

研究種目：基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18330057
 研究課題名（和文） 高速道路建設における国民投票の意義
 -民主主義と経済効率との対立に着目して-
 研究課題名（英文） Voting Model for Constructing Transportation Network
 -Democracy versus Economic Efficiency-
 研究代表者
 大澤 義明（OHSAWA YOSHIAKI）
 筑波大学・大学院システム情報工学研究科・教授
 研究者番号：50183760

研究成果の概要：

本研究では、高速道路や新幹線など空間的に線的に伸びる社会基盤施設整備に関して、選挙民が投票で集団意志決定する場合、施設がどこにどれだけ配置されるのかを空間的に導出し、どの程度経済的に効率的なのかあるいは公平なのか、を考察した。投票ゲームによる配置と社会的な最適配置とを比較するなどを通して、投票という集団意志決定がどの程度経済的に悪化させるのか、そして不公平にするかを理論的に評価した。さらには、道路という社会基盤建設では、ステークホルダーは多様である。ゲーム理論のナッシュ均衡、多目的計画問題でのパレート最適、地理ネットワーク評価での地理値を用いて、高速道路建設の影響を均衡という複眼的見地から理論的に論じた。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|------------|
| 2006年度 | 5,300,000 | 1,590,000 | 6,890,000 |
| 2007年度 | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |
| 2008年度 | 2,300,000 | 690,000 | 2,990,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 9,900,000 | 2,970,000 | 12,870,000 |

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済政策

キーワード：高速道路，国民投票，経済効率，コンドルセ均衡，地方分権，地理ネットワーク，地利値，パレート最適

1. 研究開始当初の背景

道路，鉄道，都市施設などの社会インフラストラクチャー整備に関しては空間構造，人口密度，道路構造など地域性を活かした計画を立案しなければならない。特に，自治体の

財政が逼迫しており，責任説明の観点からも客観性に優れた分析手法の開発が求められている。

日本のみならず世界主要国にて，道路建設などの公共事業の非効率性に対し社会的関心が高まっている。住民は，これらの建設に

より利用者として便益を享受する一方で、納税者として建設費を負担しなければならない。しかも、このトレードオフの度合いは住民の居住場所に依存する。例えば、地方住民は高速道路や新幹線の延伸を要望しているが、都心居住者は反対している。

本研究は、民主主義の原点である投票行動や地方への税源移譲などの地方分権が、巨額の費用を必要とする高速道路建設において、経済的に効率的なのか、という素朴な疑問に対し、政策評価の視点から答えようとするものである。都市計画など国土計画では科学的な根拠や裏付けが必要であるが、これまでは政策決定過程では、前提も含めてそれらがきちんと検証されてこなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、高速道路や新幹線など空間的に線的に伸びる社会基盤施設整備に関しては、選挙民が投票で集団意志決定する場合、施設がどこにどれだけ配置されるのかを空間的に導出し、どの程度経済的に効率的なのかあるいは公平なのか、を考察することにある。例えば、日本道路公団が採用しているプール制料金制度、さらには地域負担という個別の政策の効果についても分析する。

地域間の隣接関係は、地域・都市の空間構造の基礎となっており、これらはグラフで表示できるが、このグラフ構造から地理的な優位性を表す地利値という評価指標が定義できる。地理的条件や道路配置から発生する地域間格差として地利値を計測する。また、人口減少、地方財政逼迫の時代を迎え、地方自治体での将来人口推定を安定的に捉えることは重要であろう。それらの影響をコーホート分析など通して理論的に考察する。また、これまでの施設配置問題では単一目標での最適化問題が主流であったが、高速道路建設

ではステークホルダーは多様でありそのような単純な状況では説明しがたい。そこで、多目的計画など複合的視点から定まる均衡の概念を利用して施設配置を再構築し分析する。このように、「民主主義」対「経済効率」、「全体効率」対「部分効率」の対立軸を通して、高速道路建設における投票の役割と弊害を数量的に明らかにする。

3. 研究の方法

以下の3点を考察する。

第一に、一次元空間上にてコンドルセ投票モデルを構築し、道路配置や通行料金の投票均衡を求める。そして、投票ゲームによる配置と社会的な最適配置とを比較するなどして、投票という集団意志決定がどの程度経済的に悪化させるのか、そして不公平にするかを計量的に評価する。そして課金を前提とした住民投票が、効率性を高め公平性を解消することも理論的に示す。

第二に、日本の現況と照らし合わせると、社会基盤整備の意思決定は市町村合併や近未来において急速に進行する人口減少とは不可分な関係である。また、地形条件から連続平面より道路ネットワークとの関係分析が必要であろう。そこで、空間的変化の感度分析として、選挙区割りの変更、選挙制度の変更（レファレンダム（直接民主主義）もしくは代議制（間接民主主義））、有権者の移動や変化（社会的移動や有権者を18歳以上へ変更）の影響、さらには道路という離散構造だから発生するネットワークでの結節点での場所の優位性についても分析する。

最後に、道路建設の合意形成には多様なステークホルダーが存在するという現状を受け、均衡という概念から、施設整備問題を分析する。最初に、道路を便益施設（正の外部

性)だけではなく迷惑施設(負の外部性)と位置づけ、投票行動をゲーム論の枠組みで定式化し、ナッシュ均衡を求める。次に、移動効率性のアップ、地域格差解消など相矛盾する政策目標を多目的計画問題として定式化し、パレート最適を導出する。さらには、道路ネットワーク上での行き来という相互作用の下での均衡値である地利値に関して、固有値や固有ベクトルを道路ネットワークだからこそこの空間の概念を通して、特徴付ける。

4. 研究成果

次の6点に集約できる。

第一に、高速道路課金のモデル化を行った。住民投票に配慮した高速道路制度が効率的である保証は全く無い。つまり、住民投票さらには市民協働が経済的効率性を損なう可能性は大きい。対距離料金の料金体系、一律料金、需要変動課金、さらには、ガソリン税徴収のどの料金制度が投票という合意形成の下でも、社会的厚生を損なわないのかを分析した。また、プール制と高速道路の過剰供給との関係を整理した。

第二に、交通 OD トリップという二地点からなる交通行動をサービス対象とする点的施設や線の施設を考察する。交通トリップを抽象空間に表現し、住民がどのような経路選択を行うのかを視覚化する。そして、住民投票という直接選挙制度による投票均衡と代表選挙制度による投票均衡を導出し、これら及び社会的最適解と比較した。

第三に、過半数合意形成と施設配置との理論的關係を明らかにした。個別の政策の実施についてのみ、多数決による投票の原理でその賛否を問い、問題の解決にあたっている。そこで、合意形成を前提とする施設配置多目的法を構築した。住民の半分が賛成するという意味での合意形成を前提にしたときの、施

設配置が社会全体から効率性をどの程度低下させるのか、あるいは低下を防止する課金制度とは何かについて、単純なモデルで明らかにした。

第四に、既往研究での線分市場の投票均衡モデルを、クリスタラーの中心地構造という平面市場へ、道路ネットワークといったグラフ市場へ展開した。そして、料率と施設数という二つの政策を決定変数とする投票モデルを構築し、投票均衡解と社会的最適解における社会的純便益を算出し比較した。

第五に、社会的便益最大化という規範の下で、多目的評価という観点から、社会的インフラストラクチャー整備のパレート最適配置やトレードオフ曲線について分析を進めた。特に、社会問題の典型的な対立軸である、「公平性」と「効率性」の2目的問題、さらには多くの現実の状況を組み込めるように、費用が距離の二乗に比例するような多目的問題を構築し、既存研究を大きく一般化するとともに、多項式時間の解法を呈示した。

最後に、高速道路建設で正当化され、市場や交通ネットワークの影響に起因する「地域格差」に着目し、その度合いを表す指標として、地理学や都市計画で研究されている地利値について理論化を行った。地利値とは、交通ネットワークや自治体の隣接性を表現するために利用されるグラフの隣接行列の最大固有値に属する固有ベクトルの成分値であり、その場所の便利さを表す均衡状態の情報を示す。地利値が当然満たすべき条件から対象地域の規模を明示的に取り込み、微分方程式を経由して地利値総量を算出する。そして、地利値が大きくなる場所や、その形状を解析的に分析した。さらに、総移動距離、最大移動距離、断面交通量などの従来の立地指標との食い違いを明示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

[1] 田村一軌, 大澤義明, 上原健一, 山倉俊克 (2009): 合意形成と社会的効率性との間のトレードオフ立地問題. *応用地域学研究*, (掲載決定). 査読有

[2] 田村一軌, 大澤義明, 古藤浩, 青木充広 (2009): 平面上の k -centrum 立地問題の解法に関する研究. *G I S - 理論と応用*, (掲載決定). 査読有

[3] 大澤義明, 林利充 (2009): 地利値と重力モデル. *日本建築学会計画系論文集*, 640, pp. 1396-1402. 査読有

[4] 大澤義明, 小野田竜巳, 小林隆史 (2008): コーホート変化率法による地域別人口予測の集計誤差. *日本建築学会計画系論文集*, 634, pp. 2605-2612. 査読有

[5] 大澤義明, 林利充 (2008): 隣接グラフと地利値最大化. *日本建築学会計画系論文集*, 633, pp. 2417-2424. 査読有

[6] Y. Ohsawa, N. Ozaki and F. Plastria (2008): Equity-efficiency bicriteria location with squared Euclidean distances. *Operations Research*, 56(1), pp. 79-87. 査読有

[7] Y. Ohsawa, N. Ozaki, F. Plastria and K. Tamura (2007): Quadratic ordered median location problems. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 50(4), pp. 540-562. 査読有

[学会発表] (計 11 件)

[1] 田村一軌, 大澤義明, 古藤浩, (2009/3/17): 平面上の 1 施設 k -centrum 問題の等高線図. オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年春季研究発表会, pp. 148-149, (つくば).

[2] 林利充, 大澤義明 (2009/3/17): 地利値と重力モデル. オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年春季研究発表会, pp. 6-7, (つくば).

[3] 大澤義明, 小林隆史 (2008/9/20): レキシス図を用いた理論分析—コーホート変化率法による地域別人口予測の集計誤差その 2—, 2008 年度建築学会大会学術講演梗概集—建築計画, pp. 635-636, (広島).

[4] 小林隆史, 大澤義明 (2008/9/20): 実データに基づく人口予測集計誤差—コーホート変化率法による地域別人口予測の集計誤差その 1—, 2008 年度建築学会大会学術講演梗概集—建築計画, pp. 633-634, (広島).

[5] 大澤義明, 林利充 (2008/9/10): 交通結節点と地利値. オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年秋季アブストラクト集, pp. 190-191, (札幌).

[6] 小林隆史, 大澤義明, 小野田竜巳 (2008/9/10): 簡易コーホート要因法による地域別人口予測の推計誤差. オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年秋季アブストラクト集, pp. 70-71, (札幌).

[7] Y. Ohsawa (2008/8/28): Quadratic ordered median location problems. The 48th Congress of the European Regional Science Association, (Liverpool, United Kingdom).

[8] 大澤義明, 尾崎尚也, フランク・プラストリア, 田村一軌 (2008/3/25): Multi-objective ordered median location problem. オペレーションズ・リサーチ学会 2008 年春季アブストラクト集, pp. 78-79, (京都).

[9] Y. Ohsawa (2007/8/23): Voting decision for providing highway. 都市の OR サマーセミナー, (つくば).

[10] Y. Ohsawa (2007/7/10): Quadratic ordered median location models. The 22nd

European Conference on Operational Research Societies, (Prague, Czech Republic).

[11] Y. Ohsawa (2006/9/23): Condorcet voting for highway provision and tolling. China-Japan Joint Seminar on Applied Regional Science, (Shanghai, China).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大澤 義明 (OHSAWA YOSHIAKI)
筑波大学・大学院システム情報工学研究科・教授
研究者番号：50183760

(2) 研究分担者

鈴木 敦夫 (SUZUKI ATSUO)
南山大学・数理情報学部・教授
研究者番号：70162922
[2006-2007 分担]
白波瀬 佐和子 (SHIRAHASE SAWAKO)
東京大学・大学院人文社会系研究科・助教授
研究者番号：00361303
[2006 分担]

(3) 連携研究者

古藤 浩 (KOTOH HIROSHI)
東北芸術工科大学・デザイン工学部・准教授
研究者番号：60244985
田村 一軌 (TAMURA KAZUKI)
鉄道総合技術研究所・交通計画研究室・研究員
研究者番号：90426049
大津 晶 (OHTSU SYOU)
小樽商科大学・商学部・准教授
研究者番号：60360971
宮川 雅至 (MIYAGAWA MASASHI)
山梨大学・大学院医学工学総合研究部・助教
研究者番号：50400627
尾崎 尚也 (OZAKI NAOYA)
鉄道総合技術研究所・設備システム研究室・研究員
研究者番号：70426047