

ライフラインのレジリエンス：

電力、ガス、上水などのライフラインは、ネットワーク状のシステムとして構成され、生活に必要な各種エネルギーや浄水を供給しています。一方で、地震によりシステムの連結性が断たれると供給支障が生じ、これが長期に及ぶと、私たちの生活や経済に重大な影響を与えます。そこで、図1に示すように、想定地震（例えば南海トラフ地震や首都直下地震など）が発生したと仮定し、ライフラインの供給量の復旧過程を予測します。発災時は需要家も被災している可能性があるため、需要量は常時のそれと比べ低くなります。発災後の需要量と供給量の差が供給不足になります。供給量の曲線をライフラインの復旧曲線と呼び、防災・減災計画の立案やライフライン設備の耐震化の判断に有益な情報を提供します。

ライフラインの復旧曲線の計算フロー：

復旧曲線の計算の流れを図2に示します。まず、対象とするライフラインのシステム構成をノード・リンクにモデル化します。ノードは浄水場や変電所などを表し、リンクは配管や電線を表します。次に、供給ノードと需要ノードを設定した上で、供給側から需要家までの経路を検索します。想定地震が発生したと仮定し、ノード・リンクに作用する地震動を計算、適切な fragility 曲線を介してノード・リンクの損傷確率を計算します。供給側から需要家までの経路の内、どれか一つでも健全である確率を計算し、これに需要家の需要量を乗じることで供給できる量の期待値を求めます。これらを総和してシステム全体の供給量の期待値を求めます。この過程を発災から経過時間の分だけ繰り返し、ライフラインの復旧曲線を描きます。経路の健全確率の計算では、ノード・リンクモデルの状況から、モンテカルロシミュレーションや解析的な方法を適宜選択します。

弱点の把握とライフライン設備の耐震化：

ライフライン設備の中で、弱点はどこにあるのか。これを把握するため、表1に示すようにノードとリンクの弱点を整理した表を作成します。情報はノード、あるいはリンクの取扱量（上水では水量、電力では kW など）と損傷確率、それに双方の積、つまり期待値です。表は期待値の大きい順に列記します。これにより地震に対する設備の脆弱性（損傷確率）と重要度（取扱量）の双方から弱点となる設備を把握することができます。そして弱点の耐震性能を向上させたと仮定して再度復旧曲線を計算します。耐震化前と後の復旧曲線を比較することで耐震化の効果を確認できます。一方で、バックアップ設備の拡充や緊急時に供給できる仕組みを整備することも重要です。復旧曲線はこのような効果も考慮できます。

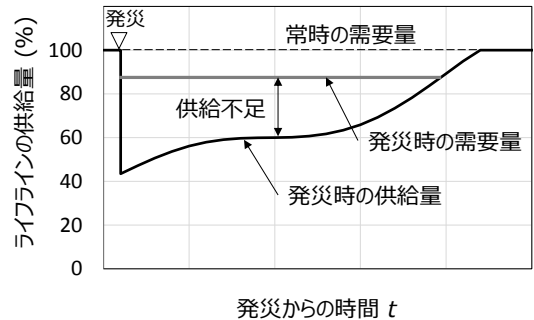


図1 ライフラインの復旧曲線

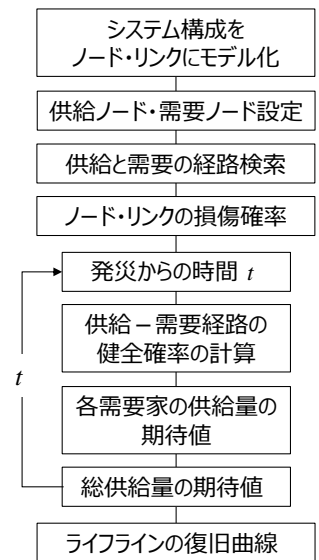


図2 復旧曲線の計算フロー

表1 弱点を整理した情報

ノードNo.	取扱量	損傷確率	期待値
供給ノード1	50	0.15	7.5
供給ノード2	40	0.1	4
⋮	⋮	⋮	⋮
リンクNo.	取扱量	損傷確率	期待値
リンク1	20	0.15	3
リンク2	20	0.1	2
⋮	⋮	⋮	⋮