12, 22] が存在する。本研究の第 1 報である論文 [20] で示した DEA モデルは、分数計画問題として示された比率形式の DEA モデルであった。実際にはこの分数計画問題（比率形式）の DEA モデルを解くのではなく、線形計画問題に変形して解くことが通常である。そこで、本論文では線形計画問題へと変形された DEA モデルを示し、次のように記述する。

DEA では、評価対象となる事業体（多入力多出力システム）を DMU (Decision Making Unit) と呼び、その DMU は全部で  $n$  個あるものと仮定する。さらに各 DMU $_j$  ( $j=1, \dots, n$ ) は、共通した入出力項目を持ち、 $m$  種類の入力  $x_{ij} > 0$  ( $i=1, \dots, m$ ) を使い、 $s$  種類の出力  $y_{rj} > 0$  ( $r=1, \dots, s$ ) を産出していると仮定する。

DEA モデルは、そのモデルを分数計画問題から線形計画問題へ変形する際、適用目的に応じて、出力を固定して入力を改善する「投入指向型のモデル」と、入力を固定して出力を改善する「産出指向型のモデル」の 2 種類が存在する。さらに、実現可能な DMU の活動条件によって規定される生産可能集合 (production possibility set) を変更することでも、DEA モデルが変化する。

ここで一般形の実産可能集合を用いた、各 DMU $_o$  ( $o=1, \dots, n$ ) に対する投入指向型の DEA モデルは、

$$\begin{aligned}
 \text{最小化} \quad & \theta_o - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_{i0}^- + \sum_{r=1}^s s_{r0}^+ \right), \\
 \text{制約条件} \quad & \theta_o x_{io} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jo} - s_{i0}^- = 0 \quad (i=1, \dots, m), \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{jo} - s_{r0}^+ = y_{ro} \quad (r=1, \dots, s), \\
 & L \leq \sum_{j=1}^n \lambda_{jo} \leq U \quad (j=1, \dots, n), \\
 & s_{r0}^+ \geq 0 \quad (r=1, \dots, s),
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$s_{i0}^- \geq 0 \quad (i=1, \dots, m),$$

と、(1)式の双対問題

$$\begin{aligned} \text{最大化} \quad & \xi_0 = \sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro} + \sigma_{1o} L - \sigma_{2o} U, \\ \text{制約条件} \quad & \sum_{i=1}^m v_{io} x_{io} = 1, \\ & - \sum_{i=1}^m v_{io} x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_{ro} y_{rj} + \sigma_{1o} - \sigma_{2o} \leq 0 \quad (j=1, \dots, n), \\ & u_{ro} \geq \varepsilon \quad (r=1, \dots, s), \\ & v_{io} \geq \varepsilon \quad (i=1, \dots, m), \\ & \sigma_{1o} \geq 0, \quad \sigma_{2o} \geq 0, \end{aligned} \quad (2)$$

となる。また、一般形の生産可能集合を用いた産出指向型の DEA モデルは、

$$\begin{aligned} \text{最大化} \quad & \phi_0 + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s'_{i0}^- + \sum_{r=1}^s s'_{r0}^+ \right), \\ \text{制約条件} \quad & \phi_0 y_{ro} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda'_{jo} + s'_{r0}^+ = 0 \quad (r=1, \dots, s), \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda'_{jo} + s'_{i0}^- = x_{io} \quad (i=1, \dots, m), \\ & L \leq \sum_{j=1}^n \lambda'_{jo} \leq U \quad (j=1, \dots, n), \\ & s'_{r0}^+ \geq 0 \quad (r=1, \dots, s), \\ & s'_{i0}^- \geq 0 \quad (i=1, \dots, m), \end{aligned} \quad (3)$$

と、(3)式の双対問題

$$\begin{aligned} \text{最小化} \quad & h_0 = \sum_{i=1}^m v'_{io} x_{io} - \sigma'_{1o} L + \sigma'_{2o} U, \\ \text{制約条件} \quad & \sum_{r=1}^s u'_{ro} y_{ro} = 1, \\ & - \sum_{r=1}^s u'_{ro} y_{rj} + \sum_{i=1}^m v'_{io} x_{ij} - \sigma'_{1o} + \sigma'_{2o} \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \\ & u'_{ro} \geq \varepsilon \quad (r=1, \dots, s), \\ & v'_{io} \geq \varepsilon \quad (i=1, \dots, m), \\ & \sigma'_{1o} \geq 0, \quad \sigma'_{2o} \geq 0, \end{aligned} \quad (4)$$

で表現される。これらの DEA モデル(1)式と(3)式の特徴の一つは、 $\lambda$  の総和に対して下限 ( $L$ ) と上限 ( $U$ ) を種々設定することによって、DEA の生産可能集合を変更できる点にある。

投入指向型のモデル(1)式の  $\theta_o$  の最適解  $\theta_o^*$  を DEA 効率値 (DEA-efficiency score) と呼び、DMU の相対的な効率の度合いを表す値である。この DEA 効率値が  $\theta_o^* = 1$  かつ、入出力の余剰や不足を表すスラック変数全ての値が最適解においてゼロである場合 ( $\theta_o^* = 1$  かつ、全てのスラックが  $s_{io}^+ = 0$ ,  $s_{ro}^- = 0$  の場合)、DMU<sub>o</sub> は DEA 効率的 (DEA-efficient) と判定される。また、それ以外の場合 ( $\theta_o^* = 1$  かつ、少なくとも 1 つ以上のスラックが  $s_{io}^+ > 0$ ,  $s_{ro}^- > 0$  である場合と、 $\theta_o^* < 1$  の場合) は、DEA 非効率的 (DEA-inefficient) と判定される。なお、値  $\varepsilon$  は無限小正数 (non-Archimedean infinitesimal) であり、この  $\varepsilon$  に特定の値を与えて解がなくとも、最適化を 2 段階にわけて行う方法が一般的に用いられている<sup>[6,21]</sup>。

ここで、一般形の生産可能集合を用いた DEA モデルの上下限  $(L, U) = (0, \infty)$  または  $(L, U) = (1, 1)$  を(1)式、(3)式の中に組み入れることによって「CCR モデル<sup>[4]</sup>」または「BCC モデル<sup>[2]</sup>」をそれぞれ作ることが可能である。この 2 つのモデルの違いは規模に関する収穫 (returns to scale) に対する仮定にある。CCR モデルは規模に関して収穫一定 (constant returns to scale) を仮定し、BCC モデルはその仮定を課してはいない。さらに、上下限を  $(L, U) = (0, 1)$  と設定すると、規模の収穫減少型モデル (Decreasing Returns to Scale Model) となり、 $(L, U) = (1, \infty)$  と設定すると、規模の収穫増加型モデル (Increasing Returns to Scale Model) となる<sup>[5,21]</sup>。そして、DEA の生産可能集合について何らかの先験的な情報が得られる場合、上下限  $(L, U)$  はそれに従って設定されるべきであり、先験的な情報が得られない場合は、分析目的別に設定される必要がある。

## 2.2 DEA/ウィンドー分析

DEA において、時系列的に効率性の変化を測定するための分析法は様々存在<sup>[5,13,14,15,16,19,21,22]</sup> するが、最も直感的に理解し易く、かつ、代表的な DEA/ウィンドー分析<sup>[3]</sup> を本論文では用いることとする。このウィンドー分析を数理的に記述した数少ない文献として論文<sup>[19]</sup> があり、それに従い本論文では次のように記述する。

分析対象となる期をウィンドーとし、各 DMU<sub>j</sub> ( $j=1, \dots, n$ ) の入出力データが  $k$  期間あるとする。DMU<sub>j</sub> の  $t$  期 ( $t=1, \dots, k$ ) の入力を  $x_{ijt}$  ( $i=1, \dots, m$ )、出力を  $y_{rjt}$  ( $r=1, \dots, s$ ) と記述し、分析対象となる連続したウィンドー数を  $p$  個とすると、 $n \times p$  個の DMU を対象にした DEA、すなわち、ウィンドー分析を行う。ウィンドー分析の番号を  $d$  ( $d=1, \dots, w$ ) とし、 $d$  番目の分析内において対象となる連続したウィンドーの番号を  $q$  ( $q=1, \dots, p$ ) とすると、 $d$  番目のウィンドー分析における  $t$  期の DMU<sub>o</sub> ( $o=1, \dots, n$ ) に対する DEA/ウィンドー分析は、

$$\begin{aligned} \text{最小化} \quad & \theta_{o_{dt}} - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_{io_{dt}}^- + \sum_{r=1}^s s_{ro_{dt}}^+ \right), \\ \text{制約条件} \quad & \theta_{o_{dt}} x_{io_{dt}} - \sum_{t=d}^{d+p-1} \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_{jo_{dt}} - s_{io_{dt}}^- = 0 \quad (i=1, \dots, m), \end{aligned}$$

$$\sum_{t=d}^{d+p-1} \sum_{j=1}^n y_{rjt} \lambda_{jot} - s_{rodt}^+ = y_{rodt} \quad (r=1, \dots, s), \quad (5)$$

$$L \leq \sum_{j=1}^n \lambda_{jot} \leq U \quad (j=1, \dots, n),$$

$$s_{rodt}^+ \geq 0 \quad (r=1, \dots, s),$$

$$s_{io dt}^- \geq 0 \quad (i=1, \dots, m),$$

と表現できる。なお、(5)式は一般形の生産可能集合を用いた投入指向型のDEAモデルであり、 $d$ 番目のウィンドー分析における $t$ の値は $d \leq t \leq d+p-1$ の範囲を取るという関係が成り立つ。

この(5)式を用いて、まず1回目のウィンドー分析として、 $d=1$ とし、 $t$ を1から $1+p-1$ まで計算する。次いで2回目のウィンドー分析として、 $d=2$ とし、 $t$ を2から $2+p-1$ まで計算する。同様の手順を繰り返し、 $d$ を1つつ順にずらしていき、計 $w$ 回( $w=k-p+1$ )のウィンドー分析を行なって終了する。そして、得られた結果に対して移動平均のように、

$$\theta_{o_d}^* = \frac{1}{p} \sum_{t=d}^{d+p-1} \theta_{o_{dt}}^* \quad (o=1, \dots, n; d=1, \dots, w), \quad (6)$$

と、

$$\bar{\theta}_o^* = \frac{1}{w} \sum_{d=1}^w \theta_{o_d}^* \quad (o=1, \dots, n), \quad (7)$$

とする。さらに効率値 $\theta_{o_{dt}}^*$ の要約統計量(記述統計量)をもって相対的な効率性評価を行うものがDEA/ウィンドー分析である。これらを表にまとめると、表1のようになる。

表1: DEA/ウィンドー分析(3期間( $p=3$ ))の場合)

											Measures										
	1期	2期	3期	...	$t$ 期	$t+1$ 期	$t+2$ 期	...	$k-2$ 期	$k-1$ 期	$k$ 期	Average	Mean	Summary Var	Column Range	Total Range					
DMU <sub>1</sub>	$\theta_{111}^*$	$\theta_{112}^*$	$\theta_{113}^*$	$\theta_{114}^*$	$\theta_{1d,t}^*$	$\theta_{1d,t+1}^*$	$\theta_{1d,t+2}^*$	$\theta_{1w-1,k-3}^*$	$\theta_{1w-1,k-2}^*$	$\theta_{1w-1,k-1}^*$	$\theta_{1w,k}^*$	$\theta_{11}^*$	$\theta_{12}^*$	$\theta_{1d}^*$	$\theta_{1w-1}^*$	$\theta_{1w}^*$	$\bar{\theta}_1^*$	0.xxx	0.xxx	0.xxx	
⋮																					
DMU <sub><math>o</math></sub>	$\theta_{o11}^*$	$\theta_{o12}^*$	$\theta_{o13}^*$	$\theta_{o14}^*$	$\theta_{od,t}^*$	$\theta_{od,t+1}^*$	$\theta_{od,t+2}^*$	$\theta_{ow-1,k-3}^*$	$\theta_{ow-1,k-2}^*$	$\theta_{ow-1,k-1}^*$	$\theta_{ow,k}^*$	$\theta_{o1}^*$	$\theta_{o2}^*$	$\theta_{od}^*$	$\theta_{ow-1}^*$	$\theta_{ow}^*$	$\bar{\theta}_o^*$	0.xxx	0.xxx	0.xxx	
⋮																					
DMU <sub><math>n</math></sub>	$\theta_{n11}^*$	$\theta_{n12}^*$	$\theta_{n13}^*$	$\theta_{n14}^*$	$\theta_{nd,t}^*$	$\theta_{nd,t+1}^*$	$\theta_{nd,t+2}^*$	$\theta_{nw-1,k-3}^*$	$\theta_{nw-1,k-2}^*$	$\theta_{nw-1,k-1}^*$	$\theta_{nw,k}^*$	$\theta_{n1}^*$	$\theta_{n2}^*$	$\theta_{nd}^*$	$\theta_{nw-1}^*$	$\theta_{nw}^*$	$\bar{\theta}_n^*$	0.xxx	0.xxx	0.xxx	

今一度、分かり易く言葉で表現するならば、次の通りである。ウィンドー分析とは、ある期の当該 DMU の活動を評価する際に、その期の他の DMU の活動ばかりでなく、当該 DMU の他の期の活動も異なる DMU として取り扱うものとする。その上で、まず最初の期から連続する数期分を分析対象として DEA を適用する。そして、順に分析対象の期を 1 期づつずらす毎に DEA を適用し、移動平均のような形で相対的な効率性評価を行う時系列分析である。

文献<sup>[22]</sup>でも示されているように、ウィンドー分析を行う上での課題はウィンドー数  $p$  をいくつに設定して分析を行うかというものである。今のところ決定的な設定方法は無く、試行錯誤の上で決定されている。しかし、その目安として文献<sup>[5]</sup>では、

$$p = \begin{cases} \frac{k+1}{2} & \text{期間 } k \text{ が奇数のとき} \\ \frac{k+1}{2} \pm \frac{1}{2} & \text{期間 } k \text{ が偶数のとき,} \end{cases} \quad (8)$$

と設定することが示されている。

### 3 鉄道事業に対する効率性評価の枠組み

本研究の第 1 報である論文<sup>[20]</sup>において詳しく記述したように、鉄道産業に対する効率性評価に DEA を適用した研究として、Adolphson ら<sup>[1]</sup>、坂元<sup>[11]</sup>や著者ら<sup>[14]</sup>などがある。本研究では論文<sup>[14]</sup>と同様に、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<sup>[11]</sup>の中で用いられている分析の枠組みを基本的に採用し、効率性分析を行う。

表 2：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 3：4 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】

したがって本研究では鉄道産業の活動を、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4つの活動局面が代表する項目を表2とする。そして、費用、作業量、事業量、効果量の4つの活動局面をそれぞれ入出力項目とし、表3で示された4つの効率性の定義を用い、分析を行う。

評価対象となる事業者は、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社とする。各鉄道会社の入出力のデータは、1987年度(昭和62)から現時点で最新の2005年度(平成17)の19年間である。本研究で使用されたデータの出典は鉄道統計年報の当該年度版<sup>[8,24]</sup>からである。

なお、本研究の第1報である論文<sup>[20]</sup>で示したように、活動局面を代表する項目の中でも「費用」や「営業収入」には鉄道事業以外の活動も含む値を採用している。なぜなら、本州3社が「旅客鉄道会社および日本貨物鉄道株式会社に関する法律(JR会社法)」の適用対象から除外された2001年(平成13)以降、機動的で柔軟な事業活動が可能となり、いわゆる駅ナカ事業やSuica(スイカ)・ICOCA(イコカ)などの電子マネーの事業を展開するなど、事業の多角化が進み、大手私鉄と収益構造が近くなりつつある点を考慮したためである。

#### 4 評価結果とその考察

本論文では、鉄道事業者の事業活動に対する“効率性の追求”の面を評価するために、DEAを用いて分析を行った。DEAモデルの中でも、最も基本的なCCRモデルで評価した。すなわち、規模に関する収穫一定のモデルであり、3節で示したモデルの上下限 $(L, U) = (0, \infty)$ と設定して適用した。また、本研究が採用する分析の枠組みから、DMUの数は $n=21$ 、入出力データの期間は $k=19$ となる。

ここで、文献<sup>[5]</sup>で示された(8)式を用いて、ウィンドー数 $p$ を設定するならば、

$$p = \frac{19+1}{2} = 10, \quad (9)$$

となる。そこでまず、本論文ではウィンドー分析を行なう際に設定する、ウィンドー数 $p$ を10期とする。さらに、この10期の場合( $p=10$ )を基準とし、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、詳しく時系列分析を行なうこととする。

まず、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DEAを用いて評価を行った4つの効率性の結果は表4から表7のようになった。さらに、隣接する5期( $p=5$ )を分析対象としたウィンドー分析、および、隣接する10期( $p=10$ )を分析対象としたウィンドー分析によって評価を行った。隣接する5期のウィンドー分析の結果は表8から表11に、そして、隣接する10期のウィンドー分析の結果は表12から表15に、それぞれの結果を示した。

なお、本論文ではJR旅客6社に関する評価結果とその考察を中心に報告する。したがって、隣接する5期と隣接する10期を分析対象としたウィンドー分析の両結果は、紙面の都合上、大手私鉄15社を除いたJR旅客6社のみを示した。また、大手私鉄15社に関する評価結果やその考察などは、次の論文にて報告を行う予定である。

表4：コスト性に対する DEA の単年度毎の結果（1 期間： $p = 1$ ）

コスト性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	Summary Var	Total Range
東武鉄道	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9823	0.9724	0.9647	0.9830	1.0000	0.9370	0.9181	0.9091	0.9462	0.9224	0.9300	0.8477	0.8744	0.8279	0.9482	0.0529	0.1721
西武鉄道	0.9094	0.9555	0.9702	0.9571	0.9446	0.9703	0.9878	0.9657	0.9701	0.9937	0.9301	0.9089	0.9224	0.8469	0.8912	0.8839	0.8852	0.8885	0.9074	0.9310	0.0308	0.1468
京成電鉄	0.9207	0.8811	0.9172	0.9107	0.8971	0.8566	0.8501	0.8264	0.8117	0.8049	0.7910	0.7651	0.7485	0.7471	0.7423	0.7103	0.7486	0.7752	0.7458	0.8132	0.0841	0.2103
京王帝都電鉄	0.9224	0.9201	0.8427	0.7900	0.8141	0.8358	0.8472	0.8354	0.8563	0.8230	0.7907	0.8343	0.8321	0.8260	0.8580	0.8108	0.7828	0.7792	0.7830	0.8307	0.0295	0.1432
東京急行電鉄	0.8877	0.8445	0.8412	0.8339	0.8114	0.7938	0.8073	0.8085	0.7987	0.8011	0.8259	0.7706	0.7046	0.7439	0.8172	0.8465	0.7487	0.7692	0.5998	0.7923	0.0716	0.2878
小田急電鉄	0.7977	0.7860	0.7469	0.7401	0.7423	0.7592	0.7832	0.7680	0.7748	0.7804	0.7633	0.7601	0.7238	0.7274	0.7201	0.7046	0.7184	0.7152	0.6502	0.7454	0.0230	0.1476
京浜急行電鉄	0.9067	0.9211	0.9273	0.8768	0.8828	0.8982	0.9127	0.9100	0.9234	0.8817	0.8559	0.8563	0.8128	0.7868	0.8276	0.8548	0.8014	0.7815	0.6648	0.8570	0.0787	0.2624
相模鉄道	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9844	0.0153	0.0932
名古屋鉄道	0.9479	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9973	0.0026	0.0521
近畿日本鉄道	0.9452	0.9770	1.0000	0.9988	1.0000	1.0000	0.9671	0.9410	0.9578	0.9284	0.9260	0.9455	1.0000	0.9745	0.8971	0.9384	0.8724	1.0000	1.0000	0.9615	0.0267	0.1276
南海電気鉄道	0.9279	0.9744	0.9389	0.9584	0.9479	0.9458	0.9635	0.9079	0.8583	0.8781	0.8606	0.8726	0.8537	0.8492	0.9129	0.9646	0.9225	0.9671	0.9192	0.9170	0.0332	0.1253
京阪電気鉄道	0.9042	0.9376	0.9281	0.9107	0.9298	0.8738	0.9052	0.9134	0.9488	0.9705	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9678	0.9195	0.9531	0.0328	0.1262
阪急電鉄	0.8532	0.8616	0.8322	0.7789	0.7770	0.7835	0.8161	0.8439	0.9018	0.9182	0.8323	0.8861	0.9128	0.8645	0.9004	0.9108	1.0000	1.0000	0.9796	0.8765	0.0843	0.2230
阪神電気鉄道	0.8635	0.8902	0.9096	0.8835	0.8965	0.9033	0.8766	0.8599	0.9566	0.8585	0.8507	0.8533	0.8869	0.8777	0.8730	0.8901	0.8611	0.9206	0.8725	0.8834	0.0124	0.1059
西日本鉄道	0.9059	0.9289	0.9141	0.8996	0.9026	0.9098	0.9334	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9713	0.0334	0.1004
JR 北海道	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
JR 東日本	0.9961	1.0000	0.8778	0.8569	0.8139	0.7740	0.7262	0.7246	0.7336	0.7425	0.7147	0.7090	0.6938	0.6501	0.6320	0.6675	0.6635	0.6675	0.5581	0.7475	0.2448	0.4419
JR 東海	0.9172	0.8096	0.8678	0.7926	0.8037	0.7749	0.7404	0.7156	0.7503	0.7934	0.7769	0.7465	0.7340	0.6926	0.7674	0.7948	0.7817	0.7766	0.6076	0.7704	0.0743	0.3096
JR 西日本	0.9927	1.0000	0.9732	0.9788	0.9693	0.9067	0.8595	0.8676	0.8696	0.8559	0.8309	0.7969	0.7533	0.7354	0.7241	0.7651	0.7417	0.7288	0.6025	0.8396	0.2272	0.3975
JR 四国	1.0000	0.9535	0.8544	0.8164	0.9363	0.9040	0.8629	0.8274	0.8389	0.8624	0.8736	0.8344	0.8144	0.8132	0.8357	0.8905	0.9397	1.0000	0.9733	0.8858	0.0723	0.1868
JR 九州	0.9818	0.9982	0.9684	0.9656	0.9452	0.9385	0.9391	0.9764	0.9385	0.9565	0.8982	0.8395	0.8063	0.8032	0.7721	0.8526	0.8689	0.8863	0.7408	0.8987	0.1078	0.2575

表5：生産性に対する DEA の単年度毎の結果（1 期間： $p = 1$ ）

生産性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	Summary Var	Total Range
東武鉄道	0.7875	0.8243	0.7964	0.7898	0.8112	0.8182	0.8212	0.8440	0.8390	0.8164	0.8302	0.8240	0.8173	0.8131	0.7969	0.7951	0.8211	0.8318	0.8339	0.8164	0.0050	0.0565
西武鉄道	0.9217	0.9363	0.9285	0.8790	0.8933	0.8573	0.8918	0.9942	0.9992	0.9511	0.9675	1.0000	1.0000	1.0000	0.9338	0.9196	0.8701	0.8694	0.8248	0.9283	0.0547	0.1752
京成電鉄	0.8506	0.8920	0.8890	0.8793	0.8949	0.9014	0.8836	0.9439	0.9304	0.9221	0.9163	0.9247	0.9148	0.9090	0.8822	0.9039	0.8691	0.8437	0.8158	0.8930	0.0185	0.1280
京王帝都電鉄	1.0000	0.9970	0.9982	1.0000	0.9921	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9924	1.0000	0.9636	0.9970	0.0013	0.0364
東京急行電鉄	0.9905	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.0001	0.0095
小田急電鉄	1.0000	1.0000	1.0000	0.9879	1.0000	0.9559	0.9590	0.9942	0.9887	0.9983	1.0000	0.9349	0.9652	0.9606	0.9360	0.9828	0.9313	0.9359	0.9227	0.9712	0.0144	0.0773
京浜急行電鉄	0.9302	0.9377	0.9451	0.8812	0.8802	0.8628	0.8629	0.8832	0.8393	0.8478	0.8506	0.8658	0.9193	0.9374	1.0000	1.0000	0.9728	0.9614	0.9845	0.9138	0.0526	0.1607
相模鉄道	0.9006	0.9314	0.9404	0.9672	0.9854	0.9714	0.9983	1.0000	0.9791	0.9440	0.9281	0.9020	0.9526	0.9259	0.8543	0.8256	0.8287	0.7956	0.7743	0.9161	0.0861	0.2257
名古屋鉄道	0.8915	0.9490	0.9335	0.9125	0.8947	0.8619	0.8838	1.0000	0.8924	0.9435	0.9541	0.9355	0.9775	0.9566	0.9144	0.8666	0.8308	0.8231	0.7581	0.9042	0.0627	0.2419
近畿日本鉄道	0.7824	0.8298	0.8277	0.8243	0.8104	0.8200	0.8012	0.9114	0.8997	0.8050	0.7867	0.7946	0.7729	0.7461	0.7916	0.7401	0.8717	0.8401	0.6759	0.8022	0.0451	0.2355
南海電気鉄道	0.7434	0.7592	0.7637	0.7685	0.7328	0.7211	0.7224	0.7896	0.7676	0.7660	0.7510	0.7516	0.7355	0.7492	0.7177	0.7125	0.7185	0.6963	0.6580	0.7381	0.0170	0.1316
京阪電気鉄道	0.8701	0.9017	0.8816	0.8953	0.8877	0.8843	0.8512	0.9364	0.8231	0.7920	0.7779	0.7753	0.7673	0.8044	0.7752	0.7325	0.7397	0.8154	0.7988	0.8268	0.0652	0.2039
阪急電鉄	0.9446	1.0000	0.9809	0.9888	1.0000	0.9634	0.9429	0.9268	0.9629	0.9775	0.9730	0.9458	0.9753	1.0000	0.9996	0.9185	1.0000	1.0000	1.0000	0.9737	0.0132	0.0815
阪神電気鉄道	0.8204	1.0000	1.0000	0.9764	0.9843	0.9965	0.9579	1.0000	0.8374	0.8277	0.7990	0.7816	0.7680	0.7587	0.7357	0.7439	0.7241	0.7123	0.6812	0.8476	0.2460	0.3188
西日本鉄道	0.8923	0.9710	0.9564	0.9322	0.9683	1.0000	0.9881	1.0000	1.0000	0.9987	0.9842	0.9362	0.9449	0.8952	0.8345	0.7496	0.7180	0.7644	0.7531	0.9099	0.1701	0.2820
JR 北海道	0.3286	0.4159	0.4262	0.4048	0.4219	0.4190	0.4459	0.5161	0.4812	0.4748	0.4667	0.4896	0.4805	0.4919	0.4743	0.4782	0.4706	0.4639	0.4369	0.4519	0.0329	0.1875
JR 東日本	0.7199	0.7896	0.8213	0.8084	0.7972	0.8180	0.8181	0.8994	0.8346	0.8323	0.8514	0.8716	0.8530	0.8715	0.8547	0.8661	0.8595	0.8366	0.8109	0.8323	0.0280	0.1796
JR 東海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
JR 西日本	0.6603	0.7374	0.7580	0.7583	0.7400	0.7683	0.7610	0.7525	0.7783	0.7689	0.7965	0.8263	0.7989	0.8007	0.7950	0.7956	0.7931	0.7881	0.7576	0.7703	0.0227	0.1659
JR 四国	0.3620	0.5034	0.5058	0.5228	0.5259	0.5060	0.5591	0.5746	0.5547	0.5497	0.5507	0.5811	0.5747	0.5800	0.5681	0.5571	0.5338	0.5045	0.4734	0.5309	0.0476	0.2191
JR 九州	0.4441	0.4972	0.5352	0.5213	0.5379	0.5762	0.6082	0.7042	0.6091	0.6410	0.6540	0.6704	0.6578	0.6566	0.6856	0.6839	0.6826	0.6815	0.6548	0.6159	0.1028	0.2600

#### 4.1 コスト性

1 期のウィンドー分析, すなわち, 単年度毎に DEA を用いた評価結果である表 4 からコスト性の効率値は, 大手私鉄15社が概ね0.9後半から0.8前後の値が多く見られることがわかる. これに対して, JR 旅客 6 社の中で唯一, JR 北海道だけが効率値1.0と, DEA 効率的を維持しており, JR 東日本と JR 東海の効率値は0.7半ば前後, JR 西日本, JR 四国と JR 九州の効率値は0.9後半から0.7半ばである. したがって, 大手私鉄15社と比較して JR 東日本と JR 東海は, 各社の活動を示す作業量に対して人件費等の費用が多く掛かり過ぎる傾向がある.

また, 隣接する 5 期のウィンドー分析の評価結果である表 8 と, 隣接する10期のウィンドー分析の評価結果である表12から, コスト性の効率値の推移が, JR 旅客 6 社毎に詳しく次のように読み取れる.

JR 北海道の効率値は0.9後半で常に推移している. JR 東日本の効率値は0.9後半から0.5半ばへと,

表6：収益性に対するDEAの単年度毎の結果（1期間： $p=1$ ）

収益性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	Summary Var	Total Range
東武鉄道	0.4667	0.4619	0.4952	0.4801	0.5109	0.5607	0.5426	0.4771	0.5555	0.5531	0.5247	0.5414	0.5387	0.5286	0.5196	0.5224	0.5049	0.5128	0.5225	0.5168	0.0159	0.0988
西武鉄道	0.5069	0.5007	0.5135	0.5127	0.5430	0.6111	0.5706	0.4363	0.5229	0.5125	0.4971	0.5097	0.5093	0.4965	0.4929	0.5132	0.5149	0.5240	0.5344	0.5170	0.0213	0.1749
京成電鉄	0.5439	0.5339	0.5525	0.5450	0.5497	0.6051	0.6007	0.5524	0.6191	0.6010	0.5815	0.5757	0.5698	0.5622	0.5475	0.5620	0.5437	0.5600	0.5716	0.5672	0.0106	0.0852
京王帝都電鉄	0.6092	0.5822	0.6068	0.5893	0.6435	0.6365	0.6083	0.5171	0.6500	0.6671	0.6487	0.6285	0.6348	0.6364	0.6267	0.6428	0.6399	0.6509	0.6521	0.6248	0.0212	0.1500
東京急行電鉄	0.7256	0.7183	0.7443	0.7533	0.8165	0.9059	0.8876	0.8656	0.9516	0.9855	0.9761	1.0000	1.0000	0.9966	0.9589	0.9730	0.9415	0.9810	0.9955	0.9040	0.1885	0.2817
小田急電鉄	0.5606	0.5720	0.5915	0.5812	0.6225	0.6914	0.6605	0.5565	0.6783	0.6806	0.6665	0.6939	0.6878	0.6737	0.6618	0.6495	0.6341	0.6376	0.6265	0.6382	0.0379	0.1374
京浜急行電鉄	0.5405	0.5294	0.5339	0.5599	0.5923	0.6296	0.6097	0.5400	0.6615	0.6483	0.6136	0.6162	0.6180	0.6107	0.6154	0.6227	0.6189	0.6420	0.6480	0.6027	0.0312	0.1322
相模鉄道	0.5150	0.5137	0.5234	0.4772	0.5135	0.5770	0.5619	0.4647	0.6199	0.6347	0.6244	0.6285	0.6293	0.5996	0.5852	0.5905	0.5888	0.6073	0.6285	0.5728	0.0545	0.1700
名古屋鉄道	0.4229	0.3896	0.3943	0.4057	0.4149	0.4206	0.3968	0.3270	0.4119	0.4036	0.3893	0.3968	0.3923	0.3770	0.3673	0.3694	0.3712	0.3833	0.4078	0.3917	0.0094	0.0959
近畿日本鉄道	0.5265	0.4891	0.5018	0.4851	0.5039	0.5308	0.5113	0.4196	0.5128	0.5170	0.4998	0.4974	0.4884	0.4994	0.4541	0.4893	0.4773	0.4928	0.4939	0.4942	0.0114	0.1112
南海電気鉄道	0.6556	0.6161	0.6259	0.6063	0.6595	0.7062	0.6564	0.5494	0.6366	0.6209	0.5962	0.5835	0.5706	0.5362	0.5393	0.5356	0.5177	0.5160	0.5358	0.5928	0.0564	0.1902
京阪電気鉄道	0.5270	0.4947	0.5010	0.5036	0.5348	0.5995	0.5796	0.4835	0.6409	0.6388	0.5894	0.5728	0.5566	0.5407	0.5227	0.5196	0.5100	0.5090	0.5190	0.5444	0.0398	0.1574
阪急電鉄	0.5234	0.4851	0.5045	0.4943	0.5294	0.5955	0.5839	0.5195	0.6016	0.6158	0.5920	0.5899	0.5767	0.5620	0.5386	0.5380	0.5240	0.5312	0.5447	0.5500	0.0272	0.1307
阪神電気鉄道	0.6924	0.5521	0.5772	0.5724	0.5957	0.6792	0.6616	0.6471	0.7132	0.7520	0.7102	0.7250	0.7150	0.6877	0.6771	0.6818	0.6762	0.6818	0.6978	0.6682	0.0554	0.1999
西日本鉄道	0.4766	0.4418	0.4647	0.4600	0.4701	0.4788	0.5390	0.4294	0.5008	0.4796	0.5044	0.5222	0.5214	0.4978	0.4827	0.4913	0.4837	0.4800	0.4800	0.4825	0.0102	0.0928
JR北海道	0.5751	0.4872	0.5005	0.5326	0.5324	0.5912	0.5364	0.4791	0.5284	0.5077	0.4995	0.4928	0.4851	0.4739	0.4672	0.4737	0.4605	0.4776	0.4817	0.5043	0.0236	0.1306
JR東日本	0.7626	0.6904	0.6880	0.7074	0.7663	0.7875	0.7782	0.6710	0.7673	0.7402	0.7251	0.7266	0.7395	0.7166	0.7017	0.7092	0.6973	0.7112	0.7204	0.7267	0.0197	0.1165
JR東海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
JR西日本	0.6534	0.6199	0.6334	0.6423	0.6747	0.6787	0.6735	0.6459	0.6618	0.6419	0.6171	0.6079	0.5986	0.5947	0.5732	0.5771	0.5683	0.5798	0.5907	0.6228	0.0243	0.1104
JR四国	0.5295	0.5440	0.5878	0.6497	0.6225	0.6456	0.6115	0.5463	0.5690	0.5822	0.5701	0.5050	0.4965	0.4645	0.4467	0.4386	0.4195	0.4173	0.4135	0.5295	0.1124	0.2363
JR九州	0.5561	0.5158	0.4638	0.4477	0.4608	0.4748	0.4575	0.3912	0.4805	0.4843	0.4607	0.4686	0.4717	0.4695	0.4339	0.4233	0.4095	0.4360	0.4456	0.4606	0.0241	0.1649

表7：企業性に対するDEAの単年度毎の結果（1期間： $p=1$ ）

企業性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Mean	Summary Var	Total Range
東武鉄道	0.8722	0.9439	0.9521	0.9631	0.9353	0.9256	0.9128	0.9299	0.9529	0.9697	0.8907	0.8803	0.8940	0.9460	0.9304	0.9870	0.8474	0.8759	0.8664	0.9198	0.0282	0.1396
西武鉄道	0.8863	0.9501	0.9640	0.9661	0.9674	1.0000	1.0000	1.0000	0.9763	0.9547	0.8811	0.8856	0.9122	0.8385	0.8223	0.8987	0.8676	0.9012	0.8979	0.9247	0.0545	0.1777
京成電鉄	0.9942	0.9845	1.0000	1.0000	1.0000	0.9671	0.9772	0.9947	0.9788	0.9472	0.8880	0.8410	0.8518	0.8458	0.8655	0.9328	0.9081	0.8864	0.9140	0.9356	0.0613	0.1590
京王帝都電鉄	0.9607	0.9943	0.9758	0.9656	0.9216	0.8852	0.8948	0.9763	0.9568	0.9733	0.9111	0.8904	0.9212	0.9222	0.9372	0.9860	0.9229	0.9562	0.9333	0.9413	0.0201	0.1091
東京急行電鉄	0.9121	0.9424	0.9606	0.9684	0.9075	0.8939	0.8680	0.9167	0.9322	0.9471	0.9710	0.9650	0.9217	0.9459	0.9010	0.9337	1.0000	0.9503	0.9266	0.9350	0.0180	0.1320
小田急電鉄	0.8713	0.9244	0.9207	0.9212	0.9246	0.9472	0.9442	0.9612	0.9609	0.9917	0.9552	0.9463	0.9351	0.9209	0.9349	0.9855	0.9325	0.9216	0.8530	0.9343	0.0197	0.1388
京浜急行電鉄	0.9046	0.9429	0.9476	0.9381	0.9292	0.9276	0.9522	0.9772	0.9716	0.9407	0.8782	0.8886	0.8959	0.8947	0.9043	0.9253	0.8521	0.9349	0.8986	0.9213	0.0189	0.1251
相模鉄道	0.9081	0.9293	0.9033	0.9309	0.9137	0.9355	0.9332	0.9794	0.9854	1.0000	0.9652	0.8999	0.9379	0.8830	0.9015	0.9622	0.9481	1.0000	1.0000	0.9430	0.0251	0.1170
近畿日本鉄道	0.8810	0.8978	0.8871	0.9592	0.9065	0.8802	0.8586	0.8813	0.8882	0.8905	0.8529	0.8404	0.8477	0.8416	0.8586	0.8973	0.8789	0.8760	0.9927	0.8851	0.0258	0.1523
南海電気鉄道	0.9092	0.9327	0.9295	0.9180	0.8934	0.8852	0.8874	0.9545	0.9513	0.9449	0.9123	0.8979	0.9486	0.9029	0.8493	0.9444	0.8940	0.9857	0.9540	0.9208	0.0195	0.1364
京阪電気鉄道	1.0000	1.0000	0.9839	1.0000	0.9891	0.9598	0.9669	0.9741	0.9292	0.9288	0.9569	0.8183	0.8276	0.7976	0.8466	0.9322	0.8728	0.8973	0.8811	0.9191	0.0825	0.2024
阪急電鉄	0.8996	0.9119	0.8729	0.8602	0.8454	0.8676	0.8760	0.9369	0.9455	1.0000	0.8872	0.9120	0.9543	0.8999	0.8896	0.9426	0.8611	0.9539	0.9753	0.9101	0.0338	0.1546
阪神電気鉄道	0.8575	0.8816	0.9276	0.9124	0.8803	0.8129	0.8239	0.8543	0.7070	0.8247	0.7882	0.7761	0.8119	0.8296	0.8371	0.9038	0.8785	0.9094	0.9138	0.8490	0.0576	0.2206
西日本鉄道	0.8795	0.8866	0.9107	0.9266	0.8628	0.7980	0.8179	0.8737	0.8246	0.8203	0.8317	0.8248	0.8236	0.8455	0.8123	0.8839	0.8569	0.8819	0.8997	0.8558	0.0249	0.1286
JR北海道	0.4306	0.4660	0.5143	0.5207	0.5647	0.5454	0.5739	0.6447	0.6120	0.6148	0.6013	0.5558	0.5376	0.5197	0.5181	0.5652	0.5612	0.5853	0.5479	0.5515	0.0476	0.2141
JR東日本	1.0000	1.0000	0.9948	0.9989	0.9450	0.9201	0.9336	0.9780	0.9392	0.9206	0.8681	0.8399	0.8488	0.8308	0.8212	0.8858	0.8312	0.8753	0.8700	0.9106	0.0729	0.1788
JR東海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000
JR西日本	0.8774	0.8806	0.9072	0.9526	0.8926	0.8591	0.8693	0.9050	0.8978	0.8518	0.8167	0.7967	0.7918	0.7382	0.7856	0.8471	0.7968	0.8318	0.8092	0.8478	0.0518	0.2145
JR四国	0.5337	0.6403	0.6464	0.7078	0.7116	0.6675	0.6655	0.7135	0.6781	0.7114	0.6624	0.6054	0.6280	0.5835	0.5986	0.6534	0.6476	0.6682	0.6233	0.6498	0.0406	0.1797
JR九州	0.6268	0.6474	0.7127	0.7032	0.7185	0.7216	0.7416	0.8264	0.7638	0.8098	0.7549	0.7050	0.6637	0.6405	0.6314	0.7125	0.6714	0.7078	0.6820	0.7074	0.0559	0.1997

ほぼ一貫して悪化する傾向にある。JR東海の効率値は0.9前半から0.6前半へと、ほぼ一貫して悪化する傾向にある。JR西日本の効率値は0.9後半から0.6程度へと、ほぼ一貫して悪化する傾向にある。JR四国の効率値は0.9後半から0.7前半へとといったん悪化したのが、近年は0.8後半へと改善する傾向にある。JR九州の効率値は0.9後半から0.7前半へとといったん悪化したのが、近年は0.8前半へと改善する傾向にある。

本研究の第1報である論文<sup>[20]</sup>の結果と合わせて考えると、JR本州3社のコスト性に対する効率値が悪化する傾向にあるのは、本州3社の職員数が減少し、2001年頃まで人件費の総額が増加したためである。これは、やはりJR発足時に行われたJR旅客各社への人員の移動により、年齢構成に歪みが出た影響からであろうと推測できる。

表 8：コスト性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（5 期間： $k=5$ ）

コスト性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range						
JR 北海道	1.0000	0.9491	0.9933	0.8583	0.8929															0.9387	0.9783	0.0757	0.1417	0.1417						
		1.0000	1.0000	0.9106	0.9032	0.8811																			0.9390					
			1.0000	0.9646	0.9060	0.9096	0.9044																		0.9369					
				1.0000	0.9722	0.9603	0.9708	1.0000																	0.9807					
					0.9737	0.9745	0.9722	0.9968	1.0000																0.9834					
						0.9745	0.9722	0.9972	1.0000	1.0000															0.9888					
							0.9722	0.9975	1.0000	0.9975	1.0000														0.9934					
								0.9971	1.0000	0.9971	1.0000	0.9875													0.9963					
									1.0000	0.9971	1.0000	0.9870	1.0000												0.9968					
										1.0000	0.9919	0.9808	1.0000												0.9945					
											1.0000	0.9808	1.0000	0.9857	0.9738										0.9933					
												1.0000	0.9808	1.0000	0.9857	0.9738									0.9881					
													1.0000	0.9812	1.0000	0.9863	0.9748	0.9785							0.9841					
														1.0000	0.9875	0.9762	0.9802	0.9795							0.9847					
															1.0000	0.9862	0.9787	0.9716	0.9448						0.9763					
	JR 東日本	0.9961	0.9676	0.8264	0.8041	0.7361																			0.8661	0.7086	0.6056	0.0986	0.4476	
			1.0000	0.8513	0.8273	0.7567	0.7239																							0.8318
				0.8778	0.8494	0.7754	0.7404	0.7086																						0.7903
					0.8569	0.7826	0.7474	0.7155	0.7013																					0.7607
						0.7966	0.7598	0.7262	0.7122	0.6924																				0.7374
						0.7598	0.7262	0.7122	0.6924	0.6721											0.7125									
							0.7262	0.7122	0.6924	0.6721	0.6491										0.6904									
								0.7246	0.7045	0.6838	0.6604	0.6531									0.6853									
									0.7336	0.7120	0.6876	0.6800	0.6651								0.6957									
										0.7290	0.7041	0.6962	0.6821	0.6302							0.6883									
											0.7041	0.6962	0.6821	0.6302	0.6116	0.6325					0.6649									
												0.6962	0.6821	0.6302	0.6116	0.6325	0.6444				0.6505									
													0.6889	0.6367	0.6185	0.6397	0.6444	0.6608			0.6456									
														0.6463	0.6287	0.6502	0.6548	0.6608			0.6481									
															0.5615	0.5670	0.5629	0.5622	0.5524		0.5612									
JR 東海		0.9172	0.7639	0.7750	0.7102	0.6804															0.7693	0.7309	0.1773	0.1368	0.3096					
			0.8096	0.8121	0.7383	0.7114	0.6860																							0.7515
				0.8678	0.7828	0.7585	0.7334	0.7139																						0.7713
					0.7926	0.7680	0.7426	0.7229	0.6866																					0.7426
						0.7867	0.7606	0.7404	0.7033	0.7083																				0.7398
						0.7606	0.7404	0.7033	0.7083	0.7181											0.7261									
							0.7404	0.7033	0.7083	0.7181	0.7056										0.7151									
								0.7156	0.7207	0.7307	0.7179	0.6876									0.7145									
									0.7503	0.7607	0.7475	0.7159	0.7224								0.7394									
										0.7585	0.7455	0.7155	0.7196	0.6834							0.7245									
											0.7455	0.7155	0.7196	0.6834	0.7514						0.7231									
												0.7155	0.7196	0.6834	0.7514	0.7667					0.7273									
													0.7224	0.6864	0.7548	0.7702	0.7630				0.7394									
														0.6908	0.7398	0.7753	0.7679	0.7638			0.7515									
															0.6278	0.6405	0.6349	0.6270	0.6076		0.6276									
	JR 西日本	0.9927	0.9567	0.8420	0.8363	0.7915															0.8839					0.8020	0.5938	0.1573	0.4049	
			1.0000	0.8952	0.8852	0.8419	0.7975																							0.8840
				0.9732	0.9666	0.9148	0.8582	0.8302																						0.9086
					0.9788	0.9263	0.8719	0.8450	0.8368																					0.8918
						0.9488	0.8900	0.8595	0.8536	0.8289																				0.8762
						0.8900	0.8595	0.8536	0.8289	0.7809											0.8426									
							0.8595	0.8536	0.8289	0.7809	0.7577										0.8161									
								0.8669	0.8289	0.7942	0.7699	0.7458									0.8038									
									0.8678	0.8203	0.7926	0.7607	0.7379								0.7959									
										0.8158	0.7886	0.7581	0.7389	0.7224							0.7648									
											0.7886	0.7581	0.7389	0.7224	0.7058						0.7428									
												0.7581	0.7389	0.7224	0.7058	0.7314					0.7313									
													0.7428	0.7267	0.7108	0.7372	0.7215				0.7278									
														0.7329	0.7182	0.7458	0.7310	0.7200			0.7296									
															0.6583	0.6516	0.6326	0.6139	0.5951		0.6303									
JR 四国		1.0000	0.8823	0.7481	0.6840	0.7526															0.8134	0.8306	0.1637	0.1695	0.3160					
			0.9535	0.7996	0.7362	0.8157	0.7873																							0.8185
				0.8544	0.7940	0.8787	0.8455	0.8077																						0.8360
					0.8164	0.9019	0.8692	0.8314	0.8038																					0.8445
						0.9221	0.8896	0.8515	0.8199	0.8196																				0.8606
						0.8896	0.8515	0.8199	0.8196	0.8161											0.8393									
							0.8515	0.8199	0.8196	0.8161	0.8066										0.8227									
								0.8251	0.8261	0.8219	0.8098	0.8143									0.8194									
									0.8300	0.8269	0.8154	0.8139	0.8095								0.8191									
										0.8168	0.8046	0.8046	0.7983	0.8042							0.8057									
											0.8046	0.8046	0.7985	0.8042	0.8148						0.8055									
												0.8055	0.7985	0.8042	0.8148	0.8363					0.8118									
													0.7991	0.8068	0.8157	0.8364	0.8785				0.8273									
														0.8111	0.8253	0.8523	0.8881	0.9041			0.8562									
															0.8335	0.8641	0.8955	0.9155	0.8835		0.878									

表9：生産性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（5期間： $p=5$ ）

生産性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range	
JR北海道	0.3227	0.3779	0.3933	0.3894	0.4211																0.3809	0.4443	0.0809	0.0551	0.1628
		0.3762	0.3915	0.3879	0.4195	0.4181		0.4440													0.3987				
			0.3913	0.3876	0.4191	0.4176	0.4440	0.4381	0.4780												0.4119				
				0.3876	0.4191	0.4176	0.4440	0.4381	0.4780	0.4731											0.4213				
					0.4191	0.4176	0.4440	0.4381	0.4780	0.4731	0.4633										0.4394				
						0.4159	0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633	0.4724									0.4487				
							0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633	0.4724	0.4782								0.4582				
								0.4377	0.4774	0.4744	0.4644	0.4724	0.4782	0.4855							0.4653				
									0.4774	0.4744	0.4644	0.4724	0.4782	0.4855	0.4743						0.4734				
										0.4748	0.4648	0.4728	0.4786	0.4855	0.4743	0.4770					0.4733				
											0.4623	0.4702	0.4786	0.4855	0.4743	0.4770	0.4770				0.4731				
												0.4641	0.4698	0.4766	0.4682	0.4770	0.4770				0.4712				
													0.4536	0.4602	0.4521	0.4606	0.4706				0.4594				
														0.4542	0.4461	0.4545	0.4644	0.4639			0.4566				
															0.4192	0.4271	0.4364	0.4360	0.4369		0.4311				
JR東日本	0.7125	0.7405	0.7726	0.7806	0.7882																0.7589	0.8153	0.0663	0.0741	0.1523
		0.7465	0.7784	0.7866	0.7946	0.8099															0.7832				
			0.7743	0.7825	0.7903	0.8056	0.8088														0.7923				
				0.7825	0.7903	0.8056	0.8088	0.7889													0.7952				
					0.7903	0.8056	0.8088	0.7889	0.8149												0.8017				
						0.8056	0.8088	0.7889	0.8149	0.8166											0.8072				
							0.8056	0.8093	0.7887	0.8155	0.8166										0.8198				
								0.8170	0.7947	0.8232	0.8243	0.8397									0.8310				
									0.8170	0.7947	0.8232	0.8243	0.8397	0.8548							0.8405				
										0.8020	0.8278	0.8284	0.8418	0.8548	0.8495						0.8480				
											0.8278	0.8284	0.8418	0.8548	0.8495	0.8649					0.8480				
												0.8291	0.8421	0.8548	0.8490	0.8649					0.8480				
													0.8337	0.8463	0.8391	0.8521	0.8547				0.8452				
														0.8404	0.8333	0.8461	0.8486	0.8541			0.8445				
															0.8175	0.8297	0.8322	0.8373	0.8595		0.8352				
																0.8209	0.8233	0.8283	0.8503	0.8366	0.8319				
																	0.7805	0.7852	0.8060	0.7930	0.8109	0.7951			
JR東海	0.9827	0.9040	0.9210	0.9920	1.0000																0.9599	0.9684	0.1607	0.1218	0.1611
		0.8984	0.9167	0.9920	1.0000	1.0000															0.9614				
			0.9167	0.9920	1.0000	1.0000	0.9952														0.9808				
				0.9920	1.0000	1.0000	0.9952	0.8421													0.9658				
					1.0000	1.0000	0.9952	0.8421	0.9959												0.9666				
						1.0000	0.9937	0.8389	0.9836	1.0000											0.9652				
							1.0000	0.8399	0.9973	1.0000	0.9979										0.9670				
								0.8411	1.0000	1.0000	0.9983	0.9717									0.9622				
									1.0000	1.0000	0.9983	0.9717	0.9987								0.9937				
										1.0000	0.9896	0.9987	0.9981								0.9973				
											0.9911	0.9672	0.9923	0.9822	1.0000						0.9865				
												0.9509	0.9777	0.9684	0.9860	1.0000					0.9766				
													0.9411	0.9323	0.9505	0.9659	1.0000				0.9580				
														0.9196	0.9362	0.9494	0.9863	1.0000			0.9583				
																0.8782	0.8905	0.9251	0.9378	1.0000	0.9263				
JR西日本	0.6504	0.6799	0.7066	0.7307	0.7357																0.7006	0.7518	0.1205	0.0823	0.1524
		0.6806	0.7071	0.7313	0.7365	0.7643															0.7240				
			0.7053	0.7293	0.7344	0.7622	0.7383														0.7379				
				0.7293	0.7344	0.7622	0.7383	0.6538													0.7276				
					0.7344	0.7622	0.7383	0.6538	0.7697												0.7357				
						0.7395	0.7356	0.6517	0.7670	0.7607											0.7389				
							0.7356	0.6517	0.7670	0.7607	0.7855										0.7441				
								0.6582	0.7732	0.7668	0.7915	0.8007									0.7581				
									0.7732	0.7668	0.7915	0.8007	0.7929								0.7580				
										0.7689	0.7936	0.8028	0.7950	0.7901							0.7901				
											0.7881	0.7972	0.7895	0.7846	0.7950						0.7909				
												0.7889	0.7813	0.7765	0.7868	0.7929					0.7853				
													0.7595	0.7548	0.7648	0.7683	0.7894				0.7674				
														0.7457	0.7555	0.7582	0.7657	0.7845			0.7619				
															0.7127	0.7151	0.7210	0.7420	0.7576		0.7297				
JR四国	0.3505	0.4601	0.4688	0.5031	0.5240																0.4613	0.5261	0.1051	0.0689	0.2270
		0.4590	0.4677	0.5015	0.5231	0.5043															0.4912				
			0.4670	0.5009	0.5222	0.5034	0.5568														0.5101				
				0																					



表11：企業性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（5 期間： $p = 5$ ）

企業性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range	
JR 北海道	0.4293	0.4540 0.4555	0.4892 0.4944	0.4761 0.4823	0.5156 0.5211	0.5077 0.5281	0.5447 0.5454	0.5626 0.5626	0.5867 0.5867	0.5972 0.5972	0.6148 0.6148	0.6013 0.6013	0.5558 0.5558	0.5270 0.5270	0.5197 0.5197	0.5163 0.5163	0.5171 0.5171	0.5096 0.5096	0.5121 0.5121	0.4914 0.4914	0.4729	0.5314	0.0848	0.0737	0.1855
JR 東日本	0.9246	0.9322 0.8325	0.8999 0.8147	0.8924 0.7995	0.9213 0.8369	0.9022 0.9102	0.9102 0.9102	0.9076 0.9076	0.9073 0.9073	0.9062 0.9062	0.8524 0.8524	0.8204 0.8204	0.8225 0.8225	0.8144 0.8144	0.8138 0.8138	0.8253 0.8253	0.8094 0.8094	0.8100 0.8100	0.8218 0.8218	0.9141	0.8527	0.1326	0.0996	0.1326	
JR 東海	1.0000	0.9532 0.9646	0.9823 0.9946	0.9889 1.0000	1.0000 1.0000	1.0000 1.0000	0.9841 0.9841	0.9410 0.9410	0.9741 0.9741	0.9532 0.9532	0.9698 0.9698	0.9845 0.9845	0.9490 0.9490	0.9454 0.9454	0.9481 0.9481	1.0000 1.0000	1.0000 1.0000	1.0000 1.0000	1.0000 1.0000	0.9853	0.9824	0.0263	0.0468	0.0590	
JR 西日本	0.8277	0.8301 0.7623	0.8409 0.7943	0.8644 0.8009	0.8644 0.8065	0.8369 0.8369	0.8452 0.8452	0.8349 0.8349	0.8648 0.8648	0.8449 0.8449	0.8086 0.8086	0.7890 0.7890	0.7753 0.7753	0.7243 0.7243	0.7786 0.7786	0.7873 0.7873	0.7713 0.7713	0.7708 0.7708	0.7645 0.7645	0.8455	0.8011	0.1012	0.0678	0.1471	
JR 四国	0.5184	0.6120 0.5824	0.6154 0.6258	0.6599 0.6665	0.6808 0.6829	0.6443 0.6443	0.6443 0.6443	0.6493 0.6493	0.6562 0.6562	0.7101 0.7101	0.6624 0.6624	0.6054 0.6054	0.6156 0.6156	0.5803 0.5803	0.5935 0.5935	0.5974 0.5974	0.5894 0.5894	0.5742 0.5742	0.5440 0.5440	0.6173	0.6211	0.1033	0.0779	0.1917	
JR 九州	0.6194	0.6282 0.6229	0.6780 0.6851	0.6519 0.6389	0.6591 0.6680	0.6742 0.6742	0.7039 0.7039	0.7520 0.7520	0.7454 0.7454	0.8098 0.8098	0.7549 0.7549	0.7050 0.7050	0.6506 0.6506	0.6369 0.6369	0.6260 0.6260	0.6560 0.6560	0.6400 0.6400	0.6559 0.6559	0.6441 0.6441	0.6473	0.6814	0.1297	0.0971	0.1905	

【JR 旅客 6 社のみ記載】

表12：コスト性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（10期間： $k=10$ ）

コスト性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range		
JR 北海道	1.0000	0.9491	0.9933	0.8583	0.8929	0.8514	0.8850	0.9328	0.9440	0.9352																
		1.0000	1.0000	0.9106	0.9032	0.8811	0.8982	0.9422	0.9536	0.9429	0.9435															
			1.0000	0.9646	0.9060	0.9096	0.9044	0.9422	0.9536	0.9429	0.9472	0.9280														
				1.0000	0.9679	0.9580	0.9674	0.9956	1.0000	0.9969	1.0000	0.9804	0.9812													
					0.9712	0.9539	0.9673	0.9961	1.0000	0.9971	1.0000	0.9860	0.9786	1.0000												
						0.9539	0.9673	0.9961	1.0000	0.9971	1.0000	0.9870	0.9787	1.0000	0.9820											
							0.9673	0.9961	1.0000	0.9971	1.0000	0.9870	0.9787	1.0000	0.9820	0.9685										
								0.9961	1.0000	0.9971	1.0000	0.9870	0.9792	1.0000	0.9829	0.9695	0.9691									
									1.0000	0.9971	1.0000	0.9870	0.9803	1.0000	0.9848	0.9721	0.9744	0.9728								
										1.0000	1.0000	0.9919	0.9787	1.0000	0.9820	0.9683	0.9575	0.9513	0.9286							
																				0.7637	0.6806	0.8317	0.0882	0.4519		
																				0.7466						
																				0.7239						
																				0.7044						
																				0.6857						
																				0.6627						
																				0.6454						
																				0.6406						
																				0.6542						
																				0.6406						
																				0.6542						
																				0.5792						
																				0.9758						
JR 東日本	0.9961	0.9676	0.8264	0.8041	0.7361	0.7036	0.6743	0.6607	0.6433	0.6251																
		1.0000	0.8513	0.8273	0.7567	0.7239	0.6944	0.6813	0.6635	0.6449	0.6228															
			0.8778	0.8494	0.7754	0.7404	0.7086	0.6946	0.6759	0.6564	0.6341	0.6269														
				0.8569	0.7826	0.7474	0.7155	0.7013	0.6825	0.6628	0.6404	0.6331	0.6214													
					0.7966	0.7598	0.7262	0.7122	0.6924	0.6721	0.6491	0.6418	0.6278	0.5793												
						0.7598	0.7262	0.7122	0.6924	0.6721	0.6491	0.6418	0.6278	0.5793	0.5662											
							0.7262	0.7122	0.6924	0.6721	0.6491	0.6418	0.6278	0.5793	0.5662	0.5864										
								0.7246	0.7045	0.6838	0.6604	0.6531	0.6388	0.5895	0.5694	0.5886	0.5935									
									0.7315	0.7101	0.6858	0.6782	0.6638	0.6129	0.5953	0.6161	0.6198	0.6282								
										0.6375	0.6131	0.6032	0.5972	0.5702	0.5517	0.5590	0.5564	0.5556	0.5481							
																				0.6929	0.7003	0.3320	0.1477	0.3460		
																				0.6954						
																				0.7242						
																				0.7120						
																				0.7127						
																				0.7050						
																				0.7015						
																				0.7115						
																				0.7314						
																				0.6167						
JR 東海	0.9172	0.7639	0.7750	0.7102	0.6804	0.6543	0.6317	0.5944	0.5997	0.6024																
		0.8096	0.8121	0.7383	0.7114	0.6860	0.6651	0.6288	0.6338	0.6397	0.6289															
			0.8678	0.7828	0.7585	0.7334	0.7139	0.6781	0.6829	0.6924	0.6803	0.6516														
				0.7926	0.7680	0.7426	0.7229	0.6866	0.6915	0.7011	0.6889	0.6597	0.6657													
					0.7867	0.7606	0.7404	0.7033	0.7083	0.7181	0.7056	0.6757	0.6819	0.6463												
						0.7606	0.7404	0.7033	0.7083	0.7181	0.7056	0.6757	0.6819	0.6463	0.7103											
							0.7404	0.7033	0.7083	0.7181	0.7056	0.6757	0.6819	0.6463	0.7103	0.7247										
								0.7156	0.7207	0.7307	0.7179	0.6876	0.6938	0.6576	0.7227	0.7374	0.7309									
									0.7405	0.7500	0.7370	0.7065	0.7119	0.6753	0.7423	0.7574	0.7506	0.7428								
										0.6347	0.6237	0.5973	0.6027	0.5713	0.6278	0.6405	0.6349	0.6270	0.6076							
																				0.7909	0.7728	0.8534	0.1701	0.4080		
																				0.8082						
																				0.8337						
																				0.8200						
																				0.8013						
																				0.7728						
																				0.7728						
																				0.7298						
																				0.8192						
																				0.8232						
																				0.8131						
																				0.8090						
																				0.8135						
																				0.8245						
																				0.8250						
JR 西日本	0.9927	0.9567	0.8420	0.8363	0.7915	0.7425	0.7170	0.7016	0.6831	0.6458																
		1.0000	0.8952	0.8852	0.8419	0.7975	0.7729</																			

表13：生産性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（10期間： $p=10$ ）

生産性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range	
JR 北海道	0.3195	0.3741	0.3893	0.3856	0.4170	0.4154	0.4416	0.4358	0.4755	0.4726											0.4136	0.4423	0.0921	0.0573	0.1645
		0.3743	0.3896	0.3859	0.4173	0.4159	0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633										0.4274				
			0.3896	0.3859	0.4173	0.4159	0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633	0.4713									0.4371				
				0.3859	0.4173	0.4159	0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633	0.4713	0.4772								0.4458				
					0.4173	0.4159	0.4421	0.4363	0.4760	0.4731	0.4633	0.4713	0.4772	0.4840							0.4556				
					0.4140		0.4401	0.4344	0.4739	0.4710	0.4612	0.4691	0.4750	0.4818	0.4733						0.4594				
							0.4345	0.4289	0.4678	0.4650	0.4552	0.4630	0.4688	0.4755	0.4671	0.4759					0.4602				
								0.4160	0.4533	0.4504	0.4407	0.4482	0.4536	0.4602	0.4521	0.4606	0.4706				0.4596				
									0.4474	0.4445	0.4349	0.4423	0.4477	0.4542	0.4461	0.4545	0.4644	0.4639			0.4500				
										0.4178	0.4087	0.4156	0.4206	0.4267	0.4192	0.4271	0.4364	0.4360	0.4369		0.4245				
JR 東日本	0.7086	0.7365	0.7690	0.7779	0.7867	0.8037	0.8072	0.7857	0.8134	0.8145											0.7803	0.8073	0.0741	0.0770	0.1509
		0.7407	0.7729	0.7820	0.7901	0.8056	0.8088	0.7887	0.8149	0.8157	0.8300										0.7949				
			0.7729	0.7820	0.7901	0.8056	0.8088	0.7887	0.8149	0.8157	0.8300	0.8431									0.8052				
				0.7820	0.7901	0.8056	0.8088	0.7887	0.8149	0.8157	0.8300	0.8431	0.8388								0.8118				
					0.7901	0.8056	0.8088	0.7887	0.8149	0.8157	0.8297	0.8427	0.8380	0.8551							0.8189				
						0.8047	0.8072	0.7878	0.8132	0.8137	0.8270	0.8397	0.8335	0.8483	0.8546						0.8230				
							0.8013	0.7821	0.8072	0.8077	0.8208	0.8334	0.8273	0.8419	0.8482	0.8541					0.8224				
								0.7770	0.8002	0.8006	0.8122	0.8242	0.8175	0.8297	0.8322	0.8373	0.8595				0.8190				
									0.7918	0.7921	0.8036	0.8154	0.8088	0.8209	0.8233	0.8283	0.8503	0.8366			0.8171				
										0.7512	0.7620	0.7730	0.7669	0.7781	0.7805	0.7852	0.8060	0.7930	0.8109		0.7807				
JR 東海	0.9773	0.8975	0.9167	0.9920	1.0000	1.0000	0.9937	0.8386	0.9936	1.0000											0.9609	0.9554	0.2898	0.1277	0.2061
		0.8975	0.9167	0.9920	1.0000	1.0000	0.9937	0.8389	0.9936	1.0000	0.9973										0.9630				
			0.9167	0.9920	1.0000	1.0000	0.9937	0.8389	0.9936	1.0000	0.9973	0.9649									0.9697				
				0.9920	1.0000	1.0000	0.9937	0.8389	0.9936	1.0000	0.9973	0.9649	0.9984								0.9779				
					1.0000	1.0000	0.9937	0.8389	0.9936	1.0000	0.9973	0.9649	0.9984	0.9882							0.9775				
						1.0000	0.9911	0.8343	0.9886	0.9951	0.9911	0.9600	0.9923	0.9822	1.0000						0.9735				
							0.9955	0.8229	0.9788	0.9811	0.9770	0.9509	0.9777	0.9684	0.9859	1.0000					0.9638				
								0.7939	0.9450	0.9447	0.9405	0.9181	0.9411	0.9323	0.9505	0.9659	1.0000				0.9332				
									0.9233	0.9318	0.9277	0.8971	0.9283	0.9196	0.9362	0.9494	0.9863	1.0000			0.9400				
										0.8741	0.8701	0.8415	0.8707	0.8626	0.8782	0.8905	0.9251	0.9378	1.0000		0.8951				
JR 西日本	0.6451	0.6744	0.7008	0.7247	0.7297	0.7573	0.7534	0.6493	0.7647	0.7584											0.7158	0.7436	0.1631	0.0802	0.1616
		0.6763	0.7028	0.7268	0.7319	0.7595	0.7556	0.6517	0.7670	0.7607	0.7855										0.7318				
			0.7028	0.7268	0.7319	0.7595	0.7556	0.6517	0.7670	0.7607	0.7855	0.7947									0.7436				
				0.7268	0.7319	0.7595	0.7556	0.6517	0.7670	0.7607	0.7855	0.7947	0.7870								0.7520				
					0.7319	0.7595	0.7556	0.6517	0.7670	0.7607	0.7855	0.7947	0.7870	0.7820							0.7576				
						0.7567	0.7528	0.6495	0.7642	0.7579	0.7826	0.7917	0.7841	0.7791	0.7929						0.7612				
							0.7449	0.6433	0.7563	0.7500	0.7743	0.7833	0.7758	0.7709	0.7842	0.7929					0.7576				
								0.6331	0.7413	0.7351	0.7583	0.7669	0.7595	0.7548	0.7648	0.7683	0.7894				0.7471				
									0.7324	0.7282	0.7491	0.7576	0.7503	0.7457	0.7555	0.7582	0.7657	0.7845			0.7525				
										0.6853	0.7067	0.7147	0.7077	0.7034	0.7127	0.7151	0.7210	0.7420	0.7576		0.7166				
JR 四国	0.3473	0.4558	0.4644	0.4983	0.5192	0.5005	0.5536	0.4888	0.5472	0.5456											0.4921	0.5225	0.1203	0.0675	0.2227
		0.4565	0.4651	0.4988	0.5202	0.5014	0.5546	0.4898	0.5481	0.5465	0.5457										0.5127				
			0.4651	0.4988	0.5202	0.5014	0.5546	0.4898	0.5481	0.5465	0.5457	0.5594									0.5230				
				0.4988	0.5202	0.5014	0.5546	0.4898	0.5481	0.5465	0.5457	0.5594	0.5700								0.5335				
					0.5202	0.5014	0.5546	0.4898	0.5481	0.5465	0.5457	0.5594	0.5700	0.5680							0.5404				
						0.4994	0.5523	0.4878	0.5458	0.5442	0.5434	0.5569	0.5675	0.5658	0.5655						0.5428				
							0.5457	0.4822	0.5392	0.5377	0.5367	0.5499	0.5603	0.5584	0.5583	0.5571					0.5425				
								0.4700	0.5242	0.5227	0.5212	0.5332	0.5431	0.5395	0.5395	0.5388	0.5331				0.5265				
									0.5175	0.5160	0.5145	0.5263	0.5360	0.5324	0.5311	0.5285	0.5154	0.5045			0.5222				
										0.4856	0.4841	0.4948	0.5039	0.5005	0.4992	0.4966	0.4842	0.4740	0.4734		0.4896				
JR 九州	0.4331	0.4518	0.4923	0.5034	0.5333	0.5681	0.5847	0.5743	0.5833	0.5991											0.5325	0.5777	0.2257	0.0928	0.2508
		0.4527	0.4932	0.5035	0.5351	0.5658	0.5824	0.5737	0.5830	0.5977	0.6111										0.5498				
			0.4932	0.5032	0.5336	0.5628	0.5790	0.5718	0.5812	0.5956	0.6086	0.6267									0.5656				
				0.5031	0.5332	0.5619	0.5782	0.5713	0.5805	0.5951	0.6082	0.6261	0.6133								0.5771				
					0.5322	0.5593	0.5750	0.5696	0.5793	0.5931	0.6061	0.6213	0.6098	0.6226							0.5868				
						0.5570	0.5718	0.5661	0.5747	0.5894	0.6027	0.6158	0.6061	0.6171	0.6645						0.5965				
							0.5682	0.5618	0.5713	0.5844	0.5980	0.6102	0.6007	0.6111	0.6598	0.6839					0.6049				
								0.5455	0.5546	0.5675	0.5804	0.5916	0.5828	0.5928	0.6373	0.6507	0.6826				0.5986				
									0.5399	0.5483	0.5599	0.5700	0.5620	0.5714	0.6136	0.6268	0.6511	0.6815			0.5924				
										0.5156	0.5270	0.5377	0.5299	0.5392	0.5791	0.5911	0.6138	0.6386	0.6548		0.5727				

【JR 旅客 6 社のみ記載】

表14：益性に対する DEA/ウィンドー分析の結果（10期間： $p=10$ ）

収益性 鉄道会社	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Average	Mean	Summary Var	Measures Column Range	Total Range	
JR 北海道	0.4719	0.4339	0.4289	0.4666	0.4541	0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507										0.4571	0.4528	0.0520	0.0508	0.0923	
		0.4339	0.4289	0.4666	0.4541	0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442										0.4543				
			0.4289	0.4666	0.4541	0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286									0.4538				
				0.4666	0.4541	0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286	0.4199								0.4529				
					0.4541	0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286	0.4199	0.4182							0.4481				
						0.4886	0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286	0.4199	0.4182	0.4199						0.4446				
							0.4497	0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286	0.4199	0.4182	0.4199	0.4178					0.4375				
								0.4791	0.4474	0.4507	0.4442	0.4286	0.4199	0.4182	0.4199	0.4178	0.4993				0.4335				
									0.4978	0.5016	0.4942	0.4769	0.4672	0.4653	0.4672	0.4649	0.4554	0.4620			0.4732				
										0.5016	0.4942	0.4769	0.4672	0.4653	0.4672	0.4649	0.4554	0.4620	0.4583		0.4713				
JR 東日本	0.6258	0.6149	0.5897	0.6198	0.6536	0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572										0.6385	0.6558	0.0893	0.0741	0.1415	
		0.6149	0.5897	0.6198	0.6536	0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448									0.6404					
			0.5897	0.6198	0.6536	0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328								0.6422					
				0.6198	0.6536	0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328	0.6414							0.6474					
					0.6536	0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328	0.6414	0.6323						0.6486					
						0.6509	0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328	0.6414	0.6323	0.6306					0.6463					
							0.6524	0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328	0.6414	0.6323	0.6306	0.6255				0.6405					
								0.6710	0.6497	0.6572	0.6448	0.6328	0.6414	0.6323	0.6306	0.6255	0.6197			0.7068					
									0.7229	0.7312	0.7174	0.7042	0.7137	0.7036	0.7017	0.6960	0.6895	0.6879		0.7031					
										0.7312	0.7174	0.7042	0.7137	0.7036	0.7017	0.6960	0.6895	0.6879	0.6854		0.9710	0.9776	0.0412	0.0302	0.0651
JR 東海	0.9588	1.0000	0.9927	1.0000	0.9698	0.9349	0.9379	1.0000	0.9425	0.9738										0.9710	0.9776	0.0412	0.0302	0.0651	
		1.0000	0.9927	1.0000	0.9698	0.9349	0.9379	1.0000	0.9425	0.9738	0.9842									0.9736					
			0.9927	1.0000	0.9703	0.9360	0.9398	1.0000	0.9444	0.9754	0.9860	0.9665								0.9711					
				1.0000	0.9703	0.9360	0.9398	1.0000	0.9444	0.9754	0.9860	0.9665	0.9621							0.9680					
					1.0000	0.9618	0.9595	1.0000	0.9612	0.9879	1.0000	0.9815	0.9772	0.9901						0.9819					
						0.9562	0.9526	1.0000	0.9537	0.9795	0.9914	0.9734	0.9692	0.9810	1.0000					0.9757					
							0.9526	1.0000	0.9537	0.9795	0.9914	0.9734	0.9692	0.9810	1.0000	0.9949				0.9796					
								1.0000	0.9506	0.9795	0.9909	0.9719	0.9676	0.9810	1.0000	0.9913	1.0000		0.9833						
									0.9499	0.9878	0.9907	0.9715	0.9672	0.9818	1.0000	0.9904	0.9990	1.0000	0.9838						
										0.9878	0.9906	0.9712	0.9669	0.9818	1.0000	0.9898	0.9983	0.9976	1.0000	0.9884					
JR 西日本	0.5362	0.5522	0.5428	0.5627	0.5755	0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699										0.5671	0.5640	0.1197	0.0642	0.1409	
		0.5522	0.5428	0.5627	0.5755	0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487									0.5684					
			0.5428	0.5627	0.5755	0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290								0.5660					
				0.5627	0.5755	0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290	0.5185							0.5636					
					0.5755	0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290	0.5185	0.5247						0.5598					
						0.5610	0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290	0.5185	0.5247	0.5152					0.5538					
							0.5647	0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290	0.5185	0.5247	0.5152	0.5090				0.5486					
								0.6459	0.5603	0.5699	0.5487	0.5290	0.5185	0.5247	0.5152	0.5090	0.5051			0.5426					
									0.6235	0.6341	0.6105	0.5886	0.5770	0.5839	0.5732	0.5664	0.5620	0.5608		0.5880					
										0.6341	0.6105	0.5886	0.5770	0.5839	0.5732	0.5664	0.5620	0.5608	0.5621	0.5819					
JR 四国	0.4345	0.4846	0.5038	0.5692	0.5310	0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169										0.5114	0.4877	0.2797	0.0583	0.2023	
		0.4846	0.5038	0.5692	0.5310	0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069									0.5187					
			0.5038	0.5692	0.5310	0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393								0.5141					
				0.5692	0.5310	0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393	0.4298							0.5067					
					0.5310	0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393	0.4298	0.4098						0.4908					
						0.5336	0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393	0.4298	0.4098	0.4015					0.4779					
							0.5127	0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393	0.4298	0.4098	0.4015	0.3868				0.4632					
								0.5463	0.4817	0.5169	0.5069	0.4393	0.4298	0.4098	0.4015	0.3868	0.3729			0.4492					
									0.5360	0.5751	0.5640	0.4888	0.4783	0.4560	0.4467	0.4304	0.4149	0.4036		0.4794					
										0.5751	0.5640	0.4888	0.4783	0.4560	0.4467	0.4304	0.4149	0.4036	0.3934	0.4651					
JR 九州	0.4563	0.4595	0.3975	0.3922	0.3931	0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299										0.4102	0.4109	0.0591	0.0485	0.1144	
		0.4595	0.3975	0.3922	0.3931	0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097									0.4056					
			0.3975	0.3922	0.3931	0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097	0.4077								0.4004					
				0.3922	0.3931	0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097	0.4077	0.4085							0.4015					
					0.3931	0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097	0.4077	0.4085	0.4143						0.4037					
						0.3924	0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097	0.4077	0.4085	0.4143	0.3899					0.4034					
							0.3836	0.3912	0.4068	0.4299	0.4097	0.4077	0.4085	0.4143	0.3899	0.3734				0.4015					



後で推移している。JR 四国の効率値は0.4半ばから0.5半ばへといったん改善したが、近年は0.4前半へと悪化する傾向にある。JR 九州の効率値は0.4後半から0.4前半へと悪化する傾向にある。

第1報の論文<sup>[20]</sup>の結果と合わせて考えると、JRの本州3社は三大都市圏及び新幹線を有していることから、大手私鉄15社と比較しても収益性の面においては、順調に推移しており、概ね好ましい状況であるといえる。特に、JR 東海の収益性がずば抜けて良いが、これは東海道新幹線の収益性が特別であることに他ならない。

#### 4.4 企業性

1期のウィンドー分析、すなわち、単年度毎にDEAを用いた評価結果である表7から企業性の効率値は、大手私鉄15社が概ね0.9後半から0.8前半の値が多く見られることがわかる。これに対して、JR 旅客6社の中で唯一、JR 東海だけが効率値1.0と、DEA 効率的を維持しているのがやはり特徴的である。JR 東日本の効率値は0.9前半前後、JR 西日本の効率値は0.8半ば前後、JR 四国とJR 九州の効率値は0.7前半から0.6前後、JR 北海道の効率値は0.5半ば前後である。したがって、大手私鉄15社と比較して、JR 東海、JR 東日本とJR 西日本は企業性が相対的に好ましい状況であると判断できる。そして、大手私鉄15社と比較して、JR 北海道、JR 四国、JR 九州の順に企業性が相対的にかなり好ましくない状況であると判断できる。

また、隣接する5期のウィンドー分析の評価結果である表11と、隣接する10期のウィンドー分析の評価結果である表15から、コスト性の効率値の推移が、JR 旅客6社毎に詳しく次のように読み取れる。

JR 北海道の効率値は0.4前半から0.5後半へといったん改善したが、近年は0.5前半で推移する傾向にある。JR 東日本の効率値は0.8半ば前後で推移している。JR 東海の効率値は0.9後半で常に推移している。JR 西日本の効率値は0.8前後で推移している。JR 四国の効率値は0.5前後から0.6半ばへといったん改善したが、近年は0.5後半で推移する傾向にある。JR 九州の効率値は0.6前後から0.7半ばへといったん改善したが、近年は0.6半ばで推移する傾向にある。

第1報の論文<sup>[20]</sup>の結果と合わせて考えると、JRの本州3社は三大都市圏及び新幹線を有していることから、やはり大手私鉄15社と比較しても企業性の面においても、遜色なく好ましい状況であるといえる。しかし、JR 北海道、JR 四国とJR 九州のいわゆる3島会社の企業性は、大手私鉄15社と比較して相対的にかなり好ましくない状況であることが、本論文の結果から判断できる。3島会社は1996年前後にかけていったん改善され、好ましい方向へ向かっていたが、近年は少し戻し、落ち着く傾向にある。これは、少なからず1996年（平成8）1月に3島会社が行った運賃改定（6.7～7.8%）の影響であると考えられる。

#### 4.5 4つの効率性に対する結果のまとめ

前述した4つの効率性である、コスト性、生産性、収益性と企業性に対する分析結果について、要約して表現するならば、次の表16の通りである。

表16：4つの効率性に対する結果のまとめ（大手私鉄15社との比較）

	コスト性		生産性		収益性		企業性	
	効率	傾向	効率	傾向	効率	傾向	効率	傾向
JR 北海道	非常に優れている	横ばい	劣っている	改善	並である	悪化	劣っている	改善後横ばい
JR 東日本	劣っている	悪化	並である	改善	優れている	横ばい	優れている	横ばい
JR 東海	劣っている	悪化	非常に優れている	横ばい	非常に優れている	横ばい	非常に優れている	横ばい
JR 西日本	並である	悪化	並である	改善	並である	横ばい	優れている	横ばい
JR 四国	並である	悪化後改善	劣っている	改善後横ばい	並である	改善後悪化	劣っている	改善後横ばい
JR 九州	並である	悪化後改善	劣っている	改善	並である	悪化	劣っている	改善後横ばい

## 5 まとめ

本研究は、国鉄の分割・民営化から今年で21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2報である本論文では、第1報の論文<sup>[20]</sup>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、本格的にDEA/ウィンドー分析を適用して、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を行い、実証的に検証し、考察を行った。すなわち、副題の「DEA/ウィンドー分析によるJR旅客各社の推移」を中心に報告した。

本論文における分析結果からも、各年度の運輸白書<sup>[23]</sup>や国土交通白書<sup>[7]</sup>で記述されているように、JR東日本、JR東海、JR西日本の、本州3社については、三大都市圏及び新幹線を有していることから、大手私鉄と比較しても、コスト性以外は比較的良好な経営環境にあり、概ね順調な経営が続いていることが確認できた。しかし、コスト性が年々悪化傾向にあるのは注意が必要である。

一方、JR北海道、JR四国、JR九州の、いわゆる3島会社については、大手私鉄と比較しても、生産性と企業性において発足当初より非常に厳しい経営状況が続いていることが確認できた。しかし、発足当初より財務面での特別な措置が講じられてきたこともあり、コスト性と収益性に関しては、大手私鉄並であることが確認できた。そして、大手私鉄と比較して劣っている生産性と企業性については、程度の差はあれ、年々改善方向に向かいつつあることが、分析結果から確認できた。

第2報である本論文の分析では、鉄道事業者の事業活動の企業的側面である“効率性の追求”の面から評価を行った。そこで次の論文にて、鉄道事業者の事業活動が持ち合わせている、もう一つの公共的側面である“非効率性の改善”の面から評価を行う必要がある。そのために、本研究の枠組みを用いて、本格的にInverted DEA (Inverted Data Envelopment Analysis)<sup>[15, 16, 17, 19, 25, 26]</sup>を用いて、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を行い、実証的に検証を進める予定である。

〔原稿提出日 平成20年9月16日〕  
〔修正原稿提出日 平成20年11月18日〕

## 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。また本論文は、平成20年度群馬大学教育研究改革・改善プロジェクト『「持続可能な社会」構築のための社会情報学的研究』による研究成果の一部である。

## 参考文献

- [1] Adolphson,D.L., Cornia,G.C. and Walters,L.C.: Railroad Property Valuation Using Data Envelopment Analysis, *Interfaces*, Vol.19 (1989), 18-26.
- [2] Banker,R.D., Charnes,A. and Cooper,W.W.: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, Vol.30 (1984), 1078-1092.
- [3] Charnes,A., Clark,C.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 Operation Research*, Vol.2 (1985), 95-112.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 国土交通省: 国土交通白書 各年度, 財務省印刷局, 2002~2007.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Seiford,L.M.: Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995), *The Journal of Productivity Analysis*, Vol.7 (1996), 99-137.
- [13] 末吉俊幸: DEA 一経営効率分析法一, 朝倉書店, 2001.
- [14] 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.
- [15] 杉山学: 事業体の総合評価手法 一電力事業体の効率性評価の事例一, 経営システム, Vol.15 (2005), 239-244.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 杉山学: DEA に基づく入出力項目が連鎖した DMU の効率評価, *Journal of Social and Information Studies*, Vol.10 (2003), pp.171-186.
- [19] 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), pp. 131-153.
- [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のための時系列業績データ基礎分析 一各

- 種業績データに基づく JR 旅客各社の推移一, *Journal of Social and Information Studies*, Vol. 15 (2008), pp. 53-70.
- [21] 刀根薫：経営効率性の測定と改善 一包絡分析法 DEA による一, 日科技連, 1993.
- [22] 刀根薫, 上田徹監訳：経営効率評価ハンドブック 一包絡分析法の理論と応用一, 朝倉書店, 2000.
- [23] 運輸省：運輸白書 各年度, 大蔵省印刷局, 1986~2001.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.