

## 令和4年3月16日23時36分頃の福島県沖の地震について

地震の概要	
検知時刻 (最初に地震を検知した時刻)	3月16日23時36分
発生時刻 (地震が発生した時刻)	3月16日23時36分
マグニチュード	7.3 (速報値)
場所および深さ	福島県沖 (牡鹿半島の南南東60km付近) 深さ 60km
発震機構	西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型
震度	【最大震度6強】宮城県の登米市(とめし)・蔵王町(ざおうまち)、福島県の国見町(くにみまち)・相馬市(そうまし)・南相馬市(みなみそうまし)の合計5つの市町村で最大震度6強を観測した他、北海道から九州地方にかけて震度6弱~1を観測
津波警報等の発表状況 (16日23時39分発表)	
津波注意報	宮城県 福島県

### ○ 防災上の留意事項

津波が発生しているおそれがあり海の中や海岸付近は危険です。海の中にいる人はただちに海から上がって、海岸から離れてください。潮の流れが速い状態が続きますので、注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近付いたりしないようにしてください。

揺れの強かった地域では、家屋の倒壊や土砂災害などの危険性が高まっていますので、今後の地震活動や降雨の状況に十分注意し、やむを得ない事情が無い限り危険な場所に立ち入らないなど身の安全を図るよう心がけてください。

また、揺れが強かった地域では、地盤が緩んだり、積雪が不安定になったりしている可能性があります。土砂災害や雪崩が発生するおそれがあるため注意・警戒が必要です。

過去の事例では、大地震発生後に同程度の地震が発生した割合は1~2割あることから、揺れの強かった地域では、地震発生から1週間程度、最大震度6強程度の地震に注意してください。特に今後2~3日程度は、規模の大きな地震が発生することが多くあります。

### ○ 津波の観測状況

17日00時47分現在、主な観測点および観測値は以下の通りです。

- ・石巻港:0.2m(宮城県,00時29分)

### ○ 地震活動の状況

今回の地震発生後、17日01時00分現在、震度4を観測した地震が1回発生したほか、震度1以上を観測した地震が複数回発生しています。

今回の地震発生の約2分前にも地震(M不明)が発生しています。

### ○ 長周期地震動の観測状況

宮城県北部では、長周期地震動階級4を観測しました。これらの地域の高層ビル高層階等では、立っていることができず、はわないと動けない、固定していない家具の大半が移動し倒れるものもあるなどの非常に大きな揺れになった可能性があります。

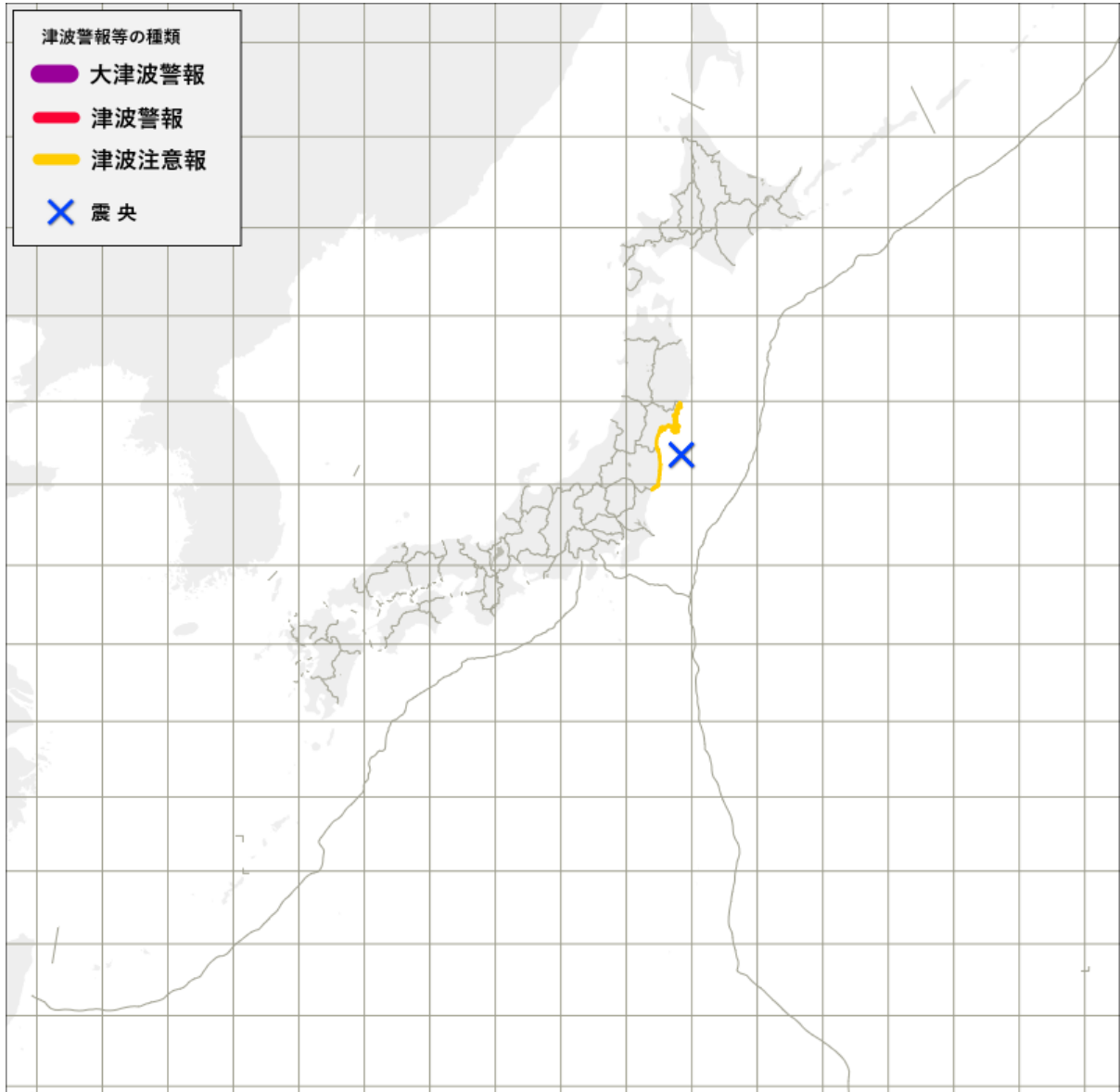
○ 緊急地震速報の発表状況

この地震に対し、地震波検知から9.6秒後の23時36分55.6秒に緊急地震速報（警報）を発表しました。

本件に関する問い合わせ先	地震火山部 地震津波監視課 電話 03-3434-9041
--------------	----------------------------------

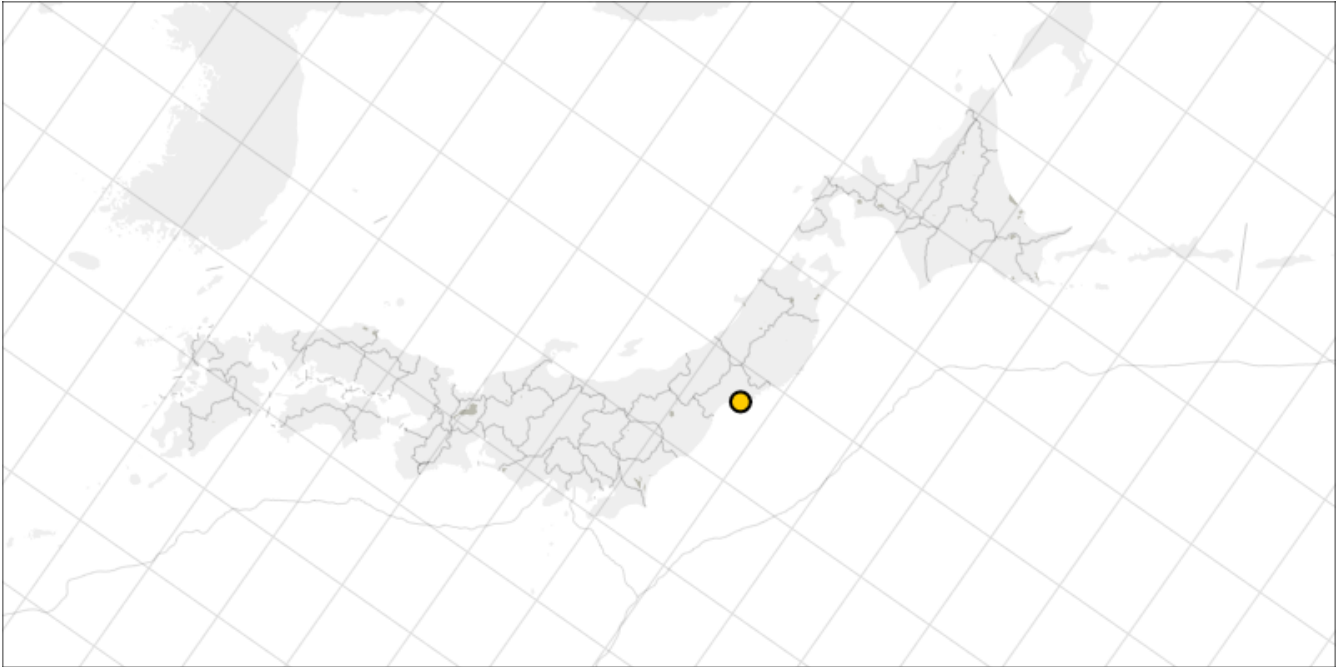
## 津波警報等発表状況

3月16日23時39分発表



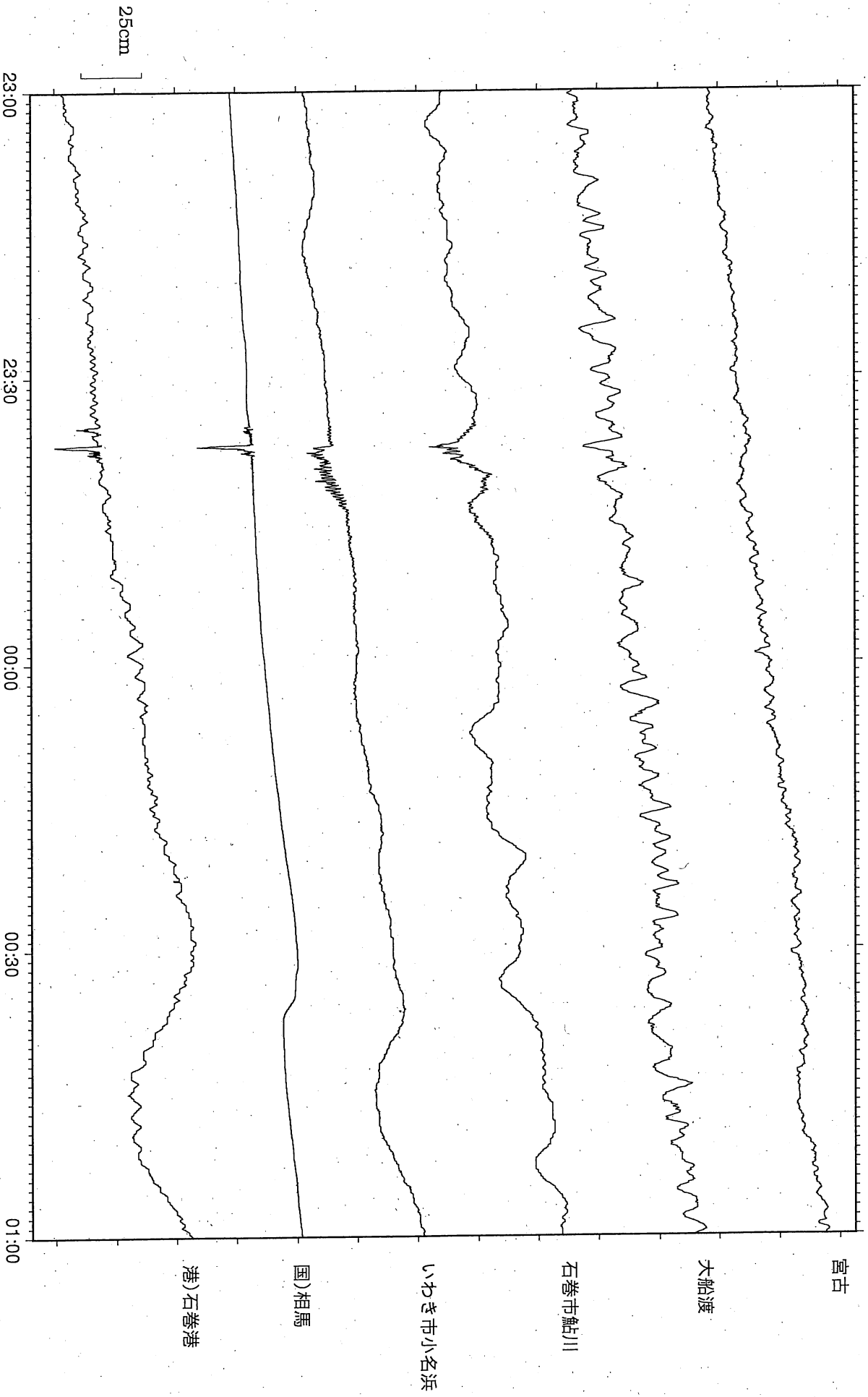
## 津波観測状況

3月17日00時49分発表



### 【主な観測点の観測値】

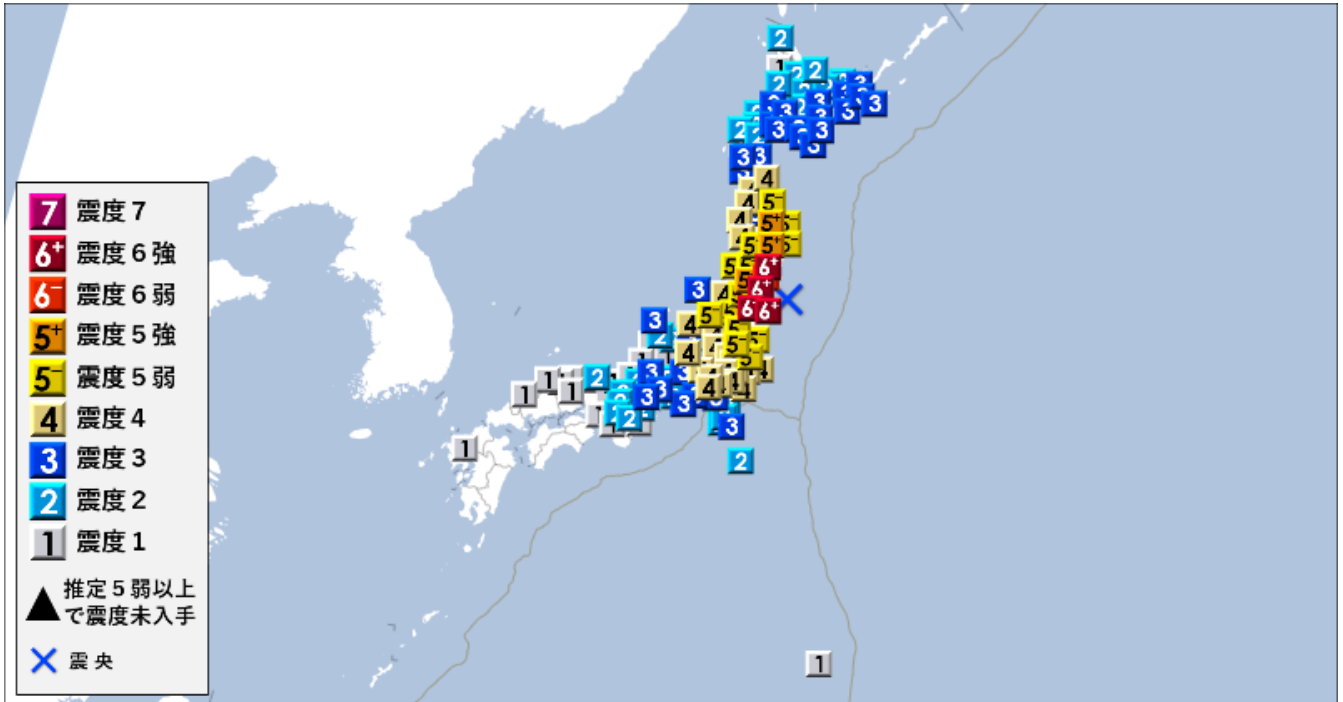
観測点名	該当予報区名	第一波到達時刻	向き	これまでの最大波	高さ
石巻港	宮城県	--	--	17日00:29	0.2m



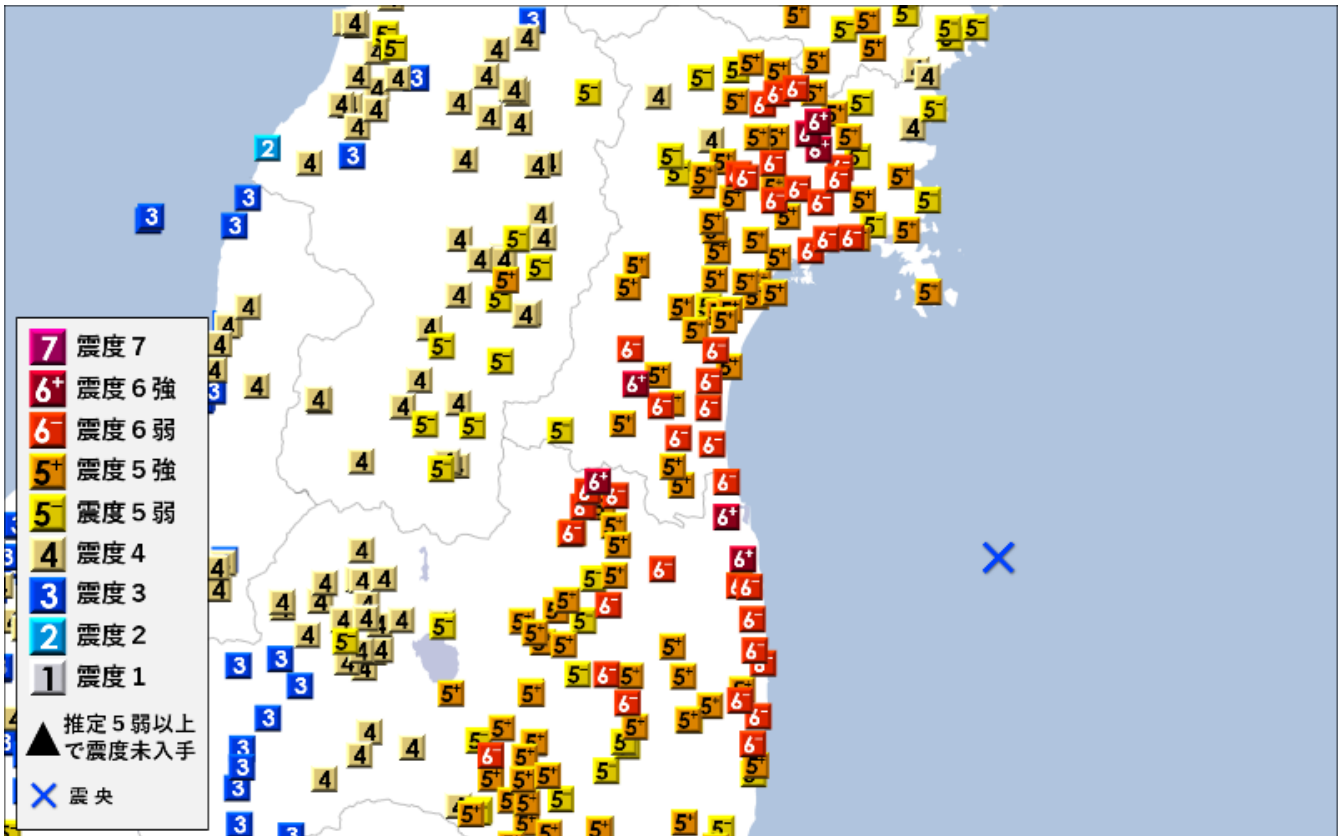
# 震度観測状況

3月17日00時11分発表

## 【各地域の震度】

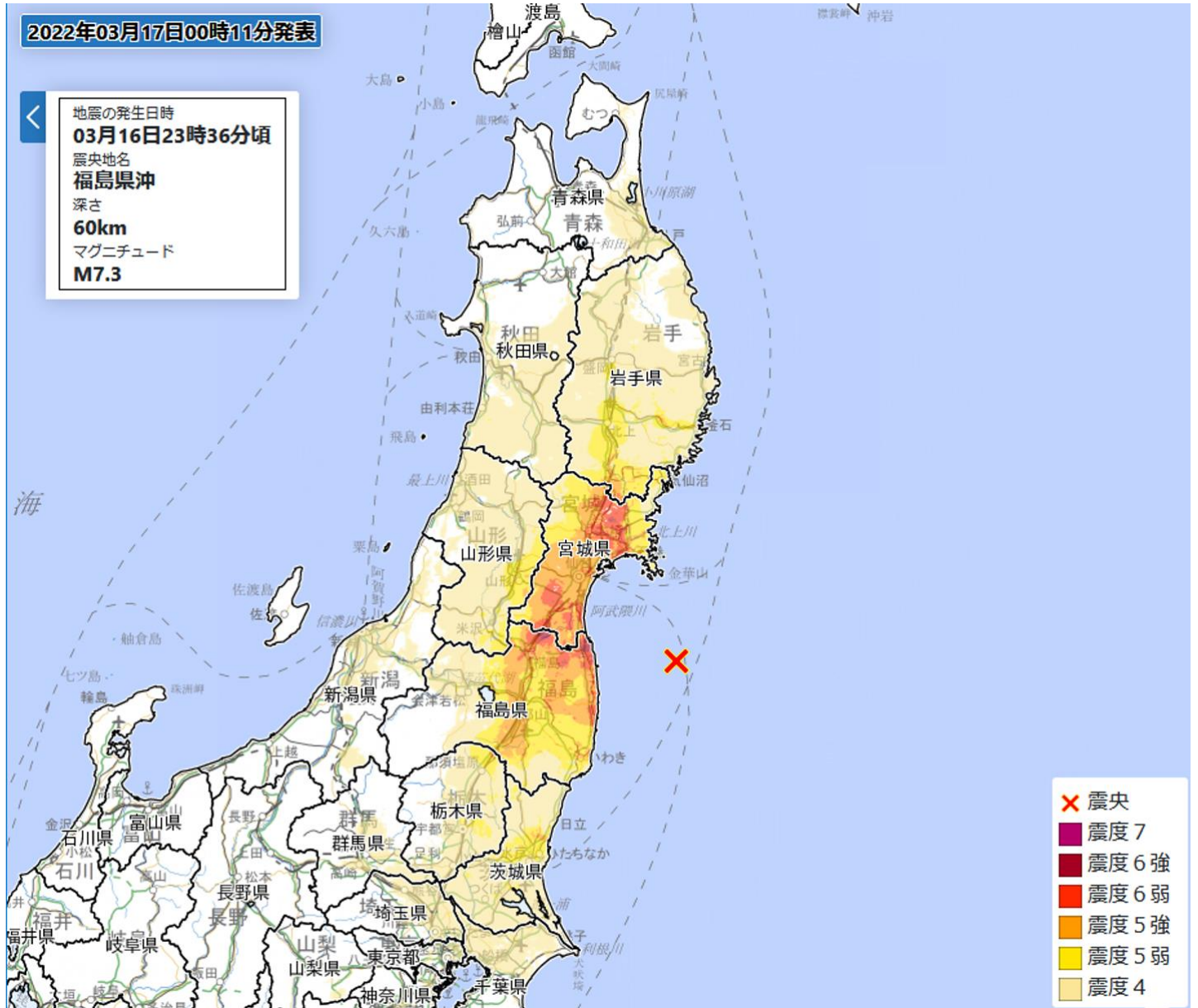


## 【各観測点の震度】



## 推計震度分布

推計震度分布



### < 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。

# 令和4年3月16日23時36分頃の地震の発震機構解 CMT解(速報)

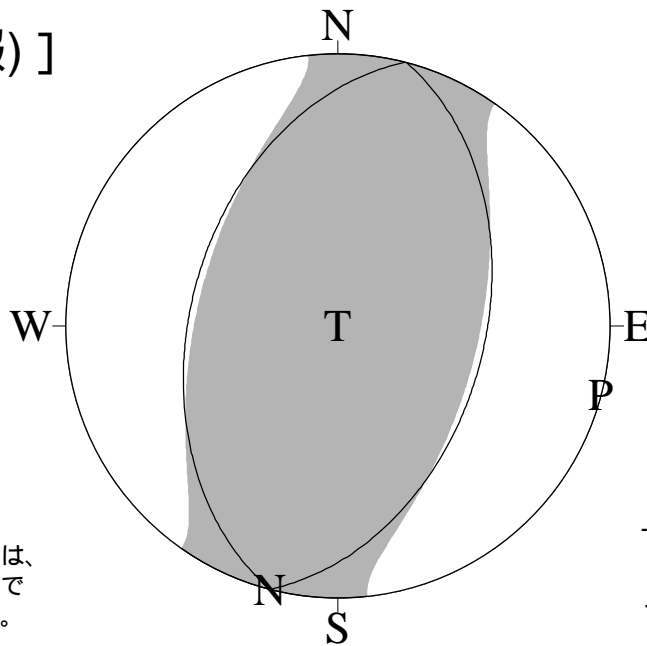
西北西 - 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

[ CMT解(速報) ]

Mw=7.3

セントロイドの位置  
北緯 37度40分  
東経 141度45分  
深さ 約50km

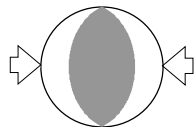
セントロイドの位置とは、  
地震の断層運動を1点で  
代表させた場合の位置。



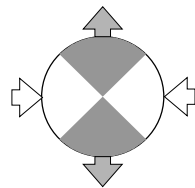
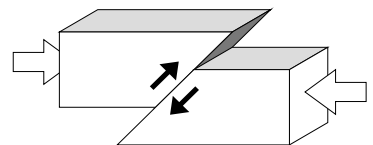
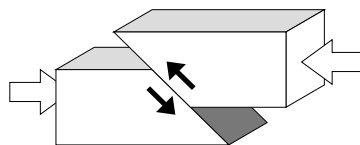
下半球等積投影法で描画  
P：圧力軸の方向  
T：張力軸の方向

## 発震機構解 [CMT解] について

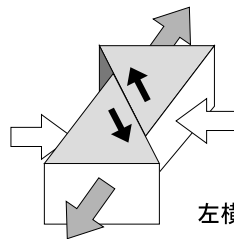
圧力軸に注目した場合の例



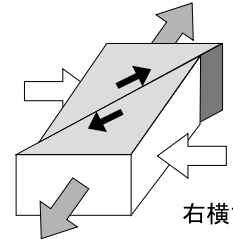
逆断層型



横ずれ断層型

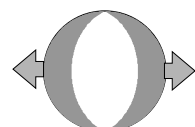


左横ずれ

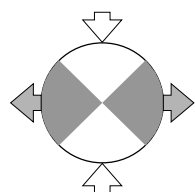
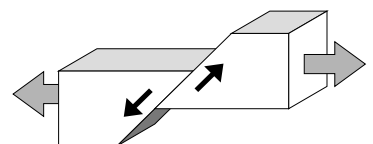
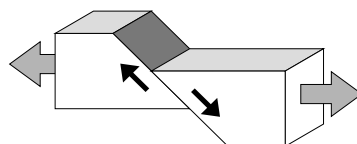


右横ずれ

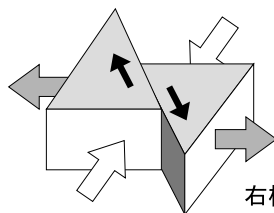
張力軸に注目した場合の例



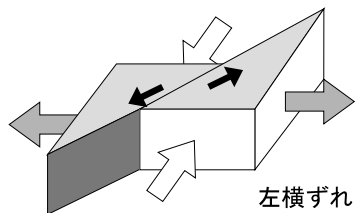
正断層型



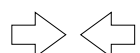
横ずれ断層型



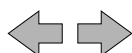
右横ずれ



左横ずれ



圧力 (押す力)



張力 (引く力)



断層がずれる方向

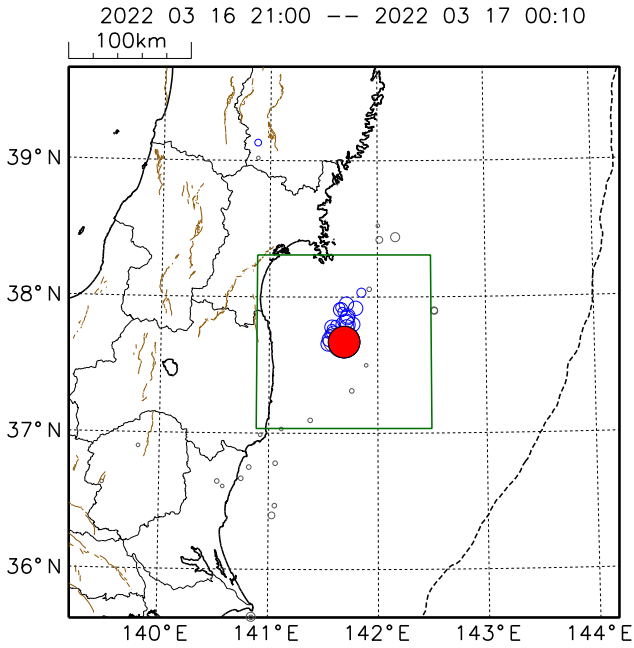


# 今回の地震活動

(震源の色について) 赤色：今回の地震 青色：今回の地震より後に発生した地震 灰色：今回の地震より前に発生した地震

## 震央分布図（広域図）

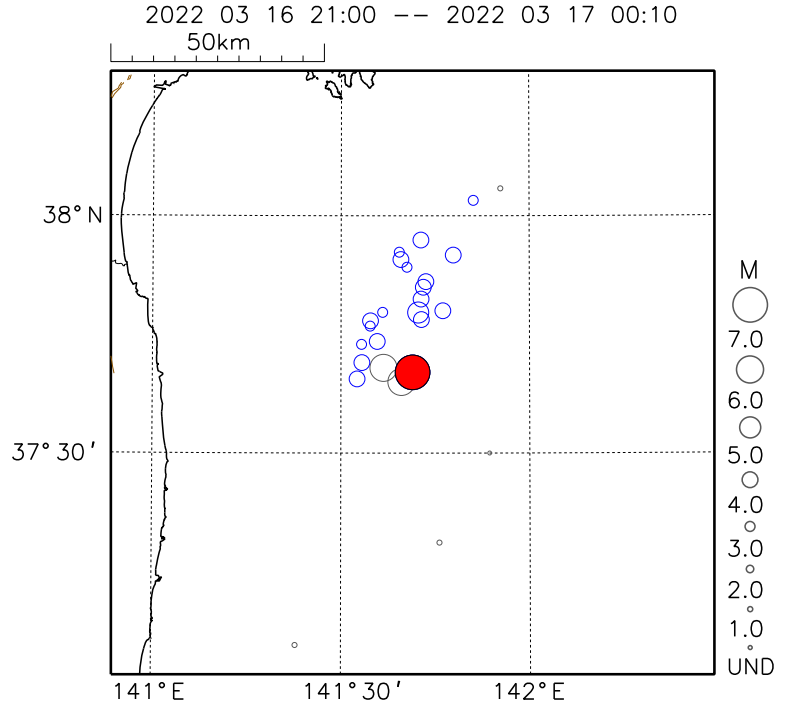
深さ0 -- 100km、 M 全て



## 震央分布図（詳細図）

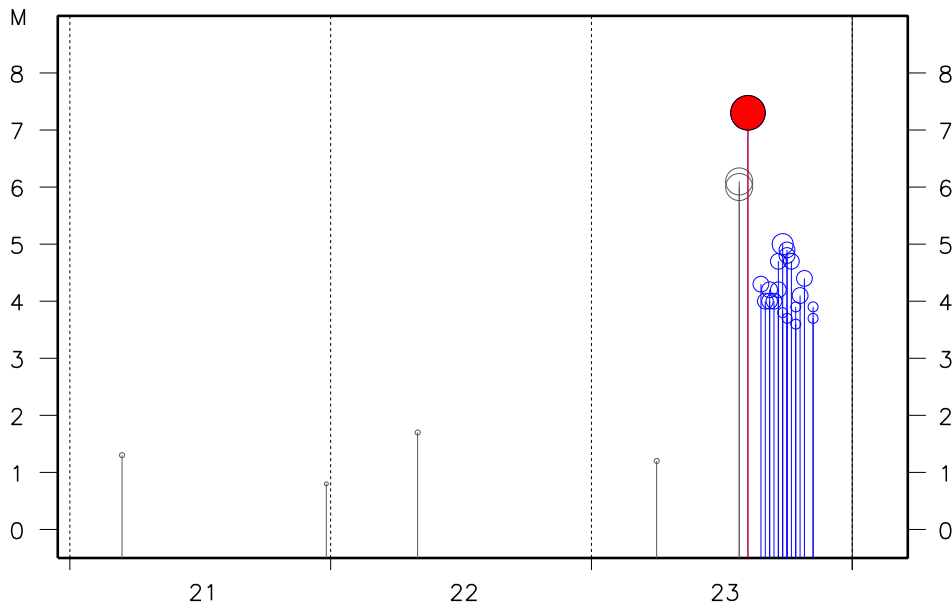
震央分布図（広域図）の四角形領域内の震央分布図

深さ0 -- 100km、 M 全て



## 震央分布図（詳細図）の地震活動経過図

2022 03 16 21:00 -- 2022 03 17 00:10

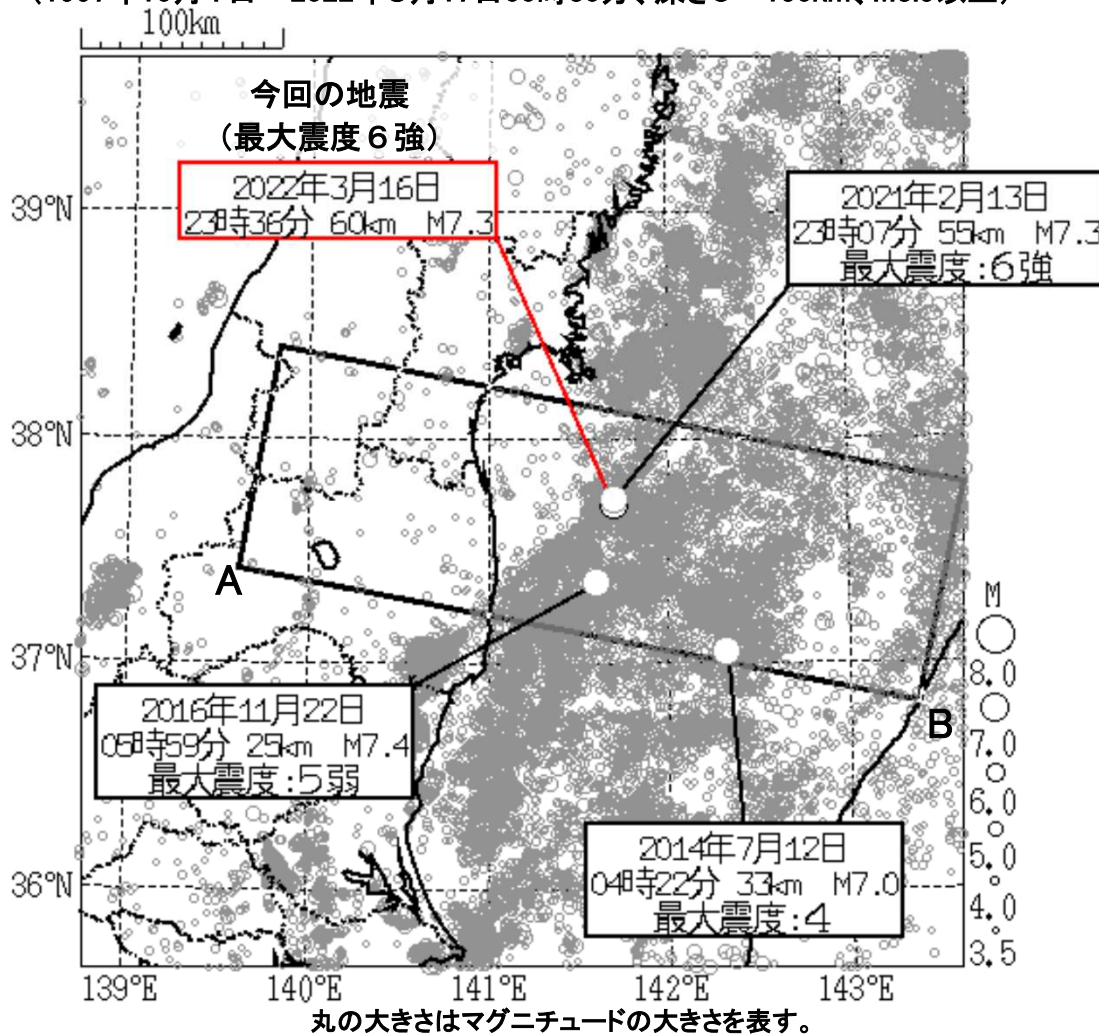


- ・震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。
  - ・震央分布図中の黒色の点線は、海溝軸を示す。
- <資料の利用上の留意点>
- ・表示している震源は、速報値を含みます。
  - ・速報値の震源には、発破等の地震以外のものや、誤差の大きなものが表示されることがあります。
  - ・個々の震源の位置や規模ではなく、震源の分布具合や活動の盛衰に着目して地震活動の把握にご利用ください。

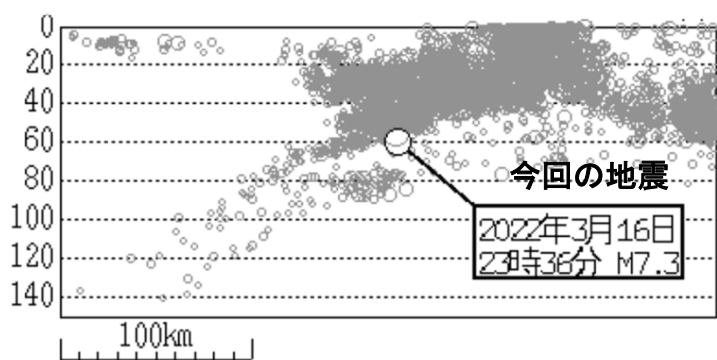
# 令和4年3月16日 福島県沖の地震 (発生場所の詳細)

## 震央分布図

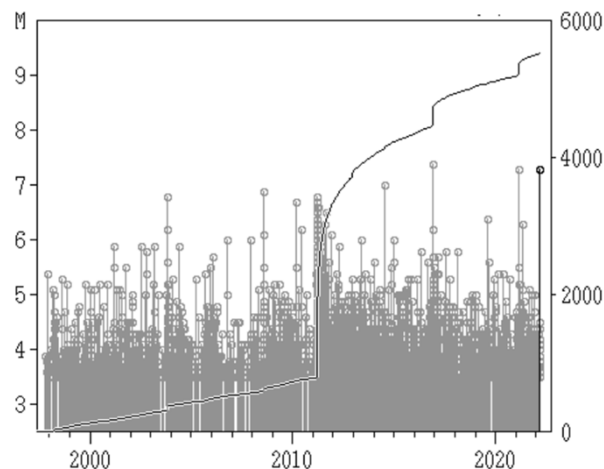
(1997年10月1日～2022年3月17日00時30分、深さ0～150km、M3.5以上)



A 上図の四角形領域内のA-B断面図 B



縦軸は深さを表し、丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。



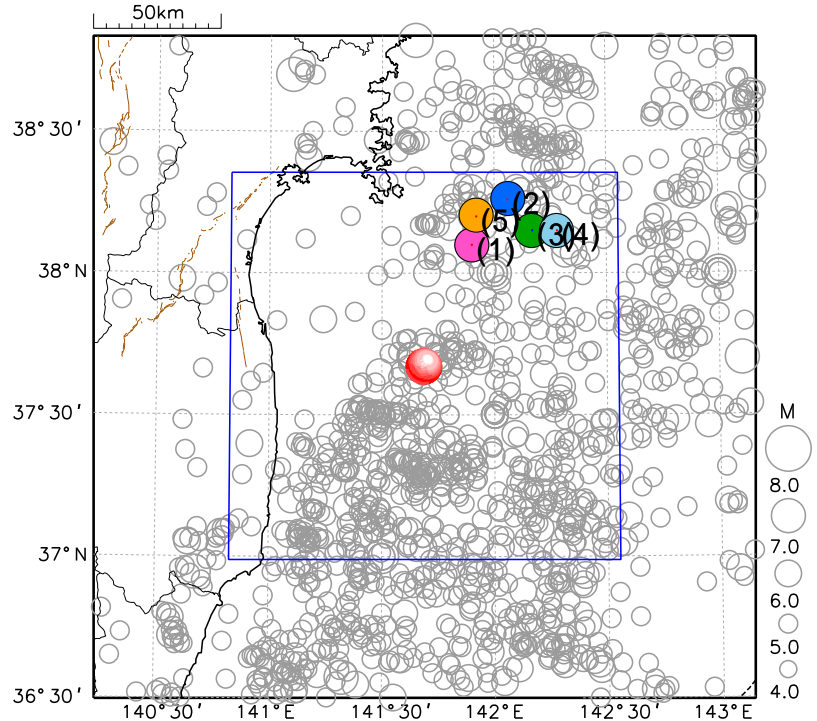
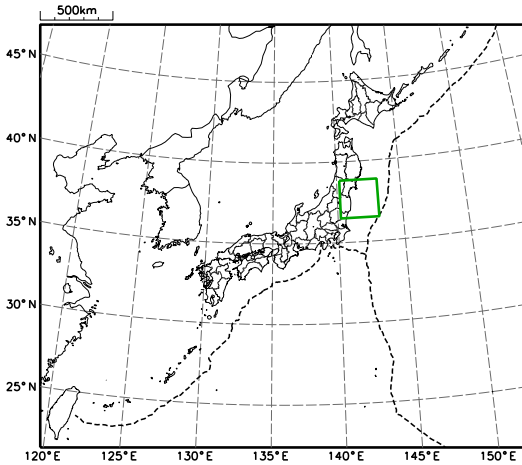
横軸は時間、縦軸は左がマグニチュード、右が地震の積算回数。折れ線は地震の回数を足し上げたものであり、縦棒のついた丸は地震発生時刻とマグニチュードの大きさを表す。

# 今回の地震周辺の過去の主な地震活動

震央分布図

M 5.0 , 深さ : 0 ~ 150km  
今回の地震を赤く表示

1885 01 01 00:00 -- 2022 03 16 23:41



## 過去の主な地震

主な地震のシンボルの色と番号の対応  
桃 : (1), 青 : (2), 緑 : (3), 水 : (4), 黄 : (5)

(1) 1897年02月20日 M:7.4 宮城県沖

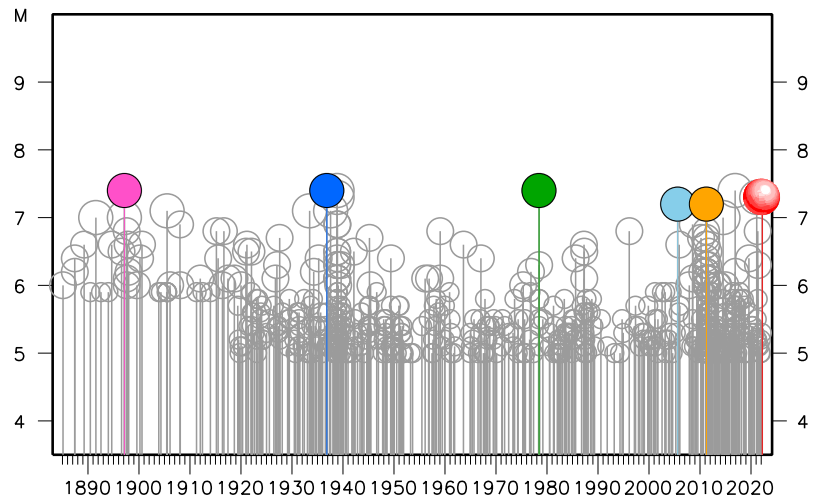
(2) 1936年11月03日 M:7.4 宮城県沖

(3) 1978年06月12日 M:7.4 宮城県沖  
「1978年宮城県沖地震」

(4) 2005年08月16日 M:7.2 宮城県沖

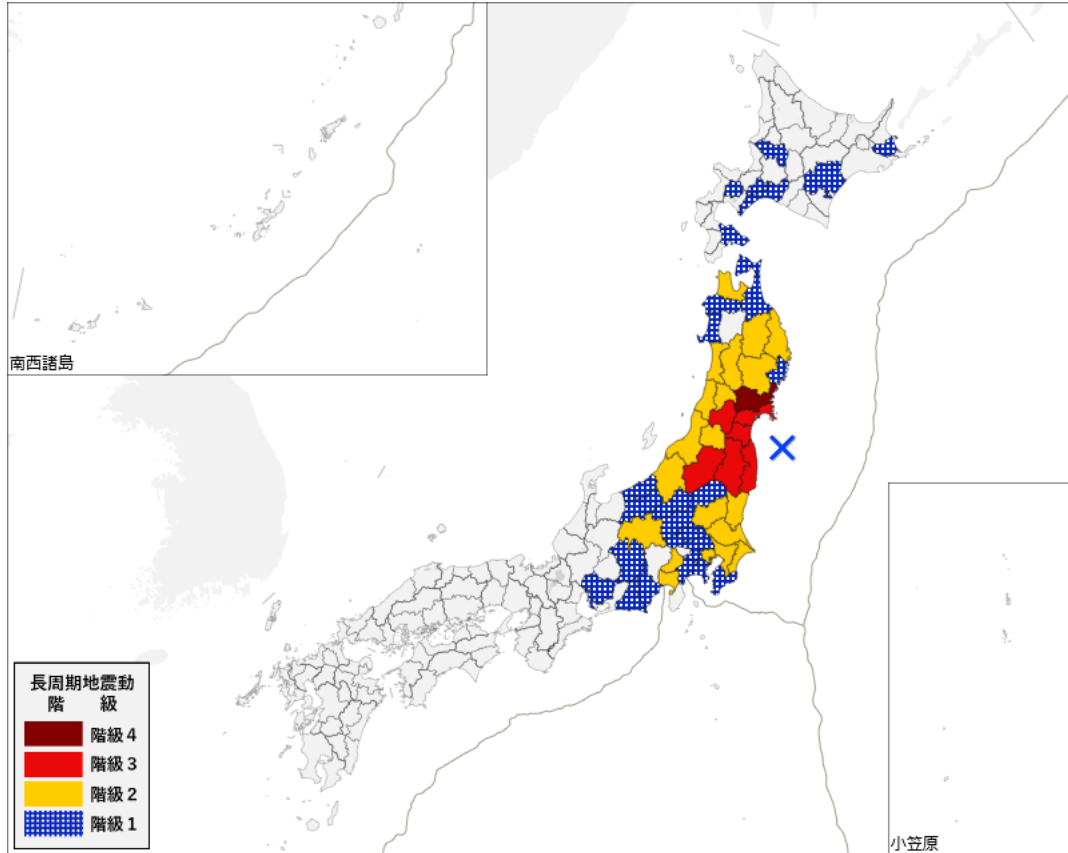
(5) 2011年04月07日 M:7.2 宮城県沖

震央分布図の青色矩形内のM-T図



- ・震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。
  - ・震央分布図中の黒色の太破線は、海溝軸を示す。
  - ・1885年から1918年の地震の震源要素は、宇津（1982, 1985）及び茅野・宇津（2001）による。
- <地震の名称について>
- ・気象庁が定めた地震の名称を「」で示す。
  - ・上記以外で、被害を伴い、広く社会的に地震の名称として知られているものについて、名称（「」を付加しない）を併記している。
  - ・名称は、「日本の地震活動（第2版）」（地震調査研究推進本部）による。
  - ・地震の名称の後ろの[]は、この規模の順に近接して発生した主な地震が他にあることを示す。
  - ・名称は、最大規模の地震にのみ付加しており、[]内に記載した他の地震が異なる番号で記載される場合がある。
- <資料の利用上の注意点>
- ・今回の地震は、速報値を表示しており、精査後に修正する場合がある。
  - ・過去の地震活動は、M5.0以上の地震、今回の地震は、M4.0以上の地震を表示している。
  - ・過去の地震活動は、地域、時期に依らず、全てM5.0以上の地震を表示している。地域や時期により検知能力（ ）が異なる場合がある。
  - ・検知能力：特定の地域、時期において、あるM（規模）以上の地震は、概ね全て検知できていると考えられるとする。
  - ・この場合、そのMが小さいほど検知能力が高いと言う。
  - ・一般的に、同時期であれば、海域より陸域の方が検知能力は高く、同一地域であれば、時期が新しいほど検知能力は高い。

## 長周期地震動階級観測状況



階級	地域名称
階級4	宮城県北部
階級3	宮城県南部 宮城県中部 山形県村山 福島県中通り 福島県浜通り 福島県会津
階級2	青森県津軽北部 岩手県沿岸北部 岩手県内陸北部 岩手県内陸南部 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 茨城県北部 茨城県南部 栃木県南部 千葉県北東部 千葉県北西部 東京都23区 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
階級1	石狩地方南部 渡島地方東部 後志地方東部 空知地方中部 胆振地方中東部 十勝地方中部 根室地方中部 青森県津軽南部 青森県三八上北 青森県下北 岩手県沿岸南部 秋田県沿岸北部 栃木県北部 群馬県北部 群馬県南部 埼玉県北部 埼玉県南部 埼玉県秩父 千葉県南部 東京都多摩東部 神奈川県東部 神奈川県西部 新潟県上越 長野県北部 長野県南部 静岡県中部 静岡県西部 愛知県西部

### 【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。

	人の体感・行動	室内の状況	備考
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。	—

令和4年3月16日23時36分頃の福島県沖の地震について

## 緊急地震速報の内容

※ 緊急地震速報（警報）は背景が灰色(第7報 第21報 第29報 第39報 第49報)の時に発表

提供時刻		経過時間 (秒)	震源要素					最大予測震度
地震波検知時刻			震央地名	北緯	東経	深さ	M	
第1報	23時36分47.6秒	1.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	最大震度3程度以上
第2報	23時36分49.2秒	3.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度4程度以上
第3報	23時36分50.2秒	4.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度4程度以上
第4報	23時36分51.1秒	5.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度4程度以上
第5報	23時36分51.6秒	5.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度4程度以上
第6報	23時36分53.1秒	7.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度4程度以上
第7報	23時36分55.6秒	9.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5弱程度以上
第8報	23時36分56.2秒	10.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5弱程度以上
第9報	23時36分56.4秒	10.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5弱程度以上
第10報	23時36分59.0秒	13.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5強程度以上
第11報	23時36分59.2秒	13.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5強程度以上
第12報	23時37分00.1秒	14.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度5強程度以上
第13報	23時37分00.7秒	14.7	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6弱程度以上
第14報	23時37分01.4秒	15.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6弱程度以上
第15報	23時37分02.0秒	16.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6弱程度以上
第16報	23時37分03.2秒	17.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6弱程度以上
第17報	23時37分03.8秒	17.8	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6弱程度以上
第18報	23時37分04.2秒	18.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第19報	23時37分05.8秒	19.8	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第20報	23時37分06.8秒	20.8	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第21報	23時37分09.4秒	23.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第22報	23時37分10.1秒	24.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第23報	23時37分10.9秒	24.9	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第24報	23時37分11.4秒	25.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第25報	23時37分12.5秒	26.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第26報	23時37分13.1秒	27.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第27報	23時37分14.0秒	28.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第28報	23時37分15.4秒	29.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第29報	23時37分17.3秒	31.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第30報	23時37分17.7秒	31.7	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第31報	23時37分18.2秒	32.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第32報	23時37分18.6秒	32.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上



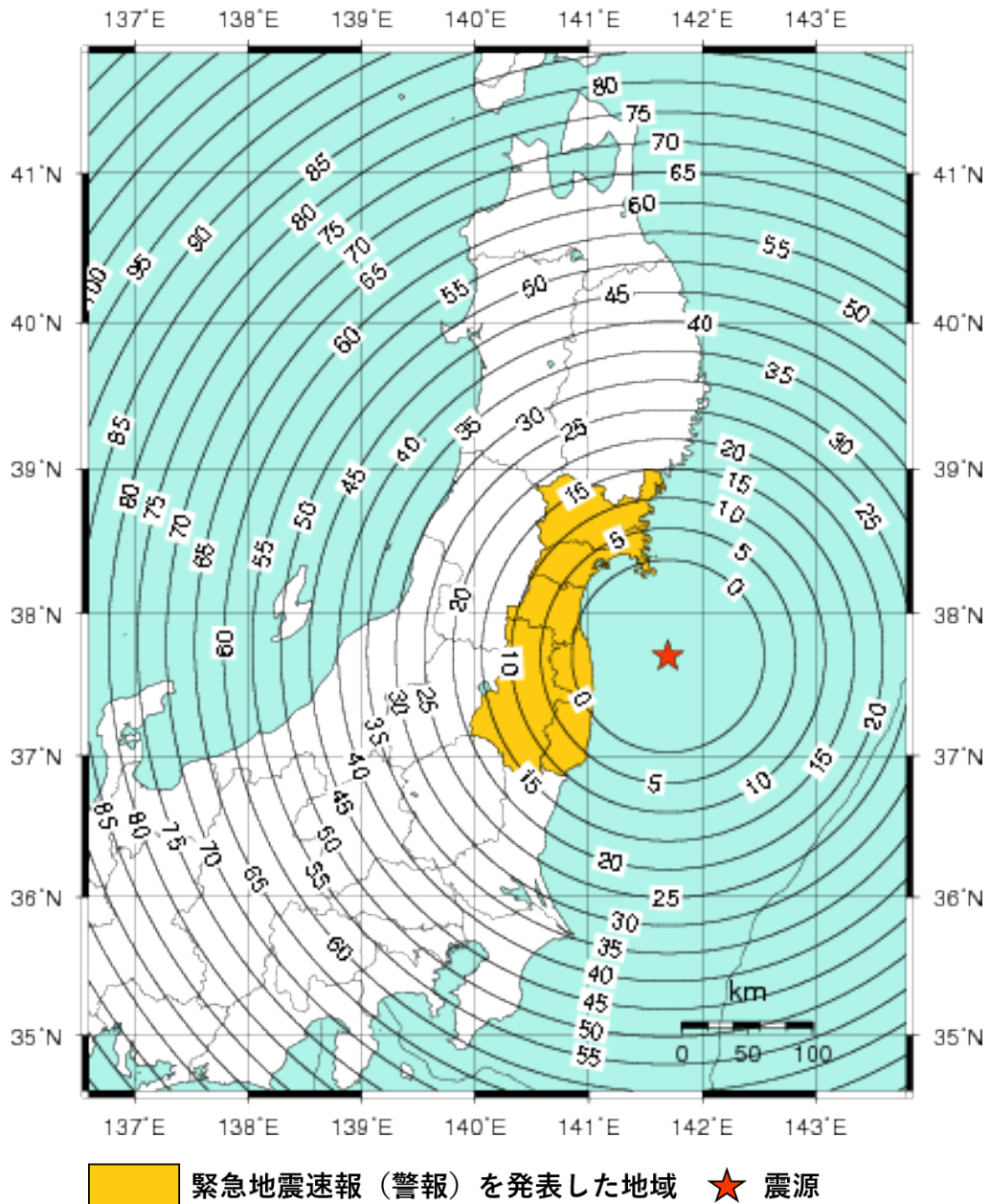
第33報	23時37分20.6秒	34.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第34報	23時37分21.5秒	35.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第35報	23時37分22.5秒	36.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第36報	23時37分22.9秒	36.9	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第37報	23時37分24.5秒	38.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第38報	23時37分25.5秒	39.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第39報	<u>23時37分31.4秒</u>	<u>45.4</u>	<u>福島県浜通り</u>	<u>37.5</u>	<u>141.0</u>	<u>10km</u>	<u>1.0</u>	<u>震度6強程度以上</u>
第40報	23時37分33.6秒	47.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第41報	23時37分34.0秒	48.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第42報	23時37分36.1秒	50.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第43報	23時37分38.5秒	52.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第44報	23時37分39.0秒	53.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第45報	23時37分39.5秒	53.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第46報	23時37分39.6秒	53.6	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第47報	23時37分42.3秒	56.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第48報	23時37分46.3秒	60.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第49報	<u>23時37分47.7秒</u>	<u>61.7</u>	<u>福島県浜通り</u>	<u>37.5</u>	<u>141.0</u>	<u>10km</u>	<u>1.0</u>	<u>震度6強程度以上</u>
第50報	23時37分50.2秒	64.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第51報	23時37分51.2秒	65.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第52報	23時37分55.8秒	69.8	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第53報	23時37分56.2秒	70.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第54報	23時37分58.8秒	72.8	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第55報	23時38分01.1秒	75.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第56報	23時38分03.7秒	77.7	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第57報	23時38分08.9秒	82.9	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第58報	23時38分13.5秒	87.5	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第59報	23時38分17.2秒	91.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第60報	23時38分20.0秒	94.0	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第61報	23時38分22.1秒	96.1	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第62報	23時38分33.3秒	107.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第63報	23時38分54.4秒	128.4	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第64報	23時39分14.2秒	148.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第65報	23時39分34.2秒	168.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第66報	23時39分54.2秒	188.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第67報	23時40分14.2秒	208.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第68報	23時40分34.3秒	228.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第69報	23時40分54.3秒	248.3	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上
第70報	23時41分12.2秒	266.2	福島県浜通り	37.5	141.0	10km	1.0	震度6強程度以上

緊急地震速報（警報）発表状況の詳細については次のページをご覧ください。

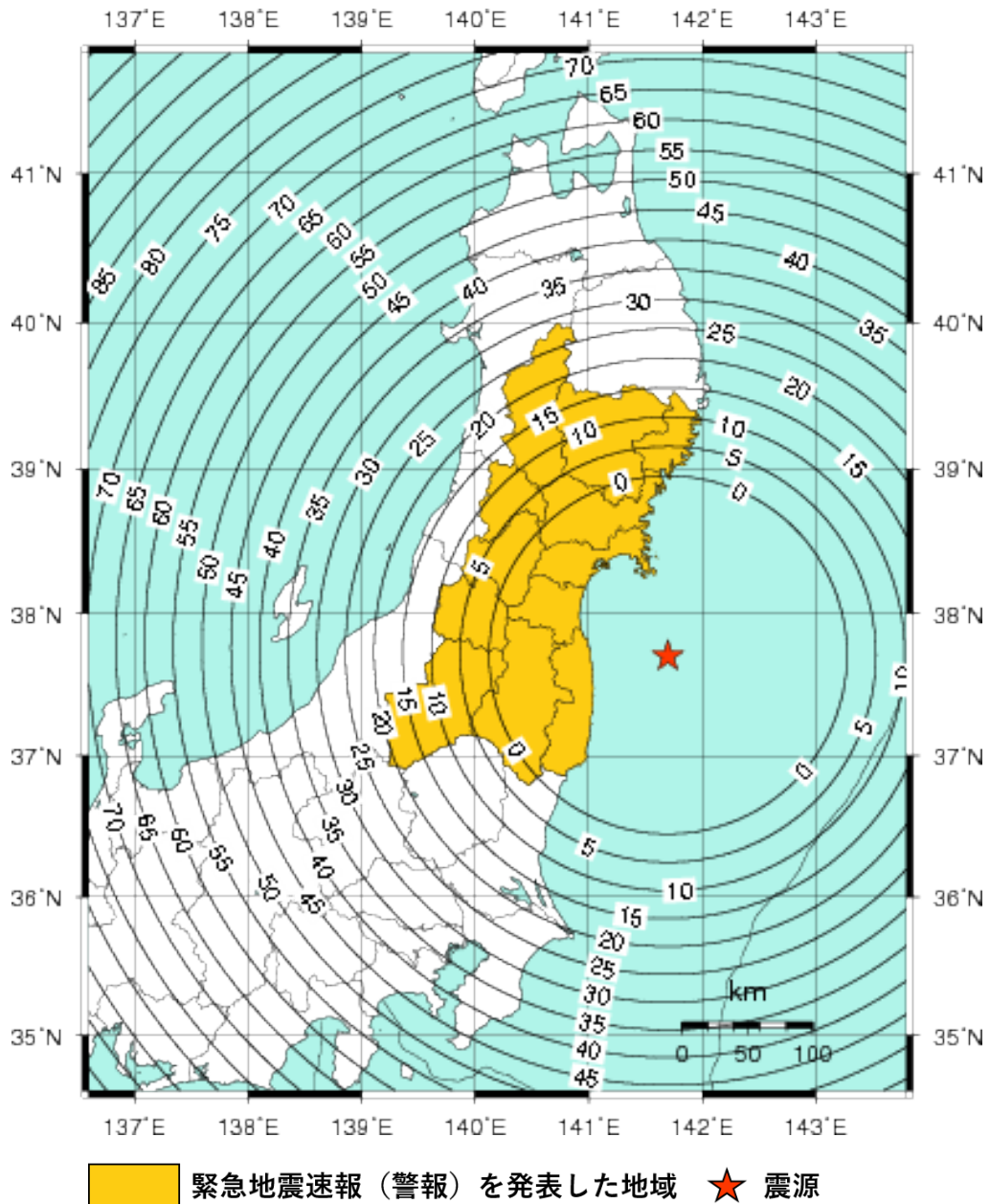
[https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/pub\\_hist/index.html](https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/pub_hist/index.html)



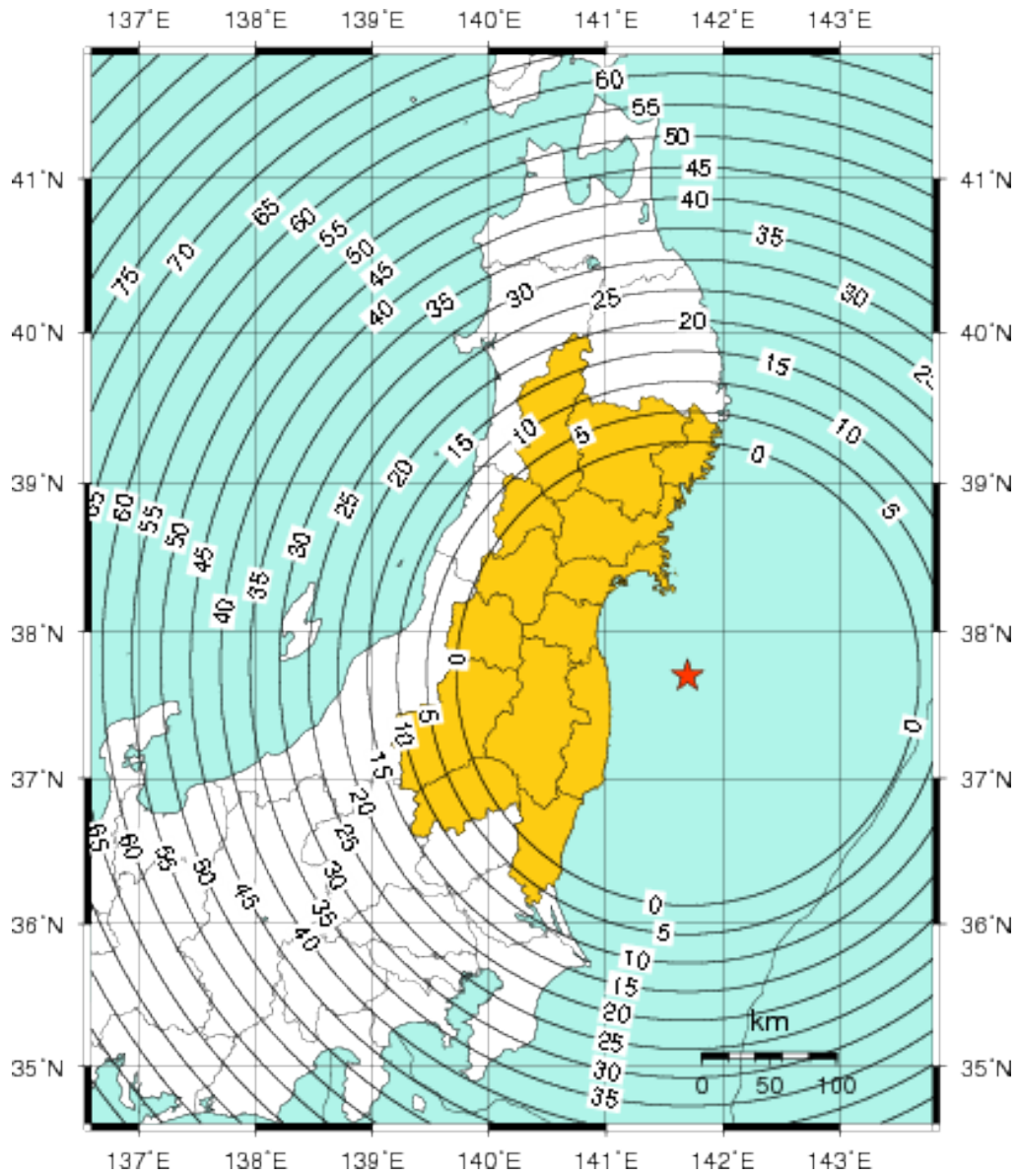
## 警報第1報の対象地域及び主要動到達までの時間





## 警報第2報の対象地域及び主要動到達までの時間

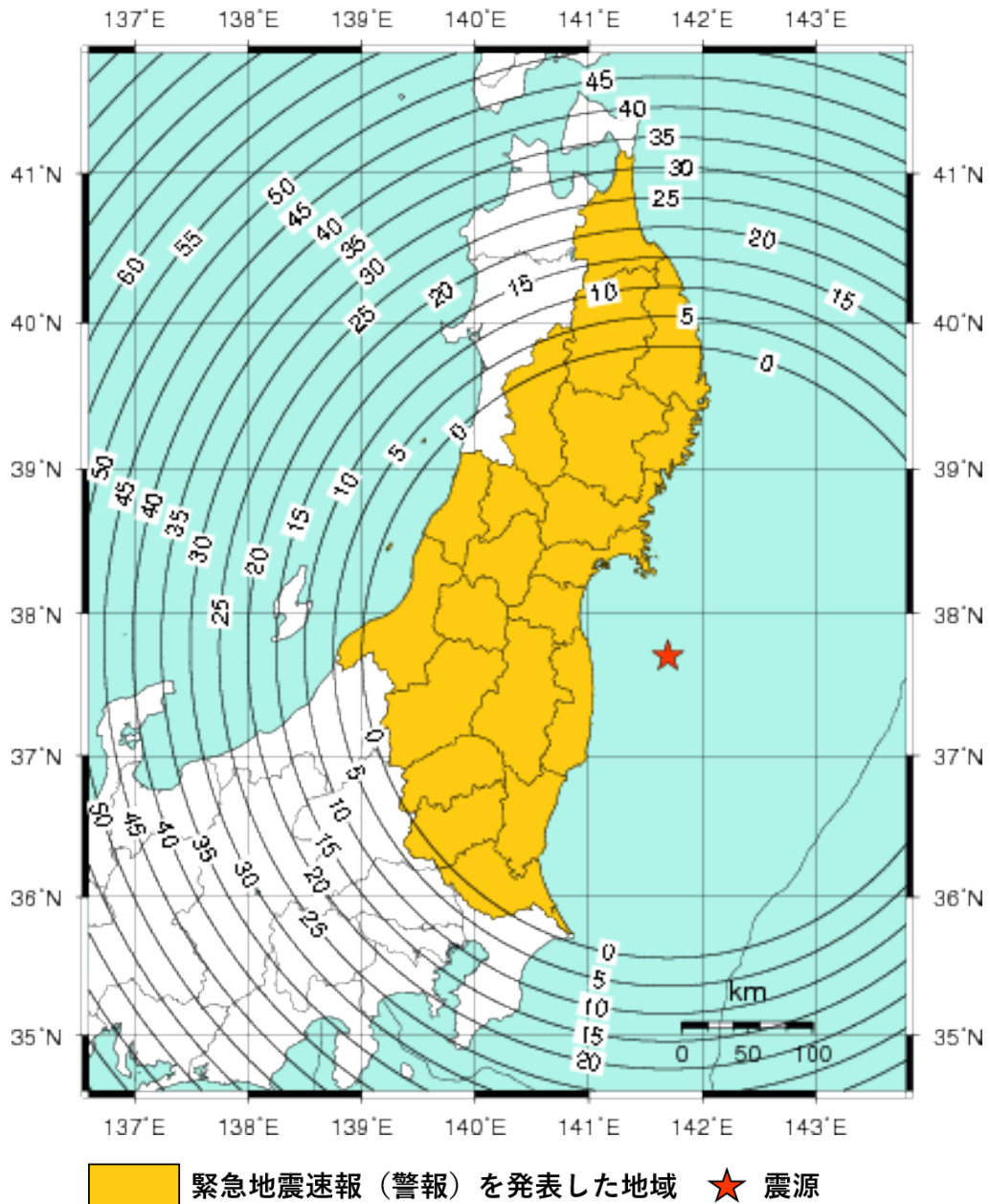


## 警報第3報の対象地域及び主要動到達までの時間

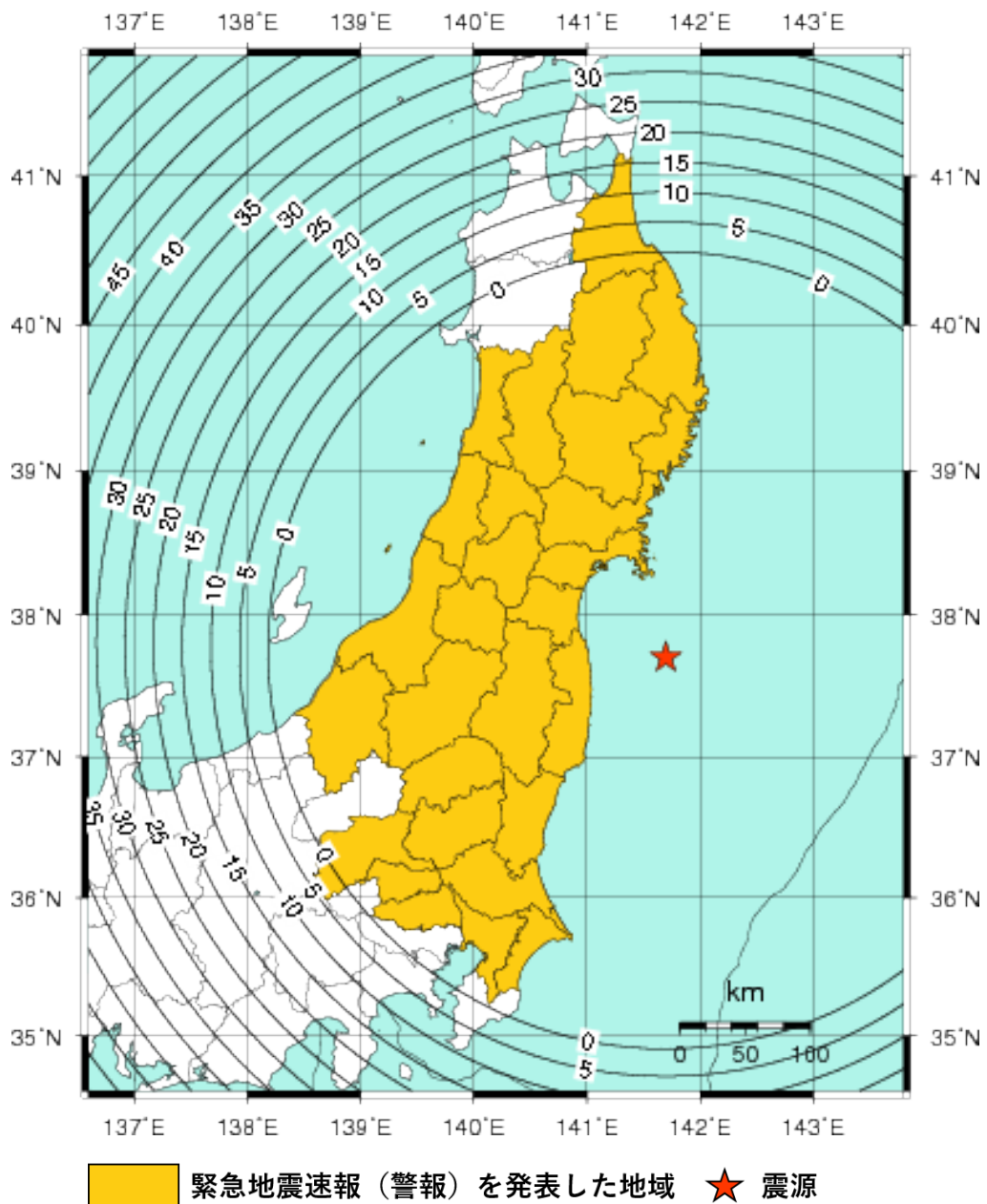


 緊急地震速報（警報）を発表した地域  震源

## 警報第4報の対象地域及び主要動到達までの時間



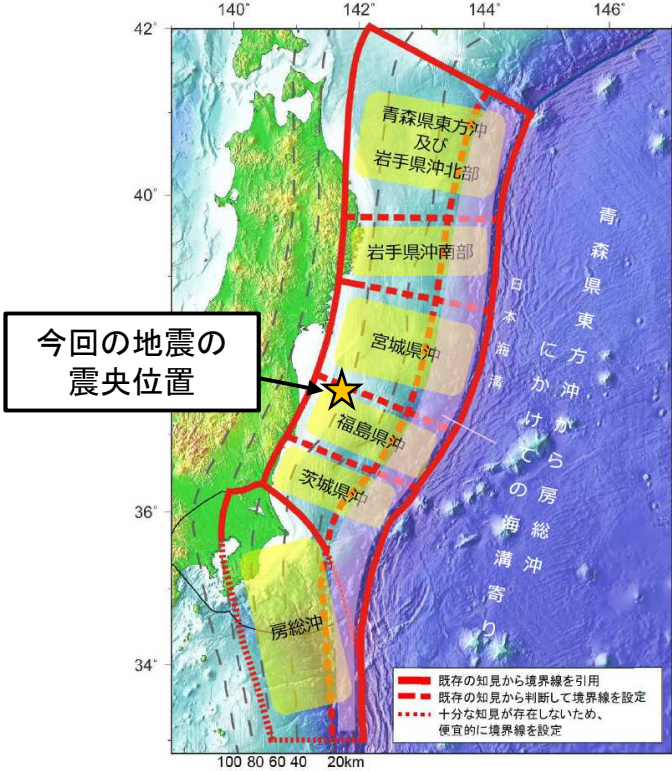
## 警報第5報の対象地域及び主要動到達までの時間





# 震源周辺で想定されている海溝型地震

## ●想定される地震の震源域



### 周辺で想定されている海溝型地震と現在の地震活動

- 今回の地震の震源周辺では、M7.0～M7.5の地震が想定されています。
- 今回の地震の震源のごく近傍でややまとまった活動になっているほかは、地震活動に大きな変化は見られていません。

### 海域で発生した規模の大きな地震後に見られた地震活動の例

- 過去には、2008年の茨城県沖の地震のように、大きな地震の発生後、当初の活動域が広がった例もあります。しかし、2004年の釧路沖の地震のように、より大きな地震は発生せず、地震活動域が広がらなかった例もあります。

## ●海溝型地震の長期評価の概要(日本海溝沿い) (2022年1月1日時点)

評価対象地震	発生領域	想定される規模	ランク(注1)	平均発生間隔	最新発生地震・時期
超巨大地震(東北地方太平洋沖型)	岩手県沖南部～茨城県沖	M9.0程度	Iランク	550～600年程度	2011年3月11日14時46分 (平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震)
プレート間巨大地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.9程度	Ⅲランク	97.0年	1968年5月16日 (1968年十勝沖地震)
	宮城県沖	M7.9程度	Ⅱランク	109.0年	2011年3月11日14時46分(注3)
ひとまわり小さいプレート間地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	8.8年	2011年3月11日15時08分
	岩手県沖南部	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	88.2年	1968年6月12日
	宮城県沖	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	12.6～14.7年	2011年3月11日14時46分(注3)
	宮城県沖の陸寄りの地震(宮城県沖地震)	M7.4前後	Ⅲランク	38.0年	2011年3月11日14時46分(注3)
	福島県沖	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	44.1年	2011年3月11日14時46分(注3)
茨城県沖	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	17.6年	2011年3月11日15時15分	
海溝寄りのプレート間地震(津波地震等)	青森県東方沖から房総沖にかけての海溝寄り	Mt8.6～9.0(注2)	Ⅲランク	102.8年	2011年3月11日14時46分(注3)
沈み込んだプレート内の地震	青森県東方沖及び岩手県沖北部～茨城県沖	M7.0～7.5程度	Ⅲランク	22.0～29.4年	2012年12月7日
海溝軸外側の地震	日本海溝の海溝軸外側	M8.2前後	Ⅱランク	411.2年	1933年3月3日(昭和三陸地震)

(注1)海溝型地震における今後30年以内の地震発生確率が26%以上を「Ⅲランク」、3%～26%未満を「Ⅱランク」、3%未満を「Ⅰランク」、不明(すぐに地震が起きることを否定できない)を「Xランク」と表記している。ランクに「\*」を付記している場合は、地震後経過率が0.7以上を表す。

(注2) Mtは津波の高さから求める地震のマグニチュード。

(注3)平成23年東北地方太平洋沖地震は当該地震ではないが、当該地震の震源域を含む地震。

※本資料は以下を基に作成した。

「活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧」(地震調査研究推進本部) <https://www.jishin.go.jp/main/choukihyoka/ichiran.pdf>

「日本海溝沿いの地震活動の長期評価について」(地震調査研究推進本部) [https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou\\_pdf/japan\\_trench.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/japan_trench.pdf)