

交通管制データウェアハウスの構築と今後の展開*

Development and Possibility of Data Warehouse on Traffic Control

田名部 淳**・大窪 剛文***・松尾 武****

By TANABE Jun**・OKUBO Takefumi***・MATSUO Takeshi****

1. はじめに

交通管制システムで収集・作成・提供される交通データが、様々な交通施策の立案、実施、評価に必要な不可欠であることは言うまでもない。ところが、これまでは主にシステム機器に起因する制約から、収集した膨大な交通データを十分活用できる環境が整備されているとは言い難い状況にあった。しかしながら、近年の情報機器やデータ処理技術のめざましい進展は、このような交通管制や交通施策に係る一連のプロセスにおけるデータ利用環境、ひいては利用方法までを根底から覆す様相を示している^{1), 2)}。

阪神高速道路では、2003年5月に完工した新交通管制システムに、新たな機能としてデータウェアハウスの導入を図った。本稿では、データウェアハウス構築の背景を述べるとともに、そのシステム構成・機能を概説する。さらに、今後の交通管制データ活用の方向性について触れる。

2. データウェアハウス構築の背景

1989年より運用が開始された阪神高速道路の旧交通管制システム（'88システム）では、ディスク上に保存される交通管制データは4日分に限定されていた。従って、交通施策の立案・実施・評価に各種履歴データを利用する場合には、帳票出力されたものを再度入力し直すか、ロギングMTから復元するといった作業を必要とした。一方で、交通管制データに対するニーズは年を追うごとに高まりをみせ、新システムの設計にあたっては、データへのアクセシビリティを向上させることが至上命題となった。さらに、データの利用

表 - 1 交通管制データの出力内容と回数³⁾

データ内容	出力回数	構成比
交通流データ	192	67.8%
5分間データ	127	44.9%
10分間データ	31	11.0%
1時間データ	34	12.0%
加工データ	42	14.8%
交通流態図	30	10.6%
所要時間データ	5	1.8%
渋滞データ	5	1.8%
その他	2	0.7%
情報提供内容	45	15.9%
所要時間表示板表示内容	23	8.1%
文字情報板提供内容	13	4.6%
その他	9	3.2%
その他	4	1.4%
*合計	283	100.0%

形態も多様化しており、交通量や平均速度といった基本的な交通流データだけの利用にとどまらず、複数のデータを組み合わせて利用することが一般化した。このような状況に対応するため、新システムでは単にデータを蓄積するだけでなく、オンラインで様々な分析を行うことが可能なデータウェアハウスの構築を試みることとした。

データウェアハウスの構築にあたっては、利用者のニーズを的確に把握することが必要不可欠である。筆者らは、まず、交通管制データのデータ抽出作業の発生頻度について調査を行った（表 - 1）。調査期間は1999年6月～2000年9月（但し2000年5月は除く）の14ヶ月である。なお、この集計には、通常帳票出力されている日報や月報をコピーするといったデータ利用は含まれていない。

この結果をみると、14ヶ月間で約280回（月平均20回程度）のデータ出力がなされており、交通管制データに対するニーズが高いことが確認できた。出力対象となったデータ種別では、交通流データが全体の約68%を占めているが、所要時間情報や渋滞情報といっ

*キーワード：交通情報，交通制御，ITS

**正員，株式会社都市交通計画研究所
（大阪市中央区釣鐘町1-1-11 MUSES1 2F，
TEL. 06-6945-0144，FAX 06-6946-1069）

***正員，阪神高速道路公団神戸建設局
（神戸市中央区新港町16-1，TEL. 078-331-9801）

****正員，博士（工学），オムロン株式会社
（大阪市中央区久太郎町4-1-3，TEL. 06-6282-2644）

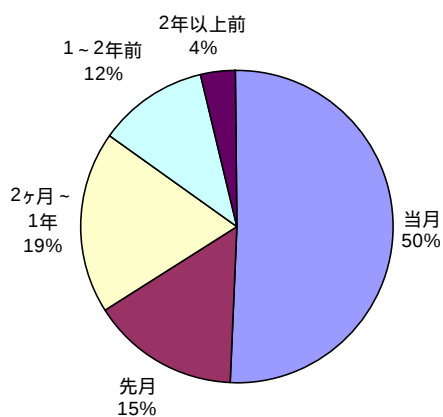


図 - 1 出力したデータの日時と出力時期との関係³⁾

た加工データや、情報提供内容に関する出力要請が少なからずあることもわかった。

次に、データウェアハウスでの格納時期を検討するため、出力要請のあったデータの日時と、実際の出力時期とを比較した（図 - 1）。当月分のデータを出力している案件が全体の半数を占めているが、1年以上前のデータを利用しているものも16%程度含まれていた。この中には、4年以上前のデータ出力を行っているケースもみられることから、データウェアハウスでは、長期間にわたってデータをストアすることが必要であることを確認した。

3. データウェアハウスの概要

(1) 蓄積データ

上述の検討結果を受けて、新交通管制システムのデータウェアハウスでは表 - 2 に示したような枠組みで収集・作成・提供したデータを蓄積することとした。蓄積されるデータは、交通流データ、交通流加工データ、運用データ、監視データの4種類に大別することができる。トータルのデータ量は約2.5TBである。

まず、交通流データは、500m毎に設置された車両検知器データ（交通量、高車交通量、占有率、速度）が大半を占めている。蓄積期間に関しては、ディスク容量の関係上、最小収集周期である30秒間データは6ヶ月、5分間データについては24ヶ月とし、その他のデータは60ヶ月となっている。なお、本線上に設置されたAVIデータも不可逆性の暗号化を施した上で、6ヶ月間ディスク上に保存される。

交通流加工データは、車両検知器によって収集された交通流データを加工して作成された所要時間情報や

表 - 2 蓄積するデータ種別・期間・データ量

分類	データ名	蓄積期間 (月)	データ量 (MB)
交通流 データ	30秒検知器現況表	6	355,475
	5分間検知器現況表	24	119,155
	入口交通量現況表	60	24,203
	入口交通量時報表	60	2,477
	入口交通量日報表	60	94
	出口交通量現況表	60	23,832
	出口交通量時報表	60	2,356
	出口交通量日報表	60	91
	区間交通量現況表	60	56,290
	区間交通量時報表	60	6,248
	区間交通量日報表	60	216
	車番検知情報現況表	6	236,825
	最大5分間交通量月報表	60	70
	*小計	-	827,332
交通流 加工データ	所要時間時系列情報現況表	60	18,507
	JDP区間走行時間現況表	60	222,131
	区間走行時間現況表	60	93,663
	JDP渋滞状況現況表	60	185,688
	JDP渋滞状況時報表	60	8,616
	JDP渋滞状況月報表	60	8
	渋滞量情報現況表	60	1,045
	突発検出状況現況表	6	99,480
	出口渋滞情報現況表	60	158
	*小計	-	629,296
運用データ	交通障害情報現況表	60	432
	入路制御実施現況表	60	212
	文字情報板情報現況表	60	765,423
	所要時間表示板情報現況表	60	92,457
	図形方式所要時間表示板情報現況表	60	14,976
	情報ターミナル 型利用回数時報表	60	90
	データウェアハウス利用回数	60	12,422
	管制卓操作記録情報現況表	60	13,519
	他機関受信データ件数時報表	60	75
	気象情報現況表	60	6,673
	情報ターミナル 型利用回数時報表	60	6,474
	所要時間月報表	60	820
	*小計	-	913,573
監視データ		12	153,544
合計			2,523,745

渋滞状況によって構成されている。もちろん、所要時間情報や渋滞状況は、前述の交通流データさえ蓄積されていればシステム内で行われているのと同じ処理を施すことによって作成可能なデータではあるが、効率的なデータ利用を実現する観点から、大半のデータを60ヶ月間蓄積することとした。

運用データには、交通障害（工事、落下物、事故等）や入路制御実施状況といった交通流以外の事象を記録したデータと、阪神高速道路に設置された各種情報板で提供された情報内容を格納したデータなどが含まれている。新交通管制システムでは、新機能の一つとして工事予定調整システムとの連携が図られており、交通障害データと交通流データとを照合することによって、年間3万回を超える規制工事が交通流に与える影響についてもオンラインでの詳細な分析が可能となった。また、場所は限定されているものの、視程、風

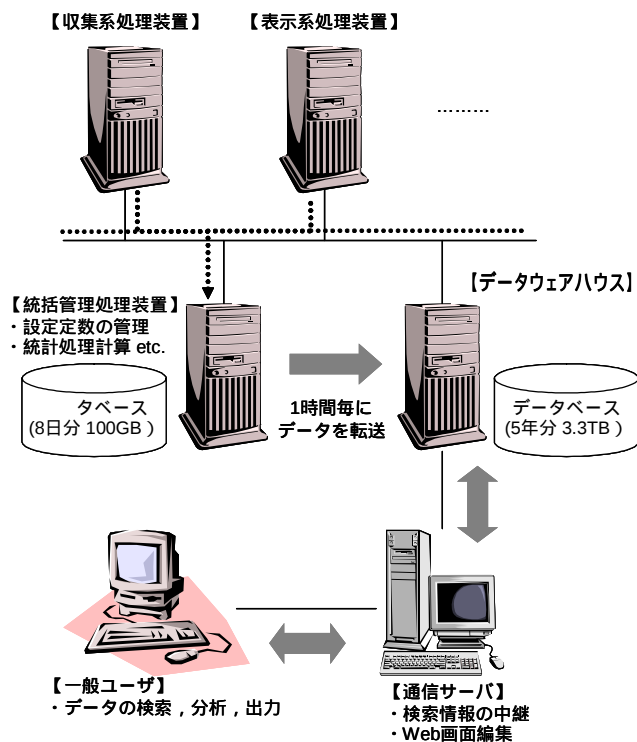


図 - 2 データウェアハウスのシステム構成

速、雨量、路温、気温、湿度といった気象情報も運用データとして格納している。このデータを用いることで、気象条件と交通事故発生状況との相関関係といった分析だけでなく、交通需要量の変動に与える影響等についても詳細な分析を行うことが可能となっている。

(2) システム構成

データウェアハウスに蓄積されるデータボリュームは約2.5TBである。システム構築にあたっては、このデータを格納するための容量に、保存期間を過ぎたデータを復元するためのスペース（約400GB）を加えて、3.3TBのディスクを用意した（安定的なデータベース運用を行うためにはディスク使用率を90%以下とすることが望ましいため、未使用ディスク容量を約400GB確保している）。サーバ本体のCPUはUltra SPARC 750MHz×4ユニットであり、メモリを4GB搭載している。なお、データバックアップのために4連のDLTを接続して、1週間に1回フルバックアップを行っている。

次に、データウェアハウスに格納されるデータのフローについて述べる。交通管制システムは、収集系、表示系、音声系といった機能毎に分類された複数の処理装置によって構成されている。それぞれの処理装置で収集・加工されたデータは、一旦、総括管理処理装置に集約される。総括管理処理装置は、交通管制シス

OLAP	帳票	データ名
		入口交通量日報
		出口交通量日報
		区間交通量日報
		渋滞日報
		渋滞量日報 (渋滞検知地点別)
		渋滞量日報 (路線別)
		渋滞量日報 (発生地点別, 5km)
		渋滞量日報 (発生地点別, 5km)
		渋滞状況一覧

図 - 3 データウェアハウスの画面例

テムで用いられる定数の管理や統計処理計算といった機能を担っており、システムに関連する全データを8日分蓄積できるよう100GBのデータベースを備えている。この統括管理処理装置において必要なデータクレンジングやフォーマット変換を施し、1時間毎にデータを転送することによって、データウェアハウスへのデータ格納がなされている。

一方、一般ユーザは通信サーバを介してデータウェアハウスにアクセスするようなシステム構成をとっている。この通信サーバは、ユーザからのクエリーをデータウェアハウスに中継するだけでなく、結果を表示するWeb画面を編集する機能も兼ね備えている。

(3) ユーザインターフェイスと主要機能

データウェアハウスのユーザインターフェイスとしては、Web方式とクライアントサーバ方式のいずれかを用いるのが一般的である。阪神高速道路公団では、TCO削減と情報共有化を推進する観点からWeb方式を採用している。

データウェアハウスへログインしたユーザは、画面上部にある現況、日報、月報タブをクリックすることで必要なデータにアクセスすることができる（図 - 3 は日報データ画面）。それぞれのデータ項目には帳票出力とOLAP (On-Line Analytical Processing) ツールが用意されている。帳票出力は、必要なデータを従来のプリントイメージで出力するものである。OLAPツールを用いた場合には、さらに“グリッド”と“分析”を選択することができる。“グリッド”は、必要なデータをダウンロードして、オフラインで分析を行うのに

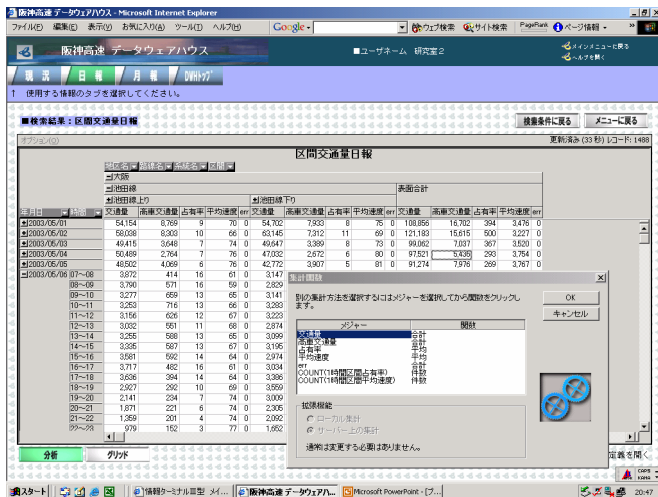


図 - 4 OLAPによる分析用画面例

適しており，一般的なデータベースイメージでの表示やローカルディスクへの保存（CSV形式）が可能である．“分析”は必要に応じて視点を変えながら多次元データを分析するためのツールであり，容易に表示項目の組合せや，パターン（スラッシング，ダイシング，ドリルダウン等）を変更することができる（図 - 4）．加えて，各種統計値の算定・表示機能や関数式の入力，さらには直感的な理解を援用するための情報視覚化機能（グラフ作成等）も備えている．なお，“分析”画面で表示したデータは，必要部分をコピー＆ペーストすることで，一般の表計算ソフトウェアでも利用可能である．

4．今後の展開

本稿で紹介した阪神高速道路におけるデータウェアハウスは2003年5月より運用を始めたばかりであり，今後，データの蓄積を待ちながら，その機能を活用した各種データ解析を行っていく予定である．現時点における利用方法の一つとして，交通流シミュレーションや交通量配分に用いるリンクパフォーマンス関数に係る各種パラメータを自動更新するといったシステム化されたオンライン利用を想定している．特に，交通障害データと交通流データとを組み合わせることによって，障害発生時の特異データを取り除く（主に交通量配分に適用する場合），あるいは障害規模と交通容量との関係を明確化する（主に交通流シミュレーションに適用する場合）といった新たな展望が期待できる．また，当面はオフラインでの解析となるが，データウェアハウスに蓄積された様々なデータを組み合わせて，

交通需要量を予測することも可能であると考えられる．特に，交通量やその変動傾向と高い相関を持つと考えられる気象データを手軽に利用できる環境も整っており，決定木などデータマイニング的な予測手法の適用が視野に入ってきたといえる．もちろん，流入需要量だけに限らず，所要時間や渋滞予測に直接適用するといったデータオリエンティッドな予測手法の確立も興味ある課題である．データオリエンティッド手法は，障害発生時の情報提供や意思決定支援に，とりわけ有効であると考えられ，実務的なニーズも高いように見受けられる．

構築したデータウェアハウス自体は，オンライン上での照会・レポートの作成に主眼を置いたOLAPツールのみを実装した初期段階にあり，より高レベルの多次元分析を行うためのデータマート構築や，オンラインで利用可能なデータマイニングツールの実装など，今後も段階的に高度化を図っていく予定となっている．より高度な利用を可能とするデータウェアハウスへの発展には，その目標を明確に定めて，適切なデータベース設計・アルゴリズム選択を行うことが必用不可欠である．現段階におけるデータウェアハウス機能を活用した解析スキーム確立と，得られた結果を検証していくプロセスの中で，これらの課題に対する回答を明らかにしていきたいと考えている．

参考文献

- 1) 羽藤英二：ゾーンからドットへ ポストモダン交通工学，交通工学，Vol.37，No.5，pp.6-13，2002.9
- 2) 河野浩之：トリップデータ解析と時空間データ構造，交通工学，Vol.37，No.5，pp.33-40，2002.9
- 3) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の交通管制に関する調査研究報告書，2001.3