

首都直下地震時における都心帰宅者へ与える各種影響に関する研究

Study on the various influences to the city returning home
who at the time of the capital directly under earthquake

矢代 晴実¹, ○塚本 昭博²

Harumi YASHIRO¹ and Akihiro TSUKAMOTO²

¹ 防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科

Department of Civil and Environmental Engineering School of Engineering, National Defence Academy

² 防衛大学校 理工学研究科

Graduate school of Science and Engineering, National Defence Academy

In the Tokyo metropolitan area to a wide variety of capital function is concentrated, are many of the stranded commuters are expected to occur at the time of the capital directly under earthquake. This study reveals by simulation the distribution of each elapsed time of the number of people intended for the people to go home on foot from Tokyo the five central wards of Tokyo to Kanagawa Prefecture direction. Then, in the return home support object along the road, influence and a large amount of walk return home's due to building collapse, fire spread makes a discussion about the challenges that are considered to be caused.

Key Words : Capital Directly Under Earthquake, Stranded Commuters, GIS, Toilet

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東京都市圏において多くの帰宅困難者が発生した。多種多様な首都機能が集中する都市圏においては、鉄道を代表とする大規模交通システムに支えられて毎日大量の人々が移動を繰り返している。つまり、鉄道輸送に大きく依存した人々が地震災害等により移動手段が途絶された途端、徒歩によって帰宅せざるを得ない状況になる。

本研究は、東京都心 5 区から神奈川県方面へ徒歩で帰宅する人々を対象とした人数の経過時間毎の分布状況をシミュレーションにより明らかにするとともに、帰宅支援対象道路沿いにおいて、建物倒壊・延焼による影響や大量の徒歩帰宅者が起因して発生すると考えられる課題について考察を行う。

2. 帰宅困難者の定義

本研究では、帰宅困難者等を図 1 の通り定義した。外出目的別分類から自宅外滞在者を全帰宅者とし、近距離徒歩帰宅者を帰宅可能者、遠距離徒歩帰宅者及び帰宅断念者を含んで帰宅困難者とした。

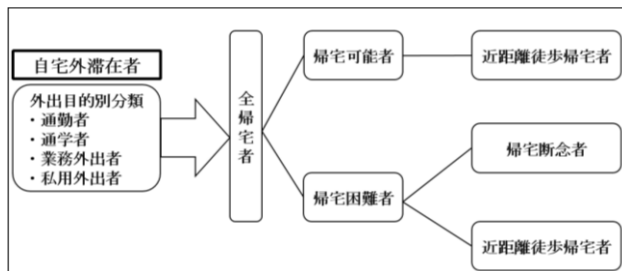


図 1 自宅外滞在者の分類

3. 方面別帰宅者等の算出

帰宅者等は、平成 22 年度国勢調査¹⁾及びパーソントリップ調査結果²⁾を用いて算出した。表 1 に、都心 5 区から神奈川方面へ各方面別に帰宅経路を通過する帰宅者数等

を示す。これは方向別の帰宅支援対象道路を中心に通過するとした。

また、帰宅困難者数を算出する方法として、被害想定で用いられている算出方法 A「帰宅距離 10km までは 100% 帰宅可能者とし、10km 以降は帰宅距離が 1km 増すごとに帰宅可能率が 10% ずつ減少、20km ではすべての人が帰宅困難者とする」、算出方法 B「帰宅困難率 (%) =

(0.0218 × 外出距離(km)) × 100」³⁾という 2 通りの算出方法について整理した。

表 1 各帰宅経路を通過する帰宅者数等

算出方法による分類 (人)	算出方法 A		算出方法 B	
	全帰宅者	帰宅困難者	帰宅可能者	帰宅困難者
国道 1 号線 (横浜・川崎駅方向)	約 208000	約 200000	約 8000	約 154000
国道 15 号線 (横浜・川崎・横浜駅方向)	約 457000	約 257000	約 200000	約 185000
目黒通り (目黒・等々力駅方向)	約 75000	0	約 75000	約 10000
中原街道 (武蔵中原・桜ヶ丘駅方向)	約 107000	約 80000	約 27000	約 53000
国道 246 号線 (二子玉川・大和駅方向)	約 300000	約 175000	約 125000	約 100000
世田谷通り (世田谷・町田駅方向)	約 400000	約 183000	約 217000	約 180000
帰宅者の算出方法 による分類	算出方法 A: 「帰宅距離 10km までは 100% 帰宅可能者、それ以降は 1km 増すごとに帰宅可能率が 10% ずつ減り、20km ではすべての人が帰宅困難者」 算出方法 B: 「帰宅困難率 (%) = (0.0218 × 外出距離(km)) × 100」			

各帰宅経路沿いを通過すると予想される全帰宅者、帰宅困難者、帰宅可能者数を 250m メッシュで示した。図 2 は東京都心 5 区から神奈川県方面へ向かう全帰宅者の距離別通過状況を示した。また、図 3～図 6 に 2 通りの算出方法によるそれぞれの帰宅困難者及び帰宅可能者の距離別通過人数を示した。

大量の帰宅困難者が帰宅支援対象道路沿いに移動するとともに、帰宅可能者だけでも 20 万人近くの人々が移動することが明確になった。

大規模災害時における徒歩帰宅者問題は、帰宅困難者のみならず帰宅可能者も含めた全ての徒歩帰宅者まで広げて対応策を検討しなければならないと考えられる。

第 4 章以降は、算出方法 A 及び B の両方を用い、帰宅者、帰宅可能者・困難者の全てを対象に分析・評価を行った。

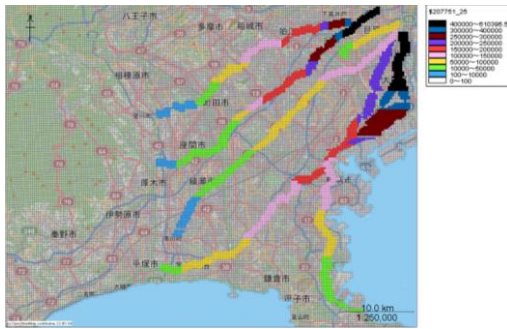


図2 全帰宅者の方向・距離別分布



図3 帰宅困難者（算出方法A）

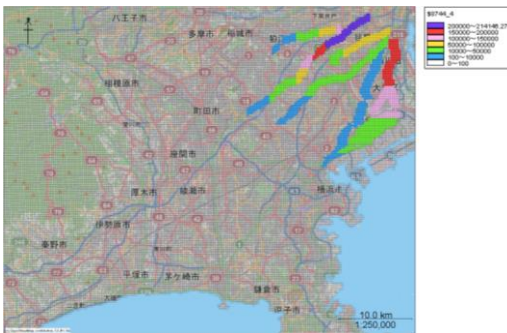


図4 帰宅可能者（算出方法A）



図5 帰宅困難者（算出方法B）

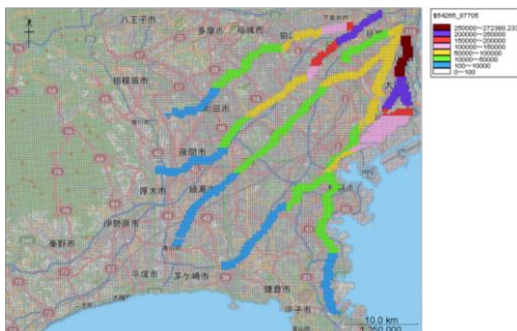


図6 帰宅可能者（算出方法B）

4. 時系列毎の帰宅困難者数分布

発災後における時間経過にともなう帰宅者等の分布状況を評価・分析した。対象地域は東京都区5区から神奈川県方面へ約10kmである多摩川までの都内の範囲とした。図7～図10に方法Aにより算出した帰宅困難者の発災から2・5・15・20時間後の分布状況を示す。

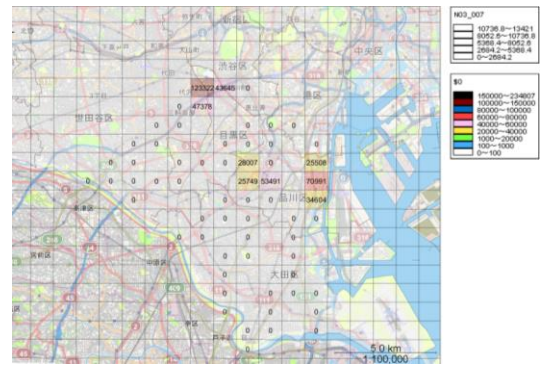


図7 2時間後の帰宅困難者数分布

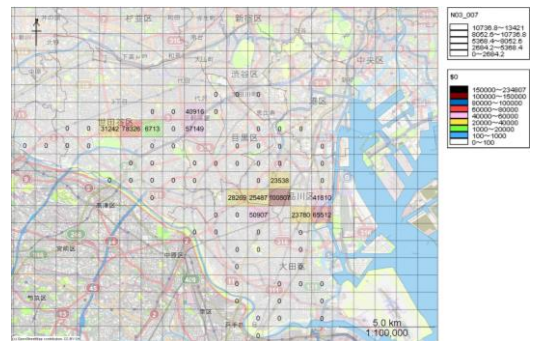


図8 5時間後の帰宅困難者数分布

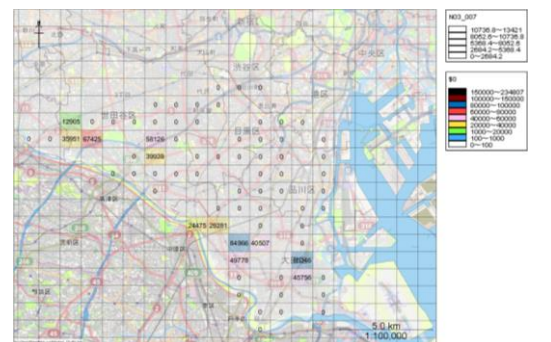


図9 15時間後の帰宅困難者数分布



図10 20時間後の帰宅困難者数分布

5. 建物倒壊・延焼が徒歩帰宅者へ及ぼす影響

図 11 に徒歩帰宅者の主要帰宅経路沿いにおける建物倒壊・延焼割合を示した。帰宅経路沿いで建物倒壊・延焼が高い割合を示すメッシュの範囲は通行困難であると考えられる。

図 12 は、帰宅者が、倒壊・延焼割合が 30～50%と大きい国道 1 号線及び目黒通りから中原街道へ迂回すると仮定した場合を示す。

図 13 は、中原街道へ迂回する前後の帰宅者数分布状況を示した。図 13 より、迂回後は中原街道を通過する帰宅者が約 3.7 倍の約 40 万になり、深刻な混雑によって群集なだれ等の新たなリスクが発生すると考えられる。

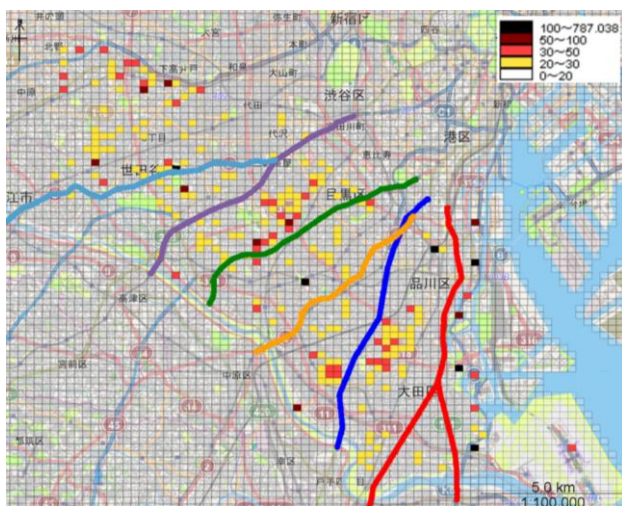


図 11 帰宅経路沿いの建物倒壊・延焼割合

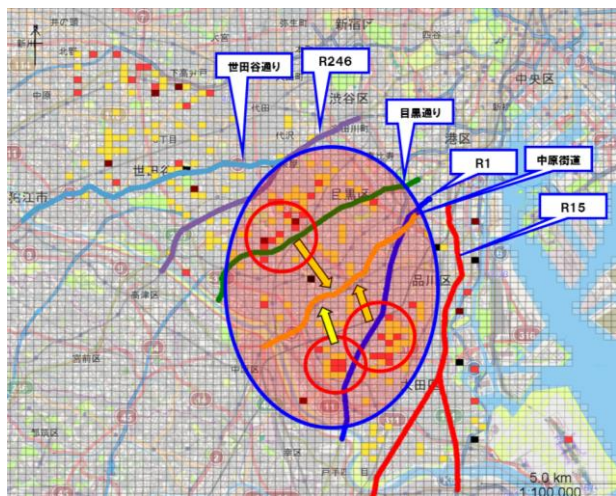


図 12 中原街道へ迂回すると仮定した状況

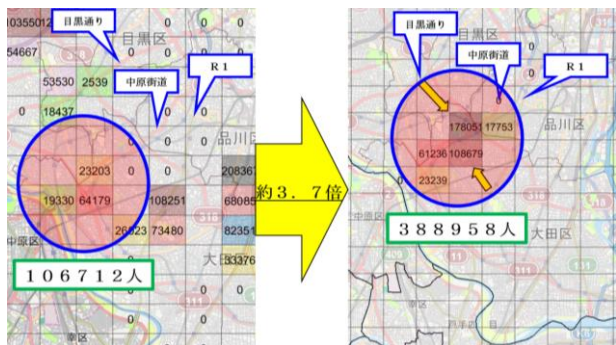


図 13 迂回した場合の帰宅者数分布状況（10 時間後）

6. 徒歩帰宅者による橋梁通過時間への影響

東京都心から神奈川県方面への徒歩帰宅者は、都内の帰宅支援対象道路沿いに移動した後に、神奈川県に入るため多摩川の 8 本の橋梁を通過することになる。大量の徒歩帰宅者が 8 本の橋に集中して移動することから、深刻な混雑や滞留が懸念される。表 2 に分析の対象とした 8 つの橋梁について、前章と同様に通過速度及び歩道幅員、歩道数を考えて徒歩帰宅者の分類に応じた通過時間を示した。全帰宅者の場合、最大で橋の通過に約 7 時間～最大 24 時間かかる。また、帰宅者の帰宅方向や人数によって大きく差が生じることがわかった。

表 2 多摩川に架かる各橋梁毎の通過人数・時間

橋梁名 (上：歩道人数、下：車道人数)	総帰宅者	算出方法 A		算出方法 B	
		帰宅困難者	帰宅可能者	帰宅困難者	帰宅可能者
大師橋	約 111000	約 101000	約 9000	約 6000	約 48000
六郷橋	約 111000	約 101000	約 9000	約 6000	約 48000
多摩川大橋	約 104000	約 100000	約 4000	約 77000	約 27000
ガス橋	約 104000	約 100000	約 4000	約 77000	約 27000
丸子橋	約 107000	約 80000	約 26000	約 53000	約 54000
二子橋	約 96000	約 61000	約 71000	約 36000	約 60000
新二子橋	約 193000	約 122000	約 143000	約 72000	約 120000
多摩水道橋	約 164000	約 156000	約 8000	約 106000	約 59000

7. 避難者へ帰宅者が及ぼす影響

(1) 避難者の状況

世田谷区を通る帰宅支援対象道路に指定されている国道 246 号線は、約 30 万人という大量の帰宅者が通過することが分析により予想される。避難者をメッシュで推測したものを図 14 に示す。それを用いて帰宅者等と避難者の両者の関係から、問題点や課題を分析・評価する。



図 14 対象地域における避難者の状況

世田谷区内には避難所が 95 箇所ある。また、備蓄食料数⁴⁾に基づき、1 箇所の避難所に約 1684 人受け入れ可能としている。よって、世田谷区の避難者受け入れ可能容量は、159980 人（95 箇所×1684 人）であり、首都直下地震時において約 10 万近くの避難者発生が予想されているが、避難者の受け入れ数であれば収容可能であるとしている。

図 15 の○印のエリアを分析地域とした。この地域は、区の避難所が 5 箇所あり、避難者が 5813 人発生すると予想されている。避難所 1 箇所あたり 1163 人の避難者が来ることが見込まれており、その避難受け入れは可能であると考えられている。図 15 は、発災から 10 時間後の帰宅者数分布状況を示しているが、約 22 万人の帰宅者等が道路上にいることから、避難所に立ち寄った場合、帰宅困難者等を避難所に対応することは非常に難しくなると考えられる。



図 15 対象地域における帰宅者数分布状況

(2) トイレの状況

帰宅困難者が避難所や帰宅支援ステーション等に立ち寄る理由の一つとしてトイレが挙げられる。大量の帰宅者等が通過する帰宅経路において大きな課題である。

対象地域におけるトイレ設置状況を図 16 に示す。

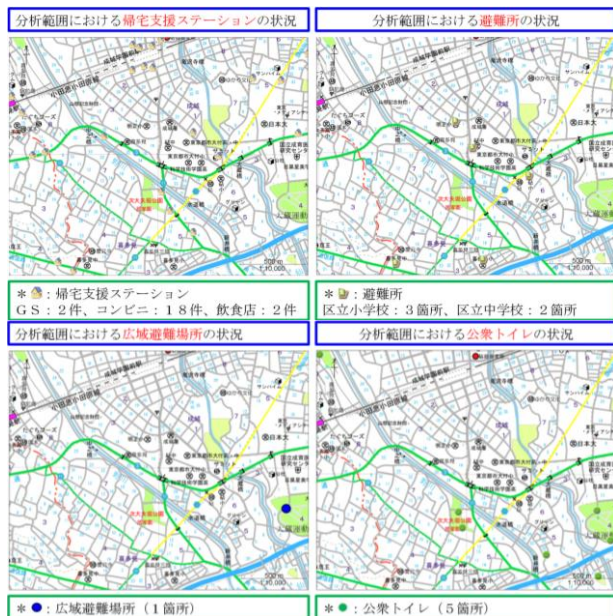


図 16 対象地域におけるトイレ設置状況

トイレ設置施設 1 箇所あたりのトイレ基数を表 3 の通り仮定し、トイレの充足率を表 4 に示す。図 16 及び表 3 より、2km 四方の対象地域では、トイレ設置件数は 33 件あり、避難所のトイレも含めて 202 基であった。都心帰宅者の対応策として帰宅パターンを考える際に、帰宅困難者（算出方法 A 及び B）のみを帰宅させたとしても、ト

イレの充足率は最大でも約 25%程であり、帰宅支援対象道路沿いの抱えるトイレ不足問題は深刻であることが明らかになったと考えられる。

表 3 各施設のトイレ基数

①トイレ設置施設件数		②1箇所あたりのトイレ基数	トイレ基数 ①×②
帰宅支援 ステーション	GS	2	1
	コンビニ	18	1
	飲食店	2	4
避難所	公立小学校	3	42
	公立中学校	2	24
その他	公衆トイレ	5	6
	広域避難場所	1	30
合 計		33	—
			202

表 4 トイレ充足率

トイレ充足率⁵⁾＝トイレ供給回数／トイレ需要回数

区 分	避難所のトイレの使用条件			帰宅支援ステーションのみ利用	断水率
	使用なし	半数使用	全て使用		
帰宅者	4.2%	8.4%	12.5%	4.3%	24.7%
帰宅可能者 (算出方法A)	4.5%	8.9%	13.3%	4.6%	
帰宅困難者 (算出方法A)	8.5%	17.0%	25.3%	9.0%	
帰宅可能者 (算出方法B)	5.2%	10.4%	15.5%	5.4%	
帰宅困難者 (算出方法B)	7.8%	15.6%	23.2%	8.2%	

トイレ供給回数の算出方法
 既設トイレの1時間当たり供給可能回数(回/時間)
 $= 30 \text{ (回/基・時間)} \times \text{既設トイレ数(基)} \times (1 - \text{断水率})$

トイレ需要回数の算出方法
 あるシナリオにおける帰宅経路通過時間(1時間毎)のトイレ回数(回) $= N_{\text{帰宅}}^{\text{A}} \text{ [人]} \times 1 \text{ [時間]} \times 5 \text{ [回/人/日]} / 24 \text{ [時間/日]}$
 $N_{\text{帰宅}}^{\text{A}}$: ある時間1における帰宅者数[人]

避難所生活者によるトイレ需要回数(回) $= N_{\text{避難}}^{\text{B}} \text{ [人]} \times 1 \text{ [時間]} \times 5 \text{ [回/人/日]} / 24 \text{ [時間/日]}$
 $N_{\text{避難}}^{\text{B}}$: ある時間1における避難者数[人]

8. まとめ

東京都心5区から神奈川県方面へ徒歩で帰宅する人々の経過時間毎の分布状況をシミュレーションにより明らかにするとともに、帰宅支援対象道路沿いにおいて、建物倒壊・延焼による影響や大量の徒歩帰宅者が起因して発生すると考えられる課題を抽出した。以下にその結果について示す。

- ・建物倒壊・延焼による危険性を経路毎に示すことが出来た。これによって、危険度に応じた地域特性を分析し、対応策を検討することが可能である。

- ・帰宅経路上のボトルネックである多摩川の各橋梁通過時間を示した。橋梁毎に通過時間に大きな差があるため、方面別及び帰宅パターンによる対策が必要であると考えられる。

- ・帰宅者等が大量に通過する地域において、深刻なトイレ不足が発生するとともに、帰宅支援ステーションも現状では不十分であることが分かった。

参考文献

- 1)総務省統計局 平成 22 年国勢調査 2010
- 2)東京都市圏交通計画協議会 第 5 回東京都市圏 PT 調査 2012.1
- 3)内閣府 首都直下地震対策検討WG 最終報告 2013.12
- 4)世田谷区 地域防災計画
- 5)内閣府 帰宅行動シミュレーション結果に基づくトイレ需給等に関する試算について 2008.1