

小需要地域における生活交通サービスの 共存・競合に関する分析手法の開発

公共システム研究室 川村周平

1. はじめに

路線バスなどの従来型の公共交通の成立が困難である小需要地域では、新たな形態の生活交通サービスが運行可能となっており、多くの地域でこれらの導入が検討されている。その一つとして、NPO 法人等が行う過疎地有償運送サービスがある。これにより、地域の事情に応じた柔軟なサービスを廉価で供給することが可能となっているものの、タクシー事業との競合が懸念される。一方で、これらは互いに完全に代替できる関係にはないため、これらの共存が地域にとって望ましい。しかし、どのような条件で共存しうるかが明確でないため、サービスの導入に際しては運行主体の間に利害の衝突が生じる。そこで本研究では、これら二つの生活交通サービスをそれぞれどれだけの空間規模で提供すればそれぞれの収支がどの程度かを分析するための手法を数理計画法を用いて構築する。その上で、鳥取県のある地域を対象に、共存の可能性について実証的な分析を行う。

2. 収支の算出方法

過疎地有償運送サービスによる収支の算定には、効率的な車両の運用をシミュレーションしうる方法が必要となる。その方法として、本研究では、グラフ理論における割り当て問題を用いる。その考え方を時間地理学における時空間パスを用いて説明する。図1に時空間パスのグラフの例を示す。任意の需要トリップのノードを i で表し、○と●の間に結ばれている実線が、需要トリップ i のパス P_i である。○、●のノードはそれぞれトリップの起点、終点であり、また、回送時における車両の終点、起点でもある。これら二つの○、●のノードには s_i , t_i が付与されており、それぞれ需要トリップ i の開始時刻、終了時刻を表している。当該の事業者が充足の対象とするトリップの集合を N で表す。車両 q ($q \in Q$) で需要トリップ i ($i \in N$) を満たすか否かを示す 0-1 変数を x_{iq} とし、需要トリップ i を満たした際に、需要トリップ i から次の需要トリップ j へ回送するかどうかを表す 0-1 変数を w_{ijq} とする。行列 $X = \{x_{iq}\}$, 行列 $W_q = \{w_{ijq}\}$ と表す。需要トリップ i を充足した際に得られる料金を u_i で表し、そのベクトルを $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ と表す。また、需要トリップ i を充足する際の実車中の運行費用を v_i で表し、そのベクトルを $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ とする。また、車両の回送の際にかかる費用を表し

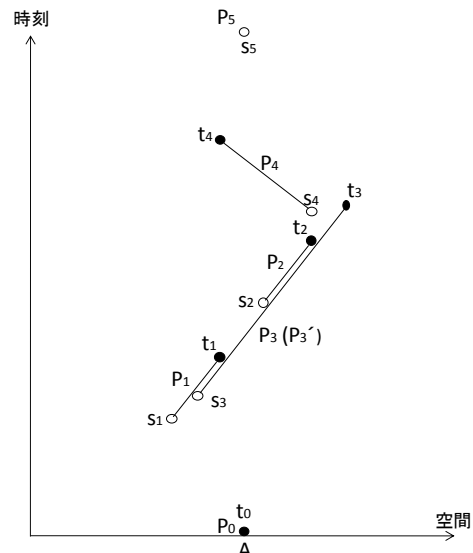


図1 時空間パスと需要トリップ

た行列を C とする。需要トリップ i と需要トリップ j が重複していれば 1, そうでなければ 0 で表わした重複行列を d_{ij}^0 とすると、本研究における車両の割り当て問題は以下のように定式化される。

$$\sum_{i \in N} (u_i - v_i) x_{iq} - \sum_{q \in Q} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} w_{ijq} \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{q \in Q} x_{iq} = 1 \quad (\forall i \in N) \quad (2)$$

$$x_{iq} + \sum_{j \in N} d_{ij}^0 x_{jq} \leq \pi_q \quad (\forall i \in N) \quad (3)$$

$$\sum_{j \in N} w_{ijq} = x_{iq} \quad (\forall i \in N) \quad (4)$$

$$\sum_{j \in N} w_{jiq} = x_{iq} \quad (\forall i \in N) \quad (5)$$

(1)式は目的関数であり、運賃収入から実車時と回送する時の費用を引いた収支を表している。過疎地有償運送サービスは乗り合って利用する特徴があるため、 P_1 と P_2 , P_2 と P_3 のように同一直線状で重複している需要トリップ間の回送の費用 C については、乗り合って運行した場合に削減される費用を与える。また、 P_2 と P_3 のように同一直線状で片方の需要トリップがもう片方を包含している場合には、包含しているトリップ P_3 と同じ要素のダミートリップ P_3' を付け加え、 $P_3 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3'$ の順で回送することにより、この一連の回送の終点を

表 1 過疎地有償運送サービスの導入ケース

ケース	対象地区番号	対象地区人口(人)	対象地区 高齢者人口(人)	対象地区1日当 りトリップ数
1	1	131	35	8
2	1, 2	415	97	16
3	1, 2, 3	629	155	24
4	1, 2, 3, 4	810	207	32
5	1, 2, 3, 4, 5	900	223	36
6	1, 2, 3, 4, 5, 6	1293	320	52

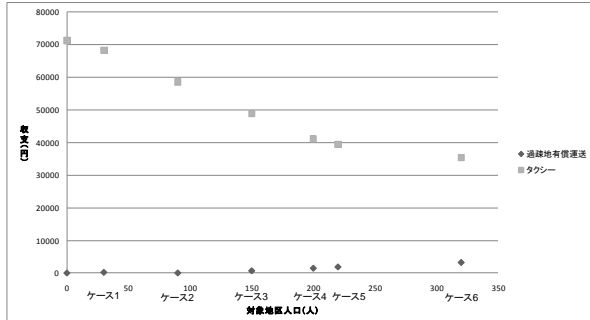


図 2 過疎地有償運送サービスの導入による収支

t_3 のノードとなるようにする。(2)式は全ての需要トリップ i をどの車両かで充足しなければならないという制約, (3)式は P_1 と P_2 , P_2 と P_3 のように重複している需要トリップにおいて, 1 台の車両で充足できる需要トリップの数は車両の定員 π_q 以下でなければならないという制約である。(4)式は需要トリップ充足後の別の需要トリップへの回送の条件を, (5)式は充足前の別の需要トリップからの回送の条件を表している。

4. 事例分析

鳥取県のある小需要地域に過疎地有償運送サービスを導入した場合を想定し, 過疎地有償運送サービスの収支, タクシー事業の収支を計算する。また, 過疎地有償運送サービスの導入規模によるそれぞれの収支を計算する。導入規模については, 表 1 のように, ケース 1 を最小, また, ケース 6 を最大の規模とした 6 つのケースを想定する。計算結果を図 2 に示す。

過疎地有償運送サービスの導入規模が大きいほど, 過疎地有償運送サービスの収支は多く, タクシー事業の収支は少ないため, 両者の共存は難しいと言える。また, 過疎地有償運送サービスの運行を午前中のみにした場合の収支を一日中運行した場合と比較したものが図 3, 図 4 である。過疎地有償運送サービスの導入は午前中のみ運行にした方が過疎地有償運送サービスもタクシー事業も収支は多く, より共存しやすい結果となった。

過疎地有償運送サービスはサービス対象者の居住地近くに拠点がある一方で, タクシーは人口がある程度密集した別の地域に拠点をおいていることが珍しくない。そこで, タクシー事業の拠点を過疎地有償運送サービスのそれよりもより遠方で

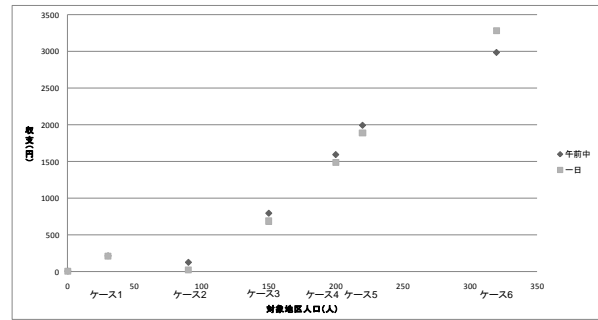


図 3 過疎地有償運送サービスの収支の違い

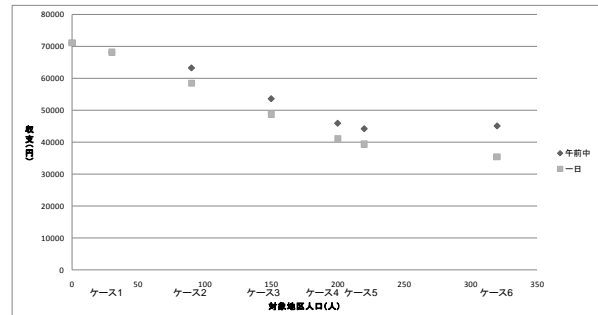


図 4 タクシー事業の収支の違い

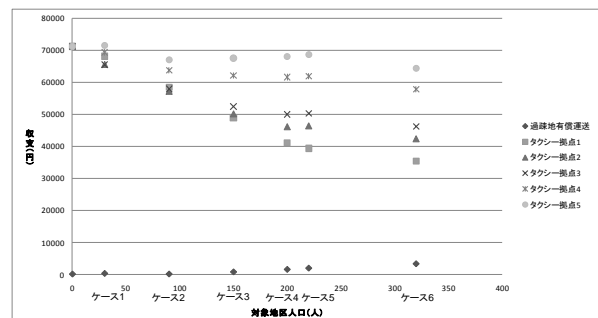


図 5 タクシー事業の拠点別の収支

ある場合を想定し, そのもとで収支にどのような違いが生じるかについて分析する。その結果を図 5 に示す。タクシー事業拠点は拠点番号が大きいほど過疎地有償運送サービスの導入地域から遠く, 買い物先や通院先に近い地区となっている。

図 5 より, 過疎地有償運送サービスの競合相手であるタクシー事業の拠点は過疎地有償運送サービスの拠点に近いほどタクシー事業の収支は少なくなり共存は難しくなり, 遠いほど収支は多くなり共存しやすくなる結果となった。また, 導入規模を拡大すると双方の収支が向上する場合を見出すことができた。

5. おわりに

本研究の結果をもとに, 過疎地有償運送サービスの地域への導入の際の目安として必要となる指標の作成を目指す。