

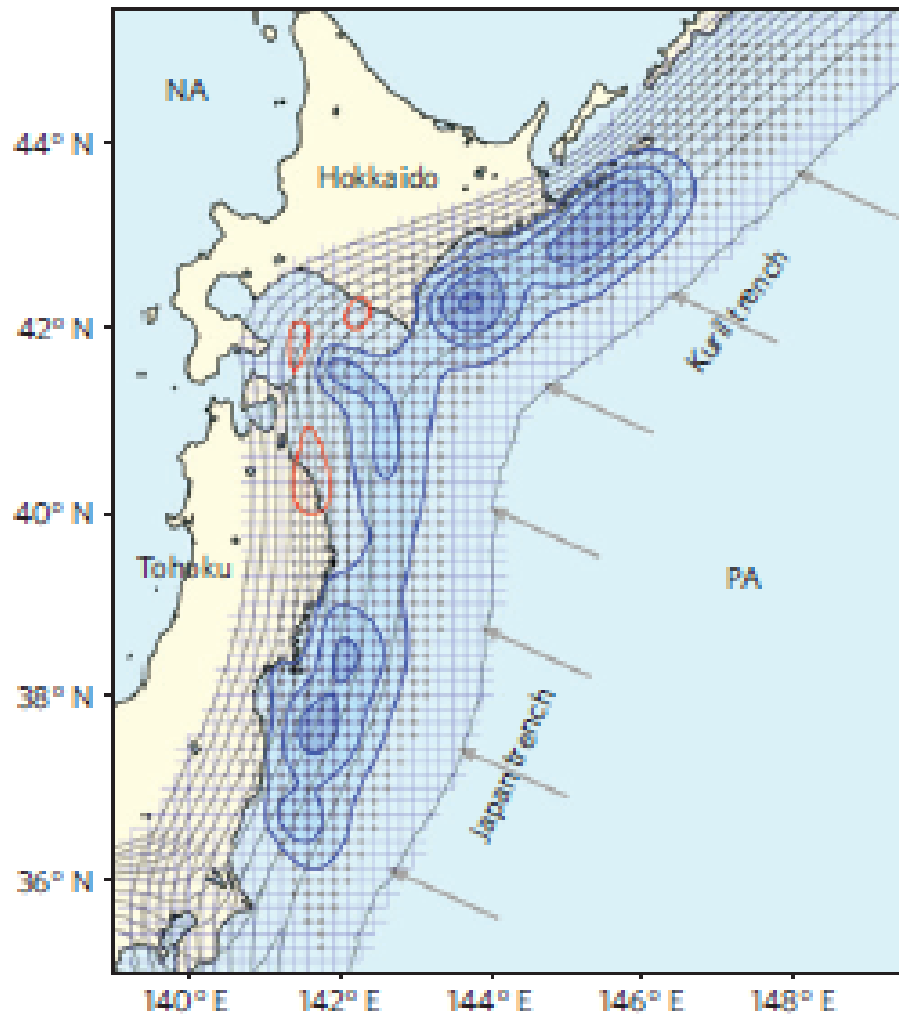
海底観測による巨大地震発生機構の解明と 津波早期予測の高度化

Estimation of the giant earthquake occurrence
based on seafloor observation and
improvement of prompt tsunami forecasting

藤本博己 Hiromi Fujimoto

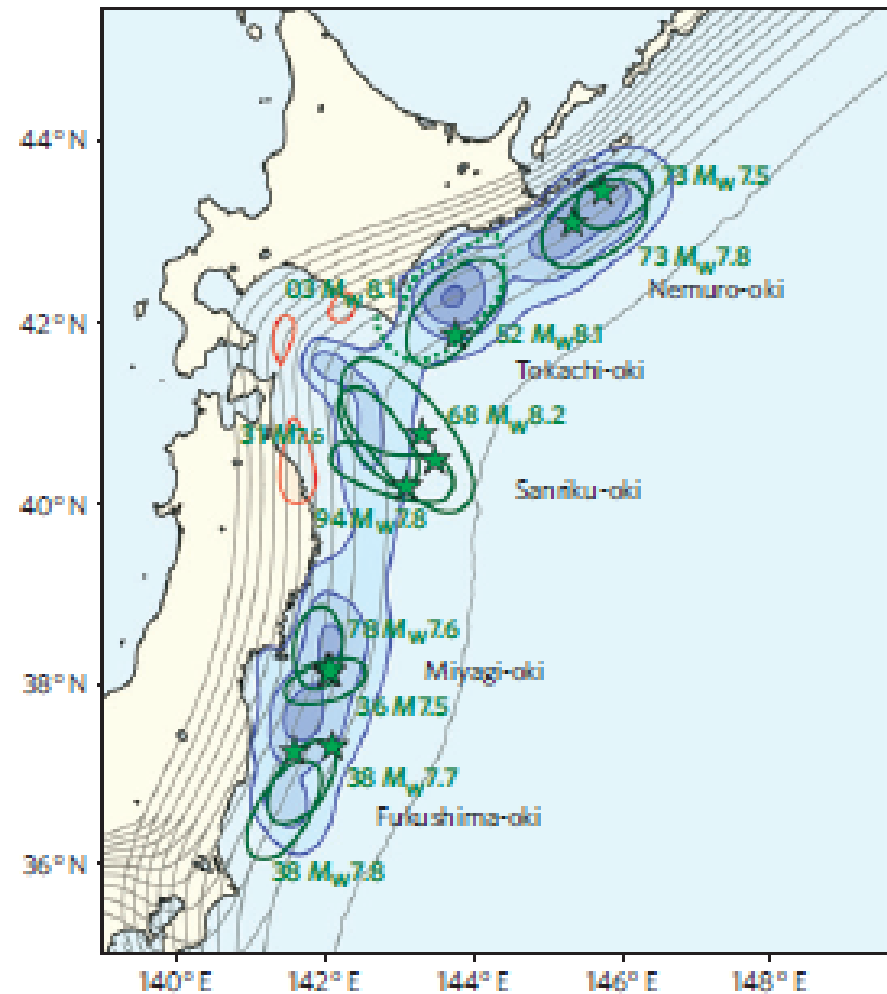
東北大学大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター
(災害科学国際研究所 災害理学部門)

震災1年後報告会 2012/03/11



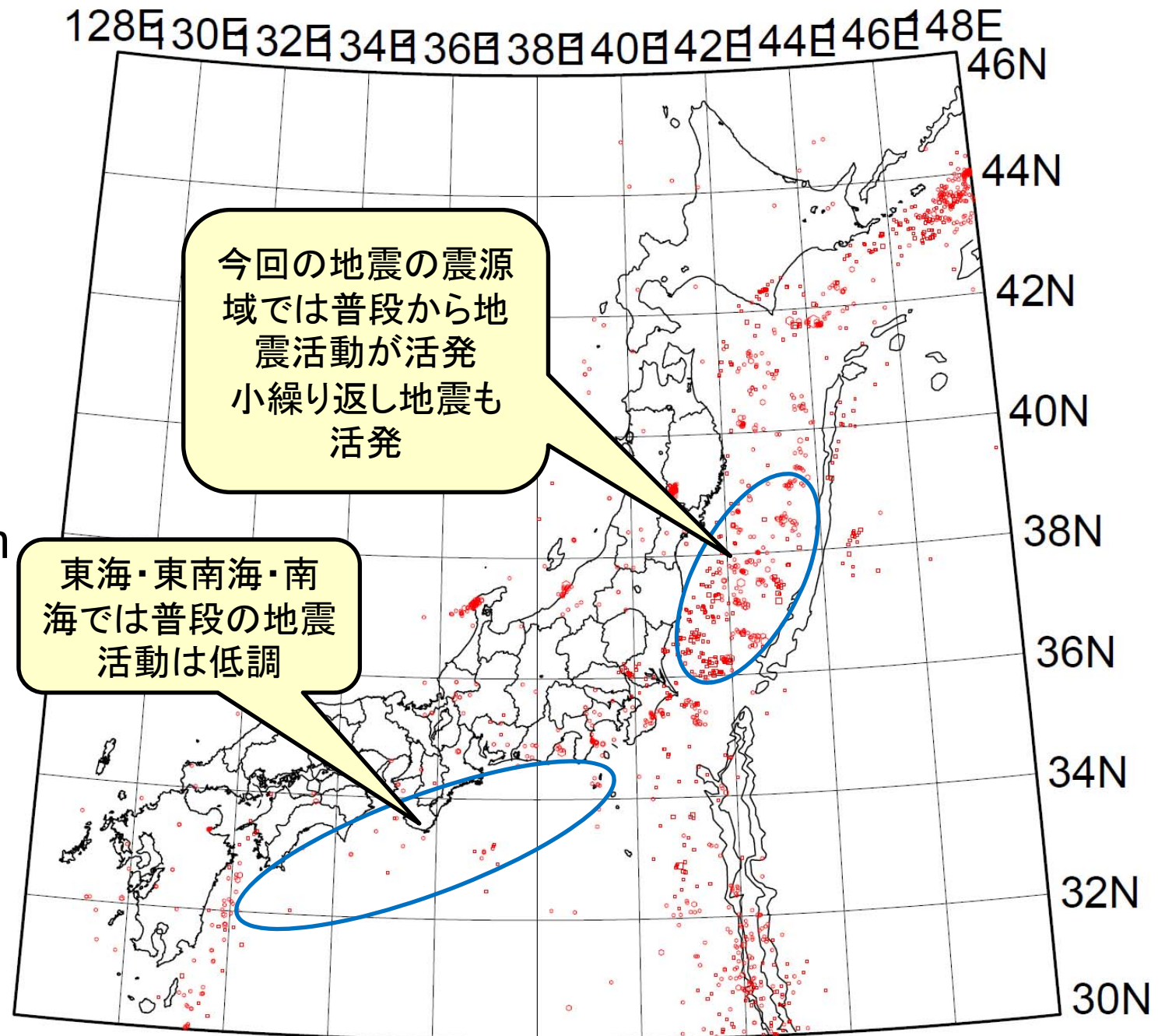
プレート境界の固着域 (GPS観測から推定)
Slip deficit from GPS observation
(10 years before)

Hashimoto et al. (2009)



固着域と大地震の震源域
Focal regions of large earthquakes

Seismicity:
inactive along
Japan Trench,
active along
Nankai Trough



地震調査研究推進本部の予測と東北沖地震

東北地方太平洋沖地震の震源域(太線内部)と地震調査研究推進本部の地震区分(山岡耕春, 2012, UP)

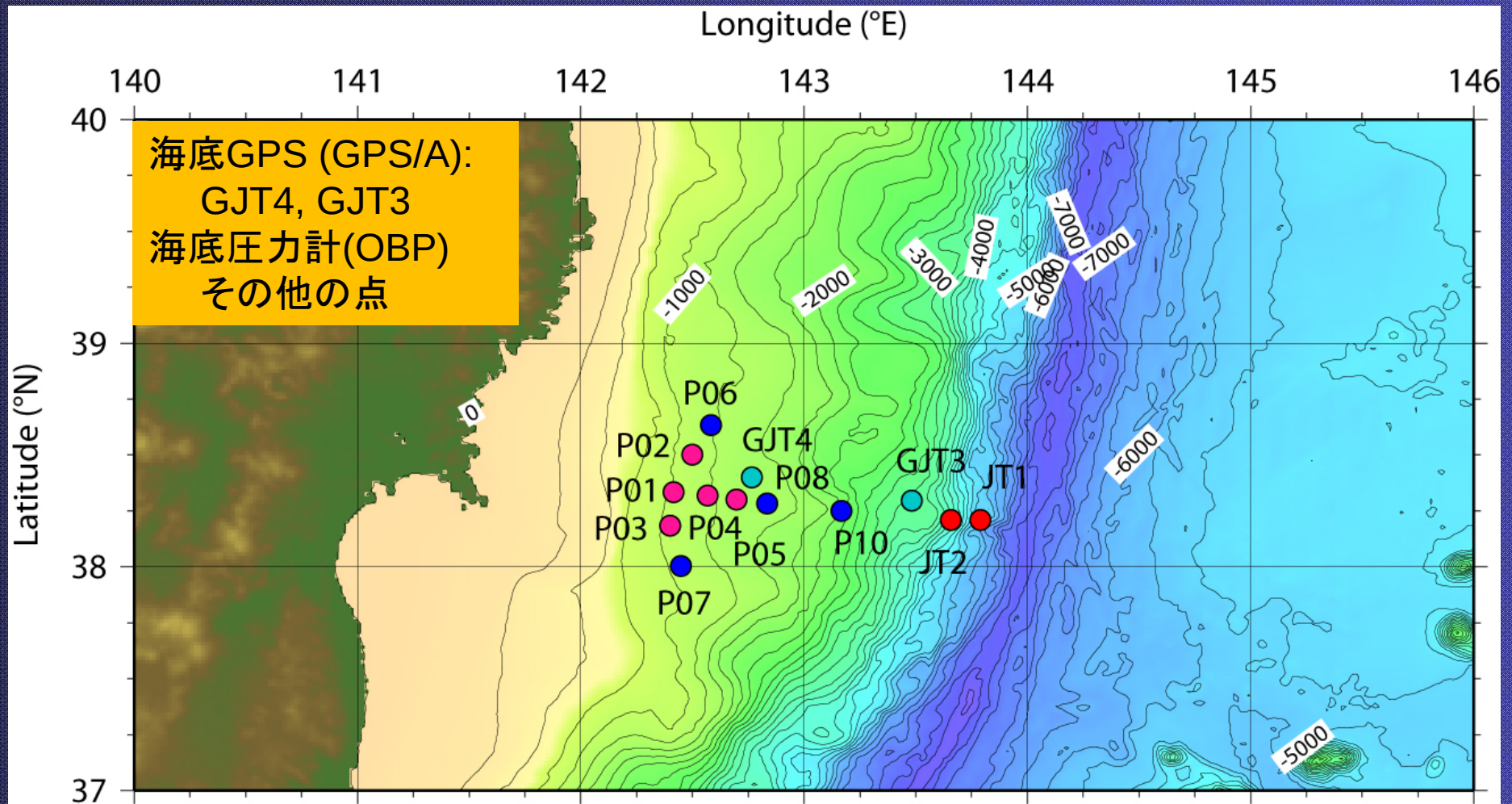
Tohoku-oki earthquake and estimated earthquakes along the Japan Trench
10m tsunamis:

3 times / 400 yr



宮城県沖の海底地殻変動観測網

Observation array for seafloor crustal movement

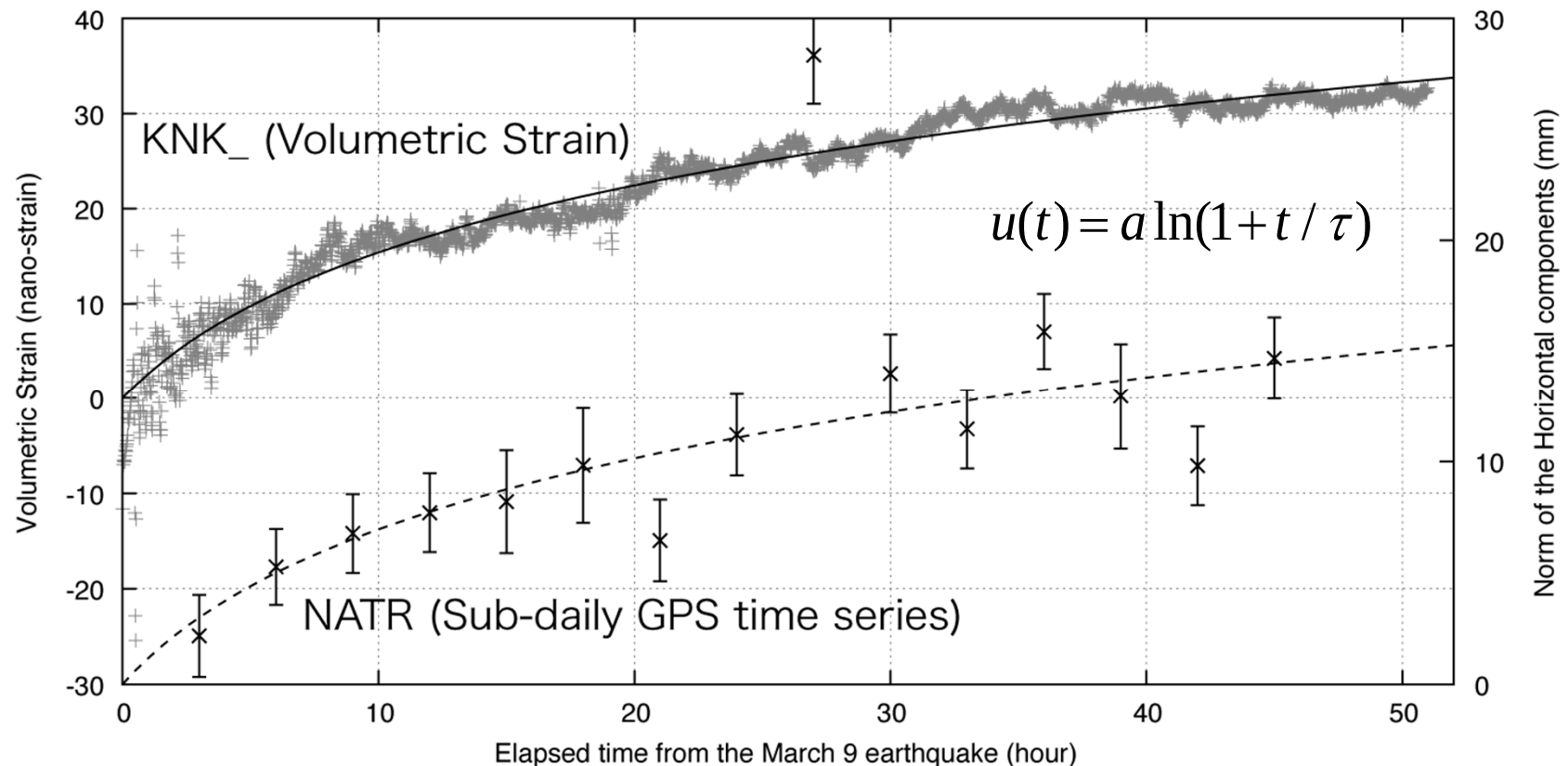


前震後の余効変動 Postseismic deformation (3.9-3.11)

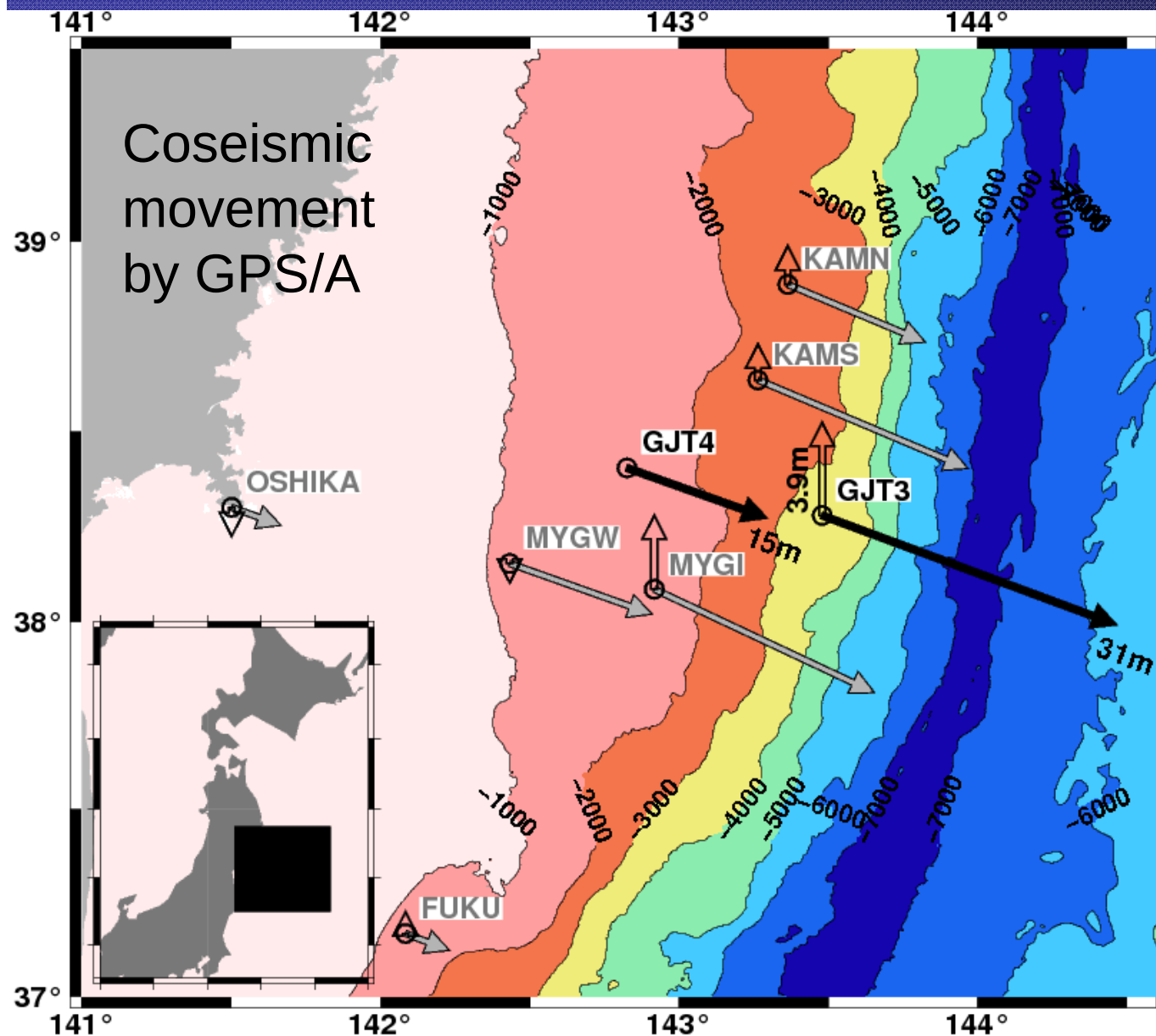
- 金華山における体積歪とGPSによる地殻変動
 - 前震後, 余震が本震の震央域に接近, しかし滑りは加速せず
Afterslips of M7.3 approached to the epicenter of M9.0
No evidences for acceleration before the massive mainshock

3/09 M7.3

3/11 M9.0



海底GPS 観測による地震時地殻変動



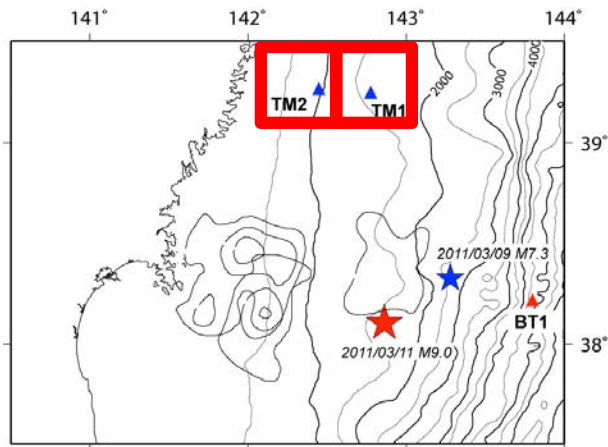
変位は宮城沖に集中

海溝軸に近づく
と
変位が増大

圧力計上下変位も
合せてすべり量の推定

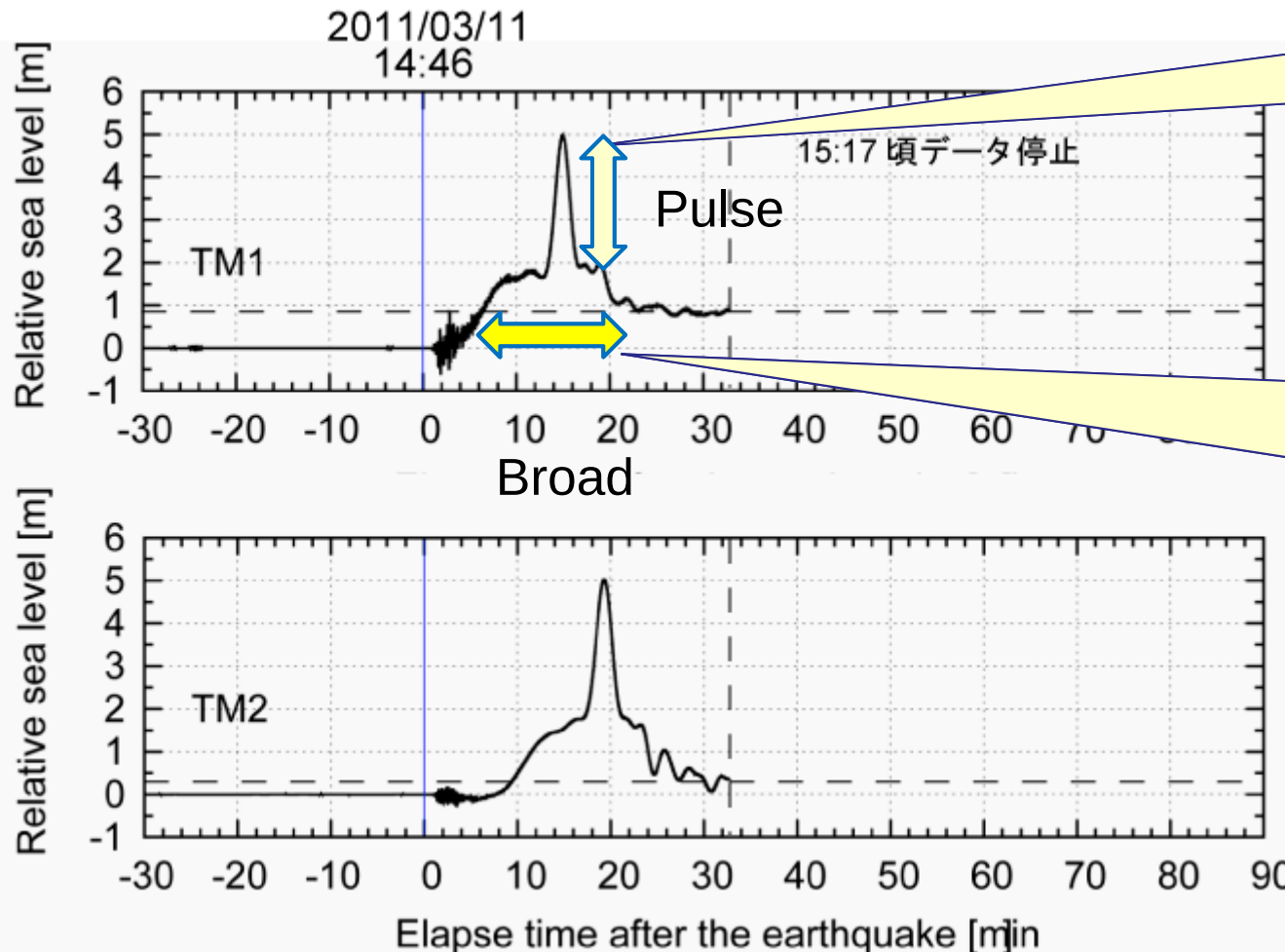
→
Sato et al. (2011)

→
Kido et al. (2011)



海底圧力計で捉えられた津波

Tsunami waveform observed by an ocean bottom cable system



海溝付近の大きなすべりによる
高い津波

幅180km程度の
幅広い震源域
による継続時間
の長い津波
⇒ 浸水が内陸
奥まで及ぶ

東大地震研
(2011)

巨大なすべりと津波の発生機構

(山岡耕春, 2012, UP)

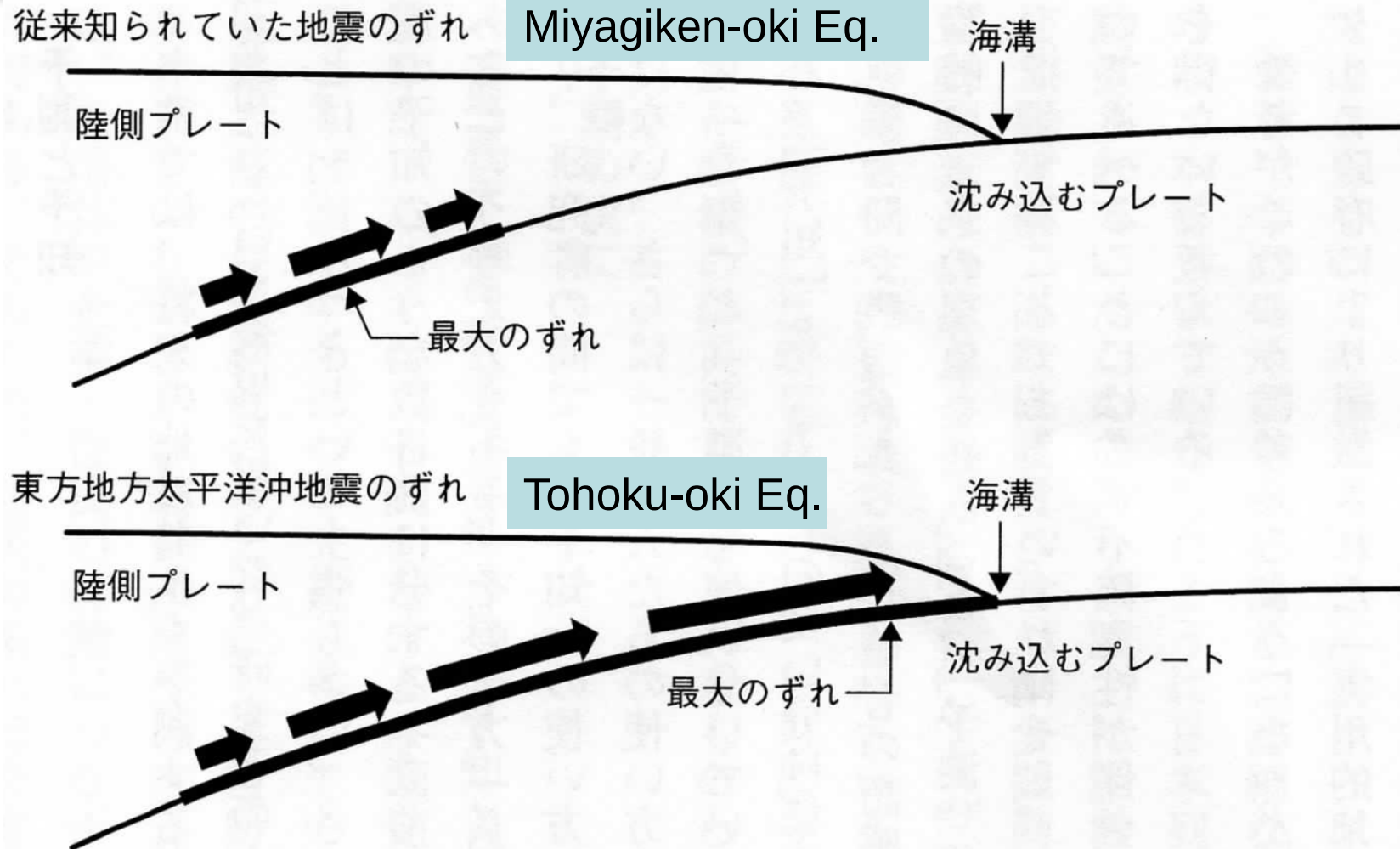
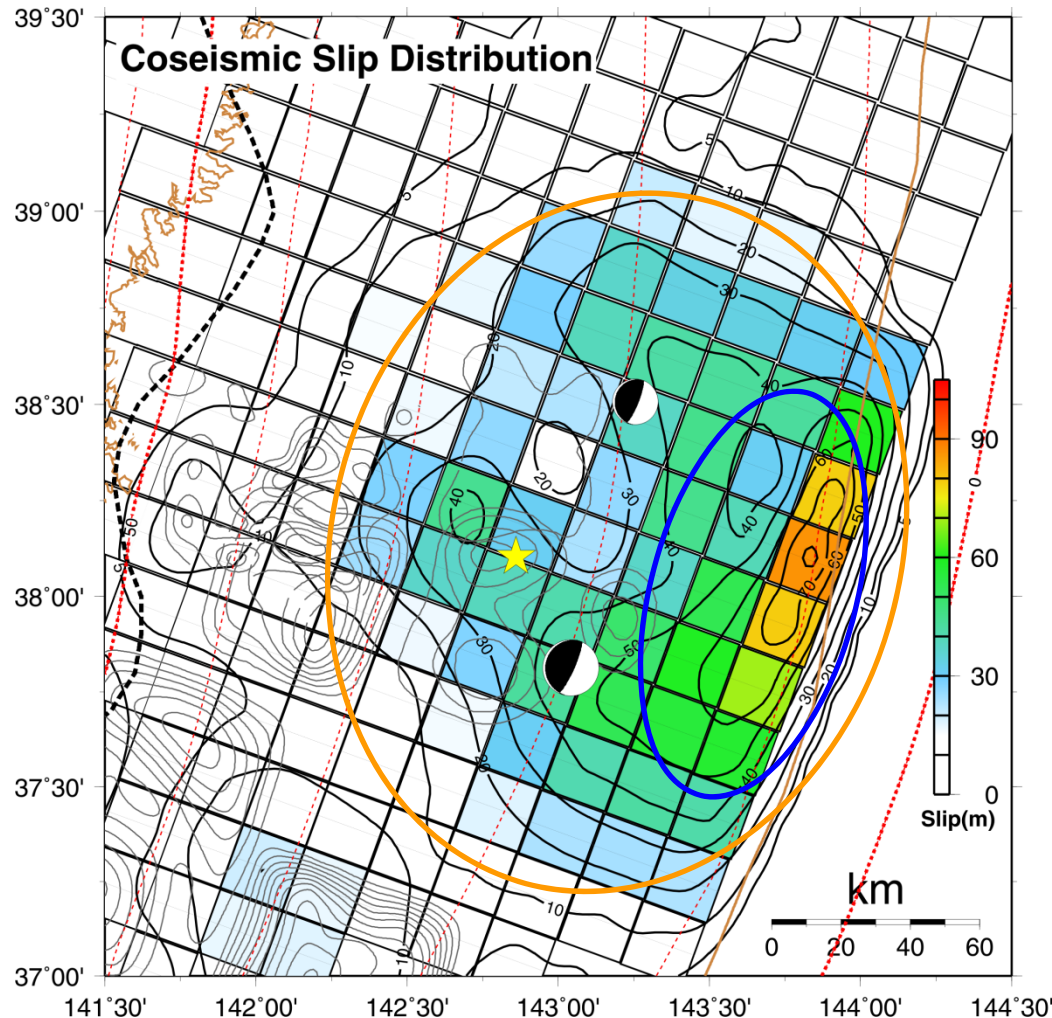


図2 東北地方太平洋沖において、従来知られていたマグニチュード7~8クラスの地震によるずれ（上図）と今回の地震によるずれ（下図）の違い。海溝までずれが達すると、ずれが最大となる場所は海溝近くになり、全体のずれも大きくなる。

海陸の地殻変動データによる地震時滑り分布

Estimated slip distribution



・主破壊域 (すべり量 > 20 m)

- 長さ 160 km (海溝軸沿い)
- 幅 120 km
- モーメント解放量: 2.44×10^{22} Nm (Mw 8.86)
- 深さ 30 km 以下 (上盤は地殻)

・極大すべり域 (すべり量 > 50 m)

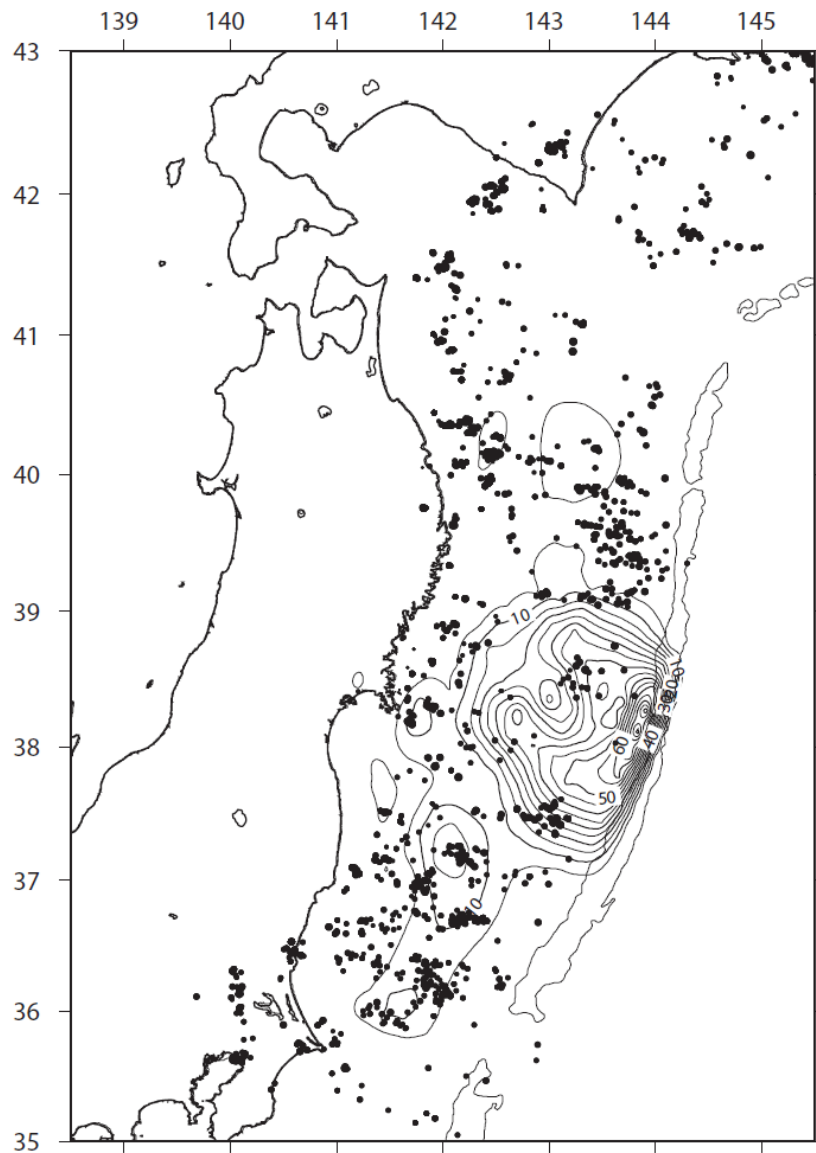
- 長さ 120 km
- 幅 40 km
- モーメント解放量: 6.84×10^{21} Nm (Mw 8.49)
- 深さ 15 km 以下 (上盤は上部地殻)

・スケーリング則から逸脱

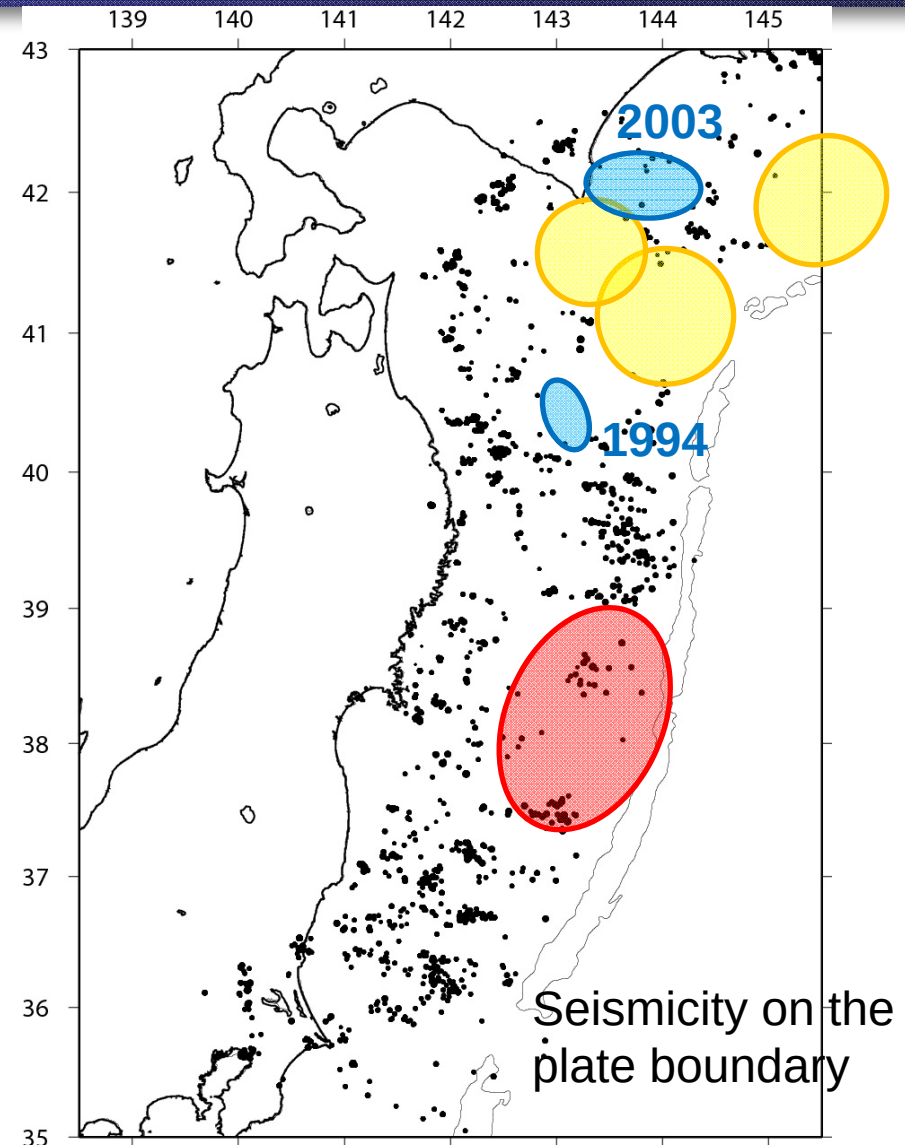
- 断層面積に対してすべり量が極端に大きい

Iinuma et al. (Submitted)

プレート境界の地震活動との比較(空白域) (松澤, 私信)



海陸の測地データに基づく2011年東北地方太平洋沖地震のすべり分布(飯沼・他, 2011)

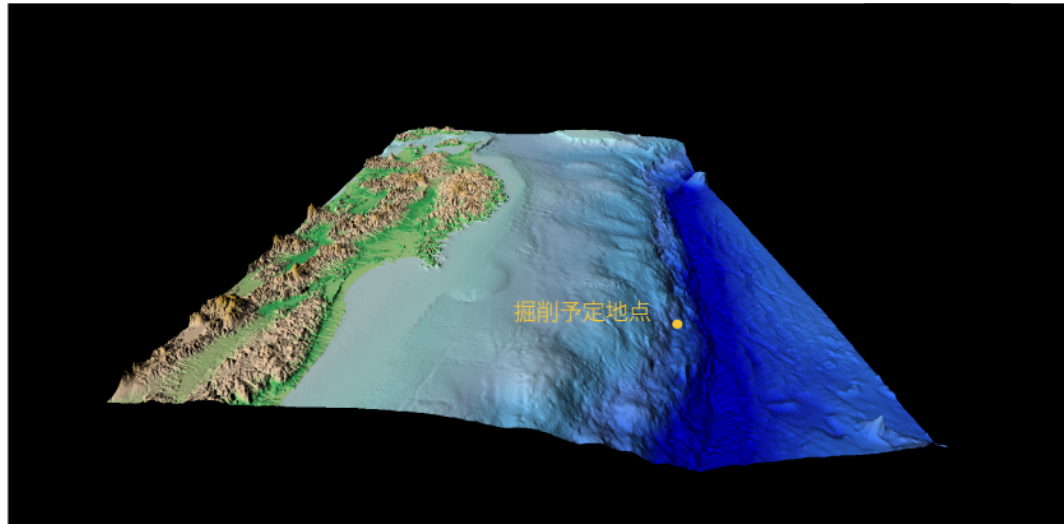


1984-2010.4.8のデータに基づく小繰り返し地震の分布(内田・他, 2011)

今後の課題 Ongoing works

1. 地震発生機構を解明する調査観測 Seafloor surveys
 - ・余効変動の観測と解釈が重要 Afterslip
 - 沿岸域の沈降の回復が遅い
 - 歪を解放したはずの大きな滑り域で東向きのスベリ
 - ・大きく滑ったと推定されるプレート境界の掘削調査 Drilling
2. 観測の空白域であった海溝軸近傍における海底地殻変動観測
Seafloor geodetic surveys near the trench axis
3. 早期津波予測の高度化 Improvement of prompt tsunami forecast
 - ・リアルタイムGPS解析と海底圧力データの利用 RTK-GPS +OBP
 - ・東北域の地震・津波観測網 Extensive seafloor cable system
4. 地震等の予測情報の社会への還元 Outreach

日本海溝緊急掘削 Japan Trench drilling



国際統合掘削計画

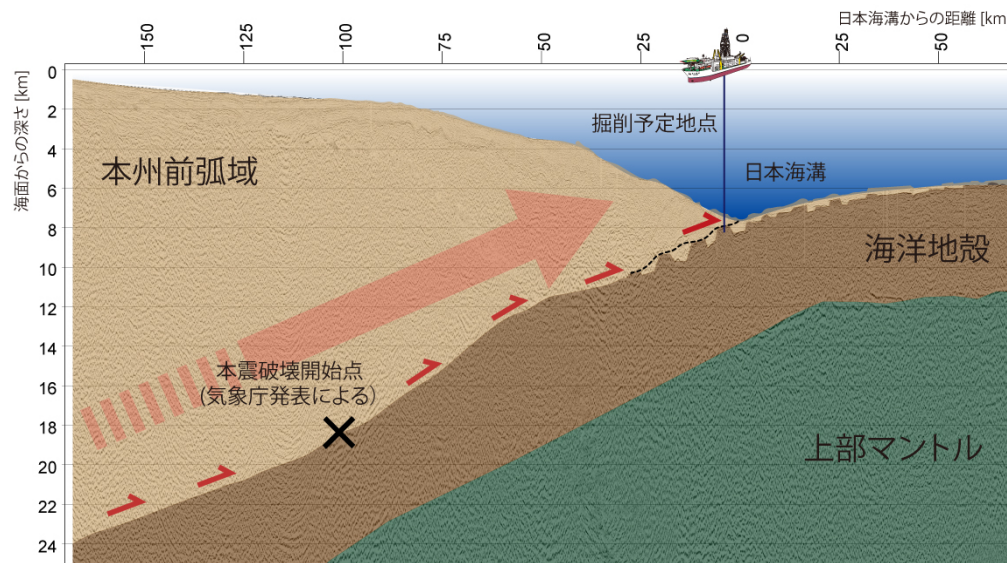
(IODP)

文部科学省

(MEXT, Japan)

(独)海洋研究開発機構

(JAMSTEC)



今後の課題 Ongoing works

1. 地震発生機構を解明する調査観測 Seafloor survey
 - ・余効変動の観測： なぞの多い余効変動の解明 After slip
沿岸域の沈降の回復が遅い
歪を解放したはずの大きな滑り域で東向きのスベリ
 - ・大きく滑ったと推定されるプレート境界の掘削調査 Drilling
2. 観測の空白域であった海溝軸近傍における海底地殻変動観測
Seafloor geodetic surveys near the trench axis
3. 早期津波予測の高度化 Improvement of prompt tsunami forecast
 - ・リアルタイムGPS解析と海底圧力データの利用 RTK-GPS +OBP
 - ・東北域の地震・津波観測網 Extensive seafloor cable system
4. 地震等の予測情報の社会への還元 Outreach

海底GPS観測の強化(暫定案)

○: 既存観測点

△: 宮城・福島沖に20点を新設

海底局は深度6000mまで

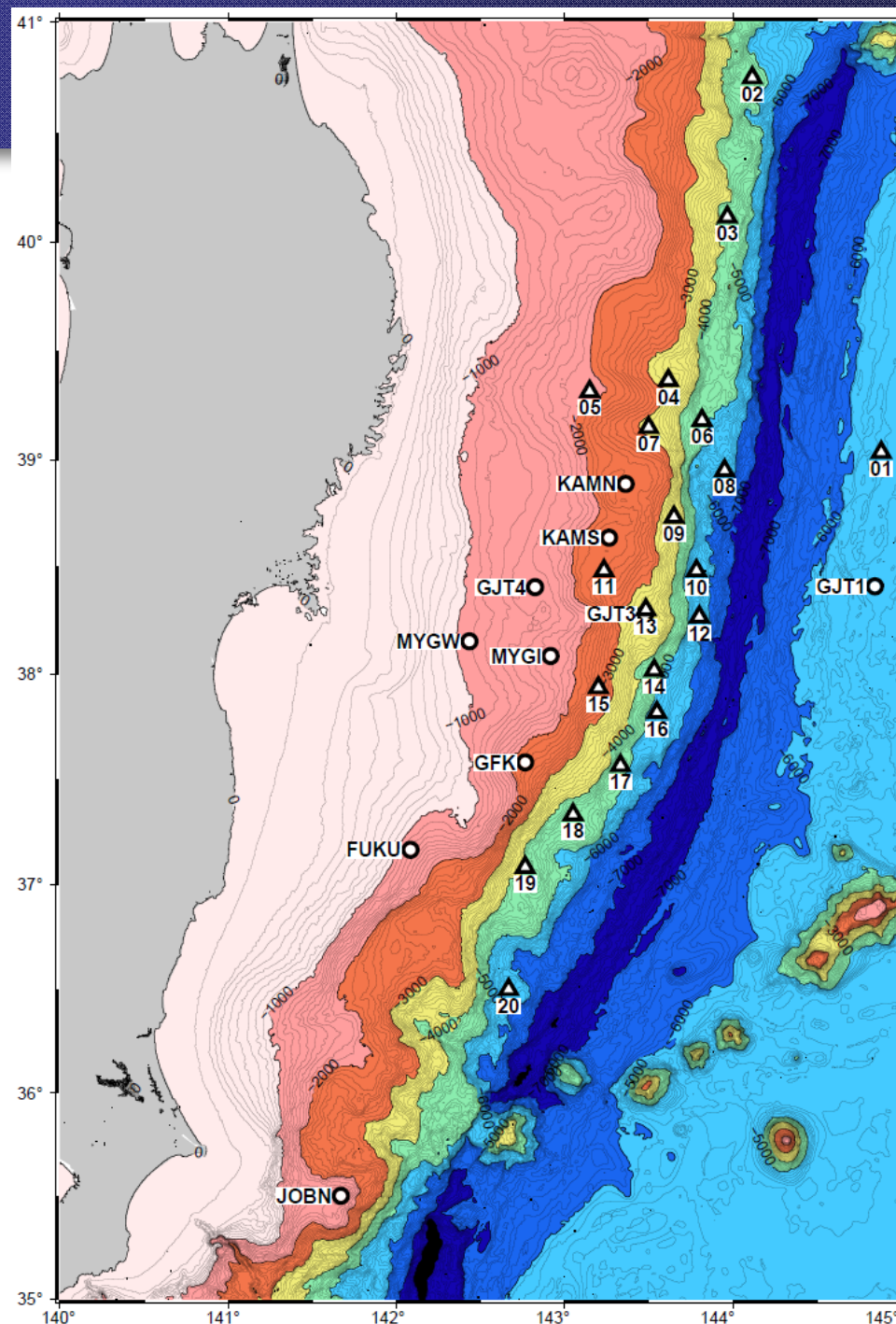
保安庁互換型

GPS/A Observation Plan

MEXT, Japan

Tohoku Univ.

Nagoya Univ.



今後の課題 Ongoing works

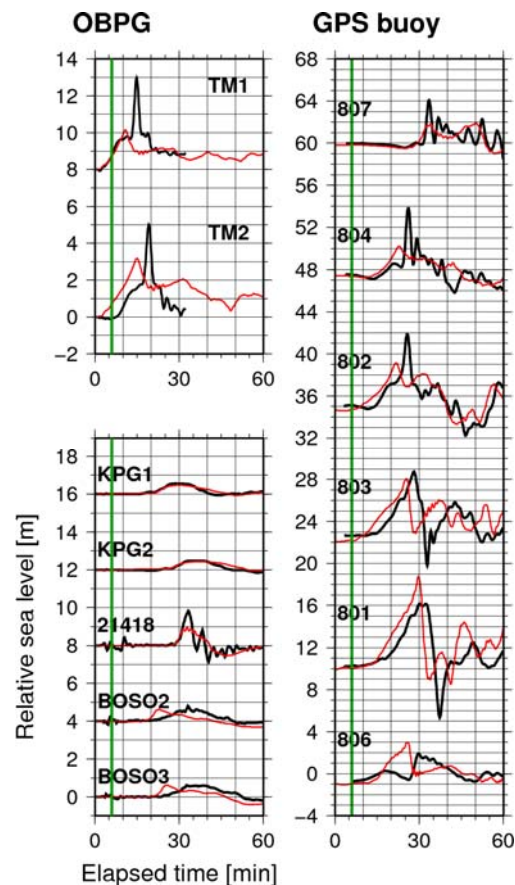
1. 地震発生機構を解明する調査観測 Seafloor survey
 - ・余効変動の観測： なぞの多い余効変動の解明 After slip
沿岸域の沈降の回復が遅い
歪を解放したはずの大きな滑り域で東向きのスベリ
 - ・大きく滑ったと推定されるプレート境界の掘削調査 Drilling
2. 観測の空白域であった海溝軸近傍における海底地殻変動観測
Seafloor geodetic surveys near the trench axis
3. 早期津波予測の高度化 Improvement of prompt tsunami forecast
 - ・リアルタイムGPS解析と海底圧力データの利用 RTK-GPS +OBP
 - ・東北域の地震・津波観測網 Extensive seafloor cable system
4. 地震等の予測情報の社会への還元 Outreach

RTK-GPSによる津波予測

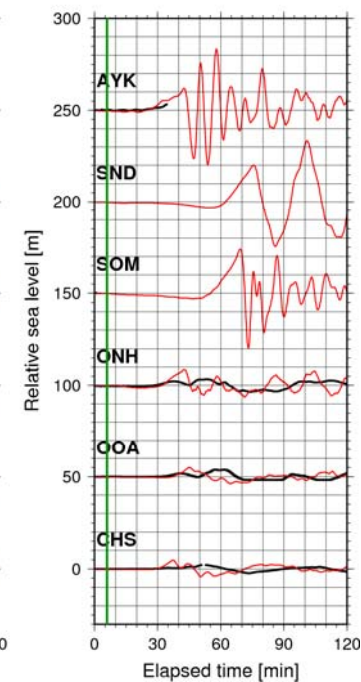
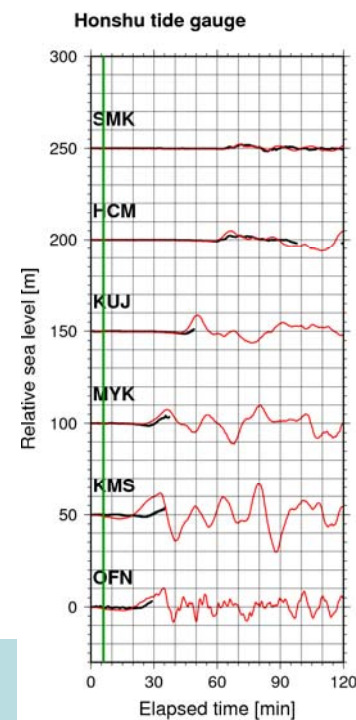
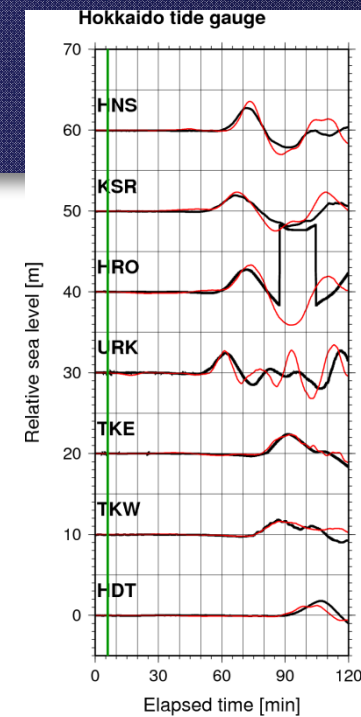
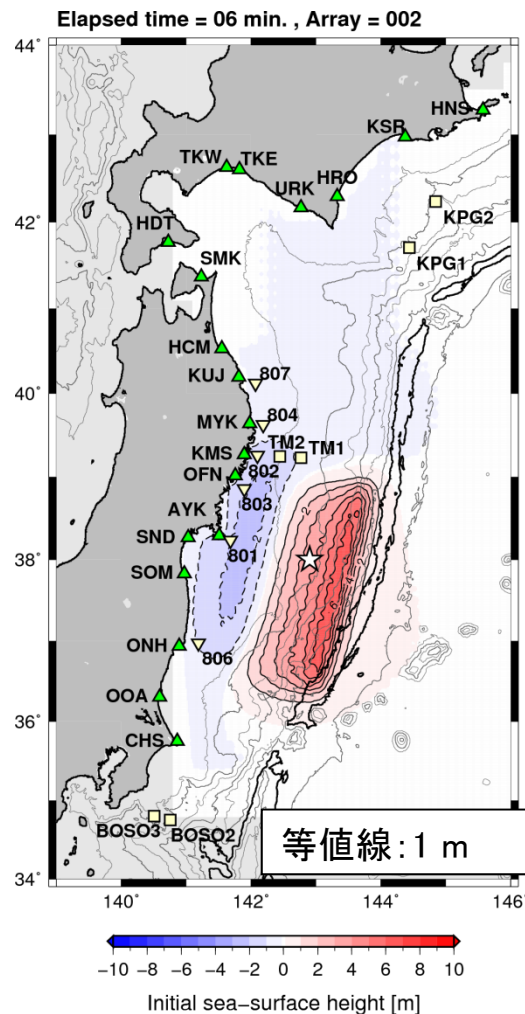
地震後6分

沿岸観測点

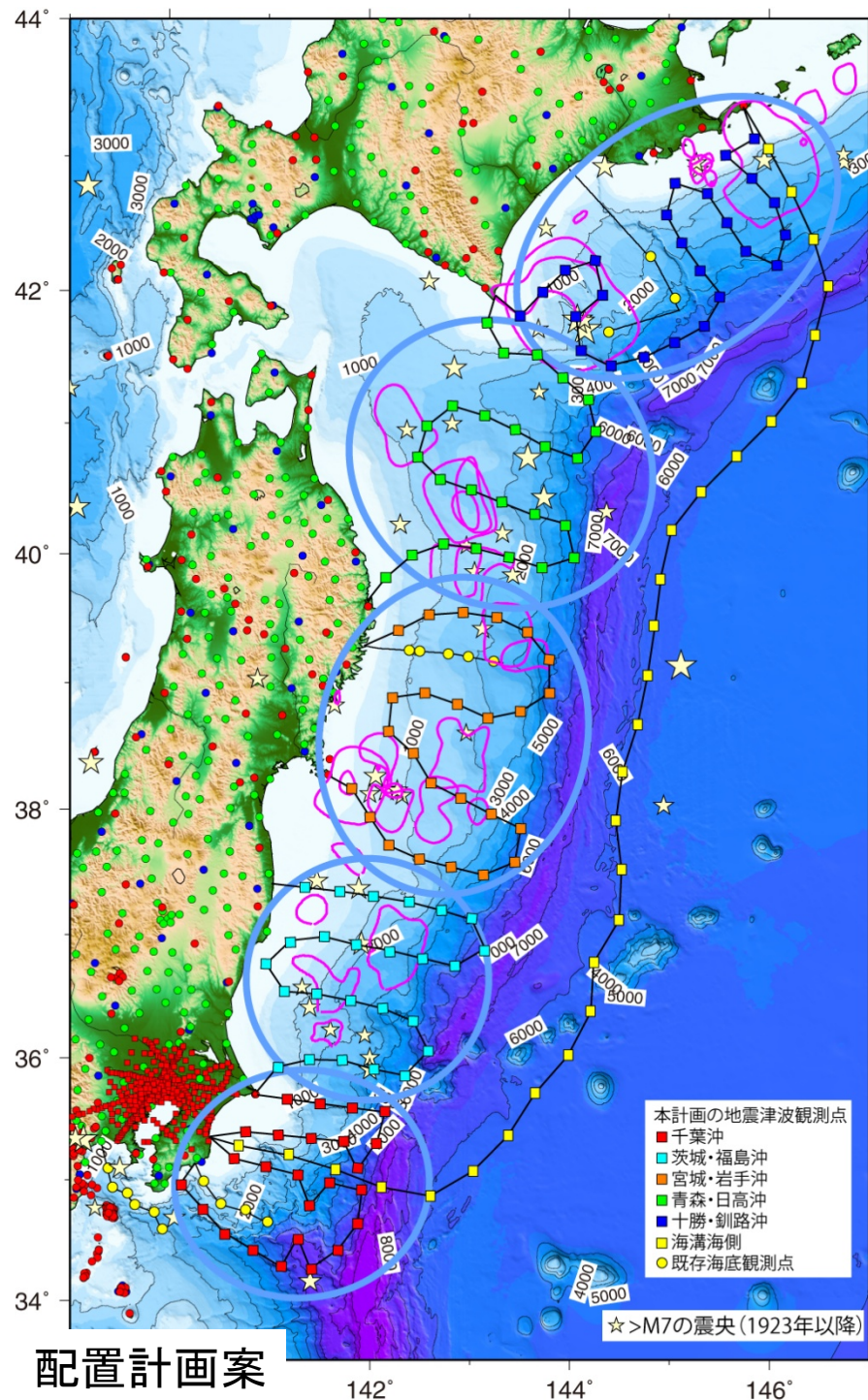
沖合観測点



初期水位分布



Tsunami forecast: Tohoku Univ. / JMA / GSJ



配置計画案

大規模システムの設置

- 25観測点システムを5海域に設置(観測点間隔30km)
- 太平洋プレート側に31観測点システムを設置(観測点間隔40km)
- ケーブルは両端陸揚
- 観測点には、3成分加速度を複数セットと精密水圧計を2台を搭載

Cabled seafloor observatory

MEXT / NIED

今後の課題 Ongoing works

1. 地震発生機構を解明する調査観測 Seafloor survey
 - ・余効変動の観測： なぞの多い余効変動の解明 After slip
沿岸域の沈降の回復が遅い
歪を解放したはずの大きな滑り域で東向きのスベリ
 - ・大きく滑ったと推定されるプレート境界の掘削調査 Drilling
2. 観測の空白域であった海溝軸近傍における海底地殻変動観測
Seafloor geodetic surveys near the trench axis
3. 早期津波予測の高度化 Improvement of prompt tsunami forecast
 - ・リアルタイムGPS解析と海底圧力データの利用 RTK-GPS +OBP
 - ・東北域の地震・津波観測網 Extensive seafloor cable system
4. 地震等の予測情報の社会への還元 Outreach
地震調査研究推進本部, 災害科学国際研究所

まとめ

- 2011年東北地方太平洋沖地震
 - 予期した場所で起きた, 予期せぬ超巨大地震
 - 超巨大地震を海陸の観測網で初めて捉えた
 - 海底地殻変動観測の成果
 - 前震から本震に至る過程を捉えた(滑りは加速せず)
 - 宮城県沖に大きなすべり
 - 海溝軸近くで例外的に大きな滑り
 - 余効変動の観測と解釈が重要
 - 今後に備えて
 - 最も重要な海溝軸近くが観測の空白域 → 観測の強化
 - 正確な津波警報: 海底津波計 + リアルタイムGPS解析

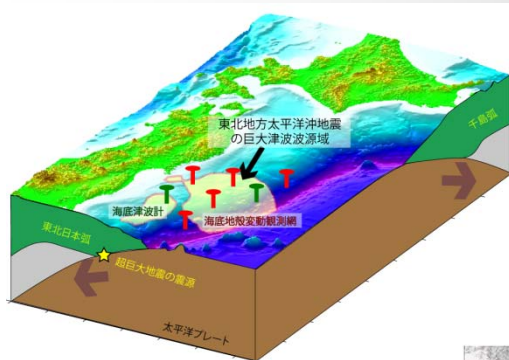


東北大学

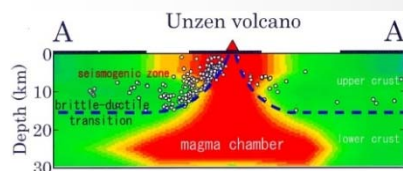
災害科学国際研究所 災害理学研究部門

目的: 巨大地震・津波や異常気象など地球規模の自然災害発生メカニズムの解明

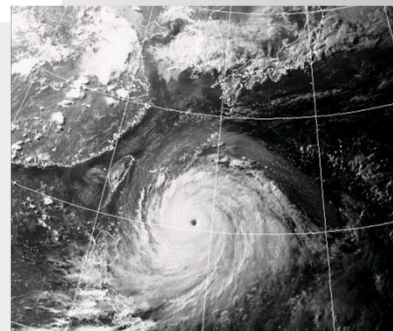
特徴・構成: 自然災害は、太陽からのエネルギーと地下のエネルギーにより活動している惑星地球の変動現象の一部であり、自然災害による損害を軽減するためには、その発生機構を明らかにし、短期的および中長期的にそのハザードを予測する研究が重要である。本研究部門は、巨大地震やそれによる津波をはじめ、火山噴火、異常気象、宙空災害まで、地球規模のさまざまな自然災害の発生メカニズム解明に取り組む。



地震・津波・噴火・内陸地震



宙空災害



温暖化

- ① 海底地殻変動研究分野: 超巨大地震・津波発生メカニズムの解明
- ② 地震ハザード研究分野: 地震活動の素過程を解明し、ハザードを短期的・中長期的に予測
- ③ 火山ハザード研究分野: 火山活動の素過程を解明し、ハザードを短期的・中長期的に予測
- ④ 地盤災害研究分野: 断層・地殻力学の解明と内陸断層の活動状況の重点調査と活動予測
- ⑤ 気象・海洋災害研究分野: 温暖化や異常気象など大気海洋結合系におけるハザードの予測
- ⑥ 宙空災害研究分野: 宇宙環境のリスク分析、災害予測スキームの開発
- ⑦ 国際巨大災害研究分野: 低頻度・巨大災害の発生機構の解明

ご静聴ありがとうございました Thank you for att

元気・前向き
Powerful Positive Tohoku University
東北大学

犠牲者のご冥福をお祈り申し上げますとともに、
被災者の皆様にお見舞いを申し上げます。