

東京圏生活者の消費行動と電車ネットワークによる移動

田口 東 中央大学理工学部情報工学科

(日本オペレーションズ・リサーチ学会第 53 回シンポジウム「都市の OR」2005/03/16)

1. 分析の基本的な方針

1.1 分析の目的とデータの概要

JR 東日本データ駅消費データ (2002 年) を用いて、個人の消費行動の時間的および空間的な履歴を調べ、鉄道を利用した行動の内容、移動経路と場所の特徴を調べる。力点を個人の移動におき、個人がどのように目的地を選択しているのかを考えることを主要な目的とする。とくに、個別の行動を独立したものとして考えるのではなく、個人ごとに連続した行動という観点から調査データをとらえるように努力した。また、統計的な手法はあまり用いずに、調査データを整理し、できるだけ視覚で理解できるように結果を示すことをこころがけた。このひとつの理由は、利用駅別、属性別に扱うと、対象データ数が非常に少なくなってしまうので、たまたま得られた調査データから断定的な結論を導く危険があることである。

対象は東京 70km 圏に在住する 12 歳から 69 歳までの男女 10,013 人である。2002 年 7 月 5 日(金)、6 日(土)、7 日(日)、8 日(月)の 4 日間の移動行動と消費行動が詳細に調べられている。その中で利用したのは

- ・ 個人属性
- ・ 移動目的、移動手段、移動の開始時刻と終了時刻、移動の起点と終点
- ・ 目的を果たすための滞在時間
- ・ 購入品、利用施設、などの消費の種類と支出金額

である。おおよその移動量を把握するために、目的別に平日 (5 日(金)、8 日(月)) の移動時間分布と休日 (6 日(土)、7 日(日)) の移動時間分布をグラフに表す。図 1.1 が電車を利用する通勤と通学の移動、ならびに電車を利用しない通勤と通学の移動、図 1.2 が平日の通勤と通学を除く移動、図 1.3 が休日の通勤と通学を除く移動を表している。移動時間を 10 分ごとに区分し、対応する移動件数を集計して移動時間分布を導いた。したがって、カーブの下面積が実件数 (延べ人数) となる。平日と休日、鉄道利用の有無で対象となる件数が大きく異なるので縦軸の縮尺が異なっていることに注意してほしい。

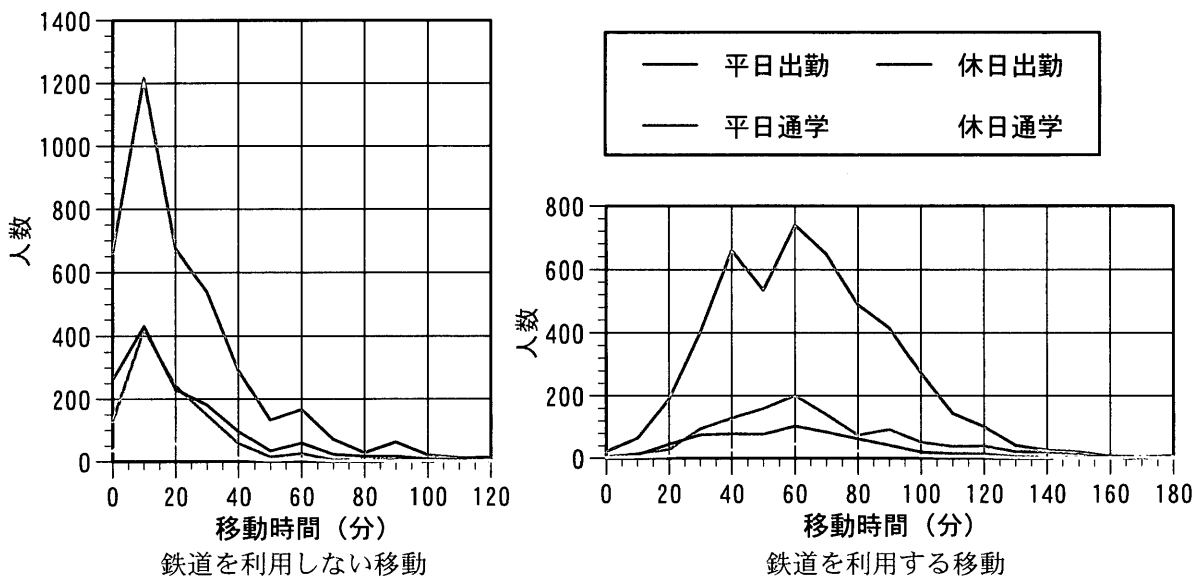


図 1.1 通勤、通学を目的とする移動時間分布

図 1.1 を見ると、通勤に鉄道を利用する人の方が利用しない人よりも多く、また、鉄道利用の場合の通

勤時間はかなり長いことがわかる。しかし、休日に限ると、実数は少ないものの、鉄道を利用しないで出勤している人は鉄道を利用する人よりもかなり多い。鉄道を利用しない同士で較べると、休日出勤（ほとんどが土曜日）している人数は平日出勤の約30%である。図1.2, 図1.3から、通勤と通学を除くと、休日の方が移動量が多いこと、移動時間の長短で鉄道が使い分けられていることがわかる。

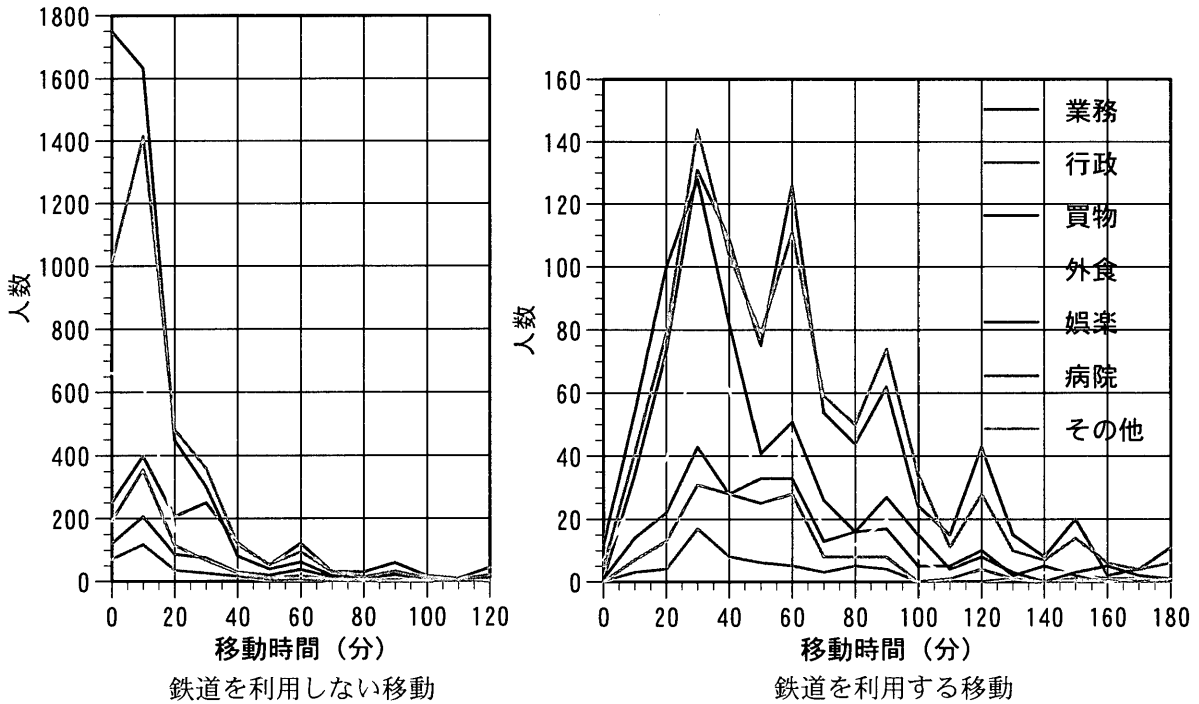


図 1.2 平日の通勤と通学を除く移動の時間分布

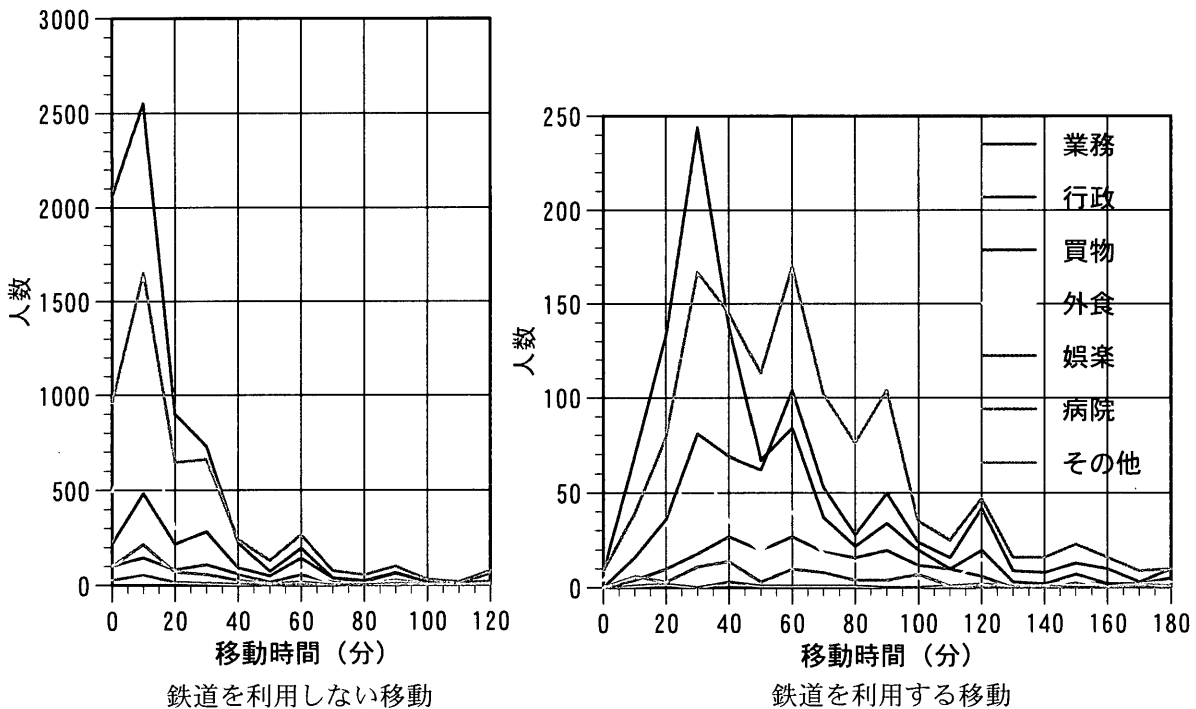


図 1.3 休日の通勤と通学を除く移動の時間分布

1.2 調査期間中の客の行動

それぞれの客の4日間の振る舞いを目的ごとに分けて、

- (1) それぞれの目的のための移動の出発時刻と到着時刻（移動）、

(2) 目的行動の開始時刻と終了時刻（行動中）、

(3) 移動と行動の間で行為が特定されていない時間帯（移動と行動の間）、

を調べ、時間軸に沿ってその時刻に(1), (2), (3)を行っていた人数を積み上げて、行動履歴のグラフを作成する。ただし、移動の出発時刻または到着時刻が特定できないものは省いている。

行政、買い物、外食、娯楽、病院のいずれかの目的をもって移動したとき、それ自身で行動が完結し、移動後、対応する行動中という状態になって時間が経過するものとする。それに対して、出勤、通学、業務、帰宅、旅行は、行動の基点がそれぞれ勤務先、学校、客先、自宅、旅行先へと移り、移動と行動の間で時間が経過するものとする。これは、たとえば勤務中には、何かの目的で行動してまた勤務先へ戻るといった行為があり、勤務を連続した行動ととらえることが難しい場合が多く見られるためである。表 1.1 に経過時間の分類をまとめる。

表 1.1 経過時間の分類

目的	行動中	基点の移動
出勤	-	勤務先
通学	-	学校
業務	-	外
行政	行政	-
買い物	買い物	-
外食	外食	-
娯楽	娯楽	-
旅行	-	旅行先
帰宅	-	自宅
病院	病院	-

移動中の時間帯は調査データから直接得られる。行動に費やした時間帯は、調査データにある滞在時間を用いる。滞在時間が記載されていない場合で、直前の移動の到着時刻が分かっている場合には、行政 30 分、買い物 30 分、食事 50 分、娯楽 100 分、病院 50 分を仮定した。

1.3 客の行動履歴の目的別単純集計

すべての客の 4 日間の行動履歴を図 1.4 に示す。(1)移動中 のグラフでは、出勤、帰宅、通学の移動数が非常に大きい。そのために、他の移動が隠されてしまっている。(2)行動中 を見ると、外食の移動には昼と夜の 2 回のピークがあること、買い物にも、外食ほど大きくはないが、12 時頃と 18 時頃の二つの山があることがわかる。平日の夕食の山を較べると、月曜日よりも金曜日が高くなっており“花金”があることが見える。娯楽は平日（月曜、金曜）よりも休日（土曜、日曜）に行われることが多い。以上のような非常に常識にあった傾向をみることができる。

図 1.5 は鉄道を利用した移動、図 1.6 は鉄道を利用しない移動を取り出して、4 日間の行動履歴を表したものである。ここでは移動を切り離しているのので、ある人が鉄道を利用して買い物にでかけ、その後、その駅の周辺で食事をした場合には、前者が図 1.5、後者は図 1.6 に現れることに注意してほしい。図 1.5 と図 1.6 を比較すると、通勤通学の多くが鉄道利用であることがわかる。一方、平日の昼と休日に行われる買い物と外食は鉄道を利用しない客が多い。その中で、休日の娯楽に鉄道が健闘している。また、通勤に鉄道を利用しない人は、平日と比較して土曜日にも働いている割合が、鉄道利用者よりも多い。

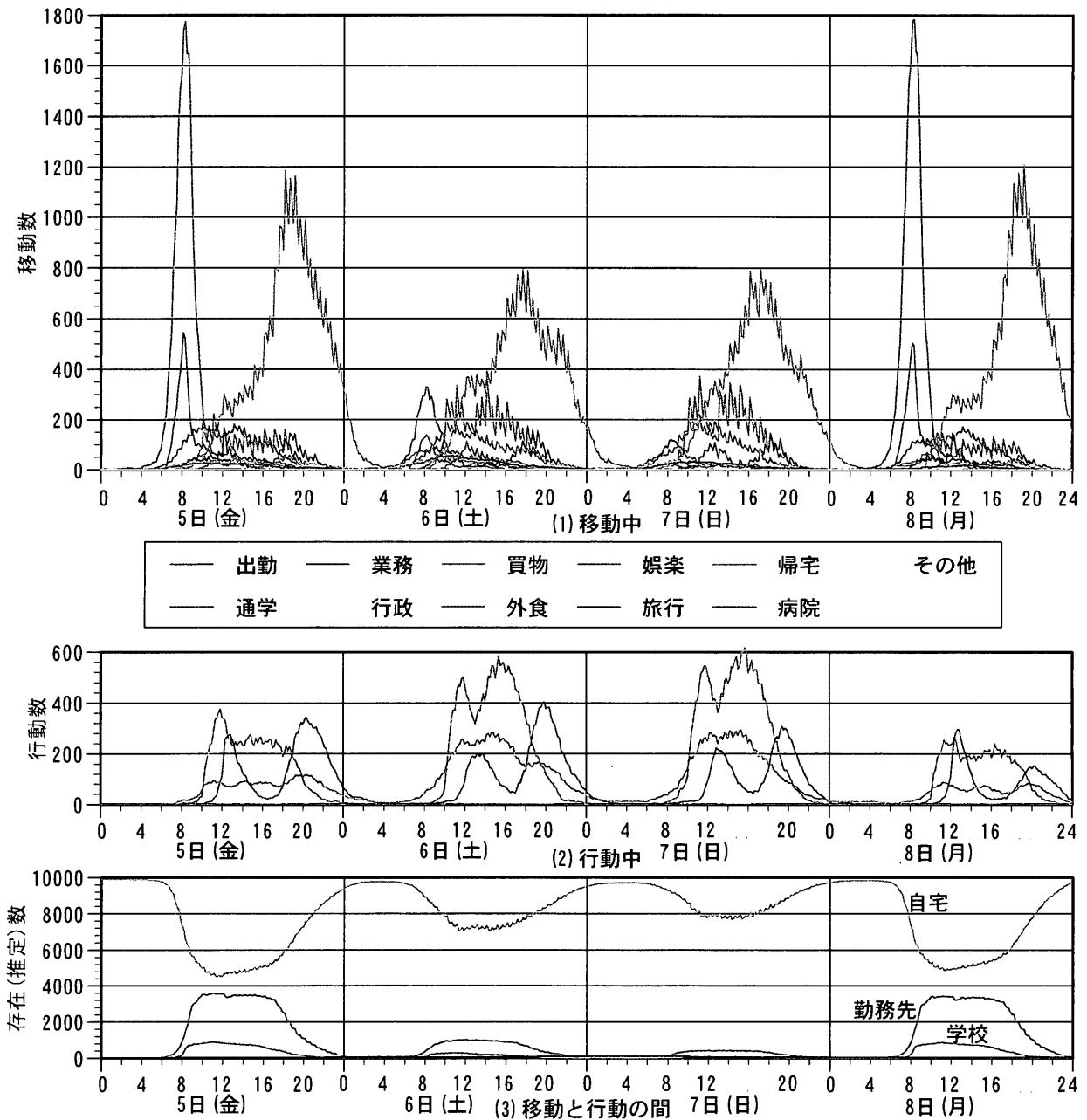
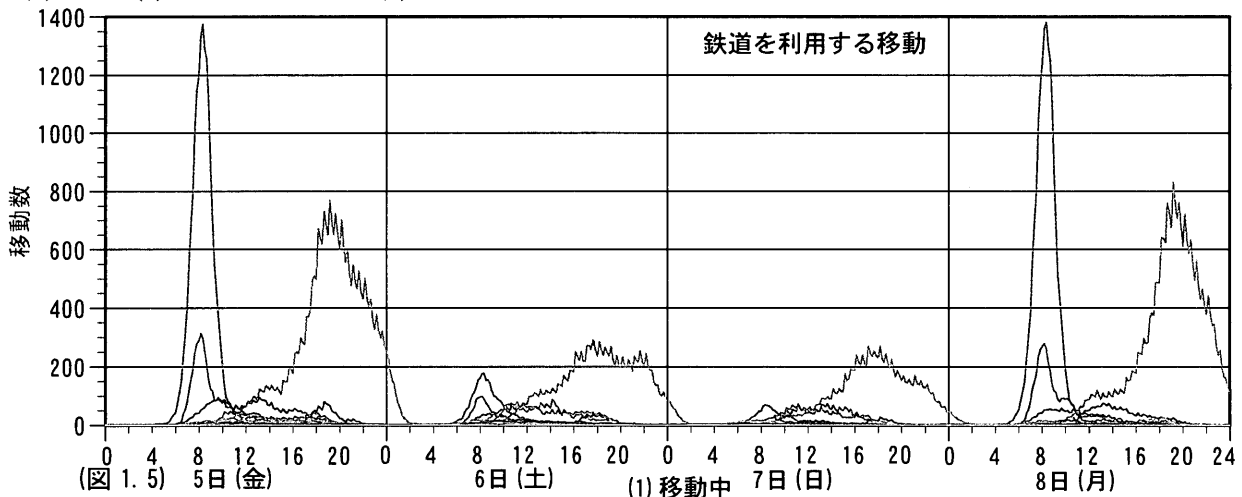


図 1.4 全顧客の4日間の行動履歴

(1)移動, (2)目的とする行動, (3)移動と行動の間で行為が特定されていない時間, に分けられている。



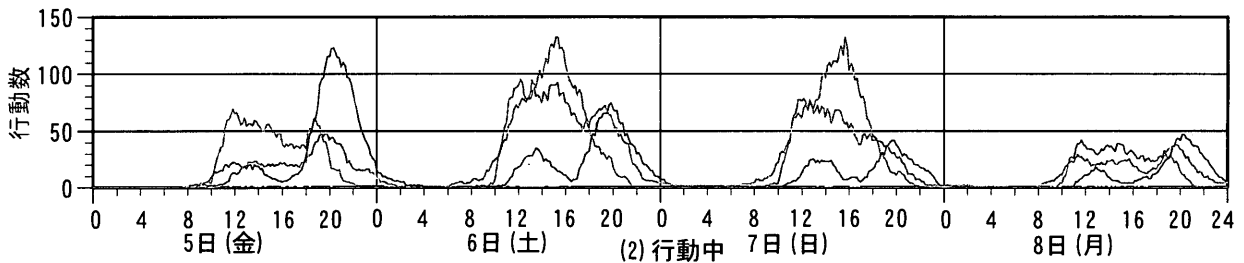


図 1.5 移動に鉄道を利用する行動履歴。(1)移動, (2)目的とする行動, に分けられている。

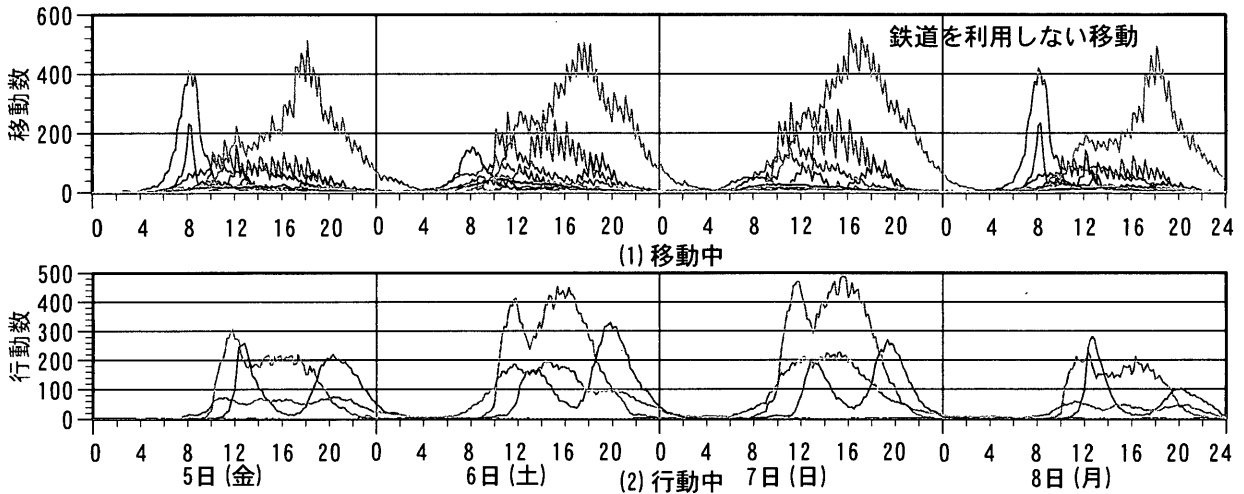


図 1.6 移動に鉄道を利用しない行動履歴。(1)移動, (2)目的とする行動, に分けられている。

1.4 客の一連の移動

図 1.7 (b)は鉄道利用の定義を拡大して、一連の移動の中で、それ以前の移動に鉄道を用いた場合にはその移動を鉄道利用として分類して作ったグラフである。ただし通勤、通学、業務、帰宅を除く。(a)は比較のために図 1.5の移動のグラフを拡大したものである。複数の移動がまとまっているケースが少ないので、大きな差はないが、(b)では平日の夕食と金曜の夕食が若干多くなっている。これから、買い物や娯楽の

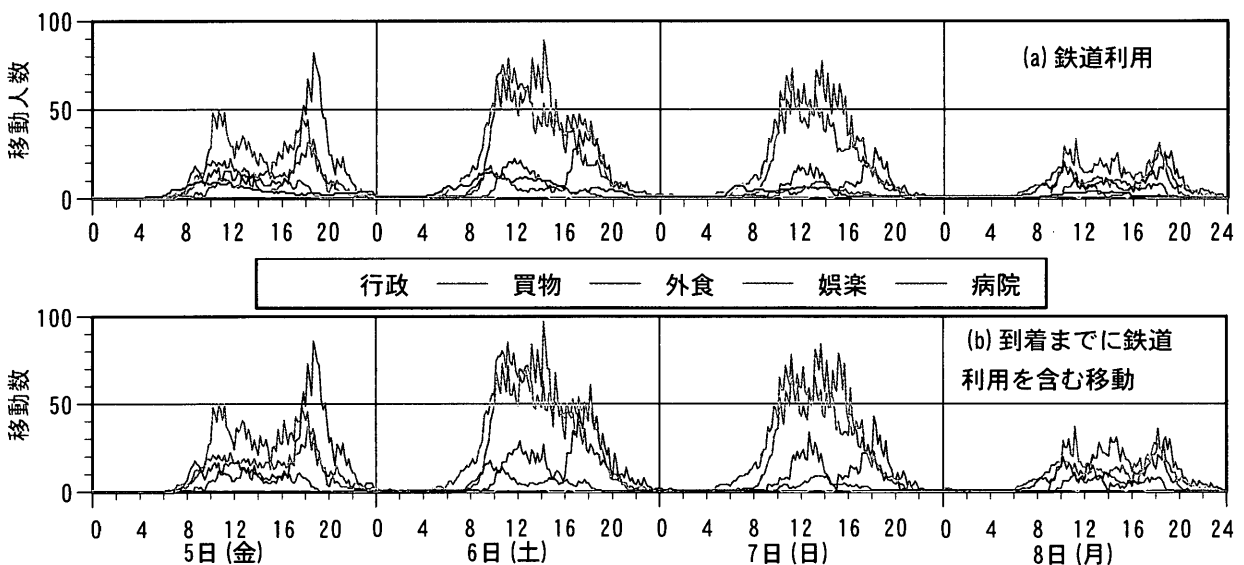


図 1.7 通勤、通学、帰宅、旅行を除く移動履歴。

行動の起点から目的地到着までに鉄道を利用して移動(除く通勤通学)した移動

ために鉄道を使って目的地に到着し、目的を果たした後、食事をするという場面があることが想像できる。

勤務先もしくは学校から出かける行動 (after 5) と、それ以外の行動(free)を分けた。移動履歴を図 1.8、に示す。after 5 と表しているが、勤務先から昼食に出かける行動も勤務先を起点とする行動なのでこれに含まれている。after 5 では、金曜日の 18 時に買い物と娯楽のピークがあること、それに夕食が続くことが特徴的である。数が少なくなるが、この様子は月曜日にも見られる。金曜日の勤務先から外食にでかける移動量は、土曜日、日曜日の外食にでかける移動量とほぼ同じ大きさである。free の移動は午前中に娯楽と買い物のための行動のピークがあり、それに昼食が続いている。

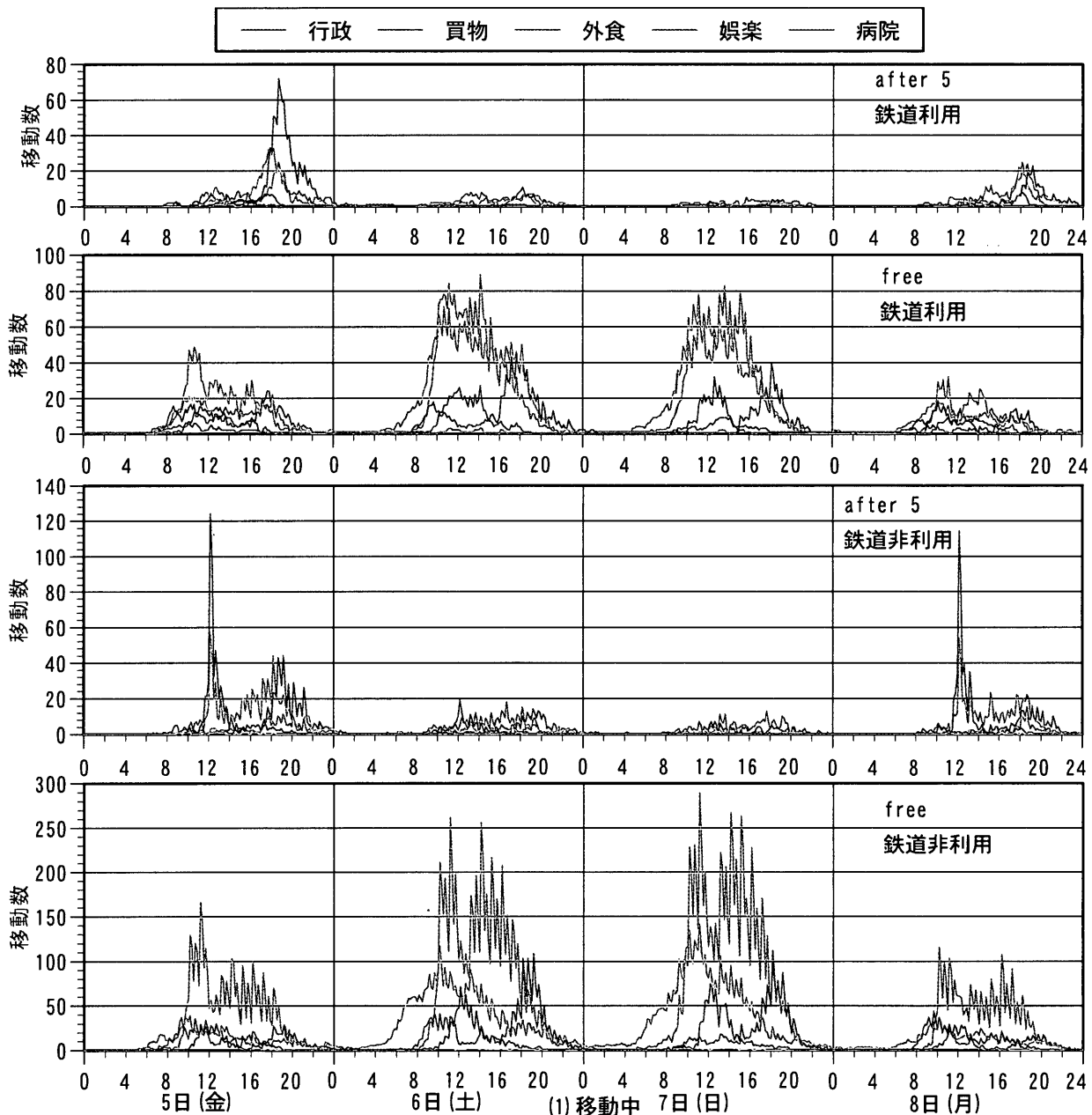


図 1.8 基点が勤務先または通学先である移動 (after 5) と、基点がそれ以外である移動 (free) の履歴

図 1.9 は勤務先からの移動 (after 5) に対して、鉄道を利用するか利用しないかを、通勤に鉄道を利用する人と利用しない人に分けて示したグラフである。図 1.4 で述べたように、通勤に鉄道を利用する方が多いことが現れている。after 5 の行動は外食が多く、夕食には鉄道を利用し、昼食には利用しない傾向が見

られる。通勤に鉄道を利用しない人は、夕食を外で食べる機会は少ない。また、平日だけでなく土曜日にも働いている人の割合が鉄道利用者よりも多く、このことを反映して土曜日の行動が現れている。買い物についてみると、通勤に鉄道を利用する人は買い物にも鉄道を利用しているし、通勤に鉄道を利用していない人は買い物にも鉄道を利用しない傾向がある。しかし、前者と後者では買い物の内容が異なることが推察される。

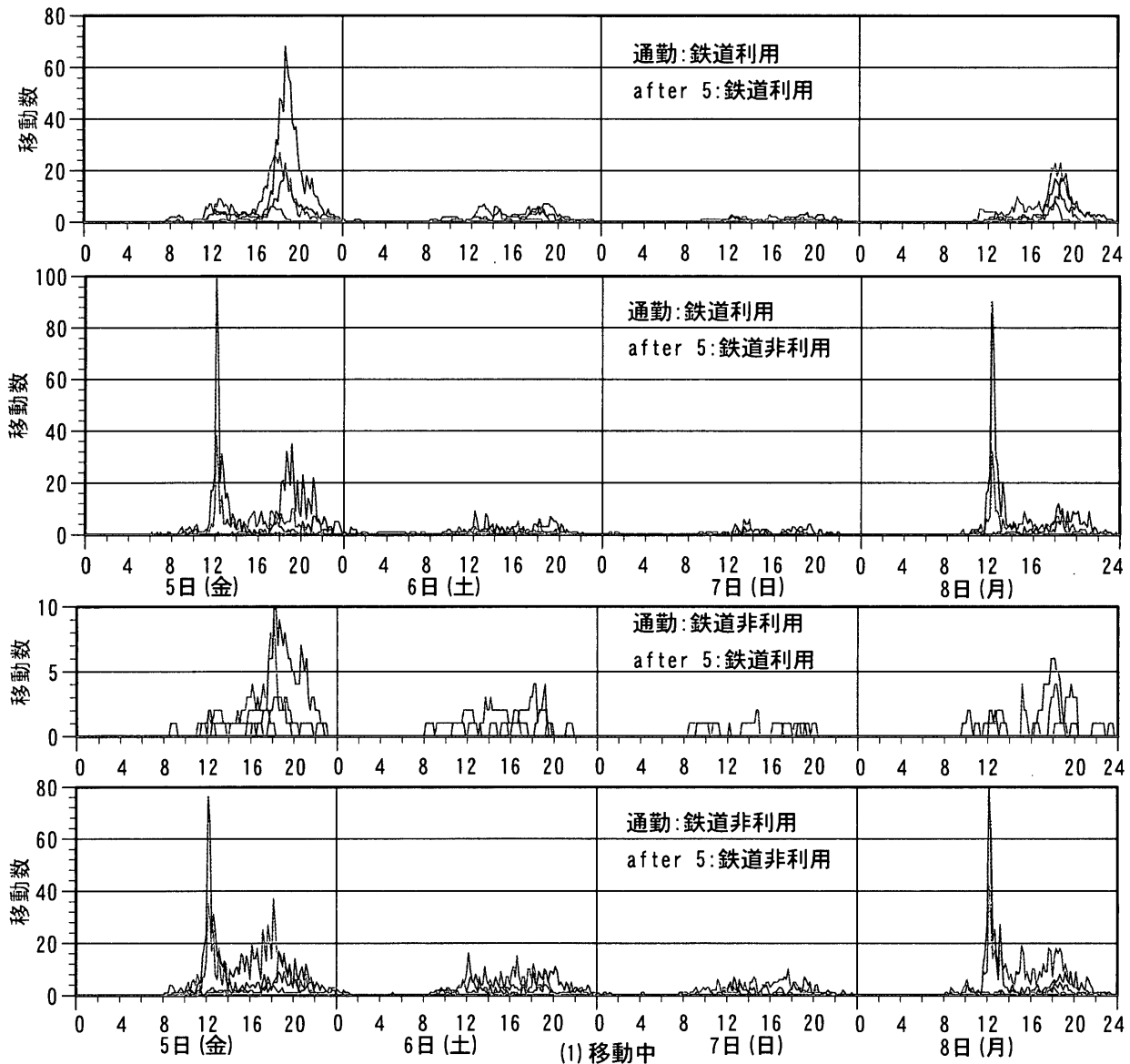


図 1.9 基点が勤務先または通学先である移動(after 5)の履歴

移動のときの鉄道利用の有無を、通勤に電車を利用する場合と利用しない場合に分けてある。

2. 鉄道利用者の消費行動を目的とする移動経路

2.1 目的駅別の移動経路

特徴のある目的駅として、

- [駅 D] (図 2.1) [駅 C] (図 2.2) [駅 E] (図 2.3) [駅 A] (図 2.4) [駅 B] (図 2.5)
 [駅 F] (図 2.6) [駅 G] (図 2.7) [駅 H] (図 2.8) [駅 I] (図 2.9)

を選び、それぞれの駅を目的駅として、電車を利用して行動した人が出発駅からたどった経路を計算し、曜日と目的別にして表示した図を示す。行動目的として選んだのは、買い物、外食、娯楽、それらの和集合である。経路は起点から一連の行動を経て目的駅に到着するまでとしている。したがって、目的駅まで買い物にでかけ、そこで徒歩でレストランに行った場合には、途中で鉄道を利用した経路は、買い物と外食の両方にあられる。ただし、通勤、通学、業務、帰宅を目的とする移動は描かれていない。

図の見方は次の通りである。ひとつの目的駅(■)に対して買い物、外食、娯楽、それらの和の4枚の図があり、それぞれの目的の図の中で、左下が5日(金)、右下6日(土)、左上7日(日)、右上8日(月)、の順になっている。図名称に続く4個の数字が各日の訪問客の数を表している。青は使われなかった路線であり、赤に近くなるほど利用者が多かった路線である。描かれている路線の範囲は、4日間に使われた路線を覆う最小の長方形となっている。各図の特徴を簡単に述べる。

図 2.1 [駅 D]: 訪問客数は多くないが、土日の買い物に遠くから客が来ている。これは、他の駅にはない電気街という個性的な商店街を持っていることによると考えられる。

図 2.2 [駅 C]: 首都圏全般から客が訪れているが、北西部からの客が大半をしめている。

図 2.3 [駅 E]: 買い物客が東京西部に限られているのを除くと、訪問客数は少ないにもかかわらず広範囲から客が訪れている図が描かれている。これは、6日(土)に外食と娯楽のために湘南[駅 B]ラインを利用して訪れた客のおかげである。

図 2.4 [駅 A]: 主要駅の中で[駅 B]に次いで訪問客の多い駅である。広い範囲から客が訪れているが、山手線を通って北からと南から、東横線、田園都市線を利用する客が多い。一方で、[駅 B]を通る中央線、小田急線、京王線の利用者は比較的少ない。[駅 B]駅との競合関係を 3.2 節で調べる。

図 2.5 [駅 B]: もっとも訪問客の多い駅である。京王線、小田急線、中央線、総武線各駅停車を利用する客が多い。それらの路線と比較すると、山手線を利用する客が少ない。特に[駅 A]方面から到着する電車を利用する客が少ない。図 2.4 と合わせてみると路線ごとに[駅 A]と客を分け合っている傾向が出ている。

図 2.6 [駅 F]: 都心からの客が訪れているが、南から山手線を越えて訪れる客は無い。[駅 F]周辺の首都圏北西部からの客が多い。

図 2.7 [駅 G]: 立地条件を反映して、中央線と武蔵野線を利用する客を集めている。

図 2.8 [駅 H]: 田園都市線の利用者がほとんどである。ここのショッピングモールは車を利用して訪れる客が多く、本調査には明らかな形では現れない。

図 2.9 [駅 I]: [駅 I]駅を中心として、都心からも客が訪れている。しかし、山手線よりも北側と、首都圏の東半分からの訪問客はない。[駅 G]の場合の中央線を、東海道線(横須賀線、京浜東北線)に置き換えると立地がよく似ている。しかし、駅周辺の規模は大きいので、集客力も大きい。

田園都市線からは[駅 H]の他に[駅 K]も取り上げた。ここにはグランベリーモールというアウトレットモール(2000年4月開設)があり、[駅 K]駅と会場がつながっている。また、休日には急行が停車するなど東急電鉄が力を注いでいる。しかし、多くの客は付属の大駐車場をあてにして車を利用して訪れており、本調査には[駅 K]駅に来た客の記録はない。

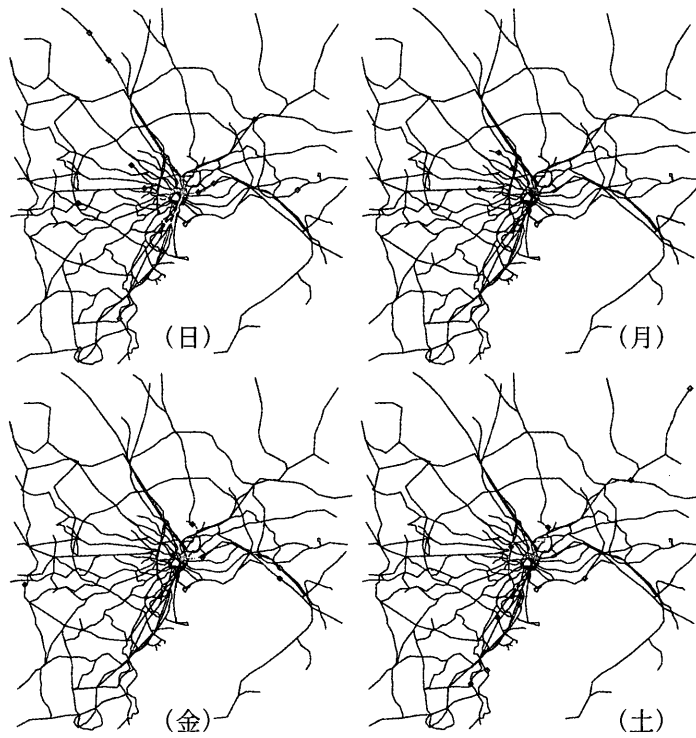


図 2.1(a) [駅 D] : 買物 8_11_15_5

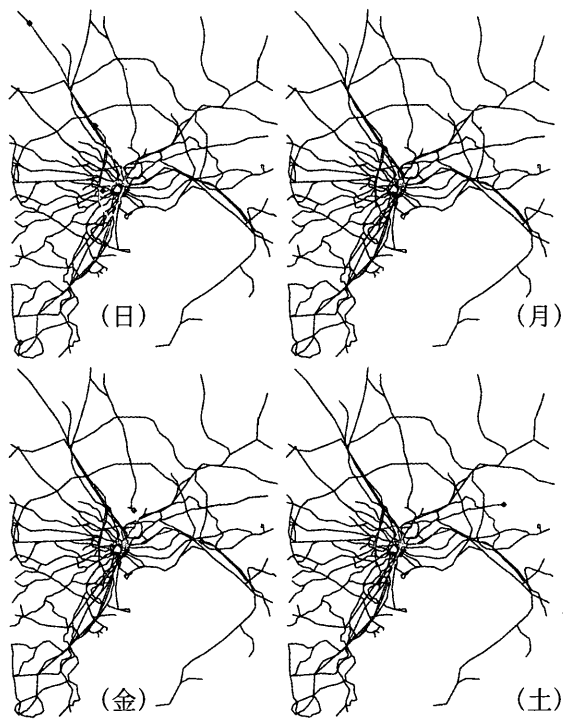


図 2.1(b) [駅 D] : 外食 4_3_5_2

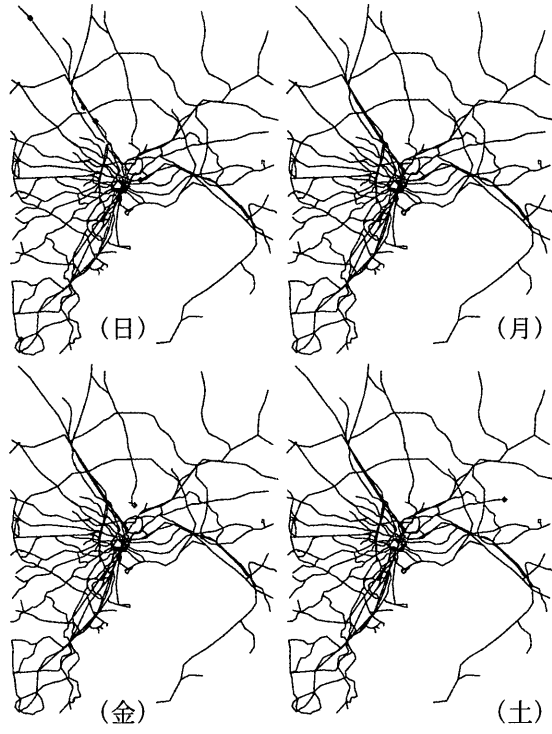


図 2.1(c) [駅 D] : 娯楽_2_1_5_0

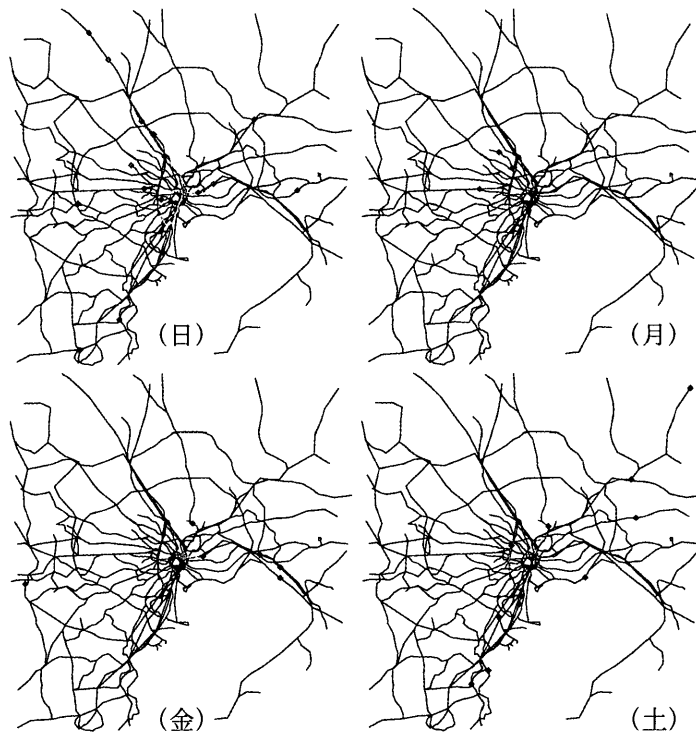


図 2.1(d) [駅 D] : 買い物+外食+娯楽_9_19_12_5

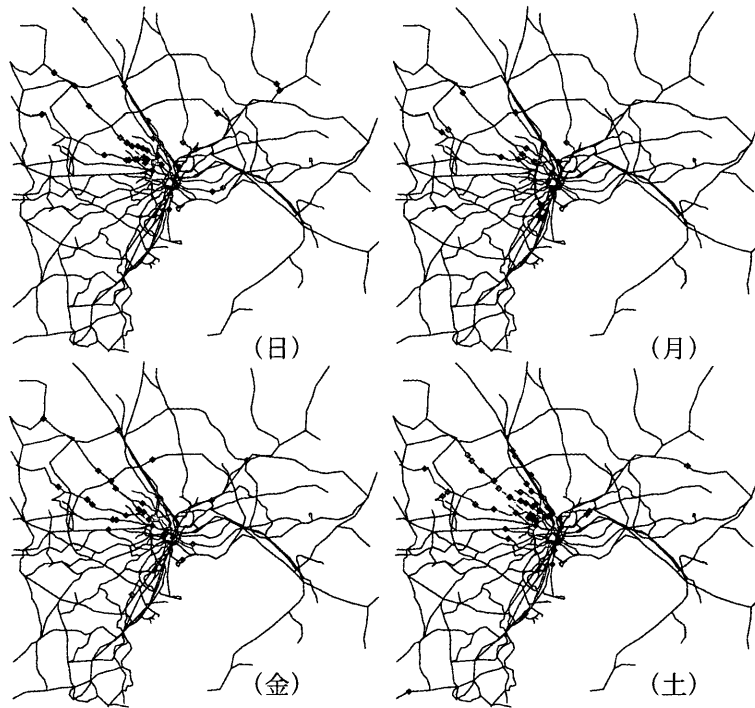


図 2.2(a) [駅 C] : 買物 28_56_41_20

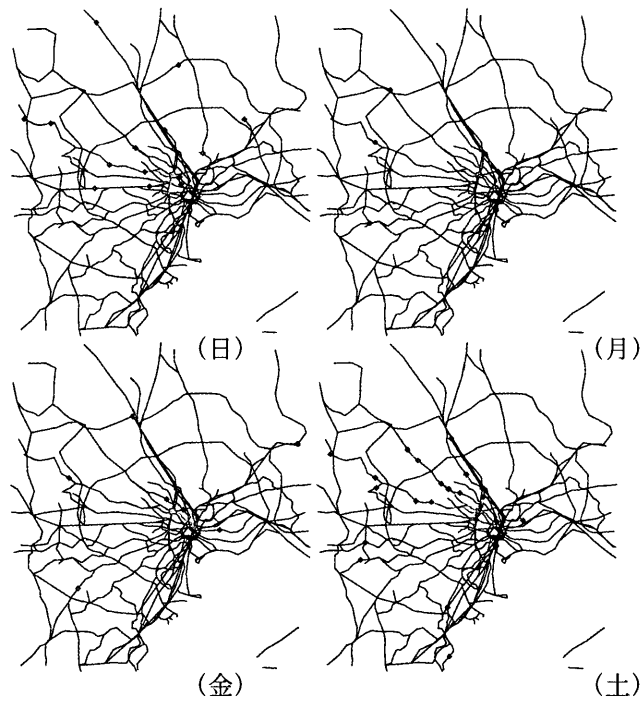


図 2.2(b) [駅 C] : 外食 12_28_14_5

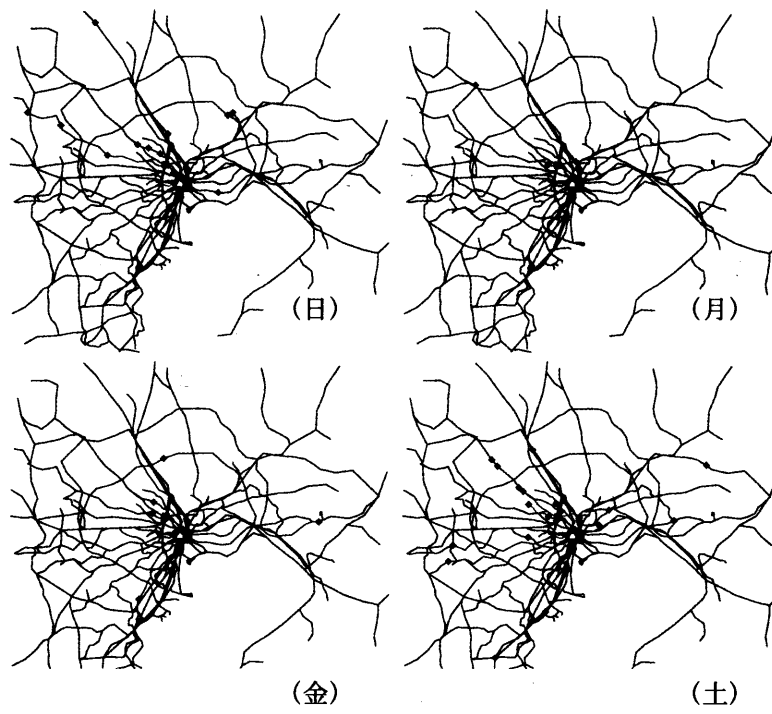


図 2.2(c) [駅 C] : 娯楽_8_24_14_3

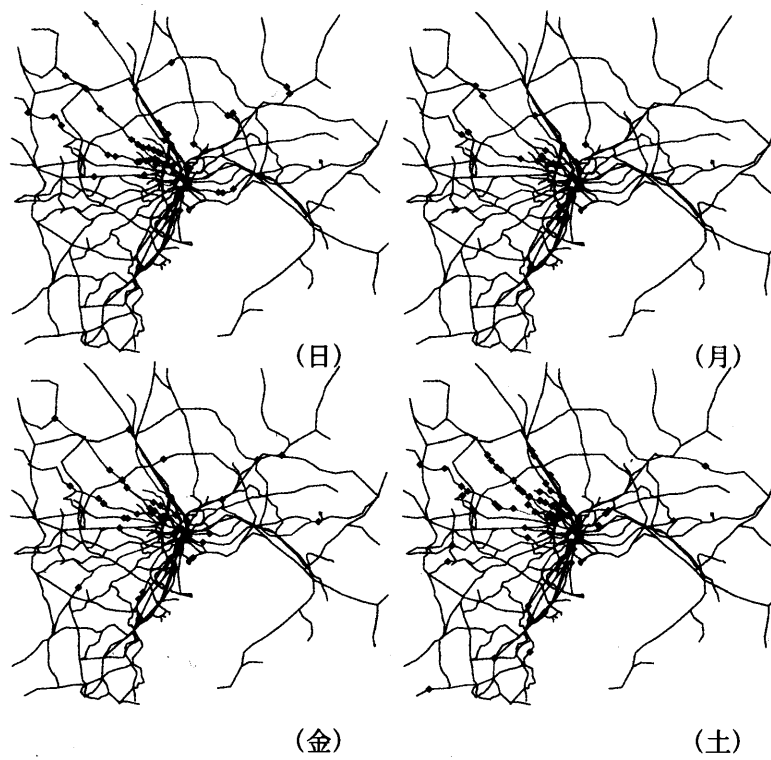


図 2.2(d) [駅 C] : 買い物+外食+娯楽_42_79_57_24

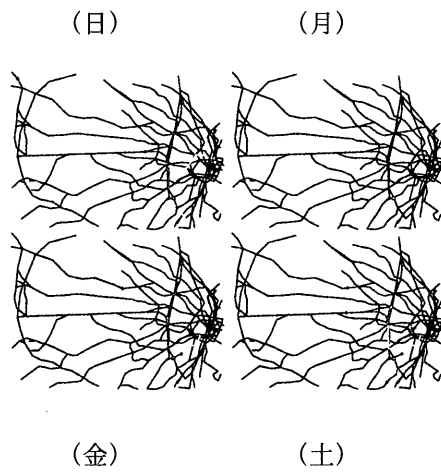


図 2.3(a) [駅 E] : 買物 2_5_4_0

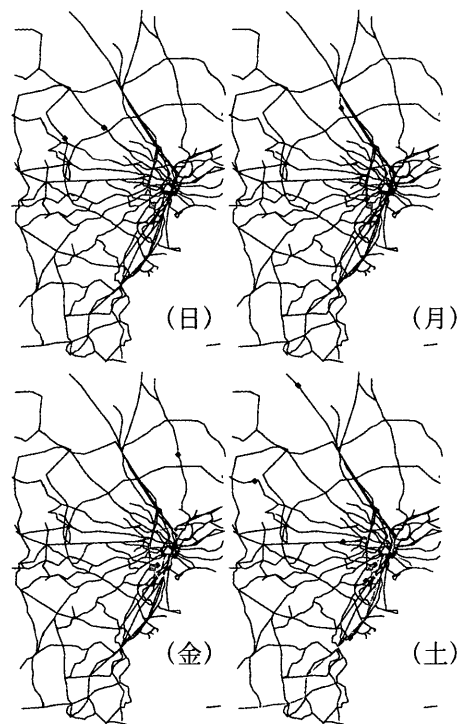


図 2.3(b) [駅 E] : 外食 4_6_2_3

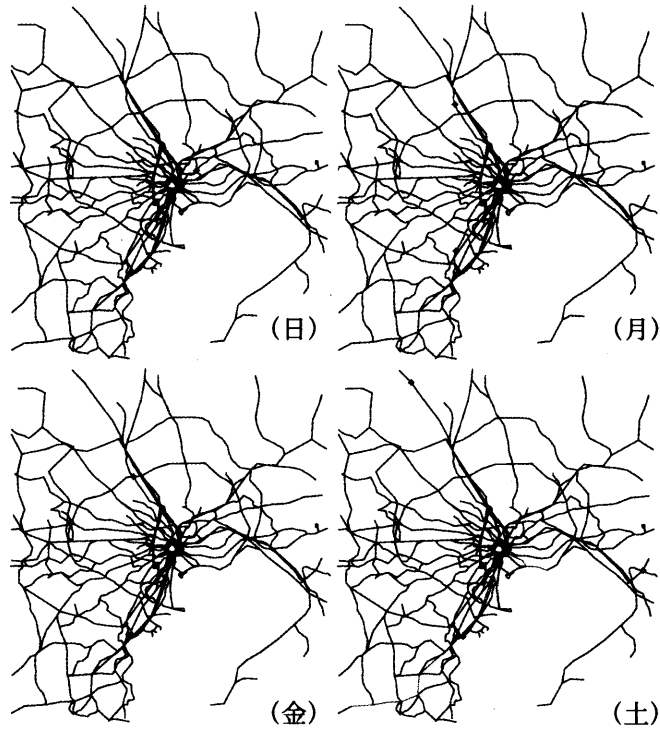


図 2.3(c) [駅 E] : 娯楽_1_3_1_2

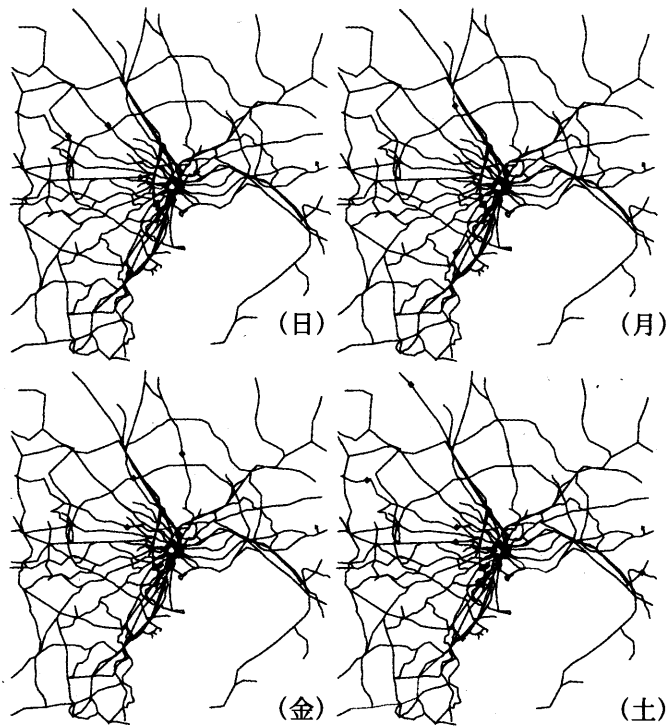


図 2.3(d) [駅 E] : 買い物+外食+娯楽_7_9_6_4

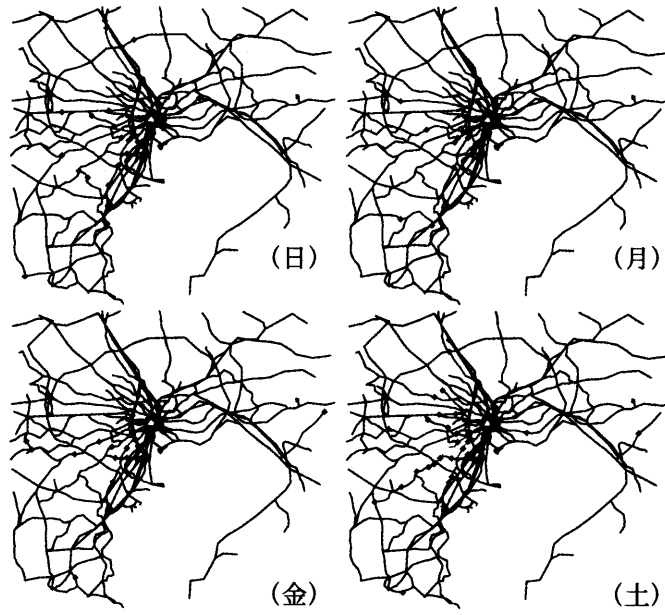


図 2.4(a) [駅 A]: 買物 20_37_32_21

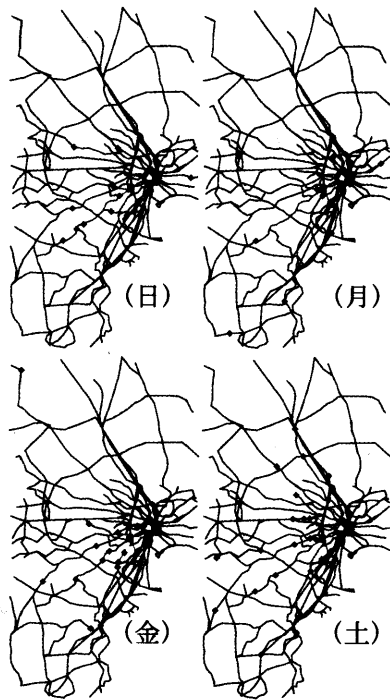


図 2.4(b) [駅 A]: 外食 23_22_13_14

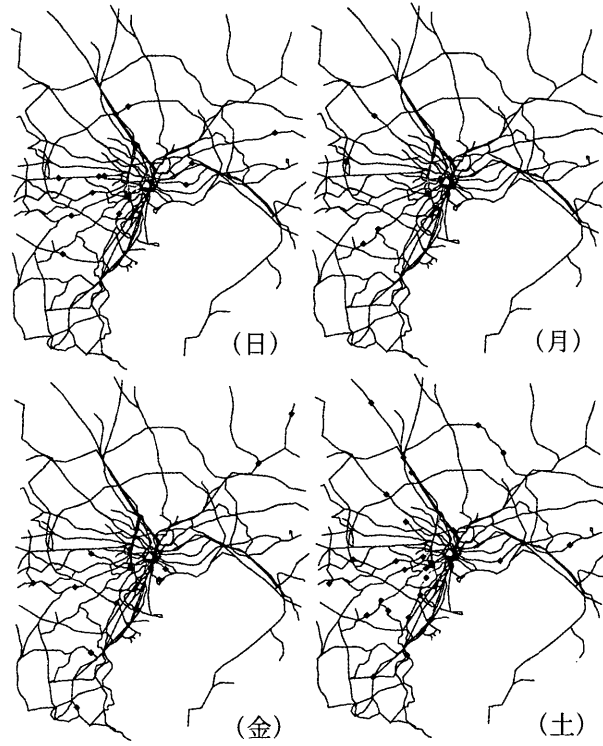


図 2.4(c) [駅 A] : 娛樂_13_28_14_7

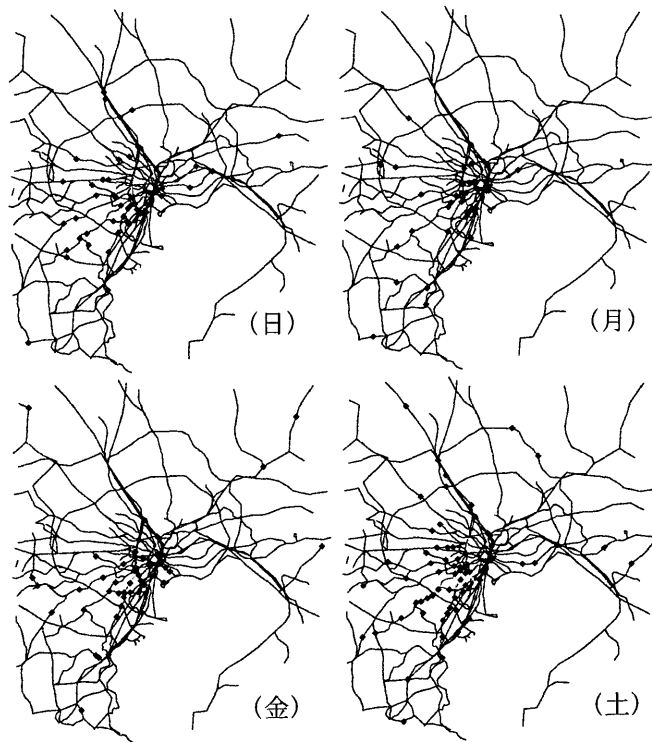


図 2.4(d) [駅 A] : 買い物+外食+娛樂_47_65_51_36

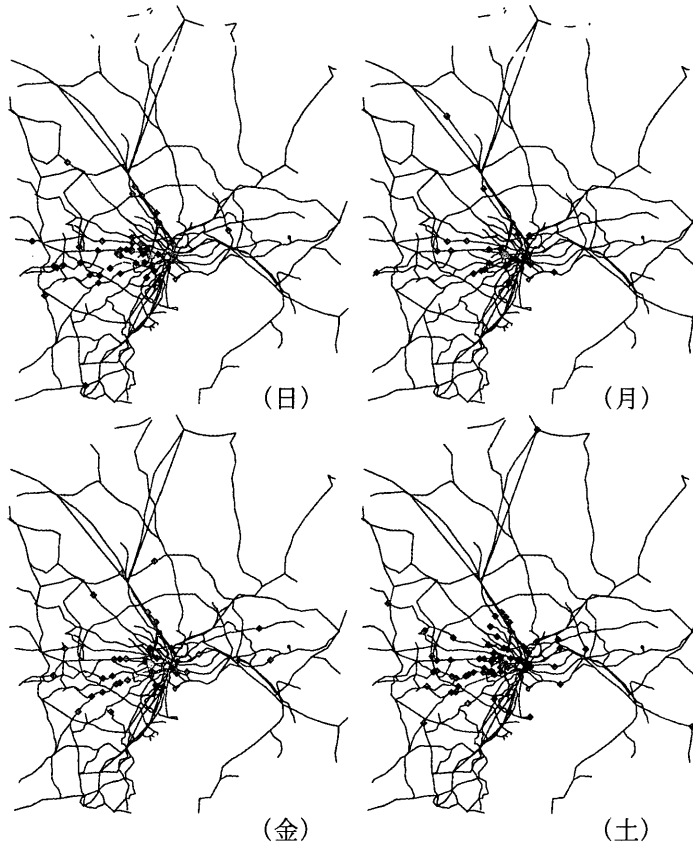


図 2.5(a) [駅 B] : 買い物 40 68 49 25

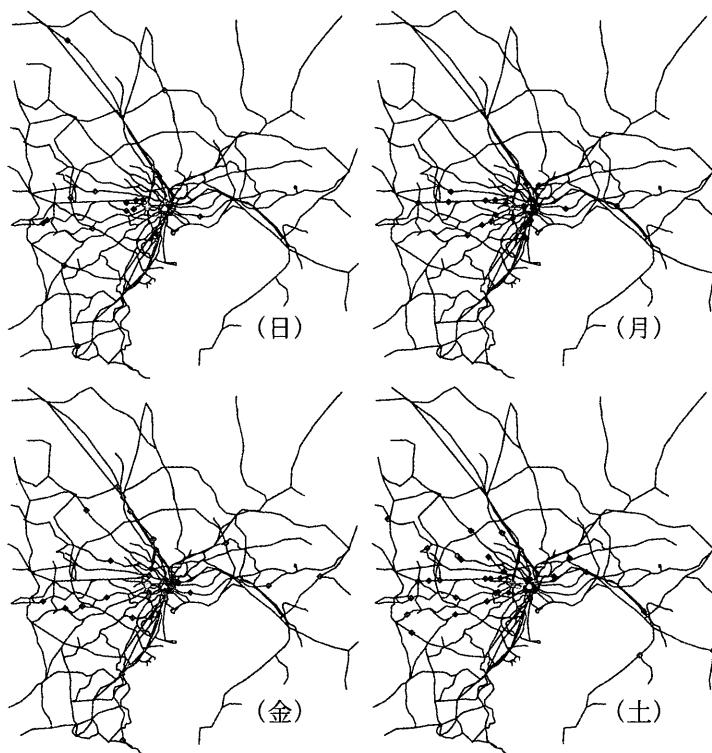


図 2.5(b) [駅 B] : 外食 32 34 18 24

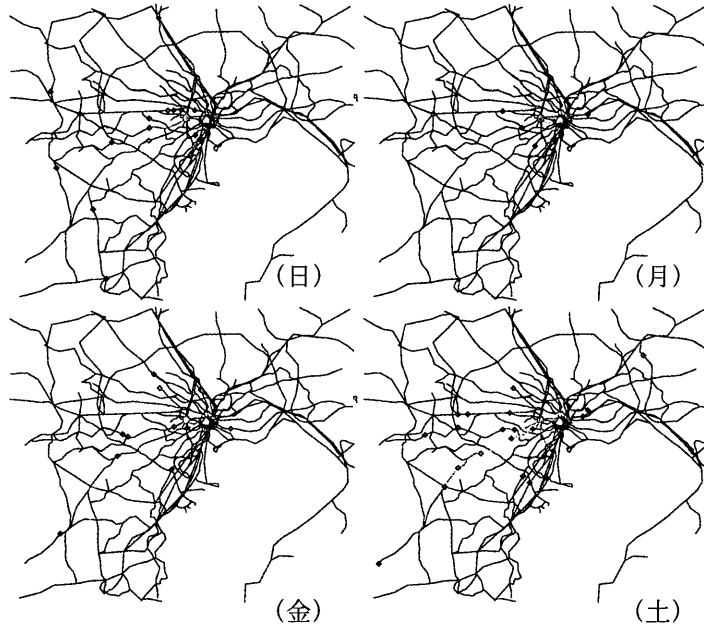


図 2.5(c) [駅 B] : 娛樂_15_25_16_8

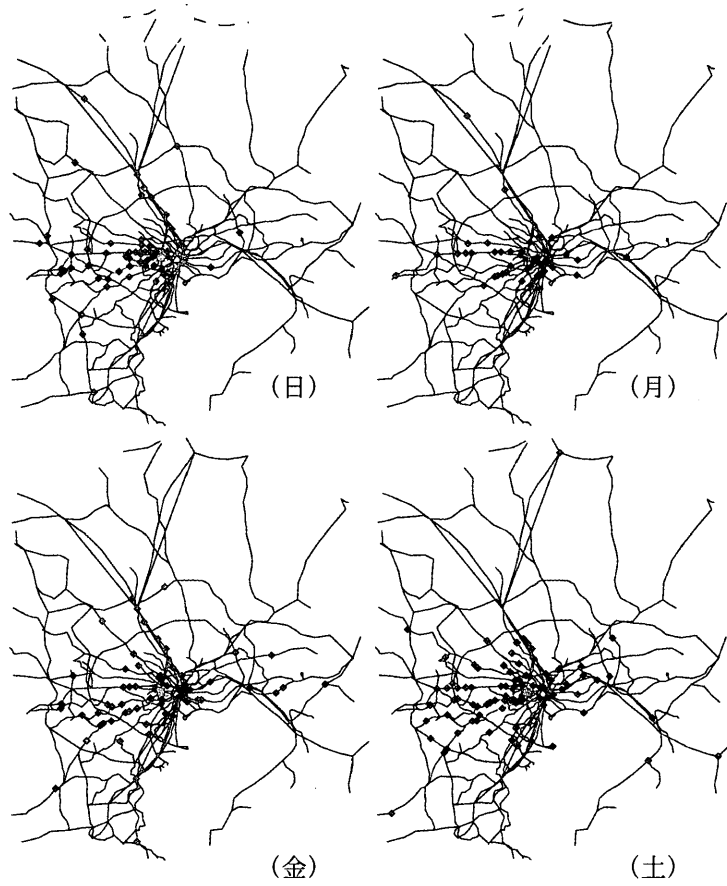


図 2.5(d) [駅 B] : 買い物+外食+娛樂_75_100_68_48

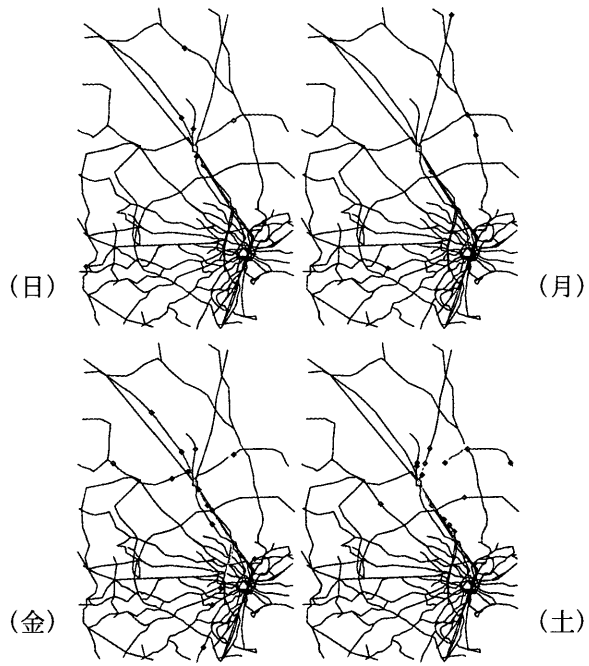


図 2.6 [駅 F] : 買い物+外食+娯楽_16_17_11_8

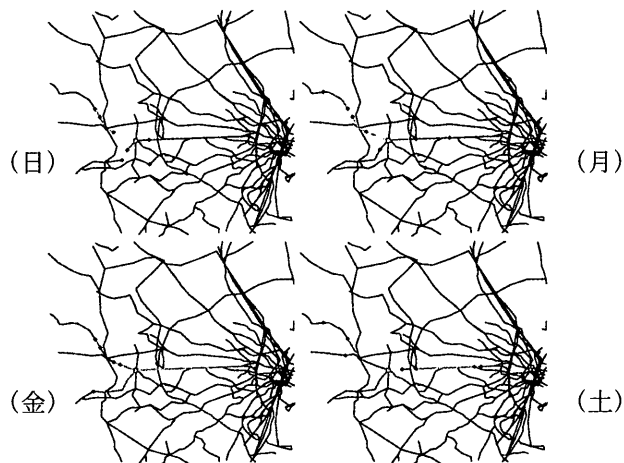


図 2.7 [駅 G] : 買物+外食+娯楽_11_13_12_11

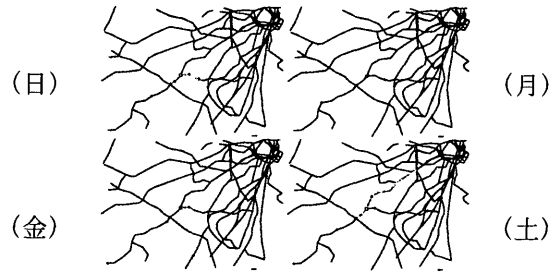


図 2.8 [駅 H] : 買物+外食+娯楽_4_8_9_5

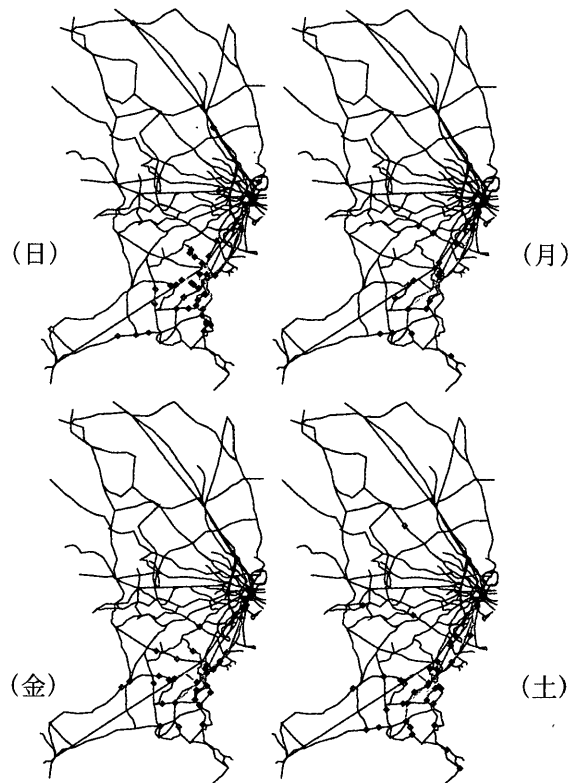


図 2.9 [駅 I] : 買い物+外食+娯楽_40_44_54_26

3. 二つの集客地域間での地理的な競合を考えるモデル

3.1 出発駅と競合する集客駅のネットワーク上での位置

二つの大きな集客地域（駅） L_1, L_2 があり、消費者が感じるそれぞれの地域の“魅力”を x_1, x_2 とする。後の計算では、 x_1, x_2 は実際の集客数に比例する量であるとする。また、デパートやレストランなど客を集める施設の数を用いることによって需要予測を行うことも可能である。

さて、もし二つの駅に全く関連がない場合には、重力モデルを用いると、ある地域（駅） k から対象とする期間に L_1, L_2 に向かう客の数 \tilde{I}_1, \tilde{I}_2 は、地域 k の人口 P 、 L_1, L_2 までの距離 d_1, d_2 、距離抵抗を表すパラメータ λ 、魅力 x_1, x_2 によって、

$$\tilde{I}_1 = cx_1 P \exp(-\lambda d_1)$$

$$\tilde{I}_2 = cx_2 P \exp(-\lambda d_2)$$

と表される。 c は客数の総数を合わせるための係数である。

ここで、 k から L_2 （もしくは L_1 ）に向かう経路上に他方の駅 L_1 （ L_2 ）が先に現れるとき、 L_1 に向かったはずの客が L_2 に吸収されてしまうという形の競合を考えよう。移動経路は最短経路であると仮定して、移動経路上の位置関係から出発駅を3通りに分類する。

地域 0

どちらの駅に対しても、他方を通過せずに到着する（図 3.1）。

$$\tilde{I}_{1,0} = cx_1 P_0 \exp(-\lambda d_1)$$

$$\tilde{I}_{2,0} = cx_2 P_0 \exp(-\lambda d_2)$$

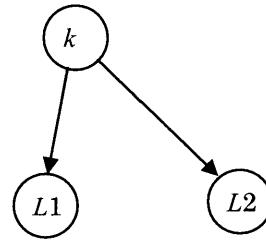


図 3.1 k から L_1, L_2 への最短経路に共通部分がない場合

地域 12

k から L_2 に向かう経路上に L_1 が先に現れる。 L_2 に向かう客のうち割合 α が L_1 に吸収されてしまい、 $1-\alpha$ だけ L_2 に到着する。 L_1 は L_2 の影響を受けない（図 3.2）。

$$\tilde{I}_{1,12} = cx_1 P_{12} \exp(-\lambda d_1) + \alpha cx_2 P_{12} \exp(-\lambda d_2)$$

$$\tilde{I}_{2,12} = (1-\alpha)cx_2 P_{12} \exp(-\lambda d_2)$$

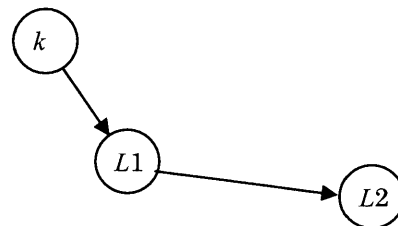


図 3.2 k から L_2 への最短経路の上に L_1 がある場合

地域 21

k から L_1 に向かう経路上に L_2 が先に現れる。 L_1 に向かう客のうち割合 β が L_2 に吸収されてしまい、 $1-\beta$ だけ L_1 に到着する。 L_2 は L_1 の影響を受けない（図 3.3）。

$$\tilde{I}_{1,21} = (1-\beta)cx_1 P_{21} \exp(-\lambda d_1)$$

$$\tilde{I}_{2,21} = cx_2 P_{21} \exp(-\lambda d_2) + \beta cx_1 P_{21} \exp(-\lambda d_1)$$

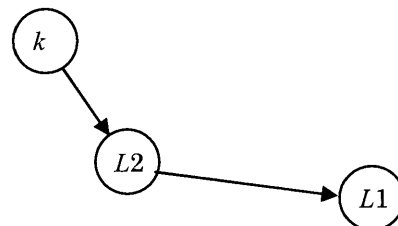


図 3.3 k から L_1 への最短経路の上に L_2 がある場合

距離抵抗

4日間の買い物、外食、娯楽を目的とする移動を取り出して移動時間分布を調べると、図 3.4 の様になる。移動時間 t の増加とともにトリップ数 P が減少していく様子を指数関数 $P(t) = \exp(-\lambda t)$ で近似すると、グラフからパラメータ λ を

- (3.1) $t < 30$ のとき $\lambda = 0$,
 $t \geq 30$ のとき $\lambda = 0.027$,
 と見積もることができる。

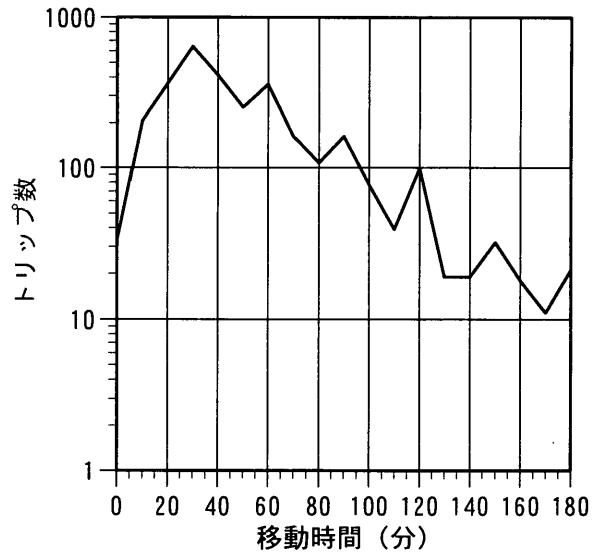


図 3.4 買い物、外食、娯楽目的の鉄道利用移動時間分布

3.2 競合の例-[駅 A]と[駅 B]、[駅 C]と[駅 B]、[駅 A]と[駅 C]-

JR 山手線で結ばれていて比較的近接している大きな集客地域である[駅 A]、[駅 B]、[駅 C]を取り上げて、上記のモデルを使って、二つの駅の間での競合を調べてみよう。

[駅 A]と[駅 B]の組合せ

[駅 A]と[駅 B]について、他の各駅から[駅 A]と[駅 B]への最短経路を求め、上記のような 3 種類の地域に分けて、[駅 A]と[駅 B]を訪れた客数を調べると表 3.1-表 3.4 のようである。また、図 3.5 に[駅 A]と[駅 B]への最短経路の関係で駅を色分けして示す。緑が[駅 A]を経由して[駅 B]へ行く発駅、赤が[駅 B]を経由して[駅 A]へ行く発駅、空色が経路に共通部分がない発駅である。計算には時刻表を用いているので、地図上では矛盾しているように見える駅がある。



■ [駅 A]→[駅 B] □ [駅 B]→[駅 A] ■ 経路に共通部分ない

図 3.5 [駅 A]と[駅 B]への最短経路の関係による駅の分類

表 3.1 買い物客数 [駅 A]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
5(金)	8		9		3
6(土)	8		20		9
7(日)	6		15		11
8(月)	4		12		5

[駅 B]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
	12		5		23
	28		3		37
	14		6		29
	9		4		12

表 3.2 外食客数 [駅 A]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
5(金)	5		11		7
6(土)	5		8		9
7(日)	4		6		2
8(月)	2		7		5

[駅 B]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
	7		6		18
	12		0		22
	6		2		10
	10		3		11

表 3.3 娯楽客数 [駅 A]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
5(金)	6		3		4
6(土)	5		12		11
7(日)	3		2		9
8(月)	1		3		3

[駅 B]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
	7		2		6
	13		3		9
	8		1		7
	4		1		3

表 3.4 合計客数 [駅 A]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
5(金)	15		20		12
6(土)	14		30		21
7(日)	10		23		17
8(月)	6		19		11

[駅 B]訪問

	地域 0	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	[駅 A]
	23		11		41
	42		5		53
	24		6		38
	19		7		22

合計客数の表 3.4 を使って競合関係を調べると、4 日間の合計で、[駅 A]に来た客数 198 人、[駅 B]に来た客数 291 人、であり、[駅 B]の方により多くの客が集まっている。しかし、6 日の合計客数において、[駅 A]来訪者 65 人の中で[駅 B]を乗り越して[駅 A]に来た客 21 人の割合と、[駅 B]来訪者 100 人の中で[駅 A]を乗り越してきた客 5 人の割合を比較すると、前者がかなり大きいことがわかる。距離抵抗(3.1)を与え、魅力度の比を全来訪者の比であるとする、先のモデルで与えられる 3 種類の地域からの来訪者数を表の数字と等しいとおくことにより、パラメータ α, β を計算することができる。その結果、

[駅 B]への客が途中駅[駅 A]でつかまる割合 0.58 > [駅 A]への客が途中駅[駅 B]でつかまる割合 0.26 となつて、[駅 A]の独自性（優位性）があることがわかる。

出かける日を平日と休日に分けた場合、買い物、外食、娯楽と目的別に分けた場合に対して、パラメータ α, β を計算すると下記のようになり、いずれの場合も[駅 A]の優位性が表れている。

	全て	平日	休日	買い物	外食	娯楽
[駅 B] に向かう客が途中駅 [駅 A] でつかまる割合	0.58	0.45	0.70	0.60	0.56	0.41
[駅 A] に向かう客が途中駅 [駅 B] でつかまる割合	0.26	0.30	0.23	0.39	0.28	-0.12

[駅 C]と[駅 B]の組み合わせ

[駅 C]と[駅 B]について、各駅からのそれぞれの繁華街への最短経路を求め、上記のような地域に分けて、

それぞれの地域を訪れた客数を調べると表 3.5-表 3.8 のようである。また、図 3.6 に[駅 C]と[駅 B]とへの最短経路の関係で駅を色分けして示す。緑が[駅 C]を経由して[駅 B]へ行く発駅、赤が[駅 B]を経由して[駅 C]へ行く発駅、空色が経路に共通部分がない発駅である。



■ [駅 C]→[駅 B] □ [駅 B]→[駅 C] ■ 経路に共通部分ない
 図 3.6 [駅 C]と[駅 B]への最短経路の関係による駅の種類

表 3.5 買い物客数 [駅 C]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
(金)	6	15	7
(土)	6	42	8
(日)	9	29	2
(月)	4	12	4

[駅 B]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
(金)	4	8	28
(土)	12	14	42
(日)	6	7	36
(月)	1	6	18

表 3.6 外食客数 [駅 C]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
5(金)	1	6	3
6(土)	4	16	8
7(日)	3	9	2
8(月)	0	4	1

[駅 B]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
	3	8	20
	5	6	23
	3	4	11
	1	4	19

表 3.7 娯楽客 [駅 C]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
5(金)	1	3	4
6(土)	4	11	8
7(日)	2	10	2
8(月)	0	3	0

[駅 B]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
	5	2	8
	2	2	21
	0	2	14
	0	0	8

表 3.8 合計客数 [駅 C]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
5(金)	8	20	14
6(土)	9	53	16
7(日)	11	39	6
8(月)	4	15	5

[駅 B]訪問

地域	0	k → [駅 C] → [駅 B]	k → [駅 B] → [駅 C]
	10	15	50
	15	17	68
	7	12	49
	1	8	39

同様に、合計客数の表 3.8 を使って[駅 C]と[駅 B]の競合関係を調べると、[駅 C]に来た客 200 人、[駅 B]に来た客 291 人である。この場合と、先と同じように、出かける日を平日と休日に分けた場合、買い物、外食、娯楽と目的別に分けた場合に対して、パラメータ α, β を計算すると下記のようなになる。[駅 B]と[駅

C]では、[駅B]の方が若干優位であるが、前の例で見られた[駅A]の強い優位性のような特徴は見られない。

	全て	平日	休日	買い物	外食	娯楽
[駅B]に向かう客が途中駅[駅C]でつかまる割合	0.49	0.37	0.55	0.51	0.39	0.67
[駅C]に向かう客が途中駅[駅B]でつかまる割合	0.57	0.47	0.63	0.66	0.52	0.48

[駅A]と[駅C]の組み合わせ

[駅A]と[駅C]について、各駅からのそれぞれの繁華街への最短経路を求め、上記のような地域に分けて、それぞれの地域を訪れた客数を調べると表3.9-表3.12のようである。また、図3.6に[駅A]と[駅C]への最短経路の関係で駅を色分けして示す。緑が[駅C]を経由して[駅A]へ行く発駅、赤が[駅A]を経由して[駅C]へ行く発駅、空色が経路に共通部分がない発駅である。

表 3.9 買い物客数 [駅A]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
5(金)	10	10	0
6(土)	12	22	3
7(日)	9	17	6
8(月)	7	12	2

[駅C]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
	10	1	17
	11	3	42
	8	1	31
	5	2	13

表 3.10 外食客数 [駅A]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
5(金)	9	12	2
6(土)	10	8	4
7(日)	4	6	2
8(月)	5	7	2

[駅C]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
	4	0	6
	10	2	16
	5	0	9
	1	0	4

表 3.11 娯楽客 [駅A]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
5(金)	7	4	2
6(土)	9	12	7
7(日)	9	2	3
8(月)	2	3	2

[駅C]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
	3	2	3
	9	3	11
	3	1	10
	0	0	3

表 3.12 合計客数 [駅A]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
5(金)	21	22	4
6(土)	23	32	10
7(日)	17	25	8
8(月)	12	19	5

[駅C]訪問

地域	0	k → [駅A] → [駅C]	k → [駅C] → [駅A]
	17	3	22
	19	6	53
	13	2	41
	6	2	16

同様に、合計客数の表3.12を使って[駅A]と[駅C]の競合関係を調べると、[駅A]に来た客198人、[駅C]に来た客200人である。この場合と、平日、休日、目的で区分してパラメータ α, β を計算すると次の通りである。この両者の間では棲み分けできていることがわかる。

	全て	平日	休日	買い物	外食	娯楽
[駅C]に向かう客が途中駅[駅A]でつかまる割合	0.74	0.72	0.74	0.80	0.85	0.35
[駅A]に向かう客が途中駅[駅C]でつかまる割合	0.60	0.62	0.60	0.74	0.56	0.30



- [駅 C]→[駅 A]
- [駅 A]→[駅 C]
- 経路に共通部分ない

図 3.6 [駅 A]と[駅 C]への最短経路の関係による駅の種類

3.3 直通電車の効果

上のモデルでは、客が対象とする駅を単に通過するかどうかで分けて考えた。一方、相互乗り入れて直通電車が運行されたことによって、旅客の流れが変化と言われることがあり、電車にのったまま通過するのか、それとも乗り換えるのかによって、客を途中で引き留める効果が異なることが考えられる。そこで、前の[駅 A]と[駅 B]の組合せの合計客数の例について、最短経路上で通過する駅で電車を乗り換える必要がある客数を調べ、内数として () 内に示す。

地域 0	[駅 A]訪問			[駅 B]訪問		
	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 A]→[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 A]	[駅 A]→[駅 B]	$k \rightarrow$ [駅 B]
5(金)	15(0)	20(12)	12(7)	23(0)	11(5)	41(22)
6(土)	14(0)	30(21)	21(10)	42(0)	5(4)	53(33)
7(日)	10(0)	23(17)	17(9)	24(0)	6(1)	38(21)
8(月)	6(0)	19(10)	11(4)	19(0)	7(2)	22(13)

- (a) 「 $k \rightarrow$ [駅 A]→[駅 B]」地区において[駅 A]で用事を済ませた客。もし[駅 B]までいくとしたとき[駅 A]で乗換が必要となる割合
- (b) 「 $k \rightarrow$ [駅 A]→[駅 B]」地区において[駅 A]を通過して[駅 B]で用事を済ませた客。[駅 A]で乗り換える割合
- (c) 「 $k \rightarrow$ [駅 B]→[駅 A]」地区において[駅 B]で用事を済ませた客。もし[駅 A]まで行くとしたとき[駅 B]で乗換が必要となる割合
- (d) 「 $k \rightarrow$ [駅 B]→[駅 A]」地区において[駅 B]を通過して[駅 A]で用事を済ませた客。[駅 B]で乗り換える割合を表にすると次の通りである。

表 3.14 直通率

日	(a)	(b)	(c)	(d)
5(金)	12/20=0.6	5/11=0.45	22/41=0.54	7/12=0.58
6(土)	21/30=0.7	4/5=0.8	33/53=0.62	10/21=0.48
7(日)	17/23=0.74	1/6=0.17	21/38=0.55	9/17=0.53
8(月)	10/19=0.53	2/7=0.29	13/22=0.59	4/11=0.36
平均	60/92=0.65	12/29=0.41	89/154=0.58	30/61=0.49

実際の客数に比べて極めて少数な例であるため、単に数字の比較だけとするが、多くのケースについて (a)>(b), (c)>(d)であり、乗換のない方が通過しやすいという傾向が現れている。

直通電車を運行したときに新たに途中を通過してしまう駅に対する影響を予測しておくことは非常に重要である。ここで述べた方法によって、現在の客の移動データから、直通区間をもうけたことによる影響を見積もることができることが期待される。

モデルの発展

近接した二つの集客地域の競争を表現するモデルを述べた。距離抵抗を表すパラメータを推定すれば、集客地域が離れていて出発地からの距離の差を考慮しなくてはならない場合にも、この方法を容易に適用することができる。また、3 個以上の集客地域を同時に扱うには、それぞれの地域への最短経路上の他地域の現れ方によって出発地を分類し、3.2 節で述べた考え方に基づいて影響を重ね合わせることによってモデルを構成することができる。

ここで用いているデータは、ひとつひとつの地域に集まる客数に分けてしまうと非常に少数になる。たとえば、6 日土曜日に、娯楽、外食、買い物のために[駅 B]を訪問する客は 100 人である。これを、路線別にすると、一番多い路線で 27 人でしかない。[駅 B]駅の例はもっとも多くの客を集めている場合であるので他の駅ではもっと少なく、ここで考えるモデルの発展を考えて、信頼できる解をえるには、もう少し多くのデータを得る必要があると考える。

4. 鉄道利用の有無による消費行動の差異

4.1 鉄道利用と消費行動

目的とする行動を買い物、外食、娯楽の消費行動に限り、鉄道を利用する場合と利用しない場合とで、

- ・移動時間
- ・購入商品や利用する施設

がどのように異なるのかを見てみよう。

移動時間

消費目的ごとに、移動時間が長くなると鉄道利用の割合がどう変化するかをみる。図 4.1 に全期間、平日、休日に分けて、移動時間に対して鉄道を利用した割合を示す。ここで調べる移動は目的行動に直接対応するものであり、一連の行動の中でそれより前の移動を合わせることはしていない。外食のための鉄道利用率が高く、次に娯楽、買い物と続く。移動時間が長くなるほど鉄道利用率が高くなるが、平日で 40 分位、休日で 50 分位を超すと、移動時間が長くなっても電車利用率はあまり変わらない。平日と休日を比較すると、休日の電車利用率が低く、長時間の移動には自家用車などが利用されていると推測される。

滞在時間

消費目的ごとに、鉄道を利用した場合としない場合とで滞在時間がどのように異なるのかを調べる。電車を利用して買い物に出かけた場合には、長い時間滞在しているという傾向がみられる。それに対して、外食と娯楽は、滞在時間と鉄道利用率の間に明らかな関係を見いだすことはできない。これは、食事、特定された娯楽を考えると、それぞれに使う時間は一定の範囲に入るといった性質があるためと考えられる。

購入する商品による鉄道利用率

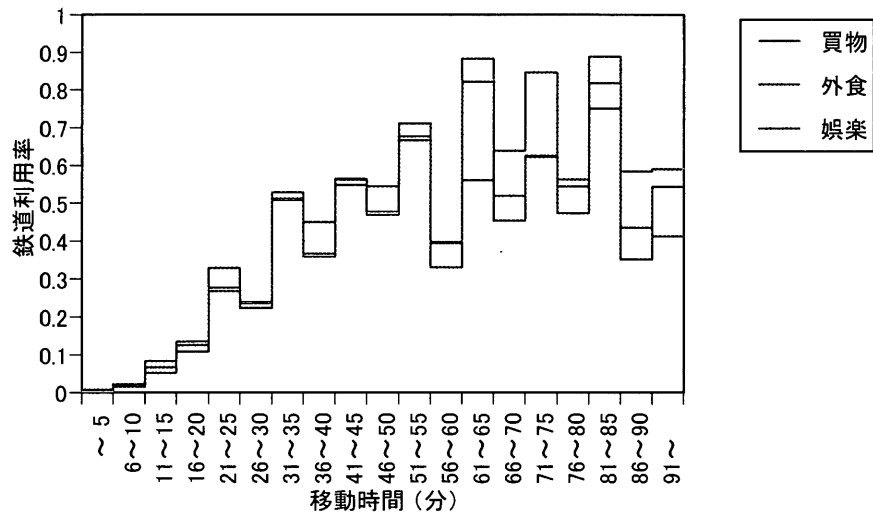
図 4.2 に購入商品ごと、利用する施設ごとに、鉄道を利用する割合を示す。生鮮食料、弁当、パン、総菜、たばこなどの日常用いる雑貨や食料品を買う場合には鉄道はあまり使われない。それらに対して、スーツ、外出着、靴、バッグ、贈答品、チケットなどは電車利用率がやや高い。電車の中でスーパーのレジ袋を見る機会は少ないが、デパートの袋はよく見かけるといった経験とよくあっている。娯楽の中で、スポーツ観戦、劇場、博物館などの立地が限られた施設に出かける場合には電車の利用率が高い。また、平日に外食する場合の鉄道利用率が比較的高く、休日になると下がる傾向がある。

鉄道を利用するときに購入する商品

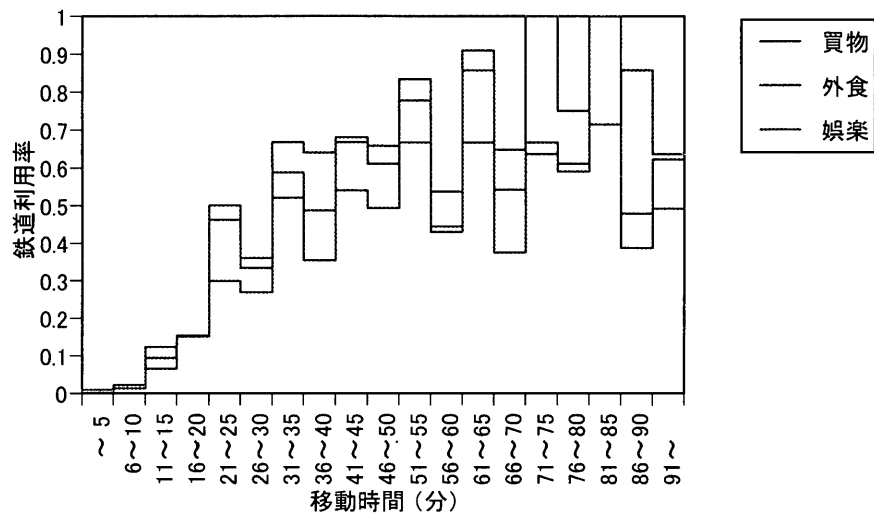
図 4.3 に鉄道を利用したときに購入する商品および利用した施設の件数の割合、鉄道を利用しないときに購入する商品および利用した施設の件数の割合を示す。鉄道利用時に目立って多いのは外食である。鉄道を利用しないときに購入されるのは日常雑貨、食料品が多い。

購入単価

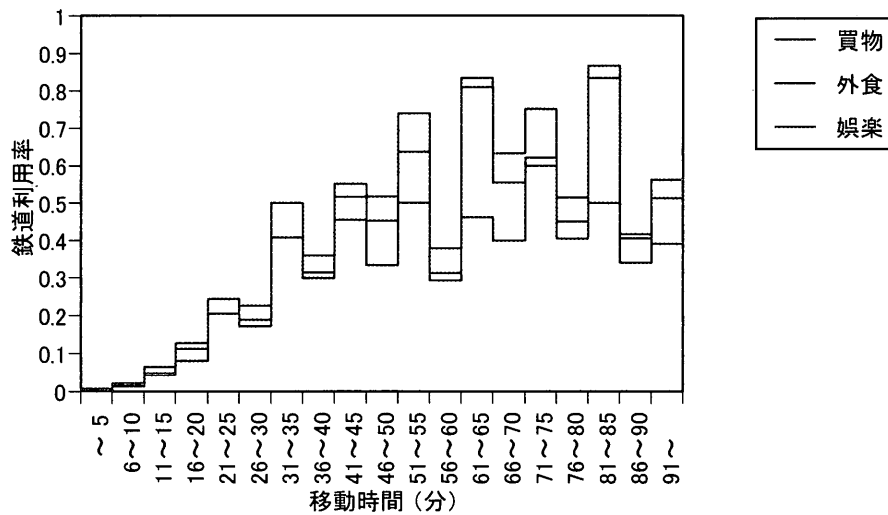
鉄道を利用する時としないときで消費支出額に差があるかどうかを調べてみよう。商品、娯楽を特定してそれに支出された合計金額を件数で割って全体の「平均単価」とし、鉄道を利用した場合の平均単価がその何倍になっているのかを図 4.4 に示す。同様の割合を鉄道を利用しない場合についても示す。たばこ、新聞を除いて、ほとんどの買い物では鉄道利用の方が利用しない場合よりも高額の商品を購入していることがわかる。娯楽では、平日と休日とで様子が異なっている。



(a) 全期間



(b) 平日



(c) 休日

図 4.1 目的別移動時間別鉄道利用率

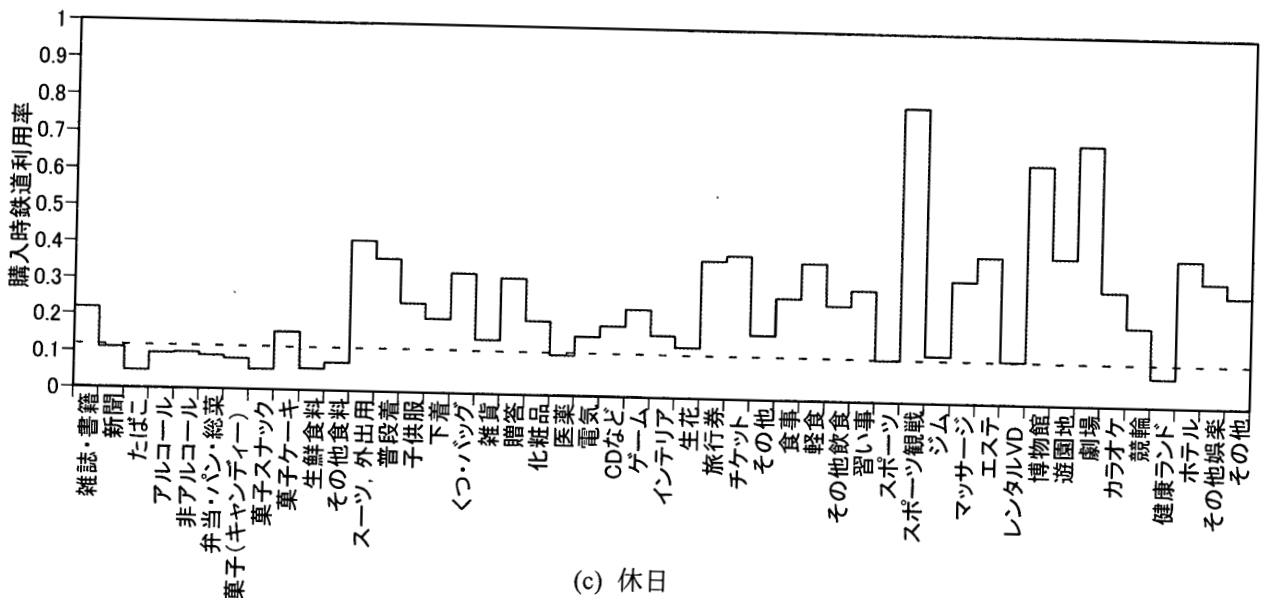
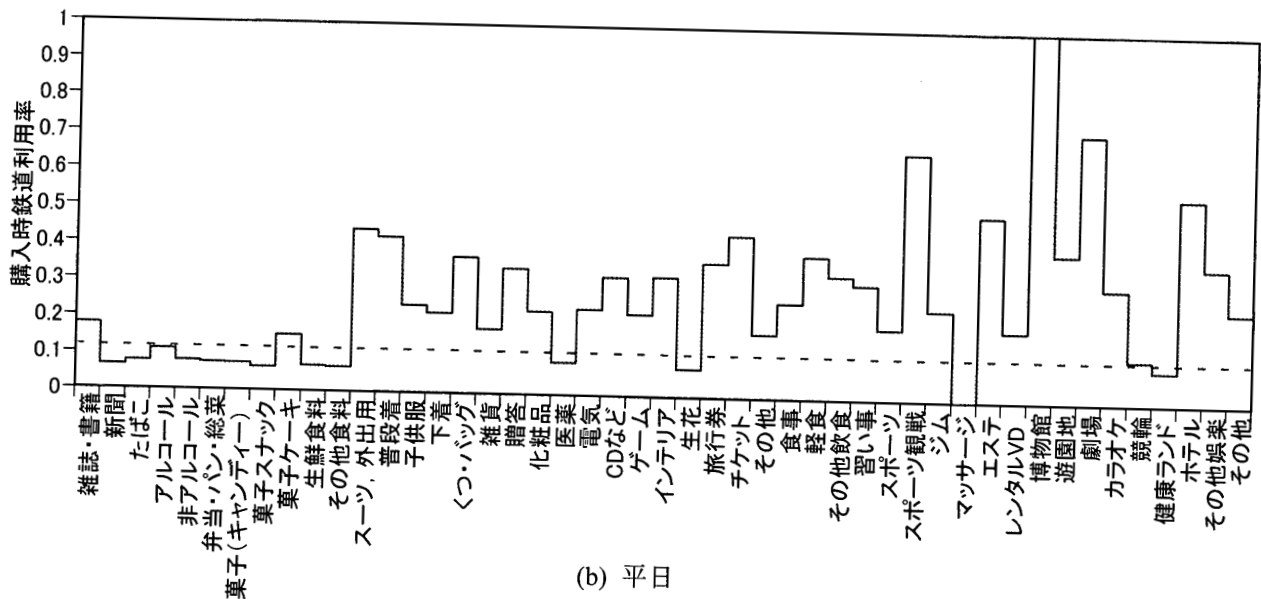
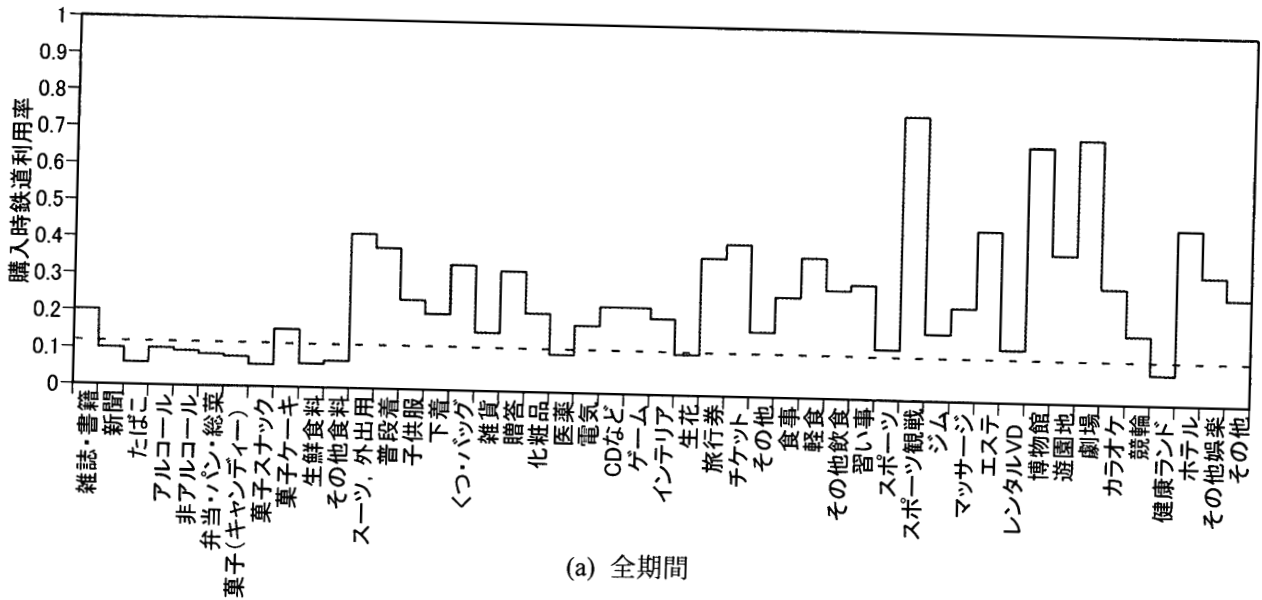


図 4.2 商品別購入時鉄道利用率

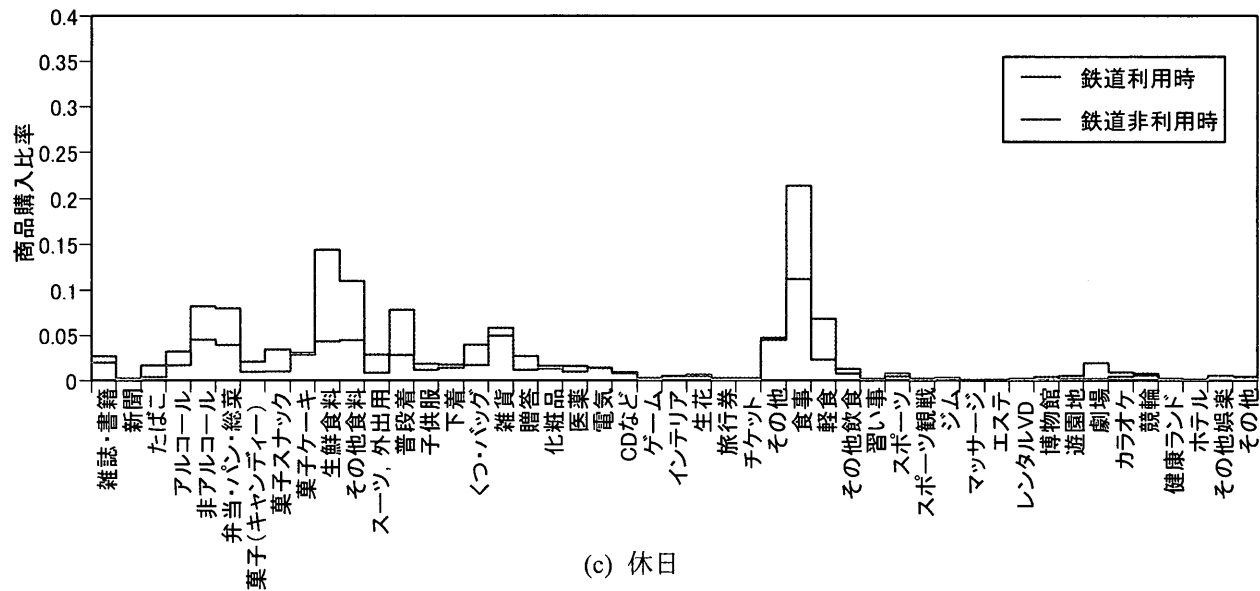
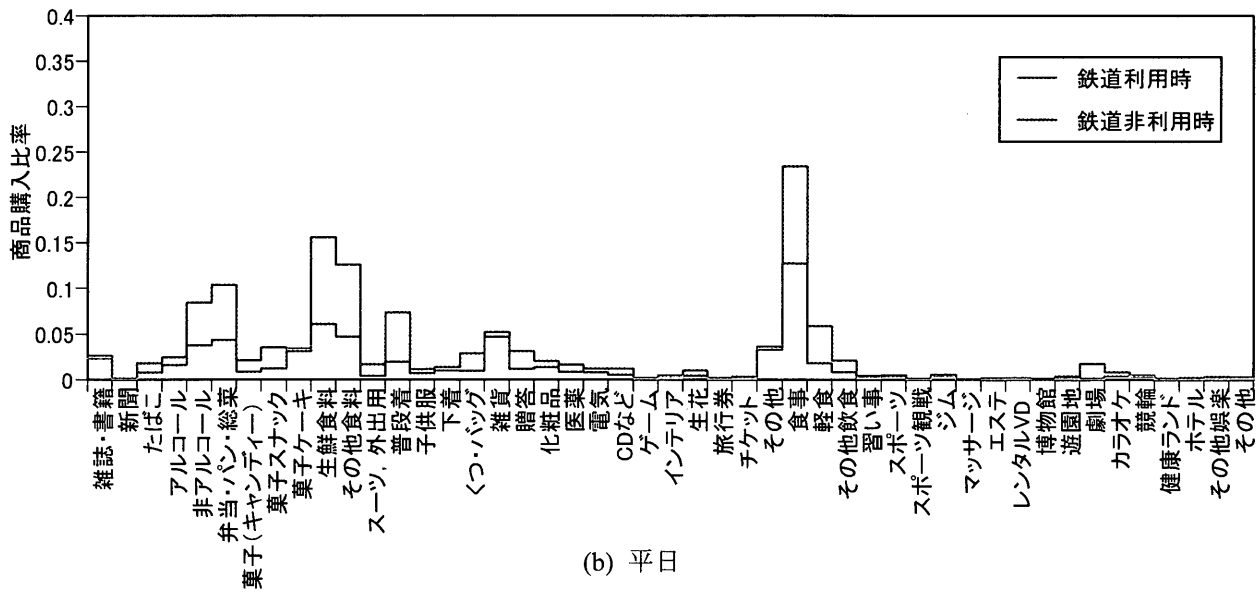
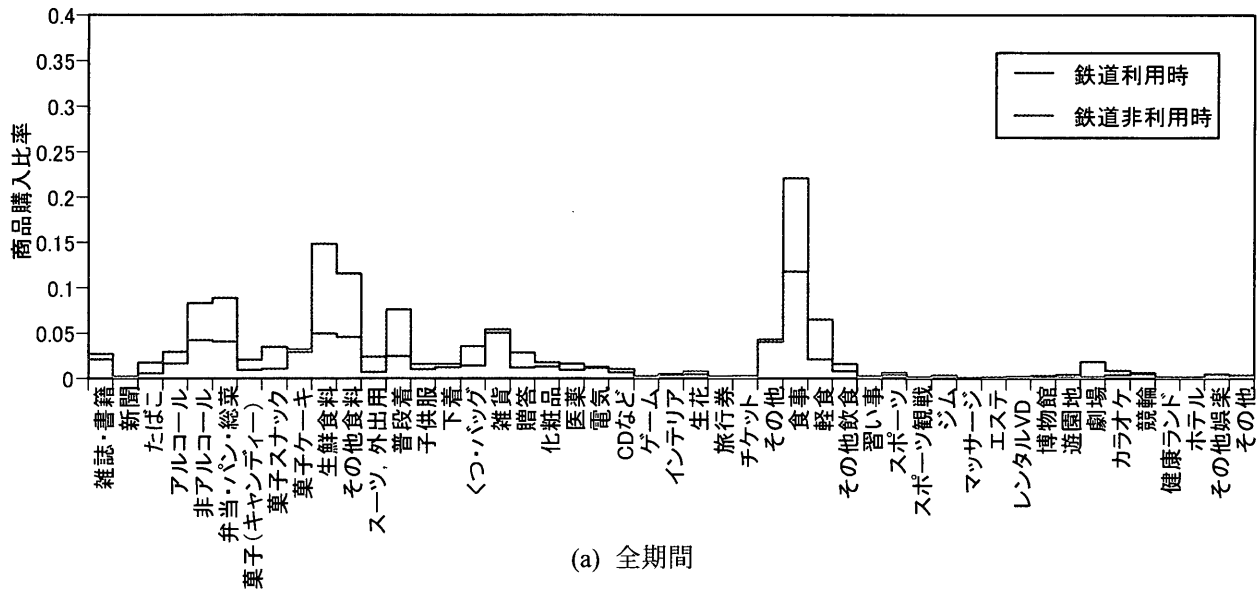


図 4.3 商品購入比率

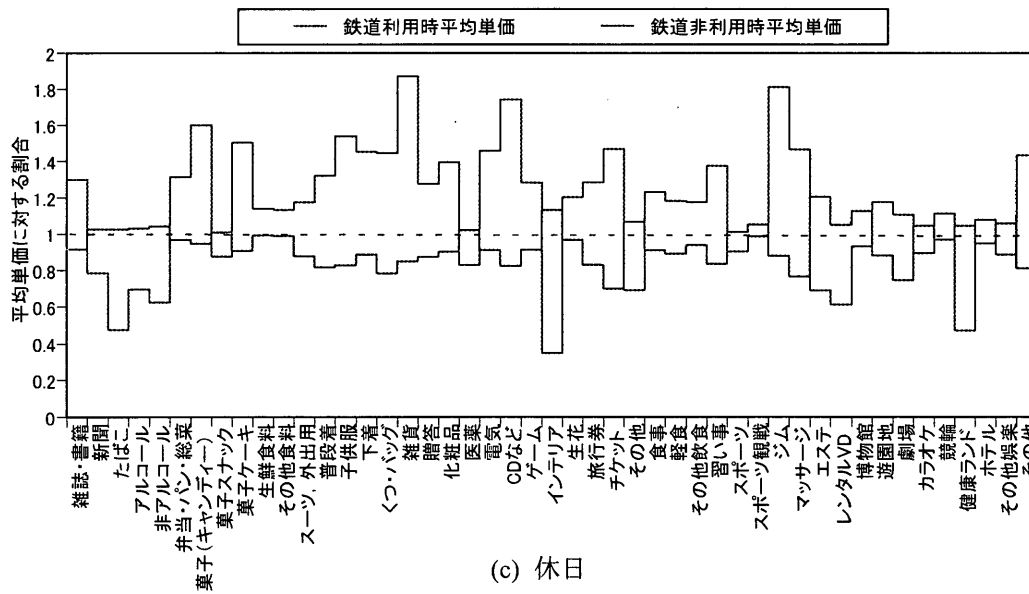
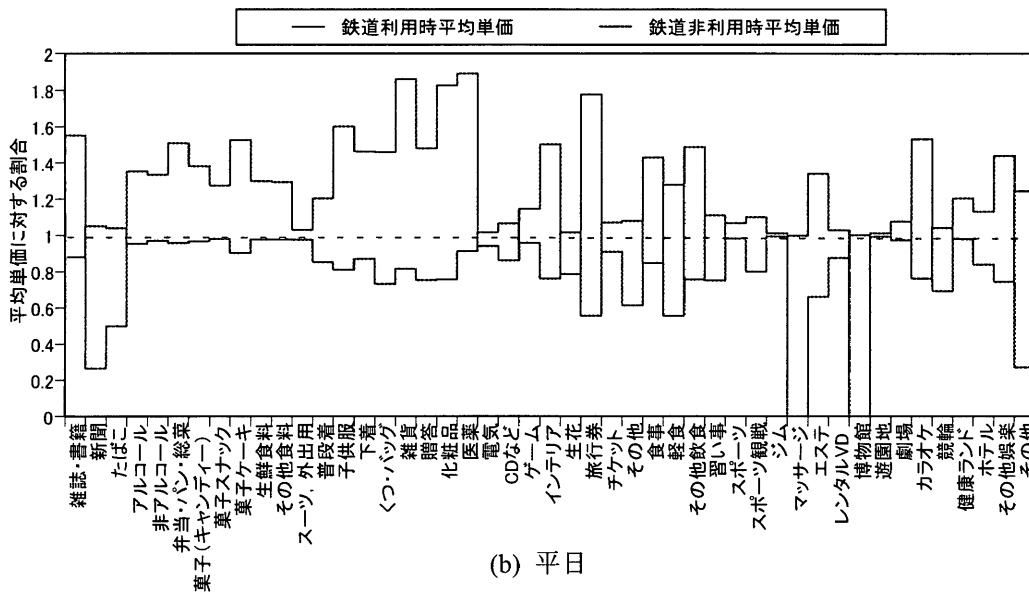
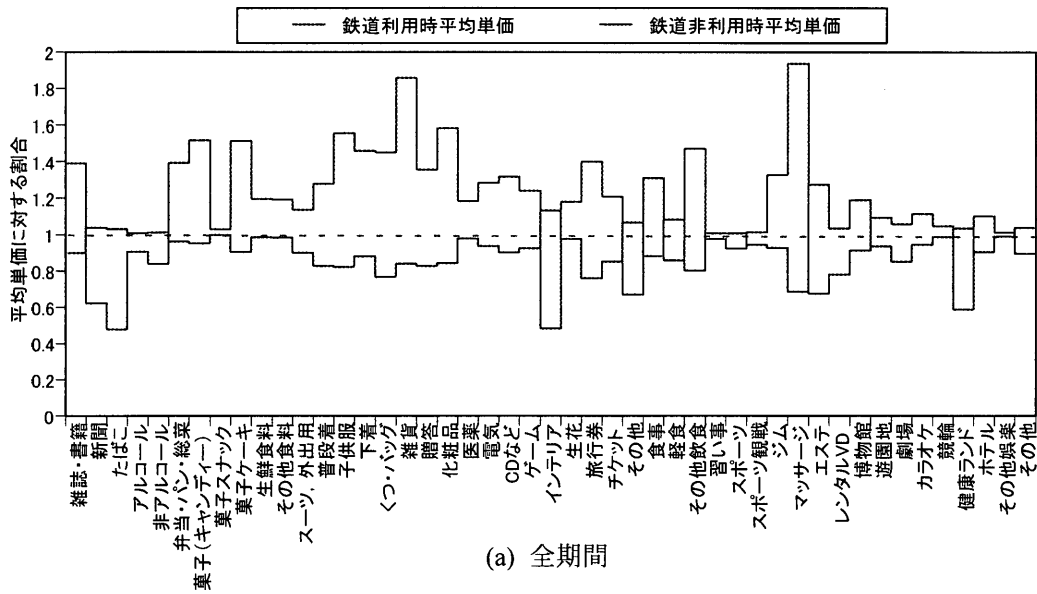


図 4.4 商品別鉄道利用別平均単価

4.2 駅ごとの利用客の属性と消費行動

4.1 節では鉄道を利用したときを全部合わせてどのような消費がなされているのを示した。つぎに、利用客が多い駅の中から、[駅 A]、[駅 B]、[駅 C]、上野、[駅 J]、[駅 D]を選び、訪問客の属性とその駅でなされた消費の種類をみていみよう。

図 4.5 に各駅を訪れる客の性別年代で分けた時の実数を示す。来客数では多い方から、[駅 B]、[駅 C]、[駅 A]、[駅 J]、上野、[駅 D]の順である。[駅 B]と[駅 A]に来客の構成はよく似ているが、[駅 A]の方が若い女性の比率が高い。[駅 C]、上野、[駅 J]は女性が多く、特に[駅 J]は 20 代 30 代の女性の比率が高い。女性に人気の高い海外高級ブランドの路面店が集まっている状況とよく対応している。

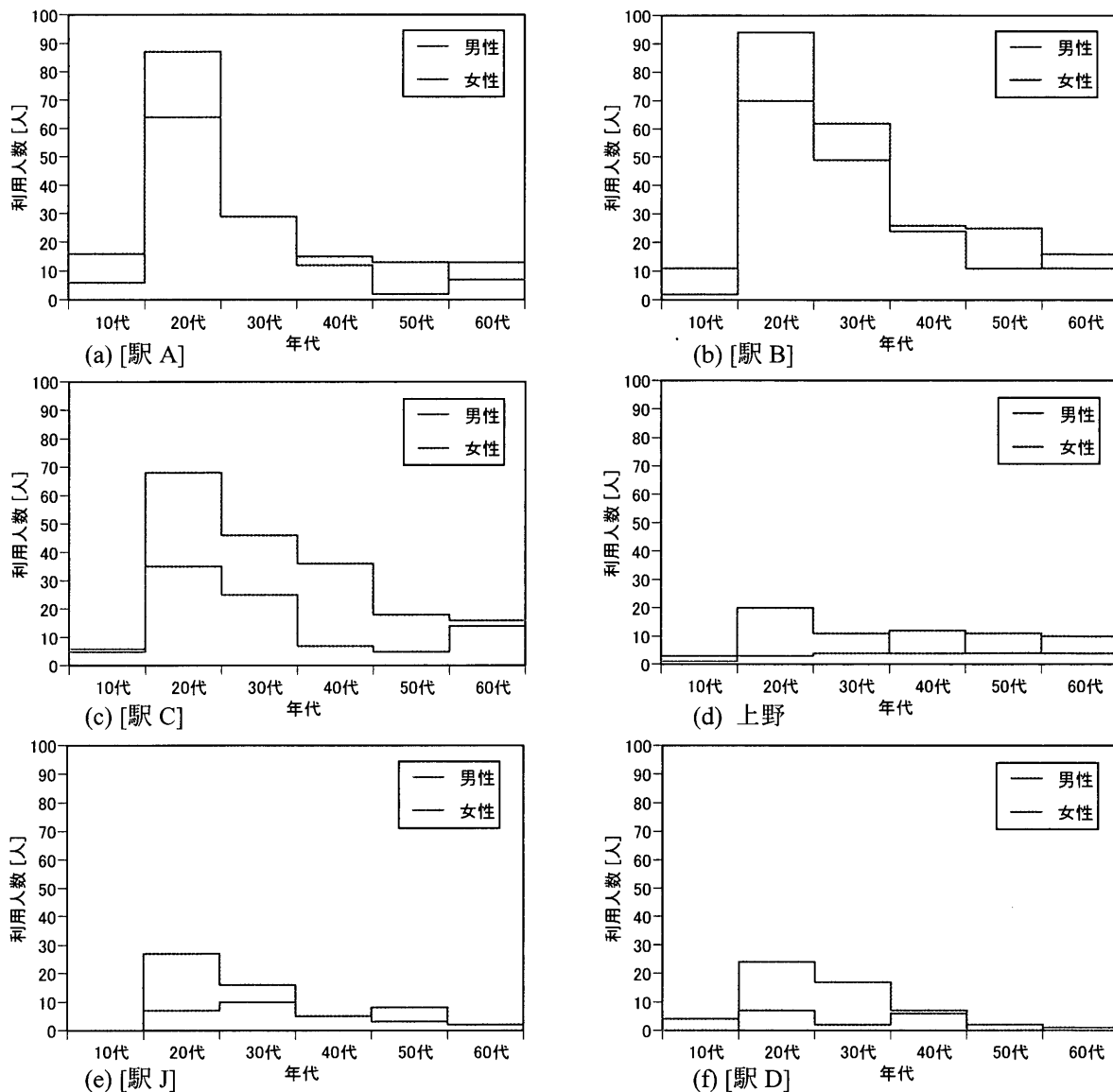


図 4.5 駅別性別年代別利用人数

最後に、それぞれの街で購入されている品物を見てみよう。図 4.6 に購入された件数の割合を示す。[駅 D]の電気製品とゲーム、[駅 J]の食事と劇場、上野の博物館と普段着、[駅 C]の食料品が目立っている。

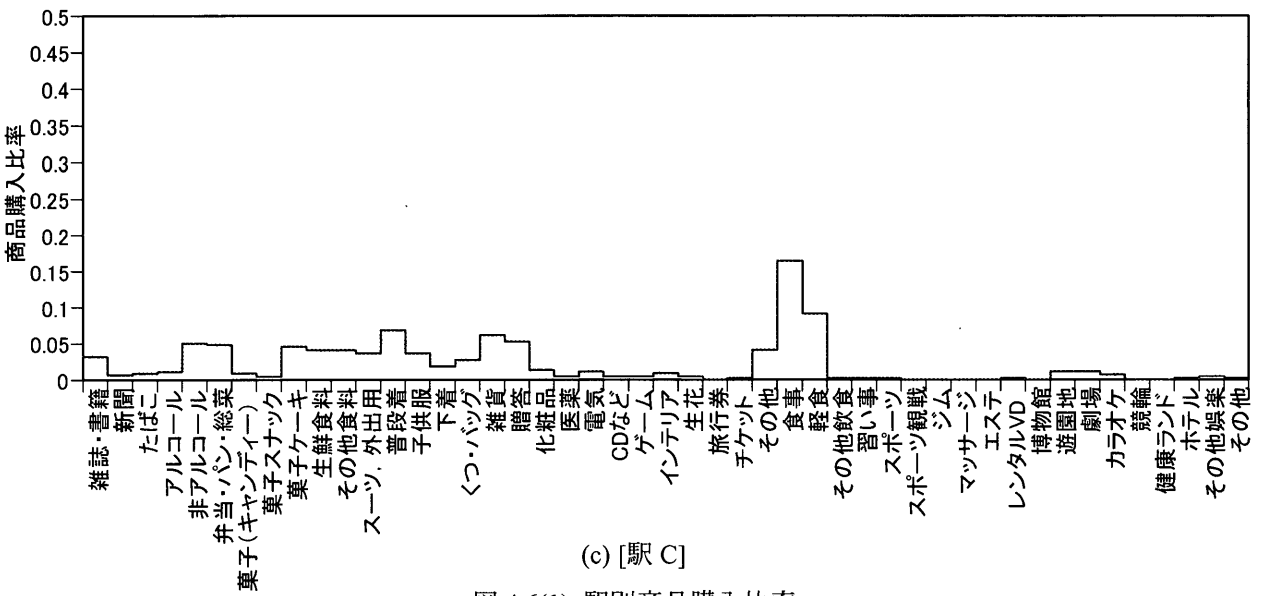
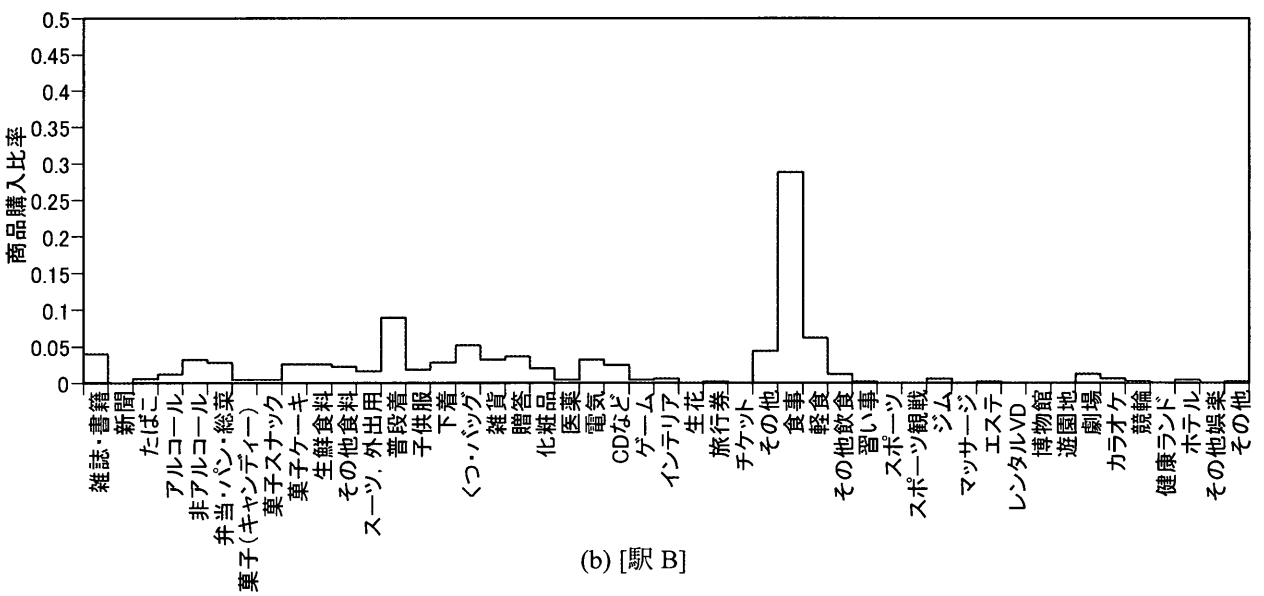
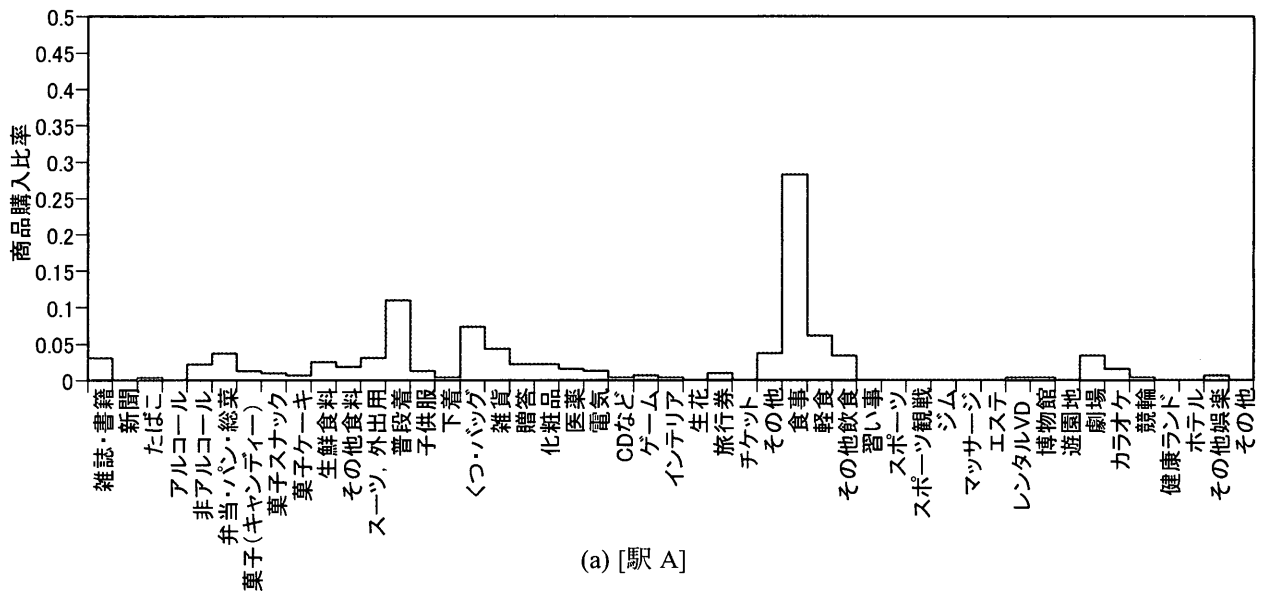


図 4.6(1) 駅別商品購入比率

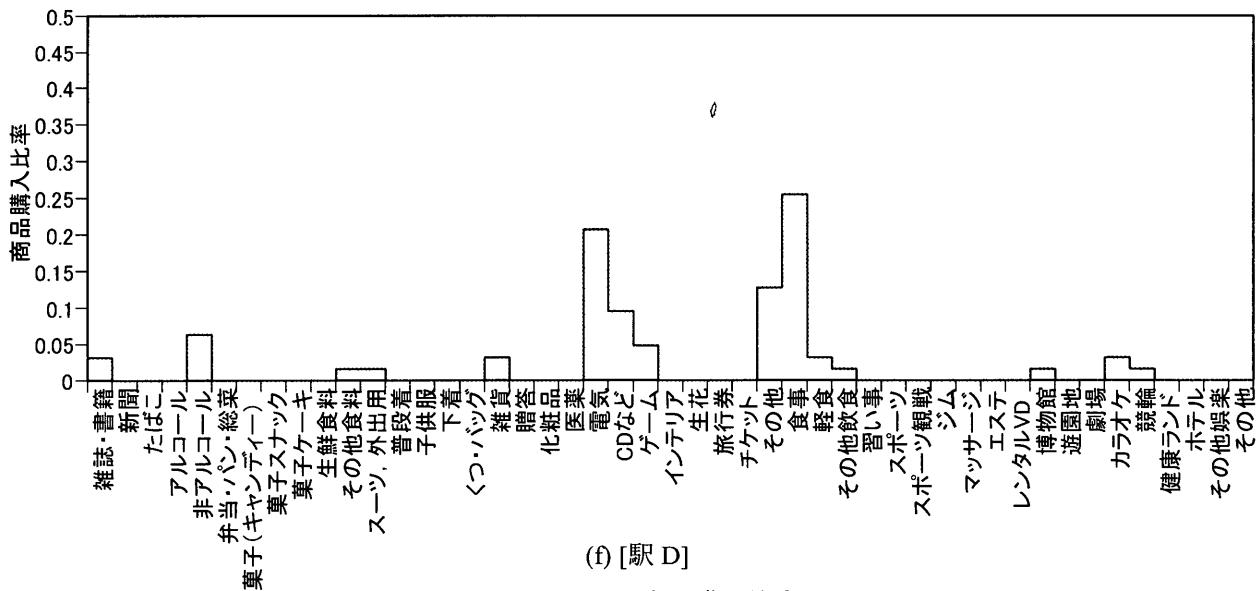
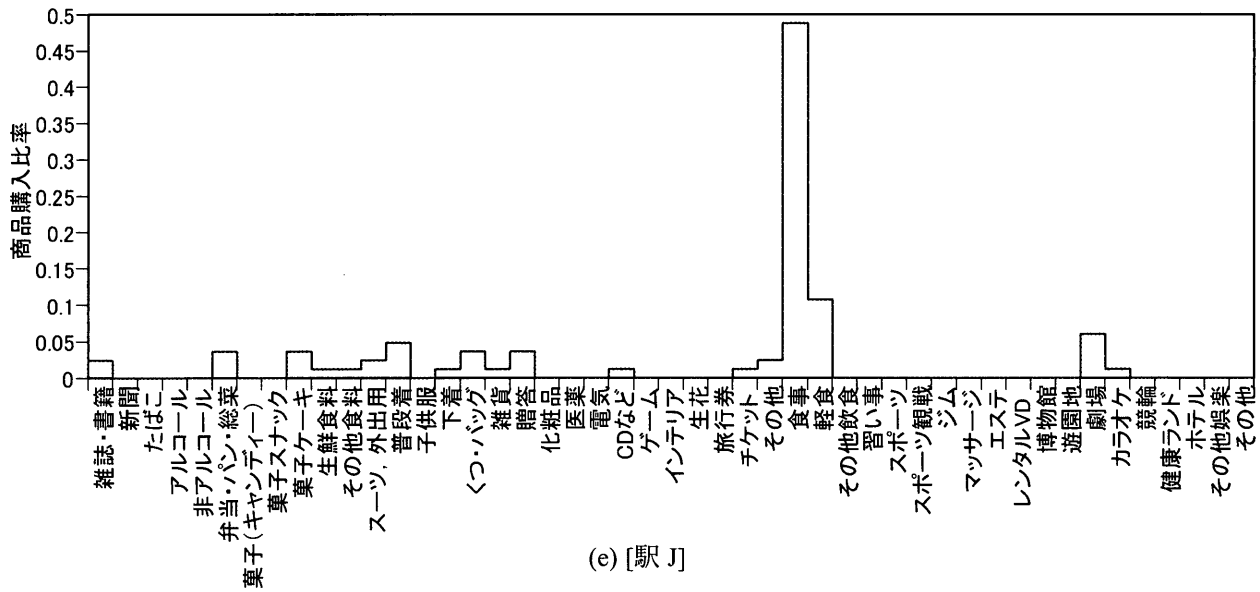
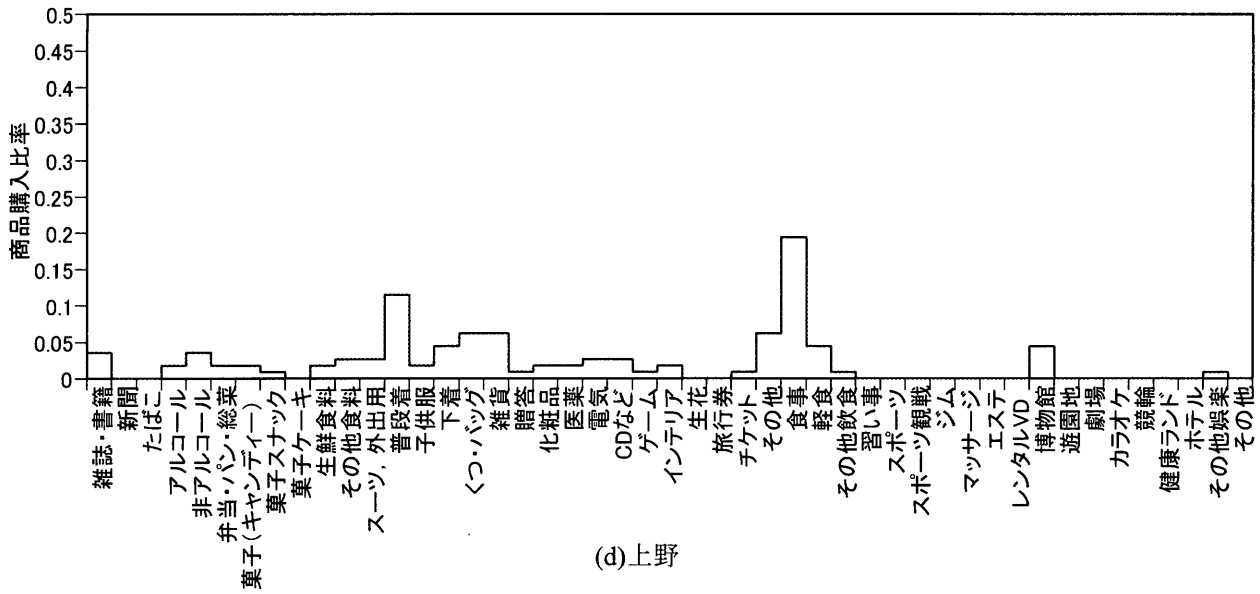


図 4.6(2) 駅別商品購入比率

5. 動く人と動かない人

4日間の記録から、出かける人と出かけない人を性別年代別にみてみよう。全く移動しなかった人を除き、「通勤通学業務」の目的で1回以上移動した人数を性別年代別にして図5.1に示す。また、「買い物娯楽外食」の目的で1回以上移動した人数を性別年代別にして図5.2に示す。図5.1を見ると30代以上の女性は通勤している人が少ないこと、図5.2ではその分平日の消費目的の移動が多いことがわかる。消費目的の移動に関して、平日の男性の移動が少ないのは、勤務中のためと考えられる。

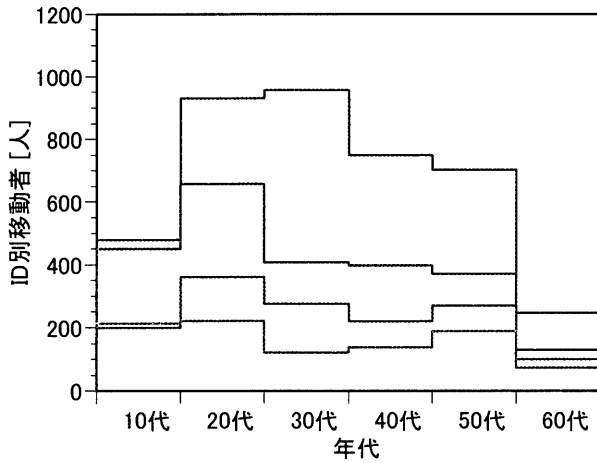


図 5.1 通勤通学業務目的で1回以上移動した人

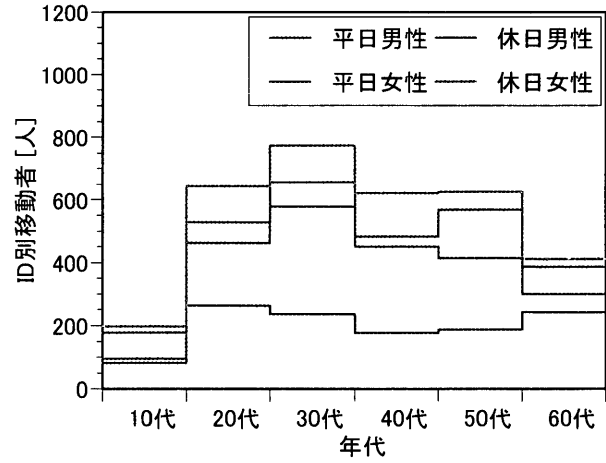


図 5.2 「買い物娯楽外食」で1回以上移動した人

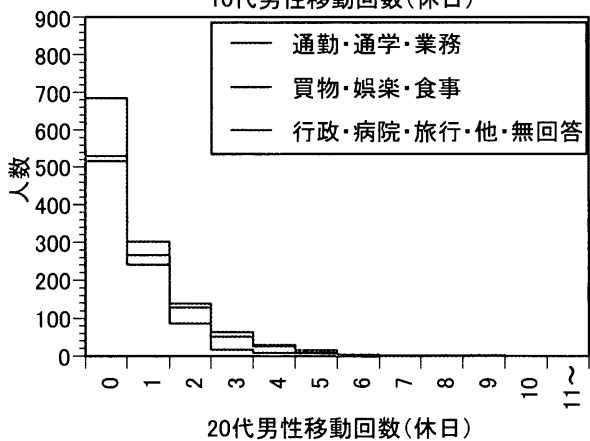
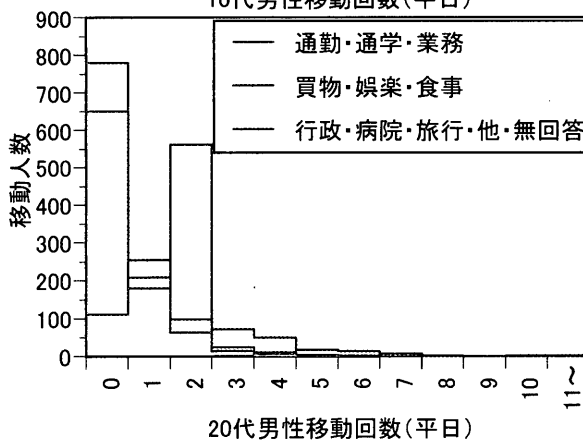
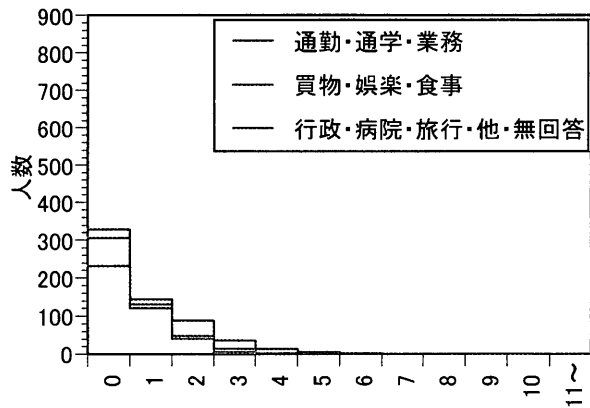
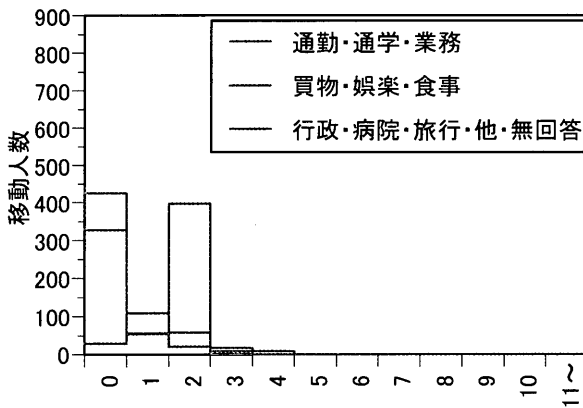


図 5.3(1) 男性年代別移動回数

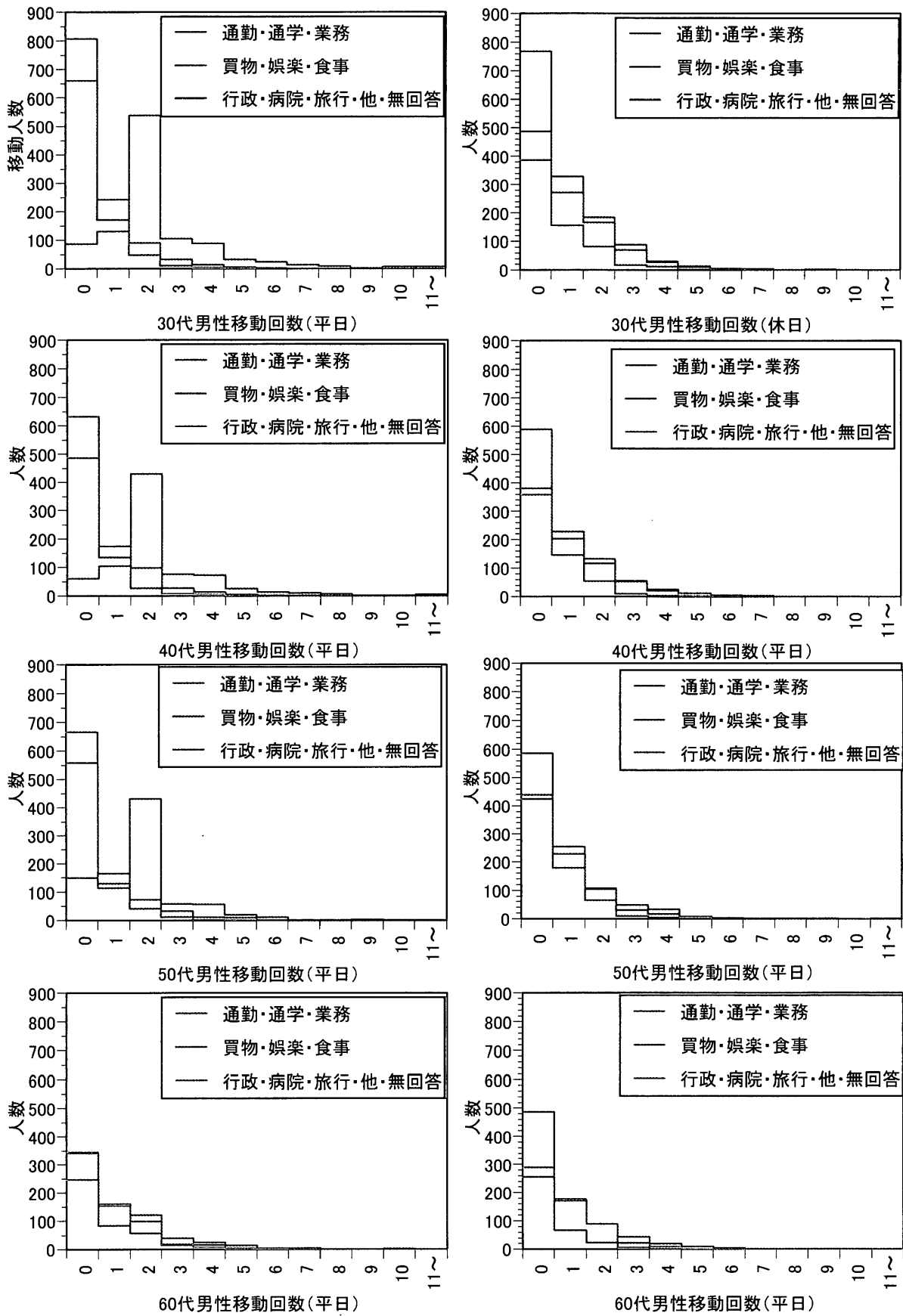


図 5.3(2) 男性年代別移動回数

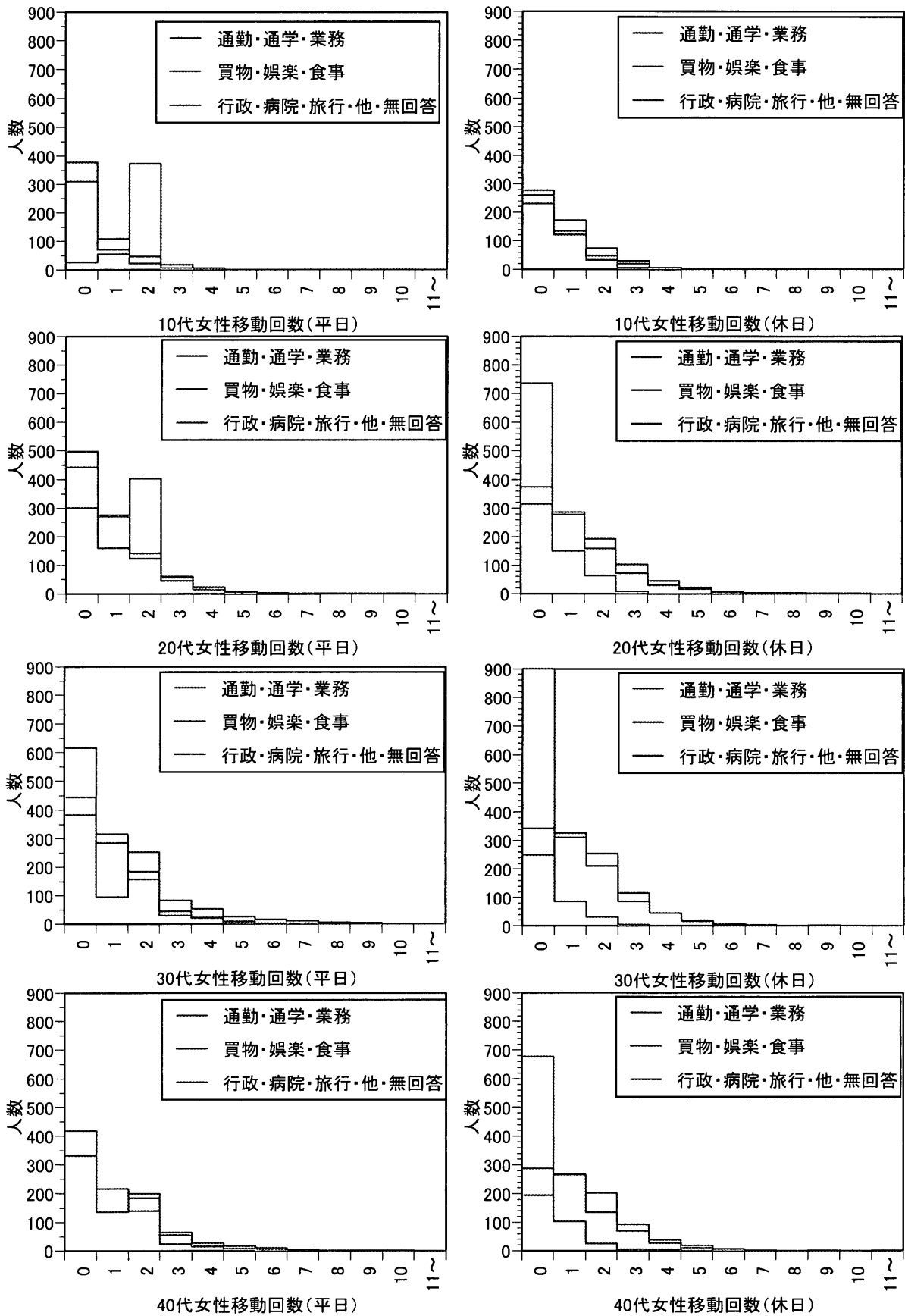


図 5.4(1) 女性年代別移動回数

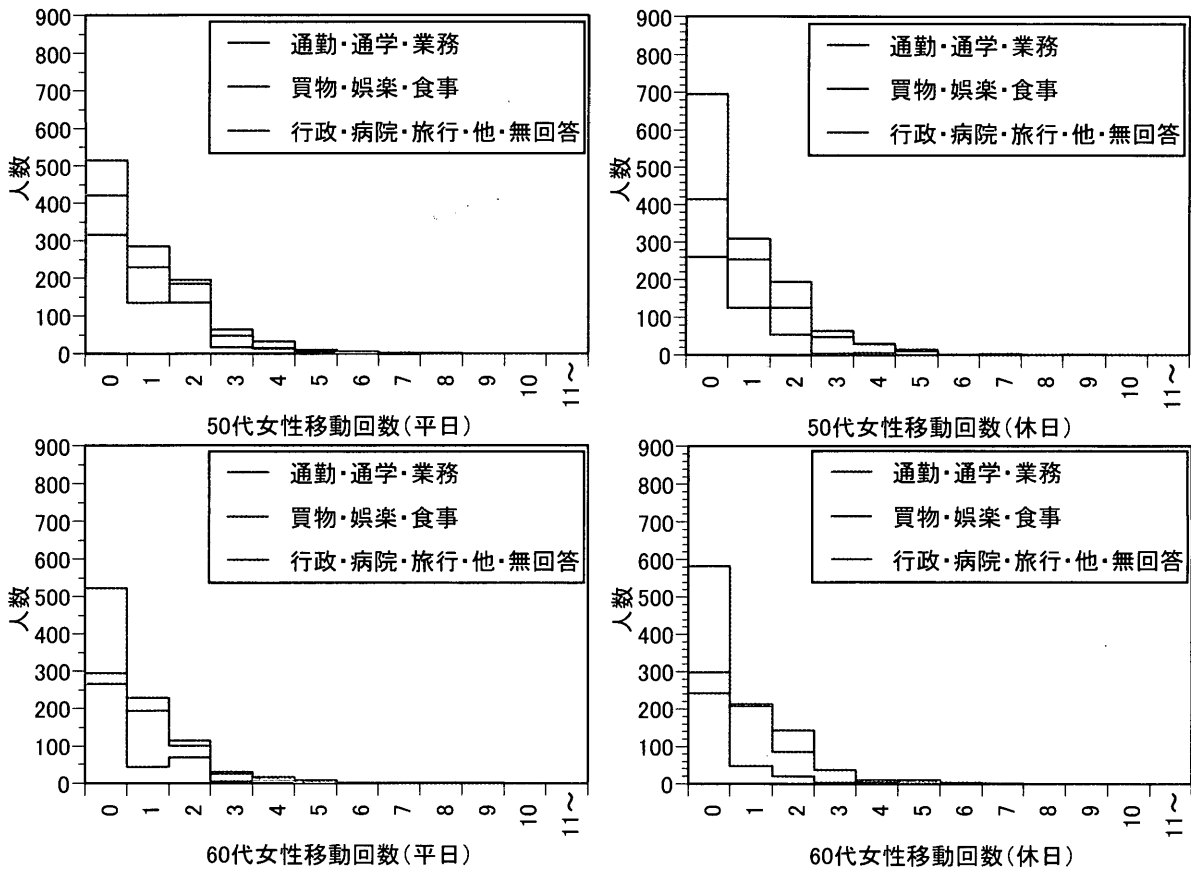


図 5.4(2) 女性年代別移動回数

図 5.3 は男性の移動回数を平日と休日に分けて、目的別に表したものである。図 5.4 は女性に関する同様の図である。最左の欄の 0 が行動していないことに注意すると、先に述べたことに加えて、30, 40, 50 代の男性の休日の移動が少ないことが目立っている。