

# 「原子力発電所の津波評価技術2016」 確率論的津波ハザード評価手法のうち 不確定性の考慮方法に関する解説

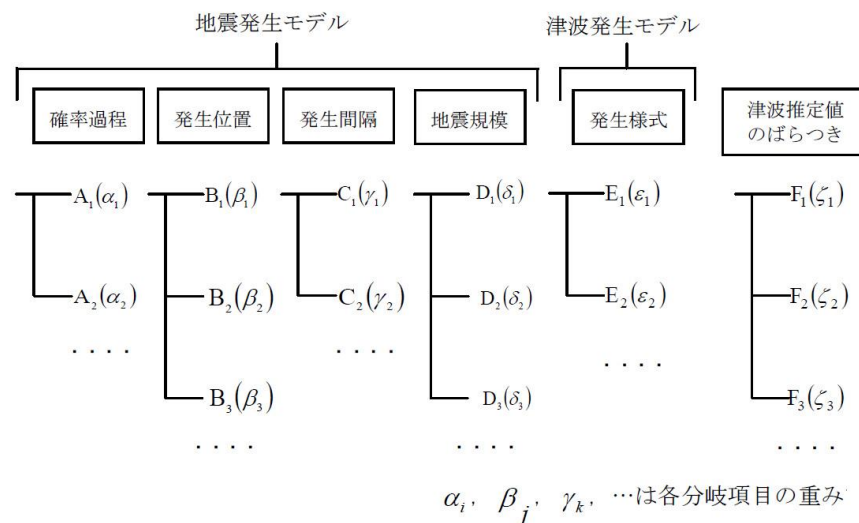
土木学会原子力土木委員会 第8期津波評価小委員会

# 津波評価技術2016のロジックツリー手法

- ▶ 確率論的津波ハザード評価 (PTHA) は、不確定性の存在を前提としており、偶然的な不確定性と認識論的不確定性とに分けて考えることが一般的です。
- ▶ 津波評価技術2016は、これら2つの不確定性を系統的に処理するために地震や津波の確率論的ハザード評価において一般的に用いられているロジックツリー手法を前提として、確率論的津波ハザード解析の説明を行っています。
- ▶ 津波評価技術2016の手法は、原子力学会標準<sup>1)</sup>や一般の津波防災でのPTHAにおいて参考にされるとともに、国内外のPTHAに関わる研究発表の多くに、ロジックツリー法に基づく代表的なPTHA手法の一つとして参照されています。

## 不確定性の一般的な分類と ロジックツリー手法における考慮方法

認識論的 不確定性	偶然的 不確定性
ロジックツリー分岐 として考慮	確率分布 として考慮



## ロジックツリーのイメージ

1) 一般社団法人日本原子力学会「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2016」、2017年3月

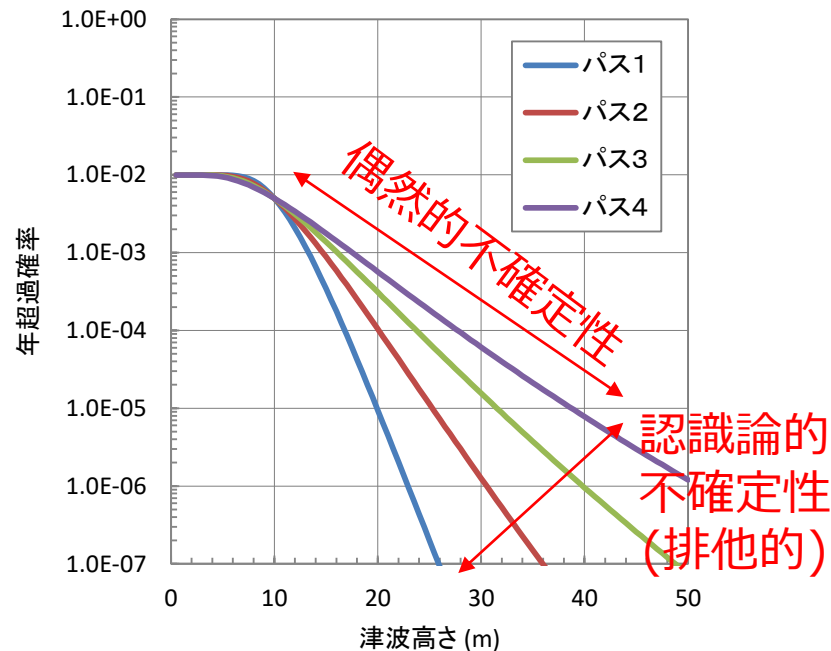
# 2種類の不確定性とロジックツリー手法

## ➤ 認識論的不確定性

- 知識や認識不足に起因する不確定性であり、研究が進展すれば確定させることができるが現状では予測不可能なもの。
- ロジックツリー手法では、互いに排他的なロジックツリー分岐として考慮し、複数の津波ハザード曲線で表現されます。  
なお、各ロジックツリー分岐には、将来の正しさの可能性に対する現時点での確からしさを表す「重み」（≠確率）を与えられます。

## ➤ 偶然的不確定性

- 物理現象固有のランダム性に起因する不確定性であり、予測不可能と考えられるもの。
- ロジックツリー手法では、不確定性は確率分布として与えられ、1本の津波ハザード曲線の中で考慮されます。



- ロジックツリーに基づく選択肢（シナリオ・パス）の数の分だけ津波ハザード曲線が評価されます。
- 津波ハザード曲線間の違いは、互いに排他的な認識論的不確定性による違いを表します。
- 一方、1本1本の津波ハザード曲線は、偶然的不確定性による確率分布が考慮された超過確率を表しています。

ロジックツリー手法における  
2種類の不確定性考慮のイメージ

# 解説①偶然的不確定性の考慮方法（1/2）

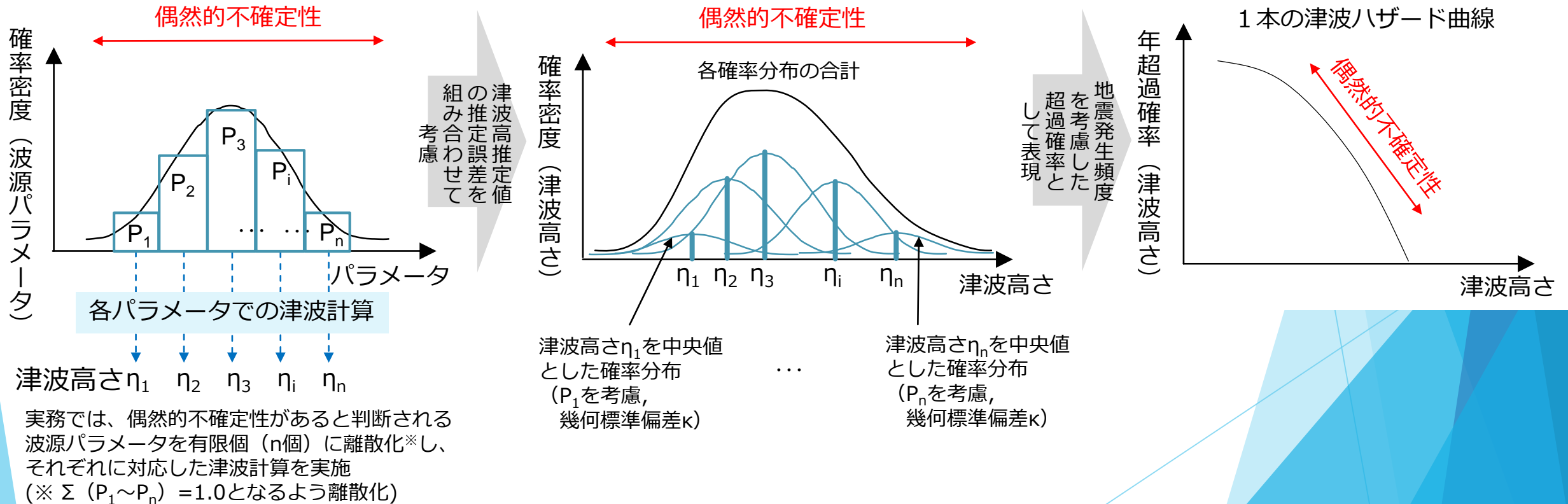
- ▶ 津波評価技術2016では、偶然的不確定性を、津波推定値の推定誤差（幾何標準偏差 $k$ ）だけでなく、地震規模を含めた各項目で考慮することとしています。

プレート間地震の確率論的津波ハザード評価において考慮する不確定性の項目例

項目		認識論的不確定性（排他的） （複数の津波ハザード曲線で表現）	偶然的不確定性 （1本の津波ハザード曲線の中で考慮）
地震発生頻度		平均発生間隔、従う頻度分布等	—
波源パラメータ	波源域	発生領域および発生パターン	左記範囲における発生領域および発生パターンのランダムさ
	地震規模	地震規模の分布幅	左記範囲における地震規模のランダムさ
	大すべり域の位置	地震ごとに固定か、固定でないか	（固定でない場合、）大すべり域の位置のランダムさ
	断層パラメータの変動影響	その他、津波推定値の推定誤差に含まれない個別パラメータの有無とその範囲	（個別パラメータがある場合、）そのパラメータのランダムさ
津波推定値の推定誤差		推定誤差の幾何標準偏差 $k$ および打ち切り範囲	左記の範囲内における推定誤差のランダムさ

# 解説①偶然的不確定性の考慮方法 (2/2)

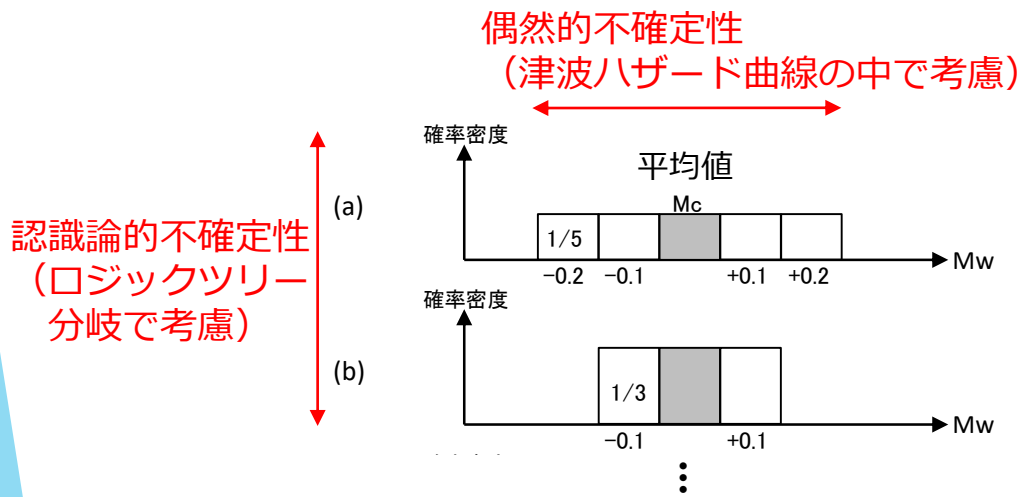
- ▶ 津波評価技術2016では、偶然的不確定性を、津波推定値の推定誤差（幾何標準偏差 $k$ ）だけでなく、地震規模を含めた各項目で考慮することとしており、これら偶然的不確定性はロジックツリー手法において1本の津波ハザード曲線の中で考慮されています。
- ▶ したがって、一本一本の津波ハザード曲線は偶然的不確定性による確率分布が考慮された超過確率を表しています。



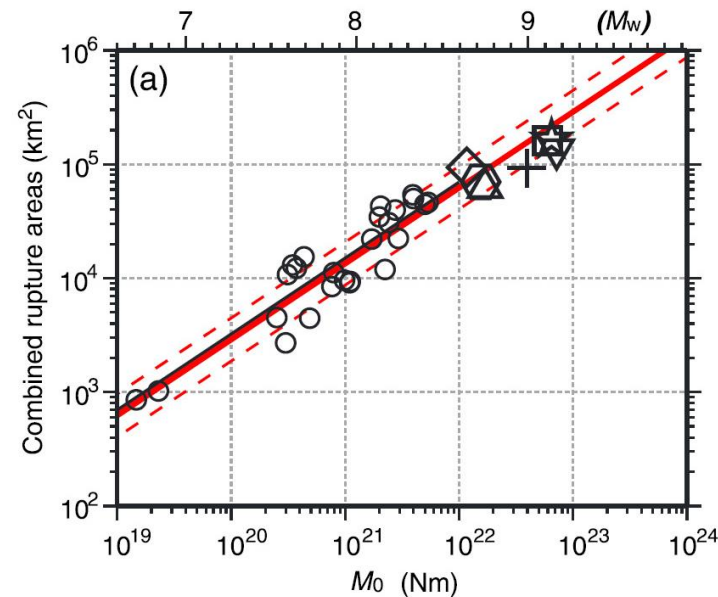
偶然的不確定性のロジックツリー手法における考慮イメージ

# 解説②地震規模の不確定性の考慮方法

- ▶ 津波評価技術2016では、地震規模は、現実には1つの値に限定されないと考えられること、津波への影響が大きいことから、その認識論的・偶然的な不確定性を考慮することとしています。
- ▶ 具体的には、地震規模もしくは平均応力降下量に関する不確定性を考慮し、過去の固有地震の地震規模や世界のプレート間地震の応力降下量の分析に基づき、スケーリング則等から決まる平均的な $M_w$ だけでなく、 $M_w \pm 0.1$ もしくは $\pm 0.2$ 相当の津波についても偶然的な不確定性として評価に考慮しています。このとき、 $M_w \pm 0.1$ の幅もしくは $\pm 0.2$ の幅のどちらで考慮すべきかは認識論的不確定性であると考え、ロジックツリー分岐を設定しています。



地震規模の分布幅と  
想定の基本とする $M_w$ との関係



プレート間地震のパラメータ関係 (Murotani et al., 2013)

## 応力降下量の分布

- 平均値 : 1.57MPa
- 平均 $\pm 0.5\sigma$  : 1.14~2.17MPa  
( $\doteq M_w \pm 0.1$ )
- 平均 $\pm 1.0\sigma$  : 0.82~3.00MPa  
( $\doteq M_w \pm 0.2$ )