

都市停電の社会生活に与える影響度評価に関する一考察

東京大学大学院

学生員○川北 潤

東京大学生産技術研究所

正会員 目黒公郎

東京大学生産技術研究所

正会員 山崎文雄

東京大学生産技術研究所

正会員 片山恒雄

1. はじめに：都市が高度に発達し、電力依存度が高まるにしたがって、停電が都市に与える影響はますます重要になってきている。先の阪神・淡路大震災においても、その人的・構造的被害に続いて生じたライフラインの機能的障害は住民に様々な影響を与え、その困惑した様子がマスコミを通じて全国に報道された。今日、災害発生時の電力の供給停止による社会生活への影響を定量的に把握する手法の確立が求められている。本研究では配電用配電エリア(図1)単位に生活レベルの視点から都市停電が地域に与える影響を評価することを目的とし、影響を与える要素として停電発生時刻、停電継続時間、季節、規模などを考慮したモデルの構築を行う。

2. 高密度記録データによる電力需要の細部把握：本研究は初期段階として、新聞検索を用いた過去の停電事例調査、および電力需要データ解析による電力消費状況の実態把握を行った。また、電力需要特性から、都市地域を、住宅、オフィス、工場、店舗・飲食店の4つのパターンの含まれる割合「寄与率」を用いて分類できる手法を提案してきた。これまでは、電力需要データとして(株)東京電力の協力を得て、1時間ごとの消費電力量のデータを用いてきたが、時間帯によっては電力消費量の変化が短い時間サイクルで起こっているため、電力量のよりミクロな把握が必要であることが分かってきた。そこで今回は5分刻みの電力需要データを都内の主要4地点について入手し(図2)、これと前回算出した「寄与率」を用いて、各配電エリアの5分刻みの消費電力量変化を計算した。この高密度データを用いることで、より細かな状況把握が行えるようになった。



図1 東京都区内の配電エリア

3. 地域単位に見た停電

影響度の評価：停電の発生が地域住民に与える影響を定量的に評価する手法が、防災計画や効率的な復旧対策などに求められている。本研究では、停電継続時間が比較的短時間(1日以内)である停電に関して、停電発生時刻と季節をパラメータとした評価モデルを提案してきたが、今回さらにこれに停電継続時間をパラメータとして加えたモデルによる評価手法を提案する(図3)。

3-1. 停電の影響値：配電エリアjにある時刻 t_s に停電が発生し、継続時間 t_d だけ続いた場合を考える。配電エリアj内の需要家が受ける総合的な影響値 $E_j(t_s, t_d)$ を、その需要家が使用する電力の消費対象kの受ける影響値 s_k の和と考える。ただし上記4つの電力需要特性パターンi(i:1.住宅, 2.オフィス, 3.工場, 4.店舗・飲食店)内では電力は一律の使われ方をすると仮定する。すなわち各電力需要特性パターンi内で使用されるいくつかの電力消費対象kの影響値 s_{ki} の和が、電力需要特性パターンiの受ける総合的な影響値 $e_i(t_s, t_d)$ であり、寄与率を加味して和をとったものが配電エリアの影響値となる。

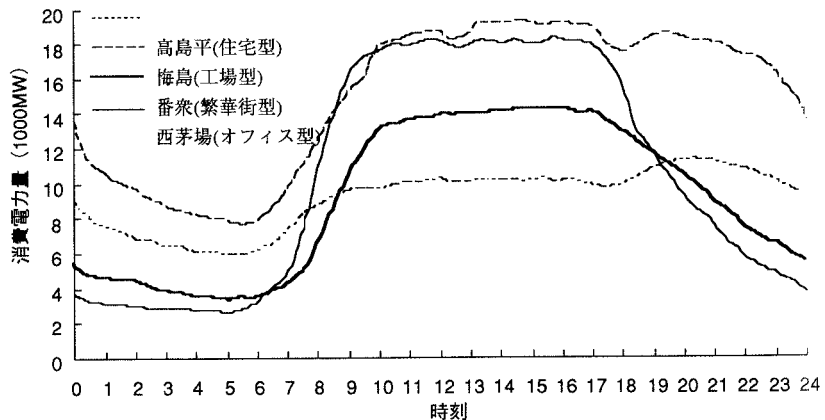


図1 都内主要4地点の5分刻の消費電力量(夏)

3-1. 停電の影響値：配電エリアjにある時刻 t_s に停電が発生し、継続時間 t_d だけ続いた場合を考える。配電エリアj内の需要家が受ける総合的な影響値 $E_j(t_s, t_d)$ を、その需要家が使用する電力の消費対象kの受ける影響値 s_k の和と考える。ただし上記4つの電力需要特性パターンi(i:1.住宅, 2.オフィス, 3.工場, 4.店舗・飲食店)内では電力は一律の使われ方をすると仮定する。すなわち各電力需要特性パターンi内で使用されるいくつかの電力消費対象kの影響値 s_{ki} の和が、電力需要特性パターンiの受ける総合的な影響値 $e_i(t_s, t_d)$ であり、寄与率を加味して和をとったものが配電エリアの影響値となる。

$$E_j(t_s, t_d) = \sum_i \alpha_{ji} \cdot e_i(t_s, t_d) = \sum_i \left(\alpha_{ji} \sum_k s_{ki}(t_s, t_d) \right) \quad (1)$$

ただし、 α_{ji} は配電エリア j の電力需要特性パターン i の寄与率であり、各パターンを含む割合を示す。

3-2. 消費対象項目ごとの必要度：1日の任意の時刻 t において電力消費対象 k が電力需要パターン i 内の需要家に必要とされている割合を表す関数を必要度関数 $H_{ki}(t)$ と定義し、これを行動調査³⁾や、アンケートによる電力消費対象間の重み調査、及び該当する機器の所有率により算出する。

3-3. 電力消費対象ごとの困惑度関数：ある電力消費対象 k が停電の継続によって利用できない時、これによる需要家の困惑がどの様に時間的変化するかを表す関数を電力消費対象 k の困惑度関数 p_{ki} と定義する。困惑度関数はa) 機能支障関数、b) 遅れ/慣れ関数の両関数の積で表される。この困惑度関数と必要度関数の積が電力消費対象 k の影響値 s_{ki} である。すなわち以下の式で表される値により評価する。

$$E_j(t_s, t_d) = \sum_i \left\{ \alpha_{ji} \sum_k (p_{ki} \cdot H_{ki}) \right\} \quad (2)$$

4. アンケート調査：上記の分析を行うにあたって(1)困惑度の心理的变化を表す遅れ/慣れ関数の算出、(2)電力消費対象間の重みの調査のためにアンケートを行いデータ収集する。

5. まとめ：本研究では、都市における災害時の停電による様々な被害の軽減、および復旧作業の効率化を図るため、東京23区の配電用変電所の電力需要データを分析し、各配電エリアの特徴を把握し、一方で停電が各配電エリアに与える影響を評価する手法を提案した。今後の課題としては現時点では最長1日までの停電を対象としたが、これをより長時間継続する停電に適用できるようにすることが挙げられる。また、広範囲に発生した停電により対象地域が相互に及ぼす影響(停電規模の影響)や、特高需要家との関連性の考察、さらにガス、水道などの他のライフラインへの応用も考えられる。

参考文献：1) 目黒, 副島, 山崎, 片山；電力需要特性から見た都市の地域分類：土木学会第論文集, No.507/I-30, pp265-277, 1995. 1.

2) 副島, 目黒, 山崎, 片山；地理情報システムを用いた都市の停電影響度の解析：第9回地震工学シンポジウム論文集, pp.2179-2184, 1994. 12.

3) NHK放送文化研究所；国民生活時間調査, 1991

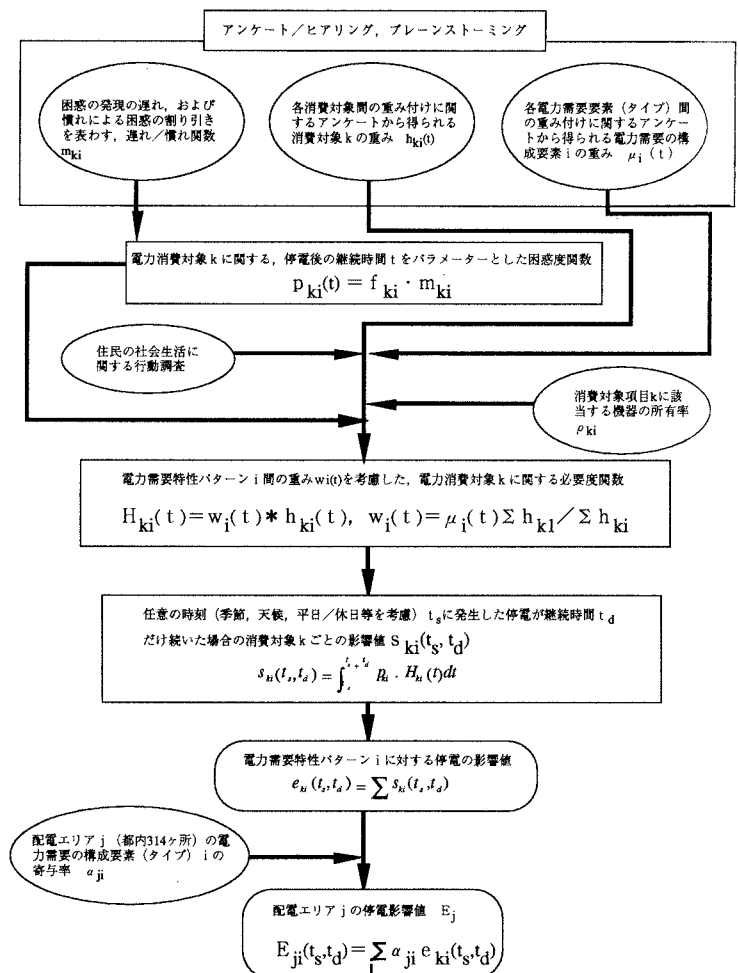


図2 停電発生時刻, 停電継続時間を考慮した停電影響評価モデル