

# Validation of TASHA: A 24-h activity scheduling microsimulation model

Roorda, M. J., Miller, E. J., Habib, M. N. K.

Transportation Research Part A, Vol.42, pp.360 -375, 2008.

---

2008/10/28(水)

論文ゼミ#15

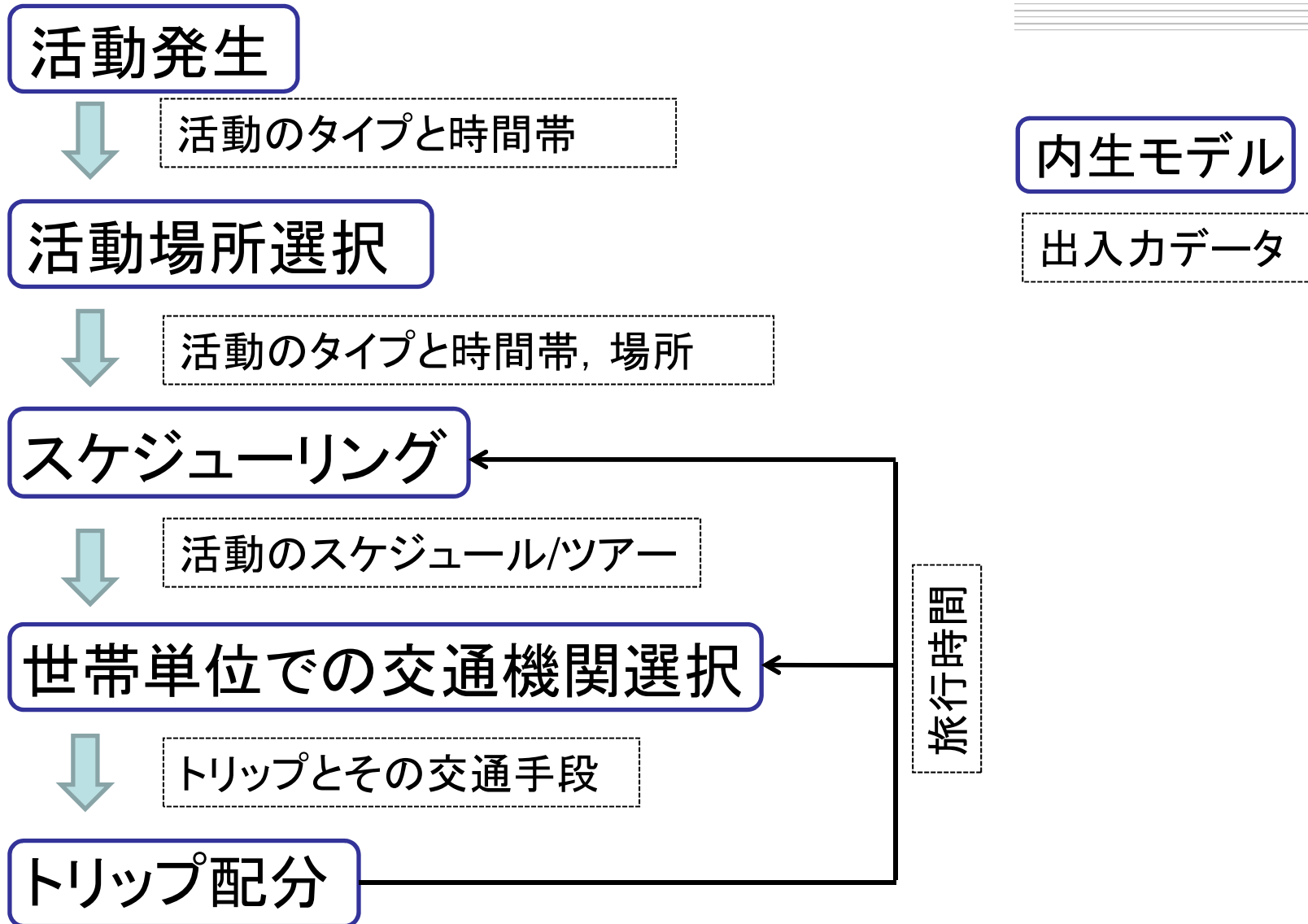
M1 山田孝太郎

- はじめに
- モデル概要
- 利用データ
- 基本年(1996)でのモデルVerification
  - 活動頻度, 活動開始時間, 活動継続時間, 移動距離
- 予測年(2001)でのモデルValidation
  - 活動頻度, 活動開始時間, 活動継続時間, 移動距離
- まとめ

- Travel Activity-based シミュレーションモデル  
"TASHA"のトロント都市圏への適用
  - Travel/Activity のスケジュールリングにおける一連の意思決定を表現
  - Activityを発生させ, 時間的に妥当になるようスケジュールリング
  - Tour-basedな交通手段選択モデル

- “TASHA”  
= **T**ravel/**A**ctivity **S**cheduler for **H**ousehold **A**gents
- 特徴
  - Activity-based: 移動は活動の派生需要
  - Household-based: 世帯内の相互作用を考慮
  - Agent-based microsimulation: 個人・世帯を離散的に表現
- “Bottom-up” プロセス
  - 活動発生→スケジューリングcf. “Top-down” プロセス: 活動パターンを選択

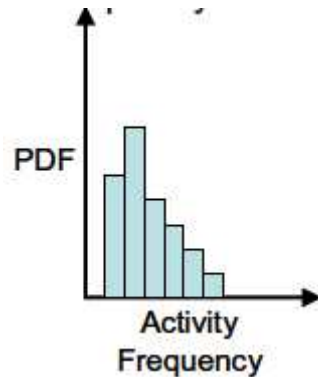
# モデル概要



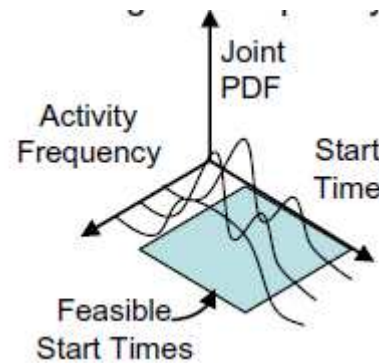
※既存のパッケージEMME/2を利用

## 活動発生

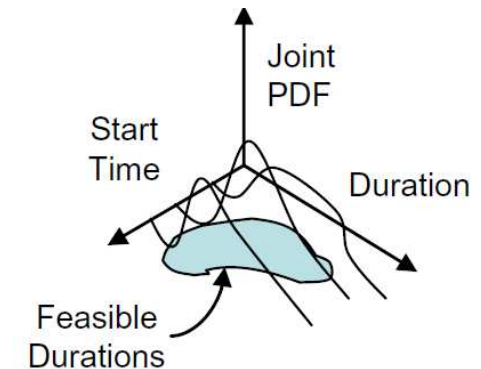
a) 活動発生するかを  
頻度分布から求める



b) 開始時刻を求める



c) 開始時刻から活動  
の継続時間を求める



## 活動のタイプ

1. Work business
2. Work-at-home business
3. Primary work
4. Secondary work
5. Return home from work
6. School
7. Joint other
8. Joint shopping
9. Individual other
10. Individual shopping

## 活動場所選択

- 自宅, 勤務地/学校の場所はインプットデータとする
- ゾーンjの選択確率は以下の式であらわされる.

$$P_{j|i} = \frac{\exp(\sum_k \delta_{jk} [\alpha_k + \beta_k \log(E_j) + \phi_k \log(P_j) + \gamma_k d_{ij}])}{\sum_{j'} \exp(\sum_k \delta_{j'k} [\alpha_k + \beta_k \log(E_{j'}) + \phi_k \log(P_{j'}) + \gamma_k d_{ij'}])}$$

$\delta_{jk}$  ゾーンjがゾーンアクティビティカテゴリkに属するとき1, そうでないとき0

$E_j$  ザーンjの従業人口

$P_j$  ザーンjの居住人口

$d_{ij}$  ザーンiからゾーンjへの距離

$\alpha_k, \beta_k, \phi_k, \gamma_k$  パラメータ

$k$  ザーンが都心部なら1  
従業人口密度>3000人/km<sup>2</sup>(work),  
小売面積>100,000sq.ft.(shopping),  
小売店舗数>50軒/km<sup>2</sup>(other) } なら2  
その他なら3

## スケジューリング

- 得られた活動を先述の決められた順(Doherty et al. 2004)に並べる. その間を移動活動でつなぐ.
- もし並べる際に他の活動と齟齬があれば, 活動時間を短くする, 開始時刻を遅らせるなど, アルゴリズム(Rooda and Miller, 2003)で処理する.

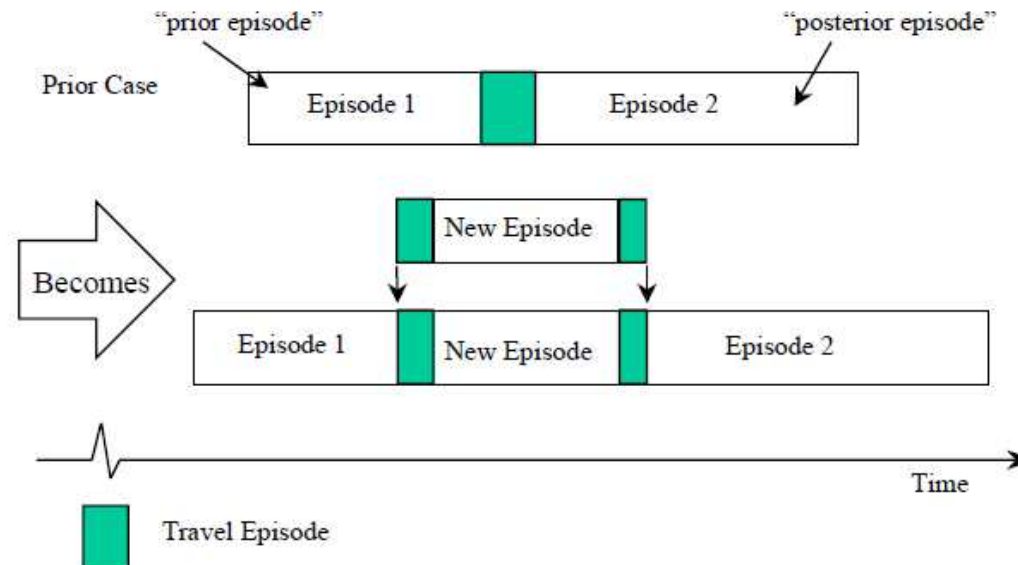


FIGURE 5 Inserting an activity into a person schedule with travel.



## 世帯単位での交通機関選択

- ランダム効用モデル
- 世帯内での他の人の活動などを考慮した交通機関選択.
- 詳しくはRoorda et al. (2006)



## トリップ配分

- 交通配分モデルEMME/2を利用
- シミュレートされた5%のサンプルをトロント都市圏人口に見合うように拡大
- 旅行時間を用いて繰り返し計算を収束するまで行う

- Transportation Tomorrow Survey (TTS)
  - 世帯単位
  - 平日の24時間の移動を調査
  - トロント都市圏の4.9%の世帯を対象(1996)
- 活動の発生, 場所選択モデルの推定に利用
  - Verification
    - 81,554世帯21,9773人の活動を対象
    - 推定された活動スケジュールを1996のTTSデータと比較
  - Validation
    - 113,608世帯315,202人の活動を対象
    - 2001年のTTSデータと比較

- Verification
  - 検証
  - 入力と出力を比較し, 正しいかを確認する
  - Are we building the product right?
- Validation
  - 妥当性確認
  - ソフトウェアが要求された要件を満たしているか確認する
  - Are we building the right product?

cf. Calibration

- 現実の状況をよりよく表現するためのパラメータチューニングを行う.

参考:<http://blues.se.uec.ac.jp/mt/swtest/archives/000055.html>

- TASHAの内生モデル(活動発生, 活動場所, スケジューリング)を組み合わせたときの動作について検証する.
- 個別のシミュレーション結果が集計したときに妥当であるかの確認.
  - 10回シミュレーションを行い, 平均・標準偏差で検証
- 以下の指標についてverification
  - 活動の頻度
  - 活動開始時刻
  - 活動継続時刻
  - 移動距離

# 基準年(1996)のverification

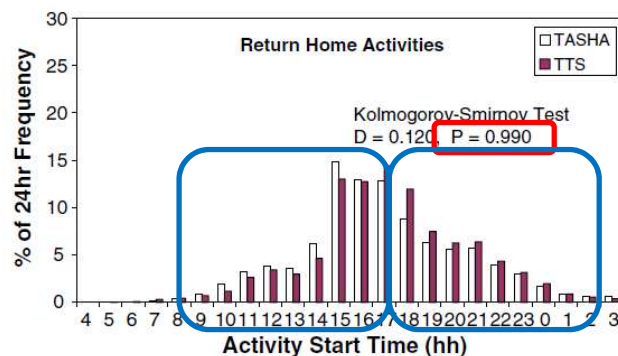
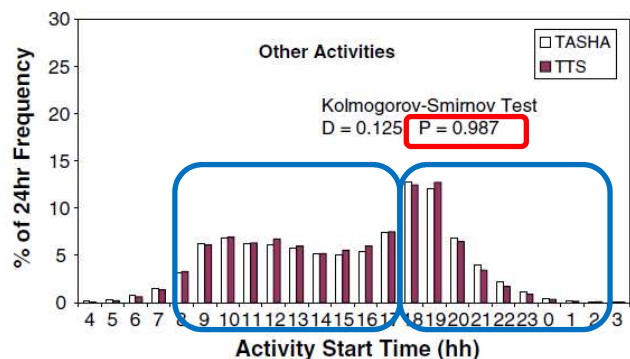
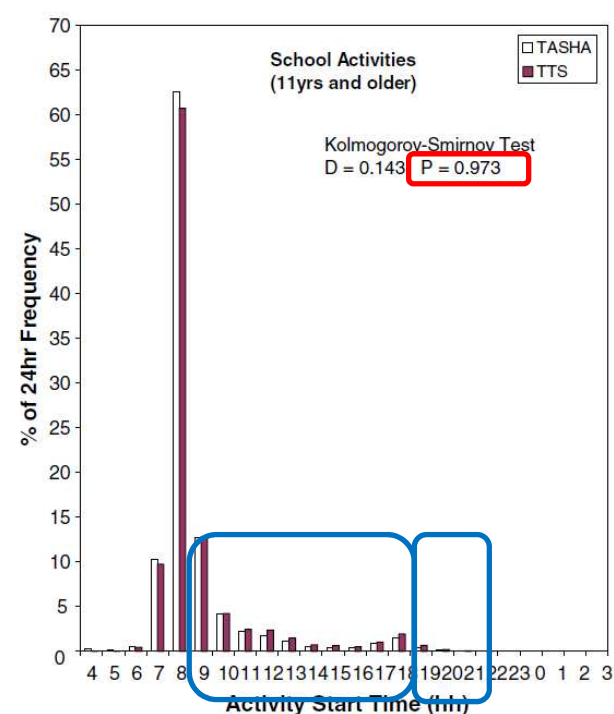
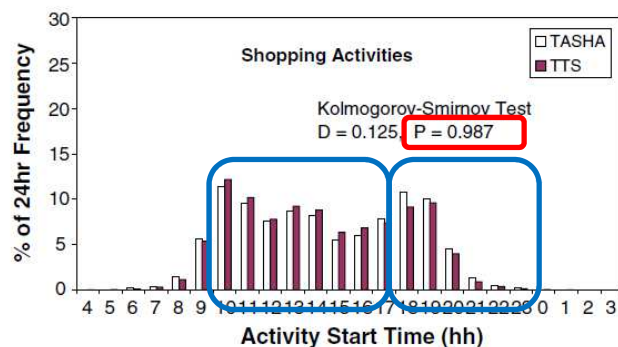
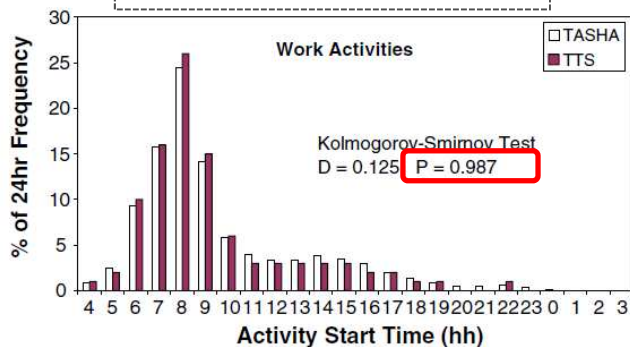
## 活動頻度

活動タイプ	平均活動数 (TASHA)	活動数標準偏差 (TASHA)	観測活動数 (TTS)	活動数の差 (#)	活動数の差 (%)
Work	95,173	224	95,152	21	0.0
School	28,881	60	30,352	-1471	-4.8
Shopping	32,891	134	35,469	-2578	-7.3
Other	58,998	260	60,741	-1743	-2.9
Home	180,796	271	175,966	4830	2.7
Total	396,739	405	397,680	-941	-0.2

- 全体的には比較的よく再現されている.
- Work活動の再現性は高い
- School, Shopping, Other活動の再現性は低い
  - Workより優先度が低く, スケジューリングのプロセスで棄却されることが多い
- Home活動がやや過大なのはChaining behavior(後述)のため

# 基準年(1996)のverification

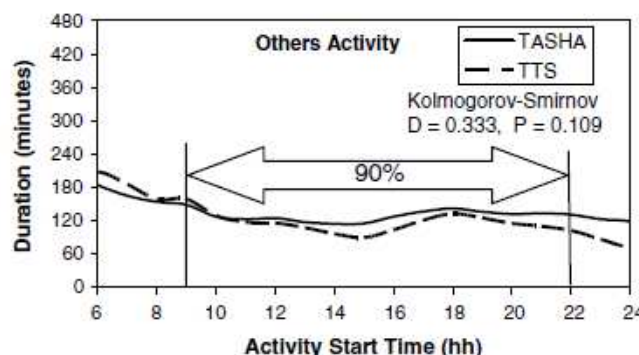
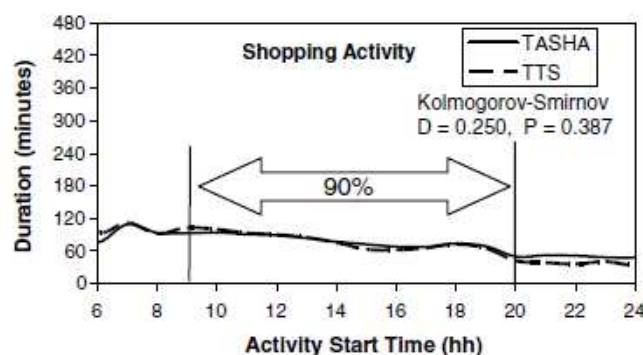
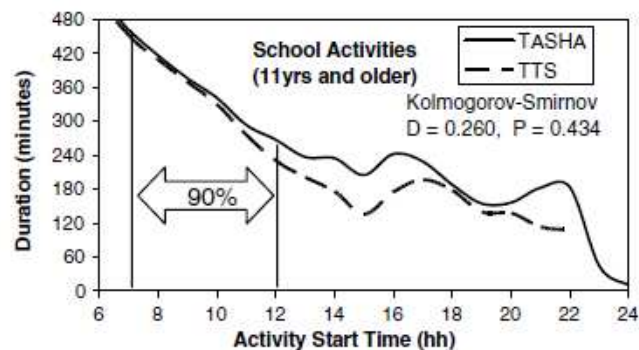
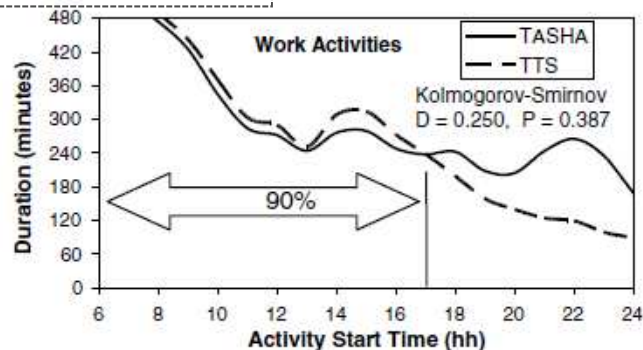
## 活動開始時刻



- Kolmogorov-Smirnov検定  
→すべての活動が $P > 0.97$
- 8:00 am~6:00 pmにSchool, Shopping, Otherがやや過小で, それ以降に過大になる傾向.
- 9:00 am~4:00 pmのReturn Home活動がやや過大, 5:00 pm~7:00 pmのものが過小. →他の活動の副次的活動のため.

# 基準年(1996)のverification

## 活動継続時間



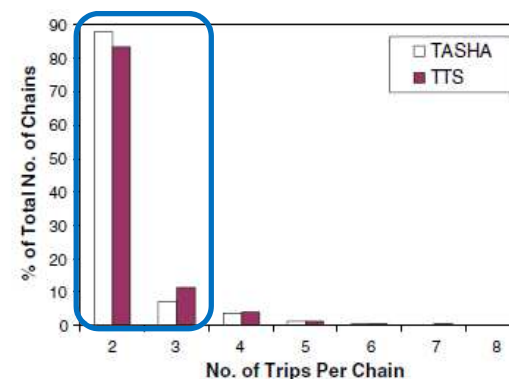
- Kolmogorov-Smirnov検定  
→Other活動は信頼水準90%で帰無仮説が棄却
- 図に示されている, 全体の90%トリップが含まれる時間帯は, 比較的再現性が高く, 10分または10%以内の差に収まる.

# 基準年(1996)のverification

## 移動距離

活動タイプ	平均移動距離 (TASHA)(km)	移動距離標準偏差 (TASHA)(km)	観測平均移動距離 (TTS)(km)	平均距離差 (km)	平均距離差 (%)
Work	12.41	0.02	12.08	0.33	2.7
School	5.58	0.02	5.05	0.53	10.5
Shopping	5.62	0.05	4.85	0.77	15.9
Other	7.64	0.03	7.48	0.16	2.1
Home	8.43	0.02	8.80	-0.37	-4.2
Total	8.83	0.02	8.74	0.08	0.9

- Return Home活動以外は過大  
理由1. Shoppingなどは職場に近い場所が選択されにくい.  
理由2. トリップチェーンが最適化されない(右図). 2トリップのツアーが過大になる.





# モデルValidation (2001)

- 過去のデータに基づいて構築されたモデルが、将来(2001)においても汎用性を保てるのかを検証する.
- 人口の予測は行わず、2001年の人口を入力データに利用する.
- 同様に以下の指標についてvalidation
  - 活動の頻度
  - 活動開始時刻
  - 活動継続時刻
  - 移動距離

# モデルValidation(2001)

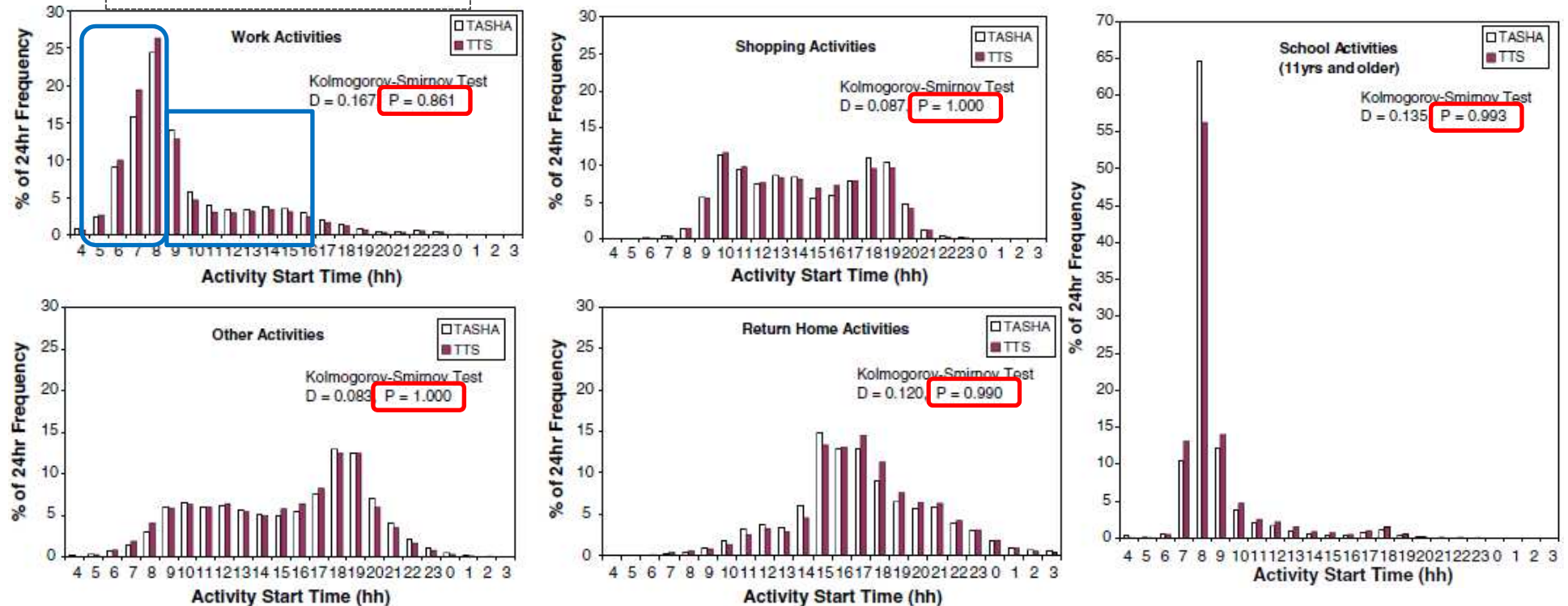
## 活動頻度

活動タイプ	平均活動数 (TASHA)	活動数標準偏差 (TASHA)	観測活動数 (TTS)	活動数の差 (#)	活動数の差 (%)
Work	143,990	329	145,123	-1133	-0.8
School	41,987	62	43,930	-1943	-4.4
Shopping	46,844	357	53,989	-7145	-13.2
Other	84,577	360	93,771	-9194	-9.8
Home	265,031	364	264,588	443	0.2
Total	582,429	1131	601,401	-18,972	-3.2

- 全体の再現性が落ちている. 過小評価  
→1世帯1日当たりのトリップの数が5年間で増加  
※5.60トリップ/日(1996)→5.83トリップ/日(2001)
- TASHAはこうした平均トリップ数の変動を表現できない.

# モデルValidation(2001)

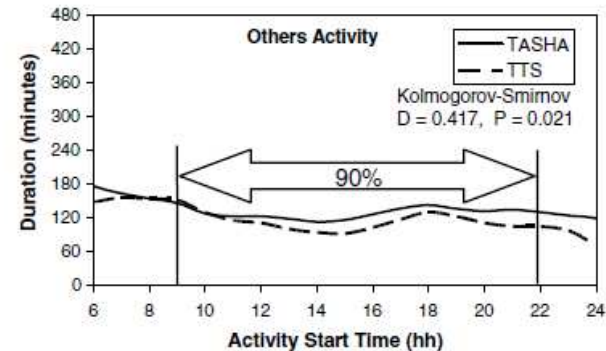
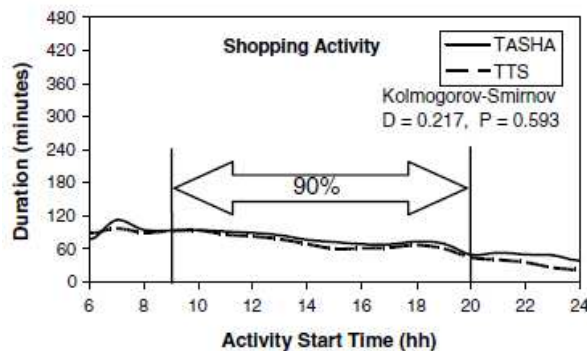
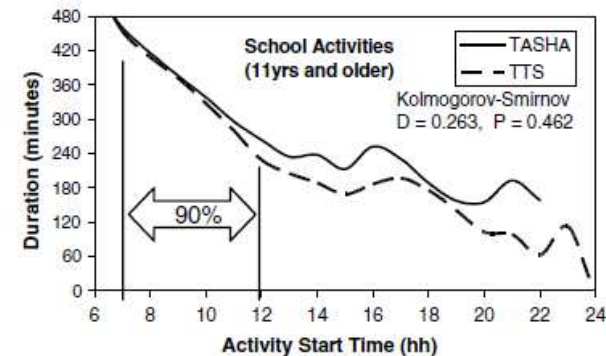
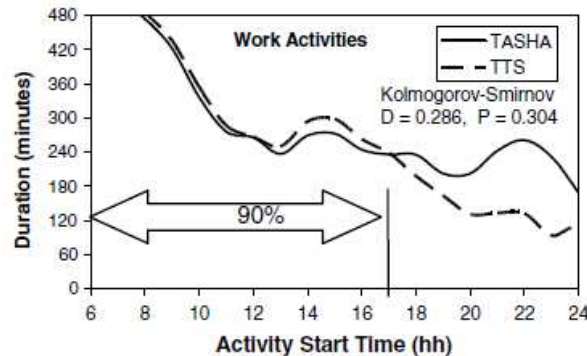
## 活動開始時刻



- 5年間で活動開始時刻の分布には、大きな変化がない。
- Work活動開始時刻が9:00am-4:00pmだったものが5:00am-8:00amのピーク時間に変更されていたり、学校開始時刻が8:00am-9:00amだったものがそれ以降の時間に変更されたりすることをTASHAは表現できない。
- Kolmogorov-Smirnov検定  
→すべての活動が $P > 0.86$

# モデルValidation(2001)

## 活動継続時間



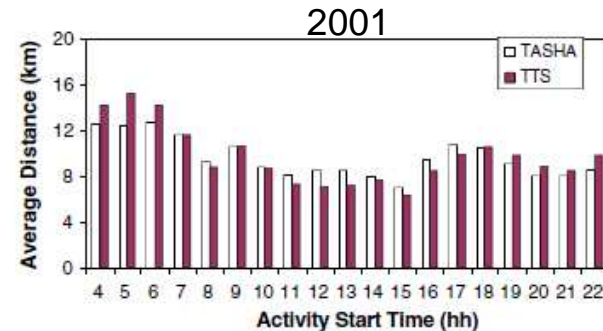
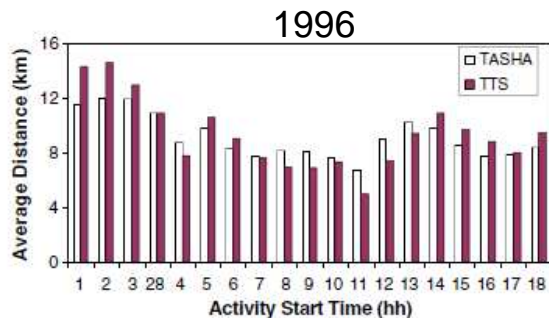
- Other活動の再現性はやや低下したが、それ以外の再現性はやや向上
- Kolmogorov-Smirnov検定でvalidation  
→Other活動は帰無仮説が棄却される

# モデルValidation(2001)

## 移動距離

活動タイプ	平均移動距離 (TASHA)(km)	移動距離標準偏差 (TASHA)(km)	観測平均移動距離 (TTS)(km)	平均距離差 (km)	平均距離差 (%)	平均距離差 01-'96(TASHA)(%)	平均距離差 01-'96(TTS)(%)
Work	13.20	0.02	12.78	0.42	3.2	6.3	5.8
School	5.58	0.02	5.30	0.28	5.3	0.0	5.0
Shopping	5.80	0.03	5.40	0.40	7.4	3.2	11.3
Other	7.88	0.03	8.02	-0.14	-1.8	3.1	7.2
Home	8.92	0.01	9.22	-0.30	-3.2	5.9	4.8
Total	9.34	0.01	9.26	0.07	0.8	5.8	5.9

- 5年間での平均移動距離の変化
  - 全体としてはよく再現できている
  - Work活動は距離を過大に推計している
  - School, Shopping, Other活動の距離の推計は過小
- 1996年では移動距離を過大推計したので, School, Shopping, Other活動の距離の2001年次の推計はより正確なのではないか.



- 短期間(5年)の予測ではあるが、モデルの安定性が検証された
- Validationによって得られたモデルの改善点
  - Work以外の活動場所選択モデルの改良
  - スケジューリングに対する感度をもった活動発生モデル
  - スケジューリングと交通手段選択の意思決定が同時に行われるようにモデルを統合.
  - Work以外の活動の表現を詳細にする.
  - 日中の仕事場からのReturn home活動の発生に距離を考慮する.
- さらにValidationで評価すべき事項
  - トロント都市圏の場所ごとで異なる移動行動が再現できるか
  - 属性の違うグループ間で異なる移動行動が再現できるか
  - 交通手段選択が正確に再現されているか
  - 配分時のリンク通過交通量が観測値と一致しているか
  - インフラ整備, 土地利用変更, TODに対し現実的感度が得られるか

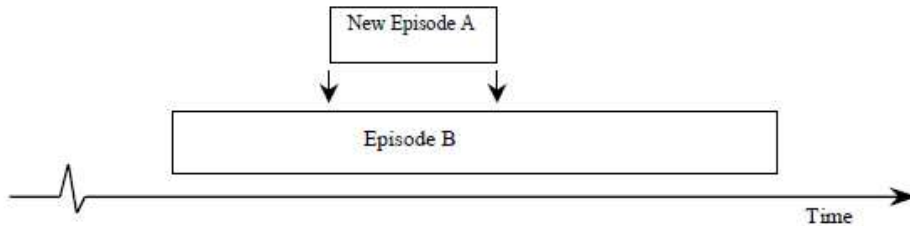


# 参考資料

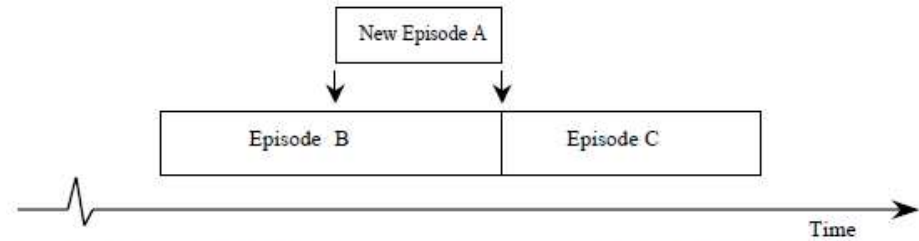
- **Activity-based**: 移動は活動の派生需要とすること。活動に対する需要/欲求と交通システムのモビリティ/アクセシビリティのオプションの相互作用こそが、移動行動を決定する。
- **Household-based**: 個人の移動の意思決定は世帯内の相互作用を考慮してなされる。
- **Agent-based**: 人や世帯が”intelligent object”または”agent”として表現される。
- **Microsimulation**: 離散的なActivity-basedアプローチを最大限に発揮する。



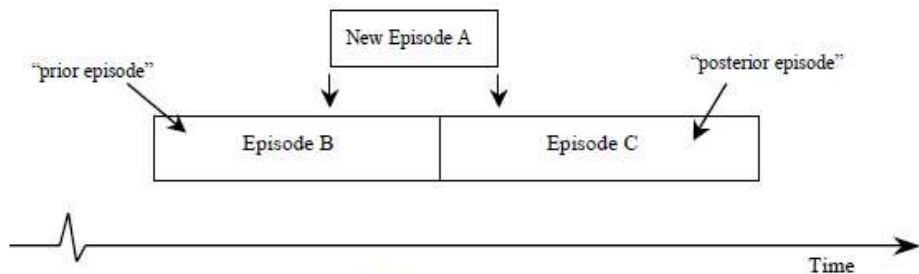
- 関連がある「一連の活動」を”Activity project”としてとらえる.
- Activity projectには目的以外に, project agendaとproject task listという属性がある.
  - Project agenda: そのprojectで行われる活動を順に記述したリスト
  - project task list: そのprojectで行われなければならない活動を記述したリスト.
- 発生させたActivity episodesを目的を同じくするproject agendaにアクティビティタイプの定められた順で配置する.
- 様々な目的のprojectから定められた順にepisodeを取り出し, 最終的な個人のスケジュールを決定する.



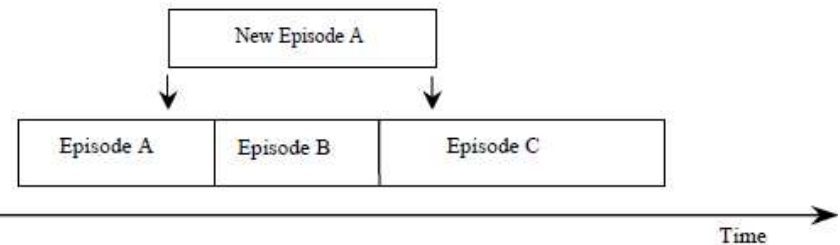
Case 1 – The new episode being added to the project agenda is added **within** an existing episode, thereby splitting it into two episodes. This type of insertion is only allowed in the work project agenda, where the episode being split is the primary work event.



Case 2 – The new episode being added to the project agenda can be inserted **between** two existing episodes, but the new episode only overlaps one of the episodes because the new episodes end (or start) time coincides with one of the existing episodes' end (or start) time.



Case 3 – The new episode being added can be inserted between two existing episodes. However, the start and end times of the new episode do not coincide with either of the existing start or end times so the new episode overlaps both existing episodes.



Case 4 – A long duration activity might completely overlap one or more shorter episodes. This case is disallowed. In the current model, the new long duration activity episode would be rejected from the project agenda.

- Doherty, S.T., Nemeth, E., Roorda, M.J., Miller, E.J., 2004. Design and assessment of the Toronto area computerized household activity scheduling survey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1894, 140–149.
- Miller, E.J., Roorda, M.J., 2003. A prototype model of 24-h household activity scheduling for the Toronto Area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1831, 114–121.
- Roorda, M.J., Miller, E.J., Kruchten, N., 2006. Incorporating within-household interactions into a mode choice model using a genetic algorithm for parameter estimation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1895, 171–179.