

交通調査と交通行動分析の 歴史と今後の展望

京都大学大学院工学研究科

北村隆一

つくばプローブ研究会

平成17年6月18日

行動モデルの行方：単純な人間を 何故単純に分析しないのか？

偏見と独断の混ざった概観

京都大学大学院工学研究科

北村隆一

松山若手セミナー

愛媛大学

1999年8月4日



概要

- Warnerの二項ロジットモデル
- McFaddenの確率効用モデル
- 単独選択行動の枠組内での展開
- 活動分析 (Activity Analysis)
- 動的分析
- 選択間の連関を取り込んだモデル
- 限界合理性を仮定したモデル
- シミュレーション分析の必然性
- そしてその次は？

08/04/99 2

Warnerの二項ロジットモデル

- 1962年, CATS の一部
- 集計データを用いた「分担率曲線」の時代
- 交通分野での非集計選択モデルの初の適用例
 - Finney の binary probit 等が他の分野で先行
 - Theil の多項 logit モデル
- 後に米国では世帯単位の非集計交通生成モデルが一般化; OLS の適用
- Warnerの成果は60年代末/70年代当初まで顧みられず。
 - 限定的な計算機能力, 最尤推定法の知識の欠落のため??

08/04/99 3

活動分析 (Activity Analysis)

- 交通需要は派生需要 → 交通の理由となる活動についての知識が必要
 - Activity engagement decision
 - In-home out-of-home substitution
 - 世帯の重視 (life cycle, resource/task assignment, joint activities, etc.)
 - 時間利用解析へ
- 制約条件 (Time-geographic approach)
 - capability constraints, coupling constraints and authority constraints
 - Hagerstrand のプリズム

08/04/99 8

動的解析 (Dynamic Analysis)

- 差異に基づく解析から変化に基づく解析へ
 - Cross-sectional elasticities と longitudinal elasticities
 - 系統的異質性を断面データで適切に扱えない。
- Lags と leads: 時間ずれの問題
- 行動の慣性
- 世界は必ずしも(と言うより, どう考えても) 均衡していない...
- 効用最大化原則適用の意味??

08/04/99 9

McFaddenの確率効用モデル

- Pratt により効用分布から選択確率の導出
- McFadden による確率的離散選択モデルの理論の確立
 - 離散選択行動の定義
 - 確率効用の定式化
 - 誤差分布の特定
 - 尤度関数が凹であることの証明, Specification test の提案, etc.,
- 確率的離散選択モデルを効用理論の枠組で捉え直し → 離散選択モデルの汎用化?

08/04/99 4

単独選択行動の枠組内での展開 (i)

- Non-IIA モデル
 - GEV と Nested logit models
 - Heteroskedastic logit models, etc.
 - Probit models
- 離散-連続選択モデル
 - 自動車タイプ選択 + 走行距離 (e.g., Train), 等
- Selectivity bias の考慮
 - 飾り窓の女の観測から(何を)どう推定するか?
- モーメント法による連立方程式系の推定

08/04/99 5

選択間の連関を取り込んだモデル

- 一日の行動の最適化は膨大な離散選択肢を含む巡回セールスマン問題であり資源配分問題であり多次元離散選択問題である。当然 NP-complete.
- 人々がどのようにこの問題を解いているのかについての知見が不足
- Recker の定式化
- Damm のモデル
- 逐次的シミュレーションモデル

08/04/99 10

限界合理性を仮定したモデル

- 介入機会モデルが satisficing の概念を適用した優れた例。
- 一般に, 完全合理性を仮定しないことによりモデル化の際の自由度は飛躍的に増大。
- 実際百人百様の意思決定過程を想定し得る → 科学・抽象化の対象足り得るのか?
- 勇気ある事例:
 - 離散選択モデルへ認知閾値の導入
 - Elimination by aspect 適用の事例
 - 選択肢集合の要素を確率的に決定
 - GA による選択ルールの生成

08/04/99 11

単独選択行動の枠組内での展開 (ii)

- 制約条件
 - Car availability
 - Captives
- 選択肢集合形成
 - 選択肢の availability
 - 選択肢についての情報の有無 ← 未知, 行動の習慣化, 検索の費用
 - 潜在セグメント法の適用

08/04/99 6

単独選択行動の枠組内での展開 (iii)

- 選択肢属性の認知
 - 旅行時間, 費用等の知覚値と客観的測定値の乖離
 - Steven の法則: $PV = a(AV)^b$???
 - 平均や分布ではなく, 極値を認知?
- 異質性
 - Random coefficients
 - Error components
 - 潜在セグメント

08/04/99 7

シミュレーション分析の必然性

- ▼ 異質性, 経路依存性, 限界合理性を仮定する時節が外れ, 扱い様が無くなる...
- ▼ といって, 人間一人一人を神様扱いしたモデルにどのような意味があるのか?
- ▼ Silver bullet は存在するのか? それとも silver bullet が見えないのは我々がアホだからか?
- ▼ 何が可能か?
 - 認知過程の実証的分析
 - 数値実験
 - 単一原理を用いず現実を理解する理論

08/04/99 12

そしてその次は?

- ▼ 異質性, 経路依存性, 限界合理性を仮定する時節が外れ, 扱い様が無くなる...
- ▼ といって, 人間一人一人を神様扱いしたモデルにどのような意味があるのか?
- ▼ Silver bullet は存在するのか? それとも silver bullet が見えないのは我々がアホだからか?
- ▼ 何が可能か?
 - 認知過程の実証的分析
 - 数値実験
 - 単一原理を用いず現実を理解する理論

08/04/99 13

そしてその次は？

- ◆ 異質性, 経路依存性, 限界合理性を仮定する時
箍が外れ, 扱い様が無くなる . . .
- ◆ といって, 人間一人一人を神様扱いしたモデル
にどのような意味があるのか？
- ◆ Silver bullet は存在するのか？ それとも silver
bullet が見えないのは我々がアホだからか？
- ◆ 何が可能か？
 - 認知過程の実証的分析
 - 数値実験
 - 単一原理を用いず現実を理解する理論

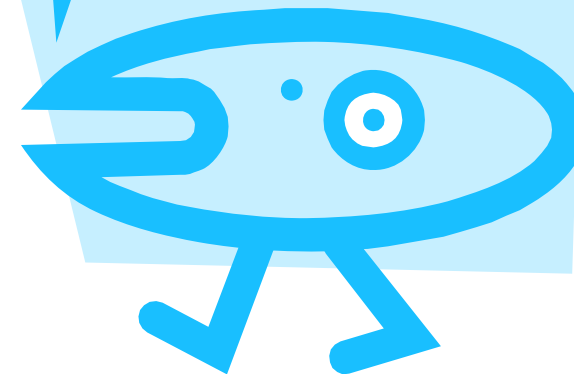
PT調査の現況と将来像

京都大学大学院 北村隆一

PT調査の成果と課題分科会

平成12年9月26日

一年ほど
経って...



新たな交通行動調査に向けて

- 調査費用の配分の変更
 - サンプル数を削減, サンプル当たりの費用を増加
 - 回答率の向上 (より頻繁な call backs 等)
 - 標本当りの収集情報量の拡大
 - Geocoding の精緻化 (Portland では Transims の適用に際し, ゾーンを撤廃, 125,000 のリンクに情報を保存).
- 電話を用いたインタビュー調査等の併用
 - CATI の場合 customization が可能 ⇒ SP 調査で有効等の利点

取得情報の拡大に向けて

- 需要の経時的変動の把握
 - 平日 vs. 休日
 - 日間変動 (複数日の調査)
 - 季節変動
- 代替選択肢の認知, 選択肢集合に関する情報
- 住宅, 出費, 保有財に関する情報
 - 世帯内 - 世帯外時間配分 ⇒ 交通行動
- 保有自動車に関する情報
- 態度, 性格に関する情報
- 収入など個人情報収集を躊躇する風習の打破が重要.

時間利用調査方法論

- 時間利用調査法
 - 家庭内での活動も対象.
 - Episode vs. time slice vs. random time points
 - Cold call vs. advance notice
- 労働時間推定
 - 時間利用データと被験者による報告との差異
- 時間利用データによるトリップ生成量の推定
 - PT 調査 < Activity 調査 < 時間利用調査

多岐にわたる標本抽出法の適用

- 内生標本抽出法
 - 対象とする (あるいはそれと関連した) 行動に基づく標本抽出. 例: Choice-based sampling
 - 無作為, 層別抽出法と異なり, モデル推定の際にも重み付けによるバイアス修正が必要.
- 重みづけの基本的考え方
 - 抽出確率に逆比例する重みの使用
 - 純動調査などにも適用可能
 - 推定パラメータ共分散行列の算定に要注意
- 駅利用者などを戦略的に抽出

“Truman Show” 調査

- GPS/PHS
 - 時空間内での軌跡の記録
- Travel Diary
 - 活動内容, トリップ情報の記録
- 電話によるインタビュー
 - 活動, トリップに関する詳細情報の修正・補完
 - 同伴者, 出費などの情報の収集
- 複数日・週にわたる調査

発想の転換

- モデルの利用
 - OD交通量を観測することは不可能
 - モデルによる推定値の利用の受容が不可欠
- 人造サンプルの活用
- 複数データの利用
 - 国勢調査などの原票の公開が必須
- 20世紀の低精度, 少量情報, 大標本調査から,
21世紀の高精度, 多量情報, 中～小標本調査へ

と考えているうちに...

- 携帯電話インフラの整備
 - 位置特定ソフトの開発
 - 携帯GPSの登場
 - PDAの普及
- ↓
- “プローブ・パーソン”が現実化



小売産業の変化

- Amazon.com フィノメナ
 - 検索機能
 - “Wish list”, 友達へのお勧め, 「本棚」機能
 - 書評の書き込み
- 高度の顧客管理と個別化されたマーケティング
 - データ・マイニング → 共振商品の推奨
 - 購入履歴の管理 → 個別化されたマーケティング
- 配送料は都心の本屋へ行くバス代より安く時間もかからない.
- ITでモノをもっと売りつけよう, という発想の定着.

アナログ店舗はどう対抗できるのか？

- 「空気を売る」
 - 店舗が持つ臨場情報
 - 多機能店舗空間の創出
 - 都市的集積の集客力に依存
 - 個別化されたダイナミックなマーケティング
 - 映画「マイノリティ・レポート」
 - 衝動買いを狙う？
- ↓
- 人がいつどこで誰と何をしているかについてのミクロな情報が価値を高めている(にちがいない).

交通計画の視点からは...

- 需要対応型施設整備の時代が終焉
 - ざっくりした計画手法の有効性が消滅
 - TDM, mobility management などに対応可能なきめ細かな解析手法が要請されている.
- 「交通」と「まちづくり」の結合
 - 歩行者流動分析の重要性
 - 歩行者・自転車施設, LRT整備などの評価手法の確立が必要
- 結節点の整備
 - 結節点で人々は何をしているのか？
 - 「デパ地下」繁栄の背景は？

そしていくつもの馴染み深い問題

- 安全
 - 時空間内の人の分布・活動が都市災害の規模を決定する.
 - 地下街や大規模商業施設での災害への対応
- 環境
 - 一体自動車はどのように使われ, 走行しているのか? Cold start の頻度は?
- 万人のためのアクセスの確保
 - 結節点はバリアフリーか?
- Social exclusion
 - 人々の action space が層化していないか?

交通分析に今必要とされるデータ

- どれ一つをとっても、より緻密な交通行動の測定が必要とされていることは明らか。
 - 集積地域での人々の流動の把握が不可欠
 - ゾーンは粗すぎる.
 - 現行のデータ・解析の枠組みでは歩行, 自転車交通を意味ある形で扱えない.
 - PT調査での時刻, 時間の報告はあてにならない.
 - PT調査ではトリップが抜け落ちてしまう.
 - トリップー活動の連鎖の把握が難しい
 - “Pursuit of a grande latte may be stirring up gridlock” (*Washington Post*)

支援技術の変化

- PHS, GPS, GIS, PDA, PTA, ETC. ...



- プローブ・パーソンが現実のものに
 - 時間・空間座標内での人々の軌跡の記録
 - 活動内容, 同伴者, 出費額などの情報を補完的に記録
- 一昔前には考えもしなかった質と量の情報を扱うことがいとも簡単に.
 - 古典的解析アプローチへの代替手段を提供

可能性の拡張

- データに基づいた理論の精緻化
- データベース, モデルの解像度の向上
 - 例えば利用駅の特定, 駐車場選択モデル
- 施策への感度, 予測精度の向上
 - あたるか? Yes, 制約条件を入れた目的地選択モデルはやけに当たる.
- データの価値の認識を新たに
 - まちづくり, 都市活性化の情報源
 - 商業活動の支援

新時代の到来

- 過去の常識は現在の因習？
 - 常に存在する新たな手法への敵意
 - 「複雑」で「計算が大変」なモデルを避けるべく、ITの進展がもたらす便益を拒絶するのは馬鹿げている。
 - そもそも「複雑」とは何を意味するのか？
 - 50年前は5変数の重回帰モデルの推定は「計算が大変」だった。
- 新たなデータ収集手法を最大限活用すべく、計画手法の変革を。