

6-8 2009年8月11日 駿河湾の地震： 過去の地震活動状況・発震機構解変化 The earthquake at Suruga bay on August 11 2009: Past seismic activity and temporal change of focal mechanisms prior to the earthquake

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

2009年8月11日、駿河湾でMw6.2の地震が発生した¹⁾。この地震の発生場を明らかにするため、過去の地震活動との関連について調べた。また、応力状態変化を推定するため過去の発震機構解変化を調べた。

第1図に今回の地震およびその余震(赤点)と周辺の過去約30年間の地震(黒点)の震央分布を示す。今回の地震および近傍の主な地震について、防災科学技術研究所 Hi-net および F-net モーメントテンソル(MT)解析による発震機構解をあわせて示す。今回の地震の発震機構解は F-net MT 解では北北東-南南西方向に P 軸を有する逆断層型に、Hi-net による初動押し引き解は同じ方向に P 軸を有する逆断層成分を含んだ横ずれ型に求まっており、駿河トラフから沈み込むフィリピン海プレートの上境界で地震が発生した場合に期待されるメカニズム解とは調和しない¹⁾。

第2図に第1図の A-A' に沿った鉛直断面を示す。東海地方の地震活動は、震源分布、メカニズム解、および速度構造から、主に上盤側の活動と沈み込むフィリピン海プレート内の活動に分けられ、プレート境界でもわずかに活動が見られることが知られている^{2,3)}。鉛直断面を見ると伊豆半島の地殻内における地震発生領域から東海地方のフィリピン海プレート内での地震発生領域まで地震クラスターがとびとびに連続する様子がみられる。これに今回の地震および余震を重ねると、この並びに位置し、フィリピン海プレート内で発生したと考えられる。

今回の地震周辺の M-T 図(第3図)を見ると、今回の地震発生前に特段の活動の変化は見られない。また、今回の地震は駿河湾中西部において過去約30年間で最大規模の地震だった。

8月11日の地震周辺の過去の主な地震のメカニズム解を見ると、F-net MT 解では8月11日の地震と同様逆断層型のものが多い(第1図)。初動押し引き解は、F-net MT 解とほぼ同様なものと、8月11日の地震と類似した逆断層成分を含む横ずれ型に求まっているものが見られる。いずれの解でも P 軸方位は北西-南東方向から北北東-南南西方向の範囲に収まる。周辺の P・T 軸分布を見ると、駿河湾から伊豆半島にかけて同様の P 軸分布が見られる(第4図)。駿河湾から伊豆半島にかけては、伊豆半島の日本列島への衝突によって生じる扇状の圧縮応力軌跡によって圧縮応力が安定な領域と考えられている⁴⁾。今回の地震もこうした圧縮応力場を反映して発生したと推測される。

ところで、Ukawa (1990)⁴⁾によれば、陸側プレートとフィリピン海プレートの摩擦力(抵抗力)の増加により、駿河湾で卓越する発震機構解は横ずれ型から逆断層型に変化する可能性が指摘されている。そこで過去の発震機構解変化を調べた。

第5図に過去約30年間の駿河湾における発震機構解の分布を型別に色分けして示した。これを見ると、駿河湾では逆断層型(赤)および横ずれ型(青)の地震が大部分を占め、その P 軸方位は第4図で示した通りほぼ北西-南東方向から北北東-南南西方向の範囲に収まる。

発震機構解の時間変化を見るため、第5図で示した地震の南北方向に投影した時空間分布を第6図に示した。これを見ると、駿河湾南部で地震の発生数が多く、ここでは横ずれ型の地震がほぼ定期的に発生してきた様子が認められる。逆断層型地震も時折発生しているが、2000年頃から明らかに発生数が増加しているように見える。

そこで、発震機構解の型別発生数を第7図に示した。ほぼ発震機構解の決定精度のある M2.0 以上

の地震について、2年間の時間窓で見た1年毎の発生数を示している。発震機構解の総数には増減が見られるものの、1999年までは横ずれ型の発生数が逆断層型より多い。一方2000年以降、一貫して逆断層型の発生数が横ずれ型より同等かそれ以上となっている。2008、2009年で発生数が急激に増加しているのは、今回の地震とその余震が含まれているためである。

発生比率の時間変化を詳しく見るため、2年間の時間窓で見た1年毎の逆断層型・横ずれ型の発生比率を第8図に、横ずれ型に対する逆断層型の発生比率を第9図に示す。これらを見ると、2000年以降、逆断層型の発生比率の増加が明瞭である。逆断層型の発生比率が横ずれ型を越える状況が複数年にわたって継続する現象は、過去約30年で2000年から2005年のみである。この期間ほどではないが、1988、1989年にも逆断層型の発生比率の増加が見られる。

特定の型の発震機構解が増加する原因として、応力場の変化以外に特定の地震による余震の多発や既存の弱面の影響を受けている可能性なども考えられる。第6図を見ると、2000年以降、今回の地震が発生する前までの期間で、逆断層型の地震はほぼ定常的に発生しており特定の地震により余震が多発したような様子は見られない。発生場に関しては、逆断層地震は駿河湾の南部に集中する傾向が見られるが、この場所では横ずれ型も発生しており発震機構解は多様である(第5図)。従って、発震機構解の変化は背景となる応力場の変化を示している可能性が高いと考えられる。

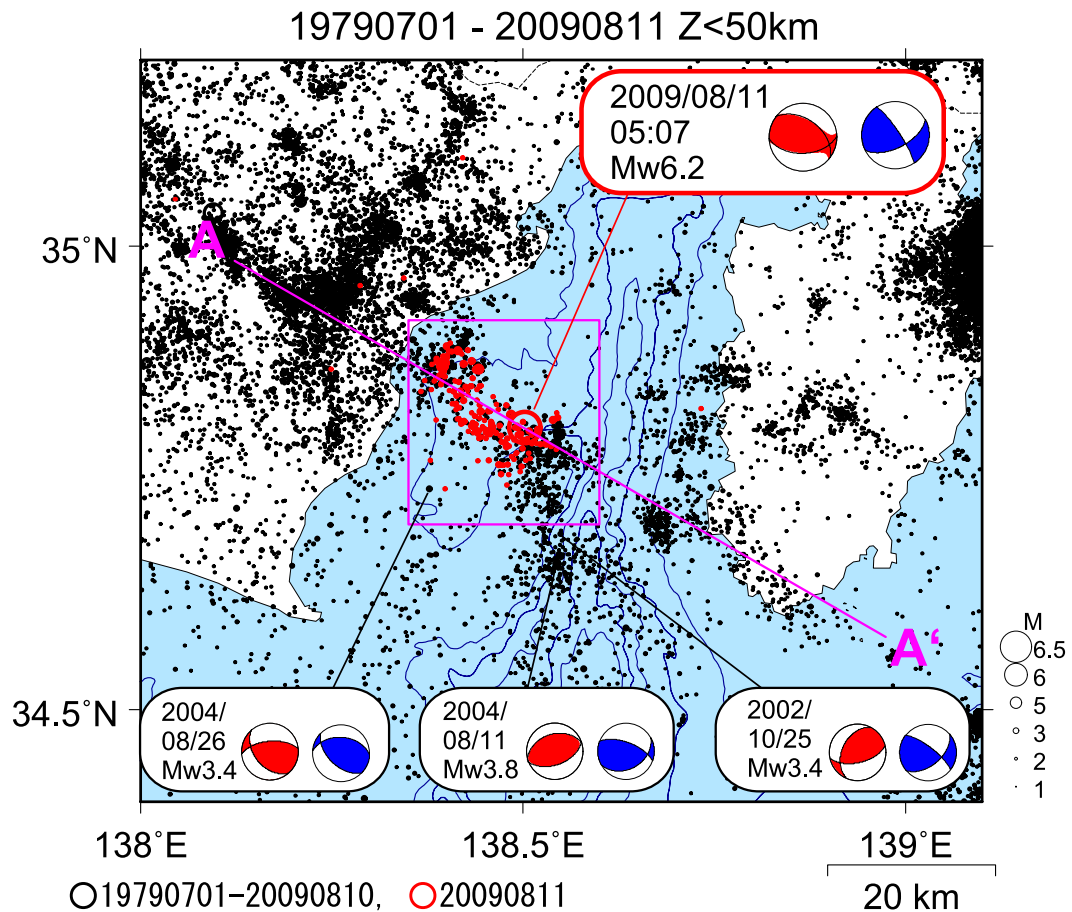
2000年以降、東海地方で長期的スロースリップイベントの発生が知られている⁵⁾。これは逆断層地震の発生比率が増加する時期と一致し、発震機構解変化から示唆される応力変化の要因として東海スロースリップイベントとの関連が示唆される。2000年以前も、1988～1989年にかけて逆断層型の発生比率がわずかに増加している。傾斜記録、潮位記録、および地震活動変化などからこの時期にも東海スロースリップイベントの発生が示唆されており^{6,7,8)}、関連があるかも知れない。東海地域の応力状態を把握するため駿河湾における地震活動の監視を今後も継続する必要がある。

(木村尚紀・武田哲也・小原一成・野口伸一)

Hisanori Kimura, Tetsuya Takeda, Kazushige Obara, and Shin-ichi Noguchi

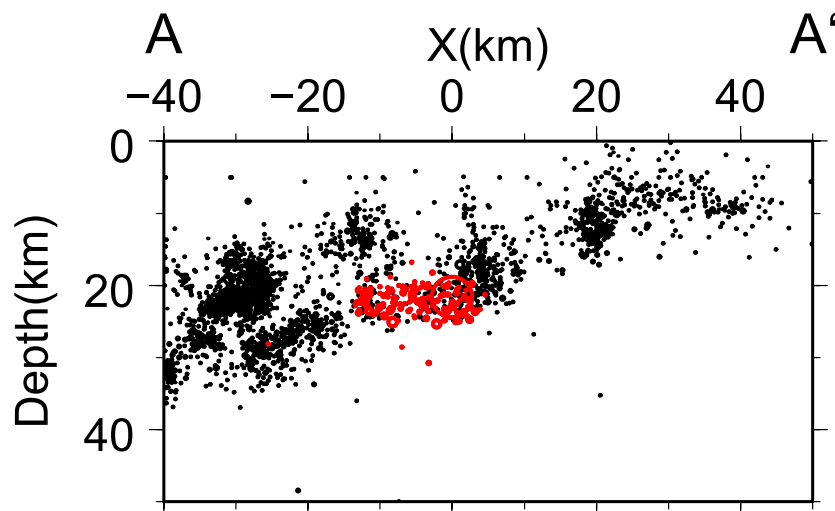
参考文献

- 1) 上野友岳・汐見勝彦・松本拓己, 2009年8月11日駿河湾の地震: 余震活動の概要と本震・余震のメカニズム解, 本会報, 2010.
- 2) 野口伸一, 東海地域のフィリピン海スラブ形状と収束テクトニクス, 地震, 49, 295-325, 1996.
- 3) Matsubara, M., K Obara and K Kasahara, Small repeating earthquake activity beneath the Kanto and Tokai region, central Japan, from 1979 to 2001 derived from NIED Kanto-Tokai seismic network, EOS, Transactions, American Geophysical Union, T11G-04., 2006.
- 4) Ukawa, M., Collision and fan-shaped compressional stress pattern in the Izu block at the northern edge of the Philippine Sea Plate, J. Geophys. Res., 96, 713-728, 1991.
- 5) Ozawa, S. et al., Detection and monitoring of ongoing aseismic slip in the Tokai region, central Japan, Science, 298, 1009-1012, 2002.
- 6) 山本英二ほか, 傾斜及び地震観測で捉えた東海地域におけるスロースリップイベント一繰り返し発生している可能性一, 連絡会報, 71, 584-587, 2004.
- 7) 小林昭夫・吉田明夫, 舞阪の潮位変化から推定される東海スロースリップの繰り返し, 測地学会誌, 50, 209-212, 2004.
- 8) 松村正三, 浜名湖直下の地震活動とその変化(東海地域の地震活動変化: その3), 地震, 58, 55-65, 2005.



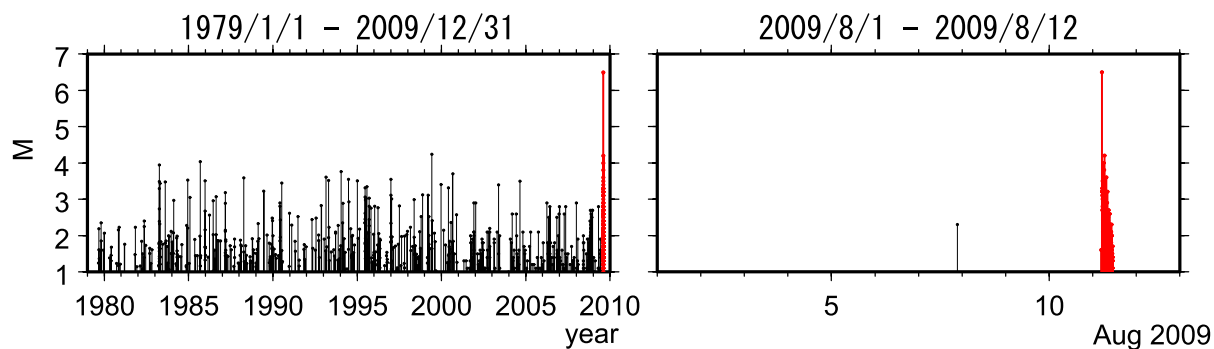
第 1 図 今回の地震周辺の震央分布(19790701-20010331:防災科研関東東海観測網, 20010401-20090811:防災科研 Hi-net(一部自動処理結果を含む)). 今回の地震および周辺の主なイベントのメカニズム解をあわせて示す(赤: F-net, 青: Hi-net). 海底地形を 500m 間隔のコンターで示す. 水深データは日本海洋データセンターの 500m メッシュデータを使用した.

Fig.1 The distributions of hypocenters around the earthquake on August 11, 2009 (July 1, 1979 – March 31, 2001: NIED Kanto-Tokai network; April 1, 2001 – August 11, 2009: NIED Hi-net (Automatically determined hypocenters are partially included). Focal mechanisms of this earthquake and major events in the nearby region are shown (red: F-net moment tensor solution; blue: Hi-net). Bathymetry is plotted by contour line with 500 m interval. Bathymetric data of Japan Oceanographic data center are used.



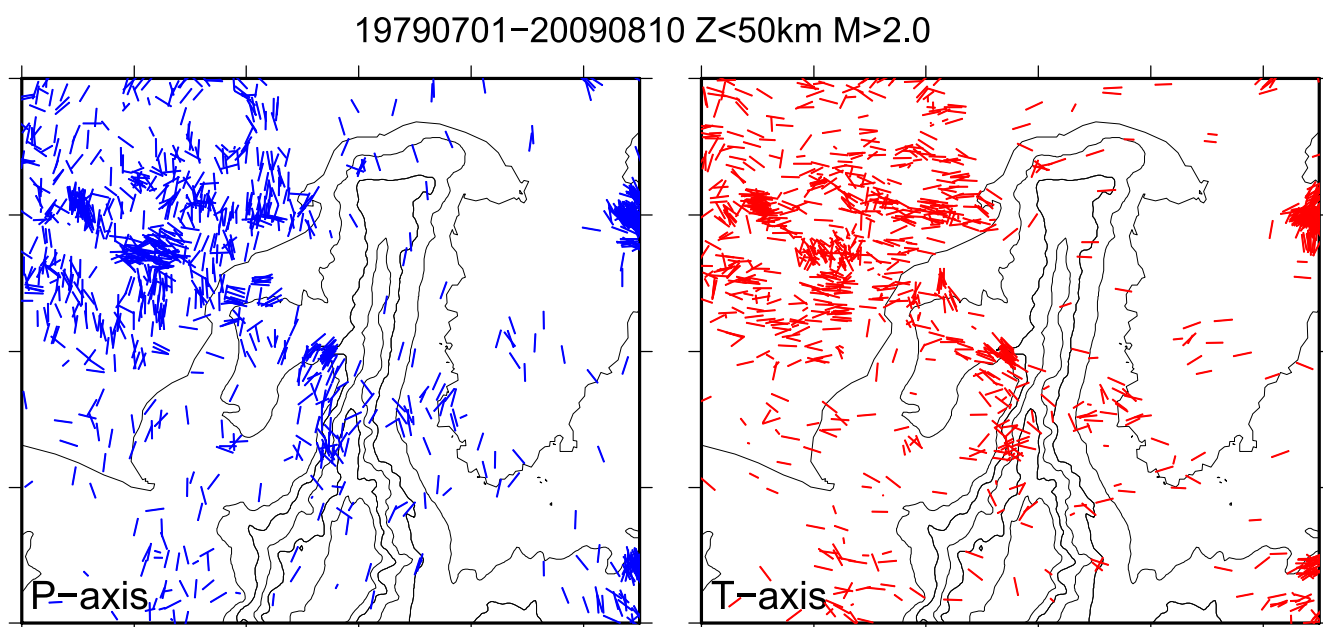
第 2 図 第 1 図 A-A' に沿った鉛直断面. 片幅 5km の範囲を示す.

Fig. 2 The cross section along a line A-A' in Fig. 1. Hypocenters within 5km from the line are plotted.



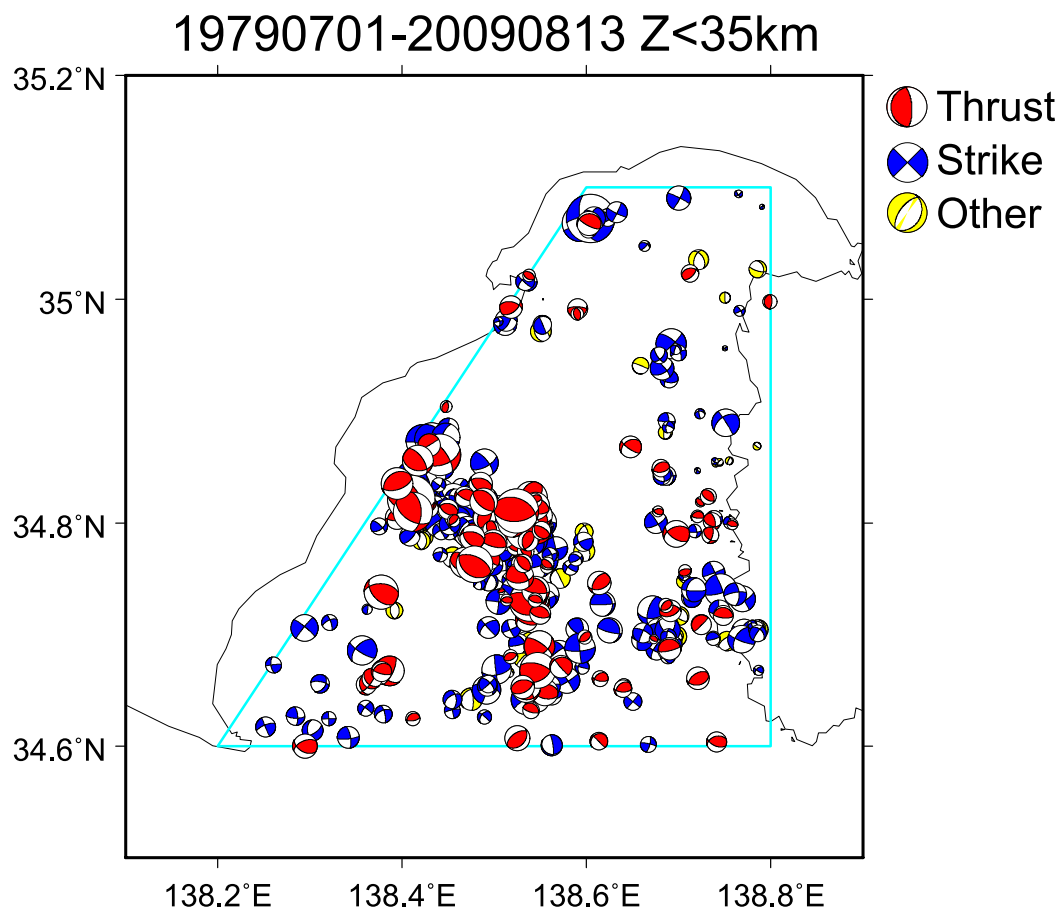
第 3 図 第 1 図矩形領域内の M-T 図.

Fig. 3 M-T diagram for events in the rectangle region in Fig. 1.



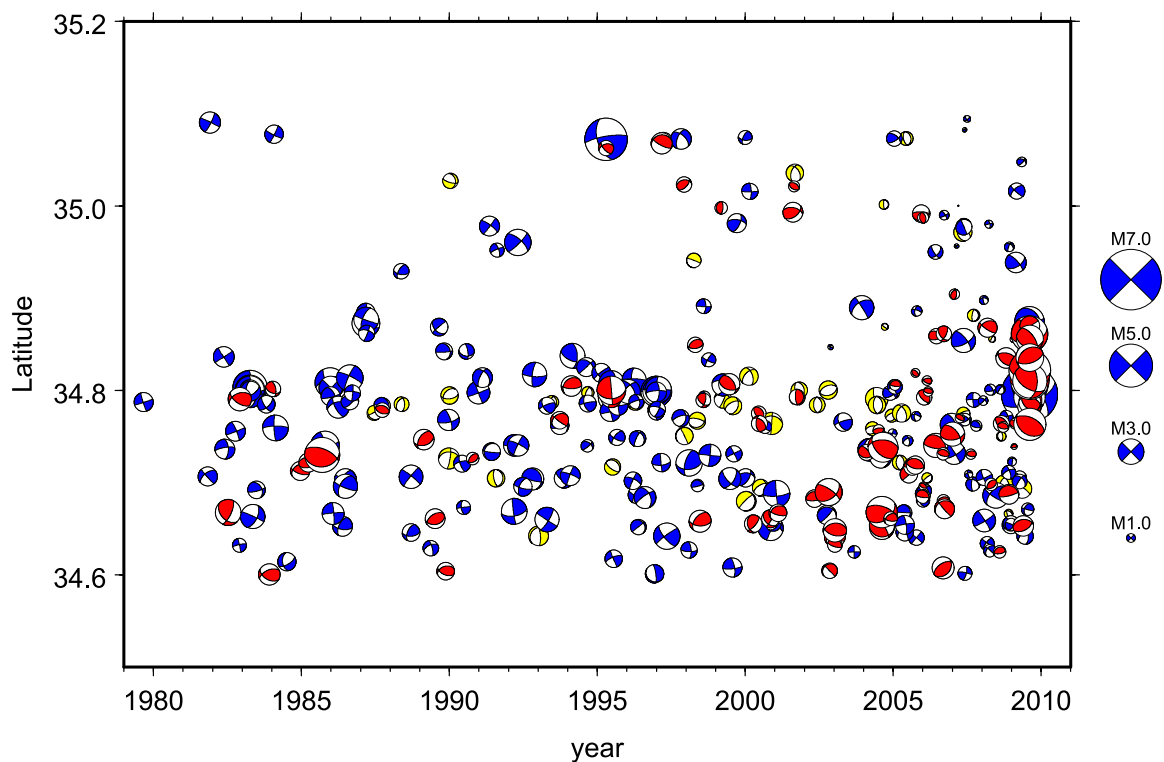
第 4 図 今回の地震発生前までの P・T 軸分布. P・T 軸の長さは地表面への投影長で示す.

Fig. 4 Distributions of azimuths of P and T axes before this earthquake on the map. Length of each axis corresponds to a length projected to the surface.



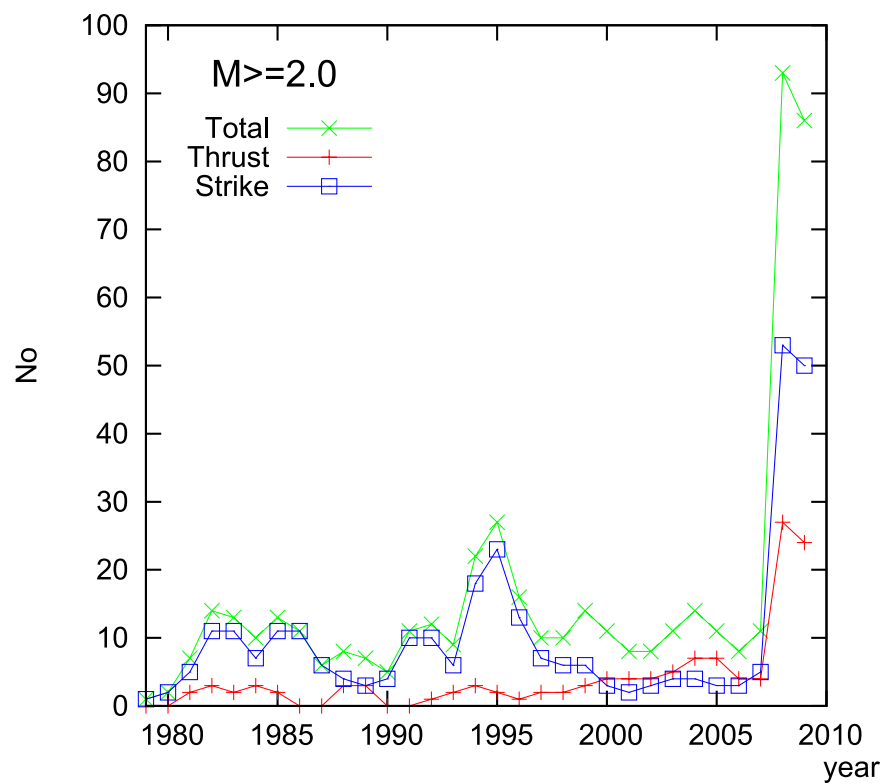
第 5 図 駿河湾の発震機構解の分布. 発震機構解を型別に色分けして示した.

Fig.5 Distributions of focal mechanisms at Suruga bay. Focal mechanisms are plotted with different colors according to focal mechanism type.



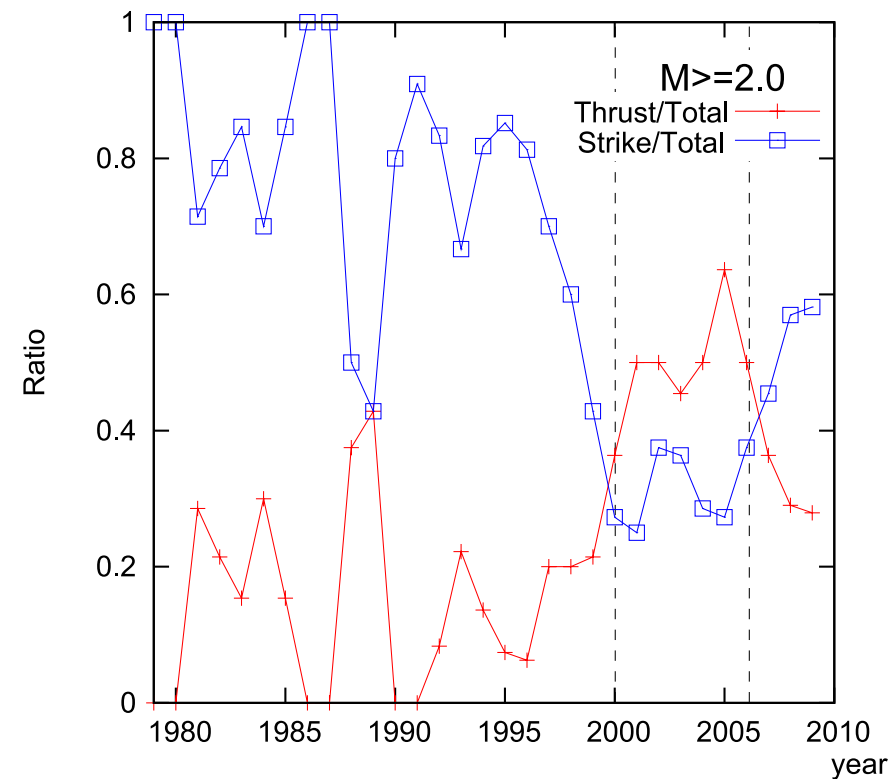
第 6 図 駿河湾の発震機構解の南北方向に投影した時空間分布. 第 5 図に示した解について下半球投影で示した.

Fig. 6 Space-time distribution of focal mechanisms projected in N-S direction for events in Fig. 5. Focal mechanisms are plotted with lower hemisphere projection.

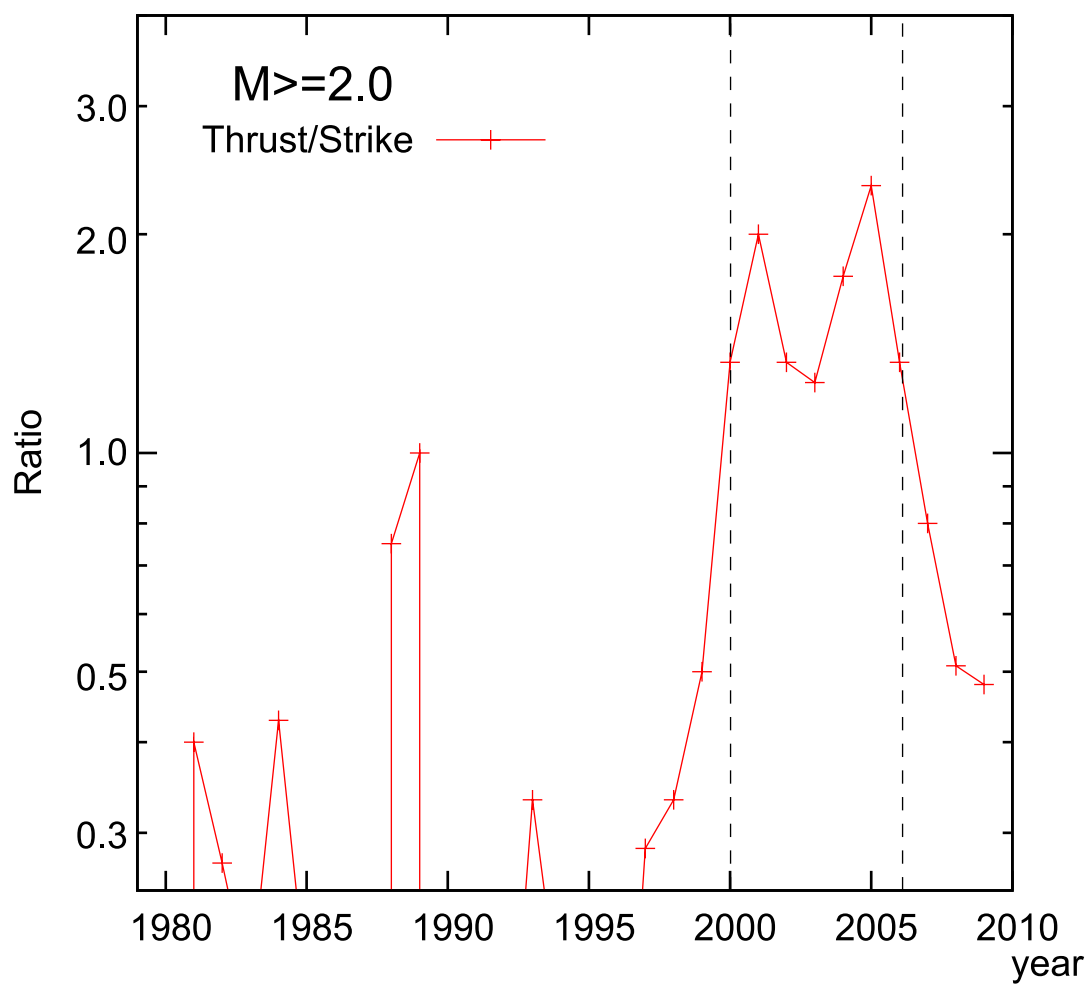


第 7 図 2 年間の時間窓でみた 1 年毎の発震機構解の型別発生数. 各期間の先頭にその期間の数を示した.

Fig. 7 Number of focal mechanisms for each type for each year with time window of 2 years.
Amount of each time window is plotted at the beginning of each window.



第 8 図 2 年間の時間窓でみた 1 年毎の逆断層型・横ずれ型地震の発生比率. 図示方法は図 7 と同じ.
Fig. 8 Ratio of thrust and strike type focal mechanisms for each year with time window of 2 years. Plotting method is the same as Fig. 7.



第 9 図 2 年間の時間窓でみた 1 年毎の逆断層型地震と横ずれ型地震の発生比率. 図示方法は図 7 と同じ.

Fig. 9 Ratio of focal mechanisms between thrust and strike types for each year with time window of 2 years. Plotting method is the same as Fig. 7.