

「ポスト・トランス・サイエンスの時代における
専門知と地域知との協働のあり方を考える」

地震動予測の課題 不確かさといかに向き合うか

国立研究開発法人 防災科学技術研究所
藤原 広行

確率論的地震ハザード評価 ＋ シナリオ型の地震動予測

確率論的地震ハザード評価とは、

ある地点において将来発生する「地震動の強さ」、「対象とする期間」、「対象とする確率」の3つの関係性を評価するものであり、起こりうるすべての地震を確率・統計的にモデル化し、地点ごとに発生する揺れの強さに対する超過確率を計算する手法

シナリオ型の地震動予測とは、

あるシナリオ地震を想定し、その地震が発生した時の地震動の分布を予測する手法。詳細な強震動評価手法を用いた地震動予測手法の開発も進んでおり、「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(レシビ)」が、地震調査委員会によりとりまとめられている。

地震動予測の2つの段階

第1段階（地震発生の長期評価）

第1段階は、地震の発生そのものに関する予測

第2段階（強震動評価）

第2段階は、地震が発生したという条件の下での、ある地点での揺れ（地震動）の予測

地震動の予測には**多くの不確実さ**が伴う。

これらの予測においては、**自然現象の多様性やばらつき**を考慮するだけでなく、**人間の側が現在有する知識の限界などに起因する認識論的な不確実性**を考慮することが必要となる。

地震動予測における不確かさの分類

● 偶然的ばらつき (Aleatory Variability)

・自然現象として**本質的な不確かさ**で、予測モデルにおいて確率変数により表現されるもの。

● 認識論的不確実性 (Epistemic Uncertainty)

・**知識やデータが不足**していることに起因する不確かさで、考え方や手法選択の違いによる不確かさも含む。

特に、これまでの地震動予測においては、**認識論的不確実性の取り扱いが不十分。**

長期評価における認識論的不確定性の事例

・南海トラフで発生する巨大地震の発生確率

主文においては、今後30年以内での地震発生確率が最も大きくなる**時間予測モデル(70～80%)**が採用
説明文においては、時間予測モデルのほかに5つのケースに対して地震発生確率(**6～30%程度**)が計算

6%～80%と幅のある中で、**最大値が選択**

・相模トラフで発生するM8クラスの地震

主文においては、今後30年以内での発生確率が**ほぼ0%～5%**と幅を持って表現
全国地震動予測地図では、繰り返し間隔を315年としてBPTを仮定して計算した値**0.7%**が採用
説明文においては、ポアソン過程を仮定した場合には**10%程度**になることなども記述



防災科研

ほぼ0%～10%程度と幅のある中で、**比較的低い値0.7%**が選択

5

強震動評価における認識論的不確定性の事例

海溝型地震(Subduction)

Mw>8.0, 震源距離<20km
のデータが極めて少ない

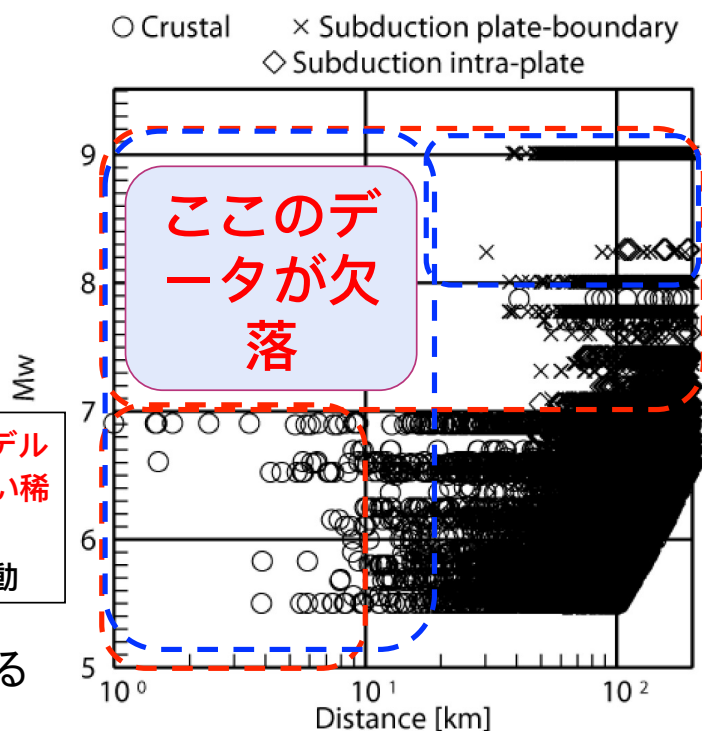
地殻内地震(Crustal)

Mw>7.0, 震源距離<10km
のデータが極めて少ない

巨大地震時の長周期長時間地震動
(主に平野部)のデータも不足

GMPEは観測記録に担保されたモデルだが、本来予測しなければならない稀な事象はまだ観測されていない
巨大地震、断層近傍、長周期地震動

外挿領域での予測における
認識論的不確定性



防災科研

Morikawa and Fujiwara (2013)

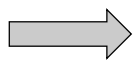
6

6

強震動評価における認識論的不確定性の事例

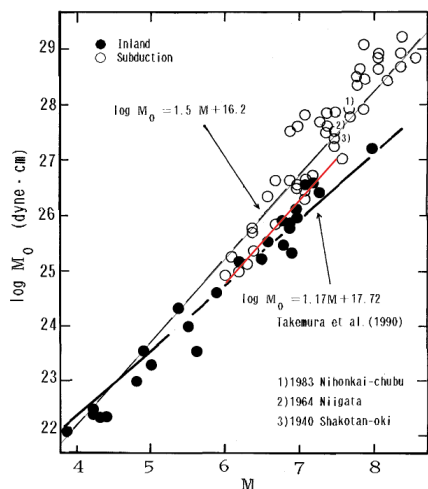
例えば、 M と M_w (M_0) の関係について、

現評価：武村（1990）



$M_w = M - 0.3$ (首都直下地震モデル検討会、2013)

としたモデルなども考慮



$\log M_0 \text{ (N}\cdot\text{m)} = 1.17M_j + 10.72$ 武村(1990)

$\log M_0 \text{ (N}\cdot\text{m)} = 1.2M_j + 10.7$ 武村(1998)

この2式は本質的に同じもの。
どちらを使うかで、1.6倍程度の差

赤実線

$$M_w = M - 0.3$$

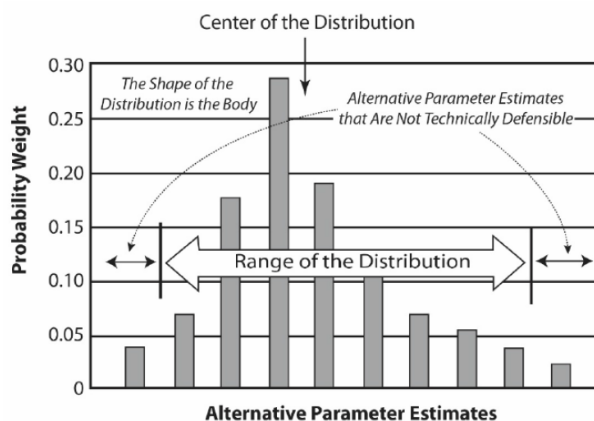
武村（1990）に加筆

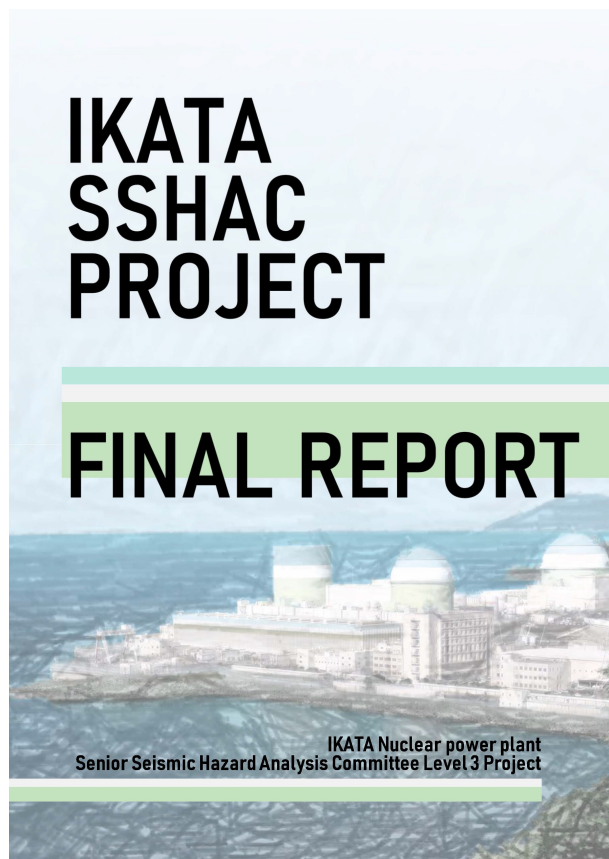
SSHACの取り組み

SSHACとは、Senior Seismic Hazard Analysis Committeeの略で、確率論的な地震動評価で必要になる認識論的不確定性について、その検討内容や検討手順を検討するために米国原子力規制委員会の下に設置された委員会である。

委員会での検討結果がSSHACガイドライン(NUREG-2117)として制定されている。

SSHACガイドラインでは、有識者間での議論に基づき、コミュニティ(学会等)における意見分布を合理的、客観的に再現するための方法論がまとめられており、検討内容や検討手順等が精緻に定められている。





伊方 SSHAC プロジェクト 最終報告書

Project Technical Integrator

亀田弘行（京都大学・電力中央研究所）

Seismic Source Characterization Technical Integrator Team Lead

隈元 崇（岡山大学）

Ground Motion Characterization Technical Integration Team Lead

藤原広行（防災科学技術研究所）

Seismic Source Characterization Team

奥村晃史（広島大学）

畑 栄吉（産業技術総合研究所）

堤 英明（電力中央研究所）

堤 浩之（同志社大学）

遠田晋次（東北大学）

徳山英一（高知大学）

Ground Motion Characterization Team

蛇沢勝三（電力中央研究所）

香川敬生（鳥取大学）

司 宏俊（サイスモ・リサーチ／東京大学）

古村孝志（東京大学）

三宅弘恵（東京大学）

森川信之（防災科学技術研究所）

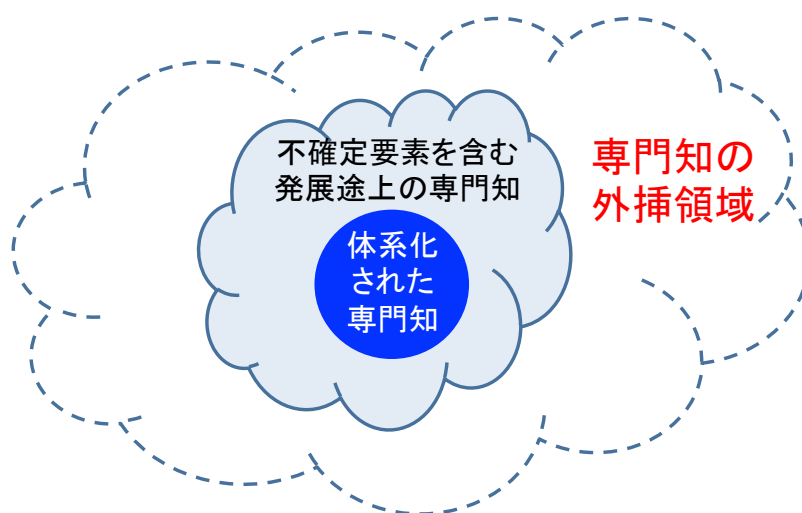
Hazard Analyst

奥村俊彦（大崎総合研究所）

宮腰淳一（大崎総合研究所）

2020 年 10 月

専門知の構造（イメージ）



低頻度大規模災害につながるような自然現象については未知の部分が多く、その予測は「**専門知の外挿領域**」での判断が必要になる。

不確定性を持つ専門知の利活用における課題

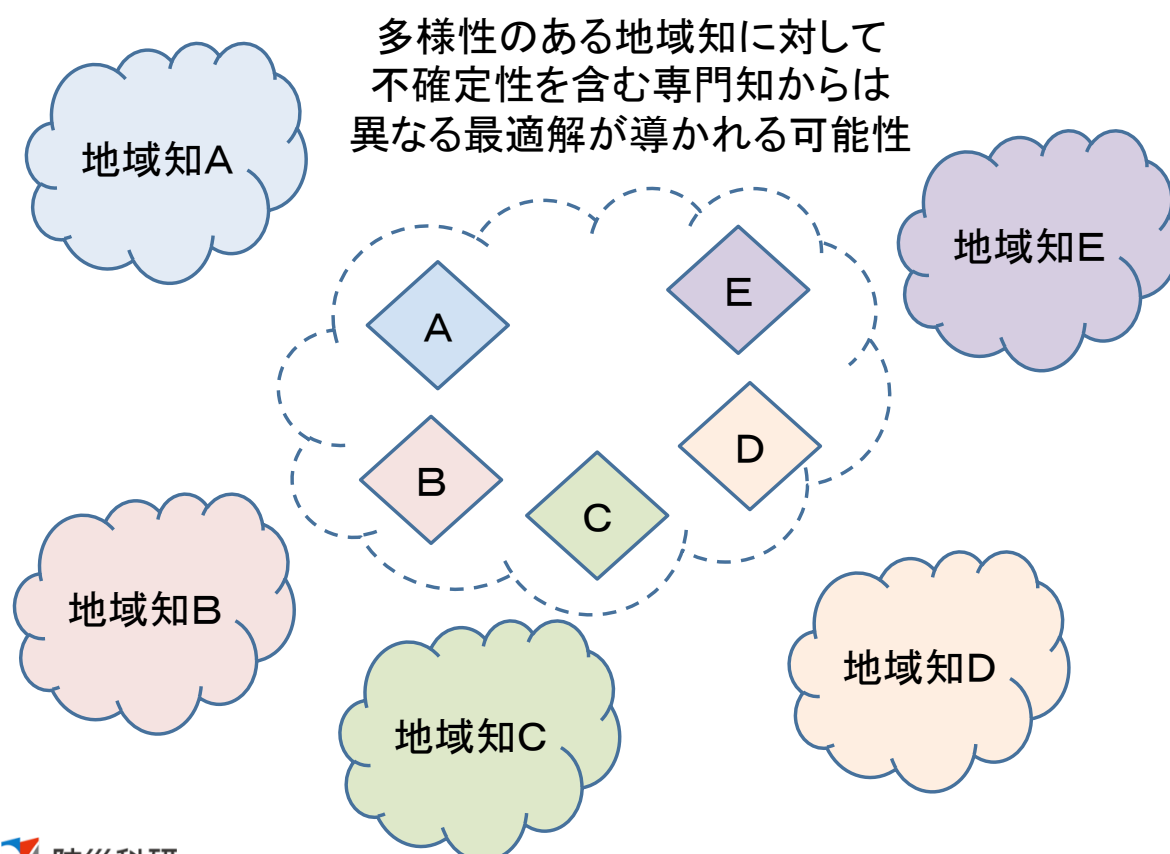
不確定性を有する専門知をどのように活用すべきか？

ばらつきや認識論的な不確定性を伴うハザード情報は、
専門家にとっても「わかりにくい」情報である。

この「わかりにくさ」とどのように向き合うかが課題である。

認識論的な不確定性を伴うハザード情報の取捨選択が、特定の利活用を
想定することによりハザード評価側で行われている。

この背景には、不確定性を含む複雑なハザード情報は専門性が高く、その
ままでは利活用しにくいという側面があり、一方で、情報公開における「わ
かりやすさ」を求める情報の利活用側からの要望が強いことが一因として
考えられる。



「わかりやすさ」を重視し、
情報を単純化し過ぎると、
使いにくい情報Xとなる
懸念がある

