組織連携のための緊急時コミュニケーション支援システム

非会員 森本 康聖* 非会員 仲谷 美江*
正員 西田 正吾*

Communication Support System in Emergency Considering Dynamic Connection of Organization

Yasumasa Morimoto*, Non-member, Mie Nakatani*, Non-member, Shogo Nishida*, Member

It is frequently observed in emergent situation that important information does not reach to a right person or department in the organization because of the confusion after the emergency or in some case because of lack of knowledge on contact address. This phenomenon happens especially when different organizations are connected dynamically in emergency and it is very important to support communication in emergent situations. This paper deals with a communication support system considering dynamic organizational connection in emergency. The system is based on the communication model that considers human related factors such as "competence", "duty", "responsibility" and "knowledge" in organization. On the basis of the model, a communication support system to give contact address depending on the situation is designed and a prototype system with GUI is developed.

キーワード：コミュニケーション支援，危機管理，組織連携，CSCW

Keywords: Communication support, Emergency management, Organizational connection, CSCW

1. はじめに

大規模災害発生時には、単一の組織で全ての対応を行うのは困難であり、事態に迅速かつ的確に対応するためには、行政・警察・消防・医療など多数の機関が連携を取りながら、一体となって対策を推進することが必要になってくる。例えば、地震や風水害の際には、災害の規模が大きくなるにつれて、現地対策本部、市町村、県、さらには国および各々の関係機関が連携して対策にあたることになる。しかし、互いに性質も機能も異なる組織同士が短い時間で、状況に応じて柔軟に連携を行うことは容易ではない。特に災害の規模が大きい場合、お互いの連絡調整が十分でなかったり、協力体制の構築に時間を要してしまったりするなど、緊急時の組織間連携には課題も多い。実際、連携調整が不十分だったため、津波にさらわれた人の捜索において同じ海域に複数の組織がヘリコプターを運行してしまったり、応援のために駆けつけた部隊が、調整をつけてもらうために災害対策本部にやって来たときに、たらい回しにされてしまったという例もある。このような対応の不備を防ぎ、緊

急時という状況の中で迅速に連携調整を行うためには、適切な情報が、適切なタイミングで、適切な場所・人に届くよう支援をする必要があると考えられる。

筆者らは、文献(1)において、緊急時に対応する組織の各構成員の持つ権限・義務・責任・知識に注目し、人的構造を考慮した緊急時のコミュニケーションモデルを提案するとともに、それをういたコミュニケーションの視点から見た組織評価システムを設計、構築した。このシステムは、事前に問題点を発見したり、評価を行うための、いわばオフラインシステムであるが、本研究においては、文献(1)で提案したコミュニケーションモデルに基づいたオンラインの緊急時コミュニケーション支援システムを設計すると共に、そのモデルを複数組織に適用させることによって、組織間連携時におけるコミュニケーションを支援することが可能なシステムの構築を目指す。

具体的には、本論文は以下の構成になっている。まず2章では、組織連携に関わる関連研究についてのサーベイを行う。次に3章では先行研究である文献(1)の緊急時のコミュニケーションモデルについて説明するとともに、その組織連携を考慮したコミュニケーション支援への適用手法の提案を行う。4章では消防における組織連携の具体的な事例を挙げるとともに具体的な「組織連携を考慮した緊急時コミュニケーション支援システム」を構築し、評価を行

* 大阪大学大学院基礎工学研究科
〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町3-1
Graduate School of Engineering Science, Osaka University
3-1, Machikaneyama, Toyoanaka, Osaka 560-8531

う。5章では結論と今後の課題について述べる。

2. 災害時の危機管理および組織連携に関する研究動向

本研究の関連研究として災害時の危機管理に関する研究事例およびコミュニケーション支援を含む組織間連携に関する研究事例をとりあげ、その概要について紹介する。

2.1 災害時の危機管理に関する研究動向 文献(2)によると、危機管理は災害発生前を対象とする「リスクマネジメント (risk management)」と、発生後を対象とする「クライシスマネジメント (crisis management)」に分類でき、各内容は大きくハードウェア (hardware)、ソフトウェア (software)、ヒューマンウェア (humanware)、コマンドウェア (commandware) にわけることができる(表1)。これまでの緊急時対策は、防災設備の向上や、広域火災が起こりにくい都市基盤の構築、監視システムの導入や事前訓練等、主にハードウェア・ソフトウェアに位置するものが主であったが、大規模災害においては、その用途や資源が限られたハードウェア・ソフトウェアをより効率的かつ柔軟に活用することが要求され、近年「コマンドウェア」、特に指令伝達やコミュニケーション支援の重要性が指摘されている。

ダインズとケランテリは、災害に対応する組織のタイプを4つに分けて整理している⁽³⁾(表2)。タイプI(Established)は定置型、あるいは既成型組織と呼ばれる。構造も業務も変化しないこのタイプは警察、消防、病院、電気・ガス・水道等のライフライン組織といった、平常時の活動を緊急時にも行う組織を指し、その特徴としては、「専門化された業務」「確立された業務遂行構造」「高いタスクの専

門性」があげられる。タイプII(Expanding)は拡大型組織とよばれ、緊急時に「正規」のタスクと構造を大幅に拡大して行うものをいう。赤十字や救世軍等が例としてあげられる。タイプIII(Extending)は転置型、あるいは進展型組織と呼ばれ、災害時の活動が予定されているわけではないが、タイプIの組織と連携し、補助的活動を行う組織をいう。建設会社等が代表として挙げられる。タイプIV(Emergent)は創発型、あるいは緊急表出型組織と呼ばれ、発災前には存在せず、緊急時が過ぎれば解体してしまうことの多い一時的な集団をさす。被災現場での探索救助集団や、大災害時の初期に、主要組織の代表が集まって調整をする委員会型の調整集団が挙げられる。このように各々の組織は性質や機能が異なっているわけであるが、この点を認識した上で緊急時にはこれらの組織が迅速に連携を取り合い、柔軟に事態に対応して行く必要があることが指摘されている。

さらに、災害における組織行動の研究としては、プラント事故時のチーム行動に関する解析方法の研究がある⁽⁴⁾。これは原子力発電所の運転訓練用シミュレータによる実験を行い、チーム行動の評価や特性化に用いるために必要となる情報を抽出・記述する技法を提案したものである。同様の研究として、組織員の緊急時のコミュニケーション形態の解明を目的とした研究がある⁽⁵⁾。これはプラントの運転員を被験者とし、シミュレータを用いて運転クルーのパフォーマンスの定量的な分析を試みたものである。また、チームの協調行動に焦点をあてた研究として、チーム構成員の意図齟齬検出を目指したものが⁽⁶⁾。これは、チームの意図とは各構成員の意図と相互の信念から成り立つと考え、個々の振る舞いから意図と相手の意図に対する信念を推論し、意図の齟齬を検出するというものである。また、階層型組織における協調型意志決定支援を行なうシステムも提案されている⁽⁷⁾。これは、意図と状況の乖離を表象とするインタフェースを利用して、階層型組織におけるオペレータ間のコミュニケーションを支援する基本的な枠組みを提案すると共に、階層型組織を想定したプロトタイプシステムを構築したものである。

2.2 組織間連携の支援に関する研究動向 業務プロセスの自動化、効率化を行うための手法としてワークフローがあるが、このワークフローを組織の壁を越えて接続し、複数の組織にまたがるワークフロープロセスの連携を実現するためのものとして、インターワークフローが提案されている⁽⁸⁾。インターワークフローシステムでは、組織間の連携を記述したインターワークフロー定義データを、各組織が持っているワークフローエンジンに対応させるためのトランスレータや、それぞれの組織間のデータをやり取りするための接続プロトコルの開発を目的としている。これは複数の企業にまたがるビジネスプロセスの連携に適応しており、企業間電子取引の支援の基盤などとして期待されている。

また、災害時の情報共有のためのシステムも提案されている。これは災害の対応を行っている組織が災害情報を入

表1 危機管理の分類と内容

Table 1. Classification of emergency management.

	emergency management	
	risk management (before crisis)	crisis management (after crisis)
hardware	reduction: safe system, social infrastructure, etc.	recovery: life-line system, tem- poral housing, etc.
software	abundancy: information system, training, manual, etc.	communication: recovery information, etc.
humanware	preparedness: volunteer activities, etc.	response: counseling, etc.
commandware	tactics: strategy, command by the head office	strategy: recovery plan, etc.

表2 構造と機能による組織の分類

Table 2. Classification of organization by structure and function.

		task	
		no change	change
structure	no change	TypeI(Established)	TypeIII(Extending)
	change	TypeII(Expanding)	TypeIV(Emergent)

力し、各組織がそれを共有することによって、組織間の連携を迅速に行うシステムである。わが国では阪神大震災後、消防組織の応援出動を促す「緊急消防援助隊早期出動情報システム」の整備が進められており⁽⁹⁾、このシステムでは、連携を行う複数の機関が災害情報を入力し、それを共有することで、応援部隊の選択・要請を速やかに行うことを目的としている。また、地方においても防災ネットによって情報を共有することによって、災害時の連携をスムーズにするための取り組みも進みつつある。さらに、CSCW の分野における組織間の連携を強化するためのコミュニケーション支援の研究も多数行われており、実時間型会議支援システムや、協同執筆支援システムなどが開発されている。また、文字、音声、画像などマルチメディアに対応した機能やスケジューリング機能、データ共有機能等も開発されており、ソフトウェア開発やサテライトオフィス等アプリケーションに特化したシステムも多数実用化されている。

3. 動的な組織間連携を考慮した緊急時コミュニケーション支援システムの提案

前章では、災害時の危機管理システムならびに組織連携のためのシステムについてサーベイを行ったが、前者については状況把握を支援するシステムやデータの共有を目指したシステムの開発が主に行われており、組織連携まで考慮したシステムはほとんど開発されていない。一方、組織連携に関しては、インターワークフロー等でその重要性は認識されているものの、組織的には定常的に連携された組織が対象であり、災害時対応システムのように災害の規模に応じて動的に形成される組織を対象にしたものは未だない。

ここでは、これらの研究状況を踏まえた上で、組織連携を考慮した緊急時のコミュニケーションシステムの概念設計を行う。まず緊急時の組織連携の分析を行った後、筆者らが以前に提案した緊急時コミュニケーションモデルの紹介を行う。さらに、これらの結果に基づいて提案する組織間連携を考慮した緊急時コミュニケーション支援システムのコンセプトについて述べる。

3・1 緊急時の組織間連携の分析 緊急時には複数の組織が連携を取り合って活動を行っている。その中心となるものとして挙げられるのは消防や警察といった緊急対応組織、地方自治体などの行政組織、そしてボランティアなどの自発的集合組織である。ここではそれぞれの組織の特徴について述べるとともにそれらの組織が連携を行う際に生じる問題点について分析整理する。

3・1・1 災害関連組織の特徴点 まず最初に、災害関連組織のそれぞれの特徴について述べる。

(1) 緊急対応組織⁽¹⁰⁾

緊急対応組織とは、警察や消防のように緊急事態に対応する目的のため構築された組織をいう。この種の組織の活動は、災害の警戒期では環境のモニタリングが主となる。例えば、気象情報などは警報の伝達網に組み込まれているのが普通であり、また 110 番 119 番等の緊急通報によって、

被害の発生した時間・場所等も迅速に把握できるようになっている。つまり、情報は通信司令室に集中する一元的な伝達構造として把握される。一方、災害発生時には、人員の動員は「手駒を増やす」つまり実働ユニットを増強する形で業務が進行する。

このような緊急対応組織の組織行動の特徴として第一に「タスク限定的対応」があげられる。つまり、多くの緊急対応組織は専門的タスクに特化しているため、本来の任務以外の活動に対応能力全てを投入してしまうわけにはいかないということである。自組織の対応能力を超える要請あるいは対応すべき正当な要請とは見なされないものに対応することは難しいことが多い。第二に「実働ユニットの柔軟性」があげられる。上位の意思決定レベルにおいて対応策を限定しても、それは戦略レベルに留まらざるを得ず、戦略を具体的に遂行する戦術レベルにおける自由裁量の余地を各実働ユニットの長が有しているため、現場での活動の柔軟性を保持している。第三に被災規模が大きくなるにつれて意思決定点が上昇する傾向が見られる特徴がある。危機状況における集権化は、総合判断に基づく意思決定・対応の有効性の保持にプラスであると考えられている。

(2) 行政組織⁽¹⁰⁾

行政組織の場合、緊急対応組織と異なって被害情報は二次的なものを得るのみであり、独自の収集ルートを持っていないケースが多い。また人員の動員も、ハイアラーキーの下層から上層へと漸次動員されていく形式をとっており、関連各部局の防災担当者による情報収集が平行して継続されるという特徴をもつ。

このような行政組織の活動の特徴としては「災害対策本部への移行」「組織間の相互依存の増大」の2つがあげられる。前者においては、通常、首長を本部長、各局部長クラスを本部員とした本部員会議が設置され、その下の事務局と合わせて狭義の「本部」が構成され、形式的には情報の収集・解釈・意思決定機能が集中している集権的な体制をとる。しかし、タスクの多様性・専門性が強いいため、実質的に決定中枢として機能するためには、適切な情報収集と状況に応じた迅速な意志決定が必要となる。また後者においては、通常、行政組織は実働ユニットを保有していないため、実行レベルを他組織に依存せざるを得ない。しかし平常時であれば、電話一本で済ます仕事（物資の調達など）でも、災害時にはそれを達成するために、必要な手段（輸送手段、人員など）までも確保しなければならない。このように組織間調整の必要性が高まる結果として行政組織はさまざまなタイプの組織との連携を結ぶことが必要である。

(3) 自発的集合組織⁽¹¹⁾

自発的集合組織とは、ボランティアのように、自発的に民間の人々が一時的に集まってできあがったインフォーマルな組織のことである。組織化されていないが、その柔軟性を生かして、行政や警察などが手の回らないタスクを補完する活動を行う。実際、阪神大震災時には、分業制やピラミッド状組織、あるいは職務マニュアル遵守のゆえに機

能不全に陥った行政機構に取って代わり、多くのボランティアが公共の利益のために活躍した。

組織の特徴として、日常的な知識や常識を活用し、不確定で予測不能な要素が多い課題の遂行に適しているということが挙げられる。高度な専門知識が必要となる場合や、ルーチン化された業務を分業制で遂行する場合には、ボランティアよりも行政などのフォーマルな組織の方が効率的に行うことができる。しかし、専門知識が必要でない課題の遂行や、非定型的で不確定要素の高い課題の遂行では、分業制・業務マニュアル化体制の組織よりも効率がよく行うことができる。また、活動時の特徴として、行政などフォーマル組織との関係バランスを取らなければならないということが挙げられる。災害時のタスクとして、フォーマルな組織からの技術的な知識やルーチン業務と、インフォーマルな組織からの日常的知識や非ルーチン業務の両方が存在する限り、両組織が連携関係を持つ必要がある。

3・1・2 組織間連携の問題 次に、これらの3つのタイプの組織が連携して災害対応を行う場合の問題点について分析する。

(1) 組織の対応方法の違い

消防などの緊急時に対応する組織は、まず活動領域が合理的に設定され、それによってタスクが規定され、必要な資源を識別し、動員するといった流れの活動を行っている⁽¹²⁾。しかし、組織によっては対応の出発点が異なる場合もあり、例えば、ボランティアは個々人のバラバラな活動が出発点となっていることが多い。このように災害時にはフォーマルな組織過程をとっているものと、インフォーマルな組織過程をもっているものが混在しているため、災害対応組織全体の構造と役割を把握することは容易ではない。しかし、それぞれの組織の対応方法を考慮した上で連携を行うことが重要であり、この点を考慮した情報伝達や意志決定の伝達が大きな課題となっている。

(2) 組織構造

わが国ではタテ型の組織編成を取ることが基本であり、災害時には各組織を取りまとめる災害対策本部が上層に作られることが多い。この本部体制は、災害を正確に認知し、組織を的確にコントロールすることを目的として作られている。しかし、災害時のようにタスクの多様性・専門性、事態の緊急性の高い状況の場合は、実際に活動している現場の組織の判断が重要となってくるため、現場と決定権のある上層部の距離が広がってしまうと、組織全体をコントロールすることが難しくなる。そのため、縦型組織を考慮した上での現場と上位の意志決定部門との密接なコンタクト、コミュニケーションが重要であると考えられている。

(3) 組織間の連携調整

大災害では管轄する災害対策組織だけでは対応できないことが多く、外部組織との連携が重要になってくる。しかし、互いに性質も機能も異なる組織同士が短い時間で、状況に応じて柔軟に連携を行うのは難しい。関連する機関を含めた「災害計画」を作成している例も存在しているが、災

害時の組織体制についての記述があっても、外部組織との調整問題まで立ち入っているものは少ない。外部組織との調整がうまくいかないことで、災害時の対応の能率や有効性が低下した例も報告されている⁽²⁾。

以上の点を総合すると、タイプの異なる複数の組織が連携して災害に対応する場合の組織連携を考慮したコミュニケーション支援が重要な課題となっていることがわかる。そこで本研究では、組織連携時に生じる連携調整の問題を解決するために、適切な情報が、適切なタイミングで、適切な場所・人に伝達できるよう具体的な支援方式の検討を行う。

3・2 人的構造を考慮した緊急時のコミュニケーションモデル ここでは筆者らが文献(2)において提案した緊急時のコミュニケーションモデルについて紹介する。このモデルにおいては、緊急時における人的構造、即ち「誰がその対策を実行する権限を持っているか」「誰がその対策に対する知識をもっているか」等に注目し、組織の人的構造より発生するコミュニケーションの生成過程をシミュレーション可能なモデルとして記述している。文献(2)においては、組織におけるコミュニケーションの問題点の発見や改善手法の探索に利用することを試みたが、本研究では次節においてこのモデルを複数の組織の連携を考慮したオンラインのコミュニケーション支援に利用することを考える。

3・2・1 緊急時コミュニケーションモデルの概要 本モデルにおいては、図1に示すように以下の4つの基本コミュニケーションをとりあげる。

1) 権限から発生するコミュニケーション

自分自身に措置を決定する権限がないため、権限のある人から許可をもらうために発生するコミュニケーションを指す。なお、権限とは「ある対策を実行する際、その対策実行の許可・不許可を決定できる権利」をいう。

2) 義務から発生するコミュニケーション

取るべき措置や対策が選択された場合、それを行う義務のある人が事前に規則などで決められているときには、その人に連絡する必要性が生じる。そのためのコミュニケーションを指す。なお、義務とは「ある状況において、ある人が、

図1 緊急時コミュニケーションの基本要素

Fig.1. Basic components of communication in emergency.

所定の対策の実行を強制されること」をいう。

3) 責任から発生するコミュニケーション

ある人に対して、あることをしたりある状態を保持する責任がある場合には、それに関連する措置や対策を選択する上で、連絡を取る必要が生じる。そのために発生するコミュニケーションを指す。なお、責任とは「ある人が、ある状況において、何らかの対策を施して、所定の状況移行を保証すること」をいう。

4) 知識から発生するコミュニケーション

自分自身にある事柄に関する知識がないため、それをよく知っている人に質問したり、教えてもらうために発生するコミュニケーションを指す。なお、知識とは「管理している対象や、現在の状況に対する対策や、動向に関する知見」をいう。

またこの4種類の基本コミュニケーションより構成されるモデルを「緊急時のコミュニケーションモデル」と呼び、図2に示す形で具体的にシミュレーション可能なモデルを構築している。図2のモデル自身は、「物理構造データ」「人的構造データ」「コミュニケーション先推論部」より構成される。

物理構造は、対象とする人工物が与えられると自動的に決まる部分で、例えば、消防の場合には、火事発生現場の建物の構造や配置、水の得られる場所等を指し、またプラントの緊急時支援を考えるとときには、プラントの構造やセンサ、アクチュエータ等を指す。この物理構造としては、以下のデータをその構成要素と考える。

(a) 対象構造 (PS)：対象となる人工物の物理構造を記述する。

(b) センサ構造 (SS)：対象構造に付随するセンサの構造（どこについているか、何ををはかるか）を記述する。

(c) アクチュエータ構造 (AS)：対象構造を制御するためのアクチュエータの構造を記述する。

(d) 状況-対策-結果構造 (TOS)：センサの状態で記述される状況とそれに対応する対策（アクチュエータとその操作）、更にはその対策を行った後の予想される結果を記述

する

一方、人的構造は、組織における権限・義務・責任・知識に関わる部分で、この部分は物理構造とは独立に人の役割や人間に関する規則・取り決め、経験等により決まる部分である。この人的構造の構成要素については、以下の様に記述する。

(e) 組織構造 (OS)：組織の形態を示し、階層型やフラット構造などが考えられる。

(f) 権限構造 (CS)：ある対策が選択された時の、その対策に記述されている処理行動を行使することの出来る者を記述する。

(g) 義務構造 (DS)：ある状況において、ある対策を行わねばならない時、その対策を行わねばならない者を記述する。

(h) 責任構造 (RS)：ある状況に対し、何らかの処理行動を行うことで、ある結果に移行するようにしなければならない者を記述する。また、全ての状況において、ある結果に移行しなければならない場合には、状況に対して、全ての状況を表す記号を入力する。

(i) 知識構造 (KS)：ある物理構造に対し、それに関する事項について知識を有する者を記述する。

また、コミュニケーション先推論部においては、物理構造、人的構造のデータをベースに、ある状況が与えられた時の4種類のコミュニケーション先を次に示すメカニズムで求める。

1) 権限コミュニケーション先決定

状況-対策-結果構造のデータから、与えられた状況に対応する対策（以下「状況対応策」と略）を求め、その対策を実行する権限を持つ者を権限構造 (f) から算出する。

2) 義務コミュニケーション先決定

現在の状況並びに適用する状況対応策に対して義務を持つ者を義務構造 (g) から算出する。

3) 責任コミュニケーション先決定

状況対応策を求め、現在の状況並びに移行すべき結果に対して責任を持つ者を責任構造 (h) から算出する。

4) 知識コミュニケーション先決定

状況対応策を求め、関連する状況もしくは状況対応策に関連する者を知識構造 (i) から算出する。

3.2.2 緊急時コミュニケーションモデルの機能

ここで述べた緊急時のコミュニケーションモデルは、物理構造、人的構造のデータのシンボル処理により、4種類のコミュニケーション先を決定するものである。具体的には、事前にモデルに対して物理構造、人的構造のデータを与えておき、発生した状況を入力すると、4種類のどのタイプのコミュニケーションが発生するか、またそのコミュニケーション先がどこかが出力されることになる。具体的なシミュレーション例は文献(2)に示されている。

3.3 組織連携を考慮した緊急時コミュニケーション支援方式の提案

3.1 で述べたように災害時には3つの異なるタイプの組織が存在し、災害の規模や状況に応じて種々の形で連携を取りながら、事態への対応を進めていく。

図2 コミュニケーションモデル

Fig. 2. A communication model.

図3 組織連携の形式

Fig. 3. Organizational typical types of connections.

その場合、組織連携の形態としては、以下の3型が考えられる(図3参照)。

1) 垂直型連携 (Vertical type)

自分の組織の上層または下層に他の組織が付く連携形式である。この場合、下層にあたる組織が元々持っている権限を、上層にあたる組織に委任する形式を取るようになる。上層の組織は最終的な決定を下したり、重要な問題を解決したりする組織になることが多い。災害対策本部の設置がこの形式にあたる。

2) 水平型連携 (Horizontal type)

複数の組織が同位層に広がって連携をとる連携形式である。この場合、複数の組織の中に、メインとなる組織が存在し、その組織が権限を持って中心的な役割を果たす。その他の組織は、中心となる組織をサポートする形で連携を行うことになる。地域ごとのボランティアの連携や、各市町村の消防署の連携がこれにあたる。

3) 垂直・水平組み合わせ型連携 (Vertical and Horizontal type)

水平に連なった複数の組織が、上層または下層に付く階層状の連携形式である。この場合、下層にある複数の組織が持っている権限は、上層の組織に委任されることになる。上層の組織が複数である場合は、その権限がそれぞれの組織に分散されることになる。大規模災害においては、1)と2)を包括したこの形態を取ることが多い。

このように複数の組織の連携が時間を追って順次起こっていく場合、ある情報が得られたり、ある状況が新たに発生した時に、「これをどの組織に報告すべきか」「対応をとるためどこに連絡する必要があるか」の判断に困るケースが多々あるものと考えられる。

そこで、本研究では 3・2 で述べた緊急時のコミュニケーションモデルをベースに、ある状況が発生した場合、どの組織の誰に何の目的で連絡をとるべきかをアドバイスするシステムを提案する。具体的には、次の4つの機能を実現する。

(1) 具体的な緊急時対応組織について、3・2 で述べた物理構造と人的構造のデータで記述し、ある状況が発生した時にそれを入力としてモデルに与えることにより、権限・義務・責任・知識のそれぞれの観点からこういったコミュニケーションが発生するかを計算する。このモデルの出力

結果に基づいて、「誰に」「何の目的で」コンタクトすべきかをアドバイスする。

(2) 組織連携については、上記の3つのパターン、すなわち垂直型、水平型、垂直・水平組み合わせ型を事前に準備しておき、複数の組織の連携や災害対策本部の設置など、現実に関わりそうなパターンについて、対応可能なようにしておく。なお、具体的な連携は基本的には、人的構造の変化をルールとして記述し、いくつかの事前に用意したパターンから選択することにより構成する。ルールとしては、例えば「ある権限は組織連携された時の上位の組織のトップに移動する」などの形で定義する。

(3) 実際には、組織連携は災害の規模や状況の進展によって時々刻々変化していくことが考えられるので、(2)のような典型例を自動的に作成する機能に加えて、細かい役割の変更など、組織データを人間が手動で修正することができるインタラクティブな機能も持たせる。

(4) (2)、(3)のシステムを用いて、時間とともに変化する連携組織全体の物理構造、人的構造のデータを作成し、状況を入力した場合、その時点における連携組織全体の観点からのコンタクト先、即ち「誰に」「何の目的で」コンタクトすべきかをアドバイスする。

4. 消防を例にしたプロトタイプシステムの構築

前章で提案した組織連携支援の実現例を示すため、緊急時コミュニケーション支援のプロトタイプシステムを構築した。構築にあたっては具体的なデータが必要であるが、行政やボランティアなどの組織データは入手困難であるため、ここでは組織構造や連携についての記録がある消防組織内における連携を事例として用いる。消防は、基本的には担当地区毎に活動を行うが、災害の規模や内容によっては他地区に応援を求めたり、ガスや水道会社などと協力したりするため、ここで扱う事例として適切と考えられる。以下、消防組織の概要とシステム概要について述べる。

4・1 消防組織の概要と連携パターン 消防組織は、消防庁を頂点とし、各市町村に消防局もしくは消防本部を設置しており、その指揮のもとに複数の消防署もしくは分署があるのが一般的である。小規模な火災の場合、1つの消防署内で消火活動を行うが、規模が大きい災害が発生すると、消防局は消防局長を警防本部長として組織される「警防本部」、各消防署には消防署長を大隊本部長として組織される「大隊本部」を設置し、各本部の指揮のもと消防活動を行う。組織形態は、災害の規模や内容によって変化する。消防の場合、複数組織と連携を行う際に幾つかのパターンを持っている。例えば、応援の連携パターンにおいては、単一の組織で対応が出来なくなった場合、他の組織の応援を要請することにより複数の組織が水平状に付いて連携を行う。また、対策本部の連携パターンにおいては、包括的な戦略が必要な場合、対策本部が上層に設置される。

このように消防組織は活動の内容・規模に応じて、対策本部を設置したり、応援を要請したりする。それぞれの組織

図4 プロトタイプシステムの概要

Fig. 4. Architecture of prototype system.

は、他府県の組織や公共機関など普段連携し合うことの無いものであり、各組織の情報を相互に把握するのは難しい。特に緊急時という状況の中で迅速に連携調整を行うのは困難である。そのため、「誰に連絡を取ればいいのか」、「担当者はどこにいるのか」といった基本的なコミュニケーションが取れず、活動効率が下がる場合も予測される。連絡調整遅延による対応の遅れを防ぐためには、連携組織間のコミュニケーション支援が必要である。そこで、消防を対象に組織連携のための緊急時コミュニケーション支援システムのプロトタイプを構築する。

4.2 プロトタイプシステムの概要 プロトタイプシステムの概要を図4に示す。機能としては、大きく分けると「連携組織のデータ統合支援機能」と「コミュニケーション支援機能」の2つから構成される。手順として、まず複数の組織のデータを、対策本部などの連携パターンに応じて統合し、連携組織の構成をウィンドウに表示する。次に、連携組織のデータを緊急時のコミュニケーションモデルに適用させることによって、コミュニケーション先を出力する。プログラムはJava言語を用いて開発している。

4.2.1 消防組織の緊急時コミュニケーションモデル 第3章で述べた緊急時のコミュニケーションモデルに基づき、消防組織の物理構造および人的構造を定義する。物理構造については文献⁽¹⁾の場合、対象をプラントとしていたため、データ内容がセンサ状況やアクチュエータ状況となっている。本研究の場合、対象を消防組織としているため、物理構造の内容を消防の業務内容に適応する形で作成する必要がある。消防におけるセンサ状況とは、災害発生場所と内容についての情報であり、アクチュエータ状況とは、活動する場所と内容データである。そこで本システムでは、物理構造のデータを以下のように定義する。

- (1) 担当地域：管轄する地域の名称。
- (2) 災害事象：管轄する地域で起きた災害（火事、土砂崩れ、等）。
- (3) 活動内容：活動内容のデータは次の3つから成るものとする。

(a) 情報確認：災害規模の確認、非難経路の確認、被害者人数の確認など。

(b) 資源確保：消防車や救急車の確保、人員の確保、救援物資の確保など。

(c) 実行：消火の実行、救助の実行、救急・救護の実行など。

これらの物理構造データと、組織構成員に関する権限・義務・責任・知識の人的構造データから組織データを構成する。人的構造データの具体例としては、例えば、

データ例：(権限, 地域A, 消火, 情報確認, G)

といった形で記述され、「これは権限のデータで、地域Aの消火の情報確認を行うのは組織員Gである」ということをあらわす。システムの流れとしては、まず地域と災害内容についての情報が入力され、その地域を管轄する人員、または部隊に連絡が行き、活動が開始される。その部隊の権限を持つ者が、災害が広域に渡る、または災害規模が大きく資源が不足すると判断したときは、他部署、または一段上の統括部門へ連絡が行き、連携が開始される。

4.2.2 連携組織のデータ統合支援機能 次に上記の個別の組織データに基づいて、連携された組織のデータ統合を行う仕組みについて述べる。消防における典型的な連携パターンとして、以下のものを取り上げる。

1) 対策本部との連携

複数の火災が広域で発生するなど、災害の規模が大きくなると災害対策本部を設置することになる。この場合、対策の決定権や応援の要請など、多くの権限が対策本部に委ねられることになる。また、有識者を集めている場合もあり、知識を持つ組織員が増えることになる。よって本システムでは、対策本部との連携を行う際には、本来それぞれの組織が持っている権限を対策本部に移す。また、知識を持つ組織員が増える場合は、その組織員に新たに知識のデータを割り当てる。

2) 公共機関などその他の組織との連携

災害の起こる地域によっては、消防機関だけの判断で全て対策を実行できないこともある。例えば、ガスタンクの近くで火災が起きた場合、対策を実行するときにガス会社の判断も必要になることもある。状況によって水道局や電力会社など、その他の機関と連携を取らなければならない。よって本システムでは、地域によって実行や情報確認の権限を公共機関などに移す。また知識を持つ組織員として、公共機関などの組織を加える。

3) 応援組織との連携

ここでは管轄外の地域からの消防署が応援にくることを考える。その場合、応援に来る組織は、本来その地域を管轄している組織の指揮下に入り、業務を行うことになる。よって本システムでは、権限に関しては本来その地域を管轄している組織が持つ。応援に来る管轄外の消防署は責任や義務、知識を割り当てる。

以上の連携のパターンに応じてそれぞれの組織員に割り当てる役割を変更したり、新たに役割を割り当てたりする

表3 データ統合ルール

Table 3. Examples of rules for organizational connection.

		Head Office (HO)	support	Public Agency (PA)
information confirmation	comp.	move to HO	no change	move to PA
	duty	no change	add support	no change
	resp.	no change	no change	no change
	knw.	add HO	no change	add PA
resource securance	comp.	move to HO	no change	no change
	duty	no change	add support	no change
	resp.	move to HO	no change	move to PA
	knw.	add HO	add support	add PA
execution	comp.	no change	no change	no change
	duty	no change	add support	no change
	respo.	no change	no change	no change
	knw.	add HO	add support	add PA

comp.=competence, resp.=responsibility, knw.=knowledge

図5 データ統合の例

Fig. 5. An example of data generation for organizational connection.

ことによってデータの統合を行い、連携組織のあらたな組織構造を構築する。これについては、組織の種類や業務内容などによって変化するパターンが異なるため、その変化の仕方を統合ルールとして定義しておく。表3にその統合ルールの一部を示す。これらのルールを用いたデータ統合の例を図5に示す。災害時には事故で組織のメンバーが欠けたり、ボランティア組織のように組織構成が頻繁に変わるなどのケースも考えられるため、ルールだけでデータを統合することは難しいと予測される。そこで、ルールのみで対応できない場合には、データ変更を直接行うことも可能である。

4.2.3 コミュニケーション支援機能 連携組織データ統合機能によってできた連携組織のデータを、第3章で述べた緊急時のコミュニケーションモデルに対応させることによって、コミュニケーション先を出力する機能を提供する。コミュニケーション先の決定方法に関しては、図2のコミュニケーションモデルを利用している。出力方法と

図6 連携支援ウィンドウ

Fig. 6. A window for connection support.

しては、テキストで組織員名を表示するだけでなく、ウィンドウ内のGUI上にも表示されている。

4.3 インタフェース プロトタイプシステムのインタフェースは3つのウィンドウより構成されている。以下にそれぞれのウィンドウの詳細について述べる。

(1) 連携支援ウィンドウ (図6)

連携組織のデータを統合するためのウィンドウである。連携の条件を設定する部分と、それぞれの組織構成をテキストで表示する部分から成る。具体的には、連携相手の選択部 (a-1)、連携パターンの選択部 (a-2)、組織構成の表示部 (a-3, a-4) より構成され、これらの条件を指定して、連携組織のデータ統合を行う。

(2) コミュニケーション支援ウィンドウ (図7)

状況を入力し、コミュニケーション先を表示するウィンドウである。入力する状況を選択する部分と、コミュニケーション先を表示するテキストエリアから成る。具体的には、状況選択部 (b-1, b-2, b-3)、コミュニケーション表示部 (b-4)、コミュニケーション先修正部 (b-5) より構成される。状況選択部では、地域 (b-1)、タスク (b-2)、処理方法 (b-3) を選択し、それに基づきコミュニケーション先を求め、コミュニケーション表示部に表示する。コミュニケーション先修正部では、変更したい組織員の役割や組織員名をテキストエリア内に書き込むことにより組織データの修正を行う。

(3) 組織表示ウィンドウ (図8)

組織構成をGUIを用いて表示するウィンドウであり、連携支援ウィンドウの入力により新たにできた組織の構成を表示する。また、コミュニケーション支援ウィンドウで求めたコミュニケーション先を、GUI上に表示する。本システムでは組織員を表すボタンの色を変化させることで、権限 (赤色)、義務 (青色)、責任 (緑色) のコミュニケーション先を表す。また知識を持つ組織員に関しては、GUI上の組織員名の文字色を変化させることで表している。

4.4 プロトタイプシステムの動作例 プロトタイプシステムを用いて、垂直・水平組み合わせ型の連携事例に

図7 コミュニケーション支援ウィンドウ
Fig. 7. A window for communication support.

図8 組織表示ウィンドウ
Fig. 8. A window for organization display.

図9 連携結果と操作画面の例
Fig. 9. Output example of connection.

ついてデータ統合およびコミュニケーション支援機能の動作確認を行った。

図9は連携結果の出力例である。左下のウィンドウで連携する組織と連携の型を選ぶと、上のウィンドウに連携後の組織が提示される。ここでは下に3部隊が並列、上に対策本部と公共機関が横並びになっている。右下のウィンドウでは、組織構造に修正を入れた場合の編集メニューと、コミュニケーション先検索メニューがある。コミュニケーション先検索は、地区と活動と連絡内容（権限が必要、知

識が必要、など）を入れると適切な連絡先の名前と組織が表示され、上のウィンドウでは色で示される。

ここで提案する組織連携支援のアプローチおよびプロトタイプシステムの画面例を災害情報ネットワークの専門家に提示し、次のコメントをもらった。「緊急時に組織間でコミュニケーションの齟齬が生じ、対応が遅れることはリスク管理の重要な問題になっている。最も難しいのは情報の共有であるが、混乱時に連絡調整がスムーズに行われないことも大きな問題として認識されている。ここで提案されている手法は、問題意識とアプローチは納得できるものである。しかし、本システムが有効かどうかは、そのデータにかかってくる。人的構造データをどのように構築するかがシステムの鍵であろう。」

5. 今後の課題と展望

プロトタイプに対するコメントから、本研究のアプローチの妥当性は認められたが、現場で用いられるにはいくつかの課題が残されている。

まず、データ整備の問題がある。コミュニケーション先を適切にアドバイスするためには正確で詳細なデータが必要である。が、データのメンテナンスの問題、組織の内部情報である人的構造データを共有する問題、災害などで欠けた人員の補助の問題、など管理面での課題が多い。技術面では、各組織が内部情報システムに蓄積しているデータを、緊急時にオープンシステムに移行する方法の確立が課題である。今回取り上げた事例は消防組織内の連携であり、データ統合は容易であったが、実際には多分野の業種連携を考えるため、各組織の人的データ構造の標準化と、緊急時に出勤する組織データを共有サーバに移行する機能が必要である。また、災害発生時に物理構造データを迅速に作成するための編集機能や、ボランティア団体など、災害発生後臨時に結成された組織構造を新規に記述する編集機能なども必要となる。

次に、インタフェース整備の問題がある。本システムは緊急時にのみ運用されるため、初心者ユーザでも間違いなく容易に操作できることが望ましい。多分野の組織が同時に使用する場合、用語の解釈や使用方法がユーザによって異なることも予測され、誤解が生じない表記にすることも必要である。また災害時には屋外や車内で使用されることも多く、あらゆる使用環境を考慮してデバイスを選定しなければならない。

今回のプロトタイプに残された課題だけでなく、組織連携の問題には、技術面でも運用面でもまだいくつかの課題があり、この支援手法ですべてを解決できるものではない。しかし、将来情報ネットワークが連携に不可欠な技術となることは明らかであり、本研究ではその第一段階として解決策の方向を具体的に示した。この手法が有効であるか否かは、今後さらにシステムを作り込み、試用による評価を行わなければならない。

6. あとがき

本論文では、緊急時の組織間連携に注目し、まず組織連携に関する研究のサーベイを行うと共に、その問題点について分析を行った。次に、筆者らが以前に提案した緊急時のコミュニケーションモデルに基づいて、連携組織のデータ統合と組織内のコミュニケーション支援を行う緊急時コミュニケーション支援手法を提案した。さらに、この提案手法を実装し、プロトタイプシステムを構築することにより、連携に応じた組織データ統合とコミュニケーション先アドバイスの実施例を示した。現段階では、手法の提案とその実現可能性を示すにとどまっているが、今後はシステムインタフェースとデータ構築方法を検討し、システムの改善を図る。

謝 辞

本研究の一部は科学技術研究費（学術創成研究費）「安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成」（13GS0018）による支援を受けている。
（平成 15 年 7 月 30 日受付，平成 15 年 11 月 17 日再受付）

文 献

- (1) T. Koiso and S. Nishida: "Construction of A System for Evaluating Organizational Structure in Emergency from the Viewpoint of Communication", *J. Human Interface Society*, Vol.1, No.4, pp.63-72 (1999-4) (in Japanese)
小磯貴史・西田正吾:「緊急時のコミュニケーションモデルに基づいた組織形態評価システムの構築」, ヒューマンインタフェース学論誌, 1, 4, pp.66-72 (1999-4)
- (2) 河田恵昭: 都市大災害 - 阪神・淡路大震災に学ぶ -, 近未来社 (1995)
- (3) R.R. Dynes and E.L. Quarantelli: Interorganization Relations in Communities under Stress, DRC Working Paper, (1970)
- (4) T. Ukimachi: "A study on analytical method for team activities during plant disturbance", *J. Japan Ergonomics Soc.*, Vol.25, No.6, pp.357-366 (1989-12) (in Japanese)
行待武生:「プラント事故時のチーム行動に関する研究」, 日本人間工学誌, 25, 6, pp.357-366 (1989-12)
- (5) H. Ujita, R. Kubota, and M. Fujiie: "Experimental analysis of plant operator crew communication", *J. Japan Ergonomics Soc.*, Vol.29, No.4, pp.249-257 (1993-8) (in Japanese)
氏田博士・久保田龍治・藤家美奈子:「プラント運転クルーのコミュニケーション形態の実験的分析」, 日本人間工学誌, 29, 4, pp.249-257 (1993-8)
- (6) T. Kanno, K. Nakata, and K. Furuta: "A method for detecting frictions among team members", *Human Interface Symposium2001*, Osaka, pp.569-572 (2001-10) (in Japanese)
菅野太郎・中田圭一・古田一雄:「チーム協調行動における意図齟齬検出手法の提案」, ヒューマンインタフェース 2001, pp.569-572 (2001)
- (7) S. Yamazaki, M. Nakatani, and S. Nishida: "Communication Support for Hierarchical Organization Based on Visual Interfaces to Show A gap between Intention and Situation", *J. Human Interface Soc.*, Vol.5, No.1, pp.65-73 (2003-2) (in Japanese)
山崎 忍・仲谷美江・西田正吾:「意図と状況の乖離を表象とするインタフェースに基づいた階層型組織のコミュニケーション支援」, ヒューマンインタフェース学論誌, 5, 1, pp.65-73 (2003-2)
- (8) H. Hayami and K. Okada: "From Workflow to Interworkflow-Supporting to Business to Business Electronic Commerce", *J. IPSJ*, Vol.42, No.3, pp.432-447 (2001-3) (in Japanese)
速水治夫・岡田謙一:「ワークフローからインターワークフローへ企業間電子取引の基盤を目指して」, 情報処理学論誌, 42, 3, pp.432-447 (2001-3)
- (9) 大規模災害応急対策研究会編集:「我が国の新しい大規模災害応急

対策」, ぎょうせい, (1996)

- (10) 小磯貴史:「緊急時におけるコミュニケーション支援に関する研究」, 博士学位論文 (2000)
- (11) 野田 隆: 災害と社会システム, 恒星社厚生閣 (1997)
- (12) 立木茂雄: ボランティアと市民社会, 晃洋書房 (2001)
- (13) G.A. Kreps: The Organization of Disaster Response: Core Concepts and Processes, *IJMED*, Vol.1, No.3, pp.439-446 (1983)
- (14) M. Nakatani and S. Nishida: "Trouble Communication Model in a Software Development Project", *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol.75-A, No.2, pp.196-206 (1992)
- (15) H. Nonaka and H. Shoujima: "Serial Survey Papers: Industrial Applications of Artificial Intelligence Technology (8) A Decision Support System for Emergency Operation", *J. Japanese Soc. Artificial Intelligence*, Vol.15 No.3 (2000-5) (in Japanese)
野中久典・正嶋 博:「災害時における意思決定支援システム」, 人工知能学誌, 15, 3, pp.469-476 (2000-5)
- (16) 土江啓士:「特集 阪神・淡路大震災の教訓を生かす 大震災の概要・活動」, 電学誌, 116, 2, pp.70-72 (1996-2)
- (17) 北村正晴・木村逸郎: 安全の探求, ERC 出版 (2001)

森 本 康 聖 (非会員) 1980 年生。2003 年 3 月大阪大学基礎工学部システム科学科卒業。緊急時における組織連携支援研究に従事。同年 4 月 NEC 第二システム事業本部に入社。

仲 谷 美 江 (非会員) 1960 年生。1983 年 3 月大阪大学人間科学部卒業。同年 4 月三菱電機(株)中央研究所入社。マンマシンインタフェース, グループウェア, 高齢者支援の研究に従事。1999 年非営利団体に移り, 高齢者マンション設立に関わる。2000 年より大阪大学リサーチアソシエイト。1989 年情報処理学会研究賞受賞。電子情報通信学会, 情報処理学会, 日本認知科学会, 在宅ケア学会などの会員。工学博士。

西 田 正 吾 (正員) 1952 年 1 月 5 日生。1974 年 3 月東京大学工学部電子工学科卒業。1976 年 3 月同大学大学院修士課程修了。同年 4 月三菱電機(株)入社。同社中央研究所システム基礎研究部研究員, グループマネージャーを経て, 1995 年 4 月, 大阪大学基礎工学部システム工学科教授。現在, 大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻教授。システム技術, ヒューマンインタフェース技術, メディア技術の研究に従事。1984~1985 年 MIT メディアラボ客員研究員。1986 年度, 1993 年度電気学会論文賞, 1992 年度電気学会著作賞, 1995 年度電気学会進歩賞, 2001 年度ヒューマンインタフェース学会論文賞受賞。著書:「ヒューマン・コンピュータ交流技術」(オーム社, 共著)「メディア工学」(朝倉書店)「情報メディア工学」(オーム社, 共著)など。工学博士。情報処理学会, IEEE ほか会員。IEEE Fellow。