

(79) 対応行動データベースの構築と 台風災害時避難の学習方法の検討

有友 春樹¹・高橋 亨輔²・岩本 祐子³・井面 仁志⁴・白木 渡⁵

¹正会員 日本ミクニヤ株式会社 (〒213-0001 神奈川県川崎市高津区溝口 3-25-10)

E-mail: aritomo@mikuniya.co.jp

²正会員 香川大学工学部 助教 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)

E-mail: k_taka@eng.kagawa-u.ac.jp

³非会員 日本ミクニヤ株式会社 (〒213-0001 神奈川県川崎市高津区溝口 3-25-10)

E-mail: iwamoto@mikuniya.co.jp

⁴正会員 香川大学工学部 教授 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)

E-mail: inomo@eng.kagawa-u.ac.jp

⁵フェロー 香川大学危機管理先端教育センター 特任教授 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)

E-mail: shiraki@eng.kagawa-u.ac.jp

近年、2015年9月に発生した関東・東北豪雨災害など、市域を超える大規模な風水害が多発している。このような災害に対応するためのソフト対策のひとつとして、タイムライン（事前防災行動計画）の作成が推進されている。しかし、タイムラインに沿った対応行動をとるには事前の学習や訓練が必要である。

本研究では、災害発生時の対応行動の学習支援のため、個人や社会の行動に着目して過去の対応行動を収集し時系列的に整理した対応行動データベースを構築する。そしてこの対応行動データベースを活用して、過去の対応行動の問題点や課題について分析し、今後起こりうる災害に対してとるべき効果的な行動を検討する。さらに、本研究では、構築したデータベースを活用した学習方法を提案する。

Key Words: database, action support, typhoon disaster, resilience

1. はじめに

2015年9月に発生した関東・東北豪雨災害（鬼怒川水害）や2016年に発生した台風10号など、近年、市域を超える大規模な風水害が多発している。こうした災害を踏まえ、国土交通省では、2015年に水防災意識社会再構築ビジョン¹⁾を策定し、2021年度を目途に直轄河川とその沿川市町村において、防災・減災のための様々な取り組みを実施している。ハード対策としては、氾濫した場合にも被害を軽減するという視点の下での各種対策の導入を進めている。ソフト対策では、住民自らがリスクを察知し、主体的に避難できるための住民目線のソフト対策の実施を進めている。

住民目線のソフト対策のひとつとして、国土交通省では、タイムライン（事前防災行動計画）の作成を推進している。タイムラインとは、災害の発生を前提に防災関係機関が連携して「いつ」、「誰が」、「何をするか」を時系列で整理した行動計画である。

タイムラインの活用により、防災関係機関は災害時に連携のとれた組織間の対応行動が可能となり、住民は余裕を持った事前対応行動が可能となる。しかし、災害は突発的に発生する場合もあり、対応行動をとる判断が難しい場合が多い。また、災害状況は時間と共に変化するため、状況の変化がイメージできなければ、タイムラインに沿った適切な対応行動をとることが難しい。したがって、タイムラインの実効性を高めるには、事前の学習や訓練が必要である。

そこで、本研究では、災害発生時の対応行動の学習を支援する対応行動データベースを構築する。対応行動データベースは、災害発生時の個人や社会の対応行動を時系列的に整理したデータベースである。データベースには、過去の台風災害事例を「いつ」、「どこで」、「誰が」、「何をしたか」という観点で整理した情報が蓄積されている。さらに、本研究では、構築した対応行動データベースを活用した学習方法を検討する。学習者が過去の判断と比較して、現在の基準ではどのような判断を行

うことが適切かを検討することで、今後起こりうる災害に対応可能な人材育成を目指す。

2. 対応行動データベースのコンセプト

(1) 台風を対象とした既存のデータベース

災害における教訓を学習を目的として、様々なデータベースや災害アーカイブスが構築されている。台風を対象としてものには、台風災害データベースシステム（防災科学技術研究所）²⁾やデジタル台風（国立情報学研究所）⁴⁾などがある。台風データベースシステムは、国や地方自治体により報告された台風災害による被害情報を蓄積している。このデータベースは、過去の災害事例学習などに活用される。デジタル台風は、台風の経路や気象衛星台風画像など台風情報に加えて、ニュース報道やマイクロブログ（Twitter）など台風発生時の社会動向情報を蓄積している。また、台風リアルタイム・ウォッチャー⁶⁾では、デジタル台風の台風画像と、ウェザーニュースの減災リポート情報に関連づけ、台風発生時のソーシャルメディア情報を Google Earth 上に可視化する。

本研究で構築する対応行動データベースは、従来の被害事例を蓄積した災害事例データベースとは異なり、「いつ」、「どこで」、「誰が」、「何をしたか」といった時間と場所に着目して、過去の災害時の行動事例を整理する。これにより、災害時の行動開始に有用となる判断基準の検討を支援する。

(2) データベース構築のコンセプト

a) レジリエンスの考え方に基づくデータベースの構築

近年、防災・危機管理では、災害を防ぐ「防災」、被害を減らす「減災」から、被害から早期に回復する「縮災（災害レジリエンス：Disaster Resilience）」の考え方が提唱されている⁷⁾。このレジリエンスについては、Hollnagel らは、想定内、想定外を問わず異常事態において社会技術システム（組織や個人を含む）が最悪の事態を避けるために必要な能力として、①学習能力、②監視能力、③対処能力、④予見能力の4能力をあげている⁸⁾。

本研究では、災害発生の危機的状況において柔軟に適應できる能力として、レジリエンス能力に着目した支援システムの構築を目指す。本研究で構築する対応行動データベースは、過去の事例の学習を通じて、災害発生時の状況の監視能力や予見能力の向上支援を目的としている。台風災害においては、気象データなどの表層的に得られる情報から、降雨量に応じた避難勧告だけでなく、これからどうなるのか次の状況を予測できる能力が求められる。これを実現するために、時系列による過去の台風発生時の対応行動を可視化し再現できる対応行動デー

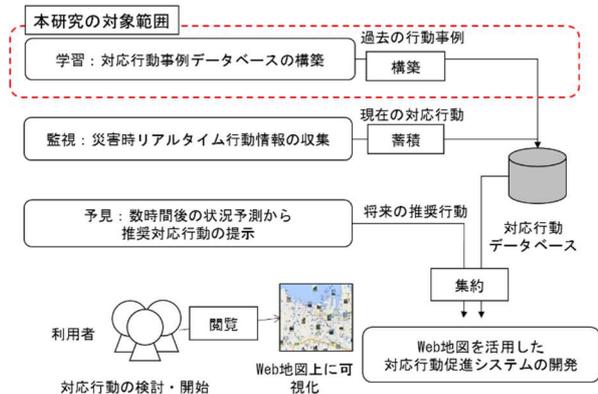


図-1 対応行動データベース構築のコンセプト

タベースを用いた学習方法を提案する。

b) タイムラインに沿った学習支援

タイムラインは、各行動主体の災害時の理想的な対応行動を示した計画である。地域住民にとって実効性あるタイムライン作成に繋げるためには、まず、現状の災害時の対応行動を整理し、整理した情報の中から実際の行動に繋がる情報を検討する必要がある。

本研究の最終目標は、台風などの災害時に時々刻々と変化する環境下においても、状況の変化に応じて柔軟な対応行動を取れるようにするための支援システムの構築である（図-1 参照）。対応行動データベースでは、過去の事例を時系列に沿って災害状況を可視化することにより、平時にタイムラインなど発災時の対応行動を事前に学習し身に着けておくことが可能になる。具体的には、発災時に Web 上のリアルタイム情報を活用した現在の状況の監視能力向上支援や、避難シミュレーションによる次の状況の予測能力向上支援により、危機への対処能力の向上を目指す。

3. 対応行動データベースの構築

(1) データベース構築に必要な情報源

対応行動データベースでは、図-2 に示す①地理空間情報、②気象情報、③社会基盤情報、④災害時の活動情報の4層に分けて情報を収集し整理する。以下では4層の説明と情報の収集方法を説明する。

a) 地理空間情報の収集

基盤地図や行政区画などの情報を国土地理院基盤地図情報から入手する。

b) 気象情報の収集

過去の気象データや土砂災害警戒情報などの防災情報を気象庁から入手する。

c) 社会基盤情報情報の収集

道路や鉄道などの社会インフラの情報を国土交通省国土数値情報から入手する。

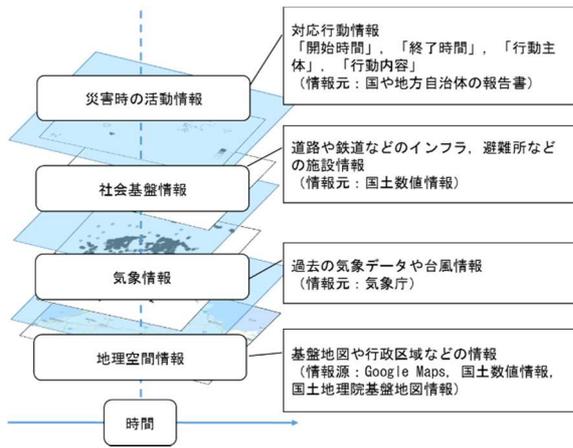


図-2 データベースの情報源

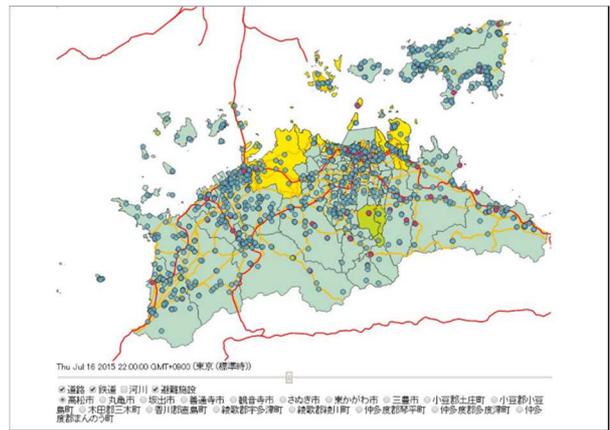


図-3 構築画面例（避難情報の表示）

d) 災害時の活動情報の収集

災害時の対応行動の記録項目として、過去災害の報道発表資料、調査報告書や論文などから入手する。入手した災害時の対応行動を「開始時間」、「終了時間」、「行動主体」、「行動内容」という項目に整理する。例えば、「2015年7月16日14時に南海フェリーが運休した」という事例は、「（開始時間：2015年7月16日14時）、（終了時間：2015年7月16日14時）、（行動主体：南海フェリー）、（行動内容：運休）」といった項目別とする。

対応行動データベースでは、収集した情報を用いて、台風発生時の対応行動状況を地図上に再現する。過去の台風発生時の避難情報発令のタイミングや電車やバスの運休情報など、対応行動の開始に繋がると考えられる行動を時間変化と共に地図上に表示する。

(2) プロトタイプとなるデータベースの構築

本研究では、2015年台風11号の香川県の対応行動を対象にプロトタイプの対応行動データベースを構築する。データベース構築の情報源として、a) 国土地理院基盤地図情報の香川県の基盤地図や行政区域、b) 1時間ごとに香川県のデータ範囲に加工した解析雨量、c) 国土数値情報の香川県の道路と鉄道情報を用いる。d) 災害時の活動情報は、香川県報道提供資料を基に収集した情報を整理する。

本研究では、これらの情報をデータ可視化ライブラリ(D3.js)を用いて時系列別に地図上に表示するWebシステムを開発する。a)からc)の収集した情報は、Shape形式の地理空間情報をGeoJSON形式に変換する。また、d)の活動情報はCSV形式で作成する。D3.jsでは、両者の情報を関連付け、SVG(Scalable Vector Graphics)形式の画像を表示する。構築した画面例を図-3と図-4に示す。図-3は行政の避難勧告発令状況や避難所開設情報が表示されている。図-4は図-3の情報に気象情報を重ねた図を示

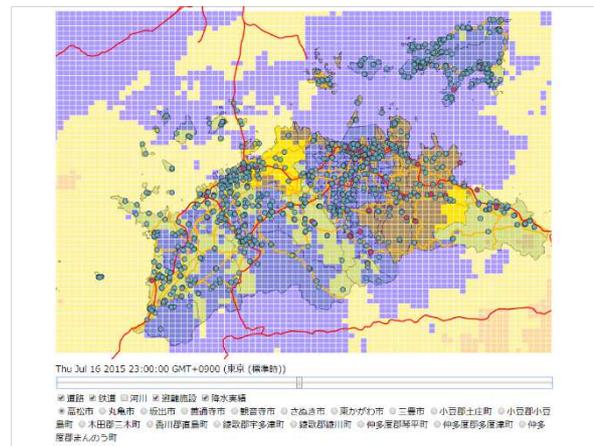


図-4 構築画面例（雨量表示）

している。これにより、災害時の時間と共に変化する状況がイメージしやすくなり、タイムラインに沿った対応行動の学習を支援する。

4. 対応行動データベースの活用方法

(1) 想定する学習対象者と学習内容

本章では、構築した対応行動データベースの具体的な活用方法を検討する。本研究で想定する活用対象例を表-1に示す。対象者として、避難勧告を発令する市町村の自治体職員や避難する地域住民を考えている。

検討対象とする香川県は年間を通して降雨が少ないため、被害を経験して災害対応を学ぶ機会が少ないという現状がある。そこで、香川県で過去に発生した風水害を対象とし、自治体職員および地域住民に過去の災害を事例に避難勧告のタイミングや、現在の基準ではどのような対応が考えられるかについて検討する。

(2) 自治体職員を対象とした学習

まず、対応行動データベースの過去の災害を学習する

という観点から、被災経験の少ない市町の自治体職員に過去の災害の対応行動を視覚的に確認してもらい、避難勧告などのタイミングについて考えてもらう。

高松市地域防災計画では、2015年度に内閣府の避難勧告などの判断・伝達マニュアル作成ガイドラインをもとに各災害の避難勧告などの基準を作成している。この基準を参考に過去の災害を振り返り、どうすれば改善できたかを検討する。

対応行動データベースでは時系列に沿って避難勧告などを発令した市町村を確認できるため、高松市が避難勧告を発令した要因（河川水位・警報など）は何かを過去の気象記録をもとに分析できる。また、近隣市町との避難勧告発令のタイミングを比較することで、広域的な視点で学習することができる。

このことから、自治体職員を対象とした場合、過去の災害を事例に、計画の基準や気象状況から避難勧告などのタイミングが適切であったか議論することに活用できると考えられる。

(3) 地域住民を対象とした学習

次に、対応行動データベースを実際に避難する地域住民の学習という観点で活用することを考える。多くの住民は、行政がどのようにして避難勧告を発令をしているのか知らない場合が多い。そこで避難勧告などの避難に必要な情報を適切に入手し、避難行動を開始すべきか否かの判断をするプロセスを学習することにする。率先避難行動がとれる人が一人でも多くいれば効果的な避難ができるとされており、災害対応意識の高い住民や防災士を対象にシステムを活用すれば、避難誘導などの効果があがると考えられる。

具体的には自治体職員と同様に、高松市が避難勧告を発令した要因（河川水位・警報など）は何かを過去の気象記録をもとに分析する。地域住民に自治体職員の避難勧告などの発令の基準ととるべき行動を理解してもらい、「いつ」「どこに」避難すればよいかタイムラインに沿った対応行動をとればよいか議論することができる。また、雨量などの気象データの遷移から避難判断のタイミングにどのような情報が必要かを学習することができる。

5. おわりに

本研究では、災害発生時の対応行動の学習を支援する対応行動データベースを構築した。対応行動データベースは、レジリエンスの学習能力向上支援として、過去の災害時の行動事例に着目して、台風発生時の対応行動状況を再現する。また、本研究では、香川県を対象に構築した対応行動データベースを用いた学習方法を検討した。

表-1 想定する活用方法の対象例

対象地区	香川県	
対象災害	台風災害 (2015年8月台風11号)	
対象者	市町村自治体職員 (高松市職員)	地域住民 (高松市住民)
学習内容	過去の災害を事例に、計画の基準や気象状況から避難勧告などのタイミングが適切であったか議論	過去の災害を事例に市町村の避難勧告などのタイミングを学び、自分達はどう判断し避難行動に繋げるか議論

その結果、対応行動データベースは、市町村の防災担当者の場合、災害当時の担当者がどう判断したのか学習できると考えている。また、地域住民を対象とした場合、過去の災害事例に対する市町村の避難勧告などのタイミングを学び、自分達はどう判断し避難行動に繋げるか議論することに活用できると考えている。今後は、対応行動データベースに蓄積する事例の拡充や、実際の自治体職員および地域住民を対象に意見を収集し、実用的なシステムの改善および活用方法について検討する。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP16K21205 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 国土交通省：水防災社会意識再構築ビジョン <<http://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/index.html>> (入手 2017.6.29) .
- 2) 湯本道明：防災科学技術研究所における台風災害データベースシステムの開発、災害情報、日本災害情報学会, No.4, pp.83-87, 2006.
- 3) 防災科学技術研究所：台風災害データベースシステム <http://ccwd05.bosai.go.jp/DTD/search_jsp/login.jsp> (入手 2017.6.29) .
- 4) 北本朝展：デジタル台風：リアル空間での体験を共有する参加型情報基盤、インターネットアーキテクチャ研究会技術研究報告、電子情報通信学会, Vol.103, No.351, pp.63-68, 2009.
- 5) デジタル台風：台風画像と台風情報 <<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>> (入手 2017.6.29) .
- 6) 台風リアルタイム・ウォッチャー：台風情報と「減災レポート」のリアルタイム・マッシュアップ <<http://typhoon.mapping.jp/>> (入手 2017.6.29) .
- 7) 河田恵昭：災害多発時代の防災・減災・縮災、北の交差点、一般財団法人北海道道路管理技術センター, Vol.33, pp.2-9, 2015.
- 8) Hollnagel, E., Paries, J. and Wreathall, J. : *Resilience Engineering in Practice: A Guidebook*, CRC Press, (2013). 北村正晴, 小松原明哲 (訳) : 実践レジリエンスエンジニアリング, 日科技連, 2015.