

# 東備西播定住自立圏におけるコミュニティバス 「ていじゅうろう」の効率性評価

関 大造<sup>1</sup>・中 篤 一憲<sup>2</sup>

<sup>1</sup>非会員 兵庫県立大学 環境人間学部 (〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1-1-12)

<sup>2</sup>正会員 兵庫県立大学 環境人間学部 (〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1-1-12)

E-mail: nakajima@shse.u-hyogo.ac.jp

本研究は、兵庫県赤穂市、同県上郡町、及び岡山県備前市と圏域を跨いだ2市1町から成る東備西播定住自立圏にて導入されているコミュニティバス「ていじゅうろう」を対象として、DEA (Data Envelopment Analysis) により、全国のコミュニティバス、及び「ていじゅうろう」の経営効率性を把握し、コミュニティバスの効率改善案を検討することを目的とする。本研究の分析結果より、①「ていじゅうろう」の経営効率性は全国のコミュニティバスの中でも非効率であること、②DEAによる効率改善案は現状で最も理想的な運行条件の下でも達成不可能であること、③非効率の経営の原因は規模と運営方法の両方であること、④現実的かつ具体的な改善案の方向性として現状維持が必要であることが明らかとなった。

**Key Words :** *the settlement and independence areas, community bus Teijuro, management efficiency, data envelopment analysis*

## 1. はじめに

近年、人口減少、少子高齢化による地方圏の過疎化、モータリゼーションの進展により自家用車の利用が増えたため、バス事業を取り巻く環境は厳しい状況に置かれている。実際に、バスの利用者が減少したことにより、バス事業者の経営状況は圧迫され、赤字路線を廃止している例もある。しかしながら、そのような現状にも関わらず、コミュニティバス数や、その導入市町村数は徐々に増加しており、赤字を補助金で補填しているバス事業者も多い。今後、地方財政は厳しくなると懸念されているため、バスの補助金が減額する可能性があり、バス事業の継続が困難な状況になることが予想される。このことから、これからは経営効率の良いバス運営を行うことが重要となってくるため、現状はどの程度非効率であるのか、その原因は何であるのかを把握し、改善する必要がある。

本研究は、兵庫県赤穂市、同県上郡町、及び岡山県備前市と圏域を跨いだ2市1町から成る東備西播定住自立圏にて導入されているコミュニティバス「ていじゅうろう」を対象として、DEA (Data Envelopment Analysis) により、全国のコミュニティバス、及び「ていじゅうろう」の経営効率性を把握し、コミュニティバスの効率改善案を検討することを目的とする。

## 2. 既存研究の整理

### (1) コミュニティバスに関する研究

各地域のコミュニティバスの内容、分析についてまとめた研究として、高山ら (2001)、森山ら (2005)、奥嶋・秋山 (2007)、竹林ら (2008)、山下 (2011)がある。高山ら (2001)は住民の福祉的立場や地域の市街地活性化を重視したコミュニティバス路線網を構築するために、長野市の中心市街地を対象地域として、理論的な観点から公共交通システムの提案を行った。ここでは地域住民へのアンケート調査の結果から公共交通システムを構築したため、利用者にとって魅力のあるものになったと結論付けられている。森山ら (2005)は離散連続モデルに基づき中山間地域における高齢者に対応した公共交通サービスの需要モデルの提案を行っている。島根県の中山間地域を対象としたシミュレーション分析を行うことにより、地域特性に合った公共交通計画の立案を容易に実施可能であることを明らかにした。奥嶋・秋山 (2007)は人口社会モデルを用いた地方都市コミュニティバスの交通需要喚起策の検討を行っている。ここでは、岐阜県本巣市のコミュニティバス「もとバス」を対象とし、コミュニティバスの需要喚起策による利用者数を推計するために2段階決定木モデルを構築し、利用者数を推計することが可能となった。そして、人工社会モデルにより現実的な交

通需要喚起策の設定方法、及び運用方法を検討可能であることを明らかにした。竹林・新田(2008)では兵庫県明石市 Taco バスを対象として、PDCA サイクルの導入を検討した。その結果、コミュニティバスで PDCA サイクルを明示的導入しているところはないこと、導入のあり方、導入は実現可能性があることが確認された。山下(2011)はコミュニティバスによるソーシャルキャピタルの涵養・醸成効果に関する事例的研究を行った。その結果、コミュニティバスの利用は地域住民の信頼感が増し、地域の連帯感を強く意識するようになる傾向があることが明らかになった。しかしながら、ここでは情報伝達や新たな社会のネットワークの創出については、有意な効果は見られなかった。

## (2) 「ていじゅうろう」に関する研究

コミュニティバス「ていじゅうろう」を対象とした研究はほとんど見られない。橋本ら(2019)は潜在需要に関する利用者意識の推測を行った。対象地域における 400m バス停勢圏の住民にアンケート調査を行うことによって決定木分析を行った。目的変数を「利用の有無」とし利用者、非利用者の分類を行った結果、自動車を運転しているかどうか、「コミュニティバス」の情報を知っているかどうかという点が利用の有無に大きく関係していることが明らかとなった。一方で、目的変数を「将来の利用意向の有無」とし、潜在的利用者の分類を行った結果、潜在的利用者①は「将来の交通に困ることがある」「コミュニティバスの運行は知っているが利用のための情報をほとんど知らない」「趣味や娯楽などの外出先ではない」と回答した住民となった。また、潜在的利用者②は「将来の交通に困ることがある」「コミュニティバス」の運行は知っているが利用のための情報はほとんど知らない「趣味や娯楽を目的として外出」「世帯年収 400 万円未満」と回答した住民となった。平野(2019)は利用者のニーズと身体的特徴を反映したバス停勢圏の評価を行った。ここでは橋本(2019)と同様にアンケート調査を行った。また、その結果から Kruskal-Wallis 検定によって、地域独自のバス停を満足に利用できる徒歩移動所有時間を算出し、その結果から GIS によって到達圏の解析を行った。これらの分析から満足できる徒歩移動時間は 2 分-6 分であり、おおよその地域において、従来のバス停勢圏は利用者のニーズを反映したバス停勢圏よりほとんどの場合で小さくなり、過大にバス停勢圏が評価されていることが明らかになった。上記二つの研究から今後の改善案として、「ていじゅうろう」の周知活動、バス停のより短い距離での配置、住民からの希望が多いフリー乗降区間の増域を検討していくことが挙げられる。

## (3) DEAを用いた効率性に関する研究

宮良・福重(2002)は、全国の 48 の公営バス事業者を対象とし、経営効率性に影響を与える要因について分析することにより、経営効率性の評価及び定量的な改善案の提示を行った。公営バス事業の生産技術が規模に関して収穫一定、通増、通減である場合を考慮して Chames, Cooper and Rhodes モデル(CCR モデル)及び、Banker, Chames and Cooper モデル(BCC)モデルによる効率性の観測を行った。この結果から CCR モデルの効率値よりも BCC モデルの効率値の方が大きく改善される事業者が 9 つあり、DEA を用いる分析を行う場合、CCR モデルのみで評価を行うことに対しては注意を必要とすること明らかにされた。そして、単純に人口規模だけが効率性に影響を与えているとは言えないこと、貸し切りバス事業のアウトプットを高めることが効率性の改善につながることで、事業者の一部は面積当たりの営業キロ数が過剰であることが明らかになった。また、非効率要因の分析では、人口規模が効率性に正の影響を与えること、人口密度は負の影響があることが明らかとなった。しかしながら、分析結果から 60 歳以上の人口比率が効率性に対して影響を与えていないことが明らかになったが、その原因はこの研究では明らかにできていない。次に平井ら(2009)は全国の 37 の公営バス事業の「生産面」、「経営面」、「福祉サービス」の 3 つの視点から効率性の分析を行い、定量的な改善案を提案と非効率要因の分析を行った。ここでは CCR モデル・BCC モデルにより効率性の分析を行い、BCC モデルを用いることで人口規模などの事業主体の特性を加味した評価が可能であると推測された。効率性の結果として、生産面、経営面で類似傾向が確認されたことから様々な面からの評価を行う際はデータの相関に関して考慮する必要があることが示唆された。また、平井(2009)は DEA を活用する上での課題として、① 定量化された結果のさらなる活用方法の検討、② 指標の設定やそのデータ選定における妥当性の検証、③ 今後、政策評価などへ展開する場合、改善の実現性など実社会に対する配慮についての検討の必要性を明らかにした。

## (4) 本研究の位置付け

本研究は宮良・福重(2002)及び平井ら(2009)と同様に、CCR モデル・BCC モデルを用いることにより、経営効率性の観点から分析を行う。上述した 2 つの研究は公営バス事業体に関する経営効率性の分析と定量的な改善案の提示を行っているものの、分析対象をコミュニティバスにまで掘り下げていないことや、具体的な改善案を提示していないことが課題として挙げられる。また、国土交通省(2018)ではコミュニティバスの導入が増加しているにもかかわらず、その経営は赤字であることが明らかにされており、経営効率を高めることが重要であると考

えられる。それゆえ、本研究では対象をコミュニティバスにまで掘り下げ、経営効率性を分析し、定量的な改善案を出し、具体的な改善案を検討していく。その中でもコミュニティバス「ていじゅうろう」を対象として分析を行う。

### 3. 分析方法

#### (1) コミュニティバス「ていじゅうろう」について

コミュニティバス「ていじゅうろう」とは兵庫県赤穂市、同県上郡町及び岡山県備前市で構成する東備西播定住自立圏の住民の移動手段の確保や地域の活性化を目的に、誰もが利用できる地域の乗り物として運行しているコミュニティバスである。運行会社は株式会社ウエスト神姫であり、運行経路は2本存在し、上郡町から赤穂市への「上郡ルート」、備前市から赤穂市への「備前ルート」があり、毎週月曜日から土曜日に各ルートを2往復している。運賃は1回の乗車につき赤穂市内、上郡町内では100円、備前市内では200円、市町域を超えたときは200円、小学生未満は無料という形で設定されている。(図-1、図-2参照)

#### (2) 分析データ

全国のコミュニティバスについて、国土交通省より公開されているコミュニティバス等リストを用いた。本研究の対象として、運行形態が定期・定時路線であること、誰でも利用可能であること、有料バスであることを条件とし、リストより条件に当てはまるコミュニティバスを抽出した。条件に当てはまるコミュニティバスの抽出後、コミュニティバスの管理者である市町村、バス会社に情報公開請求、又は任意での情報提供を依頼し、経営効率性を算出するために必要なデータを、宮良・福重(2002)に倣って収集した。入力値は平成29年度の市町村の人口1人当たりの運行経費と面積当たりの営業キロ数の2変数をそれぞれ用いた、一方、出力値は平成29年度の人口1人当たりの年間輸送人数と輸送収入の2変数をそれぞれ用いた。入力値で営業路線キロ数を用いた理由は、路線の長さの違いによって、コミュニティバスの規模が異なると考えられるためである。一方、出力値で輸送人員、輸送収入を指標として用いた理由は、バスの利用者が多ければ多いほど交通混雑や環境への負荷の緩和に貢献しており、また住民の足として多くの人に利用されていると考えられるためである。そして、入力値、出力値で市町村の面積当たり、人口当たりとした理由は規模の違いを考慮したためである。本研究では377のコミュニティバスのデータを入手した。



図-1: コミュニティバス「ていじゅうろう」

出所：赤穂市HPより

<https://www.city.ako.lg.jp/koushitsu/kikaku/areabus.html>



図-2: ていじゅうろうの運行ルート

出所：赤穂市HPより

<https://www.city.ako.lg.jp/koushitsu/kikaku/documents/route.pdf>

#### (3) DEAの概要

本研究はコミュニティバスの経営効率性を計測するためにDEAを用いる。以下では、末吉(2001)及び平井ら(2009)に基づいて、本研究で用いるCCRモデル及びBCCモデルの概要を示す。

第一に、CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) モデルはDEAの基礎モデルであり、以下の線形計画問題により定式化される。以下では、事業体数を $n$ 、入力項目数を $m$ 、出力項目数を $s$ 、事業体 $j$ の $s$ 番目の入力を $x_{sj}$ 、事業体 $j$ の $s$ 番目の出力を $y_{sj}$ 、効率値を $\theta$ 、事業体 $j$ のウェイト $\lambda_j$ をとす。なお、本研究は線形計画問題の双対形は省略するため、詳細は末吉(2001)を参照されたい。

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta & (1) \\
 \text{s. t. } & - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{jk} \geq 0, (i = 1, \dots, m) \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk}, (r = 1, \dots, s) \\
 & \lambda_j \geq 0, (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

ここで、 $\theta^* = 1$ のときでもスラックが発生する場合があります、入力の余剰 $d_i^x (i = 1, \dots, m)$ や出力の不足 $d_r^y (r = 1, \dots, s)$ は以下の式を解くことにより求められる。そして、 $\theta^* = 1$ かつ全てのスラックがゼロのとき、効率的であり、それ以外のとき、非効率的である。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \sum_{i=1}^m d_i^x + \sum_{r=1}^s d_r^y & (2) \\
 \text{s. t. } & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + d_i^x = \theta^* x_{jk}, (i = 1, \dots, m) \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - d_r^y = y_{rk}, (r = 1, \dots, s) \\
 & \lambda_j \geq 0, d_i^x \geq 0, d_r^y \geq 0
 \end{aligned}$$

第二に、BCC (Banker, Chames and Cooper) モデルは先のCCRモデルに新たな制約式 ( $\sum \lambda_j = 1$ ) を加えたものであり、BCC型入力モデル (BCCI) とBCC型出力モデル (BCCO) がある。BCC型入力モデル (BCCI) は以下のように定式化される。

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } \theta & (3) \\
 \text{s. t. } & - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{jk} \geq 0, (i = 1, \dots, m) \\
 & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk}, (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & \lambda_j \geq 0, (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

一方、BCC型出力モデル (BCCO) は以下のように定式化される。

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } \eta & (4) \\
 \text{s. t. } & \sum_{j=1}^n x_{ij} \xi_j \leq x_{ik}, (i = 1, \dots, m)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{j=1}^n y_{rj} \xi_j + \eta y_{rk} \leq 0, (r = 1, \dots, s) \\
 & \sum_{j=1}^n \xi_j = 1 \\
 & \xi_j \geq 0, (j = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

末吉 (2001)及び平井ら (2009)によると、CCRモデルとBCCモデルの違いは、CCRモデルは規模の経済性に関して収穫一定を仮定し、技術の効率性と規模の効率性を複合的に計測するのに対して、BCCモデルは規模の経済性に収穫可変を仮定し、技術の効率性のみを計測する点である。

最後に、本研究で用いる規模の効率性はCCRモデルによる効率値とBCCモデルによる効率値の比として、以下のように定式化される。これは規模効率値が高ければ、経営の規模が適正であることが示される。

$$\text{規模の効率値} = \frac{\text{CCR効率値}}{\text{BCC効率値}} \quad (5)$$

#### 4. 全国のコミュニティバスの分析結果

##### (1) 全国のコミュニティバスの経営効率性

表-1にCCRモデル、BCCI及びBCCOモデルによる全国のコミュニティバスの経営効率値の計測結果を示す。CCRモデル、BCCIモデル、BCCOモデルの全てにおいて効率値が1.000のコミュニティバスは占冠村「町営バス」、山形市「コミュニティバス」、浦安市「コミュニティバス」、文京区「コミュニティバスB-ぐる」、小金井市「コミュニティバス」、湯河原町「コミュニティバス」、小谷村「村営バス」、長野市「中心市街地循環バス」、鳥取市「コミュニティバス くる梨」の9事業者であった。これらのコミュニティバスは生産技術がどちらのモデルであった場合でも効率的な運営を行っている判断される。このことは、これらのコミュニティバスがBCCI、BCCOモデルにおける効率的フロンティアの規模に関して収穫一定な部分に位置していることを意味している。

BCCIとBCCOモデルにおいてのみ、効率値が1.000となったコミュニティバスは八戸市「コミュニティバス」、秋田市「中心市街地巡回バス」、川場村「循環バス」、芝山町「空港シャトルバス」、多摩市「コミュニティバス ミニバス」、南相木村「村営バス」、長野市「地域循環コミュニティバス 東北ぐるりん号」、昭和村「村営バス」、岡崎市「豊富・夏山地区線 ほたるバス」、鳥羽市「かもめバス」の10事業者であった。このことからBCCモデルはCCRモデルよりも効率的な事業者が増え

表-1: CCRモデル, BCCIモデル, BCCOモデルによる全国のコミュニティバスの経営効率性

順位	CCRモデル		BCCIモデル		BCCOモデル	
	コミュニティバス名	効率値	コミュニティバス名	効率値	コミュニティバス名	効率値
1	占冠村 町営B	1.000	八戸市 CB	1.000	八戸市 CB	1.000
1	山形市 CB	1.000	秋田市 中心市街地巡回B	1.000	秋田市 中心市街地巡回B	1.000
1	浦安市 CB	1.000	川場村 循環B	1.000	川場村 循環B	1.000
1	文京区 CB	1.000	芝山町 空港シャトルB	1.000	芝山町 空港シャトルB	1.000
1	小金井市 CB	1.000	南相木村 村営B	1.000	南相木村 村営B	1.000
1	湯河原町 CB	1.000	長野市 地域循環CB	1.000	長野市 地域循環CB	1.000
1	小谷村 村営B	1.000	昭和村 村営B	1.000	昭和村 村営B	1.000
1	長野市 中心市街地循環B	1.000	岡崎市 豊富・夏山地区線CB	1.000	岡崎市 豊富・夏山地区線CB	1.000
1	鳥取市 CB	1.000	鳥羽市 CB	1.000	鳥羽市 CB	1.000
10	多摩市 CB	0.999	多摩市 ミニバス	1.000	多摩市 ミニバス	1.000
368	上里町 CB	0.035	新見市 市営B	0.060	吉野川市 代替B	0.047
369	松坂市 飯南CB	0.035	賀茂郡八百津町 CB	0.060	上田市 丸子地域循環B	0.044
370	岡崎市 宮崎地区線CB	0.035	清水町 CB	0.058	松坂市 飯南CB	0.042
371	岡崎市 形埜地区線CB	0.035	中標津町 町営B	0.057	田辺市 地域住民B	0.042
372	南会津町 館岩地域乗合T	0.034	喬木村 村民B	0.054	吉備中央町 町営B	0.036
373	新見市 市営B	0.034	南伊勢町 町営B	0.045	南会津町 館岩地域乗合T	0.034
374	吉備中央町 町営B	0.034	小美玉市 地域循環B	0.043	新見市 市営B	0.034
375	白河市 表郷地域巡回B	0.028	南会津町 館岩地域乗合T	0.042	白河市 表郷地域巡回B	0.032
376	那賀町 代替B	0.025	上里町 CB	0.039	那賀町 代替B	0.031
377	小美玉市 地域循環B	0.023	那賀町 代替B	0.032	小美玉市 地域循環B	0.023

B:バス, CB:コミュニティバス, T:タクシー

る傾向があることがわかる。そして、CCRモデルによる効率性評価は生産技術が規模に関して収穫一定ではない場合には効率値が厳しいものになってしまうことから、評価するには注意が必要である。

全377のコミュニティバスの結果より、CCRモデルの効率値の最小値は0.023、平均値は0.289、標準偏差は0.218である。また、BCCIモデルの効率値の最小値は0.032、平均値は0.348、標準偏差は0.244であり、一方でBCCOモデルの効率値の最小値は0.023、平均値は0.337、標準偏差は0.246である。このことから、どのモデルにおいても全国的にコミュニティバスの経営効率性は悪く、経営効率が良いコミュニティバスと悪いコミュニティバスの差が大きいことが分かる。一方で、規模効率値の最小値は0.043、平均値は0.846、標準偏差は0.186であることから全国のコミュニティバスの規模効率性は経営効率性より比較的低いことが分かる。

## (2) BCC効率値と規模効率値による分類

コミュニティバスの非効率性が、そのコミュニティバス自身の運営によるものなのか、それとも不利な環境(規模)で運営しているのかを明らかにするために、田村(2002)に倣い、標準化したBCC効率値と規模効率値から、各コミュニティバスをその特色に応じて4つに分類する。ただし、BCC効率値はBCCIモデルとBCCOモデルの効率値の平均値とする。

図-3は横軸に標準化したBCC効率値、縦軸に標準化した規模効率値を取り、全国のコミュニティバスの結果

をプロットした散布図である。この散布図の横軸、縦軸はBCC効率値の平均値と規模効率値の平均値となり、散布図を4つの領域に分割している。第1象限に属するコミュニティバスはBCC効率値と規模効率値が共に平均よりも高く、望ましい規模水準、運営を行っている。上述したCCRモデル、BCCIモデル、BCCOモデルの全てで経営効率値が1.000であったコミュニティバスはこの領域に位置している。第2象限に属するコミュニティバスはBCC効率値が低い規模効率値が高い。つまり、非効率である原因はその規模と関係なく運営方法に問題があると考えられる。第3象限に属するコミュニティバスはBCC効率値と規模効率値が共に平均より低く、非効率な運営を行っている上に、その規模も最適な大きさではない。つまり、非効率である原因は運営方法と規模の両方に問題があると考えられる。後述するが、東備西播定住自立圏で走るコミュニティバス「ていじゅうろう」は第3象限に位置しており、赤色の点は「ていじゅうろう」を示している。最後に、第4象限に属するコミュニティバスはBCC効率値が全て平均より高く望ましい運営を行っているが、その規模が最適な大きさにないために規模効率値は低い。上述したBCCモデルでのみ経営効率値が1.000であったコミュニティバスの多くが第4象限に位置している。

図-3からCCRモデルの効率値は低いものの、BCCモデルの効率値が高くなるコミュニティバスの説明ができる。例として、岡崎市の豊富・中山地区線の「ほたるバス」を挙げる。「ほたるバス」はCCRモデルの効率値は0.043

と非常に低い。しかしながら、BCC効率値は1.000であり効率的である。一方、規模効率値は0.043であり、図-3では第4象限に位置する。したがって、「ほたるバス」は効率的な運営を行っているが、その規模が最適な大きさではないため、CCRモデルでは非効率と評価されていると考えられる。

## 5. 「ていじゅうろう」の分析結果

### (1) 「ていじゅうろう」の効率値とその改善案

表-2はコミュニティバス「ていじゅうろう」の効率値と順位を表したものである。CCRモデルによる効率値は0.078で341位、BCCIモデルによる効率値は0.116で337位、BCCOモデルによる効率値は0.079で351位であった。このことから「ていじゅうろう」の経営効率性は全国のコミュニティバスの中でも非常に低いことが分かる。また、図-3では第3象限に位置していることから（赤色の点が「ていじゅうろう」を示す）、「ていじゅうろう」は運営方法だけでなく、その規模も最適な大きさではないため、経営効率性は非効率的であることが分かる。

### (2) 「ていじゅうろう」の改善案

ここでは4つのモデルを用いて「ていじゅうろう」の効率性を改善するために必要な入力値及び出力値を示す。なお、表-3は単位当たりの効率性改善値を、表-4は効率性改善値をそれぞれ示す。

第一に、CCRIモデルは入力指向であることから、効率性の改善案は出力を固定し、その出力を満たすように入力を改善するものとなる。改善後の単位当たり入力値は人口1人当たりの運行経費が21.9円、市町村面積当たりの営業キロ数は0.008であり、改善前の入力値は前者が258.8円の過剰、後者が0.090過剰となった。これを「ていじゅうろう」全体に直せば、改善後の入力値は運行経費が2,205,450円、営業キロ数は4.1kmであり、改善前の入力値は前者が26,028,550円過剰で、後者が48.1km過剰となった。

第二に、CCROモデルは出力指向であることから、効率性の改善案は入力を固定し、その入力を満たすように出力を改善するものとなる。改善後の単位当たり入力値は人口1人当たりの輸送人員が1.46、人口1人当たりの輸送収入は231.0円であり、改善前の入力値は前者が1.35の不足、後者が213.0円の不足となった。これにより、改善後の入力値は輸送人員が147,030人、輸送収入は23,235,486円であり、改善前の入力値は前者が135,545人不足で、後者が21,420,486円不足となった。

第三に、BCCIモデルによる効率性の改善案は、改善後の単位当たり入力値は人口1人当たりの運行経費が

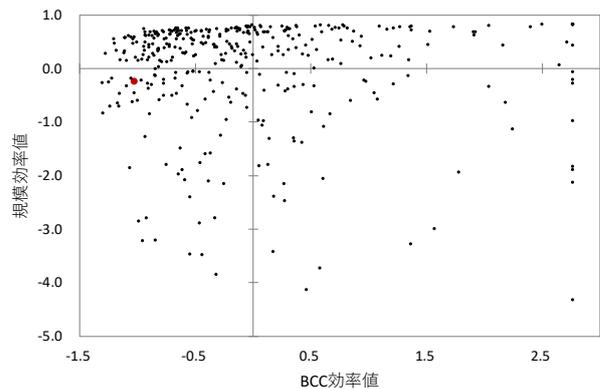


図-3: BCC効率値と規模効率値からみた分類

表-2: 「ていじゅうろう」の効率値と順位

CCR	BCCI	BCCO	規模
0.078	0.116	0.079	0.802
(341)	(337)	(351)	(277)
全国平均値			
0.289	0.348	0.337	0.846

上段は効率値、下段は順位を表す

32.5円、市町村面積当たりの営業キロ数は0.011であり、改善前の入力値は前者が248.3円過剰、後者が0.086過剰となった。これにより、改善後の入力値は運行経費が3,264,112円、営業キロ数は6.0kmであり、改善前の入力値は前者が24,969,888円過剰で、後者が46.2km過剰となった。

第四に、BCCOモデルによる効率性の改善案は、改善後の単位当たり入力値は人口1人当たりの輸送人員が1.44、人口1人当たりの輸送収入は228.2円であり、改善前の入力値は前者が1.33不足、後者が210.1円不足となった。これにより、改善後の入力値は輸送人員が145,223人、輸送収入は22,949,908円であり、改善前の入力値は前者が133,738不足で、後者が21,134,908円不足となった。

以上の4つのモデルによる効率性の改善案から、「ていじゅうろう」は入力及び出力のどちらの観点からも現状から大きく改善する必要があることが分かった。

### (3) 効率性改善のシミュレーション分析

ここでは先に示した効率性改善案の実現可能性を検証するために、コミュニティバス「ていじゅうろう」において現状で最も理想と考えられる運行状況を想定したシミュレーション分析を行う。

前提条件として、現状の各ルート（上郡ルート・備前ルート）1日当たり2往復において、乗車定員（運転士を除いた32人）を満たし運行するとする。また、乗客は県及び市を跨いでバスを利用するとし、運賃は1人当たり200円とする。さらに、現状より乗客数は増えるものの、運行経費は不変とする。

表-3: 「ていじゅうろう」における単位当たり効率性改善値

	I1: 運行経費	I2: 営業キロ数	O1: 輸送人員	O2: 輸送収入
改善前	208.7	0.098	0.114	18.0
CCRI (過剰)	21.9 (258.8)	0.008 (0.090)	- -	- -
CCRO (不足)	- -	- -	1.46 (-1.35)	231.0 (-213.0)
改善後	32.5 (248.3)	0.011 (0.086)	- -	- -
BCCI (過剰)	32.5 (248.3)	0.011 (0.086)	- -	- -
BCCO (不足)	- -	- -	1.44 (-1.33)	228.2 (-210.1)

I1: 運行経費/人口, I2: 営業キロ数/面積, O1: 輸送人員/人口, O2: 輸送収入/人口

表-4: 「ていじゅうろう」における効率性改善値

	運行経費 (円)	営業キロ数 (km)	輸送人員 (人)	輸送収入 (円)
改善前	28,234,000	52.2	11,485	1,815,000
CCRI (過剰)	2,205,450 (26,028,550)	4.1 (48.1)	- -	- -
CCRO (不足)	- -	- -	147,030 (-135,545)	23,235,486 (-21,420,486)
改善後	3,264,112 (24,969,888)	6.0 (46.2)	- -	- -
BCCI (過剰)	3,264,112 (24,969,888)	6.0 (46.2)	- -	- -
BCCO (不足)	- -	- -	145,223 (-133,738)	22,949,908 (-21,134,908)

表-5のシミュレーション分析結果より、1日に輸送人数は256人、輸送収入は51,200円となり、1ヶ月で輸送人数は6144人、輸送収入は1,228,800円となり、さらに、1年間では、輸送人数は78848人、輸送収入は15,769,600円となることが分かった。また、表-6のシミュレーション分析における効率値を表す結果から、効率値は1.000にならなかったものの、順位は現状より約300位上昇、規模は約150位上昇し、経営効率性は改善され得ることが分かった。

しかしながら、このシミュレーション分析ではCCROモデルとBCCOモデルの改善案を達成することは不可能であった。このことは、現状で考えられる最も理想の状況を想定しても、改善案の達成は不可能であり、この改善案を達成するためには非現実的な努力を要することを意味する。しかしながら、宮良(2002)によると、DEAによる改善案はあくまで数ある多くの改善案の一例でしかない点について注意する必要がある。サンプル、経営効率性の指標により改善案は変わってくるため、サンプル数や指標を変えることで、実現可能な改善案を提案できる可能性があると考えられる。

以上のことから、「ていじゅうろう」における経営効率性の改善案の方向性は、赤字から黒字への改善案を考えるのではなく、運行経費を少しでも減らす、または現状より増やさないようにし、乗客数・輸送収入を増やすことが、必要かつ現実的であると考えられる。

表-5: 効率性改善案のシミュレーション分析結果

	輸送人員 (人)	輸送収入 (円)
1日運行	256	51,200
月24日運行	6,144	1,228,800
年308日運行	78,848	15,769,600

表-6: シミュレーション分析における効率値と順位

CCR	BCCI	BCCO	規模
0.637	0.651	0.666	0.968
(33)	(42)	(43)	(108)

上段は効率値、下段は順位を表す

## 6. まとめ

本研究は、兵庫県赤穂市、同県上郡町、及び岡山県備前市と圏域を跨いだ2市1町から成る東備西播定住自立圏にて導入されているコミュニティバス「ていじゅうろう」を対象として、全国のコミュニティバス、及び「ていじゅうろう」の経営効率性を把握し、コミュニティバスの効率改善案を検討した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- ① 「ていじゅうろう」の経営効率性は全国のコミュニティバスの中でも非効率であること
- ② DEAによる改善案は現状で最も理想的な運行条件の下でも達成不可能であること
- ③ 非効率的経営の原因は規模と運営方法の両方であること
- ④ 現実的かつ具体的な改善案の方向性として、現状維持、もしくは現状より良くし、悪化させないようにすることが必要であること

最後に、本研究の今後の課題として、以下のことが挙げられる。第一に、DEAによる改善案の妥当性である。本研究ではDEAによる定量的な改善案が現状の理想の運行でも達成不可能という結果となった。改善案は効率性を1にするための目標値であるため、経営効率性が非常に悪いことにより、改善案の達成が困難なものとなった。第二に、本研究は規模を考慮し、入力と出力を運営主体(市町村)の面積と人口で割り、それらを用いて経営効率性を分析している。しかしながら、この入力と出力では研究対象とするバス停勢圏に関係ない人まで含む。そのため、GISなどを用いて、入力と出力をバス停勢圏の面積や人口で割ることにより、経営効率性の精度向上がはかれると考える。第三に、本研究は全国のコミュニティバスを対象としたが、路線毎の運行経費といったデータの入手困難性から、そのバスの路線毎まで対象としない。仮に、データの収集が可能であれば、より詳細な経営効率性や改善案を提案できると考えられる。

**謝辞**：本研究は兵庫県立大学地域連携卒業研究として、西兵庫信用金庫及び株式会社ウエスト神姫から支援を受けて実施されたものであり、関係各位に感謝致します。また、研究協力頂いた橋本天斗氏及び平野宏輔氏に心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 高山純一, 柳沢吉保, 中野泰啓, 加藤隆章: コミュニティバスの路線網策定システムの構築, 土木計画学研究・論文集, Vol.18, No4, pp.705-711, 2001.
- 2) 森山昌幸, 藤原章正, 張峻屹: 中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデ

- ルの提案, 土木学会論文集 No.786, pp.786\_39-786\_51, 2005.
- 3) 奥嶋政嗣, 秋山隆昌: 人工社会モデルを用いた地方都市コミュニティバスの交通需要喚起策の検討, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.3, pp.509-516, 2007.
- 4) 竹林弘晃, 新田次次: コミュニティバス計画における PDCA サイクル導入の検討: 明石市 Taco バスをケーススタディとして, 福祉のまちづくり研究, 第 10 巻第 1 号, pp.29-34, 2008.
- 5) 山下良平: コミュニティバスによるソーシャルキャピタル涵養・醸成効果に関する事例的研究, Vol.25 (第 25 回環境研究発表会), pp.143-148, 2011.
- 6) 橋本天斗, 中寫一憲, 平野宏輔, 関大造: 東備西播定住自立圏におけるコミュニティバス「ていじゅうろう」の潜在需要と利用者意識の推測, 土木計画学研究・講演集 CD-ROM, Vol.59, 51, pp.1-7, 2019.
- 7) 平野宏輔: 利用者ニーズを反映したバス停勢圏の評価: コミュニティバス「ていじゅうろう」を対象に, 兵庫県立大学環境人間学部 2018 年度卒業研究, 2019.
- 8) 宮良いずみ, 福重元嗣: 公営バス事業の効率性評価, 会計検査研究, No26, pp.25-43, 2002.
- 9) 平井健二, 小池淳司, 喜多秀行: DEA 手法による公営企業の運営効率性評価: 公営バス事業を事例とした評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.1, pp.133-140, 2009.
- 10) 末吉俊幸: DEA: 経営効率性分析法, 朝倉書店, 2001.
- 11) 国土交通省: コミュニティバス等リスト <https://www.mlit.go.jp/common/001193371.xlsx> (最終アクセス日: 2020.1.27)
- 12) 国土交通省: 国土地理院, 平成 29 年全国都道府県市区町村別面積調. <http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO/bacnumber/GSI-menseki20171001.pdf> (最終アクセス日: 2020.1.25)
- 13) 総務省: 【総計】平成 29 年住民基本台帳年齢階級別人口 (市区町村別). [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000494086.xls](https://www.soumu.go.jp/main_content/000494086.xls) (最終アクセス日: 2020.1.25)
- 14) 田村肇: 公共図書館の効率性の評価と包絡分析法, 日本図書館情報学会誌, Vol.47, No4, pp145-162, 2002.

(2020.MM.DD 受付)

## EVALUATION OF MANAGEMENT EFFICIENCY OF THE COMMUNITY BUS “TEIJURO” IN THE SETTLEMENT AND INDEPENDENCE AREAS BETWEEN WEST HYOGO AND EAST OKAYAMA

Taizo SEKI and Kazunori NAKAJIMA