

災害時における情報システムの障害原因分析

安藤恵[†] 畑山満則^{††}

阪神淡路大震災以降、様々な危機対応システムが開発され、自治体に導入されている。しかしながら、情報課題は完全に解決されず、それに加えて新しい技術に起因する問題も表出している。

本研究では災害直後から必要な情報が確実に届く情報システムを実現することを目的としている。本報告では情報システムの災害時での脆弱性を明らかにするために障害原因の分析を行う。まず、過去に発生したケースを基に障害原因を9つのカテゴリーに分類する。次に、新潟県見附市の水害、地震での対応活動をケースとして、既存システムをより確実に稼働させるための改良プロセスについて議論する。

An analysis on trouble and failure of information system under disaster

Megumi Ando[†] and Michinori Hatayama^{††}

After Great Hanshin-Awaji Earthquake various emergency management systems based on ICT were developed and installed to local government. However information issues under disaster were not fixed up completely and in addition some new problems have arisen from new technology.

Our goal is to develop reliable information system which can use immediately after disaster and in this paper we consider factors of troubles and failures of information system under disaster to clarify the vulnerabilities. Firstly, we classify the troubles and failures which were reported in the past disaster into 9 categories. And then, we focus on two cases of flood and earthquake corresponding works in Mitsuke City, Niigata, and discuss the process to improve existing system.

1. はじめに

大・中規模の災害が発生すると建物の倒壊などのハード面の被害とともに、情報不足などのソフト面に起因する被害が指摘されている。具体的には、2007年の新潟県中越沖地震において柏崎原子力発電所のサーバが停止し、周辺の放射線量などを測定し表示するシステムに障害が発生していた[1]。これは情報伝達に障害が発生したことにより、重大な被害を引き起こす可能性のあった例である。災害時においては対応を決定するために情報が不可欠であるにも関わらず、必要な情報が必要な場所に伝達されていないことから問題が発生している。これに対し、新たな情報システムを導入するなどの対策を行っているが問題の解決には至っていない。また行政機関の対応指針を示した地域防災計画では伝達する内容については記述があるものの、伝達手段に関して記述がほとんどないと言える。このように伝達内容の優先度や条件を考慮せずに平常時と同様の意識で情報システムを用いることが問題発生に関係していると考えられる。この問題を解決するためには伝達内容の特徴とその伝達手段の特徴を両方を考慮した仕組みが必要である。

関連研究としては行政機関内における地域防災計画における水害時情報の流れのシミュレーションを行うことで構造分析を行い、地域防災計画の構造上の特性や機能性を定量的な指標を用いて評価を行ったもの[2]や、専門的知識無しに行政機関の災害対応業務を可視化を行えるようにすることで業務・資源の明確化を行ったもの[3]があるが、これらの研究では伝達内容と情報システムの関係について考慮した分析を行っていない。

そこで本研究では伝達内容と伝達手段の特徴を考慮した、災害時における確実な情報伝達の仕組みを作ることを目的としている。今回の報告では過去の災害時において情報伝達に関し発生した問題の調査を行い、問題の分類を行った。また実際の業務検証資料を用いて発生した問題とその対策案を分析することで、確実な情報伝達を行うための仕組みに必要な条件を示す。

今回の報告は以下のように構成されている。2章では災害時の情報伝達の現状と課題を述べる。3章では過去の事例から障害原因分析を行った結果を述べる。4章では新潟県見附市の業務検証資料から分析を行った結果を述べる。5章でまとめを行う。

[†] 京都大学大学院情報学研究所
Graduate School of Informatics Kyoto University

^{††} 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute

2. 災害時の情報伝達に関する現状と課題

近年の大規模・中規模災害では、建物の倒壊、人的被害の報道とともに被災者の心理的なケアの必要性や行政機関の対応の遅れなどの直接的な被害以外の問題点が指摘されている。これまで行政機関は建物の耐震性の強化、非常時の備蓄などの目に見える形での防災対策を行ってきた。しかし、非物理的な被害に対しては目に見える形での対策が取りづらく、対策が遅れている。

特に行政機関の対応の遅れの一因として挙げられるのが情報不足である。行政機関は被災状況から地域防災計画に基づき対応指針・行動を決定するため、情報不足は行政機関のみならず被災者へ直接影響を与えるものである。行政機関が情報を得る手段としては電話、FAX、インターネットなどの一般的なものから、各機関独自の情報システムを備えているところもある。しかし情報システムや通信機器を整備していても伝達障害は根本的に解決されていない。

例えば2005年に発生した台風14号では鹿児島において、情報伝達がうまく行われず人的被害が発生したケースがあった。原因は停電と電池切れにより各世帯に配備されていた防災無線が機能しなかったことで、避難情報が伝わらなかったためであった[4]。また2004年に発生した台風22、23号では埼玉において、町と県の間において被害状況の伝達がスムーズにいかなかったケースがあった。県では被害状況によって自衛隊の救援要請を行う義務があるため情報収集を行っていたが、町職員は風雨が弱まったと判断し、全員帰宅していたためである[5]。

これらのケースでは情報システム(ハード)ではなくヒューマンエラーなどのソフト対策がなされていないことが起因している。情報システムの開発者や担当者は情報システムについての知識は持っているが情報の内容や使う人の訓練についての知識はない。逆に行政機関の対応者は情報の内容についての知識は持っているが、情報システムについての知識を持たず業務を行うことが多い。このように情報システムか情報の内容のいずれかの知識だけでこの問題を解決しようとしているところに原因があると考えられる。情報不足とそれに起因する問題は、必要な時に必要な場所に必要情報が届いていないことから起きているためにハード・ソフトの両面から同時にチェックできる仕組みを作ることが重要である。

そこで本研究では過去に発生した事例を元に、これから起こると想定されることも加え情報システムの脆弱性と伝達内容の制約条件を分析し、チェックを行った上で情報の伝達を行える仕組みを作ることとする。特に行政機関の災害対応行動指針となっている地域防災計画では伝達すべき情報の内容に関する記述はあるが、伝達手段に関する記述は少ない[6][7]。内容に関する記述はあるものの、伝達手段に関しては現場の判断に任されている。このような場合でも、どの伝達手段を選択するかを判断材料とすることで確実に伝達できる仕組みを作る。

3. 障害原因の分類

ここでは情報伝達の障害原因分析を行った結果を述べる。情報伝達に関して障害原因分析を行うために、朝日新聞社が提供している新聞記事データベース『聞蔵』[8]から関連記事を収集し、記事の分析を行った。対象としたのは2004年～2010年の間に発生した大・中規模災害である。分析の結果、以下のように大別できることがわかった。

- (1) 情報システムの機器そのものの故障
情報システムの機器自体が故障したために障害が発生したケースが当てはまる。具体的な事例は1.で述べた通りである[1]。
- (2) 情報システムの技術的な問題
情報システムの機器自体が故障したのではなく、想定していた処理数を超えるために処理能力を超えてしまったケースが当てはまる。2004年に発生した新潟県中越地震ではNHK側の機器がデータ放送に関する処理能力を超えたため、地上デジタル放送での安否確認情報が更新できなくなっていた[9]。
- (3) オペレーションの問題
情報システムを使う人間が使い方を知らなかったなどのケースが当てはまる。安否確認の手段として用いられる災害伝言ダイヤルは使い方を知らない人が多く、特に安否確認の必要な高齢者への普及が課題となっている[10]。
- (4) 通信の問題
情報システム間の通信回線における輻輳などが当てはまる[11]。
- (5) 付属のハードウェアの問題
情報システム自身ではなく、それに付随する機器の故障が当てはまる。
- (6) 情報システムに付随する設備
情報システムに付随する設備(建物、土地等)に障害が発生したケースが当てはまる。新潟県中越地震において川口町では防災無線の入っている建物が余震で倒壊する危険があったため、使用できなかった[12]。
- (7) コミュニケーションの問題
市町村合併などにより人員が削減されたため、行政機関間のコミュニケーションがうまくいかなかったケースが挙げられる[13]。
- (8) コンテンツの問題
誤報や、情報が必要なタイミングで伝わらなかったケースが挙げられる。新潟県中越地震では土砂崩れの現場で情報が錯そうし、様々なメディアで死傷者の安否に関する不正確な情報が流れていた[14]。
- (9) 常識の変化
新しく情報システムを導入した際に過去のケースではうまくいっていたが、新し

いものでは上手くいかなかったケースが挙げられる。

現在のスマートフォンは一部の機種が災害時掲示板に対応しておらず、ユーザがアクセスできない状態となっているため、実際に災害が起きた時に安否確認を確実にすることが難しくなっている[15]。

この他にも道路が崩壊したために伝達が困難になったケースなど分類が難しいケース[4]があった。このようなケースの分類は以上(1)～(9)の複合的なものとするか、他の分類とするかは今後の検討課題である。

以上のような情報不足問題を解決するために行われている主な対策としては以下の2点が挙げられる。

I. 新しく情報システムを導入する。

防災行政無線を導入していない自治体が、被災経験を元に新たに導入するケースが挙げられる。また行政機関の情報集約のために特別な災害情報システムを導入するケースもある。

これらの問題点としては災害が起きた時しか使用しないため、使用方法がわからなくなるといった点が挙げられる。そのため平常時の業務と連携して使用できるようなシステムとすることが多い。よく使用されるのはGISで、地図情報と家屋の倒壊情報、支援を受けるか否かなどの多数の情報を結びつけることができる。しかしながら財政的な問題から情報システムを導入できないという自治体も多い。市町村合併後、アンテナの関係から従来の防災無線が使用できなくなり、廃止したが新しい防災無線は財政上導入が難しいというケース[13]もあり、情報システムと行政機関内の問題が同時に発生するという複合的なパターンもある。

II. 情報伝達体制を見直す。

地域防災計画では情報の伝達経路を策定していることが多い。経路をフローチャートで表すこともあり、一目で理解できるように作成しているところもある。しかし伝達経路は実際に災害が発生した時に経路の不備が発見されるなど、発災前の見直しを行いにくい。防災訓練を行うことで日頃から関係機関との連携を強化するなどの対策がとられている。

また伝達経路を策定している地域防災計画は多いが、伝達方法を示しているものは少なく伝達方法は現場の判断に委ねることが多い。これは伝達経路まで細かに定め、記述することが難しいという現状もある。

いずれもよく行われる対策であるが、これらの対策を行っても次に災害が発生した際には新たに別の問題が見つかり、結局情報システムは使われないうまま終わってしまうということが頻発している。

特に先の分類では情報システムに関する項目も挙げられていたが、情報システム以外の問題で(9)常識の変化などは災害が発生しないと発見されることは少ないため、事後対応となってしまうことが多い。被害を防ぐためには事前の対策として行える仕組

みを作ることが重要である。

4. 新潟県見附市による業務検証資料の分析

4.1 業務検証資料の概要

新潟県見附市では2004年7月13日に豪雨災害が発生し、堤防決壊が発生したために広範囲で浸水被害が起きた[16]。その3か月後の10月23日には新潟県中越地震が発生した。最大震度5強を観測し、全壊52棟、半壊505棟などの被害が起きている[17]。

この連続して発生した大規模災害において見附市役所では災害対応業務の検証を行っている。いずれもインターネットで公表されている資料である[18][19]。各部局ごとに検証テーマを設け、検証目的、主な成果と課題、今後の提案について表形式でまとめている。

今回は実際に行われた対応業務のうち情報伝達に関する課題と今後の対策案に関する分析を行った。

4.2 分析結果

見附市のケースで特徴的であるのは、短期間(3か月)の間に連続して大きな災害が発生している点である。ここから最初に発生した水害と後から発生した震災において各項目を比較することが可能となっている。水害において課題となった点が震災で解決されているかを確認することができる。さらに水害と震災という発生した災害の違いから障害事例を比較することができる。以下から具体的なケースを挙げて分析を行う。

4.2.1 水害、震災で項目の変化に関する課題

ここでは同一の検証項目を災害別によって比較する。

表1 見附市総務部による水害対応業務検証資料(一部抜粋)

Table1 An item of verification document after flood in Mitsuke City

主な成果	①必要地域の気象情報の入手 ②携帯電話、MCA無線借用による情報交換
課題	①職員同士の情報共有不足 ②本部と市民との連絡手段の不足
原因・理由	● 一般電話の処理量不足 ● 本部設置場所の電波不良 ● 夜間、休日の電話交換業務が一人体制
今後の提案	1 無線等、電話以外の複数通信手段の確保 2 優先電話の設置と職員への周知 3 ホームページを活用した本部職員、市民との情報共有

表2 見附市総務部による震災対応業務検証資料(一部抜粋)

Table2 An item of verification document after earthquake in Mitsuke City

主な成果	①携帯電話, MCA 無線を地震直後に発注した ②市ホームページを即日立ち上げた
課題	①本部と市民との連絡手段の不足 ②電力, 電話等の復旧状況の情報収集
原因・理由	● 一般電話の処理量不足 ● 夜間, 休日の電話交換業務が一人体制 ● 関係機関とのホットラインが無かった
今後の提案	1 効率的な情報発信方法(災害用電話, ファクシミリ, メールなど)の整備 2 関係機関とのホットラインを設ける

ここでは災害対策本部において情報収集や命令指揮が的確に伝達できる仕組みを作ることができたかを検証している。水害, 震災のいずれにもあげられる課題としては災害対策本部と市民の間で連絡手段がなかったために, 情報伝達を行にくい状態にあったことである。それに対し, 原因として一般電話の処理量の不備と電話交換業務の体制不備を挙げている。今後の提案としては水害では無線等の電話以外の複数手段の確保とホームページを利用した情報共有を行うことを挙げている。震災では効率的な情報の発信方法を挙げている。これは一般的な対策における新しい情報システムの導入にあたる。

水害と震災で比較を行うと一般電話の処理量不足は震災前までには解決されず, 今後発生すると想定される障害である。逆に水害で挙げられているホームページを活用した市民との情報共有は, 震災では主な成果にホームページの即日立ち上げを挙げており, 効果的な情報共有が行えたと推察できる。これらのケースはすぐ行える対策であったかという点で違いがあったと言える。一般電話の処理量不足を解消するためには行政機関が電話会社に処理量の増加を依頼を行うといった必要な手続きが多くある。特に災害時のためだけに電話の処理量を増加させることは平常時においては非効率的であるため, 行政機関側ですぐ行える対策であるとは言えない。一方, ホームページを利用した情報共有はホームページに関する知識があればすぐ行えることである。

このように水害と震災における対策に関しては「すぐ行える対策かどうか」で今後の対策として提案されるものが異なってくる。本来, 対策はすぐ行えるもの, 1年以内に行うものといった期限を決めることで課題へのアプローチが異なってくるが, 今回のケースのように水害と震災で変わっていないものも多く存在すると言える。すぐ対策を行えない課題に対しては, 新しく情報システムを導入する方が効果的な場合がある。この「効果的かどうか」という視点での課題の見直しが行えるようにするとい点からも, チェックする仕組みをつくるべきであると言える。

4.2.2 コンテンツに関する問題

ここでは特に情報伝達内容に関わる項目について検討する。3.で述べた分類では(7)コミュニケーションの問題, (8)コンテンツの問題, (9)常識の変化に関する部分である。伝達障害原因を分類した際に「そもそも情報がなかった」という課題がよく見られた。これは情報が流通する前の段階での課題である。

例えば消防本部における情報の広報に関する課題として水害, 震災のいずれでも挙げられていたのが「適切なタイミングで広報活動ができなかった」という項目である。消防部では避難勧告などの伝達を災害対策本部と連携して行っていた。しかし, 課題としていつ, どういう内容を広報するのが十分に検討されていないため, 必要な時に必要な情報の伝達を行なえていないという課題を抱えている。

例えば総務部がおこなった水害時の避難勧告は浸水が起きるまでに行わなければ情報の意味を失うように, 災害時には時間に伴う情報の変化が非常に重要な意味を持つ場合がある。地震における情報に有効期限があると認識し, 優先度を意識した情報システムの選択や情報伝達を行うことは, やみくもに情報を伝達しようとする状態よりも情報伝達の確実性が上がると言える。有効期限が先であったり, 有効期限が永続的に続くような情報は後からでも送れるような情報システムで, 有効期限が切れるような情報は複数の手段を使っても確実に送れるといった体制を作ることが重要となる。

また総務部における課題として他市に応援要請する際の雛形がなかったため, 情報が伝達できなかったという項目があった。同時に今後の提案として応援要請する際のリストを作成するといった対策が挙げられていた。これは 4.2.1 で挙げたようにすぐできる対策に当たるため, 雛形を作成することで伝達障害が解消されるように思われる。雛形を作成し, 情報を作成したところで流通を行おうと情報システムを使用すると障害が発生し, 伝達できないというケースに陥る。

ここから情報を作成する段階, 情報を流通させる段階は同時にその脆弱性を考えるべきである。先に述べた応援要請の様式を作成するという対策は情報作成のための対策であり, 情報流通の対策となっていない。

従来の情報伝達に関する障害原因分析では情報システムにのみ焦点を当てることが多かったが, 3.の分類や 4.での事例分析を行うと情報システムの障害と同時に伝達内容に関する障害を扱って分析を行うことが重要であると言える。さらに, 情報作成段階の障害であるのか, 情報流通段階の障害であるのかを意識した分析が重要であることがわかった。これらの条件を用いて障害原因分析を行い, 事例を基にしたツールを作ること, より信頼性があり障害耐性のある体制を作ることが可能になると考えられる。

5. まとめ

本稿では災害時における情報伝達障害とそれに起因する問題の現状と事例分析を行った結果の報告を行った。

本研究では災害時において情報伝達障害に起因する被害の発生を防ぐために、従来のような新たに情報システムを導入することや伝達体制を見直すといったハード面での対策だけでなく、伝達内容やシステムを使う人のヒューマンエラーを含むソフト面を考慮した確実な伝達の仕組みを構築することを目的としている。具体的には過去に発生した障害事例を基に情報システムとコンテンツの特徴を考慮した脆弱性に関する分析を行い、チェックを行うシステムを作る。

そこで、情報伝達の障害原因の特徴を把握するために実際に起きた過去の事例を新聞から収集し、分析を試みた。結果、障害原因をいくつか大別することができた。情報システム自体の故障が原因となっている場合や、設備環境など情報システムとは関係のない部分で障害が発生する場合がある。また一概に分類できないケースや複数の項目に渡るケースも存在したため、分類項目は今後の検討課題である。

また新潟県見附市の水害、震災対応業務の検証資料を用いてより詳細な事例分析を行った。見附市を対象としたのは短期間に2度大きな災害を経験していることから、水害と震災での伝達障害の比較や、一度起きた障害に対する対策がなされているかどうかを検討することが可能であるためである。

見附市の事例で特徴的であった点は震災時に起きた障害に対する対策が水害時と同じである箇所がいくつか見られたことである。これは対策がすぐ行えるか否かという点から見ると、すぐ行える対策であれば行うべきであるが、すぐ行えない対策であれば、新しい情報システムを導入するなどの他の対策を考えるべきであると言える。1年、2年、...など期限を区切った対策を考えることですぐ行えない対策に関しても放置することなく、障害原因を除くことが可能である。

もう一つは情報の伝達内容には有効期限があり、これを意識した情報システムの選択や、伝達の優先度の決定を行うことが重要である。また情報作成時の障害であるのか、情報伝達時の障害であるのかという原因の切り分けを行うことでより対策が具体化することが分かった。対策のうち、一部は情報作成する段階の対策で止まっており、このままでは情報伝達の段階での障害発生が予見される。障害が情報システムの障害と情報の伝達内容、また情報の作成段階と情報を流通させる段階のどの部分に位置するかが分かるような分析を行う必要がある。

今後は以上2つの事例分析から、信頼性工学で用いられるイベントツリーやフォルトツリーの手法を参考にした、伝達手段に関する障害原因を集めたツリーを作成することを試みる。これは過去の事例を元に、今後発生すると想定される事例を書き出すことで各手段に関する脆弱性を事前にチェックできるツールにする予定である。地域

防災計画策定の際や見直しの際に使用できるようにすることでより耐障害性のある伝達の仕組みを構築できると考えている。

参考文献

- 1) "中越沖地震でネット公表装置が故障 柏崎刈羽原発の放射線量," 朝日新聞, July 17. 2007.
- 2) 瀧健太郎, "洪水に関する地域防災計画の構造分析に関する研究," 京都大学大学院工学研究科修士論文, 1998.
- 3) 林春男, 浦川豪, 井ノ口宗成, 佐藤翔輔, 竹内一浩, "効果的な危機対応を可能とするための『危機対応業務の「見える化」手法』の開発 - 滋賀県を対象とした適用可能性の検討 -, " 地域安全学会論文集 no.9, 2007.
- 4) "「危険度」伝達、課題に 目立つ高齢者被災 台風14号【西部】," 朝日新聞, p. 1, Sep. 8. 2005.
- 5) "県の防災、再点検 全国2位の体制、台風被害で課題(追う)埼玉," 朝日新聞, Nov. 11. 2004.
- 6) 京都府地域防災計画 震災対策計画編. [Online]. http://www.pref.kyoto.jp/kikikanri/k_zis.html
- 7) 京都市地域防災計画 震災対策編. [Online]. <http://www.city.kyoto.lg.jp/shobo/page/0000075533.html>
- 8) 開蔵II ビジュアル for Libraries. [Online]. <http://database.asahi.com/library2/>
- 9) "NHK 安否情報、更新一時止まる 処理追いつかず 新潟県中越地震," 朝日新聞, p. 37, Oct. 25. 2004.
- 10) "震災時の伝言サービス 「安否情報」浸透これから(メディア)," 朝日新聞, p. 37, Nov. 6. 2004.
- 11) "新潟県中越地震、現地情報つかみ支援を 仕分けや届く時期考えて," 朝日新聞, Oct. 28. 2004.
- 12) "防災無線、備え万全(その時、東京は大災害への備え)東京," 朝日新聞, Dec. 17. 2004.
- 13) "「14市町で未設置 災害情報「頼みの綱」防災無線/秋田," 朝日新聞, Nov. 4. 2004.
- 14) "「母子3人生存?」現場で情報混乱 新潟県中越地震(メディア)," 朝日新聞, Oct. 29. 2004.
- 15) "[010442][災害用伝言板サービス]iPhoneでも利用できますか?," Softbank, Jun, 2011. (最終確認)
- 16) "見附市役所/7・13水害," <http://www.city.mitsuke.niigata.jp/ctg/130141/130141.html>.
- 17) "見附市役所/中越大震災," <http://www.city.mitsuke.niigata.jp/ctg/130142/130142.html>
- 18) "7・13新潟豪雨災害 災害検証," <http://www.city.mitsuke.niigata.jp/ctg/Files/1/130141/attach/水害.pdf>
- 19) "中越大震災 災害検証," <http://www.city.mitsuke.niigata.jp/ctg/Files/1/130142/attach/地震.pdf>