

突発的な自然災害による交通渋滞等の道路交通への影響と
その対策に関する研究

高橋 雅 憲

2014年1月

博 士 論 文

突発的な自然災害による交通渋滞等の道路交通への影響と
その対策に関する研究

金沢大学自然科学研究科

環境科学専攻

環境計画講座

学 籍 番 号 0 8 2 3 1 4 2 4 0 9

氏 名 高 橋 雅 憲

主任指導教員名 高 山 純 一

目 次

序章	1
第1章 研究の目的・背景	6
1-1 研究の背景	6
1-1-1 東日本大震災における被害状況と教訓	6
1-1-2 日本における道路交通情報提供の概況と課題	13
1-1-3 海外における道路交通情報提供の事例と日本との相違点	14
1-1-4 今回の研究の背景	18
1-2 研究の対象と目的	19
1-2-1 突発的な自然災害と道路交通情報の定義と研究対象	19
1-2-2 研究の目的	21
1-3 論文の構成	22
1-4 用語の定義	25
1-4-1 情報に関する用語	25
1-4-2 交通に関する用語	25
1-4-3 気象に関する用語	25
1-4-4 解析に関する用語	26
第2章	
2-1 本章の構成	29
2-2 既存研究整理の視点と対象	29
2-2-1 既存研究の整理の対象	29
2-2-2 既存研究の概観	30
2-3 既存研究の整理	34
2-3-1 ニーズ・課題に関する研究	34
2-3-2 検証・考察に関する研究	35
2-3-3 情報収集・提供に関する研究	36
2-3-4 予測・効果に関する研究	37
2-5 本研究の意義	37
第3章 実際の災害時の道路交通情報取得方法と道路交通情報の重要性の検証 ー能登半島地震における住民アンケート調査よりー	
3-1 本章の構成	41

3-2	本章の研究目的と概要	43
3-3	道路交通情報の提供状況	45
3-4	アンケート調査の概要	46
3-4-1	アンケート対象者の属性	47
3-4-2	平常時における能登有料道路の利用状況	49
3-4-3	地震時における能登有料道路の利用状況	50
3-5	必要な情報の種類とその特徴	52
3-5-1	情報種類別必要度割合	52
3-5-2	情報別入手媒体件数	52
3-6	道路交通情報における分析	54
3-7	結果のまとめと考察	57

第4章 災害発生直後の道路交通の実際の流れの変化

ー能登半島地震におけるプローブカーによる道路交通状況の変化の把握ー

4-1	本章の構成	59
4-2	本章の研究の目的と概要	61
4-3	道路の被害状況と交通規制及び規制解除の概要	62
4-4	プローブカーデータの概要	63
4-5	渋滞ルートと時系列的推移	66
4-6	地震直後及び通行規制解除における平均旅行速度変化	67
4-7	旅行速度比と交通量との比較	71
4-8	定時性の確保に関する検証	73
4-9	結果のまとめと考察	74

第5章 災害発生時の情報連絡体制の検証

ー七尾市豪雪時の行政間の連絡体制の検証よりー

5-1	本章の構成	77
5-2	本章の研究の目的と概要	79
5-3	当時のゲリラ豪雪状況と対応結果	81
5-3-1	平成20年度（平成21年1月）ゲリラ豪雪状況	81
5-3-2	対応策検討結果	85
5-3-3	平成22年度（平成23年1月）ゲリラ豪雪状況と対応結果	89
5-4	平成20年度と平成22年度の豪雪時の比較分析	90
5-4-1	平均遅れ時間及び平均遅れ旅行速度の比較	90
5-4-2	時間毎の変化における比較	92

5-4-3	関係機関へのインタビューによる調査結果	95
5-5	結果のまとめと考察	97
第6章	災害発生時の交通シミュレーションと渋滞滞路線迂回情報提供の試み ー能登半島地震を参考にしたシミュレーションー	
6-1	本章の構成	100
6-2	本章の研究の目的と概要	101
6-3	到着時間までの所要時間予測	102
6-4	迂回路使用による道路交通予測	105
6-5	結果のまとめと考察	108
第7章	結論	110

序章

私が、道路交通情報の重要性に気付かされたのは、平成19年3月25日の能登半島地震のときであった。

その当時、私は石川県土木部の企画調整室という土木部の各種事業（道路、河川、砂防、都市計画、港湾、公園等々）の予算・事業内容等を調整する部署に配属されていた。

そのため、地震発生直後には、幹部の収集が第一優先であったが、まず直面したのは、連絡が全くとれないことであった。

まず携帯電話同士、そして固定電話からの連絡は完全に不通であった。そこで、当時まだ県庁内に各階に一台配置されていた公衆電話で連絡し、やっと繋がった。

それで当時、改めて緊急時の連絡網の脆弱性を思い知らされたのであった。（その後、非常時携帯電話連絡について、携帯電話会社と協議し、非常時の連絡回線の確保を行っている。）

そのような状況であるから、地震発生直後の情報の収集が一番大変だったのを思い出す。特に地震発生直後は道路情報の提供要望が多く、その必要性について身を持って痛感した。

その中でも、観光部局から、一刻も早く風評被害を払しょくするために、通行可能な道路の情報を早く提供してほしいとの依頼があり、地震発生後から2～3日後に、その情報をインターネットでの公開する仕事を自分が任され、すぐに取り掛かった。

そのため、通常交通規制情報（表－1参照）の他に、特に観光面に理解しやすい表示も意識し、地図情報については、思い切って主な道路のみを表示し、県外からの人が見てもわかりやすい表示となるよう、新潟県の中越地震の道路情報におけるインターネットサイトも参考にしながら作成（図－1参照）し、「石川あんしん道路情報」として公開した¹⁾。

もともと石川県は観光立県であり、特に能登地域は観光産業に力を入れている。よって主要道路が復旧した後も風評被害が続くのを払しょくするため、復興誘客キャンペーン（図－2参照）を行った²⁾。そのため石川あんしん道路情報の反響は想定以上に大きく、特に観光バス関係者等から好評を得たと聞いた。正直、最初はそのような情報がはたしてどれだけの人にみられるのか疑問であったが、その反響の大きさに、疑念はすぐに吹き飛んだのを思い出す。

その後、平成20年度に縁あって、金沢大学大学院の高山純一教授から、能登半島地震と道路情報の関連性について、研究を行ってみたいかとお声かけを頂き、同大学院の博士課程に入学させていただくことができた。

その直前まで取り組んでいた能登半島地震の道路情報提供に関する仕事を行い、その後その分析を自ら行うことになるとは、まさに運命的なものを感じ、喜んでその研究に取り組むこととした。

以来6年間、長期履修によりこの研究に長期にわたり、また広範囲に携わることができ、更なる見聞を深めることができたと感じている。

また、この研究はまだまだ現在進行形であり、今後も自分のライフワークとして取り組む必要があると感じている。

表ー1 石川あんしん道路情報 交通規制道路一覧

能登半島地震による道路通行規制実施状況								
No.	路線名	箇所	理由	通行止め開始日時		通行止め解除日時		解除に至るまでの応急作業及び仮工事内容
				月日	時間	月日	時間	
1	一般国道249号	珠洲市真浦町(逢坂トンネル)	落石 L=00m	3月25日	10時45分	3月25日	13時20分	落石(φ2.0m N=10個)を除去後全面供用
2	一般国道249号	輪島市浜田町	崩土 L=70m	3月25日	10時58分	3月26日	5時00分	路面のクラック補修後片側交互通行で供用し、アスファルト合材で段差解消後全面供用
3	一般国道249号	輪島市深見町	段差 L=581m	3月25日	10時58分	3月25日	14時00分	〃
4	一般国道249号	輪島市大野町	崖崩れ L=235m	3月25日	10時58分	3月25日	14時00分	崩土除去し大型土のう設置後片側交互通行で供用
5	一般国道249号	輪島市門前町 劔地	陥没 L=160m	3月25日	10時58分	3月25日	13時20分	路面のクラック補修後片側交互通行で供用し、アスファルト合材で段差解消後全面供用
6	一般国道249号	輪島市里町	崩土 L=80m	3月25日	10時58分	3月27日	8時30分	崩土を一部除去し大型土のうを設置後片側交互通行で供用
7	一般国道249号	志賀町深谷	崩土 L=108m	3月25日	11時33分	3月29日	6時00分	崩土除去し大型土のうを設置後片側交互通行で供用
8	一般国道249号	志賀町大福寺	路肩決壊 L=95m	3月25日	11時33分	3月29日	6時00分	迂回路(1車線)築造後片側交互通行で供用
9	一般国道249号	志賀町大福寺	路肩決壊 L=87m	3月25日	11時33分	3月29日	6時00分	〃
10	一般国道249号	輪島市町野町曾々木(八世乃洞門)	落石 L=20m	3月27日	1時30分	7月7日	5時00分	既設シェッド内に大型ボックス設置後片側交互通行で供用(現在夜間5時間通行止め)
11	主要地方道輪島浦上線	輪島市大沢町	落石危険 L=24m	3月25日	17時00分	4月22日	6時00分	本復旧の落石防護網(ポケット式)設置後全面供用
12	主要地方道輪島浦上線	輪島市下山町	法面崩壊 L=189m	3月30日	7時20分	4月1日	7時00分	崩土を除去し大型土のうを設置後片側交互通行で供用
13	主要地方道珠洲里線	輪島市町野町鈴屋・珠洲市若山町上山	路面亀裂 L=457m	3月25日	11時33分	3月31日	8時00分	生コンクリート及びアスファルト合材で段差解消後全面供用
14	主要地方道珠洲里線	輪島市里町・町野町川西	路面段差 L=632m	3月25日	17時00分	3月31日	8時00分	アスファルト合材で段差解消後全面供用
15	主要地方道七尾能登島公園線	七尾市石崎町・能登島半浦町(能登島大橋)	点検	3月25日	10時40分	3月25日	11時20分	徒歩による橋梁点検後全面供用
16	主要地方道七尾能登島公園線	七尾市石崎町・能登島半浦町(能登島大橋)	橋脚損傷 N=20ヶ所	3月27日	0時00分	4月2日	6時00分	橋脚の応急補修後全面供用(徐行)
17	主要地方道深谷中浜線	志賀町酒見	崩土 L=49m	3月25日	12時15分	3月25日	15時10分	落石岩塊を一部除去後片側交互通行で供用
18	主要地方道穴水剣地線	穴水町河内	崩土 L=102m	3月25日	13時50分	3月26日	13時00分	崩土除去し大型土のうを設置後全面供用
19	主要地方道穴水剣地線	輪島市門前町白禿	崩土 L=274m	3月25日	18時00分	3月27日	12時00分	崩土除去後全面供用
20	一般県道庵橋浦太田新線	七尾市大田町	陥没 L=553m	3月25日	10時30分	3月25日	14時55分	路面のクラック補修後片側交互通行で供用し、アスファルト合材で段差解消後全面供用
21	一般県道豊田笠師保停車場線	七尾市中島町塩津	崩土 L=29m	3月25日	10時30分	3月26日	16時00分	崩土除去し大型土のうを設置後全面供用
22	一般県道小滝北川線	輪島市門前町猿橋	電柱倒壊 N=1本	3月25日	17時00分	3月26日	12時00分	落石除去し大型土のうを設置後全面供用
23	一般県道滝又三井線	輪島市三井町興徳寺	崩土 L=40m	3月25日	12時00分	3月27日	16時30分	崩土除去後全面供用
24	一般県道滝又三井線	輪島市三井町興徳寺	崩土 L=40m	3月29日	13時00分	3月29日	17時00分	〃
25	一般県道滝又三井線	輪島市三井町興徳寺	崩土 L=40m	3月31日	8時30分	4月1日	11時30分	〃
26	一般県道滝又三井線	輪島市三井町興徳寺	崩土 L=40m	4月2日	19時00分	4月1日	17時00分	〃
27	一般県道柳田里線	輪島市西院内町	崩土 L=10m	3月25日	10時58分	3月25日	13時20分	〃
28	一般県道百海七尾線	七尾市柑子町・佐野町	路面段差 L=53mm	3月25日	14時40分	3月26日	17時00分	崩土除去しアスファルト合材で段差解消後全面供用
29	一般県道七尾島屋線	七尾市国分町・白馬町	陥没 L=273m	3月25日	11時55分	3月26日	15時30分	路面のクラック補修及びアスファルト合材で段差解消後全面供用
30	一般県道若葉台松木線	志賀町小室・若葉台	路肩決壊 L=62m	3月26日	10時30分	3月27日	12時00分	路面クラック補修後片側交互通行で供用し、アスファルト合材で段差解消後全面供用
14路線		延べ 30箇所						
H21.1.31現在		・通行止め ・片側交互通行	0箇所 1箇所 (※八世乃洞門H21.12まで)					

主要な観光施設へのアクセス道路マップ

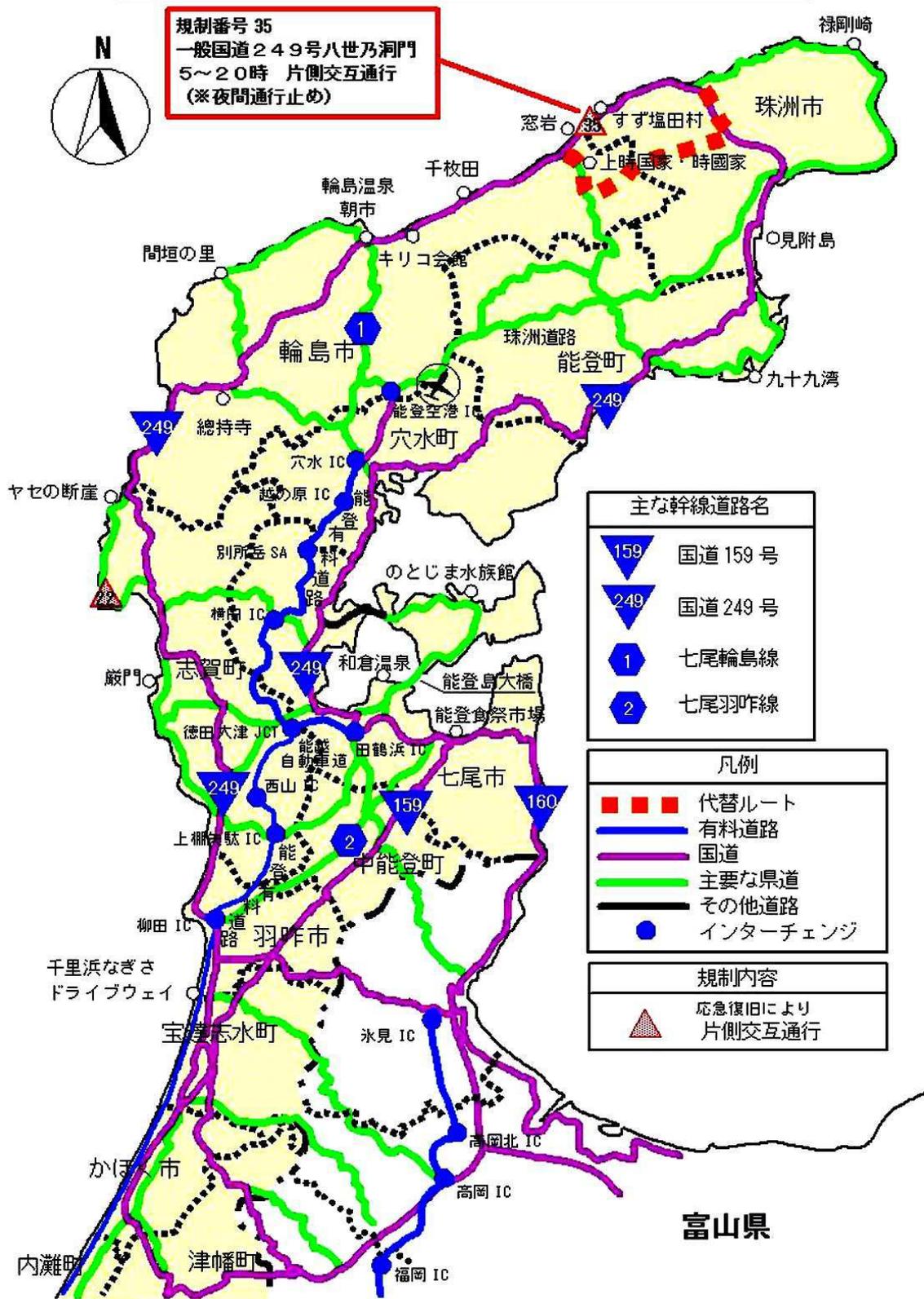


図-1 石川あんしん道路情報 図面情報

参考文献：

- 1) 石川県：「石川あんしん道路情報」，石川県 HP（現在は閉鎖）
- 2) 北国新聞：平成19年6月1日（金）北国新聞朝刊10面

第1章 研究の背景・目的

本章では、研究の対象と目的や本論文の全体構成、論文の中で使用する主な用語など、論文を読み進める上で定義しておく内容について、予め整理しておく。

なお、本章の構成は図1-1に示すとおりである。

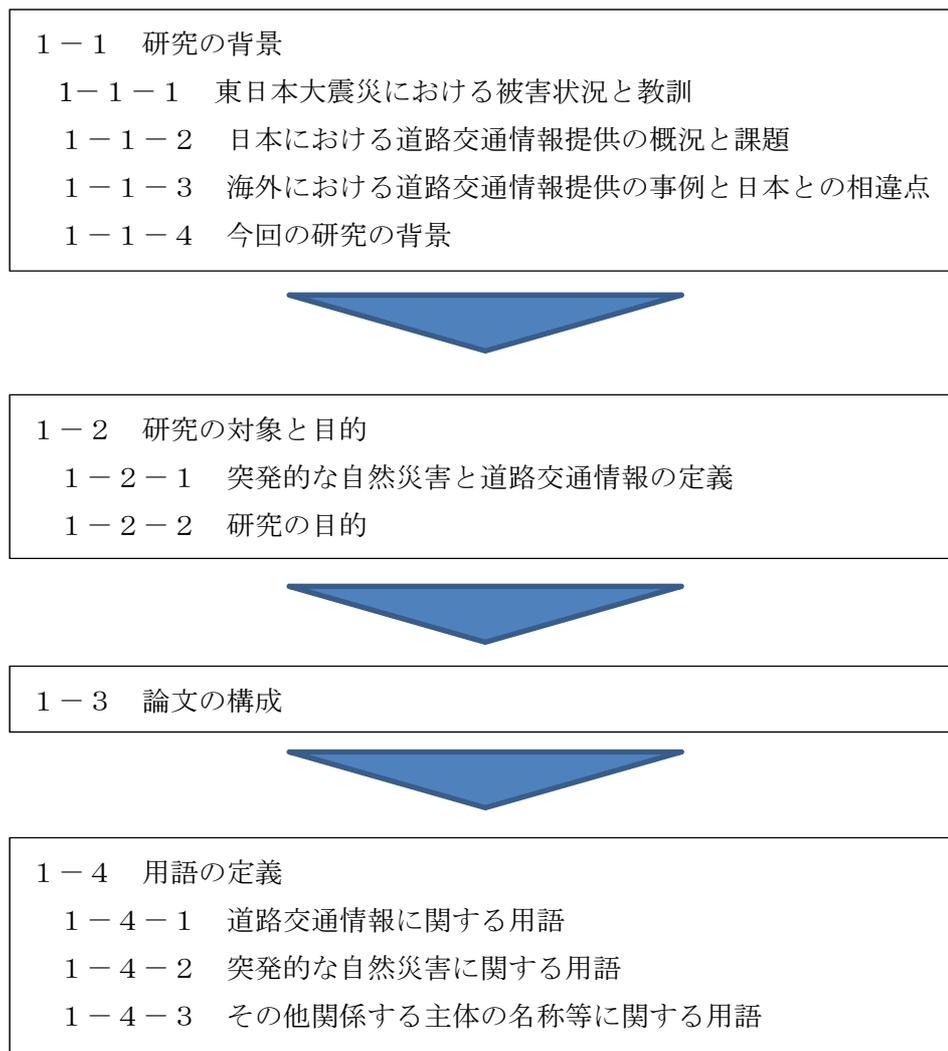


図1-1 第1章の構成

1-1 研究の背景

1-1-1 東日本大震災における被害状況と教訓

2011年（平成23年）3月11日14時46分、宮城県牡鹿半島の東南東130km、仙台市の東方70キロの太平洋の海底を震源とする東北地方太平洋沖地震が発生した。地震の規模

はモーメントマグニチュード 9.0 で、日本周辺における観測史上最大の地震であった。

最大震度は宮城県栗原市で観測された震度 7 で、宮城・栃木・福島・茨城の 4 県 36 市町村と仙台市内の 1 区で震度 6 強を観測した^{1) 2) 3)}。

この地震により、場所によっては波高 10m 以上、最大遡上高 40.1m にも上る巨大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害が発生した^{4) 5)}。また、巨大津波以外にも、地震の揺れや液状化現象、地盤沈下、ダムの決壊などによって、北海道南岸から東北を経て東京湾を含む関東南部に至る広大な範囲で被害が発生し、各種ライフラインが寸断された。

2013 年（平成 25 年）11 月 8 日時点で、震災による死者・行方不明者は 18,534 人、建築物の全壊・半壊は合わせて 39 万 9,028 戸が公式に確認されている⁶⁾。



図 1 - 2 被災から 1 週間後の三陸海岸（2011 年 3 月 18 日、岩手県上閉伊郡大槌町・吉里駅周辺（アメリカ合衆国海軍撮影）

交通網の被害については、警察庁は 2013 年 9 月 10 日現在、4,198 箇所道路の損壊があったと発表されている⁶⁾。岩手県山田町の船越半島や宮城県の南三陸町、牡鹿半島などにつながる道路が寸断され、岩手・宮城・福島の 3 県で少なくとも 1 万 6,000 人が孤立した^{7) 8) 9)}。

東日本高速道路（NEXCO 東日本）管内の高速道路では、広範囲の路線で通行止めとなった。東北自動車道の浦和インターチェンジ・碓ヶ関インターチェンジ間、秋田自動車道・

釜石自動車道・八戸自動車道の一部、常磐自動車道の三郷ジャンクション以北、磐越自動車道の津川インターチェンジ以東などが公安委員会により緊急交通路に指定され、緊急車両専用となった¹⁰⁾。3月24日午前6時に全区間で通行止めが解除され、一般車両の通行が可能となったが、常磐自動車道の広野インターチェンジ・常磐富岡インターチェンジ間、福島第一原子力発電所事故の警戒区域内にあるため、当初2011年度に予定されていた常磐富岡インターチェンジ・相馬インターチェンジ間は、開通の目途が立っていない。このため、警戒区域外の南相馬インターチェンジ以北が2012年4月8日に先行開通された。また常磐富岡インターチェンジ-南相馬インターチェンジ間については2014年度の開通を目指すことになった。

東日本旅客鉄道（JR 東日本）管内の東北新幹線では、仙台駅など5つの駅が被害を受けたほか、電柱や架線、高架橋の橋脚など約1,100箇所が損傷した¹¹⁾。また、気仙沼線など
在来線7線区で23駅が流失、線路が約60キロメートルにわたって流されるなどの被害が発生した¹²⁾。三陸鉄道は北リアス線と南リアス線が線路流出や高架橋の決壊などで、一時全線不通となった。このほか、仙台空港へ押し寄せた津波により仙台空港鉄道仙台空港線の仙台空港駅も甚大な被害を受けた。



図1-3 津波の影響で泥水が堆積している仙台空港（2011年3月13日、宮城県名取市）
（アメリカ合衆国空軍撮影）

仙台空港は滑走路が津波で冠水し、空港ターミナルビルも大きな被害を受けたため、離着陸を停止した^{13) 14)}。津波により1階は完全に水没し、助けを待っていた約1,200人が

孤立していたが、13日にはほぼ全員が救出された¹⁵⁾。また、ターミナルビルの他、空港設備・作業車両等も大きな被害を受け、津波により空港に駐機、及び地上施設内で整備中の航空機がほぼ全滅する被害を受けた。

そして各種テレビ・ラジオなどの電波情報は、地震によって東北・関東地方を中心に大規模な停電が発生したため、停電した放送局の多くは自家発電によって放送を続けた。しかし、東北地方では電力の復旧が遅れたことから、自家発電機の燃料が尽きて停波する放送局が多数現れた。大手の放送局でもTBCラジオや東日本放送は親局が一時停波に追い込まれたが、数日中に復旧した。

一方中継局も被災し、3月15日時点でテレビ63箇所、ラジオ2箇所が停波するなど、放送自体への影響が長引いた¹⁶⁾。

被災地に立地する新聞社は、災害援助協定を結ぶ近隣地域の新聞社に制作・印刷を委託するなどして新聞発行を継続した¹⁷⁾¹⁸⁾。しかし東北や関東の被災地では、交通インフラの損壊や燃料不足によって配達が遅延し、復旧までに4~5日以上を要した。

一方、情報提供の手段としてインターネットを利用した対応が迅速に行われており、テレビではNHKと民放各局（日本テレビ・テレビ東京を除く）で「停電などでテレビを見られない視聴者への配慮」として、番組をニコニコ動画、Ustream、Yahoo! JAPANでリアルタイム配信した¹⁹⁾。

このように、その被害については、これまで過去に起きた大規模な震災である関東大震災、阪神・淡路大震災に匹敵するものであったが、特にその死者の死因に限ってみると、図1-4²⁰⁾のように、今回の地震については、津波による溺死の死者が非常に多く、9割以上を占めているのが特徴である。

津波の発生時刻は、気象庁によると、最大津波が発生した時間でみると、大きく被災した東北太平洋地域では、地震発生からおよそ15時15分~20分の間である。

気象庁の大津波警報が発令されたのが、14時49分、第1報の津波情報（予想到達時刻、最大高さ等）が14時50分に発令されているので、住民は仮に津波情報を得てから実際の津波に被災するまでは、おおよそ20~30分の余裕があったと思われる²¹⁾。

元来、東北地方の太平洋沿岸地域では、日頃津波に対する防災意識は高く、例えば「釜石の奇跡」と呼ばれるような、日頃から津波にあった場合一目散に高台に避難するといった津波教育の成果も一部見られ、前述の時間の余裕があれば、今回のような被害はもっと減少したと思われる²²⁾。

にも関わらずこのような甚大な被害をもたらした原因としては、まず第一に、津波の規模が想定を上回るものであったと考えられる。宮古市の田老地区は、総延長2433mのX字型、海拔10mの巨大な防潮堤が城壁のように地区を取り囲んでおり、住民は万里の長城と呼び、「津波防災の町」を宣言するほどであったが、それを破壊、越流した津波により地区全体で185人が亡くなるなど、500人以上が犠牲となった²³⁾。

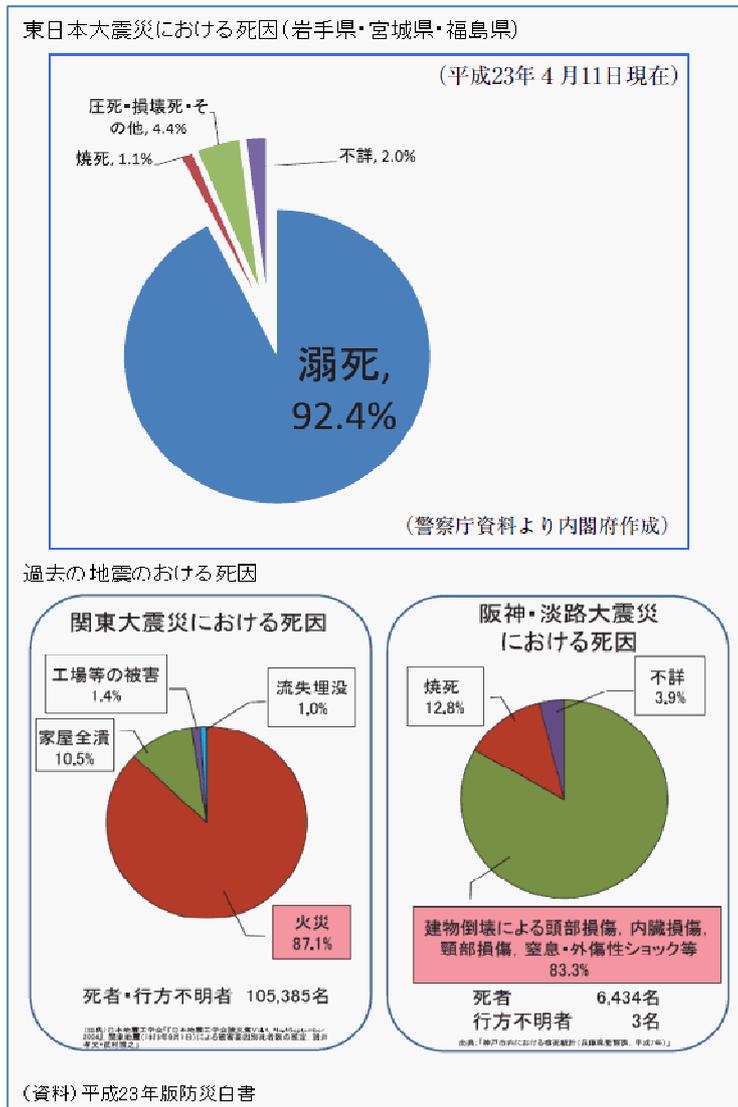


図1-4 東日本大震災における死因 (平成23年度版防災白書)

そのため、津波対策としては、防潮堤のようなハード対策も重要であるが、日頃の津波教育等のソフト対策がより必要であると考えられる。そうすると、避難するためにはその避難経路やその交通状況を知るための情報、とりわけ「道路交通情報」の重要性が大切になってくると思われる。

そして原因として第二には、津波からの避難について、従来の方法では通用しなかったことが考えられる。

津波の場合、海岸から逃げる際には、これまで車を使うと渋滞が発生し逃げ遅れるおそれがあるとされ、徒歩避難が基本であった。しかし今回の災害ではそれでは逃げ遅れる場合が多かったこと、とりわけ高齢者や子供、病院・介護施設入居者などの生活弱者にとっては自動車による移動でしか不可能であったことから、自動車による避難が多くみられた²

4)。

しかしその場合でも各地に渋滞が発生し車内でそのまま被災したり、また情報収集不足等のため、低地に逃げ、結果被災したケースがみられた。

そしてそれは、表1-1²⁵⁾のように様々な悲劇を生み、その原因が人災と否めない悲劇も見受けられる。

そしてそれは、施設側の管理責任として訴訟が発生しており、例えば宮城県石巻市の日和保育園の園児を乗せたバスが被災し園児が死亡したケースでは、園を相手取って遺族が提訴し、今年度9月17日に遺族側が勝訴している。(図1-5参照)

その判決理由の中で、「園長は津波警報が発令されているかどうかなどの情報を積極的に収集する義務があったのに怠った」と注意義務違反を認め、「その結果、高台にある幼稚園から海側の低地帯に出発させて被災を招いた」と結論付けている。

津波の専門家でない幼稚園の管理者らに津波の予見可能性を認めたのは、一部では厳しい判決との見方もある²⁶⁾が、その一方では、この判決はまず最初に情報収集に努めることが重要で、それに伴い柔軟な対応の避難が必要であると判断されていると言える。

表1-1 逃げ遅れたことによる代表的な津波の悲劇とされるもの(河北新報等記事より)

<p>・宮城県石巻市・大川小学校 全校児童の7割が死亡・不明になった。遺族提訴へ</p> <p>・宮城県山元町・常磐自動車学校 地震から約40分後に送迎車が出発、25人が死亡。遺族提訴へ</p> <p>・宮城県石巻市・日和幼稚園 高台にあった幼稚園から園児を乗せたバスが海岸へ向け出発してしまった</p> <p>・宮城県山元町・ふじ幼稚園 幼稚園バス濁流に 園児ら5人死亡4人不明</p> <p>・岩手県大船渡市・さんりくの園 特養ホームの惨劇/逃げた中庭、情報の死角</p> <p>・宮城県南三陸町・公立志津川病院 75人死亡・不明 公立志津川病院は4階まで津波</p> <p>・宮城県南三陸町・慈恵園 標高15mの高台にあったが天井近くまでの津波で犠牲</p> <p>・宮城県山元町・東保育園 保育中の園児が犠牲になったことが6月に判明。11月、遺族提訴へ</p>

それにより特にカーナビや携帯電話の分野において参入がみられ、例えばトヨタのG-BOOKや、ホンダのインターナビなど、独自に道路情報を収集し提供するシステムが今日までに提供されている。

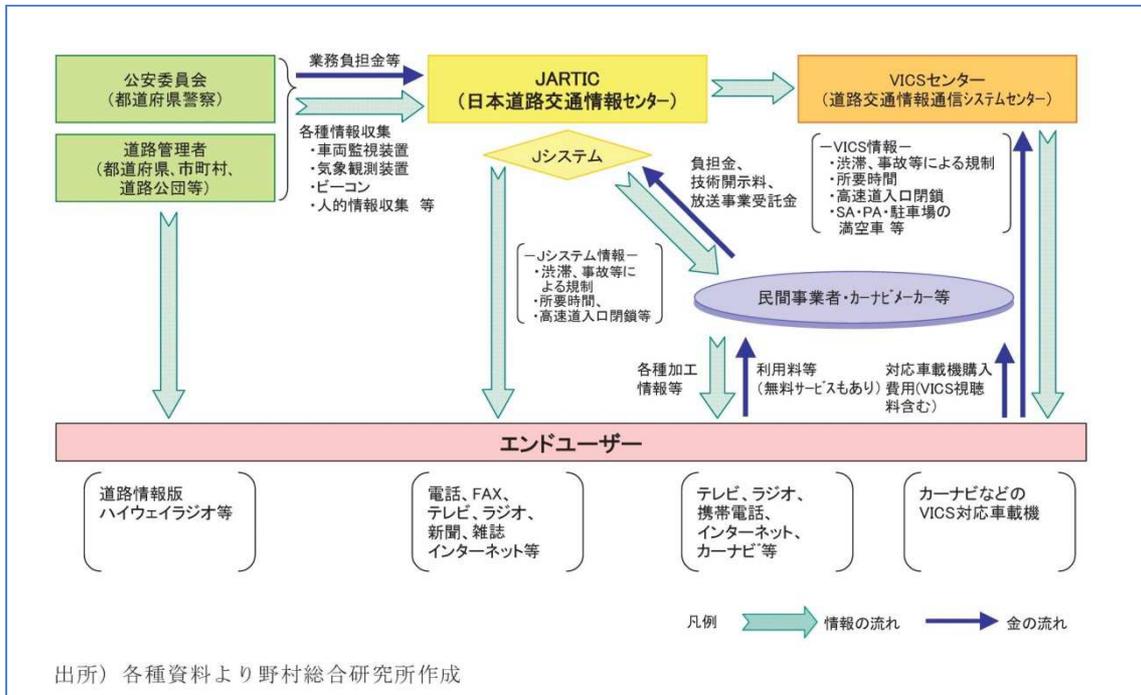


図1-7 現在の日本の道路交通情報の提供の構造

しかしそれらは収益事業として関連サービスを提供している例はほとんどみられず、どちらかと言えば、自社ブランドの知名度提供、自社製品のユーザー囲い込み等を目的とした付随的の事業にとどまっているのが現実であり、民間事業者による独自情報の収集や、予測情報提供事業等はほとんど展開されていない状況である。

そのため、VICIS等の公的な情報収集の他に、カーナビから提供されるリアルタイムで多量の道路交通情報データ、いわゆる「ビッグデータ」のより有効な活用とはなっておらず、また民間事業者の参入効果が発揮されていないと考えられる。

特に災害時には、VICISによる断片的な道路交通情報に加えて、カーナビ等によるプローブカー的な道路交通情報を得ることが重要であり、それによる避難情報の提供、及び避難ルート情報提供、道路渋滞情報の予測などを今後図っていくことが必要であると考えられる。

1-1-3 海外における道路交通情報提供の事例と日本との相違点

一方、海外では、民間事業者による独自の道路交通情報を提供する事例がある。そこで、民間事業者による道路交通情報が行われたことによって、民間も上手に道路交通情報を提

供した事例を2つご紹介する。

①社会実験を契機として多角化、高付加価値化に成功した事例

(イギリス、Trafficmaster 社の場合)

Trafficmaster 社は、道路交通情報の収集と提供を目的とするベンチャー企業として、1988年に設立された。

同社は、1990-92年に高速道路M25号線におけるパイロットプロジェクト(社会実験)を、英国府運輸省から免許を取得して実施した。同実験終了後、営業免許を改めて取得し、本格的に事業化した。

現在のサービス提供地域は、英国全土に及び、その他、EU内及び米国等への海外展開も強めつつある。

そのTrafficmaster社の道路交通情報提供の特徴としては、以下の2点がある。

まず第一には、7,500もの自社センサーが、英国全土の道路交通情報を提供していることである。

自ら道路わきにセンサー(赤外線センサー、路肩電波ビーコン、赤外線カメラ等)を設置して、道路交通情報を収集している。

英国全土、約8,000マイル(=約13,000km)の高速道路ならびに主要一般道路のすべてを、7,500個のセンサーでカバーしており、新たな道路建設分等を除けば、英国全土におけるセンサーのエリアカバー率は、100%である。これらのセンサーを利用し、提供する道路交通情報を3分おきに更新している。

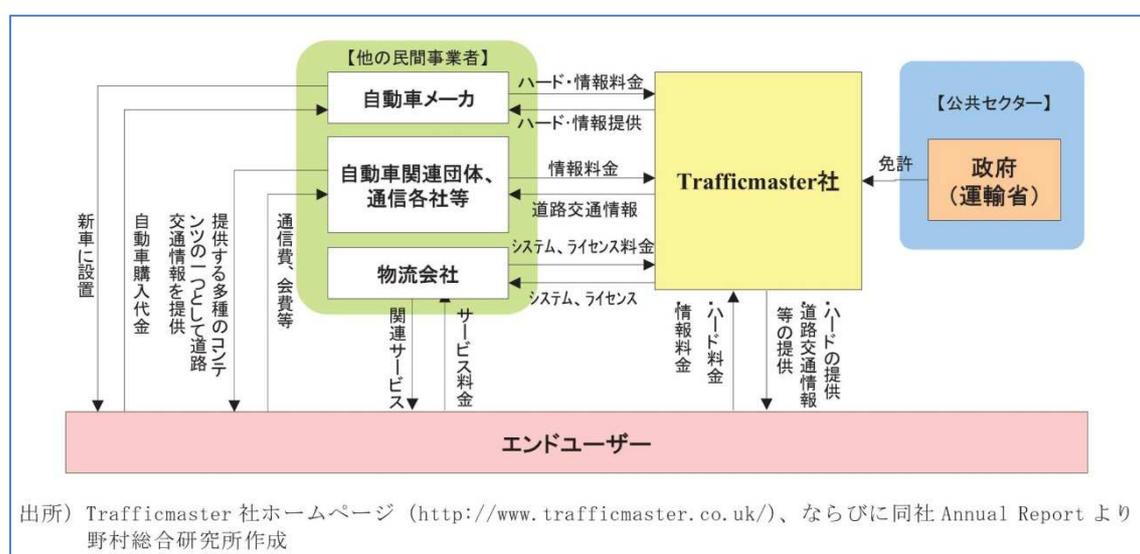


図1-8 英国 trafficmaster 社の基本構造

第二点目としては、このようにセンサーを設置した以外にも、車載用情報端末を開発・販

売し、事業の基盤を構築していることである。

その後、ソフトウェア会社、通信会社、自動車メーカー等との協業・提携等を深めつつ、主力の製品・サービスである車載端末の高度化や提供情報の高付加価値化を図ってきた。具体的には、専用端末ボタン一つ操作でオペレーターにつながり、渋滞情報を踏まえた最短経路案内や各種予約サービス等も提供している。

これらのサービスの多角化ならびに高付加価値化によって、堅調な事業拡大を進めている。

②民と官のPPP契約による事例

(アメリカ、Smart Route Systems 社の場合)

Smart Route Systems 社は、道路交通情報提供サービス専門のベンチャー企業として1988年に設立された。

同社は、Public-Private Partnership (PPP) と呼ばれる事業形態をとっており、州等の地方自治体から「交通情報センターの建設、運営」及び「一般ユーザーへの情報提供サービス」を受託している。同社のサービス提供エリアは、2002年の時点で、全米83都市まで広がっている。

Smart Route Systems 社の情報源は、(1) 道路上に設置したカメラやセンサーによる情報、(2) 同社所有の航空機ならびにヘリコプターによる情報、(3) サービス対象地域の公共セクターが所有するカメラやセンサーにより収集された情報、(4) 同社に登録しているボランティアによるレポート情報など多岐に渡っている。

また同社の収入のほとんどは、PPP契約に基づく公共セクターからの委託料で構成されている。ボストンにおいては、公共セクターからの委託契約により道路上に設置した受信機から得た情報と、地域の公共セクターが設置した受信機から収集した情報等を集約・加工して、個人消費者に電話、ラジオ、インターネット等を通じ無償で提供している。

また、自社の所有する情報(自社で収集した情報、他の公共機関が収集して Smart Route Systems 社に集約した情報を含む)を他のインターネット事業者やラジオ、テレビ事業者などの民間事業者へ転売することによっても利益を得ている。

米国では、道路情報提供サービスは、公的サービスの一環とみなされている。このサービス提供にあたって、民間企業の資金やノウハウを活かすために、官民の PPP 契約スキームが活用されており、同社の場合もこれにあたる。

道路交通情報ビジネスに参入する事業者にとって、一定の収入を確保できる PPP 契約は、リスク回避の観点等から比較的魅力的なビジネススキームとなる可能性がある。実際、同社も PPP のスキームにより、サービス提供エリアを着実に拡大させている。

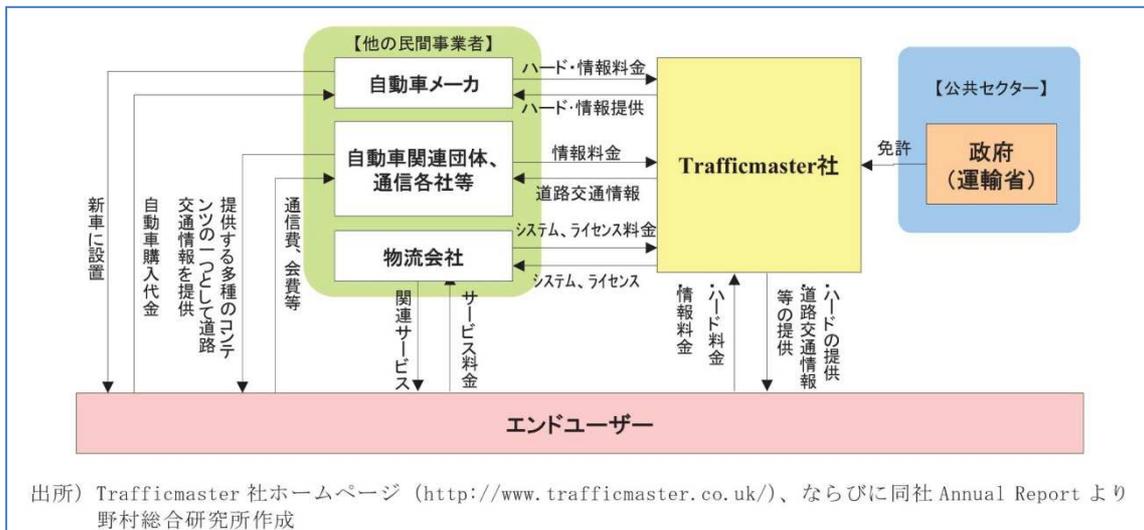


図 1-9 米国 Smart Route Systems 社の基本構造

このように、日本と海外の事例の違いについては、海外では民間との効果的な連携によって道路交通情報の提供について創意工夫がみられるものの、日本では民間活用については、1-1-2で述べたように、民間活用は、自社ブランドの知名度提供、自社製品のユーザー囲い込み等を目的とした付帯的事業にとどまっているのが現実であり、民間事業者による独自情報の収集や、予測情報提供事業等はほとんど展開されていない状況である。

そのため、民間委託による産業化・市場形成の呼び水となるようなパートナーシップが必要であり、日本の現状である法律改正による規制緩和だけでは見え難い。

以上により、規制緩和と同時に、道路交通情報の産業としての一本立ちを促すような官民パートナーシップ事業を検討し、例えば携帯電話・スマートフォン・カーナビ等を活用しつつ、刻一刻と変化する道路状況や、交通事故等の現場情報等を集約する社会実験や、JARTICが運用・管理している各種システムのアウトソーシングが考えられる。

さらに道路交通渋滞の有無・その程度、目的地までの最短経路、交通規制、路面の状態、気象情報などの広範な情報を取り入れた交通需要管理 (TDM) の円滑化や、道路交通情報を基軸としつつ、道路行政の円滑化に向けたパートナーシップ、例えば渋滞予測や交通規制シミュレーションシステムの開発・保守の展開も考えられる。

このように、日本ではせっかく道路交通情報提供サービスは自由化されたものの諸外国ほどその利点を生かし切れていない。そのため、よりアウトソーシング化による民間技術の活用を図り、その技術をまた災害時などの公的 Road 情報サービス、例えば避難情報の提供、及び避難ルート情報提供、道路渋滞情報の予測などを今後図ることを検討することが必要であると考えられる。

1-1-4 今回の研究の背景

1-1-1で述べたように、東日本大震災では、正しい情報、特に道路交通情報をいち早く収集し、その状況に応じた、柔軟な対応による避難が必要であることが認識されたと考えられる。

特に、今後は車による移動も避難方法の選択肢の一つと考えられ、その上で、正しい道路交通情報をいかに迅速に伝えることができるのかがより重要となってくる。

また今後より創意工夫された道路交通情報の提供、具体的には英国のような渋滞情報を踏まえた最短経路選択案内や、米国のような交通規制シミュレーションシステムまで提供できれば、道路交通情報の活用の範囲、必要性はぐっと高まると考えられる。

そのためには、民間の情報収集・提供システムをもっと活用することが必要であるが、そのためには、民間と日本道路交通情報センターとのアウトソーシングによる連携がもっと必要であると考えられる。

山口県では、平成19年に、県民を対象としたアンケート（回答者3,344名）を行っているが、その中で、急病時の道路網に対する安心度と不満と答えた方の理由、及び災害時の道路網についても同様に行っている³⁰⁾。（図1-10参照）

その中で、道路網により不安と答えている割合は災害時の方が多いが、いずれも不安と感じていることが少なからずいるということがわかる。

また、その急病時・災害時いずれもその不安と感ずる要因として、時間を有することが最も多く上げられ、特に災害時はよく使う道路に通行規制がかかり、移動に時間がかかることが懸念されている。したがって、道路交通情報の住民に対する特に非常時の満足度等を詳細に分析し、その収集提供法の実情を探り、その結果を踏まえての情報収集方法・提供内容の検討までを行うことを本研究の目的とする。

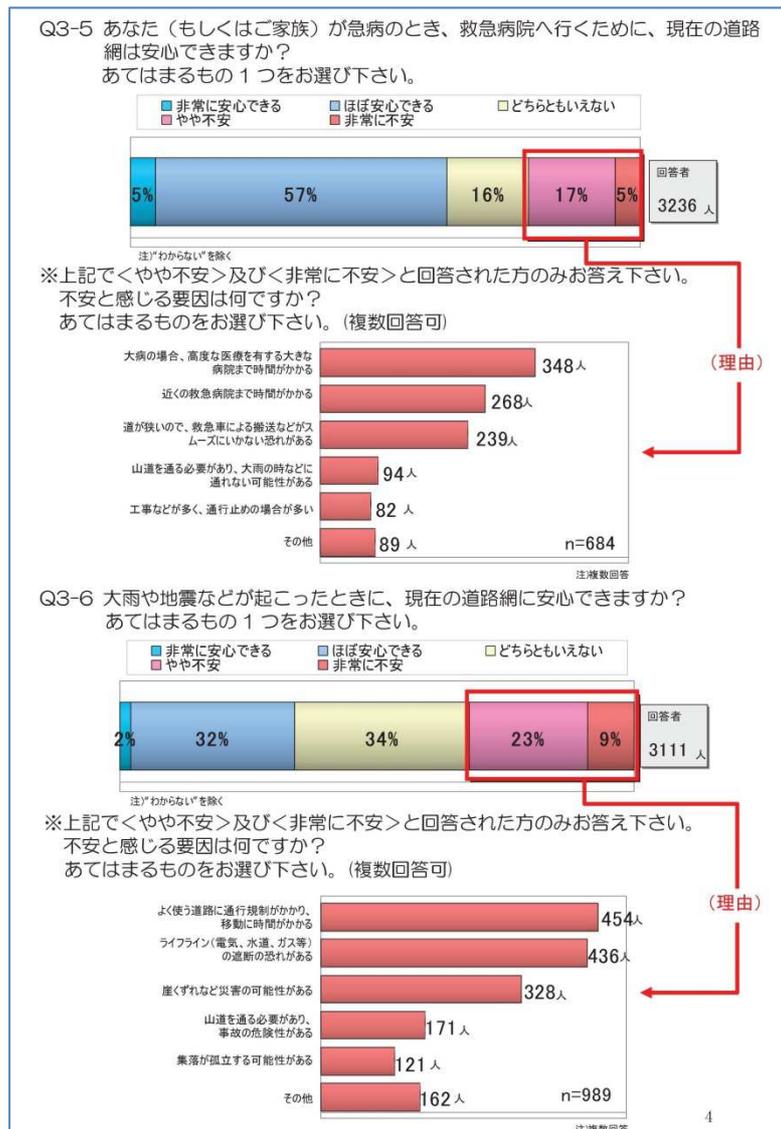


図1-10 道路状況調査（平成19年、山口県）

1-2 研究の対象と目的

1-2-1 突発的な自然災害と道路交通情報の定義と研究対象

(1) 自然災害

自然災害については、まず辞書（デジタル大辞泉）によると、「台風・地震・火山噴火など、異常な自然現象が原因となっておこる社会的、経済的な被害」とし、人為被害と区別されている³¹⁾。

また、各種法律等によると、以下のように位置づけられている。

まず、災害対策基本法第2条1号では、自然災害は「暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象による被害」とし、放射性物質の大量の放出、多数の者の遭難を伴う船舶の沈没その他の大規模な事故、及び大規模な火事若しくは爆発

その他は含まないとしている。

また、被災者生活再建支援法第2条1号においても、自然災害は、「暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象により生ずる被害」とされている。

さらに、独立行政法人防災科学研究所自然災害情報室の解説には、自然災害は大きく、大気中における諸現象によって生ずる気象災害と、固体地球内部における諸現象に起因する地震・火山災害に分けられている。

そして、その各種気象災害において、誘因（1次的自然現象）とそれによって引き起こされる2次的災害現象を以下のように位置づけている³²⁾。

表-2 自然災害の誘因（1次的現象）とそれによって引き起こされる2次的災害現象

気象災害

- 雨 — 河川洪水、内水氾濫、斜面崩壊、土石流、(地すべり)
- 雪 — なだれ、降積雪、降雹、霜
- 風 — 強風、たつ巻、高潮、波浪、(海岸浸食)
- 雷 — 落雷、(森林火災)
- 気候 — 干ばつ、冷夏

地震・火山災害

- 地震 — 地盤変動、液状化、斜面崩壊、岩屑なだれ、津波、地震火災
- 噴火 — 降灰、噴石、火山ガス、溶岩流、火砕流、泥流、山体崩壊、岩屑なだれ、津波、地震

したがって、本研究では、自然災害については各種法律の定義にあるとおり、「暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、地震、津波、噴火その他の異常な自然現象による被害」とする。

(2) 道路交通情報

道路交通情報については、一般に道路に関する交通状況及びそれを伝える番組のことをいうが、高速道路と一般道路において、その求められる内容及び媒体は異なる。

高速道路においては、主な求められる情報は渋滞、混雑、事故情報であり、一般道では、工事/事故の通行規制、積雪情報等も加わる。

また媒体においても内容は異なっており、日本道路交通情報センターにおいては、事故、渋滞、混雑、通行止め、チェーン規制等の状況を、テレビ、ラジオ、インターネット、及び「VICS (Vehicle Information and Communication System)」にて提供する²⁸⁾。

「VICS」とは、渋滞や交通規制などの道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に文字・図形で表示する画期的な情報通信システムであり、24時間365日提供している。

また国土交通省では、高速道路と一般道の渋滞情報、及び冬の道路情報（道路の積雪情報など）を提供している。

さらに Yahoo!などのインターネット道路交通情報についても高速道路と一般道路の混雑、渋滞、規制情報などを提供する。

よって本研究については、これらから得られる道路交通情報について研究を行うこととする。なお、本来であれば道路情報は道路の路面状況や規制情報等であり、交通情報は渋滞情報等を提供するものであって両者は異なるが、一般的にはまとめて提供されることが多いことから、本研究については総じて「道路交通情報」として表現することとする。

1-2-2 研究の目的

冒頭で述べたように、地震に対する道路交通情報や避難情報の重要性は非常に高まっている。そしてそれは、地震だけでなく、集中豪雨や豪雪のような、いわゆる、「ゲリラ豪雨」、「ゲリラ豪雪」のような地震と同じような突発的な自然災害においても近年多発しており、それに対する避難情報、道路交通情報の緊急必要性も非常に高まっていると言える。

またその避難方法についても、従来の災害が起きたらすぐに車をおいて避難するのではなく、その災害規模や自身の位置と近接具合、そして避難経路の選択によって車を使った方が有効的であることも考えられ、そういった意味で、瞬時にどのような道路交通情報をどのように住民にわかりやすく提供するのが大変重要と言える。

日本道路交通情報センターでは、今年度から災害時の交通規制等の道路交通情報を提供するサービスを提供する（図1-11参照）ことを目指しているが、VICSは高速道路や国道が中心であり、県道や市町村道等は職員が手入力で入力することとしている³³⁾が、まだその有効性、分かりやすさ、情報収集能力は未知数である。

一方で通常時に必要な道路交通情報と災害時に必要な道路交通情報は異なると思われるが、これまでそのような分野における研究は見受けられない。

またその場合の車の流れが通常時と災害時でどのように変わっているのか、違いはあるのかの研究もあまり見受けられない。

さらに、その災害時の情報収集及び提供までのプロセスにおいては、主に行政の連絡体制と体系について知る必要があるが、それらを探求した研究もあまりみられない。したがってこれらの内容を調査・分析し、災害時、特に突発的な自然災害時の道路交通情報の収集及び提供に関する研究を行うことが非常に急務であると思われる。本研究は、突発的な自然災害における道路交通情報の必要性等を分析し、それに対する実際の自動車の流れを比較するものである。

さらに災害時の行政の情報収集・提供体制についても研究し、その改善点等の提案を行っていくことを目的とする。

また今後の災害時の道路交通情報の方向性として、渋滞予測による道路迂回情報の提供についても分析を行い、予測情報提供の可能性についても探っていくものとする。

第2章「既存研究の整理と本研究の位置づけ」では、まず、道路交通情報を対象にした既往研究・文献全体を概観するため、論文等の発表時期別に道路交通情報の研究に対する視点別の整理を行った。さらには、自然災害との関連性についても既往研究の整理を行い、それらを元に様々な視点から道路交通情報について論じられている既往研究・文献等を抽出し、概要を紹介する。そしてその結果、既往研究に不足している視点等について整理し、本研究の意義を確認する。

第3章「実際の災害時の道路交通情報取得方法と道路交通情報の重要性の検証」では、2007年3月に発生した能登半島地震において実施した住民アンケート調査を元に、通常時と比較して災害発生時の道路交通情報の取得方法、重要性などを検証することを目的として、実際に住民がとった災害時の迂回路やその所要時間、住民の道路交通情報の満足度などを様々な視点から分析を行う。

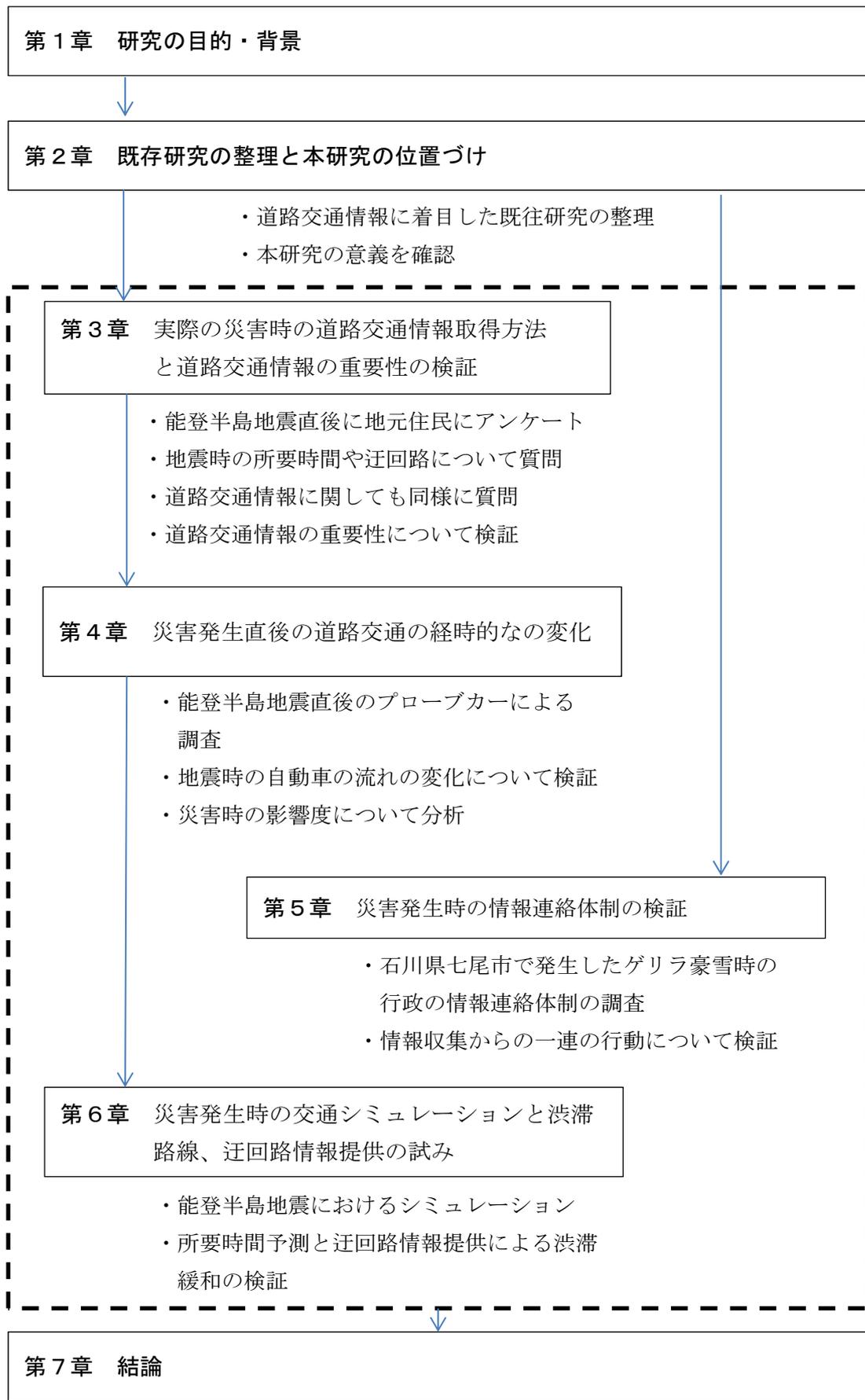
第4章「災害発生直後の道路交通の実際の流れの変化」では、第3章と同じく能登半島地震において、実際に実験されたプローブカーによって得られた道路交通状況の変化について明らかにすることを目的として、車の流れが通常時と災害時でどのように変わっているのか、違いはあるのかなどの分析を行う。

第5章「災害発生時の情報連絡体制の検証」では、石川県七尾市に発生したゲリラ豪雪時の行政間の連絡体制の検証することを目的として、災害時の情報収集から提供等までの一連の行動を明らかにし、さらに平成20年度の連絡体制の課題から見えた平成22年度ゲリラ豪雪における改善点の具体的内容や成果についても検証を行う。

第6章「災害発生時の交通シミュレーションと渋滞路線、迂回路情報提供の試み」については、再び能登半島地震で得られたデータを元に、所要時間や迂回路などの予測情報のシミュレーションを行い、その適用性を検証する。

第7章「結論」では、本家乳の結論及び今後の課題について述べることとする。

以上に述べた本研究の全体構成及び各章の概要について図示したものを図1-12に示す。なお、参考文献については、各章に整理している。



1-4 用語の定義

ここでは、本論文で使用する用語の定義を行うこととする。

1-4-1 情報に関する用語

(1) 道路情報

道路の路面状態や規制などの情報

(2) 交通情報

交通規制の他、渋滞などの交通状況の情報

(3) 道路交通情報

上記(1)(2)を含めた情報

1-4-2 交通に関する用語

(1) プロブカー

実際に走行している自動車から得られた走行データ。主に交通管理や自動車の走行支援のコンテンツとして利用する。

最近では、多数の自動車に位置情報や走行状況を送信する装置(GPS)を搭載し、それらからリアルタイムで送られてくる情報をもとに交通管制や走行支援を行う、カーナビゲーションシステムと組み合わせて利用される。

(2) 交通センサス

正式名称を「全国道路・街路交通情勢調査」と言い、日本全国の道路と道路交通の実態を把握し、道路の計画や、建設、管理などについての基礎資料を得ることを目的として、全国的に実施している統計調査。具体的には、道路が現在どのように使われているか、道路整備の現状はどのようになっているのか等について全国規模で調査することにより、将来における道路交通計画を策定するための基礎資料を得る。

(3) VICS

渋滞や交通規制などの道路交通情報をリアルタイムに送信し、カーナビゲーションなどの車載機に文字・図形で表示する画期的な情報通信システム。

高度道路交通システム(ITS)の一環として、警察庁、総務省、国土交通省などが共同で推進しており、財団法人道路交通情報通信システムセンターがシステムの開発・運用にあっている。

1-4-3 気象に関する用語

(1) 大雪注意報

大雪によって、災害が起こるおそれがある場合にその旨を注意して行う予報。

大雪注意報は各都道府県の地方気象台や指定地区の測候所が担当する地域について大雨と災害の関連を調査し、発表の基準を決めているので、注意報の基準は地域ごとで異なる。

24時間の降雪の深さを基準としている。

(2) 大雪警報

大雪によって、重大な災害の起こるおそれのある旨を警告して行う予報。

(3) 地域警戒積雪深

局地的な大雪となった場合、準警戒体制に移行するため、石川県独自で定めた積雪深で、概ね5年に1度発生するであろう最大積雪深としている。

1-4-4 解析に関する用語

(1) 旅行速度

旅行速度とは（移動）に要した時間で、信号待ちや交通渋滞による停止を含む。

道路の一定区間距離を旅行時間で除した値である旅行速度を調査。調査時間帯は、上下線いずれかで平日は朝夕のラッシュ時で最も混雑している時間帯、休日は1日の中で最も混雑している時間帯に設定を行っている。

(2) 標準偏差

分散の正の平方根。統計値や確率変数の散らばり具合（ばらつき）を表す数値のひとつであり、 σ や s で表す。

(3) 重回帰分析

多変量解析の一つ。回帰分析の独立変数が複数になったもの。適切な変数を複数選択することで、計算しやすく誤差の少ない予測式を作ることができる。

(4) 偏回帰係数

1個の従属変数 Y を p 個の独立変数 X_1, X_2, \dots, X_p で予測を行うための予測式は、 $\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_p \cdot X_p$ である。ここで、 b_i ($i=0, 1, \dots, p$) が偏回帰係数。

(5) t 値

説明変数が目的変数の予測に役立っているかどうかを確かめる指標。

(6) 共分散構造分析

複数の構成概念間の関係を検討することができる統計的手法の1つ。内生変数を扱いつつながら因果関係を調べることができる、すなわち因子分析と回帰分析を同時に行うことができるのが特徴。

(7) 交通量推計

人の移動（乗用車）と物の移動（貨物車）について生成交通量を推計したのち、発生集中交通量、分布交通量、配分交通量を推計する手法。

参考文献：

- 1) 気象庁：岩手県の有感地震検索，気象庁地震データベース
- 2) 気象庁：「平成23年（2011年）東北地方太平洋地震」について（第15報），
2011年3月13日
- 3) 気象庁：気象統計情報「2011年3月11日14時46分三陸沖M9.0」
- 4) 日本気象協会：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震津波の概要（第3報），
2011年4月22日
- 5) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ：現地調査結果，2012年1月14日
- 6) 警察庁：東日本大震災について被害状況と警察措置，2013年11月8日
- 7) 朝日新聞：朝日新聞（大阪），2011年3月14日朝刊25面
- 8) 朝日新聞：朝日新聞，2011年3月15日23面
- 9) 朝日新聞：朝日新聞（大阪），2011年3月19日朝刊5面
- 10) 東日本高速道路：（第18報）東北地方太平洋沖地震に伴う高速道路の状況について
（関東支社），2011年3月12日
- 11) 産経新聞：産経新聞，2011年3月17日
- 12) 読売新聞：読売新聞，2011年4月5日
- 13) 中国新聞：中国新聞，2011年3月11日
- 14) 毎日新聞：毎日新聞，2011年3月11日
- 15) 産経新聞：産経新聞，2011年3月13日
- 16) 毎日新聞：毎日新聞，2011年3月16日
- 17) 日本新聞協会：日本新聞協会HP
- 18) 日本新聞協会：日本新聞協会HP
- 19) 読売新聞：読売新聞，2011年3月12日
- 20) 内閣府：平成23年度版防災白書，2011年7月
- 21) 気象庁：東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善の方向性
について中間とりまとめ，2011年8月8日
- 22) 河北新報：河北新報，2011年11月26日
- 23) 朝日新聞：朝日新聞，2011年3月20日
- 24) 日経新聞：日経新聞，2011年12月21日
- 25) 2011 MEMORY EVER-DAISHINSAI：「東日本大震災の記録 大津波の悲
劇・惨劇の報道を追う」HP
- 26) 日経新聞：日経新聞，2013年9月18日
- 27) 日経新聞：日経新聞，2013年8月22日
- 28) 日本道路交通情報センター：日本道路交通情報センターHP
- 29) 野村総研：NR I パブリックマネジメントレビューJuly2004 VOL.12

- 30) 山口県：山口県の道路整備に関するアンケート調査，2008年5月
- 31) 小学館：デジタル大辞泉
- 32) (独) 防災科学技術研究所自然災害情報室：防災科学技術研究所自然災害情報室 HP
- 33) 日本工業新聞：日本工業新聞，2013年9月18日

第2章 既存研究の整理と本研究の位置づけ

2-1 本章の構成

本章では、序章に述べた目的に照らし合わせ、これまでどのような知見が得られているか既存研究や文献の整理から明らかにし、本研究の位置づけ、意義を明確にするものである。

なお、本章の構成は図2-1に示すとおりである。

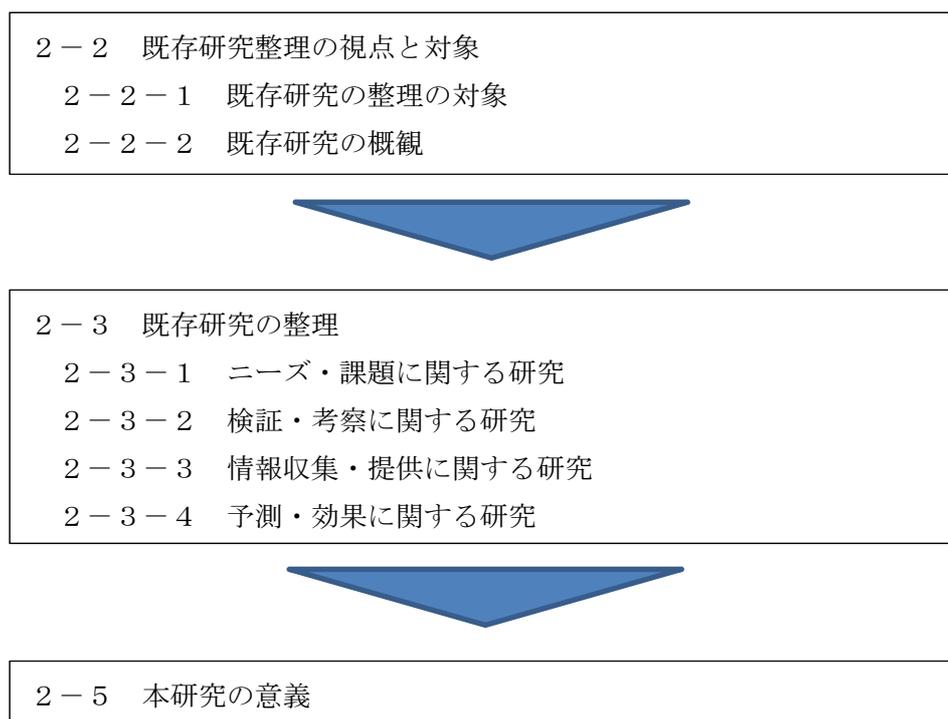


図2-1 第2章の構成

2-2 既存研究整理の視点と対象

2-2-1 既存研究の整理の対象

今回のテーマのような論文について、既存研究においては、①災害と道路交通に関する視点、②交通渋滞とその対策に関する視点、③道路交通情報提供方策に関する視点の3つの視点からの研究が過去において多くなされてきたと考えられる。

したがって、本研究に必要な既存の知見を把握・整理することが重要であるが、まずこの既存研究をどのように捉えるかによって、整理すべき対象は大きく変わるため、まず各視点ごとに関する既存研究を概観したうえで、本研究の意義・目的を明確にすることとした。ただし、既存研究、特に災害については様々な分野での研究がなされているが、本研究の本筋としては道路計画、交通計画に関するものであり、このため、交通計画、都市計画等に関連する分野を今回は対象としている。

(2) 対象となる研究論文の収集

前述においても述べたように、当研究は交通計画、都市計画の分野における研究について、これまで多くなされていると考えている。

そこで、当研究については、その分野である、「日本都市計画学会学術研究論文集」や雑誌「都市計画」などの日本都市計画学会に関する研究論文や、「土木計画学研究（論文集・講演集）」や「土木学会論文集」、「土木学会誌」などの土木学会に関する研究論文、また「交通工学研究発表会論文報告集」や雑誌「交通工学」などの交通工学研究会に関する研究論文において、これまで多くの既存研究がなされていると考えられるので、既存研究の整理については、主に土木学会に関する研究論文¹⁾を概観した上で、日本都市計画学会に関する研究論文や交通工学研究会に関する研究論文などの既存研究により不足する部分を補うことにより、対象を絞り込むこととする。

2-2-2 既存研究の概観

(1) 道路交通情報に関連する研究の始まり

調査にあたり、まず本研究の主旨として、道路交通情報に関する過去の論文について、土木学会に関する研究論文を整理してみると、表2-1となる。

なお、論文を検索するに当たり、「交通情報」もしくは「道路情報」とキーワードとした上で、「概論・推論」、「情報収集・提供」、「予測・効果」、そして「その他」といった視点別に分類して情報収集を行った。

また、年代別にみると、パソコンの処理能力の向上、またインターネット・携帯電話・カーナビといったIT（現在ではICTと呼ぶ）の普及による論文数の増減の度合いも比較を行った。

その情報の先駆けとなっているのは1970年代であり、その内容としては、1972年に発表された奥田の論文のように概念的な考察や、経路選択といった簡単なものであり、概論、推論的なものが主であって実用性までに言及しているものは少なかった。

その後1980年代まであまり道路交通情報に関する研究はなかったが、1990年代に入り、その研究は急激に増加した。

その理由としては、表右欄にあるように、この年代からITを活用した論文が多く発表されるようになった。

特に、千葉・加治屋の論文のように、インターネットがこの年代から普及し始め、それによる情報提供の予測・効果を研究した論文が多く発表されるようになった。

またコンピュータそのものも情報処理の性能が格段に向上し、巻上・大塚・清水の論文のように画像処理等の高度の演算処理を必要とするシステムも活用した論文が発表されるようになった。

その後も予測・効果を研究した論文は数多く発表されているが、2000年代に入り発

表 2 - 1 道路交通情報における視点別論文数

	ニーズ・課題	検証・考察	情報収集・提供	予測・効果	概論・その他	合計	うちITの活用
1972	0	1	0	0	0	1	0
1973	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	1	0	0	1	2	0
1975	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	0	0	0	0	0
1978	0	1	0	0	0	1	0
1979	0	0	0	0	0	0	0
1980	0	0	0	0	0	0	0
1981	0	0	0	0	0	0	0
1982	0	0	1	0	0	1	0
1983	0	0	0	1	0	1	0
1984	0	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	1	1	0	2	0
1986	1	0	0	0	1	2	0
1987	0	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	2	0	2	0	4	0
1992	0	0	0	3	3	6	0
1993	1	0	2	10	5	18	0
1994	1	1	1	3	5	11	0
1995	1	2	5	11	9	28	0
1996	2	3	10	13	12	40	10
1997	1	3	1	25	9	39	6
1998	2	1	8	15	13	39	11
1999	3	3	1	9	5	21	8
2000	2	2	8	10	7	29	3
2001	6	2	8	8	9	33	8
2002	1	5	0	11	6	23	8
2003	2	5	5	7	3	22	9
2004	2	5	8	15	3	33	9
2005	2	4	9	5	6	26	10
2006	2	3	10	6	6	27	10
2007	2	2	9	12	10	35	6
2008	0	2	2	3	4	11	3
2009	0	0	1	1	0	2	0
2010	0	0	0	1	0	1	0
2011	0	0	0	2	0	2	0
合計	31	48	90	174	117	460	101

表が増加したのが、道路交通情報収集・提供そのものの実用面を重視した論文である。

道路交通情報の提供については、例えば兵頭の論文のように、世間一般に広く既に普及していた携帯電話を活用し、その情報提供の速達性、利便性を研究したものが発表されている。

また同様に、小川・秋山の論文のようなナビゲーションシステムを活用し、情報提供を試みた研究も見られるようになった。

一方道路交通情報の収集に関しても、同様に2000年代より道路混雑状況を観測するVICSを活用した日高・溝上のような論文も発表されている。

そしてその後、より道路交通情報の混雑状況、旅行速度、車両位置、到達時間を把握するためのプローブカーを活用した絹田、中嶋、大脇、大脇の論文なども発表されている。

(

2) 災害と道路交通情報の関連性

(1) のように、道路交通情報は、1970年代からにおいては、「概論・推論」の理念的なものが多く、簡単なネットワークの経路選択といったものであり、あまり実用的ではなかった。

それが、1990年代に入り、ITの普及とともに高度化され、高須・兵頭・高橋の論文のように、道路交通情報の提供といった実用的なものが増加するようになった。

またそれとともに、表2-2のように、1990年代の後半から、災害に関する道路交通情報の論文も増加する傾向にある。

そのきっかけとしては、やはり1995年に発生した阪神・淡路大震災によることの影響が大きいと思われる。

表2-2 道路交通情報に関する論文のうち災害に関する論文数

年度	論文数	うち災害に関する論文			主な災害
		うち雪関係	うち地震関係	その他	
1972	1	0	0	0	
1973	0	0	0	0	48豪雪
1974	2	0	0	0	七夕豪雨
1975	0	0	0	0	
1976	0	0	0	0	
1977	0	0	0	0	52豪雪
1978	1	0	0	0	
1979	0	0	0	0	
1980	0	0	0	0	56豪雪
1981	0	0	0	0	
1982	1	0	0	0	長崎大水害
1983	1	0	0	0	山陰豪雨、59豪雪
1984	0	0	0	0	
1985	2	0	0	0	61豪雪
1986	2	0	0	0	
1987	0	0	0	0	
1988	0	0	0	0	
1989	0	0	0	0	
1990	0	0	0	0	
1991	4	1	1	0	
1992	6	0	0	0	
1993	18	0	0	0	
1994	11	2	1	1	
1995	28	1	0	1	阪神・淡路大震災
1996	40	5	3	2	
1997	39	2	1	1	
1998	39	3	3	0	高知豪雨
1999	21	2	2	0	佐原水害
2000	29	0	0	0	東海豪雨
2001	33	4	2	0	
2002	23	1	1	0	
2003	22	1	1	0	新潟・福島豪雨、福井豪雨
2004	33	5	3	2	中越地震
2005	26	8	7	1	18豪雪
2006	27	6	5	0	能登半島地震
2007	35	7	3	0	中越沖地震
2008	11	0	0	0	中国・九州北部豪雨
2009	2	0	0	0	
2010	1	0	0	0	奄美豪雨・22豪雪
2011	2	2	1	0	新潟・福島豪雨、23豪雪、東日本大震災
合計	460	50	34	8	6

これまでも気象災害に関連した道路交通情報の研究に関しては行われていたが、それは高橋・湯沢の論文のように、一部豪雪地域における限定された地域での道路交通情報の活用に関するものが多く、さほど数多く行われているとは言えなかった。

それが、阪神・淡路大震災をきっかけに、坪内・若林・亀田の論文のように、災害と道路交通情報の関連性に着目した論文が発表されるようになった。

以来、2004年の中越地震、そして2007年の能登半島地震などのように、地震と道路交通情報の関連性に着目した論文が数多く発表されるようになった。

(3) 既存研究の整理に関する視点

第1章でも述べたように、本研究は災害に対する道路交通情報の役割が大きくなっていく中で、道路交通情報がより迅速に且つ的確に提供されるよう、まず現在の道路交通情報の実際の提供方法やその重要性、及び情報収集方法や運用方策を提案するものである。

そのため、(1)で分類した道路交通情報の研究として挙げた4つの構成を軸として、災害に関する道路交通情報について、①ニーズ・課題、②検証・考察、③情報収集・提供、④予測・効果、⑤概論・その他に分けて整理する。

このような視点に基づいて、表2-1について、さらに災害に関するもの、ITに関するものに分類すると、表2-3のようになる。

表2-3 既往研究の視点別論文数

論文数	研究方法					計
	ニーズ・課題	検証・考察	情報収集・提供	予測・効果	概論・その他	
	31	48	90	174	117	460
うち災害に関するもの	12	12	13	11	2	50
(うちITに関するもの)	8	11	39	34	9	101
※上記災害とITは重複するものもある。						

この視点から分類すると、道路交通情報に関する論文については、概論・その他に関する研究の数は、全体の約2割強程度行われているが、災害に限ってみると、4%ほどしかなく、ニーズ・課題、検証・考察、情報収集・提供や予測・効果に関する論文はそれぞれ約2割を占めることから、災害に関してはより具体的用途を重視した研究がされていることがわかる。

(4) 対象論文の抽出

既存論文の整理については、表2-3を踏まえ、災害に関する道路交通情報について、概論・その他を除く①ニーズ・課題、②検証・考察、③情報収集・提供、④予測・効果についての論文について整理する。

また、2-1で述べたように土木学会の他に、都市計画学会や交通工学研究会その他関連の雑誌に掲載されている研究、既往研究で引用している研究を整理対象として補完し追加する。

さらには、災害において最も緊急的・優先的に道路交通情報を必要とするのは救急などの緊急車両であり、また緊急車両までの連絡系統・方法を詳しく調べることによって、実際どのように災害時連絡されているのか、さらに普段と災害時の現場到達時間、所要時間などが記録されているので、それに関する論文も必要に応じて加味していくこととする。

よってその方向性により、研究論文を以下の表2-4のように分類し、整理する。

表2-4 既往研究の整理対象数と本章における整理

研究方法			
ニーズ・課題	検証・考察	情報収集・提供	予測・効果
2-3-1 論文	2-3-2 論文	2-3-3 論文	2-3-4 論文

2-3 既往研究の整理

2-3-1 ニーズ・課題に関する研究

道路情報について、天見ら²⁾は、「新潟中越地震における地方自治体の道路情報共有に関するヒアリング調査」の中で、道路情報への高いニーズがあるが、発災後約1週間ごろから「わかりにくい」といった苦情が寄せられ、また道路管理者の枠を超えた道路情報共有システムの構築が必要であると述べている。

山際ら³⁾は、「平成15年十勝沖地震をふまえた災害時の道路情報の利用者ニーズ」の中で、道路利用者にアンケートを取っており、通行止め情報や迂回路等の従来型の情報に加え、渋滞や路面状況などの即時性の高い道路情報も必要とされていると述べている。

さらに高橋ら⁴⁾は、「平成15年(2003年)十勝沖地震による物流への影響分析調査」の中で、物流業者は道路ネットワークのリダンダンシーの一層の向上を求める声が聞かれたと述べている。

三寺ら⁵⁾は、「県境・積雪地域における幹線道路の整備課題に関する研究」の中で、積雪地域における最も大きな問題となっているのは「降積雪時の移動」であるが、特に県境のような道路管理者の境となる幹線道路の情報共有について課題であると述べている。

天見ら⁶⁾は、「新潟県中越地震における地方自治体の道路共有に関するヒアリング調査」の中で、各自治体とも道路情報に対するニーズは高いが、災害時には自らの災害対応に追われていることから、隣接市町村への移動ルートの間い合わせを受けた場合に把握できない場合もあったと述べている。

一方交通情報については、特に緊急車両について必要性が高く、田中⁷⁾は、「救急車両の走行信頼性からみた救急搬送サービスの評価法に関する研究」の中で、消防に付随した形で実施されていることから、搬送時間等については隊員の経験によるところが大きく、特に最近では医療施設の高度化により郊外化が進んでおり、救急業務にも影響を与えているとし、交通情報における時間信頼性を向上させることが必要だと述べている。

福田ら⁸⁾は、「政令市・中核市を対象とした救急搬送業務の実態調査に関する研究」の中で、平成19年中の現場到着時間は全国平均で7.0分、収容所要時間は33.4分であるが、年々増加傾向にあるとし、その原因の一つとして、特に合併している都市においては、現場到着時から救急医療機関への搬送時間の変化率や人口増加率、面積増加率の影響が大きく関係しており、合併による都市面積の増加が一因であり、田中⁷⁾と同様交通情報の重要性が高まっていると考えられる。

2-3-2 検証・考察に関する研究

阿部ら⁹⁾は、「釧路沖地震・北海道南西沖地震における道路情報の収集・伝達・提供」の中で、釧路沖地震・北海道南西沖地震における情報収集は緊急パトロールからの連絡に依存している部分が非常に大きく、さらなる迅速な情報収集のためには、地域住民や道路利用者からの情報収集が必要であると述べている。

岡野¹⁰⁾は、「災害時における道路資源の最適利用」の中で、平成7年1月の阪神・淡路大震災において地震直後に交通渋滞が各地で発生し、緊急車両の通行に支障をきたしたため、緊急車両や救援物資輸送車両等のみ通行を認め一般車両を排除する方式がかなりの効果を上げており、災害時には一般車両の通行規制の制度を構築することが課題であると述べている。

志田山ら¹¹⁾は、「富山県における冬季道路交通の確保に関する一考察」の中で、富山県における冬季の交通サービスの低下がもたらす社会的損失は1日当たり40億円と試算しており、またその影響で県民の外出機会は約2割程度減少していると述べている。

三村ら¹²⁾は、「道路交通途絶が物流に及ぼす影響に関する一考察」の中で、平成13年1月に北陸地方を襲った大雪について業種数社にアンケートを取っており、特に大きな影響があったのは、ジャストインタイムシステムを導入している会社が約2,000万円、生鮮食品を扱う会社が約2,500万円の経済損失であったと回答しており、しかも途絶時間が長引くことによって損害も拡大したので、短時間での途絶解消がきわめて重要であると述べている。

高橋ら¹³⁾は、「プローブカーを利用した札幌市における冬期の旅行速度変化に関する分析」の中で、積雪前後の旅行速度の変化や交通量との関係を分析している。分析結果から排雪後の旅行速度の回復効果は非常に大きく、また交通量の多い区間ほど排雪作業前の旅行速度の低下が著しいこと、また排雪作業による旅行速度の回復度合いが大きい傾向にあることを明らかにしている。

2-3-3 情報収集・提供に関する研究

情報収集・提供については、2000年代からプローブカーに関する研究が多く進められている。特に災害時には道路交通情報を早急に収集・提供する必要があり、その点においてここでは、プローブカーに関する研究を中心に既存研究の整理を行う。

プローブカーデータに関する既存研究については、次のような研究がある。

まず、プローブカーデータに関する研究当初は、そのデータ処理方法や精度についてまだ未成熟であったため、データ処理や精度に関する研究が行われている。

堀口ら¹⁴⁾は、「走行イベント単位でのプローブデータ記録方式の効用」の中で、プローブカーデータの記録方式の考察を行っており、短い一定間隔で記録する方法だとデータ量が膨大となる。また、長い間隔だと正確な交通状況を把握することが困難であるため、停止→発進時に記録する方式が一番渋滞に対する記録について多くを取得しやすく、また渋滞区間と非渋滞区間が判別しやすい。したがって、その記録方式が一番記録するのに向いている方式であると述べている。

また同様に堀口ら¹⁵⁾は、「プローブデータのクレンジング処理と車種別の運行特性分析」の中で、プローブデータの欠損区間や、データエラー、アイドリング時データの除去、細街路走行時の補正は可能であるが、そのプローブカーの種類（タクシー、バス等）で、データの記録範囲や時間、収集効率が異なる点に注意する必要があると述べている。

鈴木ら¹⁶⁾は、「東京プローブカー調査のリンク捕捉率に関する分析」の中で、タクシープローブカーデータを使用する場合は取得しにくい時間帯・範囲があり、その行動時間・範囲をあらかじめ検討し、事前に配置してデータを取得する必要があると述べている。

その後、プローブカーデータの活用策として、既存の交通データの精度向上や、渋滞の時系列的変化における信頼性向上に活用されてきている。

まず既存の交通データの精度向上に関する研究として、中川ら¹⁷⁾は「プローブビークルを用いた山間地域の道路ネットワーク作成に関する研究」の中で、道路データベースデータを満足に得られない山間部において、プローブデータを活用してネットワークを構築することは可能であると述べている。

絹田ら¹⁸⁾は、「タクシープローブデータの旅行速度調査への適用に関する基礎的分析」の中で、プローブカーデータを道路交通センサスの旅行速度への適用可能性の検証を行っており、適用は可能であるとしながらも、データのクレンジングであるとか、取得データ数などの検討が必要であると述べている。

小根山ら¹⁹⁾は、「プローブカーデータを利用した路線別時間の変動特性に関する分析」の中で、時間帯別OD交通量の精度向上の検討を行っており、車種別・地域別に偏りある場合に課題があり、さらなる検討が必要であると述べている。

田宮ら²⁰⁾は、「プローブカーデータを利用した路線別時間の変動特性に関する分析」の中で、道路の種類により旅行時間の変動率に差があり、そのため各路線のネットワークの位置づけを考慮することが必要であると述べている。

また、渋滞に関する研究としては、詳細な時系列的変化や影響に関する研究では、安田ら²¹⁾は「プローブカーデータを用いたバスの運行状況の評価に関する実証的分析」の中で、プローブバスデータを用いてバスの定時性（遅れ）の把握と原因（時間帯、平日休日等）には特徴があり、それに応じたバスダイヤの見直しなどが必要であると述べている。

北村ら²²⁾は、「プローブカーデータによる細街路通過交通の分析」の中で、幹線道路の渋滞とその間にある細街路の交通状況の関係について分析を行っており、細街路通過前の幹線道路の渋滞状況が、細街路の交通状況に影響を及ぼすと述べている。

石田ら²³⁾は、「主観的評価を考慮した渋滞判定に関する研究」の中で、プローブカーデータを活用して渋滞意識と実走行データの比較を行っており、ほぼ結果は一致し、ドライバーが感じる渋滞時間判定モデルは作成可能であるが、事前状態に大きく依存していると述べている。

2-3-4 予測・効果に関する研究

境ら²⁴⁾は、「プローブカーデータを用いた経路特定手法と旅行速度推定に関する実証的研究」の中で、2次元上では例えば一般道路の上に高速道路が存在する場合に、最短経路選択によるマップマッチング手法を適用することにより補正可能である。またそれにより、プローブカーデータを利用した所要時間及び経路選択モデルは構築可能であると述べている。

端地ら²⁵⁾は、「プローブカーデータに基づく交通走行抑止システムの効果の分析」の中で、規制速度を超える車両については、信号による停止回数を増加させるシステムの検討を行い、平均速度の増加率を減少させる傾向となったと述べている。

小玉ら²⁶⁾は、「プローブカー情報を用いた災害時情報共有化に関する研究」の中で、一般自動車のナビ等から提供されるプローブカー情報を活用することにより、道路状況の判断時間が大幅に短縮されると述べている。

秦ら²⁷⁾は、「新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望」の中で、民間自動車会社のナビゲーションシステム（ナビシステム）を活用し、通れた道路のマップを作成することは可能であるが、データ量が膨大となり処理に時間を要することや、道路管理者からは、無作為の車両のデータを使用した場合、その時は通れてもその後通行止めとなることなどから、誤った情報を提供しかねない等の課題があると指摘している。

2-5 本研究の意義

以上のように、災害については、災害発生からある程度時間が経過した時点での情報提供の重要性や、その提供方法および内容に関する研究は行われている。

しかしながら、災害、特に地震発生直後における地域住民の交通行動（経路選択）の研究はほとんど行われておらず、どのような混乱が生じたのか、通行止め等の規制情報以外

の道路交通情報をどこで、どのように提供することが有効なのかについて、災害時の道路交通情報のニーズ・課題を検討することが重要であると思われる。

また、情報伝達については、収集・伝達・提供のある程度一通りの研究はなされているもの、緊急車両に対する影響は行われておらず、その視点からの研究が必要であると思われる。

そして既存の研究結果から、隣接市町村や道路管理者同士の情報共有が重要であることが分かっており、それに緊急車両を所管する消防や警察などと連携することが必要であると思われる。

さらに、交通情報の収集・提供に関しては、特にプローブカーデータを使用した研究について行われており、当初はその精度向上やデータ処理等に主眼が行われていたが、ICTの向上及びナビシステムの普及により、最近では活用策、特に災害に関するものが多く行われている。

しかし、災害時などにおけるプローブデータを活用した研究は、あらかじめ予測できる積雪時などはデータの収集や分析、及びそれに対する対策の提案が可能であるものの、地震などの突発的な災害についてはデータの収集や、その分析・活用策の提案まで十分至っていない。

よって、特に災害時に対する道路交通情報に関して、そのプローブカーデータの特徴であるリアルタイムな通行可能状況が把握できるという特徴をもっと活用することが必要であると思われる。

そしてこれらの研究結果から、災害時の道路交通情報については、即時性に加え、迂回路情報や交通渋滞情報等の多種多様な情報が求められていることが分かっている。

したがって本研究では、災害発生後の各ルートの旅行速度の変化、またその特徴等を分析し、さらにその結果を活用し、到着時間及び迂回路予測等を行った。

これらは、既往の研究にはほとんど見当たらず、本研究の研究方法及び研究成果のオリジナリティと意義が確認されたものと考えられる。

参考文献：

- 1) 公益社団法人土木学会：土木学会附属土木図書館
- 2) 天見正和, 外間正浩, 鈴木猛康：土木学会第 60 回年次学術講演会, pp. 29-30, 2005.
- 3) 山際祐司, 加治屋安彦, 上村達也：土木学会第 59 回年次学術講演会, pp. 815-816, 2004.
- 4) 高橋尚人, 高橋清, 高橋渡, 浅野基樹, 中村紀仁：土木学会第 59 回年次学術講演会, pp. 545-546, 2004.
- 5) 三寺潤, 小塚みすず, 本多義明：土木学会第 63 回年次学術講演会, pp. 645-646, 2008.
- 6) 天見正和, 外間正浩, 鈴木義康：土木学会第 60 回年次学術講演会, pp. 29-30, 2005.
- 7) 田中悠祐, 高山純一, 黒田正生：土木学会第 56 回年次学術講演会, pp. 466-467, 2001.
- 8) 福田正輝, 高山純一, 中山晶一朗, 鈴木敬二：土木計画学会講演集, 2009.
- 9) 阿部英樹, 加治屋安彦, 米谷禎一：土木学会第 49 回年次学術講演会, pp. 232-233, 1994.
- 1 0) 岡野行秀：(財)国際交通安全学会, Vol. 21, No. 2, 特集, 1995 年 9 月 pp. 16-21, 19
- 1 1) 志田山智弘, 信太啓貴：土木学会第 61 回年次学術講演会, pp. 291-292, 2006.
- 1 2) 三村泰広, 寺内義典, 川本義梅, 本多義明：土木学会第 57 回年次学術講演会, pp. 613-614, 2002.
- 1 3) 高橋尚人, 宮本修司, 林美奈子, 浅野基樹：土木学会第 58 回年次学術講演会, pp. 437-438, 2003.
- 1 4) 堀口良太：走行イベント単位でのプローブデータ記録方式の効用, 第 26 土木計画学研究発表会・講演集, pp. 1/4-4/4, 2002
- 1 5) 堀口良太, 清水行晴, 金崎貴文, 岡村明彦, 上田憲道：プローブデータのクレンジング処理と車種別の運行特性分析, 第 26 回土木計画学研究発表会・講演集, pp. 1/4-4/4, 2002
- 1 6) 鈴木完, 岡本直久, 石田東生, 古屋秀樹：東京プローブカー調査のリンク捕捉率に関する分析, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 709-710, 2002
- 1 7) 中川周郎, 柏谷増男, 二神透：プローブビークルを用いた山間地域の道路ネットワーク作成に関する研究, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 435-436, 2003
- 1 8) 絹田裕一, 中嶋康博, 牧村和彦, 大脇鉄也：タクシープローブデータの旅行速度調査への適用に関する基礎的分析, 第 28 回土木計画学研究発表会, 2003
- 1 9) 小根山裕之, 桑原雅夫：プローブカーの経路情報を用いた時間別 OD 交通量の推定, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp. 813-814, 2002
- 2 0) 田宮佳代子, 瀬尾卓也：プローブカーデータを利用した路線別時間の変動特性に関する分析土木学会第 57 回年次学術講演会, pp. 769-770, 2002
- 2 1) 安田幸司, 塩土圭介, 吉村英二, 市川晴雄, 浅井加寿彦, 中川真治：プローブカーデータを用いたバスの運行状況の評価に関する実証的分析, 第 28 回土木計画学研究

発表会・講演集，2003

- 2 2) 北村清州，山本俊行，吉井稔雄，森川高行：プローブカーデータによる細街路通過交通の分析，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp. 429-430，2003
- 2 3) 石田東生，古屋秀樹，甲斐慎一郎，岡本直久：主観的評価を考慮した渋滞判定に関する研究，土木学会計画学研究・論文集 Vol. 20 No. 4，pp. 887-894，2003
- 2 4) 境隆晃，森川高行，三輪富生：プローブカーデータを用いた経路特定手法と旅行速度推定に関する実証的研究，土木学会第 58 回年次学術講演会，pp. 427-428，2003
- 2 5) 端地純平，山本高行：プローブカーデータに基づく交通走行抑止システムの効果の分析，第 28 回土木計画学研究発表会・講演集，2003
- 2 6) 小玉乃理子，秦康範，鈴木猛康，末富岩雄，目黒公郎：土木学会第 62 回年次学術講演会，2007 年 9 月 pp. 281-282，2007.
- 2 7) 秦康範，鈴木猛康，下羅弘樹，目黒公郎，小玉乃理子：新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望，日本地震工学学会論文集第 9 巻第 2 号，pp. 148-159，2009

第3章 実際の災害時の道路交通情報取得方法と道路交通情報の重要性の検証

ー能登半島地震における住民アンケート調査よりー

3-1 本章の構成

第2章で述べたように、災害については、災害発生からある程度時間が経過時点での情報提供の重要性や、その提供方法及び内容に関する研究は行われているが、災害、特に地震発生直後における地域住民の交通行動（経路選択）の研究は行われておらず、どのような混乱が生じたのか、災害時の地域住民の本当に必要な情報はなんだったのか等の道路交通情報のニーズ・課題を検討することが必要であると思われる。

実際、平成19年3月に発生した能登半島地震においては交通の大動脈である能登有料道路のほか、多くの幹線道路が被災したため、地震発生直後から道路交通に混乱が生じ、あらゆる社会経済活動に影響を及ぼした。その結果、地震などの災害発生時には、混乱を避けるために地域住民、特にドライバーに対する道路交通情報の提供方法が重要であることが改めて再認識された。

そこで本章では、その能登半島地震直後に実施した住民アンケートを元に、地震時の道路利用状況及び情報取得状況を分析する。

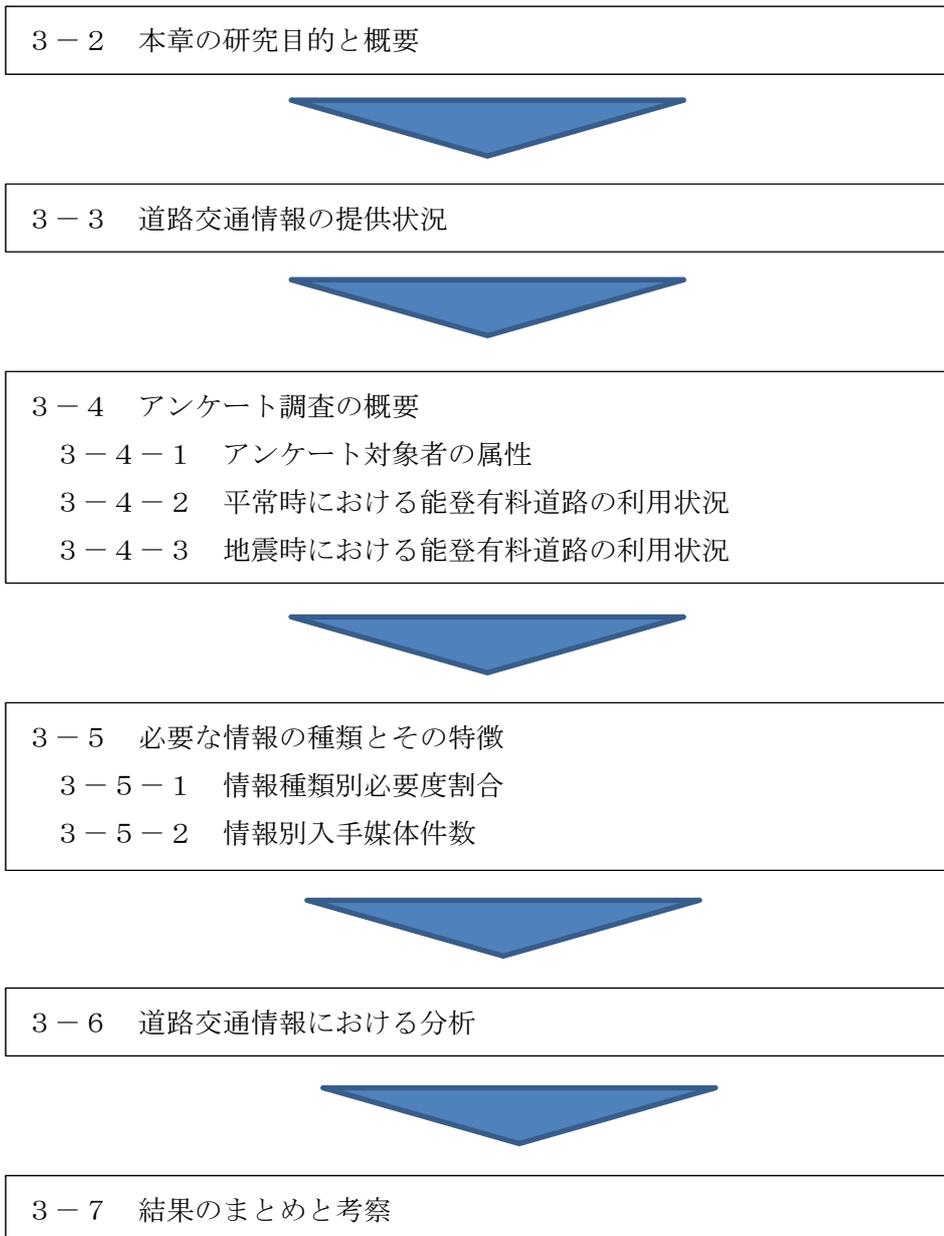


図3-1 第3章の構成

3-2 本研究の目的と概要

平成19年3月25日、石川県において能登半島地震が発生した。そのため、図3-1¹⁾に示す範囲に被害が生じ、その結果多くの木造家屋や幹線道路に大きな被害が発生した。

特に、能登地方の大動脈である能登有料道路や国道249号などの幹線道路が被災し、それによって各所に通行止めの箇所が発生し、道路交通情報はテレビ・ラジオまたはインターネットより適時配信された。

それにもかかわらず、地震発生後、数日間は交通渋滞が発生し、地域住民の通勤・業務・観光・救急活動等のあらゆる社会経済活動に大きな混乱と影響を及ぼした。

このことは、地震発後の緊急時には、ドライバーに対して単に正確な通行止め情報を提供するのみならず、どのような内容の情報を、どのように提供すればよいのかということについて検討する必要があることを示していると考えられる。

そこで本研究では、地域住民を対象とした能登有料道路の平常時と地震時（地震発生後）の利用状況、道路交通情報等の様々な情報取得状況、およびその情報の満足度等についてアンケート調査を行った。またその結果にもとづき、緊急時における各種情報提供のあり方について検討を行う。さらに、このような混乱を今後極力低減するためには、どのような道路交通情報をどのように提供すべきであるかについて検討する。



図3-1 能登半島地震 震源地と被災地域



能登有料道路 横田IC



能登有料道路 七尾市中島町谷内

図3-2 能登有料道路の被害状況

3-3 道路交通情報の提供状況

今回対象とする石川県管理の有料道路（「能登有料道路」）と国道、および県道等の被災による通行止め状況は図3-3のとおり¹⁾である。

またドライバーは、これらの情報を、表3-1のような方法により取得している。出発前には、多種多様な情報取得があり、特に最近の Information and Communication Technology（以下、ICT）の発達により、インターネットによるリアルタイムな情報提供が可能である。

しかしながら、実際には地震直後から交通に混乱が生じ、特に国道249号の内浦回りに交通渋滞が発生したという声が多く聞かれた。よって今回その原因を究明することが重要と思われ、それを本研究の一つの目的とする。

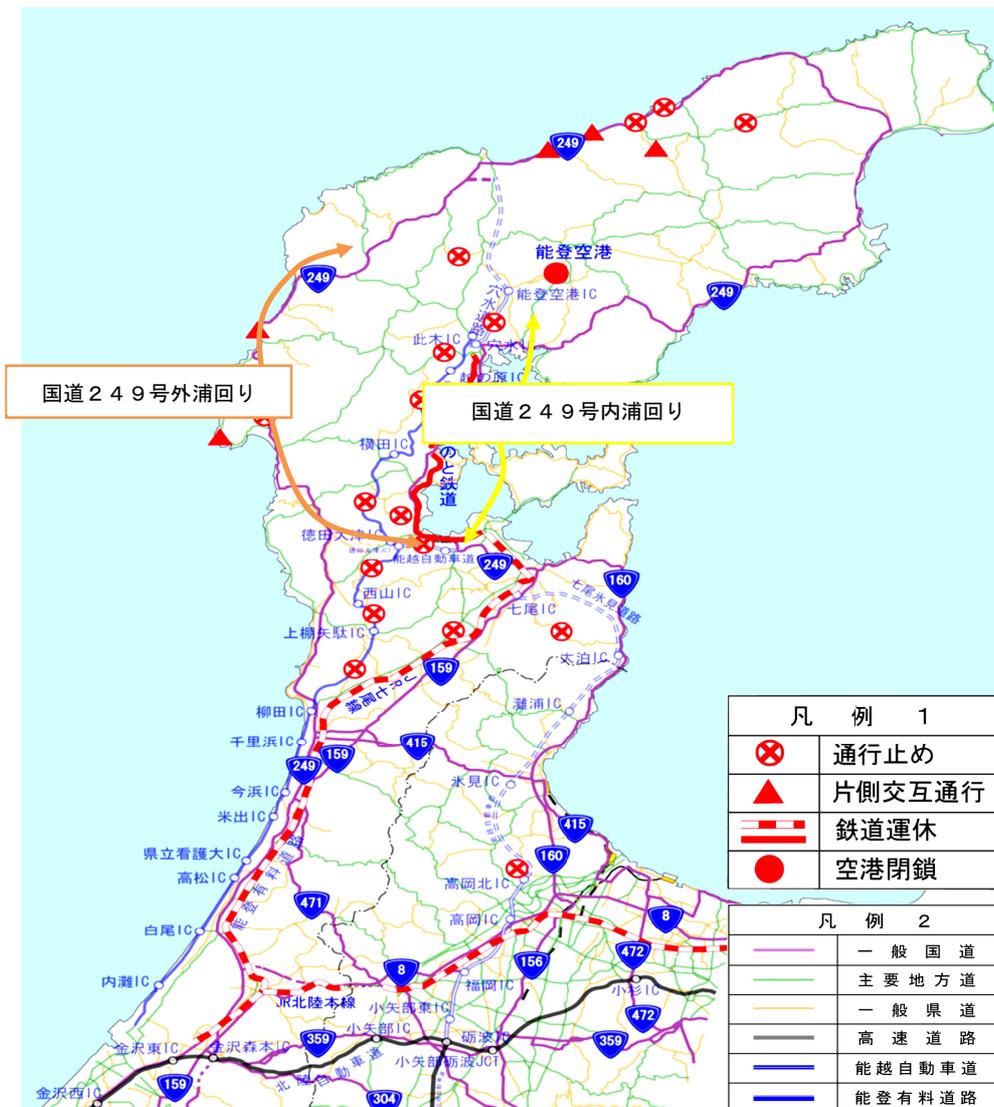


図3-2 2007年3月25日 17:00頃の交通規制状況

表 3-1 道路交通情報入手方法（アンケート結果より）

ドライバーの状態	情報の種類
出発前	テレビ ラジオ 新聞 電話問い合わせ インターネット 町内回覧 近所からの口コミ その他（有線放送等）
走行中	情報案内板 警告板 カーナビ（テレビ） ラジオ
休憩時	携帯 情報板 道の駅で問い合わせ

3-4 アンケート調査の概要

本研究では、日頃通勤や業務で能登有料道路を利用しているドライバーに対して、能登半島地震発生直後の対応行動に関するアンケート調査を行った。アンケート調査票の配布方法は、事前に協力して頂ける団体にアンケートを送付し、郵送で回収する方法を採用した。

具体的な調査項目を表 3-2、アンケートの配布先と配布数を表 3-3 に示す。アンケートの配布は、平成 19 年 7～8 月に行い、配布数は 2,507 通、うち回収は 985 通で、回収率は 39.3%であった。

表 3-2 調査項目

項目	調査項目
平常時の能登有料道路の利用状況調査	利用頻度 利用目的 利用IC 利用時間帯 所要時間
能登有料道路通行止め時の迂回道路の利用状況調査	迂回経路 迂回路の利用日時 所要時間
地震被害に関する各種情報入手調査	各種情報の必要度 入手方法

表 3-3 アンケートの配布先と配布数

配布先	配布数	回収数
行政（珠洲市、羽咋市、穴水町）	93	—
バス運営会社	9	
宅配会社	4	
商工会議所（七尾市、志賀町、宝達志水町、能登町）	661	
学校（高校、中学校、幼稚園など）	1740	
計	2507	985

3-4-1 アンケート対象者の属性

そのアンケート対象者の属性は、以下の通りである。

(1) 性別および年齢

男女比は、男性が55%、女性が45%のほぼ同等な割合であった。また若干男性が多いがほぼ同数となっている。年齢別では30代から50代までが約9割近くを占め、仕事をしており活動的な世代からの回答が多く得られた。

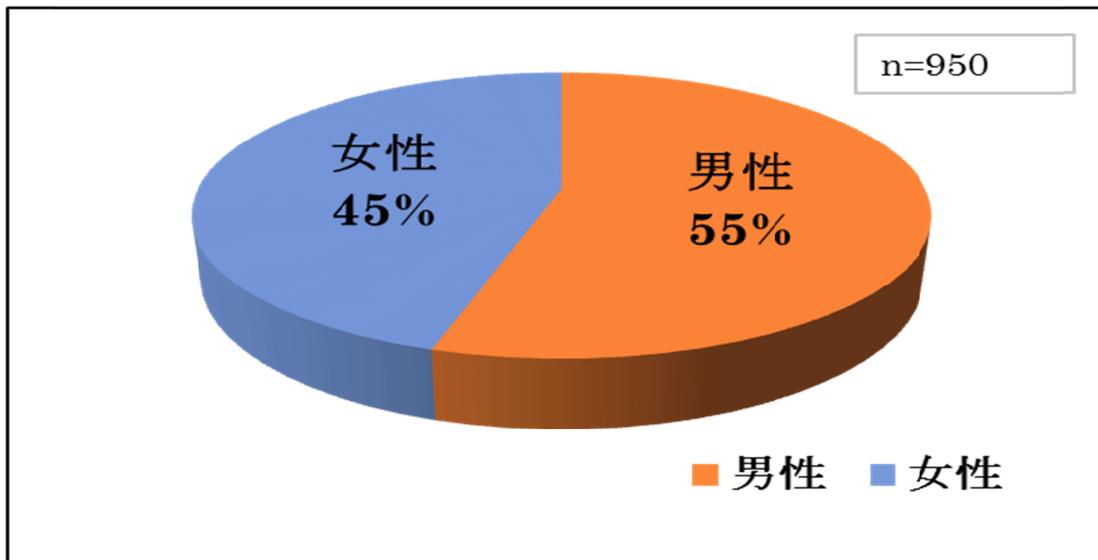


図3-4 性別

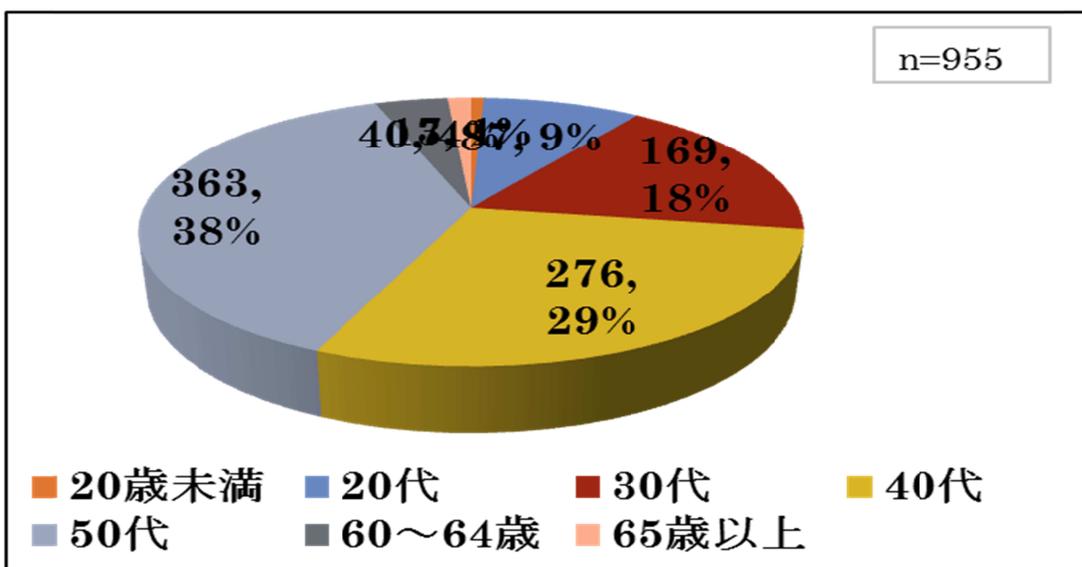


図3-5 年代

(2) 勤務先

図3-6に示す通り、学校、市役所などの行政関係がほぼ半数、民間の会社が約4割となっている。

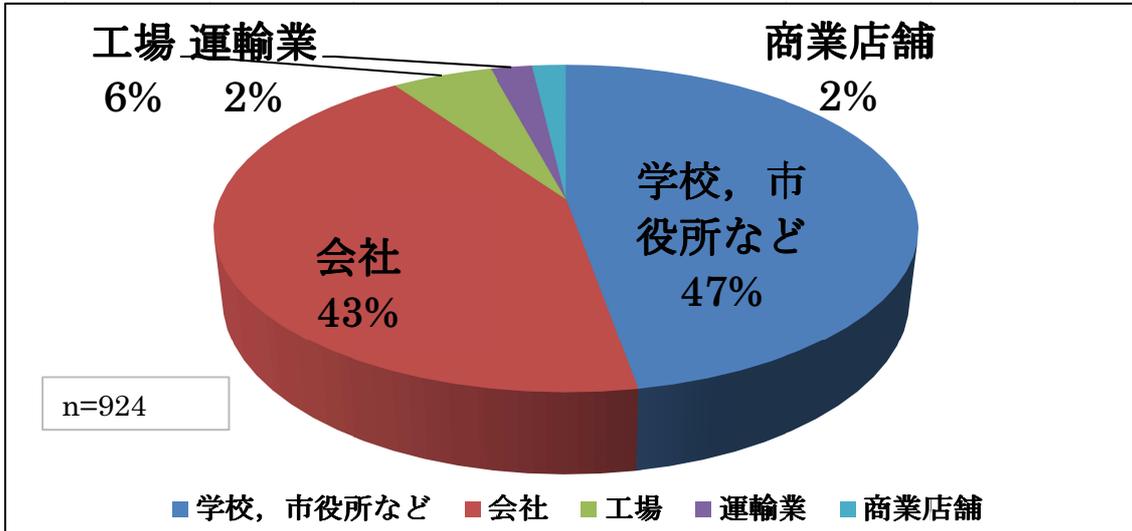


図3-6 勤務先

(3) 住所

図3-7に示す通り、現在住んでいる住所と勤務先住所の構成比はさほど大きな違いはなかった。なお、震源地に近い震度6強を記録したのが、輪島市・七尾市・穴水町であり、この市町は能登有料道路の通行止めとなった柳田ICより北に位置していることから、地震の影響が大きかった住民から半数以上の回答を得ている。

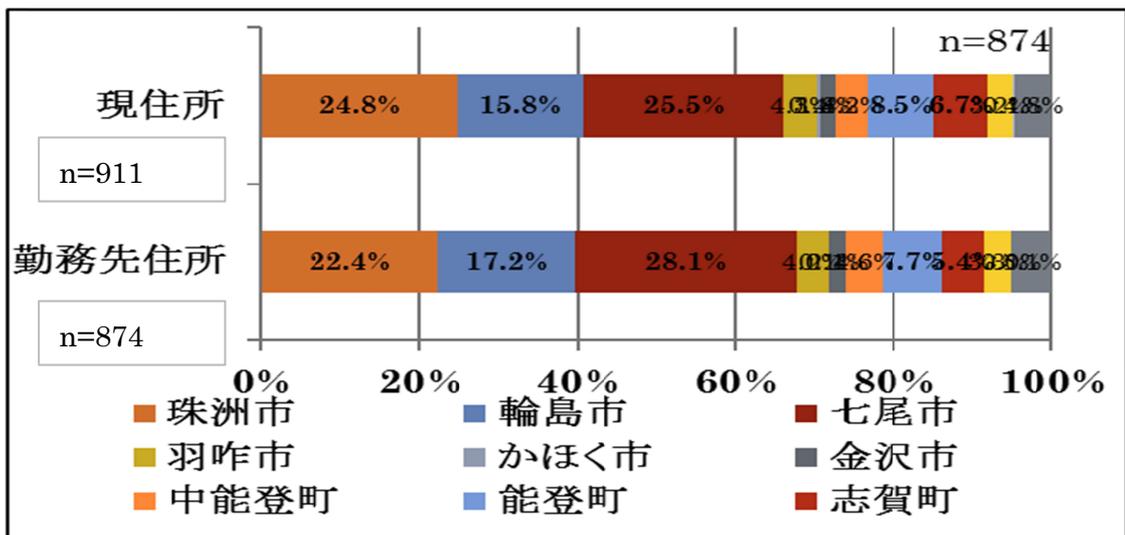


図3-6 住所

3-4-2 平常時における能登有料道路の利用状況

a) 利用目的

能登有料道路の利用目的については、図3-8のとおり、仕事とその他（買い物、レジャー等）が9割以上を占めており、通勤等で能登有料道路を日常利用しているアンケート対象者は少ないことが分かる。

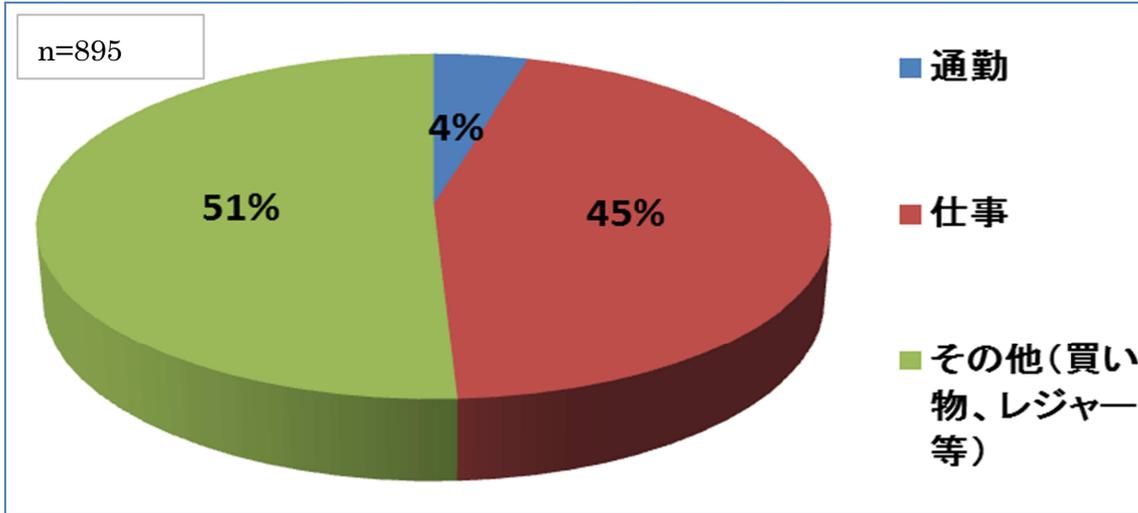


図3-8 能登有料道路の普段の利用目的

b) 利用頻度

能登有料道路の利用頻度は、図3-9のとおりであり、1ヶ月に1日～3日が4割以上を占めている。これは、a)の利用目的が毎日利用しなければならないものではない場合がほとんどであることから、頻度もそれに応じて高い結果とはならなかったと思われる。

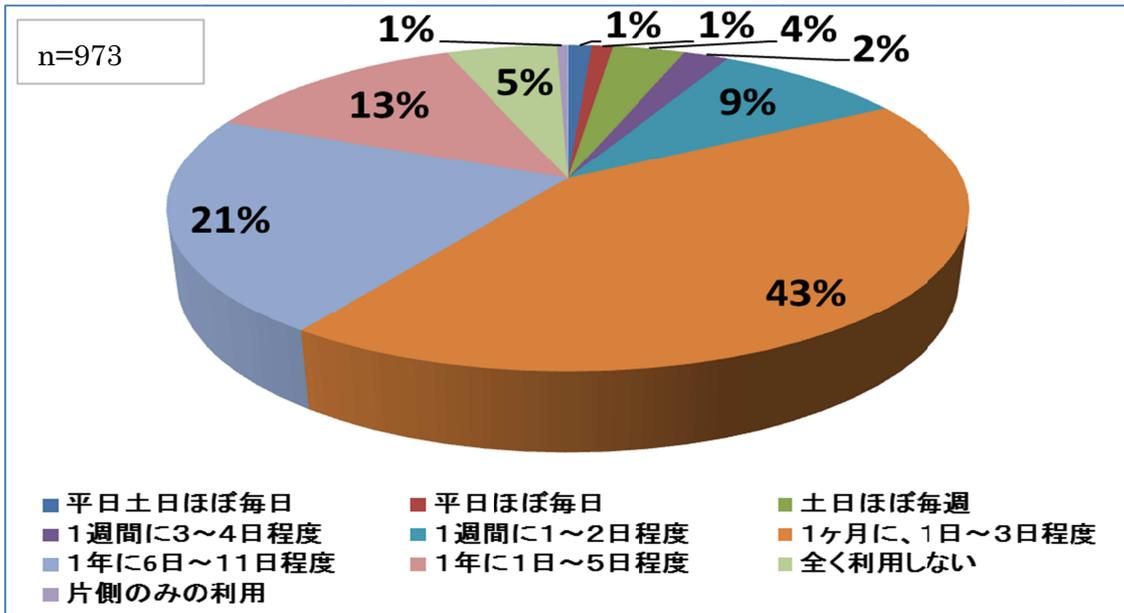


図3-9 能登有料道路利用頻度

c) 利用 IC

図3-10のとおり、穴水 IC と柳田 IC 以南の IC を利用する割合がそれぞれ3割以上を占めている。穴水 IC～柳田 IC 間は、今回地震により通行止めとなった区間であり、この結果から通常時は通行止めとなった区間全線を利用している住民が多いという結果が推測できる。

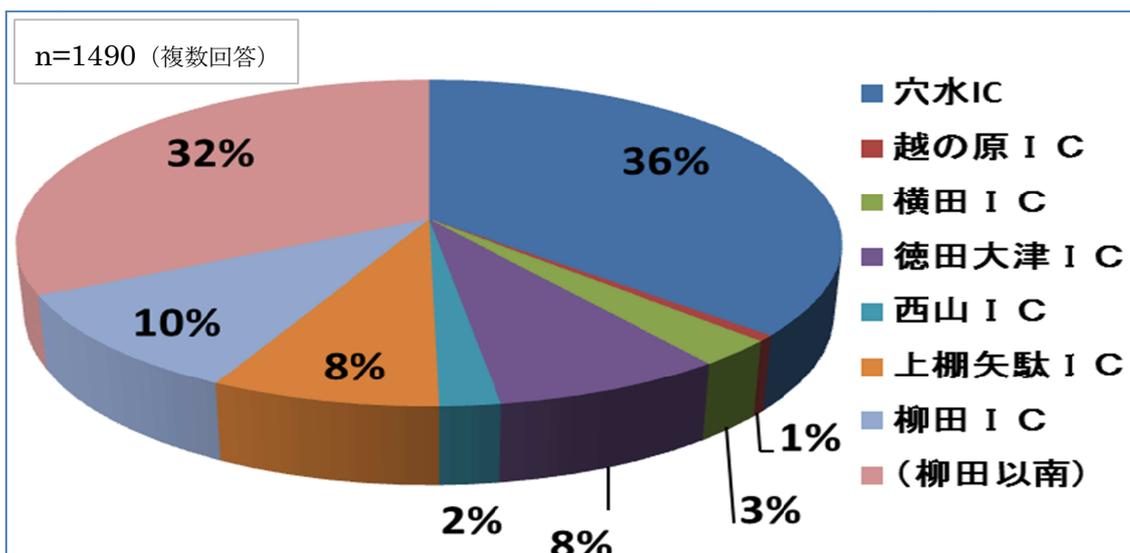


図3-10 能登有料道路の利用 IC (通常時)

3-4-3 地震時における能登有料道路の利用状況

a) 所要時間

通常能登有料道路を利用している時（以下、「平常時」）と地震後初めて迂回道路を利用した時（以下、「地震時」）の所要時間の遅れを市町別に比較した。

その結果、地震発生後自宅等を出発する交通を「行き」、戻る交通を「帰り」とした場合、表3-4のように行き帰りとも地震時では遅れが生じ、行きで27分、帰りで33分程度の差となった。

ただし、震源地より北東に位置する珠洲市、能登町、輪島市においてはその遅れが顕著であることがわかる。

また最大3時間の遅れが生じており、利用した迂回路によっては大幅に遅れが生じた場合とそうでない場合が想定される。よってこのような場合に道路交通情報の提供に不満があったのではないかと推測される。

表 3-4 市町別所要時間の遅れ比較

市町別地震時と平常時の所要時間の差(現住所不明除く)		単位(時:分)					
現住所	方角	最短(行き)	最短(帰り)	最長(行き)	最長(帰り)	平均(行き)	平均(帰り)
珠洲市	北東	0:00	0:05	3:00	1:00	—	0:27
能登町		0:10	0:10	1:00	2:00	0:26	0:45
輪島市		0:20	0:30	1:00	2:00	0:33	0:51
穴水町		0:00	—	1:00	—	0:20	—
七尾市		0:10	0:00	1:10	0:00	0:31	0:21
志賀町		0:26	0:20	—	—	0:19	—
中能登町		0:00	0:00	0:20	—	0:10	—
羽咋市		0:05	0:05	0:40	0:40	0:26	0:28
宝達志水町		0:30	0:30	0:30	0:30	0:30	0:30
かほく市		1:20	0:30	1:20	0:30	1:20	0:30
金沢市		南西	—	—	0:10	—	0:00
平均		0:18	0:14	1:01	0:57	0:27	0:33

※n = 947

b) 所要時間とその分散の時系列的変化

また、各トリップ(行き、帰り)の所要時間の差およびその分散の時系列的変化を見ると、表3-5のような結果となった。この表では、最短はあまり変化は見られないが、最長時間や平均については、時間が経つにつれて値が小さくなっており、その結果分散も小さくなっている。これにより、所要時間のバラつきが落ち着いているのが分かり、時間が経つにつれ交通の混乱も収まっているのが分かる。

表 3-5 所要時間の遅れ及び分散の時系列的変化

地震時と平常時の所要時間の差の時系列的変化		3/25AM	3/25PM	3/26AM	3/26PM	3/27~31	4/1~
最短 (時:分)	行き	0:00	0:20	0:00	0:40	0:00	0:15
	帰り	0:00	0:00	0:20	0:10	0:00	0:15
最長 (時:分)	行き	3:00	2:00	1:00	2:20	2:00	1:40
	帰り	1:30	2:00	0:30	2:00	2:00	1:30
平均 (時:分)	行き	0:48	0:45	0:26	1:30	0:43	0:45
	帰り	0:48	0:53	0:25	0:39	0:40	0:43
分散 (時の2乗)	行き	0.0009	0.0006	0.0001	0.0012	0.0003	0.0002
	帰り	0.0005	0.0007	0.0000	0.0005	0.0004	0.0002

※n = 978

3-5 必要な情報の種類とその特徴

今回のアンケートにおいては、地域住民がどのような情報を必要としていたかについても調査している。その結果を下記に示す。

3-5-1 情報種類別必要度割合

どのような種類の情報が必要であったかについては、下記の通り「地震情報」のほか9種類の情報別に分類し、各々について「非常に必要」から「不要」まで6段階にて質問をしている。その結果、図3-11のように地震情報、次いで道路交通情報の「非常に必要」と「やや必要」を合わせた割合が非常に高い。よってこの2つが地域住民にとって大変必要な情報であったと推測される。

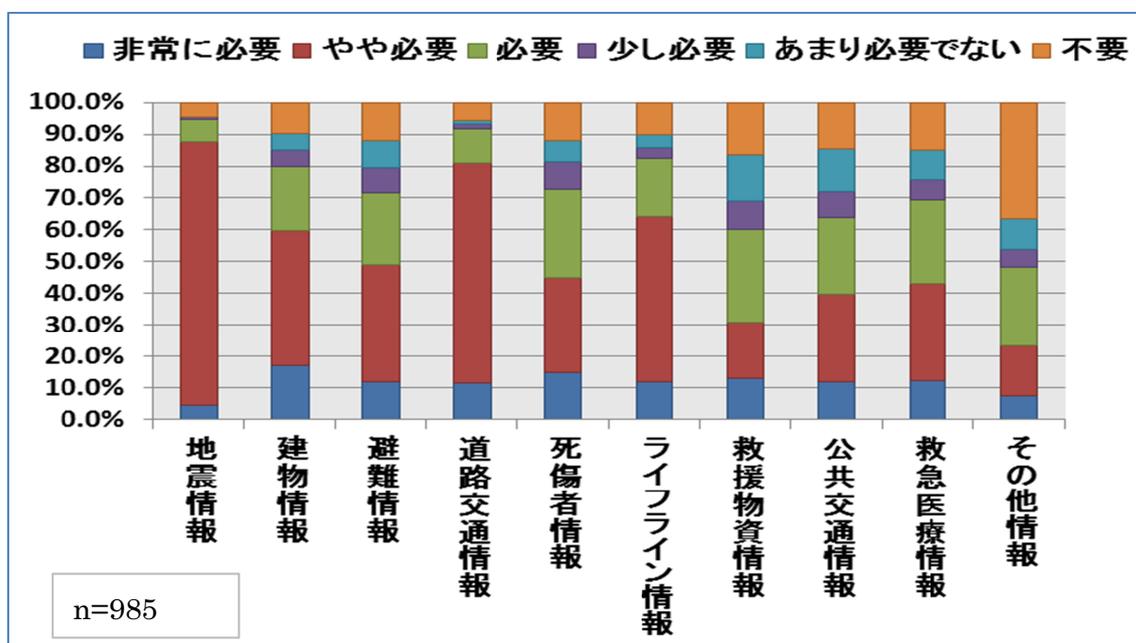


図3-11 情報別必要度割合

3-5-2 情報別入手媒体件数

一方、入手した情報について、その入手媒体別にみると、表3-6のような結果となっている。(複数回答)

表 3-6 情報別入手媒体件数

	テレビ	ラジオ	新聞	電話問い合わせ	インターネット	町内回覧	近所の人 (口コミ)	その他
地震情報	795	331	196	55	67	2	55	44
建物情報	592	128	167	43	21	5	70	23
避難情報 (避難所情報)	473	117	132	21	11	16	43	48
道路交通情報	644	254	186	36	56	3	54	35
死傷者情報	670	155	176	13	16	0	12	10
ライフライン情報 (電気ガス水道)	482	122	136	27	19	17	57	41
救援物資情報	383	90	129	9	12	10	28	25
公共交通情報 (バス運行情報)	397	115	123	19	29	1	23	17
救急医療情報	367	95	119	14	15	2	18	33
その他情報	256	66	79	3	12	4	16	23
計	5059	1473	1443	240	258	60	376	299

その結果テレビが約5千件と最も多く、次いでラジオ、新聞の順に地域住民が情報を入手していることがわかる。

また、情報媒体別に情報の種別割合を分析すると、図3-12のような特徴がある。テレビ、新聞の場合は、情報の種類についてほぼ均等に情報を得ていることが分かる。これにより、幅広く総花的に情報発信するには、テレビ、新聞が適した媒体の一つであると思われる。

またラジオ、インターネットの場合は、住民が非常に必要と思っている地震情報と道路交通情報の割合が他の情報に比べ、若干高くなっている。これはラジオ、インターネットがその時々最新の情報を得やすいためではないかと考えられる。特にインターネットはニーズに対応した情報を得やすいことが理由と考えられる。

さらに町内回覧の場合は、ライフライン情報や避難情報などの生活に密着した情報を入手している割合が高い。

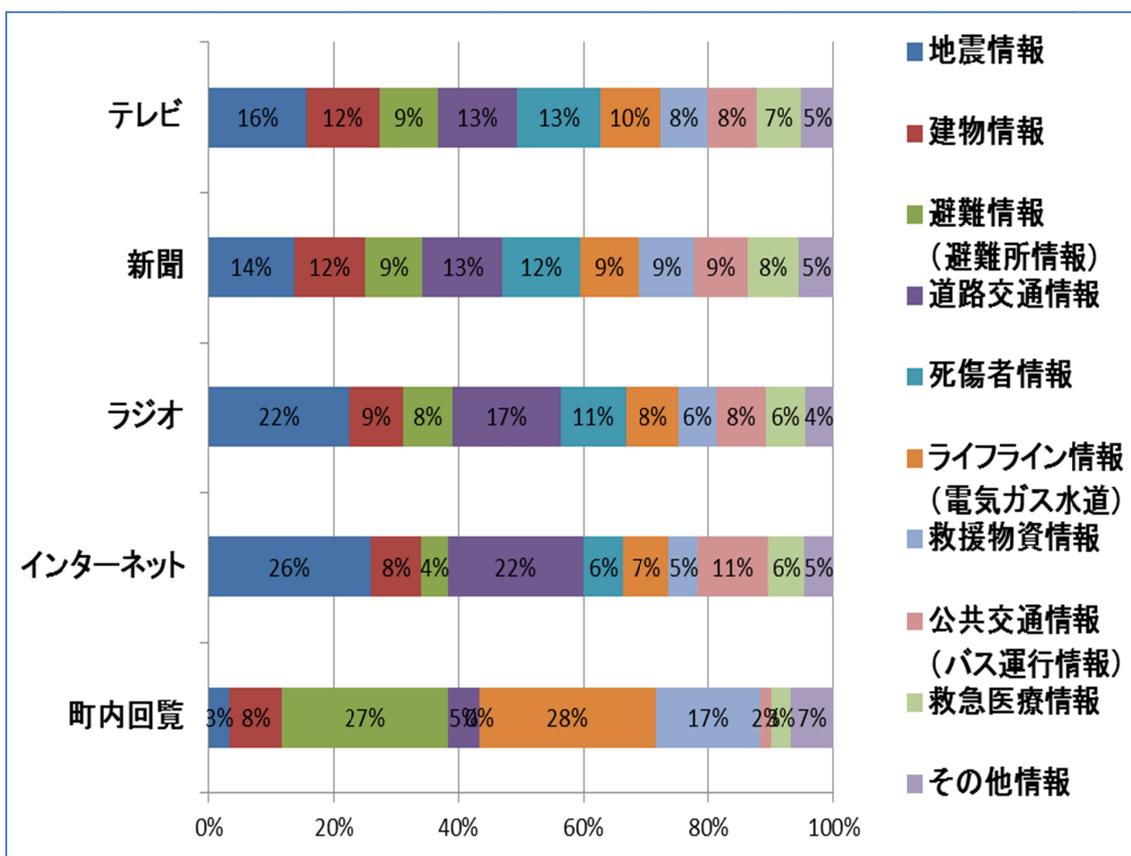


図 3-1-2 入手した情報の種類別割合 (ラジオ)

このように、被災した地域住民は、情報の内容やその緊急性に応じて、情報入手媒体を使い分けていることが分かる。

3-6 道路交通情報における分析

これまでの分析により、通常能登有料道路を利用している地域住民は、選択した迂回路次第で運転所要時間にバラつきがあり、特にそれは地震直後において差が大きいことがわかった。

また地域住民は地震情報同様、道路交通情報を最も必要と考えており、その場合ラジオ・インターネット等の即時性やニーズ性に優れる媒体で情報入手していることもわかった。

つまり道路交通情報については、即時性のある情報媒体により手に入れようとしているにも関わらず、人によりその効果（迂回にかかった所要時間）に大きな差が生じているという結果が明らかとなった。

そこで本章では、今回地域住民が入手しようとした道路交通情報の特徴と、その結果入手した情報の評価との関係について、より掘り下げる分析を行った。

ただし、「特徴」や「評価」などの抽象的なものについては観測することはできないので、これら2つの変数を潜在変数として扱うことができる分析手法である「共分散構造分析」²⁾

を用いた。

そして「入手しようとした道路交通情報の特徴」については、「いつ道路交通情報が必要であったか」という「情報緊急性」と、「どのような道路交通情報が必要であったか」という必要な「情報内容」の二つの特徴からなると仮定し、モデル化した。

また、理解度、満足度などの道路交通情報が利用者自身にとって評価が高いのか低いのかという「道路交通情報の評価」という潜在変数も設定した。

いつ必要であったかについては、3-4で行ったアンケートに「道路交通情報はいつ必要であったか」という質問を作成し、その回答として、①地震発生直後の3月25日、②3月26日以降の1週間以内、③4月以降の1ヶ月以内の3段階で評価してもらった。

また、どんな情報が必要であったかについては、①通行止め情報、②片側一方通行情報、③交通渋滞情報、④交通事故情報、⑤その他情報の5種類別について、その必要性の有無にて回答してもらい、それを観測変数とした。

一方、実際に受けた道路交通情報の評価についても同様に、①入手容易度 ②理解度 ③正確度 ④満足度という4つの観測変数から説明される潜在変数を仮定した。

そして各々の観測変数についても同様のアンケートにて、その評価の度合いを高い方から5段階で評価（例えば満足度であれば「大変満足」を5、以下4、3、2、として「大変不満」を1）としてもらった。

その結果を図3-13に示す。

モデル全体の評価を表す適合度は、図中にあるように非常に良い結果となっており、ほぼ判断基準に近い結果となっていることから、このモデルは有意であると考えられる。また各係数の有意性についても、ほとんど0.1%水準で有意となっている。

また、このような共分散構造分析の結果より、次の点について相関があることが分かった。

a) ほしかった道路交通情報の特徴と実際受けた道路交通情報の評価には、あまり高くはないが負の相関（-0.25）があり、これはほしかった道路交通情報の特徴が顕著なほど実際受けた道路交通情報の評価は良くなかった（低かった）と推測される。

b) ほしかった道路交通情報の特徴は、どんな情報が必要であったかを示す相関（0.26）よりも、いつ情報が必要であったかを示す相関（0.63）の方が高く、速達性を重視していたと考えられる。

c) 実際受けた道路交通情報の評価は、どの観測変数においても相関が高いが、特に理解度の相関（0.91）が高い。

d) 具体的な道路交通情報としては、渋滞情報の相関（0.78）が非常に高い。

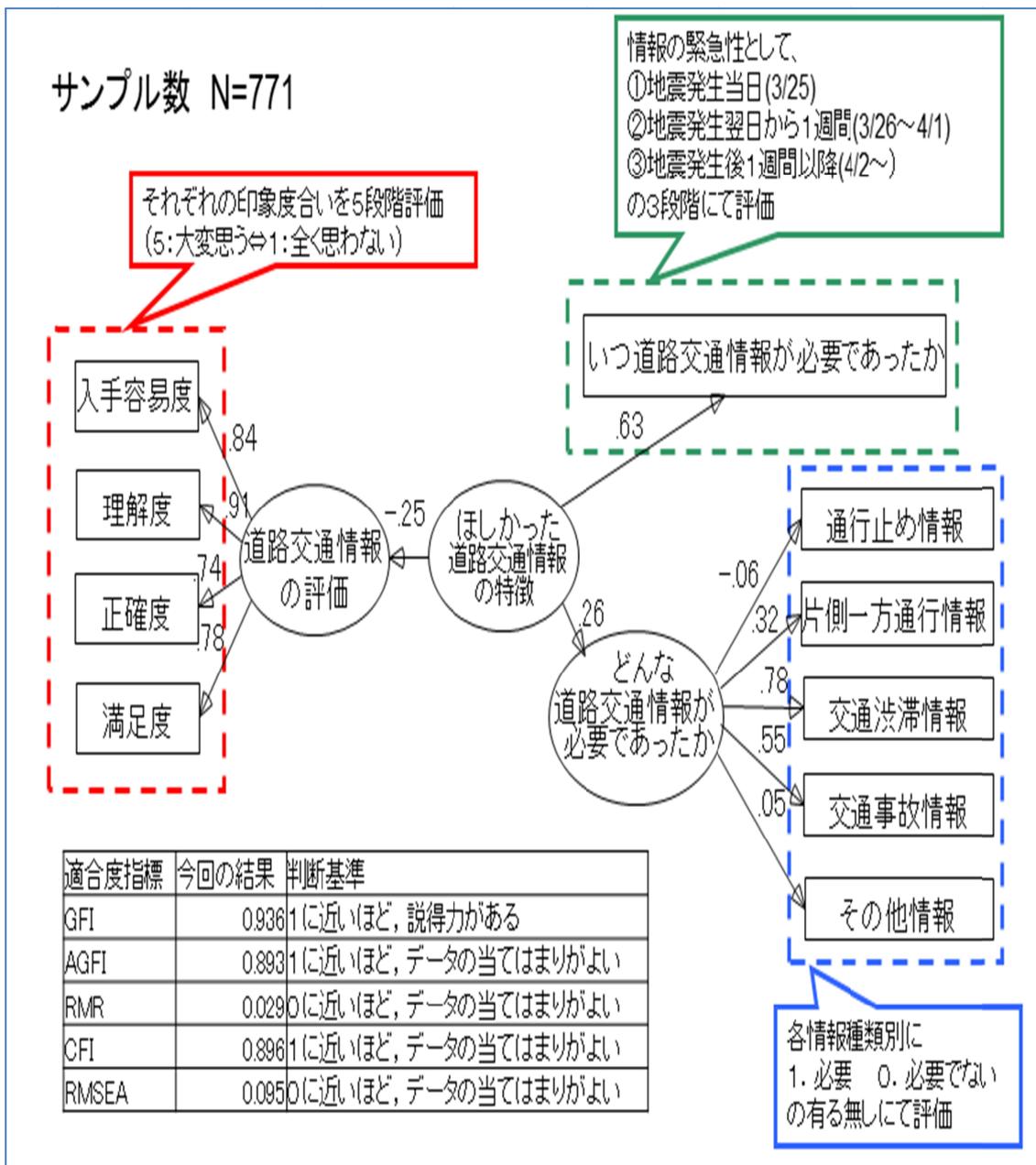


図 3 - 1 2 共分散構造分析結果

以上により、地域住民はスピーディな道路交通の情報提供を望んでいると思われるが、今回の能登半島地震のケースでは、緊急性が高いほどその情報に対する評価は相反して悪い傾向にあり、特にわかりやすさ（理解）に欠けると地域住民は感じていると推測される。

これは、緊急性の高い情報は即座に住民や道路利用者に伝える必要があるものの、理解しやすい形で伝えなければならないこと、緊急性の低い情報以上に分かりやすく、正確に提供しなければならないことを示唆していると思われる。

なお、この傾向は、職業によって、また居住地によっても異なると考えられ、職種別・

住所別に分析を試みたが、残念ながらサンプルデータを職種別・住所別に分類すると分析可能なデータ数が少なくなり、有意な分析を行うことができなかった。

3-7 結果のまとめと考察

以上の結果により、次のようなことがわかった。

- ・地震発生時の能登有料道路の通行止めによる影響は非常に大きく、平均遅れ時間は30分程度であったが、最大では3時間遅れたケースがあった。また、その遅れ具合も地震直後ほどバラつきが大きかった。
- ・情報の種類については、地震情報をもっとも多くの人が必要としており、次いで道路交通情報を必要としている場合が多いことが明らかとなった。
- ・住民は、テレビ、ラジオ、新聞から情報を得ているケースが多いが、内容や緊急性に応じて情報媒体を使い分けており、道路交通情報はラジオ、インターネット等の即時性のある媒体から入手している場合が多い。
- ・道路交通情報が早急にほしい住民ほど、今回の情報提供結果（特に渋滞情報）に不満を持っており、理解しにくかったと感じている住民が多かった。

内浦側が渋滞する一方、外浦側はそれほど渋滞していなかったこと、および震災直後ほど旅行時間のバラつきが大きいことは、震災直後であっても単に通行止め情報だけでなく、その周辺部分を含めた渋滞情報や所要時間情報の提供が必要であることを示唆していると考えられる。

つまり、震災直後の交通が混乱している状況こそ経路間のバラつきは大きく、渋滞情報や旅行時間情報の有用性は、通行止め情報等と同様に高いと考えるべきではないかと思われる。よって今後、このような災害時における道路交通情報の提供方策の一つとして、通行止め等の規制情報とともに、交通渋滞や所要時間情報をラジオなどの即時性のある情報媒体を活用して、的確に提供することが有効であると思われる。

このような結果より、道路交通情報の重要性は改めて実証され、提供方法と内容、特にこれまでの交通規制情報に加えて渋滞情報が必要であることがわかった。

参考文献：

- 1) 石川県：平成19年能登半島地震記録誌，2009年3月25日
- 2) 日本IBM：共分散構造分析ソフトウェア Amos

第4章 災害発生直後の道路交通の実際の流れの変化

ー能登半島地震におけるプローブカーによる道路交通状況の変化の把握ー

4-1 本章の構成

前章では、災害時の道路交通情報の必要性とその特徴について述べた。それでは、そのようなリアルタイムな交通状況や渋滞の変化を把握し、情報提供を行うにはどのようにすべきであろうか。

特に、第1章で述べたように、東日本大震災においては、地震発生から大よそ20～30分後に津波が発生していることから、地震発生直後からの初期避難行動において、如何に避難最適地に最短経路でたどり着くかが重要である。

近年、カーナビや携帯電話、そしてスマートフォンの発達により、道路交通情報を収集し提供するシステムが発達している。

しかし一方では、これも第1章で述べたように、現時点ではそのような道路交通情報の提供は主にメーカー側の付帯的事業にとどまっており、統一的な道路情報の提供までには至っていないのが現状である。

しかもそのようなシステムは平成19年度ごろから普及し始めたものであり、最近になっていわゆる「ビッグデータ」として研究が進められているが、まだその研究は始まった初期の段階にあると思われる。

よって、そのようなデータから実際に必要なデータを抽出、分析していくにはまだ研究の余地は残っていると思われる。

またこのようなデータはいわゆる、「通った車がいること」の結果であるが、実際に必要なのは、「本当に通っているのか」という情報を提供することが重要である。

そのため、現時点では、道路交通情報を収集することを目的としたプローブカーを利用したシステムを研究することが、災害における安全・確実な道路交通情報を提供する上では有用性が高いと考える。

そこで本章では、災害発生時の具体的な自動車交通の流れの変化を把握するため、第3章と同じく実際に能登半島地震で得られたプローブカーによる道路交通状況の変化や、通常時と災害時の違い等を分析する。

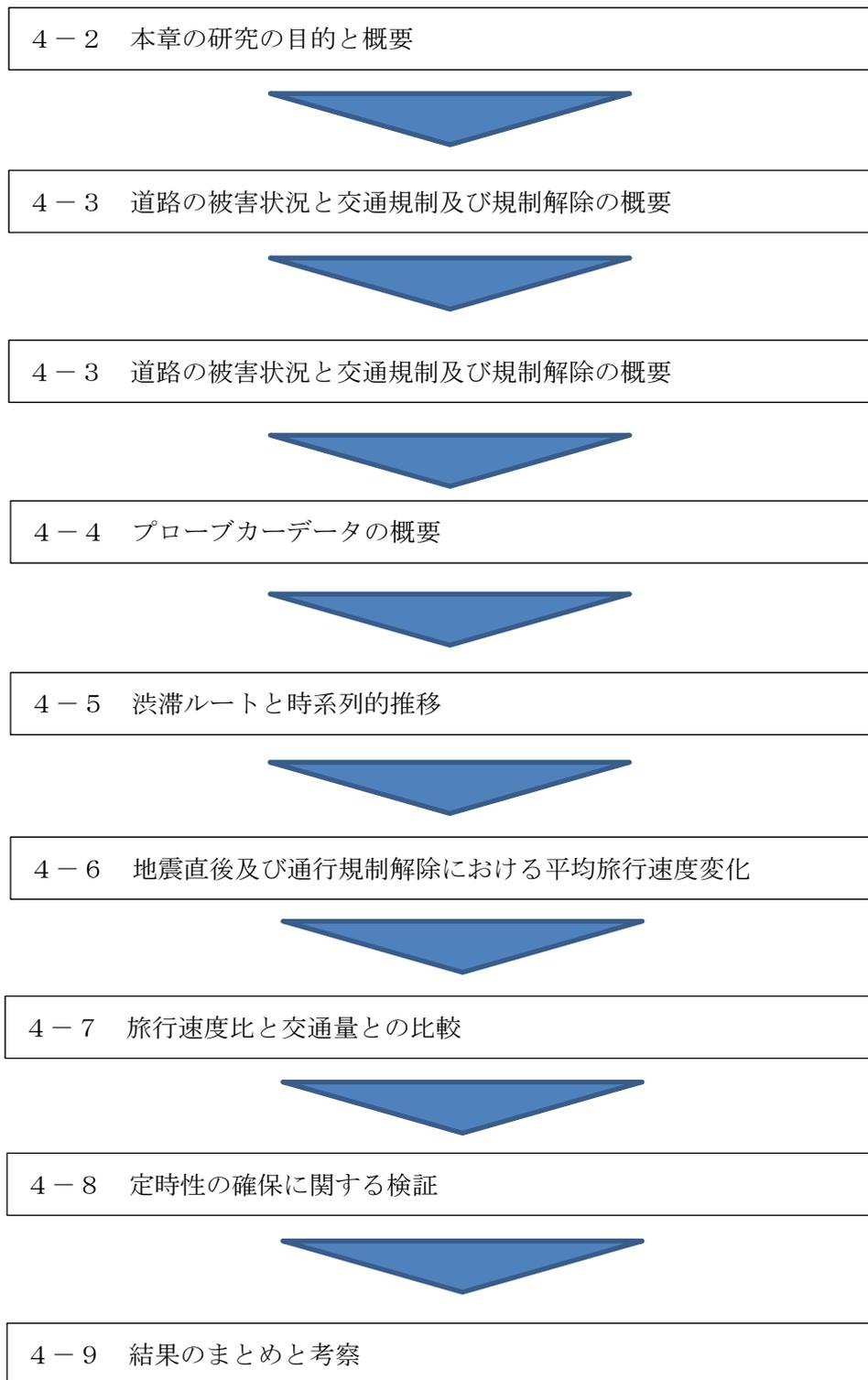


図4-1 第4章の構成

4-2 本研究の目的と概要

第3章での述べたとおり、平成19年3月25日、石川県輪島市門前町沖において、M6.9の能登半島地震が発生し、様々な公共施設にも被害をもたらした。

その中でも特に道路の被害が大きく、能登と金沢を結ぶ大動脈である「能登有料道路」を含め、多数の道路において通行止めまたは片側交通規制が行われた。

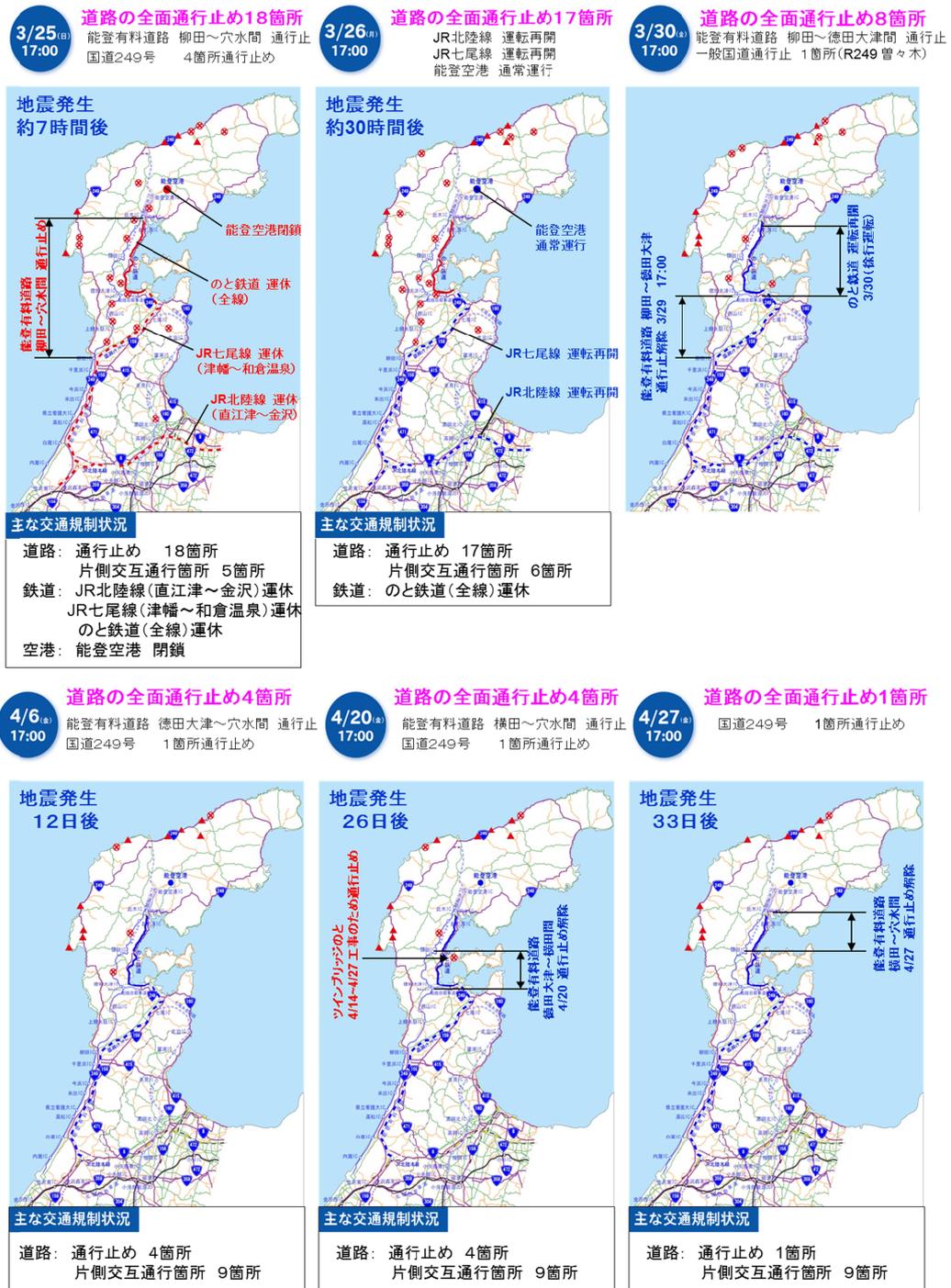


図4-1 道路交通規制解除の推移

特に、地震発生直後から能登有料道路は全面通行止めとなったため、地区住民の生活はもとより、観光客の通行などにも多大な影響を与えた。

その後も地震発生後から 7 時間後においても能登有料道路柳田～穴水間は通行止めであったが、その後順次部分的に通行止めが解除となり、連休前の 4 月 27 日には全線通行止め解除となった¹⁾。(図 4-1 参照)

しかし、第 3 章で紹介した、今回の地震により影響を受けた地域住民を対象に行った、地震発生による道路交通の影響に関するアンケートによると、普段能登有料道路を利用している場合と、地震発生後初めて迂回路を利用した場合の所要時間を比較した場合、平均 30 分、最大で 3 時間の遅れが生じていることが分かった。

しかも地震発生直後は所要時間にもバラツキ（分散が大きい状況）があり、時間が経つにつれ分散が小さくなってきていることから、特に地震発生直後に混乱が生じていたものと予想される。

また、道路交通情報の必要度は高いものの、その情報がほしい人ほど、今回実際に受けた道路交通情報の評価は低いという結果であった。実際の道路交通情報は、道路通行者が円滑に迂回路を利用できるよう、国土交通省や石川県等から通行止め・片側交互通行等の道路規制情報が、地震直後速やかに提供されていた。

しかし、前述のアンケート結果では、住民は分かりやすい渋滞情報を求めており、そのような情報がほしい住民ほど、今回の道路交通情報の提供の評価は低い結果であった。

よってそのことから、住民はそれらの情報だけではなく、よりリアルタイムな交通状況の変化や渋滞の変化がわかる迂回路情報や渋滞情報（道路交通情報）の提供を求めていたと思われる。

したがって、そのような道路交通情報を提供するための基礎データ収集の一つとして、今回プローブカーデータ²⁾を活用し、迂回路情報や渋滞（所要時間）情報の提供を試みた。

具体的な研究としては、地震発生後の 3 月 29 日～5 月 13 日までの経時的に計測された、貴重なプローブカーデータを活用し、通常時と迂回時の所要時間、旅行速度等において、道路通行止めが解除されていく過程に合わせて、道路交通状況が変化していく過程を分析し、逐一変化していく道路交通情報が提供可能なのかを検討した。

4-3 道路の被害状況と交通規制及び規制解除の概要

被害状況で最も多かったのは、道路面の全面亀裂（2 車線とも）、119 か所（43%）で、続いて道路面の全面段差（2 車線段差）で 40 か所（14%）、そして盛土部分の一部崩落の段差が 31 か所（11%）であった³⁾。(表 4-1 参照)

いずれの被害も通行可能であるか否かを判断するには難しい、微妙な被害であると思われる。

また、その被害に伴う交通規制は、片側通行止め（1 車線通行可）が 166 か所（61%）であり、ドライバーとしてはこれも判断に迷うものである。

表 4-1 能登半島地震における道路被害箇所数

被害の種類	国道	県道	市道	合計	割合
全面亀裂（2車）	0	115	4	119	43%
全面段差（2車）	0	30	10	40	14%
盛土崩落（1部）	0	18	13	31	11%
その他	13	53	23	81	32%
計	13	216	5	271	100%
※1 271ヶ所のうち、片側通行止め（1車線通行可）が166ヶ所(61%)					
※2 " 3/25（地震当日）規制解除が195ヶ所(72%)					

さらに、交通規制の解除については195か所（72%）が3月25日の地震発生当日に解除されている。解除時期が不明である39か所（14%）を加えると86%、約9割が当日規制解除されているが、それでも道路ネットワークの混乱が想定される。

このことから、突発的に発生する地震などの災害直後においては、単に道路交通規制情報だけではドライバーはどのルートを選択すべきか判断はつかないと想定され、交通情報の提供方策を検討することが必要である。

その点において、より判断しやすく、またリアルタイムに提供できるプローブカーデータを活用することが有効であると考えられる。

4-4 プローブカーデータの概要

分析には、3月29日～5月13日の連休を挟む平日・休日各々5日間、計10日間のプローブカーによる旅行速度データを用いた²⁾。

そのルートについては、図4-2の通り、3月25日～4月27日まで一部通行止めとなっていた能登有料道路を迂回する区間について、①から⑧に分けて計測している。

また、各ルートの概要については、表4-2に示す通りである。

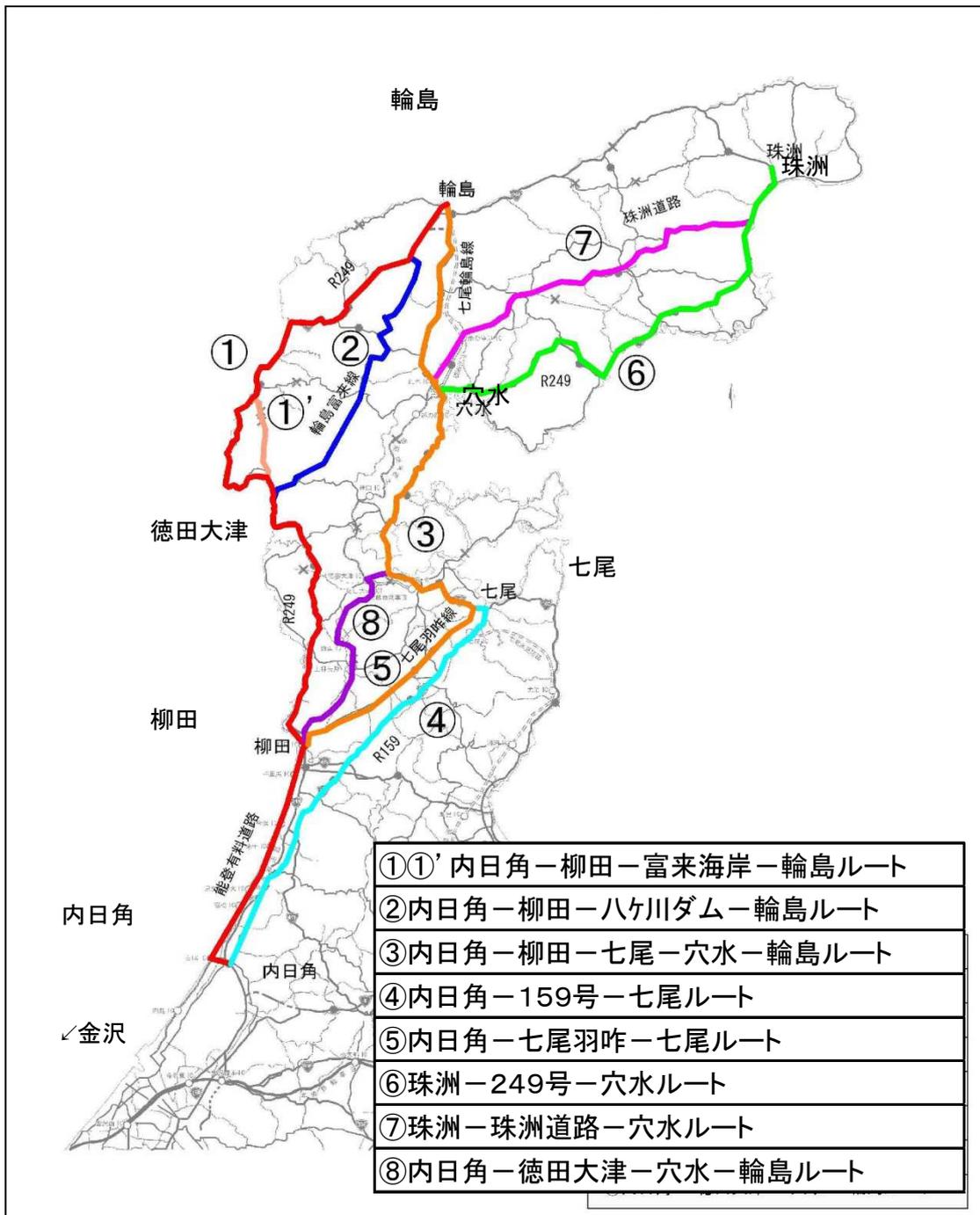


図4-2 プローブカールート（3月29日）

表 4-2 プローブカールート概要

ルート	距離 (km)	主な路線	起点	終点	センサ 区間数
①、 ①´	103.8	国道 249 号(西側) 〃	かほく市 〃	輪島市 〃	14
②	95.4	輪島富来線	かほく市	輪島市	15
③	101.3	国道 249 号(東側)	かほく市	輪島市	19
④	45.7	国道 159 号	かほく市	七尾市	12
⑤	46.2	七尾羽咋線	かほく市	七尾市	8
⑥	57.1	国道 249 号	穴水町	珠洲市	9
⑦	51.3	珠洲道路	穴水町	珠洲市	8
⑧	95.5	能登有料	かほく市	輪島市	15

表 4-3 計測日及び能登有料道路の状況

月日	内容
3月25日	・地震発生，能登有料道路等通行止 通行止18箇所，片側交互5箇所
3月29日（平日）	・柳田 IC～徳田大津 IC 供用再開 ・計測
4月1日（休日）	・計測
4月15日（休日）	・計測
4月17日（平日）	・計測
4月20日	・徳田大津 IC～横田 IC 供用再開 通行止4箇所，片側交互9箇所
4月24日（平日）	・計測
4月27日	・横田 IC～穴水 IC 供用再開 通行止1箇所，片側交互9箇所
4月29日（祝日）	・計測
5月4日（祝日）	・計測
5月8日（平日）	・計測
5月13日（休日）	・計測

①、①´、②のルートについては、能登有料道路の内日角 IC～輪島市区間について西側に迂回するルート、③、④、⑤については、同様に東側に迂回するルート、⑥、⑦ルートについては、穴水町～珠洲市に向かうルート、⑧ルートについては、3月29日以降に通

行止め解除となり通行可能となった能登有料道路（柳田～徳田大津）ルートを示している。

計測方法については、表4-3のように平日と休日に分け、さらに能登有料道路の部分供用毎に、午前7時～午後19時までに、ほぼ1時間毎に（上下方向とも）計測用のプローブカーを走らせている。

また今回はGPSによる位置計測は行っておらず、交通センサスにおける計測地点の通過時刻を計測することにより、所要時間と旅行速度を算出している。

断面交通量も、センサス区間番号地点での、午前7時～午後19時の概ね1時間毎に計測を行っている。

このうち、③のルートについては、第3章の中で、特に徳田大津～穴水間で交通量が約1.5倍に増加しており、また地域住民へのアンケートからも通過する所要時間が通常より非常に多くかかった（渋滞が生じた）という回答が得られている。

4-5 渋滞ルートと時系列的推移

地震発生直後から能登有料道路の柳田～穴水間は通行止めとなったため、前述の①～⑧ルートのいずれかに迂回したと考えられている。

そのうち、前章で述べたように、③のルートについては、アンケートの結果により、迂回路として通行車両が集中したため、渋滞が発生した可能性が高い。よって、プローブカーデータが得られた3月29日～5月13日間の①～⑧ルートの中で、平均旅行速度が20km/h以下となった区間（センサス区間を単位とする）数をカウントした結果、表4-4のようになった。

表4-4 ルート別渋滞回数の時系列的变化（20km/h以下区間の回数）

ルート	①	①'	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	計
3/29(平日)	0	0	8	9	0	0	4	1	0	22
4/1(休日)	0	0	2	8	0	0	1	0	0	11
4/15(休日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/17(平日)	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
4/24(平日)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4/29(休日)	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
5/4(休日)	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
5/8(平日)	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
5/13(休日)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
計	0	0	10	17	20	0	6	1	0	54

この表のように、特に地震発生直後の3月29日（平日）、4月1日（休日）において、③ルートの中で旅行速度が20km/h以下となったセンサス区間が多くなっている。こ

のことから、地震発生直後に③のルートに渋滞が発生した可能性が非常に高いと推測される。

また④ルートについては、4月29日以降に20 km/h以下となった区間が多く発生しているが、当該ルートは元々信号交差点の間隔が短く、通常時も渋滞が発生していることから、むしろ地震発生から日が経つにつれ通常の交通混雑状況に回復してきたと考えられる。

4-6 地震直後及び通行規制解除における平均旅行速度変化

4-5で述べたように、プローブカーデータは、地震などの迂回路における交通情報を収集・分析する場合に有効であると考えられ、特に時系列的变化を比較検討する場合の分析に適していると思われる。

そこで今度は、地震発生4日後の3月29日から、道路網が復旧してしばらく経過した5月13日までの時系列的变化を比較した。

まず旅行速度がどのように変化したかを見るため、H17センサス旅行速度に対する観測時の旅行速度の比率（以下「旅行速度比」）を求め、それをH17センサス旅行速度毎に比較した散布図を作成した。（※旅行速度比＝観測時の旅行速度/H17センサス旅行速度）

なお凡例は、出勤時（～9時）、日中（9時～17時）、帰宅時（17時～）に分類した。

図4-3に示す通り、3月29日における渋滞した③ルートは、地震発生から4日後と間もないこともあり、旅行速度比は0.5～3.5と大きく分散している。ただし、ばらつきが大きいのは日中であり、朝夕の通勤時は大よそ0.6～1.5の間で分散している。

これに対して①の比較的渋滞が少なかったルートは、図4-4に示すとおりばらつきが小さく、しかもほとんどの旅行速度比が1.0を超えており、観測時の旅行速度がH17センサス旅行速度を上回っている。

このことから、通常時よりも早い旅行速度で流れているため渋滞は少なかったのではと思われるが、センサスデータについては、ピーク時の観測データが使用されていることから、この結果ほど旅行速度比1を超えるデータは多くなかったのではないかと推測される。

その後、一部区間（柳田～徳田大津間）の通行止めが解除されたことによる4月17日の①及び③ルートの旅行速度の変化については、図4-5、4-6のようになった。

地震直後に渋滞したルート③については、全体のばらつき、特に低速域の旅行速度比の最大値が3月29日の4.0から2.5以内に抑えられてきている。

一方のルート①についてもばらつきは減少しており、特に朝夕の出勤時と日中の差が減少していることから、朝の旅行速度や所要時間を計測すれば、終日の同データの推定が容易であると考えられる。

さらに、能登有料道路全線開通（4月27日）以後の①及び③ルートの旅行速度の変化については、図4-7及び4-8のようになった。

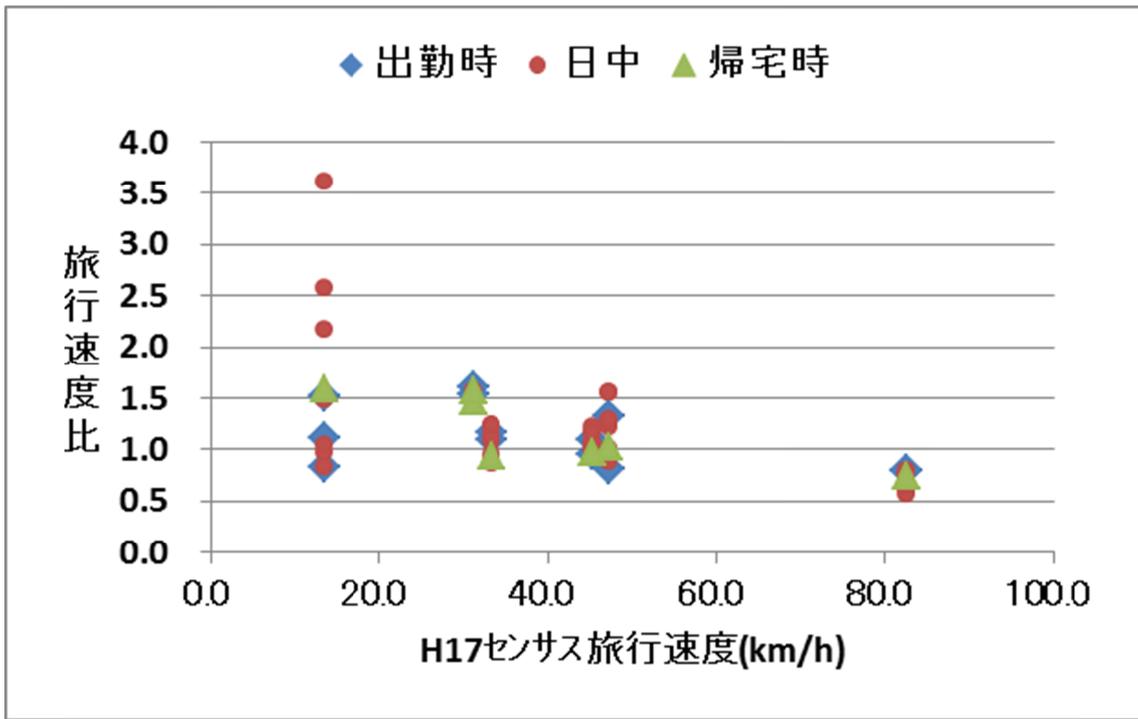


図4-3 3/29 (平日) 国道249号 (七尾→穴水間) (③ルート)
H17センサス旅行速度-旅行速度比散布図

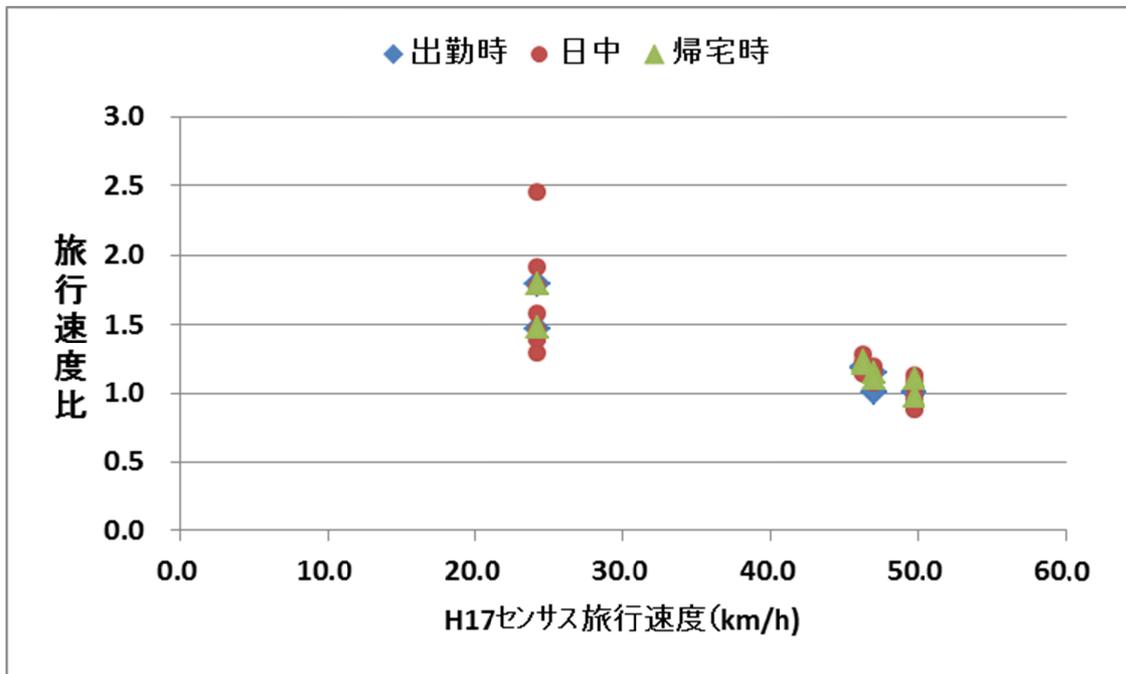


図4-4 3/29 (平日) 国道249号 (柳田→富来間) (①ルート)
H17センサス旅行速度-旅行速度比散布図

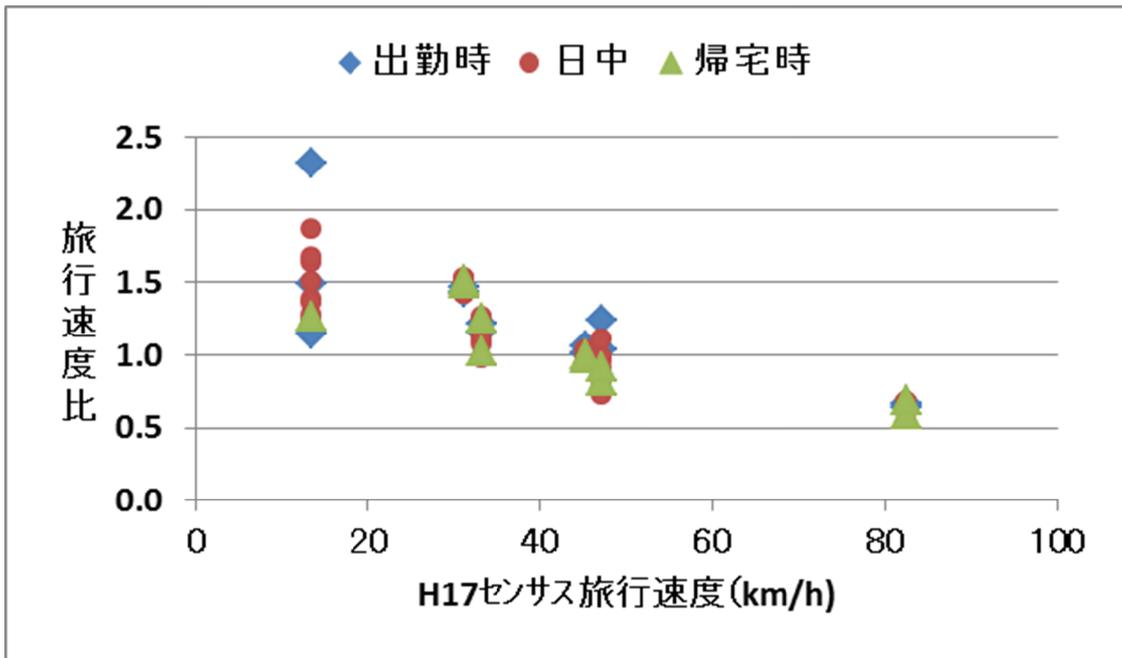


図4-5 4/17(平日)国道249号(七尾→穴水間)(③ルート)
H17センサス旅行速度-旅行速度比散布図

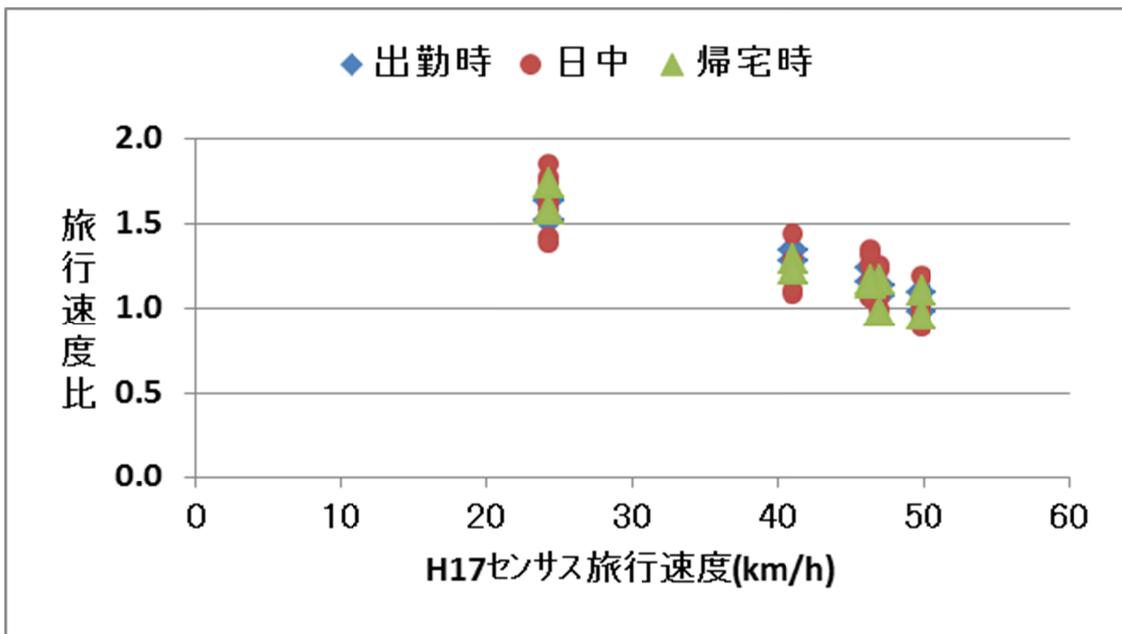


図4-6 4/17(平日)国道249号(柳田→富来間)(①ルート)
H17センサス旅行速度-旅行速度比散布図

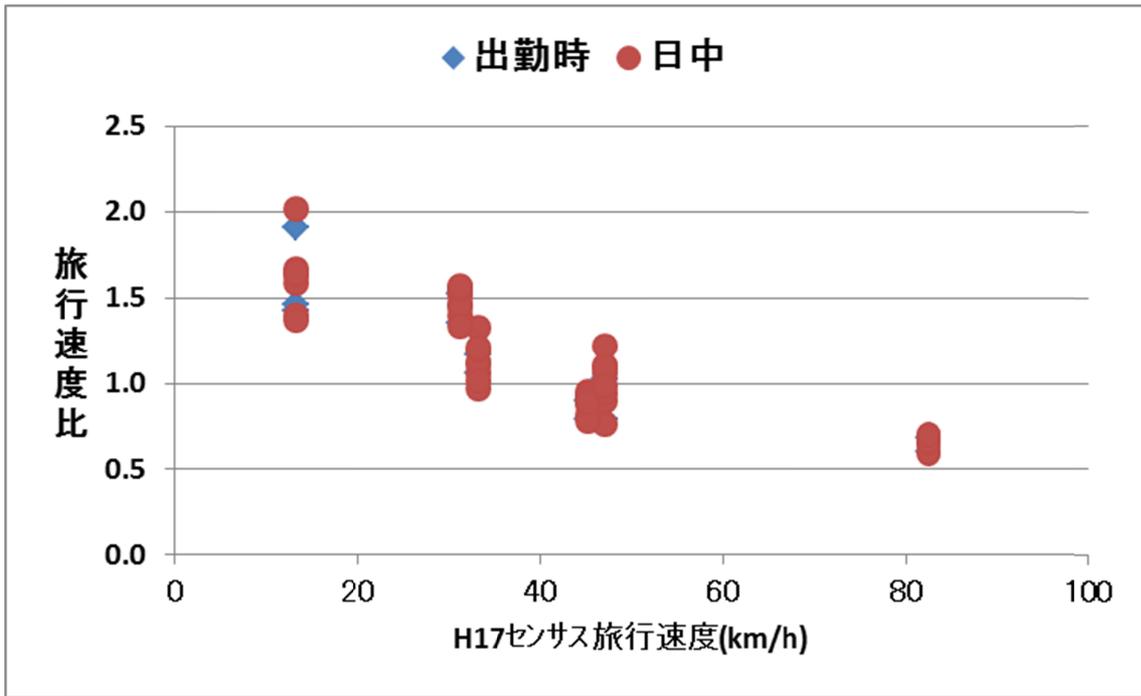


図4-7 5/8 (平日) 国道249号 (柳田→富来間) (③ルート)
H17 センサス旅行速度-旅行速度比散布図

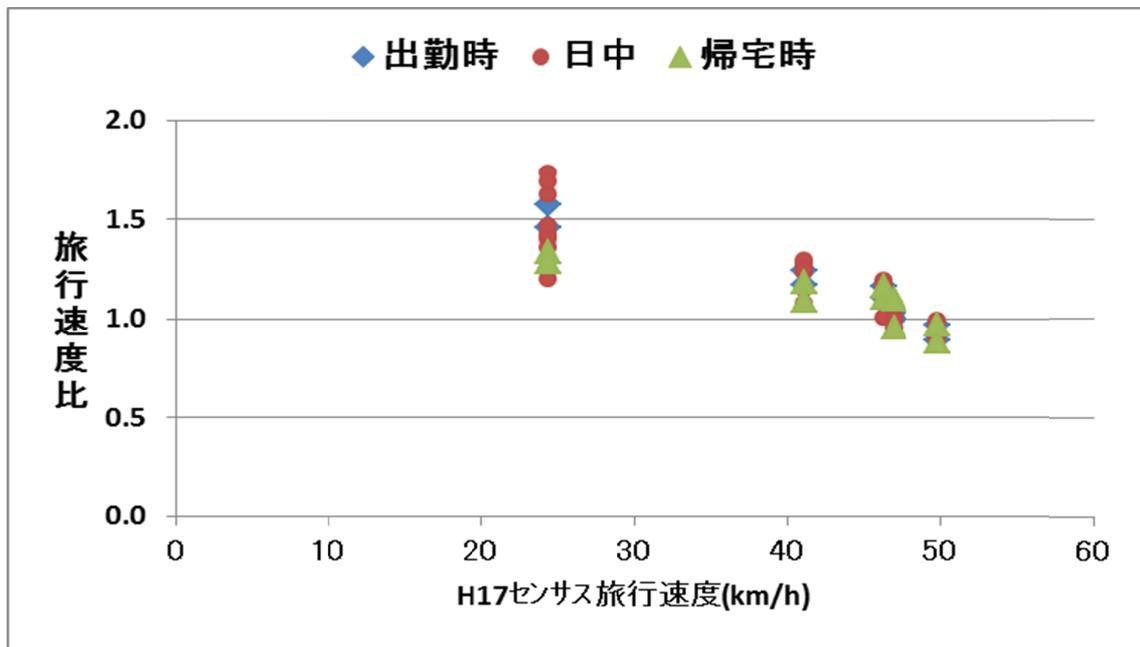


図4-8 5/8 (平日) 国道249号 (柳田→富来間) (①ルート)
H17 センサス旅行速度-旅行速度比散布図

③のルートについては、さらにばらつきが収まっており、また出勤時と日中がほぼ同一の結果となった。(なおこのデータに関しては帰宅時の観測データはなかった。)

①についてもほぼ出勤時、日中、帰宅時とも同じ右肩下がりの直線となっている。以上の結果から、地震発生直後は分散が大きく、特にそれは迂回路として使われたため渋滞したルートにおいて顕著に出る傾向にあることがわかった。しかし収束するにしたがって分散は収束傾向にあり、また迂回路とそうでないルートの差もなくなることが分かった。

4-7 旅行速度と交通量の比較

今回は、センサス区間の断面交通量においても1時間毎に午前7時～午後19時まで観測を行っていた。

その中で、前章の旅行速度比との関係において、次のような仮説が成り立つ傾向にあったため、分析を行った。

「仮説」

地震発生直後は交通量が多いほど混雑するため、旅行速度が下がる傾向にあり、回復期は反対に上がる傾向にある。

その結果は、図4-9、4-10のような傾向を示した。

一般道に関しては、時間交通量がほとんど1,000台以下であることもあり、あまり仮説のような傾向は極端に見られなかった。

しかし能登有料道路においては、回復するにしたがって時間交通量と旅行速度比の傾向が右肩上がりになってきており、仮説どおりである、回復期には交通量が多いほど旅行速度比は上がる(通常の旅行速度に比べて早くなる)傾向にあったことを示している。

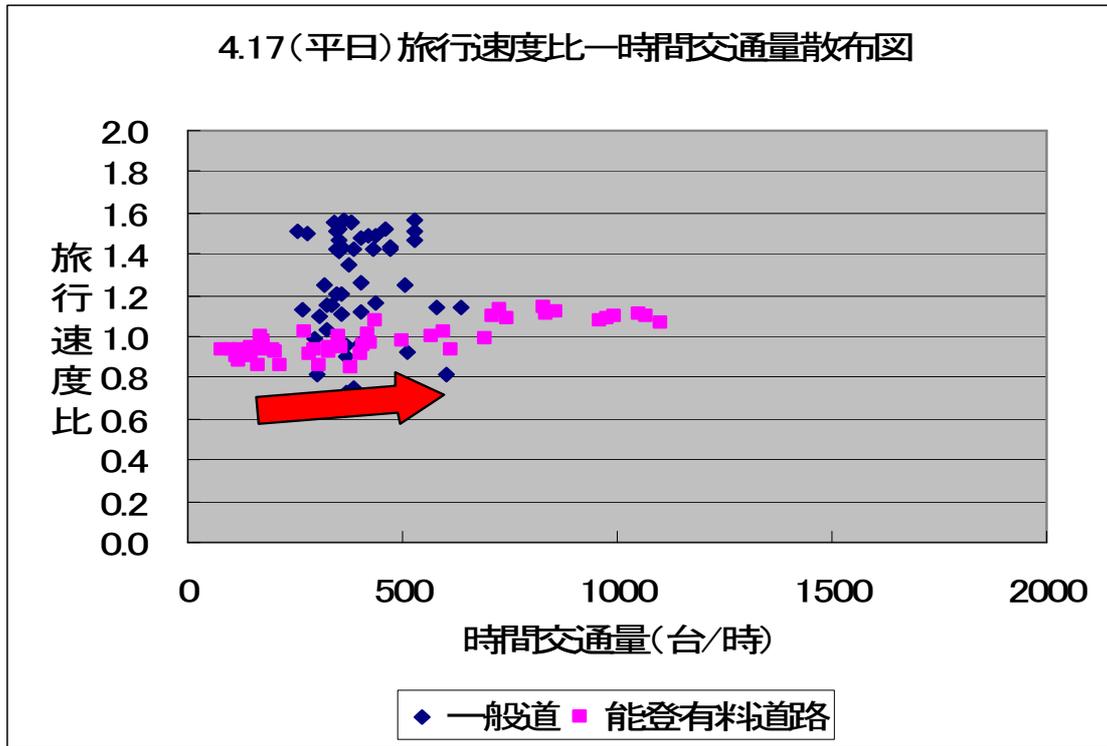


図 4-9 旅行速度比—時間交通量散布図 (地震直後)

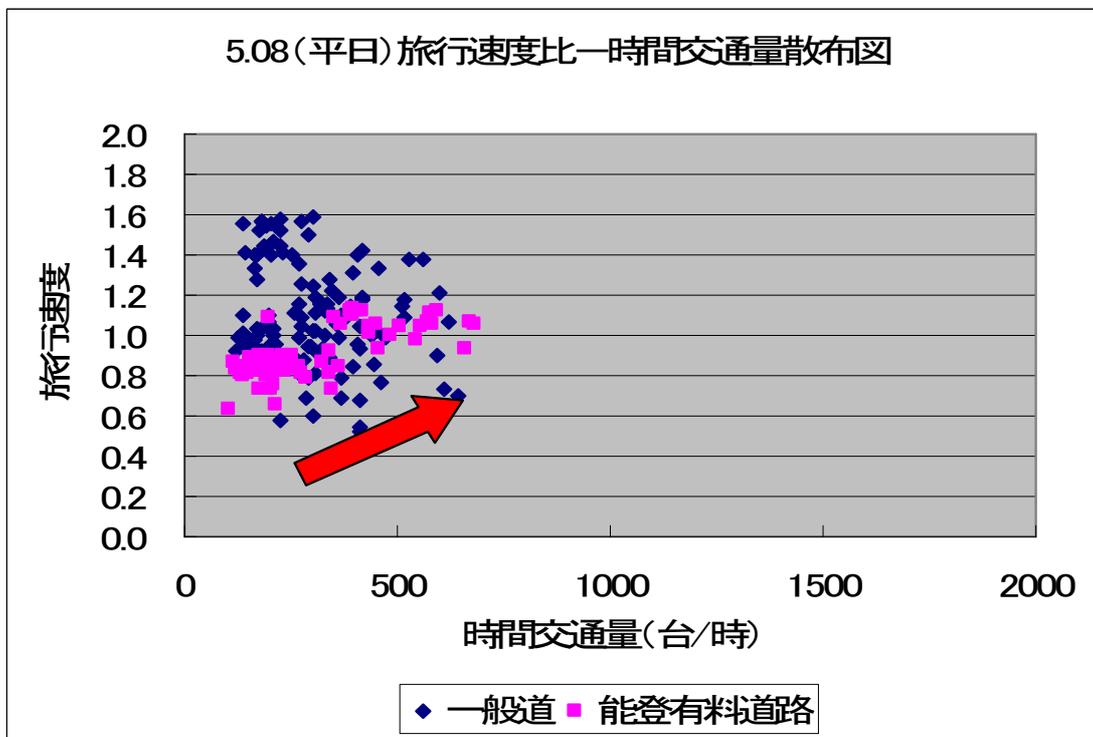


図 4-10 旅行速度比—時間交通量散布図 (回復期)

4-8 定時性の確保に関する検証

以上により、情報どおり地震直後においては特に国道249号穴水-七尾間(③ルート)のほか、他の道路も旅行速度の低下が見られたが、全線全て旅行速度の低下が生じているのか局所的であるのかまでの分析に至っていなかった。よってどこで遅れが生じているのかをグラフ化してみた。

その結果、図4-11のように、直津IC辺りで遅れが生じているが、最終的には遅れを修正して通常時と変わらない到着時刻となっていることがわかった。

また具体的な遅れが生じていた地点が、時間の経過とともに変化しているかを確認するため、遅れ時間を図4-12のようにグラフ化した。

その結果、例えば国道249号(七尾-穴水)間については、どの時間帯でも田鶴浜東交差点で遅れが生じており、またどの時間帯でも出発しても、その傾向は同じであることが分かった。

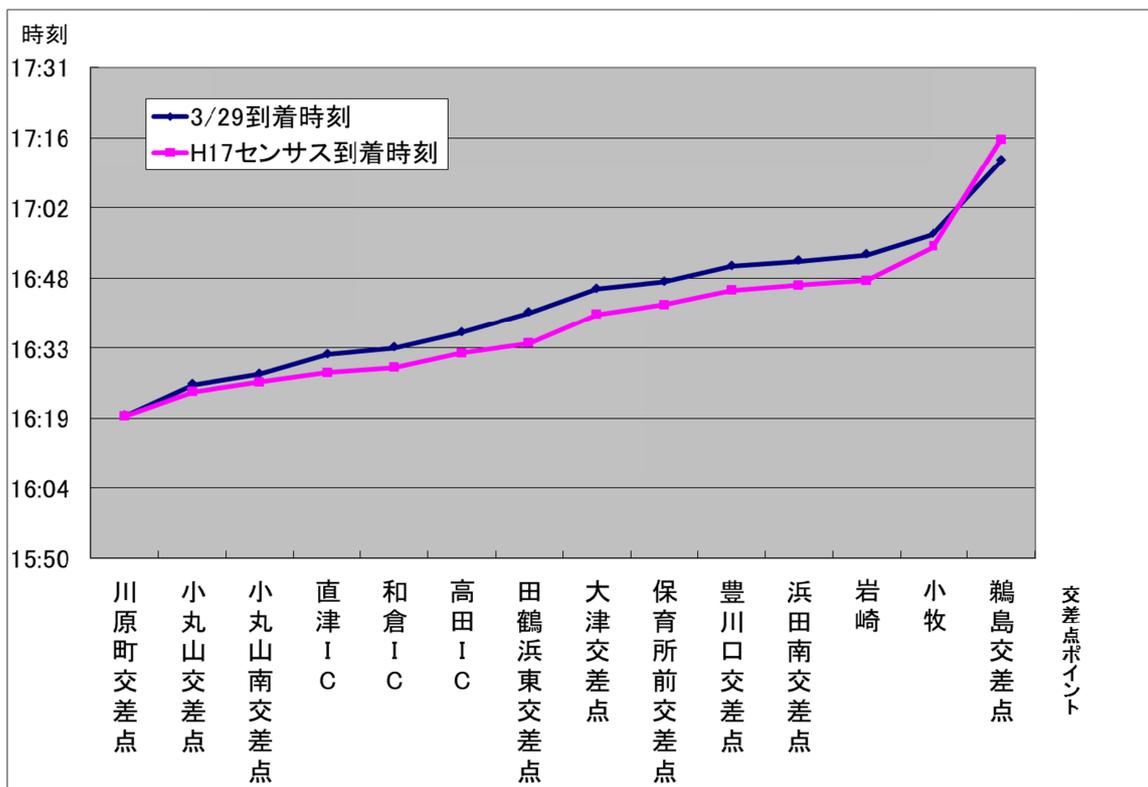


図4-11 国道249号(七尾→穴水)到着時刻比較

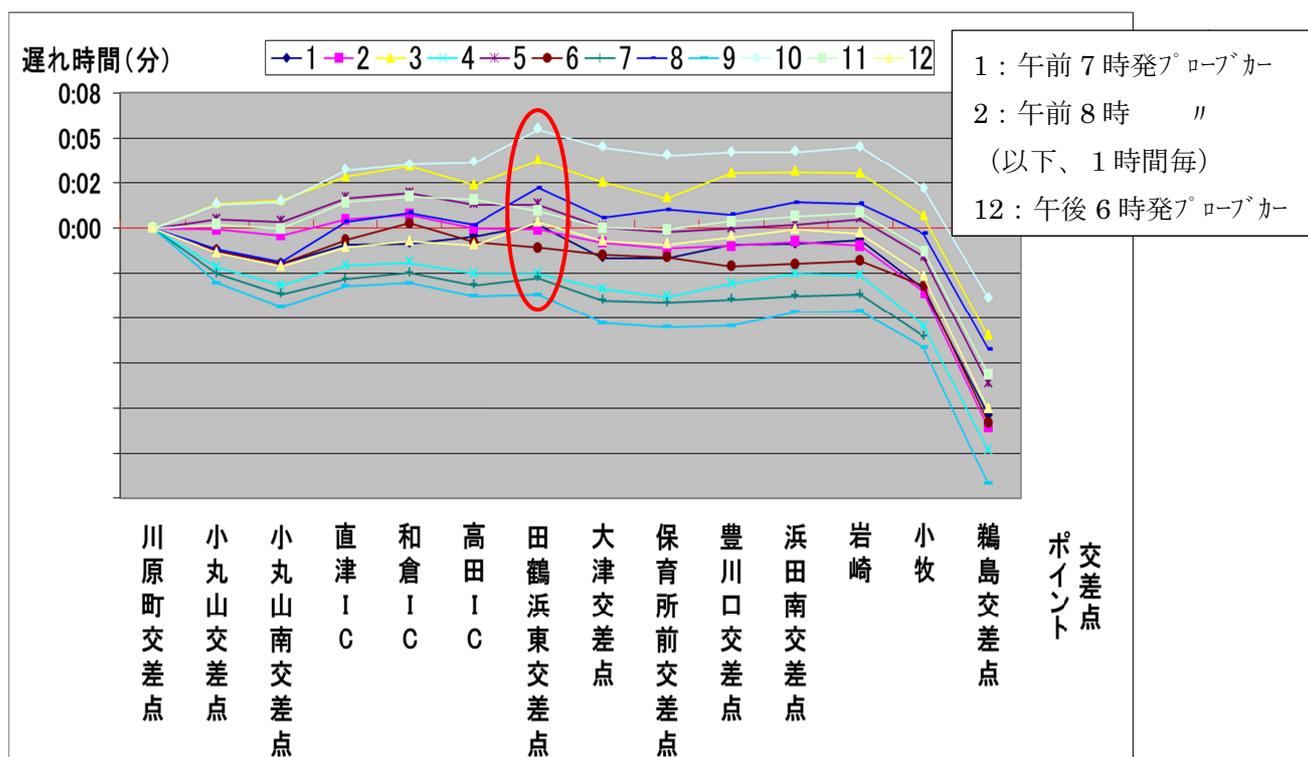


図 4-1 2 交差点ごとのセンサス値からの遅れ時間

4-9 結果のまとめと考察

以上により、以下のような結論を得た。

- ・能登有料道路が通行止めとなった地震発生直後は、通常時と比較して、経路によって交通渋滞の状況に大きな違いがみられ、また東側の③ルートが多く通行する傾向にあったが、日数の経過とともに解消された。
- ・その③ルートについて、地震発生後 4 日目の 3 月 29 日は、特に日中に旅行速度にばらつきが見られ、局部的に低速となっていた。
- ・それに対して国道 249 号 (柳田-富来) (①ルート) については、さほどばらつきがなく、安定していた。
- ・そして日数が経過するとともに、分散が小さくなり、ほぼ通常時の旅行速度に収束していった。
- ・旅行速度と交通量の比較については、地震直後はあまり相関がみられないが、回復期には交通量が多くなるにつれ、旅行速度も上昇 (特に能登有料道路) していった。
- ・地震時には、局所的には渋滞が発生しているものの、それによる遅れを修正して通常時とほぼ変わらない定時性を確保する傾向を示した。
- ・遅れの地点はほぼ決まっており、局所的に遅れが生じていることがわかった。

また今後の課題として、以下のような点が考えられる。

- 今回のプローブカーデータ採集開始日については、地震発生から4日後と時間が経っており、本当に必要な地震直後のデータを採集する体制を整えておく必要がある。
- そのためには、カーナビなどのデータを活用することが望ましいが、一般自動車のデータを活用すると、データが膨大となること、また確実に安心して通れる道路を通行しているか否かの真偽性が疑わしいことなどから、その活用には十分留意が必要である。

参考文献：

- 1) 国土交通省北陸地方整備局：能登半島地震発生後の交通規制等の推移，2007年5月
- 2) 国土交通省北陸地方整備局：能登半島地震交通状況調査，2007年5月
- 3) 国土交通省北陸地方整備局：能登半島地震道路被害調査，2008年1月

第5章 災害発生時の情報連絡体制の検証

－七尾市豪雪時の行政間の連絡体制の検証より－

5-1 本章の構成

これまでは、自然災害時における道路交通情報の現状と重要性、そしてまた災害発生後の道路交通の実際の変化について述べてきた。

その結果、特に道路情報をできるだけ迅速に、且つ正確に発信することが重要であることがわかったが、その場合、実際の情報収集から情報発信までの連絡体制はどのように行っているのか、それは現状では迅速でかつ正確なのかを検証する必要がある。

特に、災害時には人命の確保が最優先であり、道路交通情報の発信の遅れや的確なルートへの指示が緊急車両の搬送時間に大きく影響を及ぼすこととなる。

しかし災害時では、その情報収集～提供を行うのが行政であるが、その実際の仕組みについてはあまり明らかになっていない。

具体的には、それぞれの市町村及び都道府県に地域防災計画、水防、除雪等の各種災害に関する計画・マニュアルがあり、各行政団体はそれに基づいて情報収集等を行っているが、その計画に基づいて行動した結果及びその検証についてのこれまでの研究はあまりなされていない。

よって実際に行われた緊急時の行政の災害対策体制を検証することが必要であると思われる。

またその結果が緊急車両にどのように影響を及ぼしたかを明らかにすることによって、当時の災害対策体制の問題点や課題を抽出し、改善点を見いだすことも必要であると思われる。

そこでこの章では、平成21年1月に石川県七尾市内で発生したゲリラ豪雪の際の災害対策体制（除雪体制）の検証を行う。またその当時では、市内各地で渋滞が発生、緊急車両にも多大な影響を与え、大幅な遅れが生じたとされているが、その具体的な影響についても分析を行う。

さらに、その当時の除雪の遅れを教訓にして、石川県を始め関係機関との除雪体制の見直しが行われ、その結果、平成23年1月に同様に発生したゲリラ豪雪ではあまり渋滞は発生せず、緊急車両の遅れも大きな支障は生じなかったとされている。よって、その見直しがされた点と結果についても同様に検証し、平成21年との比較を行うことにより、その成果を明らかにし、今後の他の災害対策体制にも活用することを試みる。

5-2 本章の研究の目的と概要



5-3 当時のゲリラ豪雪状況と対応結果

5-3-1 平成20年度（平成21年1月）ゲリラ豪雪状況

5-3-2 対応策検討結果

5-3-3 平成22年度（平成23年1月）ゲリラ豪雪状況と対応結果



5-4 平成20年度と平成22年度の豪雪時の比較分析

5-4-1 平均遅れ時間及び平均遅れ旅行速度の比較

5-4-2 時間毎の変化における比較

5-4-3 関係機関へのインタビューによる調査結果



5-5 結果のまとめと考察

図5-1 第5章の構成

5-2 本章の研究目的と概要

石川県七尾市では、平成 21 年 1 月 25 日の昼過ぎから最大 5cm/h の急激な降雪（以下、「ゲリラ豪雪」）が発生し、市内中心部に向かう国道 159 号では最大約 7km の渋滞が発生したほか、各地においても渋滞が発生した¹⁾。（図 5-1 参照）

また渋滞や除雪の遅れにより、救急搬送にも遅れが生じ、覚知から病院到着までの所要時間は、通常時の平均 27 分に比べ、32 分遅れの 59 分かかり、大きな遅れが生じた。

そこで石川県では、このゲリラ豪雪を教訓とした除雪体制を見直し、翌年度より改善方策を実施した。

その結果、平成 22 年度においては同様な豪雪が発生したが、市内の渋滞はそれほど発生せず、救急搬送の遅れも約 9 分と、大きな支障は生じなかった。

そこで本章では、平成 20 年度のゲリラ豪雪時と 22 年度の改善後初のゲリラ豪雪の降雪状況、渋滞状況、及び除雪の出動データを分析し、その違いを定量的に比較した。

また平成 20 年度のゲリラ豪雪の後、県・国・市町及び建設業協会による検討会を開催し、地域防雪体制を構築しているが、実際の実施状況や経過についてインタビュー調査を実施した。さらには救急搬送を行った消防本部にもインタビュー調査を実施し、その効果の違いを確認し、地域防雪連携体制を検証した。

道路寸断 交通まひ

七尾「除雪追いつかない」



雪によるスリップ事故の形跡で大破した軽自動車

＝26日午前7時、七尾市佐々波町

二十六日の七尾市内は、前日から大雪の影響で各地で渋滞が続いた。どなかの車まで倒木も頻発し、能登全域で停電が断続的に発生。電気がなく、外航との往来も遮断された様子は、降り続く雪を前に住民は不安を募らせた。

〔下田正記〕

市内バス、大半運休

七尾市は、二十一日未明から、民間業者も含めた、一十五日から運休が続く能登島交通の、市街地や山間部の、バスも運行再開の、むごは立っていない、細路地、遊湖の敷、い、下田正記の、つかず、通勤通学の、足ら運行を再開した。へ

北越能登バス（七尾市）は、車庫のある七尾市津向町や市街地で大型車の通行が困難なため、急が、羽降便などを除く全線の運行を見合わせた。同社は、バスを待つ市民などからの問い合わせが相次いでおり、社員が能登島やバス停を巡回しての事故現場に追われた。

七尾市は、十六日に運行定数から市内の7台、バスを三

から航路も欠航した。道路の寸断は、市民生活へ影響を及ぼしている。七尾島は、能登島で消防本部は、急務での救急車出動に合わせて消防車を出動させ、付近の除雪や交通誘導などにあたっている。七尾市は、この事故を含め、七尾市には同日午前九時までの二十四時間、人身、物損事故十件の連絡があった。

図5-1 平成21年1月の北国新聞記事

5-3 当時のゲリラ豪雪状況と対応結果

5-3-1 平成20年度（平成21年1月）ゲリラ豪雪状況

平成21年1月25日～27日に、七尾市を中心として発生した局地的豪雪では、特に25日の降り始めにおいて、石川県内では金沢市や小松市でゼロから数cmの積雪深しか記録しなかったのに対し、図5-2に示す通り、七尾市内では42cm、そして七尾市内にある能登島では59cmとなった²⁾。

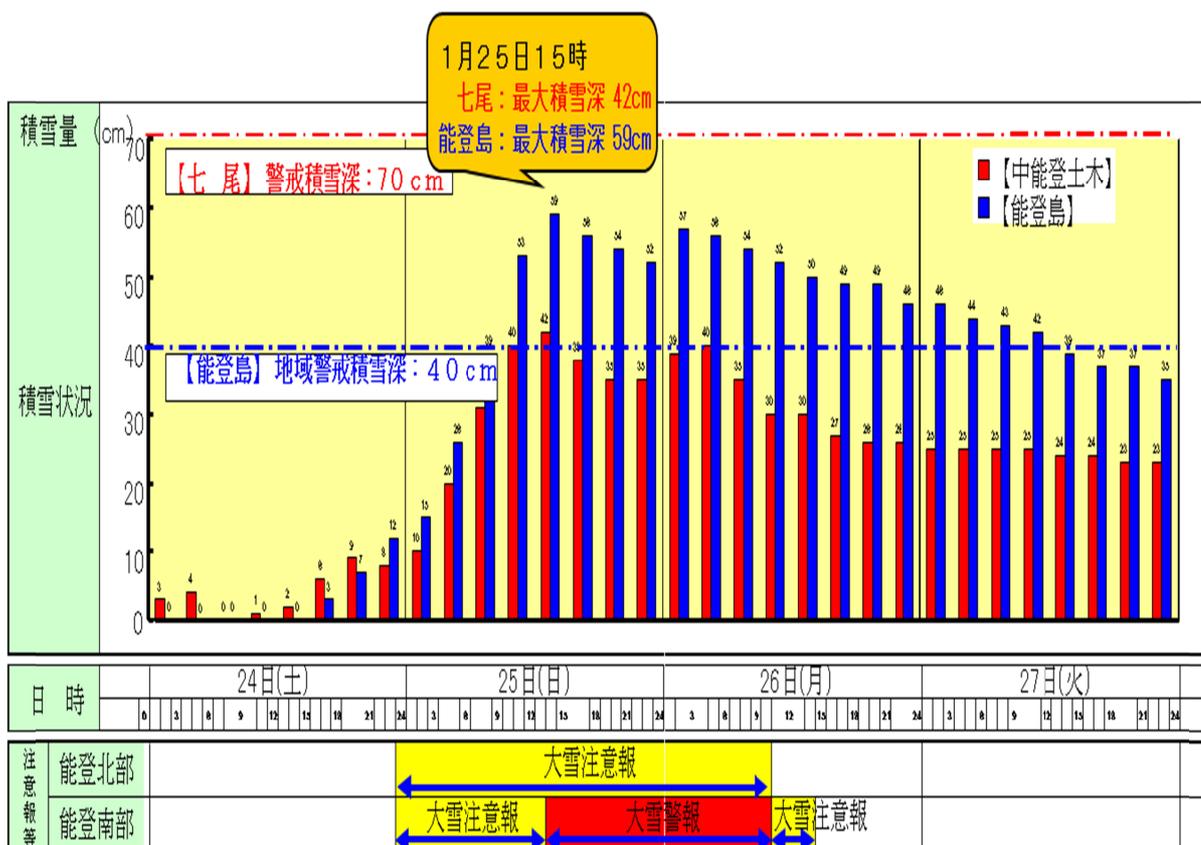


図5-2 H21/1/25～26 七尾・能登島の積雪深推移

石川県においては、警戒体制より前に体制を強化する指標として、県内計28箇所独自に地域警戒積雪深を定めていたが、能登島では地域警戒積雪深として40cmを定めており、速やかに体制強化にとりかかっていた。

しかし当時の積雪の特徴として、朝の除雪後に積雪量が急激に増大し、またお昼ごろに大雪警報が発令されることにより除雪の初動体制に遅れが生じた。

また積雪速度も、七尾市内で1時間当り最大で5cm、24時間で40cm、能登島においても1時間当り最大で6cm、24時間で59cmとなり、まさにゲリラ豪雪と呼ぶにふさわしい急激な降り方であった。

さらに1月25日は日曜日であったこともあり、その日に進んだ圧雪が取りきれないまま翌日の月曜日に持ち越され、出勤する道路利用者に多大な影響を与えたと思われる。その被害状況については、表5-1に詳細を示す。

表5-1 平成20年度七尾ゲリラ豪雪による被害状況

項目	影響、被害
道路	国道159号中能登町～七尾市中心部で約7km渋滞の他、国道249号や七尾輪島線など5路線11箇所で渋滞。
集落	9地区(240世帯754名)が一時孤立。
救急搬送	1件当たり平均32分の遅れ。
鉄道・バス	JR七尾線20本運休、19本に遅れ。のと鉄道田鶴浜穴水町間29本全線運休。路線バスも運休。
学校	七尾市内全22小中学校1月26日一斉休校。
停電	倒木により断線し、七尾市や志賀町等で延べ約6,500戸の停電発生。
旅館	和倉温泉で約50件200人キャンセル。
農業	農作物及び林業関係で、約3,900万円の被害(試算)。

まず道路については、国道159号にて中能登町から七尾市中心部に向けて約7kmの渋滞が発生した他、国道249号や七尾輪島線など5路線11箇所で渋滞が発生した。(図5-3参照)

また倒木などで除雪作業が遅れ、9地区で孤立状態となる他、救急搬送への影響として1件当たり平均32分の遅れが生じるなど、七尾市を中心に住民の生活・経済・安全に多大な影響を及ぼすこととなった。(図5-4参照)

その結果、緊急輸送車両の搬送時間に多大な影響を及ぼし、平常時では平均27分かかるものが、今回の豪雪時には平均59分と約32分遅れとなり、最大では1時間35分も遅れを生じている³⁾。(表5-2参照)

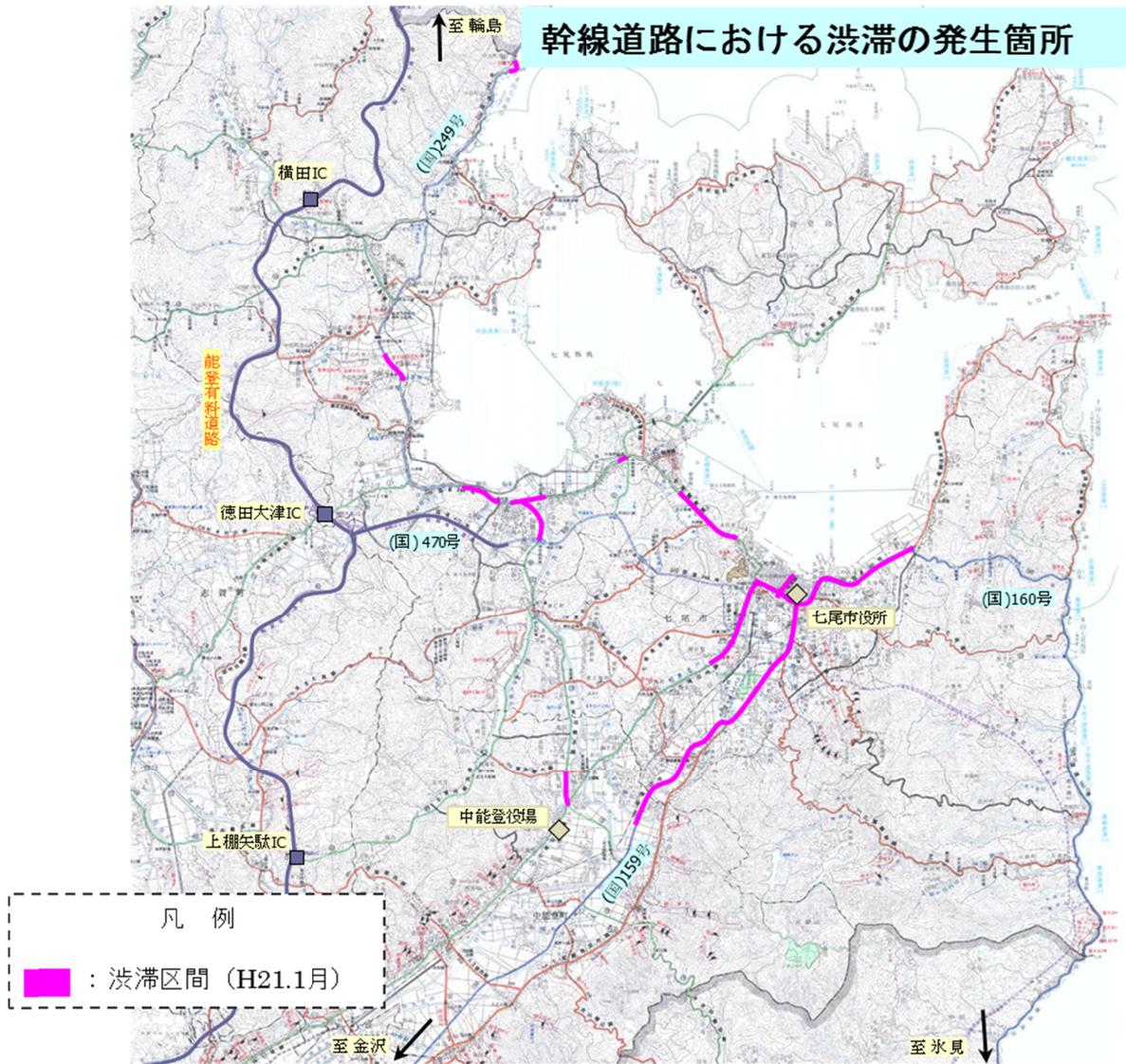


図5-3 平成20年度ゲリラ豪雪の道路被害状況



図 5-5 平成 20 年度ゲリラ豪雪による孤立集落発生状況

表5-2 緊急搬送の通常時と平成20年度ゲリラ豪雪時の比較

no	覚知日	覚知時	発生場所	事故種別	出勤時間	到着時間	今回	通常	遅れ時間	収容病院	全体運行距離(km)
1	1月25日	7:12	七尾市和倉町	一般負傷	7:12	7:41	0:29	0:32	0:00	恵寿総合病院	11.0
2	1月25日	7:28	七尾市大和町	一般負傷	7:28	7:54	0:26	0:27	0:00	恵寿総合病院	3.5
3	1月25日	16:11	中能登町良川	急病	16:11	16:47	0:36	0:27	0:09	能登総合病院	12.5
4	1月25日	18:04	七尾市奥原町	急病	18:04	19:10	1:06	0:16	0:50	恵寿総合病院	11.0
5	1月25日	18:46	七尾市奥原町	一般負傷	18:46	19:21	0:35	0:17	0:18	能登総合病院	10.5
6	1月26日	3:11	七尾市中島町上町	急病	3:11	4:48	1:37	0:30	1:07	恵寿総合病院	20.0
7	1月26日	4:04	七尾市深見町	急病	4:04	6:03	1:59	0:24	1:35	能登総合病院	20.0
8	1月26日	4:57	七尾市万行町	急病	4:57	6:00	1:03	0:32	0:31	能登総合病院	8.5
9	1月26日	5:33	七尾市佐々波町	交通事故	5:33	6:39	1:06	0:32	0:34	能登総合病院	19.0
10	1月26日	6:31	中能登町春木	急病	6:31	7:42	1:11	0:29	0:42	恵寿総合病院	18.0
11	1月26日	7:54	中能登町在江	急病	7:54	9:44	1:50	0:32	1:18	能登総合病院	6.5
12	1月26日	8:25	七尾市能登島町半浦	急病	8:25	9:43	1:18	0:40	0:38	佐藤ファミリークリニック	17.0
13	1月26日	10:23	七尾市国分町	急病	10:23	11:04	0:41	0:20	0:21	能登総合病院	5.0
14	1月26日	11:10	七尾市松百町	一般負傷	11:10	12:01	0:51	0:16	0:35	恵寿総合病院	6.5
15	1月26日	11:34	七尾市西三階	労働災害	11:34	12:30	0:56	0:32	0:24	能登総合病院	20.0
16	1月26日	12:57	中能登町二宮	一般負傷	12:57	14:12	1:15	0:32	0:43	恵寿総合病院	18.0
17	1月26日	13:51	中能登町末坂	急病	13:51	14:50	0:59	0:30	0:29	能登総合病院	16.0
18	1月26日	14:33	七尾市本府中町	労働災害	14:33	15:16	0:43	0:26	0:17	能登総合病院	9.0
19	1月26日	16:09	七尾市矢田新町	急病	16:09	16:36	0:27	0:25	0:02	恵寿総合病院	6.0
20	1月26日	19:20	中能登町西馬場	急病	19:20	20:07	0:47	0:32	0:15	恵寿総合病院	23.0
合計							19:55	9:11	10:48		261.0
平均							0:59	0:27	0:32		13.1

5-3-2 対応策検討結果

その教訓を踏まえ、石川県では除雪体制を見直すこととし、国・県・市町・及び建設業協会からなる検討会⁴⁾を開催し、図5-6のように改善方策を検討した。

その結果、中段に示すように4つの課題を整理し、各々について対応策を検討した。

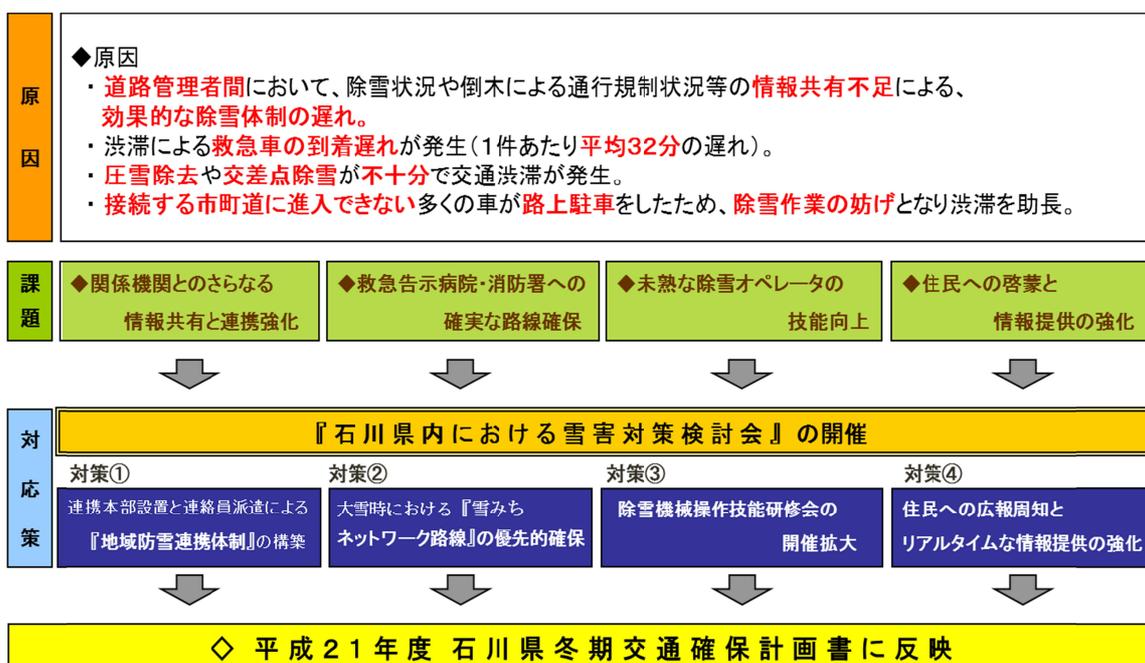


図5-6 ゲリラ豪雪対策検討結果

まず「関係機関とのさらなる情報共有と連携強化」については、対策①として、県土木総合事務所等を中心とし、国・県道路整備課・管轄区域の市町や消防・警察と情報を共有する「地域防雪連携体制（図5-7参照）」を構築することとした。

そして条件として、管内地域積雪深が1つでも超えた、管内に大雪警報が発令された、各市町に雪害対策本部が設置されたいずれかに該当した場合に設置され、さらに各市町に雪害対策本部が設置された場合は県職員を各市町に派遣することとした。

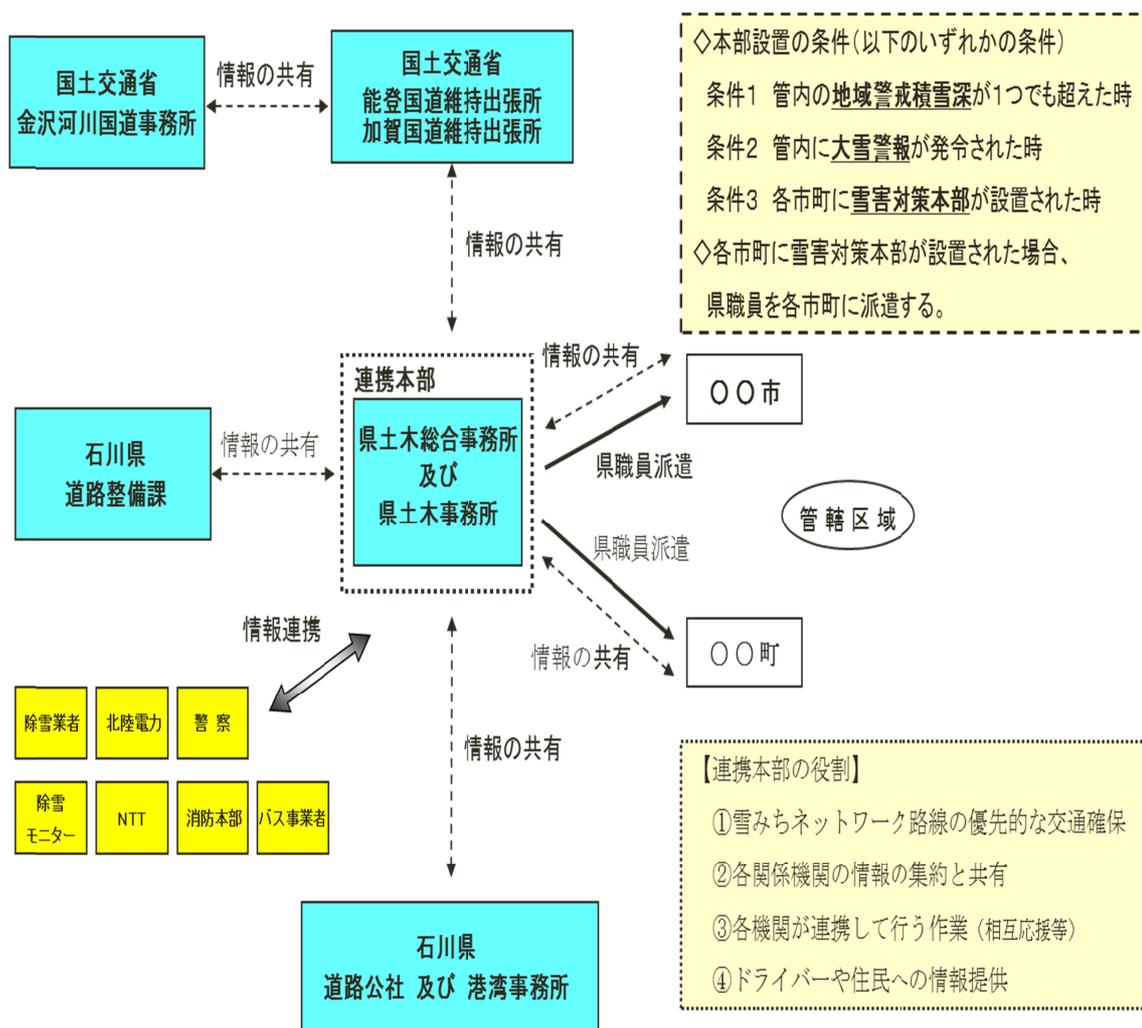


図5-7 地域防雪連携体制

また「救急告示病院・消防署への確実な路線確保」については、既に金沢市で策定されていたものを手本とし、大雪時に各管理者と連携して迅速かつ最優先に確保する路線を「雪みちネットワーク（図5-8参照）」として選定した。

その路線を選定するにあたり、これまでの幹線となる道路に加え、救急告示病院及び消防署へのアクセス道路、幹線道路の代替となる道路（主要バス路線含む）を考慮した。

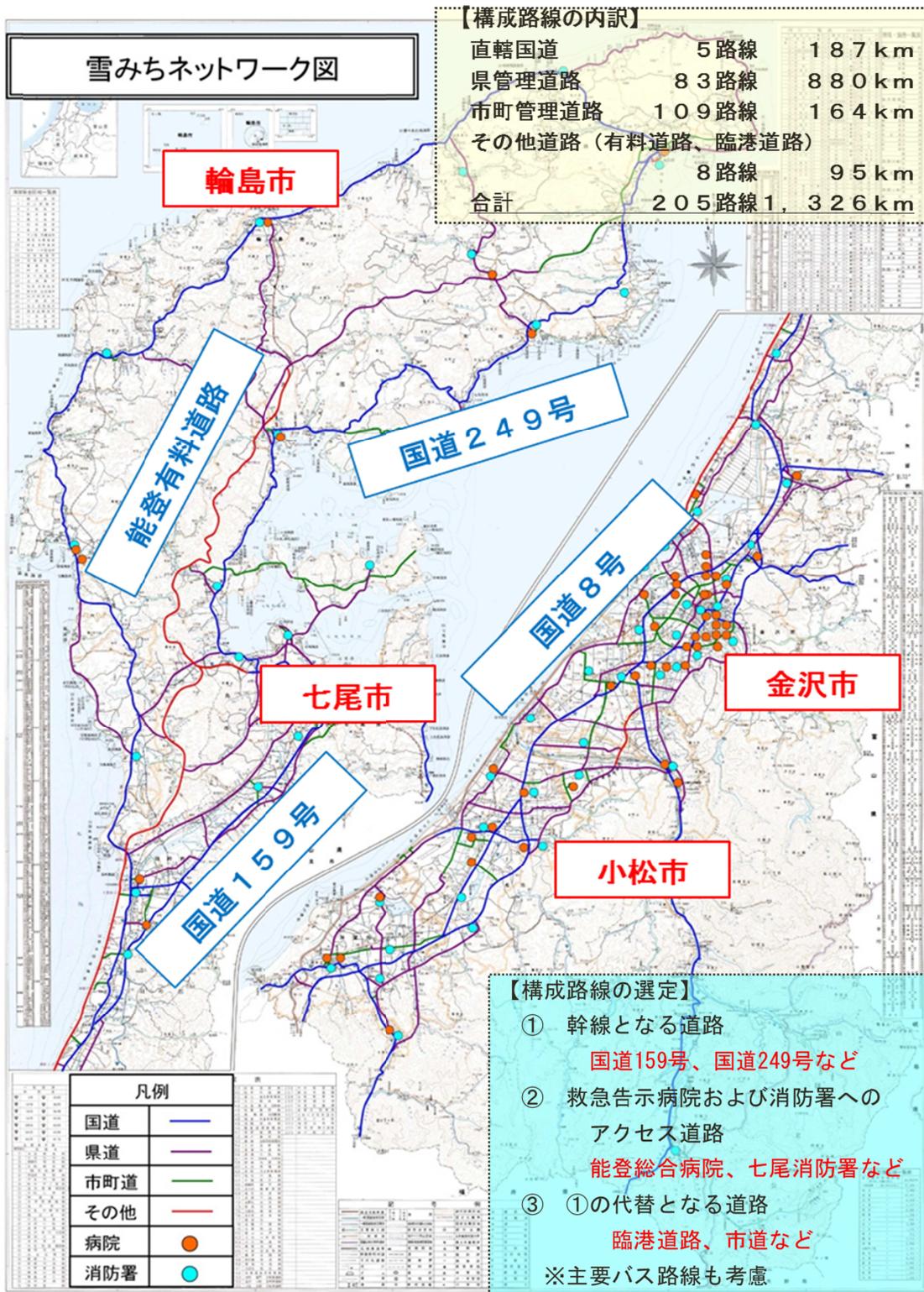


図5-8 雪みちネットワーク図

さらに「未熟なオペレータの技術向上」については除雪機械操作技能研修会の開催場所の追加(2→3箇所、図5-9参照)、「住民への啓蒙と情報提供の強化」については雪情報に関するホームページ(路面積雪状況をライブカメラで配信等)を立ち上げることにした。

除雪機械操作技能研修会の開催拡大



図5-9 除雪機械操作技能研修会の開催拡大状況

住民への広報周知とリアルタイムな情報提供の強化



図5-10 住民への啓蒙と情報提供の強化実施状況

5-3-3 平成22年度ゲリラ豪雪状況と対応結果

平成22年度においては、北陸地方全域に慢性的な大雪が発生し、1月31日には最大74cmと、観測史上最大を記録した。

その積雪量について、平成20年度と比較したグラフを図5-11に示す。

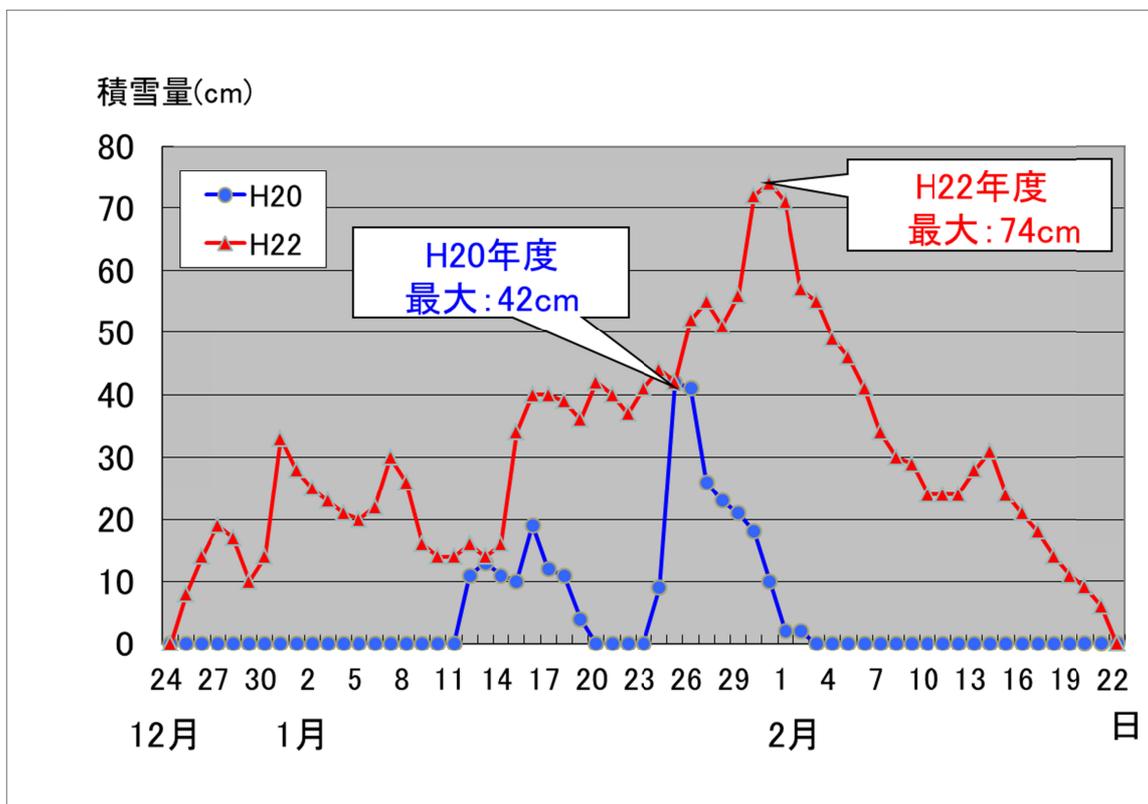


図5-11 七尾市の積雪深推移 (H20とH22の比較)

積雪量については、平成20年度は1月25～26日のピークが突出しているのに対し、平成22年度は12月24日から連続して約2ヶ月間の長期積雪であったことがわかる。

その最大積雪深を記録した30～31日にかけての影響は、道路については、北陸自動車道で最大26時間通行止め、また国道等主要幹線においても慢性的な渋滞が発生した。

また鉄道については、特急「サンダーバード」等が立ち往生し1,060人の足に影響、さらに北陸地方を走るJR全線が運休した。

しかし救急搬送の遅れについては、表5-3に示すように、1月30～31日までの平均遅れ時間は約8分と、大幅に改善されていた。

その理由として、「地域防雪連携体制」の実施により情報共有が行われ、その結果初動体制の迅速な立ち上げが図られたためと思われる。

表5-3 緊急搬送の通常時と平成22年度ゲリラ豪雪時の比較

no	覚知日	覚知時	発生場所	事故種別	出勤時間	到着時間	今回	通常	遅れ時間	収容病院	全体運行距離(km)
1	1月30日	10:02	七尾市大和町	一般負傷	10:05	10:32	0:30	0:25	0:05	能登総合病院	2.0
2	1月30日	10:04	七尾市小島町	急病	10:07	10:42	0:38	0:25	0:13	恵寿総合病院	8.5
3	1月30日	13:30	七尾市御碕町	急病	13:32	13:58	0:28	0:15	0:13	能登総合病院	4.5
4	1月30日	15:54	七尾市大野木町	急病	15:56	16:48	0:54	0:45	0:09	恵寿総合病院	14.0
5	1月30日	19:36	七尾市本府中町	急病	19:38	20:09	0:33	0:20	0:13	恵寿総合病院	13.4
6	1月31日	8:20	七尾市新保町	急病	8:22	8:41	0:21	0:18	0:03	能登総合病院	13.2
7	1月31日	9:19	七尾市奥原町	一般負傷	9:22	9:57	0:38	0:30	0:08	能登総合病院	14.7
8	1月31日	11:22	七尾市御碕町	急病	11:24	11:40	0:18	0:15	0:03	能登総合病院	4.0
9	1月31日	11:33	七尾市津向町	転院搬送	11:33	12:09	0:36	0:15	0:21	能登総合病院	15.6
10	1月31日	11:54	七尾市佐味町	急病	11:57	12:27	0:33	0:19	0:14	能登総合病院	6.3
11	1月31日	13:07	鹿島郡中能登町黒氏	急病	13:09	13:47	0:40	0:31	0:09	恵寿総合病院	4.9
12	1月31日	13:39	七尾市田鶴浜町	交通	13:40	14:06	0:27	0:24	0:03	恵寿総合病院	17.7
13	1月31日	14:26	七尾市神明町	一般負傷	14:28	14:50	0:24	0:18	0:06	能登総合病院	3.6
14	1月31日	16:03	七尾市万行町	急病	16:04	16:36	0:33	0:30	0:03	能登総合病院	11.6
15	1月31日	17:43	七尾市藤橋町	急病	17:49	18:01	0:18	0:12	0:06	能登総合病院	6.7
	合計						7:51	5:42	2:09		140.7
	平均						0:31	0:22	0:08		9.4

5-4 平成20年度と平成22年度の豪雪時の比較分析

5-4-1 平均遅れ時間及び平均遅れ旅行速度の比較

平成20年度のゲリラ豪雪において見直された除雪体制により、平成22年度のゲリラ豪雪においては、道路交通に対する影響は最小限に抑えられたのではないかと考えられるが、具体的にどのような改善が図られたのかについて分析を行った。

まず具体的に緊急搬送の遅れが具体的にどのように改善されたのか、七尾貸間広域圏事務組合消防本部の協力を得て、平成21年度1月25～26日のゲリラ豪雪時の記録(N=20件)と、平成23年1月30～31日の豪雪時の記録(N=15件)を比較した。

その結果、豪雪時の覚知～到着時間の平均と、通常時の覚知～到着時間の平均の差（以下、「平均遅れ時間」、及び同様の旅行速度の平均の差（以下、「平均遅れ旅行速度」）は図5-12のようになった。

平均遅れ時間については冒頭でも述べたように、約32分から約8分と約24分もの短縮が図られている。また平均遅れ旅行速度についても、約16km/hから約8km/hと半分に短縮された。

次に標準偏差について比較すると、表5-4のような結果となった。平均遅れ時間については、平成20年度は通常時と比較して差があったものの、平成22年度は通常時とほとんど差がなく、ばらつき具合が通常時に近くなっていることがわかる。

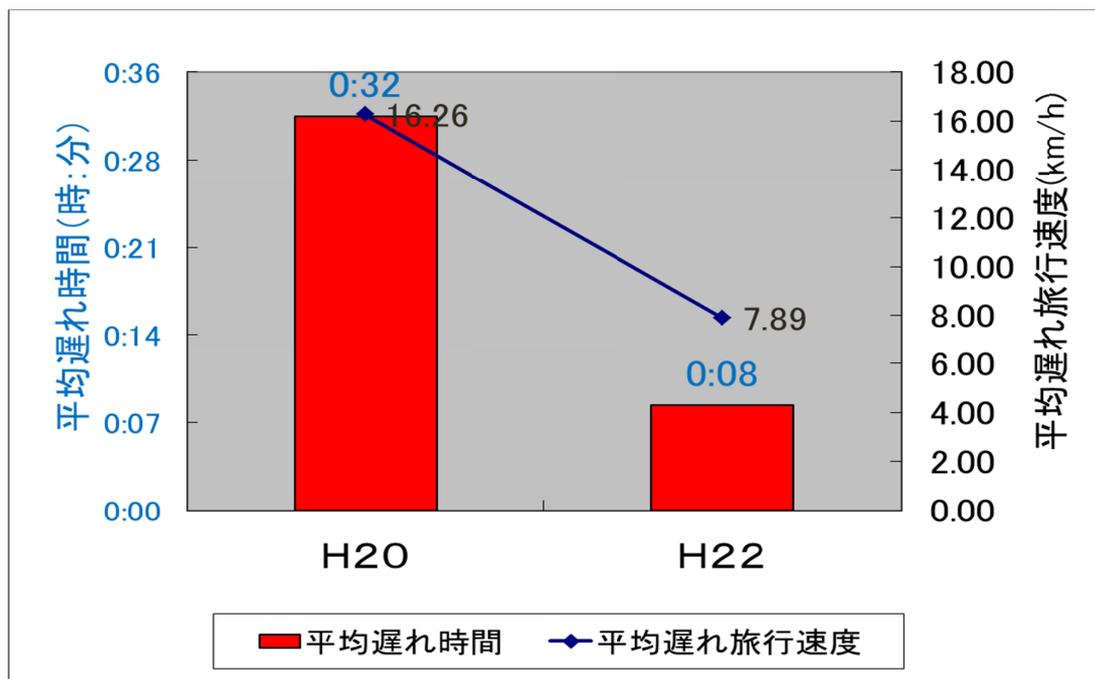


図 5-1 2 緊急搬送車両の平均遅れ時間及び旅行速度の比較

表 5-4 緊急搬送車両の遅れ時間及び旅行速度標準偏差の比較

	サンプル数	遅れ時間(M : 分)		遅れ旅行速度(km/h)	
		豪雪時	通常	豪雪時	通常
H20	20	25.90729	6.18446	6.12195	11.56442
H22	15	9.14913	8.33627	10.17025	15.19076
差		-16.75815	2.15181	4.04829	3.62634

差が減少→改善効果 差は変わらず→出動件数増加が原因?

一方遅れ旅行速度については、豪雪時は平成20年度と平成22年度を比較すると、通常時と豪雪時ともバラつきはむしろ増加しており、その差も約4(km/h)2とほとんど変わらず、改善効果は見られなかった。

この原因について詳細に分析は行っていないが、考えられる理由としては、近年救急車の出場件数や搬送件数が増加しており、それに伴い現場到着時間や収容所要時間も増加しつつあることが考えられる。

5-4-2 時間毎の変化における比較

次に具体的に平成20年度と22年度を比較して、時間毎にどのような変化があったのか、七尾市及び中能登町の国道に取り付けられていたトラフィックカウンターデータ（以下、「トラカンデータ」）の通過台数を比較した。

まず平成20年度は、図5-13に示すように1月25日は午前7時過ぎから積雪が多くなるにつれ、同年度の無積雪時と比較して通過台数が減少し、翌26日には最大200台/h減少がみられ、影響を翌日まで引きずる結果となった。（但し、降雪により車を必要とする理由が減少したのか、車を使用することそのものが減少したのかまでの原因究明は今後の課題である。）

また積雪による台数差と積雪量の折れ線の形状は似ていることから、積雪量がそのまま交通量や旅行速度に影響したのではと推測される。

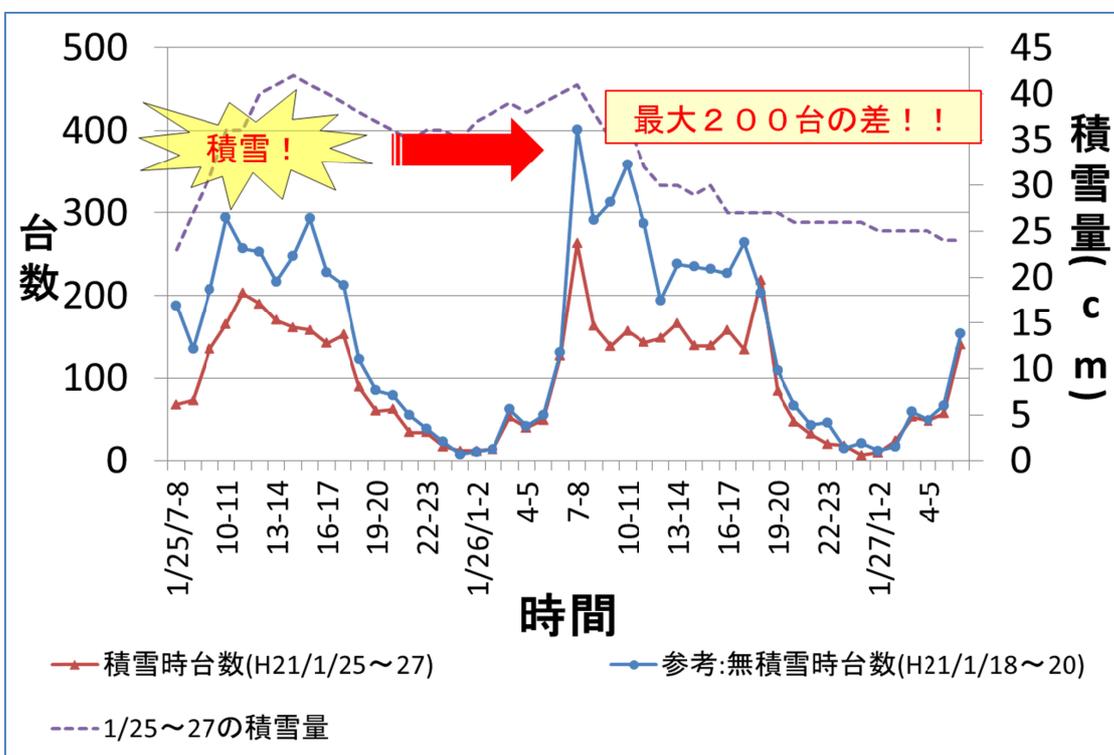


図5-13 H20年度 通過台数と積雪量の時系列比較（国道160号七尾市内）

この時間帯は、図5-14に示すように、除雪トラックやグレーダ、及び凍結散布車は日中も頻繁に出動しているが、その効果はあまりなかったのではないかとと思われる⁵⁾。

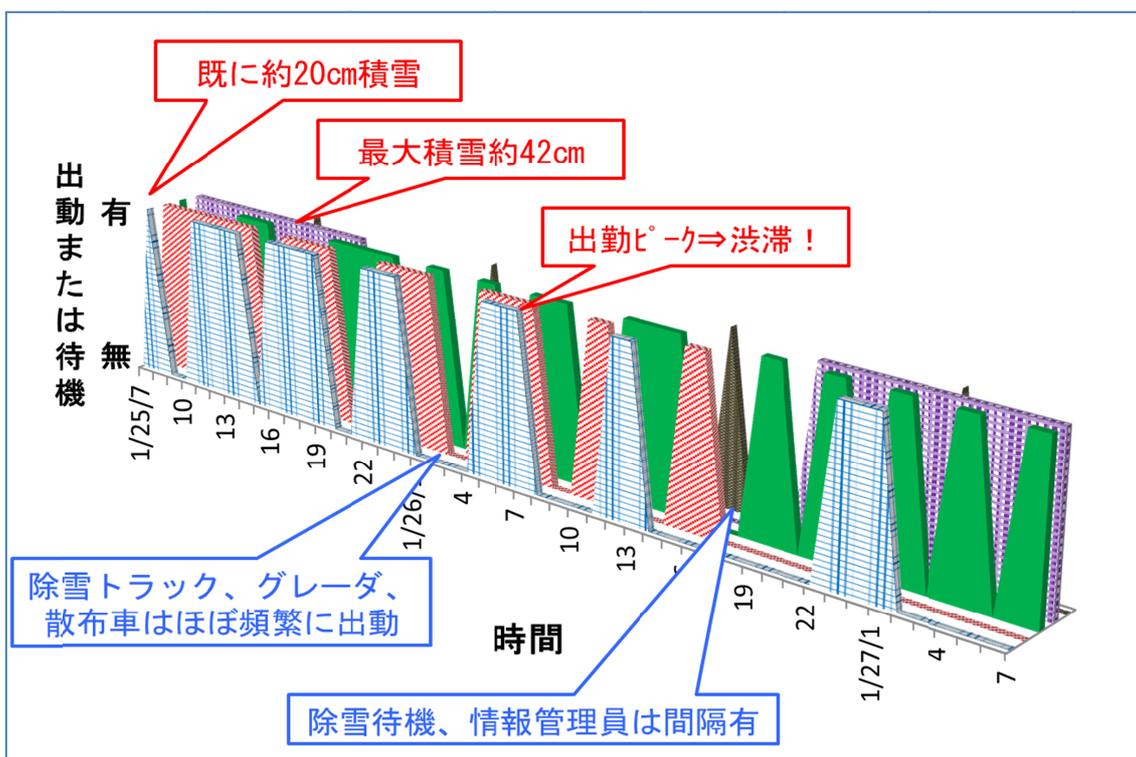


図5-14 H2 1/1/25～26除雪作業況（国道160号七尾市内）

一方平成22年度は、12月下旬から2月下旬まで約2ヶ月間慢性的に降り続けていたが、今は最も大きい積雪深を記録した1月30～31日のデータを比較した。

その結果、図5-15に示すように、積雪量70cmを超え始めた30日のお昼頃から最大200台ほどの通過台数の減少がみられるものの、翌日は100台前後で推移していることから、積雪量が多い割には早めの渋滞解消が図られたのではと考えられる。

この時間帯の除雪機械の出動記録を見ると、図5-15に示すように平成20年度と比較して出動回数が少ないものの、早期の除雪待機や情報管理員の確保を行っており、除雪体制の強化が早期に図られている。（なお、除雪は既に29日の時点で先行して実施済であった。）

そしてその結果、道路状況は良好に保たれ、緊急車両などの通行に大きな影響は与えなかったと考えられる。

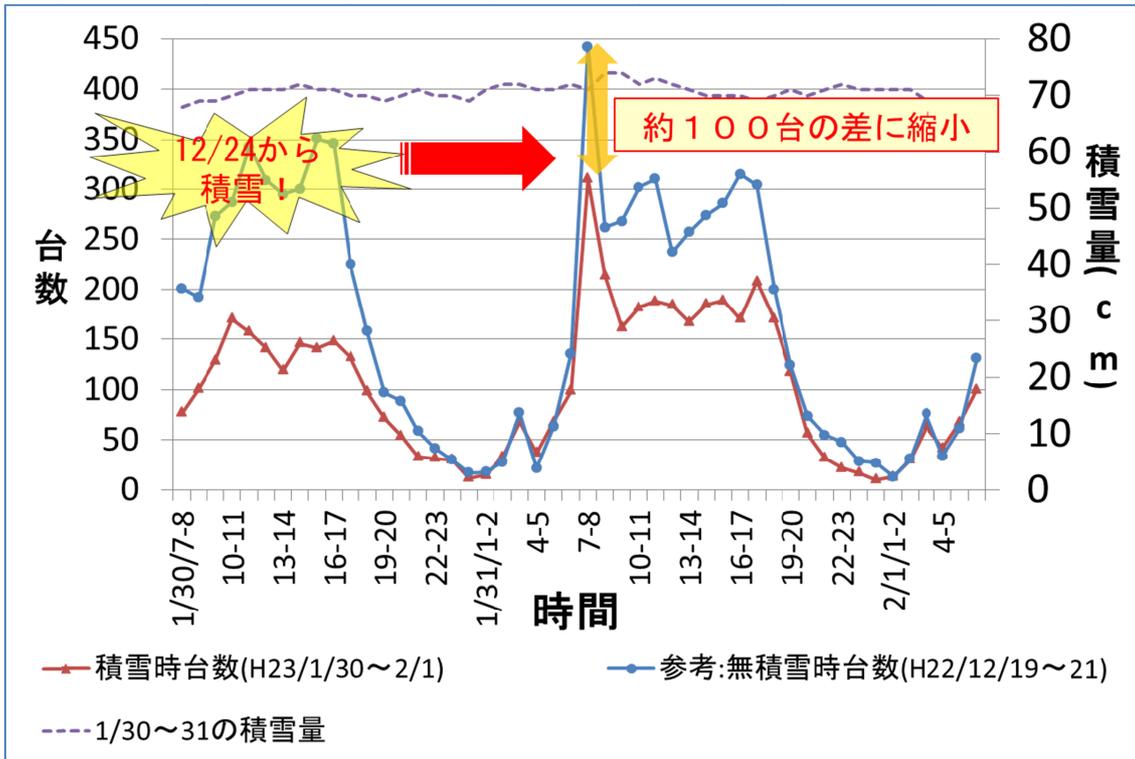


図5-15 H22年度 通過台数と積雪量の時系列比較 (国道160号七尾市内)

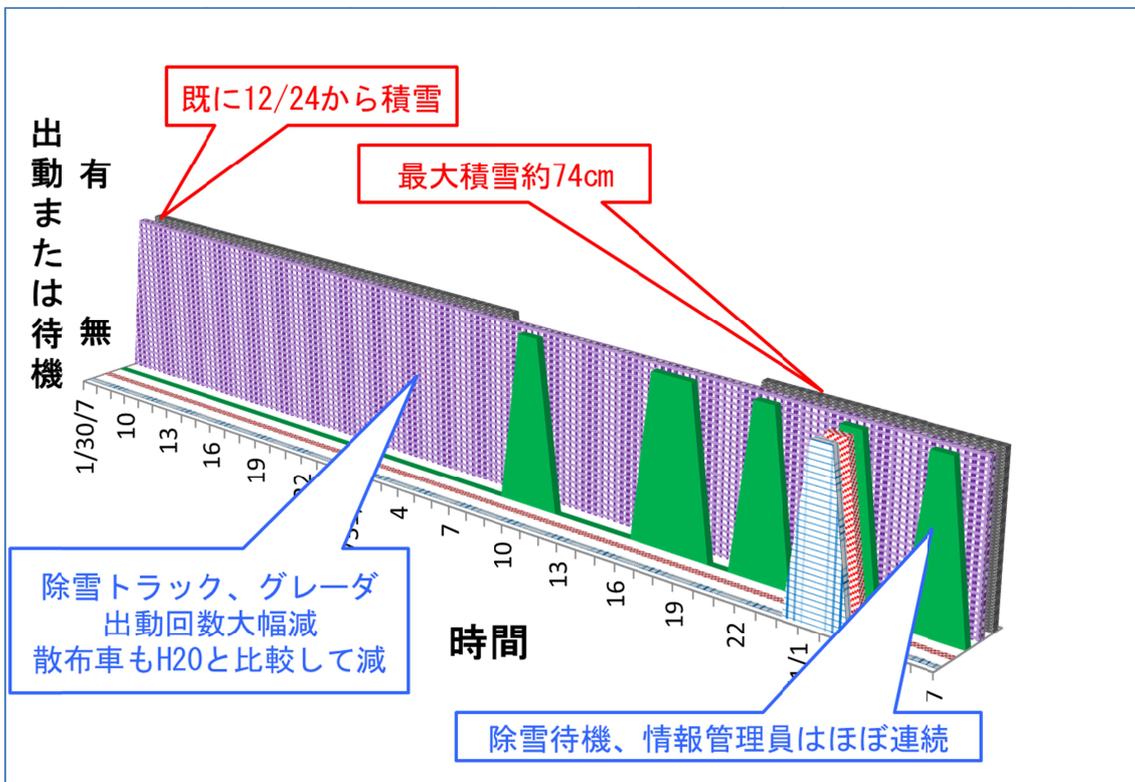


図5-15 H23/1/30~31除雪作業状況 (国道160号七尾市内)

5-4-3 関係機関へのインタビューによる調査結果

これまでの結果により、除雪体制の強化がうまく機能し、情報の共有と路線の確保がスムーズに行われたと思われるが、具体的にどのように情報共有を図ったのか検証するため、1月30～31日の状況について関係機関にインタビュー調査を行った。

その結果を表5-5に示す。この表を見てもわかるように、すでに1月29日の時点で雪みちネットワークの確保を逐一確認しており、情報の共有化がうまく図られている。そしてピークを迎える31日には、雪みちネットワーク以外の道路も確保され、常に先行して除雪体制を確保できたと考えられる。

また、七尾鹿島広域消防にも平成22年度の積雪時の緊急搬送車両の運行状況を問い合わせたところ、表5-6及び表5-7の通り⁶⁾、早い段階から除雪が行われていたため、特に支障はなくスムーズに患者を搬送できたとのことであった。ただし、住宅地などの市街地での除雪を望む声も聞かれた。

日付	時刻	内容
1月29日	4:30	消雪稼働
	5:00	5時から6時にかけて管内全域に除雪指示
	5:28	能登南部に大雪注意報が発令【金沢地方気象台】
	8:00	能登島の積雪センサー47cm以上に
	8:40	注意体制 ⇒ 準警戒体制に移行&地域防雪連携本部設置(当該事務所管内地域警戒積雪深超)
	8:40	地域防雪連携本部 開設連絡 ⇒ 関係機関へFAX
	11:00	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へFAX(翌30日まで計7回報告)
1月30日	15:58	能登南部の大雪注意報 ⇒ 大雪警報に切り替え【金沢地方気象台】
	16:00	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へFAX
	16:30	(管内に大雪警報が発令されたため、羽咋土木でも地域防雪連携本部設置。)
	18:00	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へFAX
	18:20	七尾市、中能登町も待機していることを電話確認
	18:40	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へFAX
	18:40	降雪予想等をもとに散布業者に(19時、21時、1時、5時の計4回)巡回指示
1月31日	19:30	除雪パトロール開始(3班×2回(19:30、2:00)、他業者)
	3:00	管内県道 → 業者へ除雪指示(以後3:30、4:00)
	4:00	奥能登土木に連絡 → (国)249号除雪指示済
	4:10	除雪指示(以後4:40)
	4:45	七尾市、中能登町に雪みちネットワーク確保状況電話確認
	5:10	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へ電話
	7:00	能登国道維持出張所に(国)159号、(国)160号の状況確認
	7:30	雪みちネットワーク確保状況(報告) ⇒ 道路整備課へFAX
	10:27	能登南部の大雪警報 ⇒ 大雪注意報に切り替え【金沢地方気象台】
	20:32	能登南部の大雪注意報を解除【金沢地方気象台】
2月1日	16:00	準警戒体制 ⇒ 注意体制に移行&地域防雪連携本部解散

赤:警報等重要事項 青:雪みちネットワーク関連 緑:関係機関との調整 黒:その他

表5-5 平成22年度 情報連絡体制状況結果

表 5 - 6 消防への聞き取り結果（平成 2 0 年度豪雪と平成 2 2 年度豪雪の状況）

分類	質問	回答
H20豪雪（1/25～26）時について	1/25の出動回数は何回でしたか。	6回
	1/26の出動回数は何回でしたか。	17回
	それは、直近の降雪時よりも出動回数は多かったですか。 （具体的に何割程度ですか。）	降雪による出動回数に変化はありません。
	1/25の除雪の状況はどうでしたか。	降雪による交通渋滞が発生し、車両通行に支障がありました。
	1/26の除雪の状況はどうでしたか。	降雪による交通渋滞が発生し、車両通行に支障がありました。
	それは、直近の降雪時と比較して、どうでしたか。 （具体的に。）	通常の積雪とは違い、数時間で急激な降雪であった。
	当時の除雪に関して、問題があるとすれば何でしょうか。	各関係機関（県、市等）との連携、除雪対策（初動体制）の確立が必要です。
H22豪雪（1/30～31）時について	1/30の出動回数は何回でしたか。	5回
	1/31の出動回数は何回でしたか。	10回
	それは、直近の降雪時よりも出動回数は多かったですか。 （具体的に何割程度ですか。）	降雪による出動回数に変化はありません。
	1/30の除雪の状況はどうでしたか。	除雪作業が早い段階から実施されていたため、車両通行上支障はありませんでした。
	1/31の除雪の状況はどうでしたか。	除雪作業が早い段階から実施されていたため、車両通行上支障はありませんでした。
	それは、直近の降雪時と比較して、どうでしたか。 （具体的に。）	通常の積雪とは違い、数時間で急激な降雪であった。
	当時の除雪に関して、問題があるとすれば何でしょうか。	問題はありません。

表 5 - 7 消防への聞き取り結果（平成 2 0 年度豪雪と平成 2 2 年度豪雪の比較）

分類	質問	回答
H22(1/30～31)とH20(1/25～26)を比較して	積雪の状況（特に時系列的に）の違いはありましたか。	両年度とも、数時間で急激な降雪であった。
	当日の出動回数に違いはありましたか。	降雪による出動回数に変化はありません。 H20では、やや多いものの積雪に直接起因する事案は認められませんでした。
	除雪において、違いはありましたか。 （具体的に）	H21の豪雪を教訓に関係機関（県、市等）との協議が行われ、雪害に対する体制の確立が図られたため、H23の豪雪時は除雪が早い段階から行われた。
	H22とH20を比較して、除雪状況に改善（またはその逆）されたとすれば、具体的に为什么呢。	H21の豪雪を教訓に関係機関（県、市等）との協議が行われ、雪害に対する体制の確立が図られたため、H23の豪雪時は除雪が早い段階から行われた。
	今後まだ、改善の余地があるとすれば具体的に为什么呢。	ありません。 幹線道路での除雪はスピーディーでしたが、住宅地などの市街地で除雪が進むと活動が更にスムーズになります。

5-5 結果のまとめと考察

以上の結果により、次のようなことがわかった。

- ・行政の情報覚知～行動までの連絡体制については、改善点がある場合もあり、今回のゲリラ豪雪に対する連携体制については、平成20年度ゲリラ豪雪での教訓により見直された除雪体制が非常にうまく機能していることが検証された。
- ・特に地域防雪連携体制については、積雪のピークとなる2日前には既に設置され、情報の共有化が早い段階から図られていた。
- ・雪みちネットワークにおいても、早期から指示が出ているため、積雪がピークになる前、いわゆる圧雪の除去がスムーズに行われたのではないかと思われる。
- ・消防からは今回の除雪状況において、車両通行上支障がなかったとの評価を得ているが、細街路の除雪については、まだ改善の余地があると考えられる。

このように今回の除雪体制については、うまく機能していることが検証されたことから概ね評価できると思われるが、今後の課題として以下の点が考えられる。

- ・災害発生時の直後の連絡体制の見直し

今回の豪雪時の連絡体制の見直しのように、災害が発生してから直後にその連絡体制を見直すことが必要であると思われる。

でないと、その連絡記録や各関係機関の人事の異動等により記憶があいまいになってしまい、せっかく蓄積された改善点が風化されてしまう可能性がある。

また、除雪に関する課題としては、以下の2点が課題と考える。

- ・除雪費の増加

石川県の除雪費⁷⁾は、図5-16に示すような費用で推移している。赤の棒線は豪雪時を示し、青の棒線はそれ以外を示す。これによると平成22年度は過去10年間で最高額となる約17億円となり、今後は除雪費を抑制するために、効率よくまた効果的に除雪を行う検討を行う必要がある。

- ・建設業者の減少

除雪を担う石川県内の建設業者数は図5-17に示すように予算の減少に応じて減る方向にある。また作業を行うオペレータの高齢化も著しく、今後は行政による除雪だけでなく、地元住民などによる協働の除雪体制の確保が必要であると思われる。

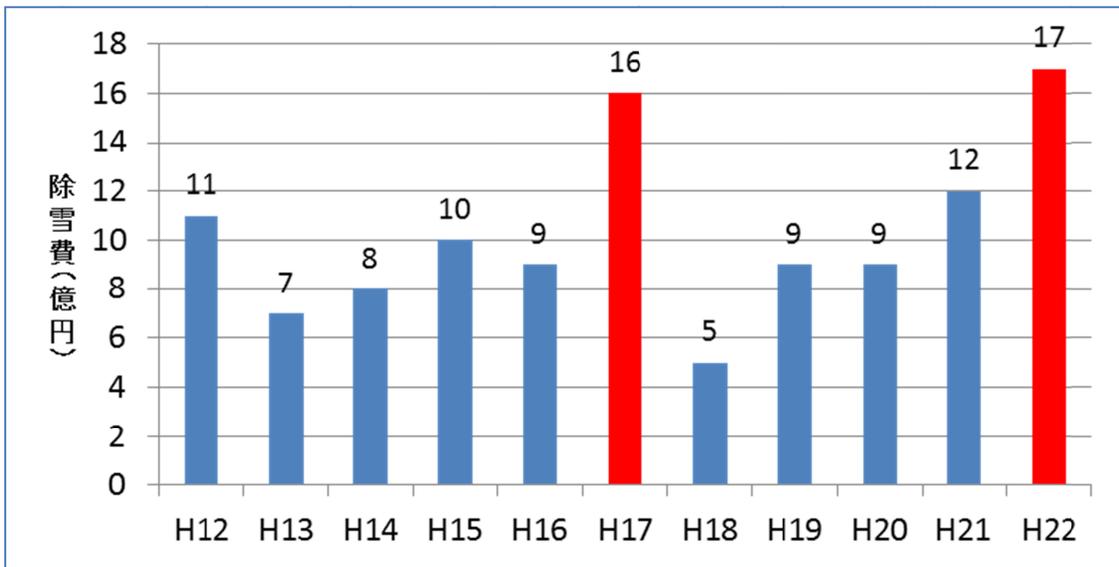


図5-16 石川県の除雪費年間推移(清算時)

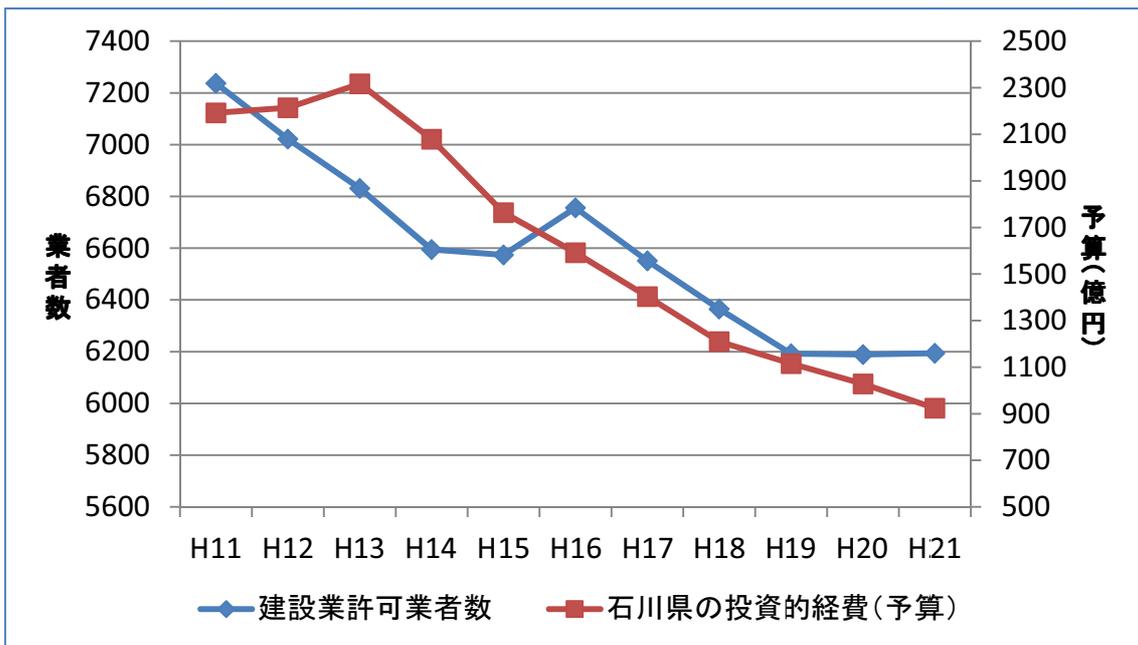


図5-17 石川県の建設業許可業者数と投資的経費の推移

参考文献：

- 1) 北国新聞：北国新聞，2009年1月
- 2) 石川県：第24回北陸雪氷シンポジウム，2010年3月17日
- 3) 石川県提供，2011年4月
- 4) 毎日新聞：毎日新聞，2009年9月9日
- 5) 国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所提供，2011年4月
- 6) 七尾鹿島広域圏事務組合聞き取り調査，2011年4月
- 7) 石川県：石川県HP

第6章 災害発生時の交通シミュレーションと渋滞路線、迂回路情報提供の試み

6-1 本章の構成

第3章により、道路交通情報の重要性と、渋滞情報や旅行時間情報などのこれまで提供されていない新たな道路交通情報の必要性が認識された。

また第4章では、プローブカーにより、道路交通の詳細な時系列的变化の状況が再現できることも可能であることがわかった。

第5章においても、一方災害時の道路交通情報を提供する行政の連絡体制を見直すことにより、充分時間短縮、早期対応策の準備に取り掛かれることがわかった。

これらの結果を組み合わせることにより、適切な道路交通情報を早期に、また適切に提供することが可能であると考えられる。

しかし近年では、津波やゲリラ豪雨などの極めて短期的に避難する必要のある災害が増加しており、そのため災害発生直後速やかに避難できる情報速達の必要性が高まっている。そのため、これまでの発生時の道路交通状態の情報提供だけでなく、発生後の渋滞等予測情報などの提供の検討も必要であると考えられる。

無論、あくまでも予測情報の提供であるため、その正確性には十分検討する必要があるが、しかし東日本大震災の津波発生時の時のように、2次災害等を防ぐためには、今後新たに必要となってくる道路交通情報の一つと考えてよいと思われる。

そこで本章では、道路交通情報の中で必要と思われる所要時間予測情報や、迂回路情報の提供するための災害時の道路交通シミュレーションを試みる。

そしてその結果における検証と課題についても検討を行う。

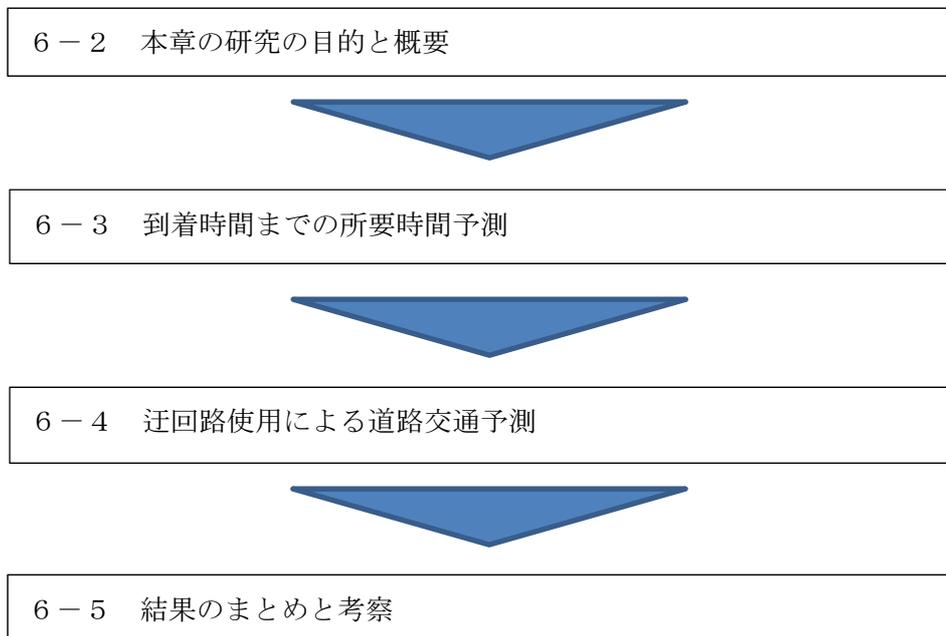


図6-1 第6章の構成

6-2 本章の研究の目的と概要

本章の目的については、先ほど述べたとおり、道路交通情報の中で必要と思われる所要時間予測情報や、迂回路情報の提供するための災害時の道路交通シミュレーションを試みることである。

今回は、各種道路交通データがあり、また道路交通ネットワーク的にも比較的シンプルな能登半島地震におけるデータを活用した。

まずは、今回のプローブカーデータ¹⁾を活用し、迂回路情報や渋滞（所要時間）情報の提供を試みた。

具体的には、迂回路の所要時間を推計することが可能であれば、地域住民は効率的な迂回路の選択が可能となるため、プローブカーデータの所要時間を目的変数、旅行速度等様々なデータを説明変数とした重回帰分析を行い、その因果関係を検証した。

また、地震直後に発生した道路交通における混乱を今後極力低減するためには、どのような道路交通情報をどのように提供すべきであるかについて検討した。

具体的には、今回と同じような能登有料道路の穴水～柳田間が通行止めとなった場合の各路線の交通量と、迂回路情報を提供したと想定される場合の交通量を算出し、その結果を比較した。

6-3 到着時間までの所要時間予測

第4章における結果により、能登半島地震における渋滞は、能登有料道路が通行止めとなった場合に、国道249号内回りに渋滞が集中し、その中でも局所的に田鶴浜東交差点付近で渋滞が発生していることがわかった。

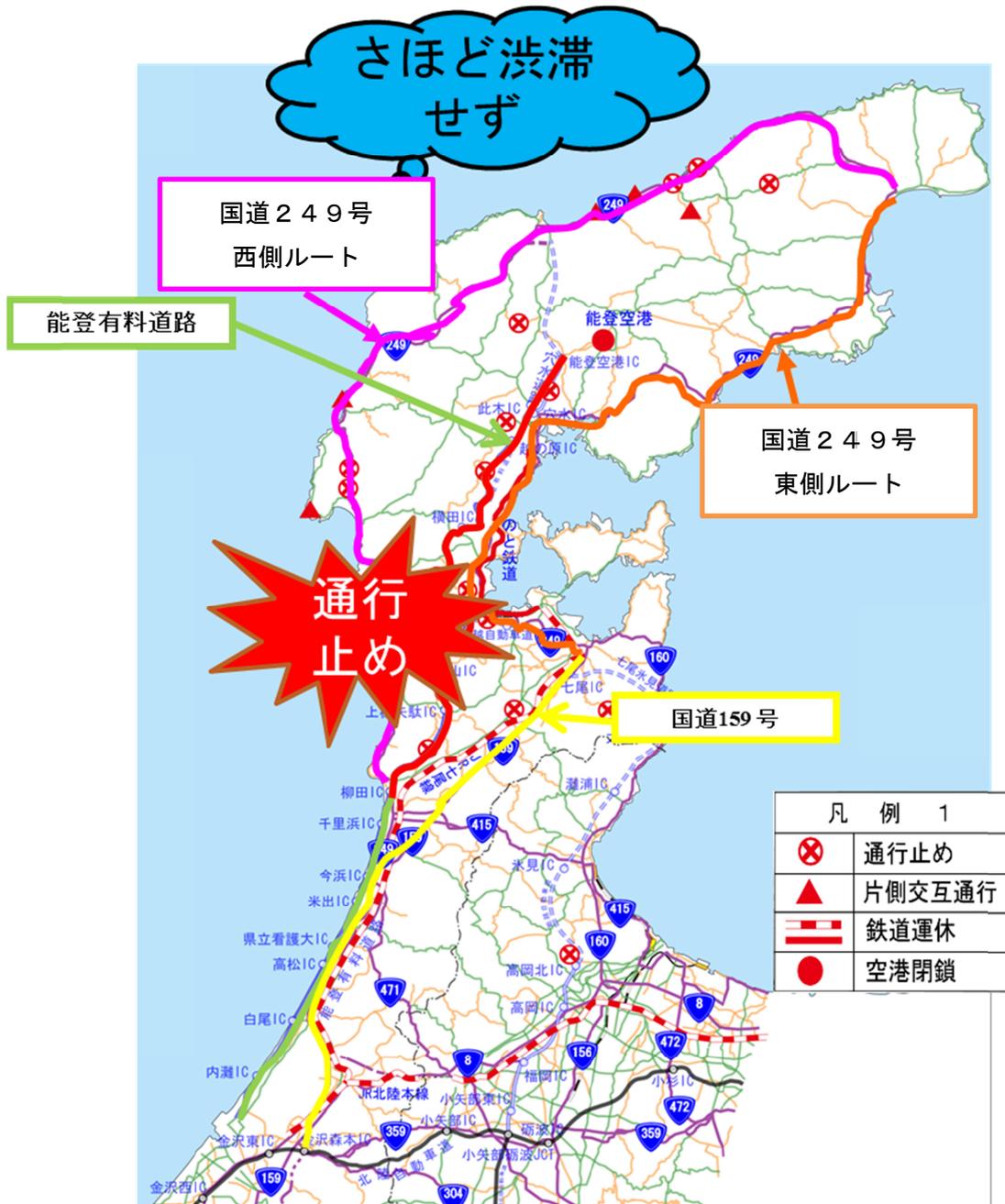


図6-1 地震直後の能登半島の道路交通状況イメージ

そこで今度は、そのような状況で能登有料道路の迂回ルートを利用した場合、所要時間が推測可能であるかについて、重回帰分析を用いて所要時間推計を行なった。

また迂回ルートについては、国道249号の東側ルート（以下「東側ルート」）と、同じく国道249号の西側ルート（以下「西側ルート」）に分け、それぞれに所要時間を目的変数（y）、説明変数を表6-1のように設定した。

表6-1 説明変数の属性

説明変数	内容		単位
x 1	迂回ルート出発時間帯		時
x 2	右記センサ 区間毎の 旅行速度	(内)No1063, (外)No1089	Km/h
x 3		(〃)No1064, (〃)No1088	
x 4		(〃)No1065, (〃)No1087	
x 5		(〃)No1066, (〃)No1086	
x 6		(〃)No1067, (〃)No1085	
x 7		(〃)No1068, (〃)なし	
x 8	地震発生経過日数		日
x 9	平日 o r 休日		1, 0

※第4章同様、国土交通省提供プローブカーデータを使用

この結果、まず東側ルートについては、次頁表6-2のようになった。

表6-2 重回帰分析結果（内浦回りルート）

説明変数	偏回帰係数	t 値	単相関
x 1	0.044	1.25	0.19
x 2	-0.213	11.17***	-0.69
x 3	-0.098	3.56***	-0.48
x 4	-0.051	3.50***	-0.30
x 5	-0.005	1.66	0.02
x 6	-0.141	3.66***	-0.54
x 7	-0.511	8.12***	-0.66
x 8	-0.027	2.83***	0.02
x 9	-0.043	0.14	0.43
定数項	89.066	26.91***	

注) ***は5%有意

単相関については、出発時の最初のセンサス区間である No. 1063 の旅行速度 (x 2) が最も (負の) 相関が高い結果となった。このことから、出発時の旅行速度が遅い (小さい) ほど、所要時間は大きくなる傾向を示すことが分かった。

またこの係数の中では、出発及び到着時の旅行速度 (x 2～4、6、7)、地震発生経過日数 (x 8) が t 値において統計学的に有意な結果となっている。さらに重相関係数は 0.9252 であり、今回算出した重回帰式については相関性が高いと言える。

一方、西側ルートについては表 6-3 のような結果になった。

表 6-3 重回帰分析結果 (西側ルート)

説明変数	偏回帰係数	t 値	単相関
x 1	0.001	0.03	0.08
x 2	-0.224	4.24**	-0.76
x 3	-0.112	3.33**	-0.45
x 4	-0.247	3.88**	-0.82
x 5	0.013	0.21	-0.68
x 6	-0.170	4.20**	-0.71
x 8	-0.012	0.61	0.63
x 9	-0.117	0.36	-0.03
定数項	73.662	22.03**	

注) **は 5% 有意

この場合、東側ルートと同様に出発時のセンサス区間である No. 1089 の旅行速度 (x 2) のほか、No. 1087 の旅行速度 (x 4) が負の相関が高い結果となった。よって西側ルートについては、出発時に加えて中間地点到達時の旅行速度が遅い (小さい) ほど、所要時間は大きくなる傾向を示す結果となった。

次に t 値を見てみると、東側ルート、西側ルートともに、出発及び到着時の旅行速度 (x 2～4、6) が t 値において有意である。よってこれらの説明変数においては統計的に有意であると考えられるが、西側ルートにおいて地震発生経過日数 (x 8) だけが有意でないことから、東側ルートと比較してこの説明変数は有意であるとは言えない結果となっている。

このことから、東側ルートと西側ルートの所要時間予測における主な違いは経過日数 (x

8) であり、東側のルートの所要時間は、経過日数にも相関があると考えられる。なお、この西側ルートの重相関係数は0.9039であり、東側ルート同様に相関性は高い結果となった。

以上より、プローブカーデータを利用することによって所要時間の推測（重回帰式）は可能であると考ええる。

6-4 迂回路使用による道路交通予測

また、第3章の結果により、迂回路を利用した場合、到着時間に非常にバラつき（特に地震直後）のあり、また情報種類別に地域住民は収集媒体を使い分けており、特に道路交通情報は即時性のあるラジオ、インターネットから入手していることがわかった。

そして地震発生直後においては、入手したにも関わらず地域住民は不満を抱いており、特に渋滞情報を必要としていたことがわかった。

しかし、地震発生後のラジオ、インターネットから配信された道路交通情報は、通行止め等の交通規制情報のみであり、渋滞情報はほとんど発信されていなかった。

そのため地域住民は、通行可能な最短の迂回路を通り、その結果内浦回りの国道249号に自動車が集まり、交通渋滞が発生したと言われている。

しかし、震災後の国道249号東側や西側の旅行時間データはないため、地震発生直後の能登有料道路が通行止めとなった時に、その代替ルートとして渋滞が発生した「国道249号東側ルート」と、もう一つの代替ルートである「国道249号西側ルート」（前述図6-1参照）のどのルートを通じたか、アンケートデータをもとに推測することとする。

まず、東側・西側の両方の徳田大津IC～穴水IC間の通行止め区間における代替ルートのリンク利用頻度について、第3章で使用したドライバーアンケート調査を元に集計したところ、表6-4のように、地震時の代替ルートは、85%の割合で東側ルートを利用していることがわかった²⁾。

表6-4 国道249号利用ルート選択頻度

利用ルート	リンク番号	利用頻度	合計	割合
国道249号東側ルート	18	306	1,398	85%
	29	333		
	31	313		
	40	168		
	41	278		
国道249号西側ルート	19	52	243	15%
	24	5		
	25	23		
	27	16		
	28	27		
	34	26		
	36	6		
	38	24		
	39	64		

よって東側ルートが渋滞したということが推測できる。

そこで地震発生直後の能登有料道路穴水 IC～柳田 IC 間の他、国道 249 号線等の 23 か所が通行止めとなった際の交通量や旅行速度を推定し、渋滞が発生したか否か検証するための交通量推計を行った。データは H17 OD データ³⁾ を利用し、5 分割配分による推計とした。

その結果、図 6-2 のように、国道 249 号西側ルートでは、18,300 台/日の交通量が集中していることがわかった。

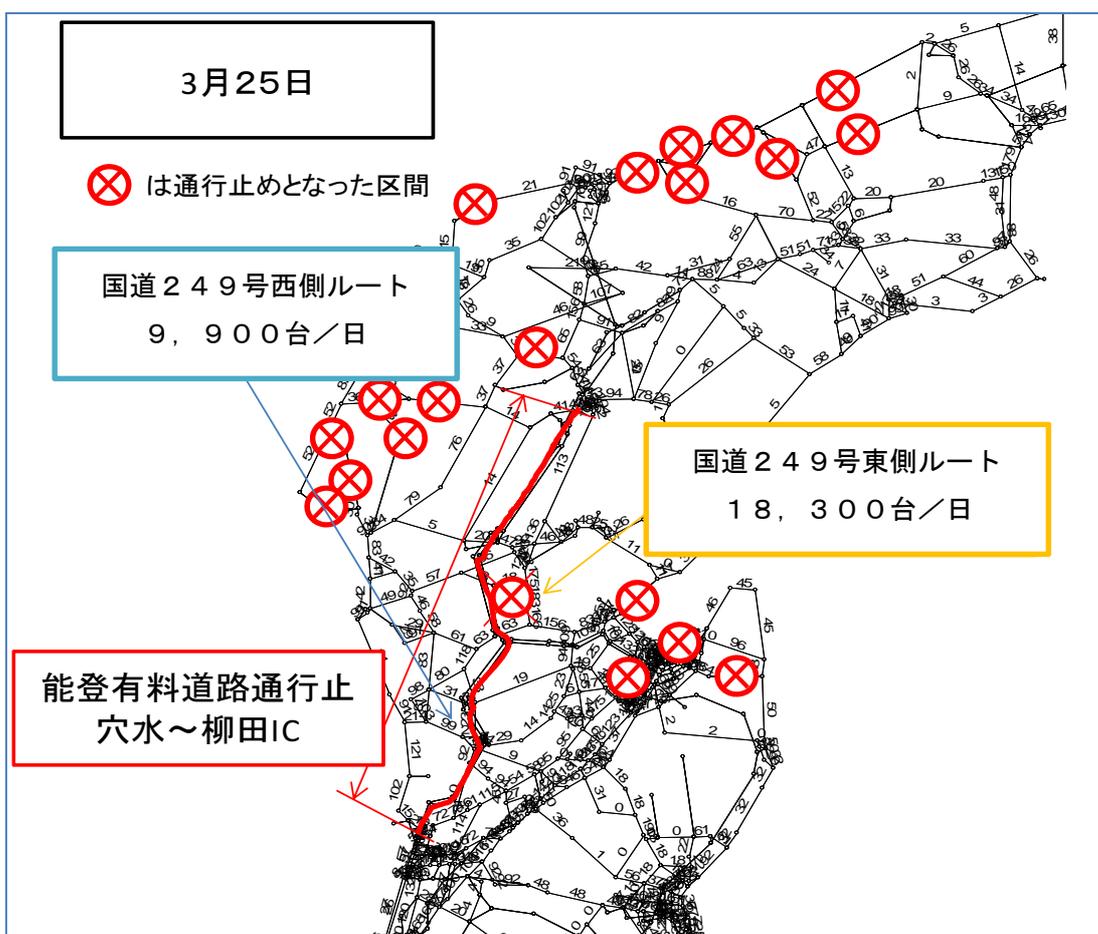


図 6-2 3 月 25 日地震発生時交通量配分推計結果

実際は交通容量は低下していたと思われるが、西側ルートとは交通量が 2 倍程度異なることから、東側ルートが混雑するということが推測できる。

また速度においても、東側ルートは最大 10 km/h という結果であり、これは先ほどと同第 3 章でのアンケート結果の中で、東側ルートを利用した旅行速度が約 12 km/h であるサンプルが 2 つ存在することから、この結果はほぼ実際の状況を示していると思われる。

次に、もし仮にラジオ・インターネット等により東側ルート渋滞情報を提供し、国道249号東側ルートへの渋滞発生が抑制されたと想定した場合（渋滞・所要時間が十分に行き渡り、等時間配分が生成している場合）の交通量配分の変化を算出することを試みた。具体的には、国道249号東側ルートに配分される交通量を意図的に低下させ、ある程度の旅行速度を確保することを試みた。その結果は図6-3のような結果となった。

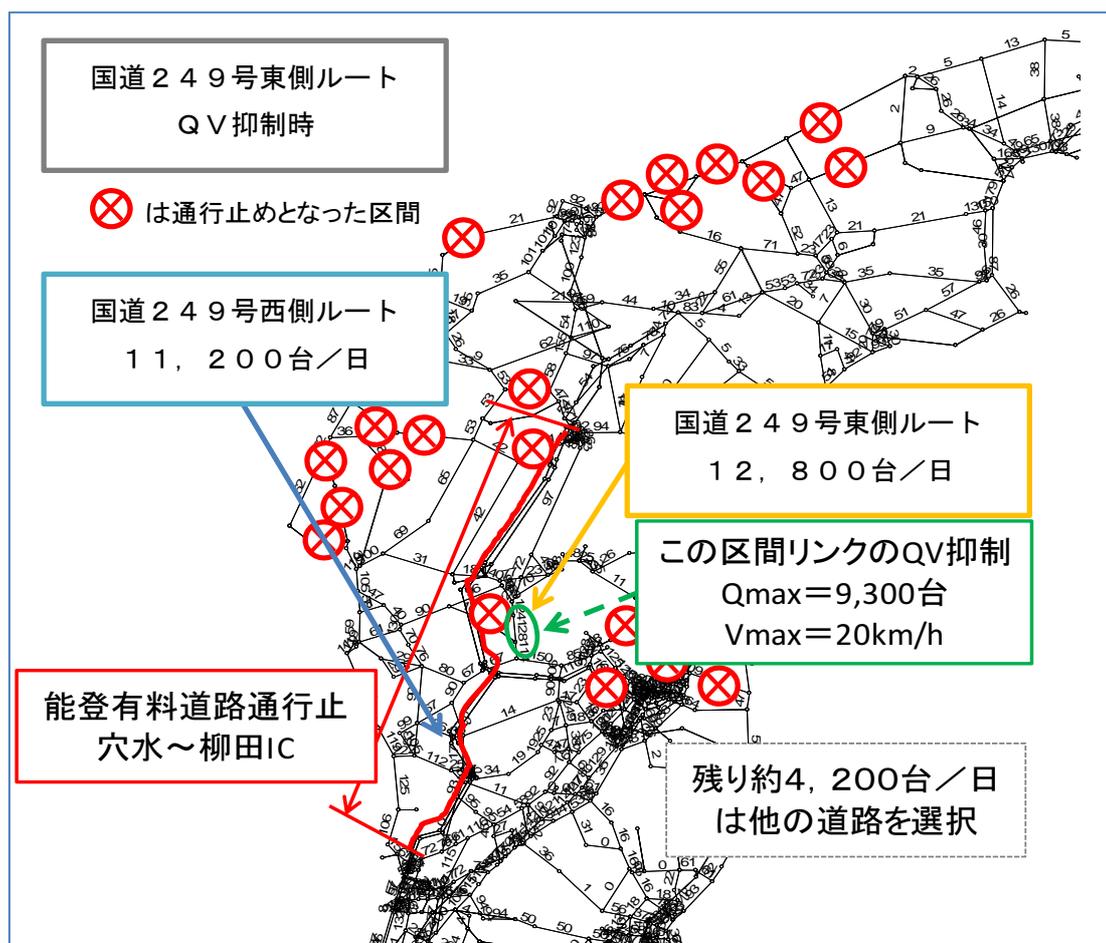


図6-3 国道249号内浦回りQV抑制時推計結果

先ほどの図6-2と比較して、東側ルートで約5,500台/日の交通量が減少しており、旅行速度も10km/h上昇し、渋滞改善が見込めることを示唆している。そして西側ルートの交通量が増加していることから、東側ルートの交通量が主に配分されていると推測される。

したがって、災害時には交通渋滞情報を十分に提供することにより、渋滞を低減できると考えられる。

6-5 結果のまとめと考察

以上の結果により、次のようなことがわかった。

- ・所要時間を目的変数、各センサス区間の旅行速度等を説明変数とした重回帰式による所要（旅行）時間の推計は可能である。
- ・よって、道路の回復状況（通行止め解除）にあわせて、渋滞予測などの情報提供を行えば、交通渋滞の発生を抑制できた可能性があると考えられる。
- ・簡単な交通量推計でも国道 249 号の東側ルートに交通が集中する結果となり、仮に西側ルートに誘導できれば、交通渋滞を緩和できたのではないかと推測される。

また今後の課題として、以下のような点が考えられる。

- ・第4章でも述べたとおり、一般自動車のデータを活用すると、データが膨大となること、また確実に安心して通れる道路を通行しているか否かの真偽性が疑わしいことなどから、その活用には十分留意が必要である。
- ・よって、行政が適切に通行可能状況を把握するため、例えば国・県・市の各道路管理者が所有しているパトロールカーにGPSを取り付け、道路状況を判断しながらプローブカーデータを処理することが望ましいと考えられる。
- ・これによって、震災直後では旅行時間計測を別個に行う余裕がないことが多いと考えられるものの、震災状況の把握の際に副次的に実勢速度を正確に測定することが可能であり、そのデータを VICS や各種メディア等に提供することにより、リアルタイムに渋滞情報を提供することが考えられる。

参考文献：

- 1) 国土交通省北陸地方整備局：能登半島地震交通状況調査， 2007年5月
- 2) 高橋雅憲， 高山純一， 中山晶一郎：石川県能登半島地震時における道路交通情報提供方策に関する研究， 土木学会論文集F 6（安全問題）， Vol67, No.2, PPI_53-I_58
- 3) 国土交通省：平成17年度道路交通センサス， 2005年

第7章 結論

(1) 研究成果のまとめ

1) 研究の目的・背景 (第1章)

平成23年3月11日に発生した東日本大震災においては、現時点での死亡者数は約19千人と推測されるが、その約9割が溺死である。それは震災発生から大よそ30分後に津波が発生したのが原因とされているが、その場合に地震発生直後から住民がとった避難行動が明暗を分けたとされている。

そのため、津波からの避難経路やその交通状況をよく知るための情報、とりわけ「道路交通情報」が非常に重要であったと考えられる。

今回の津波があまりにもこれまで経験したことがないものであったため、従来考えられていた避難方法が通用せず、例えばこれまでは災害時には車をおいて徒歩移動が原則であった。しかし今回は、それでは逃げ遅れる可能性が高かったため、自動車による移動が必要であったが、そのことが原因で渋滞が発生してそのまま被災したり、情報不足のため間違った避難行動を選択し、被災したケースも多くみられた。そしてそれらは、今日でも管理者側の責任だとして、様々な訴訟が発生している。

したがって、突発的な災害については、いかに正しい情報、特に道路交通情報をいち早く収集し、その状況に応じた柔軟な避難行動をとるかが大変重要な鍵となる。

しかし日本の道路交通情報の提供については、公益財団法人の日本道路交通情報センターがVICS等より収集したデータをラジオ等に提供しているのみであり、平成12年には道路交通法の改正により、一部民間の参入が認められたものの、それはカーナビ等から収集した情報をそのユーザーのみに提供するのみにとどまっている。

それに対して海外では民間事業者による独自の道路交通情報の提供は非常に発達しており、例えばイギリスでは自社センサーにより収集した道路交通情報を提供したり、アメリカでは道路上で得た情報以外にもヘリ等で知りえた情報を元に情報を提供している。

よって本研究では、地震や集中豪雨のような突発的な自然災害時において、道路交通情報の収集及び提供体制、及び今後の改善点提案することを目的としている。

また、今後の道路交通情報の方向性として、渋滞予測やそれによる迂回路情報の提供の可能性についても探っていくこととしている。

2) 既存研究の整理と本研究の位置づけ (第2章)

第2章では、既往研究・文献等から本研究に必要な知見を得ることを目的として、土木学会の論文集・講演集、学会誌を中心に論文を抽出し、詳細な整理を行った。

まず本研究の主旨として、道路交通情報に関する過去の論文について時系列的に整理してみると、その数は1972年から2011年までの間において、およそ460件の論文が土木学会において発表されている。

1970年代の当初のこの分野の研究については、概念的な考察や経路選択といったシンプルなものであり、概論・推論的なものが主であって実用性まで言及しているものは少なかった。

しかし1990年代から当該分野の研究は多く発表されるようになってきている。その理由としては、その時代からインターネットが普及し始め、情報提供の予測・効果を研究した論文が多く発表されるようになってきている。

その後2000年代に入り、今度は道路交通情報の情報収集・提供そのものの実用面を重視した論文が増加した。この時代にはナビゲーションシステムが広く普及しており、情報提供のあり方等を対象としたものや、道路混雑情報を観測するVICSや、リアルタイムな道路交通情報を収集するためのプローブカーを活用した論文が発表されている。

また前述の460件の道路交通情報に関する論文のうち、50件が災害に関するものであり、1995年の阪神・淡路大震災を契機に、災害に関する道路交通情報の論文も増加した。そしてその後の2004年の中越地震、2007年の能登半島地震などの大規模な災害が発生することに伴い、その傾向は強くなってきている。

さらに既往研究を視点別に整理すると、概論・その他に関する研究は全体の2割程度行われているが、災害に限ってみると4%程度しかなく、その他の、ニーズ・課題、検証・考察、情報週・提供や予測・効果に関する論文はそれぞれ約2割を超えることから、災害に関してはより実用性に重点をおいた研究がされてきている。

このように災害に関する道路交通情報提供の研究は行われてはいるが、ほとんどが災害発生からある程度時間が経過したものが多く、災害発生直後の道路交通状況やその道路交通情報の提供状況、それに対する評価はあまり行われてはいない。(これは近年ゲリラ豪雨などの局所的突発的な災害が増加傾向にあるためと思われる。)

一方迅速に道路交通情報を提供するため、道路交通情報の伝達に関する研究、特に行政間の連絡についてもこれまでの研究はほとんどない。

さらには道路交通情報を収集するVICSやプローブカーなどの研究は、積雪被害などの割合季節的に定期的に発生する自然災害に関しては行われているものの、突発的に発生する地震についてはあまり行われていない。

そのため、既往研究・文献の整理を通じ、本研究の問題意識と研究テーマが、既往の研究では必ずしも明らかになっておらず、突発的な自然災害に対する道路交通情報提供方策の提案を目的とする本研究の位置づけは極めて重要であると再確認できた。

3) 実際の災害時の道路交通情報取得方法と道路交通情報の重要性の検証 (第3章)

第3章では、2007年に発生した能登半島地震において、その発生直後に実施した住民アンケートを元に、地震時の道路交通状況及び情報取得状況を分析し、その重要性や特徴の分析を行った。

その中で、通常(地震がないこれまでの状態)能登有料道路を利用している時と、地震

後初めて迂回路を利用した時の所要時間をアンケートにより調査しているが、平均的には約30分程度の遅れが生じていた。

しかし人によっては最大3時間の遅れが生じており、利用した迂回路によって遅れの度合いにバラつきが生じ、それが道路交通情報の提供の結果に不満を感じていたのではないかと考えられる。

またその遅れ具合を地震発生後から時系列的に負っていくと、時間が経つにつれ差が縮まり、分散も小さくなったことがわかった。この結果より、時間が経つにつれ混乱が収まり、時間の差やばらつきが収束していったと推測される。

また住民がどのような情報を必要としていたかについては、地震情報と道路交通情報の割合が高いということがわかった。

一方情報入手した媒体ソースについては、テレビが最も多く、続いてラジオ、新聞という結果であった。また媒体別に情報の種類を分類してみると、テレビ・ラジオは地震情報や道路交通情報の他に、建物情報、死傷者情報、ライフラインの情報などを均等に得ていることがわかった。

しかし最新の情報をリアルタイムに得やすいラジオ、インターネットの場合には、地震情報と道路交通情報の割合が非常に高く、住民は求めている情報に応じて、情報入手媒体も使い分けていることがわかった。

以上の結果から、道路子通情報について、住民は媒体を使い分けてまで情報を入手しようとしているにもかかわらず、人により迂回にかかった所要時間に差が生じていることが判明した。

そこで入手しようとした道路交通情報の特徴と、その結果入手した情報の住民による評価との関係性について、さらに分析を行った。

今回は、「特徴」や「評価」といった抽象的なものを分析できる「共分散構造分析」を実施した。

その結果、ほしかった道路交通情報の特徴が顕著、つまり明確であるほど実際の知りえた道路交通情報の評価はよくなく、またほしかった道路交通情報の特徴は、その内容よりも即時性を重視しており、また内容については、道路交通規制情報よりも渋滞情報の方が知りたがっていた。

よってこの結果により、道路交通情報の必要性は極めて高いということを立証するという結果となったが、その情報の速達性を強く求めており、また内容についても従来の規制情報の他に渋滞情報も必要としていることがわかった。

4) 災害発生直後の道路交通実際の流れの変化 (第4章)

第4章では、より正確な道路交通情報を得るため、第3章と同様に能登半島地震時に観測したプローブカーデータの抽出と、それにより得られた交通状況や渋滞の変化を分析した。

まず能登半島地震直後では、能登有料道路の柳田～穴水間が通行止めとなったが、その後順次部分的に通行止めは解除となり、連休前の4月27日には全線通行止め解除となり、行政は早期の主要路線確保に対する行動は迅速に行われたと言える。

しかし実際には第3章で述べたように、住民アンケートによりと、特に地震直後は一部路線が極端に渋滞し、交通の混乱もみられたという結果をえているので、その結果を確認・分析するための国土交通省が地震直後に行ったプローブカーデータを活用して、その状況の詳細な把握と原因解明を試みた。

その結果、能登有料道路が通行止めとなった地震発生直後は、通常時と比較して、経路によって交通渋滞の状況に大きな違いがみられ、また東側のルートを多く通行する傾向にあったが、日数の経過とともに解消されたということがわかった。

東側のルートについては、地震発生後4日目の3月29日は、特に日中に旅行速度にばらつきが見られ、局部的に低速となっていたが、それに対して西側のルートについては、さほどばらつきがなく、安定しており、日数が経過するとともに、分散が小さくなり、ほぼ通常時の旅行速度に収束していった。

またプローブカー利用における課題も何点か判明し、今回のプローブカーデータ採集開始日については、地震発生から4日後と時間が経っており、本当に必要な地震直後のデータを採集する体制を整えておくことが必要であるということであった。

よってそのためには、一般住民が利用するカーナビなどのデータを活用することが望ましいが、一般自動車のデータを活用すると、データが膨大となること、また確実に安心して通れる道路を通行しているか否かの真偽性が疑わしいことなどから、その活用には十分留意が必要であると考えられる。

5) 災害発生時の情報連絡体制の検証(第5章)

これまでの章では、自然災害時における道路交通情報の現状と重要性、そしてまた災害発生後の道路交通の実際の変化について述べてきた。

その結果、特に道路情報をできるだけ迅速に、且つ的確に発信することが重要であり、プローブカーを活用することで充分効果が期待できることがわかったが、その情報収集を行った後、情報提供までの行政や関係機関との連絡体制においても、具体的にどのようなに行っているのかにより、情報サービスレベルに大きく差が出てくる可能性がある。

特に、災害時には人命の確保が最優先であり、道路交通情報の発信の遅れや的確なルートの指示が、例えば緊急車両の搬送時間に大きく影響を及ぼすこととなる。

しかし、その実際その連絡体制の仕組みについてはあまり明らかになっていない。

よって実際に行われた緊急時の行政等の災害対策体制を検証することが必要であると思われる。

そこで、平成21年1月に石川県七尾市内で発生したゲリラ豪雪の際の災害対策体制(除雪体制)の検証を行った。

またその当時、ゲリラ豪雪により市内各地で渋滞が発生、緊急車両にも多大な影響を与え、大幅な遅れが生じたこととされ、連絡体制が見直されたため、その改善点と効果の比較を行った。

その結果、主に情報共有と除雪路線の優先順位に検討すべき課題があることがわかった。

そのため、行政の情報覚知～行動までの連絡体制について共有化を図るよう見直され、その結果、平成23年1月に発生したゲリラ豪雪に対する連携体制については、見直された除雪体制が非常にうまく機能した。

特に、情報共有の改善策である地域防雪連携体制については、積雪のピークとなる2日前には既に設置され、情報の共有化が早い段階から図られていた。

また除雪路線の優先順位を定めた雪みちネットワークにおいても、早期から指示が出ているため、積雪がピークになる前、いわゆる圧雪の除去がスムーズに行われた。

そのため、消防からは今回の除雪状況において、車両通行上支障がなかったとの評価を得ているが、細街路の除雪については、まだ改善の余地があるという意見を得た。

また今後の課題として、今回の豪雪時の連絡体制の見直しのように、連絡記録や各関係機関の人事の異動等により記憶があいまいになってしまい、せっかく蓄積された改善点が風化されてしまう可能性があるため、災害が発生してから直後にその連絡体制を見直すことが必要であると思われる。

6) 災害発生時の交通シミュレーションと渋滞路線、迂回路情報提供の試み(第6章)

これまでの研究により、地震のような災害発生時には、交通規制情報だけでなく、よりリアルタイムな交通状況の変化や渋滞の変化がわかる迂回路情報や渋滞情報(所要時間)の提供が必要であることがわかった。

そこで第6章では、まず第4章で使用した能登半島地震直後のプローブカーデータを活用し、渋滞情報(所要時間)の提供を試みた。

具体的には、プローブデータの所要時間を目的変数、旅行速度等様々なデータを説明変数とした重回帰分析を試みた。

その結果、所要時間を目的変数、各センサス区間の旅行速度等を説明変数とした重回帰式による所要(旅行)時間の推計は可能であることがわかった。

よって、道路の回復状況(通行止め解除)にあわせて、的確に情報提供を行えば、交通渋滞の発生を抑制できた可能性があると考えられる。

しかし、そのためには、カーナビなどのデータを活用することが望ましいが、一般自動車のデータを活用すると、データが膨大となること、また確実に安心して通れる道路を通行しているか否かの真偽性が疑わしいことなどから、その活用には十分留意が必要である。

よって、国、県、市の各道路管理者が所有しているパトロールカーにGPSを取り付け、道路状況を判断しながらプローブカーデータを処理することが望ましいと考えられる。

また迂回路情報の提供については、能登半島地震発生後の道路交通情報は、通行止め等

の交通規制情報のみであり、渋滞情報はほとんど発信されていなかった。そのため地域住民は、通行可能な最短の迂回路を通り、その結果国道249号の東側ルートに車が集中し、交通渋滞が発生したと想定される。しかし震災後の国道249号東側ルートや西側ルートの旅行時間データはないため、通行止めとなった能登有料道路の代替ルートとして渋滞が発生した「国道249号東側ルート」と、もう一つの代替ルートの「国道249号西側ルート」のどのルートを通じたか、アンケートデータをもとに推測した。

その結果、地震時の住民が選択した代替ルートは、85%の割合で東側を利用していることがわかった。よって東側ルートが渋滞したということが推測できる。

そこで地震発生直後の能登有料道路穴水IC～柳田IC間の他、国道249号線等の23か所が通行止めとなった際の交通量や旅行速度を、簡単な交通量推計により推定したところ、国道249号東側では、交通量が集中していることがわかった。

また推定速度においても、アンケート結果の旅行速度とほぼ一致することから、この結果はほぼ実際の状況を示していると思われる。

そこで、次に、もし仮に交通渋滞情報を提供できたとし、国道249号東側ルートへの渋滞発生が抑制されたと想定した場合の交通量配分の変化を算出することを試みた。その結果、先ほどと比較して、東側ルートで交通量が減少しており、旅行速度も上昇した。これは渋滞改善が見込めることを示唆している。また西側ルートの交通量が増加していることから、東側ルートの交通量が主に配分されていると推測される。

したがって、災害時には交通渋滞情報を十分に提供することにより、渋滞を低減できると考えられる。よって、当研究で活用した交通量推計を活用し、通行止め等交通状況に応じて交通量および旅行速度を推定し、必要に応じて想定旅行速度を情報発信することにより、渋滞が発生する前に、先行して情報提供することが可能になると考える。

(2) 今後の突発的な自然災害に対する道路交通情報の対策の改善に向けて

1) 道路交通情報の運用の改善

以上の各章のまとめから、全体として、今後の道路交通情報のさらなる効果的、効率的実施のための運用の改善点は次の通りである。

< 道路交通情報の収集～提供までの全体設計 >

今回の研究においては、①必要とされている道路交通情報のリサーチや②道路交通情報の収集方法、及び③収集から情報提供までの連絡体制、そして④予測情報の提供の可能性について分析を行ったが、これらは各々において分析を行っており、これら①～④までを通じて全体のシステム・スキーム設計を行っておくことが必要である。

各々では有効に機能しても、一連の動作だと全体的に非効率な部分が見えてきたり、重複する部分も見つけられ、更なる省略化できる部分もあるかもしれないことなどから、全体を見渡せるトータルプロデュースが必要である。

<評価プロセス及び代替手法の導入>

前述の①～④のプロセスにおいて、その4段階を固定せず、災害の発生状況や地域の実情に合わせて適宜まとめたり、分割したり、または代替案を導入するもしくは入れ替えるなどの柔軟な全体設計としておくべきである。

でないと、①～④までの一括のものが一つの標準であるというふうにしてしまうと、災害の規模によっては、かえって無駄なプロセスがある場合もあるし、その点は柔軟な対応で行うシステム設計としておくべきである。

<住民の参画>

この研究を継続していくためには、住民の参加が大変重要であるが、これらの参画をいつでも可能とするよう、日頃から参画のためのコミュニケーションを図っていくことが必要である。

そのため、日頃から住民アンケート等の情報を定期的にとり、その必要性等を分析するとともに、住民に対してもその道路交通情報の提供について認識してもらうことも重要であると思われる。

そのためには、市町村などが定期的に行っている市民アンケートの中に盛り込む、または災害関連の日にシンポジウムやワークショップを行うことも考えられる。

<行政の参画>

これまでの研究の中では、行政の連携も不可欠であり、例えば道路交通情報データの収集であるとか、その情報の行政間の連絡体制の強化についても、各行政の参画を同様に日頃からコミュニケーションを図っておくことが必要である。

そのためには、各市町村及び都道府県の危機管理セクションであるとか、実際の災害時の担当部局となる土木部、農林水産部との連携を日頃から深めておく必要がある。

加えて、有事の際に一番活動される警察や消防の情報についても、日頃から情報収集を行っておき、災害時と比較しての情報を得られるよう準備をしておくことも必要である。

<企業の参画>

第2章で述べたように、近年は民間のナビシステムの発達により、様々な道路交通情報データをリアルタイムかつ膨大に収集可能であるが、これは今のところ各企業内で集められたデータのみを扱ってその中で情報提供しているのみである。

秦ら¹⁾は、新潟県中越沖地震において、民間自動車会社のナビゲーションシステムを活用し、通れた道路のマップを作成しており、道路交通情報の提供は可能と述べているが、データ量が膨大となり処理に時間を要することや、道路管理者からは、無作為の車両のデータを使用した場合、その時は通れてもその後通行止めとなることなどから、誤った情報

を提供しかねない等の課題があると指摘している。

またその研究では、データサンプリングは15秒間隔であるが、データの提供は1日後であり、即時性があるとは言えない段階であった。

東日本大震災ではトヨタのG-book³⁾、ホンダのサイバーナビ⁴⁾により通過可能な道路の情報提供を行ったが、いずれも一日毎の更新であり、即時性があるとは言えず、また本当に通過可能かなどの信頼性についても今後改良していく点がみられた。

これまで述べてきたように、災害に対する道路情報提供対策については、住民、行政、そして民間企業の三位一体となる必要があることから、企業の垣根を越えた連携が必要である。

そのためには、今行っている日本道路交通情報センターの業務について、今後さらに民間参入を認めていくことを検討することも考えられる。

2) 法令制度のあり方

そして、さらに法令制度まで検討してみた場合、次の2つの点から整理が必要であると考えられる。

<道路交通法の更なる緩和>

第1章で述べた日本道路交通情報センターの業務に関する更なる民間委託の規制緩和を行い、経済的でより効率の高い道路交通情報の提供のあり方を追求するための民間がより参入しやすいための緩和措置である。

<新たな災害時における交通情報の提供の指針の策定>

道路交通法の中に「交通情報の提供に関する指針」²⁾が平成14年に定められおり、その中に災害時の情報提供も含まれているが、これまでの研究の成果でも述べたように、通常時の道路情報の内容と種類、及び連絡体制や提供のあり方などが通常時と全く異なるため、新たに災害時における交通情報の提供の指針を策定し、独自に運用できるよう検討すべきである。

(3) 今後の課題

最後に、本研究に残された課題として、以下の2点を挙げる。

- ①我が国の災害時における道路交通情報については、ICTの進歩による技術の向上が大きく、そのためには民間技術の導入を積極的に行う必要がある。
- ②その民間技術と行政が連携して情報収集及び提供を行うため、民間導入を行うためのスキムづくりや継続したコミュニケーションが必要であり、日頃の災害訓練の中で、この分野においても取り入れていくことが必要かもしれない。
- ③また、民間から入手した情報をどう行政が判断していくかのための指針やアクションプラン

ランも検討しておく方がよい。

- ④最後に、関係する法律についても改正を検討すべく、国などにその研究会を発足させ、さらなる検討を行っていくことが必要である。

参考文献：

- 1) 秦康範, 鈴木猛康, 下羅弘樹, 目黒公郎, 小玉乃理子：新潟県中越沖地震における通れた道路マップの提供とプローブカー情報の減災利用実現に向けた課題と展望, 日本地震工学学会論文集第9巻第2号, pp. 148-159, 2009
- 2) 国家公安委員会：交通情報の提供に関する指針, 2002年4月26日
- 3) トヨタ自動車：G-book.com「通れた道マップ」
- 4) 本田技研工業：サイバーナビ「Yahoo!地図道路通行確認マップ」