

## コンピュータベース調査による交通行動分析

都市交通研究室 関 光太  
指導教員 佐野 可寸志  
松本 昌二  
土屋 哲

### 1. はじめに

新潟市では過度な自動車の依存からの転換や、高齢化社会、環境問題への対応から、公共交通の利便性の向上を図るため、将来LRT(Light Rail Transit)：超低床の次世代型路面電車の導入を検討している。

このような新しい交通機関に対しアンケートを行う場合、RP調査データに基づいて予測することは困難であるため、仮想の代替案に対する選好の情報を得ることが出来るSP調査を行うことが望ましい。RP(Revealed Preference)調査：顕示選好調査とは、実際の交通行動を把握するために行う調査であり、SP(Stated Preference)調査：表明選好調査とは、仮想の代替案を組み込んだ調査である。

アンケート調査は調査票により行うのが一般的であるが、回答者の実際の行動データを反映した水準が代替案に示すため本研究ではコンピュータベースでアンケート調査票を作成し、コンピュータベース調査の有効性を確認する。また、本アンケートより得られたデータから、日常の交通行動、さらに、交通機関選択要因を明らかにするため交通機関選択モデルの構築を行う。

新潟市では、新たな交通システムを導入する計画を検討している。新たな交通システムとは、中量輸送システムであり、東京の「ゆりかもめ」や広島「アストラムライン」などの Automated Guideway Transit (ゴムタイヤ式ガイドウェイシステム:AGT) に代表される新交通システムのほか、モノレールや LRT、設備や規制などソフト面でのシステム向上を図るバスシステムも含まれる。これら新交通システムは過度な自動車依存からの転換、拠点施設へのアクセス強化、高齢化社会と環境問題解決のツールとして期待されている。

LRT を想定して提案されたルートは、以下の 4 ルートである。図-1 にルートを示す。

- ① 白山・古町周辺～新潟駅～鳥屋野潟南部ルート
- ② 新潟駅～新潟空港ルート
- ③ 新潟駅～県庁(国道8号)ルート
- ④ 白山周辺～県庁～鳥屋野潟南部ルート

この基本と考えられる 4 ルートに加え、新潟大学方面へのルートもある。本研究では、この新潟市で想定されているルートを検討し、アンケート調査を実施する事業所を選定した。



図-1 新潟市の LRT 想定ルート

### 2. 交通行動調査アンケート

#### 2.1. 研究方法

新潟市中央区にある企業の従業員に対し、現在の通勤実態を把握するために RP 調査、そして、LRT を代替案に組み込んだ、SP 調査をコンピュータベースのアンケート調査により実施する。

手段選択の要因を明らかにするため、多項ロジットモデルにより分析を行う。

#### 2.2. コンピュータを用いた応答型 SP 調査

コンピュータを用いた応答型調査では、回答者

個々の交通行動や交通規制に応じたサービス水準値の設定や、代替案を提示する順序のランダム化など、SP 調査の最も重要な過程を、コンピュータによって、調査と同時に行うことが可能である。コンピュータ調査では、最後まで興味が薄れず回答の信頼性が高くなる。持ち運びの便利なコンピュータを使用すれば、屋外でのインタビュー調査も可能である。その反面、面接員やコンピュータの調達、面接員の訓練などに費用や労力がかかる。また、プログラムの開発にも労力を要する。調査手法による得失の比較を表-1 にまとめる。

表-1 調査手法の比較

観点	A	B	C
回答内容に応じた実験条件のコントロール	△	×	○
実験環境の現実感	×	×	○
回答の信頼性の確保(回答漏れ、いい加減な回答の影響)	○	×	○
突然のエラーへの対処	—	—	○
1サンプルあたりのコスト	△	○	×
回答に伴う被験者の負担、コスト	△	○	△
大サンプルの確保	△	○	×
収集したデータの取り扱いの容易さ	×	×	○

A：調査票式インタビュー調査

B：調査票留め置き調査

C：コンピュータベース調査

### 2.3. アンケート調査の概要

アンケートは、コンピュータベースによって行った。紙ベースでは決まったパターンの選択カードしか提示できないが、コンピュータベースでは、回答者によって、パターンが変化するようにカスタマイズが可能であるため、通勤所要時間に応じてアンケートの内容が変化するように設定した。

アンケート調査項目を表-2 に、アンケートの回答結果を図-2 に示す。また、表-2 に設定した水準の例を示す。設定水準は、所要時間を 10 分間隔でぐざり、1 分~90 分以上の全部で 10 パターンの水準を設定した。

プロフィールは 27 パターンを作成した。SP 調査では自動車、バス、LRT の 3 つの代替案が示され、回答者の通勤所要時間によって、3 つの代替案の水準が変化するようになっている。また、この質問は、水準を変化させ 3 回繰り返し行った。アンケート調査を実施した事業所、組合等を合わ

せると合計 20 であった。アンケートは 20 団体 168 サンプルであった。

表-2 アンケート調査項目

個人属性	・年齢 ・性別	・免許の有無 ・自動車保有台数
通勤状況	・代表交通手段 ・所要時間 ・所要費用	・乗り換え ・通勤費支給額
LRTについて	・LRTを知っているか ・LRTに乗ったことはあるか ・新潟市での導入に対する考え	
選好意識調査	3つの代替案(自動車、バス、LRT)を提示して順位付けをしてもらう	

#### アンケートの概要

1. 対象 新潟市中央区にある事業所に勤務する者
2. 配布日 2008年11月上旬
3. 配布方法 事業所に依頼し、データを配布



図-2 アンケート回答結果

表-2 設定水準の例

自宅からの所要時間が21分~30分圏内用

交通機関	交通サービス要因	水準1	水準2	水準3
自動車	所要時間(分)	20	25	30
	駐車料金(円/月)	0	10000	20000
	ガソリン代(円/月)	6500	8000	10000
バス	所要時間(分)	25	30	35
	運行間隔(分)	1	3	5
	運賃(円/月)	14000	16000	18000
LRT	所要時間(分)	16	20	24
	運行間隔(分)	5	10	15
	運賃(円/月)	8000	10000	12000

次にアンケート調査画面について説明する。図-3 に示すような個人属性を入力してもらう画面では、当てはまる項目にチェックをしてもらう。また、自宅から勤務先までの所要時間を入力する設問で、入力された所要時間によって SP 調査画面

に提示される水準が変化するように設定されている。図-4 は SP 調査画面であるが、示される代替案から 1 番利用したいもの、2 番目に利用したいものを選んでもらう。この設問は水準を変化させたものを 3 回繰り返し尋ねている。

①あなた自身について、また日頃の通勤状況についてお聞かせします。

(1)性別  
 男性  女性

(2)年齢  
 10歳代  20歳代  30歳代  40歳代  50歳代  60歳代

(3)あなたの自宅の住所をお答えください  
 ○○市○○区○○町○○丁目(番町)までお答えください  
 例 新潟市中央区古町通6番町

(4)ご自宅で保有されている車の台数をお答えください  
 ・自動車  台 ・自動二輪車  台

(5)免許の有無  
 あり  なし

(6)ご自宅から勤務先までの所要時間をお答えください  
 ※1時間以上かかる方も“分”でお答えください  
 およそ  分

戻る 次設問へ

図-3 RP 調査画面

①LRTのことについてお聞かせします。フリーバスが、あなたの家の近くLRT駅を結んでると、あなたの家からフリーバスのバス停が、どの程度の距離であればLRTを利用しますか。

\_\_\_\_\_ m ※フリーバスとはLRTの駅に接続する路線バスです。

②これらの3回連続でお答えいただけます。前問を踏まえて、これらすべてを現実のケースですが、自宅から通勤先までのこの3つの手段しか利用することができない場合、どの交通手段をお選びになりますか

自動車  
 カソナ代1ヶ月 10000 円  
 経路費時間 20 分  
 1ヶ月(自己負担額) 10000 円

路線バス  
 運賃1ヶ月 11000 円  
 所要時間 35 分  
 運行間隔 5 分

LRT  
 運賃1ヶ月 12000 円  
 所要時間 24 分  
 運行間隔 5 分

①1番目に利用したい交通手段は?  
 自動車  
 路線バス  
 LRT

②2番目に利用したい交通手段は?  
 自動車  
 路線バス  
 LRT

戻る 次設問へ

図-4 SP 調査画面

### 3. アンケート調査結果

全サンプル中の男女構成は 168 サンプル中 138 サンプルが男性であった。また、免許保有状況は本調査の回答者の 98.8%が免許を保有していた。このことから本研究の分析結果は、ほぼ男性の免許保有者に限定したものとなる。

図-5 に自宅から勤務先までの距離別に見た利用

交通手段を示す。2km 以内に勤務地がある回答者は 60%以上が徒歩・自転車での通勤である。2km 以上 8km 以下では自動車での通勤が 60%程度を示している。10km を超えると自動車での通勤よりも鉄道が多くなる。

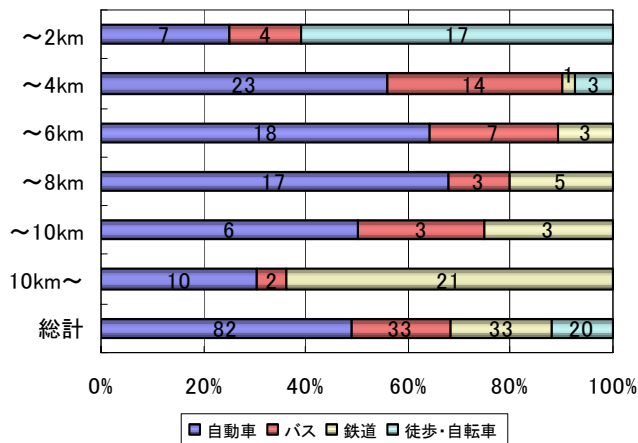


図-5 距離別現在の利用交通手段 N=168

図-6 は現在通勤時利用している交通手段別の利用したい交通手段を示している。図中のその他は、徒歩、自転車または、バイクである。現在自動車で通勤されている方は自動車を選好の 1 位に選ぶ割合が約 60%近くと非常に高いことが分かる。バスで通勤されている方も、選好 1 位にバスを選ぶ割合が 40%近いことが分かる。鉄道で通勤されている方に関しては、選択肢の中に鉄道が含まれていないため LRT を選好する割合が高くなったものと考えられる。このことから、現在の交通手段が選好に強く影響している。

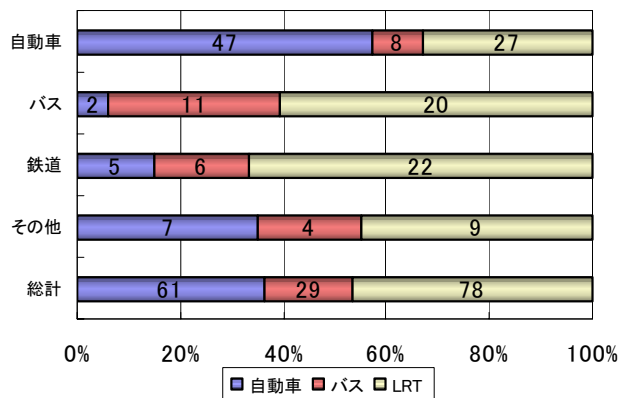


図-6 現在の交通手段別利用したい交通手段 N=168

図-7 は通勤費別に見た利用したい交通手段を示している。通勤費の大小が交通手段選択に影響を

及ぼすことはない。これは、通勤費が支給されている影響があるのではないかと考えられる。

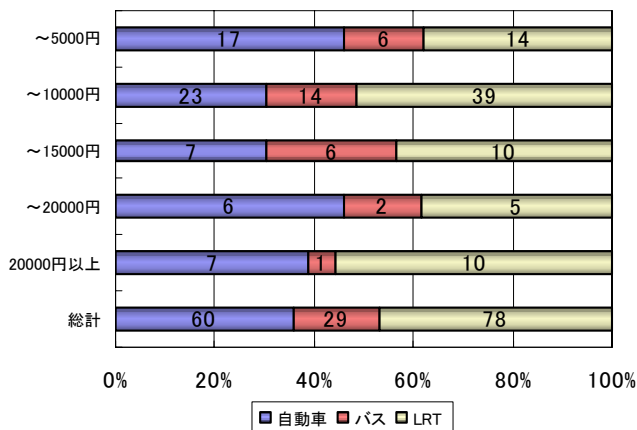


図-7 通勤費別に見たい利用したい交通手段 N=167

選好意識調査の水準の設定は、自動車よりもLRTのほうが所要時間は短くなるように設定しているが所要費用はLRTのほうが高くなるように設定している。図-9の所要時間別に見たい利用したい交通手段であるが、これによると所要時間が長くなるにつれLRTを選好1位に選ぶ割合が高い傾向にある。このことから、通勤トリップには、通勤費よりも所要時間が重視されている。

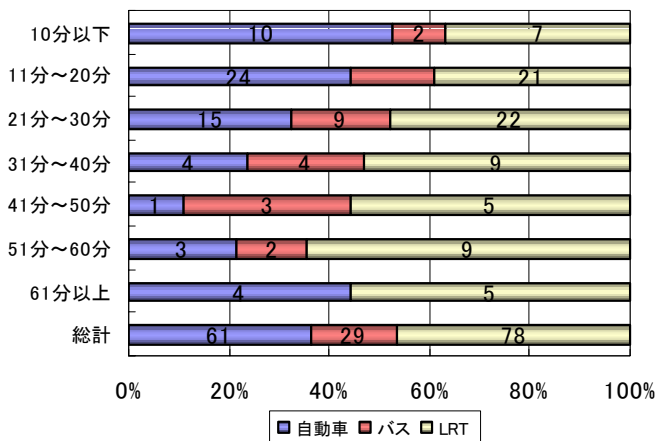


図-9 現在の所要時間別利用したい交通手段 N=168

#### 4. 多項ロジットモデルのパラメータの推定

交通手段選択の要因を明らかにするため、多項ロジットモデルによりパラメータを推定する。SP調査のほかに基礎調査として、現在の通勤状況を明らかにするRP調査を実施した。この、RP調査とSP調査のデータを使用し、RP調査データを使

用した多項ロジットモデル、SP調査データを使用した多項ロジットモデルを作成し、パラメータを推定する。

#### 5.1. RP調査データによる推定結果

RPの効用関数は以下の式で表される。推定結果であるが、モデルの適合度を表す $\rho^2$ (尤度)が0.29、観測値に対する予測値の的中率が全体で71.2%であることから、再現性のよいモデルであるといえる。また、手段別の的中率を見てみると、自動車の的中率が最も高く87.7%であり鉄道についても72.7%と高い的中率である。しかし路線バスの中の中率が25.0%と低いことで全体の的中率が多少低くなった要因といえる。

効用関数

$$V_{car} = b_1 \times \text{自動車固有定数} + b_2 \times \text{自動車所要時間}$$

$$V_{bus} = b_3 \times \text{公共交通乗車時間} + b_4 \times \text{公共交通乗車外時間}$$

$$V_{train} = b_5 \times \text{鉄道固有定数} + b_3 \times \text{公共交通乗車時間} + b_4 \times \text{公共交通乗車外時間}$$

V:効用、b:パラメータ

表-3 RPモデルの推定結果

説明変数	パラメータ	標準誤差	t値
自動車所要時間	-0.0430	0.0180	-2.3900
公共交通乗車時間	-0.0214	0.0089	-2.3920
公共交通乗車外時間	-0.1331	0.0288	-4.6280
鉄道固有定数	1.4690	0.6130	2.3970
自動車固有定数	-1.3030	0.5274	-2.4710
尤度比	0.290		
的中率:全体	71.2%		
的中率:自動車	87.7%		
的中率:路線バス	25.0%		
的中率:鉄道	72.7%		

モデル全体の的中率は70%を超えているが、交通手段ごとの的中率に偏りが生じているのは現況再現モデルとして不安定である。このことから交通手段ごとの的中率を整理したものを表-4に示し考察を行う。

これを見ると、自動車の的中率が約88%と非常に高く効用の高さを確認できる。鉄道についても



約 73%と自動車での通勤に誤判別されているケースが多少見られるが、これについては車で来るには遠い距離であるが、鉄道も自動車も利用可能で自動車の効用が高かったため自動車に誤判別されたのではないかと考えられる。路線バスについては的中率が 25%と極めて低い。これは、単純に自動車の効用が高く、路線バスの効用が低すぎたためこのような結果になったものと思われる。

表-4 RP 調査のモデルの再現性

		推定			総計	的中率
		自動車	路線バス	鉄道		
観測	自動車	72	0	9	81	87.7%
	路線バス	20	8	4	32	25.0%
	鉄道	9	0	24	33	72.7%
総計		101	8	37	146	71.2%

#### 4.2. SP 調査データによる推定結果

3つの代替案から順位を付けてもらう選好意識調査は1人の回答者に水準を変化させたものを合計3回繰り返し回答してもらった。繰り返しによる各回のパラメータ推定結果を比較する。

効用関数は以下の式で示す。

効用関数

$$V_{car} = b_1 \times \text{駐車場料金} + b_2 \times \text{自動車所要時間} + b_3 \times \text{ガソリン料金} + b_4 \times \text{自動車ダミー} + b_5 \times \text{自動車保有台数}$$

$$+ b_6 \times \text{現在の自動車所要時間}$$

$$V_{bus} = b_7 \times \text{バス運賃} + b_8 \times \text{バス運行間隔} + b_9 \times \text{バス所要時間} + b_{10} \times \text{バスダミー}$$

$$V_{lrt} = b_{11} \times \text{LRT 運賃} + b_{12} \times \text{LRT 所要時間} + b_{13} \times \text{LRT 乗車経験}$$

V:効用、b:パラメータ

1回目のモデルについてであるが、モデルの適合度を表す $\rho^2$  (尤度) が 0.20、観測値に対する予測値的中率が全体で 61.7%であることから、再現性のよいモデルであるといえる。また、手段別の的中率を見てみると、LRTの的中率が最も高く 74.4%であり自動車についても 68.3%と高い的中率である。しかし路線バスの的中率が 13.8%と低いことで全体の的中率が多少低い。2回目の尤度は1回目よりも高く 0.24であった。しかし、的中率は自動車の的中率を除いて1回目よりも低くな

ってしまった。3回目は尤度も 0.29、的中率もよい結果となった。このことから、繰り返し回答を行うことで精度が向上するといえる。

表-5 SP 調査データによるパラメータ推定結果

説明変数	1回目		2回目		3回目	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
駐車場料金	-9.92E-05	-3.89	-1.51E-04	-5.02	-1.61E-04	-5.68
自動車所要時間	-5.48E-02	-1.43	-2.60E-02	-0.63	1.24E-02	0.27
ガソリン料金	-1.78E-04	-1.43	-1.80E-04	-1.37	-2.38E-05	-0.17
自動車ダミー	1.93E+00	4.12	2.17E+00	4.52	1.99E+00	3.87
自動車保有台数	-7.22E-02	-0.37	-8.98E-02	-0.45	-1.74E-01	-0.83
現在の自動車所要時間	-1.15E-02	-0.89	-1.57E-02	-0.90	-1.98E-02	-1.20
バス運賃	-1.18E-04	-1.36	-2.72E-04	-3.08	-1.70E-04	-1.79
バス運行間隔	-2.17E-01	-2.31	-6.47E-02	-0.87	-5.26E-02	-0.50
バス所要時間	-5.55E-02	-1.47	1.17E-02	0.30	1.35E-03	0.03
バスダミー	7.33E-01	1.59	6.17E-01	1.31	1.65E+00	2.97
LRT運賃	-8.02E-05	-1.02	-2.71E-04	-2.97	-2.06E-05	-0.26
LRT所要時間	-9.63E-02	-2.66	1.46E-02	0.38	-8.36E-03	-0.21
LRT乗車経験	5.36E-02	0.11	4.97E-01	1.04	-2.03E-01	-0.41
尤度比	0.20		0.24		0.29	
的中率:全体	61.7%		56.9%		68.9%	
的中率:自動車	68.3%		77.6%		79.7%	
的中率:路線バス	13.8%		6.7%		27.3%	
的中率:LRT	74.4%		60.8%		72.1%	

表-6 SP 調査のモデルの再現性

1回目		推定			総計	的中率
		自動車	路線バス	LRT		
観測	自動車	41	2	17	60	68.3%
	路線バス	7	4	18	29	13.8%
	LRT	17	3	58	78	74.4%
総計		65	9	93	167	61.7%

2回目		推定			総計	的中率
		自動車	路線バス	LRT		
観測	自動車	45	0	13	58	77.6%
	路線バス	9	2	19	30	6.7%
	LRT	25	6	48	79	60.8%
総計		79	8	80	167	56.9%

3回目		推定			総計	的中率
		自動車	路線バス	LRT		
観測	自動車	46	1	12	59	78.0%
	路線バス	5	5	12	22	22.7%
	LRT	20	4	62	86	72.1%
総計		71	10	86	167	67.7%

#### 4.3. 感度分析

費用や時間を変化させた場合の分担率の変化を感度分析によって明らかにする。図-10にはLRTの運賃額を5%から10%、15%低下、上昇させた場合の分担率の変化を示しており、LRTの運賃額を低下させるとLRTの分担率は増加し、バス、自動車の分担率は減少する。LRTの運賃額を上昇させた場合はLRTの分担率が減少するにつれ、自動車、バスの分担率が上昇する。

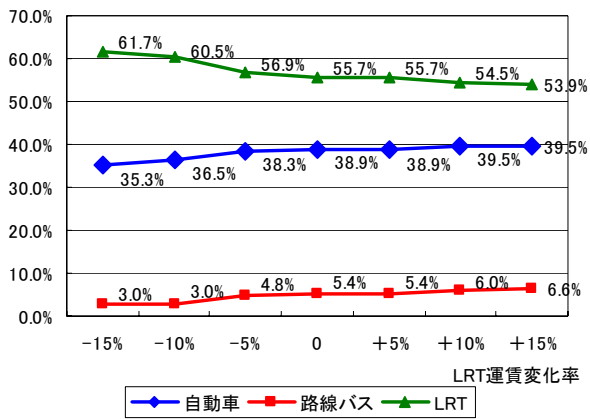
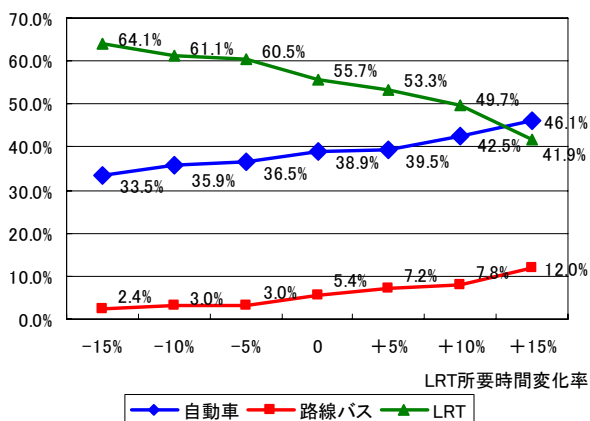


図-11にはLRTの所要時間を5%から10%、15%低下、上昇させた場合の分担率の変化を示しており、運賃と同様にLRTの所要時間を低下させるとLRTの分担率は増加し、バス、自動車の分担率は減少する。LRTの所要時間を上昇させた場合はLRTの分担率が減少するにつれ、自動車、バスの分担率が上昇する。しかし、変化率を比較してみると、運賃より、所要時間の方が分担率の変化が激しいことから、所要時間が手段選択に影響している。



## 5. まとめと今後の課題

RP調査データの推定結果から乗車外時間が乗車時間よりも手段選択に影響があることが分かり、乗車外時間が増加すると公共交通を利用しなくなるということがパラメータから推測できる。また、SP調査データからは所要時間が手段選択に強く影響を与えていた。

コンピュータベースでアンケートを行ったことで、入力ミスなどの少なさを感じた。また、選好意識調査では、回答者の通勤行動データが反映されるようにしたことで、現実的なアンケート調査を行うことが可能となり、回答者から高い評価を得た。

今後の課題として、事業所によっては、外部へのデータを持ち出すことができないシステムになっていたため、研究室のウェブにアンケート調査ページを作成し、ウェブ上でアンケートを行う。

また、コンピュータベースアンケートと調査票記入方式のアンケートでの推定結果の比較をすることで、コンピュータベースの有効性を定量的に把握することが重要であると感じた。

## 参考文献

- 1) 藤原章正：交通機関選択モデル構築における選好意識データの信頼性に関する研究、1993年
- 2) 青野、室町、原田、太田：コンピュータベース調査による交通行動データ収集手法の開発、土木計画学研究・論文集、Vol.18 No.1、pp.123-128、2001年
- 3) 杉恵、藤原、葛本：携帯型パソコンを用いた応答型選好意識調査の有効性、土木計画学研究・講演集、No.15(1)、pp.97-104、1992年
- 4) 鈴木、原田：パソコンベースの応答型意識調査手法に関する研究ー通勤・通学の鉄道経路選択を対象としてー、土木計画学研究・論文集、No.6、pp.217-224、1988年
- 5) 青野、室町、原田、太田：Webアンケートによる交通行動データ収集手法の開発、土木計画学研究・講演集、No.23(2)、pp.427-430、2000年
- 6) 藤原、杉恵：選好意識調査の設計の手引き、交通工学、Vol.28 No.1、pp.63-71、1993年
- 7) 河地章：TDMによる通勤交通手段変更の可能性に関する研究、長岡技術科学大学修士論文、1997年
- 8) 社団法人 新潟県地域総合研究所：新潟地域総研ブックレット5 新潟と新しい都市交通、2008年
- 9) 新たな交通システムを考える会、新たな交通システム検討協議会：都市交通とまちづくり～魅力ある都市・誰もが移動しやすい交通環境をめざして～、2005年