

世帯時間配分理論の提案 *

Household Time Allocation Theory *

張 峻屹**

By Junyi ZHANG**

1. はじめに

従来の時間利用データを用いた活動・交通行動モデルは個人の意思決定プロセスを仮定している。例えば、週末の余暇時間を利用してレクリエーション活動を家族全員で行う場合、どこで、なにを、どのくらい時間・費用を費やすかなど、各構成員がそれぞれ意見を交換し、場合によって妥協や交渉などの手段を用いながら世帯としての最終意思決定を行うと考えられる。しかし、個人意思決定プロセスを仮定した従来のモデルではこのことを内生的に表現することが困難である。

そこで、本研究では集団意思決定理論と時間配分理論を融合させ、世帯構成員間及び活動間の相互作用を考慮した新たな世帯時間配分理論を提案する。

2. 集団意思決定理論に関するレビュー

(1) 集団・家族・世帯の区別

集団は集団構成員が明確な関係及び共通のタスクをもち、相互の意見や嗜好などについて bargaining や交渉や妥協など¹⁾を駆使しながら、ある合意されたルールのもとで集団の最終意思決定を行うと考えられる。集団として多くの形態が存在する。組織、家族、友人・知人、同僚などはその例である。異なる形態の集団は異なる意思決定ルールに従う。これらのルールは集団意思決定が必要とするコンセンサスの程度を表す。

一方、交通分野において、世帯という用語が多用されているが、家族と区別しておきたい。なぜなら、家族とは血縁関係で結ばれる個人の集合であるのに

対して、世帯は同じ屋根に住む個人の集合である。

例えば、友達同士で部屋を共用する場合、その集合が世帯であり、家族ではない。家族は構成員間の高い親密度、長期にわたって存在する強く、多様で頻発する相互依存性に特徴づけられる²⁾。また、集団意思決定における家族構成員の相対的影響力は、家族ライフサイクルの異なる段階において同様ではなく、意思決定対象（耐久品や非耐久品の購買など）によっても異なる^{2),3)}。本研究では、(1)定義上世帯は家族を含めること、(2)世帯は交通分野で多用されていることから、世帯の概念を採用する。

(2) 集団意思決定理論の概説

集団意思決定は個人意思決定と比べて不確実性が大きいこと、従来から ill-defined な意思決定問題として認識されてきている⁴⁾。これは集団という概念の範疇が広いこと、構成員間の相互依存や影響関係が複雑であることにも起因すると考えられる。

集団意思決定を扱うモデルとして、大きく分けて規範的モデルと記述的モデルが挙げられる⁵⁾。

(a) 規範的モデル

規範的モデルは公平性や効率性を反映する幾つかの原則を仮定して集団意思決定を表現するものである。このモデルに属するのは Arrow 公理、効用理論及びゲーム理論である。特に効用理論は Arrow 公理の“Impossibility (選好の非推移性を排除できない)”問題を解決するために提案され、加法型や多項線形型集団効用関数に基づくものである。

(b) 記述的モデル

記述的モデルは規範的原則を仮定せずに、実際の意思決定問題を直接記述するものである。社会心理学やマーケティング研究分野では多くの研究が見受けられる。社会心理学の Social Decision Scheme

*キーワード：世帯時間配分，発生交通，交通行動分析

**正員，工博，パシフィックコンサルタンツ(株)総合計画本部

(東京都新宿区西新宿2-7-1新宿第一生命ビル20階)

TEL:03-3344-1109, FAX:03-3344-1549

E-mail:syunkitsu.chou@tk.pacific.co.jp)

理論⁶⁾、情報統合理論 (Information Integration Theory)⁷⁾、マーケティング研究分野の家族購買意思決定に関する概念的なモデル (重み付け線形モデル、重み付け確率モデル、操作変数をもつ重み付け線形モデル)⁸⁾はその例である。

3. 活動・交通行動モデルのレビュー

ここで、世帯構成員間の相互作用を考慮した既存の活動・交通行動モデルを簡単にレビューする。

Golob and McNally は LISREL モデルを適用し、世帯構成員間の相互作用を分析した⁹⁾が、行動的なメカニズムではなく、因果関係の統計的な有意性のみによって世帯内の相互作用を記述している。また、活動の発生と交通選択との階層的構造を仮定し、NL や PCL モデルを適用した研究がある^{10),11)}が、同一選択階層における世帯構成員間の相互作用は考慮されていない。

これに対して、Glieme and Koppelman は共用型活動参加モデルの開発に際して、加法型効用関数を活用し、他人の効用を取り入れた世帯効用関数を提案した¹²⁾。しかし、世帯時間配分モデルを内生的に導き出すことができなかった。

上述のモデルと違って、Borgers and Timmermans は社会相互作用の心理的原則を表現する階層的情報統合理論 (Hierarchical Information Integration Theory) を応用し、複数世帯構成員が関与する住宅選択行動に与える交通施設の影響を分析した¹³⁾。SP データを対象としているモデルなので、RP データへの適用が難しい。

このように、集団意思決定メカニズムを考慮し、一般性のある活動・交通行動モデルが開発されていないのは実情である。そこで、本研究では、世帯時間配分問題を取り上げ、世帯構成員間の相互作用を考慮するために、集団意思決定理論と時間配分理論を融合させ、世帯時間配分理論を提案する。

4. 世帯時間配分理論の提案

従来の個人時間配分モデルでは代表的な世帯構成員を想定する。つまり、同一世帯に複数の構成員がいても、代表的な世帯構成員 (一般的に世帯主を指

す) の行動を世帯全員の行動として仮定する。

本研究では、世帯構成員の違いによって異なる行動パターンや意思決定戦略などを示すと同時に、他の構成員の意思決定や行動に影響を直接か間接的に及ぼすと考え、それぞれの構成員を独立した意思決定者として扱う。

そして、意思決定における構成員間の相互作用を明示的に考慮できる集団意思決定理論と Becker の時間配分理論¹⁴⁾を融合させることを提案する。

集団意思決定理論では各構成員が自分の効用、他人の効用を考えながら、集団としての最終意思決定を行うと仮定する。構成員は自分の効用を実現するためにいろいろな戦略 (命令、交渉、妥協など) を駆使し、どのような戦略をどの程度駆使できるかはその構成員の集団意思決定における相対的な影響力を反映する。ここで、集団意思決定理論の中で最も拡張性の高い集団効用理論を取り上げる。

(1) 集団効用関数のレビュー

集団効用関数 (GUF: Group Utility Function) として主に以下の2種類が提案されてきている。

(a) 多項線形 (Multi-linear) 集団効用関数¹⁵⁾

$$GUF = w_1 u_1 + w_2 u_2 + \lambda_w w_1 w_2 u_1 u_2 \quad (1)$$

ここで、 u_1 と u_2 はそれぞれ構成員 1 と 2 の効用関数を、 w_1 と w_2 は各構成員の重みパラメータを表す。 λ_w は構成員間の相互作用パラメータで、その値が大きければ大きいほど、集団として各構成員の実現可能な効用が近づくように最終意思決定を行うことを意味する。

多項線形集団効用関数は平等性・公平性を考慮している¹⁵⁾ため、本研究で扱う世帯の意思決定を表現するのに適すると考えられる。

式(1)は集団に構成員が 2 人いることを前提に定義されているが、2 人以上のある集団にも容易に拡張できる。

明らかに、第 3 節でレビューした加法型効用関数はこの多項線形型効用関数の特殊ケースである。

(b) Nash 型集団効用関数^{16),17)}

$$GUF = \prod_i (u_i)^{w_i} \text{ or } \prod_i (u_i - \bar{u}_i)^{w_i} \quad (2)$$

ここで $\bar{u}_i$ は構成員 i を除く構成員の平均効用で、集団意思決定の参照点 (reference point) となる。

Nash 型効用関数は参照点という有効な方法論的概念を提案しているが、推定や拡張が困難であると同時に、例えば参照点の位置によって意思決定の結果が異なってくる等、幾つかの理論的な課題がある。

(2) 世帯効用関数の定式化

本研究では式の行動的論理性、一般性と推定しやすさを考え、多項線形型集団効用関数を採用し、世帯効用関数(HUF)を以下のように定式化する。

$$HUF = \sum_{i=1}^n w_i u_i + \sum_{i_1} \sum_{i_2 > i_1} (\lambda_w w_{i_1} w_{i_2} u_{i_1} u_{i_2}) + \dots + \lambda_w \prod_i w_i u_i \quad (3)$$

$$u_i = \sum_{a_i} r_{a_i} u_{a_i} + \sum_{a_i} \sum_{a'_i > a_i} (\lambda_a r_{a_i} r_{a'_i} u_{a_i} u_{a'_i}) + \dots + \lambda_a \prod_{a_i} r_{a_i} u_{a_i} \quad (4)$$

ここでは、 u_{a_i} は世帯構成員 i の活動 a_i に関する効用、 r_{a_i} は活動 a_i に関する構成員 i の重み (または相対的重要性) パラメータ、 λ_a は活動間の相互作用パラメータである。

構成員間の相互作用パラメータ λ について、 $\lambda > 0$ の場合に集団が構成員間の平等性 (equity) を考慮し、 $\lambda < 0$ の場合に構成員間の平等性を考慮しないと言われている¹⁷⁾。これは活動間の相互作用についても言えると思われる。

(3) 具体的な効用関数

活動時間に関する効用関数の具体的な関数形として、一般的に対数関数がよく用いられる。この関数は「活動時間が長くなるにつれ、効用が増えるが、限界効用が減少する」という仮説を前提にしている^{14), 18), 19), 20)}。多くの活動について、可能な意思決定期間においてこの仮説に従う。一方、この仮説に対する批判も見られる。例えば、Supernak は活動の種類によって対数関数と違う効用関数もありうると主張する^{21), 22)}。

(4) 世帯時間配分に関する制約条件

世帯時間配分の制約条件として、利用可能な時間制約や金銭的な制約以外、必要最小限の睡眠時間等の制約 (capacity constraints)、同伴者からの制約 (coupling constraints)、目的施設の営業時間等の制約 (authority constraints)、交通手段の利用可能性制約など多く存在する。

これらの制約条件について、以下の2通りの処理方法が考えられる。

1 つ目の方法として、時間制約のみを考えて、その他の制約条件については活動時間に関する効用関数の中に適切な形で取り入れる。

2 つ目の方法として、世帯効用関数の最大化に際して全ての制約条件を同時に考慮する。

1 つ目の方法は実用性が比較的に高いが、2 つ目の方法にはまだ多くの課題が残されている。

(5) 世帯時間配分モデルの導出

前述 (3) と (4) でのレビューの結果を踏まえて、世帯時間配分における集団意思決定理論の適用可能性に関する検証を簡略化するため、式 (3) と (4) からなる世帯効用関数を、各構成員の利用可能な時間に関する以下の制約条件式のもとで最大化することにより世帯時間配分モデルの開発を試みる。

$$t_i^{hom} + t_i^{ind} + t_i^{alc} + t_i^{shr} = T_i \quad (5)$$

ここで、 $t_i^{hom}, t_i^{ind}, t_i^{alc}$ と t_i^{shr} はそれぞれ自宅内活動、自宅外独立型、分担型及び共用型活動の時間を表す。

本研究では各活動に必要な移動時間が既知であると仮定する。言い換えれば、交通機関分担も既知である。このように仮定すれば、移動時間の影響を考慮した活動効用関数を以下のように提案する。

$$u_i^{hom} = \exp\left(\sum_q \beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom} + \varepsilon_i^{hom}\right) \ln(t_i^{hom}) \quad (6)$$

$$u_i^{ind} = \exp\left(\sum_q \beta_{iq}^{ind} x_{iq}^{ind}\right) / tt_i^{ind} + \varepsilon_i^{ind} \ln(t_i^{ind}) \quad (7)$$

$$u_i^{alc} = \exp\left(\sum_q \beta_{iq}^{alc} x_{iq}^{alc}\right) / tt_i^{alc} + \varepsilon_i^{alc} \ln(t_i^{alc}) \quad (8)$$

$$u_i^{shr} = \exp\left(\sum_q \beta_{iq}^{shr} x_{iq}^{shr}\right) / tt_i^{shr} + \varepsilon_i^{shr} \ln(t_i^{shr}) \quad (9)$$

ここで、変数 x は世帯及びその構成員属性、 β はそのパラメータ、変数 tt は移動時間、 ε は誤差項である。

操作性の高い世帯時間配分モデルを導くため、以下の仮説を立てる。

仮説 1：すべての効用関数は非負である。

仮説 2：活動時間の限界効用は逓減性をもつ。

仮説 3：全ての構成員が世帯意思決定に参加する。

仮説 4：共用型活動は synchronized である。

仮説 5：世帯構成員の役割分担が既知である。

以上の仮説を前提に、式(3)～(5)に関する以下のようなラグランジュ関数を定義する。

$$L = \sum_i (w_i u_i) + \sum_i \sum_{i'=i+1} (\lambda w_i w_{i'} u_i u_{i'}) + \sum_i \mu_i \{T_i - (t_i^{hom} + t_i^{ind} + t_i^{alc} + t_i^{shr})\} \quad (10)$$

式(10)の最大化に関する一次条件式を解くと、各活動の時間配分モデルは以下のように導かれる。

$$\ln \left(\frac{\hat{t}_i^{ind}}{\hat{t}_i^{hom}} \right) = \frac{\sum_q \beta_{iq}^{ind} x_{iq}^{ind}}{tt_i^{ind}} - \sum_q \beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom} + \ln(mv_i^{ind}) - \ln(mv_i^{hom}) + \eta_i^{ind} \quad (11)$$

$$\ln \left(\frac{\hat{t}_i^{alc}}{\hat{t}_i^{hom}} \right) = \frac{\sum_q \beta_{iq}^{alc} x_{iq}^{alc}}{x_i^{alc}} - \sum_q \beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom} + \ln(mv_i^{alc}) - \ln(mv_i^{hom}) + \eta_i^{alc} \quad (12)$$

$$\ln \left(\frac{\hat{t}_i^{shr}}{\hat{t}_i^{hom}} \right) = \ln \left(\frac{\sum_i HUF_i(shr)}{\sum_i \sum_{j_1} HUF_{ij_1}} \right) + \ln \left(\frac{\exp \left(\sum_q \beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom} \right)}{\exp \left(\sum_q \beta_{iq}^{ind} x_{iq}^{ind} \right) / tt_i^{ind} + \exp \left(\sum_q \beta_{iq}^{alc} x_{iq}^{alc} \right) / x_i^{alc}} \right) - \sum_q \beta_{iq}^{hom} x_{iq}^{hom} + \eta_i^{shr} \quad (13)$$

ここで、 $\eta_i^{ind}, \eta_i^{alc}, \eta_i^{shr}$ は互いに相関する新たな誤差項で、添え字 i_o は任意の世帯構成員を指す。本研究ではこれらの誤差項の相関を考慮するため、SUR (Seemingly Unrelated Regression) 法²³⁾を適用する。構成員が n 人いる場合、同時に推定する方程式の数は $2n+1$ である。

5. 世帯意思決定パターンの分析

(1) モデルの推定用データの概要

モデルの推定にあたり、オランダで収集されたアクティビティデータを用いた。このアクティビティ調査はロッテルダム地域に居住する 1223 世帯を対象に 1997 年に実施された。1 世帯あたり最大 2 人の構成員が抽出された。本研究ではその中から 2 人の構成員がいる世帯のみをサンプル（平日に 257 世帯、休日に 123 世帯）として選んだ。また、元々 48 種類のアクティビティを自宅内アクティビティ、自宅外アクティビティ（独立型、分担型、共用型）に統合した。モデルの説明変数として世帯・構成員属性と交通サービス水準の移動時間を取り上げる。前者は、世帯最年長者の年齢（1, 25 才以下；2, 26-45 才；3, 46-65 才；4, 66 才以上）、世帯有職者数（0, 1, 2 人）、自動車・自転車保有台数及び週間勤務時間を含める。平日と休日モデルの推定結果をそれぞれ表 1, 2 に示す。

(2) モデルの推定結果の考察

(a) モデル精度

重相関係数からみると、平日と休日ともにモデルの精度が良好であると言えるが、休日の方がやや低い。これは休日時間配分に影響する要因が平日と異なること、平日に十分な説明力をもつ要因が休日時間配分に必ずしも影響しないこと、また、他の影響要因も存在することを示唆する。さらに、平日と休日の時間配分に相関関係が存在することも考えられる。これらのことについて、今後、休日説明要因に関する調査、平日と休日の同時時間配分モデルの開発を行うことにより対処する必要がある。

(b) 世帯構成員間の相互作用

平均的な傾向として、世帯時間配分の意思決定において平日に男性より女性の方が優先されるが、休日になると、逆の傾向が見られる。

相互作用パラメータについて、平日・休日ともに有意な値となっており、相互作用が存在することを意味する。また、平日ではマイナス、休日ではプラスの符号をそれぞれ得ている。これは、平日時間配分においては構成員が各自のスケジュールを優先し、構成員間に非協力的な関係を保つのに対して、休日

表1 世帯時間配分モデルの推定結果(平日)

説明変数	パラメータ推定値	t 値
独立型活動		
定数項 / tt	-3.5123	-3.629
世帯最年長者の年齢 / tt	-0.4558	-2.003
世帯有職者数 / tt	-0.2350	-0.912
乗用車保有台数 / tt	-0.4259	-1.199
自転車保有台数 / tt	0.1319	1.033
勤務時間 / tt	0.0375	3.431
分担型活動		
定数項 / tt	-3.8795	-11.43
世帯最年長者の年齢 / tt	-0.0482	-0.562
世帯有職者数 / tt	-0.0280	-0.299
乗用車保有台数 / tt	0.0458	0.441
自転車保有台数 / tt	0.0581	1.277
勤務時間 / tt	0.0098	2.863
共用型活動		
定数項 / tt	-3.5437	-7.126
世帯最年長者の年齢 / tt	-0.0407	-0.324
世帯有職者数 / tt	0.1244	0.904
乗用車保有台数 / tt	-0.0251	-0.183
自転車保有台数 / tt	0.0575	0.802
勤務時間 / tt	0.0000	-0.004
世帯構成員間の影響		
女性の重み	0.5240	-
男性の重み	0.4760	18.39
相互作用	-0.3778	-8.887
活動間の相互作用		
在宅活動	0.5766	-
独立型活動	0.3481	28.49
分担型活動	0.0660	10.19
共用型活動	0.0093	7.964
相互作用	-0.1302	-17.79
共用型活動の方程式	0.8950	
男性：独立型活動方程式	0.8307	
分担型活動方程式	0.8648	
女性：独立型活動方程式	0.9068	
分担型活動方程式	0.9090	

tt：移動時間(収束計算を容易に行うため逆数を使った)

表2 世帯時間配分モデルの推定結果(休日)

説明変数	パラメータ推定値	t 値
独立型活動		
定数項 * tt	0.3521	5.814
世帯最年長者の年齢 * tt	-0.0195	-1.289
世帯有職者数 * tt	0.0086	0.618
乗用車保有台数 * tt	-0.0492	-3.341
自転車保有台数 * tt	-0.0114	-2.276
勤務時間 * tt	-0.0010	-1.922
分担型活動		
定数項 * tt	0.5125	3.664
世帯最年長者の年齢 * tt	-0.0722	-2.457
世帯有職者数 * tt	-0.0531	-2.180
乗用車保有台数 * tt	-0.0046	-0.136
自転車保有台数 * tt	-0.0005	-0.043
勤務時間 * tt	-0.0002	-0.127
共用型活動		
定数項 * tt	0.0242	1.092
世帯最年長者の年齢 * tt	0.0028	0.437
世帯有職者数 * tt	0.0130	1.893
乗用車保有台数 * tt	0.0222	2.913
自転車保有台数 * tt	-0.0053	-2.035
勤務時間 * tt	-0.0009	-2.724
世帯構成員間の影響		
女性の重み	0.4427	-
男性の重み	0.5573	5.362
相互作用	0.3055	2.565
活動間の相互作用		
在宅活動	0.9751	-
独立型活動	0.0176	7.249
分担型活動	0.0062	10.88
共用型活動	0.0012	8.842
相互作用	-2.4E-14	-0.218
共用型活動の方程式	0.5689	
男性：独立型活動方程式	0.7607	
分担型活動方程式	0.7713	
女性：独立型活動方程式	0.7829	
分担型活動方程式	0.7287	

tt：移動時間

においては構成員間が互いに協力し合い、世帯全体の時間配分を決めていくと解釈することができる。

(c) 活動間の相互作用

活動間の相互作用パラメータは、平日・休日ともにマイナスな値となっている。これは異なる活動への時間配分に際して、コンフリクトが生じていることを意味する。つまり、1つの活動への時間配分が他の活動への時間配分確率を減らすことになる。ただし、休日の相互作用パラメータはほぼゼロで、

しかも統計的に有意となっていないため、相互作用が休日時間配分の意思決定において存在しないことを示す。相互作用が平日に存在し、休日に存在しないことは、平日と休日における時間制約の厳しさの違いによるものと考えられる。

また、平日・休日ともに在宅活動に最も大きな重みを置き、特に休日在宅活動への重みは 0.9751 と非常に大きな値となっている。その他については、独立型、分担型そして共用型活動の順で重みが減っていく。さらに、平日と比べて休日において自宅外

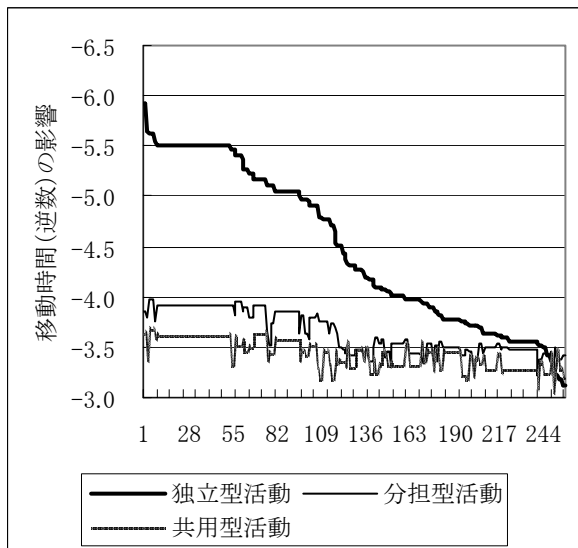


図1 平日の男性時間配分への移動時間の影響

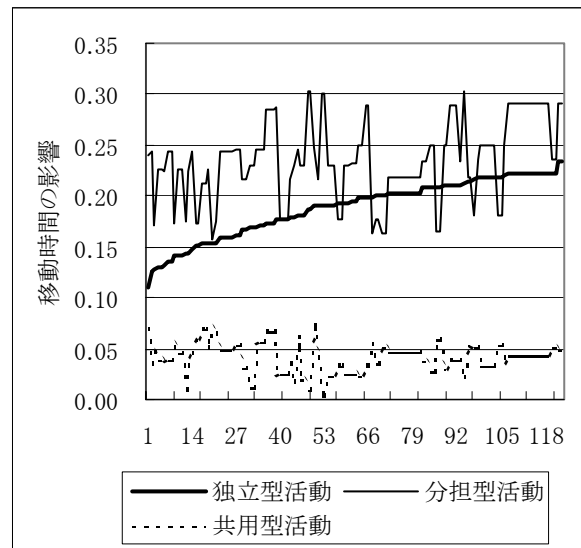


図3 休日の男性時間配分への移動時間の影響

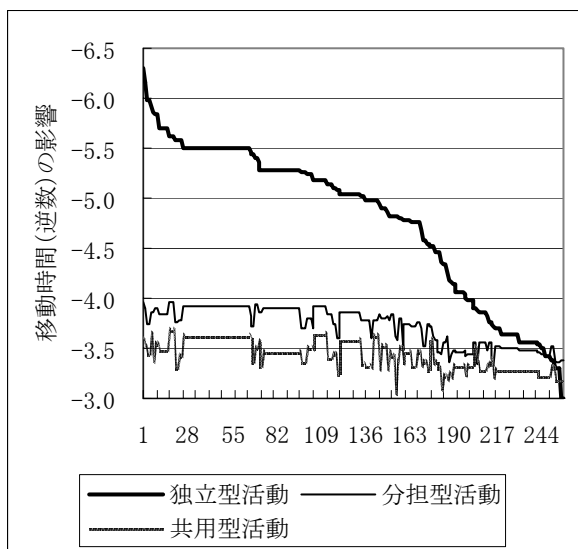


図2 平日の女性時間配分への移動時間の影響

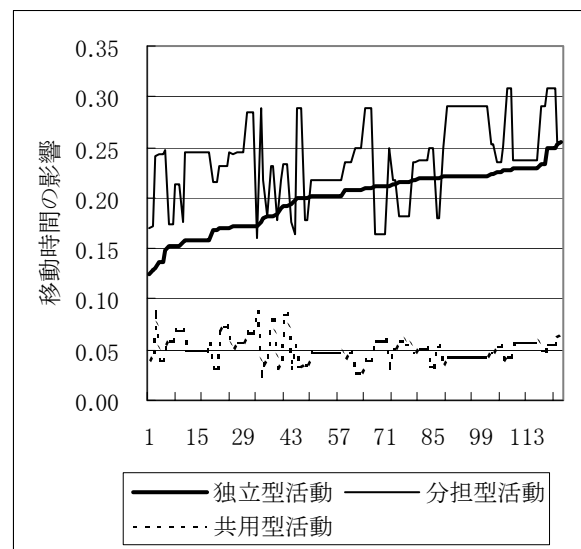


図4 休日の女性時間配分への移動時間の影響

表3 データからみた活動時間と移動時間の関係

自宅外活動	平日		休日	
共用型活動(分)	13.01		49.76	
(移動時間:分)	(7.53)		(20.02)	
非共用型自宅外活動	男性	女性	男性	女性
分担型活動(分)	11.36	21.30	5.95	13.85
(移動時間:分)	(3.86)	(6.36)	(1.71)	(2.83)
独立型活動(分)	320.14	226.16	87.37	53.52
(移動時間:分)	(32.56)	(18.70)	(12.73)	(6.38)

活動間の重みの差が小さくなっている。

(d) 活動時間配分に与える移動時間の影響

ここで、移動時間は活動遂行に利用された各交通機関の移動時間の合計を指す。移動時間の影響は個人によって異なるため、平日・休日の男女別にその

影響をそれぞれ図1~4に示す。また、データからみた活動時間と移動時間の関係について表3に示す。同表から、本研究で使用した活動日誌調査では、(1)近距離トリップが多いこと、(2)長時間活動に長い移動時間が伴うこと、が分かる。共用型活動について、平日より休日の方が約3倍も長く、休日に家族で比較的に長いトリップが伴う活動を行う傾向がある。分担型活動について女性の移動時間が男性より約倍も長い、独立型活動については逆の傾向を示す。

また、表1、2及び図1~4から分かるように、移動時間パラメータはどの活動時間モデルにおいても正の値であり、しかも統計的に有意であった。活動時間と移動時間との正の相関関係は対象地域では

長時間活動に長い移動時間が伴ったことを示唆する。しかし、交通インフラの整備による移動時間の短縮は活動時間を減らすと考えにくいいため、在宅活動時間の増加と新たな活動の誘発につながると推測される。このことは今後、シミュレーション分析などを通じて明らかにする必要がある。

5. おわりに

本研究では従来の活動・交通行動モデルにおける個人意思決定プロセスの仮説を問題視し、集団効用理論と時間配分理論を融合させた世帯時間配分理論を提案した。その結果、世帯の時間配分モデルと活動選択モデルを同時に導くことができた。このモデルの中で個人や活動に関する重み及び、相互作用の影響を明示的に考慮している。そして、オランダで収集された活動日誌調査データを用いて開発したモデルの有効性を実証した。

今後の研究課題として世帯構成員間の相互作用に対応した活動調査方法の開発、提案したモデルのさらなる拡張、世帯構成員間の相互作用を多項線形効用により、活動間の相互依存性を限界効用により表現した新たな階層型活動選択モデルに関する詳細な検討などが挙げられる。

参考文献

- 1) Stasser, G., Kerr, N.L. and Davis, J.H.: Influence processes in decision-making groups: A modeling approach, in Psychology of Group Influence, Paulus, P.B (ed.), Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1980.
- 2) Kirchler, E.: Household economic decision making, in Handbook of Economic Psychology, van Raaij, W.F., van Veldhoven, G.M. and Warneryd, K.E. (eds.), Kluwer Academic Publishers, 1988.
- 3) Cosenza, R.M. and Davis D.L.: Family vacation decision making over the family life cycle: A decision and influence structure analysis, Journal of Travel Research, Vol.17, pp.17-23, 1981.
- 4) Abelson, R.P. and Levi, A.: Decision making and decision theory, Chapter 5, in Handbook of Social Psychology, Volume 1, Theory and Method, Lindzey, G. and Aronson E. (eds.), Random House, New York, 1985.
- 5) Corfman, K.P. and Gupta, S.: Mathematical models of group choice and negotiations, in Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol.5: Marketing, pp.83-142, 1993.
- 6) Davis, J.H.: Group decision and social interaction: A theory of social decision schemes, Psychological Review, Vol.80, No.2, pp.97-125, 1973.
- 7) Molin, E.: Conjoint Modeling Approaches for Residential Group Preferences, Ph.D. Dissertation, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, 1999.
- 8) Sheth, J.N.: Models of Buying Behavior, Harper and Row, New York, 1974.
- 9) Golob, T.F. and McNally, M.G.: A model of household interactions in activity participation and the derived demand for travel, Transportation Research, Vol.31(B), pp.177-194, 1997.
- 10) Wen, C.H. and Koppelman, F.S.: An integrated model system of stop generation and tour formation for the analysis of activity and travel patterns, Paper presented at the 78th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C., 1999.
- 11) Rich, J.H.: Modeling two-worker households, Paper presenting at the 9th International Association for Travel Behavior Conference, Gold Coast, Queensland, Australia, 2-7 July, 2000.
- 12) Gliebe, J.P. and Koppelman, F.S.: A model of joint activity participation, Paper presenting at the 9th International Association for Travel Behavior Conference, Gold Coast, Queensland, Australia, 2-7 July, 2000.
- 13) Borgers, A. and Timmermans, H.: Transport facilities and residential choice behavior: A model of multi-person choice processes, Papers

- in *Regional Science: The Journal of the RSAI* 72(1), pp.45-61, 1993.
- 14)Becker, G. S. (1965) A Theory of the Allocation of Time, *Economic Journal*, vol.75, pp.493-517.
 - 15)Eliashberg, J. and Winkler, R.L.: Risk sharing and group decision making, *Management Sciences*, Vol.27, No.11, pp.1221-1235, 1981.
 - 16)Gupta, S.: Modeling integrative, multiple issue bargaining, *Management Science*, Vol.35, No.7, pp.788-806, 1989.
 - 17)Gupta, S. and Livne, Z.A.: Resolving a conflict situation with a reference outcome: An axiomatic model, *Management Science*, Vol.34, No.11, pp.1303-1314, 1988.
 - 18)Kitamura R. : A model of daily time allocation to discretionary out-of-home activities and trips, *Transportation Research B*, 18,255-266.
 - 19)Kitamura R., Yamamoto T. and Fujii S.:A discrete-continuous analysis of time allocation to two types of discretionary activities which accounts for unobserved heterogeneity, *Transportation and Traffic Theory*, J.B. Lesort (ed.), 431-453, Elsevier, Oxford, 1996.
 - 20)Kraan M.:In search for limits to mobility growthwith a model for the allocation of time and money, *Activity-based Approaches to Travel Analysis*, D.F. Ettema and H.J.P. Timmermans (eds.), 89-116, Pergamon, Oxford, 1997.
 - 21)Supernak J.: A dynamic interplay of activities and travel: analysis of time of day utility profiles, *Developments in Dynamic and Activity-based Approaches to Travel Analysis*, P. Jones (ed.), 99-122, Avebury, Adlershot, 1988.
 - 22)Supernak, J.: Temporal utility profiles of activities and travel: uncertainty and decision making, *Transportation Research B*, 26, 61-76, 1992.
 - 22)Zeller, A.: An Efficient Method of Estimating Seeming Unrelated Regressions and Tests of Aggregation Bias, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 57, 348-368, 1962.