

状況に応じた現場対応支援を行う防災システム

横部 径 仲谷 善雄

Disaster Prevention System that Supports On-Site Tasks According to Situations

Wataru Yokobe, Yoshio Nakatani

Abstract - In this research, the system that supports on-site tasks recovering from a disaster is proposed. Tasks for various disasters are classified into skill-based, rule-based and knowledge-based from the viewpoint of "Prior examination possibility," and corresponding support functions in each classification are proposed.

Keywords: SRK model, earthquake, mobile system

1. まえがき

本研究では、災害時における現場対応を支援する。そのための枠組みとして、多様な災害対応活動を「対応の事前検討可能性」の観点から分類し、分類ごとに適切な支援機能を提供する。

地震などの災害において、自治体が各地域の被害情報を迅速に収集することは減災を達成する上において重要な課題である。災害時の対応は各自自治体、ボランティア、企業などの関連機関が連携して、急速に変化する状況に柔軟に対応することが求められる。そのためには、迅速な情報収集とその整理、そしてそれらに基づく適切な対策の検討と、関係各所との情報および対策の共有が重要である。しかし災害現場では真偽の定かでない情報が大量に発生し、職員も目の前の事象の対応に追われることが多い。特に地震災害においては、その被害の規模が広域かつ甚大になりやすく、また発生する問題も多岐にわたる。そのために被害情報はマスメディアに頼る傾向にあり、その内容はマスメディアが興味を持つ偏ったものとなっている[1]。現在でも自治体の情報源はヘリコプターや高所カメラによる広域的かつ概括的な被害情報が中心である。それ以外のローカリティの強い被害情報は電話や口コミなどを通じてもたらされ、メモなどのアナログ情報として記録されている。そのため、検索や参照に多大な労力と時間を要する。また、収集された情報を自治体がすべて把握管理することは難しい上、それらの被害にいちいち対処するには膨大な人手と時間を必要とする。そのために対応が後手にまわり、被害が拡大せざるをえなくなる。

それらの反省から情報端末を用いた防災システムを導入して一元管理しようとする自治体は増えつつある。それらのシステムはマクロな観点で情報を管理することを主眼としている。したがって、例えば避難所での食料配

分や収容人数問題などの細やかな支援まで行き届いていないとは言えない。またそれらの問題の多くには絶対的な解決方法がない。そのために、現場で判断に困る事象も少なからず存在する。それらの問題は対策本部の判断にゆだねられるが、現場にいない対策本部が限られた情報から対応を検討することは容易ではない。また対策本部はそれ以外の案件にも関わらざるを得ず、特定の問題の検討に避ける時間は多くはない。結果としてこれらの要員が重なって、新たなトラブルを招くこととなる。

災害時の情報に関する問題は多岐にわたるが、本研究では、上記のような災害時に発生する問題とその対応支援に注目して、システムがそれらの問題を、あらかじめ想定できるかどうか、高度な判断を必要とするかどうかという観点から分類し、分類ごとに適切な支援機能を提供する。具体的にはシステムが入力された情報からその問題の対策を用意しているならばそれを提示して、対策を用意していない問題、高度な判断を必要とする問題、ほかの現場の意見を取り入れるべき問題などについては、試行錯誤的な問題解決支援、協調作業的な支援を提供する。

2. 関連システムと研究動向

2.1 現状システムの課題

災害情報の管理を支援する情報システムとしては、国レベルでは総務省による防災情報共有プラットフォーム、都道府県レベルでは兵庫県フェニックス防災情報システムなど、市区町村レベルでは防災行政無線を中心とする防災情報システムがある。これらのシステムの主な機能は情報の収集と提供にある。これらのシステムは地震計、各種気象計測装置、監視カメラなどのセンサや気象情報会社のデータベースとネットワークで接続されており、情報を収集することで被災状況を把握し、関係各所や市民に必要な情報を提供している[2]。しかし前述のようにマクロな情報収集が基本であり、以下のような問題が存在する。

- ① 情報を交換するシステムは提供されているが、大量の情報を整理して、参照しやすくするような機能はない。
- ② また現場でのローカルな情報収集活動、中央での情報管理・提供活動、トラブル発生時の対応などを統合的に支援する枠組みを持っていない。
- ③ 入力すべき項目が多いために被災時には相当な手間となる。多くの自治体では、現場対応に人手を取られて、情報システムへの入力を行う担当者を確保できていない。
- ④ 平時に訓練できるモードが用意されているが、十分ではない。

2.2 関連研究

本研究に関連する先行システムとして「安震システム」がある[3]。ユーザ間での情報交換のための「安震スタンド」、GPS による各地の状況を収集する「安震君」、それらの情報を元に防災マニュアルを策定する「防災カルテシステム」を内包する情報発信システム「安震ウェブ」の3つから成る。このシステムでは、オブジェクト指向モデル化技術によって事象を分析することで、事象の「データの」な側面、「制御的」な側面、「機能的」な側面を抽出して複雑な問題の分析を可能としている。また携帯端末を利用して各地域による細かな情報収集と対応策の策定を行えるシステムである。

しかし、対象となる情報端末が自治体から貸し出されているものに限定されていたり、ひとつの事象に対して最大9つの要素の入力を必要としているなどの問題がある。また災害対策で大きな問題となるトラブル対応については、トラブルの程度を考慮したきめ細かな支援が十分に考慮されていない。

3. システムの概要

3.1 SRK モデル

本研究では、誰もが不慣れな災害対応の中で、トラブル発生時に、中央と現場の双方を統合的に支援する枠組みの構築を目指す。特に、トラブルのレベルを考慮した支援方法のきりかえが中心となる。それについては、Rusmussen のSRK モデルを用いた支援機能を提案する。

SRK モデルは、人の行動や判断を熟練度意識性によって分類したモデルである[4]。人間の行動を習慣性・無意識性のレベルに応じて S (Skill : 技能)、R (Rule : 規則)、K (Knowledge : 知識)の3種類に分類し、S、R、Kのそれぞれに対して適切なヒューマンインタフェースを設計する枠組みを提供する(図1)。特にトラブル対応に関する規則が整理され、ユーザとの相互作用が多いインタラクティブなシステムを持つ分野、例えば原子力発電プラントなどへの適用実績があり、ヒューマンインタフェースを設計するのに有効なモデルである。防災の分野では十分なマニュアルの構築ができていない状況が続いてお

り、SRK モデルが用いられたシステムの適用例がない。しかし1995年の兵庫県南部地震以降、度重なる地震災害を通じて、自治体、企業、住民、ボランティアの対応事例が蓄積されつつある現状から、規則ベースでの支援が実現可能となってきた。またマニュアルとして整理できる部分が徐々に明確化されてきたことで、マニュアルとして整理できない部分(知識ベース)の活動の事例も整理されてきたといつてよい。

本システムでは、災害時に情報収集や現場対応を行う職員が使用する携帯端末に情報を入力して送信することをきっかけとして、サーバが情報の種類に応じて適切な支援を行うようになっている。以下で詳細を説明する。

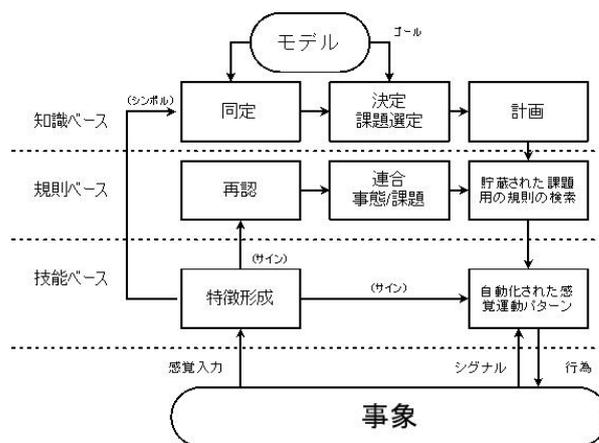


図1. Rusmussen のSRK モデル

3.2 技能ベース

技能ベースな活動は意識的な制御を必要としない日常的・習慣的な行動であり、シグナルとして知覚した外部情報に基づいて無意識的または反射的に行動が喚起される。ユーザが状況を直観的に把握し、慎重な検討なしに即時対応できる。特に問題が発生していない状況での監視活動などがこれに該当する。

本システムでは、担当者はGPS付き携帯電話を持って現場で情報収集を行う。このシステムでは、情報収集用のwebページを開いておくことで自動的にGPS情報のリクエストが送られるようになっている。担当者は携帯を持ち歩くだけで位置情報を中央のサーバに送信できるようになっている。このシステムは位置情報による行動履歴から道路状況を判断するとともに、情報が来ていない未知の地域に向かう担当者の安全管理を主に考えて構築されている。まず送信された情報をもとにサーバは以下の情報を返す。

- ① 付近の危険な場所の情報
- ② 付近の消息不明者の情報

これらの情報は、情報収集用のページに詳細な地図と共に表示される(図2)。担当者はこれらの情報を参照することで、危険な場所にうっかり足を踏み入れることを未然に防ぐことができる。またこのシステムは担当者か

らの更新が途絶、または一定時間留まっている場合、何らかの障害が発生したと自動的に判断する。最初にまず担当者に対して移動できない理由を問うメールを送信する。そのメールに対する返事が一定時間返ってこなかった場合に消息不明者(②)と判断して周囲の関係者にメールを自動送付する。付近の関係者はそのメールを基に現場に急行し、現状を報告してもらう。場合によっては危険な場所(①)であると報告してもらうことで、新たな犠牲者の発生を防止する。また危険だと判断されているにもかかわらず危険地域に近づく担当者を検出した場合、システムはアラームメールを送信する。上記の仕組みによって、2次災害を未然に防ぐのがこのシステムの役割である。図3にアラームメールの画面例を示す。



図2 位置情報取得時の画面例



このメールは自動送信メールです。この近辺の学校において、災害情報「火事」が発生したとの情報が2010-01-15 01:26:55.0頃に入っています。大変危険なため、速やかにその区域からの退去を行ってください。なお詳細な情報は <http://.../autogps.jsp> で確認してください

図3 アラームメールの画面例

3.3 規則ベース

規則ベースな活動は、平常時に事前に対応を検討できるような、予測可能な問題状況への対応行動である。サインとして知覚した情報に基づいて目標を達成するために必要な規則(ルール)を検索し、適切なものを選んで実行すべき行為系列を組み立て、実行するものである。対応行動はあらかじめ「マニュアル」として整理されている。過去の災害事例から得られた教訓(事例)もここ

に含まれる。

本システムでは、現場ユーザが問題状況に遭遇したときに、それに関する必要事項を記入してサーバに送ってもらう。その情報は一般的な対応規則、および過去の問題状況と解決方法に関する事例ベースと対比される。一般的な対応規則については、既存の防災マニュアルに掲載されているものはそれを利用し、そうでないものについては新たに収集・データベース化する必要がある。類似の状況に関する規則や事例が存在する場合には、規則ベースの問題であるとして、その内容が回答例として返信される。図4に画面例を示す。対応事例は「時間帯」「場所」「状況」「危険性」で整理されており、それぞれ一致する事例が表示されるようになっている。この例では問題発生状況のうち「時間帯」の状況が一致した3つの事例を表示している。この中で適切な事例を選ぶように指示している。対応の結果、成功と判断された場合には、その対応が成功事例として事例ベースに新たに格納される。

以上のように

- ① 情報を送信
- ② マニュアルと対比される
- ③ 送られた対応例から選択する
- ④ 成功した対応例を新たに登録する

というプロセスを繰り返すことで、既存のマニュアルの保守、改良も兼ねている。また、多く参照された対応例は、災害時に頻発する問題に対する優秀な対応例であるとして、優先的に持ってくるプロセスを組み込む事で、問題対応の時間の短縮を図ることができる。また頻発する問題は、自動的に規則ベースから技能ベースへと移行して、自動的に提供する機能も検討中である。

****トラブル対応例****
 成功した対応例をクリックしてください。新たな対応例として登録されます。成功しなかった、または適切な対応例がない場合は不一致をクリックしてください。専門家に連絡されます。以下のリンクからタグごとに対応例を表示できます。

全て夜 病院 地震 高
 (夜 学校 火事 高) - 一致度2
 Q: 火災発生
 A: 避難してください
 (夜 山 火事 高) - 一致度2
 Q: 山火事です
 A: 即刻避難してください
 (夜 山 火事 高) - 一致度2
 Q: 山火事です。
 A: 即刻避難してください。危険です。
 (夜 学校 中) - 一致度1
 Q: 落雷で停電
 A: プレーカーを確認してください

| | |
|------|--------------------------|
| 名前: | 横部径 |
| 緯度: | 34.98 |
| 経度: | 135.96 |
| 時間帯: | 夜 |
| 場所: | 病院 |
| 状況: | 地震 |
| 危険性: | 高 |
| 詳細: | 病院の2階部分がつぶれています。倒壊の危険あり。 |
| 解答: | 解答要請 |

図4 規則ベース行動の支援機能の画面例

該当する事例が存在しない場合、または回答が適切でないとユーザが判断した場合、未知の事象である知識ベース的な問題であると判断されて、次節で述べるシステムに引き渡される。

3.4 知識ベース

知識ベースな活動は、予測することが困難な想定外の事象への試行錯誤的な対応に相当する。状況の認識および解釈を行い、解決すべき問題のモデル化を行った上で、試行錯誤的に問題を解決するものである。

本システムでは、マニュアルに解決例が存在しない、または解決例が不適切な場合に、問題が管理者側に送られて、ユーザと管理者による対話による解決を支援する機能が該当する。システムではすべてのユーザの情報が表示されており、どの場所で、どのような状況が発生したのかに関する現場からの報告を支援する報告テンプレートを用意し、情報共有を促進している。規則ベースな活動の支援機能において解決しなかった問題に「回答要請」というフラッグを立てて、専門家としての判断を要請している。災害対策室では既存の防災情報システムが提供するグループウェアを利用して関係者で対策を検討し、その結果を現場ユーザに回答する。その回答が有効であると評価された場合には、新たな解決事例として登録し、規則ベースな活動の支援機能において参考事例として提供する。

知識ベース的な活動における支援機能は本来の自治体が行っている情報収集とその対応のための連絡を web 上で行えるようにしたものである。このシステムでは前述の技能ベース、規則ベースにおいて、管理者が行わなければならないユーザの安全管理とマニュアル参照を自動化している。また未知の事象に対しても対応事例を確立すれば、次回からは規則ベース的な支援機能で扱われる問題になることで、使えば使うほど管理者とユーザ双方の負担が減るシステム構成になっている。

図 5 に画面例を示す。

The screenshot shows a web interface for managing a knowledge base. At the top, there is a map of a region in Japan with a red pin indicating a specific location. Below the map, a data entry form is visible with the following details:

- 番号: 108
- 名前: 横部径
- 緯度: 34.97961
- 経度: 135.96464
- 時間帯: 夜
- 場所: 学校
- 状況: 火事
- 危険性: 高
- 日付: 2010-01-15 01:26:55.0
- 詳細: 校舎から火の手が上がっています。
- 返答: 解答要請

Below the form is a table with columns for '番号', '名前', '緯度', '経度', '日付', '時間', '場所', '危険性', '詳細', and '返答'. The first row of the table contains the data from the form above.

| 番号 | 名前 | 緯度 | 経度 | 日付 | 時間 | 場所 | 危険性 | 詳細 | 返答 |
|-----|-----|----------|-----------|-----------------------|----|----|-----|------------------|------|
| 108 | 横部径 | 34.97961 | 135.96464 | 2010-01-15 01:26:55.0 | 夜 | 学校 | 火事 | 校舎から火の手が上がっています。 | 解答要請 |

図 5 知識ベースの管理者用画面の例

4. システムの評価

以上のシステムのデモを滋賀県大津市、京都消防などに実施してヒヤリング調査を行った。以下の評価が得られた。

4.1 大津市

- ① このシステムは、行政よりも地域単位の自主防災組織のほうが有効性は高いのではないかと。自主防災組織がこのシステムを使う場合、利用者はその地域の情報を得るために活用する可能性がある。
- ② 集めた情報を信憑性などに応じて整理するシステムは必要。同じ報告でも件数によって信憑性は変わる。
- ③ 被害画像を見ることができれば、町が受けた被害を把握しやすい。現状では高所カメラなどを用いて大局的な俯瞰をして初動を行うしかない。

4.2 京都市消防

- ① 対応を間違えないように情報を整理する必要がある。
- ② 収集する情報の信憑性の問題もあるので、システムの利用者は信頼できる役員などに限定すべき。
- ③ 携帯端末で位置情報を取得できる点は便利。
- ④ 被害情報を表示するシステムは既存のものがあるので、現場での活動を支援できる機能が欲しい。具体的には、地理が不案内な人でも活動できるような機能。

いずれについても、初動においてはマクロな対策が中心となり、きめ細やかな支援は難しいという意見であった。また地震発生時に職員の安否や居場所を瞬時に把握できるシステムがあれば、初動までの手間を抑制できるという意見があった。またこのシステムはインターネットが使用可能な状況を想定しているために、今後の課題として、オフラインでも使用ができるような柔軟なシステムにしたい。

5. 参考文献

- [1] 内閣府：阪神・淡路大震災教訓情報資料集【03】政府および国の防災関係機関の初動
http://www.bousai.go.jp/1info/kyoukun/hanshin_awaji/data/detail/1-2-3.html
- [2] 消防防災博物館：調べる-3. 災害対応総合情報ネットワークシステム（フェニックス防災システム）について
<http://www.bousaihaku.com/cgi-bin/hp/>
- [3] 福井和夫・高井博雄・飛田潤：双方向災害情報システム「安震システム」と携帯型災害情報端末「安震君」、日本建築学会技術報告集、第12号、pp. 227-232 (2001)
- [4] 田中博：ヒューマンインタフェース、株式会社オーム社、東京(1998)