

## 包絡分析 (DEA) による線区ごとの軌道保守の効率性評価

鉄道総合技術研究所 正会員 ○齊藤 大樹  
 正会員 昆野 修平  
 正会員 松本 麻美

## 1. はじめに

少子高齢化や輸送人員の減少が進む一方で、公共交通としての鉄道を維持するため、より効率的なリソースの配分が求められている。軌道分野においては、保守費等を各線区に配分する際に、安全性の確保を前提として、線区ごとに運転条件や、輸送量等の条件を考慮して、より経済的に効率性の高い軌道保守や設備投資を実行する必要がある。

本研究では、ある鉄道事業者の20線区（線区A～線区T）を対象に、各線区で現状行われている軌道保守の経済的効率性の評価を目的として、包絡分析<sup>1)</sup> (Data Envelopment Analysis, 以下、「DEA」という。)を行った。

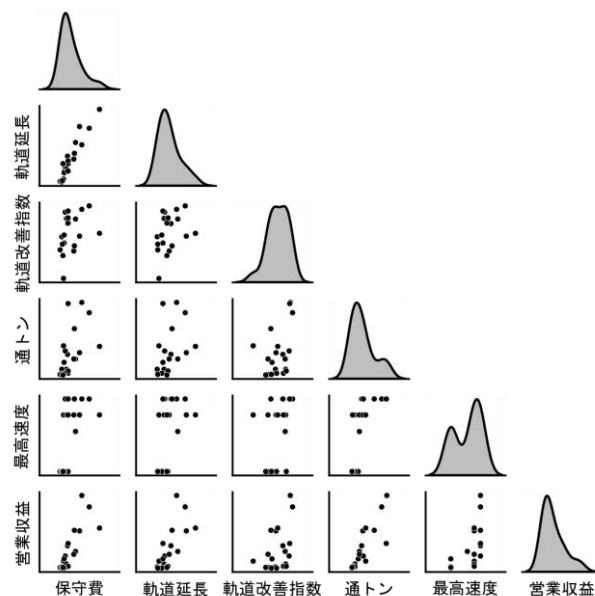


図1. 入出力項目の散布図行列

## 2. 包絡分析 (DEA)

DEAは、主に公共的な性質の高い事業体を対象に、その経営効率性を相対的に評価する手法である。本手法はオペレーションズ・リサーチの分野で発展したもので、病院や公共図書館への適用例があるほか、第三セクター鉄道事業者<sup>2)</sup>や、高速道路の維持管理部門<sup>3)</sup>への適用例がある。

DEAでは、活動内容に類似性が高いがそれぞれある程度の独立性を持って経営活動の意思決定を行っている複数の事業体（事業所）をDMU (Decision Making Unit) とよぶ。DMUの活動は、資金、人工といった「入力」から、売上や顧客数等の「出力」に変換する過程と見なしたうえで、その効率性は「出力」÷「入力」の比率尺度をベースに、相対的に比較される。ここで、DEAでは、各DMUにとって評価の公平性を担保するために、一般に多入力、多出力である各入出力項目の重み付けを、線形計画法により行うことが特色である。

本研究では、線区ごとに効率性を評価するため、DMUは線区に相当する。

## 3. 使用するデータ

鉄道路線における軌道保守の効率性を評価するのに適していると考えられる指標から、軌道保守活動においてリソースとして考えられるものを入力とし、それ以外を出力として、下記のようにDEAの入出力項目を選定した。図1に20線区のデータの散布図行列を示す。（ここでは各軸の具体的な値を伏せていることを了されたい。）

<入力項目>

- 保守費（2018～2020年度合計）

<出力項目>

- 線区の軌道延長
- 軌道改善指数
- 通過トン数（通トン）
- 最高速度
- 営業収益

保守費については、各線区における保守量は年度によって変動があるため、分析期間を2018年度～

キーワード 包絡分析 (DEA), 軌道管理, 経営効率性, オペレーションズ・リサーチ

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部軌道管理 TEL042-573-7277

2020年度の3年間とし、その合計値とした。また、軌道改善指数とは、期首（2018年4月ごろ）および期末（2021年4月ごろ）の軌道検測データの100mロット高低変位標準偏差の線区平均値（期首、期末でそれぞれ $\bar{\sigma}_s, \bar{\sigma}_e$ とする。）を用いて、 $TI = (\bar{\sigma}_e / \bar{\sigma}_s)^{-1}$ と定義した。これは、軌道状態の変化（経年劣化または保守等による改善）の指標である。軌道改善指数は、1より大きければ、当該期間の保守等により軌道状態が改善したことを表す。ここでDEAでは、入力の大きさが同一であれば、出力はより大きい方が好ましいと考えるため、軌道改善指数をこのように定義した。

通過トン数とは、1年間に通過する列車重量の総和であり、最高速度と共に軌道への負担の大きさの指標となる。さらに、軌道保守の経済的効率性の評価に、経営状況の観点を含めるため、出力項目に営業収入を加えた。

#### 4. DEAでの分析結果

以上のデータを用いて、DEAでは最も基本的なモデルであるCCRモデル<sup>1)</sup>により分析を行った結果、得られた各線区（線区A～線区T）の効率値を図2に示す。

効率値は、「重み付き出力」÷「重み付き入力」の比率が最も優れたものを基準とした相対値であり、1に近いほどそのDMUの効率がよいことを表す。効率値=1であるとき、そのDMUは「効率的」という。ここでは、線区A, B, Pが効率的であるとの結果を得た。また線区Qも効率値=0.99であったことから、十分効率性の高い線区であるといえる。

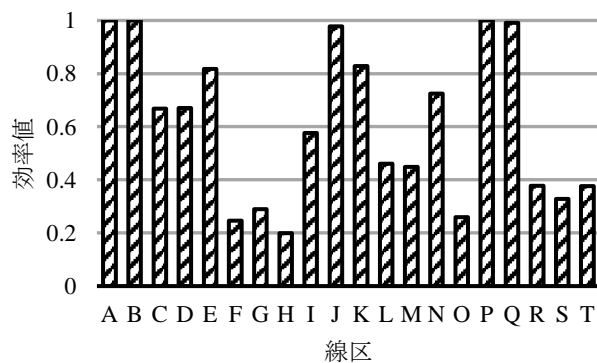


図2. 各線区の効率値

効率的であるとされた線区のうち、線区A, Bは、通トンや、平均通過人員（1日・1kmあたりの乗客数）が最上位に位置する幹線であった。また、ロングレー

ル化等、保守量を軽減するような設備投資がこれまでに積極的に行われている線区であるため、妥当な結果であると考えられる。また線区Pは、地方交通線ではあるものの比較的建設年代が新しいため、木まくらぎよりもPCまくらぎの敷設割合が多い線区である。これにより保守費が抑えられたため、効率的と判定されたと考えられる。

一方、効率値が最小であった線区Hは、通過トン数、営業収入が共に下位に位置する一方で、軌道延長当たりの保守費は中位程度の地方交通線であった。通過トン数が少ない場合は、軌道への負担は小さいと言えるが、本線区は木まくらぎを多く使用しているため、軌道の劣化速度が比較的早いことが背景的な要因として考えられる。

このように効率値の大小について、背景的な輸送条件や設備条件と概ね整合する結果が得られたことから、本分析は妥当であったものと考えられる。

#### 5. まとめと今後の課題

本稿では、各線区の軌道保守の効率性に焦点を当て、DEAにより経済的効率性の分析を行い、背景的な輸送条件や設備条件と概ね整合する結果が得られたことを確認した。

今後は、DEAでの分析をさらに進め、DEAで非効率的と判定された線区に対して、効率的な線区を参照して効率性を高める施策が提案できるか等の検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 刀根薫; 経営効率性の測定と改善-包絡分析法 DEA による, 日科技連, 1993.
- 2) 倉本宜史, 広田啓朗; 第3セクター鉄道における効率性と要因分析, 大阪大学経済学, 2008, 57.4: 296-309.
- 3) WANG, Lung-Chuang; TSAI, Hsiu-Yu. Evaluation of highway maintenance performance using Data Envelopment Analysis (DEA) in Taiwan. Journal of Marine Science and Technology, 2009, 17.2: 145-155.