

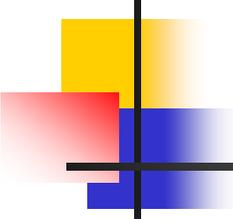
東日本大震災1ヶ月緊急報告会:4月13日(水)

# 2011年東北地方太平洋沖地震災害調査 ～ 地震動と建物等の被害 ～

日本建築学会東北支部

東北大学／工学研究科／災害制御研究センター

源栄 正人



## 報告内容

---

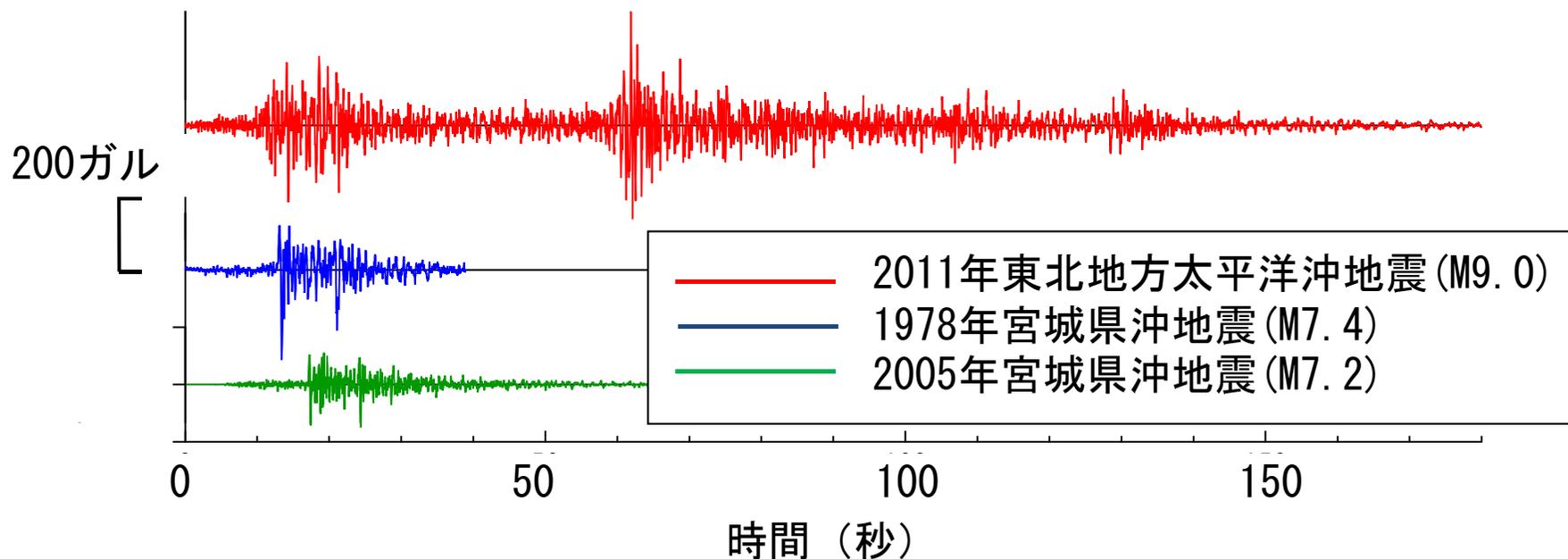
- 今回の地震における仙台市域の地震動の特徴
  - \* 1978年宮城県沖地震の同一観測点における比較
  - \* 地盤特性による違い・・・沖積平野、丘陵地での増幅
- 建物被害等の初動調査：
  - \* 東北大学工学研究科、人間・環境系研究棟（SRC9階建て）
  - \* 卸町、大和町の振動被害
    - ・低層RC造の倒壊
    - ・新耐震以降のRC建造物の杭基礎被害
  - \* 1978年宮城県沖地震で被害を受けた杭基礎建造物
    - ・高砂サニーハイツ（14階建てRC造）の杭基礎の被害と推定される傾斜が進行している。
    - ・長町郡山市営住宅（11階建）はOK

**過去の地震の被災地を大きな地震が襲った！**

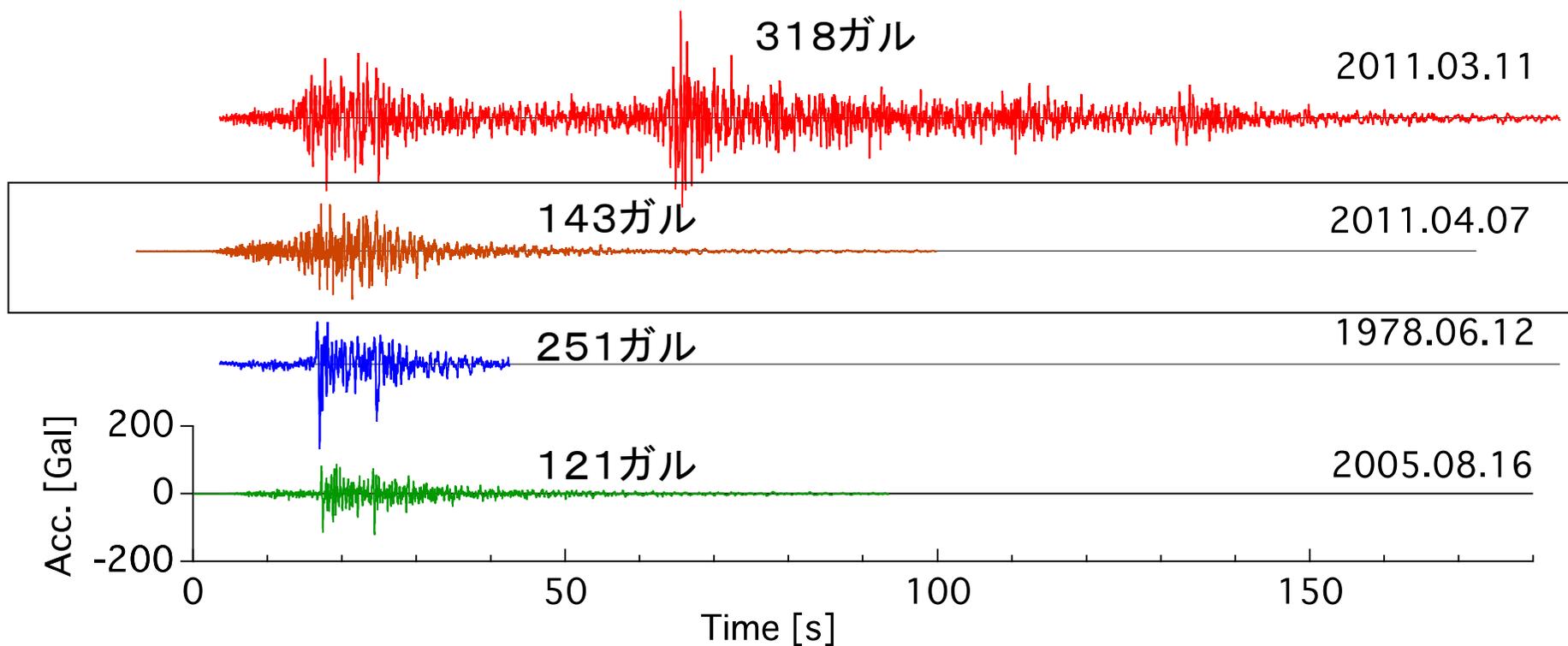
# 1978年 & 2005年宮城県沖地震の地震波形との比較—仙台駅前住友生命ビル

単位:ガル

地震		南北方向	東西方向	上下方向	地震計
年月日	M	S25E	S65W		
2011/3/11	9.0	317.7	234.1	160.3	SSA-1
1978	■	継続時間が非常に長い(3分程度)			
2005	■	1978年宮城県沖地震の揺れは第1波群とほぼ同じ			



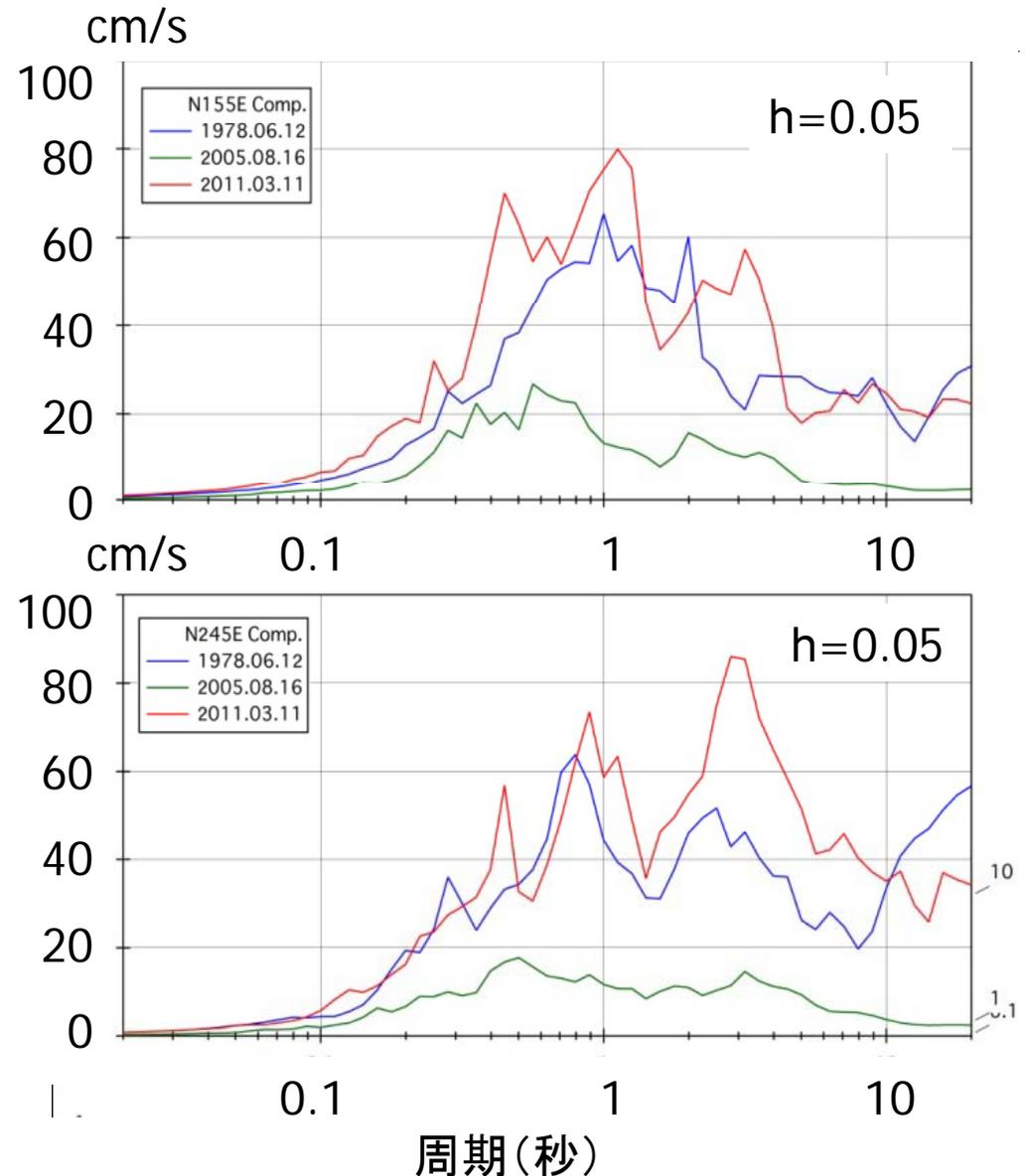
# 4月7日余震(M7.4)の観測地震波形 の位置づけ



# スペクトル特性(周期成分の大きさ)

- 1. 5秒以下の周期成分は1978年の宮城県沖地震より大きい。1秒付近では2割増、0.5秒付近では2倍程度大きい。
- 3秒付近の周期成分は1978年の地震より2倍程度大きい。
- 1. 5秒以下は南北方向が大きく、1.5秒以上(特に、3秒)の成分は東西方向が大きい

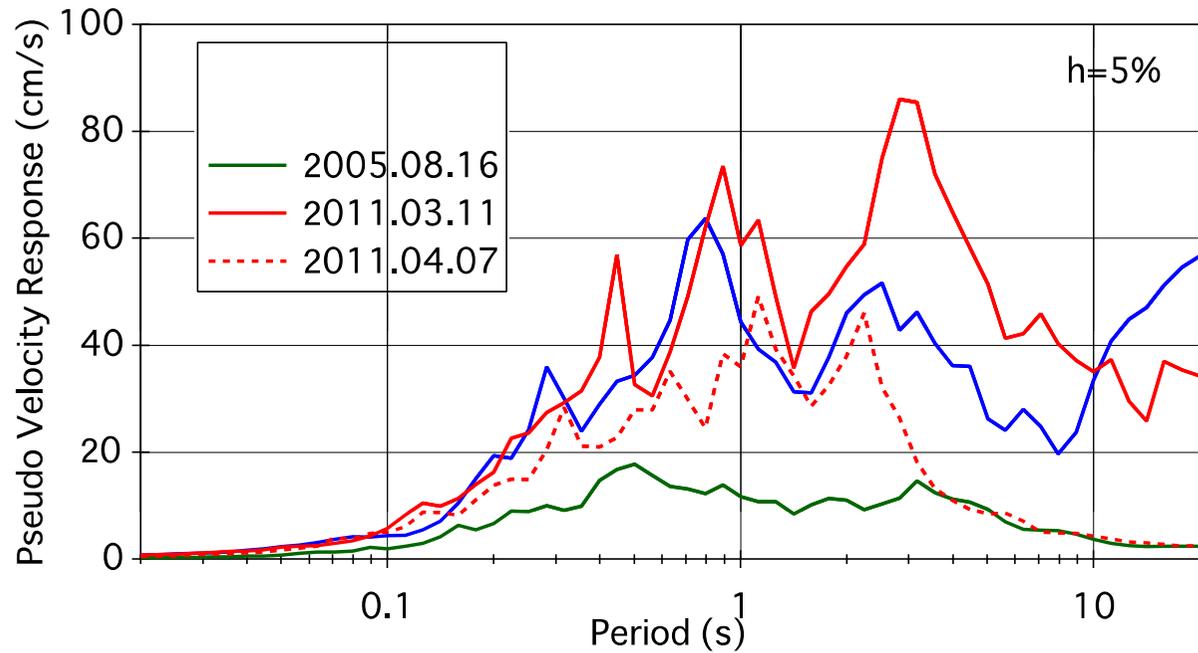
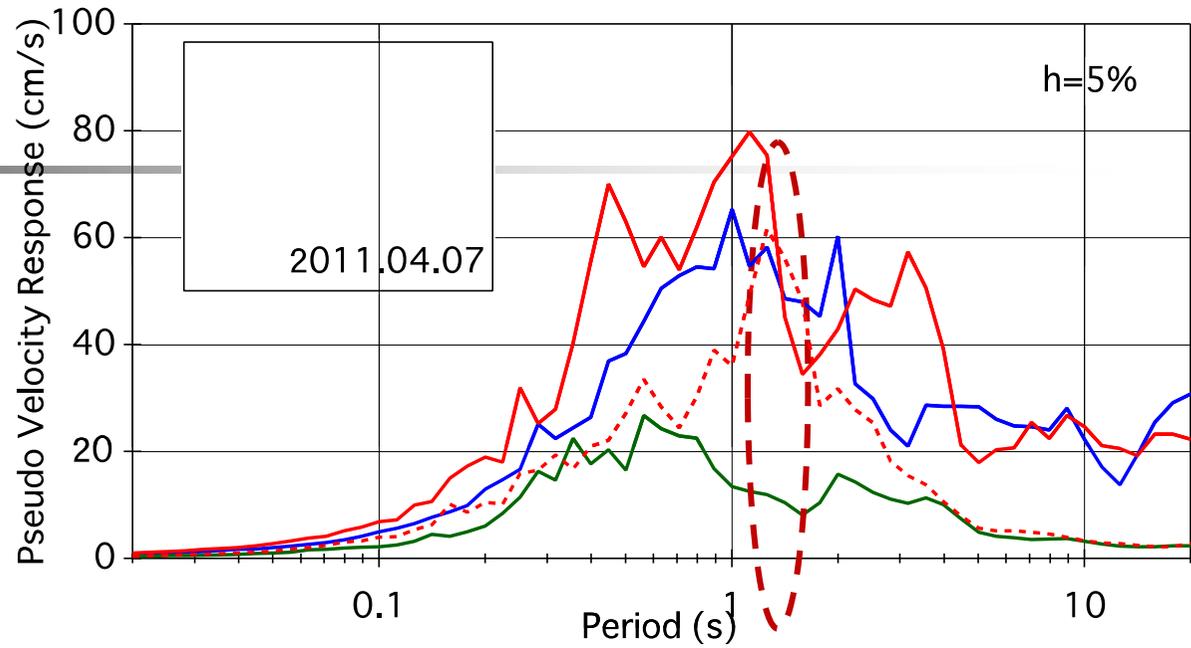
(源栄・大野・三辻、2011)



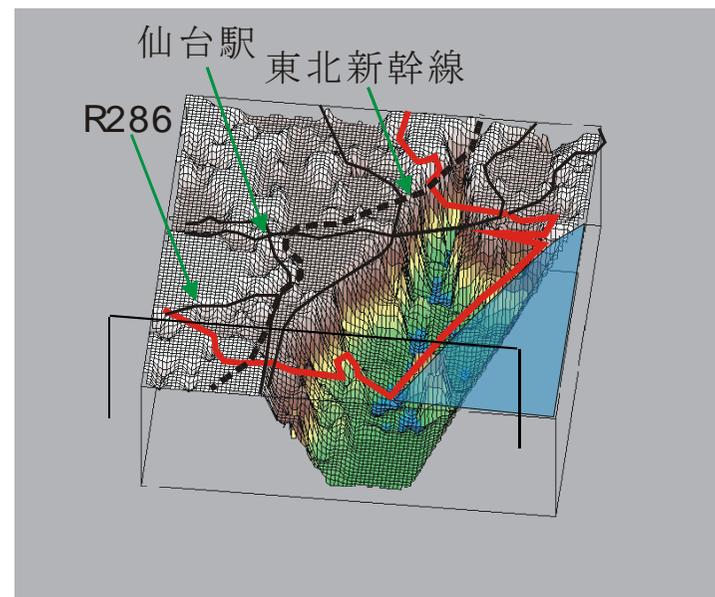
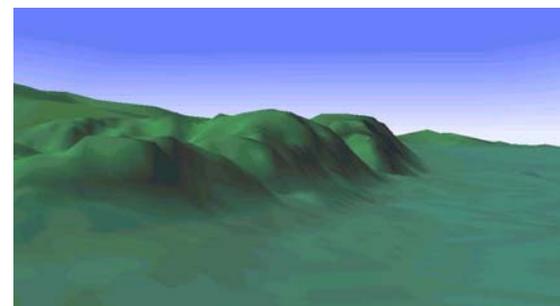
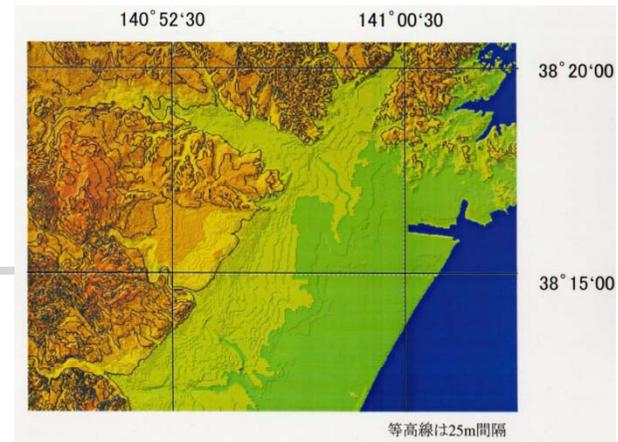
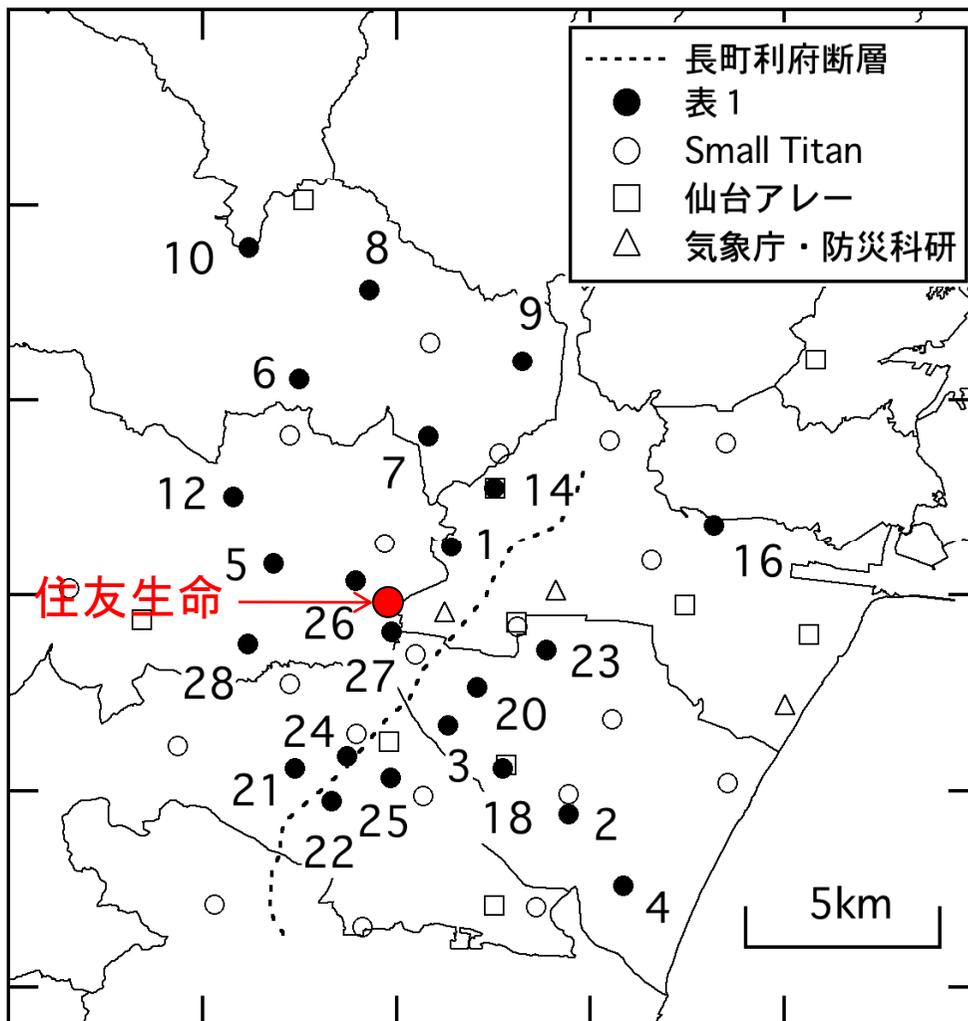
# スペクトル特性 (4/7余震追加)



4/7の余震は1.2秒  
~1.5秒の周期帯域  
は本震と同程度、その  
他1秒以下の周期成  
分は半分以下、3秒の  
周期成分も半分以下



# DCRCの観測点



# 仙台市域の観測状況

## ～東北大学・災害制御研究センターの観測網

- 最大加速度

(PGA)

300ガル～800ガル

- 最大速度

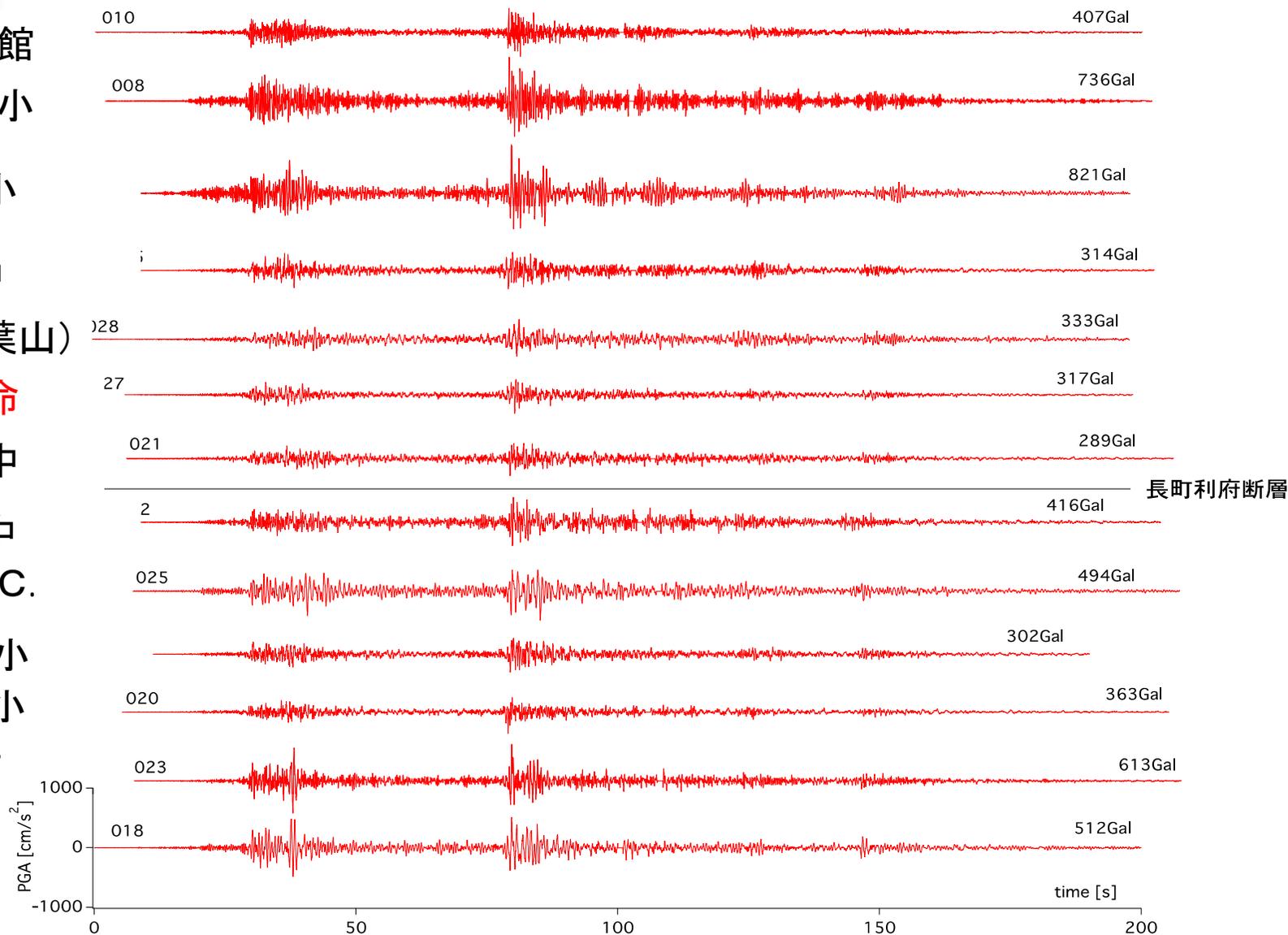
30カイン～80カイン

No	地震計	地点名	2011/3/11			2011/3/9		
			PGA (cm/s <sup>2</sup> )	PGV (cm/s)	計測 震度	PGA (cm/s <sup>2</sup> )	PGV (cm/s)	計測 震度
2	ETNA	六郷小	欠測			欠測		
3	ETNA	古城小	320	59.5	5.7	24	3.1	3.3
4	ETNA	東六郷小	未回収			29	3.4	3.4
5	QDR	第一中	383	39.4	5.6	28	2.9	3.5
8	QDR	将監中央小	840	60.4	6.0	30	2.2	3.2
9	QDR	松森小	822	85.7	6.4	46	4.2	3.7
10	QDR	宮城県立図書館1F	407	62.7	5.6	20	2.4	3.2
11	QDR	宮城県立図書館3F	欠測			34	3.1	3.5
12	QDR	仙台青陵中等教育学校1F	欠測			19	3.5	3.3
14	QDR	鶴谷小学校1F	欠測			20	1.9	3.1
15	QDR	鶴谷小学校3F	欠測			38	2.2	3.3
16	QDR	中野小学校1F	欠測			40	3.2	3.6
17	QDR	中野小学校3F	欠測			70	4.2	4.0
18	QDR	沖野小学校1F	512	77.6	6.2	37	3.5	3.5
19	QDR	沖野小学校4F	欠測			66	5.3	4.0
20	QDR	南小泉小	381	63.0	5.6	19	2.4	3.1
21	QDR	西多賀中	400	45.1	5.5	23	3.0	3.4
22	QDR	富沢中	416	54.6	5.7	29	3.2	3.4
23	QDR	東配水管理事務所	613	75.4	6.1	30	2.6	3.3
24	QDR	滝沢寺	欠測			欠測		
25	QDR	長町南コミュニティセンター	494	69.3	6.0	59	6.0	4.0
26	QDR	青葉区役所	欠測			24	3.2	3.3
27	SSA-1	住友生命ビル	318	29.2	5.3	15	2.2	3.1
28	SMAC-MD	東北大学1F	333	53.7	5.6	35	4.4	3.7

(大野・源栄・柴山、2011)

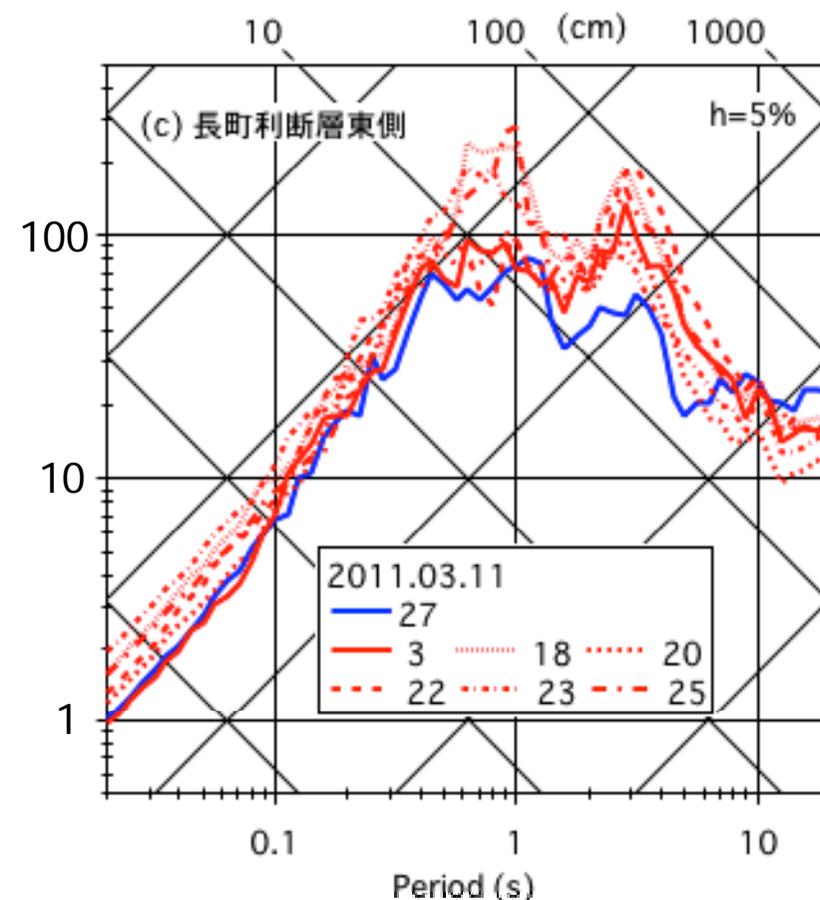
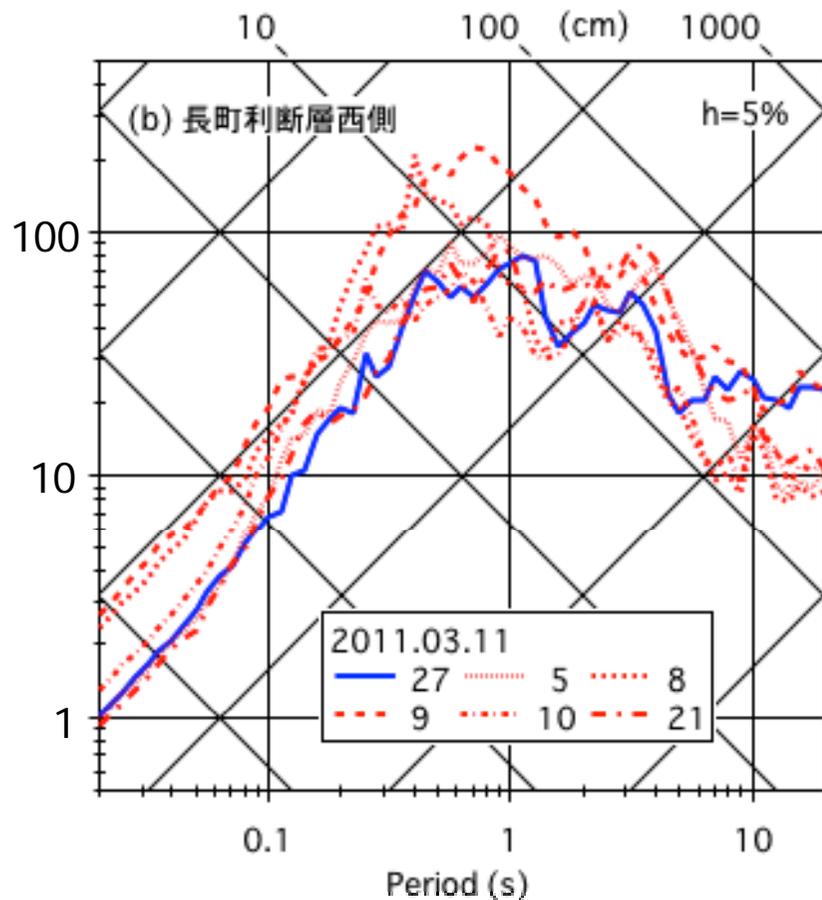
# 加速度波形(南北成分)

県立図書館  
将監中央小  
松森小  
第1中  
東北大(青葉山)  
住友生命  
西多賀中  
富沢中  
長町南C.C.  
古城小  
南小泉小  
卸町  
沖野小



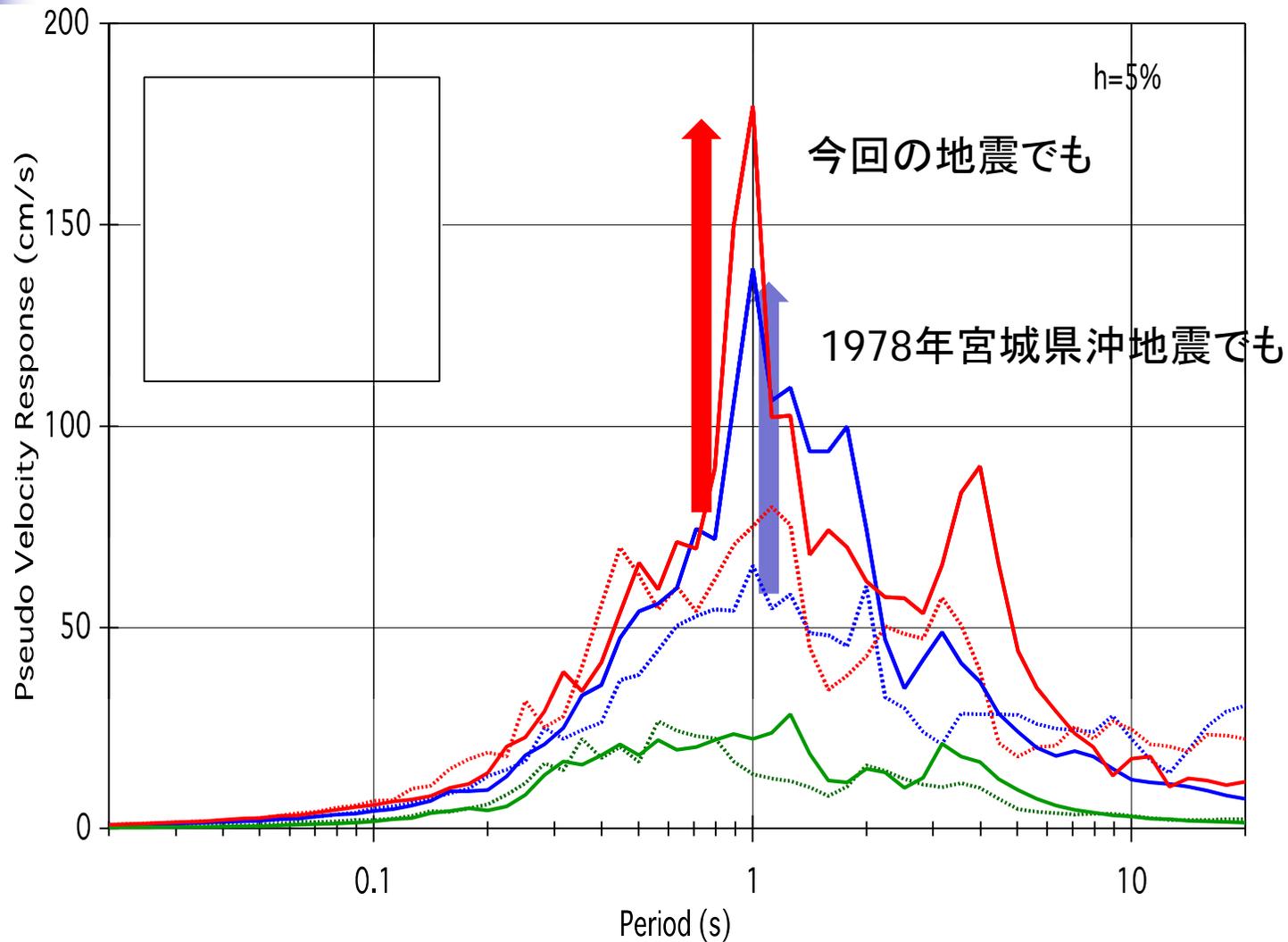
# 地盤によるスペクトル増幅特性の差 ～仙台駅前(工学基盤)の揺れとの比較

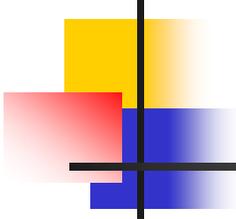
(大野・源栄・柴山、2011)



地盤によるスペクトルの増幅は1秒以下の短周期成分で3倍程度、3秒の周期成分でも3倍程度の差がある

# 青葉山丘陵地は1秒の成分が2倍以上 増幅する！





# 建物等被害の初動調査(I)

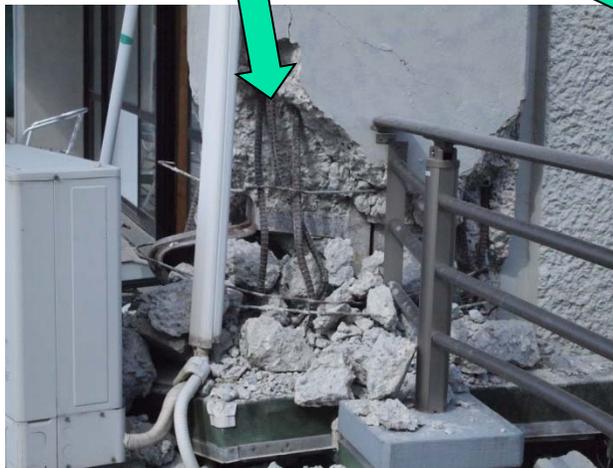
---

- 東北大学工学研究科、人間・環境系研究棟(SRC9階建て)
- 卸町、大和町の振動被害
  - ・低層RC造の倒壊
  - ・新耐震以降のRC建造物の杭基礎被害
- 1978年宮城県沖地震で被害を受けた杭基礎構造物  
高砂サニーハイツ(14階建てRC造)の杭基礎  
の被害と推定される傾斜が進行している。  
長町郡山市営住宅(11階建)はOK
- 1978年宮城県沖地震を経験した杭基礎構造物  
・・・約2000棟 要調査

# 青葉山丘陵地の被害～東北大学・人間環境系研究棟(SRC造9階建)の被害



青葉山丘陵地は周期1秒の成分が仙台駅前に比べて約2倍以上増幅する



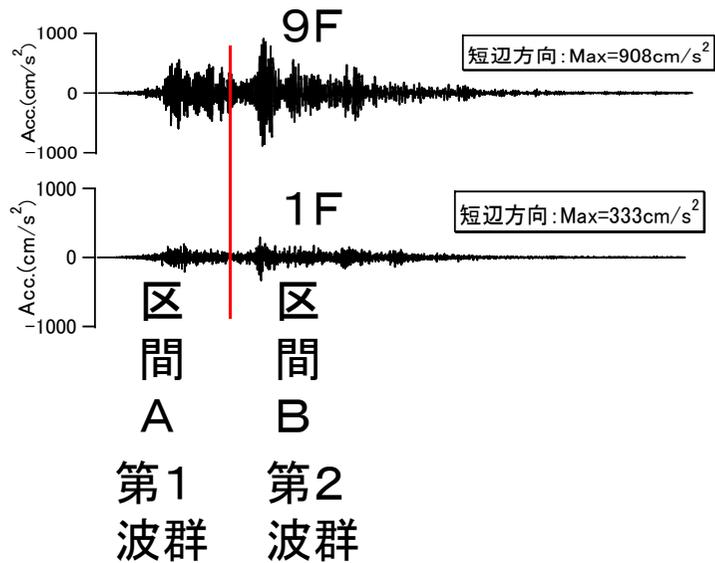
4隅の外柱の柱脚が大破



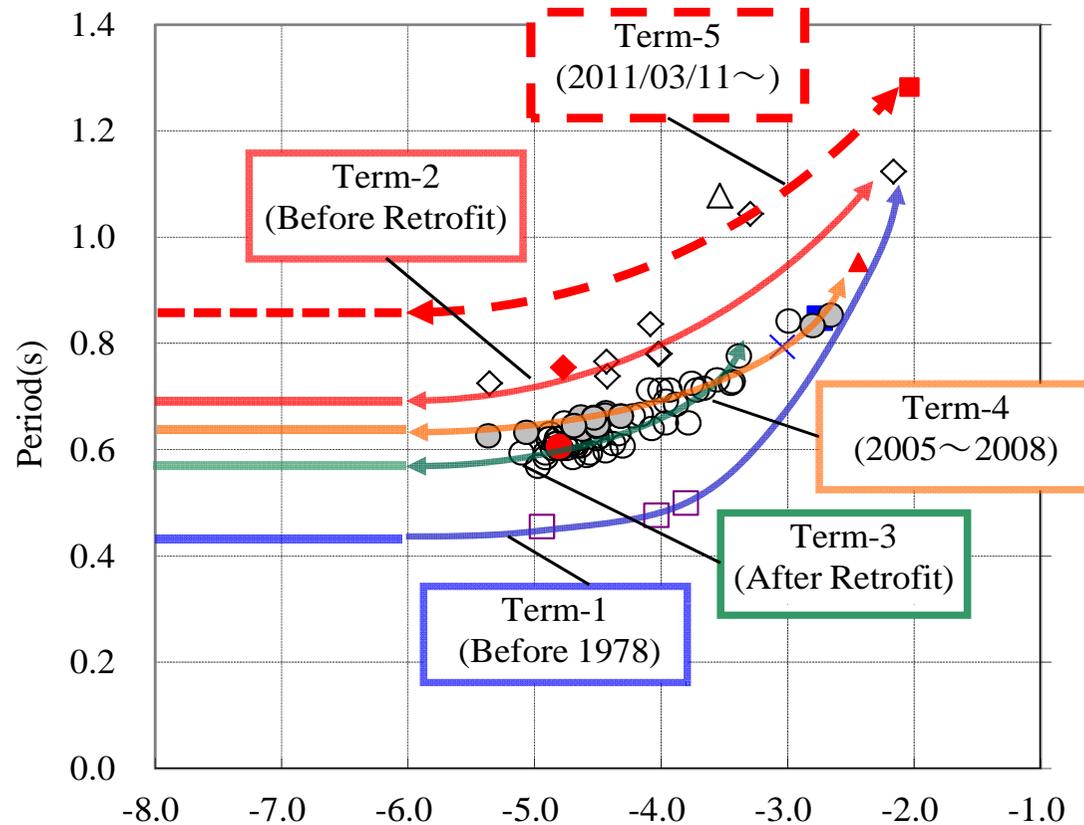
強震観測記録:

1階南北方向: 333ガル  
9階南北方向: 908ガル

# 竣工以来約40年の振幅依存固有周期 の変化



梁間方向



変形角と固有周期の関係(梁間方向) (源栄他2011)

# 沖積平野部における被害 ～大和町のRC造3階建て建物の倒壊

ねじれ振動の影響が考えられる。

PGA:約600ガル



大和町5丁目の3階建てRC造の2階部分の崩壊

1978年宮城県沖地震を経験

# 沖積平野部における被害 若林区卸町の1978年地震経験建物の被害

卸町で2件確認した(写真1)。仙台卸商センター(280社の組合)を中心とした卸町の卸商センター 232棟応急危険度判定では「危険」は27%と報告されている、外壁の落下等の非構造材の被害が多いのに起因。構造被害は全体的には少ない。4月7日の余震で被害拡大



卸町2丁目のRC造2階建て建物の崩壊  
(1969年築)



卸町3丁目のRC造3階建て建物の崩壊  
(1969年築)

# 新耐震設計法以降のRC建物の杭基礎 被害～卸町(第二団地)

手前に傾斜  
傾斜角 $2^{\circ}$



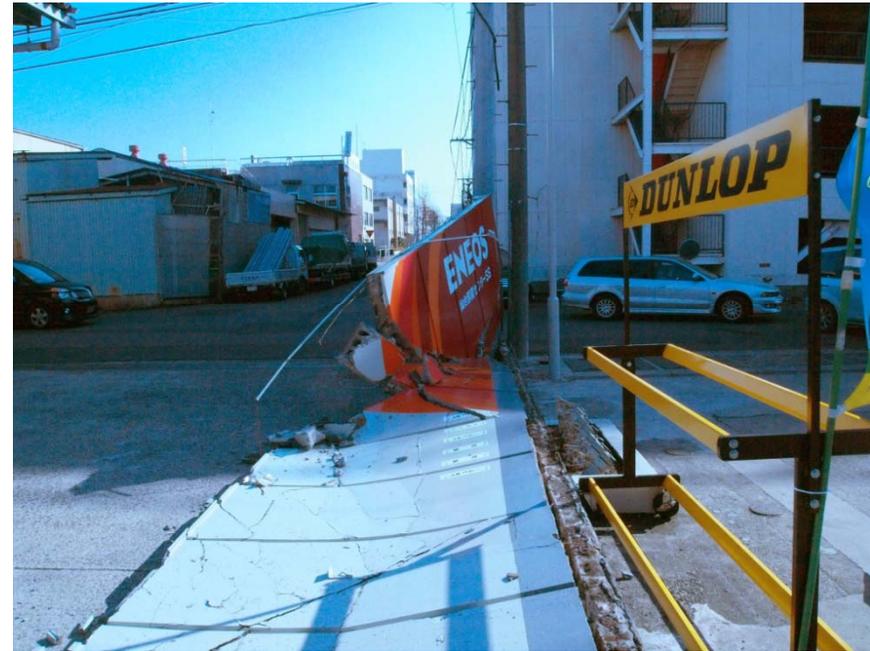
- \* 建設年: 1983年
- \* 杭長: 26m
- \* 上部構造と基礎構造のアンバランス

## 若林区卸町の被害(II) 非構造材



鉄骨造の外壁の落下被害

# 若林区卸町の被害(III)ブロック塀



# 杭基礎構造物の被害

4/7余震で 1/45

傾斜角 1/100程度

傾斜角 1/56



傾斜

高砂サニーハイツ

1976年5月竣工

1978年宮城県沖地震における被害建物

杭長:24m



# 杭基礎構造物～長町郡山市営住宅



EPJでは残留変形はほとんど見られず

1978年宮城県沖地震で傾斜。基礎の補強工事

基礎部に若干のロッキング振動の形跡がある

被害は見られない

1978年宮城県沖地震における被害建物

# 仙台市の建物現況～1978年宮城県沖地震を経験した杭基礎建物

1978年の宮城県沖地震により何らかのダメージを受けている可能性のあるもの 約2000棟

1978年以前RC系建物 表層地質別、階層別集計

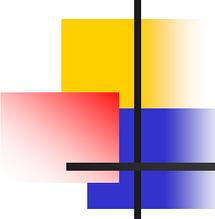
		1～3階	4～7階	8～12階	13階～	合計
1	沖積腐植土	60	19			79
2	沖積粘性土	350	130	7		487
3	沖積砂質土	238	81	5	3	327
4	沖積砂礫	152	89	6		247
7	洪積砂礫	1,062	964	230	19	2,275
8	岩類	39	5	1		45
9	人工改変地	970	313	6		1,289
	合計	2,871	1,601	255	22	4,749

杭基礎と考えられる

1978年以前で杭基礎と考えられるRC系建物 2,182 14.8%

1: 沖積腐植土、2: 沖積粘性土、3: 沖積砂質土、9: 人工改変地 の合計

H19年 RC系建物全棟数(すべての年代階数) 14,781棟に対する割合



## まとめ

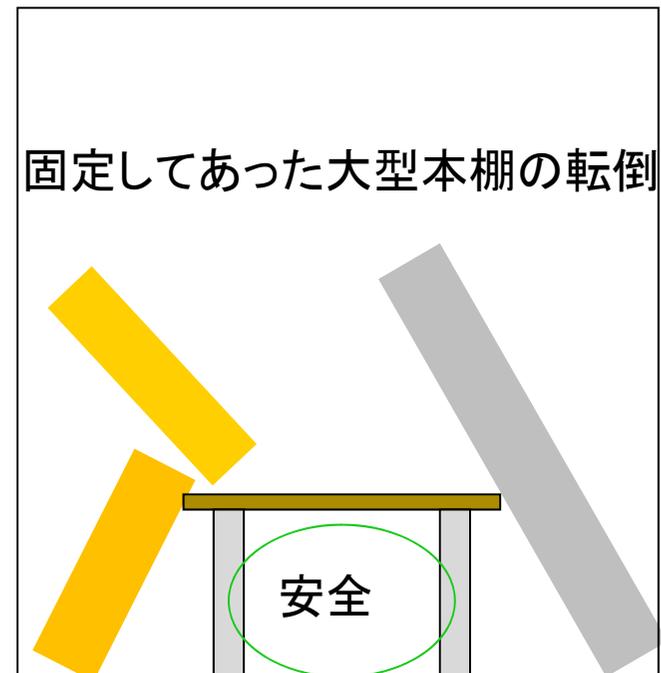
---

- 地震動の地盤条件による差は顕著  
適切なマイクロゾーニングの必要性
- 過去の地震を経験した建物の残存耐震性能の適切評価
  - \* 1978年宮城県沖地震の被災エリアにおける杭基礎建物の要調査
- 新耐震設計法以降による建物の杭基礎被害
  - \* 上部構造と基礎構造のアンバランス
- 観測された大加速度記録と被害状況
  - \* 被害を論じるときの地震動指標
- 地震による被害を受けた建物の津波襲来時の状況の要調査

# おわりに～身の回りに安全な空間を！



源栄教授室



3分に及ぶ揺れで押し寄せる  
「本」の波！  
内開きのドアで脱出困難の状況

緊急地震速報と大きな机に救われました！