

平常時・災害時の公共交通利用状況とシミュレーションの分析

Analysis on Public Transportation Behavior
under Normal Time and Typhoon and Transportation Simulation

藤田 素弘¹・小松 浩樹²

¹正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: fujita.motohiro@nitech.ac.jp

²学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生 (〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町)
E-mail: cko13537@stn.nitech.ac.jp

本研究では、平常時と平成23年台風第15号時の公共交通の帰宅困難状況についてシミュレーション分析を行った。人々の公共交通の経路選択や混雑状況を、アンケート調査とシミュレーションから再現・分析した。これを実際の情報提供や交通機関の施策検討に用い、帰宅困難者対策として提言する。

Key Words : typhoon, failure of the transportation system, traffic information, refuge, Person Trip Survey

1. はじめに

わが国では、地震や豪雨等の災害が頻繁に発生する。東海豪雨や、平成 23 年台風第 15 号によって発生した集中豪雨は東海地方に大きな混乱を引き起こした。災害が発生する度に、交通インフラが正常に利用できなくなり、都市部を中心に莫大な数の帰宅困難者が発生するという問題に見舞われる。

この帰宅困難者の抑制が減災を講じる上で重要な課題となっている。そこで、本研究では、公共交通機関に着目し、アンケート調査から帰宅実態や帰宅行動の性質等を把握する。中京都市圏パーソントリップ調査を利用しシミュレーションを行い、平常時・災害時の帰宅困難状況を分析する。更に駅混雑状況については感度分析と 3D モデルを構築し、帰宅困難者対策を検討することを本研究の目的とする。

2. 台風第15号被害概要

平成 23 年台風第 15 号時の各地の降水量を表-1 に、不通となった主な鉄道路線を表-2 に示す。広範囲に強い豪雨もたらされ鉄道運休が発生したことが分かる。仕事終わりの夕刻から中京都市圏全域で運休する路線が相次ぎ、時間帯も相まって帰宅困難者を多く発生させる原因となった。代替交通手段を確保できなかった人は帰宅を諦め会社に留まったほか、緊急避難的に駅近くのホテルや友人宅へ宿泊した。

表-1 台風第15号時各地の降水量

	市町村	地点	最大1時間降水量(mm)	日時(起時)	総降水量(mm)
愛知県	名古屋市	名古屋	97.0	11日 18時	566.5
	東海市	東海	114.0	11日 18時	589.0
	蟹江市	蟹江	78.0	11日 17時	365.0
	一宮市	一宮	54.0	11日 17時	293.0
	岡崎市	岡崎	55.0	12日 0時	295.0
	豊田市	豊田	61.0	11日 22時	413.0
岐阜県	多治見市	多治見	58.0	11日 20時	390.0
	中津川市	三森山	70.0	12日 5時	442.0
三重県	四日市市	四日市	40.5	11日 14時	362.0
	大台町	宮川	69.0	11日 22時	618.0

表-2 台風第15号時鉄道不通区間

事業者	路線名	発生日時	復旧日時
JR東海	東海道新幹線	21日 13:16	22日 始発
	東海道本線	20日 17:20	21日 0:33
	中央本線	20日 17:22	22日 始発
	関西本線	20日 22:05	21日 0:30
名古屋鉄道	瀬戸線・常滑線	20日 17:25	20日 21:00
	名古屋本線	20日 19:13	21日 18:05
	小牧線	20日 19:15	21日 2:00
	東海道本線	21日 10:57	22日 始発
	豊川線	21日 15:40	21日 18:05
豊橋鉄道	全線	21日 11:51	21日 21:00
愛知環状鉄道	愛知環状鉄道線	20日 17:15	21日 5:20

3. 中京都市圏パーソントリップ調査の集計

本研究では、第 4 回中京都市圏パーソントリップ調査（以下、PT 調査）を利用する。特に名古屋市内の鉄道駅を発着地点として乗降者数を集計、これを乗車時間帯別 OD 表（以下、OD 表）として用いる。

午前 5 時から午前 1 時までの 20 時間帯について、図-1 に JR 中央本線の乗車人数推移を示す。JR 中央本線は全日で 323827 人の乗車人数となった。

図-2 には、PT 調査の集計結果と愛知県統計年鑑の乗車人員を駅ごとに比較したグラフを示す。JR 中央本線では全体で約 3% 小さい結果となったが、おおむね問題ない精度となった。また、名古屋ガイドウェイバスはデータ件数が少なく不良であったため、統計等を参考に実際の利用状況に即した補正を行った。

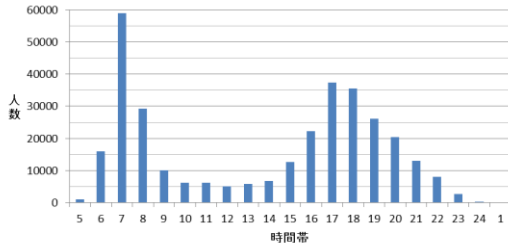


図-1 JR中央本線乗車人数推移

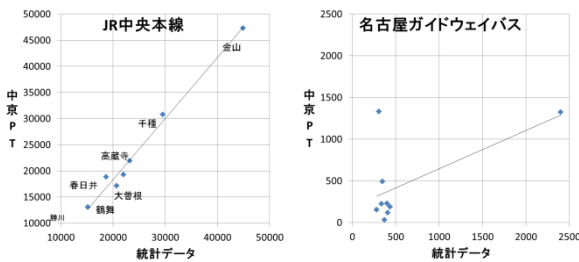


図-2 PT調査と統計データの比較

4. アンケートによる集中豪雨時の帰宅状況分析

本研究では平成 24 年 2 月に行われた、平成 23 年台風第 15 号時の帰宅状況についてのアンケート調査を用いる。配布地域を表-3 に示す。配布部数は 5000 部で、全体での回収率は 12.6% であった。アンケートの質問項目は以下のとおりである。

- 1) 会社～自宅間における普段の帰宅行動詳細
- 2) 平成 23 年 9 月 20 日の豪雨時の帰宅行動詳細
- 3) 平成 23 年 9 月 20 日の豪雨時に入手利用した情報
- 4) 平成 23 年 9 月 20 日の豪雨時の避難状況
- 5) 災害に対する意識・個人属性

回収した 634 件のうち、平常時から公共交通機関を利用して帰宅している人の帰宅行動に着目する。平常時、14 時台から 22 時台に帰宅し始める人が存在した。これを 6 時間帯に区分けし、それぞれ台風第 15 号時との帰宅行動開始時間の比較を行った。これを図-3 に示す。横軸は平常時との帰宅開始時間変化で、0 で帰宅時間変化なし、左に行くほど帰宅時間の早期化、右に行くほど帰宅時間の遅延を示す。この帰宅開始時間変化割合を用いて、平常時のトリップ数を災害時にもの変換する。

17 時台から 20 時台にかけて、帰宅時間を前倒しする割合は増加し、後ろ倒しする割合は減少していくことが分かる。時間が経つにつれて、この豪雨はすぐに

は止まないと考える人が増えていったと推測できる。前倒しする人の割合は 19 時台でおよそ 80%、20 時台で 85% という高い水準になっている。

普段、鉄道で春日井方面へ帰宅している人の災害時の帰宅状況を図-4 に示す。春日井方面は、普段 JR 中央本線を利用して帰宅する人が多い地区で、当日はこれが運休していたため多くの人々が自動車や宿泊を選択した。ただ名古屋ガイドウェイバスやリニモは通常運行しており、市営地下鉄等を用いて乗り継ぐ人も約 3 割いたことが分かる。平均所要時間は最も長く約 281 分となっている。原因として、高蔵寺方面を始めとする名古屋市北東方面へ向かう乗客が殺到し、同大曽根駅での待ち時間が長くなったことが原因と考えられる。

表-3 アンケート対象地域

配布箇所	配布日	配布方法	配布部数	回収部数	回収率
一宮市	平成24年2月22日 ～2月25日	ポスト投函・ 郵送回収	800	83	10.4%
岐阜市			800	83	10.4%
春日井市			800	109	13.6%
多治見市			1000	129	12.9%
瀬戸市			800	113	14.1%
名古屋市守山区			800	117	14.6%

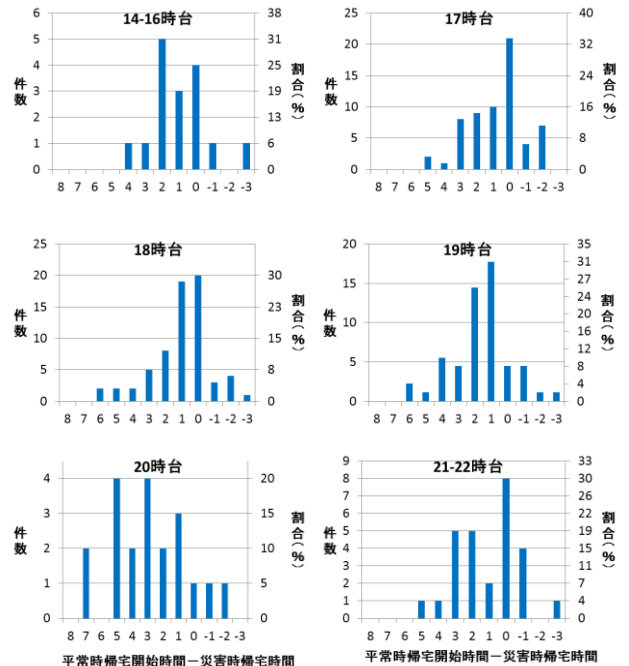


図-3 平常時災害時帰宅開始時間変化

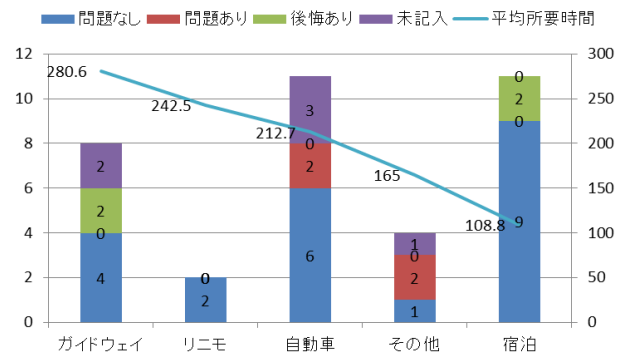


図-4 帰宅行動評価と経路別所要時間 (春日井方面)

5. 大曾根駅鉄道利用状況モデルと感度分析

PT調査から得たOD表を用いて、平常時・災害時の需要を推定、感度分析を行う。モデルの対象地域を図-5に示す。大曾根駅から北東方面にはJR中央本線、名古屋ガイドウェイバス、名鉄瀬戸線が主要な路線として存在し、瀬戸市内から豊田市内に向けて愛知環状鉄道も通っている。また、図-6はこれらの路線を交通シミュレータ上で鳥瞰したものである。

平常時のモデル結果を図-7に示す。滞留人数は最大で40人程度であることから、駅での混雑は全くないといえる。また1日を通しての平均待ち時間（最終バス発車時刻の23時20分時点）は3分程度となった。

表-4に交通シミュレータの静的モデリングを用いて得た平常時と災害時の路線別需要変化を示す。災害時においてはJR中央本線が輸送を受け持てなくなる影響により全路線で乗車率は増加した。名古屋ガイドウェイバスの下り線については災害時の乗車人数は33038人と平常時の約20.7倍となった。乗車率は800%近いため、8人に1人しか利用できないことが分かる。ただしアンケート調査から、実際のJR中央本線からの交通手段転換は20%程度であったことが分かっている。静的モデルでも結果は過大であると考えられるためこの転換率を検討していく。

転換率を5%から25%まで増減させ駅混雑状況を把握する。このモデル結果を図-8に示す。終発となる23時20分時点での駅滞留人数は、転換率10%までは0人となった。11%では375人の滞留が発生したため、1%刻みでは10%の転換がガイドウェイバスの受け持てる輸送能力の限界となると分かった。平均待ち時間推移から、11%以上で待ち時間が上限を越えていることが分かる。これは、この時刻以降に駅に到着した場合バスを利用できないことになる。

実際に駅ではバスを利用できず徒歩で移動した人もいたため、滞留人数は少なくなかったと考えられる。またアンケート調査の結果も参考に、JR中央本線から20%の転換があったとして対策を検討する。



図-5 モデル対象地域と大曾根駅

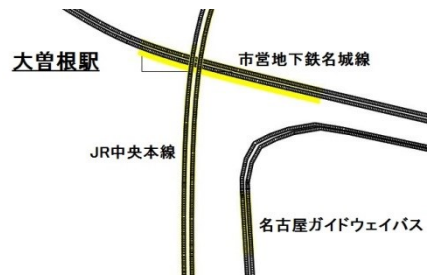


図-6 大曾根駅交通シミュレータ上鳥瞰

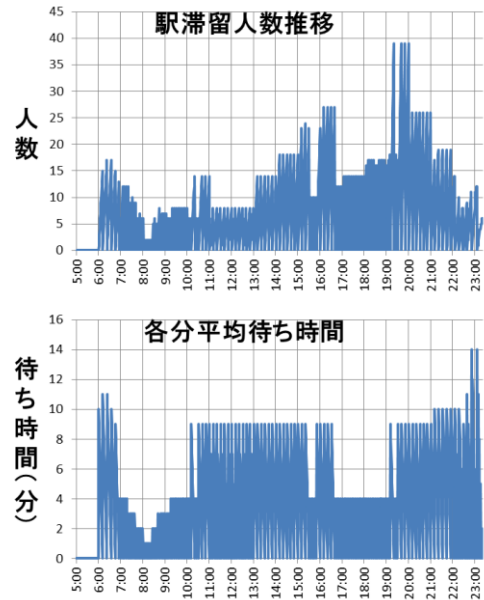


図-7 平常時大曾根駅滞留人数・待ち時間推移

表-4 静的モデリング平常時・災害時需要変化

タラッシュ	平常時		災害時		変化率(%)
	輸送可能人数	乗車人数 乗車率(%)	乗車人数 乗車率(%)		
鶴舞線	79800	50880 63.76	58944 73.86		15.85
桜通線	75000	31475 41.97	31475 41.97		0.00
東山線	135000	66642 49.36	100607 74.52		50.97
名城線左回り	30000	25033 83.44	29095 96.98		16.23
名城線右回り	33600	19583 58.28	35060 104.35		79.03
名港線	68400	21009 30.71	21009 30.71		0.00
JR中央線上り	36600	8378 22.89	-	-	-
JR中央線下り	31200	44334 142.10	-	-	-
ガイド上り	4720	579 12.27	6193 131.21		969.60
ガイド下り	4160	1596 38.37	33038 794.18		1970.05

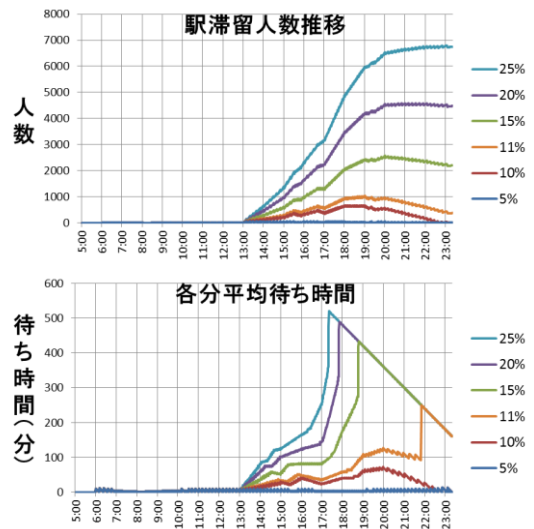


図-8 災害時大曾根駅滞留人数・待ち時間推移

6. 対策の検討

動的モデリングから得た駅滞留人数推移を図-9に示す。待ち時間についても上述の鉄道利用状況モデルと同様の結果を導き出すことができた。図-10にはこの22時時点での駅前混雑状況を示す。名古屋ガイドウェイバス駅前から市営地下鉄名城線、JR中央本線方向に混雑が広がっている。滞留地点の面積をおよそ1000㎡とすると、22時時点で1㎡あたり4.05人の滞留となり前にも後ろにも動けない状況である。

この混雑解消のため転換率を20%とし、15時台以降の名古屋ガイドウェイバスの増便を対策として検討する。毎時12本、16本、23本へ増便をした場合のモデル結果を図-11に示す。毎時12本までの増便では帰宅者全ては負担しきれないが、16本にまで増便すれば22時32分に駅滞留人数は0人になる。2～4分間隔での運行となる23本まで増便すれば駅の滞留はほぼ解消され、転換率が20%程度であれば十分対応可能であることが分かった。平均待ち時間が上限を越えたのは毎時12本の場合で、19時41分となった。それでも通常時に比べて2時間近く遅くなっている。

また、図-12には毎時16本への増便を行った場合の終発時刻における動的モデリング駅混雑状況を示した。図-10と比較すると視覚的にも16本への増便でも十分に効果があることが分かる。こうしたシミュレーション結果を踏まえ、無理な帰宅時間の前倒しを行わない、会社や付近のホテルに宿泊することを検討する、交通機関は情報を正確かつ迅速に提供するなどといったソフト対策が重要と考えられる。

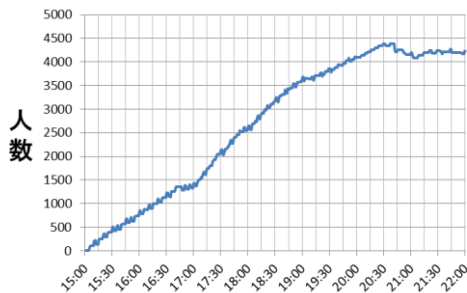


図-9 動的モデリング大曽根駅滞留人数推移



図-10 終発時刻大曽根駅混雑状況

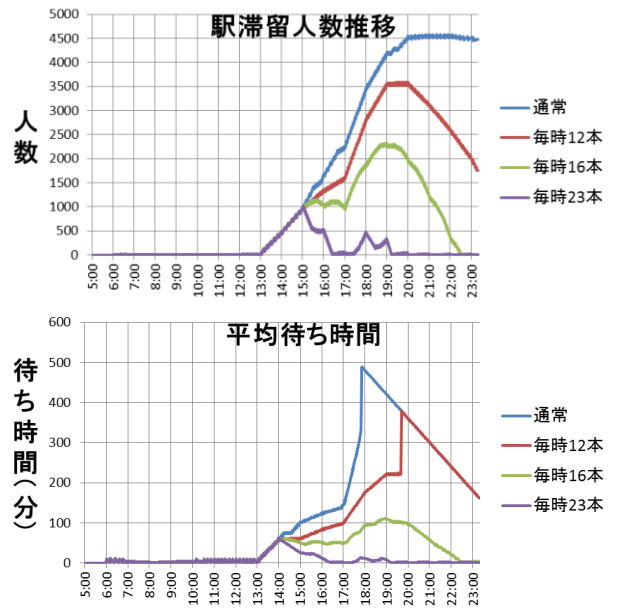


図-11 増便と大曽根駅滞留人数・待ち時間推移

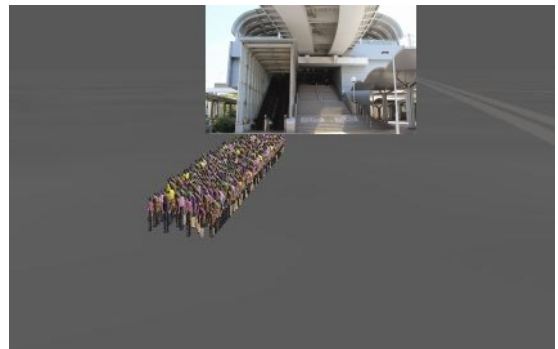


図-12 増便時の終発時刻大曽根駅混雑状況

7. まとめ

本研究では平成23年台風第15号の鉄道被害概要を把握した。アンケート調査ではJR中央本線等の運休路線から、他路線へ交通需要が転換し混雑が発生することが分かった。更に、OD表を用いて大曽根駅でのシミュレーションを行った。大曽根駅ではJRから11%が転換すると輸送力の限界となった。転換率20%ではおよそ4500人が乗車できず駅に取り残されることが分かった。バスの増発などの対策を行えば、混雑状況を緩和できることが視覚的に確認できた。

今後は、北東方面以外の他地域への帰宅行動についても分析すること、中京都市圏の道路ネットワークと連動させることで手段分担率や配分交通量からシミュレーションを行うことが求められる。

8. 参考文献

- 1) 大橋雅也, 藤田素弘:平成23年台風15号における東海地域帰宅困難と避難状況分析, 2012

(2017.4.27受付)