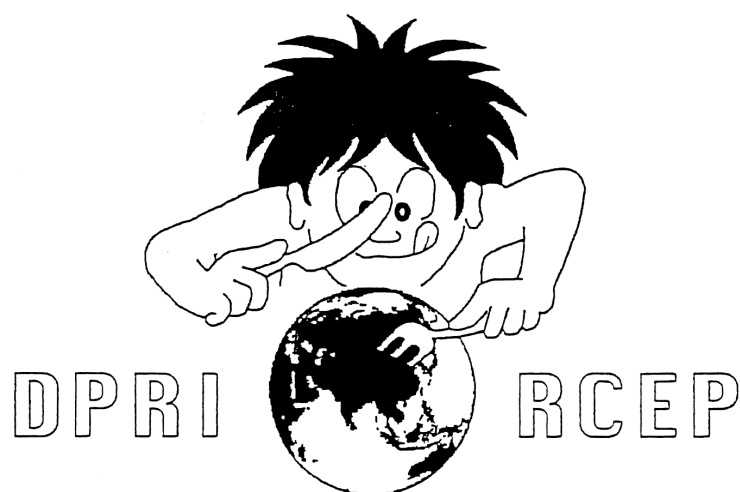


第 2 3 0 回

# 地震予知連絡会資料

2021年2月26日



京都大学防災研究所

## 第230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. 気象庁震度データベースを用いた地震予測(2020年の予測結果の評価と2021年の予測) (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。)

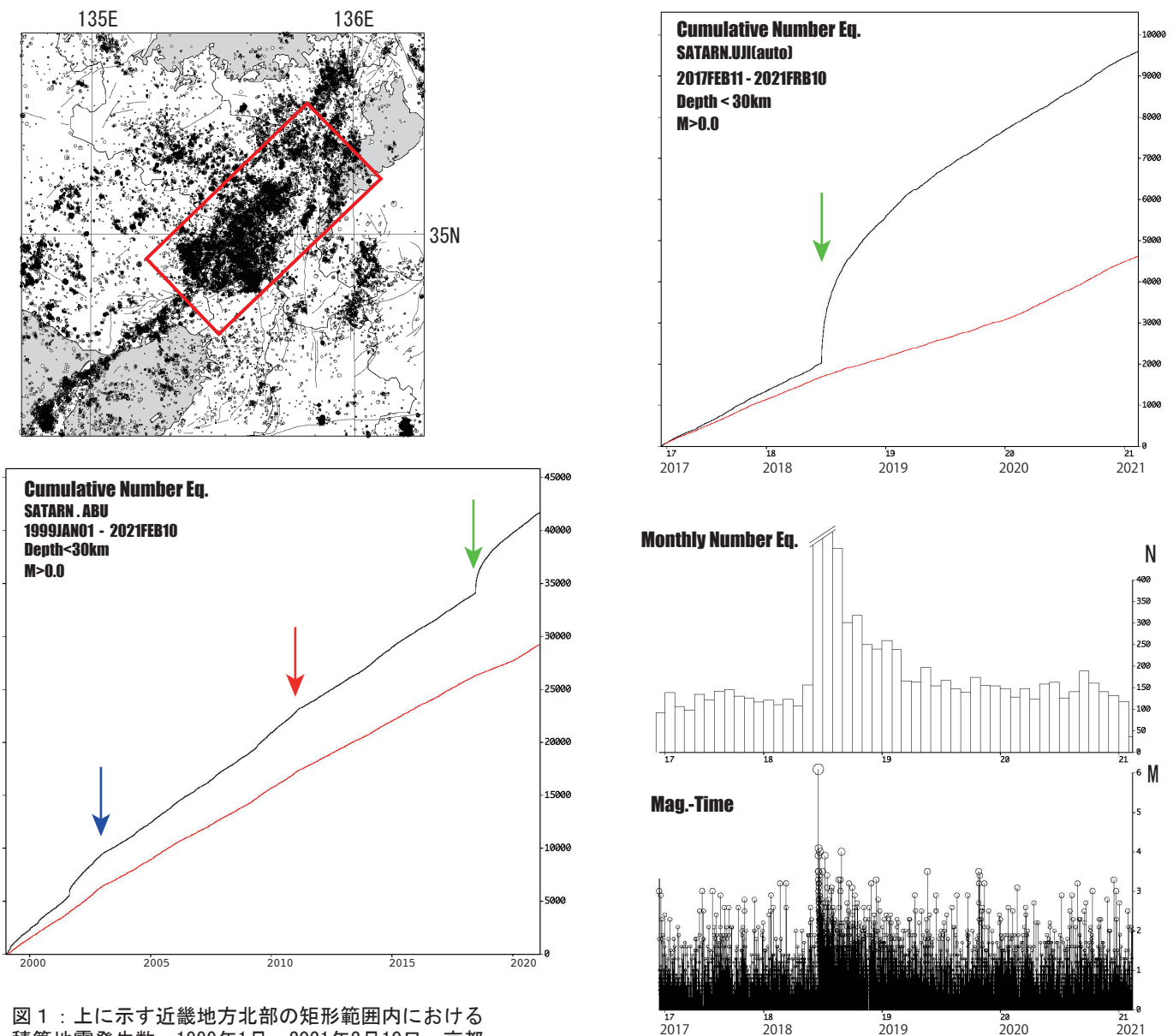


図1：上に示す近畿地方北部の矩形範囲内における積算地震発生数。1999年1月～2021年2月10日。京都大学防災研究所地震予知研究センターによる。

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2017年2月11日～2021年2月10日、30km以浅。緑矢印は、2018年大阪府北部の地震M6.1の発生時を示す。

(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。

## 気象庁震度データベースを用いた地震予測（2020年の予測結果の評価と2021年の予測）

滋賀県立大学環境科学部

小泉・今給黎(2016)や小泉(2020)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, 2021)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。その目的は、「通常地震活動から当然予想できる地震発生について、一般市民に「地震の相場観(どの程度の地震なら起きて当たり前という感覚)」を理解してもらうこと」である。また、民間の地震予知・予測情報を適切に評価する手法を知ってもらうという目的もある。そのため、予測と結果の検証を地震予知連絡会で毎年行うとともに、Solid Earth Channel(2021)というウェブサイトでも報告を行っている。今回は、主に2020年の予測結果の評価をすると共に2021年の予測を行う。

2001年～2010年、及び、2012年から2020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2020年の実際の地震発生状況を第1図に、2017-2019年の発生間隔を用いた1年間の予測と2020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2018～2020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(2021年の予測と考えても良い)。

第1図と第2図を2020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、2020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～2020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～2020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～2020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)。

なお、2021年2月13日の福島県沖の地震(M7.3)について、宮城県に関しては、2001年～10年の地震活動をj用いた3ヶ月間予測(第4図の左図)の方の確度が高かったことになる(小泉尚嗣)

### 参考文献

今給黎哲郎(2016), *予知連会報*, 95, 425-431.

気象庁(2021), <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>,

2021年2月13日確認。

小泉尚嗣・今給黎哲郎(2016), *地震ジャーナル*, 62, 35-40.

小泉尚嗣(2020), *予知連会報*, 104,

[https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou104/11\\_06.pdf](https://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou104/11_06.pdf), 2020年11月15日確認。

白地図めぐりめぐり(2021), <https://n.freemap.jp/>, 2021年2月13日確認。

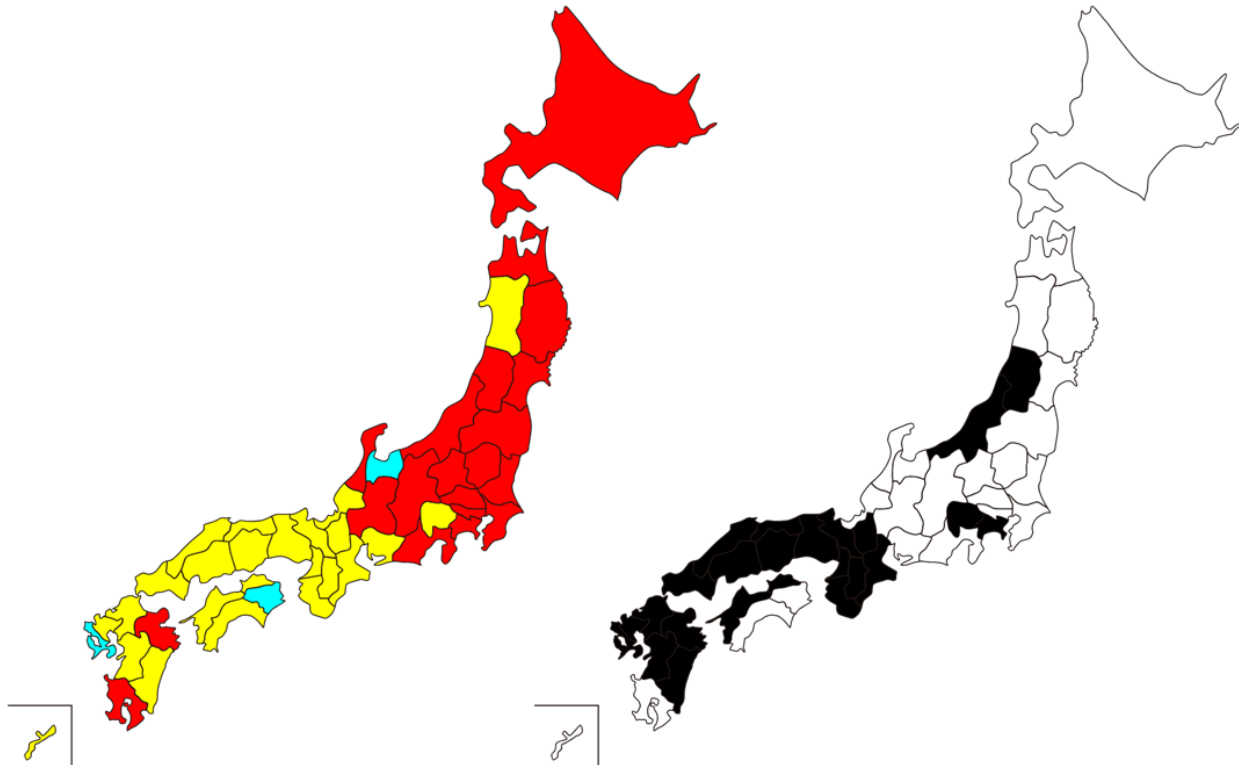
Solid Earth Channel(固体地球雑学)(2021), <https://www.solid-earth.com/>, 2021年2月13日確認。

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（2021）というプログラムを用いた。第2～4図も同様である。

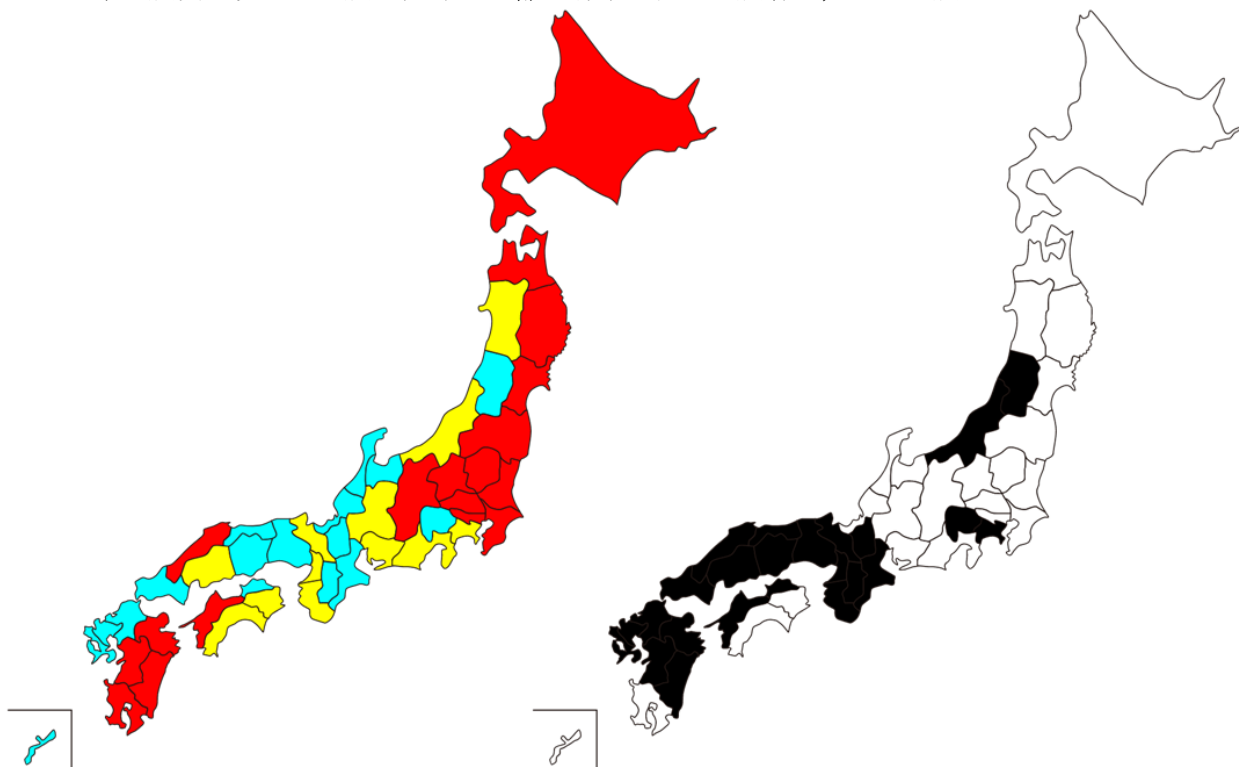
右図：2020年に震度4以上の地震を記録した都道府県。白：地震有り、黒：地震無し。



第2図

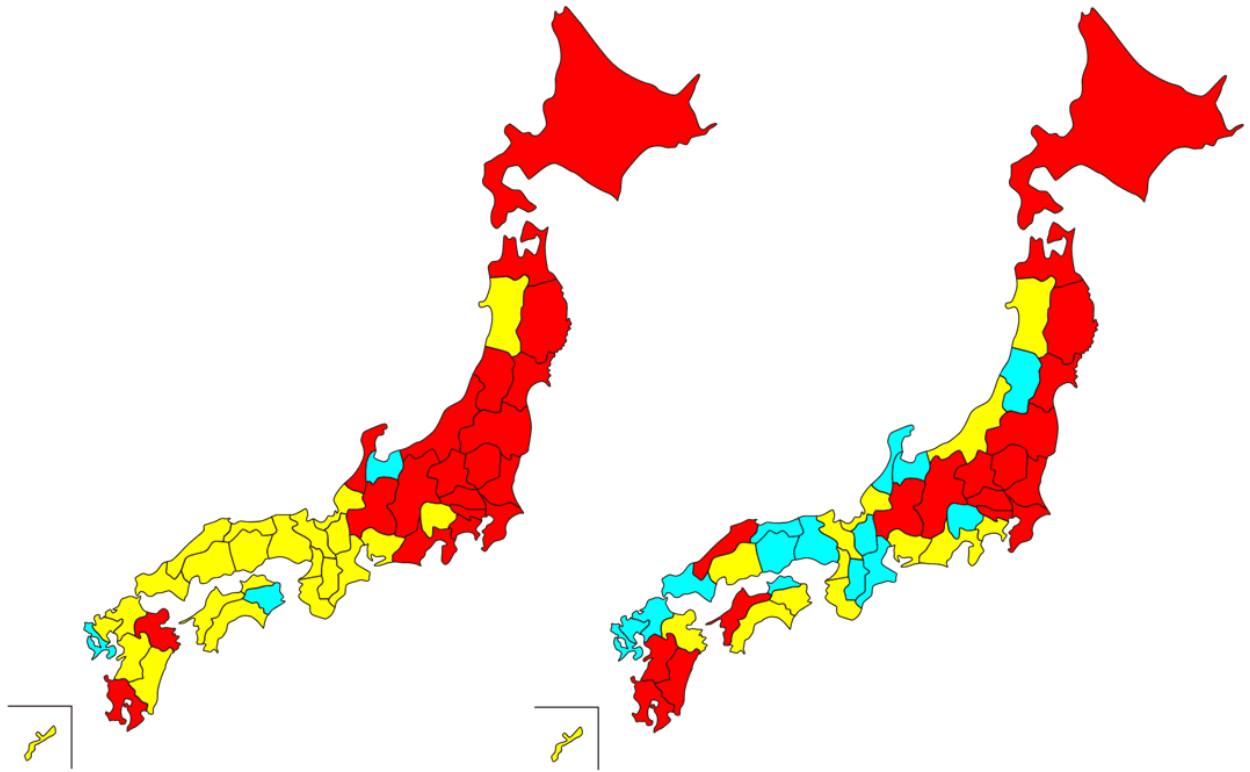
左図：2017～2019年の地震活動に基づく震度4以上の揺れを感じる地震の各都道府県における1年間予報。

右図：2020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。



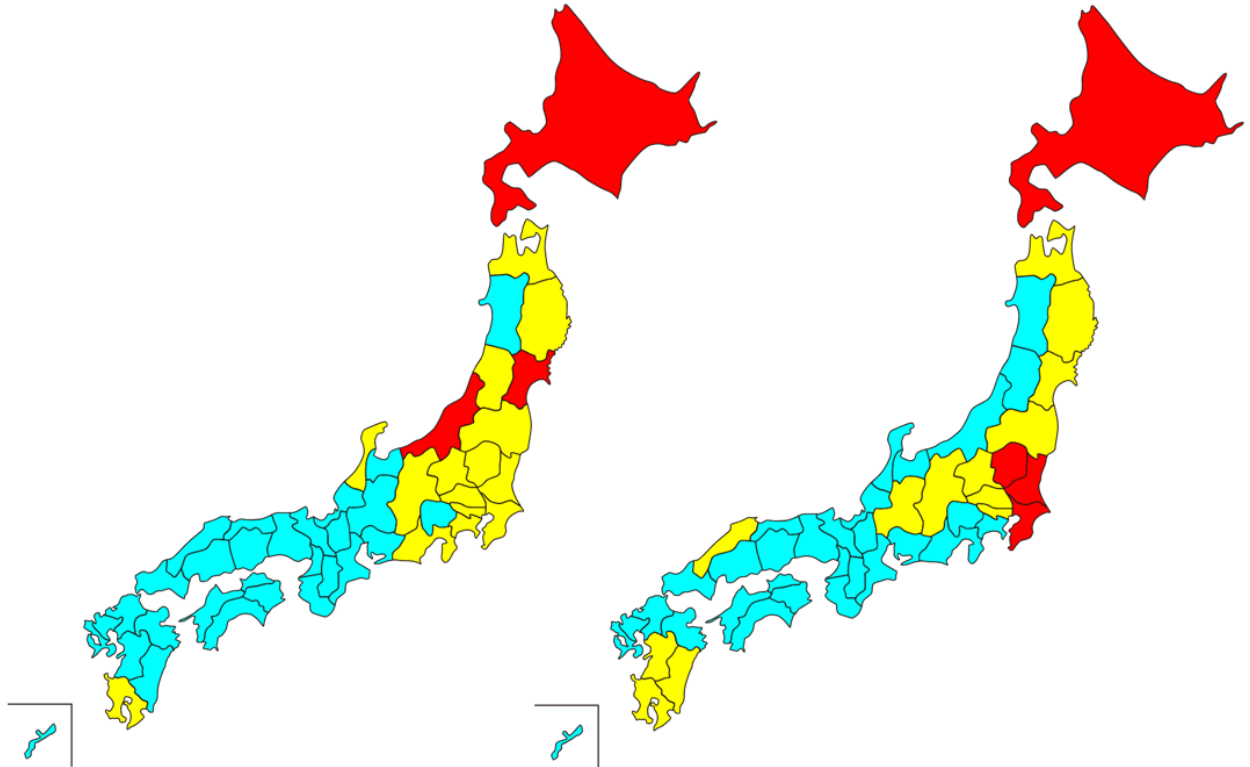
第3図

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：2018～2020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：2018～2020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。

第1表:各都道府県における震度4以上の地震の平均発生間隔

| NO. | 都道府県 | 2001-2010年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2012-2014年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2013-2015年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2014-2016年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2015-2017年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2016-2018年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2017-2019年<br>平均発生間隔<br>(日) | 2018-2020年<br>平均発生間隔<br>(日) |
|-----|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1   | 北海道  | 61                          | 58                          | 68                          | 61                          | 69                          | 26                          | 27                          | 27                          |
| 2   | 青森   | 174                         | 64                          | 64                          | 69                          | 91                          | 137                         | 137                         | 110                         |
| 3   | 岩手   | 99                          | 38                          | 58                          | 78                          | 122                         | 137                         | 122                         | 100                         |
| 4   | 宮城   | 59                          | 30                          | 52                          | 69                          | 78                          | 78                          | 84                          | 84                          |
| 5   | 秋田   | 522                         | 365                         | 548                         | 365                         | 219                         | 365                         | 365                         | 548                         |
| 6   | 山形   | 243                         | 548                         | 1,095                       | 548                         | 548                         | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       |
| 7   | 福島   | 85                          | 24                          | 37                          | 46                          | 48                          | 44                          | 55                          | 78                          |
| 8   | 茨城   | 78                          | 20                          | 32                          | 38                          | 37                          | 38                          | 55                          | 42                          |
| 9   | 栃木   | 87                          | 41                          | 44                          | 46                          | 55                          | 69                          | 91                          | 69                          |
| 10  | 群馬   | 228                         | 110                         | 122                         | 157                         | 219                         | 274                         | 274                         | 137                         |
| 11  | 埼玉   | 130                         | 64                          | 78                          | 69                          | 91                          | 100                         | 219                         | 137                         |
| 12  | 千葉   | 114                         | 58                          | 78                          | 84                          | 73                          | 64                          | 78                          | 55                          |
| 13  | 東京   | 94                          | 137                         | 137                         | 137                         | 183                         | 365                         | 274                         | 137                         |
| 14  | 神奈川  | 215                         | 73                          | 110                         | 110                         | 183                         | 274                         | 548                         | 548                         |
| 15  | 新潟   | 34                          | 183                         | 365                         | 365                         | 1,096                       | 548                         | 365                         | 365                         |
| 16  | 富山   | 1,826                       | 1,096                       | 1,095                       | -                           | -                           | -                           | -                           | 1,096                       |
| 17  | 石川   | 174                         | 365                         | 365                         | 548                         | 548                         | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       |
| 18  | 福井   | 609                         | -                           | -                           | -                           | -                           | 1,096                       | 1,095                       | 548                         |
| 19  | 山梨   | 730                         | 219                         | 548                         | 548                         | 1,096                       | -                           | -                           | -                           |
| 20  | 長野   | 166                         | 122                         | 156                         | 137                         | 157                         | 122                         | 137                         | 157                         |
| 21  | 岐阜   | 261                         | -                           | 1,095                       | 1,096                       | 548                         | 548                         | 365                         | 219                         |
| 22  | 静岡   | 183                         | 274                         | 548                         | 1,096                       | 1,096                       | -                           | 548                         | 365                         |
| 23  | 愛知   | 406                         | 1,096                       | 548                         | 1,096                       | 1,096                       | 548                         | 548                         | 365                         |
| 24  | 三重   | 522                         | -                           | -                           | 1,096                       | 1,096                       | 548                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 25  | 滋賀   | 913                         | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       | -                           | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       |
| 26  | 京都   | 913                         | 548                         | 548                         | 548                         | 1,096                       | 365                         | 548                         | 548                         |
| 27  | 大阪   | 913                         | 548                         | 548                         | 365                         | 548                         | 274                         | 548                         | 548                         |
| 28  | 兵庫   | 913                         | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       | 1,096                       | 548                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 29  | 奈良   | 609                         | 1,096                       | 1,095                       | 1,096                       | 1,096                       | 548                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 30  | 和歌山  | 522                         | 274                         | 274                         | 548                         | 548                         | 365                         | 548                         | 548                         |
| 31  | 鳥取   | 522                         | 1,096                       | 219                         | 69                          | 73                          | 91                          | 1,095                       | 1,096                       |
| 32  | 島根   | 457                         | 1,096                       | 1,095                       | 365                         | 548                         | 137                         | 183                         | 183                         |
| 33  | 岡山   | 913                         | 548                         | 548                         | 365                         | 548                         | 365                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 34  | 広島   | 730                         | 1,096                       | 548                         | 274                         | 365                         | 274                         | 548                         | 548                         |
| 35  | 徳島   | 1,217                       | 548                         | 365                         | 548                         | 1,096                       | 1,096                       | 548                         | 365                         |
| 36  | 香川   | 913                         | 548                         | 548                         | 548                         | 1,096                       | 548                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 37  | 愛媛   | 332                         | 1,096                       | 365                         | 219                         | 274                         | 274                         | 274                         | 274                         |
| 38  | 高知   | 457                         | 1,096                       | 365                         | 274                         | 365                         | 548                         | 548                         | 365                         |
| 39  | 山口   | 457                         | 1,096                       | 1,095                       | 219                         | 274                         | 274                         | -                           | -                           |
| 40  | 福岡   | 365                         | 1,096                       | 548                         | 100                         | 110                         | 122                         | 1,095                       | 1,096                       |
| 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                          | 183                         |
| 44  | 大分   | 281                         | 548                         | 548                         | 52                          | 48                          | 48                          | 219                         | 548                         |
| 45  | 宮崎   | 365                         | 274                         | 274                         | 100                         | 100                         | 110                         | 156                         | 219                         |
| 46  | 鹿児島  | 215                         | 157                         | 122                         | 73                          | 73                          | 91                          | 137                         | 137                         |
| 47  | 沖縄   | 457                         | 274                         | 219                         | 219                         | 1,096                       | 1,096                       | 1,095                       | 548                         |

第2表 2001～2010年の平均地震発生間隔からの1年予測の2020年の検証結果

|      | 赤予報   | 黄予報  | 青予報 | 小計 |
|------|-------|------|-----|----|
| 地震有り | 16    | 5    | 2   | 23 |
| 地震無し | 4     | 19   | 1   | 24 |
| 小計   | 20    | 24   | 3   | 47 |
| 適中率  | 16/20 | 0.80 |     |    |
| 予知率  | 16/23 | 0.70 |     |    |
| 安心率  | 1/3   | 0.33 |     |    |

第3表 2017～2019年の平均地震発生間隔からの1年予測の2020年の検証結果

|      | 赤予報   | 黄予報  | 青予報 | 小計 |
|------|-------|------|-----|----|
| 地震有り | 13    | 6    | 4   | 23 |
| 地震無し | 5     | 6    | 13  | 24 |
| 小計   | 18    | 12   | 17  | 47 |
| 適中率  | 13/18 | 0.72 |     |    |
| 予知率  | 13/23 | 0.57 |     |    |
| 安心率  | 13/17 | 0.76 |     |    |

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2020年の検証結果

|      | 赤予報     | 黄予報  | 青予報 | 小計  |
|------|---------|------|-----|-----|
| 地震有り | 6       | 33   | 8   | 47  |
| 地震無し | 6       | 27   | 108 | 141 |
| 小計   | 12      | 60   | 116 | 188 |
| 適中率  | 6/12    | 0.50 |     |     |
| 予知率  | 6/47    | 0.13 |     |     |
| 安心率  | 108/116 | 0.93 |     |     |

第5表 2017～2019年の平均地震発生間隔からの3ヶ月予測(4回分)の2020年の検証結果

|      | 赤予報     | 黄予報  | 青予報 | 小計  |
|------|---------|------|-----|-----|
| 地震有り | 10      | 21   | 16  | 47  |
| 地震無し | 2       | 27   | 112 | 141 |
| 小計   | 12      | 48   | 128 | 188 |
| 適中率  | 10/12   | 0.83 |     |     |
| 予知率  | 10/47   | 0.21 |     |     |
| 安心率  | 112/128 | 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 | 2020 | 平均   | 標準偏差 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 適中率 | 0.95 | 0.85 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 0.80 | 0.83 | 0.09 |
| 予知率 | 0.59 | 0.46 | 0.78 | 0.44 | 0.69 | 0.70 | 0.61 | 0.14 |
| 安心率 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.33 | 0.61 | 0.14 |

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    | 2020    | 平均   | 標準偏差 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 適中率          | 0.90    | 0.94    | 0.62    | 0.75    | 0.67    | 0.72    | 0.77 | 0.13 |
| 予知率          | 0.59    | 0.46    | 0.89    | 0.50    | 0.62    | 0.57    | 0.60 | 0.15 |
| 安心率          | 0.53    | 0.36    | 0.89    | 0.21    | 0.67    | 0.76    | 0.57 | 0.25 |
| 予測に用いた地震活動期間 | 2012-14 | 2013-15 | 2014-16 | 2015-17 | 2016-18 | 2017-19 |      |      |



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 | 2020 | 平均   | 標準偏差 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 適中率 | 0.58 | 0.58 | 0.50 | 0.75 | 0.58 | 0.50 | 0.58 | 0.10 |
| 予知率 | 0.12 | 0.10 | 0.16 | 0.16 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 0.02 |
| 安心率 | 0.85 | 0.75 | 0.91 | 0.79 | 0.89 | 0.93 | 0.85 | 0.08 |

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    | 2020    | 平均   | 標準偏差 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 適中率          | 0.75    | 0.75    | 0.57    | 0.53    | 0.64    | 0.83    | 0.68 | 0.12 |
| 予知率          | 0.53    | 0.29    | 0.68    | 0.33    | 0.37    | 0.21    | 0.40 | 0.17 |
| 安心率          | 0.85    | 0.75    | 0.98    | 0.81    | 0.88    | 0.88    | 0.86 | 0.08 |
| 予測に用いた地震活動期間 | 2012-14 | 2013-15 | 2014-16 | 2015-17 | 2016-18 | 2017-19 |      |      |

第8表 2001年～2020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 | 2020 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 地震数 | 37   | 28   | 71   | 105  | 49   | 28   | 57   | 42   | 40   | 37   | 324  | 81   | 64   | 55   | 44   | 192  | 40   | 78   | 40   | 45   |