

鉄道事業経営効率性におけるネットワーク DEA と 性能低下 BCC モデル DEA の適用

スタートラクト (株)
楽天トラベル (株)

日高 啓太郎
飯塚 梨紗

千葉工大
日大生産工
日大生産工

社会システム科学部

長島 わかな
大澤 慶吉
篠原 正明

1. はじめに

参考文献 [1] では新幹線停車駅を、その駅が持つ性質が周辺各地への様々な交通機関におけるアクセス性が高いことから、交通結節点ハブと置き換え、そのハブの効率性を LP を用いる連続評点 DEA-CCR 及び DEA-BCC、離散評点 DEA-CCR で解析し、利用者および潜在的利用者層から、駅から見たダイヤの整合性を検討した。その結果、ダイヤやアクセス・利用者から見た非効率・効率の定義を提示した。しかしながらそれは、単一視点から見たものであり総合的な評価としては不完全である。また BCC モデルでの実験例においては、効率的であると評価をされる駅数が非常に多く解釈が難しい。そこで、我々の研究グループでは、BCC モデルが効率的であるというデータの中身の部分について、生産活動というものが「発展途上 伸び盛り 飽和状態」と規模的に変化するという従来の BCC モデルに加えて「誕生 成長 成熟 老化」という中で性能低下パートを考察する必要があると考え、性能低下 BCC モデルを提案する。

さらに、鉄道事業経営効率性を評価する際に事業の垂直分業的特徴を考慮したネットワーク DEA の提唱を行う。

2. 本研究における BCC モデルの位置付けと課題要素

参考文献 1 ではいくつかの実験を実施したが、一部を以下の表に示す。

表 2.1: BCC モデルの実験例

DMU	Score
東京	1
品川	0.4640209
新横浜	0.8478016
小田原	0.7869382
熱海	0.8456162
...	...
岐阜羽島	1
米原	0.9856607
京都	0.5063025
新大阪	1

表 2.2: BCC(左) と CCR(右) モデルの実験例との比較

DMU	Score	DMU	Score
東京	1	東京	1
品川	0.4640209	品川	0.3823435
新横浜	0.8478016	新横浜	0.8220938
小田原	0.7869382	小田原	0.3248191
熱海	0.8456162	熱海	0.2704987
...
岐阜羽島	1	岐阜羽島	0.6096342
米原	0.9856607	米原	0.2602508
京都	0.5063025	京都	0.444094
新大阪	1	新大阪	1

BCC モデルでは、小規模の段階では規模の収穫が増加し、規模の増加に連れて規模の収穫は一定レベルに

到達し、それよりも規模が大きくなると規模の収穫が減少する。BCC モデルは CCR モデルよりも制約が多いため生産可能集合が狭められて DMU_j の効率値 θ_j (BCC) は CCR モデルの効率値 θ_j (CCR) 以上になる。そこで θ_j (CCR) を全体効率性、 θ_j (BCC) を技術効率性と考え、その差分は規模の効率性によるものと考え、規模の効率性 = 全体効率性 θ_j (CCR) ÷ 技術効率性 θ_j (BCC) とする。

技術効率性 (BCC) これらの定義より考えると参考文献 [1] では全体効率性と位置付けし、本稿においては、鉄道事業体の根幹となる、利用者・潜在的利用者を技術効率性の視点より BCC モデルで算出した存在性項目に対する自由変数 $U(0)$ の値に着目し、その性能自体をいわゆる成長過程ととらえ、以下に考察する。

3. 技術効率性からみた駅成長性

BCC モデルの実験データより $U(0)$ 値及び RTS を以下に示す。

表 3.1: BCC モデルでの $U(0)$ の値

DMU	Score	...	$U(0)$
東京	1	...	0
品川	0.4640209	...	0.1563523
新横浜	0.8478016	...	0.1445017
小田原	0.7869382	...	0.6984551
熱海	0.8456162	...	0.7732377
...
岐阜羽島	1	...	0.4225672
米原	0.9856607	...	0.8938751
京都	0.5063025	...	0.1119048
新大阪	1	...	0

表 3.2: BCC モデルでの RTS (規模の効率性)

DMU	Score	RTS	RTS of Projected DMU
東京	1	Constant	
品川	0.4640209		Increasing
新横浜	0.8478016		Increasing
小田原	0.7869382		Increasing
熱海	0.8456162		Increasing
...
岐阜羽島	1	Increasing	
米原	0.9856607		Increasing
京都	0.5063025		Increasing
新大阪	1	Constant	

上記の表より、東京、大阪に関しては収穫が一定である (Constant) という判断が下され、そのほかの駅に関しては収穫逓増 (Increasing) という判断がなされ、収穫逓減 (Decreasing) は 1 駅もなかった。

我々の研究グループでは、これを駅の成長過程と捉えることにより離散評点 CCR モデルと BCC モデルのネットワーク問題による融合性を主張する。 $U(0)$ の値こそが成長度という形で判断し、まだ性能向上に伴う成長性があると判断、都市間インフラという形態から見て、政策的な施策により全体的効率性の向上と部分効率性の向上が期待できると思われる。

新幹線運営事業が東海旅客鉄道株式会社 (コード:9022

Applying Network DEA and Performance Degradation BCC DEA to Railroad Industry
Management Efficiency Evaluation

Keitaro HIDAKA [†], Wakana NAGASHIMA, Risa IIZUKA,
Keikichi OHSAWA and Masaaki SHINOHARA

以下、JR 東海と称す)における収益面での貢献度が
高く、始末端の駅についての効率性の高さの整合性も
充分有する。しかしながら、同様のネットワーク形状を
有するローカル線において同様のケースが見込まれる
かという一概には言えなく、収穫逡減 (Decreasing)
状況の駅も多くあると思われる。性能低下パートをも
加味した BCC モデルによる効率性評価は、このような
在来線、ローカル線を対象とした時には効果的と思わ
れるが、新幹線のように発展中の事業を対象としたと
きにはあまり効果を発揮できなかった。また、本研究
においてはネットワーク形状における、利用者・本数
といった立地による運行問題のみの判断を下している
が階層的な経営効率性までを判断していかないこと
には、改善案の策定が容易ではない。

4. 鉄道事業経営効率性におけるネットワー ク DEA を適用する根拠

被評価対象となる DMU がネットワーク構造を持つ
時に、単に入力と出力部分に注目するのではなく、そ
のネットワーク構造を考慮して多入出力効率性評価を
行う枠組として離散評点ネットワーク DEA を提唱す
る。根拠として、鉄道事業体が持つ組織構造が垂直分
業化していることに起因するネットワーク構造を有し
ているからである。

本研究では東海道新幹線を取り上げてきたが、東海
道新幹線を運営している事業体は、JR 東海である。昨
今話題となったトピックスとして、JR 東海が日本車輛
製造株式会社 (コード:7102 以下日車と称す) に対し
ての、資本業務提携及び公開買付による日車発行普通
株式の 50.86% を取得し、過半数を超えたことから日車
が JR 東海の連結子会社となった。そのことを踏まえ
て、組織事業体の再確認すると、JR 東海グループを含
めた既存の組織事業は、東海道新幹線及び東海地方の
在来線における鉄道事業を中心とした運輸業、流通業、
不動産業、情報通信事業、建設業その他上記に付随す
る事業となり、また日車が行う組織事業としての主たる
事業に、車両開発・製造がある。

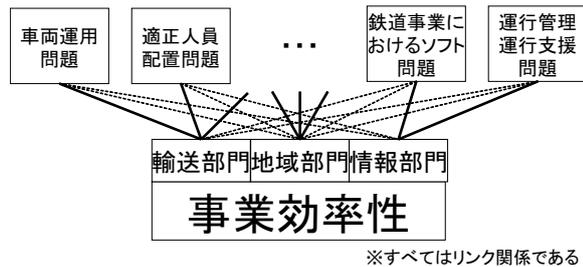


図 1: 鉄道事業体における垂直分業的組織構造

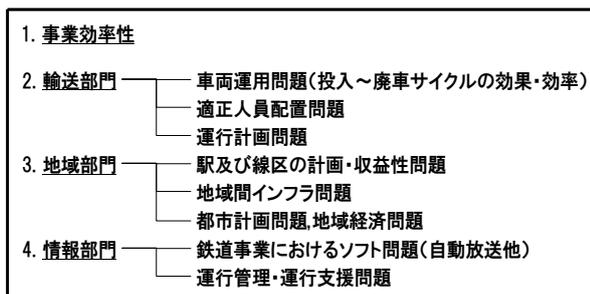


図 2: 鉄道事業体における垂直分業的組織構造 (詳細)

ネットワーク DEA を適用するには、単一的垂直統合
形式事業が望ましく、本研究においては、輸送部門 (列
車運行・運行計画)・地域部門 (駅収益・地域振興貢献・
都市計画)・情報通信部門 (インフラ整備・人員作業効
率)そして事業全体を総括した上での事業効率 (事業費
用対効果・環境安全問題・政策的問題) が根底にくる。

事業効率という問題の最適化を求める前に、部門毎
の効率性の検討を実施し、移動するという行動、即ち、
人的インフラの色合いが強い地域間をネットワークす
る鉄道事業経営効率性の判断を実施する為には、新し
い DEA のスタイルであるネットワーク DEA が最適案
だと推察する。尚ネットワーク DEA においては部門別
効率値のネットワーク的関数として全体効率値が定ま
る点がモデル化のポイントである。

本研究においては、輸送部門を地域部門と融合させ
て研究を実施した訳であるが、別個にして進めていく
必要性がある。

5. おわりに

鉄道事業経営効率性評価のためのネットワーク DEA
を今後研究するにあたって、部門ごとの経営効率性評
価及び技術効率性評価を融合させて見解を出す必要
性がある。それらがまとまり次第事業効率性全体からネ
ットワーク DEA を活用する必要性が非常に高く、事業全
体の投資効率性・感度分析・事業による効果及び影響
を各部門から再検証し、社会情勢変化などを加味して
いきながら、経年変化推移での効率性評価を下す必要
性が高い。同時に本研究ではその発展例として、整備
新幹線における事業効率性評価と地域に及ぼす影響と
効果の検証にも融合する。

また、本研究では領域が多岐にわたる為、業務改善
案としてのネットワーク DEA 手法を提案しているが、
利用顧客視点及び実務者レベルの業務改善・利用トレ
ンド抽出における施策案に関しては AHP との融合が
不可欠であり、また新幹線事業自体を国家プロジェクト
と解釈もできる側面からは、政策意思決定及び金融
工学的な非協力ゲーム理論の研究発展性を以下に提案
する。

事業体施策としての AHP 的アプローチの意図は、あ
いまい性をもつ旅客に対して、利用動機の喚起と継続
的利用の訴求要因の構築及び構築であり、東海道新幹
線だけの事例に限定すれば、東京 - 新大阪間の旅客シェ
アが新幹線 80 に対して飛行機 20 という数値があるの
に対して、東京 - 京都間の旅客シェアはおよそ新幹線
50 に対して飛行機 1 という数値が出ている。これは単
純に時間だけのメリットという解釈もとれるが、費用
対利便性のトレードオフ関係や潜在需要・旅客利用訴
求要因の明確化及び事業体施策案策定に高い効果があ
ると推察する。

また、国家プロジェクトの側面からは、政策意思決
定としてある指標があり基準値が定められた上で、現
状値が存在する。そして目標値をどこに定め、その中
で予算が決まる。本来予算は公課租税から供している
ものであるから事業の妥当性及び事業成長性を考慮し
たうえでの意思決定を行わなければならない。とする
ならば最終的な機関評価としてはゲーム理論的解釈に
委ねられる必要性がある。

参考文献

- [1] ハブステーションセグメントの効果検証と離散評点
DEA の有用性. 長島, 日高, 茂木, 大澤, 篠原 (2008
年日本大学生産工学部学術講演会 数理情報部会)