

都市鉄道の運行ダイヤ過密化に伴う 列車遅延の波及に関する研究

**A Study on Influencing of Train Delay with
Overcrowded Diagram in Metropolitan Railways**

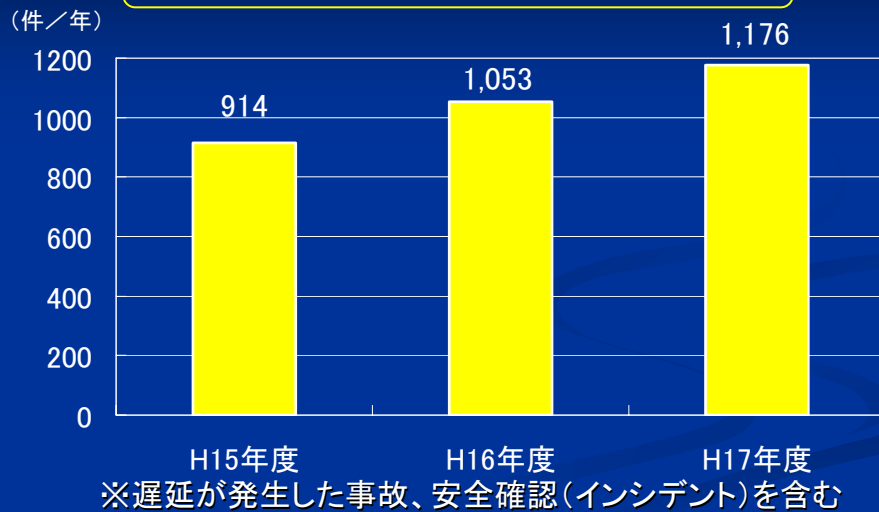
研究員 仮屋崎 圭司
Research Fellow Keiji Kariyazaki

目 次

1. 首都圏における遅延の現状
2. 遅延の要因の仮定
3. 実態調査による仮定の検証
4. その他の遅延の発生要因
5. 今後の検討

東京圏の輸送障害の件数

平成17年度：平均3.2件/日発生



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

3

遅延証明書の発行件数

対象路線：銀座線、丸ノ内線、日比谷線、東西線、
千代田線、有楽町線、半蔵門線、南北線、
副都心線（東京メトロ9路線）

期 間：H20. 9. 1～H20. 10. 31（2ヵ月）

発行回数：3回/1日

(①始発～10:00,②10:00～18:30,③18:30～終電)

* 5分以上の遅延に対し、5分単位で切上げ

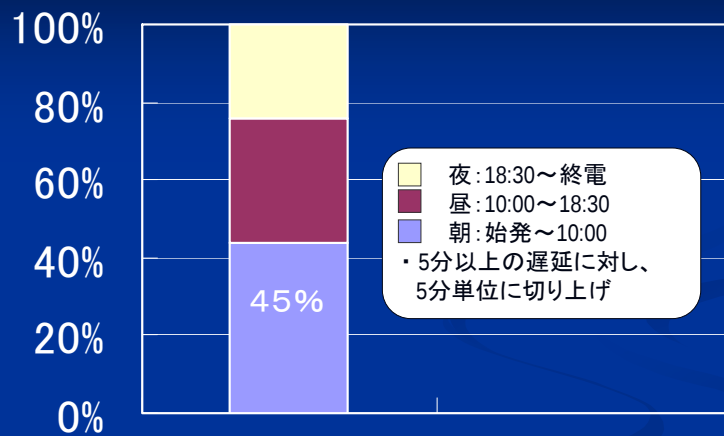
平均 11.1 件/日 発行

(発行件数の合計:676件)

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

4

遅延証明書の発行時間帯

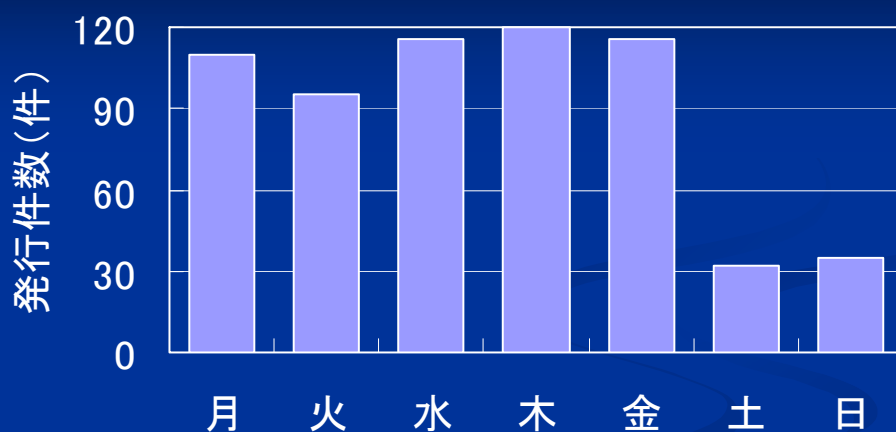


出典) 東京メトロ9路線の遅延発行履歴 (H20.8.27～H20.10.27) より作成

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

5

遅延証明書の曜日別発行件数



出典) 東京メトロ9路線の遅延発行履歴 (H20.8.27～H20.10.27) より作成

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

6

遅延証明書の発行件数と運行頻度

期 間: H20. 9. 1~H20. 10. 31の平日 (42日間)

時間帯: ①始発~10:00

	発行件数	混雑率	平均運行間隔
丸ノ内線	42件	159%	1分50秒
半蔵門線	42件	173%	2分10秒
日比谷線	41件	164%	2分10秒
有楽町線	40件	173%	2分30秒
千代田線	32件	181%	2分05秒
東西線	31件	199%	2分15秒

高頻度による遅延の発生

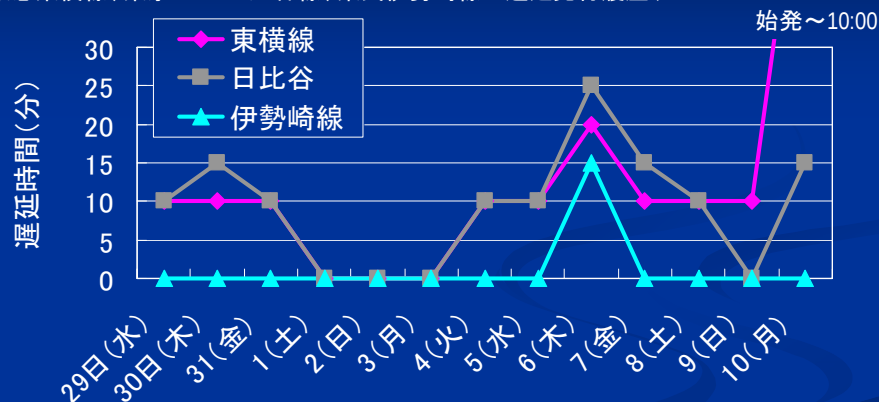
出典) 東京メトロハンドブック2008より

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

7

遅延証明書の発行履歴

東急東横線、東京メトロ日比谷線、東武伊勢崎線の遅延発行履歴 (H20.10.29~H20.11.10)



相互直通運転による遅延の波及

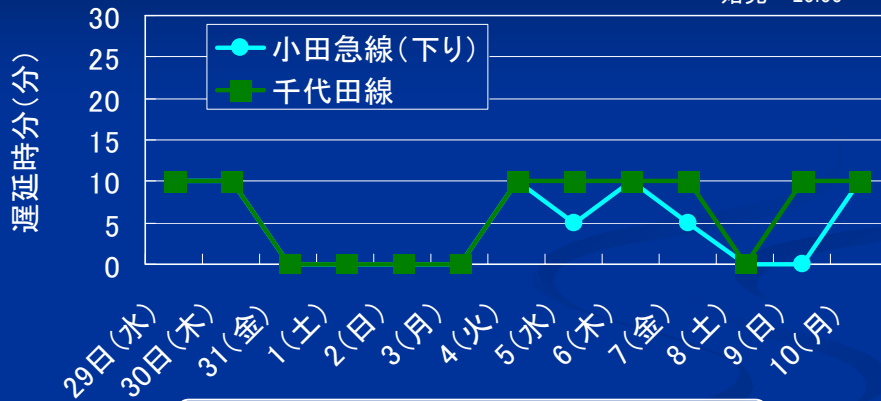
出典) 鉄道事業者HPより作成

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

8

遅延証明書の発行履歴

小田急小田原線、東京メトロ千代田線の遅延発行履歴 (H20.10.29~H20.11.10)
始発~10:00



相互直通運転による遅延の波及

出典) 鉄道事業者HPより作成

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

9

主要路線の混雑率と運行本数

事業者	路線名	区間			混雑率	運行本数
JR	中央線(快速)	中野	→	新宿	211%	27(本/h)
JR	山手線	上野	→	御徒町	216%	25(本/h)
東急	田園都市線	池尻大橋	→	渋谷	194%	28(本/h)
JR	総武線(緩行)	錦糸町	→	両国	207%	23(本/h)
メトロ	千代田線	町屋	→	西日暮里	179%	27(本/h)
JR	京浜東北線	上野	→	御徒町	214%	26(本/h)
メトロ	東西線	木場	→	門前仲町	198%	26(本/h)
小田急	小田原線	世田谷代田	→	下北沢	188%	27(本/h)

振替輸送による遅延の波及

輸送人員上位路線

出典) H19年度都市交通年報より作成

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

10

通勤列車の混雑と遅延



出典) 日経新聞(2008年5月13日),(2007年5月12日)

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

11

安全で安定した鉄道輸送の実現

「環境時代を切り拓く、鉄道の未来像」

交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会2008.6.19

第2節 安全で安定した鉄道輸送の実現

また、輸送障害に至らない**定常的な短時間の遅延**の問題を含め、輸送への影響を最小化することが求められており、そのために必要な**詳細な実態の把握と原因の分析・究明**を行うとともに、効率的な対策を実施すべく、**総遅延時分**をはじめとする**新たな評価指標**について、鉄道事業者等の協力を得ながら、国において検討することが必要である。

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

12

目次

1. 首都圏における遅延の現状
2. 遅延の要因の仮定
3. 実態調査による仮定の検証
4. その他の遅延の発生要因
5. 今後の検討

都市鉄道の4つの混雑とその対策

車内の混雑

ネットワーク整備
列車の長編成化
高頻度運行、車両改良

列車の混雑

ネットワーク整備
運行システムの改良
車両の改良

駅構内の混雑

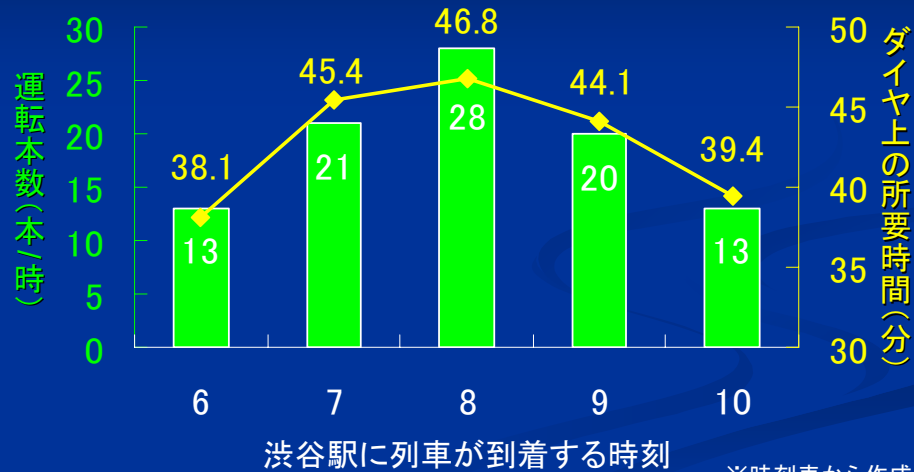
相互直通運転
ターミナルの改良
ICカード導入

踏切の混雑

連続立体交差

時刻表の運転本数と所要時間

(田園都市線 上り[長津田→渋谷] 全列車)



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

15

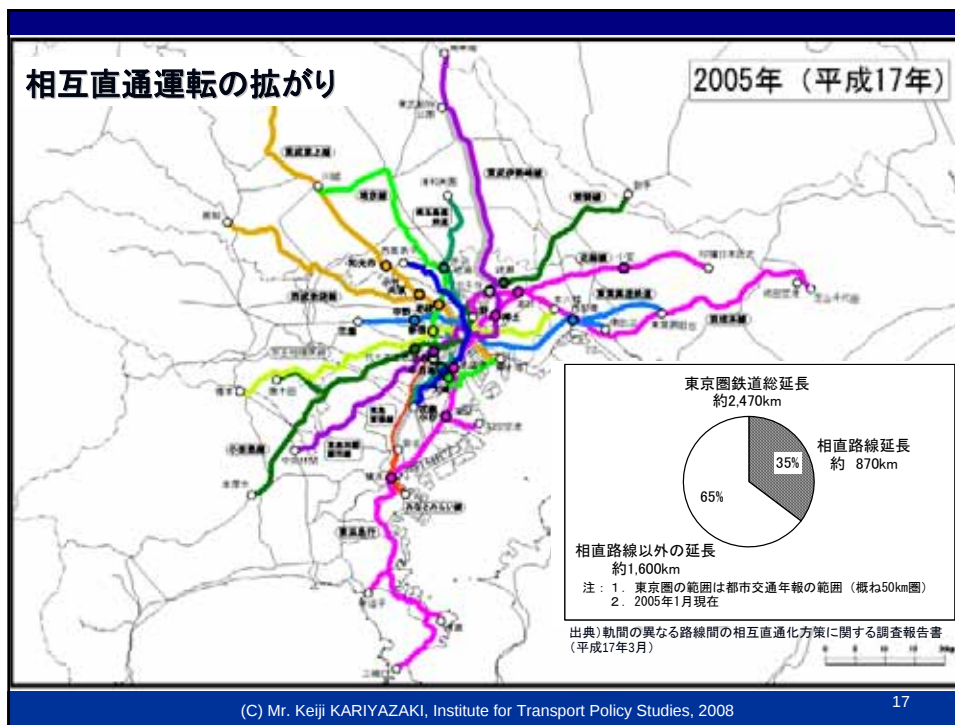
時刻表の表定速度

優等列車の比較



列車の混雑
「ダンゴ運転状態」

(C) Mr. Hiroshi EGUCHI, Institute for Transport Policy Studies, 2006



相互直通運転の効果

効果を受ける対象	正の効果（長所）	負の効果（短所）
鉄道利用者	・路線の混雑緩和（バイパス線効果） ・駅の混雑緩和 ・所要時間の短縮（乗り換え時間の短縮） ・乗り換え回数の減少 ・切符を買う手間の節約	・運行形態の複雑化 ・着席チャンスの減少 ・他路線の事故等の影響を受ける
鉄道事業者	・駅の混雑緩和 ・需要増加による増収 ・駅施設等の共用による建設費、経費の削減 ・車両、運転要員の効率化	・車両費が割高となる ・事故等におけるダイヤ調整の煩雑化
その他	・沿線地域のポテンシャル上昇	

出典）相互直通化事業の具体事案、実施の可否の検討に関する調査、運輸政策研究機構、H13年

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

相互直通運転中止による遅れ発生

- ・駅ホームの混雑
- ・乗換え回数の増加
- ・所要時間の増加
(乗換え時間の増加)
- ・時刻表の乱れ



新たな遅延の発生

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

19

遅延の発生・波及の背景

車内の混雑
高頻度運行

駅構内の混雑
相互直通運転



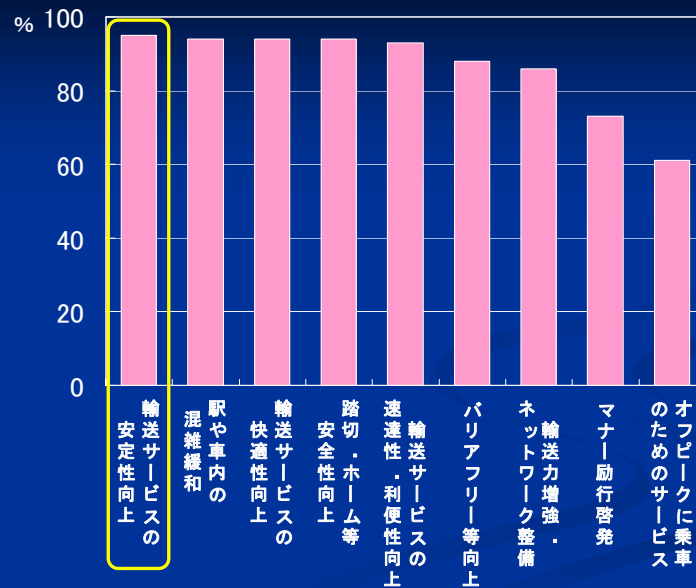
1. 通勤・通学時の慢性的な遅延
2. 発生した遅延の連鎖(影響範囲の広域化)
3. 遅延回復の困難性

新たな課題への対策

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

20

利用者の改善項目の重視度



出典: 東急電車モニター2007年上期(274回答)より抜粋

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

21

新たな課題への取り組み(研究目的)

遅延の発生と波及の現象について

- 詳細な実態把握と現状分析
- 発生と波及の時系列的な定量分析



遅延の発生・波及メカニズムを究明



信頼性回復の対策の検討

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

22

既存研究

岩倉(芝浦工大)

「マルチエージェントシミュレーションを用いた
列車速度の推定」

- ・列車運行頻度、乗降人数により変動する列車
速度の推定

國松・富井(鉄道総研)

「列車運行・旅客行動シミュレーションシステム」

- ・利用者の乗降時間による列車遅延を推定し、
列車ダイヤの評価

「JR総研:列車ダイヤの頑健性評価手法の開発」

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

23

既存研究

田口(中央大)

「通勤電車の遅延計算モデル」

- ・遅延をネットワーク構造の変化として扱い、
シミュレーションにより運行スケジュールの効果を検証

(社)日本鉄道電気技術協会

「乗客誘導・列車運行シミュレータ」

- ・乗客誘導による列車遅延防止効果の検討

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

24

遅延発生の要因

1. トラブル等による遅延の要因

- ・人身障害事故
- ・踏切事故
- ・自然災害(水害、風害、雪害、震害、雷害、霧害etc.)
- ・鉄道外(自殺、火災、線路内立入り、線路内支障etc.)
- ・電気施設
- ・土木施設
- ・車両故障
- ・鉄道係員 etc.

*** 遅延が長時間におよぶ可能性がある**

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

25

遅延発生の要因

2. 利用者混雑による遅延

(定常的な短時間の遅れ)

① 駅停車時間の増加

- ・乗降時間の増加
 - ・駆け込み乗車
 - ・ドアの再開閉
 - ・車内発病
- (・ホームドア等の稼働時間)

【遅延の発生】

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

26

② 駅間走行時間の増加

- ・ 先行列車による 駅進入制限
走行速度の低下
減速、停止、再加速
- ・ 後続列車の遅れによる発車時間の調整

【遅延の発生】

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

27

遅延発生の要因の検証

2. 利用者混雑による遅延

(定常的な短時間の遅れ)

① 駅停車時間の増加(遅延の発生)

- ・ 乗降時間の増加
 - ・ 駆け込み乗車
 - ・ ドアの再開閉
 - ・ 車内発病
- (・ホームドア等の稼働時間)

実態調査により検証する

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

28

目 次

1. 首都圏における遅延の現状
2. 遅延の要因の仮定
3. 実態調査による仮定の検証
4. その他の遅延の発生要因
5. 今後の検討

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

29

遅延の実態調査

【調査目的】

遅延の実態把握

- ・どのくらいの遅延が発生しているか？
- ・どこで遅延が発生しているか？
- ・遅延の発生する要因は？
- ・ダンゴ運転による遅延の影響は？

【調査方法】

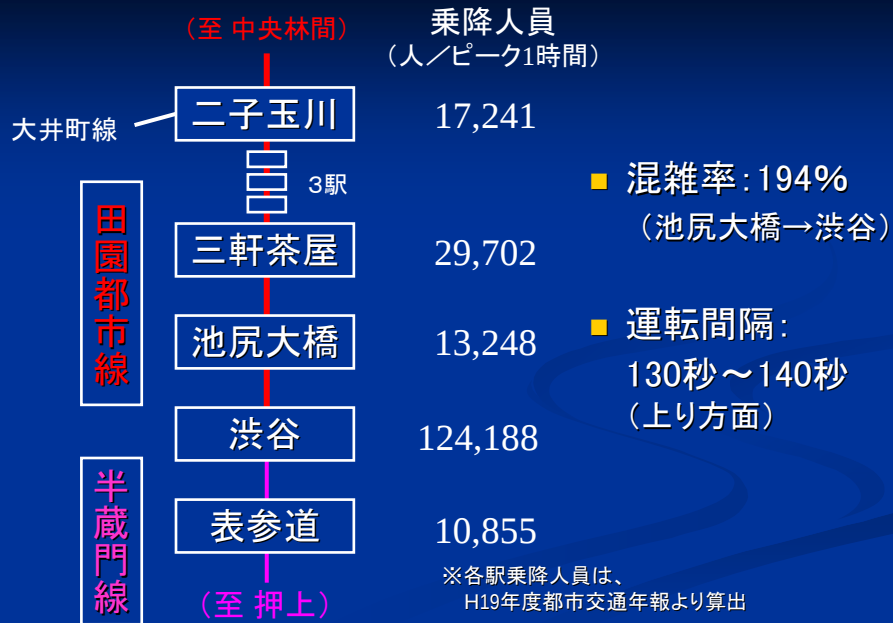
駅において列車毎の

到着時間、乗降時間、出発時間を観測
(朝ラッシュ時：7:30頃～9:30頃)

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

30

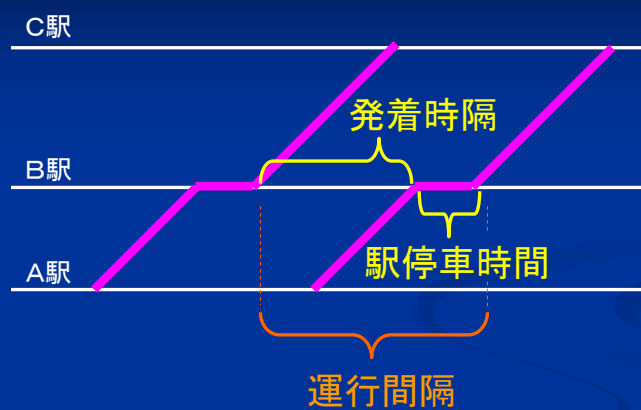
調査対象の路線概要



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

31

計測データの定義



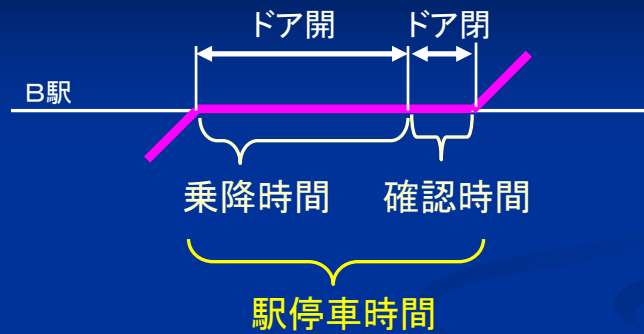
$$\text{運行間隔} = \text{発着時隔} + \text{駅停車時間}$$

* 秒単位で計測し、二捨三入する

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

32

計測データの定義



駅停車時間 = 乗降時間 + 確認時間

・(ドアばさみ)等のドア再開閉時間は「確認時間」に含む

* 秒単位で計測し、二捨三入する

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

33

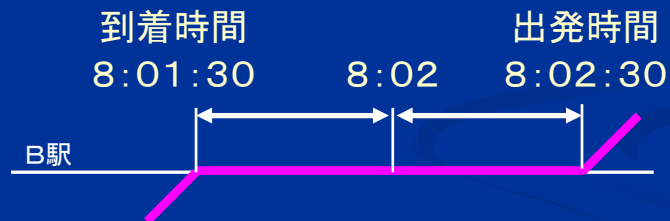
どのくらいの遅延が発生しているか？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

34

時刻表に対する遅れの定義

時刻表8:02の場合



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

35

調査駅における遅延本数

田園都市線(上り): 渋谷駅

調査時間: 7:38~9:38 (53本/2h)

調査日	天気	到着遅れ 本数	最大遅れ 時間	出発遅れ 本数	最大遅れ 時間
9月4日(木)	晴	19本	85秒	18本	55秒
9月30日(火)	雨	53本	430秒	53本	440秒
10月2日(木)	晴	47本	160秒	47本	160秒
10月3日(金)	晴	44本	240秒	43本	235秒
10月7日(火)	晴	49本	470秒	48本	465秒
10月8日(水)	晴	53本	510秒	53本	505秒

* 10. 08「たまプラーザにてドア支障(7:00頃)」

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

36

どこで遅延が発生しているか？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

37

時刻表と運行ダイヤ

運行間隔130秒の場合

時刻表

8:00

8:02

8:04

8:06

8:08

8:10

8:13

8:15

2分間隔

3分間隔

運行ダイヤ

8:00:00

8:02:10

8:04:20

8:06:30

8:08:40

8:10:50

8:13:00

8:15:10

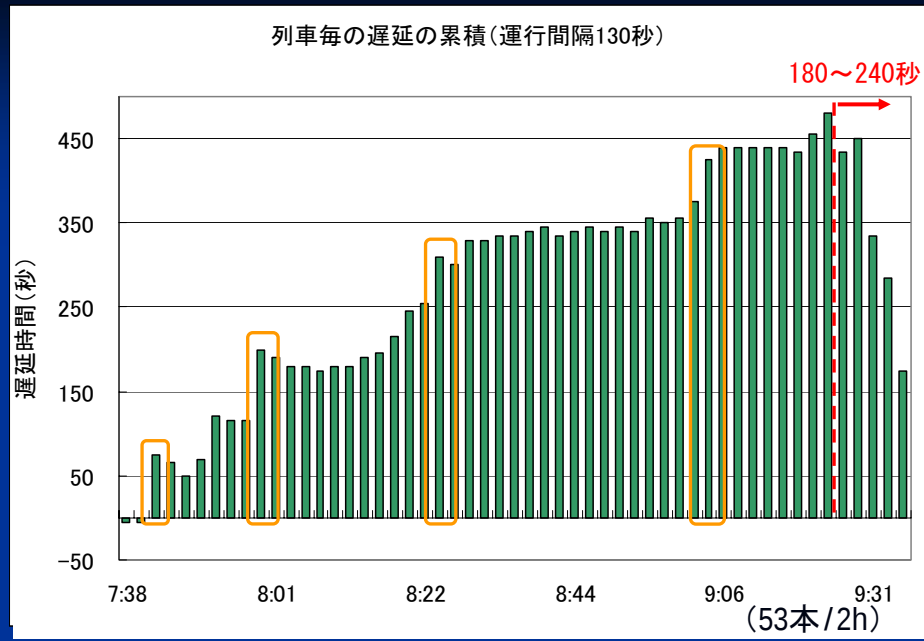
130秒間隔

* 朝ラッシュ時の時刻表(2分間隔)は
数本に1本、3分間隔を介入して運行ダイヤとの調整

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

38

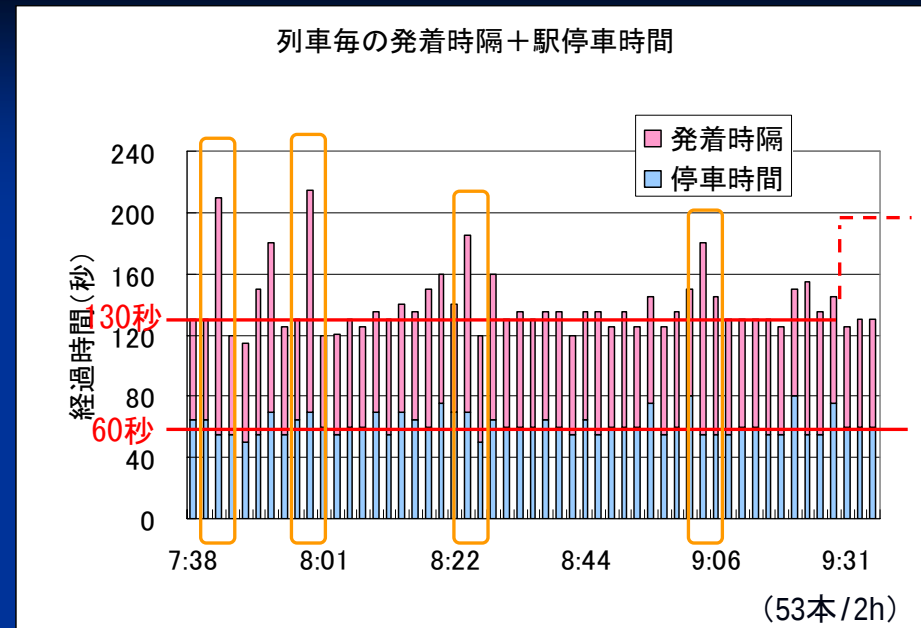
【田園都市線→半蔵門線】 渋谷駅(9/30) 時刻表7:38~9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

39

【田園都市線→半蔵門線】 渋谷駅(9/30) 時刻表7:38~9:38の列車

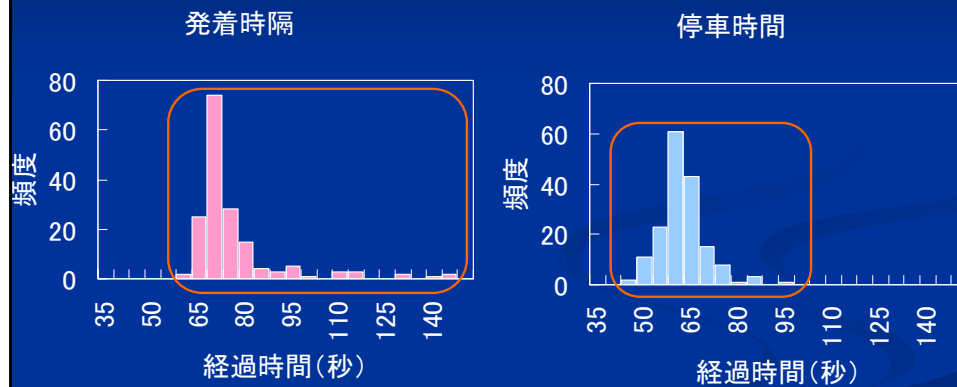


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

40

発着時隔と停車時間の分布

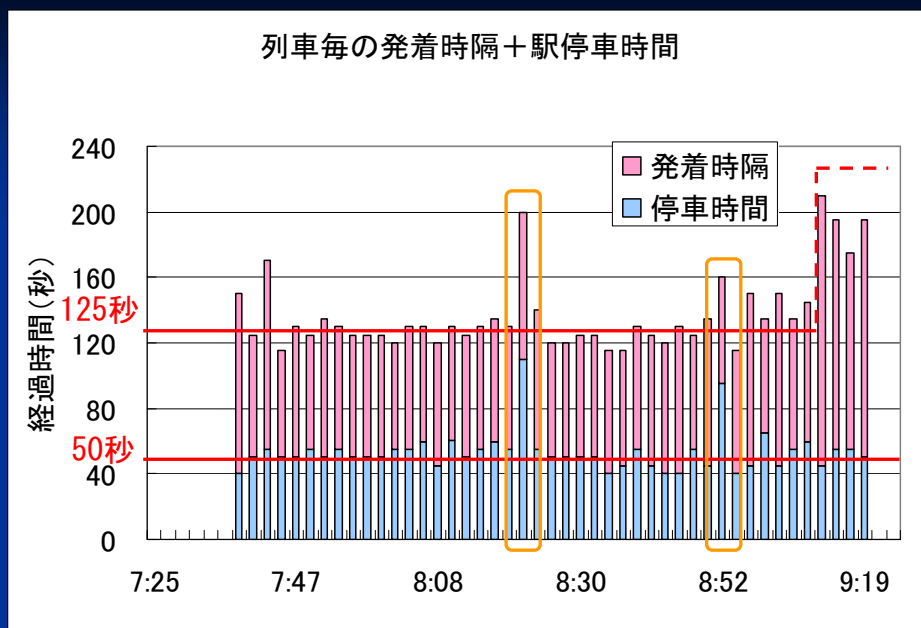
田園都市線：渋谷駅（6日間） 時刻表7:38～9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

41

【田園都市線】 二子玉川駅(10/9) 時刻表で渋谷駅到着7:38～9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

42

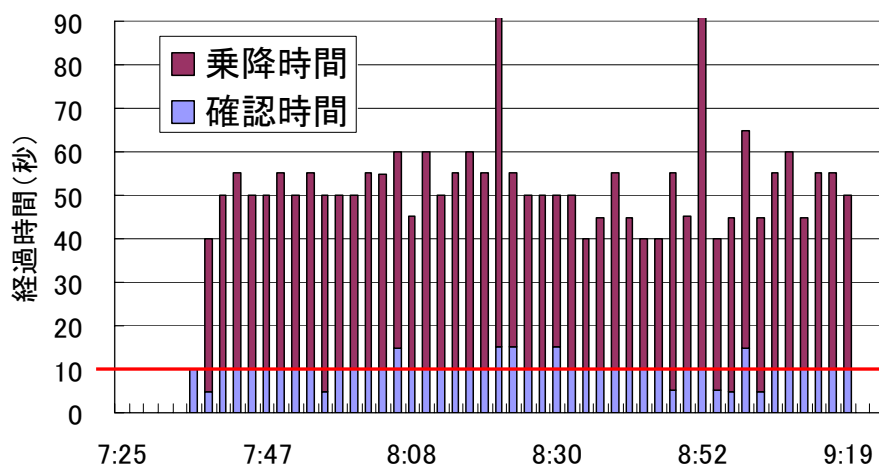
遅延の発生する要因は？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

43

【田園都市線】 二子玉川駅(10/9) 時刻表で渋谷駅到着7:38~9:38の列車

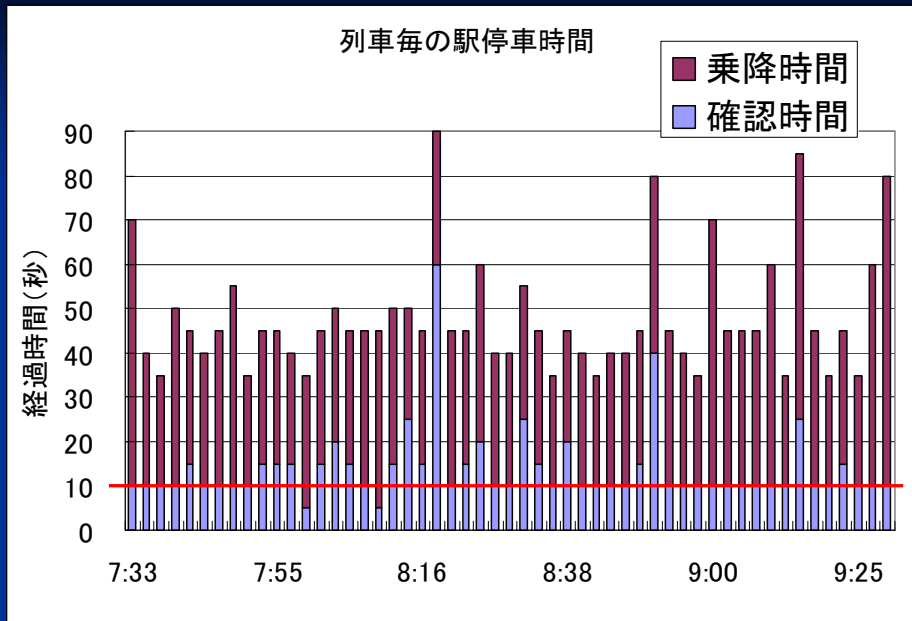
列車毎の駅停車時間



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

44

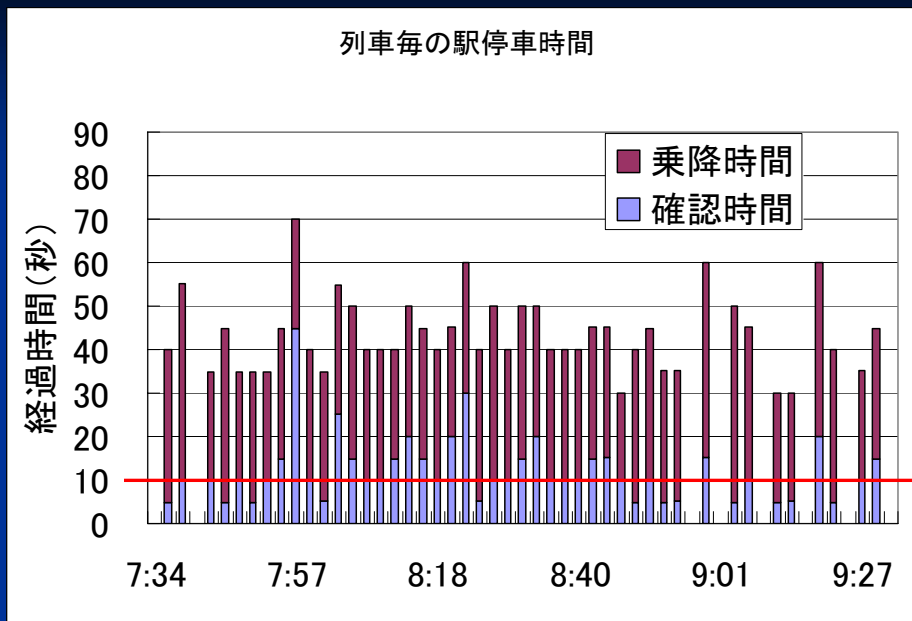
【田園都市線】 三軒茶屋駅(9/3) 時刻表で渋谷駅到着7:38~9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

45

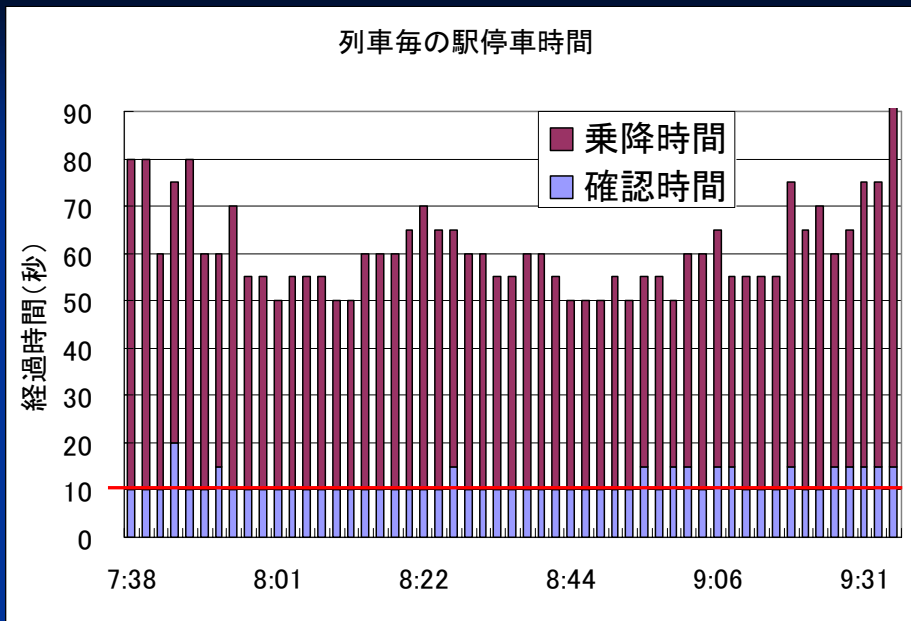
【田園都市線】 池尻大橋(10/3) 時刻表で渋谷駅到着7:38~9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

46

【田園都市線】 渋谷駅(9/4) 時刻表で7:38~9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

47

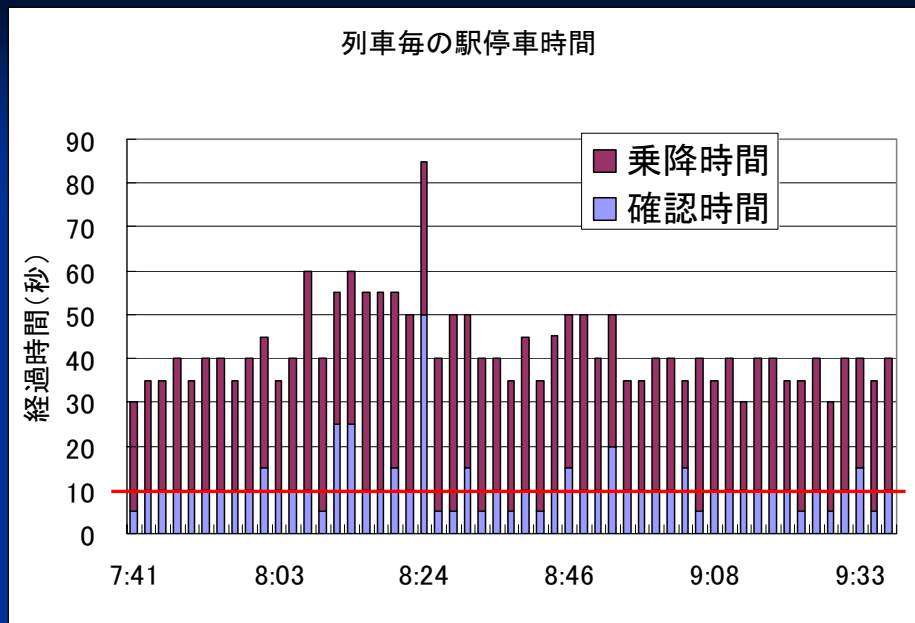
【田園都市線→半蔵門線】 渋谷駅(9/4)



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

48

【半蔵門線】 表参道駅(10/8) 時刻表で渋谷駅出発7:38~9:38の列車

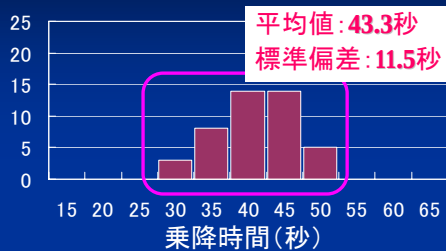


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

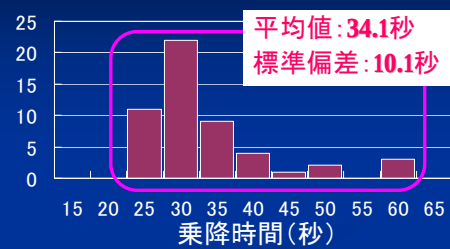
49

乗降時間の分布(渋谷到着7:38~9:38)

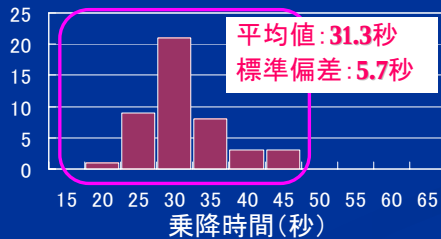
二子玉川駅(10/9)



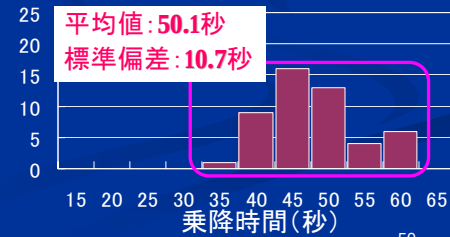
三軒茶屋駅(9/4)



池尻大橋駅(10/3)



渋谷駅(9/4)

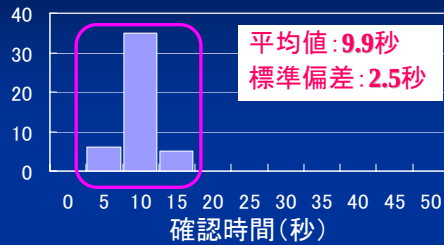


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

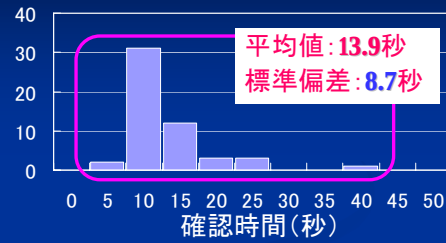
50

確認時間の分布 (渋谷到着7:38~9:38)

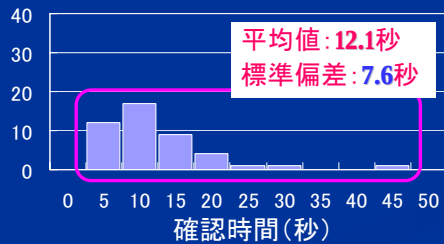
二子玉川駅(10/9)



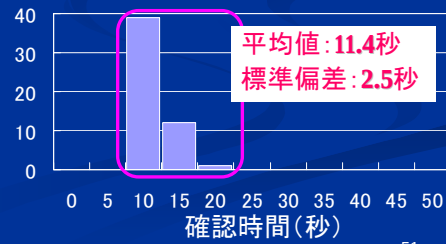
三軒茶屋駅(9/4)



池尻大橋駅(10/3)



渋谷駅(9/4)

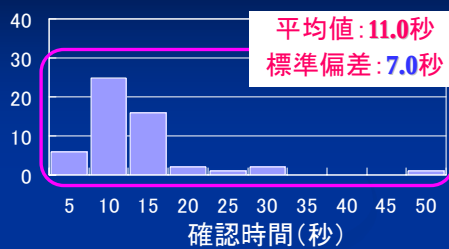
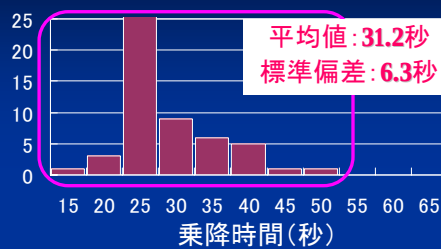


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

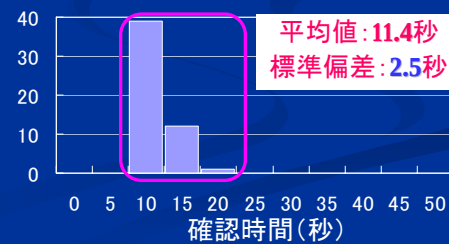
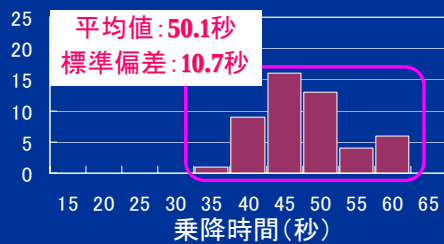
51

乗降時間と確認時間の分布 (渋谷7:38~9:38)

半蔵門線:表参道駅(10/8)



田園都市線:渋谷駅(9/4)



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

52

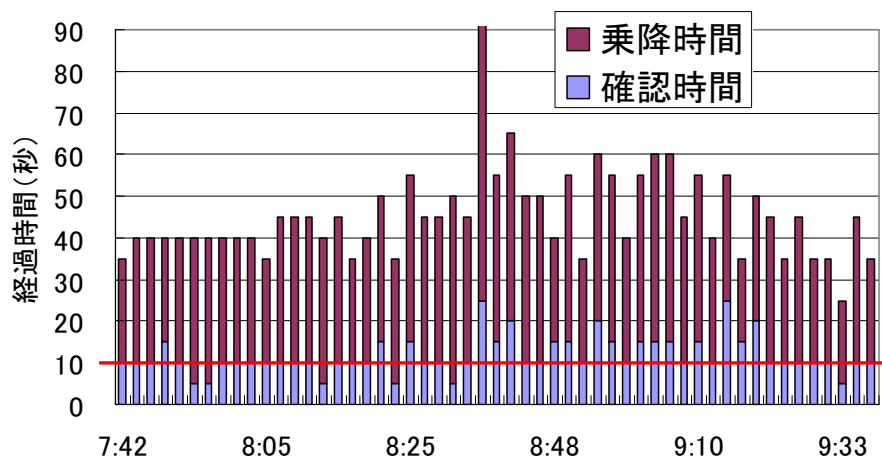
ホーム柵による遅延への影響は？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

53

【丸の内線：往路】 四ツ谷駅(10/10) 時刻表で7:42～9:39の列車

列車毎の駅停車時間

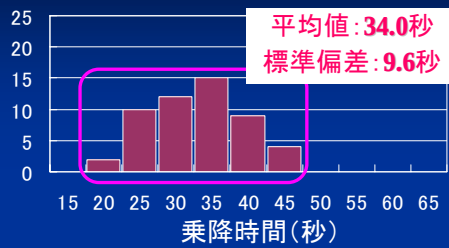


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

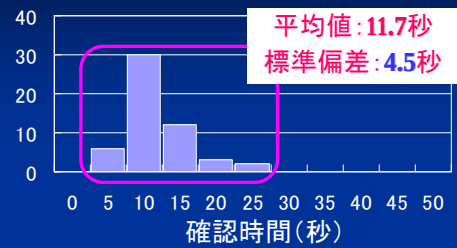
54

乗降時間と確認時間の分布

丸ノ内線：四ツ谷駅(10／10)

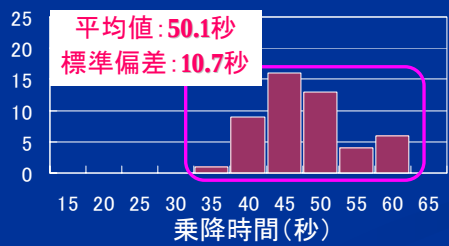


平均値: 34.0秒
標準偏差: 9.6秒

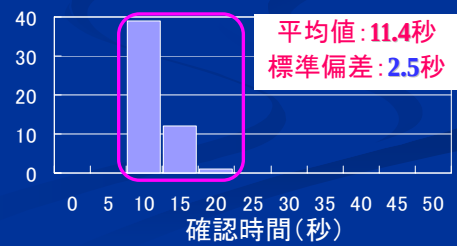


平均値: 11.7秒
標準偏差: 4.5秒

田園都市線：渋谷駅(9／4)



平均値: 50.1秒
標準偏差: 10.7秒



平均値: 11.4秒
標準偏差: 2.5秒

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

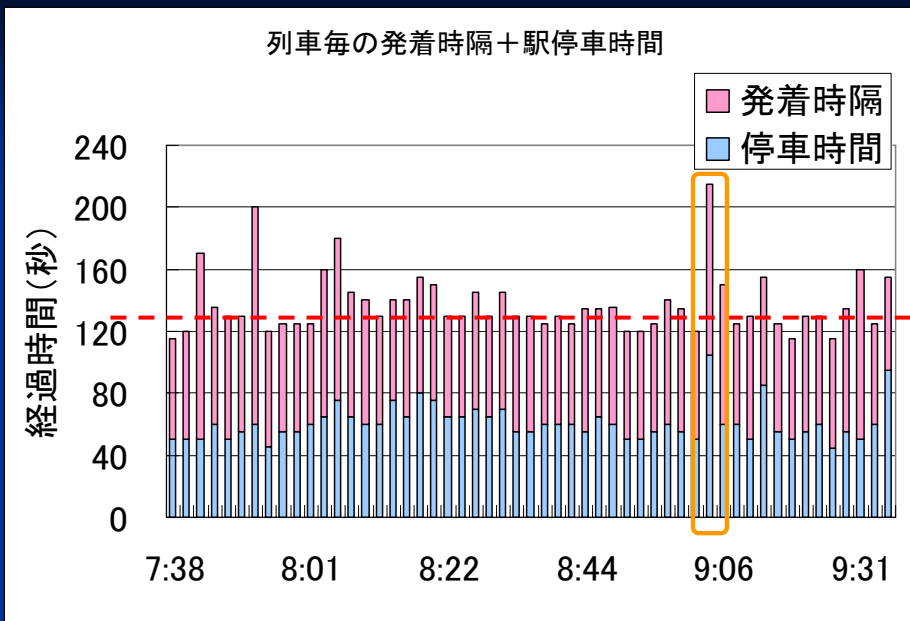
55

ダンゴ運転による遅延の影響は？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

56

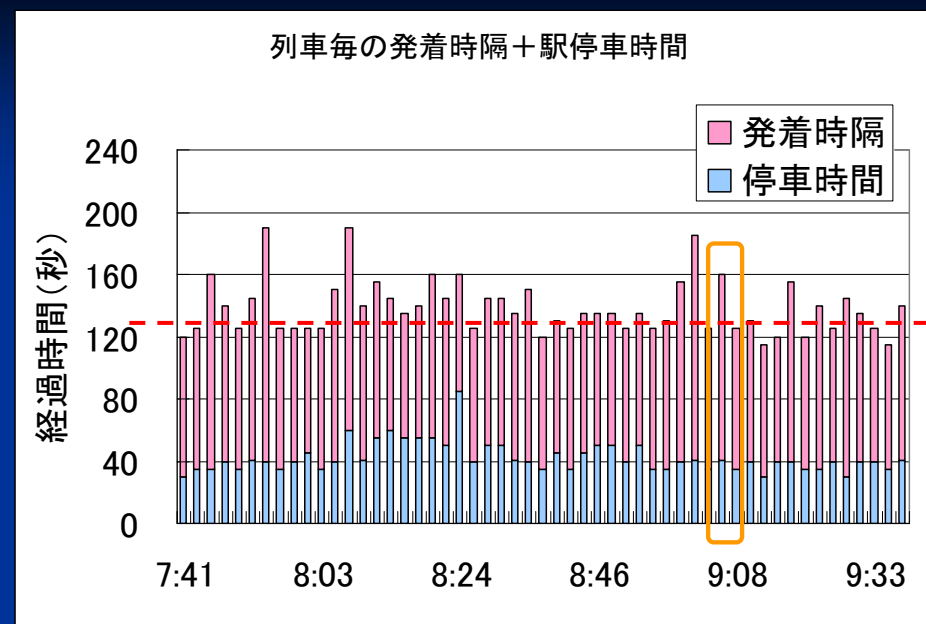
【半蔵門線】 渋谷駅(10/8) 時刻表で7:38~9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

57

【半蔵門線】 表参道駅(10/8) 時刻表で渋谷駅出発7:38~9:38の列車

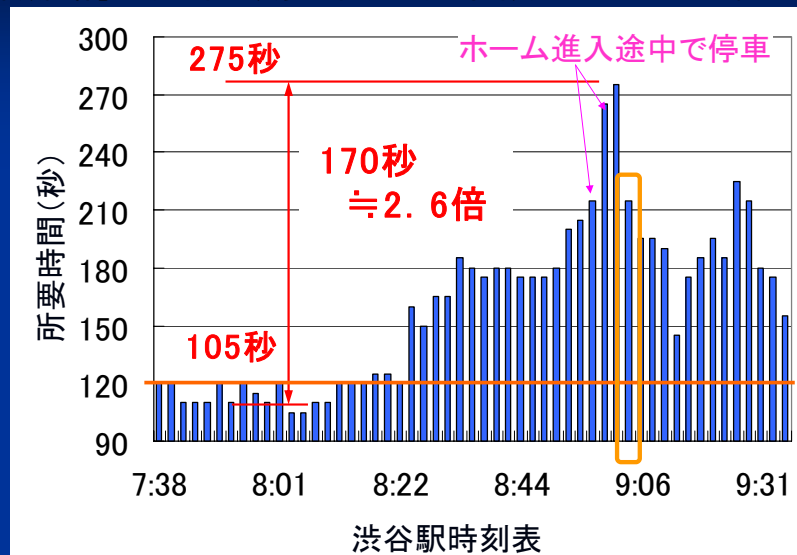


(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

58

列車の駅間走行時分

【半蔵門線】 渋谷駅～表参道駅(10/8) 時刻表で7:38～9:38の列車



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

59

目次

1. 首都圏における遅延の現状
2. 遅延の要因の仮定
3. 実態調査による仮定の検証
4. その他の遅延の発生要因
5. 今後の検討

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

60

安全対策と駅停車時間の増加

丸の内線のホーム柵設置

- ・2006.6～2007.9 新宿・荻窪間の全駅

ホーム柵稼働に伴う増加時間

- ・往路(池袋→新宿、荻窪): 1分10秒
- ・復路(新宿、荻窪→池袋): 1分10秒

合 計 2分20秒

ホーム柵設置に伴うダイヤ改正

- ・2006.11 朝ラッシュ時間帯のみ
- ・2007. 8 終日ダイヤ

* 駅停車時間の見直し



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

61

乗客の行動様式の変化

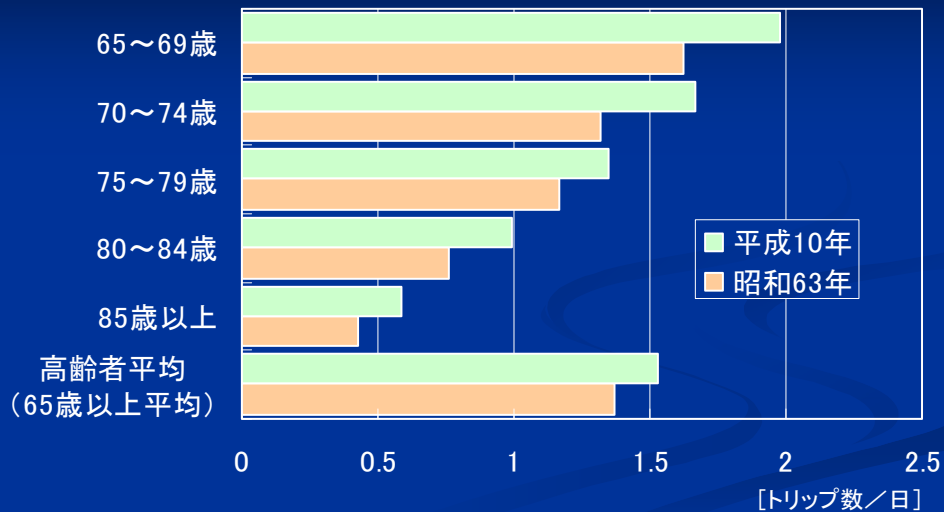


出典) 株式会社impressR&D HP, 携帯用電子機器の利用状況に関する調査, 2008年

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

62

高齢者のトリップ数の増加



(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

63

本日の報告内容

1. 首都圏における遅延の現状
2. 遅延の要因の仮定
3. 実態調査による仮定の検証
4. その他の遅延の発生要因
5. 今後の検討

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

64

5. 今後の検討

1. 遅延の実態をミクロにみる

遅延の発生確率、分布を駅毎に捉えて、
それぞれに対策を検討する。

(発生の抑止方法、発生後の回復方法)

2. 遅延の観点から運行間隔を検討する

遅延の波及を抑制する運転間隔はあるのか？

発生した遅延をすばやく回復する運転方法とは？

3. 利用者の行動に着目する

利用者の行動を変える方法とは？

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

65

ご清聴ありがとうございました
Thank you so much

(C) Mr. Keiji KARIYAZAKI, Institute for Transport Policy Studies, 2008

66