Vol.2012-IS-119 No.14
2012/3/16

地域防災計画における情報伝達の機能的障害の発見と見直しに関する研究

安藤恵[†]，畑山満則[††]

地域防災計画は，災害発生時の地方公共団体の対応行動を規定する基本的な計画である．阪神・淡路大震災以降，災害から住民の生命･財産を守るため，情報伝達･共有の重要性が指摘されており，地域防災計画でもとりあげられている．しかしながら，現実には巨大災害が発生するたびに情報伝達に関する問題が報告されている．本研究では地域防災計画の情報伝達･共有に関する項目から情報伝達の機能的障害を発見する手法を提案する．栃木県那須烏山市の地域防災計画の見直し作業に適応することでその有効性を示す．

Development of method to detect and modify functional failures for information transmission in regional disaster response plan

Megumi Ando[†], Michinori Hatayama[††]

Every time a disaster happened, some kinds of problems about sending/receiving and sharing information are reported. One of the important reasons is about functional failure for information transmission, but they cannot be eliminated only by stopgap measures.
In this study, a method for detection functional failures for information transmission in regional disaster response plan is proposed for structuring reliable information system. Validity of our proposed method is denoted through the application to modify the disaster response plan in Nasukarasuyama city, Tochigi.

1. はじめに

"防災"とは災害対策基本法第二条第二項において「災害を未然に防止し，災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ，及び被害の復旧を図ること」と定義されている．偶発的事象である災害の規模や発生時期，発生場所を予測することはきわめて困難であるため，災害を完全に防ぐことは難しい．そこで，想定外の規模の災害が発生した場合に被害の軽減を図る方法として防災活動による災害対応がある．防災機関などの組織によるソフト対応の中の一つに防災計画の策定がある．災害対策基本法でも国，地方公共団体及びその他の公共機関では防災計画策定の義務がある．特に，災害発生時に住民の生命，身体及び財産を災害から保護する基礎的な団体として，地方公共団体では地域防災計画の策定義務を負っている．地域防災計画の中で定められる項目の一つに情報伝達･共有に関するものがある．情報は，判断や行動の決定に際して利用されるものであり，その情報に対する知識を持っていて，情報を利用することでよりよい決定が可能となることによって価値を持つ[1]ため，防災活動によって発災時の被害の軽減を図るソフト対応において有効であるとされる．すなわち，地域防災計画の情報伝達･共有に関する項目では情報伝達･共有を行うことで住民の生命や財産への被害の軽減を図ることを目的としている．

災害発生時に情報伝達･共有を実現するために，1995年の阪神･淡路大震災以降の情報技術の進展に伴いコンピュータを主として利用する様々な情報システムが開発され，地方公共団体に導入されてきた．しかし，このような高度な情報伝達システムの導入が行われているにも関わらず，実際の災害発生時には情報伝達･共有に関わる多くの問題（以下，情報伝達課題と呼ぶ）が発生し，期待される被害軽減効果を発揮できないことも多い．

これまでの情報伝達課題に対する対策の方法は，発生したものを対象に対策を行うものであった．しかし，実際には潜在的にある障害発生点を考慮した網羅的な対策を災害発生前に行う必要がある．しかし，情報伝達システム自体がブラックボックスとなっているために，網羅的な対策を行える方法が確立されていない．これまでの対策の必要な部分のみならず，障害が発生すると予測される点を発見するには，地域防災計画における情報伝達項目の構造的欠陥を洗い出す方法が必要となる．

そこで本研究では，災害時に確実に情報伝達が行われることを目的とし，地域防災計画の情報伝達に関する項目から情報伝達課題が発生すると予測される箇所を発見する手法を提案する．これまでの改善策のように情報伝達障害に対して情報伝達システムを導入することや顕在化した障害にのみ対策を行うことで情報伝達課題の改善を行うのではなく，情報伝達障害の発生が予測される箇所を予め探し出すことで，情報伝達障害の発生を未然に防ぐものである．

2. 先行研究との関連性

関連する専攻研究としては，以下のようなものが挙げられる．

[†]京都大学大学院情報学研究科
Graduate School of Informatics Kyoto University
[††] 京都大学防災研究所 社会防災研究部門
Disaster Prevention Research Institute ,Kyoto University

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan

（１）災害対応時の情報伝達システムの開発に関するもの

鈴木ら[2]は，災害時情報共有のために「減災情報共有プラットフォーム」を開発し，新潟県見附市に適用している．見附市と産業総合研究所・防災科学技術研究所をネットワークで結び，さらに新潟県や東北電力など関係機関の情報共有システムとも連携することで情報共有データベースを構築している．無線機器の利用など，災害時の回線不通状態を考慮して情報伝達システムを構築しているが，情報伝達システムの信頼性の検討は行っていない．

（２）システム信頼性に関するもの

主に原子力プラントといったクリティカルな事象に対するリスクマネジメントの手法として確率的安全評価(PSA : Probabilistic Safety Assessment)がある[3][4]. 機器故障だけでなく，外的事象が安全性にどう影響を与えるのかを確率論に基づき総合的に評価する手法である．しかしながら，これを自治体の災害対応時の情報伝達システムに適応した事例はない．

（３）地域防災計画の策定に関するもの

瀧[5]は行政機関内における地域防災計画の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する方法を提案した．しかし，論文中では「情報は確実に伝達されるもの」とされており，伝達内容と伝達手段の関係性には触れていない．また，林ら[6]は専門的知識無しに行政機関の災害対応業務の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．災害対応業務内での情報伝達を扱っているが，情報伝達を主とした明確化は行っていない．

いずれの分野においても，地域防災計画における「情報伝達」という行動をシステム信頼性手法からのアプローチを行った例はない．

3. 地域防災計画の構成と情報伝達項目に関する問題点

地域防災計画は災害を予防する予防編と災害直後の対応業務の応急対応編，復興段階の復旧編から構成されている．本研究では応急対応編を対象としている．応急対応における情報伝達の表記方法は「報告する」「依頼する」などの表現に留まっていることが多く，何を伝達するか，どこに伝達するかなどが記載されていない場合がある．また，間に別の組織を挟むリレーを行う場合も記載されていないため，伝達の途中で情報が止まる可能性もある．地域防災計画の見直しを行う際は情報システム障害以外の要因を含んで行うことが求められるが，実際には文を読み，被災経験から改善すべき項目を洗い出している状態に留まっている．このため，見直しの項目・方法を明確にする必要がある．

4. 情報伝達の機能的障害発見手法の提案

4.1 提案手法の概要

手法の全体図と情報伝達機能の分析に使用する表の関係性について図１に示す．

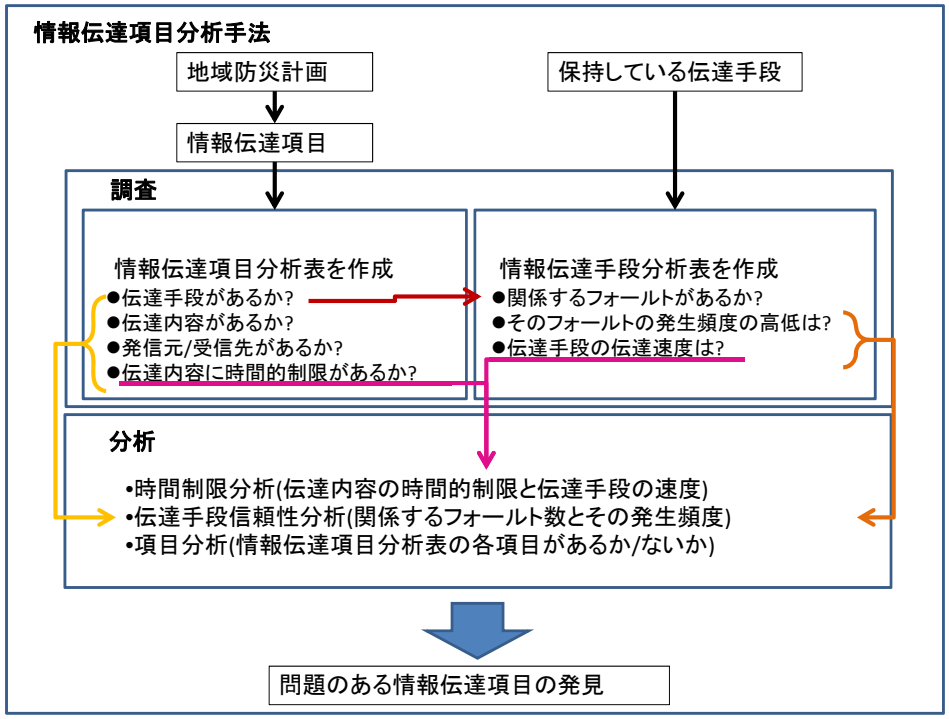

図１　提案する手法の流れ

この手法では，情報伝達項目分析表で地域防災計画における情報伝達項目の見直しの要件が明示されており，手段分析表で関係する障害を洗い出すフォールト分析を行っている．まず，地域防災計画から情報伝達に関連する項目を抜き出し，情報伝達項目分析表を使用して分析を行う．次に，各組織が保持している伝達手段を対象に情報伝達手段分析表を使用して分析を行う．情報伝達項目自体に関するフォールト（伝達内容に依存するもの）と，情報伝達手段に関するフォールトを分けることで，障害原因の明確化を行っている．

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan

4.2 分析表の詳細と使用方法

I. 情報伝達項目分析表

地域防災計画に関する問題点の分析から，地域防災計画の情報伝達に関する分析表を提案する．図２に情報伝達項目分析表の例を載せる．

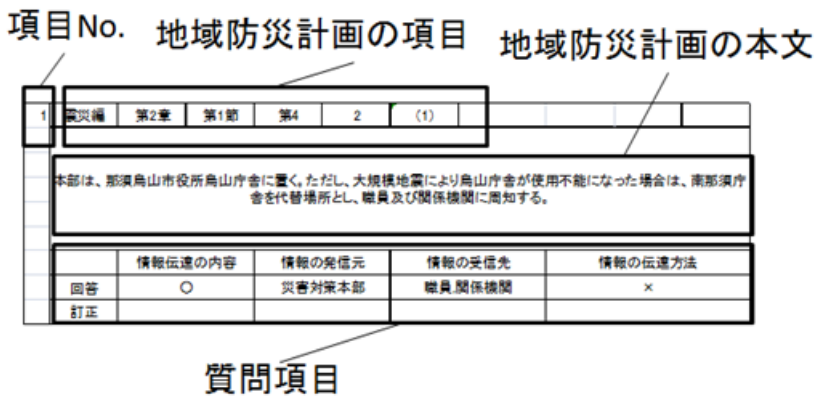

図２　情報伝達項目分析表

この表は，分析項目となる地域防災計画の本文（記載場所に関する情報を含む）と質問項目（チェック項目）からなる．表の作成手順としては，まず，地域防災計画から情報伝達を含む項目を分析項目として抜き出す．質問項目は以下の４つのポイントからなる．

（ア）　情報伝達内容について

伝達する内容が明確である場合は○（可能であればその内容）を，明記されていない場合は×を記入する．

（イ）　情報の送信元と受信先について

情報の送信元と受信先が明確である場合は具体的な対象を，明確でない場合は×を記入する．

（ウ）　情報の伝達手段について

情報伝達手段が明確である場合は伝達手段名を，明確でない場合は×を記入する．

これらのチェック項目は，まず本文項目に明示的に示されている内容のみで，第 1 次回答を作成する（「回答」の列）．その後に，関連する部署に問い合わせ，明示されていない内容や，あいまいな表現の明記にとどまっている記載内容の具体的な内容についての確認を行ってもらい，その内容を「訂正」の列に記載してもらう．以上の項目が全て分かると，「○○（情報の送信元）が××（情報の受信先）に□□（情報の伝達内容）を△△（伝達手段）で伝達する」という文言が完成するため，伝達手段の障害以外の障害発生点を発見することができる．これまでのように被災経験を元に見直しを行うのではなく，情報伝達に必要な要件を示すことで網羅的なチェックが行われる．このチェックプロセスは，暗黙的に了解されている内容を確認する作業につながるため，職員自ら障害発生点に気付いてもらうことができるため，具体的な文言の修正に直結できるという効果ももたらす．

II. 情報伝達手段分析表

I で記載されたすべての伝達方法に関して，障害原因の明確化と障害に対するレジリエンシー確保の方策を提案するために，伝達手段に関する４つの分析表（チェックリスト）を提案した．

（ア）　フォールトが伝達手段に関係するか

各伝達手段について，既往研究[7]で分析した発生原因をもとに図３のようなイベントツリーを作成した．

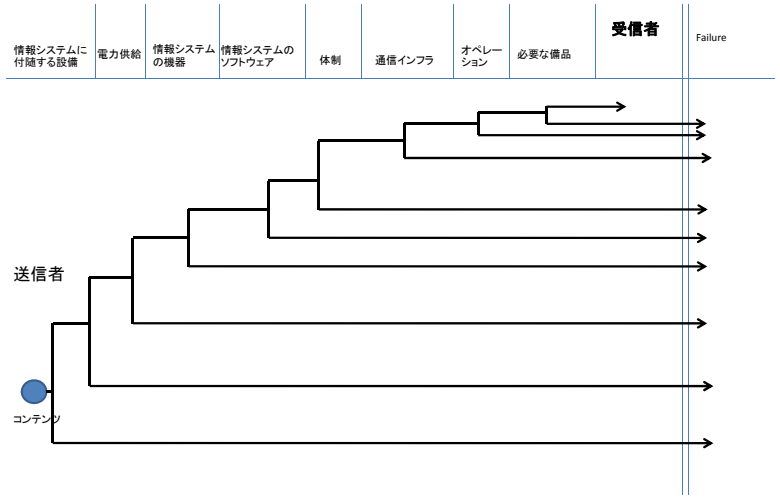

図３　情報伝達障害に関するイベントツリー

このイベントツリーに対応して，フロー形式の質問として答えていくことで，情報伝達手段に関する障害原因となる得る項目を発見する．各項目での質問について以下に示す．

・コンテンツの問題に関して：「伝達する内容があるか？」を質問項目とした．

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan

・情報伝達システムに付随する設備に関して：情報伝達システムが入っている建屋の問題，道路の問題，気象条件･地理条件（天候，電波を受信できるか等）の 3 つに大別した．建屋に関しては「建屋が利用できるか？」，「代替の場所があるか？」，道路に関しては「道路が利用できるか？」，「う回路を知っているか？」，気象条件･地理条件に関しては「伝達手段を利用する際に利用条件を改善できるか？」を質問項目とした．
・情報伝達システムに必要な電力の問題に関して：「電力を使用するか？」「非常用電源があるか？」を質問項目とした．また，非常用電源がある場合には「マニュアルがあるか」「非常用電源に必要な備品が調達できるか？」という質問項目を設定した．
・情報伝達システムに必要な通信回線の問題に関して：「回線が使用できるか？」という質問が主であるが，原因を詳細に分析するために「専用回線 or 公衆回線？」「有線 or 無線？」という質問項目を設け，さらに使用できない場合に「代替となる回線を使えるか？」を加えた．また，代替手段を用いる場合には，利用条件を満たしている場所に行く際に道路を利用するかも質問項目として加えた．
・情報伝達システムの機器そのものの故障（ハードウェアの問題）に関して：なんらかの機器を利用する手段の場合，機器が物理的に壊れた場合に「代わりの機器があるか？」という項目を質問項目とした．
・情報伝達システムの技術的な問題（ソフトウェアの問題）に関して：「ソフトウェアの仕様を超えないか？」という質問項目を設定した．
・情報伝達体制の問題に関して：「担当者が決まっているか？」「相手にも同じ伝達手段があるか？」という項目を設定している．
・オペレーションの問題に関して：「マニュアルはあるか？」という項目を設定した．
・情報伝達システムに必要な備品の問題に関して：「必要備品が調達できるか？」という項目を設定した．

質問項目はイベントツリーの項目に関して発生すると想定される障害と，障害への対策が考えられているかを基準として作成している．

（イ）　伝達速度に関する調査票

ある伝達手段が正常な状態で使用できるとし，情報を伝達する速度が速いか／遅いかについて担当者の主観的な意見を回答する．インターネットを利用して送る場合，正常な状態であれば極度の遠距離でなければ即時に相手に届く．これに対し，車を利用して送る場合は，移動時間がかかるためインターネットよりは遅いと判断される．このように相対的な順位を明らかにする質問である．情報伝達に関するリスクを少しでも回避するため，伝達手段の冗長化を考える際に使用する．

（ウ）　フォールトの発生頻度に関する調査票

（ア）で回答した伝達手段に関係するフォールトが災害時にどのくらいの頻度で発生するかについての伝達手段間の相対的な関係を職員の主観的な意見として問う．発生頻度に関する職員の認識が相対的な関係として取り出すことができる．

（エ）　フォールトが発生した場合の回復速度に関する調査

（ア）で回答したある伝達手段に関係するフォールトが実際に災害時に発生した場合，回復速度について伝達手段間の相対的な関係を職員の主観的な意見として問う．回復速度に関する職員の認識が相対的な関係として取り出すことができる．

Ⅰ.とⅡ.を組み合わせることで，地域防災計画における障害発生原因と，情報システムの障害発生原因を割り出すことができる．

5. 情報伝達の機能的障害発見手法の適用と評価

5.1 対象地域の選定

提案手法の適応実験の対象自治体として栃木県那須烏山市を取り上げる．那須烏山市は旧南那須町と旧烏山市の合併によりできた新しい市であり，2011 年 3 月 11 日の東日本大震災では震度 6 弱を観測し，土砂崩れにより死者 2 名を出している．市内全域で建築物に被害を受けており，住家被害は全壊 66 棟，半壊 128 棟となっている[8]．東日本大震災当日から丸 1 日の間，停電が発生しており，公衆回線が使用できない状態となっていた．停電の間に使用できた通信手段は可搬型無線機や県防災行政ネットワークなど充電式のもの，もしくは非常用電源が備えてあったもの，かつ専用線を使用するものであった．ガソリンの不足が問題視された際にも，市の公用車に優先的にガソリンを供給していたため，車，広報車も利用可能であった．また，2011 年 9 月 21 日―22 日の台風 15 号でも浸水被害が発生するなど[9]，震災と水害を 1 年以内に経験している． 水害の際は電力，通信などのインフラに影響はなかったが，情報を受け取る方法に課題があったとのヒアリング結果を得た．

5.2 適応実験の概要

2011 年度に 2 度の被災という事態を受け，市は地域防災計画の見直しを行っている．見直しは従来から用いられている災害経験をもとにした修正であり，本手法の適応前に項目としての見直しはほぼ完了している．この従来形式での見直しを行った成果物を対象に，本論文で提案している情報伝達の機能的障害発見手法を適用し，従来の見直し方法では発見できなかった情報伝達障害を発見できるかについて検証を行った．検証のフローについて図 4 に示す．

対象とするのは那須烏山市地域防災計画内の応急対応編の中でも初動に関係する節を選択した．初動に関係する節は情報の生命の被害に関わるものが多く，有効期限が短いものが多いためである．震災が発生した際に，初動期に行う業務は那須烏山市地域防災計画震災編第 1 章第 1 節「活動体制の確立」に次のように定められている．
・地震情報･被害状況等の収集，把握及び県への伝達(県，消防署，警察等との連絡
・住民への広報活動(余震等の二次災害の注意、デマへの注意等)

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan

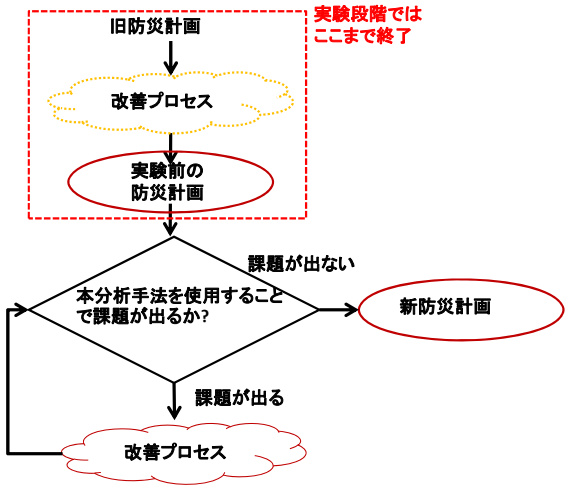

図４　提案手法の検証の流れ

・応急対策資機材の確保(手持ち資機材の確認、調達先のリストアップ)
・避難所の開設(住民の避難状況、指定避難所の被災状況の把握)
・ライフラインの供給状況の把握(電気、電話、上下水道等)

以上の 6 節を中心に情報伝達項目分析表を作成した．「情報伝達項目」として分析対象としたのは 98 項目である．情報伝達項目分析表に関しては那須烏山市防災計画策定委員会で回答をいただいた．情報伝達手段分析表に関しては，まず地域防災計画に記載されている下記の情報伝達手段をリストアップした．

・県防災行政ネットワーク：県内市町村と関係機関を専用線で結び，防災に関する情報を相互にやり取りする．
・市防災行政無線:旧南那須町のみに設置されているもので，旧烏山町には設置されていない．震災時には物理的に機械が故障していたため，使用できなかった．
・NTT 災害時優先電話:庁舎内の特定の電話が使用できる．停電が起きても使用できるため，震災時には庁舎間のやり取りはこれで行われていた．
・NTT 非常･緊急通話用電話:一般電話をかける際に，特別な番号を付けることで，優先的に電話を掛けることができる．決まった機械ではなく，優先的に電話がかけられるというサービスを指す．
・可搬型無線機：県消防防災課とつながっている．普段は充電されており，非常時には持ち出して使用する．
・庁内 LAN／内線電話：庁舎間を専用線で結んでいる．インターネットにはゲートウェイを介して接続している．ホームページは外部業者のサーバにコンテンツがあるため，庁舎内から外部業者のサーバへアクセスする必要がある．
・外線電話
・広報車

また，地域防災計画に記載されていないものの，実質的な利用を考えた際に必要な伝達手段として以下と取り上げることとする．

・衛星携帯：衛星を介して電話をかけることができる．普段は充電されており，非常時には持ち出すことができる．特定の方向が開けている状態でないと使用できない．
・エリアメール：NTT ドコモが提供している一斉通知サービスである．災害時輻輳の影響を受けずに特定のエリア内のドコモの携帯電話に情報を伝達する．
・エマージキャスト:那須烏山市が提供している防犯に関するメール配信サービスである．平常時から火災情報や放射線量などの情報を配信している．携帯電話やパソコンなどのメールアドレスに防犯に関する情報を配信する．
・テレビ（データ放送）:地上デジタル放送のデータ放送に市からのお知らせを載せている．データを表示するには外部業者にメールで依頼する必要がある．

この他にも，一般的なラジオ，車，連絡員による伝達（人が直接情報を渡す場合）など計 21 個の伝達手段について情報伝達手段分析表の質問項目を回答してもらった．

5.3　適用結果と考察

情報伝達項目分析表に基づく分析から以下のことが指摘された．伝達内容については, 第 1 次回答において問題が生じる可能性がある項目として 12 個の項目が挙げられたが，その後の担当職員チェックにより問題は生じないことが分かった．情報の発信元／受信先に関しては第 1 次回答で 39 項目に該当の可能性があった．このうち 15 項目については，担当職員チェックでも問題が生じる可能性が指摘された．この 15 項目の内容は,「名前や組織が具体的に挙がっているが，実体がない」,「複数の組織間で情報のリレーが行われることが隠されている」というものであった．情報伝達手段については 70 項目で明記されていなかったが, すべての項目は担当職員チェックにより職員が把握できている手段であることが分かった．しかしながら，伝達手段そのものが障害を引き起こすことについては，認識されていないものもあった．これについては情報伝達手段分析表からの検証と組み合わせて考える必要がある．

情報伝達手段分析表に基づく分析から以下のことが指摘された．伝達手段に関係するフォールトとして，最も多い回答項目は「機器が壊れた際の代替手段がない」という項目であった．伝達手段の 21 個中 11 個は有線の専用線でつながっているため，専用線に何らかの障害が起きた場合に使用できなくなる恐れがある．那須烏山市では震災後に新しい伝達手段として衛星携帯電話の導入を行っている．従来の伝達手段のみでは障害が発生すると考えられる項目に対し，発生すると想定される障害が少ない衛星携帯電話を導入することで，冗長化によるリスク低減を行えるようになっている．ま

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan

た，これまで電力供給がなくなると使用できなくなっていた伝達手段に関しては非常用電源を導入することで対応を図っているため，電力供給に関するフォールトが少なくなっている．代替の場所に関する設問に関しては，分庁制をとっていることで，他庁舎に代替手段がある場合がほとんどであり，他庁舎までの移動に関しても考慮されているためフォールトが少なくなっているという特徴がある．これは，震災時での経験を生かした結果となっているが，今回の震災時には幸いにして発生しなかった項目では，外線電話のみで伝達を考えていた項目もあり，衛星携帯電話や連絡員の派遣といった冗長化を考慮するような見直しにつなぐことができた．

伝達速度，フォールトの発生頻度，発生したフォールトの回復速度に関する調査については，表１のような結果となった．これは，相対的な関係を主観的にとらえたものであるため，このままでは分析することが難しい．絶対的な関係などについて過去の事例などから分析することで，その認識に差の出る部分があれば問題点としてとらえることができると考えているが，本報告時点ではまだ十分な検証できていない．

表１　各伝達手段の速度，障害発生頻度，回復速度についての主観的な判断

	障害発生頻度の高さ	障害正常復旧	伝達速度
携帯電話	2	2	2
市防災行政無線	2	1	2
庁内LAN	2	2	2
ホームページ	2	2	2
内線電話（庁内LAN）	2	2	2
可搬型無線機	1	1	2
県防災行政ネットワーク	1	2	2
テレビ	1	2	2
広報車	1	2	2
車	1	2	2
外線電話	1	2	2
エリアメール	1	2	2
Twitter	1	2	2
NTT非常・緊急通話用電話	1	2	2
NTT災害時優先電話	1	2	2
FAX	1	2	2
EC	1	2	2
ラジオ	0	0	2
自転車	0	0	1
口頭	0	0	1
衛星携帯	0	0	2

6. おわりに

本研究では，災害発生時にも地方自治体が対応業務を行う際に必要となる情報を確実に伝達･共有できるようにするために，地域防災計画における情報伝達の機能的障害を発見する手法を提案した．また，ケーススタディとして実際の自治体の地域防災計画を用いて，情報伝達の機能的障害の発見を行い，対策が必要な項目の提示を行うことでこの手法の有効性を示した．

本研究の今後の課題として，また，フォールトツリー分析の枠組みを使用しているが，実際のフォールトの発生率は使用していないことがあげられる．今回の主観的な回答によるフォールトの発生頻度や回復速度と実際の発生率や回復速度を比較することで，一般的に考えられている情報伝達システムの信頼性と実際の情報伝達システムの信頼性の乖離が分かる．この乖離が情報伝達手段を選択する際に，誤った選択を行ってしまう一因になり，情報伝達障害が発生するという一連の連鎖が起きることが予測されるため，このような検証が必要であると考えている．また，今回は情報伝達の機能的障害についてのみを扱っているが，実際には情報が届いた上で，相手に正しく意味が理解され，相手に意図する行動を起こさせることができるかということが大きな問題となることは明白であるため，この部分の検証にも取り組む予定である．

謝　辞

本研究活動に協力いただいた那須烏山市役所に対し感謝の意を示します．また，那須烏山市を含むすべての被災地の一日も早い復興をお祈りします．

参考文献

1) 亀田弘行，萩原良巳ほか，総合防災学への道, 1st ed.: 京都大学学術出版会, 2006.2) [7]　鈴木猛康，秦康範，天見正和, "災害時情報共有に関する実証実験の実施と評価," 災害情報，No.6 2008.
2) 原子力安全委員会：第 5 章　リスク情報を活用した原子力安全規制への取り組み. [Online]. http://www.nsc.go.jp/hakusyo/hakusyo21/pdf/03hen_syou5.pdf（参照日 2012.2.8）
3) 蛯沢勝三．地震 PSA 手法について. [Online]. http://www．nsc．go．jp/senmon/shidai/seimoku/seimoku011/siryo11.pdf（参照日 2012.2.8）
4) 瀧健太郎, 鵜飼絵美ほか, "中小河川群の氾濫域における超過洪水を考慮した減災対策の評価方法に関する研究," 河川技術論文集，Vol.15，2009.
5) 林春男，浦川豪，井ノ口宗介ほか, "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,Vol.11,No.9,pp.111-120 2007.
6) 畑山満則：情報学の立場から見た災害情報学，災害情報，No.9，pp.12-13，2011.
7) 安藤恵，畑山満則：災害時における情報システムの障害分類と分析手法に関する一考察，FIT2011 情報科学技術フォーラム講演論文集，CD-ROM，2011.
8) 栃木県．平成 23 年東北地方太平洋沖地震の被害等について（平成 24 年 1 月 10 日 9 時 0 分現在). [Online]. http://www.pref.tochigi.lg.jp/kinkyu/documents/20120110_0900.pdf（参照日 2012.2.8）
栃木県那須烏山市.「広報那須烏山」平成 23 年 10 月号 No.73. [Online]. http://www.city.nasukarasuyama.lg.jp/ resources/content/1855/NASUKANASUKARA101.pdf（参照日 2012.2.8）

ⓒ 2012 Information Processing Society of Japan