

長期的な地震発生確率についての解説

平成13年6月
地震調査委員会事務局

長期的な地震発生確率の評価手法は、内容が専門的で、理解するのが容易ではないと考えられる。この冊子は、地震調査委員会がまとめた「長期的な地震発生確率の評価手法について」（以下「報告書」という。）に記された内容理解を助けることを目的として、地震調査委員会における検討内容を踏まえつつ、地震調査委員会事務局の責任で作成したものである。

目次

1	まえがき	1
2	確率の計算	2
3	確率分布（確率密度関数）の形	3
4	条件つき確率	3
5	集積確率	4
6	活動間隔の長い断層と短い断層	4
7	BPT分布の性質	5
8	確率の利用	5
9	ポアソン過程の利用	7
10	むすび	8

1 まえがき

我が国の陸域にある活断層や海溝沿いのプレート境界では、時々プレートがずれ動く（活動する）ことにより地震が起きている。その活動の間隔は、断層によって長いのもあれば短いのもあるが、個々の断層にはそれぞれ固有の活動間隔があると考えられている。つまり、固有の活動間隔が例えば1000年の断層は、1000年よりも多少短い間隔で活動することもあり、また、それよりも多少長い間隔で活動することもあるが、平均すると1000年の間隔で活動を繰り返していると考えられる。多少短かったり長かったりする時の、ばらつきの程度は、活動する間隔の分布としてBPT分布が適用できるとした場合には、活動間隔データの60～70%が固有の間隔の4/5倍から5/4倍の間に収まることになる。つまり、101回繰り返して活動したとすると、その活動間隔100回の内、60～70回がその間に収まることになる。同様の場合に、全データの90%が収まる範囲は、2/3倍から3/2倍の間になる。固有の間隔が1000年の断層を例にとると、60～70%が約800年（1000年×4/5）から約1300年（1000年×5/4）の間に、約90%が約700年（1000年×2/3）から約1500年（1000年×3/2）の間に収まることになる。今後、約90%のデータが収まっている範囲を使うことにすると、次の活動（地震の発生）は前回の活動時から見て「700年後の可能性も、1500年後の可能性もある」ということになる*。

* ここでは、報告書の3.1.2節を踏まえ、かつ対数正規分布とBPT分布の確率密度のグラフが図1にあるように非常に似ていることを根拠にしている（図2にBPT、対数正規、ポアソンの各分布による30年確率を示した。詳細な内容については後で触れる）。

活断層の活動時期のばらつきから700年後とか1500年後とか言うのは、過去の活動間隔から経験的に述べた場合である。その予測の幅を狭くするためには、経験に頼るだけでなく、地震を起こす（活断層が活動する）地下の状態を詳しく調べ、この状態ならあと何年後に活動するということが分かるようにすることが必要だが、今日の地震学は残念ながらそこまでは到達していない。地下の状態を詳しく知るための研究を進めることはもちろん重要だが、現在の学問の到達点において予測できることを最大限に活用する工夫も大事なことであり、報告書はそういう観点でとりまとめられている。

一口に700年後とか1500年後とか言っても、そこには800年もの開きがあり、これは人間社会の時間からすれば人の一生の長さをはるかに超える、大きなあいまいさである。陸域の活断層の多くは1000年を超える間隔で活動している。仮に、1000年の3倍の3000年の間隔で活動する断層だと、あいまいさも3倍の2000年以上にもなる。このようなあいまいな情報は、社会が地震防災を考えるうえで、役に立たないと考えるかもしれないが、必ずしもそうとばかりは言えない。活動の可能性を確率を用いて表現することにより、役に立つ場合もある。ここでは、長期的な地震発生について確率を用いた評価の仕組み及び確率で表現された内容の役立て方について解説するように努めた。

2 確率の計算

ある活断層の平均活動間隔が分かり、そして前回の活動時期が分かれば、次回の活動時期もある程度は予想できる。きちんと一定の間隔で活動を繰り返していれば次の時期は正確にわかるが、実際には間隔にばらつきがあるため、次の活動時期は確率を使って表現せざるをえない。

確率を使うことの意味を考えるために、おみくじをひく場合のことを考えてみる。おみくじ100本の中に凶が3本あるとする。このおみくじをひくとき、凶をひく確率は3%である。「今後30年間にこの活断層が活動して地震を起こす確率は3%」と言うときの3%も、おみくじの3%と同じ「危なさ」である。確率の計算の仕方は、おみくじの場合、凶のおみくじをひく確率は、おみくじを作った人におみくじの本数とその中の凶の本数を聞けば分かる。これは非常に簡単に計算できる。しかし、活断層が活動して起きる地震の場合は、そんなに簡単ではない。計算には、次のようなやや複雑な手順を踏む必要がある。

平均活動間隔が1000年の活断層があるとする。この断層を仮にA断層と呼ぶ。A断層が、ちょうど今、活動したとする。即ちA断層で地震が発生したとする。A断層がこの次に活動するのはいつになるのか。図3がそれを説明するためのものであり、報告書の(2.1)式をグラフに描いたものである。横軸は地震発生（活動）直後以降の経過年数、縦軸は活動する一年あたりの地震発生（活動する）確率にはほぼ相当する大きさを表している（図上では「可能性」と表記する）。活動する可能性は600年後くらいから次第に大きくなり、平均活動間隔の1000年後の少し前で最も大きくなっている。それを過ぎると次第に小さくなっていく。

図3を用いて、A断層が、例えば700年後から730年後までの間に活動する確率を求めることができる（図4）。それは、700年のところと730年のところに縦線を引き、

$$(\text{700年の縦線と730年の縦線の間にある山の面積}) \div (\text{山全体の面積})$$

が、その確率になる。同様に、900年後から930年後までの間に活動する確率であれば

$$(\text{900年の縦線と930年の縦線の間にある山の面積}) \div (\text{山全体の面積})$$

になる。こうした計算から、A断層が次に活動する確率は、900年～930年の方が700年～730年よりも大きいことがわかる。同じ時間幅をとって比較するならば、時間が平均活動間隔だけ経過した頃に活動する確率が最も大きく、それよりも早く活動する確率や、もっと遅く活動する確率は小さいことが、図3から判断できる。

また、こうした計算の仕組みからわかるように、対象とする期間が長いほど、確率は大きくなる。例えば、900年後から930年後までの間に活動する確率は、900年後から1000年後までの間に活動する確率よりも小さい。これは当然ではあるが、重要な性質である。つまり、30年間使う設計の構造物と100年間使う設計の構造物とがあった場合、後者は地震に会う確率が高いので、それに応じた耐震設計が必要になるということを意味している。

以上のことは、最初に「A断層が、ちょうど今、活動したとする」と述べたように、断層が活動した直後に考えたことである。断層が活動して、しばらく経過した後に考えると、事情は少し変わってくる。我々が関心のある断層は多くの場合、活動後、多かれ少なかれ時間が経過している。上の確率計算の考え方はそのままでは適用できない。どう考えるべきかは後に第4節で述べる。

3 確率分布（確率密度関数）の形

断層が活動して、しばらく経過した後の確率計算を考える前に、図3に描かれた山の形について述べておく。図3に示された山の形がBPT分布と呼ばれる形である。報告書ではその他にも、対数正規分布、ガンマ分布、ワイブル分布、及び二重指数分布が述べられている（それぞれ、報告書の(2.2)式、(2.3)式、(2.4)式、及び(2.5)式に対応）が、これらの山の形は、BPT分布の形と微妙な違いはあるが、良く似ている。良く似ているからこそ、報告書の3.1.1節に述べられているように、いずれが良いモデルかについて、明確な違いが見出せなかった。

報告書で議論されている（アルファ）は、山全体のなだらかさを表す。図3は の値として、報告書の3.1.2節で推奨された0.24を使った。 の値が大きくなるほど、山の右裾はなだらかになり、かつ、山の頂上の位置は少しずつ左に寄っていく。 の値が小さくなると山の右裾がけわしくなる。この場合には、活動の平均活動間隔に近いところほど、地震を起こす可能性が大きくなることになり、活動がより規則的に起こっていることに相当する。

4 条件付き確率

断層が活動してからしばらく経過した後の確率計算の考え方について述べる。例として、A断層が活動してから700年経過しているとする。その時点から30年間（活動した時点から見ると、700年後から730年後までの間）に活動する確率を考えてみる。A断層が活動した直後の時点だったら、図5のb（黒塗り）の部分の面積を使って、

$$(b \text{ の面積}) \div (a \text{ の面積} + b \text{ の面積} + c \text{ の面積})$$

で、計算することは先に述べた。しかし、前回の活動から700年経過した時点では、地震はこれまでの700年間は発生しないまま時間が過ぎ去ったので、図5のa（左の白塗り）の部分は考えにいれてはいけない。つまり、確率は

$$(b \text{ の面積}) \div (b \text{ の面積} + c \text{ の面積})$$

で計算すべきとなる。これが、断層が活動してからしばらく経過した後の確率計算の考え方で、これは報告書の(2.13)式に相当する。こうして計算された確率を条件付き確率と呼ぶ。これは、「700年間、地震は発生していない」という条件の下で確率計算をしているので、そう呼ばれている。報告書で使われている確率の数値は、条件付き確率の考え方で計算している(ポアソン分布では条件付き確率と条件無し確率は同じになる)。

条件付き確率の考え方は、次のような例にも見られる。10本のおみくじの中に吉が9本、凶が1本あるとする。最初におみくじをひいて凶をひく確率は $1/10=0.10$ (10%)だが、実際にひいたところ吉だったとする。これが、700年間、地震が発生しなかったことに対応する。2回目に凶をひく確率は、くじが1本減っているため、 $1/9=0.11\cdots$ (11%)に増えている。上の割算で、割る数からaの面積を除いて(bの面積+cの面積)としたのも、実際に地震が発生していないという条件を考えに入れているからである。

5 集積確率

報告書3.3節の記述で集積確率というのがある。これは、図5で、

$$(a \text{ の面積}) \div (a \text{ の面積} + b \text{ の面積} + c \text{ の面積})$$

のことである。つまり、前回活動から700年たっているという図5の例では、その時点における集積確率が上式で与えられる。これは、言葉で言えば「その時点までに既に地震が発生してしまっている(発生しているはずの)確率」ということになる。例えば、現時点で集積確率が30%だというのは、これは上述のおみくじの例でいうと、3回ひいて3回とも吉(地震が起こらない)だった状態に相当する。集積確率が大きいほど、凶をひく日が近づいていることになる。

(マゼンタの部分は平成14年2月25日に訂正いたしました。)

6 活動間隔の長い断層と短い断層

ある時間幅での地震発生確率は、活動間隔の長い断層は短い断層に比べて、確率の数値が大きくなる。その理由を考えてみる。図3 - 図5に示した山の形は、活動間隔の平均が1000年のA断層について、地震発生の可能性の大きさが時間の経過とともに、どう変化していくかを示していた。ここで比較のために、活動間隔の平均が100年であるB断層を考えてみる。図6がB断層の活動する可能性の大きさを表している。

図3 - 図5と図6は、縦軸と横軸のスケールは等しくしてある。また、確率を計算する時の分母にくる山全体の面積も等しくしてある。こうしておけば、確率は分子にくる面積そのものの広さで比較することが可能になり、便利である。これらの図で、活動間隔が違うことに対応して山の頂上の位置が違っている。また、山のなだらかさは大いに違っているが、実は全く等しい値0.24を使っている。使った値が同じ値なので、山の高さが最大になってから平均活動間隔の約0.3倍の時間が過ぎると、山の高さは両者とも概ね半分になる。山の高さが半分になるまでの実際の年数は、図5が約300年、図6が約30年である。実は、図3の横軸の時間目盛を $1/10$ にし、かつ、縦軸の可能性の目盛を10倍にすると、図6の山とちょうど重なる。

以上の準備のもとに、「ある時間幅での地震発生確率は、活動間隔の長い断層は短い断層に比べて、確率が大きくなる。」理由を考えてみる。A断層もB断層も活動間隔の0.7倍の時間、つまり、それぞれ、700年、70年の時間がたつまで地震を起こさなかったとする。そこで、今後30年間の地震発生確率を、条件付き確率の

$$(b \text{ の面積}) \div (b \text{ の面積} + c \text{ の面積})$$

で計算する。これで計算した地震発生確率は、100年間隔で繰り返して活動するB断層の方が大きくなるということは、図5及び図6を比較すると明らかである。活動間隔が長い断層の地震発生確率が大きくなるのは、こうした仕組みによる。なお、A断層が今後300年間に活動する確率と、B断層が今後30年間に活動する確率なら、ちょうど等しくなる。

平均活動間隔が100年の断層の活動間隔のばらつきが、例えば、30年だとする時、平均活動間隔が1000年の断層の活動間隔のばらつきは300年になるという考え方は、実際のデータに良く合っている。言い換えると、平均活動間隔が長い断層ほど、活動時期を(統計的に)狭い時間幅で予測することは難しいということに通じている。

7 BPT分布の性質

報告書において、今回当面採用することとしたBPT(Brownian Passage Time)分布のモデルは、物理的解釈が理解しやすいという特長があるとしている。即ち、報告書の2.1.2節のBPT分布の説明にあるように、このモデルは、一定の速度でたまる応力(歪み)と不規則に変化する応力(歪み)からなる物理モデルと対応している。また、「改訂試案 長期的な地震発生確率の評価手法について」(平成11年1月13日)で総合的に判断して最も適当と考えられていた対数正規分布モデルにおける性質の一つである「平均活動間隔の2倍程度の時間を過ぎると確率が顕著に下がり始めるということ」についても、BPT分布にはこの性質がないとしている。言い換えると、時間が無限に経過すると、対数正規分布モデルでは、確率がゼロとなるのに対して、BPT分布モデルでは、確率がゼロでない特定の値に近づいていく。この性質は分布モデルの式から理論的に導き出されるもの*である。分布モデルの違いによる30年確率の時間変化を図2に示した。このような性質の違いは、図1に示す違いだけから直感的に見出すことは困難であり、分布の裾の僅かな形状の違いがこの性質の違いの原因となっている。

なお、報告書の検討において、地域特性のことも考慮して、統計モデルの比較は国内に発生した地震によって行っている。報告書にある文献Ellsworth他(1999)では、世界中から37の地震事例を用いて暫定値として $\alpha=0.5$ という値を提示している。報告書では、共通の値は暫定的であるとしている。地震調査委員会事務局としては、引き続き α の値の検討に必要な研究成果の収集と整理を行っていくこととしている。

8 確率の利用

報告書の3.3節には、確率の数値が頭打ちになることを述べ、かつ陸域の活断層については、平均活動間隔が大きいことから、今後30年間に発生する確率を計算すると、10%にも満たない小さい値となることを述べている。また、報告書の付録Cではこれまで評価した活断層の今後30年間の発生確率がまとめられているが、最大でも14%となっている。この確率の数値への理解を深めるため、地震調査委員会長期評価部会では、報告書の3.3節にあるように、様々な注意喚起の指標を検討し、提案してきている。報告書では、3.3節において、「4. 確率の上限」の説明の中において、確率を他の数値と比較することを提案している。この提案について説明する。

* 定常的な応力蓄積に比べ応力場の擾乱の効果が小さい場合、即ち α が小さい場合にはBPT分布は条件付き確率が経過時間が大きくなっても顕著に下がってくることはない。しかし、応力場の擾乱が大きく、発生間隔のばらつきが大きい場合、即ち α が1.0や2.0となる場合には、図7に示すとおりこの限りではない。但し、発生間隔のばらつきが大きい場合には、地震発生の長期確率評価に際して、報告書図1.1の流れに従ってポアソン過程の適用の必要性を吟味することとなっており、BPT分布を適用すると判断した場合には、 α はある程度小さいこととなり、条件付き確率が経過時間が大きくなっても小さくなることはない。

(1) 主要な活断層帯全体の中における当該断層帯の発生確率の相互比較

報告書では、主要な98断層帯について、2001年4月時点での推定として、その約半数が、30年確率の最大値が0.1%未満、約1/4が0.1%以上～3%未満、残りが3%以上であるとしている。このことから、今後30年間に地震が発生する確率が0.1%であっても、主要な98断層帯の中においてさえ、上位半分にはいることになる。また、報告書では、実際に発生した地震の直前の時点における「今後30年間に地震が発生する確率」の暫定値を示しており、兵庫県南部地震については、暫定的な見積もりとして、0.4%～8%であったとしている。このように確率の値が小さくとも実際に地震が発生した事例があることを踏まえて、活断層についての発生確率の値は理解しておくことが必要である。また、複数の断層帯への対策の優先順位を考える際には、確率の相対的な大きさが参考になる。限りある地震防災予算を複数の断層帯のどれに重点的に対処するかというような判断をする時の基礎資料としても利用できる。

(2) 我が国の平均的な大地震の発生確率

前の項では、個々の断層帯における発生確率を説明したが、我が国全体で考える見方もある。30年確率が3%以上となる主要な98断層帯のうち上位25(98×1/4)のどれかで地震が発生する確率は、下限であっても53%となる。それは、次の式で示される。

$$1 - (1 - 0.03)^{25} = \text{約}0.53$$

(赤字の部分は平成13年6月13日、マゼンタの部分は平成14年2月25日に訂正いたしました。)

式中、(1-0.03)の部分は地震が30年以内に発生しない確率を計算するもので、97%以下であることを示す。上位25断層帯全てで地震が30年以内に発生しない確率を計算するにはこれを25回掛け合わせれば良い。よって $(1-0.03)^{25} = \text{約}0.47$ から、地震が発生しない確率は47%以下となる。言い換えれば、地震が発生する可能性は53%($1 - 0.47 = 0.53$)以上となり、下限であっても53%の確率となる。このように、主要な98活断層の上位25のどれかで発生する確率を考えると今後30年間では53%を超える。

一方、最近の100年余りにおけるいわゆる直下型の大地震の発生は10年に1回程度であり、そのうち主要な98活断層帯で発生した地震はその半分程度となっている*。よって、主要な98活断層帯へ対応するだけで、今後発生する直下型地震の半数へは備えたこととなる。

*我が国において、器械観測による地震資料は19世紀末(1885年)頃からであり、それより前については、古文書等により震源やマグニチュードが推定されている(例えば、宇佐美(1996))。1885年より前の地震については、データの精度は比較的 low、カタログから大地震が欠落している可能性もあり、統計的な取り扱いには注意を要するとされている。

ここでは、1885年以降の地震資料を用いて、我が国内陸の大地震の発生頻度を整理した。

日本のどこかでいわゆる直下型の大地震が発生する頻度は10年に1回程度

説明：内陸又は沿岸(海岸から10km以内)で発生した気象庁マグニチュード7.0以上の浅い(上部地殻内に震源があると考えられる)地震の発生を、茅野・宇津(1987)の表等から抽出。1885年以降で14回。内訳は、1891年濃尾地震、1894年庄内地震、1896年陸羽地震、1900年宮城県北部の地震、1914年桜島の地震、1914年秋田仙北地震、1927年北丹後地震、1930年北伊豆地震、1943年鳥取地震、1948年福井地震、1961年北美濃地震、1978年伊豆大島近海の地震、1995年兵庫県南部地震、2000年鳥取県西部地震。

98の基盤的調査観測の対象活断層のいずれかから、いわゆる直下型の大地震が発生する頻度は、20年に1回程度

説明：上述の地震発生のうち、「日本の地震活動 - 被害地震から見た地域別の特徴 - < 追補版 >」(地震調査委員会, 1999)に基盤的調査観測の対象活断層(地震調査研究推進本部, 1997)の活動によるとされているものは、以下の7回。但し、北丹後地震の発生は主として98断層帯以外である郷村断層の活動であり、これを除外すると6回。内訳は、1891年濃尾地震(濃尾断層帯)、1894年庄内地震(庄内平野東縁断層帯)、1896年陸羽地震(横手盆地東縁断層帯の北部及び雫石盆地西縁 - 真昼山地東縁断層帯の一部)、1927年北丹後地震(山田断層の一部)、1930年北伊豆地震(北伊豆断層帯)、1948年福井地震(福井平野東縁断層帯)、1995年兵庫県南部地震(六甲・淡路島断層帯の一部)。

文献：茅野一郎・宇津徳治(1987)：日本の主な地震の表, 地震の事典, 宇津徳治総編集, 朝倉書店, 467-552.

宇佐美龍夫(1996)：「新編日本被害地震総覧[増補改訂版416-1995]」, 東京大学出版会, 493pp.

(3) 地震以外の原因による災害の発生確率

確率評価の補足的情報としては、一般の人に対しては、身近で発生する危険な現象の発生確率との比較を行うことで、小さな確率の数字を肌で理解するということが有効であると考えられる。例えば、災害の発生確率として下に示すものがある。但し、地震発生は避けることができないため、注意をすれば避けうる危険との単純比較は誤った認識を与える恐れがある。また、地震が発生しても死傷するとは限らないため、事故での死傷者統計との単純比較も誤った認識を与える恐れがある。このようなことから、下の統計資料については、以上のようなことを意識した上で見ていただく必要がある。また、30年間という期間の中ではこの種の統計値は年とともに少しずつ変化することも承知しておく必要がある。

- 交通事故で死亡する確率：30年間で約0.2%。

(根拠：ポアソン過程が適用可能と仮定。平成11年警察白書によると、平成10年の交通事故死者数は9211名。国勢調査の結果によると、日本の人口は、平成7年125,570千人、平成12年126,919千人(速報値)である。これらを踏まえると、1年当たりの確率は0.0073%。)

- 火災で死傷する確率：30年間で約0.2%。

(根拠：ポアソン過程が適用可能と仮定。平成11年消防白書によると、平成10年の放火自殺者を除いた火災による死者数は1206名、平成10年の火災による負傷者数は7309名。これらを踏まえると、1年当たりの確率は0.0067～0.0068%。)

- 火災で罹災する確率：30年間で約2%。

(根拠：ポアソン過程が適用可能と仮定。平成11年消防白書によると、平成10年の火災による罹災者数は80,745名。これを踏まえると、1年当たりの確率は0.064%。)

- 交通事故で負傷する確率：30年間で約20%。

(根拠：ポアソン過程が適用可能と仮定。平成11年警察白書によると、平成10年の交通事故負傷者数は10万人当たり783.2名。これらを踏まえると、1年当たりの確率は0.7832%。 $1-(1-0.783)^{30}=0.210$)

なお、天気予報で言う降水確率は、ある地域で、ある時間帯に1mm以上の降水が期待される確率のことである。確率が10%の時は傘を携帯しないで外出することが多いようだが、その時間帯に戸外に出ることが多い場合や、雨に降られたら損害が大きい場合には、少し慎重になって傘を携帯するのが、確率の一つの利用方法と思われる。逆に、50%という時でも、戸外に出ることがほとんどない場合や、濡れた時の影響よりも傘という荷物を増やすことが難しい場合には、雨が降らない可能性に期待するという考え方もある。このように、降水確率の利用においても、利用目的や利用する時点でのおかれた環境で確率への対応(利用の仕方)が異なっていると思われる。地震発生の長期確率の値についても、同様に柔軟に考えていただければと思う。

9 ポアソン過程の利用

報告書の中では、ポアソン過程が引合いに出され、ポアソン過程によるモデルは活動間隔の統計量を良好には表現していない、と述べている(3.1.1節)。一方で、報告書第1章の図1.1において、活動履歴が不明な活断層帯等については、ポアソン過程を用いることもあるとしている。ポアソン過程は報告書第3.3節の最後の部分に述べられているように、確率がいつの時点でも同じ値となる。この値は、本来時間とともに変化する確率についての「平均的なもの」となっている。非常に単純なモデルなので、時間とともに確率の値が変化する他のモデルと比較する対象として登場している。ポアソン過程を表す式は報告書の(2.6)式で、その山の形は図1に示している。これだけでは単純さがわからないが、図2を見れば、その単純さ

がわかるのではないかと思われる。つまり、ポアソン過程のモデルによれば、地震が発生する条件付き確率は時間によらず一定である。地震の発生を、放射性元素の崩壊のように、一定の確率（割合）で全く偶然に起きる、と考えることに相当している。このモデルの場合、平均活動間隔が1000年の断層の今後30年間に地震が発生する確率は常に3%であり、非常に単純になる。3%となる理由は、次の式による：

$$1 - (1 - (1 \text{ 回} / 1000 \text{ 年}))^{30} \approx 0.03$$

10 むすび

ある期間内に地震が起こる確率という数値は、地震発生の可能性を量的に表すものである。内陸の活断層の多くは平均活動間隔が長いので、前述のように、30年確率はあまり大きな値にならない。その値が10%程度以下の時でも、実際には地震が発生している。従って、こうした地震への対策を考える場合、確率の数字だけでは伝えられない地震発生の可能性に対し、注意を喚起するために幾つかの指標が検討されている。この指標の理想は、地震はその指標の値がある値を越えた時のみ起こる、というものである。しかし、そのようなものは現在ない。

このため、過去の経験を統計的に調べることによって地震発生時期をある程度の幅に追いついた後、その幅の中で地震や地殻変動等の地球物理学的な観測を行って、その観測結果を解釈するモデルを構築することによって予測の確度を上げていくという方策が将来的には考えられる（但し、一般的には、今後の地震の発生時期を、ある時間幅より狭めて予測することは困難である。）。地震調査委員会が現在進めている長期評価は、地震発生時期をある程度の幅に追いつくというものである。この評価結果の公表は、地震学の現在の到達点からの重要な社会還元の一つとなっている。

こうした情報等を最大限に活用する目的で、地震調査研究推進本部では、全国を概観した地震動予測地図を作成することとし、地震調査委員会では、平成16年度末を目途にその作業を進めている（図8）*。

* 長期確率評価の結果と地震動予測地図作成への取り込み

全国を概観した地震動予測地図には、全国の主要な98断層帯の評価結果、我が国周辺海域に発生する大地震の長期評価結果、及び我が国に発生するそれ以外の全ての地震の長期評価の結果が取り込まれる。また、これらについての強震動評価の結果も取り込まれる。このような地図では、知りたい地域について「震度6弱以上の地震動に見舞われる確率は今後30年で10%、100年では40%である。」ということや、その地域に影響を及ぼす特定の地震についてその場所での地震の波形がわかるものになると考えられる。

「我が国に発生するそれ以外の全ての地震」について

全国の主要な98断層帯の地震及び我が国周辺海域に発生する大地震以外の地震としては、98断層帯以外の活断層に発生する地震、長期評価した大地震以外の「98断層帯で発生する地震」、沈み込むプレート内に発生する地震、震源を予め特定しにくい陸域の浅い地震などがある。

図1 確率密度のグラフ

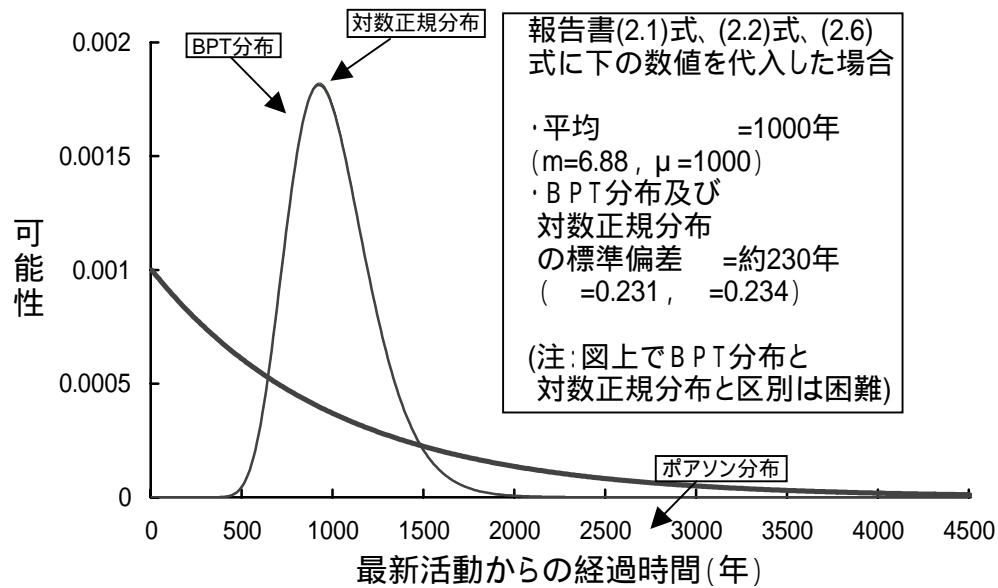
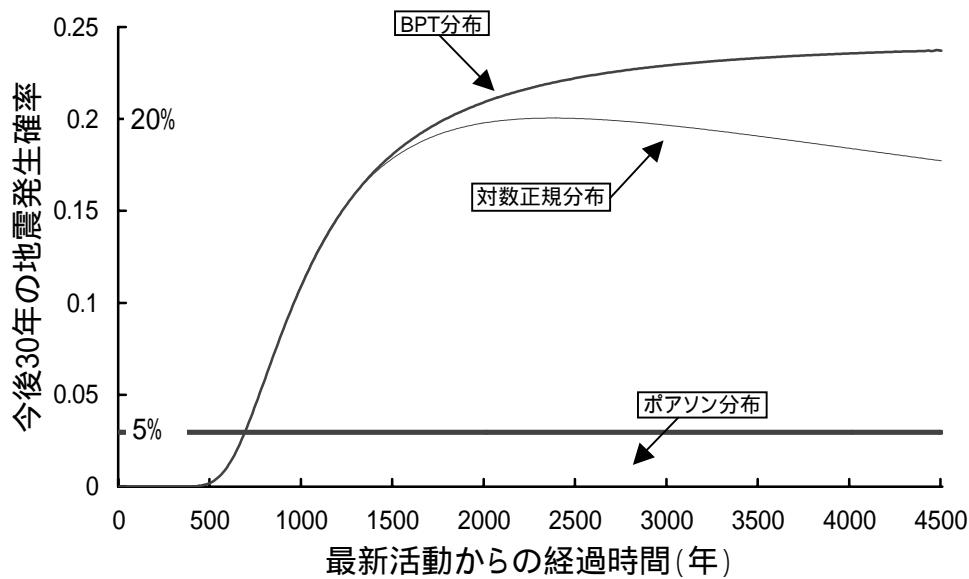


図2 30年確率(図1の条件の場合)



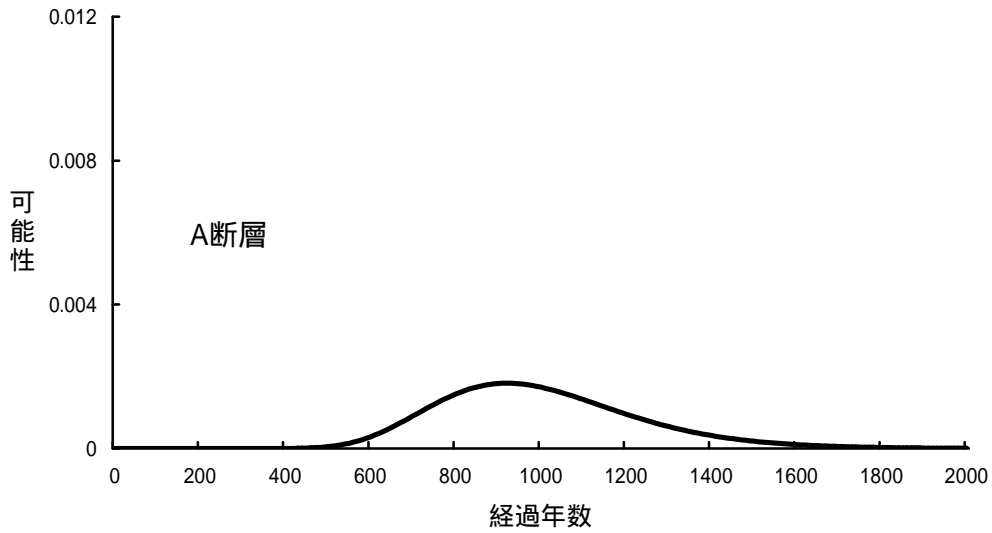


図 3 : A断層の活動可能性の大きさの変化。A断層の平均活動間隔を1,000年とし、活動する可能性の大きさが経過年数とともに変化する様子を、A断層が活動した直後の時点で考えたもの。試案の(2.1)式で、 μ を1000、 σ を0.24として計算した。横軸が t 、縦軸が $f(t; \mu, \sigma)$ 。

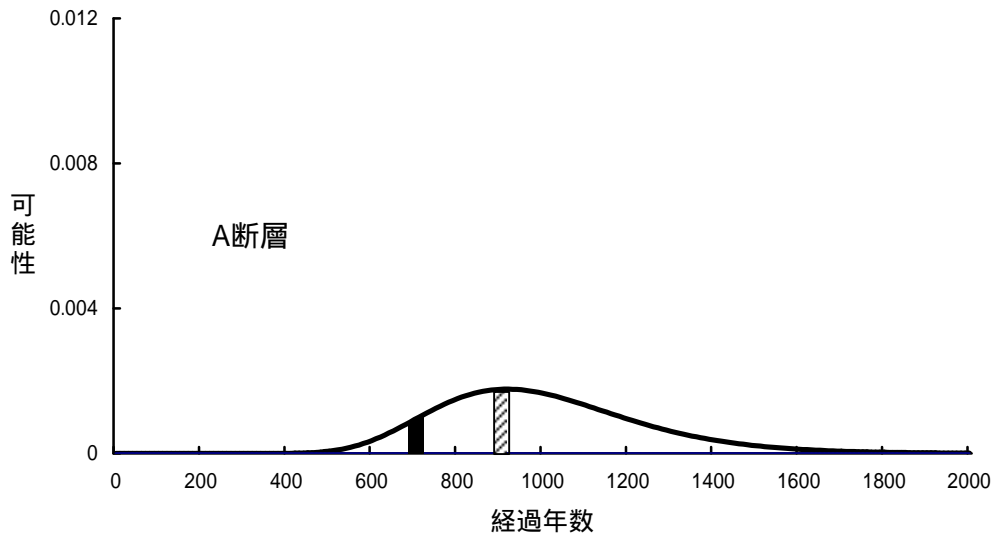


図 4 : A断層が活動する確率の計算方法。700年後から730年後までの間に活動する確率は、700年の縦線と730年の縦線の間にある山の面積(黒塗り部分)を山全体の面積で割ることによって計算できる。900年後から930年後までの間に活動する確率も同様に斜線部分を山全体の面積で割ることによって計算できる。

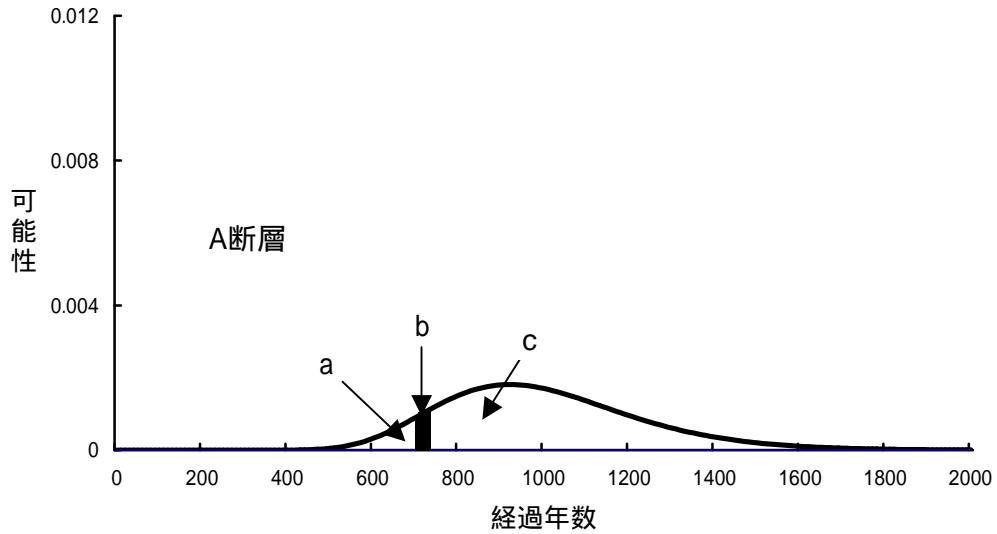


図5： A断層が活動する条件付き確率の計算方法。A断層が活動してから700年経過した時点でまだ活動していない場合、その時点から30年間（活動した時点から見ると、700年後から730年後までの間）に活動する条件付き確率は（bの面積）÷（bの面積+cの面積）で計算される。また、集積確率は（aの面積）÷（aの面積+bの面積+cの面積）を意味する。これは「700年後の時点までに既に地震が発生してしまふべき確率」を意味する。

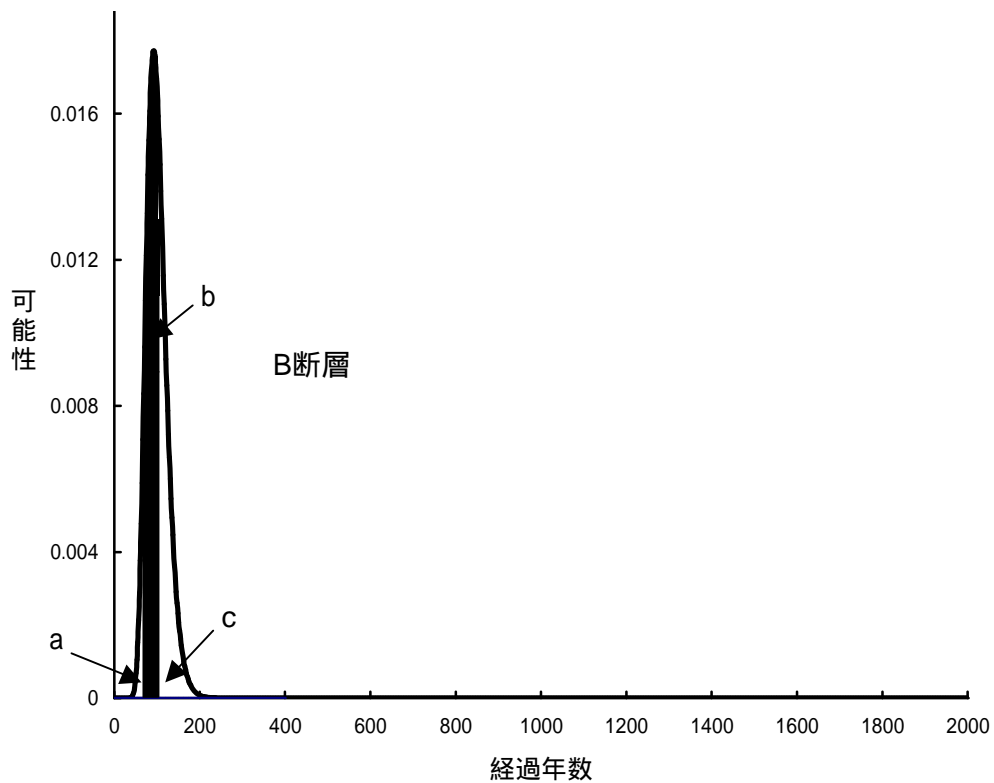


図6： B断層が活動する条件付き確率の計算方法。B断層の平均活動間隔は100年として、山の形は報告書の(2.1)式で、 μ を100、 σ を0.24として計算した。山全体の面積は図3と等しくしてある。B断層が活動してから70年経過した時点でまだ活動していない場合、その時点から30年間（活動した時点から見ると、70年後から100年後までの間）に活動する条件付き確率は、図3の場合と同様に（bの面積）÷（bの面積+cの面積）で計算される。

図7 BPT分布による30年確率(平均1000年の場合)

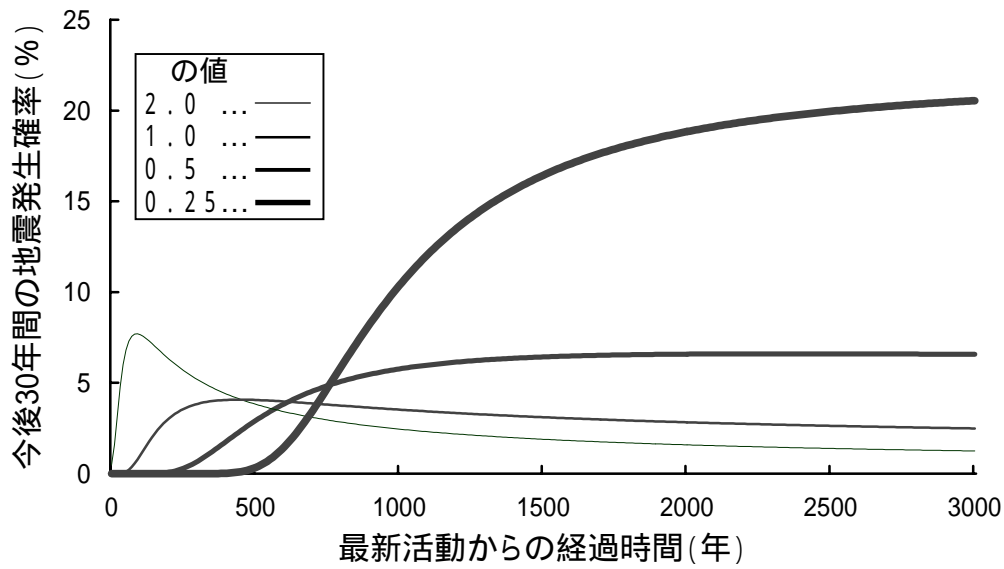


図8 地震動予測地図作成手順

