

離散連続モデル

ランダム効用理論に基づく所得制約下での国内・海外旅行行動の連続・離散選択モデル，
藤井聡，池田泰敏，北村隆一，土木計画学研究・論文集NO.15 1998

理論勉強会#5

5月15日

M2 笠原 和

離散連続モデルとは

連続量の選択結果が離散的な選択に影響を及ぼすような場合に、
離散選択と連続量の選択を相互に関連づけてモデル化するもの

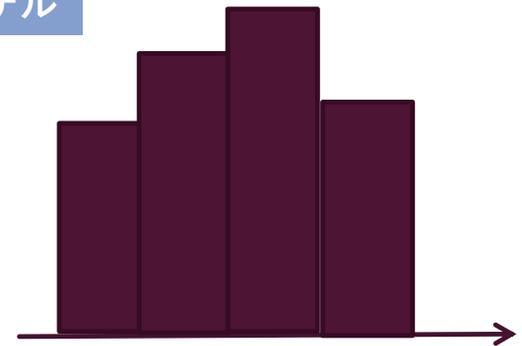
- Tobitモデルを基にしたモデル群(誘導型)
Type I ~ Type V

現象記述や不完全観測下
での行動モデル

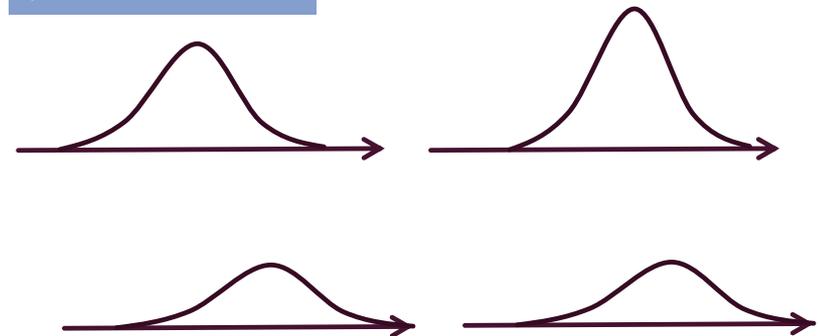
- 効用最大理論に基づくモデル群(構造型)
 - KT条件を用いる方法(MDCEVモデル)

経済理論に整合的である
ことが求められる場合

離散選択モデル



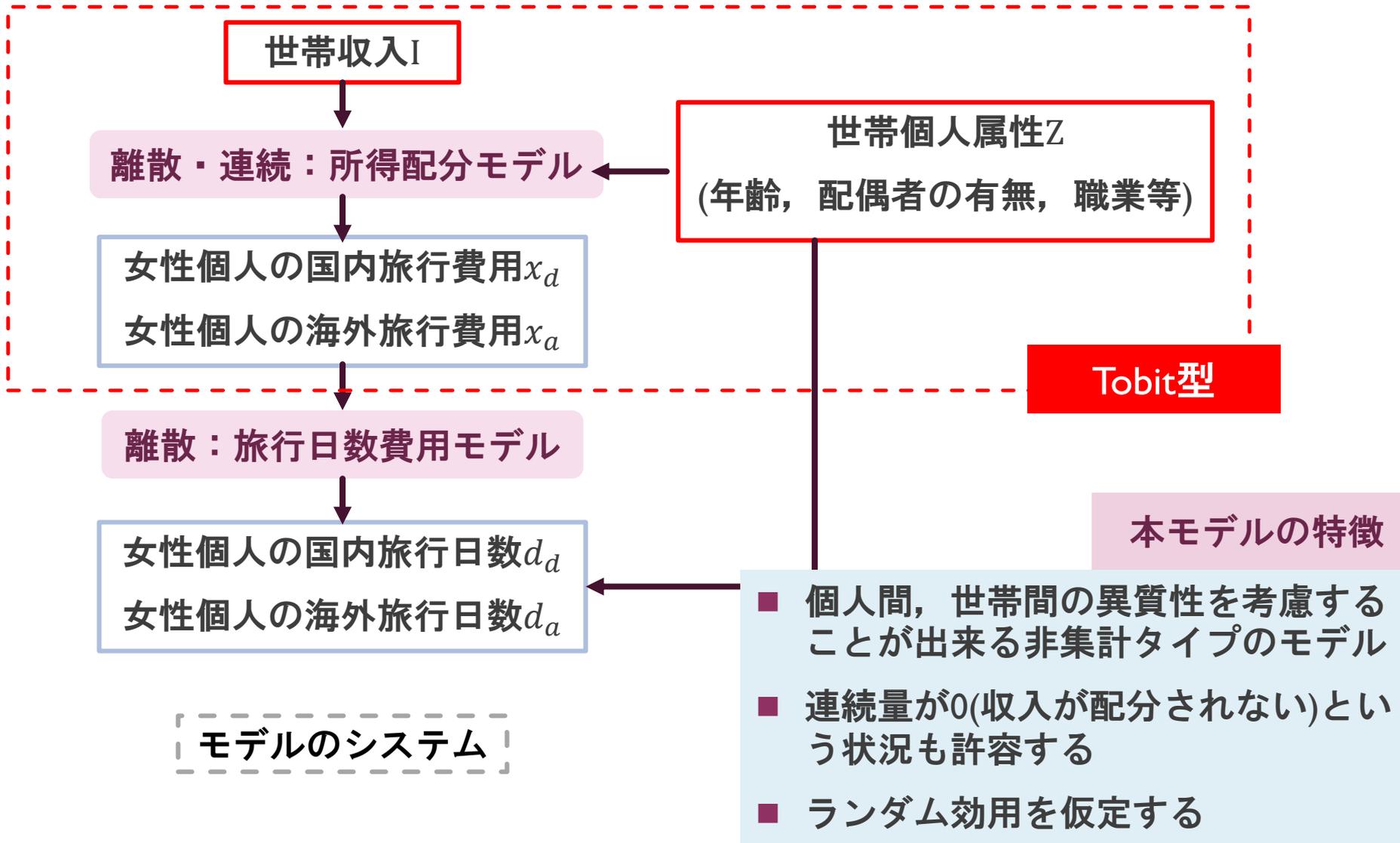
資源配分モデル



背景

- 効用最大化仮説に基づくアプローチでは、交通行動とそれ以外の消費行動とのトレードオフ、相関関係を明示的に記述出来ることが利点
- 現象記述のためや、需要解析ツールとして開発
- 連続量が0を許容しないことや、複数の財に資源を同時に配分するような現象を記述できないという課題

モデル概要



連続：所得配分モデル

■ 世帯の意志決定についての仮定

$$\max U_{all}(x_a, x_d, x_o) = U_a(x_a) + U_d(x_d) + U_o(x_o) \quad \dots (1)$$

$$s.t. \quad I = x_a + x_d + x_o \quad \dots (2a)$$

$$x_a \geq 0, x_d \geq 0, x_o \geq 0 \quad \dots (2b)$$



最大化問題を解く

■ 所得配分モデルによる海外・国内旅行費用の導出

$$\begin{pmatrix} x_a^* \\ x_d^* \\ x_o^* \end{pmatrix} = F(I, Z, B_a, B_d, \xi_a, \xi_d) \quad \dots (3)$$

需要関数：F

I ：世帯収入

x_a ：海外旅行費用

x_d ：国内旅行費用

x_o ：上記以外のすべての支出

$U_{all}()$ ：世帯の直接効用関数

$U_a()$, $U_d()$, $U_o()$ ：世帯の部分効用関数

限界効用逓減の法則に従う

x_a^*, x_d^*, x_o^* ：(1)の最適解

B_a, B_d ：未知パラメータベクトル

ξ_a, ξ_d ：誤差項

Z ：個人属性ベクトル

連続：所得配分モデル

- 誤差相関を考慮した連立型のTobitモデル

$$\ln \left(\frac{x_{a^*+1}}{x_a^* + 1} \right) \begin{cases} = B_a Z + \xi_a & \text{if } (x_a^* > 0) \\ \geq B_a Z + \xi_a & \text{if } (x_a^* = 0) \end{cases}$$

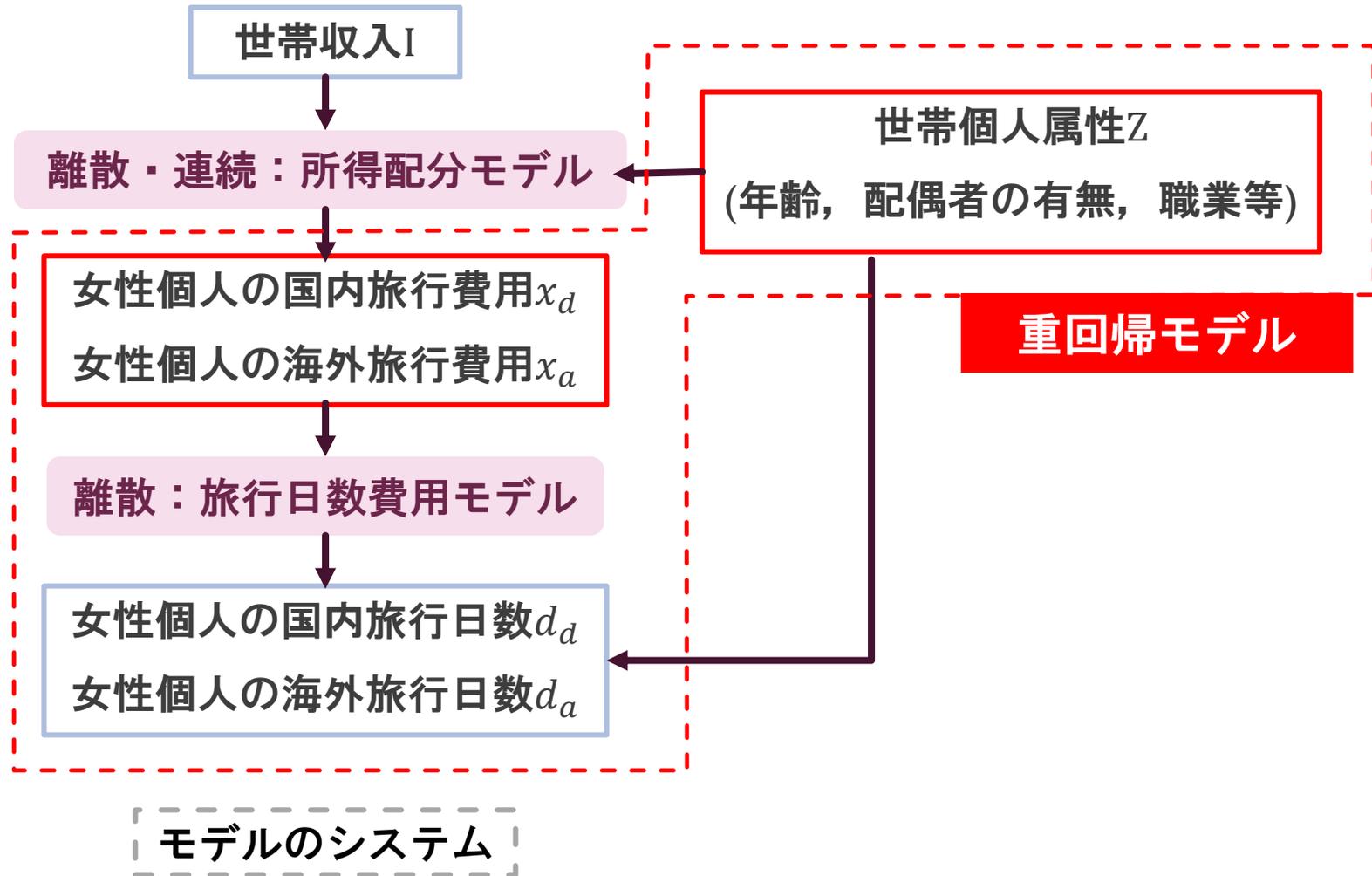
$$\ln \left(\frac{x_{d^*+1}}{x_d^* + 1} \right) \begin{cases} = B_d Z + \xi_d & \text{if } (x_d^* > 0) \\ \geq B_d Z + \xi_d & \text{if } (x_d^* = 0) \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} \phi_{\xi_a, \xi_d}(\delta_a, \delta_d) & \text{if } (x_a^* > 0, x_d^* > 0) \\ \int_{-\infty}^{\delta_a} \phi_{\xi_a, \xi_d}(s, \delta_d) ds & \text{if } (x_a^* = 0, x_d^* > 0) \\ \int_{-\infty}^{\delta_d} \phi_{\xi_a, \xi_d}(\delta_a, t) dt & \text{if } (x_a^* > 0, x_d^* = 0) \\ \int_{-\infty}^{\delta_d} \int_{-\infty}^{\delta_a} \phi_{\xi_a, \xi_d}(s, t) ds dt & \text{if } (x_a^* = 0, x_d^* = 0) \end{cases}$$



観測地に基づいて尤度関数を定式化し，最大化することで， ξ_a, ξ_d の分散共分散行列を推定

離散：旅行日数費用モデル



離散：旅行日数費用モデル

- 女性個人の意志決定についての仮定

$$\max U_a(m_a, d_a) = \underline{m_a^{\exp(\beta_a Z + \pi_a)}} \underline{\ln(d_a + 1)} \quad \dots (4)$$

$$s.t. x_a = m_a d_a \quad \dots (5)$$

限界効用逡減の法則

限界効用は一日あたりの平均旅行費用と正の相関を持ち、かつ個人属性によっても影響を受ける

U_a : 国内旅行の総効用関数

d_a : 国内旅行の日数

m_a : 国内旅行の費用/日

x_a : 国内旅行の年間費用

$$\max U_d(m_d, d_d) = \underline{m_d^{\exp(\beta_d Z + \pi_d)}} \underline{\ln(d_d + 1)} \quad \dots (6)$$

$$s.t. x_d = m_d d_d \quad \dots (7)$$

U_d : 海外旅行の総効用関数

d_d : 海外旅行の日数

m_d : 海外旅行の費用/日

x_d : 海外旅行の年間費用

β_a, β_d : パラメータベクトル

π_a, π_d : 誤差項

最大化問題を解く



離散：旅行日数費用モデル

$$\ln \left[\frac{d_a^*}{(d_a^*+1)\ln(d_a^*+1)} \right] = \beta_a Z + \pi_a \cdot \cdot \cdot \quad (8)$$

$$x_a = m_a^* d_a^* \cdot \cdot \cdot \quad (9)$$

$$\ln \left[\frac{d_d^*}{(d_d^*+1)\ln(d_d^*+1)} \right] = \beta_d Z + \pi_d \cdot \cdot \cdot \quad (10)$$

$$x_d = m_d^* d_d^* \cdot \cdot \cdot \quad (11)$$

解析的に解くことは不可能
→数值的に解く



重回帰分析で未知パラメータを推定する

U_a ：国内旅行の総効用関数

d_a ：国内旅行の日数

m_a ：国内旅行の費用/日

x_a ：国内旅行の年間費用

U_d ：海外旅行の総効用関数

d_d ：海外旅行の日数

m_d ：海外旅行の費用/日

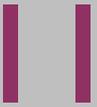
x_d ：海外旅行の年間費用

β_a, β_d ：パラメータベクトル

π_a, π_d ：誤差項

データ概要

- 調査団体：財団法人家計経済研究所
- 調査名目：消費行動に関する調査
- 目的：女性個人の消費行動全般と、それに影響を及ぼすであろう種々の要因を定量的に把握すること
- データ項目：世帯家計，趣味・娯楽活動，個人属性，世帯属性
- 対象：25~35歳女性
- 調査年：94年10月
- サンプル数：1500（利用可能な回答：1054）
- 抽出方法：地域別にランダム



数値計算の推定結果

■ 連続：所得配分モデル

変数	パラメータ	T値
居住地が町村の場合1, それ以外0	-0.33	-1.69
30歳未満の夫を持つ時1, それ以外0	-2.26	-3.67
30歳以上の夫を持つ時1, それ以外0	-2.70	-10.45
海外旅行 親と同居している時1, それ以外0	-0.30	-1.56
B_a 子供の人数	-0.05	-1.34
職業を持つ時1, それ以外0	0.77	2.55
定数項	-7.07	-16.49
30歳未満の夫を持つ時1, それ以外0	-2.48	-5.66
30歳以上の夫を持つ時1, それ以外0	-2.99	-6.70
国内旅行 親と同居している時1, それ以外0	-0.29	-2.63
B_d 子供の人数	-0.16	-4.18
職業を持つ時1, それ以外0	0.59	7.82
定数項	-6.91	-7.25

$\sigma_d=1.32, \sigma_a=1.49, \rho=0.86$
 Sample Size = 1054, L(C) = 829.82, L(B) = 632,
 χ^2 (df = 13) = 395.38

■ 離散：旅行日数費用モデル(国内)

	パラメータ	t値
定数項	-0.16	-3.28
親と同居している時1, それ以外0	-0.05	-2.73
最終学歴が大学以上の時1, それ以外0	-0.11	-5.01
海外旅行費用の対数 $\ln(x_d)$	-0.21	-16.22
職業を持つ時1, それ以外0	-0.06	-1.79

Sample Size = 174, Adj. R^2 = 0.67

■ 離散：旅行日数費用モデル(海外)

定数項	-0.24	-3.43
30歳未満の夫を持つ時1, それ以外0	-0.21	-1.70
最終学歴が大学以上の時1, それ以外0	-0.08	-2.43
海外旅行費用の対数 $\ln(x_a)$	-0.18	-8.91

Sample Size = 87, Adj. R^2 = 0.50

- 女性個人の国内旅行費用と海外旅行費用との間には強い相関関係がある
- 働いている女性の方が旅行費用が多い
- 高学歴女性ほど旅行期間の短い贅沢な旅行より,節約して長期旅行をする傾向

シミュレーション

- 個人属性，世帯の変化に伴う海外・国内旅行行動の変化を解析

	独身 仕事無し	独身 仕事有り	夫有り 仕事有り	夫有り 仕事無し
国内旅行日数*	5.4日/年	9.4日/年	4.9日/年	4.1日/年
海外旅行日数*	3.7日/年	5.4日/年	4.6日/年	2.7日/年
国内1日あたりの費用*	¥8,557	¥11,829	¥13,305	¥16,956
海外1日あたりの費用*	¥14,988	¥20,509	¥19,717	¥11,959
国内旅行実行確率**	7.90%	8.10%	2.70%	1.80%
海外旅行実行確率**	7.00%	8.80%	3.50%	1.80%

* 一年間の旅費が0でない場合の平均値

** 各ケース 100,00 回のテスト計算のうちの一年間の旅費が0でなかった割合

- 4つのシナリオ
 - 独身就職前：1000万円
 - 独身就職後：1500万円
 - 結婚後退職前：1300万円
 - 結婚・退職後：800万円
- 国内・海外旅行のそれぞれの実行確率が結婚後大幅に減少
- 働く独身の女性が家族と別の旅行をする機会多い

まとめ

- 将来における構造的変化を考慮した交通需要予測を的確に行うため、非集計型の行動モデルシステムの構築を行った研究.
- 二つのサブモデルから構成される離散連続モデルを定式化
 - 女性個人の一年間の国内、海外旅費総計を収入や個人属性に基づいて出力するモデル(所得配分モデル)
 - 海外、国内旅行の日数、一日あたりの平均費用を一年間の国内、海外旅費総計に基づいて出力するモデル(旅行費用日数モデル)
 - 所得制約条件下でもランダム効用最大化
- 旅行行動とその他の消費行動とのトレードオフを考慮することが出来る
- 旅行先での出費も予測可→交通需要予測だけでなく交通需要にともなう出費も予測可