

公開資料を用いた簡易地震被害推定と地域対応力とに基づく耐震化目標設定に向けた考察

名古屋大学大学院 環境学研究科 都市環境学専攻 福和研究室

池田 政人

第1章 はじめに

1995年兵庫県南部地震以降、政府による各種法令の改正・制定、各種防災体制の強化、防災に係る研究の発達など、様々な分野において防災対策が充実・強化された。地方自治体においては、地震被害想定が改められ、地域防災計画策定に役立てられている。通常、市町村などの地域においては県が実施した地震被害想定の結果を用いて対策を進めている。しかし、行政において防災対策をいくら進めようとも、兵庫県南部地震における建物の耐震性が足りなかったために甚大な被害につながった、という震災の教訓が生かされていない。現状の耐震性のままでは、被害自体を軽減することができず巨大地震時に社会が対応できないことになると考えられる。そこで、この教訓を生かすために、減災戦略として耐震化を推進することが必要である。建物の耐震性を高めることによって、地震の被害そのものを軽減させることができる。そのためには、漠然と耐震化を推進するだけではなく、具体的な耐震化目標を設定し、明確な目標を持つことが重要である。

都道府県の想定地震は県全体に対して大きな影響を与える地震を選定したもので、その地域にとって最大規模の地震とは限らない。地震被害の規模を計る場合には、その地域の対応力を超えたものが災害規模を拡大させると考えられることから、現状の地域の対応力を考慮することが重要となる。

そこで、本研究では、市町村などの自治体が減災戦略として耐震化を推進するために地域対応力を考慮した地震災害定量化に関する検討を実施する。ここで、簡易地震被害推定を実施するため可能な限り公開資料に基づく。そして、その手法により地震被害から耐震化目標の設定について考える。

第2章 現代の社会状況

社会の現状について、図1に1923年関東地震時と2008年現在までの人口推移を示す。歴史地震時の人口分布と、現在の人口分布とを比較することで、社会規模を推定することができ、地震による被害の規模を単純にはあるが推定できることは可能である。

ここから、東京、名古屋、大阪の三大都市圏においては人口が増加している。巨大地震が発生すると、人口が飛躍的に増大し、都市化の進む地域にとっては社会規模が拡大し、複雑化することによって、単純に地震の被害が大きくなると考えられる。それとは反対に人口が激減し、過疎化の進む地域においては単純に地震の被害が拡大するとは考えにくい。しかし、新潟県中越地震における旧山古志村のように、災害時には孤立集落と化してしまい、救援の手が届かなくなってしまう可能性も考えられる。地震時には都市部と過疎地において、現代社会の問題が浮き彫りになる。

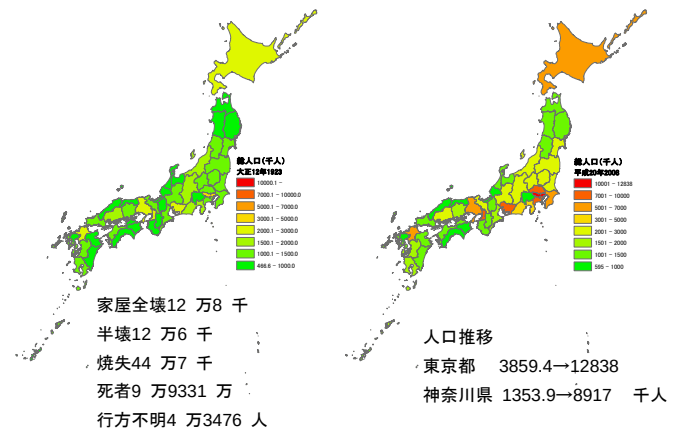


図1 1923年関東地震時と2008年現在までの人口推移

また図2に耐震化率について示す。図3に免震、高層建物分布状況を示す。都市部に免震、高層建物が集中していることがわかる。さらに確率論的地震動予測地図と照らし合わせると、それらの都市部では今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率が非常に高いと推定されている。また、長周期地震動予測地図から、免震、高層建物が集中する地域で長周期の揺れが卓越しやすいことがわかる。長周期地震動に対する十分な認識がなかった時代に開発された免震、高層建物、特に高層建物については、東海・東南海地震などの長周期地震動で発生する共振現象による危険性が懸念される。

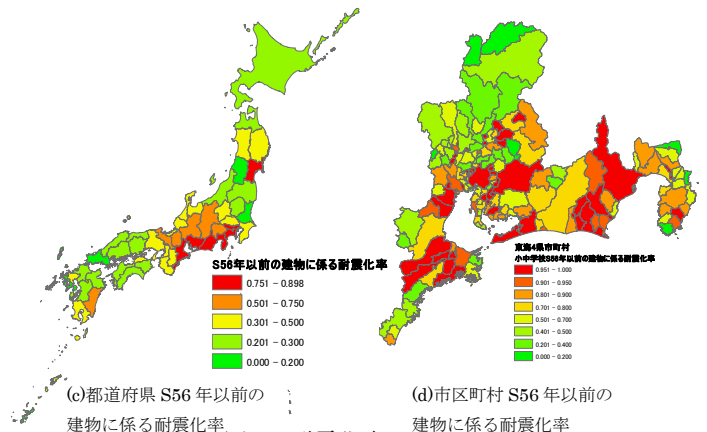


図2 耐震化率

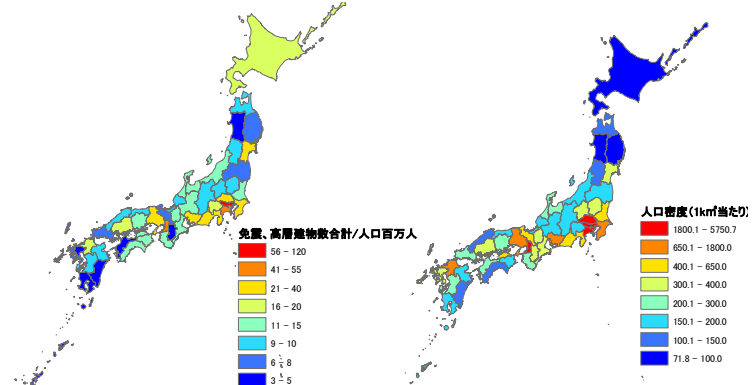


図3 免震、高層建物分布状況

第3章 公開資料を用いた簡易地震被害推定手法の提案

ここで使用するデータ群は、貴重なデータで、データの購入には多大な費用がかかっている。できるだけ公表資料を用いることを心がけ、簡易に地震被害を推定することを目標とする。災害対応力の評価の流れを図4に示す。また、図5に地震被害推定計算過程を示す。まず、予め日本全国で発生の可能性のある地震をデータベース化し、これらの地震全てについて、評価対象地域の地震ハザード（地震動強度）を計算する。次に対象地域に被害が発生し始める地震動強度（震度5弱）をもたらす地震を全て選定する。一方、各地域の人口、建物数データベースを地域メッシュ単位で整備し、上記の地震ハザード（震度）に暴露される量、震度暴露量¹⁾を評価する。なお、震度暴露量は、人口を用いた場合は震度暴露人口、建物数を用いた場合は震度暴露建物と呼ぶ。震度暴露量は地震被害のポテンシャルを示すため、この上位数地震を選定し、その地震に対して被害を定量化する。この被害量を地域の対応力と比較することで、その地域に最も影響を及ぼす地震を選定するとともに、対応力を考慮した被害量を評価することが可能となる。次に、その地域の目標耐震化率を変更した場合、その耐震化率が満足されたときの被害の低減効果を定量的に把握するとともに、対応力と比較する。これにより、地域のみでの災害への対応の可否や目標耐震化率の有効性を検討し、減災戦略としての耐震化推進に向けた課題を抽出することが可能

となる。

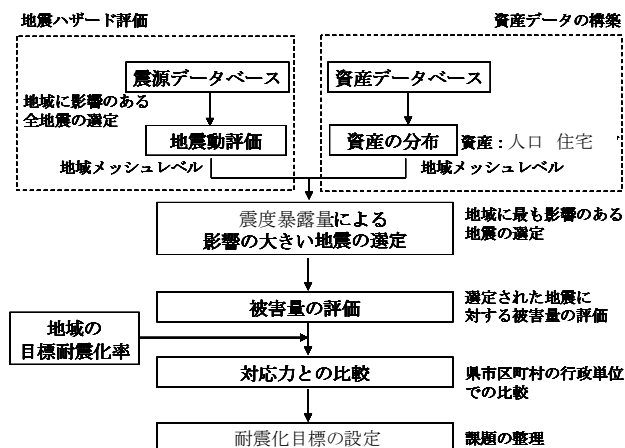


図4 全体評価手法の流れ

地震ハザード評価

震源データベースは、防災科学技術研究所による全国地震動予測地図（地震動予測地図）²⁾から「主要活断層帯に発生する固有地震」、「海溝型地震」、「主要活断層帯以外の活断層に発生する地震」、「震源断層を予め特定しにくい地震」のうち内陸活断層型の最大規模の地震、を選定し、その震源諸元（震源位置、地震規模、震源形状）と今後30年以内に発生する確率を整備する。地震ハザードの算出は、全地震について画一的に取り扱い、地震発生時の平均的な地震動を算出する観点から、地震動予測地図に示された「簡易手法」と同様に、工学的基盤の地

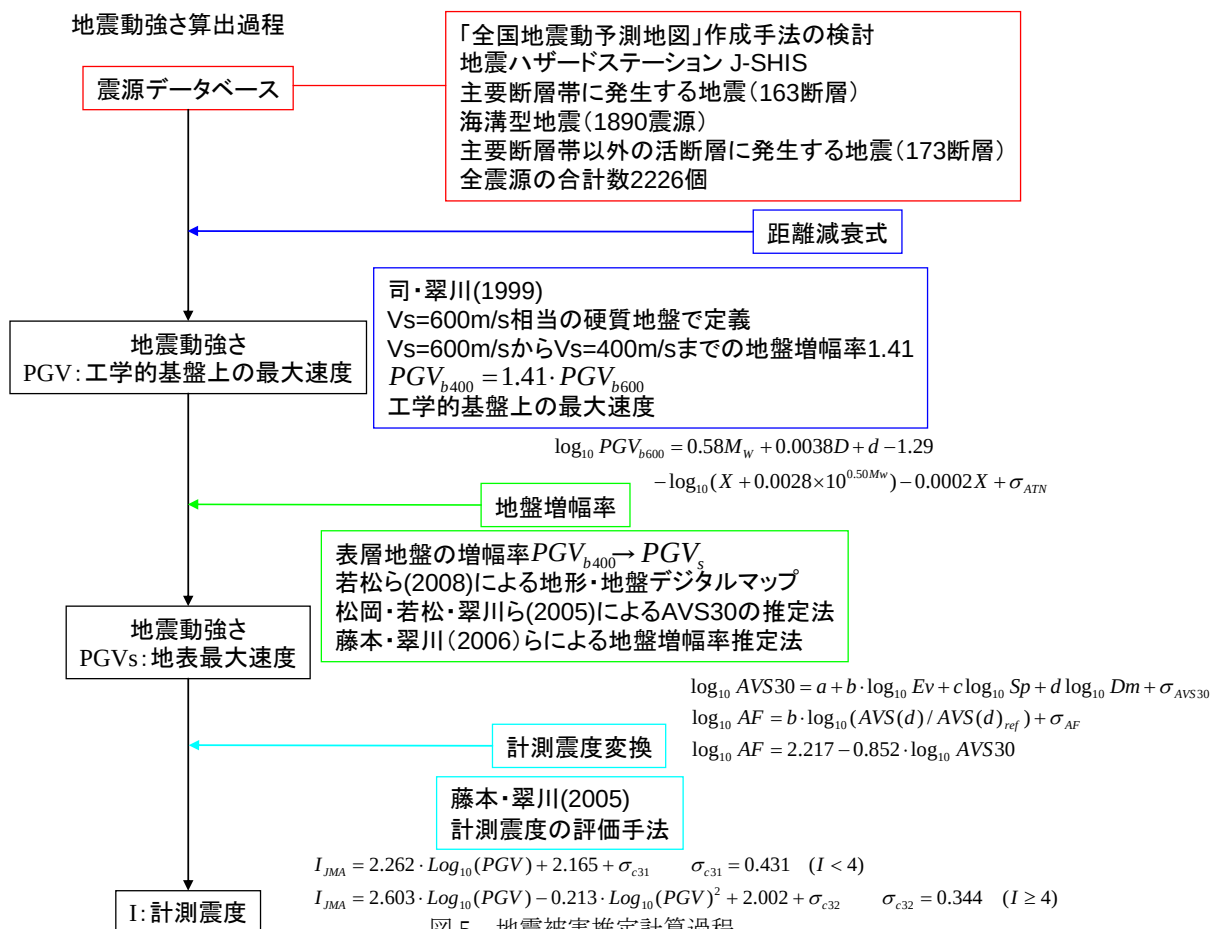


図5 地震被害推定計算過程

震動強度を経験的距離減衰式により算定し、表層地盤による地盤増幅率を考慮して、地表面の計測震度を算出する。

人口データの作成

1995 年、2000 年、2005 年国勢調査のデータを 500m メッシュで整備する。また、将来的な人口データとして、市区町村別将来推計人口を用いて今後 30 年間の人口データを整備する。なお、現在の市区町村別人口と評価メッシュとの比率を用いて、将来の市区町村別人口を各地域メッシュに按分する。ここでの人口は夜間人口を用いる。

建物データの作成

総務省統計局平成 20 年住宅・土地統計調査の都道府県別の住宅戸数を、国勢調査地域メッシュ統計の世帯数と都道府県ごとの世帯総数との比を用いて按分し、各 3 次メッシュの住宅戸数を設定する。耐震性能を考慮し、建て方(一戸建、長屋建、共同住宅)、構造(木造、防火木造、RC/SRC 造、S 造)、年代(-1970,1971-1980,1981-)の区分で作成する。

対応力データの作成

対応力評価指標として人的被害に関する負傷者については救急対応として救急車、医療対応に関しては空床床数、医師数などを考える。死者対応については、葬儀関連の霊柩車対応、火葬対応を考える。また、建物被害には瓦礫処理対応を考える。

地震被災シナリオの作成

地震発生後の個人の想定行動を時系列に基づいて分析することで、地震発生からの時系列に沿った複雑に絡み合う地震被災シナリオを作成する。

第 4 章 震度暴露量と被害量の評価

震源データベースの全地震について、震度 6 弱以上の震度暴露人口、建物を計算し評価対象地震を選定する。なお、地域を特定せず、日本全国について試算する。

木造一戸建の震度暴露建物を横軸に、今後 30 年以内に地震が発生する確率を縦軸にプロットしたものを図 6 に示す。ここでは、南海トラフにおいて発生する地震が図中右上の領域に多く位置しており、震度暴露量が多く発生確率が高い地震が最も対策を急ぐべき地震として選定される。多くの地震に対して震度暴露建物を算出したが、暴露量だけでなく、その発生確率を考慮する必要があることを示した。そこで、震度暴露建物にその地震発生確率(今後 30 年間における発生確率)を乗じたものを期待震度暴露建物と定義し、この上位の地震を選定することが、その地域で検討すべき想定地震であると考えられる。巨大地震時に特に大きな影響を受けると考えられる木造戸建て住宅に焦点を当てる。ここで、期待震度暴露建物は、地震規模・発生確率が大きい南海トラフの海溝型地震が上位を占める。また、内陸の活断層による地震についても、切迫度が高いと懸念されている糸魚川ー静岡構造線断層帯、関西地方の上町断層帯や奈良盆地東縁断層帯が

選定される。

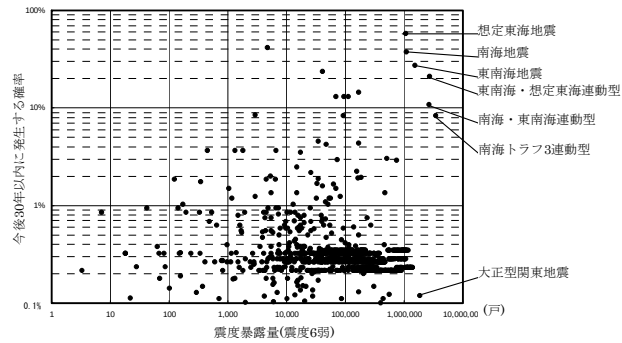


図 6 震度暴露建物と地震発生確率

表 1 期待震度暴露建物

順位	期待暴露建物(戸)	地震名
1	618,751	想定東海
2	578,977	東南海・想定東海
3	421,202	東南海
4	414,272	南海
5	288,022	南海・東南海
6	285,857	南海トラフ3連動
7	24,477	糸魚川ー静岡構造線断層帯 北部・中部
8	21,447	上町断層帯
9	15,492	奈良盆地東縁断層帯
10	14,834	宮城A1A2B

次に、震度暴露量によって選択された地震について、図 7 に示す通り被害量を算出する。図 8 に震度暴露量と被害量との比較を示す。震度 6 弱以上の震度暴露量は全半壊数に対して若干上回る形で対応している。

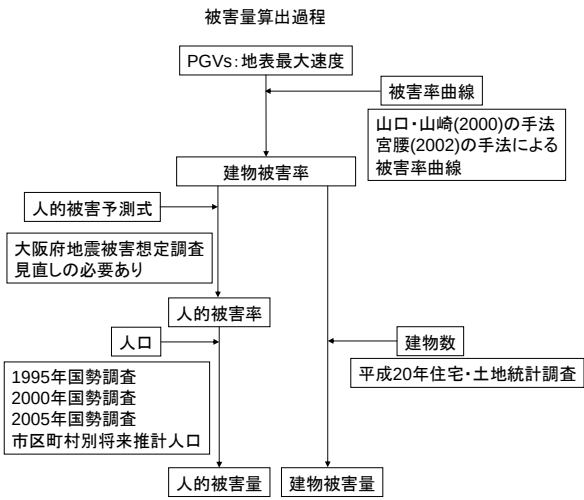


図 7 被害量算出過程

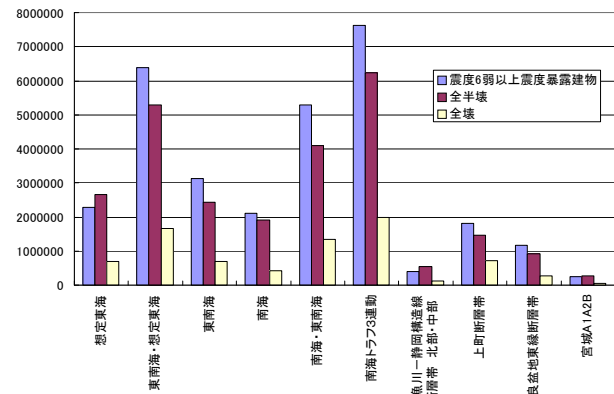


図 8 震度暴露量と被害量との比較

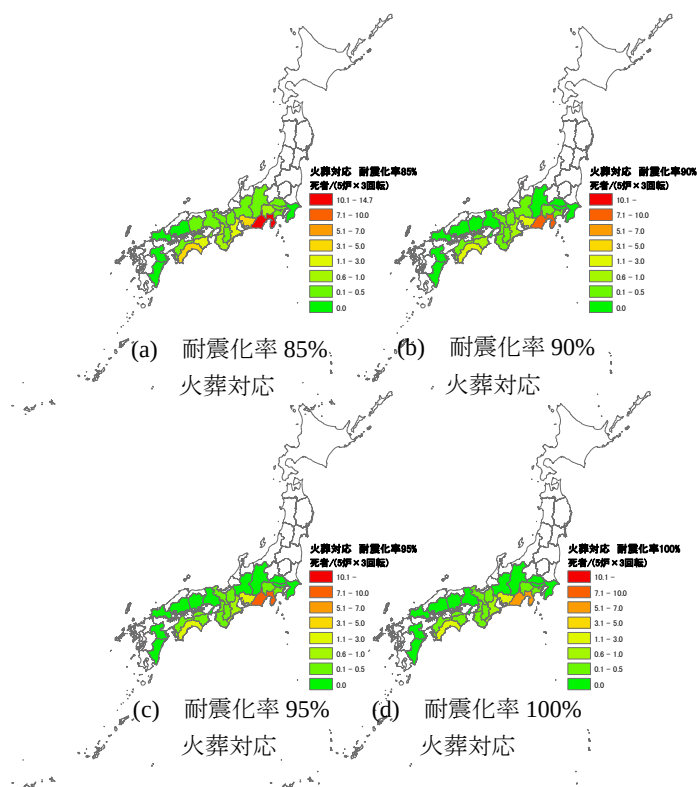
対応力の検討としてまず、現代社会の様々な事象が絡み合う地震被害の対応を考慮し、必要な項目について対応を表2に示す。

[illegible]

耐震化率 85%の場合は、静岡県 の値が 14.7 と 10 を超え、10 日以内に遺体の処理ができない。しかし、耐震化率を 90%にまで引き上げると、死者数が 8 千人以上から 5 千人以下へと減少する。ここから、値が、8.3 へと減少し、10 以下となる。さらに、耐震化率を 95%、100%と引き上げることで、静岡県における死者数は 4241 人から 3782 人へと減少し、値は、7.4 から 6.6 へと減少する。

火葬の対応を考えたが、その際に順序を考慮した対応が必要になる。事前の対応で滞ると、その後の対応に大きな影響を及ぼす。例えば、遺体の身元が判明するのに時間がかかり、搬送する遺体が少なかったという記録に表れるように、死者の判断に時間がかかると、その後の対応が滞る。まずは検視の済んだ遺体が、霊柩車で運ばれ、そこで火葬できるかどうかの対応力を検討する必要がある。この検討による計算上、対応に余裕がある場合であっても、事前の対応で滞りが生じて、その後の対応に集中した対応が必要になった場合には、計算では把握しきれない対応が迫られる。

都道府県	対立の確率 一日3回戦		割合化率(8%) 人の被験者 対立の対立確率		割合化率(9%) 人の被験者 対立の対立確率		割合化率(95%) 人の被験者 対立の対立確率		割合化率(100%) 人の被験者 対立の対立確率		
	5回/3回戦	対立者(人)	対立者/5回/3回戦	対立者(人)	対立者/5回/3回戦	対立者(人)	対立者/5回/3回戦	対立者(人)	対立者/5回/3回戦	対立者(人)	対立者/5回/3回戦
埼玉	300	22	0.1	7	0.0	5	0.0	3	0.0	3	0.0
茨城	450	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
東京	380	58	0.1	12	0.1	7	0.0	4	0.0	4	0.0
神奈川	330	171	0.5	96	0.3	81	0.2	66	0.2	66	0.2
山梨	195	168	0.9	95	0.5	84	0.4	73	0.4	73	0.4
長野	405	22	0.0	10	0.1	8	0.0	7	0.0	7	0.0
岐阜	795	85	0.1	45	0.1	40	0.0	34	0.0	34	0.0
静岡	570	8366	14.7	476	8.3	4241	7.4	3782	6.6	3782	6.6
愛知	525	2033	3.9	1049	2.1	949	1.8	828	1.6	828	1.6
岐阜	630	1058	1.7	473	0.8	411	0.7	355	0.7	355	0.7
滋賀	240	35	0.1	18	0.1	16	0.1	13	0.1	13	0.1
京都	210	47	0.2	23	0.1	20	0.1	16	0.1	16	0.1
大阪	840	575	0.7	291	0.3	252	0.3	212	0.3	212	0.3
兵庫	45	22	0.0	9	0.0	8	0.0	6	0.0	6	0.0
奈良	585	100	0.2	59	0.1	53	0.1	47	0.1	47	0.1
和歌山	450	342	0.8	135	0.3	116	0.3	99	0.2	99	0.2
岡山	450	30	0.1	9	0.0	7	0.0	4	0.0	4	0.0
広島	1005	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
山口	645	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
徳島	255	378	1.5	148	0.6	129	0.5	117	0.5	117	0.5
香川	480	106	0.2	56	0.1	48	0.1	42	0.1	42	0.1
高松	252	252	1.0	117	0.2	101	0.2	87	0.1	87	0.1
愛媛	210	1013	4.8	469	2.2	409	1.9	356	1.7	356	1.7
大分	510	25	0.0	12	0.0	10	0.0	8	0.0	8	0.0
宮崎	180	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
鹿児島	1440	1440	1.0	792	0.7	7056	0.6	6168	0.5	6168	0.5



第6章 まとめ

参考文献

- 1)能島暢呂、久世益充、杉戸真太、鈴木康夫：震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み、自然災害科学、JJSNDS 23-3、pp.363-380、2004
- 2)防災科学技術研究所：「全国地震動予測地図」作成手法の検討、防災科学技術研究所研究資料、第 336 号、2009 年・11 月