

7-2 深部低周波地震の活動域の移動について（長野県南部から紀伊半島にかけて） Movements of Low-Frequency Events around Moho (From Nagano Pref. to the Kii Peninsula)

気象庁・地震予知情報課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

1. 深部低周波地震とは

気象庁は1999年9月より、深さ約10km以深で発生したと考えられる低周波イベントには「低周波地震」というフラグを付けている。これらの低周波イベントは、深さ約30kmから40kmというモホ面付近で発生していることが多く、一般に深部低周波地震と呼ばれる。深さ約10kmより浅い低周波イベントは、火山活動に直接関係する現象である可能性が高いと考えられることから、フラグ付けの対象から外している。気象庁の業務においては、振幅が大きくなりトリガーがかかったところについて、ルーティン的な検測作業を行っている。トリガーがかかった部分が、1つのイベントであるか、それとも長く続く微動の一部かという見極めは現在行っていないため、気象庁一元化カタログで低周波「地震」とされているこれらのイベントには、低周波「微動」も含まれる。

深部低周波地震に関する報告は、西出・他(2000)¹⁾によってなされたのが初めてであり、彼らは愛知県東部や三重県といった、周辺に火山が存在しない場所における深部低周波地震の発生を指摘した。この西出・他の指摘した活動は、後にフィリピン海プレートの沈み込み帯の低周波微動として認識された[Obara (2002)²⁾, Katsumata and Kamaya (2003)³⁾]。この深部低周波微動は、気象庁一元化カタログにおいては西日本の帯状分布深部低周波地震として確認でき、フィリピン海スラブ上部の玄武岩からの水の解放によって引き起こされると考えられている[鎌谷・勝間田(2004)⁴⁾]。

2. 短期的スロースリップと深部低周波地震（微動）

四国西部や紀伊半島北部・愛知県西部で発生する深部低周波微動には、短期的スロースリップイベントの発生が伴っていることが報告されている[Obara et al.(2004)⁵⁾, 廣瀬・小原(2005)⁶⁾]。愛知県西部～東部でも、深部低周波地震と短期的スロースリップの同期が過去に繰り返し発生していたことが報告され[気象庁・気象研究所(2006)⁷⁾]、直近では2006年1月に発生している（本巻「歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ（2006年1月）」）。これらの深部低周波地震（微動）は、一部地域でバースト的に活発な活動が始まり、活動領域が移動していくという形態をとることが多い。四国西部においては、深部低周波微動の移動と短期的スロースリップイベントの発生領域の移動が同期していることが観測されており[Obara et al. (2004)⁵⁾]、愛知県でも深部低周波地震の発生領域の移動と同期して、歪変化を検知する観測点と歪変化のパターンが変わることが報告されている[気象庁・気象研究所(2006)⁷⁾]。

短期的スロースリップはフィリピン海プレートの動きを反映していると考えられ、深部低周波地震はその動きをモニターする指標となりうると考えられる。特に東海地方での短期的スロースリップの詳細を把握することは、想定東海地震の発生機構にも関わると考えられることから、長野県南部から紀伊半島にかけての深部低周波地震の活動域の移動形態について調査した。

3. 活動域の移動

第1図上部に、1999年9月以降2006年1月28日までの深部低周波地震の震央分布図を示す。深部低周波地震の震央の帯は、長野県南部から愛知県を通り、紀伊半島南部まで伸びている。第1図左中に、震央分布図の四角領域内の時空間分布図を示す。左側が紀伊半島であり、右側が長野県である。この時空間分布図より、深部低周波地震が間欠的に発生していることや、紀伊半島と愛知県での活動には同期しているケースがあることが見て取れる。第1図右中および右下は、最近（2005年6月～7月、2006年1月）発生した活発な深部低周波地震の震央の分布を、時空間分布図で示したものである。時空間分布図内の矢印は、深部低周波地震の震央の移動の様子を表している。2005年6月～7月の活動（第1図右中）では、紀伊半島の東部で活動が始まった後、活動域は西進し、その後距離の離れた愛知県で活動が始まり、長野県に飛び火してから再び愛知県での活動が活発化したことがわかる。2006年1月の活動（第1図右下）では、活動域が飛び火することなく紀伊半島から東進して愛知県に入ったことがわかる。第2図(a)～(c)は1999年9月からの過去の活動域の移動を示したものである。第1図と第2図をもとに、深部低周波地震の活動域の移動形態を主に愛知県を中心としてまとめたのが次の表である。

| 活発な深部低周波地震活動があった時期 | 深部低周波地震の活動域の移動形態（凡例は下） |
|---|------------------------|
| 1999年9月 | ● |
| 2000年2月～3月 | →● |
| 2001年4月 | →● |
| 2001年5月～6月 | ●→ |
| 2001年8月～9月 | →● その後←● |
| 2002年9月～10月 | ●→ |
| 2002年11月～12月 | ● |
| 2003年2月～3月 | ● |
| 2003年5月～6月 | ● |
| 2003年9月～10月 | ●→ |
| 2003年10月～11月 | ● |
| 2003年12月～2004年1月 | ←● |
| 2004年2月 | ●→ |
| 2004年3月～4月 | ←● |
| 2004年6月～7月 | →● |
| 2004年11月～12月 | ●→と←● |
| 2005年6月～7月 | ●→ その後●← |
| 2006年1月 | →● |
| ●：愛知県内で始まって終わるケース →●：紀伊半島から愛知県へ東進したケース ●←：長野県から愛知県へ西進したケース ●→：愛知県から長野県へ東進したケース ←●：愛知県から紀伊半島へ西進したケース | |

上の表からは、他地域から愛知県へ活動が移動してくる場合（上表内の→●または●←のケース）、紀伊半島から東進することがほとんどであることがわかる（上表内の→●のケース）。それ以外の場合は、活動が愛知県で始まり愛知県内での移動のみで終了（上表内の●）するか、愛知県から長野県へ東進するか（上表内の●→）または愛知県から紀伊半島へ西進する（上表内の←●）。1999年9月以降では、長野県から西進して愛知県へ入るケース（上表内の●←）はほとんどないことがわか

る。

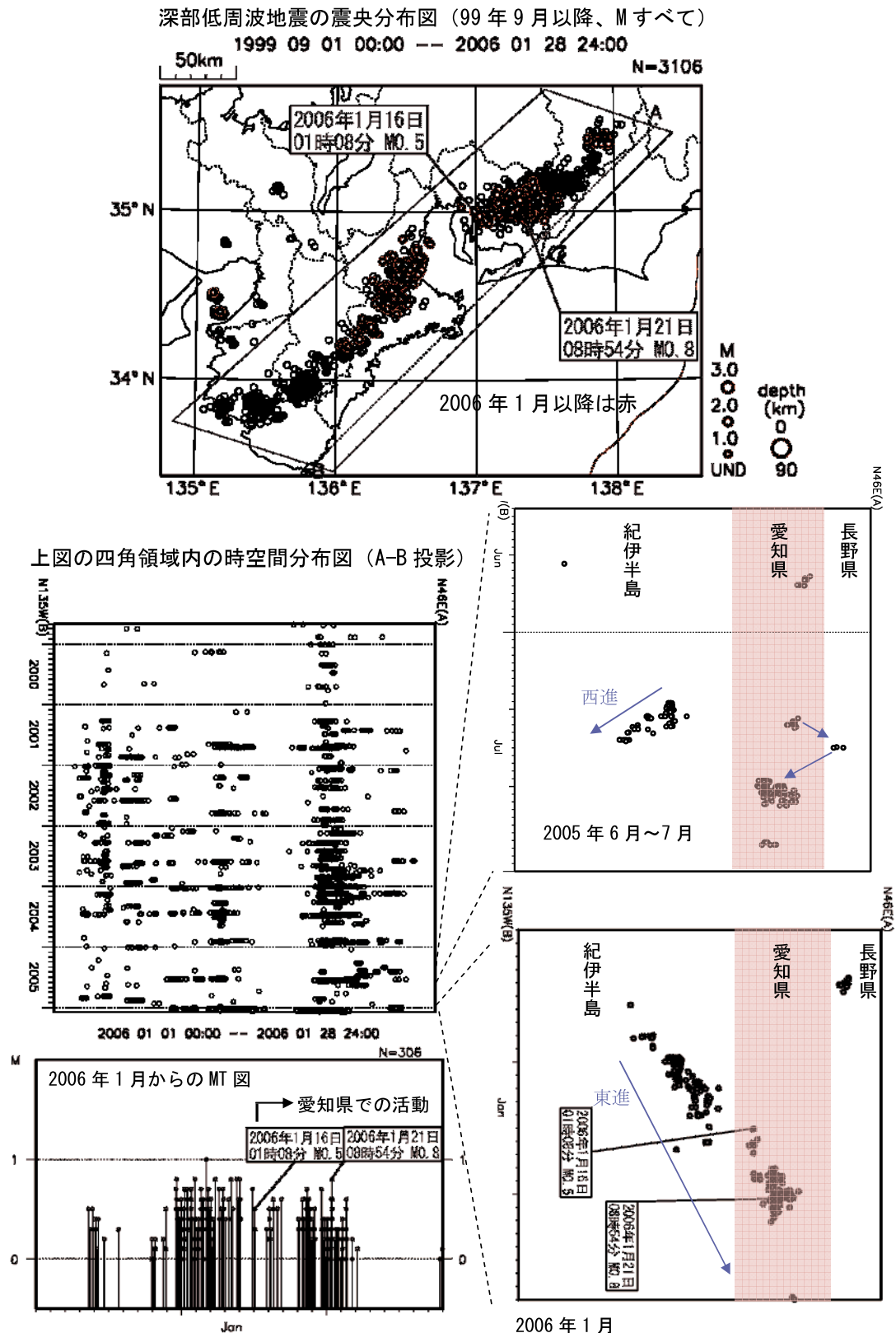
2006年1月の活動域は、紀伊半島から愛知県へ東進する（上表内の→●）という移動方向は他のケースと同様であったが、ほぼ一定の進行速度で、空間的なギャップを作ることなく連続的に移動したという点で珍しいケースであったと言える。

（鎌谷紀子）

参 考 文 献

- 1) 西出則武 他：地震データの一元的処理により把握された地殻下部の低周波地震活動，地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会予稿集, Sk-P002 (2000).
- 2) Obara, K. : Nonvolcanic deep tremor associated with subduction in southwest Japan, *Science*, 296, 1679-1681 (2002).
- 3) Katsumata, A. and N. Kamaya : Low-frequency continuous tremor around the Moho discontinuity away from volcanoes in the southwest Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1, 10.1029/2002GL015981 (2003).
- 4) 鎌谷紀子・勝間田明男：火山から離れた地域で発生している深部低周波微動・地震ーその分布と発生原因ー，*地震*, 2, 57, 11-28 (2004).
- 5) Obara, K. et al. : Episodic slow slip events accompanied by non-volcanic tremors in southwest Japan subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L23602, doi:10.1029/2004GL020848 (2004).
- 6) 廣瀬仁・小原一成：西南日本の短期的スロースリップイベントと低周波微動 (2004年11-12月 紀伊半島北部・愛知・四国西部)，地球惑星科学関連学会 2005 年合同大会, D007-012 (2005).
- 7) 気象庁・気象研究所：歪計により観測された東海地域の短期的スロースリップ，*連絡会報*, 75, 431-437.

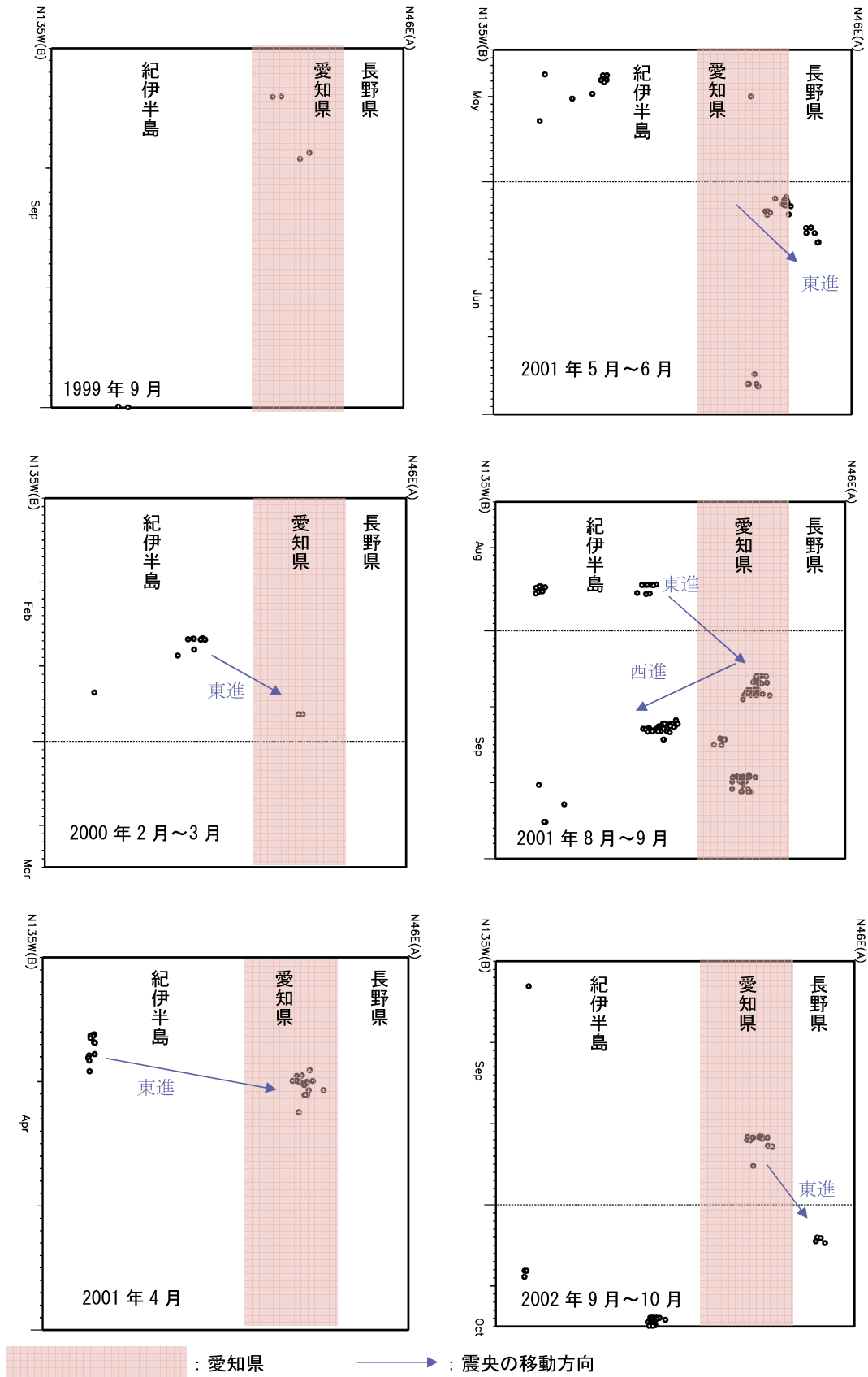
深部低周波地震の活動域の移動の様子（長野県南部～紀伊半島）



第 1 図 深部低周波地震の震央分布図と時空間分布図（長野県南部から紀伊半島にかけて）。2005年6月～7月と2006年1月の時空間分布図の詳細も示す。

Fig.1 Epicenter distribution and Time-Space distributions of low-frequency events around Moho (From Nagano Pref. to the Kii Peninsula), including close up of Time-Space distributions from June 2005 to January 2006.

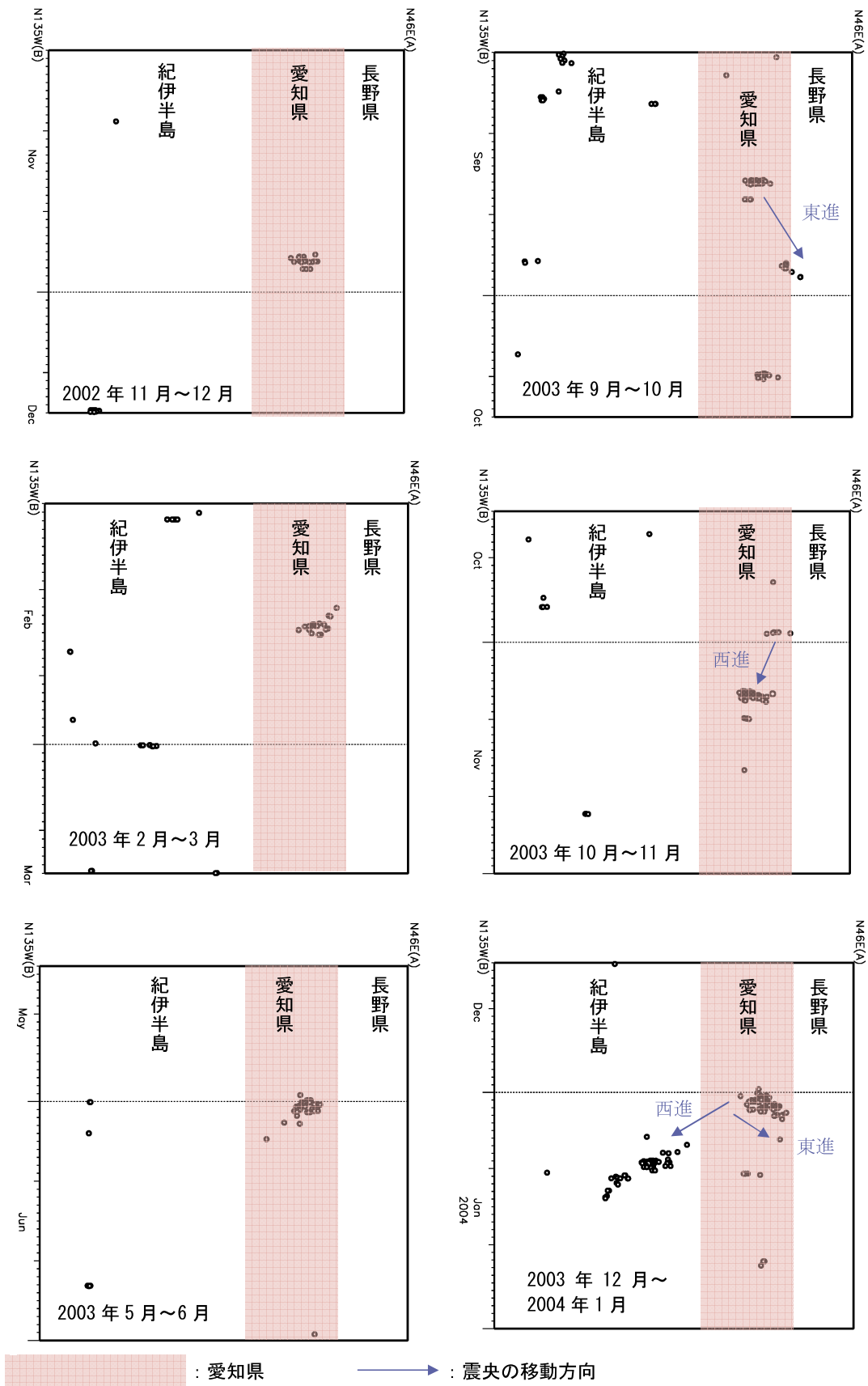
[過去の事例 1]



第 2 図 (a) 時空間分布図で見た過去の深部低周波地震の震央の移動の様子 (1999 年 10 月~2002 年 10 月)

Fig.2(a) Epicenter migration of low-frequency events around Moho (From Nagano Pref. to the Kii Peninsula) from September 1999 to October 2002 shown in Time-Space distributions.

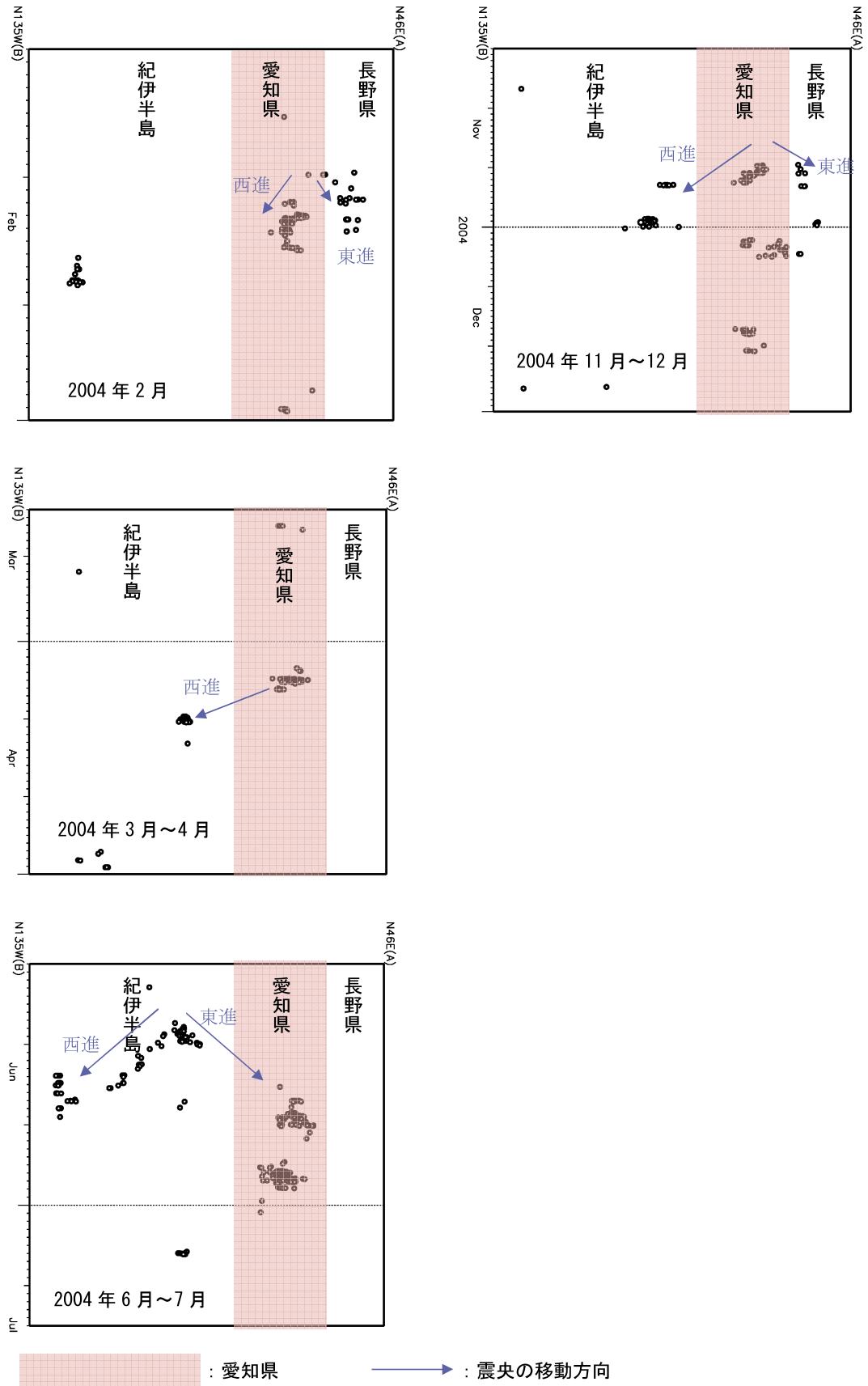
[過去の事例 2]



第 2 図 (b) 時空間分布図で見た過去の深部低周波地震の震央の移動の様子 (2002 年 11 月～2004 年 1 月)

Fig.2(b) Epicenter migration of low-frequency events around Moho (From Nagano Pref. to the Kii Peninsula) from November 2002 to January 2004 shown in Time-Space distributions.

[過去の事例3]



第2図 (c) 時空間分布図で見た過去の深部低周波地震の震央の移動の様子 (2004年2月~2004年12月)

Fig.2(c) Epicenter migration of low-frequency events around Moho (From Nagano Pref. to the Kii Peninsula) from February 2004 to December 2004 shown in Time-Space distributions.