

平成 25 年 1 月 22 日
白井市庁舎建設等検討委員会

白井市庁舎耐震性能等について(その1)

白井市庁舎建設等検討委員会
委員 岡野 三之

< 目 次 >

| | |
|---|-----|
| ■ 首都直下地震について(内閣府中央防災会議資料)..... | 1 |
| ■ 首都圏の被害地震 (内閣府中央防災会議資料、文部科学省資料)..... | 2、3 |
| ■ 千葉県の地震(千葉県資料)..... | 4 |
| ■ 千葉県の活断層・地盤について(千葉県資料)..... | 5 |
| ■ 白井市の表層地盤(UR資料)..... | 6 |
| ■ 千葉県に影響する地震について(千葉県資料)..... | 7 |
| ■ フィリピン海プレート上面深さの最新知見..... | 8 |
| ■ 地形と地震の周期と被害について(低層建物)..... | 9 |
| ■ 首都直下地震モデル検討会において 検討対象とした地震について(内閣府)..... | 10 |
| ■ 白井市直下地震の想定震度 (簡略計算式による)..... | 11 |

■ 東京湾北部地震に関して

中央防災会議と千葉県と白井市の震度分布比較…… 12

■ 耐震・免震・制振構造について(日建設計資料 他)…… 13

■ 建物の耐震性能グレードと

被害の程度について(日本建築構造技術者協会資料 他)… 14



図1 関東周辺のプレート境界

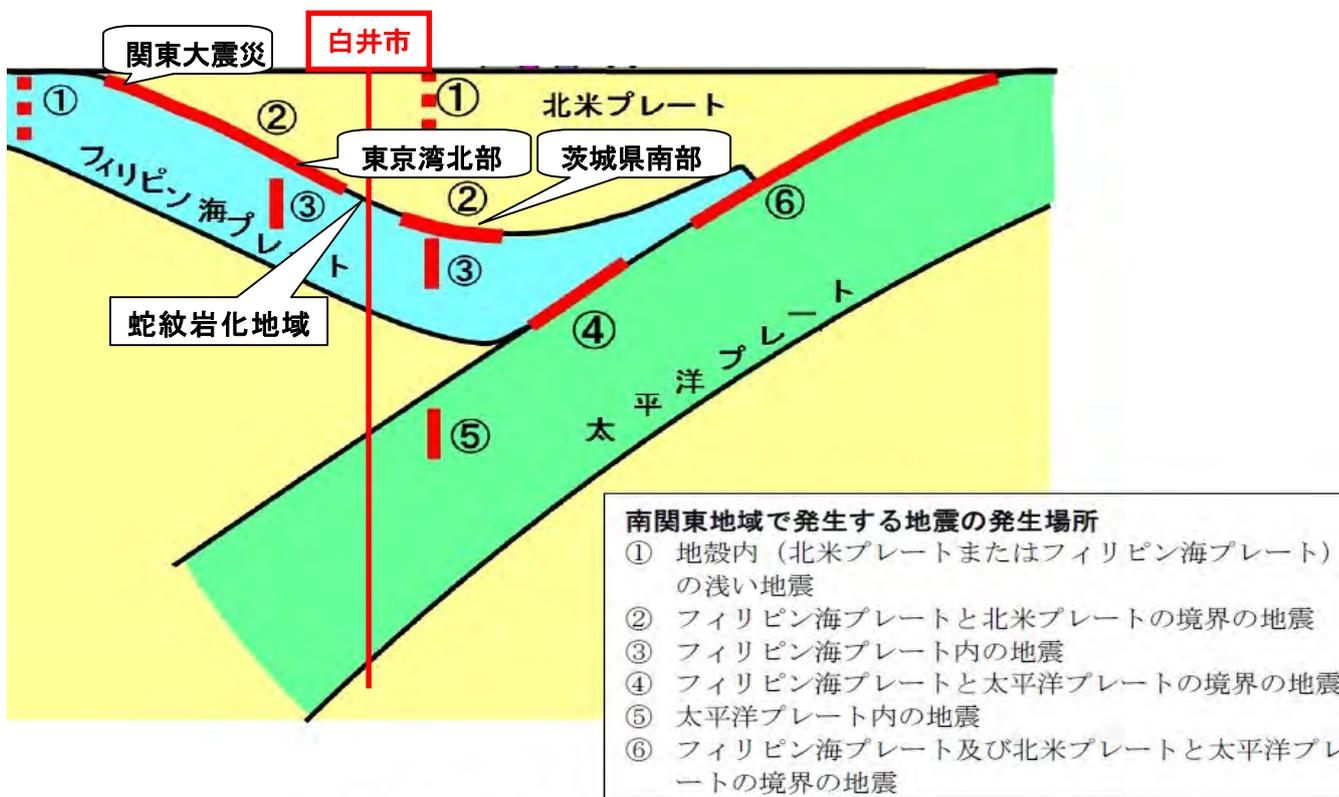


図2 南関東地域で発生する地震のタイプ

■白井市庁舎建設の検討対象とする地震:

- ①: 白井市直下 5Km、M6.8・・・(発生確率は低い)→②③より震度が大きくなる
- ②: イ. 茨城南部地震(M7.3、深さ 40Km切迫性 30 年間 70%)
 ロ. 東京湾北部地震(25 年 12 月対象外)→③に見直し
- ③: フィリピン海プレート内地震(M7.3 切迫性 30 年間 70%)

千葉県北西部直下のフィリピン海プレート上面は蛇紋岩化地域で震源とならない →②の切れ目

*蛇紋岩化: 直接マントルが固まったかんらん岩が水の作用で蛇紋岩に変化すること。蛇紋岩は軟らかく、可塑性に富みひずみエネルギーを蓄積しにくいいため大地震の震源にならない

■首都圏の被害地震（その1）

議題 2-①

南関東では、200~400年間隔で発生する関東地震（M8クラス）の地震の間に、マグニチュード7クラスの地震が数回発生している

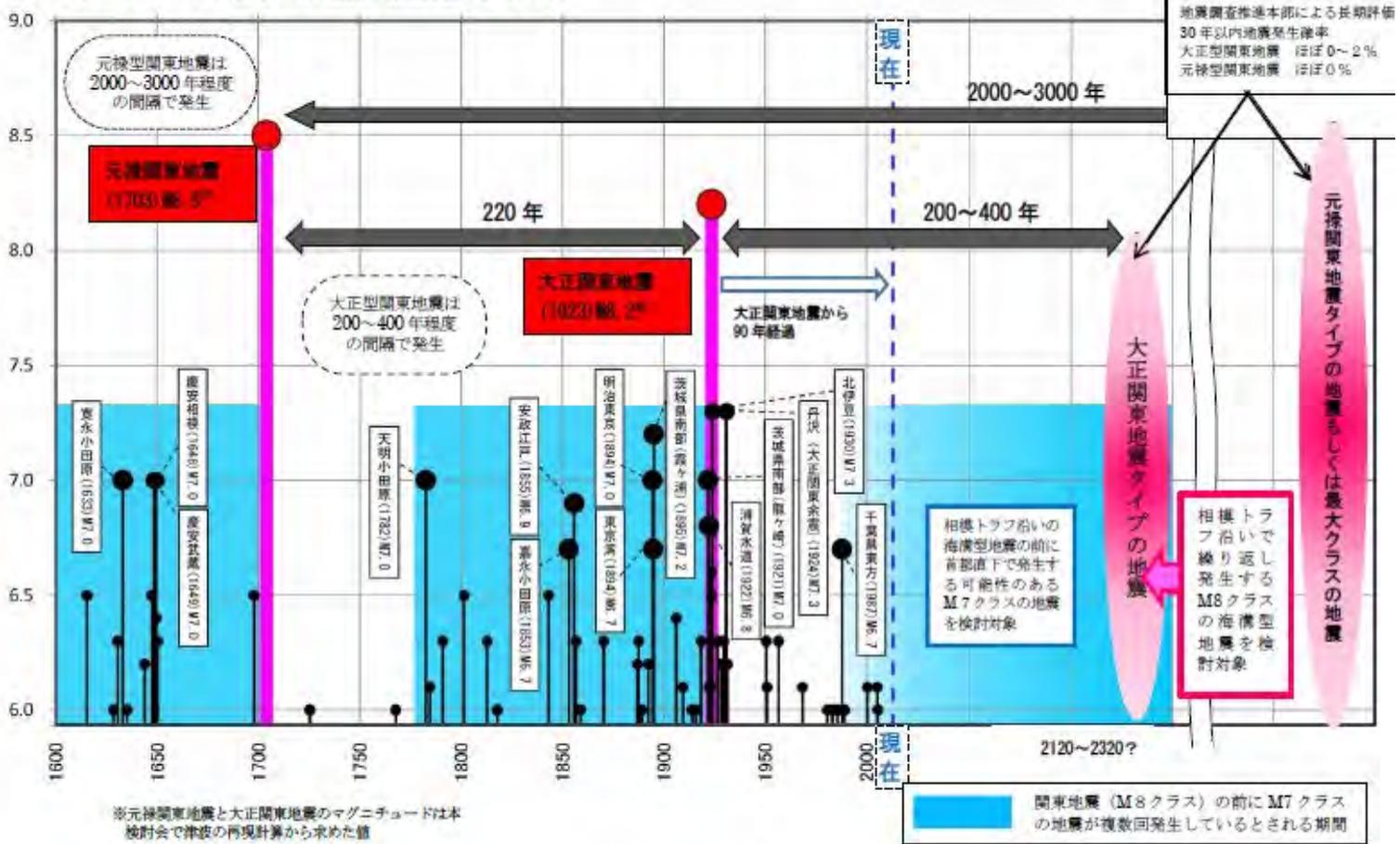
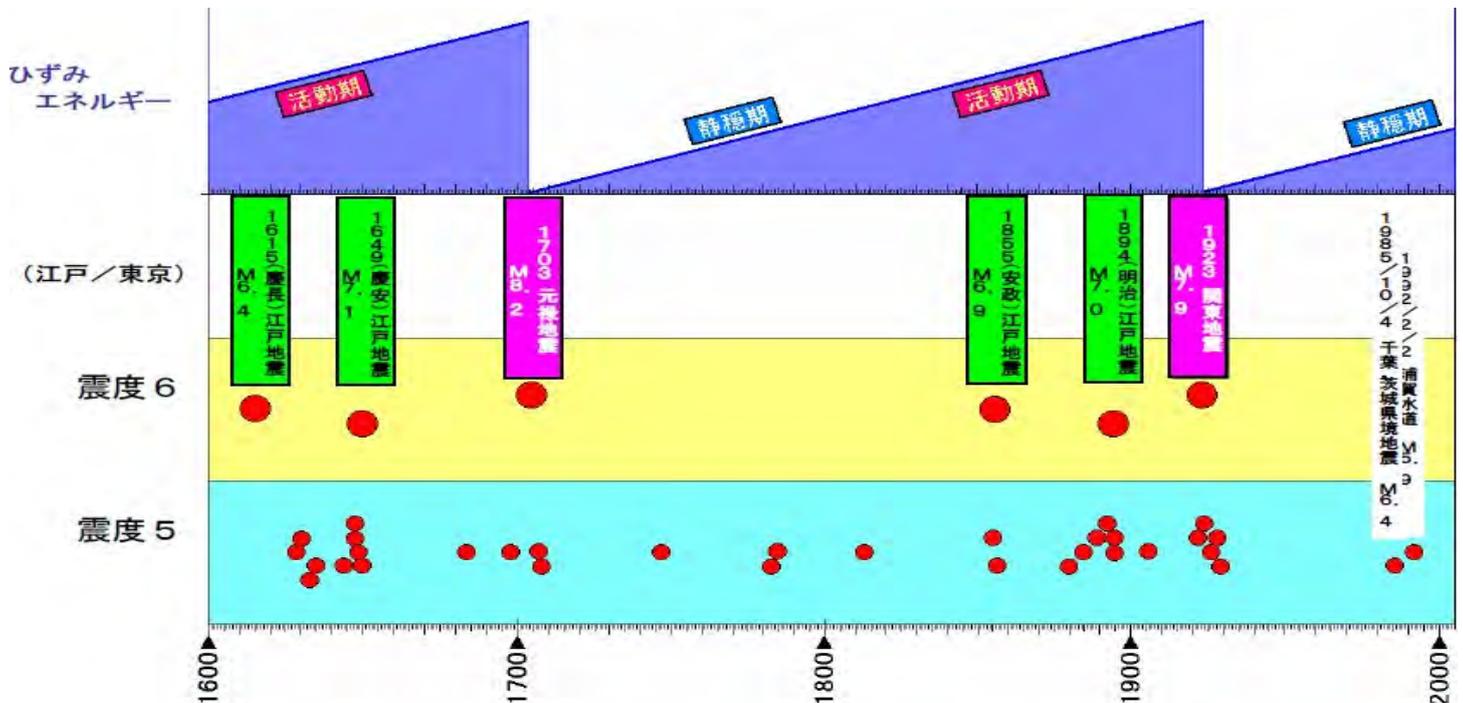


図 34 南関東で発生した地震（1600年以降、M>6.0以上）

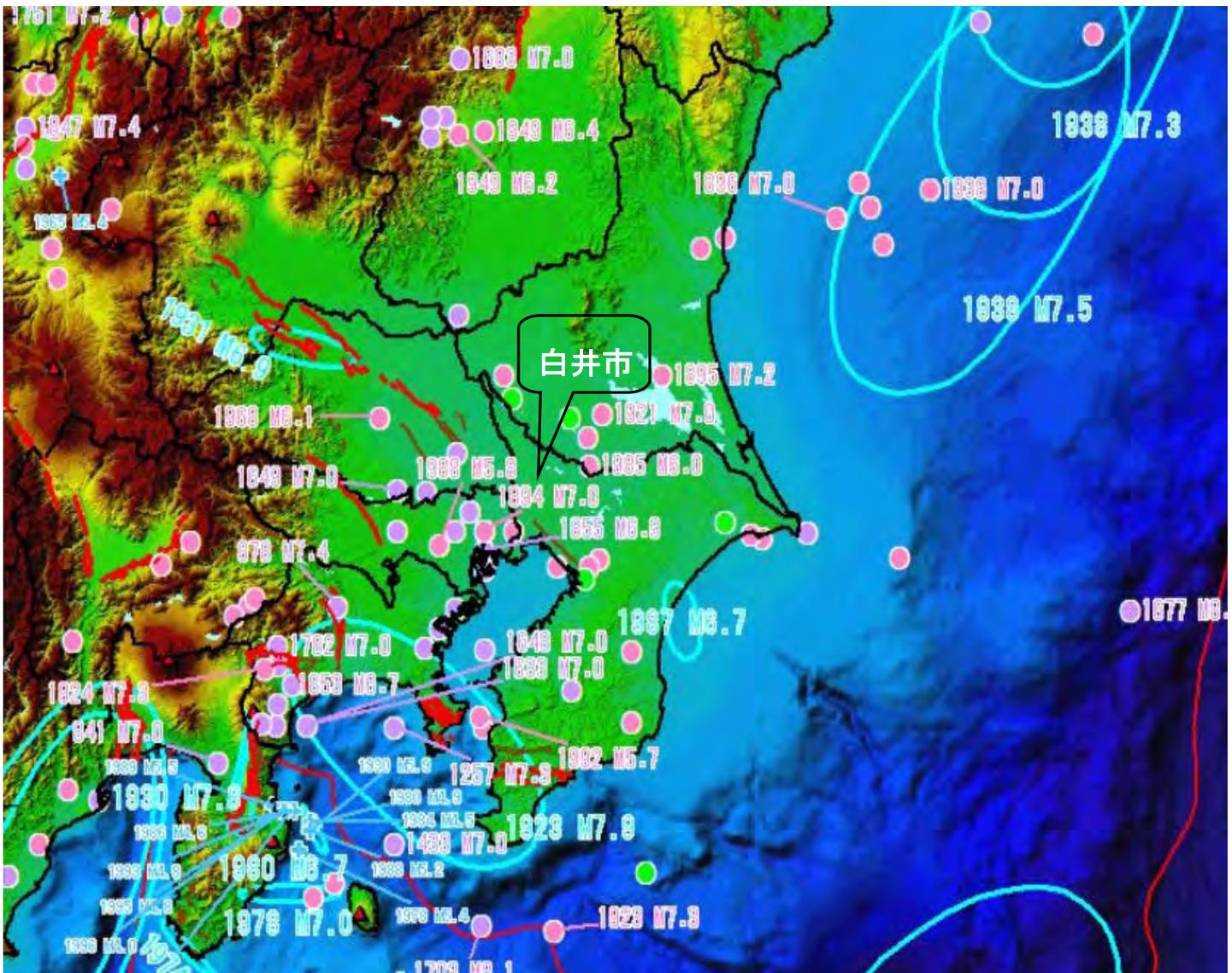


(中央防災会議)

マグニチュード：地震の発するエネルギー（大きさ）を示す値 $M7=32 \times M6$ $M8=32 \times 32 \times M6$
 震度：計測場所での地面の揺れ具合を示す。（震源からの距離や地盤によって異なる）

■首都圏の被害地震(その2)

千葉県とその周辺の主な被害地震と活断層(文科省地震調査研究推進本部)

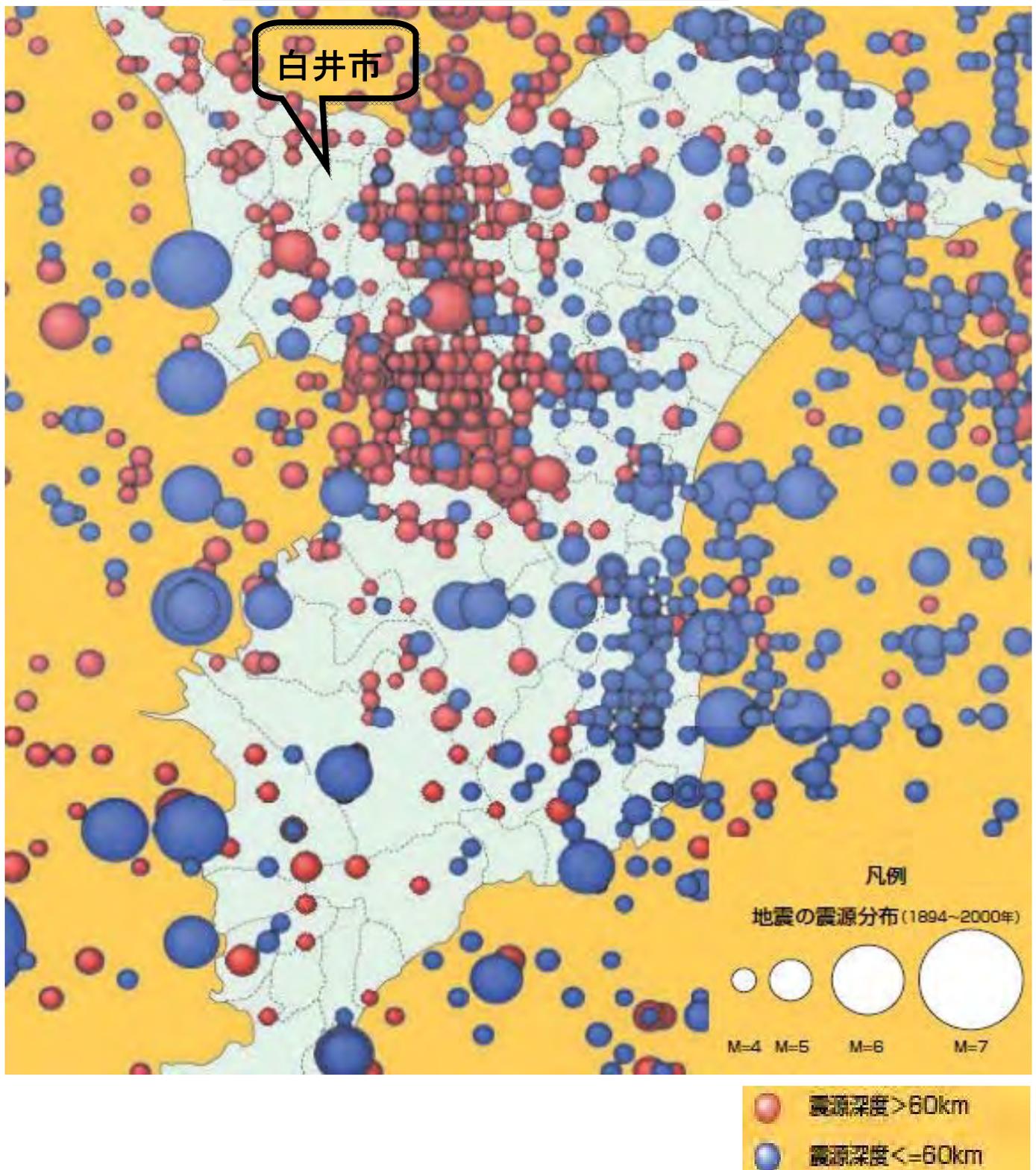


-  被害地震 (波源域・震源域)
-  被害地震(～1884年)
-  被害地震(1885～2003年)
-  被害地震(2004～2007年)
-  群発地震

- 841年、878年、1257年等古い地震も記録されている
- 伊豆半島の付け根、東京直下と茨城南部が多い
- 千葉北西部を震源とする被害地震は1170年間記録なし
- 千葉県に活断層はない(平成12年鴨川低地断層帯は活断層でないことを確認)

■千葉県の地震

千葉県 106 年間の震源とマグニチュードの分布 (千葉県資料)



■千葉北西部(蛇紋岩化地域)の特徴:M が小さく 60Km以上の深さ(太平洋プレート内)が多数発生

■千葉県の活断層・地盤について

千葉県内の活断層について(千葉県資料)



活断層：200 万年前から現代までの間に繰り返し活動し、将来も活動することが推定される断層

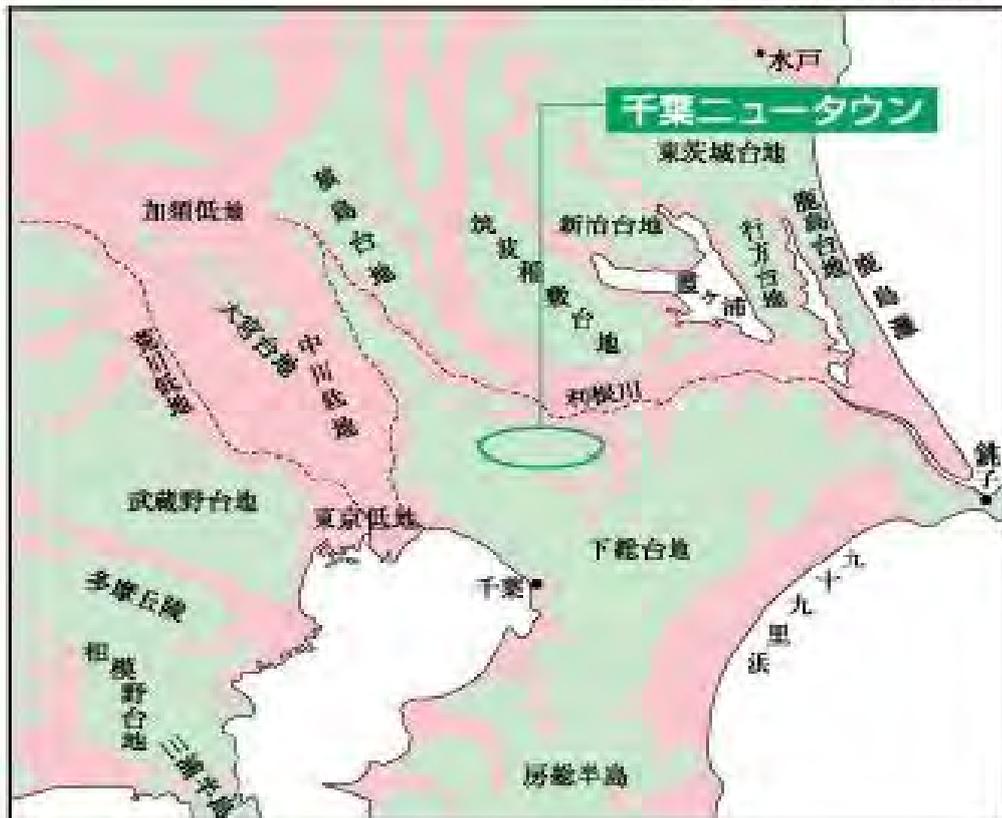
東京湾北縁断層：平成 9 年活断層ではないことが確認された

鴨川低地断層帯：平成 12 年活断層であることが極めて低いことが明らかになった。

■白井市の表層地盤

洪積台地上に位置する 千葉ニュータウン

土と基礎 土質工学会誌より



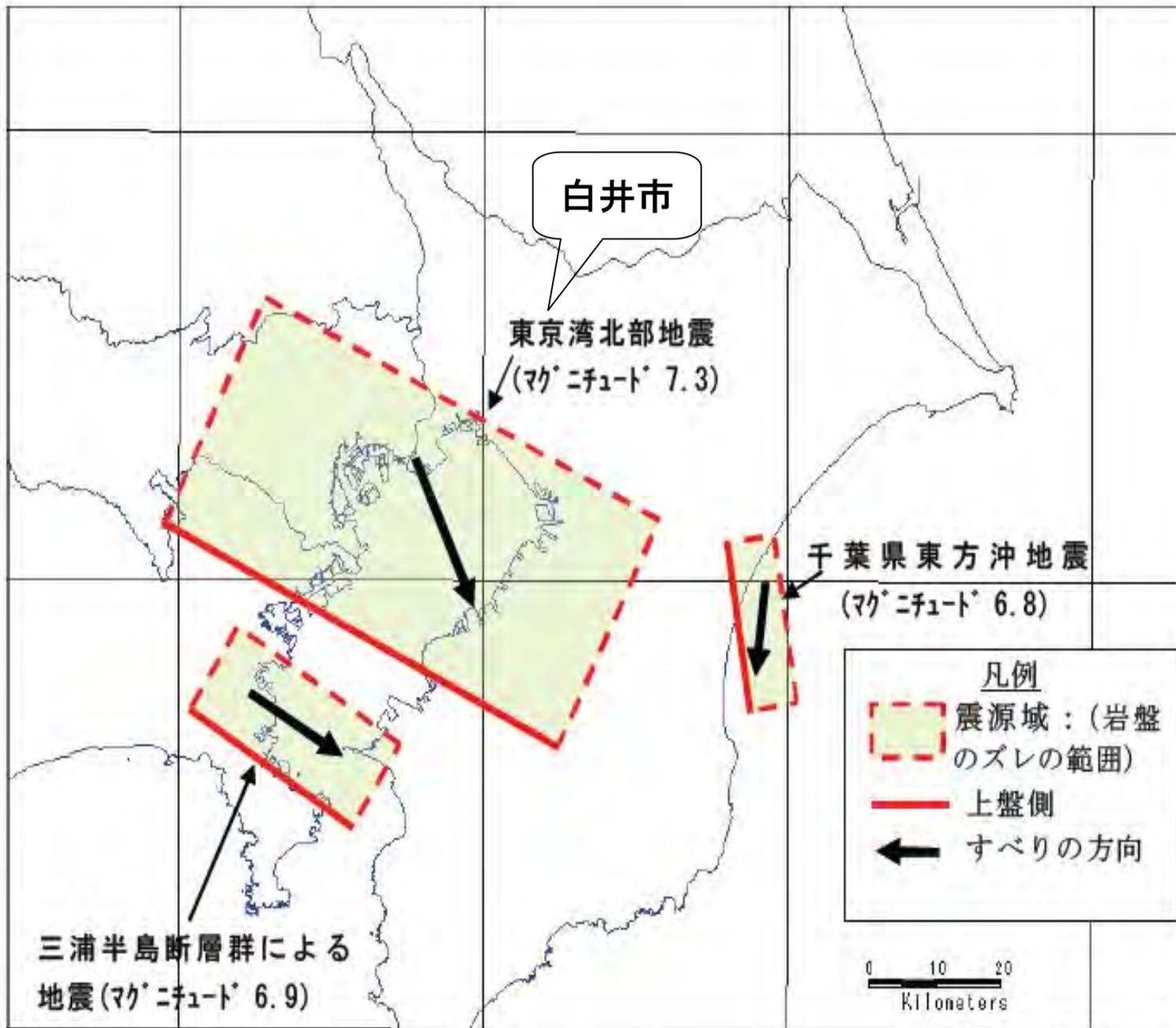
■ 沖積低地 ■ 洪積台地・段丘/丘陵/山地(安定した地盤)

(URホームページ)

- **地震動は弱い地盤では増幅する性質がある**
表層地盤 (≒30m) 条件 (土質、硬さ、厚さ等) は建物への入力地震力に大きく影響する
 - 洪積台地を形成する洪積層は2万~200万年程前の強固な地層で、古い時代の地層ほど固結しているため、構造物を支持するのに良好な地盤。
 - 金融関係データセンター及び研究機関11社が事業所設置 (事業継続のため震害を回避)
(三菱総研、東京海上火災、NTT、三菱東京UFJ、富国生命、三井住友海上、みずほ銀行、郵便、労働金庫 竹中工務店研究所、SCSK)
- * データセンター：コンピュータやデータ通信などの装置を設置・運用することに特化した施設

■千葉県に影響する地震について

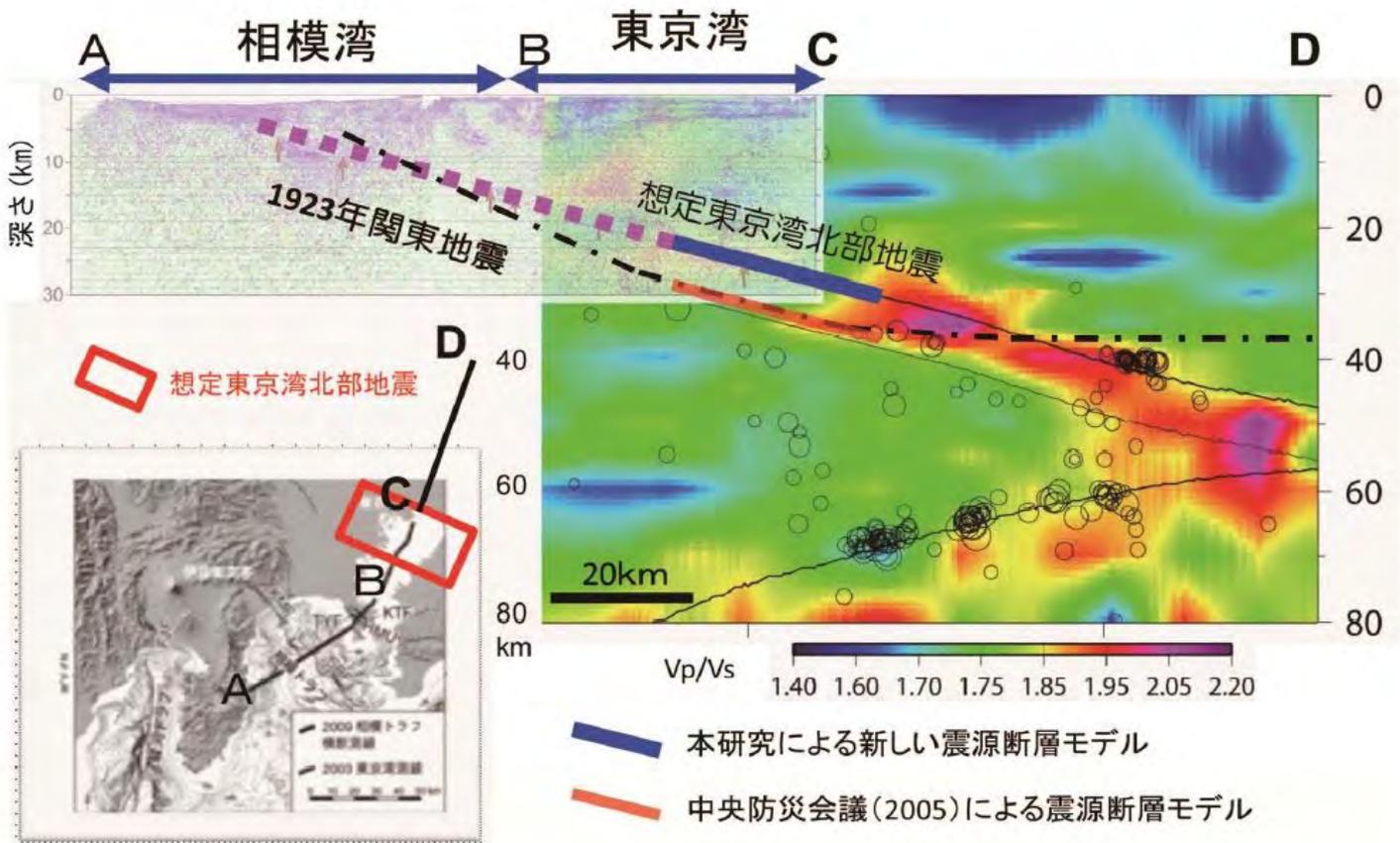
今後 100 年程度の間に関東圏に影響を与える地震の想定震源域(25 年 12 月 18 日迄)



(千葉県資料)

- 県・市町村の防災対策の基礎データとして作成
- 千葉県地震被害想定調査検討委員会WG(4 大学 6 名の学識)により最新知見に基いた想定
- 東京湾北部地震はフィリピン海プレート上面を震源域とする(国、東京、神奈川と同一) 深さは東京都、神奈川県と同一 17KM~33Kmとした。
- 中央防災会議が検討した千葉市、成田市、市原市直下地震は根拠がないとして不採用
- 白井市は震源を直下とした上にフィリピン海プレート上面深さを 5KMに設定(科学的根拠なし)

■フィリピン海プレート上面深さの最新知見



東京湾を北北東から南南西へと横切る深さ断面図

右は、その断面の V_p/V_s 分布、左は反射法地震探査断面図。丸印は 2008 年 4 月から 2011 年 8 月に発生した地震で、この速度構造を求めるときに使用した震源の内この断面図の幅約 10km に含まれるものだけを示した。実線は、フィリピン海プレート上面、フィリピン海プレートの海洋性地殻下面、太平洋プレート上面を示す。一点鎖線は中央防災会議(2005)で仮定していたフィリピン海プレート上面。中央防災会議(2004)が想定したプレート境界型の地震(東京湾北部の地震)の断層(赤線)は、本プロジェクトで得られた境界面上(青線)であるとすると深さ約 20~30 km に位置する。大正関東地震の断層面は桃破線に位置し、その下限より深い地域に想定東京湾北部の地震が位置し、その付近は標準的な V_p/V_s である。

平成 24 年 5 月

東京大学地震研究所、(独)防災科学研究所、京都大学防災研究所 (文科省委託共同研究成果)

■ 千葉県による東京湾北部地震被害想定では震源域(フィリピン海プレート上面)深さは 17Km ~33Km で上記研究を先取りして検討したが、25 年 12 月に内閣府によってフィリピン海プレート内地震を想定することに見直された。→千葉県は今後の対応を 26 年度に検討するとしている。

■ 白井市防災アセスメント(25 年 1 月)では深さ 5km としており、科学的根拠に欠けている。

■地形と地震の周期と被害について（低層建物）

■ 地震の大きさを表す単位：マグニチュード、震度、加速度(ガル)、速度(カイン)

実際の建物が受ける地震動の大きさ：ガル、カイン

加速度(ガル)：速度変化の度合い。急発進・急停止するとき体に働く横力は加速度の働き。地震動は建物の足元をすくい、倒そうとする。加速度が大きい程、建物に働く力は大きくなる。

■ 関東大震災と阪神淡路大震災の比較（加速度と地形）

| | マグニチュード | 加速度（ガル） |
|----------------|---------|---------|
| 関東大震災（1923年） | 7.9 | 330 |
| 阪神淡路大震災（1995年） | 7.2 | 818 |



阪神淡路震度7の地域（赤）
[震災の帯]

（内閣府）

- M7.2がM7.9より2.5倍の巨大加速度になった理由：
神戸市の北側には六甲山脈が並行している。山脈からの反射波と重なり焦点効果によって「震度7の震災の帯」を作った

* 地形も大きく影響する。→白井市にはこのような地形上のリスクはない。

■ 阪神淡路大震災と東日本大震災の比較（震度6強以上の地域の倒壊率と地震動周期）

| 震 災 | 地震動周期（秒） | 倒 壊 率（%） | 損 壊 部 位 |
|------------|----------|----------|---------|
| 阪神淡路（M7.2） | 1.0～2.0 | 59 | 躯体 |
| 東日本（M9.0） | 0.5以下 | 0.47 | 瓦、天井、壁等 |

（筑波大 境教授の資料から編集）

- 地震は震源、経路、表層地盤等により周期が異なり損傷部位も異なる
- 低層建物の倒壊は周期1.0～2.0秒（キラーパルス）が影響
- 白井庁舎の周期：
0.2秒（東日本震災時計測）～0.3秒（東京湾北部地震の千葉県想定周期）
- 白井庁舎敷地の想定周期は0.5秒以下→壁・天井等の非構造部材の耐震性能向上も重要
- 阪神淡路の倒壊率を参考にした防災計画は不適切

■首都直下地震モデル検討会において検討対象とした地震について(25年12月19日発表)

| 地震の規模 | | 想定場所 | 今回(2013年)検討での地震のタイプ | 前回(2004年)検討での地震のタイプ | |
|------------------|--|-------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| M7クラスの地震 | 地震の発生場所が想定が難しく、都区部及び首都地域の中核都市等の直下に想定する地震 | 都心南部直下 | フィリピン海プレート内の地震 (Mw7.3) | 想定なし | |
| | | 都心東部直下 | | 地殻内の浅い地震 (Mw6.6) | |
| | | 都心西部直下 | | | |
| | | 千葉市直下 | | | |
| | | 市原市直下 | | | |
| | | 立川市直下 | | | |
| | | 川崎市直下 | | | |
| | | 東京湾直下 | | | 想定なし |
| | | 羽田空港直下 | | | 地殻内の浅い地震 (Mw6.6) |
| | | 成田空港直下 | | | |
| | | さいたま市直下 | | | |
| | | 横浜市直下 | | | |
| | 地震の発生場所が想定される地震 | 茨城県南部 | プレート境界の地震 (Mw7.3)※1 | | プレート境界の地震 (Mw7.3)※1 |
| | | 茨城・埼玉県境 | | 想定なし | |
| | | 東京湾北部 | 想定なし | プレート境界の地震 (Mw7.3)※1 | |
| | | 多摩 | 想定なし | プレート境界の地震 (Mw7.3)※1 | |
| | | 関東平野北西縁断層帯 | 活断層 (Mw6.9) | 活断層 (Mw6.9) | |
| | | 立川断層帯 | 活断層 (Mw7.1) | 活断層 (Mw7.0) | |
| | | 三浦半島断層群主部 | 活断層 (Mw7.0) | 活断層 (Mw6.9) | |
| | | 伊勢原断層帯 | 活断層 (Mw6.8) | 活断層 (Mw6.7) | |
| 神縄・国府津—松田断層帯 | 想定なし | 活断層 (Mw7.2) | | | |
| 西相模灘 | 地殻内の浅い地震 (横ずれ断層型 Mw7.3) | 想定なし | | | |
| 検討対象の地震数 (M7クラス) | | | 19地震 | 18地震 | |

白井市が対象とする地震：

- ①地震の発生場所の想定が難しい都市=M6.8 直下 5Km (確率低い、震度は②③より大)
- ②フィリピン海プレート上面境界M7.3 (茨城南部深さ 40Km)
- ③フィリピン海プレート内M7.3 (東京湾北部地震より深く、震度 5 強以下となる見込み)

■ 白井市直下地震 (M6.8、深さ5km) の想定震度 (簡略計算式による)

■ 簡略震度計算ソフトの精度確認:

1. 白井市防災アセス(震度 6.1)との比較

マグニチュード: 7.3
 震源の深さ(km): 5.0
 震央からの距離(km): 0.1 推定震度: 5.9 ± 0.7 → 誤差 = $5.9 - 6.1 = -0.2$

2. 千葉県の東京湾北部地震想定との

マグニチュード: 7.3
 震源の深さ(km): 25
 震央からの距離(km): 20 推定震度: 5.3 ± 0.7 → 誤差 = $5.3 - 5.4 = -0.1$

■ 白井直下M6.8、深さ5Kmの想定震度

マグニチュード: 6.8
 震源の深さ(km): 5
 震央からの距離(km): 0.1
 推定震度: 5.7 ± 0.7 → 誤差調整推定震度 = 5.8~5.9 ... 震度VI弱

* 白井直下地震の蓋然性は低いが、市は防災計画上、震度を想定しているためそれに

倣って推定した

■東京湾北部地震に関して中央防災会議と千葉県と白井市の震度分布比較

議題 2-①

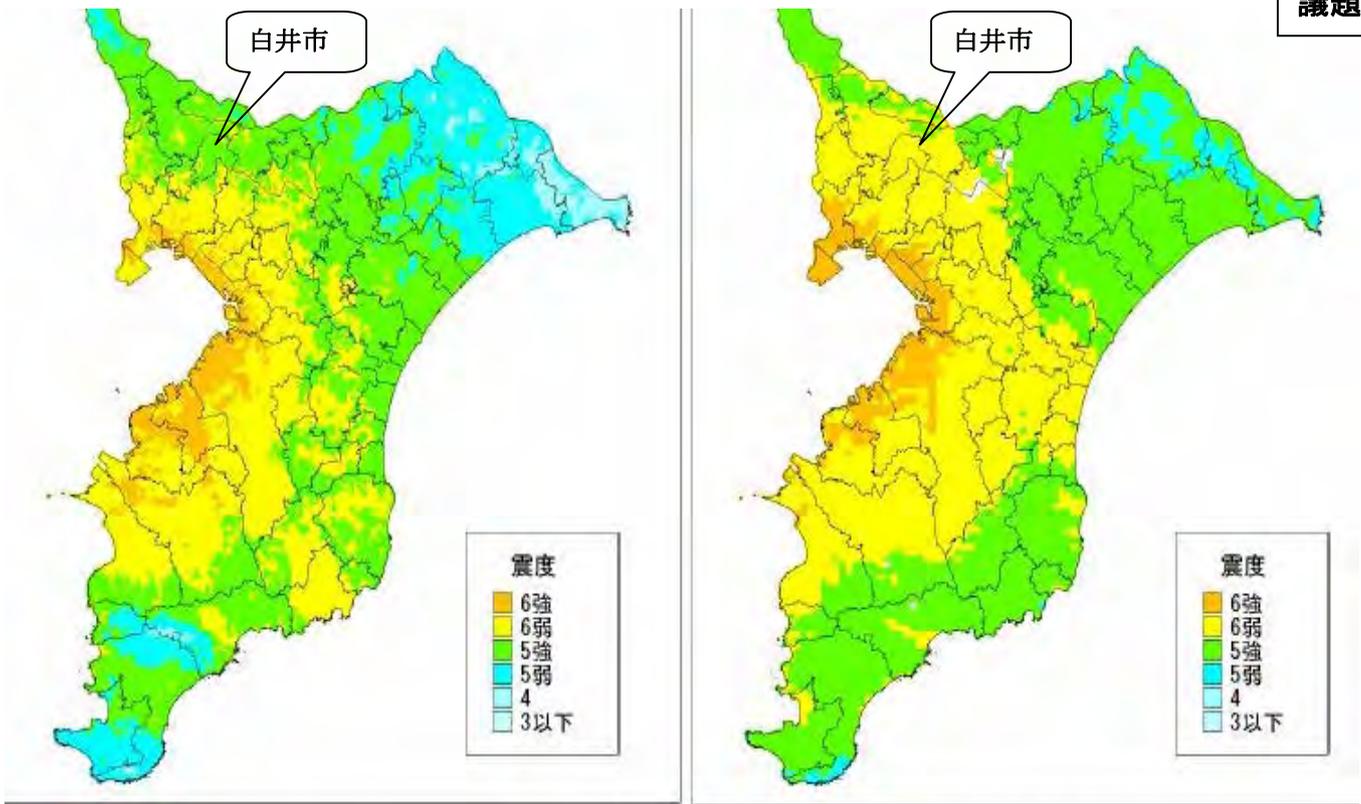
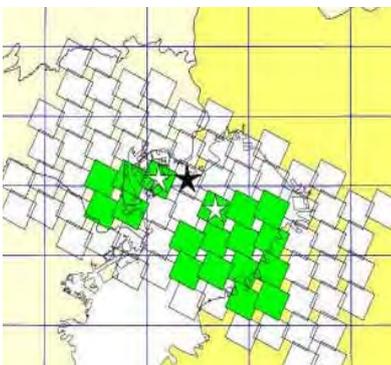


図 東京湾北部地震県内震度分布図比較
 千葉県地震被害想定調査結果
 中央防災会議調査結果(千葉県に被害が大きな場合)

| | 千葉県 | 内閣府中央防災会議 | 白井市防災アセスメント |
|----------|-----------|-----------|----------------|
| 震源域 | フィリピン海P上面 | フィリピン海P上面 | フィリピン海P上面 |
| 震源深さ | 17Km～33Km | 22Km～38Km | 5Km (最新知見と乖離) |
| アスペリティ位置 | 東京湾千葉県寄り | 東京湾千葉県より | 白井直下 (蛇紋岩化地域?) |
| メッシュ割り | 250m | 1Km | 50m |
| 表層地盤データ | ボーリングデータ | 微地形区分 | 微地形区分 |
| マグニチュード | 7.3 | 7.3 | 7.3 (蛇紋岩?) |
| 想定震度 | 5強 | 6弱 | 6強 |



アスペリティ：震源域の中で大きくずれ、大きな揺れを起こす地震波が出ると思われる部分

中央防災会議：アスペリティを東京よりと千葉県よりの2箇所を想定

東京都：東京よりのアスペリティを採用し、深さを最新の知見により中央防災会議より浅くして見直しを行い、震度が大幅に変わった。(25年)

千葉県：震源深さ、アスペリティ位置、表層地盤情報、メッシュ割り修正地盤モデル等から最も信頼性が高い

白井防災アセス：フィリピン海プレート上面を震源とする切迫性の高い地震が

東京湾北部地震アスペリティ (緑色)

南関東のどこでも発生するから、最悪の状況を考慮し「東京湾北部地震」の震源を白井市の直下で 浅いところに設定 科学的根拠を著しく欠いた設定

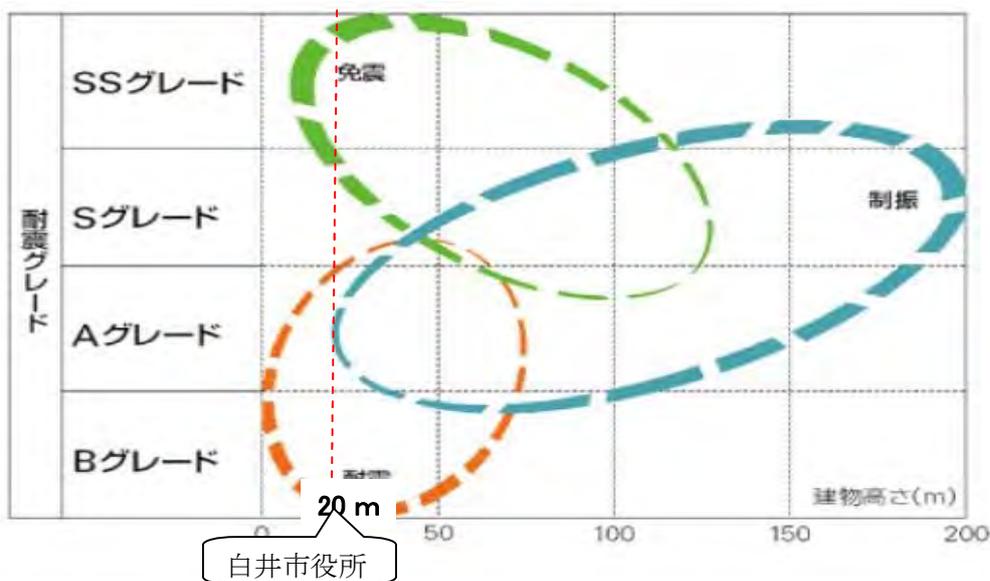
■耐震・免震・制振等について

耐震: 地震に対して、柱・梁・壁などの構造体の強さで地震に耐える構造。超高層建築も含めた全ての建築物に必須の要素である。激しい揺れを受けて怪我をしたり、什器や設備が転倒・破損することがある。免震に比べて、コストは安価。

免震: 建物の足元を地面から切り離し、間に柔らかい免震部材を組み込んで地面の揺れを受け流す構造。耐震構造に比べ地震力を1/3~1/10に低減できる。建物内の人々や設備機能も安全に守れる。地盤条件や建物のプロポーションに制約があるので摘要に当たっては特性を生かした使い方が必要。上下動には効果はない。コストは高く、普及率は高くない。

制振: 建物に組み込んだエネルギー吸収装置で揺れの低減を図る構造。耐震構造より揺れを20~30%低減でき、構造体の損傷が軽減される。大規模建築物に採用する事が多かったが、近年では戸建て住宅にも採用されている。コストはそれほど高くない

*建築基準法によって耐震構造は義務付けられている一方、免震・制震は任意に行う。また、耐震基準を満たした建物に加えて盛り込む技術である。



耐震・免震・制振と耐震グレード及び建物高さの関係

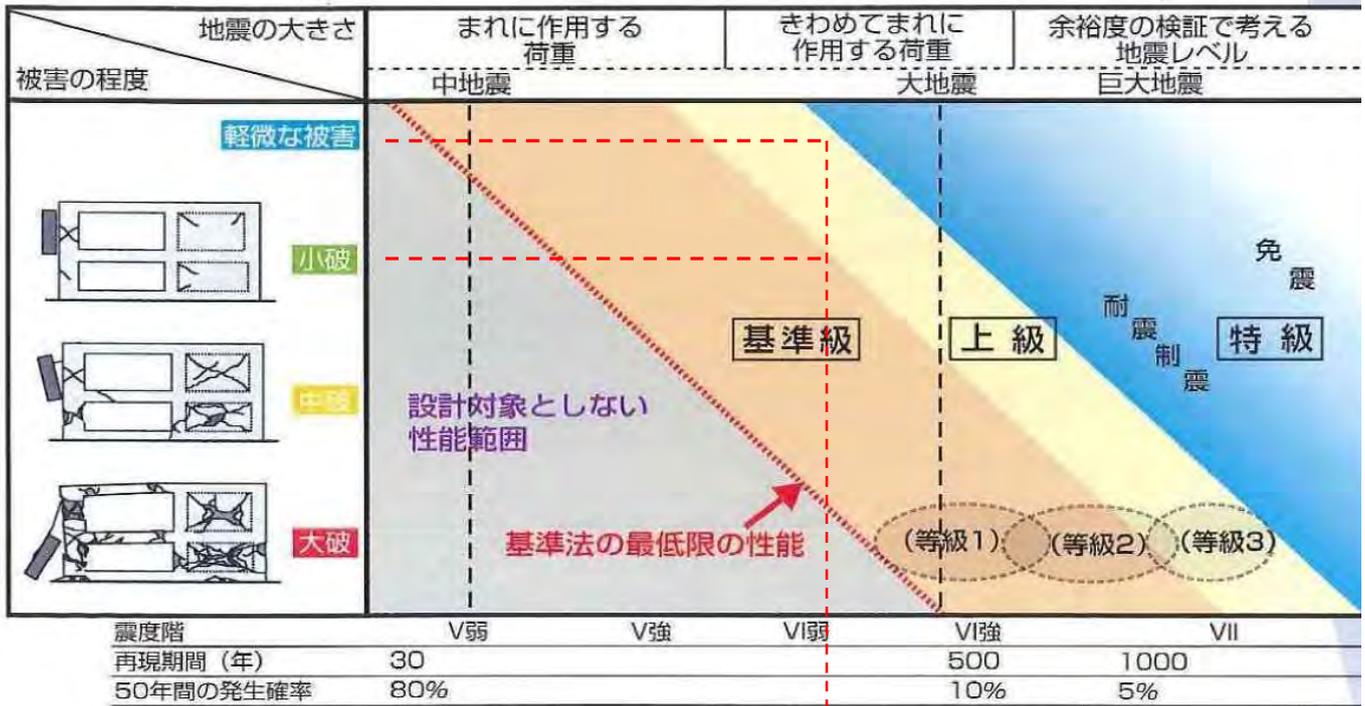
床免震／部分免震: 耐震建物に免震性能を付加する技術。免震を局所的に導入して重要な設備や機器をピンポイントに保護し、費用対効果は非常に大きい。コンピュータールーム(サーバー)、美術品等。約150万円/サーバラック3架連結

免震グッズ: 耐震建物に机・パソコン・家具等の移動や転倒を防止するための器具類。数千円/人

固定化: 耐震建物の建具等を転倒や移動防止のため固定化する。

■建物の耐震グレードと被害の想定について

建物の耐震性能グレードと被害・修復程度の関係



* 地震荷重の再現期間、発生確率は、東京地区における例を示す。
 * () 内は「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の大地震時における

関東大震災 (東京大手町地区) 阪神・淡路大震災 (神戸三宮地区)

(一社)日本建築構造技術者協会

- * ①中央防災会議見直し(白井市直下、M6.8、深さ5Km) ↑
 地殻内の浅い地震 震度階VI弱: 計測震度 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9 ...25年発表(確率低い)
- * ②千葉県防災用地震(白井直下、M6.9、深さ35Km) 5.6 ...19年発表(蛇紋岩化、確率低い)
- * ②千葉県東京湾北部地震(M7.3、深さ25Km) 5.4 ...19年発表(30年内70%確率)

・ 計測震度: 地震計で計測された最大加速度と周期及び継続時間を基に地震の大きさを計算して決める。

地震力等級: 等級1=建築基準法 等級2=基準法×1.25 等級3=基準法×1.5

- 軽微な被害: 仕上げ材の補修を必要とする。 (日本建築学会の表現)
- 小破: 構造体を補強する必要はないが、非構造体の補修は必要とする。(防災拠点機能は確保される)
- 中破: 部分的な補強工事、または補修工事を必要とする
- 等級3(耐震安全性Ⅰ類): 総理官邸、中央官庁本庁舎、原子力緊急事態応急対策本部、消防署等
 (安全保障確保、日本発政治経済パニックの国際的波及防止、原子力等の被害対応)
- 等級2(耐震安全性Ⅱ類): 災害対策本部、危険物を取り扱う建物、避難所等

■ 市庁舎(防災拠点)は等級2以上 減築棟(3階)は等級3を満たしている。

等級2→3とした場合

RC造の場合: $2,870 \text{ 円} \times 6,000 \text{ m}^2 = 17,220,000 \text{ 円増}$... (国交省新営単価)

鉄骨造の場合: 変形制限により大幅に鉄骨量が増えるので基本設計段階でコスト把握
 制振構造の可能性検討

■ 天井・壁等非構造部材や設備の耐震性能は躯体に準じて設定する。