

平成 20 年 11 月 29 日 (土) 13:30~15:00

プログラム

ビデオ 阪神淡路大震災シミュレーション

1. 地震はどうして起こるのか

2. 地震とはどんな現象か

休憩(1)

3. 最近の地震発生事情

4. 柏木地区の地盤について

休憩(2)

5. これからの防災

質疑応答,

1. 地震はどうして起こるのか？

社団法人 日本技術士会東北支部
応用理学部会 地震防災ワーキンググループ

話の内容

- 1.1 地震とは
- 1.2 地震発生のしくみ
- 1.3 なぜ同じところにくり返し起こるのか？
- 1.4 地震のない国はあるのだろうか？

地震は、ナマズが大暴れして起こると信じられていた



1847年信州善光寺地震(M7.4)1855年安政江戸地震(M6.9)を起こした2匹の大ナマズを懲らしめている図(東京大学地震研究所蔵)

1.1地震とは・・大地が震動する・・断層破壊

●地震のタイプと特徴

- ①誘発性地震・群発地震・・ダム貯水(局地的)・地下核実験
- ②火山性地震・・マグマの活動などの熱的要因(局地的)
- ③海溝型・・プレート境界型地震・プレート内(スラブ)地震
(規模が大きい・津波を伴う・再来周期がある)
- ④内陸直下型・・陸域の活断層が動く
(周期性・発生場所不明・規模が小さくても被害大)

1.2 地震発生のおくみ(断層破壊)

●地震は地盤の破壊

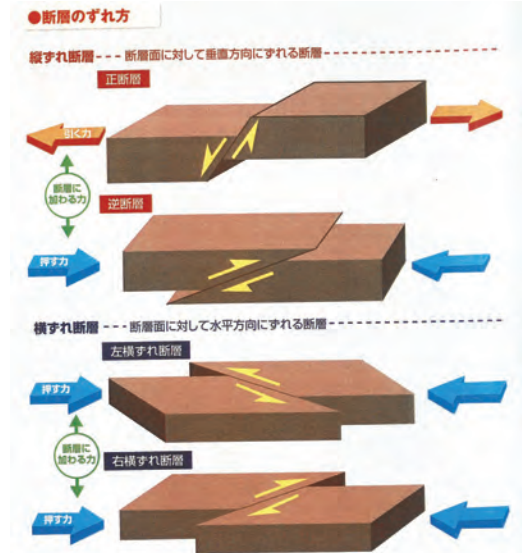
●地球内部に蓄積された歪みを解放するため弱面に沿って急激にすべる(断層運動)→地震

●破壊(すべり)過程

・地震は断層運動

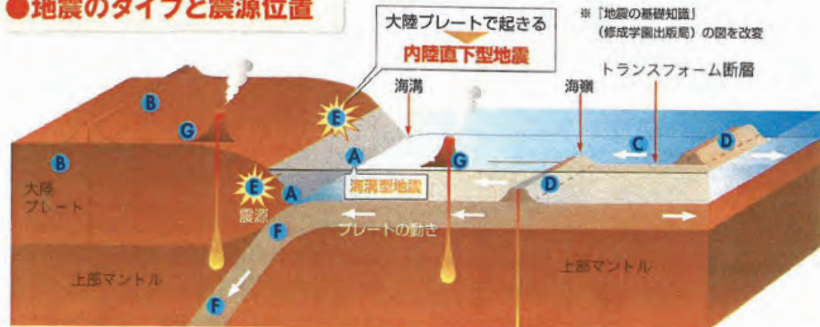
・断層面の広がりかマグニチュードに対応→範囲が大きいと地震の規模が大きくなる

・破壊の始まる場所が震源



地震のタイプと起こるところ

●地震のタイプと震源位置

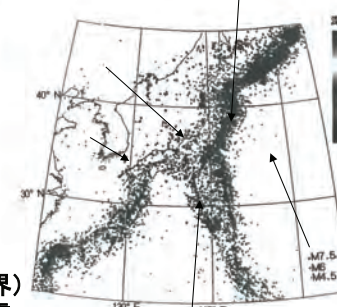


プレート間地震 海嶺での地震	プレート内地震 その他の地震
A プレートが沈む場所での地震 →海溝型地震 B 大陸プレートが押し合う場所での地震 C プレート間のずれによる地震 D 海洋プレートが生まれる場所での地震	E 大陸プレート内の地震 →内陸直下型地震 F 海洋プレート内の地震 G 火山性地震

日本周辺の海溝型地震とプレートの分布

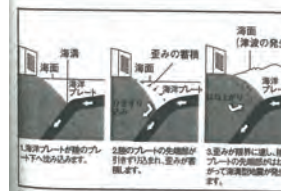


【図11】日本周辺のプレートの動き

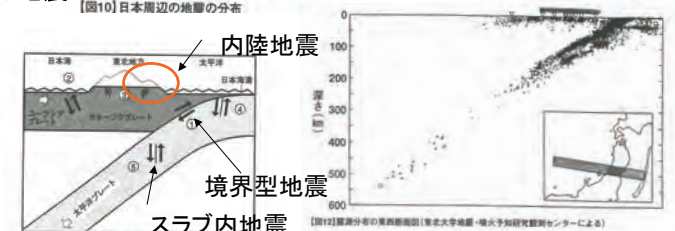


【図10】日本周辺の地震の分布

地震は決まった場所(プレート境界)に集中して発生する・・日本は地震帯の上にある



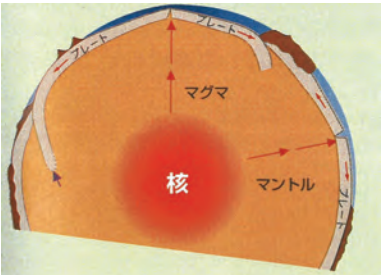
【図14】プレート境界地震はこうして起こる



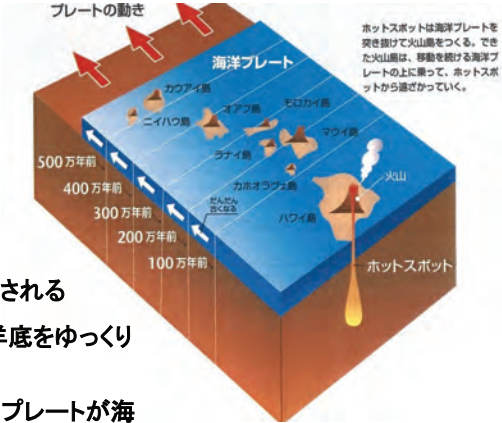
【図13】地震タイプ分け。宮城県沖地震は①の「プレート境界地震」

【図12】震源分布の東西断層図(東北大学地震・地学予知研究センターによる)

地震(断層破壊)の力の源・プレート運動

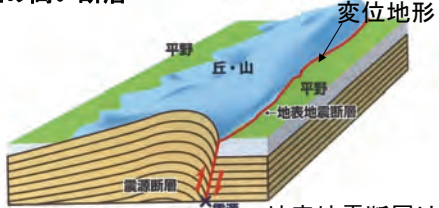
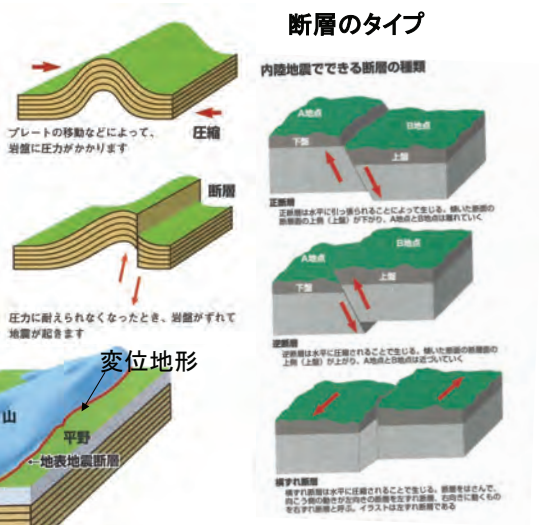


- ・海のプレート(岩板)は海底山脈で形成される
- ・海嶺から両側に地球表面に沿いに海洋底をゆっくりと移動する
- ・陸側のプレートと衝突すると、重い海のプレートが海溝部で沈み込む
- ・沈み込むプレート内部にストレスが蓄積する
- ・やがて強度の限界に達して弱面に沿って急激なすべり破壊(地震)発生



内陸直下型地震でずれた証拠活断層

- ・海のプレートに押されて陸側が圧縮されストレスが蓄積する
- ・やがて弱面(活断層)に沿ってすべり破壊(地震)が発生する
- ・活断層とは過去極めて近い時代までくり返し活動した断層であり今後も活動する可能性の高い断層



地表地震断層はM6.9程度で形成される

活断層の活動度(平均変位速度・活動間隔)

活断層は日本全国にあり、数千年に1回の活動といわれていますが、その全てで活動する可能性があります。まだ見つからない活断層もある。

- AA級活断層：[平均変位速度が10m/1000年以上]
- A級活断層：[平均変位速度が1m/1000年以上 10m/1000年未満]
- B級活断層：[平均変位速度が10cm/1000年以上 1m/1000年未満]
- C級活断層：[平均変位速度が10cm/1000年以下]

日本各地にある活断層のランク表

AA級活断層	B級活断層
南海トラフ断層	野島断層を含む六甲-淡路断層帯：兵庫県
千島海溝断層(十勝沖、釧路沖、日高沖など)	石廊崎断層：静岡県
	福島盆地西縁断層帯：福島県
A級活断層	立川断層：東京都
丹那断層帯：静岡県	長町-利府線：宮城県
根尾谷断層：岐阜県	有馬-高槻断層帯：兵庫県~大阪府
阿寺断層帯：岐阜県	山崎断層：兵庫県
跡津川断層：岐阜県	別府-万年山断層帯：大分県
北由利断層帯：秋田県	
神縄・国府津-松田断層帯：神奈川県	C級活断層
糸魚川-静岡構造線：長野県	深溝断層：愛知県
信濃川断層帯：長野県	郷村断層：京都府
伊那谷断層帯：長野県	鹿野断層：鳥取県
四国の中央構造線：徳島県、愛媛県	

長町-利府断層帯：活動履歴は2回のみ確認。平均再来周期は2400~3400年とされているが宮城県沖地震に連動することも予想されている

活断層の例・・・濃尾地震(1891.明治24年)地震の規模M8.0 死者7300人 地表地震断層として日本最大級の長さ

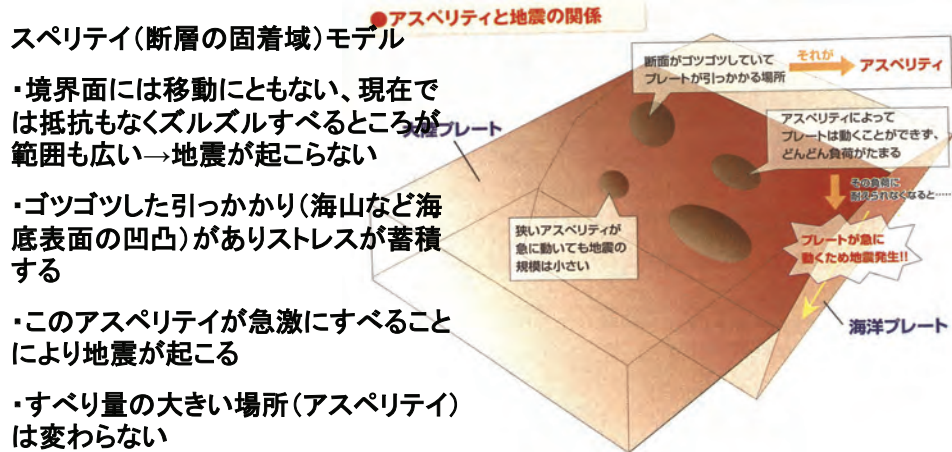


白い部分は道でしたが、断層のズレ(正断層)で段差ができてしまっています

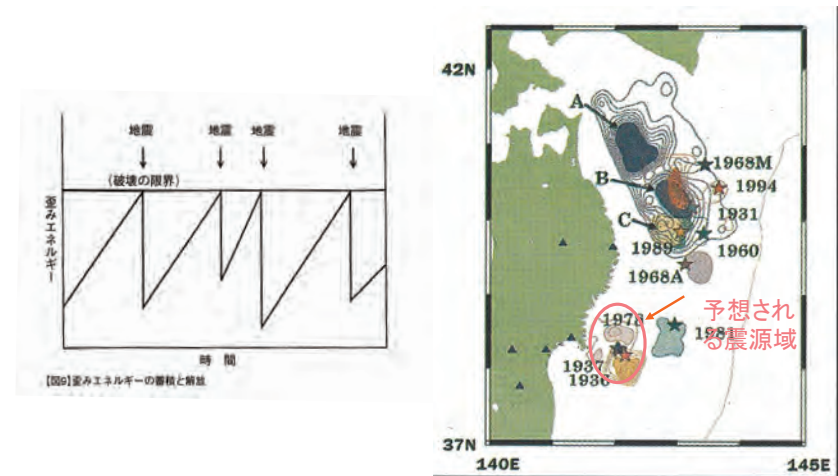


根尾谷断層の地震後と今

1.3 なぜ同じところにくり返し起こるのか ..またくるぞ..プレート境界のすべり様式

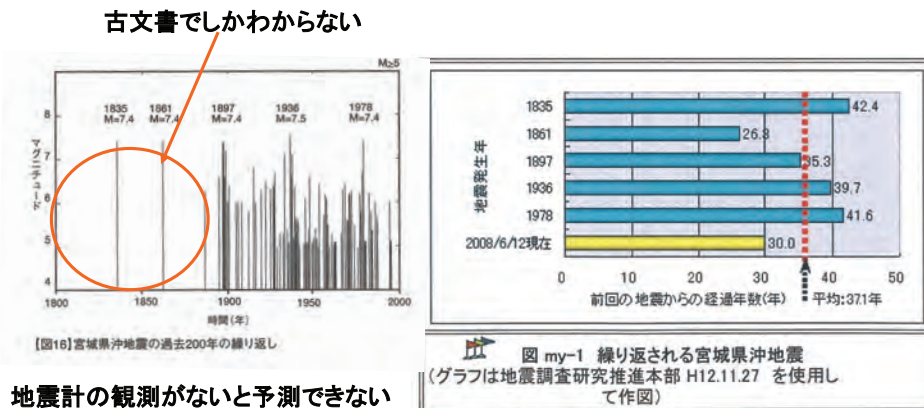


海溝型地震はアスペリティでエネルギー(断層破壊＝地震)を発散してひっかかりまたくりかえす



三陸海岸域のアスペリティの場所と地震の震央位置

来るべき宮城県沖地震は今来てもおかしくない



地震計の観測がないと予測できない

1.4 地震のない国はあるの？

地球上の地殻の分布をみるとつぎはぎだらけ

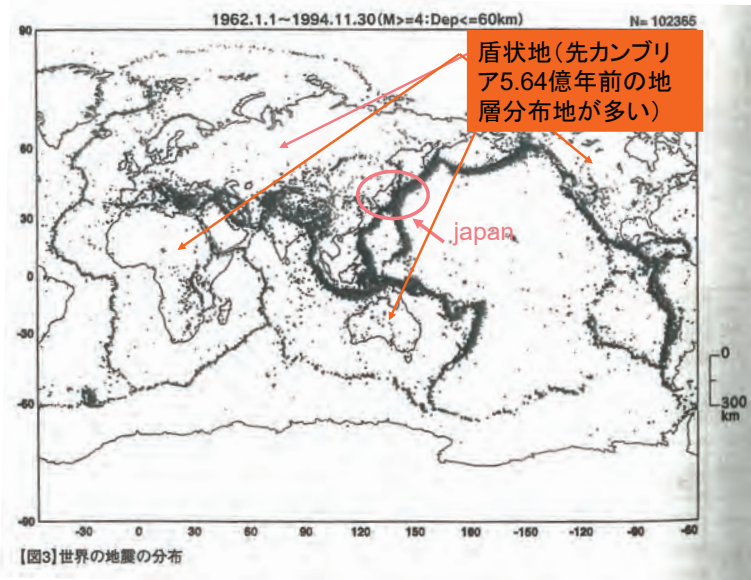


【図2】世界のプレートの分布

過去のパンゲア大陸から移動分化したプレートは現在12～15枚確認されています

地震はプレート境界で起きている

地球上のプレートのつぎはぎ境界で起きている



世界で地震のない国は？

- 地球上には地震の少ない国はありますが地震のない場所はない
- 地震の起きやすい場所はプレート境界(日本は地震銀座)
- プレート境界部には火山が形成される(火山性地震の発生)
- 地震の少ないところは、プレート境界から離れた地質時代の古い大陸中心(盾状地今から5.6億年前に形成された地殻)
- 地震の少ない地域にも大地震の地震波は伝わる(スマトラ沖地震では地震波は地球を3周した)
- 地震の少ない空白域は
 - ・北米大陸北東部 ・スカンジナビア半島 ・ロシア西部 ・アメリカ北部
 - ・オーストラリア大陸・インドシナーマレー半島

まとめ

- ・地震はプレート境界やその内の断層破壊で起こる
- ・断層破壊の力は地球の熱対流に起因するプレート(岩板)の運動
- ・大地震は陸域の活断層や海溝域のプレート境界およびプレート内の引っかかりのある同じ場所をくり返しおきる

地震・雷・火事・親父・・・昔から地震が災害の頭
地震は忘れた頃にやってくる・・・備えあれば憂いなし
先の1978の宮城県沖地震の体験を言い伝えましょう

自助から共助に・・・地震の時をイメージしておきましょう

2. 地震とはどんな現象か

はなしの内容

- 2.1 地震とは
- 2.2 震度とマグニチュード
- 2.3 余震とはなにか
- 2.4 揺れかたのいろいろ
- 2.5 地震予知はできるの？

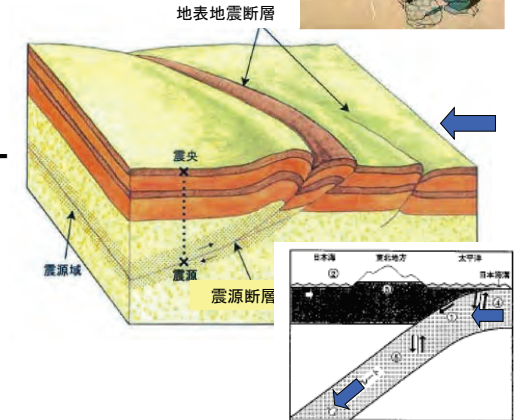
2.2 震度とマグニチュード

- 震度とマグニチュードは違います
 - **震度**：揺れの大きさ(震度0～7)
 - ・場所により震度は異なる
 - ・震源に近いほど震度は大きい
 - ・1つの地震でも値はたくさんある
 - **マグニチュード(M)**：地震の大きさ
 - ・地震のエネルギーを表し、値は1つ
 - ・エネルギーはM0.2で2倍、M1で32倍異なる

2.1 地震とは

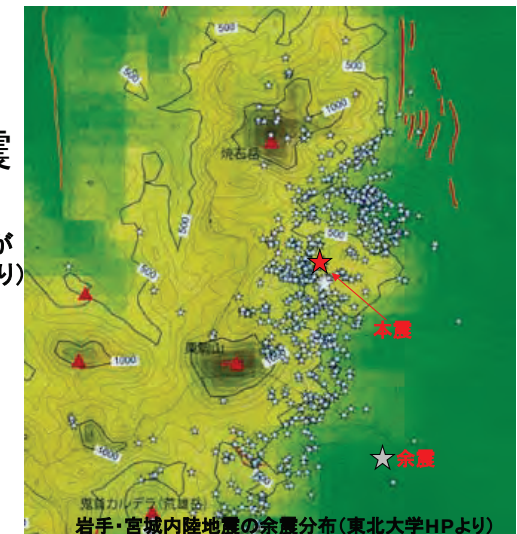
地震とは、地下の岩盤に力が加わって**岩石が破壊**されること

- この時に岩盤がずれて**断層**ができる
- 力の原動力⇒ プレートが日本列島を押す力



2.3 余震とはなに？

- 余震とは・・・
地震がおきた場所の近くで生じる小さな地震
余震にも要注意！
(最大本震よりM1小さい地震がおこる可能性あり)
- 余震は時間と共に減少する
 - ・初めの大きな地震が**本震**
 - ・後続の小さい地震が**余震**
 - ・前に起こった地震が**前震**



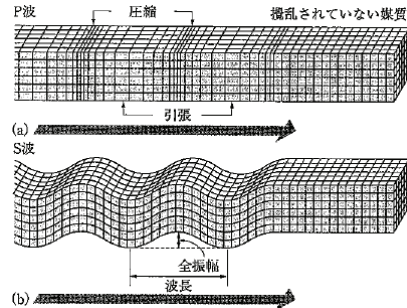
2.4 揺れかたのいろいろ

(1) P波とS波、表面波

- 岩盤が破壊されると地震波が生じ、地面が揺れる=地震動



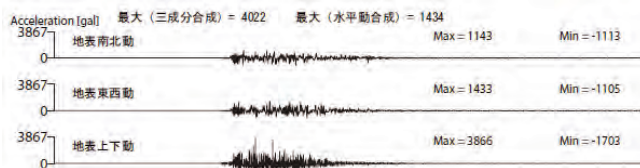
- P波: たて波、岩石の伸び縮み (体積変化) が伝わる
- S波: 横波、岩石のずれ・変形が伝わる
- 表面波: 地表面に沿って伝わる



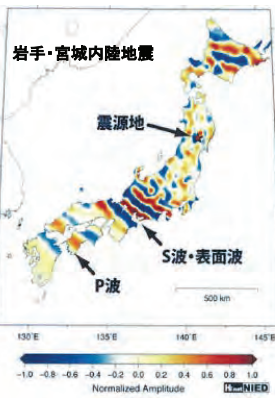
2.4 揺れかたのいろいろ

(3) 地震波の振動方向

- 地震波は震源から四方八方 (三次元的) に伝わります
- 地震動で前後左右上下方向 (三次元方向) に揺れる



岩手・宮城内陸地震で記録した世界最大の地震動の記録(防災科学研究所HPより) **最大4ガル**(重力の4倍)、上下動が大きいのが特徴

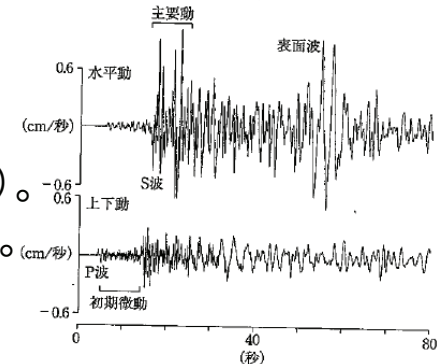


防災科学研究所HPより
(地震発生約3分後の地震波)

2.4 揺れかたのいろいろ

(2) 地震波の速度

- P波: 振幅が小さく、**速度は速い** (6~9 km/s)。Primary
- S波: P波に比べて振幅の大きいゆっくりとした波で、**速度は遅い** (3~5 km/s)。地震の主要なゆれとなる。Secondary
- P波はS波より先に到着 (この時間差が初期微動継続時間) → 緊急地震速報の原理



2.4 揺れかたのいろいろ

(4) 揺れの大きさを決める3要素

- ゆれの大きさは3つの要素できまります

1 地震規模(マグニチュード:M)

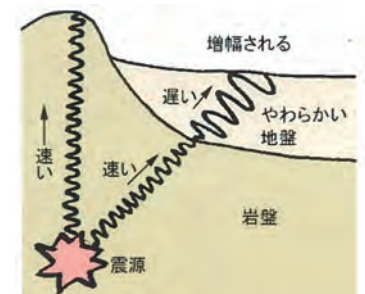
- 規模が大きい(Mが大きい=エネルギー大)ほど強く揺れる

2 震源からの距離

- 近いほど強く揺れる

3 表層地盤の性質

- やわらかい地盤ほど大きく揺れる**

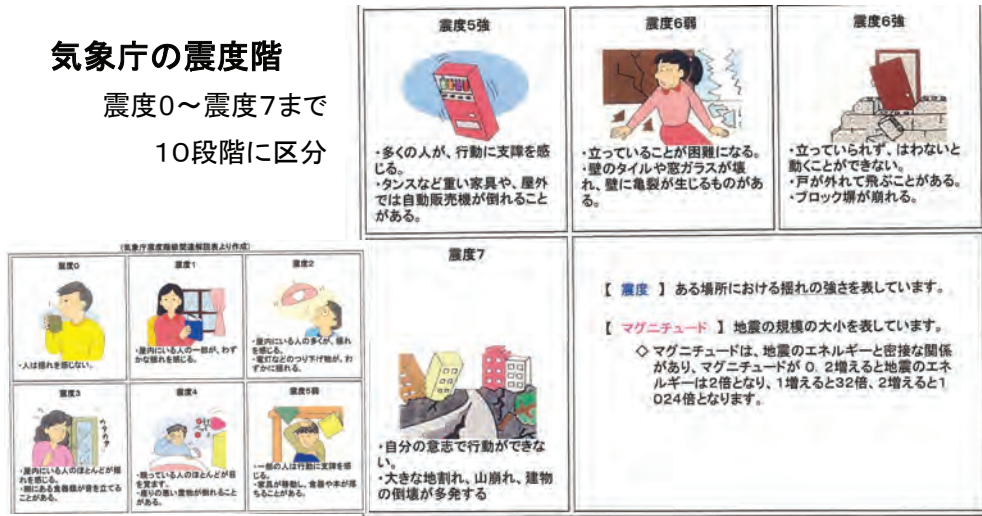


2.4 揺れかたのいろいろ

(5) 震度による揺れのちがい

気象庁の震度階

震度0～震度7まで
10段階に区分



2.4 揺れかたのいろいろ

(6) 揺れ方による被害の違い(その1)

・建物被害

- ・同じような地震でも被害は違います。
- ・地震動と建物の固有周期が一致(共振)した時に被害を受けやすい。



2.4 揺れかたのいろいろ

(6) 揺れ方による被害の違い(その2)

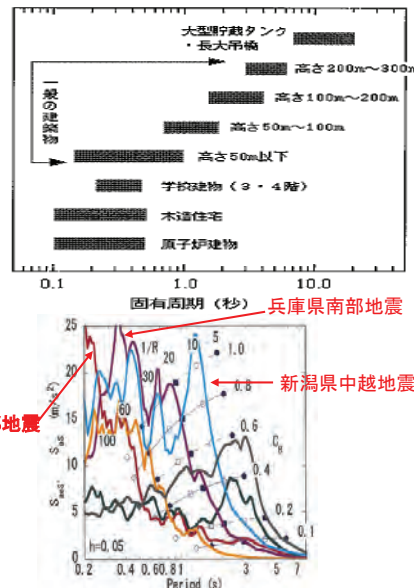
・地震で怖いキラーパルス！

- ・一般建築物は周期1～2秒のキラーパルスで壊れやすい
- ・兵庫県南部地震や新潟県中越地震ではキラーパルス多い

→ 家屋の倒壊多く被害大

- ・岩手・宮城内陸地震では0.1～0.2秒周期の地震波が多くキラーパルス少ない

→ 家屋の被害少ない



2.5 地震予知はできるの？

(1) 地震予知の三要素

- ・地震予知＝地震の発生を予め知る
- ・地震予知の三要素
 - ・いつ
 - ・どこで
 - ・どのくらいの大きさ(M)

これらを地震発生前に実用的な精度で知ることが必要

地震予知は条件付きで「かなりの程度は可能」

ある場所でどのくらい揺れるか＝震度予測

2.5 地震予知はできるの？

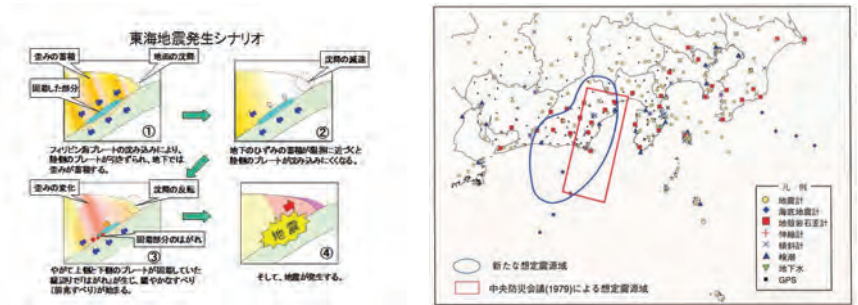
(2)地震予知の種類

- **長期予知(数10年)**
過去の地震を統計的に整理して予測。
場所と規模の予測はだいたい可能(プレート境界型)。
時期(いつ)の予測が困難。
- **中期予知(数年)**
コンピューターシミュレーションと観測で予測。
研究途中。
- **直前予知(数日)**
地震の前兆現象を利用した予知。
研究途中。天気予報なみの予知が目標。

2.5 地震予知はできるの？

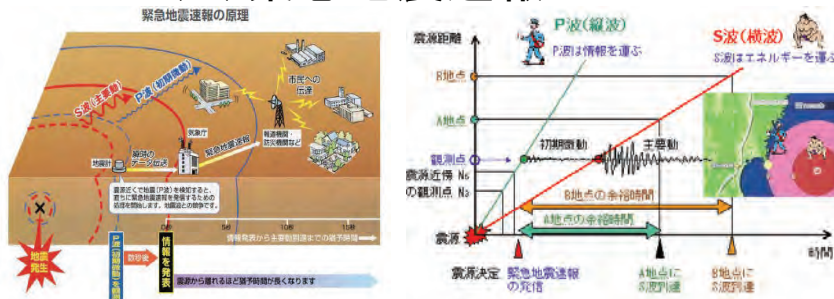
(3)地震予知の最前線

- 最も進んでいる地震予知 → 東海沖地震
 - 前兆現象を伴う可能性が高い
 - 観測・監視体制が高密度で整備
 - モデルに基づく判断基準あり
- **直前予知の可能性あり**



2.5 地震予知はどこまでできたか？

(4)緊急地震速報とは？



3.最近の地震発生事情

- 緊急地震速報は地震予知ではありません。
- 地震発生直後に震源に近い観測点で観測した地震波(P波)から各地での地震波(S波)の到達時間を予測し、素早く知らせるもの。
- 原理的に震源に近いところでは速報が間にあわないことがある。

内 容

- **3.1 岩手・宮城内陸地震はなぜ起きたか？**
～公表されている資料から考える～
- **3.2 最近の福島沖、茨城県沖地震の意味**
- **3.3 宮城県沖地震は本当に起きるのか？**

3.1 岩手・宮城内陸地震はなぜ起きたか？ ～公表されている資料から考える～



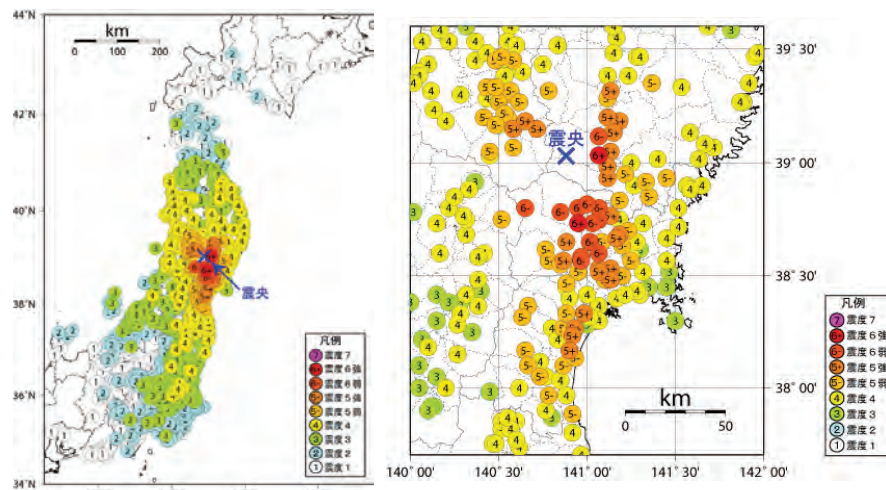
(C) 国際航業株式会社・株式会社バスコ

平成20年6月14日発生岩手・宮城内陸地震 被害状況速報
国際航業株式会社 より引用

2008/11/29

2008/11/29

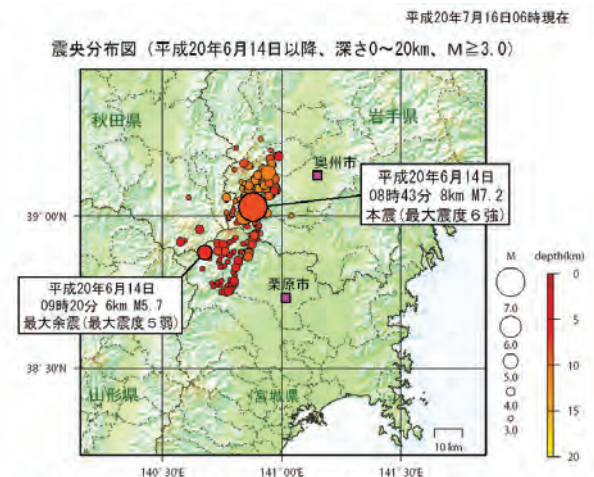
平成20年6月14日
岩手・宮城内陸地震 の震度分布



http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2008_06_14_iwate-miyagi/data/int200806140843.html

2008/11/29

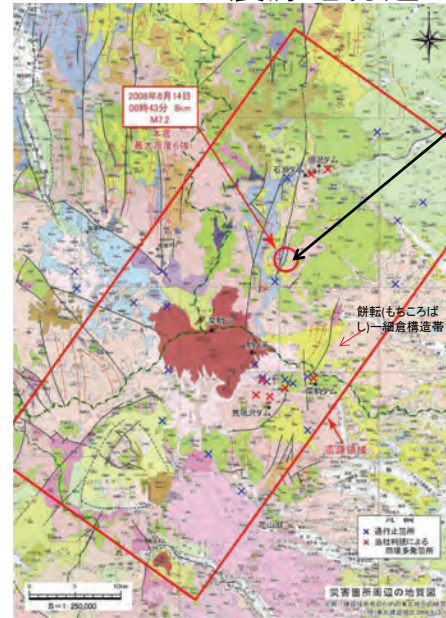
岩手宮城内陸地震の震央分布
(震源の真上を震央といいます)



丸の大きさはマグニチュードの大きさ、色は震源の深さを表す。
地形データには国土地理院の数値地図50mメッシュ(標高)、数値地図25000(行政界・海岸線)
および日本海洋データセンターのJ-EGG500を使用。
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2008_06_14_iwate-miyagi/index.html

2008/11/29

震源地付近の地質的背景



震源地付近には新第三紀
中新世(1500~600万年前)
の泥岩・砂岩が分布してい
ます。

直下型地震
逆断層型、地殻内の浅
い地震

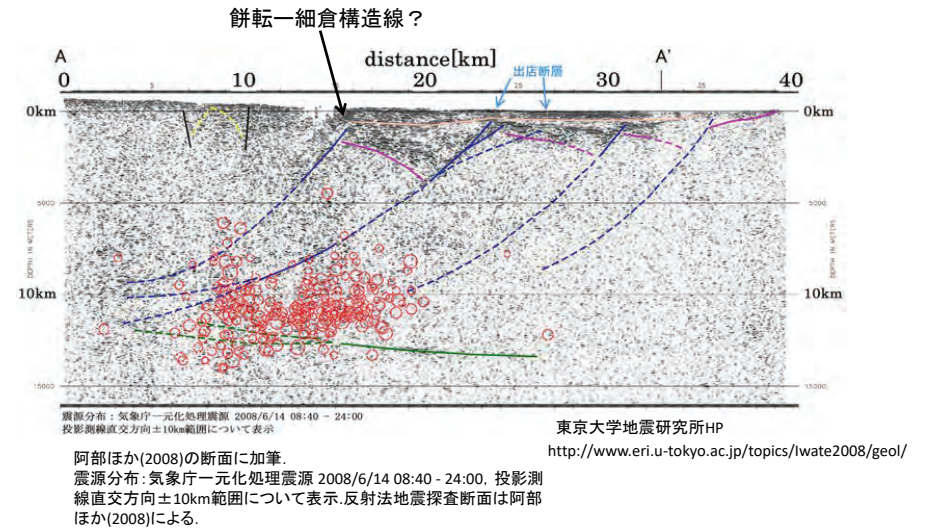


プレート型の深い地震
宮城県沖地震とは違うメカ
ニズム

図は平成20年6月14日発生岩手・宮城内陸地震 被害状況
速報 国際航業(株) より引用

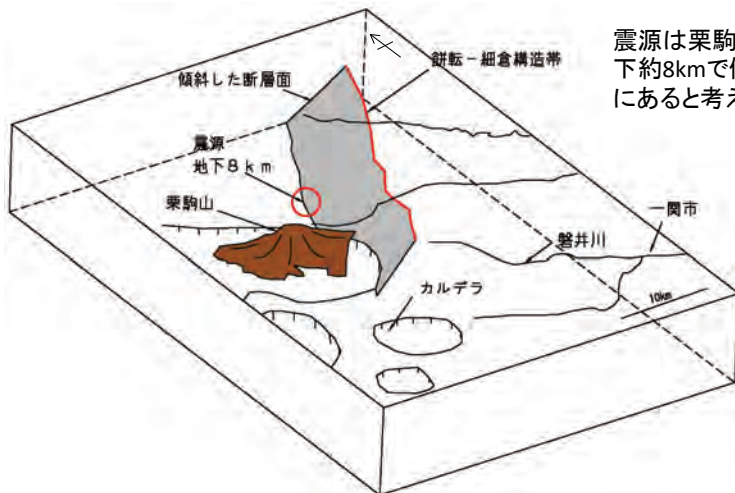
2008/11/29

震源域北部を横切る反射法地震探査断面と余震分布



2008/11/29

2008年岩手・宮城内陸地震震源域の推定地下構造

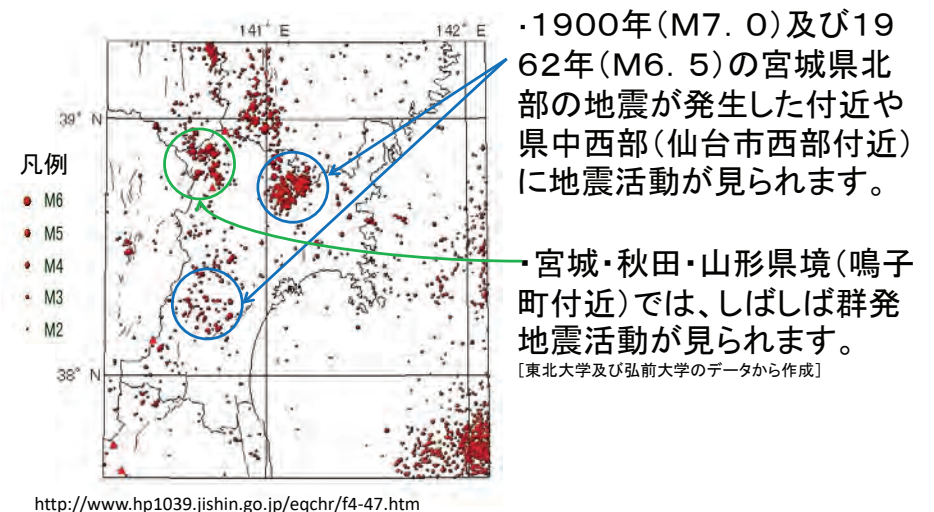


震源は栗駒山の北東側の地
下約8kmで傾斜した断層面上
にあると考えられています。

東京大学地震研究所HP
を参考に作成

2008/11/29

宮城県とその周辺における最近の浅い地震活動 (M2以上、1975年5月~1995年4月、深さ30km以浅)



・1900年(M7.0)及び19
62年(M6.5)の宮城県北
部の地震が発生した付近や
県中西部(仙台市西部付近)
に地震活動が見られます。

・宮城・秋田・山形県境(鳴子
町付近)では、しばしば群発
地震活動が見られます。

[東北大学及び弘前大学のデータから作成]

<http://www.hp1039.jishin.go.jp/eqchr/f4-47.htm>

2008/11/29

岩手宮城内陸地震の評価

一平成20年6月26日 地震調査研究推進本部地震調査委員会の報告から一

- 発震機構は**逆断層型**で、**地殻内の浅い地震**です。大局的には西傾斜の分布と推定されます。
- 地震観測点の一関西観測点上下動**3.866gal**、三成分合成で**4.022gal**という、**観測史上初めて、4G(1G=980gal:重力加速度)を超える加速度**が観測されました
- GPS観測の結果によると、震源域の直上の栗駒2観測点で、**2.1mの隆起、1.5mの南東方向の水平変位**などが観測されました。
- 地表変状が確認されている地点は、**活断層として認識されていなかった断層上にあたる可能性**があります。

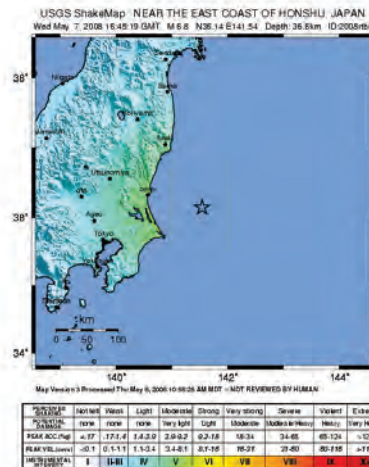
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jun_iwate_miyagi2/index.htm
より引用、一部抜粋

2008/11/29

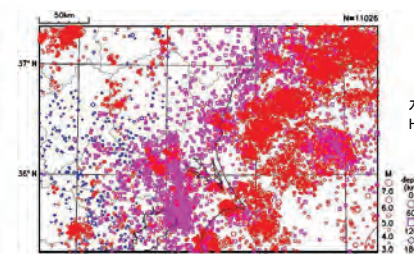
3.2 最近の福島沖、茨城県沖地震の意味

茨城県沖地震平成20年5月7日 深度36.6km, M6.8

1970(昭和45)年~2007(平成19)年に発生したM(マグニチュード)3.0以上の地震の分布



アメリカ地質調査所 (USGS)のHPより

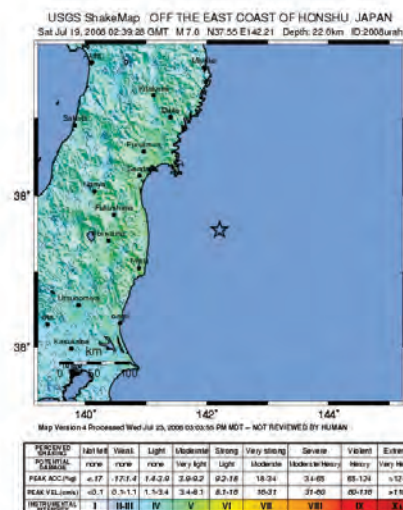


O5月5日~9日に茨城県沖連続地震(M7・最大震度5弱)が発生しました。

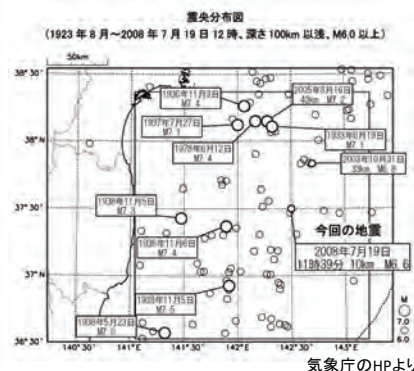
O茨城県ではプレートの運動により、プレートの境界や内部に蓄積した歪みエネルギーが解放される時に、地震が発生します。(宮城県沖と同じメカニズム)

2008/11/29

福島県沖地震 平成20年7月19日 深度22.0km, M7.0



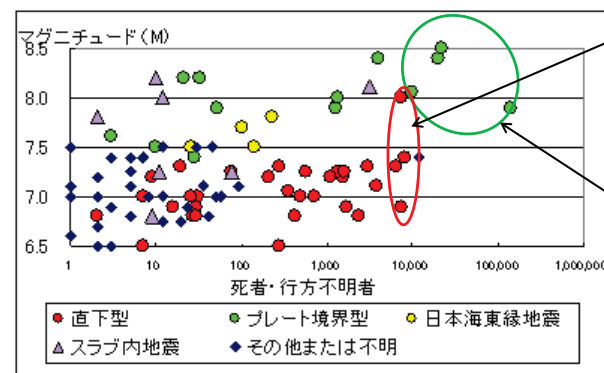
アメリカ地質調査所 (USGS)のHPより



- 福島県沖では過去にもM6を超える地震が起きており、メカニズムは宮城県沖地震と同様です。
- 過去40年間にM6以上の地震が50回以上発生しています。

2008/11/29

地震の型別のマグニチュードと人的被害



直下型地震:
マグニチュードM=7.5程度以下が主体です。
6~8千人台の被害が4回発生しているように、たびたび大被害が発生しています。

プレート境界型地震:
マグニチュードM=7.5程度以上が主体です。
1万人以上の被害が4回発生しているように、巨大な被害がたびたび発生しています。



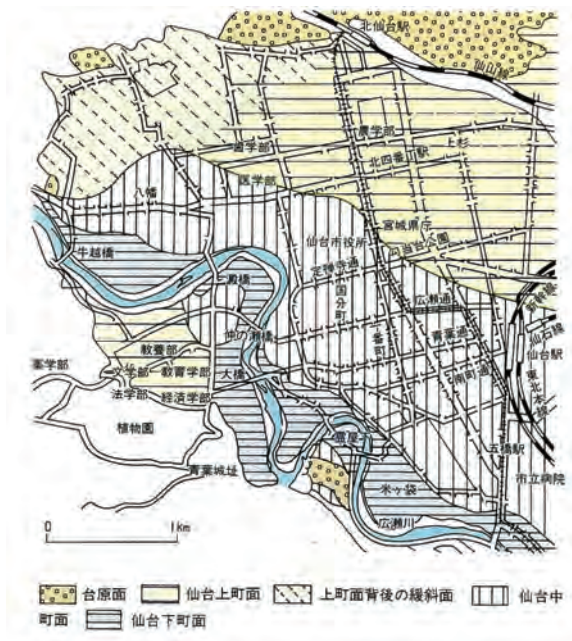
<http://www.5d.biglobe.ne.jp/~kabataf/jishinhighai.htm>

2008/11/29

3.3 宮城県沖地震は本当に起きるのか？

- 宮城県で被害が想定される地震には、宮城県沖地震を代表とするプレート型地震と岩手宮城内陸地震や宮城県北部地震を代表とする直下型地震があります。
- 最近では福島県沖、茨城県沖でもプレート型の地震が発生しており、**確実に宮城県沖地震の発生は近づいている**と思われます。
- 近県の地震の発生にも注意し、**地震に備え**ましょう。

2008/11/29



4. 柏木地区の地盤

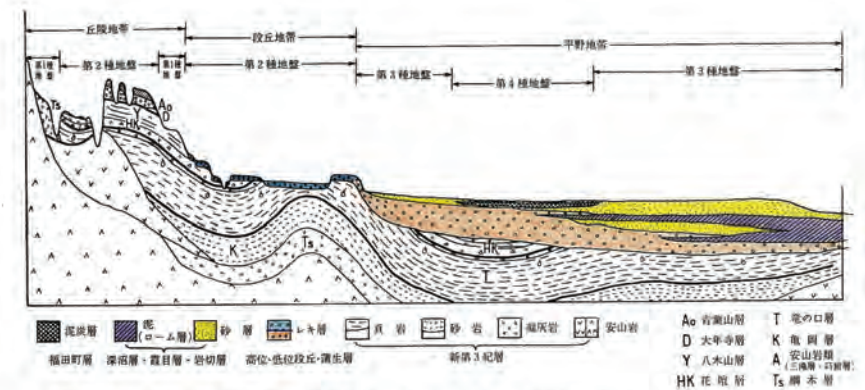
内 容

○地域の足元はどんなところか？

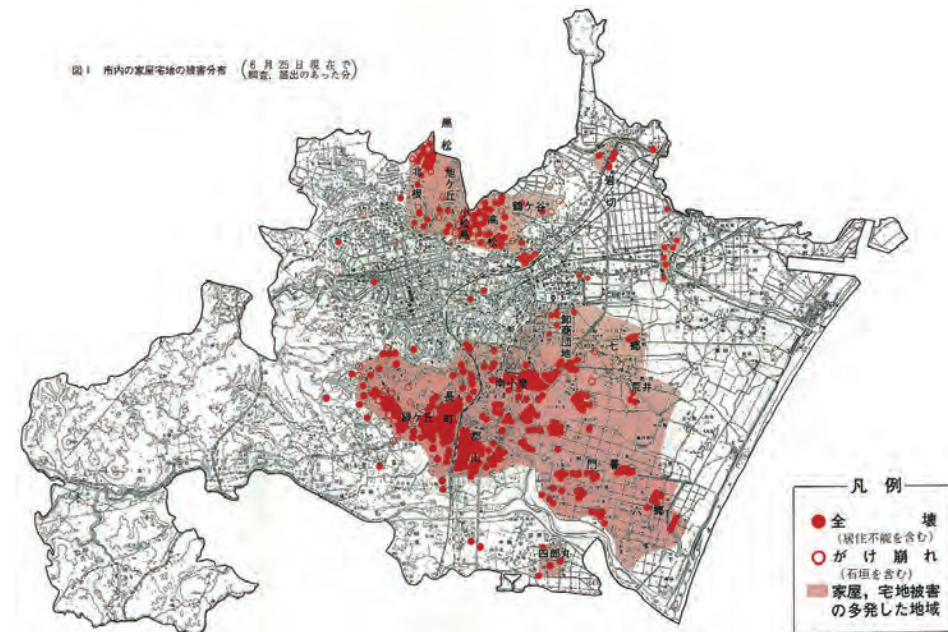
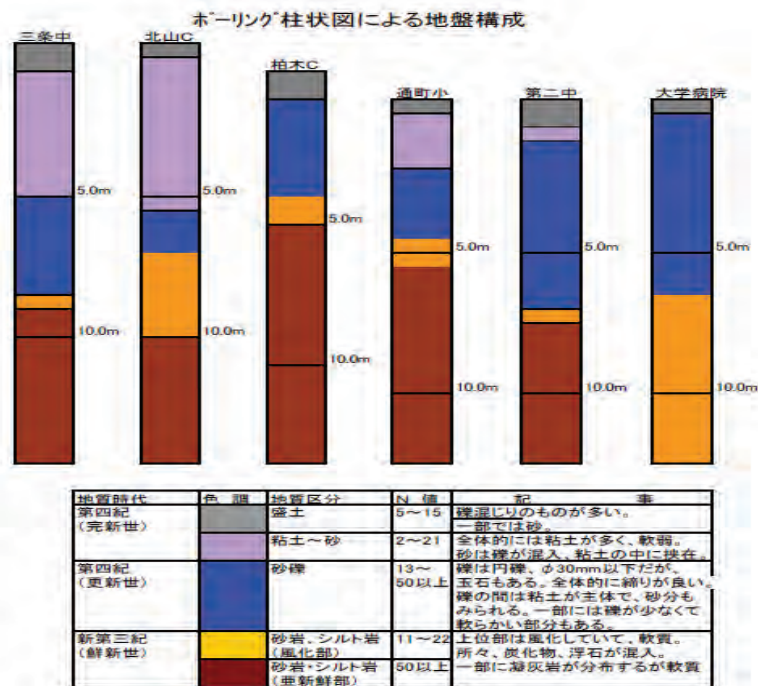
(地形と地質)

○地盤がよいので安心か？

○ハザードマップについて



第III-2図 丘陵・段丘・平野間の表層地質・地盤種別を示す断面図

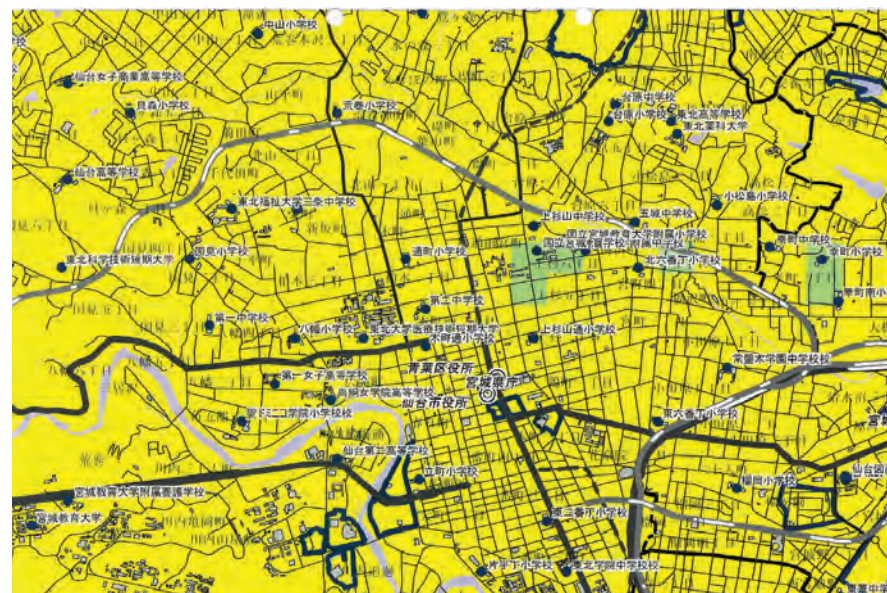
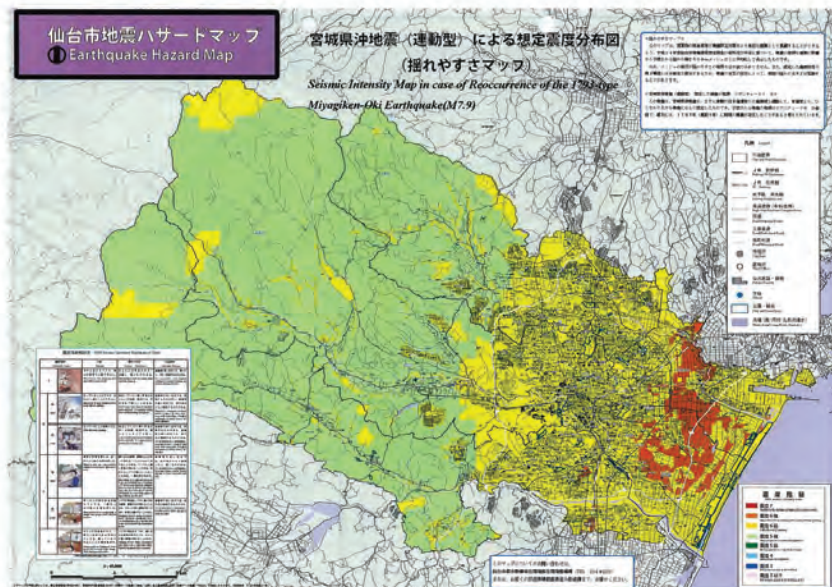
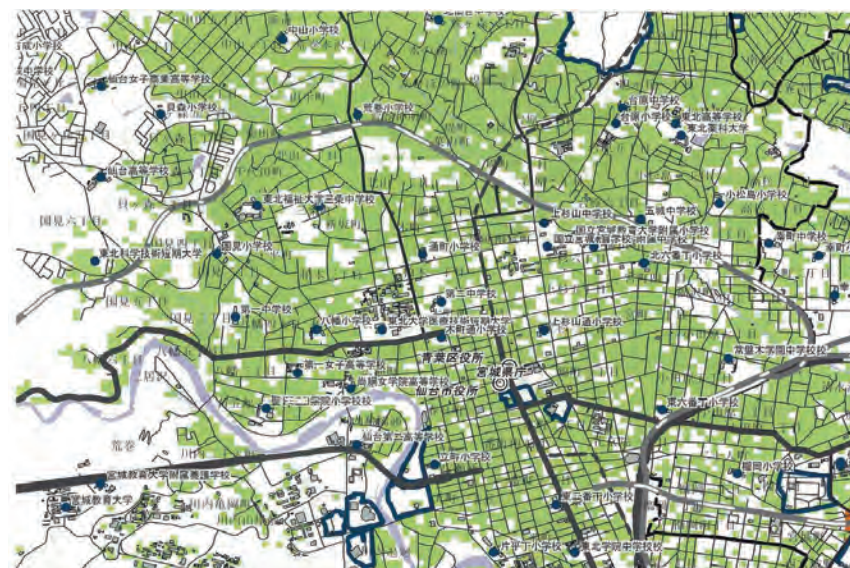
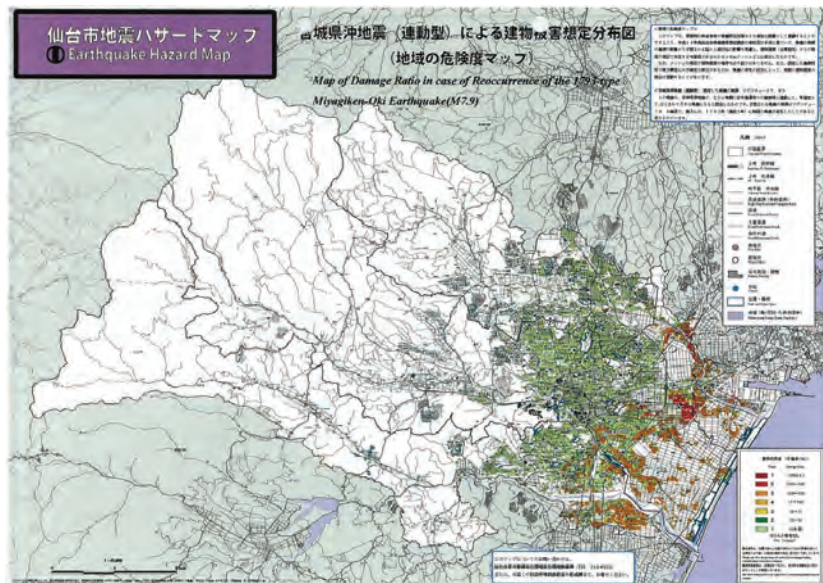


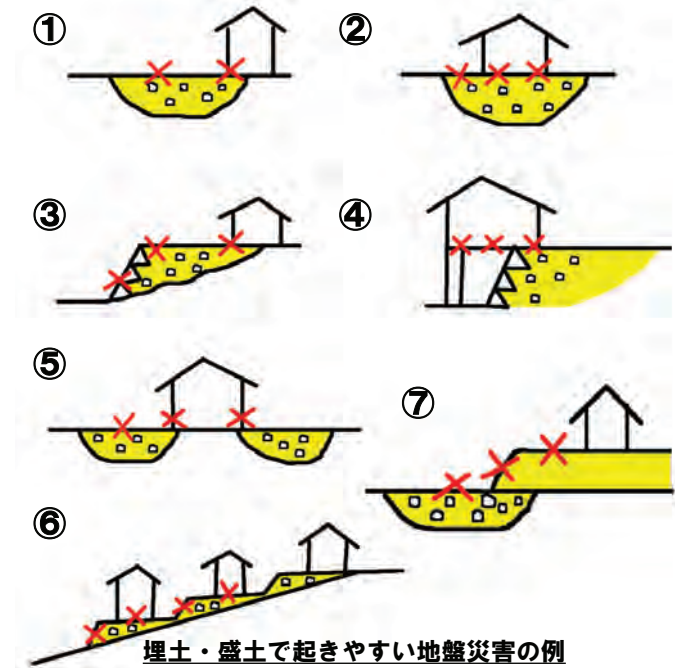
30年経って.....

- 高齢化、少子化
- 建物の経年劣化
- 便利→生活の知恵の衰退
- コミュニティの様変わり
- 高層難民

仙台市地震ハザードマップ

- 2008. 4に作成、公表
- 50m四方の矩形で表現(メッシュ)
- 揺れやすさマップ作成
- 地域の危険度マップ作成(建物被害の全壊相当を表示)
- 液状化予想マップ作成
- 想定した地震: 単独型(M7. 5)、連動型 (M7. 9)、(参考) 長町利府断層(M7. 5)
- 本区域の評価について





口絵-58 ブロック塀の倒壊 (河南町広瀬地区)



地震によって地盤の露出にできた大きな地割れ
=14日午後2時ごろ、震源地東北沖ノ原

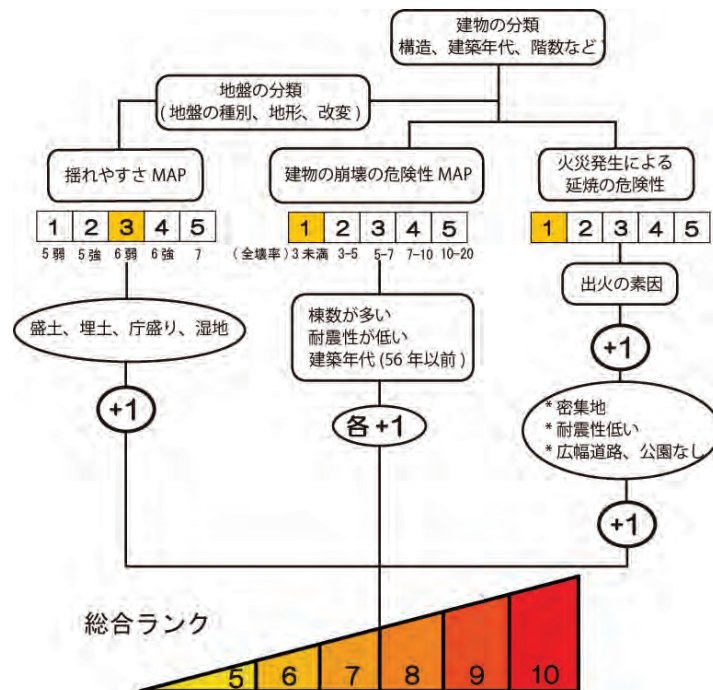
地震時の建物火災について



口絵写真—5 口絵写真—4の裏側。無造作な盛土地盤上に建てられた家は、激しい揺れに遇ってはひとたまりもない。

危険度の決定要素

- ①建物の構造、築年
- ②建ぺい率(建物の密度)
- ③周辺環境(公園、道路状況)
- ④火気を扱う店舗の有無
- ⑤集合住宅



5. これからの防災 ～地域の防災力向上のために～

重要キーワード

- **重点指向**
- ★ **何を**: 地震で人命を失わない
- ★ **誰を**: 特に、発生時に自立的に避難が困難な人
- **プロセス重視**
- ★ **いつ**: 地震発生前から常在地震の気持ちで
- ★ **どこで**: 自宅を含む地域全体で
- **システムの対応**
- ★ **なぜ**: 地震発生時に急にはできないので、予め
- ★ **どのように**: マイマップを活用した事前訓練で

2017/4/7

柏木市民センター出前講座

2

マップ(地図)の見方



- ① **方位**:
東西南北は?
普通は上が北
- ② **縮尺**:
実物をどれだけ
縮めてあるか
- ③ **凡例**:
約束に従って
記号で事物を示す

2017/4/7

柏木市民センター出前講座

3

ハザードマップの使い方

- **ハザードマップの特徴**
- ★ ハザード(災害要因)の範囲を示す → 過信禁物
- ★ 個人を対象にしていない
- ★ 地域の災害特性を知る
- **マイマップの必要性**
- ★ 個人単位の防災情報
- ★ 地域の総合防災情報
- ★ 危険物位置・注意箇所
- ★ お役立ち箇所



2017/4/7

柏木市民センター出前講座

4

マイマップの効用

- **マイマップは総合防災情報箱**



- **安全・安心の確保**
- ★ 安全な避難場所・避難路を知る安心感
- **地域の防災ドクター**
- ★ 防災に関する地域の生き字引的存在

2017/4/7

柏木市民センター出前講座

5

自助の役割と共助・公助との連携

- **自助の役割**

- ★ 一家に一部屋、地震に安全な部屋を
- ★ 大地震、最初の1分間、身の安全確保
- ★ マイマップでの訓練を生かした安全な避難

- **共助の必要性**

- ★ 自力で避難できない災害時要支援者の存在
- ★ 地域の皆が理解し、複数人の支援者配置

- **公助との連携**

- ★ 積極的なボランティア・避難所運営への参加
- ★ 要支援者の特別なニーズへの配慮と物資確保

ご 静 聴

ど う も

ありがとうございました