

# 道路災害リスク管理技術の検討

Study on road disaster management technology

(研究期間 平成 21 年度)

危機管理技術研究センター  
Research Center for Disaster Risk Management  
危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

地震災害研究官 運上 茂樹  
Research Coordinator Shigeki UNJOH  
室長 高宮 進  
Head Susumu TAKAMIYA  
研究官 本多 弘明  
Researcher Hiroaki HONDA

Disaster mitigation measures against heavy rains and earthquakes have been implemented to enhance the safety of roads. However, under the recent limitation of the investment for the disaster mitigation, it is one of the important issues to prioritize several vulnerable facilities appropriately so as to achieve the maximum efficiency. In this study, the disaster risk evaluation method to identify the priority was proposed in consideration of the disaster risks of each facility and the road network functions in the area.

## [研究目的及び経緯]

地震や豪雨等の自然災害が多発するわが国においては、道路災害を軽減し、道路交通の安全確保を図ることは重要な課題の1つである。そのため、これまで道路防災対策が積極的に進められてきたところであるが、道路災害リスクの評価や防災対策の優先度の決定においては災害の種類毎の対策など既往の経験等に基づく部分も多く、改善すべき点も残されている。

本検討は、今後の道路防災対策の効果的な実施に資することを目的とし、豪雨や地震など各種の災害を、その影響と発生確率の積として表されるリスクという指標で統一的に評価するとともに、道路災害の危険性や道路防災対策を実施した場合の効果を個別施設毎のみならず、道路ネットワークとして定量的に評価する手法を提案したものである。

また、複数の道路災害を考慮したある地域の道路ネットワークを検討対象として、本提案手法を適用し、どのような優先順位で対策を実施していくのが地域にとって最も効果的になるかについて試算により検討し、提案手法の有効性を検証したものである。

## [研究内容]

### 1. 豪雨、地震災害を想定した道路の災害リスク評価手法の提案

豪雨、地震等に対する個々の施設の道路災害リスクとともに、道路ネットワークとしてのリスク評価を行う道路災害リスク評価手法を提案した。

### 2. 道路防災対策の効果比較・戦略に関する検討

1. で提案したリスク評価手法を、ある地域における仮設定した被害想定に適用して、災害対策の優先度、ハード及びソフト両面からの災害対策法等の道路防災対策の効果比較を行い、効果的な防災戦略を検討した。

## [研究成果]

### 1. 地震、豪雨の大規模災害を想定した道路の災害リスク評価手法の提案

本検討で提案する道路の災害リスクの評価手法の概要は、以下の通りである。

- 1) 災害リスクの評価にあたっては、地震、津波、豪雨、洪水の4つの自然災害を対象とし、それぞれの発生確率を考慮する。
- 2) 道路構造物としては、橋梁・取付盛土、盛土、斜面（落石・崩壊、岩石崩壊、地すべり）、トンネル（本体・坑口斜面）を対象とし、個々の道路構造物の被災程度を想定し、直接被害と間接被害に区分して影響度を推定する。
- 3) 直接被害としては、人的被害と物的被害（復旧費用）、間接被害としては、道路を利用できないことにより発生する迂回交通損失、待機時間損失及び孤立集落の発生等の道路ネットワークとしての間接被害を評価する。本手法では、これらの被害額と発生確率の積を被害リスクと定義し、金額として算定する。
- 4) 対象道路の結節点をノードに設定し、ノード間を結ぶ道路をリンクとして設定する。リンクの迂回交通損失は、広域交通を考慮して評価する。

なお、従来の一般的なリスク評価は、個々の施設が中

心であったが、本検討では、道路ネットワークとしての災害リスクの評価手法を新たに導入したものである。

## 2. 道路防災対策の効果比較・戦略に関する検討

上記1.の手法を用いて、道路防災対策の効果の比較試算を行い、効果的な戦略方法、ハード対策のみならず人的被害を軽減するためのソフト対策(避難対策)を組み合わせた防災事業の効率性の評価に関する検討を行った。

まず、防災対策の基本的な考え方であるが、道路ネットワークの機能を評価する指標としては、以下の4つの指標が考えられる。

- ① 到達可能性                      ② 所要時間
- ③ 最短距離                         ④ 処理交通量

実際の災害時には、例えば、災害直後は①が重要であるが、時間とともに、②や④も重要になってくるなど、時間とともにその機能が変化する。本検討では、災害直後に最低限求められる①到達可能性の機能に主眼をおくとともに、対策を進める際の道路リンク単位の防災対策効果として、図-1に示すような効率性を評価する2段階の手法を提案し、試算を行った。

図-2は、試算対象としたある都市の道路ネットワークを示したものである。ここに、地震と豪雨に対する施設別の被害を仮定し、防災投資期間として5年を想定し、この投資範囲内での防災投資効果を試算した。試算は各種のパターンに対して検討したが、ここでは、以下の2パターンを代表例として示す。

- ① 箇所別のみで優先順位の設定、ハード対策のみ
- ② 優先リンク評価、ハード・ソフト対策併用

図-3は、上記2パターンの5カ年間の被害リスクの評価結果を示したものである。これによれば、ネットワーク全体の被害リスクの低減効果は、箇所別費用効率性の高い箇所を優先する従来の一般的な手法(a)の効果が大きく評価されることがわかる。これはある大きな個別危険箇所があれば、それが解消されることによる。ただし、リンク数(危険箇所が解消されていないリンクの総数)を見ると、箇所別の対策ではリンクとしての連結性は向上しない評価結果となる。一方、リンクの連結性の向上を目的として対策費用が低いリンクの対策を優先した(b)の結果によれば、大きな危険箇所が解消しないため、被害リスクは大きく減少しないが、リンクの連結性は大幅に高くなっている。

このように本提案手法を用いることにより、地域特性に応じて有効な防災対策の効果を定量的に評価することができる。

### [成果の活用]

防災対策の優先順位の設定法としてとりまとめ、国土交通本省の道路部門における防災対策への活用に提案予定である。

#### 第1段階 対策を優先すべきリンクを抽出

- ・人的被害リスクが高いと予測された区間
- ・間接被害のうち迂回損失リスクが高いと予測された区間

#### 第2段階 効率的にリンクのリスク解消が期待できる区間を優先

- ・費用効率性:被害箇所の対策費用が低い区間を優先
- ・時間効率性:早期にリンクのリスク解消が期待できる区間を優先

図-1 道路リンクの防災対策効果の評価手法

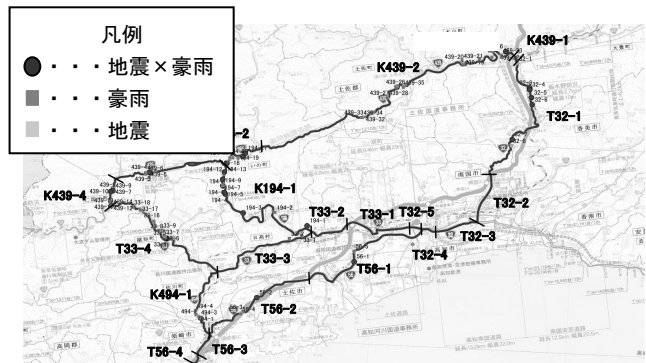
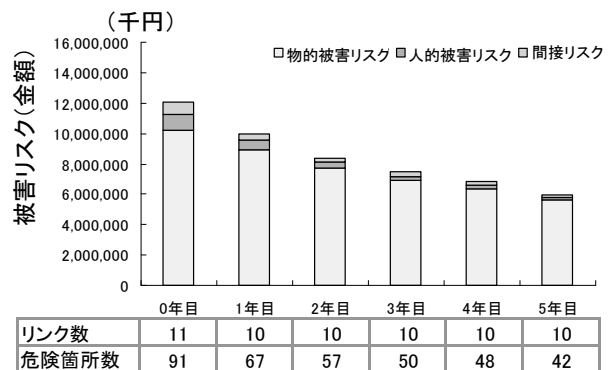
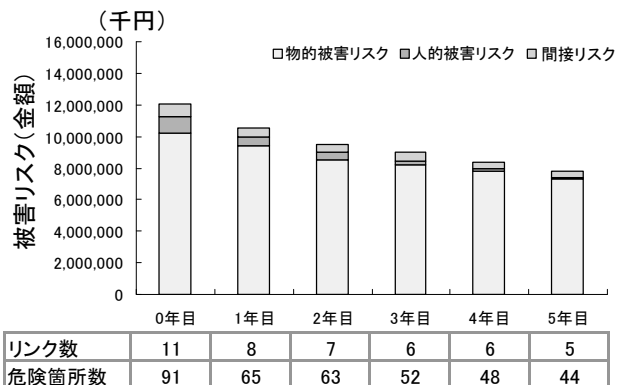


図-2 試算対象とした道路ネットワークと仮定した個別施設被害箇所



(a) 箇所別に優先順位評価とハード対策のみ



(b) 優先リンク評価とハード・ソフト対策

図-3 ネットワーク全体の被害リスクの試算例

# 道路災害情報の伝達・共有の迅速化に関する検討

## Study on Information Management of Road Disaster

(研究期間 平成 21 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

In this study, contents and communication tools of information about troubles and traffic controls that occur in the field of road management are investigated. Management methods for unifying and sharing the information are assembled and organized.

### [研究目的及び経緯]

地震をはじめとする災害時の緊急活動の円滑な展開にあたっては、道路の通行可否に関する情報の提供および被災した道路の速やかな応急復旧が期待されており、道路管理者には道路の被災情報の迅速な把握、管理者相互の共有が必要不可欠である。

本研究は、道路管理の現場において生じる異常や通行規制等に関する情報を対象に、その伝達内容や伝達手段などに関する調査を行うとともに、これらの情報を一元的に集約・共有する方法の整理を行うものである。

### [研究内容]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

道路管理の現場において生じる異常や通行規制等に関する情報を対象に、その伝達内容や伝達手段などの現況についてのヒアリング調査を行った。

調査対象は、道路種別として 1)国土交通省が管理する直轄国道、2)都道府県および政令指定都市が管理するその他の国道および主要地方道、3)高速道路会社、公社などが管理する高速自動車国道等の自動車専用道とした。また、情報の種類は、a)道路施設の変状や異状、b)通行規制を伴う事故等、c)地震をはじめとする緊急巡視点検の進捗に関するものとした。ヒアリング対象は、全国の地方整備局(8 地整)、北海道開発局、沖縄総合事務局、計 10 機関の道路管理課(もしくは相当する部署)とした。

なお、調査にあたっては、実際の災害や異常時における情報伝達のほか、訓練などにおいて行われた情報伝達についても調査するとともに、これらの情報伝達にあたり IT を活用した情報伝達システムの活用状況

についても併せて調査した。

#### 2. 道路情報を伝達、集約する仕組みの整理

ヒアリング調査の結果を踏まえ、各地方整備局等に集約されている道路の異常などに関する情報を各地方整備局などから全国規模で一元的に集約・共有する仕組みについて検討を行った。

検討にあたっては、各地方整備局などにおける情報の集約状況、仕組みの差異を鑑みつつ、全国規模で一元的に情報集約するにあたって、確保すべき情報の水準としてその確度、迅速性などの設定を行った。なお、水準の設定にあたっては、現在運用体系が確立されている仕組みをベースとし、比較的短期間で実効性の高い仕組みを構築することを念頭におくとともに、災害対応上必要となる情報を鑑み、地方整備局などの災害対応をより高度化することにも留意した。

### [研究成果]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

ヒアリング調査結果について代表的な例として国土交通省が管理する直轄国道に関する情報伝達について記す。

災害などにより発生した道路施設の変状や異常の情報については、各地方整備局から本省道路防災対策室への報告に活用されている様式に基づく情報伝達がなされている。また、事故等に伴う突発的な通行規制に関する情報についても概ね同様の対応である。災害などの発生直後など災害対応の初期段階における情報伝達では、様式に準じた内容が携帯電話を用いたメールもしくは直接通話により現場から伝達されていることが明らかとなった。ただし、様式の取りまとめ作業は、事務所担当者が行うのかあるいは道路管理課担当者が

行うのが、地方整備局により異なっており、必ずしも災害の規模などを想定した役割分担とはなっていない。このため、実際の災害や訓練などで同時に複数の被災が発生した場合、様式の作成が滞る状況があることが判った。

一方、緊急巡視点検実施時における進捗状況、異常の有無などに関する情報については、巡視点検者が携帯電話の Web ブラウザを利用して現地で直接情報を入力し、自動で集計および情報共有することができる「道路点検状況把握システム(みちパト)」が 8 機関で活用されており、巡視点検の進捗に関する情報は、ほぼリアルタイムで報告、集計され、事務所および地方整備局(道路管理課など)で一元的な共有がされていることが判った。しかしながら、これらのシステムを導入していない機関では、巡視点検に関する情報は直接通話や FAX による伝達、連絡窓口担当者の手作業による集計管理に頼っており、情報伝達のタイムラグ、集計ミスなどが生じていることが明らかとなった。

## 2. 道路情報を伝達、集約する仕組みの整理

仕組みの整理にあたっては、情報の伝達手段、集約された情報の利活用状況などを踏まえ、視覚的に比較できるように、図-1 に示すようなシーケンスイメージを各地方整備局毎に作成した。

シーケンスイメージの整理により、道路の異常などに関する情報については、現場からの携帯電話によるメール、一斉に関係者にメールを送ることができるグループリスト、共有フォルダなどを活用し、現状でも概ねスムーズに伝達されていることが判った。また、詳細な報告における様式作成などでは、災害の規模などを想定した役割分担が必要であり、現場に近く施設などに関する基礎情報を多く有している事務所などで作業を行っている事例が比較的柔軟に対応できていることが明らかとなった。

巡回点検に関する情報については、現状で同様のシステムが多くの地方整備局で導入されており、スムーズな運用が図られている。このため、本システムの全国展開および統一的な運用を進めることにより全国規模で一元的に集約・共有を実現することができ、これにより複数の地方整備局に跨るような広域な地震発生時においても網羅的な状況把握が可能となる。

## [成果の活用]

本検討により取りまとめた道路情報を伝達、集約する仕組みについては、より具体的なルールとして整理し、全国の地方整備局等における災害対応への活用を図る。

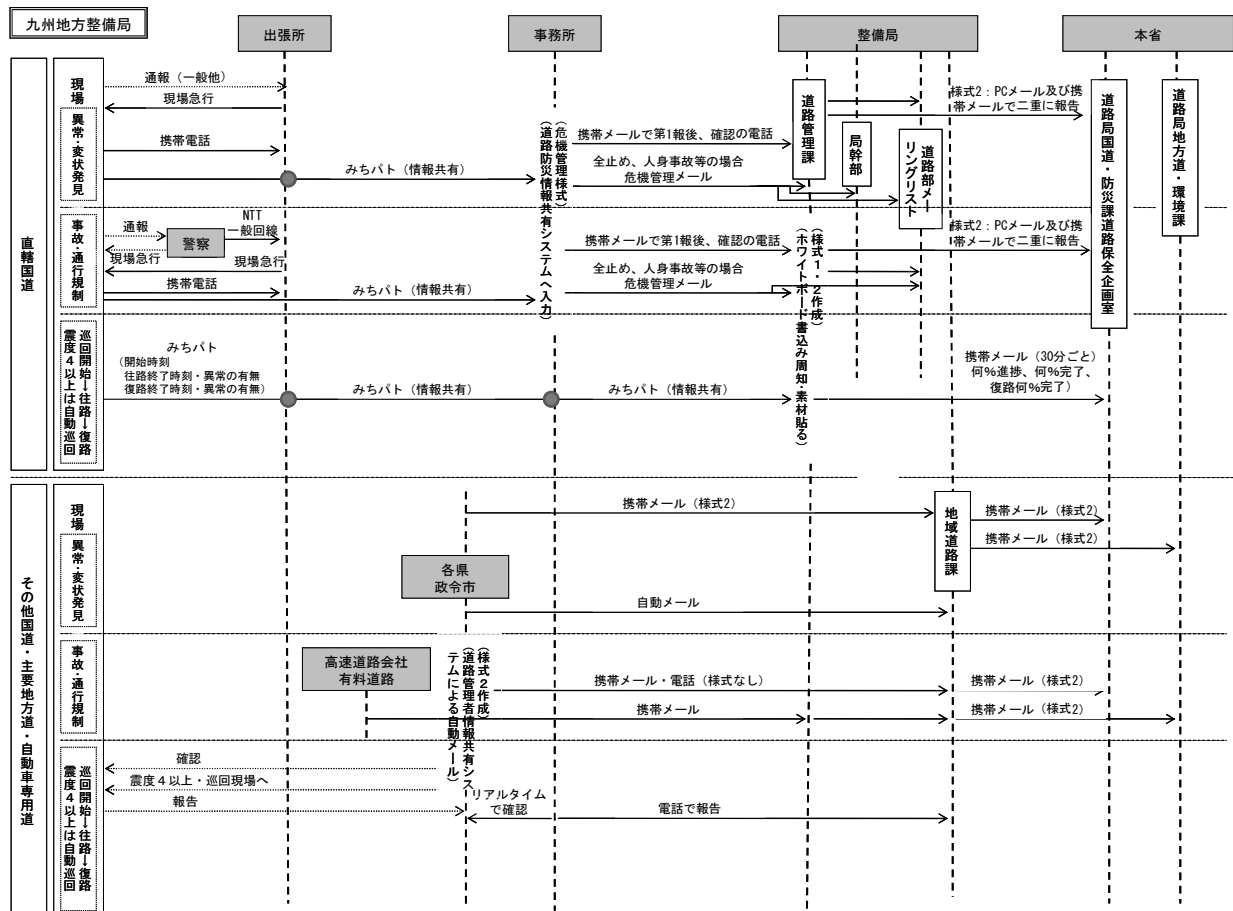


図-1 情報伝達のシーケンスイメージ(九州地方整備局)

# 災害対応迅速化のための多様な情報収集手段の把握と 活用方策に関する調査

## Study on Information and Communication Technology for Efficient Disaster Crisis Management

(研究期間 平成 20～21 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

There are several sources to detect facility damages such as damage estimation based on the strength of an earthquake and monitoring sensors. In this study, a system to integrate data of each system and help administrators to respond quickly is developed.

### [研究目的及び経緯]

地震をはじめとする災害時の緊急活動の円滑な展開にあたっては、道路の通行可否に関する情報の提供および被災した道路の速やかな応急復旧が期待されており、道路管理者には道路の被災情報の迅速な把握・共有が必要不可欠である。

本研究は、震後の緊急活動、復旧活動を合理的に進めることを目的として、IT 技術などを活用し、地震などによる道路施設の被害および通行可否の状況の迅速な把握を支援する仕組みを構築するものである。

これまで本研究では、過去の災害対応事例の分析や災害情報の収集・伝達の為の既存の様式類の調査等を通じ、道路管理者による災害対応を可視化するとともに、災害対応の様々なフェーズにおいて展開される情報伝達の経路や災害情報マネジメント(情報の収集、加工、伝達、保存)の現況を整理した。その上で、災害対応の経験が十分に無い場合でも、災害情報のマネジメントを迅速かつ効率的に進めることができる支援ツールを構築した。さらに、道路の災害対応において重要な情報となる、道路の被災状況などの異常を検知する技術についての調査を行った。

### [研究内容]

#### 1. 道路施設の変状把握の現況の調査

道路の維持、管理を実施している機関を対象に平常時および異常発生時(地震、降雪など)における道路施設の変状、異状の把握状況についての調査を行った。

調査は、まず始めに道路管理を実施している機関を対象として広くアンケート調査を実施し、アンケートにより明らかとなった先駆的かつ効果的な事例を有し

ている機関に対してはヒアリングを行った。

なお、調査にあたっては変状の把握事例の適用条件、維持管理上の課題などについて整理を行った。

#### 2. 路面、軌道などの管理の現況に関する調査

滑走路や鉄道軌道などのインフラ管理の現場において活用されている変状把握技術を道路管理の現場に適用することを想定し、これらの管理状況に関する調査を行った。調査にあたっては、施設などの管理の基礎的事項として、平常時および緊急時における巡視点検などの維持管理体制について調査するとともに遠隔より現場の状況を把握する仕組みについて調査を行った。

#### 3. 道路の被災状況の多様な把握技術の整理

1.および 2.の調査結果および平成 20 年度に整理を行った NETIS などに登録されている検知、収集技術のシーズの整理を行い、様々な被災条件下で機能する道路施設の災害の迅速な把握技術として取りまとめた。取りまとめにあたっては、比較的早期に現場で活用できるようにそれぞれの技術を事例集として整理した。

### [研究成果]

#### 1. 道路施設の変状把握の現況の調査

道路管理機関を対象としたアンケート調査の結果、102 機関より回答があり、のべ 113 の技術の適用事例が得られた。技術の一部を表-1に示す。

また、アンケート調査結果による先駆的かつ効果的な事例を対象としたヒアリング調査では、運用体制の差異などが明らかとなった。例えば、センサーによる異常感知から情報提供までの流れについては、全て自動化、その一部を自動化、パトロール実施の参考情報として活用という違いがあった。それぞれの運用体制

表-1 アンケートより得られた道路の変状把握技術の適用事例

技術分類	概要
落石検知技術	● 落石危険箇所を設置しているセンサーに異常が発生した場合、道路管理者等に自動的に警報メールが送信される
法面、地すべり監視技術	● 地すべり箇所を設置しているセンサーに異常が発生した場合、道路管理者へ携帯メールなどで通知される
トンネル内異常監視技術	● トンネル内に設置している CCTV の映像および非常ボタンの状況が事務所で把握できる ● ひび割れ計により計測した結果が設定数値を超えた場合、携帯にメッセージが配信される
冠水検出技術	● アンダーパス部等にて水位センサー等により冠水を検出した場合、道路情報板に注意が表示される ● 同時に道路管理者へ電話やメールに自動的に通知される
凍結検知技術	● 路面に設置した温度計や気温計などから凍結の有無を判定し、道路情報板に注意が表示される ● 同時に道路管理者へ電話やメールに自動的に通知される
気象情報観測技術	● 地震計、雨量計、風速計などによる気象情報を事務所内で確認することができる ● 規定値を設定している箇所では、事務所内にて警報等により注意が促される
光ファイバ障害監視技術	● 光ファイバの障害（断線や折れ曲がり等）を自動監視できる
現場監視技術	● 現場に設置している CCTV カメラの映像を通じて、道路状況を事務所内で把握できる ● 画像解析により道路上への越波等を検知する
携帯電話などを用いた情報伝達	● 異常発生箇所の状況等を現場から携帯電話等を用いて、テキスト情報、画像または映像で事務所に伝達することができる ● それらの情報を集計、共有できる
路面異常検知技術	● 路体上部に地盤伸縮計を設置し、変状があった場合の自動通報を行う

の特徴は、全てを自動化している場合では異常発生から道路利用者もしくは道路管理者への情報提供が一連で行われ迅速性に優れており現象発生から情報提供まで時間に猶予がない箇所でも有効的であるが、機器などの導入費用が比較的高くなる、センサーなどによるエラーの情報も提供されてしまうため機器および異常感知の閾値の設定が難しいなどの問題点が明らかとなった。一方、一部を自動化している場合では、CCTV の監視員やパトロール要員などの人手を介するため情報伝達にタイムラグが生じるものの、導入費用が安い、情報の確度が高くなるなどのメリットもあり、実際の導入事例も多いことが判った。

2. 路面、軌道などの管理の現況に関する調査

道路施設以外のインフラ管理の現場における運用体制について、空港では一般道路とは異なり管理延長が比較的短いことから、地盤の沈下などの長期的なモニタリングの実績はあるものの路面などの異常を遠隔より把握する仕組みは活用されていなかった。一方、鉄道では踏切に残された車両、歩行者を検知する障害物検知技術や線路に隣接する斜面の異常を検知する傾斜センサーなど、リアルタイムに状況を把握し危険を回避する仕組みが効果的に活用されており、道路施設の管理に適用可能な事例が得られた。

3. 道路の被災状況の多様な把握技術の整理

表-2は、道路状況の把握事例の1つであるCCTV を活用した現場監視技術について、状況把握を行う対象毎に求められる精度、カメラの

仕様、概算費用を取りまとめたものである。

これまで実施してきた道路施設の状況を把握する技術について、それぞれの技術の比較結果を道路管理の実務で活用することができる事例集として同様の形式で取りまとめを行った。

[成果の活用]

本検討により整理した事例集は、より技術の精度や適用性、運用上の課題を整理し、全国の地方整備局等における災害対応への活用を図る。

表-2 CCTV の活用対象と求められる精度等

状況把握対象 (①内は、事象を検知するために活用されているセンサー)	監視条件 要求精度	カメラ仕様等			
		レンズ		概算コスト	
		固定	望遠		
自然条件	凍結(路面凍結検知器)	路面の凍結状況の把握	○		約50万円
	降雪・積雪(積雪深計)	降雪および路面の積雪状況の把握	○		約50万円
	冠水(路面冠水検知器)	路面の冠水状態(有無、深さ)、道路の通行状況、排水施設状況の把握		○	約280万円
	落石・地滑り(地滑り検知器)	路上の落石等の有無、その大きさ		○	約280万円
	降雨(雨量計)	降雨および路面状況が確認できること		○	約280万円
	越波	道路への越波有無、通行状況		○	約280万円
道路・路面条件	落下物	500mm立方程度の落下物が確認できること		○	約280万円
	不法投棄など	投棄者の容姿が確認できること		○	約280万円
	トンネル坑口の異常	トンネル坑口(坑内)の車両通行状況が確認できること		○	約280万円
	トンネル坑内の異常	トンネル坑内(坑内)の車両通行状況、坑内の異常(火災など)が確認できること	○		約50万円
	通行規制区間	通行規制区間の状況が確認できること		○	約280万円

# 震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究

Study on estimation procedure for post-earthquake road functional depression

(研究期間 平成 21～23 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 高宮 進  
Head Susumu TAKAMIYA  
主任研究官 中尾 吉宏  
Senior Researcher Yoshihiro NAKAO  
研究官 本多 弘明  
Researcher Hiroaki HONDA

Road managers need to develop post-earthquake action plans so that they can secure emergency transportation roads immediately after earthquakes. In this study, authors clarify road functional disorder caused by quakes and develop efficient strategies to restore the depressed road function.

## 【研究目的及び経緯】

首都直下地震や中部圏・近畿圏直下地震など大規模都市を襲う地震に対しては、地震後における社会等への影響の大きさから、緊急輸送道路等の早急な啓開が極めて重要となる。このため、地震直後における道路管理者の行動に向けた計画づくりが必要となる。

本調査研究では、それらの計画づくりに先立ち、大規模都市を襲う地震を対象に、緊急輸送道路等において道路交通機能の低下をもたらす障害やその程度を明確化し、それらへの対処方策を導く。平成 21 年度は、兵庫県南部地震の際に撮影された航空写真を判読することによって、沿道建築物等の倒壊によって幹線道路上に生じた震災ガレキの発生状況を分析・整理するとともに、幹線道路上に発生する震災ガレキの発生頻度や道路へのはみ出し幅等の特徴について分析を行った。

## 【研究内容】

### 1. 幹線道路上に発生した震災ガレキの実態整理

平成 7 年兵庫県南部地震の際に撮影された航空写真を判読することによって、沿道建築物等の倒壊によって幹線道路上に発生した震災ガレキの実態を分析・整理した。ここで、道路上に発生する震災ガレキについては過去に調査された事例があるが、これらの調査は、細街路を対象としたもの<sup>1)</sup>や、震災ガレキの処理がある程度進んだ地震数日後の国道を対象としたもの<sup>2)</sup>であり、幹線道路上に発生した震災ガレキの実態は十分に把握されていない。そこで、本研究では、兵庫県南部地震によって幹線道路上に生じた震災ガレキを調査対象とすることとした。震災ガレキの実態として整理したのは以下のデータである。

## 【震災ガレキの発生状況を表すデータ】

- ・震災ガレキの道路上へのはみ出し幅・長さ、
- ・震災ガレキの由来（沿道建物、電柱等）等

## 【震災ガレキの発生に影響を与え得る要因】

- ・倒壊建物の属性（木造・非木造、低層・高層）
- ・沿道街区の建物倒壊率
- ・震災ガレキが発生した道路の道路種別
- ・ガードレールの有無、歩道幅員、分離帯幅 等

## 2. 幹線道路上に生じた震災ガレキの発生特性の分析

1. の整理結果に基づき、兵庫県南部地震によって幹線道路上に生じた震災ガレキの発生頻度や、幹線道路上への震災ガレキのはみ出し幅、長さについて特徴を分析した。分析にあたっては、兵庫県南部地震の際に細街路上に発生した震災ガレキ<sup>1)</sup>との比較を通じて、幹線道路に発生する震災ガレキの特徴について整理した。

## 【研究成果】

### 1. 幹線道路上に発生した震災ガレキの実態整理

航空写真で画像判読の対象とした道路延長や、画像判読で道路上に確認された震災ガレキの発生箇所数を、道路種別ごとに整理した結果を表-1 に示す。本調査研究では、同表に示した合計 158 箇所の震災ガレキの発生に対し、震災ガレキが道路上にはみ出した幅や長さ等の情報や、倒壊建物の属性（木造・非木造、低層・高層）等について整理した。

表-1 航空写真の判読対象

道路種別	震災ガレキ発生箇所数 (件)	道路延長 (km)
直轄国道	52	31.5
補助国道	14	10.5
主要地方道	33	95.7
その他の幹線道路	59	258.4

## 2. 幹線道路上の震災ガレキの発生特性の分析

### (1) 道路上の震災ガレキの発生頻度

航空写真で判読の対象とした幹線道路について、道路延長あたりの震災ガレキの発生頻度を求め、震災ガレキ発生箇所の沿道街区の建物倒壊率ごとに分類・整理した。図-1には、この様に整理した震災ガレキの発生頻度が道路種別ごとに示されている。同図から、沿道街区の建物倒壊率が増加すると、道路延長あたりの震災ガレキの発生頻度も増加する傾向が認められる。また、この様な傾向は道路種別によらない。

細街路を対象とした震災ガレキの調査事例<sup>1)</sup>では、約500~900m四方の地区を兵庫県南部地震の被災地に複数設定し、各地区に含まれる細街路リンク上に発生した震災ガレキを数え上げており、56%の細街路リンク上に震災ガレキが発生したとしている。各地区には、東西、南北のそれぞれの方向に平均して約20の細街路リンクが含まれていたことから、各地区を東西、南北に走る約11の細街路リンクで震災ガレキが発生したことになる、これを地区の大きさ(約500~900m)を考慮してkm換算すれば、12~22(件/km)の頻度で震災ガレキが細街路上に生じていたことになる。これに対し、幹線道路を対象として求めた道路長さあたりの震災ガレキの発生頻度は最大でも4(件/km)程度であり、相対的に低くなっていることが認められる。

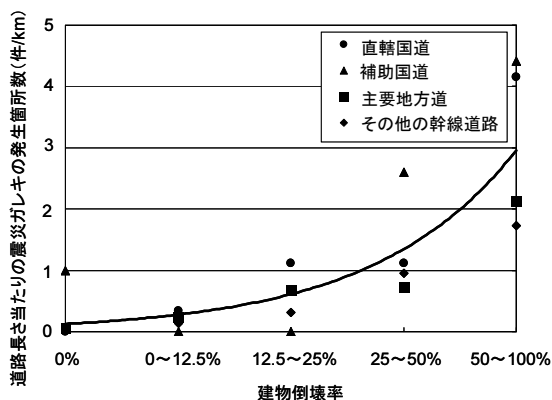


図-1 道路種別ごとの震災ガレキの発生頻度

### (2) 道路上に発生する震災ガレキの発生特性

幹線道路上に生じた震災ガレキについて、道路へのはみ出し幅の累積比率を図-2に示す。同図には、既往の調査事例<sup>1)</sup>に基づき、細街路上に発生した震災ガレキの道路へのはみ出し幅についても累計比率を示している。(1)に示した様に、幹線道路上に震災ガレキが発生する頻度は細街路に比べて低いが、図-2より、幹線道路上にひとたび震災ガレキが生じると、その道路へのはみ出し幅は細街路に比べて大きくなる傾向が認められる。

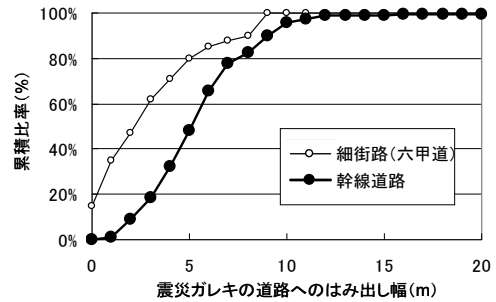
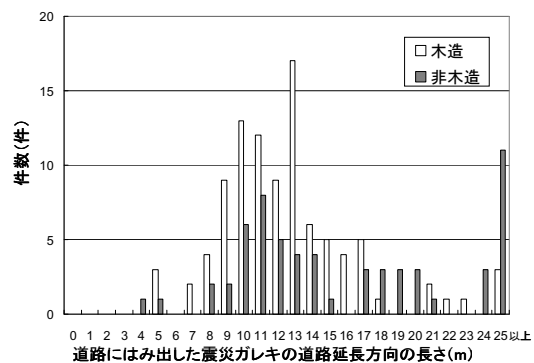


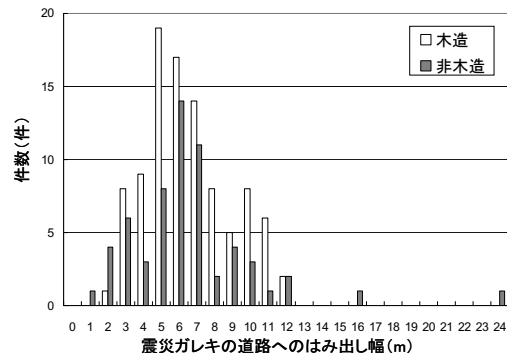
図-2 震災ガレキの道路上へのはみ出し幅(街路・幹線道路)

次に、幹線道路上に発生した震災ガレキの長さ及び幅を、倒壊した沿道建築物の属性(木造・非木造)で分類して整理した結果を図-3に示す。同図(b)から、震災ガレキの道路へのはみ出し幅については、木造と非木造で大きな差異は認められない。これに対し、図(a)から、非木造に由来する震災ガレキのはみ出し長さは木造に比べて相対的に長い領域をカバーする分布となっていることが認められる。

上記の様に、21年度の研究では、震後の道路機能を低下させる震災ガレキの発生特性に関する知見を得た。



(a) 震災ガレキのはみ出し長さ



(b) 震災ガレキのはみ出し幅

図-4 木造・非木造建物に由来する震災ガレキの道路上へのはみ出し

【成果の活用】本成果は震災ガレキの発生程度の予測手法の検討に活用でき、最終的には道路管理者の地震時の行動計画づくりに活用していくことが期待される。

【参考文献】1)国際交通安全学会、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、1998/2)土木学会他、阪神・淡路大震災調査報告、1996



# 震災時の道路利用と道路管理の高度化に関する調査

Study on introduction of floating car information to immediate understanding of disaster-induced road damage

(研究期間 平成 21 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
研究官	本多 弘明
Researcher	Hiroaki HONDA

Recently, major car manufacturing companies began to provide optimal route information service to the drivers based on floating car systems. In this study, applicability of floating car information to immediate understanding of disaster-induced road damage is evaluated.

## [研究目的及び経緯]

大規模地震後における人命救助や消防活動等に利用可能な道路の情報を把握し防災関係機関に伝達するため、道路管理者は道路の被災状況を迅速に把握する必要がある。また、道路管理者は、被災した道路を速やかに復旧させる戦略を練るためにも、道路の被災状況を迅速に把握する必要がある。近年、道路を走行中の車両から位置、速度等のデータを取得し、渋滞等の道路状況をリアルタイムに把握することで、目的地への最適なルートを知らせるサービスが自動車メーカー等によって提供されている。この様に実際に道路を走行しており、走行速度情報、位置情報等を収集できるセンサーとなるような車両（以下プローブカーという。）を利用して、道路の被災状況把握の可能性を検討しておくことは重要である。

本研究では、プローブカーを通じて入手できるデータを分析することによって、道路の被災箇所やその周辺を走行したプローブカーに認められる特異な走行特性について検討した。また、プローブカーから入手できるデータを活用した道路の被災状況把握の所要時間について検討を行った。

## [研究内容]

### 1. 道路の被災箇所及びその周辺を走行したプローブカーの走行特性に関する検討

プローブカーからの取得データ（以下、プローブカーデータという）を災害時の道路被災状況と照らし合わせることで、道路の被災箇所やその周辺を走行したプローブカーに認められる走行特性について検討した。プローブカーデータとしては、道路リンクを一定の時間に通過したプローブカーの走行台数や平均速度等の統計的なデータを活用できる場合と、個別のプローブカーの位置、速度等のデータを直接的に活用できる場

合が考えられることから、本研究では、それぞれのデータを活用した被災状況把握の可能性の理解に向けた検討を行っている。本報告では、被災状況把握への利用の実現が相対的に容易であると考えられる統計的なデータを利用できる場合の検討結果を示す。統計的なデータとしては、デジタル道路地図の道路リンクごとに記録された1時間ごとのプローブカーの走行台数及び平均速度を用いた。なお、プローブカーの普及台数は増加しつつあるが、現時点では依然として台数が限定されており、道路の被災状況把握の可否を検討するためのデータが全国的に十分に蓄積されていない。そこで、本研究では、プローブカーとしての機能を持ち合わせるとともに、政令指定都市における走行台数が比較的多いタクシーからの取得データを用いることとした。また、道路の被災状況把握の可否を検討する被災としては、平成21年10月の台風10号の際に名古屋駅周辺で面的に発生した道路の浸水被害を対象とした。

### 2. 道路被災状況の把握率と所要時間に関する検討

災害により任意の時間、場所で発生し得る道路被災の迅速な状況把握には、多数のプローブカーが時間によらず面的に分布した状態で走行している必要がある。しかしながら、上記の様に、現時点のプローブカーの普及台数は限定されており、今後の更なる普及が待たれるのが現実である。そこで、本研究では、道路の被災状況の把握率（被災状況の把握済み路線長／被災状況の把握対象路線長）と所要時間の関係が、プローブカーの更なる普及によって、どの様に改善されるかについても検討した。検討にあたっては、はじめに、平成17年（2005年）の交通センサスデータに基づいて路線種別（直轄国道、主要地方道など）ごとの平均的な交通量を算定し、2010年以降の基本的な一定交通量

と仮定した。次にこの、仮定値を基本として、プローブカーの増加率に関する予測結果<sup>1)</sup>や、自動車メーカーへのヒアリング結果を参考にして、2010年以降に増加すると考えられるプローブカーの道路種別ごとの平均的な交通量を予測した。ここでは、地域(都市部 or 地方部)、曜日(休日 or 平日)、時間帯(昼間 or 夜間)を考慮してプローブカーの道路種別ごとの平均的な将来交通量を予測している。本研究では、この様にして求めたプローブカーの平均的な将来交通量に基づき、名古屋市及び新潟県の道路を対象として、被災状況の把握率と所要時間の関係の経年変化を予測した。本報告では新潟県を対象とした結果を示す。なお、道路被災状況の把握に一定の精度を確保できるプローブカーの通過台数については検討が必要であるが、ここでは、プローブカーが5台通過した箇所は道路の被災状況を把握できると仮定した。

【研究成果】

1. 道路の被災箇所及びその周辺を走行したプローブカーの走行特性に関する検討

台風10号の浸水被害について住民から名古屋市への情報提供は6時近くが始まった。図-1に住民からの情報提供等に基づいて名古屋市が作成した名古屋駅周辺の浸水エリアを示す。同図には同日午前6時台にプローブカーの走行実績のあった道路リンクの平均速度に関する情報を「丸印」で道路リンクの中央位置に付している。平均速度の情報としては、1週間前の同じ時間帯の平均速度に対する変化の割合を示しており、マイナスの割合が速度低下の程度を表す。また、同図には、1週間前の同じ時間帯に通過台数が3台以上あったにも関わらず、台風当日の午前6時台には走行実績が喪失した(確認されなかった)道路リンクについて「×印」を付している。

図-1では、浸水エリア及びその周辺において走行実績の喪失や平均速度の低下が観測された箇所に「↓」を付している。同図から、浸水エリアやその周辺において走行実績の喪失や平均速度の低下が観測される傾向が認められる。一方、図-1において、浸水エリアやその周辺以外でも、走行実績の喪失や平均速度の低下が認められる箇所が複数あるため、実際の浸水エリアやその周辺で認められるプローブカーの走行特性との差別化について検討することが今後の課題である。また、本検討は浸水被害を対象としたが、それ以外の災害を対象とした検討も必要である。

2. 道路被災状況の把握率と所要時間に関する検討

2010年及び2016年の平日・昼間における道路種別ごとのプローブカーの交通量を予測し、新潟県の直轄国道と主要地方道を対象として、道路被災状況の把握率と所要時間の関係を予測した結果を図-2に示す。同図から、直轄国道の被災状況の把握率が100%に達す

る所要時間は、2010年に10時間程度であるが、2016年には3時間程度に減少する。これに対し、主要地方道については、被災状況の把握率が100%に達する所要時間は、2010年に48時間程度と長く、2016年になっても24時間程度を要する。図-2は、5台のプローブカーが通過した箇所は道路の被災状況が把握できると仮定した結果を示しているが、例えばこの台数を2台まで減らすことができれば、主要地方道についても2016年には10時間程度で100%の把握率を確保できる。また、プローブカーの交通量が多い道路種別に絞りを、プローブカーデータを活用した道路の被災状況把握の検討を進めていく方向性も考えられる。

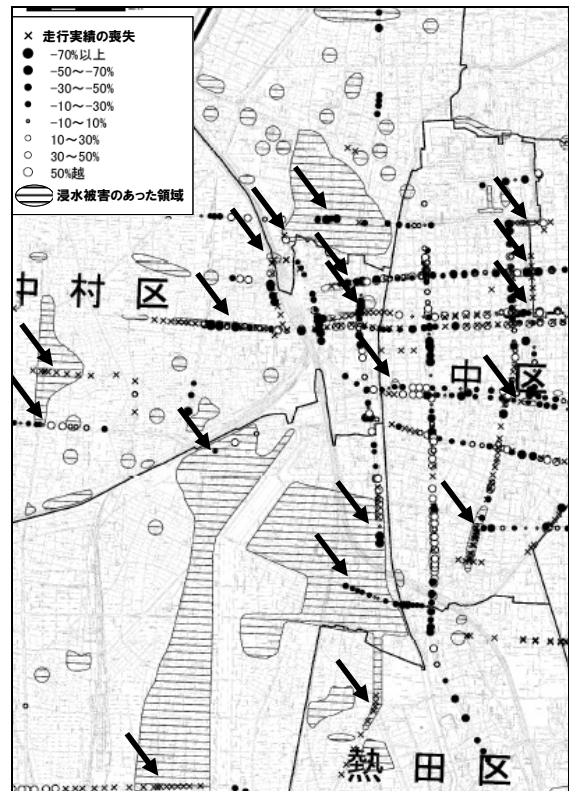


図-1 浸水エリアとプローブカーデータの照合

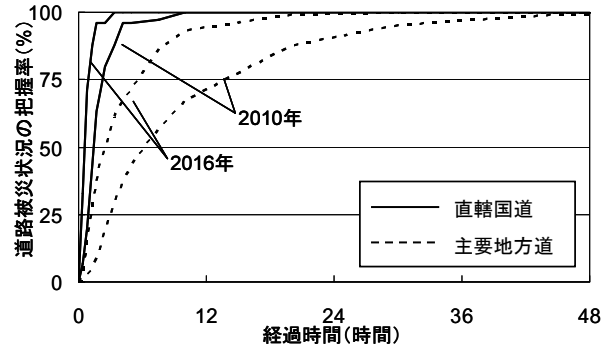


図-2 道路被災状況の把握率と所要時間

【成果の活用】道路の被災状況把握へのプローブカーデータの今後の活用検討に活かされることが期待される。

【参考文献】1) ITS 関連市場の現状と将来展望、富士キメラ総研、2008

# 地域を支える基幹産業の地震後の早期復興を支援する 道路情報提供に関する調査

A study on road information service for disaster management of the private sector

(研究期間 平成 20～21 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室  
Research Center for Disaster Risk Management  
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
研究官	本多 弘明
Researcher	Hiroaki HONDA

Interviews with persons in charge of disaster response in private companies were conducted to clarify road information needed for business continuities in a large earthquake. Road information collected by private companies was investigated. Taking account of these points, ways how to deliver road information to private sectors were proposed.

## 〔研究目的及び経緯〕

新潟県中越沖地震において、部品工場が被災し、自動車生産工程が停止を余儀なくされる事態が生じたこと等を契機として、大規模地震後の事業継続の必要性に対する認識が高まっている。

現代の産業界においては企業活動を成立させるために道路網による流通を利用している企業が多く、地震後に流通経路が寸断されると、このような企業の活動に支障をきたす可能性が生じる。この場合、企業は被害の少ない路線を選択して物流を継続させる必要があり、道路管理者による道路情報の提供は非常に重要なものとなる。

本研究は、大規模地震後の産業界の事業継続を支援できる道路情報提供のあり方を提案することを目的とする。平成 21 年度は、震後の産業界の道路情報ニーズと、平時から産業界が独自に収集している道路情報をヒアリング調査した上で、大規模地震後における道路情報提供のあり方を検討した。

## 〔研究内容〕

### 1. 震後における産業界の道路情報ニーズ

大規模地震の被災経験を有するとともに、道路依存度の高い企業の防災担当者に対してヒアリングすることで、事業継続のためにどのような道路情報がどの段階で必要となるのか、また、収集した道路情報をどのように使うのかを把握した。ここで、「道路依存度が高い企業」とは、事業継続のために道路情報を必要とする、あるいは人流、物流で道路を利用する企業のこととした。

### 2. 産業界が独自に収集している道路情報

平時の企業運営のために独自に道路情報を収集している企業や道路情報提供サービスを行っている企業を対象としてヒアリングを行い、企業が独自に収集している道路情報の種類や、収集手段、更には、大規模地震が発生した場合にもそれらの情報収集が機能するかについて把握した。

### 3. 産業界への道路情報提供のあり方

産業界の事業継続に資する目的で、1. で得た産業界の道路情報ニーズと、道路管理者が震後に収集する道路情報、2. で得た産業界が平時に独自に収集している道路情報を踏まえて、震後の道路情報提供のあり方を検討した。

## 〔研究成果〕

### 1. 震後における産業界の道路情報ニーズ

ヒアリング結果に基づいて、震後において産業界が必要とする道路情報、その用途、入手したいタイミング、入手形式等を整理したものが表-1（左側半分）である。この結果は、多くの震後の道路情報について地図形式で提供することが有用であることを示している。また、発災直後は、被災地の通行可否の情報が低精度であっても必要とされており、その後、発災から時間が経過するに従って復旧に関する精度の高い情報が必要とされる。これらの他、ヒアリングを通じて、「土地勘のあるドライバーに対しては、通行不可の情報を提供するだけで迂回路を発見できる」ことや、「復旧見込みの情報は、精度が低くてもリアルタイムに入手することが望ましい」という情報も得られた。

表－1 震後において産業界が必要とする道路情報と提供の可能性

No.	道路情報の種類	道路情報の用途				発災後からの入手したいタイミング	情報に求められる精度	入手形式 (●:ニーズの高い形式)				道路管理者への提供実績	道路管理者による情報提供の可能性			
		被害状況の確認	通行可否の確認	迂回路の確認	復旧状況の確認			備考	テキスト	音声	映像・画像		地図	提供方法	短期	中長期
1	被害状況	○				1時間以内	高		○	○	●	○	有	道路情報提供サイトの更新履歴を外部から参照できるようにする	可	可
2	ライブカメラの映像	○				1時間以内	高				●		有	事務所のライブカメラ映像を一つのWebサイトで閲覧できるポータルを提供	可	可
3	被災地(ピンポイント)の通行可否		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	産業界から情報収集する仕組みを構築し、収集方法や精度等の条件を付して提供	困難	可
4	崩落情報		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○		●	○	有	No.1と同じ	可	可
5	土地勘のある人からの経路情報		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
6	実際に通行した人からの道路情報		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
7	通行可能な経路		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
8	通行不可の道路		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	No.1、No.3と同じ	可	可
9	特殊車両の通行可否		○			3時間以内	高		○	○	●		有	特車申請者以外にも公表して周知徹底を図る	可	可
10	復旧				○	3日以内	高		○	○	●		有	No.1と同じ	可	可
11	復旧見込み				○	3日以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	No.1と同じ	可	可
12	優先して復旧する道路				○	3日以内	高		○	○	●		無	可能な限り復旧道路の優先度を付けて公表	可	可
13	迂回路			○		3日以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	現行の運用に加え、No.3のような仕組みを構築し、提供情報の充実を図る	可	可

表－2 平時に産業界が独自に収集している道路情報と道路管理者の利用可能性

企業名	独自に収集・作成している情報	収集手段	大地震による影響	道路管理者の利用可能性
インクリメントP	プローブカーデータ	ホンダのインターナビ等の情報を収集	震度5弱以上のエリアの「通行実績マップ」を作成	とくに、発災直後は、被災地の通行可否の参考資料となる
東京情報旅客自動車協会	ピンポイントの被害状況	防災レポート車のドライバーから災害情報を報告	携帯電話会社による通話制限や輻輳の可能性あり	現地のピンポイントの被害状況をほぼリアルタイムに把握できる

## 2. 産業界が独自に収集している道路情報

ヒアリング結果と、各情報に対する道路管理者の利用可能性を表－2に整理する。

インクリメントPは、ホンダのインターナビを通じて、プローブカー(車両自体の位置・速度等の情報が収集できる自動車)から得られる情報を収集しており、平時は、この情報を基に渋滞情報等を提供している。震度5弱以上の地震が観測されると、プローブカーの軌跡を地図に落として得られる「通行実績マップ」を提供することとしている。

東京情報旅客自動車協会では、「防災レポート車」を募り、登録された自動車の運転手に、東京で大地震、風水害、大事故等が発生した場合に、現場の様子をマスメディア等に伝える役割を担わせている。この体制は平成8年に開始したが、平成21年現在、80車両、299名が登録されている。災害等が発生した場合、「防災レポート車」の運転手は携帯電話により放送局に道路の状況や車両付近の様子を報告し、報告された情報は放送局から視聴者や東京都の災対本部に伝達される。平時は、火災や交通事故が通報されている。大規模地震が発生した際、携帯電話会社による通話制限や輻輳の可能性があるため、電子メールによる情報提供も受け付ける体制が放送局でとられている。

「防災レポート車」による情報収集では、被害状況全般が収集されることになっており、道路管理者が有効に情報収集するためには交通状況や道路被災につい

ても報告してもらえるような仕組みとすることが考えられる。

## 3. 産業界への道路情報提供のあり方

道路管理者による道路情報の提供の可能性を表－1の右側に示した。

復旧状況、復旧見込み等、道路管理者に由来する情報については、情報提供サイトの更新履歴を外部から容易に見られるようにすることなど、道路管理者による情報提供の手法を改良することが有効である。これにより、道路情報提供サービスを行う企業では、道路情報の提供がうまく進むようになると考えられる。

また、産業界が独自に収集している道路情報には、情報収集者の主観が入った情報や間接的に観測された情報が多く、道路管理者が収集する情報ほど精度は高くない。しかし、「低精度で良いから発災早期に必要」となる道路情報のニーズに寄与することが考えられる。そのため、これらの情報については、産業界から情報収集する仕組みを構築し、精度に関する条件を付したり、データマイニング等を行ったりした上で、道路管理者が提供することが考えられる。

### 【成果の発表】

中尾吉宏，峰隆典：産業界の事業継続を支援する道路震災情報の提供，土木技術資料，第51巻12号，2009。

### 【成果の活用】

震後の道路情報を外部組織に提供する方針を検討する際に活用することを想定している。