

## 5.8 ライフラインの復旧プロセスにおける連携に関する研究（防災科学技術研究所）

### 5.8.1 研究の概要と目標

電気・水道・ガス・通信・交通等のライフラインは生活に欠かせないものである。その供給網は面的に広がるネットワークとなるので、構成する全ての要素を耐震性の高いものにすることはコスト面から困難であり、大地震時には比較的被害を受けやすい性質のものである。したがって、ライフラインの復旧を速やかに行うこと、また火災等の二次災害を防ぐことは極めて重要である。さらに、機能維持及び復旧において、お互いに影響し合う。また、自治体など行政側にとって、優れた管理システムを有するライフライン事業者からの情報は、単にライフラインの被害情報としてのみならず、被害の全体像や被害甚大域を知る上で有用である。そのような背景から、ライフライン機関の有する情報を災害対応機関が共有することは、減災のために極めて有効である。

昨年10月23日に発生した新潟県中越地震ではライフラインも大きな被害を受けた。本節では、新潟県中越地震における復旧プロセスの調査を行い、それに基づいて各種ライフライン事業者から提供可能な情報、ライフライン事業者が必要とする情報、さらには相互の影響について整理する。この整理結果に基づいて、共有プラットフォーム側の具体的な課題の抽出・整理を行う。

### 5.8.2 新潟県中越地震におけるライフラインの被害と復旧

#### (1) 電力施設<sup>1)</sup>

最大約 28 万戸の停電が発生したが、10 月 28 日 18 時頃までに道路寸断による孤立地域を除いて、配電設備は復旧している。発電設備には機能停止に至るほどの大きな被害は生じなかった。送電設備では、地滑りや斜面崩壊により鉄塔倒壊 1 件、鉄塔傾斜 3 件、鉄塔の軽微な傾斜 20 件等の被害が生じた。変電設備の被害は 11 の変電所で生じた。避雷器折損 1 件、電力用コンデンサ倒壊 1 件、機器基礎沈下など 21 件である。配電設備の被害は総計で 7,566 件に及んでいる。内訳は支持物関係 4,227 件（倒壊等 88 件、傾斜等 4,139 件）、電線関係 3,339 件（断線 105 件、その他 3,234 件）である。

東北電力では、一日最大約 2,200 名を派遣し、被害状況の把握および復旧作業にあたっている。電源車 104 台（他電力応援 34 台含む）を現地に投入し、公共施設や病院等の重要施設への電源確保を行っている。神戸の場合も、60 台（他電力から 52 台応援）の電源車を、警察署・消防署・病院・避難所等の重要拠点に配している。ただし、発生当日(1/17)は 1 台、1/18 は 23 台、1/19 は 40 台、1/20 が最大で 41 台で以後減少している。1/17・18 にも必要な箇所は数多くあったと思われる。状況把握や現地への移動などにかかなりの時間を要したため、上述の台数に留まったものと考えられる。

図 5.8-1 に、東北電力ホームページ<sup>2)</sup>による停電情報から作成した復旧過程と 1995 年兵庫県南部地震における復旧過程<sup>3)</sup>の比較を示す。神戸では約 260 万戸と 10 倍近くの停電であったが、6 日後に応急復旧を完了している。復旧要因は 1 日最大 6,000 人以上にのぼっている。このように被

害規模は神戸の方が大きいですが、ほぼ同じような復旧過程である。やや中越地震における復旧速度の方が遅いのは、神戸の場合、切替送電により午前7時30分には停電件数が約100万戸にまで減少したことが大きく、通電火災がないよう確認を行って復旧を進めたことも関係していると思われる。また、道路の復旧を待たざるを得ないため、95%を越えてからなかなか進まなかったものである。

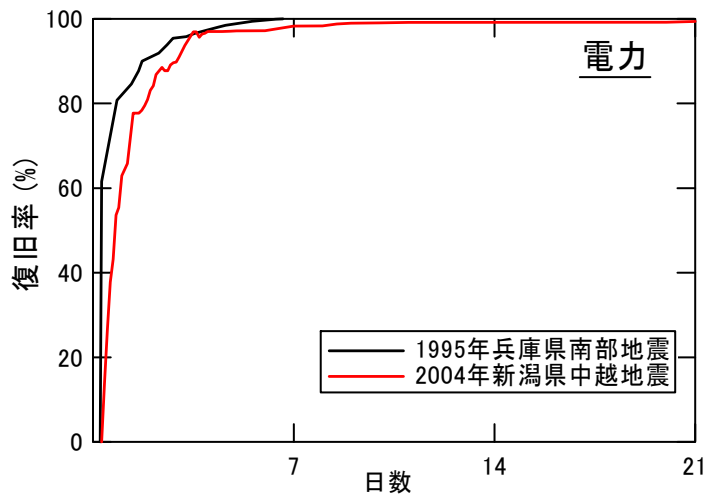


図 5.8-1 電力の復旧

## (2) 都市ガス<sup>1)</sup>

阪神淡路大震災において多くの火災延焼があったことから、即時供給停止基準としてSI値60カインが規定されている。すなわち、地震計のSI値が60カイン以上を記録した場合に、200km<sup>2</sup>または需要家数20万戸を目安に1ブロックとして、その対象ブロックへの供給を即時に停止する

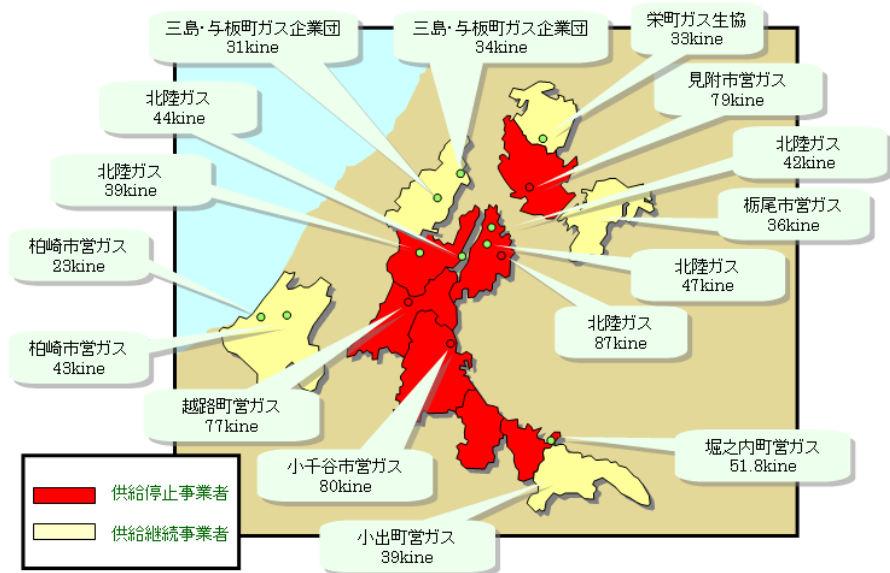


図 5.8-2 都市ガス供給停止エリア

ものである。これによる停止が初めて行われた。供給停止エリアを図5.8-2に示す。震災直後には、約57,000戸への供給が停止している。長岡市へは北陸ガスが供給を行っているが、他はそれぞれの自治体が事業者である。北陸ガスでは5.9で述べる東京ガスほどではないものの、長岡市域を4ブロックに分割し、地震計を5ヶ所に設置するなど、災害に対する備えが行われていたが、自治体では備えは乏しかった。そのため、北陸ガスは長岡市の復旧を行い、他の自治体については東京ガスを中心とする復旧応援隊により行われた。

神戸では約86万戸の供給停止があり、85日間を復旧に要している。中圧導管106箇所、低圧導管26,459箇所と大変な数の被害があり、延べ約72万人日を要している。中越地震では約4万人日である。

日本ガス協会による供給停止情報<sup>4)</sup>から作成した復旧状況を図5.8-3に示す。神戸ではほぼ一定

のペースで復旧が進んでいるのに対し、中越では1週間以内の立ち上がりが高く、その後はゆるやかになっており、両者の復旧曲線の形状は大きく異なっている。神戸では被害が大きい地域で供給停止を行ったが、中越地震では地震動観測値により速やかに停止を行っている。その中には、被害はそれほど大きくない地域も含まれているので、見附市などでは早くに広域で供給再開が行われている。その違いが、復旧曲線の形状に反映されており、今後は中

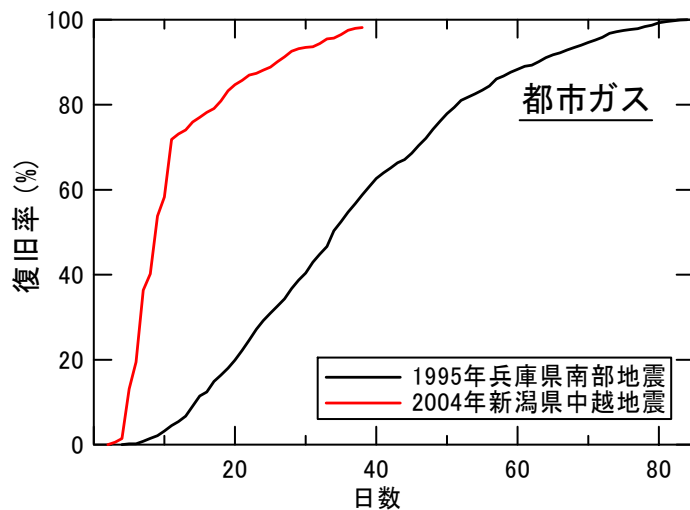


図 5.8-3 都市ガスの復旧

越地震と同様の復旧曲線を描くであろう。小千谷市・川口町の復旧には時間を要している。これは他の自治体よりも被害が大きいことが第1の理由であるが、図面の整備状況が悪い、差し水の影響など他の要因によるところも小さくなく、また、現地には復旧資材の在庫もなく、東京ガスの備蓄倉庫から関越道を経由して毎日輸送された。

### (3) 上水道<sup>1)</sup>

35市町村13万戸で断水状態となった。浄水場や配水池などの施設では、機能を失うほどの被害は少なく、多くの施設では電力の復旧後に機能は回復している。この停電の影響については、長岡市の主力である妙見浄水場では、非常用電源の稼働により地震発生当日の23日中に運転を再開している。小千谷市では、小千谷浄水場において地下水侵入により非常用発電装置および高圧受電盤が冠水し浄水不可能となったが、復電とともに翌24日18時には復旧した。

12月28日現在では、山古志村などの山間部1,663戸を除いて断水は解消されている。応急給水は給水車によって避難所などへの拠点給水や断水地域への巡回給水が行われた。長岡市では12日間、延べ368台の給水車で2900トンの水が供給された。

### (4) 下水道<sup>1)</sup>

魚野川流域下水道堀之内処理場では、処理場着水井直上での管接合部の破断、下水の建屋低層部への流入、生物処理槽でのクラック発生などにより、機能が停止した。応急処置として、急造沈殿地で塩素消毒を行って魚野川へ放流している。

埋め戻し土の液状化によるマンホールの浮き上がり及び地盤沈下等による被害が数多く(1300箇所以上)見られた。2003年十勝沖地震でも見られたが、10cm以上の浮き上がりになると、車はそこを避けて通らざるを得ない。住宅街の幅3m程度の道路でマンホールが中央にあれば車はその道路を通れない。いずれの地震でも大規模火災はなかったため表面化しなかったが、マンホールの浮き上がりで道路が通行不能に陥れば重大な影響を及ぼしかねない。2車線あるような道路で

も片側通行を強いられれば、交通渋滞の発生等を招くので、避難所への物資の配送や復旧作業の効率を低下させてしまう。マンホールの浮き上がりは、湿地など粘土・シルト系の排水性の低い非液状化地盤において砂質土による埋め戻しを行った場合に顕著になるので、工事には十分な配慮が必要である。

#### (5) 通信<sup>1)</sup>

固定電話に対する主な施設被害は、6 箇所の中継電送路の切断と 57 箇所の交換ビルでの停電であったが、通信機能障害は最小限にとどまった。山古志村及び、小千谷市・越路町・小国町の一部である約 4,500 世帯で電話が使用できなくなった。他では、中継伝送路の 2 ルート化及びループ形状等の冗長化と電源車の活用により機能を保つことができている。神戸では、交換機において商用電源の停止や予備電源の損壊等により約 30 万回線の交換機能が停止した。全国から電源車を集めるなどとして、半日から 1 日半で機能回復している。

携帯電話に関しては、通信施設の被害は見られなかったが、固定電話と共通して使用している伝送路の切断および停電のため 60 の基地局が使用できなくなった。神戸では、兵庫県内 448 の基地局のうち 145 局で障害が起きている。光ファイバーケーブルなどの被害、または停電による機能マヒがほとんどである。NTT ドコモ関西で 1 月 19 日、最も遅い事業者で 1 月 25 日に復旧している。

震災直後は安否確認等の通話が激増したが、固定電話に対する通話規制時間は約 5 時間、携帯電話に対しては約 6 時間であり、阪神淡路大震災時の約 1 週間と比べると、非常に短い期間で通話料は収束に向かい、大規模の輻輳は発生しなかった。当日の間は、被災者の安否、宿泊の心配などで輻輳したものの、就寝時間で収まり、翌日以降も輻輳には至らなかった。これは、携帯電話及びメールサービスの普及、災害用伝言サービスの活用、細かな輻輳制御ロジックの採用等によるところが大きい。

ピーク時においては、固定電話に関しては全国から新潟県への通話量が約 50 倍、新潟県内の通話量が約 3.5 倍に上がっている。その際、前者の通話に対しては最大約 75% (23 日 22 時)、後者の通話に対しては最大約 15% の通話規制が実施された。携帯電話に関しては全国から新潟県への通話量が約 47 倍に上がった。通話規制は固定電話と同様に最大 75% であった。現在は、通話とメールサービスとは別々に規制がかけられるようになっており、今回の規制は通話のみであって、メールサービス等にはかけられていない。その意味でも、今後は通話による人頼みの情報収集のみでなく、システムにより必要な情報を収集した上で人が判断を下すような仕組みが有効であろう。神戸での輻輳は、17 日は神戸地域へは通常ピーク時の約 50 倍に達し、翌日でも 20 倍であった。輻輳が解消したのは、1 月 22 日以降である。

災害用伝言ダイヤル「171」の利用は約 2 週間で約 35 万件の利用があり（これまでは鳥取県西部地震における約 20 万件が最高だった）、i-mode 災害伝言板の利用は約 25 万件であった。

様々な取り組みにより、通信に関する大きな問題は生じなかった。しかしながら、そもそも、死者・重傷者の数が阪神淡路大震災よりはるかに少ないので、連絡がとれず何度もかけ直すというケースは少なかったと思われる。首都直下で大地震が発生した場合には、新潟県中越地震とは

被害規模が全く異なるので、予断を許さないであろう。

### 5.8.3 復旧プロセスに重要な情報

それぞれの事業者はまず被害状況を確認し、応急処置を講ずる必要がある。それぞれのおよその被害は、モニタリングや拠点からの連絡により知ることができるが、他の被害状況も復旧体制を構築していく上での有用な判断材料となる。中でも道路通行の可否は、共通して極めて重要な情報である。神戸の頃に比べれば、ホームページにおよその情報はあつたし、カーナビの VICS でかなりの情報は得られるので、情報の入手はスムーズになっている。とはいえ、復旧の最前線をいくライフライン事業者が現地での移動をスムーズに行うには、幹線道路が通れない場合でも目的地にたどりつく抜け道が通れるか否か、の情報が必要である。交通規制についても VICS は一般車両のための情報であり、優先車両は通れるのか、全く通れないのかはわからない。

電力に依存する施設は多いが、停電を防ぐことは困難である。したがって、非常用電源の確保が重要となる。最近では、公共機関や病院では非常用電源を備えている場合が多い。それでも、数時間から 2 日程度しか保たないので、電源車が必要となる。阪神淡路大震災以後、電力会社や NTT ではかなりの台数を保有しており、最近の地震ではうまく対応している。情報伝達が効率的に行えれば、よりスムーズかつ的確に活用できるであろう。問題は、首都直下のように重要機関が集中している場合、東南海・南海地震が同時に発生したような広域での被害の場合に対応できるか、であり、今後国として検討すべき課題であろう。

横の連携については、特に組織だったものはなかったようである。電柱に関しては、電力と NTT が共同利用しているが、個別に協議して決めそれから工事というようなことはなく、予め協定が結ばれていて、電力管理のものも NTT 側で修理して事後精算すればよいことになっているので、それぞれが優先順位の高いものから復旧している。自治体へは、要請に応じて災害対策本部に人を派遣し（初期は 24 時間、その後定時）、報告・指示を受けるという形式である。

電力、ガス、通信などライフライン企業の場合、各社が地域に分かれているので、災害時には互助のための応援協定がある。今回は阪神淡路大震災以後、初めてその必要が本格的に生じたが、特に問題なく速やかに機能している。神戸の際、電源車において 50Hz と 60Hz の互換性がなく、東日本の電源車を投入することはできなかった。現在は両方に対応可能であるので、60Hz 地域の中部電力と北陸電力からも電源車の応援を行うことができている。

中越地震における新たな試みとして、「新潟県中越地震復旧・復興 GIS プロジェクト <http://chuetsu-gis.nagaoka-id.ac.jp/>」がある。これは、関係機関、企業の枠を超えた協力により、被災状況やライフライン復旧情報などを、地理情報システム (GIS) により一元的にデジタルマップ上に集約し、住民やボランティア団体、防災関係機関等の間での情報共有を図るためのプロジェクトである。同様に、2005 年 3 月の福岡県西方沖地震でも立ち上げられている。

上述のようなライフライン事業者など災害対応機関が情報共有を行って復旧を促進するためには、やや立ち上げは遅かったが、各種情報が集約されており、ライフライン事業者へのヒアリングでも、このようなものが欲しかったという声を多く聞いている。半年を経過した現在では、非常に多くの情報が掲載されている。この web 上での表示に限って考えても、ユーザーが必要とす

る情報を得るためには、まだかなりの工夫を要すると思われる。実際に復旧時に役立つ情報は詳しく、そうでない情報は簡潔にする必要があるし、地震発生から早期に立ち上げるためにも、あらかじめ約束事を関連機関で決めておくことが不可欠である。市民が見たい情報、ライフライン事業者が見たい情報、行政機関が見たい情報もそれぞれ異なる。経時変化がわからないのも、難である。ボランティアによる情報収集の限界でもあり、このような課題を解決していくことが、本プロジェクトで求められることであろう。

#### 5.8.4 まとめと平成17年度計画

2004年新潟県中越地震と1995年兵庫県南部地震を比較すると、神戸での経験が、施設の強化、冗長性の確保による機能維持力の強化、情報システムの強化、電源等のバックアップの強化、などにより、被害自体が小さく、復旧等も速やかに行われている。ただし、山間部である故に孤立地域が生じやすい点を除けば、100万都市を襲った地震の方が被害規模が大きいのは当然であり、技術の進歩の効果を過大評価することはできない。必要とする情報については、地震発生から3日以内程度の初期段階における交通情報の重要性が明らかとなった。また、写真などデジタルデータの活用も今後盛んになると考えられ、通信の重要性もますます高まっている。

平成16年度は、情報共有システムという観点から、既に高度な情報システムを有し、内閣府への情報提供等を行っている、東京電力株式会社、東京ガス株式会社と防災科研という枠組みでライフラインWGを進めた。道路交通を利用した様々な情報収集活動、復旧活動、食料・水など生活必需品の流通、また通信の問題等を含めて幅広く情報の内容とタイミングについて議論することが、まず減災情報共有において重要である。そのため、17年度は電力、ガスのみならず、交通、通信を含めたWGへと拡張し、上述の課題について取り組んでいく予定である。また、体系的な検討については、東京ガスと協力して引き続き、情報共有プラットフォームとの模擬接続テストを実施するため、仕様の調整、テストデータ作成を進める予定である。

#### 参考文献

- 1) 土木学会(第1次)・地盤工学会合同調査団：調査速報(Ver. 1.0, 2005年1月11日), 9. ライフライン, <http://shake.iis.u-tokyo.ac.jp/chuetsu/>
- 2) 東北電力ホームページ：<http://www.tohoku-epco.co.jp/>
- 3) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告，ライフライン施設の被害と復旧，1997
- 4) 日本ガス協会ホームページ：<http://www.gas.or.jp/>