

効果的戦術実現のための震災時消防活動統合支援システムの開発 Systematization for Fire-Fighting Response Decision in Mid-scale Urban City

○坂本 朗一¹・高梨 成子¹・堂田 深次²・大西 一嘉³
Naruku Tkanashi¹, Koichi Sakamoto¹, Mitsugu Dota² and Kazuyoshi Ohnishi³

¹防災&情報研究所

Institute for Disaster Policy and Information society

²尼崎市消防局

Fire Department of Amagasaki City.

³神戸大学

Kobe University.

In this study, we developed a highly effective supporting system that can be operated in mid-scale urban city (Amagasaki City) in large-scale earthquake disaster. During the development of this system, Examination and verification study for firefighting strategy was to increase the affinity of the system for fire fighting personnel.

Keywords : *Firefighting strategy, Support system, earthquake disaster*

1. 本研究の背景及びシステム開発の目的

大規模地震が発生した際には、火災、建物倒壊等による生き埋め、負傷者の発生等が同時に多発する一方で、消防水利や道路支障、職員参集の遅れ等により、効果的な消防運用ができなくなる可能性が高い。さらに、消防機関の広域応援を受け入れ、全体の部隊運用を図るには、複雑な消防戦術の展開が必要となる。震災時に、時々刻々と変化する災害状況を把握して統合化し、効果的な消防戦術の展開を支援する情報システムは開発されていなかったことから、本研究では、大規模震災時に運用可能で、実効性の高いシステムを、中規模都市である兵庫県尼崎市をモデルとして開発した。なお、システム開発にあたっては、平常時利用を図るため、尼崎市消防局の消防指令システムとの連動を図ったほか、実効性を担保するため、図上検討会により震災時消防運用のあり方及びシステムを活用した場合の効果の検証等を行った。

2. 尼崎市の概要

尼崎市は、面積49.97km²、人口458,918人、世帯数217,742世帯（人口・世帯数は、平成23年10月31日現在）の中核都市である。全国の41中核都市の中で、人口は11位であるが、面積は中核市中でも最も狭いことから、人口密度が9,184人/km²と非常に高いことが特徴である。

尼崎市消防局は、4消防署の下、2消防分署、3消防出張所で構成され、この他に消防車両専用の整備工場を有している。消防職員は420名で、消防車両はポンプ車14台、はしご車4台、化学車5台、救助工作車2台、救急車10台を有している。また、市の消防団は、団員920名、ポンプ車58台を有しているが、近年はサラリーマン化が進行しており、特に昼間は十分な出動体制が組めない地域も生じてきている。

平成7年阪神・淡路大震災では、尼崎市は震度6を記録し、火災8件、焼損棟数16棟（うち全焼7棟）、焼失面積2,572m²、死者48人、負傷者7,112人（重傷976人、軽傷6,136人）、全壊家屋10,166棟の被害が発生した。8件の火災のうち、立花町三丁目の火災では、5棟が延焼、死者

11人が発生した。また、平成15年のJR福知山線（宝塚線）の尼崎駅と塚口駅間の列車脱線転覆事故では、死者107人、負傷者549人を出す大惨事となった。

3. 震災時消防活動統合支援システムの概要

(1) システム開発の経過

システム開発は平成21年度から3カ年にわたって行い、1年目に「火災延焼－消火」システム、2年目に「生き埋め・閉じ込め－救助・救出」と「死傷－救急・搬送」システムの検討・開発を行い、3年目にこれらシステムの統合を行った。また、震災時における消防活動戦略等を検討するため、各年に、被災消防本部における消火・救助・救急活動の活動方針、広域応援要請の判断と応援部隊の運用についての図上検討会を実施し、実効性を高めることとした。

(2) システム構成

地震災害時における消防本部対応（消火、救急、救助等）の意思決定に必要な支援機能として、本システムは、「①火災延焼シミュレーション・システム」、「②災害対応システム」、「③部隊管理システム」の3つの基本システム（機能）で構成するものとした。

大規模地震発生時において、これら3つの基本システムを用い、以下に例示するような手順に従い、対応を行うことを想定して開発した。

- ①地震発生と同時に震度予測を行い、市内の被害状況を予測し、これを基に被害調査や部隊派遣等を指示する。
- ②消防指令センター（指令台）に入った火災・救急・救助、その他の事案及び道路被害等を「災害対応システム」で管理し、延焼予測や必要消防部隊数を算定し、応援要請の判断支援を行う。これにより、県（県代表消防本部）や国に応援要請を行う。
- ③応援隊に関する情報を「部隊管理システム」に入力し、事案が同時多発した際、「部隊管理システム」から出動可能な部隊を検索し、部隊配置の支援を行

うとともに、県内応援や緊急消防援助隊等の受入、現場投入など、尼崎隊と応援隊双方の管理を行う。

(3) 基礎データの整備

消防機関で日常的に使われている消防指令システムにおいては、消防活動の特性により、住宅地図データが使われていることが多く、尼崎市消防局においても例外ではない。本システムの構築にあたっては、将来的なデータ更新・活用を見込んでGISを採用し、必要となる建物、消防水利、道路等のデータを収集し、消防活動支援に必要なとなるデータを登録した。

このうち尼崎市市内約10万棟の建物データについては、平常時における火災状況を考慮し、耐火造と非耐火造を以下のように区分した。

- ・耐火造：RC、SRC

- ・非耐火造：木造、S造、250m²以下の非課税の建物

なお、S造建物について、従来は「耐火造」として扱っていたが、過去の尼崎市における延焼火災事例から、S造建物の実態を詳細に検討した結果、延焼阻止性能の低さが指摘されたため、本システムでは「非耐火造」として扱った。さらに、実際に発生した延焼火災について、本システムで延焼状況をシミュレーションで再現したところ、消防実務者の感覚に近い結果が得られている。

また、消防水利については、耐震防火水槽、防火水槽、プール、自然水利を登録している。さらに部隊運用として、消防署所毎の人員と車両、予備車、消防団車輛等について登録した。

(4) 各システムの概要と機能

各システムの概要を以下に示す。

① 火災延焼シミュレーションシステム

本システムの火災延焼シミュレーションは、総務省消防大学校消防研究センターが開発した延焼予測・消火活動の効果の計算手法及びデータ等の取扱い方法を継承した。ただし、実践に応じた消火活動の部隊配置の判断支援を行うため、「配置消防部隊数による延焼阻止線長さの上限表示」、「水利の選定及び使用量（残量）の予測」、「出動から消火開始までの時間予測」等の機能を追加するとともに、GIS上で部隊配置や水利の選定、具体的な消火活動の設定（延焼阻止線の設定）が自由に行えるようにした。

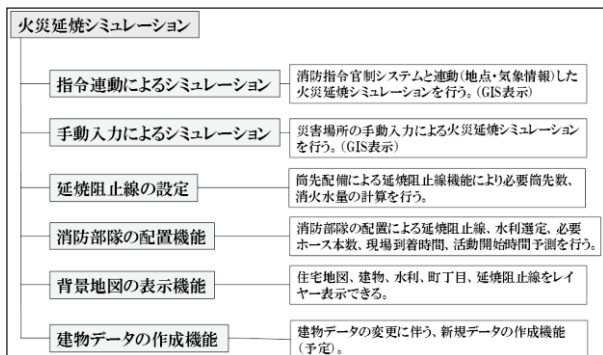


図1 延焼シミュレーションシステムの機能

延焼予測は、まず、任意の建物を出火点として設定し、風向・風速、シミュレーション時間等を設定する。計算が終了すると、結果が延焼中の建物と燃え落ちた建物に分けて表示される。任意の時間間隔毎の表示も可能であ

る。さらに、延焼棟数のグラフ表示（時間経過別）や町丁目別の集計等が可能となっている。その他、事前に登録している地図データとの重ね合わせが可能である。また、出火点の設定にあたっては、指令システムからの情報により素早く建物の位置が特定できるよう、住所検索機能を有している。

延焼予測については、消火活動の効果を評価することができる。消火活動は、延焼予測システムの地図上に「延焼阻止線」を設定することによって評価する。消火活動を行わなかった場合の延焼状況と延焼阻止線を設定した場合の延焼状況を比較することにより、消火活動の効果を評価する。

また、効果的な延焼阻止線の設定のための消防車両配備の意思決定を支援するため、「署所から出火点までの距離・放水開始までの所要時間」、「設定した延焼阻止線に対する配備した車両の過不足、必要ホース本数」、「水利の必要量」を計算・表示できるようになっている。

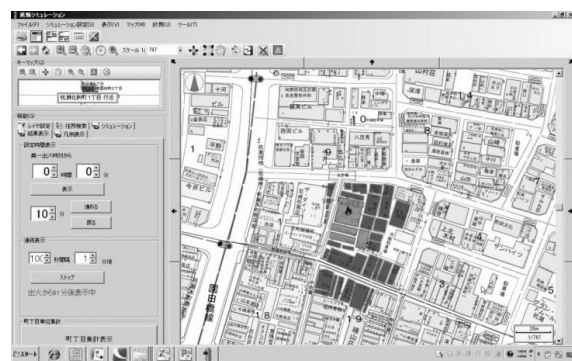


図2 火災延焼シミュレーションシステムの画面例



図3 火災延焼シミュレーションシステムの設定の流れ

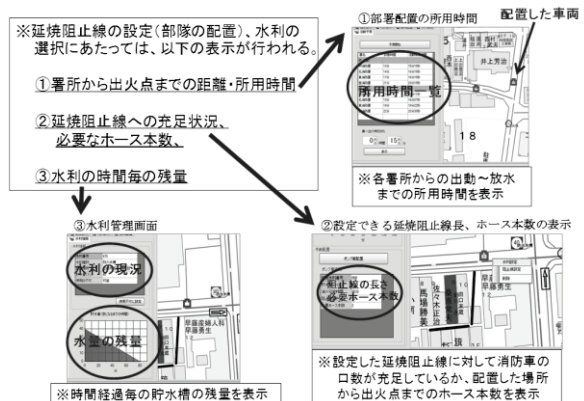


図4 部隊配置の支援機能

②災害対応システム

このシステムは、発生した災害事象に対する消防力の応需状況を管理するものである。現有の消防力のみでなく、外部からの応援部隊が入った場合についての管理も可能となっている。

具体的には、地震発生後、119番等から入手した個々の事案（実被害）に対して、事案の状況や消防車両・部隊の配置・活動状況の管理を行うもので、把握した事案に関する住所や事案の種別、規模等を入力する一方で、消防車両等の必要台数・出動部隊の配置状況等を表示する。

また、投入する消防車両等の状況から活動終了時間を予測したり、目的時間までに終了するために必要な追加応援部隊等の予測を行う。

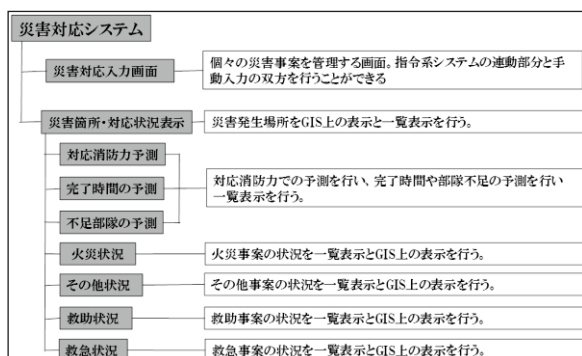


図5 災害対応システムの機能

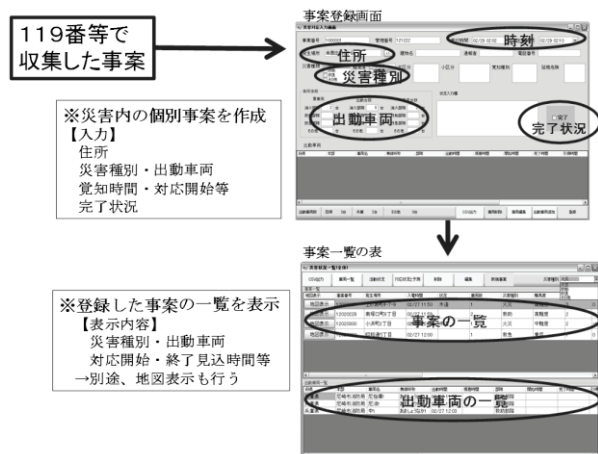


図6 災害対応システムの画面例（登録設定）

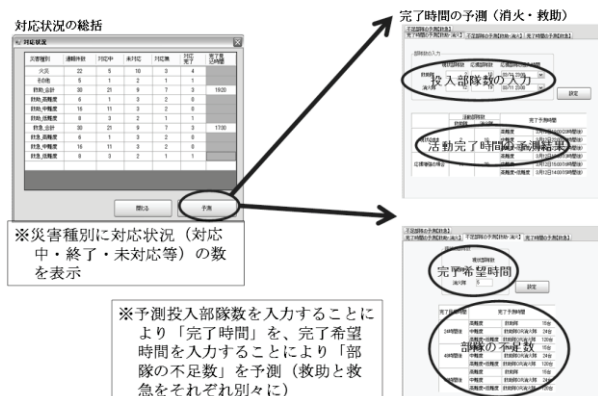


図7 災害対応システムの画面例（活動予測）

③部隊管理システム

部隊管理システムは、尼崎市消防局が所有する消防車両だけでなく、消防団車両や応援派遣された消防車両を含む、車両全体の管理及び個々の車両管理を行うものである。このシステムにおいては、現在活動中の部隊の全体状況及び個々の事案に対処している車両を表示し、さらに、応援部隊の派遣元別、部隊種別ごとの管理や個々の部隊の活動履歴の管理も行う。これにより、応援派遣部隊も含めた消防部隊の全体管理が可能となっている。

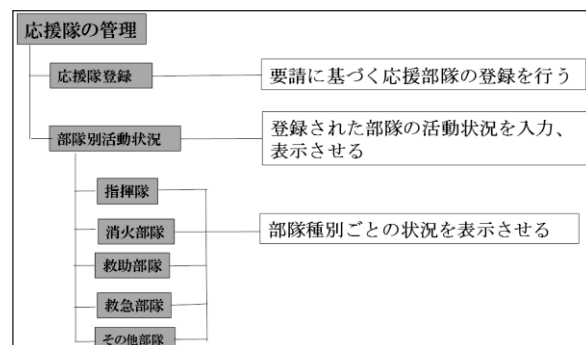


図8 部隊管理システムの機能

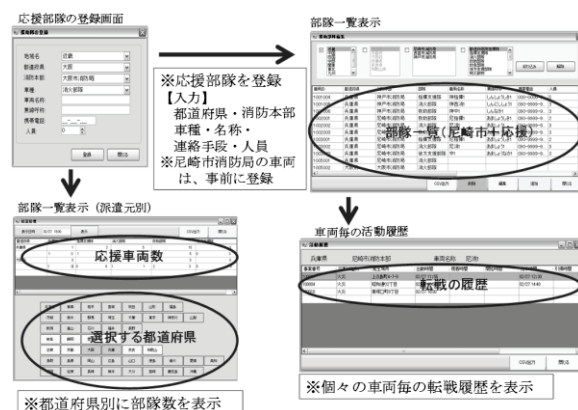


図9 部隊管理システムの画面例

4. 図上検討会の実施

本システムの開発にあたり、震災時にどのように開発されたシステムを活用して行くのか、また、震災時における消防活動戦略等を検討するため、被災側消防における消火・救助・救急活動の活動方針、広域応援要請の判断と応援部隊の運用についての図上検討会を実施した。各図上検討会とも、上町断層の地震を対象とし、尼崎市内の被害と119番通報等の状況を設定したほか、システムが開発された場合、提示される情報についても付与情報として示した。



図10 図上検討会の様子

具体的にどのような局面で本システムが活用可能か、また効果的であるかについて検証した結果、以下のような点が把握された。

- ・初動時に、建物の延焼危険度に応じて車輛派遣台数を派遣したものの、危険度が高い地域で火災が同時に多発し、延焼した時など、システム上で必要台数、活動終了時間等の予測を行えば、より効果的な運用が可能となる。
- ・救助・救急活動事案については、被害程度や規模により優先度を判断したが、転戦等の検討にシステムの活用が有効である。
- ・延焼拡大地区における消火活動戦略として、市街地木造密集地区では空中消火や破壊消防等の実施は困難なため、延焼阻止線を張って防御することとしたが、必要とされる消防車輛台数を要請できなかった。GIS上で示された延焼予測や、消火可能な水利量等の情報を活用すれば、効果的な延焼阻止をすることができたと考えられる。“予測”することの重要性和、そのためにGISを活用することが有用であることが認識された。
- ・応援派遣側においても、被災地の詳細な被害状況や今後の予測の情報が重要である。単に地名や延焼棟数棟を聞いていただけでは、延焼地域の状況をイメージすることができなかったが、システムから延焼拡大状況（延焼シミュレーション結果等）が示された場合、消火方法の助言をしたり、被災地から断られたとしても、応援派遣が必要であることを説得したり、必要な車輛台数を早めに手配したりするなど、応援部隊派遣や消火戦術の意思決定を左右するほどの効果が期待できることが判明した。
- ・道路支障や津波の影響がある場合についても、文字情報等では支障を無視ないしは極小化して見てしまう傾向があるが、システムで地図情報を示し、道路支障等を示して警告することにより、道路支障による対応の遅れ等を考慮することが可能となる。

一方、延焼シミュレーションを活用する際の留意点として、この予測は通常火災に基づくものであり、倒壊建物の場合の延焼は異なり、延焼予測も変化する可能性があることを考慮する必要があることなどが指摘された。

5. 本システムの平常時活用

本システムは、震災時の消防運用を目的として開発したが、平常時においても、火災危険地区（消火困難地区）の把握や、消防水利の配置計画等にも活用可能である。また、尼崎市消防局管内で実際に発生した大規模火災（市場火災等）における検証作業等も行ったが、延焼シミュレーションの予測結果は、ほぼ実勢を反映したものであることが確認されており、通常の大規模火災時に運用することも可能である。

6. 今後の課題

尼崎市消防局に本システムが開発・設置されたことを受け、平成24年7月末に、尼崎市消防局において、大阪市消防局、神戸市消防局及び阪神地区の消防局・消防本部の職員を招き、本システムの公開と、活用可能性等に関する意見交換会を開催した。この意見交換会の検討結果を踏まえ、課題として把握された代表的なものを以下に示す。

- 本研究では、被害予測機能のロジックの検討は行っ

たものの、システムとしては本格的に構築できなかった。今後、東日本大震災の調査・研究成果を踏まえ、大規模地震の揺れによる建物被害、出火・延焼メカニズム、津波浸水予測等を反映させ、システム構築を図っていく必要がある。

- 消防部隊の広域運用の面から、防災部門等との連携や、他の消防機関等も含めた広域運用システムを構築する必要がある。
- 今後、東海・東南海・南海地震等南海トラフにおける連動型地震の発生等が危惧されていることから、システムの汎用性について考慮しつつ、早急に消防の広域運用支援システムを構築する必要がある。
- 本システムが設置された尼崎市消防局における運用のあり方、消防職員等教育への活用のあり方及び具体的な活用方策を検討する必要がある。
- 消防職員のノウハウを活用して開発したものだけに、消防職員にとってシステムとの親和性は高いものの、今後さらに、システムの処理時間の短縮と操作性や結果表示の見やすさの向上を図る必要がある。
- 震災時に実際に発生した被害に関するデータ等が入力され、延焼シミュレーション等が実施された結果について、関係機関や各部隊等に伝達する手段を構築する必要がある。
- 今後の各消防局・消防本部への導入可能性について、小規模消防本部ではシステムに関心はあっても、人的・財政的限界から導入は困難ではないかという意見があった。一方、中規模都市では、人的余裕はあったとしても、データ更新の手間や維持管理費用等が課題となることが指摘された。

今後、実際の地震災害等が発生した際の対応を踏まえ、本システムの向上を図り、現場の消防本部で本システムを活用できるよう、普及方策を検討し、普及を図ることなどが大きな課題となっている。

謝 辞

本研究の実施にあたり、総務省消防大学校消防研究センターを始め、神戸市消防局、大阪市消防局、京都市消防局等、各方面の関係機関等に多大なご協力をいただきました。紙面を通じて御礼を申し上げます。