

ライフライン事業者が想定する地震時応急復旧活動の シナリオとその相互依存関係

—首都直下地震を想定した場合の事例分析—

Scenario of the Restoration Process associated with Critical Infrastructure and its
Interdependency due to a Seismic Disaster

—A Case Study for the anticipated North Tokyo Bay Earthquake—

豊田安由美¹, 庄司学²

Ayumi TOYOTA¹ and Gaku SHOJI²

¹筑波大学大学院 システム情報工学研究科 リスク工学専攻

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

²筑波大学大学院 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻

Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

In this paper, we analyze the scenario of the restoration process associated with critical Infrastructure such as electric power supply, gas supply, water treatments, communication and road networks due to a seismic disasters. The North Tokyo Bay Earthquake is anticipated. First, the restoration process is analyzed by investigating the operational plan for disaster prevention offered by the stakeholders associated with subject critical infrastructure distributed in the Tokyo area and second, the related interdependency is modeled by selecting the dominant events in the restoration process and idealizing them as the network format.

Keywords: critical infrastructure, restoration process, interdependency, seismic disaster

1. はじめに

現代社会における行政・経済・社会活動は、電力、水道、通信、道路等のライフラインに強く依存している。そのため、ライフラインが停止・寸断した場合、その直接的な被害だけでなく、それらの活動の停止が生む経済的損失等、2次的、3次的な被害が甚大となる。したがって、ライフライン自体の防災対策と同時に、機能停止時における被害波及の阻止を含めた早期復旧が強く求められる。その中でも、災害発生直後の初期活動及び応急対策はその後の復旧活動に大きく影響を与えるため、これらの効率化、迅速化は特に重要となる。さらに、事業者の観点から見るとライフライン間には、システム面での被害の物理的・機能的波及並びに復旧活動における競合・支障の2つの相互依存関係が見られる。前者の例としては、停電による通信交換局の停止や上水道施設のポンプ停止、道路信号の停止等が挙げられる。また、後者の例としては、水道事業者の差し水によるガス事業者の復旧遅延等が挙げられる。これらは、ライフラインの地震被害の代表的な例であり、1995年兵庫県南部地震をはじめとする過去の災害で実際に確認されているが、ライフラインが密接に関わり合う大都市においては特に懸念される事項である。

ライフラインの復旧活動に関する研究は数多く成されてきたが、その一例として、星谷・宮崎¹⁾、佐藤・一井²⁾、野田・西村³⁾、秦・目黒⁴⁾、能島・亀田⁵⁾、奥山ら⁶⁾による研究が挙げられる。星谷・宮崎は、上水道システムを浄水場ごとの給水系に分割、モデル化し、確率論に基づく復旧過程の予測手法を提案しており、佐藤・一井

は、ライフライン網の復旧過程に遺伝的アルゴリズムを適用し、活動の最適化手法を提案している。また、野田・西村及び秦・目黒は1995年兵庫県南部地震時に復旧活動に従事した事業者へのアンケート・インタビューを行い、野田・西村は、上下水道復旧時の課題を具体的に明らかにし、秦・目黒は復旧活動時の阻害要因を抽出し、地域ごとの復旧データを用いて分析している。一方、能島・亀田は、ライフライン間の被害波及及び復旧活動への影響に着目し、文献調査やヒアリングにより相互連関マトリクスを用いて分析を行っている。また奥山らは、ライフライン等の社会システムの相互依存性解析の日米における動向調査と研究者及び官公庁、事業者へのヒアリングをもとに、相互依存性解析の課題について提案している。このように、ライフラインの復旧活動に関する研究は、信頼性工学をベースとして個別のライフラインに対し、システムの観点から見た復旧の効率化手法や物資の最適配分法を分析した研究が主である。また復旧活動におけるライフライン間の相互依存性に関する研究は、個々のライフラインを一つの単位としてマクロに復旧活動を分析しており、ライフライン事業者内部での情報伝達やヒト、モノのやりとりを含めたミクロな復旧活動に着目し、分析を行った事例は少ない。

一方、ライフライン復旧活動を分析する手法としては、被害及び実データを分析する方法と、事業者が想定する計画・マニュアルを分析する方法がある。それぞれの分析によって得られる知見の有用性は、前者においては生起事象を分析することで現実や現場に即した知見が得られる点であり、後者においては、想定事象が実際に発生するとは限らないが、計画やマニュアルといった想定は、

過去の地震災害の経験を踏まえた現時点での各事業者の知見の集大成であり、それらを分析することで今後想定される地震に対するリスクを事前に発見し、未然に防止することができるという点である。先述した既往研究は前者に基づく研究であり、今後想定される首都直下地震、東海・東南海・南海地震等巨大地震に対しては後者の手法での分析も重要であると考えられる。

業務計画書やマニュアル等に対する分析としては、岩佐ら⁷⁾、中川ら⁸⁾、田口・林^{9),10)}、三谷・林¹¹⁾の研究が挙げられる。岩佐らは、「防災基本計画」に対してフローチャート分析を行い、国による対応業務及び組織間における相互関係の可視化を行った。また、中川ら及び田口・林は、市の「地域防災計画」に対して分析を行っており、中川らは、防災計画の実効性を検証するシステムを構築し、複数の防災計画を定量的に分析、比較している。また、田口・林は、神戸市を対象として Integration DEFinition(IDEF0 手法)によるマニュアルのモデル化を行い、業務の相互関係の明確化を行っている。一方、三谷・林は、被災者・被害者の心理的影響に着目し、「こころのケア」に対するマニュアルを比較、その構成を明らかにするとともに、1995 年兵庫県南部地震時の実例と比較している。このような多数の事例はあるものの、ライフライン事業者の計画やマニュアルに対する分析は皆無に等しい。

以上を踏まえ本研究では、ライフラインの中でも行政・経済・社会活動に特に大きな影響を与える電力、ガス、通信、上水道、下水道、道路の 6 つのシステムを対象として取り挙げ、各ライフライン事業者の防災業務計画及びマニュアルの分析を通して、ライフライン事業者が想定する地震時応急復旧活動のシナリオとその相互依存関係を明らかにする。その際に、本研究では先述した復旧活動における相互依存関係の中でも、応急復旧活動における競合や支障を対象として扱う。なお、その際には、巨大地震災害の例として、現在、国や東京都で対策が進められている首都直下地震を想定する。

2. 対象地震及びそれに伴うライフライン被害

首都直下地震とは、およそ 200～300 年の周期で発生する関東大震災等の M8 クラスの間で発生する M7 クラスの地震である。これに対して、中央防災会議首都直下地震対策専門調査会は震源別に 18 種類¹²⁾の地震動を想定、また、東京都防災会議地震部会は 2 種類¹³⁾を想定し、それぞれ被害想定を行っている。本研究ではこれらの地震動のうち、被害が最も甚大であると予想されている「東京湾北部地震 M7.3」を対象とし、その際に想定される地震被害を取り挙げる。

中央防災会議及び東京都の被害想定^{12),13),14),15),16)}を参考に、「東京湾北部地震 M7.3」における東京都の被害想定概要を示すと表 1 のようになる。なお、表中には参考として 1995 年兵庫県南部地震¹⁷⁾の被害も併せて示した。また、経済被害に関しては直接被害、間接被害を含めているため対象を東京都に限定しない。表 1 より、中央防災会議と東京都地域防災会議の想定に多少の相違はあるものの、人的被害(死者)は 6500～7800 人、物的被害(建物全壊)は 47 万～53 万棟となっており、特に経済被害に関しては 112 兆円と阪神大震災の 20.5 兆円を大きく上回る。

また、上記の資料を参考に、表 2 には東京都におけるライフラインの被害想定概要を示した。ただし、中央

防災会議と東京都の想定では、被害の指標及び算出法に相違がある。例えば東京都の想定に基づく、表 2 より、都内の停電率は 16.9%で復旧には 6 日かかることが想定されている。同様に、ガスに関しては供給停止率が 17.9%で復旧日数が 53 日、通信に関しては被害率が 10.1%で復旧日数が 14 日、上水道に関しては断水率が 34.8%で復旧日数が 30 日、下水道に関しては管きよ被害率が 22.3%で復旧には 30 日かかることが想定されている。以上より、電気の復旧が最も早く 1 週間で復旧し、2 週間目には通信、そして 1 ヶ月後に上下水道がほぼ同時に復旧した後、約 2 ヶ月後にガスが復旧するという流れになる。

表 1 「東京湾北部地震 M7.3」によって想定される
東京都の被害概要

| 災害名 | 東京湾北部地震 M7.3 | | 兵庫県南部地震 |
|----------|----------------|-----------|-------------|
| 想定主体 | 中央防災会議 | 東京都 | |
| 条件 | 風速 15m/s, 18 時 | | 5 時 46 分 |
| 人的被害(死者) | 約 7,800 人 | 6,413 人 | 6,433 人 |
| 物的被害(全壊) | 約 530,000 棟 | 471,586 棟 | 約 105,000 棟 |
| 経済被害 | 112 兆円 | — | 20.5 兆円 |

表 2 「東京湾北部地震 M7.3」によって想定される
東京都のライフライン被害概要

| 想定主体 | | 中央防災会議 | | 東京都 | |
|------|-----|----------------|--------|---------|-------|
| 条件 | | 風速 15m/s, 18 時 | | 風速 6m/s | |
| 被害 | 電気 | 停電軒数 | 110 万軒 | 停電率 | 16.9% |
| | | 復旧日数 | 6 日 | 復旧日数 | 6 日 |
| | ガス | 供給停止軒数 | 110 万軒 | 供給停止率 | 17.9% |
| | | 復旧日数 | 55 日 | 復旧日数 | 53 日 |
| | 通信 | 不通回線 | 74 万軒 | 不通率 | 10.1% |
| | | 復旧日数 | 14 日 | 復旧日数 | 14 日 |
| | 上水道 | 断水人口 | 390 万人 | 断水率 | 34.8% |
| | | 復旧日数 | 30 日 | 復旧日数 | 30 日 |
| | 下水道 | 機能支障人口 | 13 万人 | 管きよ被害率 | 22.3% |
| | | 復旧日数 | — | 復旧日数 | 30 日 |

3. ライフライン事業者の観点から見た応急復旧活動のシナリオ

(1) シナリオの作成方法

復旧活動はその活動内容と目的の面から、災害直後の直後対応段階、応急復旧段階、本復旧段階及び復興・対策段階の 4 つの段階に分類できると考えられる^{18),19)}。本研究では、災害直後の直後対応段階から発災後およそ 72 時間程度までの応急復旧段階をまとめ、改めて「応急復旧段階」とし、「二次被害の拡大を防止するとともに応急供給を確保する段階」と定義して分析の対象とした。

シナリオ作成の際には、首都直下地震の被害想定^{12),13),14),15),16)}、東京都地域防災計画²⁰⁾、事業者の防災業務計画^{21),22),23),24),25),26)}並びに関連資料²⁷⁾を参考にするとともにライフライン事業者に対するヒアリング調査を併せて行い、復旧活動に関わる主体を網羅的に抽出した上で、それらの主体に関わる復旧活動項目を抽出した。なお、東京都地域防災計画(平成 19 年修正)及び東京都水道局震災応急対策計画(平成 18 年 6 月)は中央防災会議の首都直下地震対策専門調査会報告(平成 17 年 7 月)及び東京都の首都直下地震による東京の被害想定最終報告(平成 18 年 3 月)を反映して作成されていることが明記されており、東京電力、東京ガス、NTT グループの防災業務計画に関し

ては、これらの被害想定発表後に公表されているため同様にその被害想定を反映したものであると推測できる。また、東京都下水道局地震対策マニュアル(平成 10 年 8 月)については、被害想定実施前に公表されているものの、「関東直下地震」等の用語が使用されているため、ここでは同様の規模の災害を想定して作成されていると見なす。また、後述するシナリオ内の数値等は前述の資料が作成された時点での値である。その上で、シナリオ表の横軸には主体を、縦軸には時間変化をとり、「どの主体がどの時点でどのような応急復旧活動を行うのか」を表の形で図 1 のようにまとめた。なお時間に関しては、発災から 1 時間以内、1 時間～24 時間、24 時間～72 時間の 3 フェーズに分類し、各復旧活動の開始時間を示す。各復旧活動は位置付けられた時間以降、72 時間の間は継続してなされると見なす。この中でも特に 1 時間以内のフェーズにおける復旧活動についてはほぼ同期的に開始されるため特に記述の順序は意味をなさない。さらに、主体により各フェーズで開始する復旧活動の量に相違があるため、シナリオ内に一部空欄が生じることもある。また、上記の資料中に対応時間が明記されていないものに関しては筆者らが記載内容の文脈等から推測して示した。また、応急復旧活動項目間で地震関連情報や被害情報、ヒト及びヒトに関わる情報、並びにモノ及びモノに関わる情報のやりとりがある場合には、活動項目の表記の下に矢印で示した。

| | A社 | | | B社 |
|------|------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|
| | 主体A | 主体B | 主体C | 主体D |
| 地震発生 | ◀要員参集 | ◀要員参集 | ◀要員参集 | ◀情報収集 |
| | ◀本部設置 ◀被害情報収集 *←主体B | ◀現地調査 ◀被害情報報告 *→主体A, C | ◀在庫資材確認 *←主体B | |
| 1時間 | ◀復旧計画作成 ◀復旧活動指示 *→主体B, | 復旧作業 *←主体A | ◀資材協力要請 *→主体D ◀資材受取 | ◀資材協力要請 *←主体C ◀資材輸送 |
| | | → 地震関連情報・被害情報のやりとり → ヒト及び人に関する情報のやりとり → モノ及びモノに関する情報のやりとり | | |
| 24時間 | | | | |

図 1 応急復旧シナリオの概略

(2) 各ライフラインの応急復旧活動のシナリオ

以下に作成したシナリオとその要点を示す。ただし、紙面の都合上、シナリオ表は電力のもののみを示した。

(a) 電力

東京都区部を含め首都圏における電力事業者は、東京電力株式会社(以下、東京電力)である。表 3 に電力の応急復旧活動のシナリオを示す。表より、震度 6 弱以上の地震が発生した場合は第 3 非常態勢の発令が自動的に行われ、全社員(約 38,000 人)が各所属事業所へ参集することとなっている。また、社員の参集までの間は、運転員が 24 時間常駐している原子力発電所、火力発電所、変電所の一部、制御所、給電指令所において初期活動が行われる。その際には、まず自動復旧システムが作動し、次に各施設による被害情報の収集と自所判断での機器の切り離しや切替等の応急措置が行われる。同時にシステム監視施設である給電指令所が中心となり、各施設の被害状況の収集や応急点検等の指示出し及びそれに合わせた系統切替等の組織的な復旧活動に入る。一方、本社では宿直や都内数カ所の社宅に住む職員が初動要員として早期に出社できる体制をとっており、初動要員が参集すると同時に非常災害対策本部(以下、本部)が設置され、意思決定の中心が本部に移り、以後は本部を中心とした復旧活

動が行われる。発災後 1 時間程度で、本部各班、各事業所で被害状況の調査及び社員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。被害情報に関しては、各事業所から順次上位の事業所へ報告され、最終的には本部復旧班及び情報班を通して本部各班へ伝達される。そこで給電指令所との連絡を担当する給電班と復旧班との間で復旧効率性が検討された後、復旧計画が作成され、復旧班及び給電班による各事業所への復旧指揮が行われる。また、不足する資機材及び人員情報については、事業所ごとにまとめられて上位の事業所へ要請がなされ、各時点で系列事業所間での融通・調整がなされつつ、本部復旧班に報告され、その後資材班、厚生班、総務班を通して東京都災害対策本部(以下、都本部)、関係協会、他電力会社、グループ会社等への応援要請がなされる。その際に、自衛隊への要請及び資機材置き場や前進基地となるオープンスペースの要請に関しては都本部に対して行われ、復旧要員や資機材の要請は、「非常災害における復旧応援要綱」や「東地域非常災害対策要綱」に基づき、中央電力協議会や東地域電力技術会議等の関係協会並びに他電力会社に対して直接行われる。また、グループ企業、請負会社、電気工事店へ対しても同様に直接協力要請が行われる。さらに資機材等の輸送手段に関しては、調達契約している請負会社に要請するほか、他電力会社から調達すると想定されている。

発災後 24 時間はこれらの活動の他、発電所、変電所、電力所、制御所での機器の切り離しや系統切替等の応急措置に合わせて給電指令所では随時系統切替による停電の復旧が行われる。そして、24 時間以降は支店、営業所等による配電設備に対する復旧作業とその進捗に合わせた給電指令所での系統切替が行われる。なお、首都直下地震発生時には、表 2 に示した復旧完了までの間に社内外の応援を合わせ、ピーク時で約 12,000 人/日が復旧作業に従事すると想定される。

(b) ガス

東京都区部を含め首都圏におけるガス事業者は東京ガス株式会社(以下、東京ガス)である。ガスの応急復旧活動のシナリオにおいては、震度 6 弱以上の地震が発生した場合に第 2 次非常態勢が発令され、全社員(約 8,000 人)が各所属へ参集する。また、2 次被害を防止するために各家庭のマイコンメータ及び低圧導管用地区ガバナが自動遮断され、その情報は 24 時間態勢でガス運営を管理している供給指令センターに伝達される。これを受け、供給指令センターでは被害状況を勘案した上で中圧導管用地区ガバナの遠隔操作を行う。一方、本社に要員が参集し始めたところで、対策本部(以下、本部)が設置され、以後は供給指令センターからの情報をもとに本部を中心とした組織的な復旧態勢を整える。発災後 1 時間程度で本部各班、各事業所で被害状況の調査及び社員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。被害情報に関しては、上位の事業所へ報告され、最終的には本部導管ネットワーク統括班やエネルギー生産統括班等を通して本部各班へ伝達される。そこで複数構成される本部各統括班と供給指令センターの間で復旧効率性に関する検討がされた後、復旧計画が作成され、本部各統括班による各事業所への復旧指揮及びそれに対応した供給指令センターでの系統管理が行われる。また、不足する資機材及び人員情報については、事業所ごとにまとめられて上位の事業所に要請がなされ、各時点で系列事業所間での融通・調整がなされつつ、本部の各統括班に報告され、その後資材班、管材班、総務班等を通して都本部、関係協会、他ガ

表 3-1 電力の応急復旧シナリオ

| | | 東京電力 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------|--|
| | | 本店 | | | | | | | | 各店所災害対策本部 | | | | 各第一級機関災害対策支部 | | | | | | | | 各指令所 | |
| 地震発生 | 本部長 | 情報班 | 広報班 | 復旧班 | 給電班 | 資材班 | 厚生班 | 総務班 | 支店 | 原子力発電所 | 火力事業所 | 建設所 | 火力発電所 | 変電所 | 制御所 | 支社 | 営業所 | 中央給電指令所 | 基幹系統給電指令所 | 店所給電指令所 | | | |
| | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | ●第3非常体制自動発令 ●要員参集開始 | | | |
| | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | ●非常災害対策本部設置 | | |
| | | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | | | |
| | | | | | | | | | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備被害の把握 ●中央給電指令所 | ●常駐運転員による設備 | | | | | | | | | | | | |

ス会社、グループ会社等への要請がなされる。その際に、自衛隊への要請及びオープンスペースの要請は都本部に対して行われ、復旧要員や資機材に関しては「地震・洪水等非常事態における救援措置要綱」等に基づき、日本ガス協会等の関係協会並びに他ガス会社へ直接要請がなされる。また、グループ企業、協力会社、メーカーに対しても同様に直接協力要請がなされる。

発災後24時間はこれらの態勢確立に関する活動を終え、24時間以降は各事業所でガス漏えいの確認と管路の復旧、マイコンメータの操作を行い、被害率の低いブロックから順次復旧活動が開始される。なお、首都直下地震発生時には、復旧完了までの間に社内外の応援を合わせ、ピーク時で約4,200人/日が復旧活動に従事すると想定される。

(c) 電気通信（電話）

東京都区部を含め首都圏における通信事業者として東

日本電信電話株式会社（以下、NTT 東日本）を取り挙げる。電気通信（電話）の応急復旧活動のシナリオにおいては、災害発生直後は運転員が24時間常駐しているネットワーク運営センターで伝送ルートの切替による復旧活動が行われ、NTT 東日本及び被害地域の支店に被害に関する情報が伝達される。同時にNTT 東日本所有施設の保守管理を行うグループ会社のNTT-MEに対して被害箇所の確認指示が出され、NTT-MEの職員は現地に向出し、被害状況の確認と代替交換機への切り替え等の応急措置の他、復旧が困難な地域に関しては衛星通信機の設置等を行う。一方、国に緊急対策本部が設置される規模の災害が発生した場合は第1非常態勢が発令され、対策要員の参集が指示される。本社に要員が参集すると同時に、災害対策本部（以下、本部）が設置され、意思決定の中心が本部に移り、以後はネットワークセンターと本部が協力して復旧を進める。発災後1時間程度で本部各班、各事業所で被

表 3-2 電力の応急復旧シナリオ

| | 電力系統利用協議会 | 中央電力協議会、東地電技術協議会 | 他電力会社、電機開発(株) | グループ企業、請負会社、電気工事店 | 自衛隊 | 東京都災害対策本部 | 東京消防庁 | 警視庁 | 区市町村災害対策本部 | 内閣府 | | | 経済産業省 | | 気象庁 | |
|------|---|-------------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | | | | 情報収集 | 情報収集 | 情報収集 | 情報収集 | 情報調査室 | 災害応急担当 | 災害対策本部 | 情報収集 | 原子力安全・保安院 | | 情報収集 |
| 地震発生 | ●情報収集 ○地震情報 | | | | | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 | ●情報収集 ○地震情報 |
| | ○自社被害情報 ●中央給電指令所 ●内閣府情報調査室、内閣府災害応急担当、経済産業省原子力安全・保安院 ○一般被害者情報 | | | | | ○自社被害情報 ●情報班 | ○自社被害情報 ●情報班 | ○自社被害情報 ●情報班 | ○自社被害情報 ●支店 | ○自社被害情報 ●電力系統利用協議会 | ○自社被害情報 ●電力系統利用協議会 | ○自社被害情報 ●情報班 | ○自社被害情報 ●電力系統利用協議会 | ○自社被害情報 ●電力系統利用協議会 | ○自社被害情報 ●電力系統利用協議会 | ○自社被害情報 ●情報班 |
| 1時間 | ●資機材・応援要員要請 ●一資材班、復旧班 ●応援受電要請 ●一給電班 | ●資機材・応援要員要請 ●一資材班、復旧班 ●応援受電要請 | ●資機材・応援要員・輸送要員要請 ●一資材班、復旧班 ●一都災害対策本部、東京電力 | ●派遣要請 ●一都災害対策本部、東京電力 | ●本部派遣員要請 ●一都災害対策本部、東京電力 | ●通報 ●一支社、営業所 | ●通報 ●一支社、営業所 | | | | | | | | | |
| 24時間 | ●資機材・要員の派遣 ●一復旧班、資材班 | ●資機材・要員の派遣 ●一復旧班、資材班 | ●資機材・要員の派遣 ●一都災害対策本部、東京電力 | ●自衛隊派遣要請 ●一都災害対策本部、東京電力 | ●資材置き場要請 ●一復旧班 | | | | | | | | | | | |

害状況の調査及び社員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。被害情報に関しては、上位の事業所へ報告がなされ、最終的には本部復旧調整班を通して本部各班へ伝達される。そこで復旧調整班及びネットワークセンターの間で復旧方法が調整された後、復旧計画が作成され、復旧班による各事業所への復旧指揮が行われる。また、不足する資機材及び人員情報については、事業所ごとにまとめられて上位の事業所へ要請がなされ、各時点で系列事業所間での融通・調整がなされつつ、本部復旧調整班に報告され、その後、総務班等を通して都本部、グループ会社、工事会社、電力・水道・輸送に関わる事業者等へ要請がなされる。その際に、自衛隊及びオープンスペース、臨時ヘリポートの要請は都本部に対して行われ、復旧要員や資機材に関しては、グループ企業と工事会社へ直接要請がなされる。また、停電時の電源の確保については、電力会社に対して商用電源を、燃料会社及び地方自治体に対して発電用燃料を、そして水道事業者に対して冷却水を要請することとなっている。さらに、資機材の輸送に関しては、自衛隊及び運送会社へ協力を要請する。

発災後 24 時間はこれら態勢の確立に関する活動の他、各社、各事業所での被害状況の調査や、職員の安否確認及び備蓄物資の確認が行われ、必要に応じて社内、グループ内、都本部への応援要請がなされる。24 時間以降は被害を受けた伝送設備に対する復旧作業とその進捗に合わせたネットワークセンターでの系統切替の他、公衆電話の設置や衛星機の設置等通信途絶防止措置が行われる。なお、首都直下地震発生時には、復旧完了までの間に社内外の応援を合わせ、ピーク時で約 3,800 人/日が復旧活動に従事すると想定される。

(d) 上水道

東京都区部における水道事業者は、東京都水道局(以下、都水道局)である。上水道の応急復旧活動のシナリオにおいては、夜間・休日に震度 6 弱以上の地震が発生した場合は特別非常配備態勢が発令され、全職員(4,650 人)が各所属事業所又はあらかじめ定められた給水拠点(45 カ所)へ参集することになっている。また、災害発生直後は、運転員が 24 時間常駐している水運用センター、浄水管理事務所及び浄水場において機器操作等による取水・導水等の代替措置や系統切替等の応急措置が行われる。同時に勤務中の水道特別作業隊員もこれらの作業を支援する。

その際には、システム監視施設である水運用センターが中心となり、各施設の被害状況の収集や応急点検及びこれを踏まえた応急措置の指示出し等、組織的な復旧活動を行う。一方、局に要員が参集し始めたところで、給水対策本部(以下、本部)が設置され、意思決定の中心が本部に移り、以後は水運用センターと本部が協力して復旧を進める。また、都庁周辺に住む職員や局の災害対策職員住宅に入居する職員は初動要員として指定され、他の職員に先駆けて参集し、本部設置や通信機器の運用確認等初期活動に携わる。発災後 1 時間程度で、本部各班、各事業所で被害状況の調査及び職員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。被害情報に関しては、上位の事業所へ報告され、最終的には事業所ごとに本部浄水施設復旧班、配水施設復旧班、大規模施設復旧班においてまとめられる。また、不足する資機材及び人員情報については、事業所ごとにまとめられて上位の事業所に要請がなされ、各時点で系列事業所間での融通・調整がなされつつ、本部復旧班に報告される。発災後 24 時間程度の間これら態勢確立に関する活動の他、その結果を踏まえて本部で給水対策本部会議及び応急対策会議が開かれる。会議では、復旧方針の意思統一及び物資、要員等の応援要請の取りまとめが行われ、その後は、各復旧班で会議内容を反映した個別の復旧計画の作成がなされ、また総務班、職員救護班、調達班によって都本部、関係協会、他県都市、工事会社、運輸会社、燃料会社等への応援要請がなされる。その際に、自衛隊、警視庁、都各局職員及びボランティアの派遣要請は都本部に対して行われ、復旧要員や資機材の要請に関しては、「日本水道協会関東東地方支部災害時相互応援に関する協定」や「14 大都市水道局災害相互応援に関する覚書」等に基づき、日本水道協会や管工事工業協同組合等の関係協会(9 協会)、それらに所属する工事関係会社(区部で 1,590 社)及び材料製造会社(68 社)、他県都市の水道事業者(15 県市)、請負単価契約会社及び指定給水装置工事事業者(区部で 2,964 社)に直接応援要請がなされる。また、資機材の輸送や要員の移動に関する車両については東京都庁貨物自動車輸送事業協同組合に所属する運輸業会社等(28 社)に要請する他、重機に関しては東京建設業協会へ、非常用発電機の燃料に関しては揮発油等単価契約会社へ要請を行う。また、断水区域に対しては、市町村災害対策本部等と連携した応急給水活動が行われる。

24 時間程度を経過した後は送配水設備の復旧が行われるが、当初は制水弁閉止等の断水範囲縮小作業を中心とした復旧作業にとどまり、被害を受けた管路の交換等の復旧作業は 72 時間以降に行われると考えられる。なお、首都直下地震発生時には、復旧完了までの間に社内外の応援を合わせ、ピーク時で約 12,000 人/日が復旧活動に従事すると想定される。

(e) 下水道

東京都区部における下水道事業者は、東京都下水道局(以下、都下水道局)である。下水道の応急復旧シナリオにおいては、局長は都本部からの連絡を受け、非常態勢の発令及び震災対策本部(以下、本部)の設置を指示することになっている。その際に、夜間・休日に震度 6 弱の地震が発生した場合には、特別非常配備態勢が発令され、全職員(3,411 人)が規定場所に参集することになっている。本部設置後は本部内に各部門本部が、また各部門本部設置後には管轄施設に事業所本部が設置される。震災後 1 時間ほどで本部、各事業所で被害状況の調査及び職員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。被害情報に関しては、上位の事業所へ報告され、最終的には管理部門本部及び建設部門本部でまとめられる。また、不足する資機材及び復旧人員に関する情報については、事業所ごとにまとめられて上位の事業所に要請がなされ、各時点で系列事業所間での融通・調整がなされつつ、管理部門本部及び建設部門本部に報告され、まとめられる。震災後 24 時間はこれら態勢確立に関する活動の他、収集した情報をもとに本部に設けられた下水道局震災対策本部会議において復旧方針及び資機材、要員の応援要請の取りまとめが行われる。その後は会議決定事項に基づき、本部の中の管理部門本部及び建設部門本部が具体的な復旧計画を策定し、各事業所の復旧作業を指揮するとともに、支援本部では都本部、関係協会、他県都市の下水道事業者、工事会社、石油会社等への要請がなされる。その際に、自衛隊の要請に関しては都本部に対して行われ、復旧要員や資機材に関しては、「震災時等の相互応援に関する協定」や「13 大都市災害時相互応援に関する協定」に基づき、関係協会や他県都市の水道事業者、請負会社、指定排水設備事業者(区部で 2,209 社)へ要請が行われる。また、燃料油に関しては石油会社(7 社)と優先供給体制を整えており、さらに工事時に必要な下水道台帳については、民間会社(7 社)と緊急出図に関する協力体制を整えている。その他、重機に関しては東京建設業協会へ要請する。

また下水道の復旧状況によっては上水道の使用制限等を要請する。

(f) 道路

東京都における道路事業者としては高速道路を管理する東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、首都高速道路株式会社、一般国道を管理する国土交通省関東地方整備局、都道を管理する東京都建設局、市町村道を管理する市町村及び特別区道を管理する区が挙げられるが、それぞれが独自の防災業務計画を有するため、想定される応急復旧活動のシナリオも異なると考えられる。そのためここでは、前述した道路区分の中でも東京都における道路全体の 8.9%を占める都道に着目し、都道の管理者である東京都建設局(以下、都建設局)における応急復旧活動のシナリオを分析する。なお、通常、災害時には、救命救助、消火及び施設の復旧活動が円滑に行われるように重要幹線において交通規制が実施されるが、東京都の場合、震度 6 弱以上の地震が発生した際に警視

庁を中心として自動的に規制が実施される。重要幹線の代表的なものとしては緊急交通路と緊急輸送路が挙げられ、都内における緊急交通路としては甲州街道等の 37 路線、緊急輸送路としては災害時の復旧活動における重要拠点(841 カ所)を結ぶための道路が指定されている。これらの規制は復旧状況に応じて随時変更されるものであるが、ここでは震災後 72 時間の間は上述した規制が有効であると考えられる。

また、前述の(a)から(e)に示したライフラインの復旧活動に重要となる道路は緊急輸送路であり、重要拠点の中には、東京電力の支店、支社、倉庫等(18 カ所)、東京ガスの建物、グラウンド、倉庫等(12 カ所)、NTT 東日本の支店、ビル(13 カ所)、都水道局の支所(7 カ所)、都下水道局の管理事務所(9 カ所)、都建設局の建設事務所(11 カ所)が指定されている。これらに関わる緊急輸送路は、緊急道路障害物除去路線(625 路線、242,895km²⁸)と整合することになっており、障害物除去及び応急補修が優先的に行われる。緊急道路障害物除去路線の作業分担としては、都建設局が都道、区市町村道を含む 587 路線(1,413km²⁸)、関東地方整備局が国道 12 路線(241,238km²⁸)、東日本高速道路株式会社及び中日本高速道路株式会社が高速道路 8 路線(66km²⁸)、首都高速道路株式会社が 18 路線(178km²⁸)を担当することとなっている。

道路の応急復旧活動のシナリオにおいては、災害発生直後に災害対策本部(以下、本部)が設置され、職員(2,847 人)の参集と道路被害の調査・点検及び職員の安否確認や備蓄資機材の確認が開始される。その後、都が開催する道路調整会議(以下、調整会議)において、他の道路管理者及び警視庁、消防庁等で道路情報・交通情報の交換及び調整がなされ、その後は調整会議を受けて作成された復旧計画をもとに障害物除去作業及び警視庁等と連携した交通規制が行われる。また、資機材並びに復旧要員の応援要請に関しては、「災害時における応急対策業務に関する細目協定」等に基づき東京建設業協会や日本道路建設業協会等の建設業協会(6 協会)に対して本部から直接要請がなされる他、震度 6 弱以上の地震が発生した際は、道路や河川の被害調査を支援するために東京都建設防災ボランティア(134 名²⁹)が予め決められた建設事務所(13 カ所²⁹)に参集することとなっている。一方、同様の趣旨による要請でも自衛隊に対する要請は都本部を通して行う。

被害調査及び交通規制は災害発生直後からなされ、その後順次、障害物除去作業も 24 時間以内に開始される。

(3) 各ライフラインの応急復旧活動の比較

シナリオ分析の結果より、ライフラインの復旧活動のうち応急復旧段階になされる諸活動は(1)態勢確立(2)活動準備(3)応急復旧活動の 3 種類に分類できる。(1)態勢確立に係る活動とは、応急復旧活動を行う際の組織や要員の整備を目的とする活動とし、具体的には、a)非常態勢の発令、b)本部の設置、c)要員の参集とした。次に(2)活動準備に係る活動とは、応急復旧活動を行う際に必要な資機材及び要員の確保を目的とする活動とし、具体的には、a)資機材の確保、b)応援要員の確保とした。また、(3)応急復旧活動そのものとは、応急復旧活動に関する諸作業とし、a)情報収集から g)応急復旧作業までの 7 つの活動とした。これら諸作業の流れとしては、a)情報収集から始まり、これをもとに復旧戦略等の b)意思決定が行われ、外部への c)広報活動が行われる。同時に、各施設・設備のハード面に対して、被害状況や施設の重要度に応じて即

時の g)応急復旧作業又は f)代替措置で機能を補いつつ e)危険予防措置を実施した上で g)応急復旧作業が行われる。また、システム全体の早期復旧のために設備の被害・復旧状況に応じて d)系統操作がなされ、ソフト面からの復旧活動も進められる。以上の応急復旧作業までの流れを図 2 に示し、この分類に従い各ライフライン事業者の復旧活動を比較したものを表 4 に示す。

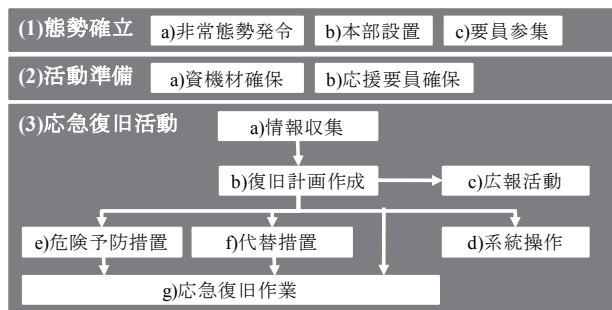


図 2 ライフライン応急復旧活動の構造

4. ライフラインの応急復旧活動における相互依存関係

本章では、3 章で考察した各ライフライン事業者の応急復旧活動のシナリオを踏まえ、各ライフラインの応急復旧活動における相互依存関係を分析すると共に、過去の災害事例^{30),31),32),33)}と比較することで、本研究で対象とする首都直下地震時の相互依存関係について考察する。本研究における相互依存関係とは第 1 章で述べた中でも、応急復旧活動に関する競合及び支障であり、ライフライン被害の物理的・機能的波及は対象としない。また、事業者の防災業務計画及びマニュアルに記載されている内容を忠実に抽出して分析した。その際に、地震関連情報・被害情報、ヒト及びヒトに関する情報、モノ及びモノに関する情報の 3 つの観点から分析し、当該ライフライン事業者及びその外部主体との間の応急復旧活動の相互依存関係を定性的なネットワークとしてモデル化した。これらの結果を図 3～5 に示す。

図 3 より、地震関連情報・被害情報のやりとりに関する相互依存関係の観点からは、民間企業である電力、ガス、通信事業者と東京都関係機関である上水道、下水道、道路事業者で相違が見られた。まず、電力、ガス、通信事業者は、東京都災害対策本部(以下、都本部)、区災害対策本部(以下、区本部)、管轄省庁である経済産業省、国土交通省、総務省及び激甚災害時の重要官庁である内閣府、東京消防庁、警視庁、海上保安庁へ自社被害情報を連絡する。また、地震関連情報の収集に関しては、報道機関による情報の他、気象庁及び都本部から収集する。さらに建物や家屋被害、交通状況及び他のライフライン被害等の一般被害情報に関しては、都本部を通してこれらの情報を収集し、復旧の現場となる区レベルの情報については区本部から収集する。

一方、上水道、下水道、道路は都本部に対して自社被害情報を連絡する他、都本部を介し、管轄省庁である厚生労働省及び国土交通省に対して同様の報告を行う。また、地震関連情報の収集に関しては、報道機関による情報の他、都本部から収集する。さらに、建物や家屋被害、交通状況及び他のライフライン被害等の一般被害情報に関しては、都本部を通して収集する。ただし、上水道に

関しては、応急給水活動のために区本部と、また地中管及び取水施設の復旧活動のために道路管理者、警視庁、河川管理者と自社被害情報のやりとりを行う。同様に道路に関しては、発災直後から行われる障害物除去作業と交通規制の調整のために東京消防庁、警視庁及び他の道路管理者と自社被害情報のやりとりを行う。

以上で示した全体的な情報のやりとりの傾向を踏まえ、首都直下地震時に特に想定される個別事例について以下に示す。まず、電力の場合は引込み線、ガスの場合は屋内配管、上水道の場合は給水管等の末端設備の復旧時には、所有者への確認作業が必要となるが、兵庫県南部地震の際には、所有者の所在不明による確認の遅れが復旧効率を低下させたとの報告がある。表 1 より、首都直下地震では 471,586 棟が全壊すると想定されており、兵庫県南部地震時の全壊棟数である 104,906 棟を大きく上回るため、上述した個別の訪問・確認作業はより長期に及ぶと考えられる。このような確認作業に資する一般被害情報のやりとりの流れは、図 3 に示されているように、各事業者が個別に収集することになっているが、この問題点を踏まえ、事業者間で所有者への確認作業をまとめて行うこと等や、関連する情報を共有することが特に求められると考えられる。

また、ガス、上水道、下水道、道路事業者は自社被害情報の調査のため、予め定められた路線の巡回点検を行うことになっているが、兵庫県南部地震の事例では、人手不足を補うためにガス事業者が道路復旧工事会社へ同時にガス漏洩の点検を依頼し、自社被害情報の収集を行ったと報告されている。また、新潟県中越地震時には「新潟県中越地震復旧・復興 GIS プロジェクト」³⁴⁾が運営され、ライフライン事業者の自社被害情報等の共有が行われた実績がある。このような取り組みをさらに推進するとともに、首都直下地震の場合は事業者間で点検範囲を調整し、現地調査段階から協力体制を築くための事業者間の仕組み作りが必要であろう。特に、電力と通信に関しては、図 3 に示すよう電柱の復旧に関して、自社被害情報のやりとりが見られるが、兵庫県南部地震の際には、電力と共用の共架柱に対して通信事業者の復旧活動が遅れたという報告や、新潟県中越地震の際には、協定により電力管理の電柱も NTT で修理した後、事後清算したとされ、電力と通信事業者がそれぞれ優先順位の高いものから復旧したと報告されている。新潟県中越地震時の配電支持物被害は 4,227 件(倒壊 88 件、傾斜等 4,139 件)であったが、首都直下地震の場合は 101,360 本もの電柱被害が発生すると想定されており、新潟県中越地震以上にこの影響が顕在化すると考えられる。そのため、事業者間の事前協議による共架点検範囲の分担や復旧活動の調整等、図 3 に示した自社被害情報のやり取りをさらに強化する必要がある。

図 4 より、ヒト及びヒトに関する情報のやりとりに関する相互依存関係の観点からは、民間企業である電力、ガス、通信事業者の場合には本部派遣員を、都関係機関である上水道、下水道、道路事業者では本部員を都本部へ派遣することになっており、都本部に対しては被害情報及び復旧の調整に係る情報交換のためのヒトの派遣が見られた。

また、自衛隊は具体的な応急復旧作業以前の大規模な障害物除去作業等を担当する要員として、すべてのライフライン事業者と関係性を有しており、その派遣要請に関しては都本部を介している。障害物の数量的な参考値として、首都直下地震における東京都の震災廃棄物の量

表4 各ライフラインの応急復旧活動比較

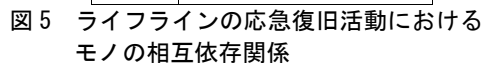
| | | 東京電力 | | 東京ガス | | NTT東日本 | | 東京都水道局 | | 東京都下水道局 | | 東京都建設局 | |
|-----------|----------------------|--|---------------------|--|------------------------|---|-------------------|--|-------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| (1)態勢確立 | a)非常態勢発令 | 第3非常態勢(自動発令) | | 第二次非常体制 | | 第1非常態勢 | | 特別非常配備態勢 | | 特別非常配備態勢 | | 特別非常配備態勢 | |
| | b)本部設置 | 非常災害対策本部自動設置 | | 対策本部自動設置 | | 非常態勢に応じた対策組織を設置する | | 局長の指示で本部を設置 | | 都本部の連絡に基づき、局長の指示で設置 | | — | |
| | c)要員参集 | ○規定場所に自発的に参集する ○交通途絶等により所属への参集ができない社員は、最寄りの事業所に参集する | | ○規定場所に自発的に参集する | | ○各対策組織の長は対策要員の動員を指示する ○交通途絶等により所属への参集ができない社員は、最寄りの事業所に参集する | | ○規定場所又は給水拠点に自発的に参集する ○交通途絶等により所属への参集ができない社員は、最寄りの事業所に参集する | | ○規定場所に自発的に参集する | | ○規定場所に自発的に参集する | |
| (2)活動準備 | a)資機材確保(モノ等) | ○復旧資機材 関係協会、他電力会社、グループ会社、電気工事店 | | ○復旧資機材 関係協会、他ガス会社、グループ企業、協力会社、メーカー | | ○復旧資機材 グループ会社、工事会社 | | ○復旧資機材 関係協会、工事会社、メーカー、他県都市 | | ○復旧資機材 関係協会、工事会社、他県都市 | | 建設業協会 | |
| | | ○車両 他電力会社、輸送請負会社 | | ○重機 工事会社 | | ○車両 輸送会社 | | ○車両 運輸業協会、運送会社 | | ○台帳 民間会社 | | ○重機 建設業協会 | |
| | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去機材 都本部(自衛隊) | |
| | | ○スペース 事前調査、都本部 | | ○スペース 事前調査、都本部 | | ○スペース 事前調査、都本部 | | ○重機 建設業協会 | | ○重機 建設業協会 | | | |
| | b)応援要員確保(ヒト) | | | | | ○燃料 燃料会社 | | ○燃料 単備契約会社 | | ○燃料 石油会社 | | | |
| | | | | | | ○発電機 電力事業者 | | | | | | | |
| | | | | | | ○冷却水 水道事業者 | | | | | | | |
| | | ○復旧作業員 関係協会、他電力会社、グループ会社、電気工事店 | | ○復旧作業員 関係協会、他ガス会社、グループ企業、協力会社 | | ○復旧作業員 グループ会社、工事会社 | | ○復旧作業員 関係協会、工事会社、他県都市 | | ○復旧作業員 関係協会、工事会社、他県都市 | | 建設業協会、東京都建設防災ボランティア | |
| | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | | ○障害物除去要員 都本部(自衛隊) | |
| | | | | | | | | ○応急給水要員 都各局、警視庁、ボランティア、自衛隊 | | | | | |
| (3)応急復旧活動 | a)情報収集 | ○地震関連情報 (受信)気象庁、都本部 | | ○地震関連情報 (受信)気象庁、都本部 | | ○地震関連情報 (受信)気象庁、都本部 | | ○地震関連情報 (受信)都本部 | | ○地震関連情報 (受信)都本部 | | ○地震関連情報 (受信)都本部 | |
| | | ○自社被害情報 (発信)都本部、内閣府、経済産業省、東京消防庁、警視庁、電力協議会、通信事業者 | | ○自社被害情報 (発信)都本部、内閣府、経済産業省、国土交通省、海上保安庁、東京消防庁、警視庁 | | ○自社被害情報 (発信)都本部、内閣府、総務省、海上保安庁、電力事業者 | | ○自社被害情報 (発信)都本部、区本部、道路事業者、河川管理者、(厚生労働省) | | ○自社被害情報 (発信)都本部、(国土交通省) | | ○自社被害情報 (発信)都本部、国土交通省、東京消防庁、警視庁 | |
| | | ○一般被害情報 (受信)都本部、区本部、通信事業者 | | ○一般被害情報 (受信)都本部、区本部 | | ○一般被害情報 (受信)都本部、区本部、電気事業者 | | ○一般被害情報 (受信)都本部、区本部 | | ○一般被害情報 (受信)都本部 | | ○一般被害情報 (受信)都本部、道路事業者、水道事業者 | |
| | b)復旧計画作成 | 給電指令所の情報等を活用して本部ごとに復旧計画を作成し、上級本部は下級本部に対し、指示を行う | | 「超高密度リアルタイム地震防災システム」により被害想定を活用して復旧計画を作成する | | ネットワーク運営センターの情報等を活用し、復旧計画を作成する | | 水運用センターの情報等を活用し、給水対策本部会議及び応急対策会議で情報共有及び局内の復旧方針の調整を行う | | 下水道局震災対策本部会議で情報共有及び局内の復旧方針の調整を行う | | 道路調整会議で他主体との情報共有及び復旧方針の調整を行い、局内へ指示する | |
| | c)広報活動 | ○報道機関を通じた広報 | | ○報道機関を通じた広報 | | ○放送事業者を通じた広報 ○自治体を通じた広報 | | ○都災害対策本部を通じた広報 ○情報機関を通じた広報 | | ○都災害対策本部を通じた広報 ○情報機関を通じた広報 | | ○都災害対策本部を通じた広報 ○情報機関を通じた広報 | |
| | | ○広報車等による当該地域への周知活動 | | ○自治体を通じた広報 ○広報車等による当該地域への周知活動 | | | | ○各管理事務所等と区市町との連携による広報 | | ○各管理事務所等と区市町との連携による広報 | | ○各管理事務所等と区市町との連携による広報 | |
| | d)系統操作 | 中央給電指令所、系統給電指令所、店所給電指令所での系統切替 | | 供給指令センターでの系統切替・ブロック化 | | ネットワーク運営センターでの系統切替・通話規制 | | 水運用センターでの系統切替 | | 水再生センターでの調整 | | — | |
| | e)危険予防措置 | ○被害機器の切り離し ○送・配電線修繕 | | ○製造所、整圧所からの送出入量の調整 ○供給停止、閉栓 | | ○設備・機器の機能確保のための通信規制 ○回路閉鎖 | | ○取水・導水の停止・減量 ○供給停止、閉栓 | | ○トイレ使用制限、水道の給水制限 ○管路閉鎖 | | ○通行規制 | |
| | f)代替措置 | ○電源車、発電機の派遣 | | ○移動式ガス設備の派遣 | | ○非常用無線設備、衛星通信局、非常用交換機、移動体臨時基地局の設置 | | ○給水車、仮設給水栓等による応急給水 | | ○雨水貯留池の活用 | | ○迂回ルートを選定 | |
| | | ○他電力会社からの電力融通 | | ○カセットコンロ等の提供 | | ○携帯電話、公衆電話の設置、提供 | | | | ○仮設トイレの設置 | | | |
| g)応急復旧作業 | ○設備・機器修理 ○送・配電線修繕 | | ○設備・機器修理 ○ガス配管修繕 | | ○設備・機器修理 ○ケーブル・配管修繕 | | ○設備・機器修理 ○配管修繕 | | ○設備・機器修理 ○配管修繕 | | ○障害物除去作業 ○構造物修繕 | | |

があるが、それは最大 3,465 万から約 6,700 万トンと想定されており、その一部が前述した障害物となる。このような規模の障害物は極めて甚大となる可能性が高く、障害物除去作業の進捗は、3 章で示したライフラインの応急復旧作業の立ち上げに影響を与えるため、図 4 に示した事業者から都本部、そして自衛隊への要請を迅速に行う他、障害物除去を必要とする地域情報等の要件を作業部隊の運用に適切に還元できるような制度の運用が求められる。さらに上水道の場合、自衛隊に加えて都各局、警

視庁、ボランティアに対しても応急給水作業を支援する要員として、都本部を通して要請を行うことになっている。

実際の復旧作業を行う作業員の派遣に関しては同業者、同業者協会、グループ会社、請負会社等に対して事業者が直接要請を行うが、その窓口として、電力は復旧班、ガスは総務班、上水道は配水施設班、下水道は支援部門及び管理部門、通信は復旧班というように、各事業者対策組織内の特定の部署が対応する。また、上水道と下水

その上で、上水道と下水道に関しては復旧要員の場合と同様の重複が見られ、図 5 の上下水道間においても、前述した内容と同様の事前調整が重要となる。その他、上水道、下水道、道路事業者に関しては、建設重機の確保のために建設業協会及び建設重機協会へ要請することになっているが、図 5 においてはこれらの要請を個別に行うこととなっており、その重複が数量的な面で問題となる可能性が考えられる。さらに、ガス事業者も工事会社に対して掘削車・採水車等の同様の重機を要請することになっており、前述の事業者間で重機の共有や投入計画の調整を直接行うことにより復旧効率を高めることが可能になると考えられる。さらに、資機材輸送に不可欠



なトラック等の輸送手段を確保するための輸送会社への要請に関して電力と通信の間で重複しており、また、燃料会社への発電機用燃料要請に関して上水道と通信の間で重複している。これらの事項についても、前述した事例のように要請先の重複による影響と同様の問題が考えられるため、事前に要請先の重複を考慮した復旧計画の調整が必要であろう。

5. 結論

本研究では、ライフライン事業者の防災業務計画及び地震対策マニュアルを分析することで、ライフライン事業者の応急復旧段階におけるシナリオ及び他主体との相互依存関係を定性的にモデル化した。その際には、応急復旧活動の相互関係を地震関連情報・被害情報、ヒト及びヒトに関する情報、モノ及びモノに関する情報のやりとりの視点から規定した。また、これらの特徴を過去の災害例と比較することで、首都直下地震時に懸念される問題点について検討した。本研究で得られた知見は以下の通りである。

1) 電力、ガス、通信、上水道に共通する特徴としては、発災直後はシステムを24時間体制で管理している当業者内の主体が中心となり、応急措置を進め、職員の参集とともに意思決定の中心が本部へ移行し、その後は本部を中心とした応急復旧活動が行われるという点が挙げられる。一方、下水道及び道路に関しては24時間態勢による応急措置は見られないが、要員参集後に本部が設置され、以後の活動は本部を中心として行われるという点は同様である。要員参集後に行われることは、本部、各事業所での被害状況の調査及び職員の安否確認や備蓄資機材の確認であり、これらを踏まえて本部で復旧計画の作成や外部への応援要請が行われる。具体的な応急復旧作業に関して、電力は、発災後24時間は主に系統切替がなされ、被災した送配電線の復旧は24時間以降に行われる。また、ガスに関しては発災後から順次、系統切替と管路の復旧作業が行われる。上水道に関しては、発災後24時間は主に系統切替と断水区域への応急給水活動に当てられ、本格的な復旧は72時間以降に行われると考えられる。また通信に関しては、発災後24時間は主に系統切替と代替機器による通信途絶防止措置がなされ、被災した送配電線の復旧は24時間以降に行われる。道路に関しては、発災直後から被害状況の点検及びそれに基づいた交通規制、障害物除去作業が順次行われる。

2) 地震関連情報・被害情報のやりとりに関する相互依存関係の観点からは、電力、ガス、通信事業者と上水道、下水道、道路の間でやりとりの構造に違いが見られた。前者の特徴は、都本部に対して自社被害情報を提供すると同時に家屋被害や交通状況、他のライフライン被害等、一般被害情報を受け取ることであり、また当該事業者を管轄する省庁及び激甚災害時の重要官庁、復旧活動現場である区とも直接情報のやりとりを行う。一方、後者の特徴は、それらの官公庁との連絡を都本部を通して行っていることである。上水道、道路に関しては復旧活動に関わる調整を道路管理者、交通管理者、河川管理者及び区と直接行っている。個別事例については、電力、ガス、上水道、下水道に関して、末端設備の復旧の際に供給先への確認を含めた家屋被害等の一般被害情報を収集する必要があるが、首都直下地震の場合には、家屋等の被害が極めて甚大な量に上ると想定されているため、これら

の確認作業及び一般被害情報の収集を各事業者が単独で実施するのではなく、収集段階での協調及び情報共有が重要となると考えられる。さらに、道路を中心とした電柱、ガス管、上下水道管、マンホール等の巡回点検において、首都直下地震相当の被害を想定すれば、自社被害情報の収集体制における事業者間の協調が改めて求められる。特に、電力と通信の間では電柱復旧に関する自社被害情報のやりとりが見られたが、首都直下地震の際は約101,360本もの電柱被害が想定されているため、共架等の点検・復旧範囲の分担をはじめとする協力体制を事前に調整しておくことが必要である。

3) ヒト及びヒトに関する情報のやりとりに関する相互依存関係の観点からは、電力、ガス、通信は本部派遣員を、上下水道、道路は本部員を都本部へ派遣することになっており、都本部に対しては被害情報及び復旧の調整・指示に係る情報交換のための要員の派遣が行われる。また、自衛隊は大規模な障害物除去作業等を担当する要員として、すべてのライフライン事業者と都を介して関係性を有している。首都直下地震の際には、甚大な量の障害物が発生すると考えるため、事業者から都本部、そして自衛隊への要請を迅速に行う他、事業者から得た障害物除去作業に関わる要件を作業部隊の運用に適切に還元できるような制度の運用が求められる。具体的な応急復旧作業に関する要員の要請に関しては、各事業者の特定部署が同業者、同業者協会、グループ会社、請負会社等に対して直接要請を行う。その上で、管路の復旧作業に際して上水道と下水道に応援要請先の重複が見られた。首都直下地震においては、一部の要請先において上水道の場合は約70%、下水道の場合は約90%が重複しており、この問題が改めて顕在化すると考えられるので、応援要請先の重複を加味した復旧計画の事前調整が必要となると考えられる。

4) モノ及びモノに関する情報のやりとりにおける相互依存関係の観点からは、自衛隊は大規模な障害物除去作業を行う資機材の提供先として、すべてのライフライン事業者と都を介して関係性を有している。また、電力、ガス、通信事業者は都本部に対して、資機材置き場等のスペースが不足する場合、オープンスペースの要請を行う。都本部から各事業者へのオープンスペースの提供は復旧効率上重要な意味をなすため、都本部においては各事業者の復旧計画から得られる資機材の量的規模を適切に把握し、スペースの確保や災害時の迅速な提供体制を進める必要がある。同時に、ライフライン事業者においてはスペースの共有に対する事業者間の事前調整が強く求められる。資機材そのものの要請に関しては、各事業者の特定部署が同業者、同業者協会、グループ会社、請負会社等に対して直接要請を行う。その際に、管路復旧資材の要請先として上水道と下水道に重複があり、この点は前述したヒトの場合と同様である。また、上水道、下水道、道路事業者に関して、建設重機を確保するための要請先に重複が見られ、電力と通信事業者の間で輸送手段を確保するための要請先に重複が考えられた。さらに上下水道と通信事業者の間で発電機用燃料の要請先に関して重複が見られたが、首都直下地震における被害の量的規模を考慮すると、これらの要請先の重複に関する数量や分配方法等は極めて大きな問題として顕在する可能性が高く、各事業者において復旧計画等の事前調整が強く求められることになろう。

謝辞

本研究は、首都直下地震防災・減災特別プロジェクト「広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究」(研究代表者、京都大学・林春男教授)の助成を得て実施されました。その際には、本プロジェクトにおけるライフライン研究グループ(リーダー、千葉大学・山崎文雄教授)のメンバーの方々からは貴重な御助言等を頂戴しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)星谷勝, 宮崎正敏: 上水道システムの地震災害復旧の戦略と予測, 土木学会論文報告書, 第331号, pp.45-54, 1983.3
- 2)佐藤忠信, 一井康二: 遺伝的アルゴリズムを用いたライフライン網の最適復旧過程に関する研究, 土木学会論文集, No.537/I-35, pp.245-256, 1996.4
- 3)野田茂, 西村和之: ライフラインの復旧支援と震災対策に関するアンケート調査, 第24回地震工学発表会講演論文集, pp.1201-1204, 1997
- 4)秦康範, 目黒公郎: 兵庫県南部地震後の各種ライフラインの復旧活動と復旧阻害要因の影響について, 第25回地震工学発表会講演論文集, pp.1077-1080, 1999
- 5)能島暢昌, 亀田弘行: 地震時のシステム相互連関を考慮したライフライン系のリスク評価法, 土木学会論文集, No.507/I-30, pp.231-241, 1995
- 6)奥山恭英, 堀井秀之, 山口健太郎: 相互依存性解析: 研究開発動向と課題, 社会技術研究論文集, Vol.5, pp.197-205, 2008
http://shakai-gijutsu.org/ronbun5/vol5_197-205.pdf
- 7)岩佐祐一, 林春男, 近藤民代: 災害対応業務標準化に向けた「防災基本計画」の業務分析, 地域安全学会論文集, No.5, pp.193-202, 2003
- 8)中川大, 伊藤雅, 青山吉隆: 震災時の都市内の活動分布を考慮した地域防災計画の実効性の検証, 第34回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.703-708, 1999
- 9)田口尋子, 林春男: 災害対応業務の標準化に向けた IDEF0 手法による評価手法の開発—神戸市・防災対応マニュアルを例に一, 地域安全学会論文集, No.4, pp.267-274, 2002
- 10)田口尋子, 林春男: FC-IDEF0 による災害応急対策の標準化手法の開発—事例研究: 神戸市地域防災計画一, 地域安全学会論文集, No.5, pp.203-212, 2003
- 11)三谷智子, 林春男: 災害時「こころのケア・トレーニング・マニュアル」構築に関する一提案, 地域安全学会論文集, No.2, pp.33-38, 2000
- 12)中央防災会議首都直下地震対策専門調査会: 首都直下地震対策専門調査会報告, 2005.7,
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/houkoku.pdf>
- 13)東京都防災会議地震部会: 首都直下地震による東京の被害想定(最終報告), 2006.3,
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_h.html
- 14)中央防災会議首都直下地震対策専門調査会: 第13回資料, 資料2-1, 直接的被害想定結果について,
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/13/shiryu2-1.pdf>
- 15)中央防災会議首都直下地震対策専門調査会: 第15回資料, 資料2, 被害想定結果について,
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/15/shiryu2.pdf>
- 16)中央防災会議首都直下地震対策専門調査会: 第15回資料, 資料3, 首都直下地震に係る被害想定手法について,
<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/shutochokka/15/shiryu3.p>

df

- 17)上野山智也, 荒井信幸: 巨大災害による経済被害をどう見るか—阪神・淡路大震災, 9/11 テロ, ハリケーン・カトリーナを例として—, 内閣府経済社会総合研究所, ESRI Discussion Paper, No.177, 2007,
http://www.esri.go.jp/jp/archive/e_dis/e_dis180/e_dis177.html
- 18)日本自然災害学会: 防災事典, 築地書館, 2002
- 19)岡田恒男, 土岐憲三編: 地震防災の事典, 朝倉書店, 2000
- 20)東京都防災会議: 東京都地域防災計画震災編, 平成19年修正,
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/tmg/plan-sinsai.html>
- 21)東京電力株式会社: 防災業務計画, 平成18年7月修正,
<http://www.tepco.co.jp/cc/pressroom/bousai.pdf>
- 22)東京都水道局: 東京都水道局震災応急対策計画, 平成18年6月,
<http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/press/h18/press060825.pdf>
- 23)東京都下水道局: 東京都下水道局地震対策マニュアル(応急対策編), 平成10年8月
- 24)東京都下水道局: 東京都下水道局地震対策マニュアル(予防対策編), 平成10年8月
- 25)東京ガス株式会社: 防災業務計画, 平成20年4月,
<http://www.tokyo-gas.co.jp/safety/bousai.pdf>
- 26)NTTグループ: 防災業務計画, 平成18年7月,
<http://www.ntt-east.co.jp/saigai/taisaku/bousai.pdf>
- 27)NTT HP: video NTTの災害対策,
<http://www.ntt.co.jp/saitai/video.html>
- 28)東京都: 震災対策事業計画, 平成20年3月,
http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_z.html
- 29)東京都建設防災ボランティア協会 HP: 協会の組織・活動の体制, 登録会員(平成20年5月16日現在),
<http://www.justmystage.com/home/adv/adv-taisei/framepage9.htm>
- 30)内閣府 HP: 阪神・淡路大震災教訓情報資料室,
http://www.bousai.go.jp/1info/kyoukun/hanshin_awaji/index.html
- 31)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, 土木学会, 1997年9月10日
- 32)日本地震工学会, 土木学会, 日本建築学会, 地盤工学会, 日本地震学会, 日本機械学会, 震災予防学会: 2004年(平成16年)新潟県中越地震被害調査報告会梗概集, 2004年12月21日
- 33)防災科学技術研究所: 危機管理対応情報共有技術による減災対策, 平成18年度成果報告書,
<http://www.kedm.bosai.go.jp/project/info-share/H18report.html>
- 34)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/>

(原稿受付 2008.5.24)

(登載決定 2008.9.13)