

# 列車別OD輸送量把握システムの設計

関 隆 司

## 1. システム開発の背景

経済は内需主導型の好景気が持続しているとはいえ、国際情勢の急速な変化、労働力不足の深刻化、人口の伸びの鈍化と高齢化、技術革新の一層の進展、そして東京圏への機能集中に伴う地価高騰など、90年代をむかえたわが国の社会経済は従前にも増したスピードで変貌を続けるものと考えられる。また、輸送市場をみると輸送機関間の競争はますます激しくなり、航空機網、高速道路網の整備のみならず、鉄道事業者相互間においても競って新規需要の確保に懸命という状況である。そして利用者のニーズは、豊かで個性的な生活実感を求める価値観の高まりのなか、多様化、高度化、分極化し、そして短命化し変化をくり返している。このような種々の構造的問題は多くあるものの、輸送市場は環境とニーズの変化に適応した新しいサービスの提供を続ける限りまだまだ拡大し得る市場であると考えられる。鉄道事業を営む企業にとっても、今後、厳しい競争市場で生き残りさらに発展していくには、「企業環境への適応と環境変化の先取りを、経営戦略的視点からどのように具体化するか」というテーマを避けて通ることはできない。

かつて、鉄道事業は需要に供給が追いつかないという状態を永く経験してきたため、単に過去の輸送量の動向のみに注目した需要追従型の輸送力増減策に終始してきた。特に、旧国鉄は経営悪化の影響もあり新しい変化に適応する施策を何ら打ち出すことができず、環境変化への対応が後手後手となり、徐々にその輸送量を減らした。そして、輸送量の減少に伴い輸送力を削減したので、それがまた輸送量の減少につながるというジリ貧に向けての悪循環に落ち込んだ。昭和62年4月のJRへの移行後は、事業運営の効率化等の努力と良好な経営環境に営まれ好調な業績を上げてはいるが、財務体質、収支構造、社員の能力等どれをとってもまだまだ経営基盤は軟弱で

せき たかし 東日本旅客鉄道㈱ 運輸車両部輸送課  
〒100 千代田区丸の内1-6-5

あるといわざるを得ない。急速な社会経済状況の変化に迅速に適応し得るよう、純民間企業としての企業体質を確立することと、厳しい競争市場における成長分野を見きわめ、そこに集中的に選択的戦略を打つという動的アプローチが求められている。

そのためには、まず輸送の実態を細かくかつ正確に捉えることから始めなくてはならない。そして、その実態を多角的に分析し、環境変化を取り込んだ将来予測を行なう必要がある。そこでJR東日本では、従来の主要断面の通過輸送量の把握から、旅客の流れと方向を正確に捉えることのできる Origin (発)・Destination (着) ベースの輸送量把握へと転換することとした。同時に、輸送需要から切り難すことのできない波動性をすべて取り込んで、日別、曜日別、時間帯別、列車別の輸送量把握を行なうこととした。つまり、年間365日の列車別OD輸送量のデータベース化を図ることである。そのための本格的な調査を63年度から実施している。

## 2. システムの目的

年間365日の日別、列車別のOD輸送量となると、データ量が従来の主要断面通過輸送量とは比較にならぬほど膨大になる。当然、その膨大なデータを収集し整理するには、多大な労力と時間そして費用を必要とする。それを管理するにも加工するにも、また同じである。

このシステムの第1の目的は、データ量の増大に起因する労力、時間そして費用の増大を極力少なくすることである。これがどこまで可能になるかが、システム開発の最大の課題であり、OD輸送量へ転換できるかどうかの最も重要なポイントである。システム設計全般にわたる一貫した思想であるといえる。

第2の目的は、データの管理を単純化し、必要のつど容易に検索でき、必要に応じて容易に加工できることである。つまり、何時でも誰でも適時に目的にかかったデータのアウトプットができるシステムとすることである。

第3の目的は、OD表作成に直接付随する各種の面倒な集計をすべて自動化し、迅速に正確な周辺データを得

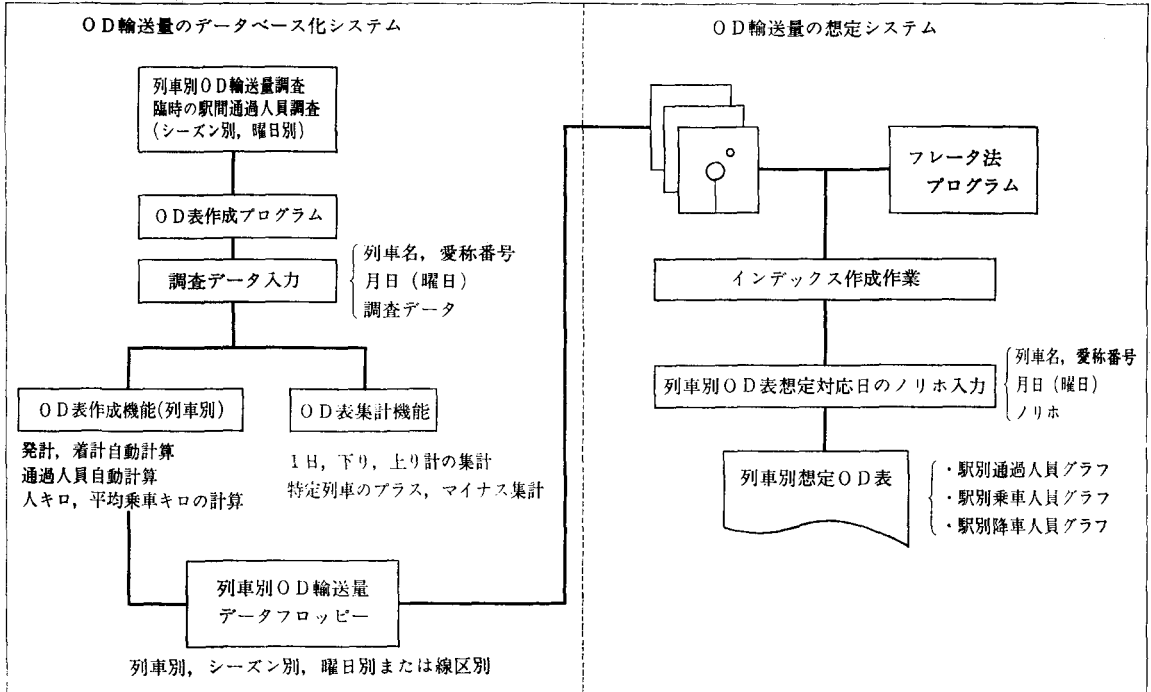


図 1 列車別OD輸送量管理システム

ることに加え、ODデータを活用した新たな情報を得ることである。

第4の目的は、システムはできるだけ簡素化し、操作の簡略化を図ることにより、現場、支社、本社を問わずすべての社員が手軽に活用できることである。これにより、全社的に同一のデータを共有することになるので、同じデータの基盤に立った議論と理解を可能にし、業務遂行効率を上げることができる。

第5の目的は、既存データの活用により、できるだけデータ収集作業の省力化を図ることである。列車別のOD輸送量データを収集するには、どのような調査手法をとろうとも大規模な実態調査を行なわざるを得ず大変な労力と費用を要することになる。そこで実態調査は最少限にとどめ、調査による新規収集データと既存データから、必要とする日別、列車別OD輸送量を推計する機能を持たせることとした。システムに推計機能を持たせることにより、管理すべきソースデータ量を大幅に減らすことにもなり、システムの簡素化に寄与することになる。

### 3. システムの概要

このシステムは、大別すると「データベース化パート」

と「想定パート」の2つのシステムからなっている。(図1参照)

#### 3.1 OD輸送量データベース化システム

実態調査で得たソースデータの整理、加工、管理のためのシステムである。データはすべて日別、列車別OD表の形で管理することとし、OD表に付随する駅別合計発人員・着人員、総利用人員(発人員総合計または着人員総合計)と駅間通過人員に加え、人キロと1人当たり平均乗車キロも自動的に計算することとした。また、このシステム自体が持つデータとしては、当社管内のすべての新幹線列車と在来線特急列車名とすべての停車駅および停車駅間の営業キロである。

パソコンの画面と操作の流れを示すと(図2)のとおりである。そして、ソースデータの入力前画面および入力後の画面の展開については、次の(表1)の画面例で示す。

次に、OD表の形での集計ができるが、特定の列車や特定の列車群どうしの合算や差引きを行ない、その結果はOD表の形で表示され必要によりアウトプットする。もちろん、運転区間や停車駅の異なる列車についても、合算や差引きが可能である。

なお、データの管理はフロッピーによることを基本と

しており、次に述べるOD輸送量想定システムとの結合手段となる。

### 3.2 OD輸送量想定システム

前節で説明したデータベース化システムで作成した調査による列車別OD表と、通常的に得られる特定区間の断面通過輸送量により、必要とする日の必要とする列車のOD輸送量を推計するものである。

今回のシステムを作成するにあたり、OD輸送量の実態調査を行なったのは、当社管内の新幹線を含む全特急列車を対象に、春・夏・秋・冬の4シーズン、月・火～木・金・土・日の5曜日とした。したがって、全特急列車毎に年間20日間のOD輸送量がデータベース化されていることになる。これと365日通常的に調査報告されている特定断面通過輸送量により、365日の日別、全特急列車の列車別OD輸送量を次により推計する。(表2参照)

まず、OD輸送量を知りたい列車名と月・日および曜日を入力すると、データフロッピーから同シーズン、同曜日の当該列車のOD表を検索してくる。(OD表1)

そして、知りたい月・日の当該列車の特定断面通過輸送量を入力すると、全駅間の断面通過人員と各駅の発着合計人員を自動的に推計する。(OD表2)

次に、OD表1とOD表2からフレータ法により、各駅間相互(OD)輸送量を計算し、最終的な求めるOD表(OD表5)を作成する。

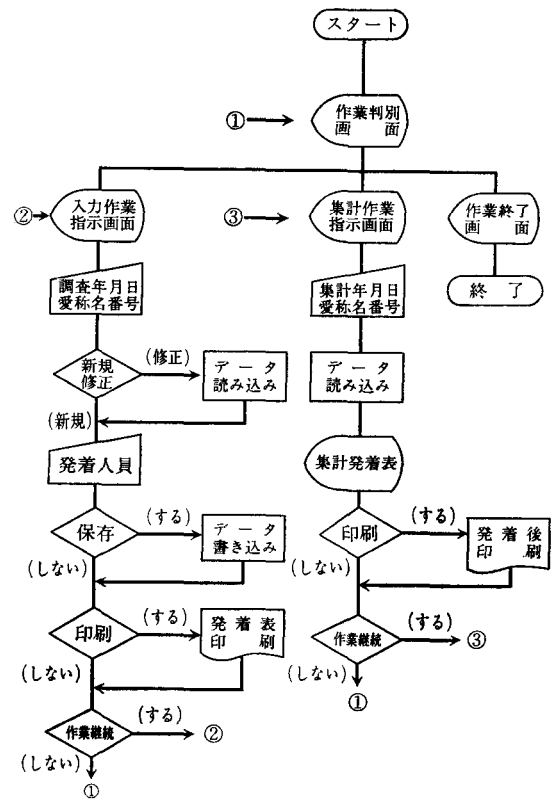


図2 画面と操作の流れ

表1 入力画面の展開例

初期画面										終了時画面									
[RUN] BASIC 630616017					J ROD					[RUN] BASIC 630616007					J ROD				
昭和 63年 6月 20日(月)					[駅間O. D.表] 上野発 仙台着					昭和 63年 6月 20日(月)					[駅間O. D.表] 上野発 仙台着				
やまびこ 1号(下り)					8:00~ 9:30					やまびこ 1号(下り)					8:00~ 9:30				
着	上野	大宮	宇都宮	那須塩原	新白河	郡山	福島	白石蔵王	発駅計	着	上野	大宮	宇都宮	那須塩原	新白河	郡山	福島	仙台	発駅計
発	上野	大宮	宇都宮	那須塩原	新白河	郡山	福島	白石蔵王	発駅計	発	上野	大宮	宇都宮	那須塩原	新白河	郡山	福島	仙台	発駅計
上野	****	0	0	0	0	0	0	0	0	上野	****	0	1	1	1	1	1	1	4
大宮	----	****	0	0	0	0	0	0	0	大宮	----	****	2	2	2	2	2	2	8
宇都宮	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	宇都宮	-----	****	3	3	3	3	3	3	9
那須塩原	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	那須塩原	-----	****	4	4	4	4	4	4	8
新白河	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	新白河	-----	****	5	5	5	5	5	5	5
郡山	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	郡山	-----	****	6	6	6	6	6	6	6
福島	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	福島	-----	****	10	10	10	10	10	10	34
白石蔵王	-----	****	0	0	0	0	0	0	0	白石蔵王	-----	****	15	15	15	15	15	15	34
通過駅なら〔-〕を入力して下さい。										通過駅なら〔-〕を入力して下さい。									
データ入力を終了するなら〔.〕(小数点)キーを押して実行キーを押して下さい。										データ入力を終了するなら〔.〕(小数点)キーを押して実行キーを押して下さい。									
R* <英数>										R* <英数>									
<ul style="list-style-type: none"> <li>・列車名入力により、所属列車群の全停車駅のOD表が表示される。</li> <li>・調査で得た駅間相互(OD)輸送量を入力する。そのさい通過駅は、判別記号を入力する。いったん通過駅記号を入力すると、該当駅はその後自動的に通過駅記号が入力される。</li> </ul>										<ul style="list-style-type: none"> <li>・OD輸送量の入力が終了すると、自動的に駅別合計発着人員および駅間通過人員が算定され表示される。</li> <li>・同時に、通過駅が消去され、停車駅のみの最終的OD表が完成する。</li> <li>・この形で保存される。</li> </ul>									

表 2 フレータ法フロー

OD表1 (調査で得たOD表)

O	D	i	j	k	l	m	発計	通過人員
i			$t_{ij}$	$t_{ik}$	$t_{il}$	$t_{im}$	$t_{io}$	$n_i$
j				$t_{jk}$	$t_{jl}$	$t_{jm}$	$t_{jo}$	$n_j$
k					$t_{kl}$	$t_{km}$	$t_{ko}$	$n_k$
l						$t_{lm}$	$t_{lo}$	$n_l$
m							$t_{mo}$	
着計		$t_{oi}$	$t_{oj}$	$t_{ok}$	$t_{ol}$	$t_{om}$	$t_{oo}$	
通過人員		$n_i$	$n_j$	$n_k$	$n_l$			

OD表2 (通過人員と発着計人員)

O	D	i	j	k	l	m	発計	通過人員
i			—	—	—	—	$T_{io}$	$N_i$
j				—	—	—	$T_{jo}$	$N_j$
k					—	—	$T_{ko}$	$N_k$
l						—	$T_{lo}$	$N_l$
m							$T_{mo}$	
着計		$T_{oi}$	$T_{oj}$	$T_{ok}$	$T_{ol}$	$T_{om}$	$T_{oo}$	
通過人員		$N_i$	$N_j$	$N_k$	$N_l$			

OD表3 (フレータ法1回目のOD表)

O	D	i	j	k	l	m	発計
i			$T'_{ij}$	$T'_{ik}$	$T'_{il}$	$T'_{im}$	$T'_{io}$
j				$T'_{jk}$	$T'_{jl}$	$T'_{jm}$	$T'_{jo}$
k					$T'_{kl}$	$T'_{km}$	$T'_{ko}$
l						$T'_{lm}$	$T'_{lo}$
m							
着計		$T'_{oj}$	$T'_{ok}$	$T'_{ol}$	$T'_{om}$	$T'_{oo}$	

OD表4 (フレータ法2回目のOD表)

O	D	i	j	k	l	m	発計
i			$T''_{ij}$	$T''_{ik}$	$T''_{il}$	$T''_{im}$	$T''_{io}$
j				$T''_{jk}$	$T''_{jl}$	$T''_{jm}$	$T''_{jo}$
k					$T''_{kl}$	$T''_{km}$	$T''_{ko}$
l						$T''_{lm}$	$T''_{lo}$
m							
着計		$T''_{oj}$	$T''_{ok}$	$T''_{ol}$	$T''_{om}$	$T''_{oo}$	

(収束するまでフレータ法のくり返し)

OD表5 求めるOD表(フレータ法m回目のOD表)

O	D	i	j	k	l	m	発計	通過人員
i			$T^m_{ij}$	$T^m_{ik}$	$T^m_{il}$	$T^m_{im}$	$T^m_{io}$	$N_i$
j				$T^m_{jk}$	$T^m_{jl}$	$T^m_{jm}$	$T^m_{jo}$	$N_j$
k					$T^m_{kl}$	$T^m_{km}$	$T^m_{ko}$	$N_k$
l						$T^m_{lm}$	$T^m_{lo}$	$N_l$
m							$T^m_{mo}$	
着計		$T^m_{oi}$	$T^m_{oj}$	$T^m_{ok}$	$T^m_{ol}$	$T^m_{om}$	$T^m_{oo}$	
通過人員		$N_i$	$N_j$	$N_k$	$N_l$			

フレータ法の計算方法は、次のとおりである。

$T'_{ij}$  を  $i$  の側から見た近似値は、 $j$  駅の着計の変化率 ( $T_{oj}/t_{oj}$ ) と  $i$  駅の発計の変化率 ( $T_{io}/t_{io}$ ) および  $i$  駅

の発計の全輸送量に対する割合 ( $L'_i$ ) と既知のOD輸送量 ( $t_{ij}$ ) との積で表わされる。

$$T'_{ij}(i) = t_{ij} \times T_{0j}/t_{0j} \times t_{i0} \times T_{i0}/t_{i0} / \sum_{j=i}^m (t_{ij} \times T_{0j}/t_{0j})$$

$$= t_{ij} \times T_{0j}/t_{0j} \times T_{i0}/t_{i0} \times L'_i \dots \dots \textcircled{1}$$

$$\text{Location Factor ; } L'_i = t_{i0} / \sum_{j=i}^m (t_{ij} \times T_{0j}/t_{0j})$$

同様に、 $T'_{ij}$  を  $j$  の側から見た近似値は

$$T'_{ij}(j) = t_{ij} \times T_{i0}/t_{i0} \times t_{0j} \times T_{0j}/t_{0j} / \sum_{i=t}^m (t_{ij} \times T_{i0}/t_{i0})$$

$$= t_{ij} \times T_{i0}/t_{i0} \times T_{0j}/t_{0j} \times L'_j \dots \dots \textcircled{2}$$

$$L'_j = t_{0j} / \sum_{i=t}^m (t_{ij} \times T_{i0}/t_{i0})$$

ここで求める  $T_{ij}$  の近似値  $T'_{ij}$  は、①、②式の平均値と考えることができるので

$$T'_{ij} = (T'_{ij}(i) + T'_{ij}(j)) / Z$$

$$= t_{ij} \times T_{i0}/t_{i0} \times T_{0j}/t_{0j} \times (L'_i + L'_j) / Z \text{ となる。}$$

この手順をそれぞれの駅間相互 (OD) 輸送量毎に行なうと OD 表 3 が求められる。そして、ここで求めた総輸送量 ( $T'_{00}$ ) が、次の関係を満たすかどうかを確認する。

$$T_{00}/T'_{00} \doteq 1 (\pm 0.02) \dots \dots \textcircled{3}$$

③式を満たさなければ、フレータ法 1 回目で求めた OD 表 3 と OD 表 2 の各値を用いて再びフレータ法により、各駅間相互 (OD) 輸送量を求める。

$$T''_{ij}(i) = T'_{ij} \times T_{0j}/T'_{0j} \times T_{i0}/T'_{i0} \times$$

$$T'_{i0} / \sum_{j=i}^m (T'_{ij} \times T_{0j}/T'_{0j})$$

$$T''_{ij}(j) = T'_{ij} \times T_{i0}/T'_{i0} \times T_{0j}/T'_{0j} \times$$

$$T'_{0j} / \sum_{i=t}^m (T'_{ij} \times T_{i0}/T'_{i0})$$

$$T''_{ij} = (T''_{ij}(i) + T''_{ij}(j)) / Z$$

このように 1 回目と同じく、各駅間相互 (OD) 輸送量を算出して、フレータ法 2 回目の OD 表 (OD 表 4) を求める。さらに総輸送量 ( $T''_{00}$ ) を求め、これが③式の  $T_{00}/T''_{00} \doteq 1 (\pm 0.02)$  の関係を満たすかどうかを確認し、満たさなければ再度フレータ法にかけ、総輸送量の比が  $1 \pm 0.02$  に収束するまでくり返す。

フレータ法  $m$  回目の総輸送量  $T^m_{00}$  が  $1 \pm 0.02$  に収束した時、これが求める OD 表 (OD 表 5) となる。そして、当該列車の人キロ、1 人当り平均乗車キロも自動的に計算する。

以上が、このシステムの概要である。

#### 4. おわりに

このシステムは、当社の現場から本社まで最も多く配置されている「NEC, N 5200/05 mk II/03/07」の各タイプどれでも使用できるよう作成されている。また、使用にあたっては CRT 画面の表示を見ながら、表示にしたがって必要な操作やデータの入力を行なうという対話形式になっている。このように、誰でも容易にとり扱うことができるよう、システムは極力簡素化し、簡単な操作で所要の目的が達成できるよう配慮した設計とした。

すでに、当社管内の支社、現場段階においてもこのシステムとシステムから得られる情報は広範に利用されており、ダイヤ改正等の輸送計画策定のための有効な指標を提供している。具体的には、列車の運転区間、停車駅、停車時分、乗換時分、編成両数等の決定により細かく対応できるため、全体の列車ダイヤの構成を効率的にした。さらには、必要な駅設備規模の見きわめ、乗務員や駅要員の適正配置および旅客案内や誘導方法の検討等を行なうさいにも活用されている。

今後とも、さまざまなニーズに応え、トータル的なサービス改善に資することができるよう、さらにシステム自体の改善を進めて、合理的な輸送計画策定ひいては経営基盤の強化のために貢献できればと考えている。

#### 参考文献

本人著：列車別 OD 輸送量管理システムの概要，J R E A, Vol. 32, No. 2 (1988), 18285~18289

#### 名簿刊行委員会からのお願い

あなたの電子メールのアドレスを教えてください。詳しくはイエローページをご覧ください。  
連絡先：suzuki@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp