

地域社会の総意としての地域公共交通計画 —活動機会と公共的判断に着目して—

澤井 勇人¹・喜多 秀行²

¹学生会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: 182t113t@stu.kobe-u.ac.jp

³正会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: kita@crystal.kobe-u.ac.jp

地域公共交通計画手法の構築にあたり、効用は主観的価値であり個人間の比較可能性に課題が存在する。この点を克服する考え方として何ができるかの状態に着目した活動機会に基づく手法が構築されている。しかし現時点で活動機会が制限される地域において相互扶助の意識に基づく費用負担の考慮はなされていない。

そこで本研究では活動機会に着目した受益と負担の組み合わせである計画代替案を公共的判断に基づいて各住民が選択し、各住民が選択した代替案を集約して実施代替案を選定することで、地域全体での活動機会の増大を図る地域公共交通計画手法の提案を目的とする。

アンケート調査結果を用いた分析結果より、設定した条件の下では、提案する地域公共交通計画手法によって、地域全体での活動機会を増大しうることを確認した。

Key Words : *local transport plan, planning methodology, opportunity of basic activities, public judgment*

1. はじめに

過疎地域をはじめとして、交通の便の悪さから日常生活に支障をきたし、限られた移動環境水準下の住民の存在が問題となっている。このような住民の移動環境の確保のために地域公共交通計画を立案する際には、それにより移動環境水準がどのよう改善されるかを評価することが必要である。しかし、評価にあたり効用を用いた場合、指摘¹⁾するように個人間比較に関する問題がある。そのため、客観的で個人間比較が可能な指標を用いる必要性が指摘²⁾されており、活動機会³⁾に基づく計画手法が提案されている。活動機会とは、必要な時に買い物ができるといった状態であり、その大きさは、バスサービス等の「資源」とバス停まで歩いて乗車することができる等の「資源利用能力」より規定される。地域公共交通計画において、公共交通サービスと活動機会の大きさの関係を考慮した研究がなされている。

先行研究である薦田⁴⁾は、それまでの研究成果を踏まえてモデルを拡張し、地域公共交通計画策定にあたり、地域住民の活動機会の大きさを定量的に評価し、その評価値をもとに代替案選択を行うモデルを構築している。

しかし、費用負担については考慮しておらず、“地域住民が受益の大きさとその受益を得るために必要な負担の組み合わせを選択する”という計画手法⁵⁾の構築には至っていない。

受益と負担の組み合わせを住民が選ぶという枠組みの下では、負担額の小さい組み合わせを選択し、タダ乗りにより住民個人の利益最大化を図ることが予想される。そのため公共財の自発的供給が困難であるように、代替案の実施が困難になる可能性がある。一方で、住民個人の利益最大化と地域社会全体の利益最大化に矛盾が生じる状況でも社会のために協力することが示されている⁶⁾。

個人の利益のみならずその個人が所属する社会全体の利益に目を向けた判断として公共的判断⁷⁾が存在する。

また住民が選択した受益と負担の組み合わせ（代替案）より、地域社会における実施代替案を選定する。その際、個人の意見を社会的に集約する方法については、社会選択理論としてこれまで多くの議論⁸⁾の蓄積がある。

以上より、本研究では、活動機会に着目した受益と負担の組み合わせである計画代替案を公共的判断に基づいて各住民が選択し、各住民が選択した代替案を集約して実施代替案を選定することで、地域全体での活動機会の

増大を図る地域公共交通計画手法の提案を目的とする。

本章では研究の背景と目的を述べ、2章で本研究の枠組み、3章でモデル、4章で実証分析、5章で分析と考察、6章で全体の考察、7章で結論と今後の課題を述べる。

2. 本研究の枠組み

(1) 想定

本研究は、地域の中心部に移動し、買い物・通院など生活に不可欠な活動を行う過疎地域で買い物等の活動に支障をきたす地区を対象とする。そこで計画者は地区内の住民の最低限の活動機会確保のために代替案を作成し、実施に伴う地区住民の移動環境の改善状況を把握する。そして、計画者は住民に代わって、代替案と実施に伴う移動環境の改善状況と費用負担方式地区住民に提示し、各住民が最も望ましいと考えて表明した代替案を計画者が集計し、実施代替案を選定するという状況を考える。なお、代替案の実施に要する費用は地区住民の費用負担のみで賄う状況を想定する。

以下、各代替案から望ましい代替案を表明し、代替案の実施にあたり費用を負担する地区住民を意見表明者、計画者が各代替案の実施に伴う地区住民の移動環境の改善状況を示す際の地区住民を情報提供者と呼ぶ。本研究では、代替案の実施範囲および費用負担を求める範囲が対象地区内のみと考え、地区住民がそれぞれ意見表明者かつ情報提供者であるものとする。

(2) 基本的枠組み

本研究において、計画者は地区内の住民の最低限の活動機会確保のために代替案を作成し、実施に伴う地区住民の移動環境の改善状況を把握した上で、それら代替案や移動環境の改善状況を意見表明者に提示する必要がある。その際、代替案実施前の現状と代替案実施後の改善状況を活動機会の大きさで評価し、比較可能な数値情報として整理し、意見表明者に提示しなければ、意見表明者が代替案実施後の改善状況の把握ができない。

次に、意見表明者が望ましい代替案を選択するにあたり、負担額の小さい組み合わせを選択し、タダ乗りすることを抑える必要がある。そこで、意見表明者が代替案を選択するにあたり、自身の利益最大化を考えるのではなく、社会全体の利益最大化を考える公共的判断に基づいて代替案を選択しうる状況を生み出す必要がある。

ついで、意見表明者が望ましいと表明した代替案から実施代替案を決定するにあたり地域社会において何らかの方法で意見を集約し、実施代替案を決定しなければならない。

そこで次節以降では本研究において提案する手法に用

い得る既往研究および手法を整理し、提案する地域公共交通計画手法のモデル構築の方針について述べる。

(3) 活動機会に着目した地域公共交通計画

本研究では、計画者が代替案を作成するにあたり、地区住民の移動環境の改善状況を把握し、意見表明者が代替案を表明しうる形で提示するためにも活動機会の大きさを算出しなければならない。

活動機会に着目した公共交通計画として佐々木ら⁹⁾、猪井ら¹⁰⁾、辻ら¹¹⁾の研究あげられる。

佐々木ら⁹⁾は、地域交通システムにおいて、「潜在能力」の定式化とそれが個人の幸福に及ぼす影響を測定する考え方を提案している。測定にあたり、「諸活動の満足度」は個人の「交通サービスから得られる潜在能力」をかなりの程度表すと考え、それを地域交通ネットワーク条件変数としてバス停までの徒歩時間や種々のバスサービスの満足度と、個人属性や活動状況などの個人特性変数で説明するモデルを構築した。しかし、後藤¹²⁾は佐々木らの手法について、財や交通サービスの満足度が一定だとしても、各活動に振り分けられる本人の利用可能な時間や所得によって、買い物や通院といった各活動の満足度に相違がもたらされる可能性等の問題を指摘している。

猪井ら¹⁰⁾は、ケイパビリティアプローチをコミュニティバスの評価に適用する手法を提案している。評価においては、個人の機能の達成可能性指標を機能の重みと個人の機能の達成可能性の有無の積として、その総和と不均等の改善度によって状況が改善したかを判断している。このような形をとることで、ケイパビリティアプローチによって地域における福祉の状態を定量的に表現している。しかし機能の重みを代表的個人をもとに算出しており、著者ら自身も述べているように、本来は機能の重みは住民が参加した討議の下で決定すべきである。

辻ら¹¹⁾は、活動機会を評価するにあたり、バスダイヤによる時間制約に伴う活動時間の組み合わせの自由度に加えて、活動地点までの疲労に伴う活動機会の減衰を考慮する手法を提案している。

薦田ら¹³⁾は、辻らの活動機会評価指標をもとに活動機会の大きさを、各機能別でI. 移動とその待ち時間に伴う疲労とII. バスダイヤによる時間制約に伴う活動時間組み合わせの自由度、の積をとることで測定する手法を構築し、より現実の状況に即した個人の活動機会の大きさを評価する手法を構築し、活動機会の大きさを定量化している。また地域社会における代替案選択においては、格差原理を援用した社会関係関数より、現状において活動機会の大きさが最小である住民の活動機会が最も向上する代替案を選択する形を提案している。この手法では、活動機会の大きさに着目して代替案選択を行っているが、費用負担を考慮していない。

薦田らが提案する地域公共交通計画手法は、費用負担を考慮していないものの、活動機会の大きさを定量化することができるため、各地区住民の移動環境の状況改善を個人間比較可能な指標である活動機会で評価が可能であると考えられる。

(4) 相互扶助に着目した地域公共交通計画

本研究における想定では、地区内の住民の最低限の活動機会を確保するための代替案を実施するにあたり、地区内で費用を賄う必要があることから、地区住民全員で支える必要があると考えられる。また、受益と負担の組み合わせを住民が選ぶという形を考える際、負担額の小さい組み合わせを選択し、タダ乗りすることで住民個人の利益最大化を図ることが予想されるため、タダ乗りすることを抑制する手法を構築しなければならない。

地域社会で公共サービスを提供する際の負担配分手法として公共財供給メカニズムが存在する¹³⁾。主なメカニズムとしてリンダール・メカニズムとクラーク・メカニズムの2つがあげられるものの、誘因両立性と資源配分の効率性が両立しない¹³⁾。

そこで公共財供給メカニズムに代わる考え方として、公共財の自発的供給があげられる。ただし、負担者以外が利用するフリーライダーの問題が存在する。湧口¹⁴⁾、吉永¹⁵⁾をはじめ利己に加えて利他が存在する場合、自発的供給が成立する可能性について指摘されている。

湧口¹⁴⁾は利己に加えて利他が存在する場合、自発的供給が成立する可能性について指摘している。しかし、具体的な手法については述べていない。

吉永¹⁵⁾は2×2のゲーム上について考えた際、フリーライドが生じる状況では、両プレイヤーが協力する利点が少ないことから、フリーライダーに罰則を与える、協力することで便益を増やす補助金を与える、といった協力させる仕組みが必要であると述べている。

Thøgersen¹⁶⁾は、法的規則ではない暗黙のルール、同調圧力、他者の自身に対する期待、の3点の社会的規範が相乗的に働くことで、個人の行動が自身の利益と社会の利益が矛盾する状況でも個人が社会のために協力することを述べている。

このような自身の利益のみならず社会全体を見渡して社会全体の利得を考えたいうでの判断として公共的判断⁸⁾が存在する。公共的判断とは自己のみならず自己の所属する社会についても考慮する判断である。

青木ら¹⁷⁾は公共的判断の醸成にあたり情報の提供の必要性を指摘し、この点について、アンケート調査を実施して、公共的判断は共感に基づいて行われることと公共的判断において人は何を考慮するかの検証を行っている。このアンケート調査では、生活環境の劣悪な高齢者の情報を3人分提供し、それぞれについて、距離や年齢とい

った項目のみを示した項目情報(表-1)、各項目について具体的に記述した詳細情報(表-1)、に分けて提示し、3人のための各施策でどのような変化が生じるかを提示している。そして、各施策でいくら費用を負担しなければならないかをもちに、各施策を2項選択で選択してもらう形をとっている。このアンケート調査の結果から、詳細な情報を受けた人は、「コスト」ではなく「改善結果の平等性」や「改善の効果」に基づいて施策を選択していることが実証された。また青木らは3人の高齢者の情報を提供していたが、実際の地域公共交通計画の対象者は数百人から数千人におよぶ。そのため対象者である地域住民全員の状況をより深く認知することは個人の情報認識能力からも実現しえない。

このように代替案実施対象者である地域住民の情報を費用負担者が受け取り、意見を表明することを考えた際、尾崎ら¹⁸⁾は、2~3人程度の住民について詳しい状況を認知する分割情報下と住民全員の情報を認知する完全情報下で、表明される意見を集約した結果が異なることを示した。

これらの既往研究から、地域公共交通計画策定にあたり、2~3人程度の状況を詳しく費用負担者に提供することで公共的判断が形成されるのではないかと考えられる。しかし、現時点では公共的判断をどのようにして促すか、公共的判断において人はどのようなことを重視しているのかは検証されているものの、地域公共交通計画策定にあたり、どのように考慮し組み込むかについて、手法の構築までには至っていない。

表-1 項目情報(上段)と詳細情報(下段)

*青木ら¹⁴⁾の内容から一部著者編集

<p>Aさん</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 駅から離れた集落に居住 ・ 81歳男性 ・ 自宅~バス停: 1.9km ・ 勾配ほぼ平坦 ・ バスで週2回通院 ・ 健常者 ・ 息子夫婦と同居
<p>Aさん</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スーパーや診療所がある駅前からバスに乗り、降りてから谷沿いの道を約1.9km歩いたところにある集落に住む81歳のおじいさん。 ・ 大した坂はないが、さすがに遠い。若い頃はなんでもなかったが、今は身にこたえる。 ・ 特に体の不自由はないが、ひと息に歩けるのは200m程。 雨の日は腰を下ろして休むところもない。 ・ 共働きの息子夫婦と同居しているので普段の買い物等はしてくれるが、週2回の通院はバスを使って自分で行かなければならない。

(5) 地域住民の意見集約手法

本研究では、意見表明者が望ましいと表明した代替案から実施代替案を選定するにあたり地域社会において合意形成がなされやすい方法で意見を集約し、実施代替案を選定しなければならない。

意見を集約し政策を決定する手法として、選挙などで用いられる多数決があげられる。しかし、3 つ以上の選択が存在する場合、多数決において選択された選択肢が必ずしも社会構成員の意思を表すとは限らないことが指摘されている。多数決は複数の選択肢から 1 つの選択肢を選択するにあたり、最も望ましいと表明した人数が最多となる選択肢を選択するものである。しかし、各選択肢をペアで比較してどの組み合わせでも選択される選択肢が多数決では選択されないことから Borda は多数決の結果に疑義を呈している⁸⁾。そこで各選択肢ごとに各個人が順位をつけ、その順位に応じてつけられた点数をもとに選択肢を決定するボルダールールを用いた場合、多数決とボルダールール、それぞれに基づいて選ばれる選択肢が一致しないことが示されている。

しかし、Condorcet は各選択肢をペアで比較し、望ましいほうを選択した際、どのペアにおいても選択されるペア全勝者となる選択肢を選択するべきであると述べて、各選択肢の順位に応じて点数をつけるボルダールールではそのような選択ができないことを指摘し選択肢の決定にコンドルセルールを用いることを提案している⁹⁾。このコンドルセルールに基づいて選択肢を決定するとしても、アローの不可逆性定理より、ペア比較の徹底を迫るとともに意見集約を行うことができないと指摘されている⁹⁾。ただし、各個人の順序付けが単峰性を満たす場合、ペア全勝者が成立することを Black が示している⁹⁾。さらに、選択肢を何らかの基準で並べ、社会構成員を彼らが最も望ましいものとして選択した選択肢の順番に並べた際の中位の社会構成員が選択した選択肢（中位選択肢）が必ずペア全勝者となることが示されており、この定理は中位投票者定理と呼ばれている⁹⁾。

またこの中位投票者定理を援用することで、選択肢が増えることで多数決の結果が変化する結果の逆変化や、社会構成員同士が協力することで、最も望ましくない選択肢を回避しようとするような戦略的操作への脆弱性を克服することも知られている⁹⁾。

以上より、各個人の順序付けが単峰性を満たす必要があるものの、中位投票者定理を援用することで、社会構成員（地域住民）の意思に近い代替案を選定することが可能になると考えられる。

(6) 手法構築方針

受益の評価において、薦田ら⁴⁾の研究によって、活動機会を数値化して、各機能別に定量的に評価することで、

各代替案における活動機会の大きさの評価が可能となっている。また費用負担についても、公共的判断によって、自己の利得のみならず社会全体の利得を考えて行動することが示唆されている¹⁷⁾。

以上2点を用いれば、地域公共交通計画策定にあたり、地域住民が何をなすのかといった状態（活動機会）とその地域公共交通計画実施のための負担をもとに、意見表明者が社会全体の利益を判断し、意見を表明することで過少申告を軽減し得ると考えられる。加えて、表明された住民の意見を社会的に集約し実施代替案を決定する際、例えば中位投票者定理を援用する等、意見集約手法を用いることでどの代替案が選ばれるかを把握することができると考えられる。

そこで本研究では、地域公共交通計画手法の構築にあたり、以下の方向で手法を構築する。最初に計画実施による受益の評価は活動機会の大きさを用いる。これについては薦田らの活動機会評価指標によって活動機会の大きさを算出することで、その大小関係の把握が可能となる。しかし薦田らでは活動機会の大きさのみに着目しているため、受益と負担の組み合わせを地域社会が選択する形にはなっていない。そこで、本研究ではこの活動機会の大きさの程度をもとに、地域住民の状況がどのように変化するか、そのためにどの程度の費用負担が発生するか、についての情報を意見表明者に与えることで、地域社会が望ましい計画案を表明するモデルを構築する。しかし、単に意見表明者本人の受益と負担のそれぞれの程度についての組み合わせを示すだけでは、過少申告やフリーライドといった問題が生じうる。これについては、公共的判断を促す情報提供を行うことで意見表明者の過少申告やフリーライダーの影響を抑え、意見表明者が社会全体の利得を判断した意見表明を可能とする。なお、実施代替案の把握にあたり、本研究では意見集約手法として中位投票者定理を援用し、住民との合意形成を効率的に行うための目安として用いることを可能にする。

3. モデル構築

(1) モデルの概要

本章で構築するモデルの概要について説明する。

本手法は、計画策定者が地域社会の移動環境に関する情報を収集・整理し、代替案を作成する。意見表明者に作成した代替案についての情報と整理した情報を提示、提示された情報をもとに住民が代替案を選択、選択結果を計画策定者が集約し、あらかじめ決められた意見集約手法で実施代替案を選定する流れとなる。

そこで、計画を策定する自治体等の計画策定者は、対象地区住民の置かれている状況を、拠点までの所要時間

や公共交通の運行頻度といった地理条件、住民の年齢といった個人属性の情報から、薦田ら⁴⁾の活動機会評価指標を用いて活動機会の大きさで評価する。その結果をもとに、計画策定者が住民の活動機会の確保または増大させるための代替案を作成し、その費用と、実施に伴う状況変化（活動機会の大きさ）を数値情報として把握する。それと並行して、計画策定者は意見表明者に情報提供者の現状（現状での活動機会の大きさ）、代替案実施に伴う情報提供者の状況変化（活動機会の大きさの変化）、代替案実施に伴う費用の情報を与える。なお、情報提供者の状況変化（活動機会の大きさの変化）については、分割情報下で意見表明者が認知可能な範囲において、詳細情報を与えることで共感を形成し、公共的判断を促す。これらの情報をもとに住民の状況変化（活動機会の大きさの変化）と費用負担の組み合わせから望ましい代替案を意見表明者に表明してもらう。実施代替案の選定は意見表明者が表明した代替案から合意形成がなされる代替案を選定するために、意見集約手法を用いて意見表明者が表明した代替案から地域社会における実施代替案を決定する。決定した内容をもとに住民（意見表明者）が負担し、代替案を実施する。なお、活動機会評価指標、住民の意見形成、意見集約については以降で詳述する。

(2) 収集データ

計画策定者が代替案を作成するにあたり、どのような代替案を作成するか、もしくは代替案が必要かを検証するためにも、対象地区における移動環の現状について把握する必要がある。また、代替案を作成した場合、その代替案の実施費用の把握が必要である。加えて、意見表明者が望ましいと表明した代替案を集約するにあたり、各代替案別の表明人数を把握する必要がある。そこで、収集もしくは把握が必要なデータの一覧を表-2に示す。なお、各データの使用方法は後述する。

(3) 活動機会評価指標

活動機会の大きさを算出する活動機会評価指標は薦田ら⁴⁾の手法を用いるため、ここではその活動機会評価指標について述べる。

薦田らは活動機会の大きさを、公共交通サービス（資源）と資源利用能力により規定している。また、以下の想定下において、ある個人の活動機会の大きさを算出している。ある個人は、ある活動を行うにあたり、図-1で示すように、住民は自宅から最寄りのバス停までの区間1を h_{n1} 時間歩き、そこからバスに T 時間乗車後、時刻 a_k に中心部のバス停に到着後、バス停から目的地までの区間2を h_{n2} 時間歩き目的地に到着する、到着後、施設（営業時間 $[T, \bar{T}]$ ）において、時刻 t_s から時刻 t_e におい

て1つの活動を行う。活動終了後、目的地を出発した住民は h_{n2} 時間かけて歩行し、中心部のバス停を時刻 d_j に出発し、行きと逆の順序で帰宅する。

この想定下において、実行可能な (t_s, t_e) の組み合わせが多様な場合、活動機会が大きいと考える。また中心部でのバスの待ち時間 $(d_j - a_k - t_e + t_s - 2h_2)$ が増加すると活動が困難になることから減衰関数 A_1 を導入し、活動時間の多様性指標 D を定式化する。

$$A_1 = e^{-\gamma(d_j - a_k - t_e + t_s - 2h_2)}$$

$$D = \sum_{j=1}^J \int_{\max(d_{j-1} - h_{n2}, \underline{T})}^{\min(d_j - h_{n2}, \bar{T})} \sum_{k=1}^{K-1} \int_{\max(a_k + h_{n2}, \underline{T})}^{\min(t_e, a_{k+1} + h_{n2}, \bar{T})} A_1 dt_s dt_e \quad (1)$$

表-2 収集および把握する情報一覧

情報名		
活動機会算出関連情報	徒歩時間 (自宅-バス停)	h_{n1} (h)
	徒歩時間 (バス停-目的地)	h_{n2} (h)
	勾配 (自宅-バス停)	θ_1 (%)
	勾配 (バス停-目的地)	θ_2 (%)
	乗車時間	T (h)
	乗換待ち時間	t (h)
	中心部到着時刻	a_k
	中心部出発時刻	d_j
	往路便数	k (便)
	復路便数	j (便)
	施設営業開始時刻	\underline{T}
	施設営業終了時刻	\bar{T}
	利用確率	p_{kj}
	車の運転の可否	
負担額	c_{im} (円)	
表明人数	P_{a_m} (人)	

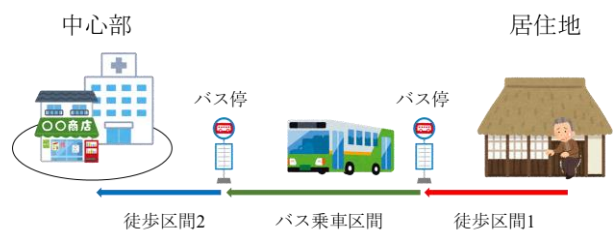


図-1 居住地から中心部までの移動

次に、移動時間が長いと疲労の度合いが大きくなることから、移動に伴う疲労について減衰関数を導入する。目的地までの移動には徒歩での移動と公共交通機関での移動があげられる。また地域によっては、バス路線の枝線から幹線への乗り継ぎといった待ち時間が生じることが考えられるため、乗換待ち時間についても移動に伴う疲労として考慮する。

徒歩での移動についてはバス停までの距離 l_1 が限界距離歩行距離 L を超えた場合、バスを利用できないものと考え、徒歩区間 1、徒歩区間 2 の勾配 θ_1, θ_2 の疲労を代謝換算距離 $r(\theta)$ により考慮し、総徒歩時間 w の疲労に伴う減衰関数 A_2 を定式化する。なお、 α はパラメータである。

$$A_2 = \begin{cases} e^{-\alpha w} & 0 \leq l_1 \leq L \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$w = h_{n1} \left(\frac{r(\theta_1) + r(-\theta_1)}{r(0)} \right) + h_{n2} \left(\frac{r(\theta_2) + r(-\theta_2)}{r(0)} \right)$$

なお、 $r(\theta)$ に既往の値を用いるものとして、以下のように定式化する。

$$r(\theta) = \begin{cases} 1.2 + 3.113e^{4.614\theta} & \text{if } \theta \geq -11(\%) \\ 1.2 + 3.113e^{-4.614\theta} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

公共交通機関での移動については、片道の乗車時間 T より、乗車時間に伴う疲労についての減衰関数 A_3 を以下で定式化する。なお、 β はパラメータである。

$$A_3 = e^{-\beta \cdot 2T} \quad (4)$$

交通機関の乗換待ち時間については、片道の乗換待ち時間 t より、乗換待ち時間に伴う疲労についての減衰関数 A_4 を以下で定式化する。なお、 γ はパラメータである。

$$A_4 = e^{-\gamma \cdot 2t} \quad (5)$$

活動機会の大きさは、活動時間の選択自由度を示す活動時間の多様性と移動に伴う疲労によって評価されるものとし、加えて往路 k 便目かつ復路 h 便目を利用できる利用確率 p_{kh} も考慮し、ある代替案 a_m ($m = 0, 1, \dots, M$)を実施した際のある個人 j の活動機会の大きさ f_j を活動時間の多様性指標 D と移動に伴う各減衰関数 A_2, A_3, A_4 、利用確率 p_{kh} の積として定式化する。

$$f_{jm} = A_2 A_3 A_4 D p_{kh} \quad (6)$$

(4) 代替案作成

ある地区において、計画を策定する自治体等の計画策定者は、対象地区住民の置かれている状況を、活動機会評価指標を用いて活動機会の大きさを評価する。その結果をもとに、計画策定者が住民の活動機会の確保または増大させるための代替案を作成する。

代替案については、意見集約において、中位投票者定理を援用するため、各代替案を比較した際、受益と負担が単調増加となるように作成しなければならない。そのため、負担について均等割り等のどの負担方式を用いるか、受益について、活動機会で把握可能な受益をどの基準の下で評価するかを考慮しなければならない。

どのような負担方式を用いるかは各地区によって異なると考えられるが、ここではその議論は行わず、簡便のため負担については代替案実施費用を人口で均等割りした負担額とする。受益の評価にあたり、格差原理に基づく等、様々な評価基準が考えられる。しかし、負担と同様に、簡便のため受益の評価は、地区全体の活動機会の向上、地区内の活動機会が制限される住民の活動機会の底上げを図るため、社会全体の活動機会の平均の向上かつ活動機会の格差が縮小すると社会全体の受益が向上するものと考えられる。

また、受益の大きさの判断に用いる活動機会の大きさは各活動別（買い物、通院）に算出可能であり、例えば各活動施設の立地が異なると各活動別に活動機会の大きさが異なるため、どの活動を重視するかといった議論が生じることが予想される。しかし本手法においては各活動種類別の比較を考慮せず、商店、病院等の活動施設が同一地点に存在するものと考え、各活動間の比較を行わないものとする。また、活動施設において、必要な財、サービスの有無の程度によって活動機会の大きさが異なるが、これも同様の理由より、活動地点に到着すれば、活動機会が確保されるものと考えられる。

以上をもとに代替案 a_m ($m = 0, 1, \dots, M$)をその代替案に伴う実施費用 c_m の小さな順に作成し、その実施費用と、実施に伴う情報提供者 j （意見表明者 i ）の移動化環境水準の変化を活動機会の大きさを把握し、各意見表明者の負担額についても把握する。

本研究では、ある地区内において、地区住民全員が意見表明者かつ情報提供者であることを想定するため、地区人口を N 人として、意見表明者 i と情報提供者 j を以下で表わす。

$$\begin{aligned} i &\in \{1, 2, \dots, N\} \\ j &\in \{1, 2, \dots, N\} \end{aligned} \quad (7)$$

なお、本研究では、意見表明者の負担額については、ある代替案の実施費用を全意見表明者での均等割りとし

ている。よって、ある代替案 a_m の実施に伴う意見表明者 i の負担額 c_{im} は、実施費用 c_m と地区人口 N 人より、以下で定式化される。

$$c_{im} = \frac{c_m}{N} \quad (8)$$

(5) 公共的判断に基づく意見形成モデル

本節では、公共的判断に伴う意見表明者の意見形成について述べる。

(4)において、計画策定者が作成した代替案と、その実施に伴う地域社会の状況変化（活動機会の大きさの変化）を意見表明者に提示することを考える。その際、意見表明者が望ましい代替案を選択するにあたり、負担額の小さい組み合わせを選択し、タダ乗りを抑止するためにも、公共的判断がなされる情報を提示する必要がある。

そのため、青木ら¹⁷⁾の詳細情報を提示する手法を用い、計画策定者が意見表明者に対して、代替案実施前後の情報提供者の状況変化（活動機会の大きさの変化）を詳細情報として提示する。

しかし、社会を構成する住民は数百人、数千人、場合によっては数万人単位となり、住民全員について深い認識をすることは意見表明者個人の情報認識能力からも不可能である。そのため、意見表明者個人の情報認識能力の範囲内で住民について深い認識をしようの必要が生じる。

そこで、尾崎ら¹⁸⁾の分割情報下での情報提供手法を用いる。これにより、住民全員意見表明者が認識する移動環境水準をもとに意見を表明する場合（完全情報下）、と地区住民から一部住民を無作為に抽出して、その抽出した住民について意見表明者が認識する移動環境水準（認知移動環境水準）をもとに意見を表明する場合（分割情報下）において、認知移動環境水準の平均値 θ' に対する支払意思額関数 $\varphi(\theta')$ として、WTPの期待値の平均がほぼ一致することが期待できる。

ただし、分割情報下と完全情報下において社会全体での意見がほぼ一致するには、ある情報提供者1人の情報を受ける人数を x 人、意見表明者1人に与えられる情報数を y 、情報提供者数を n 人と住民の移動環境水準 S の相対頻度分布を正規分布 $N(\theta', \sigma_e^2)$ として、意見表明者が自身を含め誰の情報も認知していないときの認知移動環境水準の初期分布を正規分布 $N(m_0, \sigma_0^2)$ とした際、支払意思額関数 $\varphi(\theta')$ 、ほどの意見表明者でも同じであること、 $\sigma_0^2 \gg \sigma_e^2$ であること、 $l/n = y/x$ であること、の3条件が成り立つ場合となっている。

これら条件について、本研究では、住民の移動環境水

準は活動機会の大きさとして、支払意思額関数は意見表明者が代替案を選択する際の効用関数で考える。

以上を考慮して、本研究では、代替案および情報提供者の情報を計画策定者が意見表明者に対して提示する際、情報提供者の情報については、分割情報下で提示するものとする。ただし、初期の認知移動環境水準（活動機会の大きさ）の分布および住民情報認識後の認知移動環境水準（活動機会の大きさ）の分布が正規分布になるとは限らず、正規分布ではない場合、完全情報下で表明される意見との乖離が生じる可能性が残る。

次に、情報を与えられた意見表明者が代替案を選択する際の効用関数を構築する。意見表明者自身の情報のみ与えられた場合、意見表明者の意見は、自身の活動機会の大きさ f_{im} と代替案実施に伴う負担額 c_{im} に基づく効用最大化となる代替案を表明すると考え、その効用 U' は式(9)で与える。なお、 δ'_1 、 δ'_2 はパラメータである。

$$U' = \delta'_1 c_{im} + \delta'_2 f_{im} + \varepsilon \quad (9)$$

この効用 U' が最大となる代替案 a_m を選択し、意見 o_i として表明する。

$$a'_m = \arg \max_m U' \quad (10)$$

意見表明者自身に加えて他の住民の情報が与えられた場合について考える。意見表明者は自身の活動機会の大きさと同様に自身を含めた認識範囲内の住民から構成される社会全体の活動機会の大きさと、代替案実施に伴う負担額を考慮すると考えられる。また青木らでは、公平性を意識することが示唆されており、自身の活動機会の大きさに加えて、自身以外の住民の活動機会の大きさ、そして自身を含む認識範囲内の住民から構成される社会の活動機会の差異も意識すると考えられる。

以上より、意見表明者以外の住民（情報提供者）の情報を認識する場合、意見表明者の意見は、代替案実施に伴う負担額 c_{im} 、自身の活動機会の大きさ f_{im} 、認識している範囲内での自身を除く住民（情報提供者）の活動機会の大きさについての平均 \bar{f} 、認識している範囲（意見表明者本人と認識している情報提供者）における活動機会の大きさについてのジニ係数 G_f 、に基づく効用最大化を満たすものとして、その効用 U は式(11)で与える。なお、 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 はパラメータである。

$$U = \delta_1 c_{im} + \delta_2 f_{im} + \delta_3 \bar{f} + \delta_4 G_f + \varepsilon \quad (11)$$

この効用 U が最大となる代替案を選択し、意見として表明する。

$$a'_m = \arg \max_m U \quad (12)$$

(6) 意見集約モデル

本節では、意見表明者が表明した意見を集約し、それをもとに実施する代替案を決定するモデルを構築する。

本手法では、実施代替案の決定にあたり中位投票者定理を援用する。その際、表明された意見について何らかの基準で意見表明者を順番に並べ、その中位の意見表明者が表明する意見を採用する必要がある。

今回の場合、表明される意見は代替案である。この代替案を何らかの指標に基づいて順番に並べると、その指標は定量的に把握可能な必要があり、代替案について定量的に把握可能な指標は代替案実施に伴う受益と代替案実施費用となる。受益については、意見表明者が地区での活動機会の大きさの総和最大化と捉えるか、地区での活動機会の格差最小化といったとらえ方の基準が異なることが考えられる。代替案実施費用については、意見表明者によって、とらえ方の基準が異なることはない。そこで中位投票者定理を援用するにあたり、代替案をその実施費用の小さな順に並べることとする。

以上より実施代替案の選定において、代替案 a_0 から代替案 a_M について代替案実施費用 c_m が c_0 から c_M まで単調増加するように並べ、各代替案 a_m を選択した意見表明者の人数を P_{a_m} とする。実施代替案を選定するにあたり、 P_{a_m} を P_{a_0} から P_{a_M} まで順に和を取る際に意見表明者の総数 N 人の中位の意見表明者が表明する代替案を実施代替案 a^* として、式(13)より求める。

$$a^* = \arg \min_m \left(\frac{1}{2} N \leq \sum_{i=0}^m P_{a'_m} \right) \quad (13)$$

4. 実証分析

(1) 分析の目的

提案するモデルについて、以下4点の分析を行う。

I. 実施代替案の決定が可能であること、II. 個人が代替案表明を表明するにあたり他者の情報を与えることで、公共的判断による代替案表明が行われうること、III. 各住民が公共的判断に基づいて表明した代替案を集約し選択された実施代替案と各住民が公共的判断に基づかないときに表明された代替案を集約し選択された実施代替案

の差異、IV. 「公共的判断に基づく代替案選定モデル」の仮定の妥当性、について分析する。

分析にあたり、想定する状況で、回答者を意見表明者として、回答者が望ましい代替案を表明するアンケート調査を行う。調査にあたり、仮想状況下におけるある地域の事例とする。なお、事例については、岡山県真庭市の事例¹⁹⁾を参考にし、対象地域についても真庭市の事例を参考に図-2の簡略化した地域で考える。加えて、国土交通省の仮想的市場評価法(CVM)適用の指針²⁰⁾を参考に設問の表記を吟味し、調査票を作成する。

(2) 分析手法

分析によって確認する4点の事項についての分析手法について述べる。

- I. 実施代替案の決定が可能であること、については、提示した代替案から最も望ましい代替案を回答者に表明してもらい、代替案別にその表明人数を集約することで、3. のモデルより実施代替案が選定されるかを確認する。
- II. 個人が代替案表明を表明するにあたり他者の情報を与えることで、公共的判断による代替案表明が行われうること、については、III. 各住民が公共的判断に基づいて表明した代替案を集約し選択された実施代替案と各住民が公共的判断に基づかないときに表明された代替案を集約し選択された実施代替案の差異、と合わせて、回答者に回答者自身の移動環境を提示する場合(ケース1)と加えて回答者以外の住民(情報提供者)の移動環境を提示する場合(ケース2)で提示した代替案から最も望ましい代替案を回答者に表明してもらい、代替案別にその表明人数を集約し、代替案別の表明人数が各ケースでどう変化するかを確認する。なお、ケース1は公共的判

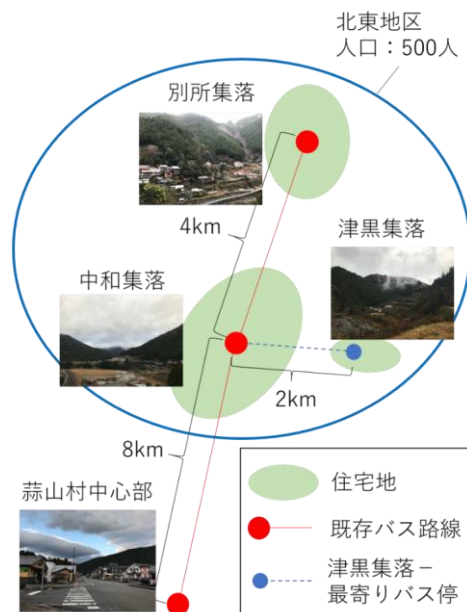


図-2 居住地から中心部までの移動

断に基づかない利己的判断を行う状況を想定しており、以降ではケース 1 を利己的判断時と呼ぶ。ケース 2 は公共的判断に基づきうる状況を想定しており、以降では公共的判断時と呼ぶ。IV. 「公共的判断に基づく意見形成モデル」の仮定の妥当性、については、3. における意見表明時の効用関数のパラメータ推定を行い、その有意性を検証することで、回答者が公共的判断に基づいて意見を表明しうるか、回答者の代替案表明における判断要因と仮定した説明変数は妥当かを検証する。なお効用関数のパラメータ推定にあたり、二項ロジットモデルを用いる。また利己的判断時と公共的判断時について、効用関数のパラメータ推定を行い、II. 個人が代替案表明を表明するにあたり他者の情報を与えることで、公共的判断による代替案表明が行われうること、についても検証する。しかし、効用関数の説明変数として、活動機会の大きさをを用いるものの、回答者がこの値を正確に認知することは困難であると考えられるため、活動機会の大きさを、活動機会評価指標を用いた際の活動機会の算出値、回答者が移動環境水準として認知した活動機会の認識値、のそれぞれを使用した場合について、効用関数のパラメータ推定を行い、活動機会の認識誤差も考慮する。

なお、効用関数のパラメータ推定には統計ソフト R を用いる。

(3) アンケート調査

分析を行うため、回答者が代替案表明を行うアンケート調査票を作成する。

最初に回答者が仮想地域内の住民として回答してもらうことおよび仮想地域の基礎情報、代替案についての情報を提示する。次に利己的判断時において、回答者自身の移動環境の変化を提示する。これら情報をもとに回答者に回答者自身の移動環境水準の評価してもらう。その際、10 段階で評価をしてもらい、公共交通機関利用時における、移動環境水準の最高評価および最低評価の住民を例示する。その後、各代替案を二項比較した際に、望ましいと回答者が考える代替案、全代替案のうち回答者が最も望ましいと考える代替案を表明してもらう。

ついで、公共的判断時における各情報提供者の代替案

実施前の移動環境について、詳細情報で提示し、代替案実施後の移動環境についても提示する。それまで提示された情報も加えて、回答者に各情報提供者の移動環境水準の評価、各代替案を二項比較した際に、望ましいと回答者が考える代替案、全代替案のうち回答者が最も望ましいと考える代替案を表明してもらう。各情報提供者について情報を提示するにあたり、公共的判断時では情報提供者の人数が多い場合、回答者の認知能力の限界を超えると考えられるため、無作為に抽出された 2 人の情報提供者について移動環境を提示する。

上記に加えて、自動車の運転の可否、日ごろの共感の程度などについての回答を得る。

(4) 代替案

アンケート調査において提示する代替案はデマンド輸送とする。これは既存のバスを利用できない住民に対して朝に住民の自宅付近から拠点に向かい、昼に拠点から住民の自宅付近に向かうデマンド輸送である。費用については、既存のタクシー業者に委託するものとして、岡山県のタクシー運賃²⁾と走行距離から算出する。デマンド輸送について、運行頻度、対象エリアの組み合わせ 4 案を用意し、現状の移動環境水準および費用負担の変化が生じない現状維持案と合わせて、表-3 の代替案 0 から代替案 4 の計 5 案を提示する。

(5) 調査実施

アンケート調査実施にあたり、回答者の募集、情報の割り付けが容易なことから、Web 調査を用いた。調査期間は 2020 年 1 月 30 日 (木)、回答対象者は東京都および政令指定都市のある道府県を除く県に住む 20 歳以上の 700 人である。東京都および政令指定都市を除く県に住む個人を除外するのは、本調査が過疎地域における地域公共交通計画に関する内容であり、都市部と過疎地域では、公共交通サービス水準の差が大きいことから、都市部にすむ個人は過疎地域の状況を正確に認識できないと考えたためである。そこで、東京都区部および政令指定都市に住む人についてはスクリーニングによって回答対象者から除外した。調査仕様により、政令指定都市の

表-3 代替案一覧

代替案名	実施内容	対象エリア	実施頻度	年間負担額
代替案 0	現状維持			0 円
代替案 1	デマンド輸送	バス停より 1500m 以遠	週 1 往復	700 円
代替案 2	デマンド輸送	バス停より 800m 以遠	週 1 往復	1400 円
代替案 3	デマンド輸送	バス停より 1500m 以遠	週 2 往復	1000 円
代替案 4	デマンド輸送	バス停より 800m 以遠	週 2 往復	2000 円

ある道府県を除く県に住む人が回答者となる。また調査において、回答者の属性は高齢者と非高齢者で分類し、調査上の仮想状況下において、回答者が居住する集落は簡略化のために図-2 に示す 3 集落（別所集落、中和集落、津黒集落）として、バス停からの距離は（200m, 500m, 1000m, ただし津黒集落は 2000m 追加）としてそれぞれ無作為に表示される形をとった。加えて、提示する住民 2 人についての情報については、個人属性を高齢者と非高齢者、運転の可否で分類し、非高齢者については基本的に車が運転できるものと考え、非高齢者（運転可）、高齢者（運転可）、高齢者（運転不可）の 3 種類として、個人属性、集落、バス停からの距離の組み合わせ 27 パターンについて住民 1 人目の情報サンプルと住民 2 人目の情報サンプルをそれぞれ 27 個作成したものがそれぞれ無作為に表示される形で調査を行う。Web 調査の実施にあたり、(株) マクロミルに委託した。

5. 分析結果

(1) データ

分析に必要なデータの収集方法およびデータ整理につ

いて述べる。

最初に実施代替案を決定するにあたり、表明された代替案の実施費用を昇順に並べて、中位投票者定理を援用し、中位の代替案を実施代替案とする。そこである代替案を望ましいと表明した人数とその実施費用のデータが必要となるが、今回は負担額を実施費用の均等割りとしていることから、負担額の昇順に代替案を昇順に並べて、中位投票者定理を援用し、中位の代替案を実施代替案とするものとして、現状維持案を含む、各代替案について、代替案 a_m を最も望ましいと表明した回答者の人数 P_{a_m} 、実施に伴う負担額 C_{im} を整理する。

また、効用関数のパラメータ推定にあたり、活動機会の大きさの算出が必要である。算出に必要な情報の一覧とアンケート調査時で回答者に提示している提示情報と回答者の回答より得られた回答情報のどちらを用いているかについて表-4 に示す。

活動機会評価指標の式(2), (4), (5)におけるパラメータは薦田ら⁴⁾の分析において使用された値、 $\alpha = 3.283$, $\beta = 0.986$, $\gamma = 1.814$, を用いる。加えて、自宅からバス停までの限界徒歩距離は、森山ら²⁾のアンケート調査結果を参考に 800m とする。

以上の情報をもとに活動機会を算出した結果、公共交

表-4 モデルでの入力情報一覧

情報名		情報種別	備考
活動機会算出関連情報	徒歩時間 (自宅-バス停)	h_{n1} (h)	提示情報
	徒歩時間 (バス停-目的地)	h_{n2} (h)	提示情報
	勾配 (自宅-バス停)	θ_1 (%)	提示情報
	勾配 (バス停-目的地)	θ_2 (%)	提示情報
	乗車時間	T (h)	提示情報
	乗換待ち時間	t (h)	提示情報
	中心部到着時刻	a_k	提示情報
	中心部出発時刻	d_j	提示情報
	往路便数	k (便)	提示情報
	複路便数	j (便)	提示情報
	施設営業開始時刻	\underline{T}	提示情報
	施設営業終了時刻	\bar{T}	提示情報
	利用確率	p_{kj}	提示情報
	車の運転の可否		回答情報
負担額	C_{im} (円)	提示情報	
表明人数	P_{a_m} (人)	回答情報	

通機関利用時の活動機会の大きさは 0~0.214 となる。車利用時の活動機会の大きさは 9.929~13.792 となる。

次に車利用時と公共交通機関利用時における認識値について整理する。モデルにおいて車利用時の活動機会の大きさの差異は、算出値は施設の営業時間と自宅から中心部までの車の所要時間に依存するものとしている。そのため公共交通利用時とは異なり、状況（活動機会の大きさ）を認識するのに必要な情報量が少ないと考えられる。以上より車利用時の活動機会の大きさの認識値は算出値に等しいものと考えて算出値を用いる。公共交通機関利用時における活動機会の大きさの認識値についてはアンケート調査で提示した公共交通利用時における 10 段階評価を用いる。公共交通機関利用時における活動機会の大きさの認識値の算出にあたり、公共交通利用時における評価 1 の住民の事例と評価 10 の住民の事例をもとに評価しているもの考える。

そのため、活動機会の大きさの認識値 f_j は、最低評価 1 の住民の事例での活動機会の大きさの算出値 f_{min} 、最高評価 N の住民の事例での活動機会の大きさの算出値 f_{max} 、回答者が表明した移動のしやすさの評価段階 n 、最高評価段階 N （今回は $N=10$ ）として、式(14)で与える。

$$f_j = A_{min} + (n - 1) \frac{f_{max} - f_{min}}{N - 1} \quad (14)$$

以上のデータの整理および算出を行い、分析を行った結果を以降で述べる。

(2) 代替案表明人数

最初に回答者が自身の状況のみを判断して代替案を表明した場合（利己的判断時）と回答者が自身と全住民から無作為に選ばれた 2 人の住民の状況を判断して代替案を表明した場合（公共的判断時）における実施代替案について検証する。利己的判断時および公共的判断時における各代替案の表明人数を表-5 で示す。

利己的判断時と公共的判断時における各代替案の表明人数について、最も活動機会の低い住民の活動機会を底

上げる（受益が最も大きく負担も最も大きい）代替案の表明人数が他の住民情報を与えることで増加する一方、各代替案中、受益と負担がともに最低である現状維持案も同様に表明人数が増加している。

(3) 実施代替案の選定

表明代替案の負担額の昇順に回答者を並べた際、中位回答者である 360 人目の回答者が表明した代替案は、利己的判断時においては代替案 1、公共的判断時においては代替案 2 である。以上より、利己的判断時における実施代替案は代替案 1、公共的判断時における実施代替案は代替案 2、となる。

この結果より、意見表明者が代替案を表明し、表明された代替案から実施代替案を決定するにあたり、意見表明者が利己的判断ではなく公共的判断を行うことで実施代替案がより活動機会を増大させる結果が得られた。

(4) 代替案表明における効用関数のパラメータ推定

最初に、利己的判断時における効用関数のパラメータ推定について、活動機会の大きさをモデルでの算出値をもとにした場合と活動機会の大きさを回答者の認識値を用いた場合に分けて分析を行う。利己的判断時かつ活動機会の大きさの算出値を用いた場合における効用関数のパラメータ推定結果について表-6 に示す。また推定結果から負担額については 1%有意となる結果となった。利己的判断時における活動機会の大きさの認識値を用いた場合における効用関数のパラメータ推定結果について表-7 に示す。また推定結果から負担額に加えて、回答者の活動機会の大きさについても 1%有意となった。加えて、回答者の負担である負担額の上昇によって効用が小さくなること、回答者の受益である回答者自身の活動機会の向上によって効用が大きくなることから、パラメータの符号についても妥当であると考えられる。

次に、公共的判断時における効用関数のパラメータ推定について、活動機会の大きさをモデルでの算出値をもとにした場合と活動機会の大きさを回答者の認識値を用いた場合に分けて分析を行う。公共的判断時かつ活動機

表-5 代替案別表明人数

代替案番号	代替案名 (アンケート上)	年間負担額	利己的判断時 表明人数	公共的判断時 表明人数
0	現状維持案	0 円	209 人	215 人
1	計画案 A	700 円	166 人	141 人
2	計画案 B	1000 円	114 人	116 人
3	計画案 C	1400 円	91 人	80 人
4	計画案 D	2000 円	140 人	168 人

会の大きさの算出値を用いた場合における効用関数のパラメータ推定結果について表-8に示す。また推定結果から負担額については1%有意に、回答者を除く住民2人の活動機会の大きさの平均について5%有意となる結果となった。公共的判断時かつ活動機会の大きさの認識値を用いた場合における効用関数のパラメータ推定結果について表-9に示す。また推定結果から負担額、回答者の活動機会の大きさ、回答者を除く住民2人の活動機会の大きさの平均については1%有意に、回答者と住民2人の活動機会について5%有意となる結果となった。

加えて、有意である説明変数について、負担額の上昇によって効用が小さくなること、活動機会の大きさが増大することで効用は大きくなることから、両者に関するパラメータ符号も適切であると考えられる。

しかし公共的判断時かつ活動機会の大きさの認識値を用いた場合、活動機会のジニ係数について、ジニ係数が0に近づくことと格差が縮小することから、ジニ係数が小さくなると効用が大きくなる。そのため、活動機会のジニ係数の符号は負となると考えられるが、結果は正と想定との逆の結果となっている。

なお尤度比が大きいのは、公共交通機関利用時と車利用時、それぞれの活動機会の大きさに大きな差があり、値が二極化したためと考えられる。

表-6 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
負担額 [円/100]	-0.055	-9.33**
回答者の活動機会	5.907	1.35
評価値		
定数項	-0.642	-9.14**
サンプル数	4397	
初期尤度	-20526	
最終尤度	-3001	
尤度比	0.8538	
修正済み尤度比	0.8536	

表-7 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
負担額 [円/100]	-0.056	-9.41**
回答者の活動機会	20.84	6.59**
評価値		
定数項	-0.639	-9.04**
サンプル数	4397	
初期尤度	-20524	
最終尤度	-2973	
尤度比	0.8551	
修正済み尤度比	0.8550	

(5) 分析結果まとめ

分析の結果より、I. 実施代替案の決定が可能であること、については、1つの実施代替案を決定されたことから実施代替案の決定は可能である。

II. 個人が代替案表明を表明するにあたり他者の情報を与えることで、公共的判断による代替案表明が行われうること、については、各代替案の表明人数の、利己的判断時および公共的判断時における変化は小さいものの、最も活動機会を向上する代替案の表明人数が公共的判断時において増加していること、効用関数のパラメータ推定において、他者の活動機会の大きさについて有意な結果が得られていること、より公共的判断による代替案表明が行われうると考えられる。

III. 各住民が公共的判断に基づいて表明した代替案を集約し選択された実施代替案と各住民が公共的判断に基づかないときに表明された代替案を集約し選択された実施代替案の差異、については、後者より前者の実施代替

表-8 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
負担額 [円/100]	-0.041	-6.90**
回答者の活動機会	-2.897	-0.65
評価値		
他住民の活動機会	8.904	2.21*
評価値平均		
活動機会	2.945	1.81
評価値ジニ係数		
定数項	-0.539	-7.85**
サンプル数	4529	
初期尤度	-22081	
最終尤度	-3103	
尤度比	0.8594	
修正済み尤度比	0.8592	

表-9 パラメータ推定結果

説明変数	パラメータ	t値
負担額 [円/100]	-0.052	-8.74**
回答者の活動機会	12.68	-4.88**
評価値		
他住民の活動機会	21.25	12.75**
評価値平均		
活動機会	3.044	2.18*
評価値ジニ係数		
定数項	-0.527	-7.54**
サンプル数	4529	
初期尤度	-22081	
最終尤度	-3103	
尤度比	0.8594	
修正済み尤度比	0.8592	

案が活動機会を向上するという差異が見られた。ただし、各代替案の表明人数の、利己的判断時および公共的判断時における変化は小さく、わずかな表明人数の変化によってで実施代替案に変化が生じたと考えられる。

IV. 「公共的判断に基づく意見形成モデル」の仮定の妥当性、については、活動機会の認識値を用いた場合、利己的判断時および公共的判断時ともにすべての説明変数について有意な結果が得られた。また、公共的判断時において、社会全体の格差が縮小することは正の効用と考えられるが、パラメータ推計結果においては逆の結果となっている。これは、アンケート調査結果において、回答者自身の移動環境水準が著しく低く、他の住民の移動環境水準が高い場合、移動環境水準が高い住民のためにも負担することに納得できないという記述回答があり、このような場合、負担の小さい代替案を選択する（格差が維持される代替案を選択する）、ことが要因になっているのではないかと考えられる。

6. 考察

本手法は代替案決定に至るまでの地域公共交通計画を構築したが、本手法を実際に用いる際には以下の2点について各地域、事例に応じて変更する必要がある。

1つ目は、どの負担方式を用いるかであり、2つ目は受益の大きさを活動機会の大きさから評価するにあたり、その評価基準の選定である。

また、本手法を実務に用いるにあたり、以下3点について考慮し、精度向上を図る必要がある。

1つ目は、活動機会評価指標による活動機会の算出値と、意見表明者が認識した活動機会の認識値の乖離の縮小によるモデルの精度向上である。

精度向上にあたり、状況説明をより詳しくすることでモデル算出値の状況と認識値の誤差を縮小する、など、意見表明者の認識した状況とモデルの算出値での状況の誤差を縮小することができると考えられる。

2つ目は、活動別の活動機会の詳細な評価である。

本研究では、活動施設が同一の地点に存在する事例を想定し、活動地点に到着すれば各活動が等しく実行できる、つまり活動機会が確保されるものとしている。しかし、実際には商店は比較的自宅に近いものの、病院は自宅から遠いといった状況も考えられ、その場合、買い物の活動機会は大きいものの、通院に関する活動機会の大きさは小さいものとなる。また病院や商店等の活動地点の到着後に活動をする際、活動地点において必要な財、サービスの有無等、活動の実行可能性については考慮していない。今後、より現実的に即した地域公共交通計画手法の構築にあたり、活動別でアクセシビリティとサービ

スの多様性を考慮することが必要である。これについては、各活動別に活動機会の大きさを、各活動に関するサービスの多様性をもとに算出し、各活動別の活動機会の大きさと費用負担の組み合わせをもとに住民が意見を表明するモデルに拡張することで、把握可能と考えられる。

3つ目は公共的判断の形成を促すための分割情報下を想定した情報提供である。

本研究では、意見表明者が情報提供者について深い認識を得る際に、個人の情報認識能力から分割情報下での情報提供手法を行うことを想定している。しかし、分割情報下で表明された意見を集約することで得られる結果が、完全情報下で表明される意見を集約することで得られる結果と一致するには、初期の認知生活水準（活動機会の大きさ）の分布および住民情報認識後の認知生活水準（活動機会の大きさ）の分布が正規分布となることが必要である。本研究ではこれらについて、正規分布として考えていないことから、完全情報下と分割情報下での実施代替案に変化が生じることが考えられるため、その変化について頑健性を確認する必要がある。

7. おわりに

本研究では、活動機会に着目した受益と負担の組み合わせである計画代替案を公共的判断に基づいて各住民が選択し、各住民が選択した代替案を集約して実施代替案を選定することで、地域全体での活動機会の増大を図る地域公共交通計画手法の提案した。

先行研究⁴⁾において代替案実施に伴う受益の評価に用いられた活動機会の大きさを、代替案実施時の費用負担と対応させ、その組み合わせから住民（意見表明者）が望ましい代替案を選択することで、費用負担を考慮した。

また、意見表明者に共感を形成しうる情報提供手法を用い、意見表明者が公共的判断に基づいて望ましい代替案を選択することを可能とした。これにより、意見表明者の過少申告やフリーライダーの影響を抑えることを考慮した。

加えて、意見表明者が表明した代替案を集約して実施代替案を決定することで、代替案決定に至るまでの地域公共交通計画手法を構築した。

実証分析のアンケート調査結果より、代替案実施に伴い実現される活動機会の大きさと負担額の組み合わせをもとに意見表明者（調査では回答者）が望ましいと表明した表明代替案を集約し、実施代替案を決定した場合、活動機会の低い住民の活動機会をより底上げする代替案が選定されうる知見が得られた。加えて、意見表明者が代替案を表明するにあたり、意見表明者自身に加えて他の住民について詳細情報で提示し公共的判断の形成を促

すことで、自身の活動機会の大きさと負担額に基づく利己的判断で意見表明者が望ましいと表明した場合より、活動機会の低い住民の活動機会をより底上げする代替案が選定される結果が得られた。

また効用関数のパラメータ推定の結果より、意見表明者が公共的判断に基づいて代替案を表明する際、負担額と自身を除く住民の活動機会の大きさを判断材料にしていることが分かった。しかし、活動機会評価指標による活動機会の算出値と回答者が認識した活動機会の認識値において、乖離が生じていることが示された。

この活動機会の算出値と回答者が認識した活動機会の認識値との乖離の縮小をはじめ、提案手法を実務で用いるための精度向上については今後の課題としたい。

謝辞：本研究において実施したアンケート調査の調査票作成にあたり、神戸大学大学院工学研究科の瀬谷創准教授には多くの助言を頂いた。神戸大学大学院工学研究科 OB の薦田悟氏には、分析の参考資料等の支援を、神戸大学大学院工学研究科の吉田一貴氏には分析のプログラミング作成等で支援を頂いた。ここに謝意を表したい。

参考文献

- 1) 水谷重秋：厚生経済学と社会的選択の理論，日本経済論評社，2012.
- 2) Nordbakke. S. and Schwanen. T：Well-being and Mobility: A Theoretical Framework and Literature Review Focusing on Older People, Mobilities, 2013.
- 3) 谷本圭志，喜多秀行：地方における公共交通計画に関する一考察—活動ニーズの充足のみに着目することへの批判的検討—，土木計画学研究・論文集，No.23, no.3, 2003.
- 4) 薦田悟，尾崎拍夢，四辻裕文，喜多秀行：活動機会増大のための地域公共交通計画策定の支援手法，土木計画学研究・講演集 57, 2018.
- 5) (財)国際交通安全学会：地域でつくる公共交通計画 日本版 LTP 策定の手引き，pp.1-10, (財)国際交通安全学会, 2010.
- 6) John Thøgersen, Social norms and cooperation in real-life social dilemmas, Journal of Economic Psychology, Volume 29, Issue 4, August 2008, Pages 458-472.
- 7) 鈴木 興太郎・後藤 玲子，2001，アマルティア・セン—経済学と倫理学—，実教出版。
- 8) 坂井豊貴：社会的選択理論への招待，日本評論社，2013.
- 9) 佐々木公明，徳永幸之：地域交通と住民の幸福—「アマルティア・センの潜在能力」を反映した地域交通システムの評価—，運輸政策研究，Vol.14, No.4, 2012.
- 10) 猪井博登，新田保次，中村陽子：Capability Approach を考慮したコミュニティバスの効果評価に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.21, no.1, 2004.
- 11) 辻皓平，喜多秀行，四辻裕文：公共交通の整備順位評価のためのアクセシビリティ指標に関する一考察：交通工学研究発表会論文集，Vol.34, pp.457-462, 2014.
- 12) 後藤玲子：規範科学としての潜在能力アプローチの可能性について—佐々木公明・徳永幸之[2012]，“地域交通と住民の幸福—「アマルティア・センの潜在能力」を反映した地域交通システム評価”，「運輸政策研究」，Vol.14, No.4, pp.2-12 に対する誌上討議—，運輸政策研究，Vol.15, No.3, 2012.
- 13) 森 徹，1996，公共財供給メカニズムの有用性，多賀出版。
- 14) 湧口 清隆，交通サービスの自発的供給は可能か?：理論的フレームワーク：交通学研究，1998, 111-120, 1999.
- 15) 吉永 健治，公共財の供給コストと便益に関する考察：タダ乗りは協調行動の失敗の誘因となる，国際地域学研究 (20), 105-129, 2017.
- 16) John Thøgersen, Social norms and cooperation in real-life social dilemmas, Journal of Economic Psychology, Volume 29, Issue 4, August 2008, Pages 458-472.
- 17) 青木駿太，瀬谷創，喜多秀行：社会的選択のための公共的判断の醸成要因に関する基礎的研究，土木計画学研究発表会・講演集 60, 2019.
- 18) 尾崎拍夢，織田澤利守，喜多秀行：認知可能な情報量を考慮した偏りのない事実認識の共有手法，未発表論文。
- 19) 岡山県真庭市：真庭市地域公共交通網形成計画，2016.
- 20) 国土交通省：仮想的市場評価法（CVM）適用の指針，2009.
- 21) 一般社団法人岡山県タクシー協会，タクシー運賃・料金，<https://www.okataxi.jp/fare/>（接続確認：2020年3月6日）
- 22) 森山昌幸，藤原章正，張俊屹，杉恵頼寧：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，土木学会論文集，vol.786, 2005.

(2020. 3. 8受付)