

3.4.2 広域連携体制の構築とその効果の検証

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

広域連携体制を実現するための情報共有プラットフォームを構成する情報コンテンツの枠組み（災害時に共有が求められる情報コンテンツの整理とその利活用技術など）を構築する。首都直下地震に関するこれまでの検討で欠落あるいは不足している事象について、資料収集、調査ならびに分析を行い、情報コンテンツとして整理する。3.1 効果的な行政対応態勢の確立：一元的危機管理対応体制の確立に必要な共有情報、3.2 効果的な行政対応態勢の確立：地域・生活再建過程の最適化に関する研究に必要な共有情報、3.3 効果的な行政対応態勢の確立：効果的な研修・訓練システムの確立に必要な共有情報、3.5 相互に関連したライフラインの復旧最適化に関する研究ではライフライン事業者の共有情報が整理されるので、これらの情報コンテンツについて、情報の構造を情報テーブル（災害時に共有化が求められる情報項目やその内容を整理したもの）の形でまとめる。また、災害対応の中核となる地方自治体や消防関係機関の支援システムに求められる仕様を明らかにする。災害対応において主たる役割を果たす地方自治体災害対応管理システムおよび消防関係機関が利用する消防力最適配備支援システムのソフトウェア上の機能拡張を行う。最終的に、情報共有プラットフォームを活用した広域連携体制を構築した上で、多くの防災関係機関の協力の下で、その検証を行う評価実験を実施することを目的とする。

(b) 平成21年度業務目的

昨年度の検討に基づき、今年度実施する広域連携の評価実験（システム連携のデモ）では、「同時多発火災」、「救急搬送」、「広域道路情報」を広域連携のテーマとして、情報共有の有効性を評価し、課題を抽出する。また、平成20年度に引き続き、評価実験の結果より、（1）中高層ビルの防火機能損傷の評価、（2）コンビナート地区での危険物施設被害と対応力評価、（3）火災旋風の挙動等に関する検討を実施する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学生産技術研究所 都市 基盤安全工学国際研究センター	センター 長・教授	目黒 公郎	
同上	准教授	大原 美保	
東京大学生産技術研究所	研究員	川崎 昭如	
同上	大学院生	阿部真理子	
人と防災未来センター	主任研究員	近藤 伸也	
総務省消防庁消防研究センター	上席研究官	座間 信作	
同上	主任研究官	新井場公德	
同上	主任研究官	高梨 健一	
同上	主任研究官	篠原 雅彦	
同上	部長	山田 實	

同上	主任研究官	西 晴樹
同上	部長	山田 常圭
同上	主任研究官	松島 早苗
(独)宇宙航空研究開発機構	研究員	小林 啓二
東京大学工学系研究科都市工学専攻	教授	関沢 愛
消防防災科学技術寄付講座	研究員	山瀬 敏郎
同上	助教	廣井 悠
(財)消防科学総合センター	研究員	胡 哲新
同上	研究員	平野亜希子
東京経済大学コミュニケーション学部	教授	吉井 博明
東京大学工学系研究科航空宇宙工学専攻	准教授	西成 活裕
アドバンストアルゴリズム&システムズ	主任研究員	篠原 修二
山梨大学大学院	准教授	秦 康範

(2) 平成21年度の成果

(a) 業務の要約

平成21年度は、神奈川県、横浜市、川崎市を主な対象として、首都直下地震初動期における広域連携をテーマとした情報共有による効果を、デモンストレーションにより実証することを目的とした評価実験を二回実施した。実験のシナリオは同時多発火災と避難勧告および救急搬送であり、広域道路情報はこれらすべてのシナリオに含まれている。またシナリオを業務プロセスと情報マネージメントを情報共有 PF の有無によって比較分析することにより、複数の端末から情報の入力が可能となる、わかりやすい情報が提供される、その結果現場での迅速な対応が可能となるなど、評価実験における情報共有の有効性を検証するとともに、課題抽出を行った。そして地震火災への円滑な対応のための支援情報として「中高層ビルの防火機能損傷の評価」として「地震時の中規模建物火災抑制機能障害に関する検討」、「コンビナート地区での危険物施設被害と対応力評価」として「産業施設（特に石油タンク）からの油漏洩危険の評価と広域応援支援情報に関する検討」、「火災旋風の挙動等に関する検討」として「火災旋風の発生メカニズムと発生条件の解明」を検討した。

(b) 業務の成果

1) 評価実験の概要

a) 評価実験の目的

昨年度検討した評価実験の基本方針をベースとして、評価実験の目的は、「神奈川県、横浜市、川崎市を主な対象として、首都直下地震初動期における広域連携をテーマとした情報共有による効果を、デモンストレーションにより実証する。」とした。

b) 想定する災害

想定する災害として中央防災会議首都直下地震被害想定¹⁾の川崎市直下地震(M6.9)を選

定した。多摩川沿岸部では軟弱な地盤が広範囲に広がっていることから、震度 6 強の強い揺れに襲われる。発生季節は冬、午前 10 時、風向風速は北 6m とした。

c) 評価実験で取り扱うテーマ

地震発生初動期において、特に重要な人命救助活動の支援を主要なテーマとすることとし、首都直下地震で懸念されている同時多発火災の影響を考慮したシナリオを設定する。シナリオを前半と後半で分け、個々のシステムを説明するというよりは、シナリオの中で特定の場面を示しながら、システムを活用した意思決定や対応状況をデモンストレーションすることとした(図 1 参照)。なお、広域道路情報については、それぞれのシナリオの中に組み込むこととして取り扱っている。

シナリオ前半は、火災延焼シミュレーションと避難勧告発令をテーマとし、シナリオ後半はヘリや救急車による救急搬送をテーマとし、図 2 と図 3 に示すように開発システムにより異機関同士のリアルタイムな情報共有を可能にしている。

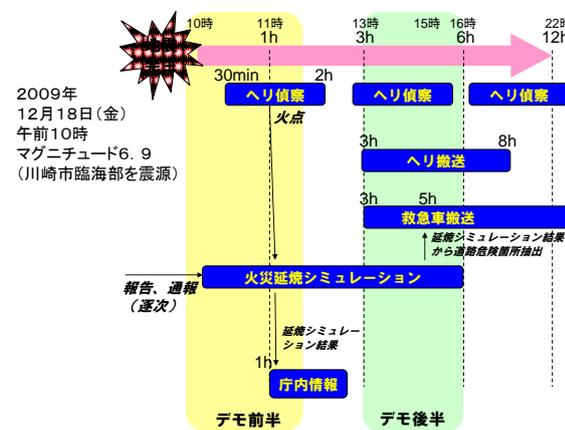


図 1 デモの時間フェーズ



図 2 シナリオ前半(火災延焼と避難勧告発令)

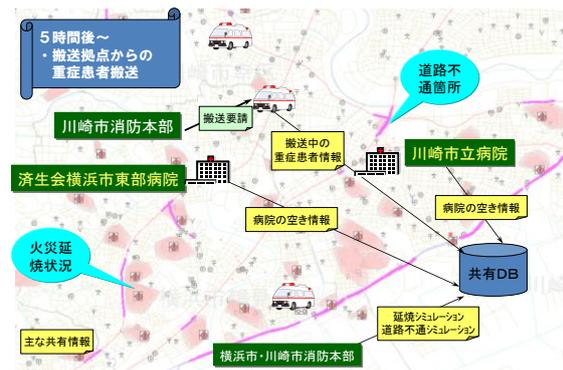


図 3 シナリオ後半 (左: ヘリによる救急搬送、右: 救急車による救急搬送)

d) 実施概要

デモンストレーション一回目は 2009 年 12 月 18 日有明の丘基幹的広域防災拠点において、第 19 回八都县市首都直下地震対策研究協議会参加者を対象として、二回目は 2010 年 3 月 25 日横浜市危機管理室において、横浜市安全管理局、川崎市危機管理室、川崎市消防局、神奈川県安全防災局の消防・防災職員を対象として、それぞれ 2 時間半～3 時間程度の時

間を使って実施した。

以下に、評価実験の概要をまとめる。

- 実験目的：神奈川県、横浜市、川崎市を主な対象として、首都直下地震初動期における広域連携をテーマとした情報共有による効果を、デモンストレーションにより実証する。
- 実施日時と場所：平成 21 年度 12 月 18 日 有明の丘基幹的広域防災拠点
平成 22 年 3 月 25 日 横浜市危機管理室
- 想定災害：川崎市直下地震（マグニチュード 6.9）
- 実験テーマ：同時多発火災と避難勧告、救急搬送
（※広域道路情報はシナリオの中を含む）
- 内 容：同時多発火災と避難勧告、救急搬送をテーマとして、防災関係機関間の情報共有と連携について、実験環境下で開発したシステムやツールを適用したデモンストレーションを行うとともに、減災効果の評価を行う。
- 参画研究機関と役割：

機 関	役 割
東京大学生産技術研究所	全体統括、評価
	救急搬送（支援情報）システム
サイバーコイン(株)	救急搬送（支援情報）システム
消防庁消防研究センター	火災延焼シミュレーション
宇宙航空研究開発機構	災害救援航空機情報共有ネットワーク
産業技術総合研究所	システム連携
	減災情報共有データベース
山梨大学	災害対応管理システム
東京大学情報理工学系研究科	災害情報ビューア

- デモンストレーション対象者

第一回目：第 19 回八都県市首都直下地震対策研究協議会参加者

参加者：20 名程度（主催者除く）

第二回目：横浜市安全管理局、川崎市危機管理室、川崎市消防局、神奈川県安全防災局

参加者：22 名（主催者除く）

2) 評価実験シナリオ

a) 同時多発火災

川崎・横浜両市を対象とした首都直下地震における情報連携デモンストレーションで扱われた同時多発火災の延焼シミュレーションについて報告する。

i) 首都直下地震が起きた場合に想定される同時多発火災の設定

出火件数と発生場所(家屋)の設定については、簡易型地震被害想定システム（消防研究センター開発²⁾を用いて、中央防災会議の川崎直下地震(図 4)を線震源に置き換え(図 5)、出火率を求めた(図 6)。出火件数については、時間、気象条件等により推定値が大きく変わるので、ここでは火災件数を仮に 100 件とし、火災発生率に応じて出火件数を振り分け

た。また、出火建物の設定においては、振り分けられた出火件数を3次メッシュ内の家屋に対してランダムに指定することとした(図7)。

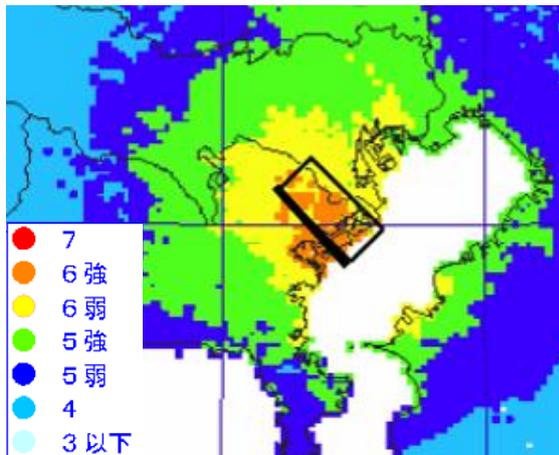


図4 中央防災会議の川崎直下地震

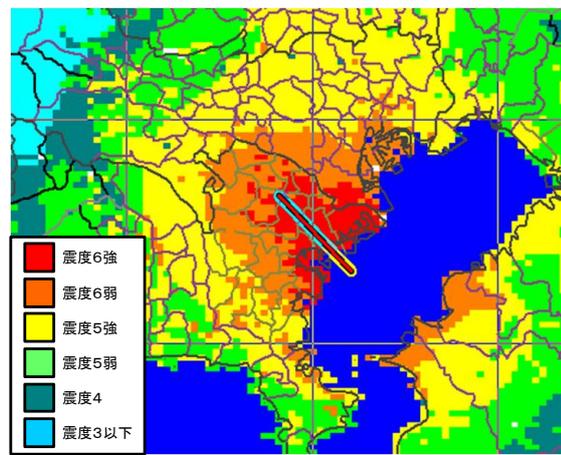


図5 簡易型地震被害想定の震度分布

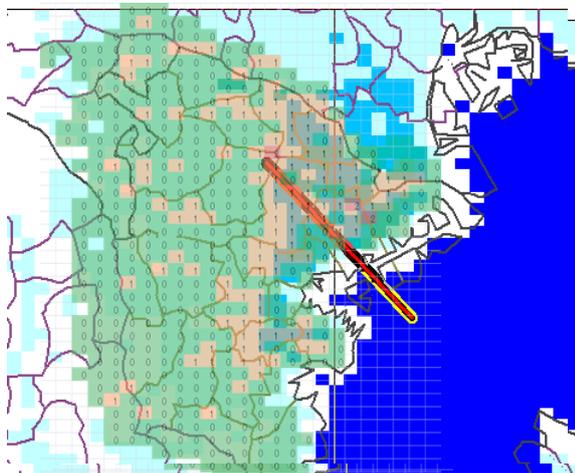


図6 火災発生率

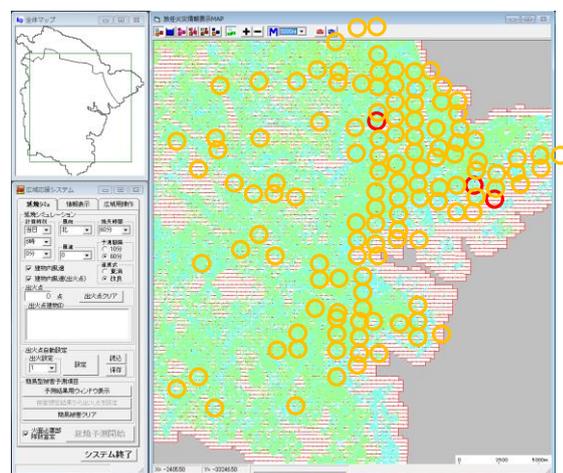


図7 火災発生家屋の設定

火災発生時刻については、地震発生から60分後までにすべての火災が発生し、その発生件数の時間変化がワイブル分布に従うこととして、5分毎に出火件数を求め、上述の全出火建物からランダムに出火件数分を抽出して出火時刻を割り当てた。

また、シナリオにあるヘリからの火災炎上範囲の取り込みについては、60分延焼した場合の平均的な延焼範囲(1辺約50mの方形)に含まれる家屋をすべて出火家屋として設定して模擬データとした。

ii) 放任火災延焼シミュレーション

DaRuMaから火災発生家屋IDのリストファイルを読み込み、風向、風速を設定して延焼シミュレーション³⁾を行う。シミュレーションで得られた家屋ID単位の出火開始時刻、焼失時刻および出火元家屋IDのリストをファイルに保存し、以降の処理をDaRuMaに引き継ぐこととした。

デモンストレーション時の延焼シミュレーションの結果を、図8から図11に示す。なお、図中赤色：炎上中建物、灰色：焼失建物、緑色：木造建物、水色：耐火建物である。

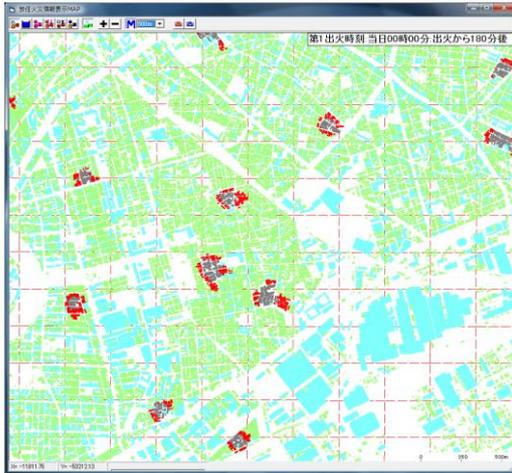


図 8 3 時間後延焼結果

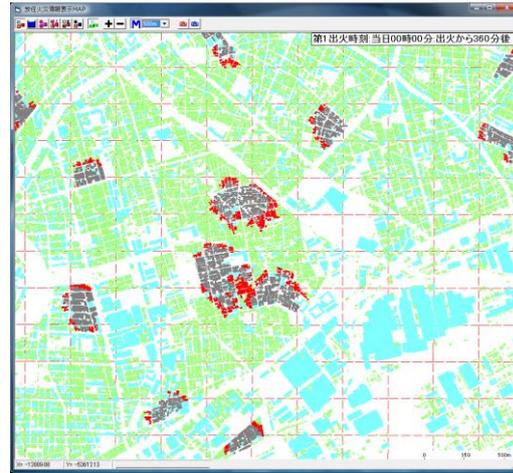


図 9 6 時間後延焼結果

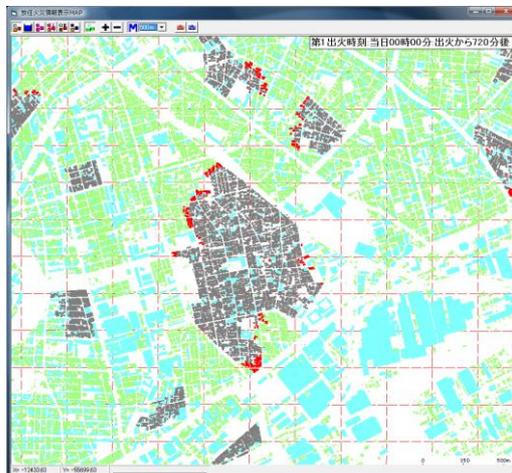


図 1 0 12 時間後延焼結果

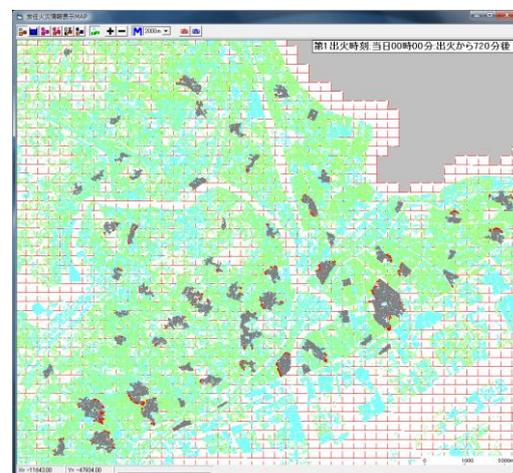


図 1 1 12 時間後延焼結果（広域）

b) ヘリによる救急搬送

地震等の大規模災害発生時には、多機関・多数の災害救援航空機が現場空域内を飛行することが予想されている。しかしその一方で、夜間や悪天候時の運航を阻害する技術的課題や、特にヘリの特性を活かした運航を実施するために解決すべき法制度上の問題も残されているのが現状である。

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構（以下、JAXA）では、航空機の安全性・利便性を向上する次世代運航システム「DREAMS (Distributed and Revolutionary Efficient Air-traffic Management System (分散型高効率航空交通管理システム))」の研究開発を進めている。DREAMS では、航空機同士、および航空機－地上局間の情報通信インフラであるデータリンクシステムの整備を前提とし、アビオニクス（航空機に搭載される電子機器）の機能・性能を向上することによって、悪気象条件（低視程）時にも航空機間の安全な間隔を自動的に確保し、安全で高密度（狭い空域で多数の航空機が飛行する状態）な運航を実現するシステムの開発等を目指している。

このような次世代運航技術の国内における最初の適用先の一つとして、JAXA は京都大

学防災研究所と共同で次世代運航技術を適用した災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）を提案している（図12）。

D-NET システムを実現することにより、特に首都直下地震のような大規模災害発生時において、下記のような効果が期待される。

- ・ 多数機の運航状況のリアルタイム管理による救援活動の効率向上
- ・ 航空機が収集する被災地情報の共有化による即応性向上
- ・ 航空機と地上部隊との連携強化、救援物資輸送の効率化
- ・ 高密度空域での空中衝突防止

JAXA では、上記機能を実現する D-NET 地上システムおよび機上システムを 2012 年度末までに開発する計画で、各システムを実運用環境下において適宜評価していく計画である。

平成 20 年度は、首都直下地震防災・減災特別プロジェクトにおいて、地上側の情報共有ネットワークである減災情報共有プラットフォームとのインターフェースプログラムを開発し、地上側から D-NET 側へ任務情報を、また D-NET 側から地上側へ機体情報を送信するデモンストレーションを行った（図13）。

平成 21 年度は、首都直下地震発生時に 425 機集結すると予想されている災害救援ヘリに対応可能とするために、平成 20 年度に開発したプログラムを多数機・多数任務に対応可能となるように拡張してデモンストレーションを行った。

デモンストレーションの結果から、地上側と D-NET 間で情報共有体制を構築することにより、大規模災害時の航空機の運航管理を効率良く実施できることを確認した。



図12 D-NET 構想図

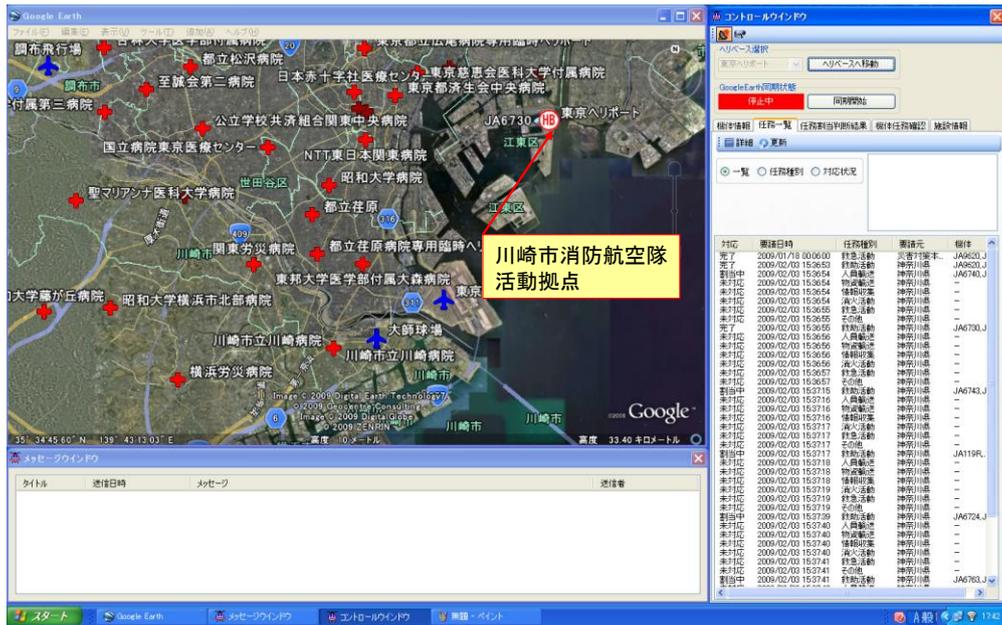


図 1 3 D-NET 地上システム画面

c) 救急車による救急搬送

本章では、救急車による患者搬送を対象として、組織間での情報共有システムの提案を行う。ここでは、重症患者が救急車で被災現場から受け入れ病院に搬送されるまでのフェーズに着目し、救急車の視点および受け入れ病院の視点から、情報共有システムの開発と効果の検討を行う。

i) 現状把握と情報共有システムの提案

まず、救急車による患者搬送に関する既存の組織間の情報のやりとりの内容を把握するため、横浜市消防本部へのヒアリングを行った。ヒアリングから得られた現状は下記の通りであった。

- ・市民からの 119 番通報は消防本部で受信する。
- ・近くにいる救急車に対して、消防本部から搬送依頼を行う
- ・救急車は現場で患者を収容した後、車内の職員の裁量により受け入れ病院と電話連絡を行い、搬送先病院を決定する。
- ・救急車の車内から、周辺の被災状況を知るすべがない。
- ・病院側では広域災害救急医療情報システム(EMIS)の導入が進められているが、地域の被災情報を共有するものではない。また EMIS も情報入力の手間や情報のリアルタイム性が低いなどの問題から、近年の災害時では有効活用されていない場合が多い。

以上より、消防本部・救急車・受け入れ病院間において、救急車内から周辺の被災状況・受け入れ先病院の患者集中状況を把握して適切な搬送ルートを決定でき、受け入れ病院からも搬送中の救急車内の患者の症状を把握するための情報共有が必要であると考え、組織内外を結ぶシステムの開発を行った。情報共有データベース DaRuMa を介して組織間でやりとりされる情報は図 1 4 に示す通りである。図中の①～④の矢印の順に、情報が DaRuMa に入出力される。

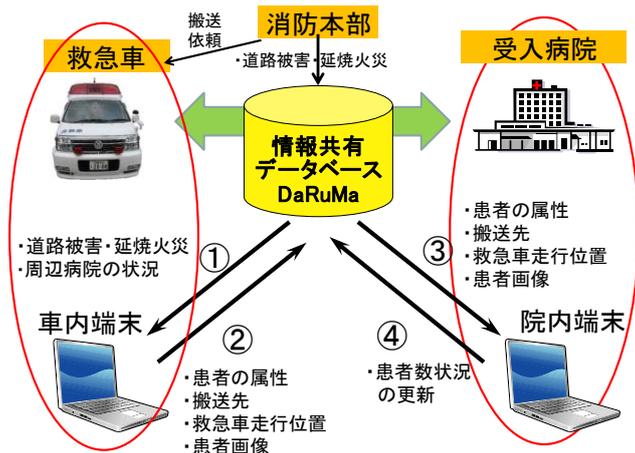


図 1 4 組織間での情報共有の流れ

ii) 救急車の視点から見た情報共有の効果

まずは、救急車の視点から見たシステムの機能と情報共有の効果の説明。現状では、救急車の車内から周辺の被災状況を知るすべはないため、搬送時に 2 次災害に巻き込まれたり、道路閉塞などにより迅速な搬送ができない状況が考えられる。よって、救急車側では、道路被害や延焼火災のデータを DaRuMa から読み込み、車内の端末で閲覧し、自ら安全かつ適切な搬送ルートを選択できる環境を整備した。図 1 5 では、救急車内から閲覧中の画面であり、地図上に自らの救急車および不通となっている緊急輸送路（ピンクの線）、延焼地域（ピンクの網掛け）、発火点（アイコン）が表示されている。救急車内の端末からは GPS で走行軌跡が発信され、それに応じて今どこに救急車がいるのかという情報も DaRuMa 側と共有され、アイコンが表示される。延焼および道路の被災情報はリアルタイムで他機関から DaRuMa に入力され、救急車はこれらの情報を共有し、搬送に生かすことができる。

また、周辺の病院から DaRuMa に診療可否、空床数やトリアージによる重症（赤）、中等症（黄）などの患者数の情報を共有してもらい、それらを図 1 6 のように地図上で表示することで、救急車内から患者の集中程度が低い病院を検索して搬送先に選ぶことが可能である。現状では、救急車側は受け入れ候補病院に電話をかけて状況を聞いてから搬送先病院を決定しているが、これらの情報の閲覧により問い合わせの手間が省け、搬送に要する時間の短縮化が可能である。



図 1 5 救急車内からの道路状況・延焼地域の閲覧



図 1 6 救急車内からの周辺病院状況の閲覧

iii) 受け入れ病院の視点から見た情報共有の効果

続いて、受け入れ病院の視点から見たシステムの機能と情報共有の効果の説明する。救急車では、患者収容後に図17の左側に示す患者情報の入力端末を用いて、患者の性別・年齢・症状・搬送先病院名などの情報を入力することで、これらの情報はDaRuMaで共有され、受け入れ病院からも地図上で閲覧できる。どの救急車でどんな症状の患者を搬送中で、今どこまで来ているのかをリアルタイムで把握することで、患者到着前の医療体制の準備が可能となる。また、平常時であれば、救急車内の患者の静止画や動画を共有することで、受け入れ病院側から救急車内に対して適切な医療対応の指示や問い合わせが可能となるし、受け入れ病院としても効率的な事前準備が可能となる。患者到着後には、受け入れ病院から到着患者の情報が更新されることで、図16の画面もリアルタイムに更新可能である。

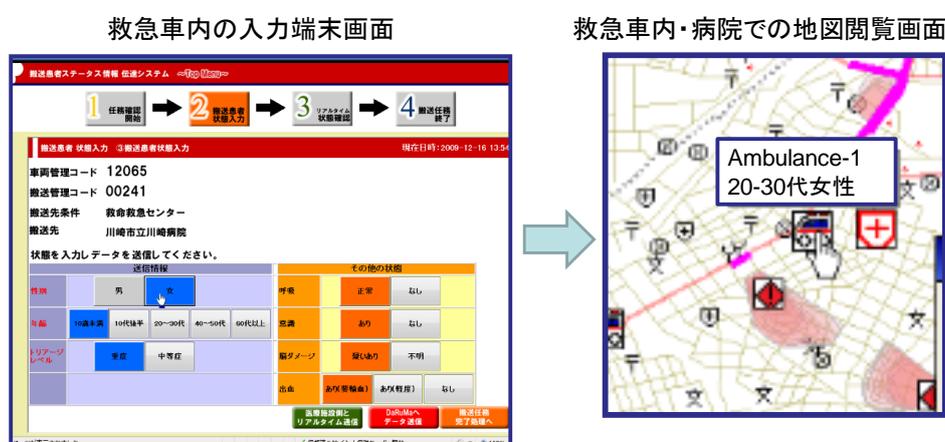


図17 救急車からの入力端末画面と地図上の患者情報の表示

d) 広域道路情報

広域道路情報を防災関係機関で共有した際の具体的な利用例として、道路規制、渋滞情報および想定地震による道路被害を、患者搬送中の救急車で参照することを考える。

ここでは、救急車内に地理情報を参照可能なビューアが搭載されているものとする。ビューアの利用により、先に挙げた広域道路情報のほか、周辺の病院の患者集中状況、火災延焼状況を確認することができる。これにより、救急車は自車の周辺被害状況を考慮に入れつつ、最適な搬送先を選択することが可能となる。

本デモンストラーションのシナリオでは二市をまたがる広域道路情報として、

- ・道路規制（事故）
- ・道路混雑（渋滞、混雑）
- ・道路被害（火災による不通、橋梁段差）

が共有されているものとした（図18）。ここで、道路規制情報は各県警察から、道路混雑状況は日本道路協会から、橋梁段差による道路被害は道路管理者から提供されることを想定した。DaRuMaは各機関が保有する電子的な道路情報のうち、共有が望ましい情報のみを他機関と共有することを実現する仕組みである。さらに、火災による道路被害は、市消防本部が火災延焼シミュレーション結果から推定し、共有情報として提供するものとした。

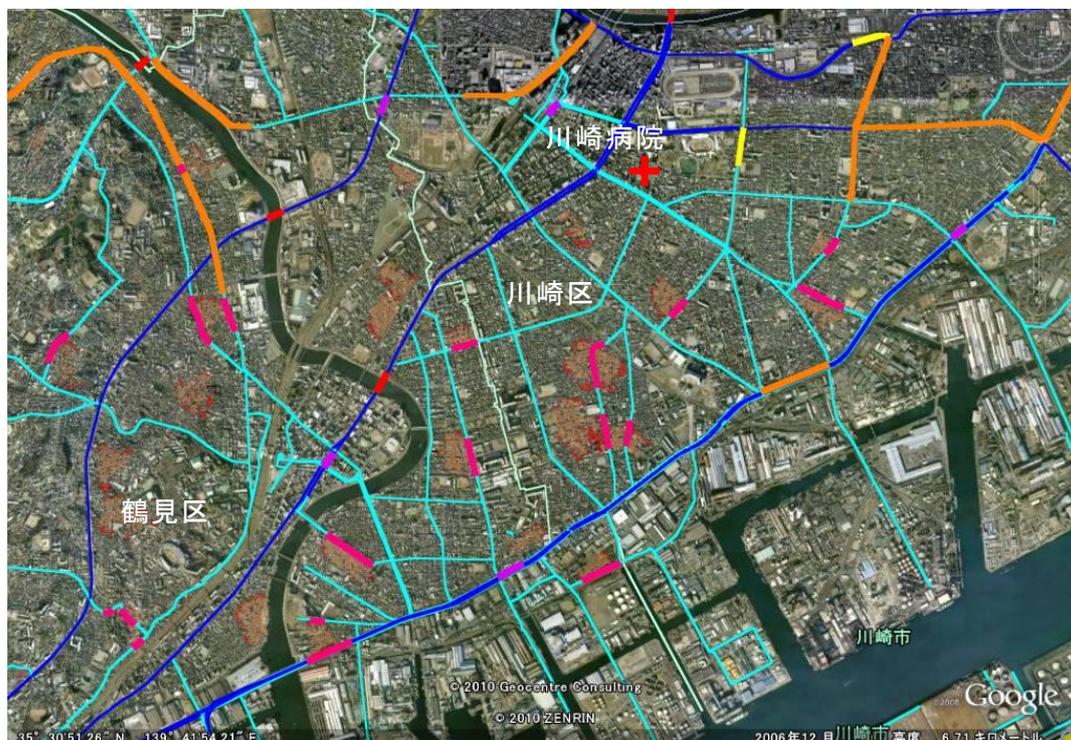


図 1 8 デモンストレーションで設定した広域道路情報

3) 評価実験の記録と編集

本項目では、前項目までに紹介したデモンストレーションの内容が自治体職員をはじめとする参加者が主旨を容易に理解できることを目的とした評価実験紹介ビデオを制作するとともに、デモンストレーション当日の実施状況の記録撮影を行い、評価実験記録ビデオとして編集した。

a) 評価実験紹介ビデオの作成

評価実験紹介ビデオは、デモンストレーションに参加する情報システムの動作画面を表示することで、主催者側からの趣旨説明を補完でき、参加者が主旨を容易に理解できることを目的としている。

デモンストレーションのシナリオで用いられる情報システムは、それぞれ別の PC 等で操作・稼働するものである。したがって、紹介ビデオを作成する上では以下の点に留意する必要がある。

- i) ビデオカメラでは PC のディスプレイ表示を美しく撮ることは困難
- ii) システムの操作画面を見るだけでは何をしているかの理解が困難
- iii) 複数システム間の連携の理解が困難

i)については、PC 動作画面を動画キャプチャソフトによって記録することで、鮮明な画像での編集が可能となった。ii), iii)については、1つのシステムの動作画面をデモンストレーションのシナリオの進行に合わせて表示し、補足説明にはテロップ等のコメントを挿入した。図19はビデオの例として災害情報ビューアに補足説明を挿入したものである。

b) 評価実験記録ビデオの作成

評価実験記録ビデオは、当日の実施状況、質疑応答等を撮影して編集することにより、参加できなかった人々が、特に評価実験紹介ビデオでは認識が困難である複数システム間の連携の理解を容易にすることを目的としている。

デモンストレーション会場では、図20のように3台の固定ビデオと1台の手持ちビデオを配置して実施状況を撮影した。動画の編集は、概要説明、前項目までに説明されたシナリオ、および質疑応答が効果的に認識されるように行った。特にシナリオについては、3つのスクリーンが同時に表示できるようにすることで、複数システム間の連携の理解を容易にした。

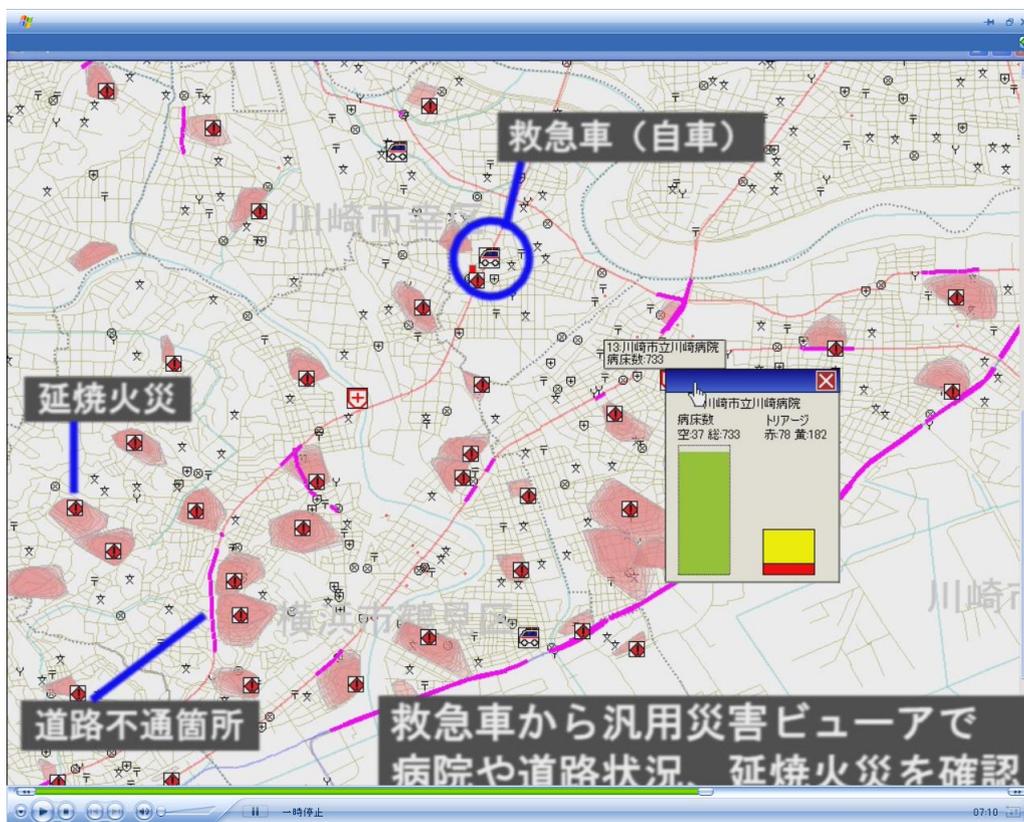


図19 評価実験紹介ビデオの例

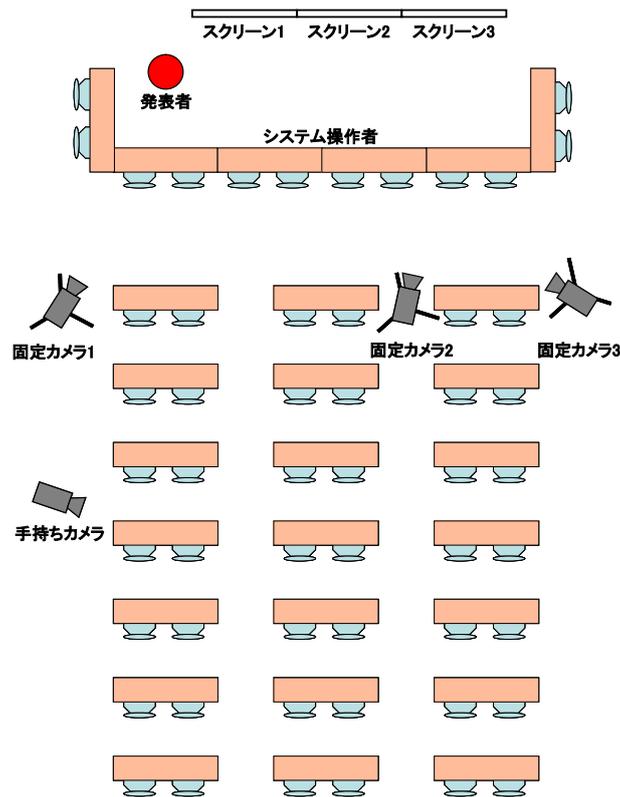


図 2 0 会場のビデオ配置

4) 情報共有の有効性の評価と課題の抽出

a) はじめに

本項目では、本年度実施したデモンストレーションにおける情報共有プラットフォーム（以下情報共有 PF）の導入による有効性を評価するとともに、情報共有にあたっての課題を抽出することを目的とする。情報共有 PF は、災害対応に関係する様々な組織・部局の既存の情報システムや新規システムなど、多種多様なシステムを相互に連携させることにより、情報を水平的に流通させることを目的としたものとする。平成 19 年度は、新潟県が 2004 年新潟県中越地震での対応の「カイゼン」の成果を踏まえ、情報共有 PF 導入による効果に加え、災害時における組織能力の検証手法を組織構造の改革による効果の視点から検討した⁴⁾。平成 20 年度は、情報共有 PF 導入による効果を情報マネジメント、組織内コミュニケーションおよび組織間連携の視点から検討した⁵⁾。自治体職員の災害対応の課題は、組織デザインと業務プロセスおよび情報マネジメントから分析することによって検証できる⁶⁾ことから、本年度は、デモンストレーションのシナリオにおける業務プロセスおよび情報マネジメントを情報共有 PF の有無によって比較分析することで、本年度実施したデモンストレーションにおける情報共有の有効性を評価する。また情報共有 PF の導入に関する課題について検討する。

b) 情報共有の有効性の評価

情報共有 PF の特性は、複数の端末から情報の入力が可能となり、空間的な広がり、近未来の情報、数量の可視化、平易な情報検索によってわかりやすい情報をつくることができ、複数の機関がリアルタイムのみならず、教訓としても情報共有が可能となることである。

る。その結果、対応計画の意志決定および現場で迅速な対応が可能となる。これを踏まえて、情報共有の有効性の評価をシナリオの業務プロセスと情報マネジメントの分析を情報共有 PF の有無によって比較評価した。

図 2 1 がデモンストレーション前半の同時多発火災シナリオを情報共有 PF 無しで業務プロセスと情報マネジメントの視点から分析した結果である。緑地の白抜き文字が関連主体、白地の黒文字が業務内容、赤地の白抜き文字が報告される情報内容を示している。また赤実線矢印が業務プロセス、黒点線矢印が情報の流れを示している。この図から市消防本部は現場からの限られた状況報告から消防の出動を判断する。市災害対策本部には文字情報で火災情報が報告されるために情報を活用した対応がとれない。その結果、現場で延焼動態に応じた規制が場当たりの行われるなど迅速な対応が困難になることがわかる。同じシナリオを情報共有 PF 有りと同様に分析した結果が図 2 2 である。火災情報が現場からだけではなく、ヘリより上空からの情報が複数の端末より入力される。入力された情報は情報共有 PF により集約され、火災延焼シミュレーションによる近未来情報と合わせて複数の機関でわかりやすい情報が表示される。市災害対策本部は、これらの情報をもとに火災延焼による住民の避難対応を区災害対策本部に指示し、区災害対策本部は対象地域に対して避難指示を発令する。現場では、被災地の被害の全体像をもとにした指示によって対応できるため、迅速な活動が可能となることがわかる。

デモンストレーション後半のヘリによる広域医療搬送のシナリオを情報共有 PF 無しで分析した結果が図 2 3 である。県の災害対策本部は災害医療拠点病院からの患者搬送要請に対して、ヘリの運航を消防庁、自衛隊をはじめとしたヘリを所持する機関によるヘリ運航調整室に要請する。ここでは、ヘリポートからのヘリ運航情報をもとに運航を調整し、ヘリポートに運航を依頼する。しかし、ヘリ運航を調整すべき県災害対策本部にヘリ情報が文字情報などわかりやすい情報として提供されないことから、調整に遅れが生じ、結果として現場で迅速な対応に遅れが生じる。そこで情報共有 PF を導入すると、図 2 4 に表示されているように、全てのヘリから運航情報が情報共有 PF に入力されることで、リアルタイムのヘリの運航情報が空間情報およびスケジュールとして表示される。これにより、需要を把握できる場所での調整が可能となることから、現場では迅速な対応が可能となる。

図 2 5 は情報共有 PF なしでの救急車による広域搬送シナリオを分析した結果である。救急車は、区消防本部からの出場指示に従って搬送を実施するが、搬送先の病院に関しては個別に把握、また火災延焼や道路被害等の状況は市災害対策本部までは共有されているが、救急車から見ることができる情報で判断しなければならず、迅速な対応が困難であることがわかる。情報共有 PF を導入することによって（図 2 6）、複数の端末から火災情報および延焼シミュレーション結果、広域道路情報、病院情報が入力されることにより、救急車にある情報端末からこれらの情報が空間情報として表示される。救急車はこれらわかりやすい情報をもとに迅速な対応が可能となる。

以上より、デモンストレーションのシナリオ「同時多発火災」「広域搬送」の業務プロセスと情報マネジメントを情報共有 PF の有無によって比較分析することにより、複数の端末から情報の入力が可能となる、わかりやすい情報が提供される、その結果現場での迅速な対応が可能となるなど、デモンストレーションにおける情報共有の有効性を検証でき

た。これらは「広域道路情報」を前提とすることによって、はじめて成立する。

c) 情報共有 PF の導入に関する課題

情報共有 PF 導入による課題は、主にシステム固有によるもの、および紙媒体およびシステム利用にかかわらず情報を共有する際に起こりうるものの2つに分類される。前者についてはシステムそのもののセキュリティ、および入力業務にかかる過大な業務量についてである。例えばセキュリティについてはクラッカーのシステムへの進入による情報流出等が含まれ、入力業務が過大になることによって現場でシステムが受け入れられなくなることが挙げられる。これらはシステムの改善にとどまらず、システム利用を前提とした制度の整備が解決策として考えられる。また後者については、個人情報の取り扱い、情報の目的外利用や悪い精度の情報公開による責任問題である。個人情報は被災者に関する情報など多くの業務に含まれると考えられる。目的外利用は、例えば要援護者に関する情報を避難所運営計画に用いられるかどうか等が挙げられる。悪い精度の情報公開は、職員によって確認されていない市民による目撃情報の公開の是非、シミュレーション情報による職員の運用に関する責任問題が考えられる。これらはシステムに限らず情報の取り扱いに関する広域で統一的な法整備が必要となる。今後は、情報共有 PF の導入に向けた課題の整理と想定事例の抽出およびこれら課題に対する解決策の検討が必要となる。

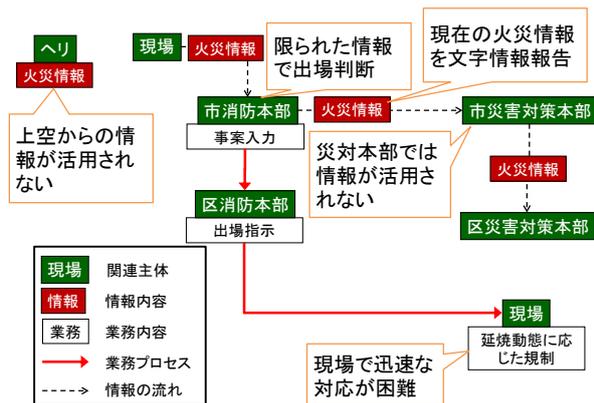


図 2 1 同時多発火災シナリオ分析
(情報共有 PF 無し)

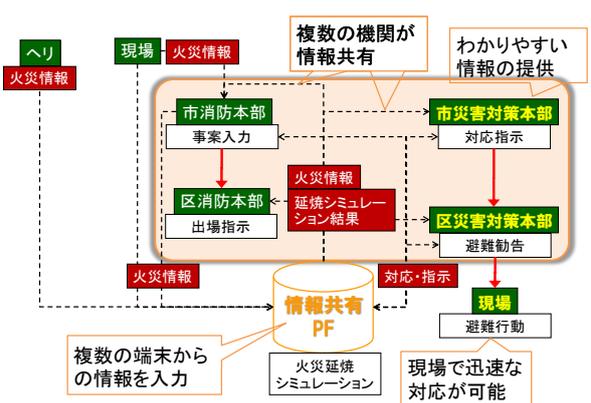


図 2 2 同時多発火災シナリオ分析
(情報共有 PF あり)

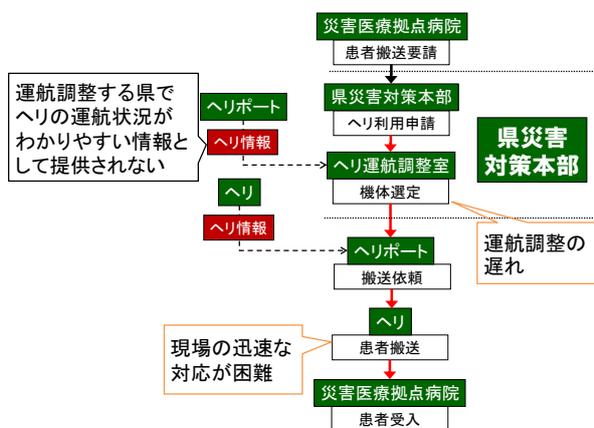


図 2 3 ヘリによる広域搬送シナリオ分析
(情報共有 PF 無し)

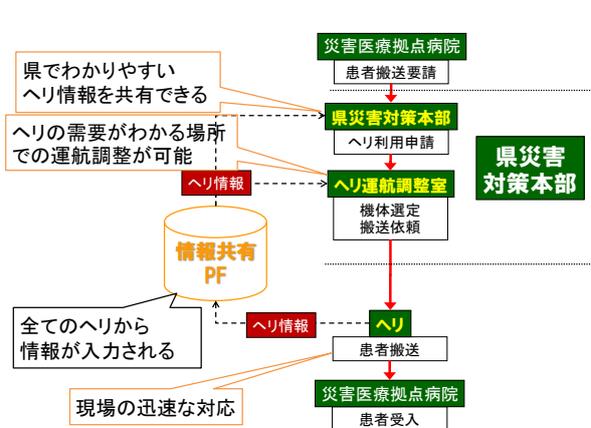


図 2 4 ヘリによる広域搬送シナリオ分析
(情報共有 PF あり)

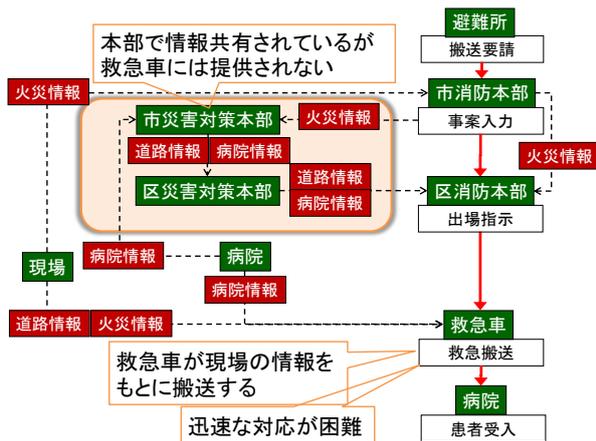


図 2.5 救急車による広域搬送シナリオ分析 (情報共有 PF 無し)

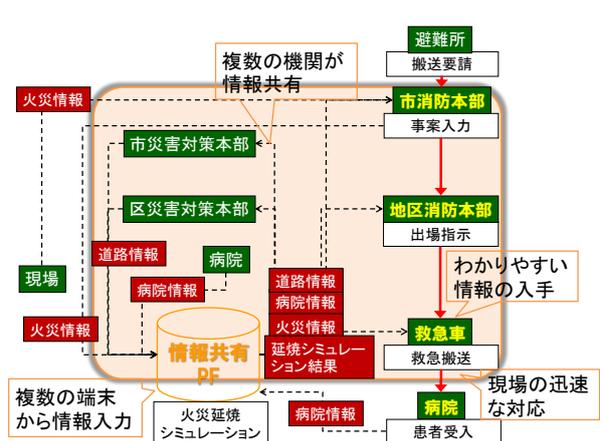


図 2.6 救急車による広域搬送シナリオ分析 (情報共有 PF あり)

5) 地震火災への円滑な対応のための支援情報の創出

a) 火災旋風の発生メカニズムと発生条件の解明

中央防災会議による地震被害想定では考慮されていない火災旋風の影響に関し、被害想定を行うために必要な火災旋風の発生メカニズムの解明を目的とした研究を継続実施している。最終的には、被害の見積もりと対応消防力評価に関する支援情報を与えるものである。

昨年度、有風下の火災域周辺に発生する2種類の渦（火災からの上昇気流が横風で傾き風下で二股に分かれ、逆回転する渦対になったもの（CVP）、火災域風下の地表面に接して発生し風下に流れ出すもの）のうちのCVPも、火災風下に流れ出す旋風の一つである可能性が高いことを室内実験で明らかにした。今年度は、このCVPの発生メカニズムについて数値シミュレーションによって調べた。

計算では、水平な地表面に正方形の熱源を配置し、計算領域の上流から一様な横風を吹かせた。そして、ある時点で熱源の温度をステップ状に上昇させ、一定温度を保った。計算はブジネスク近似を用いて得られた方程式系を解いた。浮力項の密度以外の物性値は、温度300Kの空気の値を用いた。グラスホフ数 $Gr = 1.056 \times 10^5$ 、レイノルズ数 $Re = 114$ の場合を計算した。その結果、上昇気流内にできる逆回転する渦対（CVP）の発生メカニズムについて明らかになったことを以下に示す。

CVPの渦の源に関する Church, C. R. et al.(1980)7) の仮説「CVPの渦度の源は、地表面上の横風中の速度境界層内の渦度であり、それが火災による上昇気流によって持ち上げられてCVPに成長する」の真偽を調べるために、地表面にすべり境界条件を与え、速度境界層をなくして計算した結果、この場合にもCVPは発生することがわかり、上記仮説が否定された。図2.7は地表面上に横風中の速度境界層が形成しない条件（すべり境界条件）の下で、地表面上の熱源に横風を与えた時の上昇気流の流線、温度分布および地表面付近の速度場を示したものである。左上の赤い四角は熱源の輪郭を示す。座標軸 x, y, z はそれぞれ横風方向、スパン方向、鉛直上方向である。地表面上に速度境界層がなくても、上昇気流の流線は熱源の風下で螺旋状になり、CVPが発生していることがわかる。

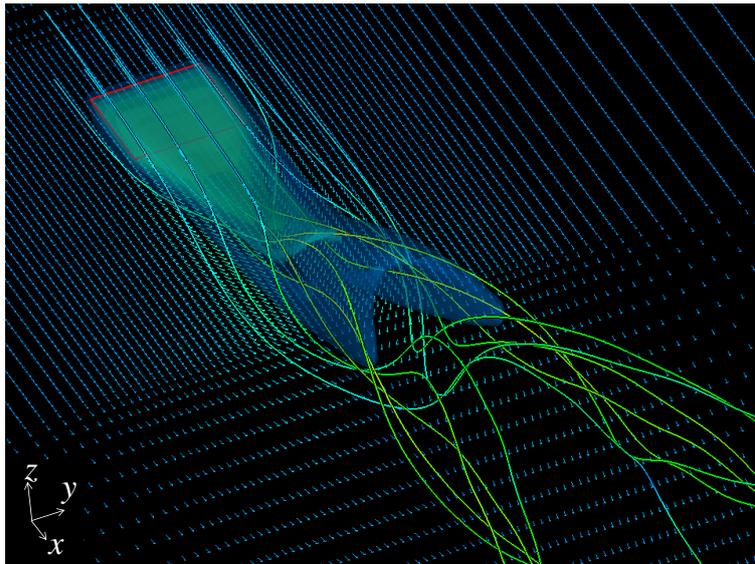


図 2 7 地表面上の熱源に横風を与えた時の上昇気流の流線、温度分布および地表面付近の速度場（地表面上に横風中の速度境界層が形成しない条件（すべり境界条件））

CVP は熱源側面上に発生する横風方向に軸を持つ水平渦度が成長して発生することが分った (図 2 8)。図 2 8 は地表面に沿って速度境界層が形成されるという通常の下で、横風が吹いている状態で地表面上の熱源の温度をステップ状に上昇させた時の流線と、速度ベクトル ((a)は熱源の中心を通る yz 面内の速度ベクトル、(b)は地表面付近の xy 面内の速度ベクトル) の変化を示したものである。(a)では渦度の横風方向成分の分布も示している。(a)は熱源の温度を上げた時点から無次元時間 $\tau (= tu_0/D) = 0.6$ 経過した時点であり、 u_0 は横風速度、 D は熱源の一辺の長さ、 t は時間である。熱源両側面上に、横風方向に軸を持つ水平渦度が現れていることがわかる。ただしこの時点では流線はまだ螺旋状でなく直線状である。(b)は $\tau = 17.4$ の時点のものであり、(a)で現れた水平渦度は、逆回転する渦対 (CVP) に成長していることがわかる。

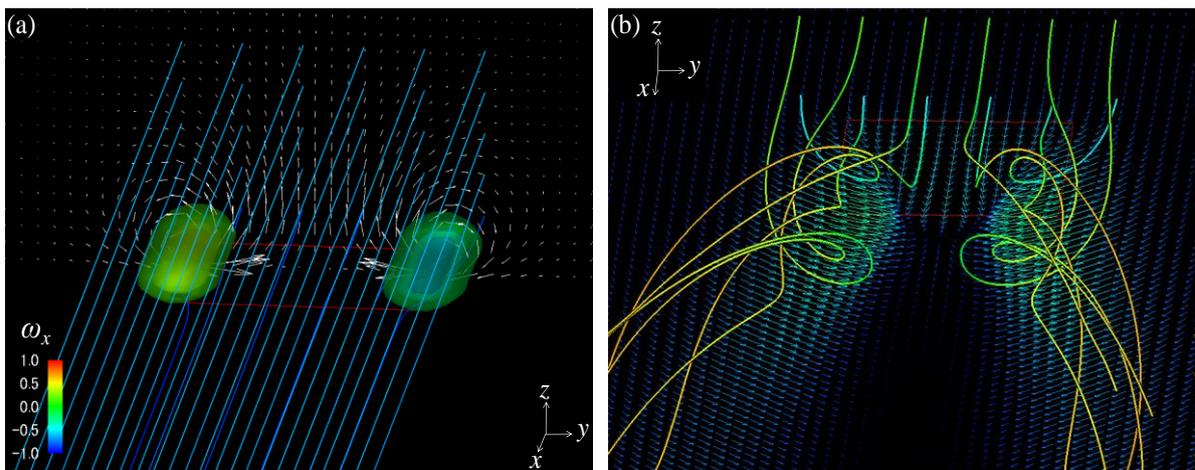


図 2 8 横風が吹いている状態で地表面上の熱源の温度をステップ状に上昇させた時の流線と速度ベクトルの変化（地表面に沿って速度境界層が形成されるという通常の下で）
((a)熱源の温度を上げた時点から無次元時間 $\tau (= tu_0/D) = 0.6$ 経過後 (b) $\tau = 17.4$ 経過後)

b) 地震時の中規模建物火災抑制機能障害に関する検討

首都圏直下地震時における中高層建物での個々の火災発生確率が少なくても、中高層建物の数そのものが多いためその火災危険性は非常に高い。本課題では、地震時における中高層建物防災設備等の損傷時の延焼危険度評価手法の検討を行い、必要消防力算定のための情報を提供することを当面の目的としている。本年度は、昨年に引き続き建築二次部材やそれと付随する防火・消防設備に関する被害要因の分析を実施している。

- ・消火設備配管等に対する耐震基準と建築設備との関係（継続調査中）

過去の地震における事故事例を消防庁で収集しており、そのデータをもとに部材というハード面と施工方法・技能というソフト面の両面からの検討を継続して実施中している。

- ・地震時におけるパイプシャフトなどの防火区画貫通部における耐火性能の維持及び対策（継続調査中）
- ・地震そのものによる機械的な機能障害とは別に、緊急地震速報に対応した非常放送設備のあり方について課題を整理した。現在の消防法令によれば、緊急地震速報を非常用放送設備で流すこととはなっていないが、非常用放送設備で通報をすることが地震時の安全上効果が大きいと考えられる。そのため、火災報と緊急地震速報が前後して生じる場合の優先順位について、いくつかの想定ケースで検討を行った。その結果、基本的な方向として以下の考え方が整理された。

- ① 非常用放送設備に接続する緊急地震速報の受信機器等については、非常用放送設備の構成機器には該当せず、関係者の任意により設置されるものとして位置付ける。なお当該機器等は、非常用放送設備の機能に支障をおよぼさないものとする
- ② 緊急地震速報の受信機等を非常用放送設備に接続し、緊急地震速報の受信と連動して非常放送を行う場合には、以下の点に留意する。
 - a. 緊急地震速報を受信したときには、直ちに全館一斉放送を行うことができるようにする。
 - b. 緊急地震速報に係わる放送と火災に係わる放送が重複する時、緊急地震速報に係る放送を行った後、自動的に火災に切り替わものとする。また、緊急地震速報に係る放送中に、防火管理者がマイクロフォンで放送を行う場合は、自動的に緊急地震速報に係る放送を停止できるものとする。
 - c. 緊急地震速報に係る放送内容はおおむね以下の通り。
 - ・冒頭にNHKの報知音（チャイム音等）を2回放送した後、音声メッセージを放送・
 - ・音声メッセージは、緊急地震速報が発せられたことを知らせると共に、地震への備えを指示する簡潔な内容とする。
- ③ 緊急地震速報のキャンセルを受信した場合は、その旨の放送を行うことができるものとする。

次年度以降は、現実のシステムを構築し実証的にその妥当性を検討していく予定である。

c) 産業施設（特に石油タンク）からの油漏洩危険の評価と広域応援支援情報に関する検討

i) 緊急地震速報に基づく石油タンクのスロッシング予測の可能性に関する検討

平成20年度報告書に纏めた「緊急地震速報を用いたスロッシング予測の考え方」に基

づき、消防庁が地方自治体向けに配信している J-ALERT が発する緊急地震速報をトリガーとする、スロッシング予測ツールを試作した。

処理の流れは以下の通り。

- (1) J-ALERT 受信機からのメールを自動的に巡回監視し、未開封の緊急地震速報メールがあった場合に受信しファイルに保存する。
- (2) 受信したメールから拡張タグを解析し地震の諸元を抽出する。
- (3) 震源の緯度、経度から予め設定された区分 (REGION) に属するかを求める。
- (4) 求められた REGION に地域特性値 (周期の関数) が存在する場合、座間(2000)⁸⁾の方法で応答スペクトルを計算する。
- (5) 応答スペクトルのグラフを作成し、計算した値が予め設定された閾値を超えた場合、グラフを拡大表示させる。

プログラムは、Microsoft Excel の VBA で作成されており、Excel がインストールされている PC であれば動作する。また、メール受信に関しても Windows の機能を用いて受信しているため、Outlook 等のメーラを必要としない。

ii) 油等の海上流出に対する対応力の調査

水島及び千葉の 2 箇所の石油関連事業所の防災担当者に対してヒアリング調査を行ない、H19 年度の調査と併せ、油等の海上流出に対する対応に関して以下のように纏めた。

石油等の海上流出が発生した場合には、第 1 次的に発災事業所によるオイルフェンスの展張が行われ、その後海上保安本部、公設消防機関などと協力した防除活動が行われる。対応に必要な防除資機材は関係法令に基づき整備されていることから、地震時にコンビナート内で数件程度海上流出が発生した場合でも、流出油の拡散防止は概ね可能と想定される。

ただし、海上流出災害と合わせて火災等が同時に発生した場合には、人的な対応力の不足や対応方針の決定に遅れが生じることも考えられる。時間をおいて複数の火災が発生するような場合には、転戦を伴う消火活動が必要となり、消火戦術は複雑になる。また、大規模地震による発生が懸念されているタンク全面火災が生じた場合には、大容量泡放水砲による対応が必要となり、防御活動は長期化する。

地震時の同時多発災害に関しては、一部では想定して防災計画の策定や訓練の実施が行われているが、現状では同時多発災害を想定していない場合が多いものと考えられる。従って、このような災害の発生時に迅速な対応が可能となるよう、複数災害発生を想定した対応力の把握、対応の優先順位の整理、応援ルートの多重化などについて、事前に検討しておく必要がある。

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 21 年度は、神奈川県、横浜市、川崎市を主な対象として、首都直下地震初動期における広域連携をテーマとした情報共有による効果を、デモンストレーションにより実証することを目的とした評価実験を二回実施した。デモンストレーションのシナリオは同時多発火災と避難勧告および救急搬送であり、広域道路情報はこれらシナリオに含まれている。またシナリオを業務プロセスと情報マネージメントを情報共有 PF の有無によって比

較分析することにより、複数の端末から情報の入力が可能となる、わかりやすい情報が提供される、その結果現場での迅速な対応が可能となるなど、評価実験における情報共有の有効性を検証できた。そして地震火災への円滑な対応のための支援情報として「中高層ビルの防火機能損傷の評価」として「地震時の中規模建物火災抑制機能障害に関する検討」、「コンビナート地区での危険物施設被害と対応力評価」として「産業施設（特に石油タンク）からの油漏洩危険の評価と広域応援支援情報に関する検討」、「火災旋風の挙動等に関する検討」として「火災旋風の発生メカニズムと発生条件の解明」を検討した。

今後は情報共有 PF 導入の際に、システム固有によるものと情報共有そのものに関する課題を抽出・整理して解決策を検討すること、地震時の同時多発災害に対して複数災害発生を想定した対応力の把握、対応の優先順位の整理、応援ルート多重化などについて、事前に検討しておく必要がある。

(d) 引用文献

- 1) 中央防災会議：首都直下地震対策専門調査会報告，2005.7.
- 2) 座間信作、細川直史：簡易型地震被害想定システムの開発、消防研究所報告、82、p.26-33,1996.
- 3) 関沢愛，遠藤真，座間信作，山瀬敏郎，川村聡：同時多発火災に対する初動時の最適消防力運用効果の評価、消防防災 2004 年冬季号（通巻 7 号），p.94-101,2004.
- 4) 近藤伸也，目黒公郎，蛭間芳樹：新潟県中越地震における新潟県の災害対応記録の分析，土木学会地震工学論文集 Vol.29，pp.78-87，2007.
- 5) 近藤伸也，目黒公郎，蛭間芳樹：情報共有プラットフォームの導入を前提とした場合の災害対応に従事する組織と情報処理方法のあるべき姿に関する一考察，土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集，4-094，2009.
- 6) 近藤伸也，蛭間芳樹，目黒公郎，河田恵昭：図上訓練における地方自治体職員の組織的な対応の分析，土木学会地震工学論文集，Vol.30，pp.710-716，2009.
- 7) Church, C. R., Snow, J. T. and Dessens, J. : Intense atmospheric vortices associated with a 1000 MW fire, Bull. American Meteorological Soc., 61-7, pp.682-694, 1980.
- 8) 座間信作：やや長周期帯域における加速度スペクトルの半経験的表現、消防研究所報告,89、p.1-10、2000.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
情報共有プラットフォームの導入を前提とした場合の災害対応に従事する組織と情報処理方法のあるべき姿に関	近藤伸也、目黒公郎、蛭間芳樹	土木学会第64回年次学術講演会	2009年9月	国内

する一考察（口頭）				
緊急地震速報を用いた長周期地震動の推定（口頭）	座間信作	日本建築学会学術講演会	2009年9月	国内
緊急地震速報を用いた石油タンクのスロッシングによる溢流量予測の可能性（口頭）	座間信作、西晴樹、山田實、廣川幹浩、遠藤真、目黒公郎	第24回地域安全学会大会（春季）	2009年6月	国内
長周期地震動研究のレビューと課題	座間信作	地盤振動シンポジウム	2009年11月	国内
地域の自主防災力が置かれている現状と課題－政令指定都市等の大都市における実態調査を元に（口頭）	岡部弘志、関澤愛、清水智乗、杉井完治	日本火災学会研究発表会	2009年5月	国内
東京23区における自主防災組織に期待される役割と現状について（口頭）	清水智乗、関澤愛、岡部弘志、杉井完治	日本火災学会研究発表会	2009年5月	国内
延焼と消防力運用のシミュレーション予測による市街地の地震火災リスク評価（口頭）	関澤愛、佐々木克憲、山瀬敏郎、座間信作、遠藤真、岡部弘志	日本火災学会研究発表会	2009年5月	国内
震災時における消防部隊の初期出場方式の違いによる延焼抑制効果の比較分析（口頭）	関澤愛、佐々木克憲、杉井完治、山瀬敏郎、座間信作、遠藤真	第25回地域安全学会大会（秋季）	2009年11月	国内
自主防災組織に期待される役割と現状 東京23区の防災主管課に対するヒアリング調査結果の考察（口頭）	清水智乗、関澤愛、大岩大祐、杉井完治	第25回地域安全学会大会（秋季）	2009年11月	国内
横風中の火災風下に発生する旋風の一発生形態（口頭）	篠原雅彦、松島早苗	日本火災学会研究発表会	2009年5月	国内
横風を受ける火災後流	篠原雅彦、松	第46回日本伝熱シ	2009年6月	国内

に発生する竜巻状の渦の発生形態（口頭）	島早苗	ンポジウム		
---------------------	-----	-------	--	--

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所（雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
Real-time prediction of liquid sloshing of oil storage tank based on earthquake early warning	S. Zama , H. Nishi and M. Yamada	Proceedings of Pressure Vessels and Piping Division conference	2009年7月	国際
長周期地震動	座間信作	地震、61巻特集号	2009年4月	国内
地震時の石油タンク溢流量推定システム	西晴樹、山田實、座間信作、廣川幹浩	安全工学、Vol.48, No.3	2009年6月	国内

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成22年度業務計画案

本年度では、八都県市の自治体防災担当職員等をメンバーとする広域的情報共有に基づいた連携体制検討会を企画し、広域的な情報共有を推進するための連携体制について検討を行う。この結果を踏まえながら、連携体制の構築に必要な災害情報の共有ルールについて検討し、共有ルールに求められる要件を明らかにするとともに、情報共有化を阻害する課題を分析し、その構造化を行う。また地震火災の進展予測情報と避難路危険度情報、緊急消防援助隊の駆けつけ時間情報等の提示、中高層ビルの防火機能損傷の評価、コンビナート地区での危険物施設被害と対応力評価、火災旋風の挙動について引き続き検討を行うとともに、火災進展予測情報等が被災地域住民の避難安全に資するよう迅速的確に伝達され共有されるための要件を、主に関係諸機関へのヒアリング等から明らかにする。