

第 2 2 3 回

# 地震予知連絡会資料

2019 年 5 月 22 日



京都大学防災研究所

## 第223回地震予知連絡会提出資料

### 目 次

#### I. 日向灘の地殻活動等 (3c)

1. 日向灘の地震 (2019年5月10日,  $M_j = 6.3$ ) について . . . 1
2. GNSS観測による日向灘の地震 ( $M6.3$ ) の地殻変動 . . . 4
3. ETASモデルを用いた南海トラフ・日向灘における地震活動の異常性の評価 . . . 6

## 日向灘の地震（2019年5月10日，Mj = 6.3）について

京都大学防災研究所附属地震予知研究センター宮崎観測所

九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター

5月10日08時48分頃，日向灘を震源とするMj6.3の地震が発生し，宮崎市などで最大震度5弱を観測した．震源から約46km離れた宮崎市南部の加江田地区にある宮崎観測所の強震計では，震度3（計測震度3.1）を観測した．図1はHYPOMH（Hirata and Matsu'ura, 1987）により求めた震源の分布で，京都大学・九州大学の準定常観測点のデータを加えて計算を行っている（一部自動処理震源を含む）．今回の地震は1996年10月の地震（Mj6.9）の震源のそばで発生しており，Yagi et al.(1999)によって得られている地震時すべり分布の南側に位置している．今回の地震の約1時間前にはMj5.6の地震が発生しているが，震源はほぼ同じ場所である．また，余震分布も多くは1996年10月の地震の地震時すべり分布の南側に集中している．

今回の地震の震源域よりもさらに浅部のプレート境界では，浅部スロー地震の震源域が広がっている．図1中の灰色の○は浅部低周波微動の震源（Yamashita et al., 2015；渡邊, 2019；山下・他, 2019）を示しており，2013年以降に海底地震観測によって得られたデータから求められている．浅部スロー地震活動については，Mj6.3の地震発生後より浅部低周波微動および浅部超低周波地震の活動が始まった．なお，陸上からのモニタリングで最後に活動が確認されたのは本年2月であり，それ以降発生は確認されていなかった．図2に浅部低周波微動のカウント数（陸上地震観測網での検知数）の時間変化を示す．少なくとも10日10時台には浅部低周波微動の活動が確認されており，11日に一旦活動が落ち着いたが，13日夕方以降に本格的な活動が始まったと考えられ，浅部低周波微動の振幅も大きくなっている．浅部スロー地震は14日現在も活発な活動が継続している．浅部低周波微動について，陸上観測網のデータを用いてエンベロープ相関法による簡易的な震源決定を試みた結果を図1中の赤丸で示している．計算では，深さのパラメータをNakanishi et al. (2018)によるプレート境界モデルの深度に固定し， $V_s=3.5\text{km/s}$ の均質媒質を仮定して計算している．海底データが存在せず，東西方向の震源決定精度が無いいため詳細な議論は難しいが，過去の浅部低周波微動の震源分布や南北方向の広がりを考慮すると，Mj6.3の震源域よりも浅いプレート境界浅部における活動と考えられる．活発な浅部スロー地震活動が地震発生から間を置いて始まっている点は，2016年4月の三重県南東沖における地震（Mj6.5）発生後に活発化した浅部スロー地震活動と似ているようにも見える．

なお，1996年10月の地震では前震活動が確認されており，その震源は地震時すべり分布の北側の縁を沿うように移動し，かつ規模が徐々に大きくなる特徴が見られている（図4：山下・他, 2013）．

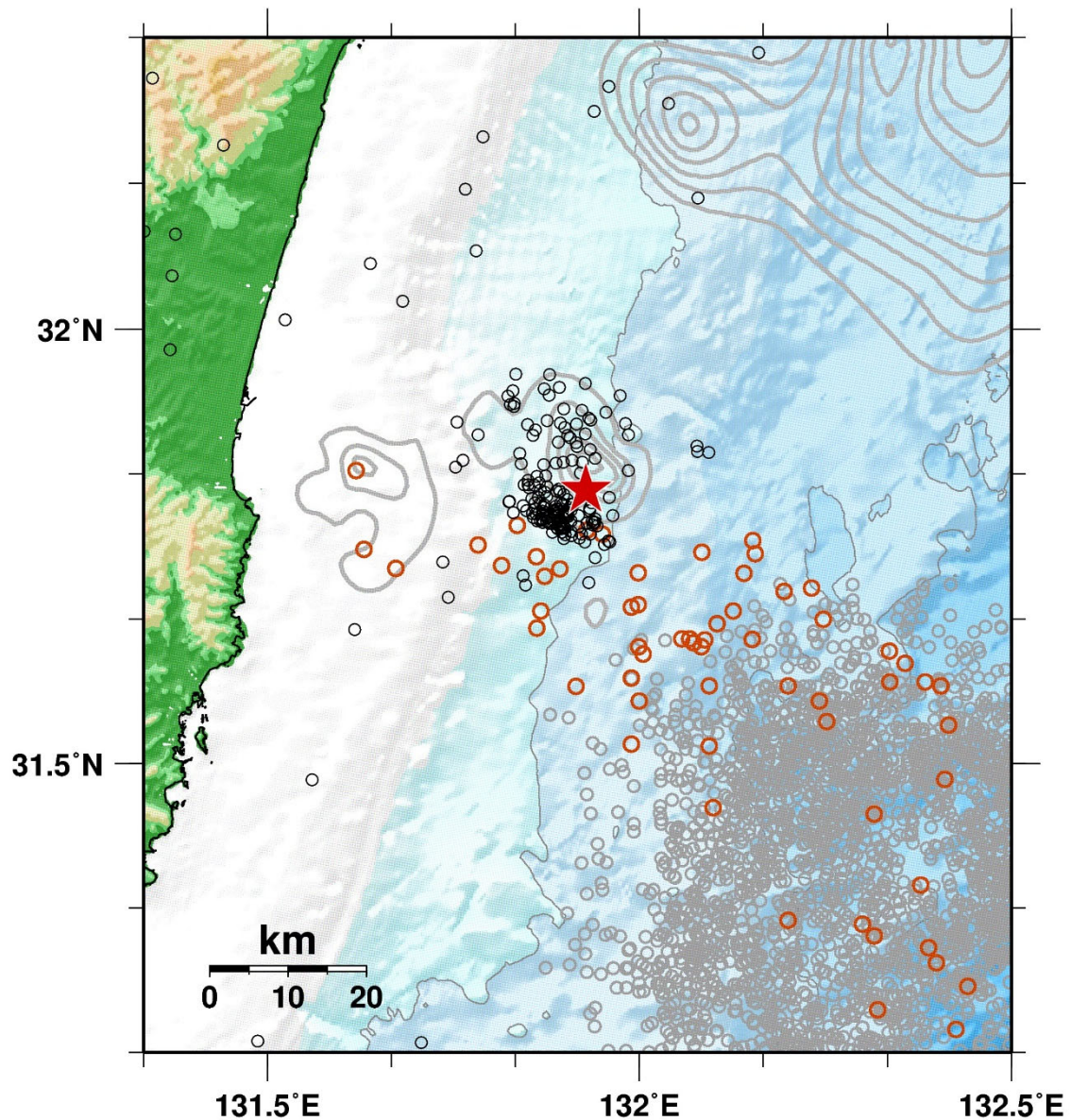


図1 Mj5.6の地震発生以降の地震の分布(黒丸)とMj6.3の震源(赤星), 1996年10月・12月の地震の地震時滑り分布(Yagi et al., 1999), 1968年日向灘地震の地震時滑り分布(八木・他, 1998)でそれぞれ50cmコンター, 海底地震観測で求められた浅部低周波微動の震源(灰丸 2013年~2017年: Yamashita et al., 2015; 渡邊, 2019), 陸上地震観測データから求められた浅部低周波微動の震源(赤丸).

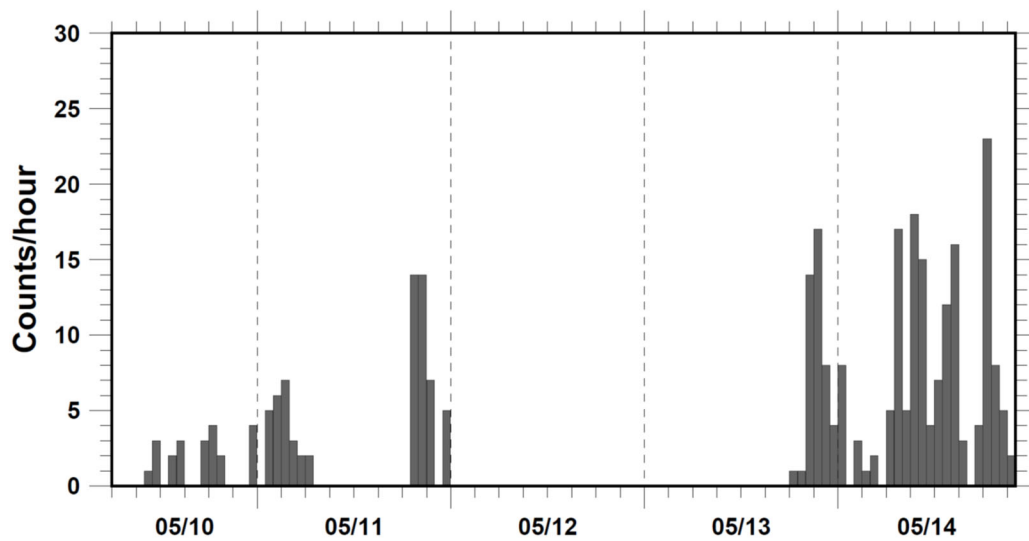


図2 浅部低周波微動の1時間毎のカウント数. 表示期間は5/10 06時~5/14 21時まで.

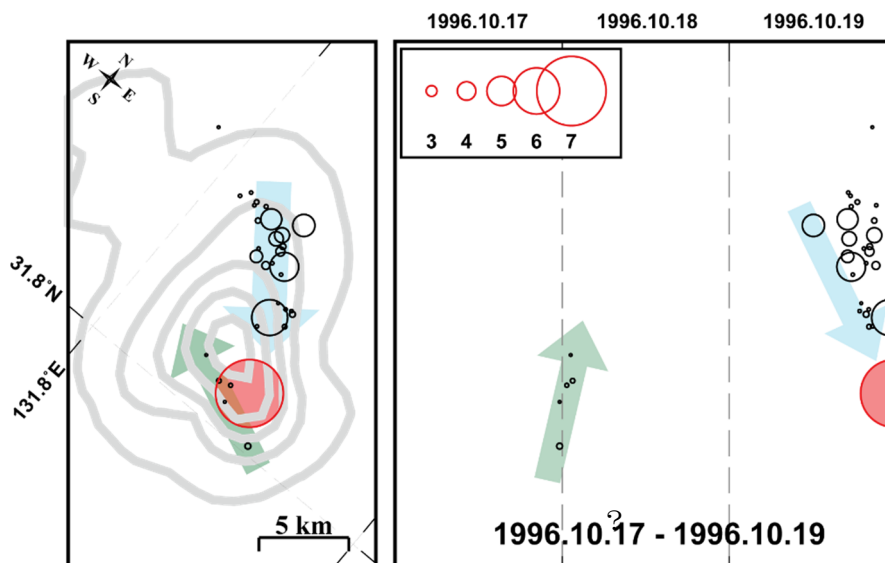


図3 1996年10月の地震発生前における地震活動の時空間変化(山下・他, 2013). 震源は三次元速度構造(Yamamoto et al., 2013)を用い, 九州大学と気象庁の検測値を統合して再決定している. 左図のコンターはYagi et al. (1999)による1996年10月の地震の地震時滑り分布(50cmコンター).

謝辞: 本報告では, 気象庁による検測値および気象庁・防災科学技術研究所・鹿児島大学・九州大学・京都大学の地震波形データを使用しました. 2014年以降の浅部低周波微動のデータは, 文部科学省委託事業「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」によって取得されました.

## GNSS 観測による日向灘の地震 (M6.3) の地殻変動

京都大学防災研究所地震予知研究センター

京都大学防災研究所地震予知研究センターでは、日向灘沿岸のスロー地震等を観測するため、宮崎県内の 13 か所で GNSS 連続観測を行っている。これらの観測点において、2019 年 5 月 10 日の日向灘の地震 (M6.3) に伴う地殻変動が観測された。地震時の地殻変動として、宮崎県南部の日向灘沿岸の観測点を中心に、最大 1cm 程度の南東～東向きの水平変動が観測された (図 1)。最近約 6 ヶ月間の日座標値時系列 (図 2) では、地震時のステップは明瞭に見られるが、顕著な余効変動は見られない。地震時の地殻変動からプレート境界面上を仮定して半無限弾性体媒質中での矩形断層モデルを推定する (Nishimura et al., 2013) と、矩形断層の辺縁部に比較的余震が多く、概ね余震分布と整合的な位置の断層モデルが推定された。推定された地震モーメント ( $M_w$  6.35) は、地震波解析の結果よりやや大きいものの、この程度の違いは他の地震でも見られるものである。

**謝辞：**本資料で用いた京都大学の GNSS 観測点は、科学研究費補助金新学術領域「スロー地震学」、京都大学防災研究所拠点研究、災害軽減のための地震火山観測研究計画の経費によって設置されました。また、本資料では、国土地理院、九州大学、高知大学、神戸大学、IGS (JAXA) が管理している GNSS 観測データも使用させていただきました。また、震源のプロットには気象庁一元化震源データを使用しました。ここに記して感謝いたします。

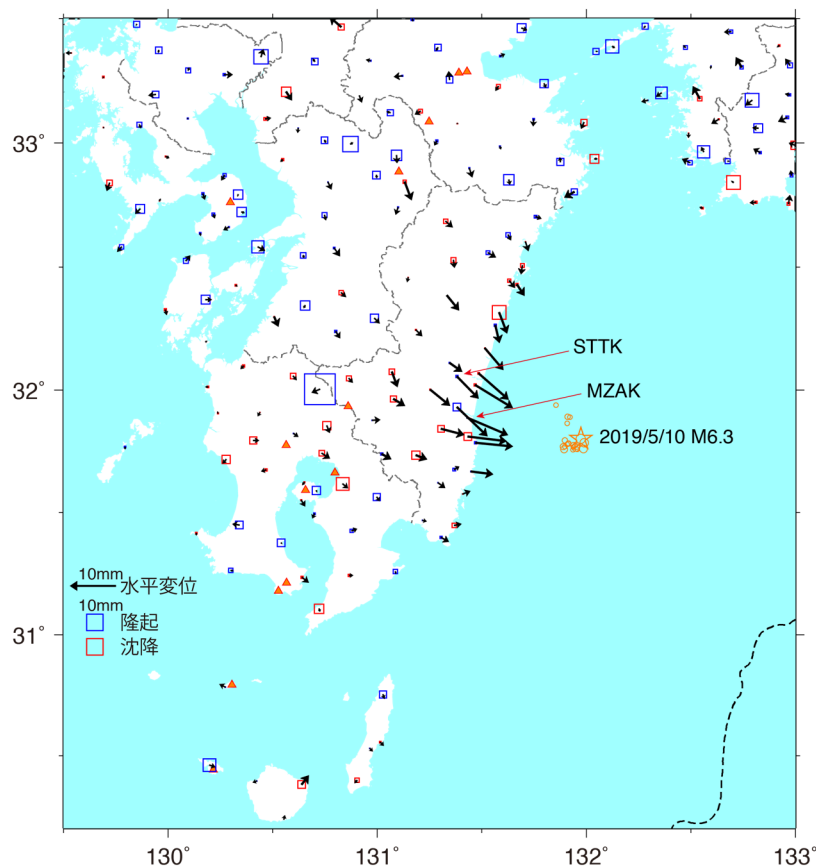


図 1 地震時地殻変動ベクトル図。地震前 (4/30-5/8) と地震後 (5/10-11) の日座標値の平均の差を示す。

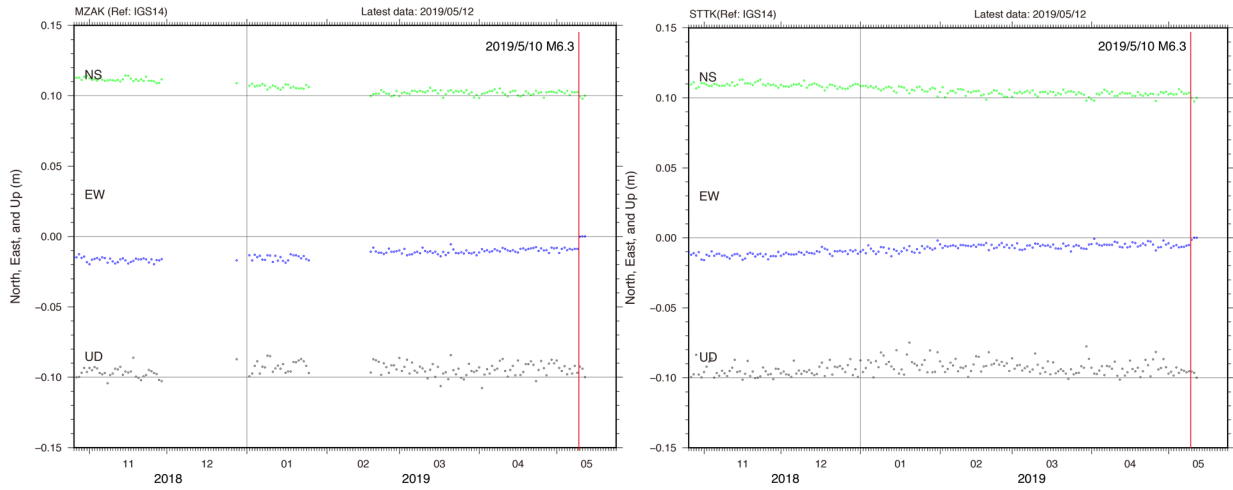


図2 MZAK観測点とSTTK観測点における最近半年間の日座標値時系列。座標値はJPL速報暦とGIPSY6.4を用いて精密単独測位法で計算した。座標基準系はIGS14。観測点の位置は図1に示す。

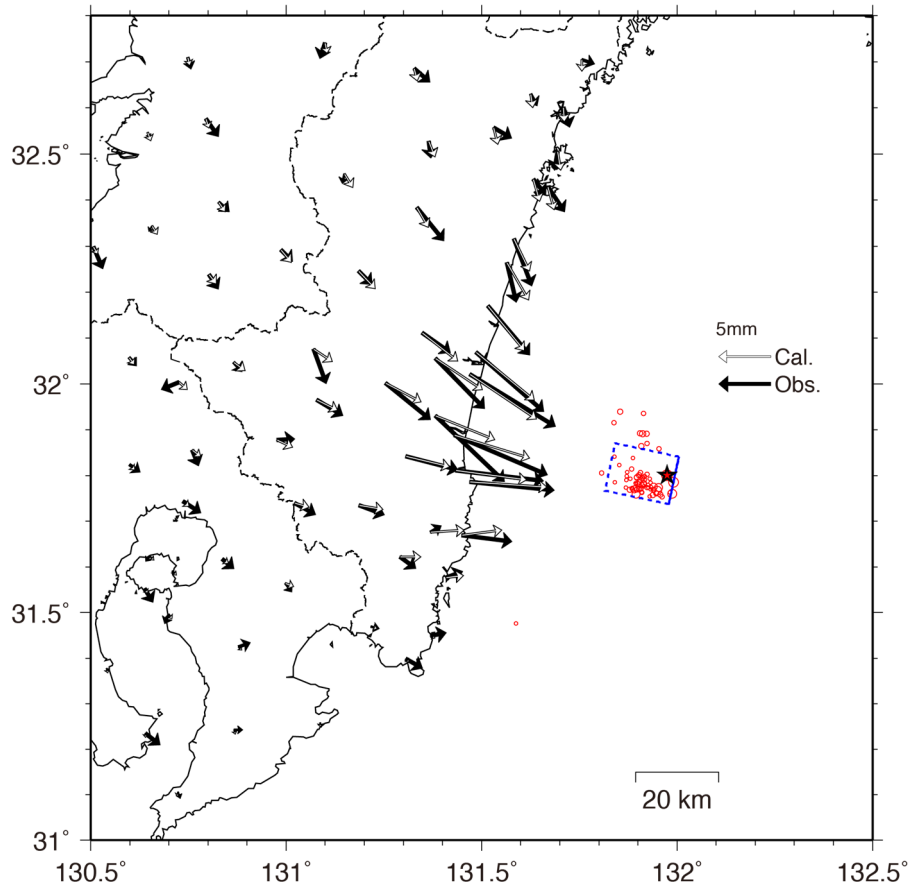


図3 矩形断層一様すべりを仮定した震源断層モデル。青の矩形領域が推定された断層位置を表し、実線が浅い辺を表す。赤丸は気象庁一元化に基づく余震分布(5/10発生分)。矩形断層モデルは、Nishimura et al. (2013)で用いた手法と同様に、プレート境界面に合うように深さ、傾斜、走向を固定して、断層面の水平位置、すべり角、すべり量を推定している。

表1 推定された震源断層モデルのパラメータ。位置は矩形断層の北上端。剛性率は40GPaを仮定

緯度 Lat. (°)	経度 Long. (°)	上端深さ Depth (km)	長さ Length (km)	幅 Width (km)	走向 Strike (°)	傾斜 Dip (°)	滑り角 Rake (°)	滑り量 slip (m)	$M_w$
31.841	132.004	15.0	11.7	16.1	191	12	65	0.557	6.35



## ETAS モデルを用いた南海トラフ・日向灘における地震活動の異常性の評価

京都大学防災研究所地震予知研究センター

ETAS モデル(Ogata, 1988)を用い、南海トラフ・日向灘における地震活動の異常性の評価を行った。解析期間は、2018年5月14日から2019年5月13日(期間1)と1995年12月4日から1996年12月3日(期間2)である。期間1は2019年5月10日の日向灘の地震(M6.3)を、期間2は1996年10月19日と12月3日の日向灘の地震(それぞれM6.9とM6.7)を含む。まず、期間1と2の地震活動(気象庁カタログ内の $M \geq 3$ の地震)に対し、それぞれETASモデルのパラメータを推定した。その際、それぞれの期間に先行する2年間の地震活動も使用した。つぎに、観測された地震発生頻度以上の地震発生頻度をETASモデルで実現できる確率を計算した。この確率が低いほど、地震活動の異常性が高いと言える。確率の計算にはNishikawa & Ide (2017)を改良した手法を用いた。詳細は <https://sites.google.com/site/tomoakinishikawahomepage/home/今日の地震活動> を参照されたい。

結果は以下の通りである。期間1では2019年3月27日にM6.3の地震のおよそ50km北側でM5.4の地震が二個立て続けに発生しており、地震活動が活発化していた(確率は0.005%) (図1)。2019年4月9日から5月9日には、 $M \geq 3$ の地震は観測されず静穏だった(31日間、地震が発生しない確率は3%)。5月10日にはM6.3の地震とその前震が発生した。5月10日7時43分のM5.6の地震後、8時48分の本震までに5個の前震が観測された。一方、ETASモデルで5個以上の地震発生数を実現できる確率はおよそ10%であり、顕著な異常とは言えない。5月11日から5月13日の余震活動は全て10%以上の確率を示しETASモデルでよく説明できた(図1)。

期間2では1996年10月19日にM6.9の地震が発生した(図2)。この地震は活発な前震活動を伴った(確率は0.04%)。10月21日から12月2日の余震活動は、変動はあるものの概ね10%以上の確率を示し、ETASモデルでよく説明できた(図2)。翌12月3日にはM6.7の地震が発生した。この地震は10月の地震とは異なり、顕著な前震活動を伴わなかった。

1996年の一連の地震活動では、10月のM6.9の地震の余震活動が順調に減衰していたにもかかわらず、一ヶ月半後にM6.7の地震が発生した。この点は注目に値する。

謝辞:本解析には気象庁カタログを使用しました。記して感謝申し上げます。



ETAS parameters: alpha, c, K, p, mu

2.003766, 0.003933, 0.001332, 1.298587, 0.105656

Number of events since 2016

158

3月末に活発化 (確率 0.005%)

2019/05/13 までの地震活動

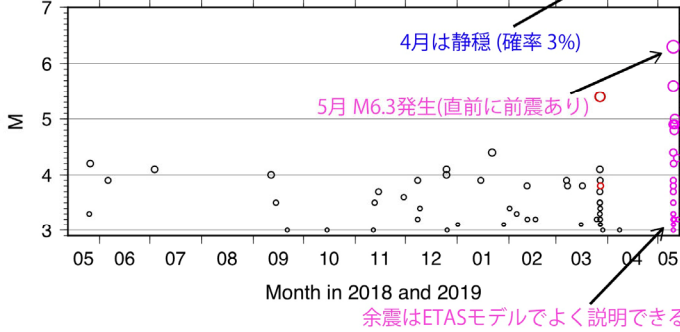
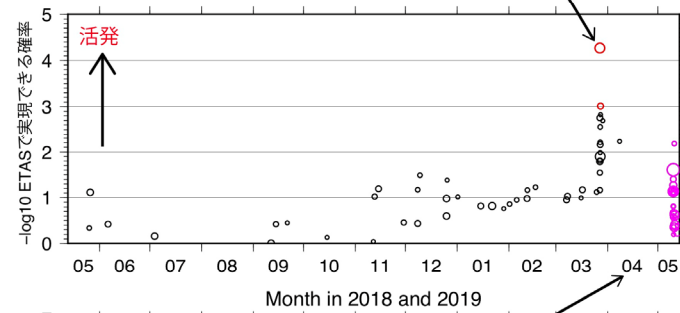
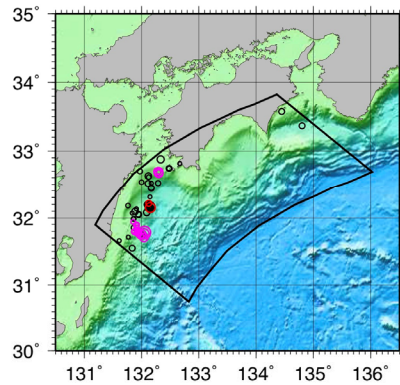


図1 左図は2018年5月14日から2019年5月13日までの震央分布。黒丸が震央、赤紫色の丸は2019年5月10日から13日までに発生した地震の震央。赤丸はETASモデルで実現できる確率が0.1%以下の地震の震央。黒い実線は解析領域を示す。右下図はM-Tダイアグラム。右上図はETASモデルで実現できる確率の推移。

ETAS parameters: alpha, c, K, p, mu

1.480550, 0.006817, 0.006628, 1.000000, 0.092246

Number of events since 1993

167

活発な前震活動 (確率 0.04%)

1996/12/03 までの地震活動

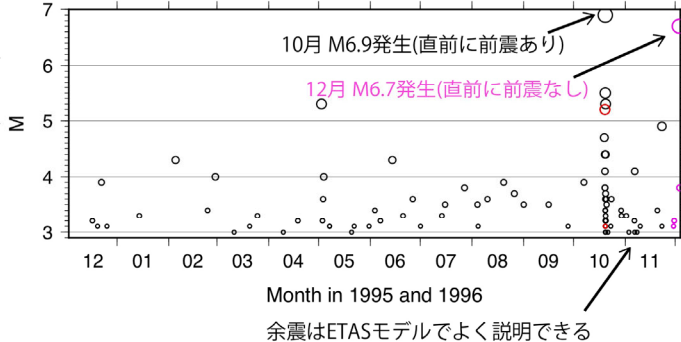
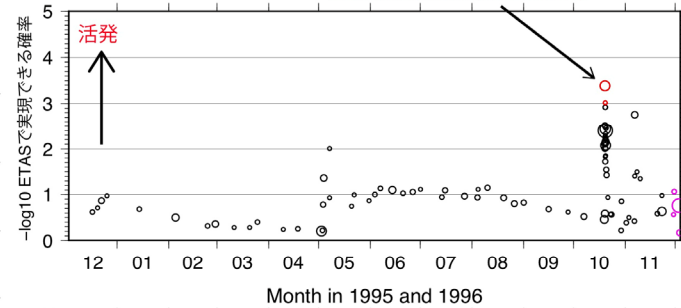
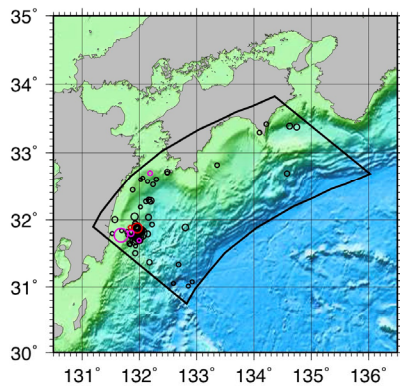


図2 左図は1995年12月4日から1996年12月3日までの震央分布。黒丸が震央、赤紫色の丸は1996年11月30日から12月3日までに発生した地震の震央。赤丸はETASモデルで実現できる確率が0.1%以下の地震の震央。黒い実線は解析領域を示す。右下図はM-Tダイアグラム。右上図はETASモデルで実現できる確率の推移。