

首都直下地震被害想定と防災まちづくりの課題



准教授 加藤孝明
 東京大学生産技術研究所

専門:まちづくり・都市計画・防災・地域安全システム学

地域安全システム学： 地域の安全を支えるしくみと技術を開発する



- 市街地の脆弱性を把握、評価する。
- 実践的に計画を社会と共に考える
- 計画者（プランナー）の立場から被災に備える。
- 安全・安心社会の実現を新しい技術で支援する。

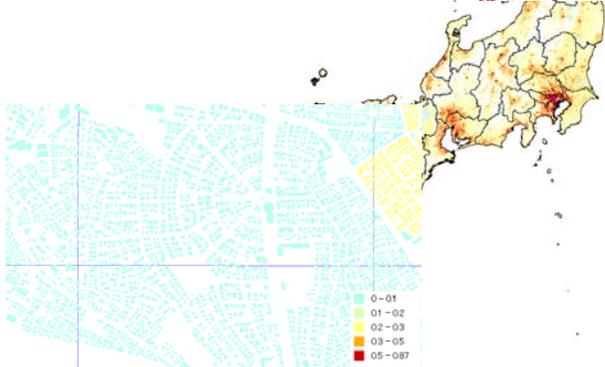
本手法によるアウトプットの例示(全国レベル~建物レベルまで)

地震火災リスク

出火率を一律
 0.00048とした場合

標準地域メッシュ
 (第3次地域区画)

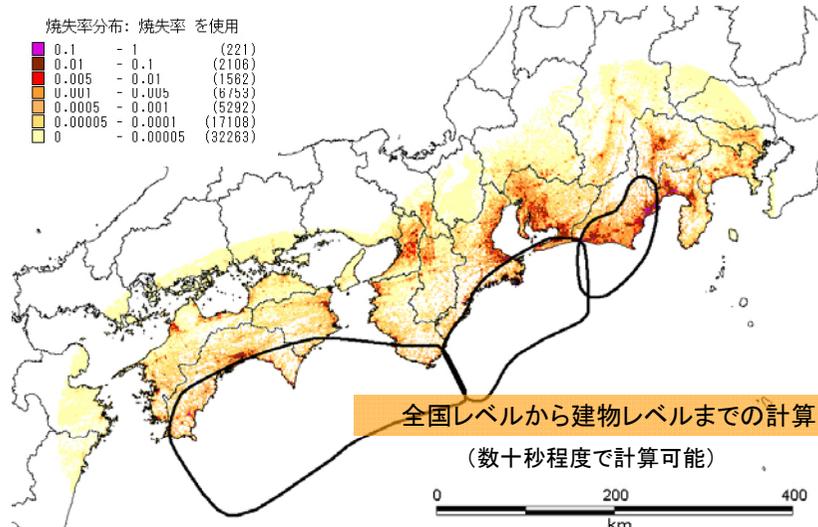
全国レベルから建物レベルまで対応



本手法によるアウトプットの例示：出火との統合

焼失率分布: 焼失率 を使用

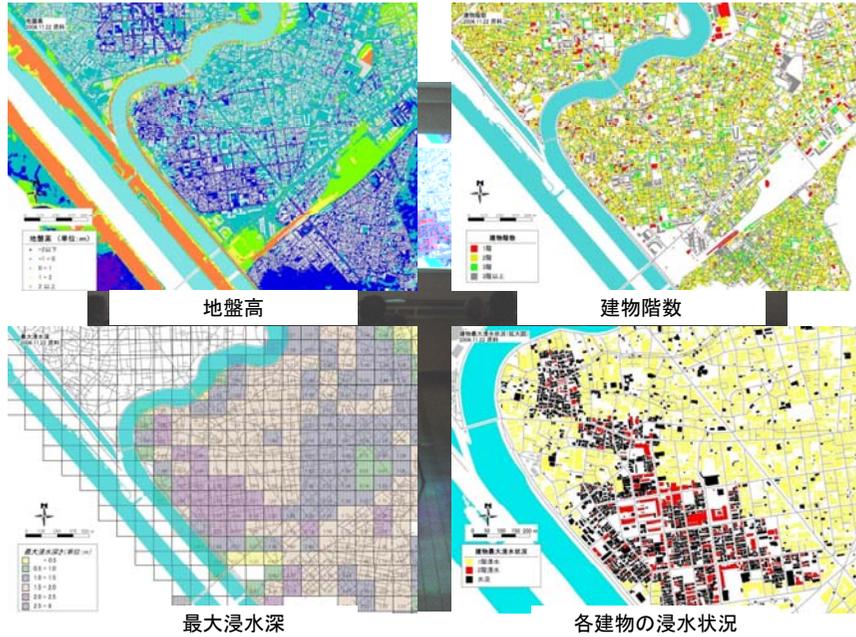
0.1	-	1	(221)
0.01	-	0.1	(2106)
0.005	-	0.01	(1582)
0.001	-	0.005	(8763)
0.0005	-	0.001	(5282)
0.00005	-	0.0001	(17108)
0	-	0.00005	(32263)



全国レベルから建物レベルまでの計算
 (数十秒程度で計算可能)

東海・東南海・南海地震(焼失率)

GISによる客観的情報(例)ー水害対策支援システムからの出カ



新しい試み: GISを用いた「地域主体」の災害対策を考える
ワークショップ(2009.4.19)



主催:
東新小岩7丁目町会が主催。
NPO、広域ゼロメートル市街地研究会は共催。
支援に回る。

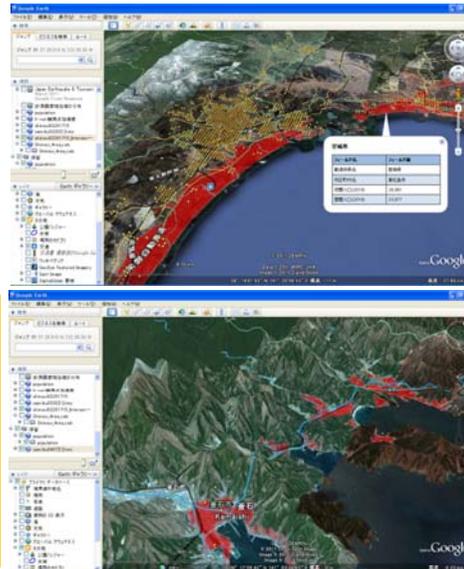
参加者:
東新小岩7丁目の住民
連合町会役員、周辺の町会の役員も参加

目的:
GISを用いてリスク認知、及び、対策の検討を行う

WS後の動き:
隣の町会へ展開

防災情報マッシュアップサービスの社会的な普及

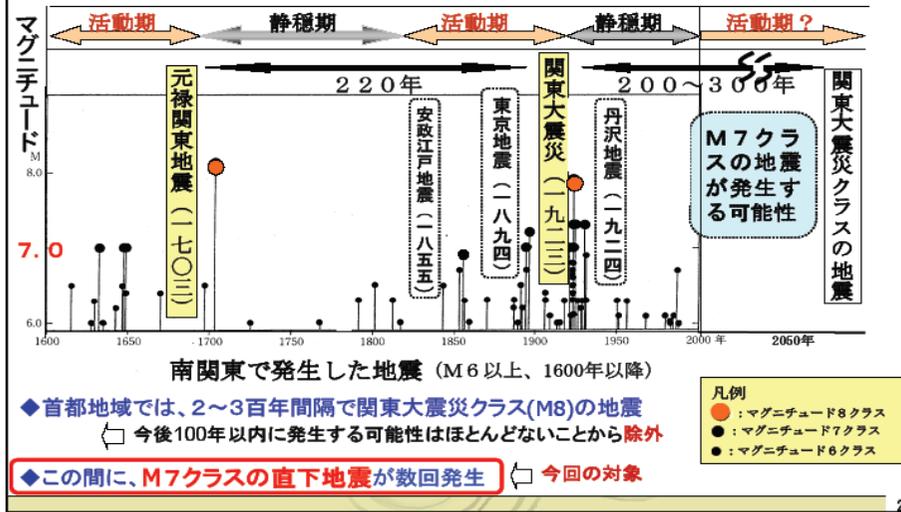
- 情報共有のプラットフォームづくり
- 復旧・復興支援
- 自律発展型/民間企業/主体的参加



首都直下地震
地震被害想定

防災情報マッシュアップサービス (GDMS) 研究会(会長: 加藤孝明(東京大学))
<http://www.disastermashup.com> 無料で使えます。

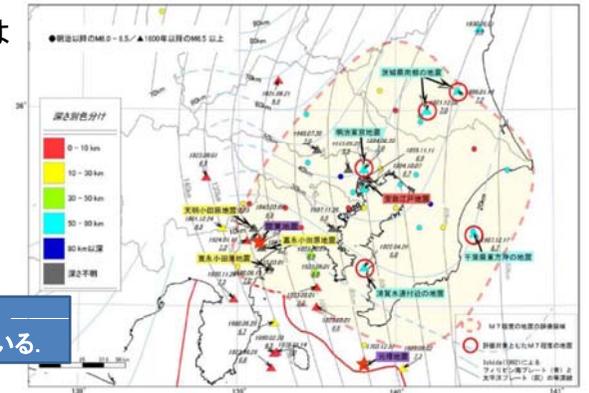
首都直下地震の切迫性



(出典: 内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.6)

図表 南関東におけるM7程度の地震の評価領域と過去に発生した主要な地震

首都直下地震とは



発生確率
 30年で70%と言われている。

図表 「その他の南関東の地震」が今後30年以内に発生する確率を70%と推計する根拠とした地震の概要

名称	マグニチュード	年月日	被害の概要
明治東京 (東京湾北部)	M7.0	1894年6月20日	東京府の死者24名、負傷者157名
茨城県南部 (霞ヶ浦付近)	M7.2	1895年1月18日	死者6名、負傷者68名
茨城県南部 (茨城県龍ヶ崎付近)	M7.0	1921年12月8日	軽微 (死傷者は記載なし)
浦賀水道付近	M6.8	1922年4月26日	東京で死者1名、負傷者21名
千葉県東方沖	M6.7	1987年12月17日	死者2名、負傷者161名

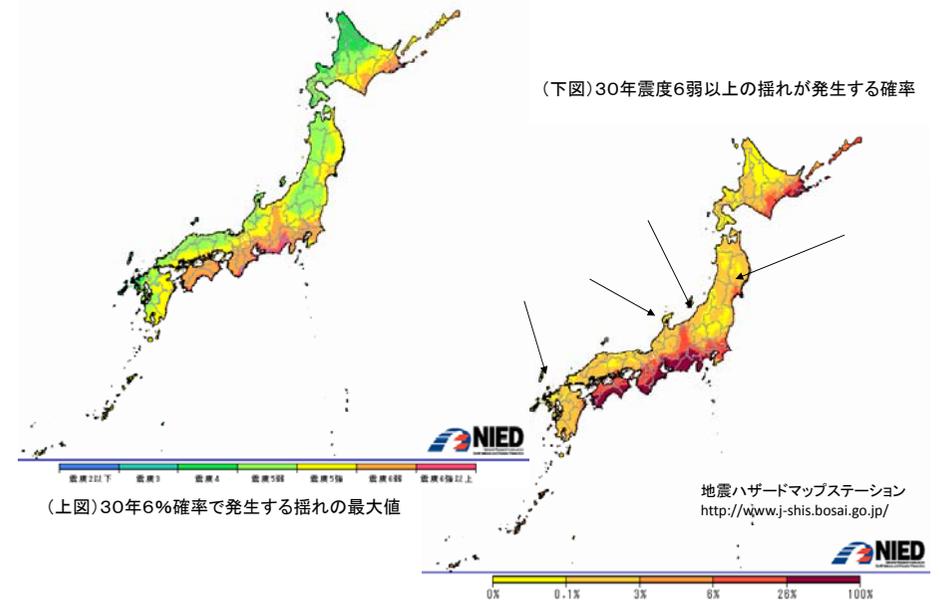
(出典) 地震調査研究推進本部、「新編日本被害地震総覧」(宇佐美龍夫)

地震調査研究推進本部「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」(平成16年8月23日)

読売新聞2012.1.23報道 首都直下地震の発生確率 首都直下地震4年で70%!? (東大地震研)

- 首都の「どこか」で首都直下地震が起こる確率
 - 「私が揺れる確率」は、もっと低い。
 - 4年で14%, 30年で70%程度
- 仮定:
 ①どこで起こるかはランダムとする。
 ②4年で70%の対象は100km四方。
 ③直下地震の影響圏は、震源から半径20km圏内
 ※首都直下地震4年で70%を元にした単純な数学的計算の結果です。
- 「5km×7kmの市域に影響のある地震」は、その間くらい
 - 4年で17%, 30年で76%。

確率で一喜一憂?



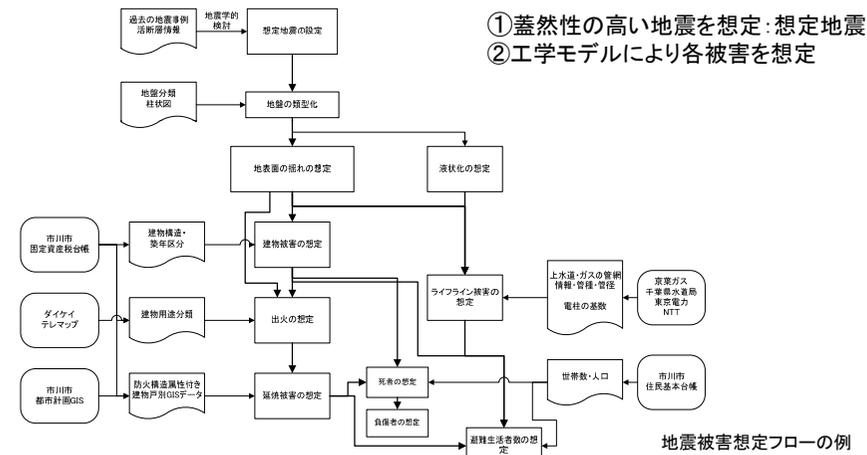
地震発生の不確実性

宮城県沖地震(30年間99%)
M7.5
死者:290名
建物全壊:約21000棟

東京マグニチュード8.0
DVD Blu-Ray 全5巻発売中

地震被害想定とは

- 工学的に地震被害を算定し、被災時の状況を検討する「**素材**」を提供する
 - 被害想定結果に現れたものがすべてではない。

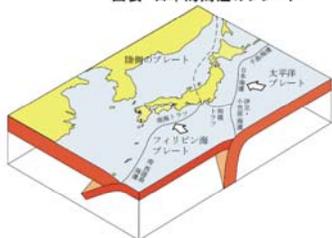


想定地震:二つの地震タイプ

海溝型:海溝を形成するプレートが跳ね返って発生する地震

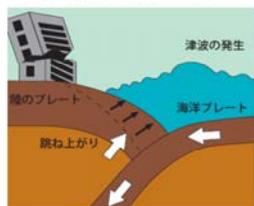
例:関東地震, 東日本大震災

図表 日本海周辺のプレート



出典) 文部科学省「地震の発生メカニズム」

図表 海溝型地震発生の仕組み

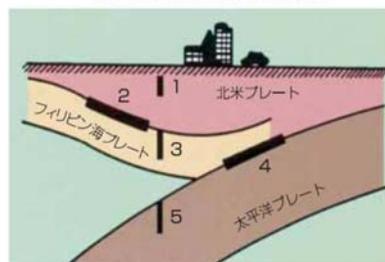


出典) 地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図 手引・解説編 2010年版」

直下型:都市の直下を震源とする地震。
(活断層型とプレートに関係する地震)

例:阪神淡路大震災

図表 首都圏直下の地震の震源模式図



- 1 地表近くの活断層による地震
- 2 フィリピン海プレート上面に沿うプレート境界型地震
- 3 フィリピン海プレート中の内部破壊による地震
- 4 太平洋プレート上面に沿うプレート境界型地震
- 5 太平洋プレート中の内部破壊による地震

出典) 東京都「東京都の防災対策の手引き」

地震被害想定とは

- 目的:地域防災計画の前提条件。「**敵**」を知る
 - 自治体の防災対策のマスタープラン。
 - 災害対策基本法に基づく法定計画

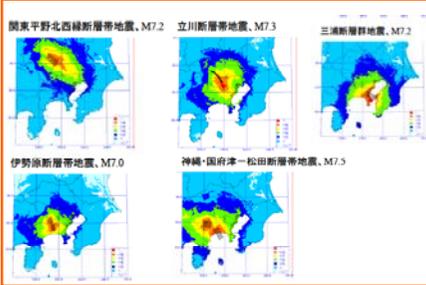
経緯:

- H3: 東京都
- H7: 阪神淡路大震災
- H9: 東京都
- **H17: 中央防災会議(国:内閣府):直下型地震**
- H19: 東京都:直下型地震
- **H24: 東京都:直下型地震+海溝型(元禄関東地震)**

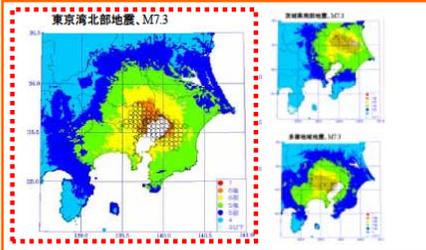
- H24: 中央防災会議(国:内閣府)も首都直下地震被害想定検討開始。
- H.23神奈川県(津波), H23千葉県
- 埼玉県, 川崎市, 横浜市(現在作業中)

想定される地震(想定地震):合計18パターン 内閣府(2005)

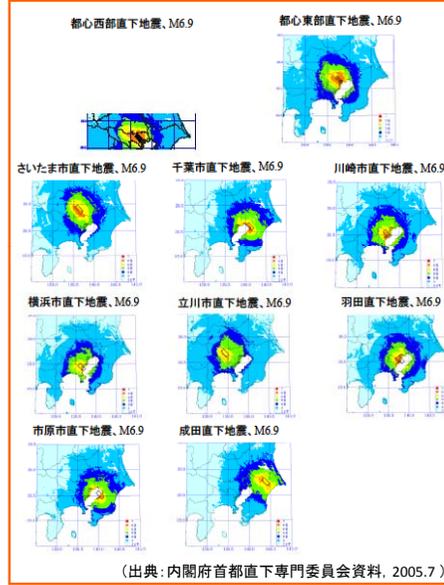
活断層で発生する地震



フィリピン海プレートと北米プレートの境界の地震

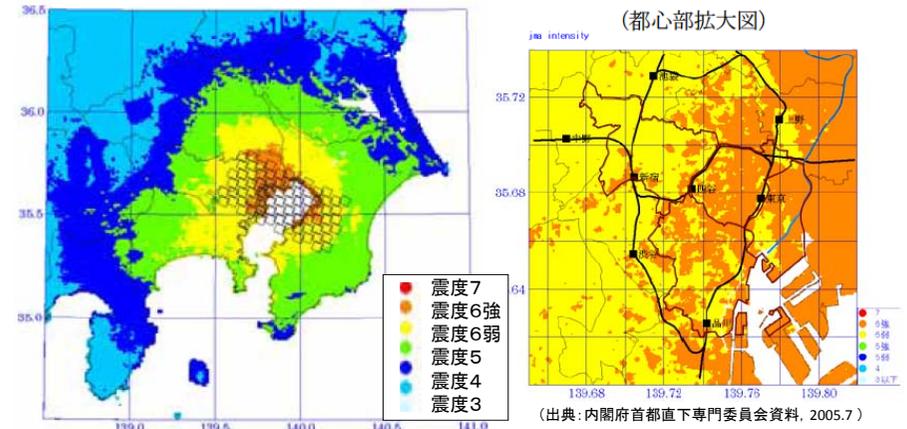


活断層以外の地殻内の浅い地震



東京湾北部地震(M7.3)の震度分布(内閣府, 2005)

東京湾北部地震, M7.3



- 都心部での震度が大きい
- 震度6強の区域が広域に広がる
- 震度6弱の区域は都県を越えて広がる(数十km圏)

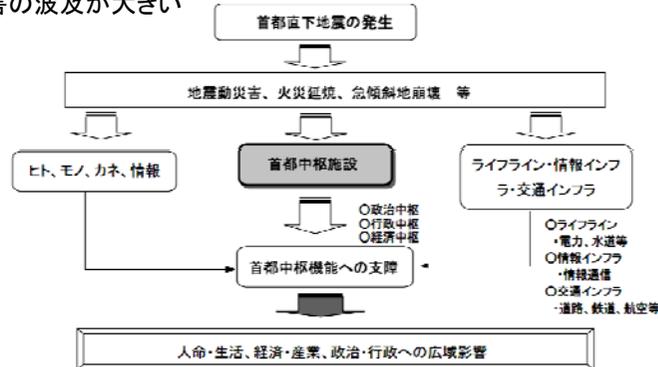
⇒ 阪神淡路大震災のような線的な分布ではない。

(出典:内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.7)

被害の特徴(1/2)―首都中枢機能障害 内閣府(2005)

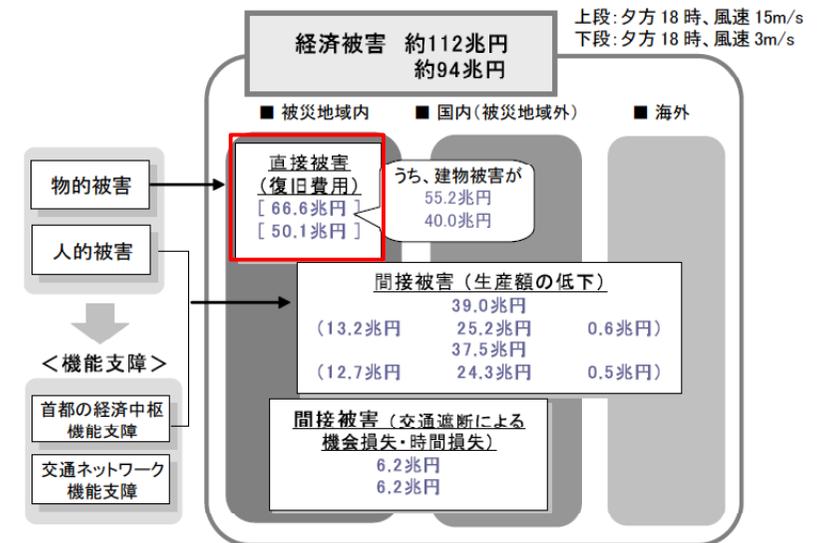
1. 首都中枢機能障害

- 首都中枢施設の被災
- ライフラインインフラの被災
- 人・モノ・金・情報(データ)の被災・喪失
- 経済被害の波及が大きい



(出典:内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.7)

経済被害 内閣府(2005)



参考:東日本大震災16.9兆円(内閣府2012.6.24)

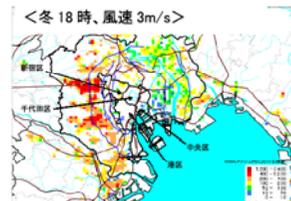
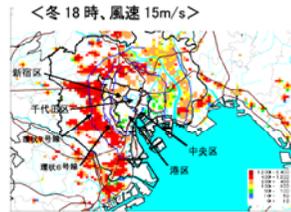
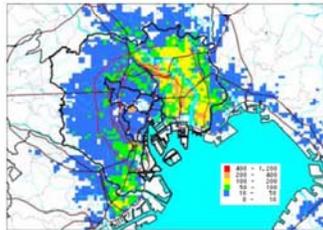
(出典:内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.7)

被害の特徴(2/2) — 膨大な物的・人的被害

- 膨大な人的・物的被害の発生

- 揺れによる建物被害と人的被害／広域的火災延焼被害と人的被害
- 膨大な避難者：最大700万人
- 膨大な帰宅困難者：最大650万人
- 交通寸断と機能支障
- 膨大な震災廃棄物：最大9,600万t

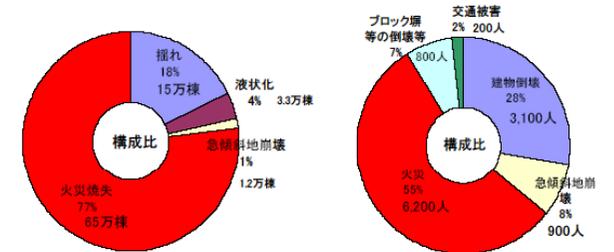
揺れによる全壊棟数(東京湾北部地震)



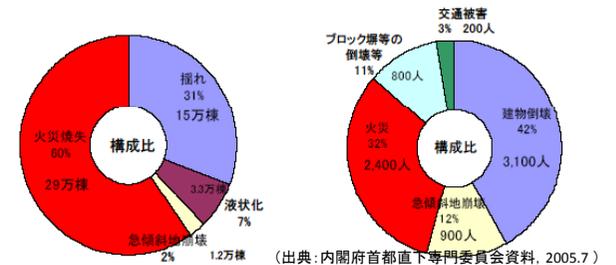
(出典：内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.7)

建物被害 人的被害

(冬 18時、風速 15m/s)
建物全壊棟数・火災焼失棟数 約85万棟 死者数 約11,000人



(冬 18時、風速 3m/s)
建物全壊棟数・火災焼失棟数 約48万棟 死者数 約7,300人



(出典：内閣府首都直下専門委員会資料, 2005.7)

東京都の新たな地震被害想定(2012.4.19発表)

東京都のホームページで報告書公開

http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/assumption_h24.html

東京都防災ホームページ
Disaster Prevention Information

地震の被害想定

首都直下地震等による東京の被害想定(平成24年4月18日公表)

都は、東日本大震災を踏まえ、平成18年5月に公表した「首都直下地震による東京の被害想定」を全面的に見直し、東京都防災会議の地震部会において検討を進めてきました。このたび、その結果を「首都直下地震等による東京の被害想定」報告書として、別途のとおりとりまとめ、防災会議に報告の上、承認されましたので、お知らせします。今後、本報告書を踏まえて地域防災計画を修正し、必要な対策を強力に推進することで、東京の防災力を高度化していきます。

※各地震の震度分布をはじめとする想定結果は、一定の条件を設定したシミュレーションの結果であり、条件の設定内容を変更することで結果が大きく異なるものであることに留意が必要です。

概要資料
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～

参考資料
都の防災対策の取組状況について

本冊
速報(PDF:203KB)
且志(PDF:551KB)

第1部 被害想定結果 第1部をすべて表示(PDF:9401KB)

東京都の新たな地震被害想定:概要

- 想定地震

- 首都直下型:東京湾北部地震(M7.3), 多摩直下地震(M7.3)
 - 海溝型地震の前に頻発 ……プレート境界の位置が浅いことが判明
- 海溝型地震:1703年元禄関東地震(1923年関東地震より大きい)(M8.2)
 - 津波対策のために想定
 - 100~200年周期
- 活断層で発生する地震:立川断層(M7.4) 数千年に1回

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、より実際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)

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)	地下の深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度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

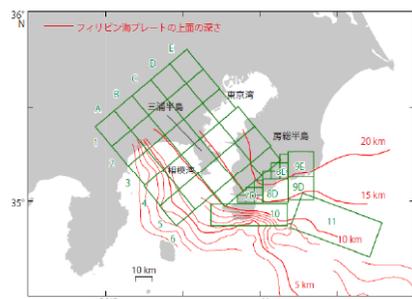
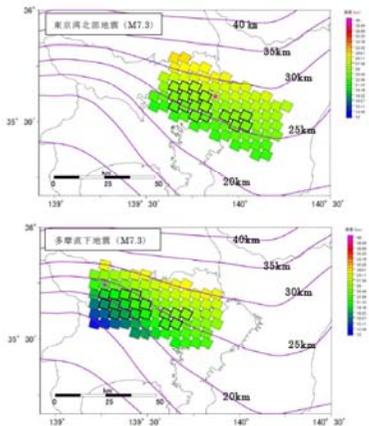
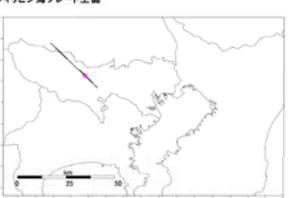
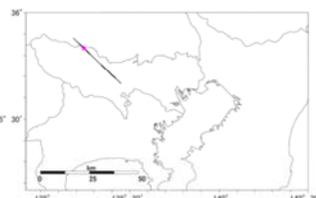


表 行谷ほか(2011)における元禄・大正関東地震の震源モデル
 禄型関東地震の場合は、房総沖の小断層 11 を含む場合がある
 フィリピン海プレート上面深さ分布(赤線)と設置した断層面(緑線)、
 緑字で書かれた番号は小断層の番号を表す。)

図表 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト(2012)のフィリピン海プレート上面
 に設定した東京湾北部地震(上図)と多摩直下地
 (太枠線はアスペリティ、*印は確
 コンター図はフィリピン海プレート上面



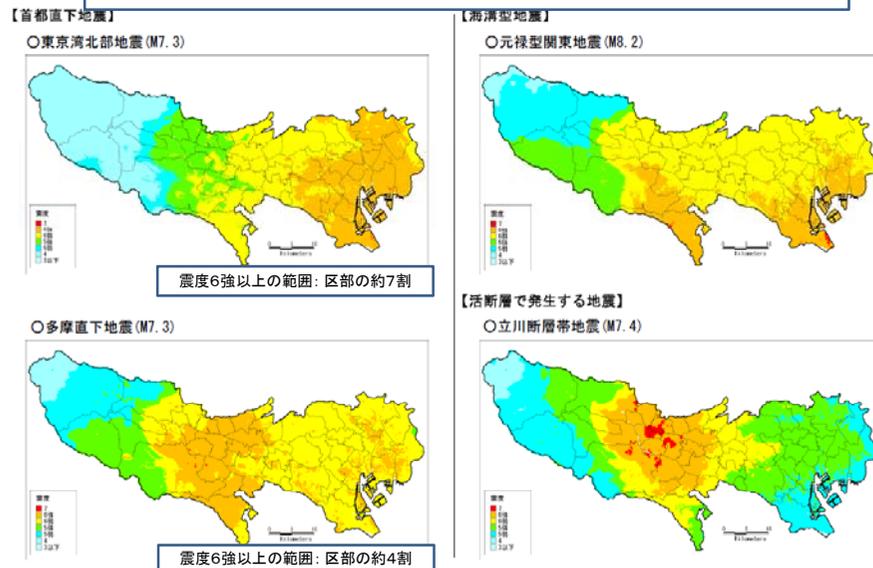
図表 立川断層帯地震の震源モデルの位置(確率論地点が東側の場合)



図表 立川断層帯地震の震源モデルの位置(確率論地点が北側の場合)

東京都の新たな地震被害想定:概要 想定結果の特徴:震度分布

最大震度7(赤色)の地域が出るとともに、震度6強の地域が広範囲に



震度6強以上の範囲: 区部の約7割

震度6強以上の範囲: 区部の約4割

東京都の新たな地震被害想定:概要 想定結果の特徴:津波

元禄関東地震:東京湾沿岸部の津波高は、満潮時で最大でもT.P.2. 61m(品川区)
 ※地盤沈下を含む。(T.P.=東京湾平均海面)



最大津波高とその場所

(津波高は満潮時の値。地盤沈下を含む。)

浸水想定図

(水門閉鎖時)

東京都の新たな地震被害想定:被害の概要

被害の概要(冬の夕方 18時・風速8m/s)

		【首都直下地震】		【海溝型地震】		【活断層で発生する地震】	
		東京湾北部地震 (M7.3)	多摩直下地震 (M7.3)	元禄型関東地震 (M8.2)	立川断層帯地震 (M7.4)		
人的被害	死者	約 9,700 人	約 4,700 人	約 5,900 人	約 2,600 人		
	揺れ	約 5,600 人	約 3,400 人	約 3,500 人	約 1,500 人		
	火災	約 4,100 人	約 1,300 人	約 2,400 人	約 1,100 人		
	負傷者 (うち重傷者)	約 147,600 人 (約 21,900) 人	約 101,100 人 (約 10,900) 人	約 108,300 人 (約 12,900) 人	約 31,700 人 (約 4,700) 人		
	揺れ	約 129,900 人	約 96,500 人	約 98,500 人	約 27,800 人		
	火災	約 17,700 人	約 4,600 人	約 9,800 人	約 3,900 人		
物的被害	建物被害	約 304,300 棟	約 139,500 棟	約 184,600 棟	約 85,700 棟		
	揺れ	約 116,200 棟	約 75,700 棟	約 76,500 棟	約 35,400 棟		
	火災	約 188,100 棟	約 63,800 棟	約 108,100 棟	約 50,300 棟		
避難者の発生(ピーク:1日後)		約 339万 人	約 276万 人	約 320万 人	約 101万 人		
帰宅困難者		約 517万 人					

参考:
 阪神淡路大震災・東日本大震災の建物被害:
 25万棟

想定条件

図表 想定するシーン(季節・時刻)

シーン設定		想定される被害の特徴
基本シーン	①冬、朝 5 時	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。

想定項目

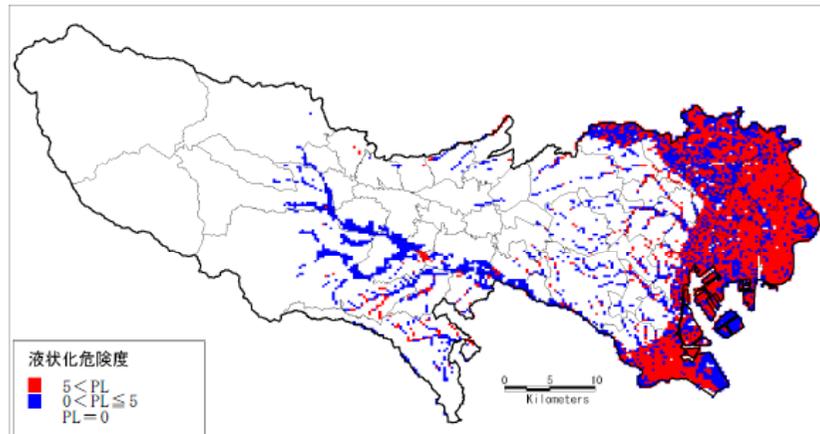
- 地震動
- 地盤
- 津波
- 建物
- 人的被害
- 交通
- ライフライン
- 避難者
- 帰宅困難者
- その他
- 複合災害シナリオ

2. 想定対象項目

想定項目		想定内容
地震動		震度分布、長周期地震動、地震動継続時間
地盤		液状化危険度 (P _l 値) 急傾斜地崩壊危険箇所
津波		津波高 浸水深
建物		ゆれによる建物被害 (全壊・半壊) 液状化による建物被害 (全壊・半壊) 急傾斜地崩壊による建物被害 (全壊・半壊) 火災による建物被害 (出火、焼失) 津波による建物被害 (全壊・半壊)
人的被害		建物全壊 (ゆれ・液状化) による死者数 急傾斜地崩壊による死者数 火災被害による死者数 津波浸水による死者数 屋内収容物の転倒・落下等による死者数 ブロック塀等の転倒による死者数 落下物等による死者数
交通	道路	橋梁・橋脚の被害 細街路の閉塞 緊急交通路の渋滞区間延長
	鉄道	橋梁・高架橋脚の被害
	港湾・空港	港湾施設被害 空港施設被害
ライフライン		ライフライン (電力、通信、ガス、上水道、下水道) の被害 立各ライフラインの復旧
避難者		発災後の避難者数
帰宅困難者		帰宅困難者の人数 主要なターミナル駅別人数
その他		エレベーター閉じ込め台数 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 ☆長周期地震動による被害

☆複合災害シナリオ
☆は定性的評価

被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):液状化

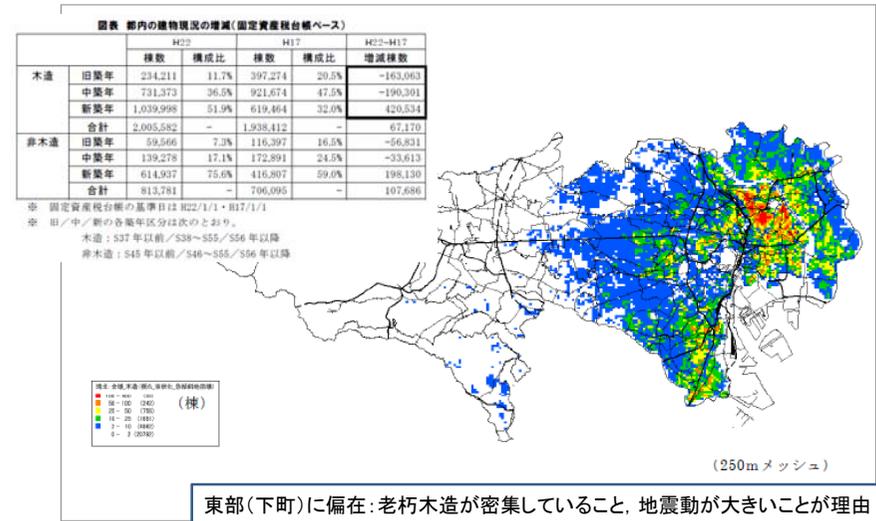


東京湾北部地震(M7.3)

軟弱地盤は液状化する。東部低地、古い埋め立て地、谷底低地
PL値の高い地域がすべて**浦安の映像**のようになるわけではない

被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):建物被害

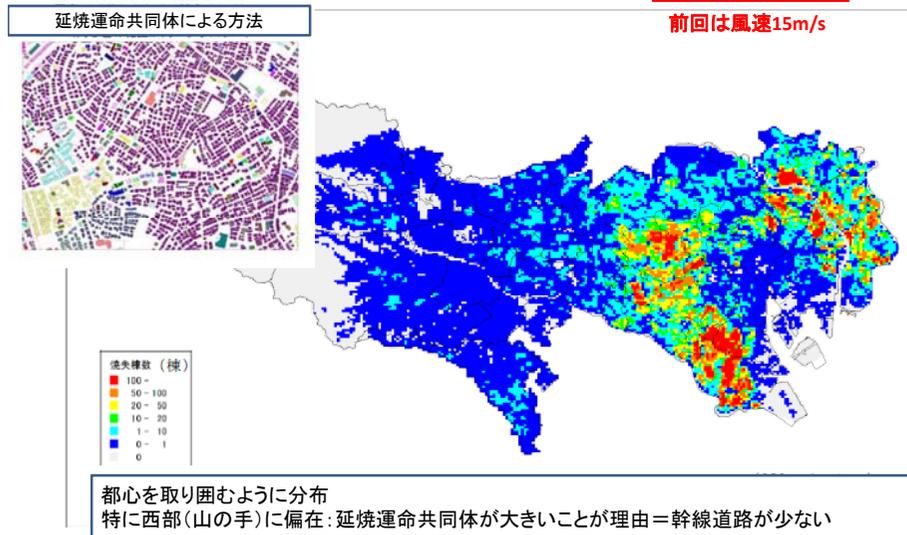
東京湾北部地震における木造全壊建物棟数の分布 (ゆれ)



東部(下町)に偏在:老朽木造が密集していること、地震動が大きいことが理由

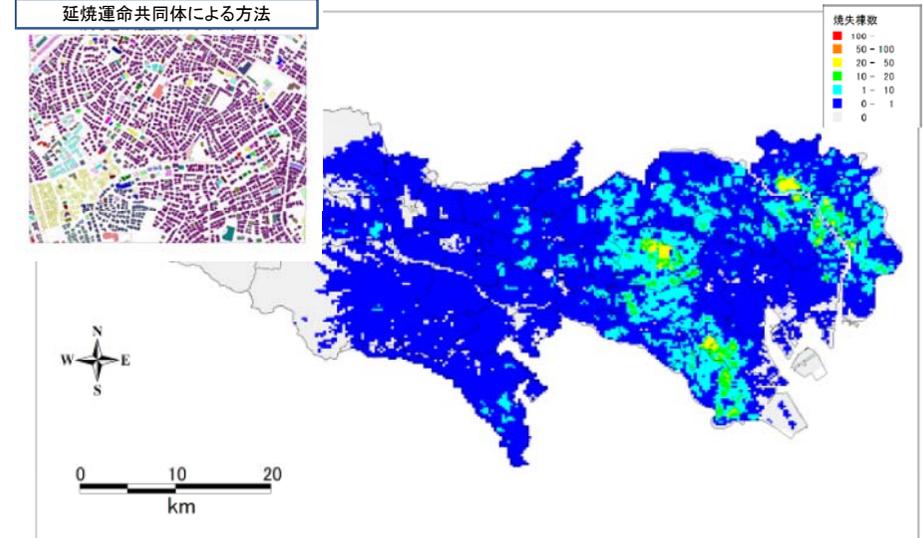
被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):火災

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)



被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):火災

延焼運命共同体による方法 (東京湾北部地震 冬 5時 風速 8m/s)



被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):死者

東京湾北部地震

【冬 18時】

●死者 (単位:人)

原因別	ゆれ 建物被害	急傾 斜地 崩壊	ブロッ ク 塀等	屋外 落下物	火災被害	合計	屋内 収容物 (参考値)
東京都	5,378	76	103	4	4,081	9,641	254
区部	5,222	54	93	4	3,964	9,337	218
多摩	156	22	10	0	117	304	36

●負傷者 (単位:人)

原因別	ゆれ 建物被害	急傾 斜地 崩壊	ブロッ ク 塀等	屋外 落下物	火災被害	合計	屋内 収容物 (参考値)
東京都	125,964	94	3,543	301	17,709	147,611	6,211
うち重傷者	15,487	47	1,382	32	4,944	21,893	1,347
区部	119,153	67	3,210	296	17,501	140,227	5,518
うち重傷者	15,131	34	1,252	31	4,886	21,334	1,201
多摩	6,811	27	333	5	208	7,384	693
うち重傷者	356	14	130	0	58	559	146

※屋内収容物被害は参考値のため、合計には含めない。

※小数点以下の四捨五入により、合計値は合わないことがある。以下同じ。

被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):ライフライン

- 交通施設(道路, 港湾, 空港)
- ライフライン:物的被害から機能障害を評価. 通信の輻輳による通信障害等は想定していない.
- ライフラインの復旧:
- 避難者:339万人(全壊・全焼+半壊×約5割)
- 帰宅困難者:517万人(ある程度制御したとして)
シンガポール, フィンランド, デンマークの人口規模
- その他:
 - エレベーター閉じ込め:7,500件
 - 震災廃棄物:4,289万t
 - 長周期の揺れによる被害:定性的評価揺れる

被害の地域分布の特徴(東京湾北部地震):複合被害

- 想定外への対応として深化

- 高潮+津波
 - 津波による浸水域の拡大可能性を指摘
- 急傾斜被害+被災後の豪雨・長雨
 - 土砂崩れの二次災害
- 下水道被害・ポンプ設備被害+被災後の豪雨・長雨:
 - 被災後の内水氾濫

地震被害想定結果の読み取りにあつての留意点

- **地震被害想定で描かれる災害状況像**
 - 限定条件付であることを意識すべきである.
 - ⇒ **すべてを説明しつづけているわけではない.**
 - 工学的に解明されている事象:
 - 精度高く想定可能
 - 工学的に解明されていない事象 ⇒ 定量化されていない
 - 新しい都市空間・システムの被災状況 ⇒ 想定されていない
 - 現代の人の被災状況 ⇒ 想定されていない
 - ⇒ **不確実性, 誤差を含む**

- 地震被害想定はあくまでも参考値.
- 地震被害想定を参考にして地域の被害状況を精度高く描き出す努力が必要
 - 「環境・人を見る目」と「想像力」が重要
- 「想定外」「想定以上」への心の準備が必要

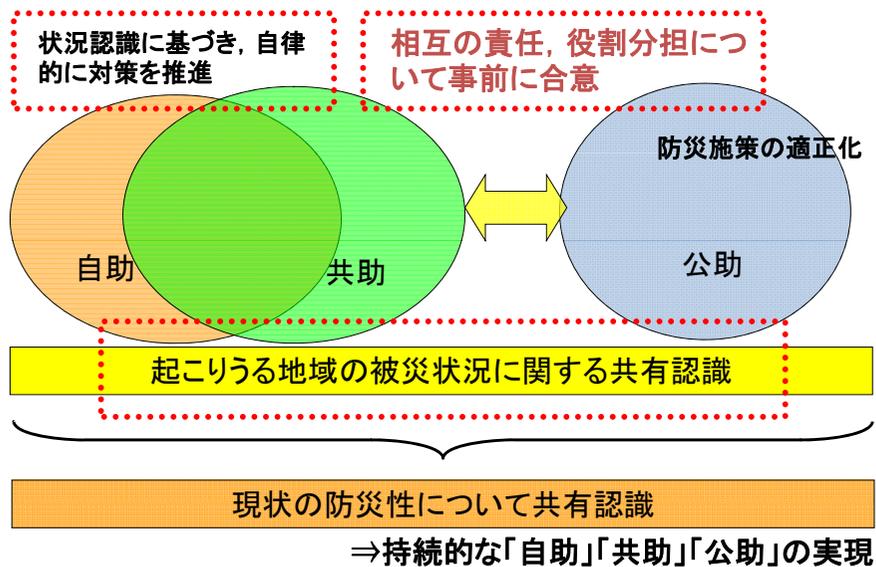
地震被害想定 of 課題

- 科学の限界
 - 工学的に分かるものだけ
 - 不確実性+誤差を本質的に含む
- 時間の限界
 - スピード感と拙速
 - 地震被害想定技術・精度のデフレ
- 社会の限界
 - 瞬間的な反応⇒むしろ持続性が重要
 - 行う側(行政, 学術):「想定外」恐怖症
 - **被害想定結果のインフレ? 傾向**
 - 見る側(市民):あきらめ感の醸成
 - **最適なソリューションは「起こらないことを祈る」**

地震被害想定 of 今後の課題

- 当面の対策目標としての地震被害想定
- 現状の対応能力を測る地震被害想定=地震防災戦略
- 「地震被害想定」⇒「**災害状況像**の想定」へ
 - 災害状況像=**被害と可能な対応シナリオの重ね合わせ**
 - 行政だけではなく, 各地域・地区で当事者が行うべき.
 - コミュニティの災害状況像
 - 業務地区の災害状況像

「自助」、「共助」、「公助」のあるべき姿



災害イメージを高める

- 災害イメージを高めるための素材
 - 過去の事例
 - 被害想定
- ⇒
 - 過去の災害から学ぶときの留意点
 - 被害想定から学ぶときの留意点

過去の災害から学ぶときの注意

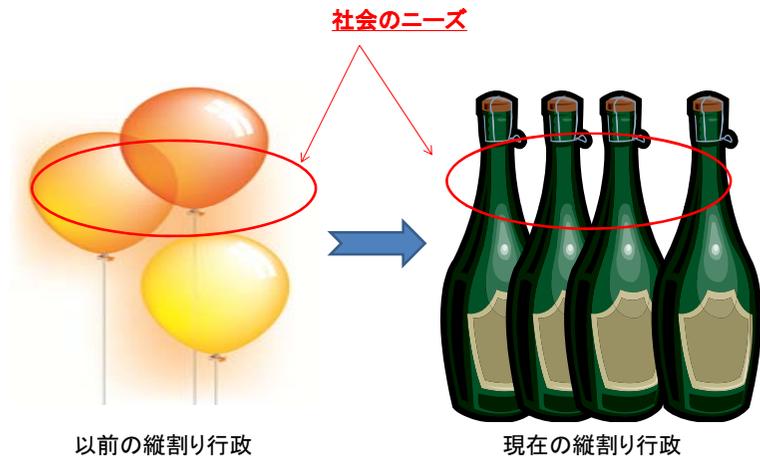
- 阪神・淡路大震災／東日本大震災の残像が強い
 - 社会全体が阪神淡路／東日本大震災に災害状況像に引きずられる傾向にある
 - **学び過ぎは良くない！**
- 阪神淡路／東日本大震災で現れた災害状況像
 - = 「当時の時代の空間, システム, 人」, 「気象条件」という条件付
 - 限定条件付であることを意識すべきである。
 - 今の市街地なら？ 気象条件が変わったら？ 今の地域社会なら？ 今の人間なら？
 - ⇒ **万能の教科書ではない。**
 - ⇒ **今の時代, 自分の地域に即した翻訳作業が必要**
 - ⇒ **そのためには, 「環境と人を見る目」と「想像力」が重要。**

東京の密集市街地と神戸の市街地の比較



これからの防災まちづくり

時代のトレンド: 細る行政機能



首都大学東京客員教授 竹村公太郎氏の説明をもとに作成

時代の潮流をふまえた防災まちづくりの新たな方向性

- **大都市・成長型モデルからの脱却**
 - これまでは, 成長期の東京モデル
 - これからは, 地方都市モデルの創出が不可欠
- **防災「だけ」からの脱却……今は盛り上がっているが, …**
 - 防災「だけ」まちづくり⇒防災「も」まちづくり
 - 啓発は重要だが, その限界をふまえるべき
- **義務とボランティアを超えるもの**
 - 防災を付加価値へ.
- **防災まちづくりを進める三点セット**
 - **市民先行・行政後追いの型**
 - **地域の必要性から新しい制度・仕組みを作り出す**
 - **NPOを含む多様な人材, 組織の連携(新しい公共)**

時代の潮流をふまえた防災まちづくりの新たな方向性

- **大都市・成長型モデルからの脱却**
 - これまでは, 成長期の東京モデル
 - これからは, 地方都市モデルの創出が不可欠
- **防災「だけ」からの脱却……今は盛り上がっているが, …**
 - 防災「だけ」まちづくり⇒防災「も」まちづくり
 - 啓発は重要だが, その限界をふまえるべき
- **義務とボランティアを超えるもの**
 - 防災を付加価値へ.
- **防災まちづくりを進める三点セット**
 - **市民先行・行政後追いの型**
 - **地域の必要性から新しい制度・仕組みを作り出す**
 - **NPOを含む多様な人材, 組織の連携(新しい公共)**

機会があれば

- 防災の基本
- 東日本大震災の復興まちづくりからみる防災都市づくり, まちづくりの論点
- 業務地区の防災の進め:都市再生法改正
- 帰宅困難者は何が問題か?!
- 残された防災課題

ご清聴ありがとうございました

本日の資料

加藤孝明 東京商工会議所で検索

Pdfをアップロードしておきます!