

論文

市町村における地震時の意思決定支援に向けた災害応急対応モデル化の試み

小山 真紀*・翠川 三郎**

A Modeling of Emergency Responses of Municipalities after an Earthquake for Support of Their Decision Making

Maki KOYAMA* and Saburoh MIDORIKAWA**

Abstract

The purpose of this study is to grasp and model municipalities' activities after an earthquake for better emergency response. The records on emergency activities at the 2000 Tottoriken-Seibu Earthquake and the 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake compiled by the municipalities are collected. In these data organizing process, it is indicated that the structure of municipalities emergency responses can be represented by three major axes such as seismic intensity, time and work volume. The modeling of the municipalities' emergency responses is conducted considering these three axes. Finally the following models are proposed; 1) the intensity and operation activity contents model, 2) the intensity and operation activity time model and 3) the operation activity time and volume mode. These models will be useful to construct the emergency response aid system for municipalities.

キーワード：応急対応，モデル化，意思決定支援，市町村，震度

Key words：emergency responses, modeling, decision-making support, municipality, seismic intensity

1. はじめに

地震直後の災害対応の際に行政，特に住民に直接対応する市町村に求められる役割は非常に大きい。地震時における災害対応の特徴は，対応に関わる持ち時間が非常に少なく，迅速かつ適切な意

思決定が求められるということである。これを満たすためには，対応する行政職員が災害対応に関する知識とスキルを十分持っていることが重要である。しかしながら市町村の現状を見ると，必ずしもこれが満たされているとは言えない。

* 東濃地震科学研究所
Tono Research Institute of Earthquake Science

** 東京工業大学 人間環境システム専攻
Department of Built Environment, Tokyo Institute of Technology

その原因として、1) 行政職員は一般的に2～3年程度で部署異動があり、防災担当職員も例外ではないために防災知識、スキルの向上およびその維持が困難であること、2) 防災担当職員の数が少なく、その上に他の業務と兼務であるケースも珍しくないため、平常時には防災業務が片手間にならざるを得ないということなどがあげられる。さらに、地域防災計画は各自治体における災害対応を規定したものであるが、日野(1997)や中谷・村尾(2003)が指摘しているように、計画が被害程度にリンクしていないことや、対応の緊急度や重要度が考慮されていないこと、担当者レベルの具体的な対応までは記載されていないことなどにより、実際の対応時に活用できないという問題がある。このような現状を鑑みると、市町村の防災対応支援策が必要であることは明らかである。最近ではこのような支援策の必要性は広く認識されており、種々の支援策が検討され、運用されている。例えば、行政の防災対応支援システム(例えば、川崎市震災対策支援システム(太田・岡田, 1990)、こうべ防災ネット(飯田, 1998)など)、地域防災計画を実践的なものにするための研究(例えば、中谷・村尾(2003)、近藤(2001)など)および応急対応の実施状況に係わる調査研究(太田・岡田, 1983)などが挙げられる。以下にこれらのシステム、研究について簡単に説明する。

川崎市震災対策支援システム(太田・岡田, 1990)は応急対応支援情報として、実際の地震波形を入力として地域の震度分布、物的・人的被害予測を行うものである。こうべ防災ネット(飯田, 1998)は被害情報や避難所の収容者数などの応急対応時に必要な情報の共有・管理を行うことで情報の錯綜を抑止し、業務支援を行うものである。中谷・村尾(2003)はテクニカルライティングの手法を用いた担当者レベルの実際の対応業務に合わせたマニュアル作成手法を提案している。近藤ら(2001)は既存マニュアルの分析/評価、目的別/ユーザ別編集および当事者によるマニュアル作成/更新の三つの機能を持たせることで利用者自身による問題点の洗い出し、対処法の検討や評価等が行える次世代型マニュアルを提案してお

り、現状の紙ベースのマニュアルの弱点である探索性や更新性の悪さを解消しようとするものである。これはマニュアルのメンテナンス性向上だけでなく、実際の応急対応時の業務支援に資するものではあるものの、提示される対応内容は被害程度に応じた対応状況にまで踏み込んだものではないため、当該市町村における被害(震度)ではどの程度の対応を行うべきかといった意思決定にまで踏み込んだものとはなっていない。太田・岡田(1983)は1982年浦河沖地震を対象に、震度と応急対策の実施状況との関係について調べており、震度に応じて応急対応の実施率が変化することを明らかにしている。

ここで、災害対応は「状況把握」、「意思決定」および「対策実施」のサイクルとして捉えられる(胡ら, 2004)。上述のシステムおよび研究をこのサイクルに当てはめてみると、川崎市震災対策支援システム(太田・岡田, 1990)は被害情報予測を行うものであることから状況把握を支援するものと考えられる。こうべ防災ネット(飯田, 1998)は実際の被害・避難所等の情報から状況把握を支援するものであり、中谷・村尾(2003)および近藤ら(2001)によるものは対応マニュアルとして対策実施を支援するものである。太田・岡田(1983)はどの程度の震度であれば何をしなければならぬかを示すものとして意思決定を支援するものと位置づけられるが調査対象が一部の対応項目にとどまっている。このように、現在進められている支援策において、情報把握および業務支援に関するものは実際に成果を上げてきているように思われるものの、意思決定を支援するものについてはまだまだ不足しているように思われる。

本研究はこの点に着目し、意思決定支援情報の提供を目的として、2000年鳥取県西部地震および1995年兵庫県南部地震での調査結果に基づき、応急対応の全体像のモデル化を試みる。なお、防災対応を考える際には、全体的な方針決定レベル(首長、災害対策本部、防災担当職員)および実務担当レベルの2つのレベルがあるが、ここでは前者を対象とする。なお、前者に求められる情報はたまかであっても全体をカバーするもの(どのよ

うな種類の対応が求められるか、またその優先度はどうかなど)であり、後者に求められる情報は個別の対応について詳細なもの(物資の仕分けの手順はどうか、り災度調査の段取りはどうかなど)である。

2. モデルの考え方

2.1 モデル化の方針

筆者の一人は2000年鳥取県西部地震を対象として、主要被災域である鳥取県、島根県および岡山県の各市町村で実施された応急対応と震度との関係について調査を行ってきた(小山, 2003)。その際、震度情報が予想される被害の代用として重要なパラメータであること(太田・岡田, 1983)から、震度を軸として応急対応の各項目の実施/非実施の関係とその大まかな流れを整理した。これは「どの程度の震度でどのような対応を行わなければならないか、またその推移はどのようになるか」ということを表したものである。この整理を通じて、大ざっぱではあるが対応の推移を示すことで対応の全体的なイメージの把握を行うことができ、震度情報が応急対応のトリガーとして活用できることを確認した。

前述のように日野(1997)は、応急対応計画において、被害程度とのリンク、重要度および緊急度を考慮することの重要性を指摘している。これらを応急対応について考える際の主要な要素として上述の応急対応の整理を見直すと、震度を介して被害程度とのリンクが示され、応急対応の重要度は項目の実施/非実施から、十分とは言えないもののある程度は読みとることが可能となった。ただし、応急対応の緊急度については読みとることが困難である。よって、上述の整理では緊急度を読みとるための時間の概念が弱いことが指摘できる。また、近藤ら(2001)は災害対応時に重要な項目として主体(部署)、サービス(対応項目)、対策期、作業開始時間、作業終了時間の5つを定義し、これを主体、サービス、経過時間、仕事数の4軸による断面で表現している。ここで、部署については担当レベルの支援情報として必須なもの、サービスおよび仕事数については仕事量を表

すものと考えることができる。これらを踏まえ、本研究では方針決定レベルの応急対応の全体像を把握するためには、対応項目(仕事量)および震度の軸に時間の軸を加えた3つの軸でとらえることが重要であると考えた。実際、鳥取県西部地震の被災市町村によってまとめられた防災対応資料をみると、多くの場合、災害対策本部の記録として時系列に従った実施対応項目や状況が記載されている。このことから、各種対応が実施された期間(時間的推移)およびその仕事量が重要な要素として認識されていることが読みとれる。

以上を踏まえ、実際に被災した市町村の対応事例に基づいて、図1に示すように防災対応の全体像を震度、仕事量および時間の3軸でとらえることによってモデル化を試みる。すなわち、この3つの軸の関係を“震度-対応項目”、“震度-実施期間”および“実施期間-対応程度”のようにそれぞれ2つの軸による3つの二次元モデルとして整理し、これら二次元モデルを相互に参照しながら防災対応の全体像を把握する。これにより、応急対応のための意思決定の支援情報を提供することが可能になることが期待される。

2.2 モデル化の手順

本論ではこれまでの調査(小山, 2003)に引き続き、鳥取県西部地震の事例に基づいて検討を進めることとし、震度(被害程度)、実施対応項目に時間を加えた3つの軸における整理を行うことでモデルを構築することとする。対象とする対応項目は収集された防災対応資料から抽出された7分類30項目に遺体対策を加えたもの(表1)とした。なお、収集された資料は実施した対応項目を単位として記録されているため地域防災計画における分類とは1対1に対応しない。表1の項目と地域防災計画の分類との関係を表2に示す。

実際の市町村における対応事例を見ると、必要な対応項目は住民からのニーズ等によって、遅れはあっても最終的には実施されているものと考えられる。また、対応の遅れは指摘されてはいるものの、その適切な時期およびそれを実現可能な体制等については現時点で明確に示されたものはな

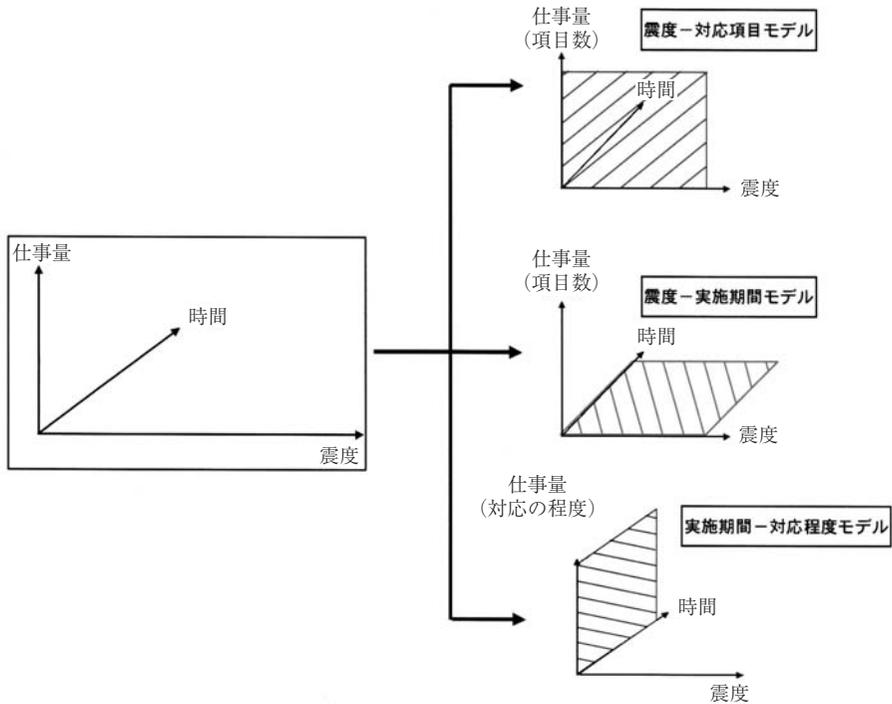


図1 応急対応モデルの概念図。

表1 応急対応項目の分類

大項目	個別項目
被害調査	情報収集
	現地調査
	安否確認
体制の確立	動員
	災害対策本部設置
	一般ボランティア受け入れ
	応援要請・受け入れ
公共復旧	公共施設
	農林水産施設
	道路
	上水道 給水
避難所	避難所開設
	物資配給
	食糧配給
	入浴支援
住家対応	り災証明
	災害廃棄物処理
	ブルーシート
	応急危険度判定
	住家応急修理
	解体撤去 応急仮設住宅
生活再建支援	市町村税・国保料等の減免
	災害助成など
	見舞金・義援金等
	貸付・融資
	保健活動
人命・健康	医療救護活動
	SAR (Search and Rescue)
	遺体対策

い。これを踏まえ、本研究では、実際の対応事例における実施/非実施の状況については「該当する震度で必要な対応」とみなし、実施時期については「少なくともこれ以上遅くならないようにする」という開始時間の目安（限界値の提示）と位置づけ、モデル化を試みるものとする。なお、物資保管・配給等の対応手順や資金援助の手厚さの問題等については、全体方針の意思決定というよりはむしろ個別の対応項目内の問題であることから、ここでは触れないものとする。

なお、鳥取県西部地震では震度5強以上の高震度を観測した市町村が少ない。特に震度6強を観測した市町村は2つだけであり、震度7も観測されていないため、激甚被災下における対応状況に関する情報が不足している。本来であれば震度7までの高震度領域を含む応急対応資料を大量に収集し統計処理することが望ましいが、それほどの大地震は日本国内においてもそう頻繁に起きるものではない。そこで1995年兵庫県南部地震（以後兵庫県南部地震と呼称）における対応記録資料の

表2 応急対応項目の分類と地域防災計画（例）

目次		米子市地域防災計画(震災対策編)より 対応資料による実施項目
災害 応急 対策 計画	第2節 組織計画	災害対策本部設置
	第3節 配備および動員計画	動員
	第4節 通信情報計画	情報収集, 現地調査, 安否確認
	第5節 災害広報計画	各対応に含まれると考え, 単独では扱わない
	第6節 避難収容計画	避難所開設
	第7節 救出計画	SAR
	第8節 食糧供給計画	食糧配給, 一般ボランティア受け入れ
	第9節 被服, 寝具その他生活必需品供給計画	物資配給, 義援金
	第10節 給水計画	給水, 応援要請・受け入れ, 上水道復旧
	第11節 入浴施設計画	入浴支援, 応援要請・受け入れ
	第12節 応急住宅対策計画	応急危険度判定, 住家応急修理, 応急仮設住宅, (ブルーシート)
	第13節 医療および助産計画	医療救護活動, 保健活動, 応援要請・受け入れ
	第14節 防疫計画	記載なし/不明
	第15節 清掃計画	災害廃棄物処理, 現地調査
	第16節 在港船舶対策計画	記載なし/不明
	第17節 遺体の捜索, 処理および埋葬計画	遺体対策
	第18節 障害物の除去計画	解体撤去, 道路復旧
	第19節 輸送計画	記載なし/不明
	第20節 労働力供給計画	記載なし/不明
	第21節 文教対策計画	公共施設復旧, 安否確認
	第22節 隣保互助, 民間団体活用計画	一般ボランティア受け入れ
	第23節 災害ボランティア受け入れ計画	一般ボランティア受け入れ
	第24節 災害警備実施計画	記載なし/不明
	第25節 水防計画	記載なし/不明
	第26節 消防計画	記載なし/不明
	第27節 相互応援協力計画	応援要請・受け入れ
	第28節 消防防災ヘリコプター応援要請計画	記載なし/不明
	第29節 自衛隊災害派遣要請計画	応援要請・受け入れ
	第30節 電力施設災害応急対策計画	記載なし/不明
	第31節 ガス施設災害応急対策計画	記載なし/不明
	第32節 交通施設災害応急対策計画	道路復旧
	第32節 機械資機材及び救援物資調達計画	記載なし/不明
	第33節 災害弱者対策計画	安否確認, 避難所等の対応へ含まれている
	第34節 下水道施設等応急対策計画	記載なし/不明
	第35節 その他災害応急対策に必要な事項	記載なし/不明
災害 復旧 計画	第3節 公共施設災害復旧計画	道路復旧, 農林水産施設復旧, 公共施設復旧, 上水道復旧
	第4節 農林水産業金融, 商工業金融その他の資金対策	貸付・融資, 災害助成など
	第5節 被災者等の生活再建等の支援	貸付・融資, 災害助成など
	第6節 税の減免その他の支援	市町村税・国保料等の減免など

収集・調査を通じて震度7を含む高震度領域におけるデータの補足を行うことで、まずは全震度領域をカバーし、基本となるモデルの構築を試みるものとする。

3. 応急対応事例調査

3.1 調査の概要

鳥取県西部地震における応急対応実施状況の調査は小山(2003)で実施したものである。この調査は鳥取県西部地震における主要被災域である鳥

取県、鳥根県および岡山県の全市町村を対象として、各市町村によってまとめられた応急対応に関する資料（主に災害対策本部の時系列対応実施記録）を収集し、実施対応項目の抽出を行ったものである。調査は2001年11月より開始され、入手できた資料は大きく分けて以下の2種類であった。

・対応記録誌（“〇〇市 鳥取県西部地震の記録”といったもの）

災害対策本部の対応だけではなく、地域の環境、被害状況、各部署による対応、被害額等の資料が含まれる冊子。

・対応記録リスト

主に災害対策本部の対応記録（市町村内における資料として作成されたもの）。災害対策本部の視点が中心であるため、復旧等担当部署中心で行われる対応についてはあまり記載されていない。同様に担当レベルの詳細な実施状況や手順等についてもあまり示されていない。

震度3以下では被害そのものがごく少数であり、資料を収集できた市町村においても被害調査以外には明確な対応実施の記載がないことから、本研究では震度4以上の市町村を対象とする。震度階級別の資料収集市町村数は震度4:15、5弱:12、5強:3、6弱:5、6強:2であった。なお、このうち7市町村については実施状況に関する補足調査を実施しており、対応の実施時期およびピーク時期についても回答が得られている。市町村別の収集資料については後述の表3に示す。

兵庫県南部地震については地震からかなりの年数が経ち、担当者も部署異動等で当時とは変わってしまっていることが想定され、広範囲の市町村から応急対応に関する資料を収集することが困難であった。そのため、被災市区町村から既に発行されている対応記録誌による文献調査を行うこととし、鳥取県西部地震における調査同様、記載された対応の実施状況を抽出していくという手法をとった。対応記録誌もしくはそれに代わる資料が得られたのは以下の20市区町である。

・兵庫県：神戸市、神戸市東灘区、神戸市長田区、神戸市須磨区、神戸市北区、神戸市中央

区、尼崎市、明石市、西宮市、芦屋市、伊丹市、宝塚市、高砂市、川西市、津名町、北淡町、東浦町、三原町

・大阪府：豊中市、箕面市

ここで神戸市は政令指定都市であり、都市規模の面からその他の市町と同列に扱うには大きすぎると思われること、避難所等の開設期間や給水期間等は区によって実施時期が異なることなどから、区を単位として扱うこととした。ただし、区の権限は限定的であることから、区における対応実施状況は区役所が独自に決定、実施した項目を指すのではなく、市役所の主導で実施されたものも含めて区内で実施された項目を指す。これ以降、区を含めた市区町についても便宜上市町として表記する。

兵庫県南部地震においては現在のように震度計による計測震度情報がないため、各市町の震度は当時種々実施された調査による震度を用いることとした。これらの震度は被害調査やアンケート調査によって得られたものであり、その値はある程度の面積を代表する震度である。市町内の震度が一様でない場合、市町の対応の実施如何については最も震度の大きい地域に左右されると考えられることから、同一市町内に複数の震度が示されている場合はその最大のもを該当市町の震度とすることとした。具体的には、まず気象庁発表の震度7の領域を含む市町の震度を7とした。次に藤本・翠川（1999）の調査による震度分布において震度6強および6弱の地域を含む市町をそれぞれ震度6強、6弱とした。さらに、5強以下の地域については当時種々実施されていたアンケート震度調査における市町あるいは町目別の結果（高田・他（1996）、大阪府（1997）、中川・他（1997）、太田・他（1998））を用いた。なお、アンケートによる震度調査によって得られた震度は高震度領域で低く見積もられるという問題があったため、高震度領域の補正がなされていないデータ（大阪府箕面市、兵庫県三原町）については筆者らによる略算式（小山・太田（1998））によって高震度領域の補正を行った。

このように決定された震度は次のようになる。

表3 人口と主要被害（鳥取県西部地震・兵庫県南部地震）

震度	市町村名	人口	職員数	死者	重傷者	軽傷者	全壊	半壊	一部破損	地震の別	入手資料
5弱	鳥根県斐川町	26,816	151	0	0	0	0	0	0	鳥	リ
	鳥根県大東町	14,607	125	0	0	0	0	0	0	鳥	リ
	岡山県久世町	11,707	95	0	0	0	0	0	17	鳥	リ
	岡山県勝山町	9,324	85	0	1	2	0	0	12	鳥	リ
	鳥根県広瀬町	9,205	88	0	0	0	0	0	122	鳥	リ票
	鳥取県大栄町	9,050	87	0	0	1	0	0	8	鳥	リ
	鳥取県名和町	7,598	72	0	0	0	0	1	19	鳥	リ
	鳥根県仁摩町	4,911	55	0	0	0	0	0	0	鳥	リ
	岡山県川上村	2,430	46	0	0	0	0	0	9	鳥	リ
	鳥根県松江市	152,616	674	0	0	2	0	1	112	鳥	リ票
5強	岡山県玉野市	69,567	406	0	0	0	0	0	3	鳥	リ
	鳥取県倉吉市	49,711	297	0	0	1	1	0	30	鳥	リ
	岡山県哲多町	4,032	58	0	0	0	0	0	2	鳥	リ
	兵庫県三原町	16,854	124	0	0	4	18	119	385	神	誌
	鳥取県米子市	138,756	611	0	8	8	103	1,090	5,914	鳥	リ誌票
	鳥根県安来市	30,520	237	0	1	1	25	246	1,723	鳥	誌
	大阪府箕面市	127,542	782	1	0	63	8	122	3,131	神	誌
	兵庫県高砂市	97,632	593	1	4	4	0	1		神	誌
	鳥取県淀江町	9,081	72	0	1	0	0	0	411	鳥	リ票
	鳥取県西伯町	8,168	91	0	2	5	40	392	1,208	鳥	リ誌
6弱	鳥根県伯太町	5,530	64	0	1	3	7	321	1,311	鳥	誌票
	鳥取県溝口町	5,392	65	0	1	3	48	204	755	鳥	誌
	鳥取県日吉津村	2,971	38	0	0	0	1	12	281	鳥	リ
	大阪府豊中市	398,908	2,210	9	101	2,395	656	4,258	30,256	神	誌
	神戸市北区	230,473	不明	12	93	623	256	3,002		神	誌
	兵庫県川西市	144,539	745	4	75	476	554	2,728	6,040	神	誌
	鳥取県日野町	4,516	62	0	11	75	71	287	1,228	鳥	リ誌票
	兵庫県東浦町	8,484	83	0	21	25	319	461	1,620	神	誌
	鳥取県境港市	36,843	245	0	4	11	129	441	945	鳥	リ誌票
	兵庫県尼崎市	488,586	2,464	49	1,009	6,136	5,688	36,002		神	誌
6強	兵庫県明石市	287,606	1,247	10	139	1,745	2,941	6,673		神	誌
	兵庫県伊丹市	188,431	882	22	226	2,490	1,395	7,499		神	誌
	兵庫県津名町	17,084	126	5	23	19	603	893	4,090	神	リ
	兵庫県北淡町	10,687	134	39	59	811	1,046	1,222	1,029	神	誌
	兵庫県西宮市	390,389	1,978	1,126	1,643	4,743	20,667	14,597		神	誌
	兵庫県宝塚市	202,544	1,077	117	393	1,808	3,559	9,313		神	誌
	神戸市須磨区	176,507	不明	401	424	2,215	7,466	5,344		神	誌
	神戸市東灘区	157,599	不明	1,471	2,717	467	12,832	5,085		神	誌
	神戸市中央区	103,711	不明	244	478	956	5,156	5,533		神	誌
	神戸市長田区	96,807	不明	919	816	626	14,662	7,770		神	誌
兵庫県芦屋市	75,032	508	443	551	2,624	3,915	3,571		神	誌	

※鳥:鳥取県西部地震 神:兵庫県南部地震 職員数は総務省(2003)による 兵庫県内市町村の被害は兵庫県(2002)による
 神戸市内各区の被害は佐伯・他(2001)による 大阪府内市町村の被害は大阪府(1997)による
 入手資料の“リ”は対応リスト, “誌”は対応記録誌, “票”は補足調査を示す

■市区

- ・震度7(9市区町):兵庫県西宮市, 兵庫県宝塚市, 神戸市須磨区, 神戸市東灘区, 神戸市中央区, 神戸市長田区, 兵庫県芦屋市, 兵庫県津名町, 兵庫県北淡町
- ・震度6強(4市区町):兵庫県尼崎市, 兵庫県明石市, 兵庫県伊丹市, 兵庫県東浦町
- ・震度6弱(3市区):大阪府豊中市, 神戸市北区, 兵庫県川西市

- ・震度5強(3市区町):大阪府箕面市, 兵庫県高砂市, 兵庫県三原町
- 2つの地震における主要被害状況および収集資料の一覧を震度別にまとめたものを表3に示す。このように収集された資料から対応実施状況の抽出を行った。抽出・整理は基本的に小山(2003)に従い, 収集した資料中に表1で示された対応項目の実施の記載があるかどうかを調べるという手

順で行った（注：項目の再整理を行ったため一部項目分類が小山（2003）と異なるものがある）。ただし、明確に実施あるいは非実施の記載がない場合でも、災害救助法が適用された場合で助成基準（半壊以上）の被害が発生しているような場合は実施と判断した。

3.2 2地震によるデータの融合

鳥取県西部地震および兵庫県南部地震の特徴および得られたデータの特徴について簡単にまとめると以下ようになる。

- ・鳥取県西部地震：山間部を主な被災地域とする地震であり、被災地域は人口の少ない町村が中心である。最大震度は6強であるが、震度5強以上を記録した市町村は少ない。
- ・兵庫県南部地震：都市域を主な被災地域とする地震であり、被災地域は人口の多い市区が中心である。最大震度は7であり、高震度を記録した市町では激甚な被害が発生している。

一般に、同じ震度であれば都市規模の大きい市区の方が小さい町村に比べて被害の規模が大きくなることが知られている（例えば、太田（1999））。被害規模が変わればそれに応じて対応の程度も変化することが想定されるため、鳥取県西部地震と兵庫県南部地震の応急対応データを震度階級別にそのまま融合することは適切でないように思われる。そこで、両地震のデータを都市規模に着目して見ていくこととする。都市規模は市区と町村の2段階に分けて整理した。

表3において同一震度における被害発生状況、特に人的被害に着目すると、市区の被害の方が町村の被害よりも大きくなっており、震度が大きくなるにつれてこの傾向が顕著になっていることがわかる。震度6弱の町村における重傷者は一桁のオーダーであるが、市区ではほぼ二桁のオーダーである。震度6強の町村における重傷者は二桁のオーダーであるが、市区ではほぼ三桁のオーダーである。直接比較できるデータが少ないものの2地震ともおおむね同様の傾向を示しており、市区と町村を分けて扱うことで山間部中心の鳥取県西

部地震のデータと都市域中心の兵庫県南部地震のデータの融合が可能になると考えられる。

次に同一震度階級における市区と町村の対応実施程度の違いについて検討するため、市区と町村それぞれについて震度階級別の対応実施率を算出した。ここでいう対応実施率とは市区と町村それぞれについて震度階級別に“市区（町村）の実施した項目数の和”/“項目総数×該当市区（町村）数”を表しており、対応実施率=1とは該当する震度においてすべての市区（町村）がすべての対応項目を実施したということの意味している。これを市と町村で比較したものが図2である。傾向を見やすくするために震度の前後1段階と当該震度の加重平均（当該震度のウェイトを2倍とした）をとっている。この図から、ある震度階級における市区の対応実施率は、その震度階級より1段階上の震度階級における町村の対応実施率とおおむね同等であることがわかる。よって、ここでは町村の震度階級を基準とし、市区については町村の一段階上の震度階級に相当すると見なす。つまり、市区の震度6弱=町村の震度6強のように扱うことで2つの地震のデータの融合を行うこととする。

市区と町村の対応実施率を考慮したデータの統合により、以降特に断りのない場合、震度とは町村の震度階級に相当する震度の事を指すものとする。ただし市区の震度7については相当する町村の震度階級が存在しないことから“市区震度7”と表現することとする。

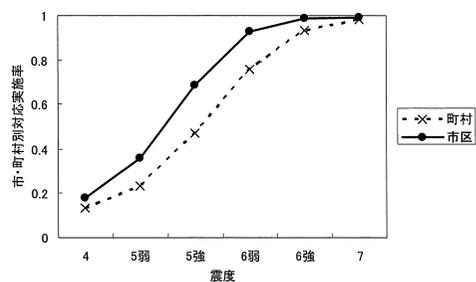


図2 市区と町村の震度別対応実施率比較。

3.3 震度階級別対応実施状況

都市規模を考慮して震度階級別に対応実施市町村数を記したものが表4である。表中の数字は“実施市町村数” / “資料入手市町村数”を表しており、網掛けは対応項目別実施率を [0, 0-0.25, 0.25-0.5, 0.5-0.75, 0.75-1] の5段階で示したものである。また、災害救助法の適用の可否は応急対応に大きな影響を与えることから災害救助法の適用状況についても表中に示しておく。なお、震度と対応項目別実施率との関係は、一般的に震度が大きくなるにつれて実施率も高くなるが、表中に一部逆転しているものがある。これは実際に実施率が減少した訳ではなく、データ数が少ないために高震度領域における分解能が低くなっていることが原因である。このような矛盾を解消するため、

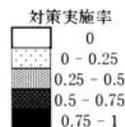
ここでは低い方の震度における実施率が高い方の震度においても継続するものとして扱う。この表を見ると震度が高くなるにつれて、初動立ち上げに関わる対策（被害調査・体制の確立）、物的被害に関わる対策（公共復旧、避難所、住家対応、生活再建支援）、人的被害に関わる対策（人命・健康）の順に実施されていくという傾向が見取れる。また、震度6弱から半数以上の市町村が災害救助法の適用を受けていることが分かる。

3.4 対応の開始時期と継続期間

次に、各対応項目の実施時期に関する情報の抽出を試みる。対応の実施期間を見る場合、作業量や必要人員が最も多くなる時期（ピーク）は人員の配置や応援要請等を検討する際に有用な情報で

表4 震度階級別対策実施市町村数

大項目	個別項目	震度4	震度5弱	震度5強	震度6弱	震度6強	震度7	市区震度7
被害調査	情報収集	11/11	13/13	5/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	現地調査	8/11	12/13	5/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	安否確認	3/11	4/13	2/5	7/9	4/5	6/6	7/7
体制の確立	職員動員	6/11	10/13	5/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	災害対策本部設置	4/11	6/13	4/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	一般ボランティア受入	0/11	0/13	1/5	6/9	5/5	6/6	7/7
	応援要請・受入	0/11	0/13	0/5	6/9	5/5	6/6	7/7
公共復旧	公共施設	0/11	8/13	4/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	農林水産施設	1/11	4/13	3/5	9/9	4/5	6/6	6/7
	道路	0/11	4/13	4/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	上水道	0/11	3/13	2/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	給水	0/11	1/13	2/5	5/9	5/5	6/6	7/7
避難所	避難所開設	1/11	1/13	0/5	8/9	5/5	6/6	7/7
	物資配給	0/11	1/13	0/5	7/9	5/5	6/6	7/7
	食糧配給	0/11	0/13	0/5	7/9	5/5	6/6	7/7
	入浴支援	0/11	0/13	0/5	6/9	5/5	6/6	7/7
住家対応	り災証明	0/11	1/13	2/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	災害廃棄物処理	0/11	1/13	1/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	ブルーシート	0/11	1/13	1/5	8/9	5/5	6/6	7/7
	応急危険度判定	0/11	1/13	2/5	7/9	5/5	6/6	7/7
	住家応急修理	0/11	0/13	1/5	8/9	5/5	6/6	7/7
	解体撤去	0/11	0/13	1/5	6/9	5/5	6/6	7/7
	応急仮設住宅	0/11	0/13	1/5	5/9	5/5	6/6	7/7
生活再建支援	税・国保料等の減免	0/11	1/13	2/5	8/9	5/5	6/6	7/7
	災害助成等	0/11	0/13	2/5	8/9	5/5	6/6	7/7
	義援金・見舞金	0/11	1/13	1/5	9/9	5/5	6/6	7/7
	貸付・融資	0/11	0/13	1/5	9/9	5/5	6/6	7/7
人命・健康	保健活動	0/11	0/13	0/5	7/9	5/5	6/6	7/7
	医療救護活動	0/11	0/13	0/5	5/9	5/5	6/6	7/7
	SAR	0/11	0/13	0/5	1/9	5/5	5/6	7/7
	遺体対策	0/11	0/13	0/5	1/9	3/5	5/6	7/7
災害救助法適用		0/11	0/13	1/5	6/9	5/5	6/6	7/7



表中の数字は“実施市町村数” / “資料入手市町村数”

あるため、開始時期と継続期間（もしくは終了時期）に加えて対応ピーク時期についても抽出を試みた。

収集した防災対応資料は対応項目の開始時期から終了時期まで明確に記載されているものもあれば開始時期のみ、あるいは断片的な記載のみの場合もあり、記載情報の質はまちまちであった。入手資料別に見ると、補足調査による資料は開始・終了・ピーク時期がいずれも明示されている。対応記録誌は各対応項目別に章立てで実施状況の記載があることが多く、現地調査および物資配給以外は開始時期および継続期間（終了時期）が明示されていることが多い。避難所開設、医療救護活動、SAR（Search and Rescue）、遺体対策のピーク時期については半数以上で明示されているが、それ以外の対応項目ではあまり明示されていない。対応記録リストは開始時期および終了時期が明示されていないことも多く、特にピーク時期の明示はあまりない。

以上の資料による抽出手順を簡単に説明する。まず補足調査資料あるいは対応記録誌から時期が明示されているものについて抽出し、現地調査および物資配給については対応リスト（対応記録誌にも含まれる）における被害調査あるいは被害報告の記述、毛布の配給等の記述から推定した。また、補足調査資料で未記入であった場合や対応記録誌の各項目の章で時期が明示されていない場合は対応リストから抽出した。対応リストにも時期が明示されていない場合は最初に記載された日時を開始時期、最後に記載された日時を終了時期として継続期間を算出した。ここで、り災証明（申込、調査、発行など）、災害廃棄物（撤去、収集、仮置き場設置など）、ブルーシート（配布、展張）、応急危険度判定（申込、調査）、住家応急修理（申込、実施）、解体撤去（申込、実施）、応急仮設住宅（申込、設置、抽選、入居、退去など）といった複数のフェーズがある対応項目については、各市町村で記載されるフェーズが統一されておらず、例えば応急仮設住宅の場合、ある市町村では入居説明会のみについて記載されており、ある市町村では県への要請と入居開始について記載され

ており、またある市町村では災害対策本部の議題として「応急仮設住宅について」とのみ記載されているという事が生じている。故に、厳密にフェーズを統一して開始時期および継続期間等を抽出することは不可能であったため、いずれかのフェーズについて最初に記載された日時を開始時期、最後に記載された日時を終了時期として継続期間を算出した【例：仮設住宅の申込開始、仮設住宅の第〇次入居など】。対応リスト中にも時期がわかるような記載がなかった場合は不明とした【例：仮設住宅について検討など】。

以上の手順による抽出状況を表5に示す。表中の数字は“抽出された市町村数”/“該当市町村数（資料が収集され、なおかつ当該対応が実施された市町村数）”を示しており、網掛けのセルは50%以上の市町村から時間データの抽出ができたことを表している。なお、公共施設、農林水産施設、道路の復旧は実施時期がほとんど読み取れなかったため除外した。情報収集、動員はその他の複数の対応項目の中に含まれていて単独に整理する事が困難であったため除外した。生活再建支援全般の項目は、助成や融資等の内容が各々1種類ではなく、各個別項目内に多くの制度が含まれており、時期の抽出が困難であったため除外した。

表中の兵庫県南部地震における本部設置の終了時期の抽出率が低くなっているが、これは対応記録誌発行時点ではまだ災害対策本部が継続中だったためである。また、開始時期、終了時期に比べてピーク時期の抽出率が低くなっており、特に住家対応のピーク時期の抽出率が低くなっている。

このように抽出された日時は、資料中に最初に現れた日を採用した場合や対応フェーズの混在など曖昧な情報も含んでいるため、あまり詳細な日時の比較には適さない。地震後の対応は即時対応期、緊急対応期、復旧・復興期等いくつかの段階に分けられる。この段階の区切り方は自治体によって必ずしも統一されたものではないが、地震直後の段階は数時間～数日、次が数日～1週間、1週間～1ヶ月、1ヶ月～数ヶ月というように後になるほど期間が長くなり、対応内容も生命・安全の確保～復旧・復興へと移り変わっていくこと

表5 時間情報が読み取れた市町村数

	鳥取県西部地震			兵庫県南部地震		
	開始	終了	ピーク	開始	終了	ピーク
現地調査	32/33	29/33	29/33	15/19	9/19	6/19
安否確認	13/17	12/17	14/17	10/16	11/16	3/16
災害対策本部設置	22/22	21/22	19/22	18/19	4/19	0/19
一般ボランティア受け入れ	5/7	5/7	6/7	11/17	9/17	5/17
応援要請・受け入れ	7/8	6/8	6/8	13/16	9/16	0/16
上水道	10/13	7/13	5/13	15/19	15/19	4/19
給水	9/10	7/10	6/10	12/16	12/16	8/16
避難所開設	11/11	11/11	11/11	17/17	15/17	17/17
物資配給	9/9	6/9	5/9	15/17	10/17	5/17
食糧配給	8/8	7/8	6/8	14/17	10/17	7/17
入浴支援	6/7	4/7	4/7	11/17	8/17	2/17
り災証明	8/11	6/11	5/11	14/19	13/19	5/19
災害廃棄物	7/10	7/10	5/10	9/19	9/19	1/19
ブルーシート	7/9	5/9	5/9	8/19	7/19	2/19
応急危険度判定	6/10	6/10	2/10	9/18	9/18	1/18
住家応急修理	5/7	4/7	1/7	7/18	6/18	0/18
解体撤去	4/7	4/7	2/7	14/18	11/18	2/18
応急仮設住宅	4/6	3/6	1/6	15/18	9/18	1/18
保健活動	8/8	6/8	5/8	12/17	8/17	3/17
医療救護活動	6/6	6/6	4/6	14/17	10/17	12/17
SAR	1/1	1/1	1/1	14/17	12/17	12/17
遺体対策	0/0	0/0	0/0	13/16	10/16	10/16

“抽出市町村数”/“該当市町村数”

50%以上の市町村で抽出

が知られている。これを踏まえ、ここでは時間の単位を“1日”，“～3日”，“～1週間”，“～1ヶ月”，“～3ヶ月”，“～6ヶ月”，“～1年”，“1年以上”の8段階として扱うこととした。抽出されたデータを震度別，時間段階別に整理したものを表6に示す。表中の数字が抽出された市町村数である。このように抽出された各市町村のデータから，以下の手順に従って個別項目・震度階級別にそれぞれ1つの開始時期，継続期間およびピーク時期を決定した。

- ①り災証明をはじめとした住家対応等は，震度によらず年度内あるいは数年の単位で受け付けられている。このように実施時期が震度によって左右されないものはすべての震度階級におけるデータの中央値をとる。
- ②現地調査，本部設置および給水等では震度が大きくなると実施期間が長くなる。このように実施時期が震度によって変化するものは震

度階級別に中央値をとる。

③表6中の上水道復旧の震度7のように抽出データが1件しかない場合などで，決定した時期が前後の震度で矛盾する場合（全体としては震度が大きくなるほどピーク時期が遅くなるにも係わらず，ある震度で短くなっているような場合など）は前後の震度のデータおよび関連する対応項目（この場合は給水）のデータによって補正する。

以上のように抽出した結果をまとめたものが表7である。この表を見ると，全体的に震度が大きくなるほど対応が長期化し，ピーク時期も遅くなっていく傾向が見てとれる。また，項目間の関係を見てみると，状況把握のための調査やSARのように最も緊急度の高い対応は最大震度（市区震度7）においても地震当日に開始され，継続期間は1ヶ月程度であるが，住家対応のような比較的持ち時間の長い対応は開始時期も地震後数日～

表6 震度別抽出市町村数（開始時期、継続期間、ピーク時期）

対策名	対策項目名	震度4		震度5弱		震度5弱		震度5強		震度6弱		震度6強		震度7	
		1日 3日 1週間 1月 3月 半年 1年													
開始時期	被害調査	8	4	1	4	9	5	1	4	3	6	1	3	1	1
	体制の確立	4	4	2	4	3	3	2	3	1	2	4	1	2	3
	公共復旧	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	避難所	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	住家対応	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	人命・健康	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	被害調査	8	4	1	4	9	5	1	4	3	6	1	3	1	1
	体制の確立	4	4	2	4	3	3	2	3	1	2	4	1	2	3
	公共復旧	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	避難所	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ピーク時期	住家対応	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	人命・健康	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	被害調査	8	4	1	4	9	5	1	4	3	6	1	3	1	1
	体制の確立	4	4	2	4	3	3	2	3	1	2	4	1	2	3
	公共復旧	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	避難所	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	住家対応	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	人命・健康	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	被害調査	8	4	1	4	9	5	1	4	3	6	1	3	1	1
	体制の確立	4	4	2	4	3	3	2	3	1	2	4	1	2	3

表7 震度階級別対応の時間的推移

大項目	個別項目	震度4			震度5弱 (市区震度4)			震度5強 (市区震度5弱)			震度6弱 (市区震度5強)			震度6強 (市区震度6弱)			震度7 (市区震度6強)			市区震度7		
		開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期	開始 時期	継続 期間	ピーク 時期
被害調査	現地調査	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	3	1	1	4	1	1	4	1
	安否確認	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	4	2
体制の確立	災害対策本部設置	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	5	1	1	8	1	1	8	1	1	8	1
	一般ボランティア受け入れ 応援要請・受け入れ										1	5	2	1	5	3	1	6	3	1	6	4
公共復旧	上水道				1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	4	2	1	4	2	1	5	4
	給水				1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	4	2	1	4	2	1	5	4
避難所	避難所開設	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	4	1	1	5	2	1	5	3	1	7	4
	物資配給				1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	5	2	1	5	3	1	5	4
	食糧配給										1	4	1	1	5	2	1	5	3	1	7	4
	入浴支援										3	4	1	3	5	2	3	5	3	4	7	4
住家対応	り災証明				3	8	1	3	8	1	3	8	1	3	8	1	3	8	1	3	8	1
	災害廃棄物処理				1	2	1	1	2	1	2	4	1	2	7	1	2	8	1	2	8	1
	ブルーシート										※	4	1	※	4	1	※	4	1	※	4	1
	応急危険度判定							2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1
	住家応急修理										3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1
人命・健康	解体撤去										4	8	1	4	8	1	4	8	1	4	8	1
	応急仮設住宅										4	8	1	4	8	1	4	8	1	4	8	1
	保健活動										3	4	1	3	5	1	3	5	1	3	7	1
	医療救護活動										1	4	1	1	5	1	1	5	1	1	7	2
	SAR													1	1	1	1	1	1	1	4	1
	遺体対策													1	2	1	1	4	1	1	4	2

1ヶ月程度、継続期間は1年以上と緊急度に応じて実施すべき対応が移り変わっていく様子が示されている。

4. モデル化の試み

4.1 震度-対応項目モデル

これは3軸の関係のうち“震度-対応項目”の断面を表現するモデルである。このモデルは震度が得られた際にどのような対応が求められるかを示すものであり、これが一見して判断できる形であることが望ましい。よって、本モデルは震度階級別の対応の流れ図という形で表現することとした。これは小山(2003)における整理とおおむね同じ手法であり、具体的には表4で示した対応実施状況について震度階級別に抽出し、表7のように抽出した開始時期に基づいて大まかな流れを示すものである。

図3にこのようにして整理されたモデルを示す。この図では、まず被害調査を実施し、それを受けて復旧、住家対応、避難所、人命・健康に関わる対応が実施され、住家対応および人命・健康

に関わる対応を受けて生活再建支援が実施されるという大項目レベルの流れが示されており(体制の確立は全体を通じたものであるため独立して記載)、各大項目のボックス内に個別項目の実施状況が示されている。また、災害救助法の適用状況が各図の右上部に示されている。この図から、震度が大きくなるほど実施される対応項目が増加し、その実施率も高くなることがわかる。なお、個別項目間に矢印のないものは独立して行われているもの、もしくは項目間の関係を明確に示せないものを表している。例えば住家対応において、応急危険度判定実施からり災証明の発行、住家応急修理および解体撤去に至る流れは比較的明確であるが、ブルーシートは天候に左右されること、災害廃棄物処理は解体ゴミ以外のがれき等も含むために項目間の関係を示しにくいこと、応急仮設住宅は情報収集を受けた時点で発注されるなど、やはり項目間の関係を示しにくいことから矢印のない独立した項目として示されている。

このモデルによって震度が得られた時点でどのような対応をなす必要があるのか、その実施確率

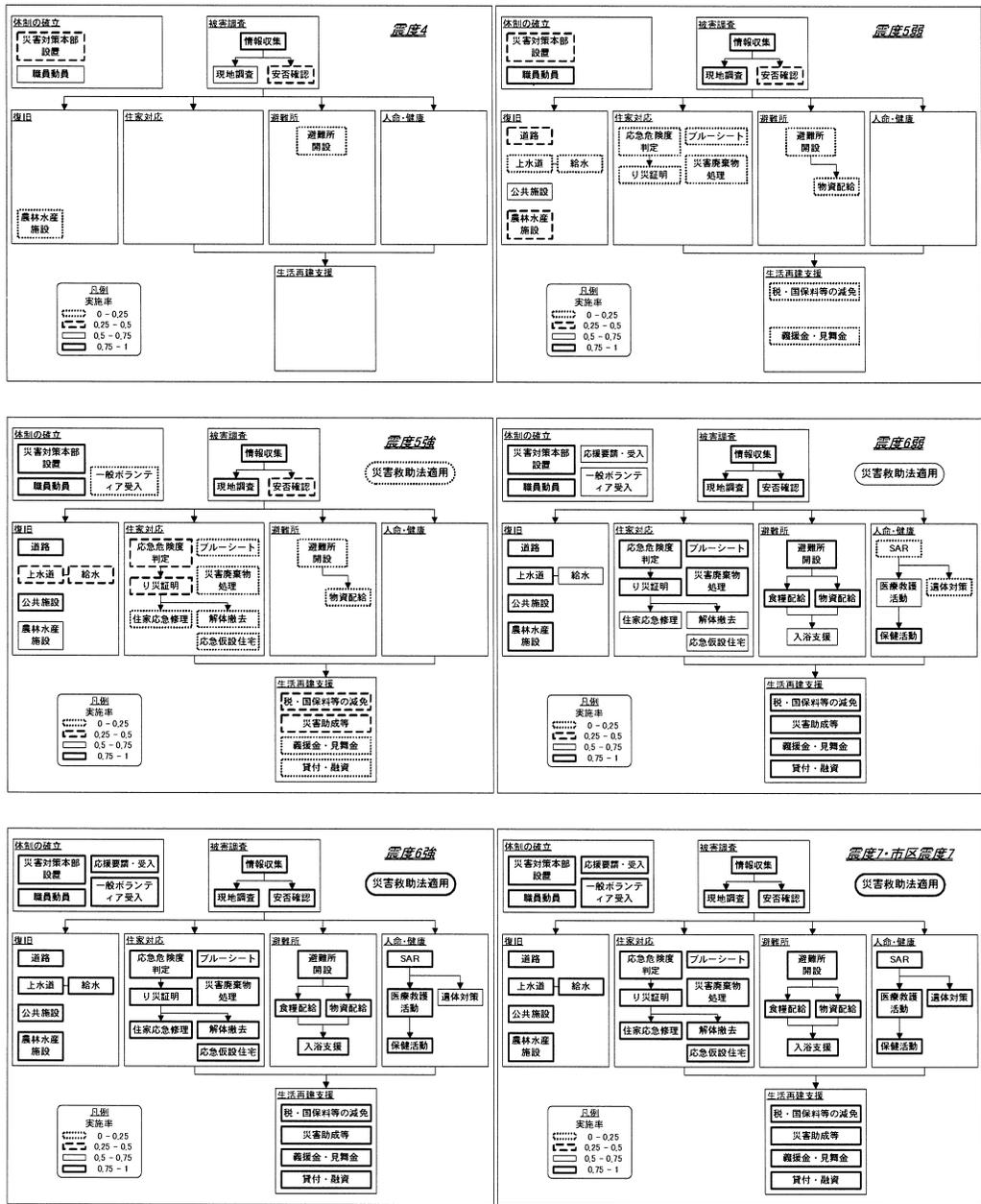


図3 震度-対応項目モデル。

はどの程度か、またその流れはどのようになるのかが一目で把握できるようになり、防災に不慣れた職員であっても比較的容易に対応の立ち上げ、準備の判断が可能となるような情報を提供できるようにする。ただし、震度7および市区震度7に

おいては、共にすべての個別対応項目の実施率が100%となっており両者の違いを表現できていない。これらについては後述の実施期間-対応程度モデルにおいて検討することとする。

4.2 震度－実施期間モデル

次に3軸の関係のうち“震度－実施期間”の断面を表現するモデルの構築を試みる。収集した資料によると、鳥取県西部地震および兵庫県南部地震の応急対応はすべての対応項目について適切な時期に実施された訳ではなく、住民からの苦情・要請等ニーズが明らかとなってから実施された場合のように実施の遅れも含んでいる。故に、ここで作成するモデルは適切な対応時期を示すための出発点となるモデルとして、「少なくともこれより遅くならないように」という開始限界時間として位置づけられる。

モデルの作成に用いたデータは表7のように決定された震度階級別応急対応の開始時期・継続時間・ピーク時期である。震度－実施期間モデルはこれらの情報が一目で判断でき、対応項目の優先度の判断や、ピーク時期の把握による人的資源配置の判断および段取りの検討等に活用できることが望まれるため、ここでは各対応項目における震度階級別実施期間を線表として表現することとした。作成したモデルを図4に示す。この図は横軸が時間、縦軸が対応項目を示しており、震度が大きくなるに従って実施期間が長くなっている様子がよく示されている。また、対応項目に着目すると、被害調査、復旧、避難所、人命・健康に関する対応がまず実施され、その後住家対応に移っている様子が分かる。

なお、建物に関する対応は、対象建物の数が少なくとも相応の受付期間や実施期間が必要になるため、震度とは関係なくほぼ一律である。このような場合、期間は同一でも対象建物数によって仕事量は変化する。震度－実施期間モデルではこの違いを表現することができないため、これについても実施期間－対応程度モデルにおいて検討することとする。

4.3 実施期間－対応程度モデル

震度－対応項目モデルでは、実施率が同じ震度7および市区震度7の違いを表現することができなかった。また、震度－実施期間モデルでは、ピークの時期はわかるものの、その程度を表現す

ることはできなかった。例を挙げると、避難者が1人であっても1,000人であっても同じ「実施」として表現されるため、実際には大きく異なるはずの対応の程度が表現できない。り災証明は税の減免や助成をはじめとする多様な事柄に利用されるため、被害量にかかわらず長期間実施されるが、この場合でも被害量に応じた発行数(対応の程度)の変化を表現することができないなどである。このような対応の程度に関わる情報は、優先度や人的資源/物的資源の配分を考える際には重要な情報である。これを表現するために、ここでは応急対応の3軸の関係のうち“実施期間－対応程度”の断面を表現するモデルの構築を試みる。

対応の程度を表す情報はこれまで収集してきた資料中にはほとんど明示されていない。鳥取県西部地震においては対応の程度を間接的に示すデータである従事者数の調査を試みたが、市町村の防災担当者によると実際の対応時にはそこまで把握するだけの余裕がなかったとのことで、残念ながらデータを得ることはできなかった。人的・物的資源の配分等を考慮すれば、対応の程度は物理量によって示されることが望ましいことは明らかであるが、以上の理由から現状では対応の程度を具体的な物理量(絶対値)によって表現することはできない。故に、ここでは相対値として表現することを検討した。

一般的に応急対応は被害発生状況に応じて実施されるため、被害量と関連する対応のニーズの程度には強い相関がある。被害棟数が増えれば応急危険度判定を実施する件数も増加し、避難所の対応も増加すること(被害棟数が多いほど避難者も多くなる)などの事例を見れば明らかである。そこで、被害量を対応の程度と読み替えることで対応量の相対的な表現を試みる。そのための大まかな手順は次のようになる。まず、各対応項目を引き起こす被害(水道被害、建物全壊など)を抽出する。次に、抽出された被害について、被害関数から震度別の被害率を算出する。そして、図4に示された震度－実施期間モデルを震度別から対応項目別に再整理する。最後に、作成された項目別の線表において、対応ピーク時期の対応の程度を

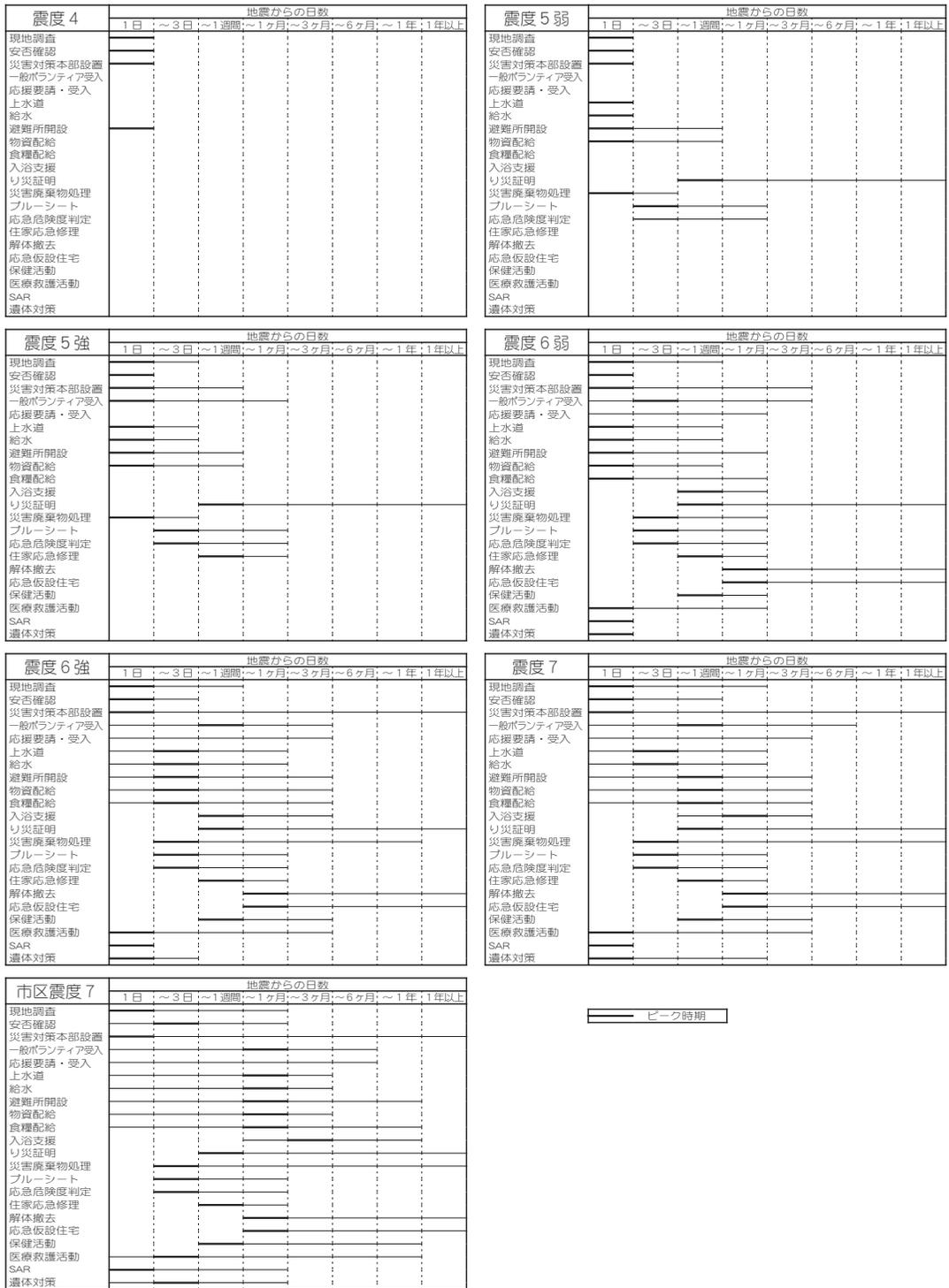


図4 震度－実施期間モデル。

算出された被害率とする。この被害率は、例えば震度6強において全壊の建物はどの程度存在するかという事を表しており、この被害率を該当する対応の程度と見なすことで、擬似的に必要な対応量を表現するものである。

各対応項目と被害は次のように決定した。被害調査は目視による住家被害程度の確認が主体であるため、目視で確認できる程度の住家被害程度、すなわち半壊以上とした。安否確認は人的被害の発生のおそれがある場合に実施され、人的被害の発生状況は半壊以上の建物被害の発生状況とほぼ同様の傾向を示すことから(小山, 2002), 半壊以上とした。上水道と給水については共に水道被害に従うとした。避難所については住家に住めないか、そのおそれがある場合に実施されるため、住家の半壊以上の被害が発生した場合に実施されると考えた。避難所に関する物資配給、食糧配給、入浴支援も同様とした。震災証明については一部破損から発行され、ブルーシートも瓦がずれるなど一部破損が発生したら実施される対応であることから、これらについては一部破損以上とした。その他の住家対応については、実施基準が半壊以上であるため(災害廃棄物は解体撤去に応じて実施状況が大きく変化する。そして解体撤去の基準は半壊以上である)、これに従った。保健活動および医療救護活動については、避難所における巡回を想定し、避難所と同様住家の半壊以上とした。SARと遺体対策は共に主として建物の倒壊によって実施されるが、住家倒壊の被害関数が不明であるため、ここでは全壊を充てることとした。

震度と被害との関係については、岡田・鏡味(1991)によって提案された震度による被害関数を用いることとした。被害関数は次の式で表される。

$$V_r(I) = 1/(\sqrt{2\pi} \cdot \sigma) \cdot \int_0^I \exp[-(I-I_0)^2/(2\sigma^2)] \cdot dI'$$

これは被害対象群の耐震性が平均的な強さ(I_0)の周りに正規分布しているという仮定の下に示されたものである。ここで、 $V_r(I)$ は震度 I の時の被害率を表し、 σ は標準偏差を表す。この式による被害率は0から1の間で基準化された値であ

り、この値を対応の程度と見なす。震度4=4.0、震度5弱=4.75、震度5強=5.25、震度6弱=5.75、震度6強=6.25とし、震度7および市区震度7については便宜上、震度7=6.75、市区震度7=7.25とした。

図4から作成された項目別の線表のピーク時の対応の程度を上の式で求められた値とし、開始時と終了時の対応量を0とすることで、ごく簡単ではあるが各対応項目について、震度別に必要とされる対応量の時間推移を模式的に表現するモデル(図5)を作成することが出来た。現時点で示された対応の程度はあくまでも相対評価のための尺度であるが、このように図示することで、必要とされる対応量は震度の違いによってどの程度変わるのか、また時間的にどのような推移をたどるのかといったことが対応項目別に直感的に分かる形になっており、対応の優先度や資源配分の意思決定を支援する情報になり得ると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では鳥取県西部地震および兵庫県南部地震を対象とした対応事例調査・文献調査を実施し、実際に被災した市町村の対応事例に基づいて、応急対応の全体像のモデル化を試みた。応急対応の全体像は震度(被害程度)、実施対応項目、時間の3軸でとらえ“震度-対応項目”、“震度-実施期間”および“実施期間-対応項目”のようにそれぞれ2つの軸による二次元のモデルとして整理し、市町村における応急対応を表現する3つのモデルを試作した。ただし、これは2つの地震の事例のみから導かれたものであるため、一般的な応急対応モデルとして完成されたものではなく、今後、補足・修正されるべき出発点となるモデルである。各断面のモデルにおける位置づけは次のようになる。

- ・震度-対応項目モデル：対応事例によると、必要な対応は遅れがあったとしても住民の要請等によって最終的には実施されており、「該当する震度で必要な対応」と位置づけた。
- ・震度-実施期間モデル：対応項目の時間的な実施状況については、上記の通り、実施の遅

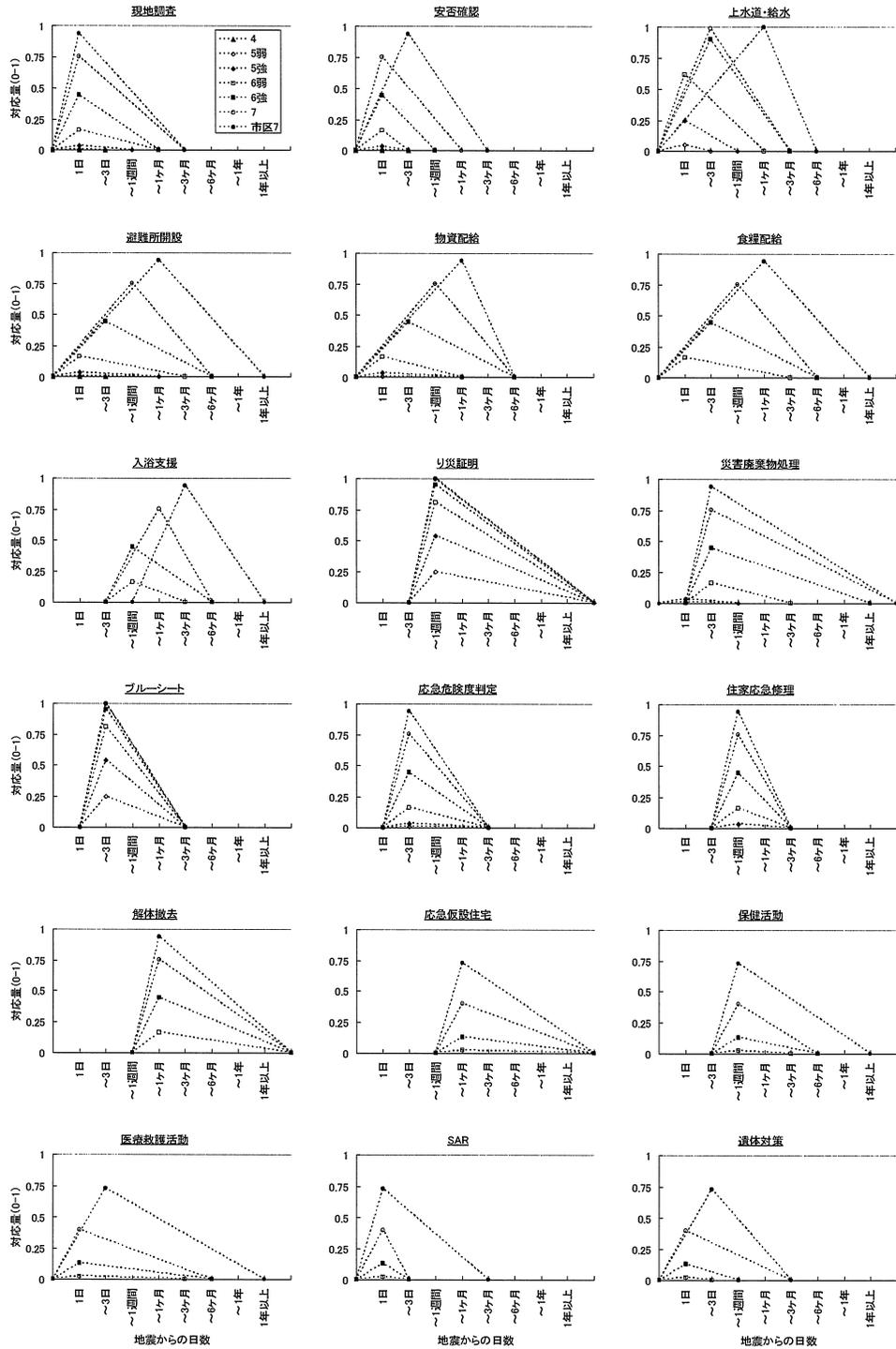


図5 実施期間－対応程度モデル。

れも含んでいるため、「少なくともこれ以上遅くならないようにする」という開始時間の目安（限界値の提示）と位置づけた。

- ・**実施期間－対応程度モデル**：対応程度を示す物理的なデータが得られなかったため、被害率を対応の程度と見なした相対値で表現した。単独では対応程度を具体的に判断できないものの、実際の対応時の状況に応じて、今後さらに対応量が増加するのか収束に向かうのかを見当づけることができ、ある程度具体的な意味を持つ情報となる。

市町村における応急対応の場面において、これまでは防災担当職員の防災知識、経験が必ずしも十分でないことから、応急対応における意思決定に混乱が生じるという問題が発生していたが、本研究によって示されたモデルを参考にすることにより、地震直後に震度情報が得られた時点で防災に不慣れな職員であっても当該震度（被害程度）に応じた応急対応の実施状況とその流れが予測できるようになり、迅速な初動立ち上げと人員配置問題、対応の優先度決定や将来予測等に有用な情報の提供に結びつくものと期待される。具体的な活用イメージとしては、例えば本研究のモデルを意思決定支援のエンジンとした支援システムなどがあるだろう。このような支援システムの基本機能としては以下のようなものが考えられる。

- ・入力情報として震度が与えられると該当する震度における「震度－対応項目モデル」が表示され、どのような対応が想定されるかを把握できる。
- ・当該時間における「震度－実施期間モデル」「実施期間－対応程度モデル」によって各対応の進行状況が時間経過に従って把握できる。
- ・実際の対応状況によって必要ない対応の削除およびピーク時間の変更等モデルの修正が可能である。
- ・モデルで示された各項目に関連する地域防災計画の内容を表示できる（本文・資料編）。

また、以上の機能に加え、気象警報等を入力することで急傾斜地や津波危険地域や関連する対応等を表示できるようにするなど地震以外の条件の

適用や、個別の対応を担当する職員に必要な情報（例えば避難所の開設における具体的な手順や物資の調達・保管・仕分け等のノウハウなど）、各項目における対応部署および資料編に掲載されているような必要書類の表示などを含めることができ、全体的な方針レベルの意思決定に加え、担当レベルの意思決定にも寄与する、より実践的なものになるだろう。今後は以上のようなシステムの実現に向けた研究も進めて行きたいと考えている。

謝 辞

本調査研究に関わって、種々の機関および研究者のご協力とご支援をいただいた。太田裕副主席主任研究員（東濃地震科学研究所）には、種々の議論に参加して頂き、貴重なご意見をいただいた。鳥取県、島根県、岡山県の各県および市町村の防災担当の方々には、本調査を進める上で貴重な資料を提供して頂いた。大西一嘉助教授（神戸大学）および菅磨志保専任研究員（人と防災未来センター：当時）には兵庫県南部地震の資料収集に協力いただいた。査読者の方々には本問題に関わり貴重なご意見をいただいた。皆様に深く謝意を表します。

参考文献

- 藤本一雄・翠川三郎：被害分布から推定した1995年兵庫県南部地震の震度分布，日本建築学会構造系論文集，第523号，71-78，1999。
- 日野宗門：第2章 地域防災計画の現状とその問題点，地域防災計画の実務（京都大学防災研究所編），鹿島出版会，pp. 9-36，1997。
- 胡哲新・遠藤真・座間信作：地方自治体の災害対策本部のための地震災害応急対応支援システムの開発，地域安全学会梗概集，No. 14，pp. 5-8，2004。
- 兵庫県：被害状況・復旧状況，<http://web.pref.hyogo.jp/syoubou/daishinsai/jyokyo.html>，2002。
- 飯田晴彦：災害対応を情報面から支援～こうべ防災ネット～，ISDA，pp. 12-16，1998。
- 小山真紀・太田裕：アンケート震度の気象庁震度への略算変換式，自然災害科学，17-3，pp. 245-247，1998。

- 小山真紀：2000年鳥取県西部地震時の被災市町村における直後対応実施状況調査，地域安全学会論文集，No. 4，pp. 127-134，2002.
- 小山真紀：2000年鳥取県西部地震における地域行政対応事例調査－震度と対応実施状況－，地域安全学会論文集，No. 5，pp. 269-278，2003.
- 近藤伸也・濱田俊介・目黒公郎：総合的な防災対策を可能とする次世代型防災マニュアルの提案，第26回地震工学研究発表会講演論文集，pp. 1481-1484，2001.
- 兵庫県南部地震アンケート震度調査研究グループ [代表：中川康一]：アンケート調査による兵庫県南部地震の震度分布，日本応用地質学会関西支部平成9年度研究発表会概要集，pp. 3-7，1997.
- 中谷典正・村尾修：テクニカルライティングを用いた市町村のための防災マニュアル作成手法の提案，地域安全学会論文集，No. 5，pp. 285-292，2003.
- 岡田成幸・鏡味洋史：震度による地震被害系統評価のためのバルナラビリティ関数群の構成，地震，第2輯，第44巻，pp. 93-108，1991.
- 大阪府：平成7年1月17日 阪神・淡路大震災の記録～怖かった阪神淡路の大震災 大人になっても忘れない～，1997.
- 太田裕・岡田成幸：防災・復旧，昭和57年浦河沖地震災害記録，北海道，pp. 339-403，1983.
- 太田裕・小山真紀・中川康一：アンケート震度算定法の改訂－高震度領域－，自然災害科学，16-4，pp. 307-323，1998.
- 太田裕：同じ震度でも都市の規模など地域特性で被害が拡大－震度情報の理解と活用（5）－，サイスモ，4月号，pp. 2-3，1999.
- 太田裕・岡田成幸：震害予測情報システムに関する研究－基本構想と実現への考察－，文部省科学研究費重点領域研究「自然災害の予測と防災力」研究成果，pp. 1-210，1990.
- 佐伯琢磨・中村雅紀・渡辺敬之・翠川三郎：地震による死傷者数および負傷に対する治療費用の評価方法，地域安全学会論文集，No. 3，pp. 133-140，2001.
- 総務省：地方公共団体定員管理関係市町村データ，一般行政職員数，<http://www.soumu.go.jp/c-gyousei/teiin/040401.data.html>，2003.
- 神戸大学工学部建設学科土木系教室耐震工学研究室
兵庫県南部地震アンケート調査分析グループ
[代表：高田至郎・嘉嶋崇志]：兵庫県南部地震に関するアンケート調査－集計結果報告書－，1996.

(投稿受理：平成17年4月18日
訂正稿受理：平成18年1月17日)