

神奈川県を対象とした首都直下地震による 自力脱出困難者対策の基礎研究

Fundamental research on countermeasures against self-escaping difficult person in Kanagawa prefecture when Tokyo Inland Earthquake occurs

喜納 啓¹, 佐土原 聡², 稲垣 景子², 矢代 晴実³
Satoshi KINA¹, Satoru SADOHARA², Keiko INAGAKI² and Harumi YASHIRO³

¹ 横浜国立大学院 都市イノベーション学府

Graduate of Urban Innovation, Yokohama National University

² 横浜国立大学院 都市イノベーション研究院

Institute of Urban Innovation, Yokohama National University

³ 防衛大学校 建設環境工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, National Defense Academy

It is predicted that many self-escaping difficult people occur due to collapse of buildings arise as a result of outset of Tokyo Inland Earthquake. For that reason, how quickly we can dispatch the personnel necessary for rescue to the site and do rescue activities, it can greatly affect human life. Therefore, it is important to prepare the personnel transportation plan necessary for rescue activities.

However, details of the personnel transportation plan that rescues self-escaping difficult people are not specifically defined yet. In this paper as a basic research, which calculate the number of necessary personnel to rescue self-escaping difficult people in Kanagawa Prefecture, consider the arrangement of rescue personnel for each rescue operation site.

Keywords : Tokyo Inland Earthquake, rescue and emergency response, self-escaping difficult person

1. はじめに

阪神淡路大震災、東日本大震災、熊本地震等では多数の自力脱出困難者が発生し、情報が錯綜する緊急対応期において、出来る限り迅速な救助活動が求められた。

中央防災会議が公表した都心南部直下地震による被害想定では、揺れによる建物被害に伴う自力脱出困難者数が、神奈川県含む被災地域全体で最大約 72,000 人発生するとされており¹⁾、被災現場における一刻も早い救助活動が必要となる。

しかし、現状の対策は、救助活動拠点を指定しているものの²⁾、緊急人員輸送や救助出動人員の配置計画等の細部までは策定されておらず、救助出動人員をどの救助活動拠点に、どれくらいの規模をどのように派遣すべきかは具体的に検討されていない。

これでは、発災直後の緊急対応が円滑に実施されない可能性があり、人命を確保するための救助活動に重大な影響を与える恐れがあると考えられる。

本研究では、都心南部直下地震を想定した神奈川県における救助活動に資することを目的に、緊急人員輸送の基礎研究として、揺れで全壊した建物に閉じ込められた自力脱出困難者に焦点を当て、各救助活動拠点に必要な救助出動人員の配置計画について検討・考察する。

自力脱出困難者数の算出にあたり、自力脱出者は含まず、警察・消防・自衛隊、近所・親戚等により救出、搬出される人数と定義し、複数の手法を用いて算出した。

2. 自力脱出困難者数について

自力脱出困難者数は、神奈川県地震被害想定調査（平成 27 年 3 月）データ³⁾、平成 27 年国勢調査（人口）の

250m メッシュデータ⁴⁾、平成 22 年度都市計画基礎調査（建物現況）データ⁵⁾等を用いて算出した。

図 1 に、本研究で想定した都心南部直下地震の震度分布（250m メッシュデータ）、図 2 に建物全壊棟数（250m メッシュデータ）、図 3 に自力脱出困難者数の算出フローを示す。

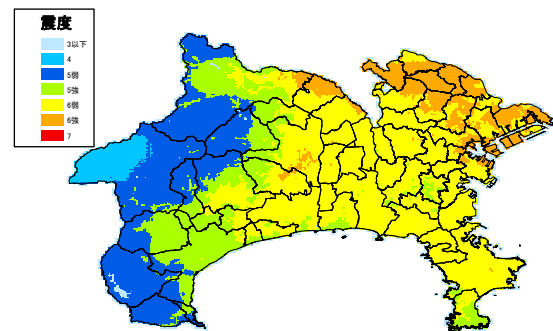


図 1 都心南部直下地震の震度分布³⁾

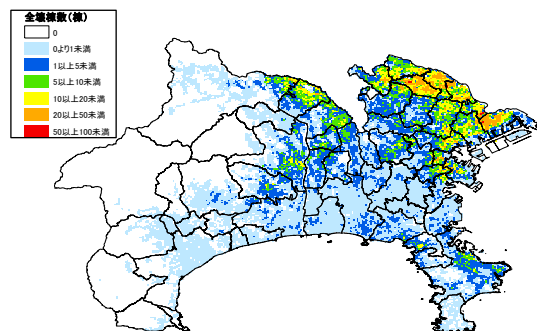


図 2 建物全壊棟数³⁾

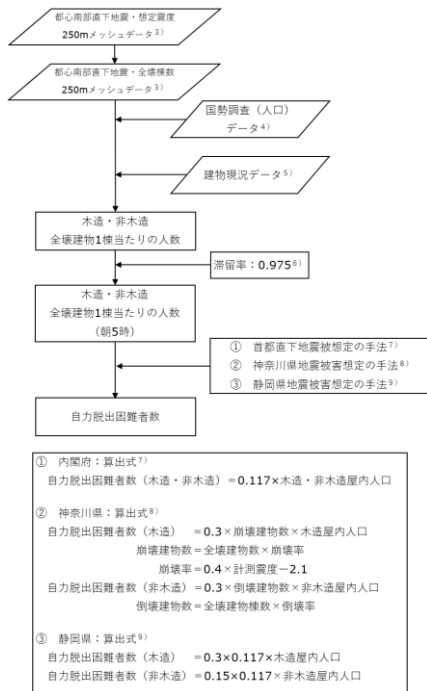


図3 自力脱出困難者数の算出フロー

木造・非木造の全壊建物1棟当たりの人口は、平成27年国勢調査の250mメッシュデータと平成22年度都市計画基礎調査（建物現況）データの住宅系建物の延床面積を用いて計算した1人当たりの延床面積と、木造・非木造建物別に集計した延床面積及び建物棟数を対応させて算出した。

滞留率（住民が建物に在宅している確率）は、平成23年度社会生活基本調査⁶⁾より朝5時時点で、総人口の97.5%が在宅し、残り2.5%は屋外で活動していると仮定した。

自力脱出困難者数の算出式については、内閣府⁷⁾、神奈川県⁸⁾、静岡県⁹⁾の手法を参考にした。

それぞれの手法の特徴として、内閣府は、全壊棟数で自力脱出困難者数を算出しているのに対し、神奈川県は、木造の場合は崩壊棟数、非木造の場合は倒壊棟数で算出している。また、静岡県は、内閣府の手法に木造及び非木造の倒壊率を考慮に入れて、自力脱出困難者数を求めているのが特徴である。

3. 救助出動人員数について

上記で求めた自力脱出困難者を救助するために、必要な救助出動人員数を、消防¹⁰⁾及び熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析¹¹⁾を参考にして、それぞれ算出した。

熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析で実施された活動現場毎の活動人数に関するアンケート調査の結果では、救助隊1隊あたりの人数が5人以下であれば明らかに不足を感じ、10人以上では過剰と感じていたことが示された。また、木造建物における救助活動の所要時間の平均が約2時間30分程度であったことから、救助出動人員数の算出式を表1に示すように定義した。なお、非木造における救助活動については、調査結果が存在しないため、消防と同様に木造の2倍程度の救助時間を要すると仮定した。

また、阪神・淡路大震災では、自力脱出困難者数全体の77.4%が近隣住民らに救助されたことから¹²⁾、同じく

近隣住民らによる救助が行われ、自力脱出困難者数全体の残り22.6%を、警察・消防・自衛隊等の救助出動人員が救助するとした場合についても算出した。

表1 救助出動人員数の算出式

救助出動人員数の算出式（救助活動時間をh時間と仮定した場合）	
① 消防資料 ¹⁰⁾	(1) 木造建物：1人当たり救助するのに5人で2時間 救助出動人員数(人) = 自力脱出困難者数 × 5(人) × 2(時間) ÷ h(時間) (2) 非木造建物：1人当たり救助するのに5人で4時間 救助出動人員数(人) = 自力脱出困難者数 × 5(人) × 4(時間) ÷ h(時間) (3) 救助出動人員数(人) = (1) + (2) (4) 近隣救助を考慮した場合の救助出動人員数(人) = (3) × 0.226
② 熊本地震警察資料 ¹¹⁾	(1) 木造建物：1人当たり救助するのに8人で2.5時間 救助出動人員数(人) = 自力脱出困難者数 × 8(人) × 2.5(時間) ÷ h(時間) (2) 非木造建物：1人当たり救助するのに8人で5時間 救助出動人員数(人) = 自力脱出困難者数 × 8(人) × 5(時間) ÷ h(時間) (3) 救助出動人員数(人) = (1) + (2) (4) 近隣救助を考慮した場合の救助出動人員数(人) = (3) × 0.226

4. 各救助活動拠点への救助出動人員の配置

本研究では、救助出動人員が救助活動拠点に到着後、自力脱出困難者が発生していると通報を受けてから救出完了までの活動時間を考慮して、必要な救助出動人員数を250mメッシュで集計した。

その後、救助出動人員数を集計した各メッシュの中心を代表点とし、救助活動拠点との空間的位置関係に基づき、GISにより最近接同士を結び付けて救助活動拠点毎に必要な救助出動人員数を集約した。

5. 結果

建物が全壊することによる自力脱出困難者数を、内閣府、神奈川県、静岡県の手法を参考に250mメッシュで集計した結果について、図4～図6に示す。また、市区町村別に自力脱出困難者数を集計した結果の上位20市区町村について表2～表4に示す。

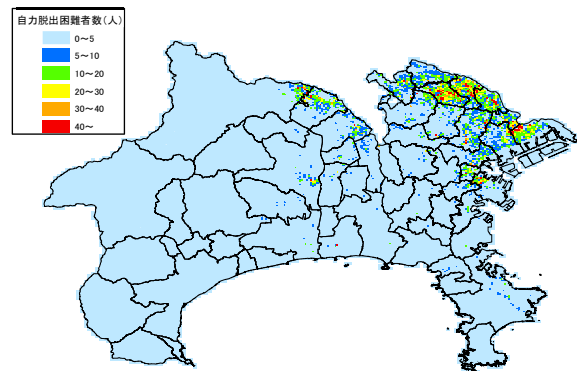


図4 自力脱出困難者数（内閣府手法）

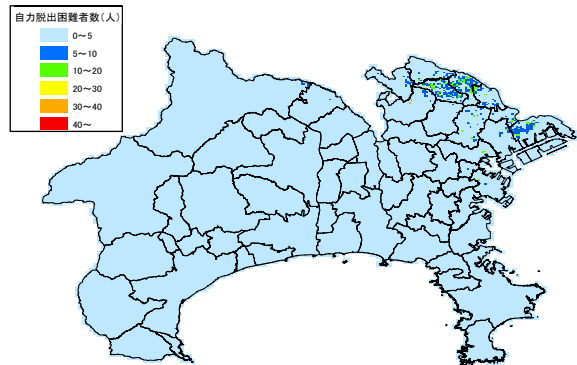


図5 自力脱出困難者数（神奈川県手法）

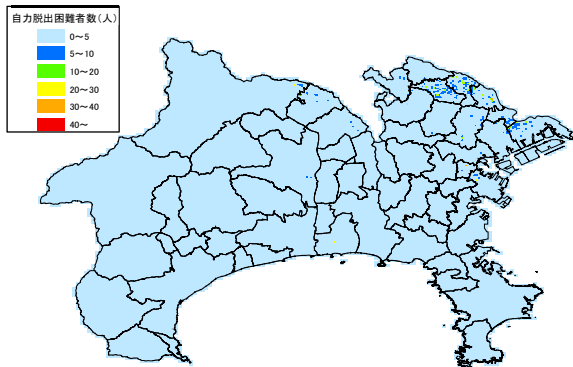


図6 自力脱出困難者数（静岡県手法）

表2 市区町村別の自力脱出困難者数（内閣府手法）

番号	市区町村	木造：自力脱出困難者数（人）	非木造：自力脱出困難者数（人）	自力脱出困難者数（人）
	神奈川県	15,179	37,595	52,773
1	川崎市	6,560	16,532	23,092
2	横浜市	4,795	12,139	16,935
3	相模原市	1,594	4,758	6,352
4	厚木市	466	807	1,273
5	横須賀市	410	611	1,021
6	大和市	201	502	704
7	座間市	178	397	575
8	海老名市	156	369	525
9	平塚市	72	279	352
10	伊勢原市	190	137	327
11	茅ヶ崎市	37	277	313
12	藤沢市	117	184	301
13	鎌倉市	109	147	256
14	綾瀬市	72	156	228
15	逗子市	98	88	186
16	秦野市	47	104	152
17	三浦郡葉山町	29	12	41
18	愛川町	11	30	41
19	高座郡寒川町	11	18	29
20	三浦市	10	9	18

表3 市区町村別の自力脱出困難者数（神奈川県手法）

番号	市区町村	木造：自力脱出困難者数（人）	非木造：自力脱出困難者数（人）	自力脱出困難者数（人）
	神奈川県	12,354	345	12,698
1	川崎市	6,140	175	6,315
2	横浜市	3,633	92	3,726
3	相模原市	1,248	50	1,298
4	厚木市	336	7	343
5	横須賀市	230	3	233
6	伊勢原市	125	1	126
7	大和市	117	3	120
8	座間市	117	2	118
9	海老名市	100	2	102
10	逗子市	62	1	63
11	鎌倉市	55	1	56
12	藤沢市	51	1	52
13	綾瀬市	39	1	40
14	平塚市	32	2	33
15	秦野市	22	1	23
16	茅ヶ崎市	13	3	17
17	三浦郡葉山町	15	0	15
18	愛川町	5	0	5
19	高座郡寒川町	5	0	5
20	三浦市	3	0	3

表4 市区町村別の自力脱出困難者数（静岡県手法）

番号	市区町村	木造：自力脱出困難者数（人）	非木造：自力脱出困難者数（人）	自力脱出困難者数（人）
	神奈川県	4,554	5,639	10,193
1	川崎市	1,968	2,480	4,448
2	横浜市	1,439	1,821	3,259
3	相模原市	478	714	1,192
4	厚木市	140	121	261
5	横須賀市	123	92	215
6	大和市	60	75	136
7	座間市	53	60	113
8	海老名市	47	55	102
9	伊勢原市	57	21	78
10	平塚市	22	42	64
11	藤沢市	35	28	63
12	鎌倉市	33	22	55
13	茅ヶ崎市	11	41	53
14	綾瀬市	22	23	45
15	逗子市	29	13	43
16	秦野市	14	16	30
17	三浦郡葉山町	9	2	10
18	愛川町	3	4	8
19	高座郡寒川町	3	3	6
20	三浦市	3	1	4

各手法により算出した自力脱出困難者数を比較すると、内閣府手法が最も大きくなり、次いで神奈川県、静岡県手法の順となる。

木造建物と非木造建物別で自力脱出困難者数を比較すると、どちらも内閣府手法が最も大きく、次いで木造建物では神奈川県、静岡県手法の順、非木造建物では静岡県、神奈川県手法の順となっている。

この結果から、どの手法が自力脱出困難者数を算出する際に最も適切なのかを結論付けることは難しいが、各手法の特徴を把握することが出来たと考える。

次に、求めた自力脱出困難者数に基づき、救助出動人員数を表1の式から算出して救助活動拠点毎に集約した。

救助出動人員が救助活動拠点に到着してからの救助活動時間を30時間と仮定した場合、救助出動人員を多く必要とする上位30の救助活動拠点を表5に示す。

また、図7は、赤い円の大きさが各救助活動拠点に必要な救助出動人員数の大きさを表しており、赤い円が大きい救助活動拠点ほど他の拠点に比べて、救助出動人員数を多く必要とすることを示している。

以上より、都心南部直下地震が発災した場合の自力脱出困難者の救助を目的として、各救助活動拠点に必要な救助出動人員数を推計した。

これは、情報が錯綜する発災直後の緊急人員輸送において、各救助活動拠点の優先順位付けを行う必要がある場合や、救助活動に必要な資材の配置等を事前に検討・考察する場合等の基礎資料となる。

6. まとめ

本研究では、神奈川県を対象に、都心南部直下地震が発災した場合の自力脱出困難者数を算出し、その結果から救助出動人員数を求めて、救助活動拠点毎に集約した。

今後は、救助出動人員をどのように各救助活動拠点に輸送するのが最も効率的かを検討するとともに、救助出動人員数の算出の際には、被災地域内の救助能力や地域特性を踏まえたより合理的な手法の検討が必要と考える。

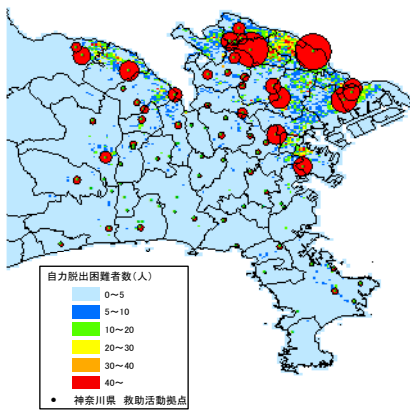
参考文献・データ

- 1) 中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ：首都直下地震の被害想定と対策について（最終報告）、2013.9.
- 2) 中央防災会議幹事会：首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画、2016.3.
- 3) 神奈川県安全防災局：神奈川県地震被害想定調査データ、2015.3
- 4) 総務省統計局：平成27年国勢調査結果、2015
- 5) 神奈川県国土整備局：都市計画基礎調査データ（神奈川県全域）、2010
- 6) 総務省統計局：平成23年社会生活基本調査結果、2011
- 7) 中央防災会議：首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要、2013.12
- 8) 神奈川県地震被害想定調査委員会：神奈川県地震被害想定調査報告書手法編、2015.3
- 9) 静岡県危機管理部危機政策課：静岡県第4次地震被害想定（第2次報告）報告書、2013.11
- 10) 消防防災科学センター：平成14年度東海地震に係る広域的な地震防災体制のあり方に関する調査検討報告書、2002
- 11) 警察庁：熊本地震における警察の救助活動に関する調査分析、2017.4
- 12) 河田恵昭：大規模地震災害による人的被害の予測，自然災害科学Vol.16, No.1, pp3-13, 1997

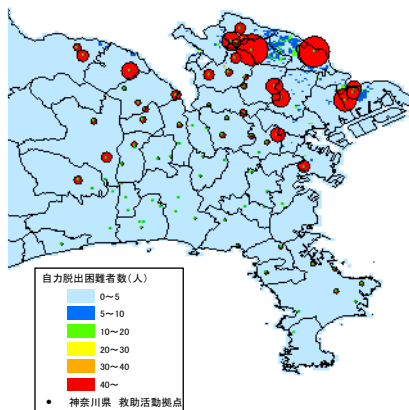
表 5 救助活動拠点毎の救助出動人員数

(a) 内閣府手法 ①消防資料				(b) 神奈川県手法 ①消防資料				(c) 静岡県手法 ①消防資料			
番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮	番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮	番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮
1	等々力緑地	4355	984	1	川崎市消防訓練センター	656	148	1	等々力緑地	767	173
2	川崎市消防訓練センター	3978	899	2	等々力緑地	626	141	2	川崎市消防訓練センター	680	154
3	県立川崎高校	2205	498	3	県立川崎高校	348	79	3	県立川崎高校	434	98
4	県立新羽高校	1542	349	4	県立百合丘高校	230	52	4	県立新羽高校	272	61
5	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	1332	301	5	県立新羽高校	223	50	5	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	237	54
6	三ツ沢公園	1319	298	6	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	198	45	6	三ツ沢公園	231	52
7	川崎競馬場内駐車場	1205	272	7	県立新栄高校	182	41	7	根岸森林公園	197	45
8	根岸森林公園	1179	266	8	川崎競馬場内駐車場	161	36	8	県立相模原総合高校	196	44
9	県立百合丘高校	1094	247	9	三ツ沢公園	150	34	9	県立百合丘高校	192	43
10	県立相模原総合高校	1062	240	10	川崎富士見球場及び周辺	121	27	10	川崎競馬場内駐車場	185	42
11	川崎富士見球場及び周辺	943	213	11	根岸森林公園	104	24	11	県立新栄高校	157	36
12	県立新栄高校	820	185	12	県立相模原総合高校	102	23	12	川崎富士見球場及び周辺	137	31
13	県立上鶴間高校	734	166	13	県立生田東高校	84	19	13	県立上鶴間高校	122	27
14	県立生田東高校	549	124	14	県立田奈高校	84	19	14	厚木市文化会館	91	21
15	厚木市文化会館	514	116	15	県立元石川高校	78	18	15	県立生田東高校	88	20
16	県立元石川高校	469	106	16	厚木市文化会館	76	17	16	県立田奈高校	86	19
17	県立白山高校	407	92	17	県立上鶴間高校	70	16	17	県立元石川高校	78	18
18	川崎国際生田緑地ゴルフ場	382	86	18	川崎国際生田緑地ゴルフ場	69	16	18	県立白山高校	72	16
19	県立田奈高校	367	83	19	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	49	11	19	川崎国際生田緑地ゴルフ場	59	13
20	原宿公園	357	81	20	県立生田東高校	48	11	20	市民体育館	49	11
21	市民体育館	242	55	21	県立白山高校	44	10	21	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	41	9
22	県立生田東高校	242	55	22	原宿公園	42	9	22	市民文化会館	39	9
23	市民文化会館	208	47	23	県立市ヶ尾高校	38	8	23	原宿公園	36	8
24	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	204	46	24	県立川和高校	31	7	24	県立市ヶ尾高校	36	8
25	学校法人柏木学園高校	202	46	25	市民文化会館	29	7	25	県立生田東高校	35	8
26	県立川和高校	186	42	26	県立二俣川看護福祉高校	27	6	26	学校法人柏木学園高校	35	8
27	県立市ヶ尾高校	173	39	27	市民体育館	27	6	27	県立川和高校	32	7
28	ザ・ウィングス海老名	166	37	28	県立厚木北高校	27	6	28	県立生田東高校	28	6
29	佐原2丁目公園	151	34	29	県立保士ヶ谷高校	25	6	29	佐原2丁目公園	28	6
30	県立相模原有陵高校	151	34	30	ザ・ウィングス海老名	24	5	30	ザ・ウィングス海老名	28	6

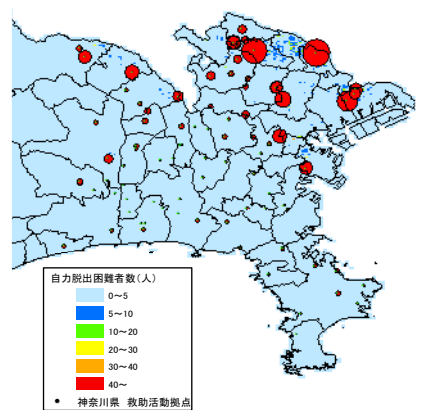
(d) 内閣府手法 ②警察資料				(e) 神奈川県手法 ②警察資料				(f) 静岡県手法 ②警察資料			
番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮	番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮	番号	施設名称	①救助出動人員数 (人)	②救助出動人員数 (人) ※近隣救助考慮
1	等々力緑地	8711	1969	1	川崎市消防訓練センター	1312	296	1	等々力緑地	1535	347
2	川崎市消防訓練センター	7956	1798	2	等々力緑地	1251	283	2	川崎市消防訓練センター	1360	307
3	県立川崎高校	4409	997	3	県立川崎高校	696	157	3	県立川崎高校	869	196
4	県立新羽高校	3084	697	4	県立百合丘高校	460	104	4	県立新羽高校	544	123
5	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	2663	602	5	県立新羽高校	446	101	5	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	474	107
6	三ツ沢公園	2638	596	6	キャンプ湘野辺留保地多目的広場	396	89	6	三ツ沢公園	463	105
7	川崎競馬場内駐車場	2410	545	7	県立新栄高校	365	82	7	根岸森林公園	394	89
8	根岸森林公園	2358	533	8	川崎競馬場内駐車場	321	73	8	県立相模原総合高校	392	89
9	県立百合丘高校	2188	495	9	三ツ沢公園	300	68	9	県立百合丘高校	383	87
10	県立相模原総合高校	2124	480	10	川崎富士見球場及び周辺	242	55	10	川崎競馬場内駐車場	371	84
11	川崎富士見球場及び周辺	1885	426	11	根岸森林公園	209	47	11	県立新栄高校	315	71
12	県立新栄高校	1640	371	12	県立相模原総合高校	205	46	12	川崎富士見球場及び周辺	273	62
13	県立上鶴間高校	1467	332	13	県立生田東高校	168	38	13	県立上鶴間高校	243	55
14	県立生田東高校	1098	248	14	県立田奈高校	167	38	14	厚木市文化会館	183	41
15	厚木市文化会館	1028	232	15	県立元石川高校	156	35	15	県立生田東高校	177	40
16	県立元石川高校	938	212	16	厚木市文化会館	140	32	16	県立田奈高校	172	39
17	県立白山高校	814	184	17	県立上鶴間高校	153	35	17	県立元石川高校	157	35
18	川崎国際生田緑地ゴルフ場	764	173	18	川崎国際生田緑地ゴルフ場	138	31	18	県立白山高校	143	32
19	県立田奈高校	735	166	19	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	98	22	19	川崎国際生田緑地ゴルフ場	119	27
20	原宿公園	713	161	20	県立生田東高校	97	22	20	市民体育館	98	22
21	市民体育館	485	110	21	県立白山高校	89	20	21	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	82	19
22	県立生田東高校	484	109	22	原宿公園	84	19	22	市民文化会館	77	17
23	市民文化会館	415	92	23	県立市ヶ尾高校	75	17	23	原宿公園	72	16
24	伊勢原市市民文化会館 (展示室)	409	94	24	県立川和高校	63	14	24	県立市ヶ尾高校	71	16
25	学校法人柏木学園高校	403	91	25	市民文化会館	58	13	25	県立生田東高校	70	16
26	県立川和高校	372	84	26	県立二俣川看護福祉高校	55	12	26	学校法人柏木学園高校	70	16
27	県立市ヶ尾高校	346	78	27	市民体育館	54	12	27	川崎川和高校	65	15
28	ザ・ウィングス海老名	332	75	28	県立厚木北高校	53	12	28	県立生田東高校	57	13
29	佐原2丁目公園	303	68	29	県立保士ヶ谷高校	50	11	29	佐原2丁目公園	56	13
30	県立相模原有陵高校	301	68	30	ザ・ウィングス海老名	48	11	30	ザ・ウィングス海老名	56	13



(a) 内閣府手法



(b) 神奈川県手法



(c) 静岡県手法

図 7 救助活動拠点毎の救助出動人員数