第9回国土セーフティネットシンンポジウム 2010年 2月 4日

災害軽減:震度の一歩先」を目指して

直下地震や巨大地震の減災に役立つ 緊急時地震速報システムの構築をめ ざして

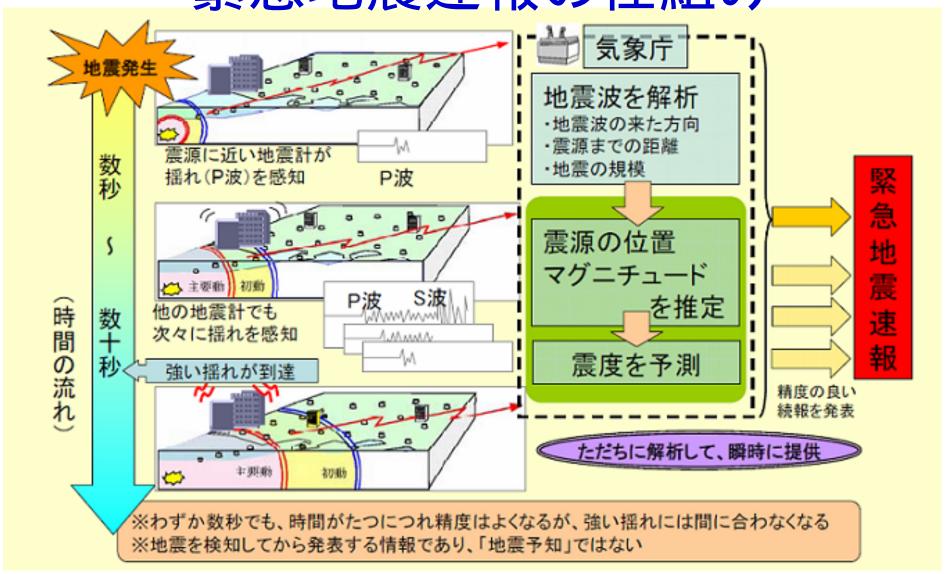
入倉孝次郎

愛知工業大学地域防災センター

今日のお話

- 1.緊急地震速報の仕組み
- 2 . 緊急地震速報の問題点
- 3.より早くかつ精度よい緊急地震速報の開発
- 4.巨大地震のときにも効果的緊急地震 速報を提供するために
- 5. 地震瞬時速報システム(防災科研)の 開発の重要性
- 6.まとめ

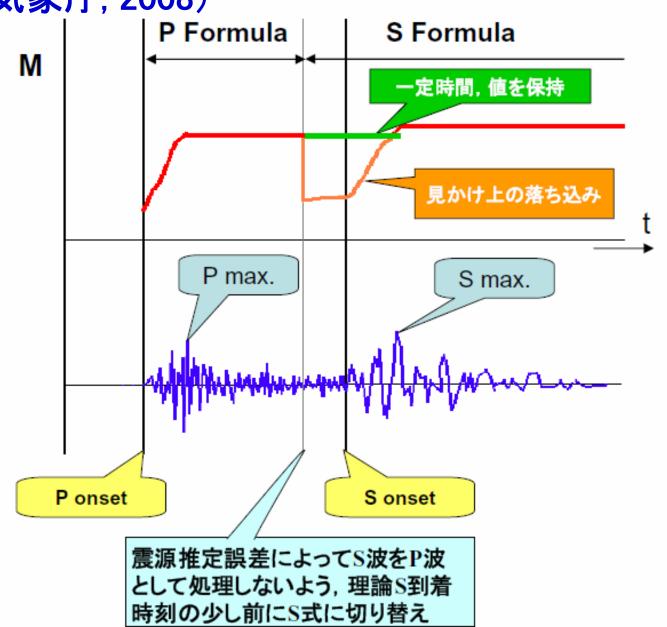
緊急地震速報の仕組み



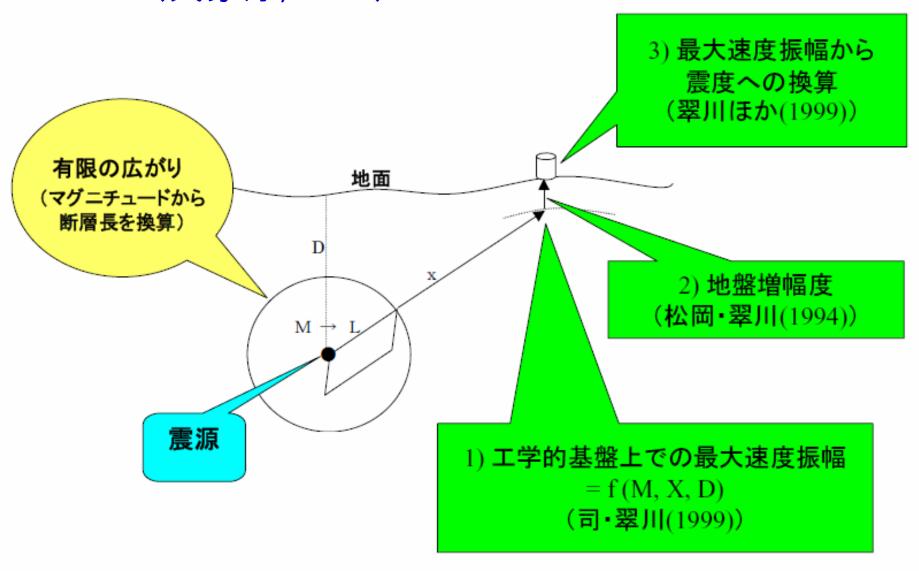
気象庁ホームページ

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html

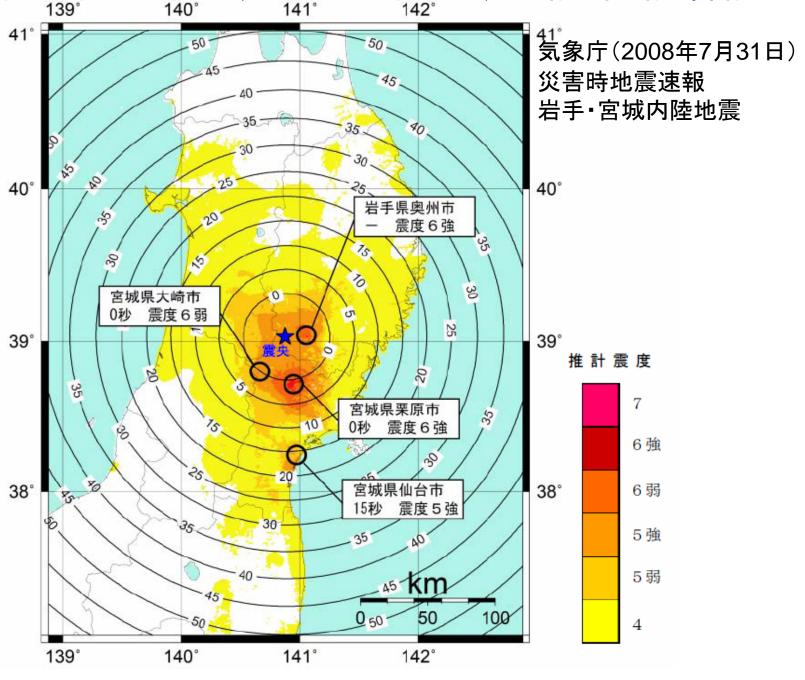
緊急地震速報システムのマグニチュードの推定(気象庁, 2008)



緊急地震速報システムの震度の推定(気象庁, 2008)

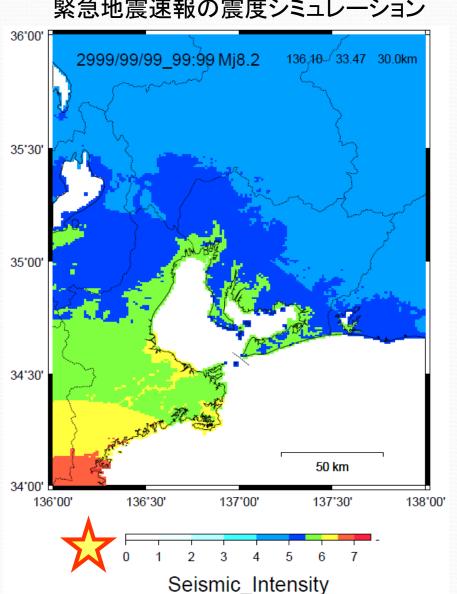


2008年岩手・宮城内陸地震のときの緊急地震速報(第2報:警報)

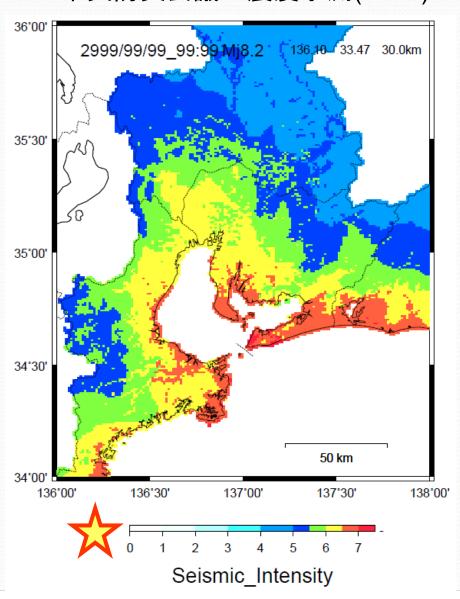


想定東南海地震に対する 緊急地震速報の予測震度と中防の強震動予測の比較

緊急地震速報の震度シミュレーション



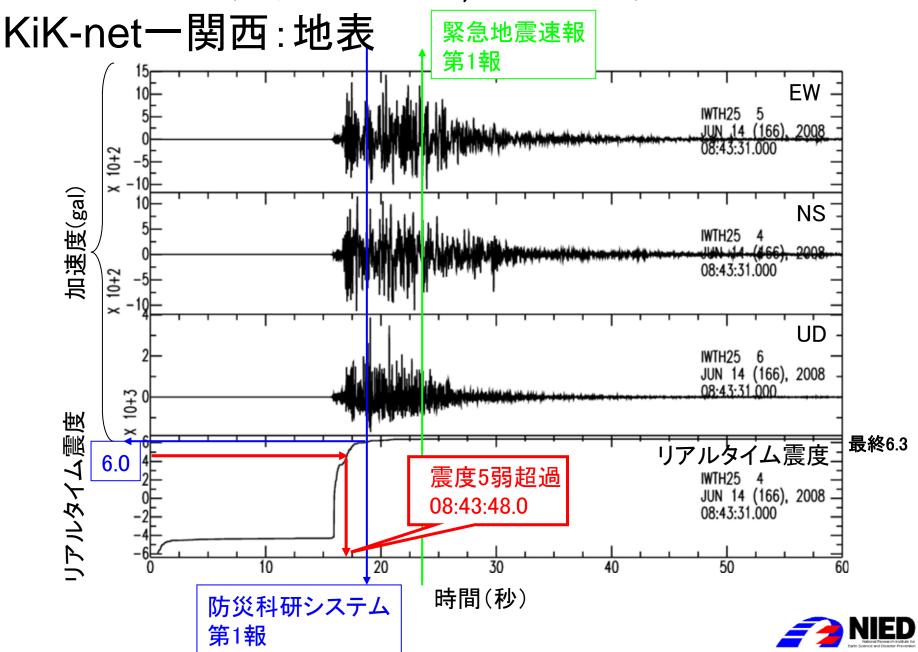
中央防災会議の震度予測(2001)



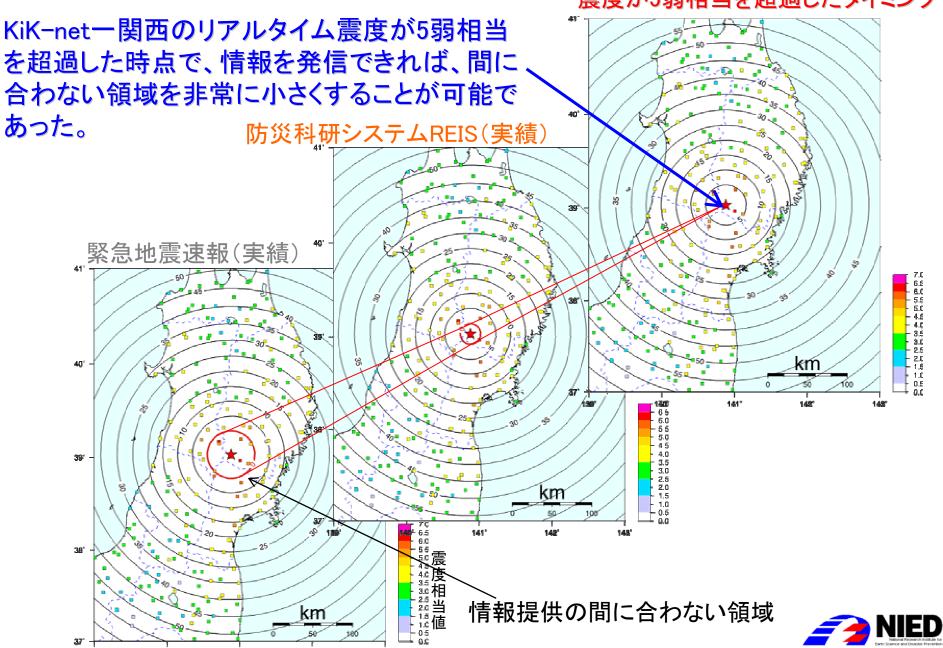
緊急地震速報の問題点

- ✓断層の近傍地点で配信が間に合わない
 - →被害の大きな場所に早く提供することが必要
- ✓ M8クラスの巨大地震では予測震度が過小評価となる地点が生じる
- →震源の情報として、マグニチュードではなく破壊 域を提供することが必要

リアルタイム震度(功刀他,2008)の変化



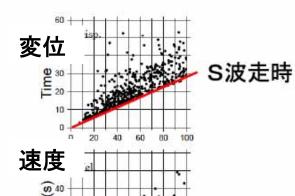
主要動到達までの猶予時間 KiK-net-関西におけるリアルタイム 震度が5弱相当を超過したタイミング



最大動の出現時間

波形全体

Whole Waveform:KiK-net mag.:5.0-9.9 depth:0.0-30.0km n = 484

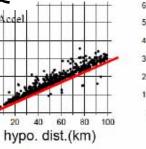


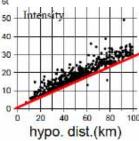
90 30 20

加速度

(n) 40

リアルタイム震度



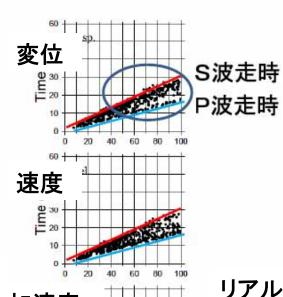


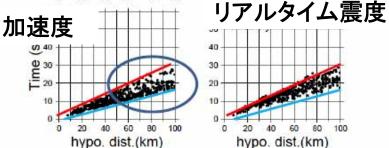
波形全体でみると、

- ・加速度が最も早い
- ・次いで、加速度、震度相当値
- ・変位は遅いものがある

P波部分(P波のS波の間)

P_Wave:KiK-net mag.:5.0-9.9_depth:0.0-30.0km





P波部分では、

- ・加速度では、比較的P波着信の直後に最大値 になるものが多い

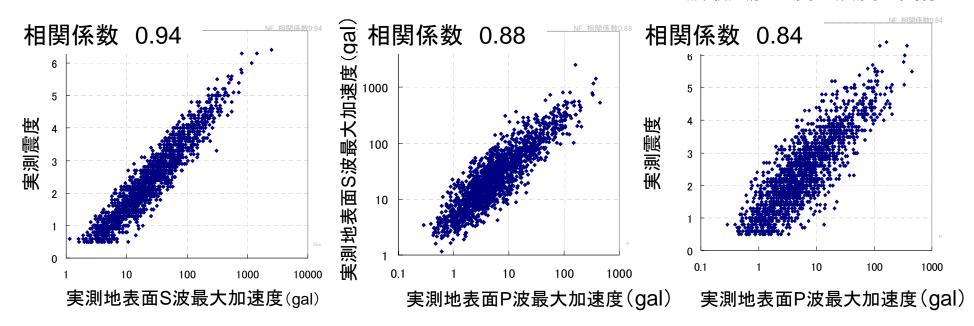
·変位では、S波着信の直前になるものが多い 干場 (まか(2009) 加

P波最大加速度と震度の関係式

S波最大加速度と震度の関係

P波とS波の最大加速度の関係

P波最大加速度と震度の関係



既往の研究では最大速度と震度が相関がよいと言われている。 P波最大加速度からの震度の予測も可能である。

 $I = 2.18 \cdot \log P \max + 0.77$

ここに、

l :震度

 P_{max} : P波地表面最大加速度,上下成分(cm/s²)



提案する震度予想手法

P波が到達した地点の

加速度波形(P波最大加速度)

を用いて

P波加速度マグニチュード計算式

$$M_P = \frac{1}{0.600} \cdot (\log P_{\text{max}} + \log r + 0.0055 \cdot r + 0.338)$$

十地点ごとのP波のサイト特性(補正)

P波加速度マグニチュード(M_P)

を算出する

P波最大加速度距離減衰式

 $\log P_{\text{max}} = 0.600 \cdot M_P - \log r - 0.0055 \cdot r - 0.338$

ーゲットの地点の

+地点ごとのP波のサイト特性(補正)

を予測

地表面における最大加速度

震度推定式

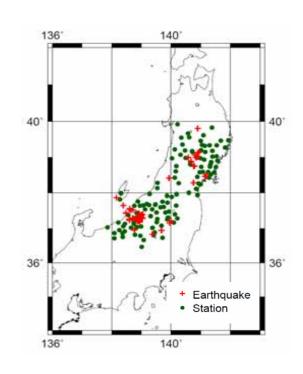
 $I = 2.18 \cdot \log P \max + 0.77$

+地点ごとの震度のサイト特性(補正)

予測震度



予測震度と実測震度の精度比較

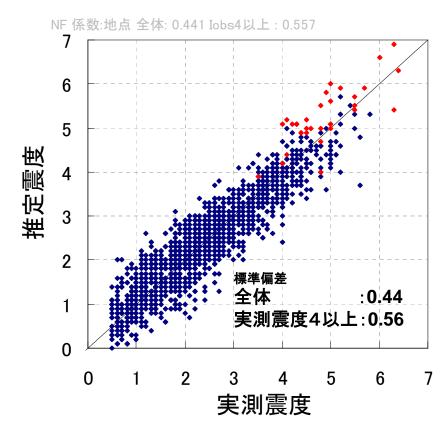


データ数:1570

地点数:124

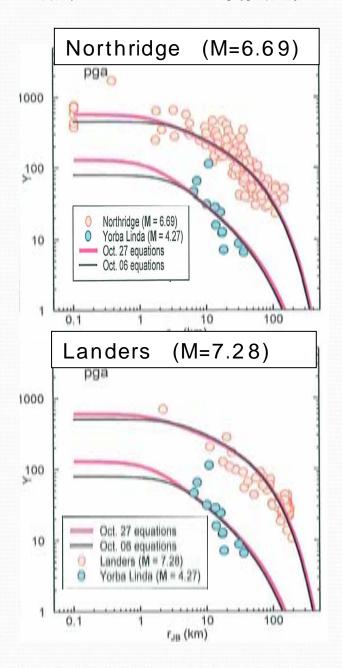
地震数:55

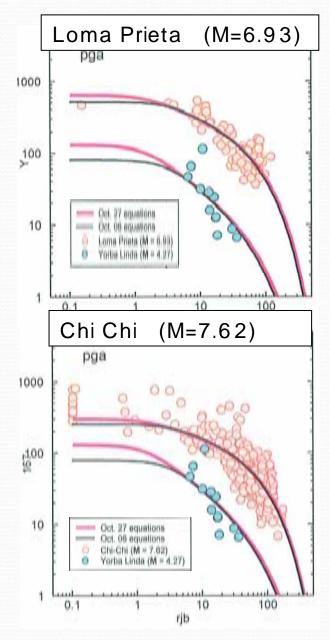
提案手法による震度予測



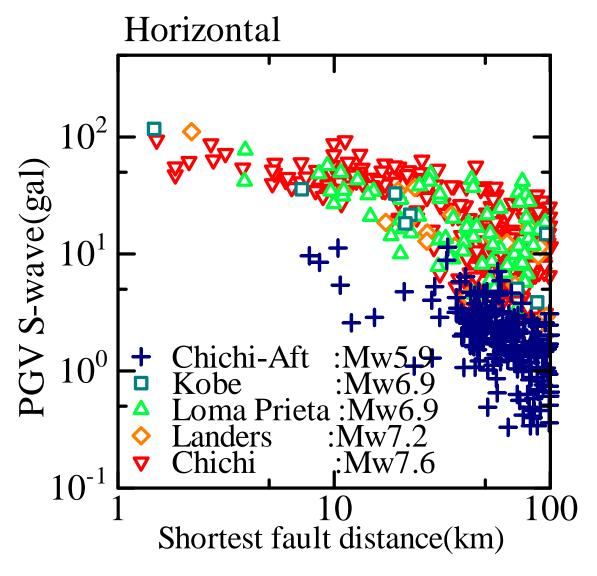
S波PGAの距離減衰

Compiled by "PEER NGA" Project

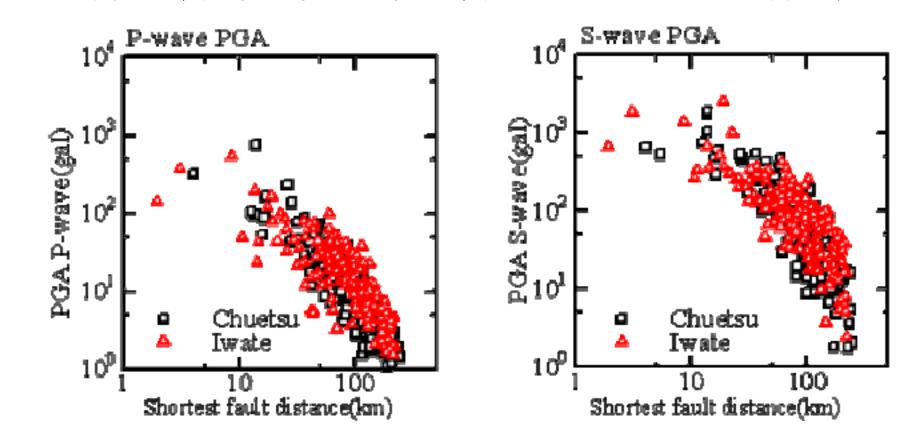




S波のPGVの距離減衰



中越地震と岩手宮城内陸地震のP波およびS波の距離減衰

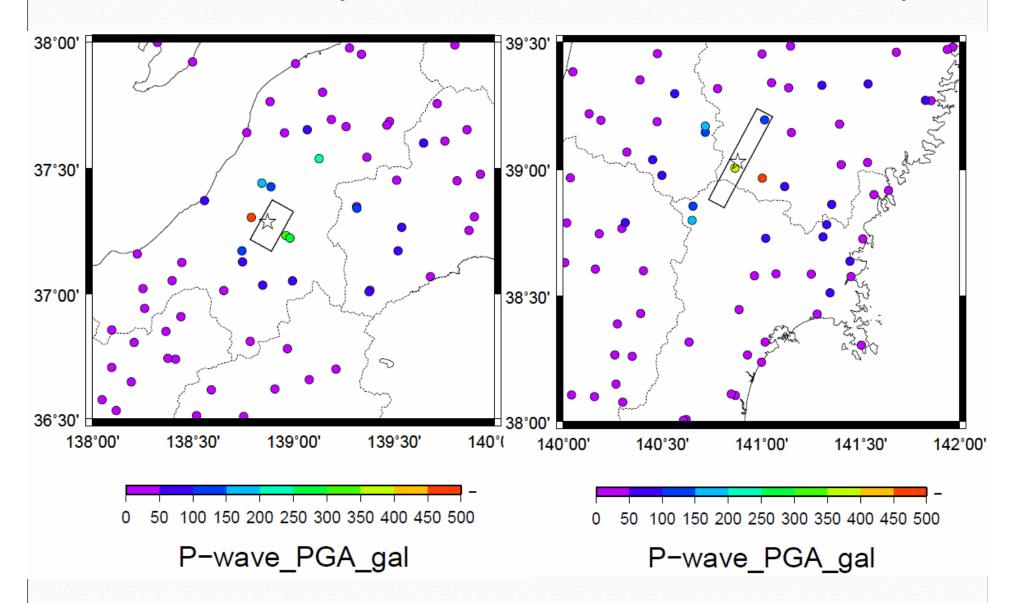


ここでは、破壊開始点から発生したS波到達までのP波部分を使用

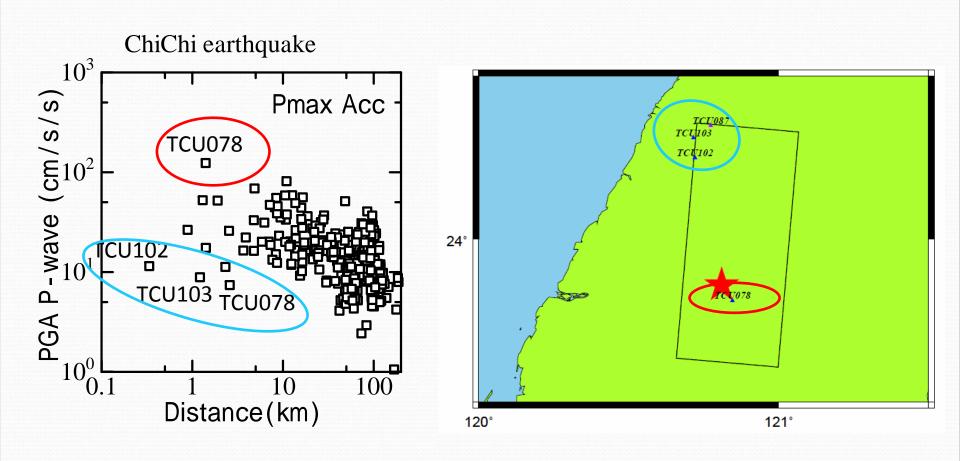
P波の最大加速度分布

2004 中越地震 Mj 6.8

2008 岩手宮城内陸地震Mj 7.2



Chichi地震の場合

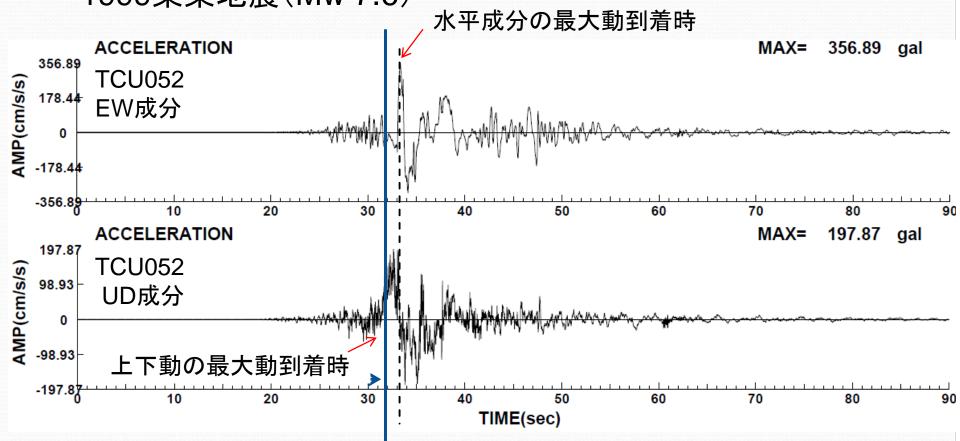


破壊域が大きい場合は、破壊開始点からのS波初動までのP波加速度(点震源の仮定)は適用できない。

水平成分(S波)の最大動到達前のUD成分の最大値

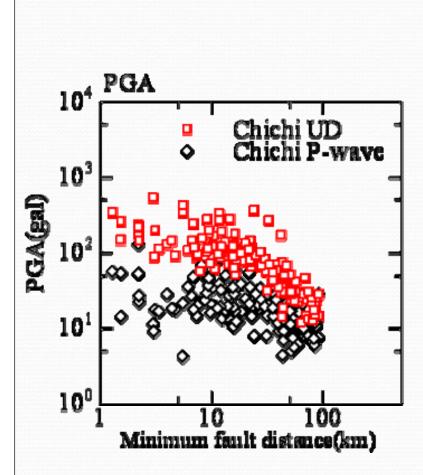
(破壊域の端部からのP波の最大値)



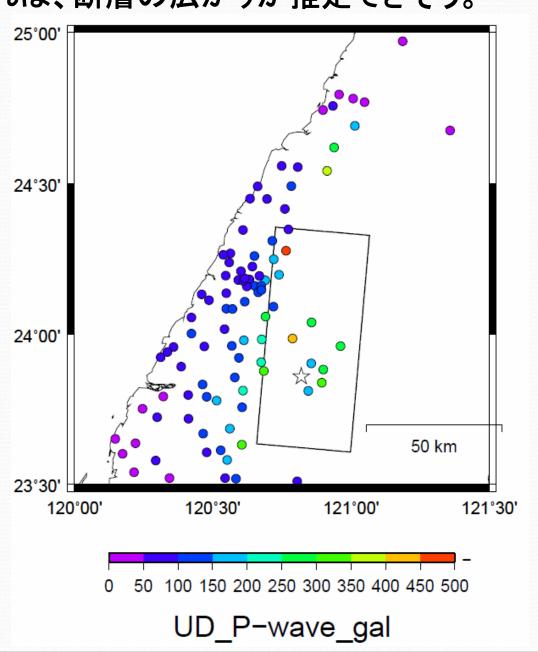


観測点から最も近い破壊域からのP波を捉え、最大動を予測することが必要。

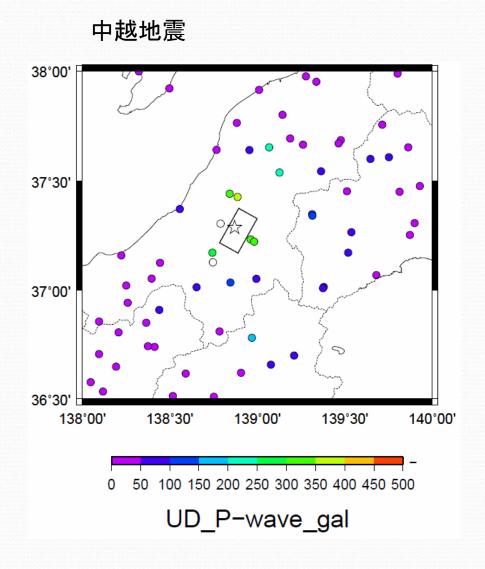
主要動のS波の最大動までのUD成分を用いた場合、飽和域がみられ、150gal程度を閾値とすれば、断層の広がりが推定できそう。

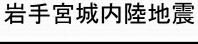


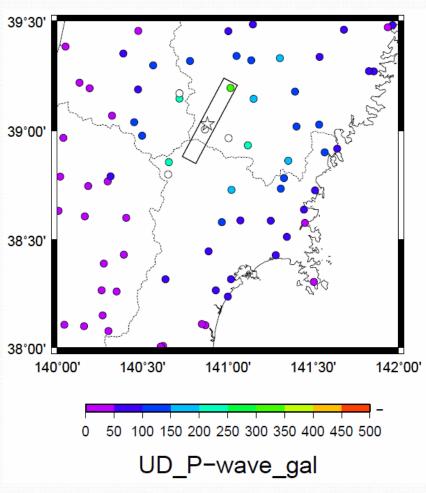
The saturation level is about 150 gals.



最大動到達までの上下動成分の最大加速度分布

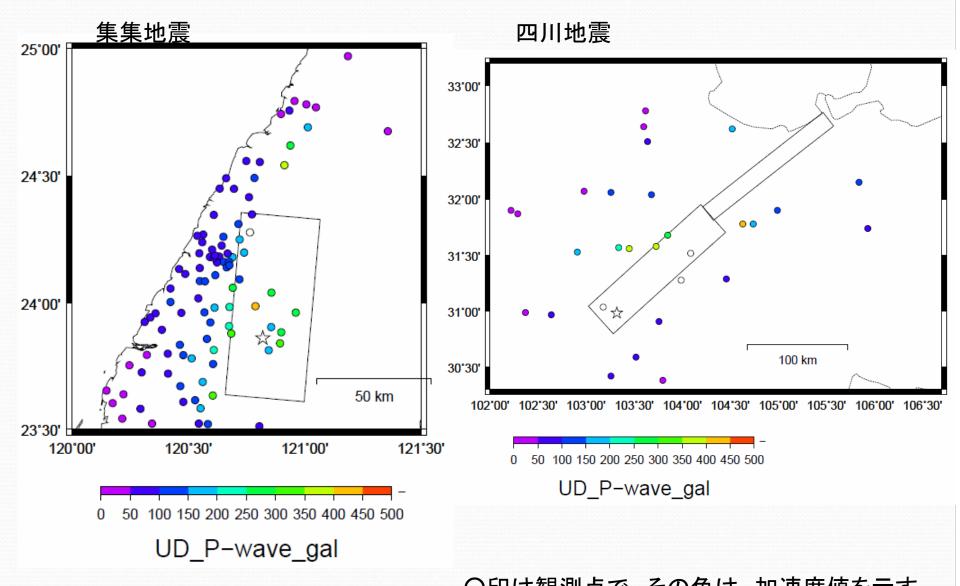






〇印は観測点で、その色は、加速度値を示す。 ただし、白色は500gal以上の値を示す

最大動到達までの上下動成分の最大加速度分布



〇印は観測点で、その色は、加速度値を示す。 ただし、白色は500gal以上の値を示す

本研究で提案する緊急地震速報のための 震度予測方法

- 1. P波の最大加速度(PGA)の距離減衰は、ある一定以上の規模の地震(Mj 6.5程度)になると、同じような特性をもつ。
 - →Mj 6.5以上の地震に対してP波加速度マグニチュード(Mp)は頭打ちになるので、このマグニチュードの大きさだけから精度ある震度評価は困難。
- 2. UD成分のPGAが一定以上(例えば、>150ガル)の領域を破壊域と考えて、そこから距離減衰式により対象地点の震度を評価する。

地震瞬時速報システムの開発

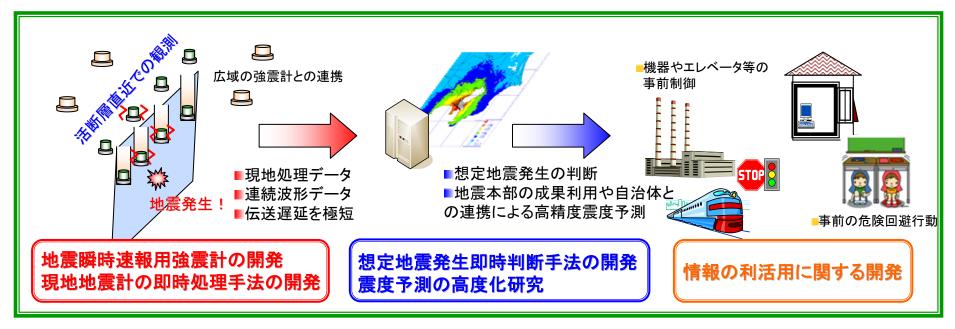
(開発期間:平成21年度~24年度)

【目的】

震源近傍でいち早く大地震の発生を検知・伝達することで、情報の「間に合わない」 領域を可能な限り小さくする。

【システムの特徴】

- ■特定の活断層の直近でのリアルタイム強震観測(高サンプリング連続観測等)
- 単独観測点による現地処理
- 諸元の推定を行わず、予め想定した揺れや被害の情報を利用





「間に合わない」領域を縮小するためには

大地震の発生を瞬時にとらえる研究開発

- ■特定の地震を狙った想定震源の極近傍での強震観測
- ■即時処理の高度化(現地処理等)
- ■極短のデータ伝送遅延

地震瞬時速報

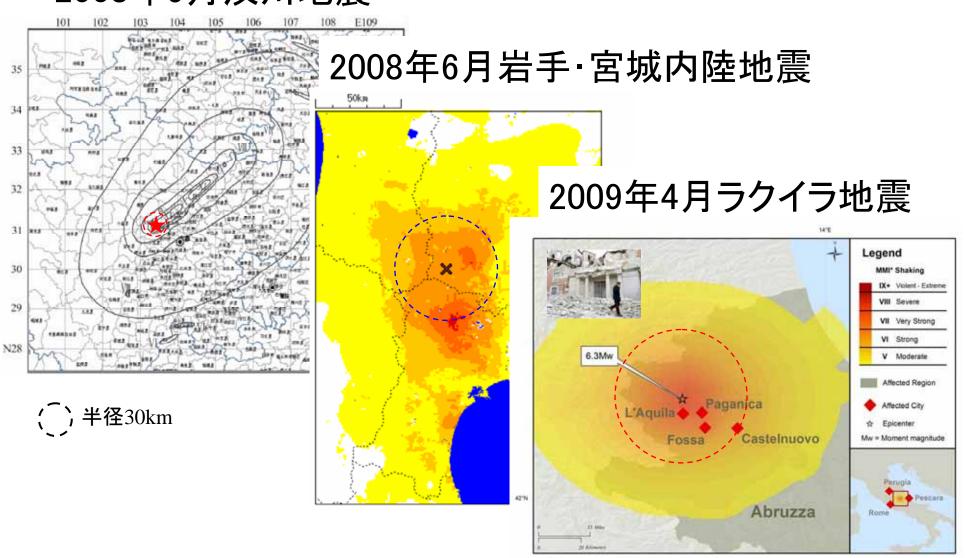
<u>利活用研究</u>

地震瞬時速報を「緊急地震速報 $+\alpha$ 」の情報として、大きな揺れがくるまでの極短い猶予時間を有効に活かすためのデータ利用技術の開発



内陸地震では震源近傍の地域で被害が大

2008年5月汶川地震



"Modified Mercalli Intensity (MMI) measures the perceived strength of shaking produced by the earthquake at a certain location.

For more information on the MMI scale please see www.earthquake.usgs.gov/learning/topics/mercalli.php.

地震瞬時速報用強震計の開発

地震瞬時速報のために必要な強震計の機能

- ■人工ノイズの影響を受けにくい地中で観測を行う
- ■断層近傍の強震動で振り切れないようにする(8000ガル)
- ■地中・地上の強震計をペアにして信頼性を高める
- ■瞬時判定のため高速データ計測を行う
- ■計測されたデータを現地で高速演算処理する

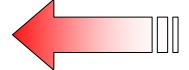


開発中の 小口径地中強震計

都市域で地中強震観測を行うために必要な掘削技術

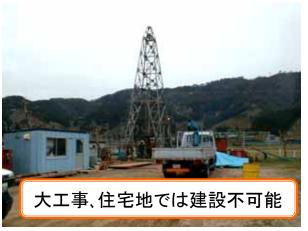


土質調査ボーリング



- ・工期が短い
- ・騒音が小さい
- ・工事用敷地が小さい
- ・低コスト

小型強震計が必要





まとめ

- 1. 上下動成分の加速度最大値の距離減衰は、破壊域近傍で飽和する。この最大動は、破壊域から生成されたP波に対応している。 その飽和域のレベルは、地質によるサイト特性の影響に依存する。
- 2. 上下動成分の加速度最大値が一定値以上(Chichi地震の場合約150gal、地域により若干変化)の領域はおおよそ破壊域の範囲に対応する。
- 3. 対象地点の震度は、地震マグニチュードにかかわらず、破壊域 に近い地点からの断層最短距離で計算すると、過小評価を防ぐ ことが可能となる。
- 4. 地震発生確率の高い活断層の近くに、高密度に強震動の設置は、将来の地震のため地震の災害を減少させる最も効果的な対策の一つである。
 - → 防災科学技術研究所の地震瞬時速報システム