3.8 確率論的地震動予測地図の高度化（サブテーマ 4.2）

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　確率論的地震動予測地図の高度化

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人防災科学技術研究所巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門	上席研究員	森川　信之
国立研究開発法人防災科学技術研究所巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門	部門長	中村　洋光
国立研究開発法人防災科学技術研究所巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門	主任研究員	河合　伸一

(c) 業務の目的

確率論的地震動予測地図の「内陸の浅い震源断層を予め特定しにくい地震」として、マグニチュード 7 以上の地震においても深さ 3 km の点震源を仮定して計算されていることの妥当性を検証する。

(d) 3 か年の年次実施業務の要約

1) 令和 7 年度：

確率論的地震動予測地図の「内陸の浅い震源断層を予め特定しにくい地震」として、マグニチュード 7 以上の地震においても深さ 3 km の点震源を仮定して計算されていることの妥当性を検証した。そのため、緯度、経度それぞれ 0.1 度間隔のグリッドを中心とし、マグニチュード 7.3 に相当する大きさの矩形断層を複数の走向、傾斜角で配置して確率論的な地震ハザード計算を行い、深さ 3 km の点震源とした確率論的な地震ハザード計算結果と比較した。両者に有意な差が認められたため、点震源の深さを変えた検討を行い、確率論的地震動予測地図におけるモデルの改良方策を示した。

2) 令和 8 年度：

確率論的地震動予測地図の「震源断層を予め特定しにくい地震」における地域区分が活断層の地域評価の区分と異なっているという課題について検討する。地域区分の違いが確率論的地震動予測地図に及ぼす影響を示す。

3) 令和 9 年度：

各サブテーマの成果が確率論的地震動予測地図に及ぼす影響を具体的に示すことにより地図の高度化に貢献する。

(2) 令和 7 年度の成果

(a) 業務の要約

内陸地震の震源断層を予め特定しにくい地震に対する確率論的地震ハザード計算の妥

当性を検証するため、マグニチュード 7.3 の地震を想定した大きさの矩形断層モデルと現行の点震源モデルを用いて地震ハザード評価を実施し、両者の結果を比較した。その結果、点震源モデルと矩形断層モデルのハザードカーブに差異が見られ、従来の点震源モデルではハザードを過小評価している可能性があることが明らかとなった。点震源の深さを 3 km から 2 km さらには 1 km とした場合でも過小評価は解消されず、少なくともマグニチュード 6.8 以上の地震については地震規模に応じた大きさの断層を配置することが必要であることを確認した。ただし、日本全国を対象とした面的な（約 600 万メッシュを対象とした）ハザード計算を行うためには、断層面の配置や計算方法の工夫が必要となる。

（b）業務の成果

1）矩形断層モデルによる震源断層を予め特定しにくい地震の計算

マグニチュード（M）7.3 の地震に対する矩形断層を設定した。断層面の大きさは、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2020）による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）」の（イ）の方法に基づいて設定した。断層幅 W を 18 km とした場合の震源パラメータを表 1 に示す。表より、本検討で用いる矩形断層は断層モデル長さ L を 32 km、断層モデル幅 W を 18 km とした。矩形断層の傾斜角は鉛直（90 度）、走向は、N180E、N198E、N216E、N234E、N252E、N270E、N288E、N306E、N324E、N342E の 10 通りとし、断層上端深さは 0 km と 2 km の 2 通りとした。矩形断層の位置は、全国地震動予測地図 2020 年版（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2021）の震源断層を予め特定しにくい地震の地震発生頻度の算出点に合わせて、断層中心位置が 0.1 度ごとの位置になるように配置し、対象範囲は南北約 160 km、東西約 190 km とした。この場合、矩形断層は 21×15＝315 個を配置することになる。

表 1　M7.3 の地震の矩形断層パラメータ

パラメータ	記号	設定方法	値
マグニチュード	M	仮定	7.3
地震モーメント	M_0	$\log M_0 = 1.17M + 10.72$	1.82×10^{19} Nm
モーメントマグニチュード	Mw	$Mw = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$	6.8
断層面積	S	$S = 4.24\times10^{-11}\times(M_0\times10^7)^{1/2}$	572.6 km^2
断層長さ	L	L = S / W	31.8 km
断層幅	W	仮定	18.0 km
断層モデル長さ	L_{model}	2 km 単位に丸め	32 km
断層モデル幅	W_{model}	2 km 単位に丸め	18 km
走向	q	18 度刻みで 10 通り設定	N180E～N342E
傾斜角	d	鉛直と仮定	90 度
断層モデル上端深さ	H_u	2 通り設定	0 km、2 km

評価地点は九州地方とし、東経±1 度、北緯±40 分の範囲が概ね陸域となる中心位置として 3 次地域メッシュコード「49310000」の中心点（東経 131 度 00 分 22.5 秒、北緯 32 度 40 分 15 秒）とした。これより、矩形断層を配置する範囲は東経 130 度～132 度、北緯 32 度 00 分～33 度 24 分とした。評価地点と矩形断層を配置する範囲を図 1 に示す。

地震発生頻度は、全国地震動予測地図 2020 年版の震源断層を予め特定しにくい地震の値とする。地震発生頻度は 0.1 度四方で設定されている。M5.0 以上の年発生頻度を図 1 に重ねて示している。

矩形断層はすべて同じ走向で配置し、走向を変えた 10 通りと断層上端深さを変えた 2 通りの合計 20 通りを設定した。各断層の地震発生頻度は図 1 に示した全国地震動予測地図 2020 年版の震源断層を予め特定しにくい地震の地震発生頻度をそのまま各矩形断層に割り当てた。設定した 20 ケースの矩形断層を図 2 に示す。地震動評価モデルは、全国地震動予測地図 2020 年版と同じとし、Vs = 400 m/s の工学的基盤上の最大速度を算出した。

確率論的な地震ハザード評価は、20 通りのハザードカーブを計算したうえで同じ重み（1/20）で統合した。最大マグニチュードは、全国地震動予測地図 2020 年版では海域で 7.5 となっているが、本検討では内陸を対象とすることもありすべて 7.3 とした。最小マグニチュードは、7.3 の場合と全国地震動予測地図 2020 年版と同じ 5.0 の場合の 2 ケースとした。

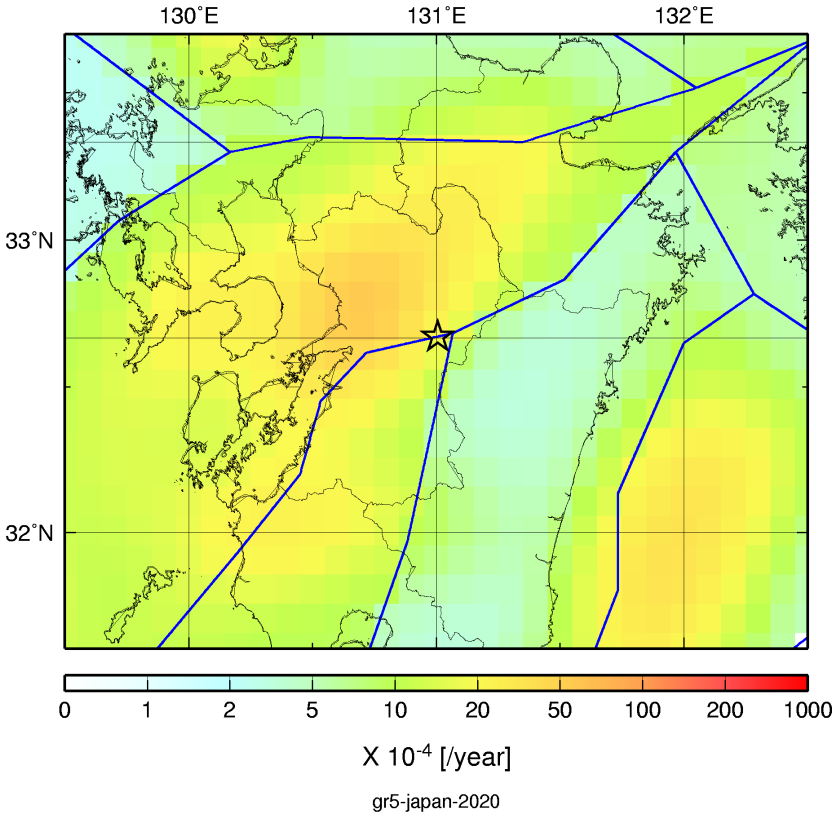
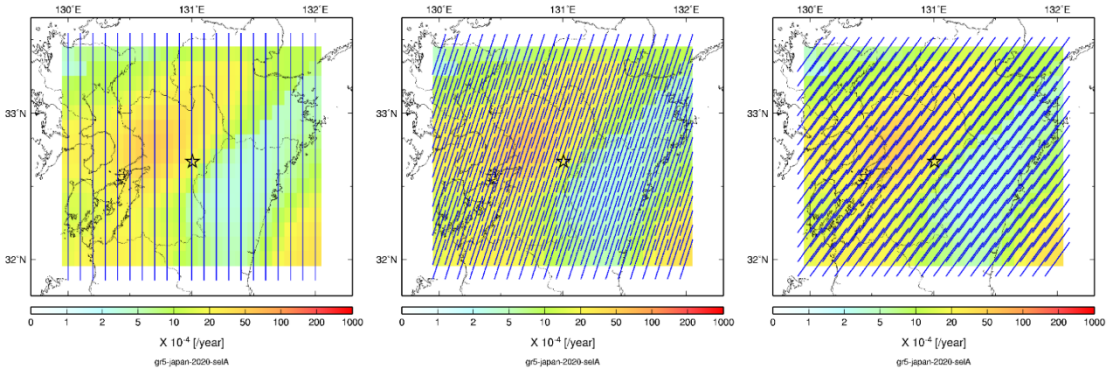
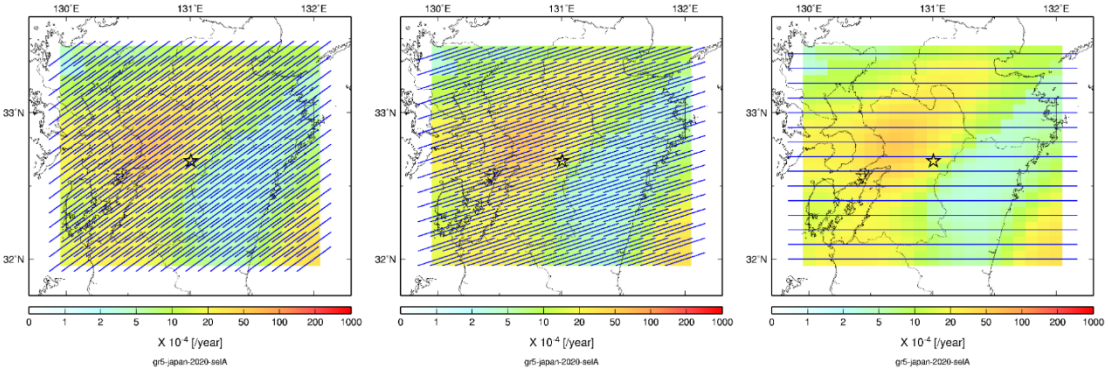


図 1 評価地点と矩形断層の配置の範囲及び全国地震動予測地図 2020 年版の震源断層を予め特定しにくい地震の M5.0 以上の地震の 0.1 度四方ごとの年発生頻度

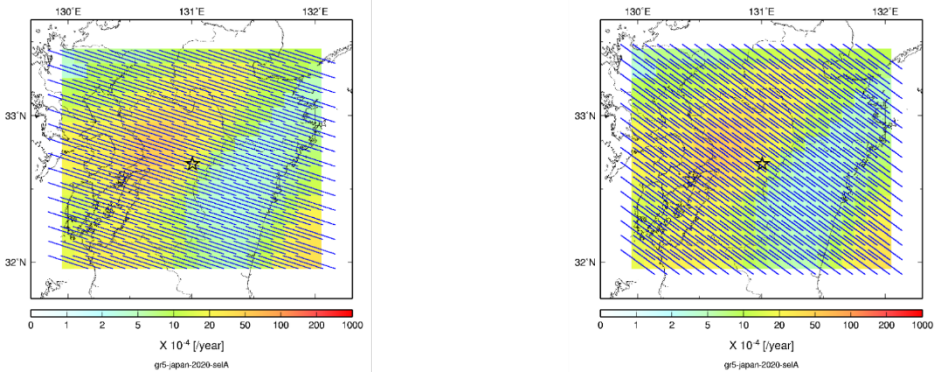
走向 N180E　　走向 N198E　　走向 N216E



走向 N234E　　走向 N252E　　走向 N270E



走向 N288E　　走向 N306E



走向 N324E　　走向 N342E

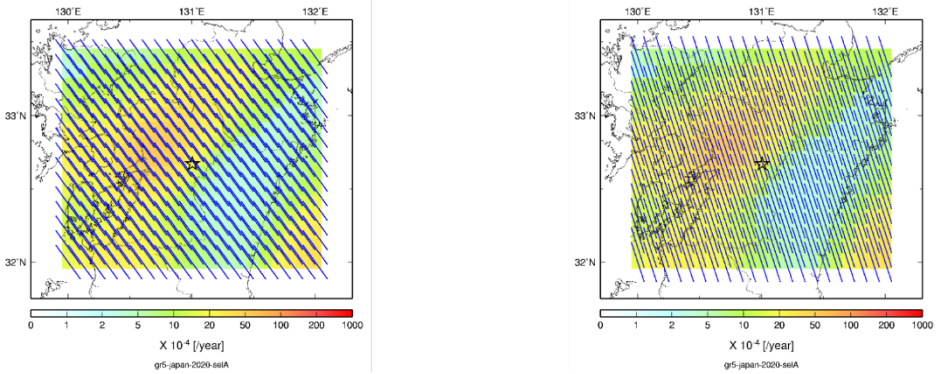


図 2 設定した矩形断層モデル（上端深さは 0 km と 2 km の 2 通り）

評価地点のハザードカーブを最小マグニチュード 7.3 の場合を図 3 に、最小マグニチュード 5.0 の場合を図 4 にそれぞれ示す。図には、(a)に 20 通りを統合したハザードカーブを、(b)に 20 通りのハザードカーブを個別に示している。最小マグニチュード 7.3 の場合、M7.3 の地震のみを対象としていることから、その地震発生頻度が大きくなく、矩形断層の走向や断層上端深さの違いによる影響はあまり見られない。一方、最小マグニチュード 5.0 の場合、地震発生頻度が比較的大きい規模の小さい地震による影響のため、統合したハザードカーブが最小マグニチュード 7.3 の場合よりも大きいことがわかる。特に断層上端深さを 0 km とした場合のハザードカーブに大きな差異が見られる。本検討では、地震規模が小さい場合でも同じ矩形断層（断層長さ 32 km、断層幅 18 km）としているため、評価地点からの断層最短距離が短くなり、地震のハザードを過大に評価しているためと考えられる。

(a) 統合したハザードカーブ　　(b) 個別のハザードカーブ

注：黒線のほとんどは青線と重なっている

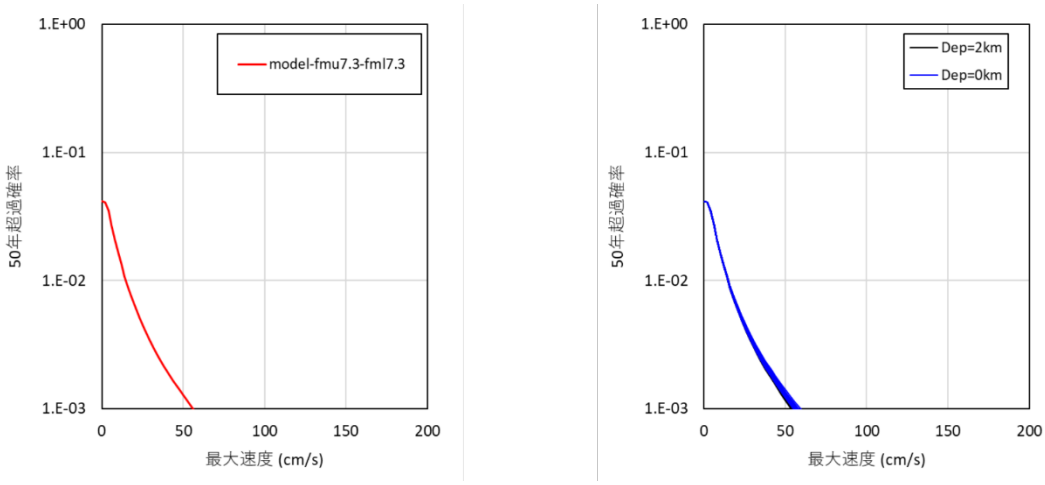


図 3 最小マグニチュード 7.3 の場合のハザードカーブ

(a) 統合したハザードカーブ　　(b) 個別のハザードカーブ

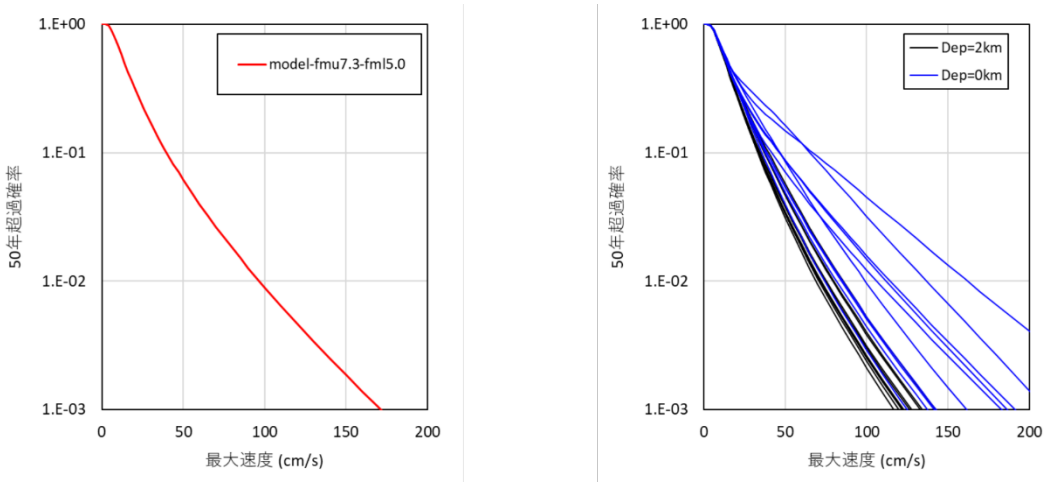
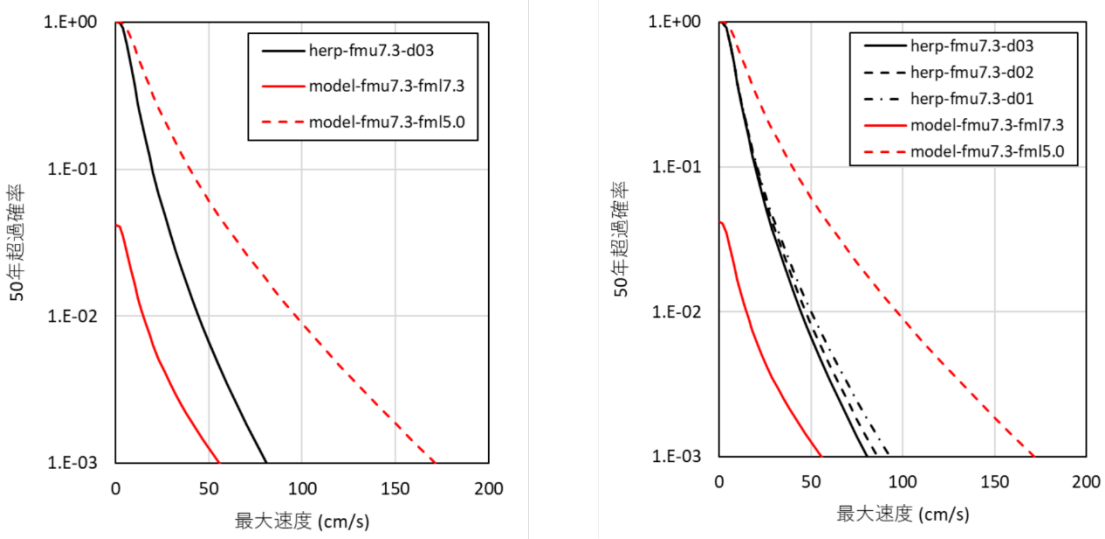


図 4 最小マグニチュード 5.0 の場合のハザードカーブ

2）点震源による計算

前項で示した矩形断層の中心位置に、全国地震動予測地図 2020 年版と同様に深さ 3 km の点震源を配置し、同じ条件で確率論的地震ハザード評価を行った。このとき、最大マグニチュードは 7.3、最小マグニチュードは 5.0 とした。点震源によるハザードカーブを図 5(a) に示す。図には、前項で示した矩形断層のハザードカーブを重ねて示しているが、点震源によるハザードカーブは、最小マグニチュード 7.3 の場合の矩形断層のハザードカーブより大きく、最小マグニチュード 5.0 の場合の矩形断層のハザードカーブより小さく、違いが見られる。そこで、点震源の深さを変えた場合の検討を行った。点震源の深さを 2 km 及び 1 km とし、他の条件は同じとして計算したハザードカーブを図 5(b) に示す。図より、点震源の深さを浅くするほどハザードカーブが大きくなることが確認できるが、矩形断層によるハザードカーブとはまだ差異が見られる。

(a) 深さ3 kmとした場合　　(b) 深さを変えた場合



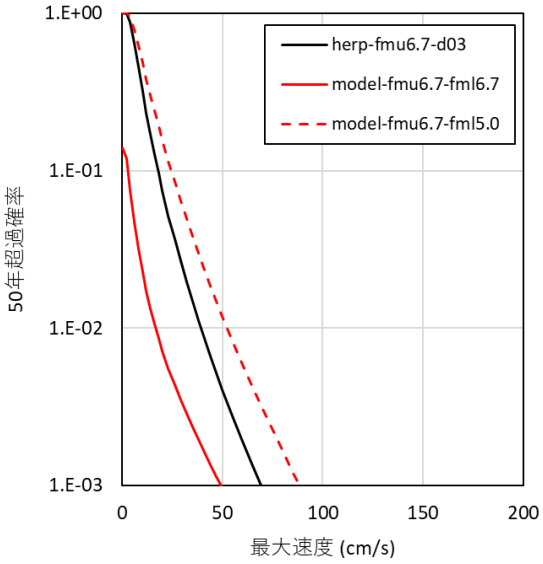
黒実線：点震源（深さ3 km）、黒破線：点震源（深さ2 km）、黒一点鎖線：点震源（深さ1 km）
赤実線：矩形断層（M7.3の地震のみ）、赤破線：矩形断層（M5.0以上の地震）
図5 点震源によるハザードカーブと矩形断層によるハザードカーブの比較

3）矩形断層の地震規模を小さくした場合の検討

藤原・他（2004）では、最大マグニチュード 6.7 として点震源によるハザードカーブと矩形断層によるハザードカーブを比較しており、深さ 3 km の点震源で近似できることを示している。ここでは、M6.7 の地震に対する矩形断層を設定して、1)項と同様の検討を行った。断層の大きさは、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2020）による「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（レシピ）」の（イ）の方法に基づいて、断層長さ 16 km、断層幅 16 km とした。矩形断層の傾斜角は鉛直とし、走向は 1)項と同様に 10 通りとした。ここでは、断層上端深さは 3 km とし、その他の条件は 1)項及び 2)項と同様とした。

確率論的地震ハザード評価において、矩形断層に対しては、最小マグニチュード 6.7 の場合と最小マグニチュード 5.0 の場合、点震源に対しては最小マグニチュード 5.0 の場合とした。計算したハザードカーブを図 6 に示す。図より、点震源によるハザードカーブは、

最小マグニチュード 6.7 の場合のハザードカーブより大きく、最小マグニチュード 5.0 の場合のハザードカーブより小さいが、後者に近い大きさになっている。この場合でも、M6.7 より小さい規模の地震は同じ矩形断層としており、この差異は、藤原・他（2004）の検討を加味すると最大規模の断層面の大きさで計算を行ったことによる過大評価と考えられる。しかしながら、図 5 の差異よりはかなり小さく、M6.8 以上の地震を含めた震源断層を予め特定しにくい地震の確率論的な地震ハザード評価としては、従来の点震源による評価では過小評価となっており、深さを 1 km とした場合でも解消されないと考えられる。



黒実線：点震源（M5.0以上の地震）
赤実線：矩形断層（M6.7の地震のみ）、赤破線：矩形断層（M5.0以上の地震）
図 6　点震源によるハザードカーブと矩形断層によるハザードカーブの比較
（M6.7の矩形断層の場合）

(c) 結論並びに今後の課題

確率論的地震動予測地図における内陸の「震源断層を予め特定しにくい地震」として、マグニチュード（M）7.3 の地震を想定して、現行の深さ 3 km の点震源を仮定した計算方法の妥当性を検証した。

M7.3 の矩形断層を用いて最小マグニチュード 5.0、最大マグニチュード 7.3 としたハザードカーブは、矩形断層の中心位置に深さ 3 km の点震源としたハザードカーブと違いが見られた。本検討では、規模の小さい地震に対しても M7.3 と同じ矩形断層を用いているため、算出したハザードカーブは過大評価と考えられるが、少なくとも M6.8 以上の地震については、地震規模に応じて矩形断層の大きさを変更したモデル化が必要である。ただし、日本全国を対象とした面的な（約 600 万メッシュを対象とした）ハザード計算を行うためには、断層面の配置や計算方法の工夫が必要である。例えば、海溝型のプレート間地

震のように、断層面の向きを断層面の中心となる緯度、経度で固定できれば、計算量を大幅に削減できる可能性がある。

(d) 引用文献

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)令和2年(2020年)3月, https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf, 2020.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 全国地震動予測地図 2020 年版, https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2020/, 2021.

藤原広行・河合伸一・青井真・功刀卓・石井透・早川譲・奥村俊彦・森川信之・本多亮・小林京子・大井昌弘・先名重樹・八十島裕・奥村直子, 西日本地域を対象とした確率論的地震動予測地図－作成手法の検討と試作例, 防災科学技術研究所研究資料, 第 257 号, https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/pdf/n257.pdf, 2004.