第Ⅳ部門

公共交通サービスを地域社会で選択するための支援手法

神戸大学大学院　学生会員　○小野　祐資
神戸大学大学院　正会員　喜多　秀行
神戸大学大学院　正会員　四辻　裕文
神戸大学　学生会員　菅　洋子

1. はじめに

「お互いがお互いのことをわかっている」小さなコミュニティでは，隣人に配慮し，暮らしやすい環境を維持創出するための合意が形成される場合が少なくない[1)]．しかし，市町村等での計画策定は，意思決定主体たる住民相互の面識がほとんどない場合が多い．

本研究では，公共交通計画を策定する際に，大きなコミュニティでも小さなコミュニティと同様に各自が置かれている状況が相互にわかる状態を作り出し，計画の策定と合意形成を円滑に行うための支援モデルを構築する．その際，ニーズの切り下げ[2)]が懸念されるため，医療や買い物といった活動機会そのものに着目し，潜在能力アプローチ[3)]を援用してモデル化を行う．

2. 本研究の枠組み

本研究では，活動の機会が乏しい過疎地域を対象とし，居住地と中心地および両者を結ぶバス路線のみを考える．基本的な活動機会として，医療と買物を考え，これらの活動はバスで中心地へ移動して行うとする．

「活動機会」とは，個人が利用可能な「資源」と「資源利用能力」のもとで実現しうる様々な状態や行動を指し，Sen[3)]のいう「機能」とほぼ同義である．人が実際に実行可能な機能の束を「潜在能力」と呼び，効用と異なり客観的な指標であるため，個人間比較が可能である[3)]．本研究では，資源としてバスダイヤと活動を行う施設の営業時間を，機能としてバスダイヤを利用してなすことができる医療と買物の活動機会を，資源を機能に変換する能力として個人の外出可能時間をそれぞれ取り上げ，機能の達成度をアクセシビリティ指標値で記述する．

社会的選択の規範は，地域の行動原理に近いものを選ぶことが望ましい．本研究では，最も不遇な状況に置かれている住民の状態を改善するレキシミン原理を取り上げ，モデル化を行う．

3. ダイヤごとの個人の機能の達成度の測定

機能の達成度を測定するために，谷本らのアクセシビリティ指標[4)]を，ダイヤと施設の営業時間，個人の外出可能時間を考慮できるよう再構築する．中心地到着後初めに行う機能の達成度は式(1)で，その後に行う機能の達成度は式(2)で表される．式中の積分及び総和で活動の多様性を，積分区間の最大値・最小値を取る部分で開業時間を，p_{kj}^{p}で個人の外出可能時間を，ガウス記号の部分で活動の開始時刻が終了時刻より前に来るようにそれぞれ考慮している．なお，詳しい定式化は小野[5)]を参照されたい．

$$A_{\psi_\delta}^{1,p}=\int_{\max(a_1,\underline{T^1})}^{\min(d_j,\overline{T^1})}\sum_{k=1}^{K-1}\int_{\max(a_k,\underline{T^1})}^{\min(a_{k+1},\overline{T^1})}\xi_1*f(X)*p_{kj}^{p}dt_{s_1}dt_{e_1}+\cdots(1)$$

$$A_{\psi_\delta}^{2,p}=\int_{\max(a_1,\underline{T^2})}^{\min(d_j,\overline{T^2})}\sum_{k=1}^{K-1}\int_{\max(a_k,\underline{T^1})}^{\min(a_{k+1},\overline{T^1})}\int_{\max(a_k,\underline{T^2})}^{\min(a_{k+1},\overline{T^2})}\xi_1\xi_2 f(X)p_{kj}^{p}dt_{s_2}dt_{e_1}dt_{e_2}+\cdots(2)$$

$$f(X)=f\left(t_{s_1},t_{e_1}:a_k,d_j\right)=1*e^{-\gamma\left(d_j-a_k-t_e+t_s\right)}$$

$$\xi_1=\left[\frac{t_{e_1}-t_{s_1}}{d_J-a_1}\right],\ \xi_2=\left[\frac{t_{e_2}-t_{s_2}}{d_j-a_1}\right],\ [\bullet]：ガウス記号$$

ψ_δ：δ番目のダイヤ代替案，a_k：ψ_δの k 便目の中心地到着時刻，d_j：ψ_δの j 便目の中心地出発時刻，t_{s_1}・t_{e_1}：1 つ目の活動の開始時刻と終了時刻，$\overline{T^\lambda}$・$\underline{T^\lambda}$：活動λを行う施設の営業開始時刻と終了時刻，p_{kj}^{p}：個人 p が往路 k 便目かつ帰路 j 便目を週に何回使えるかという割合，γ：パラメータ

各機能の達成度を軸とする機能平面上に，それぞれのダイヤに対する各機能のアクセシビリティ値の組を座標値とし，プロットする．

4. ダイヤに対する個人評価と社会的評価

ダイヤに対する評価は個人の置かれている状況によって異なる．通院が必要な住民にとって，いくら買物に便利なダイヤを提供されても通院ができなければ生活できない．このような状況を反映しうる個人評価関数を推計する．ダイヤψ_δの下での医療と活動機会の達成度の組合せ$\left(A_{\psi_\delta}^{1,p},A_{\psi_\delta}^{2,p}\right)$を座標とみなし，機能平面上にプロットする．次に，ダイヤψ_δに対する個人の評価値

Yusuke ONO, Hideyuki KITA , Hirofumi YOTSUTSUJI , Yoko SUGA　kita@crystal.kobe-u.ac.jp

を考える．評価値は，式(3)のように，重み付けされた線形和の式で表され，これを個人評価関数と呼ぶ．

$$E_{\psi_\delta}^{p} = \pi_1 A_{\psi_\delta}^{1,p} + \pi_2 A_{\psi_\delta}^{2,p} \quad (3)$$

式(3)は式(4)に変形できることから，図１に示すように，評価値はダイヤψ_δの機能平面上の点から傾き$-\pi_1/\pi_2$で描いた射線と空間対角線の交点に相当する．

$$-\pi_1/\pi_2 = E_{\psi_\delta}^{p} - A_{\psi_\delta}^{2,p} / E_{\psi_\delta}^{p} - A_{\psi_\delta}^{1,p} \quad (4)$$

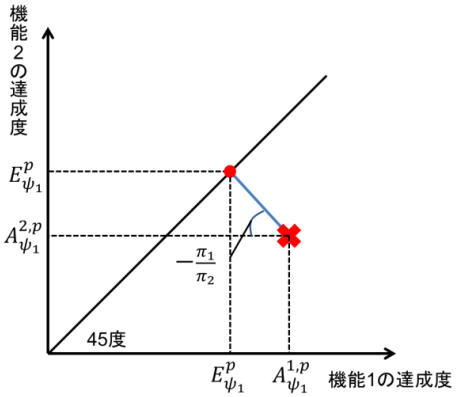

図１　機能平面と個人評価

次に，ダイヤの選好順序から住民の希望する機能の構成比を導き出す．これは，ダイヤの選好順序とダイヤに対する個人評価値の順序が整合的になる個人評価関数の傾きを求めることに相当する．例えば，ダイヤψ_2よりダイヤψ_1が選好される時，$E_{\psi_1}^{p} > E_{\psi_2}^{p}$となる傾きである．この条件を満たす傾き$\alpha_p^{1-2}$の集合$\mathbb{A}_p^{1-2}$とする．

$$\mathbb{A}_p^{1-2} = \left\{ \alpha_p^{1-2} \middle| -\infty < \alpha_p^{1-2} < \frac{A_{\psi_2}^{2,p} - A_{\psi_1}^{2,p}}{A_{\psi_2}^{1,p} - A_{\psi_1}^{1,p}} \right\} \quad (5)$$

このようにダイヤ集合の要素（ダイヤ）を一対比較し，傾きの範囲$\mathbb{A}_p^{\delta-\delta'}$（$\delta = 1,2,\ldots,\delta,\ldots,\Delta$）の共通部分を個人評価関数の傾きの範囲の集合$\mathbb{A}_p$とする．

$$\mathbb{A}_p = \begin{cases} \mathbb{A}_p^{\delta-\delta'} \cap \mathbb{A}_p^{\delta-\delta'+1} \cap \ldots (\delta < \delta') \\ \phi \quad （\phiは空集合を表す） \end{cases} \quad (6)$$

次に，個人評価関数の傾き$\alpha_p(-\infty < \alpha < 0)$の代表値を傾きの範囲の中央値とする．これは，傾きを0や$-\infty$にしないための便宜的なものである．

$$E_{\psi_\delta}^{p} = \sqrt{2 * \frac{A_{\psi_\delta}^{2,p} - \alpha_p * A_{\psi_\delta}^{1,p}}{1 - \alpha_p}} \quad (7)$$

社会的評価はレキシミン原理を援用し，ダイヤψ_pに対する最低の評価値$E_{\psi_p}^{*}$が最大となるダイヤψ_p^{*}が最も望ましいと考える．

$$\psi_\delta^{*} = arg \max_{\psi_\delta} \left(E_{\psi_1}^{*}, E_{\psi_2}^{*}, \ldots, E_{\psi_\Delta}^{*} \right) \quad (8)$$

5. 地域社会による計画代替案選択の支援手法

計画策定の際は，まず，計画の関連エリア，関係住民等を明らかにし，個人の外出可能時間・用意した複数のダイヤ代替案間に対する選好順序・活動を行う施設の営業時間を恵まれない状況にある住民を主眼にして調査する．(5)式～(7)式のモデルを用いて，得られた情報から各住民の各ダイヤに対する評価値と，社会的な望ましさで順序付けされたダイヤを求める．以上の情報を住民に提供することにより，各自が置かれている状況を相互に知悉している状態が創出され，その下で「たたき台」として提示されたダイヤが地域社会にとって最も望ましいものとなっているか否かを検討することが可能となる．

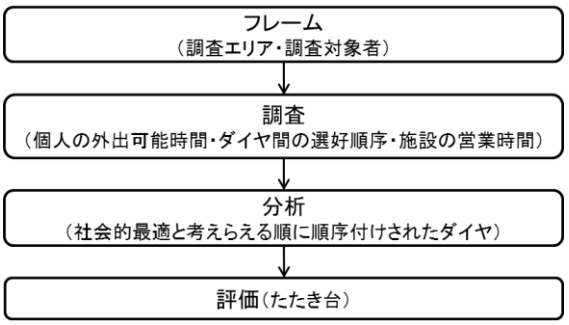

図２　計画代替案選択のフレームワーク

6. おわりに

本研究では潜在能力アプローチを援用し，アクセシビリティ指標で計測した機能の達成度に基づき計画代替案に対する各個人の評価値を導出・提示することにより，「大きなコミュニティ」でも「小さなコミュニティ」と同様，比較的容易に計画策定を可能とする支援手法を構築した．また，今後は移動販売などの計画支援についても同様の方法で行っていくことができると考えている．

参考文献

1) （財）国際交通安全学会：地域社会が保障すべき生活交通のサービス水準に関する研究，pp.57-84，2008　他
2) 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.3，2006 年 9 月
3)Sen . A . K.: Commodities and Capabilities , Amsterdam : North - Holland , 1985 . (鈴村興太郎宅：福祉の経済学―財と潜在能力，岩波書店，1988)
4）谷本圭志・牧修平・喜多秀行：地方部における公共交通計画のためのアクセシビリティ指標の開発，土木学会論文集 D，Vol.65　No.4，2009
5)小野祐資：公共交通サービスを地域社会で選択するための支援手法,神戸大学修士論文,2013.3