

# 危機管理を支援する情報システムの 開発プロセスに関する研究

畑山満則<sup>†1</sup> 河越基<sup>†2</sup> 宮川祥子<sup>†3</sup>

阪神・淡路大震災を契機に災害対応における情報技術の有用性が認識され、災害対応を効率化・迅速化するための情報システムがこれまで多数開発・導入されてきた。しかし、災害時にシステムが活用されない、もしくは当初の期待に応えられていないといった事例が近年においても散見される。こうした危機管理を支援する情報システムの運用時の問題を扱う先行研究はいくつか存在し、「業務の進め方を尊重した機能開発」や「入力者が積極的に活用したいと思うシステム」といったシステムが有効に活用されるために必要な特徴等が示されてきた。しかし、こうした特徴の多くは、一般的な情報システムの開発過程である要件定義プロセスを経ているとされているはずのものである。故に問われるべきは、なぜ必要な機能や性質が備わっていないのか、そしてどのような開発プロセスによってそれらを獲得できるのかという点である。本研究では、危機管理を支援する情報システムを効果的に構築するための開発プロセスについて考察を行う。

## 1. はじめに

阪神・淡路大震災を契機に災害対応における情報技術の有用性が認識され、災害対応を効率化・迅速化するための情報システムがこれまで多数開発・導入されてきた。しかし、災害時にシステムが活用されない、もしくは当初の期待に応えられていないといった事例が近年においても散見される。こうした危機管理を支援する情報システムの運用時の問題を扱う先行研究はいくつか存在し、「業務の進め方を尊重した機能開発」や「入力者が積極的に活用したいと思うシステム」といったシステムが有効に活用されるために必要な特徴等が示されてきた。しかし、こうした特徴の多くは、一般的な情報システムの開発過程である要件定義プロセスを経ているとされているはずのものである。故に問われるべきは、なぜ必要な機能や性質が備わっていないのか、そしてどのような開発プロセスによってそれらを獲得できるのかという点である。本研究では、危機管理を支援する情報システムを効果的に構築するための開発プロセスについて考察を行う。

## 2. 本研究の目的と先行事例

本研究の核心をなす学術的「問い」は、阪神・淡路大震災から20年以上がたったにもかかわらず、災害発生時、特に人的資源、物的資源が枯渇する巨大災害発生時に効果的に稼働できる情報システムが少ないことにある。資源の枯渇をカバーするために情報処理が有効であることは共通の理解であるにもかかわらず、事前であれ、事後であれ導入された情報システムが、資源が枯渇しない軽微な災害時でしか稼働できないのは、情報システムの設計段階に問題があると考えている。すなわち、災害発生によるシステム稼働に係るリスクを考慮した設計手法が確立されていないこと

を示している。

本研究では、顕在化したリスクに対応できる情報システムを「リスク対応型情報システム」と位置づけた。「リスク対応型情報システム」とは、研究代表者である畑山を含む研究グループが、阪神・淡路大震災での神戸市長田区役所における災害対応支援活動の経験[1]をもとに、「災害リスク」に対応するための情報システムの総称として名付けたシステムであり、災害発生直後の人的・物的資源が枯渇した状態で生じうる「運用リスク」を回避し、情報処理を確実にこなすことができることを特徴とする。災害状況下での情報システム活用は、PCが安価となり、一般回線からのインターネット接続が可能となった後に発生した阪神・淡路大震災以降、様々な取り組みが試みられ、中小規模の災害では大きな成果を見せるものも存在する。しかしながら、本研究グループの調査では、大半のシステムは、導入時に期待したほどの成果を出すことができず、防災計画の想定を超える巨大災害の現場では、復旧・復興へ悪影響を与えるものとなっていることもあるのが現状である。

このような事態に至る原因として、災害対応のための情報システムが、「運用リスク」のない平常時に稼働する情報システムと同様のプロセスで設計・開発されていることが考えられる。ここで、災害時の「運用リスク」とは、設計段階での要求分析結果より導出され、実装された機能が、災害の様相により要求を満たさなくなること、情報システム構築時に想定されたシステム構成や人員構成が、被災により確保できなくなり、想定通りの運用ができなくなることを指す。これらの状態を打破するために、これまで畑山らは、スタンドアロンでかつ、平常時の業務と連動させたデータベースシステムの構築を提案し、導入実験を行ってきた。しかしながら、ネットワークの高速化と多様なクラウドサービスが充実してきた昨今では、遠隔からの支援により災

†1 京都大学 防災研究所  
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

†2 日立製作所  
Hitachi Ltd.

†3 慶応義塾大学  
Keio University

害発生した後にシステムを導入したり、修正したりすることも容易にできるようになった。このような環境の進化を利用することで、「運用リスク」に対応できる「リスク対応型情報システム」を構築・活用することが容易になってきている。そこで、本研究では、「リスク対応型情報システム」を実現するための設計指針を検討することを目的とする。

災害の発生時における災害情報システムの運用上の問題を取り上げた研究として、真田ら[2]、伊勢[8]の研究が挙げられる。真田らは、国土交通省地方整備局における災害情報共有システムを対象とし、災害対応経験のある職員へのヒアリング調査と実際に災害対応時に用いられた文書等からシステムが災害対応業務に適合したのではなく、業務の効率化に繋がらない、また利用されなかった等の事実を明らかにしている。そしてこの問題に対応するシステム改修を行い、検証・実験を通して、実際のシステム利用者の意見を反映させること、また、現状の業務の進め方を尊重したシステム機能を整備することが重要であると結論づけている。また、伊勢は、[3]において基礎自治体に導入されている災害情報システムが災害対応業務を支援する機能を備えておらず業務の効率化に繋がっていないという問題を明らかにし、各自治体の多様性を反映した災害情報システムを提案し、その効果を検証している。その上で災害情報システムのあり方として、「入力者である基礎自治体が積極的活用したいと思うシステムであること」、「基礎自治体の多様性を汲み取れる柔軟なユーザ・インターフェイス」が結論として示されている。

これら先行研究は、災害情報システムが効果的に活用されるために必要な要素を示したという点で有用ではあるものの、これらを汎用的に捉え直し、災害対応のための情報システムの活用に関する有益な知見を取り出すには不十分である。そこで、本研究では、課題を汎用的な知見にすべく分析を行うことを試み、そこから情報システムの開発体系を導き出すことを試みることにした。

### 3. 災害対応（危機管理）に活用する

#### システムの特徴

災害対応に活用するシステムの特徴として、これまでの実践導入事例から得られた3つのポイントを挙げる。

##### (1) 想定以上の量の入力作業が求められる

一般的に災害時は、通常業務に加えて災害へのダメージに対応するための業務が加わる。そのため、必然的に災害対応者は非常に多忙な状況となる。この状況において、想像以上の項目が収集されることがある。災害対応を行う現場には限定された入力デバイスしかないため、複数人で入力作業を分担するようなことが不可能となる。こうした事態が、入力作業が問題であるように感じさせ、システムに対する批判的な意見を表出させることがある。通常、一般的

な日常の業務では業務量が安定しており、ある程度の子測が可能である。そのため、それに応じた設備や人員等のリソースを確保することが可能である。しかし災害に関する業務はその業務量が不明であり、災害が発生しなければ判明しない。実際の災害時はPC等の設備が存在しない、また人員が確保できないといったことが考えられる。つまり、災害時には業務量、およびリソースが不確定要素としてあり、これが災害情報システムの運用に問題を引き起こしていると考えられる。

##### (2) ユーザが確定できない

一般的には、日常の業務と同様に災害対応業務においても特定の業務の担当者が設定され、その人物に対して、事前の研修を行うのが通常である。しかし、災害時には、その人物が負傷や他の業務等によりその業務を行うことができないようなケースが起こり得る。この際、その場にいない人物が偶発的にその業務を担うことになるが、事前の教育を受けていない者がシステムを操作するにはより多くの時間を費やすことになる。これは入力を大きな負荷に感じる意見と密接に関連した不確定要素である。

##### (3) 想定以上の機能が要求される

災害前には問題がないとされていた機能が災害時にはその時の要求に適さない場合がある。要求を変化させる要因はその時によって異なる。災害時には、ユーザ環境だけでなく、当初の前提条件、制約条件等、そのシステムの置かれた環境、すなわちコンテキストが変化する。このコンテキストが災害時の不確定要素であり、要求の変化を引き起こすと考える。

## 4. 情報システム開発に関連する

### 知識体系と危機管理システム

これまで、主にシステム・ソフトウェアの知識を参照してきた。しかし、災害時の不確定要素は、その殆どがビジネス、すなわち組織の業務の中で発生するものであった。すなわち、想定以上の業務量となる、また必要となるデータが変化するなど、業務に起こる不確定要素である。そのため、システム・ソフトウェアよりも更に上位であるビジネスの範囲で検討することで、不確定要素への対応に有効な知識等が存在するのではないかと考える。そこで、業務分析に関する知識を記したビジネスアナリシス知識体系ガイド(BABOK) [4]を活用し、具体的な提案を行う。

BABOKでは「ビジネスアナリシスを”ニーズを定義し、ステークホルダーに価値を提供するソリューションを推奨することにより、エンタープライズにおけるチェンジを引き起こすことを可能にする専門活動”と定義しており、こうした職業的専門性を定義すること、および広く受け入れられている方法を提供することを目的としている。BABOKでは、知識を階層的に表現している。まず知識エリアが上

位にあり、ビジネスアナリシスの専門的・具体的な知見をまとめた領域となっている。その中で複数のタスクが定義されており、これはビジネスアナリシスを構成する一連の個々の業務である。タスクでは、その目的、概説、インプット、要素、ガイドラインとツール、テクニック、ステークホルダー、そしてアウトプットがそれぞれ示されている。ここで要素とは、そのタスクを理解する上で必要となる主要なコンセプトが示されている。

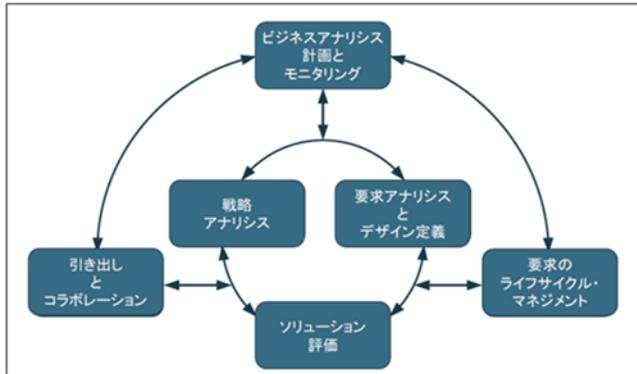


図1 BABOKにおける知識エリアとその関係

図1でBABOKの知識エリアとその関係を示す。中心の3つの知識エリアがビジネスアナリシスのコアとなっている。具体的には、まず戦略アナリシスではステークホルダーから得られたビジネスニーズを特定し、現状から望ましい将来状態へ至るための戦略を決定する。要求アナリシスとデザイン定義では、ビジネスニーズに適合するソリューションの選択肢を特定し、価値を見積もり、ソリューションを決定する。そしてソリューション評価では、運用されているソリューションによる価値やパフォーマンスを評価・分析し、完全な価値を実現するための方法を模索する。これらによって、価値のあるソリューションを実現し、組織の望ましい状態を達成することが目的となる。そしてこれらを支援するような形でその周囲の知識エリアのタスクが実行される。ただし、BABOKのタスクの実行は必ずしもこの通りではない。BABOKでのアクティビティ・タスクには明確な順序が定められておらず、そのため、それぞれの知識エリアは双方向の矢印で関連づけられている。アクティビティ、タスクはそれぞれ任意のタイミングで実行することが可能となっている。BABOKのスコープは、組織、ビジネス、システムのスコープに渡っている。BABOKは組織や業務における要求を明らかにし、それを達成するためのソリューションを定義する。ここで定義されたソリューションをもとに、システム要求、ソフトウェア要求として落とし込むことが可能になる。

不確定要素に対応するためには、逐次的に業務分析を行うことが必要である。しかし、システムの要件定義の段階で業務分析は行われており、これを全くの初期から行うことは冗長である。また、災害時に行う場合では時間的な制

約があり困難だと考える。一方で、災害時には既に災害情報システムが存在しており、これは当初の業務分析に基づいた成果物である。これを利用し、業務分析を最初から行うのではなく、まず既存のソリューションがその時点の要求に適合できているのかどうかの評価がなされるべきである。その上でどのような不確定要素がソリューションの価値を妨げているのかを明らかにすることが、効果的な災害情報システムの実現に有効だと考える。BABOKでは、これに対応する知識エリアであるソリューション評価が存在し、これと合わせて業務の分析を実行することとなる。

BABOKを活用した、不確定要素に対応する開発プロセスとして図2で示す。まずシステムは通常のウォーターフォール型のシステム開発のプロセスに沿って構築される。これは、災害情報システムのような高い信頼性が求められる、また規模のあるシステムは、ウォーターフォール型の構築が適しているためである。そしてシステムが構築された時点で完成するのではなく、BABOKにおけるソリューションの価値を継続的に高める概念を取り入れるため、その後の運用を構築過程と捉え、ソリューション評価と改修のサイクルによってシステムの完成度を高める。つまり、ウォーターフォール開発とアジャイル開発を組み合わせた開発プロセスになっている。なお、このソリューション評価は、発災後だけでなく、発災前でも行うことを想定している。これは、発災前であっても、不確定要素の一部でも明らかにすることが可能であるという考えに基づく。例えば、2章で述べた枚方市の訓練でも、災害本番ではないが、災害時に近い状況を再現することで、想像以上の業務量や、入力が必要な不可となるなど、様々な事象や問題が明らかになっている。また、ユーザにとってもマニュアルを読むだけでなく、実際にその業務を遂行して初めて知るタスクが存在すると考える。そのため、訓練や研修等の発災前にもソリューション評価を行い、システムを継続的に改善する事を想定する。

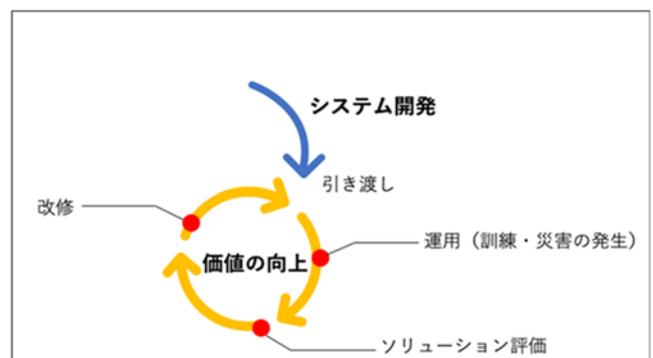


図2 不確定要素に対応する開発プロセス

ソリューション評価のタスクを、災害情報システムの文脈で示す。まずソリューションパフォーマンスを測定するにあたって、測定項目を定義する必要がある。これについ

では、上記で示した通り目標やビジネスプロセス等によって導かれる。つまり災害情報システムの導入の目的やそれを達成する過程に基づいて設定される。例えば、枚方市での訓練では、避難者情報共有の迅速化が当初の目的であったため、共有までの時間、データの品質が項目として設定され、またそのプロセスとして入力にかかる時間等が設定されると考えられる。さらに、エンドユーザである入力者やその情報を利用する災害対策本部の人物等のステークホルダーの満足度が考えられる。そしてこれらの結果の分析において、共有の時間が大幅に短縮されるといった効果や、一方でデータが十分に入力されていない、入力にかかる時間が長いといった、災害情報システムの価値が十分に発揮されていない点が明らかになる。これを元に、災害情報システムの内外の問題要因を特定する。まずソリューションによる限界の評価の問題分析によって、例えば、入力が欠けたデータがあり、その原因として災害情報システムの入力の UI に問題があるといったことが導ける。そして現状分析を行い、変化したコンテキスト、具体的には、業務のプロセス、体制、リソース、インフラストラクチャー等を明らかにする。これによって、例えば業務プロセスが変化したこと、人員が想定よりも確保できないことなど、明らかになった不確定要素を把握できる。これを元に、エンタープライズにおける要因を分析する。例えば、組織文化のアセスメントにより、ユーザがソフトウェアに情報を入力する必要がないと感じていることや、また運用アセスメントによって、システムへの入力者が不足していることなどが明らかになる。そして、その後のタスクによって、ソリューションの価値を高めるアクションを決定する。UI の変更、また運用のあり方等について案を作成し、決定する。

こうしたタスクを訓練時や発災時に逐次的に実行することで、明らかになった不確定要素をシステムに反映させていくことが可能となる。災害情報システムにおいては有効であると考えられる。

不確定要素の不確実の度合いを軽減するために、開発プロセスにおける業務の専門家の参画が必要だと考える。BABOK においても、そのほとんどのタスクで業務の専門家がステークホルダーとして挙げられている。災害情報システムの開発における専門家に求められるものとして、災害対応業務に関する知識、および災害対応現場での活動に関する知見を想定している。参画する場面として、特に当初の要件定義プロセスと、上記で示した運用開始以降のサイクルの中でのタスクが考えられる。

具体的な貢献として、要件定義プロセスでは、災害対応業務が不明確、また状況のイメージも曖昧であるため、これに基づく成果物の完成度は低くなることが考えられる。ソリューション評価においては、BABOK において全てのタスクでそのステークホルダに業務の専門家が挙げられており、参画することが推奨されている。具体的には、例え

ばソリューションパフォーマンスを測定するタスクにおいては、専門家により測定項目の設定、その妥当性の確認がより効果的に行うことが可能になる。また結果の分析においては、実際の災害時にはどうなるか、また状況の推移の予測をもとに、より正しい評価を下すことが可能になる。さらにソリューション、エンタープライズの限界の評価においては、価値を制限する要因がどちらに属するのかを判断することが可能になる。

## 5. 自治体を対象とした提案手法の

### 有効性の考察

運用と改修を継続的に行うような形で災害情報システムを運用している 1 県 1 市の危機管理を担当する部署を対象にヒアリングを実施した。ヒアリングを通して、過去にどのような不確定要素に起因する問題が発生していたのかを確認し、こうした手法が取られるようになった経緯について明らかにする。また、提案したプロセスを各自治体で行われている活動に沿って示し、どのように対応されているかについて明らかにする。その上で、ヒアリング対象者の意見から、この手法が不確定要素に対して有効に対応できているかについて確認する。

#### (1) 大阪府枚方市における実践例

枚方市は大阪府北部に位置する市であり、約 40 万人規模の人口を抱える中核都市である。近年では、2018 年に発生した大阪府北部地震や、台風 21 号など、大規模ではないが複数の災害を経験している。枚方市では独自の災害情報システムを運用しており、これによって災害対応業務の効率化・迅速化を図っている。中心的な機能として、市民からの通報案件を管理する機能があり、通報の情報を入力し、それを各部署で参照し対応の進捗を管理するといったことが行われる。またそのほかに罹災証明書の発行や、職員参集通知の配信といった機能が存在している。このシステムが構築された契機は、2018 年の大阪府北部地震である。枚方市ではこれより以前から別の防災情報システムを運用していた。しかし、導入されていた 10 台の端末では大阪府北部地震時に対応しきれず、災害対応業務に支障が生じた。このことから、新たな災害情報システムが構築されるに至った。構築にあたっては、希望する機能等について各部署から募り、その妥当性の判断ができないうえに、基本的には全てをシステムに実装したとのことであった。

過去の災害時に災害情報システムを運用した際に発生した問題として、業務が不確定であることに起因した問題がヒアリングで聞かれた。枚方市で導入したシステムには罹災証明書を郵送するために被災者の住所を出力できる機能があったが、郵便番号を入力することを想定しておらず、郵便番号が存在しない状態で住所情報が記録されていた。そのため、住所を印刷しても郵便番号が抜け落ち、罹災証

明書が郵送できないという問題が発生した。また、災害救助法の求償にあたっては日毎の避難者名簿の管理が必要であるが、これを災害対応の担当者が把握していなかった。そのため、システム上で避難者の情報を入力するような機能を整備しておらず、情報が管理できなかったといった問題も発生している。ヒアリングでは、回答者から「具体的なタスクは災害時にならないと分からない」といった発言があり、業務の詳細が不確定だったためにこうした問題が発生したことが明らかとなった。

枚方市では、こうしたシステム上の問題を災害後、また訓練後にユーザから収集している。そして、その根本的な原因がシステムか、またそれ以外かを分析し、システムが要因であるものについては、ベンダーと協議の上改修を実施している。上記で示した問題についても、既に改修が行われた。こうした活動は、ソリューション評価に合致しており、同様のプロセスが存在していることがわかる。枚方市ではこうした運用に基づく改修を必須と考え、一定工数内であれば無償でシステム改修が可能な保守契約をベンダーと締結している。また、迅速に対応するため、発災後すぐにシステムエンジニア数名を派遣するような契約も締結している。大阪府北部地震の際もエンジニアが派遣され、現場で活動を行った。このことから、不確定要素の対応には運用に基づいた改修のプロセスが災害情報システムには有効であり、その必要性が認識されていることが分かる。また、ヒアリングではシステムの完成度について「最初にもっと知恵を出し合っていれば」という意見も聞かれた。さらに、構築段階で示したように、必要な機能が判断できなかったという事実も明らかになっている。これらが示すこととして、業務などの不確定な要素を軽減する努力が必要であり、またどんな機能が必要かを判断できるような人材、例えば災害対応経験のある人物が求められていることが伺える。このことから、専門家を加えたシステム開発も有効であると考えられる。

## (2) 茨城県における実践例

茨城県は、近年では東日本大震災や、また平成 27 年 9 月関東・東北豪雨、令和元年東日本台風など、大規模な災害を含む多数の災害を経験している。茨城県では直接的に住民対応を行わないため、関係機関との連携を重視した防災情報システムを運用している。主な機能として、県内の消防本部を統括する消防司令センターとの連携、避難情報、モニタリング情報等の災害関連情報の共有、気象警報等や市町村からの対応報告等の災害関連情報の登録、配信等の一括処理機能などが整備されている。

ヒアリングから、茨城県では前提条件の変化、すなわちコンテキストの変化に起因する問題が聞かれた。具体的には、システムを構築した後に河川をモニタリングするカメラが大量に設置され、そのためシステムからは映像を確認

できないといった問題が発生した。また、今後関係機関で新たに導入される災害情報システムとの連携も求められている。

茨城県では、変化する状況に対応するために、継続的にシステムで対応すべき機能等について把握し、適宜改修を行っている。上記で示した監視カメラについても、現行システム上で閲覧できるよう改修が行われた。また、職員に対して災害対応業務とシステム操作を合わせた研修や訓練を実施しており、そこで得られた意見をシステムに反映する改修を継続的に行っている。これらの活動は、BABOK における現状分析、ソリューション評価のタスクに合致しており、提案したプロセスと合致していると考えられる。

ヒアリングの回答者からは、「変化していく状況にシステムが対応していかなければ使えない」といった旨の意見が聞かれ、これを実現するために、従来では事象ごとに予算を確保していたが、毎年度、改修のための費用を確保するようにしているとの回答が得られた。このことから、本研究で提案したプロセスが不確定要素への対応に有効であり、災害情報システムを災害時に有効に活用するために不可欠なものとして捉えられていることが明らかとなった。

## 6. おわりに

本研究では、災害時の不確定要素として、災害対応業務、災害対応業務の業務量、リソース、システムのユーザ、また前提条件等のコンテキストが存在し、これが災害情報システムに対する要求の漏れや曖昧さを生じさせていることを示した。これらの不確定要素に対し、災害情報システムの運用を構築過程として捉え、BABOK におけるソリューション評価、現状分析のタスクを実行し、運用と改修のサイクルによって不確定要素に対応する開発プロセスを示した。また同時に、開発過程において専門家を参画させることで、災害前においても不確定要素の不確定性の低減を図ることを可能とする方法についても述べた。

そして運用と改修を継続的に行うような形で災害情報システムを運用している大阪府枚方市、茨城県の危機管理を担う部署に対してヒアリングを実施し、提案した開発プロセスとの共有点を確認した。その上で、こうした手法に至った経緯、またその効果について確認し、不確定要素へ対応するためには提案した開発手法が有効であることを確認した。

今後の課題として、更なる不確定要素を明らかにし、体系的に整理することで災害情報システムを構築のための知識体系を構築することがあげられる。また、今回は不確定要素が明らかになったものの、その不確実性のレベルに関しては議論を行っていない。問題の原因をより明確にするため、不確実性とそれが災害情報システムに与える影響について明らかにすることが必要と考えられる。さらに、本

研究では提案した開発プロセスを、ヒアリングを元に評価を行った。しかし、これはあくまで間接的に示したものであり、また提案したプロセスが全て実行された訳ではない。特に、発災後の改修には時間的な制約が存在する。そうした状況下で、アジャイル的な開発がどの程度まで可能なのか、またそれに応じた技術的な方策についても明らかにする必要があると考えられる。提案したプロセスが真に有効であるかどうかは実際の災害時に適用され、そこで実行されなければ明らかにならない。今後は、こうした検証を確実に行っていくことが必要であると考えられる。

## 謝 辞

本研究は、科学研究費補助金 基盤 (B) (一般) 課題番号 19H04412「リスク対応型情報システム開発・導入の知識体系 RAISBOK と実践ガイドの開発」の助成を受け実施したものである。

## 参考文献

- 1) 大野茂樹, 亀田弘行, 角本繁, 岩井哲, 谷口時寛, “阪神・淡路大震災における情報処理行政支援活動と効果分析,” 地域安全学会論文報告集, No. 6, pp. 279-284, 1996.
- 2) 真田晃宏, 日下部毅明, 上坂克巳, 山本剛司, 河瀬和重, “災害対応時の業務分析に基づく災害情報共有システムの構築,” 土木情報利用技術論文集, Vol. 15, pp. 39-48, 2006.
- 3) 伊勢正, 臼田裕一郎, 矢守克也, “基礎自治体の求める機能に着目した災害情報システムの課題 —都道府県と基礎自治体のシステム・ギャップに関する考察—,” 災害情報, No.16-2, pp. 189-196, 2018.
- 4) IIBA, ビジネスアナリシス知識体系ガイド V3, IIBA® 日本支部, 2015.