

IV-167

GIS による公共交通機関路線の評価手法に関する研究

北海道大学大学院工学研究科 学 生 員 清原 裕幸

北海道大学大学院工学研究科 学 生 員 内田 賢悦

北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. はじめに

札幌北部地域に位置する石狩市は、人口 5 万人余りの札幌のベッドタウンであり、ここ 20 年ほどの間に人口が急増した地方中心都市である。現在この地域では JR や地下鉄などの軌道系公共輸送機関は整備されておらず、バスと自家用車が住民の主な交通手段となっている。同地域では、増加が見込まれる交通需要に対して新交通システム（中量軌道輸送システム）の導入が検討されており、現在様々な調査が行われている。

本研究では、地理情報システム（*Geographic Information System : GIS*）を用いたモデル解析によって、バス路線網と新交通システムの路線を比較・評価することを目的とする。

2. バスを例とした利用者平均所要時間のモデル化

2.1 バス停利用圏

利用者が自宅から一番近いバス停を利用すると仮定した場合、終点を原点として歩行速度を V_w バス停 i の座標を (x_i, y_i) とすると利用圏 A_i は式 (1) で表される。

$$A_i = \left\{ (x, y) \mid \frac{\sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}}{V_w} \leq \frac{\sqrt{(x-x_j)^2 + (y-y_j)^2}}{V_w}, i \neq j \right\} \quad (1)$$

2.2 走行特性の定式化

バス停 $S_i \sim S_{i+1}$ 間の距離を l_i とし、加速する時の加速度を α 、減速する時の加速度を β 、バス停で停車する時間を t_s とする。また定速走行時における速度を V_b とする。バス停 S_i を出発してバス停 S_{i+1} に到着し停車・再出発するまでの時間を t_i とする。 t_i は、バスが走行中に定速走行する場合としない場合で式 (2), (3) のように表される。

$$l_i \geq \frac{V_b^2}{2} \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right) \text{ のとき} \quad t_i = \frac{l_i}{V_b} + \frac{V_b}{2} \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right) + t_s \quad (2)$$

$$0 \leq l_i \leq \frac{V_b^2}{2} \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} \right) \text{ のとき} \quad t_i = \sqrt{\frac{2(\alpha + \beta) l_i}{\alpha \beta}} + t_s \quad (3)$$

2.3 利用者平均所要時間

利用者がバス停まで歩き、バスに乗車してから目的地に到着するまでの時間を、総所要時間と定義する。この総所要時間を利用者すべてについて足しあわせ平均したもの、利用者平均所要時間と定義する。ただし、バスは専用レーンを走行するものとし、利用者のバス停での待ち時間は考慮しない。

利用者密度関数を $f(x, y)$ 、利用者数を n とすると利用者平均所要時間 T は式(4)で表される。

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \iint_{A_i} \left\{ \frac{\sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}}{V_w} + \sum_{j=1}^m t_j \right\} f(x, y) dx dy \quad (4)$$

3. 地理情報システムによる解析方法

本研究では、モデル解析に利用するバス利用者密度関数を、住民基本台帳をもとにした人口密度データとして GIS 上で構築する。これにバス停利用圏をオーバーレイして解析用カバレッジを作成する。解析用カバレッジのポリゴンに対して、それぞれ重心を与えそのエリアの代表点とする。ポリゴンの面積に密度をかけ、そのポリゴン内の住民人口を求め、代表点とバス停間の距離、バス停間隔を測定し、利用者平均所要時間を計算する。

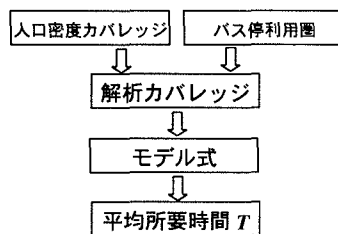


図1 解析のフロー

キーワード：地理情報システム（GIS）、利用者平均所要時間

連絡先：〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL 011-706-6217 FAX 011-726-2296

4. 解析対象路線

解析は①石狩市花川地区～札幌市営地下鉄麻生駅間の既存バス路線網と市営地下鉄の屯田地区への延長を仮定した②石狩市花川地区～市営地下鉄屯田新駅～市営地下鉄麻生駅間のバス路線網（任意設定）、③石狩市花川地区～市営地下鉄麻生駅間の公共交通システム路線（任意設定）の3路線において、石狩市花川地区のバス停、駅での利用者平均所要時間を計算した。なお公共交通システムのみの路線では、駅をバス停とみなして利用者平均所要時間を計算した。解析対象路線の概略を図2、解析に用いた数値を表1に示す。

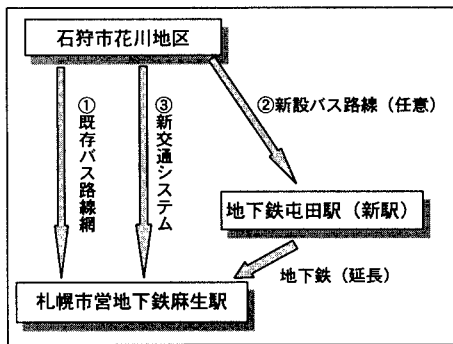


図2 解析対象路線の概略

表1 解析に用いた諸数値

歩行速度(m/s)	加速度(m/s ²)	減速度(m/s ²)	走行速度(m/s)	停車時間(s)
$v_w=1.2$ (m/s)	$\alpha=0.6$ (m/s ²)	$\beta=1.2$ (m/s ²)	$v_b=12.5$ (m/s)	$t_s=15$ (s)

5. 利用圏の比較

バス、新交通の利用圏をそれぞれ図3、図4に示す。なお、バス利用圏については②の場合を示す。



図3 バス利用圏（②の場合）

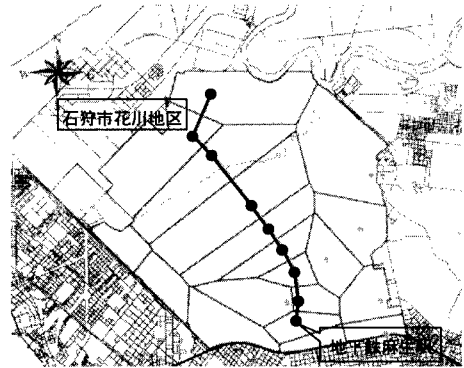


図4 新交通システム利用圏

6. 解析結果

図5に利用者平均所要時間を、図6に歩行時間の割合を示す。

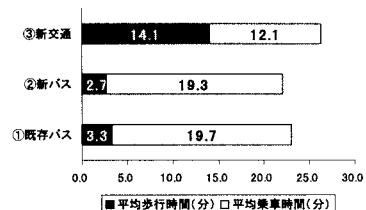


図5 利用者平均所要時間の比較

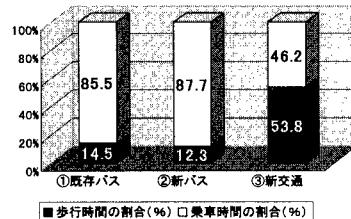


図6 歩行時間の割合

図5から、利用者平均歩行時間、利用者平均所要時間ともに新交通システムが最長となった。これは③の解析の際にバス路線を廃止したため、歩行時間が大幅にアップしたことに起因する（図6）。新交通システムが導入される場合、競合するバス路線は廃止されることが考えられる。しかし、バス路線の廃止は利用者の歩行時間を増大させ、逆に不便になると推察される。解消方策として駅へのアクセスバスを設けることも考えられるが、札幌市街に出るのに2度の乗換えが必要となり、不便さを拭い去ることはできない。②の路線は、平均歩行時間、平均所要時間ともに3路線中で最小であり、将来の交通需要増大を考えると有効な方策と言える。