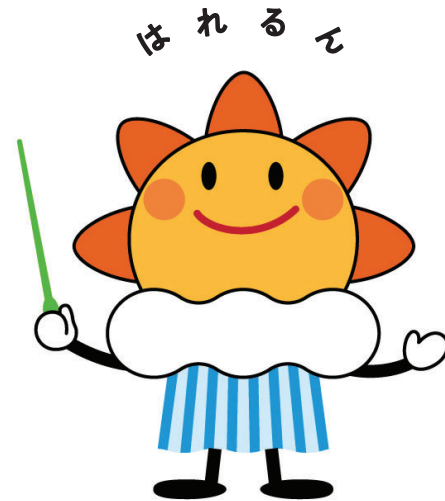


第356回 地震調査委員会（臨時会）資料

令和3年3月20日の宮城県沖の地震（M6.9）
について



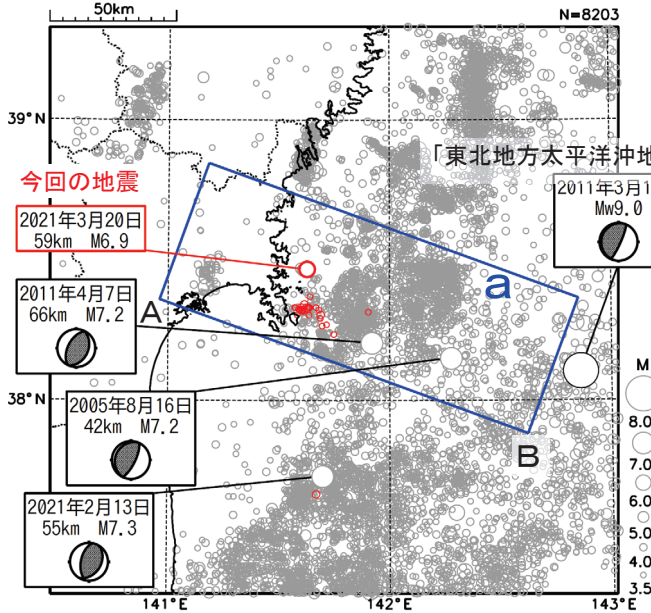
令和3年3月22日

気 象 庁

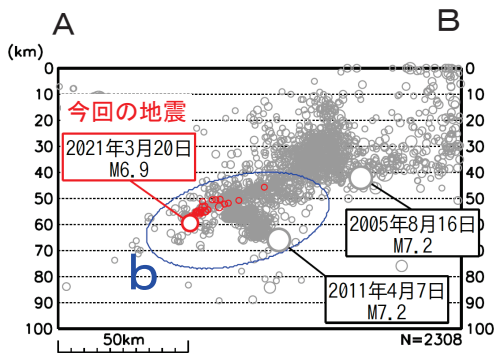


3月20日 宮城県沖の地震

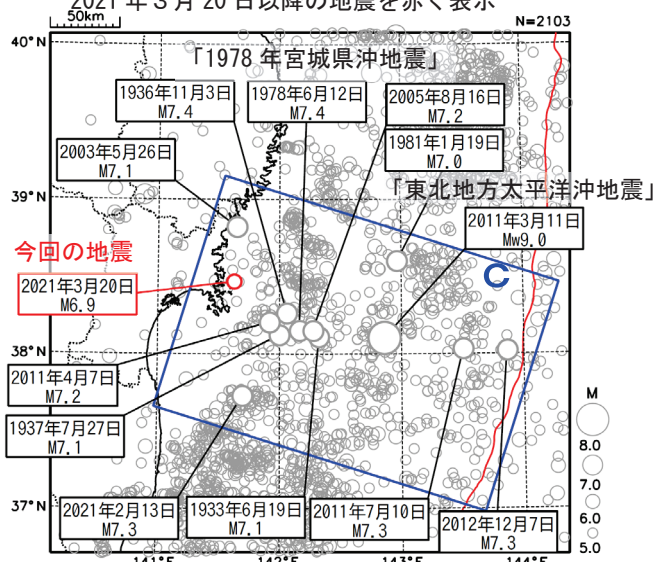
震央分布図
(1997年10月1日～2021年3月21日、
深さ0～100km、M≥3.5)
2021年3月20日以降の地震を赤く表示



領域a内の断面図 (A-B投影)



震央分布図
(1919年1月1日～2021年3月21日、
深さ0～100km、M≥5.0)
2021年3月20日以降の地震を赤く表示



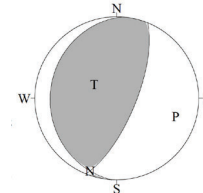
震央分布図中の赤線は、海溝軸を示す

2021年3月20日18時09分に宮城県沖の深さ59kmでM6.9の地震(最大震度5強)が発生した。この地震は、発震機構(CMT解)は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸プレートの境界で発生した。

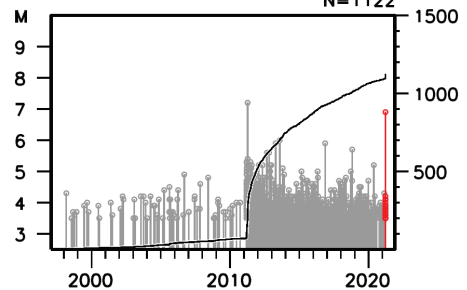
この地震により気象庁は緊急地震速報(警報)を発表した。また、気象庁は、この地震により18時11分に津波注意報を発表した(19時30分解除)。この地震により、軽傷者11人、住家一部損壊1棟の被害が生じた(3月22日07時00分現在、総務省消防庁による)。

1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)では、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(以下、東北地方太平洋沖地震)の発生以降に地震活動がより活発になっている。東北地方太平洋沖地震発生後の2011年4月7日にM7.2の地震(最大震度6強)が発生している。

今回の地震の発震機構解 (CMT解)

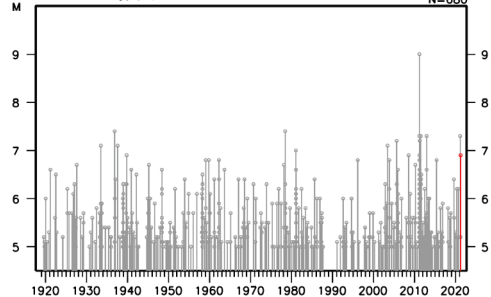


領域b内のM-T図及び回数積算図



1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M7.0以上の地震が時々発生している。1978年6月12日に「1978年宮城県沖地震」(M7.4、最大震度5)が発生している。この他、1930年代に3回、また、2005年8月16日にM7.2の地震(最大震度6弱)などが発生している。

領域c内のM-T図

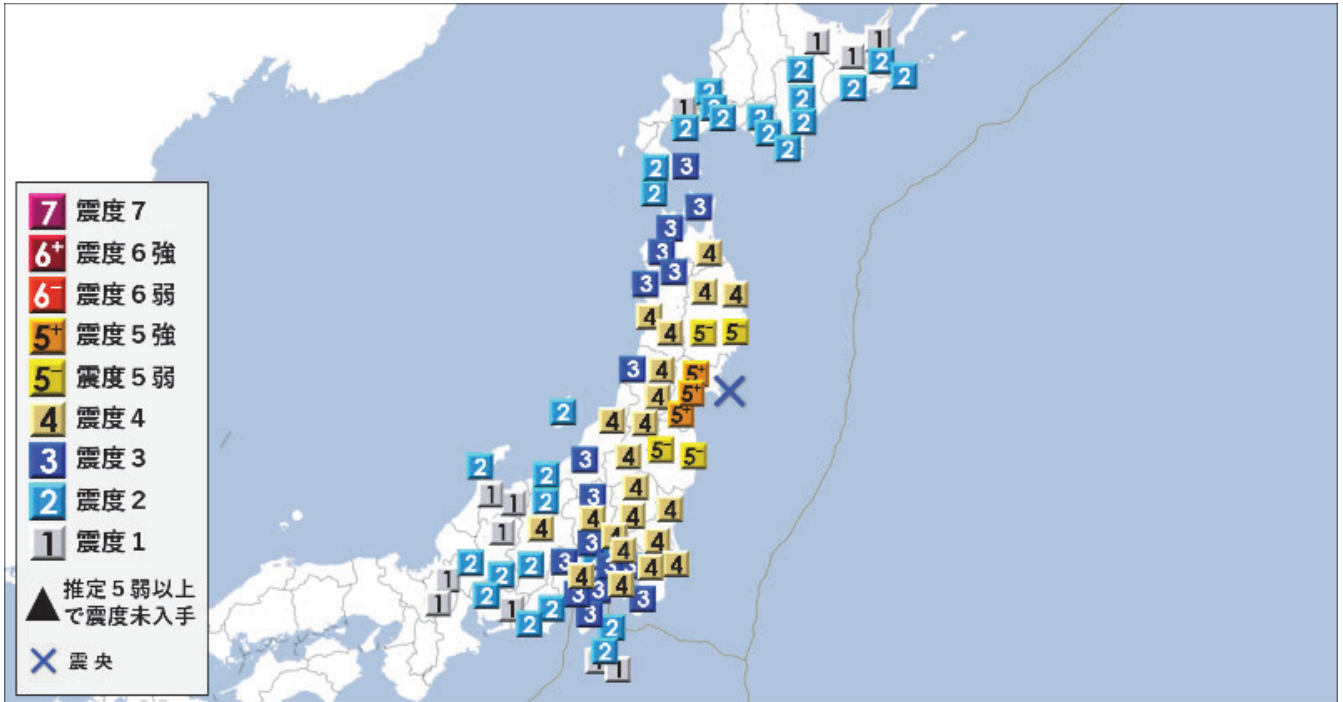


気象庁作成

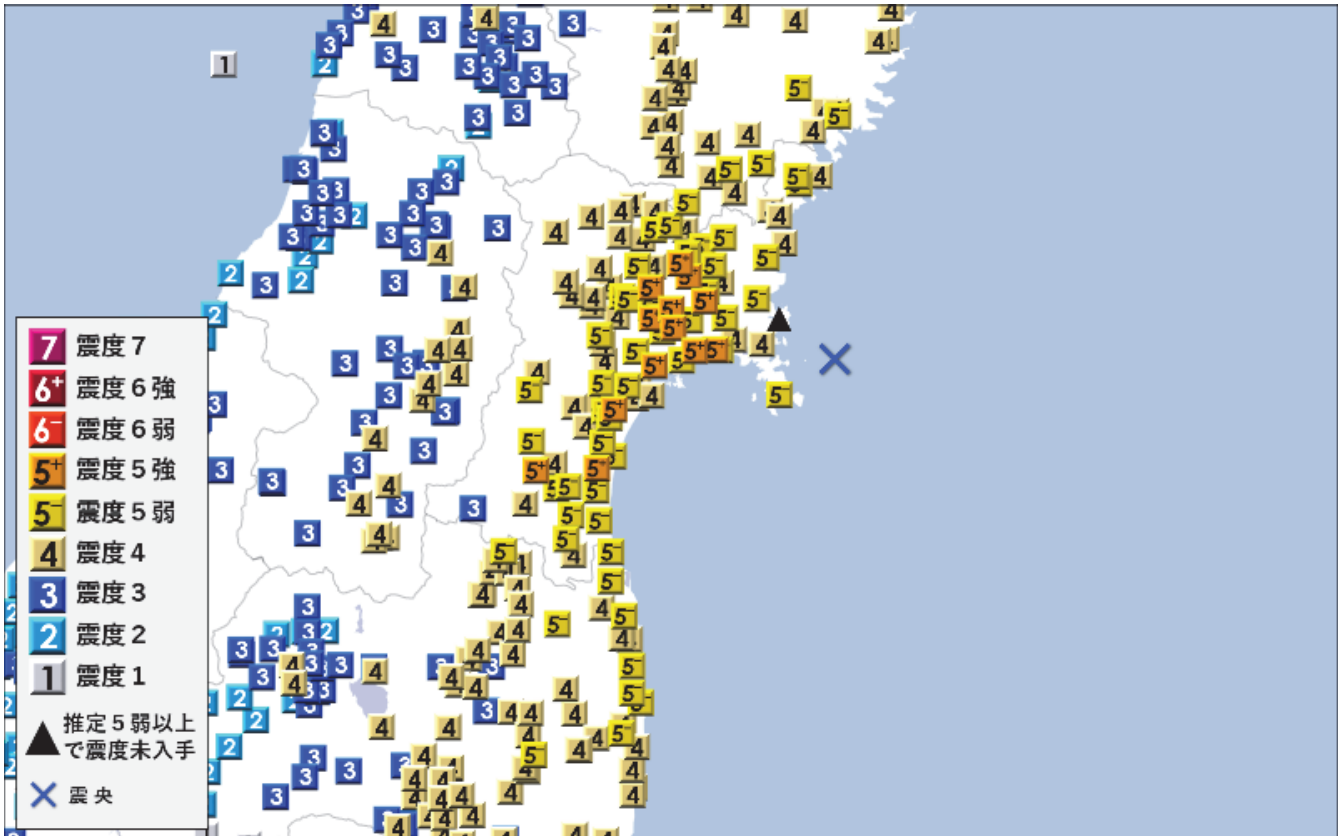
震度観測状況

3月20日18時13分発表

【各地域の震度】

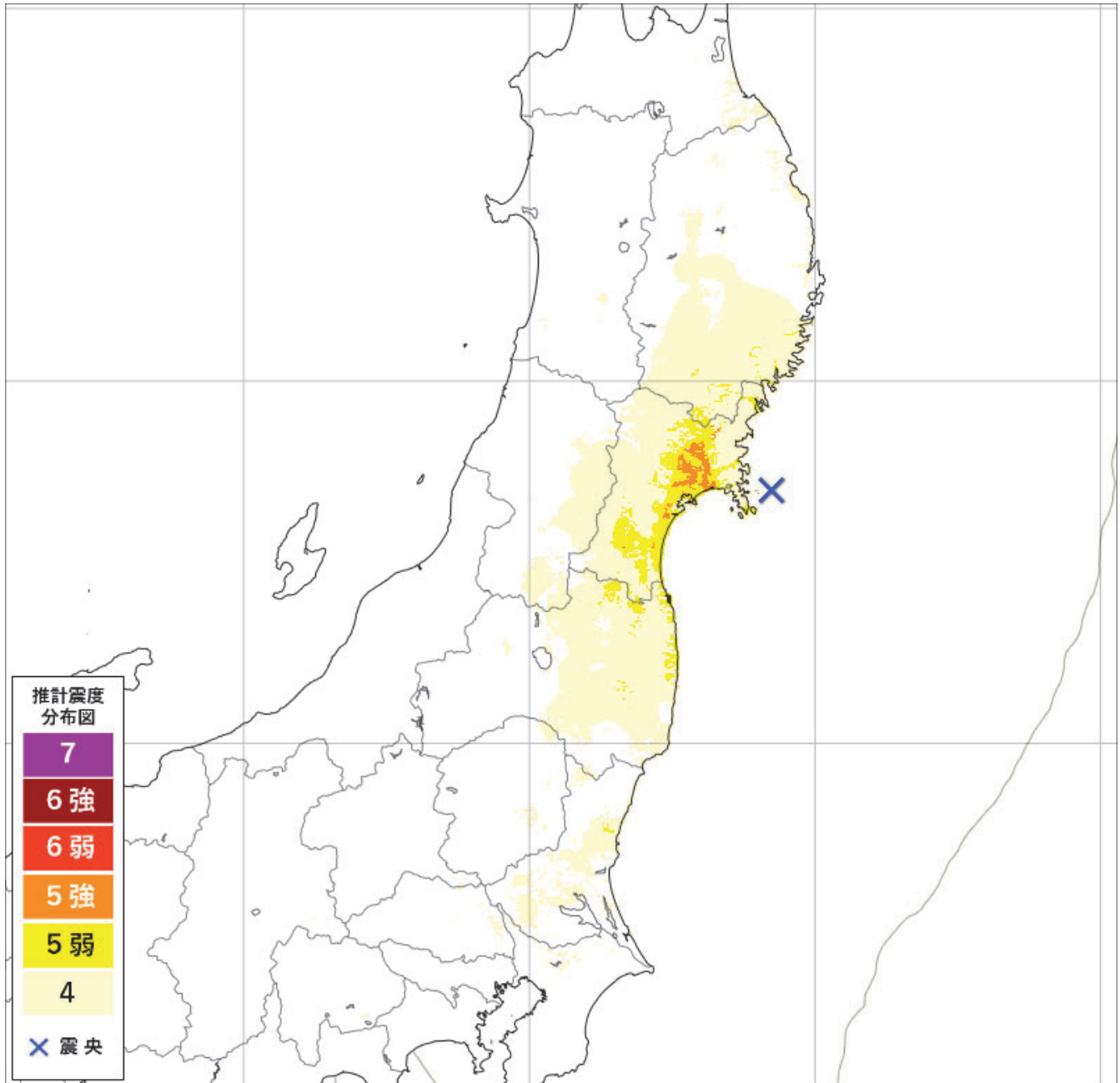


【各観測点の震度】



推計震度分布

推計震度分布



震度5弱以上のところでは、物が倒れたり、ガラスが割れるなどの被害が発生している可能性があります。

<推計震度分布図利用の留意事項>

地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがあります。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれますので、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがあります。

このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目してご利用下さい。

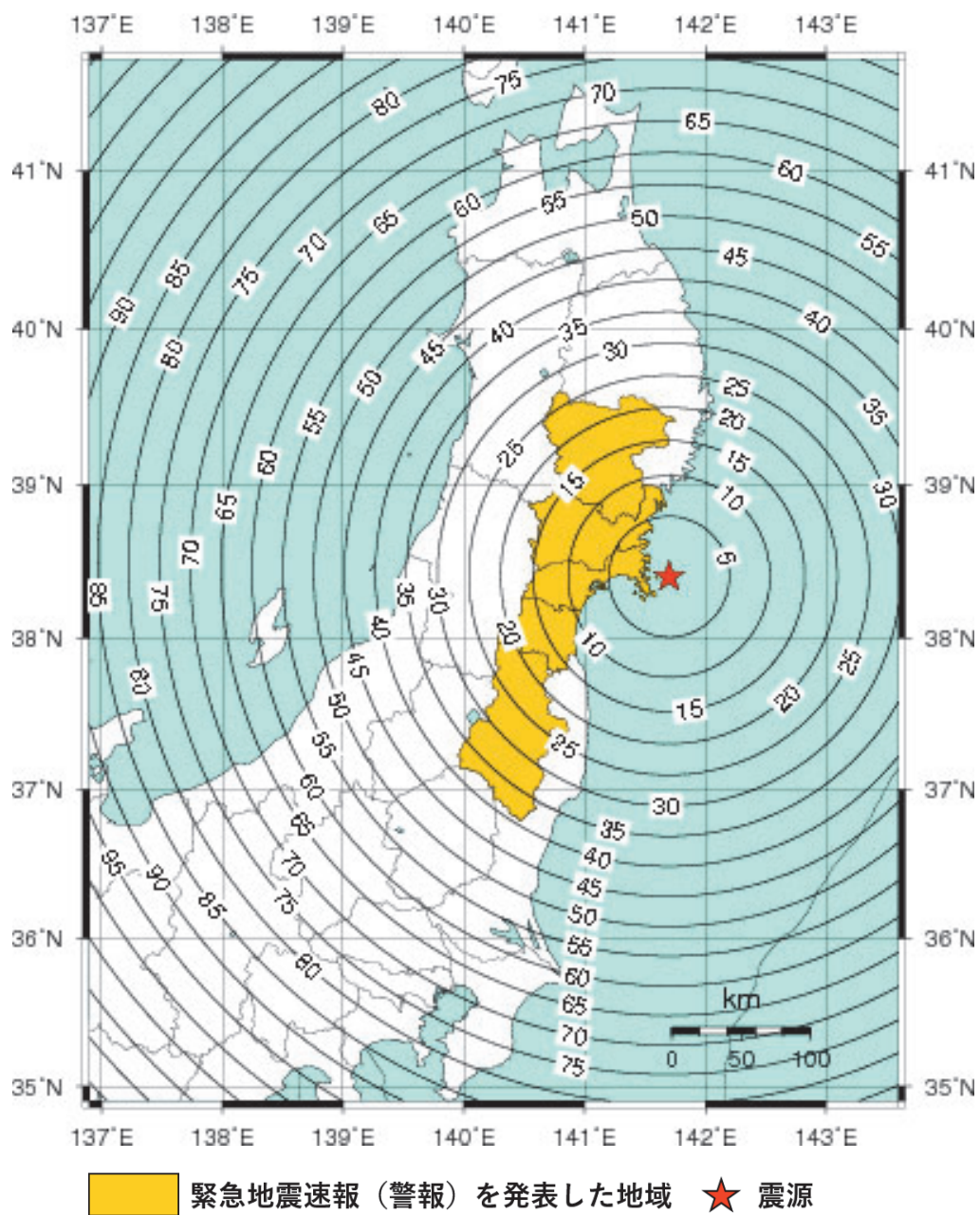
緊急地震速報の内容

※ 緊急地震速報（警報）は背景が灰色(第1報 第8報)の時に発表

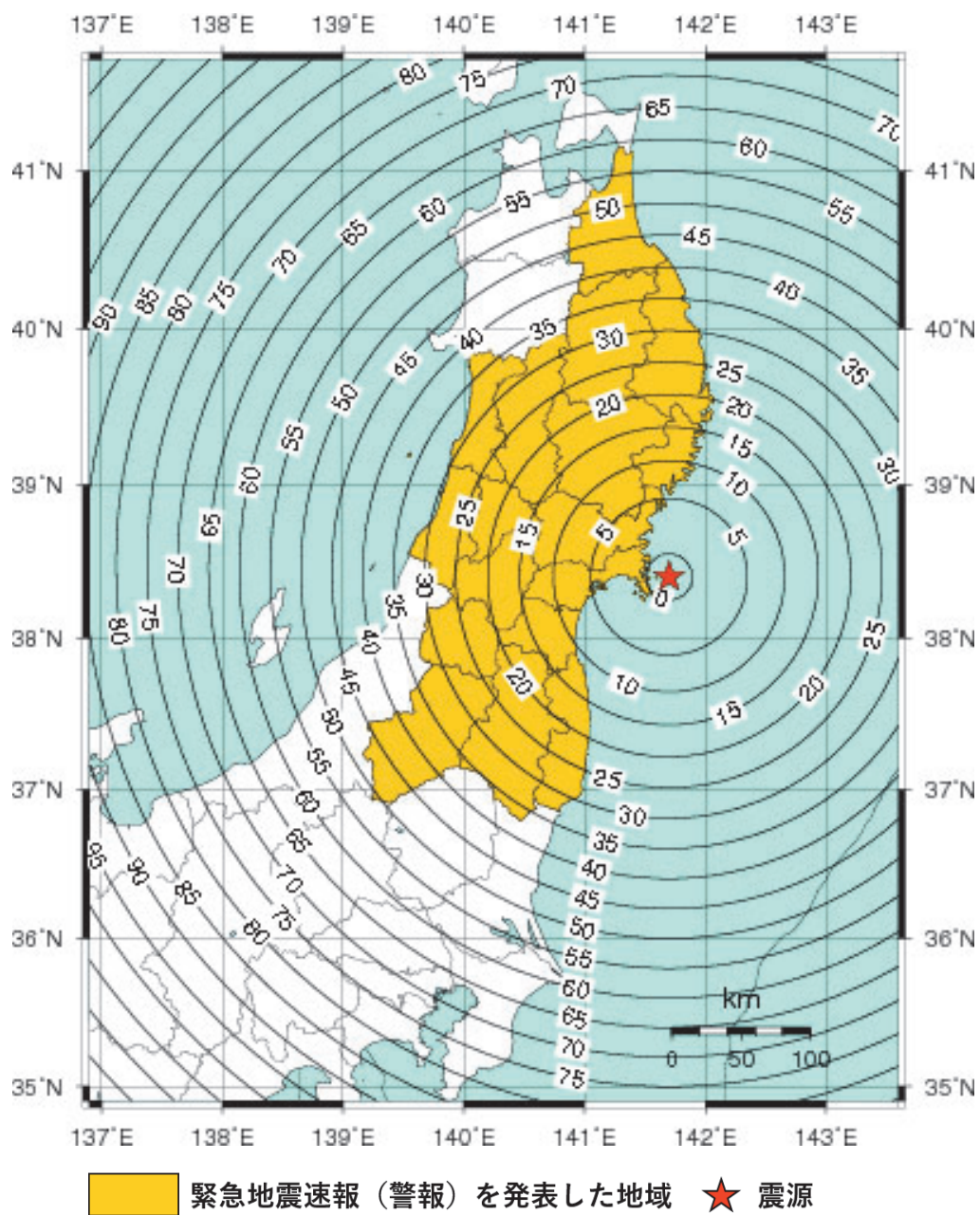
| 提供時刻 | | 経過時間 (秒) | 震源要素 | | | | | 予測震度 |
|---------|-------------|-------------|-------|------|-------|------|-----|------|
| 地震波検知時刻 | | | 震央地名 | 北緯 | 東経 | 深さ | M | |
| 第1報 | 18時09分58.9秒 | 4.6 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 40km | 5.7 | ※1 |
| 第2報 | 18時09分59.0秒 | 4.7 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.6 | 50km | 6.5 | ※2 |
| 第3報 | 18時09分59.4秒 | 5.1 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 30km | 6.0 | ※3 |
| 第4報 | 18時09分59.7秒 | 5.4 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 30km | 6.0 | ※3 |
| 第5報 | 18時09分59.9秒 | 5.6 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 30km | 6.0 | ※4 |
| 第6報 | 18時10分00.3秒 | 6.0 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 40km | 6.5 | ※5 |
| 第7報 | 18時10分00.5秒 | 6.2 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 40km | 6.5 | ※6 |
| 第8報 | 18時10分00.9秒 | 6.6 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 50km | 6.7 | ※7 |
| 第9報 | 18時10分01.5秒 | 7.2 | 宮城県中部 | 38.6 | 141.5 | 50km | 6.7 | ※8 |
| 第10報 | 18時10分01.8秒 | 7.5 | 宮城県中部 | 38.6 | 141.5 | 50km | 6.5 | ※9 |
| 第11報 | 18時10分02.4秒 | 8.1 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.5 | 60km | 6.6 | ※10 |
| 第12報 | 18時10分02.7秒 | 8.4 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.5 | 60km | 6.7 | ※11 |
| 第13報 | 18時10分03.2秒 | 8.9 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 60km | 6.7 | ※12 |
| 第14報 | 18時10分04.3秒 | 10.0 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 60km | 6.7 | ※12 |
| 第15報 | 18時10分04.5秒 | 10.2 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 50km | 6.7 | ※7 |
| 第16報 | 18時10分04.8秒 | 10.5 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 6.8 | ※13 |
| 第17報 | 18時10分08.0秒 | 13.7 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 6.9 | ※14 |
| 第18報 | 18時10分10.4秒 | 16.1 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 60km | 6.9 | ※15 |
| 第19報 | 18時10分10.6秒 | 16.3 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 60km | 7.0 | ※16 |
| 第20報 | 18時10分11.1秒 | 16.8 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.6 | 60km | 7.0 | ※17 |
| 第21報 | 18時10分12.6秒 | 18.3 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 60km | 7.0 | ※18 |
| 第22報 | 18時10分18.1秒 | 23.8 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.0 | ※19 |
| 第23報 | 18時10分19.8秒 | 25.5 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 60km | 7.1 | ※20 |
| 第24報 | 18時10分24.7秒 | 30.4 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 60km | 7.1 | ※20 |
| 第25報 | 18時10分40.7秒 | 46.4 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.1 | ※21 |
| 第26報 | 18時10分42.2秒 | 47.9 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.2 | ※22 |
| 第27報 | 18時10分45.2秒 | 50.9 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 60km | 7.2 | ※23 |
| 第28報 | 18時10分49.5秒 | 55.2 | 宮城県沖 | 38.4 | 141.7 | 60km | 7.2 | ※24 |
| 第29報 | 18時10分51.8秒 | 57.5 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.2 | ※22 |
| 第30報 | 18時10分54.8秒 | 60.5 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 6.9 | ※25 |
| 第31報 | 18時10分55.1秒 | 60.8 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.0 | ※26 |
| 第32報 | 18時10分56.9秒 | 62.6 | 宮城県沖 | 38.5 | 141.7 | 60km | 7.2 | ※22 |

- ※1 震度4から5弱程度 宮城県中部
震度4程度 宮城県北部、岩手県内陸南部、宮城県南部
震度3から4程度 福島県中通り
- ※7 震度5強から6弱程度 宮城県中部
震度5強程度 宮城県北部
震度5弱程度 岩手県内陸南部、宮城県南部
震度4から5弱程度 福島県浜通り、福島県中通り、岩手県内陸北部
震度4程度 岩手県沿岸南部、山形県最上、山形県村山、山形県置賜、岩手県沿岸北部、山形県庄内、秋田県内陸南部、秋田県沿岸南部、福島県会津、青森県三八上北

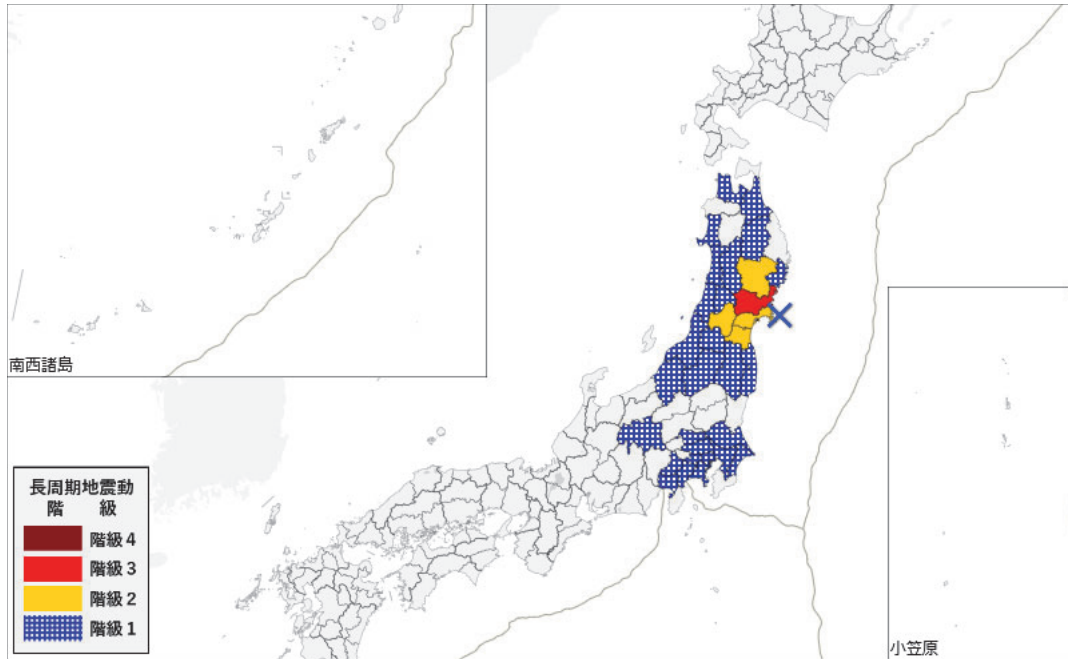
警報第1報の対象地域及び主要動到達までの時間



警報第2報の対象地域及び主要動到達までの時間



長周期地震動階級観測状況



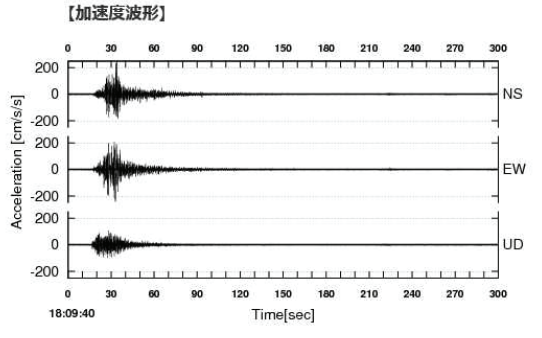
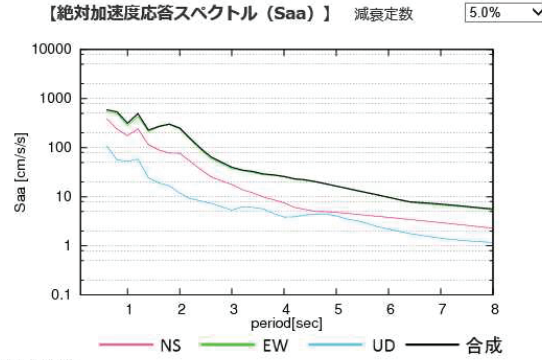
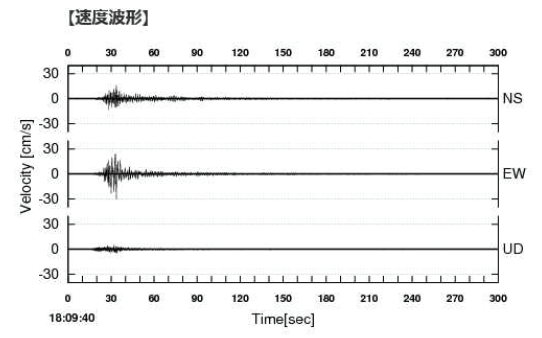
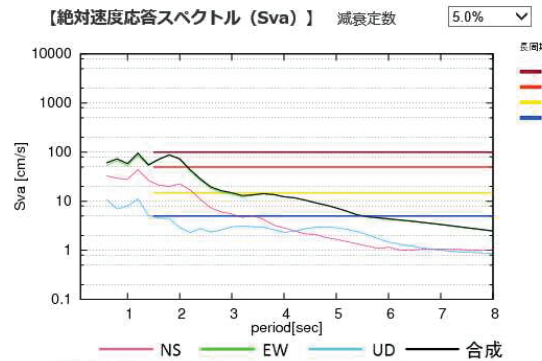
| 階級 | 地域名称 |
|-----|---|
| 階級3 | 宮城県北部 |
| 階級2 | 岩手県内陸南部 宮城県南部 宮城県中部 山形県村山 |
| 階級1 | 青森県津軽北部 青森県三八上北 岩手県沿岸南部 岩手県内陸北部 秋田県沿岸北部 秋田県沿岸南部 秋田県内陸南部 山形県庄内 山形県最上 山形県置賜 福島県中通り 福島県浜通り 福島県会津 茨城県南部 埼玉県北部 埼玉県南部 千葉県北東部 千葉県北西部 東京都23区 東京都多摩東部 神奈川県東部 神奈川県西部 新潟県中越 新潟県下越 山梨県東部・富士五湖 長野県中部 静岡県東部 |

【長周期地震動階級の解説】

| | 人の体感・行動 | 室内の状況 | 備考 |
|-----|---|--|-------------------------|
| 階級4 | 立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされる。 | キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。 | 間仕切壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。 |
| 階級3 | 立っていることが困難になる。 | キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。 | 間仕切壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。 |
| 階級2 | 室内で大きな揺れを感じ、物につかまりたいと感じる。物につかまらなると歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。 | キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。 | — |
| 階級1 | 室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。 | ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。 | — |

3月20宮城県沖の地震により観測された長周期地震動

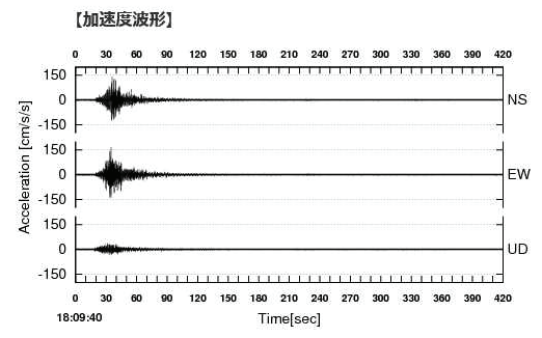
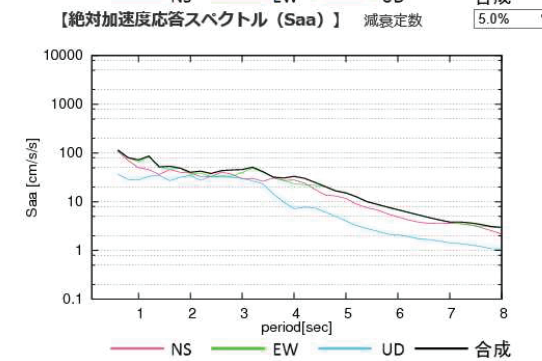
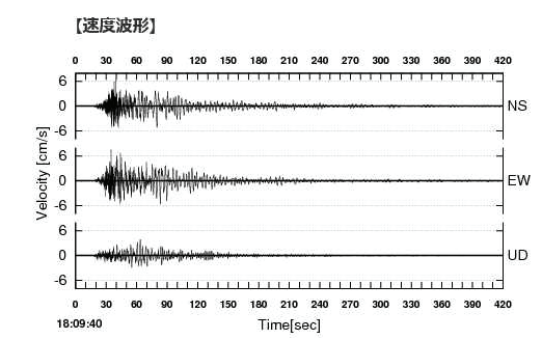
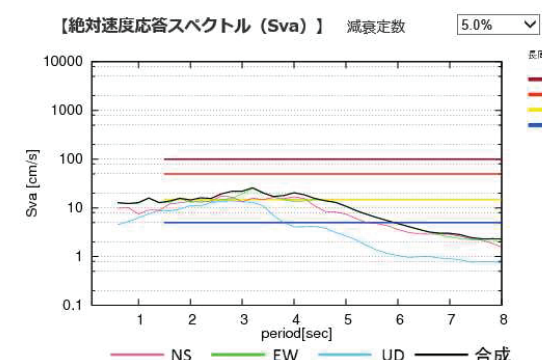
| 【観測地点】 地点名：涌谷町新町裏 地域名：宮城県北部 観測時間 2021.03.20 18:09:40~18:14:40 | 【震度】 5強 | 【長周期地震動階級】 3 | 【長周期地震動の周期別階級】 <table border="1"> <tr> <th>周期</th> <th>1秒台</th> <th>2秒台</th> <th>3秒台</th> <th>4秒台</th> <th>5秒台</th> <th>6秒台</th> <th>7秒台</th> </tr> <tr> <td>階級</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table> | 周期 | 1秒台 | 2秒台 | 3秒台 | 4秒台 | 5秒台 | 6秒台 | 7秒台 | 階級 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
|---|--------------------------|-------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 周期 | 1秒台 | 2秒台 | 3秒台 | 4秒台 | 5秒台 | 6秒台 | 7秒台 | | | | | | | | | | | | |
| 階級 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |



【地動最大値】

| | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|--------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| 加速度NS | 加速度EW | 加速度UD | 3成分合成加速度 | 速度NS | 速度EW | 速度UD | 3成分合成速度 | 変位NS | 変位EW | 変位UD | 3成分合成変位 |
| 246.600 | 238.167 | 106.541 | 257.978 | 16.113 | 30.486 | 4.276 | 32.568 | 2.101 | 6.627 | 0.920 | 6.832 |

| 【観測地点】 地点名：大崎市古川大崎 地域名：宮城県北部 観測時間 2021.03.20 18:09:40~18:16:40 | 【震度】 4 | 【長周期地震動階級】 2 | 【長周期地震動の周期別階級】 <table border="1"> <tr> <th>周期</th> <th>1秒台</th> <th>2秒台</th> <th>3秒台</th> <th>4秒台</th> <th>5秒台</th> <th>6秒台</th> <th>7秒台</th> </tr> <tr> <td>階級</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table> | 周期 | 1秒台 | 2秒台 | 3秒台 | 4秒台 | 5秒台 | 6秒台 | 7秒台 | 階級 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
|--|-------------------------|-------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| 周期 | 1秒台 | 2秒台 | 3秒台 | 4秒台 | 5秒台 | 6秒台 | 7秒台 | | | | | | | | | | | | |
| 階級 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | |



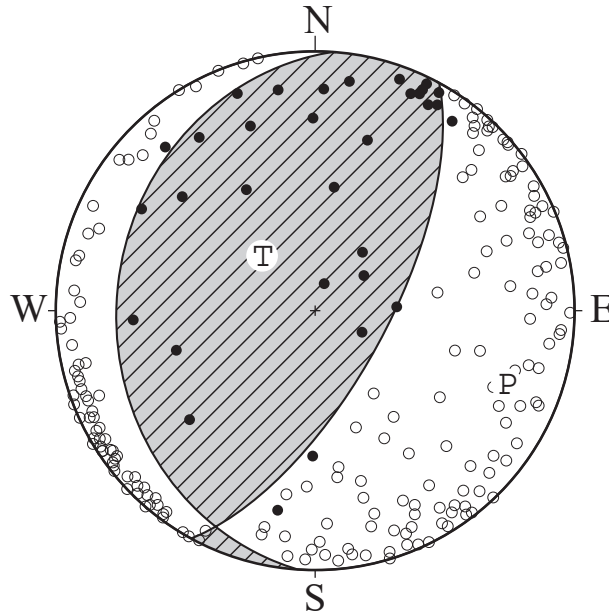
【地動最大値】

| | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|
| 加速度NS | 加速度EW | 加速度UD | 3成分合成加速度 | 速度NS | 速度EW | 速度UD | 3成分合成速度 | 変位NS | 変位EW | 変位UD | 3成分合成変位 |
| 143.555 | 166.483 | 36.552 | 167.197 | 6.402 | 7.608 | 3.883 | 7.840 | 2.662 | 2.590 | 1.497 | 3.113 |

令和3年3月20日18時09分の地震の発震機構解 初動解

西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

[初動解]

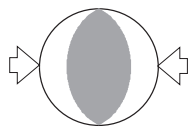


下半球等積投影法で描画
P：圧力軸の方向
T：張力軸の方向

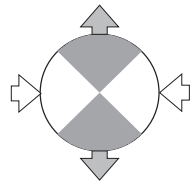
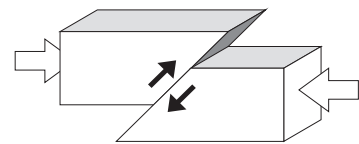
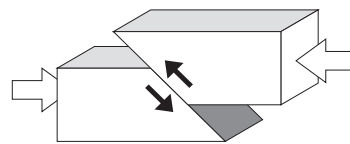
※ ●は初動が上向きの観測点、○は初動が下向きの観測点を示す。

発震機構解〔初動解〕について

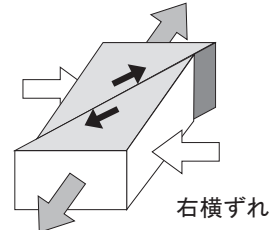
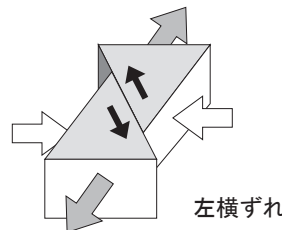
圧力軸に注目した場合の例



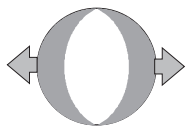
逆断層型



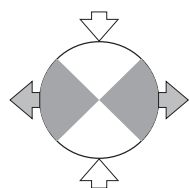
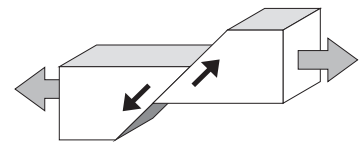
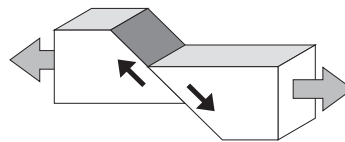
横ずれ断層型



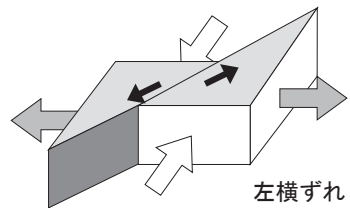
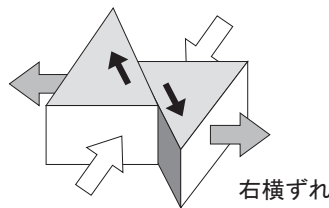
張力軸に注目した場合の例



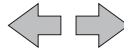
正断層型



横ずれ断層型



圧力（押す力）



張力（引く力）



断層がずれる方向

令和3年3月20日18時09分の地震の発震機構解 CMT解

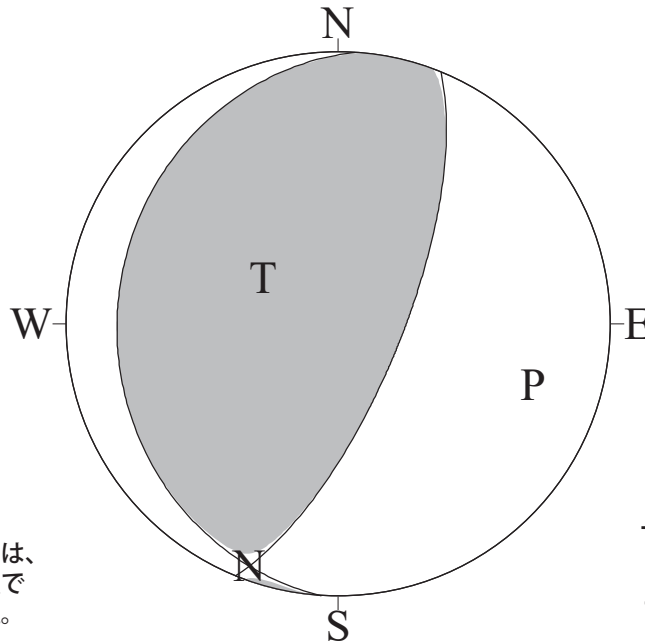
西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

[CMT解]

Mw=7.0

セントロイドの位置
北緯 38度26分
東経 141度39分
深さ 約55km

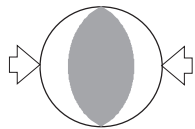
※セントロイドの位置とは、
地震の断層運動を1点で
代表させた場合の位置。



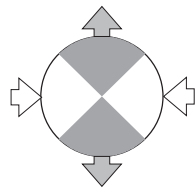
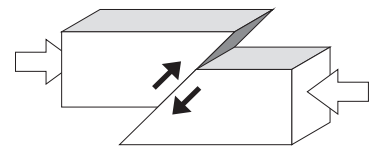
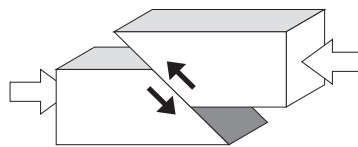
下半球等積投影法で描画
P：圧力軸の方向
T：張力軸の方向

発震機構解 [CMT解] について

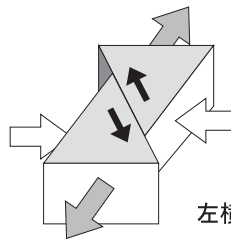
圧力軸に注目した場合の例



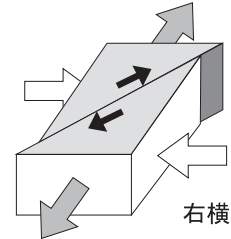
逆断層型



横ずれ断層型

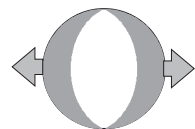


左横ずれ

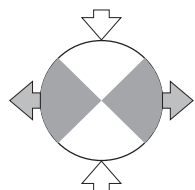
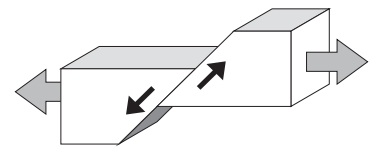
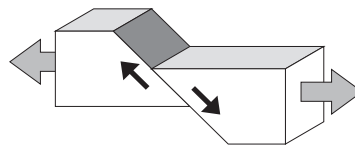


右横ずれ

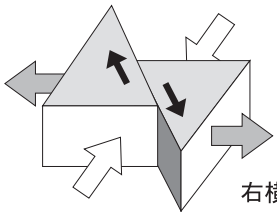
張力軸に注目した場合の例



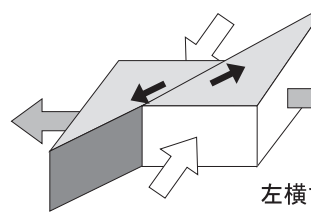
正断層型



横ずれ断層型



右横ずれ



左横ずれ



圧力 (押す力)



張力 (引く力)



断層がずれる方向

2021年3月20日 宮城県沖の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

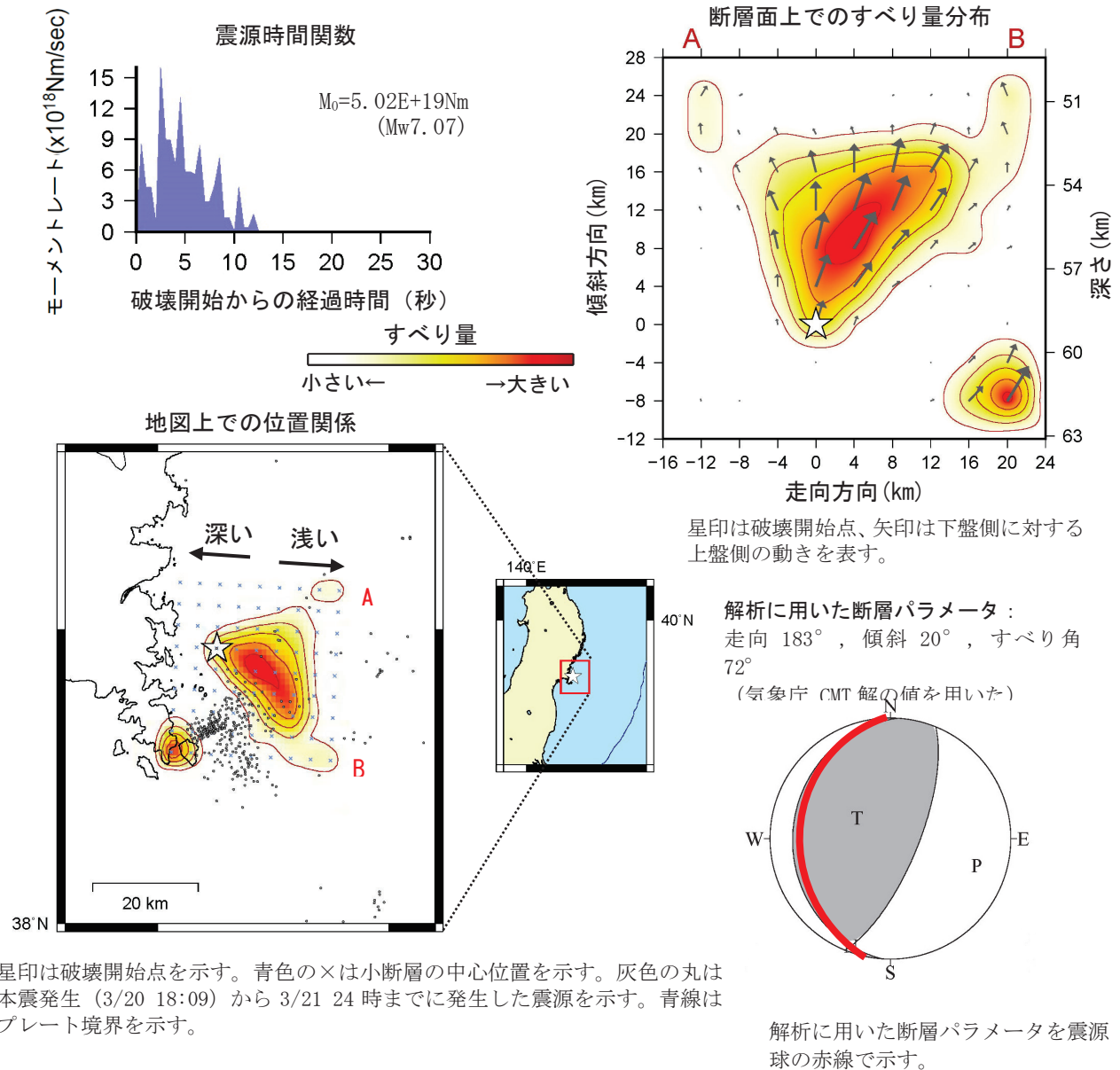
2021年03月20日18時09分（日本時間）に宮城県沖で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、気象庁による暫定震源の位置（38° 28.0′ N、141° 37.6′ E、深さ59km）とした。断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のうち、低角に傾斜した節面（走向183°、傾斜20°、すべり角72°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.3km/sとした。理論波形の計算にはCRUST2.0（Bassin et al., 2000）およびIASP91（Kennett and Engdahl, 1991）の地下構造モデルを用いた。

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- ・主な破壊領域は走向方向に約20km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から南東側の浅い領域に広がり、最大すべり量は2.2mであった（周辺の構造から剛性率を75GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（Mw）は7.1であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



星印は破壊開始点を示す。青色の×は小断層の中心位置を示す。灰色の丸は本震発生（3/20 18:09）から3/21 24時までに発生した震源を示す。青線はプレート境界を示す。

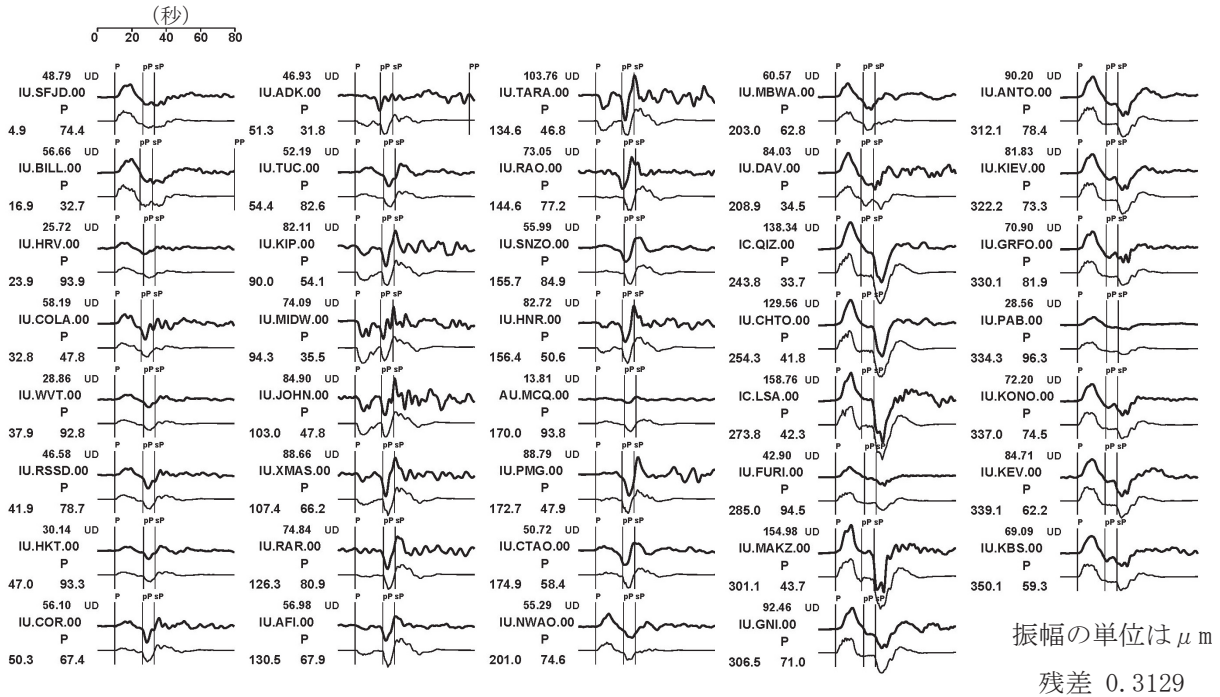
（注1）解析に使用したプログラム

M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

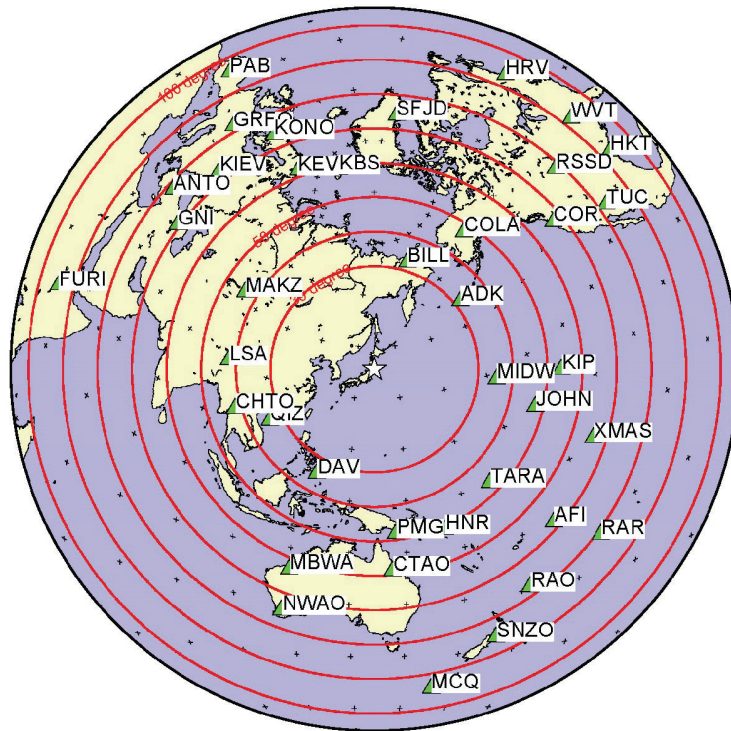
作成日: 2021/03/22

気象庁作成

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



観測点分布



震央距離 $30^\circ \sim 100^\circ$ ※¹の39観測点※²（P波：39、SH波：0）を使用。
 ※¹：近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。
 ※²：IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

参考文献

Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.
 Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

作成日：2021/03/22

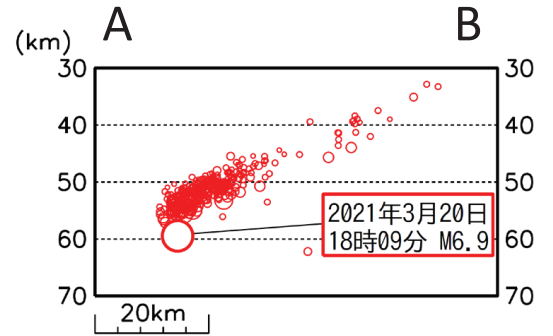
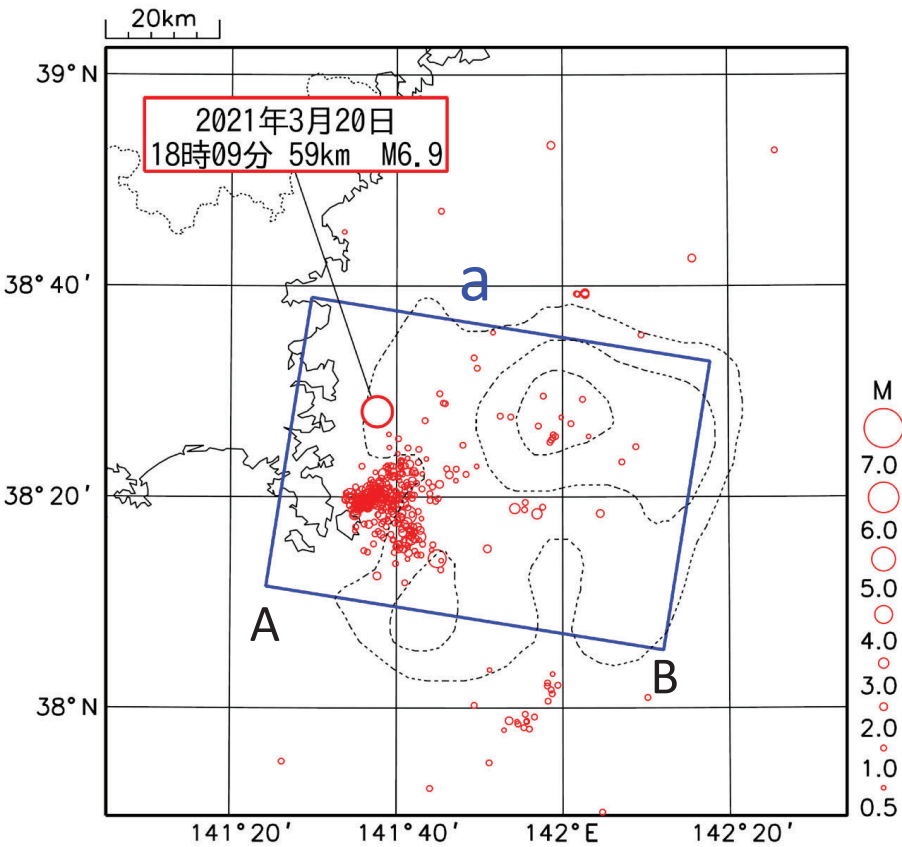
気象庁作成

今回の地震の活動状況

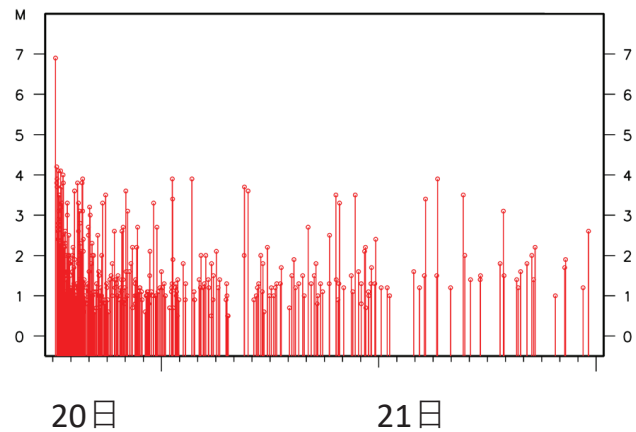
震央分布図

(2021年3月20日18時00分～3月21日24時00分
深さ30～70km、 $M \geq 0.5$)

領域a内の断面図 (A-B投影)

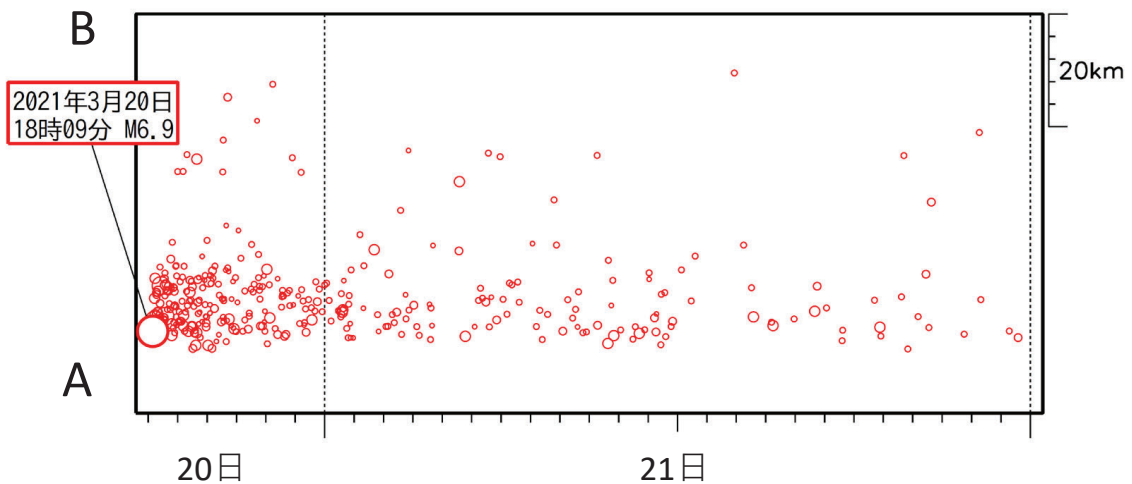


領域a内のM-T図



震央分布図中の黒点線はYamanaka and Kikuchi (2004)によるアスペリティを示す。

領域a内の時空間分布図 (A-B投影)



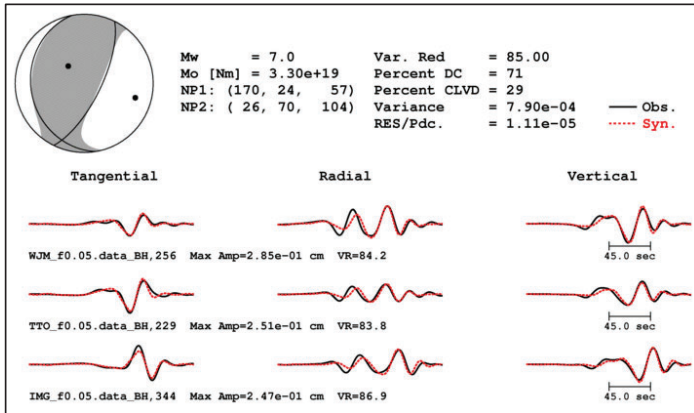
2021年3月20日 宮城県沖 各機関の発震機構解析結果

| | Mw | 深さ (km) | |
|------------|-----|---------|---|
| 気象庁 | 7.0 | 56km |  |
| F-net | 7.0 | 62km |  |
| AQUA | 7.0 | 65km |  |
| USGS | 7.0 | 61km |  |
| Global CMT | 7.1 | 52km |  |
| GEOFON | 7.0 | 44km |  |
| Geoscope | 7.1 | 52km |  |

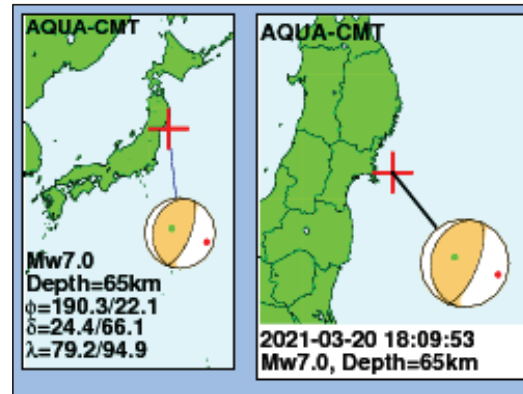
※データ及び発震機構解の図は各機関のWebに掲載されたものを使用

2021年3月20日 宮城県沖 各機関の発震機構解析結果 (各機関HPより)

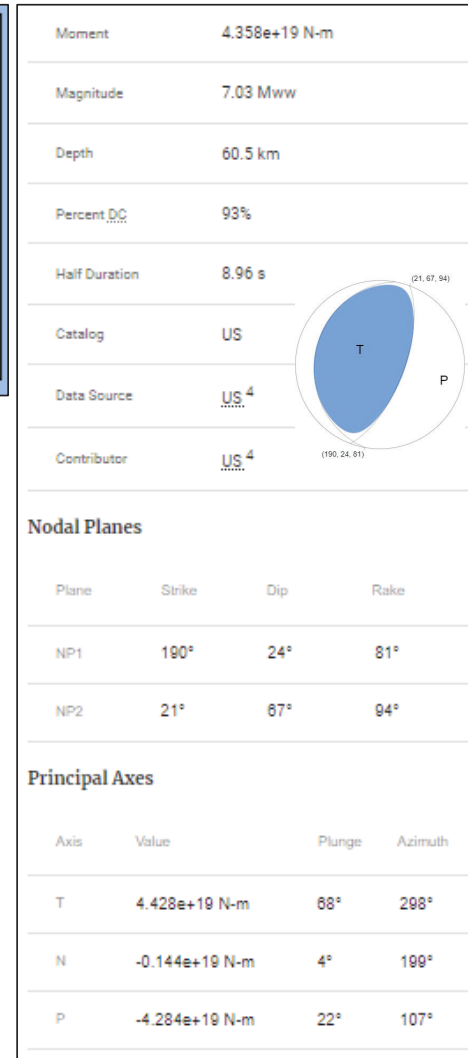
F-net



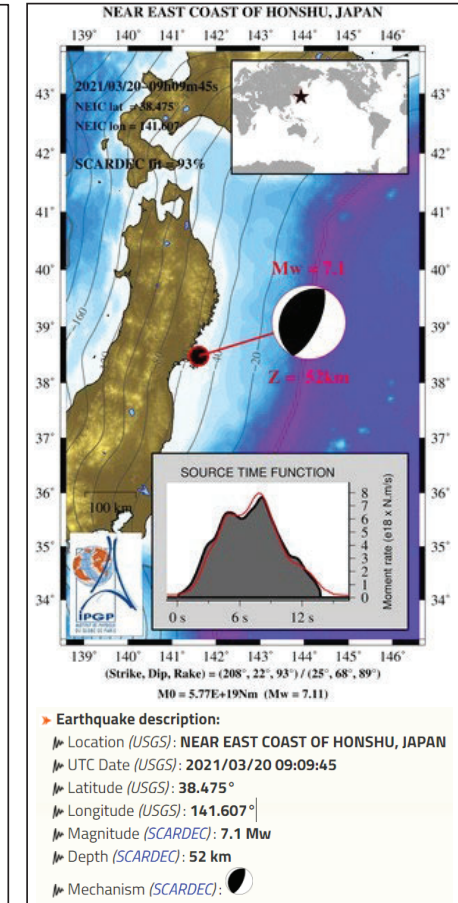
AQUA



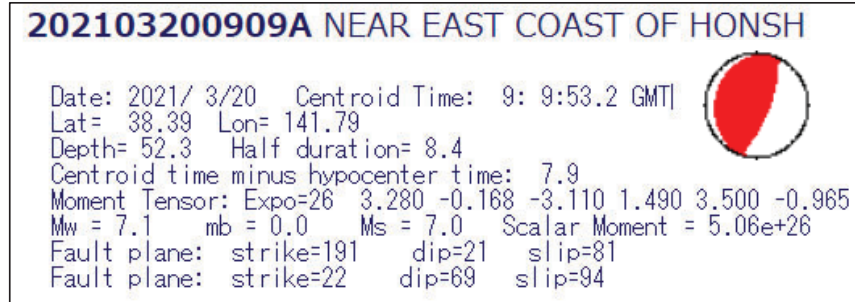
USGS



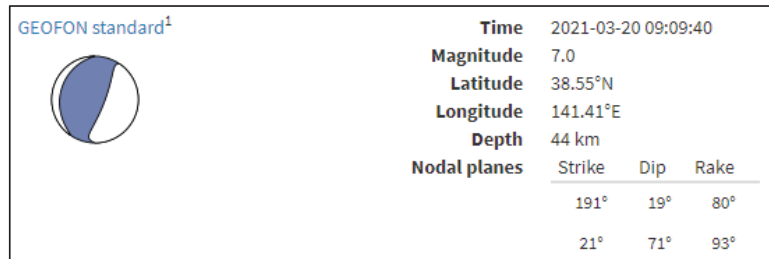
Geoscope



Global CMT

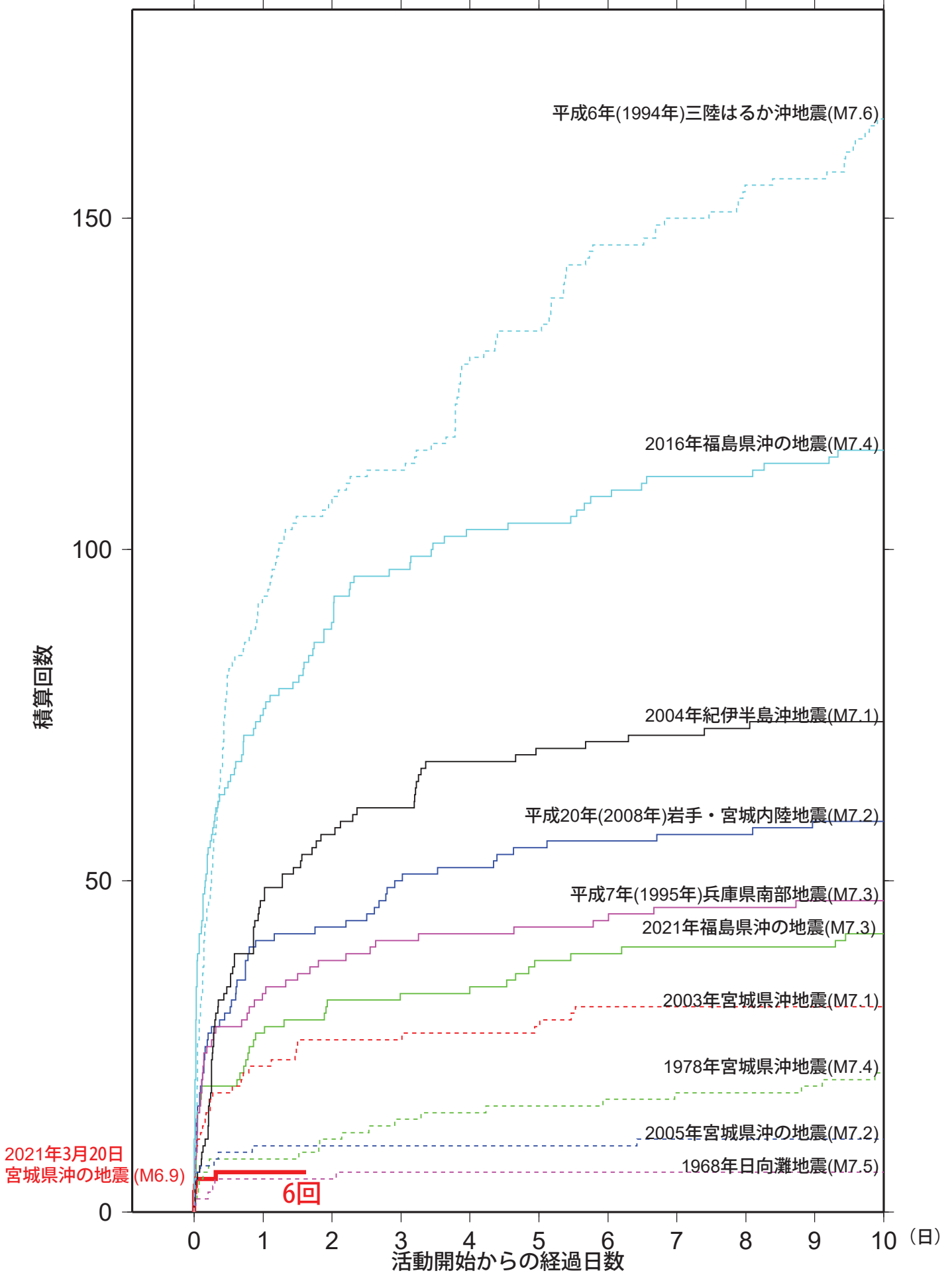


GEOFON



内陸及び海域で発生したマグニチュード7クラスの地震の地震回数比較 (マグニチュード4.0以上)

2021年03月22日09時00分現在



※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがあります。
 ※今回の地震のマグニチュードについては、これまでの最大を示している。

気象庁作成

3月20日宮城県沖の地震によるプレート境界面における静的応力変化 (ΔCFF)

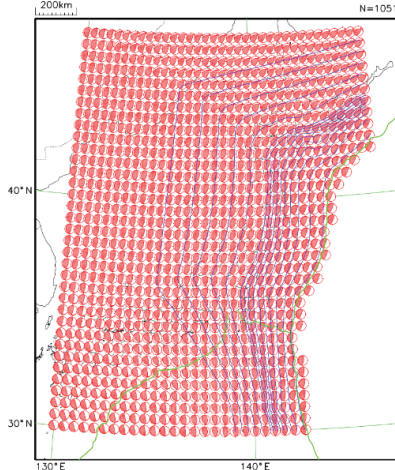
ソース断層：

3月20日宮城県沖の地震 (Mj6.9) の気象庁CMT解の2つの節面を用い、同解のMw (7.0) で断層長 (50.2km) ・幅 (25.1km) ・すべり量 (1.05m) を設定
断層の位置は気象庁震源 (暫定値) を断層の中央とした。

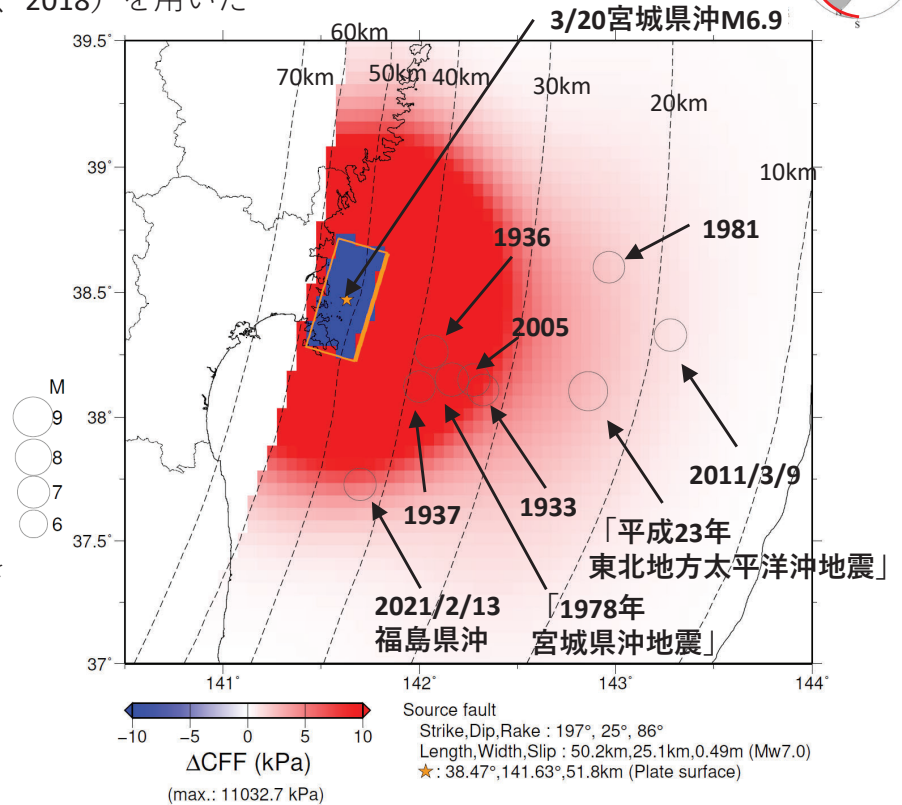
レシーバー断層 (深さ60kmまで)：

太平洋プレート上面の等深線データおよびプレート相対運動方向に基づき0.05度間隔で求めた断層パラメータ (岩切・上田、2018) を用いた

太平洋プレート上面における受け手の断層パラメータ



0.05度間隔のレシーバー断層パラメータを間引いてメカニズム解で表示

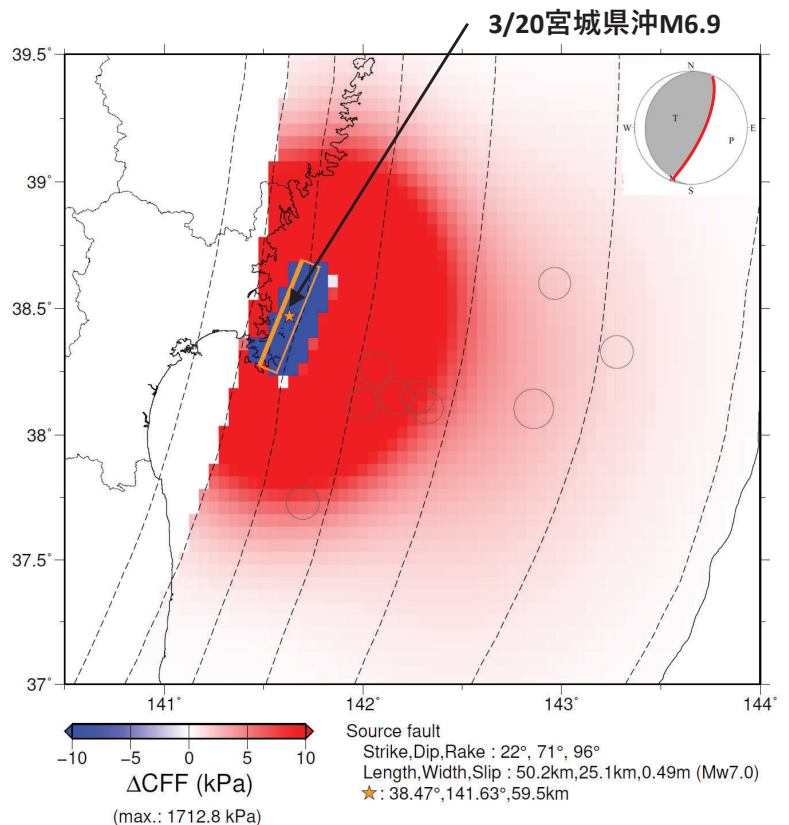


剛性率65GPa、摩擦係数0.4を仮定して
 ΔCFF 計算

図中の黒点線は太平洋プレート上面の等深線 (: Nakajima and Hasegawa (2006, GRL), 弘瀬・他(2008, 地震), Nakajima et al. (2009, JGR)による等深線データを使用)。
橙色星 (★) は3月20日宮城県沖の地震の震央、橙色矩形はその断層モデル (太線が断層上端側) を示す。白丸 (○) は日本海溝沿いの地震活動の長期評価に掲載されている1919年以降のプレート間地震及び2021年2月13日の福島県沖の地震 (M7.3) を示す。

赤は ΔCFF の値が正 (促進)、
青は負 (抑制) を示す

ソース断層にいずれの節面を用いても、 ΔCFF は10kpa以上の領域が存在する (潮汐応答レベル相当以上)



2月13日福島県沖の地震によるプレート境界面における静的応力変化 (ΔCFF)

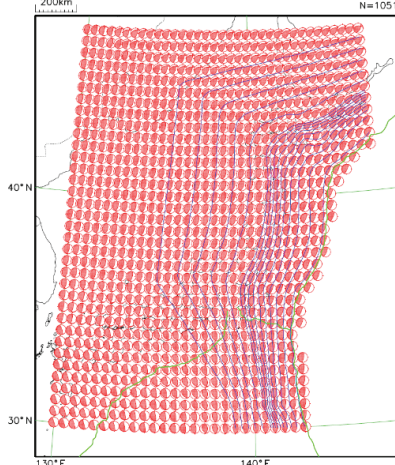
ソース断層：

2月13日福島県沖の地震 (Mj7.3) の気象庁CMT解の2つの節面を用い、同解のMw (7.1) で断層長 (56.3km) ・幅 (28.2km) ・すべり量 (0.55m) を設定
断層の位置は気象庁震源 (暫定値) を断層の中央とした

レーザー断層 (深さ60kmまで)：

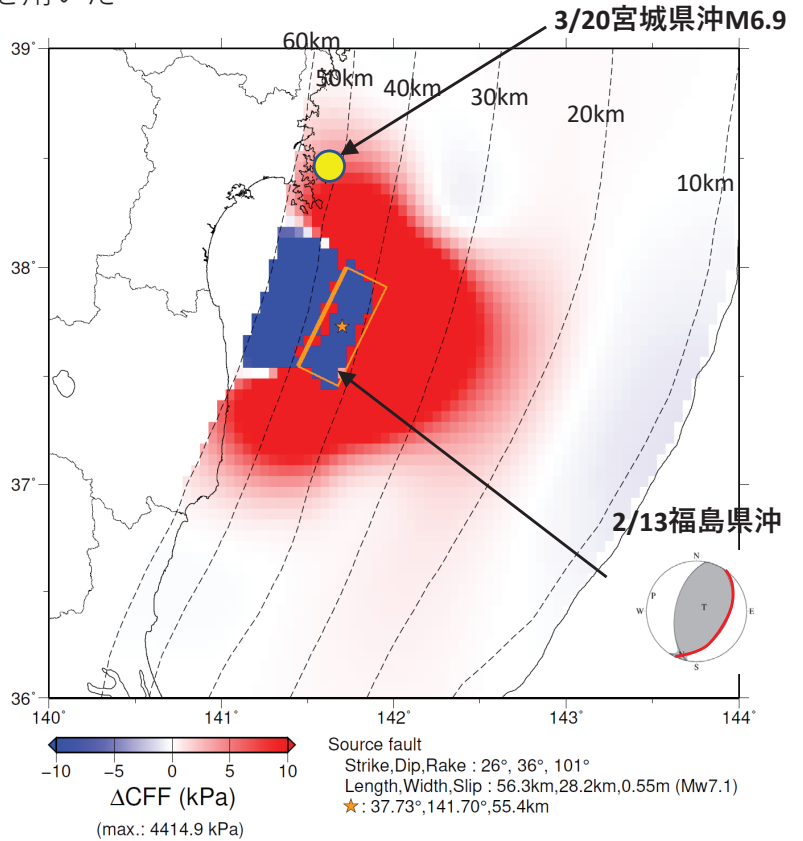
太平洋プレート上面の等深線データおよびプレート相対運動方向に基づき0.05度間隔で求めた断層パラメータ (岩切・上田、2018) を用いた

太平洋プレート上面における受け手の断層パラメータ



0.05度間隔のレーザー断層パラメータを間引いてメカニズム解で表示

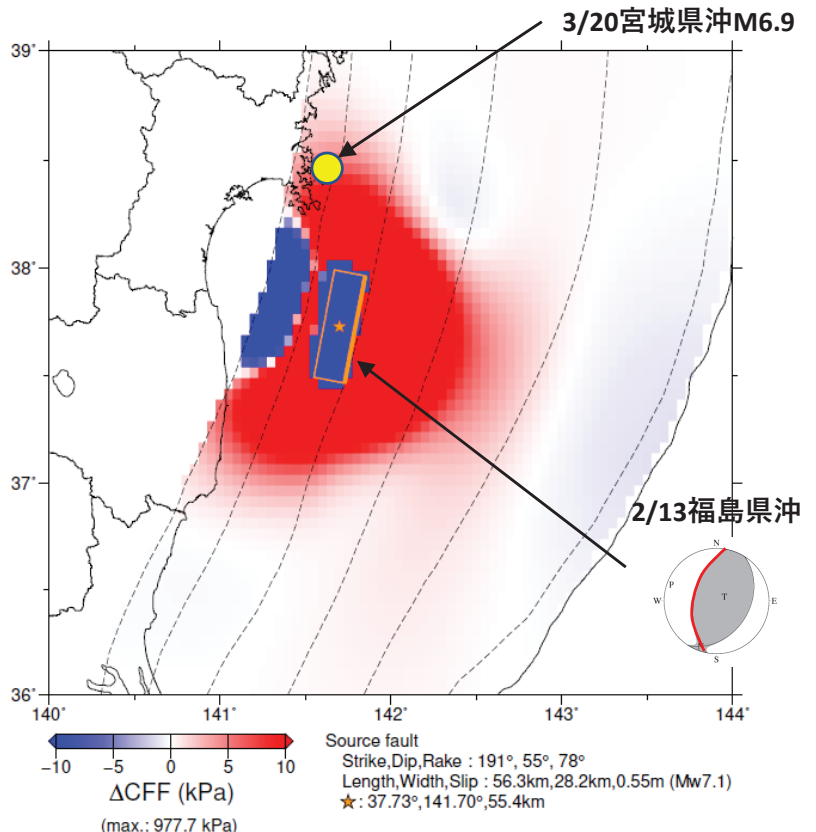
剛性率65GPa、摩擦係数0.4を仮定して
 ΔCFF 計算



図中の黒点線は太平洋プレート上面の等深線 (: Nakajima and Hasegawa (2006, GRL), 弘瀬・他(2008, 地震), Nakajima et al. (2009, JGR)による等深線データを使用)。
橙色星 (★) は2月13日福島県沖の地震の震央、橙色矩形はその断層モデル (太線が断層上端側) を示す。黄色丸 (●) は3月20日宮城県沖の地震の震央を示す。

赤は ΔCFF の値が正 (促進)、
青は負 (抑制) を示す

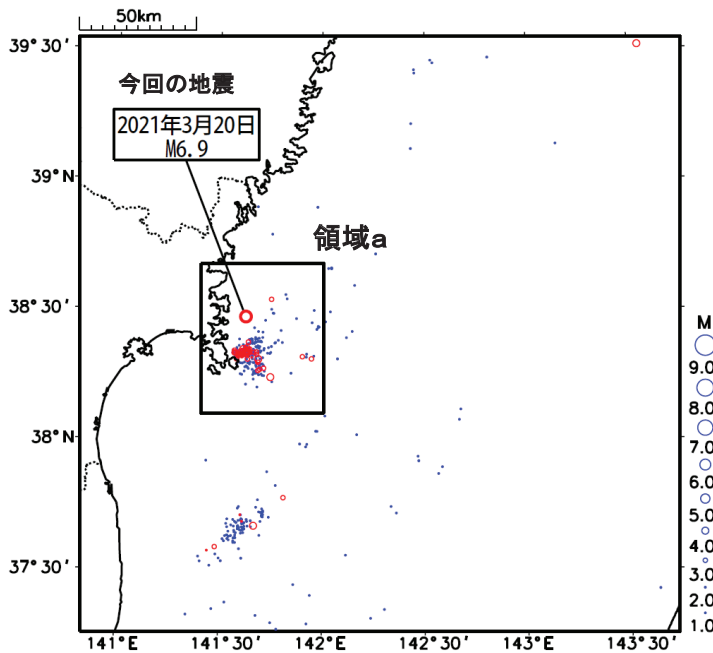
ソース断層にいずれの節面を用いても、 ΔCFF は10kpa以上の領域が存在する (潮汐応答レベル相当以上)
3月20日宮城県沖の地震の震央付近では、 ΔCFF は10kpa弱程度となる。



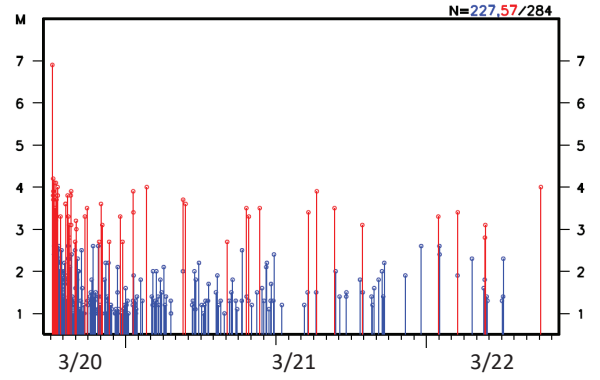
3月20日宮城県沖の地震(大森・宇津式及びETASフィッティング)

震央分布図(2021年3月20日18時~3月22日10時、90km以浅)

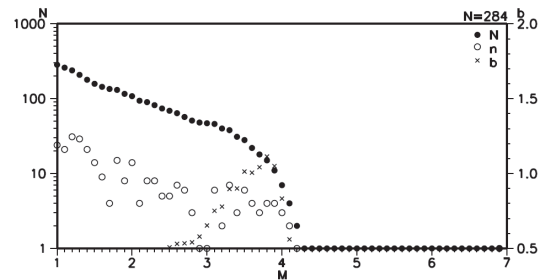
M2.7以上(精査検出対象)の震源を赤色、M2.7未満の震源を青色で表示。



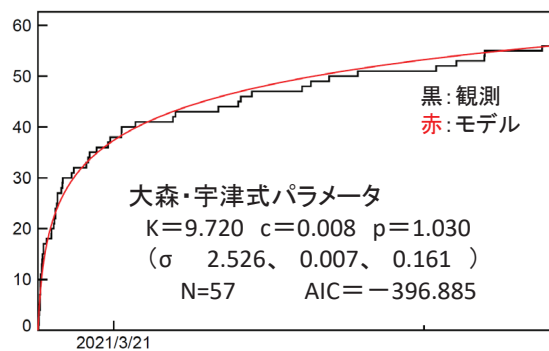
領域a内のMT図



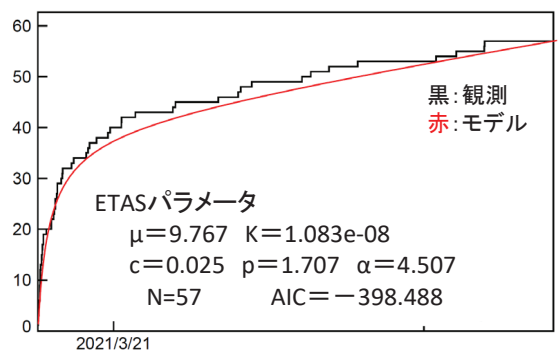
領域a内のM別度数分布・b値



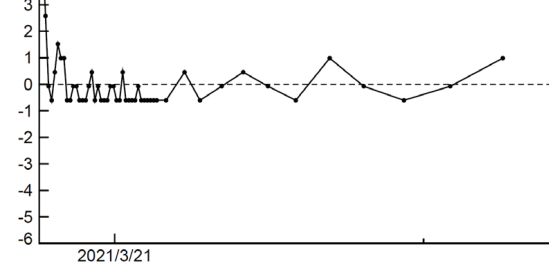
領域a内の大森・宇津式フィッティング (M ≥ 2.7)



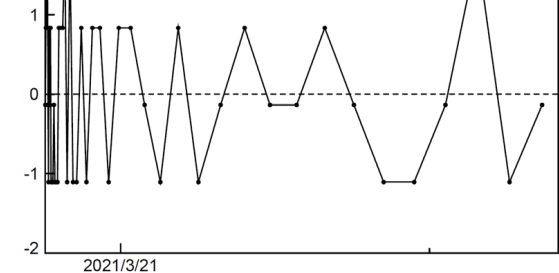
領域a内のETASフィッティング (M ≥ 2.7)



モデルからのずれ(50分割)



モデルからのずれ(50分割)



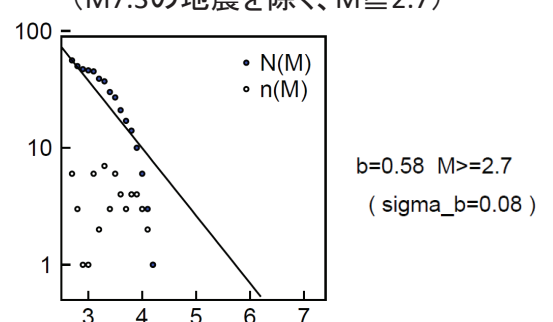
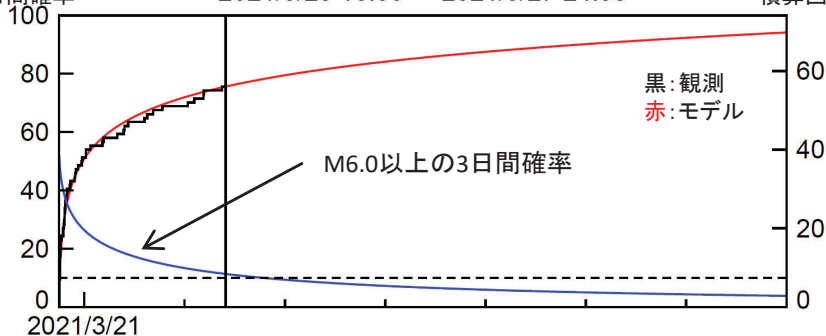
【参考】大森・宇津式+GR(M ≥ 2.7)による余震発生確率

M6.0以上の
3日間確率

2021/3/20 18:09 - 2021/3/27 24:00

M2.7以上
積算回数

領域a内のM別度数分布・b値
(M7.3の地震を除く、M ≥ 2.7)

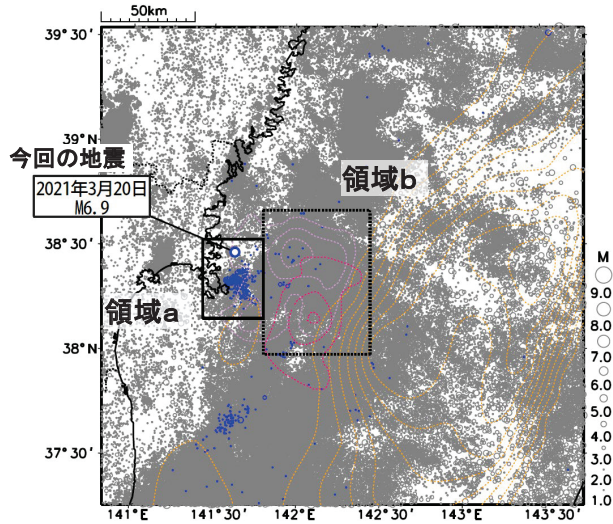


↑ 2021/3/22 10h P(M ≥ 6.0 3.0DAYS) = 11.3%

気象庁作成

3月20日宮城県沖の地震(付近のb値)

震央分布図(1997年10月1日~2021年3月21日、90km以浅)

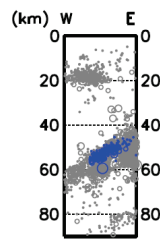


2021年3月20日M6.9の地震以降の震源を青色、それより前の震源を灰色で表示。

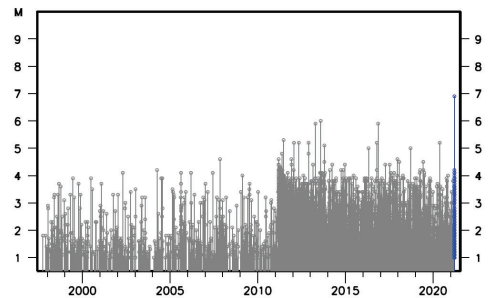
色付きの点線は以下の地震時すべり分布のコンターであることを示す。
 薄紫色: 1978年宮城県沖地震[Yamanaka and Kikuchi (2004):コンター間隔は0.5m]
 ピンク色: 2005年8月16日の宮城県沖の地震[山中 (2005):コンター間隔は0.3m]
 橙色: 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震[Yoshida et al.(2011):コンター間隔は4m]

領域aの状況

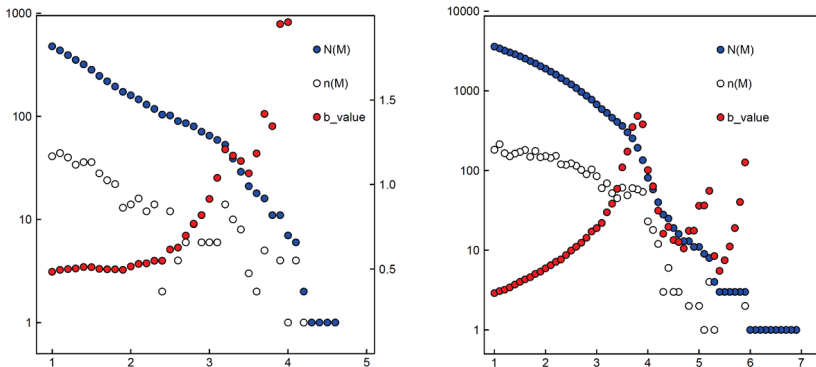
領域aの断面図 (東西投影)



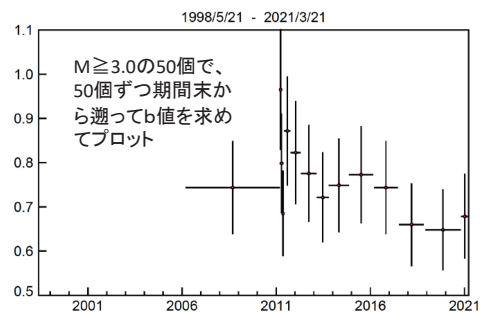
領域aのMT図(深さ40~70km)



領域aのMT図内のM下限別度数分布・b値 (左: 東北地方太平洋沖地震前、右: 同地震以降)

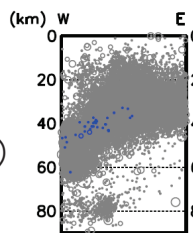


領域aのMT図内のb値時系列

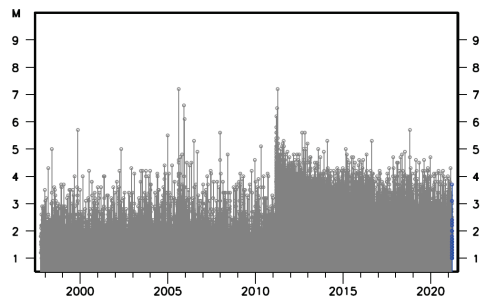


領域bの状況

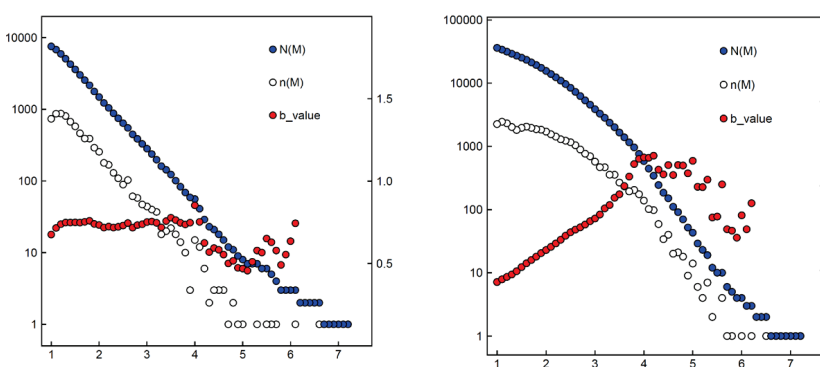
領域bの断面図 (東西投影)



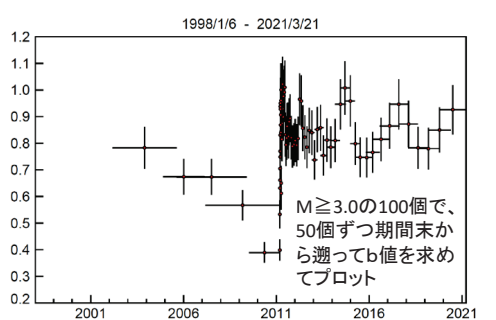
領域bのMT図(深さ10~70km)



領域bのMT図内のM下限別度数分布・b値 (左: 東北地方太平洋沖地震前、右: 同地震以降)



領域bのMT図内のb値時系列



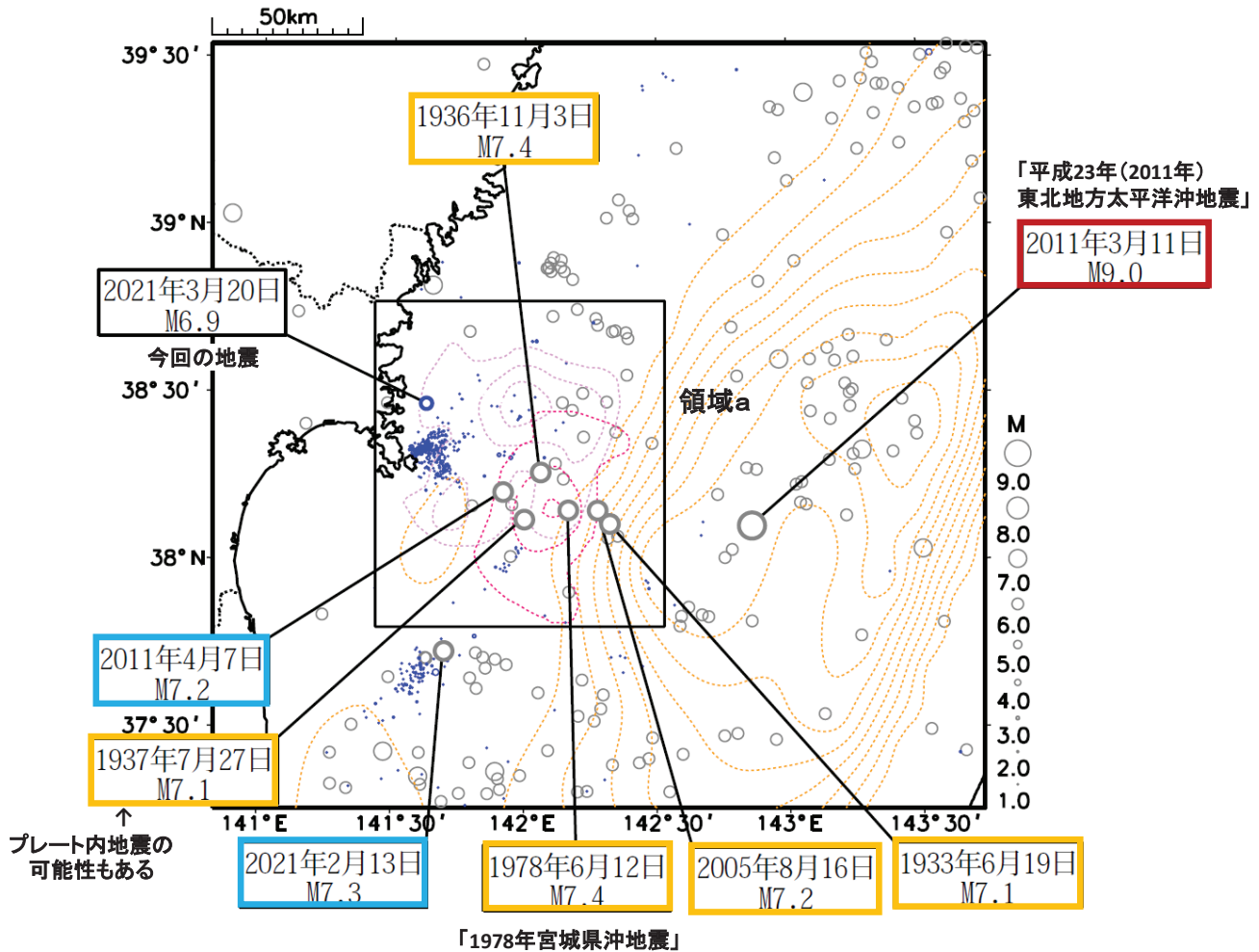
3月20日宮城県沖の地震(過去の地震時すべり分布との比較)

震央分布図(1919年1月1日～2021年3月21日、90km以浅)

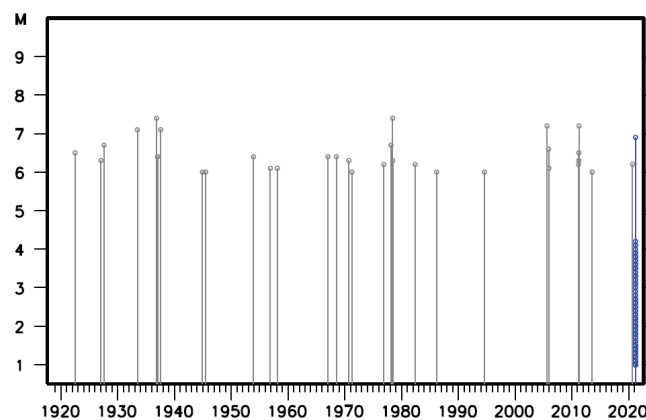
2021年3月20日M6.9の地震以降はM1.0以上の震源を青色、それより前はM6.0以上の震源を灰色で表示。

長期評価での分類

- 超巨大地震
- ひとまわり小さいプレート間地震
- 沈み込んだプレート内の地震



領域a内のMT図



色付きの点線は以下の地震時すべり分布のコンターであることを示す。

薄紫色: 1978年宮城県沖地震[Yamanaka and Kikuchi (2004) :コンター間隔は0.5m]

ピンク色: 2005年8月16日の宮城県沖の地震[山中 (2005):コンター間隔は0.3m]

橙色: 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震[Yoshida et al.(2011):コンター間隔は4m]

宮城県沖の活動経過

宮城県沖の陸寄りでは、似たような領域を震源域とする地震活動が1930年代（1933年、1936年、1937年）、1978年、2005年など繰り返し発生してきた。

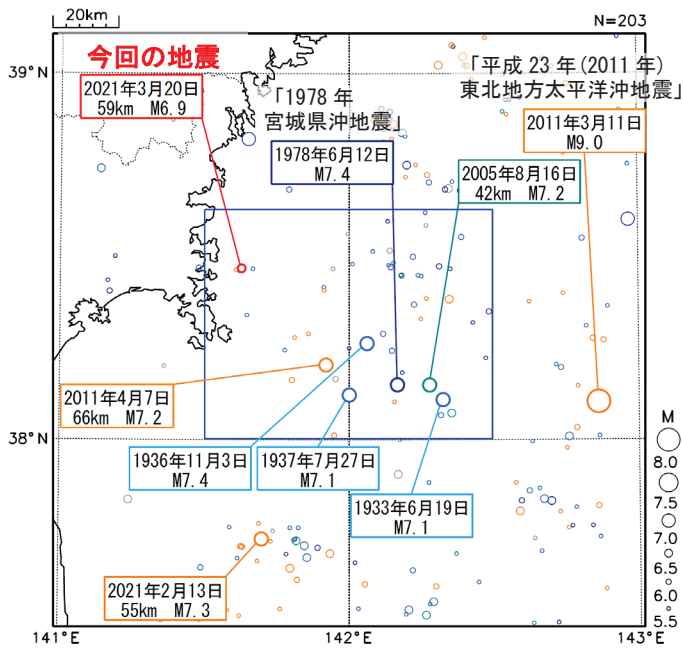
東北地方太平洋沖地震ではこの領域でも大きくすべり、2011年4月7日には太平洋プレート内部の深さ66kmでM7.2の地震が発生している。

震央分布図

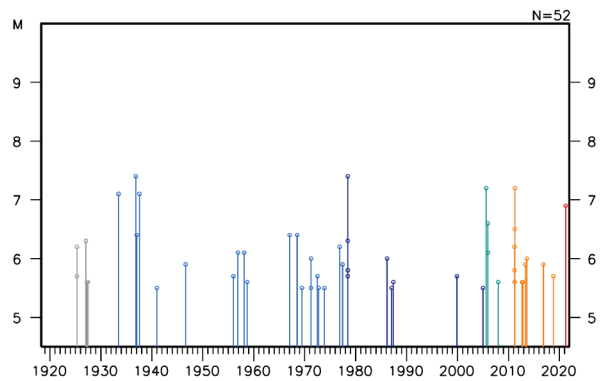
(1919年1月1日～2021年3月20日、深さ0～100km、 $M \geq 5.5$)

1933～1977年：水色、1978～2004年：青

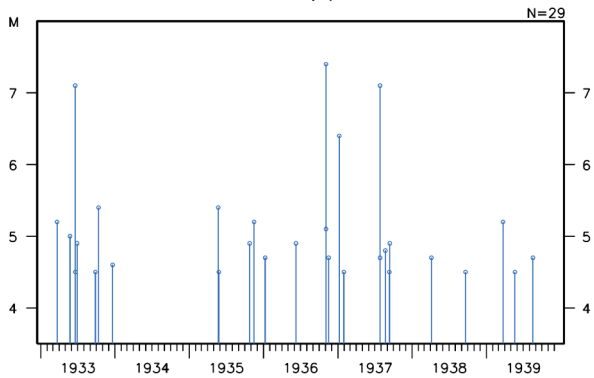
2005年～2011年2月：青緑、2011年3月～2021年2月：橙、2021年3月：赤



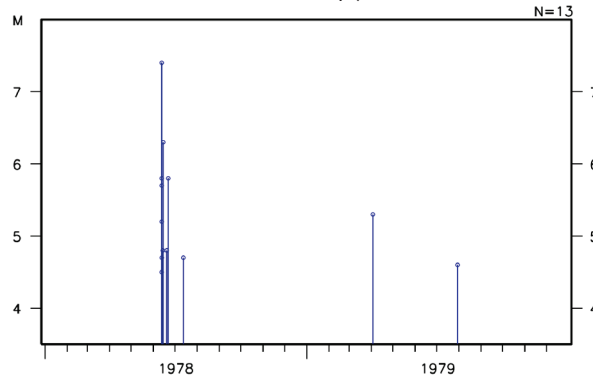
震央分布図中の矩形領域内のM-T図



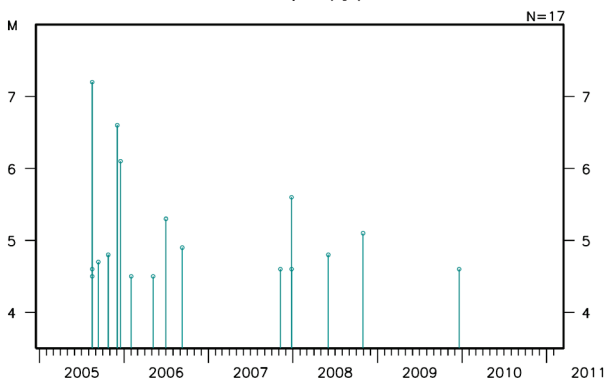
震央分布図中の矩形領域内のM-T図 1933～1939年、 $M \geq 4.5$



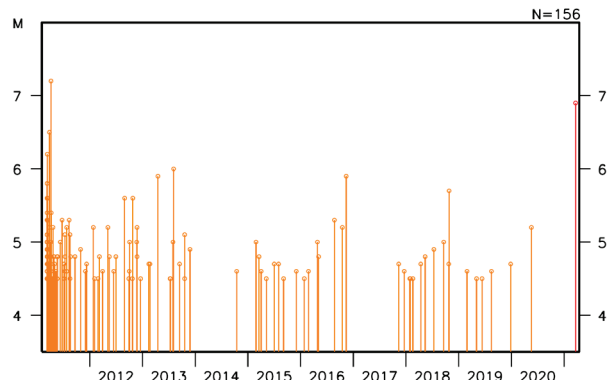
震央分布図中の矩形領域内のM-T図 1978～1979年、 $M \geq 4.5$



震央分布図中の矩形領域内のM-T図 2005～2011年2月、 $M \geq 4.5$



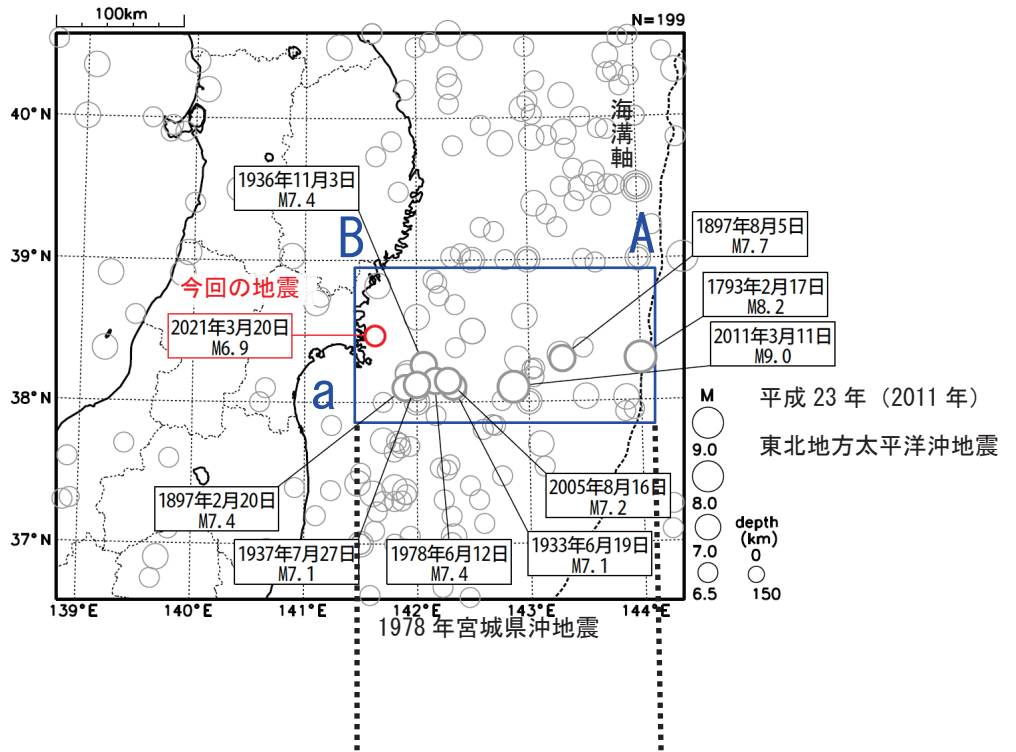
震央分布図中の矩形領域内のM-T図 2011年3月～2021年3月20日、 $M \geq 4.5$



宮城県沖付近の過去地震（1600年以降）

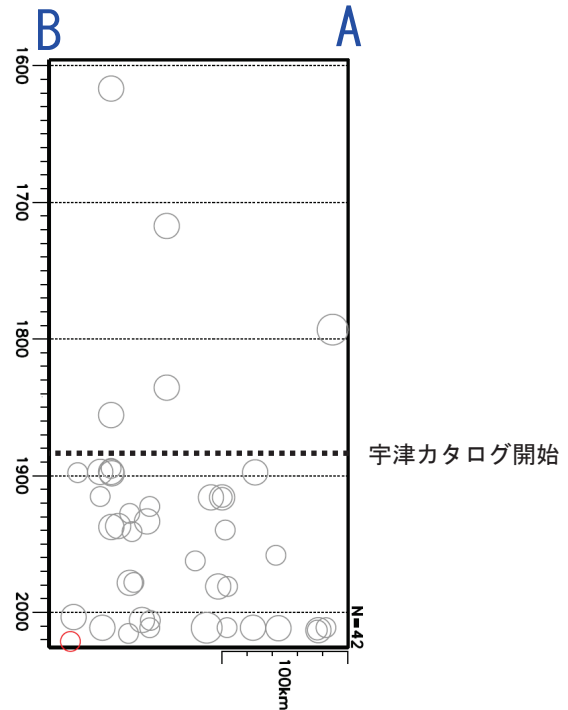
震央分布図

(1600年1月1日～2021年3月20日、深さ0～150km、 $M \geq 6.5$)
2021年3月20日の地震を赤色で表示



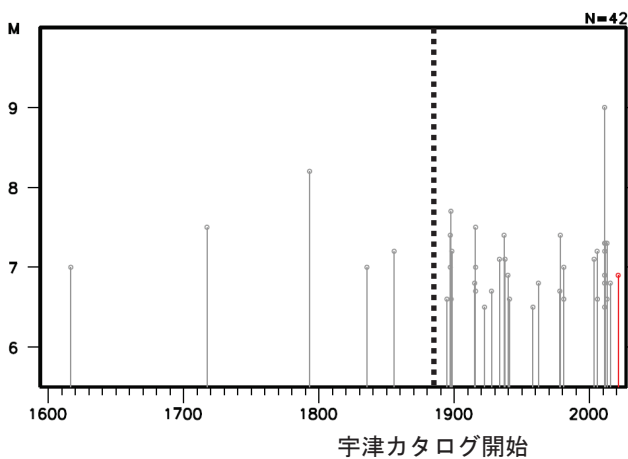
領域 a 内の時空間分布図 (A-B 投影)

(1600年1月1日～2021年3月20日、深さ0～150km、 $M \geq 6.5$)
2021年3月20日の地震を赤色で表示



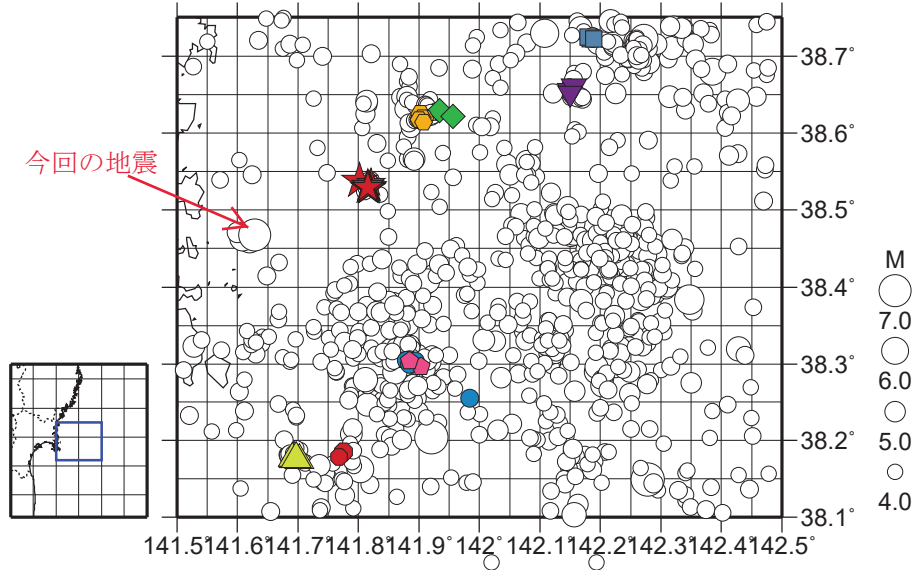
領域 a 内のM-T図

(1600年1月1日～2021年3月20日、
深さ0～150km、 $M \geq 6.5$)
2021年3月20日の地震を赤色で表示



3月20日宮城県沖の地震（周辺の相似地震発生状況：広域）

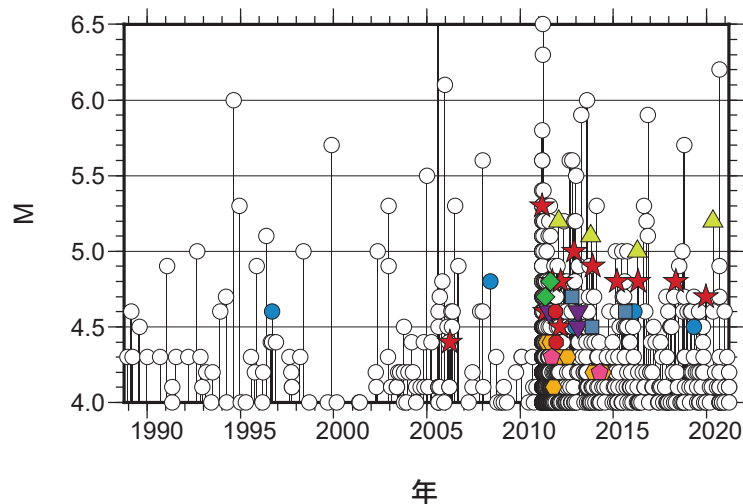
震央分布図（1988年10月1日～2021年3月20日、深さ0～100km、 $M \geq 4.0$ ）



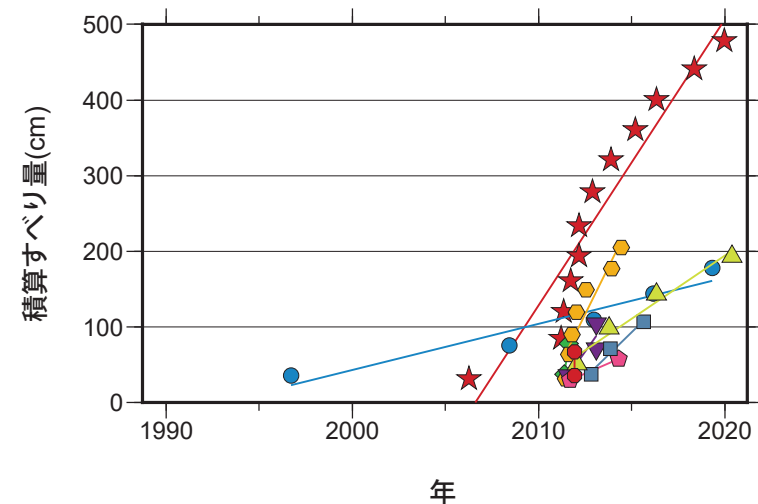
発生間隔と推定年平均すべり量

| グループ | 回数 | 平均M | 震度 | | 発生間隔 | | | 平均すべり量 (cm/年) |
|------|----|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| | | | 最大 | 最小 | 平均 | 最短 | 最大 | |
| ★ A | 12 | 4.78 | 4 | 3 | 1.25 | 0.02 | 4.95 | 37.84 |
| ● B | 5 | 4.60 | 3 | 2 | 5.66 | 3.19 | 11.72 | 6.09 |
| ◆ C | 2 | 4.75 | 4 | 3 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 150.25 |
| ● D | 7 | 4.27 | 3 | 3 | 0.50 | 0.16 | 1.37 | 49.23 |
| ▼ E | 3 | 4.57 | 3 | 3 | 0.77 | 0.02 | 1.52 | 34.44 |
| ◆ F | 2 | 4.25 | 3 | 3 | 2.58 | 2.58 | 2.58 | 10.88 |
| ■ G | 3 | 4.60 | 3 | 3 | 1.41 | 1.05 | 1.78 | 23.90 |
| ▲ H | 4 | 5.12 | 4 | 3 | 2.77 | 1.73 | 4.06 | 16.70 |
| ● I | 2 | 4.50 | 3 | 3 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 3841.07 |

M-T図（上図内）



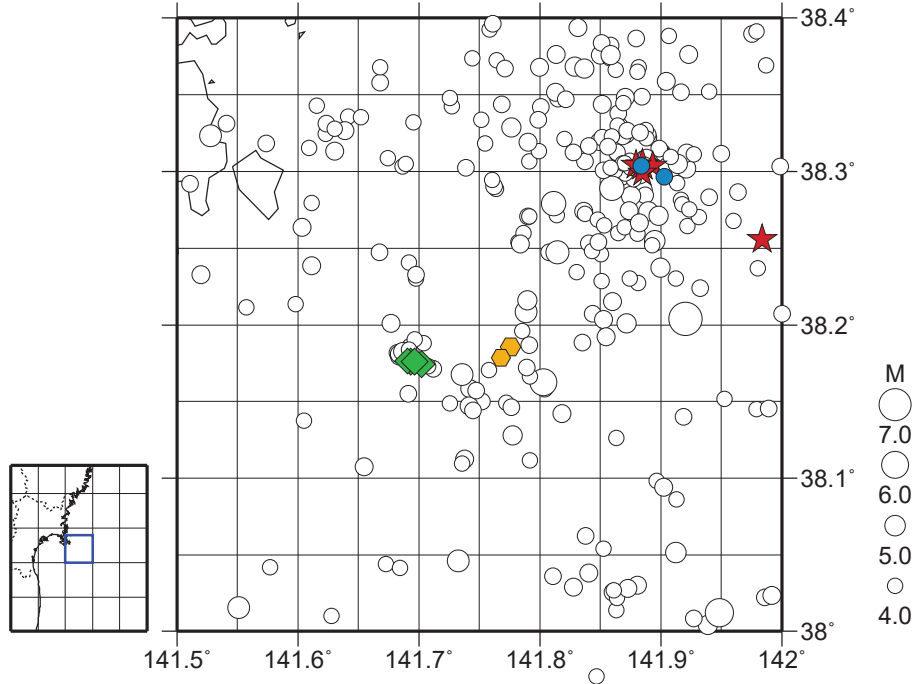
積算すべり量図



※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている [溜瀧ほか、2014]。
 ※2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式 [Hanks and Kanamori(1979)] 及び地震モーメントとすべり量の関係式 [Nadeau and Johnson(1998)] を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めている。

3月20日宮城県沖の地震（周辺の相似地震発生状況：今回の地震の南東側拡大）

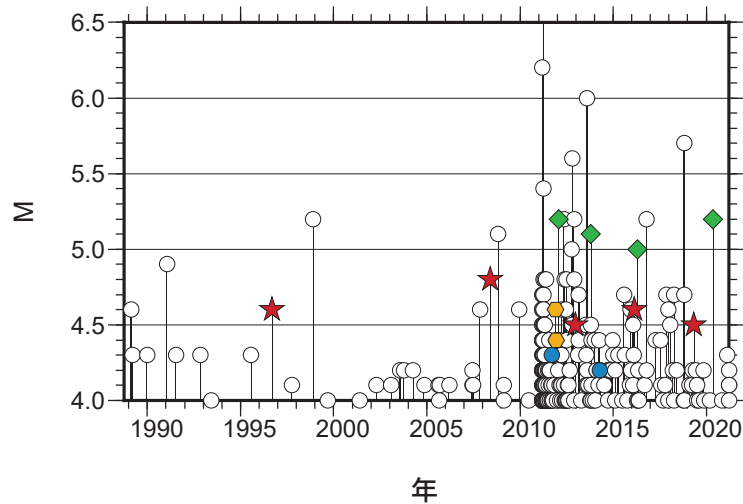
震央分布図（1988年10月1日～2021年3月20日、深さ0～100km、 $M \geq 4.0$ ）



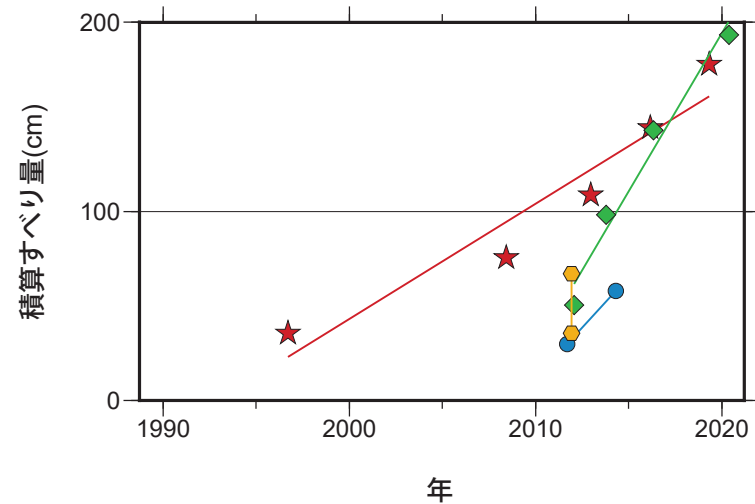
発生間隔と推定年平均すべり量

| グループ | 回数 | 平均M | 震度 | | 発生間隔 | | | 平均すべり量 (cm/年) |
|------|----|------|----|----|------|------|-------|------------------|
| | | | 最大 | 最小 | 平均 | 最短 | 最大 | |
| ★ A | 5 | 4.60 | 3 | 2 | 5.66 | 3.19 | 11.72 | 6.09 |
| ● B | 2 | 4.25 | 3 | 3 | 2.58 | 2.58 | 2.58 | 10.88 |
| ◆ C | 4 | 5.12 | 4 | 3 | 2.77 | 1.73 | 4.06 | 16.70 |
| ● D | 2 | 4.50 | 3 | 3 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 3841.07 |

M-T図（上図内）



積算すべり量図



※ 1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている [溜淵ほか、2014]。
 ※ 2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式 [Hanks and Kanamori(1979)] 及び地震モーメントとすべり量の関係式 [Nadeau and Johnson(1998)] を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めている。