

交通行動調査の設計

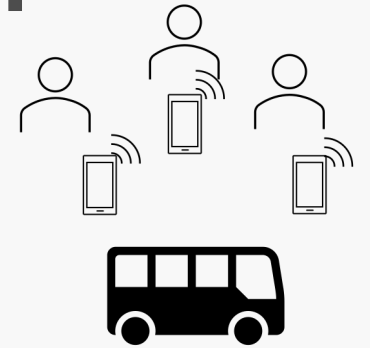
SP調査と実験計画法

白井 帆香

東京大学交通都市国土学研究室修士1年

付知町のデマンド交通の需要を予測するには？

- **デマンド交通=現存しない交通サービス@付知町**
 - 行動データ(PTやPT)では予測不可能
- **利用するかもしれない人に聞いてみよう！**
 - 「何を」「どう」聞けば正確な予測ができるか
 - 必要なデータを効率よく取得するには



実験計画法によるSP調査のデザイン

RP – Revealed Preferences

実際の旅行者の行動データをもとに推定する顕示選好法

- 現実の行動データを用いており、データの信頼性が高い
- 新たな交通手段/経路に対する潜在的需要の評価が困難

*説明変数間に相関が生じていること

- 推定への多重共線性*の影響
- 選択肢集合が不明瞭

SP – Stated Preferences

アンケート調査で旅行者が回答したデータをもとに推定

- バイアスを受けやすい
- 現存しない選択肢を扱うことができる
- 選択肢や説明変数を計画的に設定できる

SPデータの信憑性を損なう様々な「バイアス」

森川(1990)

● 実際の行動と異なる意思決定に起因

- いい加減に回答
- プロミネンス仮説：最も重要な説明変数だけを考慮し，他を無視
- 政策操縦バイアス：政策を自分の都合の良いように導こうという意図
- 追従バイアス：実験者が望んでいる回答を察知して期待に沿うように回答
- 正当化バイアス：市場での行動を正当化するような選好を回答

● 不完全な選択肢に起因

- Omitted variable bias：SPに含まれていない説明変数を，選択肢から連想し選択の際に考慮

● 現実の制約条件の無視に起因

→属性間の純粋なトレード・オフの
情報を得ることができる

少ないサンプルで効率的な推定を行うために

栗山(2000)

- 選択肢間の相関(多重共線性)を生じさせない
- 非現実的なプロフィールを避ける
 - ランダムに説明変数を組み合わせると非現実的な経路が生じる危険性
- 選択肢間の効用バランスを保つ
 - 支配プロフィール(他より明らかに好ましいプロフィール)は推定の無駄
 - 選択肢間のトレードオフが生じるようにする

実験計画法の直交表を用いることで

- 選択肢間の独立を保ちつつ
- プロフィールを効率的に割り付け
- 各人から複数の選好情報を得ることで、サンプル数を確保する

“あるべき要因効果を効率よく，誤らずに検出するためには，
どのように実験を計画すべきかをまとめた工夫集” 入門統計学(栗原)

1. フィッシャーの3原則

- 誤りのない解析結果を得るためには，どのように実験の場を配置すべきか
 1. 反復：独立した実験を繰り返し，異なる個体から観測
 2. 無作為：系統誤差を偶然誤差に転化して（=平均化），検定統計量の歪みを正す
 3. 局所管理：系統誤差をブロック因子として取り込むことで要因から分離

2. 直交表

- 実験を選別して効率化

因子：説明変数

水準：設定した説明変数のレベル

直交表

例

2水準7因子の実験

$2^7=128$ 種類の実験が必要

→直交表を使うと8種類の実験で済む

なぜ???

L8直交表

要因の割付

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 実験の種類 (水準の組み合わせ) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |

直交表

- 各要因で各水準が同数回ずつ反復
- 「見たい要因」以外は全ての条件が同じ
- 任意の2列で1-1,1-2,2-1,2-2という水準の組み合わせが2回ずつ現れる
- **各列(要因)が全て直交**
 - 直交：2列のベクトルの内積が0=独立無相関
- **交互作用の検出を諦めている**

L8直交表

要因の割付

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 実験の種類(水準の組み合わせ) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| | 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | 8 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |

2水準系直交表, 3水準系直交表, 混合系直交表など様々な種類

補完的な性質を持つRPとSPを同時に用いて推定

- RPデータだけでは同定できない新規サービスのパラメーター推定
- SPに含まれるトレードオフ情報を用いて統計的有効性を向上
- SPデータに含まれるバイアスを修正

| モデル | スケールパラメーター μ を統一 | 尤度関数 |
|--|---|---|
| <p><u>RPモデル</u></p> $U_{in}^{RP} = \beta' x_{in}^{RP} + \alpha' w_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP}$ $= V_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP}, \quad i = 1, \dots, I_n^{RP} \text{ and } n = 1, \dots, N^{RP} \quad (1)$ <p>$d_n^{RP}(i) = \begin{cases} 1: & \text{if individual } n \text{ chose alternative } i \text{ in the RP data} \\ 0: & \text{otherwise} \end{cases}$</p> <p><u>SPモデル</u></p> <p style="font-size: small; color: red;">共通</p> <p style="font-size: small; color: blue;">それぞれに固有 → SPバイアス(過去の正当化、政策操縦)を除去</p> $U_{in}^{SP} = \beta' x_{in}^{SP} + \gamma' z_{in}^{SP} + \varepsilon_{in}^{SP}$ $= V_{in}^{SP} + \varepsilon_{in}^{SP}, \quad i = 1, \dots, I_n^{SP} \text{ and } n = 1, \dots, N^{SP} \quad (2)$ <p>$d_n^{SP}(i) = \begin{cases} 1: & \text{if individual } n \text{ chose alternative } i \text{ in the SP data} \\ 0: & \text{otherwise} \end{cases}$</p> | $\text{Var}(\varepsilon_{in}^{RP}) = \mu^2 \text{Var}(\varepsilon_{in}^{SP}), \quad \forall i, n$ | $L^{RP}(\alpha, \beta) = \sum_{n=1}^{N^{RP}} \sum_{i=1}^{I_n^{RP}} d_n^{RP}(i) \cdot \ln(P_n^{RP}(i)) \quad \dots$ $L^{SP}(\beta, \gamma, \mu) = \sum_{n=1}^{N^{SP}} \sum_{i=1}^{I_n^{SP}} d_n^{SP}(i) \cdot \ln(P_n^{SP}(i)) \quad \dots$ $L^{RP+SP}(\alpha, \beta, \gamma, \mu) = L^{RP}(\alpha, \beta) + L^{SP}(\beta, \gamma, \mu)$ |
| <p style="color: teal;">RP/SP同時推定モデルの尤度関数 = RPモデルの尤度関数 + SPモデルの尤度関数</p> | | |

1. 栗山浩一. (2000). Sp による交通需要評価とその統計的効率性. 運輸政策研究, 3(2), 2.
2. 森川高行. (1990). ステイティッド・プリファレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望. 土木学会論文集, (413), 9-18.
3. 森川高行, & 山田菊子. (1993). 系列相関を持つ rp データと sp データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法. 土木学会論文集, (476), 11-18.
4. 藤井聡. (2003). 交通需要予測における sp データの新しい役割. 土木学会論文集, (723), 1-14.
5. 「入門統計学第2版 -検定から多変量解析・実験計画法・ベイズ統計学まで-」. 栗原伸一. オーム社