

道路の旅行時間信頼性の評価に 関する研究課題

東京工業大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻
福田 大輔

旅行時間信頼性(Travel Time Reliability)に関する研究課題

(背景)・移動の「質」の更なる向上への利用者ニーズ
・非常に充実した我が国の旅行時間データベース

▶ 旅行時間信頼性の「評価」

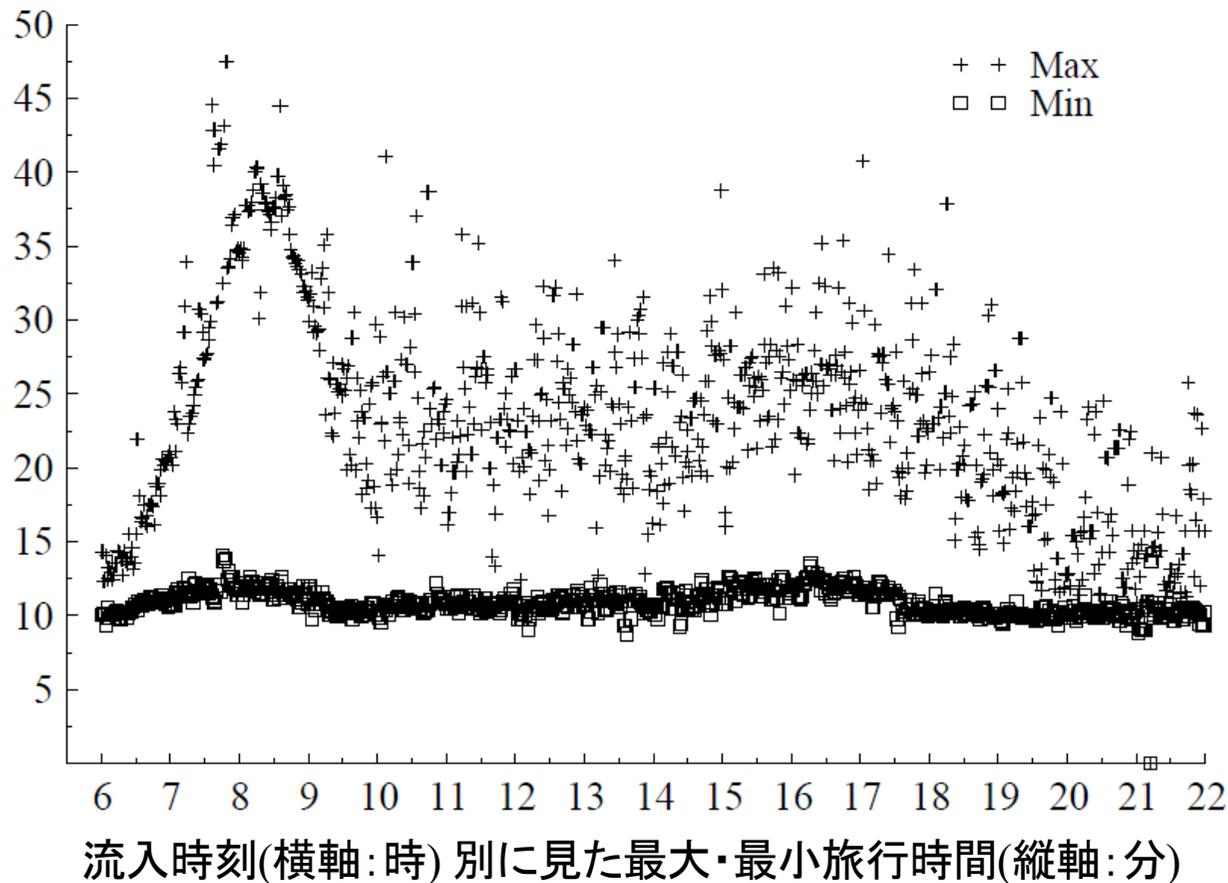
- 業績評価指標 (Performance measurement/indicator) としての活用
- 事業評価 (Project evaluation) や、費用便益分析 (Cost-Benefit Analysis) への導入

▶ 旅行時間信頼性の「運用」

- 道路利用者への情報提供
- 旅行時間変動を考慮した最適な経路誘導/多経路推奨 (Reliable routing, Multi-path routing)

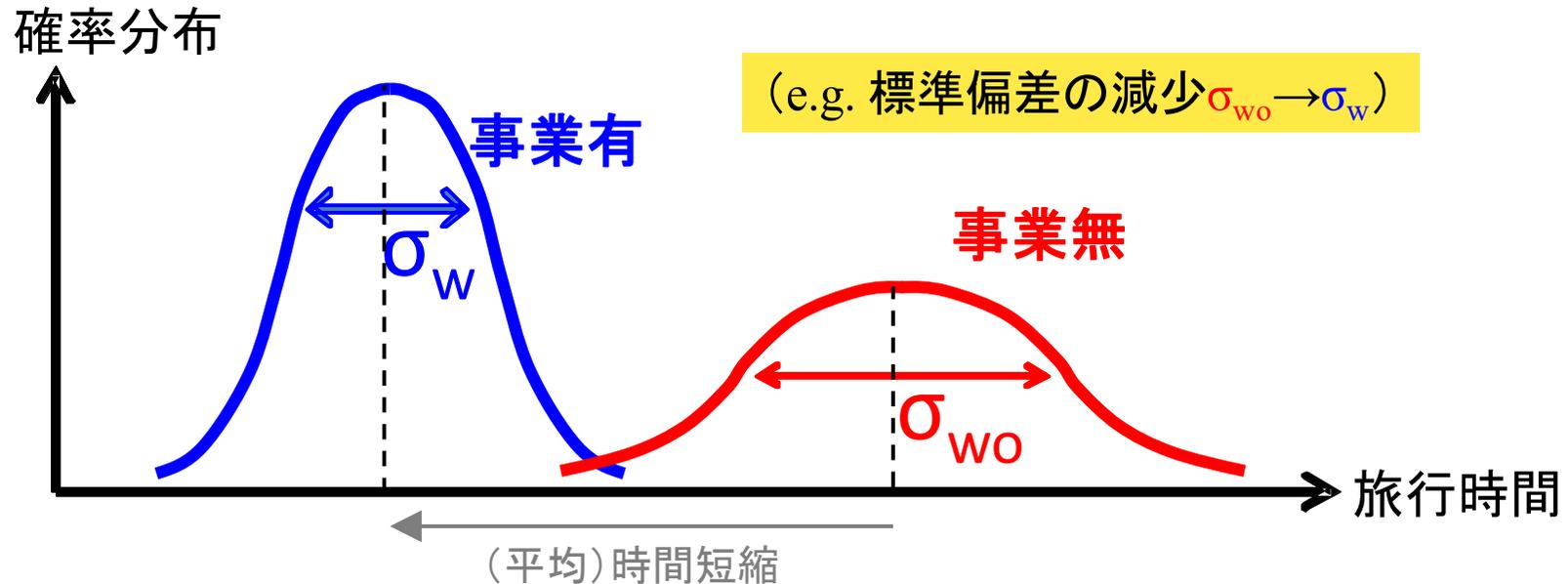
旅行時間信頼性とは

[同じ区間の移動であっても]旅行時間は、時間帯や日によって、大きく**変動**する(=旅行時間信頼性が低い)



(コペンハーゲン・都市内道路(約11.2km), ナンバープレート認識による約3ヶ月間の観測結果)

旅行時間信頼性向上の経済便益



[旅行時間変動の要因]

普段とは異なる需要変化, 事故・天候変化による道路容量低下など
(主に, Non-Recurrent = 不定期的な事象)



道路整備や料金施策による交通流の円滑化は,
旅行時間信頼性の向上にも大きく貢献する

旅行時間信頼性向上の経済便益

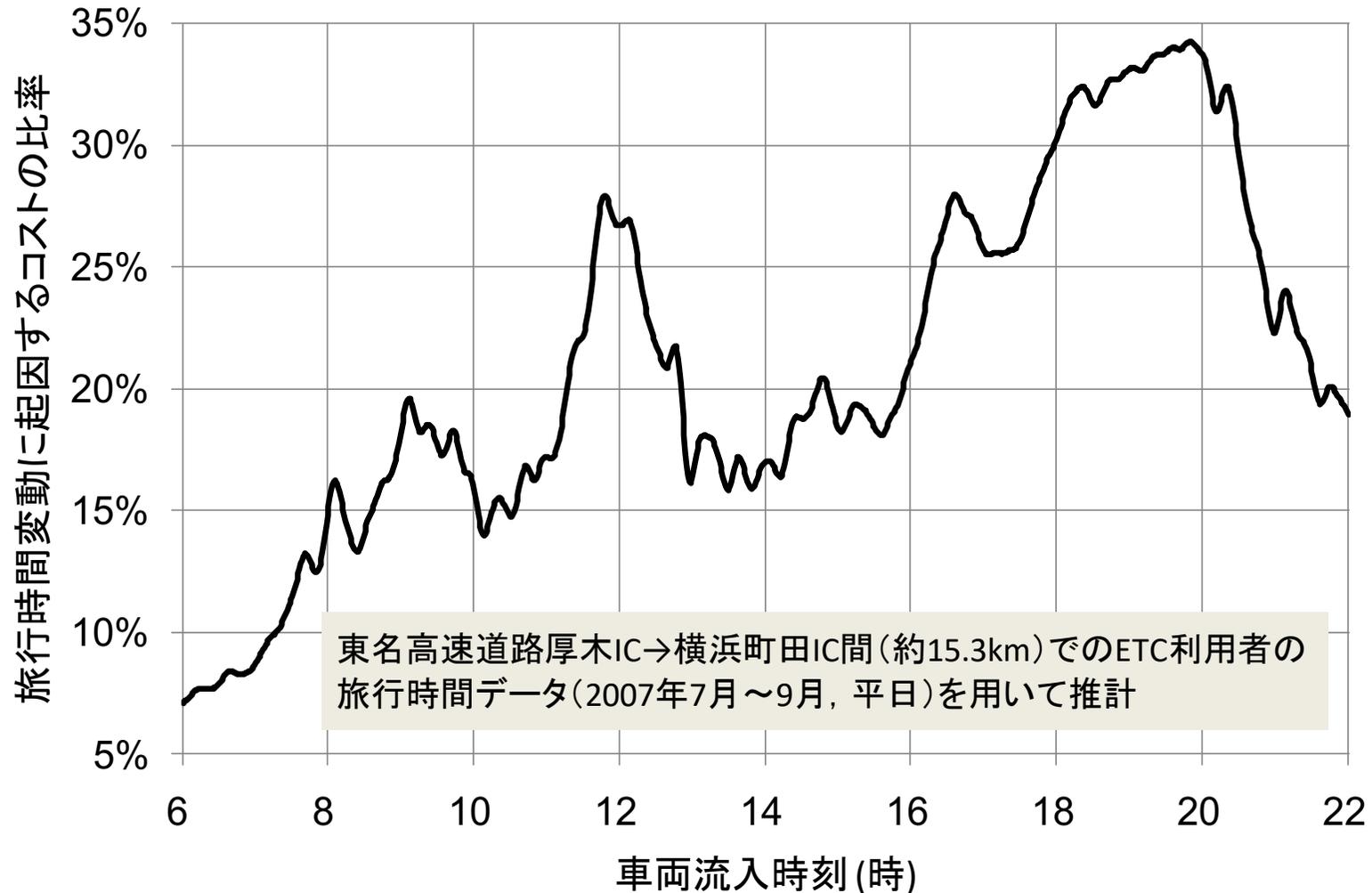
- ▶ 信頼性(定時性)の向上がドライバーに与える影響
 1. **遅刻**のリスクが少なくなる
 2. 予定より**早く着き**過ぎて、時間を無駄にすることが少なくなる
 3. 「到着が予定とズレたときに、どう、対処しよう？」と**悩む**ことが少なくなる(Planning Costの減少)

- ▶ 旅行時間信頼性向上の経済便益
 - ▶ ロンドン, スtockホルムでの試算例(混雑料金施策の場合)
→利用者便益全体の“**2割強**”(無視できない大きさ)
 - ▶ 欧州(UK, NL, SW, DK等)を中心に, **国の費用便益分析ガイドラインへの導入に向けた検討**の動きが活発に
 - ▶ **時間に厳格な国民性の我が国**では, 影響は更に大きいのでは？

旅行時間変動がもたらすコスト*の試算例

*ドライバー一人当たりのコスト

総費用(=平均旅行時間費用+旅行時間変動費用)に対する旅行時間変動費用の比率



旅行時間信頼性の便益評価に向けた課題

① 貨幣価値原単位の設定

- ▶ 旅行時間信頼性の指標：標準偏差，タイム値，Buffer Timeなど
- ▶ 旅行時間の標準偏差が1分小さくなることに対し，旅行者は，いくら支払っても良いと考えるか？
 - 時間信頼性価値 (Value of Travel Time Variability)
 - [c.f. 旅行時間の平均が1分小さくなることの価値＝時間価値]
- ▶ ミクロ経済学・交通行動分析の観点から，近年研究が進展

② 旅行時間信頼性の将来予測

- ▶ 施策実施により，当該区間の将来の信頼性がどうなるのか？
[c.f. 平均旅行時間の予測：交通量配分等の需要予測結果に基づいて算出]
- ▶ どのようなデータソースで，旅行時間“変動”を捉えられるか？
 - ▶ 交通分野の劇的なIT化→大量データの長期間獲得(例. ETC, プローブ)

旅行時間変動の価値付けに関する研究 (Valuation)

1. 理論モデル(利用者行動モデル)
2. SP調査に基づく価値の推計

代表的アプローチ：①平均－分散モデル

ドライバーの(間接)効用が、費用 C 、期待旅行時間 ET 、旅行時間の標準偏差 σ_T に規定されると仮定するモデル：

$$U = \delta C + \alpha ET + \rho \sigma_T$$

δ, α, ρ : 限界(不)効用

- Value of travel time (VTT) = α/δ , **VTTV = ρ/δ**
- その簡便さ故、1980年頃より多くの適用例、
e.g., Jackson & Jucker (1981).
- ET の代わりに旅行時間の中央値を、 σ_T の代わりに 90・50パーセンタイル値の差を用いる例も、e.g., Small et al. (2005)
- 消費量そのものが効用関数の引数となっていない
→ミクロ経済学的基礎は確立していない

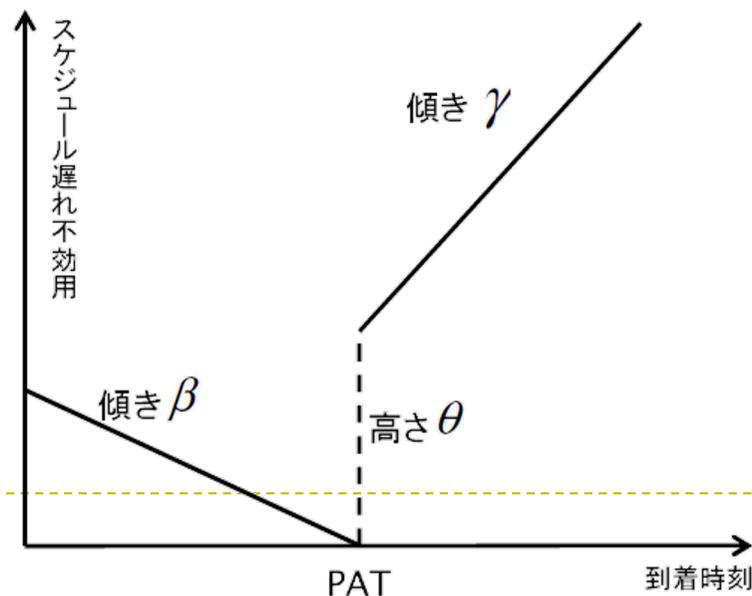
代表的アプローチ：②スケジューリングモデル

ドライバーの(間接)効用が、費用 C 、時間 T 、希望到着時刻 (Preferred arrival time: PAT) からどれほど乖離して早着/遅着したかに規定されるモデル (Small (1982)).

(出発時刻 t_h を選択するモデル)

$$U(t_h) = \delta C + \alpha T + \beta SDE + \gamma SDL + \theta D_L$$

SDE : Schedule delay early, SDL : Schedule delay late,
 D_L : 遅着ダミー, $\delta, \alpha, \beta, \theta$: 限界不効用.



早着の限界価値:

$$VTTV_{SDE} = \frac{\beta}{\delta}$$

遅着の限界価値:

$$VTTV_{SDL} = \frac{\gamma}{\delta}$$

統合アプローチ① (Fosgerau & Karlström 2010; Fosgerau & Fukuda 2012)

旅行時間変動のもとでの出発時刻選択問題 (スケジューリングモデル)

$$U(D, T) = \eta D + \omega T + \lambda (T - D)^+$$

早発不効用

旅行時間の
不効用

遅着不効用

where $T = \mu + \sigma X,$

$X \sim \Phi(X)$

基準化旅行時間

最大化された期待効用

$$EU^* = (\eta + \omega) \mu + \lambda H(\Phi, \eta/\lambda) \sigma = \theta \mu + \kappa \sigma$$

□ 平均旅行時間 μ と標準偏差 σ に関して線形 (平均一分散モデル)

□ 任意の基準化旅行時間分布 $\Phi(X)$ で成り立つ

統合アプローチ②

利用者が選ぶ(最適)出発時刻:

$$D^* = \mu + \sigma \Phi^{-1}\left(1 - \frac{\eta}{\lambda}\right)$$

$\Phi^{-1}\left(1 - \frac{\eta}{\lambda}\right)$: 基準化旅行時間 X の $(1 - \eta / \lambda)$ タイル値

$\frac{\eta}{\lambda}$: 最適遅着確率

すなわち, ドライバーが見込む旅行時間は,

平均旅行時間 (μ) +

セーフティ・マージン

{ 旅行時間の標準偏差 (σ) × 基準化旅行時間 X の $(1 - \eta / \lambda)$ タイル値 }

統合アプローチ③

最大化された期待効用:

$$EC^* = (\eta + \omega)\mu + \lambda H\left(\Phi, \frac{\eta}{\lambda}\right)\sigma \quad \text{where } H\left(\Phi, \frac{\eta}{\lambda}\right) = \int_{1-\frac{\eta}{\lambda}}^1 \Phi^{-1}(s)ds \quad (\text{定数})$$

$(\eta + \omega)$: 平均旅行時間の限界費用 (Value of Travel Time: VTT)

$\lambda H(\Phi, \eta/\lambda)$: 旅行時間標準偏差の限界費用

(Value of Travel Time Variability: VTTV, 時間信頼性価値)

モデルより得られる示唆:

- ドライバーの総コスト := 節約時間価値 × 平均旅行時間
+ 時間信頼性価値 × 旅行時間標準偏差
- 旅行時間変動の尺度: 標準偏差
- 時間信頼性価値: ドライバーの選好 (η, λ) と基準化旅行時間分布 (Φ) に依存

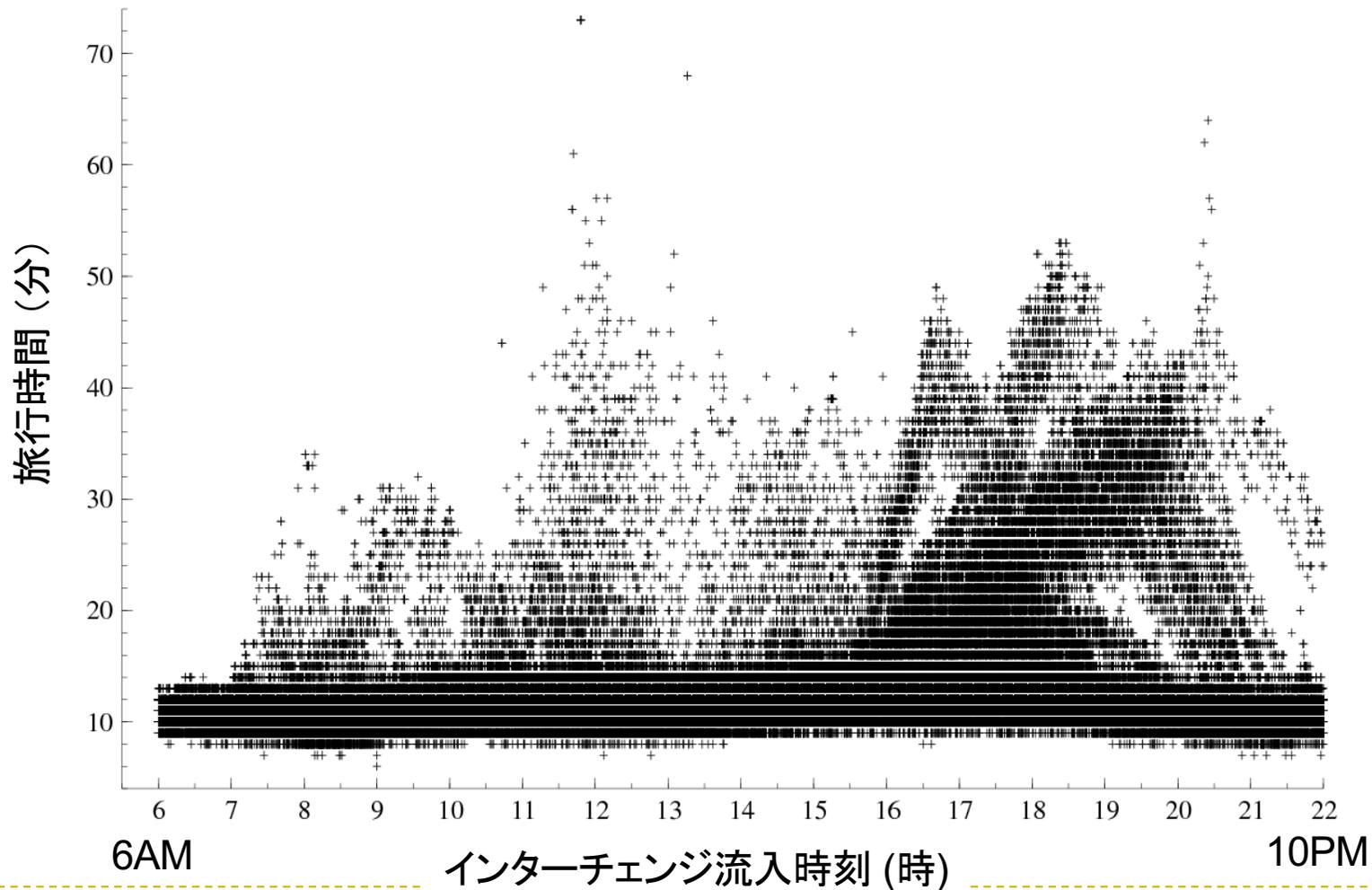
高速道路ETCデータを用いたケーススタディ

東名 高速 道路	区間長: 5.3 km		年	期間	観測データ数 (普通車のみ)	時間帯
	流入	流出				
	厚木 IC	横浜町田 IC	2007	7/18~9/30 [平日のみ]	238,203	6:00~ 22:00

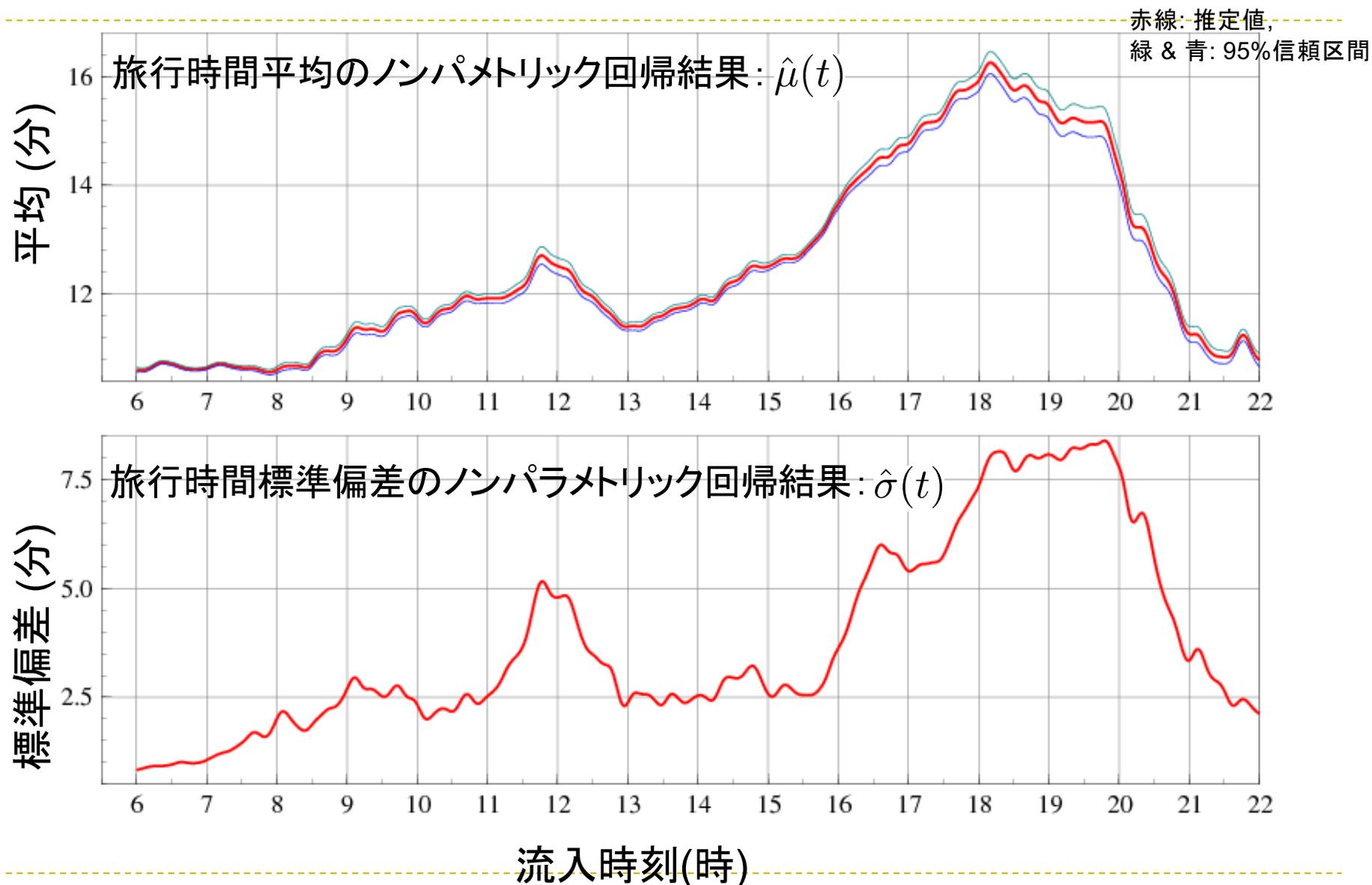


データのプロット

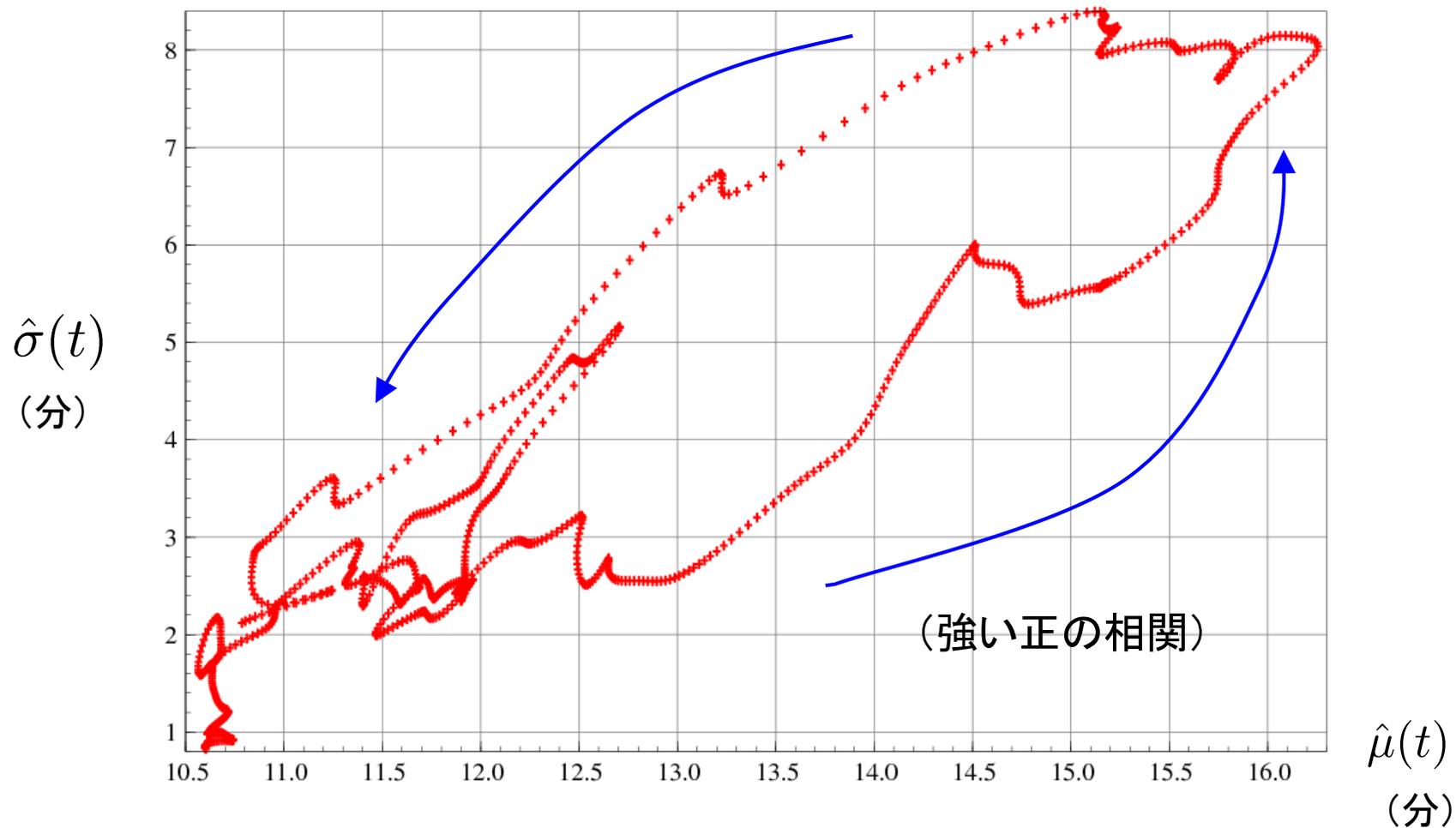
2007/7/18~2007/9/30 (平日6AM-10PM, 普通車のみ) 238,203サンプル:



旅行時間の平均と標準偏差



旅行時間の平均(横軸) と標準偏差(縦軸) の関係



- 平均旅行時間の増加 → 旅行時間の標準偏差の増加
- 反時計回りの動き → 平均のピークが先・変動のピークは後
(渋滞解消までの時間変動が最も大きい)



旅行時間変動に起因するコストの試算

ドライバーの総コスト:

$$EC^* = VTT \cdot \hat{\mu} + VTT \cdot \frac{VTTV}{VTT} \cdot \hat{\sigma}$$

= **RR** (Reliability Ratio, 信頼性比)

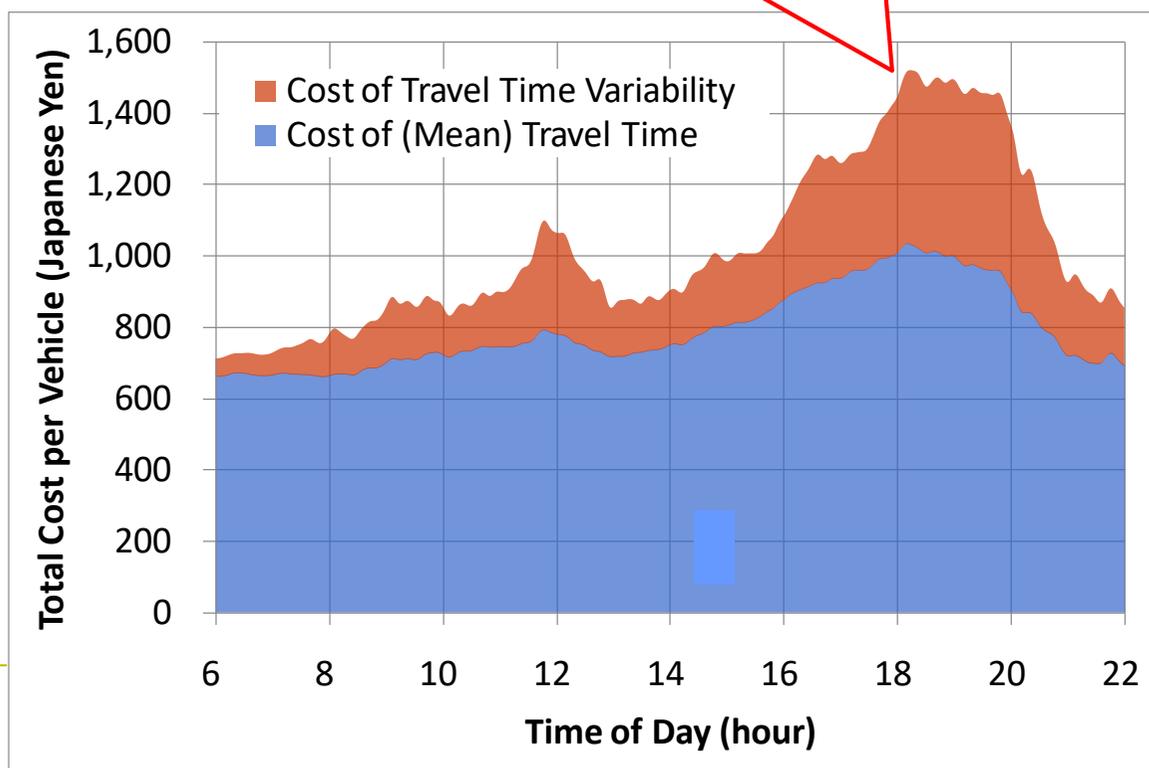
以下のパラメータを代入:

$$\left[\begin{array}{l} VTT = 62.86 \text{ (円/台/分)} \leftarrow \text{費用便益分析マニュアル} \\ (\eta, \lambda, \omega) \leftarrow \text{Small (1982) の結果: (1, 1, 5)} \end{array} \right]$$

旅行時間変動に起因するコスト(赤色)のシェアは、無視できるほどに小さいものでは決してない。

このとき信頼性比は,

$$\begin{aligned} RR &= \frac{VTTV}{VTT} \\ &= \frac{\lambda}{\eta + \omega} H\left(\Phi, \frac{\eta}{\lambda}\right) \\ &\approx \underline{0.966} \end{aligned}$$



旅行時間信頼性価値(VTTV)推計のレビュー

出典	国, モード, データ	行動モデル	旅行時間変動価値	信頼性比
Asensio and Matas (2008) ³²⁾	スペイン, 自動車, SP	スケジューリング	早着: 16.4 円/分, 遅着: 80.2 円/分	
Bates (2001) ³³⁾	英, 鉄道, SP	スケジューリング	早着: 134 円/分, 遅着: 272 円/分	
Batley et al. (2007) ³⁴⁾	英, 鉄道, SP	平均-分散, スケジューリング同時考慮		業務/通勤: 1.35–2.71 私的: 2.48–3.28
Bhat and Sardesai (2006) ³⁵⁾	米, 多モード, SP/RP	平均-分散	フレックス勤務: 5.4 円/分 固定勤務時間: 9.8 円/分	0.27–0.50
Black and Towriss (1993) ³⁶⁾	英, 全機関, SP	平均-分散		自動車通勤者: 0.70, 全通勤者: 0.55
Hensher (2001) ³⁷⁾	ニュージーランド, 車, SP	平均-分散	7.3 円/分	0.57
Hollander (2005) ³⁸⁾ , (2006) ¹⁹⁾	英, バス, SP	スケジューリング	早着: 11 円/分, 遅着: 31 円/分	
Lam and Small (2001) ¹⁷⁾	米, 車, SP	平均-分散	男性: 26–33 円/分, 女性: 60–76 円/分	
Noland et al. (1998) ³⁰⁾	米, 車, SP	平均-分散, スケジューリング分離推定		1.27
Rietveld et al. (2001) ³⁹⁾	オランダ, 全機関, SP	15 分の遅延が生じる確率 を説明変数として利用	確率 50%: 21 円/分 18–27 円/分, 5 分の早着: 3–3.6 円/分, 10 分の早着: 8.6–9 円/分, 15 分の早着: 14.3 円/分, 遅着: 26–40.3 円/分	
Small et al. (1999) ²⁹⁾	米, 車, SP	平均-分散, スケジューリング分離推定		
Small et al. (2005) ²¹⁾	米, 車, SP/RP	平均-分散, (RP データでは信頼性を 50 番目と 90 番目の値の 差で示し, SP データでは 信頼性を少なくとも 10 分 遅れる確率とする)	RP: 45–57 円/分 (中央値), 61–66 円/分 (四分位範囲) SP: 12–13 円/分 (中央値), 15–18 円/分 (四分位範囲)	
Transek (2002) ⁴⁰⁾	スウェーデン, 車, SP	平均-分散		0.96
高橋・福田 (2010) ⁴¹⁾	日本, 車, SP	平均-分散		1.68–3.08

出典: 福田 (2010)



統合モデルのパラメータ推定

- ① 毎朝、自動車を利用して会社に通勤
- ② 二つの道路の長さや構造は全く同じ. 唯一, 旅行時間変動のみが異なる
- ③ 旅行時間変動は, 過去100日間の調査から予めわかっており, 「平均旅行時間」と, 「早着・遅着が起こった回数」で表される
- ④ 自宅を出発する時間は毎日同じ



道路	過去約 “100”日間の 平均所要 時間	早着・遅着が起こった回数(過去約“100”日間の実績)							
		20分 以上 早着	10分以上 ~ 20分未満 早着	0分以上 ~ 10分未 満 早着	0分以上 ~ 10分未 満 遅着	10分以 上~ 20分未 満 遅着	20分以 上~ 30分未 満 遅着	30分以 上~ 40分未 満 遅着	40分以 上 遅着
A	48分	0回	0回	49回	39回	7回	3回	1回	1回
B	48分	3回	40回	37回	11回	4回	2回	1回	2回

• グラフを用いた分布形としての提示形式は理解が難しい
 • “数値による直接表示形式”が最も理解が容易との指摘 (Tseng et al, 2009)

SP (Stated Preference) 調査の属性:

- ✓ 平均旅行時間
- ✓ 標準偏差
- ✓ 早着/遅着 (遅着確率)

⇒ 「平均旅行時間」と「早着・遅着の度合いとその頻度」として旅行時間変動を提示

信頼性比及び旅行時間変動価値及びの推計結果

期待効用関数: $\Delta EU_{it} = \theta (\mu^{A_{it}} - \mu^{B_{it}}) + [\kappa + \kappa_F \times \text{Female}_i + \kappa_{AGE} \times \text{Age}(\text{above}30) + \kappa_{INCOME} \times \log(\text{Income})_i + \kappa_{COM} \times \text{ComTime}_i] (\sigma^{A_{it}} - \sigma^{B_{it}}) + \varepsilon_{it}$

の未知パラメータを推定し, RR及び, VTTVを推計

WEB-SP調査(232被験者, 4176SP設問)を用いた結果

旅行者タイプ	信頼性比 (RR)	旅行時間変動価値 (VTTV) ※参考値
男性・30歳以上	2.29	144(円/分)
男性・30歳以下	3.08	193(円/分)
女性・30歳以上	1.68	106(円/分)
女性・30歳以下	2.47	155(円/分)
全体平均	2.40	149(円/分)

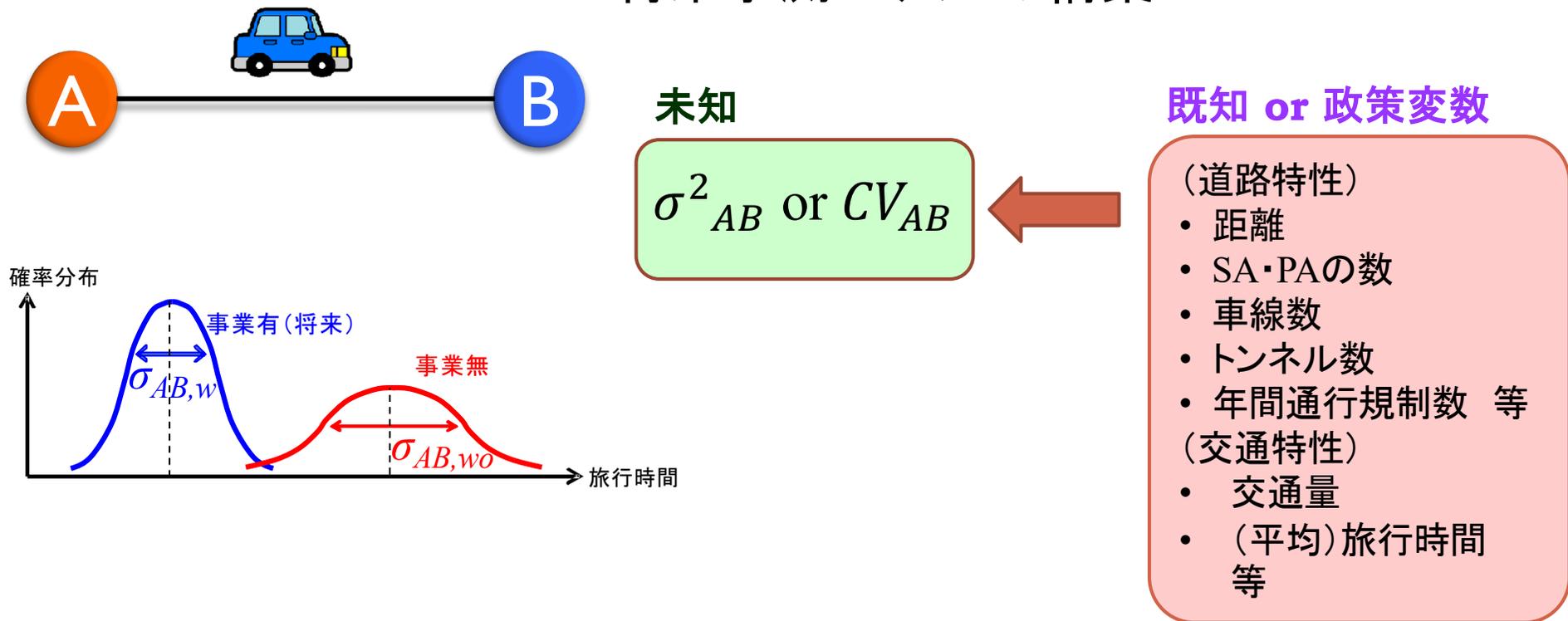
c.f. アメリカの道路の事例: RR=1.27 (Noland et al, 1998)
英国の鉄道の事例: RR=3.28 (Batley et al, 2008)

旅行時間変動の予測に関する研究 (Prediction)

1. 高速道路の例[ETCデータ]
2. 一般道の例[プローブデータ]

旅行時間信頼性指標の将来予測

区間ごとの旅行時間信頼性指標の将来予測モデルの構築



既存の旅行時間信頼性指標推定式

予測変数	設定要因・説明変数
(スウェーデン) 変動係数	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 渋滞指数(平均旅行時間/自由流旅行時間)
(イギリス) 変動係数	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 渋滞指数(平均旅行時間/自由流旅行時間) ➤ OD間距離 <p>[時間帯別にモデルを構築]</p>
(オランダ) 標準偏差	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 平均遅れ時間(平均旅行時間－自由流旅行時間) (混雑状況に応じて3区分で設定) ➤ 平均旅行速度 ➤ 区間長 ➤ 車線数 ➤ 自由流速度 ➤ 臨界速度
[参考:BPR関数] パラメータ設定要因	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 信号交差点密度 ➤ 規制速度 ➤ DID延長率 ➤ 混雑度(交通量/交通容量) ➤ 車線数

高速道路の例：ETCデータを用いた分析

対象区間：東名高速道路東京～三ヶ日IC間交通

対象期間：平成20年4月1日～平成22年3月31

対象日：休日(全240日)

サンプル数：54,672,465



東名高速道路東京IC～三ヶ日IC間路線図

項目	属性	桁数	備考
データ種別	半角数字	1	1:クレジット 2:コーポレート
入口年月日	半角数字	8	西暦
入口ICNO	半角数字	5	路線番号:2桁, 料金所番号:3桁
入口IC名	全角漢字	16	漢字8文字
入口時間	半角数字	4	時分
出口年月日	半角数字	8	西暦
出口ICNO	半角数字	5	路線番号:2桁, 料金所番号:3桁
出口IC名	全角漢字	16	漢字8文字
出口時間	半角数字	4	時分
車種	半角数字	1	1:普通車 2:大型車 3:特大車 4:中型車 5:軽自動車等
ICカード処理1 (走行形態)	半角数字	1	1:入出共無線(混在車線) 2:入出共有 3:入口無線・出口有人 5:入出共無線(専用車線)
識別番号	半角数字	30	同一カードIDを識別する番号

データフォーマット

ETCデータのクレンジング

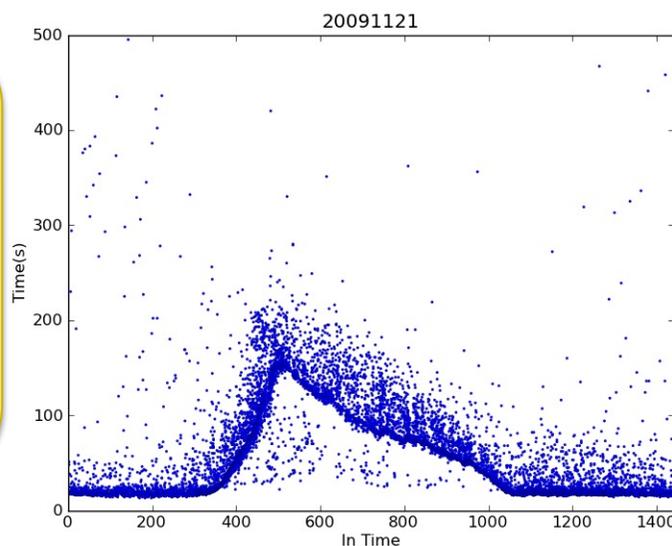
1. 分析対象車種を普通車・軽自動車等に限定
2. 分析対象時間を5時～23時に限定
3. 外れ値の除去

一日の旅行時間の平均 μ と標準偏差 σ , 15分間隔の移動平均 μ' と移動標準偏差 σ' を用いる.

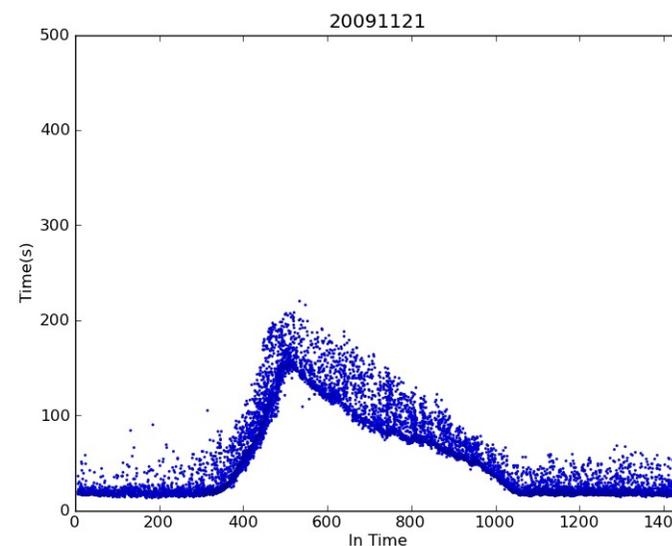
STEP1: $\mu + 3\sigma$ 以上の外れ値を除去.

STEP2: $\mu' - \sigma'$ 以下, または $\mu' + 2\sigma'$ 以上の値を外れ値として除去.

図はある日の東京-厚木間の, 流入時刻と旅行時間の散布図. SA・PAで休憩をとる人などの影響でデータには外れ値が存在.



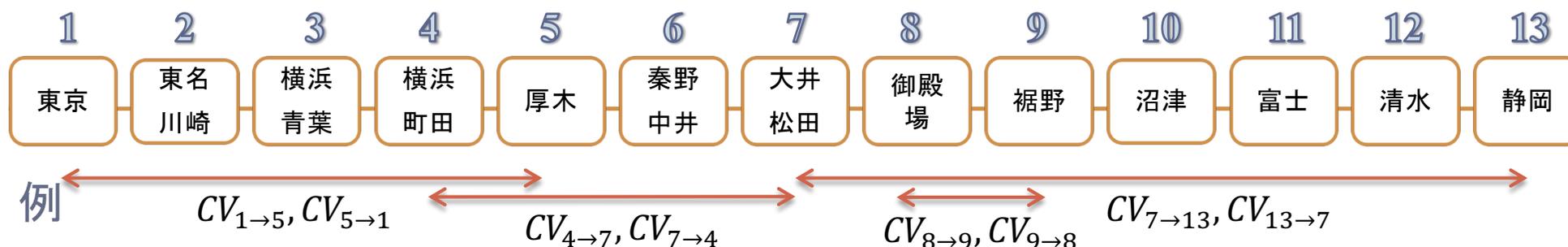
流入時刻-旅行時間散布図 (before)



流入時刻-旅行時間散布図 (after)

統計モデルの構築

サンプル数となるIC間組合せの総数は $({}_{13}C_2 - 1) \times 2 = 154$ (東京IC-東名川崎IC間を除く)



CV : 変動係数 (標準偏差/平均旅行時間)

目的

旅行時間信頼性の規定要因
(表1参照)を統計学的に検証



重回帰分析

被説明変数として変動係数(CV)を用いる

表1: 旅行時間信頼性の規定要因として期待される変数

Dis	IC間の距離(km)
SP	SA・PAの数 (個/km)
Ton	トンネルの数 (個/km)
Vol	交通量(万台/日・km)
Reg	交通規制の回数(回/年・km)
Del	平均遅れ割合

既存の予測モデルを用いた分析

既存の旅行時間信頼性予測モデルの精度向上を試みる

モデル A (UK)

$$\log(CV) = \log(\alpha) + \beta \log(CI) + \gamma \log(Dis) + \delta_{SP}SP + \delta_{Reg}Reg + \delta_{Vol}Vol$$

元々存在する項

追加した項

モデル B (SW)

$$\log(CV) = \alpha + \beta \log(CI - 1) + \gamma(CI - 1)^3$$

CI: 渋滞指数
(=平均旅行時間/自由旅行時間)

表1: 推定結果(モデルA, イギリス)

推定パラメータ	推定値	標準誤差	t値
$\log(\alpha)$	-1.179	0.191	-6.15
β	1.895	0.146	12.97
γ	-0.103	0.052	-1.97
δ_{SP}	1.953	0.715	2.73
δ_{Reg}	0.003	0.001	1.81
δ_{Vol}	0.007	0.004	1.66
サンプル数	154	決定係数	0.646

表2: 推定結果(モデルB, スウェーデン)

推定パラメータ	推定値	標準誤差	t値
α	-1.551	0.062	-25.12
β	1.447	0.146	9.88
γ	-0.178	0.045	-3.89
サンプル数	154	決定係数	0.499

新しい予測モデルの構築

新たな予測モデルC:

モデルC

$$CV = \alpha SP + \beta Vol + \gamma Reg + \delta Del$$

Del : 平均遅れ割合
 (= 1 - 自由旅行時間 / 平均旅行時間)

表4: 推定結果(モデルC)

推定パラメータ	推定値	標準誤差	t値
α	0.703	0.351	2.00
β	0.064	0.018	3.52
γ	0.074	0.040	1.83
δ	0.911	0.112	8.12
サンプル数	154	決定係数	0.936

表5: 説明変数

SP	SA・PAの数 (個/km)
Vol	交通量(万台/日・km)
Reg	交通規制の回数(回/年・km)
Del	平均遅れ割合

平均遅れ割合の t 値が説明変数の中で最大



旅行時間信頼性は、平均旅行時間の遅れに大きく依存

決定係数は3つのモデルの中で最も大きい値

新しい予測モデルの構築

新たな予測モデルC:

モデルC

$$CV = \alpha SP + \beta Vol + \gamma Reg + \delta Del$$

Del : 平均遅れ割合
 (= 1 - 自由旅行時間 / 平均旅行時間)

表4: 推定結果(モデルC)

推定パラメータ	推定値	標準誤差	t値
α	0.703	0.351	2.00
β	0.064	0.018	3.52
γ	0.074	0.040	1.83
δ	0.911	0.112	8.12
サンプル数	154	決定係数	0.936

交通量も比較的大きな t 値

交通量が多い区間は混雑や事故が起こりやすく、旅行時間信頼性に影響を与えやすい

表5: 説明変数

SP	SA・PAの数 (個/km)
Vol	交通量(万台/日・km)
Reg	交通規制の回数(回/年・km)
Del	平均遅れ割合



今後の活用例:
 新東名開通による現東名の
 旅行時間信頼性向上便益の推計

一般道の例：プローブデータを用いた分析

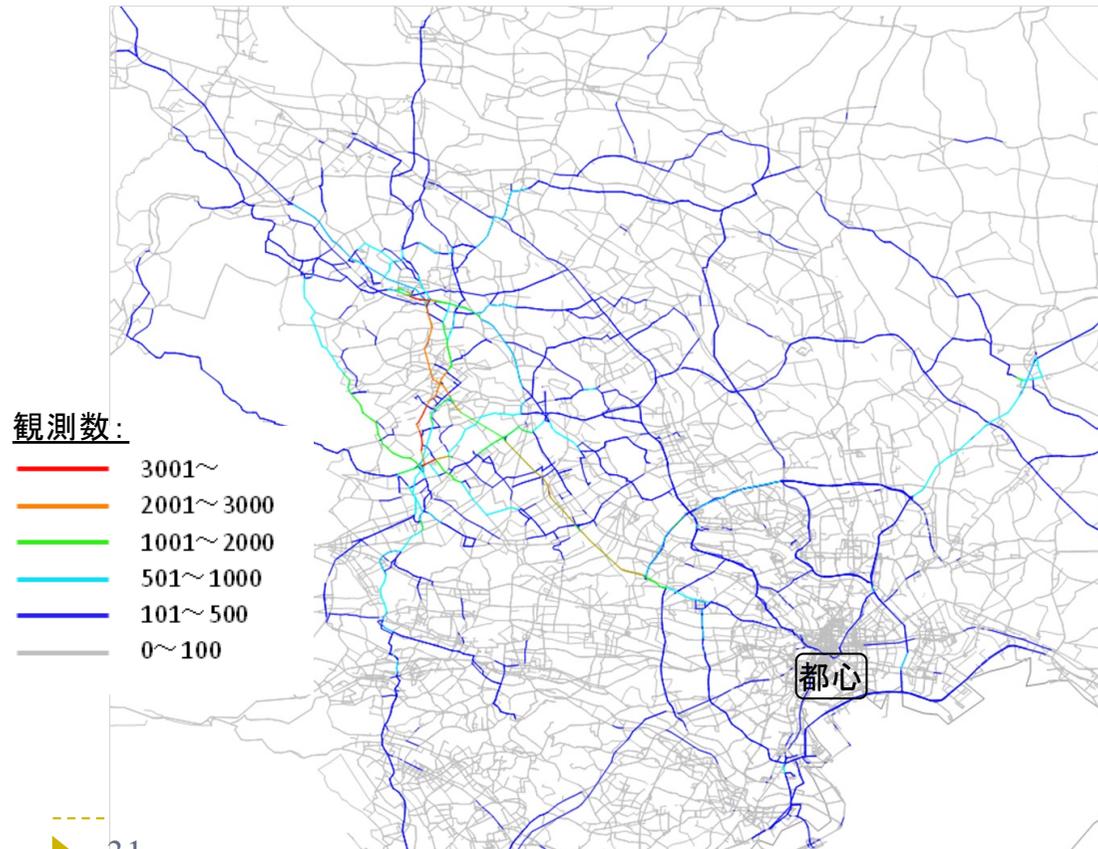
▶ 「関東物流プローブ2007」

⇒ 圏央道料金社会実験の効果分析のために収集

- A社: 2007年7月2日～11月18日 台数134
- B社: 2007年6月4日～11月18日 台数27

変動係数を被説明変数とした時の重回帰分析結果:

	case1		case2	
	推定値	t値	推定値	t値
切片	-18.05	-6.36	-2.72	-41.57
log(リンク長)	0.38	2.17	-0.01	-0.72
log(リンク長) ²	-0.04	-2.66	/	/
車線数	0.26	4.76	-0.03	-1.60
信号の有無	0.18	3.82	0.06	3.00
log(平均速度)	11.02	7.05	/	/
log(平均速度) ²	-1.84	-8.33	/	/
log(自由走行速度/平均速度)	/	/	4.30	41.64
log(自由走行速度/平均速度) ²	/	/	-2.04	-24.91
決定係数	0.75		0.95	
AIC	173.44		-288.38	
変動係数が最大となるリンク長(m)			115.58	
変動係数が最大となる平均速度(km/h)			19.98	
変動係数が最大となる自由走行速度/平均速度			2.87	



事業評価への適用に向けて残された課題

価値付け

1. モデリングの拡張 (多次元選択, ボトルネック均衡, 学習プロセス)
2. 適切な選好意識 (SP) 調査方法の確立

予測

3. 予測モデルの意味づけ/理論的基盤の確立
4. 一般ネットワークにおける旅行時間分布の評価
(リンク→経路→OD→ネットワーク全体)

その他

5. 公共交通における旅行時間変動と利用者行動
(インターモーダル, 接続性)

おわりに

- ▶ 旅行時間信頼性向上の経済便益

- ▶ 近年の研究の蓄積
- ▶ 推計に必要な交通データの整備

→比較的導入が行い易いと考えられる。

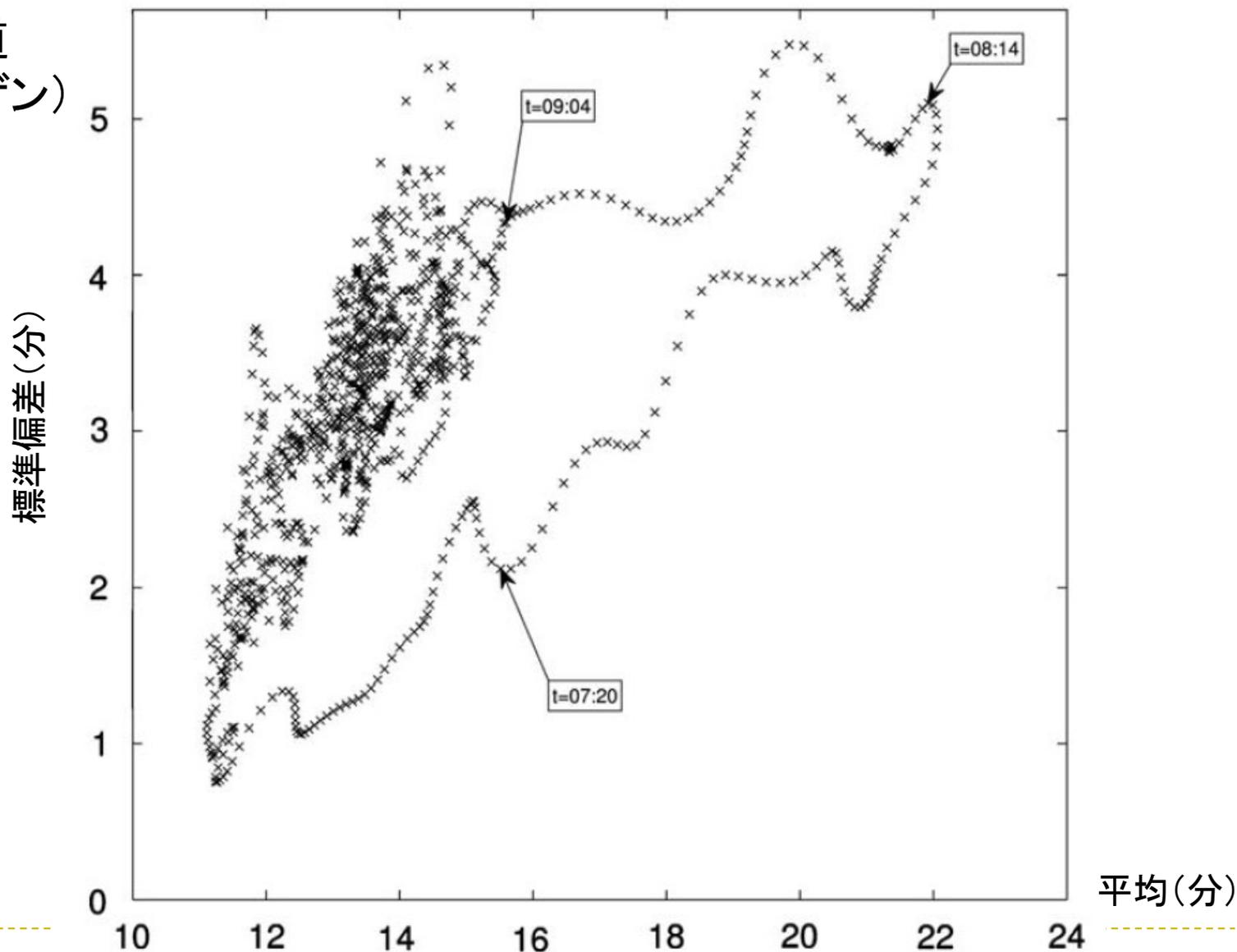
- ▶ 無論，経済便益として厳密に組み込むためには，
先述の残された課題の解決取り組むことが不可欠

- ▶ 但し，それら全ての課題が完全に解決されずとも，
十分に筋道の通った理論，データ，分析に基づいて
実施した便益計測に対して，幅広くコンセンサスが得られ
れば，導入は十分可能では？

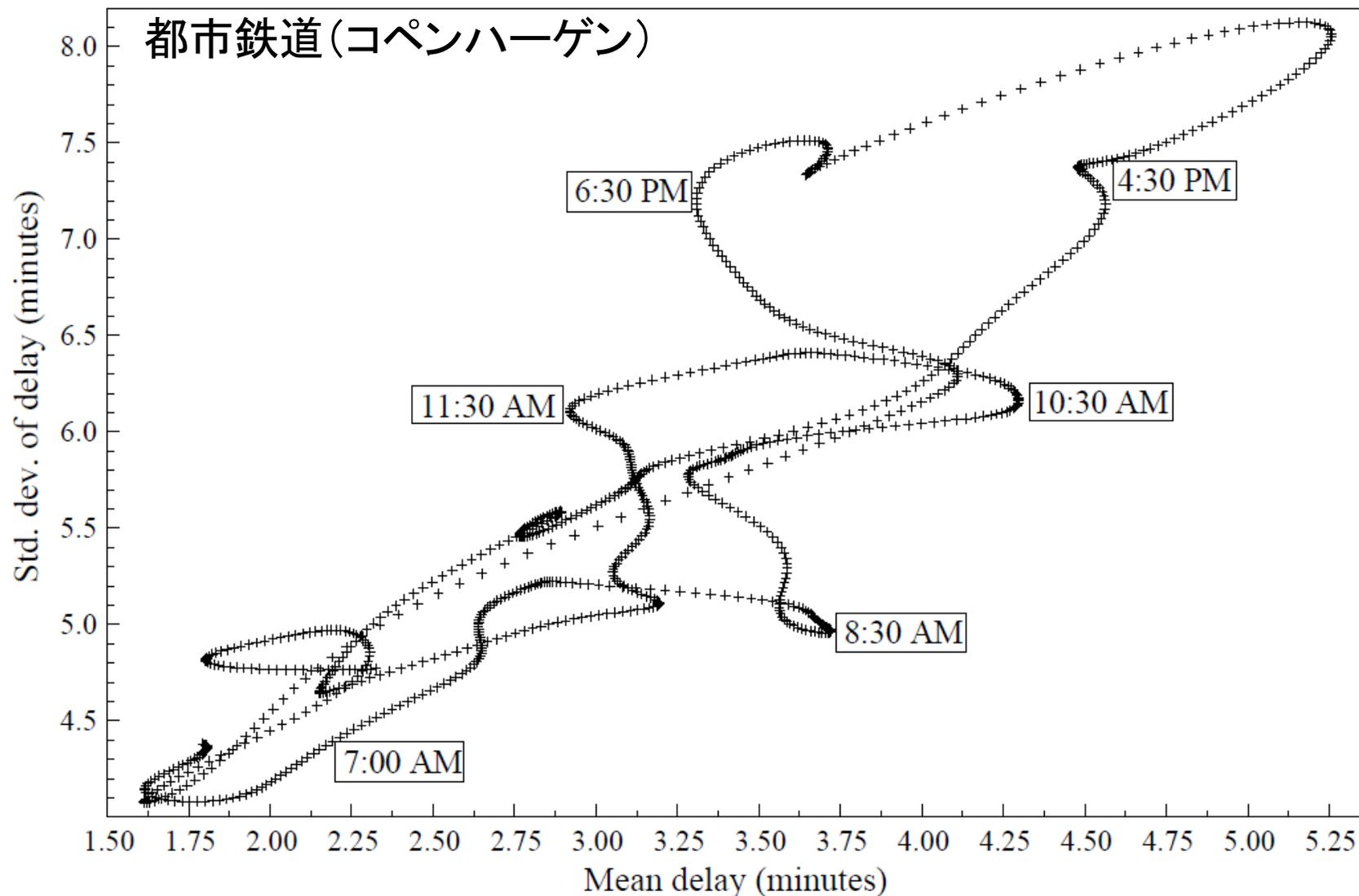
(c.f. 時間価値や時間短縮便益にも課題は依然残されているが既に導入されている)

旅行時間の平均(横軸)と標準偏差(縦軸)の関係

都市内一般道
(コペンハーゲン)



旅行時間の平均遅れ(横軸)と標準偏差(縦軸)の関係

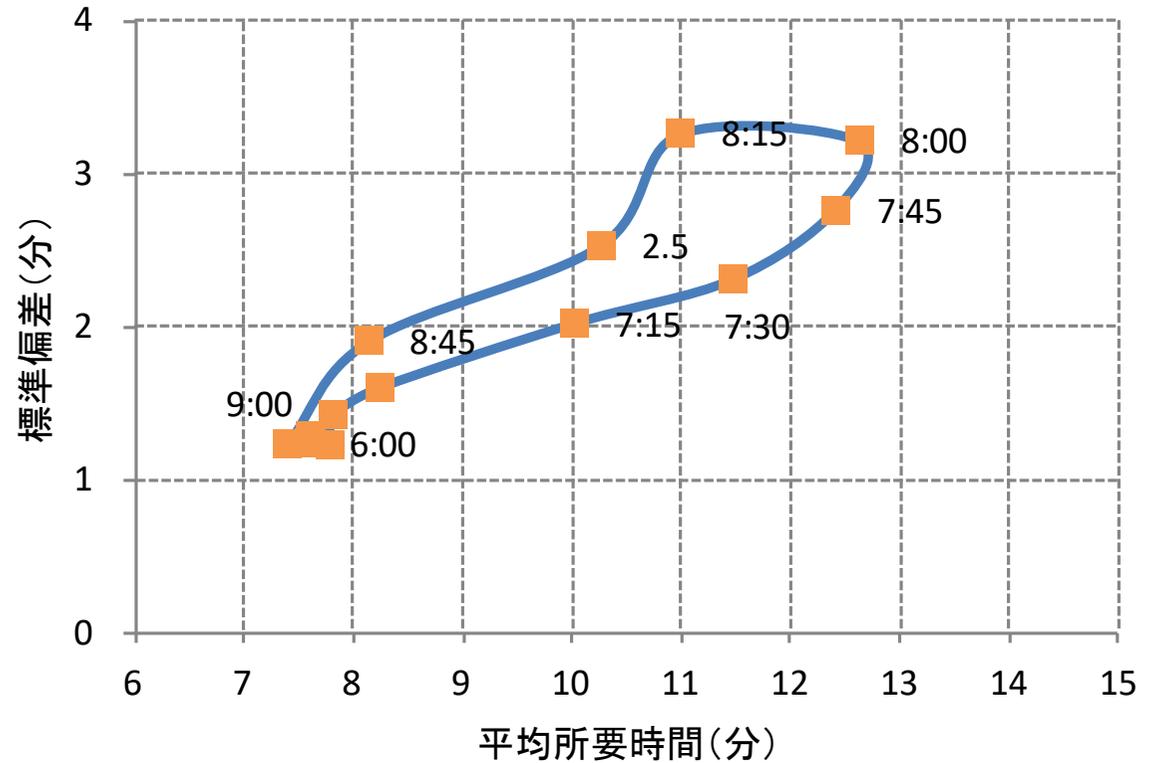


旅行時間の平均(横軸)と標準偏差(縦軸)の関係

都市内一般道
(東京)



区間2(上り): 6:00~9:00



プローブ旅行時間データ(携帯ナビ)
平日205日分のデータを利用



SP調査設計:オランダでの検討事例①

Format 1:

Travel time and costs

Which trip do you prefer?

<p><i>Trip A</i></p> <p>Usual travel time: 65 min</p> <p>Costs: € 2,80</p>	<p><i>Trip B</i></p> <p>Usual travel time: 60 min</p> <p>Costs: € 7,80</p>
--	--

SP調査設計:オランダでの検討事例②

Format 2:

Travel time, costs and **reliability**

<i>Trip A</i>	<i>Trip B</i>
Usual travel time: 40 min	Usual travel time: 41 min
You have an equal chance of the following five travel times:	You have an equal chance of the following five travel times:
35 min 40 min 40 min 40 min 45 min	30 min 35 min 45 min 45 min 50 min
Costs: € 3,80	Costs: € 2,80

SP調査設計:オランダでの検討事例③

Format 3:

Travel time, costs, reliability and arrival time

Trip A

Departure time:
08:05 h

You have an equal chance of the following five travel times and therefore of arriving at any of the following times:

Travel time		Arrival time
55 min	→	09:00
65 min	→	09:10
65 min	→	09:10
95 min	→	09:40
145 min	→	10:30

Usual travel time: **65 min**
Costs: **€ 2,30**

Trip B

Departure time:
08:05 h

You have an equal chance of the following five travel times and therefore of arriving at any of the following times:

Travel time		Arrival time
50 min	→	08:55
60 min	→	09:05
60 min	→	09:05
90 min	→	09:35
140 min	→	10:25

Usual travel time: **60 min**
Costs: **€ 7,80**



代表的な参考文献①

1. 福田大輔: 旅行時間変動の価値付けに関する研究展望とプロジェクト評価への適用に向けた課題の整理, 土木計画学研究・論文集, Vol. 37, pp.221–238, 2010.
2. Peer, S., Koopmans, C. C., and Verhoef, E. T.: Predicting Travel Time Variability for Cost-Benefit Analysis, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 46, pp. 79–90, 2011.
3. Eliasson, J.: Forecasting travel time variability, In European Transport Conference, 2006.
4. Department for Transport, Forecasting Travel Time Variability in Urban Areas, Deliverable D1:Data Analysis and Model Development, 2007.
5. SACTRA: Transport and the economy: Full report, Technical report, The Standing Advisory Committee for Trunk Road Assessment, Department of Transport, Great Britain, 2006.
6. Eliasson, J.: A cost-benefit analysis of the Stockholm congestion charging system, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 43, pp. 468–480, 2009.
7. Fosgerau, M. and Fukuda, D. (2012) Valuing travel time variability: Characteristics of the travel time distribution on an urban road. Transportation Research Part C: Emerging Technologies [forthcoming].
8. Fosgerau, M. and Karlström, A.: The value of reliability, Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 44, No. 1, pp. 38–49, 2010.
9. 福田大輔・松本治之・市村強: トリップスケジューリングモデルに基づく所要時間信頼性の経済評価, 土木計画学研究・講演集, Vol. 39, 2009.
10. 福田大輔・松本治之・市村強: トリップスケジューリングモデルに基づく所要時間信頼性の経済評価, 土木計画学研究・講演集, Vol. 39, 2009.

代表的な参考文献②

11. Fosgerau, M., Hjorth, K., Brems, C., and Fukuda, D.: Travel time variability: definition and valuation, Technical report, Technical University of Denmark 2008.
12. Bates, J., Polak, J., Jones, P., and Cook, A.: The valuation of reliability for personal travel, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 37, No. 2-3, pp. 191–229, 2001.
13. Small, K. A., Winston, C., and Yan, J.: Uncovering the distribution of motorists' preferences for travel time and reliability, *Econometrica*, Vol. 73, No. 4, pp.1367–1382, 2005.
14. Warffemius, P.: Preliminary results of the Dutch valuation study, In *International Meeting on Value of Travel Time Reliability and Cost-Benefit Analysis*, 2009.
15. Noland, R. B. and Small, K. A.: Travel-time uncertainty, departure time choice, and the cost of morning commutes, *Transportation Research Record*, Vol. 1493, pp. 150–158, 1995.
16. Small, K. A.: The scheduling of consumer activities: work trips, *American Economic Review*, Vol. 72, No. 3, pp. 467–479, 1982.
17. 高橋茜・福田大輔: 選好意識調査と統合モデルに基づく旅行時間変動価値の推計の試み, *土木計画学研究・講演集*, Vol. 41, CD-ROM, 2010.
18. Tseng, Y., Verhoef, E., de Jong, G., Kouwenhoven, M., and van der Hoorn, T.: A pilot study into the perception of unreliability of travel times using in-depth interviews, *Journal of Choice Modelling*, Vol. 2, No. 1, pp. 8–28, 2009.
19. Fosgerau, M. and Karlström, A.: The value of reliability, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 44, No. 1, pp. 38–49, 2010.