

地域公共交通サービスの 簡便な比較評価方法とその適用

建川 友宏¹・家田 仁²

¹非会員 東京大学 工学部社会基盤学科 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:t.tatekawa@me.com

²フェロー会員 東京大学大学院教授 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)
E-mail:ieda@civil.t.u-tokyo.ac.jp

本研究では、市町村毎に鉄道およびバスに注目して地域公共交通水準を供給水準、供給効率性、負担、利用の4側面から包括的に可視化する手法を提案する。地域公共交通は行政、事業者、住民の協働と利用、負担によって維持されていくべきものであるため、この三者が共通理解できる容易な指標とした。また本手法は、他の市町村との比較により条件の異なるそれぞれの市町村の公共交通水準を相対評価する手法である。本研究では、山陽地方の3県55市町村に注目しているが、容易に入手できる一般的なデータのみを用いているため、今後全国へと容易に拡大して適用可能である。また、行政担当者や交通事業者へのインタビューを行うことにより、本手法が市町村の特徴や市町村の政策などを十分に反映しており、公共交通政策を検討する際に利用可能な手法であることが確かめられた。

Key Words : *accessibility, local public transport, municipal evaluation method, comparison, bus, train*

1. 本研究の背景と目的

昨今、人口減少やモータリゼーションの進展等により、地域公共交通のおかれている状況は悪化の一途を辿っている。その一方で、自力での移動困難な高齢者が増加している地方では、地域公共交通の必要性や重要性が再認識されつつある。地域公共交通の多くは、交通事業者のみでは維持困難であり、このような状況下では、2013年に制定された交通政策基本法にあるように、交通事業者だけでなく国・地方自治体や国民等が協働して維持することが必要である。

一方で、地域公共交通に対する政策検討は、当該地域内のみで定性的・絶対的に行われていることが多い。自らの地域公共交通水準の相対的な高低を知った上で供給量や負担を決めることや、自らの市町村と類似した条件にある他の市町村の公共交通を参考にすることは、その地域に相応しい公共交通を議論する際の材料として有用であることが想定される。

以上を踏まえて、本研究では市町村で地域公共交通について議論する際に参考となるデータを作成することを目的とし、これに際しては、どの市町村においても入手可能な汎用性の高いデータを用いて、合理的、相対的および定量的手法を用いて指標群を作成し、他の市町村と

の比較により数値に基づいて注目する市町村の特徴を明らかにする。

2. 分析対象および公共交通の四要因

(1) 注目する市町村および交通モード

本研究では、山陽地方の3県(岡山・広島・山口県)のうち公共交通が運行されている全55市町村を分析対象とする。特に、「鉄道」と「バス」(路線バスおよびコミュニティバス、オンデマンドバスは含まない)および「公共交通」に注目して分析する。ここで、本研究における「公共交通」とは、鉄道とバスの実車走行車両キロによる加重平均として定義する。

(2) 公共交通に関わる要因

本研究では、公共交通の「供給水準」「供給効率性(供給コスト)」「負担」「利用」を公共交通全体をカバーする四側面と定義し、相対指標を作成する(図-1)。

「供給水準」については、空間的密度・運行頻度等のアクセシビリティ指標¹⁾が開発されているが、他にも利用者の運賃の高低や乗り心地(着席率や運転の荒さ等)、定時性や、バリアフリー等が公共交通の供給水準として考えられる。当然、公共交通を供給するためには「供給

コスト」が発生し、この供給コストは地域公共交通においては、運賃による「利用者負担」と公的補助による「行政負担」という収入によって交通事業者は賄っていると考えられる。

運賃負担による収入は、

$$(1人あたり運賃) \times (\text{利用者数}) \quad (1)$$

という算式で推計されるため、「利用」の大小も公共交通にとっては重要な要素である。「利用」の大小は、人口密度や自動車保有率等の外的要因のほか、供給水準、即ち利便性の高低によっても変化すると考えられる。

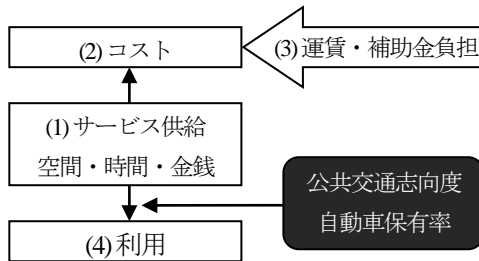


図-1 公共交通の四側面概念図

3. 評価指標の定式化

(1) 供給水準指標

供給水準には多くの側面があり、評価すべき項目も多岐に渡るが、特に重要だと考えられる以下の3点を地域公共交通の供給水準を表す指標として設定する。

a) 空間的アクセシビリティ

家田ら⁷⁾は、公共交通の路線長密度が可住地人口密度の平方根で基準化できることを示し、これを空間的アクセシビリティと定義している。本論では、本指標を公共交通供給の空間的密度指標として用いる。指標は以下の式で表される。

$$\alpha_s = \frac{L/A}{\sqrt{P/A}} \quad (2)$$

α_s : 空間的アクセシビリティ

L : 路線長 (鉄道・バス・公共交通)

A : 可住地面積

P : 人口

なお、実適用上は各市町村毎に空間的アクセシビリティを求めた上で正規化し、無次元化した値を利用する。

b) 時間的アクセシビリティ

前項の空間的アクセシビリティと同様に、家田ら⁷⁾は運行頻度についても可住地人口密度の平方根で基準化できることを示し、これを時間的アクセシビリティと定義している。本論では、本指標を公共交通供給の運行頻度指標として用いる。指標は以下の式で表される。

$$\alpha_T = \frac{N}{\sqrt{P/A}} \quad (2)$$

α_T : 時間的アクセシビリティ

N : 平均運行本数 (鉄道・バス・公共交通)

本指標についても空間的アクセシビリティと同様に、適用上は各市町村毎に空間的アクセシビリティを求めた上で正規化し、無次元化した値を利用する。

c) 金銭的アクセシビリティ

空間的および時間的アクセシビリティに加えて、利用者にとっての供給水準の一つである運賃水準の高低を表す指標を導入する。本論では、これを「金銭的アクセシビリティ」と定義し、以下の手順により求める。

初めに、平均乗車距離乗車した際のキロあたり運賃を算出する。ここで、正確に平均乗車距離を求めるのは容易ではないため、表-1に示す簡略法で算出する。

表-1 交通モード別平均乗車距離の求め方

交通モード	平均乗車距離の出典
鉄道	中国運輸局管内のJR線平均乗車距離 ⁴⁾ 民鉄各社については各社財務諸表より
バス	各社主要区間の平均運賃の区間距離 ⁵⁾ による加重平均

なお、求めたキロあたり運賃は、各交通事業者毎に求められる値である。そこで、各市町村ごとに実車走行距離で加重平均した値を市町村内の平均運賃と定義し、市町村内の平均所得で除すことで、各市町村の金銭的アクセシビリティ (利用者の支払負担の大小に注目した運賃水準) と定義する。

$$\alpha_F = \frac{F}{I} \quad (3)$$

α_F : 金銭的アクセシビリティ

F : 市町村内平均運賃

I : 市町村内平均課税所得

本指標についても同様に各市町村の金銭的アクセシビリティ正規化することで無次元化して利用する。

(2) 供給効率性 (コスト) 指標 (バス)

供給効率性を表す指標として、「実車走行キロあたり営業費用」を用いる。これを交通事業者毎に算出した上で、市町村毎に市町村内を実車走行する各事業者の実車走行距離により加重平均することにより、各市町村の供給効率性指標とする。

ところで、鉄道とバスの両方について前述の指標を試算結果、鉄道とバスでは大きくコスト構造が異なること、多くの市町村では鉄道事業者が西日本旅客鉄道（JR西日本）となっており変化に乏しいことが確認された。そのため、単純な交通モード別の比較や算術平均による市町村比較は相応しくないため、バスのみ注目する。

(3) 負担指標（バス）

負担には、行政負担および利用者負担があり、この2点を指標として用いる。

a) 行政負担の指標

行政負担の指標として、各社収入に占める公的補助の割合を用いる。これまでに検討した指標と同様に、市町村内の実車走行距離を用いた加重平均から当該市町村の行政負担の指標とし、これを「補助金率」と定義する。ここで、今回用いたデータでは公的補助の出所は区別しておらず、県や市町村などの地方自治体や国庫などの全てを公的補助として同一に扱っている。

b) 利用者負担の指標

公共交通に対する各利用者の金銭的負担の大小は、運賃負担の大小と等価であり、本章の2.1節c項で示した「金銭的アクセシビリティ」指標を、利用者負担の指標として用いる。

(4) 利用度指標

上述した通り、公共交通の利用は人口や自動車保有率等の外部要因および供給水準という内部要因によって決定されると推測される。これら全てを加味した上で利用の大小を測るためには、これらの要因を説明変数、公共交通分担率を被説明変数とした回帰モデルを構築し、外部要因や内部要因に関する「標準分担率」を定める（表-2）。その後、実分担率を標準分担率で除すことにより「利用度」を求める。

表-2 標準分担率推定の回帰分析の説明変数および被説明変数

変数名	文字
被説明変数 公共交通・鉄道・バス実分担率	u
説明変数 自動車保有率	r_c
基準化前路線長密度	L/A
基準化前運行頻度	N
金銭的アクセシビリティ	α_F

なお、各変数を標準化した上で回帰係数を求めることにより、基準化された寄与度を算出し、その強度を比較する。また、回帰式は線形和および直積型の式について検討したが、線形和の式が全ての交通モードについて最も当てはまりが良いことが確認されたため、以降の分析では線形和の式を用いる。

a) 公共交通の標準分担率推定

公共交通について回帰分析を行った結果を表-3に示す。

表-3 公共交通の標準分担率推定結果

変数名	係数	t値
切片	8.19	13.73
自動車保有率 r_c	-2.16	-2.40
基準化前路線長密度 L/A	0.82	1.05
基準化前運行頻度 N	1.35	1.49
金銭的アクセシビリティ α_F	1.31	1.68

以上の結果より、公共交通の標準分担率を決定する回帰式は以下の式となる。

$$u_p = 8.19 - 2.16r_c + 0.82L/A + 1.35N + 1.31\alpha_F \quad (4)$$

$$(\text{重相関 } R^2 = 0.73)$$

なお、各説明変数は標準化されており、各変数の係数が分担率への寄与度を表す。以降の鉄道、バスの推定結果についても同様である。

b) 鉄道の標準分担率推定

鉄道について回帰分析を行った結果を表-4に示す。

表-4 鉄道の標準分担率推定結果

変数名	係数	t値
切片	5.40	8.66
自動車保有率 r_c	0.36	0.32
基準化前路線長密度 L/A	2.64	3.87
基準化前運行頻度 N	4.73	5.02
金銭的アクセシビリティ α_F	-0.22	-0.31

以上の結果より、自動車保有率と金銭的アクセシビリティの分担率への寄与度は著しく小さいため消去した。再度、回帰分析を実行した結果、鉄道の標準分担率を決定する回帰式は以下の式となる。

$$u_T = 5.49 + 2.53L/A + 4.36N \quad (5)$$

$$(R^2 = 0.82)$$

c) バスの標準分担率推定

バスについて回帰分析を行った結果を表-5に示す。

表-5 バスの標準分担率推定結果

変数名	係数	t値
切片	2.64	10.68
自動車保有率 r_c	-0.01	-0.02
基準化前路線長密度 L/A	1.38	4.33
基準化前運行頻度 N	0.70	1.91
金銭的アクセシビリティ α_F	0.22	0.77

以上の結果より、自動車保有率の分担率への寄与度は非常に小さいため消去した。再度、回帰分析を実行した結果、バスの標準分担率を決定する回帰式は以下の式となる。

$$u_B = 2.64 + 1.38L/A + 0.71N + 0.22\alpha_F \quad (6)$$

$$(R^2 = 0.75)$$

3. 適用結果

(1) 供給水準指標

a) 公共交通

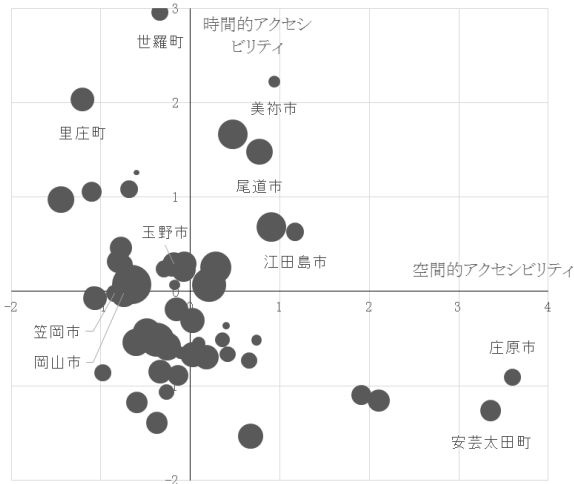


図-2 公共交通の供給水準

図-2から4は、横軸にて空間的アクセシビリティ、縦軸で時間的アクセシビリティ、円の直径が金銭的アクセシビリティの大小を表す。なお、それぞれの値は平均0、分散1となるよう標準化されている。

この結果より、各アクセシビリティ間に相関は小さいことが判明した。また、空間的アクセシビリティおよび時間的アクセシビリティの双方の水準が高い市町村は少ないことも併せて確認できる。

b) 鉄道

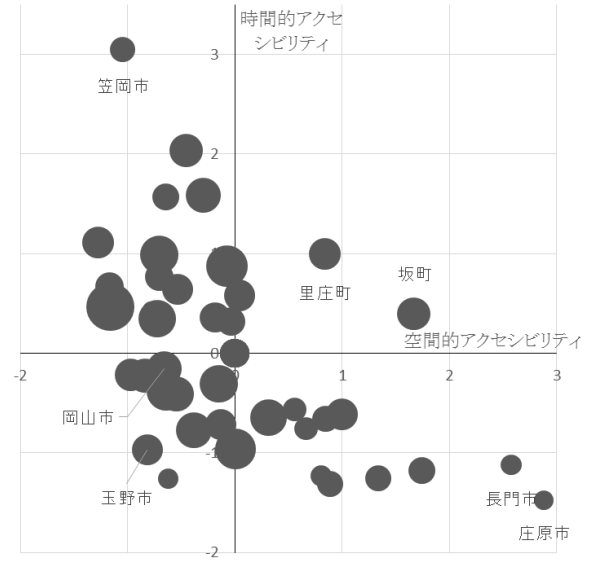


図-3 鉄道の供給水準

図-3より、時間的アクセシビリティと空間的アクセシビリティの間には弱い負の相関($\rho=-0.51$)が確認される。一方、鉄道平均運賃には差が小さいため、金銭的アクセシビリティには差異が小さくなっていることが示唆される。

c) バス

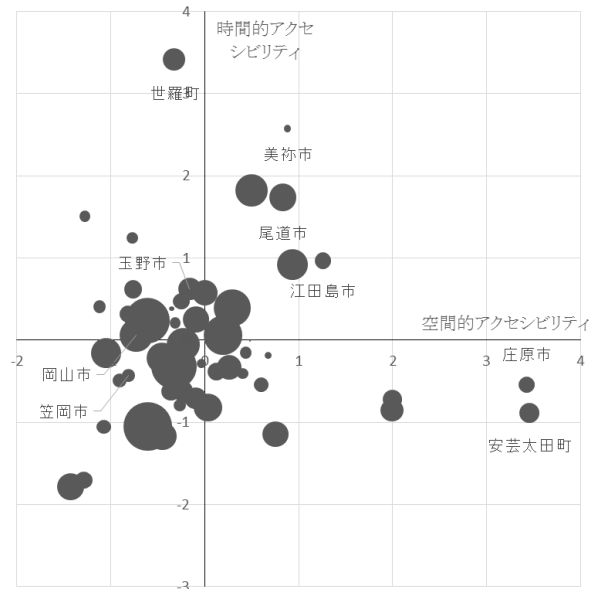


図-4 バスの供給水準

バスの空間的アクセシビリティ・時間的アクセシビリティや金銭的アクセシビリティ間には全て相関が小さく、市町村によって供給水準の状況は大きく異なることがわかる。平均付近（軸の交点）にほとんどの市町村が集中している一方で、供給水準が高い市町村の中には平均よ

りも大幅に供給水準が高い市町村もある。

(2) 供給効率性（コスト）指標（バス）

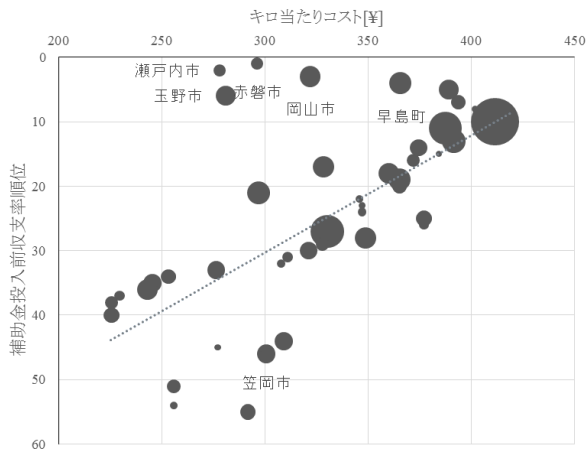


図-5 バスの供給効率性および収益性
直線は全サンプルの線形近似曲線を表す。

全体の傾向としてキロ当たりコストの上昇と収益率の上昇は比例する傾向が確認された。一般的にはコストを抑えれば収益の増大が見込まれると考えられるが、これは誤っているということが言える。これは「キロ当たりコスト」だけを供給効率性の指標として用いることは不適當であることを示している。一方、収益率は高く、キロ当たりコストは安いという理想的な傾向を示している市町村もあり、こうした地域にある事業者ではコスト削減努力が非常に盛んに行われていることが判明した。こうした市町村を漏れなく評価できるよう、本指標は作成・改良されなければならない。

(3) 負担指標（バス）

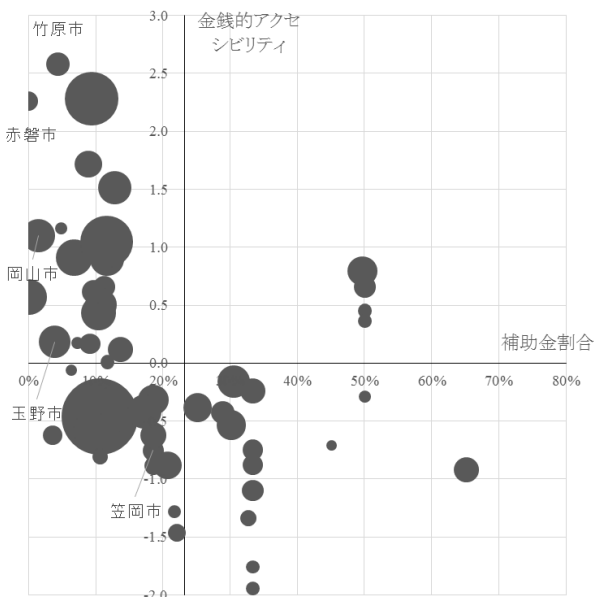


図-6 運賃負担と補助金負担の傾向

図-6は、縦軸に金銭的アクセシビリティ（運賃負担），横軸に収入に占める補助金の割合をプロットしている。点の大きさは、都市の大きさを表す指標として可住地人口密度を表す。軸の交差点がそれぞれの平均値を表す。

縦軸方向は利用者一人あたりの運賃負担，横軸方向は補助金（行政）負担の大小を表す。運賃負担と補助金負担の両方が重い，もしくは両方が軽いという第2および第4象限方向の傾向は自然な傾向であるが，市町村ではこの傾向から外れて補助金負担が多い市町村もあることがわかる。

(4) 利用指標

a) 公共交通

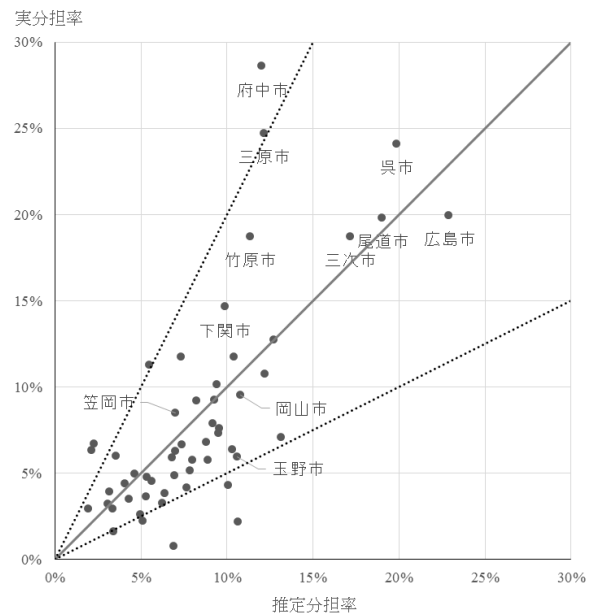


図-7 公共交通分担率の推定結果

縦軸は国勢調査から得られた実際の公共交通分担率であり，横軸は回帰モデルにより算出された推定公共交通分担率である。それぞれ実線は45度線，破線は推定分担率の半分および2倍線となっており，実線よりも左上に位置する市町村は，回帰モデルにより算出される標準的な利用度よりも高い利用があり，実線よりも右下に位置する市町村はその逆の傾向であることを示している。以下の鉄道・バス分担率の推定結果（図-8,9）についても同様である。

b) 鉄道

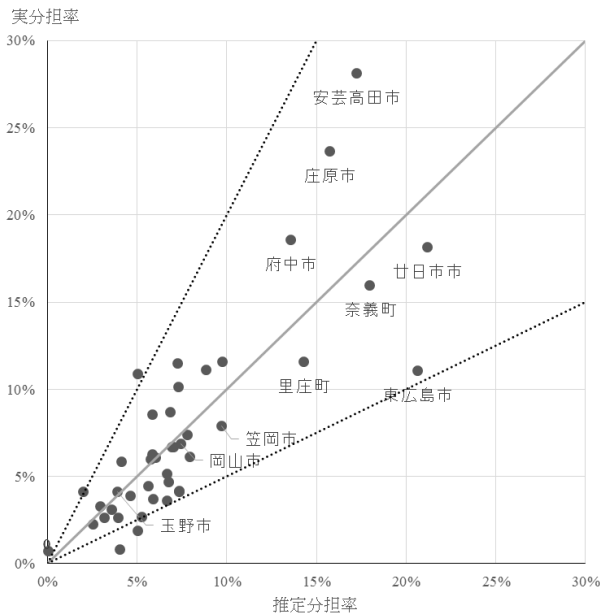


図-8 鉄道分担率の推定結果

c) バス

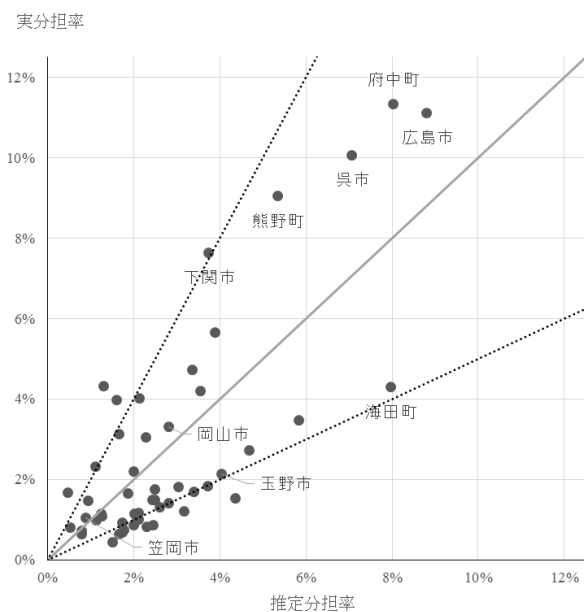


図-9 バス分担率の推定結果

これら3つの交通モードに注目した利用度推定のデータを見ると、特に分担率の高い地域で下方に外れる傾向がある。しかし、これは全て広島都市圏の地域に限定され、ある程度大きな都市圏においては今回帰式では説明できない理由で公共交通利用が促進されていること確認される。大都市圏を除くほとんどの市町村は全ての図において原点近くに位置している。また、この各グラフ左

下周辺（原点周辺）の利用が比較的少ない市町村においては、市町村の規模（可住地人口密度）に関わらず分布していることも確かめられた。各図を見ると、45度線から乖離している市町村が見られるが、推定値と実際に分担率の差異が市町村の特徴により説明できる差異なのかについては、現地実務者へのインタビューを通して検証を行った結果、市町村の特徴を反映した差異であるということが確認された。

4. 各市町村別水準評価シートの作成

本手法では各市町村の状況を定量化し、それを指標毎に視覚化して全体的な傾向を確認した。また、ここで本来の目的に戻ると、市町村毎に公共交通水準を評価するということであった。そこで、本章では、市町村毎に各水準指標を切り分けることで市町村の公共交通の全体像を可視化する。それに際しては下記のような「水準評価シート」を作成することとする。

この水準評価シートには、作成した「供給水準」「供給効率性」「負担」「利用」の公共交通指標の他に、注目する市町村の地図や、人口、面積などの一般的指標、また、市町村毎に切り取った上記の数値だけでなく、他の市町村との比較分析が行えるように、各指標に注目した散布図も掲載している。この2枚の資料を用いると当該市町村における公共交通の全体像を他の市町村と比較することで理解可能となる。

本論では、本シート（図-10）を特に岡山県岡山市、玉野市、笠岡市に適用し、現地調査や実務者へのインタビューを行い、指標の妥当性を検証した。

水準評価シートによる分析や実務者へのインタビューを実施することにより、3章で確認した回帰モデルによる推定分担率との乖離が、市町村の特徴や公共交通のおかれている状況により説明可能な値であることが判明した。

加えて、本研究の成果である水準評価シートを用いることにより、市町村の公共交通の特徴を見出すことはもちろん、自らの市町村と近い特徴を持つ市町村の中から良い事例を見つけることで今後の政策改善へと繋げることも可能である。

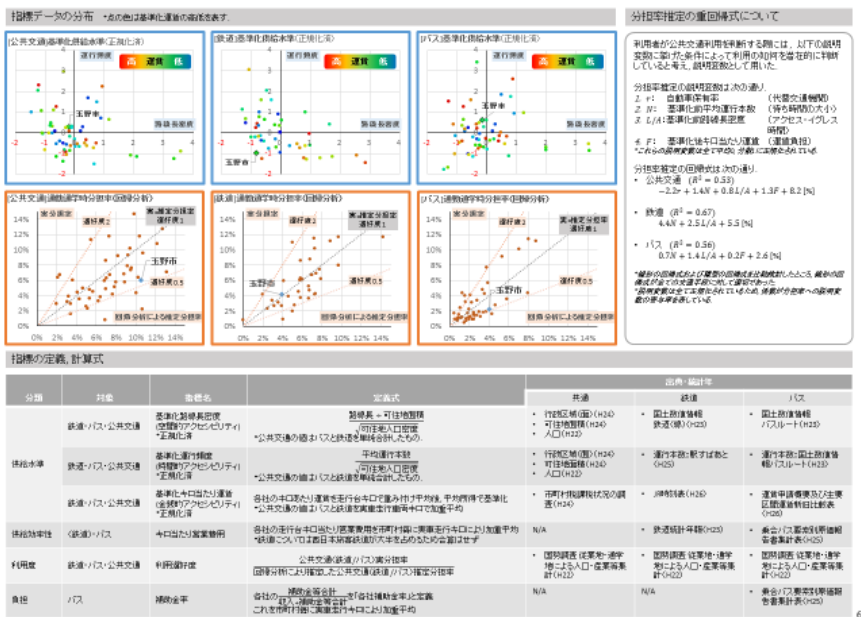
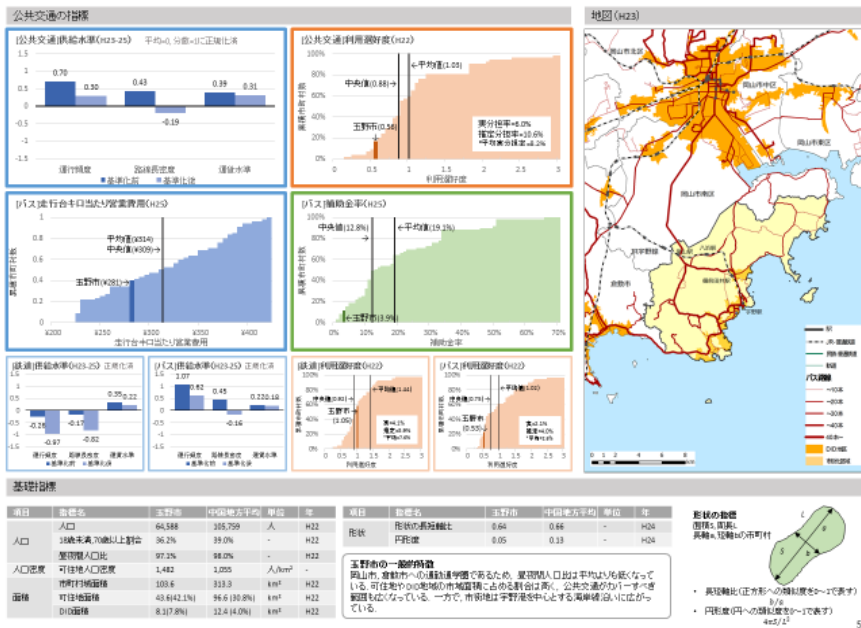


図-10 岡山県玉野市の公共交通水準評価シート

5. おわりに

(1) まとめ

本研究は、既往のサービス水準指標と組み合わせながら「サービス供給水準」「供給効率性」「負担」「利用」の4側面から市町村ごとに、他の市町村との比較という形で公共交通の全体像を定量化、可視化した。定量化に際しては全市町村で存在するデータを用いることで、どの市町村においても容易に適用可能な方法となっている。

各指標を作成しただけでなく、市町村ごとに公共交通の状況をまとめた「公共交通水準評価シート」を作成し、行政担当者等の実務者や住民にとって特徴を把握しやすいものとした。これにより、公共交通の特徴を全市町村において非常に容易に把握することができることに加え、公共交通政策の方向性の立案や実行や、また、成果の検証に用いることができるデータやその算出方法が立案された。市町村や交通事業者の実務者インタビューによれば、本手法が地域内の公共交通の実態を反映出来ていることも確かめられている。

(2) 今後の改善点

a) オンデマンドバス指標の構築

オンデマンドバスには様々な仕組みがあるため、今回は対象から外している。一方で、本研究で対象としたスケールの地域においては、オンデマンドバスが運行されており、公共交通体系の中で重要な位置を占めている市町村も多い。ゆえに、オンデマンドバスも含めて市町村の水準指標を作ることで、公共交通全体をより網羅した指標となることが期待される。

b) 供給効率性指標の改善

今回は、「実車走行キロ当たり営業費用」を供給効率性の指標として採用したが、この値と経営状態（収益率）には予想に反して正比例の関係があった。ゆえに、本指標については見直す必要があるが、安い営業費用と収益性を同時に両立できている市町村も見られるため、そうした努力が反映される指標とするべきである。

c) 公的補助の必要性、市町村の特徴に基づく市町村のカテゴリ分け

市町村や交通事業者等の実務者からは、公共交通の状態をカテゴリ分けして、その地域に合った最適なプランを組みたい、という意見があった。地域によって公共交通の状況は様々であり、全ての市町村を単純比較することは難しいという点から、市町村の区分が重要である。

d) 詳細データの採用、対象の拡大、本格使用

現在は、中国地方を対象に行ったが、今回利用したデータは他の地域でも同様に入手可能なデータである。他の地域においても同様の分析を行うことにより、公共交通の状況の類似した市町村をより多くのサンプル（比較対象市町村）から見つけることがより容易にな

る。また、費用関係のデータ等では事業者毎のデータを加重平均により市町村に配分しており、必ずしも注目する市町村だけの状況を把握できているとは言い切れない。交通政策基本法においてデータ提供が義務付けられているように、今後公共交通に関するデータの取得障壁が下がることを期待したい。

謝辞：データ提供や調査にご協力頂いた国土交通省、地域公共交通総合研究所、各市町村、交通事業者の皆様から心から御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 家田, 今岡, 白熊, 井藤, 野地: 地域公共交通サービスにおける時間的・空間的アクセシビリティ評価の試み (前編), *運輸と経済*, vol.74(3), pp.93-99, 2014.
- 2) 家田, 今岡, 白熊, 井藤, 野地: 地域公共交通サービスにおける時間的・空間的アクセシビリティ評価の試み (後編), *運輸と経済*, vol.74(4), pp.149-159, 2014.
- 3) 国土交通省: 平成 25 年度公共交通の時間的・空間的アクセシビリティ評価手法の構築等業務 報告書, 2014.
- 4) 国土交通省: 鉄道輸送統計年報 NO.27 平成 25 年度分, 2014.
- 5) 国土交通省中国運輸局: 消費税率引き上げに伴う乗合バス事業者の上限運賃変更認可について, 2014.
- 6) 加藤, 福本: 日本に地域公共交通計画は根付いたか?—地域公共交通活性化・再生事業の成果と課題を踏まえて—, *土木計画学研究・講演集*, vol.47, 2013.
- 7) 竹内, 山田: 都市バスにおける公共補助の論理とその判定指標としての路線ポテンシャル, *土木学会論文集*, pp.183-192, 1991.

EVALUATION METHODOLOGY DEVELOPMENT OF LOCAL PUBLIC TRANSPORTATION SERVICE AND ITS APPLICATION FROM COMPREHENSIVE PERSPECTIVES

Tomohiro TATEKAWA and Hitoshi IEDA

This paper develops a series of indexes to overview a status of local public transport. These indexes focus on four aspects; supply, cost-efficiency, usage, and governmental support, and are standardized the situation of each city so that every city can be comparable at once. In addition, these indexes are tailored to all stakeholders in local public transport; governments, operators, and citizens (users), so that they can utilize the indexes so as to improve their own public transport system. This paper analyzes 55 cities from Sanyo-area (Okayama, Hiroshima, Yamaguchi) as a prototype. Moreover, this method can be expanded to larger scale easily as it only requires general data which can be acquired easily. Finally, this paper discusses the validity of the indexes by interviewing a few organizations such as city governments and operators, and concludes that the indexes reflect various backgrounds such as population distribution and policy, and that this method can be valuable when deciding future policy of public transport concisely.