

4-4 2012年3月16日 埼玉県東部の地震

The earthquake below the eastern Saitama prefecture in March 16, 2012

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)

2012年3月16日4時20分頃、埼玉県東部の太平洋プレート上面付近を震源とする Mw5.5 の地震が発生し、東京都、茨城、栃木、群馬、埼玉、神奈川、山梨、および静岡県の大い範囲で最大震度3の揺れが観測された。本震および最大余震の震央位置を、太平洋プレートおよびフィリピン海プレート上面で発生する相似地震のパッチの分布¹⁾²⁾とともに第1図に示す。今回の地震は、太平洋プレートの相似地震が発生する領域の間の、相似地震がほとんど発生しない領域で発生した。この領域で発生する地震としては規模が大きかったことから詳細に調査した。

余震が多数発生したことから(第2図)、断層面を決めるため波形相関を用いた Double Difference 法³⁾により詳細分布を決定した(第3図)。余震は水平方向に7km程度の広がりを持ち、西に緩やかに傾斜する面状分布を示した。この傾斜は、防災科研 AQUA⁴⁾による本震の発震機構解の西方向に傾斜する節面の傾き(32°)と調和的である(第3図の緑破線)。また、余震の面状分布は太平洋プレートの相似地震の分布となめらかに連続した。以上より、今回の地震の余震は太平洋プレート上面のプレート境界すべり面に沿って発生したと考えられる。なお、本震と余震のMは1以上の差があり、本震と規模の近い地震がほとんどないことから、本震については精度の良い波形相関データが得られなかった。また、本震はP・Sの立ち上がり不明瞭で、特にS波の読み取り精度は極めて低い。以上の理由により本震の詳細位置は決定できなかった。

今回の地震および余震発生域の約5km浅部には、西に傾き下がる地震面が認められる(第3図)。今回の地震とプレート構造の関係を見るため、震源分布の鉛直断面を、相似地震のパッチの分布、速度構造(Matsubara et al., 2008)⁵⁾、および応力軸とともに第4図に示した。a-b断面では、西に傾斜する太平洋プレートの高速度領域とプレート最上部の低速度層が明瞭で、この上端を縁どるように相似地震が分布し、太平洋プレート上面のプレート境界すべり面に相当する²⁾。相似地震が並ぶ面の0-10km上に、相似地震が並ぶ面とほぼ平行に、明瞭な地震面がとぎれとぎれに認められる。フィリピン海プレートの傾斜方向に近いc-d断面では、フィリピン海プレート内の高速マントル領域内に2重地震面が明瞭である。フィリピン海プレート内の2重地震面で発生する地震の発震機構解は、上面がダウンディップコンプレッション、下面がダウンディップテンションとなることが知られており、フィリピン海プレートの太平洋プレートとの衝突による unbending で説明されている(第5図)⁶⁾。第3・4図で今回の地震の上に見られた地震面は、このフィリピン海プレート内の2重地震面の下面に相当することから、太平洋プレート内の地震ではない。また、これらの地震の圧縮軸は太平洋プレート境界とほぼ平行で(第4図a-b断面)、このことから太平洋プレート内の地震とは考えられず、フィリピン海プレート内の地震である。

今回の地震は、太平洋プレート上面の相似地震の分布域の間で発生した。過去約30年では、東北地方太平洋沖地震後をのぞいてM5以上の地震は発生していない(第2図)。今回の規模の地震ではすべり量はおよそ30cmと考えられることから⁷⁾、太平洋プレート・フィリピン海プレートの相対運動速度を6cm/y⁸⁾とした場合、5年に相当する。今回の地震をプレート境界地震とした場合、

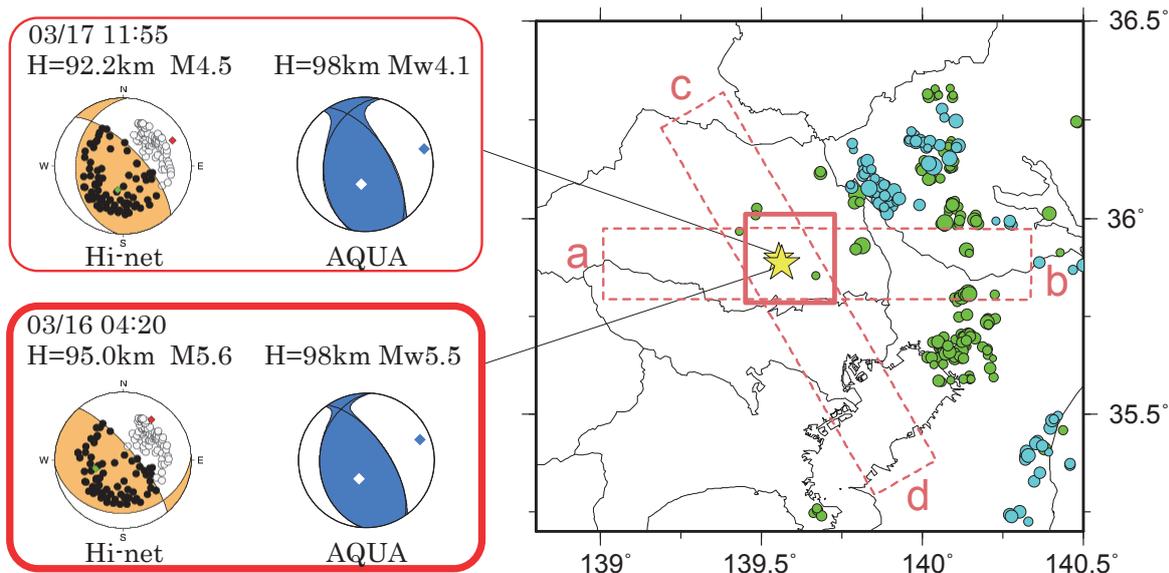
必ずしも固有地震とは限らない地震がプレート境界で発生した可能性がある。同様の地震が今後も発生する可能性があり、さらに詳細な検討が必要である。

謝辞：解析に気象庁，東京大学，神奈川県温泉地学研究所，および国土地理院のデータを使用させて頂きました。

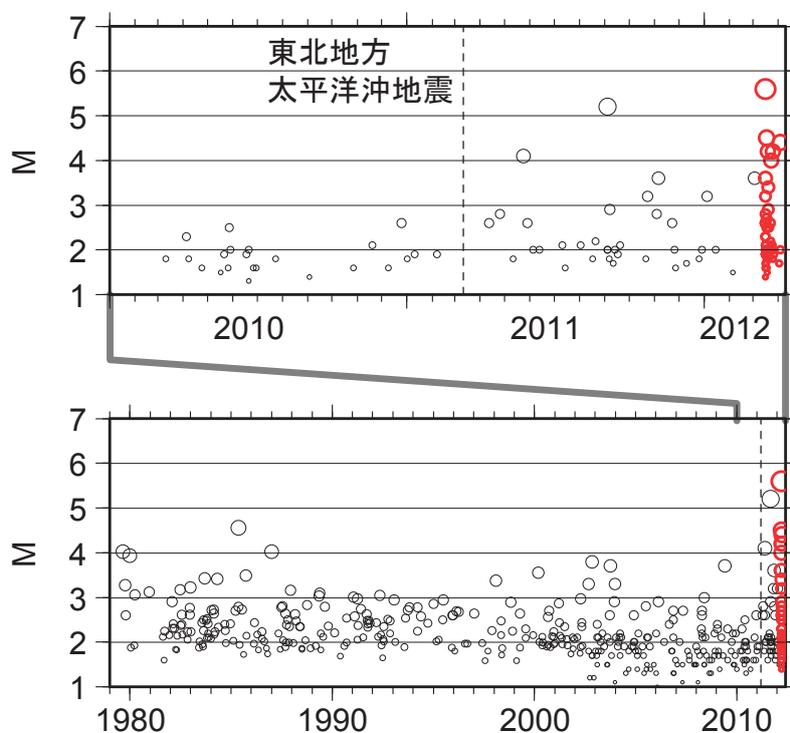
(木村尚紀)
Hisanori Kimura

参考文献

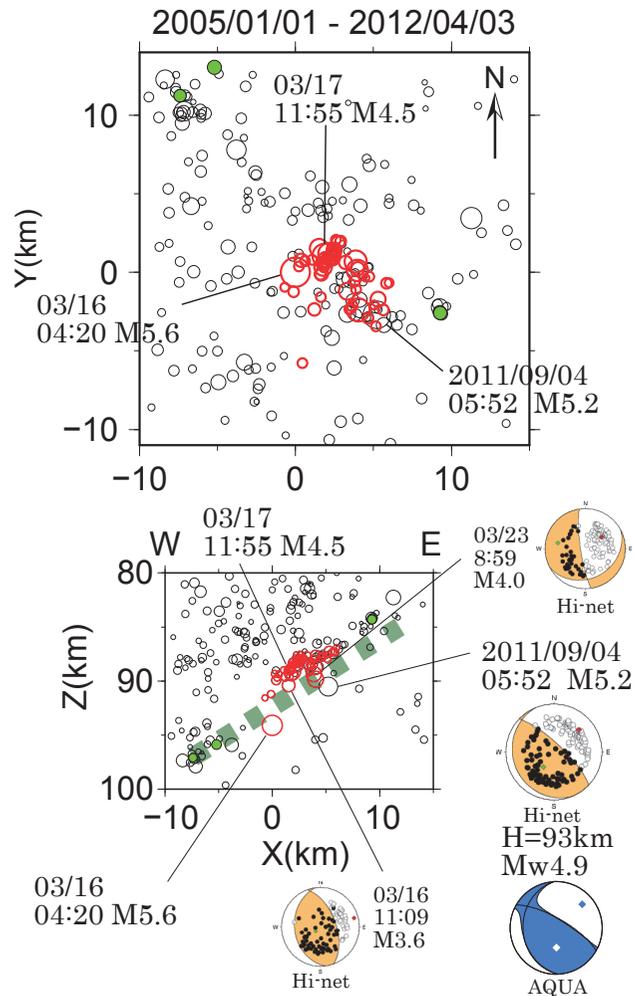
- 1) Kimura, H. and K. Kasahara, T. Igarashi, and N. Hirata, Repeating earthquake activities associated with the Philippine Sea plate subduction in the Kanto district, central Japan: A new plate configuration revealed by interplate aseismic slips, *Tectonophysics*, 417, 101-118, 2006.
- 2) 木村尚紀: 関東地方の相似地震, 連絡会報, 83, 596-608, 2010.
- 3) Waldhauser, F. and Ellsworth, W. L.: A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 1353-1368, 2000.
- 4) 松村 稔・伊藤善宏・木村尚紀・小原一成・関口渉次・堀 貞喜・笠原敬司: 高精度即時震源パラメータ解析システム(AQUA)の開発, *地震* 2, 59, 167-184, 2006.
- 5) Matsubara, M., K. Obara, and K. Kasahara, Three-dimensional P-and S-wave velocity structures beneath the Japan Islands obtained by high-density seismic stations by seismic tomography, *Tectonophysics*, 454, 86-103, 2008, doi:10.1016/j.tecto.2008.04.016.
- 6) Hori, S., Seismic activity associated with the subducting motion of the Philippine Sea plate beneath the Kanto district, Japan, *Tectonophysics*, 417, 85-100, 2006.
- 7) 岡田義光, 地震の基礎知識, http://www.hinet.bosai.go.jp/about_earthquake/.
- 8) Seno, T., Stein, S., Gripp, A.E., A model for the motion of the Philippine Sea plate consistent with NUVEL-1 and geological data. *J. Geophys. Res.* 98, 17941– 17948, 1993.



第1図 2012年3月16日埼玉県東部の地震の震央位置，防災科研 Hi-net および AQUA⁴⁾による発震機構解，および相似地震のパッチの分布を示す(緑：太平洋プレート，水色：フィリピン海プレート)^{1) 2)}。
 Fig. 1 The epicenter of the earthquake below the eastern Saitama prefecture in March 16, 2012 is shown with focal mechanisms determined by NIED Hi-net and AQUA⁴⁾. Fault patches of repeating earthquakes on the Pacific plate (PAC) and the Philippine Sea plate (PHS) are also shown by green and skyblue symbols, respectively^{1) 2)}.

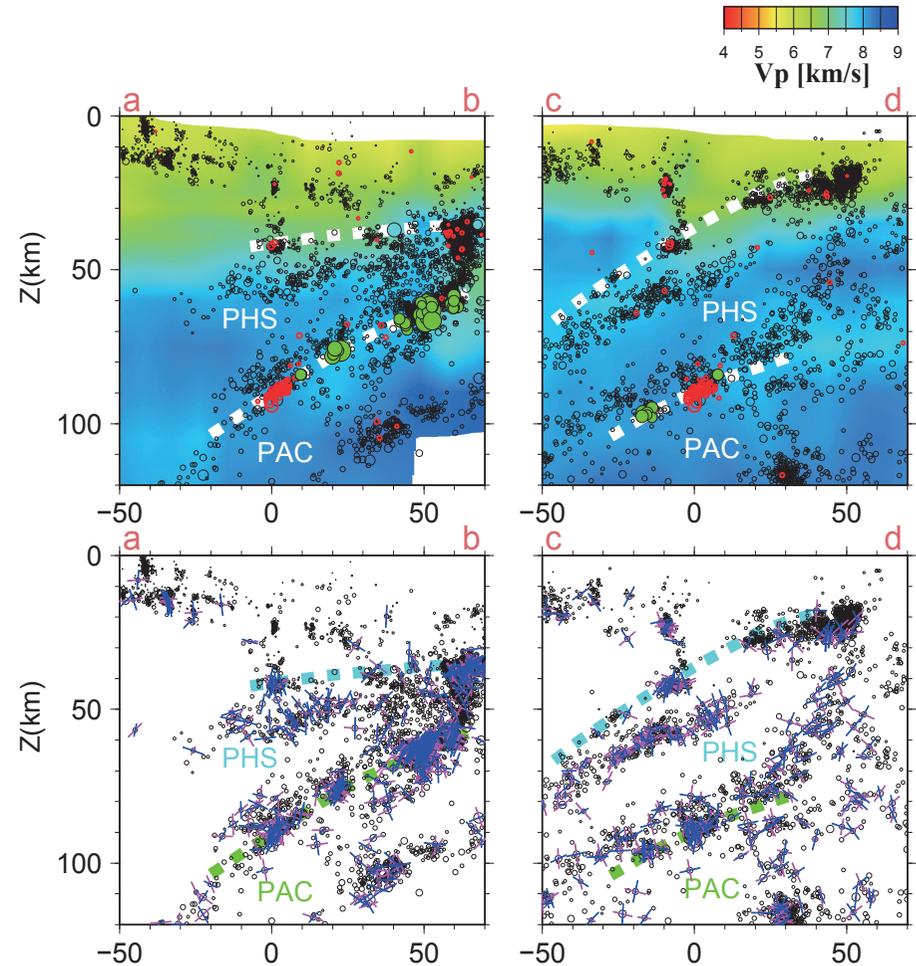


第2図 第1図に実線で示した範囲のM-T図(震源深さ80-100km)。震源要素はHi-netによる(一部自動処理結果を含む)。本震以降に発生した地震を赤丸で示す。破線は東北地方太平洋沖地震の発震時を示す。
 Fig. 2 The M-T diagram for the area shown by solid line in Fig. 1 (depth: 80-100km). Hypocentral parameters from Hi-net catalogue are used (automatically determined hypocenters are partially included). Earthquakes after the main shock are shown by red symbols. Broken line denotes the origin time of the 2011 Off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.



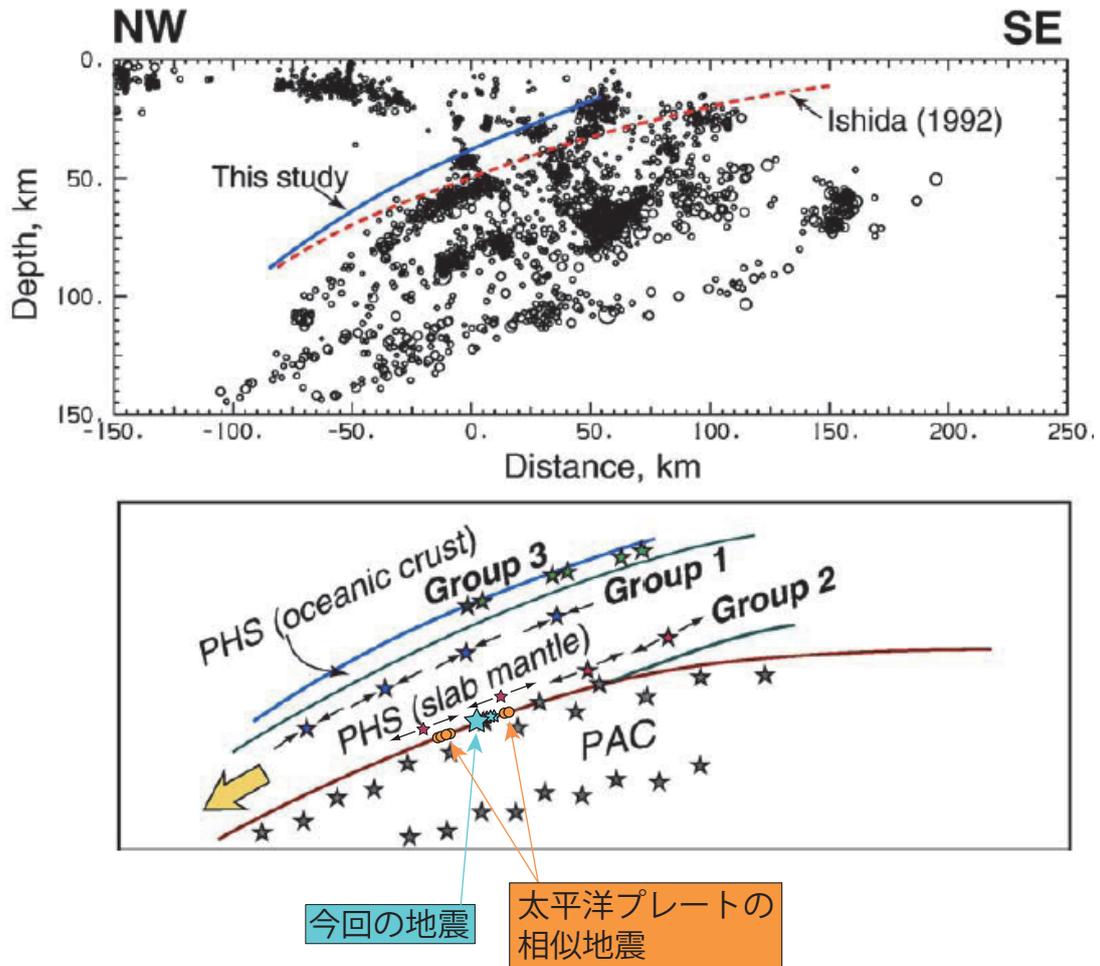
第3図 波形相関を用いた Double Difference 法³⁾による詳細震源分布。本震については Hi-net による震源位置を示した。本震の低角な節面の傾斜角を緑破線で示す。太平洋プレートの相似地震を緑丸で示す。

Fig. 3 Detailed hypocentral distribution determined by Double Difference method³⁾ with waveform correlation. The hypocenter from Hi-net catalogue is shown for the mainshock. The low angle nodal plane of the mainshock is shown by a green broke line. Repeating earthquakes on the PAC are shown by green symbols.



第4図 第1図に破線で示した範囲の鉛直断面。(上段)本震以降に発生した地震を赤丸で示す。相似地震および Matsubara et al.(2008)³⁾によるP波速度(V_p)構造をあわせて示す。(下段)圧縮・伸長軸の分布をそれぞれ紫、青線で示す。太平洋プレート(PAC)およびフィリピン海プレート(PHS)上面のプレート境界すべり面を太破線で示す。

Fig. 4 The vertical cross section along rectangles shown by broken lines in Fig. 1. (Top) Earthquakes after the mainshock are shown by red symbols. Repeating earthquakes and P wave velocity (V_p) structure (Matsubara et al., 2008)³⁾ are also shown. (Bottom) Compressional and tensional axes are shown by purple and blue lines, respectively. Boundaries where interplate slips occur on the PHS and the PAC are shown by thick broken lines.



第 5 図 フィリピン海プレート内地震の発震機構解の模式図 (Hori, 2006⁶⁾ に加筆). 今回の活動 (水色星印)および太平洋プレートの相似地震 (橙丸) をあわせて示す.

Fig. 5 A model to illustrate the focal mechanisms related to the subducting motion of the PHS (modified from Hori, 2006⁶⁾). This activity and repeating earthquakes on the PAC are shown by skyblue stars and orange circles, respectively.