

地震予知研究の最前線と南海トラフ巨大地震に関する新しい情報発信が意味するところ

2018年2月2日

東海大学海洋研究所・所長
地震予知・火山津波研究部門長
長尾年恭



現職：東海大学教授 海洋研究所・所長 地震予知・火山津波研究部門長

出身地：東京

1988～1995：金沢大学理学部助手

1996～2016.3：東海大学海洋研究所地震予知研究センター

2015.4～：東海大学大学院博士課程 地球環境科学研究科長

2016.4～：東海大学海洋研究所・所長、地震予知・火山津波研究部門・部門長

第22次日本南極地域観測隊（1981-83）に参加、昭和基地で越冬

1991年、アテネ大学物理学部で地電流を用いた地震予知研究に従事

2006～2007：東京大学地震研究所・客員教授

専門：電磁気学的な手法による地震発生直前予測の研究

統計物理学・パターンインフォマティクスによる短・中期地震予測の研究

地震防災啓発活動・耐震補強の推進、地球熱学

委員等：大阪府ならびに大阪市特別参与(2012-13) 大阪府市エネルギー戦略会議

内閣府・南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会(2012-13)

内閣府・南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会（2016-17）

地震学会、地震予知検討委員会委員(2001-2014)

統合国際深海掘削計画（IODP）日本代表理事(2004-2008)

国際測地学・地球物理学連合（IUGG）

地震・火山噴火に関する電磁現象WG（EMSEV）事務局長（2001-）

東大地震研 地震・火山噴火予知研究協議会委員（2009-）

一般財団法人『強靱な理想の住宅を創る会』理事長(2014-)

一般社団法人『レジリエンスジャパン推進協議会』理事(2014-)

一般社団法人『日本地震予知学会』理事・副会長(2014-)

まず大規模地震対策措置法とは？

- ”想定”東海地震に対する対策をまとめた法律
- 法律そのもののものには新幹線を止めるとか、銀行ATMを止めるというような事は記載されていない
 - ー＞ 施行令の対応措置に書かれている
- 体積ひずみ計という計測器のデータのみを警戒宣言発表に用いていた前兆すべり（プレスリップ）という現象のみを使用
- 地震計やGPSのデータは用いられていない

ほとんどのメディアで行われた報道

- 予知はできない
- 予知を前提とした防災を見直す

「南海トラフ 巨大地震」の防災対策について検討していた国の 中央防災会議 の作業部会は25日、最終報告の取りまとめを終えた。予知を前提とした「大規模地震対策特別措置法」（大震法）の仕組みを含め、今後の防災対策が大きく見直される方針。

朝日新聞(2017.8.25)

- 予知を前提とした防災って何？
- そんなものがあるのか？ 防潮堤の開閉 <— 手動だった。。。

なぜこのような報道となったのか？

- 内閣府に置かれている委員会

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく
防災対応検討ワーキンググループ（親委員会）
県知事クラスも入った最高意思決定機関

南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に
関する調査部会（下部の委員会）

科学的な知見をまとめる事を目的に設置された
作業委員会（長尾も委員会メンバー）

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討 ワーキンググループ（親委員会）

主査	<u>ひらた</u> <u>平田</u>	<u>なおし</u> <u>直</u>	東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授
委員	<u>いわた</u> <u>岩田</u>	<u>たかよし</u> <u>孝仁</u>	静岡大学防災総合センター長・教授
	うが 宇賀	かつや 克也	東京大学大学院法学政治学研究科 教授
	かわた 河田	よしあき 恵昭	関西大学社会安全学部・社会安全研究センター長・教授
	こむろ 小室	ひさこ 広佐子	東京国際大学副学長兼国際関係学部長・教授
	たなか 田中	あつし 淳	東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター長・教授
	はせがわ 長谷川	あきら 昭	東北大学 名誉教授
	ひらはら 平原	かずろう 和朗	京都大学大学院理学研究科 教授
	ふくわ 福和	のぶお 伸夫	名古屋大学 減災連携研究センター長・教授
	やまおか 山岡	こうしゅん 耕 春	名古屋大学大学院環境学研究科 教授
	やまざき 山崎	のぼる 登	日本放送協会 解説主幹
	かわかつ 川勝	へい た 平太	静岡県知事
	<u>おざき</u> <u>尾崎</u>	<u>まさなお</u> <u>正直</u>	高知県知事

南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会（下部委員会）

座長 山岡 耕春 名古屋大学大学院環境学研究科・教授

橋本 学 京都大学防災研究所・教授

井出 哲 東京大学大学院理学系研究科・教授

長尾 年恭 東海大学海洋研究所長・教授

堀 高峰 国立研究開発法人海洋研究開発機構
地震津波海域観測研究開発センター
地震津波予測研究グループ・グループリーダー

松澤 暢 東北大学大学院理学研究科・教授

作業部会の結論（抜粋）

- 南海トラフ沿いの大規模地震の発生には多様性がある。
- 前駆すべりだけに基づく地震の規模や発生時期に関する確度の高い予測は難しく、検知限界を下回るすべりからいきなり大規模地震に発展することもある。
- ゆっくりすべりが拡大あるいは加速しているなど、不確実ではあるが、定性的には地震が発生する可能性がふだんより高まっている状態にあるとみなすことができる。
- 今回検討したいずれの手法においても、南海トラフ沿いのいずれの領域で地震が発生するか、あるいは複数の領域で同時に発生するかなど、発生する地震の領域や規模を確度高く予測することは困難である。

『確度が高い』とは住民が避難行動を起こせる情報という意

地震モデルと前駆すべりの検知可能性

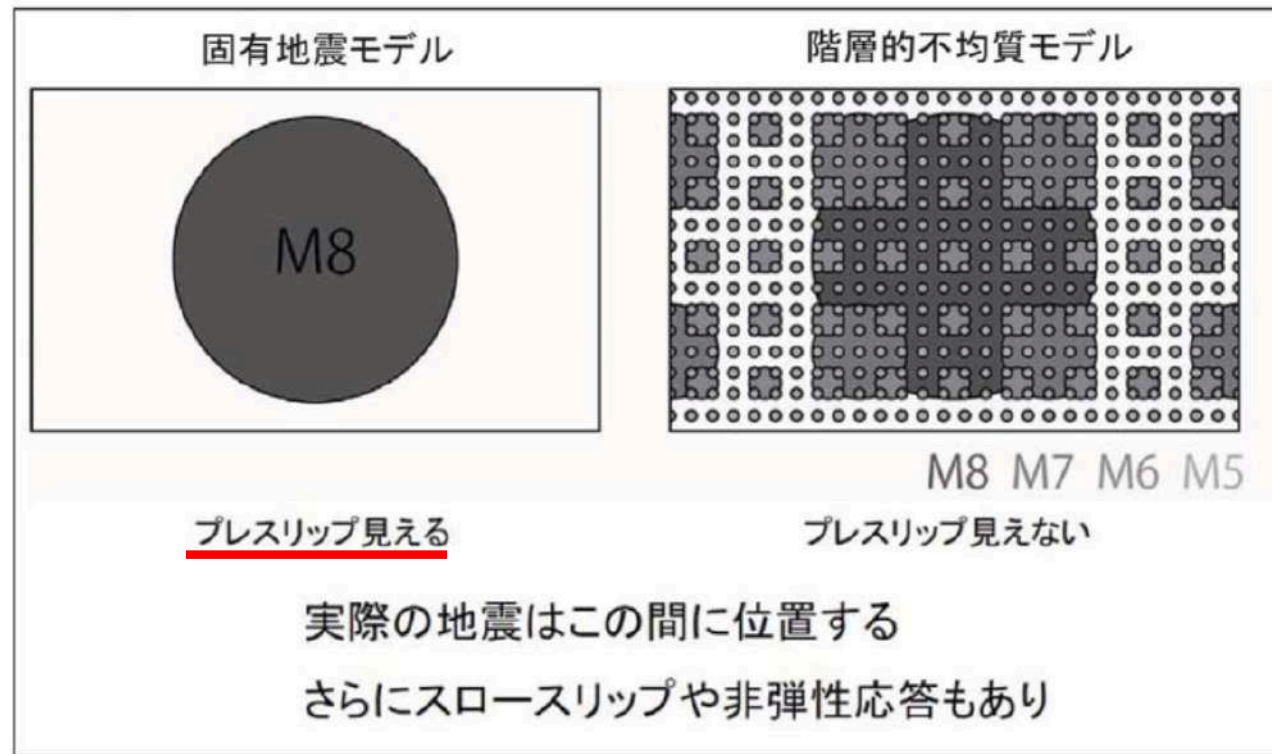
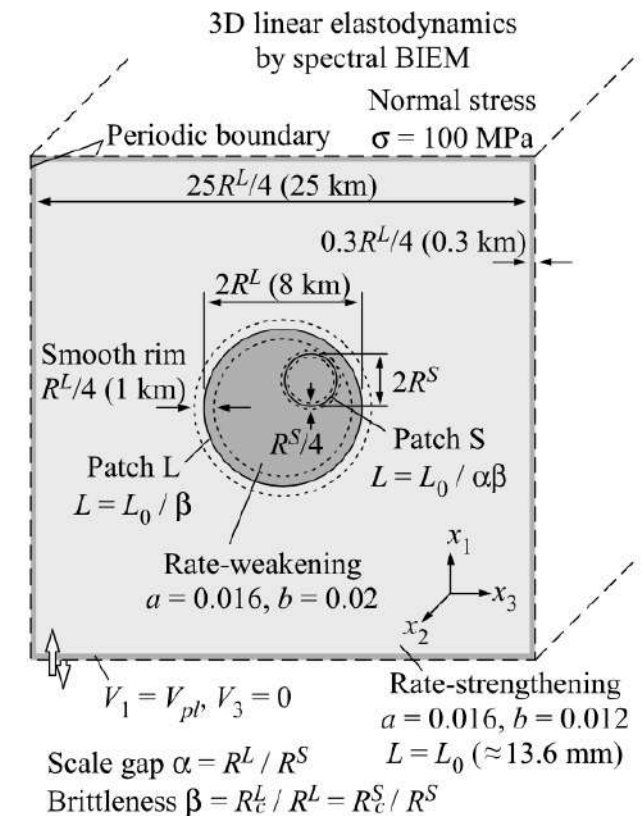


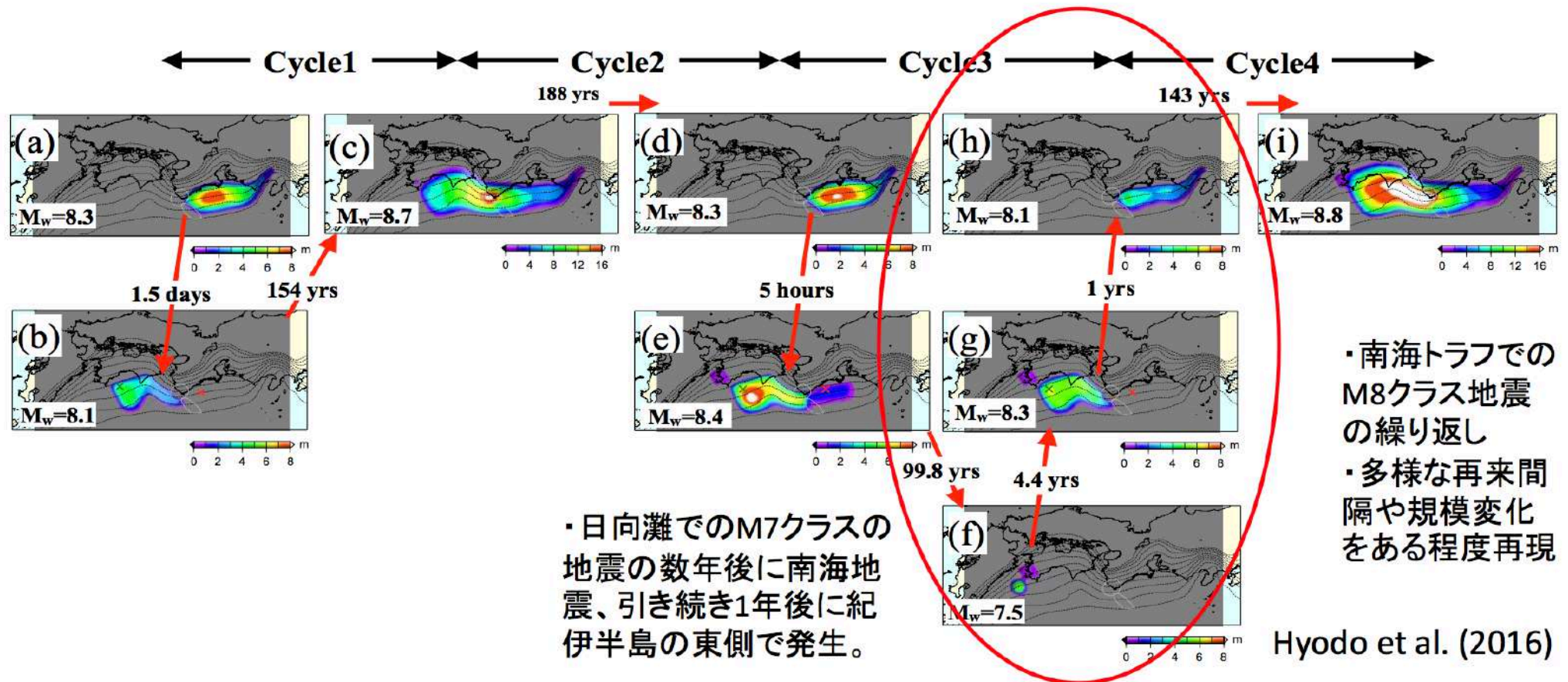
図 6-2 2つの極端な地震モデルにおける破壊単位の配置
(井出委員提供資料に加筆)



Noda et al. (2013a)

- 固有地震モデルと階層的不均質モデルの中間的なモデル(あるいは階層的不均質モデルを単純化したモデル)での地震発生サイクルシミュレーション結果からわかることを以下で紹介する[Noda et al., 2013a]。
- なお、階層的不均質モデルでは破壊単位が大きいほど大きな破壊エネルギーを持つと仮定しているが、規模の異なる破壊単位間のギャップとしては、現実の地震の起こり方に近い条件(例えばIde and Aochi, 2005で書かれているように、sub-shear ruptureになりやすい)となっている。このため、小破壊から大破壊に必ず連鎖するのではなく、連鎖したりしなかったりということが起こる。

大地震発生に至る多様さ



- 足摺沖から破壊開始して紀伊半島の西側の地震(南海地震)が東側(東海地震・東南海地震)よりも先に起こる場合が、シミュレーションでは見られる。またその中で、1968年日向灘地震の震源域でM7クラスの地震が発生すると、数十年以上早く西側の地震が早く起こる(誘発される)場合がある [Hyodo et al., 2016]。

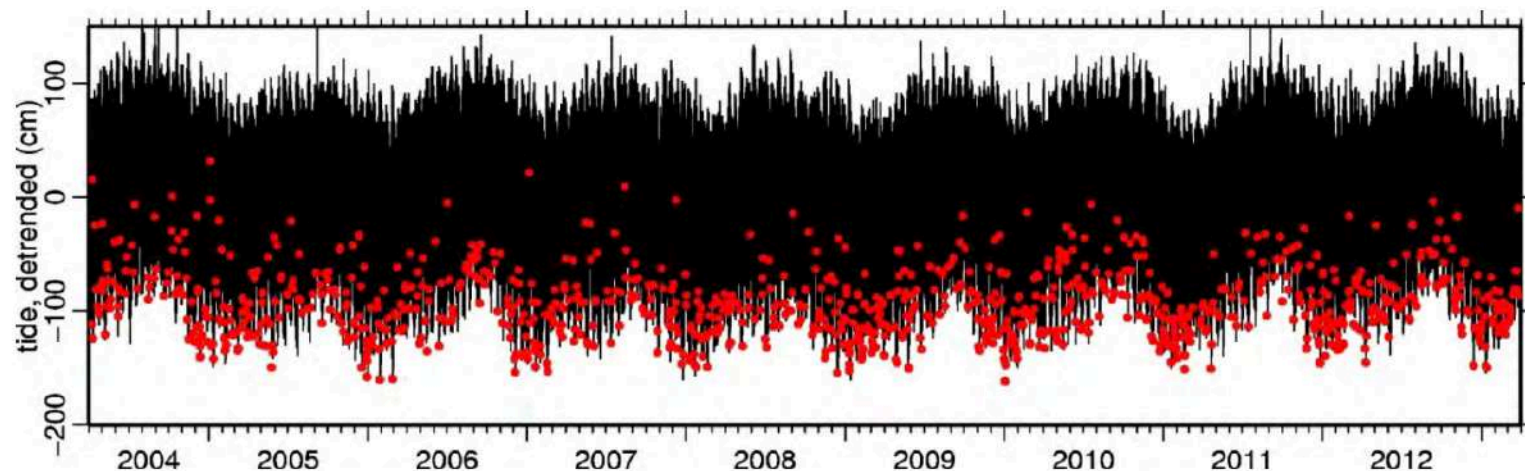
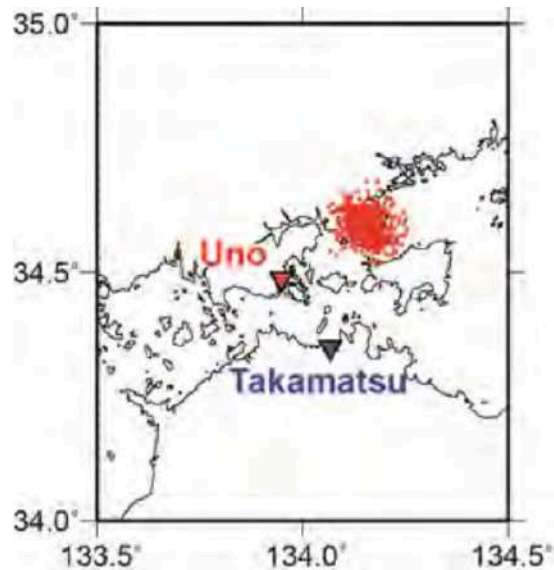
調査部会で報告された最近の予知研究の進展



Dept. Earth Planetary Science - Earthquake Science Lab.

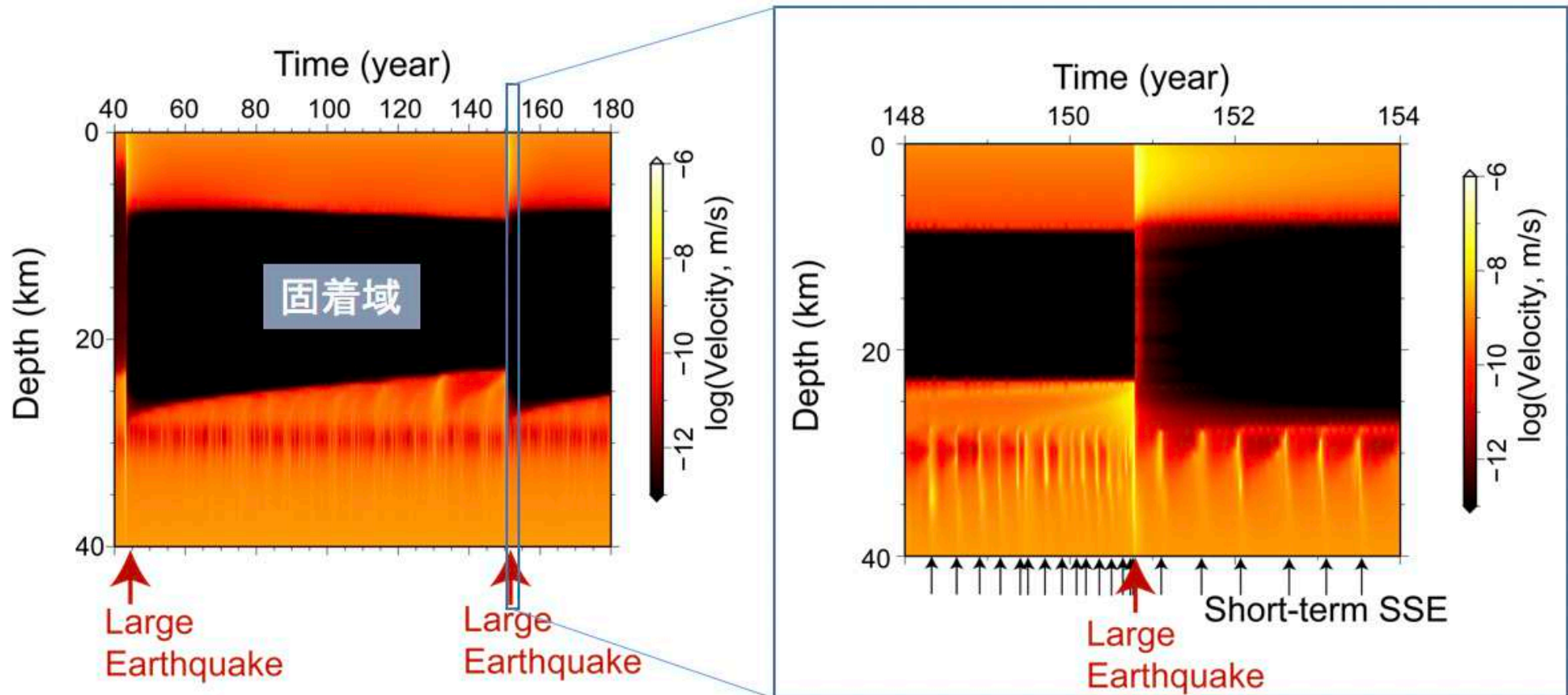


潮汐によって引き起こされる「微動」



東北大によるシミュレーション

Matsuzawa, Hirose, Shibazaki & Obara (May 2009, JPGU Meeting)



- (1) The slow-slip regime slowly expands towards shallower depth.
- (2) 大規模地震の直前になると発生頻度が増加
- (3) The interval becomes longer after the main event.

直前予測ができるためには

- ・前駆的現象（先行現象）が存在すること

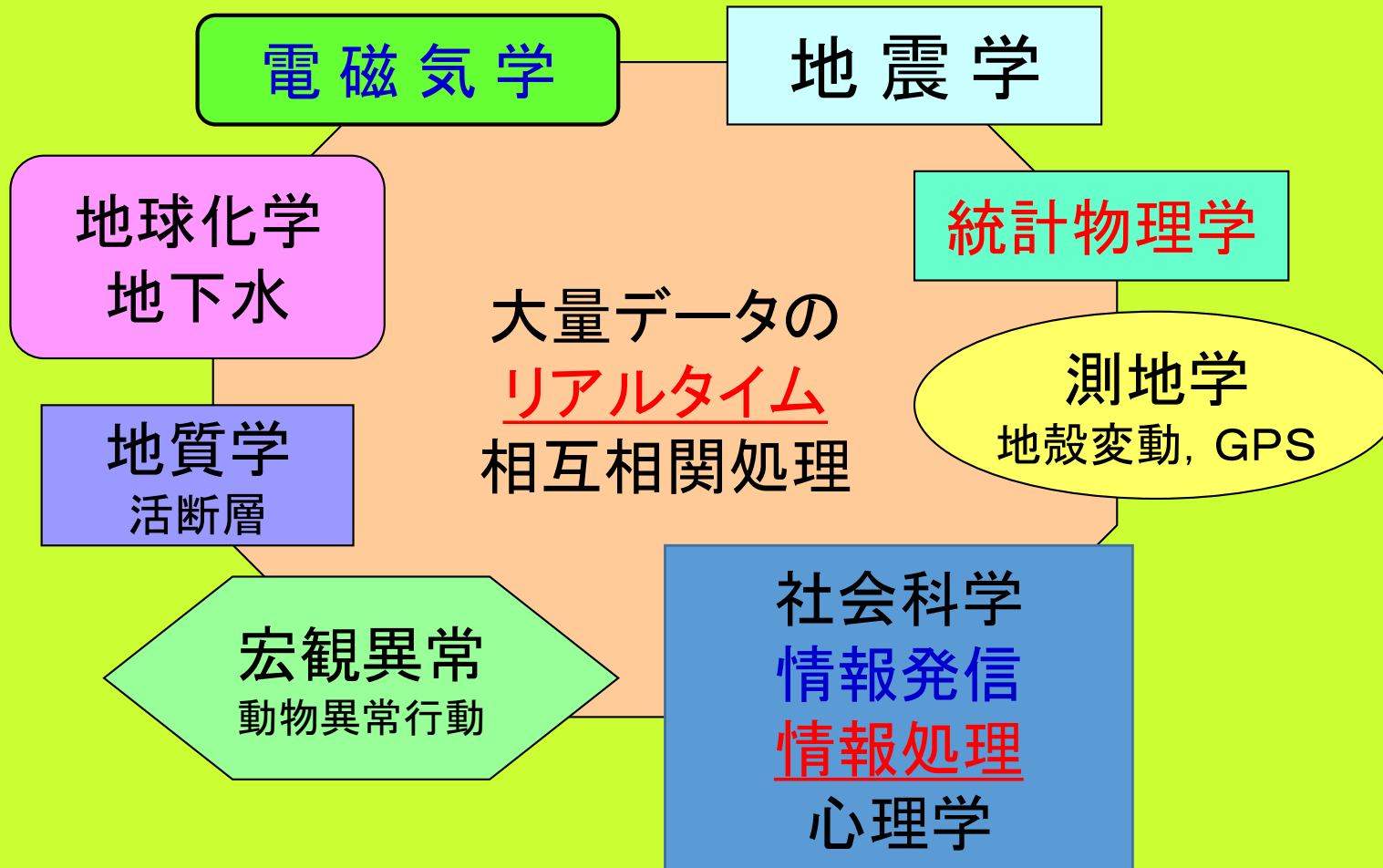
- ・それらが観測可能な事

- ・その現象が“異常”だと判断できること

- ・判断が的確に社会に伝えられること



地震予知学



地下天気図の作成

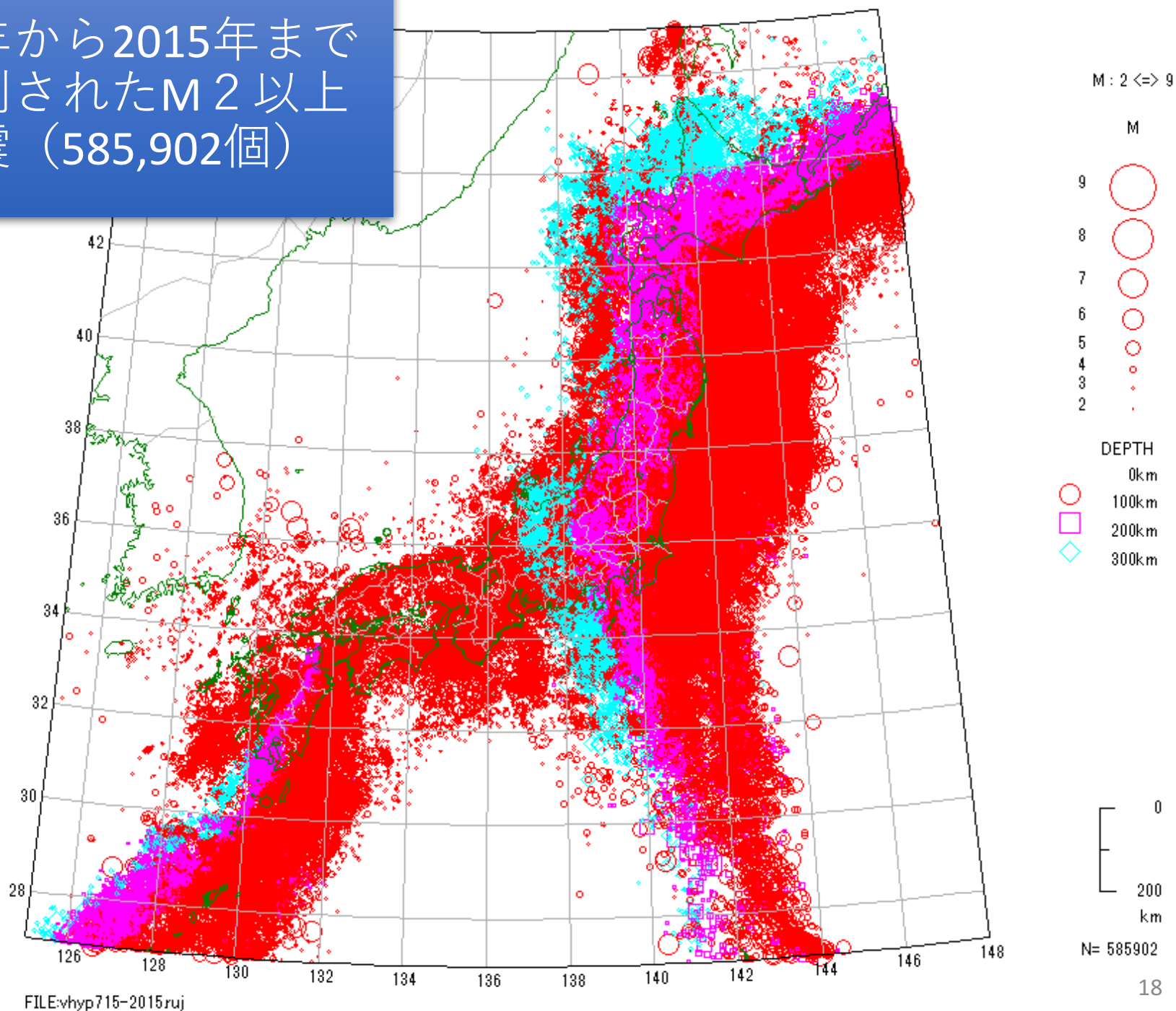
—東海大学の新しい試み—

大地震の前には地震活動が低下（静穏化＝嵐の前の静けさ？！）したり活発化するという報告が昔から数多くなされている．今回提示する方法は，東海大学が中心となり開発した地震活動変化の定量化の方法である．

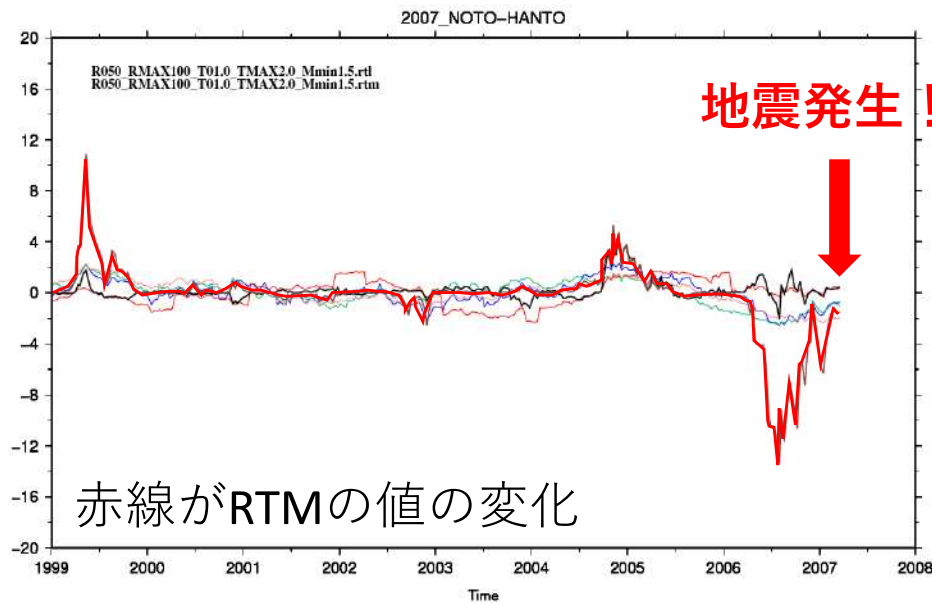
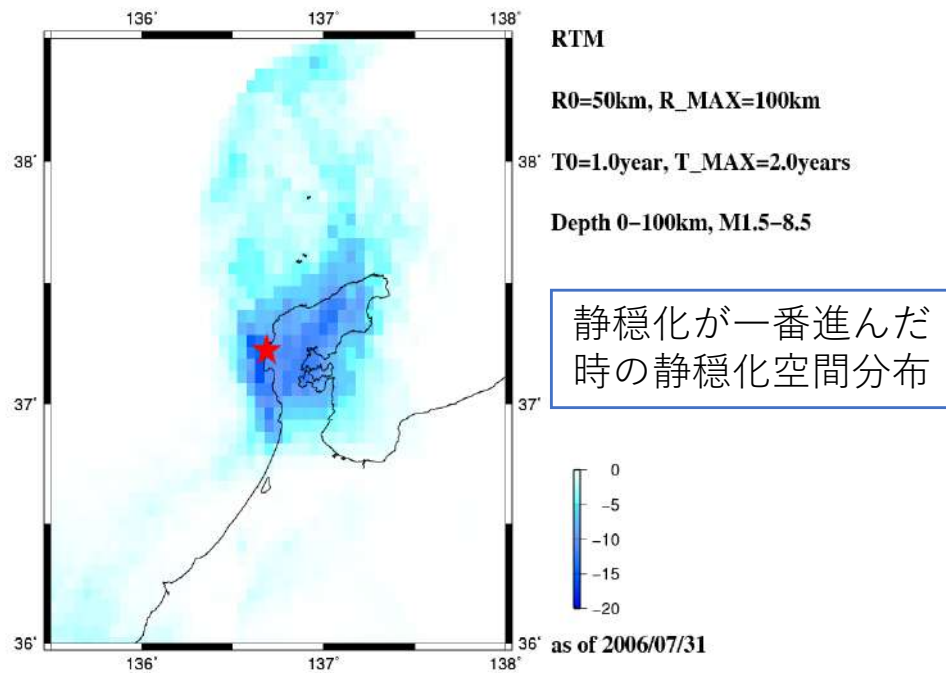
地震活動度の異常の定量的評価手法

1923 1/1 0:0 -- 2015 12/31 23:59

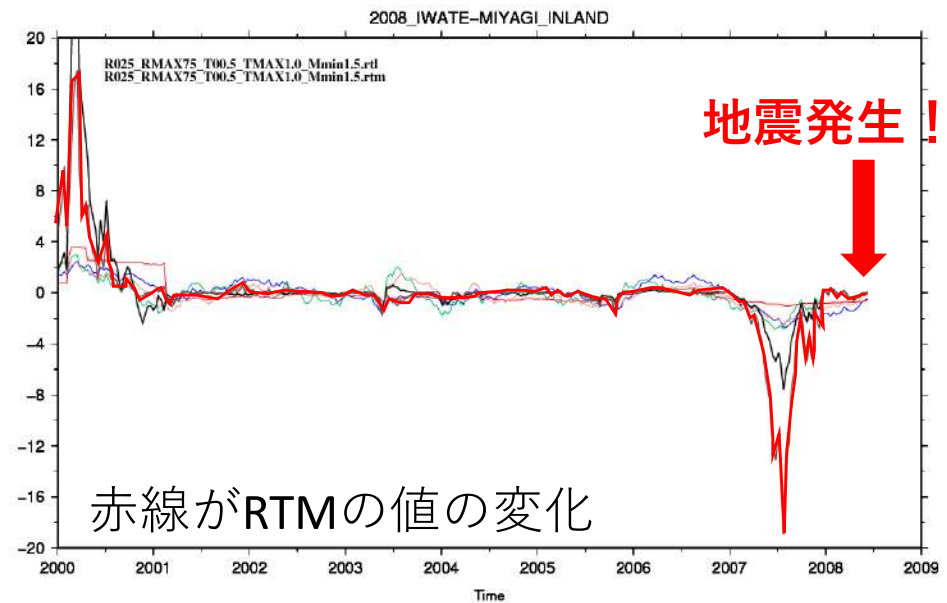
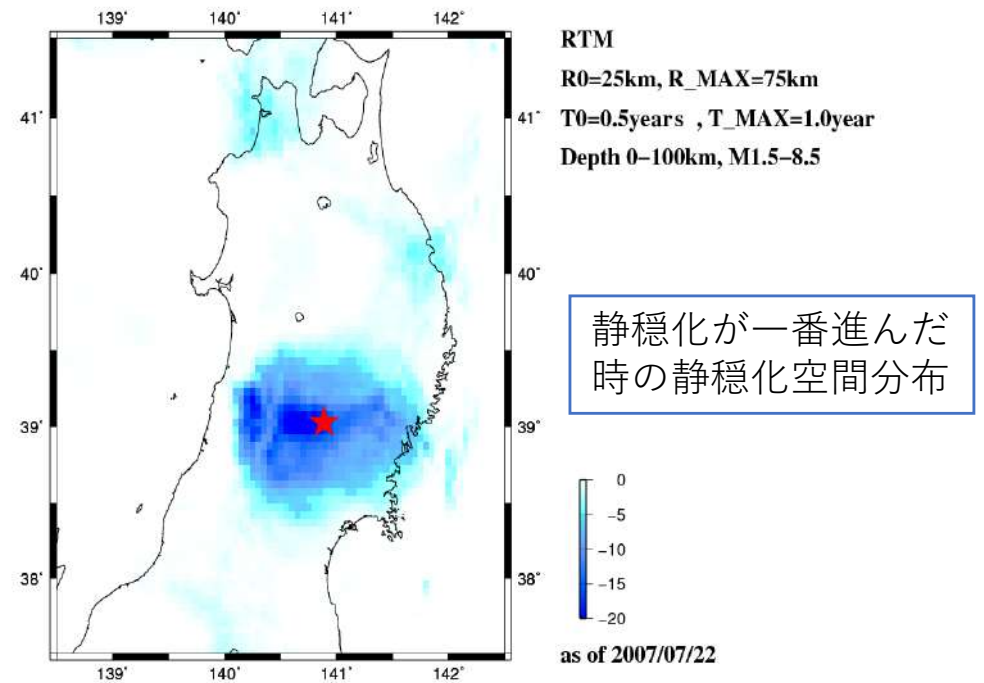
1923年から2015年までに観測されたM 2 以上の地震（585,902個）



2007年，能登半島の地震 (M: 6.9)

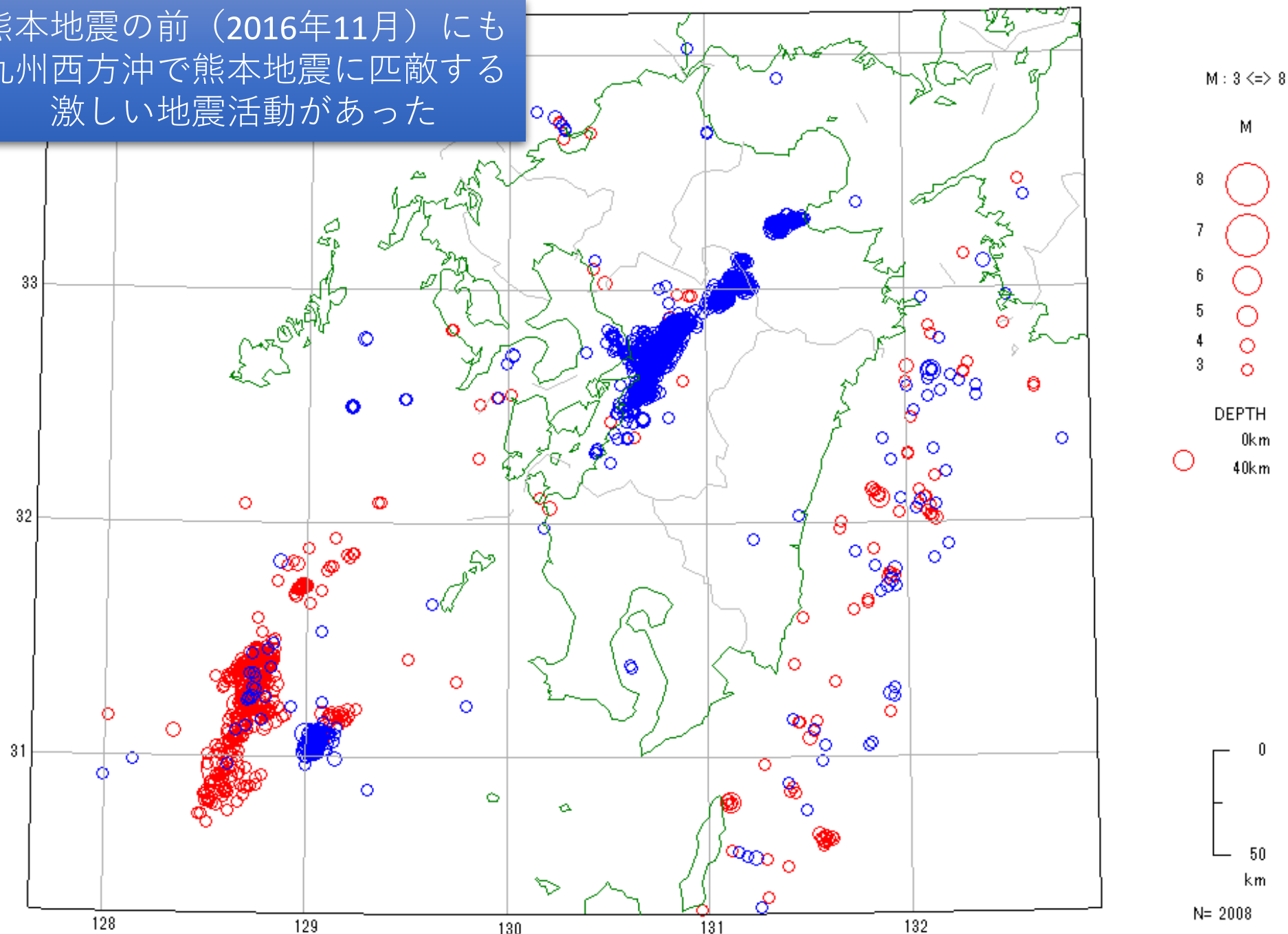


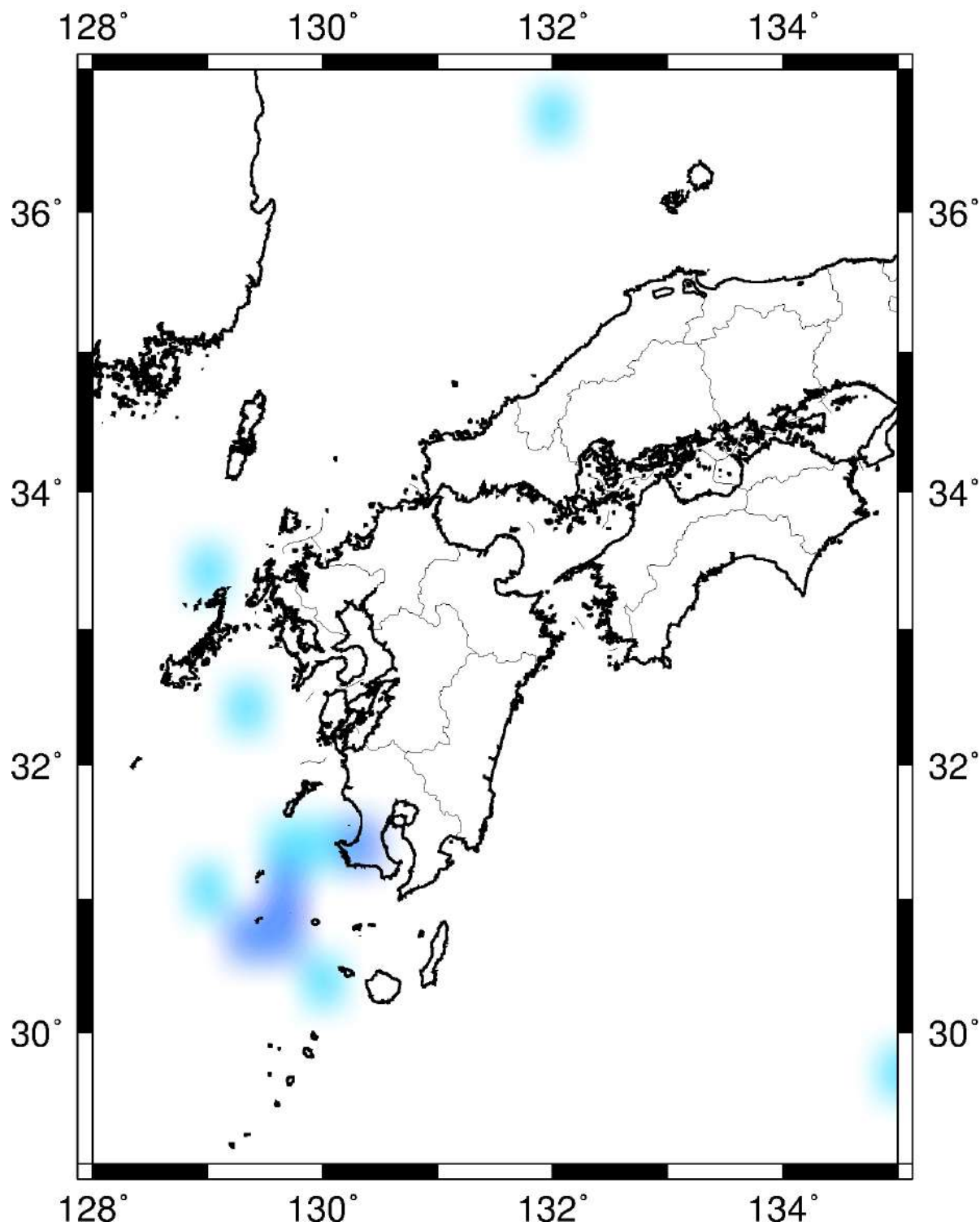
2008年，岩手宮城内陸地震 (M: 7.2)



2015 1/1 0:0 -- 2016 4/13 23:59 2016 4/14 0:0 -- 2017 4/20 0:0

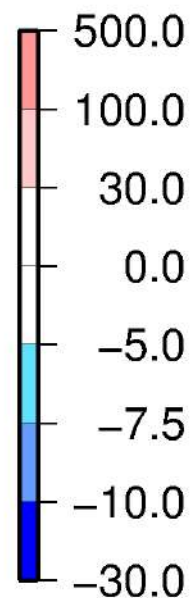
熊本地震の前（2016年11月）にも
九州西方沖で熊本地震に匹敵する
激しい地震活動があった





地下天気図の
アニメーション
(熊本地震発生の1年半前
から地震当日まで
1ヶ月ごとに表示
右下が日付)

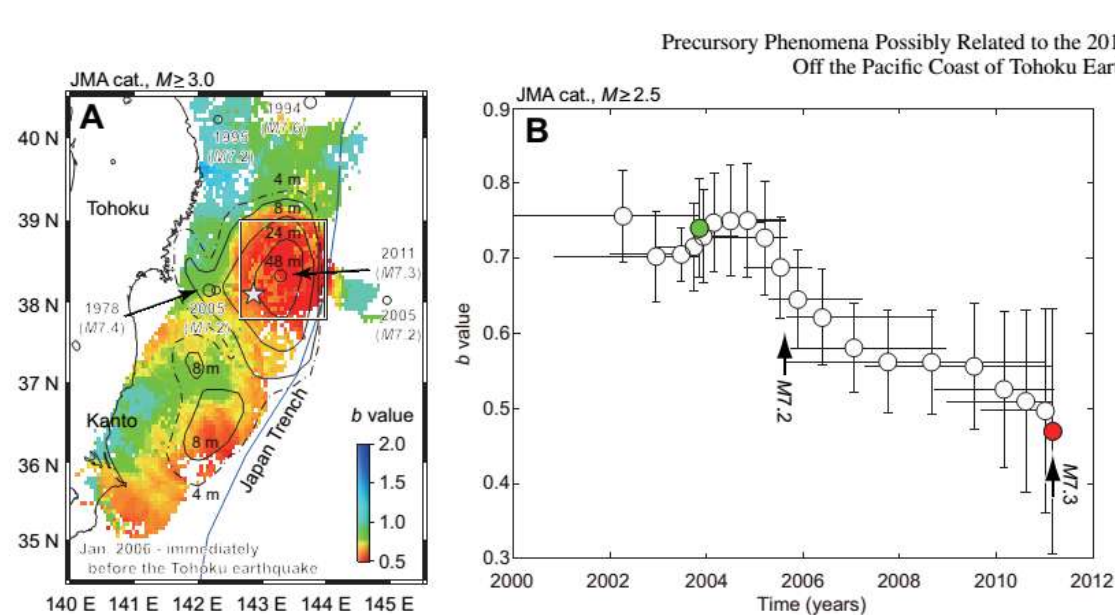
青い部分が地震活動
静穏化の異常



as of 20140901

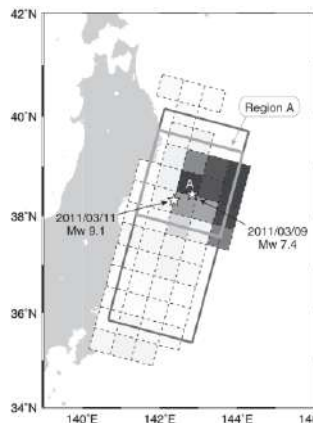
2011年東北地方太平洋沖地震前の先行現象

地震活動度 (数年～10年オーダーの変化)

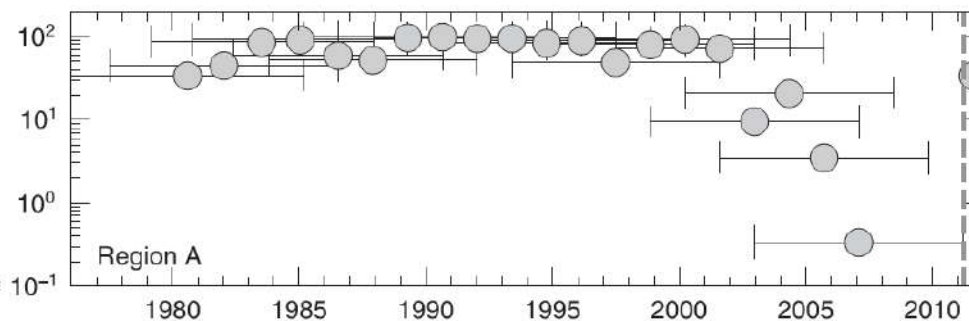


b 値の長期的な低下 (Nanjo et al., *GRL*, 2012)

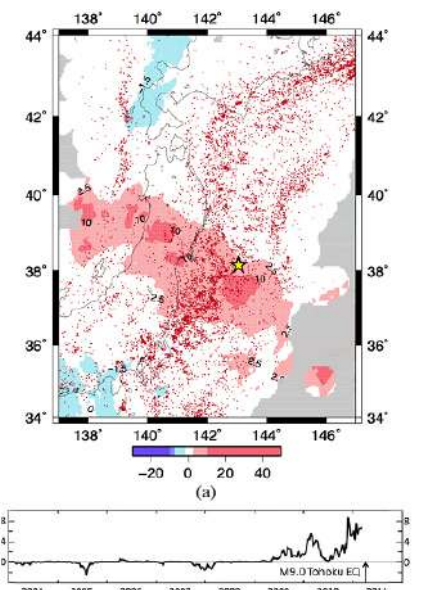
地震活動の長期的な静穏化と活性化 (RTM法：東海大)



中規模地震の潮汐との同期 (Tanaka, *GRL*, 2012)

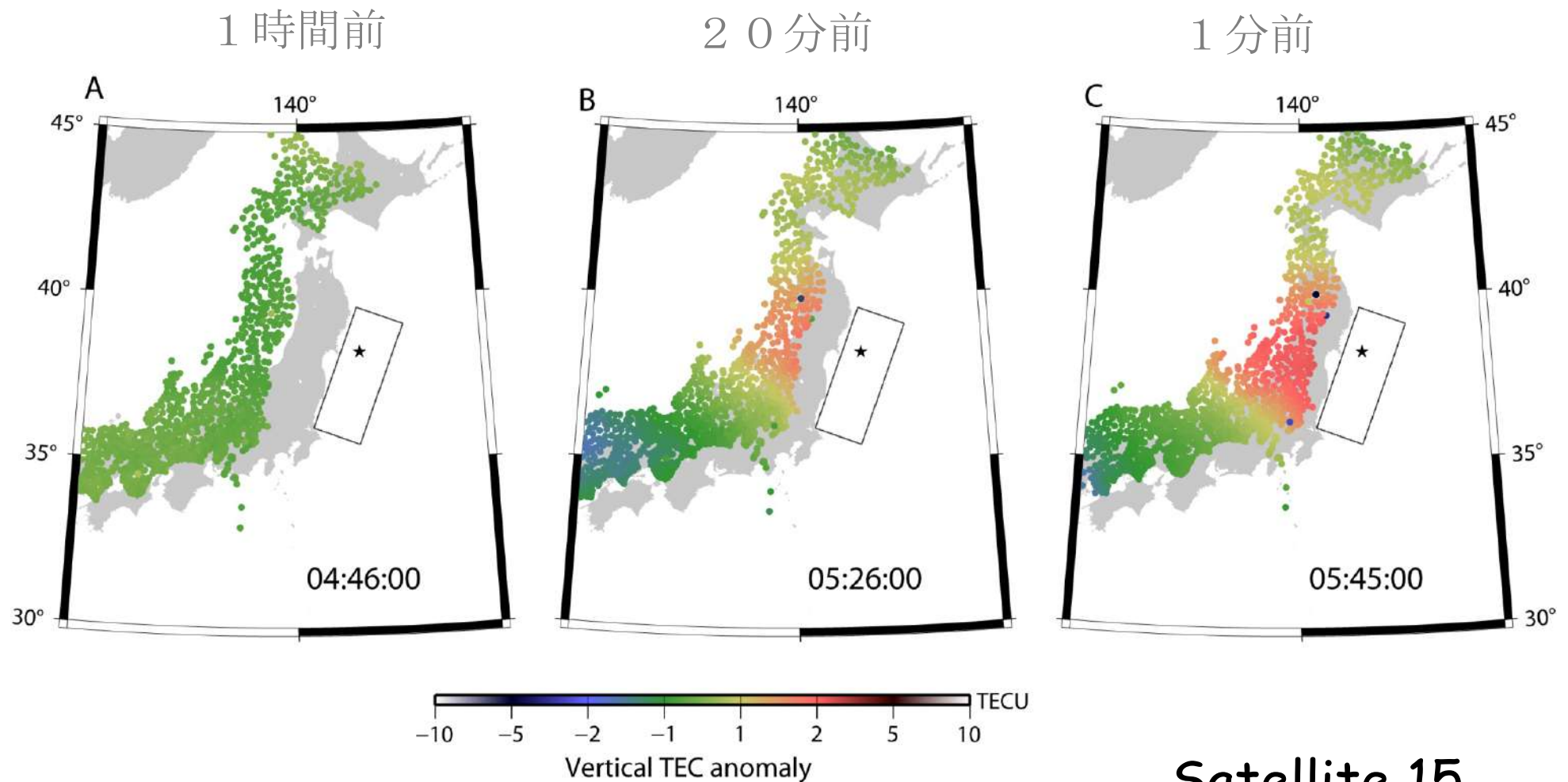


地震活動の長期的な静穏化と活性化 (RTM法：東海大)



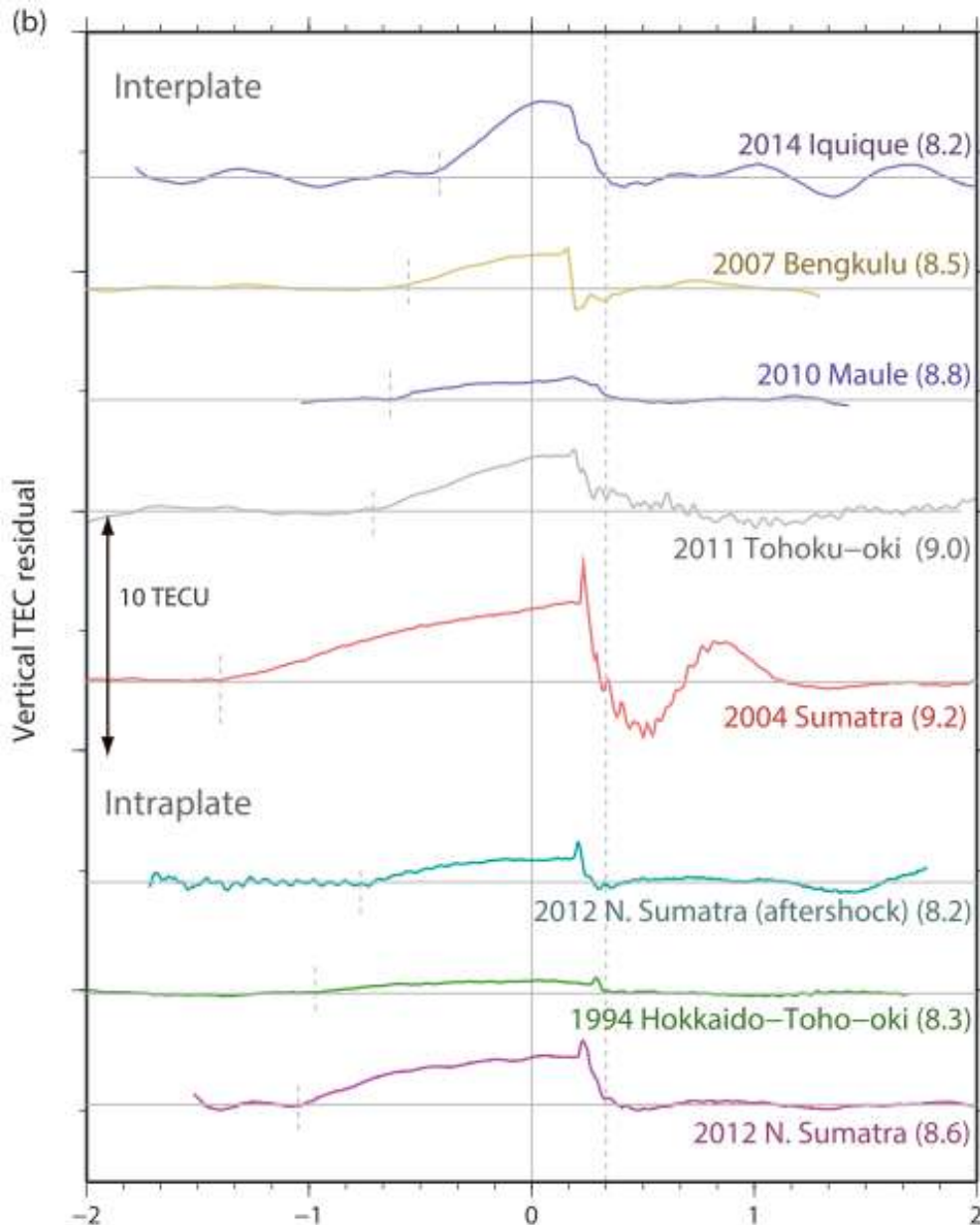
G P S 衛星による全電子数の異常(Heki, 2011)

Positive TEC anomaly precedes the earthquake



データの折れ曲がりをもAIC
で定量的に検出

日置らによる巨大地震（Mw8.2以上） のVTECの直前の折れ曲がり



- 東北地方太平洋沖地震の40分前に電離層電子密度が震源域上空で上昇
- フィッティングカーブのとり方による人為的な現象との批判
- そこでフィッティングカーブを用いることなく、地震発生前のデータだけで折れ曲がりが存在する事を定量的に証明
- 現時点でGNSSデータが使えるMw8.2以上の地震では例外なくこの”折れ曲がり”が直前に出現
- 変化量はバックグラウンドTECとMwとに相関

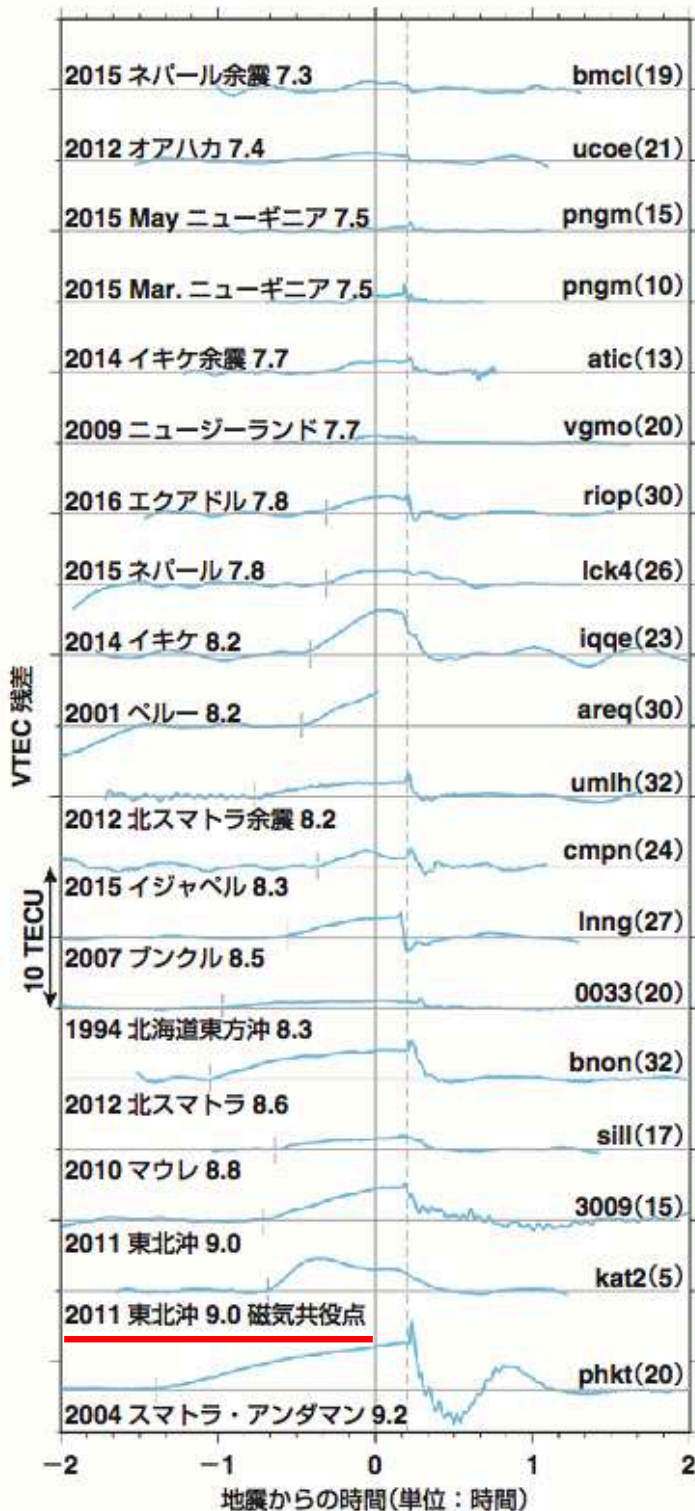
Heki and Enomoto (2015)

最新の知見

- 地磁気共役点でも見える
 - 現象には電場が大きく関係
- M7クラスでは、電子密度がもともと大きい地域（背景TECが大きい地域）でしか確認できない
- 必要十分条件の必要条件は満たしている
- これから十分条件を満たすかの確認作業であるが、これには膨大な時間と計算が必要となる

→ 従来の地震学的な常識と全く異なる結果なので、慎重な解析が特に必要となる

日置, パリティー (2018年2月号)



予測精度向上のための一考察

- 単独の手法で避難行動に結びつくような精度の高い予測は極めて難しい
- 複数の先行現象を組み合わせる事により、予測精度を飛躍的に上昇させる事が可能
- 条件付き確率の考え方の採用（予測精度の向上）
- ただ科学である以上、100%の予知が実現できると言う事はできない。必ず不確定性が残る
- 南海トラフ巨大地震への戦略

深部低周波微動

電離層電子密度の監視（準天頂衛星の利活用）

DONETをはじめとする海底リアルタイム地震活動の監視

前兆すべり