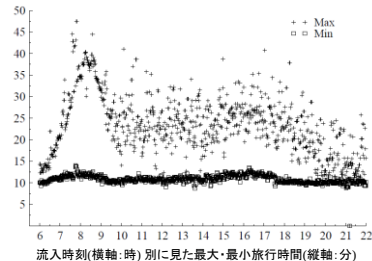


都市内道路ネットワークにおける 旅行時間の信頼性： プローブカーデータを用いた社会的費用の計測と 最適な経路誘導に関する研究

東京工業大学大学院 福田 大輔

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)



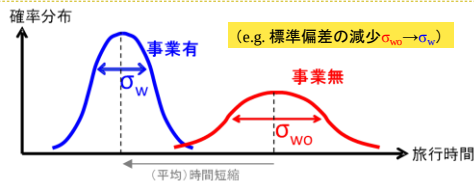
流入時刻(横軸:時) 別に見た最大・最小旅行時間(縦軸:分)

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

出典: Fosgerau, Hjorth, Brems & Fukuda (2007)

2

旅行時間信頼性向上の経済便益



[旅行時間変動が生じる要因]

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

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

3

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、ストックホルムでの試算例(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?

4

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, タイル値, 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)

5

研究の目的

旅行時間信頼性の経済評価方法の確立に
資するべく、旅行時間変動の将来予測に関連
する以下の検討を行う。

- ① 旅行時間変動のリンク間加法性の検討
- ② プローブデータを用いた旅行時間信頼性の規定要因の検討

※時間の関係上、本日は②のみを発表する。

6

プローブデータを用いた 旅行時間信頼性の規定要因の検討

谷下雅義教授（中央大学理工学部）との共同研究

目的

- ▶ 関東地区の貨物車のプローブデータを用いて、旅行時間信頼性とその要因について明らかにすること。

⇒施策実施後にその道路の旅行時間信頼性がどう変化するかを将来予測するためのモデル式の開発

▶ 8

分析の方法

- ・一般化加法モデル

$$Y = \alpha + s(X) + \varepsilon \quad s(x): \text{非線形性を考慮したカーネル推定}$$

- ・重回帰分析

$$Y = \beta X + \varepsilon$$

Y:被説明変数

1.変動係数:(平均速度の標準偏差/平均速度)

2.タイル変動係数:

▶ (平均速度の95%タイル値と50%タイル値の差/平均速度)

▶ 9

説明変数 (X)

説明要因	単位/定義
リンク長	m
車線数	0:一車線, 1:二車線
交差点	0:信号なし, 1:信号あり, 2:信号+右折レーン
平均速度	km/h
速度比(=自由走行速度/平均速度)	自由走行速度:旅行時間分布の90%タイル値

← Case 1

← Case 2

Case1:平均速度を用いる

Case2:速度比を用いる

▶ 10

用いるデータ:「関東物流プローブ2007」
圏央道の社会実験評価のために収集

A社

期間2007年7月2日～11月18日
トラック台数134

B社

期間2007年6月4日～11月18日
トラック台数27

※配送中/回送中等の情報が欠落(今後の課題)

▶ 11

リンク旅行速度マスターデータ

リンク順	リンク番号				リンク長	走行時刻	
	ノード1		ノード2			進入時	進出時
	メッシュ番号	ノード番号	メッシュ番号	ノード番号		時刻	時刻
1	533963	604	533963	606	583	232119	232203
2	533963	487	533963	606	750	232203	232303
3	533963	487	533963	489	108	232303	232331
4	533963	488	533963	489	32	232331	232333
5	533963	264	533963	488	673	232333	232426
6	533963	264	533963	276	457	232426	232502
7	533963	276	533963	301	392	232502	232619
8	533963	301	533963	504	307	232619	232645
9	533963	504	533963	653	584	232645	232730
10	533963	349	533963	653	483	232730	232809

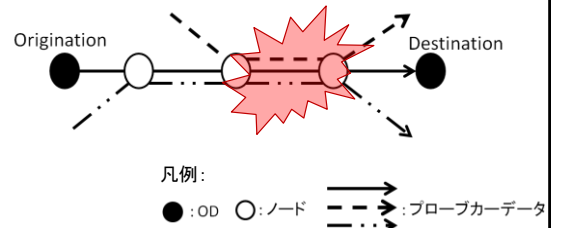
▶ 12

プローブリンクマスターデータ

観測順番号	日付	時刻	緯度	経度
1	20070702	14333	35.869262	139.37653
2	20070702	14338	35.869233	139.37646
3	20070702	14339	35.869232	139.37646
4	20070702	14340	35.86923	139.37646
5	20070702	14341	35.869228	139.37646
6	20070702	14342	35.869225	139.37646
7	20070702	14343	35.869222	139.37647
8	20070702	14344	35.869213	139.37648
9	20070702	14345	35.869203	139.37649
10	20070702	14346	35.869192	139.37649

▶ 13

プローブデータによる旅行時間分布推計

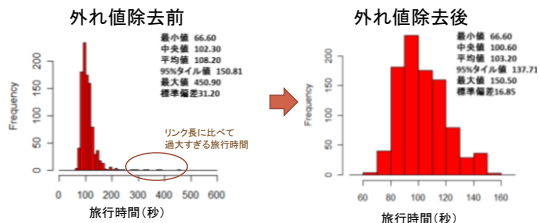


- 同一リンクをプローブ車両が多数通過
 ⇒ 旅行時間分布をリンク単位で求めることができる

▶ 14

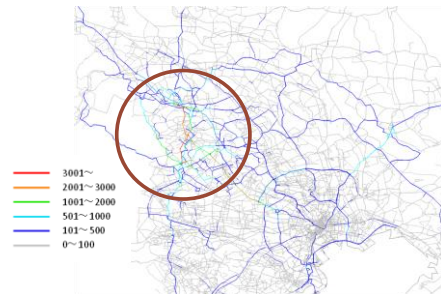
リンク毎に旅行時間分布を推計

ある道路リンクにおける旅行時間分布の推計例



▶ 15

道路リンクをサンプル数別に色分け

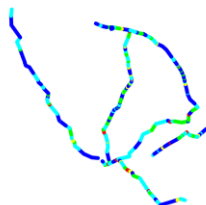


一般道においてサンプル数の多い方から275リンクを抽出

▶ 16

平均旅行速度(km/h)

自由旅行速度/平均速度



青 10~20	11	青 1.0~1.2	121
水 20~30	40	水 1.2~1.4	80
緑 30~40	79	緑 1.4~1.6	41
黄 40~50	87	黄 1.6~1.8	18
赤 50~	56	赤 1.8~	13

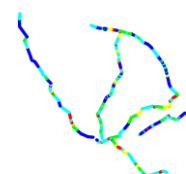
▶ 17

変動係数

(平均速度の標準偏差 / 平均速度)

タイル変動係数

(平均速度の95%タイル値と50%タイル値の差 / 平均速度)



青 0~0.2	137	青 0~0.2	87
緑 0.2~0.4	88	水 0.2~0.4	92
黄 0.4~0.6	39	緑 0.4~0.6	43
赤 0.6~	9	黄 0.6~0.8	23
		赤 0.8~	28

▶ 18

回帰分析用データ（275サンプル）の基本統計量

	最小値	中央値	平均値	最大値	標準偏差
変動係数	0.06	0.20	0.25	0.84	0.16
タイル変動係数	0.90	0.27	0.40	2.10	0.34
リンク長(m)	15.00	225.50	342.00	456.80	329.33
車線数(0:一車線,1:二車線)	0	1	0.55	1	0.87
信号の有無(※)	1	2	1.95	3	0.48
平均速度(km/h)	13.51	40.43	39.67	61.86	10.44
速度比	1.07	1.24	1.32	2.27	0.24

(※) 1:信号無し, 2:信号有り, 3:信号有りで右折レーン有り

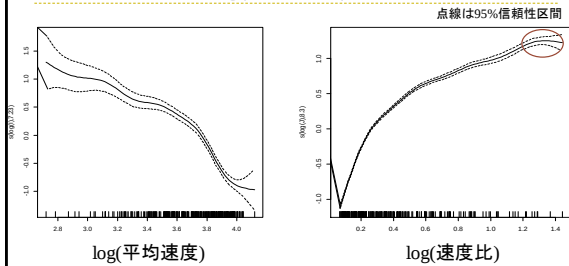
19

一般化加法モデル①：推定結果 [被説明変数：log(変動係数)]

	case 1		case 2	
	推定値	t値	推定値	t値
切片	-1.91	-44.79	-1.68	-99.62
車線数	0.35	4.87	0.07	4.08
信号有	0.14	2.34	0.02	1.05
信号+右折レーン	0.21	3.86	0.05	2.32
	F	p-value	F	p-value
s(log(リンク長))	7.09	0.00	9.81	0.00
s(log(平均速度))	62.02	<2e-16		
s(log(速度比))			794.68	<2e-16
決定係数	0.77		0.97	

20

一般化加法モデル①：ノンパラメトリックカーブ [被説明変数：log(変動係数)]



- 平均速度が大きいリンク程、旅行時間信頼性が低い
- 速度比が大きいリンク程、旅行時間信頼性が高い、
但し、ピークがありそう⇒二次関数的な挙動？

21

二次の項を入れた重回帰分析① [被説明変数：log(変動係数)]

	case 1		case 2	
	推定値	t値	推定値	t値
切片	-14.31	-6.30	-3.13	-15.94
log(リンク長)	0.37	2.11	0.05	0.67
log(リンク長)^2	-0.05	-2.72	-0.01	-1.25
車線数	0.31	5.62	0.05	2.16
信号有	0.13	2.12	0.04	1.67
信号+右折レーン	0.22	3.99	0.08	3.46
log(平均速度)	8.83	7.05		
log(平均速度)^2	-1.52	-8.33		
log(速度比)			4.30	41.64
log(速度比)^2			-2.04	-24.91
決定係数	0.76		0.95	
AIC	176.33		-288.38	
最大となる時の平均速度、速度比	18.3		1.98	

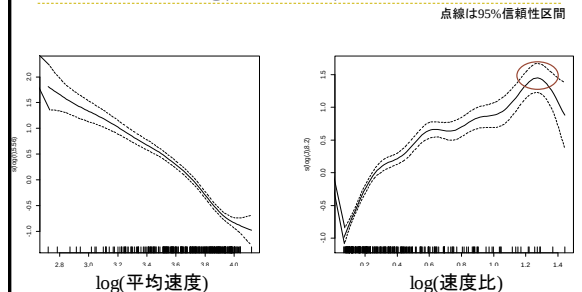
22

一般化加法モデル②：推定結果 [被説明変数：log(タイル変動係数)]

	case 1		case 2	
	推定値	t値	推定値	t値
切片	-1.36	-30.83	-1.14	-42.62
車線数	0.22	3.84	-0.11	-3.45
信号有	0.06	0.95	0.00	0.12
信号+右折レーン	0.10	1.74	-0.01	-0.26
	F	p-value	F	p-value
s(log(リンク長))	1.83	0.08	3.84	0.00
s(log(平均速度))	70.04	<2e-16		
s(log(速度比))			343.53	<2e-16
決定係数	0.80		0.93	
AIC	172.85		-111.93	

23

一般化加法モデル②：ノンパラメトリックカーブ [被説明変数：log(タイル係数)]



24

二次の項を入れた重回帰分析② [被説明変数：log(マイル変動係数)]

	推定値	t値	推定値	t値
切片	-6.18	-2.81	-1.83	-6.43
log(リンク長)	-0.06	-2.50	-0.24	-2.13
log(リンク長)^2			0.02	2.08
車線数	0.21	3.78	-0.13	-4.10
信号有	0.08	1.26	0.03	0.90
信号+右折レーン	0.12	2.12	0.04	1.05
log(平均速度)	5.29	4.13		
log(平均速度)^2	-1.06	-5.73		
log(速度比)			5.95	19.81
log(速度比)^2			-2.81	-7.21
決定係数	0.78		0.92	
AIC	185.68		-72.08	
変動係数が最大となる時の平均速度/速度比	12.13		2.88	

▶ 25

結論(1) 回帰分析全般の結果より

旅行時間信頼性の規定要因：

- ・平均速度と自由走行速度/平均速度
- ・（一部で有意）リンク長、車線数
- ・信号による待ち時間によって信頼性は低くなる可能性
- ・旅行時間信頼性と各変数の関係は単調ではない？

▶ 26

結論(2) パラメトリック推定より

旅行時間の不確実性（変動係数）が最大になる平均速度

- ・約12～18 km/h のとき
※この速度以下になると不確実性は減少する。

旅行時間の不確実性（変動係数）が最大になる速度比

- ・平均速度が自由走行速度の約2～3倍（速度比）のとき

▶ 27

今後の課題

- ・自由走行速度の定義
- ・リンクを出る時に直進したのか、曲がったのかなど、今回考慮できなかった変数を入れた推定
- ・サンプル数（リンク数）の増加
- ・リンク間の関係を考慮した推定

▶ 28