

# ArcGIS を用いた阪神高速道路における混雑解析

2003MT054 三岡慈生 2003MT091 榎原靖浩

指導教員 河野浩之

## 1. はじめに

都市間を結ぶ高速道路ネットワークは現代社会において非常に重要な割合を占めている。しかし、一般道路と同様に交通渋滞が起こることもまれではなく、多くの都市で問題となっている。

現在、阪神高速道路は営業路線が233.8kmで、1日の利用台数が約90万台にも及び、交通渋滞は大きな問題となっている。その中でも、各路線を連結する役割を持つ環状線には阪神高速道路を利用する車両の約半分の割合が集中する路線となっている。

阪神高速道路における交通集中による問題点には、高速道路の構造によるものと料金所付近での入出路制限が挙げられる。これらは渋滞の原因の約75%にも及んでいる。また、環状線では右回り一方通行という他の路線とは違った特徴からも渋滞の原因が伺える。そこで、渋滞を緩和するには環状線の交通量の負荷を軽減するのが最も効率が良いと言える。しかし、新しく路線を作ったり車線を増加させるには莫大な費用と時間がかかるので良い解決策とは言えず、正確な渋滞パターンを知り渋滞を回避することが重要である。

そこで本研究では、阪神高速道路の中でも特に交通が集中していると言われる環状線と池田線との合流部分に着目し、渋滞状況を視覚化する。渋滞状況を比較するのに考慮する属性として年、時間帯別、天候、平日休日、五十日、出入口交通量を挙げ、1ヶ月分のデータから検討する。渋滞状況を予測するために、阪神高速道路に設置されているトラフィックカウンターデータを使用し、時間帯別の渋滞状況の視覚化を行う。また、環状線と池田線の合流部分では、高速道路に入る交通量が多いため渋滞となる原因が考えられることもあるので、入口交通量による変化をみる。そして、渋滞のパターンが発見されたら、ETC導入前と後での混雑箇所の変化を解析する。

## 2. 阪神高速道路の取り組みと交通渋滞に関する先行研究

### 2.1 阪神高速道路の取り組み

1章で述べたように、阪神高速道路では平日休日を問わずに交通渋滞が毎日のように起こっている。そこで阪神高速道路では、渋滞対策の様々な取り組みが行われている。

### 2.2 混雑モデルに関する研究

文献[1]は、カリフォルニア大学の研究グループによる論文である。高速道路が混雑する原因は交通需要が容量を上回ることで混雑が起こり、高速道路の効率を20~50%減少させている。解決方法の1つとして高速道路の効率を良くするために ramp metering をコントロールすることを提案している。

一般に混雑モデルは図1のグラフのような形にとどまり、ramp metering によってある程度コントロールすることができる。ramp metering は混雑に応じた料金制度を取り入れるより簡単である。

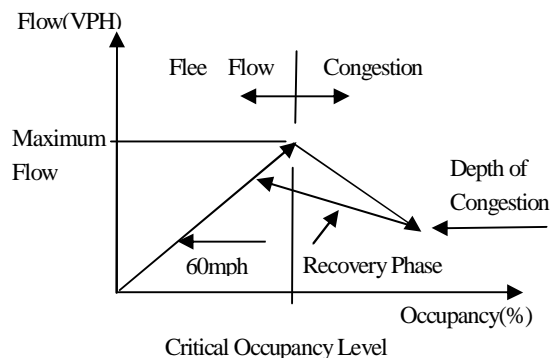


図1 混雑モデル(文献[1]より引用)

## 3. 渋滞情報の抽出

### 3.1 トラフィックカウンターデータ

本研究で使用するトラフィックカウンターデータは、阪神高速道路の環状線・池田線に設置されたトラフィックカウンターから取得されたものである。取り扱う期間としては2005年、2006年の4~6月分のデータを扱う。トラフィックカウンターデータには様々なデータが含まれており、本研究では渋滞情報を視覚化するために必要と思われる、管理日付、検知器番号、5分間検知器交通量、5分間検知器占有率、5分間平均速度の5種類のデータを使用する。

### 3.2 渋滞判定

渋滞判定をするために、トラフィックカウンター渋滞判定データを使用する。表1は渋滞判定表である。\*を停滞、X、-、A、B、Cを渋滞として抜き出す。Cは渋滞状況として

は渋滞判定が非渋滞となっているが、内容では手動で渋滞を入力した状態になっているので取り扱いとしては渋滞として判定する。D、Eは渋滞状況としては渋滞判定が停滞、渋滞となっているが、内容では手動で非渋滞を入力した状態になっているので取り扱いとしては非渋滞として判定するので抜き出さない。

表1 渋滞判定表

記号	内容	渋滞状況
*	停滞	停滞
X	渋滞	渋滞
-	渋滞自動補完	渋滞
A	卓入力渋滞	渋滞
B	卓入力渋滞	渋滞
C	卓入力渋滞	渋滞
D	卓入力非渋滞	非渋滞
E	卓入力非渋滞	非渋滞

### 3.3 PostgreSQL

本研究でトラフィックカウンターデータから必要なデータだけを編集できるよう PostgreSQL を使用する。PostgreSQL とはリレーショナルデータベース管理システムである。オープンソースのデータベースで、外部キー、ビュー、トランザクションの一貫性(完全性)など標準 SQL の大部分やその他の最新の機能をサポートしている。さらに PostgreSQL は、ユーザーがデータ型、関数、演算子、集約関数、インデックスメソッド、手続き言語を新たに付け加えることで拡張できる。自由主義的ライセンス条件により、PostgreSQL は誰でも使用、変更することができ、無償で配布されている[2]。

### 3.4 ArcView

本研究では、阪神高速道路の環状線におけるデータを視覚化するために ArcGIS である ArcView を導入した。ArcView は ESRI 社の製品で視覚化アプリケーションである [3]。ArcView を構成するアプリケーションには ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox の 3 つがある。

ArcMap は 3 つのアプリケーションの中でも最も重要な役割を果たし、主にマッピング、空間解析、データ編集などを行える機能を備えている。ArcCatalog はデータ管理を主としたアプリケーションであり、データの整理や検索、プレビューなどを行える機能を備えている。ArcToolbox は空間処理を主としたアプリケーションであり、データ変換、データ管理、空間解析などを行える機能を備えている。

### 3.5 本研究システムの流れ

まず阪神高速道路から取得されたトラフィックカウンターデータを PostgreSQL に格納する。PostgreSQL に格納する際に、天候・平日休日・五十日・経度緯度・渋滞判定データをそれぞれ結合させて格納する。格納されたトラフィックカウンターデータから、本研究で取り扱う必要なデータ部分のみを条件出力力によって新しいファイルに抽出する。次

に、抽出したファイルを視覚化可能なデータに変換する。そして、ArcGIS を使用し、渋滞状況の視覚化を行う。視覚化された渋滞情報を実際の阪神高速道路の地図にマッピングすることで属性別による渋滞地点地図を作成する。図2は結合させ実験で使用するデータの一部分である。項目は検知器番号、管理日付、記録日付、1時間交通量、1時間平均占有率、1時間平均速度、交通状態、天候、平日休日、五十日、緯度・経度の12項目である。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	検知器番号	管理日付	1時間検知	1時間検知	1時間検知	状態	天候	平日休日	五十日	緯度	経度
2	環 kp2.1	2005/4/1	6414	19.4	53.5	渋滞	晴れ	平日		135.5007	34.68452
3	環 kp2.1	2005/4/1	7128	16.6	57.5	渋滞	晴れ	平日		135.5007	34.68452
4	環 kp2.1	2005/4/1	5777	14.3	67.5	停滞	晴れ	平日		135.5007	34.68452
5	環 kp2.1	2005/4/1	5777	14.3	67.5	渋滞	晴れ	平日		135.5007	34.68452
6	環 kp2.1	2005/4/2	6240	17.3	60.6	渋滞	晴れ	休日		135.5007	34.68452
7	環 kp2.1	2005/4/2	6263	17	60.3	渋滞	晴れ	休日		135.5007	34.68452

図2 結合データ

## 4. 渋滞情報の解析

### 4.1 実験に使用するデータ

トラフィックカウンターデータを結合させた時点で、年月日、時間、路線場所とそれぞれ渋滞判定が行われている箇所が均一化されていなくばらばらである。このままでは正確な渋滞情報は得られないので、あらかじめ時間帯を絞っておいてその時間帯における結合したトラフィックカウンターデータを抜き出さなければいけない。

そこで阪神高速道路の環状線・池田線の合流付近～池田線塚本地点までの時間帯別交通量をみると、図3からわかるように1日の中で最も混雑する度合いが強いのは朝方の6～8時に1回と夕方の17～19時の1回の計2回ということがわかる。よって、実験で使用する時間帯を6～8時と17～19時の時間帯に絞ることにする。

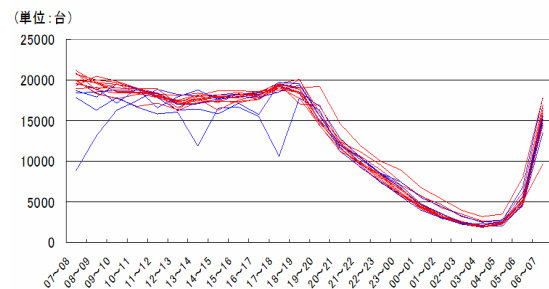


図3 環池～塚本地点時間帯別交通量

### 4.2 ArcGIS を用いた渋滞情報の視覚化

ArcGIS を用いて、抽出した渋滞データの視覚化を行う。2005年、2006年において主に交通渋滞が発生している箇所の視覚化を行う。

まず、ベースとなる阪神高速道路の地図データを ArcGIS に取り込む必要がある。本研究では DRM(Digital Road Map)を ArcGIS に取り込む。元となるデータは東京大

学で共同研究されている空間データ共有システムよりダウンロードする[4]。阪神高速道路の環状線と池田線に対応する DRM としては大阪市の西区,中央区,天王寺区,北区,浪速区が該当し,図4は DRM と阪神高速道路池田・環状線の分流付近に設置された検知器の場所を取り込んだ図である。検知器の設置場所を取り込むには,検知器の緯度経度が入ったテキストファイルを ArcCatalog に取り込み shape ファイルを作成し,その後マッピングさせることで表示させることができる。

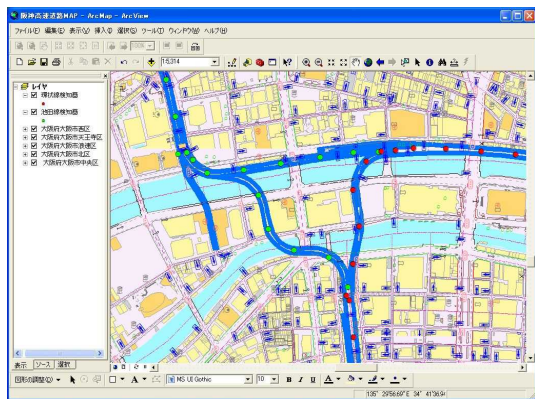


図4 阪神高速道路検知器設置場所

#### 4.3 時間帯による渋滞状況の変化

2005年,2006年の17~19時における環状2.1kp地点から池田2.0kp地点までの渋滞状況の視覚化をし,渋滞状況に変化があるかどうか検証を行った。

図5,6は2005年4月28日(木)の渋滞状況を表した図であり,白丸が渋滞,黒丸が停滞を表している。表2は1時間間交通量と渋滞状態を表した表である。表2を見ると16時から混雑が始まり,17時の時点では環状2.1kp地点と環状2.6kp地点で渋滞が起きている。さらに17時に池田2.0kp地点の交通量が最大となり,その後池田2.0kpを先頭に渋滞が始まる。時間が経過すると池田2.0kpから徐々に交通量が少なくなり渋滞が解消していくことがわかる。

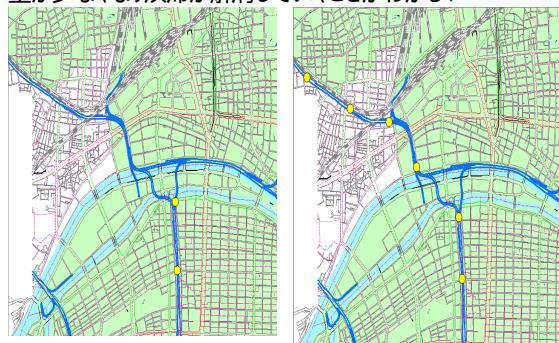


図5 2005/4/28(木)17:00, 図6 2005/4/28(木)18:00

表2 2005年渋滞推移

(単位:台)	2005年4月28日(木)晴れ			
	16:00	17:00	18:00	19:00
環2.1kp	6988	7240	6926	6105
環2.6kp	3014	3148	2944	2322
池0.0kp	3500	3635	3592	3380
池0.6kp	2517	2504	2651	2642
池1.1kp	2801	2932	3043	2984
池1.5kp	2800	2939	3017	2981
池2.0kp	3629	3809	3801	3592

図7,8は2006年4月11日(火)の渋滞状況を表した図である。表3は2006年4月11日の渋滞の推移を表した表である。表3を見ると17時から池田0.0kp地点で停滞が起こり,環2.1kp地点まで延びている。さらに18時になると池田2.0kp地点からも渋滞が始まっている。19時になると全体の交通量が徐々に減り渋滞が解消する。2005年と比べると渋滞が始まる地点が2箇所になっていることが分かる。

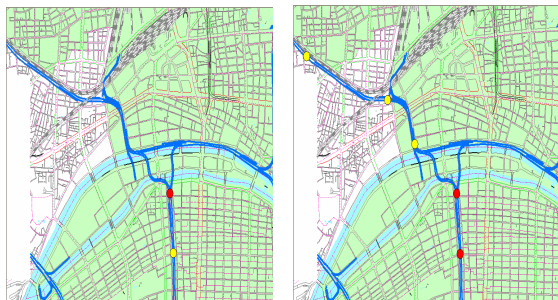


図7 2006/4/11(火)17:00, 図8 2006/4/11(火)18:00

表3 2006年渋滞推移

(単位:台)	2006年4月11日(火)晴れ		
	17:00	18:00	19:00
環2.1kp	3955	6106	5202
環2.6kp	1607	2537	2086
池0.0kp	1922	3283	2954
池0.6kp	1476	2660	2440
池1.1kp	1641	2829	2660
池1.5kp	1651	2798	2706
池2.0kp	2760	3445	2714

#### 4.4 2005年・2006年渋滞数の変化

4.3節で行ったように,さらに時間帯のデータ期間を2005年,2006年の4月~6月までに広げて渋滞判定が行われている数を調査した。その結果をまとめたのが表4である。表4から分かるように,2005年では全ての月について池田2.0kp~1.5kp地点を先頭として渋滞が始まっていることが渋滞判定のカウンタ数から分かる。一方,2006年では全ての月について池田1.5kp~1.1kp地点を先頭として渋滞が始まっていることが渋滞判定のカウンタ数から分かる。

これにより4.3節で行った渋滞推移は2005年4月と2006

年4月だけの結果ではなく、2005年では池田2.0kp地点を先頭とした渋滞が発生しており、2006年ではさらに池田1.1kp地点を先頭とした渋滞が発生しているということが言える。

表4 05・06年4-6月渋滞判定カウント

単位: 回	4月		5月		6月	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
環2.1	20	15	11	16	11	12
環2.6	9	2	5	2	6	6
池0.0	7	11	8	10	7	11
池0.6	9	10	8	11	4	13
池1.1	9	13	7	10	9	15
池1.5	11	0	6	13	12	15
池2.0	10	10	9	12	11	14

#### 4.5 ETCの普及率・利用状況

表5は2005年、2006年のETCの普及率と利用状況を調べた表である。2005年から2006年にかけてETCの利用率は阪神高速道路全体では約3倍、中之島入口では約2倍にまで増加している。2006年の中之島入口におけるETCの利用率は非常に高くよりスムーズに高速道路への進入が可能となっていることがわかる。これにより、中之島入口から流入する車両が増加し、池田1.1kpから渋滞が起きているのかもしれない。

表5 ETC普及率

年度	場所	ETC利用率
2005年	阪神高速道路	21.9%
	中之島入口	37.7%
2006年	阪神高速道路	64.3%
	中之島入口	73.9%

## 5. 実験結果による考察

2005年度の実験結果では、渋滞地点としては池田2.0kp地点を先頭に混雑が発生していることがわかった。これは、2005年度では福島入口からの車両の流入量が多いため池田2.0kp地点での車の流れが悪くなり、池田kp1.5～池田0.0kpまで渋滞が延びているということである。

2006年度の実験結果では、渋滞地点としては池田1.1kp地点と池田2.0kp地点の2箇所混雑が発生していることがわかった。これは2006年度では中之島入口からの車両の流入量が前年度より増加したため、池田1.1kp地点での車の流れが悪くなり混雑が発生しやすくなったということである。さらに、中之島入口はETCの利用率が高くETCの円滑性が逆に渋滞の要因となっている可能性がある。池田

2.0kp地点は、依然として車両の流入量が多いため混雑が発生しやすくなっている。

その結果、2005年度から2006年度にかけての環状線・池田線の合流部分による車両の流れは、より長い渋滞が発生していることがわかった。

## 6. まとめ

本研究では、阪神高速道路に設置されたトラフィックカウンターを使用し、阪神高速道路において最も混雑していると言われる環状線・池田線の合流部分の渋滞情報を視覚化することができた。

本研究で取り上げた期間としては3ヶ月分のデータ量だけであったのでこの結果が必ずしも正しいとは限らない。今後の課題としては、長期間のデータ量を扱うことによって、より正確な渋滞情報を得ることが挙げられる。また、属性に関しても天候では雨量による違いを検討したり、障害情報を取り入れることによって同じ渋滞判定でも渋滞の原因が掴めることができる。さらに、本研究では環状線2.1kpを先頭とし、池田線2.0kp地点を終着点として渋滞情報をみているが、その前後のkp地点を調査したり、その他の路線の渋滞情報と比較することで、より詳しい渋滞情報のパターンが発見される。これらの課題を解決し、渋滞情報のパターンが正確に発見されれば、ドライバーへの支援と繋がることと考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、最後まで御指導頂いた河野浩之教授、さまざまなデータを提供して下さった阪神高速道路株式会社、東京大学空間情報科学研究センター、そして共に研究を進め、数々の助言をして頂いた河野研究室のみなさんに深く感謝します。

## 参考文献

- [1] Chao Chen, Zhanfeng Jia and Pravin Varaiyab, "Causes and Cures of Highway Congestion," Electrical Engineering & Computer Science University of California, Berkeley, CA, pp.26-32, December, 2001.
- [2] NPO 法人日本 PostgreSQL ユーザ会,  
<http://www.postgresql.jp> (accessed 2006.10)
- [3] ESRI ジャパン: ArcView9,  
<http://www.esri.com/products/arcview9/index.shtml>  
(accessed 2006.7)
- [4] 東京大学 空間情報科学研究センター,  
[http://www.cisi.u-tokyo.ac.jp/japanese/research\\_activities/joint-research/members\\_news.html](http://www.cisi.u-tokyo.ac.jp/japanese/research_activities/joint-research/members_news.html) (accessed 2006.7)