

## 通勤者の交通—活動パターンの実証的分析

Statistical Analysis of Workers' Travel-Activity Patterns

藤原章正<sup>\*</sup>，杉恵頼寧<sup>\*\*</sup>，平野毅志<sup>\*\*\*</sup>，末永勝久<sup>\*\*\*</sup>

By Akimasa FUJIWARA, Yoriyasu SUGIE,  
Takeshi HIRANO and Katsuhisa SUENAGA

The workers' travel-activity patterns in terms of discretionary out-of-home activities are examined using the person trip survey data sets in Okayama (1971 and 1982) and in Matsuyama (1980). These are grouped into five typical patterns to compare the features of each pattern. This indicates that workers' discretionary activities are constrained by the fixed starting and closing work time. A statistical analysis based on log-linear model is employed to test the hypothesis that travel-activity patterns are influenced by some selected socio-demographic characteristics. This analysis reveals that sex, age, occupation and life cycle stage of workers are significant factors. Further, we test the temporal and regional stability of the relationship between travel-activity hours and patterns. Both stabilities are accepted using above factors as explanatory variables.

### 1. はじめに

交通を行う主体である個人をベースにした非集計交通行動モデルの開発によって、人間の行動原理や意志決定構造を反映した各種交通政策案の評価が可能となってきた。この非集計モデルの基本的な前提は、「個人が交通行動の基本的な意志決定単位であり、個人はある選択状況の中から最も望ましい選択肢を選択する」という効用理論にある。<sup>1)</sup> 一方、さらに交通行動の本質を詳細に見直そうとする一つの研究は Activity-based approach と呼ばれ、活動の派生需要である交通を他の日常的な活動との関連

のもとで捉えるものである。

ところでこの日常的活動は、人間が生活をつくるうえで生理的、社会的、経済的に必需な活動とレジャーのような必需でない活動の2つに大別される。さらに前者は、就業のような毎日固定された時間に遂行しなければならない活動と買物のような特定の時間枠（例えば、商店の営業時間）の中で個人の自由な意志によってフレキシブルな選択が許される活動に分けることができる（図1）。時間的に固定された生活必需活動を義務的（obligatory）な活動、時間的に選択自由な生活必需活動あるいは生活に必需でない活動を自由（discretionary）な活動と呼ぶと、義務的活動は自由活動に先立って決定され自由活動の選択に際して時間的・空間的制約として働くと考えられる。したがって、先に述べた非集計モデルの効用理論は自由な活動の選択にのみ適用できると思われる。さらにその関係は通勤者の個人及び世帯属性によって影響されるとも考えられる。

\* 正会員 工修 呉工業高等専門学校助手 土木工学科（〒737 呉市阿賀南2-2-11）

\*\* 正会員 工博 広島大学助教授 工学部第四類（建設系）（〒724 東広島市西条町下見）

\*\*\* 学生員 広島大学大学院 工学研究科

本研究はこのような仮説を実証するため、義務的活動（就業）を行う通勤者がさらに自由な活動を行うケースをPT調査データから抽出し、交通－活動の特性について検討した。分析は自由活動と義務的活動の連鎖パターンを5つのタイプに類型化し、各々のタイプごとの交通－活動指標を比較検討することで行った。また、説明要因として従来のモデルで用いられてきた社会経済指標に加え、世帯の制約を表す有効な要因とされるライフサイクルを適用した。

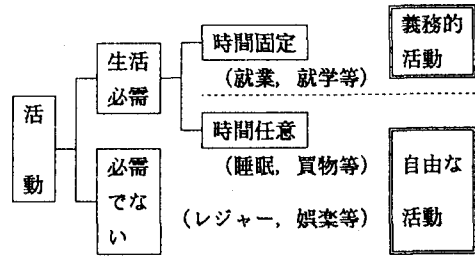


図1 活動の分類

## 2. 研究の背景

Activity-based approach の範疇に含まれる研究は1980年代になって欧米を中心に盛んになってきた。その中で交通－活動パターンのモデル化に関する研究例をみると、K. Kobayashiは費用便益関数をもとに最適なトリップパターンを表現するモデルを構築している。<sup>2)</sup> T. Adler and M. Ben-Akiva はトリップパターンを選択肢としたロジットモデルを構築している。<sup>3)</sup> D. Damm は就業者が自宅外で仕事以外の行動を行うかどうかを5つの生活時間帯に分けてモデル化している。<sup>4)</sup> 時間・空間制約のもとで効用最大化理論を基礎としたモデルは数多く、U. Landau等は商店の営業時間を制約条件として買物目的地－交通手段の同時選択モデルを、R. Kitamuraは1日の時間予算のもとで義務的な活動と自由な活動の時間配分モデルの構築を試みている。<sup>5), 6)</sup> このような数学モデルを政策案の評価に適用した例は、D. Damm の就業時間及び始業時刻の変更政策の評価をはじめ幾つか見ることができる。<sup>7)</sup>

Oxford大学のTSUグループは、‘HATS’とよばれるゲームシミュレーションモデルを開発し、時間－空間制約のもとで世帯構成員の交通－活動パターンのやりとりを解明している。<sup>8)</sup> またM. Clarkeはこのモデルを基礎とした計算機プログラム(CARLA)を開発して、郊外バスサービスの評価を行っている。<sup>9)</sup>

我が国においても交通－活動パターンに関するモデルの開発がなされている。宮城は消費者効用理論に基づき、行動に消費される時間を考慮にいたした活動選択モデルを構築している。<sup>10)</sup> 河上等は、就業者の交通－活動スケジュール決定モデルを築き、勤務時間減少に伴う交通パターンの変化を予測している。<sup>11)</sup>

近藤は効用理論とHagerstrandのプリズム理論によりプリズム効用モデルを導き、典型的なオフィスワーカーを例にその妥当性を実証している。<sup>12)</sup>

ところでActivity-based approachのもう一つの特徴は、個人の交通を含めた活動には時間－空間的制約に加えて世帯の一員としての制約をも考慮するところにある。P.M. Jones等はこの仮説についてactivity diaryという活動調査を行って検討した。<sup>8)</sup> そしてライフサイクルが世帯の制約の存在を確認するのに有効な要因であることを明らかにしている。このライフサイクルは他にも多くの研究者によってその有効性が確認されている。<sup>13)</sup> そこで代表例として、表1にTSUグループとKitamura等によって定義されたライフサイクルステージの分類方法を紹介する。これらは年齢区分に若干の違いがあるものの子供の年齢を基準にした理解しやすい定義となっている。

表1 ライフサイクルの定義

| ステージ | TSUグループ     | Kitamura 等     |
|------|-------------|----------------|
| 1    | 子供のいない若い大人  | 45才未満の単身者      |
| 2    | 就学前の子供がいる   | 45才未満で子供のいない夫婦 |
| 3    | 小学生以下の子供がいる | 5才未満の子供がいる     |
| 4    | すべての子供が小学生  | 5～12才の子供がいる    |
| 5    | 中学生以上の子供がいる | 13才以上の子供がいる    |
| 6    | 働ける年齢の子供がいる | 45才以上で子供のいない夫婦 |
| 7    | 子供のいない高齢者   | 45才以上の単身者      |

## 3. 通勤者の交通－活動パターンの特性

通勤者が自宅外で自由な活動を行うのは、優先的に決まる勤務時間以外の‘空き’時間に限られる。そのため自由な活動を含む通勤者の交通－活動パターンは、単純に図2に示す5つに類型化できる（自由活動を行う通勤者の95%がいずれかのパターンに該当した）。パターンⅠ、Ⅱは各々通勤、帰宅途中に自由活動を行い、パターンⅣ、Ⅴは各々勤務前、

後に自由-帰宅の閉じたトリップチェーンを含むことを表す。ただし本研究では、勤務時間中に行った職場ベースの自由活動はパターンの複雑化を防ぐため勤務活動のなかに含めた。使用したデータは岡山1回(1971年)、同2回(1982年)と松山(1980年)のパーソントリップ調査データで、対象となった通勤者数は各々1371人、1201人、1078人であった。

#### (1) 時間制約に関する検討

表2及び3で5つのパターンの自由活動の特徴をみる。まず表2のパターン別の構成人数は、パターンⅡ及びⅤが非常に多く、通勤者の大部分は勤務後に自由活動を行うことが明らかである。自由活動のためのトリップ数はパターンⅢを除いて1.0~1.3程度でパターン間に大きな違いはなく、自由トリップは1日1度のケースが多い。トリップ時間はパターンⅤで13~15分とやや短くなっているが、パターンⅠ、Ⅱ及びⅣでは20分程度である。自由活動時間にはパターン間、データ間でかなりのばらつきが見られ、勤務後帰宅途中に自由活動を行うパターンⅡの活動時間が80分を越えて長い傾向を示している。しかし各々の平均値に対し分散がかなり大きいことを考慮すると、パターン間の差が単に大きいとは言えない。この点については後述の分散分析によって統計的に検討を加える。パターンⅢは勤務前後とも自由活動を行うパターンであるため、トリップ数、トリップ時間は他のパターンに比べ約2倍の値を示している。ただし自由活動時間は他のパターンと同等の数値であり、自由活動に費やす時間は頻度にかかわらず一定であることを示している点は興味深い。

自由活動の種類による特徴を調べるため、表3に活動目的別のトリップ数、1トリップ当りの所要時間及び1活動当りの所要時間を示した。ここでは先の図1で述べた活動分類の中で、任意の時間に行うことの許される自宅外の必需活動を「買物」、必需でない活動を「私用」で代表している。トリップ数をみると通勤途中に自由活動を行うパターンⅠでは私用の方が多いのに対し、勤務後に行うパターンⅡ及びⅤでは買物が多くなっている。パターンⅢでは私用トリップ数が2.0に近く自由活動の大半が私用活動である。1トリップ当りのトリップ時間はパターンを通して買物より私用の方が長くなっている。1回の活動に要する時間は、パターンⅡ及びⅤで私

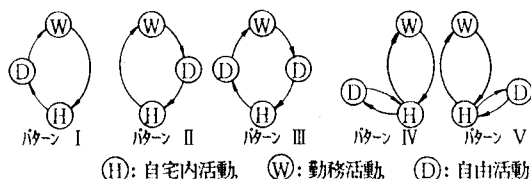


図2 通勤者の交通-活動パターンの分類

表2 交通-活動パターン別自由目的トリップ数、トリップ時間および活動時間の平均値(分)

| パターン | データ | 人数  | トリップ数 | トリップ時間 | 活動時間   |
|------|-----|-----|-------|--------|--------|
| Ⅰ    | 岡山1 | 68  | 1.07  | 17.73  | 51.63  |
|      | 岡山2 | 48  | 1.13  | 20.52  | 60.92  |
|      | 松山  | 45  | 1.04  | 18.73  | 39.33  |
| Ⅱ    | 岡山1 | 592 | 1.15  | 19.74  | 83.58  |
|      | 岡山2 | 590 | 1.19  | 22.36  | 115.18 |
|      | 松山  | 456 | 1.21  | 17.53  | 89.50  |
| Ⅲ    | 岡山1 | 72  | 2.35  | 33.99  | 46.69  |
|      | 岡山2 | 47  | 2.34  | 28.96  | 62.00  |
|      | 松山  | 37  | 2.32  | 41.67  | 72.57  |
| Ⅳ    | 岡山1 | 77  | 1.16  | 19.38  | 69.78  |
|      | 岡山2 | 64  | 1.23  | 19.17  | 78.95  |
|      | 松山  | 110 | 1.29  | 21.96  | 93.49  |
| Ⅴ    | 岡山1 | 565 | 1.13  | 13.30  | 55.24  |
|      | 岡山2 | 452 | 1.14  | 13.33  | 67.25  |
|      | 松山  | 430 | 1.18  | 14.73  | 68.90  |

表3 交通-活動パターン別目的別トリップ数、1トリップ当りの所要時間、1活動当りの所要時間の平均値(分)

| パターン | トリップ数 |      | トリップ時間 |      | 活動時間 |       |
|------|-------|------|--------|------|------|-------|
|      | 買物    | 私用   | 買物     | 私用   | 買物   | 私用    |
| Ⅰ    | 0.38  | 0.69 | 16.1   | 16.8 | 48.4 | 48.1  |
| Ⅱ    | 0.72  | 0.42 | 15.6   | 20.1 | 50.0 | 112.1 |
| Ⅲ    | 0.40  | 1.94 | 12.5   | 14.9 | 45.3 | 14.7  |
| Ⅳ    | 0.65  | 0.51 | 14.5   | 19.5 | 52.2 | 70.4  |
| Ⅴ    | 0.75  | 0.39 | 8.6    | 17.5 | 28.5 | 87.2  |

(岡山1回)

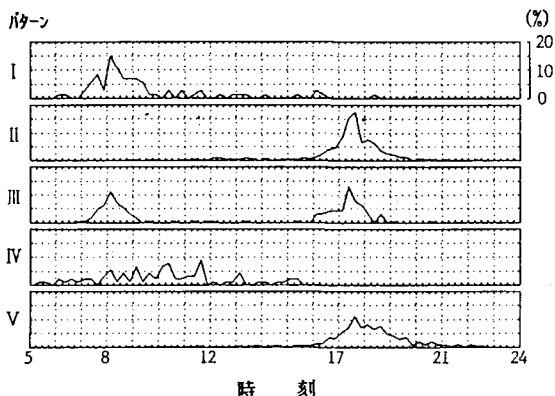


図3 交通-活動パターン別自由活動発生時刻分布(岡山1回)

用の方が非常に長くなっている。

図3は、交通-活動パターン別の自由活動開始時刻分布を示している。パターンⅠ及びⅢの勤務前の自由活動は7～10時に発生しており、パターンⅡ、Ⅲ、Ⅴの勤務後の自由活動は17時半をピークに発生している。パターンⅠの自由活動は買物に比べ私用が多かったのは、商店等の営業開始時刻を10時前後と仮定すると容易に理解できる。パターンⅡに比べⅤはピークがなだらかである。パターンⅣの自由活動は5～16時の間にばらついて発生しており、例えばパートタイマーのような勤務開始時刻がまちまちの通勤者が多いようである。逆にパターンⅡ、Ⅲ、Ⅴは定時のフルタイムの就業者が多いものと考えられる。

これらの交通-活動時間がパターンごとに異なるかどうか統計的に調べるため、1元配置の分散分析を行った(表4)。表中の数値はF値である。勤務開始時刻から帰宅トリップ時間の6つの指標についてF値は高く、有意水準1%でパターン間に違いがあることが実証された。一方、日交通時間についてはパターン間に違いは無いと結論づけられる。

## (2) 社会経済属性による制約に関する検討

個人属性及び世帯属性である8つの社会経済指標とパターンの関係の大きさを対数線形モデル分析法によって検定する。対数線形モデル分析法は社会経済要因や交通-活動パターンのような離散型の変数により構成される多次元分割表をもとに、多くの変数間の交互作用の大きさを統計的に検定することのできる解析法である。<sup>14)</sup> ここで用いたモデルは2次の階層モデル〔PX, P0, X0〕及び〔P0, X0〕で、各々構造式は以下の通りである。

$$\ln \hat{f}_{ijk} = \mu + \lambda_i^P + \lambda_j^X + \lambda_k^O + \lambda_{ij}^{PX} + \lambda_{ik}^{PO} + \lambda_{jk}^{XO} \quad (1)$$

$$\ln \hat{f}_{ijk} = \mu + \lambda_i^P + \lambda_j^X + \lambda_k^O + \lambda_{ik}^{PO} + \lambda_{jk}^{XO} \quad (2)$$

ただし、 $\hat{f}_{ijk}$  : セル(i, j, k)の期待頻度

$\mu$  : 全平均

$\lambda_i^P$  : パターンP カテゴリー-iの主効果

$\lambda_{ij}^{PX}$  : パターンP カテゴリー-iと社会経済指標X カテゴリー-jの交互作用

表4 交通-活動パターン別交通-活動時間の平均値と分散分析結果

|          | パターンⅠ | パターンⅡ | パターンⅢ | パターンⅣ | パターンⅤ | F値       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| 勤務開始時刻   | 10:25 | 8:14  | 8:46  | 14:05 | 8:01  | 393.6 ** |
| 勤務終了時刻   | 18:50 | 16:46 | 17:01 | 21:23 | 16:32 | 124.2 ** |
| 勤務時間     | 505   | 512   | 495   | 439   | 511   | 6.8 **   |
| 自由活動時間   | 51.6  | 83.5  | 46.7  | 69.8  | 55.2  | 9.8 **   |
| 自由トリップ時間 | 17.7  | 19.7  | 34.0  | 19.4  | 13.3  | 25.7 **  |
| 帰宅トリップ時間 | 22.7  | 21.0  | 16.2  | 14.7  | 11.9  | 29.4 **  |
| 日交通時間    | 62.2  | 64.0  | 64.9  | 67.5  | 60.3  | 1.0      |

\*\* 有意水準1%で有意 (岡山1回)

表5 交通-活動パターンと社会経済要因の交互作用の効果

| 社会経済要因          | (df) | 岡山1回     | 岡山2回    | 松山      |
|-----------------|------|----------|---------|---------|
| 性別              | (4)  | 20.9 **  | 4.4 *   | 33.7 ** |
| 年齢              | (16) | 42.2 **  | 33.6 *  | 43.5 ** |
| 職業              | (8)  | 96.1 **  | 31.2 ** | 60.0 ** |
| 免許保有            | (4)  | 6.2      | 17.7 *  | 7.7     |
| 世帯人数            | (20) | 54.1 **  | 32.0    | 12.6    |
| L.C. (TSU)      | (24) | 121.7 ** | 95.2 ** | 73.1 ** |
| L.C. (Kitamura) | (24) | 112.3 ** | 87.7 ** | 61.5 ** |

\* 有意水準1%で有意, \*\* 有意水準0.5%で有意

0は自動車保有形態で、Xは表5に示す7つの社会経済要因のうちのいずれかとする(カテゴリーは表6に示す)。モデルの適合度は次式で求める尤度比カイ2乗値で表す。

$$\chi^2 = 2 \sum_i \sum_j \sum_k f_{ijk} \ln (f_{ijk} / \hat{f}_{ijk}) \quad (3)$$

ただし、 $f_{ijk}$  : セル(i, j, k)の観測頻度

表5の数値はモデル〔PX, P0, X0〕の適合度とモデル〔P0, X0〕の適合度の差を示したもので、交互作用(PX)の効果の大きさを意味する。すなわちこの値が大きいほど、交通-活動パターンと社会経済要因との関係が有意に強いことを示す。dfは自由度である。交通-活動パターンと性別の交互作用は、岡山1回及び松山のデータでは有意水準0.5%で大きく、岡山2回では有意水準1%で大きい結果となっている。年齢についても同様である。さらに職業では3データとも有意水準0.5%で交互作用は大きい。これらの要因は従来の交通行動モデルの説明変数として用いられてきた代表的個人属性であり、本研究でとりあげた通勤者の交通-活動パターンもこれらの個人属性によって特徴づけられることが確認された。一方、世帯属性についてみると、世帯人数は岡山1回のデータでは0.5%で有意な効果を示しているが、他のデータでは有意な効果はみられない。これに対しライフサイクルはTSUグループで提唱されたもの、Kitamura等によるもの共に非常に高い交互作用とな

っており、世帯の成長段階によって通勤者の自由活動の配分決定は異なることが判る。すでに述べたようにパートタイムの勤務とフルタイムの勤務では根本的に交通-活動パターンに違いがあることがライフサイクルの交互作用を有意なものとしている一因と思われる。

### (3) 交通-活動パターン選択の要因分析

以上の分析で検討した交通-活動時間及び社会経済属性が、交通-活動パターンの選択に際して説明要因としてどの程度寄与するのかを調べるため、数量化理論第Ⅱ類によって要因分析を行った。表6に使用した説明要因のカテゴリー分類表を示す。交通-活動時間のカテゴリーは交通-活動パターン別の平均値や分散に基づいて決定した。表7に解析結果を示す。岡山1回の結果より説明力の強いのは勤務開始時刻、勤務終了時刻で、他の要因に比べレンジ、偏相関係数とも非常に大きな値を示している。また勤務時間も相対的に説明力の強い要因となっている。このことより通勤者の自由活動はその日の勤務活動の時間スケジュールによって決められることが確認された。

一方、社会経済属性の中で説明力の強い要因は、ライフサイクル(TSUとKitamura等による2種類の定義を用いたが、互いに相関が強いのでTSUによるライフサイクルのみを示した)と世帯人数で、次いで性別、年齢の順となっている。ライフサイクルは岡山2回、松山のデータでも強い要因となっている。しかしこれらの社会経済要因は交通-活動時間に比べると説明力が弱く、通勤者はその属性いかんによらず勤務という義務的活動による時間制約を強く受けていると言える。

岡山の2つのデータでは通勤モードの説明力も強

表6 説明要因のカテゴリー分類

| 説明要因       | 1      | 2      | 3     | 4      | 5     | 6     | 7     |
|------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 性別         | 男 性    | 女 性    | ----  | ----   | ----  | ----  | ----  |
| 年齢         | ～19才   | 20～29  | 30～39 | 40～49  | 50～   | ----  | ----  |
| 職業 ※       | 生 産    | 事 務    | サービス  | ----   | ----  | ----  | ----  |
| 世帯人数       | 1人     | 2      | 3     | 4      | 5     | 6～    | ----  |
| 免許保有       | 保 有    | 非保有    | ----  | ----   | ----  | ----  | ----  |
| L.C. (TSU) | ステージ1  | ステージ2  | ステージ3 | ステージ4  | ステージ5 | ステージ6 | ステージ7 |
| 通勤モード      | 鉄 道    | バ ス    | 自動車   | 二輪車    | 徒 歩   | ----  | ----  |
| 勤務開始時刻     | ～ 8:00 | 8:01～  | 9:00  | 9:01～  | ----  | ----  | ----  |
| 勤務終了時刻     | ～17:00 | 17:01～ | 19:00 | 19:01～ | ----  | ----  | ----  |
| 勤務時間       | ～480分  | 481～   | 600   | 601～   | ----  | ----  | ----  |
| 自由活動時間     | ～ 30分  | 31～    | 90    | 91～    | ----  | ----  | ----  |
| 私用活動時間     | ～ 10分  | 11～    | 60    | 61～    | ----  | ----  | ----  |
| 自由トリップ時間   | ～ 10分  | 11～    | 20    | 21～    | ----  | ----  | ----  |
| 日交通時間      | ～ 45分  | 46～    | 75    | 76～    | ----  | ----  | ----  |

※ 生産：生産工程従事者，農林漁業，採鉱・採石ほか  
事務：事務，専門的・技術的，管理的，保安職ほか  
サービス：サービス業，販売，交通・運輸ほか

表7 数量化Ⅱ類による交通-活動パターン選択の要因分析

| 説明要因       | 岡山1回  |      | 岡山2回  |      | 松 山   |      |
|------------|-------|------|-------|------|-------|------|
|            | レンジ   | 偏相関  | レンジ   | 偏相関  | レンジ   | 偏相関  |
| 性別         | 3.87  | 0.07 | 1.18  | 0.02 | 9.18  | 0.13 |
| 年齢         | 3.44  | 0.05 | 6.62  | 0.04 | 6.48  | 0.07 |
| 職業         | 1.23  | 0.02 | 3.66  | 0.04 | 2.56  | 0.04 |
| 世帯人数       | 6.14  | 0.07 | 5.24  | 0.05 | 20.42 | 0.07 |
| 免許保有       | 1.36  | 0.02 | 6.99  | 0.08 | 1.24  | 0.02 |
| L.C. (TSU) | 5.82  | 0.09 | 9.12  | 0.09 | 11.69 | 0.09 |
| 通勤モード      | 11.47 | 0.09 | 16.41 | 0.10 | 4.55  | 0.06 |
| 勤務開始時刻     | 32.20 | 0.36 | 37.02 | 0.38 | 23.74 | 0.30 |
| 勤務終了時刻     | 59.77 | 0.48 | 55.97 | 0.36 | 32.30 | 0.30 |
| 勤務時間       | 16.34 | 0.19 | 14.27 | 0.13 | 1.63  | 0.03 |
| 自由活動時間     | 2.46  | 0.05 | 4.53  | 0.06 | 8.62  | 0.11 |
| 私用活動時間     | 4.98  | 0.06 | 1.18  | 0.02 | 12.39 | 0.18 |
| 自由トリップ時間   | 3.69  | 0.06 | 3.42  | 0.05 | 8.62  | 0.14 |
| 日交通時間      | 1.77  | 0.03 | 7.57  | 0.09 | 4.97  | 0.07 |
| 相関比 $\eta$ | 0.712 |      | 0.579 |      | 0.523 |      |

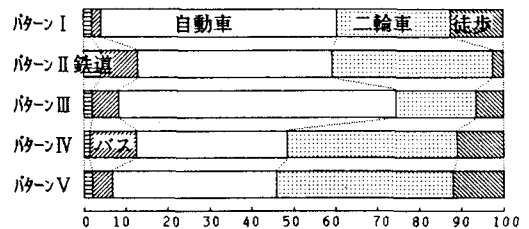


図4 通勤に利用する交通機関の分担率(岡山2回)

い。特に岡山2回では勤務時間より大きなレンジを示している。そこで岡山2回データをもとに通勤に利用する交通機関の分担率を調べてみると(図4)。

バス等の公共交通機関に比べて自由度の高い自動車利用が目立つ。なかでも通勤途中に自由活動のあるパターンⅠ及びパターンⅢでは自動車利用者が50%以上を占めている。例えば通勤ついでに家族を送ってゆくなどは典型的な例であろう。一方、自由活動のための独立したトリップチェーンを含むパターンⅣ及びⅤでは二輪と徒歩が多くなっている。したがってこれらの交通－活動パターンでは比較的短い距離の（すなわち勤務先が自宅に近い）通勤トリップが多いことが伺える。

#### 4. 交通－活動パターンの時間的・地域間安定性

これまでの解析を通して明らかになった通勤者の交通－活動パターンの特性が、調査年次の異なるあるいは調査対象地域の異なるデータにおいても一定であることは交通－活動モデルの構築にあたって大変重要である。そこで本章では、岡山1回と同2回のデータを用いて時間的な安定性について、また岡山2回と松山のデータにより地域間の安定性について検討する。

##### (1) 時間制約の安定性

3章でみたように通勤者の交通－活動パターンは、勤務開始時刻をはじめとする交通－活動時間によって制約を受けている。この関係が時間的にまた地域間で安定しているかどうか、表8及び9に示す7つの交通－活動時間を目的変数 $Y$ とし説明要因には交通－活動パターン $P$ 、社会経済属性 $X$ 、自動車保有形態 $O$ 、年次 $T$ （地域 $R$ ）を用いて4元配置の分散分析(ANOVA)を行った。着目すべき効果は交通－活動パターンと年次の交互作用 $PT$ 、交通－活動パターンと社会経済属性と年次の交互作用 $PXT$ であり、前者は交通－活動時間と交通－活動パターンの関係の時間的な変化の大きさを、後者は交通－活動時間と交通－活動パターンの関係の社会経済属性別の時間的な変化の大きさを表していると解釈することができる。そこで、紙面数の都合より同表にはこれら2つの効果のみを示した。表中の数値は効果の大きさを示す $F$ 値であり、値が大きいほど時間的安定性の仮説は有意に棄却される。

まず表8で時間的安定性の分析結果をみると、効果 $PT$ がすべての社会経済属性について有意に大きいのは勤務終了時刻のみであり（いずれも有意水準

1%で有意）、その他の交通－活動時間は例えば勤務開始時刻の性別の $PT$ は1.7のように、いずれかの場合で有意に大きくない効果を示している。すなわち時間的に安定である。また勤務終了時刻も免許保有の場合の効果 $PXT$ は0.2で有意に大きいとは言えず、免許の有無で通勤者を分割すると交通－活動パターンに働く時間制約は時間的に変化していないと結論づけられる。

一方、地域間の安定性についてみると（表9）、効果 $PR$ がすべての社会経済属性で有意に大きいのは勤務開始時刻、勤務時間、自由トリップ時間であり、その他の交通－活動時間と交通－活動パターンの関係は地域間で安定している。これら3つのうち勤務開始時刻と勤務時間は $X$ が免許保有の場合に効果 $PXR$ は1.6と1.0で小さい。すなわち免許保有の説明要因のもとで安定している。自由トリップ時間と交通－活動パターンの関係は地域間で変化している（ただし地域の主効果 $R$ は小さいため、自由トリップ時間そのものの変化は地域間で大きいとは言えない）。以上より、交通－活動時間による交通－活動パターンへの影響の時間的及び地域間安定性の仮説は、社会経済属性を説明要因とすることで統計的に受け入れられることが明らかになった。

##### (2) 社会経済属性による制約の安定性

通勤者の交通－活動パターンの分布構成の時間的及び地域間の変化が、社会経済属性の分布の変化で説明できるかどうかについて対数線形モデル分析法によって検討する。分析に用いる要因は、交通－活動パターンと表5の分析で有意であった性別、年齢、職業及び $TSU$ と $Kitamura$ 等の2種類のライフサイクルとする。時間的安定性の検定にはモデル $\{PX, T\}$ 、 $\{PX, XT\}$ 、 $\{PX, XT, PT\}$ の3つの階層モデルを使用する。2番目のモデルは1番目のモデルに効果 $XT$ を、3番目のモデルはさらに効果 $PT$ を加えたものである。安定性の仮説は、

仮説：観測頻度はモデル $\{PX, XT\}$ で表されるである。表10に検定結果を示す。数値は尤度比 $\chi^2$ 値で括弧内は自由度である。モデル $\{PX, T\}$ はいずれの社会経済属性でも有意水準1ないし5%で有意となっており、交通－活動パターンの分布は時間的に変化している。モデル $\{PX, XT\}$ では $X$ として年齢を採用した場合の $\chi^2$ 値が26.5と小さくなってお

表 8 交通－活動時間と交通－活動パターンの関係の時間的安定性

| Y        | 効果  | 性別      | 職業      | 免許保有    | 世帯人数    | TSU     | Kitamura |
|----------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 勤務開始時刻   | PT  | 1.7     | 0.9     | 1.4     | 1.3     | 2.6 *   | 3.9 **   |
|          | PXT | 2.7 *   | 5.9 **  | 2.4 *   | —       | —       | —        |
| 勤務終了時刻   | PT  | 29.3 ** | 27.1 ** | 32.0 ** | 25.1 ** | 21.4 ** | 24.6 **  |
|          | PXT | 4.8 **  | 5.2 **  | 0.2     | —       | —       | —        |
| 勤務時間     | PT  | 2.4     | 1.2     | 1.4     | 1.7     | 1.9     | 1.5      |
|          | PXT | 3.3 **  | 0.6     | 0.7     | —       | —       | —        |
| 自由活動時間   | PT  | 1.6     | 0.9     | 1.0     | 2.1     | 1.3     | 1.3      |
|          | PXT | 0.7     | 1.3     | 0.3     | —       | —       | —        |
| 自由トリップ時間 | PT  | 0.6     | 1.2     | 1.1     | 1.3     | 1.9     | 1.7      |
|          | PXT | 1.6     | 3.0 **  | 3.5 **  | —       | —       | —        |
| 帰宅トリップ時間 | PT  | 1.8     | 1.3     | 1.6     | 1.2     | 1.4     | 1.3      |
|          | PXT | 3.0 *   | 0.5     | 1.3     | —       | —       | —        |
| 日交通時間    | PT  | 0.7     | 0.9     | 1.3     | 2.5     | 1.3     | 1.2      |
|          | PXT | 2.8 *   | 2.0 *   | 1.3     | —       | —       | —        |

\* は有意水準 5 % で有意,

\*\* は有意水準 1 % で有意,

TSU, Kitamura は, それぞれによって定義されたライフサイクル (表 1 参照),

— は分割表の一部にデータ数 0 のセルが存在するため解析できない。

表 9 交通－活動時間と交通－活動パターンの関係の地域間安定性

| Y        | 効果  | 性別      | 職業      | 免許保有    | 世帯人数    | TSU     |
|----------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| 勤務開始時刻   | PR  | 15.3 ** | 23.0 ** | 26.2 ** | 18.3 ** | 20.4 ** |
|          | PXR | 9.1 **  | —       | 1.6     | —       | —       |
| 勤務終了時刻   | PR  | 2.7 *   | 2.6 *   | 2.1     | 2.1     | 2.1     |
|          | PXR | 3.9 **  | —       | 1.7     | —       | —       |
| 勤務時間     | PR  | 4.5 **  | 6.4 **  | 7.1 **  | 7.0 **  | 6.7 **  |
|          | PXR | 3.5 **  | —       | 1.0     | —       | —       |
| 自由活動時間   | PR  | 2.1     | 2.6 *   | 2.2     | 2.1     | 2.3     |
|          | PXR | 1.5     | —       | 0.1     | —       | —       |
| 自由トリップ時間 | PR  | 5.3 **  | 6.4 **  | 6.3 **  | 4.9 **  | 4.1 **  |
|          | PXR | 3.0 *   | —       | 3.8 **  | —       | —       |
| 帰宅トリップ時間 | PR  | 1.3     | 0.8     | 0.5     | 0.7     | 0.5     |
|          | PXR | 3.6 **  | —       | 3.2 *   | —       | —       |
| 日交通時間    | PR  | 1.6     | 2.3     | 2.1     | 1.5     | 1.2     |
|          | PXR | 3.7 *   | —       | 3.3 **  | —       | —       |

\* は有意水準 5 % で有意,

\*\* は有意水準 1 % で有意,

TSU は, TSU グループによって定義されたライフサイクル (表 1 参照),

— は分割表の一部にデータ数 0 のセルが存在するため解析できない。

表10 交通－活動パターンの時間的および地域間安定性

|       | モデル            | 性別          | 年齢          | 職業          | LC(TSU)      | LC(Kitamura) |
|-------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 時間安定性 | [ PX, T ]      | 20.5( 9) *  | 87.9(24) ** | 74.4(14) ** | 113.1(34) ** | 121.6(34) ** |
|       | [ PX, XT ]     | 17.8( 8) *  | 26.5(20)    | 25.3(12) *  | 54.0(28) **  | 52.8(28) **  |
|       | [ PX, XT, PT ] | 7.4( 4)     | 14.6(16)    | 15.6( 8) *  | 44.1(24) **  | 42.6(24) *   |
| 地域安定性 | [ PX, R ]      | 41.5( 9) ** | 50.0(24) ** | 34.4(14) ** | 58.0(34) **  | 111.5(34) ** |
|       | [ PX, XR ]     | 39.6( 8) ** | 46.7(20) ** | 28.0(12) ** | 49.4(28) **  | 47.4(28) *   |
|       | [ PX, XR, PR ] | 13.4( 4) *  | 21.2(16)    | 5.3( 8)     | 25.9(24)     | 20.5(24)     |

\* 有意水準 5 % で有意,

\*\* 有意水準 1 % で有意

り、このモデルによる推計頻度は観測頻度に近いことを示している。したがって年齢構成の時間的な変化を把握することで、交通－活動パターンの分布の時間的な変化を予測することが可能であると言える。他の社会経済属性についてモデル(PX,XT)はすべて有意水準1ないし5%で有意であり、時間的安定性の仮説は実証されなかった。

また地域間の安定性については、(PX,XR)のすべてのモデルで有意で、かつモデル(PX,XR,PR)のうち性別を除くモデルの $\chi^2$ 値が有意に大きくないことから、交通－活動パターンの分布に地域間の違いはあるが、それはここで扱う社会経済属性の分布の違いでは説明できないと結論づけられる。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究は、通勤者が勤務という義務的活動に加えて自由活動を行う場合に働く時間制約と社会経済属性の影響について、一般的な統計解析手法を用いて検討した。そして、通勤者の行う自由活動の配分決定は義務的活動による時間制約下での選択問題であり、その際、個人属性とライフサイクルが有効な説明要因となることが明らかになった。また、これらについては、約十年間の期間でさらに異なった地方都市において安定していることが実証された。分析結果に基づき、今後は交通－活動モデルの開発が望まれる。その際、以下の検討がさらに必要である。

- 1) 本研究では解析の対象を通勤者が自由活動を行う場合に絞ったが、通勤－帰宅というピストン型のパターンをとる典型的な通勤者や通勤者以外の者についての検討が必要である。
- 2) 分析の結果、説明要因としてライフサイクルの有効性が実証されたが、通勤者の自由活動に働く世帯の制約について詳細に検討する必要がある。
- 3) 1), 2)の課題については、自宅内で行う活動を含む世帯員の生活活動の情報が必要となるため、例えばTSUで行ったような活動調査の実施が望まれる。
- 4) 交通－活動パターンの選択と、交通モード選択の関連性について解明する必要がある。

#### 参考文献

1) 太田：非集計行動モデルの理論展開－ロジットモデルを中心として－，土木計画学講習会テキスト，

1984, pp.9~23.

2) K.Kobayashi : An Activity Model : A Demand Model for Transportation, Transp.Res., vol.10, 1976, pp.105~110.

3) T.Adler and M.Ben-Akiva : A Teoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behaviour, Transp.Res., vol.13B, 1979, pp.243~257.

4) D.Damm : Interdependencies in Activity Behaviour, TRR 750, 1980, pp.34~40.

5) U.Landau, J.N.Prashker and B.Alpern : Evaluation of Activity Constrained Choice Sets to Shopping Destination Choice Modelling, Transp. Res., vol.16A, 1982, pp.199~207.

6) R.Kitamura : A Model of Daily Time Allocation to Discretionary Out-of-home Activities and Trips, Transp.Res., vol.18B, 1984, pp.255~266.

7) D.Damm : Parameters of Activity Behaviour for Use in Travel Analysis, Transp. Res., vol. 16A, 1982, pp.135~148.

8) P.M.Jones et al. : Understanding Travel Behaviour, Gower, 1983.

9) M.Clarke : Activity Modelling - A Research Tool or A Practical Planning Technique, Behavioural Research For Transport Policy, International Conference on Travel Behaviour, 1985, pp.3~15.

10) 宮城：時間－空間系における交通行動分析（その1），土木計画学研究発表会講演集，1983, pp.371~378.

11) 河上，磯部，仙石：時間制約を考慮した1日の交通－活動スケジュール決定プロセスのモデル化，土木計画学研究・論文集4，1986, pp.189~196.

12) 近藤：トリップチェーン形成過程のプリズム効用モデル，土木学会論文集IV第377号，1987, pp.71~78.

13) L.P.Kostyniuk and R.Kitamura : Life Cycle and Household Time-Paths : Empirical investigation, TRR 879, pp.28~37, 1982.

14) G.Upton : The Analysis of Cross-tabulated Data, 池田央他訳：調査分類データの解析法，朝倉書店，1980.