

地震工学(第5回)



工学院大学

建築学部

まちづくり学科

久田嘉章

震度分布と被害概要

消防庁発表
(2012/1/11)

震度分布

震度7:宮城県栗原

震度6強～震度6弱

宮城県・福島県・

茨城県・栃木県ほか

東京：震度5強・5弱

人的被害

死者: 16,131

(約9割は溺死)

行方不明：3,240

負傷: 5,994

重傷:612、輕傷:5,119

避難者:70,077

建物被害

全壞: 128,497

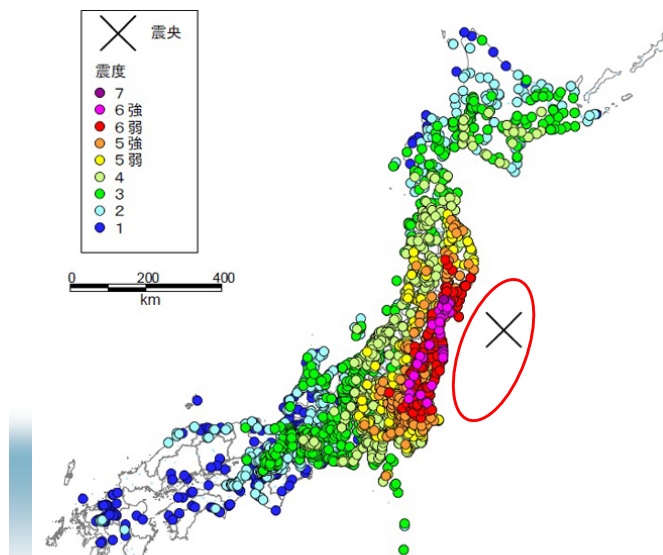
半壞: 240,090

一部破損: 677,502

火災:286

經濟被害

④、20兆円程度(直接被害)



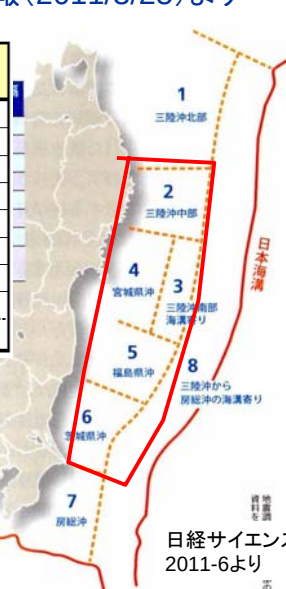
地震調査研究推進本部資料より「東日本大震災での震度分布」(2011年4月12日更新)

東北地方太平洋沖地震(M9.0)の概略

—防災科学技術研究所 岡田義光氏の速報(2011/3/25)より—

表1 東日本太平洋沖における海溝型地震の長期発生予測（地震調査研究推進本部による）

海 域	予想されるマグニチュード	今後 30 年以内 の発生確率	平均発生間隔
三陸沖北部	M8.0 前後	0.5%~10%	約 97 年
三陸沖中部	(過去に大地震がなく評価不能)		
三陸沖南部海溝寄り	M7.7 前後	連動時は 80%~90%	105 年程度
宮城県沖	M7.5 前後	M8.0 前後 99%	37 年
福島県沖	M7.4 前後 (複数地震が続発)	7%程度以下	400 年以上
茨城県沖	M6.7~M7.2	90%程度以上	約 21 年
房総沖	(過去に大地震がなく評価不能)		
三陸沖北部から 房総沖の海溝寄り	M8.2 前後 (津波地震)	20%程度	133 年程度
	M8.2 前後 (正断層型地震)	4%~7%	400~750 年



・「宮城県沖」は、過去200年間にM7クラスの6回の地震が平均37.1年間隔で繰り返されており、今後30年間の発生確率は99%という我が国で最も高い値と推定されていた。

- ・5つの震源域が連動する地震は全くの「想定外」であった
- ・過去には869年貞観地震などの巨大地震も発生しており、数百年程度の歴史地震データでの長期予測は困難。津波堆積物など地質学的な数千年単位のデータが必要。

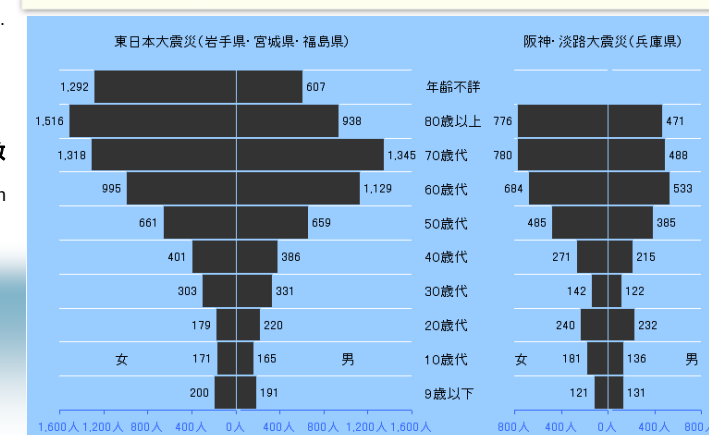
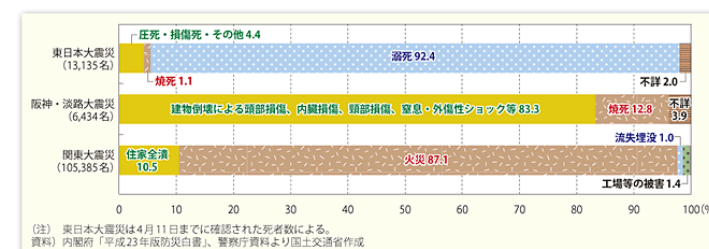
日経サイエンス
2011-6より

死者の内訳

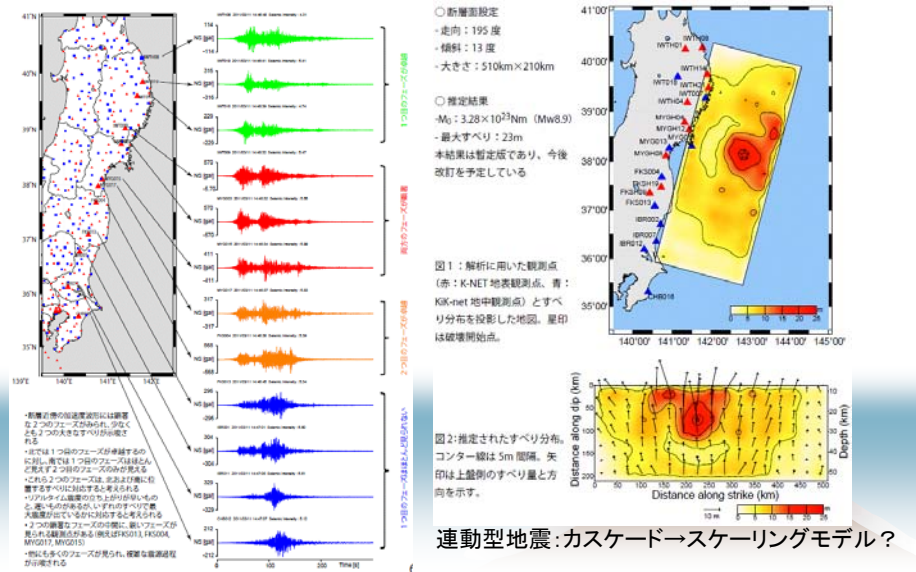
大震災における犠牲者の死因割合

国土交通白書 2011
<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h22/hakusyo/h23/html/k1112000.html>

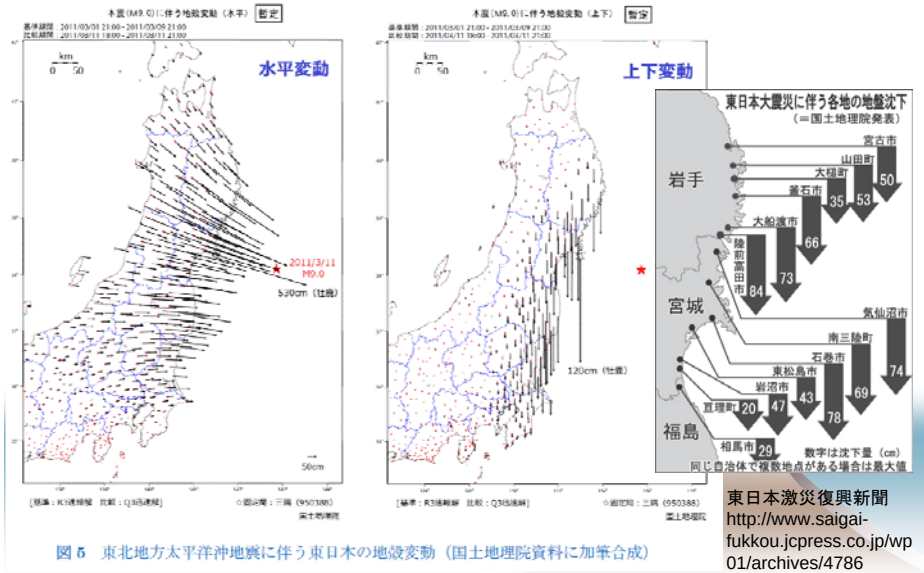
男女年齢別の死者数
社会実装データ図録
<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/4363f.html>



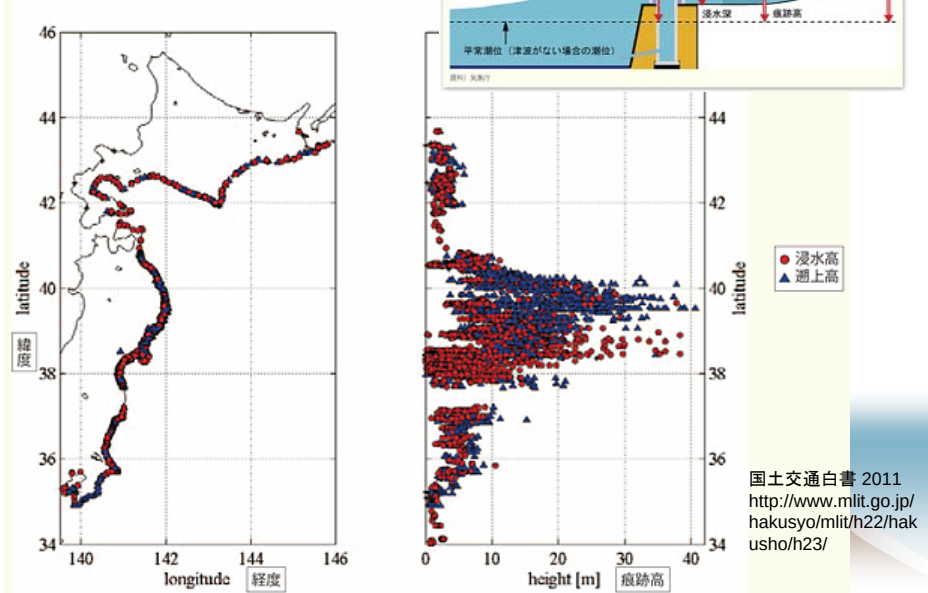
東北地方太平洋沖地震(M9.0):震源



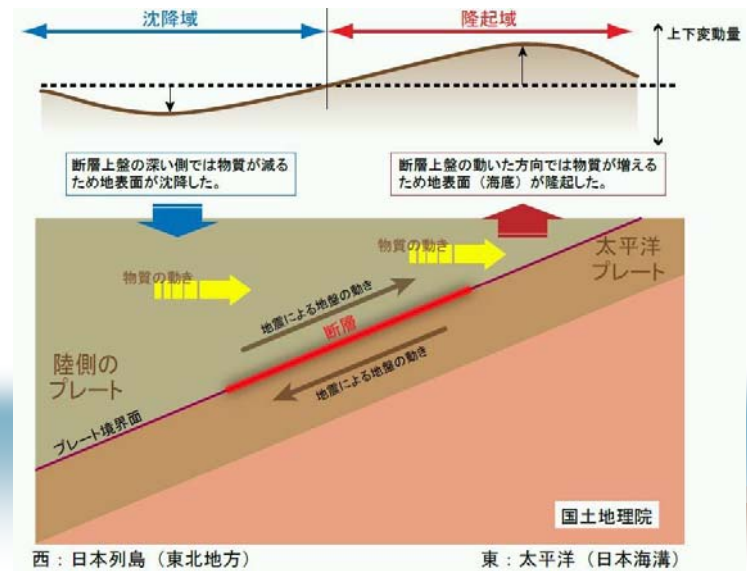
東北地方太平洋沖地震:地殻変動



東北地方太平洋沖地震 :大津波



逆断層と地面の動きと津波発生



津波のいろは

群馬大学災害社会工学研究室(片田教授)

<http://dsel.ce.gunma-u.ac.jp/>

- ◆ **浅水効果**: 海底の水深が浅くなるにつれて、波高が高くなる津波の性質
 - ◆ **湾奥での集中効果**: 湾や入り江の奥では、津波のエネルギーが集中する性質
 - ◆ **屈折効果**: 津波は水深が浅いほど遅くなるので、浅いほうへ曲がりながら進む性質
 - ◆ **岬先端部での集中**: 屈折効果より
 - ◆ **湾内トラップ**: 湾内で反射・屈折の繰り返し
- 境界波**: 陸で反射した津波が沖合いで屈折して再び陸へ戻ってくることを繰り返し、海岸線を沿うように津波が伝播していくことがある

津波被害の拡大

- ◆ **海沿い堤防6割全半壊**: 岩手、宮城、福島県の海岸沿いの堤防計約300キロのうち、6割にあたる約190キロが東日本大震災で全壊もしくは半壊(朝日新聞:3/19)
- ◆ **「津波は3メートル」...その後放送できず被害拡大(釜石市)**(朝日新聞:4/20): 気象庁は地震発生3分後(午後2時49分)に大津波警報を発令し、1分後に岩手県には高さ3メートルの津波予想。これを受け、釜石市は午後2時50分と同52分に「高いところで3メートル程度の津波が予想されます。海岸付近の方は直ちに近くの高台か避難場所に避難するよう指示します」と市内96カ所のスピーカーで放送。気象庁を、午後3時14分に6メートルと切り替え、同31分に10メートル以上とした。しかし、市は停電で気象庁情報を伝えるメールを県から受け取ることができなくなっていた(朝日新聞:4/20)。
- ◆ **百カ所超の指定避難所被災 逃げ込んだ住民多数犠牲**: 宮城県南三陸町は80カ所の指定避難所のうち31カ所が被災、ほとんど流失した。同県女川町は、1960年のチリ地震の津波が押し寄せたことを踏まえ、海拔6メートル以上の地点に指定避難所を設けていたが、25カ所中12カ所が被災。手県内では釜石市が69カ所中4カ所、大船渡市で58カ所中6カ所が被害(西日本新聞、4/13)。



破壊された防潮堤(宮城県東松島市)



岩手県釜石市鵜住居地区

宮城県牡鹿郡女川町の津波被害調査 (2011年3月29日)



(最大の津波高さ約15m)





津波と伝承

- ◆「てんでんこ」三陸の知恵、子供たちを救う(岩手県釜石市、大船渡市):「津波の時は親子であっても構うな。一人ひとりがてんでばらばらになっても早く高台へ行け」という意味(読売新聞、3/28)。
- ◆此処より下に家建てるな...先人の石碑、集落救う(岩手県宮古市):1933年の昭和三陸大津波の後、海拔約60メートルの場所に建てられた石碑の警告を守り、重茂(おもえ)半島東端の姉吉地区(12世帯約40人)では全ての家屋が被害を免れた(読売新聞、3/30)。
- ◆津波伝承、住民救う～先祖の言葉、後世へ:「地蔵より高い所に」(東松島・宮戸島):宮戸島(人口約1000人)では、住民が古くから伝わる言い伝えを守って避難した結果、死者・行方不明者は、7人にとどまった(読売新聞、5/26夕刊)



釜石の奇跡と 津波避難3原則 (群馬大・片田教授)

- ◆釜石の奇跡:岩手県釜石市にて「避難3原則」を実践。東日本大震災では、想定外の津波に対して市内の小中学14校の生徒約3000人が避難。生存率は99・8%に達した。
- ◆避難3原則
 1. 想定にとらわれるな:過去の1事例に過ぎないハザードマップにとらわれず、自分で判断せよ
 2. 最善を尽くせ:「ここまで来ればもう大丈夫だろう」ではなく、そのときできる最善の対応行動をとること。
 3. 率先避難者たれ:勇気を持って一番はじめに逃げる。そうすれば群衆心理でみんながついてくる。はじめに逃げるということが、多くの人の命を救うことになる

自主的な判断により、津波から逃れた輪住居地区の小中学生



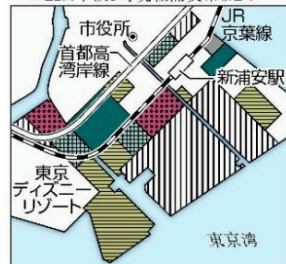
(出所)筆者提供資料

Wedge Report
<http://wedge.ismedia.jp/articles/-/1312?page=1>

液状化(千葉県浦安市など)

浦安市の被害地域

※21日午後3時現在浦安市まとめ



- ガス停止、下水使用制限、断水
- 下水使用制限、断水
- ガス停止、下水使用制限
- 下水使用制限
- ガス停止
- 断水



Yomiuri Online

<http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20110322-OYT1T00122.htm>

<http://www.yomiuri.co.jp/feature/20110316-866918/news/20110325-OYT1T00535.htm>

地滑り被害(仙台市:丘陵宅地の盛土)

仙台市内の地滑り被害箇所



仙台市内31か所の約2100戸が被災、大半は1950～60年代に丘陵地に造られた団地。太白区緑ヶ丘4丁目にある緑ヶ丘第4町内会では、全190戸のうち189戸で地滑り被害が確認され、69戸が全壊。



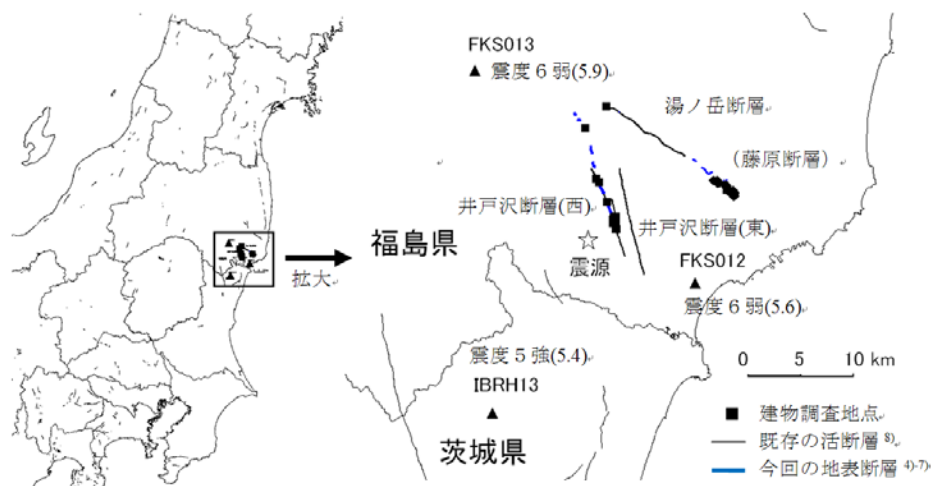
大震災で地滑りが起きている
仙台市青葉区の折立地区

Yomiuri Online

<http://www.yomiuri.co.jp/feature/20110316-866918/news/20110531-OYT1T00613.htm>

2011年4月11日福島県浜通り地震 いわき市・被害調査(2011年5月29-30日)

4月11日17時16分頃 福島県浜通り 約6km M7.0 最大震度6弱(いわき市など)
断層タイプ: 東北東-西南西方向に張力軸をもつ正断層型



福島県浜通り地震の被害調査 (田人町:田人中学校)



福島県浜通り地震の被害調査(塩ノ平)



福島県浜通り地震の被害調査(建徳寺)



福島県浜通り地震の被害調査(いわき)

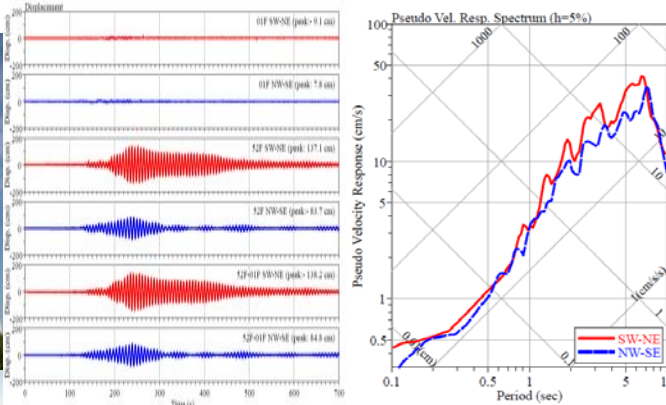


福島県浜通り地震の被害調査(各種構造)



長周期地震動と大阪府咲洲庁舎(55階建)

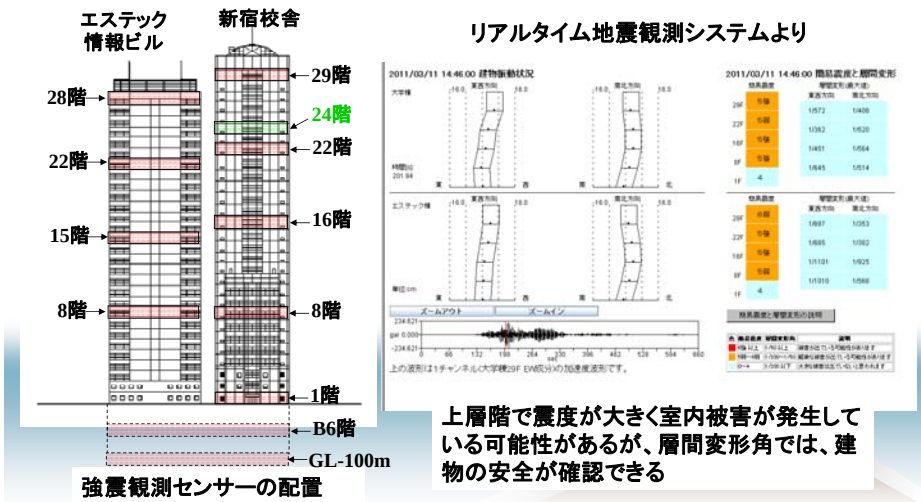
- ◆ 建物と地震動(地盤)の共振:設計周期は約5.5秒、建物の卓越周期は約6.5秒(その差は構造モデル? 深い杭基礎による相互作用?)
- ◆ スプリンクラー破損による漏水、階段壁面のパネル落下、100カ所以上のひび割れ、エレベータによる閉じ込めなど多数の被害
- ◆ 震災直後、上層階の被害を防災センターで全く理解できなかった..



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

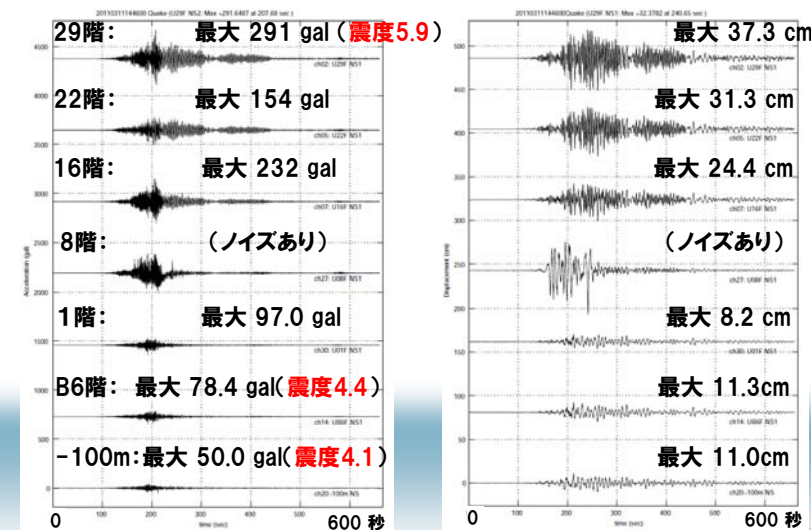
工学院大学新宿キャンパスにおける地震観測について

東日本大震災での建物応答について



上層階で震度が大きく室内被害が発生している可能性があるが、層間変形角では、建物の安全が確認できる

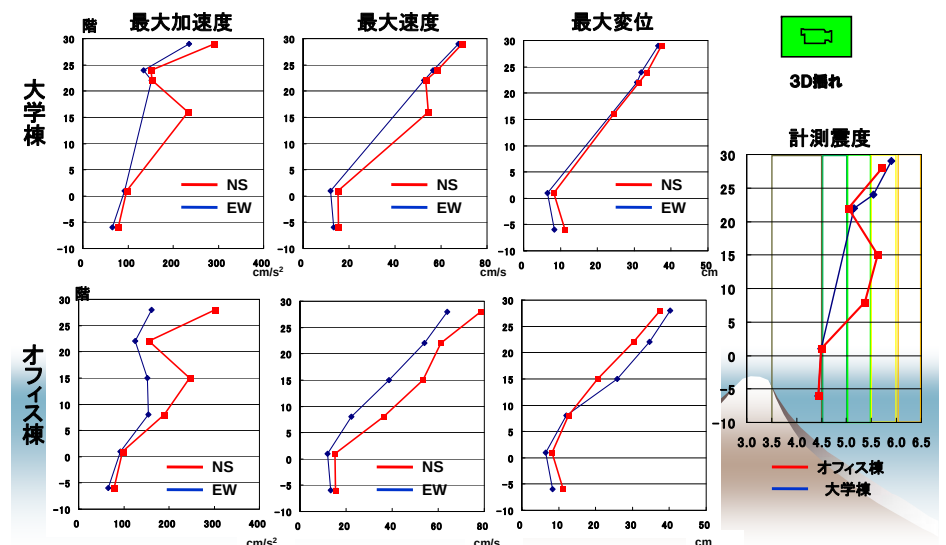
2011年東日本大震災(本震)による揺れ —工学院大学・新宿校舎の加速度と変位波形—



南北方向の揺れ:加速度(短周期地震動)

変位(長周期地震動)

工学院大学新宿キャンパスでの揺れについて (最大加速度、最大速度、最大変位、計測震度)



2011年東日本大震災 工学院大学・新宿校舎の被害（高層階）



28F (天井パネルの落下)

25F (コピー機の移動、室内の散乱)



24F(固定していないかった本棚の転倒、間仕切り壁の大変形)

21F (天井パネルの落下)

2011年東日本大震災 工学院大学・新宿校舎の被害（中・低層階）



14F (天井パネルの落下)

12F (事務室階:コピー機移動、室内散乱など)



2F (図書館:蔵書の散乱) 1F (アトリウム:EPJパネルの被害) エレベーターケーブルの絡まり
(本学の写真ではありません)

－工学院大学校舎内や周辺地域の様子－



新宿駅の様子(滞留者)

帰宅困難者の受入(約700名)

非常食・水の配布(4階)



主要街道の渋滞(青梅街道)

新宿駅西口の様子(帰宅困難者)

某超高層ビルの様子

課題2:地震被害に学ぶ

- ◆ 過去に起きた被害地震をひとつ選び、選んだ理由と地震被害の特徴や概要、教訓にすべきこと、等をまとめよ。
- ◆ 参考にした文献や図表は必ず明記し、どの部分を参照したのか明確にすること。
- ◆ 用紙A4とし、1枚程度で良い。
- ◆ 提出は次回授業の開始時とする