

### 3.1.5 広域連携システムの体系化

#### (1) 業務の内容

##### (a) 業務の目的

首都直下地震の減災には首都圏内外の防災関係機関や報道機関、企業など、数多くの機関による広域連携が極めて重要である。広域連携を実現するにあたり、各機関での情報の共有化は必須である。しかし現状では、災害情報や情報システムの標準化が行われていないことから情報の共有化は容易ではなく、広域連携にとって大きな障害となっている。

ここでは、首都直下地震に対応できる広域連携システム構築のための要件を整理する。さらに、広域連携システムの構築によって期待される減災効果の評価法を検討する。これらの成果が個別研究テーマ(2) 広域連携システムの開発のための基礎資料となることを目的とする。

##### (b) 平成19年度業務目的

首都直下地震に対応できる広域連携システムの構築における要件をまとめる。

本年度は減災効果の評価手法検討の一つの試みとして、道路情報を効率的に収集し、共有することによる減災効果の評価について検討する。同時に、道路情報の収集手段としてのプローブカー情報共有の可能性を、過去の地震災害時の例および数値シミュレーションから示す。

##### (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	研究員	小玉乃理子	

#### (2) 平成19年度の成果

##### (a) 業務の要約

首都直下地震に対応できる広域連携システムの構築における要件を個別研究テーマ(2)の研究と連携してまとめた。システム化に先立ち、各機関が災害対応に必要とする情報の整理や用語の統一が必要である。システムは通信経路に冗長性をもたせた分散データベースを基本とし、受信側から送信側に対してデータ送信を要求するプル型の情報共有により、情報の収集や共有のために必要とされる時間を短縮し、ひいては災害対応業務全体の時間を短縮可能なものとした。

また、広域連携システムによって期待される減災効果の評価基準として、ある時刻における入手可能な情報量の多さ、および業務や判断に要する時間の短縮幅を示した。減災効果の評価の一つの試みとして、プローブカー情報の共有による道路情報の収集効果と旅行時間の短縮効果を数値シミュレーションにより評価した。

(b) 業務の成果

1) 首都直下地震に対応できる広域連携システム構築のための要件の整理

a) 広域連携システムの位置づけ

ここで対象とする広域連携とは、自治体の各々の管轄地域で対応能力を超える災害が発生するとき、人的・物的資源を自治体、防災関係機関や国の間で効率的に融通しあい、被害の最小化と早期復旧・復興を図ることを指すものとする。広域連携を実現するにあたり各機関での情報の共有化は必須であるが、八都県市広域防災プラン（平成16年 震災編）<sup>1)</sup>にはその目的として以下の記述があり、「共通の情報」の重要性が強く認識されている。

災害などの緊急時に最も重要なことは、被害の拡大を抑え被害を最小にすることである。このためには、八都県市がより連携を強化して取り組むことは勿論のこと、情報交換、人的支援、物資の支援等の事項について、共通のルールを定め、円滑で効果的な応急対策を実施できるよう新たなしくみをつくり相互連携体制を構築しておくことが防災対策上極めて重要である。

(1 八都県市広域防災プランの目的 より抜粋)

しかし、中央防災会議<sup>2)</sup>や東京都<sup>3)</sup>による主要な被害推定結果によると、首都直下地震では膨大な被害が発生することが懸念されており、共有すべき情報の量も従来の災害と比較して格段に多いことが予想される。したがって、現状では断絶に強い地域衛星通信ネットワークのファックスを第一義的に使用する通信手段としているが<sup>1)</sup>、共通の情報をより効率よく共有するための何らかのツールが必要になると考えられる(図1)。地域衛星通信ネットワークと同程度かより断絶に強い通信インフラを利用し、関係機関の災害対応を支援するツールとなる「広域連携システム」(図2)について以下に検討する。

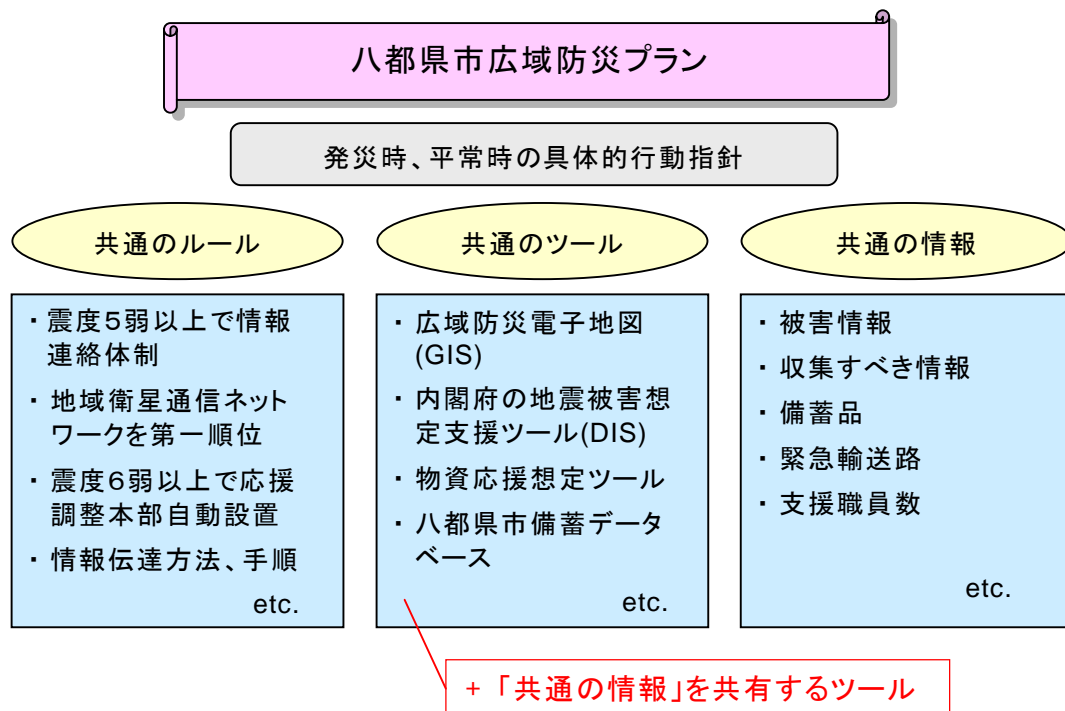


図1 広域連携に必要な相互連携体制  
(平成16年八都県市広域防災プラン(震災編)の図<sup>1)</sup>に加筆)

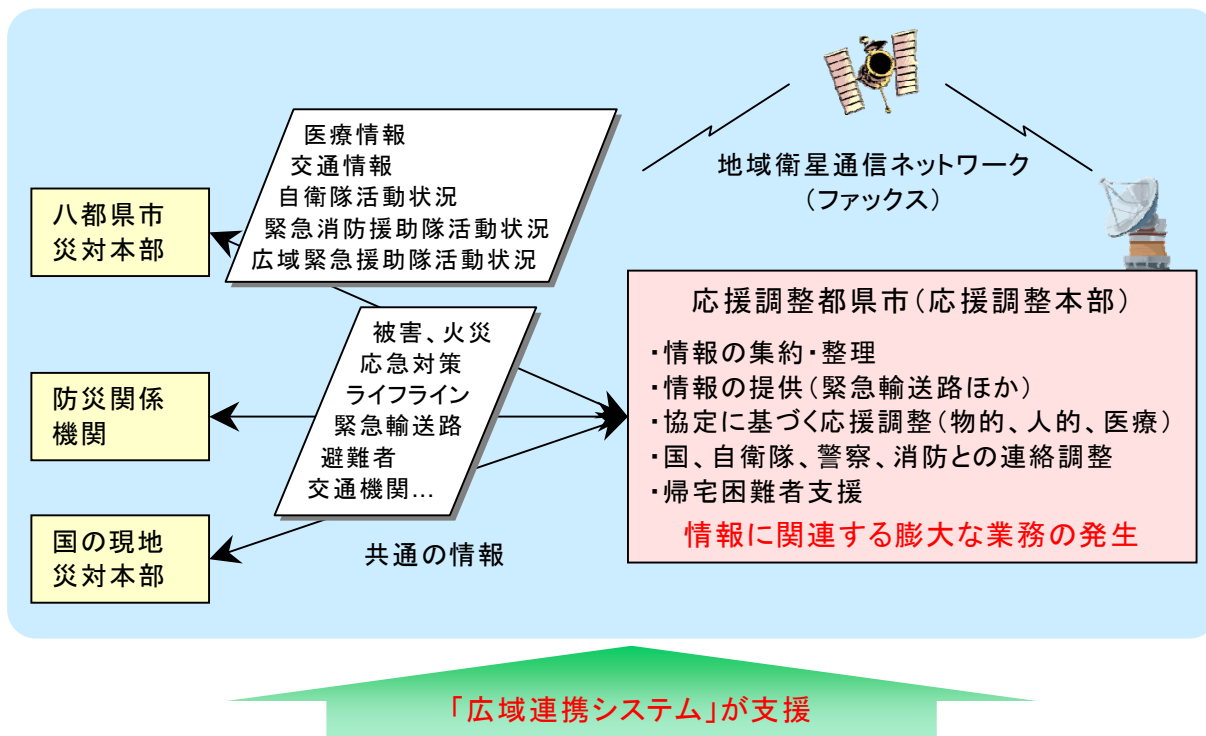


図2 八都県市広域防災プランで想定されている「共通の情報」の流れ

ここでは、広域連携システムを「自治体の広域連携に必要とされる情報を、自治体、防災関係機関や国が共有することにより対応を確実にし、さらに高度化するシステム」と位置づける。対応を確実にするとは、対応の遅れ、誤り重複あるいは不足を防ぐことであり、高度化するには、情報なくしてはできなかつたことを可能にすることである。より具体的には、広域連携システムは八都県市やその他の応援自治体、国（現地災対本部、自衛隊、緊急消防援助隊、広域緊急援助隊）、防災関係機関（ライフライン事業者、道路管理者、鉄道事業者...）の間で、「共通の情報」をはじめとした広域連携に必要な情報を共有するためのツールとなる（図3上）。

災害情報は従来、市町村から都道府県へ、さらに国へと階層的に伝達されており、その集約には多大な時間を要した。また、一度集約された情報から個別災害の詳細を知ることが困難であった<sup>4)</sup>。これらの問題を解決するためには、情報の流れを階層型からフラットなものへと変化させる必要がある。このことは共通のデータベースに対して各関係機関が提供した情報を、他機関が必要となしに取得することにより実現可能である。さらに、物理的に離れている複数のコンピュータに接続されたデータベースを、論理的に一つのデータベースとしてアクセスできるようにした分散データベースを使用することにより、各ユーザーはどのデータベースからデータを取得しているかを意識することなく、他機関から提供されたデータを利用することが可能となる（図3下）。通信経路としては、よりセキュリティが高く、地震による被害も受けにくい総合行政ネットワーク（LGWAN）<sup>5)</sup>や、地域衛星通信ネットワーク<sup>6)</sup>のIPパケット通信が利用できることが望ましいと考えられる。しかし、選択肢は可能な限り減らさない方向で考えるのであれば、秘匿度が比較的低い情報に限りインターネットの利用も想定すべきである。

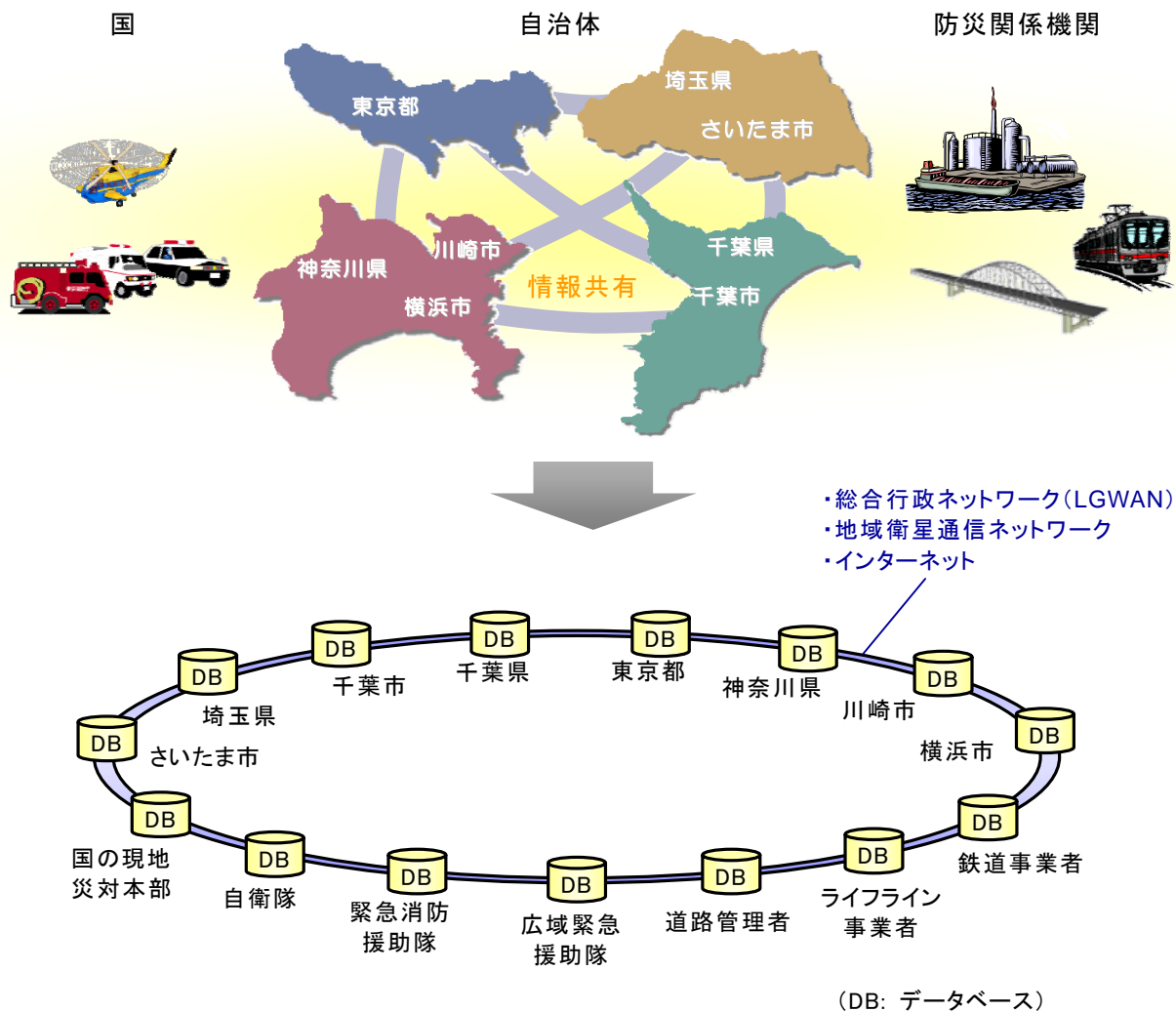


図3 広域連携システムのイメージ

b) 広域連携システムで共有すべき情報

災害対応には、対応能力と被害の時間的・空間的分布の情報が必要であり、広域連携を実現するにはこれらの情報を共有しなければならない。

対応能力の情報には、平常時から共有可能な情報と、発災後に刻々と変化する情報とがある。各機関の備蓄、ライフラインや災害拠点病院をはじめとする施設・設備などの情報は平常時から共有可能である。一方発災後には、それらの施設・設備が実際に使用可能であるか、あるいはどの程度余力があるかといった情報のほか、広域連携により投入された自衛隊、緊急消防援助隊、広域緊急援助隊をはじめとする応援部隊に関する情報も含めて共有される必要がある。

さらに、概算の被害量や、見込まれる物資の需要等の予測に関する情報は、災害対応を先行して実施するために重要である。八都府県市では、共通のツールとして内閣府の地震被害想定支援ツール（DIS）<sup>7)</sup> および物資応援想定ツールを利用している<sup>1)</sup>。このほかにも、各研究機関が開発するツールによる予測結果を、広域連携システムで共有できる可能性がある。一例として、総務省消防庁が提供するリアルタイム延焼予測や、推奨される避難経路の情報が挙げられる（3.2.2 参照）。

### c) 広域連携システムで共有する情報コンテンツの準備

実際に広域連携システムで情報を共有するにあたっては、共有したい情報を以下に示すとおり整理しておく必要がある。システムを利用する機関の間では、

- ・共有したい情報を抽出し、関係機関で共通認識をもつとともに、情報の過不足を防ぐ。
- ・用語を統一し、データのもつ意味の定義を明確にしておく。

といった準備が必要である。特に後者は、同じ内容の情報に対して機関により異なる表現を用いたり、逆に同じ表現で異なる内容の情報を指す場合が往々にしてあるため、十分注意する必要がある。一方、情報処理をコンピュータで行うための準備として、コンピュータがデータのどの部分に何が記述されているかを解釈できるように、

- ・データ構造（スキーマ）を定義する。

ことが必要である。スキーマには基本スキーマと応用スキーマの二種類を用意すると利用しやすい（図4）。いずれの情報にも共通に含まれる項目をまとめたものが基本スキーマであり、情報を管理するための報告番号や発信日時、発信者、受信者などの基本情報や、備

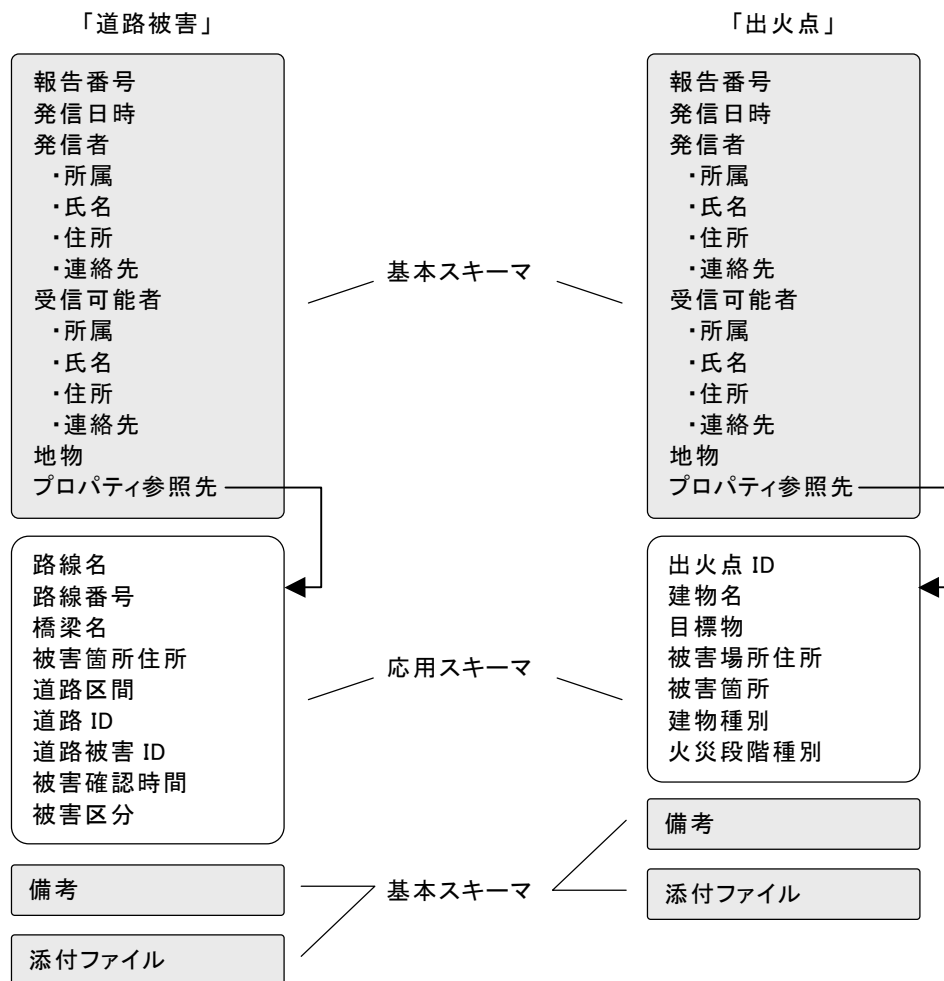


図4 基本スキーマと応用スキーマの例

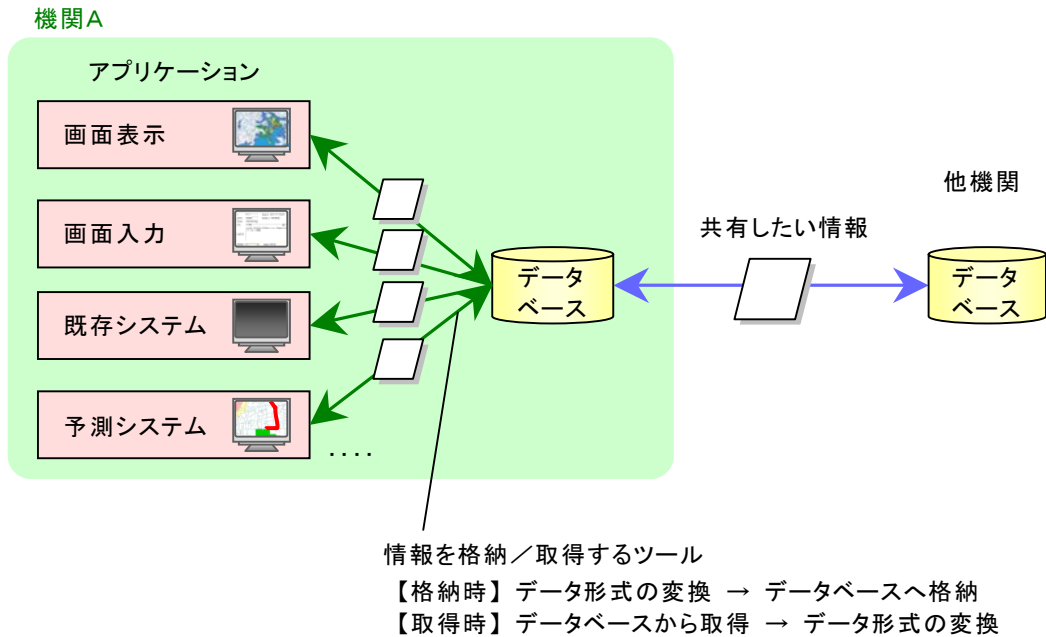


図5 情報をデータベースへ格納/データベースから取得する処理の概念図

考、添付ファイルもこれに含まれる。一方、図4の例のように道路被害、出火点などの情報に応じて変化する項目をまとめたものが応用スキーマである。基本スキーマと応用スキーマの組み合わせることにより、一組の情報を格納するための領域が用意される。

共有したい情報をスキーマに則った形式に変換し、データベースへ格納することにより、他機関がそれを参照することが可能になる。逆にデータベースから情報を取得する際には、スキーマにしたがって情報を解析し、必要な項目を取り出せばよく、このようなツールは比較的容易に準備することができる（図5）。

この際データベースには、分散して格納されている情報がどこにあるのかを管理し、頻繁に参照される情報を効率よく提供するという役割が求められる。

#### d) 広域連携システムに求められる要件

広域連携システムが首都直下地震時に確実に利用されるために必要な要件を以下に示す。前述の平常時から準備可能なデータの整備や、スキーマの統一などの作業は完了しているものとする。

- ・平常時から利用できること。

平常時より、データ整備や防災訓練などの機会に利用できるシステムとする。「普段できないことは災害時でもできない」というできない状態を防ぐことは重要である。

- ・非常時も電力が確保できること。

広域連携システムが稼働するための前提条件である。非常用発電設備の稼働可能時間は、本システムの消費電力も含めて算定される必要がある。

- ・通信経路の断絶に強いこと。

一般的に使用される通信手段は災害時には途絶することが予想されるため、総合

行政ネットワーク（LGWAN）や地域衛星通信ネットワークの利用を基本とする。ただし不測の事態に備え、インターネットを利用する可能性を排除しない。

- ・ 機器の故障・破壊の影響を受けにくいこと。  
建屋の耐震化や機器の転倒・落下防止措置はもちろんのこと、特殊な設備を必要としないことや、情報を集中管理しないことが求められる。
- ・ ホワイトボードや口頭での伝達など、従来手段と併用できるツールとすること。  
意思の疎通など、他の伝達手段が優れている事柄までを対象とせず、広域連携システムは、あくまで情報の共有を目的に利用されるものとする。
- ・ 各機関の所有している既存のシステムを利用できること。  
すでに保有しているシステムを活用できるよう、システムの軽微な改変またはツールを用意することにより、既存システムのデータが利用できるものとする。
- ・ システムのユーザーが、どの情報をどの機関が提供しているかを意識せずに情報を取得できること。  
多数の関係機関が、提供可能な情報を各々公開している状況で、ユーザーが情報ごとにその格納場所を明示的に検索したのでは使用性に劣る。各機関が提供する情報を記述したメタデータを元に、データベース側が情報を集約する。
- ・ 1時間あたり 10,000 件程度の通信が可能なこと。  
アクセス数の上限を想定する意味で、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県地域防災計画（震災編）8), 9), 10), 11) に記載のある、都県下の部局や市町村（約 330）、指定行政機関・指定地方行政機関（約 70）など 800 弱の機関（表 1）が 1 時間あたり最大 10 回程度アクセスしても余裕がある数値として算出した。

表 1 地域防災計画に記載のある防災関係機関・部局の概数

都府県下の部局、市町村	330
道府県、政令指定都市（八都県市除く）	56
指定行政機関	21
指定地方行政機関	50
指定公共機関	40
指定地方公共団体	90
災害拠点病院	130
その他公共団体（空港など）	70
計	787

- ・ ユーザーごとのアクセスレベルを設定できること。  
災害時要援護者情報をはじめとした秘匿性の高い情報を扱う可能性があるため、ユーザー認証によりデータへのアクセスを制限できる必要がある。

- ・ 機関や部署ごとに重要度の高い情報ほどアクセスしやすくすること。  
情報量が多い中での重要事項の見落としを防止するための仕組みを用意しておく必要がある。
- ・ 各機関が有している情報のうち、適切なものは管轄を超えて参照できること。  
道路情報や広域応援に関する情報をはじめ、災害時には管轄を超えて必要となる情報が多数存在する。
- ・ 報告を求める機関が、必要な情報を自ら取得できるようにすること。  
従来の「報告の要請と、それに対する回答としての報告」という二段階の手続きを省略する。情報を提供する機関は、情報を登録することにより報告に備えたことになる。その際、被害集計など、コンピュータが得意とする処理は自動化しておくこと。
- ・ 対応行動を先行させるため、被害や需給の予測、およびそれに基づく推奨される対応を提示できること。  
リアルタイム延焼予測をはじめとした予測アプリケーションは、先行的な対応行動に寄与するよう設計される必要がある。同時に、情報から判断を導く使いやすいユーザーインターフェースを用意することは重要である。

## 2) 広域連携システムの構築によって期待される減災効果の評価法の提示

広域連携システムが有効に利用されているか否かを判定するには、必要な情報が適切な機関へ、適切な時期に提供できているかどうかを見極める必要がある。十分な情報が入手できる状態では、業務の円滑な遂行が期待される。また、情報収集そのものに費やす時間が削減されることも予想される。このような状況から、広域連携システムの減災効果として定量的に評価可能な指標として以下の項目を提案する。

### ○情報量に関する指標

- ・ ある時点における入手可能な情報項目の数
- ・ そのうち実際に利用する情報項目の数

### ○時間に関する指標

- ・ 業務ごとの所要時間
- ・ 全業務終了までの所要時間
- ・ 判断を下すまでの所要時間（避難命令の発令など）
- ・ 情報共有のために必要とした時間

さらに、適切な情報が入手できることにより、結果的に状況の先読みや、情報の重ね合わせによる意思決定の高度化が期待される。これらを判断の質の向上、あるいは対応行動の質の向上といった基準により定性的に評価することも可能である。



### 3) 道路情報共有による減災効果の解析的検討

災害時における道路情報共有は、迅速で効果的な災害対応のために必須である。2004年新潟県中越地震では、新潟県内の57の電話交換所が一斉に停電したが、発災直後は関越自動車道および国道17号などの幹線道路が全て通行止めとなり、NTT東日本が派遣した交換機のバックアップ電源を確保するための電源車やタンクローリーの動線確保に時間を要した。また、発災後の深夜に作業員が現場近隣に到着して初めて道路が半分崩壊しているとわかるなど、復旧要員の二次災害の危険があった<sup>12)</sup>。このように、近年発生した災害において、道路情報の不足から適切な災害対応行動がとれない事例が多数見られ<sup>13)</sup>、情報通信技術が飛躍的に発展した今日においてもこの課題は依然として解決されていない。

ここでは減災効果の評価の一つの試みとして、プローブカー軌跡による道路状況の面的把握と、道路閉塞情報の共有による旅行時間の短縮効果を数値シミュレーションにより評価した。

#### a) プローブカーの可能性

プローブカーとは、GPS等の機器で計測されたリアルタイムの位置情報や車両挙動の記録を発信する自動車のことである<sup>14)</sup>。自動車をセンサーのプローブ（探針）と見なし、近年普及した比較的安価な通信サービスを利用して情報を収集・共有する。車両の位置情報と時間情報から走行速度が算出できるため、これにより、VICSが対象としていない道路も含め、最新の道路流情報を道路管理者の枠を超えて収集・共有することができる。

ここでは特に、プローブカー情報の共有により期待される通行可能な道路に関する情報の収集や、各車両の旅行時間の変化について着目し、新潟県中越地方の道路ネットワークを対象とした数値シミュレーションにより検討する。

これまでに、道路管理者側およびユーザ側からみた災害時における道路情報の共有に関する課題について構造化を試みた結果<sup>15)</sup>、道路情報を迅速に共有するためには、①通行できない箇所や通行可能な道路を迅速に把握する、②把握された情報を迅速に共有する、という2点が重要であることが示されている。

災害時におけるプローブカー情報の共有は、主に①の課題の解決を図るものである。大規模災害時には、道路管理者においては、管理者自身が被災する、状況を把握すべき道路延長が長くなるといった問題から、道路状況の把握が困難となる。また、警察においては、人命救助など緊急性の高い業務が発生するために、道路状況を把握する作業の優先度が下がる傾向がある。そこで、防災関係機関のみならず一般車両ユーザも含めたプローブカー情報を共有することにより、迅速に道路状況を把握することが期待される。

また、災害時においては通行できない箇所の把握とともに、通行可能な道路の把握が重要となる。一方、プローブカー情報は、安全な走行を担保するものではないにせよ、その走行区間がある時間に走行可能であったことを意味する。したがって、一般車両も含めたプローブカー情報は、災害初期には大変有益な情報となり得る。また、新潟県中越地震では、度重なる余震により被害が新たに発生し、その度にパトロールの実施が必要となったが、このような場合にも、最新のプローブカーの情報を利用することによりパトロール時間の短縮が可能であると考えられる。

## b) プローブカー情報共有化による減災効果のシミュレーションによる検討

### i) シミュレーション概要

迅速な災害対応には、通行不能な道路とともに通行可能な道路の把握が重要である。ここでは、プローブカー軌跡から得られる通行可能な道路の情報の収集と、プローブカーにより収集された道路閉塞情報の共有がもたらす旅行時間の短縮に着目した数値シミュレーションを行った。



図6 新潟県中越地方の道路ネットワーク

シミュレーションの概要は以下のとおりである。図6に示すような、新潟県中越地方の道路ネットワークを、複数台の車両が走行する場合について考える。各車両はプローブデータを扱うカーナビゲーション車載器を搭載しており、走行中に得られた道路閉塞情報(閉塞リンクID)に基づき、それらのリンクを通行しない条件の下、最短経路の検索を行いながら目的地へと移動する。

図6の道路ネットワークの総延長は4,240kmであり、7,501リンクから構成されている。このうち濃色のリンクは、新潟県警発表による2004年新潟県中越地震発生翌日の24時までに規制開始された221の交通規制箇所を示す閉塞リンクである。これらの閉塞箇所の情報が、Uターンしたプローブカーの軌跡の解析や、運転者自身によるカーナビへの入力といった方法により把握されたものと仮定する。こうした道路閉塞情報を各車両間で共有したときの、プローブカーの軌跡として得られる通行可能な道路の判明率 $R_k$ 、および車両が2点間を移動するときの旅行時間の変化について検討した。ここで、通行可能な道路の判明率 $R_k$ は次式で定義した。

$$R_k = \frac{\sum \ell_i}{\sum L_i} \quad (1)$$

ただし、

$l_i$ : 車両が1台でも通行し、通行可能と判明したリンクの長さ

$L_i$ : 通行可能なリンクの長さ

はじめに各車両は道路閉塞情報を保持しない状態で最短経路を検索し、始点から移動を開始する。走行中に道路閉塞情報の共有と最短経路の再検索を行うが、その条件として以下の3通りを想定した。

(条件1) 各車両が走行中に得た道路閉塞情報を、サーバーを介して5分間隔で各車両同時に共有し、各車両は最短経路の再検索を行う。途中で道路閉塞に遭遇した場合はそのリンクを自車の保有する道路閉塞情報に追加し、最短経路の再検索を行う。

(条件2) 道路閉塞に遭遇する度に、自車が保有する道路閉塞情報をサーバーにアップロードすると共に、既知の道路閉塞情報を受け取り、最短経路の再検索を行う。

(条件3) 道路閉塞に関する情報を共有しない。途中で道路閉塞に遭遇した場合は、そのリンクを自車の保有する道路閉塞情報に追加し、最短経路の再検索を行う。

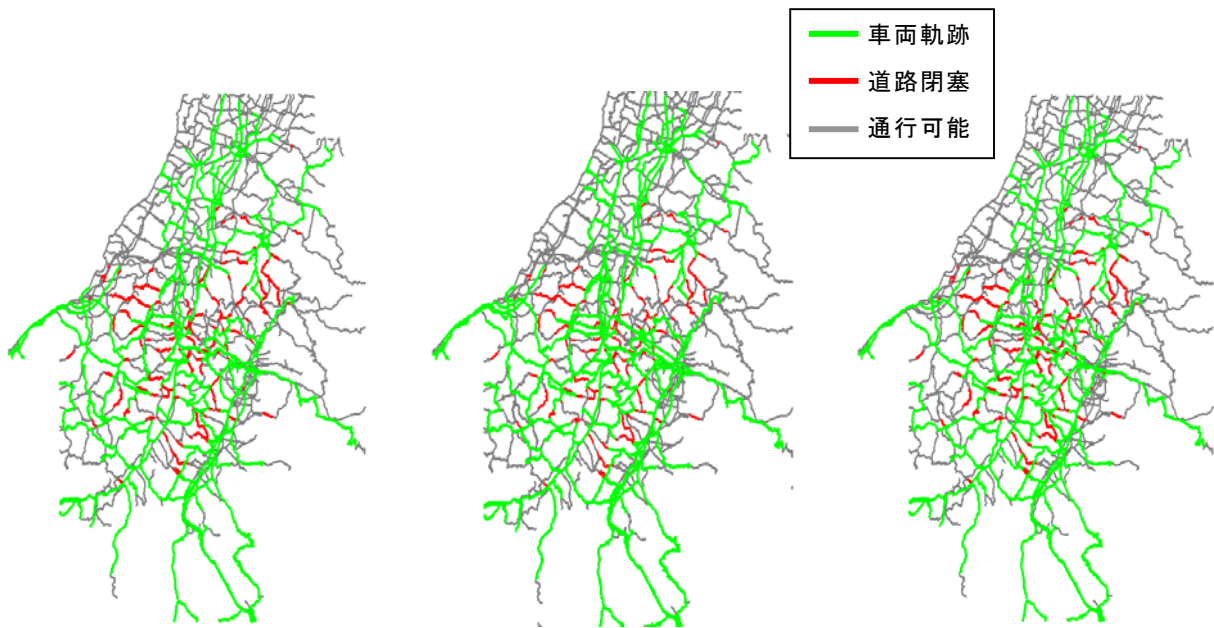
条件1および条件2では、プローブカー情報の通信コストを考慮し、現実的な情報共有の頻度を想定した。条件3では、比較のために道路閉塞情報を共有しないこととした。

ここでは、プローブカー情報の共有が、通行可能な道路の判明率と各車両の旅行時間にもたらす純粋な効果を検討するために、車両の挙動を大きく左右する渋滞の影響を考慮しない。また、道路閉塞箇所はシミュレーション中に増減しないものとした。したがって、一度得られたプローブカー情報はシミュレーション終了時まで有効な情報として扱う。刻々と変化する道路状況を想定する場合には、最新の時間帯に得られたプローブカー情報のみを利用する必要がある。

各車両は直線距離 50km を平均移動速度 30km/h で移動するものとし、車両台数が 20 台、50 台および 100 台のケースについてシミュレーションを行った。いずれの場合も車両の始終点をランダムに 100 通り指定し、それらの平均として結果を求めた。

## ii) シミュレーション結果

通行可能な道路の判明率についてのシミュレーション結果を示す。図7には道路ネットワークに100台の車両の軌跡を重畳した例を示す。通行可能と判明した道路を一見にして面的に把握することができる。これらは上述の3通りの情報共有方法による結果であるが、通行可能と判明した道路にはこれらの中で大きな差異は認められない。このような状況を通行可能な道路の判明率 $R_k$ の時間変化として数値で表したものが図8である。比較のため、閉塞リンクがまったく存在しない場合の結果も併せて示す。閉塞リンクが存在するとき、通行可能な道路の判明率 $R_k$ は車両台数が20台、50台および100台に対して、それぞれおよそ0.2、0.3および0.4程度であり、旅行時間の経過と共に飽和する傾向がみられた。これは、時間の経過と共に目的地へすでに到着した車両が増加し、少数の車両が判明率 $R_k$



(a) 5 分間ごとに閉塞情報を共有 (b) 閉塞発見ごとに閉塞情報を共有 (c) 閉塞情報を共有しない

図7 車両の軌跡の例 (100 台)

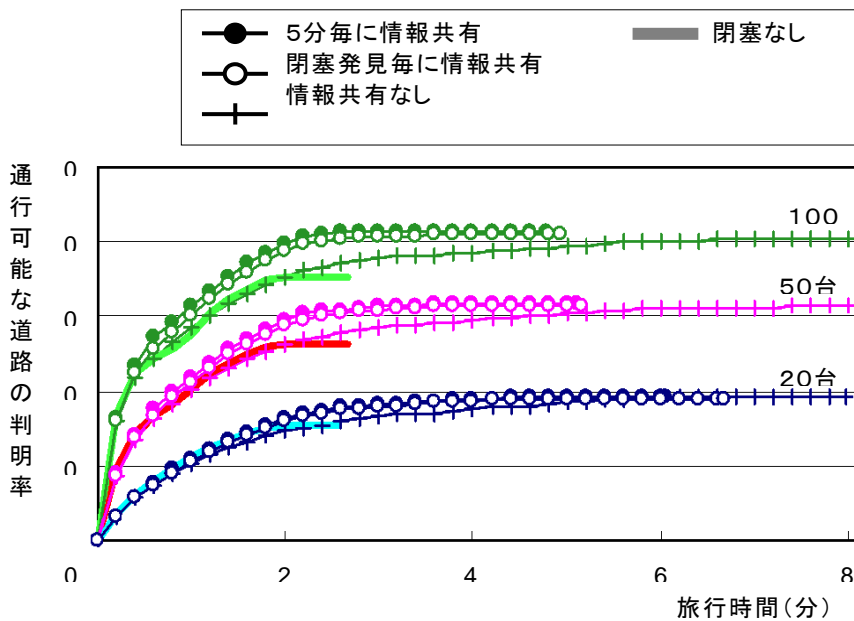
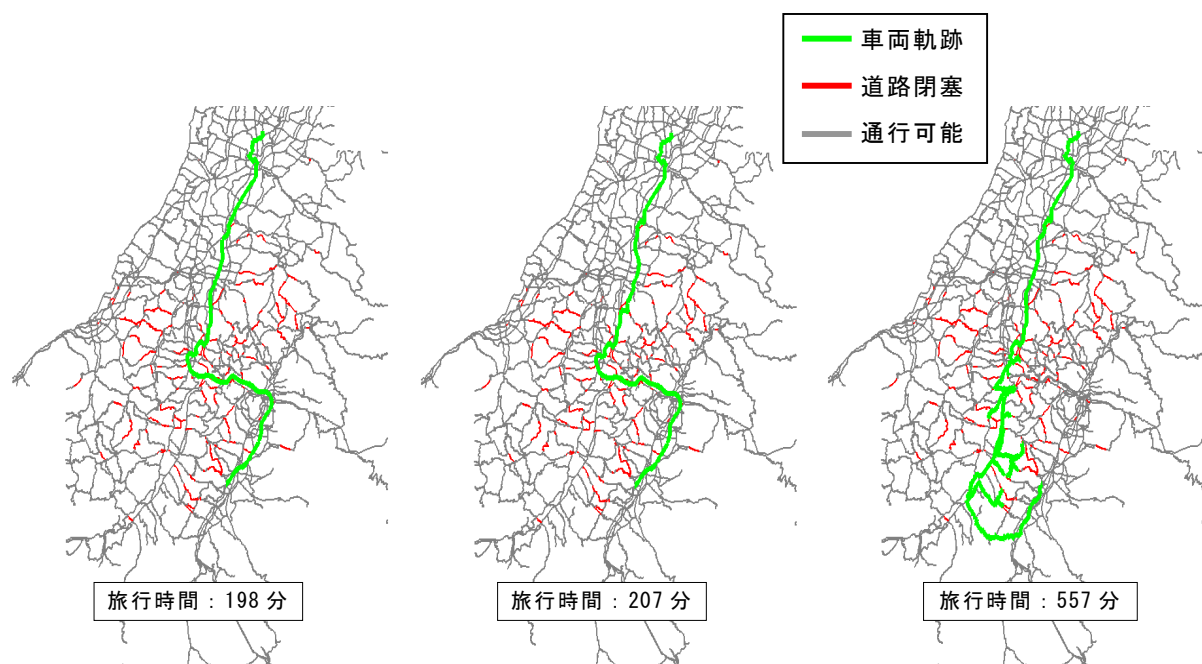


図8 通行可能な道路の判明率 $R_k$ の時間変化

の上昇に寄与するようになるためである。また、道路閉塞情報を共有した場合、その方法や車両台数によらず、道路閉塞情報を共有しない場合よりも判明率 $R_k$ が大きめに推移している。しかし、この傾向は常にみられるものではなく、より単純な道路ネットワークを対象とした検討<sup>15)</sup>では、道路閉塞情報を共有した場合に、全車両が目的地に到達した後の最終的な判明率が、共有しない場合よりも小さい値に収束した。これは、道路閉塞情報を受信した車両が経路探索をし直した際、複雑な道路ネットワークでは検索結果として他の車

両が1台も通過しない迂回路が得られる可能性が高い一方、比較的単純な道路ネットワークでは、その可能性が低いと考えられる。いずれにせよ、道路閉塞情報の共有の有無による通行可能な道路の判明率 $R_k$ の差異は小さいことが示された。

また、道路閉塞情報を共有する場合には、その方法によらず、車両台数が多いほど $R_k$ が飽和する時点が早まる傾向がみられた。これは、目的地までの走行中に道路閉塞情報が得られると、早い段階で迂回路を探索するが、その際全体の車両台数が多いほど、自車が予定していた最短経路上の道路閉塞情報が得られる可能性が高まるためと考えられる。道路閉塞情報を共有しない場合でも、いずれは迂回路を探索するため、最終的な判明率 $R_k$ の値に緩やかに漸近するものと考えられる。

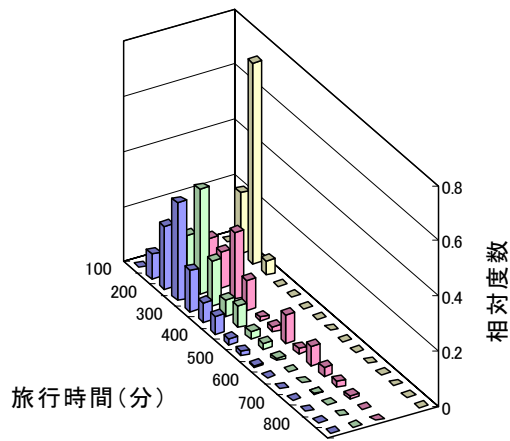


(a) 5分間ごとに閉塞情報を共有 (b) 閉塞発見ごとに閉塞情報を共有 (c) 閉塞情報を共有しない

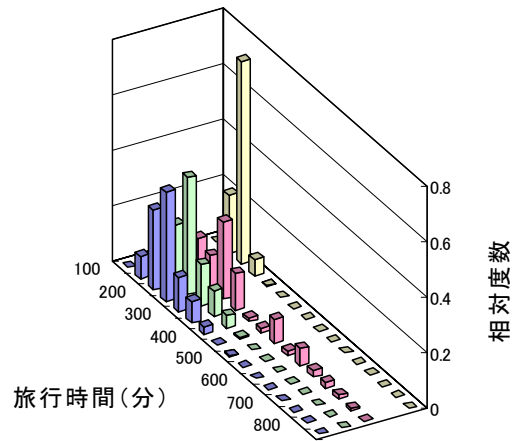
図9 車両の軌跡の例 (図7の100台より1台を抽出)

旅行時間の短縮についてのシミュレーション結果を示す。図9には、図7で示した100台の車両の軌跡から選択した1台の軌跡を示した。これより、道路閉塞情報の共有の有無により、車両の軌跡が大きく異なることが認められる。この例では、道路閉塞情報を共有しない場合に557分を要していた旅行時間が、5分間毎の道路閉塞情報の共有により198分、閉塞発見毎の道路閉塞情報の共有でも207分にまで短縮されている。

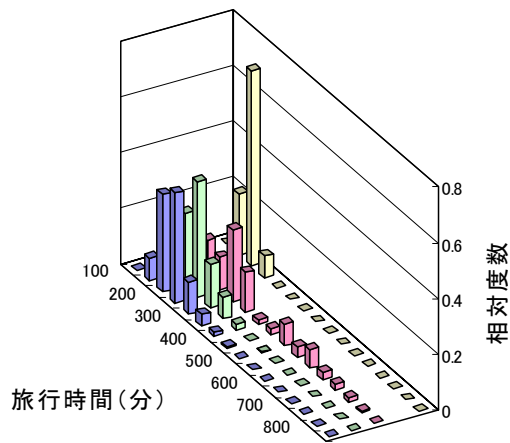
このような旅行時間の短縮効果について、全車両の傾向を表したものが、図10に示した旅行時間の正規化ヒストグラムである。車両が移動すべき直線距離を一定としているため、閉塞リンクがまったくない場合には、旅行時間のばらつきが小さい。一方、閉塞リンクが存在し、道路閉塞情報を共有しない場合には、平均の2.5倍以上の旅行時間を要する車両が全体の2割程度を占め、旅行時間のばらつきが大きくなる。ここで、道路閉塞情報を共有すると、そのような長時間の旅行時間を要する車両の台数が急減し、さらにその傾向は車両台数が多いほど顕著である。



(a) 5分間ごとに閉塞情報を共有



(b) 閉塞発見ごとに閉塞情報を共有



(c) 閉塞情報を共有しない

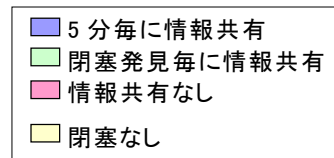


図10 旅行時間の正規化ヒストグラム

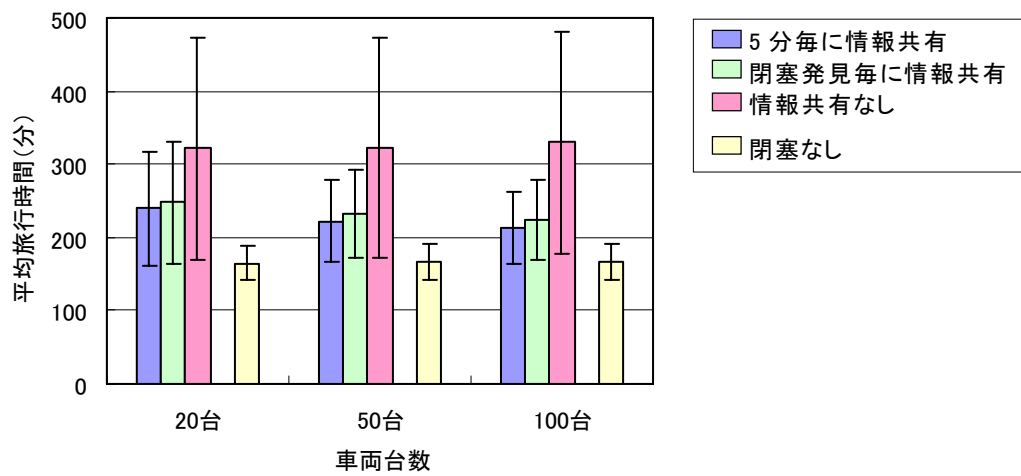


図11 旅行時間の平均値およびばらつきの比較(エラーバーは標準偏差を表す)

これらの傾向を数値で比較するため、図 1 1 に旅行時間の平均値およびばらつきの比較を示す。図 1 1 より、道路閉塞がある場合には、道路閉塞がない場合の 170 分と比較して約 2 倍の 330 分の平均旅行時間を要したが、道路閉塞の情報を共有することにより旅行時間は短縮された。その効果は車両台数が増加するほど高まる傾向が見られ、車両台数 100 台の場合では、平均旅行時間は情報共有をしない場合と比較して約 3 割減の 220 分であった。道路閉塞情報の共有方法による差異は 5%程度と小さかった。

また同じく図 1 1 より、道路閉塞情報の共有により、旅行時間の短縮と共に、特に長時間側へのばらつきを抑制する効果が確認された。

### iii) シミュレーションのまとめ

減災効果の評価の一つの試みとして、プローブカー軌跡から得られる通行可能な道路の情報の収集と、プローブカーにより収集された道路閉塞情報の共有がもたらす旅行時間の短縮に着目した基礎的なシミュレーションを行い、以下の知見を得た。ただし、ここでは、純粋に情報共有の効果調べるため、情報共有の有無と並んで車両の挙動を大きく左右する渋滞の影響は排除している。

- ・ プローブカーの軌跡を集約し、地図上に重畳することにより、通行可能と判明した道路を面的に把握することができた。
- ・ 道路閉塞情報を共有しても、通行可能な道路の判明率には大きな変化がみられなかった。ここで、車両台数が多いほど判明率が早期に飽和する傾向がみられたが、これは事項で示すとおり、長時間の旅行時間を要する車両の減少によるものであった。
- ・ 道路閉塞情報の共有により、走行する車両全体の平均旅行時間が短縮された。特に、長時間側への旅行時間のばらつきを抑制する効果が確認された。

以上のように、収集されたプローブカー情報を共有することにより、情報の提供者である個々の車両は旅行時間の短縮を図ることができ、情報を収集する側では広域の道路情報を迅速かつ面的に把握できる可能性が示された。

実際の運用にあたっては、通行可能な道路の情報は有用である一方、一般車両がそれらの路線に集中することが想定される。したがって、特に災害直後の緊急対応時には、プローブカー情報が必ずしも安全な走行を担保した情報ではないことを踏まえると、このような情報を緊急通行車両に対してのみ公開するなどの配慮が必要となろう。道路管理者や警察に加えて、自治体、消防やライフライン事業者などの防災関係機関がプローブカー情報を共有することにより、災害時における迅速な道路状況の把握とそれに基づく災害対応が可能となることが期待される。

その一方で、単純な道路通行可否の情報のみならず、走行速度や交通量を併せた詳細な情報を十分に短い時間間隔で共有することにより車両の集中を回避し、広く一般に道路情報を共有する可能性も追求すべきである。

### (c) 結論ならびに今後の課題

広域連携システムを「自治体の広域連携に必要とされる情報を、自治体、防災関係機関や国が共有することにより対応を確実にし、さらに高度化するシステム」と位置づけ、首都直下地震に対応できる広域連携システムの構築におけるハードウェア的、ソフトウェア的な要件を、個別研究テーマ2の研究と連携してまとめた。また、広域連携システムで情報を共有するには、あらかじめ関係機関の間で共有したい情報に対する共通認識をもつとともに、コンピュータで情報処理が行えるよう、データ構造であるスキーマを定義しておく必要がある。

広域連携システムによって期待される減災効果の定量評価の基準として、情報量に関する指標（ある時点における入手可能な情報項目の数、実際に利用する情報項目の数）および時間に関する指標（業務ごとの所要時間、全業務終了までの所要時間、判断を下すまでの所要時間、情報共有のために必要とした時間）を提案した。さらに、適切な情報が入手できることによる対応行動の判断の質の向上、あるいは対応行動の質の向上といった基準により定性的に評価することも可能である。

減災効果の評価の一つの試みとして、プローブカー情報の共有に関する数値シミュレーションを行った。これにより、プローブカー軌跡の共有による道路状況の面的把握と、道路閉塞情報の共有による旅行時間の短縮効果が示された。

### (d) 引用文献

- 1) 埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 横浜市, 川崎市, 千葉市, さいたま市: 八都県市広域防災プラン(震災編), 2004.
- 2) 中央防災会議 首都直下地震対策専門調査会: 首都直下地震対策専門調査会報告, 2005.
- 3) 東京都防災会議地震部会: 首都直下地震による東京の被害想定(最終報告) I 本編, 2006.
- 4) 防災科学技術研究所 他: 危機管理対応情報共有技術による減災対策, 平成18年度委託業務成果報告書, 2007.
- 5) 財団法人 地方自治情報センターHP: 総合行政ネットワーク(LGWAN), <http://www.lasdec.nippon-net.ne.jp/lgwan/index.html> (参照日 2008/4/7) .
- 6) 財団法人 自治体衛星通信機構 HP: 地域衛星通信ネットワーク, <http://www.lascom.or.jp/sat/index.html> (参照日 2008/4/7) .
- 7) 内閣府: 平成14年版 防災白書, 2002.
- 8) 東京都地域防災計画 震災編(平成19年修正) [本冊], 2007.
- 9) 神奈川県地域防災計画 地震災害対策マニュアル・資料(平成19年12月), 2007.
- 10) 埼玉県地域防災計画 震災対策編 平成19年3月, 2007.
- 11) 千葉県地域防災計画 震災編 平成19年3月, 2007.
- 12) 防災科学技術研究所 他: 危機管理対応情報共有技術による減災対策, 平成17年度委託業務成果報告書, 2006.
- 13) 秦康範, 小玉乃理子, 鈴木猛康, 末富岩雄, 目黒公郎: 走行車情報を用いた災害時道路情報共有化に関する研究, 土木学会地震工学論文集, Vol.29, pp.816-823, 2007.



- 14) 国土交通省道路局 ITS 推進室:プローブカーのシステムイメージ, <http://www.its.go.jp/ITS/j-html/2002HBook/section4/4-9j.html> (参照日 2008/4/7) .
- 15) 秦康範, 小玉乃理子, 鈴木猛康, 末富岩雄, 目黒公郎:プローブカー情報を用いた災害時道路情報共有化に関する研究, 土木学会第 62 回年次学術講演会講演梗概集, IV, pp.281-282, 2007.

(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	発表者氏名	発表場所	発表時期	国内・外の別
プローブカー情報の共有による減災効果の検討 (口頭発表)	小玉乃理子 秦康範 鈴木猛康 目黒公郎	日本地震工学会大会 2007	2007年11月	国内
Study on Road Information Sharing Using Probe Vehicle in Disasters (ポスター発表)	N. Kodama Y. Hada T. Suzuki I. Suetomi K. Meguro	2nd International Conference on Urban Disaster Reduction	2007年11月	国外

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文	発表者氏名	発表場所	発表時期	国内・外の別
プローブカー情報の共有による災害時の道路情報収集と旅行時間短縮の数値シミュレーション	小玉乃理子 秦康範 鈴木猛康 目黒公郎	災害情報 No.6	2008年3月	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果	対応者氏名	報道・掲載機関	発表時期	国内・外の別

(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

名称	機能
プローブカー情報の共有が可能な 車両走行シミュレータ	プローブカー情報の共有方法を変化させたときの、道路情報収集の経過と車両の旅行時間を計算する。

## 3) 仕様・標準等の策定

なし

### (3) 平成20年度業務計画案

本年度の成果は、研究テーマ（2）広域的情報共有と応援体制の確立における広域連携システムの開発の基礎資料として引き継がれる。