

第 2 2 6 回

地震予知連絡会資料

2020 年 2 月 21 日



京都大学防災研究所

第226回地震予知連絡会提出資料

目 次

I. 近畿地方北部の地殻活動 (4) . . . 3

II. 震度データベースによる地震予測 (滋賀県立大学環境科学部) (4) . . . 4

近畿北部の地殻活動 ～丹波山地における微小地震活動静穏化～

京都大学防災研究所地震予知研究センター

大阪府北部から京都府中部、琵琶湖西岸にかけての「丹波山地」は微小地震活動が定期的に活発な地域である。微小地震発生数は2003年1月末ごろ突然それ以前の約7割に低下し、その静穏状態は長期にわたり継続していた。1946年南海地震や1995年兵庫県南部地震前にこの地域の地震活動が低下したことが知られており、近年の静穏化の推移が注目されていたが、その後わずかなレートの増減を繰り返しつつも、大きなレートの変化は無かった。

2011年1月末ごろ、さらに発生数が減少し、2003年以来最低のレートを記録した。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震(M9.0)時にはとくにレートに変化は見られなかったが、2011年2月以降この低いレート(図1の矩形範囲内で約1400 events/year)を維持している。

2018年6月18日の大阪府北部の地震(M6.1)は、従来の「丹波山地」の微小地震活動域の南限である有馬高槻構造線より南側の大阪平野内で発生した。余震域の一部は「丹波山地」の従来からの活動域と重なっているが、それ以外の「丹波山地」では、静穏化もしくは活発化といった大きな変化は見られない。(積算数を数える領域は、今回の大阪府北部の地震の余震域を含んでいるが、図2(上)のdeclusterした積算発生数には、その前後でほとんど変化が見られない。)

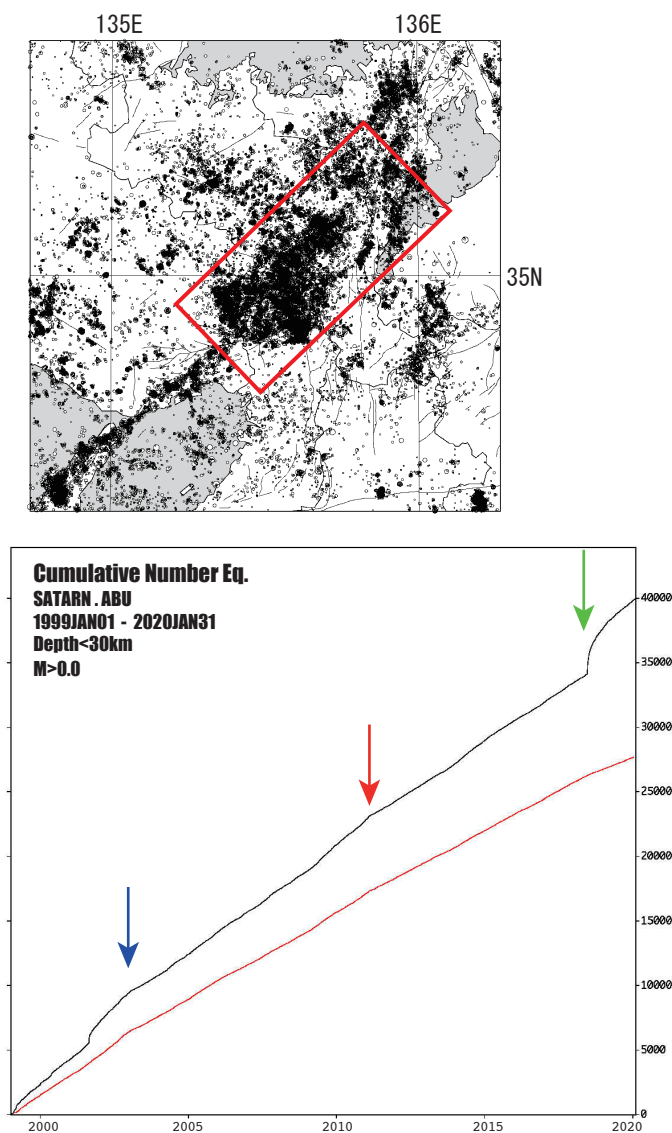


図1：上に示す近畿地方北部の矩形範囲内における積算地震発生数。1999年1月～2020年1月31日。京都大学防災研究所地震予知研究センターによる。

青矢印は丹波山地の静穏化が始まった2003年初頭の時期を示す。赤矢印は東北地方太平洋沖地震前にさらに静穏化した時期を示す。緑矢印は、2018年大阪府北部の地震M6.1の発生時を示す。

赤線は decluster したカタログによる積算発生数。

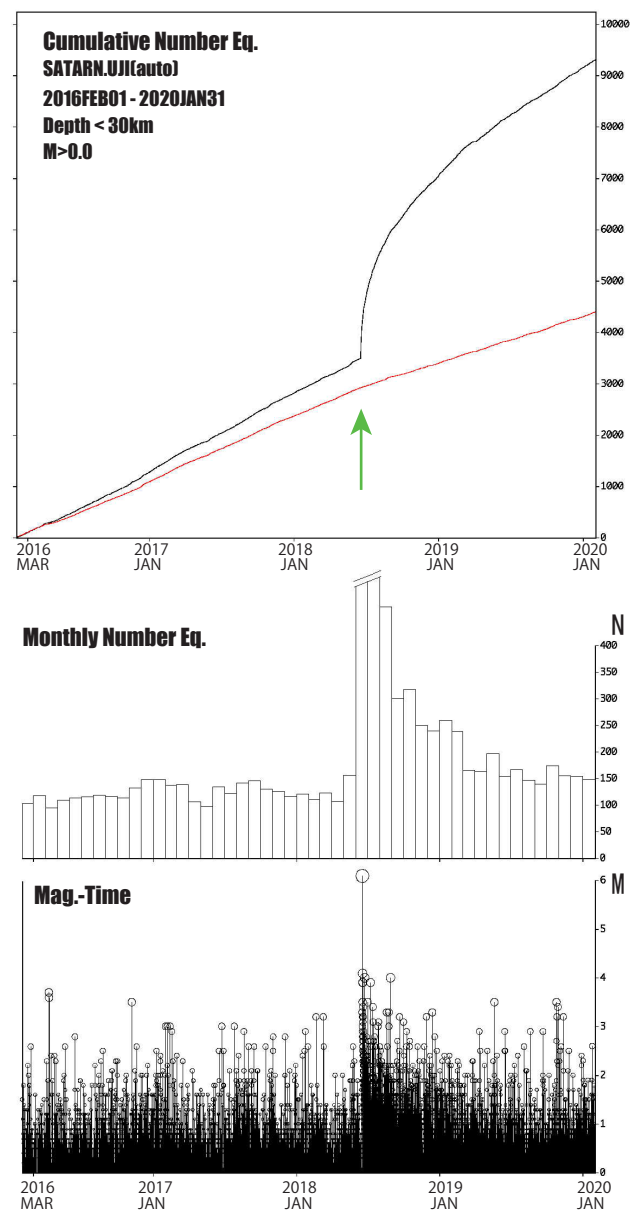


図2：(上) 図1上に示す近畿地方北部の矩形範囲内における積算地震発生数。京都大学防災研究所地震予知研究センターによる。赤線は decluster したカタログによるもの。2016年2月1日～2020年1月31日、30km以浅。(中) 同範囲内での月別地震発生数。(下) 同じく気象庁一元化震源に基づくMT図。

小泉・今給黎（2017）、小泉（2018）、小泉（2019）は、今給黎（2016）の原理を用いて、気象庁震度データベース（気象庁、2020）を用いて2015年～2019年の日本全国47都道府県における震度4以上の地震の予測を行い、前年までの予測結果も評価した。今回は、小泉（2019）による2019年の予測結果を評価すると共に2020年の予測を行う。

2001年～2010年、及び、2012年から2019年まで、1年ずつずらした3年毎の期間について、各都道府県で震度4以上の揺れを記録した地震の平均発生間隔を第1表に示す。この平均発生間隔で定常ポアソン過程に従って震度4以上の地震が発生すると仮定すると発生確率が計算できる。確率が70%以上なら赤予報、30%未満なら青予報、30%以上70%未満なら黄予報とする。2001-2010年の発生間隔を用いた1年間（365～366日間）の予測と2019年の実際の地震発生状況を第1図に、2016-2018年の発生間隔を用いた1年間の予測と2019年の実際の地震発生状況を第2図に示す。第3図と第4図は、2001年～10年及び2017～2019年の地震活動を用いた1年間と3ヶ月間（90日～92日間）の予測である（2020年の予測と考えても良い）。

第1図と第2図を2019年の1年間予測として結果を評価したのが第2表・第3表である。それぞれの表で、赤予報については、適中率（出した予報がどれくらいあたるかの割合）と予知率（発生した地震の中でどれくらい予測されていたかを示す割合）を計算した（宇津、1977）。青予報については、青予報を出して実際に地震が起きなかった割合を仮に「安心率」として評価した。黄予報については評価していない。

同様に、2019年の1～3月・4～6月・7～9月・10～12月の各3ヶ月について、震度4以上の地震発生予測を行ない検証した結果を第4、5表に示す。1年予測の場合に比べて、予測期間が短くなるので発生確率は小さくなり、結果として、赤予報の割合が減り、青予報の割合が増える。また、予報期間が短くなるので適中率も下がる。2015年～2019年の1年予測および3ヶ月予測における予知率・適中率・安心率の推移を第6表・第7表に示す。また、2001年～2019年に日本で震度4以上を記録した地震の数を第8表に示す。2015年～2019年の予知率・適中率・安心率について、予測に用いた地震活動期間を2001～2010年に固定した時と予測年の前の3年にした時では、3ヶ月予測の予知率は、予測に用いた地震活動期間を予測年の前の3年間にした時の方が成績がよい。しかし、他の指標では両者に差はない。また、それぞれの指標のばらつき（標準偏差）は、予測に用いた地震活動期間を2001～2010年に固定した時の方が小さい傾向にある（第6、7表）（小泉尚嗣）。

参考文献

今給黎哲郎, 2016, 地震予知連絡会会報, 95, 425-431.

気象庁, 2020, <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>, 2020年2月確認.

小泉尚嗣, 2018, 地震予知連絡会会報, 100, https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou100/12_08.pdf, 2020年2月確認.

小泉尚嗣, 2019, 地震予知連絡会会報, 102, 391-397.

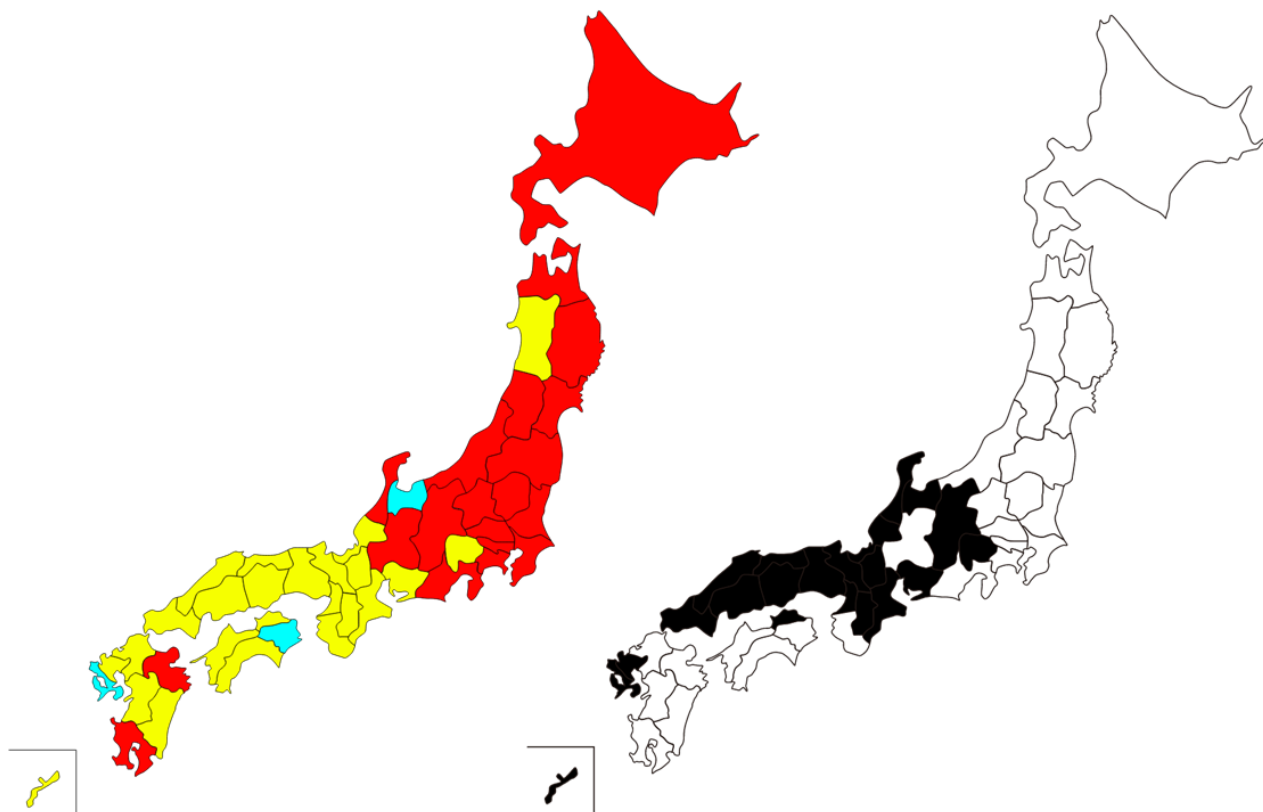
小泉尚嗣・今給黎哲郎, 2017, 地震予知連絡会会報, 98, 486-494.

白地図ぬりぬり, 2020, <https://n.freemap.jp/>, 2020年2月確認

宇津徳治, 1977, 地震2, 30, 179-185.

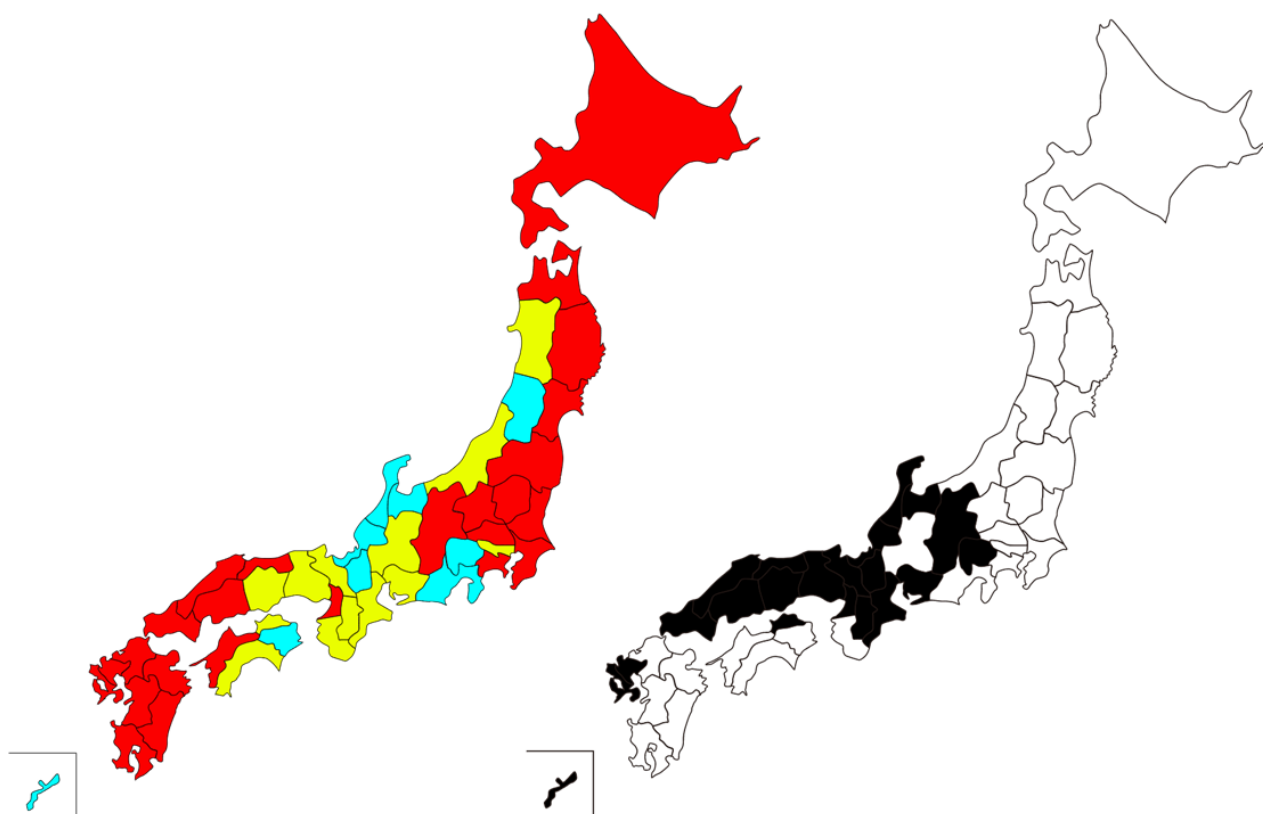
第1図

左図：2001～2010年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における1年間の予報。赤：地震あり（確率70%以上）、黄色：不明（同30-70%）、青：地震無し（同30%未満）。なお、この図の作成には、白地図ぬりぬり（2020）というプログラムを用いた。第2～4図も同様である。
右図：2019年に震度4以上の地震を記録した都道府県。白：地震有り，黒：地震無し。



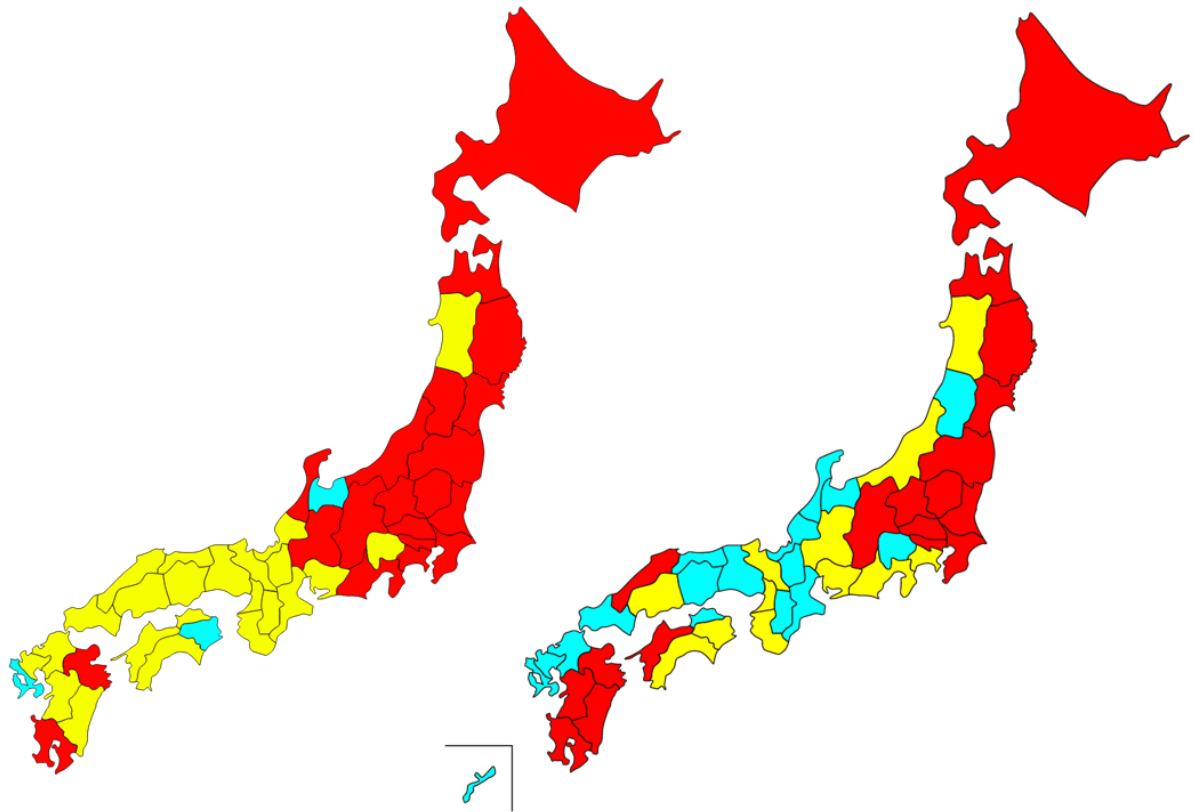
第2図

左図：2016～2018年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における1年間予報。
右図：2019年に震度4以上の地震を記録した都道府県。白：地震有り，黒：地震無し。



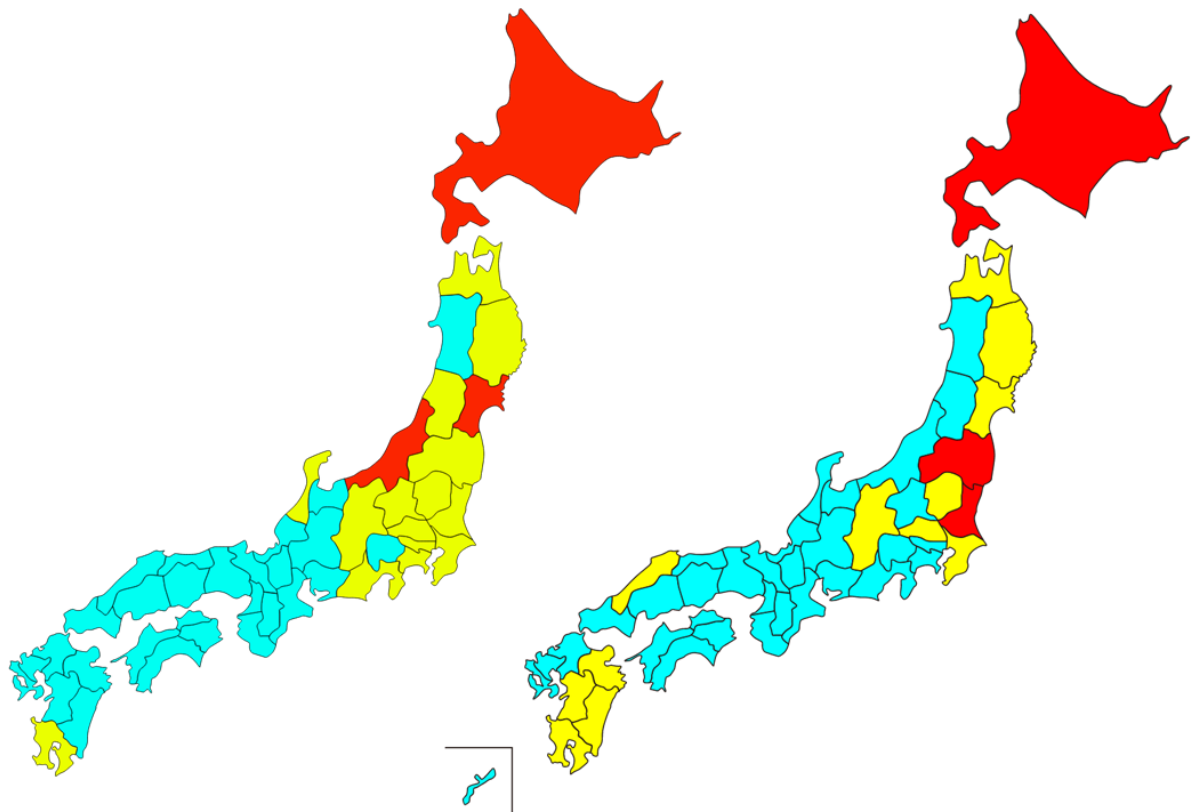
第3図

左図：2001～2010年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における1年間予報。
右図：2017～2019年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における1年間予報。



第4図

左図：2001～2010年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における3ヶ月間予報。
右図：2017～2019年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における3ヶ月間予報。



第1表 各都道府県において震度4以上を記録した地震の平均発生間隔。「-」は対応する期間に震度4以上を記録する地震がなかったことを示す。

都道府県	2001-2010年 平均発生間隔 (日)	2012-2014年 平均発生間隔 (日)	2013-2015年 平均発生間隔 (日)	2014-2016年 平均発生間隔 (日)	2015-2017年 平均発生間隔 (日)	2016-2018年 平均発生間隔 (日)	2017-2019年 平均発生間隔 (日)
1 北海道	61	58	68	61	69	26	27
2 青森	174	64	64	69	91	137	137
3 岩手	99	38	58	78	122	137	122
4 宮城	59	30	52	69	78	78	84
5 秋田	522	365	548	365	219	365	365
6 山形	243	548	1,095	548	548	1,096	1,095
7 福島	85	24	37	46	48	44	55
8 茨城	78	20	32	38	37	38	55
9 栃木	87	41	44	46	55	69	91
10 群馬	228	110	122	157	219	274	274
11 埼玉	130	64	78	69	91	100	219
12 千葉	114	58	78	84	73	64	78
13 東京	94	137	137	137	183	365	274
14 神奈川	215	73	110	110	183	274	548
15 新潟	34	183	365	365	1,096	548	365
16 富山	1,826	1,096	1,095	-	-	-	-
17 石川	174	365	365	548	548	1,096	1,095
18 福井	609	-	-	-	-	1,096	1,095
19 山梨	730	219	548	548	1,096	-	-
20 長野	166	122	156	137	157	122	137
21 岐阜	261	-	1,095	1,096	548	548	365
22 静岡	183	274	548	1,096	1,096	-	548
23 愛知	406	1,096	548	1,096	1,096	548	548
24 三重	522	-	-	1,096	1,096	548	1,095
25 滋賀	913	1,096	1,095	1,096	-	1,096	1,095
26 京都	913	548	548	548	1,096	365	548
27 大阪	913	548	548	365	548	274	548
28 兵庫	913	1,096	1,095	1,096	1,096	548	1,095
29 奈良	609	1,096	1,095	1,096	1,096	548	1,095
30 和歌山	522	274	274	548	548	365	548
31 鳥取	522	1,096	219	69	73	91	1,095
32 島根	457	1,096	1,095	365	548	137	183
33 岡山	913	548	548	365	548	365	1,095
34 広島	730	1,096	548	274	365	274	548
35 徳島	1,217	548	365	548	1,096	1,096	548
36 香川	913	548	548	548	1,096	548	1,095
37 愛媛	332	1,096	365	219	274	274	274
38 高知	457	1,096	365	274	365	548	548
39 山口	457	1,096	1,095	219	274	274	-
40 福岡	365	1,096	548	100	110	122	1,095
41 佐賀	913	1,096	548	157	183	219	-
42 長崎	1,217	-	-	157	137	137	1,095
43 熊本	332	274	365	8	8	8	84
44 大分	281	548	548	52	48	48	219
45 宮崎	365	274	274	100	100	110	156
46 鹿児島	215	157	122	73	73	91	137
47 沖縄	457	274	219	219	1,096	1,096	1,095

第2表 2001～2010年の平均地震発生間隔からの1年予測の2019年の検証結果

	赤予報	黄予報	青予報	小計
地震有り	18	7	1	26
地震無し	2	17	2	21
小計	20	24	3	47

適中率	18/20	0.90
予知率	18/26	0.69
安心率	2/3	0.67

第3表 2016～2018年の平均地震発生間隔からの1年予測の2019年の検証結果

	赤予報	黄予報	青予報	小計
地震有り	17	6	3	26
地震無し	8	7	6	21
小計	25	13	9	47

適中率	17/25	0.68
予知率	17/26	0.65
安心率	6/9	0.67

第4表 2001～2010年の平均地震発生間隔からの3ヶ月予測(4回分)の2019年の検証結果

	赤予報	黄予報	青予報	小計
地震有り	7	29	13	49
地震無し	5	31	103	139
小計	12	60	116	188

適中率	7/12	0.58
予知率	7/49	0.14
安心率	103/116	0.89

第5表 2016～2018年の平均地震発生間隔からの3ヶ月予測(4回分)の2019年の検証結果

	赤予報	黄予報	青予報	小計
地震有り	18	17	14	49
地震無し	10	31	98	139
小計	28	48	112	188

適中率	18/28	0.64
予知率	18/49	0.37
安心率	98/112	0.88

第6a表 予測に用いた地震活動期間を2001～2010年に固定したときの1年予測の評価

	2015	2016	2017	2018	2019	平均	標準偏差
適中率	0.95	0.85	0.70	0.80	0.90	0.84	0.10
予知率	0.59	0.46	0.78	0.44	0.69	0.59	0.14
安心率	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.00

第6b表 予測に用いた地震活動期間を予測年の前の3年間にしたときの1年予測の評価

	2015	2016	2017	2018	2019	平均	標準偏差
適中率	0.90	0.94	0.62	0.75	0.68	0.78	0.14
予知率	0.59	0.46	0.89	0.50	0.65	0.62	0.17
安心率	0.53	0.36	0.89	0.21	0.67	0.53	0.26
予測に用いた地震活動期間	2012-14	2013-15	2014-16	2015-17	2016-18		

第7-a表 予測に用いた地震活動期間を2001～2010年に固定したときの3ヶ月予測の評価

	2015	2016	2017	2018	2019	平均	標準偏差
適中率	0.58	0.58	0.50	0.75	0.58	0.60	0.11
予知率	0.12	0.10	0.16	0.16	0.14	0.14	0.03
安心率	0.85	0.75	0.91	0.79	0.89	0.83	0.07

第7-b表 予測に用いた地震活動期間を予測年の前の3年間にしたときの3ヶ月予測の評価

	2015	2016	2017	2018	2019	平均	標準偏差
適中率	0.75	0.75	0.57	0.53	0.64	0.65	0.10
予知率	0.53	0.29	0.68	0.33	0.37	0.44	0.16
安心率	0.85	0.75	0.98	0.81	0.88	0.85	0.08
予測に用いた 地震活動期間	2012-14	2013-15	2014-16	2015-17	2016-18		

第8表 2001年～2018年に日本で震度4以上を記録した地震の数

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
地震数	37	28	71	105	49	28	57	42	40	37	324	81	64	55	44	192	40	78	40