

東北大学による東日本大震災1年報告会(2012/3/11)

# 東日本大震災からの教訓 ～1年で明らかにになったこと～

発震時: 2011年3月11日14:46

地震規模: M9.0

死者・行方不明者: 約2万人

避難者: 約34万人

被害建物: 約100万棟

被害額: 約17兆円(内閣府推計)

東京工業大学 都市地震工学センター

翠川三郎

# ある地震工学の研究者からみた 「一年で明らかにになったこと」

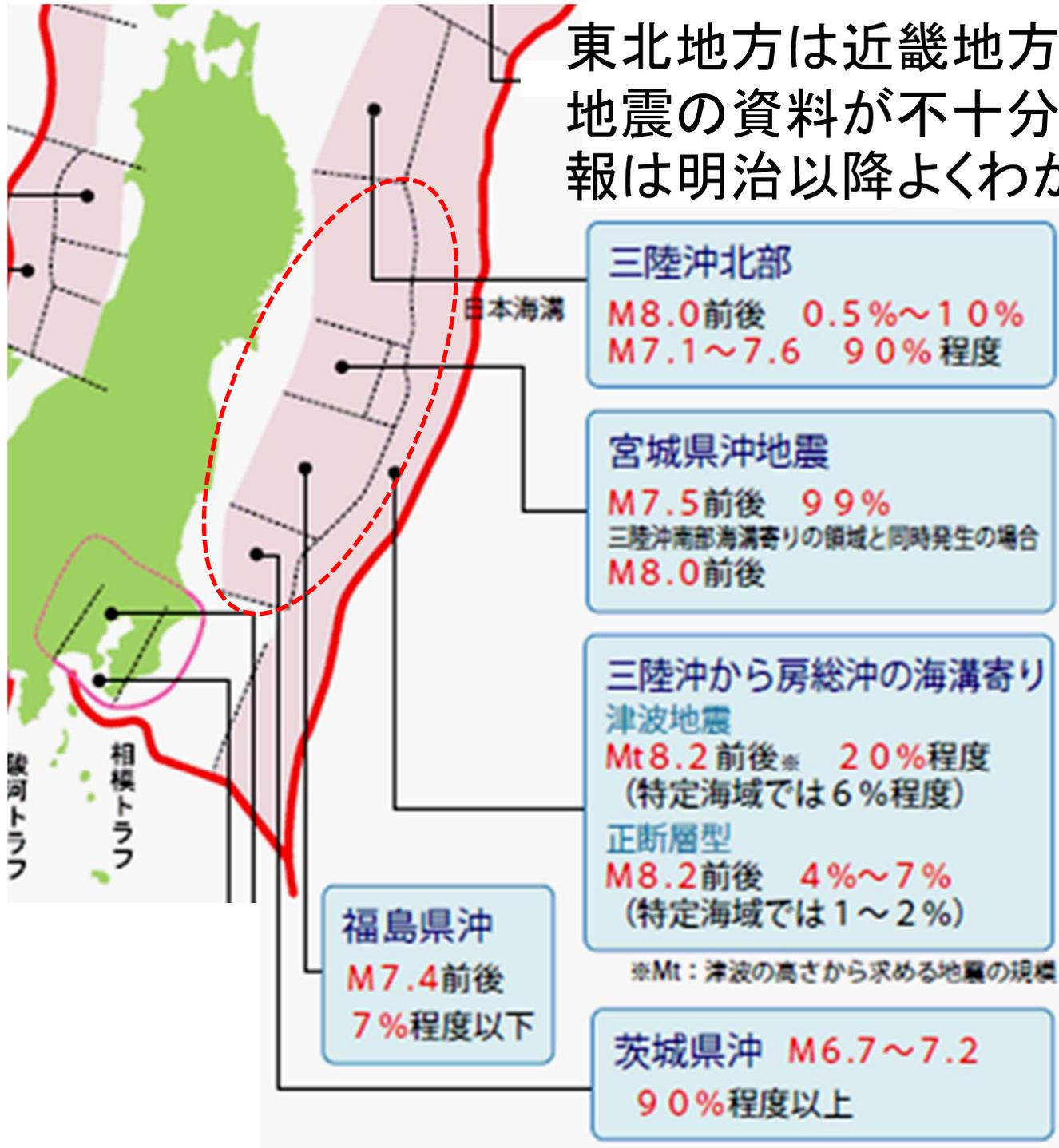
- 巨大地震は過去に何度も起こっていた
- 津波だけでなく揺れも広範囲で影響を与えた
- 最大の教訓は？

# 地震発生の 長期評価

地震調査研究  
推進本部による

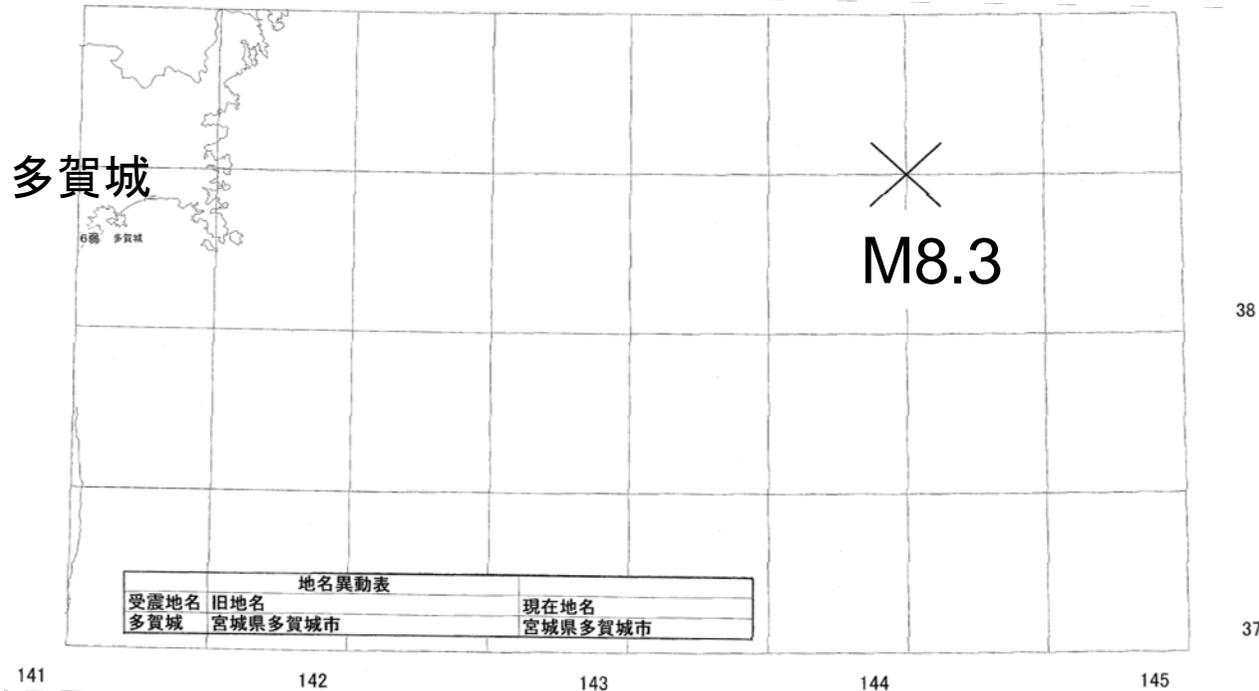


東北地方は近畿地方などに比べて古い地震の資料が不十分で、被害地震の情報は明治以降よくわかってきた。



# 869年貞観地震

貞観11年の5月26日、陸奥国で大地震が起きた。空を流れる光が夜を昼のように照らし、人々は叫び声を挙げて身を伏せ、立っていることができなかった。ある者は倒壊家屋の下敷きとなって圧死し、ある者は地割れに呑み込まれた。驚いた牛や馬は奔走したり互いに踏みつけ合うなどし、城や数知れないほどの倉庫・門櫓・墻壁などが崩れ落ちた。雷鳴のような海鳴りが聞こえて潮が湧き上がり、川が逆流し、海嘯が長く連なって押し寄せ、たちまち城下に達した。内陸部まで果ても知れないほど水浸しとなり、野原も道も大海原となった。船で逃げたり山に避難することができずに千人ほどが溺れ死に、後には田畑も人々の財産も、ほとんど何も残らなかった。



# 渡辺(2001)による貞観地震の津波伝承の分布

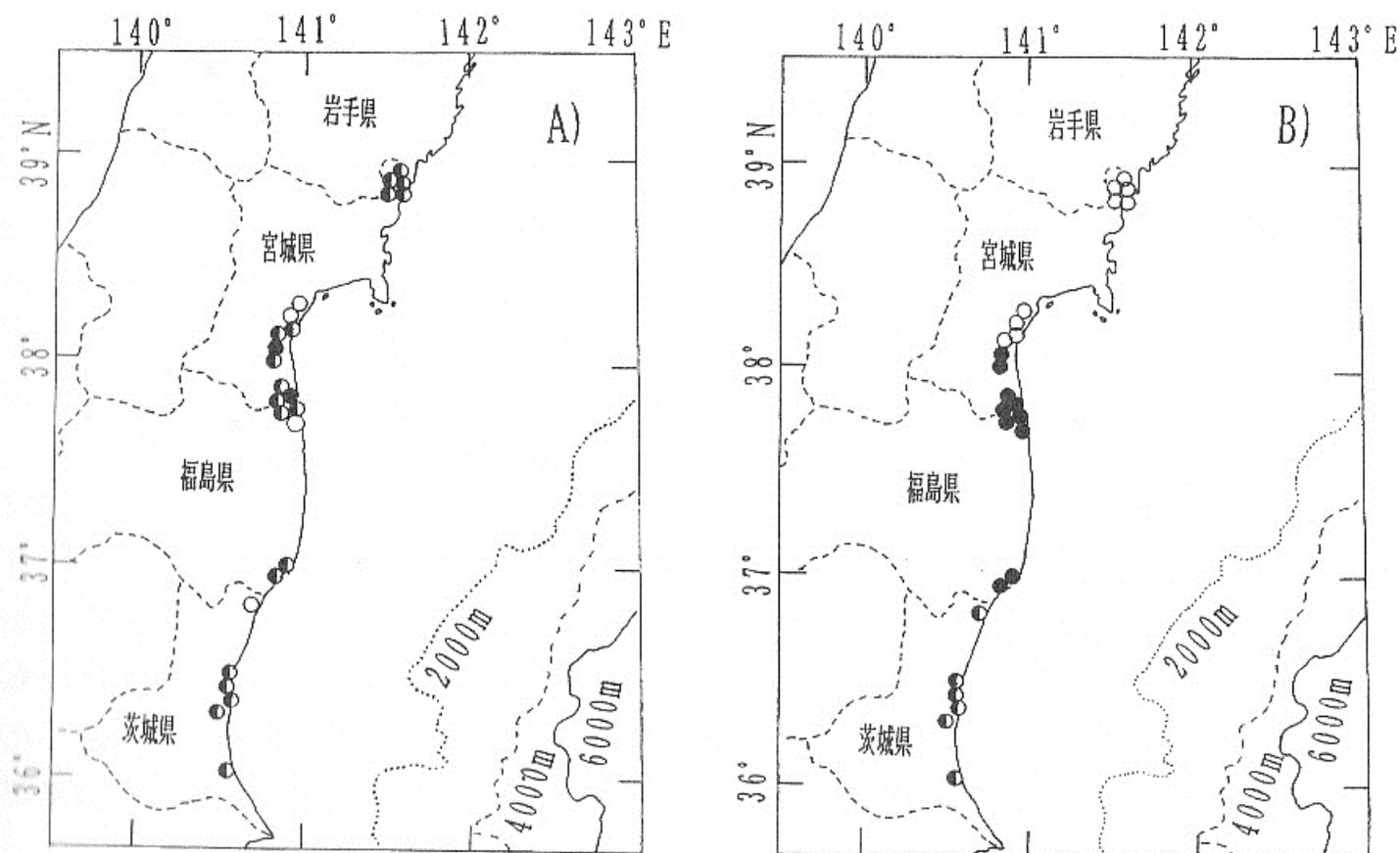


図-4 貞観地震・津波に関連する伝承の精度A)と地域的特徴B) (渡辺, 2001)

A) 図の黒丸はA:精度がよい, 半黒丸はB:精度が比較的良好, 白丸はC:精度がよくない, である.

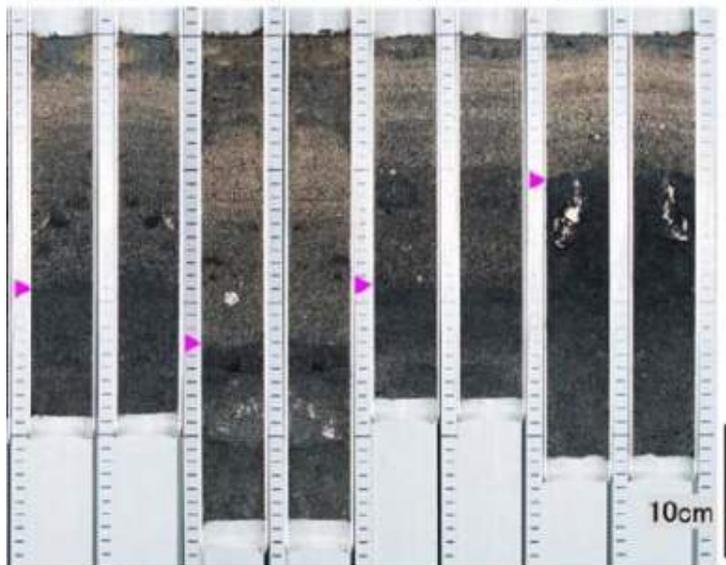
B) 図の黒丸:直接災害記述のある多彩な内容, 半黒丸:地震の発光現象を伴っている漂着神の内容, 白丸:直接災害記述のないソフトな内容, である.

# 869年貞観地震

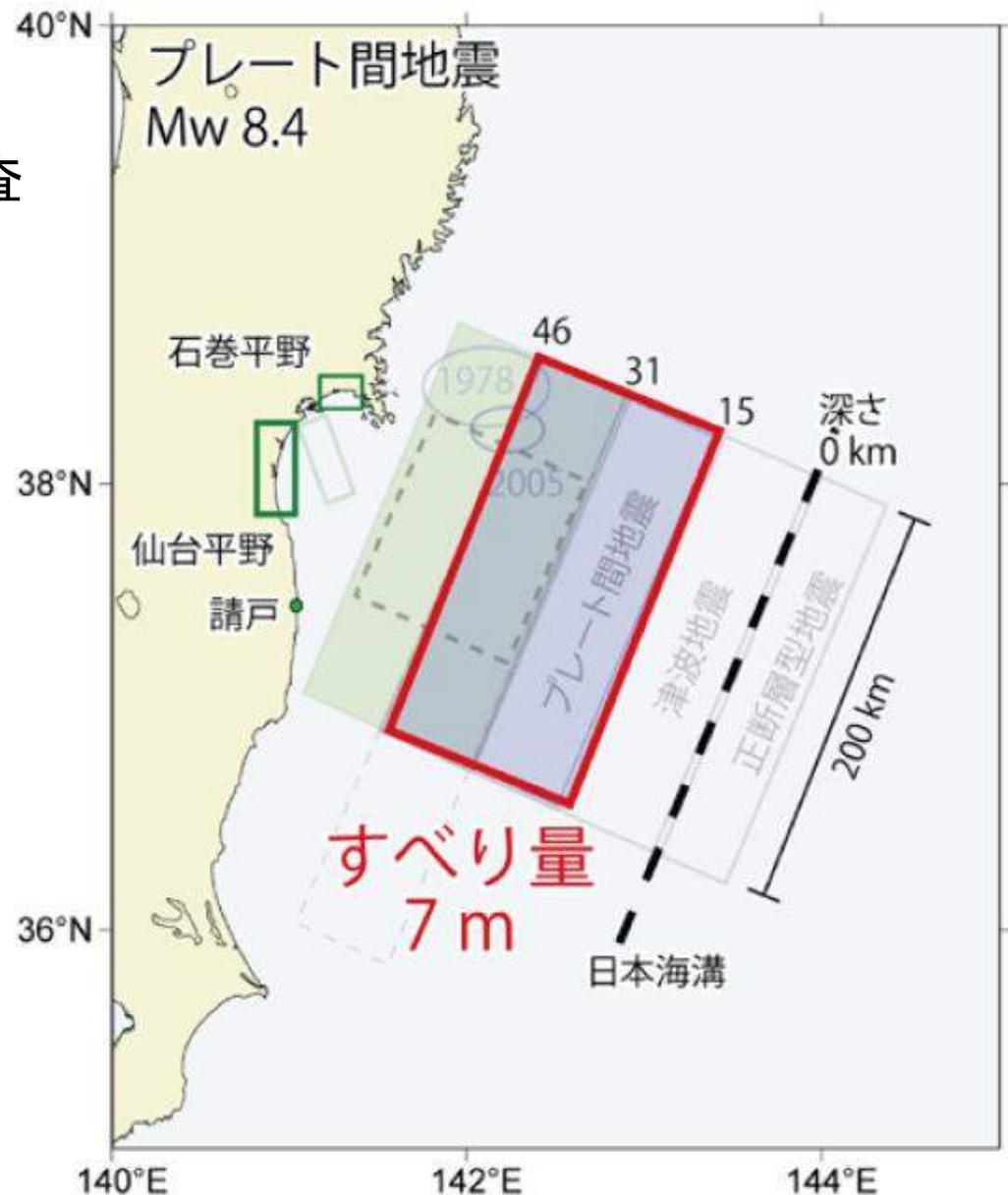
石巻、仙台平野での津波堆積物調査



USH11-3    USH11-4    USH11-5    USH11-6



コア試料の写真



(行谷ほか、2010)

図11 断層の長さ200 km, 幅100 km, すべり量7 m, 上端深さ15 kmとした貞観地震の断層モデル(赤矩形).

# 宮城県から福島県にかけてみつかった 津波堆積物から推定される巨大地震

紀元前400年頃

400年頃

900年頃(869年)

1500年頃

2011年

## 400～800年間隔(平均600年)

869年貞観地震と東北の太平洋沿岸に巨大津波を伴うことが推定される地震

869年に地震があり、地震動及び津波を伴い、多数の死傷者を伴った(貞観地震)。この地震の震源域は少なくとも宮城県沖と三陸沖南部海溝寄りから福島県沖にかけての領域を含み、三陸沖まで達する可能性がある。地震の規模はMw8.4程度もしくはそれ以上と推定される。宮城県から福島県にかけての太平洋沿岸で、過去2500年間で4回の巨大津波による津波堆積物が見つかっており、これらの地域を広く浸水したと考えられる。これら4回の一つが869年の地震(貞観地震)によるものとして確認された。また、これら4回のうち貞観地震及び約4-5世紀の地震では、地震時に沿岸が沈降したと推定され、日本海溝のプレート境界で発生した巨大地震である可能性が高いと考えられる。他の2回についてはその津波堆積物の分布から同様の地震である可能性がある。以上のことから、本報告では東北地方太平洋沖型の地震と見なした。

東北地方太平洋沖型の地震の特徴のひとつである広い浸水をもたらす津波は過去2500年間で5回発生していたと確認され、これらの津波をもたらした地震が繰り返し発生したとするとその発生間隔は400年～800年程度で平均発生間隔は600年程度である。

地震調査研究推進本部(平23/11/25による)



図1 東北地方の地図。貞観地震津波の伝承がある地域と十和田a火山灰の降灰域および調査範囲(地点)を示した。

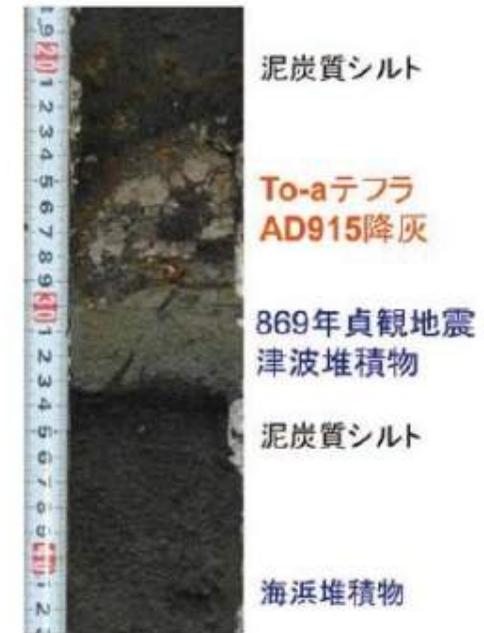


図2 十和田a火山灰とその下位に分布する貞観地震の津波堆積物の写真。

(参考) 2011年東北地方太平洋沖地震発生直前(平成23年3月11日)における確率

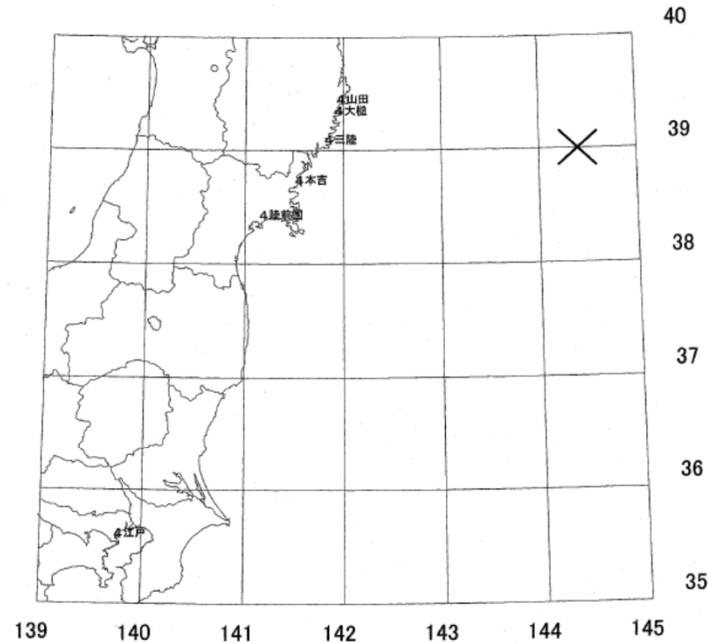
平成23年3月11日に発生した地震名と地震規模(マグニチュード)		地震発生確率			集積確率	地震後経過率	平均発生間隔(上段)
		10年以内	30年以内	50年以内			最新発生時期
東北地方太平洋沖地震	9.0	4~6%	10~20%	20~30%	30~60%	0.83~1.0	600年程度 約500~600年前

※集積確率とは、その時点までに地震が発生する確率である。

地震調査研究推進本部(平23/11/25)による

## 1611年慶長の地震(M8.1?)

津波により伊達政宗領内で死者1,783人、鶉住居・大槌・横沢で800人など、岩沼では家屋残らず流出、相馬領で死者700人。江戸でも震度4程度か？

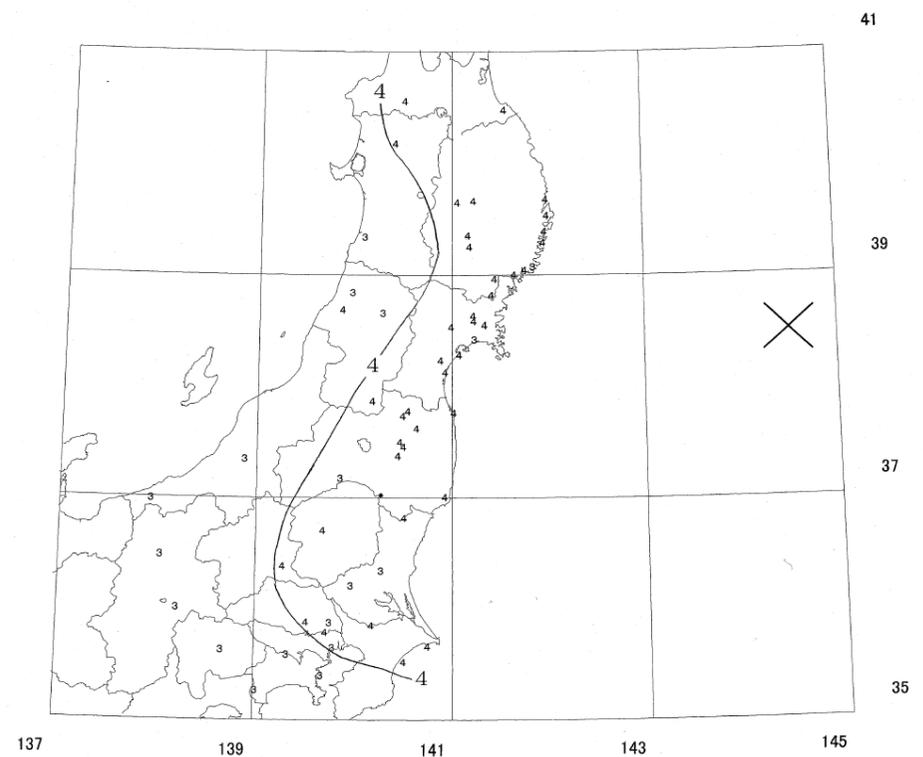


地名異動表		
受震地名	旧地名	現在地名
三陸	岩手県気仙郡三陸町	岩手県大船渡市三陸町
陸前国	宮城県北部	宮城県北部
江戸	東京都千代田区	東京都千代田区
山田	岩手県下閉伊郡山田町	岩手県下閉伊郡山田町
大槌	岩手県上閉伊郡大槌町	岩手県上閉伊郡大槌町
本吉	宮城県本吉郡本吉町	宮城県本吉郡本吉町

地震番号86:1611年12月2日(慶長16年10月28日)巳刻以後 三陸沿岸北海道東岸の地震 東経144.4 北緯39.0 M=8.1

## 1793年寛政の地震(M8.0-8.4?)

陸中・陸前・磐城沿岸、銚子に津波。仙台で建物に小被害、登米で倒家10、江戸でも極小被害。余震が多く相馬では10ヶ月も続いた。



地震番号217:1793年2月17日(寛政5年1月7日)昼九つ過ぎ:陸前・陸中・磐城の地震 東経144.5 北緯38.5 M=8.0~8.4

できるだけ過去に遡って地震・津波の発生をより正確に調査するためには、

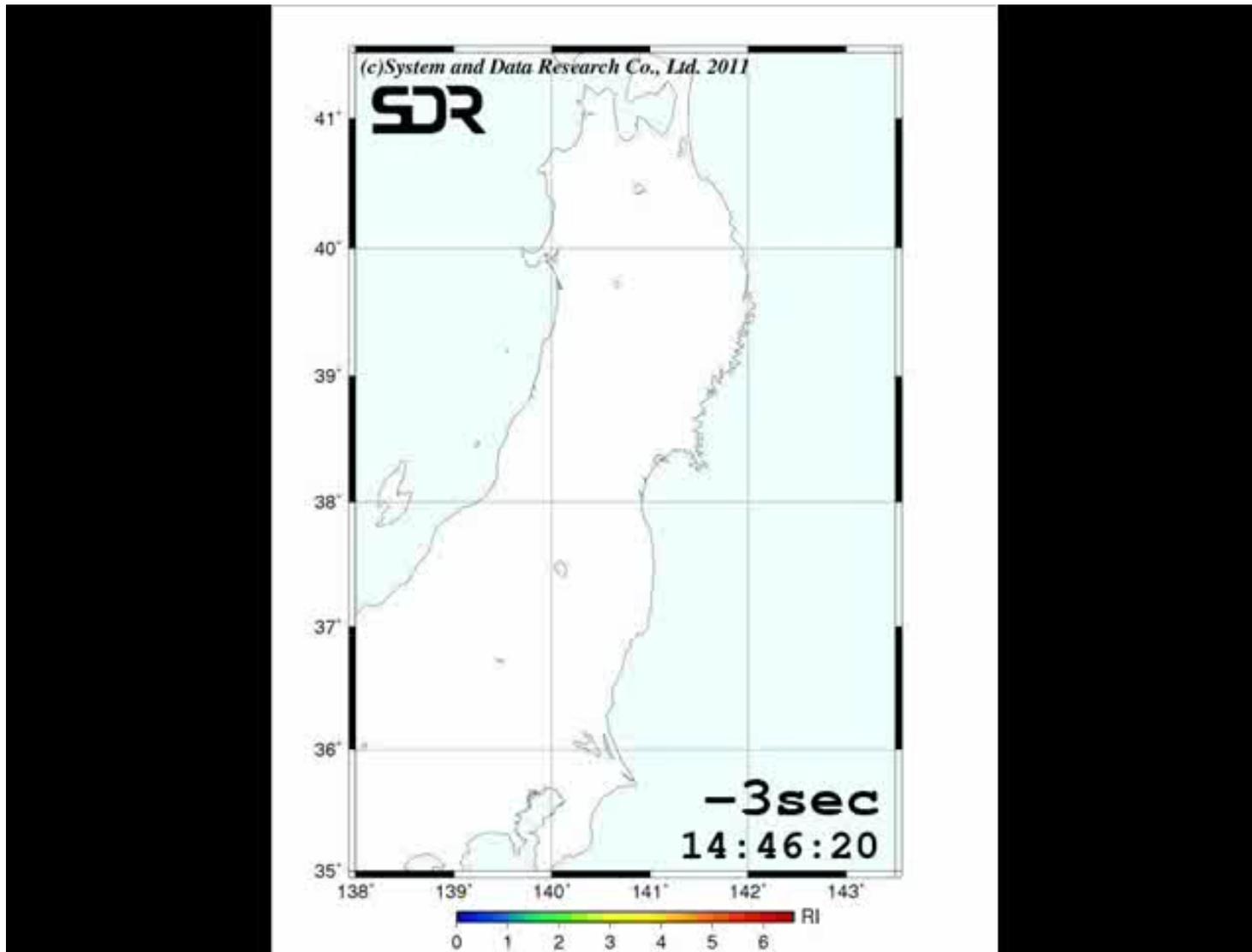
古文書等の史料の分析、陸上及び海底の津波堆積物調査や海岸段丘等の地質調査、生物化石の調査、それらの解釈など、

地震学だけでなく地質学、考古学、歴史学、地震工学等の統合的研究が重要。

# ある地震工学の研究者からみた 「一年で明らかにになったこと」

- 巨大地震は過去に何度も起こっていた
- 津波だけでなく揺れも広範囲で影響を与えた
- 最大の教訓は？

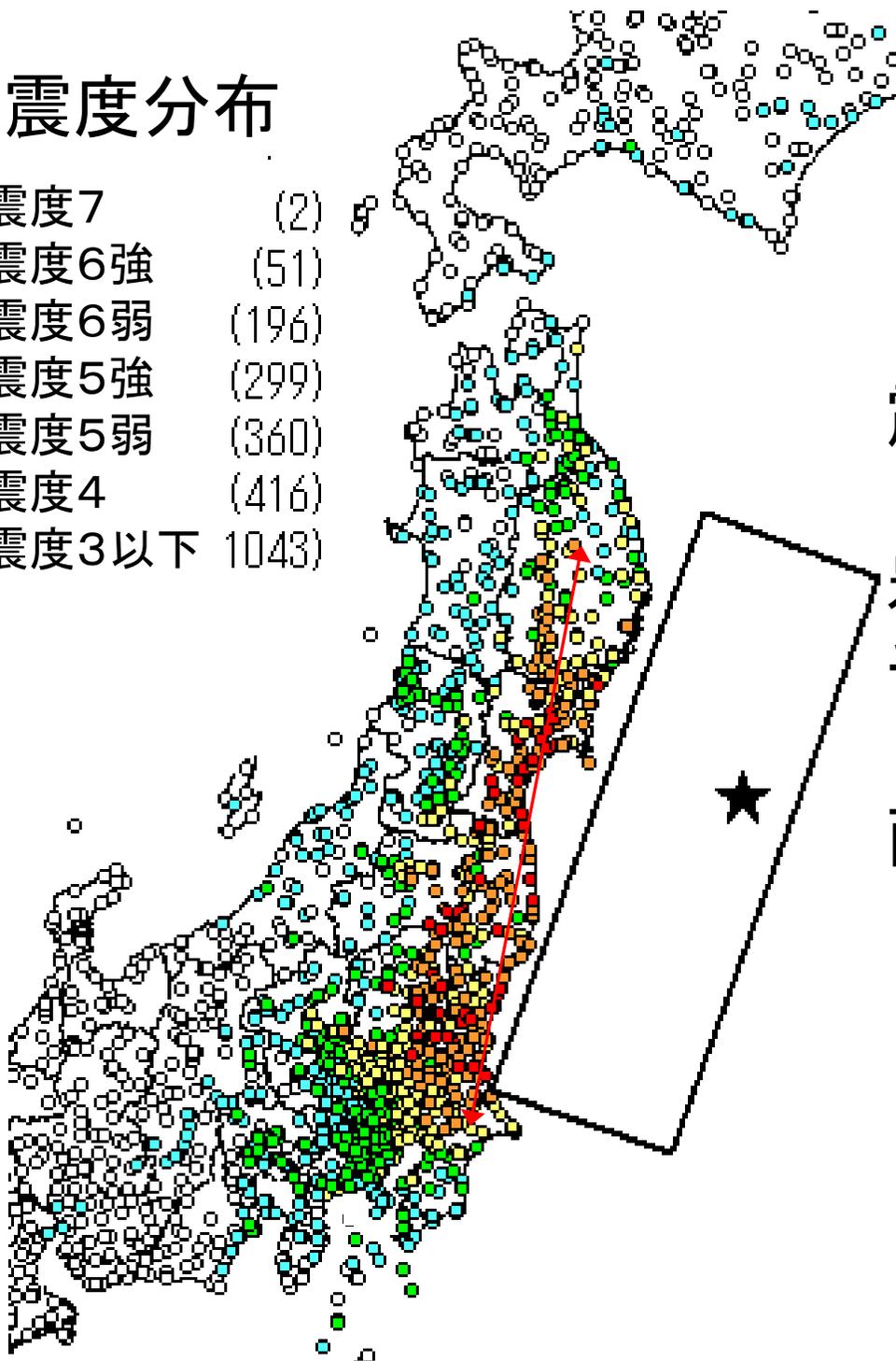
# 揺れの伝播のアニメーション



1発目50秒くらい、2発目100秒くらい、3発目130秒くらい SDRによる<sup>13</sup>

# 震度分布

- 震度7 (2)
- 震度6強 (51)
- 震度6弱 (196)
- 震度5強 (299)
- 震度5弱 (360)
- 震度4 (416)
- 震度3以下 (1043)



震度6弱以上の範囲

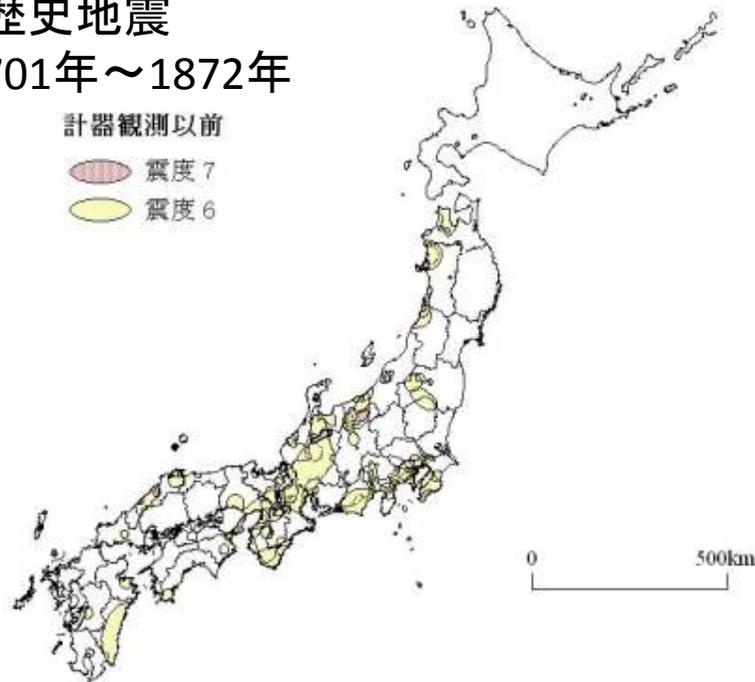
岩手県中部から  
千葉県北部まで

面積で2万平方キロ弱

# 歴史地震

701年～1872年

計器観測以前



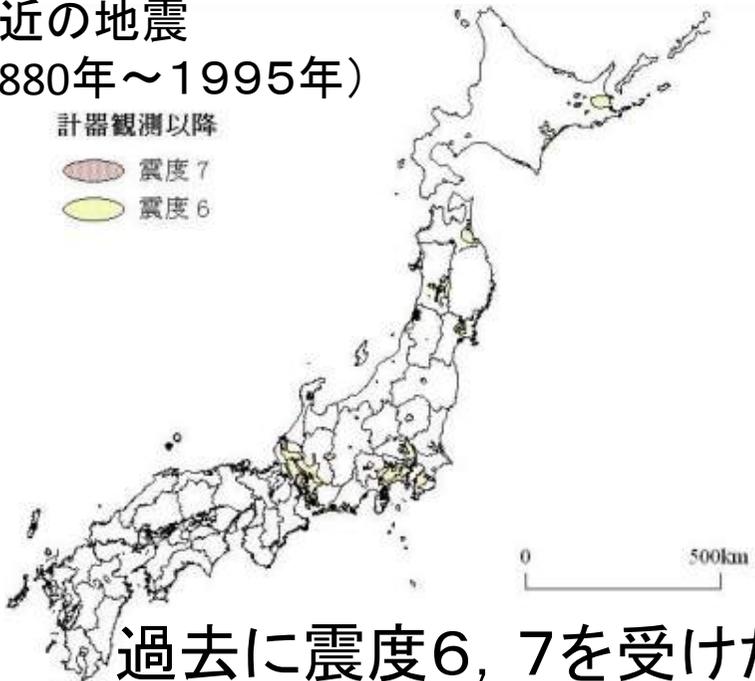
## 震度6弱以上の地域

2011年東北地震	20,000平方キロ
1891年濃尾地震	6,500平方キロ
1923年関東地震	6,500平方キロ
1944年東南海地震	2,000平方キロ
1995年兵庫県南部地震	300平方キロ

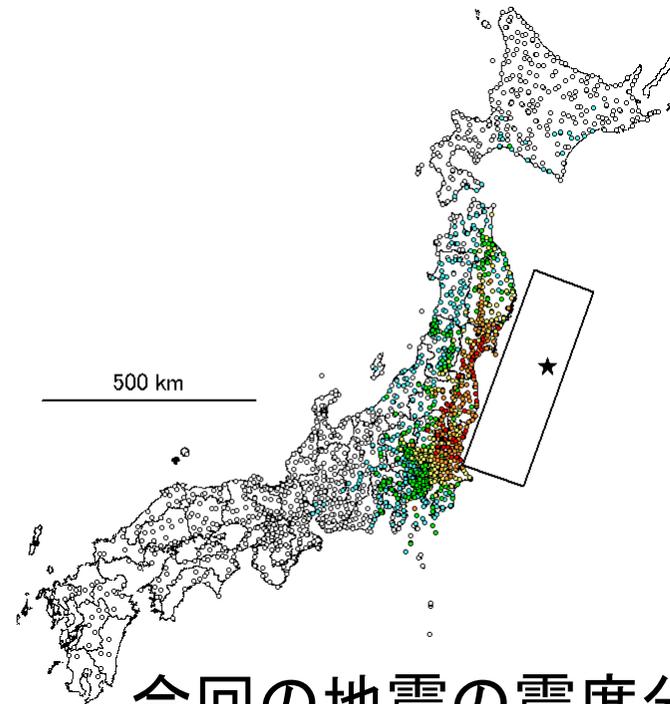
# 最近の地震

(1880年～1995年)

計器観測以降



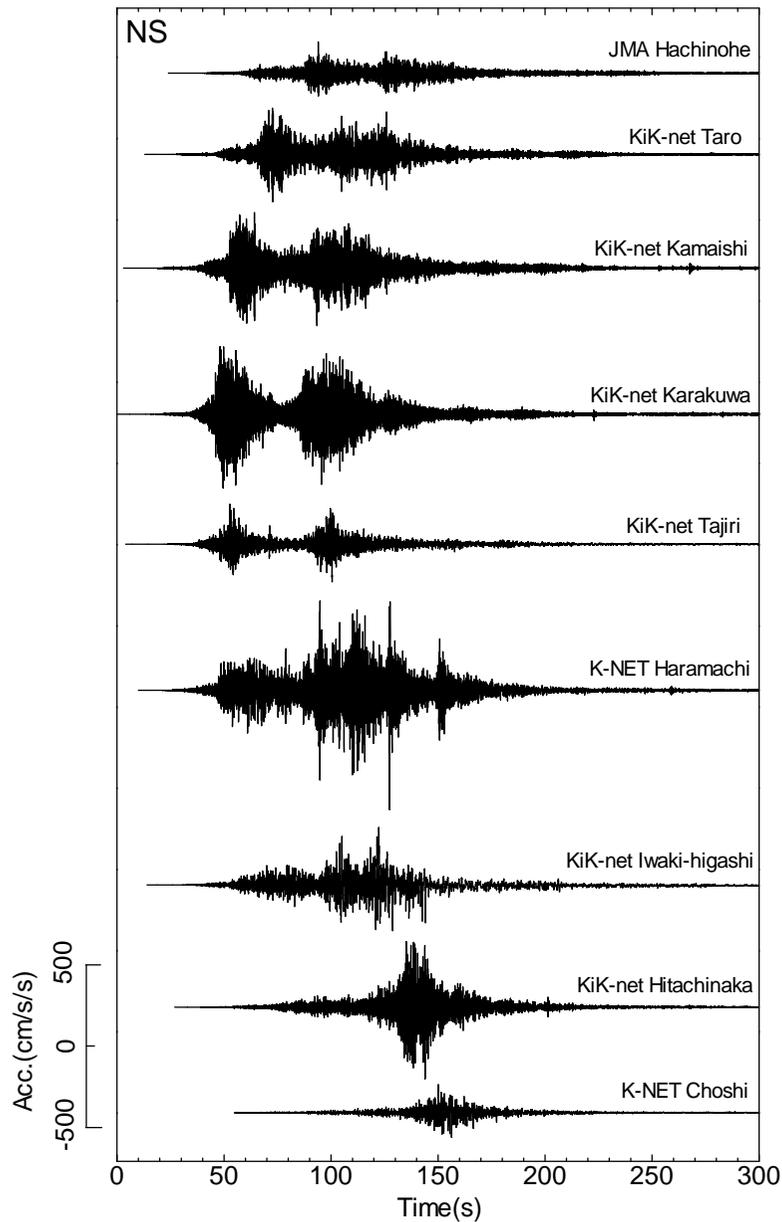
過去に震度6, 7を受けた地域



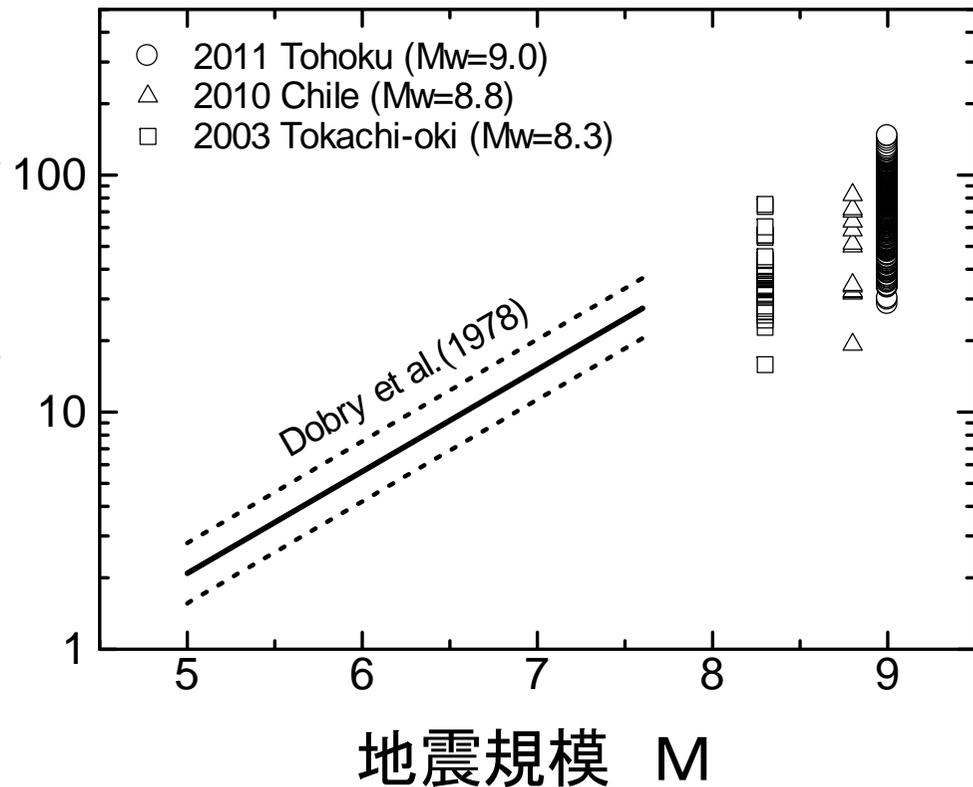
今回の地震の震度分布

# 揺れの継続時間も長かった

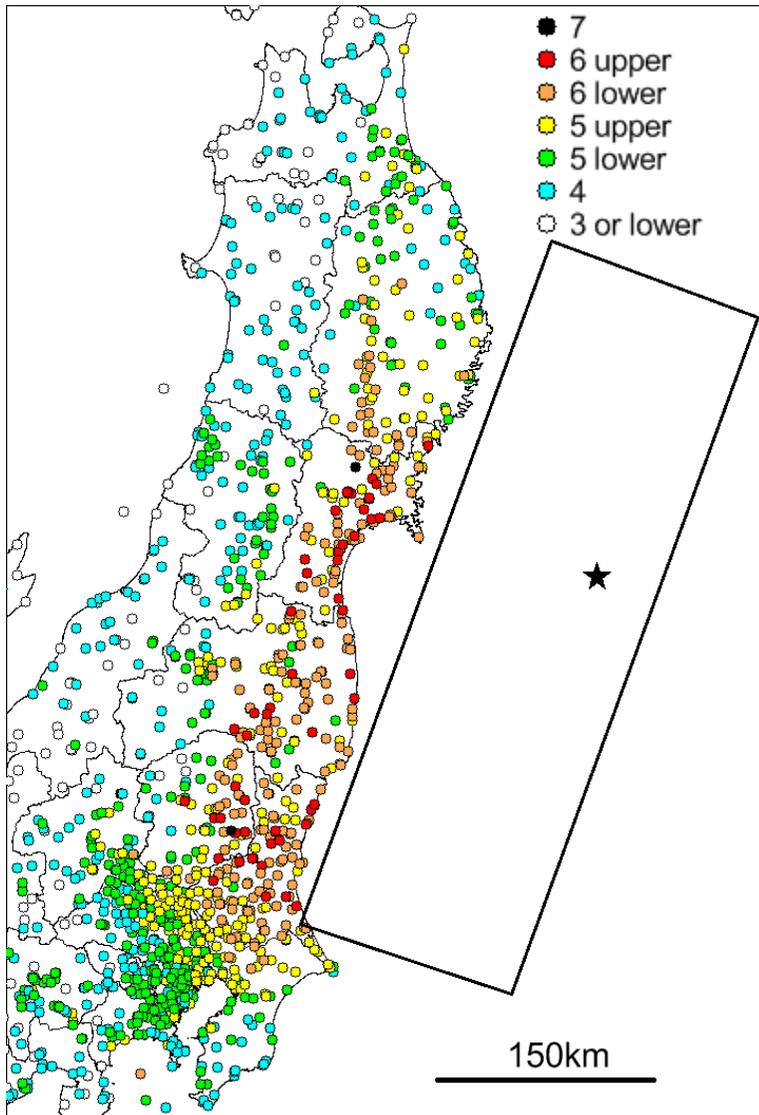
M7の地震なら20秒、M8なら50秒  
今回の地震の揺れは100秒近く続いた



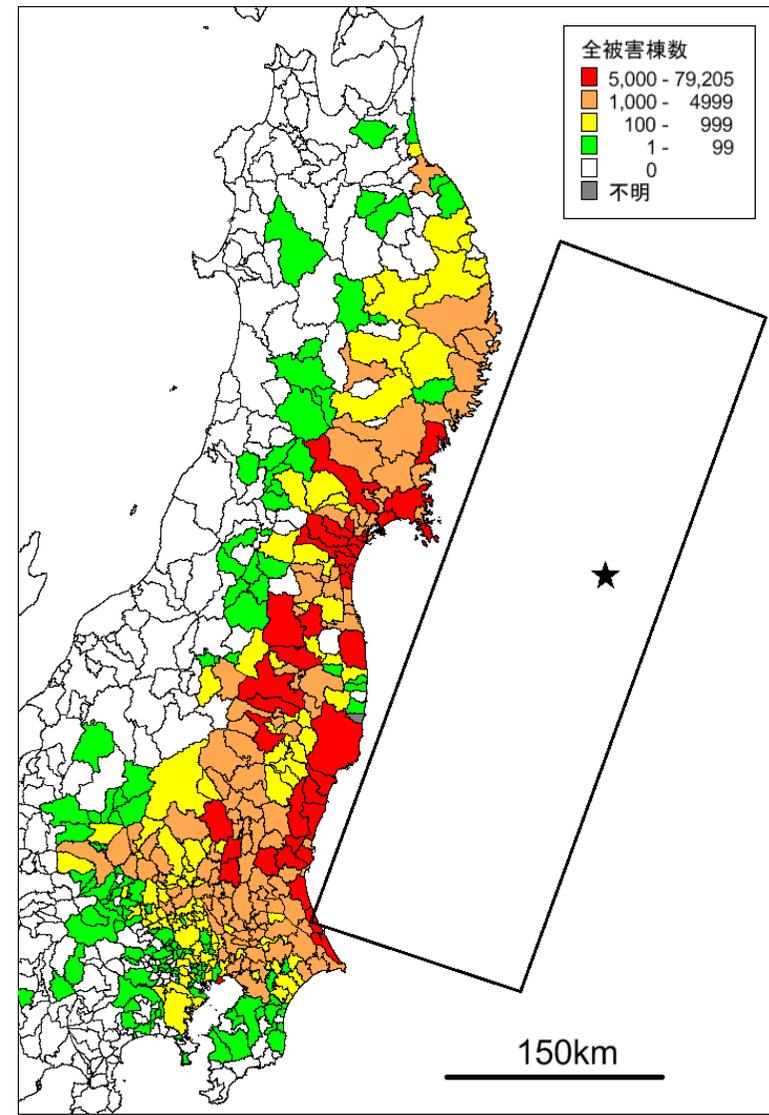
揺れの継続時間  
秒



# 震度分布と住家被害分布



震度分布

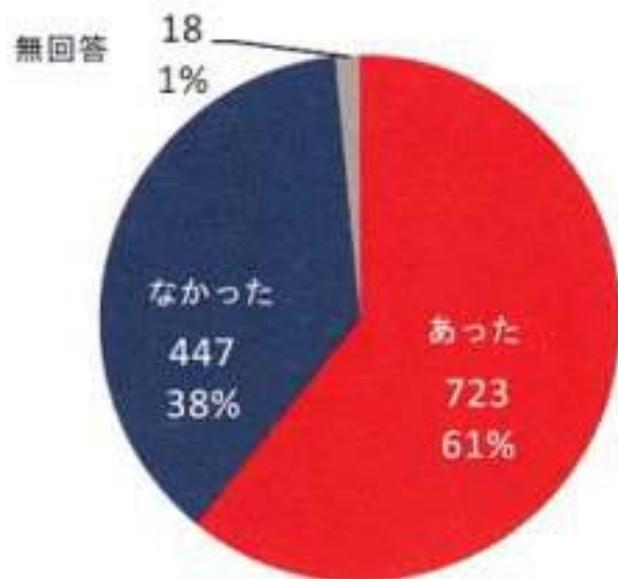


被害棟数100万棟強

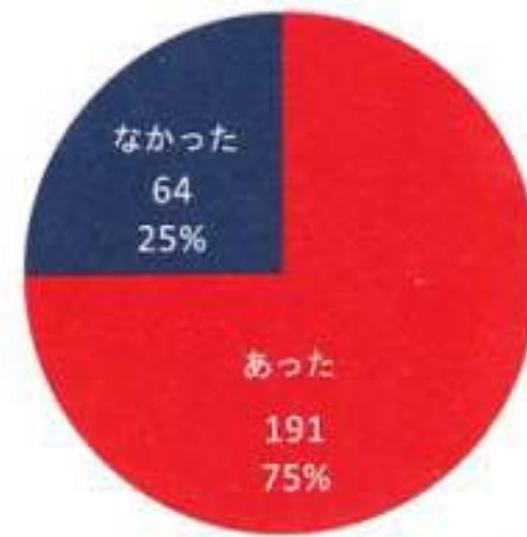
# 天井の落下

体育館やホール、大規模商業施設などの大空間施設593棟で震動により被害が生じ、それらの多くで天井の被害がみられ、これ以外にもオフィスなど一般建築物でも天井の被害が多数あった。  
日本建築学会災害調査速報(2011)による

# 家具の転倒



【栗原・大崎】 (N=1,188)



【須賀川・郡山】 (N=255)

家具の転倒落下の有無(東京消防庁調査による)

## 揺れの生理的・心理的影響

東京のある超高層オフィスの高層階では、

- 非常に気分が悪くなり、自力での避難行動や業務等の継続が困難だった 5%
- かなり気分が悪くなり、避難行動や業務等にやや支障をきたした 10%
- 少し気分が悪くなった 50%

高層階での不安や悪心等による救急搬送事例もみられた

建物が壊れる壊れないだけでなく、  
継続使用性(BCP)が重要

室内の安全性

機能の維持

居住者への影響

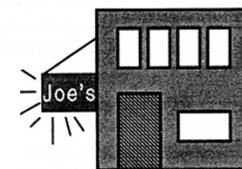
建築工学の分野でも

構造、工法、設備、環境心理など

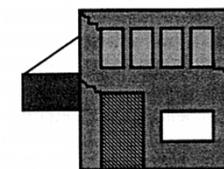
更なる連携により

総合的な安全性の確保が重要

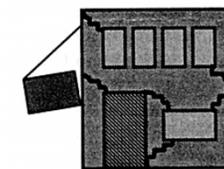
無被害



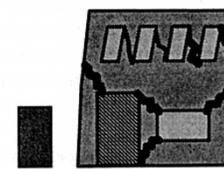
機能維持



使用可能



修理可能



人命保護



rn - Overview of Vision 2000  
rmance Levels

# ある地震工学の研究者からみた 「一年で明らかにになったこと」

- 巨大地震は過去に何度も起こっていた
- 津波だけでなく揺れも広範囲で影響を与えた
- 最大の教訓は？



## 津波被害軽減対策

### (1) 基本的考え方

最大クラスの津波に対しては、被害の最小化を主眼とする「減災」の考え方に基づき、海岸保全施設等のハード対策と、ハザードマップ整備などの避難を中心とするソフト対策を組み合わせる実施

発生頻度の高い津波に対しては、人命保護に加えて、財産保護、経済活動安定化などのためのハード対策

### (2) 円滑な避難行動のための体制整備とルールづくり

○津波警報と防災対応、○情報伝達体制、地震・津波観測体制の充実強化、○津波避難ビル等の指定、避難場所や避難路の整備、○避難誘導・防災対応に係る行動のルール化

### (3) 地震・津波に強いまちづくり

○多重防護と施設整備、○行政関連施設、福祉施設等は、浸水リスクが少ない場所に建設、○地域防災計画と都市計画の有機的な連携

### (4) 津波に対する防災意識の向上

○ハザードマップの充実、○徒歩避難原則の徹底等と避難意識の啓発、○防災教育の実施と地域防災力の向上

## 揺れによる被害軽減対策

### ○建築物の計画的な耐震化、必要性の啓発活動強化

耐震化を計画的に進め、天井落下防止対策、家具等固定対策等を促進、必要性の啓発活動を強化

### ○ライフラインの耐震化、代替性向上

生活や迅速な復旧・復興のため、ライフラインの耐震化、多重化を進める

### ○長周期地震動対策 / 液状化対策

長周期地震動対策、液状化対策を着実に進める

# 教訓の整理

ハザード 発生頻度の高いもの 最大クラスのもの  
(外力)

防 災

減 災

防災目標

生命、財産、生活

生命

多重防護

方 策

ハード対策

← →

ソフト対策

主 体

行政

← →

個人

啓発活動

防災教育

今回の地震の最大の教訓は何か？

過去の教訓を生かすこと

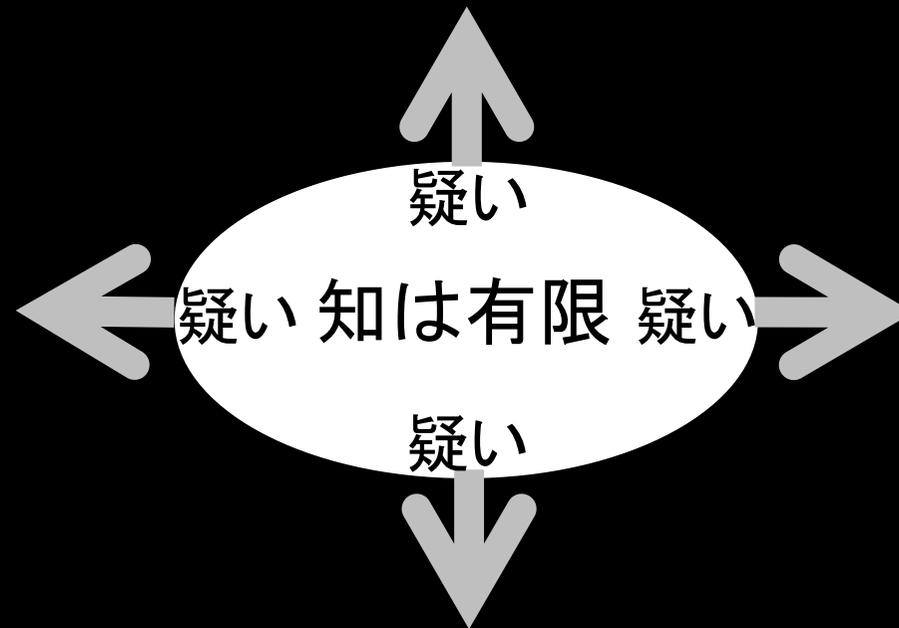
災害を考えたくない、楽観バイアス  
教訓を人ごととして自分のこととして  
受けとめていない

じゃー、どうしたら？



# 知と疑い(寺田寅彦)

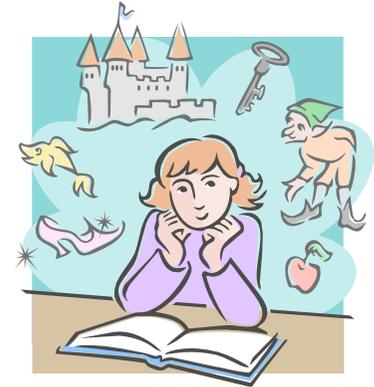
- 物理学は他の科学と同様に知の学であって同時にまた疑いの学である。疑うがゆえに知り、知るがゆえに疑う。暗夜に燭(しょく)をとって歩む一步を進むれば明は一步を進め暗もまた一步を進める。しかして暗は無限大であって明は有限である。



知と疑い  
疑いによる知の進歩



教訓と想像



他者が得た教訓を踏まえて自ら考え想像することで  
自分に降りかかる場合の教訓に拡大していく

