

IV-11

GISを用いたバスサービスレベルの評価システムの構築に関する研究

北海道大学大学院 学生員 永田 泰浩
 北海道大学大学院 正員 高野 伸栄
 北海道大学大学院 正員 加賀屋誠一

1. はじめに

札幌市の北東に位置する江別市は、近年人口増加の一途をたどり、今後5年間で1.8万人増の計13万人まで増加すると予想されている。また高齢者率も現在は13.5%となっており、今後さらに増加すると予想され、これらの対応を踏まえた公共交通の改善が急がれる。江別市の公共交通の状況は、鉄道が市の中央部を南西から北東に横断しており、その他にバス会社3社がそれぞれのバスネットワークを展開している。

現在このバス会社3社は、次第に連係をとる方向で推移しているものの、未だ不十分な点がある。平成13年には規制緩和が行われることもあり、3社の協力が今後の江別市において、また3社それぞれにおいても非常に重要であることは言うまでもない。

本研究においては次章であげる3つの問題のうち、「共通券問題」に関して特に注目し、その効果を明確化すると共に、「南北軸問題」に関しても現状を明確化していく。方法としては、GIS上にバスネットワークと徒歩ネットワークを作成し、バスへの待ち時間を、積み上げ所要時間を応用した積み上げ待ち時間により計算、設定する。それにより現状とバス会社3社が協力した場合では、バスのサービスレベルがいかにか向上するかを明確化した。

2. 江別市のバス問題

前章でも述べたように、現在江別市ではバス会社が3社存在し、互いにほとんど協調のないままバスを運行している状態である。その状態を打開し、今後の江別市のバス交通を考える懇談会が行われている。今回が第3回となるこの会は「バス輸送システム検討懇談会」と呼ばれ、バス会社3社、江別市、北海道大学の関係者からなる、協

議システムである。

江別市のバス問題を考える上で、この懇談会での江別市、バス会社からの声が、現在の江別市のバス問題を浮き彫りにしているのので、この懇談会の内容をまとめたところ、現在の江別市のバスの問題点を図1のように3つに大別することができた。それは「共通券問題」「ターミナル問題」「南北軸問題」である。

本研究室においては過去2年間にわたり江別市のバス問題に関して研究を行ってきたが、それは「ターミナル問題」に関するものが主であった。しかし他の問題、特に「共通券問題」に関しては、今年度の懇談会においてかなり実現性が見えてきたものの、今までは検討されていない課題である。

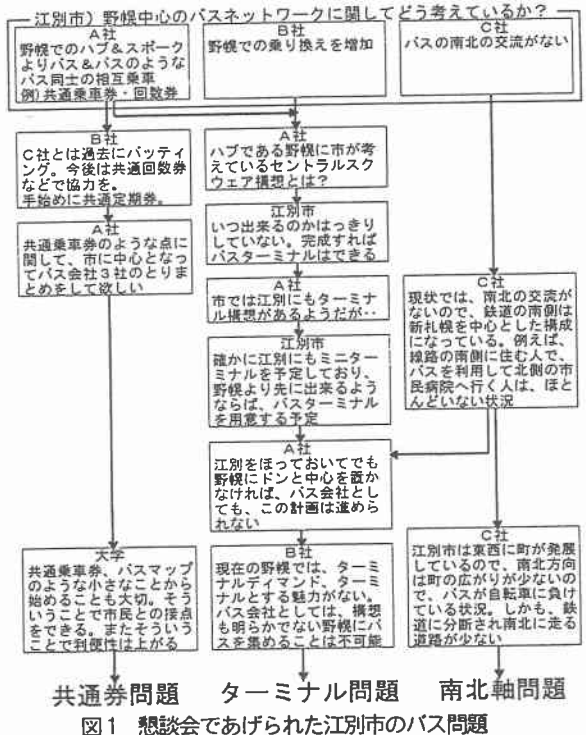


図1 懇談会であげられた江別市のバス問題

3. GIS解析のフロー

3-1 本研究におけるGIS

GISは地理情報システムと呼ばれるもので、地図をコンピューターに取り込み、その地図上に多くの属性情報を与えデータベースを構築した上で、様々な機能を用い分析を行うものである。本研究におけるGISのフローを図2に示す。本研究ではARC/INFOというGISのソフトを使用した。

収集した情報に関して、「バス停間所要時間」「バス運行ダイヤ」は、バス会社3社から江別市の全路線の時刻表の提供を受け、そこから求めたものである。また「地区別年齢別人口」に関しては江別市のデータで、町名別に、男女の年齢別人口が入力されている。

数値化に関しては3-2、3-3、4章に詳細を記す。

また図化に関しては、「デジタル道路地図」を基本地図とし、それにバス停などの不足している情報を、市販の地図により追加した。

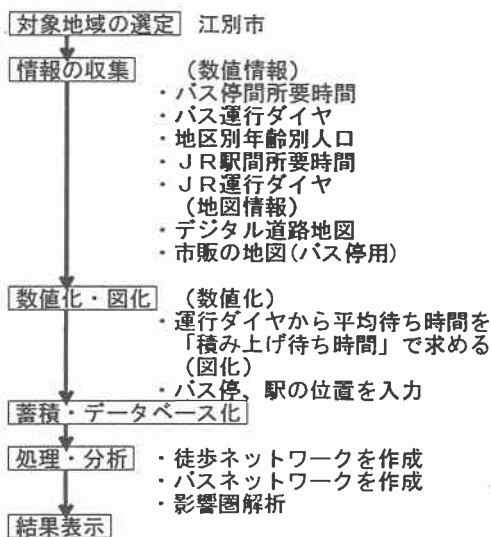


図2 本研究のGISのフロー

3-2 徒歩ネットワーク

GIS上にネットワークを作成する際に非常に重要となるのが、ネットワークの単位である。例えば、単位を距離にするか、時間にするか、費用にするかということは今後の研究を見据えた上で定めなければならない。本研究においては、交通ネットワークを作成する点や、積み上げ待ち時間を使用する点から、時間をその単位とした。

ARC/INFOにおいては、ネットワーク間の

抵抗値をリンクインピーダンスと呼ぶ。ここで全ての道路に単位が時間のリンクインピーダンスを入力する。ARC/INFOに既に入力されている全てのリンク(線)の距離を抜き出し、徒歩の分速で割ることにより、全てのリンクの、リンクインピーダンスを求め、入力した。

3-3 バスネットワークの作成

本研究においては、バスネットワークを作成するにあたり、バスネットワーク用の疑似リンクを、図3のように徒歩ネットワークに沿わせ作成した。

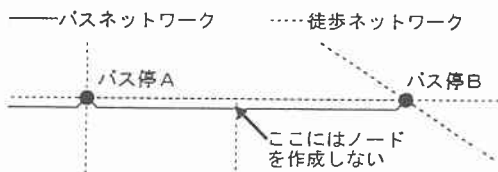


図3 バスネットワーク用疑似リンクのイメージ

作成したネットワークには、徒歩ネットワークと同様に、時間を単位とするリンクインピーダンスを設定する。ここではバスの時刻表から、各バス停間の所要時間を入力した。ただし時刻表の最小単位が「分」であったので、バス停間の所要時間が1分未満となっているものは全て1分と設定した。また同区間において、系統により異なった時間を示している場合には、値の大きいものを選択した。さらに全てのバス会社において、終点と、その一つ前のバス停の所要時間が大きく設定してある。これはバスの運行において、早発が許されないために生じる時間調整である。これによる誤差を防ぐために、終点までの所要時間に関しては同区間の反対向きの便の所要時間を入力した。

これにより、2つのネットワークが完成した。しかしこの状態では、バス停に行けば待ち時間0分でバスに乗れることになっているので、バスの待ち時間にあたるターンインピーダンスを設定しなければならない。ターンインピーダンスの設定に関しては、6章に詳細を示す。

4. 積み上げ待ち時間

4-1 積み上げ所要時間

積み上げ所要時間は、京都大学の中川ら¹⁾によって考えられたもので、各時刻における所要時間(待ち時間+乗車時間)を合計したもので、つまり図4における鋸状の線の下部の面積で表される。

積み上げ所要時間の特徴としては、運行頻度によるサービスレベルの向上や、運行頻度が一定である場合にも、便が接近している場合の利便性の低下などを明確化できることである。またこの積み上げ所要時間を旅行開始時刻の時間幅で割ることにより、積み上げ所要時間による平均所要時間を求めることができる。

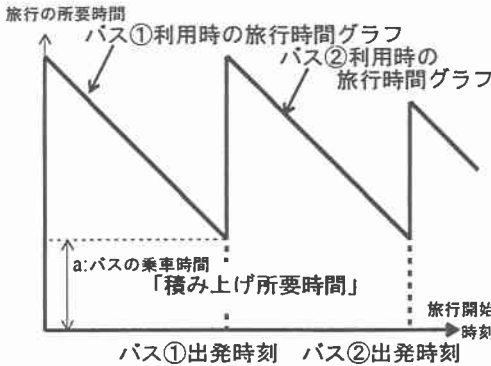


図4 積み上げ所要時間

4-2 積み上げ待ち時間

本研究においては、バス停間の所要時間を既に入力しているので、積み上げ所要時間を応用して、待ち時間だけをこの方法に準じて求めたいと考えた。今回の場合、図4における「a.バスの乗車時間」は、各バス停間において系統、便によらず一定である。そこで図5のように、積み上げ所要時間の待ち時間部分の面積だけを抜き出し、これを積み上げ待ち時間とした。

この積み上げ待ち時間をバス運行時間帯の時間幅で割ることにより、積み上げ待ち時間による平均待ち時間が求められる。これと前項で述べた積み上げ所要時間による平均待ち時間は等しくなる。

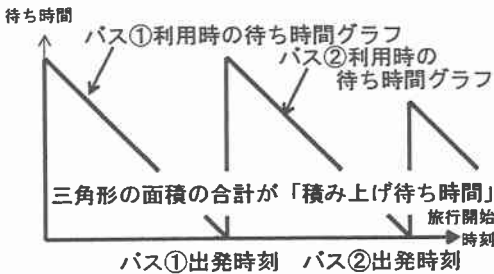


図5 積み上げ待ち時間

5. 積み上げ待ち時間の「共通券問題」への応用

ここでは積み上げ待ち時間の特徴を生かし、2章であげた「共通券問題」に応用した。

図6のように現状の平均待ち時間をパターンI。図7のように現状に共通券を導入した場合の平均待ち時間をパターンII。図8のようにさらにバス会社が調整をしてダイヤを調整した場合の平均待ち時間をパターンIIIとした。それぞれの結果を表1に示す。なお、短縮率は2社のうち、待ち時間の条件の良い方からの、待ち時間の短縮率である。

(パターンI) 現在のバスの状態
→A社のみ利用可能

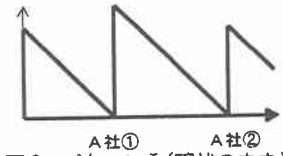


図6 パターンI (現状のまま)

(パターンII) 共通券を導入
→A社とB社が利用可能

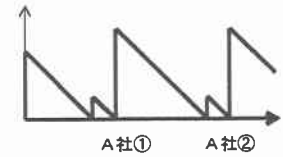


図7 パターンII (共通券導入)

(パターンIII) 共通券導入後、協調
→A社とB社が協調したダイヤ

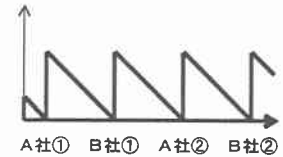


図8 パターンIII (さらに協調)

表1から共通券を導入することは、待ち時間の短縮に有効であり、バスのサービスレベルがかなり向上することがわかる。さらにバス会社が調整して、運行時間を調整することにより、2社が走行する区間においては、平均して待ち時間をおよそ半分短縮できることが示された。

さらにそれぞれの短縮率により、表1の路線はおよそ3つに分類できると考えた。3つの例を図9に示す。1つはパターンによらず短縮率が高い路線で、このような路線の特徴としては、平均待ち時間が非常に均衡しているといえる。逆に、短縮率が低いのは、1社が他社に比べ、待ち時間の上で優位に立っている路線である。さらに図9の「札幌理工学院一大麻南口」のように、パターンIIでは短縮率が低く、パターン

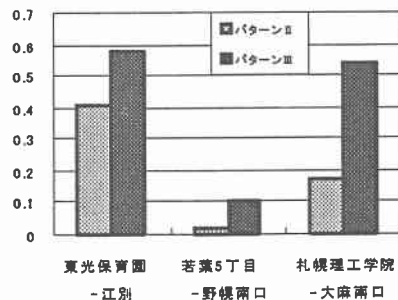


図9 待ち時間短縮率の分類例

IIIで短縮率が急激に上がる路線が見受けられる。これは、現状ではバス会社間の協調がない路線を示すとされる。

表1 共通券に影響を受ける区間と待ち時間短縮率

停留所(発)	停留所(着)	A社	B社	C社	パターンII短縮率	パターンIII短縮率		
新札幌	学院大		5.59	9.77	4.61	0.18	2.59	0.54
学院大	新札幌		5.38	10.76	4.78	0.11	2.58	0.52
学院大	文京台南町		54.36	24.62	19.44	0.21	12.43	0.50
文京台南町	学院大		61.75	24.12	17.72	0.27	13.30	0.45
学院大	大森南口		7.02	12.71	5.79	0.17	3.49	0.54
大森南口	学院大		6.89	14.17	6.07	0.12	3.53	0.54
大森南口	札幌理工学院		10.16	12.71	7.00	0.31	4.59	0.54
札幌理工学院	大森南口		11.04	14.17	9.11	0.17	4.86	0.54
理工学院	若葉5丁目		55.53	12.71	11.69	0.08	9.58	0.25
若葉5丁目	理工学院		48.03	14.17	12.17	0.14	9.29	0.34
若葉5丁目	野幌南口		55.53	12.52	12.31	0.02	11.21	0.10
野幌南口	若葉5丁目		48.03	13.02	11.05	0.15	8.47	0.35
体育の里	野幌南口		48.03	54.30	24.84	0.48	16.72	0.54
伊達屋敷	2号線		55.74	54.30	33.16	0.39	20.39	0.62
江別駅	東光保育園	15.46		12.91	7.95	0.38	5.78	0.55
東光保育園	江別駅	14.63		14.22	8.34	0.41	5.99	0.58
東光保育園	あけぼの団地	16.03		12.91	8.35	0.35	6.02	0.53
あけぼの団地	東光保育園	15.11		14.22	8.38	0.41	6.25	0.56
新札幌	大森高校	15.90	139.89		14.95	0.06	12.50	0.21
大森高校	新札幌	15.99	71.84		14.20	0.11	11.82	0.26
大森15	大森16	23.77	13.19		9.57	0.27	6.47	0.51
大森16	大森15	18.38	15.13		11.43	0.24	6.44	0.57
大森16	沢町南		12.44		11.38	0.08	8.29	0.33
沢町南	大森16		13.40		12.11	0.10	8.03	0.40
沢町南	大森駅	83.73	12.44		11.38	0.08	8.29	0.33
大森駅	沢町南	98.27	13.40		12.11	0.10	8.03	0.40
大森駅	大森14丁目	20.45	10.12		8.03	0.21	5.32	0.47
大森14丁目	大森駅	17.26	12.16		8.25	0.32	5.43	0.55
大森14丁目	大森11丁目	20.45	10.12		8.03	0.21	5.32	0.47
大森11丁目	大森14丁目	17.26	12.16		8.25	0.32	5.43	0.55
情報図書館前	野幌駅通り	20.53	11.06		8.74	0.21	5.52	0.50
野幌駅通り	情報図書館前	18.67	11.81		8.91	0.25	5.44	0.54
野幌駅通り	野幌駅	7.27	10.40		5.98	0.18	3.29	0.55
野幌駅	野幌駅通り	22.01	10.61		9.29	0.12	5.50	0.48
野幌駅	野幌7丁目	17.22	11.57		9.15	0.21	5.37	0.54
野幌7丁目	野幌駅	20.18	12.27		9.42	0.23	5.57	0.55
					平均	0.21	平均	0.47

6. バスサービスレベルの評価

前章のパターンII、IIIの有効性、さらには「南北軸問題」を考えるために、3章で作成したネットワークに、ターンインピーダンスを設定する。ここで、ターンインピーダンスは、積み上げ待ち時間から求めた平均待ち時間を、前章の3つパターンに分け入力した。また、同様の作業を鉄道に対しても行った。

ターンインピーダンスを入力した上で、影響圏解析を行う。解析結果の一例を図10、図11に示す。具体的な解析方法としては、病院や公共機関からの影響圏解析を行うことで、江別市内における公共交通機関のサービスレベルの低い地点を明確化したり、人口から求められた公共交通機関への需要ポテンシャルと、そのサービスレベルを比較することによっても、地域におけるサービスレベルの格差の評価が可能である。

さらにパターンII、IIIがサービスレベル及ぼす影響や、市内の南北に離れた地点と、東西に離れた地点のサービスレベルを比較することで、「南北軸問題」、つまりは南北間のサービスレベルの低さを分析することが可能であると思われる。

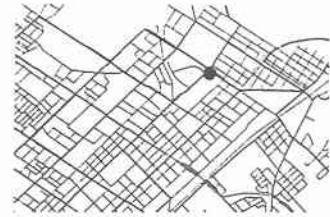


図10 完成されたネットワーク (点は市民病院の位置)



図11 市民病院から5分圏



図12 市民病院から10分圏

7. おわりに

本研究の成果は以下になる。

- ①江別市のバスサービスレベルの評価を行うために、GISのネットワーク機能、影響圏解析機能を用い、江別市の「共通券問題」「南北軸問題」を視覚的に明確化した。
- ②積み上げ所要時間を応用した、積み上げ待ち時間を利用することで、江別市にバス会社3社の「共通券」を導入することの有効性を示した。
- ③GIS上に江別市の公共交通に関するデータベースを作成したことで、今後さらに高度なシミュレーションや研究をする際の、土台が作成された。 今後は、バスの乗り換え抵抗によるネットワークの高度化や、地区別年齢別人口データを利用した分析などの応用が考えられる。

参考文献

1) 天野 光三、中川 大、加藤 義彦、波床 正敏 「都市間交通における所要時間の概念に関する基礎的研究」 土木計画学研究・論文集 No.9 1991年11月