第Ⅳ部門　　移動を伴う活動機会の維持・創出のための包括的支援方策に関する研究

神戸大学大学院　学生会員　○越智　達也
神戸大学大学院　正会員　四辻　裕文
神戸大学大学院　正会員　喜多　秀行
神戸大学　学生会員　小林　晴香

1. はじめに

バス等の公共交通サービスが薄い過疎地域の中には，そのサービス水準では住民が買物や受診といった生活必需の活動の機会を維持することさえままならないところがある．そこでは，公共交通サービスを存続させるか否かという議論だけではなく，移動販売や通信販売のような生活支援サービスとの組合せによって包括的に生活保障を計画するということも視野に入れてサービス水準を議論すべきと考える．

そこで本研究では，バスサービスあるいは移動販売サービスといった個別の行政部門枠にとらわれない部門横断的な生活保障計画を策定するうえで，地域に点在する住民がもつ資源利用能力に着目したサービス割り当て計画の支援方法を提案する．

2. 枠組み

個々の住民が利用可能な公共交通サービス・生活支援サービス等の資源，並びに彼らの身体能力・認知能力等に基づく資源利用能力のもとで，彼らが行える活動の程度を本研究では，「活動機会」と呼ぶことにする（図 1）．活動機会の達成には，資源と資源利用能力の組合せにより様々な方法がある．

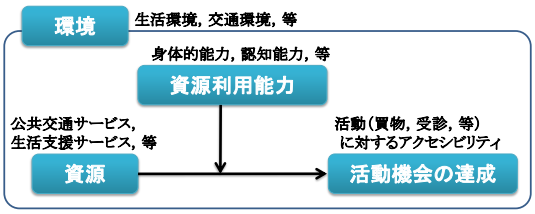

図 1　潜在能力アプローチによる活動機会の定義

活動機会の達成方法には例えば，買物をするためにバスを利用して中心部へ移動する方法や，中心部に移動せずとも移動販売車などを利用して居住地付近で買物をする方法もある．住民がバスを利用するためには，居住地付近にバス停があり，中心地までバスが運行されている必要がある．このようにサービスのみならず施設・ダイヤ等も含めた広い意味での活動機会達成に必要なものを，本研究では「資源」と呼ぶ．また，住民がバスを利用するためには，居住地から最寄りのバス停まで移動し，バスに乗車しなくてはならない．その際，バス停までの移動能力やバスの乗降能力が必要となる．このような外出能力に加えて認知能力等も含めた広い意味での資源利用に必要な能力を，本研究では「資源利用能力」と呼ぶ．このとき，個々人の資源，資源利用能力は排反事象で，かつ計画者が識別可能と仮定する．

一方，活動機会達成を包括的に支援する方法は様々な切り口があるが，本研究は萌芽的研究ゆえにまずは，資源利用能力を考慮したバスサービス・移動販売サービス割り当て計画策定支援に着目する．

3. モデル

実際の地方部過疎地の土地利用を想定し，中心地 G の周辺に集落がI個点在しているとする．集落$i = 1 \dots I$に居住する住民$p = 1 \dots P$がサービス$k = 1 \dots K$を利用するために必要な資源のQ個の要素を$r_{pqi}^{k} \in \{0,1\}(q = 1 \dots Q)$，かつ$Q$個の資源に対応する資源利用能力の要素を$a_{pqi}^{k} \in \{0,1\}(q = 1 \dots Q)$とし，集落$i$に居住する住民$p$にとってのサービス$k$に対する活動機会達成状況を$S_{pi}^{k} \in \{0,1\}$とする．

次に，中心地GとI個の集落からなる$I+1$個の地点間距離をd_{ij}（$=d_{ji}$）とし，サービスkが集落iの直後に集落jを巡回するときを$x_{ij}^{k} = 1$，それ以外を$x_{ij}^{k} = 0$とし，サービスkの単位距離あたりの提供コストをl^{k}とする．各サービスの 1 台あたりの巡回可能距離制約をD_kとし，サービスkが集落iを訪れるときを$y_i^k = 1$，それ以外を$y_i^k = 0$とする．各サービスの提供コストは移動距離のみで決まると仮定すると，総提供費用最小化問題は，以下のように定式化される．

$$Y = \sum_k l_k \sum_i \sum_j d_{ij} x_{ij}^{k} \rightarrow min \qquad (1)$$

$$\sum_k y_i^k \geq 1 \quad (i = 1 \dots I) \qquad (2)$$

$$\sum_j x_{ij}^{k} = \sum_j x_{ji}^{k} = y_i^k (i, j = 0,1, \dots I;\ k = 1 \dots K) \qquad (3)$$

Tatsuya OCHI, Hideyuki KITA, Hirofumi YOTSUTSUJI, Haruka KOBAYASHI; kita@crystal.kobe-u.ac.jp

$$\sum_i \sum_j d_{ij} x_{ij}^k \le D_k \ (k = 1 \dots K) \qquad (4)$$

$$\sum_p S_{pi}^k \left(y_i^k - 1 \right) = 0 \quad (i = 0,1, \dots I;\ k = 1 \dots K) \qquad (5)$$

$$\sum_{i,j \in w} x_{ij}^k \le |w| - 1 \ for\ all\ \ w \subset \{1 \dots I\} \qquad (6)$$

$$S_{pi}^k = \prod_q a_{pqi}^k \, r_{pqi}^k \qquad (7)$$

式(1)は，目的関数であり，サービスの総提供費用Yの最小化である．各サービスの提供費用は移動距離に単位距離当たりの提供コストを乗じたものである．式(2)は，各集落iには必ずサービスが最低一種類以上提供されるということを示す．式(3)は，各サービスが各集落を訪れた直後にそこを去ることを示している．式(4)は，各サービスの提供車両の巡回可能距離制約を表す．式(5)は，集落iに居住する各住民に対して有効な支援策を必ず 1 種類以上提供する制約条件である．式(6)は，部分巡回路（中心地にルートが接続していなもの）を禁止する部分巡回路除去条件である．そして，式(7)は，集落iに住む住民pがサービスkをどのような資源と資源利用能力のもとで使えるかを示した活動機会達成状況を表す．

4. 近似解法

本研究では，前章の最適化問題の解法としてセービング法 [1] を改良して用いる．一般に，セービング法は，単一サービスの総配送距離最小化問題の解法として有益である．一方，本研究では，単位距離当たりの提供コストが異なる複数のサービスを考えているため，複数のサービスが集落の代表的個人の資源利用能力に応じて効率的に巡回するルートを決定するようなアルゴリズムを構築する必要がある．

本研究では，サービスkはバスと移動販売の 2 種類を考え，そのうえで集落のタイプを，集落 A: $k = 1$のサービス提供が有効な集落，集落 B: $k = 2$のサービス提供が有効な集落，集落 C: $k = 1,2$のどちらの一方のサービス提供が有効な集落，集落 D: $k = 1,2$の両方のサービス提供が有効な集落の 4 種類を考える．すなわち，4 種類の集落と中心部Gとの間を 2 種類のサービスが巡回するものとする．

配送路変更による削減費用を表わすセービング値を求める際は，2 つの集落が有するタイプの組み合わせによって，$k = 1,2$それぞれのサービスが 2 集落を巡回して中心部に戻るルート（つまり，トライアド）を設定可能かという条件や，どちらのサービスも巡回可能な場合に総費用が安くなるサービスを巡回させるという条件ごとにセービング値を求め，値の大きい順にルートの効率化をすすめる．

5. 数値分析事例

実際に過疎地を抱える地方部において方法を適用することを想定した数値分析事例を示す．集落と中心部の配置は，青森県平川市平賀地域の土地利用を参考に [2]．，中心部 G の周辺に集落 A～D に属する集落が 10 箇所置く．そのうえで，バス$(k = 1)$と移動販売$(k = 2)$の運行経路を総提供費用Yが最小化するように割り当てる．単位距離当たりのコストを$l_1 = 379$(円$/km$),$l_2 = 360$(円$/km$) ，巡回可能距離制約を$D_1 = 30(km/day)$，$D_2 = 30(km/day)$とした下で得られた最適なサービスの割り当て経路を図 2 左に示す．また，各集落のタイプを変化させた場合の結果も同図右に示す．図中の集落番号右のカッコ内は集落のタイプ，実線がバスの経路，破線が移動販売の経路を示す．現状のバスサービス提供費用と比較して包括的支援策の削減効果が確認できた．

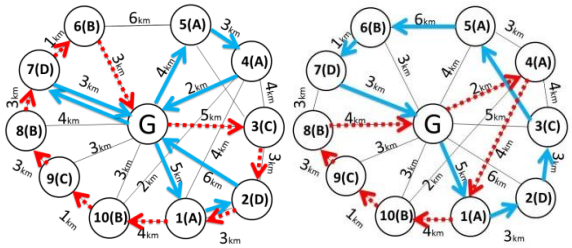

図 2　包括的支援策としてのバス・移動販売の最適ルート

6. まとめ

本研究では，活動機会を維持・創出するための包括的な支援策を見出す一つのツールを提案した．これを用いると，自治体のある部門の政策担当者が他部門の担当者と部門横断的な生活保障計画を策定するうえで，その意思決定を支援できると考えている．

7. 参考文献

1) 園川隆男，伊藤謙治：生産マネジメントの手法，朝倉書店，1996

2) 平川市地域公共交通総合連携計画：http://www.city.hirakawa.lg.jp/docs/2010100800200/files/renkei.pdf