

積雪寒冷地冬季交通管理計画に関する研究

A study of planning for winter transportation management in snowy regions

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 96694 鹿野 方俊

In snowy regions there are heavily traffic congestion in winter because of the reduction of traffic capacity. Recently the information provision is getting regarded as the solution of such problems. The purpose of this study is that, firstly we construct mode choice models with SP data that can deal with the effect of weather information provision, and secondly we evaluate the alternative of transportation plan with simply estimated Q-V functions for winter. Through the study we confirm the availability of weather information provision for transportation management in winter.

1. 研究の背景と目的

積雪寒冷地の夏季と冬季で、通勤時の自動車の分担率はほとんど変化のないものの交通容量の低下は著しく、そのため冬季における交通渋滞は慢性化しており問題となっている¹⁾。近年の情報通信技術の発達により、情報提供は交通集中を緩和するための有効な手段として認識されつつある。

最近になって交通情報と交通手段の変更を扱った研究が行われるようになってきた^{2,3)}。しかし、モデル上有意な気象等変数を説明変数とした選択モデルは、著者の知るところこれまで例をみない。積雪寒冷地の冬季においては自動車の運転に対して路面が滑りやすい等負担を感じている人が少なくない⁴⁾。本研究では、SPモデルを用い仮想的に気象等情報を提供したときの、交通手段選択モデルを構築することを目的とする。次に、気象・路面状況等の条件と交通状況との因果関係が必ずしも明らかにされた段階とはいえないが、既往研究および調査をもとに、これらを簡易的に推定することにより、交通代替案を評価することを目的としている。

2. アンケート調査

札幌市は北国特有の雪に関する都市問題や交通基盤整備の積極的推進、サービス業中心の産業構

造などといった都市の現況と課題、冬季の降積雪による交通渋滞、バス利用者の減少、地下鉄網の発達といった交通の現況と課題を抱えている。本研究では札幌市域を対象地域とし、中でも冬季の気象条件が厳しく渋滞問題が逼迫していて、都心部へのマイカー通勤者の多い西区西野地区を取り上げることにした。

表1 降雪日数⁵⁾;降雪の頻度は11月~4月期間(全182日のうち)として計算

観測地点	降雪日数	降雪の頻度	
気象台	1994年度	123	4.7日/週
	1995年度	135	5.2日/週
	1996年度	131	5.0日/週
	1997年度	104	4.0日/週
	1998年度	135	5.2日/週
観測地点	降雪日数	降雪の頻度	
福井中央公園	1994年度	151	5.8日/週
	1995年度	153	5.9日/週
	1996年度	150	5.8日/週
	1997年度	155	6.0日/週
	1998年度	166	6.4日/週

2.1 調査の概要

方式：町内会を通じた投函配布・郵送回収方式、期間：2000年5月~7月、回収状況：配布数1,560通(世帯当り抽出率7.4%)、有効回答数138通(回収率8.8%)。以下に示すSP情報を直交表L₉(3⁴)に基づき設定した。利用者は通勤時出発前にこれら

情報を得ることができるとしている。

- ・路面状態（ほぼ全て、3 つに 1 つ、3 つに 2 つの交差点がツルツル）
- ・車線数（ほぼ全て、7 割程度、5 割程度の区間で夏期より車線数が減少）
- ・日中（6 時～18 時）の降雪量が（5、10、15cm）
- ・情報の正確さ（ほぼ確実、10 日に 8 日程度、10 日に 6 日程度当たる）

交通手段選択について多項ロジット(ML)モデル（以下）を用いて分析した。

$$P_{in} = \frac{e^{\lambda v_{in}}}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda v_{jn}}} = \frac{1}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda(V_{jn} - V_{in})}}, (i \in A_n) \dots \dots (1)$$

A_n ：個人 n の選択肢集合、 P_{in} ：個人 n が選択肢 i ($i=1, \dots, I_n$) を選択する確率、 V_{in} ：個人 n が選択肢 i から受ける効用の確定項、 λ ：効用の確率項のパラツキを示すパラメータ

$$V_{in} = \theta' X_{in} = \sum_{k=1}^K \theta_k X_{ink}, (i \in A_n) \dots \dots (2)$$

$\theta = [\theta_1, \dots, \theta_k]$ は未知のパラメータベクトル、 $X_{in} = [X_{ink}, \dots, X_{imk}]$ は個人 n の選択肢 i の特性ベクトルを示す。

道路・鉄道・地下鉄および市電のネットワークデータは、デジタル道路地図 (DRM)⁶⁾ を用い、バスのネットワークについては、バスルートマップを用いている。冬季の自動車速度(km/h)は、既存調査¹⁾を参考に、朝ピーク時平均速度を 20.0km/h と仮定する。公共交通機関の所要時間については時刻表⁷⁾を用いた。待ち時間については、運行間隔の 2 分の 1 を基本とし、乗換え時間は一部を除き 3 分とした。自動車については、実距離は直線距離の 1.3 倍として計算している。徒歩時間は既存調査¹⁾を参考に徒歩速度の夏季に対する減少率を算出し求めている。

駐車料金については、都心部 3 万円/月、都心部以外を 1 万円/月、と仮定した。燃料消費量については、平均速度から燃料消費量を求める回帰式⁸⁾を用いた。公共交通機関の運賃は、文献⁷⁾より求めている。時間価値については文献⁸⁾を用いてい

る。

2.2 手段選択モデル

以下、気象状況等を説明変数に加えた交通手段選択モデルを示す（表 2・4・5）。

表 2 気象条件考慮型手段選択モデル

	Model-	
	自動車	公共交通
自動車保有条件 (専用・優先;1)	0.929 (2.385***)	
マイカー通勤について(原則禁止;1)	-2.053 (-4.264***)	
仕事に自動車を利用(いつも・時々利用;1)	2.184 (6.219***)	
通勤先駐車場(吹きさらし以外;1)	0.875 (2.591***)	
一般化費用	-0.005(-2.957***)	
路面の滑りやすさ	-0.73 (-1.871*)	
降雪量	-0.064 (-2.403***)	
Number of observations	385	
² (尤度比)	0.301	
Hit ratio (適中率)	64.70%	

*10%有意、**5%有意、***1%有意

次に情報提供に加え、新たに表 3 に示す交通代替案を設定したときの手段選択モデルを示す。尚、公共交通機関の運賃は、道路交通状況により最大半額まで割り引かれるとしている。都心部外通勤者に対しては、都心直行バスを選択肢から外して推定している（表 5）。

表 3 交通代替案のサービスレベル

都心直行バス	定時性、着席可、屋内型待合室、バス利用者用駐車場、朝は5分間隔、晩は15分間隔の運行、タクシー券
相乗り	バスレーン走行可
P&R	屋内型駐車場、タクシー券
基幹バス	定時性、屋内型待合室、バス利用者用駐車場、朝は5分間隔、晩は15分間隔の運行、タクシー券

表 4 気象条件考慮型手段選択モデル(都心部通勤者)

	Model-			
	自動車	既存公共交通	基幹バス	都心直行バス
RP(自動車;1,公共交通;0)	4.876 (4.330***)			
除雪時間	-1.555 (-3.513***)			
通勤費の補助(有;1)	2.762 (2.603***)			
一般化費用	-0.007(-1.239)			
路面の滑りやすさ		0.872 (2.186**)		
道路幅減少度				0.901 (2.780***)
Number of observations	99			
²	0.167			
Hit ratio	67.40%			

*10%有意、**5%有意、***1%有意

表 5 気象条件考慮型手段選択モデル(都心部外通勤者)

	Model-		
	自動車	既存公共交通機関	基幹バス
自動車所要時間	-0.023 (-3.053***)		
既存公共交通機関所要時間		-0.018 (-2.208**)	
基幹バス所要時間			-0.027 (-2.627***)
費用	-0.023(-2.528**)		
路面の滑りやすさ		-0.917 (-2.195**)	
降雪量			-0.067 (-1.893*)
Number of observations	242		
²	0.196		
Hit ratio	71.10%		

*10%有意、**5%有意、***1%有意

3. 交通代替案の評価

気象情報および交通代替案を提示したときの平均的な自動車交通発生削減率は表6のように求まる。

路面・幅員条件と交通量・速度との関係を調べた調査結果をもとに、表7のようにして当該対象地域でボトルネックとなっている交差点(北1条宮の沢交差点)を含む路線(西野真駒内清田線)について、冬季時間Q-Vを推定した(図1)。

表 6 気象情報および交通代替案提示による自動車交通削減効果

	自動車	P&R	自動車の相乗り	計	発生削減率	
現状	281	3	3	287	100.0	
情報提供後	244	3	3	250	87.1%	-12.9%
情報 + 交通代替案	199	18	6	223	77.7%	-22.3%

表7 路面状態・幅員確保レベル別 Q-V の推定

路面状態	最大交通流率 台/時	最小交通流率 台/時	平均交通流率 台/時	夏季平均交通流率 に対する割合
乾燥・湿潤系	1618	1541	1579	87.2%
シャーベット系	1547	1473	1509	83.4%
圧雪系	1475	1404	1439	79.5%
ブラックアイス系	1404	1337	1370	75.7%

路面状態	最大旅行速度 km/時	最小旅行速度 km/時	平均旅行速度 km/時	夏季平均旅行速度 に対する割合
乾燥・湿潤系	13.7	11.9	12.9	63.2%
シャーベット系	13.0	11.3	12.3	60.3%
圧雪系	12.3	10.7	11.7	57.4%
ブラックアイス系	11.7	10.1	11.0	53.9%

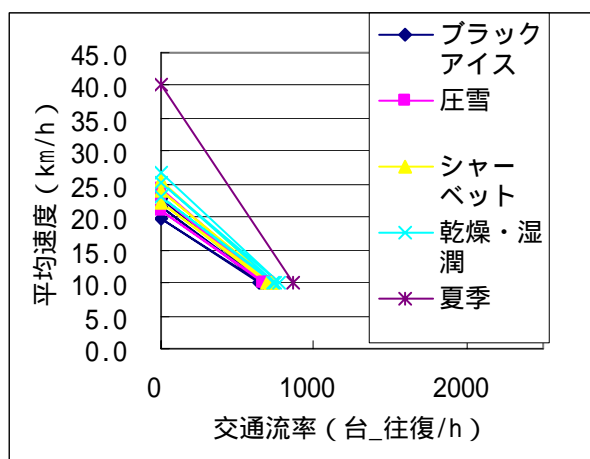


図1 路面状態および幅員確保水準を考慮した冬季時間 Q-V (西野真駒内清田線)

平均速度の目標値を 15km/時としたときの交通量削減目標の達成状況について表 8 にまとめた。ここでは初期路面状態がブラックアイスかつ幅員確保レベルが良好な場合のみについて示している。

表8 交通量削減目標の達成状況

路面状態	情報提供	情報提供+交通代替案
ブラックアイス	13.5km/h	14.2km/h
圧雪	14.4	15.1
シャーベット	15.2	16.0

4. 結論

- ・ 気象状況等を説明変数に組み込んだ交通手

段選択モデルを構築した。

- ・ 冬季 Q-V を簡易的に推定することにより交通量削減目標を設定し代替案の評価を行った。その結果、冬季交通管理をする上で、気象情報提供の有用性がモデルから確かめられた。本研究では手段の転換のみを扱っているが、情報の提供の効果としては出発時刻の変更や経路変更などがあり、これらについて同時に分析することが今後の課題である。また、冬季 Q-V の検証も求められる。

参考文献

- 1) 第3 回道央都市圏パーソントリップ調査報告書 (平成8年)
- 2) 倉内慎也・森川高行・岡田良之・佐々木邦明(1999):「プレトリップ情報提供下における短期的交通行動変更抵抗のモデル分析」、土木計画学研究・論文集、No16,pp.763-768
- 3) 中村直久ら(2000):「マイカー通勤者モニター実験について-1999/2000 札幌圏ホワイトネット実験プロジェクト-」、土木学会第55 回年次学術講演会、-134
- 4) 札幌市:「札幌市における冬季道路交通の実態」、平成11年3月,p16
- 5) SNET(株):マルチセンサーデータ99/11~00/03
- 6) 建設省道路局道路経路調査室:「将来交通計画上の全国ネットワーク作成調査 DRM 抽出データ」、1999年
- 7) <http://tis.do.johodai.ac.jp/>:「札幌圏表」
- 8) 建設省道路局・三菱総合研究所:「道路整備による効果の推計に関する調査報告書」、1992年