

12-5 海域及び島嶼域観測による南西諸島北部域の地震活動・地殻変動モニタリング Monitoring of seismic activity and crustal deformation in the sea bottom and islands in and around northern part of Nansei Syoto Islands.

八木原 寛 (鹿児島大学・南西島弧地震火山観測所)

Hiroshi Yakiwara (Nansei-Toko Observatory for Earthquakes and Volcanoes,
Kagoshima University)

日向灘より南の領域は、陸域が海溝軸から 100~200 km 離れて島弧軸方向に並ぶ孤立型小規模離島に限定されるため、プレート境界域の微小な地震活動の詳細を捉えにくい。テレメータによる定常及び臨時地震観測点、及び GEONET 観測点の配置 (第 1 図, 及び第 2 図) は、屋久島から奄美大島の間領域において、観測点密度がその他の領域に比較して著しく低い。Nishimura(2014)¹⁾は、南西諸島海溝沿いの短期的 SSE 活動を明らかにしたが、トカラ列島の東方は観測点が少ないことに起因して resolution が低い領域としている。以上のことから鹿児島大学・京都大学・九州大学・東京海洋大学・東京大学は、2014~2018 年度にかけてトカラ東方海域において長期観測型海底地震計を用いた準定常海底地震観測を実施するとともに、鹿児島大学は島嶼域 (有・無人離島) において中長期に地震・GNSS 観測を実施してきた。ここでは、これらの観測から得られた震源再決定の結果、沖縄トラフ北端部の拡大率、浅部低周波微動の活動、及び日向灘~奄美大島北東海域にかけての準静的すべり速度について示す。

1. 震源再計算

準定常地震観測網 (第 1 図) で得られた観測データを用い、トモグラフィの手法で観測点補正值と 3D 速度モデルを解析した上で震源を再計算するとともに一元化震源と比較した (第 3 図)。再計算の結果、プレートの沈み込みに伴う地震面の形状が明瞭になっただけでなく、特に屋久島南方からトカラ東方海域にかけての領域で、一元化震源に比較して再決定された震源が 50km を超えて浅く決定されたものもある。なお、第 3 図の領域 C において、再計算では深さ 20km 前後に決定された活動域について、L1~L6 のデータを除外して震源計算を試行したところ、震源は深さ 50km 前後に決定された。このことは、プレート境界域の震源 (特に深さ) の精度を確保し、活動の詳細を把握するには海域観測が不可欠であることを示す。

2. 沖縄トラフ北端部の拡大率

九州南部~南西諸島北部域のプレート境界域の固着域や固着率を精度良く推定するためには、背弧活動の場である沖縄トラフの拡大の効果の考慮が不可欠である。本研究観測の開始まで、沖縄トラフを挟んだ近傍の島嶼での地殻変動観測はなされていなかった。そこで、沖縄トラフ北端部に近接した無人島を含む鹿児島大学の島嶼域観測点のデータとともに九州中南部以南の GEONET のデータを解析した (第 2 図)。各観測点の ITRF2008 座標系における変位速度ベクトルを求めた後、沖縄トラフ北端の東側に近接した UJIS (宇治島) を固定とし、さらにフィリピン海プレートが沈み込む方位 (N303°E) の変位速度成分を求めた (第 4 図)。その結果、沖縄トラフ北端の西側に近接した MESM (女島) と UJIS との間の拡大率が約 5 mm/yr. であることが、実測により初めて推定された。

3. 浅部低周波微動

これまでの島嶼域地震観測点網のデータから、南西諸島北部域でも低周波微動の活動が活発であ

ることが示唆されていた。2014年4月～2017年4月の約3年間について、海域の準定常海底地震観測点で取得されたデータを解析した結果、3年間に少なくとも6回のスロー地震（低周波微動活動：2014年5～6月，2014年11月，2015年10月，2016年2月，2017年2月，2017年3月）を検出した（第5図）。このうちいくつかの活動は，短期的SSEの活動ともタイミングが調和的であることが分かった（西村，私信）。南西諸島北部域のプレート境界浅部において深部スロー地震と同様に短期的SSEと浅部低周波微動が同期発生しているとみられる。さらに，南西諸島北部域の低周波微動の活動時に日向灘でも低周波微動が観測された。広域（日向灘～南西諸島北部域）にわたって同時にスロー地震が活発化する何らかのメカニズムの存在が示唆される。

4. 準静的すべり速度の時間変化

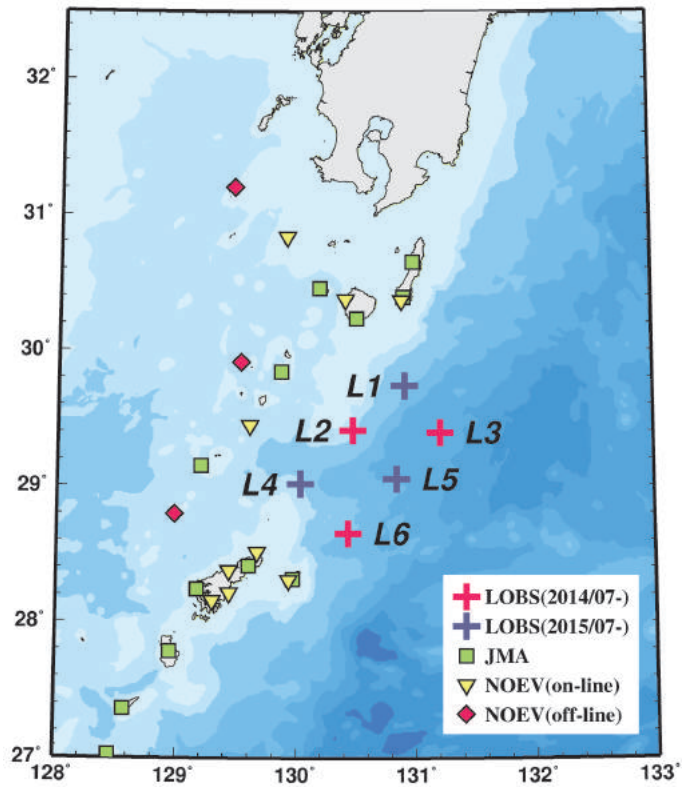
島嶼域地震観測点で得られた中長期の連続データを用い，バースト的な活動を除いたプレート境界域での相似地震（小繰り返し地震）の解析により日向灘～南西諸島北部域の小領域の準静的すべり速度を求め，その時間変化について調べた（第6図）。喜界島北部（領域K）を除く9領域で，2015年頃から準静的すべり速度がほぼ同期して変化していることが分かった。2014年以前の約15年間については，いずれの領域ともに準静的すべり速度の変化は小さい。すなわち，準静的すべり速度が2015年頃から日向灘から奄美大島近海に至る広域でほぼ同時に変化したことが示唆される。前項に述べた浅部スロー地震の活発化と同様に，準静的すべり速度についても広域（日向灘～南西諸島北部域）にわたる同時変化が検出された。

謝辞

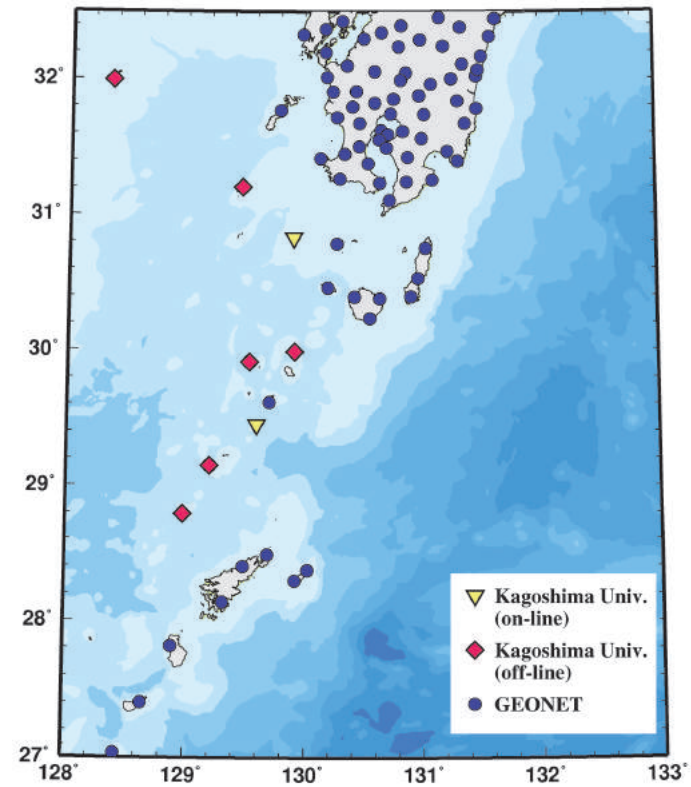
本観測研究を実施するにあたり，気象庁，防災科学技術研究所（Hi-net），国土地理院（GEONET）の観測データを使用させていただきました。また，東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けました。以上の皆様に，記して感謝申し上げます。

文献

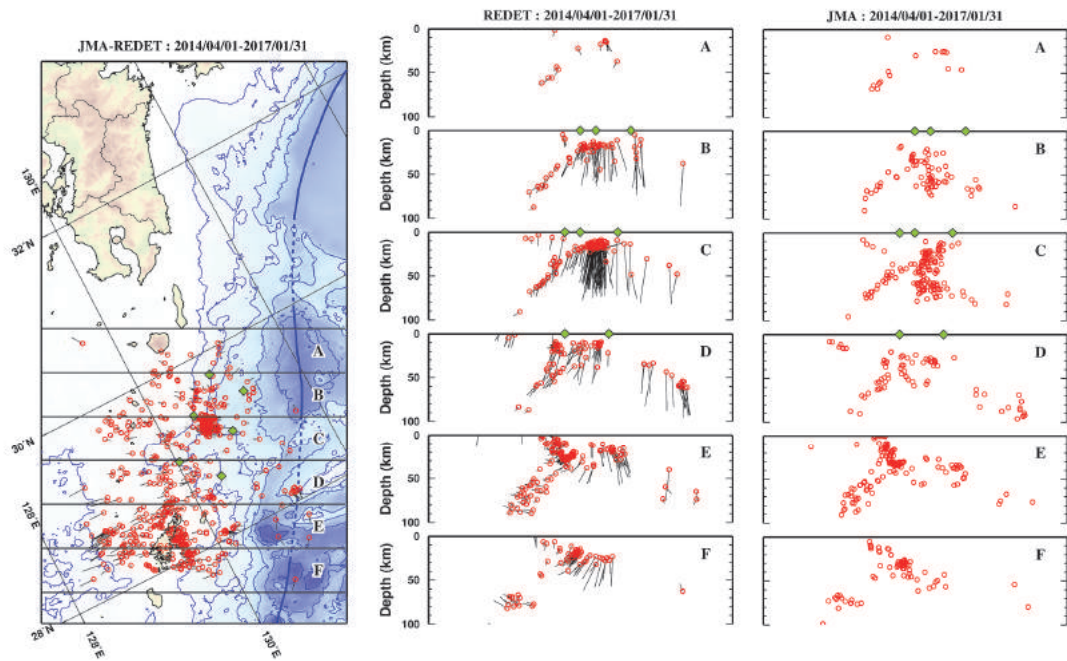
- 1) Nishimura T (2014), Short-term slow slip events along the Ryukyu Trench, southwestern Japan, observed by continuous GNSS, *Progress in Earth and Planetary Science* 2014, 1:22, doi:10.1186/s40645-014-0022-5.



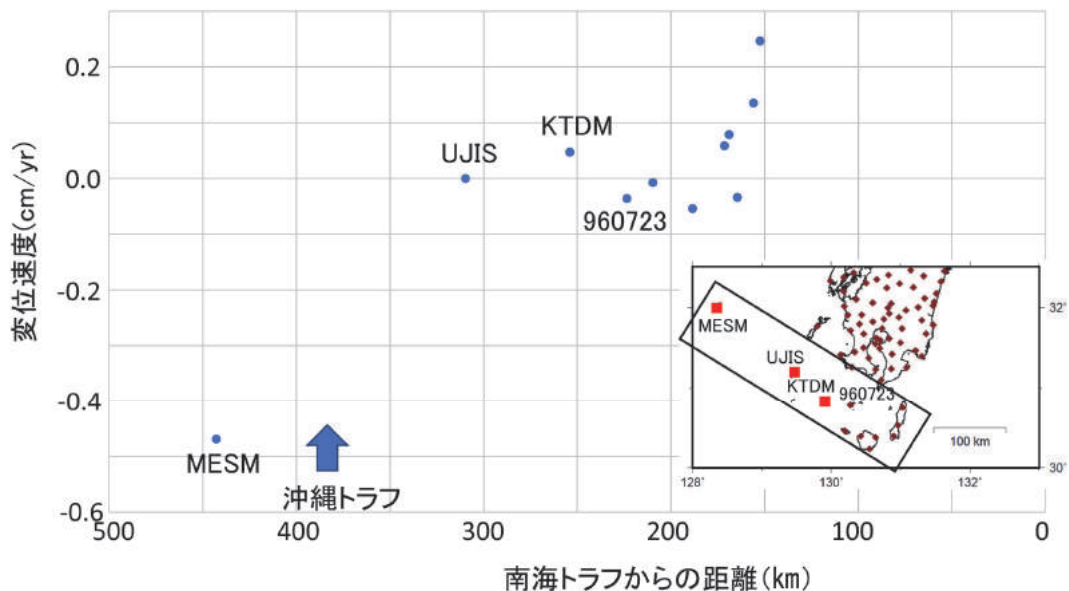
第 1 図 南西諸島北部域の海域及び島嶼域における地震観測点の配置.
 Fig. 1 Distribution of seismic stations in the bottom of the sea and islands
 in and around northern part of Nansei Syoto Islands.



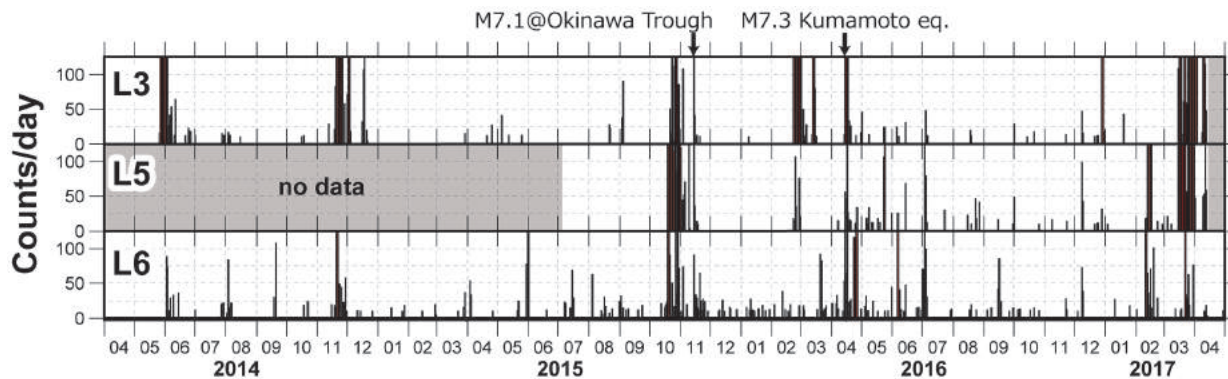
第 2 図 南西諸島北部域の島嶼域における GNSS 観測点の配置.
 Fig. 2 Distribution of GNSS stations in and round northern part of Nansei
 Syoto Islands.



第3図 海域及び島嶼域観測で再決定された震源分布と気象庁一元化震源分布との比較。
 左) 再決定された震央分布. 中) 再決定された震源の垂直断面. 右) 気象庁一元化震源の垂直断面. 中図の線の先端が一元化震源を, 赤丸が再決定された震源を示す。
 Fig. 3 Comparison of the hypocenter distributions. Left) Epicenter distribution relocated in this monitoring. Middle) Cross Sections of the relocated hypocenter distribution (red circles) along each cross section. Right) Hypocenter distribution by JMA unified catalog. The tip of the line in the middle figure shows the position of the hypocenter in the JMA catalog.

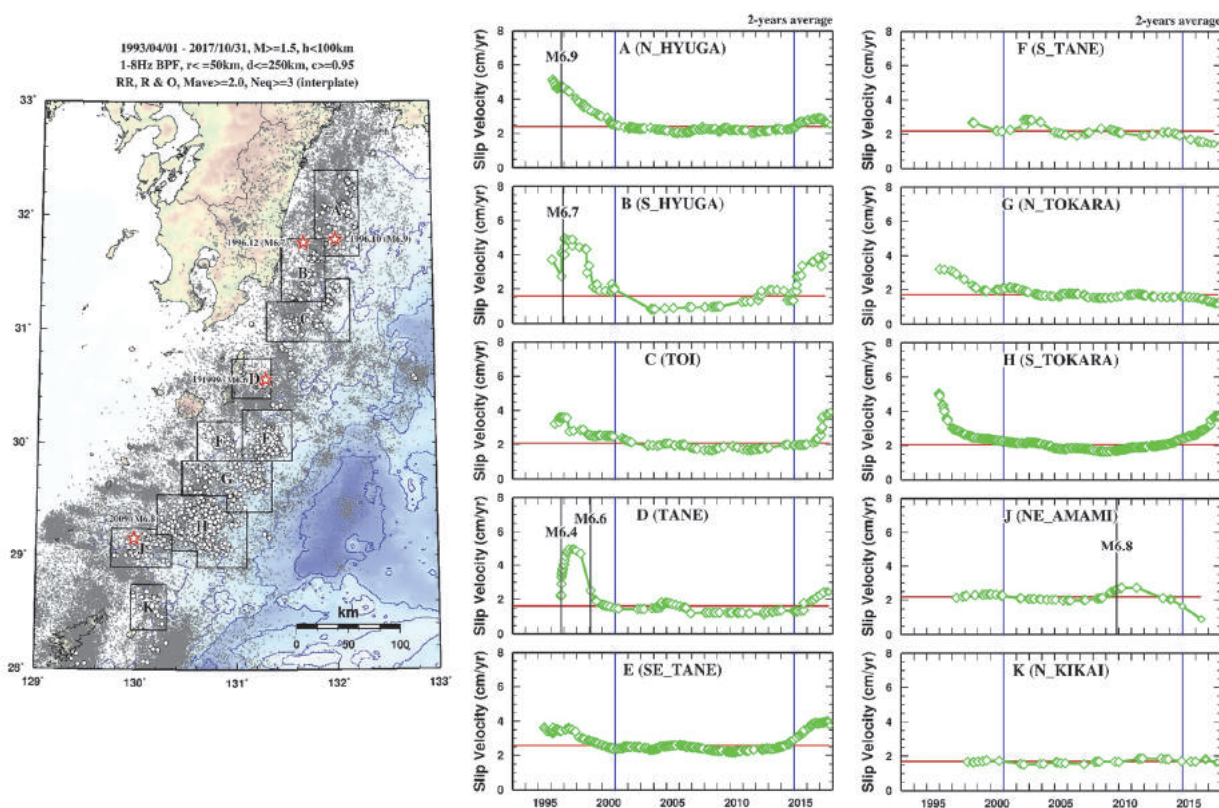


第4図 GNSS 観測で推定された沖縄トラフ北端部の拡大率。
 UJIS を固定とし, 各プロットは, 各観測点の変位速度の方位 303° への成分を示す。
 横軸は南海トラフからの距離を示す. 矢印は, 横軸上の沖縄トラフの位置を示す。
 Fig. 4 Estimated expansion rate of northern most part of Okinawa Trough derived from GNSS observations. Plots are the observed displacement velocities along the direction 303 degrees which is the subduction direction of Philippine Sea Plate. The lateral axis shows the distance from Nankai Trough. An arrow indicates the position of the axis of Okinawa Trough on the lateral axis.



第 5 図 低周波イベント（浅部低周波イベントに相当）の海域観測点における日別検出数。ただし、2015 年 11 月の薩摩半島西方沖地震（M7.1）と 2016 年熊本地震時の回数増加は、これらの顕著な地震の余震を誤検出している。

Fig. 5 Daily detection frequency of shallow low-frequency tremor using long-term ocean bottom seismographs (Yamashita et al., in prep.). The increases of the frequency at the same time as M7.1 at Okinawa Trough and M7.3 Kumamoto Earthquake may show false detection of the aftershocks and the tremor.



第 6 図 日向灘～南西諸島北部域の小領域（A～K）ごとの準静的すべり速度の時間変化。

Fig. 6 Time changes of quasi-static slip velocities for every 10 subregions (A～K). The circles are the former average slip velocities of 2 years since a repeating earthquake was generated. The horizontal red lines show long-term average slip velocities for every subregion.