

ウェブを活用した地域公共交通計画支援システムの開発*

Development of Web-based Planning System for Public Transportation*

森山昌幸**・藤原章正***・坂本慶介****・平賀哲二****

By Masayuki MORIYAMA**・Akimasa FUJIWARA***・Keisuke SAKAMOTO****・Tetsuji HIRAGA**

1. はじめに

地域公共交通を取り巻く状況は、平成14年の道路運送法の改正以来、高齢化の進展、人口減少、学校や医療施設の統廃合、民営バス事業者の路線撤退など、様々な要因の下で大きく変化している。また、平成19年度に施行された地域公共交通活性化・再生法に基づく地域公共交通総合連携計画や総合事業の取り組みでは、地方自治体の多くが公共交通の課題を整理してその再編策などを検討している。この動きは新たな交通基本法の下でも継続することが予想され、地域の移動手段を担う主体として自治体や地域住民自らが公共交通の計画づくりや運行そのものに大きく関わっていくことになる。

地域公共交通の計画策定にあたっては、地形や人口集積の状況、目的地となる学校・医療施設・商業施設、既存公共交通の運行状況など、様々な要因に配慮しながら効率的・効果的な交通体系を構築する必要があるとともに、地域住民にわかりやすい検討内容の提示を行い地域全体で取り組む必要がある。

このような状況に対応するために、中国運輸局では平成15年に地域バス運行計画策定支援ソフト（ComPASS）を開発し、希望する市町村には無償で配布しており、申請自治体は平成22年3月現在で全国76自治体にも及んでいる。しかしながら、ComPASSはGIS上で各種分析が可能となるシステムであり、システムを稼働させる際に必須となるGISアプリケーション及びその上で利用可能な地図データは必ずしも安価なものではない。今後、より多くの自治体等における公共交通計画策定を効率的に実施するための支援システムの普及を目指すためには、よ

*キーワード：公共交通計画、GIS、交通需要予測

**正員、工博、(株)バイタルリード

(島根県出雲市今市町396-1、TEL:0853-22-9690、

E-mail:moriyama_m@vitallead.co.jp)

***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)

****国土交通省中国運輸局交通環境部

(広島市中区上八丁堀6-30、TEL:082-228-3495、

E-mail:sakamoto-k2ae@cgt.mlit.go.jp)

り簡易にシステムを利用できる環境を整えることが必要となる。

本研究は、以上のような課題に対応するために支援システム（ComPASS）を高価なGISソフトを用いなくても利用可能とするために、Googleマップ上で各種分析を可能とするとともに、必ずしも交通の専門家でない自治体等職員が容易に操作可能となるように、より平易な分析システム（WEBComPASS）を開発するものである。

2. 既存ComPASSの概要と課題

(1) 既存のComPASSの概要

既存のComPASSシステムは、図1に示すような基礎データ作成、評価モデル構築、代替案評価といった一連のフローを簡便に操作可能となるように開発されている。第2ステップの評価モデルでは、中山間地域における公共交通の利用頻度予測モデルを適用した需要予測システムと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）」から構成される採算性以外の評価システムから構成されている¹⁾。

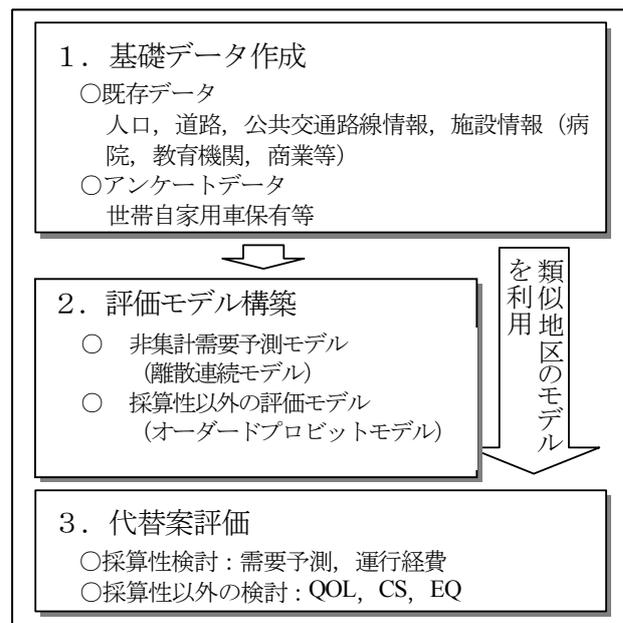


図1 既存 ComPASS の構成

また本システムでは、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。

- ① 公共交通データ：路線名、ルート、ダイヤ、運行形態、バス停 等
- ② 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
- ③ 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）

データベースの特徴として、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。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、公共交通計画以外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。

(2) ComPASSの課題

既存のComPASSが有する課題は、以下のように整理できる。

a) 高価なGISアプリケーションの必要性

前述のように既存ComPASSは、GIS上で稼働するシステムであり、利用者は事前に高価なGISアプリケーションを購入する必要がある。また、各種操作はシステム上で簡単に使用可能なものとしているが、データ整備等ではGISの基本的な知識が必要となり、交通計画の専門家ではなく全く異なる部署からの移動が通常となる自治体職員にとって、利用の大きな壁となる。

さらに、背景となる地図に関しても、状況に応じて適宜更新することが必要となる。

b) 人口メッシュデータへの対応

既存ComPASSでは、集落の点データを基本として各種分析を実施している。人口が低密度で分散型居住が進む中山間地域における計画策定では、大きな課題は生じないが、人口集積がある地域での定路線型の運行を行う路線バスの検討では、バス停単位での勢圏人口の把握や需要予測が効果的となる場合もあり、人口メッシュデータへの対応が必要となる。

c) 難解な需要予測モデル

既存ComPASSの需要予測モデルは、高齢者等の交通行動を表現し、1ヶ月の利用回数を算出する離散連続モデルを適用している。当該モデルは、一般的な離散選択モデルに比べて理解が困難であり、利用者はブラックボックスとして利用せざるを得なくなる。さらに、非線形な効用関数を有しているために、モデルパラメタ推定時のサービス水準と異なる地域に適用した場合、希に算出結果が論理的に説明できない値を示すことが確認された。

今後のさらなる普及のためには、精緻で論理的な需要予測モデルよりも、精度が劣っても理解しやすい平易でシンプルなモデルの適用が求められている。

3. WEBComPASSの概要と分析の改善点

(1) WEBComPASSの概要

新しいWEBComPASSは、Googleマップ上で稼働することを前提に構築されており、利用者は当該分析サイトへのアクセス許可を得るだけで、GISアプリケーションを持たなくてもサイト上で様々な分析が可能となる。

また、背景地図に関してもGoogleマップを活用することで、利用者は地図の準備を行う必要がないとともに、地図の更新は自動的に行われるため、利用者による更新の必要性がなくなるものである。

各種分析内容は、既存ComPASSが持つ機能をそのまま保有しており、現況分析、採算性分析（需要予測・運行経費算出）、採算性以外の評価（QOL, CS, EQ）の分析が可能である。

これら機能に加えて、WEBComPASSでは、需要予測モデルの変更、人口50mメッシュ（別途作成が必要）への対応、人口50mメッシュに対応したバス停単位での需要予測を追加している。これら追加機能は、次節で詳述する。

(2) 分析の改善点

a) 需要予測モデルの概要

WEBComPASSの需要予測モデルは、平易でシンプルな構造とすることを第一義としている。ただし、交通サービス水準が及ぼす需要への影響を反映させるために、非集計モデルをベースとする。

具体的な需要予測システムは、対象とする公共交通を利用する・しないの離散選択を2項ロジットモデルにより表現し、得られた利用する確率（年齢と性別によるセグメント）に実際の利用者の1ヶ月当たりの利用頻度を乗じることで、需要を算出するものである。

$$1\text{ヶ月の利用者数} = (\text{利用する確率}) \times (\text{利用者の1ヶ月の利用回数}) \times (\text{勢圏人口})$$

表1 バス利用に関する2項ロジットモデルの推定結果

説明変数	益田市		高梁市		阿南市	
世帯自動車保有ダミー	-1.02	(-11.49)**	-1.131	(-12.25)**	-1.11	(-11.38)**
年齢	0.01	(-4.34)**	0.008	(-3.84)**	0.01	(-5.27)**
女性ダミー	0.55	(-7.71)**	0.583	(-8.30)**	0.57	(-7.70)**
可処分時間	0.04	(-4.08)**	0.044	(-4.24)**	0.05	(-4.18)**
免許証保有ダミー	-1.14	(-15.17)**	-1.123	(-15.14)**	-1.06	(-13.54)**
中心部までの距離	0.06	(-5.21)**	0.066	(-5.69)**	0.07	(-5.53)**
バス停までの距離	-0.57	(-10.16)**	-0.651	(-11.68)**	-0.61	(-10.93)**
バス料金(100円単位)	-0.16	(-7.14)**	-0.072	(-5.95)**	-0.16	(-5.84)**
バスの運行間隔	-0.02	(-1.38)	-0.017	(-0.97)	-0.09	(-2.54)**
デマンドダミー	-1.53	(-14.79)**	-2.006	(-16.44)**	-2.04	(-16.29)**
定数項	1.15	(-4.76)**	0.313	(-1.44)	0.59	(-2.26)**
安芸太田ダミー	-0.28	(-2.30)*	0.725	(-7.21)**	0.33	(-2.08)**
雲南ダミー	-0.94	(-7.33)**	0.085	(-0.76)	-0.32	(-1.97)*
初期尤度	-3662.59		-3771.41		-3368.69	
最終尤度	-3018.13		-3059.3		-2757.39	
自由度調整済み尤度比	0.172		0.185		0.178	
サンプル数	5284		5441		4860	

() 内はt値 ** 1%有意 * 5%有意

表2 一ヶ月当たり平均バス利用回数(バス利用者のみ)

年代	益田市			高梁市			阿南市		
	男性	女性	計	男性	女性	計	男性	女性	計
19歳以下	10.00	9.67	9.75	11.70	9.63	10.78	15.5	6.75	11.13
20代	2.97	3.24	3.17	1.00	1.00	1.00	5.59	0.4	0.4
30代	2.97	1.25	1.25	3.00	1.00	2.00	1.45	20.05	12.61
40代	4.00	5.60	5.00	1.00	4.00	2.50	10.86	5.47	10.86
50代	1.86	4.02	3.20	2.67	3.13	3.00	6.74	2.5	6.03
60代	1.25	3.24	2.69	4.57	2.17	2.64	0.91	3.76	3.1
70代	3.42	3.22	3.26	2.50	3.25	3.10	5.97	4.02	4.8
80歳以上	4.07	2.58	2.97	3.68	2.36	2.66	1.18	5.08	3.78
計	2.97	3.24	3.17	4.52	3.02	3.38	5.59	5.47	5.52

この計算法では、交通サービス水準が向上した場合の外出頻度増加という交通行動の変化には対応していない。しなしながら、利用者の1ヶ月当たりの外出回数を対象地域の様々な交通サービス水準下でのデータから算出することで、この影響を少なくすることが可能となる。

このように当該需要予測モデルは、精緻な交通行動を記述したモデルではなく、平易でシンプルな構造とすることを一番の目的としている。

b) 需要予測モデルの推定結果

需要予測モデルの推定にあたっては、島根県益田市、岡山県高梁市、徳島県阿南市の3地区のアンケートデータを適用した。また、デマンド型乗合タクシーの分析を可能とするために、当該サービスのデータを含む島根県雲南市、広島県安芸太田町のアンケートデータをプールして推定を行っている。また、各地区におけるセグメント毎の1ヶ月の平均バス利用回数も併せて整理を行っている。推定結果及び平均バス利用回数を表1、表2に示す。

3地区におけるプールしたデータのサンプル数は、益田市5,284、高梁市5,441、阿南市4,860となっている。各地区のモデル適合度(自由度調整済み尤度比)をみると、益田市0.172、高梁市0.185、阿南市0.178といずれも0.2を下回り、適合度はあまり高くない結果となった。既存ComPASSにおける需要予測モデルでは、公共交通非利用のCaptive層を除外することで適合度は高くなっており、本モデルでもこのような工夫をすることで精緻化を図ることは可能であると思われる。しかしながら、当該システムでは、シンプルな構造の需要予測システムとするために、推定したモデルを適用するものとした。また、各パラメータの符号は全て論理的に妥当なものとなり、益田市と高梁市のバス運行間隔以外の全てのパラメータが有意な結果となった。

c) 人口50mメッシュへの対応

比較的人口集積がある地区においては、集落の点データよりも人口メッシュデータによる分析の方が詳細な検討を行う上で適している。人口50mメッシュデータ

は、国勢調査または住民基本台帳データと電話帳のデジタルデータ（住所による位置情報）を活用して構築するものであり、電話帳への登録をしないデータによる精度の低下はあるものの、バスサービスの検討では、問題もなく活用可能なデータとなる。ただし、WEBComPASSに当該データの作成機能を有しているわけではないため、別途構築が必要となる。

人口50mメッシュを適用する際には、バス停からの勢圏人口を算出して各種分析に用いることが有効となる。その際のポロノイ分割をGoogleマップ上で計算することを本システムでは可能としている。

図2は、この分析結果を通常のGISシステム上の主題図として表現したものである。Googleマップ上の主題図は図3のようになり、同様の計算は可能であるが、同様の表現を行うためには非常に時間を要するため、簡易な表現とならざるを得ない。

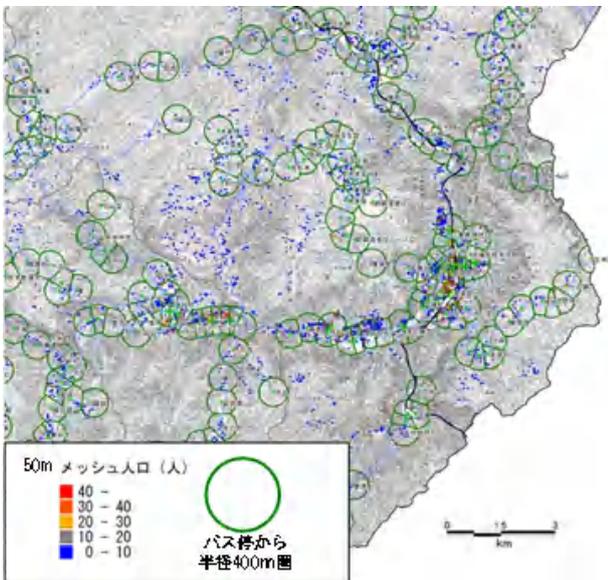


図2 人口50mメッシュとバス停勢圏のポロノイ分割

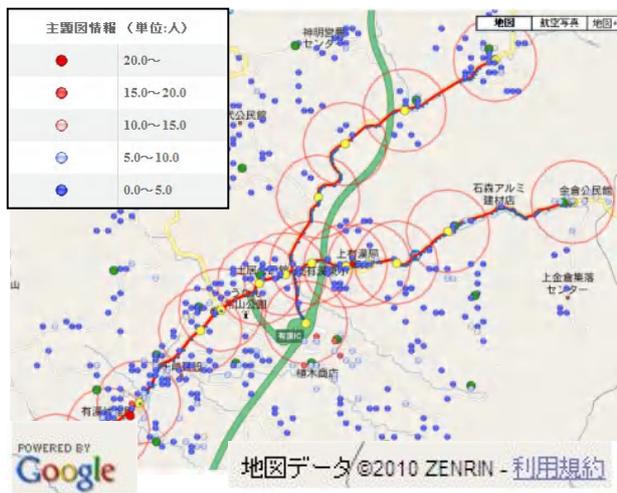


図3 Googleマップ上の人口50mメッシュとバス停勢圏

4. WEBComPASSの画面イメージ

WEBComPASSの分析内容は、従来からのComPASSと同様であるため、本章ではGoogleマップによる分析結果の画面イメージのみを示すものとする。

図4は、WEBComPASSの基本画面であり、バス路線、バス停、集落位置（人口メッシュの場合はメッシュ中心）、目的地（主要施設情報）などを表示している。表示する情報に関しては、レイヤ管理によって自由に表示のコントロールが可能となる。

また、マップ内の各情報をクリックすると、詳細情報を表示させることが可能となる。図5は、バス停の詳細情報の例を示している。



図4 WEBComPASSの基本画面



図5 バス停の詳細情報の例

以下、図6に集落の高齢化率の現況分析、図7に需要予測結果、図8にバス運行経費の分析結果を示す。



図6 集落の高齢化率の画面



図8 運行経費算出結果の画面



図7 需要予測結果の画面

5. おわりに

本研究では、ウェブを活用した地域公共交通計画支援システムを開発した。分析内容は、既存ComPASSと同様であるが、Googleマップ上での分析を基本とするため、高価なGISアプリケーションを必要としないなど、使用の前提となる障壁を低くしている。また、需要予測モデルをシンプルなものとするなど、実務分野での技術者が容易に理解し利活用可能なシステムとした。さらに、人口50mメッシュを使用可能にするなど、様々な適用場面に応じた分析が可能となるように従来のものから機能面の向上を図っている。

利用までの障壁を低くすることで、自治体やコンサルタントの担当者がより利活用しやすい計画支援システムが構築できたものと考えている。

今後は、データベース機能の向上、研究者が使いやすい分析のための途中データの出力（バス停勢力圏の詳細人口など）など、必要となる機能向上を図ることで、地域公共交通の計画策定における支援ツールとしての普及を考えている。

参考文献

- 1) 森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧: 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, 土木計画学研究・論文集, Vol. 21-3, pp. 759-768, 2004.