

第 363 回 地震調査委員会資料 (臨時会)

< 目 次 >

◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震 ルーチン処理結果……………	2
◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震による強震動……………	3
◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震による強震動 (J-RISQ) ……	7
◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震による強震動 (MeSO-net) ……	8
◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震による高周波エネルギー輻射量 (暫定) ……	10
◆ 2021年10月7日千葉県北西部の地震：震源域周辺の地震発生状況と今後の地震発生確率……	11

令和 3 年 10 月 8 日

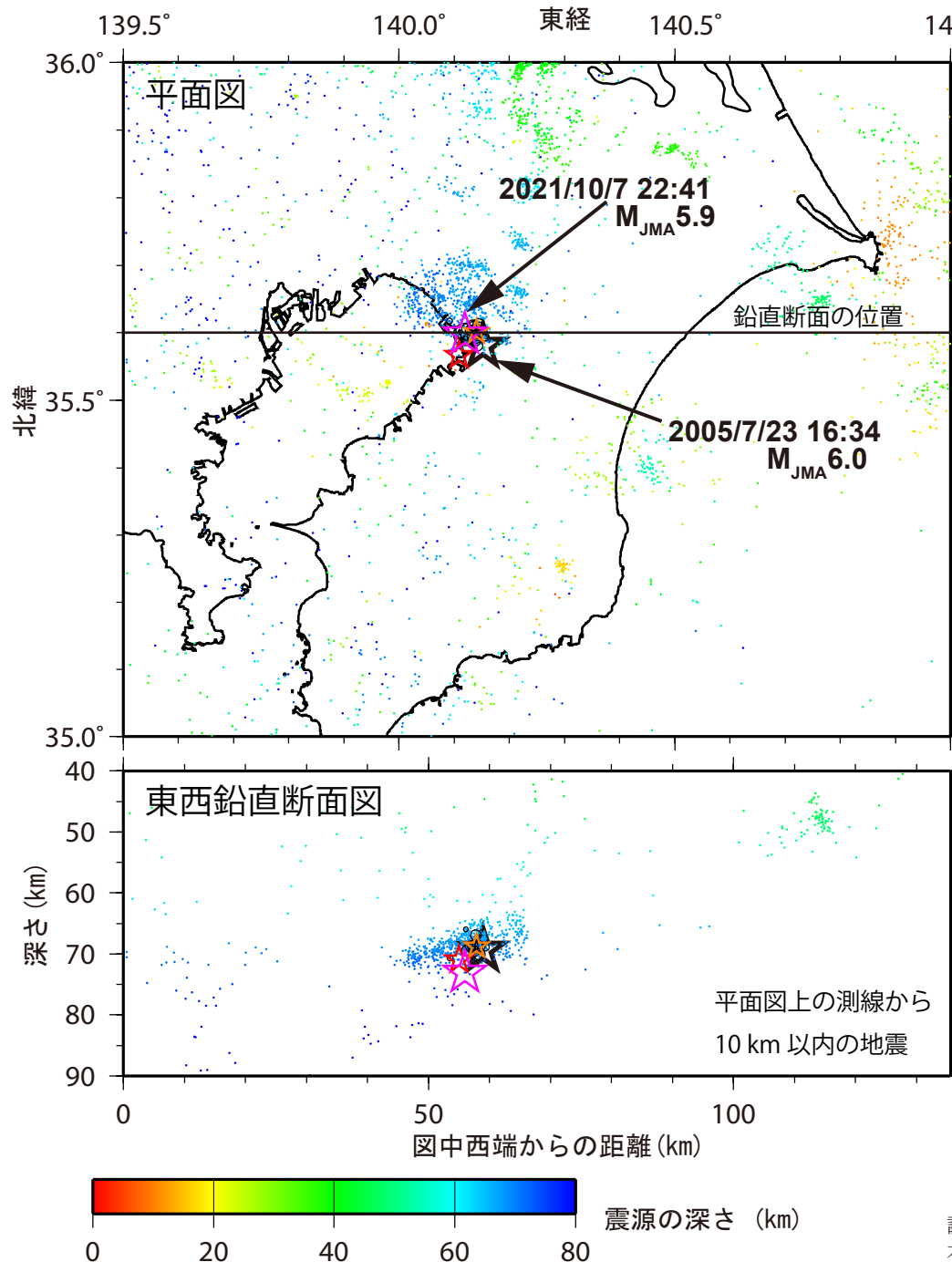


国立研究開発法人

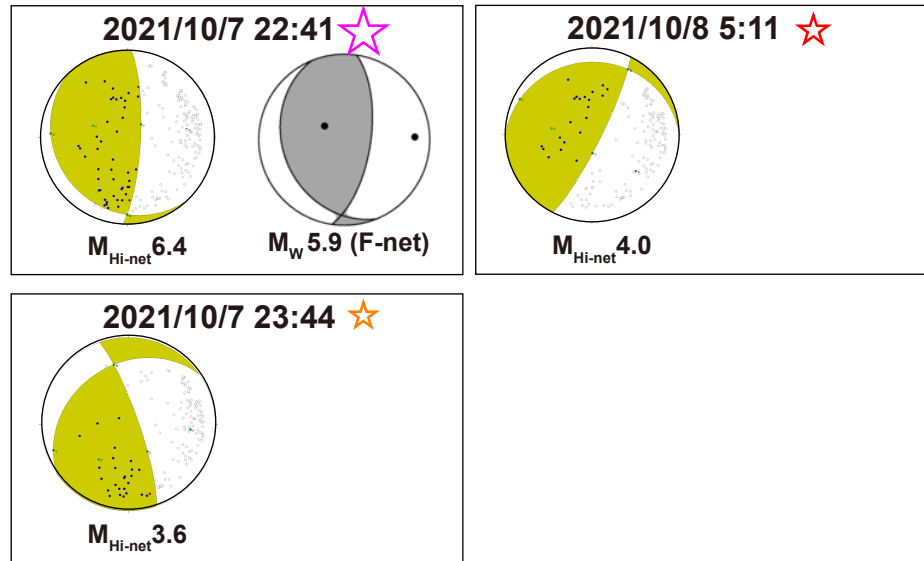
防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

2021年10月7日千葉県北西部の地震 ルーチン処理結果



- M5.9 (気象庁暫定値) の地震は太平洋プレート上面付近 (深さ約73km) で発生し、初動解は低角逆断層型
- 以前からの地震活動域、2005年の地震の近傍で発生
- 余震は水平方向10km×10km程度の範囲内で発生、低角ではない逆断層型や正断層型イベントも



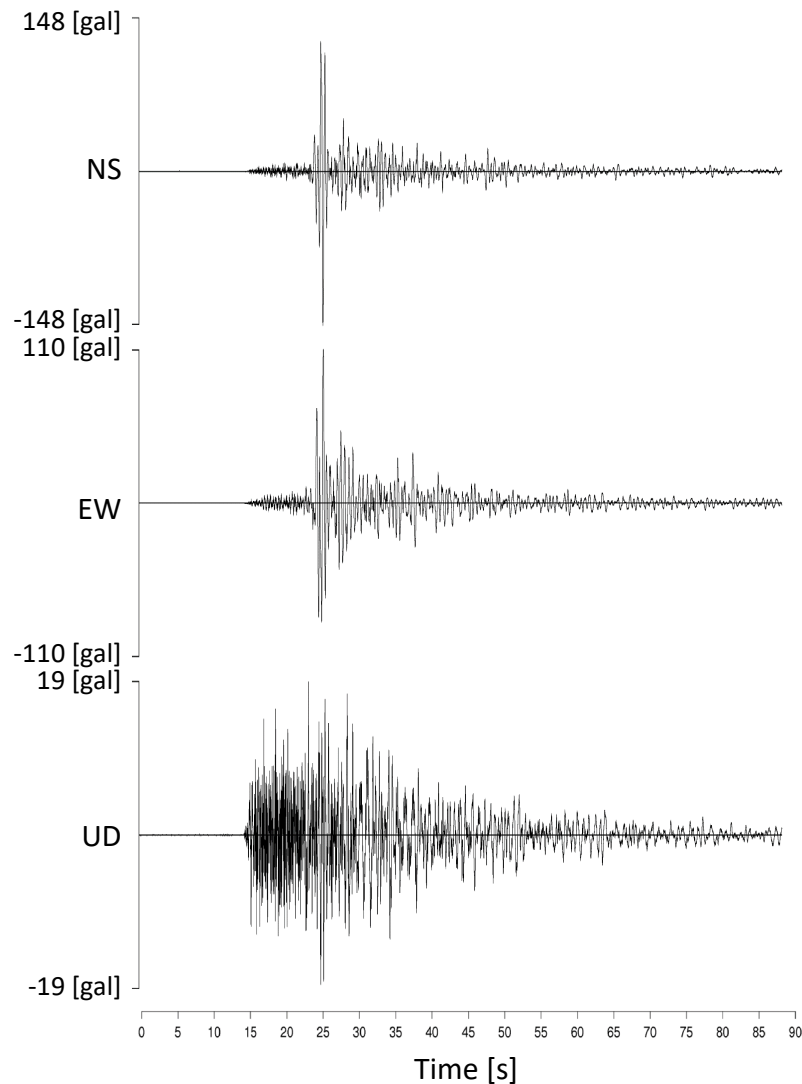
第1図. 防災科研 Hi-net のルーチン処理による震源分布 (左上: 平面図、左下: 東西鉛直断面図). 2021年10月7日の最大地震を桃色星印, 主要な余震2個を赤色および橙色の星印, それ以外の余震を黒丸印でそれぞれ示す (いずれも10月8日午前6時まで). また, 2005年7月23日の地震を黒星印で併せて示す. 点は2020年1月1日から2021年10月06日までの地震を表し, その色は震源の深さを表す. 右には, 最大地震と主要な2つの余震の初動解を, 最大地震については F-net モーメントテンソル解も併せて示す.

謝辞
本解析には, 気象庁, 東北大学, 東京大学, 東京都, および 地震予知総合研究振興会の記録も使用させていただいた.

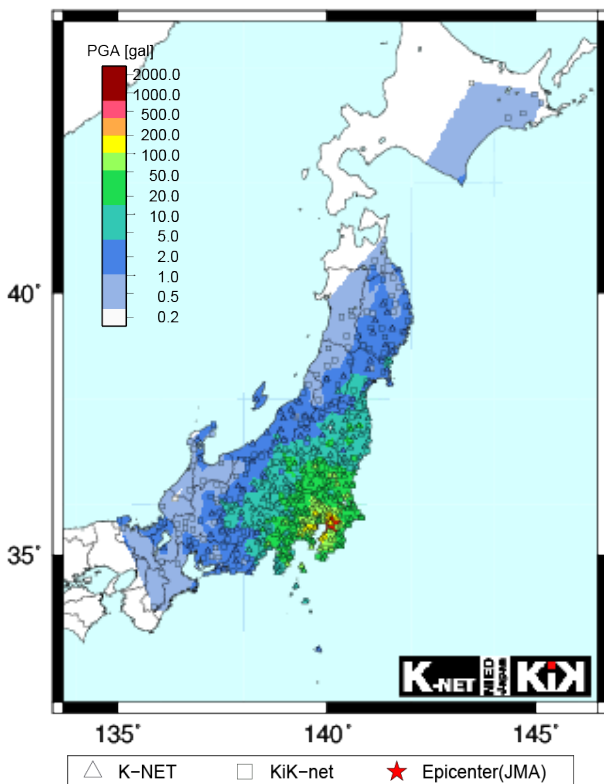
2021年10月07日22時41分, 深さ75km, M5.9 (気象庁による)

K-NET・KiK-netで記録されたうち、最大の地表最大加速度は
 K-NET行徳 (CHB029, 千葉県市川市) での180 gal (三成分合成値)
 最大の地表最大速度は
 K-NET川口 (SIT011, 埼玉県川口市) での21 cm/s (三成分合成値)

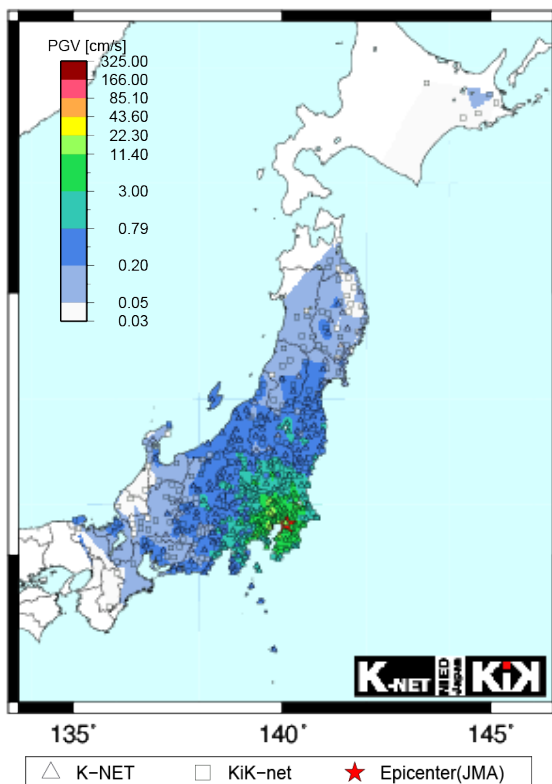
K-NET行徳での加速度波形



地表最大加速度

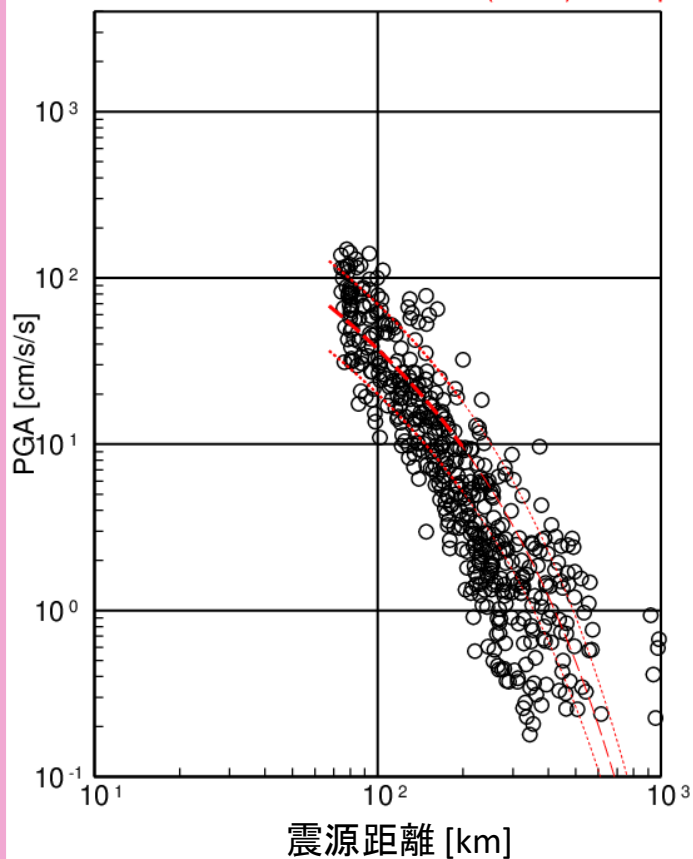


地表最大速度

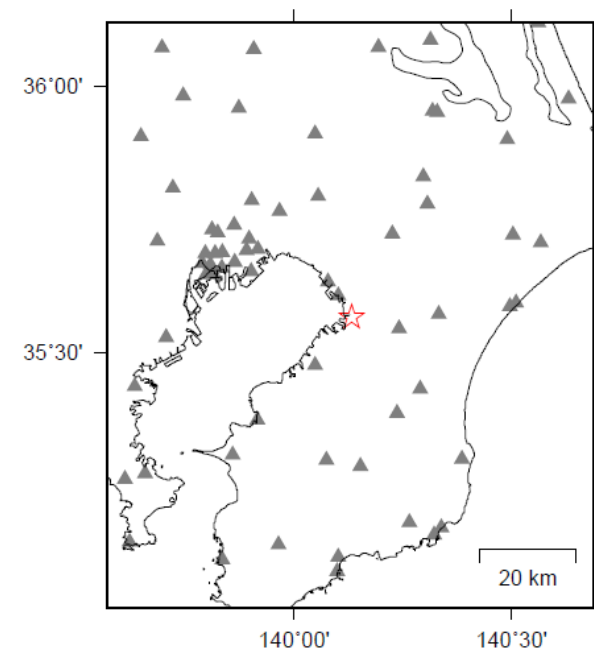
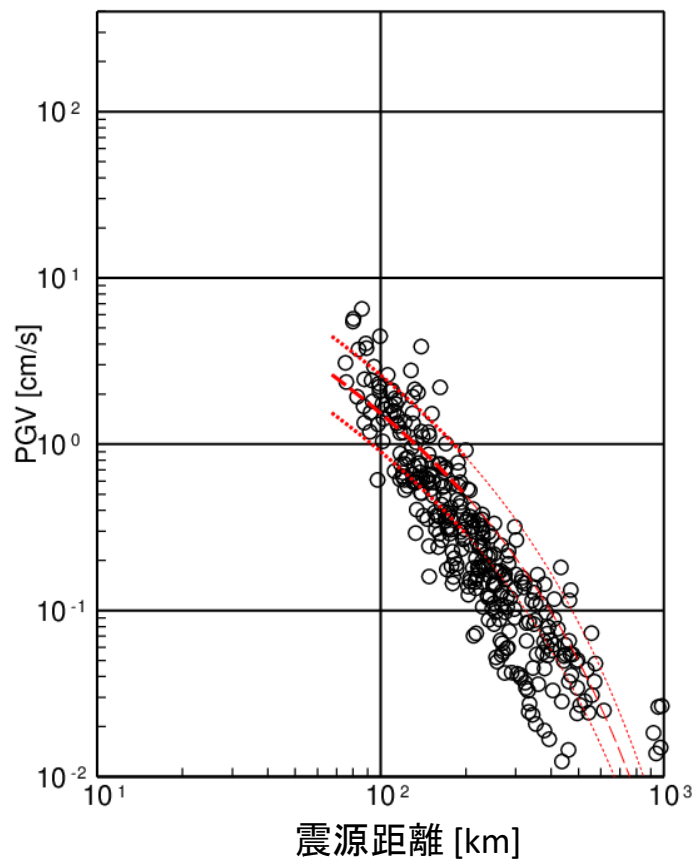


距離減衰式と観測された最大加速度、最大速度との比較

地表最大加速度



地表最大速度



気象庁震源位置での点震源を仮定

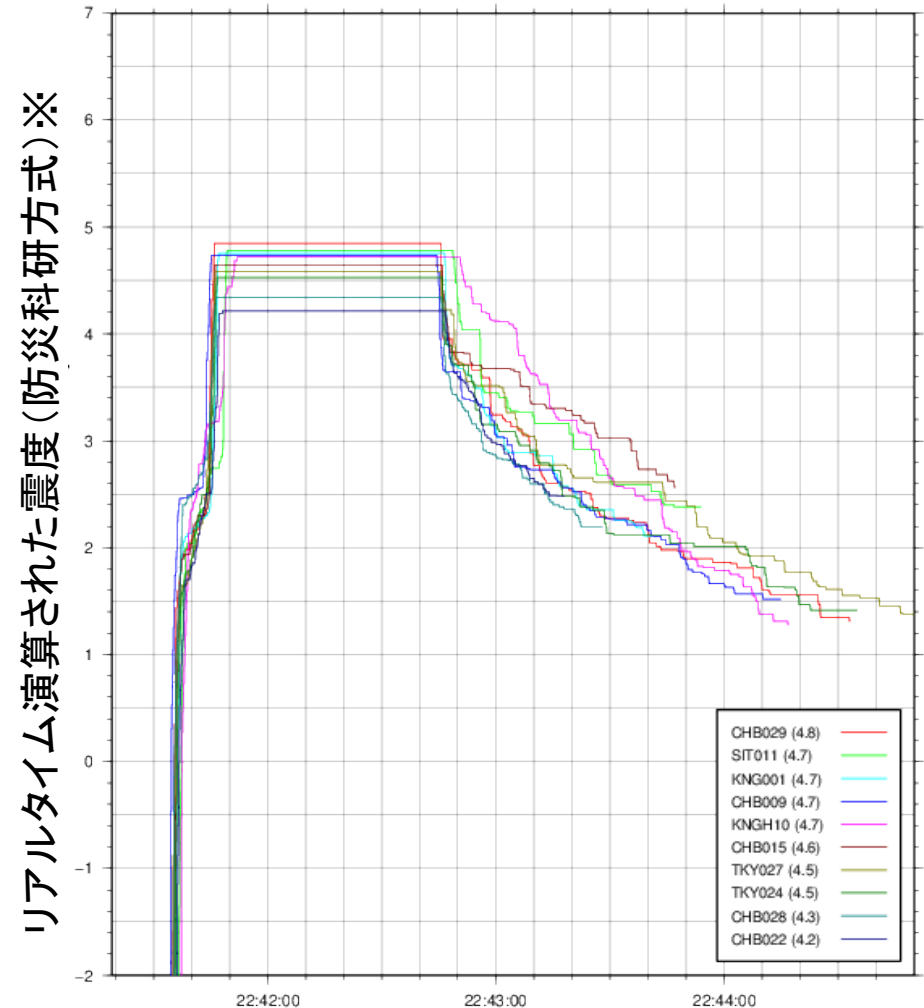
- 最大加速度、最大速度の観測値は水平2成分のうち大きい方をプロットし、最大速度については検層データから求めた補正值により $V_s=600\text{m/s}$ の「硬質地盤」上の値に換算。
- 距離減衰式（司・翠川, 1999）は $M_w=5.9$ 、深さ75kmのプレート間地震として計算。点線は標準偏差の範囲、薄線は距離減衰式導出に用いた距離範囲外への外挿を示す。

最大加速度上位10観測点

	観測点名	最大加速度	計測震度
1	K-NET行徳 (CHB029)	180 gal	4.8
2	KiK-net横浜 (KNGH10)	165 gal	4.7
3	K-NET千葉 (CHB009)	150 gal	4.7
4	K-NET川崎 (KNG001)	149 gal	4.7
5	K-NET木更津 (CHB015)	142 gal	4.5
6	K-NET富津 (CHB022)	138 gal	4.2
7	K-NET奥戸 (TKY024)	133 gal	4.5
8	K-NET瑞江 (TKY027)	130 gal	4.5
9	K-NET川口 (SIT011)	126 gal	4.8
10	K-NET市川北 (CHB028)	125 gal	4.3

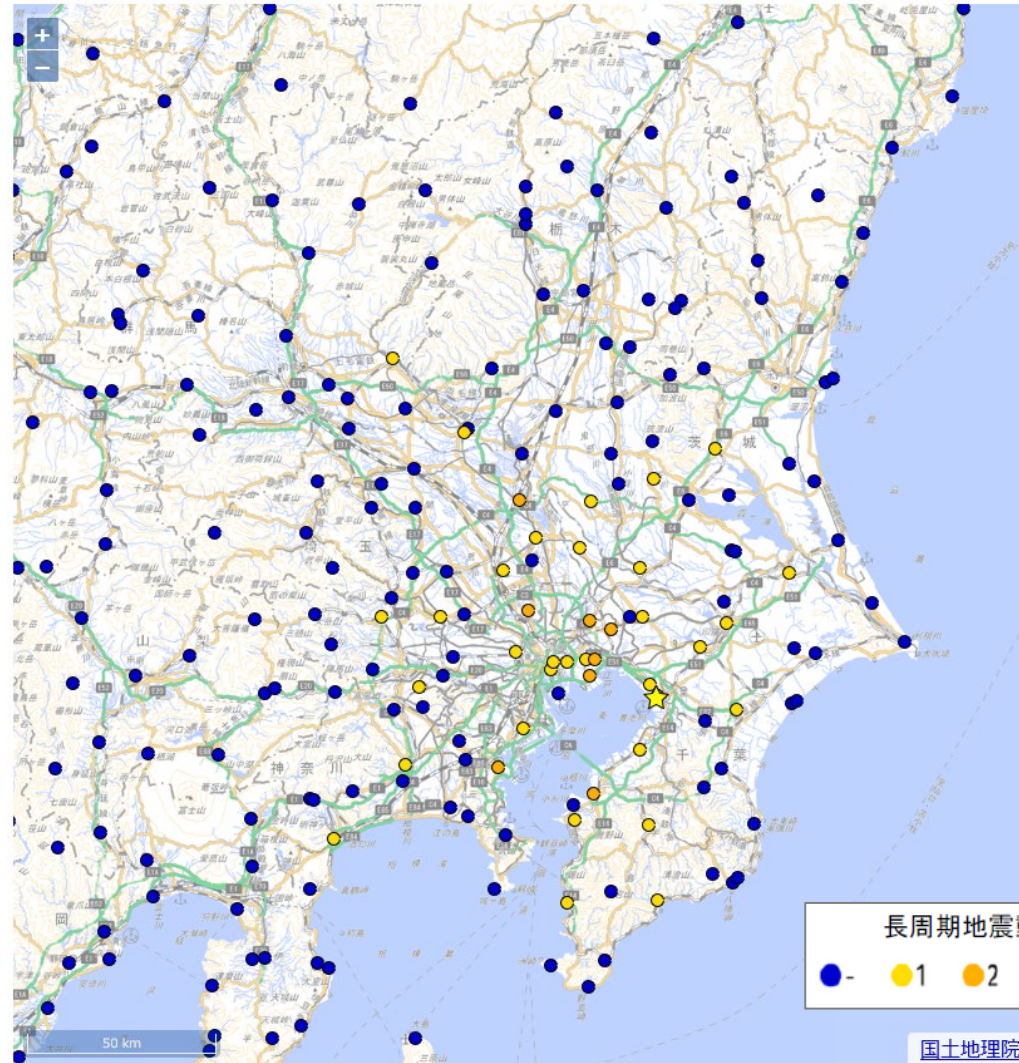
計測震度は気象庁告示に基づきトリガ波形全体より計算

震度の時間変化



※功刀・他(2013)による

K-NET, KiK-netで観測された長周期地震動階級分布



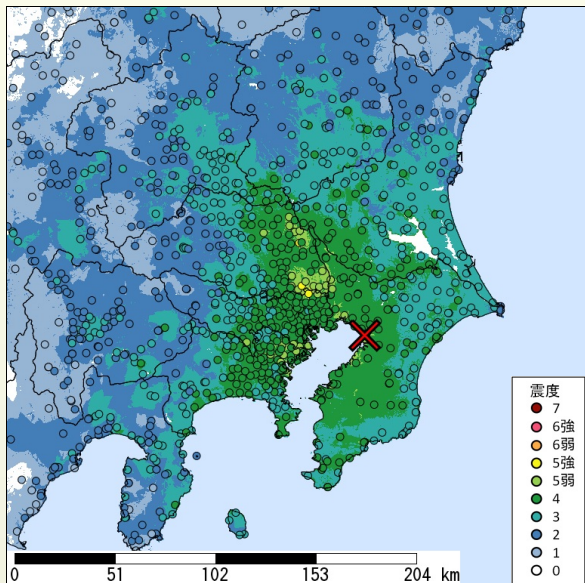
国土地理院の電子地形図(タイル)に観測点を追記して掲載

長周期地震動階級上位10観測点

	観測点名	長周期地震動階級	計測震度
1	K-NET川口 (SIT011)	2	4.8
2	K-NET久喜 (SIT003)	2	4.6
3	K-NET行徳 (CHB029)	2	4.8
4	K-NET浦安 (CHB008)	2	4.5
5	K-NET千葉 (CHB009)	2	4.7
6	K-NET木更津 (CHB015)	2	4.5
7	K-NET市川北 (CHB028)	2	4.3
8	K-NET横浜 (KNG002)	2	4.4
9	K-NET松戸 (CHB002)	2	4.1
10	K-NET新宿 (TKY007)	1	4.3

M 6.1, 震源地:千葉県北西部, 深さ約80km, 2021/10/07 22:41頃発生 (気象庁発表)

震度の分布 最大観測震度5強(*) 主要都市の推定震度 (都市の最大観測震度と人口を考慮して掲載)

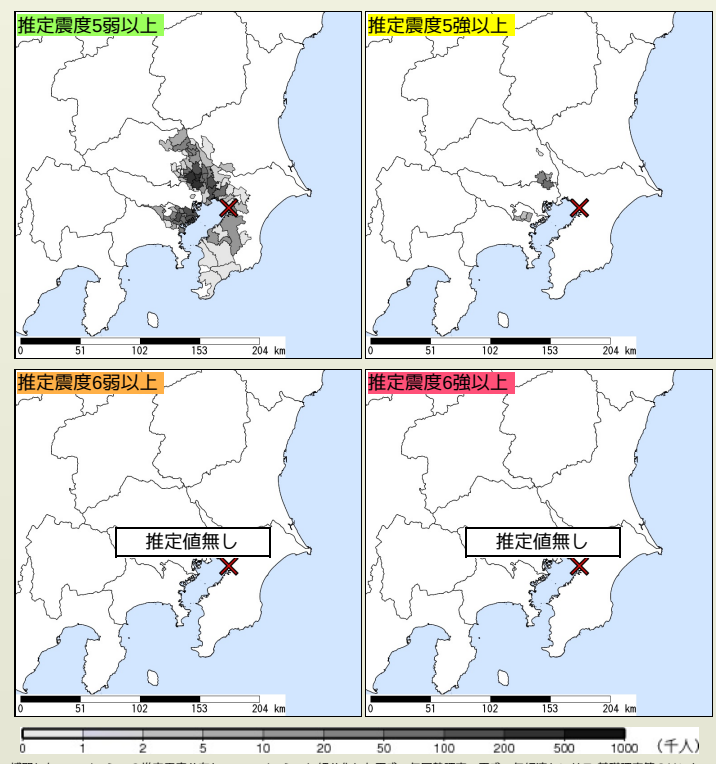


最大(*) 観測震度	推定震度頻度分布 1 2 3 4 5+6-6+ 7	市区町村名	全人口: 夜間 (人)	震央距離 (km)
5強	[Bar chart]	東京都足立区	680,000	33
5強	[Bar chart]	埼玉県川口市	560,000	41
5弱	[Bar chart]	神奈川県横浜市神奈川区	230,000	44
5弱	[Bar chart]	神奈川県横浜市港北区	330,000	43
5弱	[Bar chart]	神奈川県川崎市川崎区	220,000	36
5弱	[Bar chart]	神奈川県横浜市旭区	250,000	52
5弱	[Bar chart]	埼玉県草加市	240,000	36
5弱	[Bar chart]	東京都大田区	690,000	34
5弱	[Bar chart]	千葉県船橋市	610,000	14
5弱	[Bar chart]	千葉県松戸市	480,000	27
5弱	[Bar chart]	神奈川県厚木市	220,000	68
5弱	[Bar chart]	東京都町田市	430,000	59
5弱	[Bar chart]	神奈川県横浜市鶴見区	270,000	39
4	[Bar chart]	東京都江戸川区	680,000	24
4	[Bar chart]	東京都杉並区	550,000	43
4	[Bar chart]	東京都世田谷区	870,000	40
4	[Bar chart]	東京都八王子市	580,000	71
4	[Bar chart]	東京都練馬区	710,000	43
4	[Bar chart]	東京都板橋区	540,000	39
3	[Bar chart]	栃木県宇都宮市	510,000	107

解析開始時点(2021/10/07 22:54:00)で収集されている防災科研・NET, KIK-net, 気象庁, 地方公共団体震度計の計測震度データを利用。(*) 気象庁発表の情報と一致しない場合がある。一部正式な震度観測点ではない観測点を含む。暫定的な震度値を含む。丸印は観測、塗りつぶしは推定データ。×印は震央位置。他の図表も同様。

最大観測震度は、各市区町村内で観測された最大震度。観測された計測震度を250mメッシュで補間し、市区町村ごとに推定震度頻度分布を作成した。報開始時刻が9:00-18:59のとき昼間人口、19:00-8:59のとき夜間人口を示し、平成22年国勢調査、平成21年経済センサス-基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計を二桁精度になるよう四捨五入した。震央距離は震央から各市区町村中心部までの距離。

行政区ごとの震度遭遇人口 (各震度階級の揺れに遭遇した人口を考慮して掲載)



補間した250mメッシュの推定震度分布と、250mメッシュに細分化した平成22年国勢調査、平成21年経済センサス-基礎調査等のリンクによる地域メッシュ統計を重ね合わせ、各行政区の震度遭遇人口を推計した。

行政区名	震度5弱以上 遭遇人口	震度5強以上 遭遇人口	震度6弱以上 遭遇人口	震度6強以上 遭遇人口
全国	2,000,000	100,000		
埼玉県	1,000,000	50,000		
埼玉県さいたま市緑区	100,000			
埼玉県川口市	500,000	20,000		
埼玉県草加市	200,000	5,000		
埼玉県越谷市	100,000			
埼玉県八潮市	50,000			
埼玉県三郷市	100,000			
千葉県	500,000			
千葉市川市	200,000			
千葉県船橋市	100,000			
千葉県松戸市	100,000			
東京都	500,000	100,000		
東京都大田区	100,000			
東京都足立区	500,000	100,000		
神奈川県	500,000	20,000		
神奈川県横浜市神奈川区	50,000			
神奈川県横浜市港北区	100,000	5,000		
神奈川県横浜市緑区	50,000	10,000		
神奈川県川崎市川崎区	100,000			

全国および震度遭遇人口の多い都道府県と市区町村について掲載。震度遭遇人口が1~999人の場合は1000未満と表示。全国、都道府県の値は、市区町村の値の合計と必ずしも一致しない。

この地域で起こった過去の主な被害地震

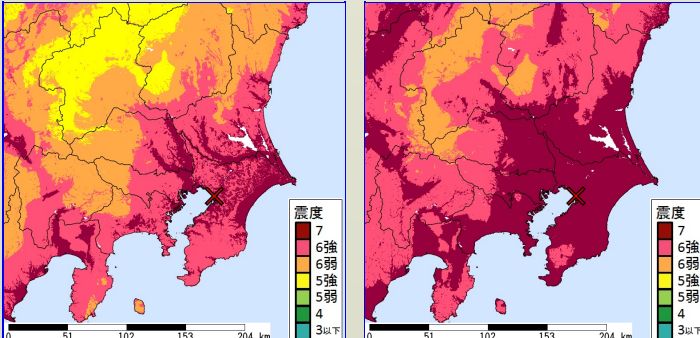
発生日	地震名	M	被害
1923	神奈川県西部 (関東地震, 関東大震災)	7.9	東京で観測した最大振幅14~20cm。地震後火災が発生し被害を大きくした。全体で死・不明10万5千余, 住家全壊10万9千余, 半壊10万2千余, 焼失21万2千余(全半壊後の焼失を含む)。山崩れ・崖崩れが多い。房総方面・神奈川南部は隆起し、東京付近以西・神奈川北方は沈下した。相模湾の海底は小田原・布良郷以北は隆起, 南は沈下した。関東沿岸に津波が襲来し、波高は熱海で12m, 相浜で9.3mなど。
1924	神奈川県西部 (丹沢地震)	7.3	東京・神奈川・山梨・静岡各県に被害があり, 死19, 家屋全壊1200余。特に神奈川県中南部に被害が著しかった。
1931	埼玉県北部 (西埼玉地震)	6.9	死16, 家屋全壊207(住家76, 非住家131)。
1978	伊豆大島近海 (伊豆大島近海地震)	7.0	死25, 傷211, 住家全壊96, 半壊616, 道路損壊1141, 崖崩れ1191。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。
1980	伊豆半島東方沖	6.7	群発地震の最中の最大地震。伊豆半島で家屋全壊1, 一部破損17, 傷7などの被害。神奈川でも傷1などの被害があった。
1983	山梨県東部	6.0	丹沢山地で落石があり, 死1, 傷8。山梨・神奈川・東京・静岡の各県で傷合計33, 家屋全壊2。
1987	千葉県東方沖	6.7	千葉県を中心に被害があり, 死2, 傷161。住家全壊16, 一部破損7万余のほか, 道路などにもかなりの被害があった。
2012	千葉県東方沖	6.1	東北地方太平洋沖地震の周辺誘発地震で正断層型地殻内地震(深さ15km)。死1, 傷1。最大震度は5強(茨城県神栖市, 千葉県鏡子市)。

出典: 国立天文台「理科年表 平成29年」, 丸善出版 (2016), 一部表現を要約

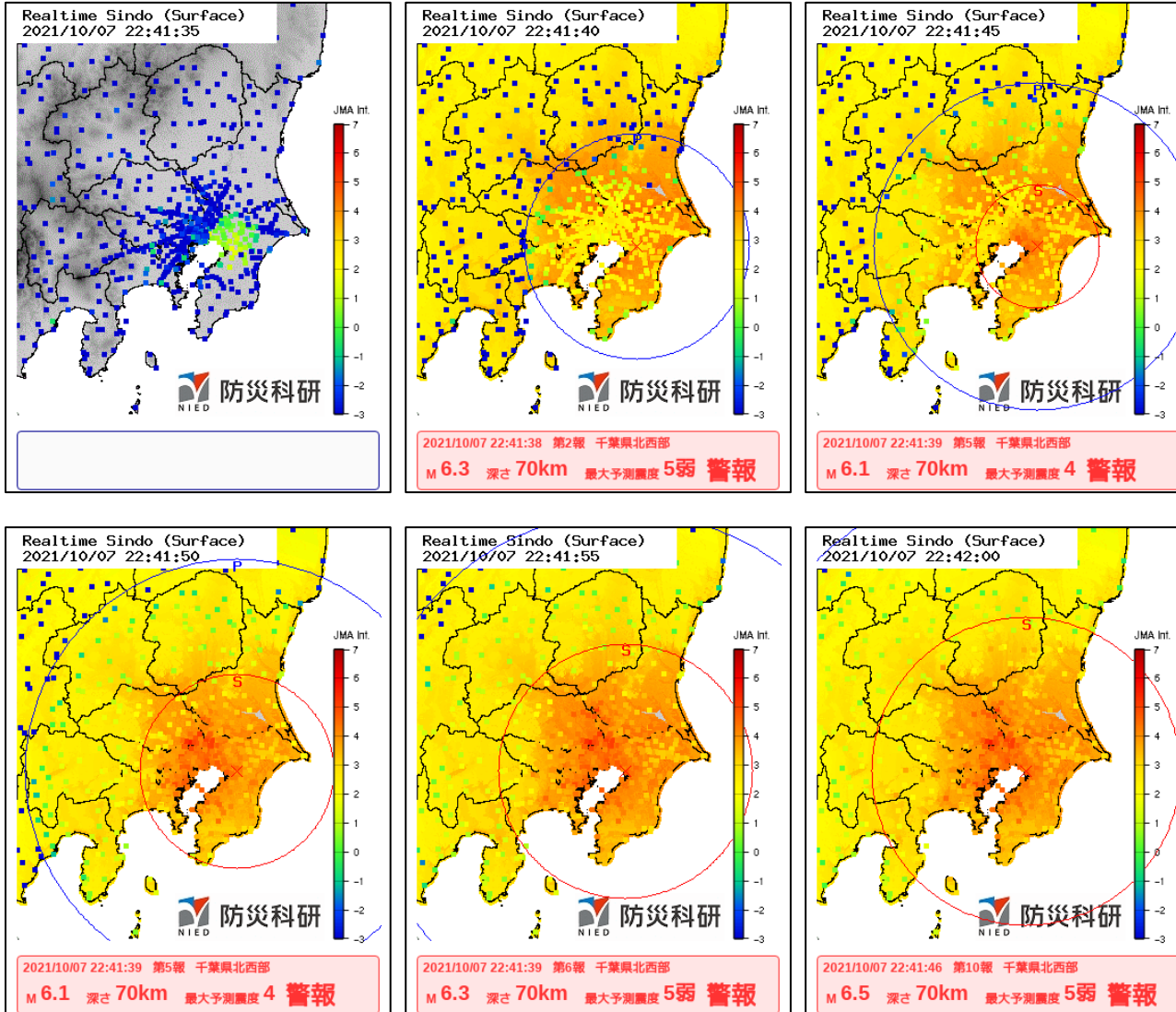
J-SHISから公表している地震ハザード情報

防災科研が公開するJ-SHISでは、ある地点に対し影響を及ぼす全ての地震を考慮し、その地点が大きな地震動に見舞われる危険度、すなわち地震ハザードを評価しています。(2020年版地震ハザード評価)

50年間超過確率2%の計測震度分布 再現期間50000年相当の計測震度分布



首都圏地震観測網 (MeSO-net) による首都圏版強震モニタ



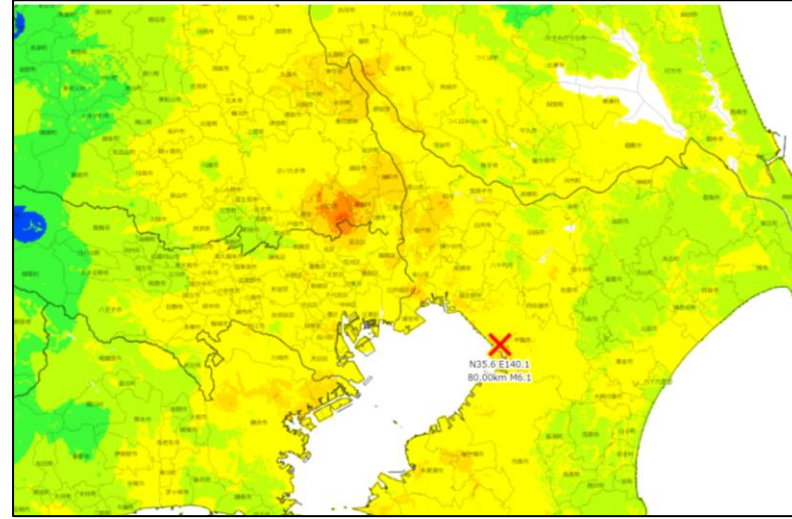
- 功刀・他(2013)による
- MeSO-netのリアルタイム震度は、各観測点における地表での臨時観測により得られた地中20mに対する地表の震度増分 (Aoi et al. 2021) 等により、地表相当値に補正

首都圏地震観測網 (MeSO-net) による計測震度 (相当値) 分布

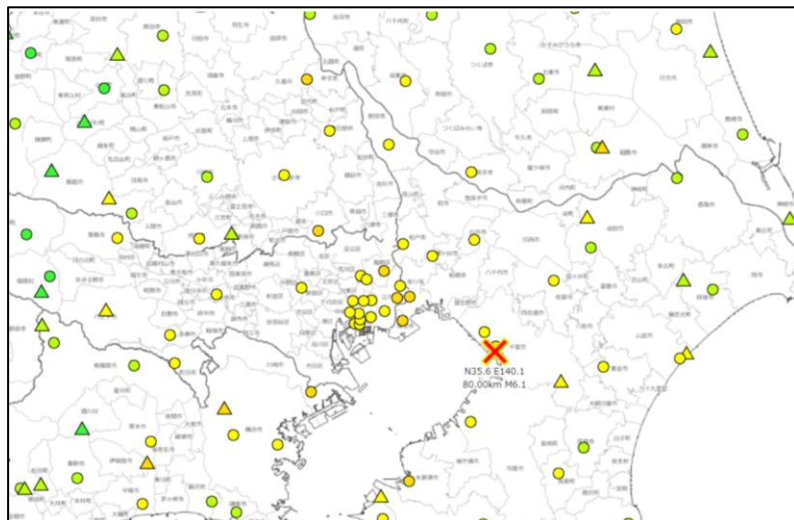
K-NET、KiK-net + MeSO-net



K-NET、KiK-net + MeSO-netによる推定震度分布



K-NET、KiK-net



- | | |
|------------|--------|
| ○ K-NET | ■ 震度7 |
| △ KiK-net | ■ 震度6強 |
| □ MeSO-net | ■ 震度6弱 |
| | ■ 震度5強 |
| | ■ 震度5弱 |
| | ■ 震度4 |
| | ■ 震度3 |
| | ■ 震度2 |
| | ■ 震度1 |
| | □ 震度0 |

- MeSO-netの計測震度 (相当値) は、各観測点における地表での臨時観測により得られた地中20mに対する地表の震度増分 (Aoi et al. 2021) 等により、地表相当値に補正

国土地理院の電子地形図(タイル)に観測点を追記して掲載

- Hi-netの3成分合成地震波形エンベロープから、Sawazaki et al. (2016)の手法を用いて千葉県北西部の地震(M_{Hi} 6.4)後10時間のエネルギー放射量(4-20Hz)を推定
- 地震発生から10時間後の時点で、本震のエネルギー放射量に対する余震からの積算エネルギー放射量の割合は0.13%。

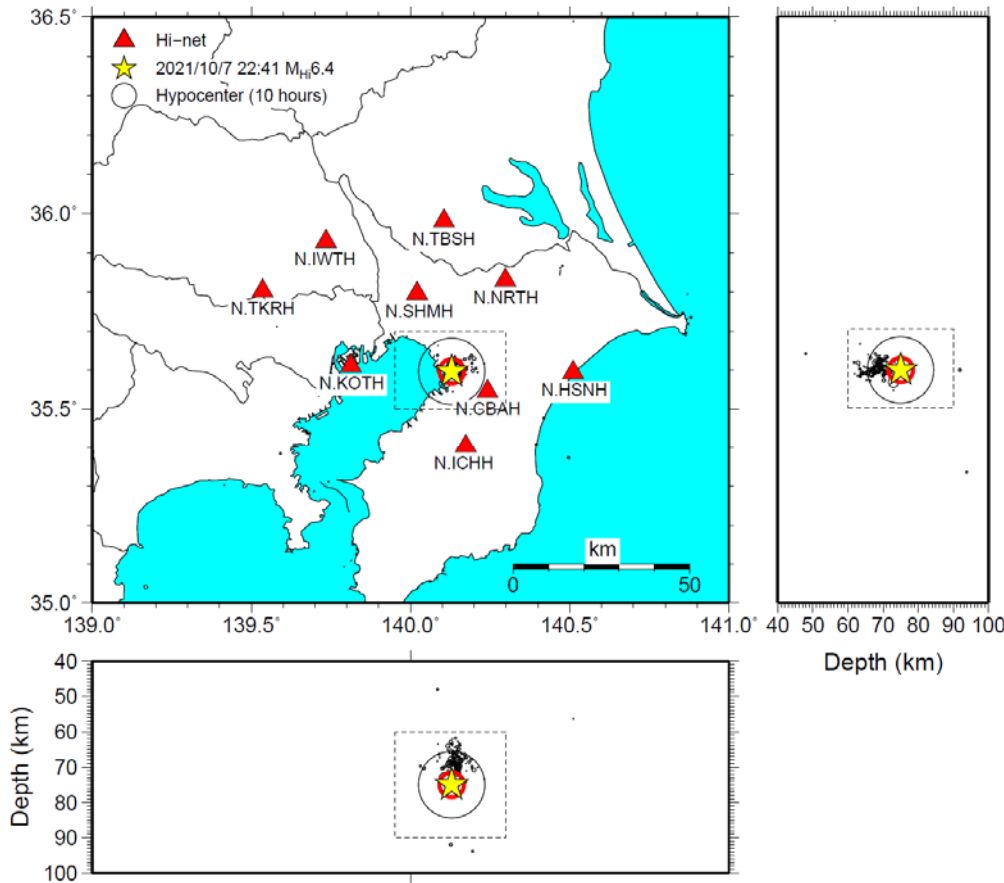


図1: Hi-net震源の分布(黒丸)、および解析に用いたHi-net(本震のみ一部KiK-netを使用)観測点(三角)。黄色の星印は本震の震源。エネルギー放射位置は震源位置(深さ75.0km)に固定。N.IWTHとN.SHMHの上下成分とN.ICHHの南北成分は他の成分と比較し極端に振幅が小さいものの、今回は3成分合成に利用した。

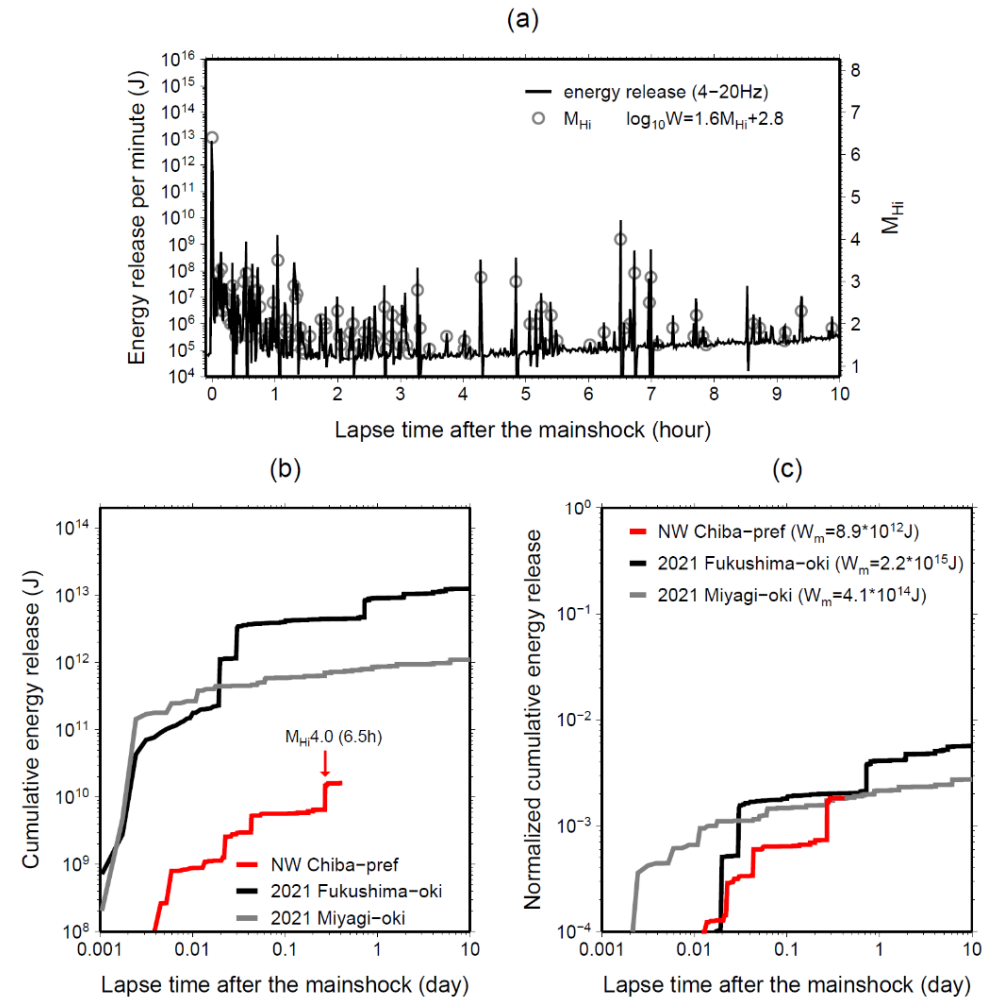


図2: (a) 黒線: 地震発生から10時間後までのエネルギー放射量 W (4-20Hz)の推移。灰色丸: Hi-net震源を基に作成した M - T 図。図中に示す M と W の関係式は、2016年熊本地震の余震について作成(Sawazaki et al., 2016)。(b) 赤、黒、灰色線はそれぞれ今回の地震、2021年2月福島県沖の地震(M_{Hi} 7.6)、2021年3月宮城県沖の地震(M_{Hi} 7.0)後の余震による積算エネルギー放射量(4-20Hz)の推移。(c) 相対積算エネルギー放射量(余震の積算エネルギー放射量÷それぞれの「本震」によるエネルギー放射量 W_m)の推移。

2021年10月7日 千葉県北西部の地震：震源域周辺の地震発生状況と今後の地震発生確率

- 2021年10月7日22:41頃の地震発生から**16時間後(10月8日14:41頃)**までに防災科研Hi-netの自動震源カタログに登録された震源情報を元に、今後の地震発生確率を予測
- 10月7日22:41頃発生地震と同等あるいはそれ以上の規模の地震が起こる確率は、**10月8日14:41頃から7日間で 3 %程度**
- 余震活動のb値は、0.71 (beta = b・ln10)。自動処理により検出された”余震”は121イベントで、最大は最初の地震から6.5時間後のM3.9

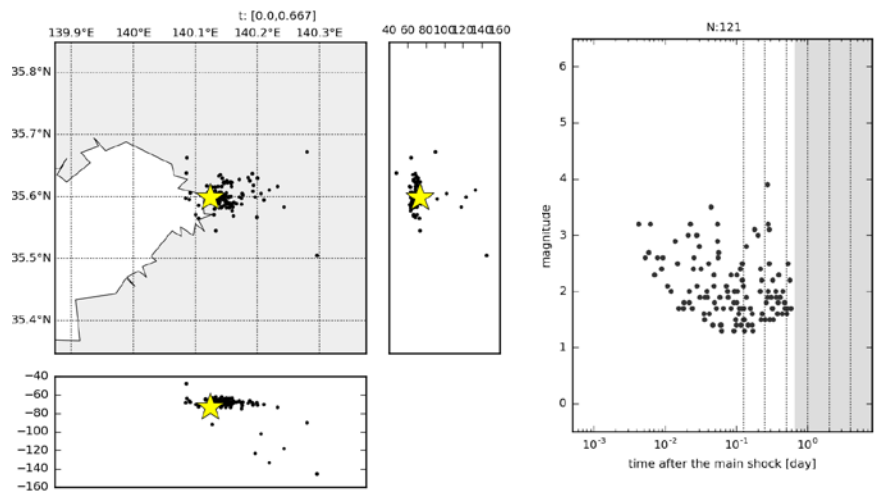
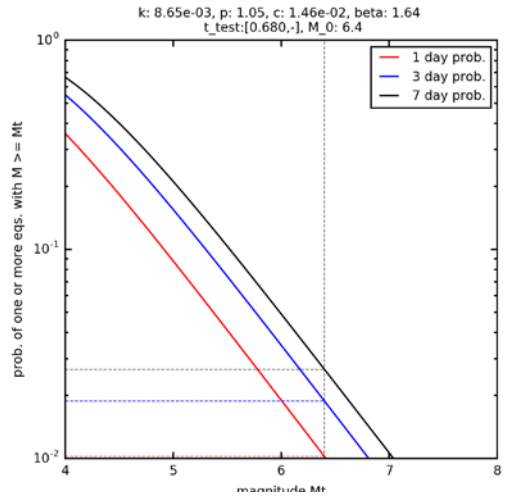


図1 解析対象とした余震の空間分布(左)とM-T図(右)



	今後1日	今後3日	今後7日
本震以上	1.0 %	1.9 %	2.7 %

図3 2021/10/08 14:41以後1, 3, 7日間の地震発生確率の予測値。地震発生から14時間後までのデータに基づく。予測手法の詳細は、Omi et al. (2016; BSSA)による。

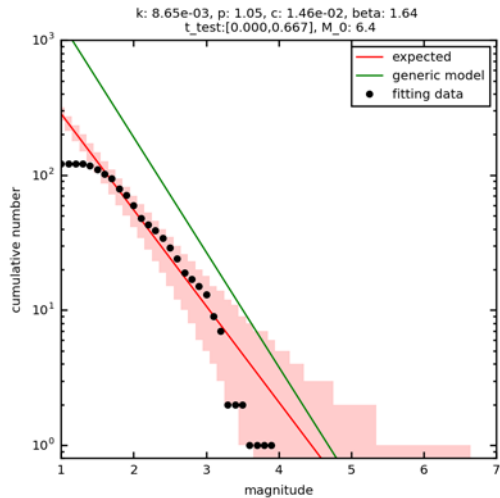


図2 最初の地震発生から約16時間後までのHi-netの自動震源カタログの規模別頻度分布(黒点)と、それに基づいて検出漏れの可能性を加味して評価したG-Rモデル(赤線)およびその95%信頼区間(Omi et al., 2013; Sci. Rep.)。緑線は日本周辺域で1990年から2014年に発生した38地震の余震活動から推定されたパラメータに基づく平均的な地震活動度(Omi et al., 2015; JGR)。

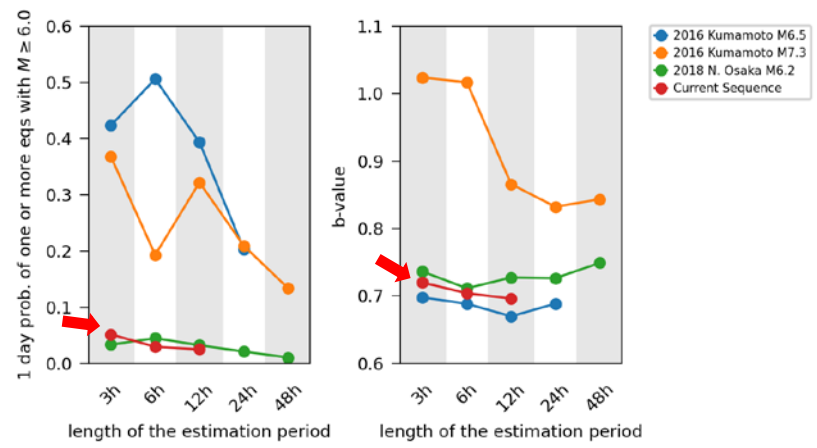


図4 予測時点以降1日以内にM6以上の地震が発生する確率(左)とb値(右)の推移。地震発生から、3, 6, 12, 24, 48時間後について、過去に発生した顕著な地震活動と比較して示す。2021/10/07の地震については、3, 6, 12時間後の値を示す。