高速道路 ETC 割引が渋滞に与える影響

Effects on the ETC Discount Charge of Express Way to Traffic Congestion

室蘭工業大学工学部建設システム工学科	○学生員	恒本康宏	(Yasuhiro Tsunemoto)
室蘭工業大学大学院工学研究科公共システム工学専攻	学生員	木村洋平	(Yohei Kimura)
秋田工業高等専門学校環境都市工学科	正　員	長谷川裕修	(Hironobu Hasegawa)
㈱ドーコン交通部	非会員	内藤利幸	(Toshiyuki Naito)
室蘭工業大学工学部建設社会基盤系学科	フェロー	田村亨	(Tohru Tamura)

1. はじめに

2010 年に開始されると予想されている高速道路無料化に伴い、高速道路と一般道路の区別がなくなり、高速道路利用台数が増え、高速内部のみならず高速道路 IC 周辺の道路においても渋滞が増加することが考えられる。加えて、高速道路に続く交通容量の小さい道路でも渋滞が多発し、これまで渋滞が見られなかった地域に渋滞が新たに発生する可能性が考えられる。高速道路 IC 出入り口付近での渋滞は ETC が普及してゆくにつれ、減少傾向が見られたが、IC 周辺の交差点では渋滞が増加している。このように高速道路無料化による高速道路利用者の増加は、より深刻な問題を引き起こす危険性を孕んでいる。ここ数年では、様々な ETC 割引制度が実施され、高速道路利用料金の体系も大きく変化してきている。

そこで本研究では、ETC 割引制度の向上を有料から無料化までの通過点として位置づけ、点在する札幌市内の交通渋滞の傾向が ETC 割引によりどのように変化したかを把握するため、カーネル密度推定法により可視化を試みる。また、ETC 割引の有無及び平日・休日の 2 つの因子により ETC 割引の効果が渋滞回数にどの程度起因しているのかを検定するため、二元配置分散分析を行う。

2．既存の研究

高速道路割引制度に関する研究として、西内ら [1)]が高速道路の割引首都高速道路 ETC-OD データを用いて割引実施前後による高速道路利用時刻の推移を両側 t 検定により明らかにした研究がある。

カーネル密度推定を用いた研究としては、松岡ら [2)] が東京都のひったくり発生多発地域をカーネル密度推定法を用いて可視化し、犯罪発生地区の都市空間特性を抽出した研究がある。

道路ネットワーク上の複数の VICS データから、データマイニング的アプローチにより渋滞現象理解と施策意思決定支援を行った事例としては、木村ら [3)]が札幌市内約 2,500 箇所に設置されたセンサーから大量に得られる渋滞情報データを用いて、通年・夏期冬期における時間的･空間的に特徴のある渋滞発現パターンの抽出を行い、渋滞現象理解と対策立案支援を試みた研究がある。

3．渋滞情報データの可視化

3．1　渋滞情報データ

本研究では、各都道府県の交通管理者及び道路管理者が収集し、(財) 日本道路交通情報センターで統合される渋滞情報データを用いた。本研究で使用する渋滞情報データは、札幌市内約 2,500 箇所に設置されたセンサーにより、2003 年 4 月 1 日から 2007 年 3 月 31 日までの 4 年間に 5 分間隔で観測されたものである。

3．2　分析対象の抽出

本研究では，2004 年 11 月 1 日から開始された ETC 車両の深夜割引制度（0：00～4：00）と 2005 年 1 月 11 日から開始された通勤割引制度（6：00～9：00、17：00～20：00）の渋滞への影響を把握するため，路面凍結や除雪車両による交通容量低下の影響が小さい 4 月～10 月のデータを用いる。表－1 に ETC 割引の有無と年度の対応表を示す。表中の○と×はそれぞれ ETC 割引適用期間と ETC 割引適用期間外を表し、その下の数字は該当期間中に記録されたデータのレコード数を表す。

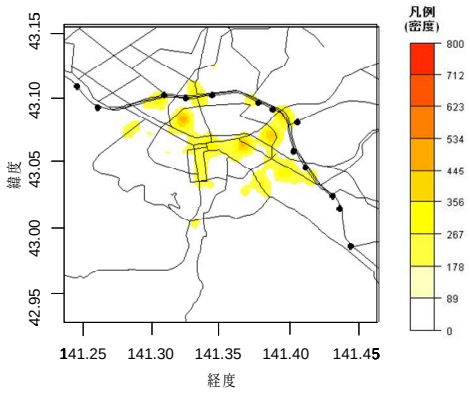
表－1　ETC 割引制度

(各年、4月～10月のデータ)	2003年	2004年	2005年	2006年
通勤割引(5割)	×	×	○	○
(6:00～9:00、17:00～20:00)	226,539	229,729	203,618	192,181
夜間(3割)	×	×	○	○
(0:00～4:00)	3,909	7,656	6,922	10,725

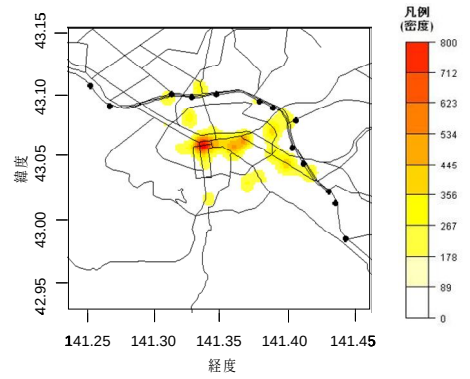
3．3　カーネル密度推定法による可視化

カーネル密度推定法は、ノンパラメトリック手法の一つで、確率密度関数を推定するものである。確率密度関数とは、連続的な値をとることができる確率変数の確率密度を表す関数で、この確率密度関数を分割された範囲毎に密度推定し連続化したデータとする。

図－1、図－2 は ETC 割引開始前の 2003 年及び ETC 割引開始後の 2005 年 9 月中旬の金曜日 8 時台の渋滞回数による密度分布をカーネル密度推定法により可視化した分布図である。これらの図は、渋滞データからそれぞれの渋滞発生地点の緯度・経度をプロットしていき、プロットした点の数が指定した範囲の中で多いほど高密度となって現れる。図を比較すると、ETC 割引開始前の 2003 年と比べ、ETC 割引開始後の 2005 年のほうが中心部の渋滞が密になっている。これは、ETC 通勤割引による需要の分散がうまく行われていないと推察できる。カーネル密度推定では渋滞分布を見比べ比較することは出来るが、その違いが何の効果によるものなのかまで確認することは出来ない。そこで次章では、二元配置分散分析を用いた検定を行い、休日と平日による渋滞発生回数への影響と、ETC 割引導入前と導入後での渋滞発生回数への影響について効果の有無をもとめる。



図－1　2003 年 9 月 19 日（金）8 時台



図－2　2005 年 9 月 16 日（金）8 時台

4. 検定

4．1　二元配置分散分析

二元配置分散分析とは、2 つの要因 A、B を持つものに対し検定を行うものである。二元配置分散分析では、要因 A、要因 B についての効果の有無を検証できる。一般に、検定により得られた有意確率が 5%未満であれば要因の効果が統計的に有意であったといえる。表－2 に本研究で二元配置分散分析に用いたデータの内容を示す。

表－2　二元配置分散分析に用いたデータの内容

		休日因子			
		休日		平日	
割引因子	ETC割引なし	期間	2003年4月～10月、2004年4月～10月	期間	2003年4月～10月、2004年4月～10月
		曜日	土、日、祝日	曜日	月～金曜日
		時間	0:00～4:00 6:00～9:00 17:00～20:00	時間	0:00～4:00 6:00～9:00 17:00～20:00
	ETC割引あり	期間	2005年4月～10月、2006年4月～10月	期間	2005年4月～10月、2006年4月～10月
		曜日	土、日、祝日	曜日	月～金曜日
		時間	0:00～4:00 6:00～9:00 17:00～20:00	時間	0:00～4:00 6:00～9:00 17:00～20:00

ここで要因 A を割引因子（ETC 割引なし・あり）、要因 B を休日因子（平日・休日）とし、それぞれ 2 つの水準を設定する。

本研究の分析で、単純な二元配置分散分析を用いた最大の理由は大量データを用いることに尽きる。データは、1 時間の渋滞回数（8,560 個のデータ）であり、これを各要因の水準に対応する期間・曜日毎に当てはめて、二元配置分散分析を行った。

4．2　検定の結果

表－3 は、全データを用いた分析結果であり、2 つの要因とも 5%有意とされ、ETC 割引の時期か否か、休日か否かにより、札幌市内の渋滞発生回数が異なるとされた。また、F 値から、渋滞発生回数に与える影響は、（1）休日か否か、（2）ETC 割引の時期か否かの順で大きいことが分かった。

表－3　全データを用いた分析結果

要因	平方和	自由度	平均	F値	有意確率
ETC割引	325511.8	1	325511.76	17.75	5%有意
休日	11924909	1	11924909.28	650.22	5%有意
交互作用	58840.89	1	58840.89	3.21	-
残差	1.57E+08	8556	18339.78	NA	NA
合計	1.69E+08	8559	19773.86	NA	NA

表－4　通勤割引時間帯の分析結果

要因	平方和	自由度	平均	F値	有意確率
ETC割引	674747.1	1	674747.14	35.53	5%有意
休日	19864774	1	19864774.30	1046.08	5%有意
交互作用	106443.6	1	106443.56	5.61	-
残差	97455729	5132	18989.81	NA	NA
合計	1.18E+08	5135	23006.60	NA	NA

表－5　深夜割引時間帯の分析結果

要因	平方和	自由度	平均	F値	有意確率
ETC割引	10804.54	1	10804.54	170.23	5%有意
休日	1.915506	1	1.92	0.03	-
交互作用	257.3575	1	257.36	4.05	-
残差	217064	3420	63.47	NA	NA
合計	228126.6	3423	66.65	NA	NA

表－4 は、通勤割引時間帯のデータを用いた分析結果であり、こちらも 2 つの要因とも 5%有意とされた。また、F 値から、渋滞発生回数に与える影響は、圧倒的に「休日か否か」で異なるとされ、この結果は常識的なものであった。

表－5 は、深夜割引時間帯のデータを用いた分析結果であり、こちらは ETC 割引の時期か否かの要因のみが 5%有意とされた。また、F 値の大きさから、ETC 割引のうちの深夜割引が渋滞発生回数に大きく影響することが示された。

5. おわりに

本研究では、札幌市内で発生した交通渋滞箇所をカーネル密度推定により可視化し、渋滞傾向の把握を試みた。また、ETC 割引の時期か否か、休日か否かについての渋滞への効果を二元配置分散分析により検定した。

その結果、カーネル密度推定法により可視化した図で札幌市内中心部の渋滞傾向に変化が見られた。また二元配置分散分析により、ETC 割引の時期か否か、休日か否か共に札幌市内の渋滞発生回数との関係についての効果が統計的に有意であるという結果を得られた。

今後の課題として、高速道路休日特別割引及び無料化による渋滞傾向の変化を評価していくことが挙げられる。

参考文献

1）西内裕晶、桑原雅夫：時間帯別料金制実施による道路利用時刻シフト効果、
http://library.jsce.or.jp/jsce/open/00039/2007/36-0145.pdf
2）松岡秀一、本間亮平、宮下清栄、高橋賢一：非侵入犯と都市構造との関係分析、土木計画学研究・講演集、vol.32、2005
3）木村洋平、郎芮漪、有村幹治、長谷川裕修、田村亨：データマイニング法による交通渋滞の季節変動把握、第 39 回土木計画学研究発表会・講演集、vol.39