

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。

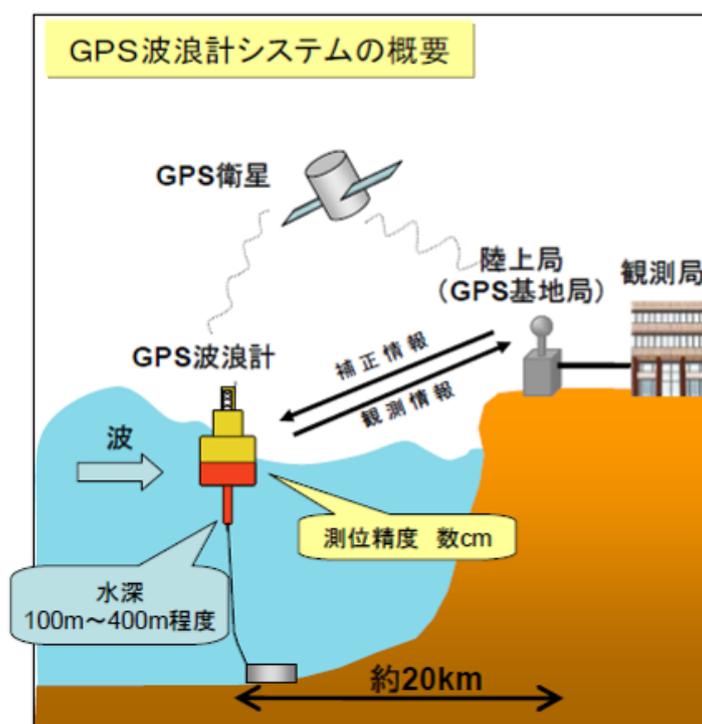


図 GPS 波浪計（独立行政法人 港湾空港技術研究所資料）

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。

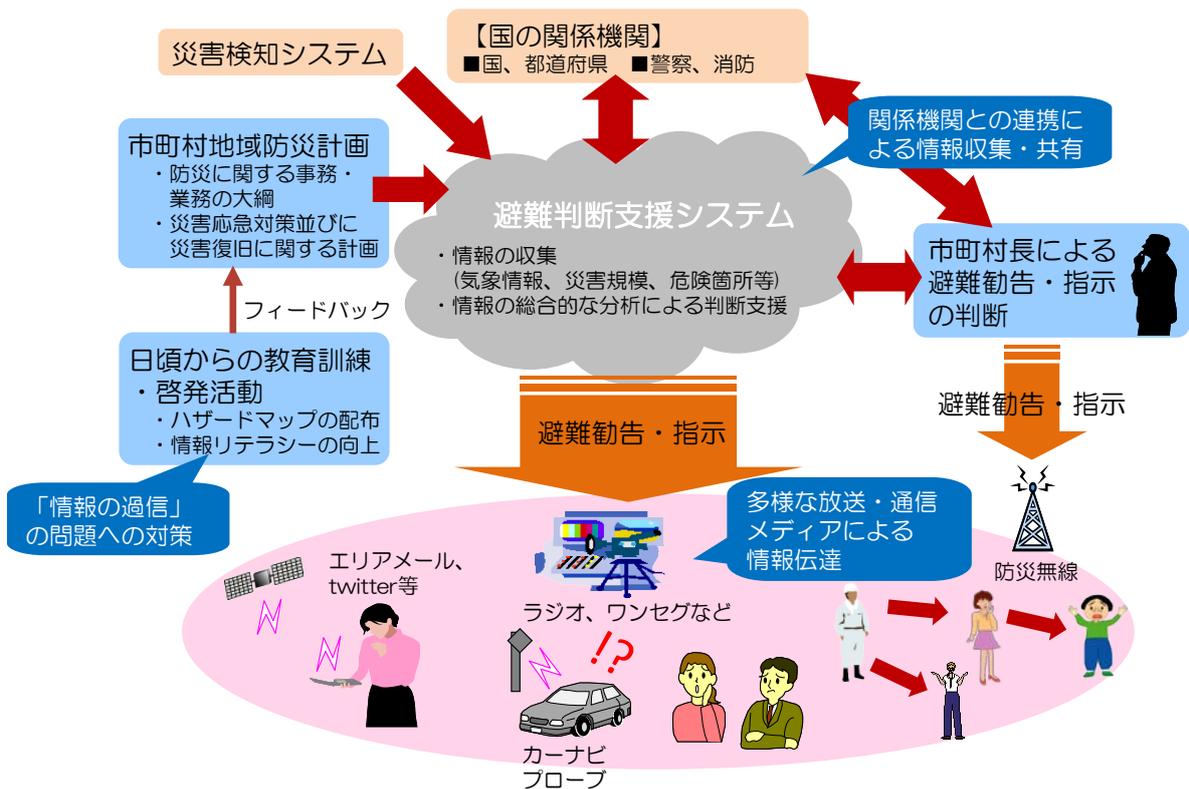


図 自治体の避難の判断と市民への伝達の仕組みのイメージ

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。

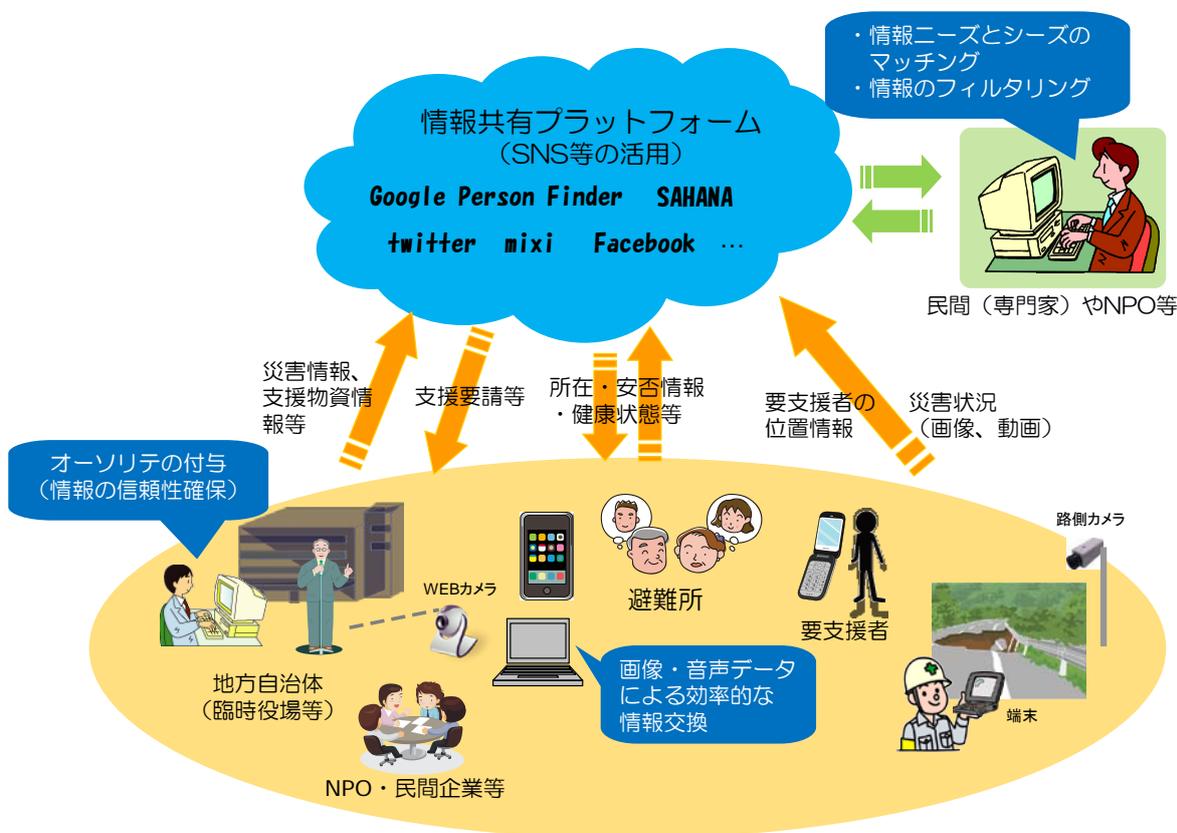


図 自治体と市民の情報共有イメージ

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。

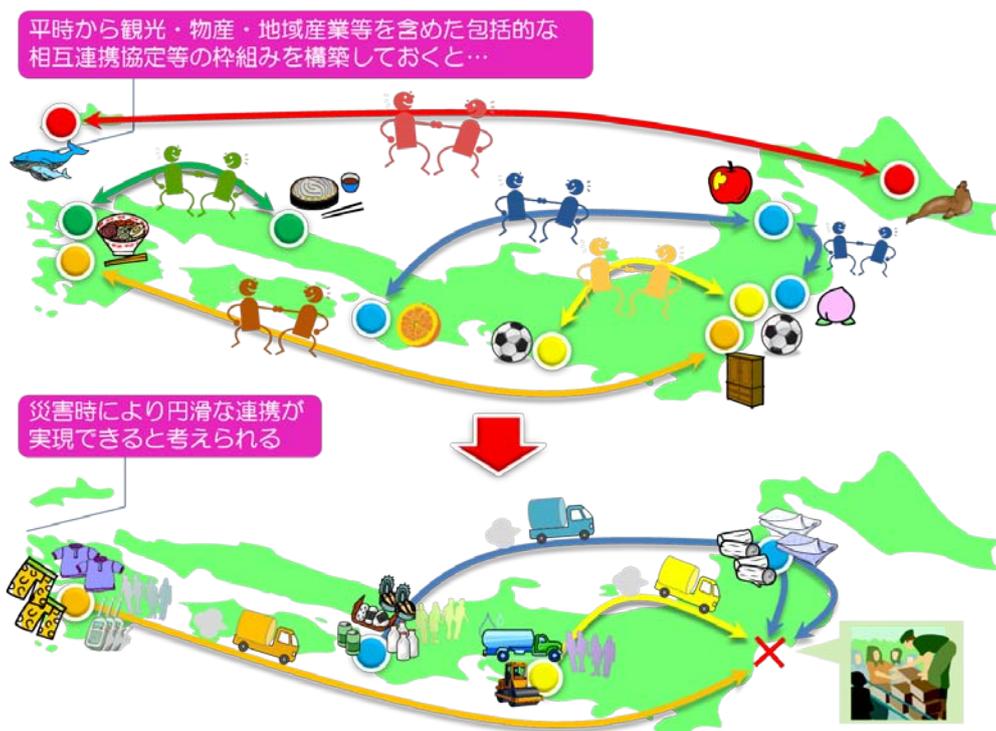


図 自治体相互間の連携のイメージ

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、ノード番号が附与されていれば、カーナビですぐに利用することができたはずである。

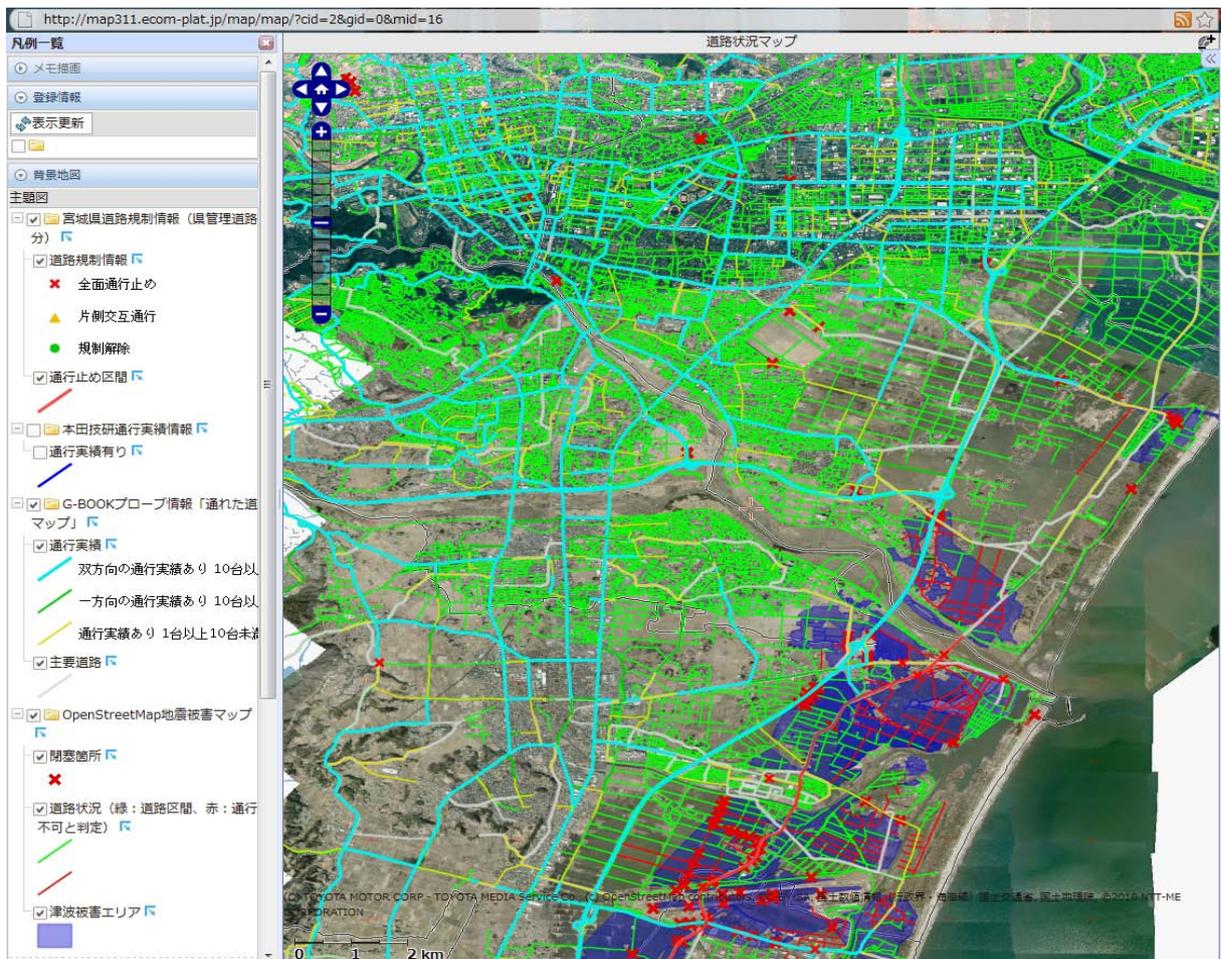


図 発災直後に独立行政法人防災科学技術研究所が立ち上げたサイト all311
さまざまな情報が集約、発信されている(<http://all311.ecom-plat.jp/>)

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。

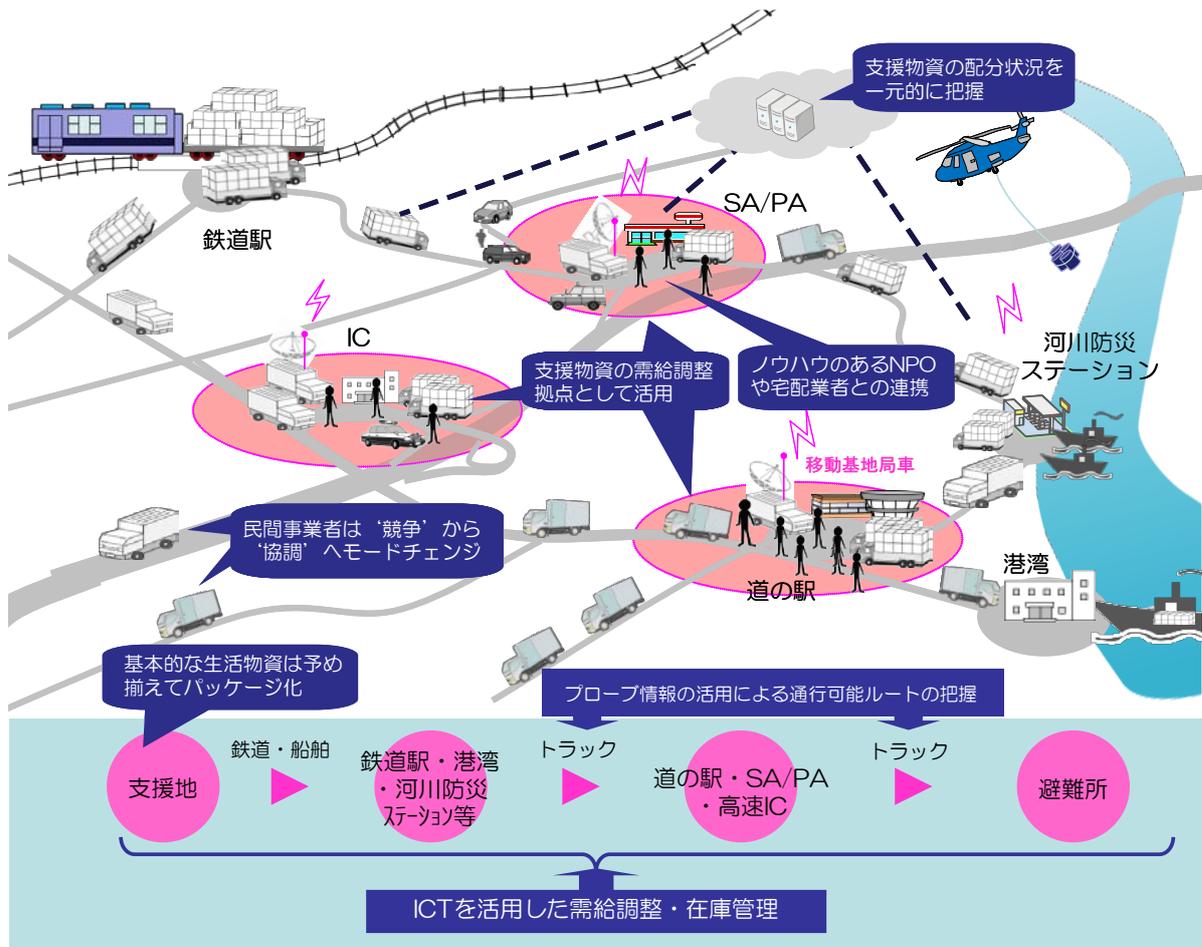


図 支援物資ロジスティクスのあり方のイメージ

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。

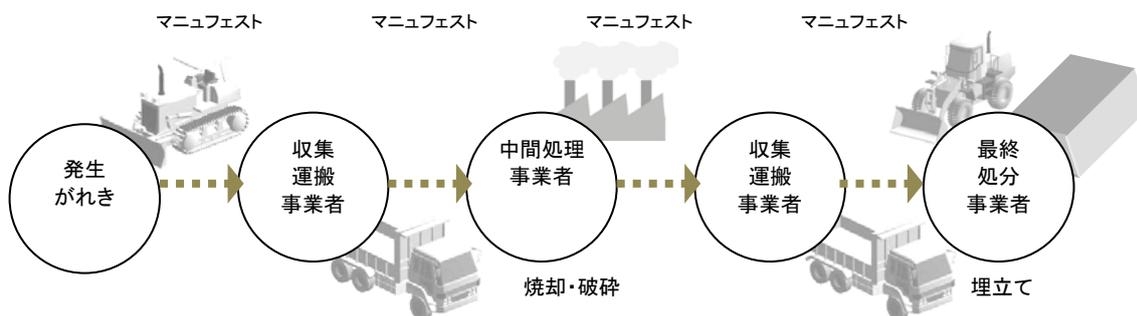


図 マニフェストのIT化促進

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。

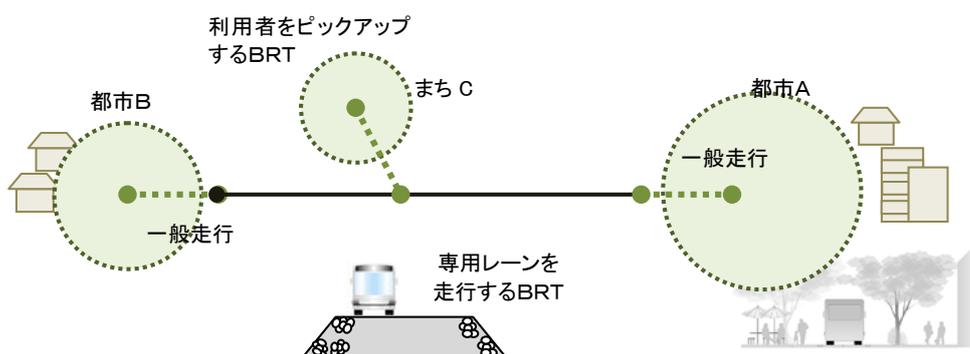


図 交通システム BRT の導入イメージ

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。