

# 四国圏を対象とした都市・交通戦略の クロスアセスメント手法の研究

紀伊 雅敦<sup>1</sup>・土井 健司<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 香川大学准教授 工学部安全システム建設工学科 (〒761-0396 香川県高松市林町221-20)  
E-mail:kii@eng.kagawa-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 香川大学教授 工学部安全システム建設工学科 (〒761-0396 香川県高松市林町221-20)  
E-mail:doi@eng.kagawa-u.ac.jp

本研究では、少子高齢化、人口減少が進む広域地方圏における持続可能な都市交通戦略を検討する手法として、戦略代替案を俯瞰的に分析し政策統合の方向性を検討するクロスアセスメント手法を構築した。それを四国圏に適用し、中長期的視点から2035年までの期間における公共交通戦略と都市のコンパクト化のアウトカム評価と、その地域間比較を行った。

その結果、1)現在の公共交通サービス水準を将来にわたり維持するためには公的な負担が大幅に増加すること、2)交通事業収支の改善とCO2削減は両立しうるが、便益向上と収支改善はトレードオフの関係にあること、3)都市のコンパクト化と鉄道高速化は便益向上と事業収支改善に効果があり、それらの間には相乗的な効果が見られること、を明らかにした

**Key Words :** *transport strategy, cross-assessment, compact city, high speed rail*

## 1. はじめに

持続可能な都市交通の目指すべき目標は、多様な活動機会へのアクセシビリティの保障、安全かつ低環境負荷なモビリティスタイルの選択、さらに財政制約下での費用対効果の確保など多岐にわたる。これらは相乗的に効果を持つ場合もあれば、トレードオフの関係が存在する場合もある。更に、どの目標を重視すべきかは人々の価値規範により異なる。

価値規範の異なるさまざまなアクターが望ましい将来像や戦略のアウトカムを共有する意思決定方法として、ビジョン主導型のアプローチが示されている<sup>1)</sup>。ただし、そのアプローチでは、計画主導型、合意形成主導型に見られるような方法論が確立していない。

著者らは、持続可能な都市交通を実現するための統合アプローチとして公共交通政策と都市のコンパクト化との組み合わせを考え、代替的な価値規範に基づく各戦略のアウトカムを俯瞰的視点から相互比較し、政策統合の方向性を検討するためのクロスアセスメント手法を提示した<sup>2)</sup>。具体的には、経済・社会・環境に関わる各々の価値規範の追求が、他の規範の達成に及ぼす影響をクロスアセスメントし、それらの相乗・背反関係を分析することで、異なる価値規範の調和の可能性を検討するもの

である。ただし、先行研究では、分析の簡便さのため人口配置や交通条件等は独自の仮説に基づき設定しているが、近年のGIS等を用いた国土情報の蓄積により、これら条件設定の合理化や内生化が可能となりつつある。

本研究では、四国4県を対象として、3つの価値規範に基づく広域交通戦略のクロスアセスメントを行い、有り得べき交通戦略を明らかにすることが目的である。その際、都市間鉄道的高速化と都市のコンパクト化を戦略要素として取り上げ、それらのインパクトを分析する。

## 2. 研究方法

ここでは、四国4県（徳島県、香川県、愛媛県、高知県、ただし島嶼部を除く）を対象地域に設定し、2000年から2035年にかけての都市・交通戦略の代替案を経済・社会・環境の観点から分析する。

戦略として、交通サービス水準（Level of service: LOS）の誘導、都市のコンパクト化、および都市間鉄道的高速化を想定する。交通LOSの誘導は追求する価値規範により対策の内容が異なる。例えば、公共交通の事業収支の改善と利用者便益の向上の2つの戦略目標は必ずしも両立するものではなく、人口や施設配置など各地域の条件によって戦略のアウトカムは異なる。このため、交通

LOSの誘導は、事業の経済性、社会的便益、環境の3つの価値規範に基づく戦略目的を追求する場合をそれぞれ分析し、それらアウトカムを比較する。

都市のコンパクト化は移動距離の縮減やインフラ利用の効率化など正の効果を持つと考えられる。その一方、混雑悪化や住宅面積減少など負の影響も予想され、コンパクト化には世帯、企業の立地行動を検討することが必要となる。本研究では、立地行動やコンパクト化の負の側面は考慮せず、都市居住者の地理分布をシナリオとして与え、その影響を評価する。

都市鉄道の高速化は、高松-松山間と高松-徳島間の2路線を検討する。四国の鉄道は道路と比較して速達性に劣っており、その結果、自動車依存の進展、鉄道利用者数の減少が続いており、鉄道ネットワークの維持が困難となりつつある。こうした状況の下、一部路線の高速化により収益力を高めネットワークを維持することが検討されているが、本研究では、その効果・影響を経済・社会・環境の観点から分析することを試みる。

ただし、これらの方策がもたらす影響は地域により大きく異なると考えられ、集計的な評価指標では戦略検討には不十分である。本研究では、圏内の市町村毎に各戦略がもたらす利用者便益を評価し、また交通ネットワークを構成するリンク毎に交通事業収支を求める。これにより、各種戦略がもたらしうる効果・影響の地域間の差を検討することが可能となる。

以上の分析を行うために、本研究では1) 地域データベース整備、2) 広域交通モデルの構築、3) 都市・交通戦略シナリオの設定を行った上で、4) 都市・交通戦略のクロスアセスメントを行う。研究のフローを図1に示す。まず、地域データとして、地域メッシュ統計、国土数値情報等のGISデータを整備し、これと国勢調査の居住地・従業地集計、および道路交通センサス、鉄道時刻表、総合交通分析システムNITAS等のLOSデータを関係させ、グリッドベースの都市・交通データベースを作成する。グリッドサイズは3次メッシュ(約1km×1km)とする。このデータベースに基づき、四国圏内の市町村内および市町村間の交通LOSデータを作成する。

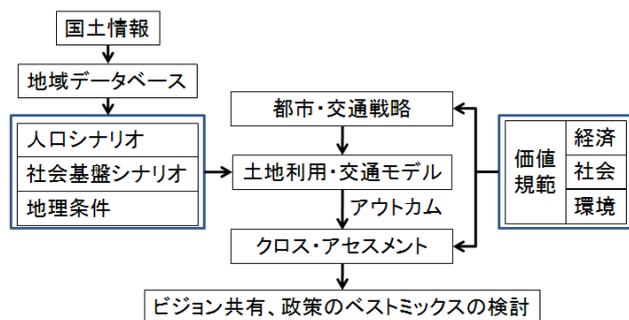


図1 本研究のフロー

次に、交通に関する便益、環境負荷、経済性を評価するために、旅客純流動調査、国勢調査、全国パーソントリップ調査、運輸事業統計等に基づき、市町村間の発着地分布、交通機関分担、交通事業収支をモデル化する。

都市・交通戦略シナリオとして、人口配置シナリオと都市間鉄道高速化を設定する。人口配置については、人口問題研究所の市町村別将来人口の中位推計と整合するように、3次メッシュ毎の人口を推計する。その際、現状の3次メッシュ人口が一樣に変化する趨勢ケースと、若年人口が生産年齢人口に移る際に鉄道駅周辺に立地する確率を高めたコンパクトケースの2ケースを設定する。これらの都市構造の相違は、公共交通へのアクセシビリティの違いとして反映される。

以上の地域データベース、交通モデル、および戦略シナリオを用いて、経済・社会・環境といった3つの価値規範に基づく都市交通戦略のクロスアセスメントを行う。その結果から都市・交通戦略による効果とその地域差を明らかにし、四国圏の交通戦略のあり方を検討する。

### 3. クロスアセスメント手法の構築

クロスアセスメントでは、経済・社会・環境の3つの観点から交通戦略を生成し評価する。ここで、経済については公共交通事業の収支、社会については利用者便益、環境についてはCO2排出量を評価指標とし、各シナリオと戦略を、これらの指標により評価する。

このため、土地利用シナリオと交通戦略によるLOS変化、それに伴う交通行動変化と交通量変化、交通事業収入変化と費用変化を統合的に表現可能なモデルが必要であり、またそれらは、利用者便益、CO2排出量についても計量可能である必要がある。

そこで、本研究では図2に示す分析フレームを設定した。交通機関は乗用車、バス、鉄道の3機関とし、分布交通は市町村単位で表す。乗用車のLOSとルートはODに対して固定し、リンクは考慮しないが、公共交通のLOSはシナリオ・戦略で変化するため、市町村間を結ぶ集約的なリンクを設定した。ただし、市町村内の移動および交通機関までのアクセスは別途リンクを設定した。

公共交通リンクの車両数を設定すると、各ノードの期待待ち時間が算定され、これと表定速度に基づき、リンクLOSを算定する。また、立地分布より公共交通へのアクセス距離が算定され、リンクLOSと併せてOD-LOSを算定する。OD-LOSと市町村人口に基づき、発生、分布、分担交通量が算定され、OD交通量が求められる。これをリンク交通量で集計し、運賃を乗ずることで交通事業収入を算定する。各リンクの投入車両数、路線長等の条件により事業費用が算定され、事業収支を求める。

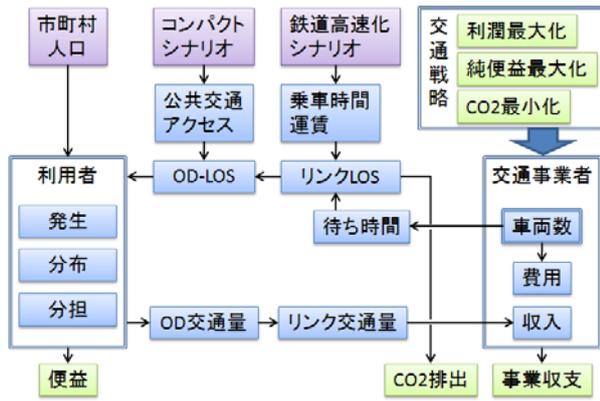


図2 クロスアセスメントの分析フレーム

また、利用者の交通行動を効用ベースのモデルで表し、交通戦略による利用者便益を算定する。また、リンク毎の車両走行キロに基づき公共交通からのCO2排出量を求める。乗用車については、台あたりCO2排出量をOD毎に固定し、交通量に比例して増加させる。

交通事業者は戦略目標に基づき各リンクの投入車両数を決定する。すなわち、戦略目標は供給側のコントロールにより実現することを想定しており、課金や規制等による需要側の直接コントロールは分析の対象外である。

本システムの構築に必要なとされるデータは、市町村ごとの交通サービス水準、利用者の交通行動、及び交通サービスの供給費用に関わるデータである。交通サービス水準は総合交通分析システムNITAS、鉄道時刻表、道路交通センサス、地域メッシュ統計、国土数値情報を用い設定した。

また、交通行動に関するデータとして、都市内移動については平成12年国勢調査の「従業地・通学地集計」、都市間移動については2005年の第4回全国幹線旅客純流動調査を用いた。また、都市内移動に関わる原単位として平成11年全国パーソナリティップ調査データを用い、また、都市内移動に関わる事前情報として平成10年度東京都都市圏パーソナリティップ調査データを用いた。

交通サービスの供給費用は、鉄道については鉄道統計年報、バスについては運輸局統計を用いた。なお、鉄道の資本費用はインフラ部分と車両部分に分割し推計した。

#### 4. 四国圏の交通戦略分析

上述のクロスアセスメント手法を四国圏の交通戦略分析に適用し、交通戦略が交通事業収支、社会的便益、CO2排出量に及ぼす影響を分析した。交通LOSを現状に固定し、居住立地が趨勢ケースの場合を基準シナリオとする。人口減少に伴い、事業収支は悪化し(図4)、CO2排出量は減少する(図5)と推計される。

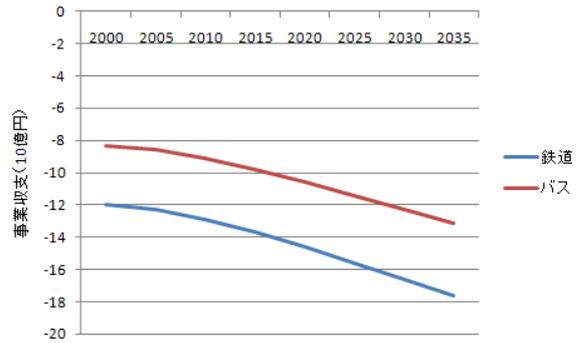


図4 事業収支の推移(基準シナリオ)

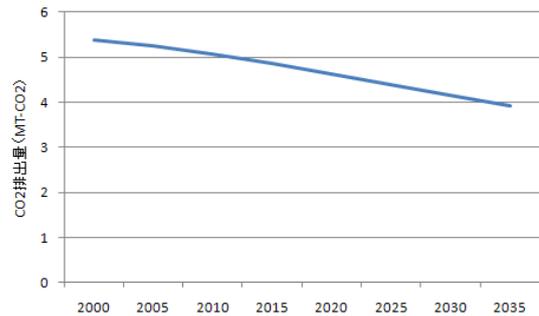


図5 CO<sub>2</sub>排出量の推移(基準シナリオ)

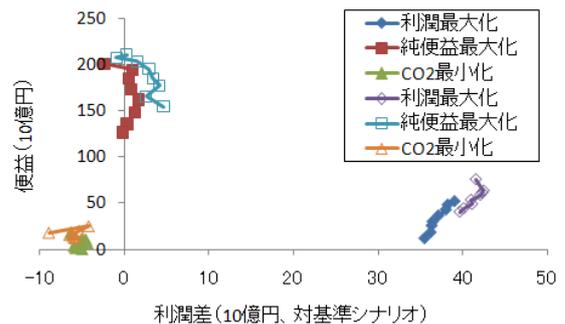


図6 各交通戦略の利潤と便益

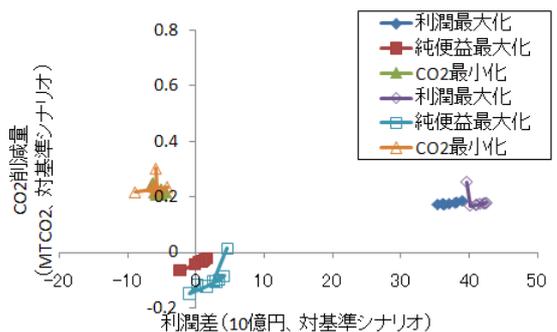


図7 各交通戦略の利潤、CO<sub>2</sub>削減量

都市のコンパクト化と高松愛媛間の鉄道高速化の複合シナリオが、各交通戦略のアウトカムに与える影響を図表6、7に示す。図で中塗りのマーカはコンパクト化と鉄道高速化無しのシナリオ、中抜きマーカは複合シナリオ下での指標であり、軸は基準シナリオに対する各評価指標を表す。

これより、利潤最大化戦略ではCO2最小化戦略と同程度のCO2削減量と便益が得られており、かつ利潤も正である。一方、純便益最大化戦略は、高い利用者便益が得られるが、交通事業収支は基準ケースと同程度であり、また、CO2排出量は増加している。このことから、集計的に見ると事業収支とCO2排出削減の2つの価値規範は両立しうるが、事業収支と利用者便益はトレードオフの関係にあることが読み取れる。また、複合シナリオの下では、利潤最大化、純便益最大化の両戦略ともに、便益、事業収支が改善することが分かる。一方、CO2最小化戦略では便益がわずかに向上し、利潤は悪化している。図表45を見ると、利潤最大化戦略、CO2最小化戦略ともCO2削減量は大きく変わらないが、純便益最大化戦略ではCO2排出量が増加する傾向が読み取れる。

## 5. まとめ

四国圏の交通戦略に関するクロスアセスメントの結果、1)現在の公共交通サービス水準を将来にわたり維持するためには公的な負担が大幅に増加すること、2)交通事業収支の改善とCO2削減は両立しうるが、便益向上と収支改善はトレードオフの関係にあること、3)都市のコンパクト化と鉄道高速化は便益向上と事業収支改善に効果があり、それらの間には相乗的な効果が見られること、などが示された。

現時点で、四国圏内の公共交通事業は大幅な赤字であり、その損失は実質的に公的な負担により賄われている。本分析結果では、現在のLOSを維持する場合、2000年から2035年にかけて、赤字幅は鉄道が120億円から180億円、バスでは80億から110億に拡大することとなる。

一方、交通事業利潤の最大化戦略では、2000年の事業収支は、バスと鉄道を合わせて190億円程度の黒字が推計されたが、2035年には黒字幅は46億円程度まで縮小する。その場合、需要が見込まれる路線ではLOSが改善するが、需要密度の低い赤字路線は廃止される。この戦略では、収支が改善するにもかかわらず、500億円程度の利用者便益が生じる。ただし、廃止地域は圏域内に広く分布しており、それらの地域では多大な不便が生じる。

利用者便益と事業収支を合算した純便益の最大化戦略では、総利用者便益は2000年には2000億円と推計されるが、人口減少により2035年には1300億円まで縮小する。この戦略では、ほとんどの公共交通路線が維持され、多くの路線でLOSが向上する。よって、多くの地域では正の便益を享受するが、一部地域では、路線は廃止され便益が低下する。一方、この戦略による事業収支は、鉄道では分析期間を通じて250億円程度の赤字となる。バスは2000年には50億程度の黒字だが、経年的に収支は悪化し2035年には40億円程度の赤字となる。両者を併せると、

概ねLOSを固定した基準ケースと同程度の赤字幅となる。

CO2最小化戦略では、LOSを低下させ、都市間交通需要を減少させることで、5%程度CO2排出量が削減される。ただし、鉄道、バスを合わせた事業収支は2000年には270億円の赤字、2035年には360億円の赤字と3つの戦略の中で最大の赤字幅となる。また、圏域全体の利用者便益は、2000年には200億円の正の便益となるが、2035年には6億円まで縮小する。この戦略で利用者便益が正となる市町村はごく一部であり、ほとんどの市町村で利用者便益は負となる。なお、利潤最大化戦略でも、基準ケースと比較して4%程度CO2排出量は削減される。一方、純便益最大化戦略では、基準ケースと比較して1%程度CO2排出量は増加する。

以上より、地域交通戦略目標としてCO2削減を優先することは適切ではなく、他の価値規範とも両立しうる戦略目標の検討が必要である。その際、利潤最大化戦略はCO2最小化戦略と同程度のCO2削減効果があり、事業収支を改善することから、事業の経済性と環境に関する価値を両立しうる戦略といえる。

利潤最大化戦略は、集計的には正の便益をもたらすが、域内の多くの市町村の便益は負となる。一方、純便益最大化戦略は多くの市町村に正の便益をもたらすが、事業収支を悪化させる。このため、集計的に見ると事業収支と利用者便益の間にはトレードオフの関係が見られる。しかし、リンク別の事業収支、市町村別の便益の分析結果を見ると、利潤最大化戦略でも正の便益がもたらされる市町村があり、また純便益最大化戦略の下でも黒字となるリンクも存在しており、両者の関係は必ずしも一様ではない。

以上より、戦略検討に際しては、価値規範の間の単なる重み付けではなく、両者を調和させた戦略の可能性が見いだされる。例えば、利潤最大化戦略で正の便益がもたらされる地域では、積極的な交通事業投資により利益を最大化し、それ以外の地域で、純便益最大化戦略により正の便益を得られる地域に対して、その利益を原資としてサービスを維持する戦略などが考えられる。

## 謝辞

本研究は平成22年度国土政策関係研究支援事業の助成を受けて行われたものである。

## 参考文献

- 1) 紀伊雅敦, 鈴木徹也, 谷下雅義, 土井 健司 (2009), 人口減少下での持続可能な都市交通に関するヴィジョンモデルの試み, 土木学会論文集D, Vol. 65, No. 3, pp.303-31.
- 2) May, A.D. (2005), A Decision Makers' Guidebook- Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies, PROSPECTS European Commission Deliverable, N.15.