

重要インフラの災害対策に関する調査 —大規模災害時における 鉄道のレジリエンスを向上させるために—

武内 陽子, 渡辺 健治, 羽山 和紀, 布川 修, 福村 直登, 早勢 祥子

鉄道は重要インフラのうちの1つであり、地震・台風等の大規模災害時における鉄道のレジリエンスを向上させるためには、「被害最小化」と「復旧時間短縮化」が重要である。そこで、鉄道の現状を把握するため、想定リスクとその対策事例を整理した。次に、鉄道以外の重要インフラの災害対策に対する公開情報調査とヒアリング調査を実施し、鉄道と他重要インフラとの比較を行った。そして、調査結果と比較結果を基にして、大規模災害時における鉄道のレジリエンスを向上させるために、鉄道関係者が今後取り組んでいく事項について検討した。

キーワード：鉄道, 重要インフラ, レジリエンス, 事業継続, 相互依存

1. はじめに

内閣官房では、「重要インフラ」として、情報通信、金融、航空、鉄道、電力、ガス、政府・行政サービス、医療、水道、物流の10分野を指定しており[1]、このうちの1つである鉄道は、多くの利用者や貨物を一度に運ぶことができる大量輸送手段である。

地震・台風等の低頻度かつ大規模災害時には、鉄道においては、まず、安全に列車を止めて、乗客を安全な場所へと避難誘導することが必要である。その次に、設備や機器を点検し、必要に応じて復旧作業を実施し、安全性を担保したうえで早期運転再開が必要である。すなわち、大規模災害時における鉄道のレジリエンスを向上させるためには、「被害最小化」と「復旧時間短縮化」が重要である。

そこで、まず、鉄道の現状について把握するため、想定リスクとその対策事例について整理した。次に、大規模災害時における鉄道のレジリエンスを向上させる手段を模索するため、医療を除く重要インフラを対象として、文献やインターネット等の公開情報の調査や、事業者の大規模災害対策や危機管理の担当者からのヒアリング調査を実施し、鉄道との比較を行った。さらに、調査結果と比較結果を基にして、鉄道関係者が今後取り組んでいく事項について検討した。

以下、2節は鉄道の現状の整理、3節は他産業の調査結果と鉄道との比較、4節は鉄道事業者が実施すべき大規模災害時の事業継続要件と今後の課題、5節はまとめについて述べる。

2. 鉄道の現状

鉄道の現状を把握するため、技術基準、マニュアル類、災害事例等を参考にして、鉄道で想定しているリスク（事象と原因）、および、リスクに対する対策事例を整理した。その結果の一部を表1に示す。

3. 他重要インフラの調査結果

3.1 公開情報による調査結果

鉄道と同様にネットワーク性を有している産業のうち、情報通信、金融、航空、電力、ガス、水道の6産業について、想定リスク、および、想定リスクに対する対策事例を整理した。その結果を表2～表7に示す。なお、調査においては、技術面でのリスクを対象とし、運営面・経営面・コンプライアンスに関するリスクは対象としていない。

3.2 ヒアリング調査結果

3.1節で対象とした6産業を代表する事業者6社に対して、災害対策や危機管理の担当者からのヒアリング調査を行った。調査結果の総括は以下のとおりである。

リスクの定量化に対する考え方

技術分野のリスクを単独で定量化する取り組みよりも、技術分野以外の経営全体のリスクを評価し、技術

たけうち ようこ, わたなべ けんじ, はやま かずのり,
ぬのかわ おさむ, ふくむら なおと, はやせ さちこ
公益財団法人 鉄道総合技術研究所
〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

表 1 鉄道における想定リスクと対策事例

| 事象 | 想定リスク | | 対策事例 |
|--------|--|--|--|
| | 原因 | | |
| 脱線 | 地震による構造物の損傷 雨 風 | | 構造物の耐震設計, 耐震補強 耐降雨設計 防風柵, 運転規制 |
| 衝突 | 信号トラブル | | フェールセーフ ¹ 化 |
| 建築限界支障 | レール折損, 座屈 ² ポイントの途中転換, 速度超過 営業線接近工事, 自動車の衝突 落石 地震による線路上空建物の損傷 踏切支障 | | レール探傷, 定期交換 フェールセーフ化, ATS ³ 工事事業者との事前協議, 桁下防護工の構築 落石防護工の構築 建築基準法に則った設計 障害物検知装置 |
| 火災 | 構造物の耐火不足, 排煙不足 車両に対する放火, 故障, 施工不良 | | 延焼拡大防止, 初期消火, 避難時間を担保する排煙設計 材料の難燃化, 避難誘導 |
| その他 | 駅構内での転倒, 駅ホームからの転落 ホームにおける列車の風圧 | | ホームドアの設置, 防滑性能の確保 ホーム柵の設置 |
| 運転規制 | 地震 雨 風 | | 地震動の加速度等で規制, 主要地震動到達前に減速 雨量, 河川の水位等で規制 風速に応じて徐行あるいは運転中止 |
| 輸送障害 | 自社線内, 他社からの遅延伝播 | | 輸送量に応じてダイヤ変更, 直通運転の打ち切り |
| 沿線災害 | 沿線火災 | | 延焼防止対策 |
| 電力供給支障 | 変電所火災 変電所停電 地震による変電所の被災や電車線設備の損傷 | | 絶縁強化 変電所受電系統の変更 電気設備の耐震設計, 耐震補強 |
| パンデミック | 伝染病の流行 | | 普段とは異なる運行計画の準備 |
| システム障害 | サイバーテロ | | 運行管理システムのセキュリティ強化 |
| 乗り心地不良 | 構造物の不同沈下 ⁴ | | 不同沈下対策 |
| 混雑 | 軌道変位 駅での旅客の滞留 | | 適切な軌道整備 駅設備の配置 |
| 速達性阻害 | ラッシュ時の乗降時間の増加 | | 列車ダイヤの工夫 |
| 騒音・振動 | ポイント, レール継目 | | 列車ダイヤの工夫 (減速運転等) |

分野のリスクはその一部として評価されていることが多い。また、技術の進歩によるリスク低減、想定外のリスクを取り扱えないというリスク評価モデルの弱点、技術面以外での事情や判断が介在する等の理由により、技術面でのリスクを定量的に評価している事業者は少ない。一方で、想定リスクの項目出しや定期的見直しをしている事業者は多い。

現場対応能力・人材育成の重要性

新規インフラ建設の減少や、技術の進歩や安全対策の推進による事故の減少等に起因して、技術力を向上させる機会が減ってきていること、また、大規模災害時の詳細な被害予測は困難であるという背景の中で、被災後の早期復旧のためには、適切な現場対応能力を身につけるための人材育成が重要である。

ソフト対策の重要性

システムを構成する各機器のハード的な補強だけで

なく、システム全体の冗長化、隣接事業者との連携強化、関係者への啓蒙活動といったソフト対策等も重要視している。

他産業との相互依存関係

被災後、復旧までにかかる時間は、電力、情報通信等の他産業の復旧状況に依存することが多く、他産業との相互依存関係を考慮した対策が必要となる。例えば、重要設備にはバックアップ電源を準備する等の対策を実施している事業者も多い。

¹ 装置に障害が発生した場合に、安全側の状態を維持、もしくは安全側の状態に遷移させるような設計。例えば、障害発生時には鉄道信号は赤（停止）となる。

² 荷重が加わることによりレールが大きく曲がること。

³ Automatic Train Stop の略。列車が停止信号へ接近するときに、警報を発したり、自動的にブレーキを制御して信号冒進を防ぐための装置。

⁴ 基礎や構造物が傾いて沈下すること。

表 2 情報通信における想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [2] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|--------|---|
| 首都直下地震 | BCP 作成 (課題の抽出, 過去の大規模災害の経験に基づいた対策の実施, ハード対策だけでなくソフト対策・ヒューマンウェア対策が不可欠) |
| 風水害 | 高所選定, 水防, 防潮, 豪雪対策, 風圧設計, 長時間停電対策等 |
| 火災 | 難燃化, 不燃化, 防火区画化, 油流入防止堰等 |
| 地震 | ビル内設備の耐震性 (一部軽微な損傷を受けるが早期に機能回復可能), とう道, ビルの耐震性 (震度 7 で損傷を受けるが壊滅的な被災は回避) |

表 3 金融における想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [3~5] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|------------------------------------|---|
| 信用リスク (貸し倒れリスク) | 行政の規制 (金融検査マニュアルによる定期検査) |
| 市場リスク (金利, 債権価格・株価, 為替相場の変動に伴うリスク) | リスク評価モデルの構築 (CSA, KRI, BIA, TSA, AMA 等) |
| オペレーショナルリスク | 管理組織・体制の設置 (経営の自律的改善を重視するための PDCA サイクル実施) |

表 4 航空における想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [6~8] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|---|---|
| 自然災害 (地震・津波, 台風・高潮, 大雪, 潮位上昇, 落雷, 濃霧) | リスク要因の分析 (リスクマトリックスによる頻度と影響期間を整理, リスクが影響を与える対象を整理) |
| 事故 (システム障害, ハードウェア/ソフトウェア欠陥, 停電, 設備故障, 火災, 航空機事故) | 自然災害, 事故, 輸送障害などの発生等における BPC 策定の促進 鉄道, 建設業等の国土交通省関係民間企業の BCP 策定の促進 |
| 事件 (テロ/サイバーテロ, ハイジャック, 爆破, 不法侵入) | 新型インフルエンザ対策行動計画作成 |
| 労働 (ストライキ) | |
| 環境 (伝染病) | |

事前対策と事後対応

大規模災害時の被害の未然防止と合わせて, 被災後の早期復旧や二次災害防止も重要視されている。すなわち, リスクに備えるための事前対策 (リスクマネジメント=機能の維持管理+被害最小化) だけでなく, 発災後の事後対応 (クライシスマネジメント=被害の拡

表 5 電力における想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [9~15] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|-------|--|
| 地震 | 耐震設計指針の整備 変電, 配電設備の損壊の想定, 耐震基準の妥当性の検討, 設備の補強 (配電網のループ化・冗長化) 配電の復旧ルートの最適化 |
| 津波 | 津波水位の確率論的評価 |
| 雷 | 雷レーダ観測システム等の構築 (被害軽減, 早期復旧) |
| IT 障害 | IT リスク対策策定ガイドライン (事前対策, 被害防止または軽減対策) |

表 6 ガスにおける想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [16, 17] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|--|---|
| 自然災害 (地震, 風水害等) | 災害発生時の初動措置 (情報収集, 被害程度の分析, ガス供給停止等) |
| 製造段階でのリスク (基地の経年劣化等) | 供給段階での被害の拡大防止 (内閣府や東京都と連携, 専用連絡端末機を使って被害情報を共有, TV 会議システムを用いた対策協議) |
| 消費段階でのリスク (非安全型の家庭用ガス機器の残存, ガス機器の誤使用等) | 統合リスク管理システムを構築 リスク管理規則を制定 経営が管理すべき重要リスクの明文化 |
| その他のリスク (原料調達支障, 不測の大規模停電, 風評被害等) | |

表 7 水道における想定リスクと対策事例
(詳細は文献 [18, 19] を参考のこと)

| 想定リスク | 対策事例 |
|-------------------------------------|---|
| 自然災害 (地震, 風水害) | 給水拠点, および, 公園や校庭の地下などを利用した応急給水槽の整備による飲料水の確保 |
| 事故 (水質汚染事故, 施設事故・停電, 管路事故・給水装置凍結事故) | 危機管理対策マニュアル策定指針を策定 |
| テロ | |
| 渇水 | 地震対策マニュアル策定指針 (管路・給水装置の被害推計, 断水状況 (断水人口) の推定, 応急復旧・応急給水目標の設定等を具体的に記載) |

大防止+機能の応急復旧+事業の本復旧) も重要である。さらに, インフラ事業者は, 利用者に対する各種サービスを提供していることから, 事業者独自の視点だけでなく, 社会的な要請にも応える必要があることもみえてきた。

これらをまとめると, 重要インフラを維持・管理する

事業者が、事業全体に関するリスクに対する事前対策（リスクマネジメント）から発災後の事後対応（クライシスマネジメント）に至る時系列上で取り組むべき事項を整理できる。整理した結果を図1、および、表8に示す。図1最下段の社会的要請・企業の社会的責任（CSR）においては、フェーズ1～フェーズ3では、本来とは異なる社会的役割、公共性が求められる可能性もある。例えば、鉄道であれば駅の避難所利用・食料配布、代替輸送の確保等が相当する。

3.3 鉄道と他産業との比較

鉄道の現状（2節）と他産業の調査結果（3.1節、3.2節）とを比較すると、最も大きな違いは、鉄道は他産業と比べて「安全に対するリスク」が顕在化しやすい点である。それは、情報通信、電力、ガス、水道は「モノ」を運ぶサービスを提供しているのに対して、航空、鉄道は「お客様（ヒト）」を直接運ぶサービスをしているという特性の違いに起因していると考えられる。さらに、航空と鉄道とを比較すると、空港と機体を別々の会社が管理している航空に比べて、構造物・線路・電力設備・駅設備等のインフラと車両の両方を保持している鉄道は、管理対象範囲が広い。そのため、鉄道においては、安全に対するリスクに関する研究課題や解決すべき課題が多いことが特徴であると言える。

表8 事後対応における時系列区分

| フェーズ | 対応内容 | 具体的事例 |
|---------------|-------------------|--|
| フェーズ1 被災直後 | 二次災害防止 | 空港、鉄道：避難誘導ガス：漏ガス防止 |
| フェーズ2 応急時 | サービスの提供を再開するための準備 | 構造物・設備の修復システムの復旧職員の手配と配置 |
| フェーズ3 復旧時 | 機能が不十分な中での暫定的な運用 | 水道：応急給水拠点 鉄道：バス代行、徐行 金融：窓口のみでの対応 |

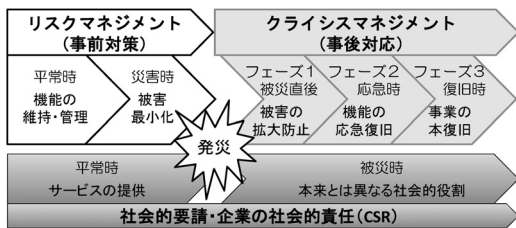


図1 事前対策（リスクマネジメント）から発災後の事後対応（クライシスマネジメント）に至る時系列

4. 鉄道関係者が今後取り組むべき事項

3.2節より、発災時および直後に事業者に要求される対応が時々刻々変化することを勘案し、事前対策と事後対応を連続的にとらえ、対応方法を準備しておくことが重要であることがわかった。また、3.3節より、鉄道においては安全に関するリスクが顕在化しやすいこともわかった。そこで、大規模災害時の鉄道のレジリエンス向上のために、鉄道関係者が今後取り組むべき事項について検討した。以下、4.1節に事業継続のために鉄道事業者が実施すべき要件を整理した結果を、4.2節に現状の課題の検討した結果を述べる。

4.1 鉄道における事業継続要件

事業継続計画作成のためのガイドライン [20] 等を見ると、復旧の段階ごとに計画策定することを推奨している。また、近年では、事業リソースを「人的資源（ヒト）」、「物的資源（モノ・情報・カネ）」に区分し [21]、そこに「時間」を加えて整理することが増えている。そこで、これらの考え方を参考に、図1で整理したフェーズ1～フェーズ3の時間区切りを図2、および、表9のように定義した。

また、社会における鉄道事業の位置づけと鉄道の事業継続で想定すべき要素を図3のように整理した。すなわち、鉄道事業者は、自らが保有する事業リソース（ヒト・モノ・情報・カネ）を基に、サービス提供に必要な要求性能を確保しており、社会のステークホルダー（利用者、地域、マスコミ等）からのサービス要請

表9 鉄道事業における事後対応の時系列区分

| フェーズ | 時間区切り | 具体的事例 |
|---------------|-------------------------|--|
| フェーズ1 被災直後 | 状況把握～対応計画策定 | 避難誘導、救護 対策本部設置、情報収集 |
| フェーズ2 応急時 | 優先順位の高い作業に着手～仮ダイヤでの運転再開 | 構造物・線路・電車線設備・信号設備等の修復 運行管理システム等の復旧仮ダイヤの作成 車両・乗務員等の手配 |
| フェーズ3 復旧時 | 運行範囲・本数の増加～通常時の運行サービス提供 | 仮ダイヤの修正 車両・乗務員運用計画の修正 |

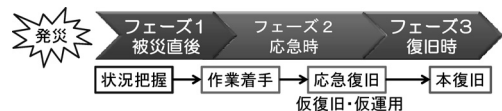


図2 鉄道事業における事後対応の時系列区分

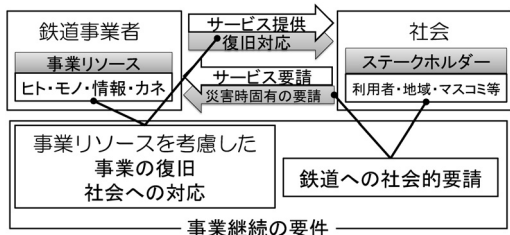


図3 鉄道事業の社会における位置づけと鉄道事業継続で想定すべき要素

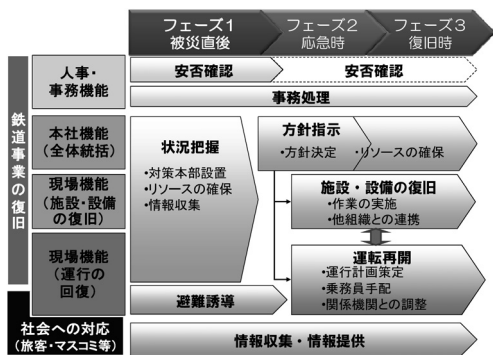


図4 被災後に鉄道事業に求められる機能と実施概要

に応じて、輸送サービスを提供している。しかし、大規模な災害が発生すると、事業リソースの制約等により、平常時と同様のサービスが提供できなくなる。そのため、鉄道事業者は、事業継続のために復旧に向けた活動が必要となるが、あわせて、社会からの大規模災害時固有の要請への対応も想定される。

そこで、被災時に鉄道事業者が取り組むべき事項を精査し、鉄道の事業継続に必要な要件を整理した。具体的には、過去に鉄道事業者が被災した大規模災害について調査し、災害対応から得られた教訓や課題を図1、図2のフェーズ1～フェーズ3ごとにまとめ、鉄道事業に求められる事業継続要件のフレームを発災後の時間区分に合わせて整理した。その結果を図4に示す。さらに、図4の具体的な要件を整理し、事業継続計画作成時のチェックリストとして参照できるようにした。チェックリストの例として、施設・設備の復旧に関して、図5に復旧プロセス（フェーズ1～フェーズ3）に実施すべき要件の一部を、図6に平常時に実施しておくべき要件の一部を示す。

4.2 鉄道における現状の課題

上記までの調査結果と考察を基に、鉄道における現状の課題について検討した。

| | | フェーズ1 被災直後 | フェーズ2 応急時 | フェーズ3 復旧時 |
|------|----|--|-------------------------------|--------------|
| 人的資源 | ヒト | 初期対応の実施 作業方針の決定 被害状況の確認 人員の確保 | 作業方針の決定 作業の実施 人員の確保 | |
| 物的資源 | モノ | 運送ルートの確保 物理的資源の確保 | 運送ルートの確保 物理的資源の確保 | |
| 的資源 | 情報 | 通信手段の確保 情報の共有化 他組織との連携 周辺住民への配慮 | 情報の共有化 他組織との連携 周辺住民への配慮 | |
| 源 | カネ | 事務処理 | 事務処理 | |

図5 施設・設備の復旧のために被災後に実施すべき事業継続要件（一部抜粋）

| | | フェーズ1 被災直後 | フェーズ2 応急時 | フェーズ3 復旧時 |
|------|----|--|--------------|--------------|
| 人的資源 | ヒト | 初期対応のルール作成 効率的な点検方法のルール作成 教育訓練（初期対応、点検、情報伝達） | 人員配置のルール作成 | |
| 物的資源 | モノ | 備品の整備（移動手段、通信手段、発電手段、復旧資材等） | 運送方法のルール作成 | |
| 的資源 | 情報 | 情報伝達方法のルール作成 現地状況のデータベース化 他組織・周辺住民への連絡方法の構築 （信頼関係の構築） | | |
| 源 | カネ | 後方支援体制のルール作成 | | |

図6 施設・設備の復旧のために平常時に実施しておくべき事業継続要件（一部抜粋）

情報発信

鉄道事業者が発信する情報は、被災者の移動（帰宅や避難）や、その後の事業復旧に関わる要員参集などに大きく影響を与える。したがって、鉄道の復旧見通しがほしいという声は根強い。しかし、鉄道自体の復旧が電力等の他産業の復旧にも依存している等の課題があり、他産業との相互依存関係を考慮した予測手法が必要である。また、復旧目安時刻を見込みで発表することで逆に混雑・混乱を招くことも想定されるため、情報公表のあり方や他産業・機関との情報連携のあり方についても課題がある。

現場における大規模災害対応の技術力維持・向上

被災後には、鉄道構造物の検査、軌道に対する線路巡回、駅舎の安全確認等の迅速な点検が必要となるため、現場力や異常時対応能力を向上させるための訓練方法等が望まれている。また、被災範囲が広域にわたる場合においては、十分な人的資源が確保できないため、点検の効率化、事故・大規模災害時の応援協力体

制のあり方等も課題となる。

避難誘導・帰宅困難者対策

地震や津波が発生した場合は、列車を止めて、すぐに避難誘導することが求められる。都市部の場合、鉄道の乗客は多く、被災時には、少ない乗務員で大人数の避難誘導を迅速に行う必要があり、的確な情報伝達方法、効果的な避難誘導方法の開発、乗務員の避難誘導訓練方法の構築等の課題がある。また、大規模災害の場合は、鉄道事業者単体での帰宅困難者対策には限界があると考えられ、地域や分野横断的な協体制が必要である。

5. おわりに

本記事では、大規模災害時における鉄道のレジリエンス向上を目的とした調査活動について報告した。報告内容をまとめると以下のとおりである。

重要インフラの大規模災害対策に関する調査

- 技術分野のリスクは経営全体のリスクの一部として評価されている。
- 被災後の早期復旧のためには適切な現場対応能力や人材育成が重要である。
- ハード的な補強だけでなく、システム全体の冗長化、隣接事業者との連携強化、関係者への啓蒙活動といったソフト対策も実施されている。
- 復旧までにかかる時間は電力や情報通信等の他産業の復旧状況に依存することが多く、他産業との相互依存関係を考慮した対策が必要となる。
- 大規模災害時の被害の未然防止と合わせて、被災後の早期復旧や二次災害防止も重要視されている。

鉄道の現状と他産業との比較

- 「ヒト」を運ぶ航空、鉄道と、「モノ」を運ぶ他産業との違いにより、取り組みの主眼が異なる（航空、鉄道≒安全性、他産業≒安定性、快適性）。さらに、鉄道は、インフラと車両の両方を保持しているため、航空と比べても安全に対するリスクが顕在化しやすく、解決すべき課題が多い。

鉄道関係者が今後取り組むべき事項

- 鉄道事業者が事業計画作成時に参照可能なチェックリストを作成し、被災後に実施すべき要件や平常時に実施しておくべき要件を、事業リソース（ヒト・モノ・情報・カネ）と時系列区分とで整理した。

- 鉄道における現状の課題について検討し、情報発信、現場力の維持向上、避難誘導、帰宅困難者対策等を挙げた。

大規模災害時の鉄道のレジリエンス向上のためには、鉄道だけでなく他産業との相互依存や連携を踏まえた取り組みも視野に入れつつ、今後もさまざまな観点で研究を続けていきたい。

謝辞 本調査の一部は、株式会社三菱総合研究所と共同で実施しました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 内閣官房情報セキュリティセンター、重要インフラ対策チーム、<http://www.nisc.go.jp/active/infra/index.html>
- [2] 東日本電信電話株式会社災害対策室、NTT グループの防災対策—災害・防災に活かす情報通信技術—、http://www.jasdis.gr.jp/06chousa/2nd/s4_siryu.pdf
- [3] 金融庁、わたしたちの生活と金融の働き—銀行の業務—、http://www.fsa.go.jp/fukukyouzai/kiso/03_02.html
- [4] 金融庁、バーゼル II（新しい自己資本比率規制）について、http://www.fsa.go.jp/policy/basel_ii/00.pdf
- [5] 三菱 UFJ フィナンシャル・グループ、ディスクロージャー誌、http://www.mufg.jp/ir/disclosure/2011mufg/pdf/file/data_all.pdf
- [6] 国土技術政策総合研究所、国際空港の機能低下に対する基礎的検討—リスクの顕在化による影響—、<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryu/tnn/tnn0421.pdf/ks0421.pdf>
- [7] 国土交通省、平成 17 年度国土交通白書、<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h17/hakusho/h18/index.html>
- [8] 防災業務計画、<http://www.naa.jp/jp/airport/safety-bousaikeikaku.pdf>
- [9] 経済産業省、原子力発電所に係る耐震設計の概要、原子力安全・保安院資料
- [10] 朱牟田善治、電力系統の地震リスク評価に基づく変電設備の耐震補強計画法に関する研究、電力中央研究所報告、総会報告、U33、1998。
- [11] 渡辺勇、所健一、上村敏、自然災害時における配電設備の最適復旧ルート計画策定手法、電力中央研究所報告、研究報告、R07025、2008。
- [12] 土木学会原子力土木委員会、原子力発電所の津波評価技術レビュー編、津波評価部会、2002。
- [13] 電気事業連合会 電力技術部、電力会社の気候リスク管理、2011。
- [14] 新藤孝敏、須田智孝、雷リスクマネージメントの基本的な考え方、電力中央研究所報告、N06008、2007。
- [15] 嶋田丈裕、IT リスク対策策定ガイドライン、電力中央研究所報告、R09019、2010。
- [16] 東京ガス株式会社、東京ガスグループ CSR 報告書 2011（2010.4～2011.3）、<http://www.tokyo-gas.co.jp/csr/report-j/rm-pdf/2vc3.pdf>
- [17] 原子力安全・保安院、ガス安全高度化計画—国、ガス事業者、需要家等の協働による安全・安心な社会の実現を目指して—、2011。
- [18] 東京都水道局、震災対策も万全—地震に強い水道づく

り一, <http://www.waterworks.metro.tokyo.jp/water/pp/banzen/b01.html>
[19] 厚生労働省, 地震対策マニュアル策定指針,
http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kikikanri/dl/chosa-0603_01.pdf

[20] 事業継続計画策定促進方策に関する検討会内閣府防災担当, 事業継続ガイドライン第二版—わが国企業の減災と災害対応の向上のために—, 2009.
[21] 中小企業庁, 中小企業 BCP (事業継続計画) ガイド, 2008.