

SSHAC手法に基づく原子力発電所サイトの 確率論的地震ハザード評価

- 地震PRAにおけるハザード評価の意義・重要性について-

蛭沢 勝三

電力中央研究所/原子力リスク研究センター

原子力学会 企画セッション

2016.3.27

1. 地震ハザードの開発・整備の経緯

■ 地震ハザード:

- ・ 地震PRA (Probabilistic Risk Assessment)の一環として開発

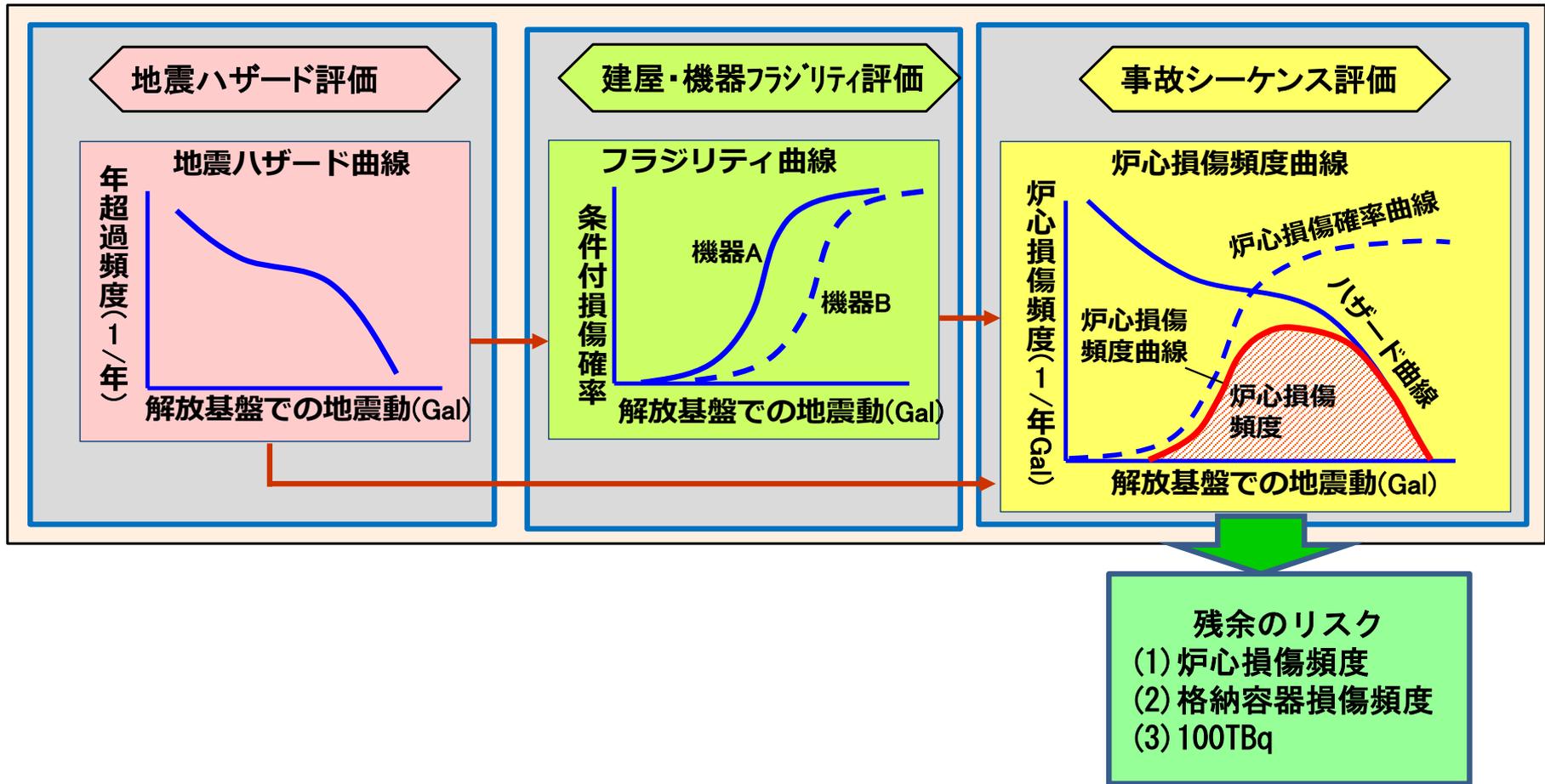
■ 地震PRA :

- ・ 米国では1980年代に開発され、固別プラントの安全性評価に活用
- ・ 日本では1985年に日本原子力研究所で開発・着手され、
原子力学会地震PRA実施基準として2007年に策定され、2015年に改訂

■ 旧原子力安全委員会 :

- ・ 2006年9月改定耐震設計審査指針において、基準地震動 S_s を超える地震動の可能性が否定できないとして、残余のリスクが明記
- ・ S_s の不確実さの考慮として、
地震ハザードによる超過頻度の参照が規定
- ・ 地震PRAの活用が期待されたが、活用前に2011年3月東北地方太平洋沖地震の津波によって福島第1原子力発電所事故が発生

2. 地震PRAと地震ハザードとの関係



3. 地震ハザード評価手順と不確実さの通り扱い

A. 関連情報の収集

B-1. 地震(震源)モデルの設定

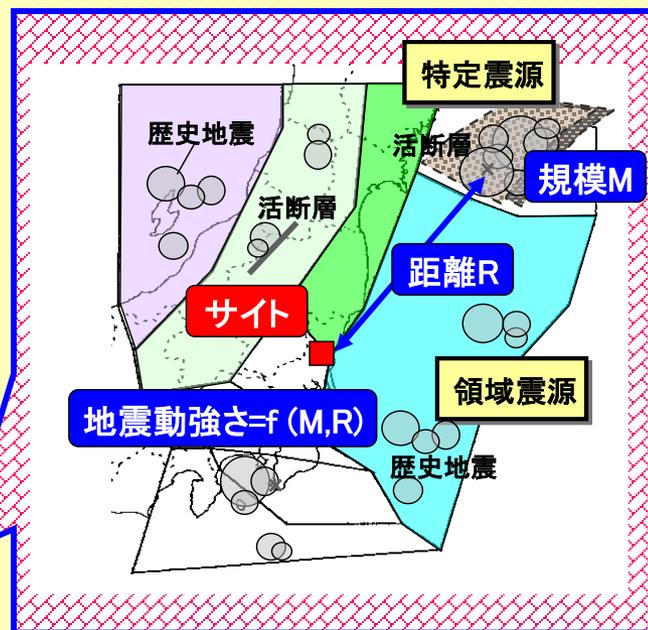
- 特定震源
(震源を特定できる)
- ・位置・形状 (R)
 - ・規模 (M)
 - ・頻度 (ν)

- 領域震源
(震源を特定できない)
- ・位置・形状 (R)
 - ・規模 (M)
 - ・頻度 (ν)

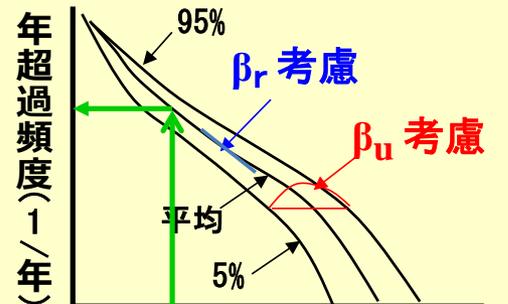
B-2. 地震動伝播モデルの設定

- 距離減衰式
- ・地震動の強さ (M, R)
 - ・ " ばらつき (ρ)
 - ・ " 頻度 (ν)

- 断層モデル
- ・地震動の強さ (M, Rを含む断層パラメータ)
 - ・ " ばらつき (ρ)
 - ・ " 頻度 (ν)



C. 地震ハザードの不確実さ評価

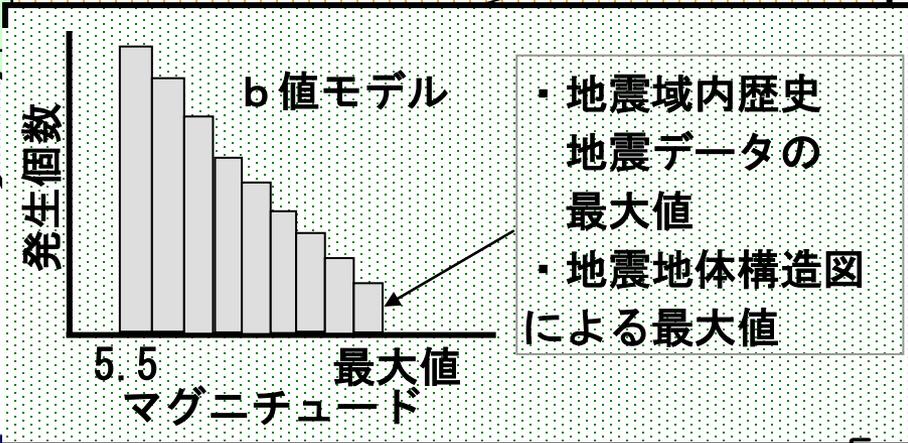


基準地震動Ss
解放基盤での地震動(PGA)

B-1. 震源モデルの設定

		歴史地震データ (地震断層に対応のもの)	活断層データ
特定震源	発生位置	平面： 地震断層上で一様 深さ： 一定	平面： 断層位置で一様 深さ： 一定
	// 規模	歴史地震カタログの値	断層長さから算定(例: 松田式等)
	// 頻度	頻度 = 1/時間 = 1/(地震カタログでの繰り返し間隔)	① 頻度 = 1/時間 = 1/(断層変位/平均変位速) ② 1/(トレンチ調査での繰り返し間隔)
領域震源	発生位置	地震域で一様	
	// 規模	b値モデルでの規模	
	// 頻度	発生個数/抽出期間	

頻度 = 地震の発生個数 / 歴史地震カタログからの抽出期間
= 13個 / 1300年間 = 10^{-2} (1/年)



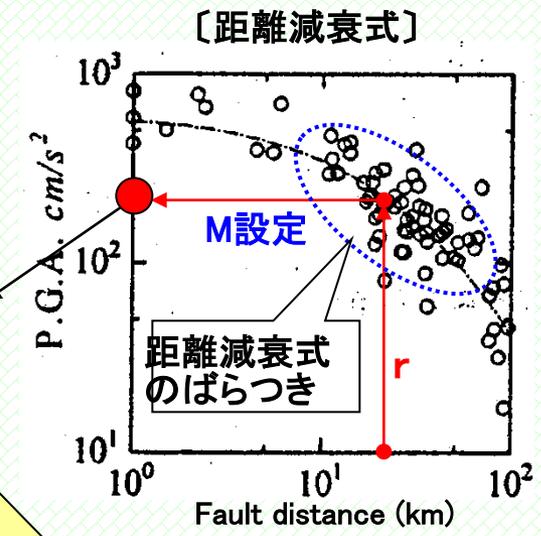
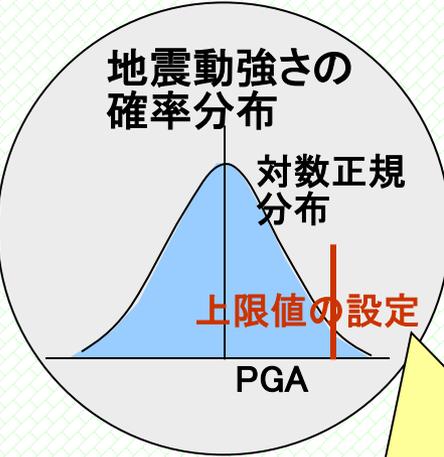
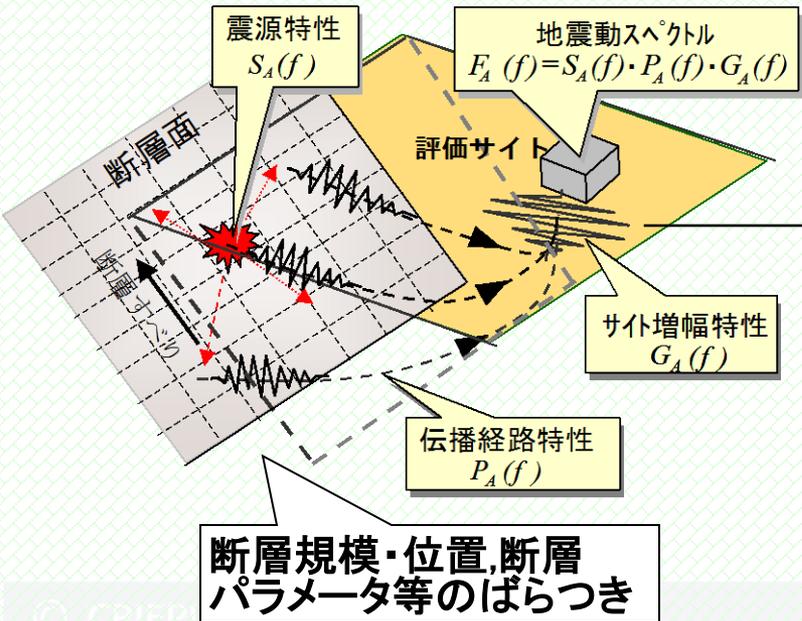
B-2. 地震動伝播モデルの設定

■地震動伝播モデル

- ・断層モデル(面震源)、または、距離減衰式(点震源)を用いて、
 サイトでの地震動の大きさのばらつきを考慮して、確率分布として評価
- ・地震動の大きさに無限はないので、上限値を設定

断層モデルを用いる方法

距離減衰式を用いる方法

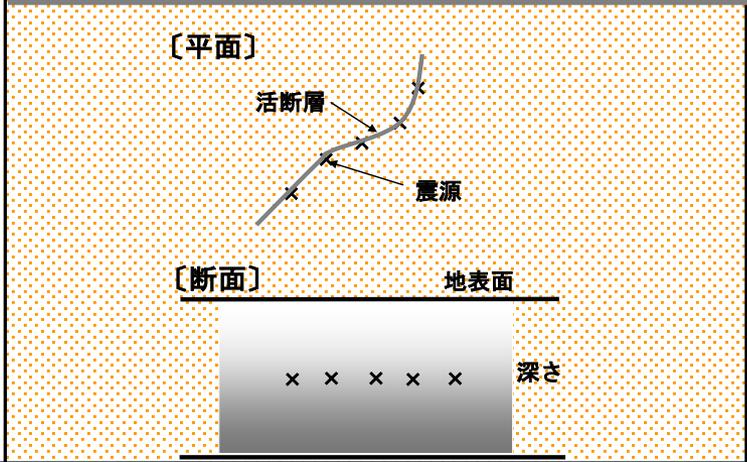


- ・標準偏差 σ を用いた設定、例えば、 3σ
- ・断層モデルによって限界値の設定

不確実さの要因

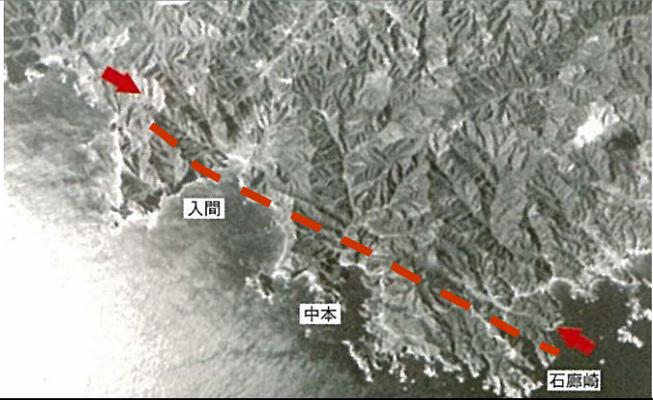
- ◇物理現象固有のランダム性に起因する不確実さ(βr):
 - ・対象現象が本来的に持つばらつき特性に起因するもので、ばらつきをそれ以上減じることができないもの。ランダム性,偶発性 等
- ◇知識や認識不足に起因する不確実さ(βu):
 - ・知識の欠如、モデル化・評価プロセスに含まれる不確実さ、解釈の相違等に起因し、将来、知識の増加や科学の発展により減じることが期待できるもの。

ランダム性起因の要因の例



活断層からの地震の発生場所:
 ・自然現象であり、何処から発生するか分からない

知識・認識不足起因の要因の例



同じ航空写真による活断層長さの認識:
 ・専門家A — 35km
 ・専門家B — 50km
 ・専門家C — 70km

C.地震ハザードの不確かさ評価

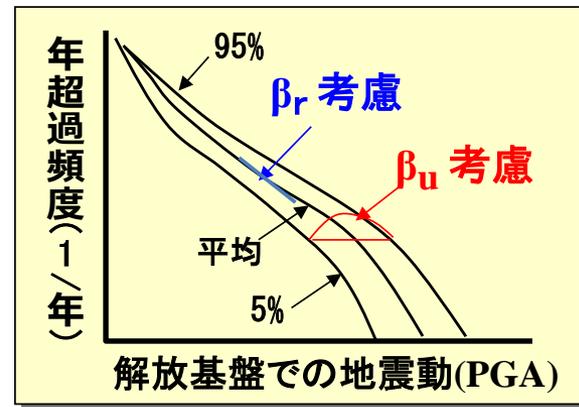
〔地震ハザード評価上の不確かさ要因の取り扱い〕

β_r : 1本の地震ハザード曲線の中で考慮

ハザード曲線の傾きに影響

β_u : ロジックツリーを用い、地震ハザード曲線の信頼度

同一超過頻度において、地震動の大きさが異なる



βuによって平均値の超過頻度が変わる

U. S. NRC SSHAC	日本原子力学会 ロジックツリー
レベル 1	活用水準 1
レベル 2	活用水準 2
レベル 3	活用水準 3
レベル 4	

SSHAC: Senior Seismic Hazard Assessment Committee

4. 原子力サイトの地震ハザードの特徴

- ・ 地域 : (太平洋側/日本海側)、(東日本/西日本)
- ・ 地震タイプ : (プレート境界/プレート内地震)、(縦ずれ、横ずれ断層)
- ・ 活動度 : (地震空白域/ひずみ集中域) ⇒ 発生頻度が高い
- ・ 深部地下構造 : (均一構造/異方構造)
- ・ 地震動成分 : (水平動/上下動)
- ・ ハザード支配震源 : サイト近傍震源の2乃至3個程度の震源
 - ・ 支配震源 : 特定震源の場合、特定震源と領域震源が同程度の場合
 - ・ 近傍震源 : 断層モデルでの評価が重要

