

土木学会「平成19年(2007年)能登半島地震災害緊急調査団」速報会
2007年3月29日

震源地域における地震動特性

—2007年能登半島地震被害調査報告—



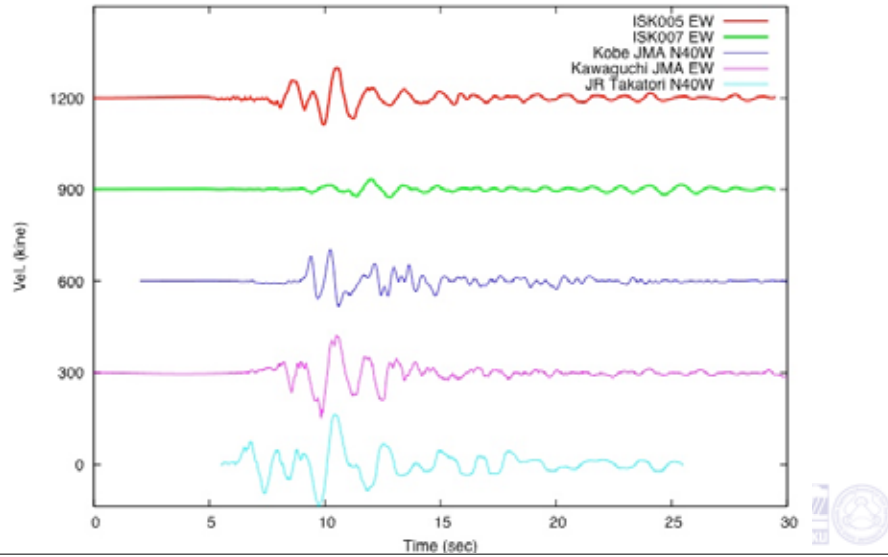
高橋良和・後藤浩之
(京都大学防災研究所)

豊岡亮洋
(京都大学工学研究科)

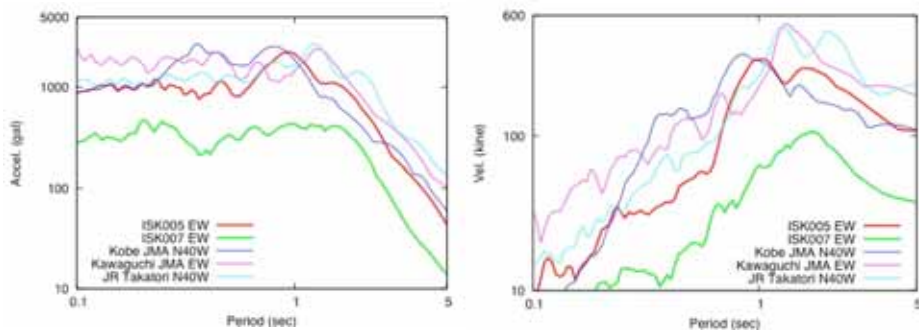
能登半島地震被害調査

- 2007年3月25日 9時42分本震(七尾・輪島・穴水で震度6強)
- 京都大学調査グループ
 - 土木班
 - 高橋良和・後藤浩之(防災研)・豊岡亮洋(工学研究科)
 - 井合進・飛田哲男(防災研)
 - 理学班
 - 岩田知孝・浅野公之・栗山雅之・岩城麻子・山田真澄(防災研)
- 調査行程(3月25日-3月26日)
 - 25日
京都 14:00→七尾(K-NET) 18:30
 - 26日
七尾 5:30→田鶴浜(JMA)→穴水(K-NET)→輪島(JMA,K-NET)
→門前(JMA)→富来(K-NET)→京都

速度時刻歴



応答スペクトル

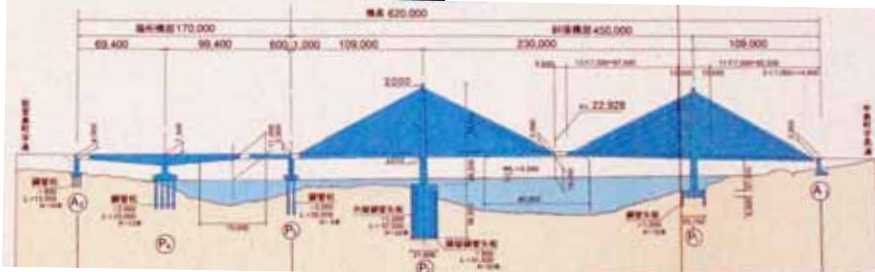


加速度応答スペクトル

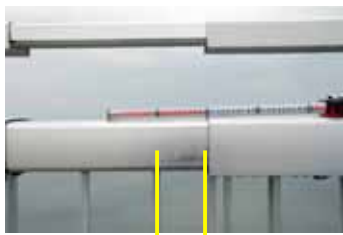
速度応答スペクトル



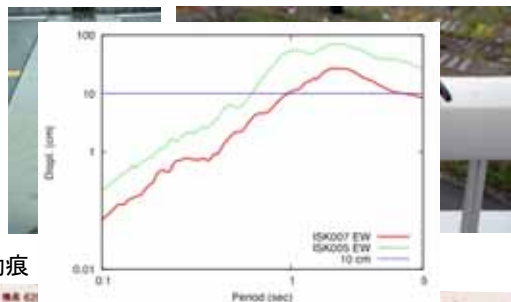
中能登農道橋(七尾市)



中能登農道橋



約10cmの橋軸方向振動痕



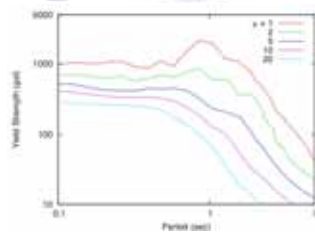
中能登農道橋



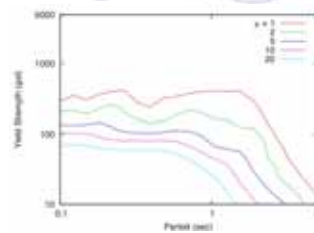
照明塔の照明が落下(2ヶ所)



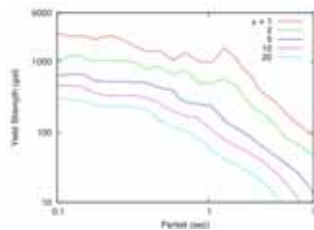
必要強度スペクトル



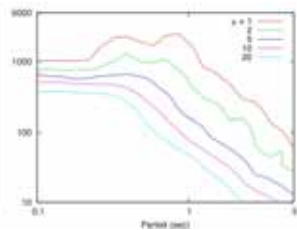
2007 Noto Knet ISK005 (NS)



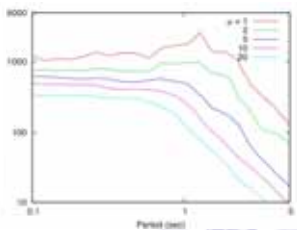
2007 Noto Knet ISK007 (NS)



2004 Kawaguchi JMA (EW)



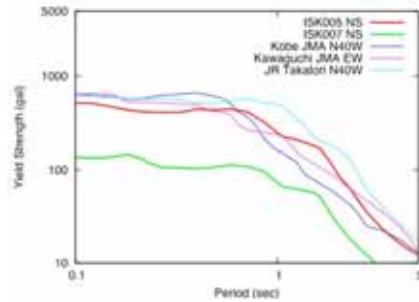
1995 Kobe JMA (N40W)



1995 JR Takatori (N40W)



必要強度スペクトル($\mu=5$)



- 塑性率5を確保するために必要な構造物強さからみると, 穴水記録は鷹取・川口記録と遜色ない



穴水(能登半島)



川口(新潟県中越)



鷹取(兵庫県南部)

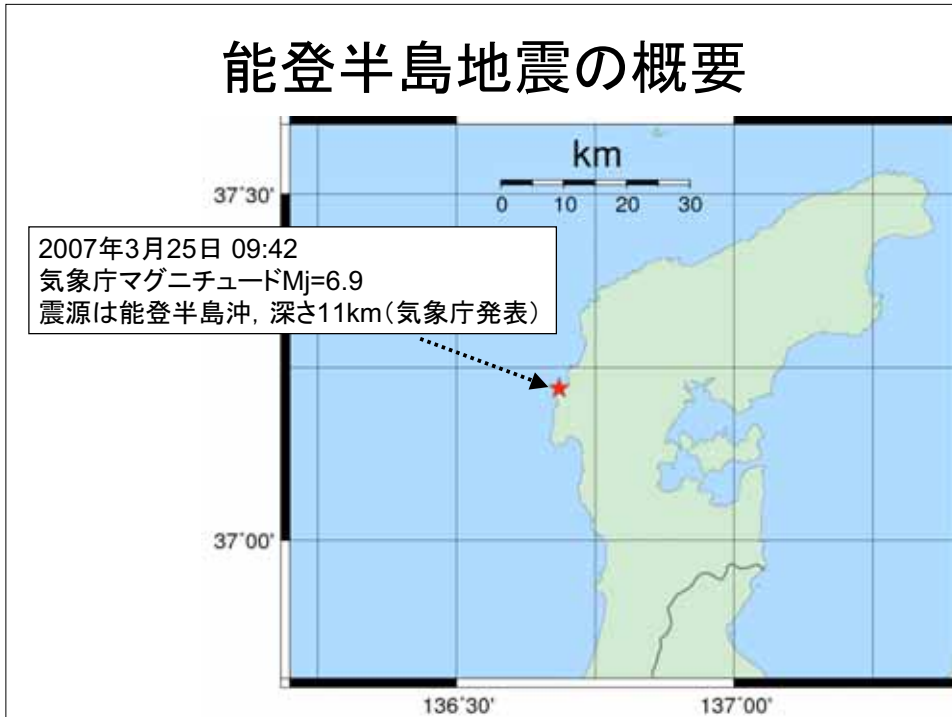
K-NET 穴水周辺の被害状況



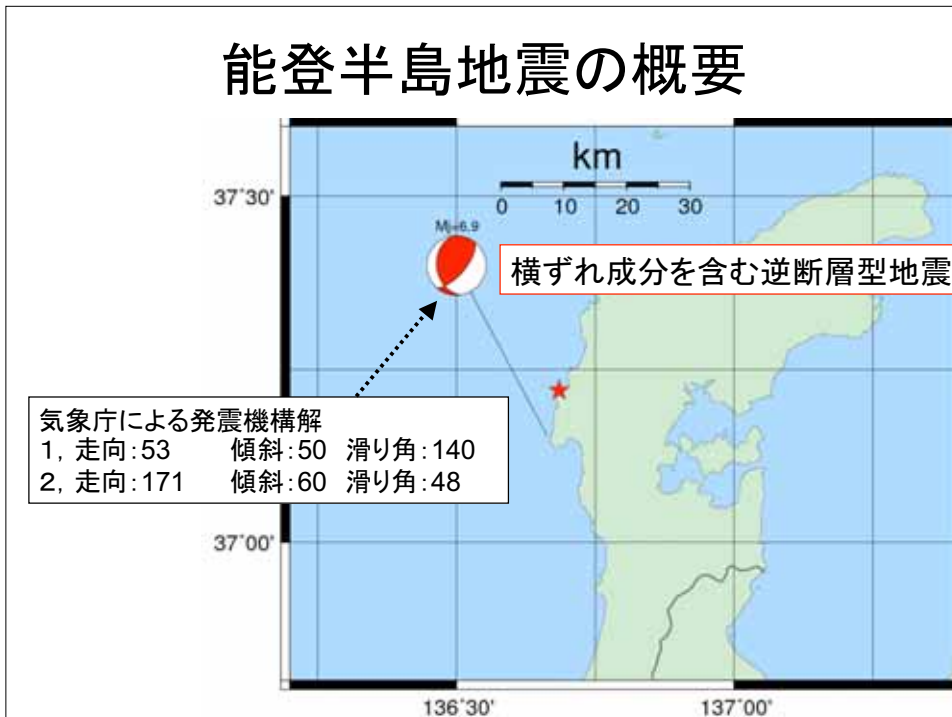
- K-NET 穴水観測点周辺の構造物は必ずしも甚大な被害を受けている訳ではない



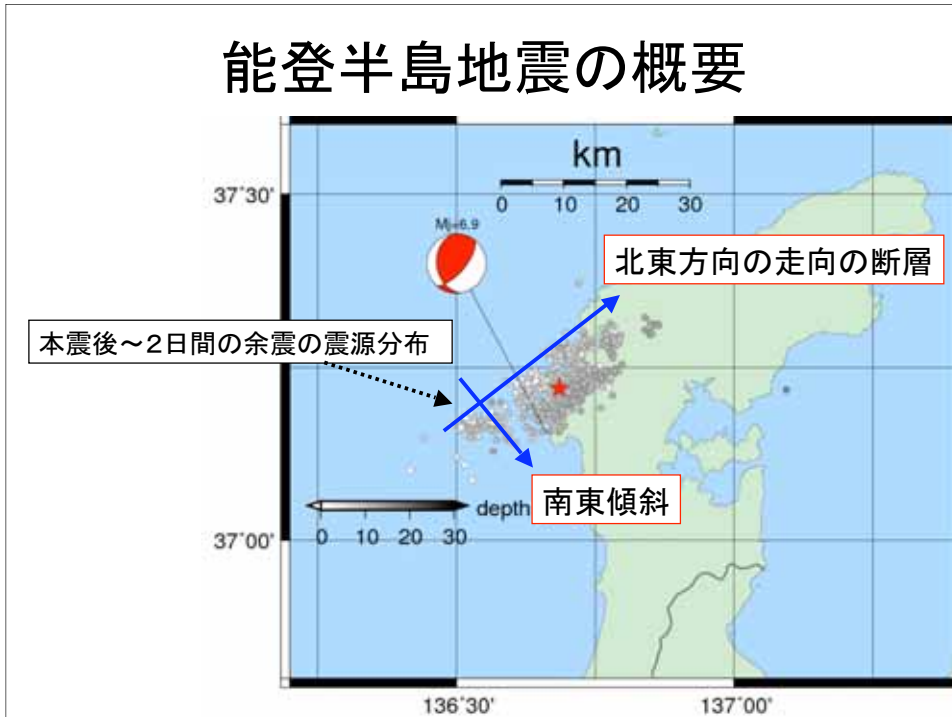
能登半島地震の概要



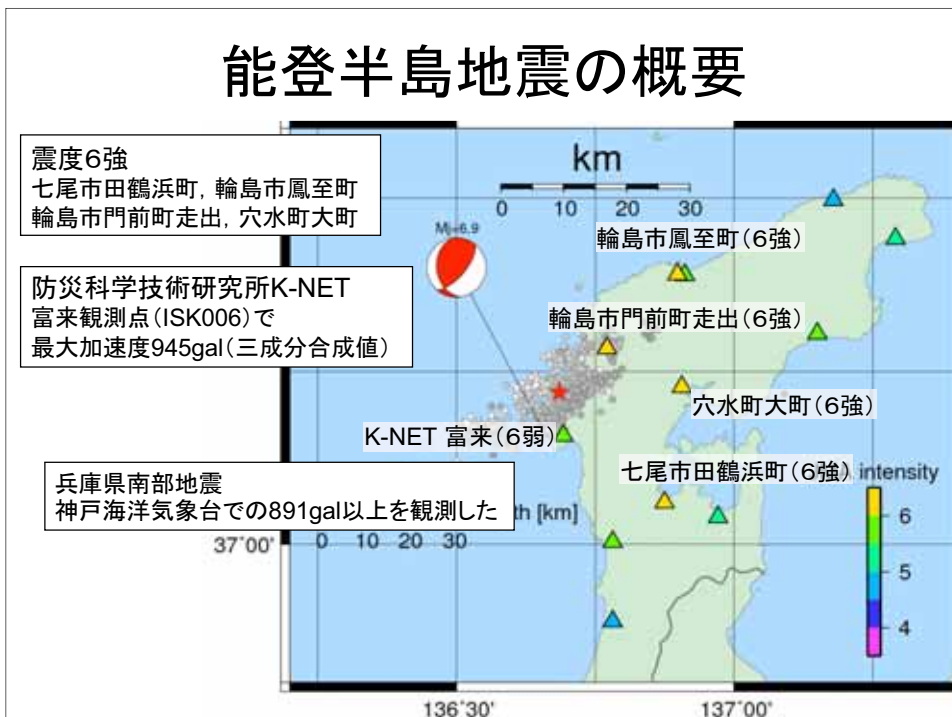
能登半島地震の概要



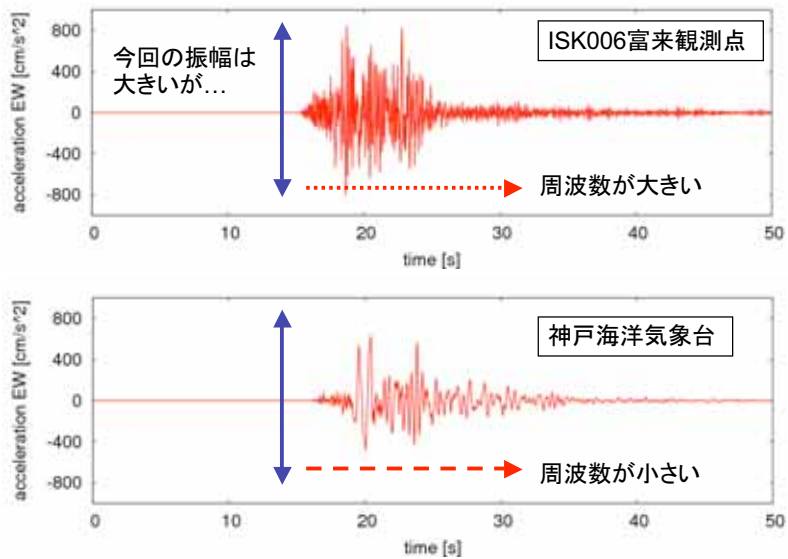
能登半島地震の概要



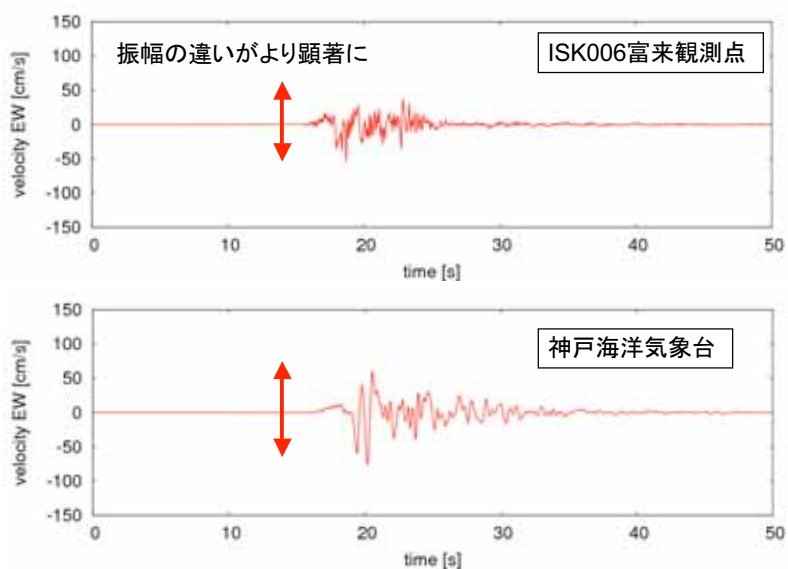
能登半島地震の概要



強震動記録の比較(加速度記録)

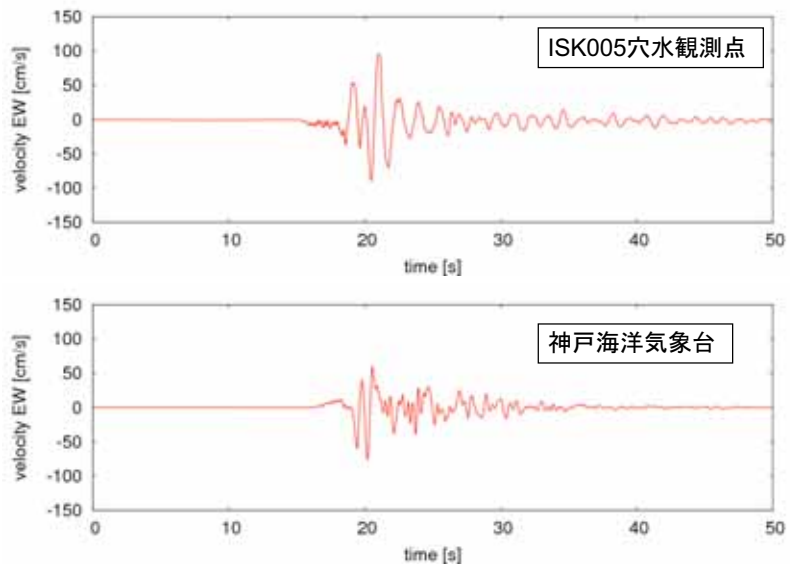


強震動記録の比較(速度記録)



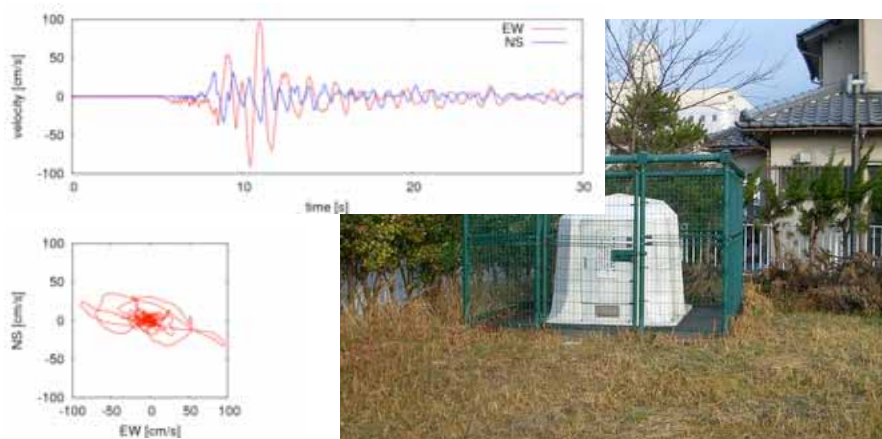
強震動記録の比較(速度記録)

ISK005の穴水観測点の方が速度波形の特徴が似ている



穴水町(現地調査報告)

- 防災科学技術研究所K-NET 穴水観測点



穴水町(家屋の被害)

- 穴水駅北東100mほどに木造全壊家屋が集中して見られた



穴水町(構造物の被害?)

- ただし、観測点周辺で被害が著しい様子は観察されない

観測点傍の家屋



観測点近くのコンクリート橋



墓石の回転(過去の事例)

- 地震動と墓石の回転には関連があり, 地震動の水平動粒子軌跡の反対回りとなると考えられている
[Tobita and Sawada, 2006]

1993釧路沖地震



1994三陸はるか沖地震



穴水町(墓石の回転)

- 穴水町の寺で墓石が時計方向に回転した現象を観察した

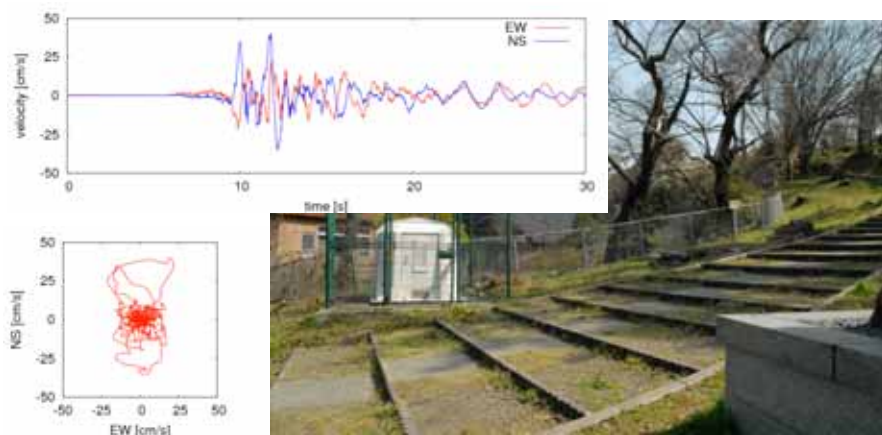


穴水町（現地調査報告）

- 水平動粒子軌跡の回転方向と墓石の回転方向が逆であることも既往の研究通りである
- ただし、比較的大きな被害が観測点回りに見られたわけではない

輪島市街（現地調査報告）

- 防災科学技術研究所K-NET 輪島観測点



鐘楼の跳び(過去の事例)

- 強震動を受けた鐘楼が跳躍して変位を生じる現象は過去の地震でも確認されている

[Omachi et al., 1997]

1909年 姉川地震



1995年 兵庫県南部地震



鐘楼の崩壊

- 観測点付近の寺で鐘楼が崩壊し、道路へ落下



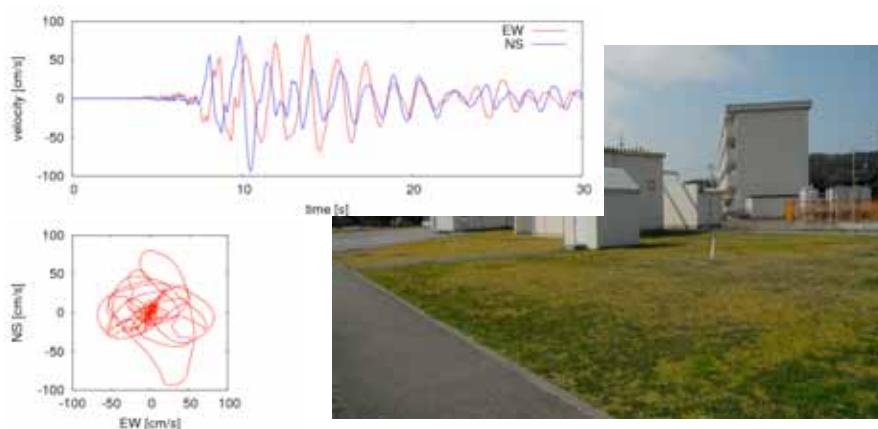
墓石の落下と回転

- 墓石の回転と同時にその落下が多く見られる



輪島市街(現地調査報告)

- 気象庁 輪島市鳳至町 観測点



木造家屋の倒壊

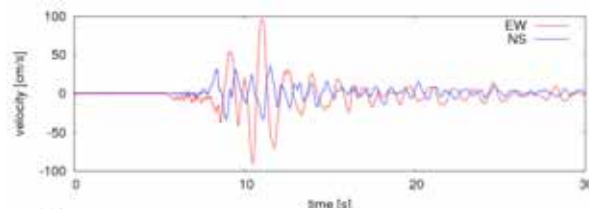
- 観測点付近に全壊家屋が点在している。



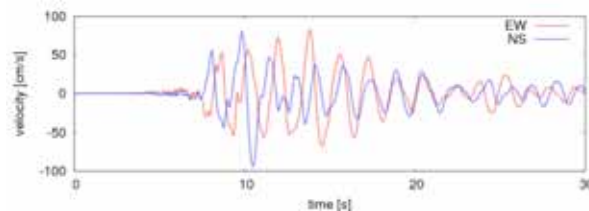
観測記録による穴水との比較

- K-net穴水と比較して最大速度はほぼ同じ（約100cm/s）だが、周期が若干長い

K-net穴水観測点



気象庁輪島市鳳至観測点



輪島市街（現地調査報告）

- K-NET輪島と気象庁輪島市鳳至町で観察された事例が、穴水の事例と比較して被害が大きい
- 観測された震度は共に震度6強ではあるが、速度応答スペクトルが若干長周期側にピークを有しているおり、過去の事例と比較してその違いがある程度説明できる可能性がある

輪島市門前町（現地調査報告）

- 輪島市門前町 自治体震度観測点（震度6強）

波形データなし



集中する木造全壊家屋

- 門前町総合支所の南に面する通り



集中する木造全壊家屋

- 門前町総合支所の東に面する通り



耐震補強された構造物

- 門前町総合支所の南に面する通りに位置するが、補強された構造物は外見上問題はなし



灯籠の崩壊

- 灯籠の崩壊(総合庁舎正面)

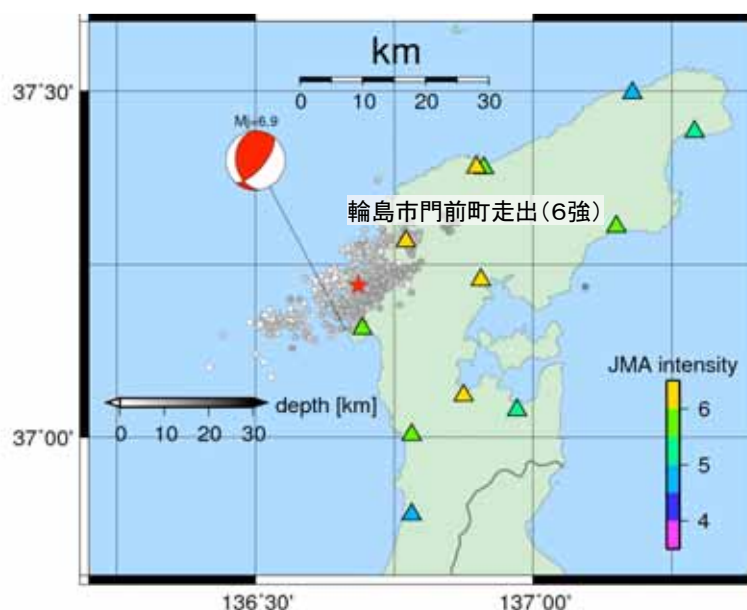


穴水, 輪島市街と比較しても
相当な地震動が予想される

輪島市門前町(現地調査報告)

- 集中して全壊した木造家屋が存在すること
- 門前町の灯籠の状態と、穴水・輪島市街の墓石の状態とを比較すると、相当な地震動が予想される。
- 地震波形記録が発表されていないため、定量的な評価はできないが、穴水観測点が神戸海洋気象台レベルであったことを踏まえると、兵庫県南部地震のJR鷹取並であった可能性も考えられる。

震源と門前町の位置関係



報告のまとめ

- 必要強度スペクトルによる評価では、穴水の地震動は兵庫県南部地震におけるJMA神戸やJR鷹取記録に匹敵する強さを示している。
- 観測記録による考察により、穴水の地震動と輪島市街の地震動では輪島市街の方が長周期側に大きなピーク(約2秒, 450cm/s)を有しており、両者の被害形態の違いを説明できる可能性がある。
- 門前町の家屋、灯籠の被害から穴水、輪島市街よりも強い地震動であったことが予想される。この原因の1つとして指向性の影響が考えられるが、定量的な議論はできない。さらなる検討が必要である。

- 本報告において防災科学技術研究所K-net, KiK-net, Hi-netの情報を提供していただきました。ここに謝意を表します。