

研究助成実施報告書

助成実施年度	2020 年度
研究課題（タイトル）	施設配置における民意と費用対効果との齟齬—インフラ維持負担増とデジタル化を踏まえて—
研究者名※	大澤 義明
所属組織※	筑波大学 システム情報系 社会工学域 教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市政策、都市経済
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団 2020 年度研究助成実施報告書

所属機関名 筑波大学

申請者氏名 大澤義明

研究課題	施設配置における民意と費用対効果との齟齬 ーインフラ維持負担増とデジタル化を踏まえてー
<p>(概要) ※最大 10 行まで</p> <p>我が国では、少子高齢化の進行、働き方改革の浸透、感染症対策さらには運転者不足も相まって、減便など公共交通の見直しが進んでいる。バスサービスの変更では住民ら地域との合意形成が不可欠ではあるが、民意による判断は必ずしも合理的とはならない。本研究は、既存の対比較施設配置モデルを拡張し、バス利用者からの運賃でバス運行費が調達される収支完結構造に機会費用を組み込んだモデルを構築する。そして、バス利用者の希望時刻に多様性がある場合に、住民要望などの民意がバス本数の過剰供給を導くこと、繰上コストの改善が民意と効率性との乖離を拡大させることのメカニズムと規模を理論化し、民意がバスサービスの合理化の障害となることを示す。</p>	

1. 研究の目的	(注) 必要なページ数をご使用ください。
<p>公共交通サービスの運営には市民の理解が不可欠である。調整が難しく住民投票が行われることもあり、住民の意見が政策意思決定に反映される機会は確実に増えた。財政健全化が求められているが、投票行動という民主的な政策決定プロセスでは、公共施設が経済的に過剰供給や過少供給になることが多い。本研究の目的は理論モデルとデータ分析を通して、公共サービスに関する民主的手続き（民意）と合理性追求（費用対効果）による齟齬について理論化や数量分析することにある。地方創生を念頭に、地方ならではの伝統、文化・歴史といった地域性を尊重するためにも、距離抵抗を無効化するデジタル化と、膨大に膨らむ公共交通サービスの維持費用に着眼し、民主的決定に起因する非効率性、そしてそれを緩和させる方法について分析する。</p> <p>地方では、数多くの公共施設が老朽化し維持管理費用がかさむなど、人口減・高齢化、財政難に直面する地方でのまちづくりは厳しい。人口減への歯止めや生産性向上への工夫がなければ、医療や年金を維持することすら困難となる。さらに新型コロナウイルス感染の拡大による経済失速が、自治体税収の大幅減をもたらす追い打ちをかける。しかし、東京など我が国の活性化は地方からの人材により支えられている。地方創生があってこそ、大都市の成長戦略が成立するのである。</p> <p>本研究を実施する意義は以下の二点にある。第一に、シルバー民主主義の打破である。地方では投票者に占める高齢者の割合が高く、行政の政策は高齢者向けになりがちである。しかし、社会保障の財源を支えるのは若い世代であり、若い世代の意見を政策に反映させることが</p>	

不可欠である。シルバー民主主義によりなりがちな短期的視座から、人材育成重視の中長期的視座へ変えていく必要性を感じている。そのため選挙制度の問題点についても指摘する。

第二に、デジタル化の流れを地方の政策に組み込むことである。地域課題は多種多様であるが、移動コストが高い地方では、移動抵抗を弱めるデジタル化の恩恵を直接受けるため、データなど客観的な根拠に基づく計画へ転換することで政策の質は高まる。デジタル化は縦割りに横串を通しステークホルダー間の距離を縮める。コロナ蔓延でビジネスが一変し、「東京一極集中」から「地方回帰」への流れがあり、災害時での都心の脆弱性も考えると、地方には千載一遇のチャンスである。日本の成長のためにも、適疎である地方ならではの公共サービスを構築する。

2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

現在の我が国では、人口減・財政難さらにはスケールメリットの追求などの理由から、多くの地域で公共サービスの見直しが求められている。しかし、これまでの既存研究は右肩上がりの成長時代に発表され、サービスを充実させることが前提であった。また、当時はデジタル化も進んでおらず、施設間の情報交換コストは考慮されていない。それ以降の研究を概観しても、デジタル化や多数決などの民主的手続きを意識して施設配置政策合意形成を重点的に扱った解析研究はわずかである。本研究の独自性は、公共サービスの縮減を意識し、施設配置策定プロセスに応じて必要な民主的手続きによる非効率性に着眼し、数量で議論することにある。

本研究では、このような時代を踏まえ、下記に示すように、申請者が行ってきた一連の研究テーマの一部として実施している。いずれも、①公共サービスの維持管理、②民意の非効率性、③理論モデル、④モビリティ、デジタル化など新しいテクノロジーを意識した研究であり、研究成果を査読付き雑誌に発信してきた。

[1] 庁舎など住民投票に結びつく施設

高森賢司, 小林隆史, 大澤義明(2013): 庁舎建設候補地の比較分析—全体合理性と個別合理性との齟齬に着目して—。都市計画論文集, 48, pp. 915-920.

[2] 市町村合併による統廃合施設

松枝千尋, 大澤義明(2016): 投票力指数の空間的偏在—どの住民が施設配置キャスティングボードを握るのか—。応用地域学研究, 20, pp. 79-92.

[3] 医療施設など集約化が求められる施設

高瀬陸・小林隆史・大澤義明(2022): デジタル化が医療施設集約に及ぼす影響—民意と社会的最適との齟齬に着目して—。応用地域学研究, 25, pp. 15-26.

[4] EVステーションやガソリンスタンドなどついで型施設

小林隆史・堀隆一・大澤義明(2022): ついで型施設投票モデル—民意と最適の施設配置齟齬に着目して—, 都市計画論文集, 57(3), pp. 1018-1024.

本研究の成果については、次のように査読付き雑誌「応用地域学研究」に2022年11月に採択された。

[5] 西村詩央里・大澤義明(2022): バス便はなぜ高頻度となるのか—バス利用者機会費用に着目した解析的研究—応用地域学研究。

3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

(1) 背景

働き方改革、感染症などによる利用者減、さらには運転者不足も相まって、バス会社の収支は悪化している。そのため、都市計画や交通分野においてバスサービスの見直しに関する多数の研究が行われてきた。例えば、札幌市内を走行するバスの効率性を評価し具体的な改善案を示した研究、広域連携とサブスクリプション運賃制度の有効性を検討した研究などがある。バスサービスの見直しでは地域住民との合意形成が不可欠ではある。しかし、賛成者の多い意見を集団として受け入れる判断は社会全体から見て必ずしも合理的になるとは限らない。

(2) 目的

民意も大事ではあるが、厳しい経営状況に活路を見いだすために効率化をより重視する必要がある。複数案から最終案を導く合意形成に関して、2つの選択肢のどちらかに絞る一対比較を繰り返しそれらの結果を統合し最終案を決めていく方法がある。本研究では、既存の一対比較モデルを拡張し、住民要望などの民意がバス本数を決めるとしその判断の効率性を理論的に吟味する。時間軸で連続的に展開するバス利用者の希望時刻に対し、バス時刻は有限個で点的に配置される。そのため、多様なニーズが有限個に集約される需給マッチングになる。本研究の目的は、このようなバスサービスのマッチングの特徴に着眼し、(1) 民意がバス本数を過剰にすること、(2) 希望時刻から到着時刻までの待ち時間の減少が過剰供給を解消し、バス到着に合わせてスケジュールを前倒しする繰上コストの改善が過剰供給を助長すること、これら2点について理論的に示すことにある。

(3) 立ち位置

モータリゼーションの拡大、補助金システムなども含めバスサービスのマネジメントの実態は複雑である。それゆえに、バスサービスの合理化の実現を難しくする要因を抽出するために、単純な理論モデルを構築する。具体的には、利用者により回収される一律運賃もしくは課税による税収でバス運行費が調達される、収支完結構造を想定する。そして、運行費に加え、待ち時間や繰上に必要な機会費用をバス利用者コストに組み込む。民意では各利用者がコストの低い選択肢を選びその多数決で判断していくため、選択肢間の費用の絶対差には意味がない。一方で、効率性は利用者全員のコスト合計の比較に基づき判断していくため、利用者間のコスト格差とは無関係に決まる。

(4) 新規性

民意合意形成に起因する非効率性に関する研究として、施設配置を一次元空間上で表現し、コンドルセ投票に従うと施設過剰供給になることを理論的に示したモデル、類似研究として、国の数や規模を分析した投票モデルがある。本研究は、既存の一対比較型施設配置モデルを以下の2点で拡張する。第一は、空間から時間への拡張である。既存モデルでは一次元空間上で利用者の施設アクセスコストを左右対称で定義している。つまり、右方向移動と左方向移動とは無差別である。一方で、時間は過去から未来という一方向の不可逆的特性をもつ。そして、バス時刻に合わせてスケジュールを繰上ることは現実的であり、バス利用は時間軸で可逆的側面をもつ。そこで、待ち時間や繰上コストを組み込む機会費用を時間軸で非対称となる関数として定式化する。第二は、社会応用を意識した費用ベースでの評価（アウトカム評価）の組み

込みによる拡張である。既存研究では民意による施設過剰供給の規模のみを導出しているが、その規模のアウトカム評価はなされていない。

(5) 内容

(5-1) 仮定

図1のように一日を越えてのバス利用も可能とし、24時間を1サイクルとする円環型線形空間を想定する。需要サイドに関して次の仮定を設定する：(a-1) バス利用者は円環型時間軸で一様に分布する，(a-2) バス利用者の需要は非弾力的である。供給サイドに関して次の仮定を設定する：(a-3) 運行は正午について対称に等間隔で運行される。(a-4) 一便あたりの運行費は一律とする。需給マッチングに関しては次の仮定を設ける：(a-5) バス運行費を利用者で均等負担する。(a-6) 利用者が被る機会費用はバス希望時刻と実際のバス時刻との差異に比例するとし、会議を途中で切り上げ帰りの挨拶を省略しバス停へ走り通常と異なり、繰上費用の方が高くなると想定する。(a-7) 利用者は費用が最も小さくなるバス時刻を選ぶ。これらの仮定から、費用関数は図2のようになる。

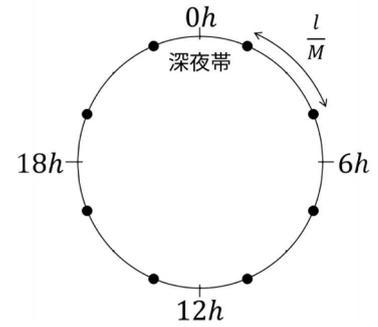


図1 時間モデル

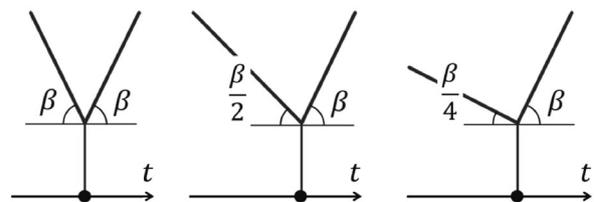


図2 費用関数の形状

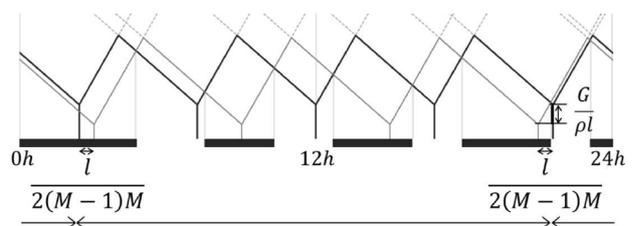


図3 アンダーカット

(5-2) 結果

図3に示すアンダーカット条件を精査することで、一便運行費をパラメータとして便数Mと便数M-1との2つダイヤとの選好関係を次のように整理できる。

- (i) 運行費用が低い場合には、民意便数と最適便数ともに、便数Mとなり両者は一致する。
- (ii) 運行費用が中間の場合には、民意便数がM、最適便数がM-1となり、過剰供給となる。
- (iii) 運行費用が高い場合には、民意便数と最適便数ともに、便数がM-1となり、両者は一致する。

左右対称なY字型関数とすると、施設配置に関する既存研究の結果に一致する。このことから、次の2点が読み取れる。第一に、Y字型関数の傾きを定義する同じアクセシビリティ係数ではあるが、前者の改善は過剰供給を解消する方向に、後者の改善は過剰供給を拡大する方向に働き、効果が逆となる。第二に、利用者総数が減ると、(i)から(ii)へシフトする。将来の利用者増を期待できる地域では過剰供給も理解できるが、現代では多くの地域で利用者減となっている。簡単に利用者呼び込める時代ではなく、一般論として民意による判断だとしても過剰供給には積極的な根拠を見いだせない。視覚

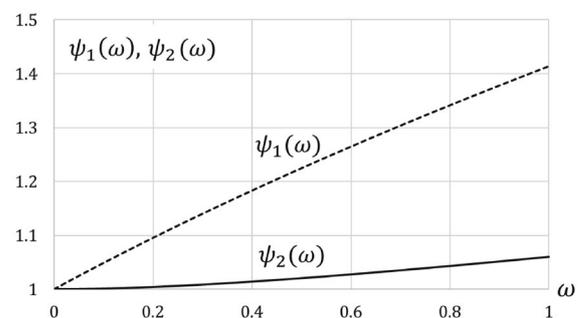


図4 便数齟齬 $\psi_1(\omega)$ と費用齟齬 $\psi_2(\omega)$

化した齟齬を図4と図5に示す。図4の横軸は繰上コストと待ちコストの比であり、縦軸が便数齟齬と費用齟齬である。図5では横軸が待ちコスト係数、縦軸が繰上コスト係数であり、アウトカムベースの齟齬を示す。

以上から、待ちコスト係数を改善させると各種齟齬は縮小する。しかし、繰上コスト係数を改善させるとそれらは拡大する。そのため、バスアクセシビリティ改善を通して民意と効率的判断とを調和させるためには、待ち時間改善への重点化が不可欠となる。例えば、バス停建屋の改善、ベンチや照明器具の設置、Wi-Fiシステムやバスロケシステムの導入などバス待ち環境の物理的改善がある。また、バス遅延はバス待ちにはマイナス、スケジュールの繰り上げにはプラスの効果をもたらすため、待ち時間係数の増加、繰上コスト係数の縮減とも見なせる。したがって、バスの定時性確保も民意と効率との齟齬解消には有効となる。

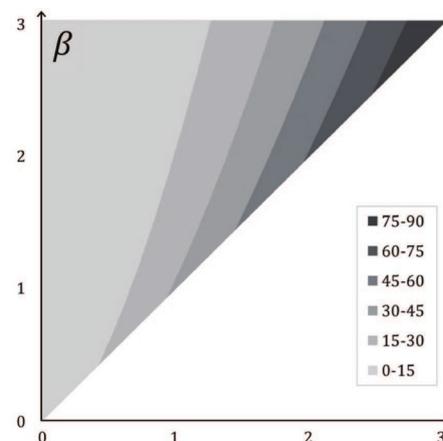


図5 コスト係数 α , β と齟齬

(6) 結論

公共交通サービスの合意形成では地域住民との調整が不可欠である。本研究では、バス利用者に機会費用が発生するというバスサービスの特徴を踏まえ、既存の収支完結構造の対比較モデルを拡張した。そして、バスの便数に関する民意による合意形成の効率性について、便数ベースと費用ベースで分析を行った。主たる知見は以下の2点である。第一に、運行費が住民負担でも民意で定まるバス便数は最適水準より多いことを示し、その過剰供給の非効率性を費用ベースで評価した。第二に、バス利用者の機会費用が時間軸でより対称になれば民意がより非効率な過剰供給を導くこと、そしてその規模を理論的に示した。

4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究では、サービスが展開される時間軸に着目し、時間の不可逆性という視点から、バス便数の効率化を解析的に論じた。提示した投票モデルは一般的であるがゆえに、移動弱者支援のフードサービス、図書館サービスなどの移動施設へも適用できると考える。一方で、需要の非弾力性や運行費の一律性は現実と比較すると強い仮定である。これら仮定を緩和した一般的な状況において、本研究で得た知見の頑健性の検討を今後の課題としたい。

我が国では高齢化が進み社会保障費がますます増加していく。さらに、カーボンニュートラルなど気候変動への対応、首都直下型地震や南海トラフ地震への備え、不安定な国際情勢への対策などを考えると、財政の立て直しは不可欠である。シルバー民主主義やポピュリズムと揶揄されている民意ではあるが、国民が政策を決めていく投票制度は合意形成の根幹である。インターネットで投票も含めて、若い世代の意見が反映され、若い世代に経済的負担を強いらぬように、都市施設整備の仕組みの構築に関してさらなる研究を進めていきたい。