

- 27 IT を活用した災害時の救援オペレーションシステム構築に関する基礎調査

A Fundamental Research on Operation System of Emergent Goods Distribution in Earthquake Disaster Considering Utilization of Information Technology

永田尚人¹・橋本 励²・山本幸司³

Nagata Hisato, Hashimoto Tsutomu, Yamamoto Koshi

抄録: 阪神・淡路大震災においては、時々刻々と変わる道路事情の把握の困難性、道路混雑による資機材運搬・後方支援等の支障等、道路交通に起因する障害によって復旧・復興活動が妨げられたにもかかわらず、緊急物資の輸送管理は、現在に至るまで依然として大きな課題のままである。

本研究は、大地震の発生が指摘される東海地震や大規模な被害が広範囲にわたる東南海地震等の巨大災害に対して、緊急時の道路状況や物資調達・供給に求められる救援オペレーションシステムの課題ならびに具備すべき情報・システムについて検討を行うとともに、情報技術 (Information Technology: 以下 IT という) を活用した広域応援のエンジニアリングのあり方について検討を行うものである。

Abstract: At the Hanshin-Awaji earthquake disaster, the restoration works and the reconstruction works are disturbed mainly by the problem caused by damaged road condition and traffic congestion. Therefore, the management of emergency goods distribution is such a problem to be tackled immediately.

In this study, we propose a methodology to utilize the information about operating system of emergent goods distribution to enable quick and accurate emergency measure, at the large-scale earthquake disaster like the Tokai Earthquake and so on. Moreover, this study proposes an engineering system on region-wide mutual coordination among municipalities considering utilization of Information Technology (IT).

キーワード: IT, 緊急物資輸送, 輸送ネットワーク, 道路被害, 広域応援, あいまい情報

Keywords : information technology, emergency goods distribution, transportation network, damage of road, region-wide mutual coordination, vague information

1. はじめに

21 世紀をむかえ高度情報通信社会が発展しつつある現在、大都市部での地震災害はその物的な被害だけでなく地震による情報の遮断による企業活動の停止など、我が国の経済・社会活動全般に対して甚大な被害を生じさせることが懸念されている。このため、市民の生命と社会的な財を守るための防災対策は適切な防災方針に基づいて計画され、確実に運用される必要がある。

1995 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災では、神戸・阪神間の諸都市を中心に壊滅的な打撃を被り、多大な人的・物的被害を受けている。その際、ライフラインである水道・電気・ガス・電話等は寸断され都市生活は麻痺し、それに加えて、鉄道、道路、港湾等の都市インフラにも甚大な被害が発生するなど、構造物の被害やそれに伴う緊急・復旧活動の遅延等、社会的に大きな混乱を経験した。復旧・復興活動における道路交通に起因する主な障害事項としては、「時々刻々と変わる道路事情の把握の困難性」、「道路混雑

による資機材運搬・後方支援等の支障」、「倒壊家屋による道路閉塞やガレキによる作業の困難」などがあり、道路交通に関する情報不足が大きな要因となっている。しかしながら、大都市圏における直下型地震や東海地震等の大規模災害時の復旧・復興に対しての物資輸送の管理は、依然として大きな課題として残されたままである¹⁾。

このような背景のもと、本調査研究では、切迫性が指摘される東海地震や大規模な被害が広範囲にわたると想定される東南海地震等の巨大災害に対して、周辺都市のみならず都道府県界をまたいだ広域的な協調関係による災害時の迅速かつ確かな復旧・復興対応を実施するための物資輸送マネジメント戦略について方法論を提起するとともに、広域応援のエンジニアリングとしてのあり方について検討を行うものである。

検討としては、まず、阪神・淡路大震災における事例分析を行い、次ステップで災害時において物資輸送を担うと考えられる民間企業や物資調達の窓口となる行政機関へのヒアリングを通して、大規模な被害が広範囲にわたると想定される災害に対する物資輸送マネ

1 : 正会員 博(工) (株)熊谷組 プロジェクトエンジニアリング室

(〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1, Tel :03-5261-5526, E-mail : hnagata@ku.kumagaigumi.co.jp)

2 : 非会員 (財)エンジニアリング振興協会地下開発利用研究センター(〒105-0003 東京都港区西新橋1-4-6, Tel :03-3502-3671)

3 : 正会員 工博 名古屋工業大学 教授 大学院社会工学専攻 (〒466-8001 名古屋市昭和区御器所町, Tel : 052-735-5484)

ジメントの課題を明らかにした。その結果を踏まえた上で、官民が連携した災害時の救援オペレーションシステムが具備すべき機能についての基礎的な検討を行っている。

2. 阪神・淡路大震災の事例分析

災害発生時においては、各行政機関、企業等は災害への対応を行う。切迫性が指摘されている東海地震のように被害が広範囲にわたると想定される災害では、周辺都市のみならず都道府県界をまたいだ、より広域的な協調関係により災害への対応を行う必要がある。各地方自治体が策定・公表している防災計画においては、被災者の支援や被災地への広域的な物資搬入についての具体的な計画が示されているものが少ないのが現状である²⁾⁻³⁾。

阪神・淡路大震災における貴重な経験を生かしていくためには、大規模地震における広域的な支援態勢の構築を考慮した計画を事前に整備策定する必要があるものと考えられる。まず、阪神・淡路大震災における道路の被害状況と物資輸送における問題点について既往研究からその問題点を抽出するとともに、阪神・淡路大震災の教訓をもとに改定・増強されてきた地域防災計画が内包する問題点の把握を行う。さらには、地震災害における危機管理と緊急時対応の現状について概観する。

(1) 交通インフラに関する問題点の抽出

本節では、本研究の目的と位置付けを明確にするために、まず交通インフラの被害と緊急物資輸送という側面から見た阪神・淡路大震災に関する既往の研究成果を概括する。

阪神・淡路大震災では、交通混乱の発生と非常時交通管理の欠陥が露呈した。その背景に関して、多くの問題点が指摘されている。

第1点目として、被害状態を迅速かつ正確に把握する情報収集体制が取られていなかったことである。2点目として、発災時の混乱状況では、停電や管制機器の直接被害などにより交通データの収集が困難であったことである。3点目として、交通システムは独自に管理されており総合的な交通管理システムになっておらず、発災時のような時間経過とともに状況が変化していく危機的状況への対応ができなかったことである。4点目として、道路システムと結合した緊急道路、物流拠点、避難所の指定や配置の事前計画が検討されていなかったことである。地域防災計画では緊急交通路等の指定がなされているものの、平常時から一般市民への情報提供が十分になされておらず、災害時の交通混雑が避けられなかったことも想定される。5点目として、緊急道路が被害を受けた場合に直ちに代替路

が指定される必要があったことである⁴⁾。

また、街路の機能障害は、各種の緊急活動に大きな支障をもたらしており、例えば、街路閉塞により、消防活動や緊急物資輸送が阻害されている。街路閉塞状況について塚口⁵⁾は、神戸市灘区東部における道路閉塞が崩壊家屋にその最大の原因があることや電柱の倒壊、ビルからの構造物の一部落下などをあげている。

このように、阪神・淡路大震災では交通状況の把握や物資輸送のマネジメント力不足が激しい渋滞につながっており、交通管制機器ハードの耐震性不足もその一因となっている。震災時における交通の機能低下を極力抑制するためには、災害時の時間軸上で複合的に交通運用を行うマネジメントシステムを構築することが望ましいと考えられる。

(2) 物資輸送関連に関する問題点の抽出

交通渋滞の発生が、配送拠点への物資到着、配送拠点から避難所までの物資配送の遅れをもたらしていた。また、発災当初の配送現場では、どこで何が必要とされているかも不明のまま、何が届いているのかもわからない状況であり、緊急物資の必要量が把握できないままに物資配送がなされていた。このように、震災後の混乱状況下での物資輸送の体制とその情報管理のあり方も大きな課題であることが理解される。このため、緊急物資の需給バランスや輸送ルートの迅速な把握を行うためには、情報通信技術（Information and Communication Technology；以下 ICT という）を活用した輸送ネットワーク構築の要請が高いと考えられる。

物流業者による直接輸送では、物資が幹線道路沿いの大規模避難所に偏ったことも指摘されており、緊急物資輸送マネジメントの重要性が理解される。さらには、行政職員の人員不足とロジスティクス関連ノウハウの欠如を補完する支援のあり方も大きな課題であった。その一方で、被災地内のスーパー、コンビニエンスストア等は、被災しながらも開店したところも数多くあり、渋滞を避けるためオートバイ輸送を行うなどの工夫もするなど、物資輸送に関する民間企業の活用が上記の課題を解決する方策であることが理解できる⁶⁾。

(3) 地域防災計画における課題

阪神・淡路大震災以降改訂が行われた多くの自治体の地域防災計画で、「他都道府県被災時の応援」等の相互応援や「食料・生活必需品の輸送方法等の物資供給に関する事項の内容が深まっていない」ことが指摘されている⁷⁾。これについては、計画に則った協定先への物資調達の際、電話輻輳などにより連絡が取れないことや調達先業者も被災しており調達先の変更を余儀なくされるケース、動員職員に限度があり円滑な調達が困難なことも一因とされている。広域的な災害となった場合には、物資調達が困難になることが予測され、現状でも防災計画の大きな課題である。

3. 交通基盤情報を活用した物資輸送のためのプラットフォーム

近年官民を問わず ICT を活用した輸送情報システムや道路管制システム、物流管理システム等の普及に目覚しいものがあるが、個別のシステムとして最適化が図られているだけで平常時の水平横断的な活用はなされていない。このような民間固有のシステムを災害緊急時に統合的に活用できれば効率的な災害復旧による被害低減に寄与できるシステムを構築することも可能になるものと考えられる。

本章では、発災時の的確な応急対策を実施するための情報支援や交通基盤情報を活用したプラットフォームの概念、高度道路交通システム(Intelligent Transport Systems：以下 ITS という)を活用した道路構造物の被害情報収集のあり方について検討を行う。

(1) 情報収集提供機能面からみた ICT の活用

阪神・淡路大震災以来、インフラ構造物を主体に、構造物の健全度モニタリングシステムの開発も進められてきている。また、土木構造物のアセットマネジメントの考え方も維持管理の場へ導入が進められてきている⁸⁾。これらのシステムの特徴としては、日常と震災のような緊急時のどちらに対しても機能することであり、東海地震のような広域的な被害が想定される大規模災害に対して、その必要性は高いものである。

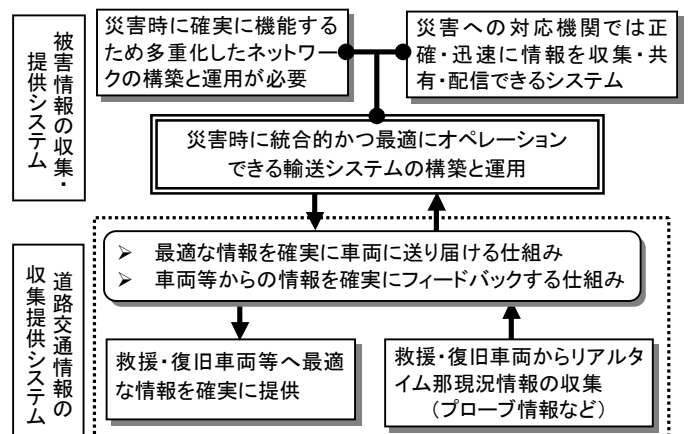
ITS の概念は、平常時においては安全な走行環境への支援、道路交通の円滑化などに寄与するものであり、交通インフラの効率的な運用を可能にするものであるが、大震災のような緊急時での交通管理に対してはさらに大きな効果を持つものと考えられる⁹⁾。このような課題に対して、ICT を活用した支援方策として、**図－1**に示すようにまとめられる。

道路管理者などが整備を進めている CCTV カメラや

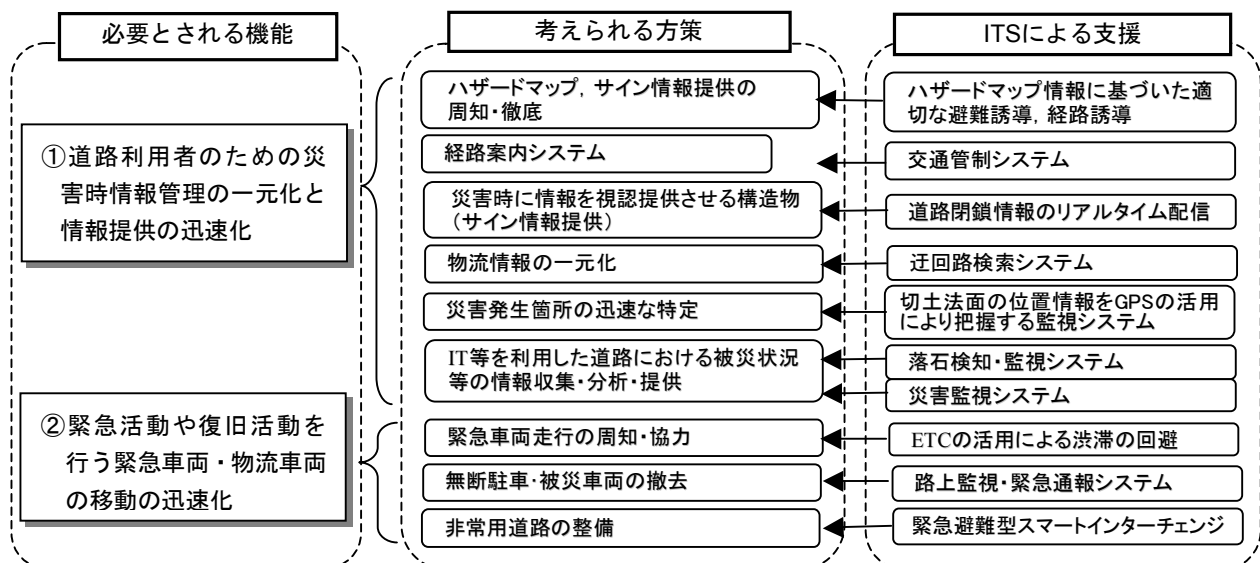
ITV カメラによる道路管理、民間サイドで提供している Web カメラによる映像などを結びつけた ICT を活用したモニタリングシステムは、地震直後の迅速な被災状況の把握に大きな力を発揮するものである。また、被災地の復旧・復興活動を円滑にするための緊急（物資）輸送に対して、ITS を活用した要素技術や交通管理システムとしては、以下のようなものがあげられる。

- ▶ CCTV カメラを用いた道路構造物モニタリング技術
- ▶ 物資輸送車両等を活用した道路交通情報の収集技術（プローブカーによる輸送路の区間速度等の収集）
- ▶ PTPS を用いた緊急車両に対する優先信号制御技術
- ▶ 救急車等の緊急車両の最適経路誘導システム
- ▶ 緊急物資輸送車両への経路情報の提供システム

図－2は、発災時の緊急車両等の道路利用者に対する地震被害の収集・提供システムと災害時の道路交通情報収集・提供システムを統合した災害時の最適なオペレーションシステム構築の概念を示したものである。このような概念を導入することで、地域防災計画の問題点として残ったままである緊急時の輸送オペレーションに寄与できるものと考えられる。



図－2 緊急輸送ネットワークへのIT活用の視点



図－1 地震災害時におけるICT等による支援方策¹⁰⁾

(2) 物資輸送オペレーションの提案

各自治体が策定している地域防災計画での緊急物資の確保や輸送面における課題として、緊急物資確保における企業との連携を具体的に定めておく必要性がうたわれている。しかし、現実問題として、各自治体で同じ企業・業団体との提携を結んでいることや協定書自体が締結後ほとんどその内容を見直してきていないのが実情である。このため、広域的な大規模災害の発生時には流通備蓄の取り合いが生じる結果、必要物資の確保が困難になることも想定され、「相互協定内容に具体性がない」と指摘されている。また、広域連携の課題としては、自治体間における情報システムの違いや県域を跨いだ相互連携の不足があげられている。

阪神・淡路大震災においては、交通渋滞の発生が、配送拠点への物資到着、配送拠点から避難所までの物資配送の遅れをもたらした。また、発災当初の配送現場ではどこで何が必要とされているか、何が届いているのかも不明の状況で物資配送がなされており、震災後の混乱状況下での物資輸送の体制と ICT を活用した輸送ネットワーク構築の要請が高いと考えられる⁶⁾。

現状の緊急物資輸送の輸送体系およびその課題を図-3に示す。このような課題に対して阪神・淡路大震災では、発災後2週間を経て、物資（食料を含む）の配給が専門の流通業者、食品会社へ総て委託され、民間企業のノウハウを取り入れて円滑に行われるようになっていた⁶⁾。新潟県中越地震でも明らかになったように、発災時の緊急物資輸送でのコンビニの機動力は、大きな影響を持つものであり、緊急物資輸送の体系に民間事業者の業務力を位置づけることは、発災時の効率的な復旧に資するものと考えられる。

緊急物資輸送を行う民間企業者にとっては、必要とされる緊急物資量と避難所等の到着地情報、道路交通機能の障害や混雑状況、復旧過程の時系列的な情報をリアルタイムで入手可能になれば、緊急時においても自社の物資供給力（輸送トラックの台数）をもとにした物資輸送オペレーションが可能になると考えられる。

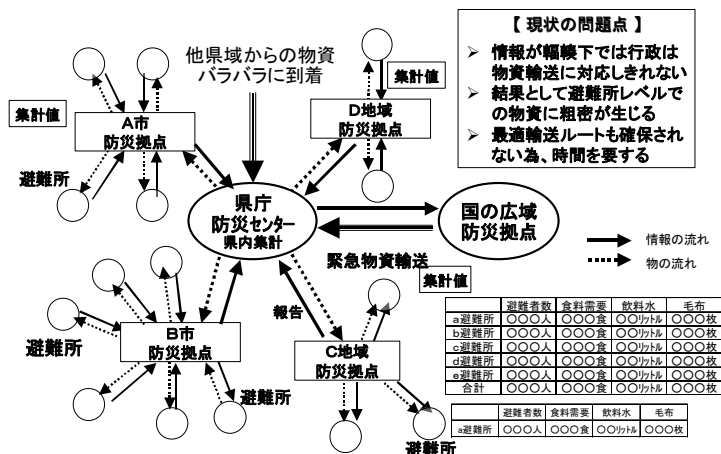


図-3 緊急物資輸送の体系とその課題

4. 民間企業および行政機関へのヒアリング

新潟県中越地震の被災状況をもとにまとめられた総務省消防庁の調査¹¹⁾によると、緊急物資輸送や緊急物資等管理システムについて、『大規模な災害が発生した場合には、市区町村が単独で緊急物資等の受入れを実施することは困難であることから、都道府県はあらかじめ関係市区町村を交えて、緊急物資等の受入れ、仕分け・保管、搬送、分配・供給について、物流の専門家の意見を聞きながら、緊急物資等管理システムを検討しておくことが望ましい。』とまとめられている。

本研究では、災害対応というある種特異な環境下において、行政機関や民間企業の抱える緊急物資輸送に関する物資調達や輸送マネジメントについての問題点の把握を目的として、行政機関、コンビニ事業者や物流事業者などの輸送関連事業者の防災担当者を直接訪問してインタビュー形式のヒアリング調査を実施した。

ヒアリング先としては、新潟県中越地震で被災した自治体や食料等の緊急援助物資の輸送に関わった民間企業、東海地震等の広域的な大規模災害が予想される地域に位置する自治体の防災担当部局の主担当者を対象に実施している。

その具体的な内容としては、大規模地震災害への対応計画とその準備体制、実際の災害対応時における初動体制、発災時の企業としてのスタンス、防災協力体制の構築等である。このヒアリング結果を通して、緊急時における物資輸送を支援するオペレーションについての現状の問題点と実現に向けての課題、物資輸送を円滑に進める ICT を活用した総合的な緊急輸送ネットワークシステムの機能要件について検討を行った。

救援オペレーションシステムの要件および必要とされる情報としては、以下に示す事項がヒアリングを通して明らかになっている。

- 通行ドライバーからの情報は、災害時にも民間企業の円滑な輸送オペレーション管理に活用されている
- オペレーションシステムは、簡単な仕組みで構築され、行政や民間が保有する各種情報の一本化と共有化を実現する必要がある
- 有効な民間情報を吸い上げるシステムが必要である
- 災害時には、緊急輸送路を含めた道路ネットワークの通行止めや被災情報等が早期に把握できるシステム、渋滞情報等のリアルタイムな配信が望まれる
- 被災情報は、一番近い人が直接入力するスピード感とシンプルさが必要である
- 避難所への避難者数と必要な物資量の需給情報を共有化できるマネジメント機能が求められる

表-1に、行政および民間企業へのヒアリングから得られた課題について、マネジメントに関する事項とシステム構築で対応可能な事項に区分して示している。

表 1 行政および民間企業ヒアリング結果による緊急物資輸送に係る課題整理

| 項目 | 初動体制・援助の要請 | | IT の活用 | | 道路被害状況の把握 | | その他の情報収集 | |
|-------------------|--|---|--|---|---|---|---|--|
| | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング |
| ヒアリングによる現状と問題点の把握 | <ul style="list-style-type: none"> 被災当初、震度の情報が入ってこなかったため、県から情報を取りに行く手段や体制が必要 行政間(県レベル)での情報のリンクがない(最悪シナリオとして) | <ul style="list-style-type: none"> 中越地震では、被災当初は被害状況の確認に手間取り行政からの要請アクションが遅れた 緊マーク使用の物資入って、新潟県内に入ってから24時間を要したのが実態 被災時に、行政が依頼情報を多くの会社(最悪シナリオとして)に流したため、膨大な量の物資が重複して届く結果となった | <ul style="list-style-type: none"> 被災時の初期は、電話でなくメールが有効 県、市で道路被害状況を出しているが、一体となったデジタル情報ではなくアナログ情報が流通 GIS化は有効だが、誰がまとめるかが問題 IT化しても使い慣れていないれば緊急時には活用できない 大容量の無線網により、情報を共有化している | <ul style="list-style-type: none"> 大量の通行許可証が必要となるため、迅速な許可証の発行や偽造の防止などにITを活用する必要 GISは、自前での整備ではなく、第三者機関が保有すれば利用するシステムは通常時も利用できるものが良い 本社〜主要営業所間の連絡は電話・FAXによるアナログ確認 輸送業務における経路誘導はVICSによる情報管理レベル | <ul style="list-style-type: none"> 直轄国道は状況が公表されており、一般国道、県道はFAX等で県から情報が入る 道路被害の正確な情報把握に時間を要し、初動体制が遅れる 市町村道の情報までは確認できない ITVが壊れていないれば映像で確認することも可能。その信頼性が課題 車両の移動には、警察との協議、指示が必要 | <ul style="list-style-type: none"> インターネットから道路の概略情報を取得 被災時には、現地道路情報にプロットして随時更新し把握 衛星写真等での道路通行判断を模索する時間が要する 災害情報・道路情報は一元化したサイトから把握できるシステム 市町村道の情報が少ない | <ul style="list-style-type: none"> 防災の知識のない人からの情報は、扱いが難しい 情報の質が重要。消防団、ボランティアなどからの情報が有用 初動時の情報としてはピンポイントの映像情報は必要だが難しい ある自治体では定点観測システムを導入し700人程度の人から情報をFAX、メール等で入手する体制を構築 | <ul style="list-style-type: none"> GISへの入力には、パソコンが必要であり、WEB端末の機動性が問題になる 情報の確からしさの問題や情報の精度を向上させる必要がある 過去の災害経験から、公衆回線の専用線利用や衛星電話設置等迅速な情報収集の手段を構築する必要 画像の利用は難しい部分がある。民間側での映像提供には法制度の問題がある |
| 課題 | 行政側では被害の全貌を掴めなかったため早期の情報発信ができなかった | | 官と民の間で情報共有化の仕組みが整えられていない(マネジメントへのITの更なる活用が必要) | | 道路寸断により救援活動の前提となる現地状況の把握が困難 発災当初は道路の被害状況がよく分らない | | 民間情報の有効活用の仕組みづくり (有効なあいまい情報が活用されない) | |

| 項目 | 発災時の企業スタンス | | 物資の調達 | | 物資輸送 | | 運転手(企業)情報 | |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|---|--|
| | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング | 行政ヒアリング | 民間ヒアリング |
| ヒアリングによる現状と問題点の把握 | <ul style="list-style-type: none"> トラック協会、海運業界と協定を結んでいる 自治体職員の負担軽減を図るため、早期に民間のノウハウを投入する必要 食料供給のためコンビニと個別協定を締結している 物資の拠点を考慮して高速道路のインターチェンジを設置している | <ul style="list-style-type: none"> 災害時の救援物資輸送では、初期の段階は県外から商品を提供 現在の緊急車両の申請は発災後で、通行許可がなかなかおりないのが問題(動けない) 交通情報の提供については、緊急時のバックアップシステムを考えておく必要 | <ul style="list-style-type: none"> 届いた物資をどう処理するか問題 愛知県では物資は県内の3拠点に一時保管し、トラック協会や自衛隊に委託する 応急対策以降については民間の活力をどのように活用するかが重要な問題 発災時は自前の備蓄で賄い、足りなくなったら協定等に基づいて支援を依頼するが確保できるかは不明 | <ul style="list-style-type: none"> 市町村対策本部の物資は、種類別に整理されていくため、作業が二度手間 行政側に救援物資の調達班がいてもロジックス、コーディネート役がない 災害時に動かす車両を必要最小限度に留めたい、行政の配慮が必要 | <ul style="list-style-type: none"> 物資輸送に係るルール案内は、図に表さないとわかりにくい 避難所避難者数を把握するにしても正確な数が掴めない 避難所に何人いて何が欲しいという情報が必要かという情報を発信できれば、ルート選択も含めて一定の仕組みが出来る | <ul style="list-style-type: none"> 通行情報に関して、指定公共機関同士またはトラック協会との情報のやりとりは少ない 配送トラックの95%にデジタル無線配備(デジタルMCA;ある物流業者) コンビニではFCチェーンの配送センター等は本体でマネジメントできない 各店舗と地域センター間は公衆回線の専用線利用 | <ul style="list-style-type: none"> 宅配業者から許可証の要求があったが、規制が崩し崩しになる恐れがあるので、許可証を出せなかった 緊急車両により渋滞が発生するので、コンビニの小型車両には証明書を提出しづらい 運転手の情報を活用する仕組みがない | <ul style="list-style-type: none"> 災害時の配送車から区域内の自由走行が前提 避難所までの道路経路の情報は、トラックのドライバー情報に依存するため情報を共有化する必要がある 実際の現場では情報を入力する余裕は無いためマンパワーの確保が重要 情報の確からしさの問題 |
| 課題 | 民間のノウハウの有効活用が重要な課題 | | 届いた物資の管理や処理方法 国の物資、県の備蓄、事業者からの物資等へのコーディネート役がない | | 避難者数の把握が困難(需要の把握) 食料等の物資が不足する(供給力の把握) 物資に偏りが生じる | | 輸送ルートの迅速な設定システムがない (あいまい情報の活用方策の検討) | |

発災時のマネジメントに関する課題

; 救済オペレーションシステムで対応する課題

5. 救援オペレーションシステムの構築

切迫性が指摘される東海地震のような被害が広範囲にわたる大規模災害では、災害発生後の時間経過にともない被害の状況が大きく推移し、情報システムのダウンや災害対応の行政職員が不足する等の問題から、行政による情報の把握が十分にできない可能性が高い。

このため、災害への対応については、民間企業の力を防災対応に活用する必要性が高まっており、行政と民間企業そして住民との協働によって災害に立ち向かうという流れが構築され始めてきている。

本章では緊急物資の輸送に関して、官民が連携した災害時の救援オペレーションシステムについてそのコンセプトおよびシステム構築で目指す機能を提案する。

(1) 緊急物資輸送のための新たなシステムの提案

4章では、官民ヒアリングを通して、緊急時に求められる救援オペレーションの課題についてまとめている。これらの課題の解決に向けて、以下に示すような事項に対してシステムの検討を行う必要がある。

a) 発災時のマネジメントに関する課題

- ・被害の全貌を掴めないため情報発信ができない
- ・官民の間で情報共有化の仕組みが整備途上である
- ・物流システムに関する民間ノウハウが有効に活用されていない
- ・行政に物資等を差配するコーディネート役が不在

b) オペレーションシステム構築により対応可能な課題

- ・救援活動の前提となる現地状況の把握が困難
- ・発災当初は、道路の被害状況がよく分らない
- ・食料等の物資が不足する（供給力の把握が困難）
- ・輸送ルートの迅速な設定システムがない
- ・民間からのあいまい情報を活用する仕組みがない

このような緊急物資輸送に関するマネジメントや交通基盤情報を活用した新しいオペレーションシステムの課題に対して、システムのあるべき姿を基にした新システムの開発コンセプトのイメージを図-4に示す。

図-5は、官民協調で災害に対応する救援オペレーションシステムの概念を明らかにしたものである。

このシステムでは、国の情報プラットフォーム(PF)や自治体、民間企業等から第三者機関が道路交通情報や被害状況の提供を受け、GISを活用して被災状況を迅速に把握し代替経路等の情報を提供する。緊急物資輸送を行う民間企業群は、それらの情報を基にして自社のネットワークを生かした輸送体系を構築し、被災地への円滑な輸送を遂行するものである。

(2) 救援オペレーションシステム実現のための要件

大規模震災の発生時における緊急輸送および緊急輸送のための交通の確保は、緊急物資の供給等のために必要不可欠な活動であり、様々な災害応急対策の基礎となる極めて重要な活動である。

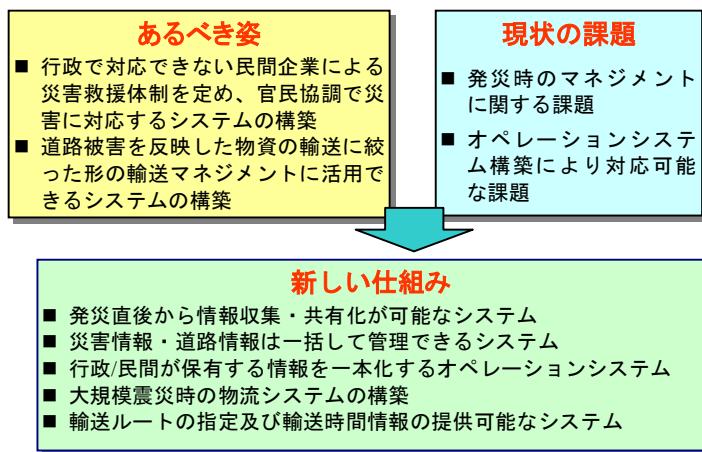


図-4 システムの開発コンセプト

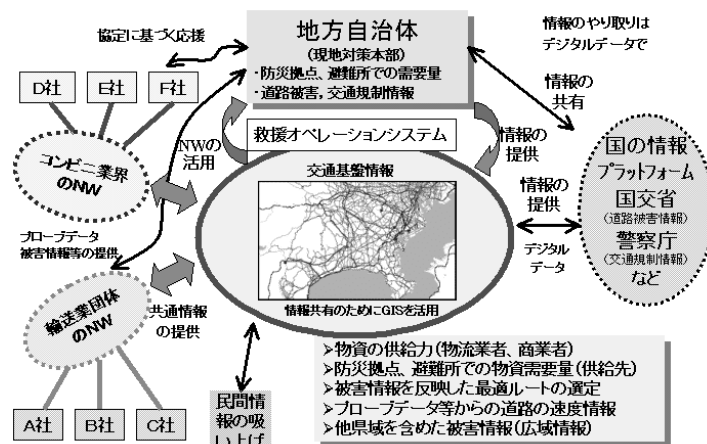


図-5 緊急輸送のための救援オペレーションシステム(案)

本節では、表-1の官民ヒアリングから得られた災害時の緊急物資輸送マネジメントに関する課題の解決を通して、広域地震災害に対応できる緊急物資輸送を支援するオペレーションシステムに必要とされる諸機能の検討を行う。

表-2にヒアリングから得られた災害・復旧現場の課題に対応するシステムの機能、その機能に具備されるべき情報およびシステムについて取りまとめる。

災害マネジメントに関する事項、道路の被災に関する情報、緊急物資の調達・輸送面の3つにヒアリング結果より得られた課題の大別を行い、これらの課題に対応するシステムを検討し、そのシステムに具備すべき情報・機能・要素技術についてまとめている。

道路被害に関する情報収集の分野については、道路という公物の管理を行政が担っている関係上、主に行政機関で幹線道路に関する情報収集を行ってきている。民間企業や防災モニター等の情報連絡員としての市民は、行政で手の回らない細街路や市町村道の被害状況（ここでは曖昧な情報とする）や橋梁等の重要構造物の被災状況を収集する体制をとるものとする。

また、道路の被害状況を官民で一括してGISベースで情報を一元化・被害の視覚化を行う技術についても、

表－２ ヒアリング課題に対するシステムおよび最低限具備すべき機能(案)

| 災害・復旧現場の課題 | | 課題に対応するシステム等 | 具備すべき情報、機能、要素技術 | 救援オペレーションに 取り入れる技術的支援 |
|-----------------|---|--|---|--|
| 輸送の マネジメント | 【状況把握の課題】 ・被害の全貌を掴めなかったため 情報発信ができなかった ・情報共有化の仕組みの構築(マ ネジメントへのITの更なる活用 が必要) | ・GISベースの総合防災システム | ・GISベースの被害共有システム ・デジタルデータの流通機能 (現状は、アナログ情報主体であり機動 性に欠けるため) | 行政での マネジメント 相互に 補完 |
| | 【物資調達の課題】 ・届いた物資の処理方法が問題 ・国の物資、県の備蓄、事業者か らの物資等の全てのコーディネ ート役がない | ・民間のノウハウの有効活用 ・大規模震災時の物流マネジメント システムの構築 | ・ロジスティクスコーディネータとしての民 間活力の活用 ・在庫管理システムの内包化 (情報のデジタル化の必要性) | 民間での マネジメント |
| 道路の被災に 関する情報 | 【被災情報共有化に関する課題】 ・道路の寸断により救援活動の前 提となる現地状況の把握が困難 ・発災当初は道路の被害状況や 隣接する県や市町村の状況が よく分らない | ・災害情報・道路情報は一括して管 理できるシステム | ・警察等の道路交通情報の取り込み機能 ・国の情報プラットフォームから; 平常時、 緊急時とも | 交通提供会社の業務 |
| | | ・行政、民間が保有する情報を一本 化するオペレーションシステム | ・GISベースで情報を一元化・被害の視覚 化(通行止めの情報と渋滞情報等) | 新潟県中越地震で京 大防災研が試行 |
| | 【曖昧情報の入手に関する課題】 ・重要建造物の被害状況の早期 把握 ・有効な民間情報の活用が必要 性 ・家屋倒壊等により細街路での走 行が不能 ・混乱時に官民連携がとれない | ・建造物の被害状況をリアルタイム で把握するセンシング技術 | ・ITVカメラ、センサーによるモニタリング技 術 | 民間の Web カメラの使 用 |
| | | ・発災直後から情報収集可能なシス テム | ・早期に被害の実相を把握するシステム | GIS の利用 |
| | | | ・通行止めの情報と渋滞情報の提供 | |
| | | | ・有効な民間情報を吸い上げるシステム | |
| | | ・行政で把握できないエリア情報の 収集 | ・市町村道レベルの細街路の情報 ・プローブカーによる情報収集技術 | 曖昧情報の収集およ び活用システム 車両情報の収集およ び活用システム |
| 緊急物資の 調達・輸送面 | 【物資輸送ルート設定の課題】 ・輸送ルートの迅速な設定シス テムがない ・運転手からの情報が活用され ない(あいまい情報の活用) | ・輸送ルートの迅速な指定および輸 送時間情報を提供可能なシステム ／交通情報の提供システム | ・配送拠点からの到達時間の確認機能 ・運転手に対して詳細な輸送経路情報を 示す道路ナビゲーション技術 | 輸送ルート情報のナビ ゲーションによる提供 |
| | | ・運転手や市民からの道路被災状 況をGISベースで反映させる機能 | ・あいまい情報を活用する機能 | 曖昧情報の収集およ び活用システム |
| | 【物流システムの課題】 ・不足する食料や緊急支援物資 等の供給力の把握(提供可能な 運搬車輛) ・避難者数の把握が困難(需要量 の把握) ・物資に偏りが生じる ・配送拠点からのルートや集配拠 点や避難所の位置情報がわか らない ・民間活力を有効活用していない | ・避難所の位置情報と避難者数か ら必要物資量を把握する簡易なデ ータベース (GISの活用) | ・GISベースで位置情報や避難者数等の 情報を一元化 ・食料の需要量や広域、地域拠点の物資 供給能力情報の把握 ・供給可能な食料数等データも物流事業 者に提供できるデータベースの統一化 | GIS を利用した簡易な データベース |
| | | ・GISベースでの物流を管理するシ ステム(道路ネットワークと拠点・避 難所を一括管理できる機能) ・被災地外からの支援車両の管理 に活用できるシステム | ・経路情報と到達時間等の情報 | プローブ等の車両情 報の収集 |
| | | | ・コンビニチェーン・提携企業からの物流 拠点・避難所への一括した搬送能力情 報 | 民間企業が保有する システムの利用 |
| | | | | |

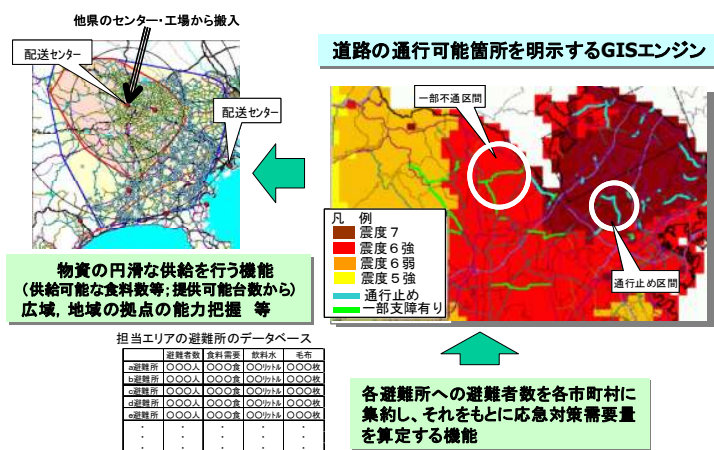
本来は行政で取り組むべきものと思われるが、広く民間からの情報を取り入れ迅速に通行不能箇所を判断し、緊急物資輸送に反映していくためには、産官学連携のもと、平常時から道路交通情報の発信を行っている交通情報提供会社がその機能を担うものと考え。

被災地への食料等の緊急物資の輸送は、本来は行政の業務ではあるが、民間企業のノウハウを最大限に活用することが最適と考えられる分野といえる。

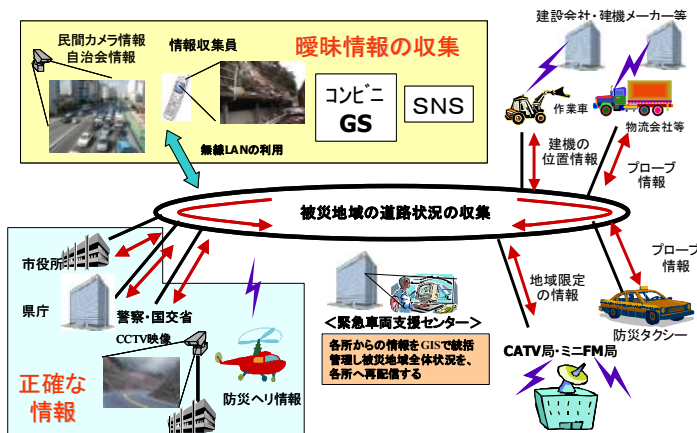
システム構築にあたって、最低限備わっているべき機能としては、以下に示すシステムや機能が考えられる。その概要は図－6に示すとおりである。

- 発災直後から災害情報・道路情報を一括管理する機能
- 官民が保有する情報を一本化するオペレーション
- 大規模震災時の円滑な供給を行う物流システム

■ GIS ベースでの避難所位置情報や市町村からの必要物資量を把握する簡易なデータベース



図－6 救援オペレーションシステムが具備する機能の概要



図－7 暖昧情報の収集技術と手段のイメージ

(3) あいまい情報の収集技術と手段

近年の ICT の技術的な進展に伴い、民間事業者や一般市民からの災害時における被害状況等の情報については、あいまい情報として有効活用することが考えられる。幹線道路の被災箇所や通行不能箇所に関する正確なデータは行政側から入手し、細街路情報やエリアの被災状況等は、民間サイドから入手し一元化する。

具体的には、情報収集員に貸与した GPS 機能付き携帯電話からの位置情報付き写真添付の報告情報やコンビニチェーン・ガソリンスタンド等の防災協力企業等からの具体的な被害状況の報告を活用する。今後は、Web カメラやプローブカー、バスや商用車からの運行速度等の管理情報、CATV 局やミニ FM 局等からの地域密着情報など、未利用の情報源を含む多様な情報の活用が可能となるものと考えられる¹⁰⁾。

このイメージは、図－7 に示すとおりである。

6. おわりに

本研究では、阪神・淡路大震災における貴重な経験を生かし、地域防災計画の弱点ともいえる緊急物資の供給等における広域的な災害対応のあり方について、ICT を活用した緊急物資輸送に寄与するシステムに関する研究を行っている。新潟県中越地震でも指摘されているように、各種交通施設の被害状況や混乱状況の把握能力不足、ならびに物資輸送のマネジメント力不足は、現在においても大きな課題として残っている。すなわち、広域な大規模災害での緊急物資輸送マネジメントにおいては、行政機関を補完すべく、ロジスティクス関連の民間ノウハウの活用、物資輸送に関する民間企業からの支援が求められる。

これを有効に活用するためには、道路交通の被災状況に関する情報を集約し、代替経路などの経路情報を差配する交通マネジメントを実現する情報プラットフォームと民間ネットワークの相互連携スキームの構築が必要と考えられ、以下のような提言を行う。

①. 発災時の民間活力を活用した発災時の緊急物資輸送に関する官民連携体制の構築について

地域防災計画は都道府県単位で作成されるため、都道府県域をまたがるような広域災害への対処が非常に難しいと考えられる。広域な大規模災害での緊急物資輸送マネジメントにおいては、ロジスティクス関連の民間ノウハウの活用、物資輸送に関する民間企業からの支援が求められる。

②. 災害対応時の緊急物資輸送における情報の標準化について

被災地内で救援・救助や復旧活動を行わなければならない人々にとっては、どの場所でどのような被害が発生しているのか、どの道路が通行可能なのか、復旧の見通しどうか、といった総合的な被害情報が必要になるが、この分野での情報化は必ずしも進んでいないのが現状である。どういう情報が発・受信されるのかを事前に明確化しておき、流通する情報フォーマットを明らかにし、関係者がそれを自由に利用できるようにすることが重要である。

謝辞：本稿は、財団法人エンジニアリング振興協会が日本自転車振興会からの補助を受け実施した調査研究成果の一部を取りまとめたものである。本研究にご協力頂いた関係各位に対して心から謝意を表するものである。

参考文献

- (財)セコム科学技術振興財団：広域地震災害時における都市住民の防災対策に関する研究報告書，2000 年 1 月。
- 東京都：東京地域防災計画 震災編（平成 15 年度修正）本編，2003 年 3 月。
- 横浜市：横浜市防災計画 震災対策編 2003 年
- 飯田恭敬ほか：阪神・淡路大震災の実態調査に基づいた震災時の道路交通マネジメントの研究，（財）国際交通安全学会，1998 年 3 月。
- 塚口博司・戸谷哲男・中辻清恵：阪神・淡路大震災における道路閉塞状況に関する研究，国際交通安全学会誌，Vol. 22, No. 2, pp. 26, 1996 年 9 月。
1. 17 神戸の教訓を伝える会：阪神・淡路大震災 被災地“神戸”の記録，ぎょうせい，1996 年 5 月。
- 熊谷良雄：地震被害想定と地域防災計画，総合都市研究，第 68 号，pp. 45～56，1999 年。
- 植田雅俊・喜安和秀他：ITS 技術を活用した道路管理の効率化について，平成 15 年度国土交通省国土技術研究会。
- 小田原雄一ほか：IT 技術を活用した道路管理の効率化について，平成 16 年度国土交通省国土技術研究会。
- 永田尚人・山本幸司：地震被害支援システムの構築とコンビニ活用を考慮した震災時の救援物資輸送オペレーションに関する一考察，土木学会 2004 年度土木情報利用技術論文集，vol. 10, pp. 109-116，2004 年 10 月。
- 総務省消防庁：災害支援物資の備蓄・物流計画ガイドライン検討会報告書，2006 年 3 月。

(2007.5.18受付)