

2012年10月27日 (土)@東京大学
「行動モデル夏の学校 2012」

2009年3月5日 (土)@金沢大学
「ネットワーク春の学校: 均衡配分の基本と動的均衡入門」を
もとに

ネットワーク上の行動モデルと 観測理論: 静的交通配分とその応用

円山 琢也
熊本大学
政策創造研究教育センター



1

主要参考書籍 (英文・教科書)

- Sheffi, Y.: *Urban Transportation Networks*, MIT press, 1985.
- 古典・名著・フリー・ダウンロード可
- Patriksson, M. : *The Traffic Assignment Problem - Models and Methods*, 1994
- フリー・ダウンロード可・少し昔のアルゴリズムが詳しい
- Oppenheim, N. *Urban Travel Demand Modelling*, 1995.
- 経済モデルとの整合性に配慮したNested Logit 型交通需要予測モデル
体系。一部、便益指標に誤りあり 円山ら(2003)参照
- Ortuzar, J. D. & Willumsen, L. G.: *Modelling Transport*, 4th Edition, John
Wiley & Sons, 2011.
- UK のモデル。行動/ネットワーク・モデルのバランス良い
- Cascetta, E.: *Transportation Systems Analysis: Models and Applications*, 2nd
Ed, 2009.
- ネットワーク・モデラーによる教科書。Day to day 等の発展的記述も
- Small, K.A. & Verhoef, E.T.: *The Economics of Urban Transportation*. London
and New York: Routledge, 2007.
- 交通経済学との整合性に配慮

3

講義の内容

- 交通行動分析 – 交通ネットワーク分析 – 交通
流理論 – 交通調査 – 政策・計画論 – ミクロ経
済学: 【俯瞰】の重要性
- 効用最大化 – 行動モデルの導出 – 均衡 – 便
益指標導出: 統一的記述
- 静的交通均衡配分の最新の解法の発展
- 確率的均衡、需要変動均衡
- 熊本都市圏パーソントリップ調査に深く関
わって思うこと: 古典的な観測調査にも...

2

主要参考書籍 (和文・教科書)

- 土木学会: 交通ネットワークの均衡分析-最新
の理論と解法-, 丸善, 1998.
- 土木学会: 道路交通需要予測の理論と適用
第I編-利用者均衡配分の適用に向けて,
2003.
- 土木学会: 道路交通需要予測の理論と適用
第II編 利用者均衡配分モデルの展開, 2006.
- 飯田泰敬 (監修)・北村隆一 (編著): 交通工
学, オーム社, 2008.

4

土木計画学におけるモデル 作成/活用の標準的(古典的?)流れ

- Step 1 行動主体の選好および選択行動の定式化
- Step 2 主体間相互作用の定式化
- Step 3 Step 1とStep 2で定式化された理論モデルを同定するためのモデルの定式化
- Step 4 Step 3で定式化されたモデルを同定するための統計情報の収集
- Step 5 Step 4の統計情報に基づく, Step 3で定式化されたモデルの同定
- Step 6 政策代替案の影響の予測
- Step 7 政策代替案の評価

出典) 上田,福本, : 観測・被観測関係と行動モデル,
土木学会論文集, No.688/IV-53, pp.49-62, 2001.

5

Future of 4-Step Travel Demand Model

- 次世代交通需要予測手法: **四段階推定法**の代替
- **アクティビティ・ベースト・モデル(ABM)**だけ?
 - 活動内容選択・活動時間選択...
- 交通ネットワーク均衡配分の拡張としての**統合需要型交通ネットワーク均衡配分モデル**というアプローチもあり
- 特徴・限界・得意場面・不得意場面を理解した適用が重要

7

Q: どのStepに対応するでしょう?

- 非集計Logitモデルのパラメータ推定
- PT調査の実施
- 効用最大化問題に基づく需要関数の導出
- 費用便益分析
- 交通需要予測

- 交通行動分析の研究対象
- 交通ネットワーク分析の研究対象
- 最終Step 7を意識した学術研究の重要性

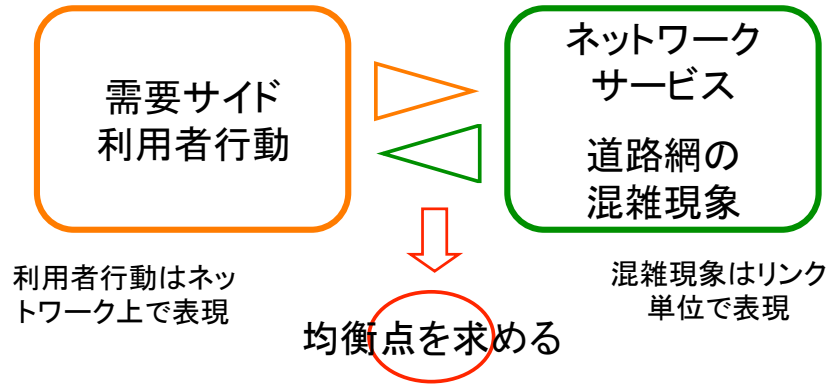
6

交通ネットワーク・モデラー

- 対象を単純に捉えようとする哲学
- 行動モデラーからみると過剰に単純な・非現実的な仮定をおいている見えることもある
 - 現象の普遍的法則、解の特性を明確にするための条件。”禁欲的”に現実を見ている
- 若いうちは、偏見なく多様なアプローチ・哲学・思想を学んでおくことが良い、と思う

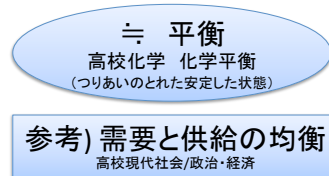
8

利用者行動と混雑現象の相互干渉



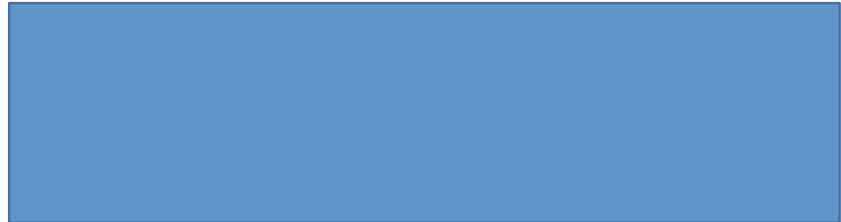
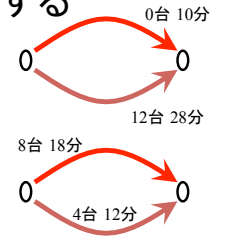
利用者均衡配分

- 利用者の経路選択行動の仮説
 - 利用者は経路に関する完全な情報を得ている
 - 利用者は常に最短経路を選択する
- 利用者均衡 (Wardrop均衡, 等時間原則)
 - 利用される経路の旅行時間は皆等しく, 利用されない経路の旅行時間より小さいか, せいぜい等しい状態



利用者行動と混雑現象

- 全てのドライバーが最短経路を選択する
- 最短経路に交通量が集中する
- 最短経路の旅行時間が増加する
- 最短経路でなくなる
- 別の経路にも流れる



問題

2都市A,B間に2本の道路(リンク1,2)があり,それらの道路の所要時間 t_1, t_2 (分)は、
 $t_1(x_1) = 10 + x_1$
 $t_2(x_2) = 4 + 2x_2$

で与えられるとする。ここで x_1, x_2 は、それぞれリンク1,2の交通量(台)で、AB間の交通量の総量は12台とする。また、時間価値を50円/分とする。

3

問題- 続き

(1) 利用者均衡状態が成立するとき、リンク1,2の交通量を求めよ。また、総旅行時間 $TT = x_1 t_1(x_1) + x_2 t_2(x_2)$ を求めよ。

(2) リンク2に料金100円を課した時の、リンク交通量を求めよ。また、(1)と比べて、総旅行時間 TT は、どのように変化するか求めよ。

(3) リンク2のみに、料金を課することができるとして、総旅行時間 TT を最小にするようなリンク2の料金(最適料金)は、いくらになるか求めよ。

4

この問題を解くためのツール・理解しておくべき考え方

[1] 2次関数の最大最小(定義域に制限のある場合) **高校数学の復習**

[2] リンク・パフォーマンス関数

[3] 利用者均衡配分

[4] 時間価値、一般化時間

大学専門課程(交通工学などで習う考え方だが、基本は簡単!)

5

[1] 高校数学

例 定義域に制限がある場合の最大と最小

次の関数の最大値と最小値を求めよ。
 $y = x^2 - 2x + 2 \quad (0 \leq x \leq 3)$

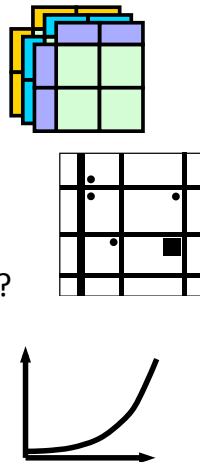
解 与えられた関数の式は $y = (x-1)^2 + 1 \quad (0 \leq x \leq 3)$ と変形され、そのグラフは右の図の実線の部分である。よって、この関数は $x = 3$ で最大値5をとる、 $x = 1$ で最小値1をとる。

出典) 数研出版:改訂版 数学I, p.78,2006

6

均衡配分モデルのインット

- OD表
 - センサス/PT調査 (違いは?)
- ネットワークデータ
 - リンク方向を区別
 - 水道, 電気, 家系, Webとの違い?
- リンクパフォーマンス関数
- 時間価値
 - 有料道路が含まれる場合



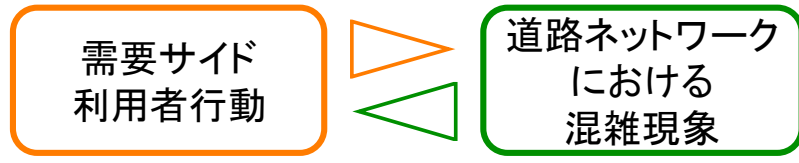
「モデル」の基本

- 社会現象に関するモデル
- モデル: 現実を単純化して表現すること
- 重要でない詳細なところは省略する
- 本質的な点に議論を集中する
- 意思決定に役立つ客観的情報の提供に必要なレベルに!!

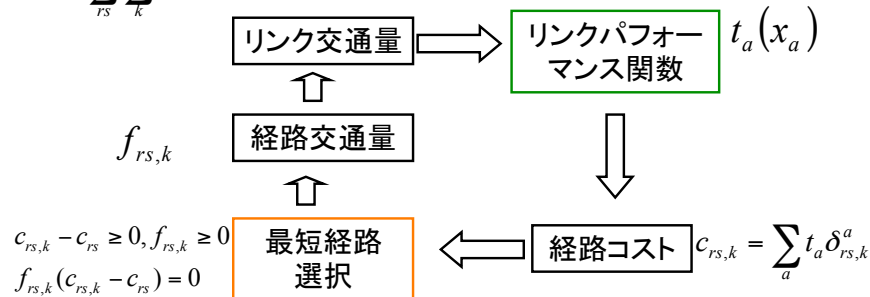
利用者均衡配分モデルでは

- 単純化するところ
 - 利用者の移動:
 - 移動の行動原理
- ある程度考えるところ
 - 混雑現象
 - 空間表現: 現実のネットワークを単純化して表現
- きちんと考えるところ
 - 利用者行動と混雑現象の相互干渉

固定需要型利用者均衡



$$x_a = \sum_{rs} \sum_k f_{rs,k} \delta_{rs,k}^a$$



最適化問題

$$\begin{aligned} \min & Z(x) \\ &= \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \\ \text{s.t.} & \sum_k f_{rs,k} = q_{rs}, \forall rs \\ & x_a = \sum_{rs} \sum_k \delta_{rs,k}^a f_{rs,k}, \forall a \\ & f_{rs,k} \geq 0, x_a \geq 0 \end{aligned}$$

左の最適化問題のKuhn-Tucker条件を求めると利用者均衡条件が導ける:

モデルとの等価性が証明できる

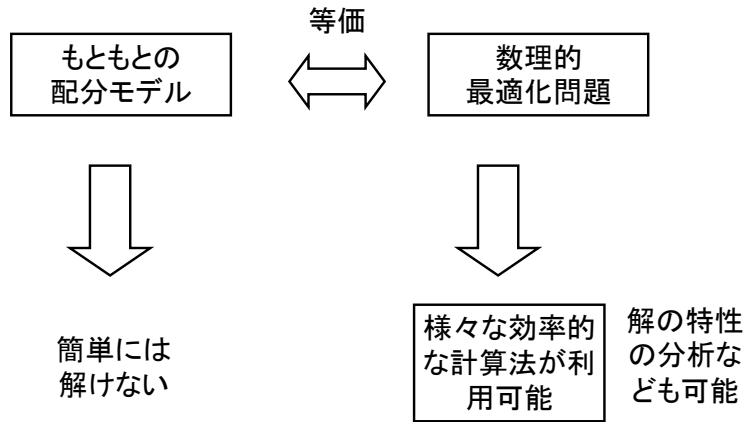
リンク交通量 x_a について解は一意

経路交通量 $f_{rs,k}$ については解は一意とは限らない

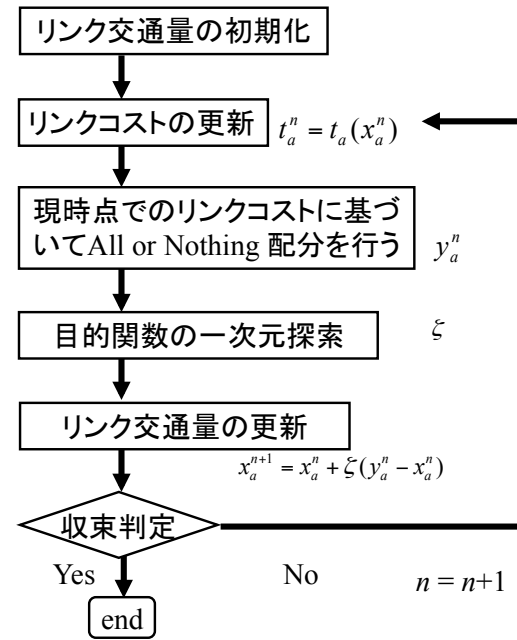
ことも数学的に証明できる

最適化問題の目的関数自体に何ら意味は無い

数理的最適化問題のメリット



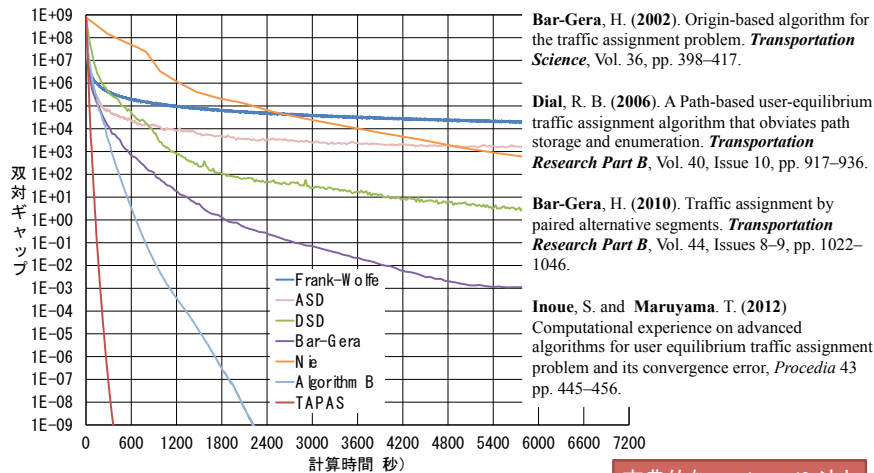
17



Frank Wolfe
法による
配分計算の
アルゴリズム

18

交通均衡配分アルゴリズムの発展



古典的なFrank-Wolfe法と比較すれば、数百倍、数千倍以上速く均衡解算出

Copyright (c) Inoue, IBS

首都圏ネットワーク #Link=22,266: #Node=8,168: #zone 568

最近の静的配分の高速アルゴリズムの関連文献

- Bar-Gera, H. (2010). Traffic Assignment by Paired Alternative Segments. *Transportation Research Part B*, Vol. 44, Issues 8–9, pp. 1022–1046.
- Boyce, D., Ralevic-Dekic, B. & Bar-Gera, H. (2004). Convergence of Traffic Assignments: How much is enough? *Journal of Transportation Engineering*, ASCE, Vol. 130, Issue 1, pp. 49–55.
- Dial, R. B. (2006). A Path-based User-equilibrium Traffic Assignment Algorithm That Obviates Path Storage and Enumeration. *Transportation Research Part B*, Vol. 40, Issue 10, pp. 917–936.
- Florian, M., Constantin, I. & Florian, D. (2009). A New Look at Projected Gradient Method for Equilibrium Assignment. *Transportation Research Record*, Vol. 2090, pp. 10–16.
- Nie, Y. (2010). A class of bush-based algorithms for the traffic assignment problem. *Transportation Research B* 44, 73-89.
- Nie, Y. (2012). A Note on Bar-Gera's Algorithm for the Origin-Based Traffic Assignment Problem. *Transportation Science*, Vol. 46, pp. 27–38.
- Bar-Gera, H., Boyce, D. & Nie, Y. (2012). User-equilibrium Route Flows and the Condition of Proportionality. *Transportation Research Part B*, Vol. 46, Issue 3, pp. 440–462.
- G. Gentile (2012) Local User Cost Equilibrium: a bush-based algorithm for traffic assignment, *Transportmetrica*, DOI:10.1080/18128602.2012.691911

20

最新のアルゴリズムについて(1)

- 1950年代に発表されたモデル (Wardrop 1952, Beckman et al. 1956)の高速計算法の論文が発表され続けている！
- Frank-Wolfe 法は古典的
 - 小規模ネットワーク以外では、厳密な均衡解を求めるには計算時間を要する
 - 不十分な収束では**妥当な政策感度**が得られない
 - **政策の便益(等、アウトプット)**が安定しない
- OBA, TAPASもしくはマルチコアCPUの並列計算(OpenMP等)が望まれる
- 海外の交通需要予測モデルのソフトウェア・ベンダーの開発競争

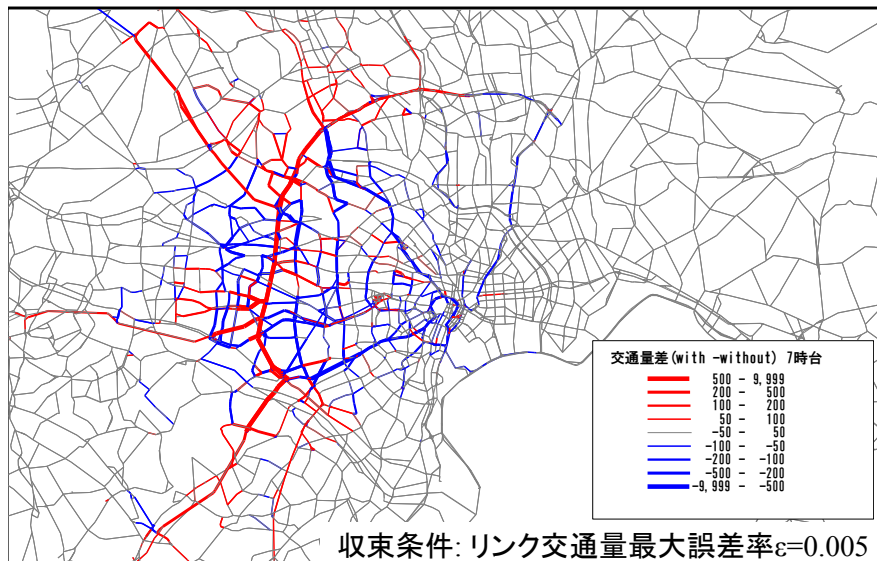
21

最新のアルゴリズムについて(2)

- **確定的利用者均衡配分**で**経路交通量**、リンク交通量のOD内訳を(最尤的に)**一意に**定める方法も提案されている - Bar-Gera (2010), Bar-Gera et al. (2012)
 - 一般には、経路交通量など一意に求解できないものであった
- **実用的なマルチ・クラスモデル**の開発にもつながらるかも
 - 教科書的には、SUEを利用すれば良いという説明だったが、実用的な(安心して利用できる) SUE は少ない logit-SUE で $\theta \rightarrow \infty$

22

Convergence の重要性



利用者均衡配分の特徴

- 入力条件を同一とすれば、**誰が行っても同じ答え**が得られる
- 分割回数や分割比率等の**恣意的なパラメータがない**
- 適切なリンクパフォーマンス関数の設定により、**交通量と旅行時間の両方**を精度高く推計することが可能
 - 分割配分法は主に交通量の再現性に主眼
- 分割配分の出力と同じ各種アウトプット項目を算出可能
- 妥当な**政策感度**が得られる
 - 道路整備の影響にあまり関係ない周辺道路の交通量が変動する現象が生じにくい
- モデルの**拡張性**が高い

24

利用者均衡配分の限界

- 対象時間内(一日あるいは数時間)における需要の時間変動を扱えない
- 動的な現象である渋滞を適切に扱えない
- 渋滞現象が存在する場合のリンクパフォーマンス関数の合理的な設定が困難
- 動的シミュレーションとの使い分け/接続が必要
 - 使い分けの軸: 長期/短期, 広域/狭域, 戦略計画/詳細計画, 対象政策(新規リンク/料金変化, etc)

二つの分類軸

	非混雑型	混雑型
確定的経路選択	All or Nothing 配分	利用者均衡配分 (UE)
確率的経路選択	確率的配分	確率的利用者均衡配分(SUE)

確率的配分

- 利用者は最短経路以外も選択する
- 経路費用の認知誤差を独立で同一なガンベル分布を仮定するとロジット型経路選択モデルが導かれる

$$f_k^{rs} = q_{rs} \frac{\exp(-\theta c_k^{rs})}{\sum_{k \in K_{rs}} \exp(-\theta c_k^{rs})}$$

ODペアrs間のk番目の経路交通量 ODペアrs間のOD交通量 ODペアrs間のk番目の経路費用 ODペアrs間の経路選択肢集合

課題: 最適化問題を解いてみる

$$x_1 + x_2 = q$$

とするとき, 次の関数 $Z(x_1, x_2)$ を最小とする x_1, x_2 の組を求めなさい. ただし, c_1, c_2, q は定数とする. 対数は自然対数です. 余裕のある人は, そのときの最小値 Z も求めなさい.

$$Z(x_1, x_2) = x_1 c_1 + x_2 c_2 + \frac{1}{\theta} (x_1 \log x_1 + x_2 \log x_2)$$

すこし一般化すると

$$\begin{aligned} \min. \quad Z(\mathbf{x}) &= \sum_{k=1}^K x_k c_k + \frac{1}{\theta} \sum_{k=1}^K x_k \log x_k \\ \text{s.t.} \quad \sum_{k=1}^K x_k &= q, x_k \geq 0 \end{aligned}$$

(エントロピー・コスト調和モデル)

課題はK=2のときに相当

29

計算のつづき

$$\frac{\partial L(\mathbf{x}, \lambda)}{\partial x_k} = c_k + \frac{1}{\theta} (\log x_k + 1) - \lambda = 0, \forall k$$

$$\therefore x_k = \exp(-\theta c_k) \exp(\theta \lambda - 1)$$

制約条件 $\sum_k x_k = q$ に代入して整理すると

$$x_k = q \frac{\exp(-\theta c_k)}{\sum_k \exp(-\theta c_k)}$$

が得られる

経路コストが $c_1, \dots, c_k, \dots, c_K$ で与えられるK本の経路がある場合のロジット型確率配分

(K本パラレルネットワークの場合: リンク交通量と経路交通量が同一)

31

Lagrangeの乗数法を使うと

$$L(\mathbf{x}, \lambda) = Z(\mathbf{x}) + \lambda \left(q - \sum_k x_k \right)$$

$$L(\mathbf{x}, \lambda) = \sum_k x_k c_k + \frac{1}{\theta} \sum_k x_k \log x_k + \lambda \left(q - \sum_k x_k \right)$$

$$\frac{\partial L(\mathbf{x}, \lambda)}{\partial x_k} = 0, \forall k$$

が最適性の条件
(注: 厳密には非負条件を扱う必要がある)

30

一般ネットワークにおける ロジット型確率的配分と 等価な最適化問題

$$\min. \quad Z(\mathbf{x}) = \sum_a x_a t_a + \frac{1}{\theta} \sum_{r,s,k} f_k^{rs} \log f_k^{rs}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_k f_k^{rs} = q_{rs}, \forall rs$$

$$x_a = \sum_{rs} \sum_k \delta_{a,k}^{rs} f_k^{rs}, \forall a$$

$$f_k^{rs} \geq 0, x_a \geq 0$$

32

利用者均衡概念の拡張

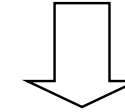
- Wardrop均衡(利用者均衡)
 - どの利用者も経路を変更することで自分の旅行時間を短縮することはできない
- 確率的利用者均衡
 - どの利用者も経路を変更することで自分の旅行時間を短縮することはできないと**信じている状態**
- 利用者がどのように「信じている」と考えるか(利用者の認知構造)によって様々なモデル化が可能
- ⇔ 認知誤差の確率分布をどのように扱うかで変化
- ただし、現実のネットワークで計算可能なモデルは限られる(⇒ロジット型確率均衡)

数式での直感的な説明

$$\min. Z(\mathbf{x}) = \sum_a x_a t_a + \frac{1}{\theta} \sum_{r,s,k} f_k^{rs} \log f_k^{rs}$$

リンクコスト項が積分型に

ロジット型確率配分モデル



$$\min. Z(\mathbf{x}) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta} \sum_{r,s,k} f_k^{rs} \log f_k^{rs}$$

ロジット型確率均衡配分モデル

確率均衡状態では

- 混雑も考えた均衡コストでロジット型の経路選択が成立している

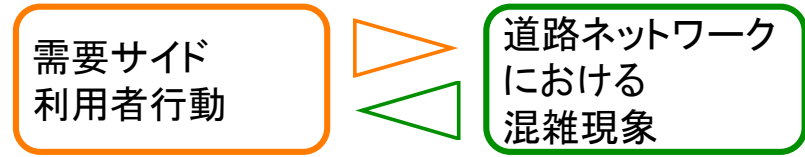
$$f_k^{rs} = q_{rs} \frac{\exp(-\theta c_k^{rs})}{\sum_k \exp(-\theta c_k^{rs})} \iff f_k^{rs} = q_{rs} \frac{\exp(-\theta c_k^{rs}(\mathbf{f}))}{\sum_k \exp(-\theta c_k^{rs}(\mathbf{f}))}$$

ロジット型確率配分モデル

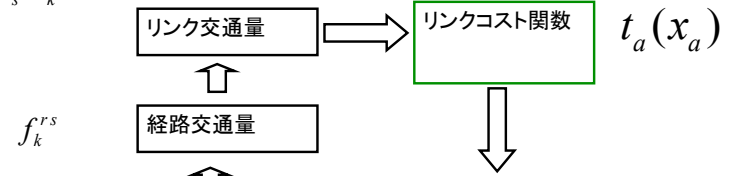
ロジット型確率均衡配分モデル

前頁の最適化問題のKuhn-Tucker条件より上記均衡条件式が導ける:
モデルとの等価性が数学的に証明できる

確率的利用者均衡モデル



$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \delta_{a,k}^{rs}$$



$$f_k^{rs} = q_{rs} \frac{\exp(-\theta c_k^{rs})}{\sum_k \exp(-\theta c_k^{rs})} \quad \text{ロジット型経路選択} \quad \leftarrow \quad \text{経路コスト} \quad c_k^{rs} = \sum_a t_a \delta_{a,k}^{rs}$$

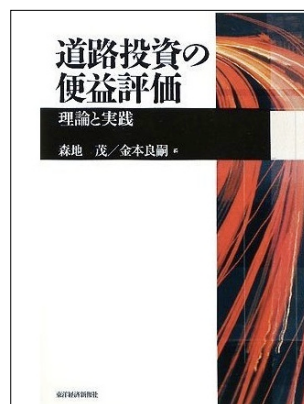
まとめ

	非混雑型	混雑型
確定的 経路選択	All or Nothing配分 $\min. \sum_a x_a t_a(x_a)$	利用者均衡配分 $\min. \sum_a \int_0^{x_a} t_a(x) dx$
確率的 経路選択 (ロジット型)	確率的配分 $\min. \sum_a x_a t_a(x_a) + \sum_{r,s,k} f_k^{rs} \log f_k^{rs}$	確率的利用者 均衡配分 $\min. \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega + \sum_{r,s,k} f_k^{rs} \log f_k^{rs}$

SUEだと経路フロー解も唯一

37

道路投資の便益評価 (森地/金本 編著 2008)



- 望ましい交通需要予測手法
- 1) 交通需要の「下から上へ」の予測
- 2) 需要変動型で完全代替を仮定しない経路選択
- 3) ミクロ経済理論との整合

これらの要請に対応可能な利用者均衡の発展モデルは基本的に開発済み

38

需要変動型利用者均衡モデル

- 政策によってOD需要が変化する
 - 通常のUEは、OD需要固定
- 政策による誘発交通, 転換交通などを整合的に表現可能
- 経済理論とも整合的な便益評価が可能
- 交通需要予測手法としての四段階推定法の問題点の一部を解決可能

39

様々なバリエーション

- OD需要・配分統合 (Beckmann モデル)
- 分担・配分統合
 - 高速転換率内生型もその一種
- 分布・配分統合
- 分布・分担・配分統合
- 発生・分布・分担・配分統合
- トリップ・チェーン選択統合型
- 活動選択 etc との統合型 (金森ら)

40

Beckmann型需要変動型 ワードロップ均衡の定式化

$$\begin{cases} c_{ij} = \lambda_i & \text{if } f_{ij} > 0 \\ c_{ij} \geq \lambda_i & \text{if } f_{ij} = 0 \end{cases} \quad \forall i \in I, \forall j \in J_i$$

$$\sum_{j \in J_i} f_{ij} = q_i, f_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I$$

$$q_i = D_i(\lambda_i) \quad \forall i \in I$$

c_{ij} : OD i のリンク j の旅行時間
 λ_i : OD i の最小旅行時間
 f_{ij} : OD i の経路 j の交通量
 I : ODペアの集合
 J_i : OD i 間の経路集合
 q_i : OD i 間の交通需要
 $D_i(\cdot)$: OD需要関数
 (独立型)

41

均衡の相補性条件

$$\begin{cases} c_{ij} = \lambda_i & \text{if } f_{ij} > 0 \\ c_{ij} \geq \lambda_i & \text{if } f_{ij} = 0 \end{cases} \quad \forall i \in I, \forall j \in J_i$$

$$\sum_{j \in J_i} f_{ij} = q_i, f_{ij} \geq 0 \quad q_i = D_i(\lambda_i)$$

$$\Leftrightarrow f_{ij} (c_{ij} - \lambda_i) = 0 \text{ かつ } c_{ij} - \lambda_i \geq 0, f_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{j \in J_i} f_{ij} = q_i, f_{ij} \geq 0$$

$$q_i (c_i - D_i^{-1}(q_i) \lambda_i) = 0 \quad c_i - D_i^{-1}(q_i) \geq 0$$

42

等価最適化問題

$$\min. Z = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w) dw - \sum_i \int_0^{q_i} D_i^{-1}(w) dw$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } q_i &= \sum_{j \in J_i} f_{ij} & \forall i \in I \\ x_a &= \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} \delta_{a,ij} f_{ij} & \forall a \in A \\ f_{ij} &\geq 0 & \forall i \in I, \forall j \in J_i \end{aligned}$$

43

解の性質・計算法

- 通常のUEのリンクコスト関数で、需要関数 $D(\cdot)$ が減少関数であれば、目的関数は狭義凸関数となり、解 (\mathbf{x}, \mathbf{q}) は唯一
- 需要関数の設定法
 - 手段選択モデルなどを適用
 - エントロピー型分布モデル等を適用
 - Pivot Point型モデルを利用
- 部分線形化法などが利用可能 (土木学会, 1998)

44

Pivot Point型モデル

- 短期の簡略型予測に有用

政策シナリオ時のOD需要 $\rightarrow D_i(c_i) = D_i^0 \exp \left[\rho \left(1.0 - \frac{c_i}{c_i^0} \right) \right]$

現状シナリオ時のOD需要 \leftarrow 弾力性パラメータ

政策シナリオ時のOD費用 \leftarrow 現状シナリオ時のOD費用

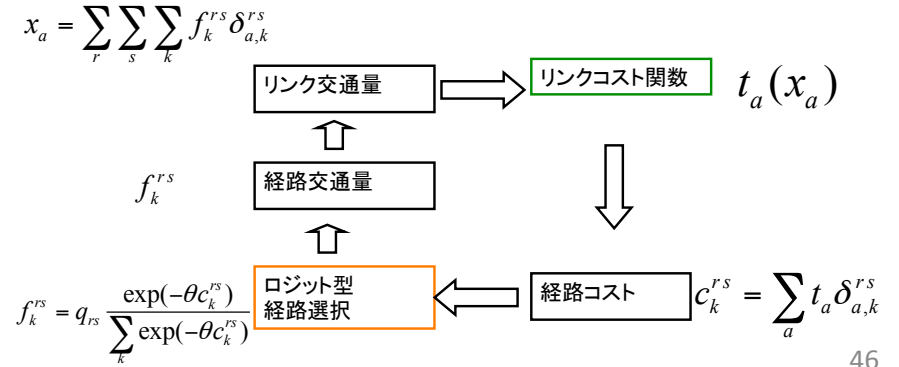
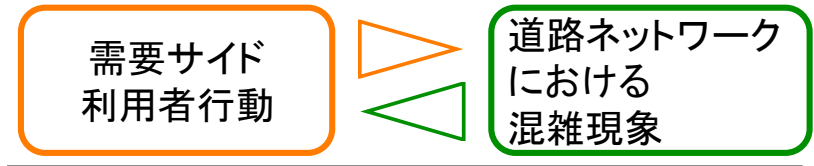
- 現状のODパターンは完全に再現
 - モデルの現状再現性を高めるという面倒な作業を回避
 - ただし、人口分布の変化などは予測に取り込めない

- Incremental 型の予測

$$P_k = \frac{p_k^0 \exp(V_k - V_k^0)}{\sum_j p_j^0 \exp(V_j - V_j^0)}$$

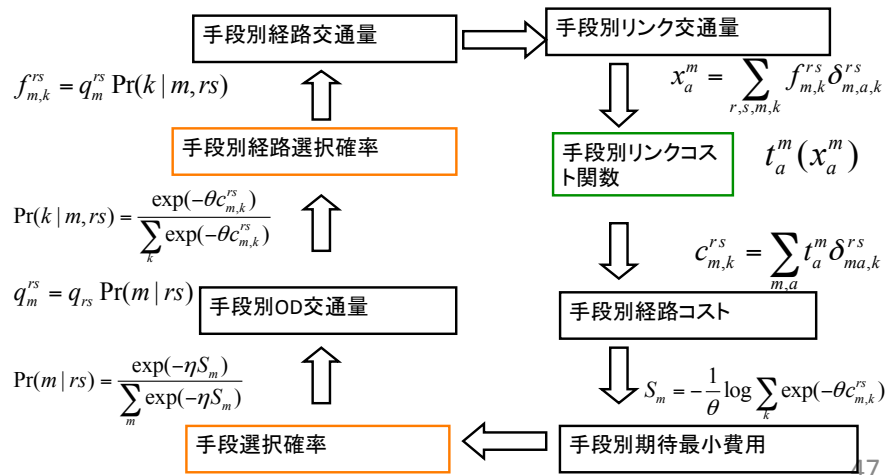
45

(需要固定型)確率的利用者均衡モデル (Logit SUE)



46

分担配分統合型確率的利用者均衡モデル (Nested Logit SUE)



47

モデルと等価な最適化問題

Logit 型 SUE

$$\min Z(\mathbf{x}(\mathbf{f})) = \sum_{m,a} \int_0^{x_a^m} t_a^m(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta} \sum_{r,s,m,k} f_{m,k}^{rs} \log f_{m,k}^{rs}$$

Nested Logit SUE

$$\min Z(\mathbf{x}(\mathbf{f}), \mathbf{q}) = \sum_{m,a} \int_0^{x_a^m} t_a^m(\omega) d\omega + \frac{1}{\theta} \sum_{r,s,m,k} f_{m,k}^{rs} \log f_{m,k}^{rs} + \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\theta} \right) \sum_{r,s,m} q_m^{rs} \log q_m^{rs}$$

$0 < \eta < \theta$ という条件下で目的関数は狭義凸関数になっている
: 解の一意性が証明される (c.f. NLモデルのRUMとの整合性条件)

$$s.t. \sum_m q_m^{rs} = q_{rs}, \sum_k f_k^{rs} = q_{rs}^m, x_a^m = \sum_{rs} \sum_{m,k} \delta_{m,a,k}^{rs} f_{m,k}^{rs}$$

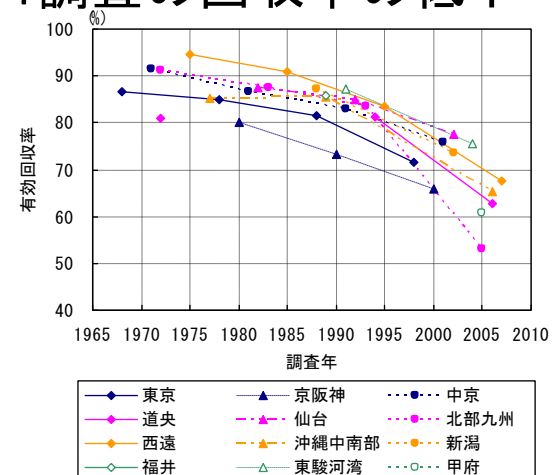
$$q_m^{rs} \geq 0, f_{m,k}^{rs} \geq 0, x_a^m \geq 0$$

48

	精度確保目標	母集団・カテゴリ数	抽出率・課題
都市圏全体の精度	・都市圏において、全目的、全手段、熊本市内はBゾーン（32ゾーン）熊本市以外はAゾーン（市町村単位11ゾーン）のゾーン間交通流動（43×43）の精度を確保する	・カテゴリ数：1×1×43×43=1849 ・母集団：986,601×2.47=2,436,904トリップ	抽出率：6.79% 概ね前回同様の考え方
	・熊本市において、全目的、全手段、Bゾーン間の交通流動（32ゾーン×32ゾーン）の精度を確保する	・カテゴリ数：1×1×32×32=1024 ・母集団：700,046×2.47=1,729,114トリップ	抽出率：5.38%
熊本市の精度検証	・熊本市において、4目的、4手段、Cゾーン（90ゾーン）発生集中交通量の精度を確保する	・カテゴリ数：4×4×90=1440 ・母集団：700,046×2.47=1,729,114トリップ	抽出率：7.40%

※Aゾーン：市町村単位
Bゾーン：概ね1ゾーン2万人程度の規模
Cゾーン：概ね1ゾーン5～7千人程度の規模

PT調査の回収率の低下



資料)高橋勝美・平見憲司・森尾洋・西野仁:「我が国のパーソントリップ調査の無回答状況とその要因に関する考察」

論点(1)

- ・そもそも、Bゾーン間OD表の精度を確保する必要があるのか？
(orできるのか、特に時間帯別OD表)？
– ODトリップ数そのものは、交通政策の評価指標ではない
- ・OD表の精度が低下した場合に、交通施策の評価精度がどの程度変化するのかを検討すべき
– OD表の確率変動を考慮した交通配分モデルで分析可能か
- ・時間帯別ODの精度
- ・OD表の信頼区間、ゼロトリップのODセル、整数⇒実数の拡大係数の設定

論点(2)

- ・ゾーン別、性・年齢階層別の回収率の差のOD表の精度への検討。
– 若年層の回収率が低い。
- ・ゾーン別、性・年齢階層別の回収率の差を見越した(回帰モデル等の利用)、郵送配布量を変化させた調査の妥当性
- ・予備ロットにおける階層別の追加投入の仕組みの検討