

9-2 西南日本における短期的スロースリップイベント (2009年12月～2010年4月)  
**Short-term slow slip event with non-volcanic tremors in southwest Japan  
(December, 2009 - April, 2010)**

防災科学技術研究所  
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2009年12月から2010年4月にかけて西南日本の深部低周波微動<sup>1)</sup>に同期して発生した短期的スロースリップイベント<sup>2,3)</sup>(SSE)について報告する。この期間の短期的SSE活動の特徴として、1) 2009年秋から始まった豊後水道長期的SSE<sup>4)</sup>、2) 豊後水道域での深部低周波微動の活発化<sup>1)</sup>、3) 足摺岬沖での浅部超低周波地震<sup>5)</sup>(VLFE)活動の活発化<sup>6)</sup>、という3つのスロー地震活動と同期して、四国西部における短期的SSEの発生間隔が通常よりも短くなっており、活発化していることが挙げられる。

(1) 2009年12月 四国中部

12月27日頃から四国中部の観測点において、深部低周波微動と同期した短期的SSEによる傾斜変動がとらえられた(第1図)。最大変動量はSJOHで約 $0.1 \mu \text{ rad}$ であった。また、29日頃に明瞭な傾斜変動パターンの変化が見られたため、その前後で2つの期間に分けて震源モデルの推定を行った。それぞれの期間に推定された短期的SSEの震源モデルを第2図に示す。微動・VLFE活動域の移動とほぼ同期したすべり域の移動が見られた。

(2) 2010年2-3月 四国西部

2月20日頃から観測点IKTH, MISHで $0.05 \mu \text{ rad}$ 程度の傾斜変動がとらえられた(第3図)。その後27日頃から四国西部の内陸の観測点でも傾斜変動がとらえられた。前者は豊後水道域、後者は四国西部の内陸部での微動活動の活発化と同期しており、短期的SSEによる変動と思われる。2月27日から3月6日の傾斜変動から推定した短期的SSEの断層モデルを第4図に示す。推定された断層モデルは、この期間に発生した微動およびVLFEの活動域とほぼ調和的な位置に推定された。四国西部で発生した短期的SSEは2009年11月(Mw 6.1)以来約4ヶ月ぶりであり、この地域の通常の発生間隔である6ヶ月と比較すると2ヶ月程度早まっている。

(3) 2010年3-4月 四国西部

3月27日から4月1日にかけて四国西部の観測点において、微動・VLFEと同期した傾斜変動がとらえられた(第5図)。MISH, IKTH, OOSH, TBEHで $0.1 \mu \text{ rad}$ 程度の変動が見られた。観測された傾斜変動から推定した短期的SSEの断層モデルを第6図に示す。断層面の位置は微動・VLFEの活動域とほぼ重なる。(2)の2010年2-3月のイベントから1ヶ月しかたっておらず、豊後水道での長期的SSEに伴って、四国西部での短期的SSE活動が活発化している可能性がある。同様の活発化は、2003年の豊後水道長期的SSE発生時にも報告されている<sup>3)</sup>。

## 謝辞

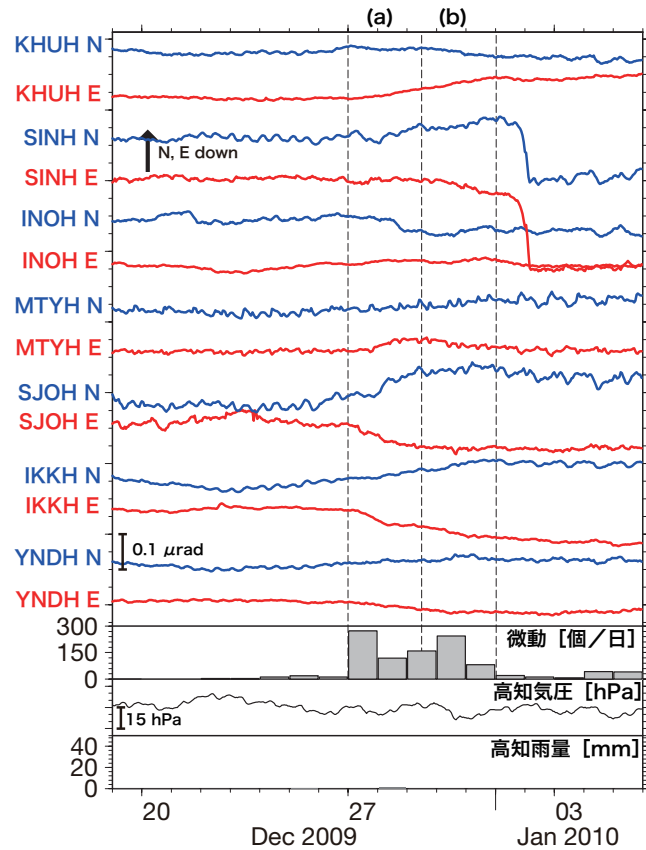
気象庁のホームページで公開されている気象台等の気象観測データを使用させていただきました。記して感謝いたします。

(木村武志・木村尚紀・廣瀬仁・小原一成・関根秀太郎)

Takeshi Kimura, Hisanori Kimura, Hitoshi Hirose,  
Kazushige Obara, and Shutaro Sekine

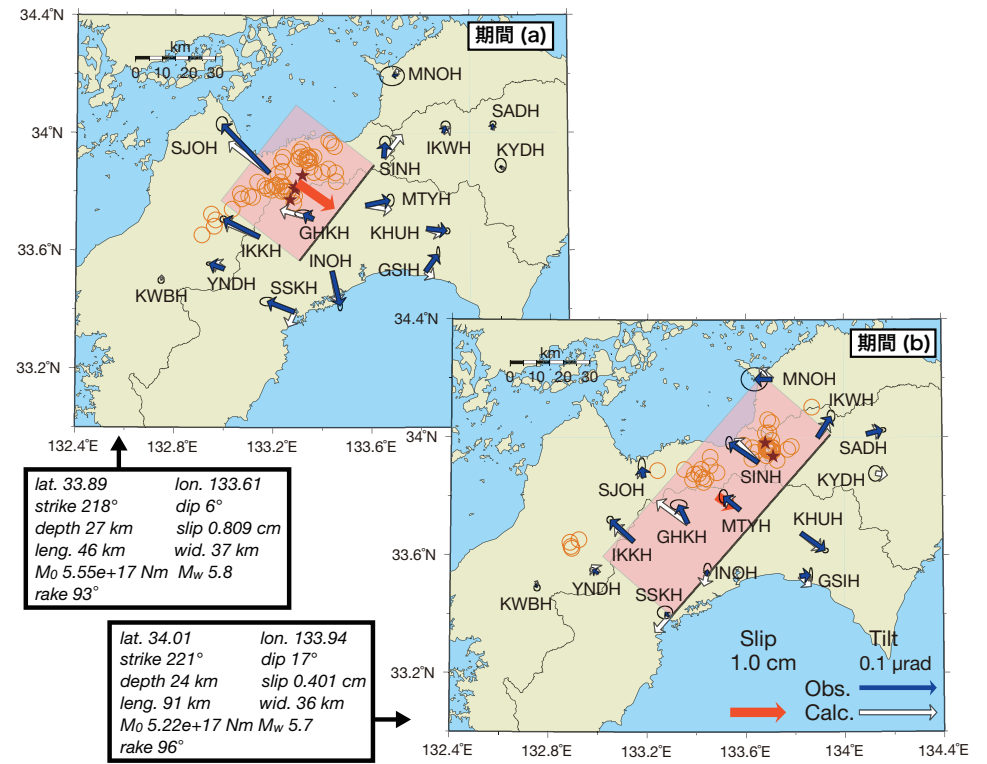
## 参 考 文 献

- 1) 松澤孝紀ほか, 西南日本における深部低周波微動活動 (2009年12月—2010年4月), 連絡会報, 84, 374-378.
- 2) Obara, K., H. Hirose, F. Yamamizu, and K. Kasahara, Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31 (23), doi:10.1029/2004GL020848, 2004.
- 3) Hirose, H. and K. Obara, Repeating short- and long-term slow slip events with deep tremor activity around the Bungo channel region, southwest Japan, *Earth Planets Space*, 57 (10), 961-972, 2005.
- 4) 木村武志・廣瀬仁, 豊後水道長期的 SSE に伴う傾斜変動, 連絡会報, 84, 398-401.
- 5) Ito, Y., K. Obara, K. Shiomi, S. Sekine, and H. Hirose, Slow Earthquakes Coincident with Episodic Tremors and Slow Slip Events, *Science*, 315, 503-506, 2007.
- 6) 浅野陽一, 日本周辺における超低周波地震活動 (2009年11月—2010年4月), 連絡会報, 84, 6-7.
- 7) Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe, M. Ishiguro, A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, 104, 507-516, 1991.



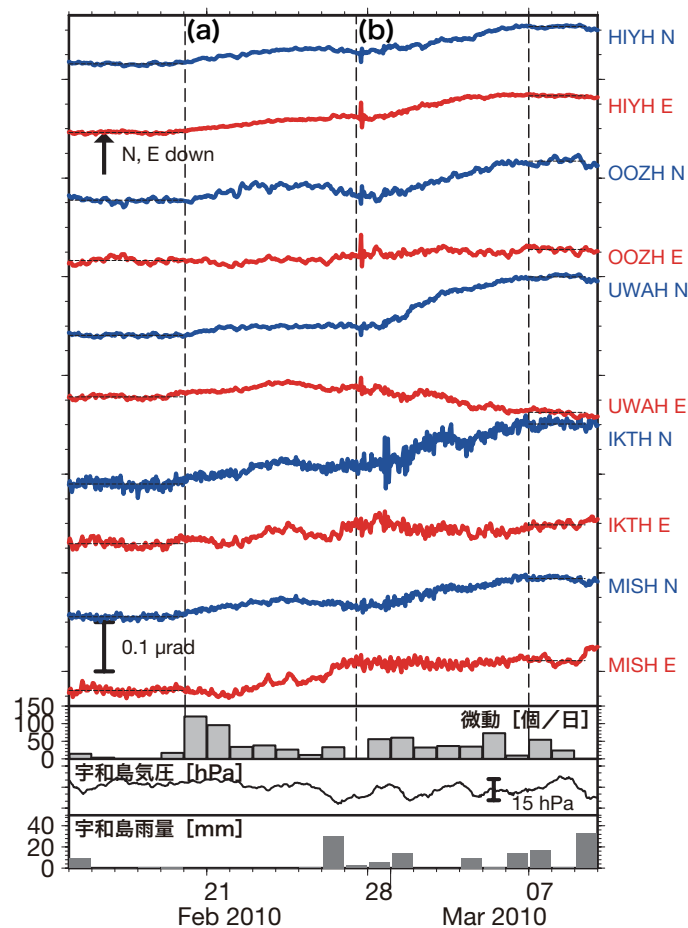
第1図 2009年12月19日から2010年1月5日までの四国中部の観測点での傾斜時系列。観測点位置は第2図に示した。上方向が北・東下がりである。BAYTAP-G<sup>7)</sup>により気圧応答・潮汐成分を除去し、さらにリニアトレンドを補正した記録を示している。同地域の微動活動度、高知での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 1 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation in the central Shikoku Island from December 19, 2009 to January 5, 2010. 'N' and 'E' followed by a station code with four characters denote the northward and eastward ground down components, respectively. The atmospheric pressure and precipitation were observed at JMA Kochi meteorological observatory. Station locations are shown in Fig. 2. The records are plotted after removing tidal components and atmospheric pressure response estimated by BAYTAP-G<sup>7)</sup> and linear trend.



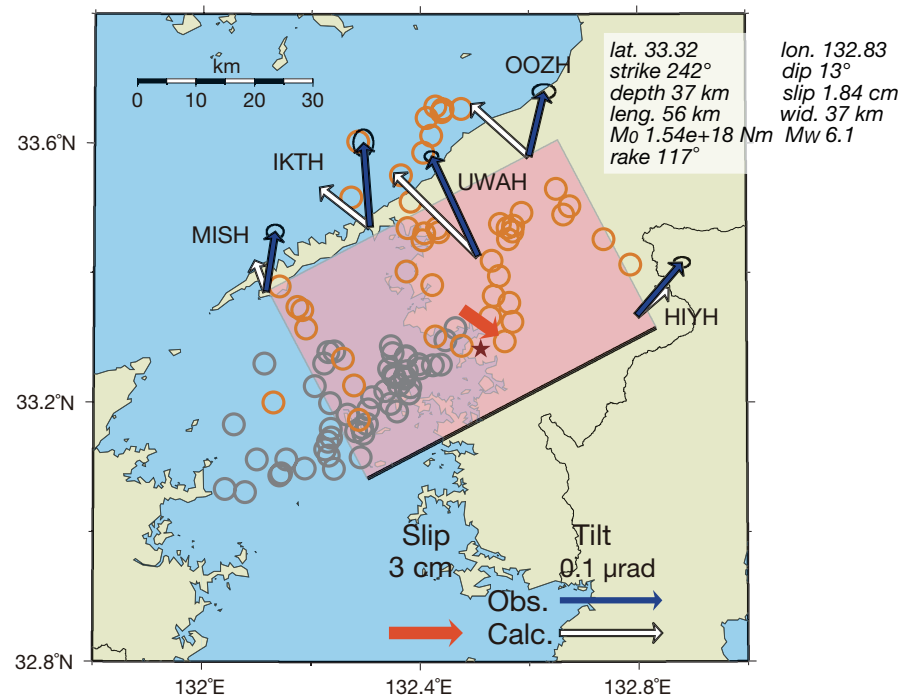
第2図 2009年12月四国中部 SSE の断層モデル。第1図の期間 (a), (b) に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)・このデータから推定された SSE の断層モデル(赤矩形・矢印)・モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す。同じ期間の1時間ごとの微動エネルギーの重心位置を橙色円, VLF E の震央を星印で示す。

Fig. 2 Observed tilt changes (blue arrows), the estimated fault slip (a red arrow) and rectangular fault location and geometry (a pink rectangle) based on the tilt change vectors, and the calculated tilt changes due to the fault model (open arrows) for periods (a) and (b) in Fig. 1. Orange circles and stars show centroids of energy released by tremors per hour and VLF E s occurred in this time period, respectively.



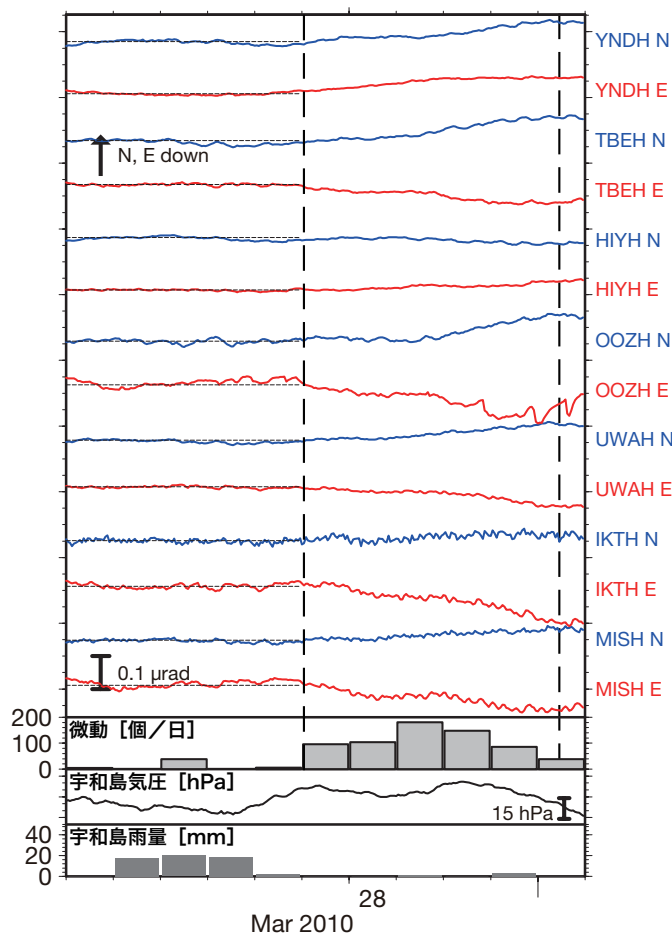
第3図 2010年2月15日から3月9日までの四国西部における傾斜時系列，図示方法は第1図と同様．同地域の微動活動度，宇和島での気圧変化および雨量をあわせて表示した．

Fig. 3 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation in the western Shikoku Island from February 15 to March 9, 2010. Plotting method is the same as Fig. 1. The atmospheric pressure and precipitation were observed at JMA Uwajima meteorological observatory.



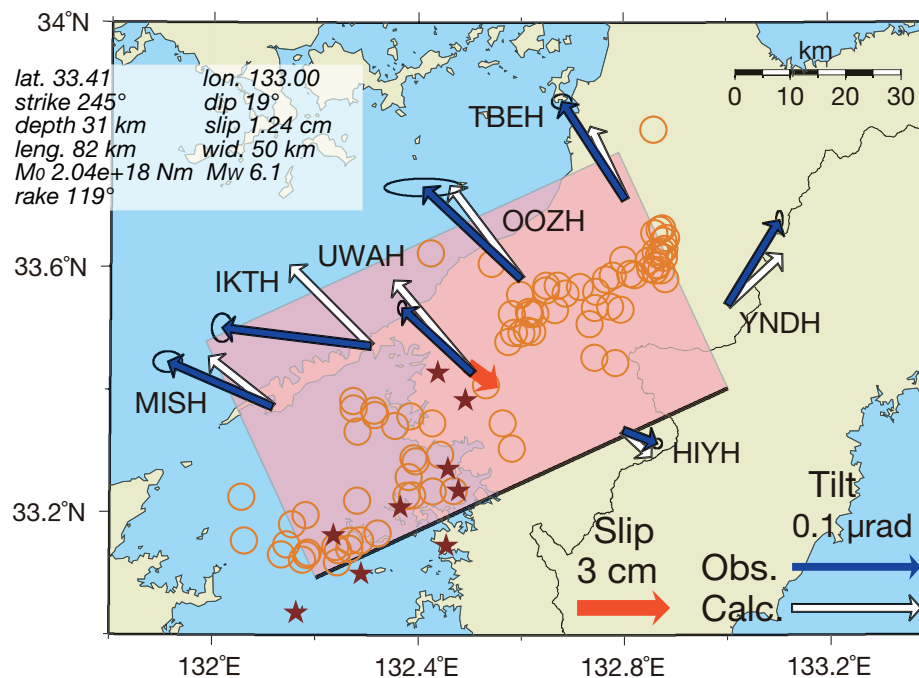
第4図 2010年2 – 3月四国西部の短期的SSE断層モデル．第3図の期間(b)に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示す．期間(a)・(b)の1時間ごとの微動エネルギー重心位置を灰色円・橙色円で示す．その他の図示方法は第2図と同じ．

Fig. 4 Fault model for February – March 2010 SSE in the western Shikoku Island. Observed tilt change vectors for the period (b) in Fig. 3 are shown by blue arrows. Gray and Orange circles show centroids of energy released by tremors per hour for periods (a) and (b) in Fig. 3, respectively. Other nomenclatures are the same as Fig. 2.



第 5 図 2010 年 3 月 22 日から 4 月 1 日までの四国西部における傾斜時系列。図示方法は第 1 図と同様。同地域の微動活動度、宇和島での気圧変化および雨量をあわせて表示した。

Fig. 5 Time series of tiltmeter records, daily tremor counts of this episode, atmospheric pressure and precipitation in the western Shikoku Island from March 22 to April 1, 2010. Plotting method is the same as Fig. 1. The atmospheric pressure and precipitation were observed at JMA Uwajima meteorological observatory.



第 6 図 2010 年 3—4 月四国西部の短期的 SSE 断層モデル。3 月 27 日から 4 月 1 日に観測された傾斜変化ベクトルを青矢印で示した。その他の図示方法は第 2 図と同じ。

Fig. 6 Fault models for March – April 2010 SSE in the western Shikoku Island. Observed tilt change vectors from March 27 to April 1 are shown by blue arrows. Other nomenclatures are the same as Fig. 2.