

# 測地測量が捉えた関東地震

プレートテクトニクスという考えで大正関東地震（以下「関東地震」という。）のしくみが説明されるようになったのは1970年(昭和45年)頃からで、地震の発生した大正時代では、研究者ですら地震がなぜ発生するのか、ほとんど理解できていませんでしたが、地震に伴って地面が隆起したり沈降したりすることは昔から知られていました。

明治時代になって近代的な測量が行われるようになり、地面の変動（地殻変動）を数値でとらえることができるようになりました。国土地理院の前身である参謀本部陸地測量部は、1883年(明治16年)に一等三角測量、一等水準測量を開始しており、関東地震以前にこれらの測量によって基準点の正確な位置・標高に関する情報と縮尺1：10,000～1：50,000などさまざまな縮尺の精密な地形図を作成していました。

このことから地震前の測量結果と地震後の改測結果を比較することによって地震による地面の動きを正確に求めることが可能となったのです。その成果は1930年(昭和5年)に陸地測量部が発行した『関東震災地復旧測量記事』にまとめられ、今でも地震に伴う地殻変動に関する貴重な科学資料として活用されています。

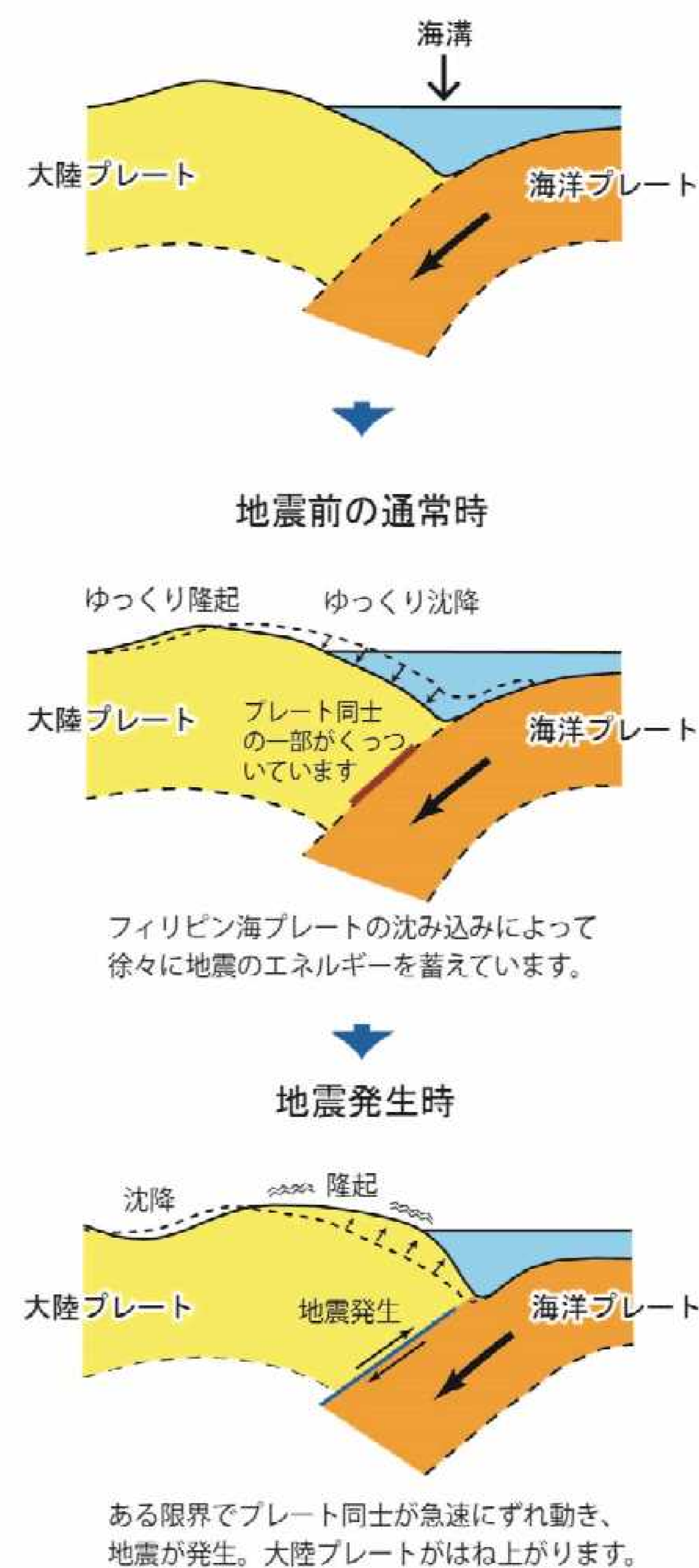
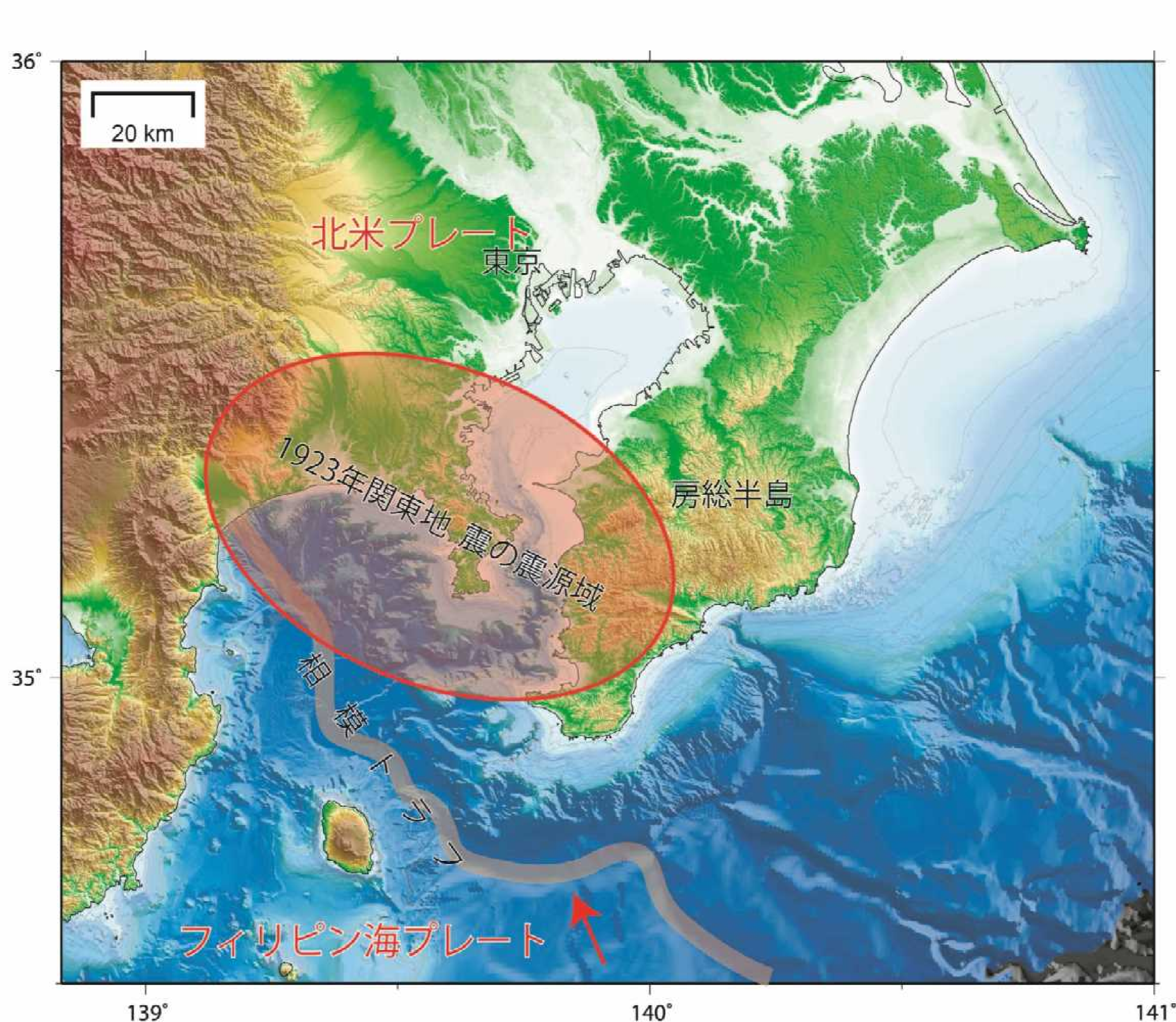
『関東震災地復旧測量記事』によると、関東地震の地殻変動の特徴として、相模トラフ沿いで隆起量が大きいこと、隆起の分布が房総半島側に偏っていること、丹沢山地周辺で沈降していることなどが挙げられています。

当時観測された測地測量による地殻変動のデータを現在の技術で解析することで、関東地震の震源となったプレート境界の断層が、どれくらいの長さで広がりをもって、どれくらいずれ動いたのかを推定できます。

地殻変動のパターンは、相模トラフ沿いでおよそ30°北西へ傾いた断層面に沿って、北米プレートがフィリピン海プレートに斜め（南東方向）へ乗り上げるように、およそ7mずれ動いたと考えた場合の理論的なパターンとよく一致します。



# 関東地震の震源域と相模湾周辺の海底地形

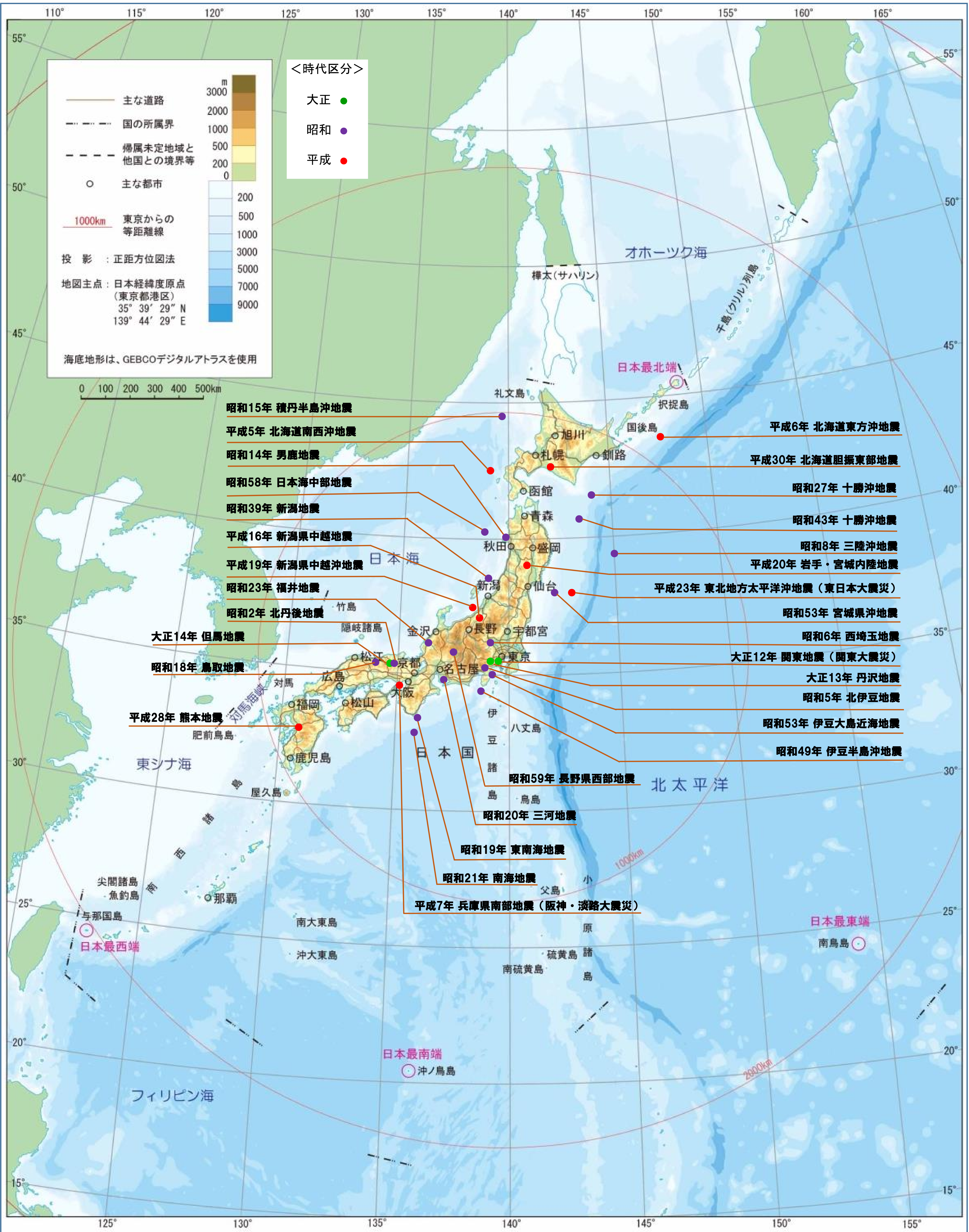


関東地震は相模トラフと呼ばれる海溝沿いのプレート境界で生じた地震です。相模トラフは、相模湾の海底を北西から南東方向に延び、房総半島の沖合で屈曲しながら日本海溝へと続く舟底状の地形で、水深は1,000~3,000mあります。ここでは南東から年間約4cmの速度で移動するフィリピン海プレートが、東日本の陸地を載せている北米プレートの下へと沈み込んでいるのです。フィリピン海プレートはするすると沈み込むわけではなく、北米プレートとの接触面の一部が摩擦の力でくっついているので、そこでひずみが生じ、それが少しずつ貯まっていきます。ひずみが限界に達し、摩擦の力を超えると、くっついていた部分がはがれ、一気にずれ動きます。これが大地を揺るがし、大地震となります。

関東地震はこのようにプレート同士が急激にずれ動くことによって生じたのです。すなわち大地震の本質とは、単に地面を揺るがすだけではなく、地球内部の動きに伴って地球表面の形が変化する現象であると言っても過言ではありません。このことは、地球表面の形の変化が、地震を理解する上で極めて重要であることを意味します。地震に関する研究（地震学）では、地球表面の形の変化をとらえる測地測量は、地震による揺れの観測（地震観測）と並んで最も基本的な研究手法の一つなのです。



# 関東大震災以降の主な地震



この地図は、1:5,000,000日本とその周辺(平成29年修正)を使用して作成しました。

※ 関東大震災以降の主な地震のうち、マグニチュード6.7以上で死者・不明者10名以上を掲載



# 関東大震災以降の主な地震

発生年月日	マグニチュード (M)	地震名もしくは被災地域名	主な被害状況など
1923年9月1日 (大正12年)	7.9	関東地震 (関東大震災)	東京で観測した最大振幅14~20cm。地震後火災が発生し被害を大きくした。全体で死者・不明10万5千余、住家全壊10万9千余、半壊10万2千余、焼失21万2千余 (全半壊後の焼失を含む)。山崩れ・崖崩れが多い。房総方面・神奈川南部は隆起し、東京付近以西・神奈川北方は沈下した。相模湾の海底は小田原―布良線以北は隆起、南は沈下した。関東沿岸に津波が襲来し、波高は熱海 (現在の静岡県熱海市) で12m、相浜 (現在の千葉県館山市相浜) で9.3mなど。
1924年1月15日 (大正13年)	7.3	丹沢地震	東京・神奈川・山梨・静岡各県に被害があり、死者19、家屋全壊1200余。特に神奈川県中南部に被害が著しかった。
1925年5月23日 (大正14年)	6.8	但馬地震	円山川 (兵庫県北東部を流れる一級水系の本流) 流域で被害多く、死者428、家屋全壊1295、焼失2180。河口 (現在の兵庫県豊岡市) 付近に長さ1.6km、西落ちの小断層二つを生じた。
1927年3月7日 (昭和2年)	7.3	北丹後地震	被害は丹後半島の頸部 (けいぶ 意味:首の部分) が最も激しく、淡路・福井・岡山・米子・徳島・三重・香川・大阪に及ぶ。全体で死者2925、家屋全壊12584 (住家5106、非住家7478)。鄉村断層 (長さ18km、水平ずれ最大2.7m) とそれに直交する山田断層 (長さ7km) を生じた。測量により、地震に伴った地殻の変形が明らかになった。
1930年11月26日 (昭和5年)	7.3	北伊豆地震	2~5月に伊東群発地震。11月11日より前震があり、余震も多かった。死者272、家屋全壊2165。山崩れ・崖崩れが多く、丹那断層 (長さ35km、横ずれ最大2~3m) とそれに直交する姫之湯断層などを生じた。
1931年9月21日 (昭和6年)	6.9	西埼玉地震	死者16、家屋全壊207 (住家76、非住家131)。
1933年3月3日 (昭和8年)	8.1	三陸沖地震	津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死者・不明3064、家屋流失4034、全壊1817、浸水4018。波高は綾里湾で28.7mにも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。
1939年5月1日 (昭和14年)	6.8	男鹿地震	2分後にもM6.7の地震があった。男鹿半島の頸部 (けいぶ 意味:首の部分) で被害があり、死者27、住家全壊479など。軽微な津波があった。男鹿半島西部が最大44cm隆起した。
1940年8月2日 (昭和15年)	7.5	積丹半島沖地震	津波による被害が大きかった。波高は、羽幌・天塩2m、利尻3m、金沢・宮津1m。天塩河口で溺死者10。
1943年9月10日 (昭和18年)	7.2	鳥取地震	鳥取市を中心に被害が大きく、死者1083、家屋全壊7485、半壊6158。鹿野断層 (長さ8km)、吉岡断層 (長さ4.5km) を生じた。地割れ・地変が多かった。
1944年12月7日 (昭和19年)	7.9	東南海地震	静岡・愛知・三重などで合わせて死者・不明1223、住家全壊17599、半壊36520、流失3129。遠く長野県諏訪盆地での住家全壊12などを含む。津波が各地に襲来し、波高は熊野灘沿岸で6~8m、遠州灘沿岸で1~2m。紀伊半島東岸で30~40cm地盤が沈下した。
1945年1月13日 (昭和20年)	6.8	三河地震	規模の割に被害が大きく、死者2306、住家全壊7221、半壊16555、非住家全壊9187。特に幡豆郡 (現在の愛知県西尾市) の被害が大きかった。深溝断層 (延長9km、上下ずれ最大2mの逆断層) を生じた。津波は蒲郡 (現在の愛知県蒲郡市) で1mなど。
1946年12月21日 (昭和21年)	8.0	南海地震	被害は中部以西の日本各地にわたり、死者1330、家屋全壊11591、半壊23487、流失1451、焼失2598。津波が静岡県より九州にいたる海岸に襲来し、高知・三重・徳島沿岸で4~6mに達した。室戸・紀伊半島は南上がりの傾動を示し、室戸で1.27m、潮岬 (現在の和歌山県東牟婁郡串本町潮岬) で0.7m上昇、須崎 (現在の高知県須崎市)・甲浦 (現在の高知県安芸郡東洋町甲浦) で約1m沈下。高知 (現在の高知県高知市) 付近で田園15km <sup>2</sup> が海面下に没した。
1948年6月28日 (昭和23年)	7.1	福井地震	被害は福井平野およびその付近に限られ、死者3769、家屋全壊36184、半壊11816、焼失3851。土木構築物 (飛行場、鉄道、河川の堤防、港の棧橋、埠頭、地下駅舎、水槽などを土木構築物という) の被害も大きかった。南北に地割れの連続としての断層 (延長約25km) が生じた。
1952年3月4日 (昭和27年)	8.2	十勝沖地震	北海道南部・東北北部に被害があり、津波が関東地方に及ぶ。波高は北海道で3m前後、三陸沿岸で1~2m。死者28、不明5、家屋全壊815、半壊1324、流失91。
1960年5月23日 (昭和35年)	Mw9.5 (※)	チリ地震津波	5月24日2時頃から津波が日本各地に襲来、波高は三陸沿岸で5~6m、その他で3~4m。北海道南岸・三陸沿岸・志摩半島付近で被害が大きく、沖縄でも被害があった。日本全体で死者・不明142 (うち沖縄で3)、家屋全壊1500余、半壊2千余。
1964年6月16日 (昭和39年)	7.5	新潟地震	新潟・秋田・山形の各県を中心に被害があり、死者26、住家全壊1960、半壊6640、浸水15297。その他船舶・道路の被害も多かった。新潟市内の各所で地盤の液状化による被害が著しかった。石油タンクの火災が発生。津波が日本海沿岸一帯を襲い、波高は新潟県沿岸で4m以上に達した。粟島 (現在の新潟県岩船郡粟島浦村) が約1m隆起した。
1968年5月16日 (昭和43年)	7.9	十勝沖地震	青森を中心に北海道南部・東北地方に被害。死者52、負傷者330、建物全壊673、半壊3004。青森県下で道路損壊も多かった。津波があり、三陸沿岸3~5m、襟裳岬3m、浸水529、船舶流失沈没127。コンクリート造建築の被害が目立った。
1974年5月9日 (昭和49年)	6.9	伊豆半島沖地震	伊豆半島南端に被害。死者30、負傷者102、家屋全壊134、半壊240、全焼5。御前崎などに小津波。
1978年1月14日 (昭和53年)	7.0	伊豆大島近海地震	死者25、負傷者211、住家全壊96、半壊616、道路損壊1141、崖崩れ191。前震が活発で、当日午前、気象庁から地震情報が出されていた。伊豆半島で被害が大きく、翌15日の最大余震 (M5.8) でも伊豆半島西部にかなりの被害が出た。
1978年6月12日 (昭和53年)	7.4	宮城県沖地震	被害は宮城県に多く、全体で死者28、負傷者1325、住家全壊1183、半壊5574、道路損壊888、山崖崩れ529。造成地に被害が集中した。ブロック塀などによる圧死者18。
1983年5月26日 (昭和58年)	7.7	日本海中部地震	被害は秋田県で最も多く、青森・北海道がこれに次ぐ。日本全体で死者104 (うち津波によるもの100)、負傷者163 (うち津波によるもの104)、建物全壊934、半壊2115、流失52、一部破損3258、船沈没255、流失451、破損1187。津波は早い所では津波警報発令以前に沿岸に到達した。石川・京都・島根など遠方の府県にも津波による被害が発生した。
1984年9月14日 (昭和59年)	6.8	長野県西部地震	王滝村 (現在の長野県木曽郡王滝村) に大きな被害をもたらした。死者29、負傷者10、住家全壊・流出14、半壊73、一部破損565、道路損壊258など。死者および建物流出は主として王滝川・濁川の流域などに発生した大規模な崖崩れと土石流によるものである。
1993年7月12日 (平成5年)	7.8	北海道南西沖地震	地震に加えて津波による被害が大きく、死者202、不明28、負傷者323。特に地震後間もなく津波に襲われた奥尻島の被害は甚大で、島南端の青苗地区は火災もあって壊滅状態、夜10時すぎの闇のなかで多くの人命、家屋等が失われた。津波の高さは青苗の市街地で10mを越えたところがある。
1994年10月4日 (平成6年)	8.2	北海道東方沖地震	北海道東部を中心に被害があり、負傷者437、住家全壊61、半壊348。津波は花咲で173cm。震源に近い択捉島では死者・不明10など、地震と津波で大きな被害。
1995年1月17日 (平成7年)	7.3	兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	活断層の活動によるいわゆる直下型地震。神戸、洲本で震度6だったが、現地調査により淡路島の一部から神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市にかけて震度7の地域があることが明らかになった。多くの木造家屋、鉄筋コンクリート造、鉄骨造などの建物のほか、高速道路、新幹線を含む鉄道線路なども崩壊した。被害は死者6434、不明3、負傷者43792、住家全壊104906、半壊144274、全半焼7132、など。早朝であったため、死者の多くは家屋の壊壊と火災による。
2004年10月23日 (平成16年)	6.8	新潟県中越地震	「新潟―神戸歪み集中帯」に属する活褶曲帯で発生した逆断層型地震 (深さ13km)。規模の大きな余震が多数発生 (M6以上4余震) して被害を助長。死者68、負傷者4805、家全壊3175、半壊13810。川口町で震度7 (計測震度導入後初めて)、震源域の地質を反映して地すべりの被害が目立った。
2007年7月16日 (平成19年)	6.8	新潟県中越沖地震	新潟県沿岸海域の逆断層型地殻内地震 (深さ17km)。2004年中越地震に近いが余震活動は不活発。震源域内の原子力発電所が被災した初めての例。死者15、負傷者2346、住家全壊1331、半壊5710、最大震度6強 (新潟県3市村、長野県1町)、地盤変状・液状化なども目立った。日本海沿岸で最大35cm (柏崎) の津波。
2008年6月14日 (平成20年)	7.2	岩手・宮城内陸地震	岩手・宮城県境付近の山間地での逆断層型地殻内地震 (深さ8km)。死者17、不明6、負傷者426、住家全壊30、半壊146 (2010年6月現在)。最大震度6強 (岩手県1市、宮城県1市) や4000ガル以上の加速度などが観測されたが、建物被害よりも地すべりなどの斜面災害が目立った。
2011年3月11日 (平成23年)	9.0	東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)	日本海溝沿いの沈み込み帯の大部分、三陸沖中部から茨城県沖までのプレート境界を震源域とする逆断層型超巨大地震 (深さ24km)。3月9日にM7.3 (Mw7.4) の前震、震源域内や付近の余震・誘発地震はM7.0以上が6回、M6.0以上が97回、死者19418、不明2592、負傷者6220、住家全壊121809、半壊278496 (余震・誘発地震を一部含む; 2016年3月現在)。死者の90%以上が水死で、原発事故を含む被害の多くは巨大津波 (現地調査によれば最大約40m) によるもの。最大震度7 (宮城県栗原市)、6強が宮城県13市町村、福島県11市町、茨城県8市、栃木県5市町だが、揺れによる被害は津波に比べて大きくなかった。
2016年4月14日 2016年4月16日 (平成28年)	7.3	熊本地震	右横ずれ断層型地殻内地震 (深さ12km)。布田川および日奈久断層帯で発生。長さ30km以上の領域で地表地震断層が現れた。死者50 (ほかに関連死者45)、負傷者2245、住家全壊8147、半壊29008 (2016年8月26日現在)。最大震度7 (熊本県益城町 (2回目)・西原村)。
2018年9月6日 (平成30年)	6.7	北海道胆振東部地震	逆断層型の深い地殻内地震 (深さ37km)。浅い所から出た強い地震動による地すべりと火力発電所停止 (全道停電) があった。死者43、負傷者782、住家全壊469、半壊1660 (2019年8月現在)。最大震度7 (北海道厚真町)。

(※) Mw (モーメントマグニチュード) : 地震は地下の岩盤がずれて起こるもの。この岩盤のずれの規模 (ずれ動いた部分の面積×ずれた量×岩石の硬さ) をもとにして計算したマグニチュードのこと。

● 出典 : 理科年表 (令和5年版) 第96冊「地学 日本付近の主な地震年代表」より引用。(関東大震災以降の主な地震災害のうち、マグニチュード6.7以上で死者・不明者10名以上を選択)