

# 海溝型地震の長期評価に関する資料

事務局資料

2024/09/02（月）

## 今後の方向性 ~~(案)~~

### 現状のまとめ

- 南海トラフの長期評価について、現時点では大きな改訂を行う知見はないと思われる。
- 時間予測モデルそのものを否定できている新たな知見はないものの、時間予測モデルを用いた発生確率計算に用いていた隆起量データが誤差付きで推定され、そのデータの精度は以前のものより、よくなっていると思われる。
- 時間予測モデルを用いた式には、データの誤差は考慮されていない。

### < 今後の議論の方向性 ~~(案)~~ >

今回はこの部分について審議

- 室津港の隆起量データについて確認  
→ 長期評価部会・海溝型分科会の合同会で審議
- データの誤差を考慮した長期発生確率を計算する式について審議  
→ 新たに「長期確率評価手法検討分科会（第二期）」を設置し、審議
- 新たなデータと新たな計算式を用いて、時間予測モデルから計算される発生確率を更新  
→ 長期評価部会・海溝型分科会の合同会で審議
- 「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）について」を改訂

## 要 旨

2013年地震調査委員会は南海トラフ沿いの大地震の今後30年間の発生確率を60～70%と評価した。この評価に際しては、公表前から強い批判、特に時間予測モデルの採用について、があったが、2001年評価と同様に久保野家文書に記された室津港の水深データを用いて評価がなされた。本論文において、原典となった久保野家文書を吟味したところ、複数の問題点が見つかった。すなわち、測深の精度を評価するための情報の欠如している。また、開港以来、ほぼ毎年工事が行われてきたことが確認された。既存の史料の情報および近年の潮位観測結果と総合すると、1707年宝永地震に伴う隆起は、1.4～2.4 m の範囲と推定される。社会は、この不確定性を認識し、活用法を再検討する必要がある。

Shimazaki and Nakata(1980)に使われた室津港の隆起データは以下のとおり。

1707年宝永地震： 1.8m  
1854年安政地震： 1.2m  
1946年昭和南海地震： 1.15m

### 【データについての確認事項】

- ・ 宝永地震の隆起量について、1.4m～2.4mの幅がある値を用いるということによいか？  
また、橋本ほか(2024)を参考に、測定誤差を与えることによいか？
- ・ 安政地震の隆起量について、誤差を見積もることが出来ないか？  
誤差が見積もれない場合は、宝永地震と同じ測定誤差を入れるとか？
- ・ 昭和南海地震の隆起量について、他の水準測量データから誤差を見積もれないか？  
Hashimoto(2022)による、少なくとも10cm程度の過大評価を考慮するか？  
他の水準測量データの論文から、他にも誤差を考慮することができるか？

# 長期的な断層のずれ速度(V)の求め方

宝永地震・安政地震・昭和南海地震の隆起量データから、平均隆起速度を求める際の求め方

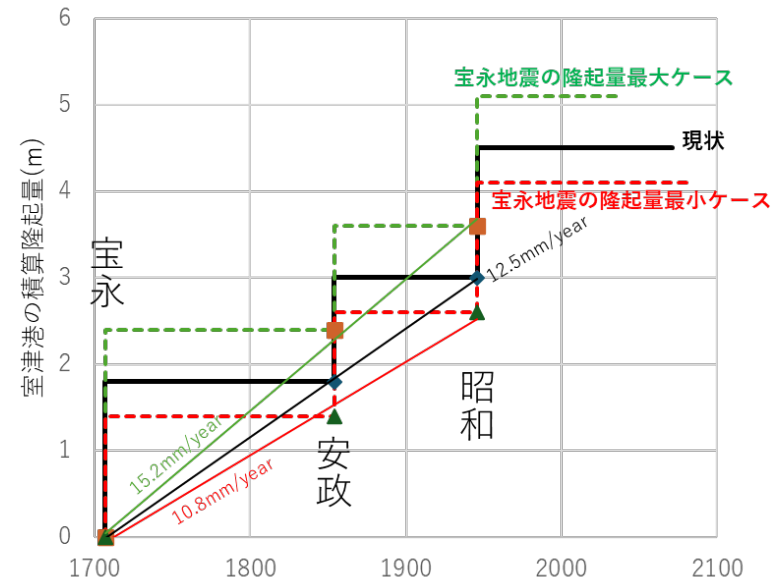
- ・全てのデータについて、同じ重みを与えるか？
- ・誤差をどう考慮するか？ 正規分布？ 均一分布？

例えば、

近代的な測器で測量した昭和南海地震の重みを大きくする。

誤差が求まっているいない安政地震の重みを小さくする。

宝永地震は誤差が考慮されているが、古文書のデータなので、中ぐらいの重みにするとか。



データ重みを同じにした場合の最小二乗法による  
**平均隆起速度イメージ** (宝永地震のみばらつきを考慮)

## 2.2 時間予測モデルの利用

### 2.2.1 概要

時間予測モデルとは、地震直前の応力レベルが一定である、すなわち断層の破壊強度が時間によらず一定というモデルである。定性的には、大きな地震の後では次の地震までの間隔が長く、小さな地震の後では間隔が短いということになる。このモデルは、世界各地の、同じ震源域から発生する地震の発生間隔のデータをよく説明するとされている[25, 26]。このモデルにたった場合、最新の活動（地震発生）時のずれの量と長期的な断層のずれ速度とから、最新の活動から次の活動までの期待される経過時間を次のようにして求めることができる。すなわち、最新の活動時のずれの量を $U_{last}$ とし、長期的な断層のずれ速度を $V$ とすると、その期待される経過時間 $T_{t.p.}$ は次式で求められる。

$$T_{t.p.} = U_{last}/V \cdots (2.22)$$

上式から、物理的な制約によって、モデルの確率密度関数に内在するパラメータのうちの一つが固定されることとなる。したがって、同一の確率密度関数を用いたとしても、地震発生時刻の系列はもはや更新過程ではなくなるが、最新の活動に関するデータだけが分かっている場合に更新過程に代わるものとして用いることができる。

データが複数知られている場合には、 $V$ を使わずに $T_{t.p.}$ を求めることができる。例えば、最新の地震とその一つ前の地震発生時を、それぞれ $t_{last}$ ,  $t_{penult}$ とし、ずれの量をそれぞれ $U_{last}$ ,  $U_{penult}$ とすれば、

$$T_{t.p.} = (t_{last} - t_{penult})U_{last}/U_{penult} \cdots (2.23)$$

と求められる。この場合には更新過程と時間予測モデルを別々に適用して、両者の結果を比較検討することも可能となる。

### 2.2.2 確率の数値評価

確率密度関数  $f(t)$  の関数形としては、2.1.2 で述べた分布等が用いられるが、ここでは地震発生確率が $T$ に依存する場合の例としてBPT分布と対数正規分布を、地震発生確率が $T$ に依存しない場合の例として指数分布を扱う。

#### ●BPT分布

$$f(t) = \{\bar{T}/(2\pi\alpha^2 t^3)\}^{1/2} \exp\{-(t-\bar{T})^2/(2\bar{T}\alpha^2 t)\}, t \geq 0 \cdots (2.24)$$

ただし、 $\bar{T}$ は活動間隔の相加平均（最尤推定値）

## 2つのパラメータ（ $T$ 、 $\alpha$ ）のばらつきがある場合の式の作成

- ずれの量に関するデータ（ $U$ ）の誤差がある場合の時間予測モデルから計算される発生確率の式の作成  
= ベイズ信用区間（95%or98%）推定も考慮した抽象的な式のイメージ（アルゴリズム）の作成
- $\alpha$  のばらつきが分かっている場合／分かっている場合でも対応できるような式