

土木施設計画の総合評価手法

一政策論的モデルの構築とその適用について一

北海道大学 工学部 正員 ○ 佐藤 馨一

北海道大学 工学部 正員 五+ 岡田 出夫

1. はじめに

土木計画において用いられるモデルは、計画とそれととりまく環境との関係を整理し、定量化し、分析する科学技術的側面と、意思決定に役立つ情報を提供するという計画行政的側面から構築されなければならない。このためには自然環境のみならず、人間の社会的環境や歴史的な経緯をも考慮しなければならない。これらの中に含まれる非論理的要因をどのようにモデルに導入し、またいかに排除すべきかなどについては多くの課題が残されてきた。また、近年における社会構造の高度化・複雑化は土木事業に対して多種多様な要請をもたらし、他方では土木事業が大規模化・長期化することによって、社会や自然に及ぼす影響は量的にも質的にも拡大してきた。特に、住民運動の台頭や環境問題の表面化、さらには経済成長指向から福祉厚生指向への転換と言った社会情勢のもとで、それぞれの土木技術者は高度の不確実性を含む極めて複雑な問題に対して、常に適確な意思決定を下すことが要求されている。

本研究は以上のような認識のもとで、交通計画における科学的思考の核心となるモデルについて重点的に考察を行なったものであり、過疎バス路線の廃止問題を例として政策論的モデルを構築し、地域住民の要望と政策とのギャップ、さらにはバス企業の経営改善等の課題に対して問題解決のための手がかりを提示するものである。

2. 土木計画におけるモデルの分類

『土木計画は土木施設等の設置、運営およびこれに関連する行為の実施を手段とするところの〈具体的意図〉と、ある見通しのもとでそれに適合しているそのための〈具体的手段〉との一組の対応である』と定義されており、この土木計画の策定過程を科学化して行く場合にシステムズ・アナリシスが有効と考えられている¹⁾。システムズ・アナリシスは宮川公男によると「複雑な問題を解決するために意思決定者の目的を的確に定義し、代替案を体系的に比較、検討し、もし必要とあれば新しく代替案を開発することによって、意思決定者が最善の代替案を選択するための助けとなるように設計された体系的方法」と定義されており、「問題の明確化」、「調査」、「分析」、「解釈と評価」という循環的プロセスを有している²⁾。モデルはこのうち「分析」のステップにおいて中心的役割を果たすものであり、代替案の設計および選定に際して論理的思考をうながすものでもある。さて、土木計画において用いられるモデルをA)表現の形式、B)分析に用いる手法、C)問題の持つ不確実性の程度によって分類すると、それぞれ次のようになる。^{2), 3)}

A. 表現の形式による分類

- (1) 視覚モデル (iconic model)
- (2) アナログ・モデル (analogue model)
- (3) 記号モデル (symbolic model)

B. 分析に用いる手法による分類

- (1) 分析モデル (analytical model)
- (2) シミュレーション・モデル (simulation model)
- (3) ヒューリスティック・モデル (heuristic model)

C. 問題の持つ不確実性の程度による分類

- (1) 決定論的モデル (*deterministic model*)
- (2) 確率論的モデル (*probability model*)
- (3) 政策論的モデル (*political model*)

以上述べた分類法は互いに排反的なものではなく、あるモデルが記号モデルであり、分析モデルであり、しかも決定論的モデルにもなりうることはあえて言うまでもない。しかしながら、土木計画におけるモデルが現実の問題を解決するために構築されるものであるならば、「問題の持つ不確実性の程度」によるモデルの分類が注目されよう。本研究では決定論的モデル、確率論的モデル、政策論的モデルを次のように定義した。

- i) 決定論的モデル：ある条件が与えられたとき、起りうる事象がただ一つしかなく、しかもそれが必ず実現する場合におけるモデル
- ii) 確率論的モデル：ある条件が与えられたとき、起りうる事象が複数あり、かつまたその事象の生起確率分布が明らかな場合におけるモデル
- iii) 政策論的モデル：ある条件が与えられたとき、起りうる事象が複数あるにもかかわらず、その事象の生起確率分布が不明の場合におけるモデル

以上の分類はモデルの定式化（構造式的決定）に係わるものであり、モデルの定量化（パラメータの決定）までを規定するものではない。つまり、決定論的モデルは数学方程式等によってモデルの構造式が誘導されることを意味しており、たとえパラメータの決定に際して統計的手法を用いたとしても、そのモデルは確率論的モデルにはならないことに注意する必要がある。確率論的モデルはモデルの定式化が確率論的に行なわれてはじめて定義されるのである。問題の持つ不確実性の程度によるモデル分類で最も注目されるモデルは政策論的モデルである。それはこのモデルが科学としての論理性と人間社会における倫理性とを総合評価し、政策論的な目標と有限な資源の効率的な配分法の両方に生じるトレードオフの問題に対応するからである。

3. 問題の明確化と政策論的モデル（過疎バス路線の評価モデル）の定式化⁴⁾

北海道における乗合バス事業の輸送人員は、昭和44年度の6億4400万人をピークに減少の一途をたどり、昭和51年度の輸送人員は5億4200万人までに低下した。この傾向は過疎地域において特に著しく、自家用乗用車の急激なる普及と、居住人口の大幅なる減少とが相まってバス交通の利用者は激減し、バス事業者の経営状態は極度に悪化してきた。とりわけ平均乗車密度が5人未満のオ3種生活路線の取扱いが問題となっており、その休廃止をめぐってバス事業者と沿線関係市町村とが鋭く対立している。なぜならば、平均乗車密度が5人未満というバス路線は乗合バスを走らせるには余りにも効率の悪い路線であり、昭和55年度以降には全面的に廃止することを前提として、現在国と都道府県から補助金が交付されているからである。しかしながらバス事業者にとっては、オ3種生活路線から一刻も早く撤退したいというのが本音であり、少額の補助金を交付されるより路線そのものの休廃止を強く望んでいる。一方、バス路線の沿線住民にとっては路線の休廃止の影響は大きく、利用者が少ないという理由だけでバス路線の休廃止を決めることに對し、余りに過疎地域の実情を無視しているという不満の聲が大きい。特に老人や子供、病人といったいわゆる交通弱者 (*transportation poor*) と呼ばれる人々にとっては、バス路線の休廃止は直ちに死活問題につながるものであり、足の確保をめぐる要望には切実なものがある。

本研究はこの問題に注目し、オ3種生活路線の休廃止を評価するためのモデルを政策論的モデルの考え方に立脚して構築しようとするものである。さて、過疎バス路線の評価モデルを構築するためには、過疎地域における公共交通機関の位置づけを明らかにしておくなければならない。特に交通経済学による公共交通機関の位置づけは極めて重要である。なぜならば、過疎バス路線の休廃止をめぐり地域住民とバス事業者との対立は、窮極的にはバスの運行経費と料金収入との差額を誰がどのようにして負担するかという問題に帰着するからである。ところで、過疎交通を交通経済学の立場から論じようとする場合、一番問題となることは交通市場が果して成立して

いるか否かということである。なぜならば、近代経済学の理論によれば市場が完全競争の条件を備えているときに、資源の配分が最も効率的に行なわれると主張するのであり、交通経済学の主流は交通市場の成立を前提として体系化されてきた学問とみなすことができるからである。現実の経済的市場は多少なりとも、経済学でいうところの完全市場から乖離しており、交通市場とて例外ではない。しかしながら、現代の交通市場においては単にそれが完全市場から乖離しているというだけではなく、もう一つの極めて重要なかつ特殊な条件が存在する。それは過疎地域において特に顕著に見受けられる自家用車と公共交通機関の競合する領域においては、市場そのものが成立していないということである。つまり、自家用車はそれが生み出す交通サービスを商品として売ることはなく、したがってそこには売手も買手も存在せず、さらにサービスの価格が存在しない。また利潤の追求も行なわれず、費用に拘りてみてはあまいで、最も基本的でしかも大きな比重を占める労働力費用がまったく計上されていないという、極めて特殊な構造を有している。自家用車と公共交通機関が「市場不成立」の下にあるとしたならば、公共交通企業の赤字は通常の市場における企業の赤字とはまったく性質が異なってくる。すなわち、その赤字は決して市場からの撤退ないし縮小を指示するシグナルではなく、社会が公共交通機関を不要としているサインでもない。それは単純に、市場不成立のために公共交通機関の収入が費用を償わなくなったという事実を示しているにすぎないのである。

それでは過疎地域における公共交通機関は、いかに位置づけたら良いであろうか。本研究においては、公共交通機関は義務教育や医療施設などと同様の、公共財ないしは準公共財とみなして明確に市場機構の外におき、独立採算性と利用者負担原則の枠外におくことにした。しかしながら、このことはすべての公共交通機関を存続させることを意味するものではない。現実には資源は有限であり、その効率的利用は大いに促進すべきであることはあえて言うまでもない。そこで本研究においては、次のような基本方針を定めて過疎バス路線の評価モデルを構築することにした。

(基本方針)

- 1) バス路線の休廃止が地域社会の崩壊をもたらさないこと
- 2) 自家用車の非保有世帯に対する交通の便宜をできるだけ配慮すること
- 3) バス路線の休廃止が運輸行政のみで決定できない場合には、対象とするバス路線をひとまず維持すること
- 4) 自家用車の非保有世帯がある限り、バス路線は維持すべきであるという考え方はとらないこと
- 5) バス路線の最終評価は総合点数ではなく項目別絶対評価とし、なかでも公共性を評価する項目にプライオリティを与えること

4. 過疎バス路線の評価モデルの構築

前節で掲げた基本方針に従うため、本研究で構築した過疎バス路線の評価モデルは二段階構成となっている(図-1)。すなわち、オ一段階は過疎バス路線の公共性を判断するためのものであり、地域社会を維持する上で公共交通機関に課せられた最小限の責任を評価するものである。それゆえ、この段階で「Yes」の評価が下されると、オ二段階の評価を受けることなくそのバス路線は「維持」すべきものとした。オ一段階ではQ₁～Q₃の三項目によってバス路線の公共性を評価している。

〔Q₁〕：公費負担されている小中学生の通学手段の確保

〔Q₂〕：自家用車非保有世帯における最小限の通院交通の確保

〔Q₃〕：自家用車非保有世帯における最小限の買物交通の確保

Q₁は小・中学生の通学交通の確保を意図したものであり、評価対象バス路線に公費負担の小・中学生が乗車していたならば、そのバス路線は無条件に維持すべきものとした。なぜならば、乗合バスがスクールバス化していることにそもそもの原因があるとして、このようなバス路線を休廃止したならば子供たちから教育を受ける権利を奪ってしまうことになるからである。

自家用車非保有世帯における通院、買物交通の確保も地域社会を維持する上で大切な条件となる。しかしながら、通院、買物交通については通学交通の場合とは異なり、一定の足切り基準を設けた。

オー二段階はオー一段階において「維持」という評価に至らなかったバス路線に対して、採算性の面から評価しようとするものである。つまり、オー二段階では $Q_4 \sim Q_{10}$ までの7評価項目があり、バス路線はそれぞれの評価項目において、A[維持]、B[保留]、C[休廃止]の評価が下される。各評価項目におけるランク付け(特にCランク)は、次のようにして定めたものである。

〔 Q_4 〕：自家用車の非保有率はTransportation poor世帯の状況を示すものであり、自家用車の非保有率が低ければ、逆に言えば自家用車の保有率が高ければ、バス路線の休廃止の影響はさほど深刻なものにはならないであろう。それゆえ、バス路線の沿線世帯のうち自家用車を保有していない世帯が10%以下の場合には、そのバス路線を休廃止することにした。なお従来の研究では自家用車の保有率をもつてバス路線の評価を行なっているが、この指標では自家用車の非保有世帯の実態を把握できないことに問題が残されている⁵⁾。

〔 Q_5 〕：市町村の単独補助の有無は、市町村がそのバス路線の維持に関してどれだけの熱意をもっているかを示す尺度と考えられるので、市町村の単独補助が過去においても一切なされていないバス路線は休廃止することにした。

〔 Q_6 〕：平均乗車密度はバス路線の利用効率を示す指標であり、この数値の低い路線ほど輸送効率が悪いことを示している。運輸省においては平均乗車密度が5人未満のバス路線を少子種生活路線と定め、将来は休廃止することになっている。それゆえ、本研究においても平均乗車密度が5人未満のバス路線は休廃止することにした。

〔 Q_7 〕：営業係数は100円の収入を得るために、どれだけの経費がかかたかを示す指標である。営業係数が200以上のバス路線は企業の内部補助あるいは運賃改訂があれば、たとえても、今後の人件費等の増加を考えると、維持していくのが非常に難しいとされている。それゆえ本研究においては、営業係数が300以上のバス路線は休廃止することにした。

〔 Q_8 〕：バス部門の収益は、他のバス路線の収益によって評価対象となっているバス路線を維持できるか否かを判定するものである。バス部門の収益が過去3年以上赤字であれば、企業の内部補助は今後とも期待することができないので、このバス路線は休廃止することにした。

〔 Q_9 〕：バス路線の重複率は、同一の道路に他のバス路線がどれだけ重複しているかを示す指標である。バス路線の重複率が高ければ、一方のバス路線を休廃止してもさほど大きな影響は考えられない。それゆえ、本研究においては、80%以上の重複率を有するバス路線は休廃止することにした。

〔 Q_{10} 〕：ワンマン化率はバス企業の経営努力を示す指標として広く用いられているものである。北海道における昭和50年度の平均ワンマン化率は67%であるので、これより低い50%以下のワンマン化率を示すバス会社の路線は休廃止することにした。

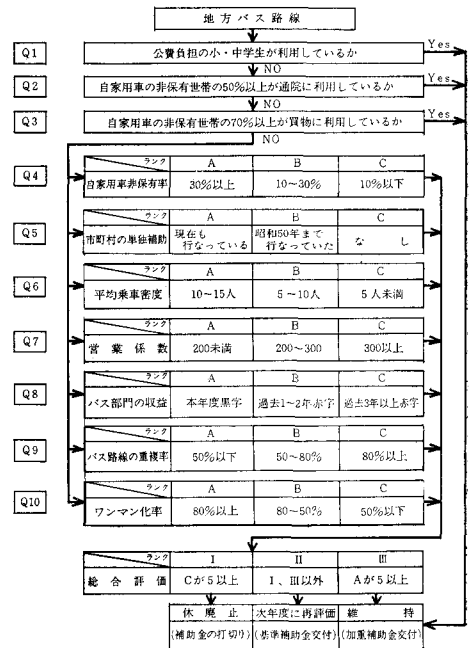


図-1 過疎バス路線の評価モデル

なお、Q₂～Q₁₀までに用いてある基準値はあくまでも事例研究として仮りに定めたものであり、最終的な数値は関係機関等による十分な協議を必要とすることはあえて言うまでもない。

過疎バス路線の最終的な廃止上の決定は、第二段階の評価ステップにおいてC評価が5項目以上あるバス路線を対象とした。なぜならば、この種のバス路線は地域社会において公共財としての機能がすでに失われ、しかも採算性や輸送効率が非常に悪いバス路線とみなし得るからである。また、維持すべきバス路線は第一段階において一項目でも{ Yes }の評価が下されたものか、第二段階においてA評価が5項目以上あるバス路線とした。それは第二段階においてもQ₄、Q₅のようにバス交通の公共性に関する評価項目を設けているので、A評価が5項目以上あるバス路線は過疎バス路線としては輸送効率がよく、しかも公共性の高いバス路線と評価できるからである。これ以外のバス路線は結論を保留し、次年度にさらに再評価を行なうものとした。

5. 過疎バス路線評価モデルの適用と解釈

本研究で構築した過疎バス路線の評価モデルが、果たして妥当な評価結果をもたらすか否かを検討するため、北海道内にある3本の過疎バス路線を選定し評価モデルを適用してみた。バス路線の選定にあたっては次の点に留意した。

- 1). バス路線が過疎地域指定市町村内にあること。
- 2). 周辺農山村と市街地を連絡するバス路線であること。
- 3). バス路線と鉄道とは競合関係にないこと。

表-1は調査対象バス路線の昭和50年度における輸送実績を掲げたものである。この表からも明らかなように、各バス路線の延長が非常に長く、しかも1日の運行回数が2～3回しかない。なお、表-1におけるバス路線の重複率は次のように定義したものである。

$$r = \frac{(l_1 \times W_1 + l_2 \times W_2) - (l_1 - l_2) \times W_1}{(l_1 \times W_1 + l_2 \times W_2)}$$

ただし、r: バス路線の重複率

l₁: 対象とするバス路線の延長

l₂: 重複しているバス路線の延長

W₁: 対象とするバス路線の運行回数

W₂: 重複しているバス路線の運行回数

さて、図-1の過疎バス路線の評価モデルを適用するためには、自家用車非保有世帯に関する情報がなければならぬ。そこで、バス路線沿線に居住する全世帯を対象に交通実態調査を実施した。

アンケート用紙の配布は町役場を通じて行ない、回収はA町、B町については町内会に依頼し、C町については郵送法によった。アンケートの回収結果は表-2に示すとおりである。

表-3は過疎バス路線の評価モデルを適用するために必要な基礎資料を、交通実態調査の結果から取りまとめたものである。表-3の基礎資料をもとに、A、B、C町にある過疎バス路線について図-1に示す評価モデルを適用したところ、表-4に示す総合評価結果が得られた。表-4によると、A町およびB町におけるバス路線

表-1. 調査対象バス路線の輸送実績(昭和50年度)

	A 町	B 町	C 町
1 路線延長	24.1km	31.0km	18.6km
2 バス運賃	500円	500円	370円
3 所要時間	47分	120分	39分
4 運行回数(往復)	3回/日	3回/日	2回/日
5 輸送人員	41,299人/年間	24,239人/年間	6,899人/年間
6 平均乗車密度	5.3人	4.2人	1.8人
7 営業係数	161	471	554
8 バス路線の重複率	0%	0%	85.9%
9 ワンマン化率	100%	84.6%	17.0%

表-2. アンケートの回収結果

	配布数	回収数	回収率
A 町	126	96	76.2%
B 町	229	182	79.5%
C 町	103	44	42.7%
計	458	322	70.3%

表-3 評価モデル適用のための基礎資料

評価項目	A 町	B 町	C 町
Q ₁ 公費負担の小中学生が利用している	利用している	利用している	利用していない
Q ₂ 自家用車の非保有世帯が通院に利用している割合	58.3%	32.7%	37.5%
Q ₃ 自家用車の非保有世帯が買物に利用している割合	70.8%	42.8%	55.6%
Q ₄ 自家用車の非保有率	25.0%	26.9%	18.2%
Q ₅ 平均乗車密度	5.3人	4.2人	1.8人
Q ₆ 営業係数	161	471	554
Q ₇ バス部門の収益	過去3年以上赤字	過去3年以上赤字	過去3年以上赤字
Q ₈ バス路線の重複率	0%	0%	85.9%
Q ₉ ワンマン化率	100%	84.6%	17.0%
Q ₁₀ 市町村の単独補助	あり	あり	なし

が〔維持〕で、C町におけるバス路線が〔休廃止〕という評価結果が得られた。そこで、このような評価結果の違いがどこから生じてきたかを各バス路線ごとに考察してみた。

i) A町におけるバス路線——A町におけるバス路線は公共性を評価する Q_1, Q_2, Q_3 の評価項目が〔Yes〕となったため、総合評価が〔維持〕となったものである。このことは、A町における乗合バスはスクールバスとして、通院バスとして、また買物バスとして利用されていることを示している。ちなみに、A町においてはスクールバスが1台あるのみで、患者輸送車は保有していない。しかしB町においては2台のスクールバスと1台の患者輸送車があり、C町においては8

台のスクールバスと1台の患者輸送車を保有している。A町におけるバス路線が乗合バスとして過度の責任を負わされていることに対しては、町当局もよく認識していた。このため、町単独の補助金が昭和46年当時から現在まで継続して交付されており、またワンマン化率を高めるための道路整備、待合所の設置等が町財政によって実施されている。バス会社としては一刻も早くこのバス路線を休廃止したいのが本心のものであったが、町当局の立場を理解しており、バス路線を維持するために徹底した企業努力がなされている。

ii) B町におけるバス路線——B町におけるバス路線は、 Q_1 の評価項目において〔Yes〕という評価が得られたために総合評価が〔維持〕となったものである。しかし、B町においてはA町の場合とは異なり、乗合バスによる通学は朝の登校時のみであり、下校時には町のスクールバスが利用されている。それ故、B町におけるバス路線については関係機関による協議の余地が残されているものと考えられる。

iii) C町におけるバス路線——C町におけるバス路線は Q_1, Q_2, Q_3 の各評価項目において〔No〕という評価が下され、しかも $Q_4 \sim Q_{10}$ までの7評価項目において、C評価が6項目もあったことから総合評価が〔休廃止〕となったものである。C町はA町、B町に較べて町財政が豊かなためスクールバスが6台もあり、小中学生の通学に乗合バスはまったく利用されていない。しかしながら、〔休廃止〕という総合評価はバス路線の重複率が高いこと、ワンマン化率が極端に低いこと、さらには町単独の補助がまったくなされていないことが大きく関係している。特にバス路線の重複率が85.9%で、しかもワンマン化率が17%しかないということは、A町におけるバス路線と比較してみた場合に、バス路線の維持に対して関係機関の努力が不足していると評価せざるをえない。

6. おわりに

A, B, C3町における過疎バス路線を例として、本研究で提案した過疎バス路線の評価モデルの適用を試みたが、その結果はほぼ納得できるものであった。しかし、地域住民の声を代表する関係市町村の理解が得られない限り、過疎バス路線の評価モデルの意義はなくなる。そこで、これらの結果をもとに国、北海道、関係市町村と協議を重ねた結果、どのような基準値を採用するかについては今後の課題としながらも、過疎バス路線の評価モデルの基本的な考え方については支持された。このことは地域住民の生活および交通実態を十分に調査した上で構築した政策的モデル、つまり過疎バス路線の評価モデルが共通のルールとして関係者に受け入れられたことを意味し、土木計画の総合評価手法として政策的モデルが有力な手段となり得ることを示している。

参 考 文 献

- 1) 土木学会編；土木計画学の領域と構成，土木計画シリーズ(Ⅱ)，技報堂，1976年
- 2) 宮川公男編著；P.R.B.S.の原理と分析，有斐閣，1970年
- 3) 長尾義三；土木計画論序説—公共土木計画論—，共立出版，1977年
- 4) 佐藤馨一，五十嵐日出夫，山形耕一；地方交通路線の評価法に関する研究，交通学研究，1977年
- 5) 地方バス路線問題における採算性と公共性について，月刊総合交通別刷，1977年

表-4 過疎バス路線の評価結果

	A 町	B 町	C 町
Q_1	Yes	Yes	No
Q_2	Yes	No	No
Q_3	Yes	No	No
Q_4	B	B	B
Q_5	B	C	C
Q_6	A	C	C
Q_7	C	C	C
Q_8	A	A	C
Q_9	A	A	C
Q_{10}	A	A	C
総合評価	維持	維持	休廃止