

GISを活用した中山間地域の公共交通計画支援ツールの開発*

Development of GIS-aid Planning System for Public Transportation in Mountainous Areas*¹

森山昌幸*² 藤原章正*³ 杉恵頼寧*⁴

By Masayuki MORIYAMA*² Akimasa FUJIWARA*³ and Yoriyasu SUGIE*⁴

1. はじめに

平成14年2月のバス事業の規制緩和や平成17年度に向けた市町村合併の進捗に伴い、バスを中心とした公共交通サービスの見直しが課題となっている。特に過疎化や高齢化の進行が顕著な中山間地域の高齢者にとって、公共交通サービスは医療・福祉・買物等の生活を営むために必要不可欠な装置となっている。中山間地域における公共交通の運行は、低密度な分散型居住形態や地形的な条件から、非効率にならざるを得ない路線が多い状況である。このような中、各自治体は財政難のおり、より効率的・効果的な運行計画を作成することが必要となっている。

計画に当たっては、運行計画代替案に対する需要予測結果からの料金収入と運行経費から、その採算性を検討し自治体が補填する費用を算出してその妥当性を検討する必要がある。また、計画代替案では、従来の固定ルート・ダイヤでの乗合路線だけでなく、多様な形態の運行サービスを検討する必要がある。近年では、Demand Responsive Transit (DRT) と呼ばれる電話等による予約（需要）に応じて柔軟なルートを実行する交通システムや需要に適した車両サイズによる運行など、数多くの運行形態の工夫がなされている¹⁾。

本研究では上述のような課題に対応するために、中山間地域の公共交通計画を支援するGISベースのツールを開発する。具体的には、非集計モデルに

*キーワード：公共交通，GIS，需要予測

*²正員，工修，広島大学大学院国際協力研究科博士課程
(島根県出雲市渡橋町327-1，TEL:0853-22-9690，
E-mail:mmoriyam@ta2.so-net.ne.jp)

*³正員，工博，広島大学大学院国際協力研究科
(東広島市鏡山1-5-1，TEL:0824-24-6921，
E-mail:afujiw@hiroshima-u.ac.jp)

*⁴正員，工博，広島大学大学院工学研究科
(東広島市鏡山1-4-1，TEL:0824-24-7826，
E-mail:ysugie@hiroshima-u.ac.jp)

よる需要予測と運行経費算出からの採算性検討と採算性以外の評価から路線の評価を行う。需要予測では、1ヶ月の利用者数を算出するモデルを構築し、固定ルートの乗合バスだけでなくDRTの予測も同時に行えるものとする。また、採算性以外の評価では、公共交通サービスによる「暮らしやすさ(QOL指標)」「顧客満足度(CS指標)」「集落間の平等性(EQ指標)」から評価を行う。

2. 支援ツールの概要

本システムは、自治体等の計画者が中山間地域における公共交通の運行計画を支援するためのツールである。システムは、「基礎データ作成」、「評価モデル構築」、「代替案評価」から構成されている(図1)。第一ステップの基礎データ作成では、システムの基本となるGISのデータベースを構築するものであり、計画対象地域の年齢階層別人口、病院や買物施設等の主要施設の立地、公共交通データといった既存統計データ等を集約する。さらに、アンケート調査結果により必要事項を追加して計画支援に必要な基礎データを整理する。

第二ステップの評価モデル構築では、対象地域に適した政策変数組及び効用関数形を選択し、需要予測モデルの推定を行う。特性が類似している地域において構築したモデルの推定値が存在する場合には、新たなモデル推定を行わずに引用することも考えられる。

第三ステップの代替案評価では、多様な運行形態のバス代替案を想定し、構築した需要予測モデルに各代替案のサービス水準等をGIS上で入力し、シミュレーションにより1ヶ月当たりの利用者数(料金収入)と当該運行サービスに掛かる運行経費を計算する。さらに、各集落におけるQOL指標、CS指標、EQ指標の算出を行い、これら評価結果をGIS上に表

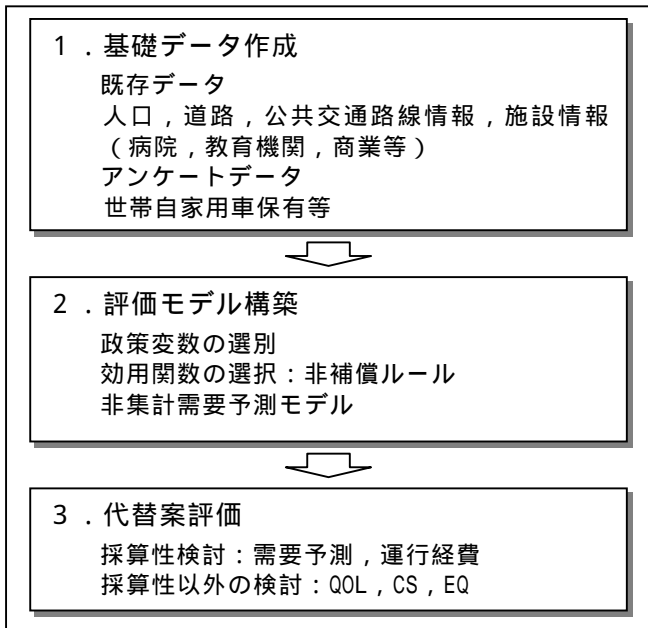


図 - 1 支援ツールの概要

示する。

本システムの特徴を以下に列記する。

通常の移動を自動車に依存している地域における高齢者等の生活交通確保を対象とする。

4段階推定法では算出できない交通量を推定対象とする交通機関を固定した交通発生量を算出する。ここで、交通LOSによっては需要が潜在化する交通量を考慮する。

需要量や採算性だけでなく生活の質などの評価指標を採用する。

最適解を求めるシステムではなく、既存の車両や地元意向を反映した運行計画代替案に対する評価を簡便に行うことで、数多くの代替案から当該地域に適した評価視点からの計画案を抽出することが可能となる。

3. GISデータベースの概要

本システムでは、各種評価を実施する前に、GIS上での作業の基礎となるデータベースを構築する必要がある。データベースは「公共交通データ」「集落特性データ」「拠点施設データ」に分けられ、その概要は以下のとおりである。

公共交通データ：路線名，ルート，ダイヤ，運行形態，バス停 等

集落特性データ：年齢階層別人口，高齢化率，

利用バス停と集落中心からの距離，路線便数，買物・通院先と所要時間・運賃 等

拠点施設データ：拠点的な買物施設及び病院のサービスデータ（営業日・時間，利用バス停と距離 等）

本システムの特徴として、需要予測や各種評価を行う基礎単位に集落を用いていることが挙げられる。集落データは、人口の重心位置をGIS上で表示して、上記の各種情報を持たせている。従来の都市部を対象としたGISを活用したシミュレーションツールでは、人口メッシュデータ等を用いて駅やバス停を中心とした面的な情報検索を行っているものが多い²⁾。これに対して、本システムでは集落を点データとして扱っており、各種計算を容易に行うことが出来る。特に山間部では、各集落は谷筋の可住地に点在しており、面的な情報を必要としない場合が多い。さらに、このような地域では、交通政策のみならず教育や福祉政策についても集落単位で実施されることが多く、他の用途でもシステムを有効活用できるとともに、自治体の計画者にとって政策の評価がより理解しやすいという利点を有している。

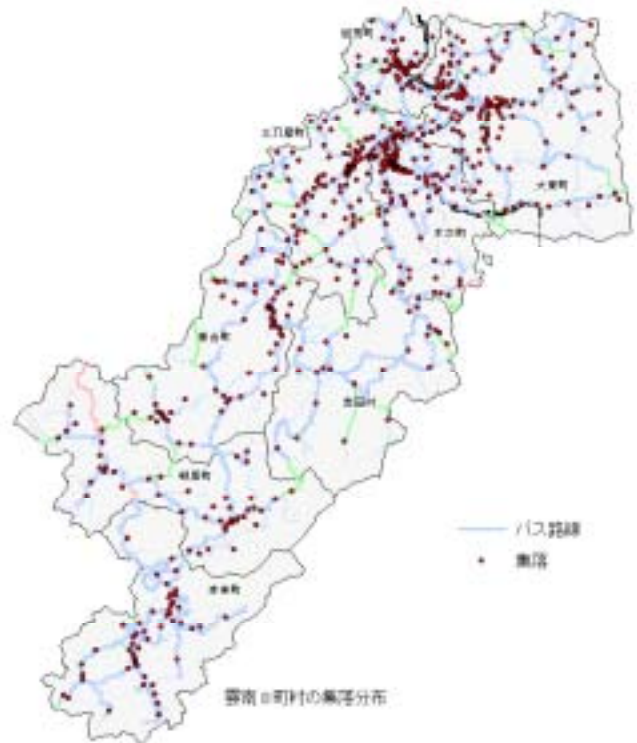


図 - 2 対象地域の集落分布

4. 採算性検討システム

(1) 需要予測システム

(a) 需要予測モデル

採算性を検討するために、計画代替案の運行サービス水準に対する需要を予測する必要がある。ここでは、対象とする公共交通のみに着目し、当該交通機関を利用した1ヶ月の外出回数を予測するモデルを構築する。具体的には、対象とする交通機関を利用するかしないかの選択と利用する回数の需要関数からなる離散連続モデルを適用する。ただし、目的変数は利用回数を対数変換したものをを用いている。

中山間地域の生活交通では、需要予測における交通サービス要因間の不完全代替性³⁾が確認されている。そのため、本システムでは非補償型の効用関数を適用して、モデルを構築している。また、IT技術を活用したDRTに関して、調査対象地域で運行されているドア・ツー・ドア型のシステムを考慮できるものとし、DRTのダミー変数を取り入れている。

(b) GISによる集計システム

本システムでは、上述の集落データを基本として、需要予測モデルを適用した集計を行っている。各集落の平均的なバス停までの距離等をGIS上で計算を行い、集落データを性別年齢別人口にセグメントした上で平均値法により集計を行う。集計結果は、集落毎、路線毎、自治体全体に自動集計が可能であり、表による出力と地図上での表示を行っている。

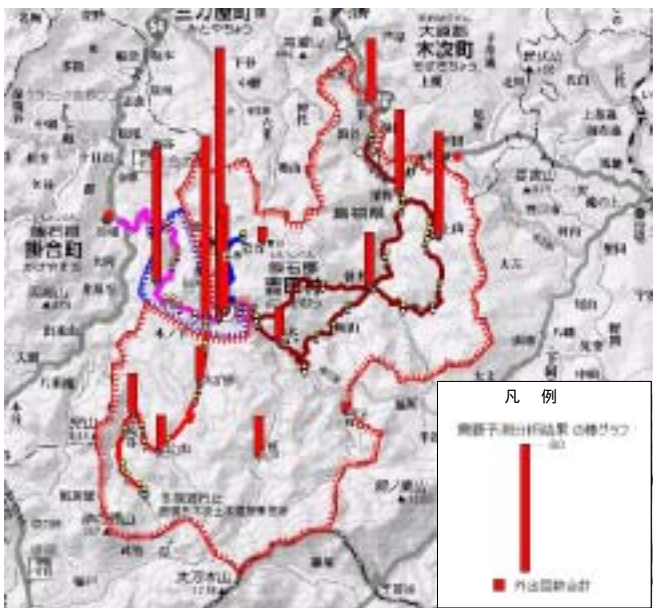


図 - 3 需要予測結果の例

(2) 運行経費算出システム

計画代替案に対する運行経費についても、GIS上で容易に算出することが可能である。GIS上で運行経路を作成し、1日の運行便数と料金のデータを入力することによって運行経費の算出を行う。

運行経費算出システムは、「路線延長」「バスタイプ(大型、中型、マイクロ等)」「バス台数」を基本条件として、人件費、燃料費等、維持修繕費、諸経費から構成されるものとする。各経費算出の考え方を以下に示す。

人件費：人件費 = バスの実働台数 × 予備率 × 一人当たり支出額

燃料費等：バスタイプ毎の(燃費に基づく軽油代 + オイル交換費 + タイヤ交換費)を運行路線代替案の路線延長より算出

維持修繕費：バスタイプ毎の(車検費 + 法定点検費 + 修理費)を算出

諸経費：その他必要な諸経費 上記(+ +) × 経費率

4. 採算性以外の評価システム

(1) 集落の生活のしやすさ：QOL指標

高齢化が進む過疎集落では、高齢者等の生活を支えていくために、医療、福祉、買物等の施策を総合的に進めていく必要がある。交通環境はこのような施策に密接に関連しており、公共交通計画の評価指標として、導入あるいは改善する交通サービスが生活のしやすさに及ぼす影響を考慮する必要がある⁴⁾。ここでは、集落の生活環境に対する総合的な満足度を集落のQOL (Quality of Life) 指標と定義付ける。

QOL指標はアンケート調査における満足度の5段階評価値を用い、オーダードプロビットモデルを適用して、交通サービス水準の変化がQOLに及ぼす影響を分析する。

(2) 交通システムの利用しやすさ：CS指標

集落の生活のしやすさに加えて、利用者の主観的評価指標として、公共交通サービスの顧客満足度をCS (Customer Satisfaction) 指標を適用している。ここでは、QOLと同様にアンケート調査結果のCSの5段階評価値を用い、料金やバス停までの距離な

どの各サービス水準とCSとの関係をオーダープロビットモデルで分析を行う。

(3) 集落間の平等性：EQ指標

従来の民間事業者が運行するバスサービスでは、運行効率が重視され、主たる幹線道路を主体に運行経路が設定されていた。これに対して、自治体が関与する公共交通サービスでは、きめ細やかなルート設定がなされることが多くなっている。このような状況の中、当該住民の居住地がどこであっても等質な外出機会を担保する視点が重要になっている。さらに、各地で市町村合併が進む中、市街地周辺集落と山間部集落の各種サービスの平等性や最低限のサービス水準の議論は不可避なものとなっている。そこで、集落間の平等性（Equality：EQ）が交通計画の指標として必要となる。

EQ指標は、GISの検索機能を活用して様々な要因に対する平等性を考慮することが可能である。考え得る要因としては、バス停までの距離、通院に掛かる費用、通院にかかる所要時間等が挙げられる。



図 - 4 EQ指標（バス停までの距離）の評価例

5. おわりに

本研究では、中山間地域の公共交通計画を支援するGISベースのシステムを開発した。交通計画代替案の評価指標として、採算性だけでなくQOL指標、CS指標、EQ指標を取り入れた。このような簡便なツールを使用することによって、専門家でない自治

体職員が容易に効率的・効果的な公共交通計画を立案することが可能となる。さらに、GISを活用して運行計画代替案に対する各種評価をビジュアル化することによって、住民に対する説明や合意形成も容易になるものと考えられる。

今後は、各評価モデルの精緻化を図るとともに、結果の出力方法、データ更新の方法を検討し、操作性の向上を必要がある。

謝辞

本研究は「地域交通ITソリューションシステム構築に向けての産・学・官共同調査研究」における成果の一部であり、調査研究に当たっては、中国運輸局、島根県中山間地域研究センター、(株)理研産業をはじめとする民間企業の関係者の方々の協力を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 竹内龍介，大蔵泉，中村文彦：DRTシステムコストモデルに関する研究，第26回土木計画学研究・講演集，CD-ROM，2002
- 2) 瓜生良知，佐藤政季，伊藤真：GISを活用した交通計画支援システム（GRAPE）の開発，土木学会誌 Vol.88，pp45-47，2003
- 3) 森山昌幸，藤原章正，杉恵頼寧，小霜陽子：GISデータベースを活用した過疎地域のバス運行計画支援ツールの開発，第22回交通工学研究発表解論文報告集，pp261-264，2002
- 4) 森山昌幸，藤原章正，杉恵頼寧：高齢社会における過疎集落の交通サービス水準と生活の質の関連性分析，土木計画学研究・論文集，No.19，pp725-732，2002