

地震によるライフライン被害の想定と対策

建築FM技術部主任 今地 裕介

Keyword：地震リスク、ライフライン、地震被害想定、地震対策、上下水道、電気、ガス、通信、交通、帰宅困難者

1. はじめに

企業を取り巻く環境には、さまざまなリスクが存在する。企業活動におけるリスクは、地震や水害といった自然環境の変化等により生じる外部リスクと、企業内に潜在するさまざまな事象（企業内不祥事や情報漏洩など）によって生じる内部リスクに大きく分けられる。東日本大震災を契機に、公的機関では外部リスクである地震リスクの見直しが進められている。

企業が事業活動を継続する上で、上下水道、電力、ガス、通信、交通など、ライフラインの役割は大きい。本稿では、企業が抱えるさまざまなリスク項目のうち、地震により生じるライフライン被害の想定と対策について報告する。

2. 東日本大震災におけるライフライン被害

東日本大震災（2011年3月11日、マグニチュードM9.0）では、地震の揺れとともに津波がライフラインにさまざまな形態の被害をもたらした。

以下に東日本大震災において発生したライフライン被害の概要を示す。

2.1 上下水道

飲料水や生活水の確保は、企業活動、日常生活を営む上で不可欠であるが、大震災では東北3県（岩手、宮城、福島）を中心に、187市町村で160万戸以上が断水し、下水道については処理施設やポンプ施設など全国で200施設以上が稼働停止等になったほか、延べ長さ1,000km以上にのぼる排水管が被災した。

東京都内においても大規模な断水には至らなかったものの、水道管路継手部の抜け、液状化による土砂の詰まりやひび割れ等の損傷被害が報告されている。

2.2 電気

4電力事業者の管内合計で、延べ460万件を超える停電が発生した。変圧器の機器損傷や施設の倒壊といった発電・変電施設に対する被害のほか、電線の切断や支持物の折損・傾斜等により送電・配電設備に対する被害が広範囲に及んだ。

また、電力供給が不安定化した際に実施された計画停電により、公共交通機関の運行規制や企業活動時間の変更などが余儀なくされ、都市機能にさまざまな支障が生じた。

2.3 ガス

東北3県（岩手、宮城、福島）を中心に、約40万戸が供給停止等の被害を受けた。全国のガス事業者でつくる協会に対策本部が設置され、加盟各社から救援隊が派遣されて復旧作業に当たるなど、早期復旧に向けた対策が実施された。

2.4 通信

東北・関東で13,000局を超す移動無線基地局が停波し、震災直後から東北・関東地方を中心に通常の約9倍の通話が殺到して輻そう状態となった（図1）。そこで緊急通報等の重要通信を確保するために、最大90%の通信規制がなされ、都内でも音声通話がつながりにくい状況になり、帰宅困難者の通信確保のため、公衆電話の無料開放などが実施された。

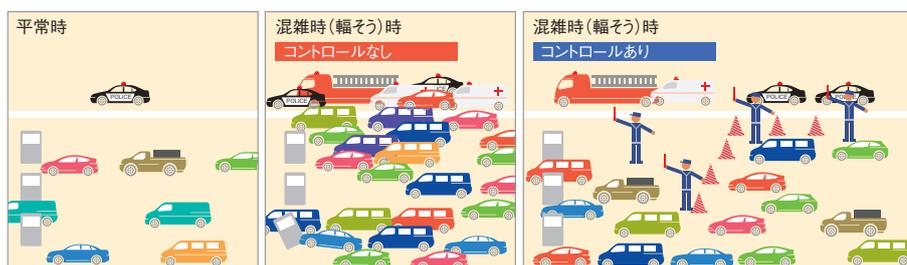


図1 災害時の電話の輻そう¹⁾

一方、パケット通信やインターネット回線については、音声とパケットを別々のネットワークとするなど、災害時等における通信の疎通を向上できる機能を導入している。このため音声通話と比べると、メール等のパケット通信の方が疎通しやすい状況であり、SNS（ソーシャルネットワークワーキングサービス）の情報が契機となった人命救助の事案なども報告されている。

2.5 交通

大震災では、高速道路15路線、国道172区間、県道等540区間において被災し通行止めになり、鉄道は6路線の新幹線（東北、秋田、山形、上越、長野、東海道）をはじめ、42社177路線で運転が休止され、被災地への交通手段が一時的に寸断される状況に至った。

3. 公的機関による地震リスクの見直し

東日本大震災以降、公的機関において従前より想定されていた地震リスクに対する検討、見直しが進められている。その主な事例を紹介する。

3.1 首都直下地震による東京の被害想定

東日本大震災を契機に東京都防災協議会により「首都直下地震等による東京の被害想定報告書(2006年5月)」の見直しが行われ、首都直下地震（東京湾北部地震・多摩直下型地震）の再検証と、新たに海溝型地震（元禄型関東地震）、活断層で発生する地震（立川断層帯地震）の被害想定が2012年4月に公表された（図2）。

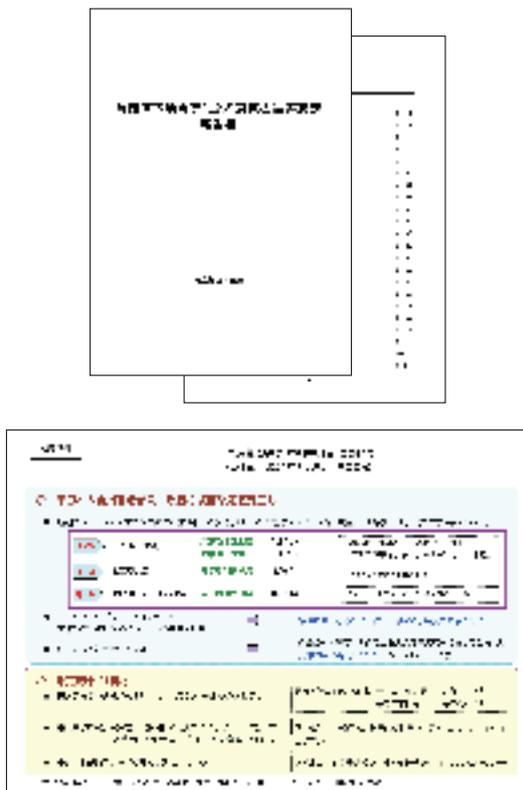


図2 首都直下地震等による東京の被害想定報告書²⁾

被害想定結果の特徴として、都内において最大震度7の地域が出るとともに、震度6強の地域が広範囲にわたると想定されている。震度6強以上が想定される範囲は、東京湾北部地震では23区で約7割、多摩直下型地震では多摩地区の約4割となっている。東京湾北部地震(M7.3)が発生した場合、都内で建物全壊116,000棟、焼失138,000棟、死者9,700人と想定されている。

3.2 南海トラフ巨大地震による被害想定

中央防災会議・南海トラフ巨大地震モデル検討会による被害想定（第一次報告：2012年8月、第二次報告：2013年3月）が公表されている。第一次報告では、建物、人的被害について検討されており、第二次報告ではライフライン、交通施設等の被害が検討されている。

最悪M9クラスの地震が発生すると、太平洋岸に巨大津波の襲来が想定され、津波高20m以上（最大34m）、11都県90市町村への被害が報告されている。また、震度分布としては、震度6弱が21府県292市町村、震度6強が21府県242市町村、震度7が10県153市町村と報告されている。死者・不明者は広域にわたり約32万人（そのうち津波23万人）と想定されている。

3.3 大阪・上町断層帯地震による被害想定

京都大学防災研究所による「上町断層帯における重点的な調査観測の成果報告書(2013年3月)」(図3)では、従来の断層帯に加え新たな活動区間が発見され、想定される断層帯の総延長が約42kmから約9km伸長し、約51kmとなると公表された。

地震規模の想定結果として、従前想定していたM7.5から7.7程度と、約1.5倍大きく見直されており、M7.6規模の地震が発生した場合、建物全壊約97万棟、死者約42,000人の人的・物的被害が想定されている。

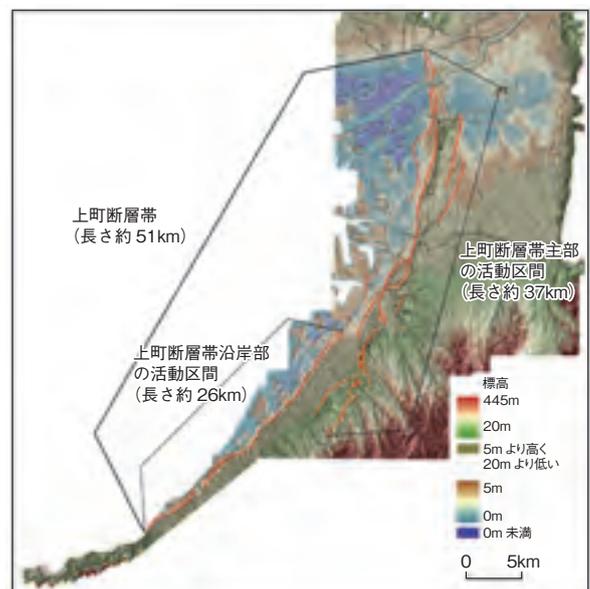


図3 上町断層帯の活動区間³⁾

表1 東京湾北部地震時のライフライン復旧期間²⁾

インフラ	復旧までの期間
上水道	概ね1カ月以上
電力	概ね1週間程度
ガス	概ね1~2カ月程度
通信(固定電話)	概ね2週間程度

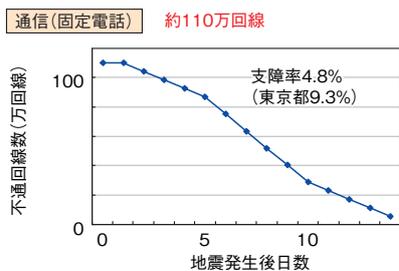
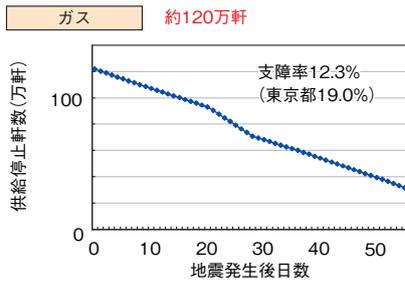
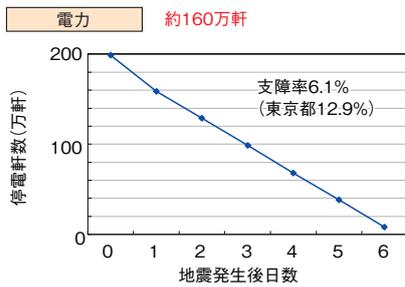
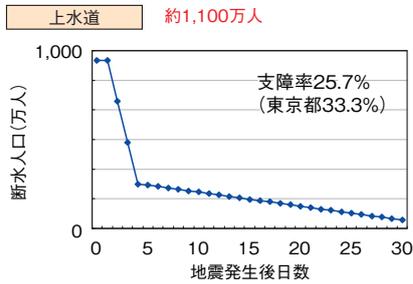


表2 既往地震災害時のライフライン復旧日数^{4,5)}

項目	状況	阪神・淡路大震災	東日本大震災
上水道	断水	約127万戸	約160万戸
	復旧	42日で仮復旧完了 91日で全戸通水完了	約3週間で約80%解消 約1カ月で約94%解消
電力	停電	約260万戸	約466万戸
	復旧	6日で倒壊家屋等を除き 復旧完了	3日で約80%解消 8日で約94%解消
都市ガス	停止	約85万戸	約46万戸
	復旧	85日で倒壊家屋等を除き 復旧完了	約1カ月で約80%解消 約2カ月で約90%解消
固定電話	不通	約48万回線	約100万回線
	復旧	交換機系：1日後復旧完了 加入者系：14日後復旧完了	約1週間で約80%解消 約2週間で約90%解消

4. 地震時におけるライフラインの被害想定

首都直下地震等による東京の被害想定報告書（東京都防災協議会）によると、東京湾北部地震によるライフライン施設被害では、上水道：約1,100万人、電力：約160万軒、ガス：約120万軒、通信（固定電話）：約110万回線の供給支障の想定がされている。

特に都市ガスは、地表面最大速度が60kine（1 kine = 1 cm/sec：地震動の速度を示す単位）を超えた地区において、ガスの供給を停止する取り決めがされており、東京湾北部地震では、区部の大半が60kineを超えることが想定されるため、区部における供給停止率は高いと報告されている。

いずれにしても、上水道およびガスは地下埋設物で供給されており、電力、通信（固定電話）に比べ、復旧までの時間を要し、火災延焼被害、道路閉塞の発生等により復旧活動に支障が生じる可能性もある。

東京湾北部地震によるライフライン被害の想定復旧期間を表1に、既往地震災害時のライフライン復旧日数を表2に示す。

5. 首都直下地震時における交通網の被害想定

道路や鉄道といった交通関連施設の被害は、人命救助、建物被害、ライフライン被害の復旧作業の妨げとなり、帰宅困難者の増加にもつながる。

東京湾北部地震の想定では、細街路における閉鎖の発生が想定されている（図4）。細街路の閉鎖とは、道路幅員が13m未満で、揺れや液状化現象によって家屋等が倒壊することにより通行可能な道路幅員が3m以下になる状態のことを示している。

なお、鉄道はほとんど不通となり、全線復旧までには長期間かかると想定されている。

5.1 緊急輸送道路沿道建築物等の耐震化

東京都では、震災時において避難、救急消火活動、緊急支援物資の輸送および復旧復興活動を支える緊急輸送

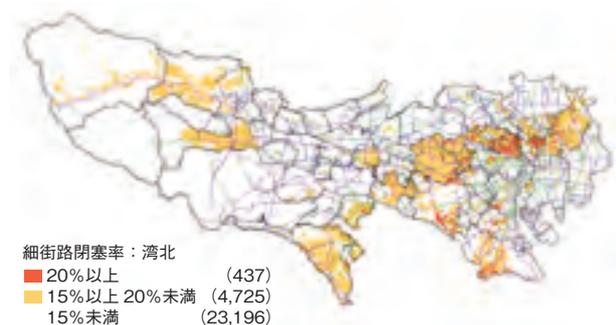


図4 細街路における閉鎖可能性があるエリア²⁾

道路が建築物の倒壊により閉鎖されることを防止するため、沿道の建築物の耐震化を推進しており、緊急輸送道路沿道建築物の耐震化を推進する条例および同条例施行規則（2011年3月）が公布された。

同年6月に緊急輸送道路約2,000kmのうち、特に沿道の建築物の耐震化を推進する必要がある道路が特定緊急輸送道路に指定されている（図5）。

また、2012年7月に報道発表された内容によると、国土交通省の調査により全国の緊急輸送道路に位置している橋1,400カ所について、倒壊、崩落の危険性があることが報告されている。

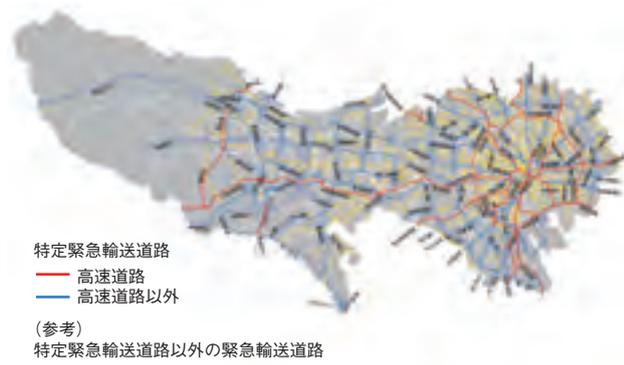


図5 東京都の特定緊急輸送道路⁶⁾

5.2 交通規制

首都直下地震などが発生した際には、都内では警視庁による交通規制が行われ、人命救助、消火活動等に従事する緊急自動車等以外の通行は禁止となり、都心部にオフィスを構える企業においては、車両を利用した被災復旧物資の輸送なども行うことができなくなる。

交通規制は、震度6弱の地震が発生した際に震災直後から第一次交通規制が行われ、被害状況を判断した後、第二次交通規制が行われる。

1) 第一次交通規制（表3、図6）

- ・環状7号線内側方向への一般車両通行禁止（環状7号線は迂回路として通行可能）
- ・環状8号線では都心方向への一般車両の流入抑制（環状8号線で都心方向への青信号時間が短縮）
- ・7路線が緊急自動車専用路となり、緊急自動車等以外の一般車両の通行が禁止される

2) 第二次交通規制（表4、図7）

- ・第一次交通規制の緊急自動車専用路がこの段階で、緊急交通路となる
- ・代表的な路線（31路線）のうち必要な路線が緊急交通路に指定される

3) 震度5強の地震発生時（図8）

都心部における交通混乱を回避するため、大震災（震度6弱）発生時の第一次交通規制に準じた交通規制が行われる。

表3 第一次交通規制における一般車両の通行禁止道路

国道	国道4号 (日光街道ほか)	国道17号 (中山道・白山通りほか)
	国道20号 (甲州街道ほか)	国道246号 (青山通り・玉川通り)
都道	目白通り	外堀通り
高速道路	高速自動車国道・首都高速道路	

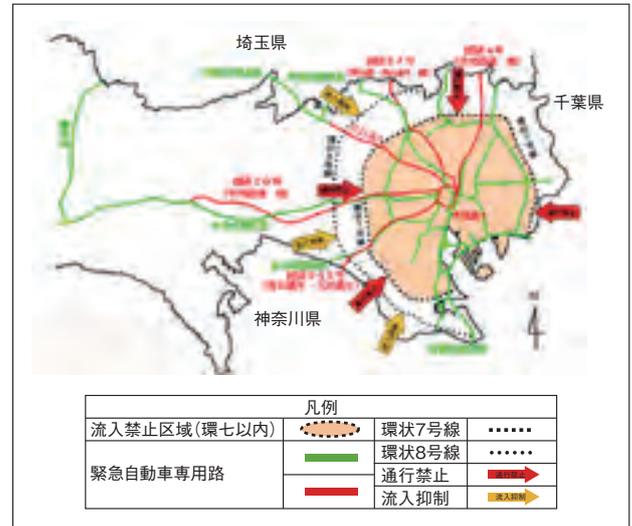


図6 第一次交通規制図（震度6弱の地震発生時）⁷⁾

表4 第二次交通規制における一般車両の通行禁止道路

第一京浜	第二京浜	中原街道	目黒通り
青梅・新青梅街道	川越街道	北本通り	水戸街道
蔵前橋通り	京葉道路	井の頭通り	三鷹通り
東八道路	小金井街道	志木街道	府中街道
芋窪街道	五日市街道	中央南北線	八王子武蔵村山線
三ツ木八王子線	新奥多摩街道	小作北通り	吉野街道
滝山街道	北野街道	川崎街道	多摩ニュータウン通り
鎌倉街道	町田街道	大和バイパス	

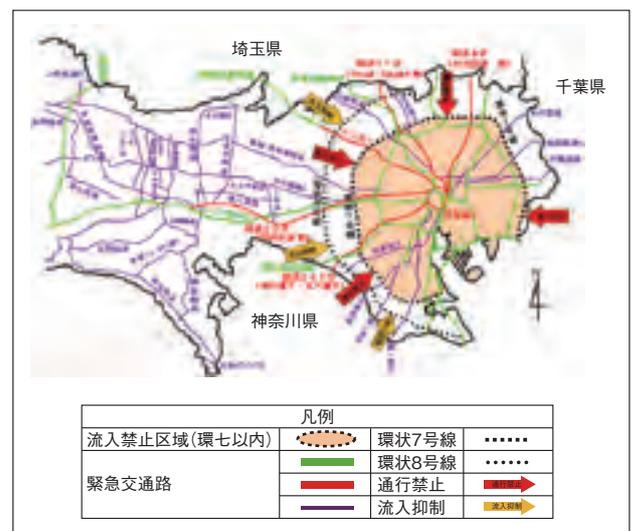


図7 第二次交通規制図（震度6弱の地震発生時）⁷⁾

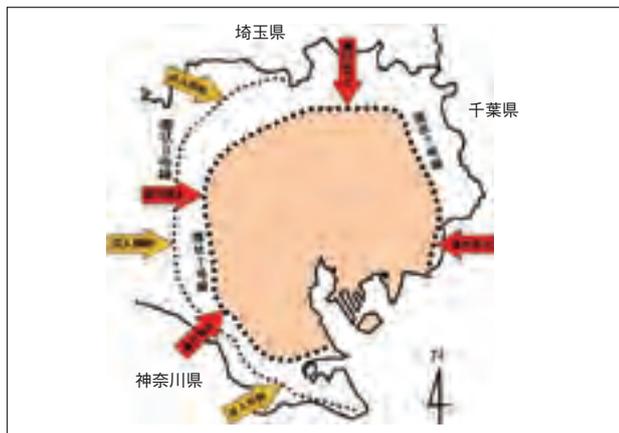


図8 震度5強の地震が発生した際の交通規制図⁷⁾

- ・環状7号線内側方向への一般車両の通行禁止
- ・環状8号線内側方向への一般車両の流入抑制

6. ライフライン被害の対策について

東日本大震災の被害や首都直下地震の被害想定等を例に、ライフラインの被害の様相について述べたが、企業は自主努力により、地震による被害を最小限に留める対策を講じ、有事の際の事業継続に備える必要がある。

6.1 上下水道

地震により断水が生じると、飲料水、雑排水などの確保が困難になり、水冷方式の空調を利用している場合には、冷却水の補給ができなくなる。

企業の自主努力として、飲料水の常備、十分な受水槽・貯水槽の確保、地下水・雨水の利用、用水の再処理設備の導入のほか、空調方式の空冷化の検討も必要である。

6.2 電気

ICT機器や空調、衛生設備等を利用する際には、電力の確保が必須であり、一般に企業ではまず電気の復旧が最優先とされ、地震に伴う停電に対して少なくとも重要設備の電力を直ちに確保できる非常用電源の準備が必要である。停電時も運転を継続したい設備・システムに対しては、蓄電池で給電する無停電電源装置（UPS）の設置、停電の長期化に対する備えとしては、非常用発電設備の設置が必要となる。

非常時に発電設備を運転させる際は燃料確保も念頭におく必要がある。備蓄燃料のみで停電期間を賄える場合は良いが、停電が長期化した際には、外部からの燃料確保が必要となってくる。先の交通網被害想定にも記載したが、対象建物の位置が、非常時の交通規制エリア内か外か、給油までのルート上にリスクは存在するかしないか等を確認し、もしリスクが存在するようであれば、電力や燃料確保の範囲や手段を再検討する必要がある。

6.3 通信

企業活動において情報通信の活用は欠かせないものであり、通信途絶や輻そうにより被災直後の安否確認、建物被害状況などの把握が困難になるほか、行政・防災機関等においても、必要な連絡が遅延することにより措置の停滞等を招きかねない。

これらのことを背景に総務省により、大規模災害時におけるSNSによる緊急通報の活用可能性に関する検討会が設置され、大規模災害の発生により、被災者等が電話による緊急通報を行えない場合において、SNS等を活用した救助要請等の手法などについて検討がされている。

企業では災害が発生した際に、まずは従業員の被災状況を把握することが最優先であり、その方法として、SNSの活用など複数の通信手段を準備することが考えられる。

6.4 その他

地震時には道路損壊や交通規制により物流が制限されるため、燃料や物資は不足するものと考えておく必要がある。なお、都市ガスは復旧に時間がかかる。

一方、被災時間帯によって企業の対応方法は異なってくる。被災が通勤時間帯であれば、従業員を出社させるのか、帰宅させるのか、夜間の場合はどのようにして被災状況を確認し、復旧作業に至るのかなど、ケースバイケースの対応マニュアルが必要となる。

7. おわりに

東日本大震災を契機に、公的機関による地震リスクの見直しが行われている中、被災時においても企業が事業活動を継続していくために、ライフライン被害や交通規制を想定した災害対策が必要となってくる。

当社は、これまで企業における防災対策として建物・設備におけるハザード調査等を実施してきたが、今後も公的機関の情報を注視しながら、企業における防災や減災対策の支援を行っていく考えである。

付録

東京都では、東京都帰宅困難者対策条例が2013年4月に施行され、中央防災会議が定めた「首都直下地震対策大綱」において、発災後3日間程度を応急対策活動期としている。

このことから、従業員等の一斉帰宅が救助・救出活動の妨げにならぬよう、発災後3日間は従業員等が施設内に留まれるよう、企業等は事業者の努力義務として従業員3日分の水・食料等の備蓄が示されている（表5）。

表5 東京都帰宅困難者対策条例における備蓄品目安¹²⁾

対象となる従業員等	雇用の形態（正規、非正規）を問わず、事業所内で勤務する全従業員
3日分の備蓄量の目安	①水については、1人当たり1日3ℓ，計9ℓ ②主食については、1人当たり1日3食，計9食 ③毛布については、1人当たり1枚 ④その他の品目については、物資ごとに必要量を算定
備蓄品目の例示	①水：ペットボトル入り飲料水 ②主食：アルファ化米、クラッカー、乾パン、カップ麺 ③その他の物資（特に必要性が高いもの） 毛布やそれに類する保温シート、簡易トイレ、衛生用品（トイレトペーパー等）、敷物（ビニールシート等）、携帯ラジオ、懐中電灯、乾電池、救急医療薬品類

また備蓄品を保管する際の留意点として、高層ビルに所在する企業においては、被災によりエレベータの停止や非常階段の被害なども想定されるため、備蓄品をあらかじめ従業員に配布するなど、保管場所を分散させる等の対処が必要と考える。

〔参考文献〕

- 1) 平成23年版情報通信白書：総務省
- 2) 首都直下地震等による東京の被害想定報告書（平成24年4月）：東京都防災会議
- 3) 上町断層帯における重点的な調査観測平成22～24年度成果報告書（平成25年3月）：文部科学省研究開発局，国立大学法人京都大学防災研究所
- 4) 阪神・淡路大震災下水道施設災害の記録（平成8年3月）：兵庫県土木部下水道課

- 5) 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告書参考図表集（平成23年9月）：中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」
- 6) 東京都耐震ポータルサイト <http://www.taishin.metro.tokyo.jp/index.html>
- 7) 大震災（震度6弱以上）発生時における交通規制：警視庁
- 8) 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）平成24年8月：中央防災会議，防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ
- 9) 南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）平成25年3月：中央防災会議，防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ
- 10) 大規模災害時におけるソーシャル・ネットワーキング・サービスによる緊急通報の活用可能性に関する検討会報告書（平成25年3月）
- 11) 東日本大震災における復旧活動の軌跡：東日本電信電話(株)
- 12) 東京都帰宅困難者対策ハンドブック（平成25年1月）：東京都



いまじ ゆうすけ
今地 裕介

建築FM技術部主任
CASBEE 不動産評価員，登録特殊建築物等調査資格者，建築仕上げ改修施工管理技術者，建築設備診断技術者
建物劣化診断，FM業務全般に関するコンサルティングに従事

Synopsis

Envisaged Damage to Lifelines Caused by Earthquakes and Countermeasures

Yusuke IMAJI

The business environment in which companies exist is fraught with diverse risks. These risks can be broadly divided into external risks arising due, for example, to changes in the natural environment and latent internal risks that exist in companies themselves. The Great East Japan Earthquake has prompted public entities to review external risks posed by earthquakes.

Lifeline infrastructures such as water and sewage services, electric power, gas, communication and transportation networks play a major role in the continuity of corporate business activities.

This paper reports on envisaged damage to lifelines caused by earthquakes and countermeasures relating the diverse risks faced by companies.