

片平地区安全安心まちづくり講座

1. 地震はどうして起きるのか
2. 地震とはどんな現象なのか
3. 最近の地震発生状況
4. 片平地区の地盤
5. これからの防災（減災）について
6. 質疑応答

(社) 日本技術士会東北支部
地震防災ワーキンググループ

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

1

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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？

2

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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)

3

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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

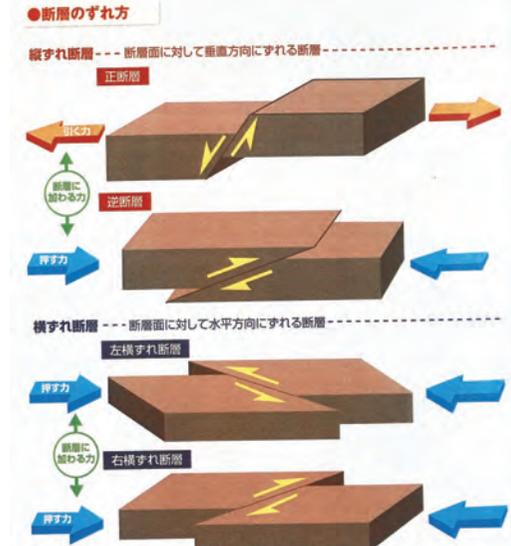
●地球内部に蓄積された歪みを解放するため弱面に沿って急激にすべる（断層運動）→地震

●破壊（すべり）過程

・地震は断層運動

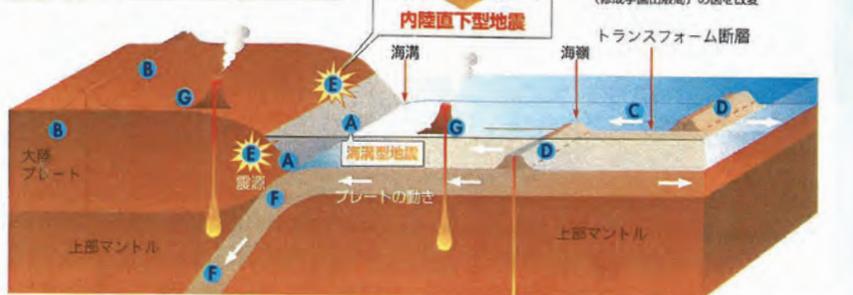
・断層面の広がりかマグニチュードに対応→範囲が大きいと地震の規模が大きくなる

・破壊の始まる場所が震源でその直上が震央



地震のタイプと起こるところ

●地震のタイプと震源位置

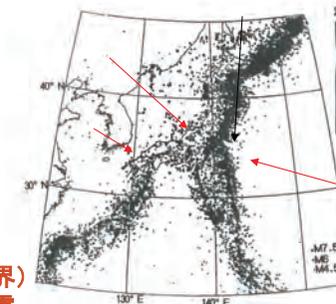


プレート間地震	A プレートが沈む場所での地震 →海溝型地震	プレート内地震	E 大陸プレート内の地震 →内陸直下型地震
	B 大陸プレートが押し合う場所での地震		F 海洋プレート内の地震
海嶺での地震	C プレート間のずれによる地震	その他の地震	G 火山性地震
	D 海洋プレートが生まれる場所での地震		

日本周辺の海溝型地震とプレートの分布

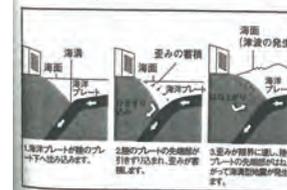


【図11】日本周辺のプレートの動き

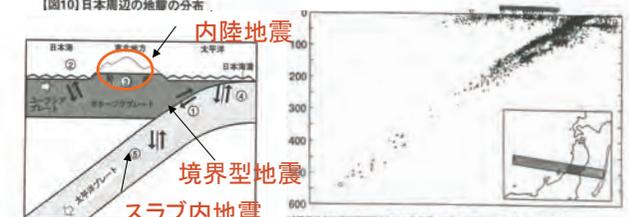


【図10】日本周辺の地震の分布

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



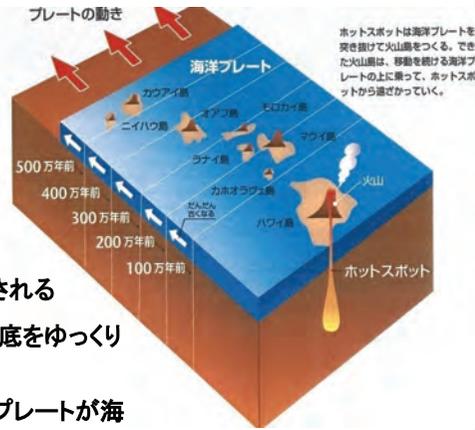
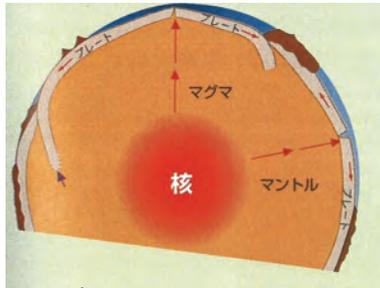
【図14】プレート境界地震はこうして起こる



【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・噴火予知観測センターによる）

地震（断層破壊）の力の源・プレート運動

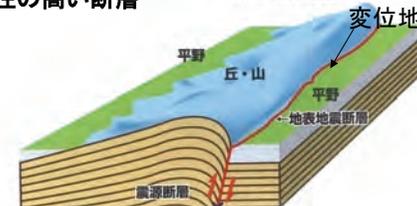
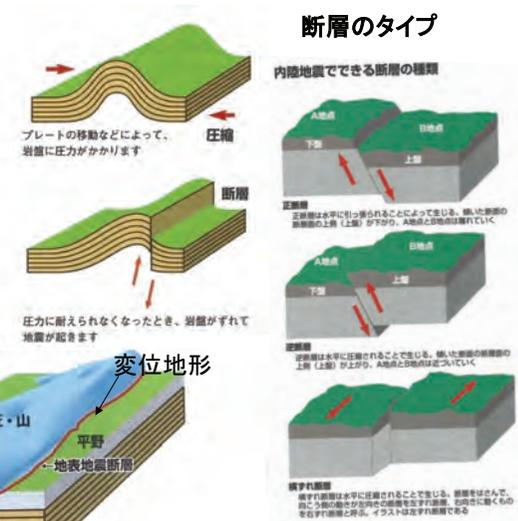


- ・海のプレート(岩板)は海底山脈で形成される
- ・海嶺から両側に地球表面に沿いに海洋底をゆっくりと移動する
- ・陸側のプレートと衝突すると、重い海のプレートが海溝部で沈み込む
- ・沈み込むプレート内部にストレスが蓄積する
- ・やがて強度の限界に達して弱面に沿って急激なすべり破壊(地震)発生

2009/6/27

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

2009/6/27

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。まだ見つかっていない活断層もあります。

- 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
A級活断層	福島盆地西縁断層帯：福島県
丹那断層帯：静岡県	立川断層：東京都
根尾谷断層：岐阜県	長町-利府線：宮城県
阿寺断層帯：岐阜県	有馬-高槻断層帯：兵庫県～大阪府
跡津川断層：岐阜県	山崎断層：兵庫県
北由利断層帯：秋田県	別府-万年山断層帯：大分県
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

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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

片平市民センター出前講座

2009/6/27

1.3 なぜ同じところにくり返し起こるのか

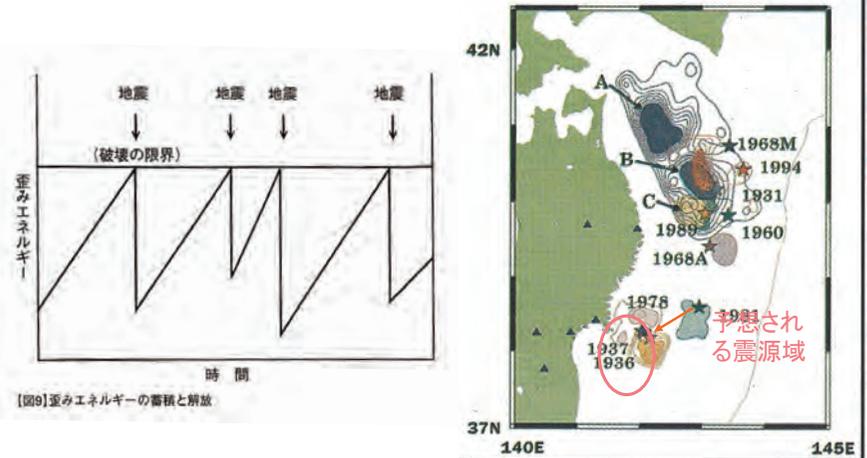
・・・またくるぞ・・・プレート境界のすべり様式

●アスペリティと地震の関係

アスペリティ(断層の固着域)モデル

- 境界面には移動にともない、現在では抵抗もなくズルズルすべるところが範囲も広い→地震が起こらない
- ゴツゴツした引っかかり(海山など海底表面の凹凸)がありストレスが蓄積する
- このアスペリティが急激にすべることにより地震が起こる
- すべり量の大きい場所(アスペリティ)は変わらない

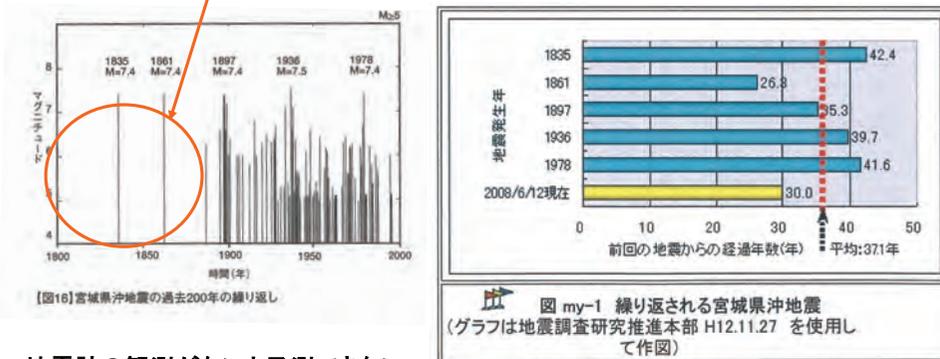
海溝型地震はアスペリティでエネルギー(断層破壊=地震)を発散してひっかかりまたくりかえす



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

古文書でしかわからない



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?

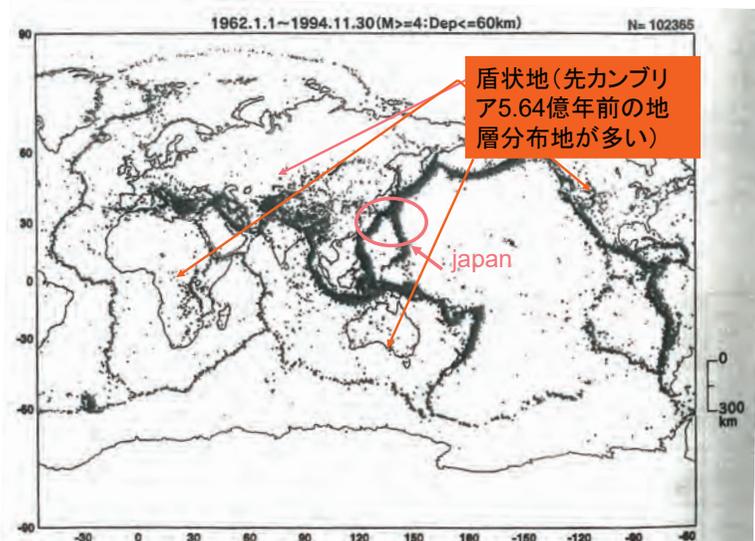
地球上の地殻の分布をみるとつぎはぎだらけ



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



盾状地(先カンブリア5.64億年前の地層分布地が多い)

japan

16

【図3】世界の地震の分布

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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

17

片平市民センター出前講座

2009/6/27

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けりのある同じ場所で繰り返しおきる

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

18

片平市民センター出前講座

2009/6/27

片平市民センター出前講座
「地震と地盤」

2. 地震とはどんな現象か

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

平成21年6月27日片平市民センター出前講座

はなしの内容

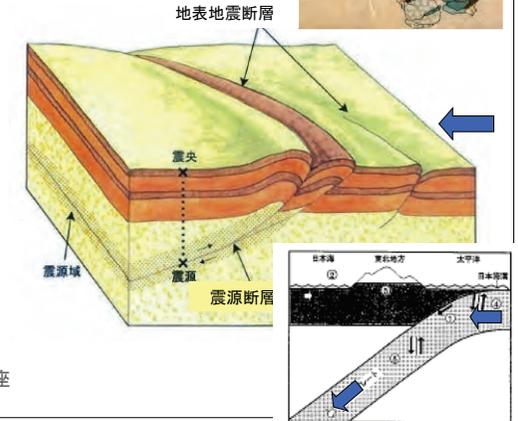
- 2.1 地震とは
- 2.2 震度とマグニチュード
- 2.3 余震とはなにか
- 2.4 揺れかたのいろいろ
- 2.5 地震予知はできるの？

平成21年6月27日片平市民センター出前講座

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

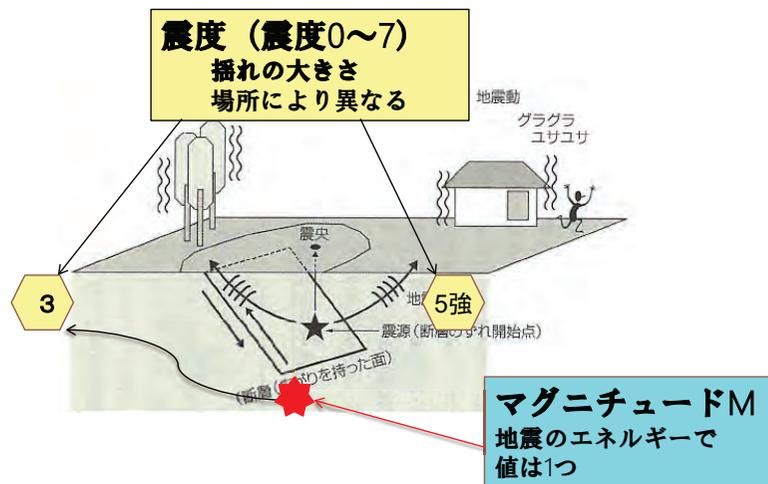
- この時に岩盤がずれて**断層**ができる
- 力の原動力⇒ プレートが日本列島を押し力



平成21年6月27日片平市民センター出前講座

2. 2 震度とマグニチュード

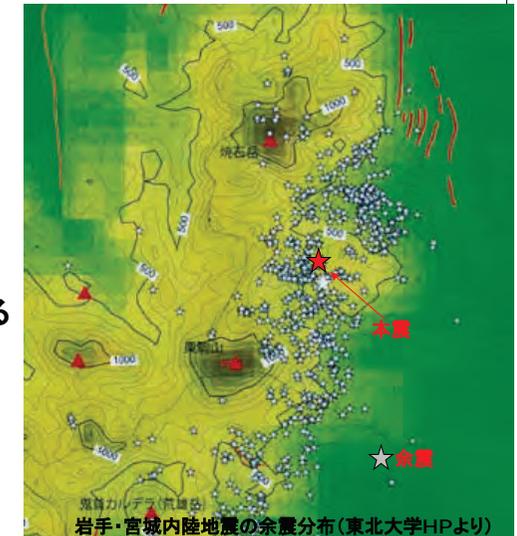
- 震度とマグニチュードは違います



平成21年6月27日片平市民センター出前講座

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

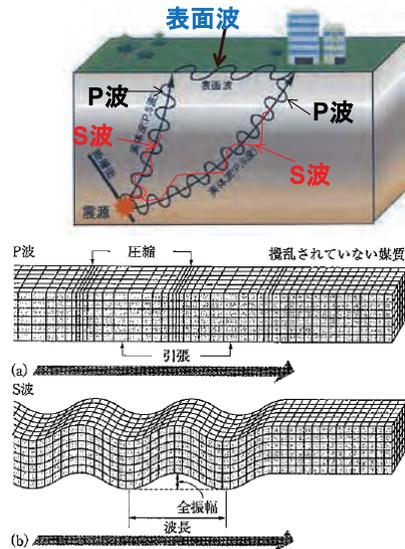


平成21年6月27日片平市民センター出前講座

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
- **大きなエネルギー** → **地震災害**
- **表面波**：地表面に沿って伝わる

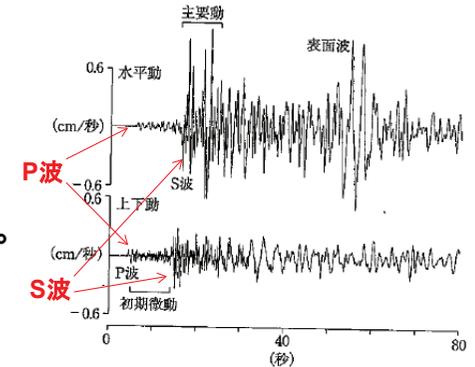


平成21年6月27日片平市民センター出前講座

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 (6~9km/s)。
P r i m a r y
- **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)。
S e c o n d r y
- 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

平成21年6月27日片平市民センター出前講座

2. 4 揺れかたのいろいろ

(3) 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)

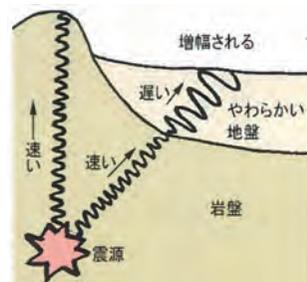
- 規模が大きい (Mが大きい=エネルギー大) ほど強くゆれる

2 震源からの距離

- 近いほど強くゆれる

3 表層地盤の性質

- **やわらかい地盤** → **大きいゆれ**
- **硬い地盤** → **小さいゆれ**



平成21年6月27日片平市民センター出前講座

2. 4 揺れかたのいろいろ

(4) 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



平成21年3月31日改訂

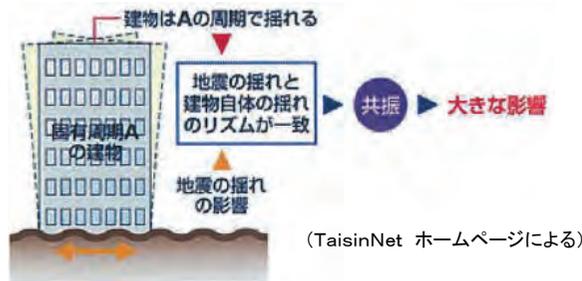


平成21年6月27日片平市民センター出前講座

2. 4 揺れかたのいろいろ (5) 揺れ方による被害の違い

・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。



平成21年6月27日片平市民センター出前講座

岩手・宮城内陸地震
共振させるような波少ない
↓
建物被害少ない

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、どの程度の規模（M））

地震予知は条件付きで「かなりの程度は可能」

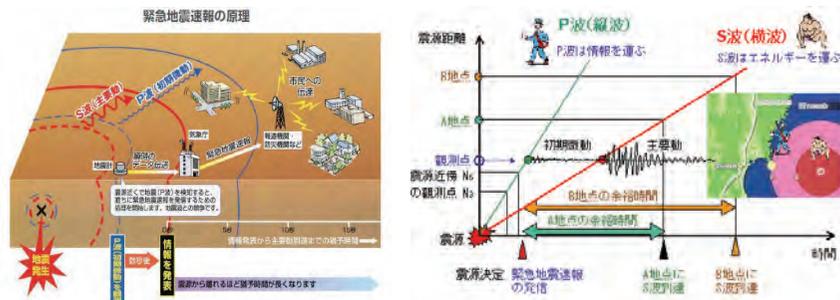
(2) 地震の予知の現状

- ・長期予知（数10年）
場所と規模の予測はだいたい可能。時期（いつ）が困難。
- ・中期予知（数年）
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。

平成21年6月27日片平市民センター出前講座

2. 5 地震予知はできるの？

(3) 緊急地震速報とは？



・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。

平成21年6月27日片平市民センター出前講座

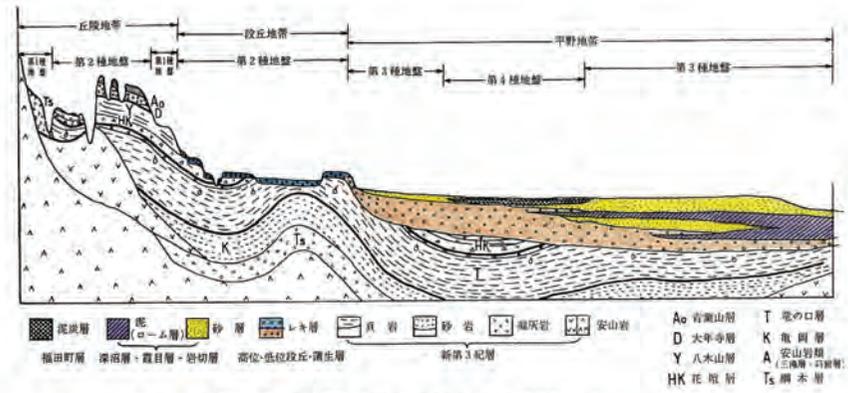
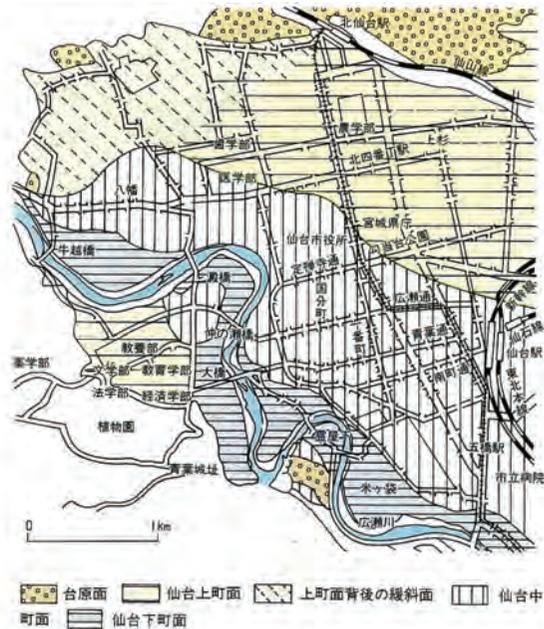
4. 片平地区の地盤

○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

○身近な防衛策とは？



第111-2図 丘陵・段丘・平野間の表層地質・地盤種別を示す断面図

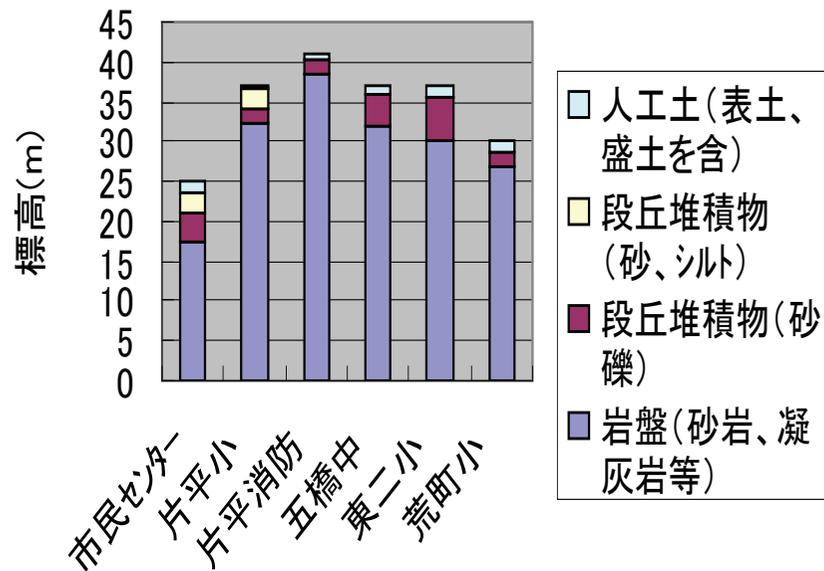
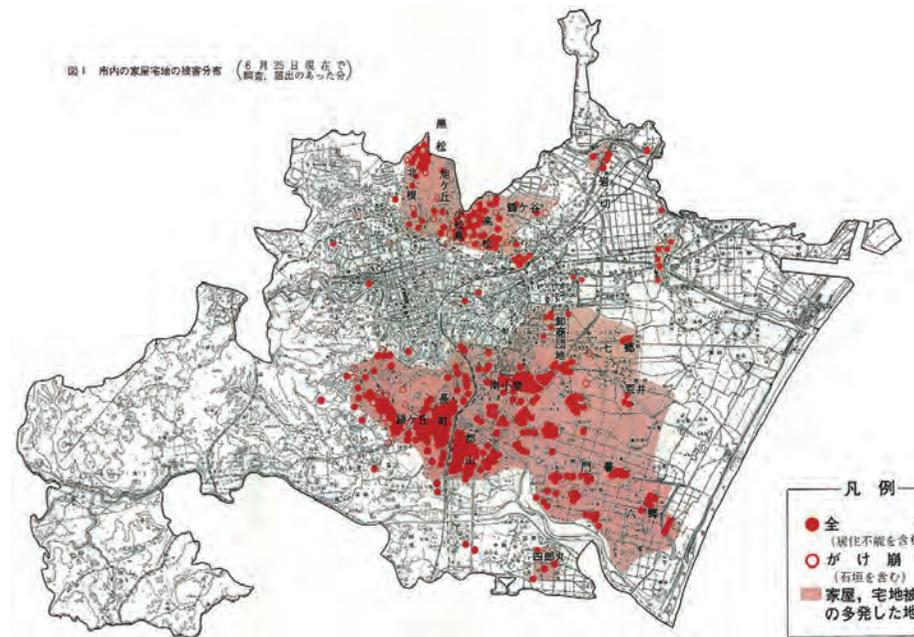


図1 市内の家屋宅地の被害分布 (6月25日現在まで) (調査、震出のあった分)



最近の地震と被害の特徴

プレート境界型

	(発生年)	(規模)	
• 明治三陸地震	1896	M8.5	津波被害甚大
• 十勝沖地震	1968	M7.9	建築物の被害
• 宮城県沖地震	1978	M7.4	造成地被害集中(都市災害)
• 日本海中部地震	1983	M7.7	津波死者多数
• 北海道南西沖地震	1993	M7.8	津波災害(奥尻島)
• 三陸南地震	2003	M7.1	沿岸部被害
• 岩手県沿岸北部地震	2008	M6.8	

内陸・直下型

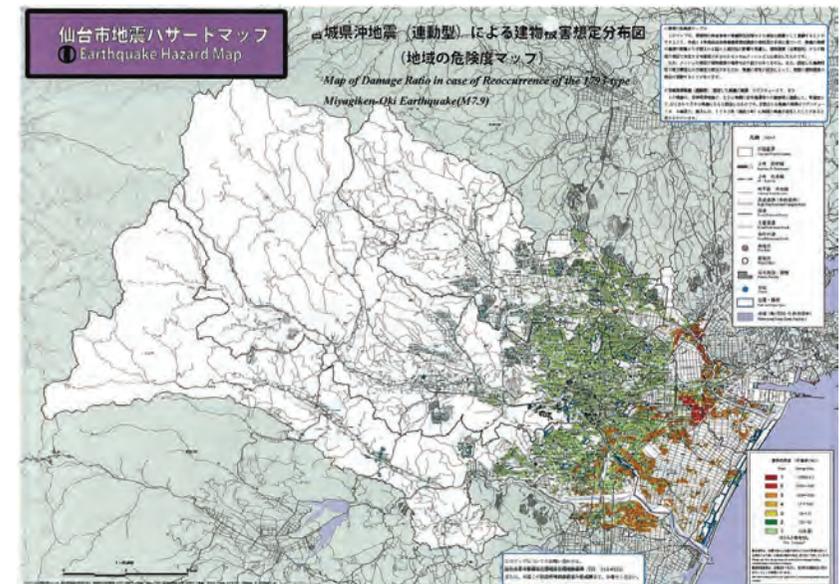
	(発生年)	(規模)	
• 福井地震	1948	M7.1	25km伏在断層
• 兵庫県南部地震	1995	M7.3	家屋家具の倒壊
• 宮城県北部地震	2003	M5.6	集中域に被害
• 新潟中越地震	2004	M6.8	土砂災害
• 新潟中越沖地震	2007	M6.5	家屋倒壊
• 岩手・宮城内陸地震	2008	M7.2	土砂災害(崩壊、地すべり)

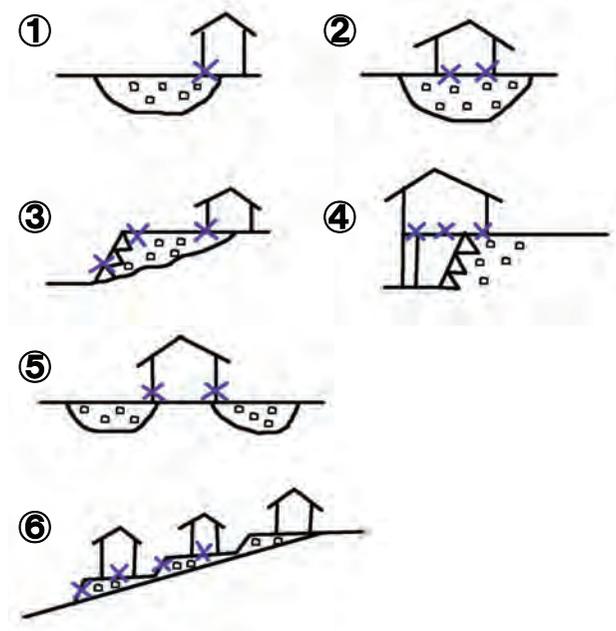
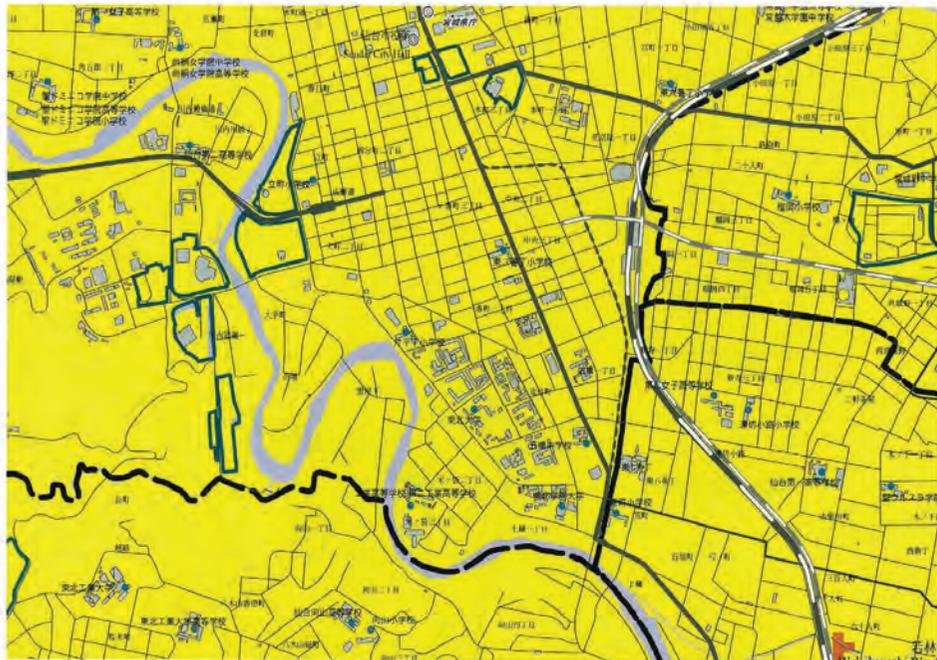
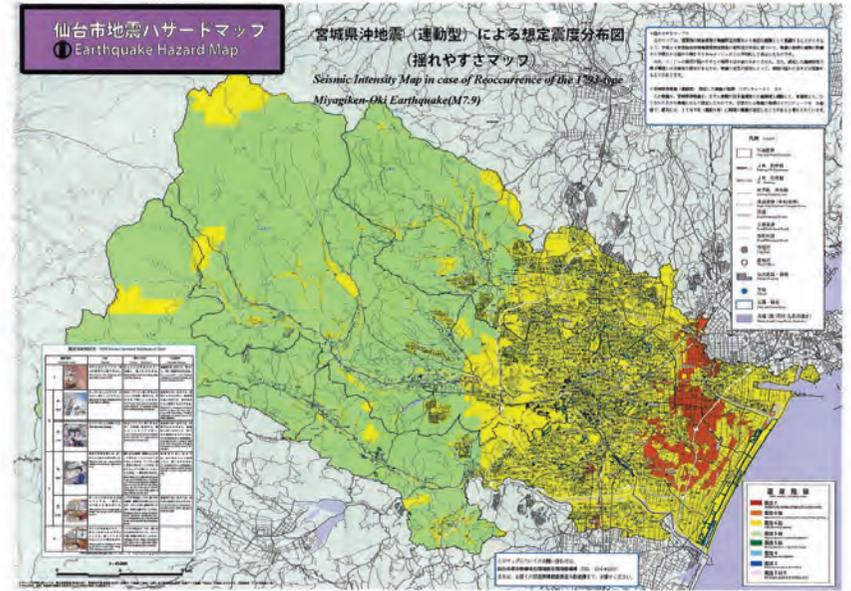
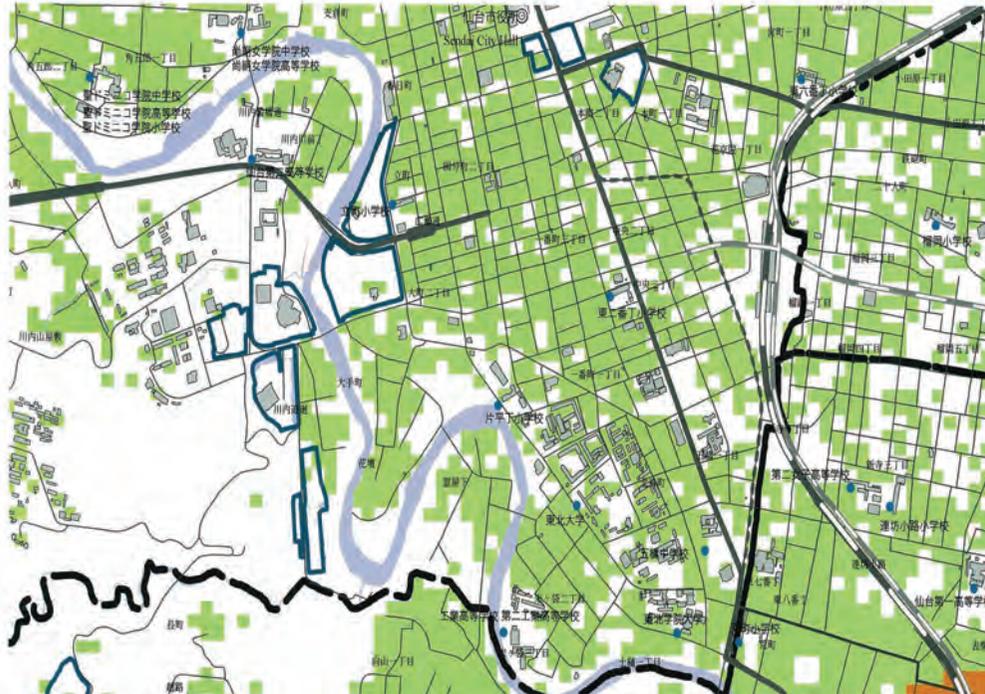
30年経って

- 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



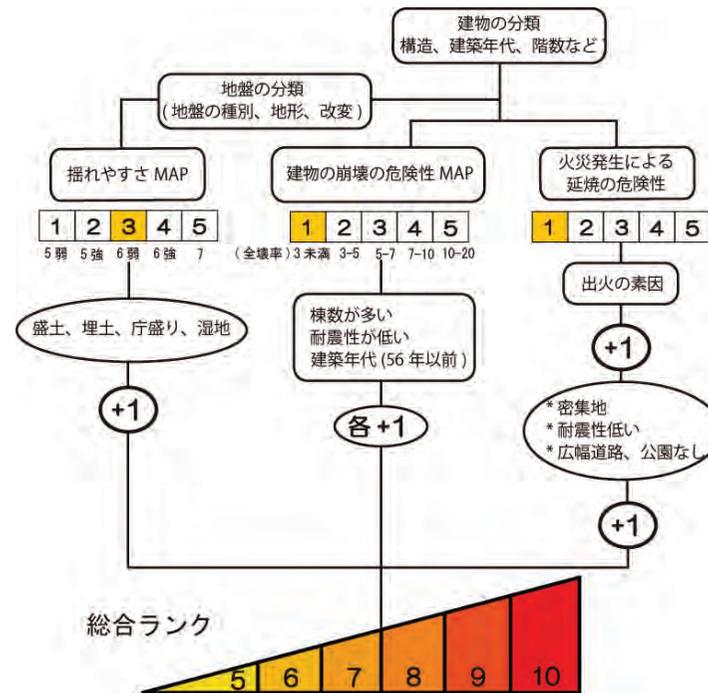


埋土・盛土で起きやすい地盤災害の例

地震時の建物火災について

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



家の中では？

- *転倒（家具）防止と飛散（ガラス）防止
 - 壁と家具の固定！
 - 移動しやすいものを上に置かない！
置く場合には天井まで詰める！
 - 窓ガラス、家具のガラスにはシート！
 - 寝室にはものを置かずに、緊急用防災用具のみを置く！

家にいて地震が来たら？

- 寝てたら→布団をかぶれ！
- 居間にいたら→机の下に、頭だけでも！
- 台所では→コンロの前なら火を消す、無理な消火はしないこと。
トイレ・風呂なら→ドアを空けて待つ。
- *建物が27年前のものなら耐震補強
- *家を空けるときには、戸締りとブレーカーを落とす。

外に出かけていたら？

(地下街)

- * ガラスを避ける、頭を守る。
- * 煙を感じたら、タオルでガード、階段で地上へ

(道路)

- * 落下物に注意、上を見よう。
 - * ものに寄りかからない、ビルなら中へ
- (自動車)
- * ハザードランプ、減速、左へ停車
 - * カーラジオで情報収集
 - * 車を置くときは、キーをつけて、置きメモを忘れない！

高層マンションでは？

- 大きく揺れる。
- エレベーターが止まる。
- 救援物資は上まで来ない。
- 階段での上下移動が必至となる！



1週間程度は覚悟しておく。
(水、簡易食料、簡易トイレ、懐中電灯)

避難に際して

- まず足元注意、見た目より機能
- (高齢者)
- 常用クスリ入れと処方箋は携帯しておく
 - メガネ、入れ歯はケースに入れる習慣を！
- (子ども)
- 粉ミルクの備蓄とカセットコンロ
 - 好きなぬいぐるみ、ゲームで安心感を！

非常用持ち出し袋の点検

- どこに置いてありますか？
- 袋はどんなものですか？
- 中身は確認していますか？
- ペンとメモ帳、箸・スプーンは役立ちます！
- 好きなもの（食べ物、化粧品）も必要です！
- ちょっとした手入れ小物でストレス解消！

3.最近の地震発生状況

1

片平市民センター出前講座

2009/6/27

内 容

- 3.1 岩手・宮城内陸地震(平成20年6月14日、M7.2)はどんな地震だったのか？
- 3.2 最近の茨城県沖(平成20年5月7日、M6.8)、福島沖地震(平成20年7月20日、M7.0)の意味
- 3.3 宮城県沖地震は本当にくるのか？

2

片平市民センター出前講座

2009/6/27

3.1 岩手・宮城内陸地震はどんな地震だったのか？ ～公表されている資料から考える～



(C) 国際航業株式会社・株式会社ハスコ

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 より引用

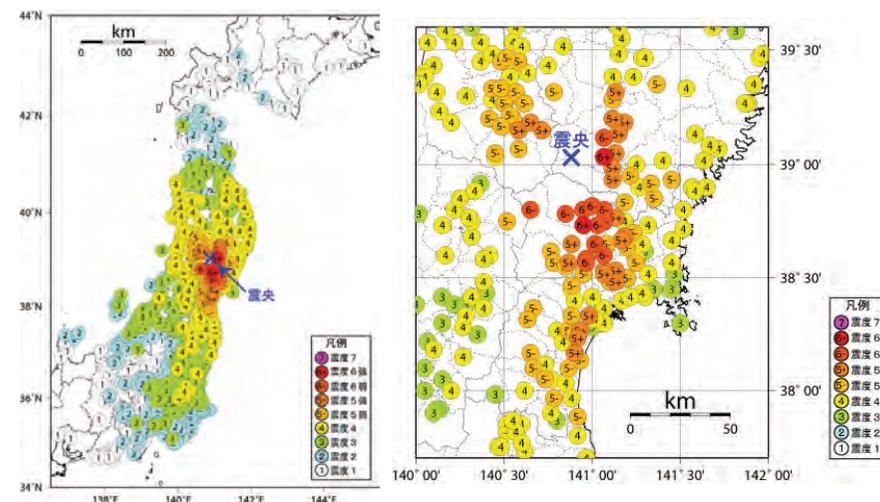
2009/6/27

3

片平市民センター出前講座

① 地震発生時の震度分布

(平成20年6月14日岩手・宮城内陸地震 の震度分布)



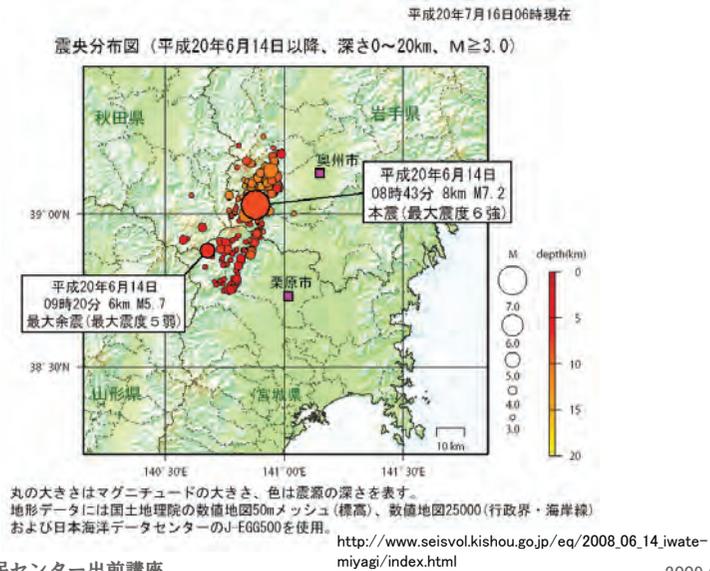
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2008_06_14_iwate-miyagi/data/int200806140843.html

4

片平市民センター出前講座

2009/6/27

② 本震と余震の分布 (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)



5

片平市民センター出前講座

2009/6/27

③地震の被害の状況 (山地の被害)



6

片平市民センター出前講座

2009/6/27

④ 地質的背景 (地盤をつくっている岩盤の分布)



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

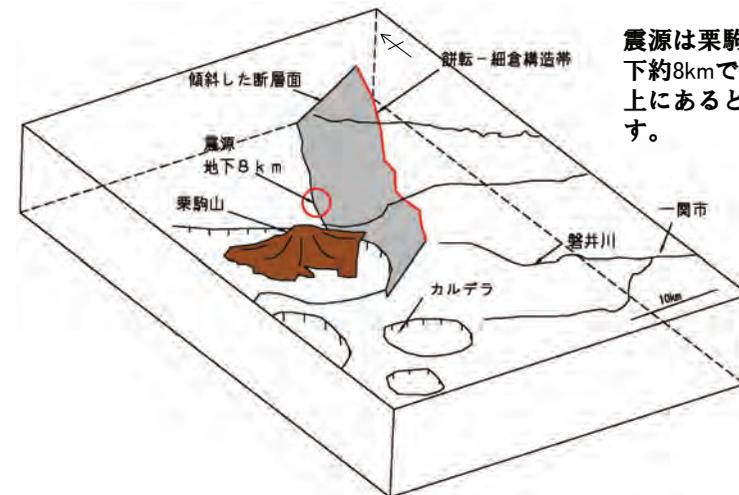
7

片平市民センター出前講座

2009/6/27

⑤ 地下構造- 2

(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

8

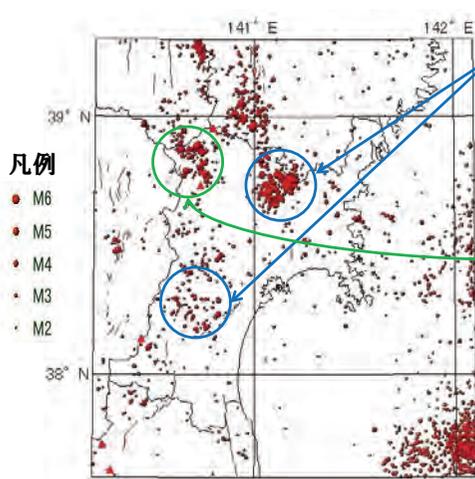
片平市民センター出前講座

2009/6/27

⑥ その他の浅い地震分布

(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1962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>

2009/6/27

片平市民センター出前講座

⑦ どのような地震だったのか?

岩手宮城内陸地震は、地下約8kmの活断層によって引き起こされた**直下型地震**です

- ・ **逆断層型**で、**地殻内の浅い地震**。
- ・ 地震観測点の一関西観測点で上下動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**
- ・ 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。

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

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

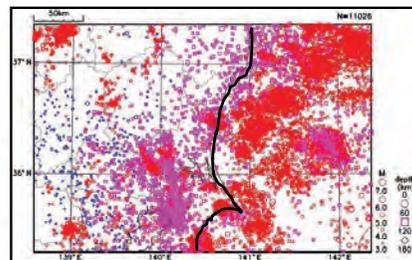
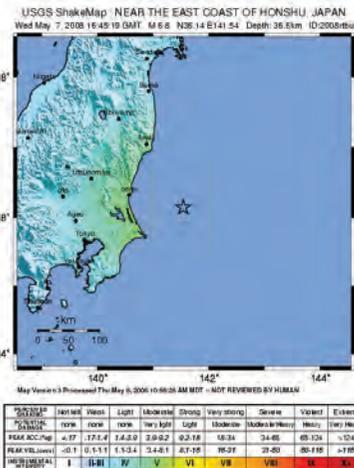
片平市民センター出前講座

2009/6/27

3.2 最近の茨城県沖、福島沖地震の意味

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



水戸地方気象台 HPより引用

○5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。

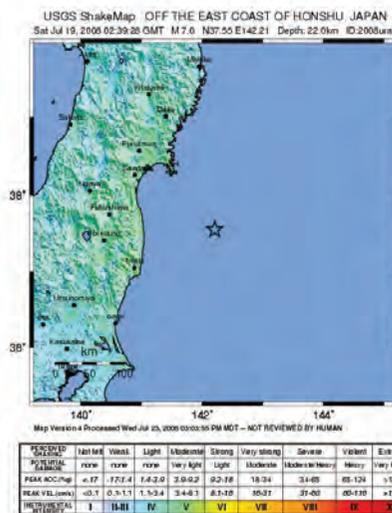
○茨城県ではプレートの運動により、プレートの境界や内部に蓄積した歪みエネルギーが解放される時に、地震が発生します。(宮城県沖と同じ**メカニズム**)

アメリカ地質調査所 (USGS)のHPより

片平市民センター出前講座

2009/6/27

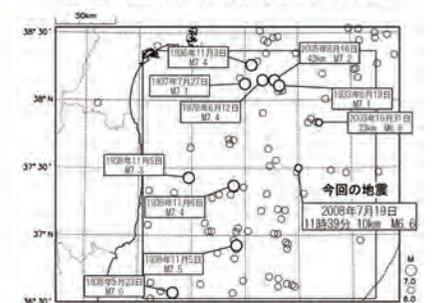
福島県沖地震 平成20年7月19日 深度22.0km, M7.0



アメリカ地質調査所 (USGS)のHPより

片平市民センター出前講座

震央分布図 (1923年8月~2008年7月19日 12時、深さ100km以上、M6.0以上)



気象庁のHPより

- ・ 福島県沖では過去にもM6を超す地震が起きており、**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。

2009/6/27

3.3 宮城県沖地震は本当にくるのか？

- 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。
- 最近では茨城県沖、福島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ます。

これからの防災(減災)について

地震災害犠牲者ゼロをめざして

社団法人 日本技術士会東北支部

応用理学部会 地震防災WG

これからの防災キーワード

- 重点指向(あれもこれもは無理)
- ★ 何を:地震で犠牲者を出さないこと
- ★ 誰を:特に地震発生時に自律避難の困難な人
- プロセス重視(シミュレーション)
- ★ なぜ:地震発生時の適切かつ安全な避難
- ★ どこで:自宅・地域を含む家族の行動範囲全体
- システム的対応(あーすればこうなる)
- ★ いつ:地震発生前から常に地震に備える気持ちで
- ★ どのように:マイマップによる想定避難訓練

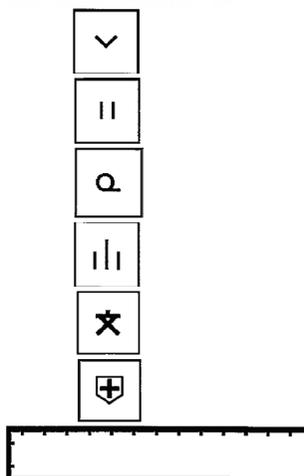
マップ(地図)の見方



- 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

クイズ: 次の地図記号は?

- 問題1
- 問題2
- 問題3
- 問題4
- 問題5
- 問題6
- 問題7



- 畑
- 田
- 広葉樹林
- 荒地
- 小・中学校
- 病院
- へい(塀)

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
- ★ 個人を対象にしていない
- ★ 地域の災害特性を知る

→ 過信禁物

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



マイマップのイメージ図

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(長老)的存在

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準備
- ★ 大地震は最初の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援護者の存在
- ★ 地域の皆が理解し複数人のサポーター配置
- ★ 当座の食品・飲料水・生活物資等の相互融通

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
- ★ 要援護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