

1. は じ め に

現在交通機関別分担の予測に用いられているモデルは、ゾーン間あるいはゾーンレベルで何人の人がどの交通機関を利用するかを問題としており、一般に集計モデルと呼ばれている。これに対して個々のトリップを別々に取り扱い、各トリップがどの交通機関を利用するかを推定するモデルが非集計モデルである。この非集計モデルは個々のトリップを対象にするので、個々のトリップの属性をモデルの中に明確に組み込める利点を有し、その予測精度は非常に高いと言われている。そこで、本研究は広島都市圏を対象に、まず非集計モデルによって交通機関を選択する上で規定力の大きい要因を選び出し、それらの要因別にモデルを非集計化していった場合、モデルの予測精度がどの程度向上するか実証的に研究したものである。データは昭和43年実施された広島都市圏のパーソントリップ調査であり、非集計モデルとしては数量化理論2類、集計モデルとしては数量化理論1類のトリップインターチェンジモデルを用いることにする。

2. 非集計モデルによる規定要因分析

数量化理論2類による非集計モデルは個人のトリップを1単位として取り扱い、そのトリップがどの交通機関を選択するかを予測するモデルである。そこで交通機関は大量輸送機関（鉄道、バス、市電）と個人交通機関（乗用車、タクシー）の2種とし、この交通機関の選択を説明する要因は表-1に示した通りである。ここで、発生地域、集中地域とは、駐車場の難易度を考慮して広島都市圏を環状にCBD地区、第1環状帯、第2環状帯に分類したものである。自動車でのゾーン間時間距離は最短経路探索による所要時間を用いた。時間比、時間差も本調査では代替交通手段での所要時間が調査されていないので、代替交通手段の所要時間は最短経路探索の結果を用いた。数量化理論2類による分析結果を示すと表-1のようになる。総トリップ数は40,055（そのうち大量輸送機関の利用率は51.4%）で、相関比は0.719、判別率の中心率は85%であった。同表をみると、自動車の有無がレンジ、偏相関係数とも一番大きく、交通機関の選択を規定する一番重要な要因であることがわかる。続いてレンジでは年令、偏相関係数ではトリップ目的が重要な要因であることを示している。三番目はそれぞれトリップ目的、性別となっている。従来集計モデルで重要な要因となる時間比、時間差は、本分析では必ずしも重要な要因とはなっていない。これは代替交通手段の所要時間に最短経路探索の結果を用いたことに一因があると思われるが、非集計レベルの段階ではゾーン間の物理的条件よりも個人属性の方が交通機関を選択する上で規定力の大きいことが読み取れる。

3. 集計モデルの非集計化による精度分析

非集計モデルによって、自動車の有無、トリップ目的が交通機関を選択する場合の重要な要因であることがわかったので、これらの要因別にゾーン単位の集計モデルを非集計化し、非集計化によってモデルの精度がどの程度向上するか検討する。最初にトリップ目的別の非集計モデルを検討する。モデルは数量化理論1類によるトリップインターチェンジモデルを用いる。外的基準は大量輸送機関の利用率であり、その説明要因は表-2に示した通りである。ここでサービスレベルとは、目的地まで大量輸送機関として鉄道が利用できるかどうか、あるいはバスのみしか利用できないかによって表わしたゾーン間の一極のサービスレベルである。対象地域のゾーン数は54で、全目的500トリップ以上のゾーンペアを取り上げた。トリップ目的は表-2に示したよ

表-1 数量化2類による分析結果
()内は順位

要 因	分 類	レ ン ジ	偏相関係数
性 別	2	0.160	0.231 ⁽³⁾
年 令	9	0.311 ⁽²⁾	0.180
職 業	9	0.263	0.226
世帯年収	9	0.131	0.045
自動車所有の有無	2	0.320 ⁽¹⁾	0.454 ⁽¹⁾
発生地域	3	0.034	0.050
集中地域	3	0.034	0.052
到着時間帯	10	0.117	0.090
トリップ目的	6	0.287 ⁽³⁾	0.298 ⁽²⁾
自動車でのゾーン間距離	7	0.197	0.115
時間比	7	0.028	0.026
時間差	7	0.048	0.026
相 関 比			0.719

うに4目的で、各目的ごとに数量化理論1類のモデルを適用した。その結果は表-2の通りである。これを見ると、トリップ目的を集計した全目的の相関係数が一番高いことがわかる。% RMS 誤差はモデルの精度を表わす1つの指標であり、次のように表わされる。

$$\% \text{ RMS 誤差} = \sqrt{\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n}} / \bar{y} \times 100 (\%)$$

ただし、 y : 実測値, $\hat{y}$: 推定値, n : データ数

$\bar{y}$: 実測値データの平均値

% RMS 誤差は小さいほどモデルの精度がよいことを意味しており、今回の分析では通勤通学が一番よいことになる。個々の要因のレンジおよび偏相関係数をみていくと、全目的ではトリップ長の規定力が一番大きく、数量化理論2類のモデルで最も規定力の大きかった自動車の保有率はレンジ、偏相関係数とも非常に小さい。これはゾーン間の大量輸送機関の利用率を説明するのに発生ゾーンでの自動車の保有率を用いていることが主たる原因であると考えられる。

次にこの分析によって得られたトリップ目的別のモデルを用いて現況(昭和43年)の大量輸送機関の利用者数を予測し、それをゾーンペアごとに合計して、全目的の現況の大量輸送機関利用者数に対する誤差を% RMS 誤差で求めると31.4%になる。これはトリップ目的ごとにモデルを作成し、そのモデルを用いて予測すると、トリップ目的を集計した場合よりも% RMS 誤差が8.8%改善されることを意味している。

トリップ目的と同様に自動車の有無別に非集計化し、自動車の有無別に数量化理論1類のモデルを適用すると表-3のようになる。その説明要因は先のトリップ目的別の分析の時用いた要因から保有率を除いたものである。この保有非保有別のモデルを用いて現況の大量輸送機関の利用者数を推計し、ゾーンペアごとに合計して現在の大量輸送機関の利用者数と比較すると、% RMS 誤差は29.5%になる。これは保有非保有別に非集計化することによって、精度が% RMS 誤差で12.2%改善されたことになる。

このようにトリップ目的、自動車の保有非保有別にトリップを非集計化していくことによってモデルの予測精度を向上させることができるが、このうち自動車の保有非保有は必ずしも非集計化する必要はなく、これを自動車の保有率に変換してモデルの説明要因に加えることができる。ところが、この保有率をトリップの発生ゾーンでとると表-2の分析結果からわかるように規定力の大きい要因とはならなかった。そこで、ゾーンペアごとに自動車の保有率を決定して、モデルの説明要因に加えて分析すると表-4のようになる。これを見ると、相関係数は0.803となり、表-2に比べてかなり高くなっている。個々の要因では、保有率が最も規定力の大きい要因となっている。% RMS 誤差は25.5%で、保有非保有別に非集計化したモデルの29.5%よりも4%誤差が少なくなっている。これによって、自動車の保有非保有別に特に非集計化する必要はなく、ゾーンペアごとに正確に保有率が算出できれば、予測精度は非集計化の場合よりも良くなっていることがわかる。

表-2 トリップ目的の非集計化による分析結果 — 偏相関係数

要 因	分類	集計 (全目的)	通勤通学	帰宅	利用17% 食事買物	業務娯楽
発生地域	3	0.250	0.089	0.269	0.112	0.115
集計地域	3	0.237	0.181	0.052	0.254	0.207
サービスレベル	3	0.139	0.113	0.066	0.051	0.057
保有率*	4	0.168	0.116	0.159	0.075	0.050
時間比	5	0.217	0.151	0.178	0.194	0.089
時間差	5	0.151	0.097	0.145	0.126	0.153
トリップ長	5	0.336	0.147	0.175	0.141	0.165
相関係数		0.627	0.346	0.442	0.410	0.292
% RMS 誤差		40.2	34.7	38.1	46.7	124.4
サンプル数		623	553	588	585	609

* 家庭訪問調査による発生ゾーン保有率(台/世帯)

表-3 自動車の保有非保有の非集計化による分析結果 — 偏相関係数

要 因	集計	保有	非保有
発生地域	0.193	0.208	0.027
集計地域	0.227	0.176	0.087
サービスレベル	0.140	0.087	0.096
時間比	0.213	0.165	0.242
時間差	0.158	0.146	0.157
トリップ長	0.341	0.306	0.249
相関係数	0.608	0.458	0.565
% RMS 誤差	41.7	74.9	21.5
サンプル数	623	623	622

表-4 トリップ目的の非集計化による分析結果 — 偏相関係数

要 因	分類	集計
発生地域	3	0.114
集計地域	3	0.174
サービスレベル	3	0.076
保有率**	4	0.671
時間比	5	0.252
時間差	5	0.180
トリップ長	5	0.234
相関係数		0.803
% RMS 誤差		25.5
サンプル数		623

** ゾーン間トリップの保有率(台/世帯)