

3.2.4 地方自治体の災害対策本部における応急対応支援システムの開発

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画
- (e) 平成17年度業務目的

(2) 平成17年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1) アンケートの調査結果
 - 2) システム評価
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成18年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

地方自治体の災害対策本部における応急対応支援システムの開発

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京大学 大学院工学研究科	教授	関沢 愛
独) 消防研究所	防災研究グループ長	座間 信作
独) 消防研究所	主任研究官	細川 直史
独) 消防研究所	主任研究官	畑山 健
独) 消防研究所	主任研究官	新井場公德
消防庁	課長補佐	久保田勝明
独) 消防研究所	特別研究員	胡 哲新
独) 消防研究所	支援研究員	遠藤 真
独) 消防研究所	特別研究員	鄭 炳表

(c) 業務の目的

地方自治体の災害対策本部が、震災発生直後から一週間程度の期間において実施する応急対応活動に関して、その意思決定を支援するための情報システムを試作する。

(d) 5カ年の年次実施計画

1) 平成14年度：システムの基本設計を行うため、過去の震災対応事例をレビューすることにより、システムが提供すべき応急対応支援情報を整理した。その後、提供する情報を創出するためのアルゴリズム、経験則等を収集した。

2) 平成15年度：防災情報システムの現状調査を踏まえて、地震被害の想定結果に基づき、対応対策需要量、応援需要量を推計できるシステムを試作した。また、試作システムに関し、自治体防災担当者にヒアリング調査を行い、今後の改良、実用化に向けての開発につなげることができた。

3) 平成16年度：前年に試作したシステムに、時々刻々変化する実被害情報を入力することにより、発災後の応急対応を支援するリアルタイムシステムとしての性能を付加した。また、システムが提供する被害量、対応需要量を、応急対応活動マニュアルの判断材料として活用する手法を検討したうえで、電子マニュアルシステムの基本設計とフレームの試作を行った。

4) 平成17年度：閉じ込め事案ごとの生き埋め者数の推定とそれに対する救助要員の計算、消防、警察、自衛隊等からの応援要請要員の計算など、救命・救助に必要な応急対策

要員の推計アルゴリズムを中心に、成果を出していく。

5) 平成18年度:前年度に試作及び精度の改良を行った被害予測や応急対策需要推計システムを、CD-Romにて全国の市町村へ配布し、試用してもらった上で、システム評価を行うと共に、提案してきた意思決定の自動化を図る「応急対応マニュアルシステム」のプロトタイプを開発する。

(e) 平成17年度業務目的

前年度に試作した「応急対応需要量推計システム」について、新たに「閉じ込めによる人命救助」という項目を取り上げ、そのための救助要員、車両台数及び所要時間の推計方法を確立することを目的とする。またシステムの精度評価を行う。

(2) 平成17年度の成果

(a) 業務の要約

閉じ込めによる人命救助活動の需要量（必要な人員、車両、資機材、所要時間等）の推計手法を確立するために、全国消防機関に対してアンケート調査を行った。その結果、例えば事故種別毎の所要人員、車両の必要台数は、種別によらずほぼ同じ傾向を得たことから、必要台数が標準偏差とともに推定可能であることを示した。

また、新潟県中越地震を対象として、構築中の応急対応需要量推計システムの精度評価を行った結果、需要量予測の誤差の多くは被害想定に依拠するものであり、原単位でみた場合には、需要量予測の精度は高いと判断された。

(b) 業務の実施方法

全国計 861 消防本部に対して、過去 10 年以内に各管轄地域内で発生した閉じ込めによる救助活動記録から、大・中・小規模別の最新のケースを 2~3 件抽出して、所定の様式に従って記入してもらうようにした。

- 調査期間：2005年7月1日～7月22日
- 配布・回収方法：郵送及び電子メール

また、応急対応需要量推計システムの結果と千谷市で得られたいくつかの応急対応需要量との比較を通して精度の評価を行った。

(c) 業務の成果

1) アンケート調査結果

「閉じ込めによる救助活動」に必要な人員数、車両種別及び台数、所要時間の推計手法を確立するために、全国の消防本部に対する調査を行った結果から、

- ① 図1は、事故種別ごとの所要車両台数の相対度数分布を示す。事故種別の分類は既存の救助活動記録票に基づくものであり、そのうち「建物による事故」とは、建物または建物に付帯する施設の倒壊による事故、建物等に閉じ込められる、あるいは挟まれる事故等をいう。「機械による事故」とは、エレベーターや

その他の建設機械、工作機械等による事故をいう。「その他」とは、具体的に掲げた事故以外の事故（労災等）で、消防機関による救助を必要したものをいう。

これから、事故種別によって、それぞれの車両の必要台数の頻度は若干変動しているが、オーダー的に見た場合に概ね同様な傾向が見てとれる。従って、図1に示される割合で所要車両名及びそれぞれの台数の凡そを推計できると考えられる。

- ② 同様な分析方法で、車両種別によって、必要人員数の頻度分布はグループ化されていることが分かった。例えば、「広報、指揮、パトカー」は1台あたり2人、「救急、調査、化学車」は1台あたり3人、「水槽、救助、工作車」は1台あたり4人の割合が特に高い。したがって、これらの割合を用いて、それぞれの車両ごとの人員数を大まかに推計できると考えられる。
- ③ 図2は救助活動1件あたりの所要時間の累積度数分布を示す。「自然災害」以外の事故においては、ほぼ80%以上の割合で1時間以内に救助活動を完了している。自然災害の救助所要時間が大きい理由としては、現場規模が比較的に大きい、要救助者が比較的に多い、人員、資機材が不足する等が考えられる。また、分析結果から、要救助人数の増加に伴って救助所要時間がのびる傾向がある一方、4人以上を救助する場合には必ずしも多くの時間を要するとは限らなかった。救助所要時間の影響要因について、さらに詳細分析を行う必要があると考えられる

これまでのシステムは、主に阪神・淡路大震災のデータを基にしたアルゴリズム¹⁾を用いたが、以上の調査は全国の救助事例を対象とし、また回収した記録数、概ね都道府県の人口規模に比例していることが確認されたため、分析で得られた結果は大きな地域的偏りを持たないものであると考えられる。したがって、以上の分析結果をシステムに取り入れることにより、より汎用性のあるシステムになることが期待できる²⁾。

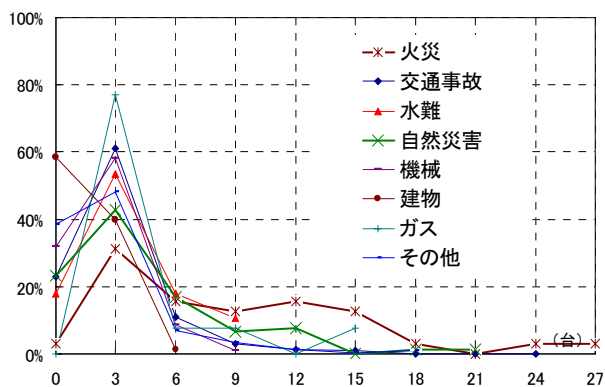


図1 事故種別毎の救助活動1件あたりの所要車両台数の相対度数

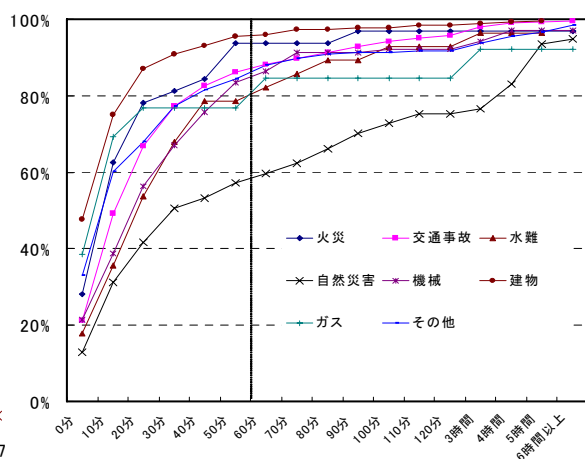


図2 要救助者人数別の救助所要時間の累積相対度数分布

2) システム評価

本システムは、以下の特徴をもっている。

- ① 地震諸元（震源、深さ、規模）を入力すると、指定地域における被害想定及び需要量推計の面的分布が初期画面に表示できる（図 3）。
- ② 都道府県・市町村を指定し、メッシュ単位の情報 Excel にリンクする。メッシュ単位の被害数とそれに対応する需要予測数計算し、当該自治体の被害想定と需要量推計の結果が一覧に表示できる（図 4）。
- ③ 自治体ごとの供給可能量を予め入力することにより、外部からの受援需要量が推計できる。
- ④ 応急対策事項を選択することにより、対応する被害数、対策需要量が個別に表示されるとともに、実被害数入力、対応可能量、受援需要量を一連的に表示することができる。
- ⑤ 被害実数の時系列変化を記録し、それをグラフ表示することができる。
- ⑥ 標準的な被害関数、デフォルト値以外に、本システムを利用する自治体独自の値を用いることができる

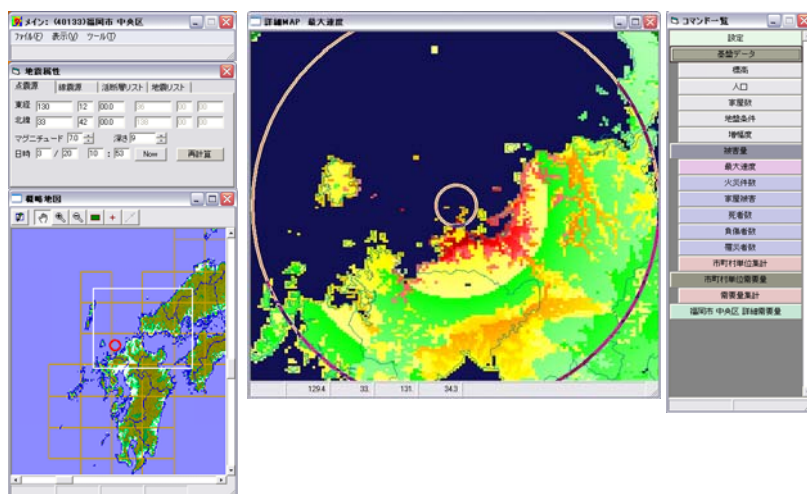


図 3 被害想定・需要量予測のためのメイン画面

集計									
震源: 点震源 X: 136.52m Y: 34.2m E 124° 51' 9.34 N 33° 28' 31.34 マグニチュード: 8.6 深さ: 5.0km 発生日時: 03/01 18:33									
ID	市町村名	木造家屋大破数	木造家屋中破数	非木造寄	非木造家屋	火気出火件	電気出火件		
23602	宝飯郡一宮町	50	100	10	29	1	0		
23603	宝飯郡小坂井町	207	337	8	24	1	0		
23604	宝飯郡御津町	369	595	6	18	2	1		
23621	渥美郡田原町	476	813	99	297	3	1		
23622	渥美郡赤羽根町	47	94	1	1	1	0		
23623	渥美郡屋美町	1182	1377	26	77	5	1		
24201	津市	13968	10659	546	1638	48	10		
24202	四日市市	7626	11926	564	1692	35	9		
24203	伊勢市	13462	10466	160	478	44	8		
24204	松阪市	8331	11807	227	681	33	9		
24205	桑名市	1750	2983	127	380	9	3		
24206	上野市	485	970	61	184	4	1		
24207	鈴鹿市	4232	7074	348	1043	22	9		
24208	名張市	511	1021	45	136	4	1		
24209	尾鷲市	645	831	24	72	4	1		
24210	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24211	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24212	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24213	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24214	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24215	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24216	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24217	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24218	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24219	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24220	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24221	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24222	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24223	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24224	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24225	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24226	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24227	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24228	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24229	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24230	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24231	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24232	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24233	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24234	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24235	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24236	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24237	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24238	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24239	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24240	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24241	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24242	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24243	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24244	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24245	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24246	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24247	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24248	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24249	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24250	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24251	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24252	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24253	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24254	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24255	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24256	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24257	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24258	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24259	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24260	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24261	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24262	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24263	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24264	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24265	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24266	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24267	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24268	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24269	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24270	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24271	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24272	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24273	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24274	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24275	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24276	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24277	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24278	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24279	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24280	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24281	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24282	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24283	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24284	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24285	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24286	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24287	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24288	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24289	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24290	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24291	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24292	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24293	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24294	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24295	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24296	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24297	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24298	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24299	桑名市	222	222	22	22	2	2		
24300	桑名市	222	222	22	22	2	2		
合計		441196	721997	83590	250768	2183	464	2647	132

ID	都道府県名	木造家屋大破	木造家屋中破	非木造家屋大破	非木造家屋中破	火気出火件	電気出火件	総出火件数	炎上火災
20	長野	4	7	1	3	0	0	0	0
21	岐阜	3485	6424	135	403	19	2	21	0
22	静岡	6777	13382	1288	3863	47	8	54	0
23	愛知	99782	172455	17887	53660	502	87	588	21
24	三重	74126	89690	2520	7559	298	73	371	11
25	滋賀	23962	40050	1594	4782	113	15	128	0
26	京都	33714	55123	6110	18329	164	26	190	0
27	大阪	138698	243063	39861	119583	718	189	906	41
28	兵庫	19216	35572	10742	32226	119	23	142	0
29	奈良	29347	42312	2498	7492	132	33	165	0
30	和歌山	12090	23924	957	2871	75	13	88	0
合計		441196	721997	83590	250768	2183	464	2647	132

図 4 市単位、県単位の被害と応急対応需要量の予測結果の一覧

次に、試作した上述システムの精度を検証するため、2004年10月23日午後5時56分に発生した新潟県中越地震を事例として、システムの推計結果と実際の状況との比較を行った。

・被害量の予測について

表1は新潟県における被害数³⁾と本システムで推計した被害量と比較したものである。図5は新潟県下の市町村毎の被害と推計結果と比較した例を示す。これらの結果から、推計結果の絶対値としても、全体のオーダー的にも概ね一致したことが分かった。

表 1 実際の被害と予測値との比較

	estimation	Actual damage
Death toll	65	48
Seriously injured	890	634
Slightly injured	3,761	4,160
Seriously collapsed	2,252	3,181
Slightly collapsed	4,824	13,581
Refugee	87,676	103,178
Fire	2	9

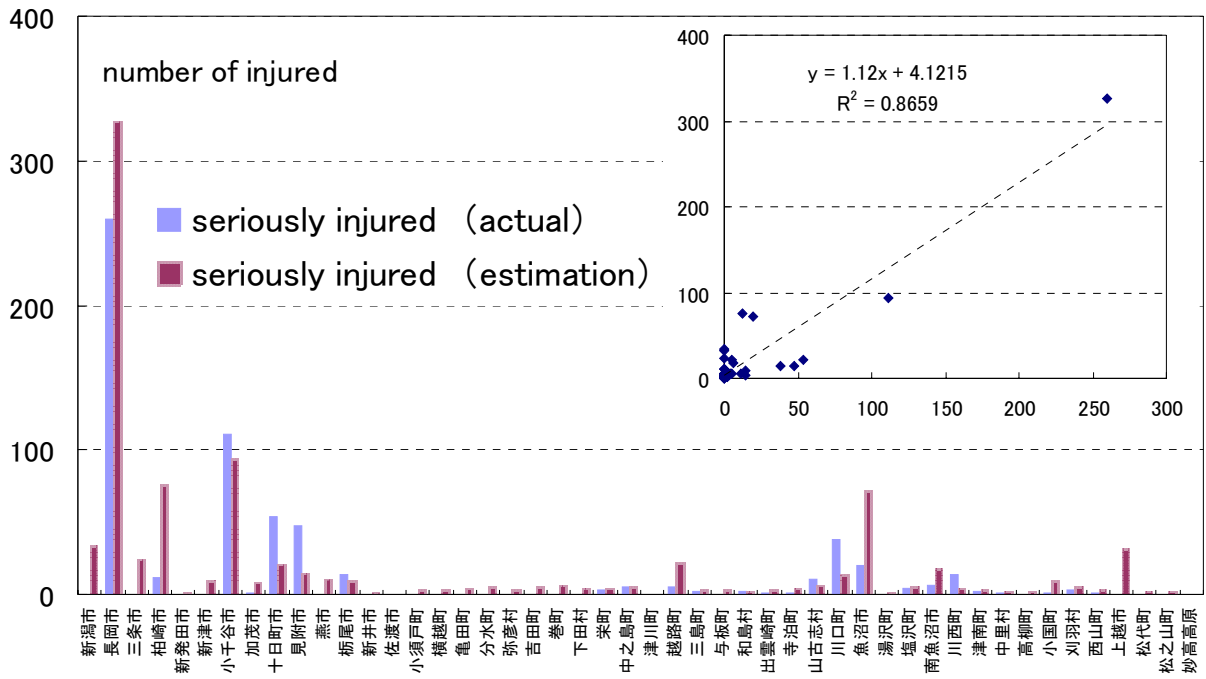


図5 重傷者に関する実際と予測値との比較

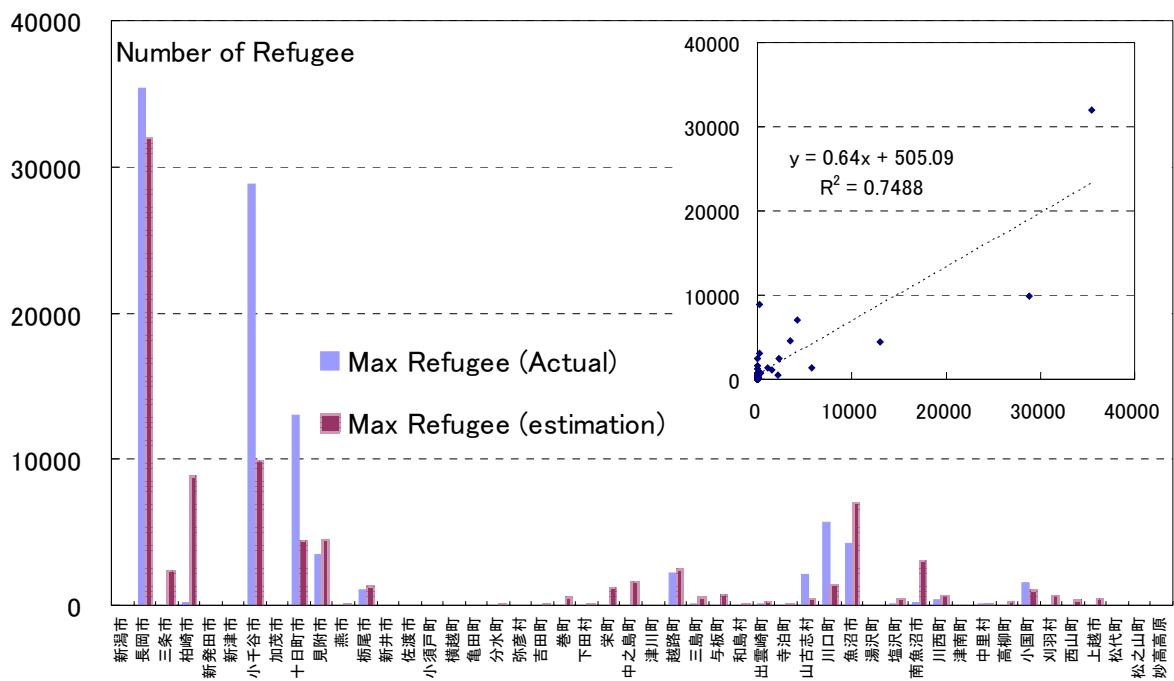


図6 最大避難者数に関する実際と予測値との比較

・ 応急対策需要量の推計について

新潟県中越地震により実際の応急対策需要量に関するデータを得るために、被害が比較

的が大きかった「長岡市」、「小千谷市」、「十日町市」、「魚沼町」の市役所に問い合わせたが、大規模災害の発生を前にして、そのような記録ができないことや、記録があったとしても収集、整理ができていない等の理由から、小千谷市のデータのみ集めることができた。ここでは、小千谷市で得られたいくつかの応急対応需要量とシステムの推計結果の比較を行うことにした。図 7 にその比較を示す。集計結果からは、全体的に需要量の推計値は過小評価となっていることが分かった。被害予測による誤差がそのまま需要量予測に受け継がれていると考えられるため、被害予測誤差の影響を除き、単位被害量に対する需要量（以後「原単位」と呼ぶ）を求め、需要量推計精度の検証を行うことにした。結果を以下に示す。

- ① 避難所数の需要量に関して、システムでは平均 500 人あたり 1 箇所の開設としているが、今回の地震では、避難場所の規模は様々であり、最大 2500 人、最小 6 人の収容人数となっており、小千谷市全体の平均では、1 箇所約 2400 人を収容した。今後、各地域の指定避難場所の資料に基づいて、必要な避難所数を推計していくことが合理的であろう。
- ② 非常食の需要に関しては、今回の地震では最多 5 食/人日、最少 2 食/人日、平均として 3 食/人日の供給となっており、システムでの 3 食/人日の設定は適切であったといえる。
- ③ 応急危険度判定を必要とする実際の建物棟数は、全壊及び半壊建物棟数の 2.5 倍であった。これはシステムで大破及び中破棟数の 3 倍で推計した結果とほぼ一致している。また、危険度判定人員数についても、システムでは 1 名あたり 1 日 9 棟と設定しており、実際の 8 棟/人日との結果とほぼ同じであった。
- ④ 仮設トイレの需要量については、システムでは 60 人/基としているが、小千谷市においては 30 人/基の結果となっている。しかし、他の調査資料⁴⁾では、60 人/基の設置が適切であったとの報告もある。

以上の結果から、需要量予測の誤差の多くは被害想定によるものであり、原単位でみた場合に、ほぼ一致していたことがわかる。

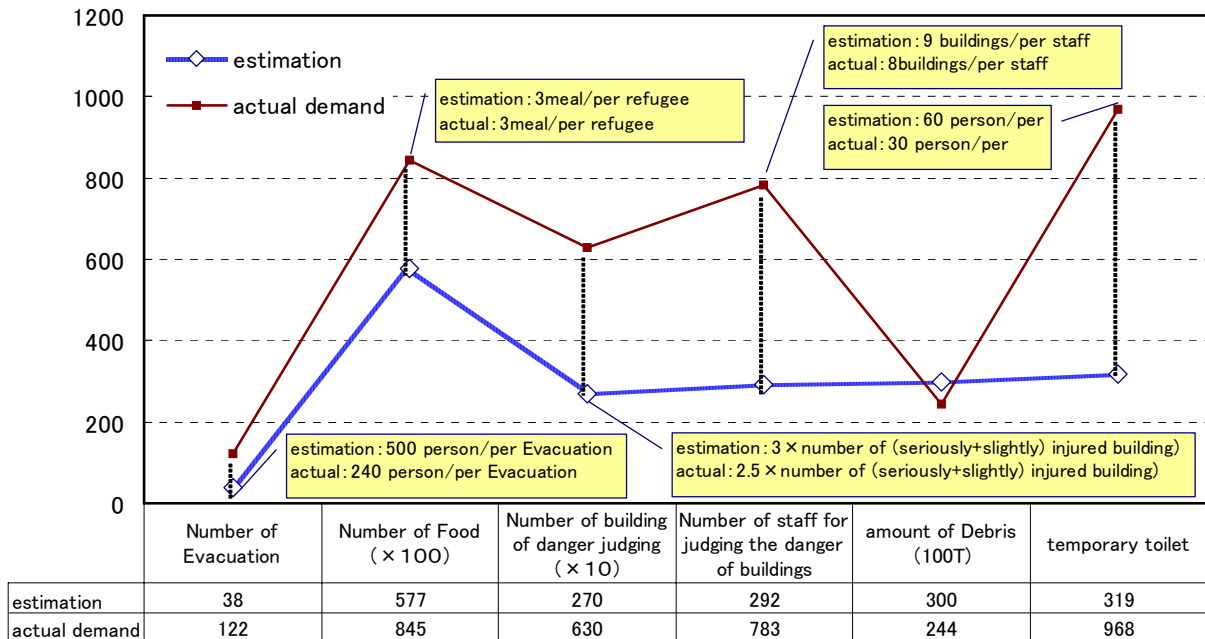


図 7 実際の需要量と予測値と比較

・システムの評価

このようなシステムは、実際に現場で活用されてはじめて意味をなすものであることから、自治体防災担当者を対象にシステムの評価を行った。対象地域は実際に地震災害を経験した「兵庫県」、「神戸市」、東海・東南海・南海大地震による被害が懸念されている「三重県」、地震災害の少ない地域「鹿児島市」、「山口県」とした。また評価方法は、調査票の記入及びヒアリングによるものであった。

具体的には、需要量推計システムの実演を通して、「災害イメージの把握」、「情報空白期における使用」及び「防災訓練での使用」における有用性に関する五段階評価を記入してもらうとともに、意見聴取を行った。図 8 に評価結果の集計を示す。概ね肯定的評価を得たことがわかる。また、システムの実用化に向けて、下記に掲げるいくつかの要望、課題が挙げられた。今後、これらを踏まえて継続的開発及び改良を行っていく予定である。

- ① より頻発な風水害等にも対応するようにすべき
- ② 既存システム（被害集計等）との連携を考慮すべき
- ③ システムを取り扱う人員確保が必要
- ④ 情報共有化の仕組みを図る必要がある
- ⑤ より簡素・直感的操作画面が必要である。
- ⑥ 標準化したものにすべき

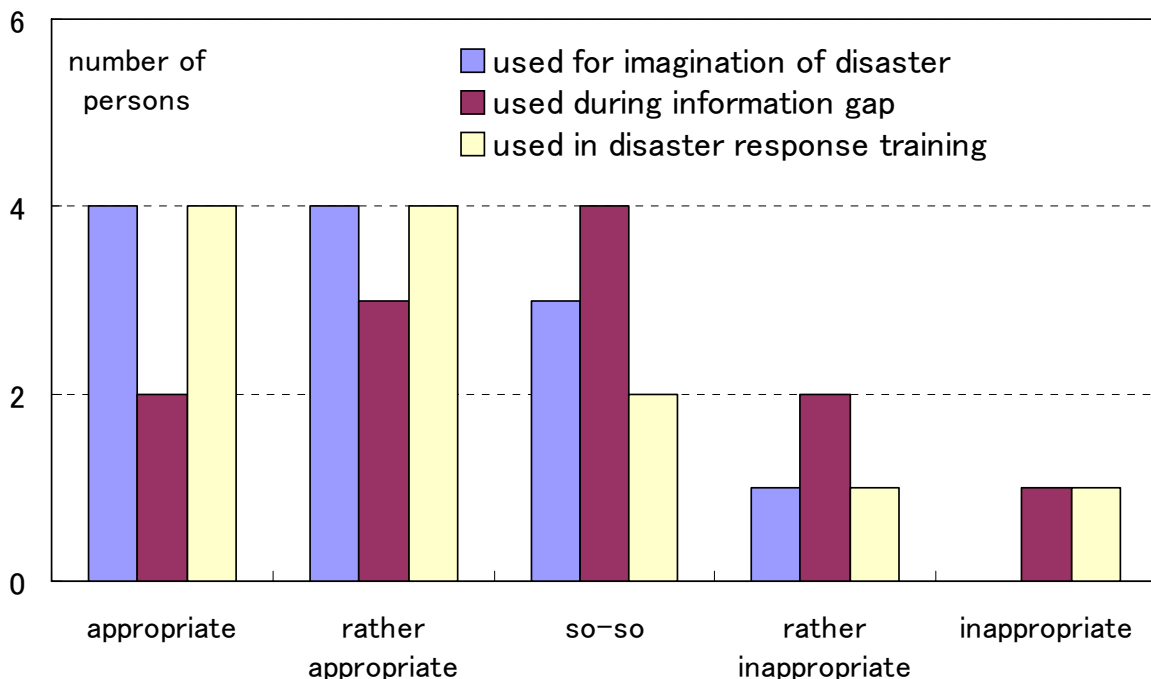


図 8 構築中のシステムに対する自治体防災担当者の評価

(d) 結論ならびに今後の課題

前年度に試作した「応急対応需要量推計システム」について、新たに「閉じ込めによる人命救助」を取り上げ、必要な救助要員、車両台数及び所要時間の推計方法を確立することを目的として、全国の消防本部を対象とした調査を行い、“所要人員数”、“車両台数”等々が標準偏差とともに推定可能であることが明らかとなった。

今後の課題を下記のようにまとめる

- 現状の被害想定では、“閉じ込め事案の発生件数”の予測式が確立されていないため、本研究で得られた結果を試作した“応急対応需要量推計システム”にそのまま用いることが難しい。
- 今回の分析結果により、“救助所要時間”は“事故種別”、“救助要員数”、“要救出者数”等々の要素と複雑に絡み合っており、単純な推計式で表すことが困難であることから、今後、さらに詳細な分析が必要である。

また、災害時の応急対応を情報面において支援するためのツールとして、「地震災害応急対策需要量推計システム」を開発し、また 2004 年新潟県中越地震の被害データ及び小千谷市における応急対応需要量データを用いて検証を行った。被害予測結果については、実際の被害と概ね一致した結果となった。需要量推計については、得られたデータに限ったものではあるが、原単位でみた場合には、概ね一致した結果が得られた。さらに、ユーザとしての防災担当者にシステム評価を行い、概ね肯定的評価が得られた。

今後、震度情報を用いて、距離減衰式や増幅度等を考慮した面的分布の補正手法の開発や、地震動と被害との関係の更なる検討等々を図っていくとともに、より多くの震災事例を用いて継続的に検証し、精度の向上に向けて進めていく必要がある。また、得られた防災担当者の意見をシステムに取り入れ、改良を重ねていくことが必要である。

(e) 引用文献

- 1) 胡哲新、遠藤真、座間信作：震災時の応急対応需要量を推定するためのアルゴリズム、経験則に関する資料－応急対応支援システムの開発に向けて－、消防研究所研究資料、2004
- 2) 胡哲新、座間信作、遠藤真：過去 10 年の消防による救助活動に関する調査 ー救助活動需要量の推計手法の開発に向けてー、地域安全学会 NO.17 号,PP.65-68, 2005
- 3) 総務省消防庁HP：平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震（第 67 報）
<http://www.fdm.go.jp/detail/527.html>
- 4) 山下亨：災害時のトイレ権－阪神淡路大震災のトイレ大混乱を省みて－、近代消防、Vol. 527.pp99.2005

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
(論文)			
胡哲新、遠藤真、座間信作、関澤 愛	応急対応需要量推計システムの開発・評価・検証	消防研究所報告	2006 年 3 月
胡哲新、座間信作、遠藤真	過去の事例に基づく消防による救助活動実態の分析	消防研究所報告	2006 年 3 月
(口頭発表)			
胡哲新、座間信作、新井場公德、久保田勝明、鄭柄表、遠藤真	新潟県中越地震における消防関係機関の対応と連携の実態 ー応急対応支援システムのあり方を考えるー	地域安全学会	2005 年 5 月
遠藤 真、胡哲新、座間信作、関澤 愛	地震応急対応需要量予測システムの開発	地域安全学会	2005 年 11 月
胡哲新、座間信作、遠藤真	過去 10 年の消防による救助活動に関する調査 ー救助活動需要量の推計手法の開発に向けてー	地域安全学会	2005 年 11 月
遠藤 真、胡哲新、座間信作、関澤 愛	市町村を対象とした地震災害応急対応需要量予測システムの開発	日本地震工学会大会	2005 年 11 月

胡哲新、座間 信作、新井場 公德、久保田 勝明	新潟県中越地震における消防関係機 関の応急対応プロセスから見た応急 対応支援システムのあり方と課題	日本地震工学会大会	2005 年 11 月
----------------------------------	---	-----------	----------------

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
応急対応需要量推計システム	<ul style="list-style-type: none"> 被害想定結果に基づいて応急対応需要量を提示する 各自治体が予め登録できる対応可能量（備蓄等）との比較から応援需要量を予測して提示する 実被害量に基づき需要量を推計する

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 18 年度業務計画案

【業務計画案】

平成 18 年度は、昨年度に試作及び精度の改良を行った被害予測や応急対策需要予測システムを、CD-Rom にて全国の市町村へ配布し、試用してもらった上で、システム評価を行うと共に、提案してきた意思決定の自動化を図る「応急対応マニュアルシステム」のプロトタイプを開発する。

【実施方法】

地域防災計画（応急対策編）及び応急対応マニュアルにおける応急対策事項、各事項の実施条件、タイミング、優先順位の決め方に関する現状調査を行い、if-then 方式のルール等々を整理した上で、災害対応の意思決定の自動化を目指す応急対応マニュアルシステムのプロトタイプを開発する。

【目標とする成果】

災害発生の時点から迅速かつ的確な応急対応を開始できるようになるために、被害状況及びそれに基づく応急対策需要量の想定のみならず、発災直後の状況に応じて、必要な業務内容と必要となる時期、必要な組織編成、職員数、資機材数等を見通した応急対応マニュアルシステムを試作する。

被害想定だけでなく、より応急対策と直結する「対策需要量」に基づき、応急対応マニュアルを作成（カスタマイズ）できるシステム機能を持たせる。