

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月17日現在

機関番号：32613

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22656133

研究課題名（和文） 震災時における都心部非定住被災者の受療行動予測・対応策に関する研究

研究課題名（英文） Research on the medical prediction of behavior of Non-Residential casualties around Shinjuku Station, and its countermeasures, in the case of Metropolitan Tokyo Earthquakes.

研究代表者

山下 哲郎 (YAMASHITA TETSURO)

工学院大学・建築学部・教授

研究者番号：00239972

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、首都直下地震が発生した際に、被災者の医療を受け持つフロントライン医療サービス拠点の規模を検討するための、新宿駅周辺の非住宅の死傷者数の推定である。調査は新宿駅の東西口周辺の歩行者数を把握するものである。その結果、西口側には4-6,000人、東口側には2-10,000人の歩行者数が確認された。これを元に負傷者数を推計すると、西口側の負傷者数は一日のどの時間帯でも80人程度と安定しているが、東口の場合、午前中は35人、午後は85人、夕方は100人と変動が大きい。同様に、建物内の負傷者数も推計した。更に、2011年3月11日東日本地震当日の行動について、アンケート調査を実施した。それらの結果から、新宿西口周辺に13箇所のフロントライン災害医療拠点を設ける場合、各所で67人程度の負傷者の治療を行うことが推定され、負傷者の分布に基づいて、東に8箇所、西に5箇所を配置することになる。

研究成果の概要（英文）：

The aim of the study is to consider the providing front line disaster medical service bases according to the estimation of the number of non-residential casualties around Shinjuku station in the case of earthquake disaster which is supposed be happened in Tokyo Metropolitan areas. Surveys were carried out on the number of pedestrians walking in the areas of west and east gates of the station and found out that 4-6,000 in the west and 2-10,000 in the east. According to the format of estimating injured, number of casualties in the west is estimated 80 stable in different time frames of the day, but in the east 35 in the morning, 85 in the afternoon and 100 in the evening. The similar estimation was carried out inside of buildings. The questionnaire surveys were also carried out to pedestrians in the west about the behavior on the day of March 11th 2011 East Japan earthquake. In conclusion, 67 injured in each 13 possible front line disaster medical service bases are estimated. Based on the distribution of Injured, 8 in the west and 5 in the east are needed.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2010年度 | 1,000,000 | 0 | 1,000,000 |
| 2011年度 | 1,200,000 | 360,000 | 1,560,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,200,000 | 360,000 | 2,560,000 |

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：各種建物・地域施設・震災

1. 研究開始当初の背景

現在、首都直下地震の発災に備え、様々な組織や企業等に対処策が検討されている。一方、都心部には多くの人々が様々な目的で集まり、地域内に居住していない、いわゆる非定住者が多く存在している。都心部の震災時においては、そこに集中した人口に応じて多数の負傷者が生じると想定されるが、医療が十分に提供されず、多くが行き場を失う可能性がある。医療施設に多数の負傷者が押しかけることによって起こる混乱を避ける為、診療制限が行われるといった想定もあるからである。実情は、都心部に集まってくる多くの非定住者に対する防災計画や震災時の医療提供計画の検討の必要性は、理解されているが未だ充分ではない、というところであろう。

2. 研究の目的

都市防災計画の課題である、震災時に予想される多くの負傷者に対し、円滑な医療提供が行える、都心部の震災時の医療提供の在り方を探ることを目的として、本研究では非定住者に着目し検討する。

震災時においては、足の負傷等により自力で救護所に辿り着けない人、救護所や医療施設等の場所が分からず治療を受けられない人たちのために、最前線医療拠点が必要と考える。本研究におけるこの仮説は、公共空間や施設・オフィスビルのホール等を利用し、最前線医療拠点を設け、行政(区・都・消防・自衛隊等)や医療関係者の派遣等によって、被災患者に対して医療を提供しようというものであり、その条件を整理することが本稿の具体的な検討課題である。

3. 研究の方法

都心部の震災時における医療提供計画を検討していくため、新都心である新宿駅周辺^{注1)}を今回の研究対象とする。

まず、公表されている多種の情報を街区レベルで検討し得るよう、新宿駅周辺の路上空間における交通量調査を行い、様々な状況での人々の滞在分布を明らかにし、負傷者分布を推計する。また被災者の受療行動をアンケート調査によって明らかにすることで、本稿で設定した条件下での受療者数を推計する。その後、これらの受療者の分布状況から、最前線医療拠点の配置方法や拠点数、拠点規模等を検討していく試みである。尚、推計にあたっては新宿区地域防災計画と同様に、東京湾北部地震 M7.3 風速 15m^{注2)}を想定する。

4. 研究成果

(1) 新宿駅周辺の屋外歩行者数と推計負傷者数

①地上歩行者の交通量調査

屋外の路上空間における人口分布を、地上と地下に分け、歩行者交通量調査^{注4)}により把握した。地上歩行者数は、デジタルカメラの録画機能を使用し、自転車調査範囲を回り録画したものを基に、道路(歩道)別に人数をカウントし、地図上に記載した。調査は平日/休日、晴れ/雨、朝(8時)/昼(13時)/夜(19時)に行った。結果は、曜日や時間帯に関わらず、西口は4,000人~6,000人程度に安定しており、東口は時間帯によって、2,000人~10,000人程度と差異が大きい。

②地上歩行者の負傷者分布

前節の道路別地上歩行者数を基に、東京都が用いた屋外負傷者算定式^{注5)}によって街区毎の屋外負傷者数を推計している。具体的に

は、算定式に用いられている屋外人口密度の値を、筆者等が交通量調査による道路別歩行者人数とその道路面積により求め、参考文献2)に示されている「屋外落下物等」と「ブロック塀等」の倒壊による算定式に適用して試算した。

地上歩行者の負傷者分布は JR 新宿駅から 500m 圏内に集中していることが分かる。

平日の新宿駅西口周辺をみると、屋外地上滞留人口の時間帯による差は 1,000 人程度と小さいため、朝/昼/夜において負傷者数は約 50 人で時間帯による変化は見られない。一方、平日の東口周辺では、滞留人口は時間によって 5,000 人程度の差があり、負傷者数は朝が 25 人、昼が 55 人、夜が 80 人程度と時間帯によって変化が見られる。

③地下歩行者の交通量調査

地下歩行者の交通量調査は、5 分間の交通量をタップ式カウンターによって地下道全域における計 56 ヶ所で測定した。この調査で得た数値から、地下空間の歩行者人数を求めるのに用いた式は、注 6)に示す。新宿の地下道は通勤時の利用が多く、オフィス街をかかえる西口側では、平日・朝が 5,000 人程度、歓楽街をかかえる東口側では夜が 2,000 人程度となっている。

④地下歩行者の負傷者

この地下歩行者数を基に、地上と同様に屋外地下負傷者^{注 5)}を算定した。尚、屋外人口密度は、地下歩行者数を地下通路面積で除したものをを用いて試算した。

その結果、平日では、朝の負傷者数は約 60 人で広域に発生する。昼の負傷者数は朝夜に比べ約 30 人と少なく、夜は約 50 人の負傷者が狭い範囲で発生する。西口周辺では、朝に負傷者が 50 人程度と多く、東口周辺では夜に 20 人程度の負傷者が発生する、という特徴が分かる。

⑤小結

屋外負傷者数を新宿駅西口周辺と東口周辺で分けると、平日/休日、朝/昼/夜で地域の特徴が顕著に表れている。西口周辺では、平日は時間帯に関係なく負傷者が 90 人程度発生し、休日は平日よりも負傷者数は少なく 40 人程度である。東口周辺では、平日の朝は負傷者数が 35 人程度であるが、昼頃から 85 人程度と増え、夜は 100 人程度と多くの負傷者が発生するといった推計となる。

病床数 100 以上で、5 科以上の診療科を持つ病院(いわゆる総合病院)と負傷者の位置関係を見ると(下図)、負傷者が多く発生する地域にはこれらの病院が位置していないことが分かる。平日・晴・昼の負傷者分布を見ると、総合病院から 500m 以上離れた新宿駅近くに、負傷者が多く発生する。つまり負傷者が医療施設に向かうという行動は、駅に向かう行動とは逆方向の選択であることが理解できる。



(2) 新宿駅周辺の屋内負傷者分布

①屋内負傷者分布の概要

屋内負傷者数の推計についても同様に、東京都の算定結果を用いる。ただ、その算定式で想定される建物の構造が、超高層の場合と異なるという懸念もあり、久保⁴⁾により検討が進められているが、今のところまだ信頼さ

れる情報が得られていないので、以下のよう
に試算を行った。屋内人口は、まず街区面積
に容積率を掛け合わせて算出した仮想延べ
床面積を基に、以下に示す手順によりパー
ソントリップ調査の施設内滞留者数を用いて
算出した。

①まず H20 年のパーソントリップ調査^{注7)}で
本調査時刻に該当する「小ゾーン(西口側：
02330, 東口側：02320)」の滞留人数を求める。

②小ゾーン毎の滞留者人数を就業者人数で
除した値に、各丁毎の就業者人数^{注8)}を掛け
合わせ、各丁毎の滞留者人数を求める。

③次に各丁毎の仮想延べ床面積を、各丁全体
の仮想延べ床面積で除し、その値と各丁毎の
滞在中人数を掛け合わせることで、単位仮想
延べ床面積あたりの滞留者人数を求める。

④この単位人数に調査対象地域の各街区毎
の仮想延べ床面積を掛け合わせ、各街区別の
滞留者人数を求める。

次に、この屋内人口に屋内負傷者算定式^{注9)}
を用いて、屋内負傷者数を推計する。屋内負
傷者は、参考文献2)に示された「ゆれ・液状
化等」の建物被害、「屋内の移動・転倒物」、
「屋内落下物」に起因する負傷とし、それぞ
れの負傷者算定式を用いた。

また、屋内負傷者数を算定するにあたって
は、火災の発生場所が推測できないので、こ
こでの推計では、火災による負傷者数は除外
して計算している。またパーソントリップ調
査データを、平日・晴れの場合に適用して扱
う。

②屋内負傷者分布

朝/昼/夜における屋内負傷者分布を見る
と、新宿駅周辺の西口、東口ともに駅前でも
多く発生することが分かる。特に西口は駅から
少し離れた都庁周辺でも、超高層ビル群があ
り、土地面積に比べ屋内人口が多い為、屋内
負傷者数も多くなる。

また、新宿駅周辺は商業地域のため、就業
時間前の朝方の時間帯では、屋内にいる人数
が少なく、負傷者も少ない。しかし就業時間
帯中は、就業者や観光客等、多くの人が屋内
に滞留するため、負傷者が多くなり、就業時
間帯か否かで負傷者の発生数は異なる。

屋内負傷者数を新宿駅西口周辺と東口周
辺で分けると、西口が新宿駅周辺全体の 65%
で、東口が 35%である。

また新宿駅周辺は就業時間内と就業時間
外で負傷者数が変わり、昼は朝の 5~6 倍、
夜は朝の約 4 倍となる。震災時刻によって、
負傷者数が大きく変わってくるのが、新宿駅
周辺の震災被害の特徴だと言え、時間帯によ
り必要とされる医療拠点の規模も変わって
くるように思われる。

(3) 被災時の行動予測

新宿駅周辺で被災した場合、滞留者がどの
ような行動を取るのか把握するため、アンケ
ート調査を行った結果について検討する。

①アンケート調査の概要

アンケート調査は、新宿区役所前(駅東口
側)と工学院大学前広場(駅西口側)で、H23 年
10 月 7 日から 11 月 15 日までの 21 日間、12
時から 17 時の間で行った。調査方法は、各
場所での来訪者等に対する、街頭アンケート
である。具体的には、東日本大震災直後に取
った行動、その日の夜はどこで過ごしたか、
帰宅開始時刻や手段などを聞くものと、首都
直下地震を想定した時の、負傷を負った場合
の受療行動、病院の認知、受療するための情
報収集の方法などを聞くものである。アンケ
ートの有効回答数は 1,184 であったが、各問
いに対して不明や不正回答を除いている。こ
こでは特に、推計に関わる受療行動に関する
結果を示す。

②首都直下地震時における受療行動予測

アンケート結果をみると、捻挫程度の軽傷を負った場合、79%が治療しない、または自分・自宅で治療すると答えている。つまり、軽傷であっても2割程度の人は医療施設等に向かう可能性があることになる。一方、新宿駅周辺の総合病院の場所の認知度では、「知っている」と答えた人の割合はどれも50%以下であり、特に「ほぼ毎日」新宿を訪れている人を除いた各病院の認知度は、大久保病院が37%、JR 東京総合病院が26%、東京医科大学病院が40%となり、病院の場所の認知度は高くない。また治療できる施設を探す際に利用する情報入手媒体を見ると、携帯電話等、近くの人、誘導員等が約6割の回答率となっている。

軽傷者は負傷者から重傷者を引いた数と考える。ここで得た2割程度の軽傷者が受診すると考えると、平日13時に震災が発生する場合、軽傷者の受診者数は530人(表4中の(「負傷者」-「重傷者」)×21%)となり、重傷者357人、死者数22人を加えると、被災時の受診者数は909人となる(表4)。また全ての病院の場所の認知度は7%程度と低く、これらの非定住者が自力で治療できる施設を見つけ出すのは困難だと思われる。尚、表6中の負傷者数推計には調査対象地域全域を一括して算出した、火災^{注10)}による被災人数も含めている。

| 被災者数 | 軽傷者数 | 重傷者数 | 死者数 | 合計 |
|-------|------|------|-----|-------|
| 2,087 | 530 | 357 | 22 | 2,996 |
| 1,174 | 243 | 171 | 11 | 1,569 |
| 1,913 | 287 | 186 | 11 | 2,417 |

(4) まとめと試算

これまでの結果を基に、最前線医療拠点の配置について検討を試みる。ここでは、就業時間帯において、新宿駅周辺に仮に11ヶ所

の最前線医療拠点を配置するという想定である。医療施設1ヶ所あたりの平均患者数は、医療施設を最前線医療拠点と災害拠点病院を合わせた13ヶ所とすると、70名/施設程度である。

東西の負傷者数の割合は、西口が約65%であり、東口が約35%であることから、最前線医療拠点を西口に7ヶ所、東口に4ヶ所、医療拠点を配置する。災害拠点病院も合わせると西口に8ヶ所、東口に5ヶ所である。また、駅までの距離と負傷者数を基に拠点数を考え、西口から200m離れた地点に1ヶ所、同様に500mに3ヶ所、800mに3ヶ所、1,100mに1ヶ所配置する。同様に、東口では200mに1ヶ所、500mに2ヶ所、800mに1ヶ所、1,100mに1ヶ所である。仮に負傷者分布から、便宜的に認知度合いが高い建物や、負傷者の発生が多いと思われる地点を最前線医療拠点として想定し、配置した結果が下図である。



(5) おわりに

本稿における負傷者数の推計では、現在用いられている算定条件を準用したため、超高層ビルの揺れやこれらが建ち並ぶ街路空間、あるいは地下街の状況等といった条件設定について不確かさが残っている。今後、超高層ビルの揺れによる負傷者数の算定方法が確立し、また、様々な条件が精度良く示されるようになれば、本稿が目的としている試算

の確度も上がっていくものと期待できる。

同時にここで示した、最前線医療拠点数や具体的な配置方法を基に、医療機関や行政等と議論を進め、震災時の既存医療施設では賄いきれない負傷者への対応について検討をしていく必要がある。

参考文献

- 1) 新宿区：地域防災計画 (H20 年度修正) 本冊
- 2) 東京都：首都直下地震による東京の被害想定 (H18. 5) 手法編
- 3) 新宿区：帰宅困難者対策促進協議会 (H16. 3)
- 4) 久保智弘, 久田嘉章, 村上正浩: 東北地方太平洋沖地震における都心の超高層建築の初動対応と室内被害について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (関東)2011. 08, p. 959-960
- 5) 東京都圏交通計画協議会：パーソントリップ調査 (H20 年)
- 6) 新宿区：第 35 回 新宿区の統計 (H23 年度)
- 7) 総務省：国勢調査 (H17 年度), 人口データ
- 8) 都市防災研究所: 医療業務地区 DCP 施設連携構想検討業務 (H22 年 3 月), 中間報告
- 9) 東日本大震災・ダイジェスト (H23 年), 消防社

注

注 1) 新宿駅周辺は新宿駅・西新宿駅・都庁前駅・西武新宿駅・新宿 3 丁目駅・東新宿駅を含む、西を JR 線路・十二社通り・青梅街道・甲州街道、東を明治通り・JR 線路・甲州街道・職安通りの幹線道路で囲まれた地域とする。

注 2) 参考文献 1) p. 29

注 3) 参考文献 2) p. 58

注 4) 地上・地下交通量調査は (H22 年)、下表で実施した。新宿区の特徴から平日は月曜～木曜日までとし、金曜日は平日から除外して調査を行った。

注 5) 参考文献 2) p. 19 の屋外地上[地下]負傷者算定式に基づく。

地上[地下]空間におけるブロック塀等による負傷者算定式

$$\text{死者数} = 0.00116 \times B \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$\text{負傷者数} = 0.04 \times B \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$\text{重傷者数} = 0.04 \times 0.39 \times B \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$B = 1184[37] \text{ は新宿区におけるブロック塀等の被害件数}$$

(参考文献 2)

[37] は地下面積を道路面積で除したものに 1184 を掛けたもの]

$$P_1 = \text{各地上歩行者人数 (交通量調査より)}$$

$$S = 3.334[0.1034] \text{ km}^2 \text{ は新宿区の道路面積 (東京都建設局: H20 年「東京道路現状調査」より、また 0.1034 はゼンリン地図より面積測定した)}$$

地上[地下]空間における屋外落下物による負傷者算定式

$$\text{死者数} = 0.000046 \times F \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$\text{負傷者数} = 0.0034 \times F \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$\text{重傷者数} = 0.000036 \times F \times (P_1 \div S \div 1689.16)$$

$$F = 2590[80] \text{ は新宿区における落下が想定される建物棟数}$$

(参考文献 2)

※[] は地下の場合を示している

注 6) 地下交通量算定式

$$\text{歩行者人数} = \text{道路距離} \div \text{調査時間} \div \text{平均歩行速度} \times \text{通過人数}$$

※平均歩行速度は 80m/分を使用

注 7) 参考文献 6) のデータを使用した。

注 8) 参考文献 7) 8) のデータを使用した。

注 9) 参考文献 2) p. 14 の屋内負傷者計算式による屋内人口算定式。

$$\text{屋内人口} = \text{仮想延べ床面積} \div \text{各丁の総仮想延べ床面積} \times \text{各丁の屋内人口}$$

$$\text{仮想延べ床面積} = \text{各丁の} \Sigma \text{街区面積} \times \text{容積率}$$

$$\text{各丁の屋内人口} = \text{小ゾーンの屋内人口 (参考文献 5)} \times \text{各丁の就業者数} \div \text{小ゾーンの就業者数 (参考文献 7)}$$

屋内人口のゆれ・液状化[屋内収容物]による負傷者算定式

$$\text{死傷者数} = X_1 \times P_2 \div P_3$$

$$X_1 = \text{新宿区のゆれ・液状化[屋内収容物]による死傷者数}$$

(参考文献 2)

$$\text{死者数} = 27, \text{負傷者数} = 3297[3193], \text{重傷者数} = 259[567]$$

$$P_2 = \text{各街区毎の屋内人口}$$

$$P_3 = \text{新宿区の屋内人口 (参考文献 5)}$$

※ X_1 の時間帯補正として、パーソントリップ調査の各時刻屋内人口を 18 時屋内人口で除したものに、18 時死傷者数を掛ける。

※[] は屋内収容物の場合を示している

注 10) 参考文献 2) p. 20 の火災による負傷者算定式に基づく。

火災による死傷者算定

$$\text{死傷者数} = X_2 \div P_3 \times P_4$$

$$X_2 = \text{新宿区の火災による死傷者数 (参考文献 2)}$$

$$\text{死者数} = 32, \text{負傷者数} = 270, \text{重傷者数} = 60$$

$$P_4 = \text{新宿駅周辺の屋内人口 (参考文献 5)}$$

※ X_2 の時間帯補正として、パーソントリップ調査の各時刻屋内人口を 18 時屋内人口で除したものに、18 時死傷者数を掛ける。

注 11) 参考文献 1) p. 29, 6), 8), 9) p. 33, 10) p. 8

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者 佐藤豪