

IV-22

ファジィ測度を用いたバス路線評価モデルの構築に関する研究

北海道大学工学部 正 員 高橋 清
北海道大学工学部 正 員 高野 伸栄
北海道大学工学部 正 員 佐藤 馨一

1. はじめに

住宅地区内におけるバス路線の設定は、バス利用者のみならずバス事業者にとっても重要な問題である。バス利用者はできるだけ「バス停まで近いこと」を望み、バス事業者はできるだけ「運行効率の高いこと」を期待する。バス路線の設定問題は利用者と事業者の利害が必ずしも一致しない場合が多い。さらに近年は、バス路線周辺住民の騒音・振動といった環境問題に関しても十分考慮しなければならない場合が多くなっている。

計画案を総合的に評価する場合は、誰が評価するか（主体）によって異なり、同一の評価主体においても、何に注目して評価するか（評価基準）によって変動する。

そこで本研究では、定性的要因を評価でき、さらに評価主体の主観性をも考慮できるファジィ測度を用いたAHPモデルにより、大都市近郊の典型的な住宅団地を持つA町のバス路線を対象とし、バス路線の評価モデル構築を行うことを目的とする。

2. 住宅地区内におけるバス路線の評価

(1) バス路線評価の問題点

住宅地区内におけるバス路線をどの様に設定するかについては、利用者と事業者の利害が必ずしも一致しない上に、次のような問題点を抱えている。

①一度設定されたバス路線は、その後の事情が変化しても簡単に廃止できない。

②バス路線の設定が不適切であると、バス利用者は自家用車に転換し、バス利用者は激減する。

従ってバス事業者は新規路線を設定することに慎重であり、利用者から多くの不満が寄せられる場合

が多い。バス事業者においても安全確実に利用者の増加が見込めるならば、バス路線を新設する意欲は有している。つまり、「バス路線需要予測モデル」が構築されていないことに問題は集約される。バス路線の需要予測に関する研究は、従来から研究が盛んな分野であり、一応の成果を見ている。しかし、近年は、バス路線周辺住民の騒音・振動等の環境問題を考慮し路線の評価を行わなければならない。

(2) A町におけるバス路線変更の問題点

本研究で対象とするバス路線は、大都市から約20kmの地点に存在する典型的なベッタタウンとしてのA町内バス路線とする。A町の人口のほぼ半数が町内に計画された大規模団地内に集中している。

団地内における公共交通機関は、JRA駅を起点とするバス路線が2線設定されている。近年特に、団地周辺部における住宅のはり付きが顕著となり、既存のバス路線ではバス停までの距離が従来考えられている徒歩圏をはるかに越える利用者が存在するようになった。

そこで既存のバス路線を、さらに住区内街路を通過する路線へとバス路線の変更を行った。しかし、バス路線周辺の住民より環境問題等の点で反対が出され、また変更手続きに上に問題が生じるなど、その計画策定において周辺住民と事業者、利用者の間に大きなコンフリクトが発生することとなった。

以上の問題点は次の2点に整理することができる。

①路線変更以前に行う必要がある、評価主体やバス路線の評価基準を明確化したバス路線の評価に関する確立した手法が示されなかった。

②評価方法や評価データ等の公開を行わず、住民の合意形成過程に問題があった。

A study on Bus Routing Evaluation Model using Fuzzy Measure
by Kiyoshi TAKAHASHI, Shin-ei TAKANO, Keiichi SATOH

3. ファジィ測度を用いたAHP手法の適用

(1) AHP手法とファジィ測度^{1), 2)}

AHP (Analytic Hierarchy Process) 手法は、解決すべき問題を階層化し、質的要因も取り込んでウェイト付けを行い代替案の総合評価を可能とする手法である。ここで、AHPにおける各評価項目のウェイトは、満足度という尺度で計測したと考えることができる。しかし、一般的に人間が主観的総合評価を行う場合、複数の評価項目を総合した場合の重要度と、個々の評価項目の重要度の和は一致せず、いわゆる加法性を満足する事は難しい。

そこでAHP手法の拡張として、ウェイトの計算過程にファジィ測度を用いて評価法を行う。

(2) 可能性測度を用いた評価

可能性測度とは加法性の制約がないファジィ測度の一つであり、次のように解釈できる。「ある評価基準Xはその可能性測度の値で示される割合で最終目的を説明することが可能である。」つまり、評価基準が最終目的を説明できる割合と定義することができる。これを以下の計算上、説明可能度 (EPI) として新たに定義する。

$EPI(X)=0.1 \rightarrow$ 評価基準Xは最終目的を0.1の割合で説明することが可能である。

$EPI(X)=1.0 \rightarrow$ 評価基準Xは最終目的を完全に説明することが可能である。

(3) ファジィ測度を用いたAHP評価方法

説明可能度を用いることにより、加法性を考慮した評価に加えて非加法的評価を行うことが可能となる。加法的評価はいわゆる平均的な評価であるのに対し、非加法的評価は、代替案の長所を重視した評価と、評価の低い部分を強調する短所注目的評価を

行うことが出来る。

説明可能度を用いファジィ測度により定式化された評価名称を長所注目的評価 (U(Upper)評価)、短所注目的評価 (L(Lower)評価) および平均的评价 (N(Norml)評価) と定義する。つまり、評価方法において、平均値を重視する方法 (N評価) や、多少の欠点があっても優れた長所を評価する方法 (U評価)、さらに問題となる短所の少なさを評価する方法 (L評価) が考えられる。以上、アジィ測度はこのような主観的総合評価を可能とするのである。

以上、3種類の評価計算式を次のように定義する。

①N評価 (平均的评价)

$$EN(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \frac{\text{mean} \cdot f(i, k)}{k \in EPE(j)}$$

②U評価 (長所注目的評価)

$$EU(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \frac{\text{max} \cdot f(i, k)}{k \in EPE(j)}$$

③L評価 (短所注目的評価)

$$EL(i) = \sum_{j=1}^n \Delta(j) \cdot \frac{\text{min} \cdot f(i, k)}{k \in EPE(j)}$$

$EX(i)$: 代替案の評価値 ($X=N, U, L$)
 j : 評価基準の説明可能度昇順
 n : 評価基準の数
 $\Delta(j)$: $E(j) - E(j-1)$
 $f(i, k)$: 各評価基準からみた代替案のウェイト

4. ファジィ測度AHPモデルを用いたバス路線評価モデルの構築

(1) 路線評価主体と評価要因

バス路線の総合評価は、利用者や事業者の他に周辺住民の意向も配慮されることが望ましい。図-1

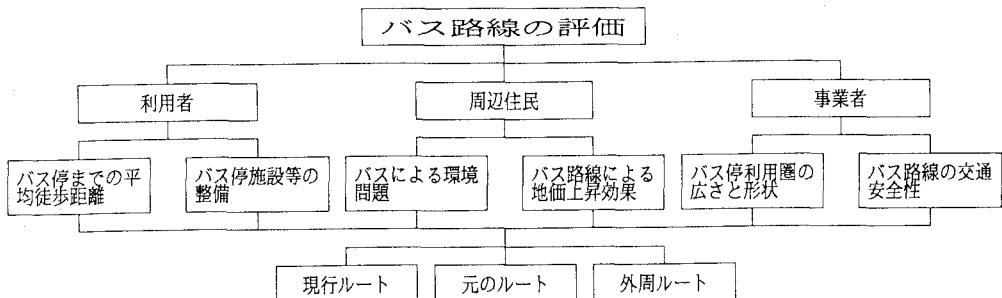


図-1 バス路線評価の評価構造図

はバス路線の評価構造を示したものである。評価主体は「バス利用者」、「周辺住民」、「バス事業者」の三者とし、各主体ごとの評価基準は次のような理由によって選定した。

①バス利用者

a) バス停までの平均徒歩距離

バス停までの徒歩距離が、バス利用率にとって最も大きく寄与することは既存の研究からも明かとなっている。従って利用者サイドの第一評価基準として「バス停までの平均徒歩距離」を採択した。

b) バス停施設等の整備

屋根付きのバス停や、バス接近表示システムのあるバス停留所は利用者にとって非常に効用が高い。そこで、これらの施設等の整備が可能な路線であるか否かを評価基準とした。

②周辺住民

a) バスによる環境問題

住宅地にバス路線が設定されると利便性は向上する。しかし、大型の車両が通過することによって新しく騒音や振動問題が発生する。良好な住環境を望む住民にとってはこの問題は深刻であり、周辺住民の第一評価基準とした。

b) バス路線による地価上昇効果

一般的に「地価とバス停までの距離」は負の相関関係にある。この関係より地価上昇の効果を周辺住民の評価基準として採択した。

③バス事業者

a) バス停利用圏の広さと形状

バス路線の採算性を考慮すると、バス停留所の利用圏は同心円状が望ましい。そこで「バス停利用圏の広さと形状」をバス事業者の評価基準として採択した。

b) バス路線の交通安全性

住宅地域内を通過するバスにとっては、交通の安全性は極めて重要な評価基準となる。

(2) 評価対象のバス路線

本研究で対象とする評価バス路線は、図-2に示す既存路線のA地点から分岐する3路線である。各路線の幅員構成等は以下になっている。

①現行ルート

総幅員 12m : (歩道2.0m) - (車道7.0m)
- (歩道2.0m)

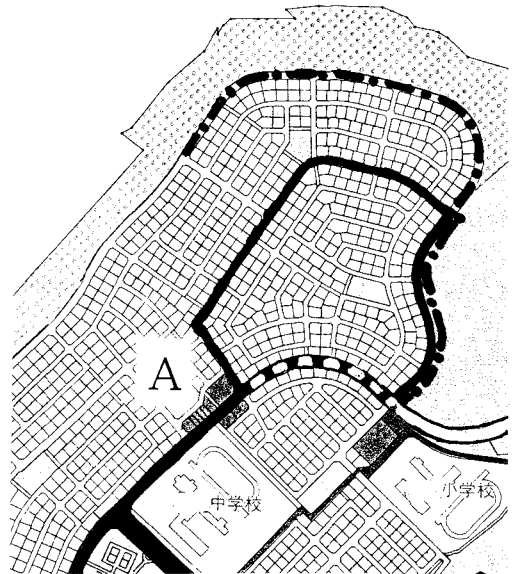


図-2 対象バス路線 ① ——— 現行ルート
② - - - - 元のルート
③ ····· 外周ルート

②元のルート

総幅員 18m : (歩道3.5m) - (車道11.0m)
- (歩道3.5m)

③外周ルート

総幅員 13m : (歩道2.5m) - (車道7.0m)
- (歩道2.5m)

なお、運輸省への路線免許申請に際しては車道幅員が5.5m以上であれば特に問題はないとされている。

(3) 各基準の評価ウェイトおよびバス路線の評価値

AHPモデルによる評価において最も難しいとされている問題は、各基準の評価ウェイトをいかに定めるかにある。そこで本論文では、交通計画の有識者による協議の上決定することとし、ウェイト値を定量的に算出するために一対比較調査を用いた。

①評価主体間のウェイト

バス路線の是非は、一般に利用者と事業者を中心に論じられてきた。しかし、今回のように利用者と周辺住民の利害が対立する場合には、それぞれ同等のウェイト 0.4を与え、事業者のウェイトを 0.2とした。

②利用者の評価基準間ウェイト

利用者の立場からすると、バス停までの徒歩距離が重要である。したがって平均徒歩距離のウェイト

を 0.7とし、施設整備のウェイトを 0.3とした。

③周辺住民の評価基準間のウェイト

バス路線沿線に住む住民にとって騒音や振動はマイナス要因となるが、地価の面から考えるとプラスの効果が期待される。しかし、対象地域では住環境を高く評価すると考えられるので、環境問題のウェイトを 0.7、地価上昇のウェイトを 0.3とした。

③バス事業者の評価基準間のウェイト

バス事業者にとっては路線の採算性が最も重要な評価基準となる。そこで利用圏の広さと形状のウェイトを 0.7とし、交通安全性のウェイトを 0.3と定めた。

表－1 評価基準ウェイト

利用者	バス停までの平均徒歩距	0.7
	バス停施設等の整備	0.3
周辺住民	バスによる環境問題	0.7
	バス路線による地価上昇	0.3
事業者	バス停利用圏の広さと形状	0.7
	バス路線の交通安全性	0.3

5. ファジィ測度AHPモデルによる総合評価

前節で示した評価基準により、バス路線の代替案に関する評価得点を表－2に示す。さらに表－3にファジィ測度を用いたAHPモデルによる各バス路線の総合評価値とその順位を示す。この表から次のことが明かとなった。

表－2 バス路線の代替案に関する評価得点

		現行案	元ルート	外周案
利用者	バス停までの平均徒歩距離	9	2	6
	バス停施設等の整備	4	6	5
周辺住民	バスによる環境問題	2	7	3
	バス路線による地価上昇効果	6	2	4
事業者	バス路線の交通安全性	3	5	4
	バス停利用圏の広さと形状	8	2	6

①N評価、U評価とも現行ルートが1位、外周ルートが2位、元のルートが3位となった。このことから現行ルートは短所は内在するにしても、バス路線としては優れた長所を有していることが分かった。

②L評価の場合、1位が外周ルート、2位は現行ル

表－3 ファジィ測度によるバス路線の総合評価値

	N評価		U評価		L評価	
	評価値	順位	評価値	順位	評価値	順位
現行ルート	0.572	1	0.850	1	0.200	2
元のルート	0.410	3	0.535	3	0.200	2
外周ルート	0.467	2	0.600	2	0.300	1

ートおよび元のルートであった。外周ルートは現行ルートに比べて長所も少ないが、短所も少ないという点が評価されている。

③元のルートはいずれの評価尺度においても最下位であり、バス路線として課題の多いことを示唆している。

6. おわりに

本研究では、ファジィ測度AHPモデルを用い、バス路線の総合評価を行ったものである。本モデルにより、決定主体および評価基準を明確化し、評価基準のあいまい性をファジィ理論により取り込んだ評価の方法論を提示することが可能となった。

ファジィ測度を用いた結果、U評価やL評価などの評価尺度によってバス路線の評価順位に変動が生じた。次の課題は以上の評価尺度をについて、意思決定者がどのような評価尺度を重要視するかという問題に移行する。

いずれにせよ、意思決定は二者択一の判断をすることであり、価値観が多様化するなか、意思決定に対する反対の出ない計画案はほとんど考えられない。このような状況において住民の合意形成を図るには、意思決定に関する住民の参加と評価主体の評価基準を明らかにすることが重要であると考ええる。

参考文献

1) 水野克彦他：ファジィ測度を用いた階層分析法における評価基準に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集、1991
2) 高野伸栄他：階層化分析法による地区計画代替案の評価法に関する研究、土木計画学研究・論文集N09、1991