

降雪地域における冬季の車両挙動を考慮した信号制御パラメータに関する研究

都市交通研究室 北川 春樹
指導教員 佐野可寸志・西内裕晶

1. はじめに

新潟県のような積雪寒冷期が長い地域において、積雪は交通流に大きな影響を与えている。轍の形成・制動距離の拡大・車線幅の減少などが挙げられ、これにより走行速度が低下しやすくなる。よって、夏季と冬季では自動車挙動が大きく異なるため、時期に合わせた信号制御が必要である。しかし、信号表示案作成時の設計指針には季節や地域特性が道路交通にもたらす要因が十分に含まれていない。この理由は、冬季の道路交通の実態が明らかになっていないためである。ゆえに、一年を通して夏季の交通状況から信号制御パラメータを設計しているのが現状である。

そこで、本研究では長岡市を対象に、夏季と冬季の自動車挙動を比較検討し、積雪路面による交通障害要因がどの程度影響しているか定量的に把握し、今後の積雪寒冷地における信号制御設計時の在り方に関して知見を整理することを1点目の目的とする。

また、冬季の信号制御パラメータの設定で、道路交通を円滑にするために比較検証する。冬季の道路交通は交通シミュレーションソフト「Paramics」を用いて再現する。今回は積雪の影響が特に反映しやすい、朝の交通ラッシュ時で検証した。分析から得られた冬季の自動車挙動データを入力し、交差点の信号制御を変動させて、交通渋滞を緩和させることを2点目の目的とする。

2. 調査概要

本章では、自動車挙動を比較検証するため、ビデオ映像を用いて分析した。映像データは長岡国道事務所が所有する、愛宕交差点に設置された CCD カメラ映像を使用する。表1に調査概要を示す。

朝の交通ラッシュ時である、平日の午前7:00~8:30に調査した。夏季は視界良好・乾燥路面であるため、天候状態が運転に支障をきたす要因はない。反対に冬季は、3~4cmの積雪路面(圧雪)で轍が形成されており、1時間あたり0~1cmの降雪を確認した。

表1 調査概要

	夏季	冬季
調査場所	長岡市愛宕交差点	
調査日時	2014. 7/22、7/23	2014. 3/7、3/10
実測時間	午前 7:00~8:30	
天候	晴れ	雪(0~1cm/h)
路面状態	乾燥	積雪(3~4cm)
気温	24~27℃	-1~0℃

3. 実態調査

3.1 飽和交通流率

積雪路面では緩やかな加速による発進となるため、一定速度に到達するまでに、夏季より7.37秒遅れていた。よって、有効青時間の割合が減少し、累積交通量が低下した。また、冬季は走行速度も低下するため、飽和交通流率が大きく低下する。青現示開始時間から50秒の時点では、累積交通量が1サイクルあたり、夏季は24.4台に対し、冬季は19.3台まで低下した。2車線では、10.2台の差であり、割合にして約2割の低下であった。

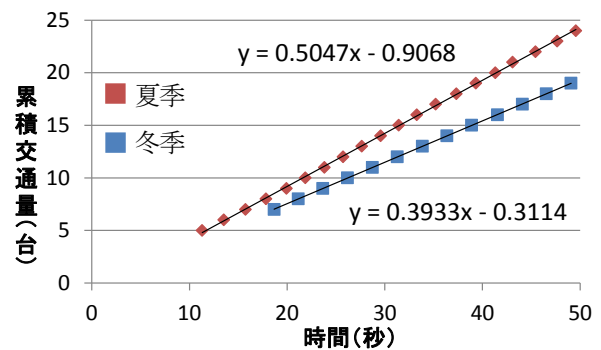


図1 飽和交通流率

3.2 右折車の挙動

夏季はドライバーにとって、ギャップアクセプタンスが様々で走行速度と車間距離の関係性が薄い。冬季は右折を判断する際の基準が狭まっており、慎重な判断に切り換わっていた。後続車の速度が50km/hの際、夏季は右折を判断するために必要車間距離を62m必要とするが、冬季では70mに広がっていた。よって、冬季は青信号時の対向車のギャップを利用した右折には期待できず、右折専用信号に頼らざるを得ない状況である。しかし、右折専用現示の交通量では、1サイクルあたり1.5台交通量が低下していた。

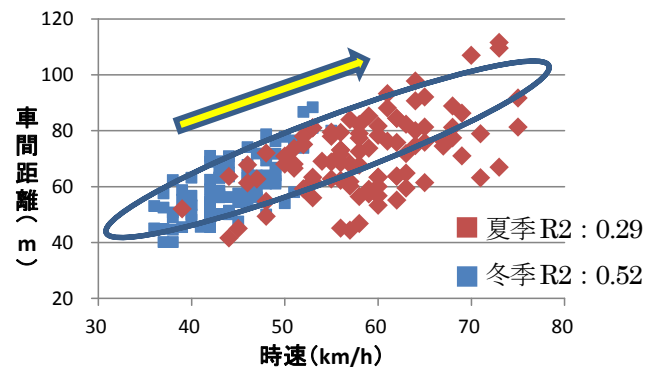


図2 ギャップアクセプタンス

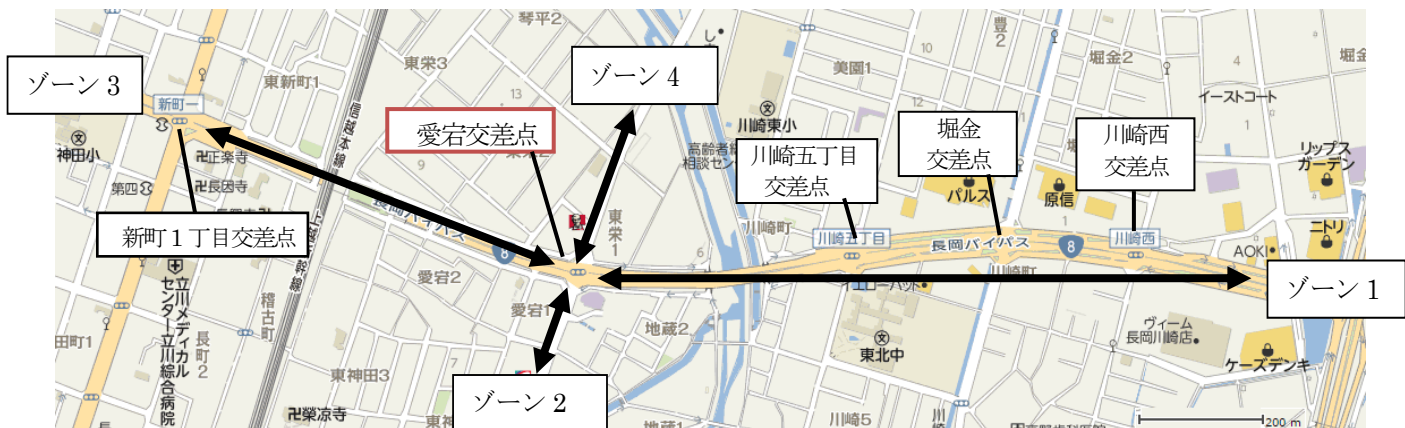


図3 シミュレーションエリア

4. 冬季の道路交通の再現性

冬季の愛宕交差点の道路交通を再現するために、実態調査で分析した自動車挙動と信号制御パラメータを「Paramics」に入力する。その他の入力データとして、加速度・減速度・右折判断・車種の割合を入力した。

5. 交通シミュレーション

5.1 サイクル長の変更

図3に示したシミュレーションエリアで、愛宕交差点の信号制御パラメータを変更し、遅れの変動を分析する。

積雪路面では、走行速度が低下し、一定速度に達するまで時間を要するため、有効青時間が減少する。そこで、サイクル長を延長させて損失時間の割合を抑えることで、現状より遅れを緩和できる可能性が考えられる。サイクル長を延長の有益性を評価するために、サイクル長を減少させたパターンも分析する。表2にサイクル長変更後の信号制御パラメータを示す。

表2 信号パラメータ

		サイクル長(秒)		
		サイクル長減	現状	サイクル長増
サイクル長		120	130	140
主道路 (8号側)	青	58 (-6)	64	70 (+6)
	黄	4	4	4
	右折専用	10 (-1)	11	12 (+1)
	黄	3	3	3
	全赤	2	2	2
従道路	青	23 (-2)	25	27 (+2)
	黄	4	4	4
	右折専用	11 (-1)	12	13 (+1)
	黄	3	3	3
	全赤	2	2	2

5.2 シミュレーション結果

結果を表3,4に示す。サイクル長を減少させた場合は、ゾーン1と3のODで大きな遅れが生じている。この理由は、1時間あたりのサイクル数が増えたことで、1サイクルに占める有効青時間が減少したためである。よって、遅れを大きく短縮できたODもないため、過飽和時のサイクル長の減少は有効的ではない。

反対に、サイクル長を延長した場合は3つのODで大

きく平均所要時間を短縮できている。これは、発進損失の影響を受けずに走行できる車の台数が増加したことで、有効青時間を効率よく活用することができたためである。その結果、過飽和状態の発生を遅らせることができ、平均所要時間が短縮したため、過飽和時はサイクル長の延長が有効である。しかし、スプリット比に合わせたサイクルの延長では、右折の必要最小青時間が確保できておらず、遅れが増大した。そこで、スプリットを修正することで、総遅れを2.27%まで短縮することができた。

表3 シミュレーション結果 (主道路)

遅れ(%)	主道路(国道8号側)					
	ゾーン1起点			ゾーン3起点		
	1→2 左折	1→3 直進	1→4 右折	3→4 左折	3→1 直進	3→2 右折
サイクル長減	0.79	3.01	0.14	1.47	2.00	0.35
現状	-	-	-	-	-	-
サイクル長増	-1.22	-2.73	-0.29	-2.39	-2.75	0.60

表4 シミュレーション結果 (従道路)

遅れ(%)	従道路					
	ゾーン2起点			ゾーン4起点		
	2→3 左折	2→4 直進	2→1 右折	4→1 左折	4→2 直進	4→3 右折
サイクル長減	-1.67	-1.43	0.46	-1.04	-1.38	0.98
現状	-	-	-	-	-	-
サイクル長増	-1.25	-0.46	1.37	0.00	0.00	1.10

6. まとめ

冬季は飽和交通流率が低下することで、交通量が約2割低下するため、信号設計時に想定した需要を捌け切れず、渋滞が発生しやすくなる。よって、地域ごとに季節に応じた設計指針を確立する必要がある。

信号制御を用いた緩和施策では、過飽和時はサイクル長を延長させることで、積雪路面の影響による遅れを短縮し、渋滞を緩和できる可能性を示唆できた。しかし、スプリットの修正は各交差点によって、交通量や飽和交通流率に影響を及ぼす要因が異なるため、最適な振り分け方は変化することが考えられる。よって、交通量調査から需要の有無を判断する必要がある。