

過去から学び、首都直下地震に備える 建物・まちの対策

第24回震災対策技術展(横浜)

首都圏での大地震時のリスク

—地盤・建物の被害は？ 災害時の法的対策は？—

主催：日本建築学会 災害委員会(市民講座WG)

2020年2月6日

震災対策技術展・パシフィコ横浜

工学院大学・建築学部

久田嘉章

謝辞：工学院大学ブランディング事業(文科省助成)、新宿駅周辺防災対策協議会

首都直下地震：NHKパラレル東京 「30年70%の確率で首都東京は炎上・壊滅!？」

同時多発の延焼火災
火災旋風



体感 首都直下地震
あなたは生きのびられるか

最大震度7の激しい揺れ



都心は群衆雪崩



下町低地は液状化
地震洪水

ドラマ
パラレル東京
PARALLEL TOKYO

⇒ 最悪想定は防災・危機管理担当・報道関係者には有効、一般市民は絶望？
30年70%確率とは無関係、可能性が高いのは中小災害、対応は全く異なる

概要

○過去の震災からの教訓

- ・1923年関東大震災から2016年熊本地震まで
- ・建物の被害と耐震規定の変遷、都市型複合災害
- ・活断層近傍の強震動・断層変位と対策

○首都圏で想定される地震被害と対策

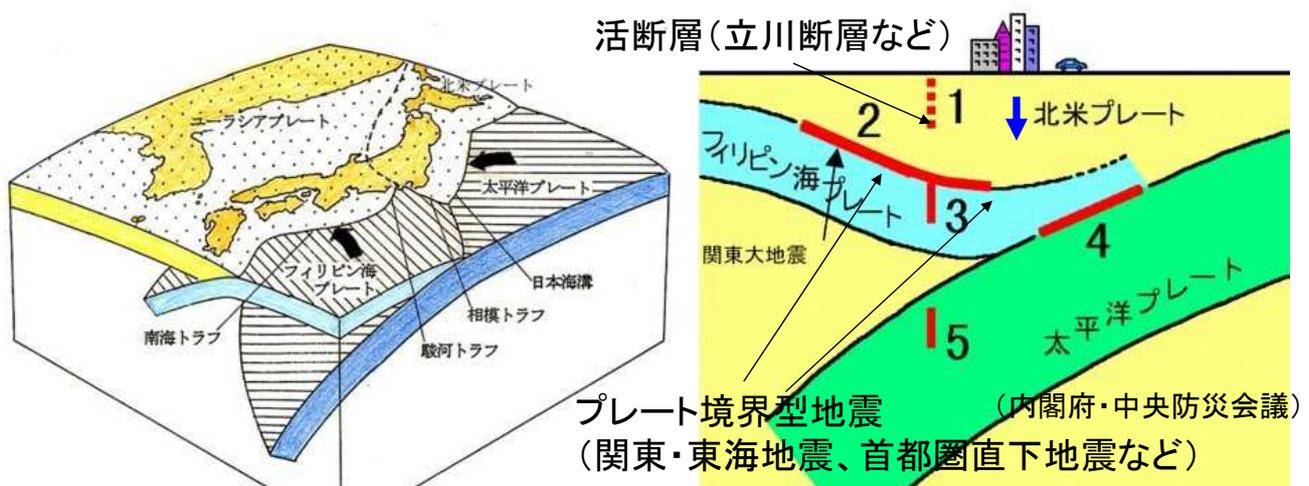
- ・首都直下地震と被害想定・対策(内閣府報告)
- ・最悪想定地震と可能性の高い首都直下地震

○レジリエントな地震・災害対策

- ・レジリエントな対策(事前・事後、ハード・ソフト)
- ・新宿駅周辺地域による取り組みの事例

3

首都圏での複雑なプレートと構造と 様々なタイプの首都直下地震



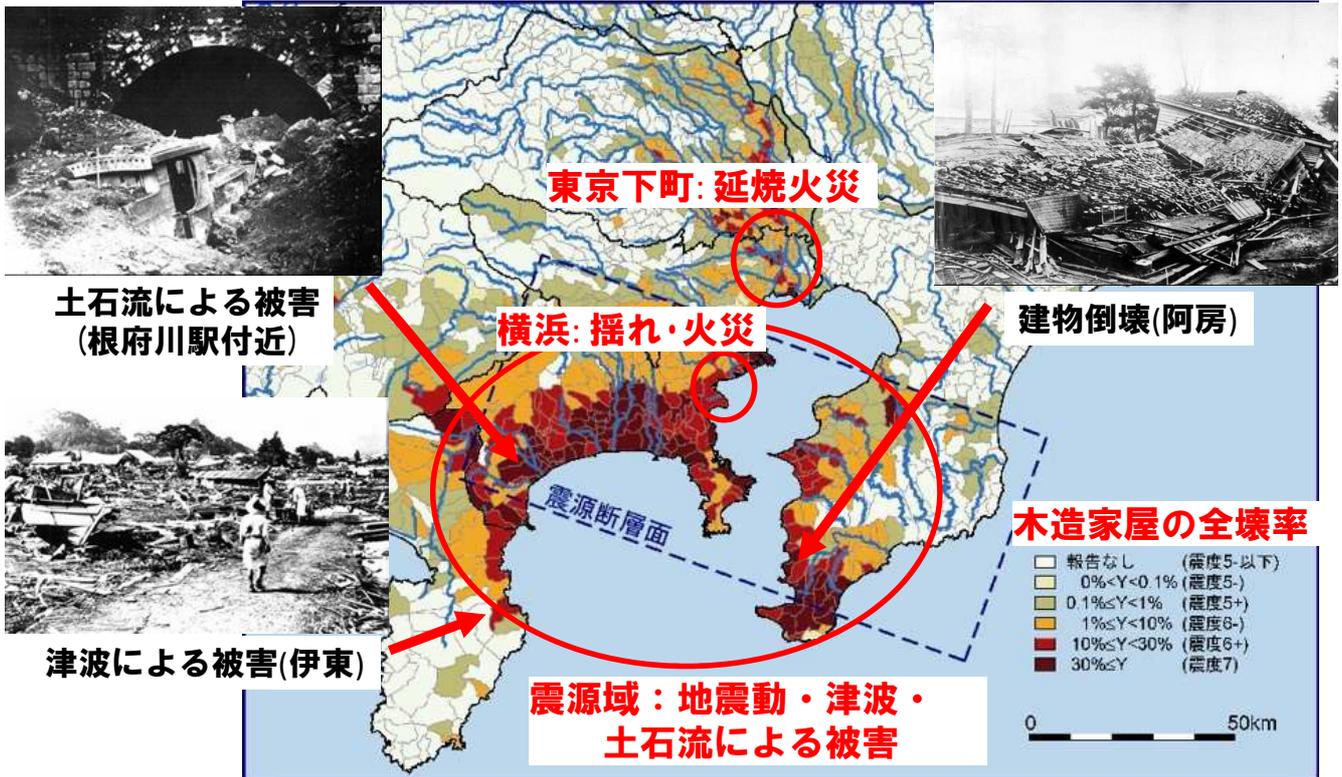
日本周辺のプレート構造

- ・太平洋プレートを中心とするプレート運動で日本列島は東西に圧縮(山地の隆起と、平野・盆地の沈降)
- 堆積層の厚さは数km
- 長周期地震動の発生・増幅

首都圏の地震と関東平野の沈み込み(約200万年で2~3km)

- ・日本の大都市は堆積盆地と呼ばれる地質的に軟弱な盆地・地盤上に位置(首都圏→関東堆積盆地、関西圏→大阪盆地、名古屋圏→濃尾平野など)

過去の震災からの教訓：1923年関東大震災



写真：国立科学博物館資料室

図：武村雅之：関東大震災（鹿島出版会 2003）より

東京市の震災 近代の震災対策の原点

地震発生：1923年9月1日正午

東京市：死者数 71,615名 (全体約10万)

圧死者数 3,668名 (5%)

焼死者数 56,774名 (78%)

水死者数 11,233名 (16%)

→ 95%の死者は火災による
(ただし、大規模延焼火災発生は
震災発生から4~5時間後)



**被服廠跡
(現横網町公園)
: 死者数 3万8千**

火災被害状況

- 火災地帯(概略)
- 罹災者集団地

- ・耐震・耐火対策 (1924年市街地建築物法の改正など)
- ・初期消火と避難 → 空地・広域避難場所の整備
→ 消火・避難訓練 ("逃げる対策・訓練")
- ・なぜ当時の人は"逃げた"? 約9割は借家住まい!

1948年福井地震と建築基準法の制定

・ 1948年福井地震 (M7.1) : 福井市直下の活断層により、福井市は壊滅的な被害(死者3769名)。気象庁は震度7を追加。

・ 1950年建築基準法の制定:

○基準法・第1条 この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する**最低の基準**を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もつて**公共の福祉の増進に資すること**を目的とする。

⇒ **原則：多数の死者が生じる等の公共の福祉に反しないこと**



小林啓美氏撮影

1948年福井地震による大和デパートの倒壊

<http://kanazawa.typepad.jp/weblog/2010/03/post-551f-1.html>



1945年太平洋戦争の敗戦による東京のバラック家屋(昭和22年)

早稲田大学 よく分かる!

<http://www.waseda.jp/student/weekly/contents/2006b/109e.html>

地震被害と建築基準法・耐震規定改正

「安全とは無被害ではなく、許容限界以下の被害であること」



1968年十勝沖地震
(RC造短柱被害など)



1978年宮城県沖地震
(ピロティ・偏心などバランス悪い建物)

1971年建築基準法改定

1981年改定(新耐震設計法の導入)

○1981年建築基準法施行令改正:新耐震基準の導入

- 1) **中地震**(建物の供用期間中に数回遭遇する程度の地震)に対して
(構造躯体は) **損傷せず、地震後も特に修復を要しないこと(損傷限界)**
- 2) **大地震**(建物の供用期間中に一度遭遇するかも知れない程度の地震)に対して
倒壊・崩壊せず、人命が守られること(安全限界) ⇒ 大地震で被害は必ず生じる!

写真: 鹿島建設:「地震による教訓」(<http://www.kajima.co.jp/tech/seismic/higai/030604.html>)

1978年宮城県沖地震(M7.4)の都市型災害

- 仙台市内の最大震度は5
- 28人死者のうち18人が、倒れたブロック塀などの下敷き
- 宅地造成地(緑ヶ丘など)の地盤崩壊
- 高層建物の被害(エレベータ閉じ込め、非構造壁・ライフライン施設被害)



1981年施行令改訂(耐震義務化)



高層マンションの被害(ほぼ全戸で非構造壁が、せん断破壊し玄関ドアが開かなくなった)→補修したが、東日本大震災でさらに大きな被害、取り壊しに...



宅地造成地の地すべり被害

宮城県: <http://www.pref.miyagi.jp/sdh-doboku/fureaidavori/fureaidavori01/fureaidavori01-3.htm>
(瀬尾和大氏・東工大名誉教授より)

1995年阪神・淡路大震災の被害と教訓

1995年兵庫県南部地震

(M7.3、1月17日 5時46分)

死者:6,434名 負傷者: 43,792名

直接死 5,520名

- 約8割: 建物倒壊による圧死
- 約1割: 家具類等の転倒による圧死
- 約1割: 焼死

関連死 914名

仮設住宅孤独死者数:233名

災害復興住宅孤独死者数:396名

活断層地震, 震度7
約20秒の揺れ
周期約1秒のキラーパルス



建物倒壊と火災が「震災の帯」の集中

http://dil.bosai.go.jp/workshop/01kouza_kiso/kasai/f5.htm



同時多発火災(285件)



建物被害:512,882棟



多くの病院も被災

死者の主な要因は建物倒壊と什器類の転倒：自助が最重要



大被害は1981年基準
以前の古い建物に集中

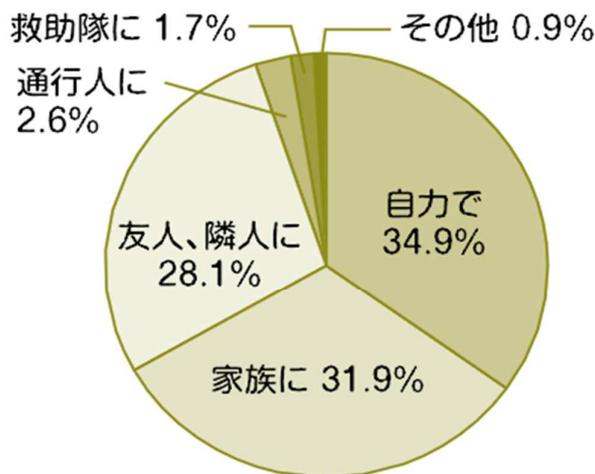
倒壊家屋は地域の初期消
火・救援救護活動を阻害

家具の転倒・落下

(神戸市・「1.17の記録」HP)

1995年「建築物の耐震改修の促進に関する法律(耐震改修促進法)」
2000年「建築基準法改定」、「住宅の品質確保促進法(品確法)」
→ 自助として、古い建物の耐震診断・補強、室内の安全対策

自助・共助による柔軟な災害対応



兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書
日本火災学会より

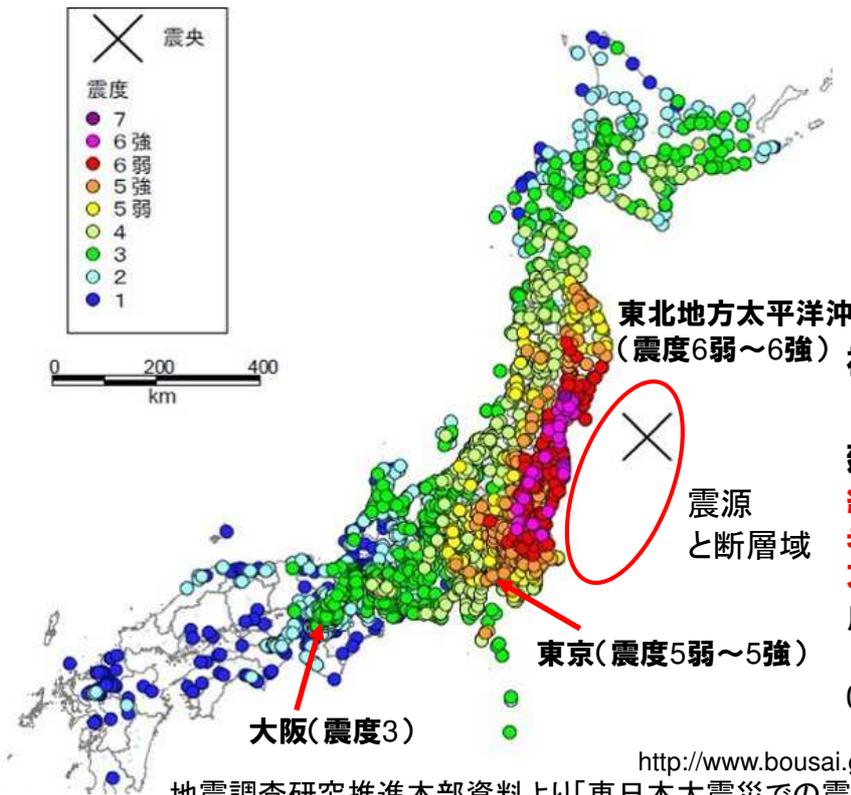


幸せ運ぼう (神戸市教育委員会、2008)

- 殆どの住民は逃げずに、消火・救援救護活動、大多数は地域住民が救助 ⇒ **自分の家・まちは自分たちで守る(自助・共助)**
- 「逃げる対策」から、「逃げないで被害に立ち向かう対策」へ
→ 自主防災組織等の初期消火・救援救護の資機材・訓練

2011年東日本大震災 震度分布と建物・人的被害

消防庁発表(2019年3月)



人的被害

死者: 19,689(約9割は溺死)
行方不明: 2,563
(災害関連死: 3,738、2019/9)

住家被害

全壊: 121,995
半壊: 282,939
一部破損: 748,109
火災: 330

被害額(直接被害、内閣府):
約16兆9000億円

建物被害と死者数(内閣府)

約1万9千人の死者・行方不明者のうち、内陸での死者・行方不明数は、125人(総務省消防庁発表被害報平成24年3月11日現在、死者・行方不明者の0.6%)

首都圏(最大震度5強)の様々な被害



津波(千葉県旭市)



液状化(浦安市)



天井崩落(九段会館) **基準法改正(特定天井)**

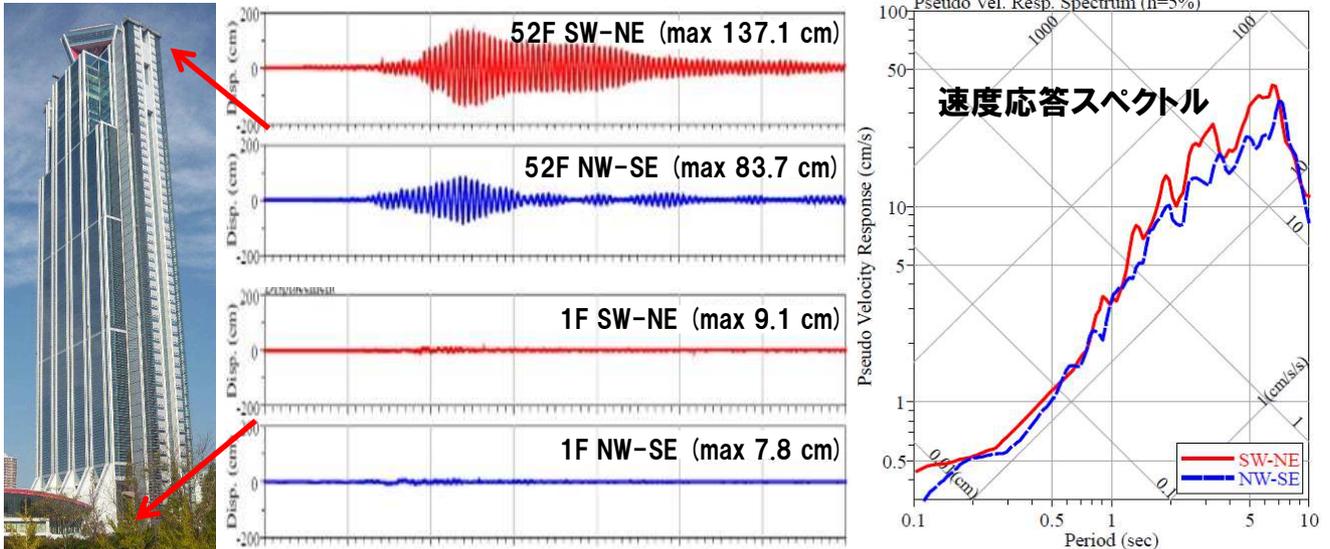


・首都直下地震帰宅困難者対策協議会(内閣府・東京都、2011-2012)
・東京都帰宅困難者対策条例(2013)
⇒帰らない・逃げない対策の推進

帰宅困難者と大渋滞(新宿駅南口)

長周期地震動と超高層建築(柔構造)の大きな揺れ 大阪府咲洲庁舎(大阪湾岸、55階建て)

- 地上震度3、建物周期と地盤の卓越周期が一致(約7秒で共振)
- スプリンクラー破損による漏水、階段壁面のパネル落下、100カ所以上のひび割れ、エレベータによる閉じ込めなど多数の被害
- 震災直後、上層階の被害を防災センターで全く理解できなかった



小山(2011): 第39回地盤震動シンポジウム資料(2011/11/15(火))

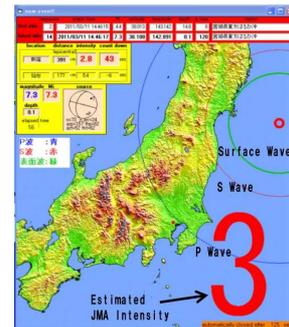
2011年東日本大震災における都心部の超高層建築 工学院大学(28階鉄骨造)の被害状況と帰宅困難者の受け入れ



28F(天井パネルの落下)



24F(本棚の転倒、間仕切り壁の変形)



緊急地震速報
(防災化技研との共同)



新宿駅周辺の大混乱



帰宅困難者の受入(約700名)

階層	簡易震度	層間変形(最大値)	
		東西方向	南北方向
29F	5強	1/572	1/408
22F	5弱	1/362	1/520
16F	5強	1/451	1/564
8F	5強	1/645	1/514
1F	4		

即時被災度判定
(強震観測記録)

東日本大震災で東京消防庁管内で発生した火災事例 (東京消防庁、消防科学防災センター)

主な出火原因(全火災32件、6月8日現在)

主な出火原因	件数	火災概要
電気ストーブ	9	地震により室内の収容物が落下や転倒した際に、電気ストーブのスイッチが入り落下物や周囲の可燃物に接触して出火
配電用変圧器	5	地震により変圧器内の接続部が緩み、発熱して出火
鑑賞魚用ヒータ	3	地震の揺れで水槽が転倒し、観賞魚用ヒータが衣類に接触して過熱され出火
ガステーブル等	2	地震により転倒した棚によって、ガステーブル(フッシュ式)の点火スイッチが入るとともに、棚に積まれていたタオルがこんろ部に落下して出火
白熱灯スタンド	2	地震で白熱灯スタンドが転倒し、布団に接触して出火
その他	11	①震によりガス配管に亀裂が入り、近くの糊付機を作動した際に漏れたガスに引火して出火 ②地震により流し台上の電気こんろが落下し、スイッチが入り床板に着火して出火 他9件



東京都帰宅困難者対策条例(2013年3月施行) → 首都圏で515万人(幹線道路麻痺・大群衆が危険因子に)

○ 一斉帰宅の抑制(「帰らない・避難しない」が基本へ)

・ 都民の取組 むやみに移動しない、

家族との連絡手段を複数確保するなど事前準備(171、携帯伝言・・・)

・ 事業者の取組 従業員の一斉帰宅の抑制

施設の安全確保、最低3日分の水・食糧など、従業員との連絡手段の確保など事前準備、駅などにおける利用者の保護、生徒・児童等の安全確保

○ 安否確認と情報提供のための体制整備

○ 一時滞在施設の確保(国や自治体、民間施設)

○ 状況安定後の帰宅支援(帰宅支援ステーション、代替輸送手段など)

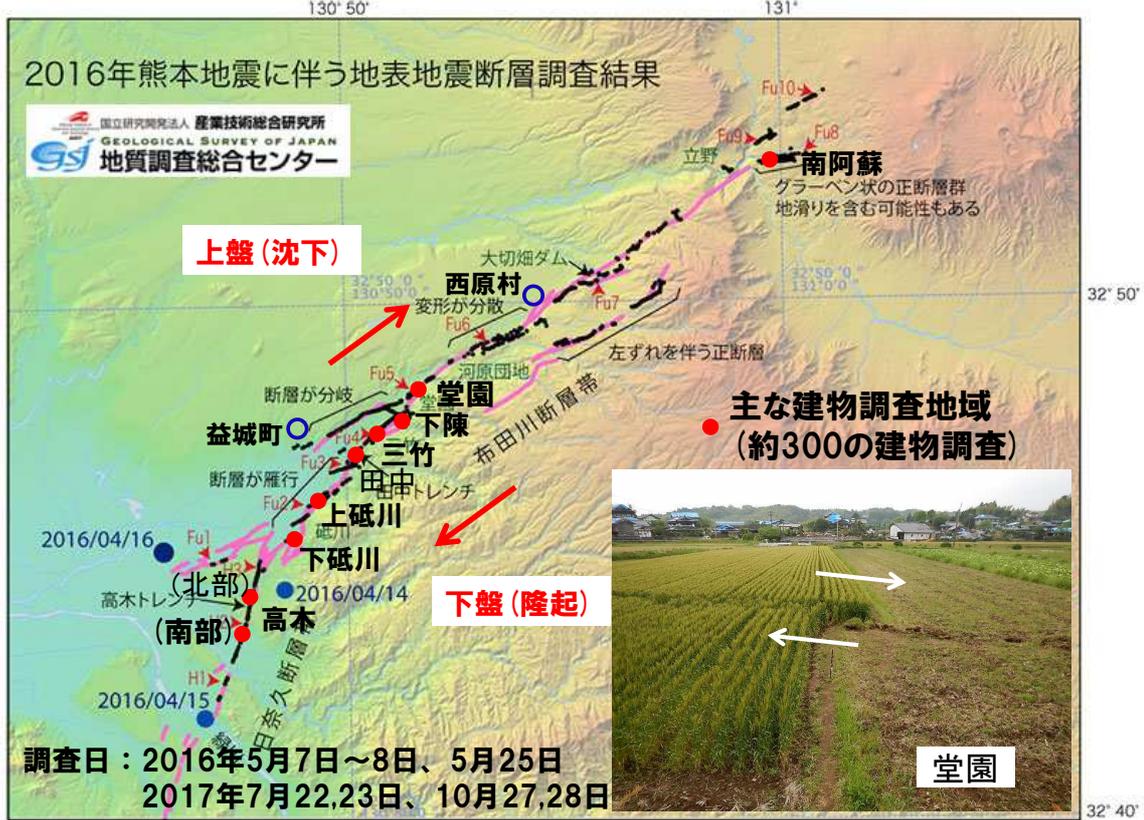
→ 住宅・マンションも同様に、避難民にならない・自宅に留まる対策を

最大340万人(含:ライフライン停止)。本来、避難所は家を失った人へ!

→ 大震災時に家族との連絡は困難、家庭・職場・学校で万全な対策を

耐震性能の向上、家具類の落下・転倒防止、最低1週間分の備蓄、普段から地域での共助体制、171などに加えて被害外への共通の連絡先など

2016年熊本地震の地表地震断層と建物被害調査



活断層による強震動と断層変位：避けるしかない!?



1971 San Fernando地震の断層変位による建物被害(写真: USGS)

○米国の活断層法(Alquist-Priolo Earthquake Faulting Zones Act, 1972)

- ・幅が300m(1000 feet)程度の活断層帯(Fault Zone)を公開
- ・zone内は地質専門家による現地調査義務化
- ・断層が確認された場合、断層線から約15m(50 feet)建物をセットバック
- ・既存建物の持ち主は耐震推進の義務
- ・日本では一部地方条例で開発・建築制限
- ・建築基礎構造設計指針(日本建築学会、2001):断層を跨いで立てないことを推奨

Earthquake fault in Beverly Hills

The Santa Monica fault zone runs through the heart of Beverly Hills' Rodeo Drive shopping district, according to a new state map.



2018年に公開されたロサンゼルス市北部の活断層帯(LA Times, 2018)

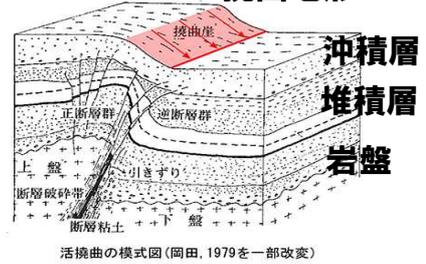
活断層近傍での建築・開発禁止への様々な疑問点

(例えば、Bray, 2001, 2009, 2012; 常田, 2004; 久田, 2008, 山崎, 2015など)

- ・一般建築の耐用年数に比べて、**活断層帯地震の再現期間は非常に長い**(数千～数万年)⇒**極稀地震**(数百年に1度)とは異なる
- ・堆積層がある場合には**撓曲地形**を形成し、変位は分散、地表地震断層が出現しない
- ・**沖積層(若い地層)や人工的な地盤改変**などがある場合、一般に**断層の出現位置を明確に特定することは不可能に近い**
- ・より可能性の高い**液状化**や**地すべり**でも同様な地盤変状被害を生じるが、なぜ活断層だけは主断層だけでなく、**副断層を含めて1cmでも断層変位の可能性があれば厳しく規制するのか?**
- ・断層直上で、大規模な断層変位を受けても被害を免れている建物の実例が多数ある

⇒1999年集集/コジャエリ地震、2016熊本地震等

撓曲地形



活断層の模式図(岡田, 1979を一部改変)

液状化



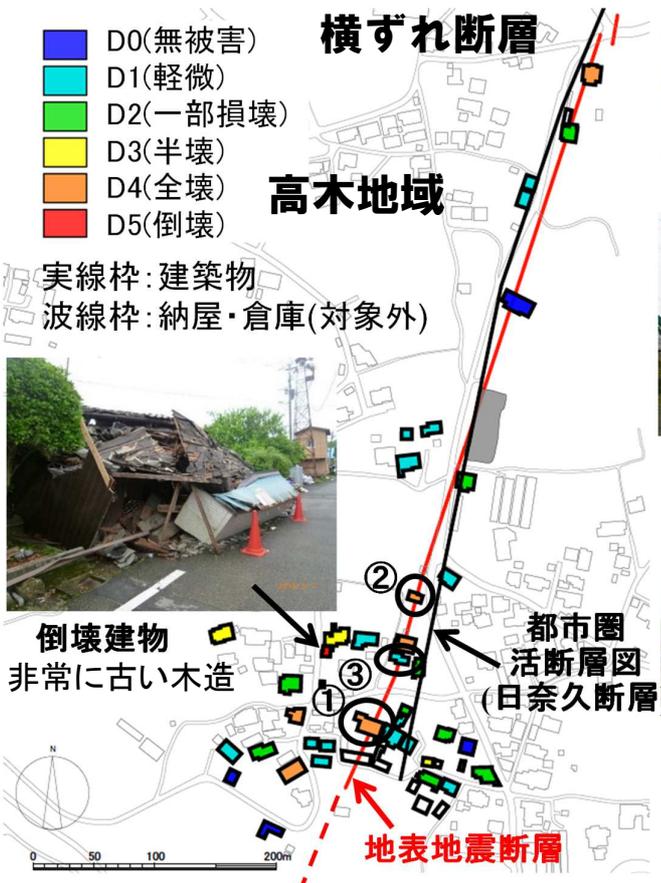
1964年新潟地震(時事通信社)



地すべり

2011年東北地方太平洋沖地震(釜井)

地表地震断層直上の建物被害



建物①(築80年の伝統木造家屋、D4)⇒撤去



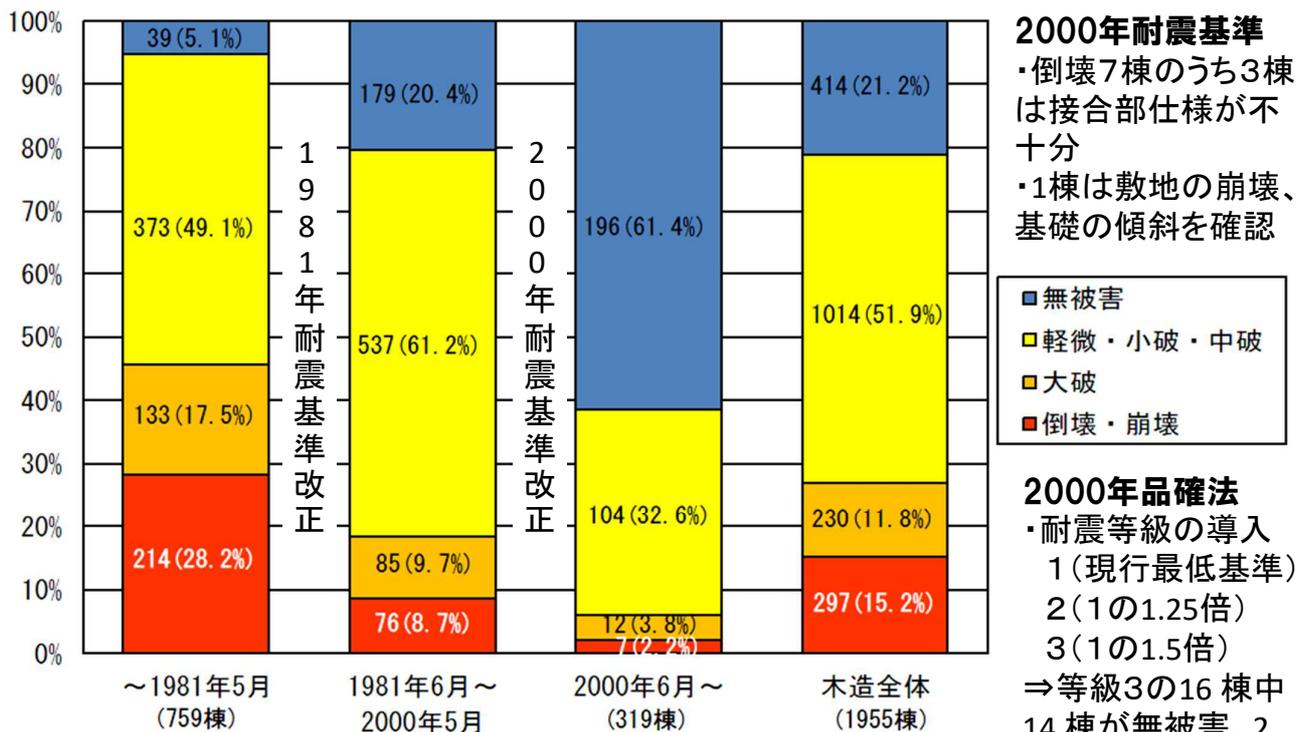
建物②(古い在来木造建物、D4)⇒撤去予定



建物③(新しい在来木造? D1)⇒現存
→断層直上でも2000年基準以降の建物では
べた基礎・耐震壁等の変形抑止が有効。
縦ずれ断層の直上では建物傾斜に注意

想定内：木造の建築時期別の被害状況

益城町の木造住宅被害：熊本地震建築物被害調査報告



2000年耐震基準
 ・倒壊7棟のうち3棟は接合部仕様が不十分
 ・1棟は敷地の崩壊、基礎の傾斜を確認

■ 無被害
 ■ 軽微・小破・中破
 ■ 大破
 ■ 倒壊・崩壊

2000年品確法
 ・耐震等級の導入
 1 (現行最低基準)
 2 (1の1.25倍)
 3 (1の1.5倍)
 ⇒ 等級3の16棟中14棟が無被害、2棟が軽微

熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会報告書(2016)

活断層と建築の対策：益城町の市街地復興に向けた安全対策のあり方等に関する最終報告(国交省2017)

・活断層のズレに対する安全対策(提案)

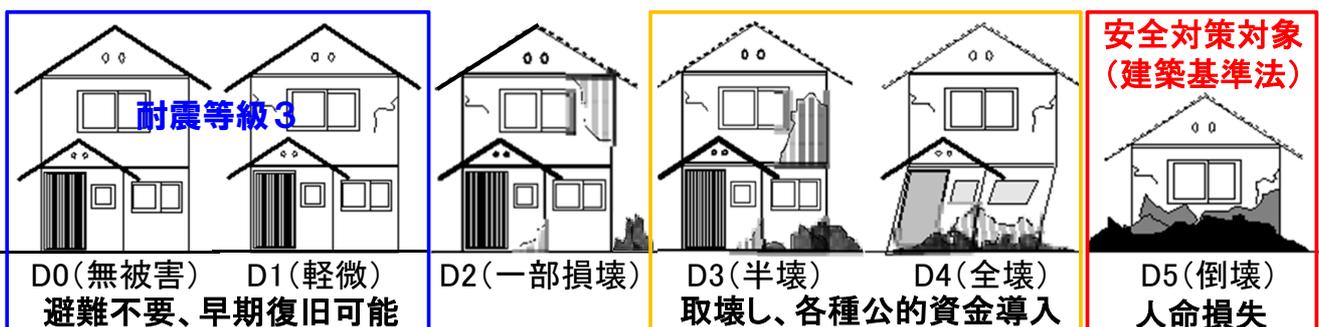
(1) 低層建築物について

⇒ 今後、新築される建築物について特段の追加的配慮は必要ない

⇒ 一般市民には何もしなくても良いと誤解される可能性あり

・建築基準法(最低基準)の「安全」とは「倒壊しない」の意味

⇒ 取壊しになれば、避難所・仮設住宅の生活等で死者が増大(直接死は50名、関連死は220名以上)、復旧・復興へ膨大な時間・費用



活断層直上のまちでは最低基準よりも高い耐震性を目指すべきでは？

奇跡の集落、命守った絆 西原村大切畑地区、 下敷き9人救出(2016/05/05付 西日本新聞朝刊)



救出の様子を語る消防団員の田中憲聖さん＝熊本県西原村小森の大切畑地区、神崎卓征撮影(朝日新聞 2016年4月19日)

熊本県西原村の大切畑地区:4月16日未明、うなりを上げるチェーンソーの火花が、闇に光っていた。ジャッキを手にした住民たちの叫び声が響く。ひしゃげた家屋の下から、泥だらけの9人が次々に助け出された。

熊本県・阿蘇地域防災訓練 西原村発災対応型防災訓練

平成 27年 8月 30日(日) 午前8時30分
訓練地震発生!! 場所:西原村全域

今回の訓練は、熊本県が行う「熊本県・阿蘇地域防災訓練」に併せて実施するもので、阿蘇郡市7市町村が同じ時間帯で、同じ想定のもと訓練を行います。

(想定)
平成 27年 8月 30日(日) 午前8時30分、布田川断層帯を震源とするマグニチュード7.0の地震が発生。前日までの大雨により地盤が弱くなっていたことから、土砂災害が多数発生している。

●当日の流れ

地震発生!(防災無線で訓練地震発生の放送を流します)

各自机の下に潜るなど身を守る行動

揺れが収まったらそれぞれ指定された場所に避難

各避難所で消火訓練・救命救護訓練
(訓練内容は集落ごとに各区長、消防団で計画されます。それぞれ指定された場所に避難し、訓練を行ってください)



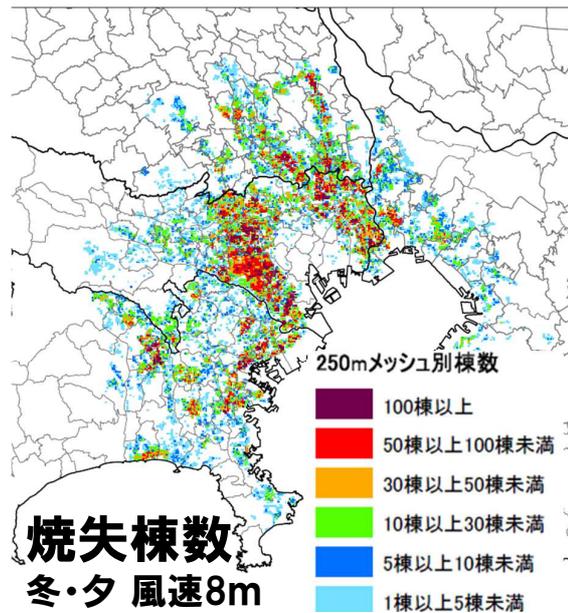
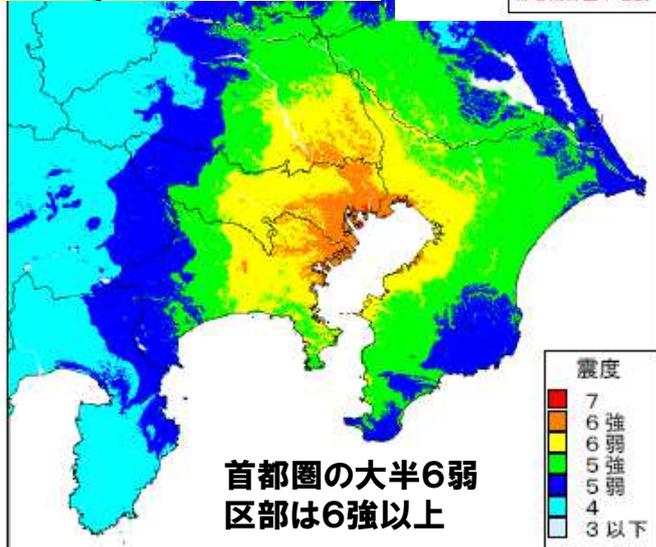
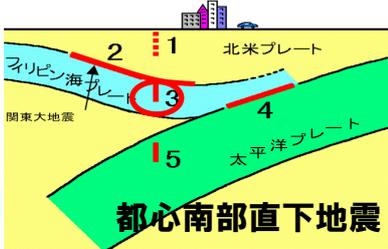
※当日は、西原中学校のグラウンドで、地震車による地震体験、救助犬による傷病家救出訓練なども予定しています。各集落の訓練が終わりましたら、ぜひ足をお運びください。

西原村発災対応型防災訓練のチラシ(大切畑地区ではチェーンソー・ジャッキ等による救出訓練も実施していた)

消防団の発災対応型防災訓練が活きた西原村(福和先生)

<http://bylines.news.yahoo.co.jp/fukuwanobuo/20160913-00062100/>

想定首都直下地震(M7.3)の想定被害(2013年内閣府)



最悪条件(冬・夕方・風速8 m/s)
・全壊・焼失棟数 61万棟、
・死者2.3万人、負傷者12.3万人
(重傷:2.4万人)、要救助者5.8万人

都心南部直下地震の震度分布 ⇒ 無数に考えられるシナリオ地震被害の一例
30年70%確率で起こるわけではない!

都心南部直下地震による建物被害推定結果

都心南部直下地震における建物等の被害

項目		冬・深夜	夏・昼	冬・夕
揺れによる全壊		約 175,000 棟		
液状化による全壊		約 22,000 棟		
急傾斜地崩壊による全壊		約 1,100 棟		
地震火災による焼失	風速3m/s	約 49,000 棟	約 38,000 棟	約 268,000 棟
	風速8m/s	約 90,000 棟	約 75,000 棟	約 412,000 棟
全壊及び焼失棟数合計	風速3m/s	約 247,000 棟	約 236,000 棟	約 465,000 棟
	風速8m/s	約 287,000 棟	約 272,000 棟	約 610,000 棟
ブロック塀等転倒数		約 80,000 件		
自動販売機転倒数		約 15,000 件		
屋外落下物が発生する建物数		約 22,000 棟		

全壊の定義：(以降、同じ)

住家がその居住のための基本的機能を喪失したもの、すなわち、住家全部が倒壊、流失、埋没、焼失したもの、または住家の損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難なもの。なお、建物の構造的な倒壊・崩壊はこの全壊に含まれる。

なお、液状化の場合、外観目視判定により一見して住家全部あるいは一部の階が倒壊している等の場合、あるいは傾斜が 1/20 以上の場合、あるいは住家の床上 1m まで地盤面に潜り込んでいる場合が全壊に相当する。液状化による建物全壊等によって人的被害は発生した事例は少ない。

2013年内閣府

都心南部直下地震による人的被害推定結果

都心南部直下地震における人的被害

項目		冬・深夜	夏・昼	冬・夕
建物倒壊等による死者 (うち屋内収容物移動・転倒、屋内落下物)		約 11,000 人 (約 1,100 人)	約 4,400 人 (約 500 人)	約 6,400 人 (約 600 人)
急傾斜地崩壊による死者		約 100 人	約 30 人	約 60 人
地震火災による死者	風速3m/s	約 2,100 人 ～約 3,800 人	約 500 人 ～約 900 人	約 5,700 人 ～約 10,000 人
	風速8m/s	約 3,800 人 ～約 7,000 人	約 900 人 ～約 1,700 人	約 8,900 人 ～約 16,000 人
ブロック塀・自動販売機の転倒、屋外落下物による死者		約 10 人	約 200 人	約 500 人
死者数合計	風速3m/s	約 13,000 人 ～約 15,000 人	約 5,000 人 ～約 5,400 人	約 13,000 人 ～約 17,000 人
	風速8m/s	約 15,000 人 ～約 18,000 人	約 5,500 人 ～約 6,200 人	約 16,000 人 ～約 23,000 人
負傷者数		約 109,000 人 ～約 113,000 人	約 87,000 人 ～約 90,000 人	約 112,000 人～ 約 123,000 人
揺れによる建物被害に伴う要救助者 (自力脱出困難者)		約 72,000 人	約 54,000 人	約 58,000 人

東京都被害想定(2011)での東京湾北部地震(冬夕方18時・風速8m/秒)で死者約9,700名

建物の耐震化・室内対策による被害低減効果

注:耐震化とは 1981年基準	建物の耐震性強化			
	耐震化率	耐震化率	耐震化率	耐震化率
	79% (全国)	90% (全国)	95% (全国)	100% (全国)
	87% (東京都)	94% (東京都)	97% (東京都)	100% (東京都)
揺れによる 全壊棟数	約 175,000 棟	約 98,000 棟	約 63,000 棟	約 27,000 棟
建物倒壊等による 死者数 (冬・深夜)	約 11,000 人	約 6,100 人	約 3,800 人	約 1,500 人

	家具等の転倒・落下防止対策強化		
	現状	実施率 75%	実施率 100%
屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による 死者数 (冬・深夜)	約 1,100 人	約 700 人	約 400 人
屋内収容物移動・転倒、屋内落下物による 重傷者数 (冬・深夜)	約 6,400 人	約 5,200 人	約 3,500 人

建物被害は火災発生を誘引するだけでなく、地域での道路を閉塞するなど、救急・救援活動を大きく妨げる妨げとなる。耐震化とは現行の最低基準である建築基準法での耐震性能。人口稠密な首都圏の建物はより高い耐震性能(耐震等級2以上、免震など)を目指すべき。

避難者・帰宅困難者数の推定結果

避難者		避難者数		
		避難所	避難所外	
1日後	合計	約 3,000,000	約 1,800,000	約 1,200,000
	うち都区部	約 1,500,000	約 910,000	約 600,000
2週間後	合計	約 7,200,000	約 2,900,000	約 4,300,000
	うち都区部	約 3,300,000	約 1,300,000	約 2,000,000
1ヶ月後	合計	約 4,000,000	約 1,200,000	約 2,800,000
	うち都区部	約 1,800,000	約 540,000	約 1,300,000

帰宅困難者数	人数(人)	割合(%)
1都4県	約 6,400,000～約 8,000,000	38%～47%
東京都	約 3,800,000～約 4,900,000	41%～52%

※4県(茨城県、埼玉県、千葉県、神奈川県)

避難者：建物被害だけでなく、断水・停電でも避難者数に計上。居住不可能の建物以外、十分な**備蓄(できれば1週間分)**をして**自宅待機が原則**

帰宅困難者：周辺状況が分かるまで**建物・地域で待機が原則**。その後、残る者(BCPコアメンバーなど)、帰宅する者の選別が必要(3日分以上の備蓄、交代要員の配慮…)

2004評価 2014評価
 119年間 220年間
 に5回(30 年に72%) に8回(30 年に66%)

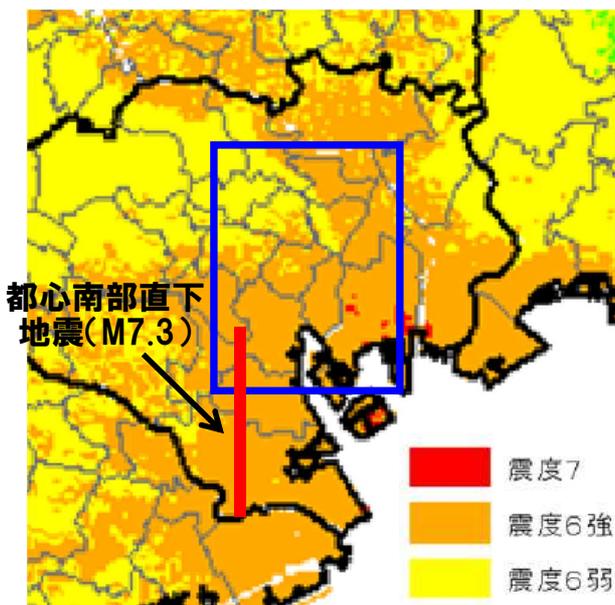
M7級の首都直下地震(相模トラフ沿い)の歴史地震と30年70%の発生確率

想定首都直下地震(M7.3)より小さい(平均M6.9) 想定首都直下地震(20-30 km)より倍程度深い(平均深さ約52km)

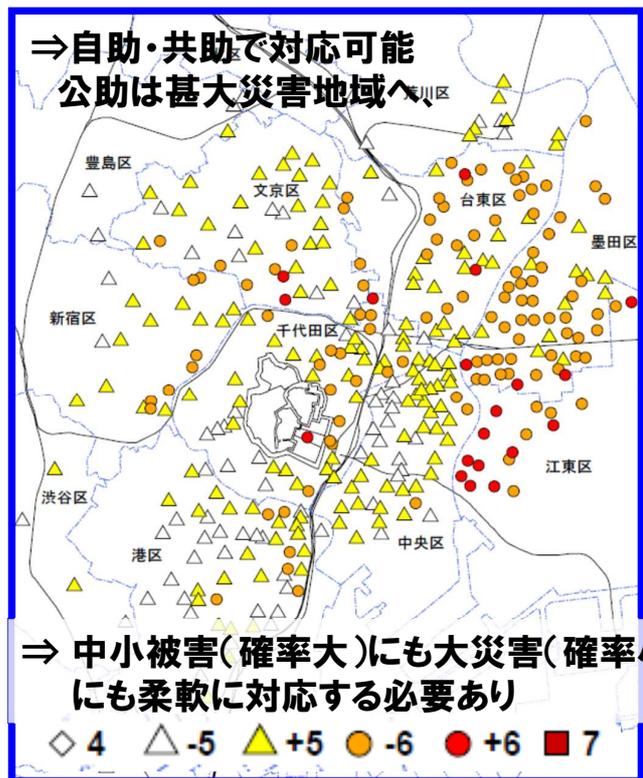
番号	推本 2004	推本 2014	地域・名称	西暦	北緯	東経	M	深さ (km)	震源 位置	被害摘要
1			元和江戸	1615	35.7	139.7	6.8?	20数?		家屋が倒壊し、 死傷多く 地割れを発生。
2			寛永小田原	1633	35.2	139.2	7?	浅い		小田原で民家の倒潰多く 死150 。熱海に津波が襲来。
3			慶安相模	1648	35.2	139.2	7?	不明		小田原城破損、領内で潰家が多かった 死1
4			慶安武蔵	1649	35.8	139.5	7?	やや深い		川越で大地震、町屋700軒ほど大破 圧死多数(50余名)
★			元禄関東	1703	34.7	140	8.2	浅い	②	相模・武蔵・上総・安房で被害大。大津波、 死約1万人
5		○	天明小田原	1782	35.4	139.1	7?	20数?		小田原城破損、人家約800破損。江戸でも潰家や 死者あり
6		○	嘉永小田原	1853	35.3	139.2	6.7?	20数?		小田原領で潰家1千余 死24(100?) 。山崩れが多かった。
7		○	安政江戸	1855	35.7	140	7.1?	40数?	③?	下町で被害大 死7千-1万
8	○	○	明治東京	1894	35.7	139.8	7	40-80	③	東京・横浜の被害大。 死31(東京で死24。川崎・横浜で死7)
9		○	東京湾付近やや深い	1894	35.6	139.8	6.7	90	③	建物に小被害
10	○	○	茨城県南部	1895	36.1	140.4	7.2	40-80	④	被害範囲は関東東半分。全潰53 死6 。
11	○	○	茨城県南部	1921	36	140.2	7	53	③	千葉・茨城県境付近に家屋破損。道路亀裂などの 小被害
12	○	○	浦賀水道	1922	35.2	139.8	6.8	71	③	東京湾沿岸に被害があり。 東京・横浜で死2
★			関東大震災	1923	35.3	139	7.9	23	②	死10万以上 、住家全潰10万9千余、焼失21万2千余
13			丹沢	1924	35.3	139.1	7.3	0-10	②?	死19 。家屋全潰1200余。神奈川県中南部に著しい被害
14			北伊豆	1930	35	139	7.3	0	①	死272 。家屋全潰2165。山崩れ・崖崩れが多い
15			西埼玉	1931	36.2	139.2	6.9	3	①	死16 。家屋全潰207(住家76、非住家131)。
16	○		千葉県東方沖	1987	35.4	140.5	6.7	58	③	千葉県を中心 死2 。傷161。住家全壊16、一部破損7万余

- ・30年70%は、Scienceというよりも、Expert Judgment(専門家判断)
- ・過去400年のM7地震、**死者数千人1回**、**数百人3回**、**数十名以下12回**

首都直下地震と1855年安政江戸地震の震度分布



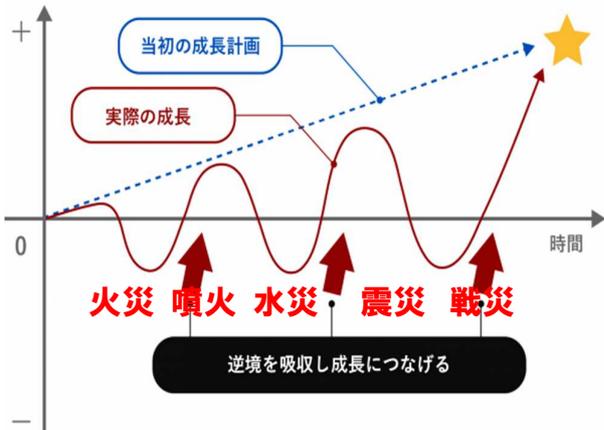
首都直下地震(M7.3)の推定震度(内閣府)
 実際の地震でこのような分布にはならない
 どこでも震度6の可能性があると解釈すべき
 「東京は火の海になるので耐震補強は無駄」、「殆どの病院は被災、重症者は助からない」など、諦めてしまうのは最悪の選択



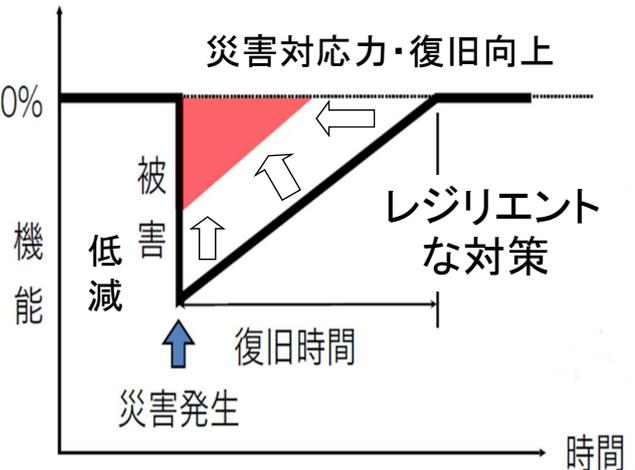
1855年安政江戸地震(M7)の震度分布
 作成 中村操氏 <http://www.bousai.go.jp/oshirase/h15/031222/2-3.pdf>

レジリエンスな災害対策の概念

レジリエンス:回復力、復元力、強靭さ
⇒失敗・災害などから立ち直る能力



“未来を変える”プロジェクト
<https://mirai.doda.jp/theme/resilience/5-points/>



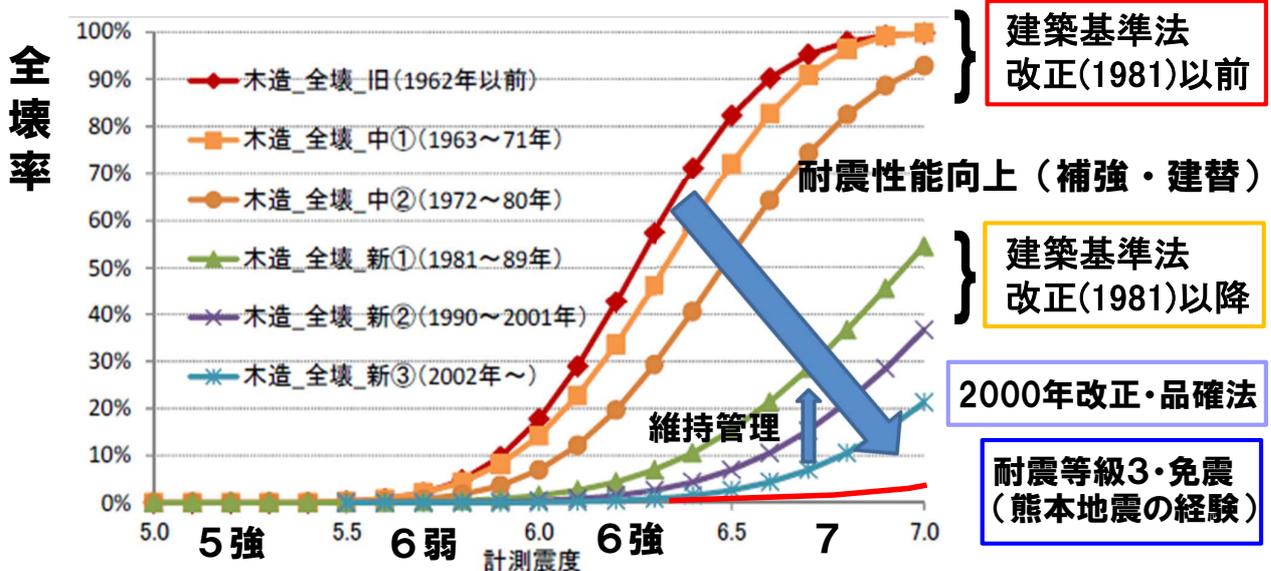
レジリエンスな災害対策

林春男「都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査・研究」

- ⇒ 事故・被害は必ず発生:事前の防災(ハード的)+事後の減災(ソフト的)
- ⇒ 得られた教訓を次の対策に反映し、より柔軟かつ強靭になる
- 「打たれ強い・転んでもただで起きない」⇒ **耐震構造、ビジネスへ、江戸・東京!?**

レジリエントな震災対策の概念

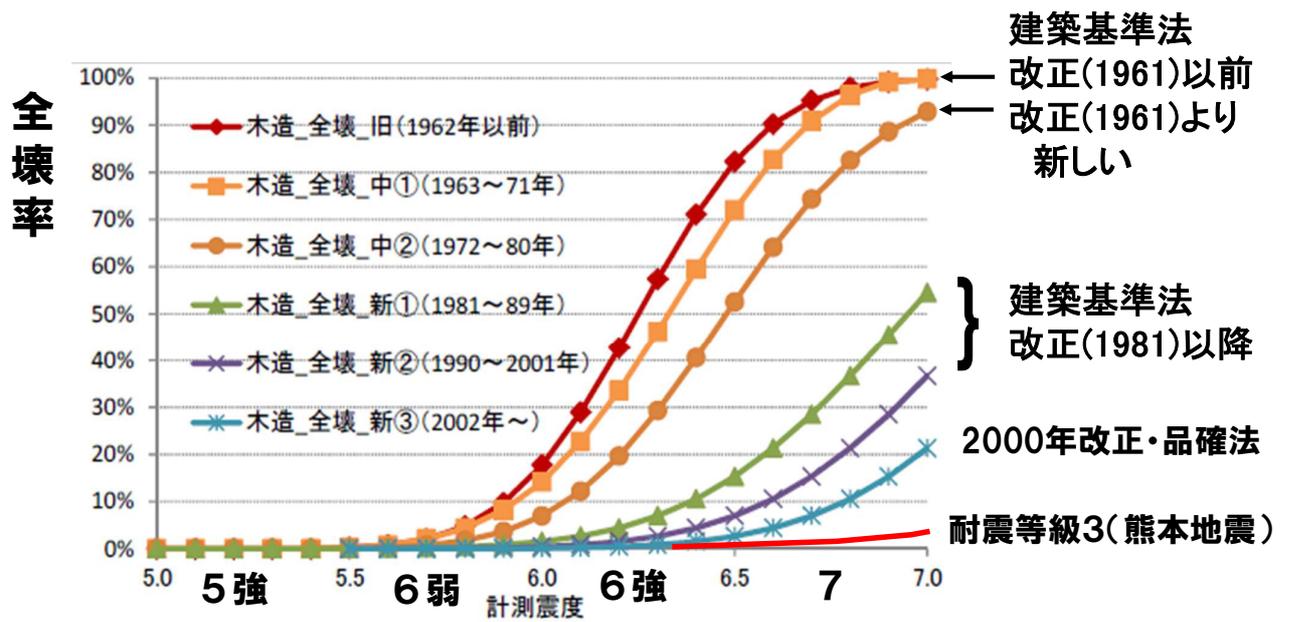
事前の防災対策(主にハード的対策)



木造建物の被害関数(内閣府被害想定2013)

事前の被害低減策⇒ まち・建物・室内の耐震性能向上・維持管理

東京・横浜のような震災リスクの高い巨大都市はより高い耐震基準を目指すべき

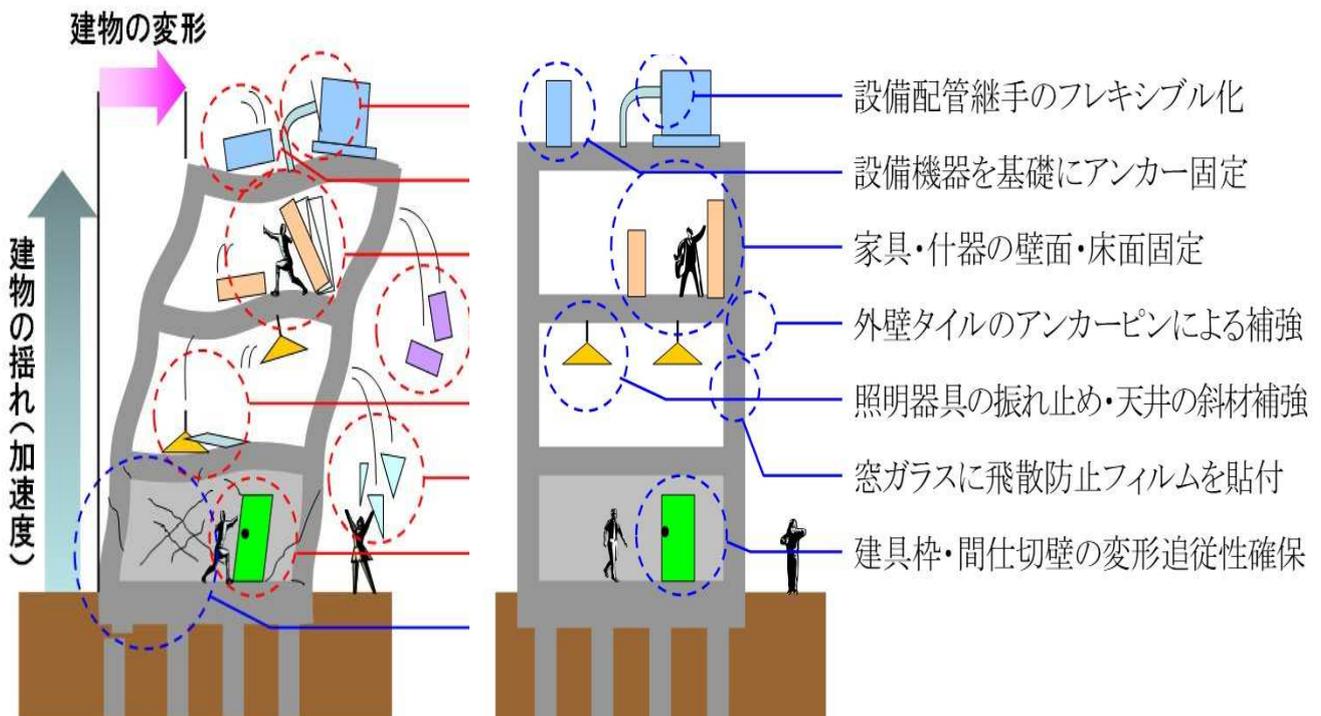


木造建物の被害関数 (内閣府被害想定2013)

事前の被害低減策⇒ まち・建物・室内の耐震性能向上・維持管理

東京・横浜のような震災リスクの高い巨大都市はより高い耐震基準を目指すべき

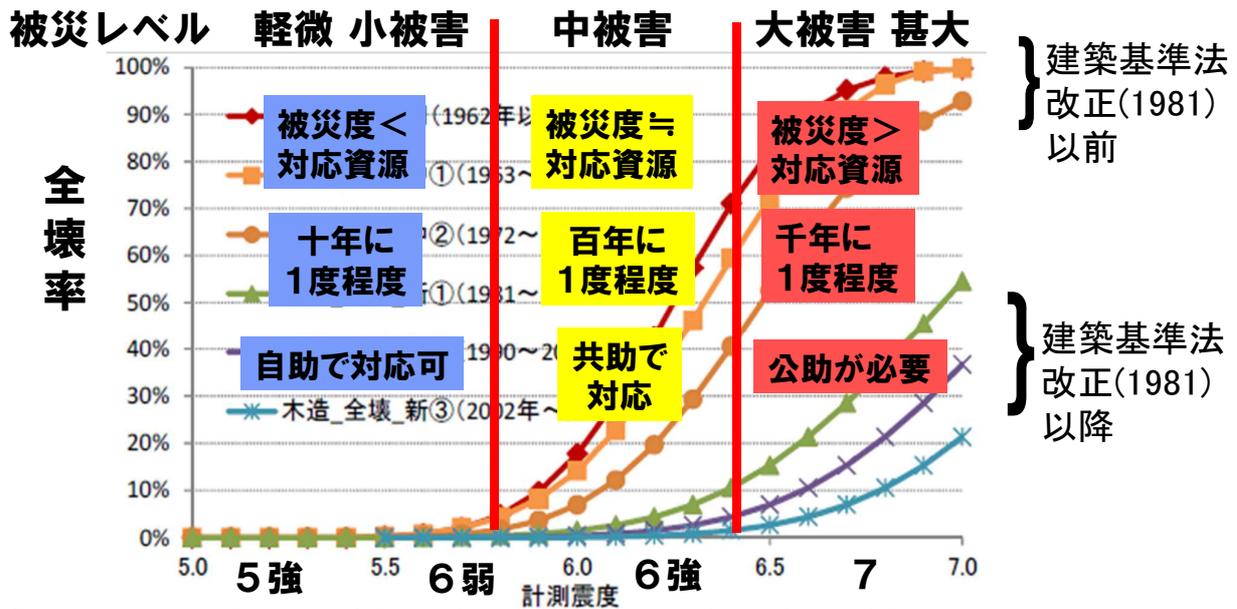
非構造部材の被害と対策 (管理者責任)



「逃げないですむ建物とまちをつくる—大都市を襲う地震等の自然災害とその対策—」
日本建築学会編(技報堂出版、2015)

レジリエントな震災対策の概念

事後の柔軟な対応力・復旧・復興力の向上

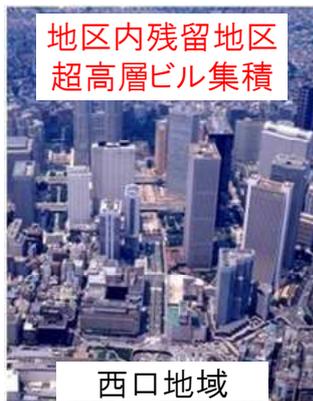


高層ビルの対応例: 避難せず 施設内退避 全館避難

地域の対応例: 初期消火 救援救護 地域外からの受援 広域避難

事後の災害対応・回復力能力の向上(災害対応従事者、一般市民)
(被災レベル別の対応計画・行動ルールと実践的な訓練・検証・改善)

新宿駅周辺地域の特徴と新宿駅周辺防災対策協議会



首都直下地震(東京湾北部、M7.3)

新宿駅周辺地域 震度6強

- ▶ 大量の滞留者(屋内:約32万人、屋外(行き場のない滞留者):約5万人)・帰宅困難者の発生
※東京都地震被害想定、2012
- ▶ 多数の死傷者の発生、周辺地域からの大量の避難者の流入、など

新宿駅周辺防災対策協議会

2002.3 新宿区帰宅困難者対策推進協議会を設立

2007.6 新宿駅周辺滞留者対策訓練協議会に名称変更

2009.4 新宿駅周辺防災対策協議会に名称変更

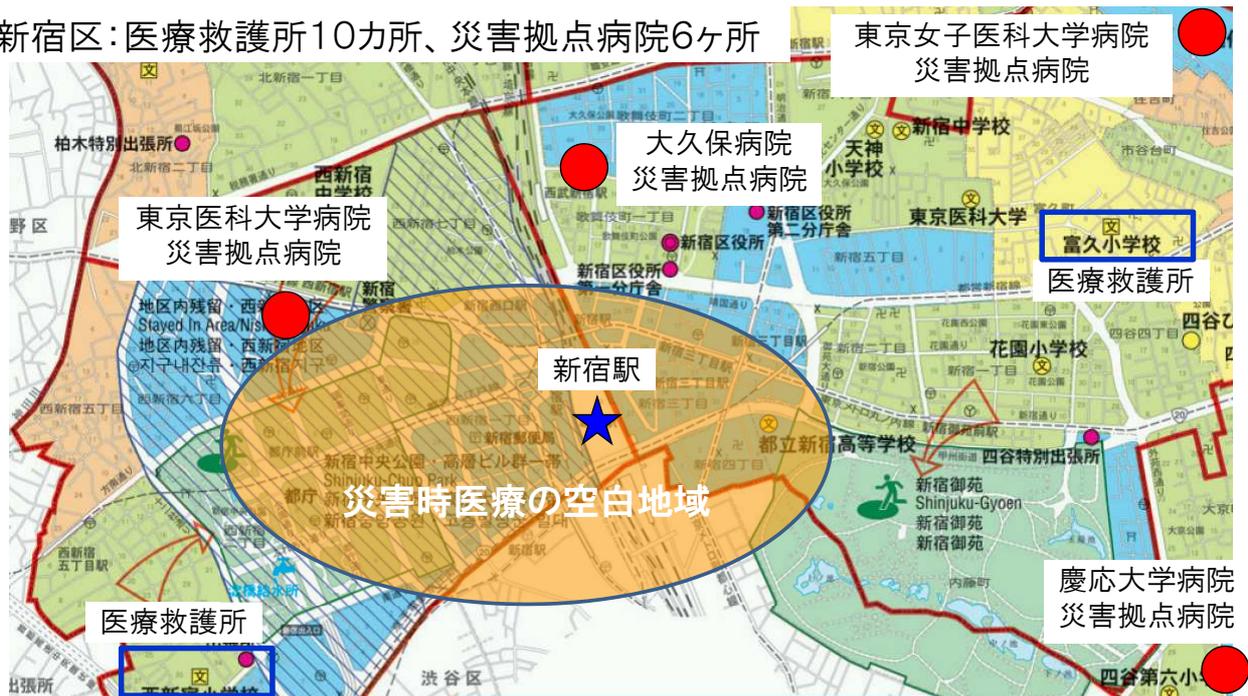
- 震災時の混乱防止と新宿駅周辺地域の都市機能維持を図る
- 新宿駅周辺の企業、集客施設事業者、商店街、大学、交通機関、ライフライン機関、警察、消防及び区などで構成(約70団体)



大震災時の人的被害:災害時医療の空白地域

新宿駅周辺地域の傷病者は「治療困難者」になる可能性が高い

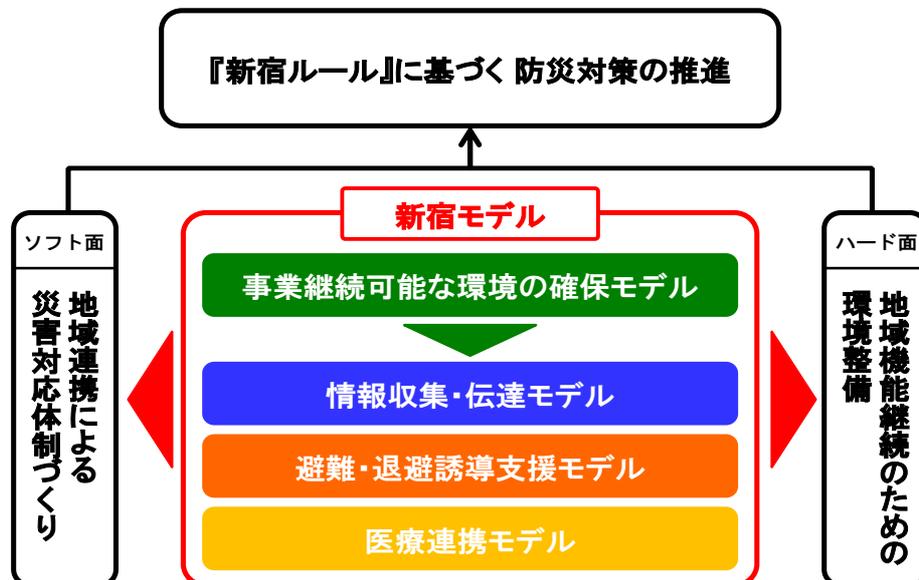
新宿区:医療救護所10カ所、災害拠点病院6ヶ所



※昼間人口向けの緊急医療救護所の検討はなかなか進まないのが現状

新宿ルール(2009年)と新宿モデル(2011年)

- ❑ 組織は組織で対応する(自助): 発災時の新宿駅周辺地域においては、事業者は自らの社会的責務として、構成員や関係者に適切な対応を実施する。
- ❑ 地域が連携して対応する(共助): 事業者の自助だけでは対処できない事態に対しては、事業者や協議会、関係者による地域の共助により、対応する。
- ❑ 公的機関が地域を支える(公助): 区や都、国等の公的機関は自助と共助の取組を支える。



新宿駅周辺地域の行動指針(2016)

新宿ルール実践のための行動指針
できることを、できる人が、みんなでやる

◆むやみに移動しない

- ・ むやみに移動せず、職場や外出先に待機する。
- ・ 待機できない場合には、地域の避難場所等に避難し、そこで待機する。
- ・ 行き場のない滞留者については可能な限り受け入れる。

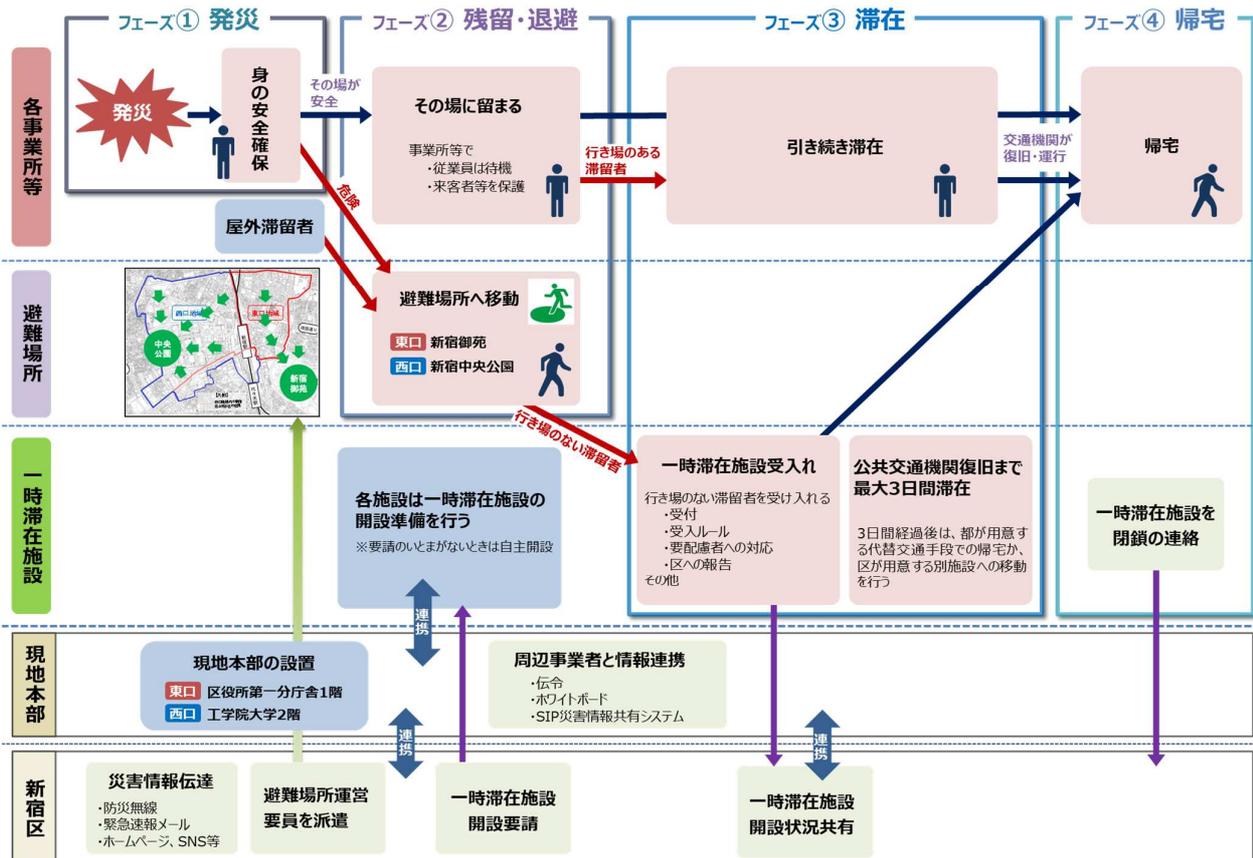
◆現地本部を中心に連携する

- ・ 協議会会員や関係する事業者は、大規模地震発生後、地域の連携の拠点として現地本部を立ち上げ、運営する。
- ・ 事業者等は、地域で収集した情報等を現地本部に提供するとともに、必要とする情報等を現地本部に求める。
- ・ 現地本部は、新宿区災害対策本部、避難場所、一時滞在施設その他関係者との間で相互に連絡をとり合い、地域内における円滑な災害対応に役立てる。

◆地域で傷病者に対応する

- ・ 地域が連携して傷病者に対応し、災害拠点病院を機能させる。

指針に基づく行動のイメージ(帰宅困難者対応)

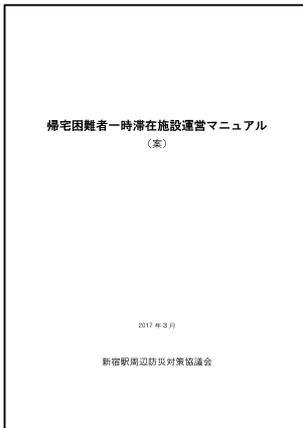


地域共通の個別マニュアルの例



現地本部運営マニュアルの内容

- 駅周辺地域状況の情報共有
- 地域の医療救護関連の情報共有
- 地域の災害対応活動支援
 - 地域事業者間での資源融通支援
 - 避難場所等への誘導支援
 - 一時滞在施設の運営支援及び誘導支援



帰宅困難者一時滞在施設運営マニュアルの内容

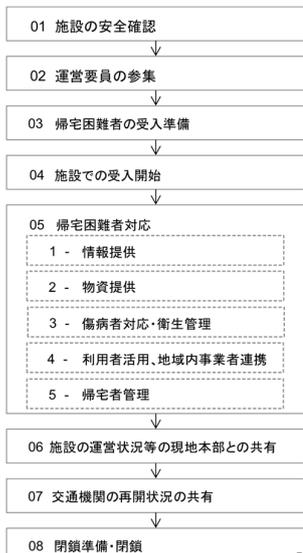
- 施設の安全確認
- 運営要員の参集
- 帰宅困難者の受入準備
- 施設の開設・受入
- 帰宅困難者対応
- 施設の運営状況等の現地本部との共有
- 交通機関の再開状況の共有
- 閉鎖準備・閉鎖

一時滞在施設開設キット(試作)

- 施設の開設準備から帰宅困難者の受入、施設運営、閉鎖に至る一連のプロセスに必要な活動を標準化。
- 活動に必要な手順書および掲示物、様式、道具類をパッケージ化することで、要員は施設運営の現場で詳細なマニュアルを確認しなくとも適切に対応が可能。
- 帰宅困難者の受入対応を疑似体験できる図上演習ツール「KUG(東京大学・廣井悠ほか)」と連動させることで、KUGを用いた図上演習⇒マニュアル・手順書の見直し⇒実動訓練という、段階を踏んだ施設運営の習熟が期待できる。



一時滞在施設開設キットの構成例



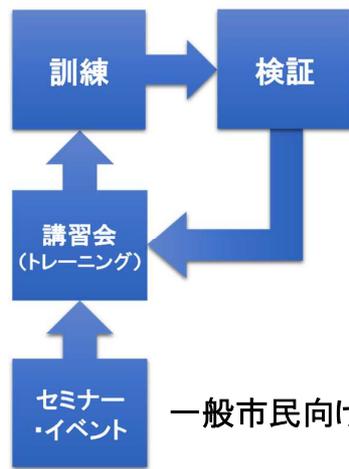
キットを活用した一時滞在施設運営訓練の例
(2019.1.31、住友不動産ベルサール新宿セントラルパーク)

教育訓練プログラムの作成と実践

新宿駅周辺防災対策協議会セミナー

地域事業者を対象として、地域連携の仕組みづくりと人材の育成のための教育訓練プログラムを体系化

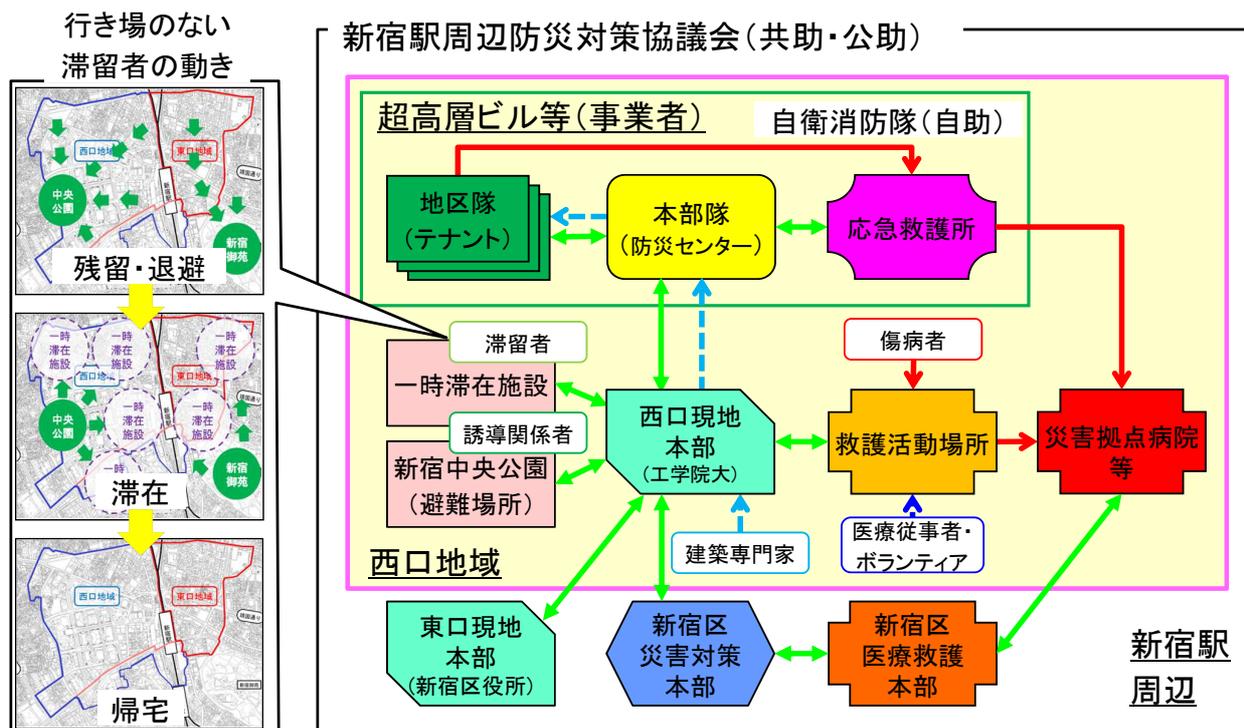
- 災害対応の基礎的知識を身につけるセミナー、
- 実践的な技能を習得する演習・講習会
- 講座・講習会等の成果を実践・検証する総合防災訓練(自衛消防訓練、医療救護訓練、現地本部運営訓練)



災害対応従事者
(防災担当、危機管理・施設管理者
テナント、自衛消防隊メンバーなど)

一般市民向け

行動指針に基づいた訓練の実施(検証と改善)



地域資源の連携・有効活用
(地域の強みをいかす)

[凡例]



防災訓練の様子(毎年実施)

自衛消防訓練(超高層建築の事例:地区隊と本部隊、それぞれで同時並行で実施)



建物被害の記録



傷病者の応急手当



傷病者の搬送



緊急医療救護所への
傷病者の搬送

応急救護・医療救護訓練(各施設での応急救護訓練、仮想の地域医療救護所でのトリアージ訓練など)



非医療従事者による
応急手当



医療従事者による
一次トリアージ



医療従事者による二次
トリアージ(重症者)



傷病者情報の整理

西口現地本部訓練(エリアの災害関連情報の集約・整理・提供)



地域被害情報等の収集



情報の整理・集約



災害対応方針の検討



情報共有システム
への情報入力

47

駅周辺滞留者誘導・一時滞在施設訓練の様子

事前講習会の様子



スマホ・PC、サイネージ等による情報提供



避難場所訓練の様子



西口中央公園

一時滞在施設訓練の様子(2020年11月8日、現地本部訓練とf同時並行で実施)



仮設キット



役割確認



受付(承諾書への署名)



受入れルール確認



滞在者ゾーニング



支援物資提供



要支援者・急病対応



現地本部との連携

おわりに

○過去の震災からの教訓

- ・建物構造の耐震対策は進展(直接死少ない)
- ・災害関連死、震災後の機能継続性・復旧性能
- ・巨大都市では「逃げる・帰る」から「留まる・帰らない」
⇒最低基準(建築基準法)より高い耐震性

○首都圏で想定される地震被害と対策

- ・30年70%とM7級最悪首都直下地震は無関係
- ・可能性高い中小地震では自助・共助で対応可能

○レジリエントな地震・災害対策

- ・被害を出さない対策＋被害時の対応・復旧・復興策
- ・新宿駅周辺地域による自助・共助・公助の事例

○展示ホールD 215で出展中