

NUMOの確率論的評価手法の開発

原子力学会バックエンド部会
第30回「バックエンド」夏期セミナー
2014年 8月 7日(木)
ビッグパレットふくしま

原子力発電環境整備機構
技術部 後藤 淳一



確率論的アプローチの検討の背景

- プレート運動の安定性を前提に，過去～現在の自然現象の変動傾向を将来に外挿し，地層の著しい変動を回避（決定論的アプローチ）
 - ⇒ 回避してもなお残る不確実性が存在
- プレート運動の安定性の前提が成り立たない超長期の将来予測には大きな不確実性が伴う
 - ⇒ 過度に保守的な評価となる可能性がある
- ✓ 確率論的アプローチは，不確実性に関する定量的・系統的な情報を提供し，より合理的な評価を可能にする
- ◆ 不確実性への対応策として，決定論的なアプローチを補強する位置づけで，確率論的アプローチの検討を開始

- ITM(**I**nternational **T**ectonics **M**eeting)プロジェクト
(2004～2008年度) 手法の構築 ⇒ *ITM手法*
 - ✓ プレート運動の安定性を前提とした議論
 - ✓ 海外で採用されている確率論的モデル・解析手法の適用
 - ✓ 広域的な火山活動, 断層活動の確率論的な空間分布マップの作成
- TOPAZ(**T**ectonics **O**f **P**reliminary **A**ssessment **Z**ones)プロジェクト
(2009～2013年度) ITM手法の拡張 ⇒ *ITM-TOPAZ手法*
 - ✓ プレート運動の安定性を前提にできず不確実性が大きくなる超長期
 - ✓ 火山活動, 断層活動, 隆起・侵食のシナリオの設定
 - ✓ ロジックツリーと専門家意見集約によるシナリオの発生確率の設定
 - ✓ サイト評価や安全評価に向けた情報提供

ITM-TOPAZ手法の概要

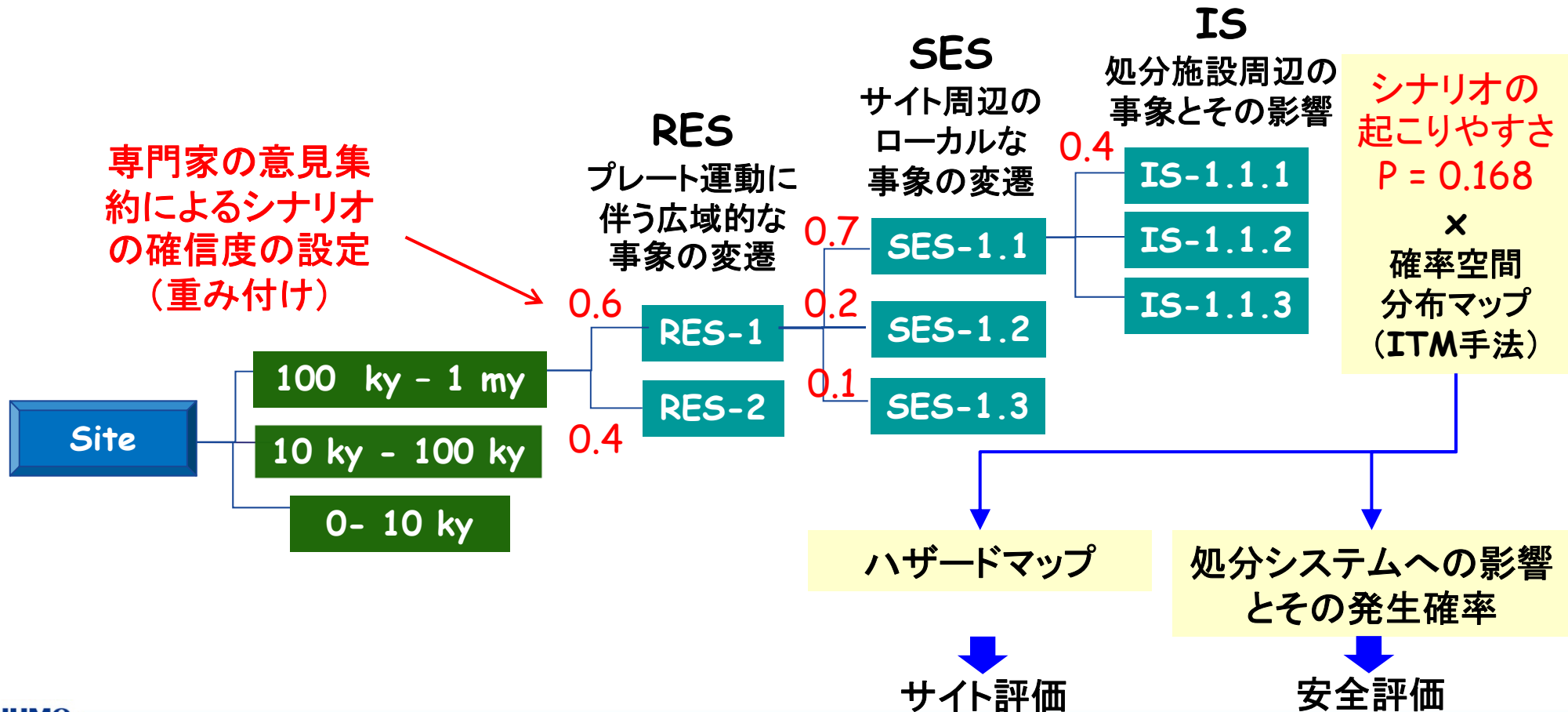
ステップ1: 長期変遷シナリオの設定

- a: 広域変遷シナリオ (RES)
- b: サイト変遷シナリオ (SES)
- c: 影響シナリオ (IS)

ステップ2: ロジックツリーの構築

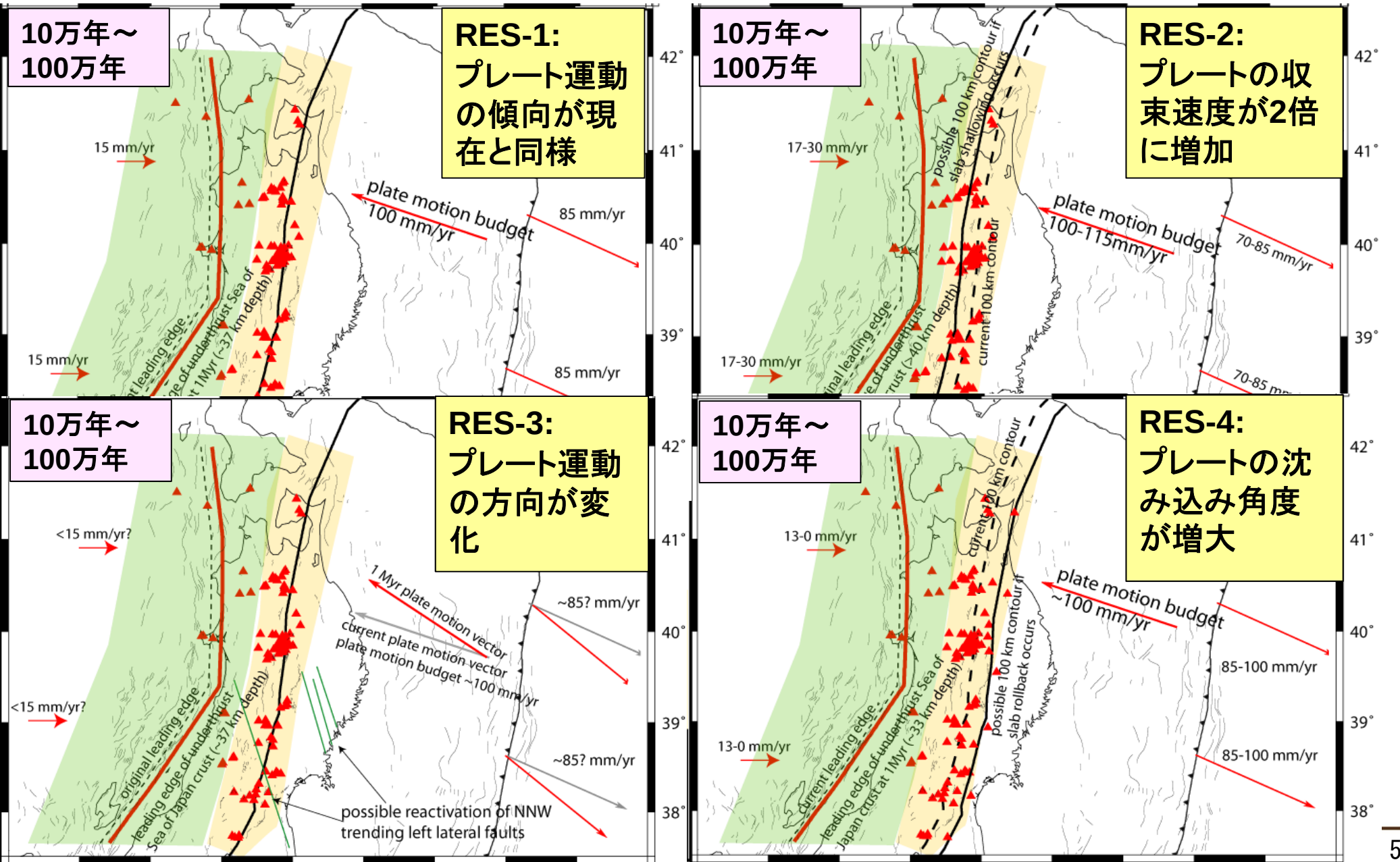
ステップ3: 専門家の意見集約

ステップ4: 確率論的評価



ステップ1a 広域変遷シナリオ

- 過去のプレート運動等の知見に基づき将来のプレート運動と広域的な現象の変遷を設定

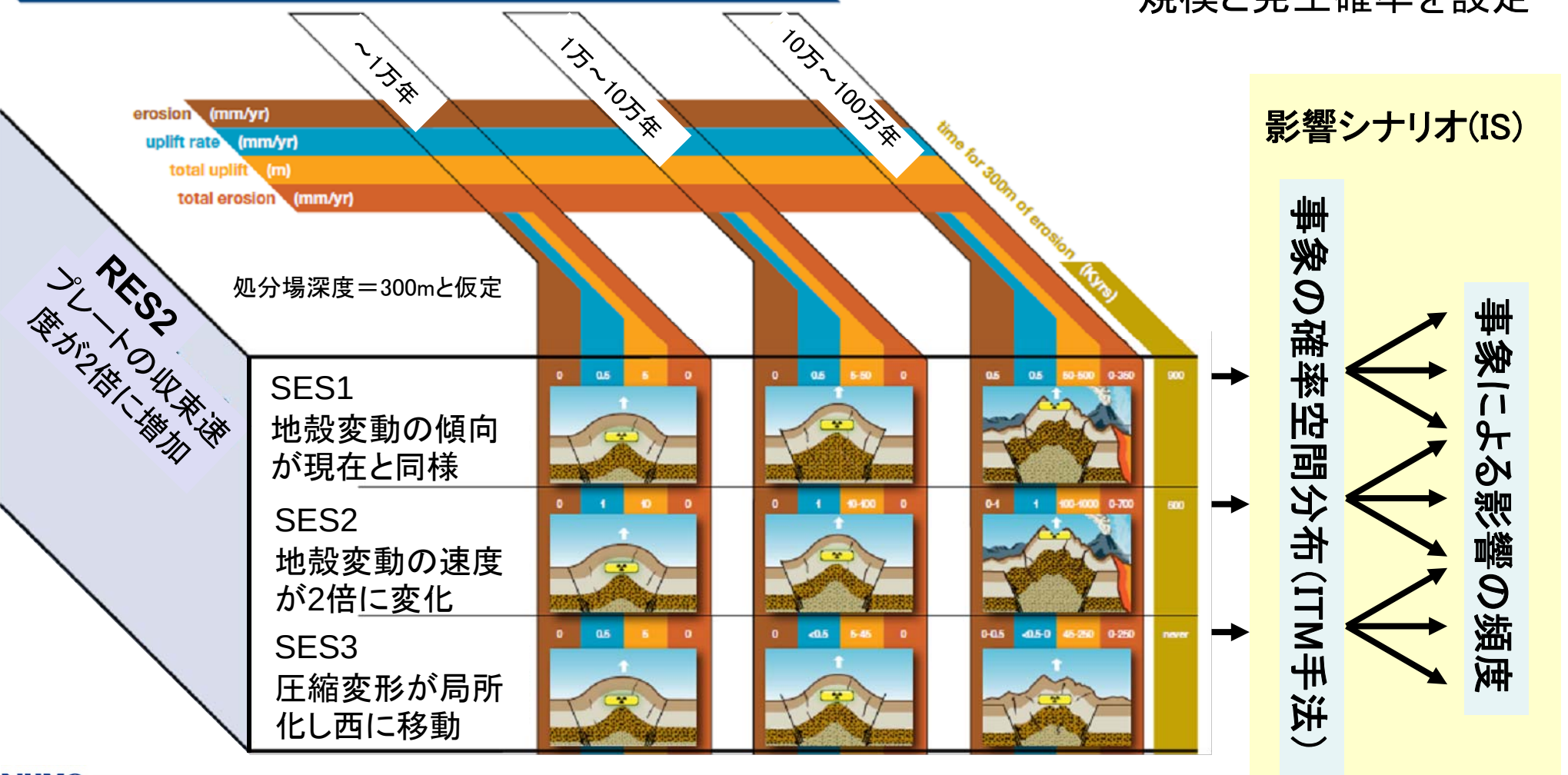


ステップ1b サイト変遷シナリオ / ステップ1c 影響シナリオ

- 広域変遷シナリオの下で生じるサイト周辺の地殻変動とそれに伴う事象の変遷を設定

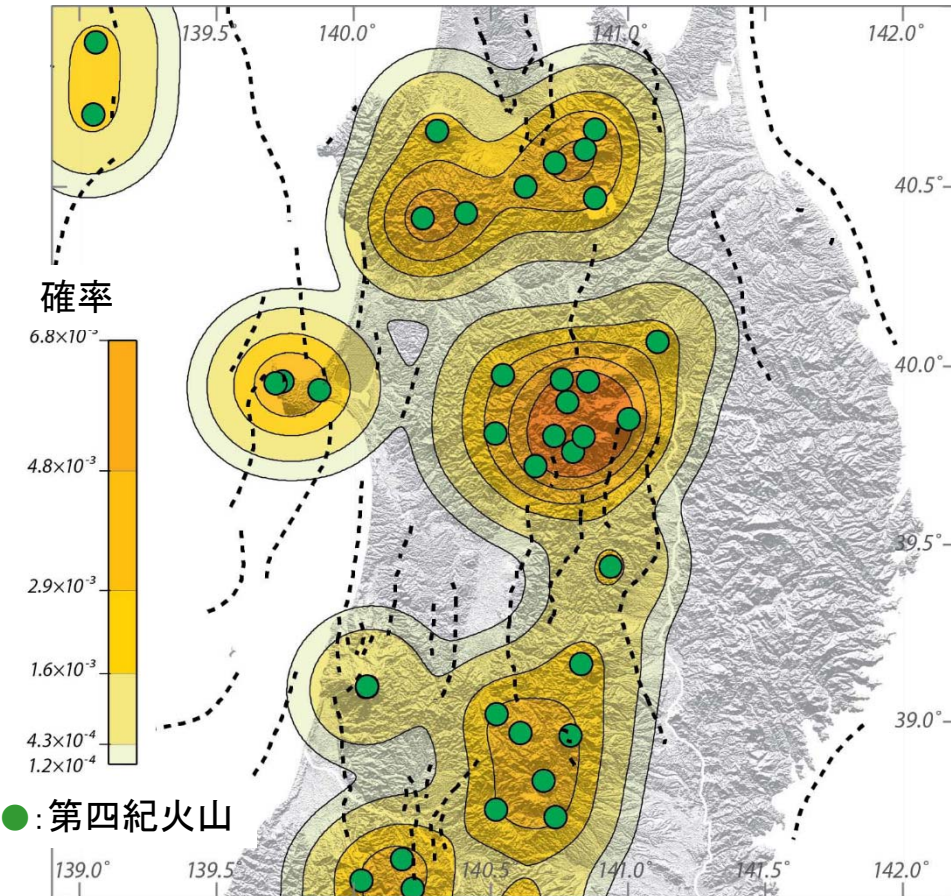
- サイト変遷シナリオの下で生じる事象の影響の規模と発生確率を設定

サイト変遷シナリオ(SES) 東北地方日本海側の検討例

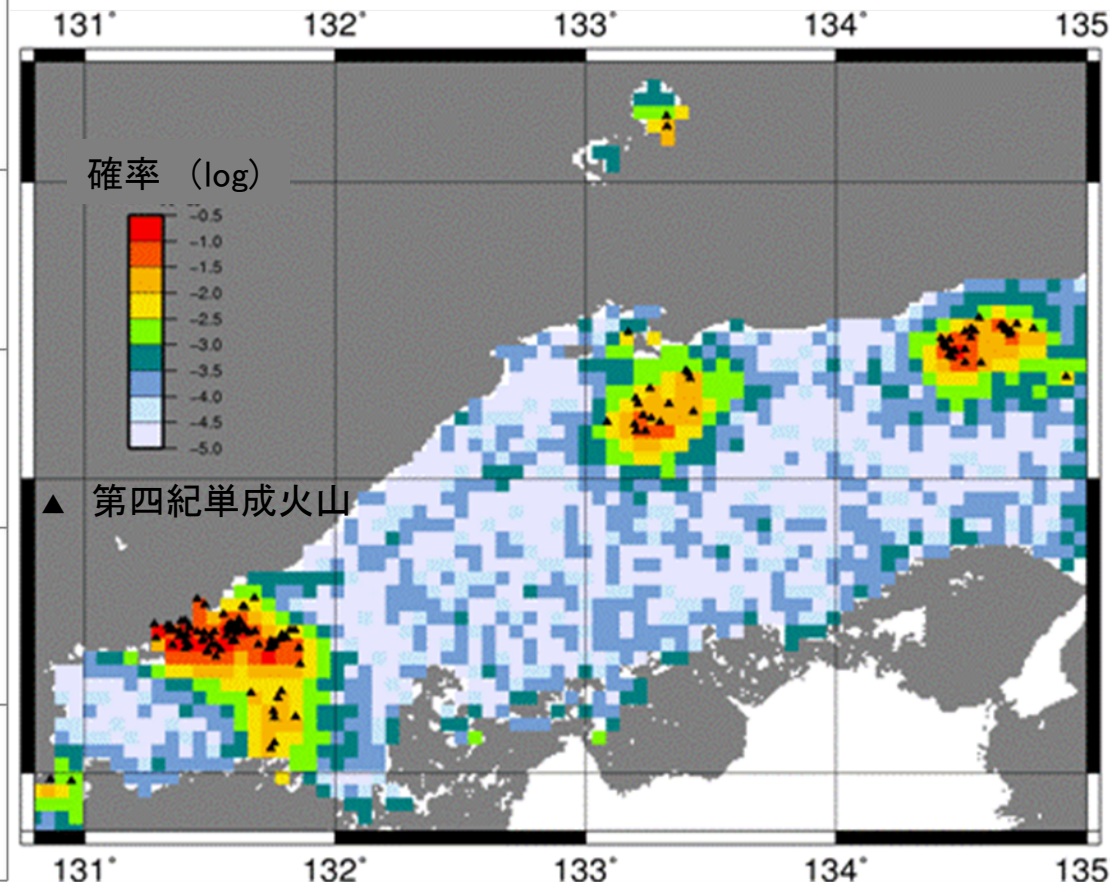


火山活動の空間分布モデル

- 火山の活動時期、位置、マグマの生成・移動に関連する地質学的・地球物理学的な情報を確率モデルに適用し、ある期間のある領域に火山活動が発生する確率を推定



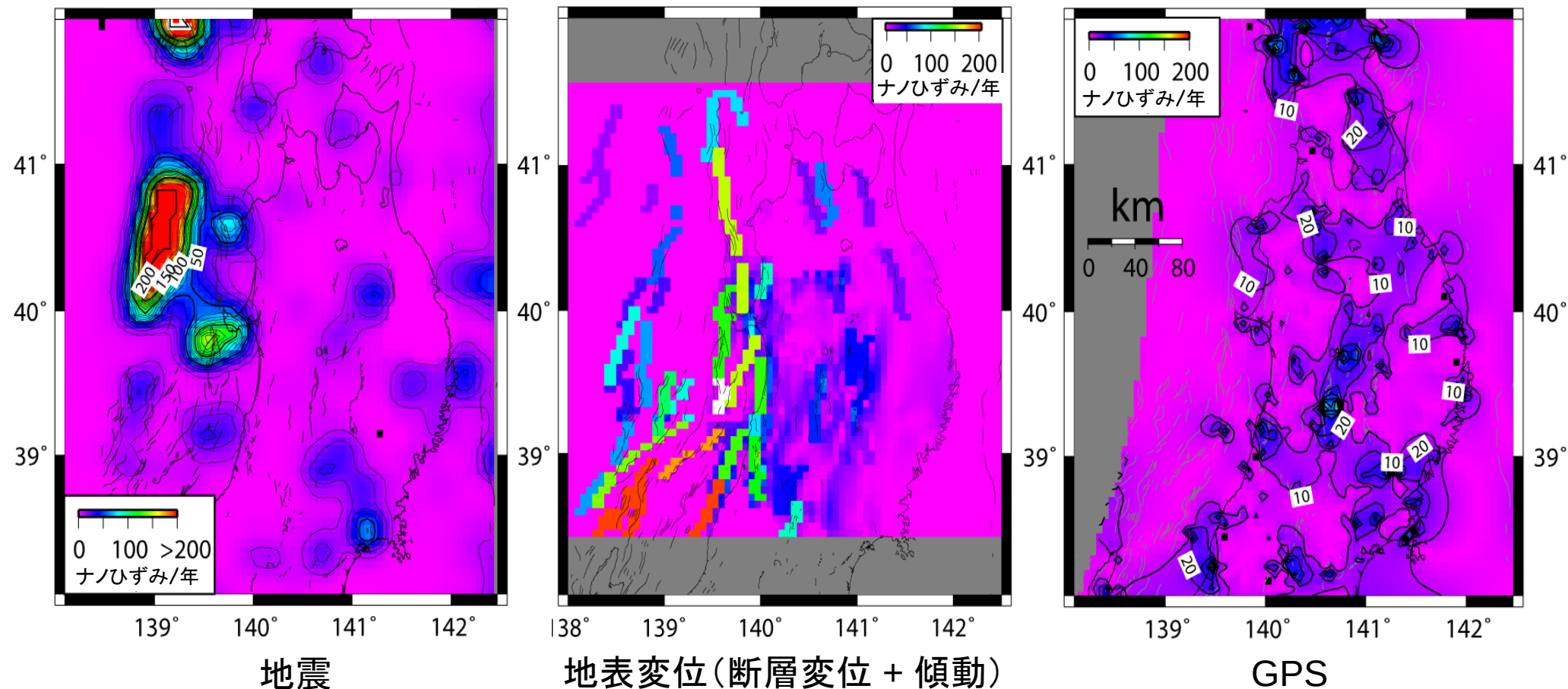
- 活動時期と位置に基づく将来10万年間に25km²の領域に1回またはそれ以上の火山活動が生じる確率(カーネル法: 東北地方への適用例)



- 活動時期と位置に加えて重力と磁気データを用いた将来10万年間に25km²の領域に1回以上の単成火山が発生する確率(コックスプロセス法: 中国地方への適用例)

ひずみ速度の空間分布モデル

- 岩盤変形に関するデータに基づき将来のある期間までに蓄積されるひずみ速度を推定



- 地震, 地表変位, GPSのデータに基づく将来10万年間に25km²の領域に蓄積されるひずみ速度の空間分布(東北地方への適用例)

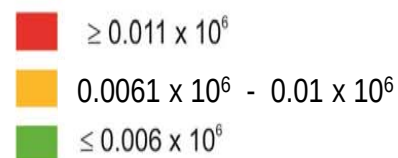
地表接近ハザードの空間分布モデル

- 地表面の侵食により廃棄物が地表接近あるいは露出する可能性を相対的に評価

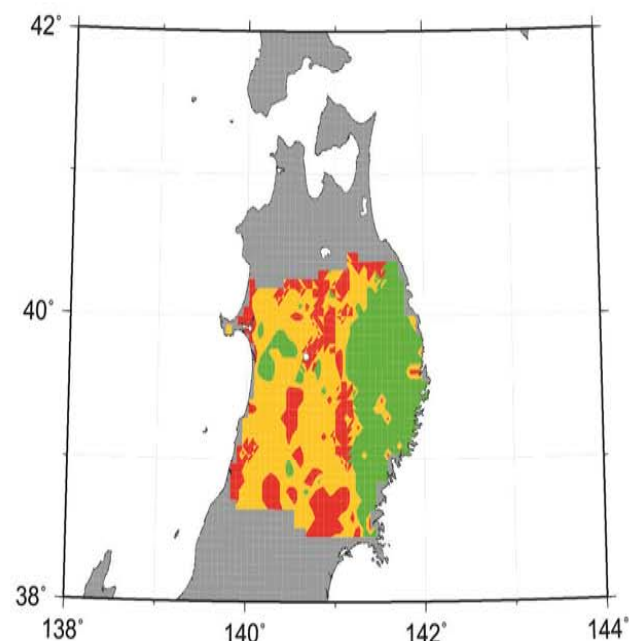
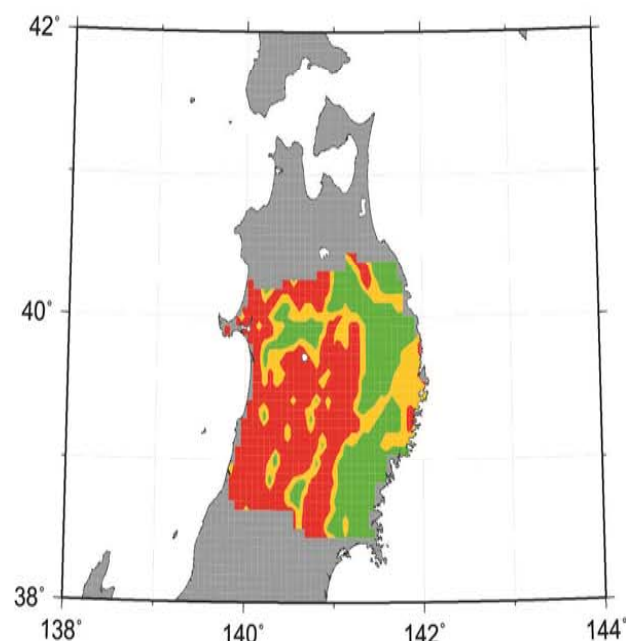
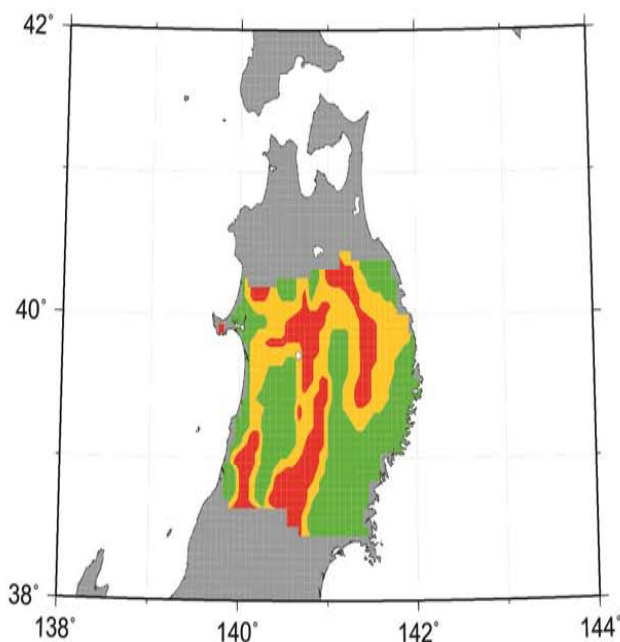
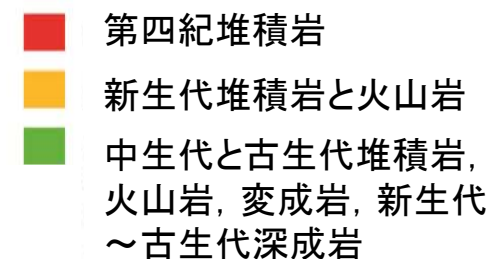
隆起速度
(mm/年)



傾動速度
(mm/km/年)

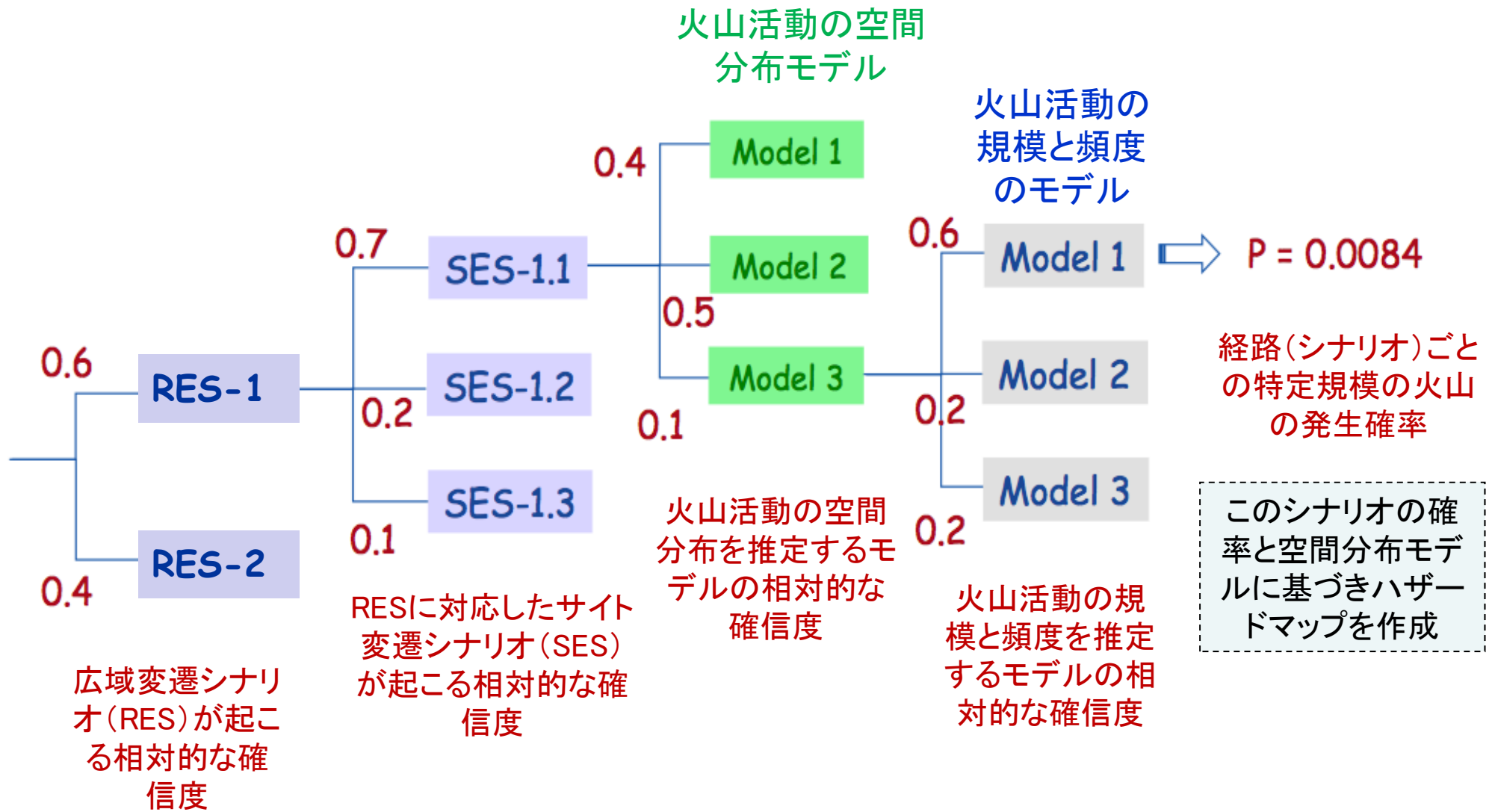


岩種分布



- 隆起速度, 傾動速度, 岩種分布(侵食されやすさの指標)に基づき, 隆起速度＝侵食速度と仮定した場合の地下300mの廃棄物が地表に接近するハザードの空間分布(東北地方への適用例)

ステップ2 ロジックツリーの構築



火山活動の影響に関するシナリオのロジックツリーの例



ステップ3 専門家の意見集約 (Expert Elicitation)

(RES-2: プレート収束速度2倍)

平均値

0.00

最適値

0.00

0.10

0.11

0.29

0.40

専門家 12

専門家 11

専門家 10

専門家 9

専門家 8

専門家 7

専門家 6

専門家 5

専門家 4

専門家 3

専門家 2

専門家 1

0

0.1

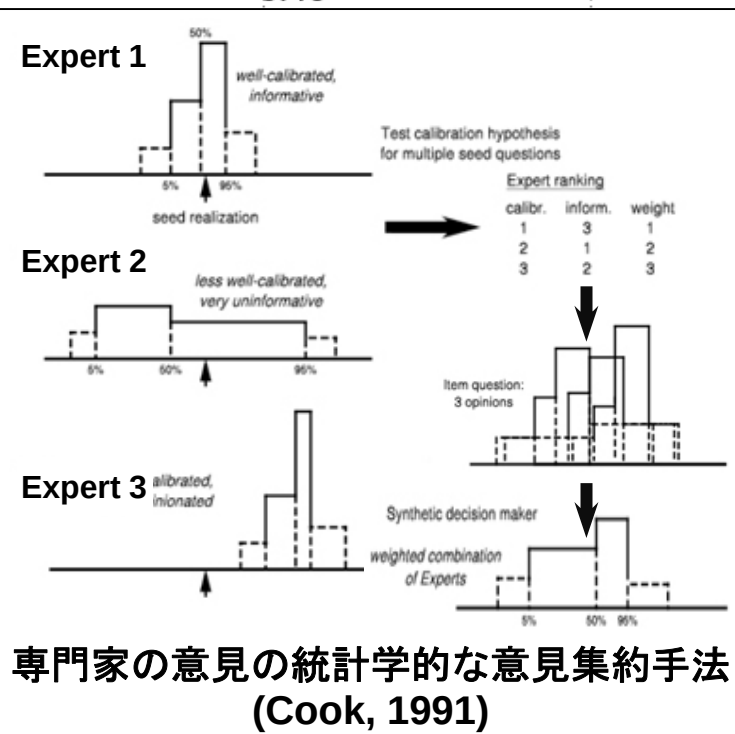
0.2

0.3

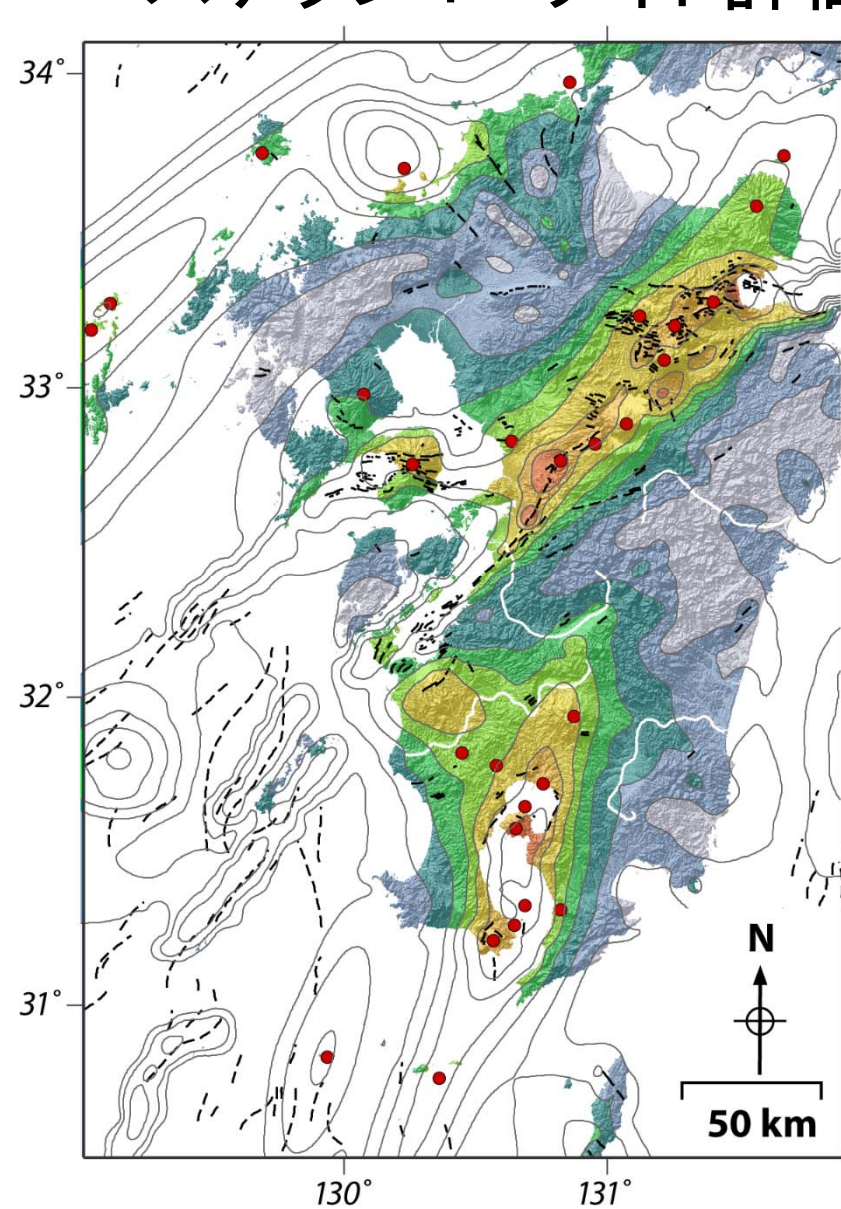
0.4

0.5

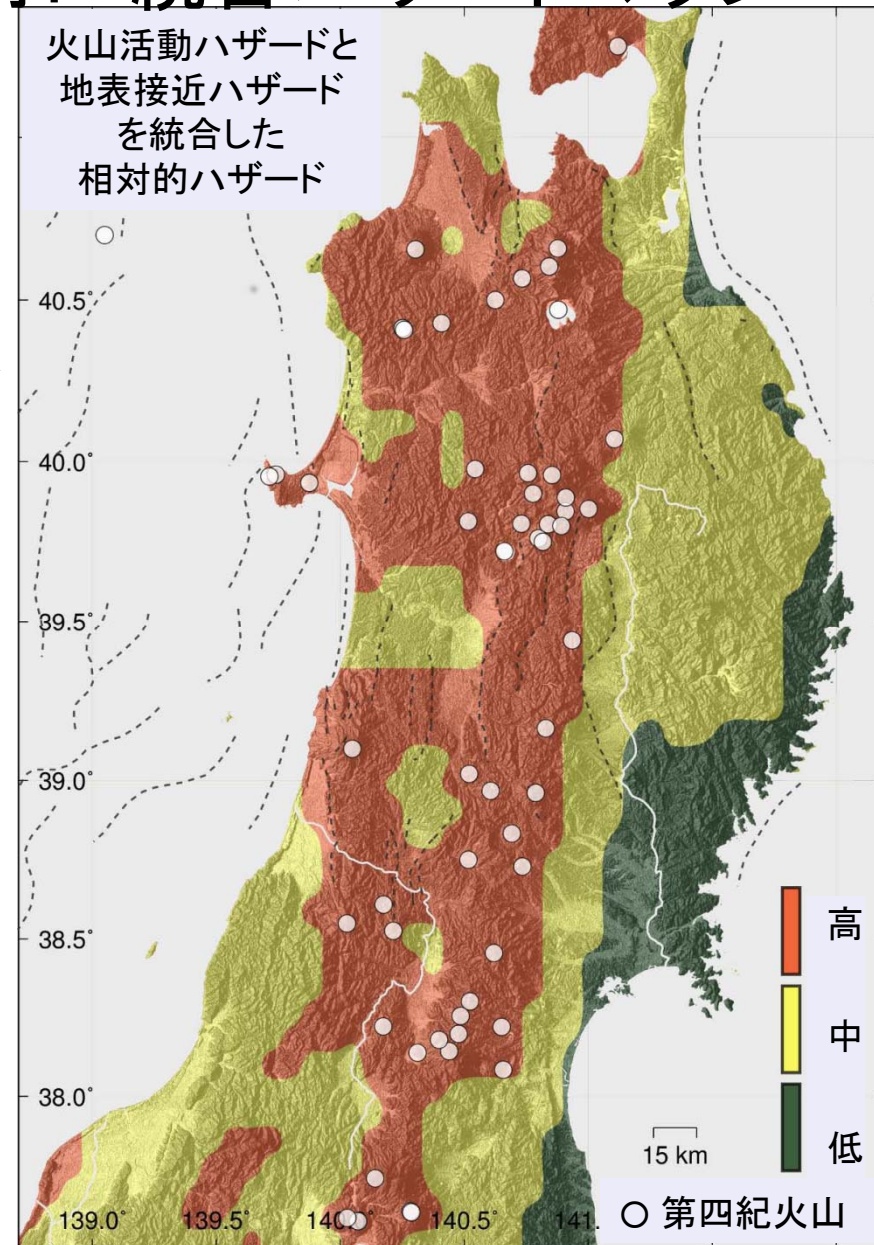
確信度 (0~1)



ステップ4 サイト評価への適用： 統合ハザードマップ

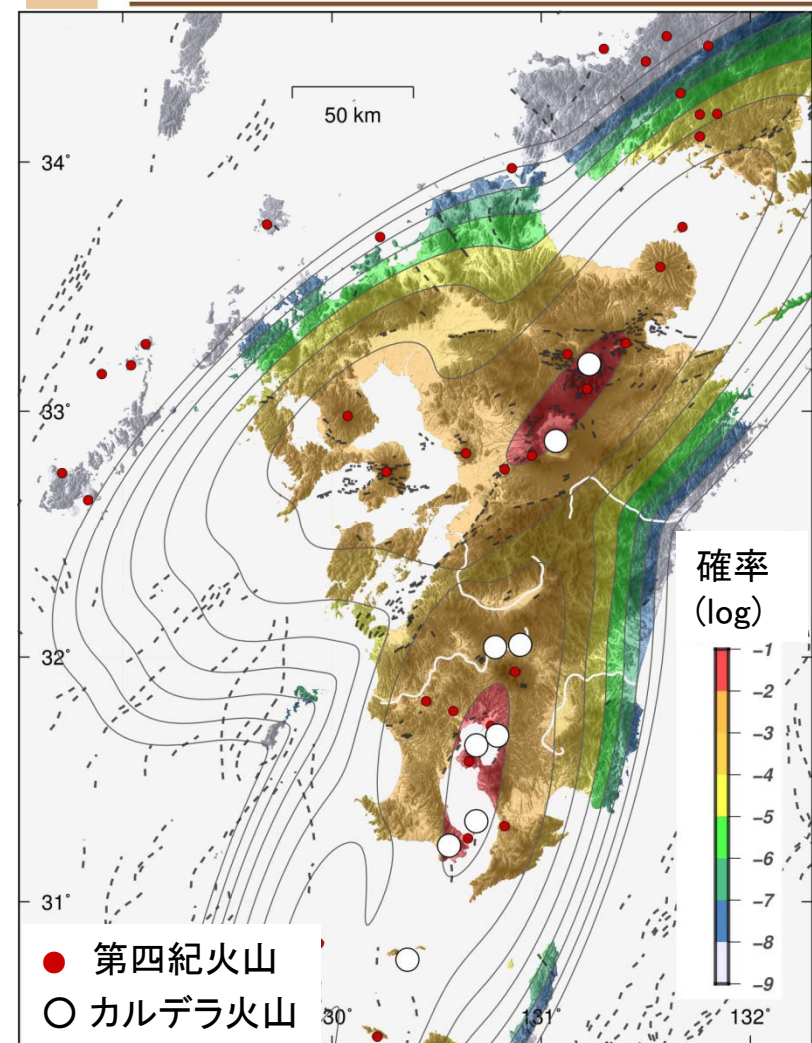


火山活動と岩盤変形の統合ハザードマップ
(九州地方への適用例)

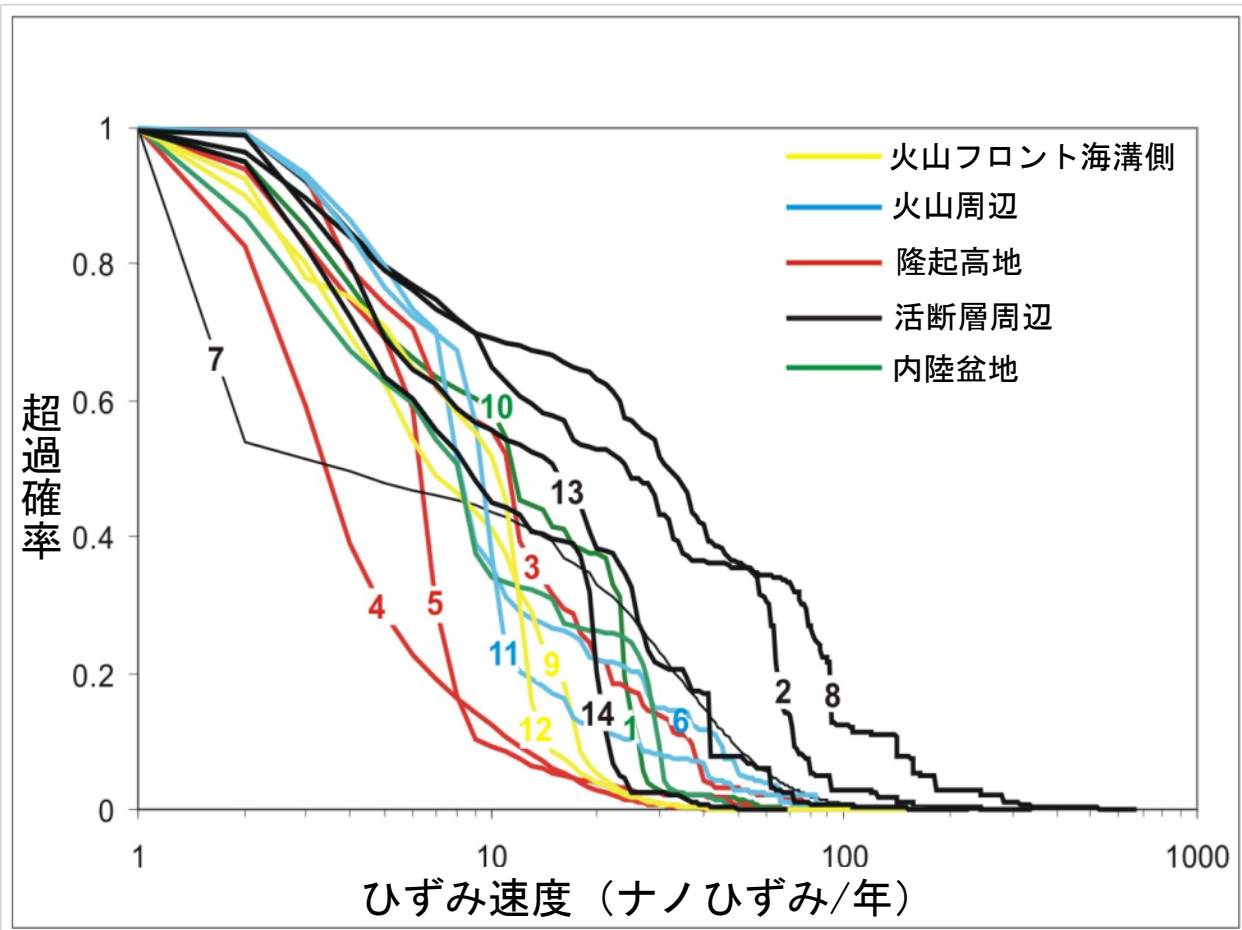


火山活動と地表接近の統合ハザードマップ
(東北地方への適用例)

ステップ4 安全評価への適用: 影響シナリオの発生確率



➤ 過去100万年間のカルデラ火山の活動履歴と第四紀火山の分布に基づき、将来10万年間に25km²の領域に半径7kmの一つまたはそれ以上のカルデラ火山が生じる確率 (九州地方への適用例)



➤ 火山や断層との位置関係に基づき設定した複数の領域のひずみ速度の超過確率の累積頻度分布 (東北地方への適用例)

検討成果：

- 一連の手法を開発し、以下の各段階で活用できる見通しを得た
 - 事前確認～文献調査
 - ✓ ハザードマップを用いた評価結果の検証・補完
 - 概要調査
 - ✓ 現地調査データを用いた詳細検討による評価結果の検証・補完
 - 精密調査～安全審査
 - ✓ 超長期の影響シナリオの発生確率の提示

残された課題：

- 地層処分システムへの影響シナリオの具体化
- 国内専門家の理解促進と協力体制の構築

今後の予定：

- 成果の取りまとめ・公表