生活サービスのアクセス利便性に関する評価手法
－付加的な活動のしやすさに着目して－

公共システム研究室　来海達也

1. はじめに

過疎地域や中山間地域では，人口減少に伴い，医療や買い物などの日常生活に必要な生活サービスの縮小や撤退が相次いでいる．このことから，住民はサービスを享受するためにより遠方へアクセスする必要が生じる．この背景に関して，「小さな拠点」のように複数の生活サービスを一定の範囲に集約し，一度の外出で複数のサービスを一括して享受しやすくすることで，アクセス利便性の低下を緩和することが検討されている．拠点の設定や整備に際して，サービスへのアクセス利便性を測定するためには，サービスを集約することに伴う付加的な活動のしやすさ，居住地からサービスまでの距離の双方を反映させることが必要となる．そこで本研究では，居住地を起点・終点とした生活サービスへのアクセス距離に着目し，一度の外出における付加的な活動のしやすさを協力ゲーム論的に評価する指標を開発する．

2. 本研究の基本的な考え方

通常の協力ゲーム理論では，プレイヤー同士が協力したときに得られる利得や，協力することで削減できる費用をプレイヤー間でどのように配分するかという事象を扱う．本研究では，あるサービスに付加して別のサービスにもアクセスするという状況において，各サービスへのアクセスにどれだけの距離を要しているのかをシャープレイ値に基づいて導出する．図 1 に示す例で考えよう．享受するサービスの集合を S，それらのサービスを享受するために要する最小の距離を費用関数 $C(S)$で表すと，次式で表される．

$C(1) = 12, C(2) = 8, C(3) = 4$
$C(1, 2) = 13, C(1, 3) = 13, C(2, 3) = 12$
$C(1, 2, 3) = 14$

このときシャープレイ値の考え方に基づくと，サービス 1 に付加してサービス 2 にもアクセスする場合，サービス 2 の享受に要する距離は $C(2)$ではなく，$C(1, 2) - C(1)$として導出される．

どのサービスにアクセスするかの順序ならびにそのもとでの各サービスへのアクセスに要する距離は図 2 で表される．ただし上述の $C(1, 2) - C(1)$とは，一旦サービス 1 にのみアクセスすると決めた後に，サービス 2 へのアクセスも付加することに変更した場合の距離の増加分である．すなわち，当初はサービス 1 への最短の距離（$C(1)$）を想定するが，変更後にはサービス 1, 2 を最短の距離でまわれる経路を見出し，その経路の距離（$C(1, 2)$）を想定することになる．よって，$C(1, 2) - C(1)$とは当初と変更後に想定する距離の差であり，図 1 におけるサービス 1 と 2 の供給施設間の距離(3)ではない．したがって，「どのサービスにアクセスするかの順序」とは，どのサービスにアクセスするのかに関する思考上での順序であり，地理的にサービスをどのようにまわるのかの順序ではないことに留意を要する．

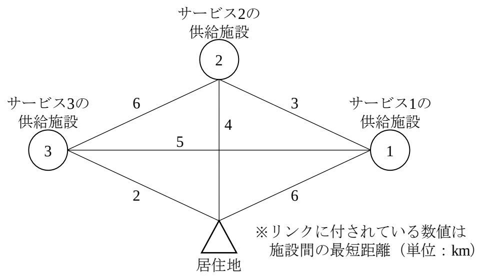

図 1　居住地とサービスの位置関係（例）

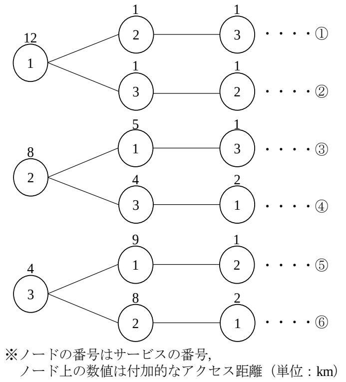

図 2　アクセスの順序と付加的な距離

図 2 に示す①～⑥の順序における各サービスのアクセス距離の期待値がシャープレイ値であることから，これをサービス i に関するアクセス利便性ϕ_iとする．すると，図 1 の居住地におけるアクセス利便性ϕ_i は，$\phi_1 = 42/6$, $\phi_2 = 27/6$, $\phi_3 = 15/6$ と求められる．

シャープレイ値の考え方は，図 2 に示したようにすべてのサービスにアクセスすることが前提となる．しかし，実際に個人がサービスにアクセスする場合には，一度の外出で地域内のすべてのサービスにアクセスしなければならないという制約はなく，そのいくつかを選択しアクセスするのが一般である．したがって，そのような状況を考慮しうる手法として拡張する必要がある．

3. アクセス利便性の測定方法の開発

アクセスの対象となりうる生活サービスの集合を N とする．個人は，これに含まれるすべてのサービスにアクセスするのではなく，その一部にアクセスすることもありうる．その点を踏まえて図 2 を修正したのが図 3 である．図 3 が示すように，どのサービスにアクセスするのかも含めたアクセスの順序は全部で 15 通りである．一般には，

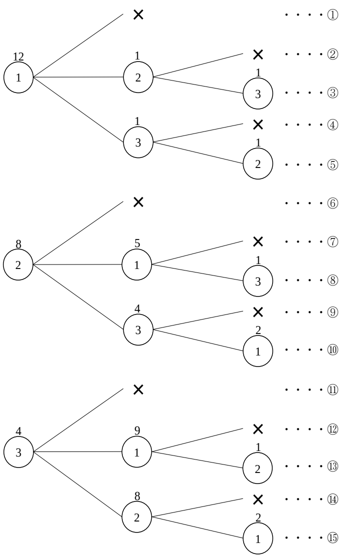

図 3　アクセスの順序と付加的な距離（修正）

すべてのサービスの総数が n の場合, 以下に示す順序の数がある.

$$p(n)=\sum_{s=1}^{n}{}_{n}C_{s}\,s! \tag{1}$$

本研究では, どの順序の発生確率も等しいとする. 集合 S がアクセスするすべてのサービスである場合のゲームを $G(S)$で表し，図 3 に示すゲームを G で表す．すると，順序①，⑥，⑪はそれぞれ G_1, G_2, G_3，順序②と⑦は G_{12}，順序④と⑫は G_{13} であり，その他の順序も G_{23}, G_{123} のいずれかに該当する．

シャープレイ値は, どの順序も等確率で発生することを想定しているため，例えば，G_{12} でのシャープレイ値は順序②と⑦の発生確率がそれぞれ 1/2 である．したがって，G_{12} でのシャープレイ値に 2 を乗じると, 順序②と⑦に関する各サービスへのアクセスに要する距離の和が求められる．このように, 任意のゲーム $G(S)$のシャープレイ値に $s!$を乗じると, そのゲームで想定される順序に関する各サービスへのアクセスに要する距離の和を求めることができる．このようにして, すべての順序に関するアクセスに要する距離の和を求めた上で, 式(1)（三人ゲームの場合は 15）でその和を除すことで, G でのシャープレイ値を求めることができる.

以上の考えに基づき, 本研究の場面に適用しうるシャープレイ値の拡張，すなわち，居住地 k におけるサービス i のアクセス利便性 ψ_{ki} は，次式で表される.

$$\psi_{ki}(G)=\sum_{S:S\subset N}\phi_{ki}(G_S)\frac{s!}{p(n)} \tag{2}$$

$$\phi_{ki}(G_S)=\sum_{T:i\in T\subset S}\frac{(t-1)!(s-t)!}{s!}\{C_k(T)-C_k(T-\{i\})\} \tag{3}$$

4. 実際の地域におけるアクセス利便性の測定

病院，役場，スーパー，金融機関，道の駅の 5 つの生活サービスを対象にアクセス利便性を測定する. 居住地ごとに算出されるアクセス利便性を次式に示すように地域単位で集約することで地域のアクセス利便性を評価する．ここで，F_k は居住地 k $(1\le k\le m)$における人口であり，次式は居住地におけるサービスのアクセス利便性を居住地の人口で重みづけ平均した値である.

$$\psi_i(G)=\frac{\sum_{k=1}^{m}\psi_{ki}(G)F_k}{\sum_{k=1}^{m}F_k} \tag{4}$$

岩美町を対象に，式(4)によって算出したアクセス利便性を図 4 に示す. 比較のため単一のサービスへアクセスする場合の地域全体でのアクセス距離も併せて示す.

また, 地域全体の総合的なアクセス利便性として, 距離の絶対的な指標として式(5), 相対的な指標として式(6)を定義する.

$$\psi(G)=\sum_{i\in N}\psi_i(G) \tag{5}$$

$$\zeta(G)=\frac{\sum_{i\in N}\psi_i(G)}{\sum_{i\in N}C(i)} \tag{6}$$

地域ごとに算出した式(5)，(6)の値を図 5 のように散布図に示すことで, 左下の地域ほど利便性が高いことが判定できる.

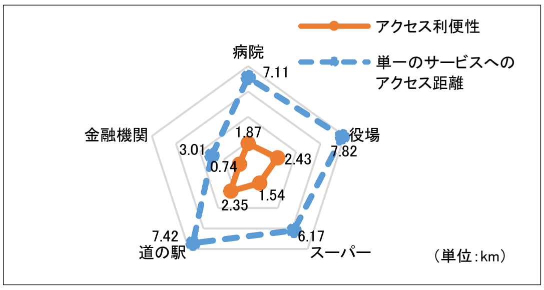

図 4　アクセス利便性およびアクセス距離

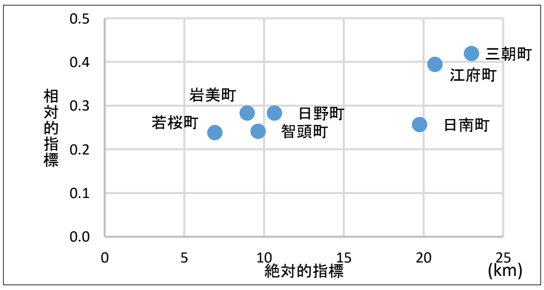

図 5　地域の利便性の比較