

大学院講義 2025年度前期 交通経済学

交通需要予測

なぜ人は動き、なぜそれを予測するか？

大澤 実（経済研究所）

暫定ロードマップ

- 第1～3回：交通需要予測と離散選択の基礎理論
 - **第1回：交通需要予測** ➡
 - 第2回：ランダム効用理論
 - 第3回：多項ロジット [Multinomial Logit (**MNL**)] モデル
- 第4～6回：MNLの限界と選択肢相関
- 第7～9回：異質性と推定
- 第10～12回：政策設計・データ・予測
- 第13～15回：実践と批判的視点

参考文献

日本語の文献追加で紹介する。いずれもこの講義でカバーする予定の範囲より幅広いトピックを取り扱っており、図書館で借りるなどして眺めてみるとよい。

- [1] Small, K. A., & Verhoef, E. T. (2007). **The Economics of Urban Transportation** (2nd Eds.). Routledge. (第3版もある。講義中に引用する場合セクション番号は第2版)
- [2] Mohring, H. (1976). **Transportation Economics**. Cambridge.
- [3] de Palma, A., Lindsey, R., Quinet, E., & Vickerman, R. (2011). **Handbook of Transport Economics**. Edward Elgar.
- [4] [Train, K. E. \(2009\).](#) **Discrete Choice Methods with Simulation**. Cambridge.
- [5] 山内・竹内 (2002). **交通経済学**. 有斐閣アルマ.
- [6] 田邊 (2017). **交通経済のエッセンス**. 有斐閣ストゥディア.
- [7] 竹内 (2018). **交通経済学入門 新版**. 有斐閣ブックス.

※ 講義はこのほか多様な文献から総合して構成するため、いずれも購入は必須ではない。

今日のゴール

以下の点について理解する：

- 交通需要とは何か
- なぜ交通需要を予測したいのか
- なぜ経済学モデルの意義があるのか
- 具体的にどのように予測するか

Icebreak

今朝、どの手段・ルートで大学に来たか？ それはなぜか？

- 交通選択行動の具体例
- 近くの人と少し話そう

交通需要とは

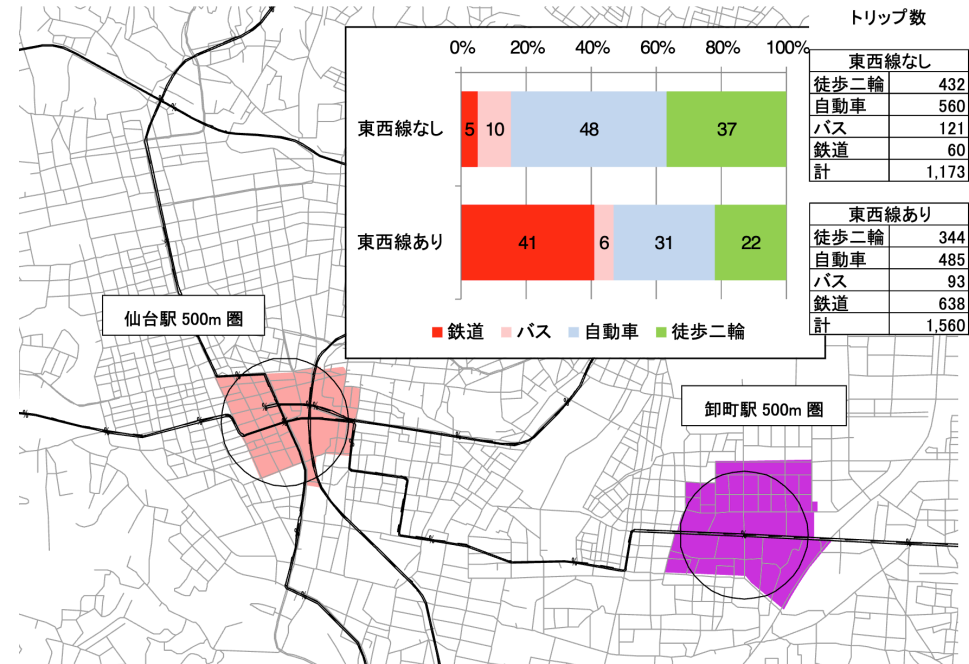
- 終点ごとに：どこに？（・誰が・どの時間に？）
 - [RESAS - 観光地分析 - 京都・2024年4月・13時台](#)
- 起点から終点へ：どこからどこへ？
- 点と点とを繋ぐ線ごとに：どの程度の人が、どこを通って？
 - [令和3年度 一般交通量調査結果WEBマップ](#)
- 手段ごとに：どの交通機関を使う？
- 時間帯ごとに：いつ？
- etc., etc.

なぜ交通需要を予測するのか？

- 交通需要予測は**交通政策**に関わる**社会的意思決定**に不可欠
 - 例①：新しい地下鉄を作るべきか？
 - 例②：料金徴収で混雑を緩和できるか？
 - 例③：道路拡張 vs. ソフト施策？

例①：新しい地下鉄を作るべきか？

- 利用状況の予測 → 収益・費用の予測 → 資本投資判断の根拠
 - 巨額の投資だが、需要を見誤れば当初期待した効果は得られない



例②：料金徴収で混雑を緩和できるか？

- 料金に需要がどう変化するか予測できなければ適切な料金設定は困難



トップ > 経済

アクアライン最高1600円、最低400円に料金差拡大...きょうから

2025/04/05 17:56

🔖 保存して後で読む



土日祝日に時間帯によって通行料金を変動させる「ロードプライシング」の社会実験を行っている東京湾アクアライン（千葉県木更津市―川崎市、全長15・1キロ）で、5日に新たな料金制度がスタートする。普通車で上り線（川崎方面行き）は400～1600円と、従来の600～1200円から料金差を大きくする。下り線（木更津方面行き）でも時間別料金を新たに導入する。



東京湾アクアライン（読売ヘリから）

社会実験は自動料金収受システム（ETC）の搭載車を対象に2023年7月から実施している。2年目に入って渋滞を緩和させる効果が鈍化しているため、料金差を拡大して分散させる狙いがある。

例③：ハード施策 vs. ソフト施策

- 渋滞緩和のために容量を拡張すべきか？ 需要を減らすべきか？



交通プロジェクト評価の実際と交通需要予測

何が起こるか？（=交通需要予測）は最も基本的な部品

- **財務分析**：実行・持続可能性の分析
 - 交通需要予測 = 収入・費用の予測
- **費用便益分析** (cost-benefit analysis)：厚生分析
 - プロジェクトが投入される費用に対してどれだけ「嬉しい」か
 - なお、「嬉しさ」は分析者の価値判断により定義される

両者により**総合判断**するのが交通プロジェクト評価の実務

交通需要予測の切り口

- **短期 vs. 長期**

- 人口分布・土地利用パターン等の変化から切り離せるか？

- **巨視的 vs. 微視的**

- 都市間，都市全体，特定の道路区間，特定の街区の人流パターン

- **集計 (aggregate) vs. 非集計 (disaggregate) 的取り扱い**

- 空間単位レベル vs. 個人レベル

- **統計学理論 vs. 経済学理論**

- 予測性能か？ 「説明」可能性を重視するか？（融合は進んでいる）

交通需要予測の単位

- **トリップ (trip)** : 単一の移動
 - 家 → 職場
- **トリップチェーン (trip chain)** : 一連の移動
 - 家 → 保育園 → 職場 → 買い物 → 帰宅

観測の限界によりトリップ単位の予測が古典的には行われてきた

- **ゾーン (zone)** レベルでの観測 (調査) と**集計的**推計
- 調査 : 国土交通省. "[パーソントリップ調査](#)"
- 推計 : **四段階推定法** (Four Step Method)

四段階推定法

現在でも実務でひろく使用されている交通需要予測の基本手法

1. 生成交通量 / 発生・集中交通量予測 (Trip Generation)
 2. 分布交通量予測 (Trip Distribution)
 3. 機関分担 (Mode Choice)
 4. 経路配分 (Route Assignment)
- 国土交通省 (2015). [将来人口の設定と需要推計モデルの構築](#). (p.13–)
 - 国土交通省 (2022). [地域公共交通計画等の作成と運用の手引き](#) (p.117)
 - 芝原 (2013). [4段階推定法](#). 東京大学羽藤研究室ゼミ資料.



古典的な四段階推定法の限界

データ要求が少なく，観測の表現（**現況再現**）は可能だが限界がある：

- 論理整合性の弱さ：各ステップにおける様々な場当たりの仮定
 - 例：下位の配分において上位の配分が所与． **なぜ？？？**
 - 同時方程式バイアスなどの統計学的懸念もある
- 個人の**行動原理**は不明：ゾーン属性による推定など
 - 交通政策に対する個人の行動変化を表現できない

👉 個人の選択を基礎とする**非集計予測**へ

個人の行動からの交通需要

- 交通需要は主として**派生需要** (derived demand) と解釈される
 - 除く：「この電車に乗りたい！」「常に移動していきたい！≡」
- 交通需要 = 各人の選択が導くトリップ・チェーンの**ある断面**
- 「人の選択」の原理をどう記述するかが鍵

どう選択をモデル化するか？

- 人の行動をどう数式で表せるのか？
- 経済学が大前提とする考え方：人は一番「嬉しい」ものを選ぶ
 - あるいは、少なくともそうであるかのように振る舞う
 - 現象記述的（何が起こるか – **positive**）分析，
規範的（どうあるべきか – **normative**）分析を可能にする
- 余談：モデル = 世界の構造への仮説
 - *"Every model is wrong, but some are useful"* (Box, 1976)

経済学における選択

- 嬉しさ：序数的 vs. 基数的な**選好** (ordinal vs. cardinal **preference**)

1. **序数的選好**： $a, b \in A$ があるとき $a \succ b, a \sim b, a \succsim b$, etc.

- (, ) について $a = (0.7\text{合}, 180\text{ml})$ vs. $b = (0.5\text{合}, 150\text{ml})$

2. 基数的選好 or **効用 (utility) 関数**： $U(a) > U(b) \Leftrightarrow a \succ b$, etc.

- 本源である 1 が "整合的" であればそのような関数 U が存在
- U があれば選択は $\max_{a \in A} U(a)$ と**モデル化可能** (👉 認める)
 - $\max_a U(a) = U(a^*), a^* = (1.5\text{合}, 250\text{ml})$

- 余談：意思決定の沼にハマりたい場合 → **Decision Theory**

離散選択 (Discrete Choice)

- 連続的 (continuous) vs. 離散的 (discrete) 選択
 - 通常の学部ミクロ経済学で学んできたのは連続的選択
- **離散選択**とは有限個の**選択肢集合** (alternatives) A から1つを選ぶ状況
 - 個人レベルからの交通需要予測で重要
 - 例：昼ごはんのレストラン, 通学ルート, 移動手段
 - レストランAを少し **増やし** (!?) てもレストランBにはならない
- 通学に使用する交通モード選択を考えてみよう
 - $\text{mode} \in A \equiv \{ \text{徒歩}, \text{自転車}, \text{バス} \}$

例：通学モード選択

モード	所要時間 T	費用 C	快適性 Q
徒歩	45分	0円	3 = (のんびり, 混雑なし)
自転車	25分	0円	1 = (疲れる, 混雑なし)
バス	15分	230円	0 = (普通, 混雑)

効用関数が例えば次のように表現できるとしよう：

$$U(\text{mode}) = \beta^{\text{time}} T + \beta^{\text{cost}} C + \beta^{\text{quality}} Q$$

色々な人の特徴を捉えることができるが.....

	せっかち	のんびりや	中間
β	$(-20,-0.5,50)$	$(-10., -1., 150.)$	$(-10,-0.5,50)$
徒歩	-750	0 	-300
自転車	-450	-100	-200 
バス	-415 	-380	-265

- **挙動が不連続的**：少しの状況の変化で同じ人の選択がガクンと変わる
- **効用関数が常に不完全**：選択行動のばらつき, 観測できていない情報, 線形であるという仮定のエラー, 考慮できていない選択肢, etc., etc.

ランダム効用モデル (Random Utility Model)

- モデルの不完全性の考慮：

- モデル化エラー・個人内でのバラツキを表現する**確率項**の導入

$$V(a) = U(a) + \varepsilon$$

- $U(a)$ ：選択肢 a の観測可能な効用（決定論的効用）

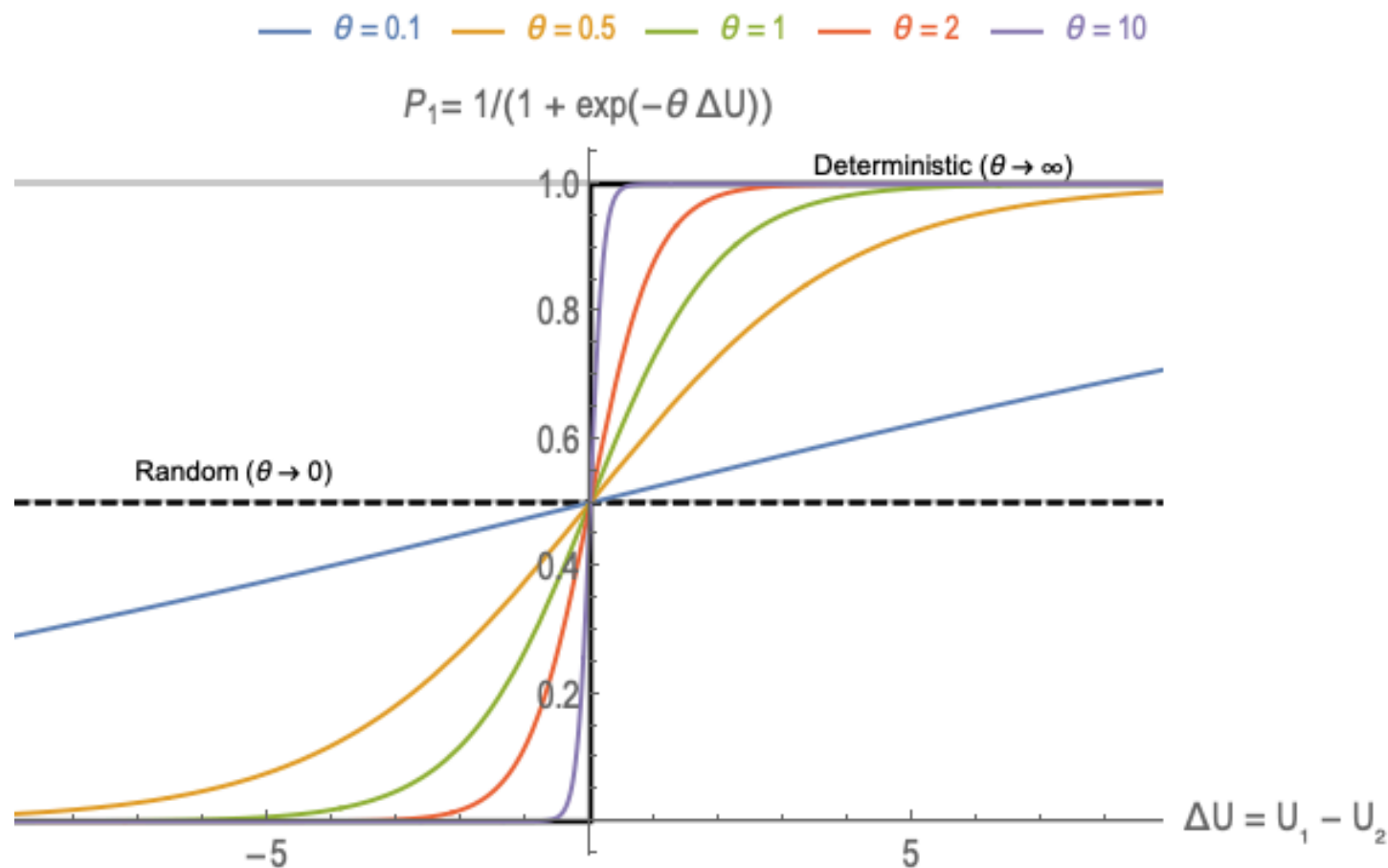
- ε ：観測・特定不能な**ゆらぎ**（確率的効用）。 **その確率分布は仮定**

- 選択する個人は、 $V(a)$ を最大化するように a を選択肢集合から選ぶ

- $a \in A$ が選ばれる確率は $P_a = \mathbb{P}(V(a) \geq V(b), \forall b \in A)$

2選択肢ケースの選択確率 P_1 の挙動

あるRUMのもとでの P_1 . 横軸は $U_1 - U_2$. θ は確率的ゆらぎの大きさ.



交通政策と選択行動

例：バスの料金を規制により下げるとどうなるか？

- 古典的な四段階推定法：機関分担率を**集計的**に回帰により求める
 - ゾーン属性によって分担率が変わる
 - 例：ゾーン間距離等を説明変数として回帰
 - 背景メカニズムは.....？ 料金水準が説明変数にない場合すらある
- 個人行動に基づくモード選択モデル
 - 効用が上がると選ばれやすく：**明快な行動原理**に基づく変化！

※ 現在の四段階推定法では非集計アプローチも用いる

離散選択モデルの強み

- 決定論的な効用関数を**柔軟に設計可能**
- 個人レベルでの**異質性**分析が可能
- **政策**の影響を精密に予測可能

ただし、複雑な**相関構造**を取り扱うには工夫が必要

- 例：IIA特性（次回解説）

まとめ

- 経済学に立脚した需要予測 = 選択行動の理解と表現が基盤
- ランダム効用理論に基づく離散選択モデルによる需要モデリング



RUMについてより詳しく

基礎の再確認

1. なぜ交通需要を予測する必要があるのか？
2. 離散選択モデルにおける効用関数とは何か？
3. RUMにおいて確率項 ε が意味するものは何か？

演習

Q. 今朝のあなたの通学をモデル化してみよ.

1. その交通行動の選択肢を列挙せよ.
2. 選択基準 (e.g., 時間, 費用, 快適性) は何か?
3. 簡単な効用関数を作ってみよ.

課題 1

1. 自分の休日の交通行動について選択ツリーを具体的に書いてみよ.
 - 選択の階層構造を表現してみよう.
2. 各段階の選択に影響すると思われる要因を書き出してみよ.
3. それらの要因をどう直接的・間接的に計測すればよいか考えてみよ.
4. 表現されていない構造や捉えられていない要因がないか考えよ.

交通需要予測の副読本

Train (2009) は交通への応用にとどまらない離散選択モデルに関する定本. 和書としては

- [1] 北村・森川 (編) (2002). **交通行動の分析とモデリング**. 技報堂出版.
- [2] 土木計画学研究委員会 (編) (1996). **非集計行動モデルの理論と実際**. 土木学会.