

データマイニング法による交通渋滞の季節変動把握

Seasonable Variations of Urban Traffic Congestion Using a Data Mining Method

室蘭工業大学	○学生員	郎 芮漪	(Zeii ROU)
室蘭工業大学	学生員	木村洋平	(Yohei KIMURA)
(株)ドーコン	正 員	有村幹治	(Mikiharu ARIMURA)
室蘭工業大学	フェロー	斉藤和夫	(Kazuo SAITO)
室蘭工業大学	フェロー	田村 亨	(Tohru TAMURA)

1. はじめに

ITS の展開により、システムの過程において記録される交通データ量は増大化している。また近年のニュー・パブリック・マネジメントの潮流により、行政サービスの指標化、可視化技術に対するニーズが高まっている。しかし、ITS の過程において記録されるデータは、そもそも道路交通パフォーマンス計測のための統計的利用を目的としたものではない。マネジメント的価値が高い渋滞データはよく利用されるものの、事業実施の前後比較による効果の把握や、優先度明示曲線に代表される事業立案の意志決定支援等、整備“量”に着目した集計的利用が主となっている。

一方、インフラの賢い使い方が議論される時代においては、道路容量の増強だけではなく、ソフトを含む適切な施策の選定、その実施位置やタイミング、効果的な対象範囲の設定等も重要な評価項目となる。細密かつ大量な ITS データは、これらのニーズに応えるものであるが、その解析については、ある仮説をもって集計し、それを統計的に検証するアプローチだけではなく、統計的に検証可能なデータ群を機械的に選定して、その背後の仮説を推測する、仮説発見型アプローチも重要な試みとなる。

本研究では、札幌都市圏を対象として、夏期及び冬期毎の時間的・空間的に特徴のある渋滞発現パターンの抽出を行う。特定箇所の夏期冬期の時系列パターンの変移を把握することにより、より精緻な対策の選定と対象の推定が容易になることが期待される。

2. 交通データ分析へのデータマイニングの適用動向

本研究で用いた道路交通情報通信システム (Vehicle Information and Communication System、以下 VICS と記す) データは、財団法人日本道路交通情報センターによって提供されており、利用者はカーナビを通して渋滞や交通規制情報をリアルタイムで取得することができる。VICS データを用いた研究として、舟橋ら¹⁾は蓄積された VICS データを用いて、現在の状況と類似した過去のデータを予測値とする旅行時間短期予測手法を提案した。塚原ら²⁾はリンクの旅行時間を用い、時刻類似度を考慮した最近隣法による VICS 情報の予測手法を提案した。以上の VICS データを利用した研究は、主に道路利用者への情報提供の精度向上が目的となっている。

渋滞現象理解のために仮説発見型分析アプローチであるデータマイニングを試みた研究としては、塚井ら³⁾がトラフィックカウンターから得られる広島空港の流入自

動車交通量を対象にデータマイニングを試み、空港流入車両の到着時刻の分布特性を明らかにした。

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⁴⁾が札幌市内約 2,200 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、通年で時間的・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ている。しかし分析は通年の渋滞を対象としたものであり、季節的な変動を考慮したものはなかった。渋滞が冬期に多く発生していることは周知の事実であり、渋滞対策の立案支援を効果的に行うためには、渋滞の季節変動を考慮することが重要である。

3. データの全体傾向

3.1 データの概要

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。渋滞情報データは、VICS・テレビ・ラジオ等の媒体を通して外部に提供されている。渋滞情報データは、札幌市内約 2,200 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、5 分間隔で観測されたものである。データは渋滞が観測された場合に限り記録され、当該期間中には 5,091,077 レコードの渋滞情報データが蓄積されている。

3.2 データの基礎分析

2003 年 4 月 1 日から 2007 年 3 月 31 日までの 4 年次夏期冬期の総渋滞発生回数を表-1 に示す。なお夏期は 4 月-11 月、冬期は 12 月-3 月の期間とした。

表-1 夏期冬期の総渋滞発生回数

		夏期	冬期	年間
渋滞 発生 回数	2003 年度	600,870	577,307	1,178,177
	2004 年度	638,069	900,007	1,538,076
	2005 年度	569,007	793,259	1,362,266
	2006 年度	549,315	463,236	1,012,551

4 年次で夏期の渋滞回数を比較すると、大きな差は見られなかった。しかし、冬期渋滞回数は最大で約 2 倍の差が観測されており、通年では安定していない。特に 2004 年度は大雪が観測された年であること、2006 年度は降雪が少なかったことから、降雪状況等により渋滞回数

が増減していることが考えられる。

ここで夏期と冬期の渋滞発生回数の多い地点を抽出するために、4年次の地点別夏期及び冬期の渋滞発生回数を多い順に並べ替え、全地点の夏期（冬期）総渋滞回数の総和に占める累積渋滞回数の比率が80%を占める渋滞箇所を抽出した。

例として、2006年度の夏期（冬期）渋滞発生回数の分布を図-1、図-2に示す。図中の点線の左側にプロットしてある地点が、累積率80%未満の渋滞箇所となっている。

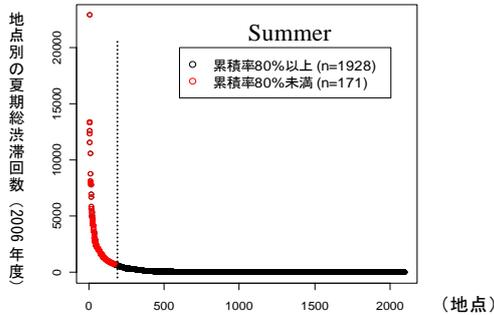


図-1 2006年度夏期渋滞回数の分布

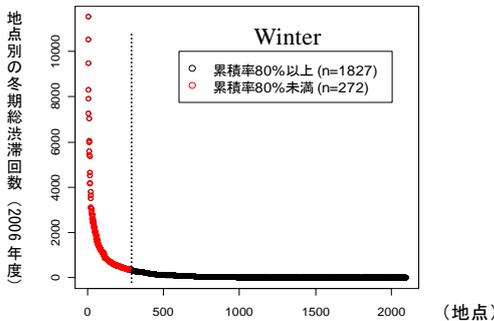


図-2 2006年度冬期渋滞回数の分布

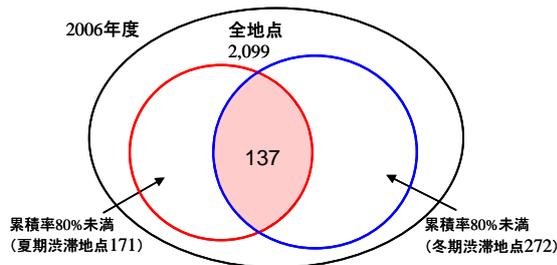


図-3 夏期冬期累積率80%未満の集合図(例:2006年度)

次に、4年次で夏期冬期共に累積渋滞回数率80%を占める箇所を抽出した。概念図を図-3に示す。4年間の夏期冬期累積率80%未満の地点数を表-2に示す。

表-2 4年次夏期冬期累積率80%未満の地点数

		夏期	冬期	夏期∩冬期
累積率 80%未満 の地点数	2003年度	309	213	192
	2004年度	344	286	253
	2005年度	338	242	222
	2006年度	171	272	137

さらに、4年間を通して夏期冬期の累積渋滞回数率が

共に80%未満となる地点を抽出したところ、99地点であることがわかった。通年を通して夏期冬期間わらず渋滞回数が多い地点に関しては、ハード的な対策を考える必要があるだろう。

また累積率80%で抽出されなかった箇所(図-1、図-2のテール部分)に関しても、少ない渋滞回数でも、複数の渋滞が同時に発生する等、対応策の検討が必要となる事例が含まれている可能性がある。このようなマイクロな時間帯を考慮した渋滞発生パターンの抽出等、詳細な分析については今後の課題とする。

3.3 クラスタ分析用のデータの抽出

次に、夏期冬期別クラスタリングを行うデータの抽出をする。ここからは年度データとして最新である、2006年度に観測されたデータのみを用いる。

表-2より2006年度冬期の累積率80%未満のセンサー数は272であることがわかっている。本研究では、この地点を対象として夏期及び冬期についてクラスタ分析を実施し、季節毎の渋滞箇所の分類結果を比較する。この272地点を対象とした場合、夏期にはほとんど渋滞しない地点が抽出される(13地点)。夏期に渋滞回数が極端に少ない地点は特徴的な時系列パターンを持たないことから、本研究では分析対象から外すこととした。したがって、クラスタリングを行う際の対象は、272地点から13地点を廃棄した259地点とする。図-4に分析用データの抽出の概念図、図-5に抽出した渋滞箇所の位置を示す。

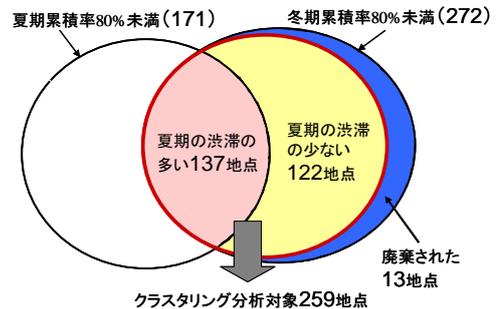


図-4 分析用データの抽出の集合図

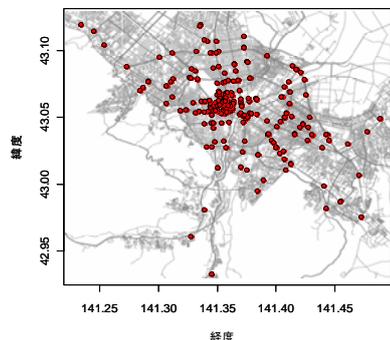


図-5 札幌市内に設置されたセンサー分布図

なお、廃棄された13地点は、冬期に渋滞発生回数が多いが夏期は渋滞しない地点として重要な分析対象であり、冬期の渋滞対策を行うことで渋滞状況の改善が見込める地点である。空間的な特徴としては、中央区と東区に多く分布している。

4. 渋滞情報データからのパターン発見

4. 1 時間変動傾向の把握

冬期における渋滞発生頻度の高いセンサー箇所の夏期冬期の時間変動を把握するため、前章で抽出した259地点の夏期・冬期の時間帯別渋滞回数を各地点の夏期・冬期の総渋滞回数で正規化し、グラフ化した(図-6、図-7)。地点別の時系列データは複数のパターンが混在しており、このままでは傾向の把握は難しい。そこで本研究では、この地点別渋滞観測時間変動を非階層型クラスタリング手法の一つである k-means 法を用いて時系列パターンの分類を試みる。

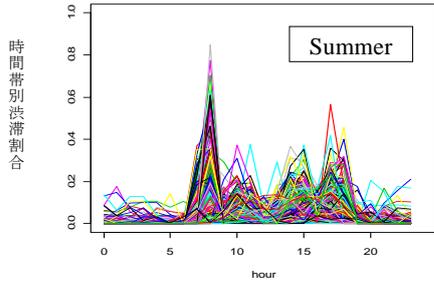


図-6 夏期地点別渋滞観測時間変動

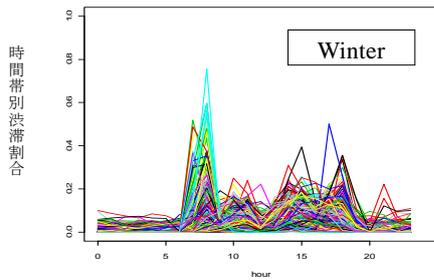


図-7 冬期地点別渋滞観測時間変動

4. 2 k-means 法によるクラスタリング

夏期冬期毎に時間帯別渋滞発生回数を入力変数として、k-means 法で渋滞発生時系列パターンが似ているものをクラスタリングした。各クラスターのセンサー位置と時系列パターンを図-8に示す。初期設定するクラスター数は、木村ら⁴⁾の研究では札幌市における渋滞発生時系列

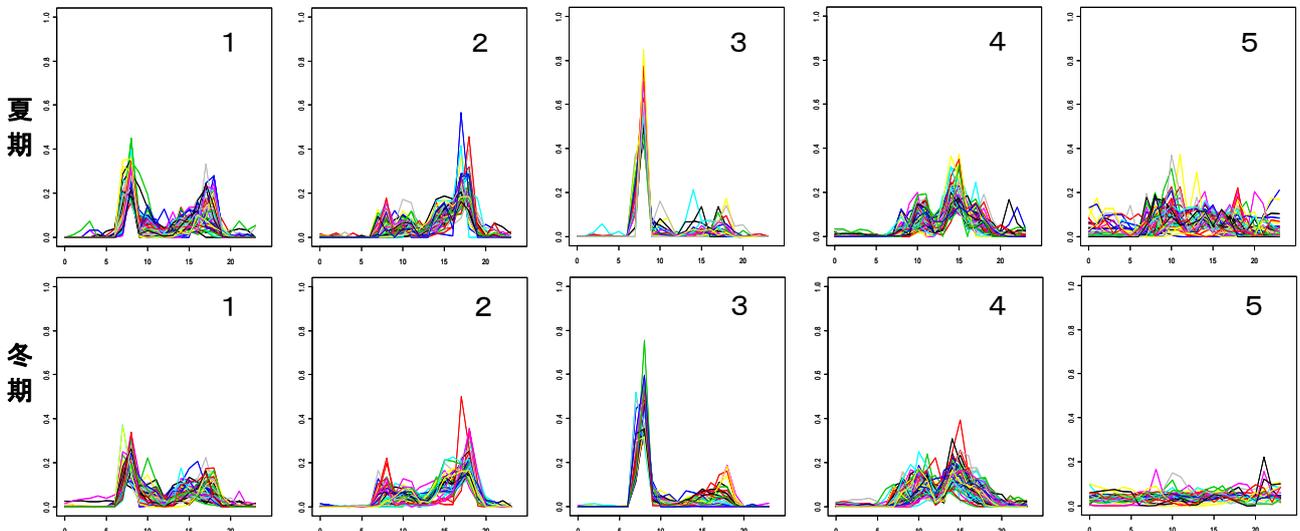


図-8 夏期冬期クラスタリング結果

を5パターンに分類した場合、分析者が最も施策立案上の仮説形成を容易に行えたことを参考に、本研究においても5個のクラスター数を用いた。

4. 3 考察

各クラスターの時間的な特徴を整理すると以下のようになる(表-3)。

表-3 各クラスターの時間的な特徴

クラスター	夏期	冬期
1	朝と夕方のピーク (通勤交通)	
2	夕方のピーク (通勤交通)	
3	朝に渋滞のピーク (通勤交通)	
4	10時台と15時台にピーク (業務交通)	
5	10時ピークの分布と混在 昼間連続的な渋滞	ピークはない 慢性的に渋滞

夏期のクラスター1~4と冬期クラスター1~4は同傾向の時系列パターンとなった。夏期クラスター5と冬期クラスター5は季節毎の特徴が現れ差異が見られる時系列パターンではあるが、夏期5も目立ったピークが存在しないことと、夏期5から冬期5へのクラスター間の移動が多いことから、夏期5の時系列パターンをより顕在化させたものが冬期5であると推察できる。夏期冬期で渋滞回数は変化しているが、時系列パターンにおける特徴は同一であることがわかった。

夏期と冬期のクラスター分析結果から、各渋滞箇所の渋滞パターンの季節変動を考察する。夏期冬期各5個の時系列パターンを持つため、発生地点分布は25個存在することになる。本研究で、クラスターの移動から抽出された発生地点分布は20パターンであった。

(1) 朝ピーク型に移行

夏1-冬3、夏2-冬1(図-9)の地点では、時系列パターンが夏期から冬期にかけて朝ピーク型に移行している。対象となる地点は市内に点在している。これらの地点を対象とし、朝ピーク時間までの除雪の完了や朝の路面凍結を防ぐための凍結防止剤の優先散布といった、冬期特有の渋滞対策が効果的である考えられる。

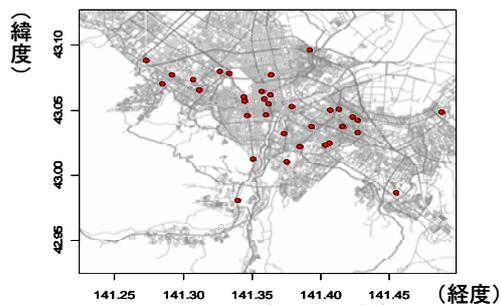


図-9 夏2-冬1 (37地点)

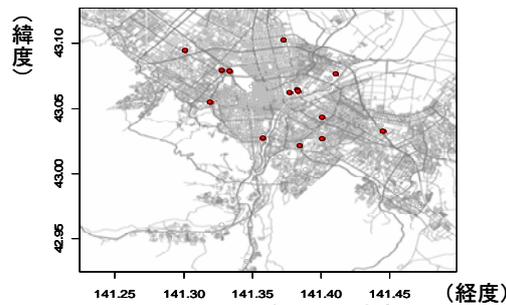


図-10 夏3-冬3 (14地点)

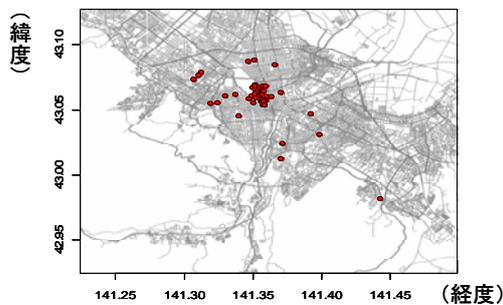


図-11 夏4-冬5 (53地点)

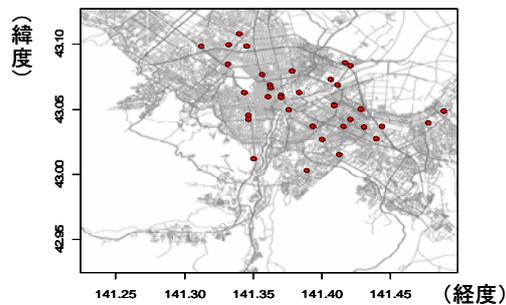


図-12 夏1-冬4 (37地点)

(2) 夏期冬期両方とも朝にピーク

夏3-冬3(図-10)の地点では、夏期冬期両方とも朝に渋滞が集中している。対象となる地点は、環状線と豊平川沿い(橋)である。時間的・空間的な特徴から、橋がボトルネックとなり、朝の交通需要に対して交通容量が不足していることと、道路容量拡大策が困難であることが推察できる。対策としては、道路利用者や企業を対象としたオフピーク通勤の啓発やパークアンドライド施策等公共交通の利用を促すことが挙げられる。

(3) 業務交通→常に渋滞

夏4-冬5(図-11)の地点では、夏期は業務交通だが、冬期はピークのない渋滞傾向を示す。対象となる地点は、主に中心市街地である。夏期は荷捌き集約化等の都心系渋滞対策の実施範囲とその時間帯の設定が挙げられるが、冬期の渋滞に対する効果的な対策の選定は困難であるため、広報等による渋滞発生を見越した経路選択や到着時間予測に役立つ情報提供が考えられる。

(4) 通勤交通→業務通勤

夏1-冬4(図-12)の地点では、夏期は朝夕にピークある渋滞傾向から、冬期は10時台と15時台にピークを迎える渋滞傾向に変化している。夏期は通勤交通、冬期は業務交通と、季節毎に異なる性質の渋滞発生要因を持つ地点であると推察できる。対象となる地点は市内に点在している。対象となる地点では、夏期と冬期で異なる渋滞対策を講じる必要がある。夏期では、広報等による渋滞回数が少ない平行ルートに関する情報の提供。冬期では、都心では違法駐車取締り強化時間の設定や荷捌き集約化、幹線に関しては除雪及び時間帯別の代替路線情報の提供等が考えられる。

以上の結果を、木村らが実施した通年での時系列パターンと比較して考察する。例えば夏1-冬4に属する新札幌駅前では、通年では朝夕にピークのある時系列パターンであったが、本研究により、夏期は通勤交通の渋滞、冬期は業務交通の渋滞と季節毎に全く異なる性質の渋滞が発生することが推察できるようになった。季節変動を

考慮した時間的・空間的な傾向把握を行うことにより、特定箇所において既往研究より精緻な渋滞対策を講じることが可能となった。

5. おわりに

本研究では、札幌市内で観測された渋滞情報データを用いてデータセットを作成し、夏期冬期の渋滞傾向を把握した。また、k-means法でクラスタリングし、夏期冬期毎の空間的渋滞傾向と日変動渋滞傾向を得て、札幌都市圏の主要渋滞箇所の時系列渋滞パターンの季節変動を明らかにした。

結果、札幌市の夏期冬期毎の渋滞発生傾向を各5パターン、発生地点分布を25パターンに分類し、既往研究より精緻な渋滞対策の選定と対象の推定が可能になった。

今後の課題として、1)過去の渋滞発生パターンを用いた渋滞予測モデルの構築、2)気象情報等とのマッチングによる渋滞予測モデルの精緻化、3)各エリアの渋滞の特徴に合致した住民に理解しやすいアウトカム指標の構築、4)抽出データではなく、全箇所のデータを用いた分析による渋滞現象の総合的な理解、等が挙げられる。

謝辞：本研究の遂行にあたっては、北海道開発局札幌開発建設部から渋滞情報データをご提供頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 舟橋賢二、西村茂樹、堀口良太、赤羽弘和、桑原雅夫、小根山裕之：VICS蓄積データを用いた旅行時間短期予測手法に関する研究、第27回土木計画学研究発表会・講演集、vol. 27、CD-ROM、2003。
- 2) 塚原荘一、古川武志、原健太、狩野均：時刻類似度を用いた最近隣法による広域VICS情報の予測手法、情報処理学会第67回全国大会(2005)
- 3) 塚井誠人、井上真一、奥村誠：データマイニングによる広島空港流入車両の時間分布パターン分析、第28回交通工学研究発表会論文報告集、2008年10月
- 4) 木村洋平、有村幹治：渋滞情報データのマイニング：札幌都市圏の事例、第37回土木計画学研究発表会(春大会)