

プローブカー情報の利活用によるユビキタス減災情報の提供に関する研究*

Study on the Provision of Ubiquitous Disaster Information using Probe Car Information*

鈴木猛康**・秦泰範***・小玉乃理子****

By Takeyasu SUZUKI**・Yasunori HADA***・Noriko KODAMA****

1. はじめに

災害対応を行う地方自治体や消防、自衛隊、その支援を行うライフライン事業者や物流業者にとっても、また被災住民やその家族にとっても、災害時の道路情報は欠かすことのできないもっとも重要な災害情報の一つである。しかし、道路情報は、収集ならびに集約が極めて困難な情報であるため、必要とするときに、必要とする適切な形で入手できないのが現状である¹⁾。

高速自動車国道、国土交通省直轄国道、県管理国道・県道、市町村道、一般有料道路等の道路では、道路管理機関（国土交通省、高速道路会社、都道府県土木部等）が異なっている上、交通管理機関（警察庁、警視庁、道府県警察本部）が交通規制管理を行っている。したがって、管理者が多層であり、災害時における道路情報の一元的な提供は行われていない。また、通行規制区間を示す地点の名称の決め方は標準化されていない²⁾。

市町村の災害対策本部では、市内はもとより広域な道路情報を必要とするが、管理者による情報提供は時間を要するだけでなく、各管理者から異なる様式、異なる管理体系による情報提供が行われるため、例えば道路情報のGIS上での一元管理は、容易にできることではない。そこで、災害時の道路情報収集、集約を可能とする1つの新しい試みとして、筆者らはプローブカー情報の利用に関する取り組みを行ってきた。本稿では、筆者らのこれまでの取り組みを簡単に紹介した後、ユビキタス減災情報としてのプローブカー情報の利活用について、整理した結果について報告する。

*キーワード：減災、道路情報、総合交通計画

**フェロー、工博、山梨大学大学院医学工学総合研究部

(山梨県甲府市武田4-3-11、
TEL055-220-8531、FAX055-220-8531)

***正員、博士（工学）、東京大学生産技術研究所

(東京都目黒区駒場4-6-1、
TEL03-5452-6445、FAX03-5452-6445)

****正員、博士（工学）、早稲田大学高等研究所

(東京都新宿区大久保3-4-1
TEL03-5286-2145 (ext. 73-5676))

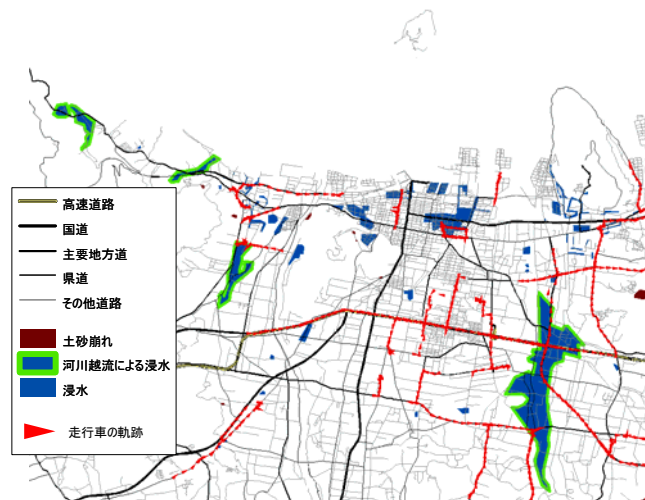


図-1 2004年台風23号による高松市の浸水被害とプローブカーの軌跡（10/20 10時～22時）

2. プローブカー情報を活用した通れた道路マップ配信

筆者らは、平成17年よりプローブカー情報を災害時の道路情報として活用するための基礎的研究を開始しており、平成16年新潟県中越地震による中越地方ならびに平成16年台風16号、23号の際の高松市を対象として、プローブカー情報と被害の関係について検討を行ってきた。図-1は、平成16年台風23号による高松市内の土砂崩れ・浸水被害とプローブカーの軌跡をGIS上で示したものである¹⁾。高松市は、10月20日9時49分に水防本部を設置し、同日14時災害対策本部に切り替えている。また、同日22時35分に全ての気象警報解除されている。そこで、浸水被害が発生している時間帯に走行したプローブカーとして、10月20日10時～22時のデータをプロットしたものである。なお、プローブカーのデータは、本田技研工業に提供による。当時はまだデータ数、すなわちプローブカーの数が少ないため、軌跡の描かれていない道路が多い。また、浸水域の時間特定ができていないため、上記のようなデータプロットをすると、浸水域を通行した車両があるように見える。しかし、この図より、プローブカーの数が増え、その情報がリアルタイムで処理されて通れた情報として配信されれば、「通れない道路」ではなく「通れる道路」の情報

として活用できることが推察されよう。

「通れない道路」の情報は、上述のように災害規模が大きくなればなるほど、取得が困難かつ一元管理が難しい情報である。これに対して「通れる道路」の情報は、少なくとも平常時のカーナビによる道路渋滞情報ならびに最適経路ナビゲーションに実用化されており、災害情報としてのリアルタイムでの活用が期待できる。したがって、自動車会社やカーナビメーカー各社のプローブカー情報を集約して、防災関係機関や住民、ならびにドライバーに災害時道路情報として配信する仕組みが構築されると、救急・救援活動にも、地方自治体の災害対応活動にも、それを支援する被災地支援を行う様々な機関にとっても、もちろん被災地住民にとっても有効であろうと考えた。このような仕組みを行政主導で実現するには、省庁間、道路管理者、そして業界団体などの調整を要することから、その実現には多大な時間がかかることが容易に想像できる。ところが、プローブカー情報は自動車会社やカーナビメーカーの民間会社が保有しているの、その情報を被害軽減、すなわち減災に資する減災情報として配信することは、民間主導で行うことも可能である。したがって、そのような減災情報としての道路情報配信の仕組みを構築すべく、筆者らの設立したNPOにおいて、組織的な取り組みを開始した³⁾。

そのような時期に平成19年新潟県中越沖地震が発生した。「現在通れる」という道路情報配信は無理かもしれないが、前日のプローブカーの走行軌跡情報に基づいて作成した「通れた道路」の情報を、「通れた道路マップ」として被災地へ提供することで、プローブカー情報による通れる道路情報配信の妥当性の検証を行うこととした。被災地である柏崎市は、平成16年新潟県中越地震の際に、筆者らが災害対応実態調査を実施しており、交流があった地方自治体であった。さっそく7月18日に柏崎市を訪問し、「通れた道路マップ」の試作版を災害対策本部に提示したところ、是非利用したいとの要望があり、翌日より配信することとなった。

「通れた道路マップ」は、柏崎市内版、広域版（図-2）の2種類を準備するとともに、Google Earth上に走行速度表示を試みたもの（図-3）まで、特定非営利活動法人防災推進機構のホームページ上から7月19日～23日まで毎日配信した^{1), 3)}。

3. プローブカーを用いた道路被害推定の試み

プローブカー情報は、ほぼリアルタイムで通れた道路情報、すなわち通れる道路に関する減災情報を提供することが技術的には可能である。プローブカー情報は、メーカーによって異なるが、一旦車載器で位置（点）情報の収集、処理が行われた後、通信によって中央情報処理

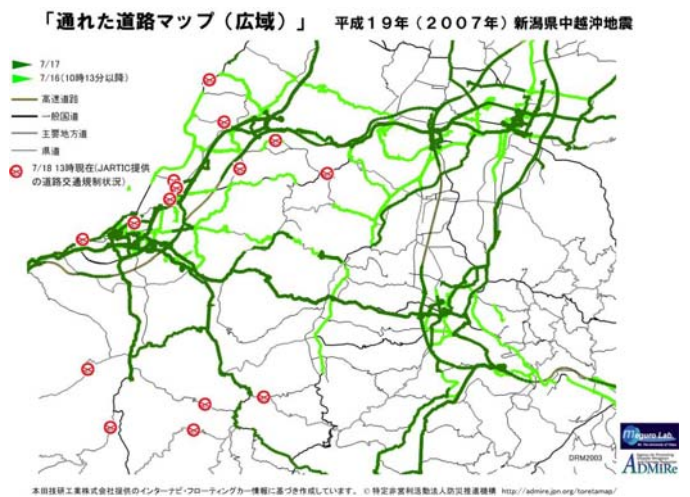


図-2 通れた道路マップ（広域版）



図-3 走行速度情報（Google Earth版）

センターに送られる。この処理の段階で、多点データは間引かれ、ある区間の走行速度を計算できる程度の線データに集約されている。したがって車載器側には多くの貴重な走行軌跡データがあるので、これを災害情報としてさらに活用できる可能性がある。また、車に各種センサーを組み込むことによって、さらに詳細な車の走行をセンシングすることも可能である。

カーナビでは、道路情報と周辺の基盤情報を用いて、各種サービスを行っている。例えば、大型駐車場へ車を誘導する際には、基盤データとして車載器側に登録されている入り口情報を用いており、また最短経路探索では、基盤データとして車載器側に登録されている道路渋滞統計情報を用いている。したがって、道路基盤情報と道路沿線のハザード情報と走行情報を組み合わせることによって、道路被害あるいは道路沿線の災害情報を創出し、配信することも可能と考えた。

表-1は、地震災害と豪雨水害を対象として、プローブカーの非通常走行の要因、関連する道路基盤情報、ハザード情報を整理したものである。まだ十分精査してい

表-1 走行パターンと地震被害ならびに被害に関する道路基盤情報、ハザード情報のまとめ

走行パターン	直接的な要因	道路基盤情報	ハザード情報	備考
徐行, 低速蛇行走行	路面の変状 (凹凸)	盛土	軟弱地盤	
	路面の変状 (液状化)	盛土	液状化危険箇所	
	斜面崩壊, 落石, 湧水	切土	崩壊危険箇所	
	斜面崩壊	盛土		
	建物倒壊	沿道建物		
	流木, 道路付属物散乱	河川, 用水路		水害
	運搬物の落下			事故
一時的な速度急降下	その他			
	段差, 亀裂	前方橋梁		
	段差	切盛土境界	軟弱地盤	
	軽度の陥没	盛土		
	軽度の斜面崩壊		崩壊危険箇所	
	軽度な冠水		低地	
	流木, 道路付属物散乱	河川, 用水路		水害
	その他 (休憩, 観光等)			
停止, 通信途絶	落橋	橋梁	耐震補強有無	落下
	斜面崩壊 (道路閉塞)	斜面	崩壊危険箇所	衝突
	斜面崩壊 (道路途絶)	盛土		落下
	冠水		低地, 河川近傍	停止
	流木, 道路付属物 (道路閉塞)	河川, 用水路		水害
	激しい路面変状 (液状化含む)	盛土, 低地	軟弱地盤	停止
	その他	道路内, 外		事故?
Uターン, 迂回	建物倒壊 (道路閉塞)	沿道建物		
	斜面崩壊 (道路閉塞)	斜面	崩壊危険箇所	
	斜面崩壊 (道路途絶)	盛土		
	落橋	橋梁		
	段差	橋梁,		
	火災	沿道木造住宅		
	道路冠水		低地	内水
	道路冠水 (越水, 破堤)	河川近傍		外水
	流木, 道路付属物 (道路閉塞)	河川, 用水路		水害
	交通規制			被害は既知
	その他			

るわけではないが、走行軌跡と道路基盤情報、ハザード情報を組み合わせれば、道路被害の推定が可能であることがわかる。例えば、前方の盛土が完全に崩壊し、前方道路が途絶してしまった場合 (写真-1)、ドライバーは道路途絶を感知して引き返すか、あるいはそのまま落下して大惨事に至るかのどちらかであろう。また、がけ崩れによって道路閉塞が発生した場合 (写真-2)、ドライバーは道路閉塞を感知して引き返すか、ブレーキが間に合わずに崩壊土砂と衝突するかであろう。盛土斜面、切土斜面という道路基盤情報に加え、ここが崩壊危険箇所であるというハザード情報が前以って登録されていれば、地震あるいは大雨発生をトリガーとして、走行停止あるいはUターン、迂回というプローブカーの走行パターン認識により、道路被害の推定ができる。

写真-3は道路段差の発生状況である。切土、盛土境界付近や、橋梁の橋台付近では、地震によって段差が発生する。段差が小さければ、車は徐行して進むことができるが、段差が大きいと走行不可能であるから、車は引き返す。このように段差が発生しやすい箇所を登録しておけば、走行パターンより段差発生を推定できる。写真-4は豪雨によって切土斜面から土砂が湧水を伴って道路に崩れた様子である。この際も、土砂崩れの程度に応じて、車は徐行、蛇行走行、Uターン等の対応を行うはずである。道路管理者の車載器に確認ボタンを設置し、センサー情報から推定された道路被害の確認を行えば、道路被害を瞬時に関係者で共有することも可能である。デジタルカメラの映像を添付して送ることもできる。一般ドライバーのみならず、物流業者や現地支援を行



写真-1 盛土崩壊による道路途絶



写真-2 がけ崩れによる道路閉塞



写真-3 段差の発生



写真-4 豪雨による土砂崩れ

う緊急車両等がプローブカー情報を提供すれば、災害対応に必要な道路情報が得られる。災害時の道路情報は、平常時の渋滞情報等と異なり、精度よりも有ることが重要である。とくに緊急対応はほとんど情報がない中で行われている。精度が多少低くとも、必要とするのが災害情報である。

4. まとめと今後の課題

筆者らは、プローブカー情報の減災利用について、基礎的な研究を行い、また平成19年新潟県中越沖地震の際「通れた道路マップ」の試験的配信を行って、その有効性の確認を行った。本論文では、さらに、災害時における早期被害把握と集約、ならびに関係者による共有を図るため、様々な手段を導入したユビキタスな減災情報の一つとして、プローブカー情報の利活用を提案した。

ユビキタス減災情報としてプローブカー情報の利活用事業を実現するため、筆者らは「プローブカー情報の減災利用研究会」を開催し⁴⁾、検討を行ってきた。今後は、車載センサーの開発、被害推定アルゴリズムの開発による情報収集、配信技術の開発を進める所存である。

さらに、一日も早いユビキタス減災情報配信の事業化に向けて、さらなる取り組みを推進する予定である。

参考文献

- 1) 鈴木猛康, 秦康範, 下羅弘樹: 災害時の道路情報提供の試み 新潟県中越沖地震における取組みと今後の展開, 第9回日本災害情報学会年次大会梗概集, pp. -, 2007. 11.
- 2) 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 CD-ROM, No. 29, 12-7, 791-800, 2007. 8
- 3) 特定非営利活動法人防災推進機構, 「通れた道路マップ」による新潟県中越沖地震の災害対応活動支援の開始, <http://admire.or.jp/toretamap.html>, 2007.
- 4) 特定非営利活動法人防災推進機構, プローブカー情報の減災利用に関する研究会, <http://admire.or.jp/files/080225probocar.pdf>, 2007.