

土木学会・電気学会

ICT を活用した耐災施策に関する総合調査団

(第三次総合調査団)

緊急提言

～ICT を活用した耐災（防災・減災）施策～

2011 年 7 月 13 日

土木学会・電気学会

ICT を活用した耐災施策に関する総合調査団

(第三次総合調査団)

はじめに

これまで、土木学会では、日本都市計画学会や地盤工学会と連携して二回の調査団を派遣してきた。第一次調査は、極めて広域かつ多岐にわたる今次地震の被害状況とその内容・特徴を俯瞰的に把握し、今後の調査活動に反映させるために実施された。第二次調査は、復興計画の立案を支援することを目的に、現地調査を行い復興計画策定にあたっての基本的考え方、安全の再建、生活（居住）の再建、生業（産業＝雇用＝所得）の再建に関して提案を行った。

今回の第三次調査では、第二次調査の中で提案された「これまでの『防災対策』に加え、ハード面・ソフト面の様々な方法を組み合わせた『減災対策』（人命を損なわずなおかつ被害を軽減し復旧を容易化する）、二段階（防災+減災）の『総合耐災システム』の構築」について専門家による調査を行い具体的な提案をすることを目的としている。特に、現在の科学技術環境などを十分に踏まえた具体的方策を示し、復興計画に取り込んでもらうという視点から、計測・警報などのための情報通信・情報処理技術、津波や構造物の解析・シミュレーション技術、空間情報の収集・処理・提供技術、車の利用環境、ITS、パーソナルな情報デバイスなど現在の科学技術環境を踏まえた統合耐災システムのあるべき姿について、現地のニーズを踏まえて提案することが大切であると考えた。そのため、土木学会と電気学会が連携し、土木工学、土木計画学、交通工学、都市工学、電気工学、情報通信工学などの諸分野の学会を横断する形で専門家による現地調査を行った。

調査に関しては、被災地の状況の調査だけでなく、現地で災害対応に従事した国、県、市町村、通信事業の担当者、中央官庁で災害対応された担当者にヒアリングを行った。現場では、「人間の命を守る」ためそれぞれの組織の守備範囲の中で全力で災害と戦っていた点に強い印象を受けた。現場の担当者の方々の奮闘と努力には頭が下がる思いである。また、災害から3カ月が経っており、各組織とも災害対応を客観的に振り返り、何が上手くいき、何が上手くいかなかったのか、今後の教訓とすべきことなどについて冷静に分析を始めていたこともあり、これからの被災地域の復興にすぐに反映させるべき対策や今後予想される地震に対して備えるべきポイントについて具体的に提案を頂いた。

現場の声からは、「耐災（防災・減災）」という対策を検討する上で、「インフラストラクチャ」のあり方についてもう一度考え直す必要性について意見を多く頂いた。津波の検知、避難情報の伝達、避難所、避難路の確保など人の命を守るための様々なインフラに関しては、平時の効率性と災害時のリダンダンシー（冗長性）、集中処理と分散処理などのバランスを考えた再構築が必要とされている。いつ来るかわからない災害に対する備えとしてリスクマネジメントの考え方を導入して、いかにインフラを段階的に再構築していくか科学的知見に基づき日本全土で考え直さなければならない。

また、実際に災害が発生した場合に、人の命を守るためには、「逃げる」ことが大切であり、情報通信技術を活用し、災害規模の検知を早くすること、避難情報を早く多くの人に伝えること、救援活動・復旧活動に従事する人の情報共有などを実現することが必要とされている。しかしながら、重要な情報は主として公的機関が管理しており、これらの機関での情報の扱いや処理の方法が情報の質を決定している。今後、耐災用情報通信インフラを整備していくうえで、実際には住民に情報を伝える主要な通信網である公衆回線は、商用システムとして開発され運用されているということを忘れてはならない。

今回の経験から学んだ事は、災害時には多数の公的機関ばかりでなく、通信事業者を含む民間関係機関の相互連携が不可欠だったことである。例えば中央政府と地方自治体、民間関係機関と地方自治体などにおいて、多面的、重層的な相互連携関係が必要であることが明確となった。さらにインターネットの進展によって相互連携の前提となる情報共有が容易になってきたことから、新しい「耐災」の方法論を展開すべき時期に来ていると言えるのではないだろうか。

以上を踏まえたうえで、災害復旧状況を時系列的に整理し、それぞれの状況で要求される情報の内容が変化することに着目した上で、耐災のための情報通信技術活用のあり方、制度設計、新たな技術開発等について緊急提言として世に問うこととした。今後の復興活動へ反映させることをご検討いただくとともに、今後地震の発生が予想されている地域での導入、さらには世界各地に存在する地震の危険にさらされている地域への導入も含めて、本提言がたたき台として少しでも役立てば幸いである。

土木学会・第三次総合調査団長
川嶋弘尚

目次

はじめに.....	1
1. 緊急提言のポイント.....	5
1-1 新たな考え方に関する事項.....	5
①ナショナルセキュリティを意識したインフラストラクチャの再構築.....	5
②さらなる安全・安心に向けた「耐災施策」の導入.....	5
③民間と地方と国の役割の再構築に向けた情報通信技術の活用.....	5
④車の利用の整理とプローブ情報の活用.....	5
⑤モデルケースによる実証実験と早期導入.....	5
1-2 すぐに取り組むべき事項.....	6
①災害相互支援協定の締結による迅速な支援活動への備え.....	6
②通信制限下の非常用通信の確保の仕組みづくり.....	6
③避難・物資輸送の拠点として道の駅、SA/PAなどの活用.....	6
④交通の隘路をなくす交差点等での道路交通情報提供.....	6
⑤主要防災拠点における多様な電源の確保と電気自動車の活用.....	6
1-3 早急に技術開発を行い対応すべき事項.....	7
①津波の検知システムの高度化.....	7
②構造物被害情報の収集・処理・共有の仕組みの高度化.....	7
③支援物資のロジスティクス戦略の検討.....	7
④大都市部での災害で想定される大渋滞と緊急交通路の確保などの対策検討.....	7
2. 情報通信とインフラの再構築の視点.....	8
2-1 ナショナルセキュリティを意識したインフラストラクチャの再構築.....	8
2-1-1 交通拠点、ネットワークのリスクマネジメント.....	8
2-1-2 情報通信システムの信頼性の確保.....	12
2-1-3 交通の隘路をなくす交差点对策.....	14
2-2 さらなる安全・安心に向けた「耐災施策」の導入.....	18
2-2-1 耐災とは防災と減災という二段階の概念.....	18
2-2-2 段階毎に変わる情報の流れを意識したクライシスマネジメント.....	19
2-3 民間と地方と国の役割の再構築に向けた情報通信技術の活用.....	21
2-4 電力の喪失と情報通信、エネルギー.....	22
2-4-1 主要防災拠点における多様な電源の確保と電気自動車の活用.....	22
2-5 耐災施策を進めるための仕組みづくり.....	26
2-5-1 先端技術の利活用を促進する周辺環境の改善.....	26
2-5-2 災害への備え.....	27

3. 段階に応じた耐災施策の具体的提言	31
3-1 初動のための情報収集（初動）	31
3-1-1 津波の検知システムの高度化	31
3-1-2 構造物被害情報の収集・処理・共有の仕組みの高度化	33
3-1-3 通信制限下の非常用通信の確保の仕組みづくり	36
3-2 避難のための情報の収集と提供（避難）	37
3-2-1 自治体の避難の判断と市民への伝達	37
3-2-2 車の利用の整理とプローブ情報の活用の検討	39
3-3 安否確認のための情報通信とは（安否確認）	41
3-3-1 安否確認のためのトラフィック増大対応（一般通信問題）	41
3-3-2 災害時における携帯電話の位置情報の利活用システムの開発・整備	42
3-4 救助・支援のための緊急交通路の確保（啓開・緊急輸送）	43
3-5 生活支援・応急復旧のための情報通信技術とインフラ（生活支援・応急復旧）	46
3-5-1 「自助・共助・公助」の自主防災組織の仕組みづくり	46
3-5-2 自治体と市民との情報共有	48
3-5-3 自治体相互間の連携	50
3-5-4 支援物資のロジスティックス戦略の検討	53
3-6 復興のための情報通信技術とインフラ（復興）	56
3-6-1 がれき処理の円滑化と環境保全	56
3-6-2 復興輸送車両の管理	59
3-6-3 公共交通の復興支援、災害に強い新たな交通システムの整備	60
3-7 大都市部で今後検討すべき事項	62
3-7-1 帰宅困難者対策	62
3-7-2 グリッドロックの発生予防と緊急交通路の確保	64
3-7-3 駐車場への誘導	65
おわりに	66

1. 緊急提言のポイント

1-1 新たな考え方に関する事項

① ナショナルセキュリティを意識したインフラストラクチャの再構築

- ・日本はぜい弱な国土の上にあるということを認識し、すべての国民に対する人間の安全保障やグローバル経済の血流を確保するためのナショナルセキュリティを意識したインフラの再構築が必要。
- ・救援拠点となる空港や港湾、緊急輸送交通路となる幹線道路ネットワーク、情報通信ネットワーク、電力システム、まちづくりなどを含み、その再構築に当たってはリスクマネジメントの手法を導入し、平時の効率性と災害時のリダンダンシー確保、集中型と自律分散型などのバランスを踏まえた再構築が必要。
- ・また、装備、機器、機械の互換性や相互操作性（インターオペラビリティ）を確保し、全国的融通や相互運用を可能とすることが大切。

② さらなる安全・安心に向けた「耐災施策」の導入

- ・「耐災」とは防災と減災という二段階の概念であり、これまでの災害を未然に防ぐという防災の概念に、人命を損なわずなおかつ被害を軽減し復旧を容易とする減災という概念を加えたもの。「耐災」という観点からのクライシスマネジメントを行うことが必要。
- ・人間の命を守るためには「逃げる」ことが重要であり、これまで蓄積してきた災害対応のノウハウに最先端の情報通信技術を融合させ、災害規模の検知、避難路の被害の把握、避難誘導までの迅速化を図り、世界の耐災施策をリードしていくべき。
- ・特に、災害の発生から時間の節目ごとに変わる情報の内容と流れを整理し、どのような情報をいつ、どのような範囲で、いつまで共有すべきかを議論し、関係する組織が有機的に連携するための仕組みとプロセスについて明確な定義が必要。

③ 民間と地方と国の役割の再構築に向けた情報通信技術の活用

- ・民間企業、NPO、行政機関が有機的に連携して活動できる仕組みづくりと情報流通のためのシステムが必要。特に、民間やNPOの持つ災害時の公的機能を上手く生かすべき。
- ・市民の安全な避難と生活支援に関しては、「自助、共助、公助」という理念を基本に、多様な組織が連携して活動しやすくするための情報通信技術の活用が重要。
- ・インフラ整備・管理・啓開・復旧は重要な役割であり、自立して活動できる組織間の連携を密にして災害対策の更なる迅速化を図るべき。

④ 車の利用の整理とプローブ情報の活用

- ・避難時の車の利用は、地域によって明暗を分けた。避難の際の車の利用は地形や道路整備状況に依存するため慎重な検討が必要である。しかし、海岸沿いの平地、高齢者や障害者の避難のため車や新しいパーソナルモビリティの活用を検討すべき。
- ・車の持つプローブ情報は、避難路の確認、啓開活動の支援として重要であり、官民が連携し、平時だけでなく緊急時にも活用できる収集と提供の仕組みを構築すべき。
- ・放送型、路車間通信、車車間通信等を複合的に組み合わせた道路交通情報提供の在り方を検討したうえで、これを実現するためのシステムの更新等の方策を検討すべき。

⑤ モデルケースによる実証実験と早期導入

- ・耐災施策の導入に当たっては、東北地方を中心にモデルケースを設定し、産官学の叡智を集め、災害時・平常時のメリット・デメリットを実証しながら、導入すべき。その際、ICT利用が地域の日常業務、生活の活性化につながるように工夫しなければならない。

1-2 すぐに取り組むべき事項

① 災害相互支援協定の締結による迅速な支援活動への備え

- ・国、都道府県、市町村、通信事業者、建設会社、運送事業者、NPO との相互の支援協定が機能した。事前に関係する組織との必要な相互の連携関係を洗い直し、実施する基準を明確化し、広範な協力体制が発動できる枠組を構築すべき。
- ・特に、基礎自治体の行政機能の喪失は市民生活支援の大きな痛手となることから、災害時の支援物資の提供、業務支援、様々な行政データの相互補完について事前に基礎自治体間（遠方が望ましい。あるいは国等の機関も考えられる）で相互支援協定を結ぶことは可能な限りすぐを実施すべき。

② 通信制限下の非常用通信の確保の仕組みづくり

- ・専用回線を有する災害関係機関は、災害活動の効率化のため、情報交換や CCTV 映像の相互利用など情報連携のための仕組みづくりを早急に行うべき。
- ・公衆回線の輻輳を避けるため、安否確認システムの間連携、通話時間の制限、音声の packets 通信等を実現すべき。
- ・公衆回線において、避難・復旧・救援に関係する部局、首長をはじめとする地方自治体の関係者に限定して通信を優先的に確保することを検討し、これを可能とする端末、基地局、中継局等を含む通信網のアーキテクチャの検討を行う。
- ・平時と災害時の情報システムの共通化、利用ソフトウェアの標準化など業務プロセスの効率化とこれをサポートする専門家組織の構築および訓練体制を検討すべき。

③ 避難・物資輸送の拠点として道の駅、SA/PA などの活用

- ・道の駅、IC 周辺などは避難場所や緊急輸送物資の輸送拠点として有効に機能した。しかしながら、情報通信機能、電源の喪失などによって情報伝達の面で混乱が生じたことから、情報通信機能の多重化などの信頼性の向上や携帯電話などの早期復旧について通信事業者との協定を早期に結ぶべき。港湾、空港、河川防災拠点などの活用も重要。
- ・自然エネルギーなどの自律的な電源を確保するとともに、ミニ FM などの小規模な放送機能を持たせるなどの防災機能のアップをはかり、災害を意識した計画的な配備と平時での活用との両立を検討すべき。

④ 交通の隘路をなくす交差点等での道路交通情報提供

- ・交通信号停止による交差点での渋滞や混乱をなくし、避難誘導が交差点で可能になるように、電源喪失時および有線通信が切断された場合にも機能する交通信号システムの再構築と、既に開発されている新交通管理システム等を活用した無線や情報板による交差点での避難誘導システムの導入。
- ・テレマティックスや ITS スポットによるプローブ情報や CCTV 画像が初動時から活用できるよう、平時だけでなく災害時の必要性を踏まえ関係機関が連携して配備を進めるべき。
- ・世界的に普及しているラウンドアバウトについては、交通信号が不要なため災害時の電力喪失にも強い交通処理方法であり、交通量の少ない交差点ではすぐにも導入すべき。

⑤ 主要防災拠点における多様な電源の確保と電気自動車の活用

- ・避難所、公共施設、道の駅等の拠点におけるバッテリー設置に加え、多様な電源確保のためのマイクログリッド技術と電気自動車（EV）の移動電源供給機能を活かした被災時電源供給システム、地域性に応じた多様な電力源と蓄電システムの開発。

1-3 早急に技術開発を行い対応すべき事項

① 津波の検知システムの高度化

- ・津波の検知をなるべく海岸から遠い洋上で行うことができれば、その分だけ避難の時間を確保することができる。そのための通信機能と精度を持った波浪計を開発すべき。
- ・海上部の通信ネットワークと陸上部の通信ネットワークの多重化等を図り、気象庁等への通報の速達性の向上、避難勧告の判断を行う地方自治体へのデータ提供のあり方等を検討し、早急に実現すべき。
- ・開発された波浪計は、沿岸管理にかかわる関係組織の相互協調の下で、計画的に配備を行うことが必要。

② 構造物被害情報の収集・処理・共有の仕組みの高度化

- ・緊急交通路の確保や緊急復旧活動を迅速に行うためには構造物の被害を早期に把握することが必要。構造物のプライオリティの設定をした上で、災害時に被害が大きいと予想されるクリティカルな個所についてはセンサ等による検知を行い、被害を迅速に把握できるようにすべき。
- ・こうしたシステムの導入に当たっては、センサなどの技術開発と平時にもそれらを活用して維持管理コストを大幅に下げられるための研究開発が不可欠。
- ・実際の災害対応に有効活用するため、リアルタイムシミュレーション等の高度な先進技術との融合を図るとともに、情報共有のための技術開発、行政組織の間で情報を共有するためのデータベースの整備、インハウスエンジニアの育成なども必要。

③ 支援物資のロジスティクス戦略の検討

- ・必要物資についての情報発信と支援物資の調整の間で混乱が生じた。民間（宅配事業者等）や NPO はこれらロジスティクスに高い能力を有するので、最先端の情報通信技術を活用した民間業者・NPO の参画のための仕組みを検討し、早期に実現すべき。
- ・一方で、今回の震災における物資流動を調べ、災害発生から時々刻々と変化する支援物資のニーズを整理して、被災地に必要な物資を戦略的に送り込むための仕組みづくりを行うべき。
- ・緊急輸送物資を運ぶ大型車両の通行可能道路の把握は非常に困難であった。プローブ情報、道路基盤地図情報、VICS 情報などを活用した仕組みづくりが必要。

④ 大都市部での災害で想定される大渋滞と緊急交通路の確保などの対策検討

- ・高速道路閉鎖による自動車の一般道への流入による渋滞が始まるメカニズム、停電による踏切閉鎖問題、交差点での歩行者による右左折困難など大都市圏の渋滞発生メカニズムを把握し、大都市の緊急交通確保のためのシミュレーション技術を早急に開発すべきである。そのうえで様々な想定を踏まえたシミュレーションによる緊急交通路の確保方策を検討すべき。

2. 情報通信とインフラの再構築の視点

2-1 ナショナルセキュリティを意識したインフラストラクチャの再構築

2-1-1 交通拠点、ネットワークのリスクマネジメント

日本はぜい弱な国土の上にあるということを認識し、すべての国民に対する人間の安全保障やグローバル経済の血流を確保するためのナショナルセキュリティを意識した「インフラストラクチャ」の再構築が必要である。

救援拠点となる空港や港湾、緊急輸送交通路となる幹線道路ネットワーク、情報通信ネットワーク、電力システム、まちづくりなどが基本的なインフラであり、その再構築に当たってはリスクマネジメントの手法を導入し、平時の効率性と災害時のリダンダンシー確保、集中型と自律分散型などのバランスを踏まえた科学的知見に基づいた再構築が必要である。

また、装備、機器、機械の互換性や相互操作性（インターオペラビリティ）を確保し、全国的融通や相互運用を可能とすることが大切である。

（今回の震災における教訓）

東日本大震災では、地震による道路、鉄道などの構造物への被害と、太平洋沿岸部に襲った津波によって道路、鉄道、港湾、空港までもが被害を受けた。

空港に関しては、復旧は早く、津波被害を受けた仙台空港以外は、茨城空港のターミナルの被害があったものの空港本体の被害は少なく、すぐに緊急物資輸送や救援機の離着陸に活用された。仙台空港も5日後の16日には、救援機に限って離着陸が可能となっている。

港湾に関しては、津波被害が大きかったが、13日後には15港湾が災害船舶以外の一般船舶の利用も可能となった。空港や港湾などの点として機能する交通インフラは非常に復旧が早いのが特徴であった。

高規格幹線道路に関しては、東北を貫く唯一の高速道路である東北自動車道が内陸部にあり、盛土の崩壊などの構造物の被害はあったものの、NEXCO 東日本の迅速な啓開により緊急交通路の確保は速やかに行われた。一方で、当該路線沿線に自動車産業の工場などが立地しており、工場の被災の影響と、緊急交通路として一般交通の制限を行ったことから、日本経済だけでなく世界経済の部品供給等に影響を及ぼしたことも事実である。三陸自動車道、日本海沿岸自動車道などが整備されネットワーク化されていれば緊急時の交通確保という点では大きく異なったものになっていたであろう。

また、一部供用を開始していた三陸自動車道では、津波を考慮した設計がなされており、道路に避難した車両が助かっている。仙台東部道路でも、平野部における盛土区間では、一部周辺住民が道路に避難して助かった。

一般国道に関しては、内陸部は地震による構造物の被害、太平洋沿岸部は津波による被害が甚大であった。三陸の沿岸部の国道45号が津波でほぼ全線で断絶したため、「くしの歯作戦」が実施され、内陸部を南北方向に貫く国道4号の復旧を優先し、次いで東西方向の国道の啓開を進め、早期の被災地への交通路を確保した。結局、国道4号は1日後に機能が回復し、一部迂回しながらも緊急輸送車両の通行を可能とした。津波の被災地へのアクセス道路は順次啓開が続けられ、4日後に15ルートすべてが確保され、被災地の救助活動や生活支援物資の輸送を支えた。

道路の付帯施設である SA・PA や道の駅は道路沿いに配備されていることから、緊急活動の拠点となった。特に道の駅は、仮設トイレを含むトイレ、レストランなどの休憩施設、情報ターミナルを有し、非常用発電機などを有するため、今回の災害でも大いに機能した。緊急輸送物資の受け渡しも、多くは IC 周辺や道の駅で行われ、携帯電話の復旧を早くやってほしいという声も多く聞かれた。

それ以外では、空港ターミナルは空港の被害が少なく、復旧も早かったことから、ビジネス等の訪問客や観光客の避難に有効に機能した。こういった施設での避難者の保護のための備蓄や情報提供のための仕組みが必要である。鉄道に関しては、新幹線・在来線では早期地震検知システムが有効に作動し、脱線事故などによる死傷も未然に防ぐことができた。一方で、電化柱の被害が多く、復旧作業に時間を要したため、道路を活用した代替バス輸送が重要な役割を果たした。

(具体的な取り組み)

東日本大震災は、日本という国がぜい弱な国土の上にあるということを強烈に認識させられた自然災害であった。これまでの 20 年の日本は、グローバル経済化という世界的な嵐の中で変化に巻き込まれ、世界的な価格競争に打ち勝つための効率化、無駄の排除、官から民へという流れの中で、ぜい弱な国土に住む人間の命を守るための基本的なインフラストラクチャである計画論をも捨ててしまったように思う。

これからの復興計画を考える上で、また、今後来る可能性の高い東海・東南海地震、首都圏直下型大地震などに備えるという意味でも、日本という国土に住むすべての国民に対する人間の安全保障、そしてグローバル経済の血流を確保するという考え方に立って、ナショナルセキュリティとしての「インフラストラクチャ」について再構築を行うべきである。

再構築に当たっては、リスクマネジメントの手法を導入して、これまでの構造物の耐震化などのハードの安全性向上に加え、社会システムやサービスというソフトについても、業務を継続するための情報の流れや物の流れを途絶えさせないという観点からの再整理が必要である。特に、情報通信の確保や緊急輸送物資の輸送を途絶えさせないことを意識したインフラストラクチャの多重化、二重化、重畳化、自律分散型などの手法を組み合わせることで、ナショナルな安全性と効率性とのバランスを確保するための科学的知見に基づいた議論が必要である。

それらの検討に当たっては、「平時に使われている仕組みでなければ災害時に使えない」ということを大前提に、平時の利活用と災害時のモード・チェンジのあり方について整理を行うべきである。

また、地震の際の津波災害だけでなく、高層ビルの倒壊、火災などへの対応に必要なそれらの装備、機器、機械の互換性や相互操作性（インターオペラビリティ）を確保し、全国的な融通や相互運用を可能とすることが大切である。

① ナショナルセキュリティとしての交通拠点の確保

空港や港湾は、まさに自律分散型インフラストラクチャであり、災害時に強い拠点として見直すべきであろう。

特に、空港は、救援機の離着陸、被災地からの避難者の空輸など、発災の初期から稼働可能であり、今回のような広域災害でも隣県の空港を活用した救援活動の拠点として機能した。平常時の利用効率が悪いということで批判の多かった地方空港であるが、災害時の初動活動の拠点となりうる以上、平時の活用方法の工夫と合わせてあり方を検討すべきである。

港湾については、大規模構造物が多く、今回のような津波に対しては被害が大きい交通拠点ではあるが、緊急輸送用の船舶の利用に限っては比較的早く復旧した。船の利用は、運べる荷の量が非常に大きく、避難者、復旧のための資材や機械の輸送、避難所での生活物資の輸送に威力を発揮する。阪神淡路大震災の教訓を踏まえ、港湾施設の中でも特に耐震性を強化した岸壁等の整備を行ってきたことが功を奏したところもある。しかしながら、津波という強大な破壊力をもつ災害に対しては、施設被害が甚大なこと、がれきが航路を埋めてしまうことなどから、その復旧を考えた国家的な組織による管理を検討すべきである。

②ナショナルセキュリティとしての交通ネットワーク

16年前の阪神淡路大震災でも幹線道路ネットワークの整備の必要性に対する指摘がなされており、東日本エリアでは宮城県沖を震源とする地震・津波の可能性が指摘されていたにもかかわらず、ネットワーク整備を進められなかった点は、土木技術者だけでなく関係機関を含めて猛省すべき点であろう。

高規格道路は、災害時の緊急輸送車両の通行ルートとなる生命線の道路であるだけでなく、グローバル化した産業活動を維持するための大迂回ルートとしても機能するようなネットワークを持たなければならない。ナショナルセキュリティの観点からリスクマネジメントの手法を用いて、科学的な知見に基づき計画論を見直すべきではないだろうか。

高規格道路だけでなく、直轄国道のような幹線道路ネットワークは、被災地へ直結する通行ルート、いわゆる「人の命を救う道路」として機能した。それらの道路啓開に関しては、国家的な組織の機動力を生かした自衛隊方面本部、地方整備局などの役割が顕著であった点も特筆すべき点である。

また、直轄国道の下に配備されている光ファイバーは、通信機能の確保、道路交通の監視のための CCTV 画像の伝送などに活用されてきた。他の機関も含めた、これらの資源の有効活用や相互利用について検討されるべきである。

③災害拠点としての道の駅・SA/PA、空港ターミナル、港湾ターミナル（海の駅）、鉄道駅の活用

被災者の避難先だけでなく、ビジネス等での訪問客や観光客の避難も重要であることから、交通の拠点である道の駅・SA/PA、空港ターミナル、港湾ターミナル（海の駅）、鉄道駅の防災機能や避難者のための備蓄を向上させる必要がある。

情報通信機能の低下や電源の喪失などで情報の混乱が生じたことから、自らの情報通信機能の多重化などの信頼性の向上や携帯電話などの早期復旧について通信事業者との協定を早期に結ぶべきである。

これらの乗り換え拠点では、他の交通機関の情報も含めた総合的な交通情報の提供が必

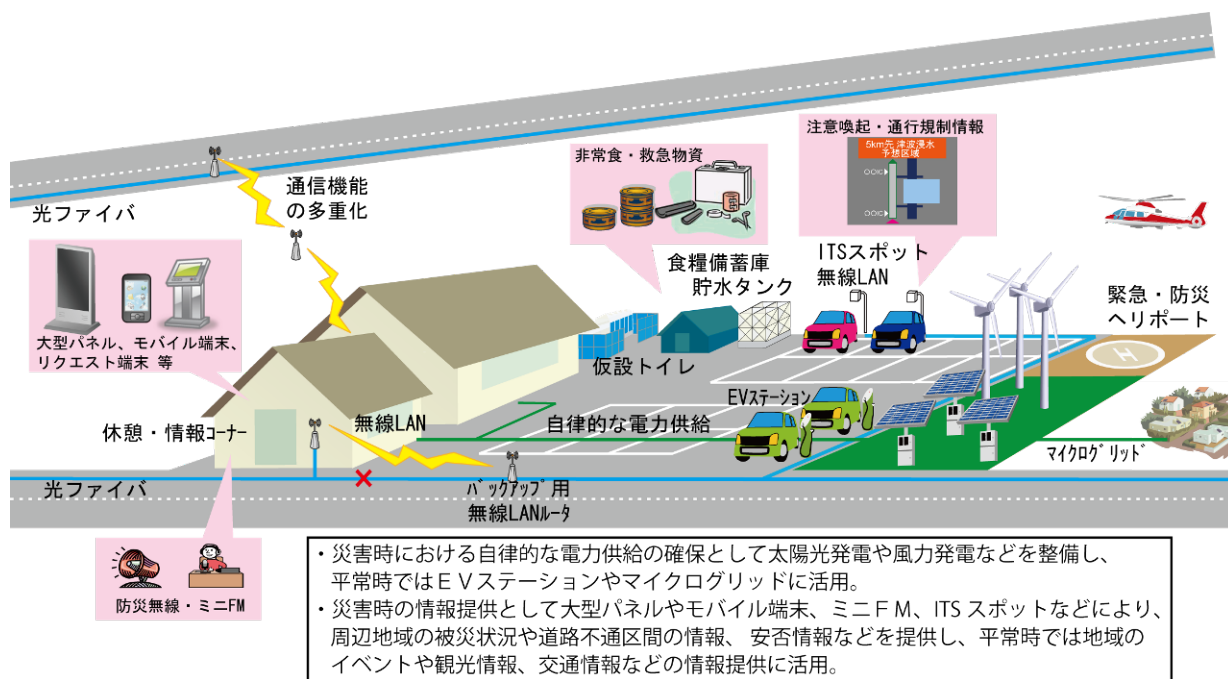
要であることから、そのための情報集約と提供の仕組みについて研究開発を行うべきである。

電源の喪失はすべての電子機器の機能喪失となることから、こういった乗り換え拠点では、自然エネルギーなどの自律的な電源を確保し、防災無線、ミニ FM などの小規模な放送機能を持つなどして防災機能のアップを図り、平時には電気自動車への給電や地域物産の宣伝などの活用と合わせて検討すべきである。

道の駅は、車での立ち寄りのための設計されており、災害時にも有効に機能することから、災害を意識した計画にもとづいて配備を行うべきである。

④ライフラインの自律分散的運用のメリット・デメリットの整理

電力については、上述の通り、災害拠点においては自律的な電源の確保を検討すべきである。上下水道、通信についても自律分散的運用を行うメリット・デメリットの整理が必要である。上下水道については、平常時の効率的な運用の観点から、より広域的な運用が指向されているところであることから、平常時・災害時それぞれについて十分な検討を行う必要がある。通信については、詳細は別項に譲るが、今回の災害でインターネットのような分散制御的な仕組みが災害に強いことが再確認されている。一方、それぞれの専用回線保有者や、一般公衆回線の事業者間での相互運用ができないかとの声が被災地からあったことを踏まえ、災害を意識した通常時の備えが望まれる。



参考資料：国土交通省防災業務計画（平成 14 年 5 月）

2-1-2 情報通信システムの信頼性の確保

今回の震災では、固定通信、移動通信とも地震と津波による施設・設備の損壊が甚大であった。また、道路管理者等の専用回線網、通信事業者の回線網、およびインターネットの相互運用がされていないため、専用回線が被災した場合の通信路の確保が困難であった。

情報通信システムの信頼性の確保のため、一般回線においては、パケット交換網を活用したサービスとネットワークの冗長構成による信頼性の向上、専用回線においては、緊急時における官民の相互接続・運用の構築への取組みが必要である。

(今回の震災における教訓)

今回の震災では、固定通信、移動通信とも地震と津波による施設・設備の損壊が甚大で、固定通信回線（加入者線）約 190 万回線が途絶、移動通信の基地局約 2 万 9 千局が停波した⁽¹⁾。

被災地の自治体では、通話規制時においても優先通話が可能な「優先携帯」（災害時優先電話制度）を保有していたが、想定を上回る輻輳により通話できない状態が続いた。

A社では損壊した伝送路の復旧のために応急の光ファイバーを敷設するとともに、全国から集めた衛星移動通信局車、マイクロ伝送路移動基地局車、およびこれらに電源を供給する移動電源車を被災地（避難所等）に投入し、損壊した基地局の機能を代行する措置を取ったが、一般加入者が円滑に通話できるまでには長期間を要したとしている。

A社の回線交換（通話）は 90%規制されたのに対し、パケット交換網には規制はかけられず電子メールは利用できた（到着に遅延があったかもしれない）。しかし安否の確認には通話へ集中した。また避難所に設置した衛星電話では十分に需要をまかなえなかった。

災害対応を行う行政機関の専用回線網、通信事業者の回線網、およびインターネットの相互運用がされていないため、専用回線が被災した場合の通信路の確保が困難であった。

(具体的な取り組み)

①パケット交換網の活用

一般に回線交換（通話）はネットワークとしての利用効率が悪く、輻輳を回避するためには強い通信規制を行わざるを得ない。パケット交換網は回線交換に比べると輻輳の制御が行いやすい（しかしながらデータ到達の遅延が生じる可能性あり）。したがって災害発生から本格復旧までの期間にパケット交換網を活用したサービスの多様化を図るとともに、ネットワーク自体の冗長構成による信頼性の向上を目指すことが「耐災」システム実現の重要な条件である。

②ネットワークの相互接続と運用

道路管理者等により道路に敷設された光ファイバー伝送路を基本的なネットワークとし、その上でインターネット標準技術によるパケット交換を行えるようにすれば、通信事業者の網との相互接続・運用への道が開ける。国道に敷設された光ファイバーのうち、45号と6号以外では損傷を受けておらず、このような災害に耐えた貴重な伝送路を有効に活用するためには、このような相互運用を可能にするための準備に取りかかるべきである。

【具体的な課題】

- ・ 専用回線のネットワークとしての再構築、異種事業者のネットワークの相互接続方式の技術検討と、実現に向けた法制面も含めた枠組みづくり
- ・ 通常時（平時）と災害時におけるモード・チェンジ（管理・運用規定の切り替え）
- ・ 災害時にネットワークが提供すべき利用者とサービスの整理
 - QoS (Quality of Service) による分類
 - 分類項目の例：利用者、提供サービス、必要な回線品質（帯域、遅延など）
- ・ パケット交換を利用した新たなサービスの検討（NTT ドコモの音声ファイル型メッセージや SNS の活用など）

（参考文献）

- (1) 瀬戸山順一、「東日本大震災における情報通信分野の主な取組 ～被害の状況・応急復旧措置の概要と今後の課題～」、参議院調査室、『立法と調査』、317 号特集（東日本大震災（上））、平成 23 年 6 月 1 日
http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2011pdf/20110601044.pdf

2-1-3 交通の隘路をなくす交差点对策

(1) 震災に頑健な信号システムの構築

今回の震災では、津波や地震による電力の喪失、停電や時刻標準電波の停波によって信号が使用できない交差点が多く発生している。また、津波の接近にドライバー気がつかず多くが犠牲となった。一方、CCTV や交差点カメラは現地での目の代わりとして現地の状況の把握に有効に機能した。

震災に頑健な信号システムの構築のため、太陽光やバッテリーを活用した電源確保、既存光ファイバー網の活用等による被災に強い信号ネットワークの構築、既に開発されている新交通管理システム等を活用した情報提供機能等を導入すべきである。

(今回の震災における教訓)

今回の震災では、津波や地震によって電力を喪失し、停電によって信号が使用できない交差点が多く発生した。例えば、宮城県内の信号システムは停電で 400 機以上が機能しなかった。機能不能となった交差点信号は、6 月時点でも岩手県はじめ被災地に多く存在し、これらの交差点では警察官による交通誘導が行われている。

また、発災時には、車に乗っている人が津波の接近を把握することが出来ず、また渋滞などにより逃げ遅れて流されている方もいるという。

一方で、CCTV や電源が回復した交差点カメラは、現地の状況把握や緊急輸送道路の確保を行う上で、現地での目の代わりとなり有効に機能した。また、プローブ情報は、特に市町村道の通行可能な道路を判別するのに役立った。

(具体的な取り組み)

震災対策は、大きく二つのカテゴリに分けることができる。ひとつは、主に沿岸部における避難誘導を頑健に行うため、被災直後の 1 時間以内を主眼とした取り組みである。次に、市街地等において、停電や断線による信号機能の麻痺を防ぎ、被災当日の帰宅やその後の市民生活の安全と利便性を確保することを主眼とした取り組みである。

①太陽光やバッテリーを活用した信号システムの電源確保

信号システム自体は生き残っていた場合でも、電源がないために信号が機能しなかったケースが報告されている。コストが許す限り、太陽光パネルと蓄電池の設置により、停電に頑健な信号機を構築することを検討すべきである。また、EV 等から電源を供給できるような仕組みづくりはハードのコスト増を押さえることになる。これらは、直接的に被災した地域はもとより、電力不足による被災地以外での計画停電時にも有効である。

②被災に頑健な信号ネットワークの構築

従来の系統制御では幹線道路に沿った複数の信号機が系統的に制御されるため、センサから得られた交通量や旅行時間等のデータを中央管制室へ送る必要があった。これでは中央管制室への通信が途絶した場合に、信号制御が停止することになる。そこで、被災に頑健な信号制御に向けて、自律分散型の信号ネットワークシステムの開発が望まれる。

都市部では、幹線道路を規定しないネットワーク最適型の信号制御が有効と考えられる。ネットワーク信号制御においては、ネットワークの一部が分断されたとしても、迂回路を主体としたネットワークが有機的に再構築され、瞬時に交通の最適化が行われる。平常時に系統制御を行っている区間においても、被災時に迂回路となり得る道路ネットワーク地図と通信手段を備えておくべきである。

信号交差点間の通信手段は、幹線道路等に敷設された既存の光ファイバー網を行政機関の連携のもと活用すべきである。これにより、緊急時の緊急交通路として信頼性の高いネットワークを保持できるし、平常時の管理コストの縮減も可能となる。

さらに、被災による断線の危険性を考えれば、専用回線の二重化、多重化を考慮して無線方式にすることも効果的である。無線ネットワークでは、適直接続可能な隣接ノードを探索し、ネットワークを再構築することができる。隣接交差点から故障信号を受け取った場合や、そもそも通信不可能となった場合には、ネットワーク地図において、当該ノードとリンクを故障状態へと遷移させ、状態更新に関する情報はネットワークを構成する他の交差点へリレー方式で伝達し、情報を共有する。信号制御のための交差点間の時刻同期には、GPS 信号を利用する、隣接交差点間での同期をとる分散型の処理をする等で、地上の電波時計が停止した場合でも同期が可能である。

交差点ネットワークでは、隣接交差点間での通信が一定期間途絶えた場合等に、隣接交差点システム間で故障診断を行えるシステムを提案する。各交差点の信号制御システムおよび無線通信システムには、小型バッテリーとともに故障診断回路を内蔵させ、故障の自己診断を行う。また、隣接交差点からの問い合わせに対し、システム状態を知らせる機能を付加する。

③避難時に有効な道路交通情報の提供

震災発生直後、数十分の間に沿岸部にいる人々をいかに迅速に避難させるかが課題である。避難車両への情報提供としては、地方部では軽自動車が多くカーナビや車載器を設置していない場合が多いことを考慮し、例えば信号機の点滅や信号一体型の可変情報板、FM多重放送やスマートフォンの活用など簡易なシステム開発により、ドライバーに対して渋滞および災害時の危険区域回避の行動を促すことが必要である。

災害時に信号システムがダウンした交差点があった場合、当該交差点に交通が流入することは、当該交差点を中心とした渋滞や事故を誘発する原因となる。こうした事態を避けるため、あらかじめドライバーへ情報提供を行い、積極的に迂回を促すことが重要である。これには、既に開発されている光ビーコンなどを活用して、刻々と変化する交通状況を把握し、信号制御の最適化、リアルタイムな交通情報の提供を行う新交通管理システム (UTMS) を活用した路車間通信システムによる情報提供機能を導入すべきである。

また、初動時に有効に活用されたテレマティクス、ITS スポットによるプローブ情報、CCTV による画像情報について、平時の活用と合わせて関係機関が連携して配備を進めるべきである。特に、CCTV や交差点カメラは、震災時には現地の目の代わりとして現地の状況を把握でき、平時においても交通量の常時観測など日常の道路管理の効率化、高度化にも寄与するものであり、積極的に投資すべきである。さらに、取得した画像情報を各行政機関が相互利用できるような協定や通信ネットワークの充実も重要である。

(2) 交通量が少ない個所への災害に強い交差点の導入

津波にあった被災地では、電力喪失などの原因によって、多くの交差点信号が機能しなくなり、交差点での事故も報告されている。今後数年にわたり、がれき処理や復興に向けた建設などが行われるため、交差点での安全で円滑な交通処理が求められる。

交通量の少ない交差点では、ラウンドアバウトと呼ばれる、信号を必要とせず、低コストで復興可能な災害に強い交通処理方策の導入が望まれる。その際、ラウンドアバウトの安全性確保のための周知徹底を図った上で、視線誘導や IT を利用した流入支援策等の活用可能性についても検討すべき。

(今回の震災における教訓)

今回の震災では、津波や地震による停電によって信号が使用できない交差点が多く発生した。

本格的な夏を迎え厳しい高温だけでなく、被災地では異臭も発生している。そのような状況の中、炎天下での交通整理を長時間にわたって行うことが必要となっている。

被災地の道路を走行する車両の多くは、復興関係、がれき搬出、建設資機材の輸送、支援物資の輸送などの車両であり、その交通量は多くないものの、これからも長期にわたって同様の状況が継続するものと想定される。

今回の大震災の被災後の交差点での人手による交通処理を鑑みると、災害時にも強い交差点での交通処理方策の導入が望まれる。



図 東北被災地の交差点と警察官による交通管理

(具体的な取り組み)

ラウンドアバウトの導入による災害に強い交差点の構築

ラウンドアバウトは、平面交差点での交通処理の一形式であり、欧州では広く用いられている。従来のロータリー方式の交通処理に比べ、必要な敷地面積が少なく、より円滑な交通流を確保できるという特徴を有しており、ある程度の交通量に達するまでは、信号機を必要としない。

欧州では、「環状道路（環道）の車両優先ルール」が導入されてラウンドアバウトの安全性が大幅に向上している点は大いに強調しておきたい。またシミュレーションによる検証結果によれば、700台/時間/車線程度の交通量を確保できることが確認されている。



図 日本版ラウンドアバウトのイメージ図

出典：(財)国際交通安全学会(IATSS) H2292 プロジェクト「安全でエコなラウンドアバウトの実用展開に関する研究、代表：中村英樹」

これから被災地は夏を迎えるが、その復旧に向け、電力を喪失した被災地への仮設交差点として、ラウンドアバウトの導入が望まれる。ラウンドアバウトでは、環道を時計回りに一方通行で走行するが、右折の際には環道を3/4周する必要があり、慣れない運転手がショートカット（逆走）することも懸念されるため、流出入口の道路幾何構造の工夫や、灯火システムを利用した誘導支援も有効である。灯火システムは、秋田県・国道13号の茨島交差点に秋田県警察本部・秋田河川国道事務所が協力して、平成17年に導入したところ、交通事故が激減したという実績がある。将来的には、ITSスポットサービスの一つとして、車載器などを通じて環状道路上の車両接近の情報提供を行うなどの支援サービスの提供が期待される。

早急に取り組むべき研究テーマとしては、交通量及び交差点の構造に配慮した交差点の幾何構造の研究、導入各段階における灯火及びITS支援システムの導入の必要性の検討、利用者に分かりやすいナビゲーションの方式、ドライビングシミュレータによる安全性検証などが想定される。



図 ラウンドアバウトとナビゲーションの表示（フランス）

2-2 さらに安全・安心に向けた「耐災施策」の導入

2-2-1 耐災とは防災と減災という二段階の概念

「耐災」とは「防災」と「減災」という二段階の概念であり、これまでの災害を未然に防ぐという「防災」の概念に、人命を損なわずなおかつ被害を軽減し復旧を容易とする「減災」という概念を加え、クライスマネジメントの考え方を再構築する必要がある。

人間の命を守るためには最先端の情報通信技術を活用し、災害規模の検知、避難路の被害の把握、避難誘導の仕組み、等を踏まえた災害対策の再構築が必要である。

なお、情報通信技術を活用した対策を講じるうえで、災害によって情報通信機器が被害を受ける可能性なども考慮した、仕組みづくりが必要である。また、情報通信による対策において、災害時だけでなく、平時にも活用できるシステムとすることも重要である。

(今回の震災における教訓)

東日本大震災では、これまでに国内で経験したことのない規模の災害が発生しており、災害による被害を未然に防ぐことを前提とした「防災」対策では、未曾有の災害に対する備えとして十分とは言えない可能性があることが示された。また、そうした災害に対して、「防災」対策だけでは、発生する確率に対するコストや維持管理コストの観点から過剰投資となる恐れがある。

そのため、「防災」の概念だけでなく、災害が発生した場合に、その被害を最小限に止めるための「減災」の概念が重要であり、「防災」と「減災」という二段階の概念による「耐災」に基づき、危機管理の考え方を再構築するべきである。「減災」の概念において、さまざまな災害から人間の命を守るために、市民を安全に避難させることが重要であり、防潮堤や避難路などのハード対策に加えて、避難を誘導するソフト対策が有効であり、最先端の情報通信技術を活用した「減災」対策を講じるべきである。

(具体的な取り組み)

情報通信技術を活用した「減災」対策には、さまざまな災害に対して、市民が適切な避難行動をとれるよう、災害規模の検知精度の向上や構造物の被害の把握、最適な避難誘導を提供する仕組みの構築などが挙げられる。まさにこれは時々刻々と変化していく危機管理時のオペレーションに必要な情報を収集・蓄積処理・判断・提供していくクライスマネジメントの仕組みの構築であるといつてよい。

一方で、情報化自体は目的ではなく、情報化を進める中で地域コミュニティなどの自主防災組織の基本となる部分の活動を強化していく必要もある。特に、災害時に情報通信システムがダウンした場合などにも市民が避難行動をとれる仕組み（避難を意識したまちづくり、コミュニティの共助など）や、情報通信が十分に行き届かない市民へのバックアップ体制（コミュニティとの連携など）を構築することも必要である。

また、災害は突発かつ稀有な事象であるため、災害時に市民がスムーズに情報を授受できるように、普段の生活で使用し慣れてもらうことが必要であり、災害時だけでなく平時の活動も支援可能な機能を有したシステムの設計、構築が重要である。

2-2-2 段階毎に変わる情報の流れを意識したクライシスマネジメント

災害の被災内容や規模は多様であり、様々な災害に対して市民の安全を保証するためには、災害の状況に応じた対応が可能なクライシスマネジメントの仕組みづくりが大切である。クライシスマネジメントには、各主体の有機的連携を支援する情報通信システムが不可欠となる。

発災直後～30分（初動、避難）、発災後1日程度（救援・救助、啓開・緊急輸送）、3日程度（復旧、生活支援）、3週間以降（復興）という段階ごとに変わる情報の内容と流れを整理し、どのような情報をいつ、どのような範囲で、いつまで共有すべきかを議論し、関係する組織が有機的に連携するための仕組みとプロセスについて明確に定義する必要がある。

（今回の震災における教訓）

災害時のクライシスマネジメントにおいて、自治体等の各主体はマニュアルの遂行だけでなく、発災から時間毎に変化する市民の求める情報などを把握した上で、各々が果たすべき役割を判断し、臨機応変な対応が可能となる仕組みを構築することが必要である。そうした状況下で、各主体の有機的な連携を支援する情報通信システムを構築すべきである。

（具体的な取り組み）

クライシスマネジメントにおける各主体の有機的な連携を支援するためには、段階ごとに変わる情報の内容と流れを整理し、どのような情報をいつ、どのような範囲で、いつまで共有すべきかを議論し、関係する組織が有機的に連携するための仕組みとプロセスについて明確に定義し、システムを構築する必要がある。また、システムの多重化（ダウンした時のローテク活用も含む）、訓練の実施と見直しが必要である。

■発災後の各段階における情報通信の持つべき機能（例）

【発災直後～30分】：初動・避難

- ・避難対象地域を的確に把握するための高精度な災害検知
- ・被災状況把握のための自律分散型センサによる情報収集や通行可能ルート把握のための車両プローブ情報収集
- ・最適な避難所や避難経路を把握するためのプッシュ型の情報配信（自動配信）
- ・災害時の信頼性確保のための通信および電源の多重化および専用回線の確保 など

【1日程度】：救援・救助、啓開・緊急輸送

- ・被災状況や安否情報を発信、蓄積、配信するための分散型双方向の情報通信
- ・GPSなどの位置情報を活用した効率的な安否、被災情報の収集、配信
- ・救援・救助を支援する緊急輸送の公正かつ効率的な情報管理 など

【3日程度】：復旧、生活支援

- ・必要な支援物資の情報を収集、配信し、物資供給とのマッチングをとる機能
- ・余震などの警戒情報およびライフライン復旧状況などをシームレスに共有する情報通信
- ・来訪者などに対する帰宅経路に関する情報の収集、配信 など

【3週間以降】：復興

- ・復興活動に関する情報の適切かつ効率的な配信および管理（がれき処理や復興車両の適正な管理、運用の支援） など

■段階に応じた市民の必要とする情報の変化と主体の役割 (例)

	発災後～30分	1日	3日	3週間～
道路	高速道路 国道	[緊急輸送路確保] [50%復旧]		[90%一般開放] [一般開放] [90%復旧]
空港			[仙台空港以外はほぼ復旧]	
公共交通			新幹線 在来線	[50%復旧] [50%復旧]
電気			[50%復]	[80%復]
通信		固定電話 携帯電話各社		[50%復] [90%復] [50%復] [90%復]
上下水道			[50%復]	[80%復]
都市ガス				[50%復旧]

フェーズ	初動・避難	救援・救助、啓開・緊急輸送	復旧・生活支援	復興
市民(情報ニーズ)	<ul style="list-style-type: none"> 地震・津波などの警報 最適な避難所や避難経路の情報 被災状況や通行可能ルートな 	<ul style="list-style-type: none"> 要救助者の救援・救助 家族や親戚等の安否確認 など 	<ul style="list-style-type: none"> 避難所における生活支援物資の入手 避難勧告解除の見込み(帰宅可否)に関する情報、通行可能ルート 	<ul style="list-style-type: none"> 復興に関わる方針やスケジュールの把握(仮設住宅の入居、補助金の)
自治体	災害規模に応じた避難勧告発令の判断 災害情報の提供と避難誘導	避難状況・安否情報の収集・提供	各避難所に必要な物資の確認・配給 ボランティアの受け入れと管理 帰宅の可否に関する情報の提供	通常運用への移行 (現行システムの復旧 など)
国	災害の予知・検知 災害発生情報(速報)を発信	緊急輸送道路、緊急交通路の啓開作業 および規制の実施	ライフラインや通信、港湾などの 交通拠点の応急復旧	復興方針の策定 復興に関する予算確保
道路管理者	被災状況の把握	緊急輸送道路の啓開	道路、道の駅などの交通拠点の応急復旧 通行可能ルートの提供	通信、道路の本格復旧
警察	避難誘導	救援・救助、安否情報の収集 通行車両の管理	救援・救助、安否情報の収集 通行車両の管理	通行車両の管理、救援・救助 安否情報の収集、復興活動支援

※復旧状況は東日本大震災での実績を示す。

2-3 民間と地方と国の役割の再構築に向けた情報通信技術の活用

民間企業、NPO、行政機関が有機的に連携して活動できる仕組みづくりと情報の流通のためのシステムが必要である。特に、民間やNPOの持つ災害時の公的機能を上手く生かすべきである。

市民の安全な避難と生活支援に関しては、「自助、共助、公助」という理念を基本に、多様な組織が連携して活動しやすくするための通信技術の活用が重要である。

人間の安全保障という観点からみて必要不可欠なインフラ整備・管理・啓開・復旧は国家の重要な役割であり、自立して活動できる組織どうしの連携を密にして災害対策の更なる迅速化及び高度化を図るべきである。

(今回の震災における教訓)

今回の震災後、建設会社や物流会社をはじめとする様々な民間企業が、応急復旧などの被災地支援に尽力した。また、ボランティアやNPOなどの新たな公の担い手も多く活動を行っている。また、WEB上では、多くの情報が流通し、それを自主的に編集・加工しさらに情報共有を進めるソーシャルメディアの力が存分に発揮された。

こうした方々の努力を生かすために、民間企業、NPO、行政機関が有機的に連携して活動できる仕組みづくりと情報の流通のためのシステムが必要である。

(具体的な取り組み)

民間やNPOなどと行政との情報共有プラットフォームの構築

市民の安全な避難と生活支援に関しては、「自助、共助、公助」という理念を基本に、多様な組織が連携して活動しやすくするための通信技術の活用が重要である。

災害時に「共助」が可能となるよう、平常時より民間やNPOなどと行政との情報共有プラットフォームの構築を図り、災害時の信頼感の醸成に努めるべきである。情報共有プラットフォームは地図基盤をベースとするも、双方向に情報をやり取りするなどの技術的仕様が地域によって異なると使い勝手が悪くなることから、地域の特徴を活かしつつも標準化が図られることが望ましい。

ただし、何よりも重要なのは信頼感の醸成であり、そのための仕組みづくりについては、十分な議論が必要である。

なお、人間の安全保障という観点からみて必要不可欠なインフラの整備・管理・啓開・復旧は国家の重要な役割であり、ここは引き続き国・行政が責任を持って進めていくべき分野である。これに加え、災害時のみならず、平常時も自立して活動できる組織どうしの連携を密にしておくことで、災害対策の更なる迅速化及び高度化を図るべきである。

2-4 電力の喪失と情報通信、エネルギー

2-4-1 主要防災拠点における多様な電源の確保と電気自動車の活用

避難所、公共施設、道の駅等の拠点におけるバッテリー設置に加え、大容量バッテリーを持つ電気自動車(EV)の導入を推進し、電源として活用する方法を検討すべきである。

自然エネルギーや自家発電機能を持つ防災拠点を計画的に配備し、そこから電力を輸送する仕組みとして電気自動車を活用する自律分散的な考えを導入すべきである。

地域毎にマイクログリッドなどの電力需要とモビリティの統合マネジメントシステムの構築を図るべきである。

(今回の震災における教訓)

今回の震災においては、情報通信機器を利用するための電源の確保と、発動発電機を利用するための燃料の確保の2つの点での課題が明らかとなった。

電源については電話機・通信回線が生きていても商用電源の喪失により通信所や交換機が動かず通信できないということが最大の課題であった。予備電源を地下に保管した箇所や、電線類を地中化した箇所では津波により予備電源が使用できなかつたり、復旧までに時間を要したりするため、電源・送電の立地・配備形態を見直す必要がある。

道の駅では自家発電機を備えた箇所もあり、食料提供や避難場所、輸送の待機場所として機能したことから、避難所や緊急支援物資の輸送拠点(SA/PA、道の駅等)等では、平時から停電対策として発動発電機や自然エネルギーによる発電機を配備しておく等の対応が重要である。津波対策として電源のバッテリー化が考えられているが、大きくなればそれだけ耐震対策と予算の確保が必要なため、どれだけのバッテリー容量を確保すればいいのかについて設置基準等の検討が必要である。

震災後30分は信号機を停止させないこと(点滅のみにするなどの運用方法も要検討)が重要であることから、予備電源についても海岸付近用はバッテリー、内陸用は太陽光発電などの活用といった仕分けが必要である。

自家発電機の燃料がなくなるという想定がなされていなかったことが反省点として挙げられ、被災時に生命線となる自家発電機、発動発電機等のための燃料確保の仕組みを考える必要がある。燃料の確保・保管は民間企業には重い課題であるため、公的機関等との連携が求められる。

燃料供給については、ガソリンスタンドが停電時に営業するために消防の許可が必要、輸送にヘリが使えない、タンクローリーではガソリンは運べない(軽油は運べる)、警察などでガソリンをまとめて管理・保管するには法律の改正が必要など、法制度面の問題が多数明らかとなった。

(具体的な取り組み)

①マイクログリッド等の導入による電力供給・需要のスマート化

電力供給については、従来の安定した電力会社による商用電力のみを電力源とするだけでなく、被災時の停電を考慮した電力システムを構築すべきである。また、予備電源（発動発電機、自家発電機）の燃料の調達が困難であったという教訓から、自然エネルギーを含めた代替電力供給のしくみを構築しておくことが必要である。

このための基本的な構図は、発電から給電までの多様化と分散化を図るものである。電力供給源の多様化としては、商用電力、発動発電機（コージェネ含む）、太陽光発電、水素燃料発電など地域固有の特性に応じた発電が挙げられる。電力供給の多様化とあわせ、マイクログリッド等の導入により電力供給・需要のスマート化を図ることが必要である。避難所、公共施設、道の駅等の防災拠点となる箇所については、上記の自然エネルギー等を含めた代替電力供給に加え、自家発電機能を持つ拠点を計画的に配備していくことが必要である。

平時においては、施設の電力供給や一般の電気自動車への給電のための電源として活用したり、電力会社へ売電したりすることで、平時も効率的に機能する仕組みとすることが重要である。

②電気自動車(EV)の活用

近年急速に普及が進む電気自動車を大容量の走る蓄電池と捉え、上記の防災拠点に充電／給電設備を設けることで、電力に余裕のある拠点から電力が不足する拠点への電力輸送手段として活用したり、信号や通信設備への給電ツールとしたりするなど、エネルギーの自立分散的なしくみを構築していくことが必要である。

なお、平常時においては、EVを公的機関の活動や民間企業の営業に活用したり、EVを電力蓄積手段として利用して夏期日中等の電力ピークの平準化に役立てたりすることで無駄にならないようにすべきである。

上記の供給電力の多様化、電力の蓄電機能の強化、EVの活用の取り組みを連携させ、地域毎にマイクログリッドなどの電力需要とモビリティの統合マネジメントシステムの構築を図っていくことが必要である。

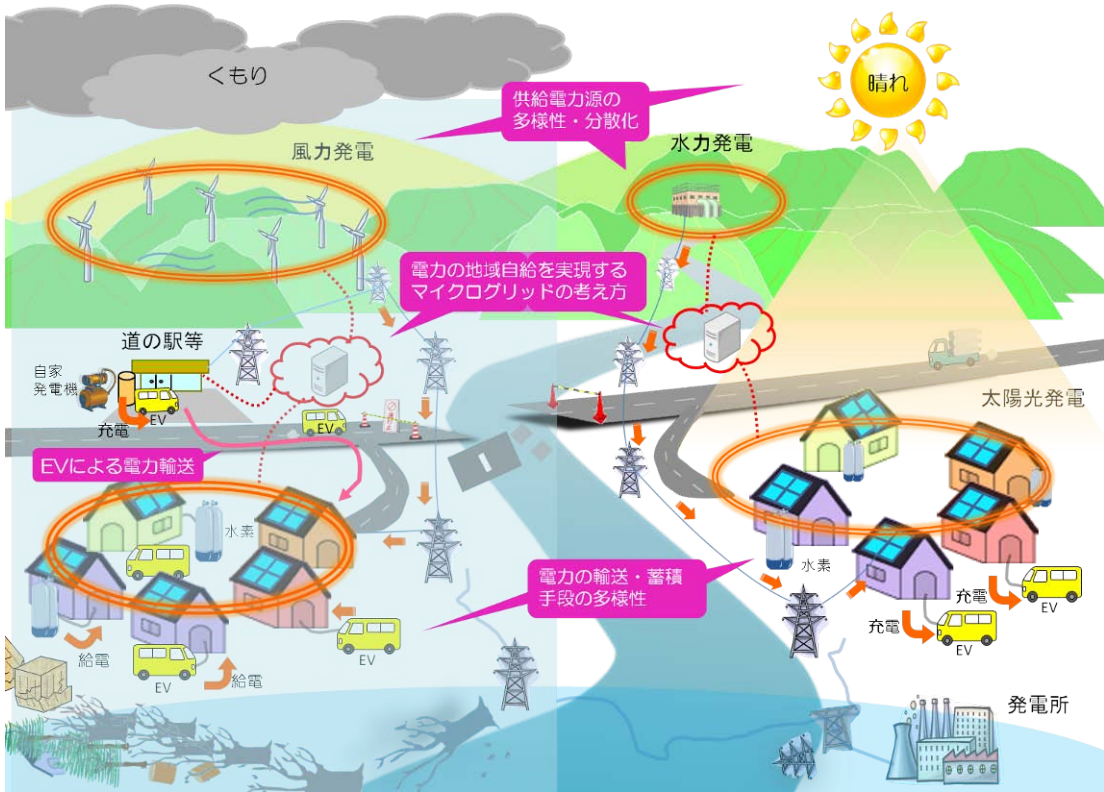


図 電力需要とモビリティの統合マネジメントシステムの構築イメージ

<参考事例>EV（電気自動車）と ITS、マイクログリッドの融合イメージ

EV と ITS、マイクログリッドの融合の事例としては五島列島で行われている長崎エビッツプロジェクトがあり、被災地での取り組みとしても参考になる。

長崎エビッツでは、太陽光発電や風力発電、電気自動車（EV）とプラグインハイブリッド車（PHV）とを連携させ、EV を「走る大容量の蓄電池」として位置づけることでマイクログリッドの仕組みを構築し、「究極のエコアイランド化」を目指している。

電力供給に余裕のある地域や時間帯に EV に充電し、電力供給に余裕のない地域や時間帯には EV からマイクログリッド網に放電（給電）することにより、電力の輸送や電力の平準化を図ることが可能となる。

また、EV への充電や給電時間を活用し、ITS スポットと組み合わせることで、電力のみならず情報の「双方向化」を図っている。車両側への情報提供として平常時は観光情報や充電施設情報等を提供し、観光客等に「使っていただき」ながら、災害時には災害情報（避難箇所、通行規制箇所、ボランティア情報等）を提供することとしている。

一方、ITS スポット等の双方向通信を活用し、車両側のプローブデータ（走行可能経路）の収集を行うことも可能である。

将来的には、地域のエネルギー需給バランス（電力の余裕のある場所、不足している場所）をカーナビ上に表示し、電力の輸送に貢献したドライバーに何らかのインセンティブ（ポイント等）を付与することにより、平常時並びに災害時における電力輸送を支援することも目指している。

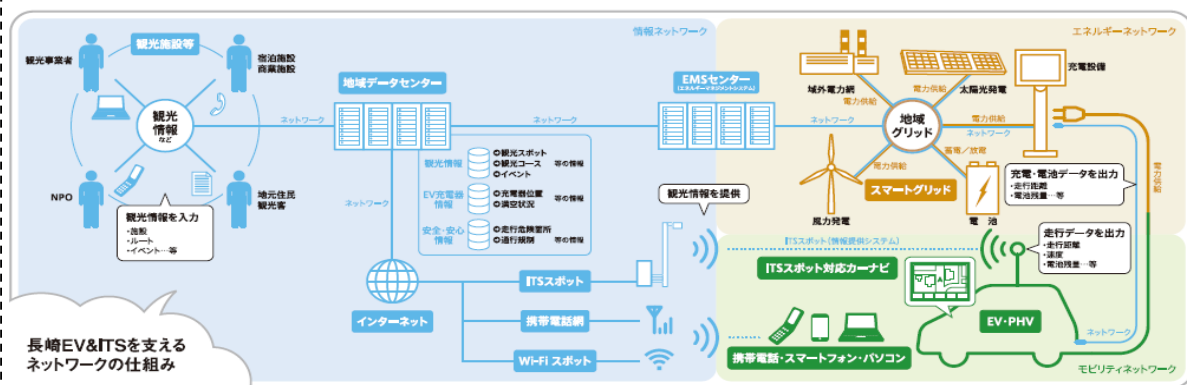


図 長崎エビッツにおける EV とマイクログリッドとの融合イメージ

2-5 耐災施策を進めるための仕組みづくり

2-5-1 先端技術の利活用を促進する周辺環境の改善

今回の大震災では、最先端の情報通信技術を活用した CCTV カメラ、光ファイバー網、インターネット、マイクロ無線、衛星通信、GPS などが機能した。今後も同様の大災害が想定されることから、高度なセンサ技術、新しい通信方法、データ処理方法、データアーカイブ方法などを取り入れながら、交通インフラも進化していかなければならない。しかしながら、最先端技術の進化スピードは速く、交通インフラの耐用年数と比べても非常に短時間で新技術の開発が行われるので、それらの新技術を導入するための技術基準、導入マニュアルの更新の仕組みを産官学が連携して早急に構築すべきである。

(今回の震災における教訓)

インフラの管理や運用に情報通信技術を使うことは当たり前になってきている。特に、今回の震災では、CCTV カメラ、光ファイバー網、インターネット、マイクロ無線、衛星通信、GPS などの情報通信技術が有効に機能した。しかしながら、道路、河川、港湾などのインフラの技術に比べて、情報通信技術の進歩は早く、様々なセンサ、画像処理によるセンシング、新しい通信方式、データ処理方法、データアーカイブ方法が登場してきているが、技術導入のための技術基準や導入マニュアルの整備が追いつかないという課題がある。

(具体的な取り組み)

情報通信技術の導入のための技術基準の整備

インフラの管理や運用に必要なセンサ技術、通信技術、情報処理技術、ネットワーク技術等についての要求性能の整理は土木学会が実施する。特に、維持管理コストが激しく削られているので、情報通信機器を活用した維持管理コストの低減や業務の効率化と併せて議論すべきである。

また、センサ技術、通信技術、データ処理技術、ネットワーク技術等については、これらを専門とする学会との連携により必要な技術基準の整備を行う。

ITS を例にとれば、土木学会実践的 ITS 小委員会で、道路工学、交通工学、交通計画学の研究者や専門家による要求性能の整理、システム導入のガイドライン整理を行い、電気学会 ITS 専門委員会、電子情報通信学会 ITS 専門委員会が各種専門技術の基準化を行うという連携があり得る。

2-5-2 災害への備え

(1) 技術者の叡智の結集と訓練・教育システムの構築

災害に対して強い国となるには、平時からの備えが大切である。防災システムを普段から使いこなし、人と人のつながりを強めることは、「防災・減災」を実現する上で基本的な行動である。そのためには、一般の人々に日々の教育・訓練を施し、有事の際には我が国が誇る技術者の叡智を即座に集め活用できるようにするシステムを早急に構築することが望まれる。

(今回の震災における教訓)

東日本大震災では、大津波によって多くの貴重な人命や社会基盤が失われたが、多くの教訓を私たちに残してくれた。その一つが、平時からの「災害への備え」の大切さである。「防災システムや災害通信システムは、常日頃から使用していなければ緊急時には実際使えない」ため、日々の生活の中での訓練・教育が欠かせない。

二つ目の教訓が、災害発生後の対応である。国土交通省には TEC-FORCE と呼ばれる技術組織があり、災害時には全国の整備局から現場にかけつけ様々な技術支援を行うためのシステムが構築されている。今回の震災では、道路の早期復旧に世界が瞠目した。これは、TEC-FORCE が被災状況を把握し、復旧対策を立案し、費用・工期などを算定し、地元建設会社とともに道路の早期復旧に大きな役割を果たしたからである。

一方、日本建設業連合会のような業界団体はあるものの、民間や学究機関には、TEC-FORCE のような組織はなく、基本的にボランティア活動に依存している。そのため、災害発生直後に必要な緊急支援や協力において迅速性に欠けるばかりか、我が国の民間が保有する技術ポテンシャルを十分に活かせていない。

また、各地方自治体ではハザードマップが作られているが、ハザードマップ作成時の想定を超える災害が来るということを周知する必要がある。今回の震災では、「思いこみ」や「経験による判断」によって被害が大きくなったことも忘れてはならない。さらに、災害などの有事の際には人と人とのつながりが大切で、具体的には教育、福祉、コミュニティの連携が必要であり、行政の仕事は人々の判断の材料となる情報を適切なタイミングで届けることである。

防波堤などの護岸構造物によるハード面での対策には限界があり、災害に対する人々の意識（常識）を変え、つながりを強固にしていくことが、防災・減災につながる。

(具体的な取り組み)

①豊富な技術知識と経験を有する専門家組織の構築

有事の際には、実務経験とマネジメント力のある多分野の技術者が多数必要となることは言うまでもない。建設分野では、(社)全日本建設技術協会の品質確保技術者資格制度、(社)土木学会の土木技術者資格制度、(社)建設弘済会の防災エキスパート制度などがある。これらの資格制度を参考に、土木、計画、電気、通信などの分野を横断した有識者の組織である「災害支援技術プロフェッショナル」(仮称)をシステムとして構築することが

早急に望まれる。

このシステム構築で重要な点は、実務経験の豊富な技術者の登録、平時からの準備（通信ネットワーク）、教育と訓練への参加、有事の際の迅速な移動・対応などである。有事の際には、国や地方自治体のもとで主に技術面の支援を行うこととなるが、適正な「報酬システム」の整備も忘れてはならない。このことが地元建設会社との災害協定が機能することに他ならない。これらの人材には、通常時には” Expert Witness（専門家証人）”として、社会活動に参画してもらおう。米国では裁判制度の中で” Expert Witness”は正式に位置づけられている。

②災害時に備える教育・訓練システムの構築

従来からの PR 施設、パンフレット、HP での情報提供のような広報活動ではなく、各地区の特色や互いの顔が見える、地方自治体が主体となった教育・訓練システムの構築に向けた研究が早期に望まれる。国に対しては、訓練システム構築支援のための補助金制度の設立、他府県での同種システムに関する情報の提供等が望まれる。

「防災関係のシステムがうまく働くのか?」「その情報を地域の人々が理解できるか?」「その情報をもとに行動できるのか?」を常に自問自答し、前述の専門家を含む訓練を繰り返し行っていくことが不可欠であろう。

災害時の記憶は風化しやすい。災害の記録をアーカイブし、MR（複合現実感）技術等の ICT 技術を活用することで現地の被災状況を疑似体験する仕組みを導入することで、災害の怖さを語り継ぐための工夫も重要である。

また、公共側から正しい情報を伝える手段の一つとしてキャリア通信機器の利活用がある。テレビや携帯電話、今後普及が進むと思われるスマートフォンをいかにうまく利用するかがこれからの課題である。ただし、高齢者や子供達なども使える、廉価で簡易なツールやソフトの開発が求められるとともに、これらのツールを使った日ごろからの実践的な訓練が欠かせない。



図 MR 技術を活用した防災教育イメージ
(東京大学池内研究室資料)

③復興まちづくりの計画技術者の育成

東日本大震災からの復興において、広い地域の復興計画の立案には 100 名以上のプランナーが必要だと言われているが、計画分野の優れたプランナーの絶対数が不足しているのが実状であり、円滑な復興に向けて支障になると懸念されている。

大学や研究機関においては、防災まちづくりなどの計画立案の講座や教育カリキュラムの確立が必要であると同時に、計画立案分野の研究が高く評価される研究環境の改善が望まれる。

(2) 情報通信アンテナの再設計

東日本大震災は多大な被害を通信システムにもたらした。通信関連のシステムの冗長性、電力の確保、情報の共有化など、システムやソフト面での対応も重要であるが、それと並行して、アンテナ設備の耐震性向上などハード面での補強、頑健な設置場所の選定、構造基準の見直し等の面での早急な取り組みが必要である。

(今回の震災における教訓)

地震や津波によって、CCTV、情報板、光ファイバーが被災するとともに、送電も停止し、CCTV や情報板が稼働しなくなった。マイクロ無線はおおむね役割を果たしたが、一部で不通となったことが報告されている。

一方、情報通信設備の耐震基準は 400Gal となっていたが、今回の震災では 800Gal の水平力が作用したと想定されている。通信アンテナは、さまざまな建物の屋上に設置されており、被害の詳細に関しては不明な点が多いものの、800Gal の水平力に耐えうるようにするための設計基準の見直しが望まれる。

今後、アンテナが設置されている建築物のどこを補強すべきか、どのように補強すべきかなどの補強方法を簡便に判断できるマニュアル類の整備が望まれる。ただし、1箇所 1000万円以上かかる金額では現実的に補強できないため、ある程度の「想定」が重要と思われる。

道路管理用のカメラは、今回の地震において災害状況の把握に非常に役立った。画像によって音声では伝わらない貴重な情報を得ることができる。DSRC アンテナは、高速道路 IC、国道、道の駅に設置されているが、今回の被災地における避難路の多くは県道、市町村道であった。



図 被災地の情報通信アンテナ

(具体的な取り組み)

避難や防災に役立つ新たな ITS サービスを行うためには、DSRC アンテナの県道・市道などへの早期の設置計画の策定と実配備が望まれる。その際、必ずしもフルスペックのシステムと情報サービスを提供する必要はない。

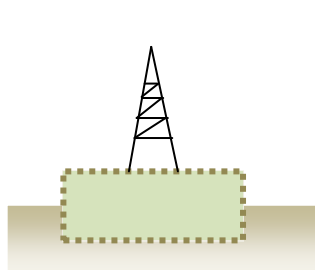
地上に設置されている情報通信系アンテナについては、これまで設置しやすさ等に配慮して設置場所が選定されてきた点是否めない。今後の計画においては、リスクマネジメントの観点から、通信や画像提供の信頼性や冗長性を確保できる設置位置、設置高さ、設置数、電源確保などについて早急に研究・検討に取り組み、「新たな情報通信アンテナの計画指針」等の策定を視野に入れるべきである。

今回の被災状況を的確に反映させ、既存の「電気通信設備工事共通仕様書」など通信アンテナ耐震設計基準を早急に見直すことが望まれる。その際、建物と一体化している通信設備については、補強のために構造物のどこをどのように補強すべきかをパターン化して整理するとともに、マニュアルを策定することが求められる。

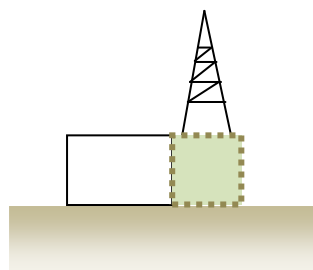
これら通信設備設置に関する設計の考え方を民間の通信キャリア事業者のアンテナ設備に対して適用することも考えられて良い。

参考 通信アンテナ補強・復旧について

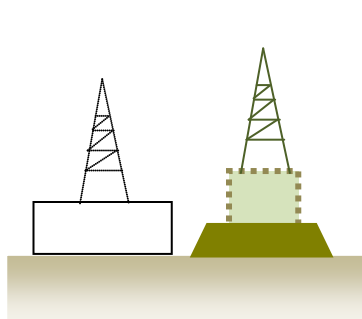
パターン化の例（破線部が補強・新設などの箇所）



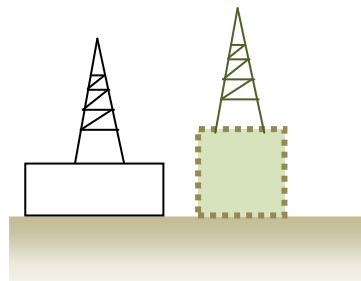
【パターン1】
通信設備（アンテナ含む）
のある構造物の骨格部分を補強



【パターン2】
通信設備（アンテナ含む）
のある部分を局所的に補強



【パターン3】
耐震性のある箇所（地盤）等に通信設備（アンテナ含む）を移設



【パターン4】
耐震性があり、ある程度の高さを確保できる近隣の民間建造物やアンテナ等をバックアップとして一時的に活用

3. 段階に応じた耐災施策の具体的提言

3-1 初動のための情報収集（初動）

3-1-1 津波の検知システムの高度化

海水面の変動を直接計測する津波検知システムは、発生した津波の正確な検知と海岸線に來襲する津波の精度良い推定を可能にする。しかしながら、検知の早さ(海岸線からの距離)と津波高の予測精度は相反するものであり、両者を同時に満たす津波検知システムの整備が急務である。

これらの津波検知システムを補完的・冗長的に配置し、さらに通信ネットワークの多重化などにより、災害時においても安定的に情報伝達を行える堅牢なシステムとして構築する必要がある。

さらに、この津波検知システムに基づいて浸水高・浸水範囲をリアルタイムで予測でき、関連組織や市民にリアルタイムで情報伝達を行うシステムの構築も望まれる。

（今回の震災における教訓）

気象庁では、予め実施した数値解析結果に基づき、日本近海の様々な地震とそれに伴う沿岸域での津波高との関係をデータベース化し、実際の地震の発生直後には地震の規模および位置情報とデータベースとを照らし合わせて津波警報を発表している。今回の震災においても地震発生から3分後には大津波警報を発令したが、技術的な限界から、沿岸に到達する津波高の予報値は実際の値を大きく過小評価したものであった。その後、沿岸域から10～20km沖合いに設置したGPS波浪計による観測結果に基づき津波高の予報値が上方修正されたが、その修正は不十分であり、また、発表時間は津波が海岸線に到達する約10分前となった。さらに、上方修正された津波予報値は十分には避難者には理解されず、指定避難所等に避難した人でも津波の犠牲となってしまった事例が多く見られた。

また、GPS波浪計は、主に停電の影響により、一部のピーク水位観測後に通信回路が切断され、それ以降リアルタイムでの情報収集を行うことができなかった。津波検知システムおよび通信ネットワークの多重化による堅牢なシステムの構築が急務である。

（具体的な取り組み）

津波の発生について、より発生源に近い領域において早期に検知するシステムの整備が必要である。そのため、洋上設置型のGPS波浪計および海底設置型の地震・津波監視システムを、全国沿岸域を効率的にカバーするよう設置することが望ましい。例えば、現状10～20km沖合いに設置されているGPS波浪計を100km沖合いにまで設置すること、この場合20kmピッチでのリレー方式による情報伝達を行なうこと、衛星通信を活用すること等を検討することが必要である。また、これらの津波検知システムの空間配置は、津波を正しく認識できること、沿岸域に到達する津波高を可能な限り精度良く推定できること、の両者を同時に満たす最適配置となるよう、十分な検討を行う必要がある。

これらの津波検知システムについては、不測の事態に備えて小規模な独立系とし、それぞれが補完的・冗長的な配置となるように整備する。また、海上部および陸上部の通信ネ

ネットワークについても多重化等を図り、災害時においても安定的に即時伝達の行える状況を実現すべきである。

設置する津波検知システムの配置や伝達については、予警報や沿岸防災にかかわる関係組織の相互協調の下で十分検討の上、計画的に行う必要がある。また、観測結果のデータ共有や解析、それに基づく津波予警報業務や情報の伝達などについて、関係地方自治体や市民への一元的で適切な伝達手法の検討と、それを包含したシステムの統合を進めることが重要である。

避難の原則は「津波てんでんこ」（避難指示を待たずにとにかく避難する）であると考えられるが、実測値に基づくリアルタイム浸水域予測が可能となれば、ICTによる浸水域および浸水高予測を基礎としたリアルタイム警報システムの構築を進めることも極めて有効になる。この際、市民には津波高の予報値は沿岸域に比較的近い地点での観測結果に基づき常に上方修正される可能性があること、予報値は海岸部などにおける代表値であり局所的にはかなり変動すること、一般に海岸部での浸水高より遡上域での水位の方が高くなること、などを周知・啓発することも大きな課題になると考えられる。

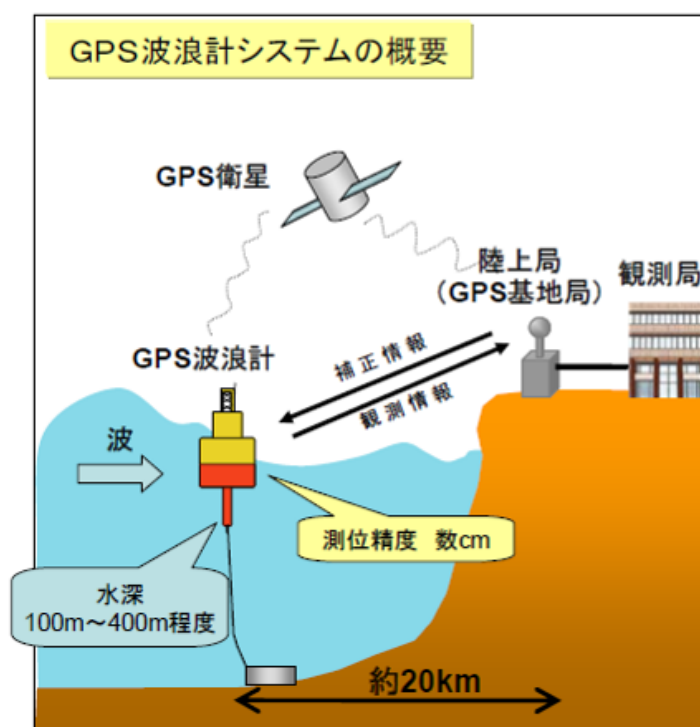


図 GPS 波浪計（独立行政法人 港湾空港技術研究所資料）

3-1-2 構造物被害情報の収集・処理・共有の仕組みの高度化

(1) センサ等による検知

避難路や緊急輸送交通路の被害把握のため、プライオリティの設定をした上で、クリティカルとなる構造物のセンサ等による被害検知を行うべきである。そのため、GPS 測位センサ、光ファイバセンサなどの技術開発及び設置をすすめることが必要である。

(今回の震災における教訓)

本地震においては、海岸部の道路が想定を超える被災を受けた一方で、高速道路は被災が限定的であったため、東北道及び国道 4 号を軸とする「くしの歯」作戦にもとづく復旧支援において重要な役割を果たすことができた。このような想定とは異なる状況に臨機応変に対応した戦略を効率的に立案し実現するための体制を整えることが求められる。

(具体的な取り組み)

地震後の緊急交通路としてどこが使えるかを判断するうえで、輸送路を構成する構造物に被害があるのかどうか、ある場合にはどの程度の被害なのかを瞬時に把握できることが望ましい。そのためには、リアルタイムで被災状況の情報が収集できるモニタリング体制を構築することが必要であろう。

一方、緊急避難路を確保する上で、主要幹線交通網が重要であるが、それらが被災した場合にバックアップの経路が無くなることは避けねばならない。したがって、十分なシミュレーションにもとづき、様々な状況を想定したうえで各種構造物のプライオリティを設定し、モニタリング計画を策定する必要がある。なお、避難所への経路は幹線道路とはならない可能性もあり、避難所が構造的に脆弱である場合もある。プライオリティの設定においてはこのような点にも配慮することが求められる。

輸送路を構成する構造物のモニタリングでは、多数の監視点を設置し、有線・無線の通信システムと組み合わせてシステムを構築することにより、遠隔地からの被害把握を行うことが求められる。現時点ではセンサなどの耐久性等に関する定量的なデータが不十分であるため、現場に適用して性能の検証を行うとともに、コストの低減、信頼性の向上を目指した研究開発と実用化のための検討を今後も継続する必要がある。

具体的に開発すべき技術としては以下を上げることができる。

①小型で安価なセンサの活用

傾斜計等（現状では 1 台数千円）や I C タグ等を、地中・地表、構造物の内外に複数設置して、構造物や斜面の表層から、必要に応じて深部までの変形状況を計測する。

②GPS 測位センサの活用

GPS 測位センサ（現状では 1 台数万円）を地表に複数設置して、土構造物や斜面の表層における変位状況を計測する。同様に、構造物の頂部などに設置したセンサの位置情報から傾斜などのデータを収集し評価する。

③光ファイバー等の連続したセンサの活用

地中に光ファイバーを連続的に設置して、土構造物や斜面に変位・変形が生じた位置とその程度を計測する（計測分析装置は現状で1台数百万円）。高架橋などの線状構造物においても、ひずみの分布などを効率的に収集することが可能となる。

④ヘリコプターなどによる調査体制の確保

発災後、アクセスが難しい地域を効率的に調査しりための手段として、有人／無人のヘリコプターを活用できる体制を構築しておくことは有効であろう。

以上のような要素技術に加え、収集されたデータの通信経路の頑健性の確保も重要な課題である。

本地震では、東北地方整備局のヘリコプターは津波の襲来前に仙台空港を飛び立ったが、中継基地が地震で壊れたため、映像を送ることが出来なかった。このほか、災害発生が夜間の場合にはカメラの機能が限定的になること、また停電等によりデータを送信できなくなる事態などが生じることも想定される。

センシングやデータの送受信が正常に動作することを保証するため、2重、3重に担保することが求められる。また、データが送信されてきていない地点は、通行可能道路とみなさないといったようなデータの解釈手法についても検討が必要である。



図 光ファイバセンサを用いたモニタリングシステム例（国土交通省資料）

(2) リアルタイム災害シミュレーション等の技術開発と人材育成

災害対応に有効活用するため、GIS やリアルタイムシミュレーション等の高度な先進技術の融合を図るとともに、情報処理や ICT 技術を活用した情報共有のための技術開発、行政組織の間で情報を共有するためのデータベースの整備、インハウスエンジニアの育成なども必要である。

(今回の震災における教訓)

本地震では膨大なデータが得られた。しかし、情報には欠損も多く、また現在の技術では、それらを迅速に処理し、避難誘導等に適切に反映させていくことは難しいことも明らかになった。

(具体的な取り組み)

センサなどにより収集されたデータは、避難経路の策定のみならず、高度な行政判断を含めた様々な用途に活用されるべきである。そのためには、情報は住民も含め、広く共有されるべきであり、また共有できる形で提供することが必要である。

また、住民の行動には、道路や盛土構造物などのインフラだけではなく、避難所の収容能力や周辺地域の被災状況や火災、予想される地震動や津波高さ、さらには住民の家族の行動などの様々な要件が関係する。ヘリコプター等を利用した調査によりリアルタイムで収集される情報も重要である。これらの様々な情報を統合して適切な意志決定を支援するシステムの構築が求められる。

そのためには、GIS やリアルタイムシミュレーション等の高度な先進技術の融合をはかり、実際の災害対応に有効に活用できるようにする必要がある。さらに、リアルタイム避難計画策定システムなどの（計算速度的に）次世代システムに属する技術の開発を進めなくてはならない。FEMA の HAZUS 等も参考に、省庁間や国と地方、さらに産官学の間で情報を共有するためのデータベースを整備することも必要である。これに伴い、法整備や組織体制の構築を行い、そのようなシステムを使いこなせるインハウスエンジニアを育成する必要がある。

3-1-3 通信制限下の非常用通信の確保の仕組みづくり

専用回線を有する災害関係機関は、災害活動の効率化のため、情報交換や CCTV 映像の相互利用など情報連携のための仕組みづくりを早急に行うべきである。

一般公衆回線に関しては、発災後に初期の緊急活動や安否確認のための通話が集中するため、通信制限が行われるが、自治体や災害関係機関が活用する非常用通信確保のための仕組みを早急に構築すべきである。

個別機関が保有する情報通信ネットワークを活用して相互に運用可能なインターオペラビリティの考えを導入していくべきである。

(今回の震災における教訓)

自衛隊、地方整備局、警察、消防、自治体等の関係機関は、それぞれ個別の専用回線を持っており自律的な災害活動に大いに役立った。しかし、相互間の情報伝達には一般公衆回線の固定電話や携帯電話が利用されており、情報伝達に支障をきたした。

また、一般公衆回線については、固定通信で最大 80～90%の規制が実施された。移動通信では、音声で最大 70～95%の規制が実施されたものの、パケット通信は 0～30%の規制状況であった。また、事業者間に規制状況に違いがあったことも分かっている。

こうした点を踏まえると、個別機関が保有する情報通信ネットワークを活用して相互に運用するインターオペラビリティの考えを導入していくべきである。

(具体的な取り組み)

①専用回線を有する災害関係機関間の災害時相互運用の仕組みづくり

道路や警察、消防、自治体等の関係機関が災害時に相互に情報のやりとりを円滑に行うことの重要性は今回の大震災で広く認識されたことであろう。通常時と異なる災害時に対応するための運用切替えの技術面、制度面の課題について関係者の間で十分な議論が必要である。例えば、関係者間で共有する回線の確保や衛星通信の活用、平常時と非常時で切替える技術とルールの開発・設定等も含めて検討することが望まれる。

また、地方自治体において、被災後から復旧にかけての間の実務に関わる情報システムの共通化、利用ソフトウェアの標準化などデータ通信を主体とした業務プロセスの検討とこれをサポートする専門家組織の構築および訓練体制の確立も望まれる。

②一般公衆回線の災害時優先利用の仕組みづくり

災害対策基本法第七十九条（通信設備の優先使用权）には、災害発生時に首長や災害対応機関が通信事業者の電気通信設備を優先的に利用することができる、とある。今回の震災でも、通信事業者による自治体への通信機器等の貸与が行われたところであるが、より早期の段階で通信の優先利用ができる仕組みを検討すべきである。例えば、通話回線の規制が行われていても自治体から発信される通信を受け付ける技術的な仕組みや、パケット通信の有効な活用法の検討等が考えられる。

また、公衆回線の輻輳を避けるため、安否確認システムの間での連携、通話時間の制限、音声のパケット通信化等を実現するための検討を行うことが望まれる。

3-2 避難のための情報の収集と提供（避難）

3-2-1 自治体の避難の判断と市民への伝達

災害発生時には、市町村長は災害対策基本法 60 条に基づき避難勧告及び指示を出さなければならない。自治体が情報収集、避難勧告及び指示の判断、市民への情報伝達を迅速に行うためには、国の関係機関との連携による情報収集・共有の仕組みを構築することが必要である。

また、迅速・確実な避難行動を促すためには、多様な放送・通信メディアの特性を踏まえて、様々な状況下にある市民に情報伝達が可能な仕組みづくりとともに、情報リテラシーを考慮した情報伝達のあり方の検討を行うことが急務である。

一方、今回の震災では「情報の過信」が生死を分けたケースが多くみられたことから、非常時における行政側の情報マネジメントのあり方について、平時の教育・訓練を含めた再整理を行うことが必要である。

（今回の震災における教訓）

市町村長は、災害対策基本法 60 条に基づき避難勧告及び指示を出さなければならない。避難勧告及び指示の判断は市町村が行うが、基礎自治体の力だけでは情報の収集、特に判断の根拠となる災害の規模等の裏づけを十分に整理することは困難だったという意見があった。また、自治体ごとにハザードマップの作成・配布を行ってはいるものの、災害発生時に、市民の避難行動の判断材料となる情報を適切なタイミングで伝達することが自治体の重要な役割である。したがって、自治体がそうした情報収集、避難勧告及び指示の判断、および市民への情報伝達を迅速に行うためには、国の関係機関（国土交通省、林野庁等）による避難勧告及び指示の判断に必要な技術的根拠の提供などの支援が不可欠である。

予報→発災→津波到達までの短い時間で、多くの重要な判断と市民への確実な情報伝達が行われなければならない。今回の震災において、発災直後の市民への情報伝達には主に行政防災無線が用いられたが、拡声器（音声）による伝達には限界があったという課題も挙げられていることから、発災直後にも確実に機能する情報伝達方法を構築する必要がある。

一方、今回の震災では「情報の過信」が生死を分けたケースが多くみられたことから、情報の信頼性の向上を図るとともに、ハザードマップや伝達情報に対する過信の問題への対策を講じることも必要である。

（具体的な取り組み）

まず、災害時の自治体による迅速な避難勧告及び指示の判断を支援するため、的確な判断に資する十分な情報を自治体に集約し、市町村長が判断を行う際に関係機関との連絡ができるように、国の関係機関との情報収集・共有の仕組みを構築することが必要である。

また、非常時に市民の迅速・確実な避難行動を促すためには、多様な放送・通信メディアの特性を踏まえ、自治体から様々な状況下にある市民に確実な情報伝達が可能な仕組みづくりを行うことが急務である。今回の震災の教訓を踏まえ、行政防災無線、ラジオ（ミ

ニFM)、ワンセグ等の放送メディアやエリアメール、Twitter 等をはじめとする情報配信メディアの特性を考慮し、それらを適切に組み合わせた仕組みとすることが重要である。また、スマートフォン、カーナビ等への push 型送信、およびこれらの端末を通じた“避難用モード”による誘導も有効と考えられることから、そのような機能の研究開発を行うべきである。ただし、すべての人に情報を伝達するという観点からは、受信機の普及率が課題となることに注意するとともに、情報リテラシーに差があることを考慮して伝達内容やタイミングを検討する必要がある。

また、「情報の過信」問題への対策として、例えば、多様な情報を随時伝達するのではなく、「とにかく高台へ逃げなければならない」ことのみを市民に伝達する等、災害時における行政側の情報マネジメントのあり方について議論・再整理を行うことも必要である。その際には、平時の教育訓練・啓発活動において、非常時の情報入手方法や情報に対する行動判断の指針等の周知徹底を図るなど、包括的な取り組みとして進めることが大事である。

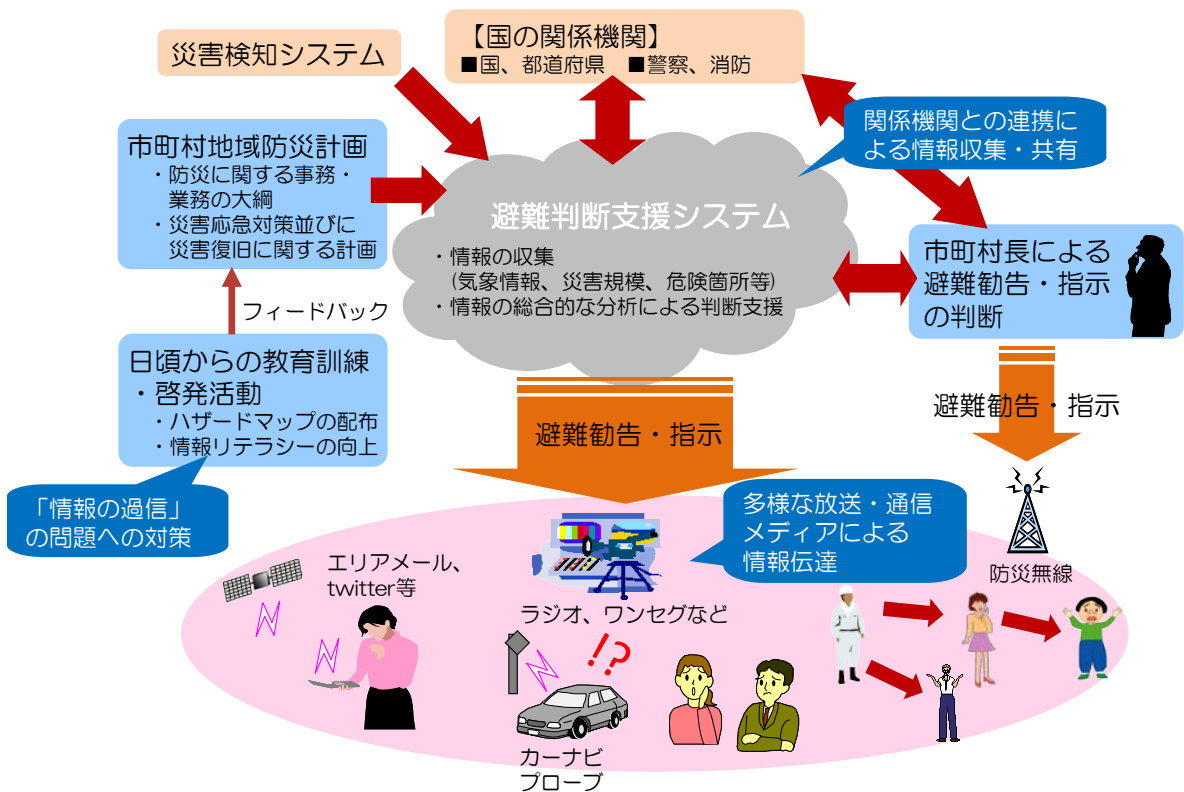


図 自治体の避難の判断と市民への伝達の仕組みのイメージ

3-2-2 車の利用の整理とプローブ情報の活用の検討

避難時の車の利用は、地域によって明暗を分けた。車の利活用は地形や道路整備状況に依存するため慎重な検討が必要である。しかしながら、海岸沿いの平地、高齢者や障害者の避難のための車や新しいパーソナルモビリティの活用は是非とも検討すべき事項である。

車を活用する場合には、世界最先端の ITS 技術を活用し、避難所・避難ビル等の位置、プローブ情報を活用した安全な経路、動的ハザードマップなどの情報を放送や路車間通信、車車間通信等を複合的に組み合わせて避難支援情報として車に伝えるための仕組みを構築すべきである。

また、車のプローブ情報は、避難路の確認、啓開活動の支援として重要であり、官民が連携し、平時だけでなく緊急時にも活用できるようプローブ情報の収集と提供の仕組みを構築するべきである。

(今回の震災における教訓)

これまで災害時には歩いて避難することが前提となっていたが、仙台平野のような広い平地部では歩いて津波から避難することは困難である。今回の仙台平野における津波の速度は時速 20 キロ程度と推定されており、このようなスピードでおそってくる津波から徒歩で避難することは困難であるといわざるをえない。また、高齢者、要介護者等の避難にあたっては車の利用を前提とする必要がある。

もとより災害時に無原則に車を使うことは推奨されるものではないが、車を使わなければ避難が困難な場合にかぎって、車での避難を認めることも必要ではないだろうか。

また、今回の大震災では津波から車で避難する途中で交通渋滞に巻き込まれ津波に流され犠牲となった方もいる。さらに、盛土構造の仙台東部道路に避難して津波から逃れた人もいるが、仙台東部道路に入るためのインターチェンジは閉鎖されており、入り口のゲートを強行突破して入った人もいる。

今回の震災では、民間各社が持つ自動車のプローブ情報を ITS Japan が取りまとめて通行実績情報として提供するという試みが初めて行われた。災害発生から 1 週間ほどたつてからの提供であったが、復旧や支援活動に大いに役立った。一方で、初動時に欲しいという声や通行してもらっては困るところの情報が出ていたなどの改善すべき点もあった。また、幹線道路は組織がしっかりしているため大きな問題はなかったが、避難所へのラストワンマイルである市町村道路等が通行できるかどうかの確認に非常に時間を要したという声もあった。

(具体的な取り組み)

①地域特性と災害規模に応じた避難時の車利用のあり方検討

まず、車での避難が必要となる災害の種類と程度、車を利用して避難する方がよい人と地域の範囲を明確にしておく必要がある。

車での避難にあたっては、実際に避難勧告、避難指示が発令された時点において、最寄

りの避難所・避難ビル等までの適切な避難経路を避難者に対して呈示する必要がある。そのためには、避難所・避難ビル等の位置情報をあらかじめカーナビ等に組み込んでおかななくてはならない。津波、火災などの災害時には、動的ハザードマップを利用して、安全な経路を探索することが有効である。歩行者に対しては歩行経路、車利用者に対しては車の走行経路を呈示することは当然であるが、経路の被災状況を随時把握し、被災状況を考慮した上で適切な経路を随時呈示することが大事である。また、避難の途中で、当初呈示された経路が使えないことが判明した場合には、速やかに代替経路を呈示する必要がある。

車での避難の場合には、避難経路の渋滞情報も必要である。渋滞情報を収集するためには、プローブ情報、車車間通信（V2V）、路車間通信（V2I）等を複合的に組み合わせ、速やかに情報を処理し、車両に伝える必要がある。車が避難場所・避難ビルの近くにまで到達して渋滞に巻き込まれた場合には、車を捨てて避難することを促す機能も必要である。

②車からのプローブ情報の新たな利活用

民間各社が持つテレマティクスによるプローブ情報を ITS-Japan が取りまとめ世界で初めて通行可能道路の情報を提供したことは本当に意義のあることであった。今後は、災害発生後、速やかに各社が連携して情報提供できる仕組みを構築することで、避難路の通行可能性、啓開活動の要員の配置計画、緊急交通路の設定などに有効に活用できるであろう。

その際の課題として、携帯電話だけに頼った仕組みでは、今回のような通信機能の喪失や輻輳時には機能しないという問題がある。災害時という「いざという時」に役立つ仕組みづくりを考えると、道路管理者のもつ光ファイバー網と ITS スポットを活用して収集されたプローブ情報と民間情報を重ね合わせる多重化という方法が有効な手立てではないだろうか。特に、避難所周辺の情報が重要であることを踏まえ、一般道の情報収集も行政の垣根を越えて実施してもらいたい。また、緊急活動に利用するので一般車が通ってはいけない道路区間等の情報を伝達するには官民の連携が不可欠である。

緊急時の利用だけでは、無駄な投資になるという懸念があるが、プローブ情報に関しては、道路管理者や警察の日常業務の効率化に大きく資するものである。渋滞個所の把握とその情報提供、危険個所の把握と事故を未然に防ぐ交通安全対策の実施などへの活用が期待されている。プローブ情報の道路管理や交通管制への活用方法の研究開発も進めていく必要がある。

3-3 安否確認のための情報通信とは（安否確認）

3-3-1 安否確認のためのトラフィック増大対応（一般通信問題）

安否確認用に公衆 IP 網を通じたパケット通信の利用を促すことが必要であり、そのための方策として、回線交換型通話（電話）に通話時間制限を設ける仕組み等の構築を検討する必要がある。また、通話携帯電話（スマートフォン）等を用いた誰でも利用しやすい安否確認用ソフトや音声をパケット化して IP 網を通じて送信する方法等の普及を図ることが有効と考えられる。また、非常時対応として、通信事業者が通信需要に応じて相互に通信回線を柔軟に融通し合える制度・仕組みづくりを行うことも必要である。

（今回の震災における教訓）

発災直後には、まず安否を声で伝えたいという要望が強くなるため、安否確認の通信需要が急増したが、携帯電話・固定電話をはじめとする回線交換型の通話は殆ど通じなかった。回線交換（電話）は直ちに通信事業者による通話規制がかけられたが、パケット通信は一部を除いて規制されなかったため、安否確認のための限られた連絡手段として有効であった。ただし、パケット通信量が平時の 40～60 倍に急増し、遅着が生じたケースもみられた。こうした状況を踏まえ、安否確認に際して、できるだけ回線交換型の通話ではなく、IP 網を通じたパケット通信の利用を促すことが必要である。

非常時の通信需要の急増に対処するためには、災害時に通信事業者が“競争”から“協調”へと移行する「モード・チェンジ」の考え方を踏まえ、通信事業者が持つ公衆通信網のリソースを全体最適の視点でより効率的に運用できるようにするための制度設計・ルールづくりが必要である。

（具体的な取り組み）

総務省「大規模災害等緊急事態における通信確保の在り方に関する検討会」において具体的な取り組みが検討・提言されている。そこで提言された内容も踏まえ、今回の現地調査を通じて特に取り組みが必要と考えられる事項を以下に示す。

災害時の安否確認に際して、公衆 IP 網を通じたパケット通信の利用を促すための方策として、回線交換型通話（電話）に通話時間制限を設ける仕組みの構築を検討する必要がある。また、通話携帯電話（スマートフォン）等による誰でも利用しやすい安否確認用ソフト、あるいは回線交換型通話の代替手段として音声をパケット化して IP 網を通じて送信する方法等の普及を図ることが有効と考えられる。

また、非常時対応として、通信事業者が通信需要に応じて相互に通信回線を柔軟に融通し合える制度・仕組みづくりを行うことも必要である。

以上の取り組みは、いずれも移動体通信網を用いることが前提となるため、その耐災性の向上を図ることが重要であり、中継局の被災時に大ゾーン基地局化等による運用ができる仕組みを構築しておくことも急務である。ただし、それらの方策を検討するにあたっては、平常時の通信事業者間の公正な競争を阻害しない仕組みとなるよう留意する必要がある。

3-3-2 災害時における携帯電話の位置情報の利活用システムの開発・整備

現在、我が国の携帯電話所有率は約 90%であり、そのうち 90%が GPS 機能付きであることから、全国民の 80%程度の GPS 位置データは入手可能と考えられる。これを活用すれば、迅速な被災者の救助活動に大きく役立つと考えられる。

GPS 機能付き携帯電話による位置特定技術を活用した被災者の救命活動支援のための仕組みの構築が急務である。

(今回の震災における教訓)

2007 年以降、3G 携帯に対して GPS 機能の附与が原則義務化されたことから、今回、多くの被災者が所持する GPS 機能付き携帯電話を介して、通信事業者側では被災者の位置データを把握可能であったが、現状ではこのような位置データを救命活動支援に役立てる制度・仕組みがない。

(具体的な取り組み)

GPS 機能付き携帯電話による位置特定技術を活用することで、逃げ遅れた被災者の迅速な捜索や地域の特性に応じた避難情報の伝達が可能になるなど、避難・救命活動支援に大きく役立つと考えられる。具体的には、GPS 機能の活用や既に実用化されている緊急地震速報を地震以外の災害にも拡大し、携帯端末が避難勧告・指示を受け取った時点で「平時モード」から「災害時モード」に自動的に切り替わり、災害発生の瞬間に位置情報を携帯から自動的にサーバーに発進する仕組みなどの検討が必要である。また、携帯電話と基地局の間の無線を把握し携帯電話の位置を推定する技術など、位置特定データの収集方法を幅広く検討するべきである。このような位置特定データを解析する「モバイル空間統計」を活用した研究や「ペタマイニング」の研究開発を促進するなど、GPS 機能付き携帯電話のログデータの利用の道を切り開き、災害時等の被災者の救命活動支援に活用するための技術開発、制度の整備と実導入の検討を早急に行うべきである。

その際、個人情報保護法の問題をクリアしておく必要がある。アプローチとしては、事前に本人の承諾を得る方法、匿名化・集計化を通じて個人が識別不能なデータにする方法がある。前者は、災害時には当該利用者の位置情報を救急・救援機関や家族などに自動通報することを、事前に利用者本人の了解を得ておく（オプトインしておく）事業を推進し、仕組みを整備することである。後者は、匿名化・集計化を通じて以下の整理を行うものである。

- ・ 「個人情報の保護に関する法律についての経済産業分野を対象とするガイドライン」には、「特定の個人を識別することができない統計情報」は個人情報保護法上の「個人情報」に該当しない旨の記載がある。更には、「個人を識別できない情報についてプライバシー侵害の成立を認めた裁判の判例は存在しない」ことが示されている。
- ・ 災害の救援時に救助者にとっては、「何処にヒトがいるか」という情報が最優先されるものであり、「その人が誰か」という情報の優先順位は低くてもよいと考えられる。

3-4 救助・支援のための緊急交通路の確保（啓開・緊急輸送）

緊急交通路の確保は1日以内で行わなければならない。そのためには、まず緊急交通路としての指定が可能な、災害時にも機能を維持できる緊急輸送道路ネットワークが存在することが大前提となる。

発災後の道路啓開に当たっては、地方整備局、自衛隊、警察、消防などの組織の自立した活動を確保することが必要である。特に、通行可能区間を把握するための官民連携による自動車のプローブ情報活用の仕組みづくりが初動をさらに速くするポイントとなる。

緊急交通路確保のための交通規制の実施に当たっては、規制実施のための資機材の備蓄と要員の確保、および全国からの支援システムが有効に機能したが、大都市圏での災害発生を想定した再点検が必要である。

現場からの声が多かった個々の組織の活動を相互に確認するための情報の共有、道路上のCCTVや情報板などの相互利用の仕組みも検討すべきである。

（今回の震災における教訓）

今回の震災時の緊急交通路の確保においては、三陸沿岸部の国道45号が津波ではほぼ全線で断絶していたため、「くしの歯作戦」によって、内陸部を南北方向に貫く国道4号の復旧を優先し、次いで東西方向の国道の啓開を進めたことから、早期に被災地への交通の確保ができた点は特筆すべきである。結局、国道4号は1日後に機能が回復し、一部で迂回しながらも緊急輸送車両の通行が可能となった。また、東北自動車道、常磐自動車道も1日後に緊急輸送車両の通行が可能となった。津波の被災地へのアクセス道路は順次啓開が続けられ、4日後に15ルートすべてが確保された。

緊急交通路を確保するための交通規制は、震災発生翌日の3月12日の11時から7区間で実施された。首都高速道路三郷線下り（八潮南IC～三郷JCT）、東北自動車道（浦和IC～碓ヶ関IC）、秋田自動車道（北上JCT～北上西IC）、釜石自動車道（花巻JCT～花巻空港IC）、東北縦貫自動車道（八戸線安代JCT～南郷IC）、常磐自動車道（三郷JCT～いわき中央IC）、磐越自動車道（津川IC～いわきJCT）である。

このように直轄国道や高速道路の啓開が非常に早く行われ、関係機関の良好な連携のもと緊急交通路を迅速に確保することができた。

（具体的な取り組み）

緊急通行車両の通行路（緊急交通路）の目的は、救急活動、災害被害の拡大の防止、応急復旧活動を支える動脈を確保することであり、最も重要な活動の一つであるといえる。そのためには、通行できる道路空間を確保する啓開活動及び災害対策基本法76条にもとづく災害時における交通の規制等を行う必要がある。被災者の命を守るという意味では、これらを1日以内に実施する必要がある。

まず、前提条件となるのが、災害発生時に緊急交通路として確保できる緊急輸送道路ネットワーク計画が十分であるかどうかである。既に、ネットワーク計画を立案し、道路の耐震補強、沿道の建築物の耐火・耐震化を進めているところであるが、今回の大震災を踏

まえ、もう一度リスクマネジメントの手法による再検討を行う必要がある。

関係機関のヒアリングで分かった緊急交通路確保のポイントは以下のとおりである。

①啓開活動

啓開活動では、道路啓開の中心となる直轄国道を管理する国土交通省地方整備局や高速道路を管理する NEXCO などの高速道路管理者のみならず、活動を支援する自衛隊、消防、警察の各々が自立した活動を確保することが大切である。

そのためには、その組織の常駐する施設、啓開のための資材、機材、機械の保有、専用の通信ネットワーク、食糧、宿舎など自立して活動できる体制と支援体制が整っていることが必要である。緊急時に他に頼らないと活動できない組織では啓開活動を遂行することもままならないことは阪神淡路大震災の教訓であり、今回の震災で大きく改善された点である。特に、全国的な資材、機材、機械の支援体制、それらの共通の操作に習熟した要員の応援態勢が確保されているということが、今回のような広域災害に対して有効に機能したということは見落としてはならない点であろう。

また、啓開活動には多くの建設機材の投入が必要で、地元建設会社との災害協定を基にした活動が大きく役立った点も重要である。

現場からは、啓開活動の初動において、「どの道路を通ることができるのか」という情報は、活動を迅速に進めていくために非常に重要な情報であり、官民連携による自動車のプローブ情報の活用は是非とも進めていくべきであるという要請があった。特に、生活者に近い所での緊急活動の継続と避難者の生活支援という意味で、一般道への ITS スポットの整備は急務である。

②交通規制の実施

交通規制を速やかに行うためには、事前に緊急交通路の予定路線を指定して、予告標識の設置を行っておくことが好ましい。こういった予定路線は、前述した高速道路などの自動車専用道路ネットワークが候補となる。

交通規制の実施にあたっては、規制表示板の設置、現場への警察官の配備が必要であり、想定される緊急交通路を確保するための資機材の準備と要員の確保は緊急活動を実行するための生命線である。資機材と要員に関わる全国からの支援システムが機能するよう平時からの訓練や確認が不可欠である。大規模な震災では、緊急交通路確保に必要な要員の不足を補うため、道路管理吏員の活用も含めた要員確保策も検討すべきであろう。

③相互連携

啓開活動とその後の緊急交通路の確保に当たっては、自立した緊急活動実施機関の個々の活動が重要であるが、相互間の連携調整も不可欠である。各々が自立した通信ネットワーク、固定カメラからの映像、ヘリからの映像などを持っているが、これらの情報を横断的に見たかったという声や道路情報板などの機器の相互利用に関する意見もあった。情報共有のための仕組みづくりが必要である。

しかし、何にも増して、組織を超えた「アナログ的な人間のつながり」が大切だという

声が多かった。「情報通信技術だけが進化してもダメで、大きな災害で人の命を守るための道を切り開くのは人間であり、人間同士の付き合いを大切にしない限り、災害という難局は乗り越えられない」というのが現場の声である。行政間のコミュニケーションが少なくなった時代だからこそ、アナログ的な人間関係の再構築に大きな意味があるのかもしれない。

④大都市圏での再点検

今回の大地震は、首都圏での高速道路の閉鎖と鉄道の麻痺を引き起こした。結果として、首都圏の道路が全面的に動かなくなるという「グリッドロック」という現象を引き起こした。詳しくは後の章で述べるが、大都市圏の直下型地震が発生した際の道路の啓開に関しては、緊急輸送道路ネットワークの再点検、啓開体制の確認、緊急交通路の規制の実施、緊急輸送車両の事前登録などに関して再度の点検を行うことを強くお願いしておく。

3-5 生活支援・応急復旧のための情報通信技術とインフラ（生活支援・応急復旧）

3-5-1 「自助・共助・公助」の自主防災組織の仕組みづくり

災害時においては、避難・救助活動を行い、食料・水、エネルギー、情報を確保することが重要である。被災地域では市民生活の場が広域に存在しており、災害時にはこれらの活動が困難になるため、復旧に時間がかかると地区が孤立してしまう可能性が高いことから、自助、共助の仕組みの充実が必要である。

このため、地区の自主防災組織による防災・減災活動が、各地区固有の被災状況に迅速に対処する上でもっとも適切なものとなる。今後さらに自主防災組織の役割・機能の強化を図るとともに、平常時からのコミュニティ活動や組織化が大切である。

（今回の震災における教訓）

3年前に岩手・宮城内陸地震で被災した栗原市では、首長の指導により2年前に地域毎の自主防災組織が結成され、今回の震災でも迅速に対応が行われた。ここでは、「自助、共助、公助」のスローガンのもと、自主防災組織内でも役割が組織化され、その地区特性に応じた対応が計られた。“自分たちが自分たちのことをやる”を原則とし、“何とか3日間持てば、その後は誰かが助けに来てくれる”という方式である。また、行政防災無線等も各地区の判断で運用が図られ、情報は市庁舎へ集約されるようになっている。一方で、各市民へは電話が不通であればその組織で「かわら版」を作成してローテクによる情報伝達も行われたようであり、活動を通じてのコミュニティ形成は防災・減災に大きな役割を果たした。

（具体的な取り組み）

今回の震災対応において、栗原市では自主防災組織が有効に機能したことから、そこで教訓（防災行政無線の途絶、交通確保に必要な燃料の不足、電源確保の問題）等を踏まえ、今後さらに自主防災組織の役割・機能の強化を図ることが必要と考えられる。

一方で、市民の安全な避難と生活支援は地方自治の基本的役割であり、「自助、共助、公助」という理念を基本に、市民と自治体間、自治体相互間の連携の仕組みづくりを行う必要がある。そのために、国、県、市町村および地域住民のそれぞれが災害時に対処すべき事項の洗い出し、役割分担を早期に再整理することが必要である。具体的には、各自治体単位での地域防災計画の策定のみならず、地域単位で「いざというときの行動」などの住民説明や学校教育を通じた「防災知識の学習」を行い、最低限（3日程度）の非常食の確保等もしておくなど、日頃からの災害への対応体制を構築するとともに、その推進支援を国が主導的に進めるべきである。



図 自主防災組織の設立(栗原市の例)

3-5-2 自治体と市民との情報共有

発災からの時間の経過とともに変化する市民の情報ニーズに対し、発信側と受信側のミスマッチが生じたことが円滑な支援活動の障害となったケースが多くみられたことから、自治体と市民の間での情報共有、さらに市民相互の自発的な助け合い（自助、共助）を支援するための情報共有の重要性が明らかとなった。そのため、非常時に有効な通信方式や位置情報を活用できる情報共有メディア（SAHANA、Twitter、Google person finder 等）を組み合わせ、時間経過に応じて変化する情報ニーズに対応可能な情報共有の仕組みを構築することが必要である。

（今回の震災における教訓）

被災した市民の情報ニーズ（誰がどのような情報を必要としているか）は、発災後初動時においては避難指示や避難行動に必要な情報、次いで安否確認、その後は家族等に会うための移動手段（交通）、避難所で必要な救援物資、稼動中の病院等のように、時々刻々と変化していく。今回の震災においては、そのように変化する市民の情報ニーズに対し、大量にやり取りされる情報の間で発信側と受信側のミスマッチが生じたことが円滑な支援活動や市民の互助活動の障害となったケースが多くみられた。こうしたミスマッチを情報通信技術の活用により削減することが被災地の支援に大きく寄与すると考えられることから、自治体と市民の間での情報共有、さらに市民相互の自発的な助け合い（自助・共助）を支援するための情報共有の仕組みが必要である。

情報共有手段としては、停電時にも全ての人に情報伝達が可能な手段を用意することが大事である。今回の震災においては、停電時にも車載器や携帯を介して視聴できるワンセグ放送やミニFMが有効であったといわれるが、こうした放送型メディアの伝達内容には地域個別の情報が少なかったという課題も挙げられている。また、自治体による携帯電話エリアメールは、市町村ごとに情報を配信できることから、有効な情報伝達手段として活用された。ただし、自分が対象かどうかわからないという声もあったことから、情報のフィルタリングの仕組みが必要と考えられる。なお、栗原市のように、電源喪失後に区長が自分で印刷した瓦版で災害情報を市民に届けて情報共有を行った事例もあることから、ローテクの重要性も見直されるべきといえよう。

また、普及しつつあるソーシャルメディア等の新たな情報共有メディアも様々な場面で役立ったことが確認されている。具体的には、NTTの171/Web171（安否確認）、Twitter、SAHANA、sinsai.info、all311、google person finder、Amazon/Yahooの被災地向けシステム（在宅の避難者向け）等があるが、以下のような課題も挙げられる。

- ・ SAHANA（日本語版）：
石巻市では、提供情報入力・送信用のタブレット端末を各避難所に配布し、SAHANA（日本語版）を用いて避難所で必要な物資等の情報を収集することができたが、在庫管理との連動が今後の課題としてあげられている。

- Twitter :

情報共有手段として機能したが、全体的内容や局所的内容などのバラツキがあり、情報のプライオリティがつけられない、情報の信頼性、情報発信者の所在がわからない（発信場所の位置が付与されるため、所在地と一致しないことがある）などの課題がある。

(具体的な取り組み)

時間経過に応じて変化する情報のニーズとシーズのマッチングを支援するため、非常時にも有効な通信方式や情報共有メディア等を適切に組み合わせ、自治体と市民間、市民相互間の情報共有の仕組みを構築することが必要である。その仕組みにおいては、安否確認の場合の所在や緊急支援物資を必要としている避難所の場所等の位置データを活用できることが重要であることから、普及しつつあるソーシャルメディア (SAHANA、Twitter、Google person finder 等) を効果的に活用した手法を検討すべきである。また、災害等の非常時には、平常時から運用されている機能やシステムでなければ、結果的に使えない場合が多いことから、平常時と非常時の間の合理的な両立を考えた情報共有の仕組みとすることが重要である。

さらに、今回の震災における通信トラフィックの解析（ペタマイニング技術）を通じ、非常時の時系列的な情報ニーズの変化を把握することも重要な研究テーマと考えられる。

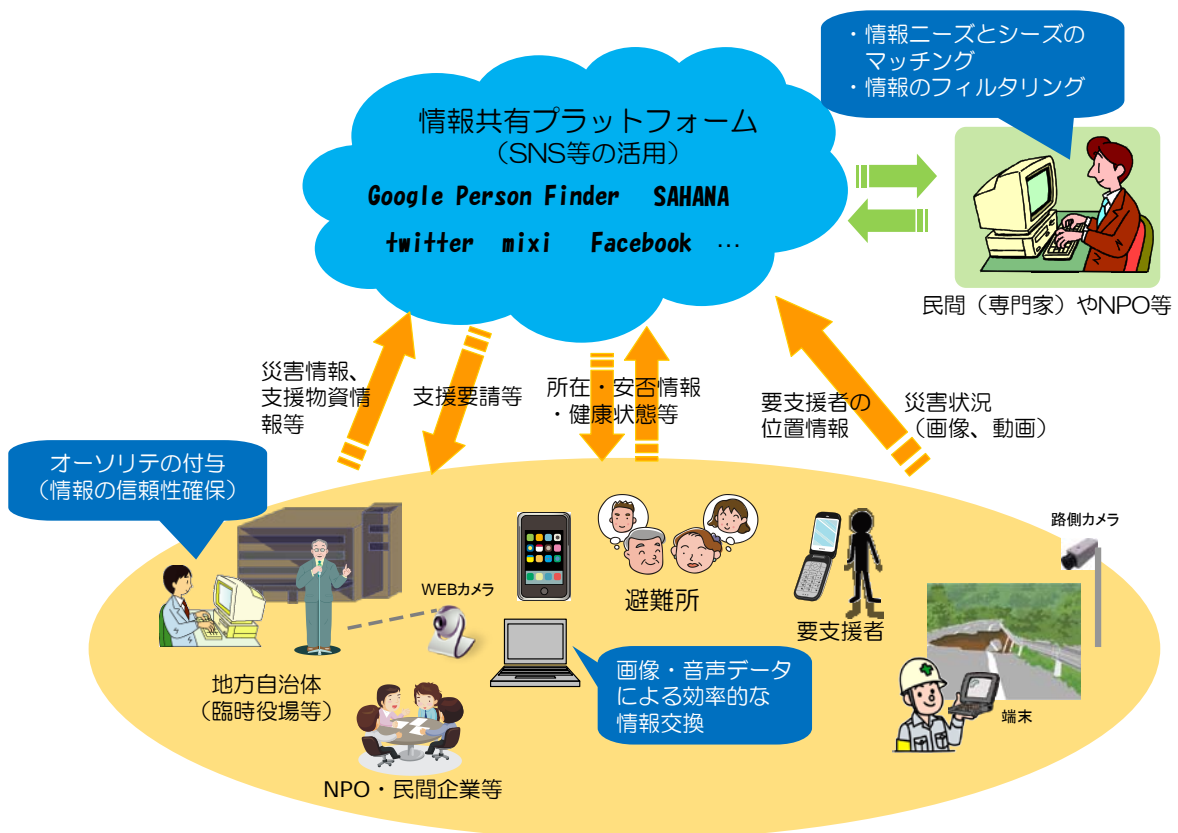


図 自治体と市民の情報共有イメージ

3-5-3 自治体相互間の連携

災害時に自治体相互間で物資、機材、技術、人的資源等の迅速な支援と連携を確保するため、自治体間の相互支援協定の締結を促進することが必要である。また、自治体以外の公的機関やNPO、民間企業等が有機的に支援活動を行える仕組みを整備するため、それら関係機関を含めた相互支援協定のあり方についても検討すべきである。そのような連携協定により、被災地外の自治体が職員を被災地に派遣し、災害支援を行うことを通じて災害対応について学び、以後の災害時等にその経験・ノウハウをフィードバックする等の戦略的な取り組みも重要である。

自治体相互間における情報共有の観点からは、自治体相互間あるいは自治体と関連機関（消防、警察等）との間で非常時の通信回線のプライオリティ確保の枠組みについて整理する必要がある。

（今回の震災における教訓）

災害時には、自治体間の有機的な互助活動、すなわち被災地外の自治体等から被災地に対して物資、機材、技術、人的資源等の多様な支援を迅速に行うことが必要である。特に、被害の大きかった被災地域においては、当該自治体の職員自身も被災し、行政機能が喪失したケースもみられたことから、非常時において自治体およびNPO、民間企業等が迅速かつ自発的に相互支援を行う枠組みを予め整備しておく必要がある。また、そのような被災時の自治体相互間や関係機関間での円滑な連携を支援するため、非常時においてそれらの組織間の情報通信機能をいかにして確保するかが課題として挙げられる。

また今回の震災では津波によって自治体の庁舎が損壊し、住民基本台帳、戸籍、ライフライン情報などが滅失した。このため、復旧に当たってライフラインの埋設管路の位置を確認するための探査を行わなければならなかった自治体が存在する。また、住民基本台帳、地籍図等の滅失は震災後の行政サービスを大きく阻害した。

（具体的な取り組み）

①関係者間の相互支援協定

都道府県、市町村の各自治体レベルでの相互支援協定を締結し、非常時に備えて行政機能に係る情報共有体制および物資、機材、技術、人的資源等の支援体制を構築しておくことが必要である。また、非常時のみならず、平時における観光、産業、人事交流等を含めた包括的な連携協定としておくことで、非常時に際しても迅速な支援へと結びつけることが可能となると考えられる。

また、都道府県あるいは国レベルでは、そうした自治体間の相互支援協定の締結状況を把握し、支援体制の漏れや不均衡があるところについては国としての支援体制やさらなる協定のマッチング推進などの「交通整理」に努めることが望ましい。さらに、自治体レベルに留まらず、高速道路会社、鉄道事業者、通信事業者、建設会社、NPO等を含めた有機的な連携の枠組みを構築しておくことで、防災・減災活動や円滑な復旧支援により大きく寄与すると考えられるため、地域特性に応じて検討を進めるべきである。

自治体相互間の円滑な連携を支えるためには、自治体間および国－自治体－警察－消防等の関係機関間での情報共有を確保することから、災害時におけるこれらの公的機関に対する優先的な通信回線の割り当て等について、通信事業者等との協力を含めた枠組みを検討する必要がある。また、情報の信頼性（オーソリティ）を確保するための仕組み・ルールづくり等も必要である。

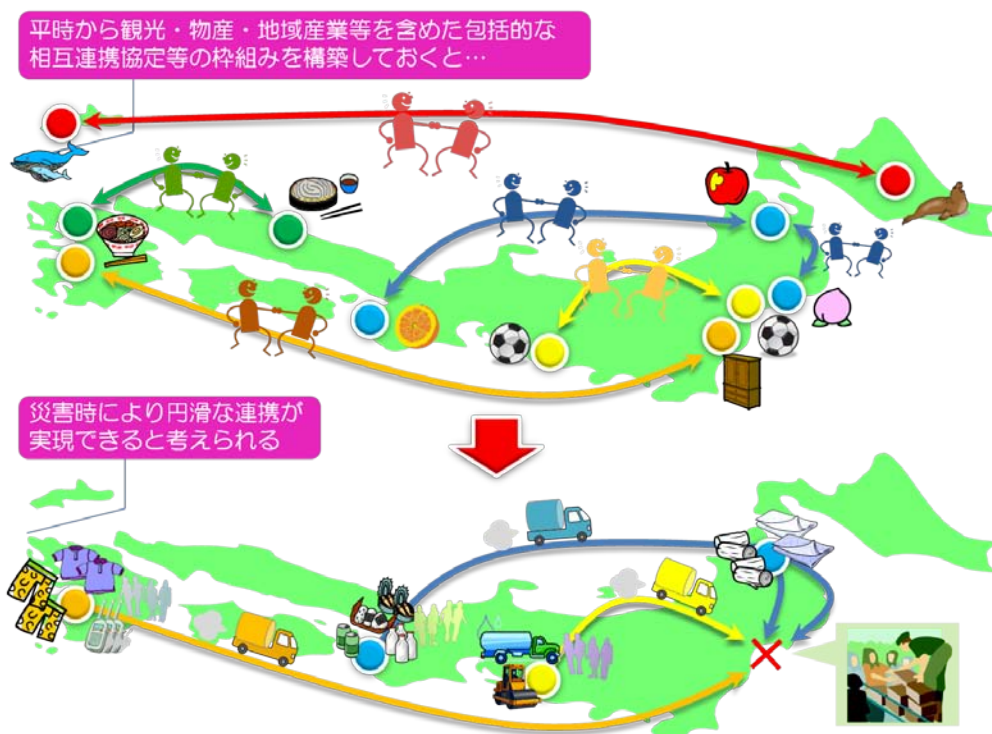


図 自治体相互間の連携のイメージ

②データバックアップの取り組み

行政組織の有するさまざまなデータをバックアップし、災害時にこうしたデータが滅失した際には、速やかにデータを復活し、復旧、行政サービス等に利用できるようにするシステムを構築する。バックアップが必要なデータには、住民基本台帳、戸籍、地籍図などの行政機関が保有するデータに加えて、上下水道、電気、ガス、電話回線などのライフラインの管路ネットワーク情報が含まれる。こうしたデータを扱うにあたっては、プライバシー保護に配慮することはもちろんのこと、セキュリティの確保にも十分な対策をとる必要がある。

③災害時における自治体間での情報共有のためのプラットフォームづくり

自治体間、あるいは国－自治体－警察－消防などの組織間での迅速な情報のやりとりを確保するためには、災害時の優先的な通信回線の割り当て等の仕組みを構築する必要がある。（あるいは、これら全ての組織間を有機的に結ぶ専用線ネットワークの構築が検討でき

ればさらに望ましい。) 発災後のさまざまな情報の集約にあたっては、できるだけ標準的で簡便なフォーマットで入力できることが望まれる。また、情報の多くは空間的な位置と関連していることから、位置の入力を簡便に行えることが必要であり、座標だけではなく、住所、電話番号等を用いたジオコーディングに対応したシステムであることが望まれる。一方で、インターネット上で流布している情報の信頼性を確保するためのルールづくり等が必要と考えられる。

さらに、集約した情報を「絵」あるいは「画像」として掲示するだけでなく、座標を保持した形で利用できるようにしておくことが、情報を活用する上で重要である。今回の大震災では、道路管理者から通行規制区間の情報が提示され、さらにプローブ調査の結果をもとにした「通行可能道路」の情報も提供されたが、これらの情報に道路ネットワークのリンク番号、ノード番号が付与されていれば、カーナビですぐに利用することができたはずである。

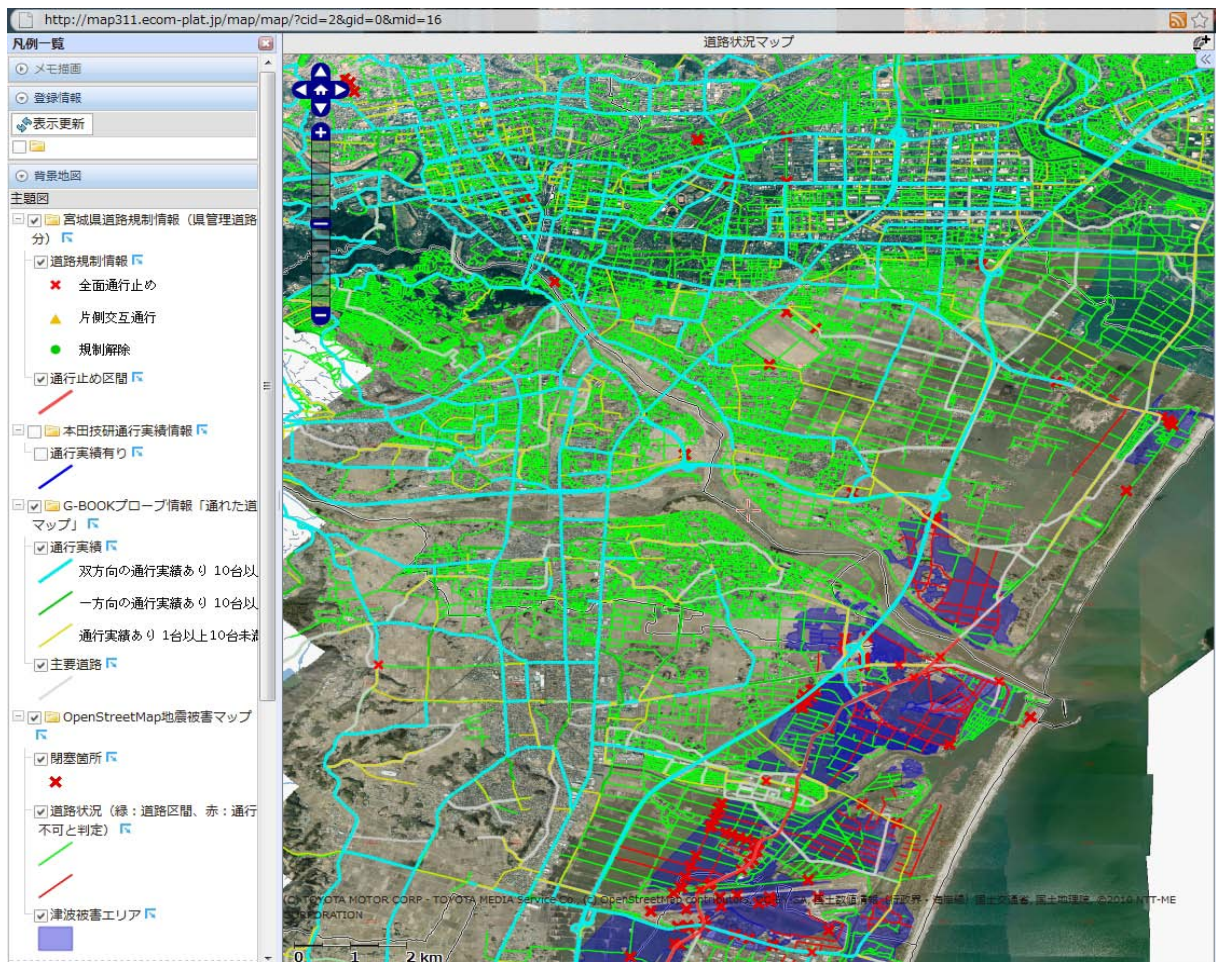


図 発災直後に独立行政法人防災科学技術研究所が立ち上げたサイト all311
さまざまな情報が集約、発信されている(<http://all311.ecom-plat.jp/>)

3-5-4 支援物資のロジスティクス戦略の検討

災害時の物資支援にあたっては、民間事業者（宅配事業者等）やNPO等が持つノウハウを活用することが重要であることから、民間事業者等が平常時の“競争”から非常時の“協調”へとモード・チェンジして参画できる、官民一体の物資支援体制の構築が求められる。

避難所等における支援物資の需要と供給とのマッチングが大きな問題となったことから、ICTを活用した需給調整システムの整備が必要である。一方で、発災直後には被災地からの要請の有無にかかわらず PUSH 型で発送する等の効率的な輸送が必要である。さらに、今回の震災における物資の流動実績を調査し、被災地に必要な物資を戦略的に送り込むための仕組みづくりも必要である。

物資輸送用の大型車の通行可能ルートが把握できないことが原因となり、物流拠点から避難所までの端末輸送が十分に機能しないケースが見られたことから、プローブ情報、道路基盤地図情報、さらには VICS などの路車間通信を活用して大型車の通行可能ルートを把握できる統一的なプラットフォームの構築が必要である。

（今回の震災における教訓）

従来、被災地の受け入れ先を確認してから物資を送ることが原則であったが、発着にタイムラグが生じるため、随時変化する被災地の物資需要に対して支援地からの物資供給がマッチしないという問題が発生した。特に、発災直後の混乱期にあっては、全く記録がない、あるいは手書きのメモのみという状態が数日間続くケースが多かった。その対応に自治体職員の貴重な労力が奪われた一方で、ロジスティクスの専門家である宅配事業者、経験豊富なNPO等が保有する災害時の物流支援能力をうまく活かせなかった。

支援物資の受け渡し場所・待機場所としては、道の駅やIC周辺が有効に機能した。しかし、これらの物資拠点には物資が大量に届いているにもかかわらず、避難所までの端末輸送が十分に機能せず、物資が被災者に届かないケースが見られた。その要因の一つとして、物資輸送用の大型車の通行可能ルートが把握できなかったことが挙げられる。また、道の駅やIC周辺等の物流拠点で携帯が繋がらず、物資の受け渡しに支障が生じたケースが多発した。

（具体的な取り組み）

①緊急物資の輸送における民間事業者等の参加の仕組みづくり

物資輸送（支援物資の選定、仕分け、ピッキング、在庫管理等）の効率化のために、ロジスティクスに高い能力を有する宅配事業者やNPO等のノウハウをなるべく早く投入することが重要である。そのため、普段はビジネス上“競争”している民間事業者が、非常時には“協調”へとモード・チェンジして、行政との連携による支援物資の効率的な輸送・仕分け・配送等が行える仕組みを予め構築しておくべきである。具体的には、1) 支援物資の要請・搬出・搬入等のフォーマットを共通化する、2) 自治体職員が初動時に対応できるようにマニュアルを整備するなどが考えられる。特に、物流拠点から個々の避難所への端

末輸送において、民間事業者（宅配・流通・コンビニ等）や NPO の参画が有効と考えられる。

②支援物資の需要と供給のマッチングの仕組みづくり

避難所等における支援物資の需要と供給をリアルタイムにマッチングする方策として、ICT を活用した需給調整・在庫管理システムの整備を早急に行う必要がある。発災直後には自治体職員による対応が可能なシステムであることが求められるため、専門家や自治体を交えて検討を行うことが重要である。

一方で、避難所等で当面必要となる人数分の基本的な生活物資を揃えてパッケージ化し、被災地からの要請の有無にかかわらず PUSH 型で発送する等の効率的な輸送が必要である。

③プローブ情報を活用した大型車通行可能ルートの把握と情報提供

物資輸送用の大型車の通行可能ルートを把握するための方策として、物資輸送用の大型車や緊急車両などを対象に、ITS 車載器などの GPS と通信機能を備えた車載器の普及を促進する。それらの車両の車両情報を事前に車載機に登録しておくことで、ITS スポットを通過した時に取得されるプローブ情報と道路の幅員等が分かる道路基盤地図情報とを統一プラットフォーム上で融合し、どの道をどのくらいの大きさの車両が通行可能かを把握できるようにすることが望まれる。

把握した通行可能ルートは、隣県も踏めた広域を対象として情報提供できるよう、道路交通情報センターによる配信、VICS による配信など様々なメディアでの情報提供を行うべきである。平常時からプローブ情報収集と提供の仕組みを構築・運用しておけば、非常時の状況把握にも大きく役立つものと考えられる。

④防災拠点での給油設備や情報設備の強化

さらに、今回の震災において物流拠点として機能した道の駅や IC 周辺などの場所では、非常時に携帯電話などの通信回線の優先的割り当てや通信車の優先的配置等の対応を行うことが重要である。物流拠点としては、河川防災ステーションや港湾事務所なども考えられるため、今後それらの箇所における給油設備や通信設備などの一層の強化、および緊急用物資の備蓄の充実等を推進し、インフラの災害対応能力の底上げを行うべきである。日頃から高速道路会社と地元自治体、通信キャリアなどが包括協定を結んでおけば、これらの緊急支援を円滑に行えると期待できる。

以上の取り組みにあたっては、災害発生から時々刻々と変化する支援物資に対する被災地のニーズ、支援物資の輸送の実態について詳細な調査・研究が必要である。これについては、東北大学ロジスティクス調査団（代表：東北大学桑原教授）により、今回の震災における支援物資のロジスティクスの実態等について調査が進められているところであり、その調査結果等も踏まえ、被災地に必要な物資を戦略的に送り込むための仕組みを構築することが必要である。

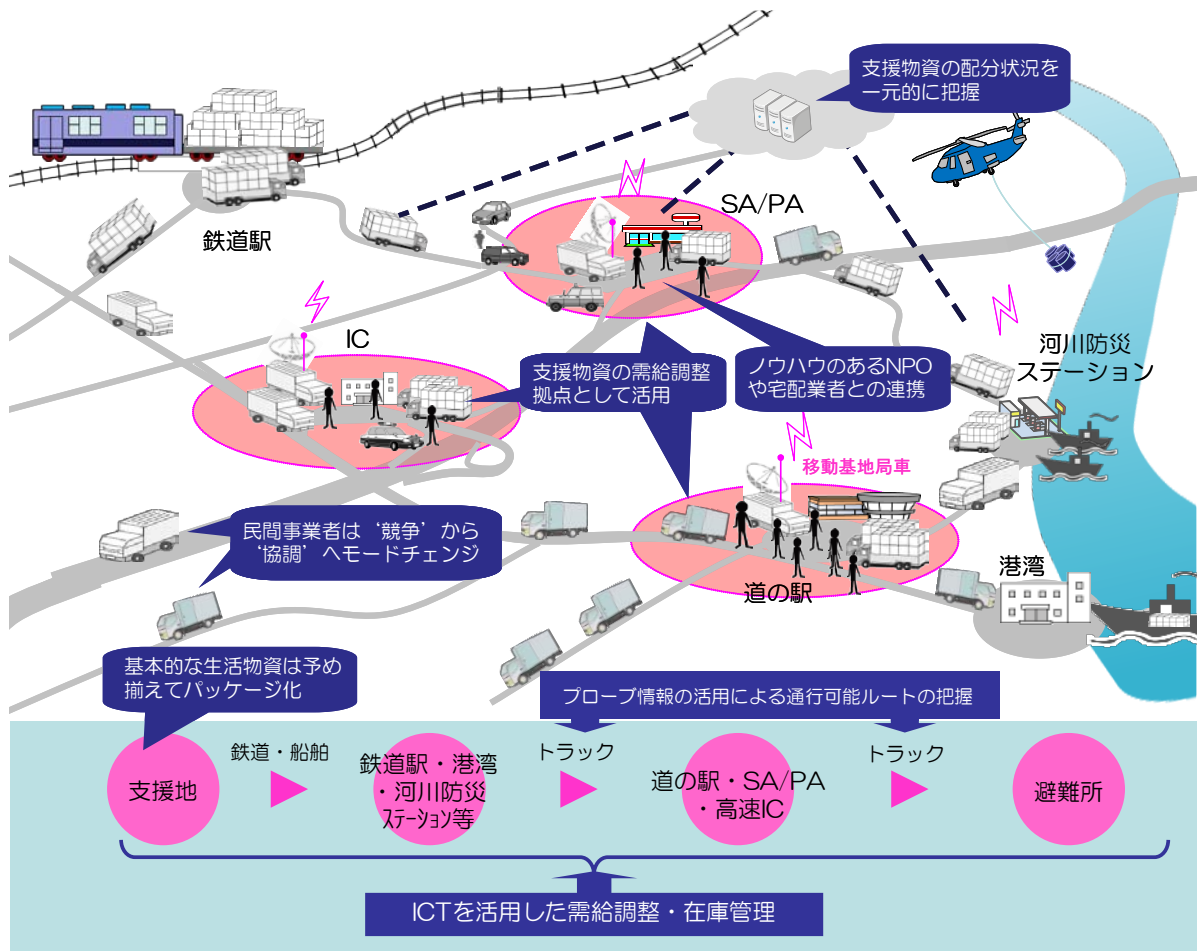


図 支援物資ロジスティクスのあり方のイメージ

3-6 復興のための情報通信技術とインフラ（復興）

3-6-1 がれき処理の円滑化と環境保全

東日本大震災における大津波は家屋やインフラ構造物を壊滅させ、その被害は広域に渡っており、がれきの量は 2500 万トン以上と試算されている。がれき処理には全国レベルでの対応が必要だが、マニフェスト制度をより確実に遂行し、がれき処理を効率的に遂行するためにも、ICT 技術を適切に利用することが望まれる。

（今回の震災における教訓）

環境省の推計では、倒壊建物のがれきの量は岩手、宮城、福島 の 3 県だけで計 2,200 万トン（6 月 28 日環境省資料）と、阪神大震災の 1.7 倍を超えている。津波によって被害を受け使用不能となった焼却場、最終処分場も多く、被災自治体だけですべてのがれきを処分するのは困難な状況にある。一方、地域のゴミは地域で処理するという「排出者責任」のルールにより、通常は県をまたぐがれきの移送は不可能で、県内処理が定められている。一般のゴミの処理は市町村、産業廃棄物の処理は県が担当している。

被災地のがれきは津波によるもので、多くは木材だが、畳、タイヤ、鉄くず、コンクリート、土砂なども混在している。コンクリートくずは復興用の建設資材、木くずは再生建材やボイラー燃料などとして有効活用することが検討されている。

環境省は、東日本大震災で生じた倒壊家屋などがれき処分を 3 年間で完了するとの工程表を盛り込んだ処理指針をまとめている。2012 年 3 月末までにがれきをすべて撤去して仮置き場に移し、2014 年 3 月末までに埋め立てなどの最終処分を終えるとしているが、仮置き場への搬入量は総がれき量の 30% 程度でしかない。



図 陸前高田地区のがれき

がれきの処理には全国レベルの『広域連携』が欠かせないため、政府でも具体的なマッチング作業を支援している。しかし、がれき処理は自治体事務のため、搬出する自治体が受け入れる自治体と事務委託契約を結ぶ必要がある。

廃棄物にはマニフェスト制度があり、マニフェスト伝票を用いて廃棄物処理の流れを確認し、不法投棄などを未然に防ぐ必要がある。また、産業廃棄物処理業の許可を持つ処理業者に処理を委託することができる。この場合、排出事業者は、その産業廃棄物が適正に処理されたことを最後まで確認する必要がある（法第 12 条第 5 項による）。

(具体的な取り組み)

①がれき処理のトータルシステム、マニフェスト管理の効率化

がれき処理においては、マニフェスト制度により各ステップで書類が必要となる。安全かつ効率的な廃棄物管理を推進するために電子マニフェストの導入の支援が行われていたが、末端に至るまでのすべての業者がシステムに対応している必要があるため、収集・運搬及び処分業者に中小企業が多い現状では浸透していない。がれき処理は復興の基盤であり、問題を最小限に抑え、トレーサビリティを強化し、予定期間内にがれき処理を推進するためには、地元企業や中小企業が利用しやすい、簡易で安価なシステムの開発、利用者の購入支援、普及指導が望まれる。

②ITS を活用したがれき輸送車両、建設車両の管理

今回の震災で発生したがれきの処理には、被災地及びそれ以外の多くの地域において多数の建設車両が利用されている。これらのダンプトラック等の走行速度、走行情報（加減速度・走行ルート）、運搬物情報（マニフェスト情報等）のデータ収集や照合に ITS 車載器などを活用した簡易なシステムの構築が望まれる。

期待される効果は、危険な走行の履歴をもとにしてドライバーに安全運転を促すことから、搬出工事における交通事故の削減にまで及ぶ。さらに、ITS 車載器を活用することでプローブ情報を得ることが可能となるため、被災地の復興車両による交通渋滞対策の立案に資する貴重なデータを得ることができ、「復興交通渋滞の解消」やがれき処理の円滑化も期待できる。また、平時においてもこれらのシステムの建設事業への展開も十分可能であり、情報収集の方策や既存システムの改良に関する研究、導入効果の実証試験などが求められる。

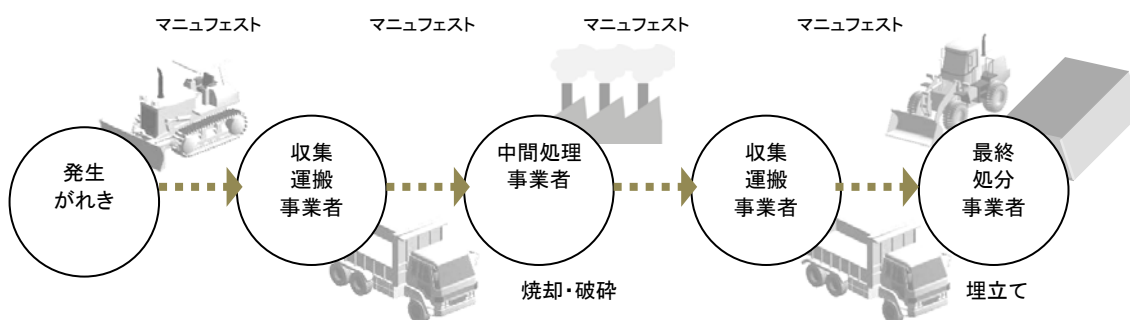


図 マニフェストのIT化促進

参考資料 がれき処理進捗状況

(環境省公表資料) 沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況

平成23年6月28日

県	市町村	県への 事務委託 ^{注1)}	がれき推計量 ^{注2)} (千t)	仮置場への搬入状況			がれき推計 量に対する 搬入済量の 割合(%)	居住地近傍 にある災害 廃棄物の搬 入状況 ^{注4)}
				仮置場 設置数	仮置場面積 (ha)	搬入済量 ^{注3)} (千t)		
岩手県	洋野町		* 20	1	3.0	20	100%	◎
	久慈市		* 74	4	5.0	74	100%	◎
	野田村	有	111	8	6.0	109	98%	◎
	普代村		* 10	2	2.0	10	100%	◎
	田野畑村	有	* 144	3	4.0	144	100%	◎
	岩泉町	有	* 29	1	4.0	29	100%	◎
	宮古市	有	* 860	11	26.0	360	42%	◎
	山田町	有	553	13	15.0	439	79%	○
	大槌町	有	* 276	17	27.0	143	52%	○
	釜石市		762	11	19.0	199	26%	○
	大船渡市		756	19	24.0	334	44%	○
	陸前高田市	有	865	14	88.0	234	27%	○
	計		4,460	104	223	2,095	47%	
	宮城県	仙台市		1,352	11	110.0	245	18%
石巻市		有	6,163	24	100.8	847	14%	○
塩釜市		有	* 101	3	5.1	66	65%	○
気仙沼市		有	1,367	17	27.5	608	44%	○
名取市		有	526	4	12.3	480	91%	○
多賀城市		有	612	12	15.0	142	23%	◎
岩沼市		有	520	10	17.1	229	44%	◎
東松島市		有	1,657	6	71.8	342	21%	○
亘理町		有	812	4	41.8	577	71%	○
山元町		有	533	22	31.3	322	60%	○
松島町		有	* 20	4	3.8	11.8	59%	◎
七ヶ浜町		有	333	1	4.2	140	42%	◎
利府町			* 5	4	1.4	3	60%	◎
女川町		有	444	5	6.1	144	32%	◎
南三陸町		有	645	24	17.4	233.2	36%	○
計			15,090	151	465.5	4,390	29%	
福島県	いわき市		* 880	16	20.0	261	30%	○
	相馬市		* 217	1	9.4	72	33%	○
	南相馬市		640	5	24.6	146	23%	○
	新地町		167	8	11.0	44	26%	○
	広野町		25	1	0.4	0.2	1%	
	楡葉町		58	—	—	—	—	—
	富岡町		49	—	—	—	—	—
	大熊町		37	—	—	—	—	—
	双葉町		60	—	—	—	—	—
	浪江町		147	—	—	—	—	—
計		2,280	31	65.3	523	23%		
合 計		21,830	286	754	7,008	32%		

注1) 県への事務委託: 地方自治法第252条の14第1項の規定に基づく事務の委託を行っている場合は「有」と記載。

注2) がれき推計量: 衛星画像を用いて浸水区域を特定し、これをもとに、環境省において津波により倒壊した家屋等のがれき量を推計したもの。なお、がれきの仮置場への搬入が概ね終了している市町村については、搬入済量を基にして推計したがれき量を計上(該当の市町村には*印)。

注3) 搬入済量: 平成23年6月27日現在で県を通じて把握がなされた仮置場への搬入済量を集計したもの。

注4) 居住地近傍にある災害廃棄物の搬入状況: 巡回訪問により把握した(フォローアップ調査含む)現在住民が生活を営んでいる場所の近傍にある災害廃棄物の仮置場への搬入状況を表したもの。

◎: 既にほぼ完了している。 ○: 平成23年8月末までを目途に完了する見込み。

3-6-2 復興輸送車両の管理

被災地の復興事業が本格化するのに併せて、がれき処理、住宅建設等の復興のための交通需要が大幅に増加することが予想される。これに対しては、がれき処理や復興事業の規模から予測される交通量をさばくための復興物資輸送ルートを確認することが大切である。また、がれき処理の迅速化のための様々な対策を導入しなければならない。良好な市民生活環境の保全と復興を両立させるため、復興車両の管理のための新しい仕組みを検討し、早期に導入すべきである。

(今回の震災における教訓)

今回の大震災では、津波によって多くのがれきが発生した。しかし、埋め立て地の確保などの問題があるため、現在でもがれきが仮置き場に積み上げられている状況である。

阪神淡路大震災の経験から、被災地の復興事業が本格化するのに併せて、がれき処理、住宅建設等の復興のための交通需要が大幅に増加することが懸念される。一方で生活関連物資の輸送の確保も大切であり、阪神淡路大震災の場合には、「復興物資輸送ルート」、「生活・復興関連物資輸送ルート」を道路交通法に基づいて設定している（『阪神・淡路大震災警察活動の記録 都市直下型地震との闘い』兵庫県警察本部, p101-103, 109）。

(具体的な取り組み)

①復興物資輸送ルートの確保

がれき処理や住宅建設などの復興のための車両は急激に増大していく。そういった交通と生活関連の交通を分離することは、市民生活の確保という観点からみて大切である。これまでの震災の経験から、復興交通の需要を予測し、復興物資の輸送ルートを確認することが早急に必要である。

②がれきの処理の迅速化

がれきの処理に関しては、仮置き場の確保、がれき搬入車両の交通渋滞対策、埋立地の確保、廃棄物の適正な処理場の確保が大切である。具体的には、解体現場における分別を徹底するとともに、仮設中間処理施設（選別機、破碎機、焼却炉等）を整備して、処理の迅速化を図ることが大切である。被災地域が臨海部であることから、海上輸送ルートを確認し、陸上の交通渋滞の緩和に努めるという視点も大事である。

③復興物資輸送車両や震災廃棄物輸送車両の管理

全国から復興物資輸送車両やがれきなどの震災廃棄物輸送車両が被災地に集まることが予想される。こういった車両が適正な輸送ルートを走っているかどうかを管理することは、市民の良好な生活環境の保全と迅速な復興の両立のために不可欠である。そのためには、車両の特定や荷の確認を円滑かつ効率的に行うことが大切である。ITS 車載器などの車両認識技術をうまく利用することで、車両の管理等をスムーズに行うことができるようになることが必要である。特に、廃棄物の適正処理に当たっては、廃棄物の不法投棄などを防ぐという視点が大切であり、廃棄物管理票（マニフェスト）の電子化と ITS を活用した車両認識技術を組み合わせた車両管理システムの構築を急ぐべきであろう。

3-6-3 公共交通の復興支援、災害に強い新たな交通システムの整備

被災地区の人々の生活や経済活動を支える移動手段である公共交通を発災後速やかに確保することが必要である。鉄道施設の本格的な復旧が行われるまで、また鉄道網を補完する、我が国の最先端の情報通信技術を活用した、廉価で電力を要しない災害に強い交通システムの導入が望まれる。

(今回の震災における教訓)

土木学会・第一次総合調査団によれば、交通システムの幹線部分は、耐震設計や早期地震検知システムなどが有効に機能したため比較的軽微な被害にとどまったが、津波による被害の甚大な沿岸部では道路も鉄道も復旧に時間を要するものと思われる。

そのため、被災地では瓦礫処理や新たな交通施設整備など、今後のまちづくりに関わる計画策定を急ぎ、その計画に沿った交通機能の回復が不可欠である。しかし、エネルギー供給システムの復旧には広域的な取り組みが必要であり、時間を要するものと考えられる。

一方、バスは震災の影響で利用者が激減したことや資金的な面で復旧が困難であることなどを理由に、多くの路線の廃止が検討されている。

また、各地の鉄道路線は大打撃を受け、地震発生以降機能が停止した。着実に復旧が進んでいるものの多くの路線は2011年6月現在でも不通のままである。

このような状況の中、各自治体において公共交通の再整備の検討が行われており、トータルコストが安く、早く整備ができる災害に強い公共交通の確保が望まれている。例えば、石巻市では市街地で渋滞が起きて物資の輸送に支障を来したため、自動車のみには頼らない交通体系が検討されている。



図 鉄道軌道の盛土

(具体的な取り組み)

①最先端技術を利用した災害に強い公共交通システム

復興シンボル事業として、鉄道が本格復旧するまでの間、高度な情報通信（車車間通信）と制御技術（ACC）を活用した新しい公共交通システム BRT（Bus Rapid Transit）の先駆的導入が望まれる。

このシステムは軌道系交通システムとは異なり、大きな電力や受変電設備を必要とせず、防災性の高い交通システムとして、また被災地での補完的な交通システムとして適している。そのため、技術向上に向けた早期の研究着手と事業性の検討が望まれる。

この BRT と呼ばれる公共バスシステムは、ヨーロッパやオーストラリアなどですでに実績があり、地域の活性化に大きな役割を果たしている。BRT システムは以下の様な特徴を



図 オーストラリアアデレード公共交通（自動走行）

有しているが、災害への対処が容易な公共交通システムとして期待されている。

- ・ バスに近い仕様のため、鉄道の様な電力や受変電設備を必要としない
- ・ 環境への負荷の少ない駆動システムを有し、環境に優しい交通システムである
- ・ タイヤ走行のため、軌道や大規模な車庫を必要としない
- ・ 道路や走行路の被災状況によって迂回するなどの対応をとることができる
- ・ 地形や土地利用に応じた計画や需要に応じた弾力的な運行が図れること

導入空間としては、がれきを利用して構築した、防潮機能を有した専用走行路、あるいは鉄道の廃線敷、海岸線に新たに整備された道路などが想定される。

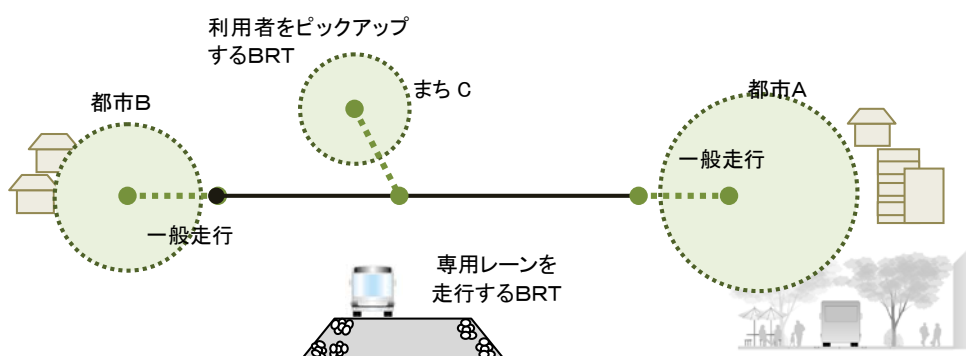


図 交通システム BRT の導入イメージ

②最先端技術を利用した環境配慮型交通システム

路線の高低差から生まれる「位置エネルギー」を利用して走行する「エコライド」は、高低差を有効に利用する公共交通システムである。位置エネルギーを活用して滑走するため、車両側には駆動モーターやブレーキを持たず、車両重量を大幅に軽量できる「究極の省エネ交通システム」と呼ばれている。車両が軽量化できるため、基礎構造（基礎・支柱・走路等）が比較的安価に仕上がること、斜面や曲線区間での設置が可能であることなどから今後の復興に際して導入を検討すべき交通システムの一つである。



図 開発中の「エコライド」システム（東京大学須田研究室資料）

3-7 大都市部で今後検討すべき事項

3-7-1 帰宅困難者対策

大都市圏で大震災が発生した場合に確実に発生する帰宅困難者向けの対策としては、①家族で安否確認（安否、居場所、移動先）を速やかに実施できるシステムを構築し、②できる限りオフィスの備蓄で対応しつつ、外出中の発災などどうしても移動が生じる場合には、帰宅可能圏にいる人（20 km、4 時間を限度に日没までに帰れる人など）には自宅まで、帰宅可能圏にいない人には最寄りの避難所までの経路と休憩所案内を配信するとともに、③鉄道・道路の状況が改善されて帰宅可能となる人にはその情報を配信するシステムを整備することが求められる。

また、なるべく速やかに鉄道・道路のサービスが再開できるよう、ICT を活用した安全確認手法の効率化に努めるべきである。

（今回の震災における教訓）

大震災直後、鉄道の不通、道路の閉鎖や大渋滞により、警視庁によると都内では11万人を超える帰宅困難者が発生した。一般には20 kmが徒歩での帰宅限界距離と言われている。

徒歩にて帰宅することにした帰宅困難者にとって、トイレや水分補給ができる場所を把握することはとても重要であった。東京都内の小中学校は避難場所としてよく機能した。まず普段からの備えとして、会社に運動靴、スニーカーなど歩きやすい靴を常備しておくことが肝要である。

安否確認を音声通話で行うのは困難であったが、パケット通信であれば比較的容易に通信が可能な状態であった。JRの都心部の主要路線は、安全確認ができるまで駅を締め切ってしまったため、駅周辺に大量の帰宅困難者が滞留するという現象が発生した。

また、踏切において、停電時には遮断機が自動的に下りる制御をしているため、踏切が閉まりっ放しになり、大きく迂回しないと線路を越えられない状況が続いた。大通りに出ると、そこには駅員がいて、手動で踏切を上げて道路を開いていた。

（具体的な取り組み）

安否確認用のシステムとして、事前に登録しておいた家族などへのパケット通信を優先的に確保し、使用時は即時に相手に配信されるようなシステムを構築する。メールの取り扱いが困難な利用者（高齢者など）に限って、可能な範囲で通話が繋がるようにすることを検討してもよい。

緊急時に休憩スペース（トイレが使える、水分補給ができる）となりうる場所、および避難場所を事前に登録するシステムを構築する。コンビニエンスストア、駅などは重要な休憩スペースとなり得る場所である。

個々のICTユーザには、オフィスの位置と自宅の位置を事前に登録するよう勧める。GPSと上記のデータを比較し、帰宅が可能と思われる人（20 km、4 時間を限度に日没までに帰れる人など）に対しては、帰宅経路、休憩所位置などを案内し、また帰宅が困難なことが明らか人には、最寄りの避難場所への経路案内を送る（帰宅可能性判断システム）。後者の

場合、個々人に経路を知らせる必要はなく、代表的な人を無作為に選び、あとはその人に口伝などで情報を伝えてもらえば十分である。

なお、上記のシステムは大都市でなくとも地方部でも同じように使用可能であることが望ましい。鉄道事業者、道路管理者は、歩行者が滞留可能な場所、通行可能な場所をできるだけ早くしかも数多く供給できるよう、ICT を利用するなどして安全確認などのプロセスを効率化すべきである。

3-7-2 グリッドロックの発生予防と緊急交通路の確保

道路ネットワークでのグリッドロックの発生は、緊急車両の通行を妨げ救助・消火活動にも深刻な影響を与える。発災後の車両発生を抑制し、都心・被災エリアへの流入抑制・流出促進を行うための交通制御・交通管理手法を確立する必要がある。グリッドロックの影響を把握し、対策を立案する上で、交通シミュレーション技術の活用が有効である。

(今回の震災における教訓)

東京圏ではインフラの物理的な損害はほとんどなかったにもかかわらず、鉄道が止まり唯一残された交通手段である道路を利用して多くの人々が帰宅しようとしたため、多くの車両が道路上に滞留してほとんど動かなくなるグリッドロックの状態が発生した。

グリッドロックが起こると緊急車両もほぼ走行不能となるため、実際に地震による人的・物的な被害が発生していれば、救助・消火活動の遅れなど非常に深刻な問題につながった可能性が高い。

具体的なグリッドロック発生の要因としては、首都高閉鎖による一般街路への流出、鉄道の運行停止による通常使われていない車両の稼働、近県からの送迎車両の流入、大量の歩行者による車道の閉塞・右左折容量低下、踏切の遮断による長距離の迂回などが考えられるが、明確な原因はまだ分かっておらず、今後このメカニズムの解明が急務である。

(具体的な取り組み)

グリッドロックはいったん発生すると連鎖的に機能不全エリアが拡大し、解消が非常に困難であるため、可能な限りこれを発生前に抑制する必要がある。そのメカニズムの解明と発生抑制のための交通制御・交通マネジメント手法の研究開発が急務であるといえよう。現在考えられる対策は以下になる。

- ・ 安否確認などに用いる情報通信インフラの耐災性を強化し、鉄道が回復するまでの不要不急の移動を抑制する。
- ・ 発災後の新たな交通の発生を抑制する。特に、駐車されていた車両の稼働と近県からの流入は厳しく制限する。
- ・ 走行中の車両について、都心または被災エリアからの流出を促進し、流入を抑制する。エリア内の流動性を監視し、信号等によるエリア流入制御を実施する。首都高からの流出も（安全が確保されている限りにおいて）ランプ流出制御等を検討する。
- ・ 上記を可能にするため、交通シミュレーション等を利用したグリッドロック発生メカニズムの解明および交通制御方策の策定手法を確立する。

3-7-3 駐車場への誘導

大都市圏で大震災が発生した場合、道路上を走行している車には速やかに緊急交通路として道を開けてもらわねばならない。しかし、車を路肩に止めて避難するという従来の方法には限界があり、従来は一般利用を認めていない駐車場や、そもそも駐車場として利用されていない場所を、緊急時に一時的に駐車場として利用することを認め、それらの場所を ICT を通じてドライバーに知らせるシステムを構築することが望まれる。

(今回の震災における教訓)

大震災の発災直後、本来であれば車を置いて逃げれば助かったであろう人々が車から離れようとせず、結果的に被害に遭ってしまったケースが多く見受けられた。そのため、首都圏において「大地震発生時には、車を運転している人は車を路肩に寄せ、キーを付けた状態で逃げる」とする現行のルールには限界があると言わざるを得ない。

これが適切に実施されないと、路上に車があふれ、警察の定める「緊急交通路」が機能しなくなり、そのために救助・救援活動に支障が出るのが容易に想像される。

以上から、大都市圏においては、発災後直ちに車を近くの駐車場まで案内し、鍵のかかった状態で駐車してもらい、避難を促す方が極めて現実的であるということが出来る。一方で、従来の駐車場だけでは走行中の車をすべて受け入れるには容量が圧倒的に不足しているため、工夫を要する。

(具体的な取り組み)

緊急時に一時的な一般の駐車を認める「緊急時一時駐車場」を十分量確保する。具体的には、従来は一般の利用を認めていない駐車場や、駐車場としては利用されていないが車両を止められるスペース（緊急交通路以外の道路の一部など）などを「緊急時一時駐車場」に指定し、緊急時に駐車場として利用できるようにするとともに、案内システムの構築を図る。また、必要に応じてそのための法整備などを行う。

さらに、駐車場となる施設の調査が早急に求められる（例えば、銀行、大会社、工場、開発用地、大規模商業施設、行政保有地など）

それらの駐車場の位置と駐車容量をデータ化し、緊急時にはカーナビや携帯電話などの端末を通じて車を誘導するシステムを構築する。災害避難道路のナビや地図への掲載、緊急避難駐車場の位置、災害協定に基づく啓開道路に関する情報提供や共有化に関する検討が必要と考えられる。

リスクマネジメントの観点から、地震発生後の利用車の処理方法、駐車場、PA の利用について、首都高及び首都高施設の活用の具体的な方策を検討することが早急に望まれる。

おわりに

今回の調査で津波によって大きな被害を受けた自治体の担当の方から、「地震が起きたあと、県庁から『大津波』という三文字を丸で囲んだだけのファックスが届いた。それだけで伝えたいことはわかったので、大急ぎで避難を呼びかけた」というお話をうかがった。津波に対処した方々の必死の思いと切迫感、そして使命感をひしひしと感じた瞬間である。

しかしながら、今回の大震災では、避難にせよ救助にせよ従来の情報の伝達手段が大きな被害を受け、さらには停電と自家発電機用の燃料の不足も重なり、情報伝達は十全に行えなかった。自家発電機の準備までは行われていたが、燃料不足には対処できなかったのである。これに加えて、私たちが普段あたり前のように使っている携帯電話やスマートフォンが災害時には十分に機能せず、安否の確認、必要な情報の入手にもどかしい思いをさせられたことも記憶に新しい。また7月8日の時点で、5,200名の方が依然として行方不明の状態にある。携帯端末の有するGPS機能を有効に利用できれば、救助活動を円滑に行なえたのではないかという思いも募る。

被災地では情報の不足と情報発信手段の確保に悩む一方で、インターネット上には大震災に関わる歴大な情報があふれ、一個人がそのすべてを閲覧することは不可能なほどであった。しかし、IT関連企業と研究機関そしてボランティアの方々の活躍によって、被災した自治体のミラーサイトが立ち上げられたほか、どの避難所に誰が避難しているかを検索できるサイト（グーグル・パーソン・ファインダー）やさまざまな情報を集約したサイト（all311、sinsai.info など）も開設され、有効に機能した。さらには、車メーカーが協力してプローブデータを処理して「車の通れる道」の情報を提供するというこれまでなかった試みも実施された。これらの事例は、情報通信技術の新たな利用の方向を示していると思えることができる。ただし、自動車への情報提供の面では、カーナビに広く使われているVICS（道路交通情報通信システム）が発災後に有効に機能しなくなり、課題を残した。

情報通信技術のもつ脆さと強さが同時に明らかになったのが、今回の大震災である。脆さを克服し、災害時にも確実に、しかも迅速に情報通信を行うことができるようにすることは団員一同の願いである。

災害時には、災害対策に関わる各機関が情報を共有し、活動を行い、被災した人びとには情報を伝えるとともに情報発信のための手段を確保する必要があるという基本的な認識のもとに、団員の間で議論を重ね、情報通信技術を活用した耐災施策に関する緊急提言として整理した。災害時の情報通信には、国、地方自治体、各種の交通事業者、企業、そして住民が関与し、それぞれが必要とする情報は発災からの時間の経過とともに変わっていく。通信手段を確保するとともに、こうした通信ニーズの変化に対応することもまた重要な課題である。本緊急提言がこれらの課題に十分に答えたものとはいえないが、関係各位との議論を通じてさらに完成度を高めていく考えである。ご指導・ご鞭撻をお願いする所である。

なお、本総合調査団の活動は、土木学会東日本大震災特別委員会の特定テーマ委員会のひとつに引き継がれ、フォローアップが行われることとなっている。

土木学会・第三次総合調査団 副団長
山田 晴利
(東京大学、交通事故総合分析センター)

調査団の構成

団長 川嶋弘尚（慶応大学名誉教授）
副団長 山田晴利（東京大学空間情報科学研究センター特任教授、ITARDA）
全 炳東（千葉大学統合メディア基盤センター教授）
幹事長 牧野浩志（東京大学生産技術研究所 ITS 研究センター准教授）
社会システム（道路、河川、港湾、都市、交通管制）班
柴崎亮介（東京大学空間情報科学研究センター教授）
浜岡秀勝（秋田大学土木環境学科准教授）
田中伸治（東京大学生産技術研究所講師）
鳩山紀一郎（東京大学大学院社会基盤学専攻講師）
松本修一（慶応大学先導研究センター講師）
吉田 正（株スマートインフラ総合研究所長）
池田朋広（株三菱総合研究所社会システム研究本部グループリーダー）

電気情報通信班

白鳥則郎（東北大学電気通信研究所教授）
太田 純（慶応大学先導研究センター教授）
上條俊介（東京大学大学院情報学環准教授）
植原啓介（慶応大学環境情報学部准教授）
鈴木高宏（長崎県産業労働部政策監（EV&ITS 推進担当））

津波検知システム班

田島芳満（東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻准教授）
岡安章夫（東京海洋大学海洋科学部海洋環境学科教授）

構造物班

丸山久一（長岡技術科学大学環境・建設系教授）
本田利器（東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻准教授）
古関潤一（東京大学生産技術研究所教授）

協力メンバー

株オリエンタルコンサルタンツ（田中淳、竹平誠治、松沼毅）

株長大（岸浩二、三好孝明、萬沙織）

日本工営株（濱中拓郎、望月篤、菊山幸輝）

パシフィックコンサルタンツ株（市川博一、山田康右、西井禎克）