

非集計行動モデルによる手段別買物トリップ数の予測*

Aggregate Prediction of Shopping Trips by Mode
Using Disaggregate Choice Models

松岡克明**・松本昌二***

By Katsuaki MATSUOKA and Shoji MATSUMOTO

In our preceding paper the estimation of multinomial logit model was reported, where destination and travel mode were jointly determined for non-grocery shopping trips in a local city. This paper reports its successive part. First, we examine to what extent simplify the estimating method of service-level variables such as access travel times. It is proved feasible to apply zonal aggregation to some extent for the value of service levels. Second, we make aggregate prediction of shopping trips to gain the effects of the location of large shopping centers on the choice shares for destination and travel mode.

1. はじめに

大規模小売店の立地等による商業地の配置や変動に対応した消費者の買物行動、特に購買地と交通手段の選択行動には、モータリゼーションの進行やアクセス条件の変化が影響すると考えられる。われわれは、地方中核都市長岡市において休日に発生した買回り品買物交通を対象として、目的地と手段を同時に選択する非集計多項ロジットモデルを推定し、集計弾性値を用いて買物交通の短期的な変化を予測できることを報告した。¹⁾

非集計行動モデルの適用においては、そのキャリブレーションに必要なデータのうち、個人の社会経済属性や選択実績はアンケート調査によって比較的容易に得られるが、一方アクセス時間のようなサービス水準の特性値をどのように設定するかが問題

になる。交通特性値の設定に関する研究としては、通勤交通の経路選択モデルにメッシュを利用した例などがあるが²⁾、社会経済属性の相違によって交通行動がかなり異なると考えられる買物交通を対象としたものは報告されていない。

そこで、本研究においては、既に報告した買回り品買物交通に対する目的地・手段選択モデルをベースとして、交通特性変数の設定レベルの違いによって推定結果がどのような影響を受けるかを分析し、交通特性変数の設定方法を簡略化することが可能かどうかを検討する。次に、大規模小売店舗の進出に対応した消費者の買物行動の変化を推定するために、選択確率を集計化することにより手段別の年間買物トリップ数の将来予測を行う。

2. モデルと予測方法

本研究で使用するモデルは、目的地と利用交通手段を同時選択する多項目ロジットモデルであり、構

* キーワーズ：非集計行動モデル、買物交通、集計化

** 学生会員 長岡技術科学大学大学院

*** 正会員 長岡技術科学大学助教授 建設系

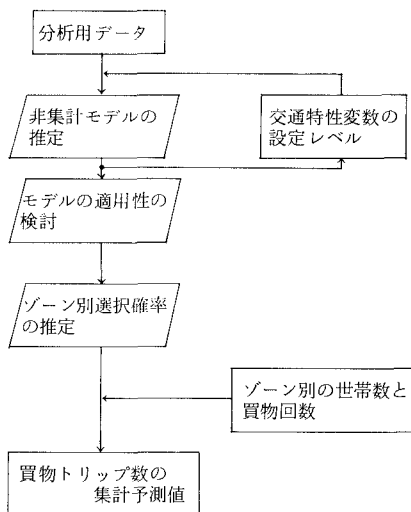
造式は次のとおりである。

$$P(d, m; DMt) = \frac{\exp U_{dmt}}{\sum_{d, m' \in DMt} \exp U_{d'm't'}}$$

ここで、 $P(d, m; DMt)$ は、個人 t が目的地と手段の選択肢集合 DMt から目的地 d と手段 m を選択する確率である。 U_{dmt} は個人 t が目的地 d へ手段 m を利用して買物に出かけた時の効用であり、線形関数を仮定している。

図－1は、買物トリップ数の予測プロセスを示したものである。非集計モデルの集計方法は、今までに多くの手法が提案されているが³⁾ 本研究では、一部の説明変数で母集団の平均値が推定困難なため、サンプリング法を採用した。すなわち、母集団の一部をサンプリングして、その個人について非集計モデルを適用し、その選択確率の集計シェアを母集団のシェアとするものである。そして、買物トリップ数の集計予測値は、30～40才代の主婦をもつ世帯を対象としていることより、ゾーン別に次式で推計する。ここで年間買物回数とは、世帯当りの年平均買物回数（回／世帯・年）を示している。

$$\begin{aligned} & \left[\begin{array}{l} \text{目的地・手段別} \\ \text{買物トリップ数} \end{array} \right] \\ &= \left[\begin{array}{l} \text{世帯数} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{30～40才代} \\ \text{人口比率} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{年間買物} \\ \text{回数} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{目的地・手段別} \\ \text{集計選択確率} \end{array} \right] \end{aligned}$$



図－1 集計予測のプロセス

3. データ

本研究で用いたデータは、前回報告と同じものであり、昭和57年7月に長岡市内の小中学生をもつ父兄を対象として、主として買回り品の買物行動の実態調査を実施し収集したものである。なお、買回り品とは日常の生鮮食料品、一般食料品、日用雑貨以外の商品である。調査票は、長岡市内の小学生2年生と中学生2年生の全員に学校を通じて配布し、回収した。有効回答数は、3,327人（有効回答率63.4%）であった。調査対象者は、年令30～40才代の主婦が94%を占めており、年令・性別の面ではかなり同質な市場セグメントを構成している。そのなかから分析用サンプルは、買物に出かけた日を休日に限定して1,577サンプルとなった。

調査当時、長岡市内で買回り品の購買地となるような地区中心商業地は、図－2に示すように長岡駅・大手通り周辺の中心部と川西地区の喜多町周辺の新興商業地とに分節されていた。そこで、休日を買物に出かけた人のうち、中心部あるいは喜多町周辺のいずれかに行き、かつ個別レベルでの交通特性変数が得られる人に限定すると、分析用データとして543サンプルが得られた。これが前回報告で使用したものである。

しかしながら、除外されたデータのうち、511サンプルは個別レベルでの交通特性変数が得られないために除かれたものである。よって、町丁目レベルの交通特性変数を利用してモデル化する場合には、このデータを加えた1,054サンプルを使用して推定を行う。これらの分析用データを目的地別・手段別に示したものが表－1である。

表－1 分析用データのサンプル数

手段 目的地	徒 歩	自 転 車	バ ス	自 動 車	計
中心部	15 (66)	75 (196)	143 (242)	179 (373)	412 (877)
喜多町	5 (5)	12 (14)	11 (13)	103 (145)	131 (177)
計	20 (71)	87 (210)	154 (255)	282 (518)	543 (1054)

（注） 上段は合計543サンプル、下段（ ）内は合計1,054サンプルのデータを示す。

4. モデルの推定

本研究の出発点とするのは、前回報告した2目的地と4手段の同時選択モデルである。目的地は長岡市の中心部（駅前、大手通り）と喜多町とし、交通手段は徒歩、自転車、バス、自動車の4つである。検討した変数も前回と同様であり、所要時間は各手段の選択肢固有変数として、駐車料金は中心部－自動車の選択肢固有変数として作用する。商業地属性の変数は、大規模小売店舗の床面積を居住地から商業地までの距離で除した上で対数変換している。

推定結果は表－2に示すとおりであり、以下各モデルについて考察を行う。

(1) 交通特性変数の設定レベルによる変化

M1～M3は、個別レベルで交通特性変数の値が得られる543サンプルを用いて推定したものである。M1は、個別レベルの交通特性変数を用いた前回報告のなかで、最も説明力が高かったモデルである（前回報告、表－4のM4に相当する）。

M2、M3はM1と同じ変数を用いているが、交通特性変数については町丁目レベル、あるいは小学校校区レベルの平均値を使用したモデルである。M2をM1と比較すると、カイ2乗値はやや減少しているものの、的中率はほぼ同じである。各変数のパラメータのt値も満足されている。また、個別レベルと町丁目レベルでのパラメータの差に関するt値は、すべて10%有意ではない。

次に、M3とM1を比較すると、M3は徒歩時間の変数パラメータとt値が極端に小さくなっており、徒歩時間の変数導入に支障をきたしている。これは、小学校校区レベルのような大きなゾーンでの平均値を用いると徒歩時間変数の誤差が大きくなり、徒歩の選択実績を十分に説明できないことを示している。さらに、M3のカイ2乗値や尤度比、的中率はM1、M2に比べて劣っている。個別レベルと小学校校区レベルでのパラメータの差に関するt値は、10%有意である。

以上の考察より、個別レベルの交通特性変数を用いたモデルの代替としては、小学校校区レベルの設定では問題があるが、町丁目レベルの設定は実用上問題のないことが明らかになった。

(2) 簡略モデルの推定結果

町丁目レベルの交通特性変数を使用する簡略モデル

の推定に関して、個別レベルの交通特性変数が得られなかった511サンプルを加えた1,054サンプルにサンプル数を増やすことにより、モデルの説明力を向上させられるかどうかを検討する。その推定結果をM4～M6に示す。

M4は、M2と同じ変数を使用した簡略モデルである。中心部・バスダミー変数のパラメータ符号がM2と異なってマイナスになり、t値も5%有意ではない。これは、中心部・バスダミー変数とバス乗車外時間との相関関係が強くなり、多重共線性の影響によるものと思われる。全般的に的中率が減少し、特に喜多町－自動車の減少が著しい。一方、中心部－徒歩的中率が上昇したのは、サンプル数の増加の影響と思われる。

M5は、M4から中心部・バスダミー一定数を除いたものである。M4と比べて、M5はカイ2乗値、尤度比ともに著しく改善されている。しかし、喜多町－自動車の的中率が依然として低く、log（大型店床面積／距離）のパラメータ値が0.92と、他のモデルと比較して大きい。

M6は、M5に川東居住者ダミー一定数を加えたものであり、カイ2乗検定は1%有意である（ $\chi^2=27.9$ ，d.f.=1）。このダミー一定数を追加することにより、結果的に喜多町－自動車の的中率が向上し、大型店床面積のパラメータ値は0.76に低下している。簡略モデルを使用してサンプル数を約2倍に追加することにより、M6の説明力はM1に比べてかなり向上している。特に、中心部－徒歩、喜多町－自転車、喜多町－バスの的中率が0%から3～7%に改善されており、モデル全体のバランスが良くなったと言える。

5. 買物トリップ数の集計予測

昭和57、61年の2時点において、モデルM6を使用して求めた選択確率をサンプリング法によってゾーン別に集計し、各ゾーン毎に目的地・手段別の年間買物トリップ数を推定することにより、大規模小売店舗の進出による影響を予測しよう。

準備作業として、ゾーン別の世帯数と年平均の買回り品買物回数（回／世帯・年）を算定したのが表－3である。ここで、昭和57年の世帯数と30～40才代の人口比率は長岡市統計年鑑より求め、昭和61年

表-2 モデルの推定結果

			543 サンプル			1,054 サンプル		
			個別レベル	町丁目レベル	小学校区レベル	町丁目レベル		
			M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6
1. 徒 歩 時 間			-0.021 (2.98)	-0.016 (2.29) ((0.477))	-0.007 (0.95) ((1.425))	-0.032 (5.83)	-0.028 (6.03)	-0.028 (5.92)
2. 自 転 車 時 間			-0.073 (6.07)	-0.064 (5.48) ((0.515))	-0.066 (5.21) ((0.364))	-0.071 (8.50)	-0.066 (8.60)	-0.064 (8.32)
3. バ ス 乗 車 時 間			-0.032 (2.86)	-0.036 (3.31) ((0.239))	-0.035 (2.71) ((0.200))	-0.023 (2.57)	-0.031 (3.61)	-0.026 (2.96)
4. 自 動 車 乗 車 時 間			-0.033 (2.47)	-0.036 (2.82) ((0.163))	-0.038 (2.45) ((0.114))	-0.038 (3.65)	-0.039 (3.83)	-0.032 (3.06)
5. バ ス 乗 車 外 時 間			-0.039 (4.43)	-0.041 (4.65) ((0.183))	-0.034 (3.97) ((0.409))	-0.031 (5.20)	-0.029 (5.79)	-0.028 (5.56)
6. 総 費 用 / 所 得			-0.003 (2.38)	-0.003 (2.51) ((0.112))	-0.002 (2.03) ((0.234))	-0.002 (3.64)	-0.002 (3.86)	-0.002 (3.37)
7. 駐 車 料 金			-0.002 (4.26)	-0.002 (4.15) ((0.087))	-0.002 (4.98) ((0.250))	-0.002 (8.31)	-0.002 (8.32)	-0.002 (8.53)
8. log (自転車保有台数-1)			0.867 (3.30)	0.765 (2.89) ((0.263))	1.011 (3.61) ((0.453))	0.389 (2.52)	0.420 (2.72)	0.421 (2.73)
9. log (自動車保有台数-1)			1.613 (5.72)	1.560 (5.48) ((0.133))	1.827 (6.12) ((0.522))	1.116 (5.86)	1.126 (6.00)	1.163 (6.19)
10. log (大型店床面積/距離)			0.705 (10.54)	0.712 (10.58) ((0.083))	0.729 (10.58) ((0.251))	0.903 (16.53)	0.920 (18.34)	0.755 (9.50)
11. 中心部・バスのダミー一定数			0.817 (2.64)	0.865 (2.76) ((0.109))	0.801 (0.261) ((0.037))	-0.276 (1.53)		
12. 川 東 居 住 者 数 ダ ミ ー 定 数								0.707 (2.58)
カ イ 2 乗 値 尤 度 比*1			504.2 0.286	502.0 0.287	490.5 0.282	989.4 0.299	1045.2 0.310	1051.8 0.312
的 中 率 (%)	中 心 部	W*2	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	3.0
		C	57.3	56.0	48.0	60.7	62.8	62.2
		B	43.4	44.8	40.7	39.3	42.1	41.3
		A	76.5	76.5	76.5	75.0	75.3	75.1
	喜 多 町	W	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
		C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1
		B	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	7.7
		A	41.7	41.7	45.6	29.0	29.0	41.4
	全 体		52.7	52.9	51.6	51.2	52.4	53.8

(注) ()内はパラメータのt値, (())内はM1とのパラメータの差に関するt値。

*1 自由度調整済尤度比 χ^2

*2 W-徒歩, C-自転車, B-バス, A-自動車

の世帯数は9年間の時系列データを用いて予測した。なお、ゾーン別30～40才代の人口比率は、昭和57年と61年は同じであるとみなしている。年平均買物回数は、前述のアンケート調査より算出したものであり、中心部周辺のゾーン1で最も多く、ゾーン8～12の川西地区は全体的に買回り品の買物回数が少ない傾向にある。

表－4は、昭和61年までの大規模小売店舗の進出予定を表している。中心部では長岡駅前および駅東側に大型店が進出するため床面積は21,000㎡増床し、また川東地区川崎町に郊外型大型店4,500㎡が立地する予定である。このように長岡市の商業環境は大きく変動すると予想され、消費者の買物行動に与える影響を適確に予測することが求められている。

次に、ゾーン別に集計した選択確率を昭和57、61年の2時点について推計し、大型店進出による影響を比較してみよう。各ゾーン毎に目的地・手段の選択確率をみると、中心部の選択確率は大型店床面積が40％増加するにもかかわらず、ゾーン1を除く他のすべてのゾーンで10～15％減少し、中心部周辺のゾーン1では5％の減少にとどまっている。また、

表－3 世帯数と買物トリップ数

ゾーン	57年 世帯数	57年 30～40才代 人口比率	61年 予測 世帯数	年平均買物 トリップ数
1	9,727	0.160	9,558	47.4
2	7,488	0.167	7,722	32.7
3	8,410	0.165	8,821	33.9
4	1,547	0.168	1,698	30.5
5	3,989	0.149	4,252	33.2
6	4,884	0.180	5,300	35.4
7	2,532	0.138	2,701	29.7
8	4,887	0.215	4,995	27.5
9	2,163	0.172	2,309	25.3
10	1,590	0.122	1,944	38.4
11	2,558	0.180	3,157	34.0
12	1,700	0.150	1,881	26.9
計	51,475	—	54,338	—

(注) 昭和61年予測では、本表以外に長岡ニュータウンの1,471世帯(推定人口比率0.22)を加える。

表－4 大型店床面積の推移

		中心部	喜多町	川崎町
大型店床面積	昭和57年	53,364	5,890	—
(㎡)	昭和61年	74,364	5,890	4,500

(注) 第1,2種大規模小売店舗の店舗面積を示す。

手段別にはバス利用の減少が幾分大きい。喜多町の選択確率も、ゾーン1を除くすべてのゾーンで10～25％減少し、手段別には自動車利用の減少が幾分大きい。このような中心部、喜多町での選択確率の減少分が川崎町へ転位したわけであり、ゾーン別には川東地区のゾーン2,4,5および川西地区のゾーン11において川崎町へ自動車の選択確率が0.12～0.20と大きい。全般的には、自動車を利用して喜多町、川崎町の郊外商業地にアクセスする傾向が明確に表われている。

次に、目的地・手段別の買回り品買物トリップ数の変化を表わしたのが図－2,3である。昭和57年には中心部で約250,000、喜多町では約47,000の買物トリップが集中したと推定される。昭和61年には、中心部では4％減少して約240,000、喜多町では1％増加して約48,000、新商業地の川崎町では約38,000になると予測される。ゾーン別に2時点の変化を比較すると、中心部の買物ではゾーン1～3および5から自転車、バス、自動車を利用する買物トリップ数が著しく減少し、喜多町の買物ではゾーン8から自動車を利用する買物トリップ数がかなり減少する。このように昭和61年には中心部の大型店床面積が40％増加するにもかかわらず、中心部への買物トリップ数はやや減少することになる。一方、川崎町に新たな郊外商業核ができること、および長岡ニュータウン造成事業等の影響により居住人口の郊外化が進展することにより、郊外商業地への買物トリップ数は堅実に増加するものと予測される。

6. おわりに

本研究の結論をまとめると以下の通りである。

- (1) 買回り品買物交通に対して目的地・手段を同時選択する非集計ロジットモデルを適用する場合について、交通特性変数の設定レベルを個別、町丁目、小学校区の3つに変化させて、モデルの推定結果に及ぼす影響を検討した。その結果、小学校区レベルに設定することは推定パラメータの値からみて問題があるが、町丁目レベルの設定は個別レベルの代替として実用上問題のないことを確認した。
- (2) 交通特性変数の設定レベルを町丁目にすることにより、サンプル数を約2倍に増加させて、再びモデルの推定を行った。その結果、町丁目レベルでサ

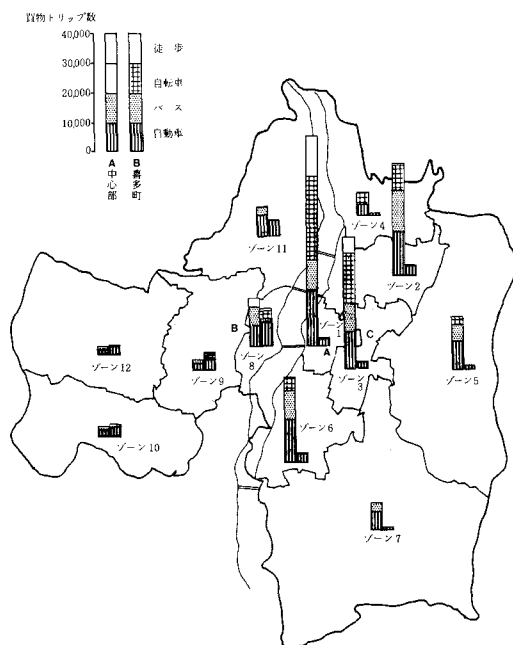


図-2 目的地・手段別買物トリップ数(S 57年)

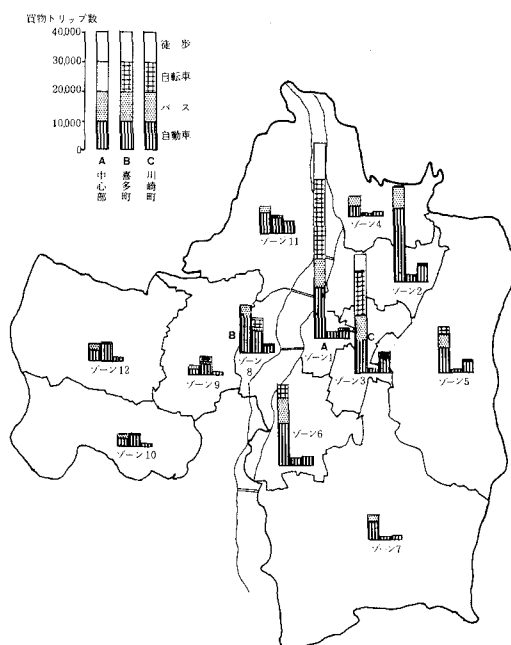


図-3 目的地・手段別買物トリップ数(S 61年)

ンプル数の多いモデルは、個別レベルでサンプル数の少ないモデルよりも、尤度比、的中率からみて説明力が向上することが判明した。以上のことより、交通特性変数の設定を町丁目レベルまで簡略化することは同変数の測定作業を軽減するのみならず、実態調査においてもこの事を考慮すれば、調査をかなり簡略化できるため、より多くの分析用サンプルを得ることが可能であると考えられる。

(3) 大規模小売店舗の進出が消費者の買物行動に与える影響を、非集計行動モデルを適用し、集計することによって手段別の年間買物トリップ数として予測することができた。長岡市内に限定すれば、昭和61年には中心部の大型店床面積は40%増加するにもかかわらず、中心部への買物トリップ数はやや減少する。一方、自動車を利用して2ヶ所の郊外商業核へアクセスする傾向が強まり、かつ居住人口の郊外化が進展することにより、郊外商業地への買物トリップ数は堅実に増加するものと予測された。

以上の通り、本研究は買物トリップ数の集計予測方法を提案しているが、対象は長岡市内居住者のホームベースドな買物交通に限定されており、今後は

長岡商圏を考慮した競合モデルに拡張したり、ノンホームベースドな買物交通の予測方法を検討することが必要であろう。および、商業地の魅力を適確に表現できる客観モデルあるいは態度モデルを開発し、それらを組み込んで購買地選択の信頼性を高めることも今後の大きな研究課題であると考ええる。

参考文献

- 1) 松本昌二・熊倉清一・松岡克明(1983)：非集計モデルによる買回り品買物交通の目的地・手段選択行動の分析，日本都市計画学会学術研究発表会論文集，第18号，pp. 469-474.
- 2) 原田 昇(1983)：鉄道経路選択モデルにおける集計レベルに関する分析，土木学会第38回年講，第4部，pp. 39-40.
- 3) 太田勝敏・原田 昇(1982)：非集計行動モデルの研究と課題，土木学会第4回土木計画学研究発表会講演集，pp. 375-384.