

齊藤 塾

東京都の新しい地震被害想定 の意味するもの

2012年8月22日

中 林 一 樹

(なかばやし いつき)

明治大学 大学院 特任教授

首都大学東京 名誉教授

阪神・淡路大震災以降に発生した地震災害

発生年月日	地 震	M	震度	直接死者 (関連死)	負傷者	全壊全焼	半 壊
1995.1.17	阪神・淡路大震災	7.3	7	5,502人 (935人)	43,792人	111,941棟	144,274棟
2000.10.6	鳥取県西部地震	7.3	6強	0人	182人	434棟	3,094棟
2001.3.24	芸予地震	6.7	6弱	2人	287人	69棟	749棟
2003.7.26	宮城県北部地震	6.4	6弱	0人	677人	1,276棟	3,809棟
2003.9.26	十勝沖地震	8.0	6強	2人	849人	116棟	368棟
2004.10.23	新潟県中越地震	6.8	7	15人 (58人)	4,805人	3,184棟	13,810棟
2005.3.20	福岡西方沖地震	7.0	6弱	1人	1,204人	144棟	353棟
2007.3.25	能登半島地震	6.9	6強	1人	356人	686棟	1,740棟
2007.7.16	新潟県中越沖地震	6.8	6強	15人	2,346人	1,331棟	5,709棟
2008.6.14	岩手・宮城内陸地震	7.2	6強	23人	426人	34棟	146棟
2008.7.24	岩手県北部の地震	6.8	6弱	1人	211人	1棟	0棟
2009.8.11	駿河湾の地震	6.6	6弱	1人	319人	0棟	6棟
2011.3.11	東日本大震災	9.0	7	19,272人 (1618人)	6,179人	129,189棟	254,238棟

②阪神・淡路、新潟中越と東日本大震災

	全壊全焼1000棟あたりの被害		
	阪神淡路	新潟中越	東日本
ピーク避難者数	32万人	10万人	52万人
避難者の発生比	3,000人	30,000人	4,300人
被災地域人口	350万人	35万人	550万人
避難者の人口比	9%	29%	9%

阪神・淡路大震災で発生せず、東日本大震災で発生した
①原子力発電所の津波被災 ②電力不足による間接被災
③放射能汚染 ④遠隔地への大量避難

1. 3つの震度7の地震災害が示す 日本の地震災害の全貌

・1995 阪神・淡路大震災

- ・都市施設・建物の震動災害
- ・地震火災は軽微、情報社会以前の現代都市

・2004 新潟県中越地震

- ・日本の国土の70%を占める農山村地域の被災
- ・(超)高齢社会の震災、孤立化する集落

・2011 東日本大震災

- ・島国日本の海岸線34,000kmの沿岸地域を襲った巨大津波災害

①阪神・淡路、新潟中越と東日本大震災

	全壊全焼1000棟あたりの被害		
	阪神淡路	新潟中越	東日本
直接死	49. 2人	4. 7人	149人
関連死	8. 4人	16. 6人	12. 5人*
建物出火件数	2. 49件	2. 90件	2. 20件
電気関連	1. 57件	0. 65件	? 件
電気以外の火源	0. 91件	2. 26件	? 件

従来は、簡易な耐震補強でも「直接死」から命を守る。
高齢化は「震災関連死」を増やす(*は認定中)
冬の夕方の地震は火災を多発させる。 だったが？

2. 切迫さを増している 首都直下地震！

- ・東日本大震災の余震・誘発地震によって地震が多発。南関東、特に茨城沖、千葉沖で多発。
 - ・地震の増加: 南関東は 震災前 300回/日
昨年秋は 590回/日
現在は 457回/日
 - ・首都圏内で、M7.0の余震が発生する確率も、
昨秋は4年間で、今は30年間で70%(平田教授)
- ★やはり、明日起きても「想定外」ではない！

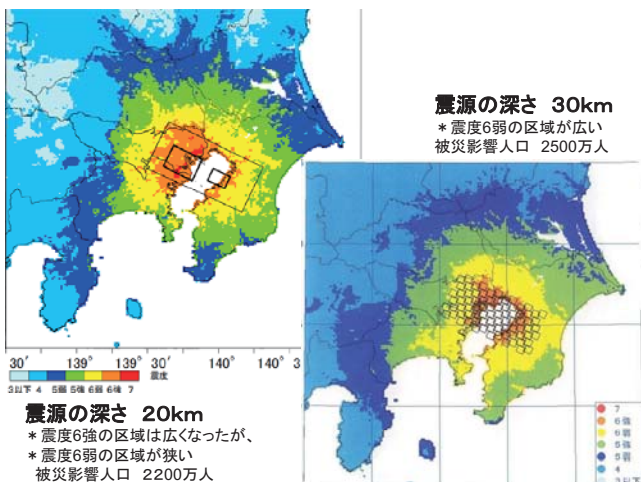
3. 東京都の新たな被害想定について ～首都直下地震等による東京の被害想定～

○ 東日本大震災を踏まえ、現行の被害想定を見直し

- ◆ 客観的なデータや科学的な裏付けに基づき、より実態に即した被害想定へと全面的に見直し(地震モデル、火災の想定手法の改良など)

【再検証】【首都直下地震】	東京湾北部地震 (M7.3) 多摩直下地震 (M7.3)	首都直下地震防災・減災特別プロジェクトの研究成果を反映し最新のモデルで検証
【追加】【海溝型地震】	元禄型関東地震 (M8.2)	大規模海溝型地震の検証
【追加】【活断層で発生する地震】	立川断層帯地震 (M7.4)	地下の浅い部分で発生する地震の検証

- ◆ フィリピン海プレート上面の深さが、従来の想定より浅いという最新の知見を反映 → 震源が浅くなるため、従来の想定より震度が大きくなる
- ◆ 津波による被害想定を実施 → 過去の記録等で、都内に最も大きな津波をもたらしたとされる元禄関東地震(1703年)をモデルとして検証



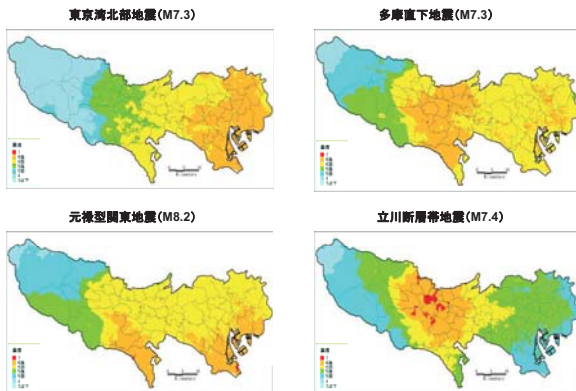
東京都被害想定(2012)の想定項目(*は定性的評価)

想定項目	想定内容
地盤被害	液状化／急傾斜地崩壊
建物被害	揺れ 火災 出火／焼失
人的被害	死者・負傷者・重傷者(揺れ／急傾斜地／火災／津波／家具転倒／ブロック塀／落下物)
交通施設	道路 鉄道 港湾・空港 橋梁・橋脚／細街路閉塞／緊急輸送道路の渋滞区間 橋梁・高架橋／橋脚 港湾施設／空港施設*
ライフライン	被害(電気／通信／ガス／上水道／下水道)・復旧*
避難者	避難者／疎開者
帰宅困難者	滞留者／帰宅困難者／主要ターミナル駅滞留者
その他	エレベーター閉じ込め者／災害時要援護者／自力脱出困難者／震災廃棄物／地下街の被災*／長周期地震動*
複合災害シナリオ	台風・降雨・水害との複合化*
津波	津波高・浸水深／建物全壊・半壊

被害想定する基本シーン(季節時刻)

シーン設定	想定される被害の特徴
①冬、朝 5時	- 兵庫県南部地震と同じ発生時間帯 - 多くの人々が自宅で就寝中に被災するため、家屋倒壊による圧死者が発生する危険性が高い。 - オフィスや繁華街の屋内外滞留者や、鉄道・道路利用者は少ない。
②冬、昼 12時	- オフィス、繁華街、映画館、テーマパーク等に多数の滞留者が集中しており、店舗等の倒壊、落下物等による被害拡大の危険性が高い。 - 住宅内滞留者数は、1日の中で最も少なく、老朽木造家屋の倒壊による死者数はシーン①と比較して少ない。
③冬、夕 18時	- 火気器具利用が最も多いと考えられる時間帯で、これらを原因とする出火数が最も多くなるケース - オフィスや繁華街周辺、ターミナル駅では、帰宅、飲食のため多数の人が滞留 - ビル倒壊や落下物等により被災する危険性が高い。 - 鉄道、道路もほぼラッシュ時に近い状況で人的被害や交通機能支障による影響拡大の危険性が高い。

被害想定に基づく震度分布予測

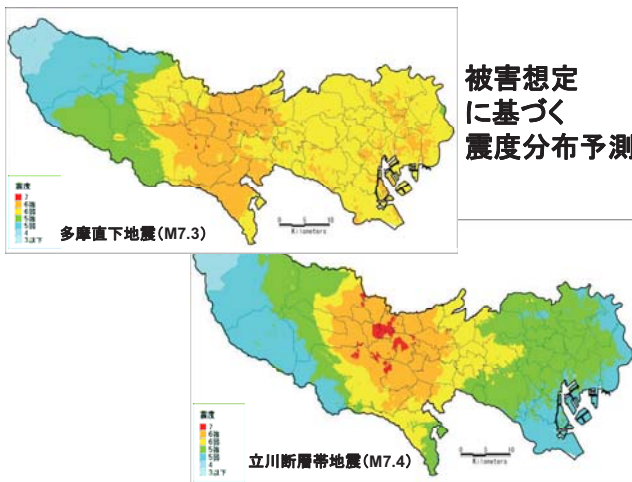


4地震の被害想定結果の概要

(冬・18時・風速8m)

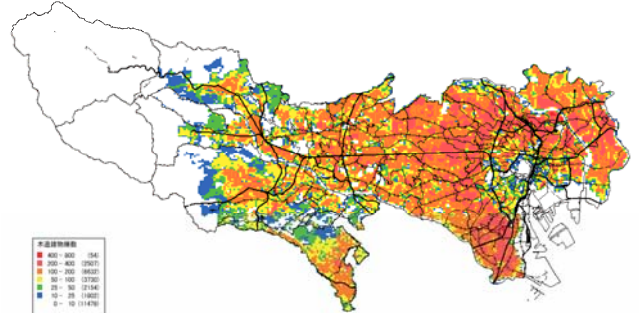
被害項目	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
死者	9,700	4,700	5,900	2,600
原因別				
揺れ	5,600	3,400	3,500	1,500
火災	4,100	1,300	2,400	1,100
負傷者(うち重傷者)	147,000 (21,900)	101,100 (10,900)	108,300 (12,900)	31,700 (4,700)
原因別				
揺れ	129,900	96,500	98,500	27,800
火災	17,700	4,600	9,800	3,900
建物の被害				
全壊	304,300	139,500	184,600	85,700
焼失	116,200	75,700	76,500	35,400
焼失	188,100	63,800	108,100	50,300
避難者(一日後)	339万	276万	320万	101万
帰宅困難者	517万	517万	517万	517万

被害想定に基づく震度分布予測

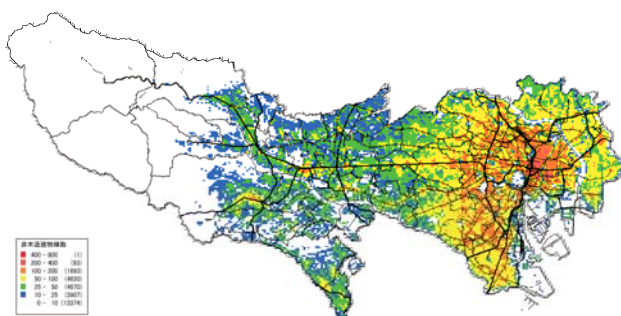


木造建物の分布

木造住宅密集市街地の建物密度は70~90棟/ha。
下記は250m四方(6.25ha)で、440棟~560棟となる。

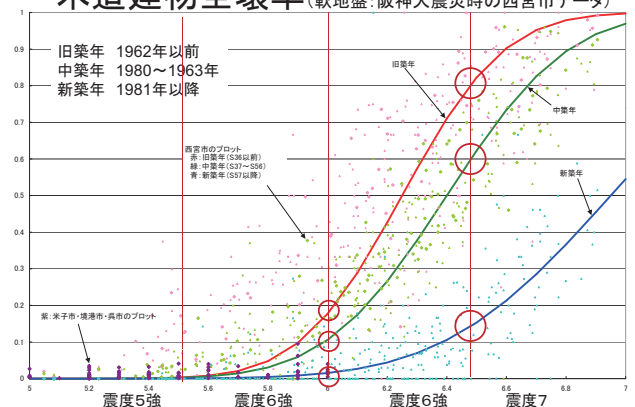


非木造建物の分布



(1)建物倒壊に関する被害想定

木造建物全壊率(軟地盤:阪神大震災時の西宮市データ)



建物倒壊に関する被害想定基礎データ(固定資産税台帳ベース)に見る

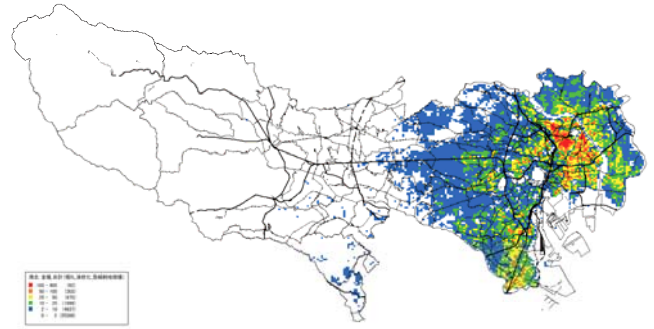
2005-10年間の建物現況の変化

		H22		H17		H22-H17
		棟数	構成比	棟数	構成比	増減棟数
木造	旧築年	234,211	11.70%	397,274	20.50%	-163,063
	中築年	731,373	36.50%	921,674	47.50%	-190,301
	新築年	1,039,998	51.90%	619,464	32.00%	420,534
	合計	2,005,582	-	1,938,412	-	67,170
非木造	旧築年	59,566	7.30%	116,397	16.50%	-56,831
	中築年	139,278	17.10%	172,891	24.50%	-33,613
	新築年	614,937	75.60%	416,807	59.00%	198,130
	合計	813,781	-	706,095	-	107,686

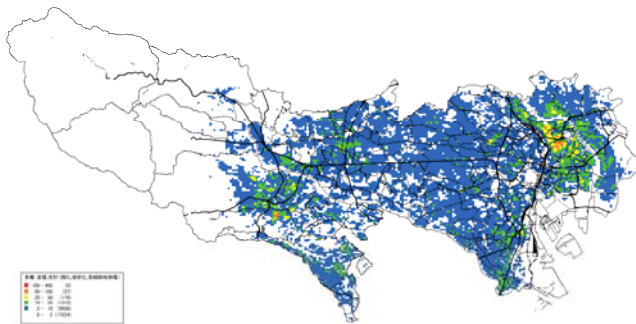
※ 固定資産税台帳の基準日はH22/1/1、H17/1/1
 ※ 旧/中/新の各築年区分は次のとおり。
 木造：S37年以前/S38～S55/S56年以降
 非木造：S45年以前/S46～S55/S56年以降

しかし、
**1981～2000年までに着工された
 這建物の耐震性を再検討する時期にある**

東京湾北部地震における 全壊建物棟数の分布(揺れ)

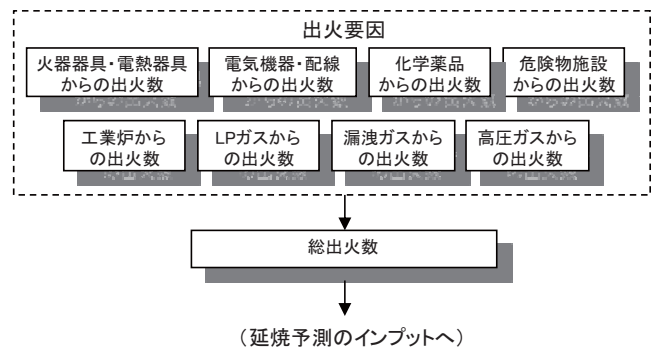


多摩直下地震における 全壊建物棟数の分布(揺れ)

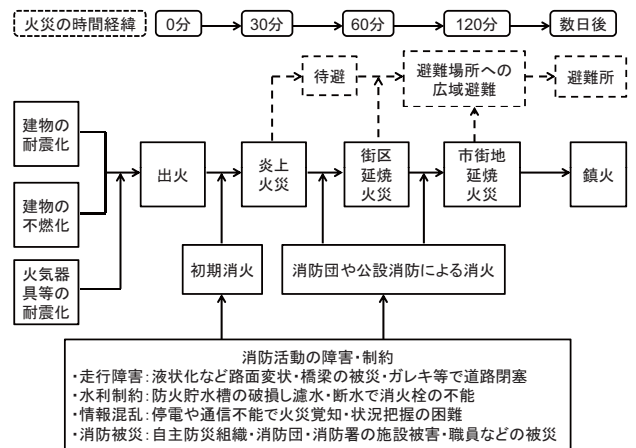
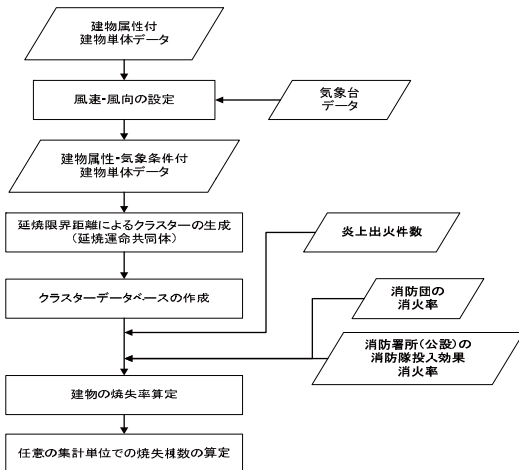


(2)火災(出火・延焼)に関する被害想定

出火件数の推定フロー



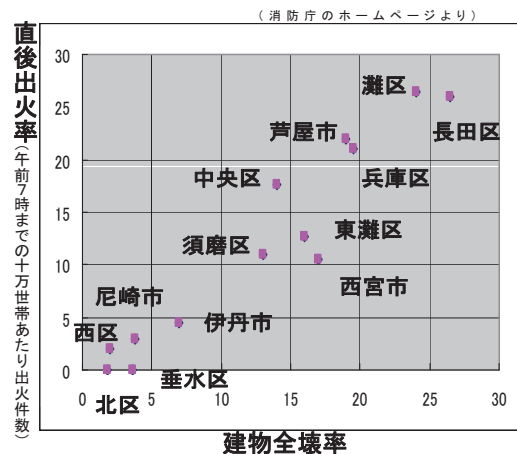
地震火災リスク評価の流れ



阪神淡路大震災における火災

出火の日時	1月17日5時46分				18日	19日	～26日	合計
	～6時	6～8	8～12	12～24				
件数	87	54	42	22	21	20	39	285

出火原因	電気関係	ガス関係	火種関係	石油関係	灯火	その他	不明	合計
件数	85	13	12	6	5	18	14	285

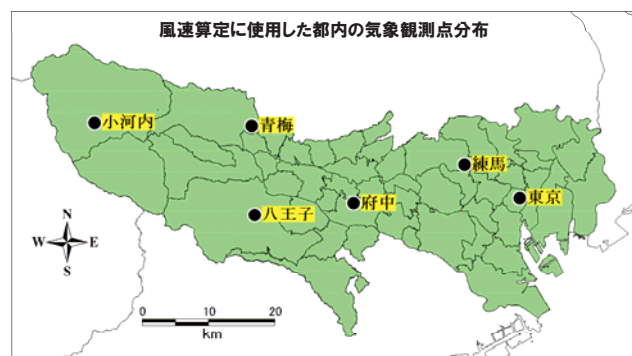


家が壊れると火事が多発する！
 ③耐震補強は火災を出さない

想定出火率の比較

	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
東京都	811	544	522	308
区部	754	270	400	43
多摩	56	274	152	265

延焼に関する被害想定①



冬季の平均風速の平均値、標準偏差、+1σ、+2σの値

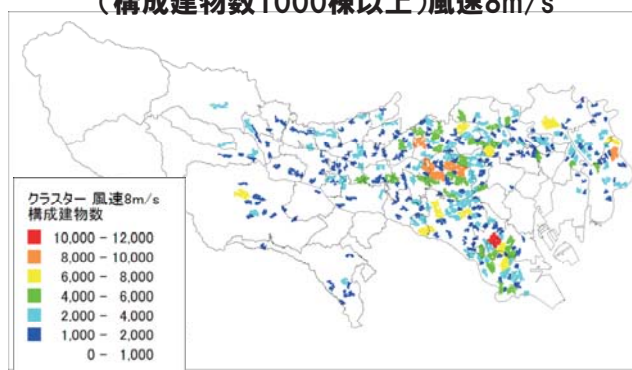
気象台・観測所	冬				
	平均風速 (m/s)	標準偏差	+1σ	+2σ	卓越風向
小河内	1.065	0.398	1.463	1.862	西北西
青梅	1.081	0.484	1.566	2.050	西
練馬	0.781	0.408	1.189	1.597	北北西
八王子	1.701	0.699	2.401	3.100	西北西
府中	1.285	0.504	1.789	2.293	北北東
東京	2.568	0.870	3.437	4.307	北北西

冬季の最大風速※の平均値、標準偏差、+1σ、+2σの値

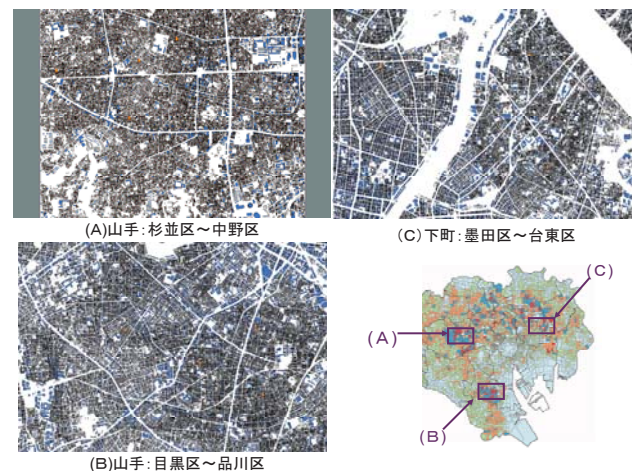
気象台・観測所	冬 ※10分間平均風速の最大値				
	最大風速 (m/s)	標準偏差	+1σ	+2σ	卓越風向
小河内	2.668	0.977	3.645	4.622	東
青梅	2.877	1.066	3.942	5.008	北北東
練馬	2.021	0.813	2.833	3.646	北北西
八王子	4.120	1.674	5.794	7.468	北
府中	3.131	1.321	4.452	5.773	北東
東京	4.722	1.566	6.288	7.855	北北西

「延焼建物クラスター」算定結果

(構成建物数1000棟以上)風速8m/s



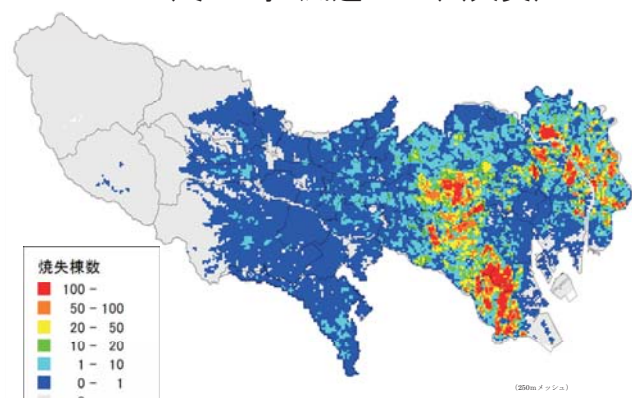
建物構造現況調査によるクラスターの設定



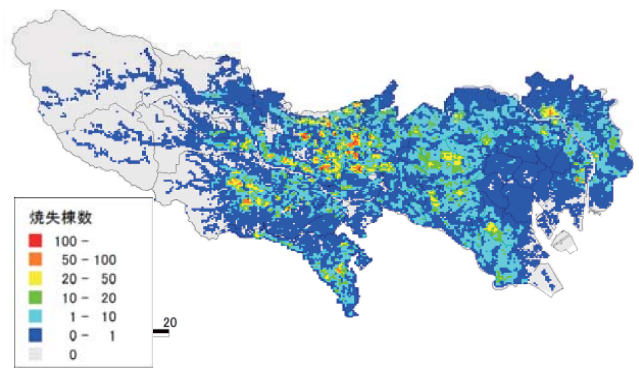
地震別焼失率の比較

	季節時間	風速8m/s		風速4m/s	
		焼失棟数	焼失率	焼失棟数	焼失率
東京湾北部	冬18時	201,249	7.3%	189,406	6.9%
	冬12時	54,417	2.0%	50,904	1.8%
	冬05時	21,240	0.8%	19,842	0.7%
	季節時間	風速8m/s	風速4m/s	風速8m/s	風速4m/s
多摩直下	冬18時	65,770	2.4%	61,323	2.2%
	冬12時	24,811	0.9%	23,211	0.8%
	冬05時	15,707	0.6%	14,711	0.5%
	季節時間	風速8m/s	風速4m/s	風速8m/s	風速4m/s
立川断層帯	冬18時	53,302	1.9%	49,689	1.8%
	冬12時	19,089	0.7%	17,907	0.6%
	冬05時	9,147	0.3%	8,565	0.3%
	季節時間	風速8m/s	風速4m/s	風速8m/s	風速4m/s
元禄関東	冬18時	114,534	4.1%	107,194	3.9%
	冬12時	28,565	1.0%	26,455	1.0%
	冬05時	14,736	0.5%	13,697	0.5%
	季節時間	風速8m/s	風速4m/s	風速8m/s	風速4m/s

東京湾北部地震における焼失棟数分布 (冬18時 風速8m/s) (火災)



多摩直下地震における焼失棟数分布 (冬18時 風速8m/s)(火災)



東京湾北部地震(2012:M7.3・18時・風速8m) 倒壊と焼失で1万棟を超える11区

区名	全棟数	全壊棟数	焼失棟数	全壊・焼失	全損比
大田	147,251	11,108	32,218	43,326	29.4%
世田谷	185,507	6,074	22,455	28,529	15.4%
品川	69,846	5,281	21,569	26,850	38.4%
杉並	128,628	3,692	23,028	26,720	20.8%
足立	141,510	10,082	16,124	26,205	18.5%
江戸川	127,806	8,744	14,956	23,700	18.5%
墨田	53,662	9,902	9,341	19,243	35.9%
葛飾	106,711	7,446	11,114	18,560	17.4%
目黒	58,583	2,538	11,232	13,770	23.5%
荒川	44,596	7,217	5,521	12,738	28.6%
江東	56,184	8,010	3,536	11,546	20.6%

多摩直下地震(2012:M7.3・18時・風速8m) 倒壊と焼失で2千棟を超える10市

区名	全棟数	全壊棟数	焼失棟数	全壊・焼失	全損比
八王子	154,815	7,006	6,599	13,605	8.8%
町田	110,275	3,931	3,443	7,374	6.7%
小平	51,803	2,083	4,826	6,909	13.3%
国分寺	24,890	1,110	3,267	4,377	17.6%
立川	46,885	1,457	2,881	4,338	9.3%
日野	42,563	2,476	1,473	3,949	9.1%
東村山	38,024	1,275	2,658	3,933	10.3%
東大和	21,545	774	2,404	3,178	14.8%
昭島	26,088	1,216	1,707	2,923	11.2%
府中	61,873	1,052	1,337	2,389	3.9%

(3) 揺れによる閉じ込め者等に被災推定

閉じ込めになり得るエレベーター停止台数(冬18時風速8m/s)

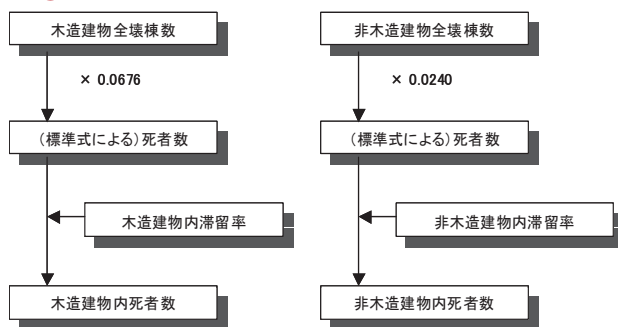
地域	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
区部	6,980	4,321	5,298	1,533
多摩	494	809	693	775
合計	7,473	5,130	5,991	2,308

自力脱出困難者(冬5時)

地域	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
区部	58,821	22,788	29,753	204
多摩	1,629	11,010	5,655	16,000
合計	60,450	33,798	35,407	16,204

(4) 人的被害の推計

①建物の地震動被害による死者数の推定



地震動による死者数の推計の基本的考え方

$$(\text{死者数}) = (\text{木造 死者数}) + (\text{非木造 死者数})$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{木造 死者数} & \quad (t_w = 0.0676) \\ &= \{ t_w \times (\text{ゆれによる木造全壊棟数}) \} \\ & \quad \times (\text{木造建物内滞留率}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{非木造 死者数} & \quad (t_n = 0.00840) \\ &= \{ t_n \times (\text{ゆれによる非木造全壊棟数}) \} \\ & \quad \times (\text{非木造建物内滞留率}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\text{木造(非木造)建物内滞留率}) &= (\text{発生時刻の木造(非木造)建物内滞留人口}) \\ & \quad \div (\text{朝5時の木造(非木造)建物内滞留人口}) \end{aligned}$$

揺れによる負傷者の推計

$$(\text{負傷者数}) = (\text{木造 負傷者数}) + (\text{非木造 負傷者数})$$

$$(\text{木造負傷者数}) = (\text{木造建物内滞留人口}) \times (\text{木造負傷者率})$$

$$(\text{非木造負傷者数}) = (\text{非木造建物内滞留人口}) \times (\text{非木造負傷者率})$$

① $0 \leq \text{建物被害率} < 0.25$ の場合

$$(\text{負傷者率}) = 0.12 \times (\text{ゆれによる建物被害率})$$

② $0.25 \leq \text{建物被害率} < 0.375$ の場合

$$(\text{負傷者率}) = 0.07 - 0.16 \times (\text{ゆれによる建物被害率})$$

③ $0.375 \leq \text{建物被害率}$ の場合

$$(\text{負傷者率}) = 0.01 \times (\text{ゆれによる建物被害率})$$

※負傷者率は木造／非木造別にそれぞれ算出する

※ $(\text{ゆれによる建物被害率}) = (\text{ゆれによる全壊率}) + 1/2 \times (\text{ゆれによる半壊率})$

揺れによる重傷者の推計

$$(\text{重傷者数}) = (\text{木造 重傷者数}) + (\text{非木造 重傷者数})$$

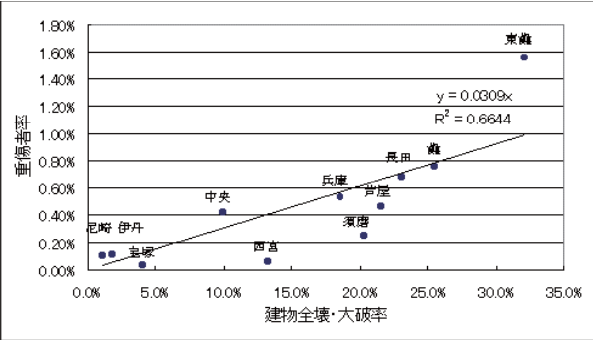
$$(\text{木造重傷者数}) = (\text{木造建物内滞留人口}) \times (\text{重傷者率 木造})$$

$$(\text{非木造重傷者数}) = (\text{非木造建物内滞留人口}) \times (\text{重傷者率 非木造})$$

$$(\text{重傷者率}) = 0.0309 \times (\text{ゆれによる建物全壊率})$$

※重傷者率は木造／非木造別にそれぞれ算出する

建物大破率と重傷者数の関係



②火災による死傷者発生シナリオ

死者発生シナリオ	備考
炎上出火家屋内からの逃げ遅れ	出火直後 * 突然の出火により逃げ遅れた人 (ゆれによる建物倒壊を伴わない)
倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者(生き埋め等)	出火直後 * ゆれによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に火、逃げられない人 延焼中 * ゆれによる建物被害で建物内に閉じ込められた後に延焼が拡大してきて、逃げられない人
延焼拡大時の逃げ惑いで、避難の遅れ	延焼中 * 建物内には閉じ込められていないが、とまどって避難に遅れ、延焼が拡大し、巻き込まれて焼死した人

平常時火災における死者数と発生率

年	西暦	火災件数			住宅火災の死者数				住宅火災1件当たりの死者数(b)/(a)
		全	建物	住宅(a)	全(b)	65歳未満	65歳以上	65歳以上の占める割合(%)	
平成15年	2003	6,234	3,768	2,274	99	47	52	52.53	0.044
平成16年	2004	6,747	3,834	2,184	78	34	44	56.41	0.036
平成17年	2005	6,377	3,979	2,367	102	42	60	58.82	0.043
平成18年	2006	5,915	3,727	2,271	78	32	46	58.97	0.034
平成19年	2007	5,800	3,637	2,189	107	46	61	57.01	0.049
平成20年	2008	5,763	3,731	2,243	98	38	60	61.22	0.044
平成21年	2009	5,601	3,493	2,099	87	39	48	55.17	0.041
平成22年	2010	5,088	3,214	1,869	83	34	49	59.04	0.044
平均									0.042

●東京における平常時火災での火災1件あたりの死者率=0.0042

阪神淡路大震災時に救助した割合

救出した人	被救出者の割合	推計での意味
親戚	4%	地域による救出で早期救出が可能(72%)
家族	4%	
近所の人	64%	早期救出が困難な人(28%)
その他	14%	
消防	14%	

(出典)宮野・村上(1996)「1995年兵庫県南部地震による人的被害」その5. 神戸市東灘区における人命救助活動に関する聞き取り調査」日本建築学会大会学術講演梗概集

神戸市の消防団による救出状況

	1/17	1/18	1/19	1/20	1/21~2/10	合計
救助人員	604	452	408	238	190	1,892
生存者	486	129	89	14	15	733
死亡者	118	323	319	224	175	1,159
生存救出率	80.5%	28.5%	21.8%	5.9%	7.9%	38.7%

(出典)阪神・淡路大震災—神戸市の記録 1995年—(平成8年1月 神戸市)

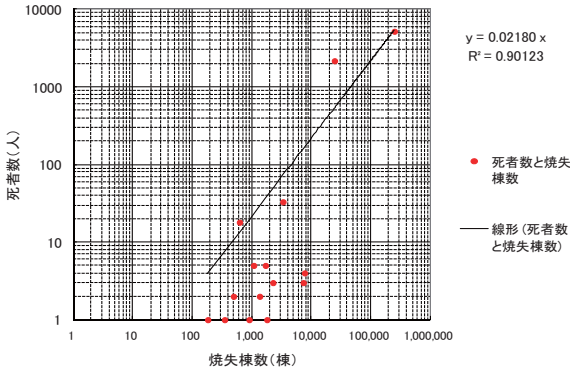
火災による死者数の推計

①炎上出火家屋からの逃げ遅れによる死者 (炎上出火家屋内から逃げ遅れた死者数) =0.042*×出火件数×(屋内滞留人口比率)
②倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者からの死者 (閉込めによる死者数) =(全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人) ×(1-生存救出率0.387) *(全壊かつ焼失家屋内の救出困難な人) =(1-早期救出可能な割合0.72)×(全壊かつ焼失家屋内の要救助者数)
③延焼拡大時の逃げ惑いによる死者 (延焼火災による死者数) ={0.02180×(焼失棟数)}×(屋内滞留人口比率) *(屋内滞留人口比率)=(発生時刻の屋内滞留人口)÷(屋内滞留人口の24時間平均)

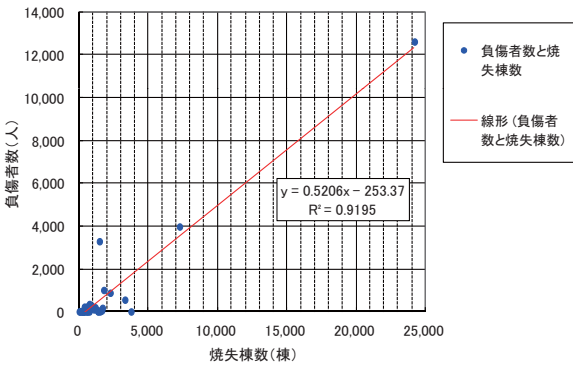
火災による負傷者の推計

①炎上出火家屋からの逃げ遅れによる負傷者 (出火直後の重傷者数)=0.238×出火件数×(屋内滞留人口比率) (出火直後の軽傷者数)=0.596×出火件数×(屋内滞留人口比率)
②倒壊後に焼失した家屋内の救出困難者の負傷は倒壊による負傷で、火災焼失後は全員死亡
③延焼中の逃げまどいによる負傷者 ＜焼失棟数が650棟以上の場合＞ (延焼火災による重傷者数) =0.053×{0.5206×(焼失棟数)-253.37}×(屋内滞留人口比率) (延焼火災による軽傷者数) =0.137×{0.5206×(焼失棟数)-253.37}×(屋内滞留人口比率) ＜焼失棟数が650棟未満の場合＞ (延焼火災による重傷者数) =0.053×0.1308×(焼失棟数)×(屋内滞留人口比率) (延焼火災による軽傷者数) =0.137×0.1308×(焼失棟数)×(屋内滞留人口比率)

②市街地大火の焼失率と死者数の関係

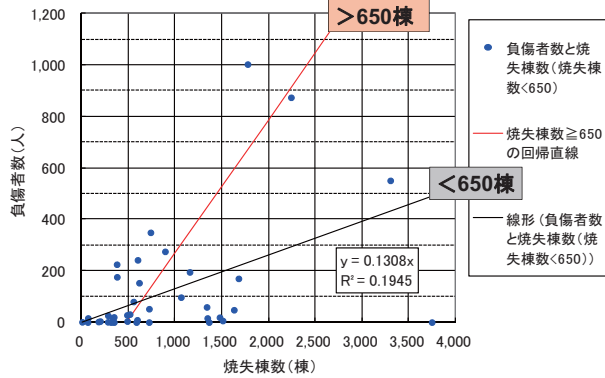


市街地大火の焼失率と負傷者数の関係



負傷者数と焼失棟数の関係

(函館大火・熱海市S25・鳥取市S27を除く)



首都直下地震の被害想定と阪神・東日本大震災

	東京都の被害想定 (平成24年公表)	東日本大震災 (平成23年3月11日)	阪神・淡路大震災 (平成7年1月17日)
震源・規模	東京湾北部 M7.3	三陸沖 M9.0	淡路島北部 M7.3
発生時刻等	冬18時 風速8m/秒	14時46分	5時46分
死者・行方不明者	約9,700人 ※	約1万9,200人	約5,500人
負傷者	約14万7,800人 ※	約5,900人	約4万3,800人
建物全壊焼失被害	約30万4千件 (全焼建物19万件含む)	約12万件	約10万5千件
経済的被害	—	17兆円	10兆円

※ 内訳

	建物倒壊	火災	ブロッカ等	その他	計
死者	約5,400人	約4,100人	約100人	約100人	約9,700人
負傷者	約128,000人	約17,700人	約3,500人	約400人	約147,800人

○震災関連死…… 阪神・淡路大震災 920名 東日本大震災 1,618名(2012.3末)
○その他の被害 …… 帰宅困難者の発生 約517万人(首都圏外からの)

多摩直下・立川断層地震と阪神・東日本大震災

	東京都被害想定 (2012年公表)	東京都被害想定 (2012年公表)	東日本大震災 (2011年3月11日)	阪神・淡路大震災 (1995年1月17日)
震源・規模	多摩直下 M7.3	立川断層 M7.4	三陸沖 M9.0	淡路島北部 M7.3
発生時刻等	冬18時 風速8m	冬18時 風速8m	14時46分	5時46分 風速3m
死者・不明者	約4,700人 ※	約2,600人	約1万9,200人	約5,500人
負傷者	約10万1,100人 ※	約3万1,700人	約5,900人	約4万3,800人
全壊全焼被害	約13万9千棟	約3万6千棟	約13万棟	約11万2千棟
経済的被害	—	—	17兆円	10兆円

※ 内訳

	建物倒壊	火災	ブロッカ等	その他	計
死者	約3,200人	約1,300人	約100人	約200人	約4,700人
負傷者	約92,800人	約4,600人	約3,300人	約400人	約101,100人

○震災関連死…… 阪神・淡路大震災 920名 東日本大震災 1,618名(2012.3末)
○その他の被害 …… 帰宅困難者の発生 約517万人(首都圏外からの46万人含む)

死者に占める災害時要援護者 (冬18時風速8m/s)

地域	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
区部	4,741	1,348	2,311	84
多摩	179	1,201	660	1,328
合計	4,921	2,549	2,971	1,412

(災害時要援護者の死者数) = (災害時要援護者数) × (災害時要援護者の死者率)

<ゆれ・液状化・急傾斜地崩壊・津波による災害時要援護者の死者率>

●ゆれ等による災害時要援護者の死者率 = ゆれ等による死者率 × 3.0

* (ゆれ等による死者率 = ゆれ等の死者数 ÷ 屋内滞留人口)

<火災による災害時要援護者の死者率>

●火災による災害時要援護者の死者率 = 火災の死者率 × 3.0 × 焼失棟数比率

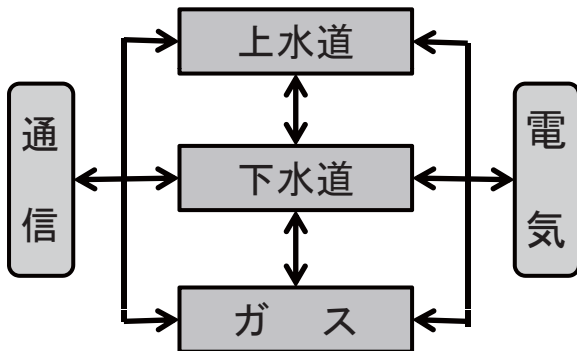
* (火災による死者率 = 火災による死者数 ÷ 屋内滞留人口)

* (各時間帯・各風速における焼失棟数比率

= 各時間帯・各風速における焼失棟数 ÷ 建物棟数)

(5) 被害が連鎖するライフライン

<相互に依存・連携するシステム>

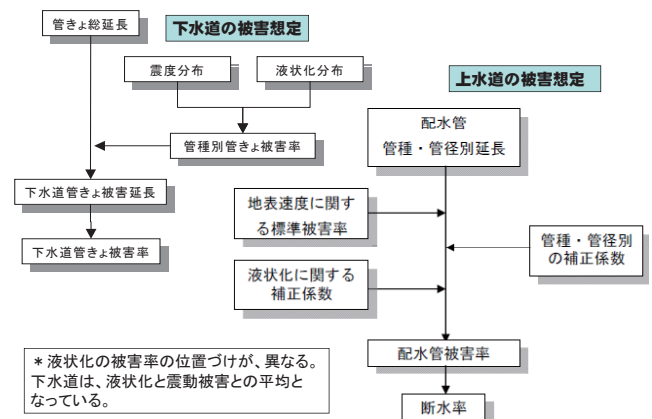


上下水道の被害率の高い区

～東京都・東京湾北部地震の被害想定(2012)から～

区名	上水道 断水率	下水道 管きよ被害率	区名	上水道 断水率	下水道 管きよ被害率
墨田区	79.6	30.7	足立区	52.7	27.4
江東区	76.5	27.9	千代田区	52.0	28.8
葛飾区	71.2	29.7	品川区	46.2	28.7
江戸川区	71.2	27.4	港区	44.5	28.0
中央区	68.5	29.5	目黒区	40.1	30.3
大田区	67.9	30.3	文京区	38.5	29.6
台東区	61.1	31.7	渋谷区	37.8	31.1
荒川区	58.3	30.3	区平均	45.0	27.1

上水道・下水道の被害想定フロー



相互に連携する必要がある

ライフラインの災害対応と機能継続

- ・上水道の支障(断水)が、トイレ機能を止める。
- ・下水道の支障(処理不能)が、上水道の「節水」を要請し、マンホールトイレの活用を禁止する。
- ・停電が、ポンプ機能を止め、汚水が溢水する。
- ・通信障害が、遠隔操作を不可能とし、下水システム・上水システムを機能不全にする。
- ・ライフライン機能のボトルネック(隘路)はどこ？
- ・参集人員が不足するとき、最も優先すべき活動は、他部局にあるかも？

震災時の上下水道の被災とトイレ問題

- 被災市街地では、上水道断水による水洗トイレの使用不能、下水道管・マンホールの被災（液状化）による流下障害が多発した。
- 阪神・淡路大震災では長田区の西部污水处理場が、新潟県中越沖地震でも柏崎氏の污水处理施設が、東日本大震災では沿岸の多くの污水处理場が、壊滅的な被害を受けて、処理不能に陥った。
- 河川・海洋沿岸の汚染防止のため、下水処理区域居住者に「**水利用制限（節水・下水道の負荷軽減）**」を要請
- 運河を堰き止め、水田に簡易水槽を設置し、**汚水を簡易処理したが、神戸では須磨海岸を遊泳禁止**。

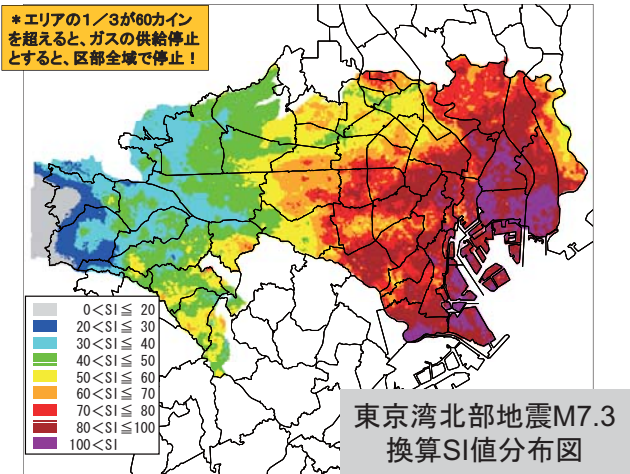
電気・固定電話・ガスの被害率の高い区
～東京都・東京湾北部地震の被害想定(2012)から～

区名	電気 停電率	電話 不通率	ガス 遮断率	区名	電気 停電率	電話 不通率	ガス 遮断率*
墨田	61.8	19.6	100.0	足立	24.3	11.2	99.4
江東	43.4	7.6	100.0	千代田	31.5	1.3	100.0
葛飾	24.5	10.9	100.0	品川	47.4	35.0	100.0
江戸川	25.2	11.6	100.0	港	23.4	1.9	100.0
中央	40.5	2.0	100.0	目黒	26.4	18.4	100.0
大田	36.8	23.9	100.0	文京	30.2	7.6	100.0
台東	52.3	7.3	100.0	渋谷	27.9	11.0	100.0
荒川	48.7	15.1	100.0	区平均	24.9	10.0	88.7

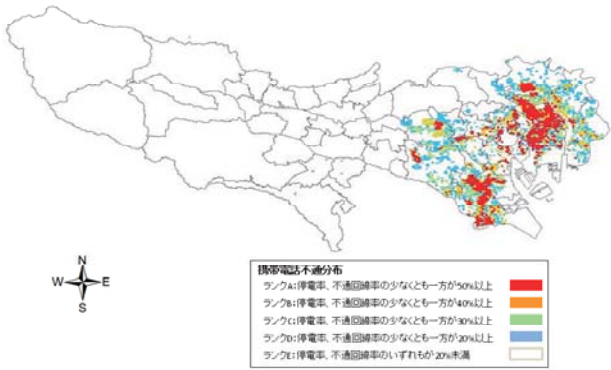
*ガスは、低圧ガス支障率で、ブロック内の1／3が60カインを超えるケースのもの

東京のトイレ問題の深刻さ

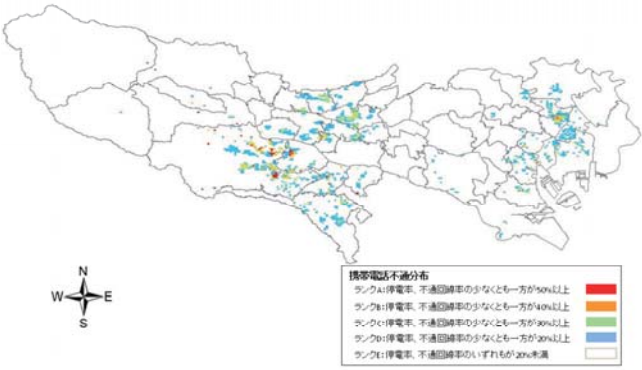
- 区部の下水道敷設は古く、「雨水」と「生活排水」を分離する「分流式」（雨水管）（污水管）よりも、「合流式」（雨水と污水が混流する下水管）の区域が広い。
- 下水道よりも上水道の耐震化が進展しつつある。
- 下町低地（隅田川・荒川・中川・綾瀬川・江戸川）、東京湾の埋め立て地、多摩川下流域など、液状化が発生しやすい区域が広がっており、上水の断水や下水の流下支障が多発する可能性がある。
- トイレ問題は、帰宅困難者のみならず、地域の人々（避難者）にとっても大きな課題となる。
- 「下水道・污水初期施設が被災したので、上水道の使用（節水）を制限する事態を想定していく必要がある。



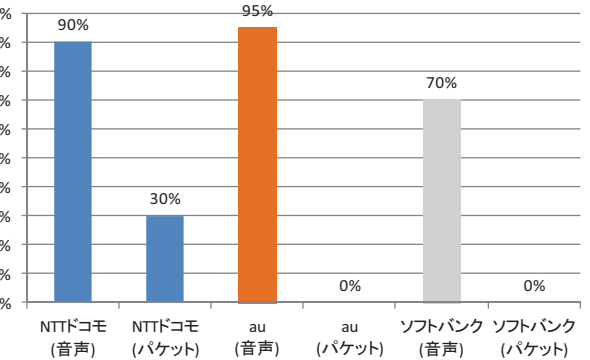
携帯電話の不通率
（東京湾北部地震、冬18時、風速8m）



停滞電話の不通率
（多摩直下地震、冬18時、風速8m）



東日本大震災時の通信回線の輻輳発生状況



既往震災のライフラインの復旧日数

項目	阪神・淡路大震災	東日本大震災
電 気	・ 停電約260万戸 ・ 倒壊家屋等を除き 発災6日後に復旧完了	【東北電力管内】 ・ 停電約466万戸（3/11） ・ 発災後3日で約80%の停電を解消 ・ 発災後 8日 で約 94% の停電を解消
固 定 電 話	・ 交換機系：約28万5千回線不通1日後復旧完了 ・ 加入者系：約19万3千回線不通 14日後に復旧完了	・ 不通約100万回線（3/13） ・ 発災後約1週間で約80%の不通を解消（4/20約20万回線） ・ 発災後約 2週間で約90% の不通を解消（4/26約10万回線）
都 市 ガ ス	・ 供給停止戸数約84万5千戸 ・ 倒壊家屋等を除き 発災85日後に復旧完了	・ 供給停止約46万戸 ・ 発災後約1カ月で約80%の供給停止を解消（4/15約10万戸） ・ 発災後約 2カ月で約90% の供給停止を解消（5/4約6万戸）
上水道	・ 断水約127万戸 ・ 断水約42日後に回復復旧完了 ・ 発災91日後に全戸通水完了	・ 断水約160万戸（1週間後：3/17） ・ 断水約30万戸（3週間後81%：3/31） ・ 断水約10万戸（6週間後94%：4/20）
下水道	・ 被災管きょ総延長約180km（兵庫県） ・ 発災42日後に回復復旧完了 ・ 発災94日後に全戸通水完了	・ 被害管路延長約960km ・ 震災当初稼働停止処理施設48箇所のうち、津波等で約 3カ月後も18箇所が停止 （6/6現在）

(6) 交通施設の被害

①道路施設被害の推計手法

(橋梁・橋脚被害率(%)) = [(橋梁数・橋脚数)
× [(S55以前基準準拠橋脚被害率) × {1 - (S55以降基準に該当する橋脚の割合)}
+ (S55以降基準準拠橋脚被害率) × (S55以降基準に該当する橋脚の割合)]
÷ (管理橋梁数・橋脚数)]

道路種別 * (道示準拠年次別)	大被害	中・小被害	被害なし	合計
S55より前の基準に準拠 (耐震性低)	8.2%	33.9%	57.9%	100.0%
S55以降の基準に準拠 (耐震性高)	0.0%	16.3%	83.7%	100.0%

* 兵庫県南部地震では高架橋に基大な被害が発生した(表の被害率)。東北地方太平洋沖地震でも、津波による橋梁の流出は少なくないが、地震動による落橋は架け替え事業中の1橋のみであった。

被害程度	内 容
大被害	・落橋や橋の変形など、短期的には救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できない程度の損傷
中小被害	・部分的な亀裂、コンクリートの剥離など限定的な損傷で、修復をすることなく又は応急修復程度で救助活動や緊急物資の輸送路としての機能等を回復できる程度の損傷

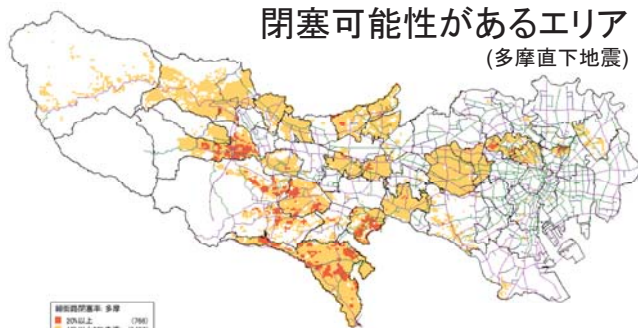
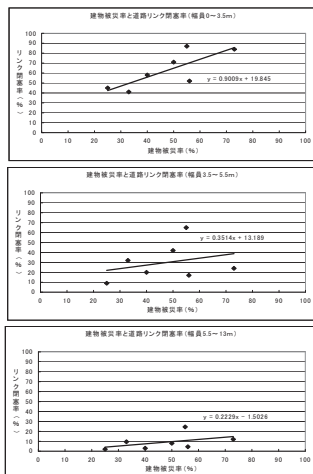
道路幅員別 細街路リンクの閉塞率

3.5m未満の閉塞率(%) = 0.9009
× 建物被災率(%) + 19.845

3.5~5.5mの閉塞率(%) = 0.3514
× 建物被災率(%) + 13.189

5.5~13.5m閉塞率(%) = 0.2229
× 建物被災率(%) - 1.5026

(出典)
家田ら「阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響」、土木学会論文集 No.576/IV-37, 69-82, 1997.10.



・図上の路線図は
緊急輸送道路

	多摩直下地震			
	閉塞率			
	15%未満	15%~20%	20%以上	計
区部計	84.2%	15.3%	0.5%	100.0%
多摩計	48.5%	45.1%	6.4%	100.0%
都計	64.2%	32.0%	3.8%	100.0%

(6) 交通施設の被害

④鉄道施設の被害想定

- ・高架橋・橋梁を主な被害発生の対象とし、大被害及び中小被害で評価する。
- ・新幹線では、都内の路線延長1kmごとに最大で17箇所の中小被害が発生。
- ・在来線・私鉄線では、最大で1.9%の橋脚・落橋の中小被害が発生する。
- ・地下部についてはシールドトンネルは耐震構造で、開削トンネルも概ね全ての区間で耐震補強済のため、交通支障に至る被害は発生しない。

新幹線 (箇所/km)	東京湾北部地震		多摩直下地震	
	大被害	中・小被害	大被害	中・小被害
区 部 計	0	17	0	2
多 摩 計	0	0	0	0
東京都計	0	17	0	2

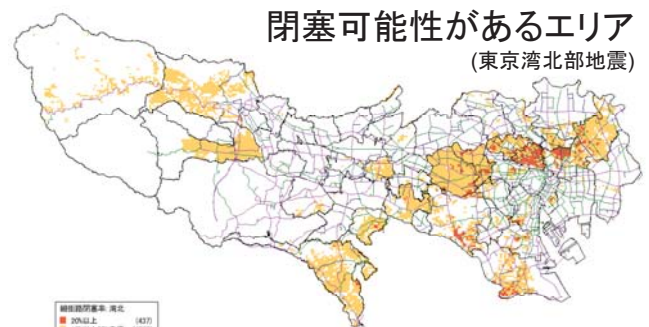
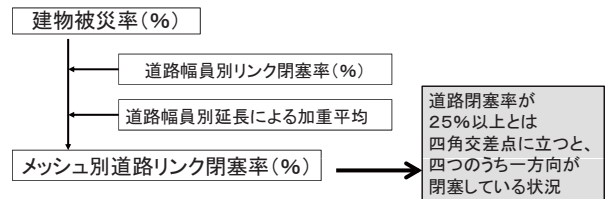
在来線・私鉄線 (橋脚落橋率)	東京湾北部地震		多摩直下地震	
	大被害	中・小被害	大被害	中・小被害
区 部 計	0.1%	2.5%	0.0%	0.5%
多 摩 計	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%
東京都計	0.0%	1.9%	0.0%	0.8%

(6) 交通施設の被害

②細街路の閉塞の推計手法

- ・幅員13m未満の道路を対象に、ゆれ・液状化による建物被災率(=全壊率+1/2×半壊率)との統計的な関係から、「道路リンク閉塞率」を算定する。
- ・残存車道幅員(遮蔽されていない幅員)が3m以下に閉塞されたリンクの割合

●(メッシュ別道路リンク閉塞率) = $\frac{\sum[(道路幅員別延長) \times (道路幅員別リンク閉塞率)]}{\sum(道路幅員別延長)}$



細街路閉塞率: 高止
80%以上 (427)
15%以上20%未満 (475)
15%未満 (23196)

・図上の路線図は
緊急輸送道路

	東京湾北部地震			
	閉塞率			
	15%未満	15%~20%	20%以上	計
区部計	69.6%	25.7%	4.7%	100.0%
多摩計	78.4%	21.4%	0.2%	100.0%
都計	74.5%	23.3%	2.2%	100.0%

(6) 交通施設の被害

③交通渋滞による緊急輸送道路の交通支障の推計手法

- ・平時の交通量調査における渋滞区間をそのような事態が発生しうる要対策区間としての評価を行う。
- ・各路線において走行時速が「15km/h」、「20km/h」以下となる区間を特定し、路線の総延長に対して渋滞割合を算出。
- ・走行速度が時速20km以下で渋滞する区間延長は、緊急輸送道路のうち上りで約600km(約30%)、下りで約580km(約30%)である。

渋滞区間(上り)	緊急輸送道路 総延長(km)	渋滞区間延長(km・%)		
		高速道路	都道・国道	合計
20km/h以下	1,970	28.6	575.7	604.3
		1.5%	29.2%	30.7%
15km/h以下	1,970	7	133.8	140.8
		0.4%	6.8%	7.1%

渋滞区間(下り)	緊急輸送道路 総延長(km)	渋滞区間延長(km・%)		
		高速道路	都道・国道	合計
20km/h以下	1,970	3.9	578.2	582.1
		0.2%	29.4%	29.5%
15km/h以下	1,970	0	135.1	135.1
		0.0%	6.9%	6.9%

(7) 避難者(避難所生活者・疎開者)の推計

(1)直後の避難者数

- ①避難人口 = 全壊・焼失人口 + 0.503 × 半壊人口
- ②避難所生活者数 = 0.65 × 避難人口
- ③疎開者数 = 0.35 × 避難人口

(2)ライフライン停止の影響を加味した避難者数

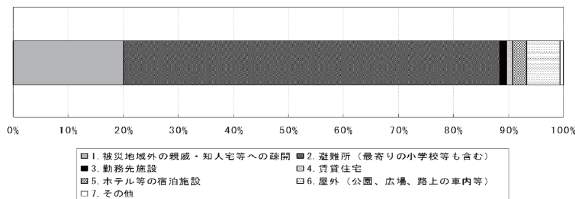
- ①避難者数 = 全壊・焼失人口 + 0.503 × 半壊人口
+ 当該区市町村で最大のライフライン支障率
× ライフライン支障に伴う避難率
× 被害なし人口
- ②避難所生活者数 = 0.65 × 避難者数
- ③疎開者数 = 0.35 × 避難者数

都民の避難行動の意識の動向について

表 自宅建物の被災度別避難率(平成18年被害想定における都民アンケートの結果)

	避難する	避難しない	わからない
1. 自宅の建物自体が損壊・焼損した場合	93.7%	1.1%	5.2%
2. 自宅の建物は大丈夫だが、屋内がめちゃくちゃになった場合	44.3%	35.9%	19.7%
3. 近所で火災が発生し延焼の危険がある場合	79.7%	7.6%	12.7%
4. ライフラインが供給停止した場合	45.4%	33.0%	21.6%
5. 余震が続く場合	25.1%	50.1%	24.8%
6. 情報入手が困難な場合	19.2%	58.5%	22.3%
7. 避難勧告がきた、または周囲の人が避難した場合	71.9%	7.6%	20.5%
8. エレベーターが停止している場合	10.7%	69.5%	19.8%

表 自宅付近で被災した場合の避難先(平成18年被害想定におけるアンケートの結果)



(8)帰宅困難者の推計

東日本大震災では都内で約352万人、首都圏で約515万人の帰宅困難者が発生(東京都の帰宅困難者対策の基本的考え方(平成24年1月13日)より。推計値)

<帰宅困難者> 3月11日の国道15号品川駅付近(警視庁撮影)



主要ターミナル駅の滞留者等の推計(2012)

(千人)	駅周辺 滞留者	待機人口	滞留場所 不明人口	滞留者総数
東京駅	477	3	72	552
新宿駅	315	16	26	408
渋谷駅	181	12	15	97
品川駅	155	17	7	178
池袋駅	102	18	28	148
上野駅	107	18	11	135
蒲田駅	56	25	16	97
立川駅	65	14	3	82
町田駅	38	19	2	59
八王子駅	40	15	3	58
北千住駅	30	24	3	58

首都直下地震をイメージする(1)

- ①短い強い揺れ……阪神大震災では「十数秒」
- ②建物の倒壊・家具の転倒・家財の散乱
- ③屋外に待避、余震多く屋外に滞留。安否確認！
- ④下敷きで死傷者・閉じ込め(脱出困難)者の発生
- ⑤負傷者等のトリアージ(救護所へ搬送)
- ⑥「出火」……同時多発、以降も断続的に出火
- ⑦救出救助よりも、先に「初期消火」を！
- ⑧初期消火に失敗した火災が「延焼拡大」していく
- ⑨広域避難……避難場所に助け合って避難。
- ⑩焼死者」の発生

避難人口(避難所生活者・疎開者)の推計

東京湾北部地震(冬18時、風速8m/s:千人)				多摩直下地震(冬18時、風速8m/s:千人)			
地域	避難者	避難生活	疎開	地域	避難者	避難生活	疎開
東京都計	3,385.5	2,200.6	1,184.9	東京都計	2,756.7	1,877.2	879.4
区部	3,111.0	2,022.1	1,088.8	区部	1,877.2	1,220.2	657.0
多摩	274.5	178.5	96.1	多摩	879.4	571.6	307.8
大田区	364.8	237.1	127.7	足立区	187.9	122.1	65.8
江戸川区	316.5	205.7	110.8	江戸川区	178.4	115.9	62.4
足立区	280.9	182.6	98.3	大田区	167.1	108.6	58.5
世田谷区	242.4	157.6	84.8	江東区	159.7	103.8	55.9
江東区	233.8	151.9	81.8	世田谷区	145.5	94.6	50.9
葛飾区	201.0	130.6	70.3	八王子市	128.6	83.6	45.0
品川区	184.5	119.9	64.6	葛飾区	123.6	80.4	43.3
杉並区	176.4	114.6	61.7	練馬区	118.2	76.9	41.4
墨田区	144.9	94.2	50.7	杉並区	104.7	68.1	36.6
荒川区	116.5	75.7	40.8	墨田区	81.1	52.7	28.4
目黒区	94.3	61.3	33.0	板橋区	70.1	45.6	24.5
練馬区	91.2	59.3	31.9	荒川区	65.8	42.8	23.0

東京都の帰宅困難者等の推計(千人)

	10~20 km	20km~	帰宅困難 者	その他 外出者	滞留者 総数
東京都	1,154	3,560	4,714	9,161	13,875
区部	928	2,863	3,791	6,844	10,635
多摩部	226	697	923	2,317	3,240

* 首都圏以外から東京を訪問している人口は、46万人。

* 首都圏の帰宅困難者471万人+首都圏外からの46万人で、**帰宅困難者は517万人**

	屋内被災者	屋外被災者	待機人口	滞留場所不明者	総計
東京都	8,188	1,180	3,874	632	13,876
区部	1,488	867	2,593	475	10,635
多摩部	6,700	314	1,281	157	3,240

* 屋内被災者:滞留目的が、業務・学校で、発災時に屋内にいる。

* 屋外被災者:滞留目的が、私用・その他不明で、発災時に屋外にいる。

* 待機人口:滞留目的が、自宅があるいはその周辺に滞留している。

(9)震災廃棄物(冬18時 風速8m/s :万トン)

地域	東京湾北部地震	多摩直下地震	元禄型関東地震	立川断層帯地震
区部	4,049	2,071	2,421	87
多摩	241	1,050	700	1,080
合計	4,289	3,121	3,121	1,166

(震災廃棄物発生量)

= (木造全壊棟数+半壊棟数/2) × (1棟の床面積) × (床面積あたり瓦礫重量)
+ (非木造全壊棟数+半壊棟数/2) × (1棟の床面積) × (床面積あたり瓦礫重量)
+ (焼失棟数) × (1棟あたり床面積) × (焼失床面積当たり瓦礫重量)
+ (津波による全壊棟数+半壊棟数/2) × (損失棟数当たり瓦礫重量)

床面積あたり ガレキの 重量と体積	構 造	非 木 造	木 造	焼失木造
	重量(トン/㎡)	1.0	0.6	0.23
	体積(m³/トン)	0.64	1.9	1.9

首都直下地震をイメージする(2)

- ⑪火災鎮火まで、避難場所に留まる避難者
- ⑫徒歩帰宅者も、火災鎮火まで地域に留まる、あるいは、広域避難する。
- ⑬自宅か会社に戻ってBCP。帰ってこない多摩の市民
- ⑭ライフラインの被害状況……いつ復旧するか
- ⑮会社で被災状況の把握、業務継続の判断。
- ⑯BCP要員を残して、徒歩帰宅。
- ⑰企業BCP:移動か、現地で継続か。
- ⑱出勤困難で、1泊2日、2泊3日の勤務態勢。
- ⑲避難所にいつまでいるのか。
- ⑳応急仮設住宅など仮住まいをどうするのか。
- ㉑そして、街をどう復興するのか

(1) 防災都市づくり推進計画(1998/2003/2009)

①＜防災＞「直接被害（一次）」を軽減する予防対策

- (1)耐震補強・不燃化・家具固定など防災いえづくり
(2)延焼遮断帯・避難場所・拠点施設など防災都市づくり

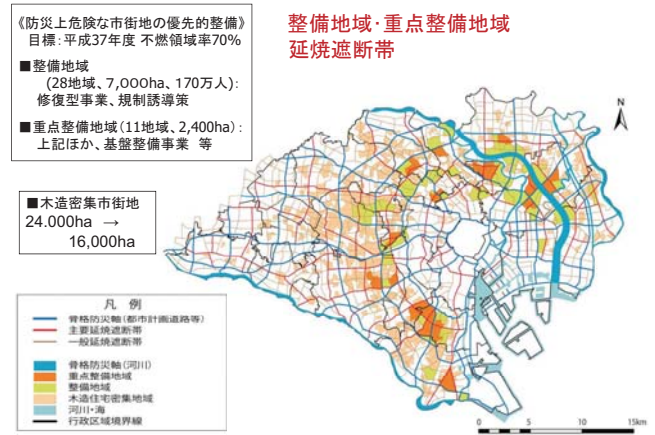
②<減災>「直接被害(二次)」を軽減する災害対応対策

- (3)災害対応のための防災まちづくり
密集市街地で細街路拡幅・防災公園・貯水槽の整備
などの災害対応活動空間の確保の防災まちづくり

- (4)災害対応活動のための防災訓練と備蓄
消火・救出・救助訓練・発災対応型訓練・防災備蓄

③＜復興＞「間接被害」を軽減する復旧対策・復興対策

- #### (5)復旧対策・復興計画など事前復興対策



(2) 減災対策：被害の拡大防止

東日本大震災、その時「東京」は？

- ・全壊建物 15棟 半壊建物 117棟
- ・出火 31件(全てボヤで初期消火)
- ・死亡 7人 負傷者 201人
- ・首都圏全域で、「安全確認のため」鉄道は停止され、安全確認に長時間を要した。

★「帰宅困難のみが、発生した！」

本番では、火災、建物倒壊、液状化・・・??

減災対策の課題:ACP・BCP・CCP・LCP

★防災都市づくりは未完:量的被害は免れない！

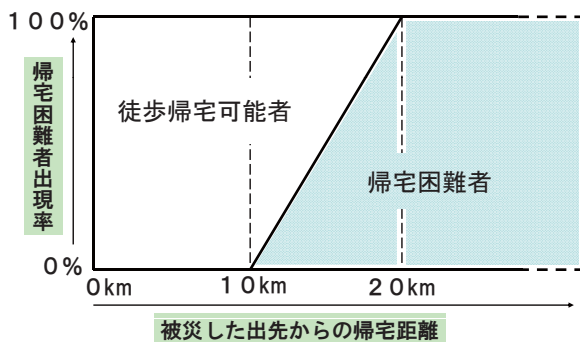
★大都市ほど個人の自助・地域の共助が不可欠！

- ・ 消防活動：東京都**811**件の出火に対して消防車は不足
→ 消防団・住民・企業の**初期消火**・延焼阻止活動
- ・ 救出救助活動 → 近隣住民・企業による**救出救助**
- ・ 救急医療活動 → 行政の広域的支援・後方医療活動
- ・ 広域避難 → **広域避難**計画は周知されているか？
- ・ 避難所 → **避難所**が足りない？
- ・ トイレ問題 → **携帯トイレ**で個人でも対応できるが？
- ・ 帰宅困難と滞留者対策 → **安否確認**で**安心滞留**
- ・ 備蓄問題 → 個々の区民・都民の**自立的備蓄**を

帰宅困難者とは

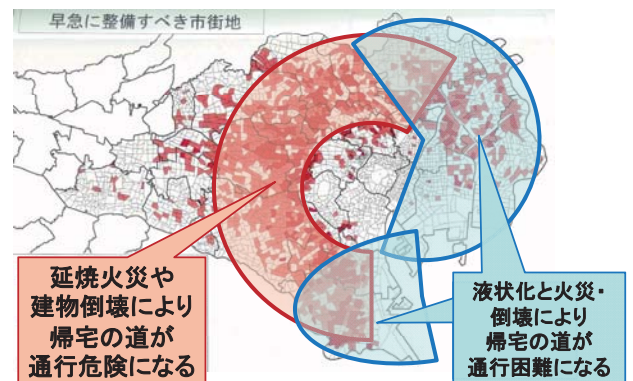
(定義：中林1985「多摩地域の被害想定」)

★そもそもは、多摩の帰宅困難居住者を問題にした。



*1978年宮城県沖地震時の被災者行動調査（科学技術庁）に基づいて概念定義したもの

**地震災害に脆弱な「木造密集市街地」と
「液状化地域」に取り囲まれている都心・副都心**



帰宅困難者が安心して一斉帰宅
をしないためには、

- ・ 自宅が大きく被災していないこと
- ・ 家族が負傷もしていないこと
- ・ このような「安全」が確認できること。
- ・ 「否」が確認できては、慌てるだけ？
- ・ 首都圏の全ての人にとって、耐震性確保、耐震改修は不可欠
- ・ 帰宅困難者ほど必要。
- ・ 被害想定には「耐震改修」は考慮されていない。
- ・ データの整備が重要！

企業の問題としての徒歩帰宅問題

- 企業の従業員の問題、顧客の問題。
- 企業の対応として、
 - ①一晩滞留する空間の確保
テナントビルとしての共助の取り組みを
業務地区としての共助の取り組みを
 - ②1～2日活きるための備蓄・・・水・食料・トイレ・・・
備蓄倉庫も、地震後の運搬配布業務もなくす
には、「事前に従業員に配って、自己管理」
- 滞留することで、その日に、BCP展開が可能

