

デマンド交通における乗客へのサービスレベルと車両の稼働時間に関する研究

都市交通研究室 学部4年 井石 涼太

1. はじめに

近年、路線バスの利用者減少に伴うバス事業者の撤退やコミュニティバスの確保・維持が困難な地域の発生などにより、デマンド交通を導入する自治体が増加している¹⁾。デマンド交通とは、予約に応じて運行を行う乗合の公共交通であり、空気バスの解消や公共交通空白地の解消に一役買っている。

2. 背景

柏崎市では現在、AIによる配車システムを導入したデマンド交通である「あいくる」が運行されている。「あいくる」は、運行区域は都市計画区域であり、人口カバー率80%である。区域内に381か所の乗降ポイントを有しており、半径200mに1か所以上設置している。しかし現在、「あいくる」の一運行当たりの平均乗車人数は1.5人程度となっており²⁾、借り上げで運行しているタクシー会社の運転手の拘束時間に対する稼働時間の割合が長くなっているという現状がある。

3. 目的

運転手の拘束時間に対する稼働時間の割合が長くなっているという現状を改善するためには、乗合率を高め、運行回数を減らすことが挙げられる。そしてこの乗合率を高めるためには、利用者にサービスレベルの低下（本研究では主に待ち時間の長時間化）を許容してもらい、今まで乗合にできていなかったODを乗合にすることが挙げられる。本研究の目的は、これらのために乗客のサービスレベルと車両の稼働時間の関係を明確にすることである。

4. 方法

(1). 目的関数

評価関数は、デマンド交通の稼働時 T_d

と、乗客のサービスレベルの低下 T_s である。 i と $i+1$ が乗合し、 i の出発点→ $i+1$ の出発点→ i の到着点→ $i+1$ の到着点という順番で経由するとする。デマンド交通の稼働時間を T_d とすると、乗合が発生したものだけを対象とする場合、式(2.4)のように表せる。ここに、 T_i : 乗合前の所要時間（乗客あり）、 S_i : 前の地点から出発点までの時間（乗客なし）、 U_i : 到着点から次の地点までの時間（乗客なし）、 N_{2i+1} : 乗合した運行の所要時間（乗客あり）である。また、 Δt_i : 伸びた乗車中時間、 ΔJ_i : 乗降車時刻のずれ、 a, b : アンケートによる重みづけである。

$$T_d = \sum_i \left(\begin{matrix} T_i + T_{i+1} + S_i + S_{i+1} + U_i + U_{i+1} \\ -N_{2i+1} - S_i - U_{i+1} \end{matrix} \right) (i = 1, 2, 3 \dots) (1)$$

$$T_s = \sum_i (a\Delta t_i + \beta\Delta J_i) \quad (i = 1, 2, 3 \dots) (2)$$

$$W_i = 10, 20, 30, 40, 50, 60 \quad (3)$$

(2). 使用データ

使用データとして、柏崎市から頂いたあいくるの運行データを用いる。乗車時刻、降車時刻、出発点、到着点、その緯度経度などが記載されている。本レジュメでは、2024年7月を対象として分析を行う。

(3). 分析方法

乗客の待ち時間の許容時間を10、20、30、40、50、60分という6パターンに分類して分析を行う。時間と距離の単位をそろえるために、時間を距離に変換する。時速を16km/hとして、許容時間に時速をかけることで許容できる距離を計算する。なお、この時速は全運行の平均時速を算出したものである。ただし、走行距

表 1 OD の出発到着時刻・地点の例

OD	出発時間	到着時間	出発地点	到着地点
1	A	B	(a,b)	(c,d)
2	C	D	(e,f)	(g,h)

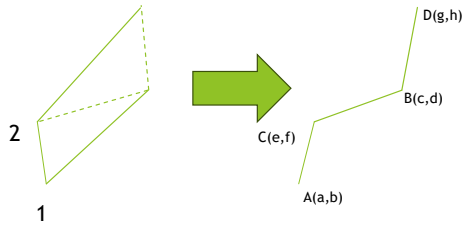


図 1 乗合する OD の選定方法

$$\sqrt{(e-a)^2 + (f-b)^2} - (B-A) * 21.6 \leq 3.6 \quad (4)$$

$$\sqrt{(e-a)^2 + (f-b)^2} + \sqrt{(c-e)^2 + (d-f)^2} - \sqrt{(c-a)^2 + (d-b)^2} \leq 3.6 \quad (5)$$

$$\sqrt{(c-e)^2 + (d-f)^2} + \sqrt{(g-c)^2 + (h-d)^2} - \sqrt{(g-e)^2 + (h-f)^2} + \sqrt{(e-a)^2 + (f-b)^2} - (B-A) * 21.6 \leq 3.6 \quad (6)$$

離は直線距離の 1.268 倍とする³⁾。

(4). 乗合する OD の選定方法

乗合を行う OD は、許容時間を距離に変換したものが実際の距離よりも大きくなるものを選定する。表 1 のような出発・到着時間と位置であった場合、式(3), (4), (5)に当てはまるものだけを抽出する。

(5). アンケート

あいくるの利用者にアンケートを行う。アンケート用紙をタクシー運転手に配布してもらい、はがきを返送してもらう形式で、実施日は 2025 年 1 月 23 日から 1 月 31 日、総配布数は 120 部、設問内容は乗車中時間の伸びと乗降車時刻のずれに対する満足度の下がらない値下げ額を聞くものである。

5. 結果

アンケートによる 30 分のサービスレベル低下による値下げ希望額を図 2 に、許容時間と利益の関係を図 3 に示す。なお、図 3 の利益は稼働時間の短縮によるものが実線、サー

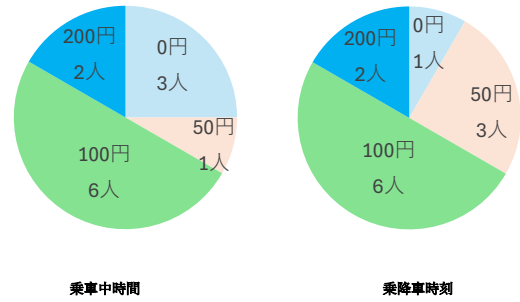


図 2 アンケート結果

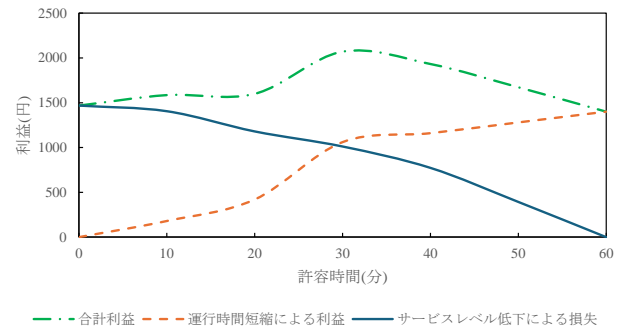


図 3 許容時間と利益の関係

ビスレベルの低下によるものが破線、その和が一点鎖線である。図 2 より、乗車中時間の伸びと乗降車時刻のずれに大きな差はないが、比較的乗降車時刻のずれの方が満足度の低下が大きいことがわかる。図 3 より、利益の和が最も大きくなるのは許容時間が 30 分になることであることがわかる。よって、最適な許容時間は 30 分であることがわかった。

6. 今後の課題と展望

今後の課題としては、余裕を持ったアンケート調査を行い、より優位な重みづけを行う必要があると考えられる。また、乗合のプログラムを実行した日も 1 日だけであったため、複数の被に対して行う必要があると考えられる。また、対象期間の条件を変更した際の比較等も行う必要があると考えられる。

また、アンケートの内容については、対面で相手の理解度を確認しながら進める必要があると考えられる。