

# 巨大地震発生機構の解明と 津波早期予測の高度化：2年間のあゆみ

5

Understanding the mechanism of the giant earthquake  
and improvement of early tsunami forecasting:  
progresses for these two years

藤本博己 Hiromi Fujimoto  
東北大学 災害科学国際研究所 災害理学部門

災害科学国際研究所 東日本大震災2周年シンポジウム 2013年3月10日

# 概要

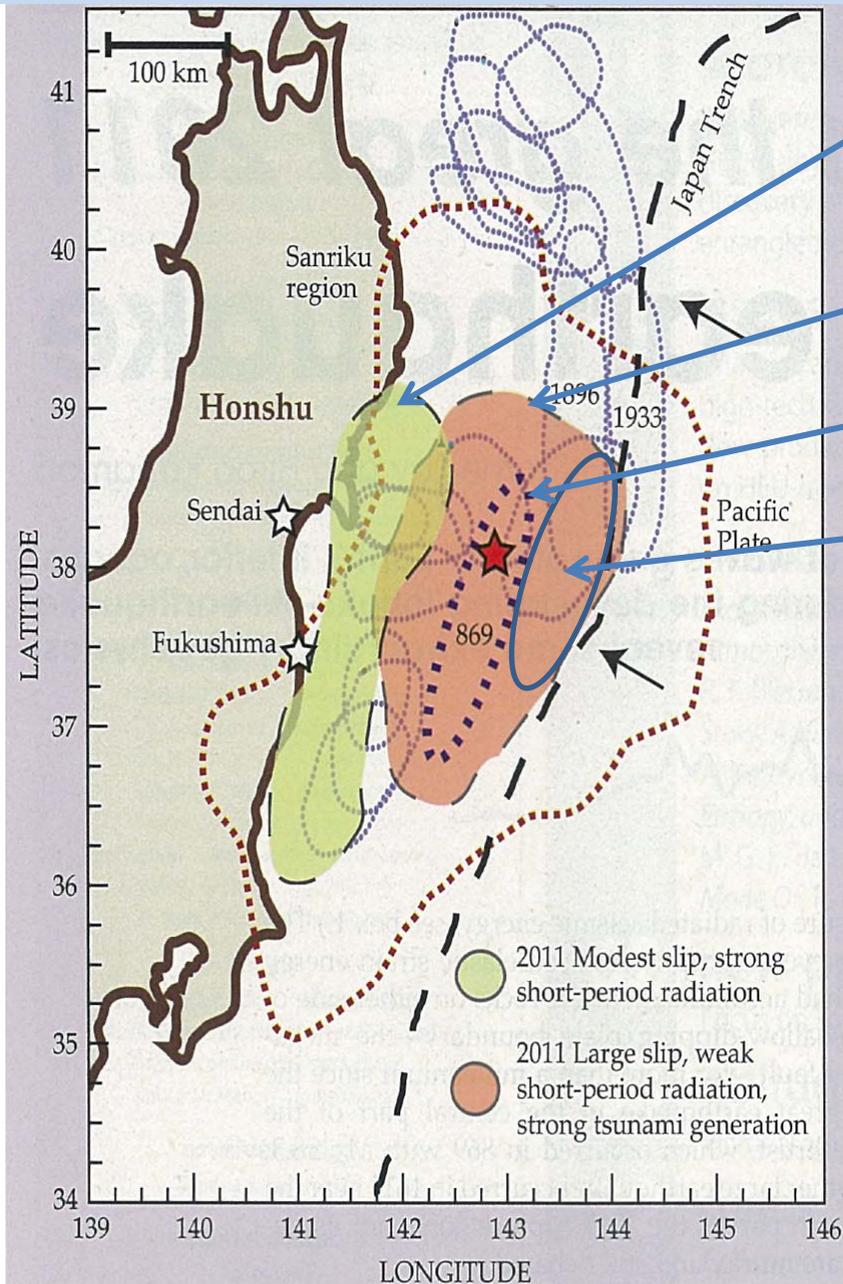
## 1. 3.11で何がおきたか

貞観地震の再来と海溝軸付近の巨大滑り → 巨大津波  
津波情報の信頼度の低さと情報伝達の問題 → 大被害

## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- ◎(1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波予測の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

# 地震観測による2011東北沖地震の震源域



短周期の強い地震動

すべり域の大きな地域 → 大津波

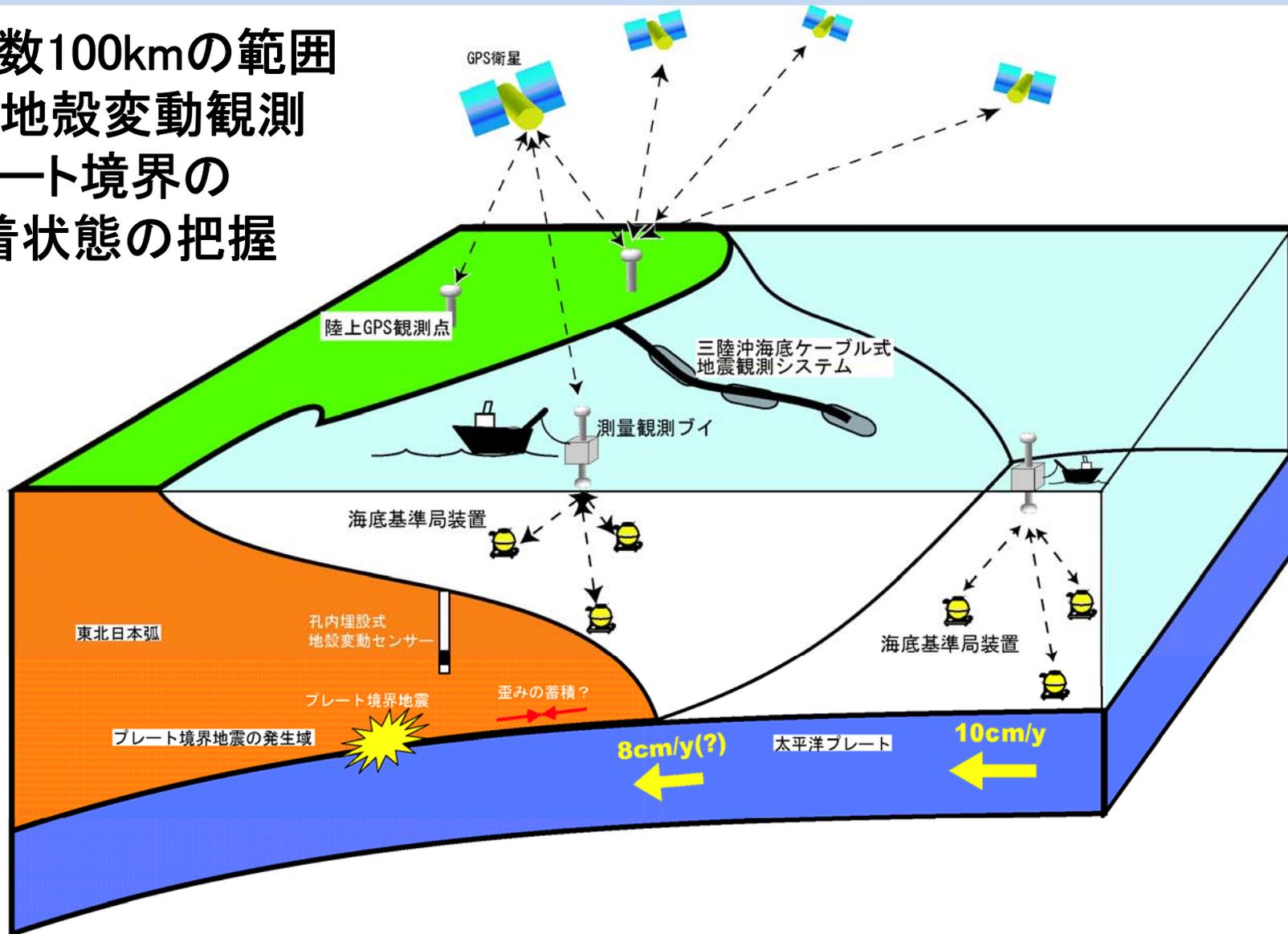
貞観地震 (869年) ~ M 8.4

海溝付近で特に大きなすべり  
(海底観測により確認)

Lay & Kanamori (2012) に加筆

# 海底GPS： 海上GPS測位 + 海中音響測位 (主に水平方向の地殻変動観測)

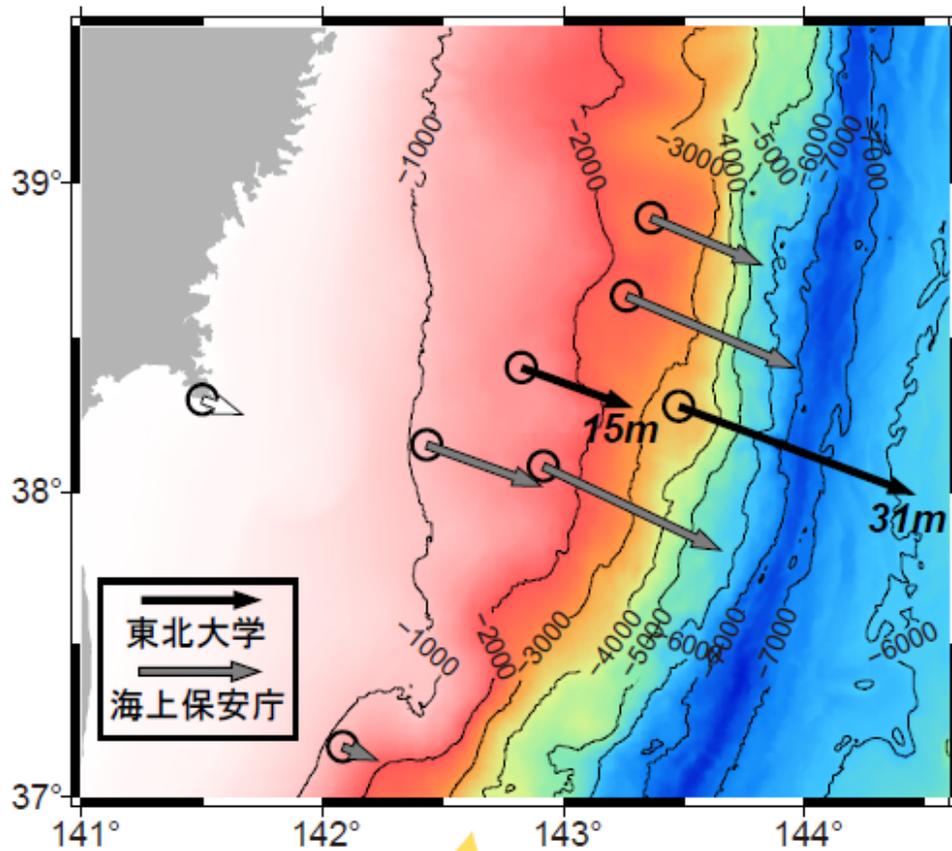
陸から数100kmの範囲  
で海底地殻変動観測  
→プレート境界の  
固着状態の把握



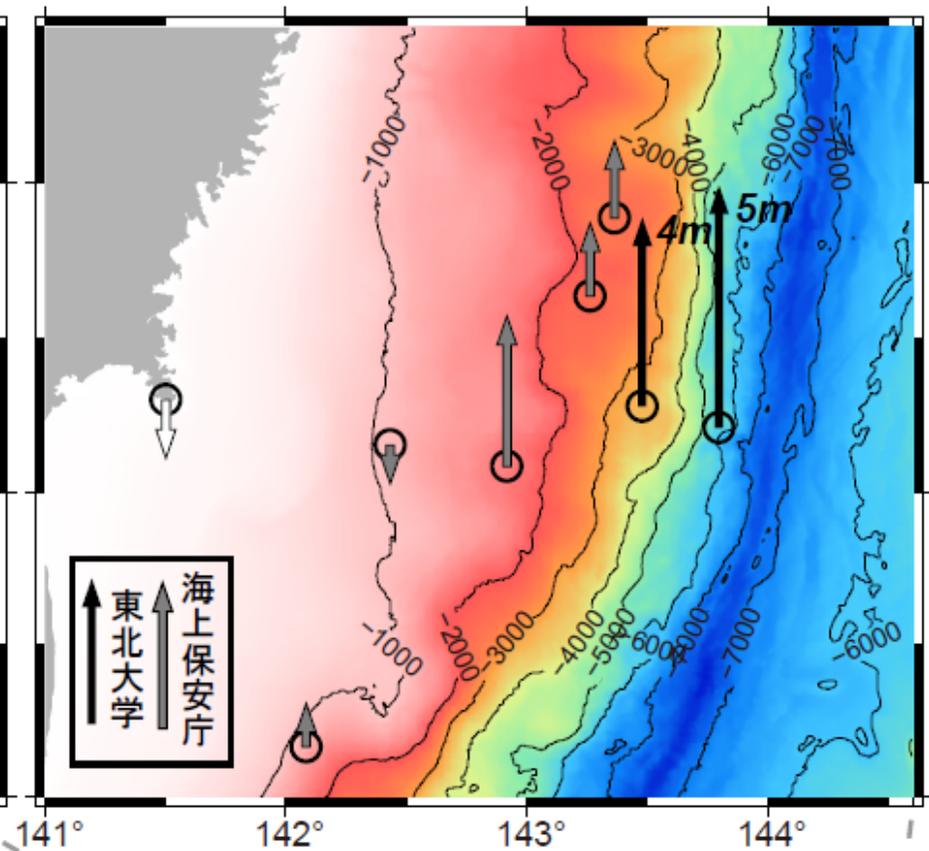
# 地震時の地殻変動

- 宮城県沖の海溝付近で巨大な水平変位(海底GPS)
- 上下動は浅部で符号が反転(圧力計、海底GPS)

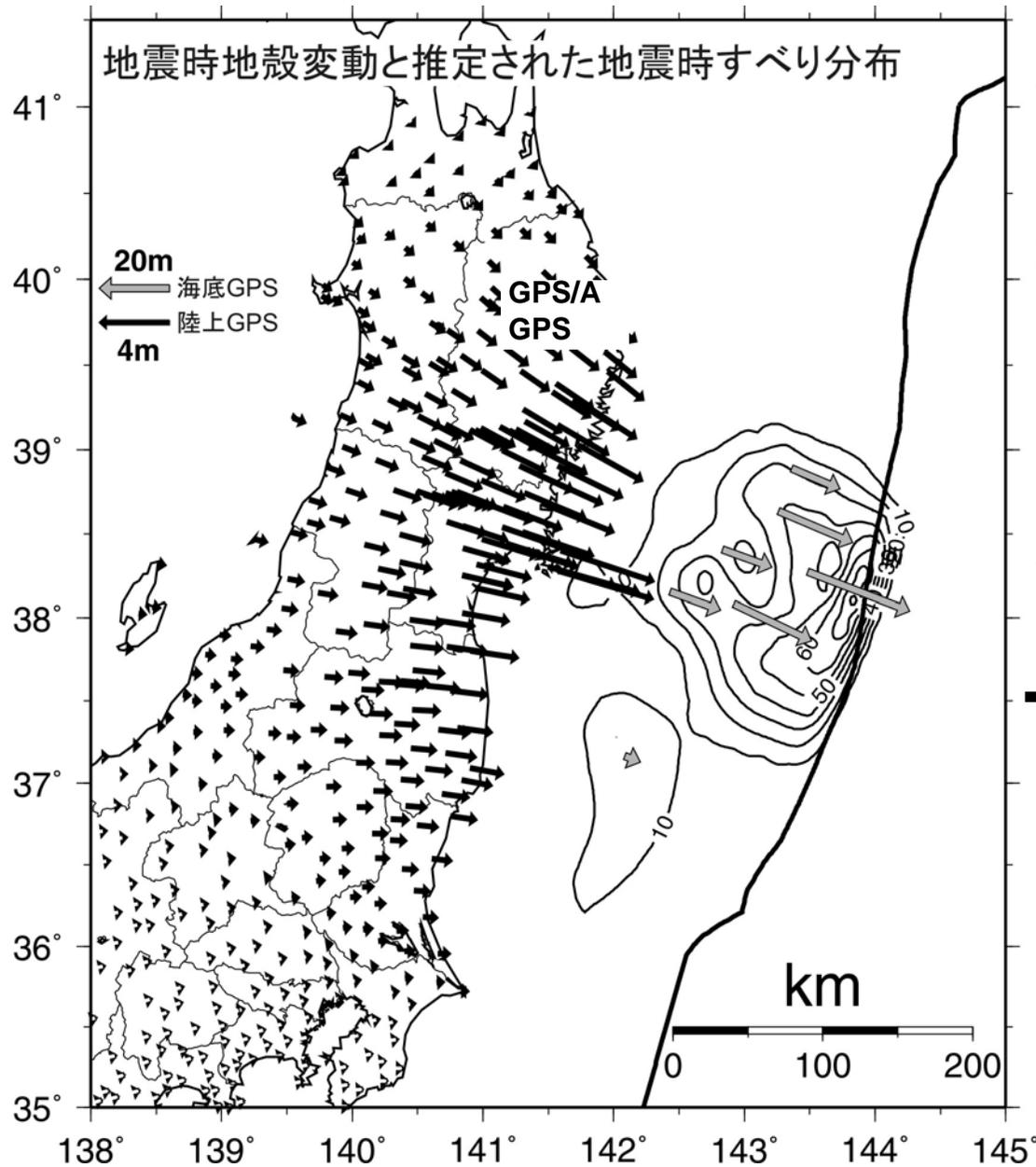
海底の水平変動



海底の上下変動



# プレート境界面のすべり分布



等値線の間隔: 10 m

海溝沿いのすべり域

50 m 以上のすべり

幅 40 km, 長さ 120 km

最大のすべり量: 85 m

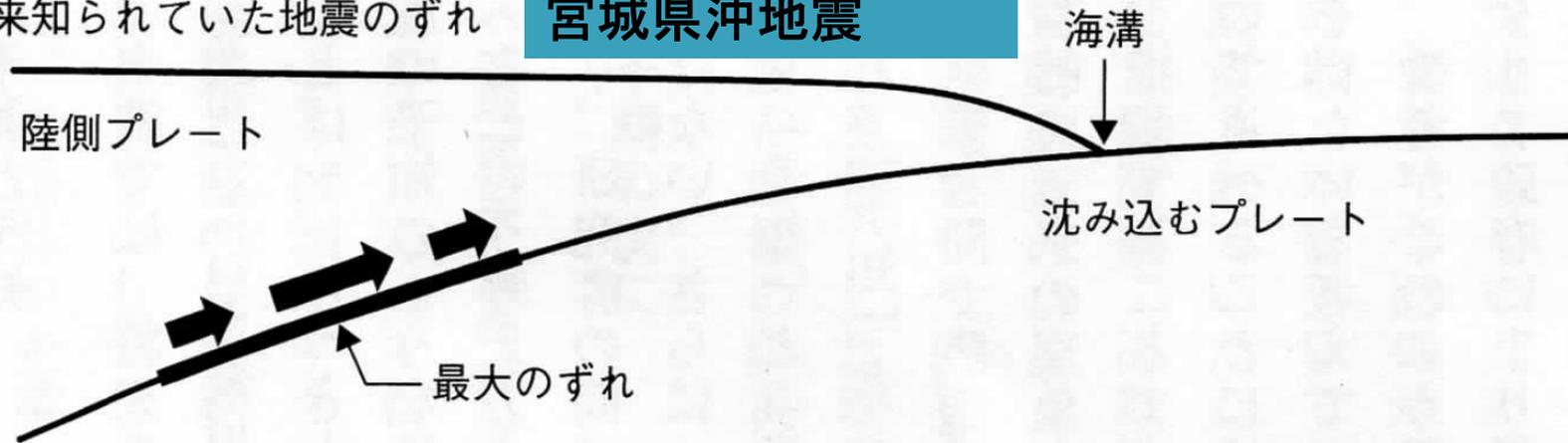
➔ 海溝付近のプレートの  
固着状態を調べる必要  
(海底GPS観測点なし)

linuma et al. (2012)

# プレート境界面上のすべり分布

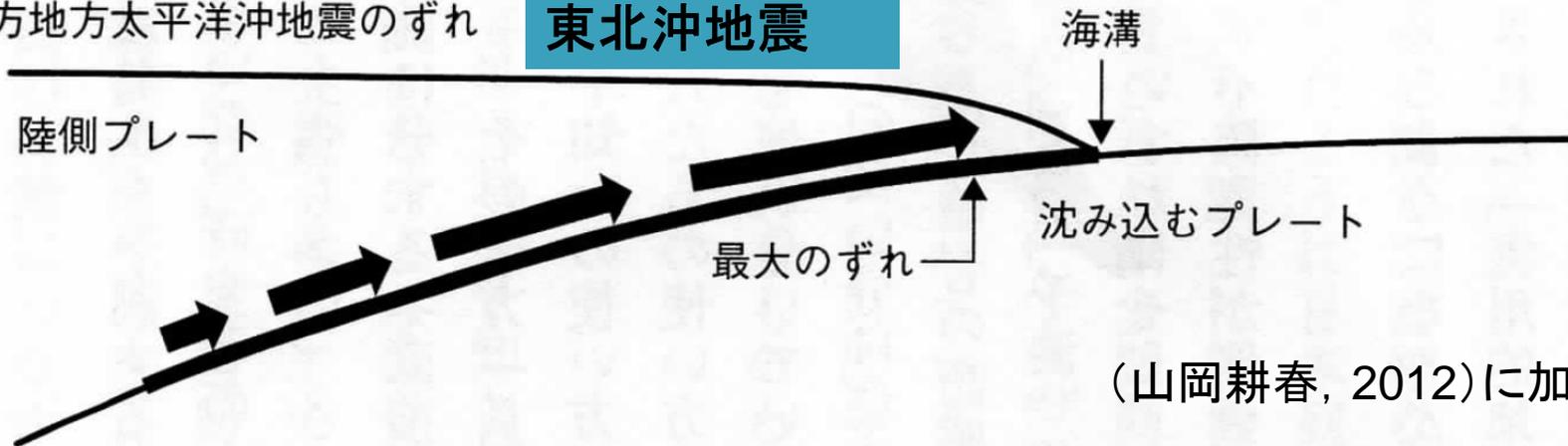
従来知られていた地震のずれ

**宮城県沖地震**



東方地方太平洋沖地震のずれ

**東北沖地震**

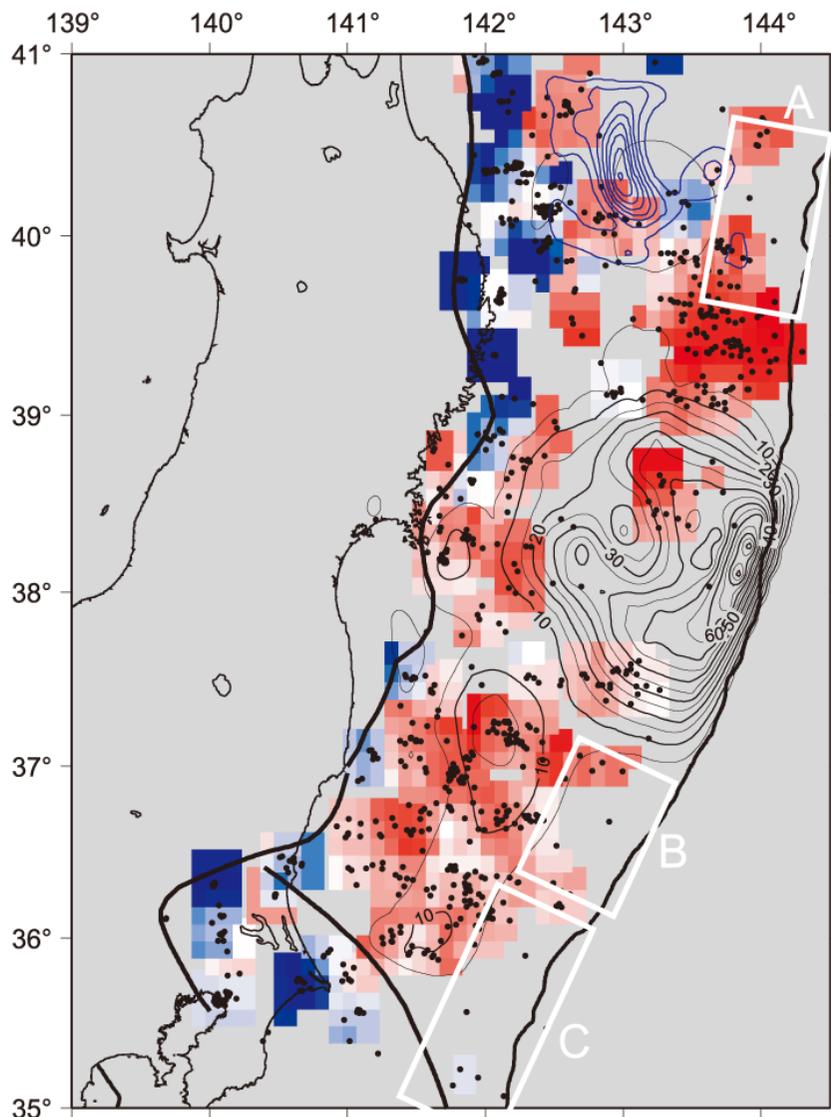


(山岡耕春, 2012)に加筆

## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- (1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波警報の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

# 小繰り返し地震による固着の推定と震源域



空白域：地震をおこさずすべる？  
→ 歪の蓄積なし？

実際には3.11の最大すべり域  
(固着していた)

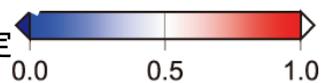


海溝軸付近の固着状態を  
観測することが不可欠

小繰り返し地震によるカップリング推定

Uchida & Matsuzawa (2011)に

linuma et al. (2012)で加筆



# 日本海溝沿いの 海底GPS観測点

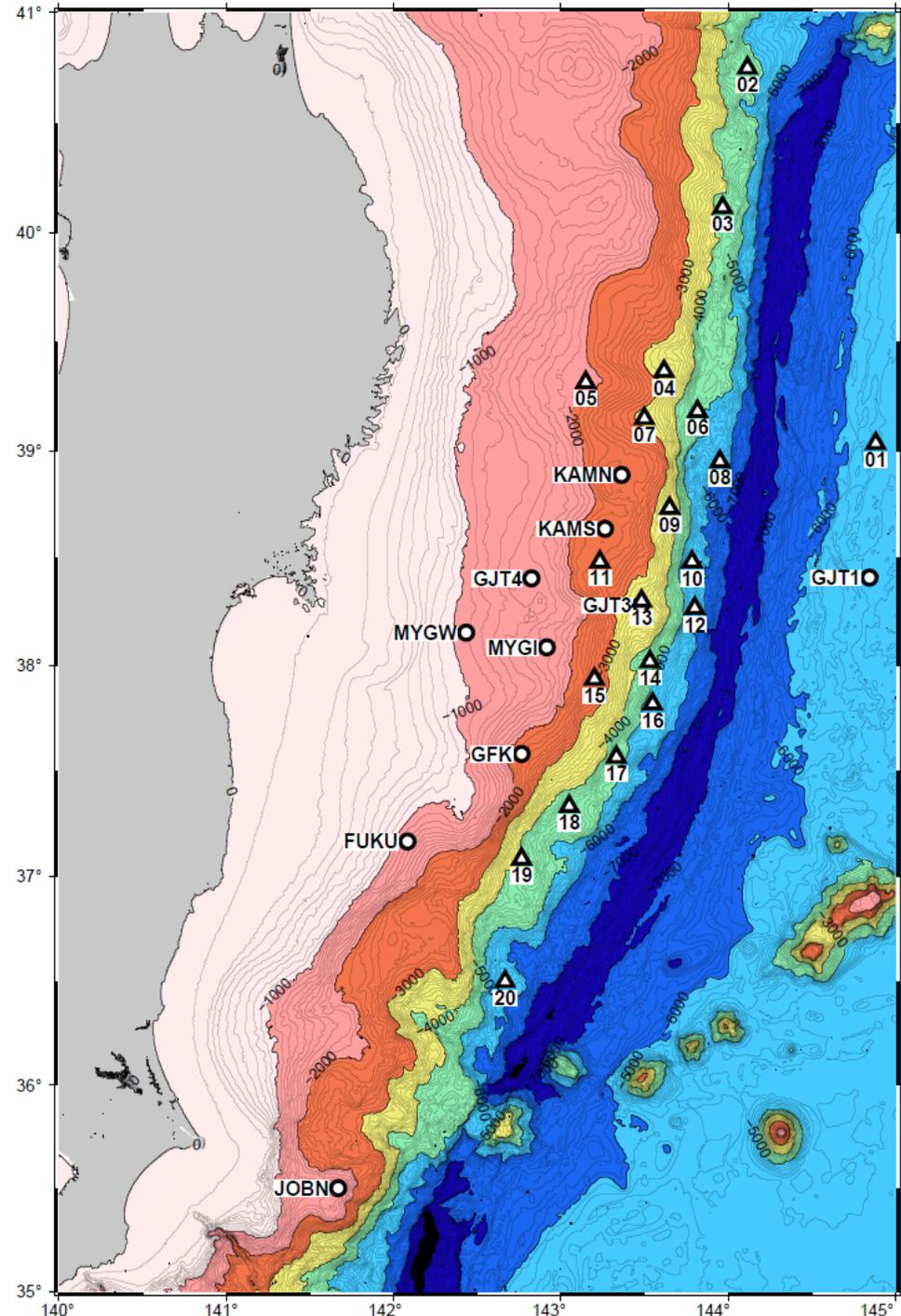
○: 既存観測点

△: 20観測点を新設

“今、東北沖でしかできない  
世界最先端の研究”

新型海底局を開発

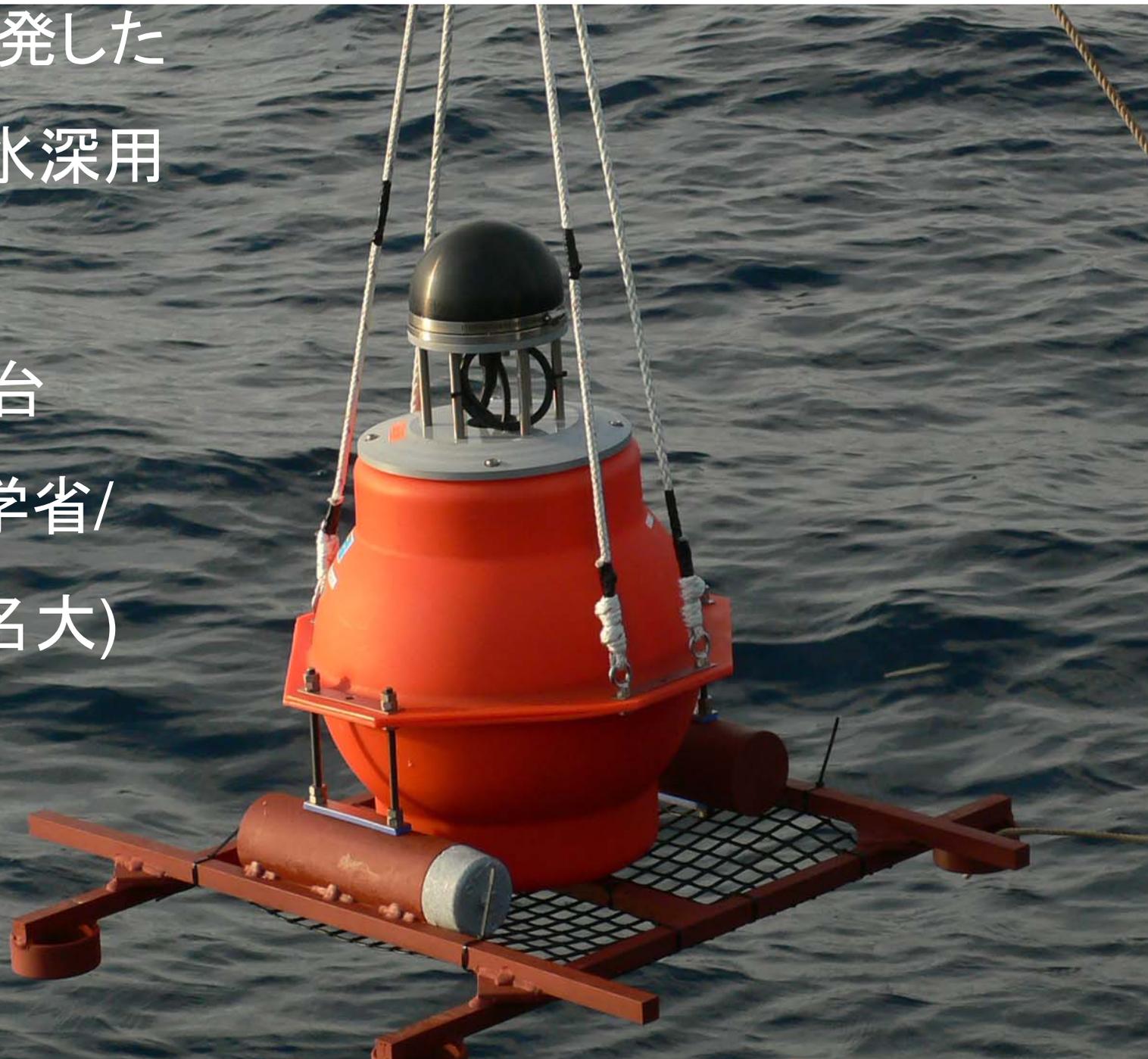
- (1) 最大観測深度6000 m  
従来は2000 m 付近
- (2) 大学と海保の共用型
- (3) 10年間の観測



新規に開発した  
6000 m 水深用  
海底局

合計 86台

(文部科学省/  
東北大/名大)



## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- (1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波警報の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

# 文理連携による歴史地震津波の研究

平川先生  
(昨日シンポ)

十  
万  
年  
前

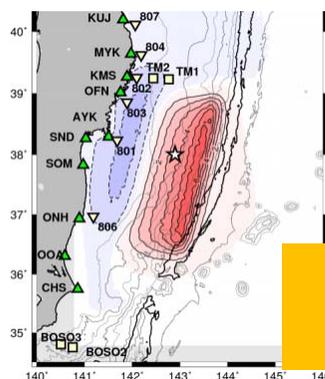
一  
万  
年  
前

千  
年  
前

百  
年  
前

現  
在

将  
来

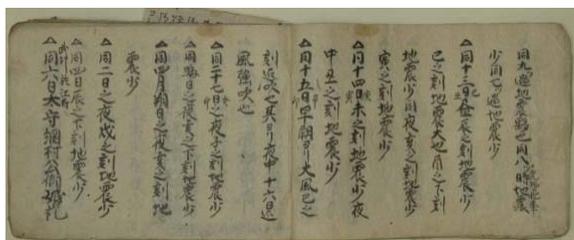


津波工学

地震学

1793年  
宮城県沖地震

地震津波の周期性の予測



歴史学(古文書)



地質学(津波堆積物)

## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- (1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波警報の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

# M4以上の地震 の震央分布

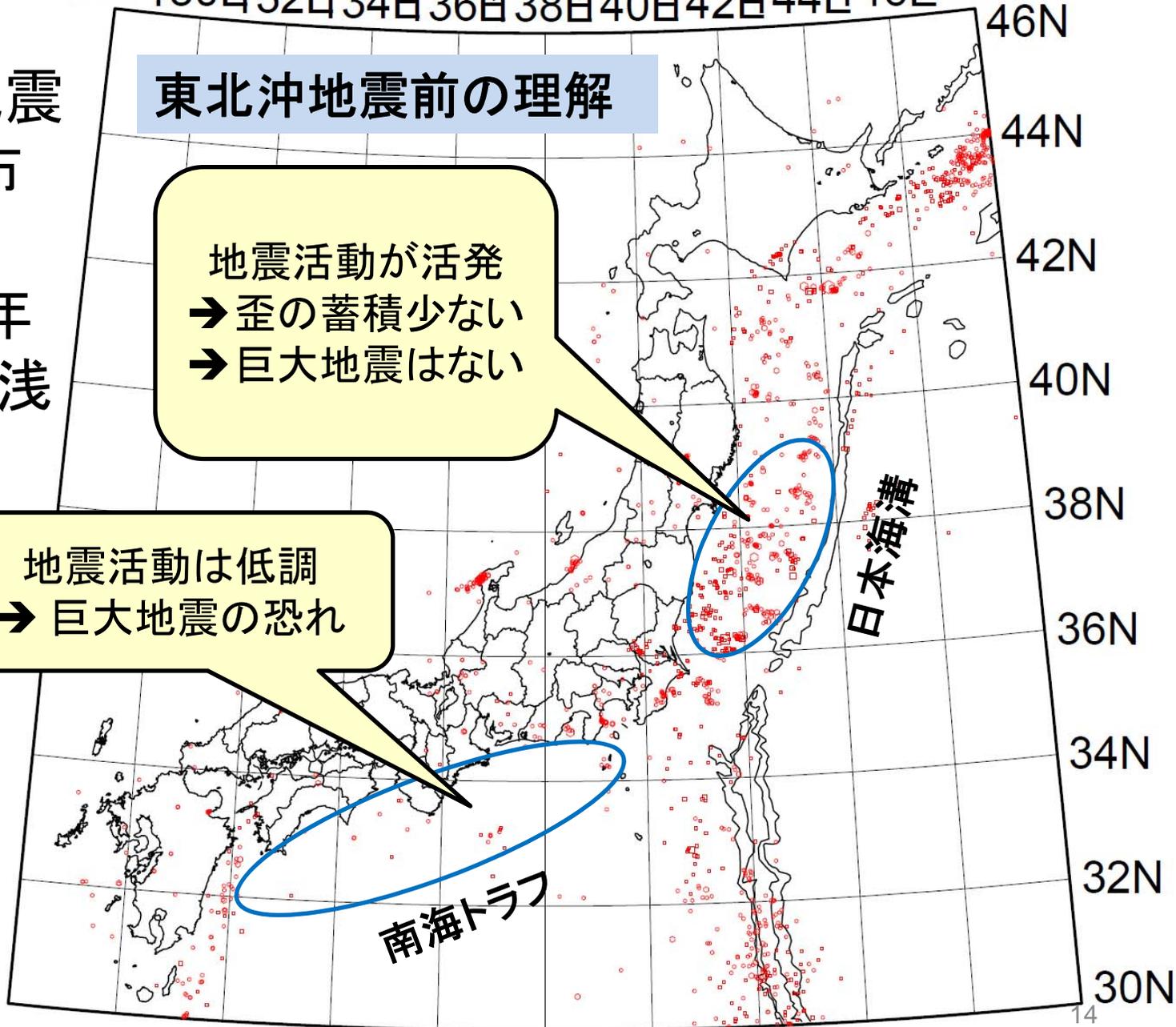
2006-2010年  
深さ60km以浅

128日 30日 32日 34日 36日 38日 40日 42日 44日 46日 48日 E

## 東北沖地震前の理解

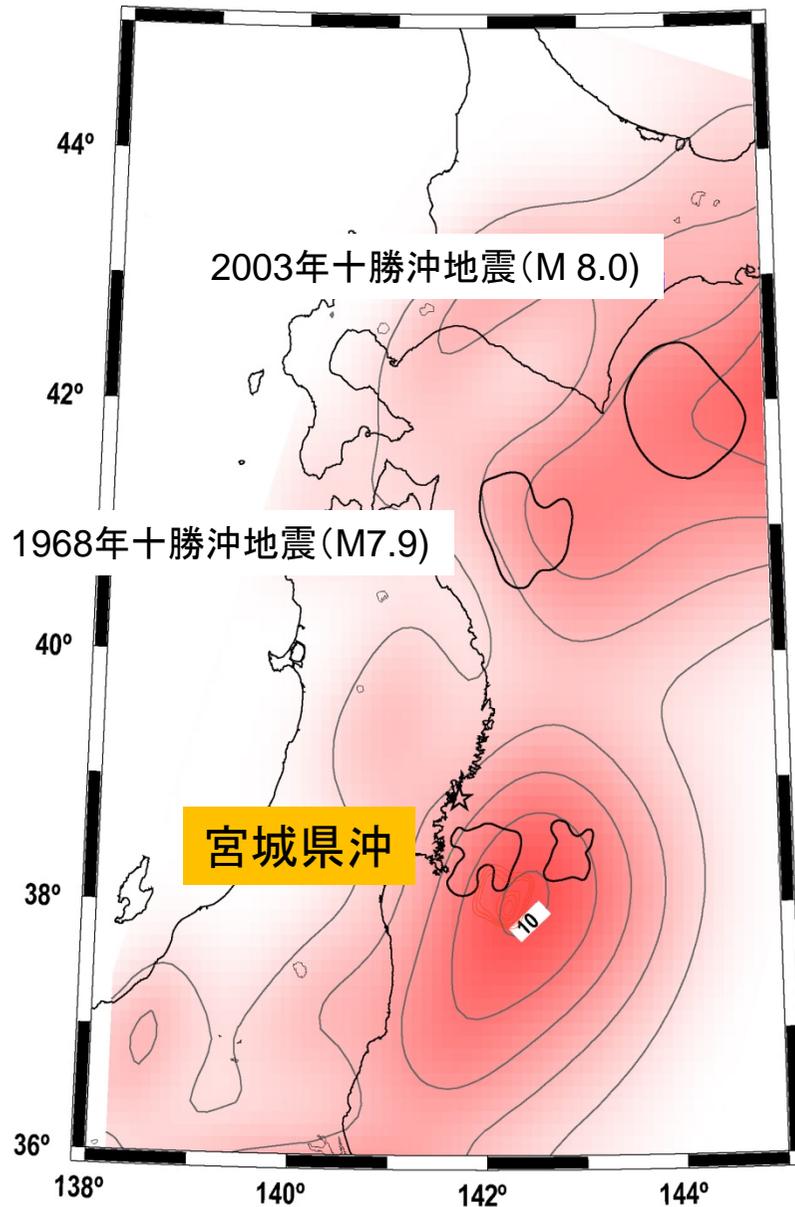
地震活動が活発  
→歪の蓄積少ない  
→巨大地震はない

地震活動は低調  
→巨大地震の恐れ

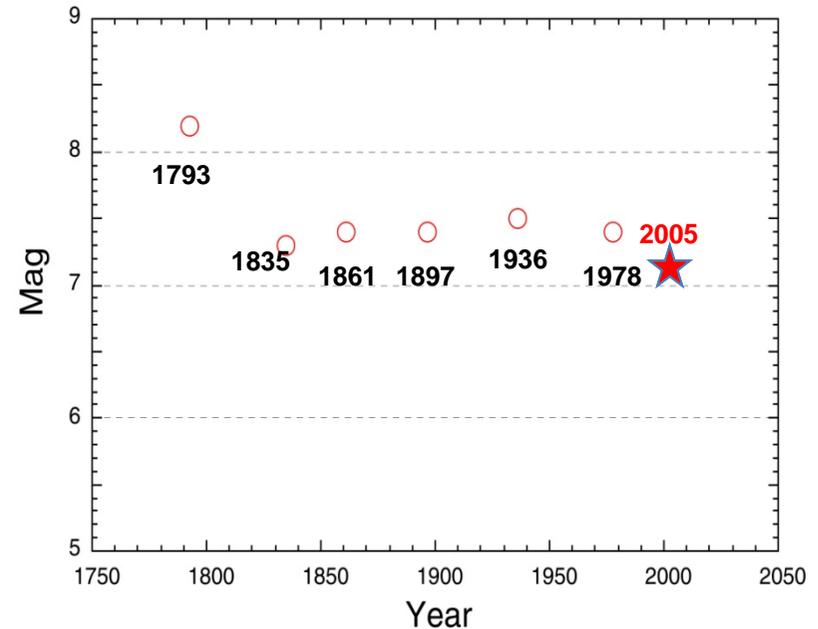


# GPSによるプレート間固着強度分布

強い固着域＝大地震の破壊域



「宮城県沖地震」



10年以内の発生確率： 60%程度  
30年以内の発生確率： 99%

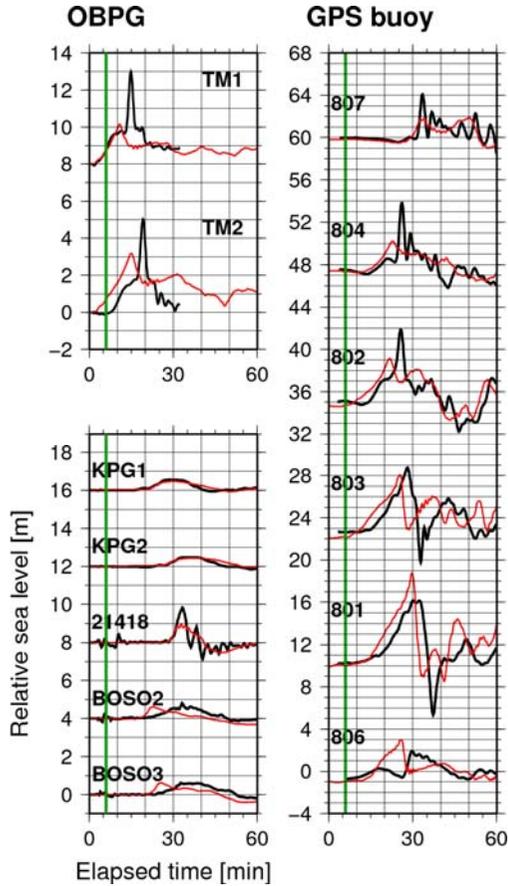
## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- (1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波警報の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

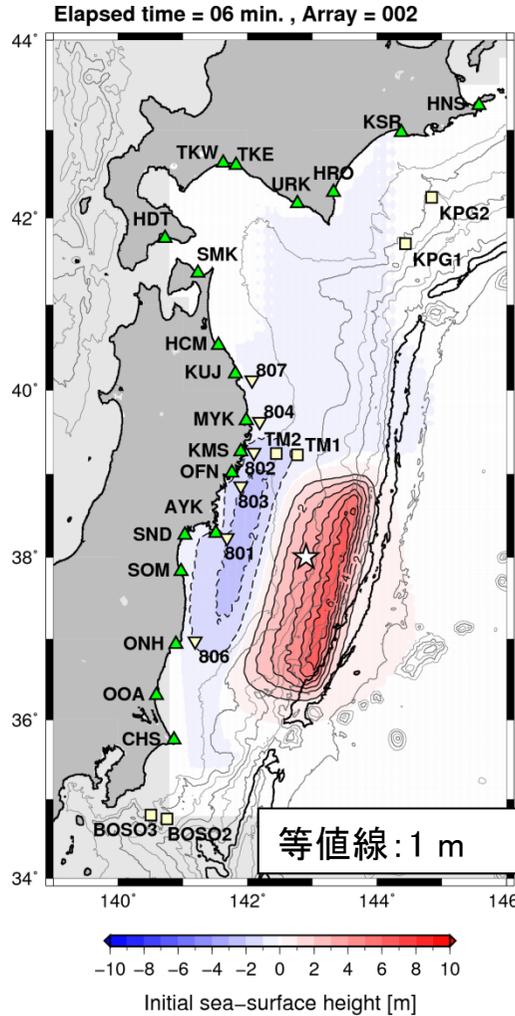
GPSデータのリアルタイム処理 → 地震後 6分でおよその波高  
 ケーブル式海底津波計 → 20分でほぼ正確な到達時間と波高

沖合観測点

初期水位分布

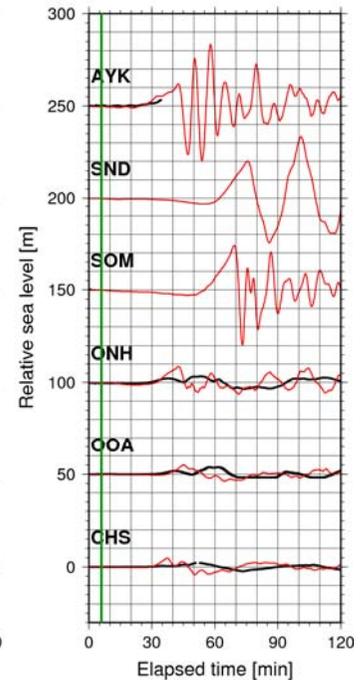
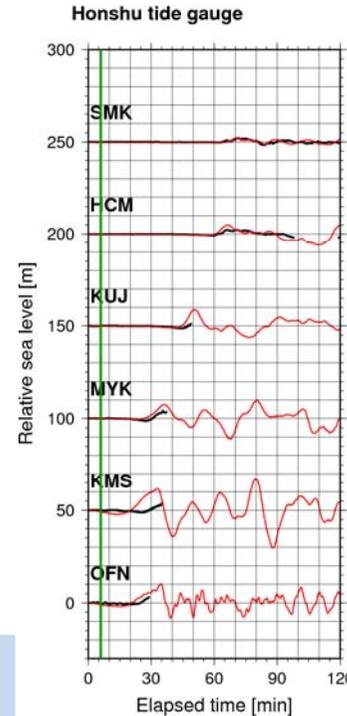
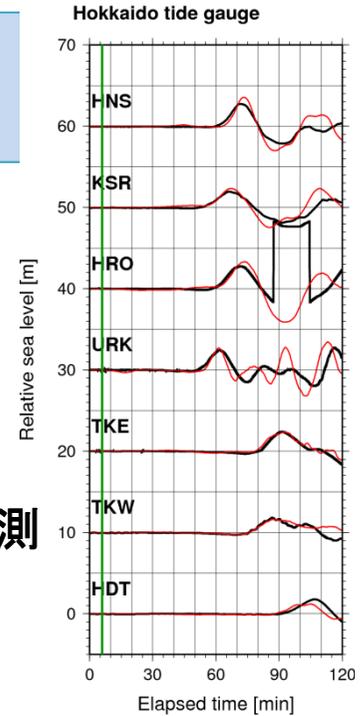


観測 / 予測



Tsushima et al. (2009)  
 Ohta et al. (2012)

赤: 地震後6分の予測  
 黒: 観測値



## 2. 何が問題であったか → 今後に向けた対策

- (1) 情報不足(固着域の情報) → 海溝軸付近の観測
- (2) 情報不足(過去の地震記録) → 文理融合の研究
- (3) 思い込み(理:単純なモデル) → 情報の収集と解析
- (4) 信頼性のない津波警報 → 津波警報の高度化
- (5) 避難民に届かない津波警報 → 東北大の取り組み

